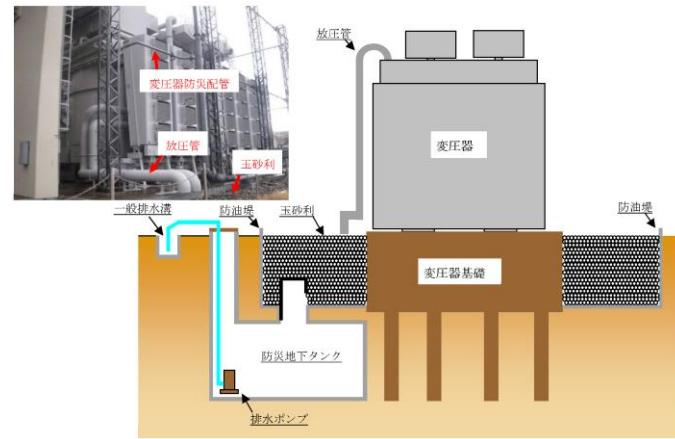
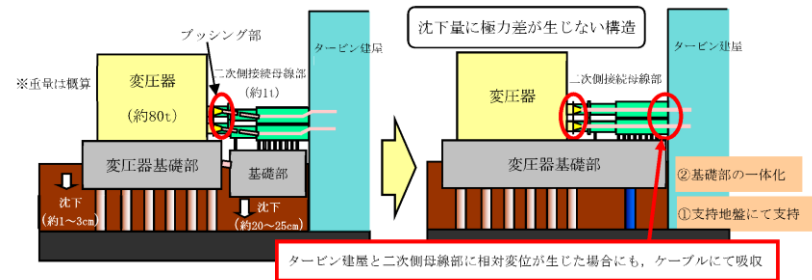


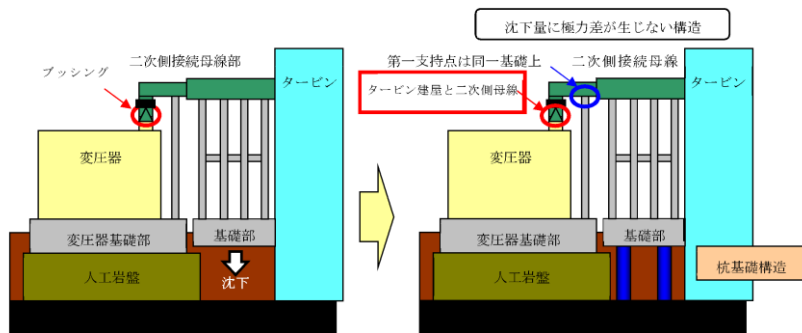
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">参考資料 6-1</p> <p style="text-align: center;">変圧器の防火対策について</p> <p>1. 変圧器の防火対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 変圧器には、内部圧力の上昇、又は電気回路の異常を検知すると、瞬時に電源を自動的に切る保護機能が備わっている。 金属管体に覆われており火災が発生する可能性は低い。 万一油が漏えいした場合においても、地下の防災地下タンクに溜まる構造となっている(第1図)。 <p>2. 中越沖地震による3号炉所内変圧器火災の事象</p> <ul style="list-style-type: none"> 二次側接続母線部ダクトの基礎が沈下し、変圧器との相対変位が発生。 <ul style="list-style-type: none"> ブッシング部破損による漏油と、地絡・短絡によるアークの発生により火災発生。 屋外消火設備の損傷により消火活動に支障をきたしたが、当該変圧器横に設置されている防火壁により、隣接する所内変圧器 3A や他設備に延焼することはなかった。 <p>3. 中越沖地震による3号炉所内変圧器火災の対策</p> <p>(1) 下記の基礎構造変更により、変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎で沈下量の差が発生することを防止(第2図, 第3図)</p> <p>a. 二次側接続母線部ダクトの基礎をタービン建屋と同じ支持地盤にて支持</p> <p>b. 変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎部を一体化、又は、二次側接続母線部ダクトの基礎構造を杭基礎構造へ変更</p> <p>なお、6号炉は、建設時より一体化された基礎を人工岩盤にて直接支持する構造となっている。</p> <p>(2) 屋外埋設消火配管の地上化(第4図)</p>	<p style="text-align: right;">別紙 6.4</p> <p style="text-align: center;">変圧器の防火対策について</p> <p>1. 変圧器の防火対策を以下に示す。</p> <p>(1) 熱感知により作動する水噴霧の自動消火設備を設置している。</p> <p>(2) 変圧器には、内部圧力の上昇、又は電気回路の異常を検知すると、瞬時に電源を自動的に切る保護機能が備わっている。</p> <p>(3) 金属躯体に覆われており火災が発生する可能性は低い。</p> <p>(4) 万一油が漏えいした場合においても、地下の油水分離槽を経由して、廃油槽に溜まる構造となっている。変圧器の地下構造を第1図に示す。</p> <p>(5) 変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎は、建屋と同じ岩盤に支持されており、地震時の沈下量の差の発生を防止する構造となっていることから、相対変位が発生し難く、ブッシング部破損による漏油と、地絡、短絡によるアーク発生での火災が発生する可能性は低い。変圧器基礎の概要を第2図に示す。</p> <p>(6) 相対変位による破損を防止するため、屋外消火配管を地上化した。地上化された屋外消火配管を第3図に示す。</p> <p>(7) 万一の火災発生に備え、変圧器には消火設備配管を設置している。変圧器の外観及び消火設備配管を第4図に示す。</p> <p>(8) 平成19年に発生した新潟県中越沖地震による被害を踏まえ、耐震性向上対策を行っており、JEAG5003-2010*に基づく静的水平加速度0.5Gに対して2倍程度の裕度を確保している。</p> <p>※ 変電所等における電気設備の耐震設計指針</p>	<p style="text-align: right;">参考資料 6-1</p> <p style="text-align: center;">変圧器の防火対策について</p> <p>1. 変圧器の防火対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 変圧器には、電気回路の異常を検知すると、瞬時に電源を自動的に切る保護機能が備わっている。 金属管体に覆われており、火災が発生する可能性は低い。 万一油が漏えいした場合においても、地下の排油溜めに溜まる構造となっている。(第1図) <div data-bbox="1733 709 2475 1125" data-label="Diagram"> <p>The diagram illustrates the underground structure of a transformer. A central transformer unit is shown with a '放圧装置' (pressure relief device) on top. Below the transformer, there is a '排油溜め' (oil drainage tank) connected to the transformer's base. The entire assembly is surrounded by '防油堤' (oil containment walls) and '砕石' (crushed stone) for drainage. Labels include '防油堤', '砕石', '放圧装置', '変圧器', and '排油溜め'.</p> </div> <p style="text-align: center;">第1図 変圧器地下構造(防油堤及び排油溜め)</p> <p>2. 変圧器火災の事故拡大防止対策</p> <p>中越沖地震において、柏崎刈羽原子力発電所3号炉の所内変圧器での火花は、地盤の沈下による相対変位が主な原因であった。</p> <p>島根原子力発電所の2号炉主変圧器、2号炉所内変圧器、2号炉起動変圧器、3号炉補助変圧器、3号炉主変圧器及び3号炉所内変圧器は、基礎が岩盤又は地盤改良土に設置されていることから、地盤の沈下による相対変位は想定されないため、火災が発生する可能性は少ない</p> <p>1号炉起動変圧器及び予備変圧器は、絶縁母線フレキシブル導体部の絶縁処理による火災の発生防止対策を実施している。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】地域特性を踏まえた、対応の相違



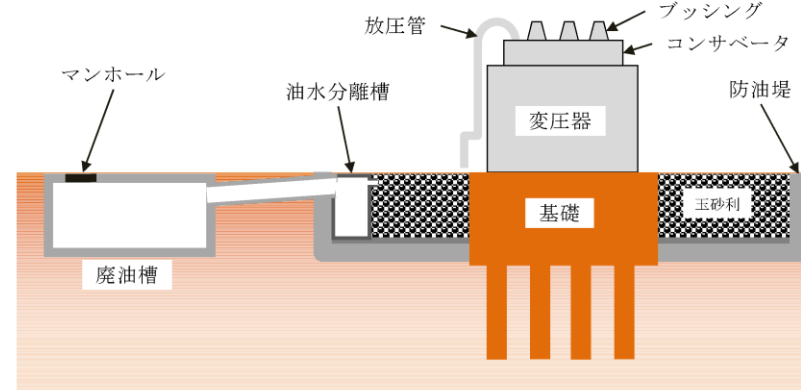
第 1 図 変圧器地下構造 (防油堤及び防災地下タンク)



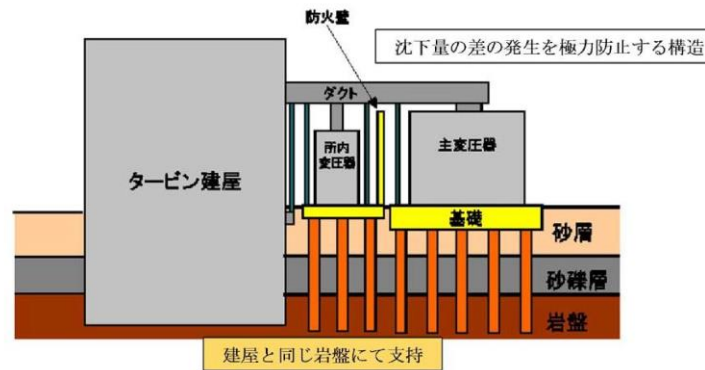
第 2 図 変圧器火災の対策 (3号炉所内変圧器)



第 3 図 変圧器火災の対策 (7号炉所内変圧器)



第 1 図 変圧器地下構造



第 2 図 変圧器基礎概要

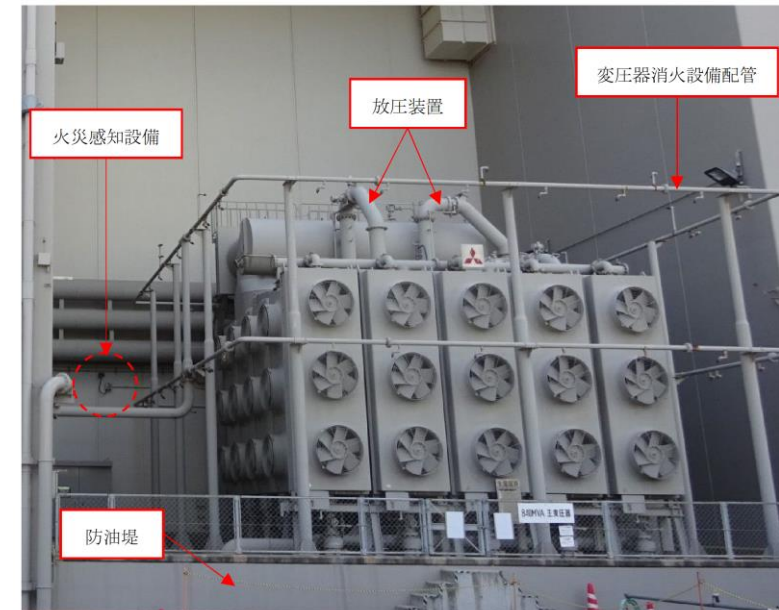


第 3 図 屋外消火配管の地上化

3. 変圧器火災の感知・消火設備

変圧器火災に備え、変圧器専用の火災感知設備及び消火設備(噴霧消火設備)を設置している。

なお、消火設備は、相対変位による損傷を防止するため、屋外消火配管をトレンチ化又は地上化している。変圧器の外観及び消火設備配管を第 2 図に示す。



第 2 図 変圧器外観

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="142 260 468 508" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="181 512 409 541">埋設消火配管の損傷</p> <div data-bbox="492 359 557 422" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="581 260 908 508" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="655 512 854 541">消火配管の地上化</p> <p data-bbox="350 569 685 598">第 4 図 消火配管の地上化</p>	<div data-bbox="943 260 1685 814" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1190 835 1436 865">第 4 図 変圧器外観</p>		

まとめ資料比較表 [6条 外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災) 別添4-1 添付資料-7]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料-7</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料-7</p> <p>原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料-7</p> <p>島根原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. はじめに</p> <p>本評価は、発電所敷地への航空機墜落による火災に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。</p> <p>2. 航空機墜落による火災の影響評価</p> <p>航空機落下確率評価では、評価手法及び対象航空機の大きさの違いを考慮して落下確率を求めている。火災の影響は対象航空機の燃料積載量に大きく依存することから、別紙7-1に示すとおり、大型航空機と小型航空機に分類し、また、民間航空機と自衛隊航空機又は米軍航空機（以下「軍用航空機」とする）に分類し以下のカテゴリごとに火災影響評価を実施する。</p>	<p>1. 目的</p> <p>本評価は、東海第二発電所の発電所敷地への航空機の墜落によって発生する火災が、添付資料-1で選定した評価対象施設に影響を与えないことについて、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書C 原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について」に基づき、評価を実施する。</p> <p>2. 航空機墜落の火災影響評価</p> <p>航空機墜落による火災の想定は以下のとおりとする。</p> <p>(1) 航空機は、当該発電所における航空機落下確率評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。</p> <p>(2) 航空機は、燃料を満載した状態を想定する。</p> <p>(3) 航空機の落下は発電所敷地内であって落下確率が10^{-7}（回／炉・年）以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。</p> <p>(4) 航空機の墜落によって燃料に着火し、火災が起こることを想定する。</p> <p>(5) 気象条件は無風状態とする。</p> <p>(6) 火災は円筒火炎をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の3倍とする。</p> <p>(7) 輻射強度の算出としては、油火災において任意の位置にある輻射強度（熱）を計算により求めるには、半径が1.5m以上の場合で火災の高さ（輻射体）を半径の3倍にした円筒火炎モデルを採用する。</p> <p>3. 落下事故のカテゴリと対象航空機について</p> <p>(1) 落下事故のカテゴリ</p> <p>航空機落下確率評価では、評価条件の違いに応じたカテゴリに分けて落下確率を求めている。</p> <p>また、機種によって装備、飛行形態等が同一ではないため、落下事故件数及び火災影響の大きさに差がある。</p> <p>したがって、これらを考慮して、下表に示すカテゴリごとに航空機墜落による火災の影響評価を実施する。</p>	<p>1. はじめに</p> <p>本評価は、発電所敷地内への航空機墜落による火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。</p> <p>2. 航空機墜落による火災の影響評価</p> <p>航空機落下確率評価では、評価手法及び対象航空機の大きさの違いを考慮して落下確率を求めている。また、評価に考慮している航空機落下事故については、民間航空機と軍用機（自衛隊機又は米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。したがって、航空機墜落による火災影響の評価においては、第2-1表のとおり以下のカテゴリ毎に火災影響を評価する。（別紙7-1参照）</p>	<p>備考</p> <p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の分類を実施。出雲空港及び米子空港の最大離着陸地点</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																						
<p style="text-align: center;">第 2-1 表 航空機の分類</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故カテゴリ</th> <th>分類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">(1) 計器飛行方式民間航空機</td> <td>1) 飛行場での離着陸時</td> <td>—注1</td> </tr> <tr> <td>2) 航空路を巡航中</td> <td>(1) 大型民間航空機</td> </tr> <tr> <td colspan="2">(2) 有視界飛行方式民間航空機</td> <td>(2) 小型民間航空機</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">(3) 自衛隊機又は米軍機</td> <td>1) 訓練空域外を飛行中</td> <td>(3) 大型軍用航空機 (4) 小型軍用航空機</td> </tr> <tr> <td>2) 基地-訓練空域間往復時</td> <td>—注2</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1: 柏崎刈羽原子力発電所は、新潟空港からの最大離着陸地点以遠に位置するため対象外 (別紙7-3)</p> <p>注2: 柏崎刈羽原子力発電所は基地-訓練空域間の往復の想定範囲内に入らないため対象外</p> <p>(1) 航空機墜落による火災の想定</p> <ul style="list-style-type: none"> 航空機は、柏崎刈羽原子力発電所における航空機落下評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。 航空機は燃料を満載した状態を想定する。 航空機の落下は発電所敷地内であって落下確率が10^{-7} [回/炉・年] 以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。 	落下事故カテゴリ		分類	(1) 計器飛行方式民間航空機	1) 飛行場での離着陸時	—注1	2) 航空路を巡航中	(1) 大型民間航空機	(2) 有視界飛行方式民間航空機		(2) 小型民間航空機	(3) 自衛隊機又は米軍機	1) 訓練空域外を飛行中	(3) 大型軍用航空機 (4) 小型軍用航空機	2) 基地-訓練空域間往復時	—注2	<p style="text-align: center;">落下事故のカテゴリ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>分類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1) 計器飛行方式民間航空機</td> <td>① 飛行場での離着陸時</td> <td rowspan="2">(1) 大型民間航空機</td> </tr> <tr> <td>② 航空路を巡航中</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) 有視界飛行方式民間航空機</td> <td>③ 大型機 (大型固定翼機及び小型回転翼機)</td> <td rowspan="2">(2) 小型民間航空機</td> </tr> <tr> <td>④ 小型機 (小型固定翼機及び小型回転翼機)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3) 自衛隊機又は米軍機</td> <td>⑤ 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中</td> <td rowspan="3">(3) 大型軍用航空機 (4) 小型軍用航空機</td> </tr> <tr> <td>⑤-1 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機</td> </tr> <tr> <td>⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機</td> </tr> <tr> <td colspan="2">⑥ 基地-訓練空域間往復時</td> <td>—注2</td> </tr> </tbody> </table>	落下事故のカテゴリ		分類	1) 計器飛行方式民間航空機	① 飛行場での離着陸時	(1) 大型民間航空機	② 航空路を巡航中	2) 有視界飛行方式民間航空機	③ 大型機 (大型固定翼機及び小型回転翼機)	(2) 小型民間航空機	④ 小型機 (小型固定翼機及び小型回転翼機)	3) 自衛隊機又は米軍機	⑤ 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中	(3) 大型軍用航空機 (4) 小型軍用航空機	⑤-1 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機	⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機	⑥ 基地-訓練空域間往復時		—注2	<ul style="list-style-type: none"> 計器飛行の飛行場での離着陸時における大型航空機の落下事故 (以下「大型民間航空機 (離着陸時)」という。) 計器飛行のうち航空路を巡航中の落下事故及び有視界飛行の大型民間航空機の落下事故 (以下「大型民間航空機」という。) 有視界飛行の小型民間航空機の落下事故 (以下「小型民間航空機」という。) 自衛隊機又は米軍機の落下事故 (別紙7-2参照) <ul style="list-style-type: none"> a. 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機 (以下「空中給油機等」という。) b. その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び小型回転翼機 (以下「その他の機種」という。) <p style="text-align: center;">第2-1表 航空機の分類</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故カテゴリ</th> <th>分類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">計器飛行方式民間航空機</td> <td>飛行場での離着陸時注1</td> <td>大型民間航空機 (離着陸時)</td> </tr> <tr> <td>航空路を巡航中注2</td> <td>大型民間航空機</td> </tr> <tr> <td colspan="2">有視界飛行方式民間航空機</td> <td>小型民間航空機</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">自衛隊機又は米軍機</td> <td>訓練空域外を飛行中注3</td> <td>空中給油機等</td> </tr> <tr> <td>基地-訓練空域間往復時</td> <td>その他の機種</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>—注4</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1: 滑走路方向から±60° の範囲に発電所が位置する空港があり, 各空港の最大離着陸距離が, 発電所から各空港までの距離より大きい場合, 評価対象とする。(別紙7-3)</p> <p>注2: 発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が, それぞれの航空路の幅より短い場合は, 評価対象とする。(別紙7-4)</p> <p>注3: 発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。(別紙7-5)</p> <p>注4: 発電所は基地-訓練空域間の往復想定範囲内に入らないため, 評価対象外とする。(別紙7-5)</p> <p>(1) 航空機墜落による火災の想定</p> <ul style="list-style-type: none"> 航空機は、島根原子力発電所における航空機落下評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。 航空機は燃料を満載した状態を想定する。 航空機の落下は発電所敷地内であって落下確率が10^{-7} [回/炉・年] 以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。 	落下事故カテゴリ		分類	計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時注1	大型民間航空機 (離着陸時)	航空路を巡航中注2	大型民間航空機	有視界飛行方式民間航空機		小型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中注3	空中給油機等	基地-訓練空域間往復時	その他の機種			—注4	<p>以内に位置するため、「飛行場での離着陸時」を対象として設定。</p> <p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の分類を実施。出雲空港及び米子空港の最大離着陸地点以内に位置するため、「飛行場での離着陸時」を対象として設定。</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、計器飛行方式のうち航空路を巡航中及び有視界飛行方式の大型機を併せて「大型民間航空機」として分類</p>
落下事故カテゴリ		分類																																																							
(1) 計器飛行方式民間航空機	1) 飛行場での離着陸時	—注1																																																							
	2) 航空路を巡航中	(1) 大型民間航空機																																																							
(2) 有視界飛行方式民間航空機		(2) 小型民間航空機																																																							
(3) 自衛隊機又は米軍機	1) 訓練空域外を飛行中	(3) 大型軍用航空機 (4) 小型軍用航空機																																																							
	2) 基地-訓練空域間往復時	—注2																																																							
落下事故のカテゴリ		分類																																																							
1) 計器飛行方式民間航空機	① 飛行場での離着陸時	(1) 大型民間航空機																																																							
	② 航空路を巡航中																																																								
2) 有視界飛行方式民間航空機	③ 大型機 (大型固定翼機及び小型回転翼機)	(2) 小型民間航空機																																																							
	④ 小型機 (小型固定翼機及び小型回転翼機)																																																								
3) 自衛隊機又は米軍機	⑤ 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中	(3) 大型軍用航空機 (4) 小型軍用航空機																																																							
	⑤-1 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機																																																								
	⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機																																																								
⑥ 基地-訓練空域間往復時		—注2																																																							
落下事故カテゴリ		分類																																																							
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時注1	大型民間航空機 (離着陸時)																																																							
	航空路を巡航中注2	大型民間航空機																																																							
有視界飛行方式民間航空機		小型民間航空機																																																							
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中注3	空中給油機等																																																							
	基地-訓練空域間往復時	その他の機種																																																							
		—注4																																																							

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																	
<p>・航空機の落下によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。</p> <p>・気象条件は無風状態とする。</p> <p>・火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。</p> <p style="text-align: center;">第 2-2 表 燃料積載量が最大の機種</p> <table border="1" data-bbox="163 577 914 850"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>航空機</th> <th>選定理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)</td> <td>B747-400</td> <td>民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>小型民間航空機 (固定翼, 回転翼)</td> <td>Do228-200</td> <td>民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)</td> <td>KC-767 (空中給油機)</td> <td>主要自衛隊航空機 (別紙 7-2) の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)</td> <td>AH-1S (対戦車機)</td> <td>主要自衛隊航空機 (別紙 7-2) の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> </tbody> </table>	分類	航空機	選定理由	大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	小型民間航空機 (固定翼, 回転翼)	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)	KC-767 (空中給油機)	主要自衛隊航空機 (別紙 7-2) の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)	AH-1S (対戦車機)	主要自衛隊航空機 (別紙 7-2) の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	<p>(2) <u>カテゴリ別の対象航空機 (別紙 7.1)</u></p> <p>a. <u>計器飛行方式民間航空機</u></p> <p><u>計器飛行方式民間航空機の落下事故には、「①飛行場での離着陸時」における落下事故と「②航空路を巡航中」の落下事故がある。</u></p> <p><u>①については、東海第二発電所から約 36km 離れた位置に茨城空港があり、茨城空港の最大離着陸地点 (航空路誌 (以下「AIP」という。)) に記載された離着陸経路において着陸態勢に入る地点又は離陸態勢を終える地点) までの直線距離 (以下「最大離着陸距離」という。) を半径とし、滑走路端から滑走路方向に対して±60° の扇型区域内に発電所が存在するため、評価対象とする。</u></p> <p style="text-align: right;"><u>(別紙 7.2, 7.3)</u></p> <p><u>②については、東海第二発電所上空に航空路が存在するため、評価対象とする。</u></p> <p style="text-align: right;"><u>(別紙 7.4)</u></p> <p><u>本カテゴリにおいて対象とした航空機を下表に示す。①の対象航空機は、茨城空港を離着陸する航空機が発電所に落下する事故を対象としていることから、茨城空港の定期便 (B737 及び A320) *のうち燃料積載量が多い航空機 (B737)</u></p>	<p>・航空機の落下によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。</p> <p>・気象条件は無風状態とする。</p> <p>・火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。</p> <p style="text-align: center;">第2-2表 燃料積載量が最大の機種</p> <table border="1" data-bbox="1745 567 2496 945"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>航空機</th> <th>選定理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型民間航空機 (離着陸時)</td> <td>B747-400</td> <td>民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>大型民間航空機</td> <td>B747-400</td> <td>民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>小型民間航空機</td> <td>Do228-200</td> <td>民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>空中給油機等</td> <td>KC-767 (空中給油機)</td> <td>空中給油機等の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> <tr> <td>その他の機種</td> <td>F-15</td> <td>その他の機種の中で燃料積載量が最大規模のものを選定</td> </tr> </tbody> </table>	分類	航空機	選定理由	大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	大型民間航空機	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	小型民間航空機	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	空中給油機等	KC-767 (空中給油機)	空中給油機等の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	その他の機種	F-15	その他の機種の中で燃料積載量が最大規模のものを選定	
分類	航空機	選定理由																																		
大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
小型民間航空機 (固定翼, 回転翼)	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)	KC-767 (空中給油機)	主要自衛隊航空機 (別紙 7-2) の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)	AH-1S (対戦車機)	主要自衛隊航空機 (別紙 7-2) の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
分類	航空機	選定理由																																		
大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
大型民間航空機	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
小型民間航空機	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
空中給油機等	KC-767 (空中給油機)	空中給油機等の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		
その他の機種	F-15	その他の機種の中で燃料積載量が最大規模のものを選定																																		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
	<p>を選定した。また、②については、評価対象航空路を飛行すると考えられる定期便のうち燃料積載量が最大の航空機を選定した。</p> <p>※茨城空港ホームページ (H29年7月確認)</p> <table border="1" data-bbox="952 495 1700 575"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1) 計器飛行方式民間航空機</td> <td>①飛行場での離着陸時</td> <td>B737-800</td> </tr> <tr> <td>②航空路を巡航中</td> <td>B747-400</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. 有視界飛行方式民間航空機</p> <p>有視界飛行方式民間航空機の落下事故には、「③大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)」の落下事故と「④小型機 (小型固定翼機及び小型回転翼機)」の落下事故がある。</p> <p>本カテゴリにおいて対象とした航空機を下表に示す。有視界飛行方式民間航空機の落下事故においては、全国の有視界飛行が可能な民間航空機のうち、燃料積載量が最大の航空機を選定した。</p> <p>(別紙 7.5)</p> <table border="1" data-bbox="952 1121 1700 1201"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">2) 有視界飛行方式民間航空機</td> <td>③大型機</td> <td>B747-400</td> </tr> <tr> <td>④小型機</td> <td>Do228-200</td> </tr> </tbody> </table> <p>c. 自衛隊機又は米軍機</p> <p>自衛隊機又は米軍機の落下事故には、「⑤訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中」の落下事故と「⑥基地ー訓練空域間往復時」の落下事故がある。</p> <p>⑤については、東海第二発電所周辺上空には、自衛隊機又は米軍機の訓練空域はないため、訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とする。</p> <p>⑥については、東海第二発電所周辺の太平洋沖合上空に自衛隊機の訓練空域があり、発電所は自衛隊の百里基地と訓練空域間の想定飛行範囲 (基地と訓練空域間を往復時の飛行範囲として、想定される区域) 内に位置することから、自衛隊機の落下事故を評価対象とする。</p> <p>(別紙 7.4)</p>	落下事故のカテゴリ		対象航空機	1) 計器飛行方式民間航空機	①飛行場での離着陸時	B737-800	②航空路を巡航中	B747-400	落下事故のカテゴリ		対象航空機	2) 有視界飛行方式民間航空機	③大型機	B747-400	④小型機	Do228-200		<p>・条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、計器飛行方式のうち航空路を巡航中及び有視界飛行方式の大型機を併せて「大型民間航空機」として分類</p>
落下事故のカテゴリ		対象航空機																	
1) 計器飛行方式民間航空機	①飛行場での離着陸時	B737-800																	
	②航空路を巡航中	B747-400																	
落下事故のカテゴリ		対象航空機																	
2) 有視界飛行方式民間航空機	③大型機	B747-400																	
	④小型機	Do228-200																	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>(2) 評価手法の概要</p> <p>本評価は、柏崎刈羽原子力発電所に対する航空機墜落による火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。</p> <p style="text-align: center;">第 2-3 表 評価指標及びその内容</p> <table border="1" data-bbox="163 1480 914 1795"> <thead> <tr> <th>評価指標</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度 [W/m²]</td> <td>火災の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度</td> </tr> <tr> <td>形態係数 [-]</td> <td>火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数</td> </tr> <tr> <td>燃焼半径 [m]</td> <td>航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間 [s]</td> <td>火災が終了するまでの時間</td> </tr> <tr> <td>離隔距離 [m]</td> <td>発電用原子炉施設を中心にして落下確率が 10⁻⁷ [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離</td> </tr> <tr> <td>熱許容限界値 [-]</td> <td>建屋の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値</td> </tr> </tbody> </table>	評価指標	内容	輻射強度 [W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度	形態係数 [-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数	燃焼半径 [m]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径	燃焼継続時間 [s]	火災が終了するまでの時間	離隔距離 [m]	発電用原子炉施設を中心にして落下確率が 10 ⁻⁷ [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離	熱許容限界値 [-]	建屋の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値	<p>本カテゴリにおいて対象とした航空機を下表に示す。</p> <p>⑤の対象航空機は、全国の自衛隊機及び米軍機のうち、用途別に燃料積載量が最大の航空機を選定した。</p> <p>⑥については、百里基地と訓練空域を往復時に発電所に落下することを想定するため、百里基地に所属する自衛隊機のうち燃料積載量が最大の航空機を選定した。</p> <p style="text-align: right;">(別紙 7.6)</p> <table border="1" data-bbox="952 613 1700 772"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">3) 自衛隊機 又は米軍機</td> <td rowspan="2">⑤訓練空域外 を飛行中</td> <td>⑤-1 空中給油機等, 高高度での 巡航が想定される大型固定翼機</td> <td>KC-767</td> </tr> <tr> <td>⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機</td> <td>F-15</td> </tr> <tr> <td>⑥基地-訓練空域間往復時</td> <td></td> <td>F-15</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. カテゴリ別の離隔距離の評価</p> <p>「<u>「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」(平成 21・06・25 原院第 1 号) の航空機落下確率評価式に基づき、カテゴリごとに落下確率が 10⁻⁷ (回/炉・年) に相当する面積を算出し、その結果を用いて評価対象施設に対する離隔距離を求める。</u></p> <p style="text-align: right;">(別紙 7.7, 7.8)</p>	落下事故のカテゴリ		対象航空機	3) 自衛隊機 又は米軍機	⑤訓練空域外 を飛行中	⑤-1 空中給油機等, 高高度での 巡航が想定される大型固定翼機	KC-767	⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機	F-15	⑥基地-訓練空域間往復時		F-15	<p>(2) 評価手法の概要</p> <p>本評価は、島根原子力発電所に対する航空機墜落による火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。</p> <p style="text-align: center;">第2-3表 評価指標及びその内容</p> <table border="1" data-bbox="1742 1480 2493 1795"> <thead> <tr> <th>評価指標</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度 [W/m²]</td> <td>火災の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度</td> </tr> <tr> <td>形態係数 [-]</td> <td>火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数</td> </tr> <tr> <td>燃焼半径 [m]</td> <td>航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間 [s]</td> <td>火災が終了するまでの時間</td> </tr> <tr> <td>離隔距離 [m]</td> <td>発電用原子炉施設を中心にして落下確率が 10⁻⁷ [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離</td> </tr> <tr> <td>熱許容限界値 [-]</td> <td>建物の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値</td> </tr> </tbody> </table>	評価指標	内容	輻射強度 [W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度	形態係数 [-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数	燃焼半径 [m]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径	燃焼継続時間 [s]	火災が終了するまでの時間	離隔距離 [m]	発電用原子炉施設を中心にして落下確率が 10 ⁻⁷ [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離	熱許容限界値 [-]	建物の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値	
評価指標	内容																																										
輻射強度 [W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度																																										
形態係数 [-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数																																										
燃焼半径 [m]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径																																										
燃焼継続時間 [s]	火災が終了するまでの時間																																										
離隔距離 [m]	発電用原子炉施設を中心にして落下確率が 10 ⁻⁷ [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離																																										
熱許容限界値 [-]	建屋の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値																																										
落下事故のカテゴリ		対象航空機																																									
3) 自衛隊機 又は米軍機	⑤訓練空域外 を飛行中	⑤-1 空中給油機等, 高高度での 巡航が想定される大型固定翼機	KC-767																																								
		⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機	F-15																																								
	⑥基地-訓練空域間往復時		F-15																																								
評価指標	内容																																										
輻射強度 [W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度																																										
形態係数 [-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数																																										
燃焼半径 [m]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径																																										
燃焼継続時間 [s]	火災が終了するまでの時間																																										
離隔距離 [m]	発電用原子炉施設を中心にして落下確率が 10 ⁻⁷ [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離																																										
熱許容限界値 [-]	建物の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値																																										

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。</p> <p>輻射熱に対する建物の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその建物の危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離（離隔距離）を確保するものとする。</p> <p>(3) 評価対象範囲</p> <p>評価対象範囲は、発電所敷地内であって落下確率が10^{-7} [回/炉・年] 以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、<u>柏崎刈羽原子力発電所における航空機落下確率評価の対象航空機を、大型民間航空機、小型民間航空機、大型軍用航空機、小型軍用航空機</u>に分類し、それぞれの機種別の落下確率の合計が10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を以下のとおり算出する。</p> <p>(4) 標的面積の算出</p>	<p>4.1 計器飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>(1) 飛行場での離着陸時における落下事故</p> <p>a. 標的面積</p> $P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta)$ <p>$P_{d,a}$: 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)</p> <p>$f_{d,a} = D_{d,a} / E_{d,a}$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回)</p> <p>$D_{d,a}$: 国内での離着陸時事故件数 (回)</p> <p>$E_{d,a}$: 国内での離着陸回数 (離着陸回)</p> <p>$N_{d,a}$: 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)</p> <p>A: 対象施設の標的面積 (km^2)</p> <p>$\Phi_{d,a}(r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 ($1/\text{km}^2$)</p>	<p>上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。</p> <p>輻射熱に対する建物の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその建物の危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離（離隔距離）を確保するものとする。</p> <p>(3) 評価対象範囲</p> <p>評価対象範囲は、発電所敷地内であって落下確率が10^{-7} [回/炉・年] 以上になる範囲のうち、発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、<u>島根原子力発電所における航空機落下確率評価の対象航空機を、「大型民間航空機（離着陸時）」、「大型民間航空機」、「小型民間航空機」、「空中給油機等」、「その他の機種」</u>に分類し、それぞれの機種別の落下確率の合計が10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を以下のとおり算出する。</p> <p>(4) 標的面積の算出</p> <p>a. 大型民間航空機（離着陸時）の標的面積の算出</p> <p>飛行場での離着陸時における落下事故</p> $P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \phi_{d,a}(r, \theta)$ <p>$P_{d,a}$: 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)</p> <p>$N_{d,a}$: 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)</p> <p>A: 発電用原子炉施設の標的面積 (落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積) (km^2)</p> <p>$\phi_{d,a}(r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 ($1/\text{km}^2$)</p> <p>$f_{d,a} = D_{d,a} / E_{d,a}$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回)</p>	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の分類を実施。出雲空港及び米子空港の最大離着陸地点以内に位置するため、「飛行場での離着陸時」を対象として設定。</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、計器飛行方式のうち航空路を巡航中及び有視界飛行方式の大型機を併せて「大型民間航空機」として分類</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																														
	<table border="1" data-bbox="958 499 1685 856"> <thead> <tr> <th>発電所名称</th> <th>東海第二発電所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>飛行場</td> <td>茨城空港</td> </tr> <tr> <td>$f_{d,a}^{*1}$</td> <td>約 1.43×10^{-7} (=4/27,887,158)</td> </tr> <tr> <td>$N_{d,a}^{*2}$</td> <td>4,210</td> </tr> <tr> <td>$\Phi_{d,a}(r,\theta)^{*3}$</td> <td>約 2.98×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>発電所からの距離</td> <td>約 36km</td> </tr> <tr> <td>滑走路方向に対する角度^{*4}</td> <td>約 9.60°</td> </tr> <tr> <td>最大離着陸距離^{*5}</td> <td>約 56km (30nm)</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="982 858 1685 1249"> ※1 離着陸時の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)より、平成5年～平成24年において離着陸時に1件、着陸時に3件。 (別紙7.9) 離着陸回数は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報 第1表 総括表 1.輸送実績」における運航回数の国内の値及び国際の値の合計値。 (別紙7.10) ※2 「数字でみる航空2014」にある平成24年飛行場別着陸回数と同数を離着陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とした。 ※3 別紙のとおり。 (別紙7.11) ※4 別紙のとおり。 (別紙7.3) ※5 AIPを参照した。 (別紙7.2) </p> <p data-bbox="1020 1373 1709 1451"> これらの式より、$P_{d,a} = 10^{-7}$ (回/炉・年)に相当する標的面積Aを求めると、約 0.56 km^2となる。 </p> <p data-bbox="997 1556 1160 1587"> b. 離隔距離 </p> <p data-bbox="1020 1602 1709 1812"> a. で求めた標的面積より、評価対象施設である発電用原子炉施設(原子炉建屋、タービン建屋、海水ポンプ室*、主排気筒)の離隔距離Lは245mとする(評価結果は、約245.9m)。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離Lは393mとする(評価結果は、約393.4m)。(別紙7.12) </p> <p data-bbox="1020 1822 1709 1858"> ※ 評価対象施設である残留熱除去系海水系ポンプ及び非 </p>	発電所名称	東海第二発電所	飛行場	茨城空港	$f_{d,a}^{*1}$	約 1.43×10^{-7} (=4/27,887,158)	$N_{d,a}^{*2}$	4,210	$\Phi_{d,a}(r,\theta)^{*3}$	約 2.98×10^{-4}	発電所からの距離	約 36km	滑走路方向に対する角度 ^{*4}	約 9.60°	最大離着陸距離 ^{*5}	約 56km (30nm)	<p data-bbox="1863 254 2338 331"> $D_{d,a}$: 国内での離着陸時事故件数 (回) $E_{d,a}$: 国内での離着陸回数 (離着陸回) </p> <p data-bbox="1843 390 2392 468"> <u>第2-4表 計器飛行方式民間航空機の落下確率 (飛行場での離着陸時)</u> </p> <table border="1" data-bbox="1739 485 2490 835"> <thead> <tr> <th>号炉</th> <th colspan="2">2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>飛行場</td> <td>出雲空港</td> <td>米子空港</td> </tr> <tr> <td>発電所からの距離</td> <td>約17km</td> <td>約22km</td> </tr> <tr> <td>滑走路方向に対する角度</td> <td>約26°</td> <td>約42°</td> </tr> <tr> <td>最大離着陸距離^{注1}</td> <td>約28km (約15 NM)</td> <td>約43km (約23 NM)</td> </tr> <tr> <td>$N_{d,a}^{*2}$</td> <td>13,026</td> <td>6,080</td> </tr> <tr> <td>A^{*3}</td> <td colspan="2">0.02459</td> </tr> <tr> <td>$\phi_{d,a}(r,\theta)$</td> <td>7.02×10^{-4}</td> <td>2.63×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>$f_{d,a}^{*4}$</td> <td colspan="2">$2/36,378,238 = 5.50 \times 10^{-8}$</td> </tr> <tr> <td>$P_{d,a}$</td> <td colspan="2">$1.46 \times 10^{-8}$</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1739 842 2502 1087"> 注1: AIP JAPANのアプローチチャートにより求めた。(別紙7-3) 注2: 「暦年・年度別空港管理状況調査」(平成31年3月29日修正版 国土交通省)にある平成29年飛行場別着陸回数を離着陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とする。 注3: 離着陸時の標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の投影面積の合計値 0.02459 km^2とする。(別紙7-6) 注4: 「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の計器飛行方式民間航空機の離着陸時事故件数を用いて算出する。 離着陸回数は、「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の値。(別紙7-7) </p> <p data-bbox="1834 1194 2502 1451"> 以上より、 <u>大型民間航空機(離着陸時)の落下確率 $P_{d,a}$ が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積 A_1 を計算すると以下のとおりとなる。</u> $A_1 = 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 1.46 \times 10^{-8} / 0.02459 = 0.169 \text{ [km}^2\text{]}$ </p>	号炉	2号炉		飛行場	出雲空港	米子空港	発電所からの距離	約17km	約22km	滑走路方向に対する角度	約26°	約42°	最大離着陸距離 ^{注1}	約28km (約15 NM)	約43km (約23 NM)	$N_{d,a}^{*2}$	13,026	6,080	A^{*3}	0.02459		$\phi_{d,a}(r,\theta)$	7.02×10^{-4}	2.63×10^{-4}	$f_{d,a}^{*4}$	$2/36,378,238 = 5.50 \times 10^{-8}$		$P_{d,a}$	1.46×10^{-8}		
発電所名称	東海第二発電所																																																
飛行場	茨城空港																																																
$f_{d,a}^{*1}$	約 1.43×10^{-7} (=4/27,887,158)																																																
$N_{d,a}^{*2}$	4,210																																																
$\Phi_{d,a}(r,\theta)^{*3}$	約 2.98×10^{-4}																																																
発電所からの距離	約 36km																																																
滑走路方向に対する角度 ^{*4}	約 9.60°																																																
最大離着陸距離 ^{*5}	約 56km (30nm)																																																
号炉	2号炉																																																
飛行場	出雲空港	米子空港																																															
発電所からの距離	約17km	約22km																																															
滑走路方向に対する角度	約26°	約42°																																															
最大離着陸距離 ^{注1}	約28km (約15 NM)	約43km (約23 NM)																																															
$N_{d,a}^{*2}$	13,026	6,080																																															
A^{*3}	0.02459																																																
$\phi_{d,a}(r,\theta)$	7.02×10^{-4}	2.63×10^{-4}																																															
$f_{d,a}^{*4}$	$2/36,378,238 = 5.50 \times 10^{-8}$																																																
$P_{d,a}$	1.46×10^{-8}																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
--------------------------------	----------------------	--------------	----

a. 大型民間航空機及び小型民間航空機の標的面積の算出
(a) 計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航中の落下事故

$$Pc = fc \cdot Nc \cdot A / W$$

Pc : 対象施設への巡航中の航空機落下確率[回/年]

Nc : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数[飛行回/年]

A : 発電用原子炉施設の標的面積[km²]

W : 航空路幅[km]

$fc = Gc / Hc$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率 [回/飛行回・km]

Gc : 巡航中事故件数[回]

Hc : 延べ飛行距離[飛行回・km]

第2-4表 標的面積の算出結果

発電所名称 及び号炉 パラメータ	柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉			
対象航空路 ^{注1}	航空路 (V31)	広域航法経路 (Y31)	広域航法経路 (Y305)	転移経路 (NAEBA TRANSITION)
Nc ^{注2}	14600	3650	182.5	4015
A ^{注3}	0.01	0.01	0.01	0.01
W ^{注4}	14	18.52	18.52	14
fc ^{注5}	0.5/9,439,243,077=5.29×10 ⁻¹¹			
Pc	5.52×10 ⁻¹⁰	1.04×10 ⁻¹⁰	5.21×10 ⁻¹²	1.51×10 ⁻¹⁰
Pc(合計)	8.13×10 ⁻¹⁰			

注1: 柏崎刈羽原子力発電所周辺の航空図(AIPエンルートチャート)による。(別紙7-4)

注2: 国土交通省航空局への問い合わせ結果(ピークデイの値)を365倍した値。ただし、平成24年のピークデイにおける飛行回数が0回の場合は、保守的に0.5回とみなし、年間182.5回とする。(別紙7-5)

注3: 原子炉建屋、コントロール建屋等の水平面積の合計値は0.01km²以下であるので標的面積は0.01km²とする。(別紙7-6)

注4: 「航空路の指定に関する告示」及び「航空路等設定基準」による。

注5: 巡航中事故件数は、平成3年～平成22年の間で0件のため、保守的に0.5件とする。延べ飛行距離は、平成4年～平成23年の「航空輸送統計年報, 第1表 総括表, 1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内の値を合計した値。(別紙7-7)

常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプについては、これらが設置されている海水ポンプ室を標的面積とする。

(2) 航空路を巡航中の落下事故

a. 標的面積

$$Pc = fc \cdot Nc \cdot A / W$$

Pc : 対象施設への巡航中の航空機落下確率(回/年)

$fc = Gc / Hc$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率(回/(飛行回・km))

Gc : 巡航中事故件数(回)

Hc : 延べ飛行距離(飛行回・km)

Nc : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数(飛行回/年)

A : 対象施設の標的面積(km²)

W : 航空路幅(km)

発電所名称 パラメータ	東海第二発電所	
対象航空路 ^{注1}	直行経路: IWAKI(IXE)-SWAMP IWAKI(IXE)- KISARAZU(KZE)	広域航法経路: Y30(LOTUS-SWAMP)
fc ^{注2}	約5.13×10 ⁻¹¹ (=0.5/9,740,013,768)	
Nc ^{注3}	365 (平成24年データ)	1,095 (平成24年データ)
W ^{注4}	14.816	18.52

※1 別紙のとおり。

(別紙7.4)

※2 延べ飛行距離は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報 第1表 総括表 1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内の合計値。(別紙7.10)

巡航中の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)より、平成5年～平成24年において0件であるため、0.5件発生したものと評価した。(別紙7.9)

※3 国土交通省航空局への問い合わせ結果(ピークデイの値)を365倍した値。(別紙7.13)

※4 直行経路については、「航空路等設定基準」を参照した。広域航法経路については、航法精度を航空路の幅とみなして用いた。(1nm=1.852kmとして換算した。)

b. 大型民間航空機及び小型民間航空機の標的面積の算出
(a) 大型民間航空機

①航空路を巡航中の落下事故

$$Pc = fc \cdot Nc \cdot A / W$$

Pc : 対象施設への巡航中の航空機落下確率(回/年)

Nc : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数(飛行回/年)

A : 原子炉施設の標的面積(km²)

W : 航空路幅(km)

$fc = Gc / Hc$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率(回/(飛行回・km))

Gc : 巡航中事故件数(回)

Hc : 延べ飛行距離(飛行回・km)

第2-5表 計器飛行方式大型民間航空機の落下確率
(航空路を巡航中)

号炉 パラメータ	2号炉	
対象航空路 ^{注1}	V29	Z16, Y14, Y45, Y22, Y18, Y38, Y361, Y39, Y287, Y206, Y597, Y332
Nc ^{注2}	365 (H30年データ)	186,880 (H30年データ)
A ^{注3}	0.01917	
W ^{注4}	14	18.52
fc ^{注5}	0.5/11,327,599,138=4.42×10 ⁻¹¹	
Pc	8.56×10 ⁻⁹	

注1: AIP JAPANにより確認(別紙7-4)。

注2: 国土交通省航空局への問い合わせ結果(ピークデイの値)(別紙7-8)を365倍した値。

注3: 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値0.01917km²とする。(別紙7-6)

注4: 航空路については、「航空路の指定に関する告示」を参照。なお、RNAV航路については、「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いる。(1NM=1.852kmとして換算)

注5: 「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の計器飛行方式民間航空機の巡航中事故件数を用いて算出する。巡航中事故件数は、平成10年～平成29年の間で0件のため、保守的に0.5件とする。延べ飛行距離は、「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の値。(別紙7-7)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																															
<p>(b) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> $P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$ <p>P_v : 対象施設への航空機落下確率[回/年] f_v : 単位年当たりの落下事故率[回/年] S_v : 全国土面積[km²] A : 発電用原子炉施設の標的面積[km²] α : 対象航空機の種類による係数</p> <p>第 2-5 表 落下確率の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="160 1207 914 1423"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>大型固定翼機</th> <th>大型回転翼機</th> <th>小型固定翼機</th> <th>小型回転翼機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_v^注</td> <td>0.5/20=0.025</td> <td>2/20=0.10</td> <td>35/20=1.75</td> <td>30/20=1.50</td> </tr> <tr> <td>S_v^注</td> <td colspan="4">372,000</td> </tr> <tr> <td>α^注</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>P_v</td> <td>6.72×10^{-10}</td> <td>2.68×10^{-9}</td> <td>4.70×10^{-9}</td> <td>4.03×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>P_v (合計)</td> <td colspan="4">1.20×10^{-8}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 : 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。</p> <p>以上より, 大型民間航空機の落下確率 (P_c (計器飛行方式) + P_v (大型固定翼機) + P_v (大型回転翼機)) が 10^{-7} [回</p>	パラメータ	大型固定翼機	大型回転翼機	小型固定翼機	小型回転翼機	f_v ^注	0.5/20=0.025	2/20=0.10	35/20=1.75	30/20=1.50	S_v ^注	372,000				α ^注	1.0	1.0	0.1	0.1	A	0.01	0.01	0.01	0.01	P_v	6.72×10^{-10}	2.68×10^{-9}	4.70×10^{-9}	4.03×10^{-9}	P_v (合計)	1.20×10^{-8}				<p>これらの式より, $P_c = 10^{-7}$ (回/炉・年) に相当する標的面積 A を求めると, 約 23km² となる。</p> <p>b. 離隔距離</p> <p>a. で求めた標的面積より, 発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。) の離隔距離 L は 1,873m とする (評価結果は, 約 1,873.5m)。また, 使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離 L は 2,695m とする (評価結果は, 約 2,695.5m)。</p> <p>4.2 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>(1) 有視界飛行方式民間航空機 (大型機) の落下事故</p> <p>a. 標的面積</p> $P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$ <p>P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年) f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年) S_v : 全国土面積 (km²) A : 対象施設の標的面積 (km²) α : 対象航空機の種類による係数</p> <table border="1" data-bbox="955 1192 1694 1381"> <thead> <tr> <th>発電所名称 パラメータ</th> <th>東海第二発電所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_v^{*1}</td> <td>大型固定翼機 0.025 (=0.5/20) 大型回転翼機 0.05 (=1/20)</td> </tr> <tr> <td>S_v^{*2}</td> <td>37.2 万</td> </tr> <tr> <td>α^{*3}</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「航空機落下事故に関するデータ」(平成 28 年 6 月 原子力規制委員会)による。なお, 大型固定翼機の事故件数は平成 5 年~平成 24 年において 0 件であるため, 0.5 件発生したものとして評価した。(別紙 7.14)</p> <p>※2 「航空機落下事故に関するデータ」(平成 28 年 6 月 原子力規制委員会)による。</p> <p>※3 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」による。</p> <p>これらの式より, $P_v = 10^{-7}$ (回/炉・年) に相当する標的面積 A を求めると, 約 0.50km² となる。</p>	発電所名称 パラメータ	東海第二発電所	f_v ^{*1}	大型固定翼機 0.025 (=0.5/20) 大型回転翼機 0.05 (=1/20)	S_v ^{*2}	37.2 万	α ^{*3}	1	<p>②有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> $P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$ <p>P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年) f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年) S_v : 全国土面積 (km²) A : 原子炉施設の標的面積 (km²) α : 対象航空機の種類による係数</p> <p>第2-6表 有視界飛行方式民間航空機の落下確率</p> <table border="1" data-bbox="1745 1201 2484 1486"> <thead> <tr> <th rowspan="2">パラメータ</th> <th colspan="2">2号炉</th> </tr> <tr> <th>大型 固定翼機</th> <th>大型 回転翼機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_v^{注1}</td> <td>0.5/20=0.025</td> <td>2/20=0.1</td> </tr> <tr> <td>S_v^{注2}</td> <td colspan="2">372,969</td> </tr> <tr> <td>A^{注3}</td> <td colspan="2">0.01917</td> </tr> <tr> <td>α^{注4}</td> <td colspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>P_v</td> <td colspan="2">6.43×10^{-9}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。大型固定翼機は, 平成10年から平成29年の間で0件のため, 保守的に0.5件とする。</p> <p>注 2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の値を用いる。</p> <p>注 3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km² とする。(別紙 7-6)</p> <p>注 4 : 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。</p> <p>以上より, 大型民間航空機の落下確率 $P_c + P_v$ が 10^{-7} [回/炉・年]</p>	パラメータ	2号炉		大型 固定翼機	大型 回転翼機	f_v ^{注1}	0.5/20=0.025	2/20=0.1	S_v ^{注2}	372,969		A ^{注3}	0.01917		α ^{注4}	1		P_v	6.43×10^{-9}		
パラメータ	大型固定翼機	大型回転翼機	小型固定翼機	小型回転翼機																																																														
f_v ^注	0.5/20=0.025	2/20=0.10	35/20=1.75	30/20=1.50																																																														
S_v ^注	372,000																																																																	
α ^注	1.0	1.0	0.1	0.1																																																														
A	0.01	0.01	0.01	0.01																																																														
P_v	6.72×10^{-10}	2.68×10^{-9}	4.70×10^{-9}	4.03×10^{-9}																																																														
P_v (合計)	1.20×10^{-8}																																																																	
発電所名称 パラメータ	東海第二発電所																																																																	
f_v ^{*1}	大型固定翼機 0.025 (=0.5/20) 大型回転翼機 0.05 (=1/20)																																																																	
S_v ^{*2}	37.2 万																																																																	
α ^{*3}	1																																																																	
パラメータ	2号炉																																																																	
	大型 固定翼機	大型 回転翼機																																																																
f_v ^{注1}	0.5/20=0.025	2/20=0.1																																																																
S_v ^{注2}	372,969																																																																	
A ^{注3}	0.01917																																																																	
α ^{注4}	1																																																																	
P_v	6.43×10^{-9}																																																																	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																												
<p>/炉・年]となる標的面積A_1 [km²]を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_1 = 10^{-7} \div (8.13 \cdot 10^{-10} + 6.72 \times 10^{-10} + 2.68 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.239 \text{ [km}^2\text{]}$ <p>小型民間航空機の落下確率 (P_v (小型固定翼機) + P_v (小型回転翼機)) が</p>	<p>b. 離隔距離</p> <p>a. で求めた標的面積より、発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。) の離隔距離 L は 229m とする (評価結果は、約 229.4m)。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離 L は 372m とする (評価結果は、約 372.2m)。</p> <p>(2) 有視界飛行方式民間航空機 (小型機) の落下事故</p> <p>a. 標的面積</p> $P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$ <p>P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年) f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年) S_v : 全国土面積 (km²) A : 対象施設の標的面積 (km²) α : 対象航空機の種類による係数</p> <table border="1" data-bbox="961 1199 1694 1388"> <thead> <tr> <th>発電所名称 パラメータ</th> <th>東海第二発電所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_v^{*1}</td> <td>小型固定翼機 1.75 (=35/20) 小型回転翼機 1.20 (=24/20)</td> </tr> <tr> <td>S_v^{*1}</td> <td>37.2万</td> </tr> <tr> <td>α^{*2}</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「航空機落下事故に関するデータ」 (平成28年6月 原子力規制委員会) による。 ※2 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」 による。</p> <p>b. 離隔距離</p> <p>a. で求めた標的面積より、発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。) の離隔距離 L は 89m とする (評価結果は、約 89.4m)。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離 L は 175m とする (評価結果は、約 175.4m)。</p>	発電所名称 パラメータ	東海第二発電所	f_v^{*1}	小型固定翼機 1.75 (=35/20) 小型回転翼機 1.20 (=24/20)	S_v^{*1}	37.2万	α^{*2}	0.1	<p>となる標的面積A_2を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_2 = 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / (8.56 \times 10^{-9} + 6.43 \times 10^{-9}) / 0.01917 = 0.127 \text{ [km}^2\text{]}$ <p>(b) 小型民間航空機 有視界飛行方式民間航空機の墜落事故</p> $P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$ <p>P_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年) f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年) S_v : 全国土面積 (km²) A : 原子炉施設の標的面積 (km²) α : 対象航空機の種類による係数</p> <p style="color: red;">第2-7表 有視界飛行方式民間航空機の落下確率</p> <table border="1" data-bbox="1745 1199 2487 1482"> <thead> <tr> <th rowspan="2">パラメータ</th> <th colspan="2">2号炉</th> </tr> <tr> <th>小型 固定翼機</th> <th>小型 回転翼機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$f_v^{注1}$</td> <td>29/20=1.45</td> <td>18/20=0.90</td> </tr> <tr> <td>$S_v^{注2}$</td> <td colspan="2">372,969</td> </tr> <tr> <td>$A^{注3}$</td> <td colspan="2">0.01917</td> </tr> <tr> <td>$\alpha^{注4}$</td> <td colspan="2">0.1</td> </tr> <tr> <td>P_v</td> <td colspan="2">1.21×10^{-8}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」 (令和元年12月 原子力規制庁) の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。 注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」 (令和元年12月 原子力規制庁) による。 注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km² とする。(別紙7-6) 注4 : 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。</p> <p>以上より、</p>	パラメータ	2号炉		小型 固定翼機	小型 回転翼機	$f_v^{注1}$	29/20=1.45	18/20=0.90	$S_v^{注2}$	372,969		$A^{注3}$	0.01917		$\alpha^{注4}$	0.1		P_v	1.21×10^{-8}		
発電所名称 パラメータ	東海第二発電所																														
f_v^{*1}	小型固定翼機 1.75 (=35/20) 小型回転翼機 1.20 (=24/20)																														
S_v^{*1}	37.2万																														
α^{*2}	0.1																														
パラメータ	2号炉																														
	小型 固定翼機	小型 回転翼機																													
$f_v^{注1}$	29/20=1.45	18/20=0.90																													
$S_v^{注2}$	372,969																														
$A^{注3}$	0.01917																														
$\alpha^{注4}$	0.1																														
P_v	1.21×10^{-8}																														

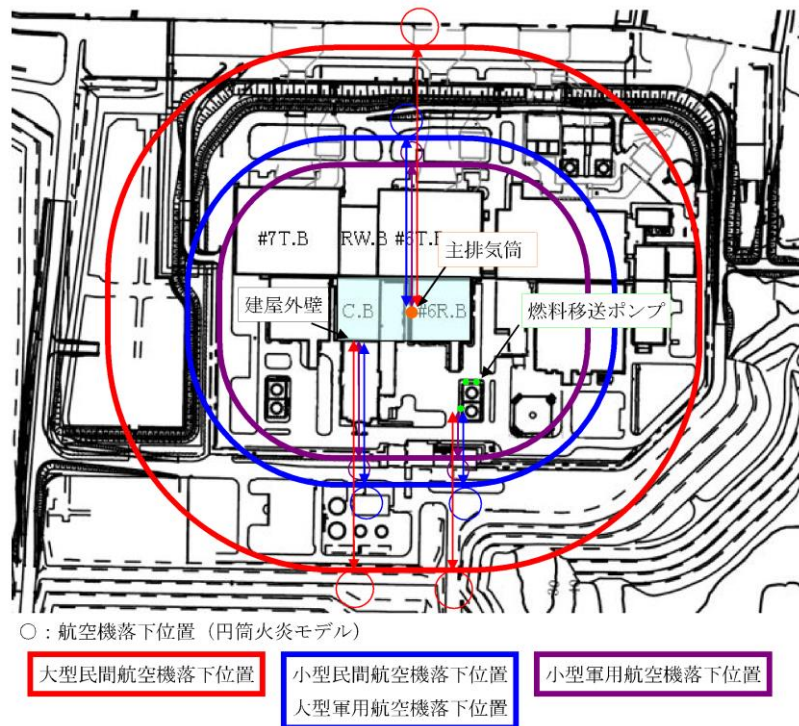
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																						
<p>10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積A₂[km²]を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_2 = 10^{-7} \div (4.70 \times 10^{-9} + 4.03 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.114 [\text{km}^2]$ <p>b. <u>大型軍用航空機及び小型軍用航空機</u>の標的面積の算出</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所の上空には訓練空域がないため、<u>軍用航空機</u>の落下確率P_{so}を求める式は、以下のとおりとなる。</p> $P_{so} = (f_{so} / So) \cdot A$ <p>P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率[回/年] f_{so} : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率[回/年] So : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積[km²] A : 発電用原子炉施設の標的面積[km²]</p> <p style="text-align: center;">第2-6表 落下確率の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="163 1150 914 1339"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>大型自衛隊機</th> <th>大型米軍機</th> <th>小型自衛隊機</th> <th>小型米軍機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_{so}^注</td> <td>2/20=0.1</td> <td>4/20=0.2</td> <td>6/20=0.3</td> <td>1/20=0.05</td> </tr> <tr> <td>So^注</td> <td>295,000</td> <td>372,000</td> <td>295,000</td> <td>372,000</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>P_{so}</td> <td>3.38×10⁻⁹</td> <td>5.38×10⁻⁹</td> <td>1.01×10⁻⁸</td> <td>1.34×10⁻⁹</td> </tr> <tr> <td>P_{so}(合計)</td> <td colspan="4">2.02×10⁻⁸</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。</p> <p>以上より、<u>大型軍用航空機</u>の落下確率 (P_{so}(大型自衛隊機)+P_{so}(大型米軍機))が10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積A₃[km²]を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_3 = 10^{-7} \div (3.38 \times 10^{-9} + 5.38 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.114 [\text{km}^2]$	パラメータ	大型自衛隊機	大型米軍機	小型自衛隊機	小型米軍機	f _{so} ^注	2/20=0.1	4/20=0.2	6/20=0.3	1/20=0.05	So ^注	295,000	372,000	295,000	372,000	A	0.01	0.01	0.01	0.01	P _{so}	3.38×10 ⁻⁹	5.38×10 ⁻⁹	1.01×10 ⁻⁸	1.34×10 ⁻⁹	P _{so} (合計)	2.02×10 ⁻⁸				<p>4.3 <u>自衛隊機又は米軍機の落下事故</u></p> <p>(1) <u>訓練空域外を飛行中の落下事故(空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機)</u></p> <p>a. <u>標的面積</u></p> $P_{so} = f_{so} \cdot A / So$ <p>P_{so}: 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率(回/年) f_{so}: 単位年当たりの訓練空域外落下事故率(回/年) A: 対象施設の標的面積(km²) So: 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積(km²)</p> <table border="1" data-bbox="1015 1150 1638 1281"> <thead> <tr> <th>発電所名称</th> <th>東海第二発電所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_{so}^{*1}</td> <td>自衛隊機 0.025 (=0.5/20) 米軍機 0.05 (=1/20)</td> </tr> <tr> <td>So^{*2}</td> <td>自衛隊機 29.5万 (=約37.2万-約7.72万) 米軍機 37.2万 (=約37.2万-約0.05万)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)による。なお、自衛隊機の事故件数は平成5年～平成24年において0件であるため、0.5件発生したものと評価した。(別紙7.15) ※2 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)による。</p> <p>これらの式より、P_{so}=10⁻⁷(回/炉・年)に相当する標的面積Aを求めると、約0.46km²となる。</p>	発電所名称	東海第二発電所	f _{so} ^{*1}	自衛隊機 0.025 (=0.5/20) 米軍機 0.05 (=1/20)	So ^{*2}	自衛隊機 29.5万 (=約37.2万-約7.72万) 米軍機 37.2万 (=約37.2万-約0.05万)	<p>小型民間航空機の落下確率P_vが10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積A₃を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_3 = 10^{-7} [\text{回/炉・年}] / 1.21 \times 10^{-8} / 0.01917 = 0.158 [\text{km}^2]$ <p>c. <u>自衛隊機及び米軍機</u>の標的面積の算出</p> <p><u>訓練空域外を飛行中の墜落事故</u></p> <p>①<u>空中給油機等</u></p> <p>島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、<u>自衛隊機又は米軍機</u>の落下確率P_{so}を求める式は、以下のとおりとなる。</p> $P_{so} = (f_{so} / So) \cdot A$ <p>P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率(回/年) f_{so} : 単位年当たりの落下事故率(回/年) So : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積(km²) A : 原子炉施設の標的面積(km²)</p> <p style="text-align: center;">第2-8表 自衛隊機及び米軍機の落下確率(空中給油機等)</p> <table border="1" data-bbox="1745 1150 2493 1386"> <thead> <tr> <th>号炉</th> <th colspan="2">2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空機種類</td> <td colspan="2">空中給油機等</td> </tr> <tr> <td>f_{so}^{注1}</td> <td>自衛隊機: 0.5/20=0.025</td> <td>米軍機: 1/20=0.05</td> </tr> <tr> <td>So^{注2}</td> <td>自衛隊機: 294,881</td> <td>米軍機: 372,472</td> </tr> <tr> <td>A^{注3}</td> <td colspan="2">0.01917</td> </tr> <tr> <td>P_{so}</td> <td colspan="2">4.20×10⁻⁹</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1: 「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。自衛隊機は、平成10年から平成29年の間で0件であるが、保守的に0.5件とする。 注2: 「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の値を用いる。 注3: 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値0.01917km²とする。(別紙7-6)</p> <p>以上より、<u>空中給油機等の落下確率P_{so}</u>が10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積A₄を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_4 = 10^{-7} [\text{回/炉・年}] / 4.20 \times 10^{-9} / 0.01917 = 0.456 [\text{km}^2]$	号炉	2号炉		航空機種類	空中給油機等		f _{so} ^{注1}	自衛隊機: 0.5/20=0.025	米軍機: 1/20=0.05	So ^{注2}	自衛隊機: 294,881	米軍機: 372,472	A ^{注3}	0.01917		P _{so}	4.20×10 ⁻⁹		<p>・条件の相違【柏崎6/7】 島根2号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の実施</p> <p>・条件の相違【柏崎6/7】 島根2号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の実施</p>
パラメータ	大型自衛隊機	大型米軍機	小型自衛隊機	小型米軍機																																																					
f _{so} ^注	2/20=0.1	4/20=0.2	6/20=0.3	1/20=0.05																																																					
So ^注	295,000	372,000	295,000	372,000																																																					
A	0.01	0.01	0.01	0.01																																																					
P _{so}	3.38×10 ⁻⁹	5.38×10 ⁻⁹	1.01×10 ⁻⁸	1.34×10 ⁻⁹																																																					
P _{so} (合計)	2.02×10 ⁻⁸																																																								
発電所名称	東海第二発電所																																																								
f _{so} ^{*1}	自衛隊機 0.025 (=0.5/20) 米軍機 0.05 (=1/20)																																																								
So ^{*2}	自衛隊機 29.5万 (=約37.2万-約7.72万) 米軍機 37.2万 (=約37.2万-約0.05万)																																																								
号炉	2号炉																																																								
航空機種類	空中給油機等																																																								
f _{so} ^{注1}	自衛隊機: 0.5/20=0.025	米軍機: 1/20=0.05																																																							
So ^{注2}	自衛隊機: 294,881	米軍機: 372,472																																																							
A ^{注3}	0.01917																																																								
P _{so}	4.20×10 ⁻⁹																																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																							
<p>小型軍用航空機の落下確率 (P_{so} (小型自衛隊機) + P_{so} (小型米軍機)) が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積 A_4 [km²] を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A_4 = 10^{-7} \div (1.01 \times 10^{-8} + 1.34 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.086 \text{ [km}^2\text{]}$	<p>b. 離隔距離</p> <p>a. で求めた標的面積より、発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。) の離隔距離 L は 217m とする (評価結果は、約 217.8m)。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離 L は 355m とする (評価結果は、約 355.97m)。</p> <p>(2) 訓練空域外を飛行中の落下事故 (その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機)</p> <p>a. 標的面積</p> $P_{so} = f_{so} \cdot A / S_o$ <p>P_{so}: 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)</p> <p>f_{so}: 単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)</p> <p>A: 対象施設の標的面積 (km²)</p> <p>S_o: 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km²)</p> <table border="1" data-bbox="952 1163 1700 1323"> <thead> <tr> <th>発電所名称 パラメータ</th> <th>東海第二発電所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_{so}^{*1}</td> <td>自衛隊機 0.35 (=7/20) 米軍機 0.20 (=4/20)</td> </tr> <tr> <td>S_o^{*1}</td> <td>自衛隊機 29.5 万 (=約 37.2 万 - 約 7.72 万) 米軍機 37.2 万 (=約 37.2 万 - 約 0.05 万)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「航空機落下事故に関するデータ」 (平成 28 年 6 月 原子力規制委員会) による。 (別紙 7.15)</p> <p>これらの式より、$P_{so} = 10^{-7}$ (回/炉・年) に相当する標的面積 A を求めると、約 0.058km² となる。</p>	発電所名称 パラメータ	東海第二発電所	f_{so}^{*1}	自衛隊機 0.35 (=7/20) 米軍機 0.20 (=4/20)	S_o^{*1}	自衛隊機 29.5 万 (=約 37.2 万 - 約 7.72 万) 米軍機 37.2 万 (=約 37.2 万 - 約 0.05 万)	<p>②その他の機種</p> <p>島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。</p> $P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$ <p>P_{so}: 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)</p> <p>f_{so}: 単位年当たりの落下事故率 (回/年)</p> <p>S_o: 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km²)</p> <p>A: 原子炉施設の標的面積 (km²)</p> <p>第2-9表 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (その他の機種)</p> <table border="1" data-bbox="1742 1102 2496 1331"> <thead> <tr> <th rowspan="2">パラメータ</th> <th colspan="2">2号炉</th> </tr> <tr> <th colspan="2">その他の機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_{so}^{*1}</td> <td>自衛隊機: 9/20=0.45</td> <td>米軍機: 3/20=0.15</td> </tr> <tr> <td>S_o^{*2}</td> <td>自衛隊機: 294,881</td> <td>米軍機: 372,472</td> </tr> <tr> <td>A^{*3}</td> <td colspan="2">0.01917</td> </tr> <tr> <td>P_{so}</td> <td colspan="2">3.70×10^{-8}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 10~29 年)」 (令和元年 12 月 原子力規制庁) の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。</p> <p>注2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 10~29 年)」 (令和元年 12 月 原子力規制庁) の値を用いる。</p> <p>注3: 標的面積は 2 号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917km² とする。 (別紙 7-6)</p> <p>以上より、<u>その他の機種の落下確率 P_{so} が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積 A_5 を計算すると以下のとおりとなる。</u></p> $A_5 = 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / (3.70 \times 10^{-8} / 0.01917) = 0.051 \text{ [km}^2\text{]}$	パラメータ	2号炉		その他の機種		f_{so}^{*1}	自衛隊機: 9/20=0.45	米軍機: 3/20=0.15	S_o^{*2}	自衛隊機: 294,881	米軍機: 372,472	A^{*3}	0.01917		P_{so}	3.70×10^{-8}		<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2 号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の種類を実施</p> <p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2 号炉は、飛行形態の違いを踏まえた航空機の種類を実施</p>
発電所名称 パラメータ	東海第二発電所																									
f_{so}^{*1}	自衛隊機 0.35 (=7/20) 米軍機 0.20 (=4/20)																									
S_o^{*1}	自衛隊機 29.5 万 (=約 37.2 万 - 約 7.72 万) 米軍機 37.2 万 (=約 37.2 万 - 約 0.05 万)																									
パラメータ	2号炉																									
	その他の機種																									
f_{so}^{*1}	自衛隊機: 9/20=0.45	米軍機: 3/20=0.15																								
S_o^{*2}	自衛隊機: 294,881	米軍機: 372,472																								
A^{*3}	0.01917																									
P_{so}	3.70×10^{-8}																									

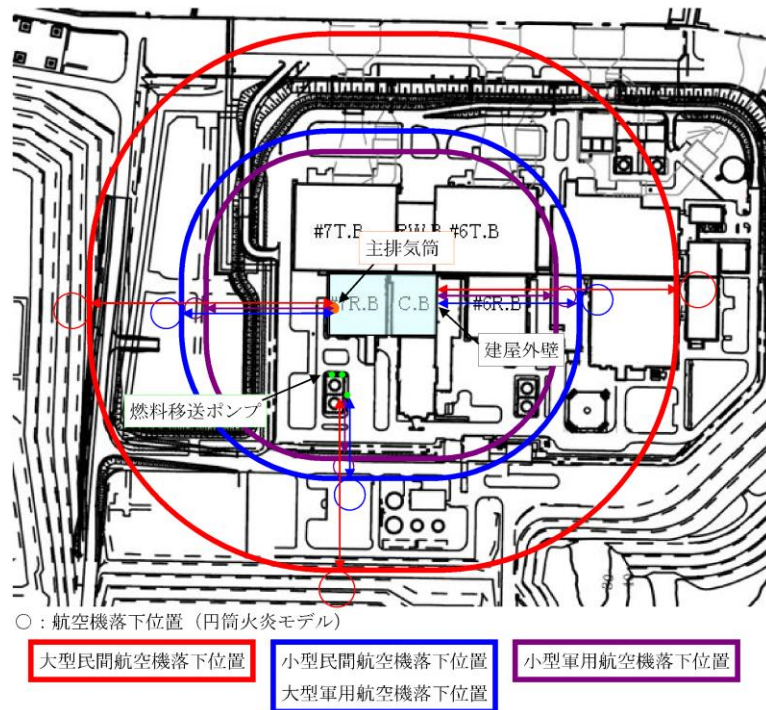
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考								
	<p><u>b. 離隔距離</u></p> <p>a. <u>で求めた標的面積より、発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）の離隔距離Lは43mとする（評価結果は、約43.0m）。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離Lは111mとする（評価結果は、約111.2m）。</u></p> <p><u>(3) 基地－訓練空域間を往復時の落下事故（想定飛行範囲内に発電用原子炉施設が存在する場合）</u></p> <p>a. <u>標的面積</u></p> $Pse = fse \cdot A / Sse$ <p><u>Pse：対象施設への航空機落下確率（回／年）</u></p> <p><u>fse：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回／年）</u></p> <p><u>A：対象施設の標的面積（km²）</u></p> <p><u>Sse：想定飛行範囲の面積（km²）</u></p> <table border="1" data-bbox="952 982 1700 1171"> <thead> <tr> <th>発電所名称 パラメータ</th> <th>東海第二発電所 (自衛隊機の評価)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fse^{*1}</td> <td>0.25 (=5/20)</td> </tr> <tr> <td>Sse^{*2}</td> <td>175,720</td> </tr> <tr> <td>fse/Sse^{*3}</td> <td>3.00×10⁻⁶</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）より、百里基地－訓練空域間の想定飛行範囲内における自衛隊機の移動時の事故件数は平成5年～平成24年において0件であり、全国の基地－訓練空域間往復時の落下実績（5件）を用いた。 (別紙7.15, 7.16)</p> <p>※2 全国の基地－訓練空域間往復時の想定飛行範囲の面積。 (別紙7.16)</p> <p>※3 fse, Sse から算出された約1.42×10⁻⁶回／(年・km²)を保守的に2倍にして丸めた値。</p> <p><u>これらの式より、Pse=10⁻⁷（回／炉・年）に相当する標的面積Aを求めると、約0.033km²となる。</u></p> <p><u>b. 離隔距離</u></p> <p>a. <u>で求めた標的面積より、発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）の離隔距離Lは22mとする（評価結果は、約22.1m）。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離Lは78mとする（評価結果は、約78.6m）。</u></p> <p><u>自衛隊機の基地－訓練空域間往復時の落下事故に対する離隔距離を第4.3-1図及び第4.3-2図に示す。</u></p>	発電所名称 パラメータ	東海第二発電所 (自衛隊機の評価)	fse ^{*1}	0.25 (=5/20)	Sse ^{*2}	175,720	fse/Sse ^{*3}	3.00×10 ⁻⁶		<p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>プラント立地箇所の相違により、島根2号炉は基地－訓練空域間の往復想定範囲内に位置していないため、評価対象外としている</p>
発電所名称 パラメータ	東海第二発電所 (自衛隊機の評価)										
fse ^{*1}	0.25 (=5/20)										
Sse ^{*2}	175,720										
fse/Sse ^{*3}	3.00×10 ⁻⁶										

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="943 298 1694 863" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="943 877 1703 961" data-label="Caption"> <p>第4.3-1図 基地-空連空域間往復時の落下事故に対する 発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）の離隔距離</p> </div> <div data-bbox="943 1016 1694 1581" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="982 1596 1665 1680" data-label="Caption"> <p>第4.3-2図 基地-訓練空域間往復時の落下事故に対する 使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離</p> </div>		

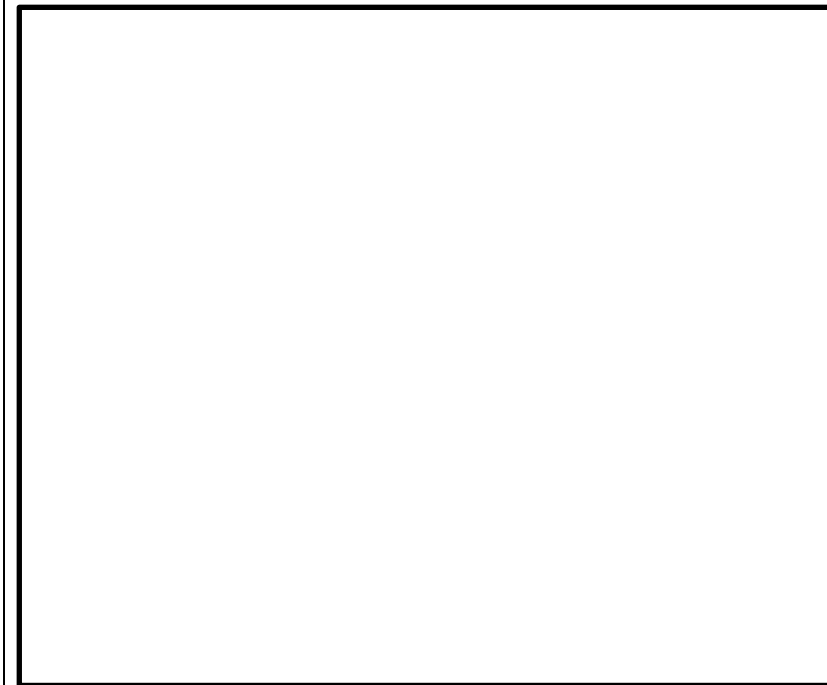
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																												
<p>(5) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出</p> <p>(4)で求めた面積が、評価対象となる発電用原子炉施設(原子炉建屋及びコントロール建屋)外壁面から等距離の離隔をとった場合の標的面積と等しくなる距離を離隔距離L[m]とし、離隔距離Lを算出した結果を以下に示す。また、各航空機の離隔距離を第2-1図、第2-2図に示す。</p> <p>第 2-7 表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="157 653 917 961"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>大型 民間航空機</th> <th>小型 民間航空機</th> <th>大型 軍用航空機</th> <th>小型 軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>対象航空機</td> <td>B747-400</td> <td>Do228-200</td> <td>KC-767</td> <td>AH-1S</td> </tr> <tr> <td>6号炉 外壁面</td> <td>218</td> <td>134</td> <td>133</td> <td>109</td> </tr> <tr> <td>7号炉 までの離隔距離[m]</td> <td>225</td> <td>140</td> <td>140</td> <td>116</td> </tr> <tr> <td>6号炉 燃料移送ポンプ (防護板(鋼板))</td> <td>158</td> <td>74</td> <td>73</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>7号炉 までの離隔距離[m]</td> <td>166</td> <td>82</td> <td>81</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>6号炉 主排気筒</td> <td>239</td> <td>155</td> <td>155</td> <td>131</td> </tr> <tr> <td>7号炉 までの離隔距離[m]</td> <td>226</td> <td>141</td> <td>141</td> <td>117</td> </tr> </tbody> </table> <p>※: 軽油タンクの熱影響評価は、航空機墜落による火災と軽油タンク火災の重畳火災も考慮し、航空機落下位置より内側にある軽油タンクの発火の有無について評価を実施する。評価結果は(12)に示す。</p>	項目	大型 民間航空機	小型 民間航空機	大型 軍用航空機	小型 軍用航空機	対象航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S	6号炉 外壁面	218	134	133	109	7号炉 までの離隔距離[m]	225	140	140	116	6号炉 燃料移送ポンプ (防護板(鋼板))	158	74	73	49	7号炉 までの離隔距離[m]	166	82	81	57	6号炉 主排気筒	239	155	155	131	7号炉 までの離隔距離[m]	226	141	141	117		<p>(5) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出</p> <p>(4)で求めたそれぞれの面積が、評価対象となる発電用原子炉施設(原子炉建物及び制御室建物等)外壁面から等距離の離隔をとった場合の標的面積と等しくなる距離を離隔距離L[m]とし、離隔距離Lを算出した結果を以下に示す。また、各航空機の離隔距離を第 2-1 図に示す。</p> <p>第2-10表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="1762 659 2487 863"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型 民間航空機 (離着陸時)</th> <th rowspan="2">大型 民間航空機</th> <th rowspan="2">小型 民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他の機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>対象航空機</td> <td>B747-400</td> <td>B747-400</td> <td>Do228-200</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> </tr> <tr> <td>離隔距離 L [m]</td> <td>136</td> <td>107</td> <td>129</td> <td>284</td> <td>37</td> </tr> </tbody> </table>	項目	大型 民間航空機 (離着陸時)	大型 民間航空機	小型 民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他の機種	対象航空機	B747-400	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15	離隔距離 L [m]	136	107	129	284	37	
項目	大型 民間航空機	小型 民間航空機	大型 軍用航空機	小型 軍用航空機																																																											
対象航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S																																																											
6号炉 外壁面	218	134	133	109																																																											
7号炉 までの離隔距離[m]	225	140	140	116																																																											
6号炉 燃料移送ポンプ (防護板(鋼板))	158	74	73	49																																																											
7号炉 までの離隔距離[m]	166	82	81	57																																																											
6号炉 主排気筒	239	155	155	131																																																											
7号炉 までの離隔距離[m]	226	141	141	117																																																											
項目	大型 民間航空機 (離着陸時)	大型 民間航空機	小型 民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																																											
				空中給油機等	その他の機種																																																										
対象航空機	B747-400	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15																																																										
離隔距離 L [m]	136	107	129	284	37																																																										



第2-1図 各航空機の落下位置 (6号炉)

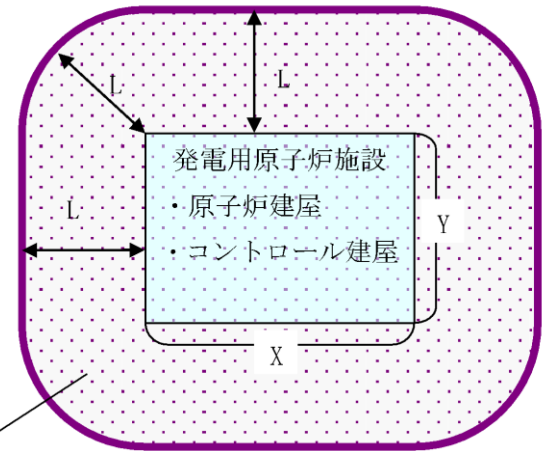


第2-2図 各航空機の落下位置 (7号炉)



第2-1図 各航空機の落下位置

10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積の考え方は、以下のとおり。



10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積=S

第 2-3 図 標的面積の考え方

発電用原子炉施設（原子炉建屋及びコントロール建屋）外壁面から等距離の離隔をとり、10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積をSとした場合、以下の式が成り立つ。

$$S = XY + 2LX + 2LY + \pi L^2 / 4 \times 4$$

$$\pi L^2 + 2(X+Y)L + XY - S = 0$$

二次方程式の解の公式より、以下の式となる。

$$L = \frac{-(X+Y) + \sqrt{(X+Y)^2 - \pi(XY - S)}}{\pi}$$

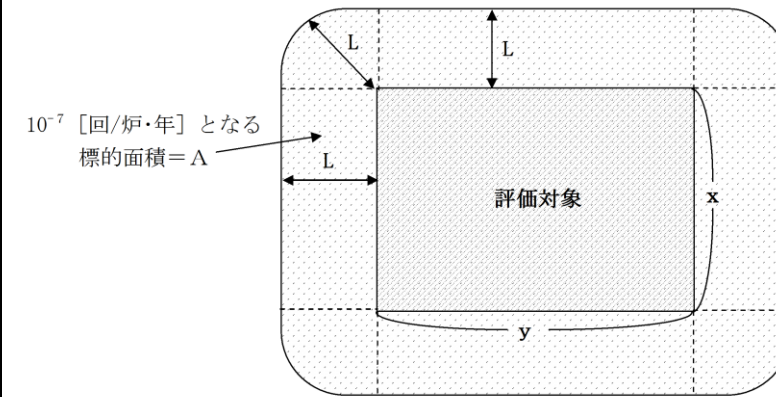
5. 熱影響評価結果

5.1 評価機種の選定

評価機種は「3. 落下事故のカテゴリと対象航空機について」で抽出した航空機より選定し、他のカテゴリの評価に包絡されるものは評価対象外とした。

第 5.1-1 表、第 5.1-2 表にカテゴリごとの離隔距離と評価機種を示す。

10⁻⁷ [回/炉・年] となる標的面積の考え方は、以下のとおり。



第2-2図 標的面積の考え方

$$A = x y + \pi L^2 / 4 \times 4 + 2 (L x + L y)$$

$$\pi L^2 + 2 L (x + y) + x y - A = 0$$

2次方程式の解の公式より、以下の式となる。

$$L = \frac{-(x+y) + \sqrt{(x+y)^2 - \pi(x y - A)}}{\pi}$$

第5.1-1表 落下事故のカテゴリごとの離隔距離と評価機種
(発電用原子炉施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。))

落下事故のカテゴリ		対象航空機	離隔距離 (m)	評価機種 ○: 評価対象 ×: 評価対象外	
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	245	○	
	航空路を巡航時	B747-400	1,873	× ^{※1}	
有視界飛行方式 民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型 回転翼機)	B747-400	229	○	
	小型機(小型固定翼機及び小型 回転翼機)	Do228-200	89	× ^{※2}	
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域外 を飛行中	空中給油機等, 高高度での巡航が想 定される大型固定翼 機	KC-767	217	○
		その他の大型固定翼 機, 小型固定翼機及 び回転翼機	F-15	43	× ^{※3}
	基地-訓練空域間往復時	F-15	22	○	

- ※1 「計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航時」の落下事故については、「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の落下事故の対象機種と同じ B747-400 であり、離隔距離の短い「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の評価に包絡されるため評価対象外とした。
- ※2 「有視界飛行方式民間航空機の小型機」の落下事故の対象航空機のうち、燃料積載量が最大となる Do228-200 であっても 3m³と少量であることから、Do228-200 よりも燃料積載量が多く、かつ離隔距離が短い「自衛隊機又は米軍機 基地-訓練空域間往復時」の落下事故の評価に包絡されるため評価対象外とした。
- ※3 「その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機」については、「基地-訓練空域間往復時」の落下事故の対象航空機と同じ F-15 であるため、離隔距離の短い「基地-訓練空域間往復時」の評価に包絡されるため評価対象外とした。

第5.1-2表 落下事故のカテゴリごとの離隔距離と評価機種
(使用済燃料乾式貯蔵建屋)

落下事故のカテゴリ		対象航空機	離隔距離 (m)	評価機種 ○: 評価対象 ×: 評価対象外	
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	393	○	
	航空路を巡航時	B747-400	2,695	× ^{※1}	
有視界飛行方式 民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型 回転翼機)	B747-400	372	○	
	小型機(小型固定翼機及び小型 回転翼機)	Do228-200	175	× ^{※2}	
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域外 を飛行中	空中給油機等, 高高度での巡航が想 定される大型固定翼 機	KC-767	355	○
		その他の大型固定翼 機, 小型固定翼機及 び回転翼機	F-15	111	× ^{※3}
	基地-訓練空域間往復時	F-15	78	○	

- ※1 「計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航時」の落下事故については、「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の落下事故の対象機種と同じ B747-400 であり、離隔距離の短い「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の評価に包絡されるため評価対象外とした。
- ※2 「有視界飛行方式民間航空機の小型機」の落下事故の対象航空機のうち、燃料積載量が最大となる Do228-200 であっても 3m³と少量であることから、Do228-200 よりも燃料積載量が多く、かつ離隔距離が短い「自衛隊機又は米軍機 基地-訓練空域間往復時」の落下事故の評価に包絡されるため評価対象外とした。
- ※3 「その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機」については、「基地-訓練空域間往復時」の落下事故の対象航空機と同じ F-15 であるため、離隔距離の短い「基地-訓練空域間往復時」の評価に包絡されるため評価対象外とした。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																														
<p>(6) 必要データ</p> <p>評価に必要なデータを以下に示す。</p> <p>なお、温度評価においては、<u>離隔距離が短い方が評価が厳しくなることから、6号炉の外壁面、6号炉燃料移送ポンプ、7号炉主排気筒の温度評価を実施する。</u>また、<u>第2-8表に示すとおり、小型民間航空機は大型軍用航空機と比べ輻射発散度が小さく、燃料タンク面積も小さく、離隔距離も離れていることから大型軍用航空機の評価に包絡される。</u></p>	<p>5.2 共通データの算出</p> <p><u>各建屋外壁、主排気筒及び非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に対する火災影響評価に必要な共通データを算出する。</u></p> <p>(1) <u>各カテゴリ航空機及び燃料に係るデータ</u></p> <p><u>各カテゴリ航空機及び燃料に係るデータを第5.2-1表に示す。</u></p>	<p>(6) 必要データ</p> <p>評価に必要なデータを以下に示す。なお、温度評価については、<u>原子炉建物外壁面、排気筒、海水ポンプの温度評価を実施する。</u>また、<u>第2-11表に示すとおり、小型民間航空機は大型民間航空機と比べ燃料タンク面積が小さいこと、大型民間航空機（離着陸時）は大型民間航空機と比べ離隔距離が遠いことから大型民間航空機の評価に包絡される。</u></p>	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7、東海第二】 地域特性を踏まえた評価対象の相違及び飛行形態の違いを踏まえた航空機の分類の相違</p>																																																																																																																																														
<p>第2-8表 航空機火災影響評価に必要なデータ</p>	<p>第5.2-1表 各カテゴリ航空機及び燃料に係るデータ</p>	<p>第2-11表 航空機火災影響評価に必要なデータ</p>																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>小型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定する航空機</td> <td>B747-400</td> <td>Do228-200</td> <td>KC-767</td> <td>AH-1S</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>Jet A-1</td> <td>Jet A-1</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>燃料量[m³]</td> <td>216.84</td> <td>2.38</td> <td>145.03</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>50×10³</td> <td>50×10³</td> <td>58×10³</td> <td>58×10³</td> </tr> <tr> <td>燃焼速度[m/s]</td> <td>6.66×10⁻⁵</td> <td>6.66×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> </tr> <tr> <td>燃料タンク面積[m²]</td> <td>605</td> <td>26</td> <td>280</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>6号炉外壁面までの離隔距離[m]</td> <td>218</td> <td>134</td> <td>133</td> <td>109</td> </tr> <tr> <td>6号炉燃料移送ポンプまでの離隔距離[m]</td> <td>158</td> <td>74</td> <td>73</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>7号炉主排気筒までの離隔距離[m]</td> <td>226</td> <td>141</td> <td>141</td> <td>117</td> </tr> </tbody> </table>	項目	大型民間航空機	小型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S	燃料の種類	Jet A-1	Jet A-1	JP-4	JP-4	燃料量[m ³]	216.84	2.38	145.03	0.98	輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	50×10 ³	58×10 ³	58×10 ³	燃焼速度[m/s]	6.66×10 ⁻⁵	6.66×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	燃料タンク面積[m ²]	605	26	280	12	6号炉外壁面までの離隔距離[m]	218	134	133	109	6号炉燃料移送ポンプまでの離隔距離[m]	158	74	73	49	7号炉主排気筒までの離隔距離[m]	226	141	141	117	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> <th>燃料の種類</th> <th>燃料量 V (m³)</th> <th>燃料密度 ρ (kg/m³)</th> <th>質量低下速度 M (kg/m²/s)</th> <th>燃焼面積 S (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計器飛行方式民間航空機</td> <td>飛行場での離着陸時</td> <td>B737-800</td> <td>JET A-1</td> <td>26.02^{※3}</td> <td>840^{※2}</td> <td>0.039^{※1}</td> <td>110.0^{※4}</td> </tr> <tr> <td>有視界飛行方式民間航空機</td> <td>大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）</td> <td>B747-400</td> <td>JET A-1</td> <td>216.84^{※3}</td> <td>840^{※2}</td> <td>0.039^{※1}</td> <td>700.0^{※5}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">自衛隊機又は米軍機</td> <td>訓練空域外を飛行中</td> <td>KC-767</td> <td>JP-4</td> <td>145.03^{※6}</td> <td>760^{※1}</td> <td>0.051^{※1}</td> <td>405.2^{※7}</td> </tr> <tr> <td>基地-訓練空域間往復時</td> <td>F-15</td> <td>JP-4</td> <td>14.87^{※8}</td> <td>760^{※1}</td> <td>0.051^{※1}</td> <td>44.6^{※9}</td> </tr> </tbody> </table>	落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃料の種類	燃料量 V (m ³)	燃料密度 ρ (kg/m ³)	質量低下速度 M (kg/m ² /s)	燃焼面積 S (m ²)	計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	JET A-1	26.02 ^{※3}	840 ^{※2}	0.039 ^{※1}	110.0 ^{※4}	有視界飛行方式民間航空機	大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）	B747-400	JET A-1	216.84 ^{※3}	840 ^{※2}	0.039 ^{※1}	700.0 ^{※5}	自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	JP-4	145.03 ^{※6}	760 ^{※1}	0.051 ^{※1}	405.2 ^{※7}	基地-訓練空域間往復時	F-15	JP-4	14.87 ^{※8}	760 ^{※1}	0.051 ^{※1}	44.6 ^{※9}	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th>大型民間航空機 (離着陸時)</th> <th>大型民間航空機</th> <th>小型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>空中給油機等</th> <th>その他の機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定する航空機</td> <td>B747-400</td> <td>Do228-200</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>JET A-1</td> <td>JET A-1</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>燃料量[m³]</td> <td>216.84</td> <td>2.386</td> <td>145.04</td> <td>14.87</td> <td></td> </tr> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>5.0×10⁴</td> <td>5.0×10⁴</td> <td>5.8×10⁴</td> <td>5.8×10⁴</td> <td></td> </tr> <tr> <td>燃焼速度[m/s]</td> <td>4.64×10⁻⁵</td> <td>4.64×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td></td> </tr> <tr> <td>燃料タンク面積[m²]</td> <td>700</td> <td>32</td> <td>405.2</td> <td>44.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>発電用原子炉施設からの距離[m]</td> <td>136</td> <td>107</td> <td>129</td> <td>284</td> <td>37</td> </tr> </tbody> </table>	項目	大型民間航空機 (離着陸時)	大型民間航空機	小型民間航空機	自衛隊機又は米軍機					空中給油機等	その他の機種	想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15		燃料の種類	JET A-1	JET A-1	JP-4	JP-4		燃料量[m ³]	216.84	2.386	145.04	14.87		輻射発散度[W/m ²]	5.0×10 ⁴	5.0×10 ⁴	5.8×10 ⁴	5.8×10 ⁴		燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵		燃料タンク面積[m ²]	700	32	405.2	44.6		発電用原子炉施設からの距離[m]	136	107	129	284	37	
項目	大型民間航空機	小型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																																																																																																																																													
想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S																																																																																																																																													
燃料の種類	Jet A-1	Jet A-1	JP-4	JP-4																																																																																																																																													
燃料量[m ³]	216.84	2.38	145.03	0.98																																																																																																																																													
輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	50×10 ³	58×10 ³	58×10 ³																																																																																																																																													
燃焼速度[m/s]	6.66×10 ⁻⁵	6.66×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵																																																																																																																																													
燃料タンク面積[m ²]	605	26	280	12																																																																																																																																													
6号炉外壁面までの離隔距離[m]	218	134	133	109																																																																																																																																													
6号炉燃料移送ポンプまでの離隔距離[m]	158	74	73	49																																																																																																																																													
7号炉主排気筒までの離隔距離[m]	226	141	141	117																																																																																																																																													
落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃料の種類	燃料量 V (m ³)	燃料密度 ρ (kg/m ³)	質量低下速度 M (kg/m ² /s)	燃焼面積 S (m ²)																																																																																																																																										
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	JET A-1	26.02 ^{※3}	840 ^{※2}	0.039 ^{※1}	110.0 ^{※4}																																																																																																																																										
有視界飛行方式民間航空機	大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）	B747-400	JET A-1	216.84 ^{※3}	840 ^{※2}	0.039 ^{※1}	700.0 ^{※5}																																																																																																																																										
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	JP-4	145.03 ^{※6}	760 ^{※1}	0.051 ^{※1}	405.2 ^{※7}																																																																																																																																										
	基地-訓練空域間往復時	F-15	JP-4	14.87 ^{※8}	760 ^{※1}	0.051 ^{※1}	44.6 ^{※9}																																																																																																																																										
項目	大型民間航空機 (離着陸時)	大型民間航空機	小型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																																																																																																																													
				空中給油機等	その他の機種																																																																																																																																												
想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15																																																																																																																																													
燃料の種類	JET A-1	JET A-1	JP-4	JP-4																																																																																																																																													
燃料量[m ³]	216.84	2.386	145.04	14.87																																																																																																																																													
輻射発散度[W/m ²]	5.0×10 ⁴	5.0×10 ⁴	5.8×10 ⁴	5.8×10 ⁴																																																																																																																																													
燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵																																																																																																																																													
燃料タンク面積[m ²]	700	32	405.2	44.6																																																																																																																																													
発電用原子炉施設からの距離[m]	136	107	129	284	37																																																																																																																																												
<p>※出典については、参考資料7-1参照</p>	<p>※1 NUREG-1805 記載値 ※2 JIS-k-2209-1991記載の1号の値 ※3 ボーイングジャパン ホームページ「737, 747型機情報」 ※4 ボーイング社ホームページ資料「737 airplane Characteristics for Airport Planning (document D6-58325-6, July 2007)」の機体図面より、主翼・主翼と交差する胴体部面積が燃料タンク面積と同等と想定し、これらの面積を算出した値 ※5 ボーイング社ホームページ資料「747 airplane Characteristics for Airport Planning (document D6-58326-1, December 2002)」の機体図面より、主翼・主翼と交差する胴体部及び水平尾翼部面積が燃料タンク面積と同等と想定し、これらの面積を算出した値 ※6 世界航空機年鑑2012-2013に記載の値及び燃料密度から算出した値 ※7 ボーイング社ホームページ資料「767 airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58328, September 2005)」 ※8 航空ジャーナル2月号増刊F-15イーグル（航空ジャーナル社 昭和55年2月5日発行） ※9 ※8記載の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これらの面積を算出した値</p>																																																																																																																																																

(7) 燃焼半径の算出
 航空機墜落による火災は、その状況によって、様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は対象とした航空機燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

R: 燃焼半径[m], S: 燃料タンク投影面積 (火炎円筒の底面積)

第 2-9 表 燃焼半径の算出結果

項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機
想定する航空機	B747-400	KC-767	AH-1S
燃料タンク面積[m ²]	605	280	12
燃焼半径[m]	13.8	9.45	1.95

(2) 燃焼半径の算出
 円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は燃焼面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出した。算出結果を第 5.2-2 表に示す。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

R: 燃焼半径(m), S: 燃焼面積(m²)

第 5.2-2 表 各航空機の燃焼半径

落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃焼面積 S (m ²)	燃焼半径 R (m)
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	5.918
有視界飛行方式民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	700.0	14.928
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	405.2	11.357
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3.768

(3) 燃焼継続時間の算出
 燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。算出結果を第 5.2-3 表に示す。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}$$

t: 燃焼継続時間(s), V: 燃料量(m³)
 R: 燃焼半径(m), v: 燃焼速度=M/ρ (m/s)
 M: 質量低下速度(kg/m²/s), ρ: 燃料密度(kg/m³)

第 5.2-3 表 各航空機の燃焼継続時間

落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃料量 V (m ³)	燃焼半径 R (m)	燃焼速度 v (m/s)	燃焼継続時間 t (s)
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	26.02	5.918	4.64×10 ⁻⁵	5,097 (約 1.4h)
有視界飛行方式民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	216.84	14.928	4.64×10 ⁻⁵	6,675 (約 1.9h)
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	145.03	11.357	6.71×10 ⁻⁵	5,334 (約 1.5h)
	基地-訓練空域間往復時	F-15	14.87	3.768	6.71×10 ⁻⁵	4,968 (約 1.4h)

(7) 燃焼半径の算出
 航空機墜落による火災は、その状況によって、様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は対象とした航空機燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

R: 燃焼半径[m], S: 燃料タンク投影面積[m²] (火炎円筒の底面積)

第 2-12 表 燃焼半径の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
燃料タンク面積[m ²]	700	405.2	44.6
燃焼半径[m]	14.93	11.36	3.77

(8) 形態係数の算出
 次の式から形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

 ただし、

$$m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$$

 ϕ : 形態係数, L : 離隔距離[m], H : 火炎高さ[m], R : 燃焼半径 [m]

第 2-10 表 形態係数の算出結果

項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機
燃焼半径 [m]	13.8	9.45	1.95
6号炉外壁面			
離隔距離 [m]	218	133	109
形態係数	0.0070295	0.0086371	0.0005997
6号炉燃料移送ポンプ (防護板 (鋼板))			
離隔距離 [m]	158	73	49
形態係数	0.0127068	0.0249018	0.0027727
7号炉主排気筒			
離隔距離 [m]	226	141	117
形態係数	0.0065677	0.0077434	0.0005214

(4) 形態係数の算出
 以下の式から形態係数を算出した。算出結果を第 5.2-4 表、第 5.2-5 表に示す。

$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

 ただし $m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$
 Φ : 形態係数, L : 離隔距離 (m), H : 炎の高さ (m), R : 燃焼半径 (m)

第 5.2-4 表 各航空機の形態係数

(発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。))

落下事故のカテゴリ		対象航空機	離隔距離 L (m)	燃焼半径 R (m)	形態係数 Φ (-)
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	245	5.918	1.1319×10^{-3}
有視界飛行方式民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	229	14.928	8.3278×10^{-3}
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	217	11.357	5.3634×10^{-3}
	基地-訓練空域間往復時	F-15	22	3.768	5.3368×10^{-2}

第 5.2-5 表 各航空機の形態係数 (使用済燃料乾式貯蔵建屋)

落下事故のカテゴリ		対象航空機	離隔距離 L (m)	燃焼半径 R (m)	形態係数 Φ (-)
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	393	5.918	4.3767×10^{-4}
有視界飛行方式民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	372	14.928	3.1444×10^{-3}
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	355	11.357	1.9926×10^{-3}
	基地-訓練空域間往復時	F-15	78	3.768	4.5663×10^{-3}

(8) 形態係数の算出
 次の式から形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

 ただし、 $m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$
 Φ : 形態係数, L : 離隔距離 [m], H : 火炎高さ [m], R : 燃焼半径 [m]

第 2-13 表 形態係数の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
燃焼半径 [m]	14.93	11.36	3.77
離隔距離 [m]	107	284	37
形態係数	3.67×10^{-2}	3.12×10^{-3}	2.01×10^{-2}

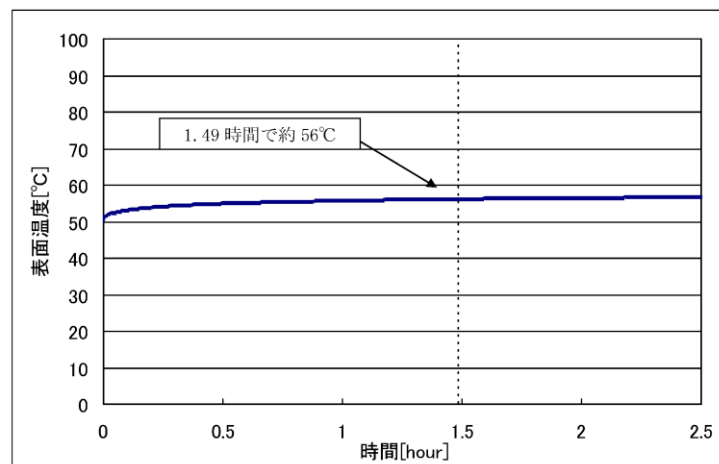
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																							
<p>(9) 輻射強度の算出</p> <p>火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。</p> $E = Rf \times \phi$ <p>E: 輻射強度, Rf: 輻射発散度, ϕ: 形態係数</p> <p style="text-align: center;">第 2-11 表 輻射強度の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="163 672 914 982"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>50×10³</td> <td>58×10³</td> <td>58×10³</td> </tr> <tr> <td>6号炉外壁面</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> 形態係数</td> <td>0.0070295</td> <td>0.0086371</td> <td>0.0005997</td> </tr> <tr> <td> 輻射強度[W/m²]</td> <td>351.4</td> <td>500.9</td> <td>34.7</td> </tr> <tr> <td>6号炉燃料移送ポンプ(防護板(鋼板))</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> 形態係数</td> <td>0.0127068</td> <td>0.0249018</td> <td>0.0027727</td> </tr> <tr> <td> 輻射強度[W/m²]</td> <td>635.3</td> <td>1444.3</td> <td>160.8</td> </tr> <tr> <td>7号炉主排気筒</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> 形態係数</td> <td>0.0065677</td> <td>0.0077434</td> <td>0.0005214</td> </tr> <tr> <td> 輻射強度[W/m²]</td> <td>328.3</td> <td>449.1</td> <td>30.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>(10) 燃焼継続時間の算出</p> <p>燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。</p> $t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$ <p>t: 燃焼継続時間[s], V: 燃料積載量[m³], R: 燃焼半径[m], v: 燃焼速度[m/s] M: 質量低下速度[kg/m²・s], ρ: 密度[kg/m³]</p>	項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	58×10 ³	58×10 ³	6号炉外壁面				形態係数	0.0070295	0.0086371	0.0005997	輻射強度[W/m ²]	351.4	500.9	34.7	6号炉燃料移送ポンプ(防護板(鋼板))				形態係数	0.0127068	0.0249018	0.0027727	輻射強度[W/m ²]	635.3	1444.3	160.8	7号炉主排気筒				形態係数	0.0065677	0.0077434	0.0005214	輻射強度[W/m ²]	328.3	449.1	30.2	<p>(5) 輻射強度の評価</p> <p>火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。算出結果を第 5.2-6 表、第 5.2-7 表に示す。</p> $E = R f \cdot \Phi$ <p>E: 輻射強度(W/m²), R f: 輻射発散度(W/m²), Φ: 形態係数(-)</p> <p style="text-align: center;">第 5.2-6 表 各航空機の輻射強度 (発電用原子炉施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。))</p> <table border="1" data-bbox="952 703 1703 993"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> <th>輻射発散度 R f (kW/m²)</th> <th>形態係数 Φ (-)</th> <th>輻射強度 E (W/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計器飛行方式民間航空機</td> <td>飛行場での離着陸時</td> <td>B737-800</td> <td>50</td> <td>1.1319×10⁻³</td> <td>56.60</td> </tr> <tr> <td>有視界飛行方式民間航空機</td> <td>大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)</td> <td>B747-400</td> <td>50</td> <td>8.3278×10⁻³</td> <td>416.40</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">自衛隊機又は米軍機</td> <td>訓練空域外を飛行中</td> <td>KC-767</td> <td>58</td> <td>5.3634×10⁻³</td> <td>311.08</td> </tr> <tr> <td>基地-訓練空域間往復時</td> <td>F-15</td> <td>58</td> <td>5.3368×10⁻²</td> <td>3,095.33</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第 5.2-7 表 各航空機の輻射強度(使用済燃料乾式貯蔵建屋)</p> <table border="1" data-bbox="952 1108 1703 1398"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> <th>輻射発散度 R f (kW/m²)</th> <th>形態係数 Φ (-)</th> <th>輻射強度 E (W/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計器飛行方式民間航空機</td> <td>飛行場での離着陸時</td> <td>B737-800</td> <td>50</td> <td>4.3767×10⁻⁴</td> <td>21.89</td> </tr> <tr> <td>有視界飛行方式民間航空機</td> <td>大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)</td> <td>B747-400</td> <td>50</td> <td>3.1444×10⁻³</td> <td>157.23</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">自衛隊機又は米軍機</td> <td>訓練空域外を飛行中</td> <td>KC-767</td> <td>58</td> <td>1.9926×10⁻³</td> <td>115.58</td> </tr> <tr> <td>基地-訓練空域間往復時</td> <td>F-15</td> <td>58</td> <td>4.5663×10⁻³</td> <td>264.85</td> </tr> </tbody> </table> <p>(9) 輻射強度の算出</p> <p>火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。</p> $E = Rf \cdot \phi$ <p>E: 輻射強度, Rf: 輻射発散度, Φ: 形態係数</p> <p style="text-align: center;">第2-14表 輻射強度の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="1742 672 2493 850"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>5.0×10⁴</td> <td>5.8×10⁴</td> <td>5.8×10⁴</td> </tr> <tr> <td>形態係数</td> <td>3.67×10⁻²</td> <td>3.12×10⁻³</td> <td>2.01×10⁻²</td> </tr> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>1,836.3</td> <td>181.1</td> <td>1,167.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>(10) 燃焼継続時間の算出</p> <p>燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。</p> $t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$ <p>v: 燃焼速度[m/s], M: 質量低下速度[kg/(m²・s)], ρ: 燃料密度[kg/m³], t: 燃焼継続時間[s], V: 燃料量[m³], R: 燃焼半径[m]</p>	落下事故のカテゴリ		対象航空機	輻射発散度 R f (kW/m ²)	形態係数 Φ (-)	輻射強度 E (W/m ²)	計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	50	1.1319×10 ⁻³	56.60	有視界飛行方式民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	50	8.3278×10 ⁻³	416.40	自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	58	5.3634×10 ⁻³	311.08	基地-訓練空域間往復時	F-15	58	5.3368×10 ⁻²	3,095.33	落下事故のカテゴリ		対象航空機	輻射発散度 R f (kW/m ²)	形態係数 Φ (-)	輻射強度 E (W/m ²)	計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	50	4.3767×10 ⁻⁴	21.89	有視界飛行方式民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	50	3.1444×10 ⁻³	157.23	自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	58	1.9926×10 ⁻³	115.58	基地-訓練空域間往復時	F-15	58	4.5663×10 ⁻³	264.85	項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他機種	輻射発散度[W/m ²]	5.0×10 ⁴	5.8×10 ⁴	5.8×10 ⁴	形態係数	3.67×10 ⁻²	3.12×10 ⁻³	2.01×10 ⁻²	輻射強度[W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4	
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																																																																																																																							
輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	58×10 ³	58×10 ³																																																																																																																							
6号炉外壁面																																																																																																																										
形態係数	0.0070295	0.0086371	0.0005997																																																																																																																							
輻射強度[W/m ²]	351.4	500.9	34.7																																																																																																																							
6号炉燃料移送ポンプ(防護板(鋼板))																																																																																																																										
形態係数	0.0127068	0.0249018	0.0027727																																																																																																																							
輻射強度[W/m ²]	635.3	1444.3	160.8																																																																																																																							
7号炉主排気筒																																																																																																																										
形態係数	0.0065677	0.0077434	0.0005214																																																																																																																							
輻射強度[W/m ²]	328.3	449.1	30.2																																																																																																																							
落下事故のカテゴリ		対象航空機	輻射発散度 R f (kW/m ²)	形態係数 Φ (-)	輻射強度 E (W/m ²)																																																																																																																					
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	50	1.1319×10 ⁻³	56.60																																																																																																																					
有視界飛行方式民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	50	8.3278×10 ⁻³	416.40																																																																																																																					
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	58	5.3634×10 ⁻³	311.08																																																																																																																					
	基地-訓練空域間往復時	F-15	58	5.3368×10 ⁻²	3,095.33																																																																																																																					
落下事故のカテゴリ		対象航空機	輻射発散度 R f (kW/m ²)	形態係数 Φ (-)	輻射強度 E (W/m ²)																																																																																																																					
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	50	4.3767×10 ⁻⁴	21.89																																																																																																																					
有視界飛行方式民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	50	3.1444×10 ⁻³	157.23																																																																																																																					
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	58	1.9926×10 ⁻³	115.58																																																																																																																					
	基地-訓練空域間往復時	F-15	58	4.5663×10 ⁻³	264.85																																																																																																																					
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																																																																																																								
		空中給油機等	その他機種																																																																																																																							
輻射発散度[W/m ²]	5.0×10 ⁴	5.8×10 ⁴	5.8×10 ⁴																																																																																																																							
形態係数	3.67×10 ⁻²	3.12×10 ⁻³	2.01×10 ⁻²																																																																																																																							
輻射強度[W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4																																																																																																																							

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																										
<p align="center"><u>第 2-12 表 燃焼継続時間の算出結果</u></p> <table border="1" data-bbox="160 302 914 520"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料量[m³]</td> <td>216.84</td> <td>145.03</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>燃料面積[m²]</td> <td>605</td> <td>280</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>質量低下速度[kg/m²・s]</td> <td>0.054</td> <td>0.051</td> <td>0.051</td> </tr> <tr> <td>燃料密度[kg/m³]</td> <td>810</td> <td>760</td> <td>760</td> </tr> <tr> <td>燃焼速度[m/s]</td> <td>6.66×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[hour]</td> <td>1.49</td> <td>2.14</td> <td>0.34</td> </tr> </tbody> </table> <p>※出典については、参考資料 7-1 参照</p> <p>(11) 評価結果</p> <p>a. <u>建屋外壁の耐火性能評価</u></p> <p>(a) 許容限界値（許容限界温度）</p> <p>本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる200℃※とする。</p> <p>※原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人 日本建築 センター</p> <p>(b) <u>耐火性能の評価結果</u></p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。</p>	項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	燃料量[m ³]	216.84	145.03	0.98	燃料面積[m ²]	605	280	12	質量低下速度[kg/m ² ・s]	0.054	0.051	0.051	燃料密度[kg/m ³]	810	760	760	燃焼速度[m/s]	6.66×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	燃焼継続時間[hour]	1.49	2.14	0.34	<p align="center"><u>5.3 建屋外壁に対する熱影響評価</u></p> <p>(1) <u>評価対象範囲</u></p> <p>評価対象の建屋外壁について、前項で分類したカテゴリごとにおける航空機墜落によって発生する火災を想定して評価を実施した。</p> <p>(2) <u>判断の考え方</u></p> <p>a. <u>許容温度</u></p> <p>火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度 200℃以下とする。</p> <p>b. <u>評価結果</u></p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度による入熱と対流による放熱を考慮した。下記の一次元非定常熱伝導方程式の一般解の式よりコンクリート表面の温度上昇を求め、コンクリート表面の温度が許容温度以下であるか評価した。</p>	<p align="center"><u>第 2-15 表 燃焼継続時間の算出結果</u></p> <table border="1" data-bbox="1774 310 2463 609"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他の機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料量[m³]</td> <td>216.84</td> <td>145.04</td> <td>14.87</td> </tr> <tr> <td>燃焼面積[m²]</td> <td>700</td> <td>405.2</td> <td>44.6</td> </tr> <tr> <td>燃焼速度[m/s]</td> <td>4.64×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> </tr> <tr> <td>質量低下速度[kg/(m²・s)]</td> <td>0.039</td> <td>0.051</td> <td>0.051</td> </tr> <tr> <td>燃料密度[kg/m³]</td> <td>840</td> <td>760</td> <td>760</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[h]</td> <td>1.86</td> <td>1.49</td> <td>1.39</td> </tr> </tbody> </table> <p>※出典については、参考資料 7-1 参照</p> <p>(11) <u>評価結果</u></p> <p>a. <u>建物外壁の耐火性能評価</u></p> <p>(a) 許容限界値（許容限界温度）</p> <p>本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる200℃※とする。</p> <p>※：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人 日本建築センター</p> <p>(b) <u>耐火性能の評価結果</u></p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。</p>	項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他の機種	燃料量[m ³]	216.84	145.04	14.87	燃焼面積[m ²]	700	405.2	44.6	燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	質量低下速度[kg/(m ² ・s)]	0.039	0.051	0.051	燃料密度[kg/m ³]	840	760	760	燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39	
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																																																										
燃料量[m ³]	216.84	145.03	0.98																																																										
燃料面積[m ²]	605	280	12																																																										
質量低下速度[kg/m ² ・s]	0.054	0.051	0.051																																																										
燃料密度[kg/m ³]	810	760	760																																																										
燃焼速度[m/s]	6.66×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵																																																										
燃焼継続時間[hour]	1.49	2.14	0.34																																																										
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																																											
		空中給油機等	その他の機種																																																										
燃料量[m ³]	216.84	145.04	14.87																																																										
燃焼面積[m ²]	700	405.2	44.6																																																										
燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵																																																										
質量低下速度[kg/(m ² ・s)]	0.039	0.051	0.051																																																										
燃料密度[kg/m ³]	840	760	760																																																										
燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39																																																										

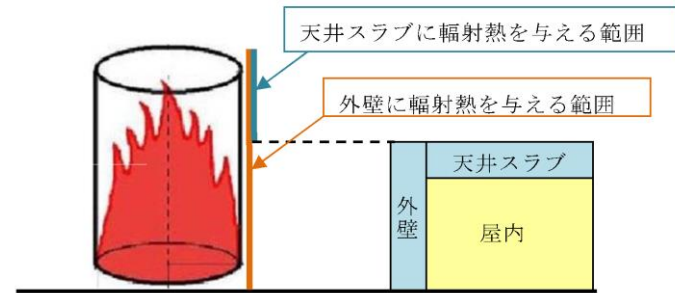
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
$T_s = T_0 + \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1\right) \frac{h}{\varepsilon E}}$ <p>出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター</p> <p>T₀：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m²]， ε：コンクリート表面の放射率(0.95)[※]， h：コンクリート表面熱伝達率[34.9W/m²K][※]， k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK][※]， ρ：コンクリート密度[2200kg/m³][※]， c：コンクリート比熱[879J/kgK][※]， t：燃焼継続時間[s]</p> <p>※建築設計竣工図書 原子炉建屋構造計算書</p>	$T = T_0 + \frac{2E\sqrt{\alpha t}}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) \right]$ <p>T：表面からx(m)の位置の温度(℃)，T₀：初期温度(50℃)[※] κ：コンクリート温度伝導率(=λ/ρC_p) (7.7×10⁻⁷m²/s) ρ：コンクリート密度(2,400kg/m³) C_p：コンクリート比熱(880J/kg/K) λ：コンクリート熱伝導率(1.63W/m/K)，E：輻射強度(W/m²) t：燃焼継続時間(s)，x：コンクリート壁表面深さ(0m) ※ 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値</p> <p>なお、天井スラブの評価は以下の理由により、外壁の評価に包絡されるため実施しない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火炎長が天井スラブより短い場合、天井スラブに輻射熱を与えないことから熱影響はない。 ・火炎長が天井スラブより長い場合、天井スラブに輻射熱を与えるが、その輻射熱は外壁に与える輻射熱より小さい。 ・火炎からの離隔距離が等しい場合、垂直面(外壁)と水平面(天井スラブ)の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、天井スラブの熱影響は外壁に比べて小さい。 <p>建屋外壁の評価概念図を第5.3-1図に、天井スラブの評価概念図を第5.3-2図に示す。</p> <div data-bbox="1032 1480 1617 1795" data-label="Diagram"> <p>対流による放熱</p> <p>輻射強度：E</p> <p>初期温度：50℃</p> <p>天井スラブ</p> <p>外壁</p> <p>屋内</p> </div> <p>第5.3-1図 建屋外壁の評価概念図</p>	$T = T_0 + \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1\right) \frac{h}{\varepsilon E}}$ <p>出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人 日本建築センター</p> <p>T₀：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m²]， ε：コンクリートの表面の放射率[0.94]^{※1}， h：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}， k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}， ρ：コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}， c：コンクリート比熱[879J/kgK]^{※2}， t：燃焼継続時間[s]</p> <p>※1：伝熱工学資料， ※2：原子炉建物構造計算書</p>	

第 2-13 表 外壁面の温度評価結果

6号炉外壁面			
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機
輻射強度[W/m ²]	351.4	500.9	34.7
燃焼継続時間[hour]	1.49	2.14	0.34
表面温度[°C]	56	60	51



第 2-4 図 外壁面温度推移 (大型民間航空機)



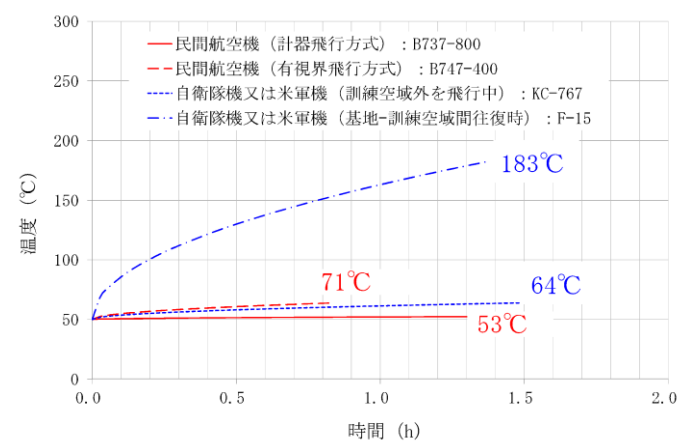
第 5.3-2 図 天井スラブへの輻射熱の影響

コンクリート表面の温度上昇を評価した結果、許容温度 200°C以下となることを確認した。評価結果を第 5.3-1 表、第 5.3-2 表に、温度変化を第 5.3-3 図、第 5.3-4 図に示す。

第 5.3-1 表 建屋表面の到達温度
(発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。))

落下事故のカテゴリ	対象航空機	燃焼面積 S [m ²]	輻射強度 E [W/m ²]	燃焼継続時間 t (s)	評価温度* (°C)	許容温度 (°C)		
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	56.60	5,097 (約 1.4h)	53	< 200	
	有視界飛行方式民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	700.0	416.40	6,675 (約 1.9h)		71
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767	405.2	311.08	5,334 (約 1.5h)		64
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	4,968 (約 1.4h)	183		

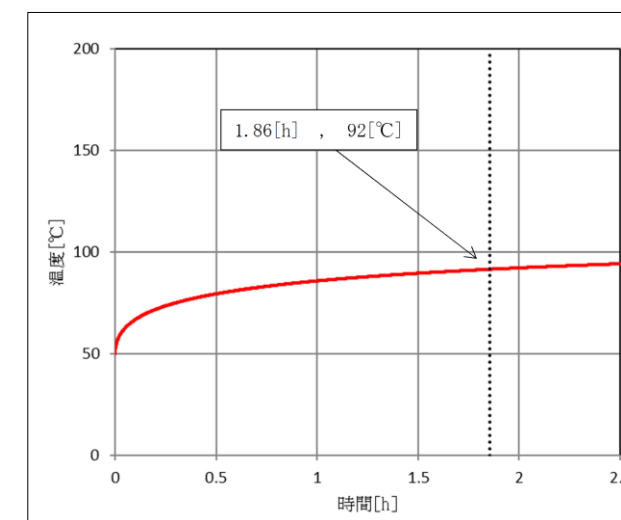
※ 半無限固体を想定した評価をしているため、離隔距離が同じとなる本評価では、原子炉建屋、タービン建屋及び海水ポンプ室は全て同じ評価結果となる。



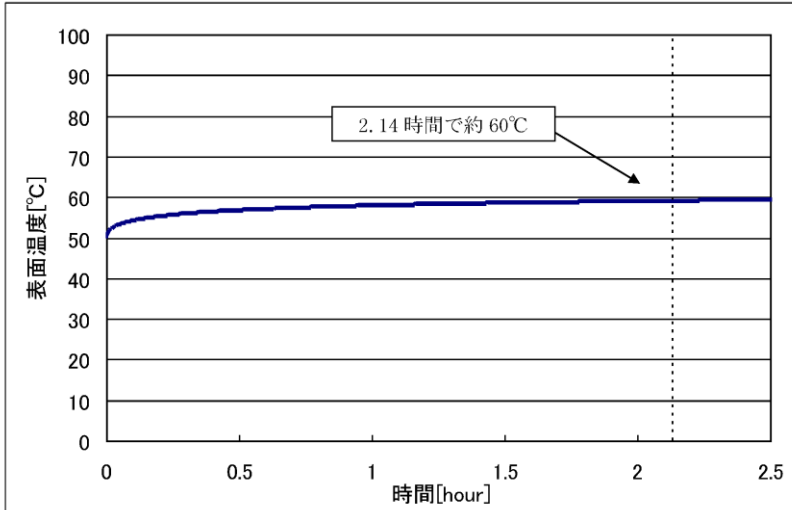
第 5.3-3 図 原子炉建屋外壁の温度変化

第2-16表 外壁面の温度評価結果

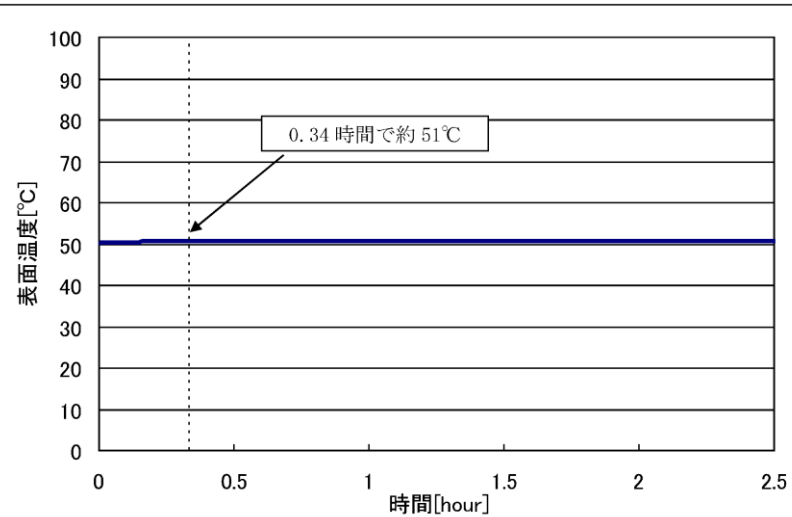
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度[W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4
燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39
表面温度[°C]	92	54	75



第2-3図 外壁面温度推移 (大型民間航空機)



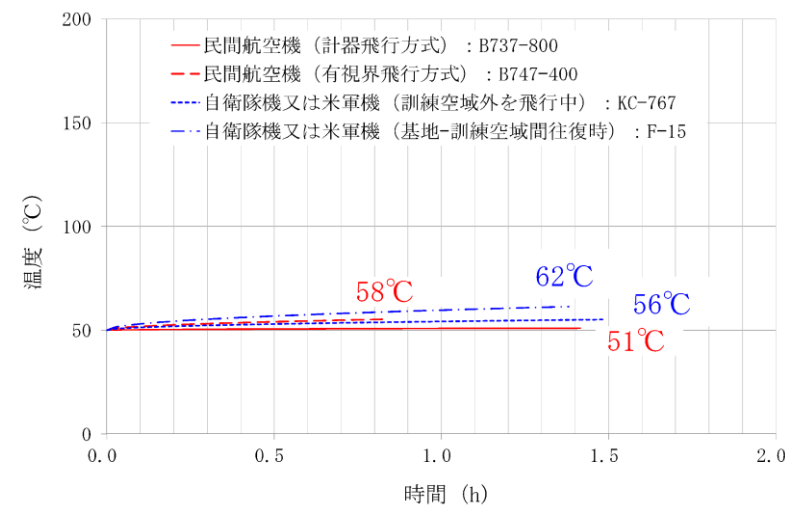
第 2-5 図 外壁面温度推移 (大型軍用航空機)



第 2-6 図 外壁面温度推移 (小型軍用航空機)

第 5.3-2 表 建屋表面の到達温度 (使用済燃料乾式貯蔵建屋)

落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃焼面積 S [m ²]	輻射強度 E [W/m ²]	燃焼継続時間 t (s)	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	21.89	5,097 (約 1.4h)	51	< 200
	有視界飛行方式民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	157.23	6,675 (約 1.9h)	58	
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767	115.58	5,334 (約 1.5h)	56	
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	264.85	4,968 (約 1.4h)	62	

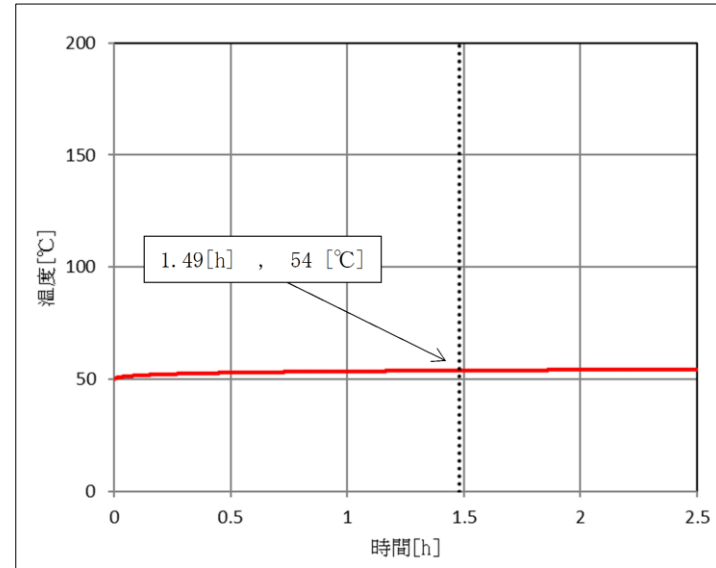


第 5.3-4 図 使用済燃料乾式貯蔵建屋外壁の温度変化

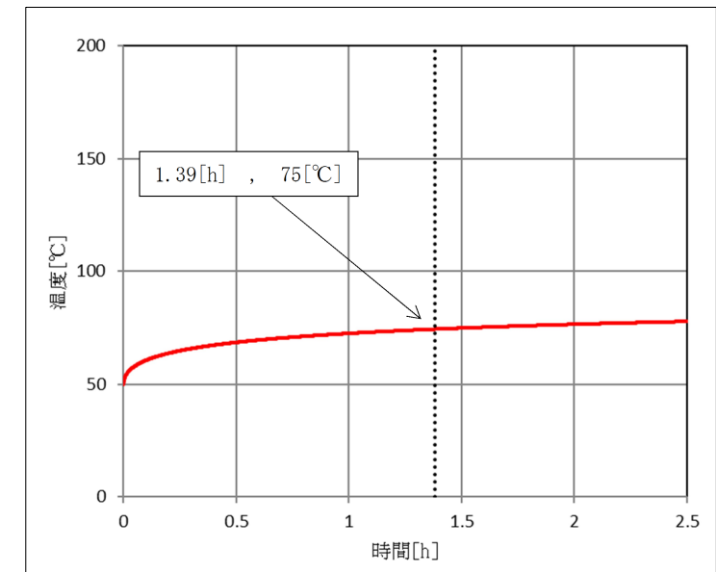
なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋の外壁表面温度が上昇し、建屋表面からの熱伝達による建屋内の温度上昇を考える。

貯蔵建屋外壁は大きな熱容量を持っているため、建屋外壁表面での温度上昇が内表面の温度に変化をもたらすまでには大きな時間遅れが伴う。

建屋外壁表面温度評価で最も厳しい結果となった F-15 の評価においても、内表面の温度上昇はほとんど生じておらず、建屋外壁表面からの熱伝達による貯蔵建屋内の温



第2-4図 外壁面温度推移 (空中給油機等)



第2-5図 外壁面温度推移 (その他の機種)

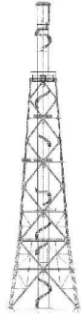
・設備の相違

【東海第二】

島根 2 号炉は、危険物タンクと航空機との重畳において建物内の温度評価を実施

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. <u>燃料移送ポンプの温度評価</u></p> <p>(a) 許容限界値 (許容限界温度)</p> <p><u>燃料移送ポンプの許容限界値 (許容限界温度) が端子ボックスパッキンの耐熱温度100℃であることを踏まえ、燃料移送ポンプの周囲に設置されている防護板 (鋼板) の許容温度を当該ポンプの許容限界温度と同様の100℃とする。</u></p> <p>(b) 耐火性能の評価結果</p> <p><u>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で燃料移送ポンプの防護板 (鋼板) が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より防護板 (鋼板) の最大温度を求め、防護板 (鋼板) の温度が許容温度以下であるか評価を実施する。</u></p> $T = \frac{\epsilon ES_1 + hS_2 T_{air}}{hS_2} - \left(\frac{\epsilon ES_1 + hS_2 T_{air}}{hS_2} - T_0 \right) e^{\left(-\frac{hS_2}{c} \right) t}$ <p>T₀: 初期温度[55℃], E: 輻射強度[W/m²], ε: <u>防護板 (鋼板) 外面の放射率 (0.9) ※1</u>,</p> <p>h: <u>防護板 (鋼板) 表面熱伝達率[17W/m²K]※2</u>, S: <u>防護板 (鋼板) 放熱面積[32.4m²]</u></p> <p>(S/2: <u>受熱面積は外面のみ</u>), C:防護板 (鋼板) の 熱容量 [2.41×10⁶J/K],</p> <p>t: 燃焼継続時間[s], T_{air}: <u>外気温度[55℃]</u></p> <p>※1:伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧</p> <p><u>防護板 (鋼板) の温度は最高でも87℃ (燃料移送ポンプの許容限界温度以下) であることから、防護板 (鋼板) の内側に設置されている燃料移送ポンプに対して熱影響はない。</u></p>	<p><u>度上昇は無視できると考えられる。</u></p> <p><u>このため、建屋外で発生する火災が使用済燃料の除熱、閉じ込め機能の監視に影響を与えることはない。</u></p>		<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>島根 2 号炉では、軽油タンク、燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電機は、地下構造等の屋内設備のため影響評価対象外</p> <p>島根 2 号炉では、海水ポンプは、屋外設置のため影響評価を実施</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																		
<p>第 2-14 表 燃料移送ポンプ (防護板 (鋼板)) の温度評価結果</p> <table border="1" data-bbox="157 346 917 501"> <thead> <tr> <th colspan="4">6号炉燃料移送ポンプ</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度 [W/m²]</td> <td>635.3</td> <td>1444.3</td> <td>160.8</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間 [hour]</td> <td>1.49</td> <td>2.14</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>防護板 (鋼板) 温度 [°C]</td> <td>67</td> <td>87</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table>	6号炉燃料移送ポンプ				項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	輻射強度 [W/m ²]	635.3	1444.3	160.8	燃焼継続時間 [hour]	1.49	2.14	0.34	防護板 (鋼板) 温度 [°C]	67	87	56		<p>b. 海水ポンプの温度評価</p> <p>(a) <u>許容限界値 (許容限界温度)</u> 本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) は、<u>海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55°Cとする。</u></p> <p>(b) <u>耐火性能の評価結果</u> <u>一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であることを確認する。</u></p> $T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_p}$ <p>T₀: 通常運転時の上昇温度 [22°C], E: 輻射強度 [W/m²], A_T: 受熱面積 [10.93m²], G: 重量流量 [1.96kg/s], C_p: 空気比熱 [1007J/(kg・K)]^{※1}</p> <p>※1: 伝熱工学資料</p> <p>第 2-17 表 海水ポンプの温度評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1742 1383 2493 1528"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度 [W/m²]</td> <td>1,836.3</td> <td>181.1</td> <td>1,167.4</td> </tr> <tr> <td>評価温度 [°C]</td> <td>33</td> <td>24</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table>	項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他機種	輻射強度 [W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4	評価温度 [°C]	33	24	29	
6号炉燃料移送ポンプ																																					
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																																		
輻射強度 [W/m ²]	635.3	1444.3	160.8																																		
燃焼継続時間 [hour]	1.49	2.14	0.34																																		
防護板 (鋼板) 温度 [°C]	67	87	56																																		
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																			
		空中給油機等	その他機種																																		
輻射強度 [W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4																																		
評価温度 [°C]	33	24	29																																		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																										
<p>c. <u>主排気筒の温度評価</u></p> <p>(a) 許容限界値 (許容限界温度)</p> <p>本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) は、鋼材の許容限界温度325℃とする。</p> <p>(b) 耐火性能の評価結果</p> <p>一定の輻射強度で主排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、<u>主排気筒の最大温度</u>を求め、<u>主排気筒の温度</u>が許容温度以下であることを確認する。</p> $T = T_0 + \frac{\epsilon E}{2h}$ <p>T_0 : 初期温度[50℃], E : 輻射強度[W/m²], ϵ : <u>主排気筒表面の放射率</u> (0.9) ※¹, h : <u>主排気筒表面熱伝達率</u>[17W/m²K] ※² ※¹ : 伝熱工学資料, ※² : 空気調和・衛生工学便覧</p> <p style="text-align: center;"><u>第 2-15 表 主排気筒の温度評価結果</u></p> <table border="1" data-bbox="160 1033 914 1159"> <thead> <tr> <th colspan="4">7号炉主排気筒</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>328.3</td> <td>449.1</td> <td>30.2</td> </tr> <tr> <td>表面温度[℃]</td> <td>59</td> <td>62</td> <td>51</td> </tr> </tbody> </table>	7号炉主排気筒				項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	輻射強度[W/m ²]	328.3	449.1	30.2	表面温度[℃]	59	62	51	<p>5.4 <u>主排気筒に対する熱影響評価</u></p> <p>(1) <u>評価対象範囲</u></p> <p><u>主排気筒について、カテゴリごとにおける航空機墜落によって発生する火災を想定して評価を実施した。</u></p> <p><u>なお、主排気筒の評価に当たっては、保守性を考慮して、筒身よりも離隔距離の短くなる鉄塔について評価した。</u></p> <p>(2) <u>評価対象施設の仕様</u></p> <p><u>主排気筒仕様を第 5.4-1 表に、主排気筒外形図を第 5.4-1 図に示す。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>第 5.4-1 表 評価対象施設の仕様</u></p> <table border="1" data-bbox="964 1033 1347 1310"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>主排気筒</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>種類</td> <td>鉄塔支持型</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">主要寸法</td> <td>内径 4.5m</td> </tr> <tr> <td>地表高さ 140m</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">材料</td> <td>筒身 SS400</td> </tr> <tr> <td>鉄塔 SS400, STK400</td> </tr> <tr> <td>個数</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;"><u>第 5.4-1 図 評価対象施設の外形図</u></p> <p>(3) <u>判断の考え方</u></p> <p>a. <u>許容温度</u></p> <p><u>主排気筒鉄塔 (SS400, STK400) の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。</u></p> <p>b. <u>評価結果</u></p> <p><u>一定の輻射強度で主排気筒鉄塔が昇温されるものとして、輻射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式により主排気筒鉄塔表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。</u></p>	名称	主排気筒	種類	鉄塔支持型	主要寸法	内径 4.5m	地表高さ 140m	材料	筒身 SS400	鉄塔 SS400, STK400	個数	1	<p><u>c. 排気筒の温度評価</u></p> <p>(a) 許容限界値 (許容限界温度)</p> <p>本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) は、鋼材の許容限界温度 325℃とする。</p> <p>(b) 耐火性能の評価結果</p> <p>一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、<u>排気筒の最大温度</u>を求め、<u>排気筒の温度</u>が許容温度以下であることを確認する。</p> $T = T_0 + \frac{\epsilon E}{2h}$ <p>T_0 : 初期温度[50℃], E : 輻射強度[W/m²], ϵ : <u>排気筒表面の放射率</u>[0.9] ※¹, h : <u>排気筒表面熱伝達率</u>[17W/m²K] ※² ※¹ : 伝熱工学資料, ※² : 空気調和・衛生工学便覧</p> <p style="text-align: center;"><u>第2-18表 排気筒の温度評価結果</u></p> <table border="1" data-bbox="1745 1024 2496 1171"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>1,836.3</td> <td>181.1</td> <td>1,167.4</td> </tr> <tr> <td>表面温度[℃]</td> <td>99</td> <td>55</td> <td>81</td> </tr> </tbody> </table>	項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他機種	輻射強度[W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4	表面温度[℃]	99	55	81	
7号炉主排気筒																																													
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																																										
輻射強度[W/m ²]	328.3	449.1	30.2																																										
表面温度[℃]	59	62	51																																										
名称	主排気筒																																												
種類	鉄塔支持型																																												
主要寸法	内径 4.5m																																												
	地表高さ 140m																																												
材料	筒身 SS400																																												
	鉄塔 SS400, STK400																																												
個数	1																																												
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																											
		空中給油機等	その他機種																																										
輻射強度[W/m ²]	1,836.3	181.1	1,167.4																																										
表面温度[℃]	99	55	81																																										

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p> $T = T_0 + \frac{E}{2h}$ </p> <p> T : 許容温度(325℃), T_0 : 初期温度(50℃)^{※1} E : 輻射強度(W/m²), h : 熱伝達率(17W/m²/K)^{※2} </p> <p> ^{※1} 水戸地方気象台で観測された過去最高気温38.4℃に保守性を持たせた値 ^{※2} 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である17W/m²/Kを用いる。) </p> <p> なお、評価に当たって主排気筒は鉄塔と筒身で構成されているが、筒身よりも鉄塔が火災源との距離が近いこと、材質も鉄塔はSS400、STK400、筒身ではSS400であり、物性値が鉄塔、筒身ともに軟鋼で同一であることから、鉄塔の評価を実施することで筒身の評価は包絡される。主排気筒の評価概念図を第5.4-2図に示す。 </p> <div data-bbox="1003 1123 1676 1554" data-label="Diagram"> </div> <p> 第5.4-2図 主排気筒の評価概念図 </p> <p> 主排気筒鉄塔表面の温度上昇を評価した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第5.4-2表に示す。 </p>		

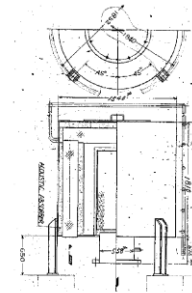
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																															
<p>d. 軽油タンクの温度評価</p> <p>航空機落下位置より原子炉建屋側にある軽油タンクが航空機墜落による火災によって、発火するかどうか評価する。航空機墜落による火災時に軽油タンク内の軽油が発火点となる輻射強度[W/m²]を算出し、その輻射強度が航空機燃料の輻射発散度(最大58×103W/m²)より大きいことから、輻射熱により軽油が発火しないことを確認する。</p> <p>(a) 軽油タンクの危険輻射強度の算出</p> <p>一定の輻射強度で軽油及び軽油タンクが昇温されるものとして、下記の式より、許容限界温度となる輻射強度を危険輻射強度とする。</p> $E_{max} = \frac{ThS_2 - hS_2T_{air}(1 - e^{(-\frac{hS_2}{c})t}) - hS_2T_0e^{(-\frac{hS_2}{c})t}}{\varepsilon S_1(1 - e^{(-\frac{hS_2}{c})t})}$ <p>T₀: 初期温度[38℃], T: 許容限界温度[225℃]^{※1}, ε: 軽油タンク表面の放射率(0.9)^{※2},</p> <p>h: 軽油タンク表面熱伝達率[17W/m²K]^{※3}, S₁=S₂: 軽油タンク受熱・放熱面積[m²],</p> <p>C: 軽油タンク及び軽油の熱容量[8.72×10⁸J/K]^{※4}, t: 燃焼継続時間[s]^{※5},</p> <p>T_{air}: 外気温度[℃]</p> <p>※1: 軽油の発火点, ※2: 伝熱工学資料, ※3: 空気調和・衛生工学便覧</p> <p>※4: 軽油保有量を保安規定で定められる最低量として算出</p> <p>※5: 評価対象航空機の中で最も燃焼継続時間の長い大型軍用航空機の2.14時間</p>	<p>第5.4-2表 主排気筒鉄塔表面の到達温度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> <th>燃焼面積 S [m²]</th> <th>輻射強度 E [W/m²]</th> <th>評価温度 (℃)</th> <th>許容温度 (℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計器飛行方式民間航空機</td> <td>飛行場での離着陸時</td> <td>B737-800</td> <td>110.0</td> <td>56.60</td> <td>52</td> <td rowspan="4"><325</td> </tr> <tr> <td>有視界飛行方式民間航空機</td> <td>大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)</td> <td>B747-400</td> <td>700.0</td> <td>416.40</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">自衛隊機又は米軍機</td> <td>訓練空域外を飛行中</td> <td>KC-767</td> <td>405.2</td> <td>311.08</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>基地-訓練空域間往復時</td> <td>F-15</td> <td>44.6</td> <td>3,095.33</td> <td>142</td> </tr> </tbody> </table>	落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃焼面積 S [m ²]	輻射強度 E [W/m ²]	評価温度 (℃)	許容温度 (℃)	計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	56.60	52	<325	有視界飛行方式民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	700.0	416.40	63	自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	405.2	311.08	60	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	142		<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉では、航空機落下位置より建物側に危険物タンクが存在しない</p>
落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃焼面積 S [m ²]	輻射強度 E [W/m ²]	評価温度 (℃)	許容温度 (℃)																												
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	56.60	52	<325																												
有視界飛行方式民間航空機	大型機(大型固定翼機及び大型回転翼機)	B747-400	700.0	416.40	63																													
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	405.2	311.08	60																													
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	142																													

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																				
<p>(b) 評価結果</p> <p>以上より、<u>燃焼継続時間2.14時間で軽油の発火点225℃となる輻射強度は、107kW/m²となる。ここで、航空機燃料の輻射発散度が58kW/m²であり、軽油タンク受熱面での輻射強度は輻射発散度(58kW/m²)に形態係数(0~1の間の値)をかけた値であることから、軽油タンク受熱面の輻射強度は58kW/m²以下である。よって、軽油タンク受熱面での輻射強度が軽油の発火点以上となる危険輻射強度より小さいことから、輻射熱により軽油が発火することはない。</u></p> <p>e. <u>タービン建屋非常用電気品室の温度評価</u></p> <p>航空機墜落による火災では、<u>タービン建屋周辺においても発生する可能性があることから、航空機墜落による火災の熱影響を検討する。タービン建屋非常用電気品室への熱影響は、航空機墜落による単独火災よりも危険物タンク火災との重畳を考慮する場合が厳しくなるため、航空機墜落による火災単独での評価は(12)で示す航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳に包絡されるため熱影響はない。</u></p> <p>f. <u>廃棄物処理建屋の温度評価</u></p> <p>航空機墜落による火災では、<u>廃棄物処理建屋周辺においても発生する可能性があることから、航空機墜落による火災の熱影響を検討する。廃棄物処理建屋には復水貯蔵槽があるが、建屋外壁から2枚以上隔てたエリアにあるため直接熱影響はないと考えられるが、廃棄物処理建屋外壁の温度評価を実施することで廃棄物処理建屋の耐性を評価する。</u></p> <p><u>評価に使用する条件は以下のとおり。</u></p> <p>第 2-16 表 <u>廃棄物処理建屋火災影響評価に必要なデータ</u></p> <table border="1" data-bbox="160 1558 917 1713"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>50×10³</td> <td>58×10³</td> <td>58×10³</td> </tr> <tr> <td>燃焼半径[m]</td> <td>13.8</td> <td>9.45</td> <td>1.95</td> </tr> <tr> <td>離隔距離[m]</td> <td>143</td> <td>58</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[hour]</td> <td>1.49</td> <td>2.14</td> <td>0.34</td> </tr> </tbody> </table> <p>以上より形態係数及び輻射強度を求め、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、<u>コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であ</u></p>	項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	58×10 ³	58×10 ³	燃焼半径[m]	13.8	9.45	1.95	離隔距離[m]	143	58	34	燃焼継続時間[hour]	1.49	2.14	0.34			
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																				
輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	58×10 ³	58×10 ³																				
燃焼半径[m]	13.8	9.45	1.95																				
離隔距離[m]	143	58	34																				
燃焼継続時間[hour]	1.49	2.14	0.34																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
<p>ることを確認する。</p> $T_s = T_0 + \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1 \right) \varepsilon E} h$ <p>出典：原田和典，<u>建築火災のメカニズムと火災安全設計</u>，日本建築センター</p> <p>T_0：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m²]，ε：コンクリート表面の放射率(0.95)※，</p> <p>h：コンクリート表面熱伝達率[34.9W/m²K]※，k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]※，</p> <p>ρ：コンクリート密度[2200kg/m³]※，c：コンクリート比熱[879J/kgK]※，</p> <p>t：燃焼継続時間[s]</p> <p>※：建築設計竣工図書 原子炉建屋構造計算書</p> <p>第 2-17 表 廃棄物処理建屋外壁の温度評価結果</p> <table border="1" data-bbox="160 1012 917 1136"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>大型民間航空機</th> <th>大型軍用航空機</th> <th>小型軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>形態係数</td> <td>0.0152953</td> <td>0.0370673</td> <td>0.0057874</td> </tr> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>764.7</td> <td>2149.9</td> <td>335.6</td> </tr> <tr> <td>表面温度[℃]</td> <td>64</td> <td>90</td> <td>54</td> </tr> </tbody> </table>	項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機	形態係数	0.0152953	0.0370673	0.0057874	輻射強度[W/m ²]	764.7	2149.9	335.6	表面温度[℃]	64	90	54	<p>5.5 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に対する熱影響評価</p> <p>(1) 評価対象範囲</p> <p>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入空気温度について、カテゴリごとにおける航空機墜落によって発生する火災を想定して評価を実施した。</p> <p>(2) 評価対象施設の仕様</p> <p>空気の流入口となり熱影響を受ける非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気口の仕様を第 5.5-1 表に、外形図を第 5.5-1 図に示す。</p>		<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】</p> <p>島根 2 号炉では、軽油タンク、燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電機は、地下構造等の屋内設備のため影響評価対象外</p> <p>島根 2 号炉では、海水ポンプは、屋外設置のため影響評価を実施</p>
項目	大型民間航空機	大型軍用航空機	小型軍用航空機																
形態係数	0.0152953	0.0370673	0.0057874																
輻射強度[W/m ²]	764.7	2149.9	335.6																
表面温度[℃]	64	90	54																

第 5.5-1 表 評価対象施設の仕様

名称	非常用ディーゼル発電機(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)吸気口
種類	円筒縦形
主要寸法	外径 : 1.54m 円筒高さ : 2.46m
材料	SS400
個数	6



第 5.5-1 図 評価対象施設の外形図

(3) 判断の考え方

a. 許容温度

非常用ディーゼル発電機(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)の流入空気の許容温度は、火災時における温度上昇を考慮した場合において、非常用ディーゼル発電機(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)の性能維持に必要な温度 53℃以下*とする。

※ 非常用ディーゼル発電機(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)の流入空気温度が上昇すると、空気冷却出口温度が上昇し、シリンダへの必要空気量が確保できなくなる。

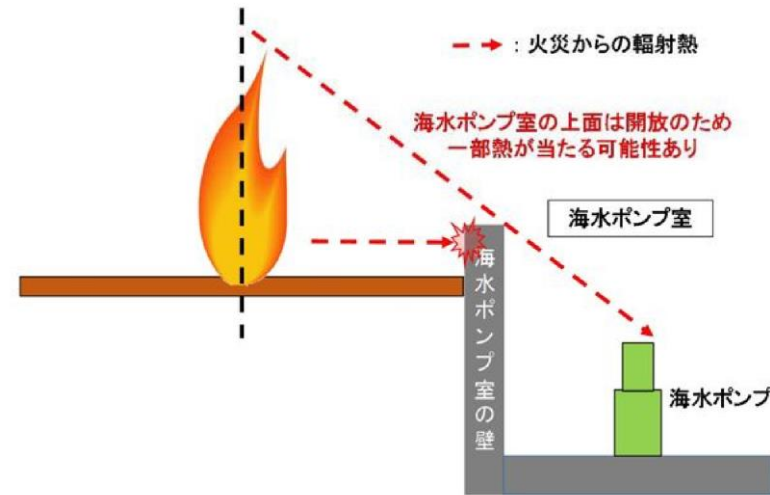
b. 評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度による入熱が非常用ディーゼル発電機(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)に流入する空気の温度上昇に寄与することを表した下記の温度評価式により、流入する空気の温度が 53℃となる輻射強度(=危険輻射強度)を求め、当該火災源からの熱影響がこの危険輻射強度となる離隔距離(=危険距離)を算出し、当該火災源から評価対象施設までの離隔距離を下回るか評価を実施した。空気の流入口となり熱影響を受ける非常用ディーゼル発電機(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)吸気口の評価概念図を第 5.5-2 図に示す。

$$T = T_0 + \frac{E \cdot A}{G \cdot C_p} + \Delta T$$

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p> T : 許容温度(53℃), T_0 : 初期温度(39℃)^{※1}, E : 輻射強度(W/m²), G : 重量流量(kg/s)^{※2}, A : 輻射を受ける面積(7.8m²) C_p : 空気比熱(1,007J/kg/K)^{※3}, ΔT : 構造物を介した温度上昇 (5℃)^{※4} </p> <p> ^{※1} 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値 ^{※2} ディーゼル発電機機関の内, 給気流量が少ない高圧炉心スプレイ系を評価対象とする。 ディーゼル発電機機関吸気流量 (228m³/min) × 空気密度 (1.17kg/m³) ÷ 60 ^{※3} 日本機械学会 伝熱工学資料 ^{※4} 最高到達温度を想定した場合の温度上昇 </p> <div data-bbox="1068 840 1587 1134" data-label="Diagram"> <p style="text-align: center;">非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機を含む。) 吸気口</p> <p style="text-align: center;">輻射強度: E</p> <p style="text-align: center;">■ : 受熱面</p> </div> <p> 第 5.5-2 図 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口の評価概念図 </p> <p> 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) に流入する空気の温度が 53℃となる危険距離を算出した結果, 危険距離が離隔距離以下であることを確認した。評価結果を第 5.5-2 表に示す。 </p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																															
	<p data-bbox="973 254 1679 331">第5.5-2表 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）への火災影響評価結果</p> <table border="1" data-bbox="952 352 1700 667"> <thead> <tr> <th colspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th>対象航空機</th> <th>燃焼面積 [m²]</th> <th>輻射強度 [W/m²]</th> <th>評価温度 (°C)</th> <th>許容温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計器飛行方式民間航空機</td> <td>飛行場での離着陸時</td> <td>B737-800</td> <td>110.0</td> <td>56.60</td> <td>45</td> <td rowspan="3">< 53</td> </tr> <tr> <td>有視界飛行方式民間航空機</td> <td>大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）</td> <td>B747-400</td> <td>700.0</td> <td>416.40</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">自衛隊機又は米軍機</td> <td>訓練空域外を飛行中</td> <td>KC-767</td> <td>405.2</td> <td>311.08</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>基地-訓練空域間往復時</td> <td>F-15</td> <td>44.6</td> <td>3,095.33</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="952 745 1709 867">5.6 残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプに対する熱影響評価</p> <p data-bbox="952 884 1181 913">(1) 評価対象範囲</p> <p data-bbox="997 930 1709 1541">残留熱除去系海水系ポンプ電動機及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ電動機は、海水ポンプ電動機高さより高い海水ポンプ室の壁で囲まれており、側面から直接火災の影響を受けることはないが、上面は熱影響を受ける可能性がある。評価においては、海水ポンプ室の壁による遮熱効果を考慮せず、側面から直接火災の影響を受けることを想定する。また、残留熱除去系海水系ポンプ電動機及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ電動機は、電動機本体を全閉構造とした全閉外扇形の冷却方式であり、外部火災の影響を受けた場合には、周囲空気の温度上昇により、冷却機能への影響が懸念されることから、冷却空気の温度を評価対象とする。火災発生位置と海水ポンプの位置関係を第5.6-1図に示す。</p> <p data-bbox="997 1558 1709 1677">電動機内部の空気冷却対象は固定子巻線及び軸受であり、そのうち許容温度が低い軸受温度の機能維持に必要な冷却空気の温度が、許容温度以下となることを確認する。</p>	落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃焼面積 [m ²]	輻射強度 [W/m ²]	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)	計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	56.60	45	< 53	有視界飛行方式民間航空機	大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）	B747-400	700.0	416.40	45	自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	405.2	311.08	45	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	50		<p data-bbox="2540 745 2813 1224">・設備の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉では、軽油タンク、燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電機は、地下構造等の屋内設備のため影響評価対象外 島根2号炉では、海水ポンプは、屋外設置のため影響評価を実施</p>
落下事故のカテゴリ		対象航空機	燃焼面積 [m ²]	輻射強度 [W/m ²]	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)																												
計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	B737-800	110.0	56.60	45	< 53																												
有視界飛行方式民間航空機	大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）	B747-400	700.0	416.40	45																													
自衛隊機又は米軍機	訓練空域外を飛行中	KC-767	405.2	311.08	45																													
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	50																													



第5.6-1図 火災発生位置と海水ポンプの位置関係

(2) 評価対象施設の仕様

残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機
(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポン
プの海水ポンプ室内の配置図を第5.6-2図,外形図を第5.6-3
図に示す。仕様を第5.6-1表に示す。



第5.6-2図 海水ポンプの配置図



第 5.6-3 図 海水ポンプの外形図

第 5.6-1 表 評価対象施設の仕様

名称	残留熱除去系海水系ポンプ電動機	非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用 海水ポンプ電動機
主要寸法	全 幅 : 1.9 m 高 さ : 2.73m	全 幅 : 0.51m 高 さ : 0.98m
材 料	SS400, SUS304	SS400
基 数	4	3

(3) 判断の考え方

a. 許容温度

残留熱除去系海水系ポンプ電動機及び非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ電動機の冷却空気の許容温度は、上部及び下部軸受のうち、運転時の温度上昇が高い下部軸受の上昇温度を考慮し、軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度を第 5.6-3 表に示す。

第5.6-3表 下部軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度

名称	残留熱除去系海水系ポンプ電動機	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ電動機
軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度	70℃ ^{※1}	60℃ ^{※2}

- ※1 ポンプ運転により、下部軸受は最大で約10℃上昇することから、軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める自由対流式軸受の表面で測定するときの温度限度80℃から10℃を差し引いた70℃を冷却空気の許容温度に設定
- ※2 ポンプ運転により、下部軸受は最大で約35℃上昇することから、軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める耐熱性の良好なグリースを使用する場合の温度限度95℃から35℃を差し引いた60℃を冷却空気の許容温度に設定

b. 評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、残留熱除去系海水系ポンプ電動機及び非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ電動機が受ける輻射熱によって上昇する冷却空気温度を求め、第5.6-3表に示す許容温度を下回るかを熱エネルギーの式より求まる下式で評価を実施した。評価に用いた諸元を第5.6-4表に、評価概念図を第5.6-4図に示す。

$$T = T_0 + \frac{E \times A}{G \times C_p} + \Delta T$$

T : 評価温度(℃), T₀ : 初期温度(39℃)^{※1},

E : 輻射強度(W/m²),

G : 重量流量(kg/s), A : 輻射を受ける面積(m²)

C_p : 空気比熱(1,007J/kg/K),

ΔT : 構造物を介した温度上昇(5℃)^{※2}

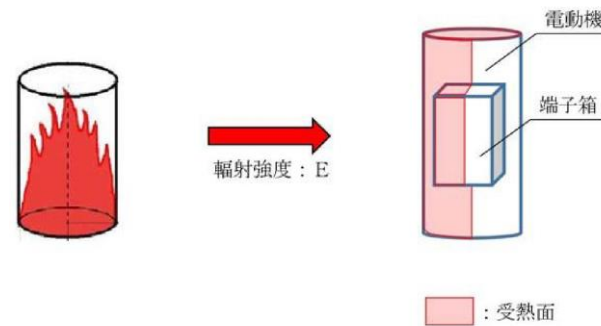
※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温38.4℃に保守性を持たせた値

※2 構造物を介した冷却空気の温度上昇(ΔT_b=2.2℃)を包絡する5℃に設定

第5.6-4表 評価に用いた諸元

	残留熱除去系 海水ポンプ 電動機	非常用ディーゼル 発電機(高圧炉心スレイ系 ディーゼル発電機を含む。)用 海水ポンプ電動機
G : 重量流量 (kg/s)	2.6	0.72
E : 輻射強度 (W/m ²) ※1	3,095.33	3,095.33
t : 燃焼継続時間 (s) ※1	4,968	4,968
A : 輻射を受ける面積 (m ²)	12	1.6
A _s : 海水ポンプの表面積 (m ²)	20	1.8
C : 電動機の熱容量 (kJ/K)	6,440	290
ΔT _a : 輻射熱による構造物の温度上昇※2 (°C)	29	85
h _{in} : 内部への熱伝達率 (W/m ² /K) ※3	10	10
E _{in} : 内部への輻射強度 (W/m ²)	290	850
C _p : 空気比熱 (J/kg/K)	1,007	1,007
ΔT _b : 構造物を介した温度上昇※4 (°C)	2.2	2.1

- ※1 F-15の値
- ※2 熱影響が最も厳しいF-15を対象に、熱エネルギーの式より求まる式 (ΔT_a = E × A × t / C / 1000) より算出
- ※3 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、垂直表面の値 8.29W/m²/Kを切上げた値)
- ※4 熱影響が最も厳しいF-15を対象に、熱エネルギーの式より求まる式 (ΔT_b = E_{in} × A_s / G / C_p) より算出



第5.6-4図 評価概念図

輻射熱によって上昇する冷却空気の到達温度を算出した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第5.6-5表、第5.6-6表に示す。

第5.6-5表 輻射熱によって上昇する冷却空気の到達温度
評価結果
(残留熱除去系海水系ポンプ)

落下事故のカテゴリ		対象 航空機	燃焼面積 S [m ²]	輻射強度 E [W/m ²]	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)	
計器飛行 方式民間 航空機	飛行場での離着陸時	B737 -800	110.0	56.60	45	<70	
	有視界 飛行方式 民間航空機	大型機 (大型固定翼機 及び大型回転翼機)	B747 -400	700.0	416.40		46
自衛隊機 又は 米軍機	訓練空域外 を飛行中	空中給油機等, 高高度での 巡航が想定される 大型固定翼機	KC -767	405.2	311.08		46
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	59		

第5.6-6表 輻射熱によって上昇する冷却空気の到達温度
評価結果
(非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ)

落下事故のカテゴリ		対象 航空機	燃焼面積 S [m ²]	輻射強度 E [W/m ²]	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)	
計器飛行 方式民間 航空機	飛行場での離着陸時	B737 -800	110.0	56.60	45	<360	
	有視界 飛行方式 民間航空機	大型機 (大型固定翼機 及び大型回転翼機)	B747 -400	700.0	416.40		45
自衛隊機 又は 米軍機	訓練空域外 を飛行中	空中給油機等, 高高度での 巡航が想定される 大型固定翼機	KC -767	405.2	311.08		45
	基地-訓練空域間往復時	F-15	44.6	3,095.33	51		

5.6 外壁に設置されている機器に対する熱影響評価

発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について火災影響評価を実施する。熱影響を受けやすい機器は以下のとおり。

- ・扉
- ・ルーバ
- ・配管貫通部
- ・ブローアウトパネル

なお、複数設置されているこれらの機器のうち、最も熱影響を受ける位置にあるもの (火災源に近く、機器本体だけでなく

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>建屋内部へ熱影響が及ぶ可能性のあるものを評価することによって、その他の機器は本評価に包絡される。</p> <p>5.6.1 扉の火災影響評価 発電用原子炉施設の脆弱箇所の一つである扉について、火災影響評価を実施する。</p> <p>5.6.1.1 扉温度の評価 (1) 評価対象 扉のうち、建屋内部へ熱影響が及ぶ可能性がある原子炉建屋電気室扉を評価対象とする。位置関係を第5.6.1.1-1図に示す。</p> <div data-bbox="976 802 1673 1304" style="border: 1px solid black; height: 239px; width: 235px; margin: 10px auto;"></div> <p>第5.6.1.1-1図 火災源と建屋扉との位置関係</p> <p>(2) 想定条件 a. 航空機火災については、5.3等の火災影響評価と同等の想定とした。 b. 扉は、表面の最も熱影響を受けやすい金属を扉の構造材(均質体)とした。 c. 火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとした。 d. 扉までの離隔距離は、電気室入口扉までの直線距離27mとした。</p>		

- (3) 必要データ
 評価に必要なデータは、5.2のとおり。
- (4) 扉内外面温度の評価結果
 a. 許容温度
 火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃とする。
- b. 評価結果
 火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で扉が昇温されるものとして、下記の1次元非定常熱伝導方程式を差分法より解くことで扉内外面温度が許容温度以下であるか評価した。評価において対流による放熱を考慮している。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{\partial T}{\partial x} \right)$$

$$-k \frac{\partial T}{\partial t} = E \quad (x=0)$$

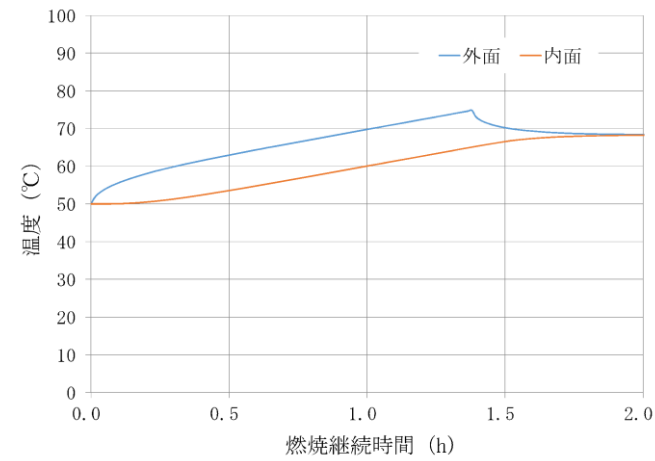
$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0 \quad (x=L)$$

T : 表面から x(m) の位置の温度 (°C),
 T₀ : 初期温度 (50°C) ※
 α : 扉の温度伝導率 (= λ / ρ C_p) (m²/s),
 ρ : 扉の密度 (7,920kg/m³),
 C_p : 扉の比熱 (499J/kg/K)
 λ : 扉の熱伝導率 (16W/m/K), E : 輻射強度 (W/m²)
 ※ 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4°C に保守性を持たせた値。

扉内外面の温度上昇を評価した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第 5.6.1.1-1 表、第 5.6.1.1-2 図に示す。

第 5.6.1.1-1 表 扉に対する熱影響評価結果

想定火災源	評価対象	評価温度 (°C)		許容温度 (°C)
		外 面	内 面	
F-15	原子炉建屋 電気室入口扉	75	69	< 325



第 5.6.1.1-2 図 扉の到達温度

5.6.1.2 扉内側（電気室）の室内温度評価

(1) 評価条件

- a. 火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、扉内面温度 69°C 一定としたときの放熱量を原子炉建屋電気室への入熱とした。
- b. 室内の設備による熱負荷を考慮した室内の初期温度は、夏期通常運転中の設計室温である 35°C とした。

(2) 室内温度評価

- a. 許容温度
原子炉建屋電気室の設計室温である 40°C とする。
- b. 評価結果
室内温度は、火災による扉外面温度上昇に伴う熱負荷による加熱を考慮して、扉内面の温度上昇による室内温度の最高到達温度を下式により算出し、室内温度が許容温度以下であるか評価した。室内温度評価の概念図を第 5.6.1.2-1 図に示す。

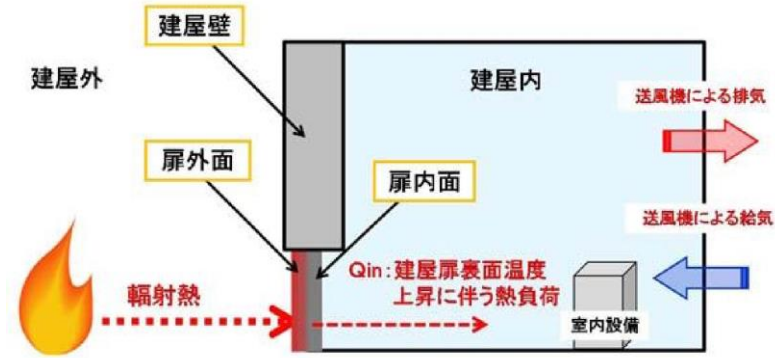
$$Q_{in} = h_{in} \times A \times (T_{in} - T_a)$$

$$T_{room} = \frac{Q_{in}}{m \rho C_p} + T_a$$

Q_{in} : 温度上昇に伴う熱負荷 (W),

h_{in} : 内面熱伝達率 (8.29 W/m²/K)

A : 扉の表面積(3.5m²), T_{in} : 扉内面温度(69°C)
 T_a : 室内初期温度(35°C), T_{room} : 室内温度(°C)
 m : 給気風量(4m³/s), ρ : 空気密度 (1.1kg/m³)
 C_p : 空気比熱 (1,007J/kg/K)



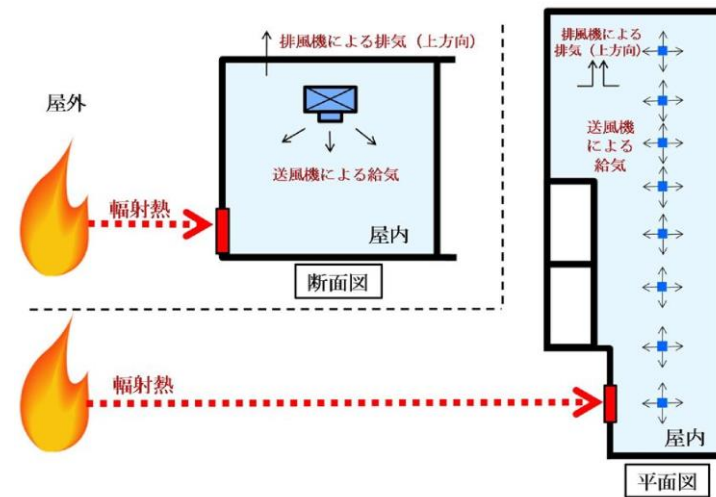
第 5.6.1.2-1 図 室内温度評価の概念図

電気室室温を評価した結果、室内温度が許容温度以下であることを確認した。評価結果を第 5.6.1.2-1 表に示す。なお、室内温度については扉内面の最高温度を一定として想定する等、保守的な評価を行っていることから、実際の温度上昇は更に低く抑えられると考えられる。

また、室内の給排気は、第 5.6.1.2-2 図のとおり、ホットスポット等が生じにくいレイアウトにすることで、室内の温度分布が不均一とならない設計としている。

第 5.6.1.2-1 表 室内温度の評価結果

想定火災源	評価対象	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)
F-15	原子炉建屋 電気室入口扉	35.3	40



第 5. 6. 1. 2-2 図 電気室内の給排気概念図

5. 6. 2 ルーバの火災影響評価について

発電用原子炉施設の脆弱箇所の一つであるルーバについて、火災影響評価を実施する。

(1) 評価対象

ルーバのうち、火災源から最も近く、放射強度が最も大きくなる 2D 非常用ディーゼル発電機室外壁のルーバを対象とする。

(2) 想定条件

2. 火災の想定と同様の想定とした。

(3) 判断の考え方

ルーバの許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃とする。

(4) 評価結果

一定の放射強度でルーバが昇温されるものとして、放射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式によりルーバ表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h}$$

T : 許容温度(℃), T₀ : 初期温度(50℃)^{*1}

E : 放射温度(3,095W/m²), h : 熱伝達率(17W/m²/K)^{*2}

※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温(38.4℃)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
	<p>に保守性を持たせた値</p> <p>※2 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である17W/m²/Kを用いる。)</p> <p>対象のルーバ表面の最大温度を求め、許容温度以下であることを確認したことから、ルーバの強度への影響はない。評価結果を第5.6.2-1表に示す。</p> <p>また、ルーバの変形の有無にかかわらず、安全上支障のない期間に点検を行いルーバの使用に問題があると判断される場合には、交換等の措置が可能である。なお、ルーバ内側には熱影響を受ける機器等がなく、航空機火災時は、熱気流を考慮し、状況に応じて空調の停止措置等を講じることから、建屋内への影響はない。</p> <p>第5.6.2-1表 ルーバの評価温度</p> <table border="1" data-bbox="952 1108 1700 1220"> <thead> <tr> <th>想定火災源</th> <th>評価温度(°C)</th> <th>許容温度(°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-15</td> <td>142</td> <td><325</td> </tr> </tbody> </table> <p>5.6.3 配管貫通部の火災影響評価について</p> <p>発電用原子炉施設の脆弱箇所の一つである配管貫通部について、火災影響評価を実施する。</p> <p>(1) 評価対象</p> <p>内側にクラス1、2設備がある外壁のうち、火災源から最も近い外壁に位置する配管貫通部を想定して評価を実施した。</p> <p>(2) 想定条件</p> <p>a. 航空機火災については、5.3等の火災影響評価と同様の想定とした。</p> <p>b. 配管貫通部は、不燃材料であるモルタルによる穴仕舞がされているため、モルタルを熱影響対象とした。</p> <p>c. 火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、</p>	想定火災源	評価温度(°C)	許容温度(°C)	F-15	142	<325		
想定火災源	評価温度(°C)	許容温度(°C)							
F-15	142	<325							

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>一定の輻射強度を受けるものとした。</p> <p>d. 火災源から配管貫通部までの離隔距離が最短となるよう、火災源から配管貫通部までの離隔距離を、F-15の離隔距離である22mとして熱影響評価を実施した。</p> <p>(3) 判断の考え方</p> <p>許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、圧縮強度が維持される保守的な温度200℃*以下とする。</p> <p>※ 「高温加熱を受けた高強度モルタルの力学的性状、コンクリート工学年次論文集, Vol32, No.1, pp1121-1126, 2010」</p> <p>(4) 評価結果</p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で配管貫通部が昇温されるものとして、下記の次元非定常熱伝導方程式の一般解の式より配管貫通部表面の昇温度を算出した。評価結果を第5.6.3-1表に示す。</p> $T = T_0 + \frac{E}{h} \left[1 - \exp\left(-\frac{h^2}{\lambda \rho C_p} t\right) \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{h^2 t}{\lambda \rho C_p}}\right) \right]$ <p>T : 表面から x(m) の位置の温度(℃), T₀ : 初期温度(50℃)* 1 h : 熱伝達率(17W/m²/K)*2 ρ : モルタル密度(1,870kg/m³), C_p : モルタル比熱(548J/kg/K) λ : モルタル熱伝導率(1.71W/m/K), E : 輻射強度(W/m²) t : 燃焼継続時間(4,968s)</p> <p>※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温38.4℃に保守性を持たせた値</p> <p>※2 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である17W/m²/Kを用いる。)</p>		

第5.6.3-1表 配管貫通部の到達温度

対象 航空機	燃焼面積 [m ²]	輻射強度 [W/m ²]	燃焼継続時間 t (s)	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)
F-15	44.6	3,095.33	4,968 (約1.4h)	150	200

以上の評価により、配管貫通部表面の到達温度が許容温度以下であることを確認した。

5.6.4 ブローアウトパネルの火災影響評価について

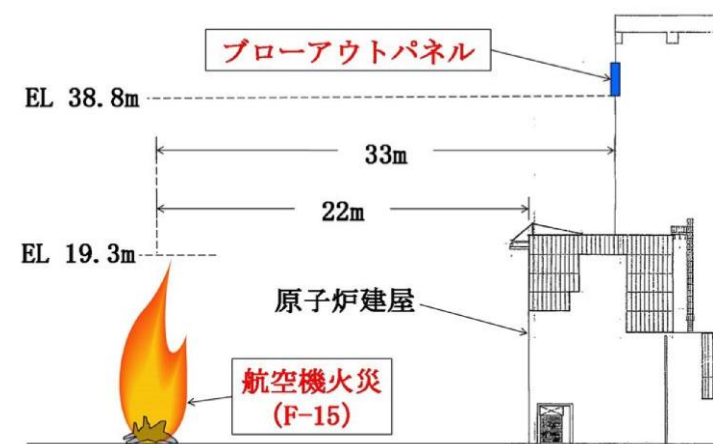
ブローアウトパネル(以下「B. P」という。)は、それぞれ原子炉建屋全方位に各3箇所設置されているが、想定する航空機火災からB. Pまでの水平距離及び鉛直高さを考慮すると、B. Pに影響を与えるような輻射強度が届くことはない。位置関係を第5.6.4-1表、第5.6.4-1図に示す。

第5.6.4-1表 火災源とブローアウトパネルとの位置関係

想定火災源	離隔距離 (m)	
	水平方向	鉛直方向
F-15	33m ^{*1}	19.5m ^{*2}

※1 F-15の航空機墜落距離22mに、原子炉建屋最外壁からブローアウトパネルまでの距離11mを加えた距離

※2 F-15の最高火炎高さ(EL.19.3m)とB. P下端高さ(EL.38.8m)の離隔距離



第5.6.4-1図 火災源とブローアウトパネルとの位置関係

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考											
<p>(12) <u>航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳</u></p> <p>a. <u>重畳する危険物タンクの選定</u></p> <p>航空機墜落による火災が発生した場合に重畳を考慮する危険物タンクを検討する。</p> <p>航空機落下確率が10^{-7}[回/炉・年]となる航空機落下位置とその周辺の危険物施設位置を第2-7図及び第2-8図に示す。発電用原子炉施設周辺には多量の油を保有する軽油タンクがあることから、まず、航空機落下位置より原子炉建屋側にある軽油タンクが航空機墜落による火災によって発火するかどうか評価する。(11)の「d.軽油タンクの温度評価」に示すとおり、航空機墜落による火災時に軽油タンク内の軽油が発火点となる放射強度$[W/m^2]$を算出し、その放射強度が航空機燃料の放射発散度(最大$58 \times 10^3 W/m^2$)より大きいことから、放射熱により軽油が発火しないことを確認した。また、航空機落下位置より内側にある軽油タンクが航空機墜落による火災によって発火することはないことから、航空機墜落による火災との重畳火災を考慮する危険物タンクは、航空機落下位置より外側の軽油タンクとする。</p> <p>6号炉では、航空機落下確率が10^{-7}[回/炉・年]以上となる範囲にある危険物タンクは5号炉の軽油タンクとなる。7号炉では、航空機落下確率が10^{-7}[回/炉・年]以上となる範囲にある危険物タンクは5号炉及び6号炉の軽油タンクとなる。</p> <p>6号炉に対する影響評価を考えると、5号炉軽油タンクは海側に設置されており、小型軍用航空機、小型民間航空機及び大型軍用航空機が5号炉軽油タンク位置に航空機が落下したとしても、6号炉の原子炉建屋及びコントロール建屋への放射熱はタービン建屋により遮蔽されるため影響はない。ただし、6号炉タービン建屋1階の非常用電気品室は、5号炉軽油タンクの熱影響を受ける位置にあることから、燃料積載量・燃料タンク投影面積が大きい大型軍用航空機(KC-767)が5号炉軽油タンク周辺に落下し、5号炉軽油タンク2台火災と航空機墜落による火災が重畳した場合の熱影響評価を実施する。なお、航空機落下位置は、航空機墜落による火災の影響が最も厳しくなるよう落下確率が10^{-7}[回/炉・年]となる位置とする。</p> <p>7号炉に対する影響評価を考えると、5号炉軽油タンクは海</p>	<p>5.7 <u>航空機墜落火災と危険物貯蔵施設等の火災の重畳評価</u></p> <p>(1) <u>重畳評価で想定するケースの検討</u></p> <p>航空機墜落火災と危険物貯蔵施設等の火災による重畳評価を実施した。</p> <p>航空機墜落火災として想定する機種は、5.3, 5.4, 5.5の評価結果より、最も熱影響が大きいF-15とする。</p> <p>危険物貯蔵施設等の火災として想定する設備は、F-15の墜落火災想定位置近傍にある溶融炉灯油タンクと主要変圧器とする。</p> <p>重畳評価で想定するケースを第5.7-1表に、航空機墜落位置と危険物貯蔵施設等の位置を第5.7-1図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第5.7-1表 重畳評価で想定するケース</p> <table border="1" data-bbox="955 835 1697 1213"> <thead> <tr> <th>想定ケース</th> <th>評価対象施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">溶融炉灯油タンク及びF-15</td> <td>原子炉建屋</td> </tr> <tr> <td>タービン建屋</td> </tr> <tr> <td>主排気筒</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系海水系ポンプ</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>主要変圧器及びF-15</td> <td>タービン建屋</td> </tr> </tbody> </table>	想定ケース	評価対象施設	溶融炉灯油タンク及びF-15	原子炉建屋	タービン建屋	主排気筒	残留熱除去系海水系ポンプ	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ		主要変圧器及びF-15	タービン建屋	<p>(12) <u>航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳</u></p> <p>a. <u>重畳する危険物タンクの選定</u></p> <p>航空機墜落による火災が発生した場合に重畳を考慮する危険物タンクを検討する。</p> <p>航空機落下確率が10^{-7}[回/炉・年]となる航空機落下位置とその周辺の危険物施設位置を第2-6図に示す。航空機落下位置を踏まえると、航空機墜落による火災によって発火する可能性のある危険物タンクはないが、ガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳を考慮し熱影響評価を実施する。</p> <p>なお、航空機落下位置は、航空機墜落による火災の影響が最も厳しくなるよう落下確率が10^{-7}[回/炉・年]となる位置とし、また、想定する航空機は、燃料積載量・燃料タンク投影面積が大きいB747-400とする。</p>	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉は、航空機の落下想定範囲と重畳するタンクはないが、ガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳を想定</p>
想定ケース	評価対象施設													
溶融炉灯油タンク及びF-15	原子炉建屋													
	タービン建屋													
	主排気筒													
	残留熱除去系海水系ポンプ													
非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ														
主要変圧器及びF-15	タービン建屋													

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="201 254 914 600">側に設置されており、大型民間航空機が5号炉軽油タンクに落下したとしても、7号炉の原子炉建屋、コントロール建屋及びタービン建屋1階の非常用電気品室は6号炉タービン建屋により輻射熱が遮られることから影響はない。6号炉軽油タンクは山側に設置されていることから、小型軍用航空機(AH-1S)が6号炉軽油タンク周辺に落下し、6号炉軽油タンク2台火災と航空機墜落による火災が重畳した場合の熱影響評価を実施する。</p> <p data-bbox="201 611 914 737">なお、航空機落下位置は、航空機墜落による火災の影響が最も厳しくなるよう落下確率が10^{-7}[回/炉・年]となる位置とする。</p> <div data-bbox="181 758 875 1171" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="192 1192 866 1272">第 2-7 図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置 (6号炉)</p> <div data-bbox="181 1283 875 1696" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="192 1696 866 1776">第 2-8 図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置 (7号炉)</p>	<div data-bbox="973 751 1673 1178" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="994 1192 1656 1230">第 5.7-1 図 航空機墜落位置と危険物貯蔵施設等の位置</p>	<div data-bbox="1792 705 2418 1276" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1783 1283 2427 1367">第2-6図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置</p>	<p data-bbox="2644 205 2703 243">備考</p>

b. 6号炉に対する影響評価 (5号炉軽油タンク火災との重畳)
 (a) 6号炉タービン建屋非常用電気品室の外壁面温度評価
 評価に必要なデータは以下のとおり。

第2-18表 軽油タンク火災影響評価に必要なデータ

6号炉タービン建屋1F 非常用電気品室評価			
項目	5号炉南側 軽油タンク	5号炉北側 軽油タンク	大型軍用航空機 (KC-767)
燃料の種類	軽油	軽油	JP-4
燃料量[m³]	344	344	145.03
輻射発散度[W/m²]	42×10³	42×10³	58×10³
燃焼速度[m/s]	4.79×10⁻⁵	4.79×10⁻⁵	6.71×10⁻⁵
燃焼面積[m²]	185	193	281
燃焼半径[m]	7.68	7.85	9.45
タービン建屋までの距離[m]	91	120	67
燃焼継続時間[hour]	10.74	10.30	2.14

次の式から形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし、 $m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$

ϕ : 形態係数, L : 離隔距離[m], H : 火炎高さ[m],
 R : 燃焼半径[m]

第2-19表 形態係数の算出結果

6号炉タービン建屋1F 非常用電気品室評価			
項目	5号炉南側 軽油タンク	5号炉北側 軽油タンク	大型軍用航空機 (KC-767)
タービン建屋までの距離[m]	91	120	67
燃焼半径[m]	7.68	7.85	9.45
形態係数	0.0138238	0.0083052	0.0292795

(2) 評価に必要なとなるデータ

第5.7-2表 重畳評価に必要なとなるデータ

火災源	燃料の種類	燃料量 (m³)	輻射発散度 (kW/m²)	燃焼面積 (m²)	燃焼半径 (m)	燃焼継続時間 (s)
溶融炉 灯油タンク	灯油	10	50	19.36	2.483	11,008
主要変圧器	絶縁油	136	23	97	5.6	36,131
F-15	JP-4	14.87	58	44.6	3.8	4,968

以下の式から形態係数及び輻射強度を算出した。

$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし $m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$

Φ : 形態係数, L : 離隔距離(m), H : 炎の高さ(m), R : 燃焼半径(m)

$E = R f \cdot \Phi$

E : 輻射強度(W/m²), R f : 輻射発散度(W/m²), Φ : 形態係数(-)

第5.7-3表 形態係数の算出結果

火災源	評価対象施設	対象までの 離隔距離 (m)	形態係数 (-)	輻射強度 E (W/m²)
溶融炉灯 油 タンク	原子炉 建屋	45	5.9639×10⁻³	298.20
	タービン建屋	77	2.0248×10⁻³	101.24
	主排気筒	21	2.6826×10⁻²	1343.13
	残留熱除去系海水 系ポンプ	185	3.4734×10⁻⁴	17.37
主要変圧器	タービン建屋	22	1.0160×10⁻¹	2,336.84

b. 原子炉建物に対する影響評価

(a) 原子炉建物の外壁面温度評価
 評価に必要なデータは以下のとおり。

第2-19表 ガスタービン発電機用軽油タンク火災影響評価に必要なデータ

項目	大型民間航空機	敷地内危険物施設
	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
燃料の種類	JET A-1	軽油
燃料量[m³]	216.84	560
輻射発散度[W/m²]	50×10³	42×10³
燃焼速度[m/s]	4.64×10⁻⁵	4.79×10⁻⁵
燃料面積[m²]	700	302.7
原子炉建物からの距離[m]	107	329
燃焼継続時間[h]	1.86	10.73

次の式から形態係数を算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし、 $m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$

Φ : 形態係数, L : 離隔距離[m], H : 火炎高さ[m],
 R : 燃焼半径[m]

第2-20表 形態係数の算出結果

項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
離隔距離[m]	107	329
燃焼半径[m]	14.93	9.82
形態係数	3.67×10⁻²	1.73×10⁻³

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																
<p>火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。</p> $E = Rf \times \phi$ <p>E: 輻射強度, Rf: 輻射発散度, ϕ: 形態係数</p> <p>第2-20表 輻射強度の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="157 573 917 758"> <thead> <tr> <th colspan="4">6号炉タービン建屋1F 非常用電気品室評価</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>5号炉南側 軽油タンク</th> <th>5号炉北側 軽油タンク</th> <th>大型軍用航空機 (KC-767)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>42×10³</td> <td>42×10³</td> <td>58×10³</td> </tr> <tr> <td>形態係数</td> <td>0.0138238</td> <td>0.0083052</td> <td>0.0292795</td> </tr> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>580.6</td> <td>348.8</td> <td>1698.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここで重畳を考慮した場合、航空機墜落による火災と同時に軽油タンクが延焼する場合は輻射強度が大きくなり、航空機が落下後時間において軽油タンクが発火する場合は燃焼継続時間が大きくなることから、<u>それらを包絡するように、評価を実施する(第2-9図)。</u></p> <p>航空機と軽油タンクが同時に延焼する場合の輻射強度Eは、以下のとおり。</p> $E = (580.6 \text{ (5号炉南側軽油タンク)} + 348.8 \text{ (5号炉北側軽油タンク)} + 1698.2 \text{ (大型軍用航空機)}) \quad E = 2627.6 \text{ [W/m}^2\text{]}$ <p>航空機が落下後時間において軽油タンクが発火する場合の最大の燃焼継続時間tは、以下のとおり。</p> $t = 10.74 \text{ (5号炉南側軽油タンク)} + 10.30 \text{ (5号炉北側軽油タンク)} + 2.14 \text{ (大型軍用航空機)} \quad t = 23.18 \text{ [時間]}$	6号炉タービン建屋1F 非常用電気品室評価				項目	5号炉南側 軽油タンク	5号炉北側 軽油タンク	大型軍用航空機 (KC-767)	輻射発散度[W/m ²]	42×10 ³	42×10 ³	58×10 ³	形態係数	0.0138238	0.0083052	0.0292795	輻射強度[W/m ²]	580.6	348.8	1698.2		<p>火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。</p> $E = Rf \cdot \phi$ <p>E: 輻射強度, Rf: 輻射発散度, Φ: 形態係数</p> <p>第2-21表 輻射強度の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="1748 579 2487 762"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>B747-400</th> <th>ガスタービン発電機用 軽油タンク</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td>50×10³</td> <td>42×10³</td> </tr> <tr> <td>形態係数</td> <td>3.67×10⁻²</td> <td>1.73×10⁻³</td> </tr> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>1,836.3</td> <td>72.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここで重畳を考慮した場合、航空機墜落による火災と同時にガスタービン発電機用軽油タンクが延焼する場合は輻射強度が大きくなり、航空機が落下後時間においてガスタービン発電機用軽油タンクが発火する場合は燃焼継続時間が大きくなることから、<u>各ケースについて評価を実施する。</u></p> <p>ケース1: <u>航空機とガスタービン発電機用軽油タンクが同時に発生する場合</u></p> <p>ケース2: <u>航空機の燃料が半分となった時点でガスタービン発電機用軽油タンクの火災が発生する場合</u></p> <p>ケース3: <u>航空機火災が終了直後にガスタービン発電機用軽油タンクの火災が発生する場合</u></p> <p>航空機とガスタービン発電機用軽油タンクが同時に延焼する場合の輻射強度Eは、以下のとおり。</p> $E = 1,836.3 + 72.8 = 1,909.1 \text{ [W/m}^2\text{]}$ <p>航空機が落下後時間においてガスタービン発電機用軽油タンクが発火する場合の最大の燃焼継続時間tは、以下のとおり。</p> $t = 1.86 + 10.73 = 12.59 \text{ [時間]}$	項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク	輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	42×10 ³	形態係数	3.67×10 ⁻²	1.73×10 ⁻³	輻射強度[W/m ²]	1,836.3	72.8	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は、重畳を複数ケースを想定し、影響評価を実施</p>
6号炉タービン建屋1F 非常用電気品室評価																																			
項目	5号炉南側 軽油タンク	5号炉北側 軽油タンク	大型軍用航空機 (KC-767)																																
輻射発散度[W/m ²]	42×10 ³	42×10 ³	58×10 ³																																
形態係数	0.0138238	0.0083052	0.0292795																																
輻射強度[W/m ²]	580.6	348.8	1698.2																																
項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク																																	
輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	42×10 ³																																	
形態係数	3.67×10 ⁻²	1.73×10 ⁻³																																	
輻射強度[W/m ²]	1,836.3	72.8																																	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(3) 評価結果</p> <p>重量評価で想定される輻射強度及び燃焼継続時間を用いて、以下の式から評価温度を算出した。ただし、建屋表面温度が許容温度である200℃を超える場合には、周囲への放熱を考慮した式を算出する。なお、現実的に起こり得る放熱量を上回ることがないように、放熱量が低くなる保守的な条件を設定した。</p> <p>・建屋（原子炉建屋、海水ポンプ室及びタービン建屋）に係る評価式</p> $\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right)$ <p>放熱なしの場合： $-k \frac{\partial T}{\partial x} = E \quad (x=0)$</p> <p>放熱なしの場合： $-k \frac{\partial T}{\partial x} = E - h(T - T_0) \quad (x=0)$</p> $\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x=L)$ <p>T：許容温度(200℃)， E：輻射強度(W/m²) T₀：初期温度(50℃)*¹、 h：熱伝達率(17W/m²/K)*² ρ：密度 (2,400kg/m³)、 k：熱伝導率 (1.63W/m/K) C_p：比熱 (880J/kg/K)， L：厚さ (m)</p> <p>※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温38.4℃に保守性を持たせた値</p> <p>※2 空気調和・衛生工学便覧（外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である17W/m²/Kを用いる。）</p> <p>・主排気筒に係る評価式</p> $T = T_0 + \frac{E}{2h}$		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																							
	<p>T : 許容温度(325℃), T₀ : 初期温度(50℃)^{※1} E : 輻射強度(W/m²), h : 熱伝達率(17W/m²/K)^{※2}</p> <p>※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃ に保守性を持たせた値</p> <p>※2 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は, 受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが, 一般的な値として垂直外壁面, 屋根面及び上げ裏面の夏季, 冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから, これらのうち最も小さい値である 17W/m²/Kを用いる。)</p> <p>・残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプに係る評価式</p> $T = T_0 + \frac{E \times A}{G \times C_p} + \Delta T$ <p>T : 評価温度(℃), T₀ : 初期温度(39℃)^{※1}, E : 輻射強度(W/m²), G : 重量流量(kg/s), A : 輻射を受ける面積(m²) C_p : 空気比熱(1,007J/kg/K), ΔT : 構造物を介した温度上昇(5℃)^{※2}</p> <p>※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃ に保守性を持たせた値</p> <p>※2 構造物を介した冷却空気の温度上昇(ΔT_b = 2.2℃)を包絡する5℃に設定</p> <p>この結果, 第5.7-4表に示すとおり, どのケースにおいても許容温度を下回ることを確認した。</p> <p style="text-align: center;">第5.7-4表 重畳評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1032 1570 1617 1801"> <thead> <tr> <th>重畳評価の想定ケース</th> <th>評価対象施設</th> <th>評価温度(℃)</th> <th>許容温度(℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">溶融炉灯油タンク及びF-15</td> <td>原子炉建屋</td> <td>196</td> <td rowspan="2">< 200</td> </tr> <tr> <td>タービン建屋</td> <td>187</td> </tr> <tr> <td>主排気筒</td> <td>181</td> <td>< 325</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系海水系ポンプ</td> <td>59</td> <td>< 70</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ</td> <td>51</td> <td>< 60</td> </tr> <tr> <td>主要変圧器及びF-15</td> <td>タービン建屋</td> <td>195*</td> <td>< 200</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 放熱なしの条件では許容温度を上回るため, 放熱を考慮して評価を実施</p>	重畳評価の想定ケース	評価対象施設	評価温度(℃)	許容温度(℃)	溶融炉灯油タンク及びF-15	原子炉建屋	196	< 200	タービン建屋	187	主排気筒	181	< 325	残留熱除去系海水系ポンプ	59	< 70	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ	51	< 60	主要変圧器及びF-15	タービン建屋	195*	< 200		
重畳評価の想定ケース	評価対象施設	評価温度(℃)	許容温度(℃)																							
溶融炉灯油タンク及びF-15	原子炉建屋	196	< 200																							
	タービン建屋	187																								
	主排気筒	181	< 325																							
	残留熱除去系海水系ポンプ	59	< 70																							
	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ	51	< 60																							
主要変圧器及びF-15	タービン建屋	195*	< 200																							

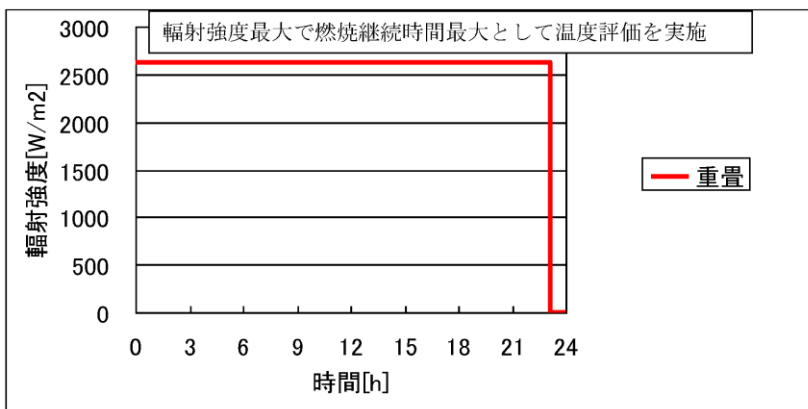
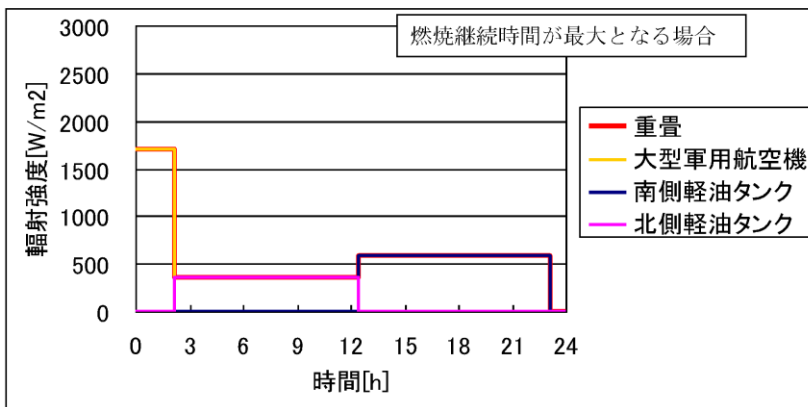
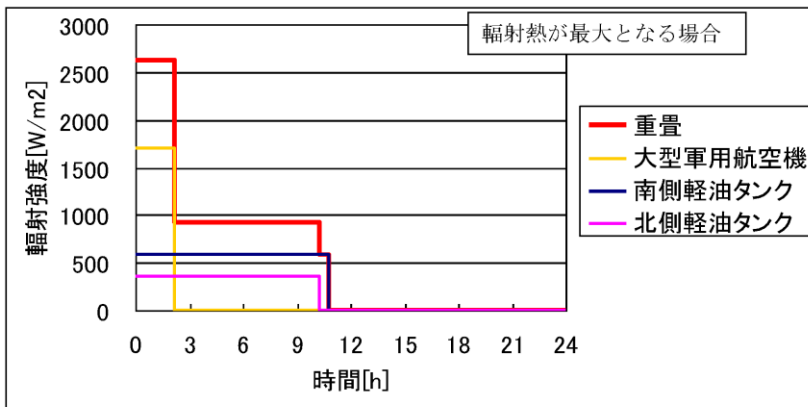
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1032 247 1614 640" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="943 655 1709 739" data-label="Caption"> <p>第 5. 7-2 図 航空機火災と溶融炉灯油タンク火災の重畳評価結果 (対象：原子炉建屋)</p> </div> <div data-bbox="1032 802 1614 1171" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="943 1192 1709 1276" data-label="Caption"> <p>第 5. 7-3 図 航空機火災と溶融炉灯油タンク火災の重畳評価結果 (対象：タービン建屋)</p> </div> <div data-bbox="1032 1344 1614 1747" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="943 1774 1709 1858" data-label="Caption"> <p>第 5. 7-4 図 航空機火災と主要変圧器火災の重畳評価結果 (対象：タービン建屋)</p> </div>		

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

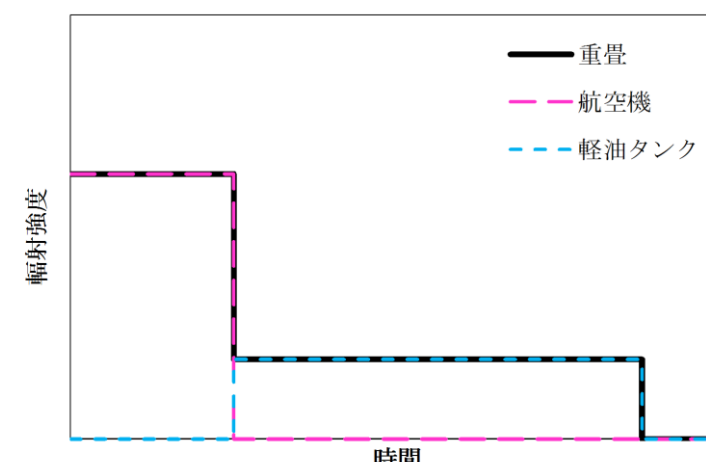
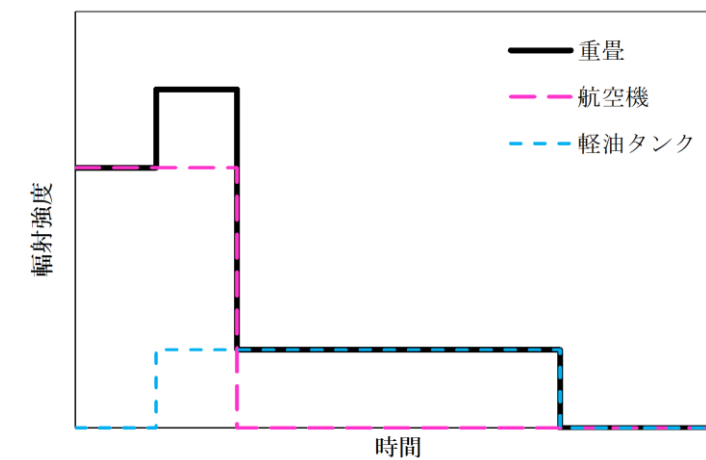
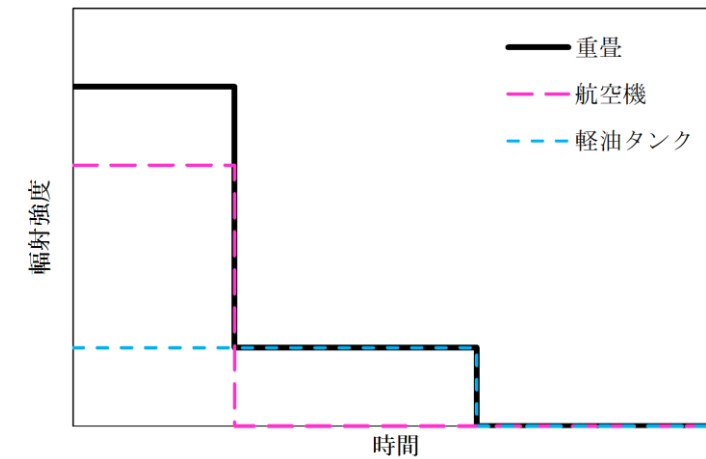
東海第二発電所 (2018.9.12版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第 2-9 図 重畳を考慮した場合の輻射強度及び燃焼継続時間の関係



第2-7図 重畳を考慮した場合の輻射強度及び燃焼継続時間の関係

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
<p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。</p> $\frac{dT}{dt} = \alpha \frac{d^2T}{dx^2}$ <p>T: 温度, t : 時刻, x : 建物壁内における外壁面からの距離, α : 熱拡散率</p> <p>第 2-21 表 建屋外壁面の温度評価結果</p> <table border="1" data-bbox="160 745 917 911"> <thead> <tr> <th colspan="2">6号炉タービン建屋 1F 非常用電気品室評価 (建屋外壁面温度)</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>危険物タンクと航空機の重量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>2627.6 (=580.6+348.8+1698.2)</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[hour]</td> <td>23.18 (=10.74+10.30+2.14)</td> </tr> <tr> <td>表面温度[°C]</td> <td>102</td> </tr> </tbody> </table> <p>評価の結果、表面温度は102°Cとなり、許容限界温度を下回ることから、熱影響はない。</p>	6号炉タービン建屋 1F 非常用電気品室評価 (建屋外壁面温度)		項目	危険物タンクと航空機の重量	輻射強度[W/m ²]	2627.6 (=580.6+348.8+1698.2)	燃焼継続時間[hour]	23.18 (=10.74+10.30+2.14)	表面温度[°C]	102		<p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。</p> $\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$ <p>T: 温度, t: 時刻, x: 建物壁内における外壁面からの距離, κ: 熱拡散率</p> <p>第2-22表 原子炉建物外壁の温度評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1748 745 2487 911"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>ケース1</th> <th>ケース2</th> <th>ケース3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>1,909.1(最大)</td> <td>1,909.1(最大)</td> <td>1,836.3 (最大)</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[h]</td> <td>10.73</td> <td>11.66</td> <td>12.59</td> </tr> <tr> <td>表面温度[°C]</td> <td>110</td> <td>109</td> <td>108</td> </tr> </tbody> </table> <p>評価の結果、表面温度は最大110°Cとなり、許容限界温度を下回ることから、熱影響はない。</p> <p>(13) 発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器の火災影響評価</p> <p>発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器（扉等）については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について、火災影響評価を実施する。</p> <p>a. 評価対象範囲</p> <p>評価対象は、発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器のうち、外部火災の熱影響を受ける以下の機器とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・扉 ・ルーバ（空調換気系の給・排気口） ・配管貫通部 ・ブローアウトパネル <p>なお、複数設置されているこれらの機器のうち、最も影響を受ける位置（開口面積が大きく、火災源に近く、機器本体だけでなく建物内部へ熱影響が及ぶ可能性のある位置にあるもの）を評価対象とする。</p>	項目	ケース1	ケース2	ケース3	輻射強度[W/m ²]	1,909.1(最大)	1,909.1(最大)	1,836.3 (最大)	燃焼継続時間[h]	10.73	11.66	12.59	表面温度[°C]	110	109	108	
6号炉タービン建屋 1F 非常用電気品室評価 (建屋外壁面温度)																													
項目	危険物タンクと航空機の重量																												
輻射強度[W/m ²]	2627.6 (=580.6+348.8+1698.2)																												
燃焼継続時間[hour]	23.18 (=10.74+10.30+2.14)																												
表面温度[°C]	102																												
項目	ケース1	ケース2	ケース3																										
輻射強度[W/m ²]	1,909.1(最大)	1,909.1(最大)	1,836.3 (最大)																										
燃焼継続時間[h]	10.73	11.66	12.59																										
表面温度[°C]	110	109	108																										

評価に必要なパラメータを示す。

第 2-22 表 航空機火災影響評価に必要なパラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度[°C]	50 °C	日射の影響を考慮し設定
外壁面熱伝達率[W/m²K]	34.883	コンクリートの外壁面熱伝達率
内壁面熱伝達率[W/m²K]	3.4883	コンクリートの内壁面熱伝達率
壁の熱伝導率[W/mK]	1.6279	コンクリートの熱伝導率
熱拡散率[m²/s]	8.42×10 ⁻⁷	コンクリートの熱拡散率
壁厚[m]	0.6	-

以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外壁及び内壁面温度を求める。

$$\frac{dT}{dt} = \alpha \frac{d^2T}{dx^2}$$

T : 温度, t : 時刻,

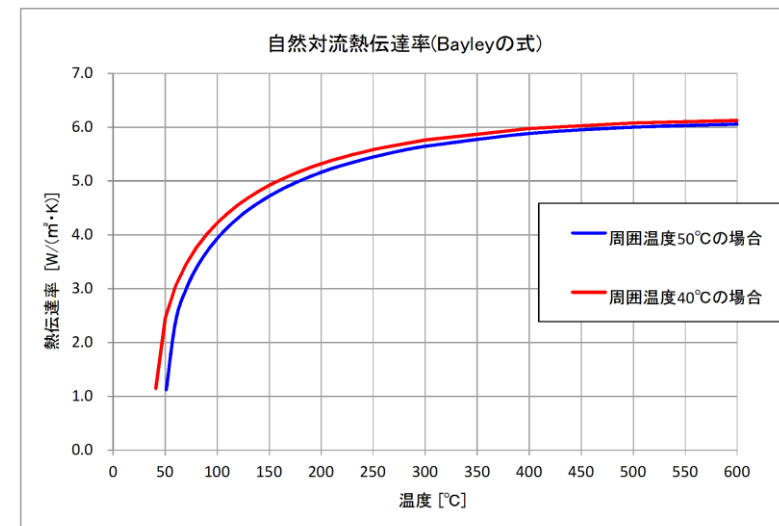
x : 建物壁内における外壁面からの距離, α : 熱拡散率

(c) 必要データ

評価に必要なパラメータを示す。

第2-23表 航空機火災影響評価に必要なパラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度[°C]	50	日射の影響を考慮し設定
内気温度[°C]	40	設計室温
壁面熱伝達率[W/m²K]	第 2-9 図参照	周囲温度 40°C 及び 50°C の場合の自然対流熱伝達率 (Bayley の式)
扉の熱伝導率[W/mK]	45.1	鋼材の熱伝導率
扉厚[m]	-	-
外面放射率[-]	0.9	伝熱工学資料第 5 版
内面放射率[-]	0	輻射放熱はゼロとする
熱拡散率[m²/s]	1.2494×10 ⁻⁵	鋼材の熱拡散率
シュテファン・ボルツマン定数[W/(m²・K ⁴)]	5.67×10 ⁻⁸	伝熱工学資料第 5 版



第2-9図 熱伝達率 (自然対流熱伝達率Bayleyの式 (40°C及び50°C))

(d) 評価結果

以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外壁及び内壁面温度を求める。

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

T : 温度, t : 時刻, x : 建物壁内における外壁面からの距離,

κ : 熱拡散率

外壁及び内壁面温度上昇に伴う熱負荷は次式で計算される。

$$Q_{v,in} = h_{in} A (T_{in} - T_{room})$$

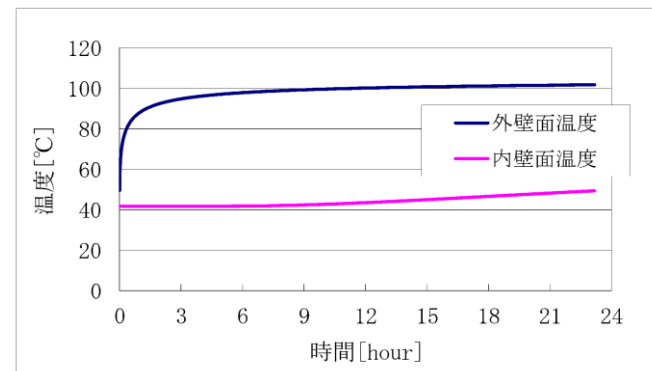
h_{in} : 内壁面熱伝達率, A : 内壁の表面積, T_{in} : 内壁面温度, T_{room} : 内気温度

内気温度は、火災による内壁面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び換気空調系による除熱を考慮し、次式で求める。

$$T_{room} = \frac{Q + Q_{v,in}}{m \rho C} + T_a$$

Q : 室内負荷, m : 風量, ρ : 空気密度 C : 空気比熱,
 T_a : 換気空調系給気温度

以下に評価結果を示す。



第 2-11 図 外壁及び内壁面温度 (発火～鎮火時)

外壁及び内壁面温度上昇に伴う熱負荷は次式で計算される。

$$q2 = \alpha 1 \times A \times (TS1 - TR)$$

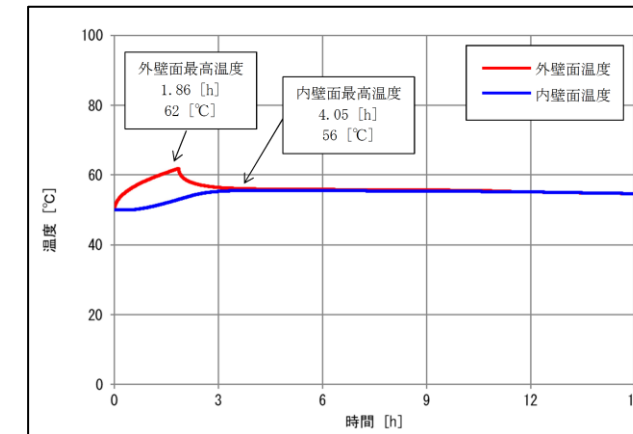
$q2$: 壁面からの入熱量[W], $\alpha 1$: 内壁面熱伝達率[W/m²K],
 A : 扉面積[m²], $TS1$: 内壁面温度[°C], TR : 内気温度[°C]

内気温度は、火災による内壁面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び空調換気系による除熱を考慮し、次式で求める。

$$q1 + q2 = q3 + q4$$

$q1$: 室内熱負荷[W], $q2$: 壁面からの入熱量[W],
 $q3$: 主換気系による除熱[W], $q4$: 空調機による除熱[W]

以下に評価結果を示す。



第2-10図 外壁及び内壁面温度

・条件の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
地域特性を踏まえた
評価条件に伴う評価
式の相違

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
<p>第 2-23 表 非常用電気品室の温度評価結果</p> <table border="1" data-bbox="184 317 881 569"> <thead> <tr> <th colspan="2">6号炉タービン建屋非常用電気品室評価 (鎮火時)</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>危険物タンクと航空機の重量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td>2627.6 (=580.6+348.8+1698.2)</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[hour]</td> <td>23.18 (=10.74+10.30+2.14)</td> </tr> <tr> <td>外壁面温度[°C]</td> <td>102</td> </tr> <tr> <td>内壁面温度[°C]</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>内気温度[°C]</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>許容温度[°C]</td> <td>40*</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：室内の電気設備 (パワーセンター, モータコントロールセンター) の最高使用温度</p>	6号炉タービン建屋非常用電気品室評価 (鎮火時)		項目	危険物タンクと航空機の重量	輻射強度[W/m ²]	2627.6 (=580.6+348.8+1698.2)	燃焼継続時間[hour]	23.18 (=10.74+10.30+2.14)	外壁面温度[°C]	102	内壁面温度[°C]	50	内気温度[°C]	38	許容温度[°C]	40*		<p>第2-24表 建物内気温度の評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1774 317 2472 625"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>危険物タンクと航空機の重量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度 [W/m²]</td> <td>1,909.1 (最大)</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[h]</td> <td>10.73</td> </tr> <tr> <td>外壁面温度[°C]</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>内壁面温度[°C]</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>内気温度[°C]</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>許容温度[°C]</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p>c. ルーバの火災影響評価について</p> <p>(a) 評価対象 <u>ルーバのうち、火災源から最も近く、輻射強度が最も大きくなる原子炉建物外壁のルーバを対象とする。</u></p> <p>(b) 想定条件 <u>火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとする。</u></p> <p>(c) 判断の考え方 <u>ルーバの許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325°Cとする。</u></p> <p>(d) 評価結果 <u>一定の輻射強度でルーバが昇温されるものとして、輻射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式によりルーバ表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。</u></p> $T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h}$ <p>T₀ : 初期温度[50°C], E : 輻射強度[1,909.1W/m²], ε : 吸収率[0.9]^{※1}, h : 熱伝達率[17W/m²K]^{※2}</p> <p>※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧</p>	項目	危険物タンクと航空機の重量	輻射強度 [W/m ²]	1,909.1 (最大)	燃焼継続時間[h]	10.73	外壁面温度[°C]	62	内壁面温度[°C]	56	内気温度[°C]	40	許容温度[°C]	45	
6号炉タービン建屋非常用電気品室評価 (鎮火時)																																	
項目	危険物タンクと航空機の重量																																
輻射強度[W/m ²]	2627.6 (=580.6+348.8+1698.2)																																
燃焼継続時間[hour]	23.18 (=10.74+10.30+2.14)																																
外壁面温度[°C]	102																																
内壁面温度[°C]	50																																
内気温度[°C]	38																																
許容温度[°C]	40*																																
項目	危険物タンクと航空機の重量																																
輻射強度 [W/m ²]	1,909.1 (最大)																																
燃焼継続時間[h]	10.73																																
外壁面温度[°C]	62																																
内壁面温度[°C]	56																																
内気温度[°C]	40																																
許容温度[°C]	45																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<p>評価結果を第2-25表に示す。</p> <p>対象のルーバ表面の最大温度を求め、許容温度以下であることを確認したことから、ルーバの強度への影響はない。</p> <p>また、ルーバの変形の有無にかかわらず、安全上支障のない期間に点検を行いルーバの使用に問題があると判断される場合には、交換等の措置が可能である。なお、ルーバ内側には熱影響を受ける機器等がなく、航空機火災時は、熱気流を考慮し、状況に応じて空調の停止措置等を講じることから、建物内への影響はない。</p> <p style="text-align: center;">第2-25表 ルーバの評価温度</p> <table border="1" data-bbox="1745 758 2496 852"> <thead> <tr> <th>想定火災源</th> <th>評価温度[°C]</th> <th>許容温度[°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>危険物タンクと航空機の重量</td> <td>101</td> <td>325</td> </tr> </tbody> </table> <p>d. 配管貫通部の火災影響評価について</p> <p>配管貫通部は、モルタル等による穴仕舞を行っており、建物外壁の火災影響評価に包絡される。</p> <p>e. ブローアウトパネルの火災影響評価について</p> <p>ブローアウトパネルは、原子炉建物北側に2箇所設置されているが、離隔距離が原子炉建物外壁面の扉より遠いことから、扉の火災影響評価に包絡される。</p>	想定火災源	評価温度[°C]	許容温度[°C]	危険物タンクと航空機の重量	101	325	
想定火災源	評価温度[°C]	許容温度[°C]							
危険物タンクと航空機の重量	101	325							

<p>柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>														
<p><u>6号炉タービン建屋非常用電気品室は、後述の7号炉コントロール建屋に対して、輻射強度、燃焼継続時間等の評価条件が厳しいことから、鎮火後の内気温度についても評価を実施する。</u></p> <p><u>以下に評価結果を示す。</u></p>  <p>第 2-12 図 <u>外壁及び内壁面温度 (発火～鎮火後)</u></p> <p>第 2-24 表 <u>非常用電気品室の温度評価結果</u></p> <table border="1" data-bbox="163 1150 854 1386"> <thead> <tr> <th colspan="2">6号炉タービン建屋非常用電気品室評価 (鎮火後)</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>危険物タンクと航空機の重畳</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>時間</td> <td>鎮火から 33.8 時間後</td> </tr> <tr> <td>外壁面温度[°C]</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>内壁面温度[°C]</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>内気温度[°C]</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>許容温度[°C]</td> <td>40*</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：室内の電気設備 (パワーセンター、モータコントロールセンター) の最高使用温度</p> <p><u>評価の結果、内気温度は鎮火から33.8時間後に38°C (最大値) まで上昇するが、室内の電気設備 (パワーセンター、モータコントロールセンター) の最高使用温度40°Cを下回ることを確認した。</u></p> <p>c. <u>7号炉に対する影響評価 (6号炉軽油タンク火災との重畳)</u></p> <p><u>(a)7号炉コントロール建屋の外壁面温度評価</u></p> <p><u>評価に必要なデータは以下のとおり。</u></p>	6号炉タービン建屋非常用電気品室評価 (鎮火後)		項目	危険物タンクと航空機の重畳	時間	鎮火から 33.8 時間後	外壁面温度[°C]	53	内壁面温度[°C]	53	内気温度[°C]	38	許容温度[°C]	40*			<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>評価対象施設の相違</p>
6号炉タービン建屋非常用電気品室評価 (鎮火後)																	
項目	危険物タンクと航空機の重畳																
時間	鎮火から 33.8 時間後																
外壁面温度[°C]	53																
内壁面温度[°C]	53																
内気温度[°C]	38																
許容温度[°C]	40*																

第 2-25 表 軽油タンク火災影響評価に必要なデータ

7号炉コントロール建屋評価			
項目	6号炉西側 軽油タンク	6号炉東側 軽油タンク	小型軍用航空 機(AH-1S)
燃料の種類	軽油	軽油	JP-4
燃料量[m ³]	565	565	0.98
輻射発散度[W/m ²]	42×10 ³	42×10 ³	58×10 ³
燃焼速度[m/s]	4.79×10 ⁻⁵	4.79×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵
燃焼面積[m ²]	289	289	12
燃焼半径[m]	9.59	9.59	1.95
コントロール建屋までの距離[m]	100	109	116
燃焼継続時間[hour]	11.33	11.33	0.34

次の式から形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{A(n-1)}}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{(n-1)}}{\sqrt{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし、 $m = \frac{H}{D} \cong 3, n = \frac{L}{D}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$

ϕ : 形態係数, L : 離隔距離[m], H : 火炎高さ[m], R : 燃焼半径[m]

第 2-26 表 形態係数の算出結果

7号炉コントロール建屋評価			
項目	6号炉西側 軽油タンク	6号炉東側 軽油タンク	小型軍用航空 機(AH-1S)
コントロール建屋までの距離[m]	100	109	116
燃焼半径[m]	9.59	9.59	1.95
形態係数	0.0179039	0.0149786	0.0005303

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = Rf \times \phi$$

E : 輻射強度, Rf : 輻射発散度, ϕ : 形態係数

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																				
<p style="text-align: center;"><u>第 2-27 表 輻射強度の算出結果</u></p> <table border="1" data-bbox="160 310 920 495"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">7号炉コントロール建屋評価</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">項目</th> <th style="text-align: center;">6号炉西側 軽油タンク</th> <th style="text-align: center;">6号炉東側 軽油タンク</th> <th style="text-align: center;">小型軍用航空 機(AH-1S)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度[W/m²]</td> <td style="text-align: center;">42×10³</td> <td style="text-align: center;">42×10³</td> <td style="text-align: center;">58×10³</td> </tr> <tr> <td>形態係数</td> <td style="text-align: center;">0.0179039</td> <td style="text-align: center;">0.0149786</td> <td style="text-align: center;">0.0005303</td> </tr> <tr> <td>輻射強度[W/m²]</td> <td style="text-align: center;">751.9</td> <td style="text-align: center;">629.1</td> <td style="text-align: center;">30.7</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>ここで重畳を考慮した場合、航空機墜落による火災と同時に軽油タンクが延焼する場合は輻射強度が大きくなり、航空機が落下後時間において軽油タンクが発火する場合は燃焼継続時間が大きくなることから、それらを包絡するように、評価を実施する（第2-13図）。</u></p> <p><u>航空機と軽油タンクが同時に延焼する場合の輻射強度Eは、以下のとおり。</u></p> <p><u>$E = (752.0 \text{ (6号炉西側軽油タンク)} + 629.1 \text{ (6号炉東側軽油タンク)} + 30.8 \text{ (小型軍用航空機)})$</u></p> <p><u>$E = 1411.9 \text{ [W/m}^2\text{]}$</u></p> <p><u>航空機が落下後時間において軽油タンクが発火する場合の最大の燃焼継続時間tは、以下のとおり。</u></p> <p><u>$t = 11.33 \text{ (6号炉西側軽油タンク)} + 11.33 \text{ (6号炉東側軽油タンク)} + 0.34 \text{ (小型軍用航空機)}$</u></p> <p><u>$t = 23.00 \text{ [時間]}$</u></p>	7号炉コントロール建屋評価				項目	6号炉西側 軽油タンク	6号炉東側 軽油タンク	小型軍用航空 機(AH-1S)	輻射発散度[W/m ²]	42×10 ³	42×10 ³	58×10 ³	形態係数	0.0179039	0.0149786	0.0005303	輻射強度[W/m ²]	751.9	629.1	30.7			
7号炉コントロール建屋評価																							
項目	6号炉西側 軽油タンク	6号炉東側 軽油タンク	小型軍用航空 機(AH-1S)																				
輻射発散度[W/m ²]	42×10 ³	42×10 ³	58×10 ³																				
形態係数	0.0179039	0.0149786	0.0005303																				
輻射強度[W/m ²]	751.9	629.1	30.7																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>輻射熱が最大となる場合</p> <p>輻射強度[W/m²]</p> <p>時間[h]</p> <p>重畳 小型軍用航空機 西側軽油タンク 東側軽油タンク</p> <p>燃焼継続時間が最大となる場合</p> <p>輻射強度[W/m²]</p> <p>時間[h]</p> <p>重畳 小型軍用航空機 西側軽油タンク 東側軽油タンク</p> <p>輻射強度最大で燃焼継続時間最大として温度評価を実施</p> <p>輻射強度[W/m²]</p> <p>時間[h]</p> <p>重畳</p>			
<p>第 2-13 図 重畳を考慮した場合の輻射強度及び燃焼継続時間の関係</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。

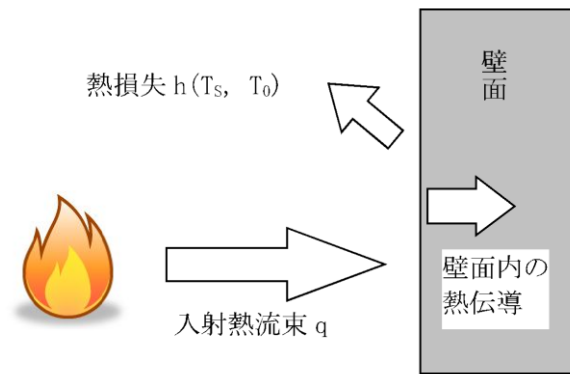
$$\frac{dT}{dt} = \alpha \frac{d^2T}{dx^2}$$

T : 温度, t : 時刻, x : 建物壁内における外壁面からの距離, α : 熱拡散率

第 2-28 表 建屋外壁面の温度評価結果

7号炉コントロール建屋評価 (建屋外壁面温度)	
項目	危険物タンクと航空機の重量
輻射強度 [W/m ²]	1411.9 (=752.0+629.1+30.8)
燃焼継続時間 [hour]	23.00 (=11.33+11.33+0.34)
表面温度 [°C]	78

評価の結果、表面温度は78°Cとなり、許容限界温度を下回ることから、熱影響はない。

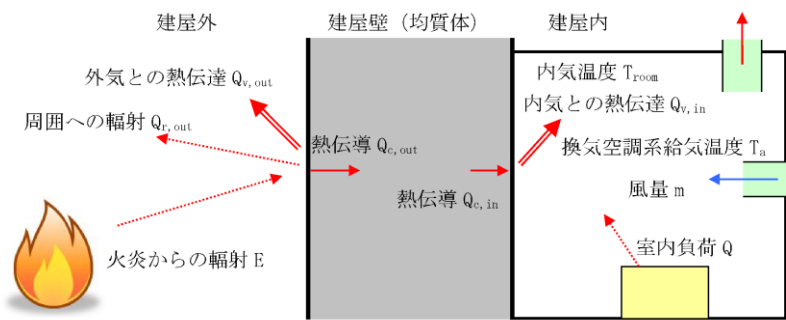


第 2-14 図 建屋温度評価体系図

(b)7号炉コントロール建屋の内気温度評価

火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設が昇温されるものとして、内壁の温度上昇を求め、コントロール建屋に設置している機器等への影響について評価する。評価対象エリアは、壁厚が最も薄いエリアを選定する。

以下に概念図を示す。



第 2-15 図 伝熱の概念図

評価に必要なパラメータを示す。

第 2-29 表 航空機火災影響評価に必要なパラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度[°C]	50	日射の影響を考慮し設定
外壁面熱伝達率[W/m²K]	34.883	コンクリートの外壁面熱伝達率
内壁面熱伝達率[W/m²K]	3.4883	コンクリートの内壁面熱伝達率
壁の熱伝導率[W/mK]	1.6279	コンクリートの熱伝導率
熱拡散率[m²/s]	8.42 × 10 ⁻⁷	コンクリートの熱拡散率
壁厚[m]	0.5	-

以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外壁及び内壁面温度を求める。

$$\frac{dT}{dt} = \alpha \frac{d^2T}{dx^2}$$

T : 温度, t : 時刻, x : 建物壁内における外壁面からの距離, α : 熱拡散率

外壁及び内壁面温度上昇に伴う熱負荷は次式で計算される。

$$Q_{v,in} = h_{in} A (T_{in} - T_{room})$$

h_{in}: 内壁面熱伝達率, A: 内壁の表面積, T_{in}: 内壁面温度, T_{room}: 内気温度

内気温度は、火災による内壁面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び換気空調系による除熱を考慮し、次式で求める。

$$T_{room} = \frac{Q + Q_{v,in}}{m \rho C} + T_a$$

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

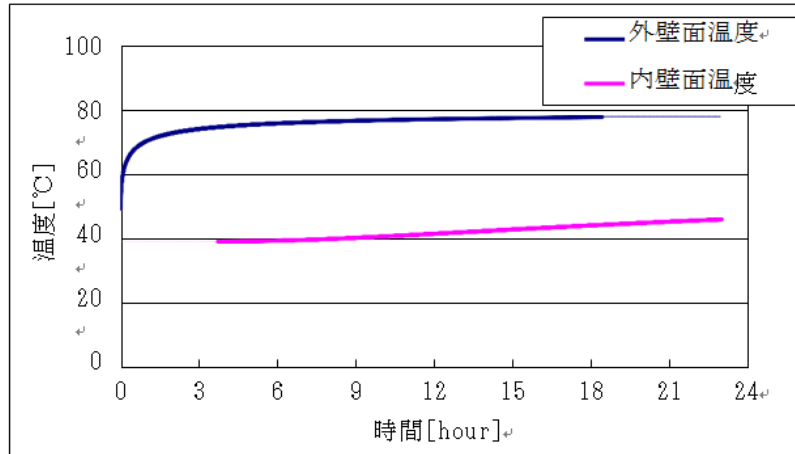
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

Q : 室内負荷, m : 風量, ρ : 空気密度, C : 空気比熱, T_a : 換気空調系給気温度

以下に評価結果を示す。



第 2-16 図 外壁及び内壁面温度 第

2-30 表 建屋内気温度の評価結果

7号炉コントロール建屋評価 (建屋内気温度)	
項目	危険物タンクと航空機の重量
輻射強度 [W/m ²]	1411.9 (=752.0+629.1+30.8)
燃焼継続時間 [hour]	23.00 (=11.33+11.33+0.34)
外壁面温度 [°C]	78
内壁面温度 [°C]	47
内気温度 [°C]	40
許容温度 [°C]	60*

※: 室内の電気設備 (ケーブル) の最高使用温度

出典: 日本電線工業会規格 JCS 0168-1:2004 ケーブルの常時許容温度

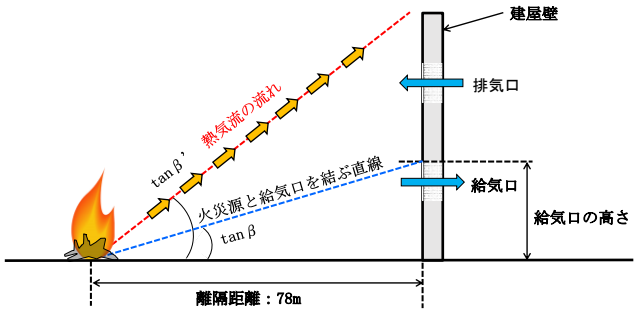
評価の結果, 内気温度は40°Cとなり, ケーブル常時許容温度60°Cを下回ることを確認した。

d. まとめ

6号炉の評価では外壁面は102°C, 7号炉の評価では外壁面は78°Cであり, 許容限界温度を下回ることから, 熱影響はないと評価する。また, 6号炉の評価では内気温度は38°C, 7号炉の評価では内気温度は40°Cであり, 室内の電気設備の許容温度を下回ることから, 熱影響はないと評価する。

f. まとめ

評価の結果, 内気温度は40°Cとなり, 室内の許容温度を下回ることから, 熱影響はないと評価する。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(13) 火災による熱影響の有無の評価</p> <p>以上の結果から、航空機墜落による火災が発生した場合を想定したとしても、外壁面の温度が許容限界温度、内気温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響をおよぼすことはないと評価する。</p>	<p>5.8 航空機墜落火災からの熱気流による影響評価</p> <p>安全重要度分類のクラス1, 2設備が給気口のすぐ内側にある非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気口及び使用済燃料乾式貯蔵建屋は、外部火災により発生する熱気流が周囲の風況の影響により建屋に向かうことが想定されるため、火災源から発生した熱気流が風により直接給気口から流入する事象を想定する。</p> <p>評価の概念図を第5.8-1図に示す。火災による熱気流の主軸傾き角 $(\tan \beta')$ が、火災発生源と給気口とを結ぶ直線の傾き角 $(\tan \beta)$ より大きい場合は、熱気流は建屋上方へ拡散し建屋内空気温度への影響はないが、本評価においては保守的に熱気流が直接給気口に当たる場合 $(\tan \beta' = \tan \beta)$ を想定し、その際の風速を設定する。</p> <p>現実的には発火点の位置や上昇気流、また気象条件の影響も考慮すれば火災からの熱気流が全て給気口に到達し流入することは考えにくい。本評価においては保守的に火災源から発生する熱気流が直接給気口に流入するような風速を設定して評価した。</p>  <p>第5.8-1図 使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価概念図</p>	<p>(14) 火災による熱影響の有無の評価</p> <p>以上の結果から、航空機墜落による火災が発生した場合を想定したとしても、外壁面の温度が許容限界温度を超えないこと及び内気温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
	<p>5.8.1 想定条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価対象とする火災源は、最も近い位置で発生する航空機火災(対象航空機:F-15)とした。 ・離隔距離は、評価上厳しくなるよう、想定する火災源から評価対象施設の給気口まで最短となるよう設定した。 ・熱気流の評価では、気象条件として有風状態を想定し、発生する熱気流が直接給気口に流入するような風速を設定した。 <p>5.8.2 評価に必要となるデータの算出</p> <p>(1) 火災源と給気口を結ぶ直線の傾き</p> <p>以下の式から火災源と給気口を結ぶ直線の傾きを算出した。算出結果を第5.8.2-1表に示す。</p> $\tan \beta = \frac{\text{給気口の高さ}}{\text{火災源から給気口までの水平距離}}$ <p>第5.8.2-1表 火災源と各対象の給気口を結ぶ直線の傾き</p> <table border="1" data-bbox="952 1014 1700 1220"> <thead> <tr> <th>評価対象施設</th> <th>給気口の高さ (m)</th> <th>火災源から給気口までの水平距離 (m)</th> <th>傾き tan β (rad)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>使用済燃料乾式貯蔵建屋</td> <td>8.8</td> <td>78</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口</td> <td>4.9</td> <td>24</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 熱源寸法</p> <p>以下の式から熱源寸法を算出した。算出結果を第5.8.2-2表に示す。</p> $D=2\sqrt{\frac{S}{\pi}}$ <p>D: 熱源寸法 (m)</p> <p>S: 航空機火災 (F-15) の燃焼面積(44.6m²)</p> <p>第5.8.2-2表 各対象の熱源寸法</p> <table border="1" data-bbox="1095 1749 1555 1875"> <thead> <tr> <th>火災源</th> <th>熱源寸法D (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空機火災 (F-15)</td> <td>7.5</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象施設	給気口の高さ (m)	火災源から給気口までの水平距離 (m)	傾き tan β (rad)	使用済燃料乾式貯蔵建屋	8.8	78	0.1	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口	4.9	24	0.2	火災源	熱源寸法D (m)	航空機火災 (F-15)	7.5		
評価対象施設	給気口の高さ (m)	火災源から給気口までの水平距離 (m)	傾き tan β (rad)																
使用済燃料乾式貯蔵建屋	8.8	78	0.1																
非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口	4.9	24	0.2																
火災源	熱源寸法D (m)																		
航空機火災 (F-15)	7.5																		

(3) 発生熱量

以下の式から発生熱量を算出した。算出結果を第5.8.2-3表に示す。

$$Q = (1 - \chi) \Delta H_{c, \text{eff}} S M$$

Q : 発生熱量 (kW), χ : 放射分率 (0.05)

$\Delta H_{c, \text{eff}}$: 発熱量 (43,500kJ/kg)

S : 航空機火災 (F-15) の燃焼面積 (44.6m²)

M : 質量低下速度 (kg/m²/s)

第5.8.2-3表 想定する火災源の発生熱量

火災源	発生熱量Q (kW)
航空機火災 (F-15)	9.4×10 ⁴

(4) 熱気流が直接給気口に流入する風速

以下の式を満たす熱気流が直接給気口に流入する風速を算出した。算出結果を第5.8.2-4表に示す。

$$\tan \beta = 0.37 \Lambda^{-9/8} Fr^{0.0975}$$

$$\Lambda = \frac{UD^{1/3}}{(Qg/C_p \rho T_0)^{1/3}}$$

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{Dg}}$$

$\tan \beta$: 火災源と給気口を結ぶ直線の傾き (rad)

Λ : 無次元パラメータ, Fr : フルード数 (-)

C_p : 空気比熱 (1.007kJ/kg/K)

ρ : 空気密度 (1.17kg/m³), T_0 : 周囲温度 (310K)

D : 航空機火災 (F-15) の燃焼面積 (44.6m²)

g : 質量低下速度 (kg/m²/s)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
	<p data-bbox="982 258 1670 289">第5.8.2-4表 火災源と各対象の給気口を結ぶ直線の傾き</p> <table border="1" data-bbox="955 304 1694 495"> <thead> <tr> <th data-bbox="955 304 1160 373">評価対象施設</th> <th data-bbox="1160 304 1264 373">無次元パラメータ Λ (-)</th> <th data-bbox="1264 304 1347 373">Froude数 Fr (-)</th> <th data-bbox="1347 304 1519 373">熱気流が直接開口に流入する風速 U (m/s)</th> <th data-bbox="1519 304 1694 373">水戸地方気象台で観測した過去10年間の最大風速 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="955 373 1160 422">使用済燃料乾式貯蔵建屋</td> <td data-bbox="1160 373 1264 422">3.1</td> <td data-bbox="1264 373 1347 422">2.5</td> <td data-bbox="1347 373 1519 422">21.6 ~ 40.1</td> <td data-bbox="1519 373 1694 422" rowspan="2">17.5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="955 422 1160 495">非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口</td> <td data-bbox="1160 422 1264 495">1.7</td> <td data-bbox="1264 422 1347 495">1.4</td> <td data-bbox="1347 422 1519 495">12.1 ~ 12.8</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="967 569 1145 600">(5) 評価結果</p> <p data-bbox="997 615 1709 779">使用済燃料乾式貯蔵建屋に対し、熱気流が直接開口に流入する風速は、水戸地方気象台で観測した過去10年間の最大風速未達となることから、熱気流が直接開口に流入することはない。上方へ拡散するため、熱気流の影響はない。</p> <p data-bbox="997 793 1709 957">非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口に対する熱気流の影響は、以下理由により熱気流の回避が可能であるため、熱気流が流入することはない。</p> <ul data-bbox="1026 972 1709 1545" style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口は、開口面積が狭いことから熱気流を直接取り込むため、必要となる風速が狭い範囲に限定され、直接熱気流を取り込む可能性は低い。 ・非常用ディーゼル発電機吸気口は位置的分散が図られているため、同時に全ての設備が直接熱気流の影響を受けることは想定し難い。 ・万一、熱気流を取り込む可能性がある場合は、影響を受けない方向に位置する非常用ディーゼル発電機を起動し、熱気流を取り込む可能性がある設備は起動しない(起動している場合は停止する)ことにより熱気流の影響を回避し、消火が確認された時点で、停止していた非常用ディーゼル発電機の運転を再開する。 	評価対象施設	無次元パラメータ Λ (-)	Froude数 Fr (-)	熱気流が直接開口に流入する風速 U (m/s)	水戸地方気象台で観測した過去10年間の最大風速 (m/s)	使用済燃料乾式貯蔵建屋	3.1	2.5	21.6 ~ 40.1	17.5	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口	1.7	1.4	12.1 ~ 12.8		
評価対象施設	無次元パラメータ Λ (-)	Froude数 Fr (-)	熱気流が直接開口に流入する風速 U (m/s)	水戸地方気象台で観測した過去10年間の最大風速 (m/s)													
使用済燃料乾式貯蔵建屋	3.1	2.5	21.6 ~ 40.1	17.5													
非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)吸気口	1.7	1.4	12.1 ~ 12.8														

第1表 評価対象航空機の種類

	民間航空機		自衛隊機、在日米軍機
	計器飛行方式	有視界飛行方式	
固定翼 (ジェット旅客機等)	定期便：評価対象 (例) 大型旅客機 (B747、B777等) 不定期便：評価対象外 (注1)	定期便：該当なし 不定期便：評価対象 (例) 海上保安庁のパトロール機 (ヒナークラフ 90型等) 民間の社有機 (三菱式 MU-300型等) 等	評価対象 (例) 自衛隊機 (F-4EJ改、F-15等) 在日米軍機 (F-16、F/A-18等)
	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	評価対象 (例) 自衛隊機 (T-1等)
回転翼 (ヘリコプター)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	評価対象 (例) 自衛隊機 (MH-53等) 在日米軍機 (CH-53等)
	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	評価対象 (例) 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)

(注1) 計器飛行方式で飛行する大型固定翼機の不定期便は、定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから、評価対象外とする。
 (注2) 小型固定翼機及び回転翼機の定期便については、定期航空運送事業者の登録機数の割合から、運航頻度が大型機の定期便の数%であると判断できることから評価対象外とする。
 (注3) 小型固定翼機及び回転翼機では、リクエストベースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが、原則としては、有視界飛行方式による飛行形態を取っていることから、本基準では、全て有視界飛行方式として評価することとする。

※：実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規) より抜粋

- 大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)
- 小型民間航空機 (固定翼, 回転翼)
- 大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)
- 小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)

対象航空機の種類

	民間航空機		自衛隊機、在日米軍機
	計器飛行方式	有視界飛行方式	
固定翼 (ジェット旅客機)	定期便：評価対象 (例) B747, B737等 不定期便：評価対象外 *1	定期便：該当なし 不定期便：評価対象 (例) B747等	評価対象 (例) F-15等
	定期便：評価対象外 *2 不定期便：評価対象 *3	定期便：評価対象外 *2 不定期便：評価対象 (例) Do228等	評価対象 (例) LC-90等
回転翼 (ヘリコプター)	定期便：評価対象外 *2 不定期便：評価対象 *3	定期便：評価対象外 *2 不定期便：評価対象 (例) AS332L等	評価対象 (例) CH-47J等
	定期便：評価対象外 *2 不定期便：評価対象 *3	定期便：評価対象外 *2 不定期便：評価対象 (例) AS365N3等	評価対象 (例) AH-1S等

※1 計器飛行方式で飛行する大型固定翼機は、定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから、評価対象外とする。
 ※2 小型固定翼機及び回転翼機の定期便については、定期航空運送事業者の登録機数の割合から、運航頻度が大型機の定期便の数%であると判断できることから評価対象外とする。
 ※3 小型固定翼機及び回転翼機では、リクエストベースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが、原則としては、有視界飛行方式による飛行形態を取っていることから、全て有視界飛行方式として評価することとする。
 出典：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」

- 計器飛行方式民間航空機
- 有視界飛行方式民間航空機 (大型機)
- 有視界飛行方式民間航空機 (小型機)
- 自衛隊機又は米軍機

第1表 評価対象航空機の種類

(「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」より抜粋、加筆)

	民間航空機		自衛隊機、在日米軍機
	計器飛行方式	有視界飛行方式	
固定翼 (ジェット旅客機等)	定期便：評価対象 (例) 大型旅客機 (B747, B777等) 不定期便：評価対象外 (注1)	定期便：該当なし 不定期便：評価対象 (例) 海上保安庁のパトロール機 (ヒナークラフ 90型等) 民間の社有機等 (三菱式 MU-300型等)	評価対象 (例) 自衛隊機 (F-4EJ改, F-15等) 在日米軍機 (F-16, F/A-18等)
	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	評価対象 (例) 自衛隊機 (T-1等)
回転翼 (ヘリコプター)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	評価対象 (例) 自衛隊機 (MH-53等) 在日米軍機 (CH-53等)
	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	定期便：評価対象外 (注2) 不定期便：評価対象 (注3)	評価対象 (例) 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)

(注1) 計器飛行方式で飛行する大型固定翼機は、定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから、評価対象外とする。
 (注2) 小型固定翼機及び回転翼機の定期便については、定期航空運送事業者の登録機数の割合から、運航頻度が大型機の定期便の数%であると判断できることから、評価対象外とする。
 (注3) 小型固定翼機及び回転翼機の不定期便については、リクエストベースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが、原則、有視界飛行方式による飛行形態を取っていることから、本基準では全て有視界飛行方式として評価する。

- 大型民間航空機 (離着陸時)
- 大型民間航空機
- 小型民間航空機
- 自衛隊又は米軍機 (空中給油機等)
- 自衛隊又は米軍機 (その他の機種)

別紙 7-2

別紙 7.6

別紙7-2

第 1 表 主要自衛隊航空機の仕様

所属	形式	機種	保有数 [機]	全長 [m]	全幅 [m]	燃料積載量 [L]
陸上自衛隊	小型固定翼	LR-1	2	10	12	920
	大型固定翼	LR-2	7	14	18	2040
	小型回転翼	AH-1S	70	14	3	980
	小型回転翼	OH-6D	84	7	2	242
	小型回転翼	OH-1	38	12	3	953
	小型回転翼	UH-1H/J	141	12/13 ^{※1}	3	833
	大型回転翼	CH-47J/JA	56	16	4/5 ^{※2}	3899
	大型回転翼	UH-60JA	34	16	3	3255
	大型回転翼	AH-64D	10	18	6	1421
海上自衛隊	大型固定翼	P-3C	75	36	30	34820
	大型固定翼	P-1	4	38	35	- ^{※3}
	大型回転翼	SH-60J	46	15	3	1361
	大型回転翼	SH-60K	39	16	3	1361
	大型回転翼	MH-53E	6	22	6	12113
航空自衛隊	大型回転翼	MCH-101	5	23	19	5250
	大型固定翼	F-15J/DJ	201	19	13	14647
	大型固定翼	F-4EJ	62	19	12	12260
	大型固定翼	F-2A/B	92	16	11	11053
	大型固定翼	RF-4E/EJ	13	19	12	12579
	大型固定翼	C-1	25	29	31	15709
	大型固定翼	C-130H	15	30	40	26344
	大型固定翼	KC-767	4	49	48	145033 ^{※1}
	大型固定翼	KC-130H	1	30	40	26344
	大型固定翼	E-2C	13	18	25	7002
	大型固定翼	E-767	4	49	48	- ^{※3}
大型回転翼	CH-47J	15	16	4	3899	

平成 25 年版防衛白書より作成。燃料積載量は日本航空機全集 2013(鳳文書林)、世界航空機年鑑 2012-2013(酣燈社)より。なお、灰色で網かけした航空機は小型航空機。
 ※1: 大型航空機の燃料が最大のものになる。
 ※2: UH-1H, UH-1J の全長がそれぞれ 12, 13m, CH-47J, CH-47JA の全幅がそれぞれ 4, 5m を意味する。
 ※3: P-1 (哨戒), E-767 (早期警戒管制) の燃料積載量は不明だが、機体サイズ及び用途を考えると、KC-767 (空中給油) より燃料補給機は少ないと推定する。

自衛隊機又は米軍機の用途による分類について

自衛隊機又は米軍機の落下事故には、「⑤訓練空域外を飛行中」の落下事故と「⑥基地-訓練空域間を往復時」の落下事故がある。
 ⑤及び⑥について、自衛隊機が保有する機種を代表として、用途による飛行形態を踏まえてカテゴリを分類し、燃料積載量が最大となる対象の航空機を整理した。

1. 訓練空域外を飛行中の落下事故

自衛隊機の用途としては、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等がある。

下表に代表的な自衛隊機における用途等を示す。

所属	機種	形式	用途	寸法 (m)		燃料量 ^{※1} (m ³)
				全長	全幅	
陸上自衛隊	LR-1	小型固定翼	連絡偵察	約 10	約 12	約 0.9
	LR-2	大型固定翼	連絡偵察	約 14	約 18	約 2
	AH-1S	小型回転翼	対戦車	約 14	約 3	約 1
	OH-6D	小型回転翼	観測	約 7	約 2	約 0.2
	OH-1	小型回転翼	観測	約 12	約 3	約 1
	UH-1H/J	小型回転翼	多用途	約 12/13	約 3	約 0.8
	CH-47J/JA	大型回転翼	輸送	約 16	約 4/5	約 4
	UH-60JA	大型回転翼	多用途	約 16	約 3	約 3
	AH-64D	大型回転翼	戦闘	約 18	約 6	約 1
海上自衛隊	P-3C	大型固定翼	哨戒	約 36	約 30	約 35
	P-1	大型固定翼	哨戒	約 38	約 35	≦ KC-767 ^{※2}
	SH-60J	大型回転翼	哨戒	約 15	約 3	約 1
	SH-60K	大型回転翼	哨戒	約 16	約 3	約 1
	MH-53E	大型回転翼	掃海・輸送	約 22	約 6	約 12
	MCH-101	大型回転翼	掃海・輸送	約 23	約 19	約 5
	航空自衛隊	F15J/DJ	大型固定翼	戦闘	約 19	約 13
F-4EJ		大型固定翼	戦闘	約 19	約 12	約 12
F-2A/B		大型固定翼	戦闘	約 16	約 11	約 11
RF-4E/EJ		大型固定翼	偵察	約 19	約 12	約 13
C-1		大型固定翼	輸送	約 29	約 31	約 16
C-130H		大型固定翼	輸送	約 30	約 40	約 37
KC-767		大型固定翼	空中給油・輸送	約 49	約 48	約 145
KC-130H		大型固定翼	空中給油機能付加	約 30	約 40	約 37
E-2C		大型固定翼	早期警戒	約 18	約 25	約 7
E-767		大型固定翼	早期警戒管制	約 49	約 48	≦ KC-767 ^{※2}
CH-47J		大型回転翼	輸送	約 16	約 4	約 4

出典：平成 28 年度版防衛白書等
 ※1 増槽（機体の外部に装着して使用する燃料タンク）の燃料量を考慮した値。
 ※2 P-1 及び E-767 の燃料量は不明であるが、P-1 については KC-767 より寸法が小さく空中給油機能を備えていないこと、E-767 については KC-767 と寸法は同一であるものの空中給油機能を備えていないことから、KC-767 に比べて燃料量は少ないと想定される。

自衛隊機又は米軍機の用途による分類について

自衛隊機又は米軍機の落下事故には、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故」と「基地-訓練空域間往復時の落下事故」が含まれるが、島根原子力発電所は基地と訓練空域間の往復範囲内にならないため、「基地-訓練空域間往復時の落下事故」は考慮していない。

以下に自衛隊機又は米軍機の落下事故による火災影響を評価する機種のカテゴリについて整理する。分類にあたっては、代表として自衛隊機の主要な機種のデータを用いることとした。

(1) 訓練空域外を飛行中の落下事故

主要航空機（大型固定翼機）の用途等を以下に示す。

所属	機種	用途	寸法 (m)		燃料量 (m ³)
			全長	全幅	
陸上自衛隊	LR-2	連絡偵察	14	18	約 2
海上自衛隊	P-3C	哨戒	36	30	約 35
航空自衛隊	F-15J/DJ	戦闘	19	13	約 15
	F-4EJ	戦闘	19	12	約 12
	F-2A/B	戦闘	16	11	約 11
	RF-4E/EJ	偵察	19	12	約 13
	C-1	輸送	29	31	約 21
	C-130H	輸送	30	40	約 37
	KC-767	空中給油・輸送	49	48	約 145
	KC-130H	空中給油機能付加	30	40	約 37
	E-2C	早期警戒	18	25	約 7
	E-767	早期警戒管制	49	48	約 91

用途としては、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等がある。

用途を飛行形態で整理すると、「空中給油」及び「早期警戒」については、高高度の巡航を行うものと考えられる。また、「哨戒」及び「輸送」については、目的地での低高度で

・条件の相違
 【柏崎 6/7】
 評価手法の違いを踏まえた航空機の分類の相違に伴う記載の相違

以下の機種については、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはないため、「⑤-1 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機」として整理し、その他については、「⑤-2 その他の大型固定翼機及び回転翼機」として整理した。

- ・高高度での巡航が想定される「空中給油」及び「早期警戒」を用途とした機種
- ・目的地付近で低高度での飛行となるものの移動は高高度の巡航を行うものと想定される「哨戒」及び「輸送」を用途とした機種（「哨戒」の目的地は海上、「輸送」の目的地は基地又は空港）

下表に代表的な自衛隊機のうち燃料量の観点から大型機のみについて、上記のカテゴリで整理した結果を示す。

カテゴリ	用途	該当する航空機	寸法 (m)		燃料量* (m ³)
			全長	全幅	
空中給油機、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	「空中給油」、「早期警戒」、「哨戒」、「輸送」を用途とする大型固定翼機	P-3C	約 36	約 30	約 35
		P-1	約 38	約 35	≤KC-767
		C-1	約 29	約 31	約 16
		C-130H	約 30	約 40	約 37
		KC-767	約 49	約 48	約 145
		KC-130H	約 30	約 40	約 37
		E-2C	約 18	約 25	約 7
		E-767	約 49	約 48	≤KC-767
その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	上記以外を用途とする大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	LR-2	約 14	約 18	約 2
		CH-47J	約 16	約 4	約 4
		UH-60JA	約 16	約 3	約 3
		AH-64D	約 18	約 6	約 1
		SH-60J	約 15	約 3	約 1
		SH-60K	約 16	約 3	約 1
		MH-53E	約 22	約 6	約 12
		MCH-101	約 23	約 19	約 5
		F-15J/DJ	約 19	約 13	約 15
		F-4EJ	約 19	約 12	約 12
		F-2A/B	約 16	約 11	約 11
		RF-4E/EJ	約 19	約 12	約 13

出典：平成 28 年度版防衛白書等

※ 増槽の燃料量を考慮した値。

上記の分類を踏まえ、「⑤訓練空域外を飛行中の落下事故」で考慮するカテゴリとして、燃料量が最大となる航空機を下表に示すとおり整理した。

カテゴリ	対象とする航空機の内訳	対象航空機	燃料量* (m ³)
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	「空中給油」、「早期警戒」、「哨戒」、「輸送」を用途とする大型固定翼機	KC-767	145.03
その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	「戦闘」、「連絡偵察」、「偵察」等を用途とする大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	F-15	14.87

※ 増槽の燃料量を考慮した値。

の飛行が考えられるものの、移動は高高度の巡航を行うものと考えられる。ここで目的地としては、「哨戒」が海上、「輸送」が基地あるいは空港であることから、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはない。

したがって、自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、訓練空域外を飛行中の落下事故で考慮するカテゴリを、以下のとおり整理した。なお、大型輸送ヘリコプターCH-47の燃料積載量は約4m³であることから、回転翼機は大型固定翼機の評価に包含される。

カテゴリ	用途	該当する航空機	寸法		燃料量(m ³)
			全長	全幅	
空中給油機等	「空中給油」、「早期警戒」、「哨戒」、「輸送」を用途とする大型固定翼機	P-3C	36	30	約 35
		C-1	29	31	約 21
		C-130H	30	40	約 37
		KC-767	49	48	約 145
		KC-130H	30	40	約 37
		E-2C	18	25	約 7
		E-767	49	48	約 91
その他の機種	「戦闘」、「連絡偵察」、「偵察」等を用途とする大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	LR-2	14	18	約 2
		F-15J/DJ	19	13	約 15
		F-4EJ	19	12	約 12
		F-2A/B	16	11	約 11
		RF-4E/EJ	19	12	約 13

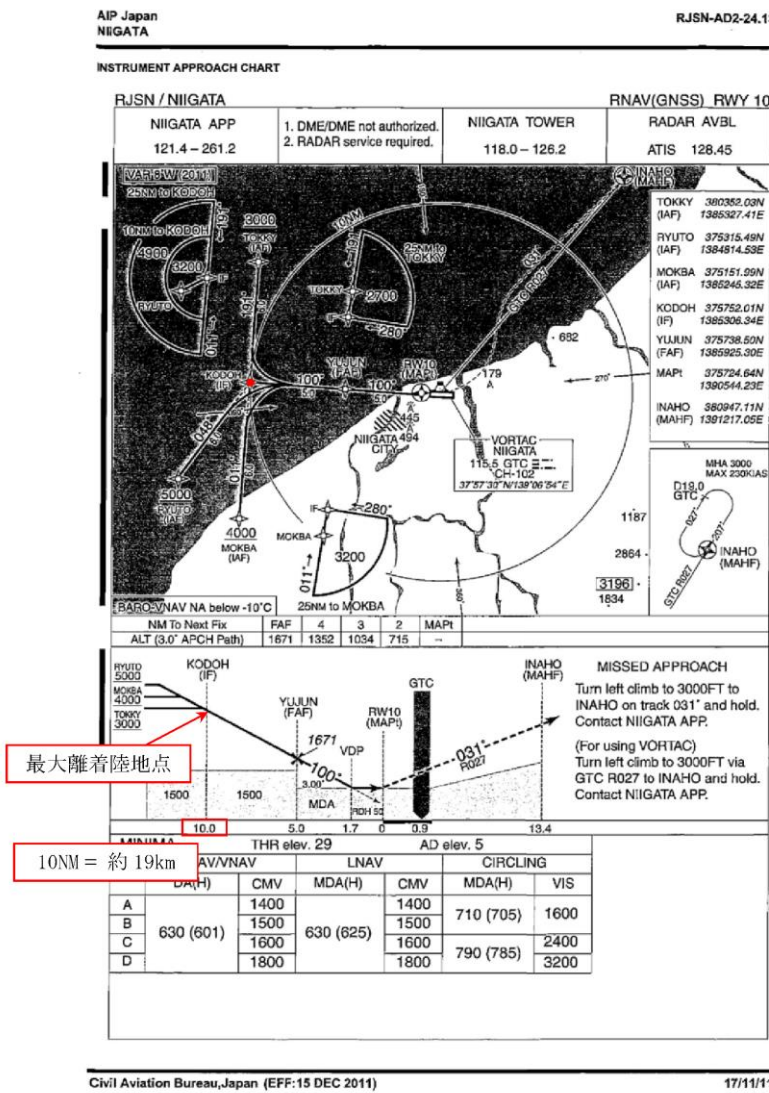
(2) 想定する航空機について

(1) による分類により、ガイドに基づき積載燃料量の最大の機種として、空中給油機等としてはKC-767、その他の機種としてはF-15を想定する航空機として選定している。

燃料量については、燃焼継続時間を算出する際に必要であり、燃料量が多い方が保守的な評価となる。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																						
	<p>2. <u>基地－訓練空域間を往復時の落下事故</u></p> <p>下表に「④基地－訓練空域間を往復時」の落下事故において考慮している百里基地に所属する自衛隊機を示す。</p> <table border="1" data-bbox="952 394 1697 611"> <thead> <tr> <th rowspan="2">所属</th> <th rowspan="2">機種</th> <th rowspan="2">形式</th> <th rowspan="2">用途</th> <th colspan="2">寸法 (m)</th> <th rowspan="2">燃料量* (m³)</th> </tr> <tr> <th>全長</th> <th>全幅</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">航空自衛隊</td> <td>F15J/DJ</td> <td>大型固定翼</td> <td>戦闘</td> <td>約19</td> <td>約13</td> <td>約15</td> </tr> <tr> <td>F-4EJ</td> <td>大型固定翼</td> <td>戦闘</td> <td>約19</td> <td>約12</td> <td>約12</td> </tr> <tr> <td>T-4</td> <td>大型固定翼</td> <td>中等練習</td> <td>約13</td> <td>約10</td> <td>約3</td> </tr> <tr> <td>RF-4E/EJ</td> <td>大型固定翼</td> <td>偵察</td> <td>約19</td> <td>約12</td> <td>約13</td> </tr> <tr> <td>U-125A</td> <td>大型固定翼</td> <td>救難捜索</td> <td>約16</td> <td>約16</td> <td>約6</td> </tr> <tr> <td>UH-60J</td> <td>大型回転翼</td> <td>救難救助</td> <td>約20</td> <td>約16</td> <td>約3</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：平成28年度版防衛白書、航空自衛隊ウェブページ（平成29年7月確認）等</p> <p>※ 増槽の燃料量を考慮した値。</p> <p><u>百里基地に所属する自衛隊機のうち燃料量が最大の航空機を対象とし、下表のとおり整理した。</u></p> <table border="1" data-bbox="952 842 1697 972"> <thead> <tr> <th>カテゴリ</th> <th>対象とする航空機の内訳</th> <th>対象航空機</th> <th>燃料量* (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>④基地－訓練空域間往復時</td> <td>試験空域において訓練を行うと想定される百里基地に所属する固定翼機及び回転翼機</td> <td>F-15</td> <td>14.87</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 増槽の燃料量を考慮した値。</p>	所属	機種	形式	用途	寸法 (m)		燃料量* (m ³)	全長	全幅	航空自衛隊	F15J/DJ	大型固定翼	戦闘	約19	約13	約15	F-4EJ	大型固定翼	戦闘	約19	約12	約12	T-4	大型固定翼	中等練習	約13	約10	約3	RF-4E/EJ	大型固定翼	偵察	約19	約12	約13	U-125A	大型固定翼	救難捜索	約16	約16	約6	UH-60J	大型回転翼	救難救助	約20	約16	約3	カテゴリ	対象とする航空機の内訳	対象航空機	燃料量* (m ³)	④基地－訓練空域間往復時	試験空域において訓練を行うと想定される百里基地に所属する固定翼機及び回転翼機	F-15	14.87		
所属	機種					形式	用途		寸法 (m)			燃料量* (m ³)																																													
		全長	全幅																																																						
航空自衛隊	F15J/DJ	大型固定翼	戦闘	約19	約13	約15																																																			
	F-4EJ	大型固定翼	戦闘	約19	約12	約12																																																			
	T-4	大型固定翼	中等練習	約13	約10	約3																																																			
	RF-4E/EJ	大型固定翼	偵察	約19	約12	約13																																																			
	U-125A	大型固定翼	救難捜索	約16	約16	約6																																																			
	UH-60J	大型回転翼	救難救助	約20	約16	約3																																																			
カテゴリ	対象とする航空機の内訳	対象航空機	燃料量* (m ³)																																																						
④基地－訓練空域間往復時	試験空域において訓練を行うと想定される百里基地に所属する固定翼機及び回転翼機	F-15	14.87																																																						

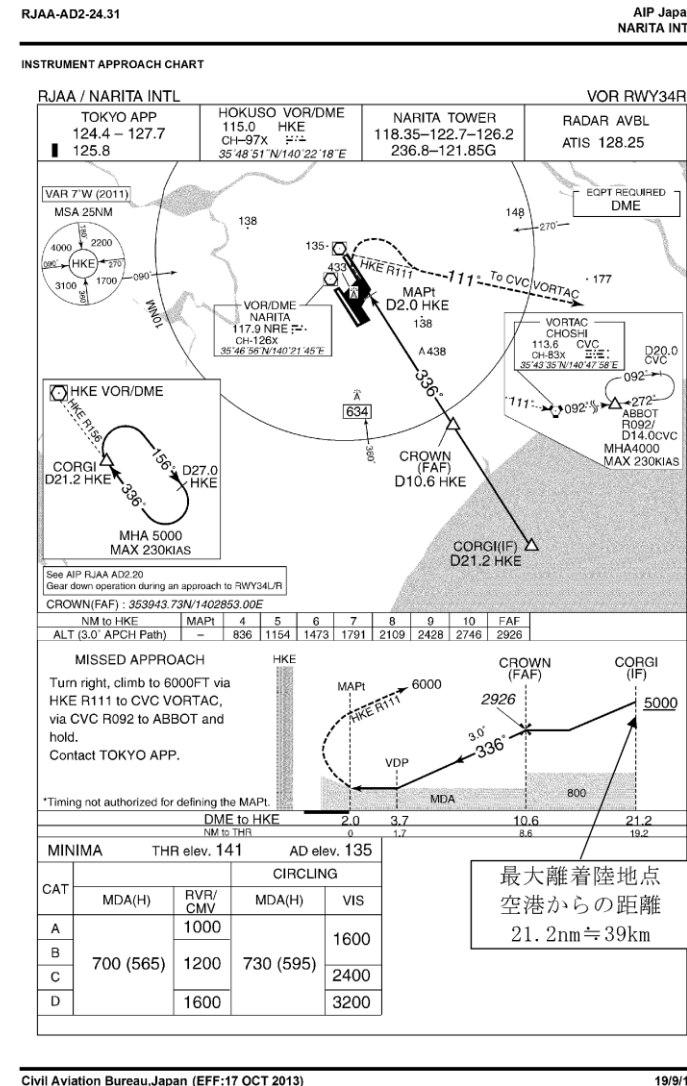
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																															
	<p style="text-align: right;">別紙 7.2</p> <p style="text-align: center;">各施設付近の空港と施設との距離について</p> <table border="1" data-bbox="952 390 1703 558"> <thead> <tr> <th>発電所名称</th> <th>空港名</th> <th>施設と空港の距離^{※1}</th> <th>最大離着陸距離^{※2}</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">東海第二発電所</td> <td>成田空港</td> <td>約 80km</td> <td>39km (21.2nm)</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>茨城空港</td> <td>約 36km</td> <td>56km (30nm)</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：評価対象 ×：評価対象外 ※1 施設と空港の緯度，経度より計測した。 ※2 A I Pを参照した。</p>	発電所名称	空港名	施設と空港の距離 ^{※1}	最大離着陸距離 ^{※2}	判定	東海第二発電所	成田空港	約 80km	39km (21.2nm)	×	茨城空港	約 36km	56km (30nm)	○	<p style="text-align: right;">別紙 7-3</p> <p style="text-align: center;">島根原子力発電所付近の空港と発電所との距離について</p> <table border="1" data-bbox="1768 390 2490 636"> <thead> <tr> <th>発電所名</th> <th>空港名</th> <th>発電所との距離^{※1}</th> <th>空港と空港の最大離着陸地点までの距離^{※2}</th> <th>判定</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">島根原子力発電所</td> <td>出雲空港</td> <td>約 17km</td> <td>約 28km (約 15NM)</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>米子空港</td> <td>約 22km</td> <td>約 43km (約 23NM)</td> <td>対象</td> <td>第2図</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：施設と空港の経度，緯度より計測した。 注2：航空路誌（A I P）を参照した。</p>	発電所名	空港名	発電所との距離 ^{※1}	空港と空港の最大離着陸地点までの距離 ^{※2}	判定	備考	島根原子力発電所	出雲空港	約 17km	約 28km (約 15NM)	対象	第1図	米子空港	約 22km	約 43km (約 23NM)	対象	第2図	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2号炉は，出雲空港及び米子空港の最大離着陸地点以内に位置し，「飛行場での離着陸時」を対象として設定</p>
発電所名称	空港名	施設と空港の距離 ^{※1}	最大離着陸距離 ^{※2}	判定																														
東海第二発電所	成田空港	約 80km	39km (21.2nm)	×																														
	茨城空港	約 36km	56km (30nm)	○																														
発電所名	空港名	発電所との距離 ^{※1}	空港と空港の最大離着陸地点までの距離 ^{※2}	判定	備考																													
島根原子力発電所	出雲空港	約 17km	約 28km (約 15NM)	対象	第1図																													
	米子空港	約 22km	約 43km (約 23NM)	対象	第2図																													



第 1 図 新潟空港の最大離着陸地点

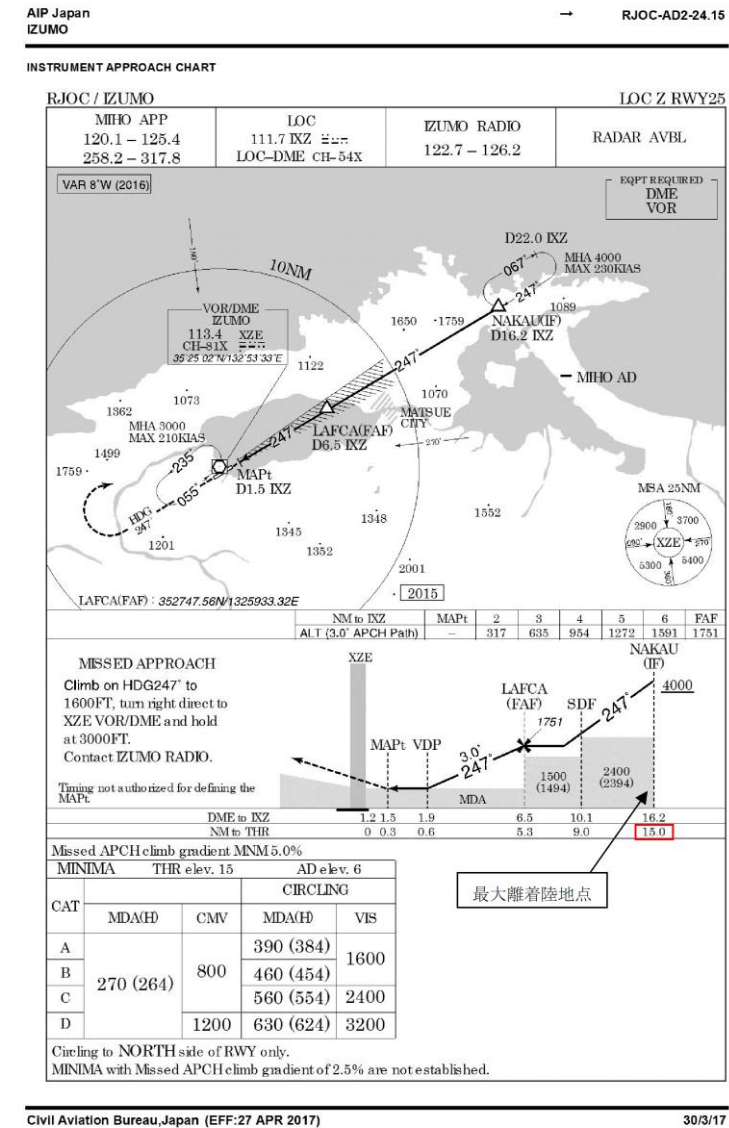
(出典: AIP-JAPAN, 国土交通省航空局, 平成 25 年 3 月)

成田空港の最大離着陸地点までの距離
(成田空港~東海第二発電所の距離: 約 80km)



Civil Aviation Bureau, Japan (EFF:17 OCT 2013)

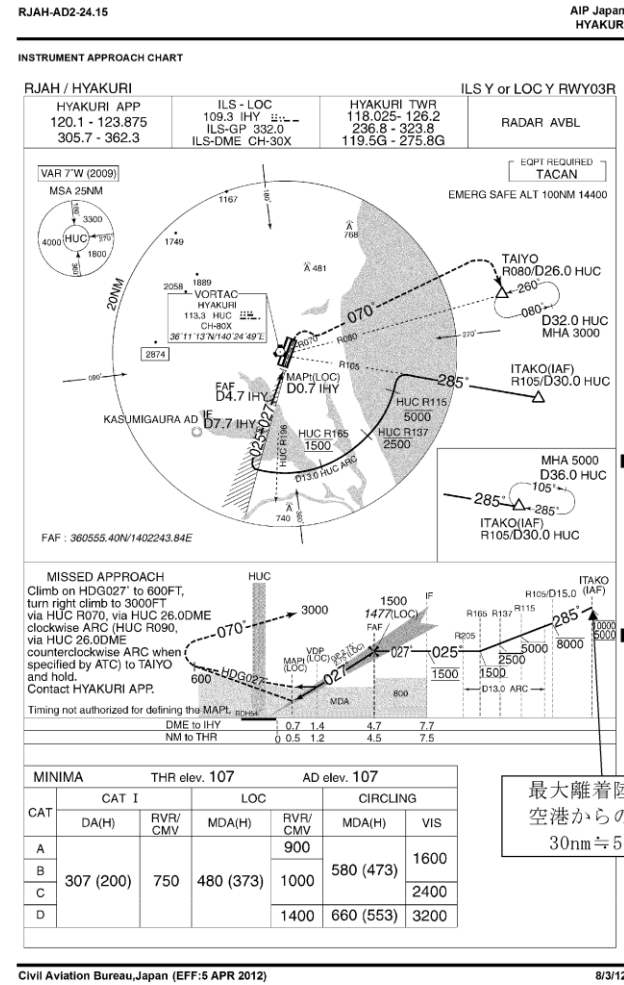
出典: A I P



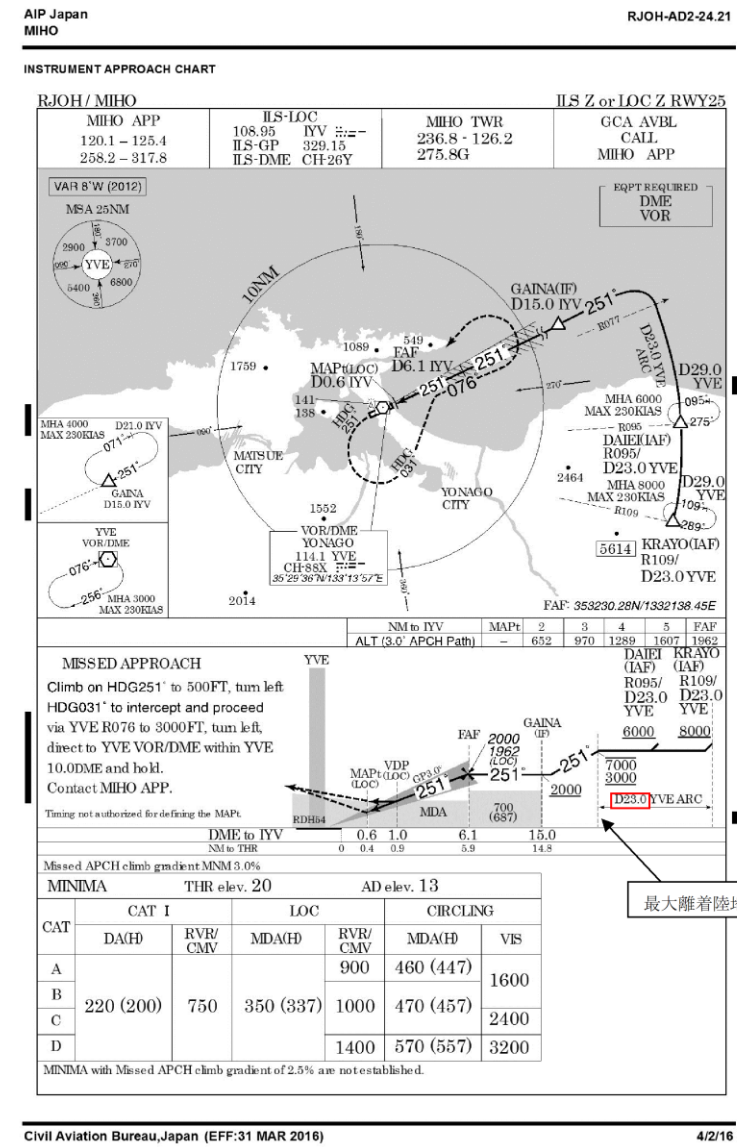
Civil Aviation Bureau, Japan (EFF:27 APR 2017)

第1図 出雲空港の最大離着陸地点 A I Pより抜粋

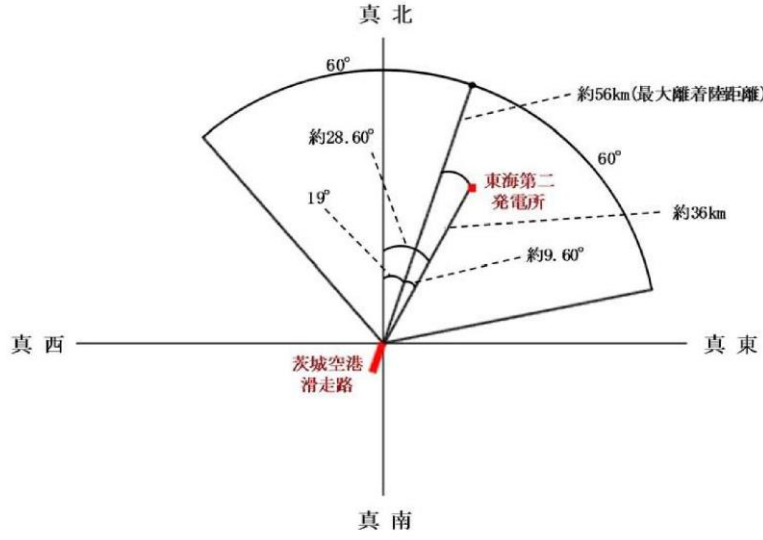
茨城空港の最大離着陸地点までの距離
(茨城空港～東海第二発電所の距離：約36km)



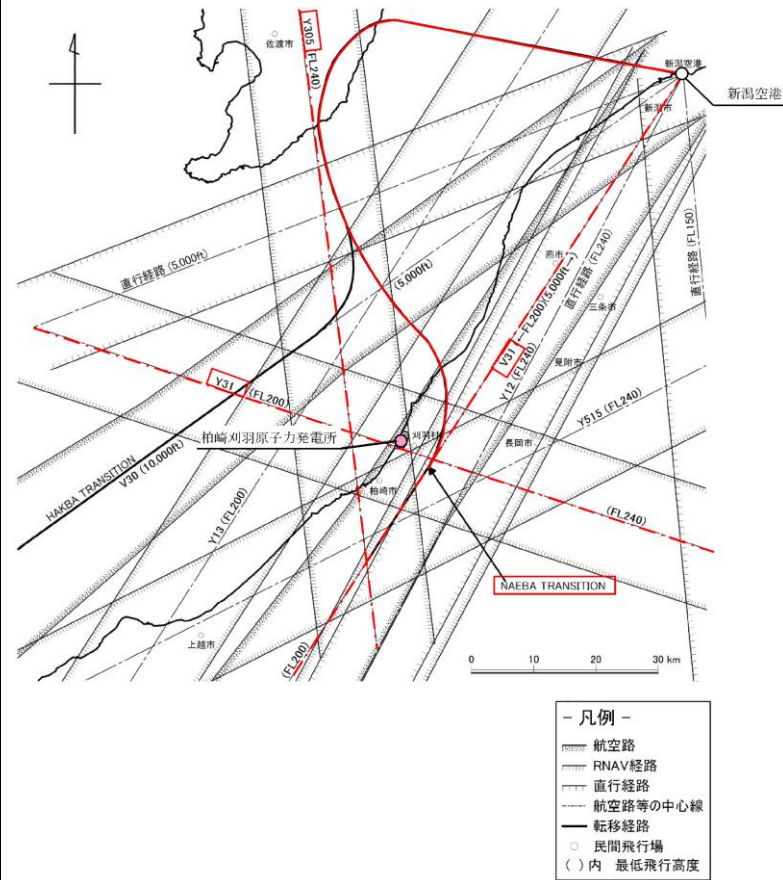
出典：AIP



第2図 米子空港の最大離着陸地点 AIPより抜粋

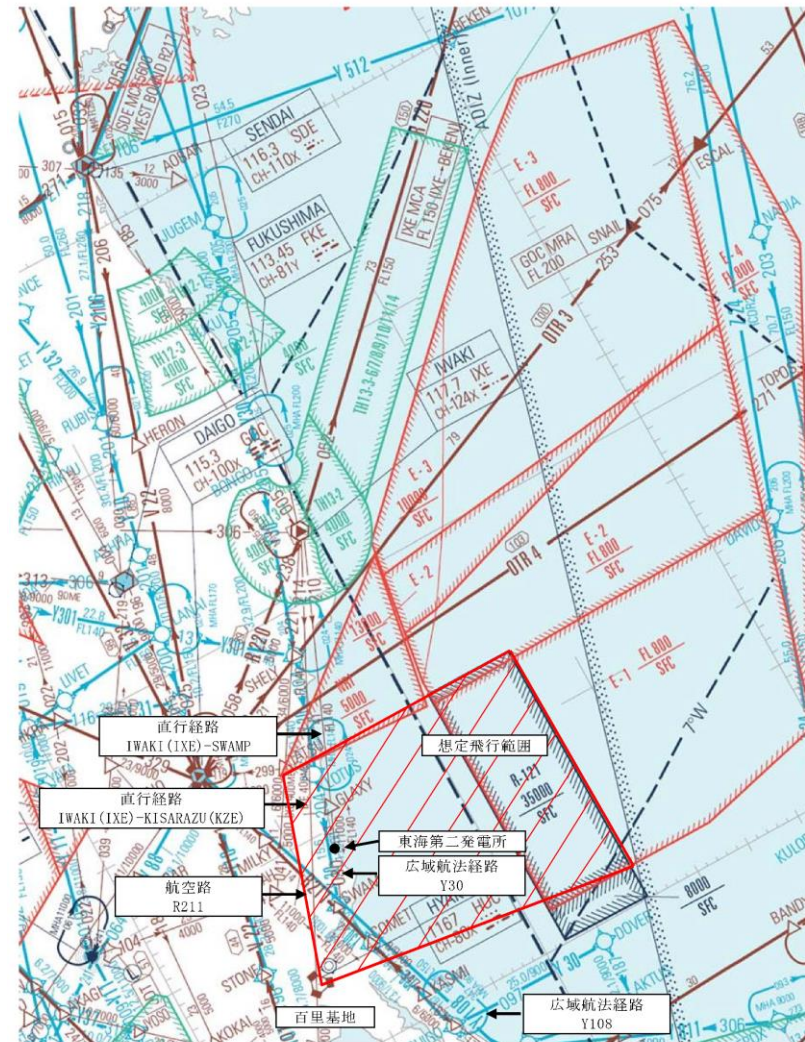
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7.3</p> <p style="text-align: center;"><u>茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港—東海第二発電所の角度について</u></p> <p>茨城空港の滑走路の方位は、19°（真方位）（AIP記載のデータ）である。</p> <p>また、茨城空港—東海第二発電所の方位は、約 28.60°（真方位）（茨城空港と東海第二発電所の緯度、経度より計測した。）である。</p> <p>したがって、茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港—東海第二発電所の角度は、約 9.60° となる。</p> <div style="text-align: center;">  </div>		<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2号炉は、2.(4) a. の表中に滑走路方向に対する角度を記載しているため、再度記載していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																															
	<p style="text-align: right;">別紙 7.4</p> <p style="text-align: center;">各施設周辺における航空路と各航空路の幅について</p> <table border="1" data-bbox="958 430 1691 751"> <thead> <tr> <th>周辺の航空路の名称</th> <th>航空路の中心線と発電所間の最小距離^{※1}</th> <th>片側の航空路幅^{※2}</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空路 R211 (DAIGO(GOC)-SWAMP)</td> <td>約 11.36km</td> <td>7km</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>直行経路 (IWAKI (IXE)-SWAMP)</td> <td>約 0.68km</td> <td>7.41km (4nm)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>直行経路 (IWAKI (IXE)-KISARAZU (KZE))</td> <td>約 4.13km</td> <td>7.41km (4nm)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>広域航法経路 Y30 (LOTUS-SWAMP)</td> <td>約 1.18km</td> <td>9.26km (5nm)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>広域航法経路 Y108 (DAIGO(GOC)-CHOSHI (CVC))</td> <td>約 11.44km</td> <td>9.26km (5nm)</td> <td>×</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：評価対象 ×：評価対象外</p> <p>※1 施設と航空路の緯度及び経度より計測した。</p> <p>※2 航空路 R211 については、「航空路の指定に関する告示」に記載の値とした。直行経路については、「航空路等設定基準」を参照した。広域航法経路については、航法精度を航空路幅とみなして用いた。(1nm=1.852kmとして換算した。)</p>	周辺の航空路の名称	航空路の中心線と発電所間の最小距離 ^{※1}	片側の航空路幅 ^{※2}	判定	航空路 R211 (DAIGO(GOC)-SWAMP)	約 11.36km	7km	×	直行経路 (IWAKI (IXE)-SWAMP)	約 0.68km	7.41km (4nm)	○	直行経路 (IWAKI (IXE)-KISARAZU (KZE))	約 4.13km	7.41km (4nm)	○	広域航法経路 Y30 (LOTUS-SWAMP)	約 1.18km	9.26km (5nm)	○	広域航法経路 Y108 (DAIGO(GOC)-CHOSHI (CVC))	約 11.44km	9.26km (5nm)	×	<p style="text-align: right;">別紙7-4</p> <p style="text-align: center;">島根原子力発電所上空の評価対象航空路等</p> <table border="1" data-bbox="1745 388 2487 1239"> <thead> <tr> <th>号炉</th> <th>周辺航空路名称</th> <th>航空路の中心線と発電所間の距離^{注1}</th> <th>片側の航空路幅^{注2}</th> <th>判定</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="18">2号炉</td> <td>航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)</td> <td>約 3.1km</td> <td>7 km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)</td> <td>約 5.9km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-KYOKA)</td> <td>約 8.0km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)</td> <td>約 0.53km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)</td> <td>約 8.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)</td> <td>約 1.7km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)</td> <td>約 3.9km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)</td> <td>約 8.4km</td> <td>約 9.3km</td> <td>対象</td> <td>第1図</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：施設と空港の経度、緯度より計測した。</p> <p>注2：航空路については、「航空路の指定に関する告示」を参照。なお、RNAV 航路については、「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いた。(1NM=1.852kmとして換算)</p>	号炉	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 ^{注1}	片側の航空路幅 ^{注2}	判定	備考	2号炉	航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	約 3.1km	7 km	対象	第1図	RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	約 5.9km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-KYOKA)	約 8.0km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	約 0.53km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	約 1.7km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	約 3.9km	約 9.3km	対象	第1図	RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	約 8.4km	約 9.3km	対象	第1図	
周辺の航空路の名称	航空路の中心線と発電所間の最小距離 ^{※1}	片側の航空路幅 ^{※2}	判定																																																																																																															
航空路 R211 (DAIGO(GOC)-SWAMP)	約 11.36km	7km	×																																																																																																															
直行経路 (IWAKI (IXE)-SWAMP)	約 0.68km	7.41km (4nm)	○																																																																																																															
直行経路 (IWAKI (IXE)-KISARAZU (KZE))	約 4.13km	7.41km (4nm)	○																																																																																																															
広域航法経路 Y30 (LOTUS-SWAMP)	約 1.18km	9.26km (5nm)	○																																																																																																															
広域航法経路 Y108 (DAIGO(GOC)-CHOSHI (CVC))	約 11.44km	9.26km (5nm)	×																																																																																																															
号炉	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 ^{注1}	片側の航空路幅 ^{注2}	判定	備考																																																																																																													
2号炉	航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	約 3.1km	7 km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	約 5.9km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-KYOKA)	約 8.0km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	約 0.53km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	約 1.7km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	約 3.9km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													
	RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	約 8.4km	約 9.3km	対象	第1図																																																																																																													

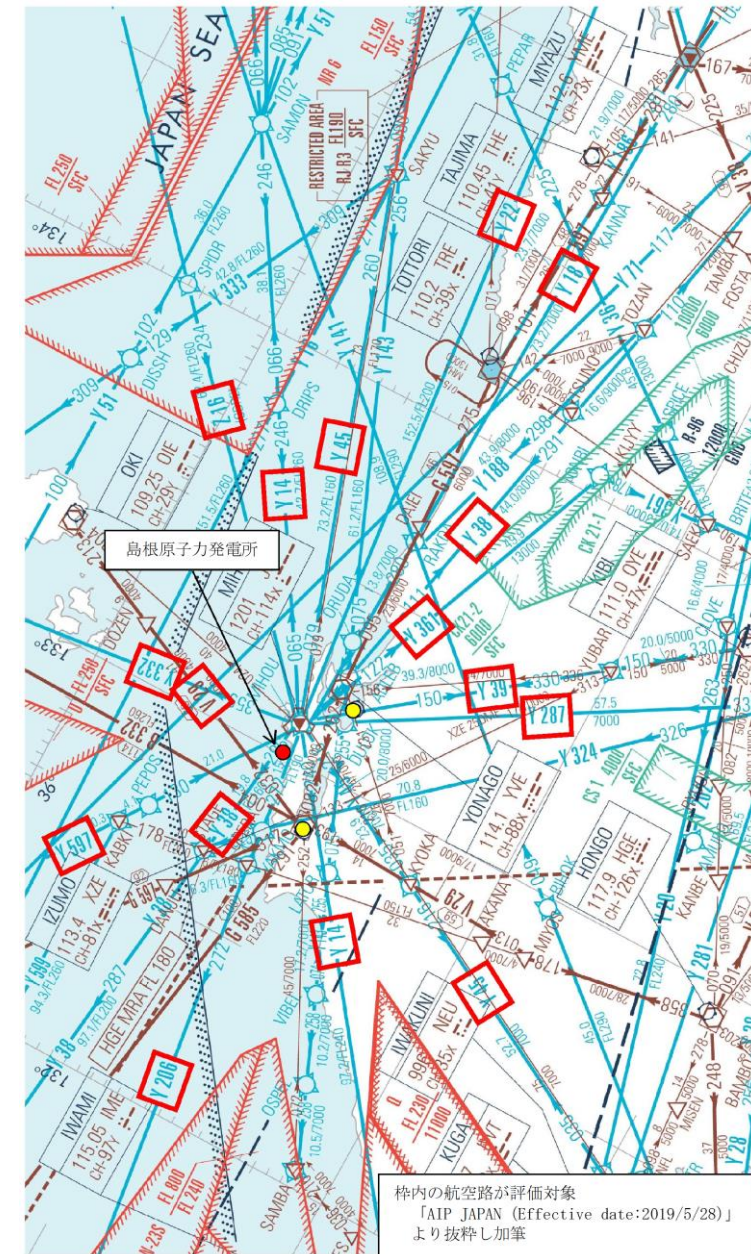


凡例
 航空路
 RNAV経路
 直行経路
 航空路等の中心線
 転移経路
 民間飛行場
 ()内 最低飛行高度

エンルートチャート (東海第二発電所付近)

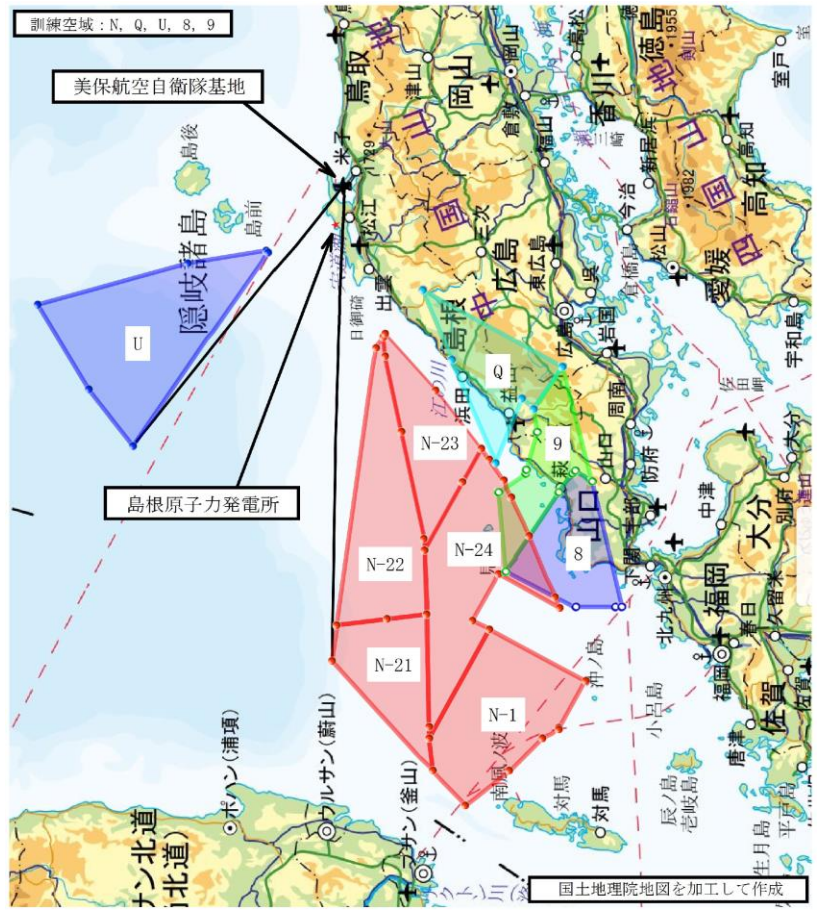


出典: ENROUTE CHART (2014年3月6日改定)



第1図 島根原子力発電所周辺の航空図

第1図 柏崎刈羽原子力発電所周辺の航空図
 (出典: AIP-JAPAN, 国土交通省航空局, 平成 25 年 3 月)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙7-5</p>  <p>島根原子力発電所，美保航空自衛隊基地と訓練空域との位置関係 <u>(「AIP JAPAN (Effective date:2019/6/18)」における訓練空域の座標に基づき作成)</u></p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 条件の相違 <p>【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は，基地ー訓練空域間の往復想定範囲内に位置していないことを説明</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																															
<p style="text-align: right;">別紙 7-6</p> <p style="text-align: center;">第 1 表 標的面積</p> <p style="text-align: right;">単位：km²</p> <table border="1" data-bbox="154 449 914 596"> <thead> <tr> <th>発電所</th> <th>号炉</th> <th>原子炉建屋^{注1}</th> <th>コントロール建屋 (中央制御室)^{注2}</th> <th>合計^{注3}</th> <th>標的面積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">柏崎刈羽 原子力発電所</td> <td>6</td> <td>0.003538</td> <td>0.002378</td> <td>0.005916</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0.003538</td> <td>0.002378</td> <td>0.005916</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table> <p>工事計画認可申請書記載の建屋寸法から面積を算出した。 注1：ディーゼル発電機室は原子炉建屋に含む。 注2：中央制御室は6号及び7号炉合計。 注3：海水熱交換器区域は地下に設置のため除外。</p>	発電所	号炉	原子炉建屋 ^{注1}	コントロール建屋 (中央制御室) ^{注2}	合計 ^{注3}	標的面積	柏崎刈羽 原子力発電所	6	0.003538	0.002378	0.005916	0.01	7	0.003538	0.002378	0.005916	0.01	<p style="text-align: right;">別紙 7.17</p> <p style="text-align: center;">外部火災影響評価で考慮する落下事故カテゴリの 航空機落下確率評価結果</p> <p style="text-align: center;">東海第二発電所の航空機落下確率評価結果及び標的面積を下表 に示す。</p> <p>なお、航空機落下に対する設計上の考慮の可否を確認するため の従来の評価では、落下事故が発生していないカテゴリに対して 発生件数を0.5件としていたが、別紙7.16に記載のとおり「基地 (百里基地) - 訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落 下確率の評価では、想定飛行範囲の面積を用いた評価式の保守性 等を踏まえ、全国平均の落下確率の2倍値を用いている。</p> <p style="text-align: center;">航空機落下確率評価結果</p> <p style="text-align: right;">単位：回 / 炉・年</p> <table border="1" data-bbox="961 957 1691 1251"> <thead> <tr> <th rowspan="2">落下事故のカテゴリ</th> <th colspan="2">落下確率</th> </tr> <tr> <th>発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式 貯蔵建屋除く。)</th> <th>使用済燃料乾式 貯蔵建屋</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1) 計器飛行方式 民間航空機</td> <td>① 飛行場での離着陸時における 落下事故</td> <td>約 3.98 × 10⁻⁹</td> <td>約 1.80 × 10⁻⁹</td> </tr> <tr> <td>② 航空路を巡航中の落下事故</td> <td>約 5.93 × 10⁻¹¹</td> <td>約 4.30 × 10⁻¹¹</td> </tr> <tr> <td>2) 有視界飛行方式民間航空機</td> <td></td> <td>約 1.37 × 10⁻⁸</td> <td>約 9.95 × 10⁻⁹</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">3) 自衛隊機又は 米軍機</td> <td>① 訓練空域内で訓練中及び 訓練空域外を飛行中</td> <td>約 2.56 × 10⁻⁸</td> <td>約 1.86 × 10⁻⁸</td> </tr> <tr> <td>② 基地 - 訓練空域間往復時</td> <td>約 4.14 × 10⁻⁸</td> <td>約 3.00 × 10⁻⁸</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td>約 8.5 × 10⁻⁸</td> <td>約 6.1 × 10⁻⁸</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">航空機落下確率評価に係る標的面積</p> <p style="text-align: right;">単位：m²</p> <table border="1" data-bbox="961 1398 1691 1537"> <thead> <tr> <th></th> <th>原子炉 建屋</th> <th>タービン建屋</th> <th>海水 ポンプ室</th> <th>主排気筒</th> <th>合計*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水平 面積</td> <td>約 4,489</td> <td>約 7,315</td> <td>約 1,212</td> <td>約 784</td> <td>約 13,800</td> </tr> <tr> <td>投影 面積</td> <td>約 6,940</td> <td>約 8,394</td> <td>約 1,212</td> <td>約 5,599</td> <td>約 22,145</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 使用済燃料乾式貯蔵建屋の水平面積及び投影面積は、それぞれ約 1,399m²及び 約 1,887m²</p>	落下事故のカテゴリ	落下確率		発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式 貯蔵建屋除く。)	使用済燃料乾式 貯蔵建屋	1) 計器飛行方式 民間航空機	① 飛行場での離着陸時における 落下事故	約 3.98 × 10 ⁻⁹	約 1.80 × 10 ⁻⁹	② 航空路を巡航中の落下事故	約 5.93 × 10 ⁻¹¹	約 4.30 × 10 ⁻¹¹	2) 有視界飛行方式民間航空機		約 1.37 × 10 ⁻⁸	約 9.95 × 10 ⁻⁹	3) 自衛隊機又は 米軍機	① 訓練空域内で訓練中及び 訓練空域外を飛行中	約 2.56 × 10 ⁻⁸	約 1.86 × 10 ⁻⁸	② 基地 - 訓練空域間往復時	約 4.14 × 10 ⁻⁸	約 3.00 × 10 ⁻⁸	合計		約 8.5 × 10 ⁻⁸	約 6.1 × 10 ⁻⁸		原子炉 建屋	タービン建屋	海水 ポンプ室	主排気筒	合計*	水平 面積	約 4,489	約 7,315	約 1,212	約 784	約 13,800	投影 面積	約 6,940	約 8,394	約 1,212	約 5,599	約 22,145	<p style="text-align: right;">別紙7-6</p> <p style="text-align: center;">航空機落下確率評価に係る標的面積 (島根原子力発電所)</p> <table border="1" data-bbox="1739 432 2493 1226"> <thead> <tr> <th rowspan="2">2号炉</th> <th colspan="2">面積 (km²)</th> <th rowspan="2">炉心、使用済燃料プール 及び原子炉の安全停止 (炉心冷 却も含む。) に必要な設備</th> <th rowspan="2">備 考</th> </tr> <tr> <th>水平面積</th> <th>投影面積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉建物</td> <td>0.006258</td> <td rowspan="3">0.022304 ※1</td> <td>・炉心 ・燃料プール ・主要な安全系機器</td> <td rowspan="3">※1： 3つの建物を 包含する1 つの建物とし て投影面積を 算出</td> </tr> <tr> <td>タービン建物</td> <td>0.007799</td> <td>・原子炉補機海水系 (配管、電 路) ・高圧炉心スプレイ補機海水系 (配管、電路) ・A、HPCS - 非常用ディー ゼル発電機燃料移送ポンプ (配管、電路)</td> </tr> <tr> <td>廃棄物処理建物</td> <td>0.003015</td> <td>・補助盤室 ・バッテリー室 ・計装用電気室 ・中央制御室空調換気設備</td> </tr> <tr> <td>制御室建物 (共用)※2</td> <td>0.000756</td> <td>0.000945</td> <td>・中央制御室</td> <td>※2： 1号炉、2 号炉合計</td> </tr> <tr> <td>取水槽</td> <td>0.001337</td> <td>0.001337 ※3</td> <td>・原子炉補機海水系 (ポンプ、 配管、ストレーナ) ・高圧炉心スプレイ補機海水系 (ポンプ、配管、ストレーナ)</td> <td>※3： 地上に対象 施設が無いた め投影面積は 水平面積と同 じ</td> </tr> <tr> <td>合計 (標的面積)</td> <td>0.01917</td> <td>0.02459</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	2号炉	面積 (km ²)		炉心、使用済燃料プール 及び原子炉の安全停止 (炉心冷 却も含む。) に必要な設備	備 考	水平面積	投影面積	原子炉建物	0.006258	0.022304 ※1	・炉心 ・燃料プール ・主要な安全系機器	※1： 3つの建物を 包含する1 つの建物とし て投影面積を 算出	タービン建物	0.007799	・原子炉補機海水系 (配管、電 路) ・高圧炉心スプレイ補機海水系 (配管、電路) ・A、HPCS - 非常用ディー ゼル発電機燃料移送ポンプ (配管、電路)	廃棄物処理建物	0.003015	・補助盤室 ・バッテリー室 ・計装用電気室 ・中央制御室空調換気設備	制御室建物 (共用)※2	0.000756	0.000945	・中央制御室	※2： 1号炉、2 号炉合計	取水槽	0.001337	0.001337 ※3	・原子炉補機海水系 (ポンプ、 配管、ストレーナ) ・高圧炉心スプレイ補機海水系 (ポンプ、配管、ストレーナ)	※3： 地上に対象 施設が無いた め投影面積は 水平面積と同 じ	合計 (標的面積)	0.01917	0.02459			
発電所	号炉	原子炉建屋 ^{注1}	コントロール建屋 (中央制御室) ^{注2}	合計 ^{注3}	標的面積																																																																																													
柏崎刈羽 原子力発電所	6	0.003538	0.002378	0.005916	0.01																																																																																													
	7	0.003538	0.002378	0.005916	0.01																																																																																													
落下事故のカテゴリ	落下確率																																																																																																	
	発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式 貯蔵建屋除く。)	使用済燃料乾式 貯蔵建屋																																																																																																
1) 計器飛行方式 民間航空機	① 飛行場での離着陸時における 落下事故	約 3.98 × 10 ⁻⁹	約 1.80 × 10 ⁻⁹																																																																																															
	② 航空路を巡航中の落下事故	約 5.93 × 10 ⁻¹¹	約 4.30 × 10 ⁻¹¹																																																																																															
2) 有視界飛行方式民間航空機		約 1.37 × 10 ⁻⁸	約 9.95 × 10 ⁻⁹																																																																																															
3) 自衛隊機又は 米軍機	① 訓練空域内で訓練中及び 訓練空域外を飛行中	約 2.56 × 10 ⁻⁸	約 1.86 × 10 ⁻⁸																																																																																															
	② 基地 - 訓練空域間往復時	約 4.14 × 10 ⁻⁸	約 3.00 × 10 ⁻⁸																																																																																															
合計		約 8.5 × 10 ⁻⁸	約 6.1 × 10 ⁻⁸																																																																																															
	原子炉 建屋	タービン建屋	海水 ポンプ室	主排気筒	合計*																																																																																													
水平 面積	約 4,489	約 7,315	約 1,212	約 784	約 13,800																																																																																													
投影 面積	約 6,940	約 8,394	約 1,212	約 5,599	約 22,145																																																																																													
2号炉	面積 (km ²)		炉心、使用済燃料プール 及び原子炉の安全停止 (炉心冷 却も含む。) に必要な設備	備 考																																																																																														
	水平面積	投影面積																																																																																																
原子炉建物	0.006258	0.022304 ※1	・炉心 ・燃料プール ・主要な安全系機器	※1： 3つの建物を 包含する1 つの建物とし て投影面積を 算出																																																																																														
タービン建物	0.007799		・原子炉補機海水系 (配管、電 路) ・高圧炉心スプレイ補機海水系 (配管、電路) ・A、HPCS - 非常用ディー ゼル発電機燃料移送ポンプ (配管、電路)																																																																																															
廃棄物処理建物	0.003015		・補助盤室 ・バッテリー室 ・計装用電気室 ・中央制御室空調換気設備																																																																																															
制御室建物 (共用)※2	0.000756	0.000945	・中央制御室	※2： 1号炉、2 号炉合計																																																																																														
取水槽	0.001337	0.001337 ※3	・原子炉補機海水系 (ポンプ、 配管、ストレーナ) ・高圧炉心スプレイ補機海水系 (ポンプ、配管、ストレーナ)	※3： 地上に対象 施設が無いた め投影面積は 水平面積と同 じ																																																																																														
合計 (標的面積)	0.01917	0.02459																																																																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
	<p style="text-align: right;">別紙 7.9</p> <p style="text-align: center;"><u>計器飛行方式民間航空機 大破事故概要</u> (平成 5 年～平成 24 年)</p> <p style="text-align: center;">離着陸時の大破事故</p> <p>(離陸時)</p> <table border="1" data-bbox="952 567 1700 651"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場 所</th> <th>型 式</th> <th>機体の損傷</th> <th>運航形態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成 8 年 6 月 13 日</td> <td>福岡空港</td> <td>ダグラス DC-10-30 型</td> <td>大破</td> <td>離陸</td> </tr> </tbody> </table> <p>(着陸時)</p> <table border="1" data-bbox="952 697 1700 940"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場 所</th> <th>型 式</th> <th>機体の損傷</th> <th>運航形態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成 5 年 4 月 18 日</td> <td>花巻空港</td> <td>ダグラス DC-9-41 型</td> <td>大破</td> <td>着陸</td> </tr> <tr> <td>平成 6 年 4 月 26 日</td> <td>名古屋空港</td> <td>エアバス・イ ンダストリー A300B4-622R 型</td> <td>大破</td> <td>着陸</td> </tr> <tr> <td>平成 21 年 3 月 23 日</td> <td>成田国際空港 滑走路</td> <td>ダグラス MD-11F 型</td> <td>大破</td> <td>着陸</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">巡航中の大破事故</p> <table border="1" data-bbox="952 1077 1700 1161"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場 所</th> <th>機 種</th> <th>機体の損傷</th> <th>運航形態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>該当なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	発生年月日	場 所	型 式	機体の損傷	運航形態	平成 8 年 6 月 13 日	福岡空港	ダグラス DC-10-30 型	大破	離陸	発生年月日	場 所	型 式	機体の損傷	運航形態	平成 5 年 4 月 18 日	花巻空港	ダグラス DC-9-41 型	大破	着陸	平成 6 年 4 月 26 日	名古屋空港	エアバス・イ ンダストリー A300B4-622R 型	大破	着陸	平成 21 年 3 月 23 日	成田国際空港 滑走路	ダグラス MD-11F 型	大破	着陸	発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態	該当なし	—	—	—	—		<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は, 最新デ ータ (平成 10 年～平 成 29 年) を利用した 評価を実施</p>
発生年月日	場 所	型 式	機体の損傷	運航形態																																							
平成 8 年 6 月 13 日	福岡空港	ダグラス DC-10-30 型	大破	離陸																																							
発生年月日	場 所	型 式	機体の損傷	運航形態																																							
平成 5 年 4 月 18 日	花巻空港	ダグラス DC-9-41 型	大破	着陸																																							
平成 6 年 4 月 26 日	名古屋空港	エアバス・イ ンダストリー A300B4-622R 型	大破	着陸																																							
平成 21 年 3 月 23 日	成田国際空港 滑走路	ダグラス MD-11F 型	大破	着陸																																							
発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態																																							
該当なし	—	—	—	—																																							

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																															
	<p style="text-align: right;">別紙 7.14</p> <p style="text-align: center;"><u>有視界飛行方式民間航空機 大破事故概要</u> (平成5年～平成24年)</p> <p>(大型固定翼機)</p> <table border="1" data-bbox="955 457 1697 508"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>該当なし</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>(大型回転翼機)</p> <table border="1" data-bbox="955 550 1697 600"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成13年5月19日</td> <td>三重県桑名市播磨付近</td> <td>アエロスパシアル式 AS332L1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(小型固定翼機)</p> <table border="1" data-bbox="955 642 1697 1432"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成6年4月6日</td><td>広島県佐伯郡</td><td>セスナ式 208B</td></tr> <tr><td>平成6年5月7日</td><td>高知県吾川郡池川町</td><td>セスナ式 172P</td></tr> <tr><td>平成7年7月29日</td><td>北海道赤平市</td><td>パイパー式 PA-28-140</td></tr> <tr><td>平成7年10月9日</td><td>北海道中川郡豊頃町</td><td>ビッツ式 S-2B</td></tr> <tr><td>平成8年2月9日</td><td>長崎県東彼杵群川棚町</td><td>フリテンマン式 BN-2B-20</td></tr> <tr><td>平成8年11月20日</td><td>静岡県伊東市</td><td>セスナ式 172K</td></tr> <tr><td>平成9年8月21日</td><td>茨城県竜ヶ崎</td><td>パイパー式 PA-28-140</td></tr> <tr><td>平成9年10月26日</td><td>鹿児島県垂水市</td><td>セスナ式 152</td></tr> <tr><td>平成9年11月2日</td><td>熊本県八代郡</td><td>セスナ式 172N</td></tr> <tr><td>平成10年3月21日</td><td>高知県室戸市</td><td>ヒュークラフト式 A36TC</td></tr> <tr><td>平成10年4月20日</td><td>滋賀県琵琶湖</td><td>セスナ式 177RG</td></tr> <tr><td>平成10年8月25日</td><td>岐阜県大野郡荏川村</td><td>パイパー式 PA-28-161</td></tr> <tr><td>平成10年9月23日</td><td>大阪府高槻市</td><td>セスナ式 P210N</td></tr> <tr><td>平成10年9月24日</td><td>茨城県霞ヶ浦</td><td>ソカタ式 TB10</td></tr> <tr><td>平成11年3月24日</td><td>大分県大分郡野津原町</td><td>セスナ式 172M</td></tr> <tr><td>平成11年8月1日</td><td>大分県大分郡庄内町</td><td>富士重工業式 FA-200-180</td></tr> <tr><td>平成11年8月13日</td><td>長野県斑尾山</td><td>セスナ式 172P</td></tr> <tr><td>平成13年3月25日</td><td>香川県小豆郡上庄町豊島</td><td>パイパー式 PA-28-181</td></tr> <tr><td>平成13年5月19日</td><td>三重県桑名市播磨付近</td><td>セスナ式 172P</td></tr> <tr><td>平成13年8月16日</td><td>岡山県久米郡備原町</td><td>セスナ式 172NAT</td></tr> <tr><td>平成14年1月4日</td><td>熊本県琢磨郡琢磨村</td><td>セスナ式 172P</td></tr> <tr><td>平成14年3月1日</td><td>北海道帯広市美栄町</td><td>スリクステル式 T67MMK II</td></tr> <tr><td>平成14年6月23日</td><td>山梨県南巨摩郡南部町</td><td>ソカタ式 TB21</td></tr> <tr><td>平成15年3月24日</td><td>茨城県那珂郡緒川町</td><td>カールストリームコマンドー式 695</td></tr> <tr><td>平成15年7月11日</td><td>宮崎県宮崎市</td><td>ヒュークラフト式 A36</td></tr> <tr><td>平成16年1月22日</td><td>山梨県甲府市</td><td>セスナ式 172P</td></tr> <tr><td>平成16年9月11日</td><td>兵庫県養父市</td><td>セスナ式 172M</td></tr> <tr><td>平成16年9月20日</td><td>兵庫県三原郡南淡町</td><td>ソカタ式 TB10</td></tr> <tr><td>平成17年3月2日</td><td>大阪市平野区瓜破</td><td>ヒュークラフト式 E33</td></tr> <tr><td>平成19年9月1日</td><td>宮崎空港南東約1kmの海上</td><td>ヒュークラフト式 A36</td></tr> <tr><td>平成19年11月15日</td><td>岐阜県中津川郡恵那山山頂付近</td><td>セスナ式 404</td></tr> <tr><td>平成22年7月28日</td><td>北海道松前郡福島町岩部岳東方の山中</td><td>セスナ式 TU206G</td></tr> </tbody> </table>	発生年月日	場所	型式	該当なし	-	-	発生年月日	場所	型式	平成13年5月19日	三重県桑名市播磨付近	アエロスパシアル式 AS332L1	発生年月日	場所	型式	平成6年4月6日	広島県佐伯郡	セスナ式 208B	平成6年5月7日	高知県吾川郡池川町	セスナ式 172P	平成7年7月29日	北海道赤平市	パイパー式 PA-28-140	平成7年10月9日	北海道中川郡豊頃町	ビッツ式 S-2B	平成8年2月9日	長崎県東彼杵群川棚町	フリテンマン式 BN-2B-20	平成8年11月20日	静岡県伊東市	セスナ式 172K	平成9年8月21日	茨城県竜ヶ崎	パイパー式 PA-28-140	平成9年10月26日	鹿児島県垂水市	セスナ式 152	平成9年11月2日	熊本県八代郡	セスナ式 172N	平成10年3月21日	高知県室戸市	ヒュークラフト式 A36TC	平成10年4月20日	滋賀県琵琶湖	セスナ式 177RG	平成10年8月25日	岐阜県大野郡荏川村	パイパー式 PA-28-161	平成10年9月23日	大阪府高槻市	セスナ式 P210N	平成10年9月24日	茨城県霞ヶ浦	ソカタ式 TB10	平成11年3月24日	大分県大分郡野津原町	セスナ式 172M	平成11年8月1日	大分県大分郡庄内町	富士重工業式 FA-200-180	平成11年8月13日	長野県斑尾山	セスナ式 172P	平成13年3月25日	香川県小豆郡上庄町豊島	パイパー式 PA-28-181	平成13年5月19日	三重県桑名市播磨付近	セスナ式 172P	平成13年8月16日	岡山県久米郡備原町	セスナ式 172NAT	平成14年1月4日	熊本県琢磨郡琢磨村	セスナ式 172P	平成14年3月1日	北海道帯広市美栄町	スリクステル式 T67MMK II	平成14年6月23日	山梨県南巨摩郡南部町	ソカタ式 TB21	平成15年3月24日	茨城県那珂郡緒川町	カールストリームコマンドー式 695	平成15年7月11日	宮崎県宮崎市	ヒュークラフト式 A36	平成16年1月22日	山梨県甲府市	セスナ式 172P	平成16年9月11日	兵庫県養父市	セスナ式 172M	平成16年9月20日	兵庫県三原郡南淡町	ソカタ式 TB10	平成17年3月2日	大阪市平野区瓜破	ヒュークラフト式 E33	平成19年9月1日	宮崎空港南東約1kmの海上	ヒュークラフト式 A36	平成19年11月15日	岐阜県中津川郡恵那山山頂付近	セスナ式 404	平成22年7月28日	北海道松前郡福島町岩部岳東方の山中	セスナ式 TU206G		<ul style="list-style-type: none"> 条件の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、最新データ(平成10年～平成29年)を利用した評価を実施</p>
発生年月日	場所	型式																																																																																																																
該当なし	-	-																																																																																																																
発生年月日	場所	型式																																																																																																																
平成13年5月19日	三重県桑名市播磨付近	アエロスパシアル式 AS332L1																																																																																																																
発生年月日	場所	型式																																																																																																																
平成6年4月6日	広島県佐伯郡	セスナ式 208B																																																																																																																
平成6年5月7日	高知県吾川郡池川町	セスナ式 172P																																																																																																																
平成7年7月29日	北海道赤平市	パイパー式 PA-28-140																																																																																																																
平成7年10月9日	北海道中川郡豊頃町	ビッツ式 S-2B																																																																																																																
平成8年2月9日	長崎県東彼杵群川棚町	フリテンマン式 BN-2B-20																																																																																																																
平成8年11月20日	静岡県伊東市	セスナ式 172K																																																																																																																
平成9年8月21日	茨城県竜ヶ崎	パイパー式 PA-28-140																																																																																																																
平成9年10月26日	鹿児島県垂水市	セスナ式 152																																																																																																																
平成9年11月2日	熊本県八代郡	セスナ式 172N																																																																																																																
平成10年3月21日	高知県室戸市	ヒュークラフト式 A36TC																																																																																																																
平成10年4月20日	滋賀県琵琶湖	セスナ式 177RG																																																																																																																
平成10年8月25日	岐阜県大野郡荏川村	パイパー式 PA-28-161																																																																																																																
平成10年9月23日	大阪府高槻市	セスナ式 P210N																																																																																																																
平成10年9月24日	茨城県霞ヶ浦	ソカタ式 TB10																																																																																																																
平成11年3月24日	大分県大分郡野津原町	セスナ式 172M																																																																																																																
平成11年8月1日	大分県大分郡庄内町	富士重工業式 FA-200-180																																																																																																																
平成11年8月13日	長野県斑尾山	セスナ式 172P																																																																																																																
平成13年3月25日	香川県小豆郡上庄町豊島	パイパー式 PA-28-181																																																																																																																
平成13年5月19日	三重県桑名市播磨付近	セスナ式 172P																																																																																																																
平成13年8月16日	岡山県久米郡備原町	セスナ式 172NAT																																																																																																																
平成14年1月4日	熊本県琢磨郡琢磨村	セスナ式 172P																																																																																																																
平成14年3月1日	北海道帯広市美栄町	スリクステル式 T67MMK II																																																																																																																
平成14年6月23日	山梨県南巨摩郡南部町	ソカタ式 TB21																																																																																																																
平成15年3月24日	茨城県那珂郡緒川町	カールストリームコマンドー式 695																																																																																																																
平成15年7月11日	宮崎県宮崎市	ヒュークラフト式 A36																																																																																																																
平成16年1月22日	山梨県甲府市	セスナ式 172P																																																																																																																
平成16年9月11日	兵庫県養父市	セスナ式 172M																																																																																																																
平成16年9月20日	兵庫県三原郡南淡町	ソカタ式 TB10																																																																																																																
平成17年3月2日	大阪市平野区瓜破	ヒュークラフト式 E33																																																																																																																
平成19年9月1日	宮崎空港南東約1kmの海上	ヒュークラフト式 A36																																																																																																																
平成19年11月15日	岐阜県中津川郡恵那山山頂付近	セスナ式 404																																																																																																																
平成22年7月28日	北海道松前郡福島町岩部岳東方の山中	セスナ式 TU206G																																																																																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成23年1月3日</td> <td>熊本空港から北東約14kmの矢護山南南東斜面</td> <td>パイパー式 PA-46-350P</td> </tr> <tr> <td>平成23年7月26日</td> <td>静岡市清水区の興津川河口から富士川河口沖の駿河湾</td> <td>エクストラ式 EA300/200型</td> </tr> <tr> <td>平成23年7月28日</td> <td>北海道河西郡芽室町剣山山中</td> <td>ビーチャフト式 A36型</td> </tr> </tbody> </table> <p>(小型回転翼機)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成5年7月27日</td> <td>福島県双葉郡大熊町</td> <td>ベル式 206B</td> </tr> <tr> <td>平成5年12月23日</td> <td>岐阜県郡山市八幡町</td> <td>ロビンソン式 R22Beta</td> </tr> <tr> <td>平成6年10月18日</td> <td>大阪府泉佐野市</td> <td>アエロスパシアル式 AS355F1</td> </tr> <tr> <td>平成6年11月13日</td> <td>鹿児島県大島郡笠利町</td> <td>ベル式 206B</td> </tr> <tr> <td>平成8年4月27日</td> <td>長野県長野市篠ノ井</td> <td>アエロスパシアル式 AS355F1</td> </tr> <tr> <td>平成8年6月10日</td> <td>鹿児島県鹿児島市岡之原町</td> <td>ロビンソン式 R22Beta</td> </tr> <tr> <td>平成9年1月24日</td> <td>愛知県岡崎市</td> <td>アエロスパシアル式 AS365N2</td> </tr> <tr> <td>平成9年5月21日</td> <td>長野県茅野市</td> <td>アエロスパシアル式 SA315B アルヴェットIII</td> </tr> <tr> <td>平成9年7月3日</td> <td>三重県名張市</td> <td>アエロスパシアル式 SA315B アルヴェットIII</td> </tr> <tr> <td>平成10年5月3日</td> <td>神奈川県横須賀市津久井浜</td> <td>アエロスパシアル式 AS350B</td> </tr> <tr> <td>平成12年4月24日</td> <td>三重県長島町木曾川左岸の河原</td> <td>ヒューズ式 269C</td> </tr> <tr> <td>平成12年11月9日</td> <td>岐阜県郡山市高鷲村</td> <td>ロビンソン式 R22Beta</td> </tr> <tr> <td>平成14年5月5日</td> <td>愛媛県松山空港の西南西16km付近海上</td> <td>ロビンソン式 R44</td> </tr> <tr> <td>平成14年6月12日</td> <td>新潟県東蒲原郡上川村</td> <td>ベル式 206L-4</td> </tr> <tr> <td>平成16年3月7日</td> <td>長野県木曾郡南木曾町</td> <td>アエロスパシアル式 AS355F1</td> </tr> <tr> <td>平成16年12月24日</td> <td>佐賀県有明海海上</td> <td>ロビンソン式 R44</td> </tr> <tr> <td>平成17年5月3日</td> <td>静岡県静岡市清水区草薙</td> <td>アグスタ式 A109K2</td> </tr> <tr> <td>平成19年6月2日</td> <td>岐阜県中津川市岐阜中津川場外離着陸場の北約1.3km付近</td> <td>ベル式 412</td> </tr> <tr> <td>平成19年10月27日</td> <td>大阪府堺市堺区遠里小野町3丁目</td> <td>ロビンソン式 R22BETA</td> </tr> <tr> <td>平成19年12月9日</td> <td>静岡県静岡市葵区南沼上988</td> <td>ユーロコプター式 EC135T2</td> </tr> <tr> <td>平成20年7月6日</td> <td>青森県下北部大間町大間崎沖の海面</td> <td>アエロスパシアル式 AS350B</td> </tr> <tr> <td>平成21年2月10日</td> <td>群馬県利根郡みなかみ町</td> <td>ベル式 206L-3</td> </tr> <tr> <td>平成21年7月20日</td> <td>但馬飛行場の南東約15km</td> <td>ロビンソン式 R44II</td> </tr> <tr> <td>平成22年8月18日</td> <td>香川県沖多度郡多度津町佐柳島沖</td> <td>ベル式 412EP</td> </tr> </tbody> </table>	発生年月日	場所	型式	平成23年1月3日	熊本空港から北東約14kmの矢護山南南東斜面	パイパー式 PA-46-350P	平成23年7月26日	静岡市清水区の興津川河口から富士川河口沖の駿河湾	エクストラ式 EA300/200型	平成23年7月28日	北海道河西郡芽室町剣山山中	ビーチャフト式 A36型	発生年月日	場所	型式	平成5年7月27日	福島県双葉郡大熊町	ベル式 206B	平成5年12月23日	岐阜県郡山市八幡町	ロビンソン式 R22Beta	平成6年10月18日	大阪府泉佐野市	アエロスパシアル式 AS355F1	平成6年11月13日	鹿児島県大島郡笠利町	ベル式 206B	平成8年4月27日	長野県長野市篠ノ井	アエロスパシアル式 AS355F1	平成8年6月10日	鹿児島県鹿児島市岡之原町	ロビンソン式 R22Beta	平成9年1月24日	愛知県岡崎市	アエロスパシアル式 AS365N2	平成9年5月21日	長野県茅野市	アエロスパシアル式 SA315B アルヴェットIII	平成9年7月3日	三重県名張市	アエロスパシアル式 SA315B アルヴェットIII	平成10年5月3日	神奈川県横須賀市津久井浜	アエロスパシアル式 AS350B	平成12年4月24日	三重県長島町木曾川左岸の河原	ヒューズ式 269C	平成12年11月9日	岐阜県郡山市高鷲村	ロビンソン式 R22Beta	平成14年5月5日	愛媛県松山空港の西南西16km付近海上	ロビンソン式 R44	平成14年6月12日	新潟県東蒲原郡上川村	ベル式 206L-4	平成16年3月7日	長野県木曾郡南木曾町	アエロスパシアル式 AS355F1	平成16年12月24日	佐賀県有明海海上	ロビンソン式 R44	平成17年5月3日	静岡県静岡市清水区草薙	アグスタ式 A109K2	平成19年6月2日	岐阜県中津川市岐阜中津川場外離着陸場の北約1.3km付近	ベル式 412	平成19年10月27日	大阪府堺市堺区遠里小野町3丁目	ロビンソン式 R22BETA	平成19年12月9日	静岡県静岡市葵区南沼上988	ユーロコプター式 EC135T2	平成20年7月6日	青森県下北部大間町大間崎沖の海面	アエロスパシアル式 AS350B	平成21年2月10日	群馬県利根郡みなかみ町	ベル式 206L-3	平成21年7月20日	但馬飛行場の南東約15km	ロビンソン式 R44II	平成22年8月18日	香川県沖多度郡多度津町佐柳島沖	ベル式 412EP		
発生年月日	場所	型式																																																																																								
平成23年1月3日	熊本空港から北東約14kmの矢護山南南東斜面	パイパー式 PA-46-350P																																																																																								
平成23年7月26日	静岡市清水区の興津川河口から富士川河口沖の駿河湾	エクストラ式 EA300/200型																																																																																								
平成23年7月28日	北海道河西郡芽室町剣山山中	ビーチャフト式 A36型																																																																																								
発生年月日	場所	型式																																																																																								
平成5年7月27日	福島県双葉郡大熊町	ベル式 206B																																																																																								
平成5年12月23日	岐阜県郡山市八幡町	ロビンソン式 R22Beta																																																																																								
平成6年10月18日	大阪府泉佐野市	アエロスパシアル式 AS355F1																																																																																								
平成6年11月13日	鹿児島県大島郡笠利町	ベル式 206B																																																																																								
平成8年4月27日	長野県長野市篠ノ井	アエロスパシアル式 AS355F1																																																																																								
平成8年6月10日	鹿児島県鹿児島市岡之原町	ロビンソン式 R22Beta																																																																																								
平成9年1月24日	愛知県岡崎市	アエロスパシアル式 AS365N2																																																																																								
平成9年5月21日	長野県茅野市	アエロスパシアル式 SA315B アルヴェットIII																																																																																								
平成9年7月3日	三重県名張市	アエロスパシアル式 SA315B アルヴェットIII																																																																																								
平成10年5月3日	神奈川県横須賀市津久井浜	アエロスパシアル式 AS350B																																																																																								
平成12年4月24日	三重県長島町木曾川左岸の河原	ヒューズ式 269C																																																																																								
平成12年11月9日	岐阜県郡山市高鷲村	ロビンソン式 R22Beta																																																																																								
平成14年5月5日	愛媛県松山空港の西南西16km付近海上	ロビンソン式 R44																																																																																								
平成14年6月12日	新潟県東蒲原郡上川村	ベル式 206L-4																																																																																								
平成16年3月7日	長野県木曾郡南木曾町	アエロスパシアル式 AS355F1																																																																																								
平成16年12月24日	佐賀県有明海海上	ロビンソン式 R44																																																																																								
平成17年5月3日	静岡県静岡市清水区草薙	アグスタ式 A109K2																																																																																								
平成19年6月2日	岐阜県中津川市岐阜中津川場外離着陸場の北約1.3km付近	ベル式 412																																																																																								
平成19年10月27日	大阪府堺市堺区遠里小野町3丁目	ロビンソン式 R22BETA																																																																																								
平成19年12月9日	静岡県静岡市葵区南沼上988	ユーロコプター式 EC135T2																																																																																								
平成20年7月6日	青森県下北部大間町大間崎沖の海面	アエロスパシアル式 AS350B																																																																																								
平成21年2月10日	群馬県利根郡みなかみ町	ベル式 206L-3																																																																																								
平成21年7月20日	但馬飛行場の南東約15km	ロビンソン式 R44II																																																																																								
平成22年8月18日	香川県沖多度郡多度津町佐柳島沖	ベル式 412EP																																																																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																											
	<p style="text-align: right;">別紙 7.15</p> <p style="text-align: center;"><u>自衛隊機及び米軍機 大破事故概要</u> (平成5年～平成24年)</p> <p>(訓練空域外を飛行中) ●空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機</p> <p>・自衛隊機</p> <table border="1" data-bbox="958 548 1694 598"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>該当なし</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>・米軍機</p> <table border="1" data-bbox="958 640 1694 690"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成16年8月10日</td> <td>東京都小笠原諸島北硫黄島</td> <td>S-3 バイキング</td> </tr> </tbody> </table> <p>●その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機</p> <p>・自衛隊機</p> <table border="1" data-bbox="958 753 1694 1010"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成9年1月13日</td> <td>宇都宮市坂戸町の鬼怒川河川敷</td> <td>OH-6D</td> </tr> <tr> <td>平成13年2月14日</td> <td>千葉県市原市天羽田</td> <td>AH1S, OH-6D</td> </tr> <tr> <td>平成14年3月7日</td> <td>大分県万年山山頂南東2km</td> <td>OH-6D</td> </tr> <tr> <td>平成16年2月23日</td> <td>三重県鳥羽市と磯部町の境にある青峰山の南東約1km</td> <td>AH1S</td> </tr> <tr> <td>平成17年4月14日</td> <td>新潟県阿賀町の御神楽岳斜面</td> <td>MU-2</td> </tr> <tr> <td>平成17年9月18日</td> <td>長崎県佐世保市大湯町の陸上自衛隊相浦駐屯地内</td> <td>AH1S</td> </tr> <tr> <td>平成19年3月30日</td> <td>徳之島天城岳山頂付近</td> <td>CH-47JA</td> </tr> </tbody> </table> <p>・米軍機</p> <table border="1" data-bbox="958 1052 1694 1213"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成6年10月24日</td> <td>高知県上佐郡吉野川</td> <td>A-6</td> </tr> <tr> <td>平成11年1月21日</td> <td>岩手県釜石市橋野町山林</td> <td>F-16</td> </tr> <tr> <td>平成16年8月13日</td> <td>沖縄県宜野湾市の沖縄国際大学構内</td> <td>CH-53D シースタリオン</td> </tr> <tr> <td>平成20年10月24日</td> <td>沖縄県名護市真喜屋のサトウキビ畑</td> <td>セスナ機</td> </tr> </tbody> </table> <p>(基地-訓練空域間往復時)</p> <p>・自衛隊機</p> <table border="1" data-bbox="958 1293 1694 1570"> <thead> <tr> <th>発生年月日</th> <th>離陸場所(所属)</th> <th>場所</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成9年8月21日</td> <td>木更津駐屯地(陸自)</td> <td>茨城県竜ヶ崎市</td> <td>OH-6D</td> </tr> <tr> <td>平成11年11月22日</td> <td>入間基地(空自)</td> <td>埼玉県狭山市入間川河川敷</td> <td>T-33A</td> </tr> <tr> <td>平成12年3月22日</td> <td>松島基地(空自)</td> <td>宮城県女川町指ヶ浜山林</td> <td>T-2</td> </tr> <tr> <td>平成12年7月4日</td> <td>松島基地(空自)</td> <td>宮城県牡鹿町山中</td> <td>T-4</td> </tr> <tr> <td>平成13年9月14日</td> <td>小月航空基地(海自)</td> <td>山口県下関市楠乃霊鷲山西側斜面</td> <td>T-5</td> </tr> </tbody> </table>	発生年月日	場所	型式	該当なし	—	—	発生年月日	場所	型式	平成16年8月10日	東京都小笠原諸島北硫黄島	S-3 バイキング	発生年月日	場所	型式	平成9年1月13日	宇都宮市坂戸町の鬼怒川河川敷	OH-6D	平成13年2月14日	千葉県市原市天羽田	AH1S, OH-6D	平成14年3月7日	大分県万年山山頂南東2km	OH-6D	平成16年2月23日	三重県鳥羽市と磯部町の境にある青峰山の南東約1km	AH1S	平成17年4月14日	新潟県阿賀町の御神楽岳斜面	MU-2	平成17年9月18日	長崎県佐世保市大湯町の陸上自衛隊相浦駐屯地内	AH1S	平成19年3月30日	徳之島天城岳山頂付近	CH-47JA	発生年月日	場所	型式	平成6年10月24日	高知県上佐郡吉野川	A-6	平成11年1月21日	岩手県釜石市橋野町山林	F-16	平成16年8月13日	沖縄県宜野湾市の沖縄国際大学構内	CH-53D シースタリオン	平成20年10月24日	沖縄県名護市真喜屋のサトウキビ畑	セスナ機	発生年月日	離陸場所(所属)	場所	型式	平成9年8月21日	木更津駐屯地(陸自)	茨城県竜ヶ崎市	OH-6D	平成11年11月22日	入間基地(空自)	埼玉県狭山市入間川河川敷	T-33A	平成12年3月22日	松島基地(空自)	宮城県女川町指ヶ浜山林	T-2	平成12年7月4日	松島基地(空自)	宮城県牡鹿町山中	T-4	平成13年9月14日	小月航空基地(海自)	山口県下関市楠乃霊鷲山西側斜面	T-5		<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は, 最新データ(平成10年～平成29年)を利用した評価を実施</p>
発生年月日	場所	型式																																																																												
該当なし	—	—																																																																												
発生年月日	場所	型式																																																																												
平成16年8月10日	東京都小笠原諸島北硫黄島	S-3 バイキング																																																																												
発生年月日	場所	型式																																																																												
平成9年1月13日	宇都宮市坂戸町の鬼怒川河川敷	OH-6D																																																																												
平成13年2月14日	千葉県市原市天羽田	AH1S, OH-6D																																																																												
平成14年3月7日	大分県万年山山頂南東2km	OH-6D																																																																												
平成16年2月23日	三重県鳥羽市と磯部町の境にある青峰山の南東約1km	AH1S																																																																												
平成17年4月14日	新潟県阿賀町の御神楽岳斜面	MU-2																																																																												
平成17年9月18日	長崎県佐世保市大湯町の陸上自衛隊相浦駐屯地内	AH1S																																																																												
平成19年3月30日	徳之島天城岳山頂付近	CH-47JA																																																																												
発生年月日	場所	型式																																																																												
平成6年10月24日	高知県上佐郡吉野川	A-6																																																																												
平成11年1月21日	岩手県釜石市橋野町山林	F-16																																																																												
平成16年8月13日	沖縄県宜野湾市の沖縄国際大学構内	CH-53D シースタリオン																																																																												
平成20年10月24日	沖縄県名護市真喜屋のサトウキビ畑	セスナ機																																																																												
発生年月日	離陸場所(所属)	場所	型式																																																																											
平成9年8月21日	木更津駐屯地(陸自)	茨城県竜ヶ崎市	OH-6D																																																																											
平成11年11月22日	入間基地(空自)	埼玉県狭山市入間川河川敷	T-33A																																																																											
平成12年3月22日	松島基地(空自)	宮城県女川町指ヶ浜山林	T-2																																																																											
平成12年7月4日	松島基地(空自)	宮城県牡鹿町山中	T-4																																																																											
平成13年9月14日	小月航空基地(海自)	山口県下関市楠乃霊鷲山西側斜面	T-5																																																																											

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																																																																										
<p style="text-align: right;">別紙 7-7</p> <p style="text-align: center;"><u>延べ飛行距離について</u></p> <p>延べ飛行距離は、平成4年～平成23年の「航空輸送統計年報、第1表 総括表、1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内便のみの合計値とする。</p> <p>なお、国際便については、日本国内での運行距離ではないため考慮していない。また、日本に乗り入れている外国機は運行距離の実績の公開記録がないため考慮していない。</p> <p>ただし、国際便及び外国機が日本国内で墜落した場合は事故件数としてカウントし、事故率が保守的となるようにしている。</p>	<p style="text-align: right;">別紙 7.10</p> <p style="text-align: center;"><u>日本国機の運航回数及び運航距離</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・計算に用いる数値は、「航空輸送統計年報 第1表 総括表」の次の値とする。 <ul style="list-style-type: none"> ①日本国機の運航回数は、国内便、国際便ともに定期便＋不定期便の値。 ②日本国機の運航距離は、国内便のみの定期便＋不定期便の値。 ・日本国機の国際便は、日本から海外までの距離が記載されているが、日本国内での運航距離ではないため、保守的に考慮しない。 ・日本に乗り入れている外国機は、運航距離について実績の公開記録がないため、保守的に考慮しない。 ・ただし、日本国機の国際便及び外国機の落下事故が、日本国内で落下した場合は評価対象とする。 <table border="1" data-bbox="952 1066 1700 1654"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">日本国機の運航回数 (運航回)</th> <th>日本国機の運航距離 (飛行回・km)</th> </tr> <tr> <th>国内便</th> <th>国際便</th> <th>計</th> <th>国内便</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成5年</td><td>466,787</td><td>57,451</td><td>524,238</td><td>326,899,203</td></tr> <tr><td>平成6年</td><td>484,426</td><td>60,038</td><td>544,464</td><td>343,785,576</td></tr> <tr><td>平成7年</td><td>531,508</td><td>67,908</td><td>599,416</td><td>380,948,123</td></tr> <tr><td>平成8年</td><td>543,238</td><td>72,425</td><td>615,663</td><td>397,146,610</td></tr> <tr><td>平成9年</td><td>562,574</td><td>77,134</td><td>639,708</td><td>420,920,228</td></tr> <tr><td>平成10年</td><td>587,308</td><td>83,070</td><td>670,378</td><td>449,784,623</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>594,957</td><td>85,804</td><td>680,761</td><td>459,973,069</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>660,979</td><td>87,977</td><td>748,956</td><td>480,718,878</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>671,618</td><td>86,824</td><td>758,442</td><td>489,803,107</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>683,929</td><td>93,062</td><td>776,991</td><td>498,685,881</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>700,184</td><td>92,381</td><td>792,565</td><td>519,701,117</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>698,960</td><td>101,659</td><td>800,619</td><td>517,485,172</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>709,377</td><td>106,078</td><td>815,455</td><td>527,370,038</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>740,741</td><td>104,798</td><td>845,539</td><td>555,543,154</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>741,949</td><td>112,605</td><td>854,554</td><td>559,797,874</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>733,979</td><td>118,503</td><td>852,482</td><td>554,681,669</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>716,640</td><td>110,234</td><td>826,874</td><td>544,824,157</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>716,538</td><td>101,721</td><td>818,259</td><td>548,585,258</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>717,100</td><td>96,292</td><td>813,392</td><td>555,144,327</td></tr> <tr><td>平成24年</td><td>770,262</td><td>105,086</td><td>875,348</td><td>608,215,704</td></tr> <tr><td>合計</td><td>13,033,054</td><td>1,821,050</td><td>14,854,104</td><td>9,740,013,768</td></tr> </tbody> </table> <p>※ 離着陸回数は、国内便の場合は離陸回数＝着陸回数＝運航回数とし、国際便の場合は、離陸回数＝着陸回数＝1/2運航回数とする。 (離着陸回数＝離陸回数＋着陸回数＝国内便運航回数×2＋国際便運航回数＝13,033,054×2＋1,821,050＝27,887,158)</p>		日本国機の運航回数 (運航回)			日本国機の運航距離 (飛行回・km)	国内便	国際便	計	国内便	平成5年	466,787	57,451	524,238	326,899,203	平成6年	484,426	60,038	544,464	343,785,576	平成7年	531,508	67,908	599,416	380,948,123	平成8年	543,238	72,425	615,663	397,146,610	平成9年	562,574	77,134	639,708	420,920,228	平成10年	587,308	83,070	670,378	449,784,623	平成11年	594,957	85,804	680,761	459,973,069	平成12年	660,979	87,977	748,956	480,718,878	平成13年	671,618	86,824	758,442	489,803,107	平成14年	683,929	93,062	776,991	498,685,881	平成15年	700,184	92,381	792,565	519,701,117	平成16年	698,960	101,659	800,619	517,485,172	平成17年	709,377	106,078	815,455	527,370,038	平成18年	740,741	104,798	845,539	555,543,154	平成19年	741,949	112,605	854,554	559,797,874	平成20年	733,979	118,503	852,482	554,681,669	平成21年	716,640	110,234	826,874	544,824,157	平成22年	716,538	101,721	818,259	548,585,258	平成23年	717,100	96,292	813,392	555,144,327	平成24年	770,262	105,086	875,348	608,215,704	合計	13,033,054	1,821,050	14,854,104	9,740,013,768	<p style="text-align: right;">別紙 7-7</p> <p style="text-align: center;"><u>離着陸回数及び延べ飛行距離</u></p> <p>1. 離着陸回数</p> <p style="color: red;">離着陸回数のデータは、表1のとおり「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の民間航空機(大型固定翼機、計器飛行方式)の離着陸回数値とする。</p> <p style="text-align: center;"><u>第1表 離着陸回数</u></p> <table border="1" data-bbox="1745 1066 2487 1669"> <thead> <tr> <th></th> <th>国内線(回)</th> <th>国際線(回)</th> <th>合計(回)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成10年</td><td>1,174,436</td><td>249,524</td><td>1,423,960</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>1,189,856</td><td>252,902</td><td>1,442,758</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>1,321,910</td><td>260,816</td><td>1,582,726</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>1,343,192</td><td>261,576</td><td>1,604,768</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>1,367,468</td><td>279,976</td><td>1,647,444</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>1,399,700</td><td>275,410</td><td>1,675,110</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>1,397,124</td><td>313,204</td><td>1,710,328</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>1,418,292</td><td>333,094</td><td>1,751,386</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>1,481,264</td><td>341,074</td><td>1,822,338</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>1,483,448</td><td>355,416</td><td>1,838,864</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>1,467,684</td><td>358,134</td><td>1,825,818</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>1,432,724</td><td>336,198</td><td>1,768,922</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>1,432,748</td><td>348,972</td><td>1,781,720</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>1,431,040</td><td>354,322</td><td>1,785,362</td></tr> <tr><td>平成24年</td><td>1,539,914</td><td>388,538</td><td>1,928,452</td></tr> <tr><td>平成25年</td><td>1,643,536</td><td>395,086</td><td>2,038,622</td></tr> <tr><td>平成26年</td><td>1,686,160</td><td>428,202</td><td>2,114,362</td></tr> <tr><td>平成27年</td><td>1,689,272</td><td>477,100</td><td>2,166,372</td></tr> <tr><td>平成28年</td><td>1,679,378</td><td>533,560</td><td>2,212,938</td></tr> <tr><td>平成29年</td><td>1,691,244</td><td>564,744</td><td>2,255,988</td></tr> <tr><td>合計</td><td>29,270,390</td><td>7,107,848</td><td>36,378,238</td></tr> </tbody> </table>		国内線(回)	国際線(回)	合計(回)	平成10年	1,174,436	249,524	1,423,960	平成11年	1,189,856	252,902	1,442,758	平成12年	1,321,910	260,816	1,582,726	平成13年	1,343,192	261,576	1,604,768	平成14年	1,367,468	279,976	1,647,444	平成15年	1,399,700	275,410	1,675,110	平成16年	1,397,124	313,204	1,710,328	平成17年	1,418,292	333,094	1,751,386	平成18年	1,481,264	341,074	1,822,338	平成19年	1,483,448	355,416	1,838,864	平成20年	1,467,684	358,134	1,825,818	平成21年	1,432,724	336,198	1,768,922	平成22年	1,432,748	348,972	1,781,720	平成23年	1,431,040	354,322	1,785,362	平成24年	1,539,914	388,538	1,928,452	平成25年	1,643,536	395,086	2,038,622	平成26年	1,686,160	428,202	2,114,362	平成27年	1,689,272	477,100	2,166,372	平成28年	1,679,378	533,560	2,212,938	平成29年	1,691,244	564,744	2,255,988	合計	29,270,390	7,107,848	36,378,238	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、最新データ(平成10年～平成29年)を利用した評価を実施</p> <p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は、出雲空港及び米子空港の最大離着陸地点以内に位置し、「飛行場での離着陸時」を対象として設定</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は、最新データ(平成10年～平成29年)を利用した評価を実施</p>
	日本国機の運航回数 (運航回)			日本国機の運航距離 (飛行回・km)																																																																																																																																																																																																									
	国内便	国際便	計	国内便																																																																																																																																																																																																									
平成5年	466,787	57,451	524,238	326,899,203																																																																																																																																																																																																									
平成6年	484,426	60,038	544,464	343,785,576																																																																																																																																																																																																									
平成7年	531,508	67,908	599,416	380,948,123																																																																																																																																																																																																									
平成8年	543,238	72,425	615,663	397,146,610																																																																																																																																																																																																									
平成9年	562,574	77,134	639,708	420,920,228																																																																																																																																																																																																									
平成10年	587,308	83,070	670,378	449,784,623																																																																																																																																																																																																									
平成11年	594,957	85,804	680,761	459,973,069																																																																																																																																																																																																									
平成12年	660,979	87,977	748,956	480,718,878																																																																																																																																																																																																									
平成13年	671,618	86,824	758,442	489,803,107																																																																																																																																																																																																									
平成14年	683,929	93,062	776,991	498,685,881																																																																																																																																																																																																									
平成15年	700,184	92,381	792,565	519,701,117																																																																																																																																																																																																									
平成16年	698,960	101,659	800,619	517,485,172																																																																																																																																																																																																									
平成17年	709,377	106,078	815,455	527,370,038																																																																																																																																																																																																									
平成18年	740,741	104,798	845,539	555,543,154																																																																																																																																																																																																									
平成19年	741,949	112,605	854,554	559,797,874																																																																																																																																																																																																									
平成20年	733,979	118,503	852,482	554,681,669																																																																																																																																																																																																									
平成21年	716,640	110,234	826,874	544,824,157																																																																																																																																																																																																									
平成22年	716,538	101,721	818,259	548,585,258																																																																																																																																																																																																									
平成23年	717,100	96,292	813,392	555,144,327																																																																																																																																																																																																									
平成24年	770,262	105,086	875,348	608,215,704																																																																																																																																																																																																									
合計	13,033,054	1,821,050	14,854,104	9,740,013,768																																																																																																																																																																																																									
	国内線(回)	国際線(回)	合計(回)																																																																																																																																																																																																										
平成10年	1,174,436	249,524	1,423,960																																																																																																																																																																																																										
平成11年	1,189,856	252,902	1,442,758																																																																																																																																																																																																										
平成12年	1,321,910	260,816	1,582,726																																																																																																																																																																																																										
平成13年	1,343,192	261,576	1,604,768																																																																																																																																																																																																										
平成14年	1,367,468	279,976	1,647,444																																																																																																																																																																																																										
平成15年	1,399,700	275,410	1,675,110																																																																																																																																																																																																										
平成16年	1,397,124	313,204	1,710,328																																																																																																																																																																																																										
平成17年	1,418,292	333,094	1,751,386																																																																																																																																																																																																										
平成18年	1,481,264	341,074	1,822,338																																																																																																																																																																																																										
平成19年	1,483,448	355,416	1,838,864																																																																																																																																																																																																										
平成20年	1,467,684	358,134	1,825,818																																																																																																																																																																																																										
平成21年	1,432,724	336,198	1,768,922																																																																																																																																																																																																										
平成22年	1,432,748	348,972	1,781,720																																																																																																																																																																																																										
平成23年	1,431,040	354,322	1,785,362																																																																																																																																																																																																										
平成24年	1,539,914	388,538	1,928,452																																																																																																																																																																																																										
平成25年	1,643,536	395,086	2,038,622																																																																																																																																																																																																										
平成26年	1,686,160	428,202	2,114,362																																																																																																																																																																																																										
平成27年	1,689,272	477,100	2,166,372																																																																																																																																																																																																										
平成28年	1,679,378	533,560	2,212,938																																																																																																																																																																																																										
平成29年	1,691,244	564,744	2,255,988																																																																																																																																																																																																										
合計	29,270,390	7,107,848	36,378,238																																																																																																																																																																																																										

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																				
<p style="text-align: center;">第 1 表 運航距離</p> <table border="1" data-bbox="184 611 863 1493"> <thead> <tr> <th></th> <th>日本国機の運行距離 (飛行回・k m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成 4 年</td><td>307, 445, 013</td></tr> <tr><td>平成 5 年</td><td>326, 899, 203</td></tr> <tr><td>平成 6 年</td><td>343, 785, 576</td></tr> <tr><td>平成 7 年</td><td>380, 948, 123</td></tr> <tr><td>平成 8 年</td><td>397, 146, 610</td></tr> <tr><td>平成 9 年</td><td>420, 920, 228</td></tr> <tr><td>平成 10 年</td><td>449, 784, 623</td></tr> <tr><td>平成 11 年</td><td>459, 973, 069</td></tr> <tr><td>平成 12 年</td><td>480, 718, 878</td></tr> <tr><td>平成 13 年</td><td>489, 803, 107</td></tr> <tr><td>平成 14 年</td><td>498, 685, 881</td></tr> <tr><td>平成 15 年</td><td>519, 701, 117</td></tr> <tr><td>平成 16 年</td><td>517, 485, 172</td></tr> <tr><td>平成 17 年</td><td>527, 370, 038</td></tr> <tr><td>平成 18 年</td><td>555, 543, 154</td></tr> <tr><td>平成 19 年</td><td>559, 797, 874</td></tr> <tr><td>平成 20 年</td><td>554, 681, 669</td></tr> <tr><td>平成 21 年</td><td>544, 824, 157</td></tr> <tr><td>平成 22 年</td><td>548, 585, 258</td></tr> <tr><td>平成 23 年</td><td>555, 144, 327</td></tr> <tr><td>合 計</td><td>9, 439, 243, 077</td></tr> </tbody> </table>		日本国機の運行距離 (飛行回・k m)	平成 4 年	307, 445, 013	平成 5 年	326, 899, 203	平成 6 年	343, 785, 576	平成 7 年	380, 948, 123	平成 8 年	397, 146, 610	平成 9 年	420, 920, 228	平成 10 年	449, 784, 623	平成 11 年	459, 973, 069	平成 12 年	480, 718, 878	平成 13 年	489, 803, 107	平成 14 年	498, 685, 881	平成 15 年	519, 701, 117	平成 16 年	517, 485, 172	平成 17 年	527, 370, 038	平成 18 年	555, 543, 154	平成 19 年	559, 797, 874	平成 20 年	554, 681, 669	平成 21 年	544, 824, 157	平成 22 年	548, 585, 258	平成 23 年	555, 144, 327	合 計	9, 439, 243, 077		<p>2. 延べ飛行距離</p> <p><u>延べ飛行距離のデータは、表 2 のとおり「航空機落下事故に関するデータ (平成10～29年)」(令和元年12月 原子力規制庁) の民間航空機 (大型固定翼機, 計器飛行方式) の延べ飛行距離の値とする。</u></p> <p style="text-align: center;">第 2 表 延べ飛行距離</p> <table border="1" data-bbox="1762 625 2484 1213"> <thead> <tr> <th></th> <th>国内線 (km)</th> <th>国際線 (km)</th> <th>合計 (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成10年</td><td>449, 714, 715</td><td>2, 800, 000</td><td>452, 514, 715</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>459, 941, 610</td><td>3, 000, 000</td><td>462, 941, 610</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>480, 695, 802</td><td>3, 000, 000</td><td>483, 695, 802</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>489, 782, 465</td><td>3, 000, 000</td><td>492, 782, 465</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>498, 480, 635</td><td>3, 500, 000</td><td>501, 980, 635</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>519, 275, 755</td><td>3, 500, 000</td><td>522, 775, 755</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>517, 051, 659</td><td>3, 900, 000</td><td>520, 951, 659</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>527, 104, 292</td><td>3, 700, 000</td><td>530, 804, 292</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>555, 392, 832</td><td>3, 700, 000</td><td>559, 092, 832</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>559, 616, 583</td><td>3, 800, 000</td><td>563, 416, 583</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>554, 535, 973</td><td>3, 800, 000</td><td>558, 335, 973</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>544, 494, 742</td><td>3, 600, 000</td><td>548, 094, 742</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>548, 444, 056</td><td>3, 600, 000</td><td>552, 044, 056</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>554, 156, 367</td><td>3, 400, 000</td><td>557, 556, 367</td></tr> <tr><td>平成24年</td><td>607, 933, 799</td><td>3, 600, 000</td><td>611, 533, 799</td></tr> <tr><td>平成25年</td><td>656, 587, 038</td><td>3, 700, 000</td><td>660, 287, 038</td></tr> <tr><td>平成26年</td><td>678, 832, 124</td><td>3, 800, 000</td><td>682, 632, 124</td></tr> <tr><td>平成27年</td><td>681, 945, 100</td><td>3, 900, 000</td><td>685, 845, 100</td></tr> <tr><td>平成28年</td><td>682, 890, 250</td><td>4, 200, 000</td><td>687, 090, 250</td></tr> <tr><td>平成29年</td><td>689, 723, 341</td><td>4, 400, 000</td><td>694, 123, 341</td></tr> <tr><td>合計</td><td>11, 256, 599, 138</td><td>71, 000, 000</td><td>11, 327, 599, 138</td></tr> </tbody> </table>		国内線 (km)	国際線 (km)	合計 (km)	平成10年	449, 714, 715	2, 800, 000	452, 514, 715	平成11年	459, 941, 610	3, 000, 000	462, 941, 610	平成12年	480, 695, 802	3, 000, 000	483, 695, 802	平成13年	489, 782, 465	3, 000, 000	492, 782, 465	平成14年	498, 480, 635	3, 500, 000	501, 980, 635	平成15年	519, 275, 755	3, 500, 000	522, 775, 755	平成16年	517, 051, 659	3, 900, 000	520, 951, 659	平成17年	527, 104, 292	3, 700, 000	530, 804, 292	平成18年	555, 392, 832	3, 700, 000	559, 092, 832	平成19年	559, 616, 583	3, 800, 000	563, 416, 583	平成20年	554, 535, 973	3, 800, 000	558, 335, 973	平成21年	544, 494, 742	3, 600, 000	548, 094, 742	平成22年	548, 444, 056	3, 600, 000	552, 044, 056	平成23年	554, 156, 367	3, 400, 000	557, 556, 367	平成24年	607, 933, 799	3, 600, 000	611, 533, 799	平成25年	656, 587, 038	3, 700, 000	660, 287, 038	平成26年	678, 832, 124	3, 800, 000	682, 632, 124	平成27年	681, 945, 100	3, 900, 000	685, 845, 100	平成28年	682, 890, 250	4, 200, 000	687, 090, 250	平成29年	689, 723, 341	4, 400, 000	694, 123, 341	合計	11, 256, 599, 138	71, 000, 000	11, 327, 599, 138	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は, 最新データ (平成 10 年～平成 29 年) を利用した評価を実施</p>
	日本国機の運行距離 (飛行回・k m)																																																																																																																																						
平成 4 年	307, 445, 013																																																																																																																																						
平成 5 年	326, 899, 203																																																																																																																																						
平成 6 年	343, 785, 576																																																																																																																																						
平成 7 年	380, 948, 123																																																																																																																																						
平成 8 年	397, 146, 610																																																																																																																																						
平成 9 年	420, 920, 228																																																																																																																																						
平成 10 年	449, 784, 623																																																																																																																																						
平成 11 年	459, 973, 069																																																																																																																																						
平成 12 年	480, 718, 878																																																																																																																																						
平成 13 年	489, 803, 107																																																																																																																																						
平成 14 年	498, 685, 881																																																																																																																																						
平成 15 年	519, 701, 117																																																																																																																																						
平成 16 年	517, 485, 172																																																																																																																																						
平成 17 年	527, 370, 038																																																																																																																																						
平成 18 年	555, 543, 154																																																																																																																																						
平成 19 年	559, 797, 874																																																																																																																																						
平成 20 年	554, 681, 669																																																																																																																																						
平成 21 年	544, 824, 157																																																																																																																																						
平成 22 年	548, 585, 258																																																																																																																																						
平成 23 年	555, 144, 327																																																																																																																																						
合 計	9, 439, 243, 077																																																																																																																																						
	国内線 (km)	国際線 (km)	合計 (km)																																																																																																																																				
平成10年	449, 714, 715	2, 800, 000	452, 514, 715																																																																																																																																				
平成11年	459, 941, 610	3, 000, 000	462, 941, 610																																																																																																																																				
平成12年	480, 695, 802	3, 000, 000	483, 695, 802																																																																																																																																				
平成13年	489, 782, 465	3, 000, 000	492, 782, 465																																																																																																																																				
平成14年	498, 480, 635	3, 500, 000	501, 980, 635																																																																																																																																				
平成15年	519, 275, 755	3, 500, 000	522, 775, 755																																																																																																																																				
平成16年	517, 051, 659	3, 900, 000	520, 951, 659																																																																																																																																				
平成17年	527, 104, 292	3, 700, 000	530, 804, 292																																																																																																																																				
平成18年	555, 392, 832	3, 700, 000	559, 092, 832																																																																																																																																				
平成19年	559, 616, 583	3, 800, 000	563, 416, 583																																																																																																																																				
平成20年	554, 535, 973	3, 800, 000	558, 335, 973																																																																																																																																				
平成21年	544, 494, 742	3, 600, 000	548, 094, 742																																																																																																																																				
平成22年	548, 444, 056	3, 600, 000	552, 044, 056																																																																																																																																				
平成23年	554, 156, 367	3, 400, 000	557, 556, 367																																																																																																																																				
平成24年	607, 933, 799	3, 600, 000	611, 533, 799																																																																																																																																				
平成25年	656, 587, 038	3, 700, 000	660, 287, 038																																																																																																																																				
平成26年	678, 832, 124	3, 800, 000	682, 632, 124																																																																																																																																				
平成27年	681, 945, 100	3, 900, 000	685, 845, 100																																																																																																																																				
平成28年	682, 890, 250	4, 200, 000	687, 090, 250																																																																																																																																				
平成29年	689, 723, 341	4, 400, 000	694, 123, 341																																																																																																																																				
合計	11, 256, 599, 138	71, 000, 000	11, 327, 599, 138																																																																																																																																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																						
<p style="text-align: right;">別紙 7-5</p> <p style="text-align: center;">第 1 表 飛行回数 柏崎刈羽原子力発電所 (飛行回数)</p> <table border="1" data-bbox="160 478 914 724"> <thead> <tr> <th>東京航空交通管制部 ピークデイ^{注1}</th> <th>航空路 (V31)</th> <th>広域航法経路 (Y31)</th> <th>広域航法経路 (Y305)</th> <th>転移経路 (NAEBA TRANSITION)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H24 年上半年 (H24.6.8) 交通量</td> <td>40</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>H24 年下半年 (H24.9.19) 交通量</td> <td>37</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>評価に用いる数値</td> <td>40×365 日 = 14600 便 / 年間</td> <td>10×365 日 = 3650 便 / 年間</td> <td>0.5×365 日 = 182.5 便 / 年間^{注2}</td> <td>11×365 日 = 4015 便 / 年間</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 1：国土交通省航空局に問い合わせ入手したデータ。ここでピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が半年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。</p> <p>注 2：実際の便数は 0 であるが、保守的に 0.5 とする。</p>	東京航空交通管制部 ピークデイ ^{注1}	航空路 (V31)	広域航法経路 (Y31)	広域航法経路 (Y305)	転移経路 (NAEBA TRANSITION)	H24 年上半年 (H24.6.8) 交通量	40	10	0	11	H24 年下半年 (H24.9.19) 交通量	37	9	0	10	評価に用いる数値	40×365 日 = 14600 便 / 年間	10×365 日 = 3650 便 / 年間	0.5×365 日 = 182.5 便 / 年間 ^{注2}	11×365 日 = 4015 便 / 年間	<p style="text-align: right;">別紙 7.13</p> <p style="text-align: center;">評価対象となる航空路等の飛行回数</p> <table border="1" data-bbox="961 436 1691 613"> <thead> <tr> <th>評価対象となる航空路等</th> <th>ピークデイの飛行回数^{※1}</th> <th>年間飛行回数^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>直行経路 (IWAKI (IXE) - SWAMP)</td> <td>H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：0 (9 月 19 日)</td> <td>182.5</td> </tr> <tr> <td>直行経路 (IWAKI (IXE) - KISARAZU (KZE))</td> <td>H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：0 (9 月 19 日)</td> <td>182.5</td> </tr> <tr> <td>広域航法経路 Y30 (LOTUS - SWAMP)</td> <td>H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：3 (9 月 19 日)</td> <td>1,095</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 1 国土交通省航空局に問い合わせ入手したデータ。ここで、ピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のこと。</p> <p>※ 2 ピークデイの飛行回数 (0 回の場合は、0.5 回とした) を 365 倍した値。</p>	評価対象となる航空路等	ピークデイの飛行回数 ^{※1}	年間飛行回数 ^{※2}	直行経路 (IWAKI (IXE) - SWAMP)	H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：0 (9 月 19 日)	182.5	直行経路 (IWAKI (IXE) - KISARAZU (KZE))	H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：0 (9 月 19 日)	182.5	広域航法経路 Y30 (LOTUS - SWAMP)	H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：3 (9 月 19 日)	1,095	<p style="text-align: right;">別紙 7-8</p> <p style="text-align: center;">評価対象となる航空路の飛行回数 (飛行回)</p> <table border="1" data-bbox="1745 466 2487 1249"> <thead> <tr> <th>東京航空交通管制部 ピークデイ^{注1}</th> <th>平成 30 年上半年 交通量</th> <th>平成 30 年下半年 交通量</th> <th>評価に用いる 数値^{注2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空路 V29 (IZUMO (XZE) - DOZEN)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>上半期合計：1 便 下半期合計：1 便 1×365 日 = 365 便 / 年間</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Z16 (MIHO (JET) - SPIDR)</td> <td>2</td> <td>4</td> <td rowspan="18">上半期合計：469 便 下半期合計：512 便 512×365 日 = 186,880 便 / 年間</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y14 (MIHO (JET) - DRIPS)</td> <td>77</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y14 (MIHO (JET) - HALNA)</td> <td>76</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y45 (MIHO (JET) - SAKYU)</td> <td>43</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y45 (MIHO (JET) - KYOKA)</td> <td>35</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y22 (MIHO (JET) - TRUGA)</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y18 (MIHO (JET) - RAKDA)</td> <td>20</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y38 (MIHO (JET) - TSUNO)</td> <td>10</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y38 (MIHO (JET) - STAGE)</td> <td>23</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y361 (MIHO (JET) - TONBI)</td> <td>75</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y39 (MIHO (JET) - YUBAR)</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y287 (MIHO (JET) - SOUJA)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y206 (MIHO (JET) - YAKMO)</td> <td>32</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y597 (MIHO (JET) - PEPOS)</td> <td>66</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>RNAV 経路 Y332 (MIHO (JET) - KAPPA)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 1：国土交通省航空局に問い合わせ入手したデータ。ここで、ピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が半年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。</p> <p>注 2：航空路及び RNAV 経路それぞれについて、上半期の合計値と下半期の合計値を比較し、大きいものを評価に用いた。</p>	東京航空交通管制部 ピークデイ ^{注1}	平成 30 年上半年 交通量	平成 30 年下半年 交通量	評価に用いる 数値 ^{注2}	航空路 V29 (IZUMO (XZE) - DOZEN)	1	1	上半期合計：1 便 下半期合計：1 便 1×365 日 = 365 便 / 年間	RNAV 経路 Z16 (MIHO (JET) - SPIDR)	2	4	上半期合計：469 便 下半期合計：512 便 512×365 日 = 186,880 便 / 年間	RNAV 経路 Y14 (MIHO (JET) - DRIPS)	77	88	RNAV 経路 Y14 (MIHO (JET) - HALNA)	76	75	RNAV 経路 Y45 (MIHO (JET) - SAKYU)	43	52	RNAV 経路 Y45 (MIHO (JET) - KYOKA)	35	45	RNAV 経路 Y22 (MIHO (JET) - TRUGA)	7	7	RNAV 経路 Y18 (MIHO (JET) - RAKDA)	20	16	RNAV 経路 Y38 (MIHO (JET) - TSUNO)	10	13	RNAV 経路 Y38 (MIHO (JET) - STAGE)	23	29	RNAV 経路 Y361 (MIHO (JET) - TONBI)	75	73	RNAV 経路 Y39 (MIHO (JET) - YUBAR)	3	3	RNAV 経路 Y287 (MIHO (JET) - SOUJA)	0	0	RNAV 経路 Y206 (MIHO (JET) - YAKMO)	32	41	RNAV 経路 Y597 (MIHO (JET) - PEPOS)	66	66	RNAV 経路 Y332 (MIHO (JET) - KAPPA)	0	0	
東京航空交通管制部 ピークデイ ^{注1}	航空路 (V31)	広域航法経路 (Y31)	広域航法経路 (Y305)	転移経路 (NAEBA TRANSITION)																																																																																					
H24 年上半年 (H24.6.8) 交通量	40	10	0	11																																																																																					
H24 年下半年 (H24.9.19) 交通量	37	9	0	10																																																																																					
評価に用いる数値	40×365 日 = 14600 便 / 年間	10×365 日 = 3650 便 / 年間	0.5×365 日 = 182.5 便 / 年間 ^{注2}	11×365 日 = 4015 便 / 年間																																																																																					
評価対象となる航空路等	ピークデイの飛行回数 ^{※1}	年間飛行回数 ^{※2}																																																																																							
直行経路 (IWAKI (IXE) - SWAMP)	H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：0 (9 月 19 日)	182.5																																																																																							
直行経路 (IWAKI (IXE) - KISARAZU (KZE))	H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：0 (9 月 19 日)	182.5																																																																																							
広域航法経路 Y30 (LOTUS - SWAMP)	H24 年上半年：0 (6 月 8 日) H24 年下半年：3 (9 月 19 日)	1,095																																																																																							
東京航空交通管制部 ピークデイ ^{注1}	平成 30 年上半年 交通量	平成 30 年下半年 交通量	評価に用いる 数値 ^{注2}																																																																																						
航空路 V29 (IZUMO (XZE) - DOZEN)	1	1	上半期合計：1 便 下半期合計：1 便 1×365 日 = 365 便 / 年間																																																																																						
RNAV 経路 Z16 (MIHO (JET) - SPIDR)	2	4	上半期合計：469 便 下半期合計：512 便 512×365 日 = 186,880 便 / 年間																																																																																						
RNAV 経路 Y14 (MIHO (JET) - DRIPS)	77	88																																																																																							
RNAV 経路 Y14 (MIHO (JET) - HALNA)	76	75																																																																																							
RNAV 経路 Y45 (MIHO (JET) - SAKYU)	43	52																																																																																							
RNAV 経路 Y45 (MIHO (JET) - KYOKA)	35	45																																																																																							
RNAV 経路 Y22 (MIHO (JET) - TRUGA)	7	7																																																																																							
RNAV 経路 Y18 (MIHO (JET) - RAKDA)	20	16																																																																																							
RNAV 経路 Y38 (MIHO (JET) - TSUNO)	10	13																																																																																							
RNAV 経路 Y38 (MIHO (JET) - STAGE)	23	29																																																																																							
RNAV 経路 Y361 (MIHO (JET) - TONBI)	75	73																																																																																							
RNAV 経路 Y39 (MIHO (JET) - YUBAR)	3	3																																																																																							
RNAV 経路 Y287 (MIHO (JET) - SOUJA)	0	0																																																																																							
RNAV 経路 Y206 (MIHO (JET) - YAKMO)	32	41																																																																																							
RNAV 経路 Y597 (MIHO (JET) - PEPOS)	66	66																																																																																							
RNAV 経路 Y332 (MIHO (JET) - KAPPA)	0	0																																																																																							

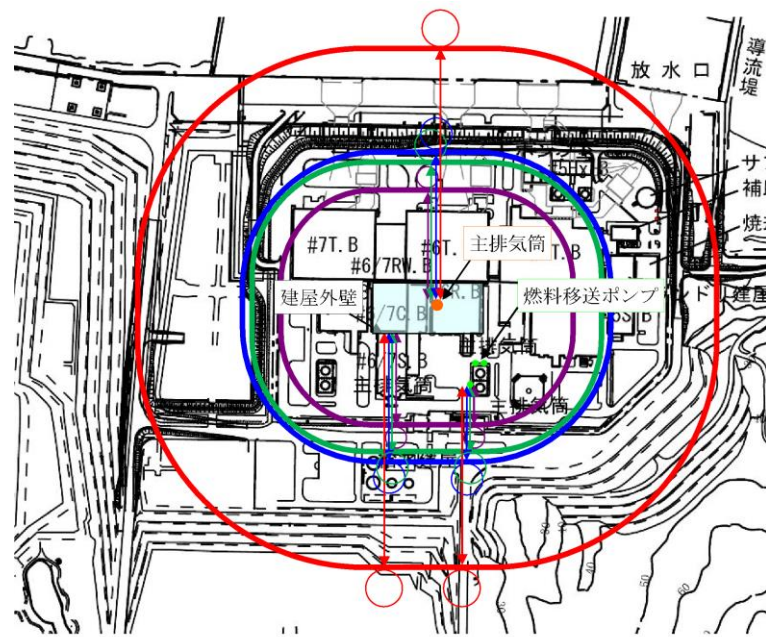
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">別紙 7-8</p> <p style="text-align: center;"><u>航空機落下確率の評価を最新データに更新した場合の影響について</u></p> <p>1. はじめに</p> <p><u>発電所敷地内への航空機墜落による火災影響については、設置許可申請当時(平成25年9月)の最新データとして、「平成23年度 航空機墜落事故に関するデータの整備(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)」に基づく航空機の落下確率より、発電用原子炉施設からの離隔距離を算出し、熱影響評価を行っている。</u></p> <p><u>しかしながら、安全審査が長期化し、その間に、「航空機落下事故に関するデータ(平成28年6月 NRA技術報告)」がとりまとめられたことを受け、その影響について確認することとする。</u></p> <p>2. 航空機事故等のデータ更新による影響</p> <p><u>「航空機落下事故に関するデータ(平成28年6月 NRA技術報告)」では、平成5年1月～平成24年12月までの航空機事故データ、運行実績データ及び訓練空域面積データとして更新されているが、各航空機の落下事故率は、同等若しくは低下している。このため、航空機の落下位置から発電用原子炉施設までの離隔距離は同等若しくは長くなり、火災による影響も軽減される傾向となっている。</u></p> <p><u>以下、更新されたデータに基づき、「航空機の落下位置から発電用原子炉施設までの離隔距離」並びに「航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重量による影響」について評価する。</u></p> <p>3. 航空機墜落による火災影響評価</p> <p><u>「添付資料-7 柏崎刈羽原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について」における航空機墜落による火災影響評価のうち、(1)航空機墜落による火災の想定～(3)評価対象範囲の考え方は同様であるため、(4)以降について、評価する。</u></p>			<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>島根 2号炉は、最新データ(平成 10年～平成 29年)を利用した評価を実施</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>(1) 標的面積の算出</p> <p>a. 大型民間航空機及び小型民間航空機の標的面積の算出</p> <p><u>(a) 計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航中の落下事故</u></p> $Pc = fc \cdot Nc \cdot A / W$ <p><u>Pc</u> : 対象施設への巡航中の航空機落下確率[回/年]</p> <p><u>Nc</u> : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数 [飛行回/年]</p> <p><u>A</u> : 発電用原子炉施設の標的面積[km²]</p> <p><u>W</u> : 航空路幅[km]</p> $fc = Gc / Hc$ <p><u>fc</u> : 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率 [回/飛行回・km]</p> <p><u>Gc</u> : 巡航中事故件数[回]</p> <p><u>Hc</u> : 延べ飛行距離[飛行回・km]</p>																																											
<p>第 3-1 表 標的面積の算出結果</p>																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="160 974 338 1050">発電所名称 及び号炉 パラメータ</th> <th colspan="4" data-bbox="338 974 914 1050">柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉</th> </tr> <tr> <th data-bbox="160 1050 338 1134">対象航空路^{注1}</th> <th data-bbox="338 1050 486 1134">航空路 (V31)</th> <th data-bbox="486 1050 635 1134">広域航法経路 (Y31)</th> <th data-bbox="635 1050 783 1134">広域航法経路 (Y305)</th> <th data-bbox="783 1050 914 1134">転移経路 (NAEBA TRANSITION)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="160 1134 338 1165">Nc^{注2}</td> <td data-bbox="338 1134 486 1165">14600</td> <td data-bbox="486 1134 635 1165">3650</td> <td data-bbox="635 1134 783 1165">182.5</td> <td data-bbox="783 1134 914 1165">4015</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 1165 338 1197">A^{注3}</td> <td data-bbox="338 1165 486 1197">0.01</td> <td data-bbox="486 1165 635 1197">0.01</td> <td data-bbox="635 1165 783 1197">0.01</td> <td data-bbox="783 1165 914 1197">0.01</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 1197 338 1228">W^{注4}</td> <td data-bbox="338 1197 486 1228">14</td> <td data-bbox="486 1197 635 1228">18.52</td> <td data-bbox="635 1197 783 1228">18.52</td> <td data-bbox="783 1197 914 1228">14</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 1228 338 1260">Fc^{注5}</td> <td colspan="4" data-bbox="338 1228 914 1260">0.5/9,740,013,768 = 5.13 × 10⁻¹¹</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 1260 338 1291">Pc</td> <td data-bbox="338 1260 486 1291">5.35 × 10⁻¹⁰</td> <td data-bbox="486 1260 635 1291">1.01 × 10⁻¹⁰</td> <td data-bbox="635 1260 783 1291">5.05 × 10⁻¹⁰</td> <td data-bbox="783 1260 914 1291">1.47 × 10⁻¹²</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 1291 338 1344">Pc (合計)</td> <td colspan="4" data-bbox="338 1291 914 1344">7.88 × 10⁻¹⁰</td> </tr> </tbody> </table>	発電所名称 及び号炉 パラメータ	柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉				対象航空路 ^{注1}	航空路 (V31)	広域航法経路 (Y31)	広域航法経路 (Y305)	転移経路 (NAEBA TRANSITION)	Nc ^{注2}	14600	3650	182.5	4015	A ^{注3}	0.01	0.01	0.01	0.01	W ^{注4}	14	18.52	18.52	14	Fc ^{注5}	0.5/9,740,013,768 = 5.13 × 10 ⁻¹¹				Pc	5.35 × 10 ⁻¹⁰	1.01 × 10 ⁻¹⁰	5.05 × 10 ⁻¹⁰	1.47 × 10 ⁻¹²	Pc (合計)	7.88 × 10 ⁻¹⁰						
発電所名称 及び号炉 パラメータ	柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉																																										
対象航空路 ^{注1}	航空路 (V31)	広域航法経路 (Y31)	広域航法経路 (Y305)	転移経路 (NAEBA TRANSITION)																																							
Nc ^{注2}	14600	3650	182.5	4015																																							
A ^{注3}	0.01	0.01	0.01	0.01																																							
W ^{注4}	14	18.52	18.52	14																																							
Fc ^{注5}	0.5/9,740,013,768 = 5.13 × 10 ⁻¹¹																																										
Pc	5.35 × 10 ⁻¹⁰	1.01 × 10 ⁻¹⁰	5.05 × 10 ⁻¹⁰	1.47 × 10 ⁻¹²																																							
Pc (合計)	7.88 × 10 ⁻¹⁰																																										
<p>注1：柏崎刈羽原子力発電所周辺の航空図（AIPエンルートチャート）による。（別紙7-4）</p> <p>注2：国土交通省航空局への問合せ結果（ピークデイの値）を365倍した値。ただし、平成24年のピークデイにおける飛行回数が0回の場合は、保守的に0.5回とみなし、年間182.5回とする。（別紙7-5）</p> <p>注3：原子炉建屋，コントロール建屋等の水平面積の合計値は0.01km²以下であるので標的面積は0.01km²とする。（別紙7-6）</p> <p>注4：「航空路の指定に関する告示」及び「航空路等設定基準」による。</p> <p>注5：巡航中事故件数は，平成5年～平成24年の間で0件のため，保守的に0.5件とする。延べ飛行距離は，平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報，第1表 総括表，1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内の値を合計した値。（別紙7-9）</p>																																											

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																			
<p>(b) <u>有視界飛行方式民間航空機の落下事故</u></p> <p>$P_v = (f_v/S_v) \cdot A \cdot \alpha$</p> <p>$P_v$: 対象施設への航空機落下確率[回/年] f_v : 単位年当たりの落下事故率[回/年] S_v : 全国土面積[km²] A : 発電用原子炉施設の標的面積[km²] α : 対象航空機の種類による係数</p> <p style="text-align: center;">第 3-2 表 落下確率の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="157 709 914 926"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>大型固定翼機</th> <th>大型回転翼機</th> <th>小型固定翼機</th> <th>小型回転翼機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_v ^注</td> <td>0.5/20=0.025</td> <td>1/20=0.05</td> <td>35/20=1.75</td> <td>24/20=1.20</td> </tr> <tr> <td>S_v ^注</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">372,000</td> </tr> <tr> <td>α ^注</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>P_v</td> <td>6.72×10^{-10}</td> <td>1.34×10^{-9}</td> <td>4.70×10^{-9}</td> <td>3.22×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>P_v (合計)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">9.94×10^{-9}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：「NTEC-2016-2002 NRA技術報告 航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）による。</p> <p>以上より、<u>大型民間航空機の落下確率（P_c（計器飛行方式）+P_v（大型固定翼機）+P_v（大型回転翼機））が10^{-7}[回/炉・年]となる標的面積$A1$[km²]を計算すると以下のとおりとなる。</u></p> <p>$A1 = 10^{-7} \div (7.88 \cdot 10^{-10} + 6.72 \times 10^{-10} + 1.34 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.357$[km²]</p> <p><u>小型民間航空機の落下確率（P_v（小型固定翼機）+P_v（小型回転翼機））が10^{-7}[回/炉・年]となる標的面積$A2$[km²]を計算すると以下のとおりとなる。</u></p> <p>$A2 = 10^{-7} \div (4.70 \times 10^{-9} + 3.22 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.126$[km²]</p> <p>b. <u>大型軍用航空機及び小型軍用航空機の標的面積の算出</u></p> <p>柏崎刈羽原子力発電所の上空には訓練空域がないため、軍用航空機の落下確率P_{so}を求める式は、以下のとおりとなる。</p> <p>$P_{so} = (f_{so}/S_o) \cdot A$</p> <p>$P_{so}$: 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率[回/年] f_{so} : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率[回/年] S_o : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除い</p>	パラメータ	大型固定翼機	大型回転翼機	小型固定翼機	小型回転翼機	f_v ^注	0.5/20=0.025	1/20=0.05	35/20=1.75	24/20=1.20	S_v ^注	372,000				α ^注	1.0	1.0	0.1	0.1	A	0.01	0.01	0.01	0.01	P_v	6.72×10^{-10}	1.34×10^{-9}	4.70×10^{-9}	3.22×10^{-9}	P_v (合計)	9.94×10^{-9}						
パラメータ	大型固定翼機	大型回転翼機	小型固定翼機	小型回転翼機																																		
f_v ^注	0.5/20=0.025	1/20=0.05	35/20=1.75	24/20=1.20																																		
S_v ^注	372,000																																					
α ^注	1.0	1.0	0.1	0.1																																		
A	0.01	0.01	0.01	0.01																																		
P_v	6.72×10^{-10}	1.34×10^{-9}	4.70×10^{-9}	3.22×10^{-9}																																		
P_v (合計)	9.94×10^{-9}																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
<p>た面積[km²]</p> <p>A : 発電用原子炉施設の標的面積[km²]</p> <p>第 3-3 表 落下確率の算出結果</p> <table border="1" data-bbox="160 485 914 667"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>大型自衛隊機</th> <th>大型米軍機</th> <th>小型自衛隊機</th> <th>小型米軍機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f_{so}^注</td> <td>1/20=0.05</td> <td>4/20=0.2</td> <td>6/20=0.3</td> <td>1/20=0.05</td> </tr> <tr> <td>S_o^注</td> <td>295,000</td> <td>371,500</td> <td>295,000</td> <td>371,500</td> </tr> <tr> <td>λ</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>P_{so}</td> <td>1.69×10⁻⁹</td> <td>5.38×10⁻⁹</td> <td>1.01×10⁻⁸</td> <td>1.34×10⁻⁹</td> </tr> <tr> <td>P_{so} (合計)</td> <td colspan="4">1.85×10⁻⁸</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：「NTEC-2016-2002 NRA技術報告 航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）による。</p> <p>以上より、大型軍用航空機の落下確率（P_{so}（大型自衛隊機）+P_{so}（大型米軍機））が10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積A3[km²]を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A3 = 10^{-7} \div (1.69 \times 10^{-9} + 5.38 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.141 \text{ [km}^2\text{]}$ <p>小型軍用航空機の落下確率（P_{so}（小型自衛隊機）+P_{so}（小型米軍機））が10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積A4[km²]を計算すると以下のとおりとなる。</p> $A4 = 10^{-7} \div (1.01 \times 10^{-8} + 1.34 \times 10^{-9}) \times 0.01 = 0.086 \text{ [km}^2\text{]}$ <p>(2) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出</p> <p>(1)で求めた面積が、評価対象となる発電用原子炉施設（原子炉建屋及びコントロール建屋）外壁面から等距離の離隔をとった場合の標的面積と等しくなる距離を離隔距離L[m]とし、離隔距離Lを算出した結果を以下に示す。また、各航空機の離隔距離を第3-1図、第3-2図に示す。</p> <p>10⁻⁷[回/炉・年]となる標的面積の考え方は、添付資料-7「2. 航空機墜落による 火災の影響評価 (5) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出」と同様。</p>	パラメータ	大型自衛隊機	大型米軍機	小型自衛隊機	小型米軍機	f _{so} ^注	1/20=0.05	4/20=0.2	6/20=0.3	1/20=0.05	S _o ^注	295,000	371,500	295,000	371,500	λ	0.01	0.01	0.01	0.01	P _{so}	1.69×10 ⁻⁹	5.38×10 ⁻⁹	1.01×10 ⁻⁸	1.34×10 ⁻⁹	P _{so} (合計)	1.85×10 ⁻⁸						
パラメータ	大型自衛隊機	大型米軍機	小型自衛隊機	小型米軍機																													
f _{so} ^注	1/20=0.05	4/20=0.2	6/20=0.3	1/20=0.05																													
S _o ^注	295,000	371,500	295,000	371,500																													
λ	0.01	0.01	0.01	0.01																													
P _{so}	1.69×10 ⁻⁹	5.38×10 ⁻⁹	1.01×10 ⁻⁸	1.34×10 ⁻⁹																													
P _{so} (合計)	1.85×10 ⁻⁸																																

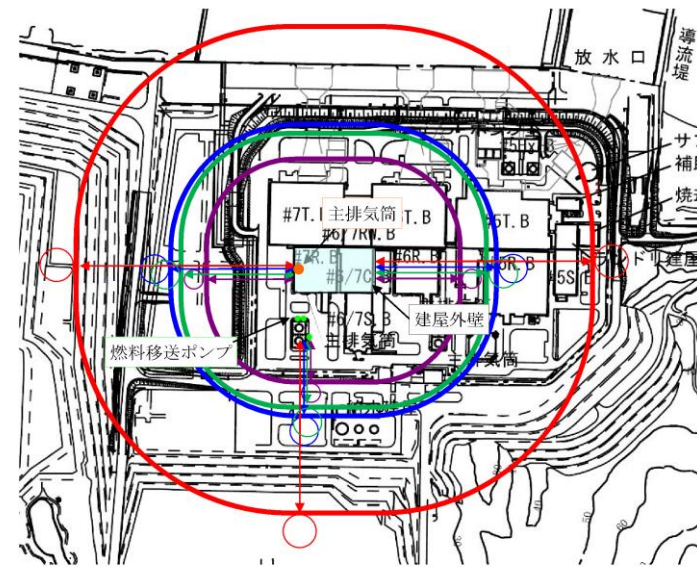
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)					東海第二発電所 (2018.9.12版)					島根原子力発電所 2号炉					備考				
第 3-4 表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果																			
項目		大型 民間航空機	小型 民間航空機	大型 軍用航空機	小型 軍用航空機														
対象航空機		B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S														
6号炉	外壁面	278	143	155	109														
7号炉	までの離隔距離[m]	286	150	161	116														
6号炉	燃料移送ポンプ	218	83	95	49														
7号炉	までの離隔距離[m]	227	91	103	57														
6号炉	主排気筒	300	164	176	131														
7号炉	までの離隔距離[m]	286	151	162	117														
<p>※：軽油タンクの熱影響評価は、航空機墜落による軽油タンク火災の重畳火災も考慮</p>																			



○：航空機落下位置（円筒火炎モデル）

- | | |
|-------------|-------------|
| 大型民間航空機落下位置 | 大型軍用航空機落下位置 |
| 小型民間航空機落下位置 | 小型軍用航空機落下位置 |

第3-1図 各航空機の落下位置（6号炉）



○：航空機落下位置（円筒火炎モデル）

- | | |
|-------------|-------------|
| 大型民間航空機落下位置 | 大型軍用航空機落下位置 |
| 小型民間航空機落下位置 | 小型軍用航空機落下位置 |

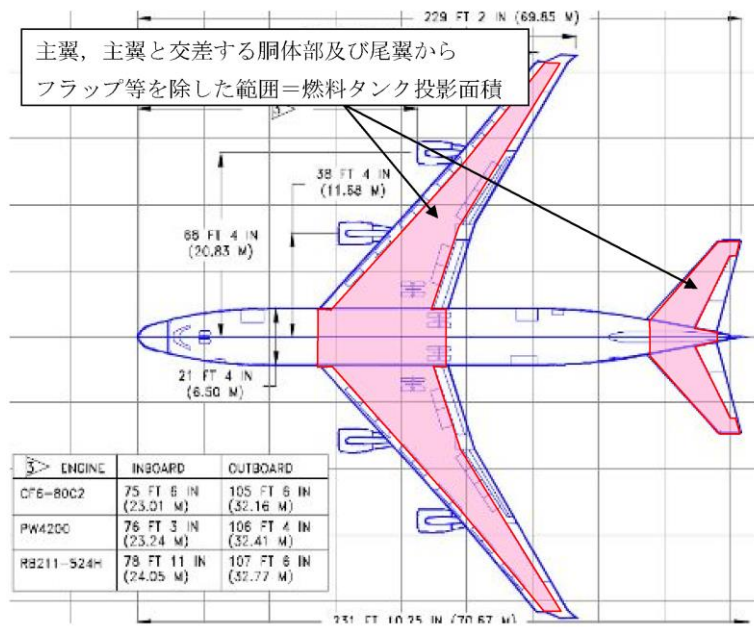
第3-2図 各航空機の落下位置（7号）

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="172 254 914 464"> <u>以上の結果より、各航空機の落下位置から算出した発電用原子炉施設との離隔距離は、「添付資料-7 柏崎刈羽原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について」と同等若しくは、それ以上であることから、発電用原子炉施設への熱影響は既評価と同等若しくは包絡されるものと評価する。</u> </p> <p data-bbox="157 520 795 552"> <u>(3) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳</u> </p> <p data-bbox="201 569 914 730"> <u>航空機火災が発生した場合に重畳を考慮する危険物タンクを検討する。航空機落下が10^{-7}[回/炉・年]となる航空機落下位置とその周辺の危険物施設位置を第3-3 図及び第3-4図に示す。</u> </p> <div data-bbox="157 751 914 1486" style="border: 1px solid black; height: 350px; width: 255px; margin: 10px 0;"></div> <p data-bbox="157 1507 914 1591"> 第3-3図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置 (6号炉) </p>			

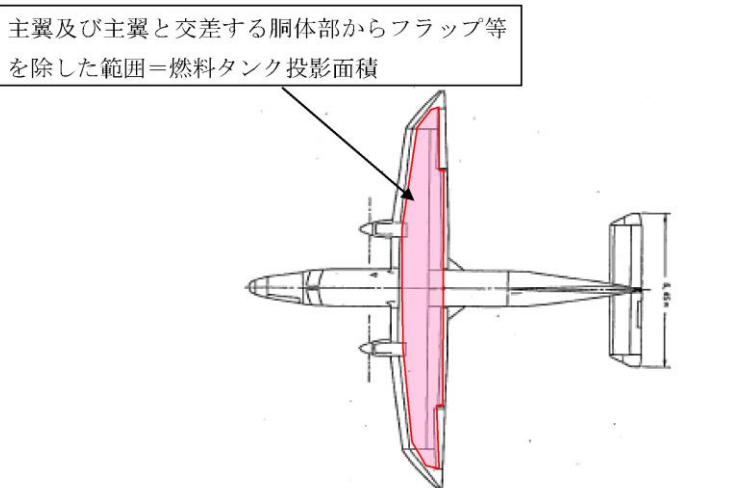
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="151 254 923 947" style="border: 2px solid black; height: 330px; width: 100%;"></div> <p data-bbox="151 968 908 1045">第3-4図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置 (7号炉)</p> <p data-bbox="201 1102 908 1541"> <u>第 3-3 図及び第 3-4 図より、各航空機の落下位置から算出した発電用原子炉施設との離隔距離は、「添付資料-7 柏崎刈羽原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について」と比較し、同等若しくは、数十メートル程度長くなっていること、最も厳しいケースとして、6号炉では、5号炉軽油タンク2台火災と大型軍用航空機 (KC-767) 火災が重畳すること、7号炉では、6号炉軽油タンク2台火災と小型軍用航空機 (AH-1S) 火災が重畳することには変わりはないことから、発電用原子炉施設への熱影響は既評価と同等若しくは包絡されるものと評価する。</u> </p> <p data-bbox="151 1598 617 1629">4. 航空機墜落による火災の熱影響評価</p> <p data-bbox="151 1644 908 1850"> <u>以上により、「航空機落下事故に関するデータ (平成28年6月 NRA技術報告)」のデータを反映した評価は、「添付資料-7 柏崎刈羽原子力発電所の敷地内への航空機落下による火災について」における熱影響評価と同等若しくは包絡される結果となることを確認した。</u> </p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																												
<p style="text-align: right;">別紙 7-9</p> <p style="text-align: center;"><u>延べ飛行距離について</u></p> <p><u>延べ飛行距離は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報、第1表 総括表、1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内便のみの合計値とする。</u></p> <p><u>なお、国際便については、日本国内での運行距離ではないため考慮していない。また、日本に乗り入れている外国機は運行距離の実績の公開記録がないため考慮していない。</u></p> <p><u>ただし、国際便及び外国機が日本国内で墜落した場合は事故件数としてカウントし、事故率が保守的となるようにしている。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>第1表 運航距離</u></p> <table border="1" data-bbox="234 888 822 1793"> <thead> <tr> <th></th> <th>日本国機の運行距離 (飛行回・km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成5年</td><td>326,899,203</td></tr> <tr><td>平成6年</td><td>343,785,576</td></tr> <tr><td>平成7年</td><td>380,948,123</td></tr> <tr><td>平成8年</td><td>397,146,610</td></tr> <tr><td>平成9年</td><td>420,920,228</td></tr> <tr><td>平成10年</td><td>449,784,623</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>459,973,069</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>480,718,878</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>489,803,107</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>498,685,881</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>519,701,117</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>517,485,172</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>527,370,038</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>555,543,154</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>559,797,874</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>554,681,669</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>544,824,157</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>548,585,258</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>555,144,327</td></tr> <tr><td>平成24年</td><td>608,215,704</td></tr> <tr><td>合計</td><td>9,740,013,768</td></tr> </tbody> </table>		日本国機の運行距離 (飛行回・km)	平成5年	326,899,203	平成6年	343,785,576	平成7年	380,948,123	平成8年	397,146,610	平成9年	420,920,228	平成10年	449,784,623	平成11年	459,973,069	平成12年	480,718,878	平成13年	489,803,107	平成14年	498,685,881	平成15年	519,701,117	平成16年	517,485,172	平成17年	527,370,038	平成18年	555,543,154	平成19年	559,797,874	平成20年	554,681,669	平成21年	544,824,157	平成22年	548,585,258	平成23年	555,144,327	平成24年	608,215,704	合計	9,740,013,768			<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は、最新データ（平成10年～平成29年）を利用した評価を実施</p>
	日本国機の運行距離 (飛行回・km)																																														
平成5年	326,899,203																																														
平成6年	343,785,576																																														
平成7年	380,948,123																																														
平成8年	397,146,610																																														
平成9年	420,920,228																																														
平成10年	449,784,623																																														
平成11年	459,973,069																																														
平成12年	480,718,878																																														
平成13年	489,803,107																																														
平成14年	498,685,881																																														
平成15年	519,701,117																																														
平成16年	517,485,172																																														
平成17年	527,370,038																																														
平成18年	555,543,154																																														
平成19年	559,797,874																																														
平成20年	554,681,669																																														
平成21年	544,824,157																																														
平成22年	548,585,258																																														
平成23年	555,144,327																																														
平成24年	608,215,704																																														
合計	9,740,013,768																																														

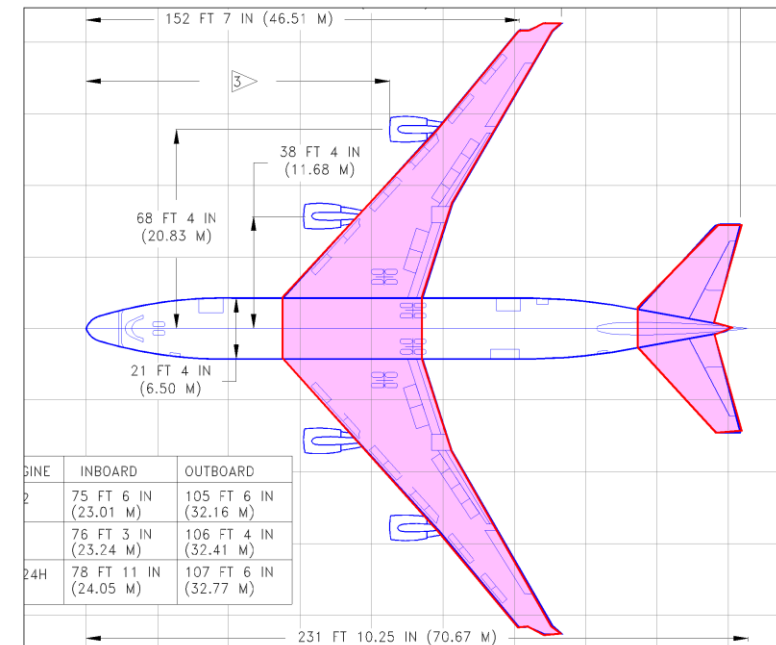
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																			
<p style="text-align: right;">参考資料 7-1</p> <p>航空機墜落による火災の影響評価に用いたデータについて</p> <p>1. 航空機の仕様について</p> <p style="text-align: center;">第1-1表 航空機の仕様</p> <table border="1" data-bbox="160 541 914 722"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th>大型</th> <th>小型</th> <th>大型</th> <th>小型</th> </tr> <tr> <th>民間航空機</th> <th>民間航空機</th> <th>軍用航空機</th> <th>軍用航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定する航空機</td> <td>B747-400</td> <td>Do228-200</td> <td>KC-767</td> <td>AH-1S</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>Jet A-1</td> <td>Jet A-1</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>燃料量[m³]</td> <td>216.84¹⁾</td> <td>2.38²⁾</td> <td>145.03³⁾</td> <td>0.98²⁾</td> </tr> <tr> <td>燃料タンク面積[m²]</td> <td>605⁴⁾</td> <td>26⁵⁾</td> <td>280⁶⁾</td> <td>12⁷⁾</td> </tr> </tbody> </table> <p>1) ボーイング社ホームページ“Technical Characteristics Boeing 747-400”に記載の値</p> <p>2) 日本航空機全集 2013, (鳳文書林出版販売 (株) 発行) 記載値</p> <p>3) 世界航空機年鑑 2012-2013 に記載の燃料重量及び燃料密度 (NUREG-1806) から算出した値</p> <p>4) ボーイング社ホームページ資料「747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning」の機体図面より, 主翼, 主翼と交差する胴体部及び尾翼の面積からフラップ等の面積を除いた面積が燃料タンク面積と同等と想定し算出した値 (第 1-1(a) 図)。</p> <p>5) 日本航空機全集 2013 に記載の図面から, 主翼及び主翼と交差する胴体部の面積からフラップ等の面積を除いた面積が燃料タンク面積と同等と想定し算出した値 (第 1-1(b) 図)</p> <p>6) ボーイング社ホームページ資料「767 Airplane Characteristics for Airport Planning」の機体図面より, KC-767 のベースとなっている航空機 B767-200ER の主翼, 主翼と交差する胴体部及び補助燃料タンクが搭載される床下貨物室の面積からフラップ等の面積を除いた面積を燃料タンク面積として算出した値 (第 1-1(c) 図)</p> <p>7) 日本航空機全集 2013 に記載の図面から, 機体の投影面積を燃料タンク投影面積と同等と想定し算出した値 (第 1-1(d) 図)</p>	項目	大型	小型	大型	小型	民間航空機	民間航空機	軍用航空機	軍用航空機	想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S	燃料の種類	Jet A-1	Jet A-1	JP-4	JP-4	燃料量[m ³]	216.84 ¹⁾	2.38 ²⁾	145.03 ³⁾	0.98 ²⁾	燃料タンク面積[m ²]	605 ⁴⁾	26 ⁵⁾	280 ⁶⁾	12 ⁷⁾		<p style="text-align: right;">参考資料7-1</p> <p>航空機の落下による火災の影響評価に用いたデータについて</p> <p>1. 航空機の仕様について</p> <p style="text-align: center;">第 1-1 表 航空機の仕様</p> <table border="1" data-bbox="1745 541 2469 743"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他の機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定する航空機</td> <td>B747-400</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>JET A-1</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>燃料量 (m³)</td> <td>216.84^{注1)}</td> <td>145.04^{注3)}</td> <td>14.87^{注5)}</td> </tr> <tr> <td>燃料タンク面積 (m²)</td> <td>700^{注2)}</td> <td>405.2^{注4)}</td> <td>44.6^{注6)}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1: ボーイング社ホームページ“ Technical Characteristics Boeing 747-400”に記載の値</p> <p>注2: ボーイング社ホームページ資料「747 Airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58326-1, December 2002)」の機体図面より, 主翼, 主翼と交差する胴体部及び尾翼面積が燃料タンク面積と同等と想定し, これらの面積を算出した値</p> <p>注3: 世界航空機年鑑 2012-2013 に記載の値及び燃料密度から算出した値</p> <p>注4: ボーイング社ホームページ資料「767 Airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58328, September 2005)」に記載している同型機の機体図面より, 燃料タンクの配置及び大きさを想定し, これらの面積を算出した値</p> <p>注5: 航空ジャーナル 2月号増刊 F-15 イーグル (航空ジャーナル社昭和 55 年 2月 5日発行) (予備タンクを含む)</p> <p>注6: 航空ジャーナル 1978 別冊 F-15 イーグル (昭和 53 年 3月 5日発行) に記載の機体図面より, 燃料タンクの配置及び大きさを想定し, これらの面積を算出した値</p>	項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他の機種	想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15	燃料の種類	JET A-1	JP-4	JP-4	燃料量 (m ³)	216.84 ^{注1)}	145.04 ^{注3)}	14.87 ^{注5)}	燃料タンク面積 (m ²)	700 ^{注2)}	405.2 ^{注4)}	44.6 ^{注6)}	
項目		大型	小型	大型	小型																																																	
	民間航空機	民間航空機	軍用航空機	軍用航空機																																																		
想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S																																																		
燃料の種類	Jet A-1	Jet A-1	JP-4	JP-4																																																		
燃料量[m ³]	216.84 ¹⁾	2.38 ²⁾	145.03 ³⁾	0.98 ²⁾																																																		
燃料タンク面積[m ²]	605 ⁴⁾	26 ⁵⁾	280 ⁶⁾	12 ⁷⁾																																																		
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																																				
		空中給油機等	その他の機種																																																			
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15																																																			
燃料の種類	JET A-1	JP-4	JP-4																																																			
燃料量 (m ³)	216.84 ^{注1)}	145.04 ^{注3)}	14.87 ^{注5)}																																																			
燃料タンク面積 (m ²)	700 ^{注2)}	405.2 ^{注4)}	44.6 ^{注6)}																																																			



第 1-1(a) 図 燃料タンク投影面積(B747-400)
(出典 : 747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning)

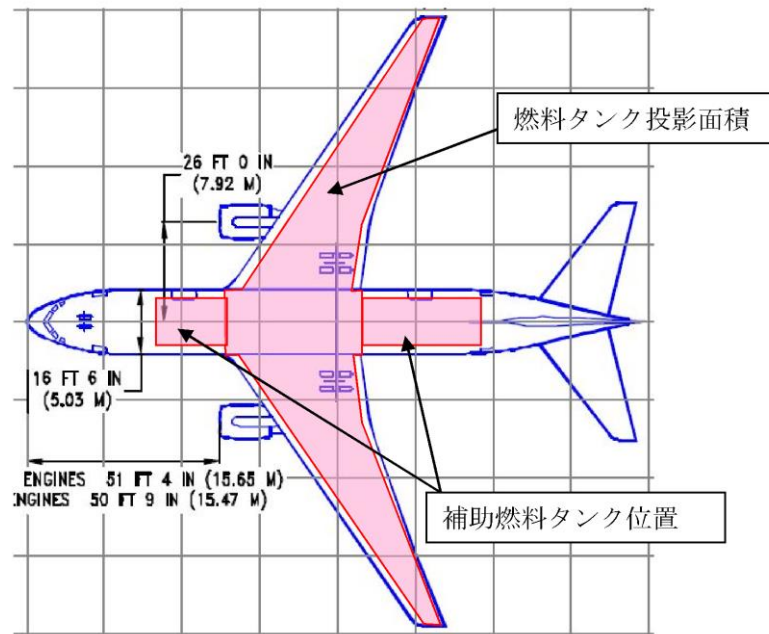


第 1-1(b) 図 燃料タンク投影面積(Do228-200)
(出典 : 日本航空機全集 2013)

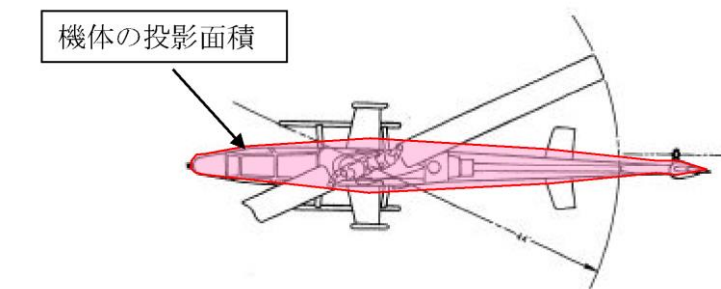


第 1-1(a) 図 燃料タンク投影面積 (B747-400)
(出典 : 747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning)

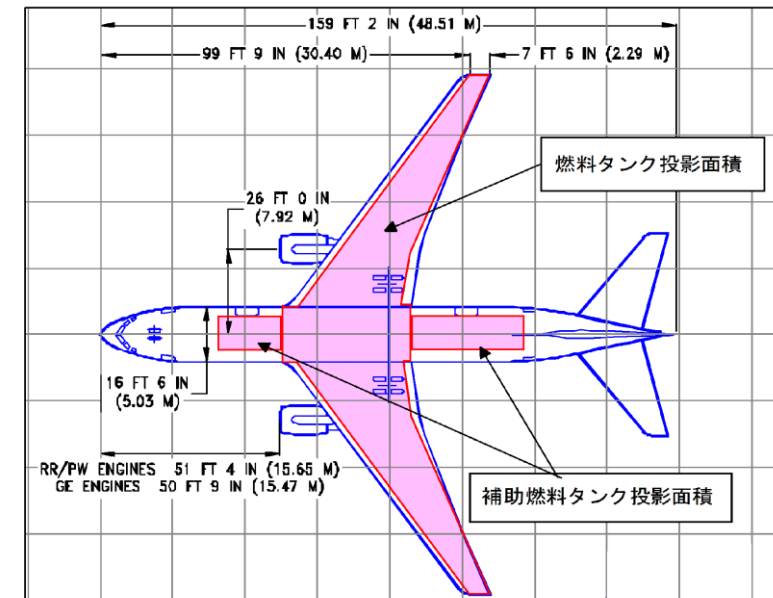
・条件の相違
【柏崎 6/7】
評価手法の違いを踏
まえた航空機の分類
の相違に伴う想定航
空機の相違



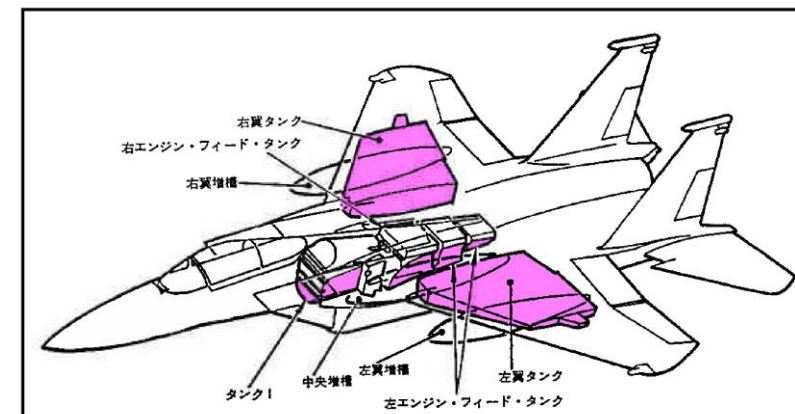
第 1-1(c) 図 燃料タンク投影面積(KC-767)
(出典 : 767 Airplane Characteristics for Airport Planning)



第 1-1(d) 図 燃料タンク投影面積(AH-1S)
(出典 : 日本航空機全集 2013)



第 1-1(b) 図 燃料タンク投影面積 (KC-767)
(出典 : 767 Airplane Characteristics for Airport Planning)



第 1-1(c) 図 燃料タンク投影面積 (F-15)
(出典 : 航空ジャーナル 1978 別冊 F-15 イーグル
(昭和 53 年 3 月 5 日発行))

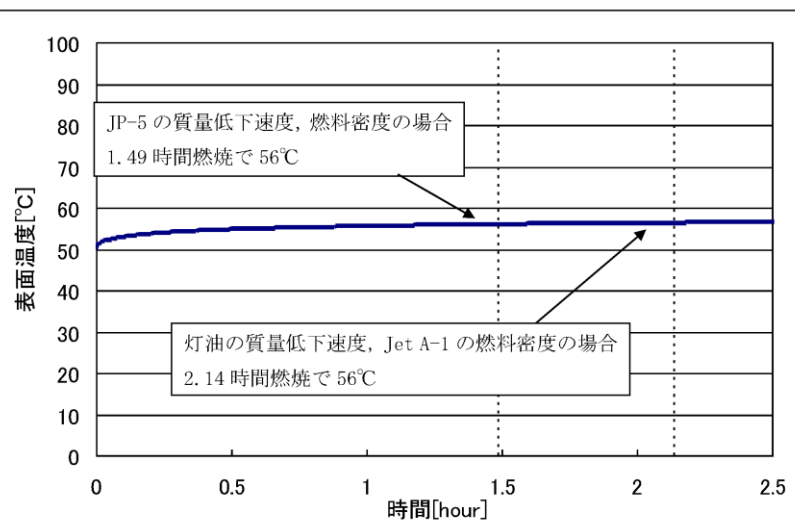
・設備の相違
【柏崎 6/7】
評価手法の違いを踏
まえたカテゴリ分け
の相違に伴う想定航
空機の相違

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																	
<p>2. 燃料物性値について</p> <p><u>ジェット燃料は、JIS規格では1号の灯油型（低析出点）、2号灯油型及び3号広範囲沸点型（ガソリン型）の3種類があり、ASTM規格の Jet A-1, Jet A, Jet B に相当する。また、MIL規格では、JP-4(ガソリン型)、JP-5（灯油型）やJP-8（灯油型）があり、日本の民間航空機では安全性の高い1号（灯油型）が使用されており^{※1}、軍用航空機では JP-4 が使われている^{※2}。よって、民間航空機の燃料の種類は Jet A-1（灯油型）、軍用航空機は JP-4 とする。火災影響評価において使用する燃料物性値のうち、放射発散度及び質量低下速度については、Jet A-1 燃料に関する明確な知見がない。このため、Jet A-1 は灯油型であることから、放射発散度は灯油の値を採用する。</u></p> <p><u>また、Jet A-1 の質量低下速度、密度については、NUREG-1805 において、JP-4、JP-5の質量低下速度、密度が与えられていることから、同じ灯油型である JP-5 の値を採用する。なお、JP-5 の方が JP-4 より燃焼速度が遅く、燃焼継続時間が長くなるので保守的である。</u></p> <p><u>軍用航空機の燃料（JP-4）は、ガソリン系の燃料であることから、放射発散度はガソリン・ナフサの値を採用し、質量低下速度、密度は、NUREG-1805 の JP-4 の値を採用する。</u></p> <p>※1：公益社団法人 石油学会 HP ※2：石油便覧 JX 日鉱日石エネルギーHP</p> <p>第 2-1 表 評価対象航空機の燃料物性値</p> <table border="1" data-bbox="222 1381 845 1585"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">軍用航空機</th> </tr> <tr> <th>大型</th> <th>小型</th> <th>大型</th> <th>小型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定する航空機</td> <td>B747-400</td> <td>Do228-200</td> <td>KC-767</td> <td>AH-1S</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>Jet A-1</td> <td>Jet A-1</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>放射発散度 [W/m²]</td> <td>50×10³¹⁾</td> <td>50×10³¹⁾</td> <td>58×10³²⁾</td> <td>58×10³²⁾</td> </tr> <tr> <td>質量低下速度 [kg/m²・s]</td> <td>0.054³⁾</td> <td>0.054³⁾</td> <td>0.051⁴⁾</td> <td>0.051⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>燃料密度 [kg/m³]</td> <td>810⁵⁾</td> <td>810⁵⁾</td> <td>760⁶⁾</td> <td>760⁶⁾</td> </tr> <tr> <td>燃焼速度 [m/s]</td> <td>6.66×10⁻⁵</td> <td>6.66×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> </tr> </tbody> </table> <p>1) 評価ガイド 附属書 B における灯油の値 2) 評価ガイド 附属書 B におけるガソリン・ナフサの値 3) NUREG-1805, Fire Dynamics Tools (FDTs): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program に記載の JP-5(灯油型)の値 4) NUREG-1805, Fire Dynamics Tools (FDTs): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program 5 に記載の JP-4(ガソリン型)の値 NUREG-1805 より抜粋。</p>	項目	民間航空機		軍用航空機		大型	小型	大型	小型	想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S	燃料の種類	Jet A-1	Jet A-1	JP-4	JP-4	放射発散度 [W/m ²]	50×10 ³ ¹⁾	50×10 ³ ¹⁾	58×10 ³ ²⁾	58×10 ³ ²⁾	質量低下速度 [kg/m ² ・s]	0.054 ³⁾	0.054 ³⁾	0.051 ⁴⁾	0.051 ⁴⁾	燃料密度 [kg/m ³]	810 ⁵⁾	810 ⁵⁾	760 ⁶⁾	760 ⁶⁾	燃焼速度 [m/s]	6.66×10 ⁻⁵	6.66×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵		<p>2. 燃料の物性値について</p> <p><u>民間航空機の対象航空機としてボーイング 747-400 型機を選定しているが、当該機が使用する燃料の種類は、JET A-1 燃料である。</u></p> <p><u>火災影響評価において使用する燃料物性値のうち、放射発散度及び質量低下速度について、JET A-1 燃料に関する明確な知見がないため、JIS - K - 2209 - 1991 に「ジェット燃料には合成炭化水素が含まれるが、この合成炭化水素は原油、オイルサンドあるいはシェールサンドから精製されたもので、物性値は極めて灯油に近い」と記載があることから、NUREG-1805 における灯油の値を使用している。</u></p> <table border="1" data-bbox="1757 1304 2481 1591"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">大型民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他の機種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定する航空機</td> <td>B747-400</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> </tr> <tr> <td>放射発散度 (W/m²)</td> <td>5.0×10⁴^{注7}</td> <td>5.8×10⁴^{注10}</td> <td>5.8×10⁴^{注10}</td> </tr> <tr> <td>燃焼速度 (m/s)</td> <td>4.64×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> </tr> <tr> <td>質量低下速度 (kg/(m²・s))</td> <td>0.039^{注8}</td> <td>0.051^{注11}</td> <td>0.051^{注11}</td> </tr> <tr> <td>燃料密度 (kg/m³)</td> <td>840^{注9}</td> <td>760^{注11}</td> <td>760^{注11}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注7：「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書B 石油コンビナート等 火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおける灯油の値 注8：NUREG-1805 に記載の灯油の値 注9：JIS - K - 2209 - 1991 記載の1号の値 注10：「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおけるガソリン・ナフサの値 注11：NUREG-1805 に記載の JP-4 の値</p>	項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機		空中給油機等	その他の機種	想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15	放射発散度 (W/m ²)	5.0×10 ⁴ ^{注7}	5.8×10 ⁴ ^{注10}	5.8×10 ⁴ ^{注10}	燃焼速度 (m/s)	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	質量低下速度 (kg/(m ² ・s))	0.039 ^{注8}	0.051 ^{注11}	0.051 ^{注11}	燃料密度 (kg/m ³)	840 ^{注9}	760 ^{注11}	760 ^{注11}	<p>・設備の相違 【柏崎 6/7】 評価手法の違いを踏まえたカテゴリ分けの相違に伴う想定航空機の相違</p>
項目		民間航空機		軍用航空機																																																																
	大型	小型	大型	小型																																																																
想定する航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	AH-1S																																																																
燃料の種類	Jet A-1	Jet A-1	JP-4	JP-4																																																																
放射発散度 [W/m ²]	50×10 ³ ¹⁾	50×10 ³ ¹⁾	58×10 ³ ²⁾	58×10 ³ ²⁾																																																																
質量低下速度 [kg/m ² ・s]	0.054 ³⁾	0.054 ³⁾	0.051 ⁴⁾	0.051 ⁴⁾																																																																
燃料密度 [kg/m ³]	810 ⁵⁾	810 ⁵⁾	760 ⁶⁾	760 ⁶⁾																																																																
燃焼速度 [m/s]	6.66×10 ⁻⁵	6.66×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵																																																																
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機																																																																		
		空中給油機等	その他の機種																																																																	
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15																																																																	
放射発散度 (W/m ²)	5.0×10 ⁴ ^{注7}	5.8×10 ⁴ ^{注10}	5.8×10 ⁴ ^{注10}																																																																	
燃焼速度 (m/s)	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵																																																																	
質量低下速度 (kg/(m ² ・s))	0.039 ^{注8}	0.051 ^{注11}	0.051 ^{注11}																																																																	
燃料密度 (kg/m ³)	840 ^{注9}	760 ^{注11}	760 ^{注11}																																																																	

第 2-2 表 軍用航空機の燃料物性値

種類	質量低下速度[kg/m ² ・s]	密度[kg/m ³]	燃焼速度[m/s]
JP-4 (ガソリン型)	0.051	760	6.71×10 ⁻⁵
JP-5 (灯油型)	0.054	810	6.66×10 ⁻⁵

また、質量低下速度を灯油の値(0.039kg/m²・s)とし、密度をJetA-1 の値の最大値(840kg/m³)とした場合、燃焼速度は、4.642×10⁻⁵[m/s]となり、燃焼継続時間は2.14時間となり、JP-5 の値を採用した場合の1.49時間に比べ約0.65時間長くなるが、2.14時間であった場合でも外壁面の温度は約56℃であり、JP-5 で評価した場合と相違ない。



第 2-1 図 航空機火災影響評価の外壁面の温度推移

3. 航空機燃料 JP-4 と JP-5 の物性値

軍用で主に使用される航空機燃料として、JP-4 のジェット機燃料は、陸上、航空及び海上の各自衛隊の一部では現在使用されていること、JP-4 は JP-5 に比べ輻射発散度の値が大きいことから、影響評価は JP-4 の値で評価する。

JP-4, 5 の物性値を以下に示す。

燃料の種類	JP-4	JP-5
輻射発散度 (W/m ²)	5.8×10 ⁴	5.0×10 ⁴
燃焼速度 (m/s)	6.71×10 ⁻⁵	6.66×10 ⁻⁵
質量低下速度 (kg/(m ² ・s))	0.051	0.054
燃料密度 (kg/m ³)	760	810

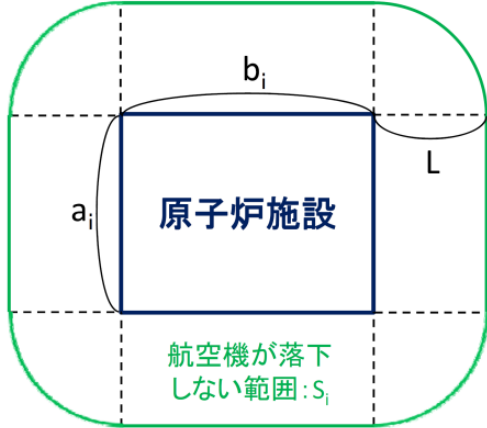
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																						
	<p style="text-align: right;">別紙 7.5</p> <p style="text-align: center;">「有視界飛行方式民間航空機（小型機）」の落下事故 で考慮している航空機の燃料量</p> <table border="1" data-bbox="952 478 1703 1402"> <thead> <tr> <th>機 種</th> <th>燃料量 (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ドルニエ Do228-200</td><td>約 2.4</td></tr> <tr><td>パイパーPA-42-1000</td><td>約 2.2</td></tr> <tr><td>セスナ 501</td><td>約 2.2</td></tr> <tr><td>ビーチ B200</td><td>約 2.1</td></tr> <tr><td>ガルブストリーム・コマンダ 695</td><td>約 1.8</td></tr> <tr><td>セスナ 525/525A サイテーションジェット</td><td>約 1.8</td></tr> <tr><td>ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N3</td><td>約 1.6</td></tr> <tr><td>ベル 412</td><td>約 1.5</td></tr> <tr><td>シコルスキ S-76A</td><td>約 1.5</td></tr> <tr><td>ビーチ C90A</td><td>約 1.5</td></tr> <tr><td>セスナ 510</td><td>約 1.5</td></tr> <tr><td>セスナ 425</td><td>約 1.4</td></tr> <tr><td>セスナ 404</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>セスナ 208</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>セスナ 208B</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>ユーロコプターEC155B/B1</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>ベル 412EP</td><td>約 1.2</td></tr> <tr><td>ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N1</td><td>約 1.2</td></tr> <tr><td>ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N2</td><td>約 1.2</td></tr> <tr><td>ベル 430</td><td>約 1.1</td></tr> <tr><td>ソカタ TBM700</td><td>約 1.1</td></tr> <tr><td>シコルスキ S-76B</td><td>約 1.1</td></tr> <tr><td>シコルスキ S-76A+/S-76C/S-76C+/S-76C++</td><td>約 1.1</td></tr> <tr><td>ユーロコプターEC135P1/P2</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>川崎 BK117B-1/B-2</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>ピラタス PC-6/B2-H4</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>セスナ 150L/M/A150L</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>川崎 BK117C-2</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>カマン K-1200</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>ベル 212</td><td>約 0.8</td></tr> <tr><td>ベル 429</td><td>約 0.8</td></tr> <tr><td>富士ベル 205B</td><td>約 0.8</td></tr> <tr><td>ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355F2</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355F1</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355N</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ユーロコプターEC135T1/T2</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>パイパーPA-31-350/PA-31P-350</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ベル 427</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>川崎 BK117C-1</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ビーチ G58</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ビーチ 58</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ 340</td><td>約 0.6</td></tr> </tbody> </table> <p>小型固定翼機</p>	機 種	燃料量 (m ³)	ドルニエ Do228-200	約 2.4	パイパーPA-42-1000	約 2.2	セスナ 501	約 2.2	ビーチ B200	約 2.1	ガルブストリーム・コマンダ 695	約 1.8	セスナ 525/525A サイテーションジェット	約 1.8	ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N3	約 1.6	ベル 412	約 1.5	シコルスキ S-76A	約 1.5	ビーチ C90A	約 1.5	セスナ 510	約 1.5	セスナ 425	約 1.4	セスナ 404	約 1.3	セスナ 208	約 1.3	セスナ 208B	約 1.3	ユーロコプターEC155B/B1	約 1.3	ベル 412EP	約 1.2	ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N1	約 1.2	ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N2	約 1.2	ベル 430	約 1.1	ソカタ TBM700	約 1.1	シコルスキ S-76B	約 1.1	シコルスキ S-76A+/S-76C/S-76C+/S-76C++	約 1.1	ユーロコプターEC135P1/P2	約 0.9	川崎 BK117B-1/B-2	約 0.9	ピラタス PC-6/B2-H4	約 0.9	セスナ 150L/M/A150L	約 0.9	川崎 BK117C-2	約 0.9	カマン K-1200	約 0.9	ベル 212	約 0.8	ベル 429	約 0.8	富士ベル 205B	約 0.8	ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355F2	約 0.7	ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355F1	約 0.7	ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355N	約 0.7	ユーロコプターEC135T1/T2	約 0.7	パイパーPA-31-350/PA-31P-350	約 0.7	ベル 427	約 0.7	川崎 BK117C-1	約 0.7	ビーチ G58	約 0.7	ビーチ 58	約 0.6	セスナ 340	約 0.6		<ul style="list-style-type: none"> 条件の相違 <p>【東海第二】 島根 2号炉は、燃料タンク面積の大きい大型機にて火災影響評価を実施することから記載しない</p>
機 種	燃料量 (m ³)																																																																																								
ドルニエ Do228-200	約 2.4																																																																																								
パイパーPA-42-1000	約 2.2																																																																																								
セスナ 501	約 2.2																																																																																								
ビーチ B200	約 2.1																																																																																								
ガルブストリーム・コマンダ 695	約 1.8																																																																																								
セスナ 525/525A サイテーションジェット	約 1.8																																																																																								
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N3	約 1.6																																																																																								
ベル 412	約 1.5																																																																																								
シコルスキ S-76A	約 1.5																																																																																								
ビーチ C90A	約 1.5																																																																																								
セスナ 510	約 1.5																																																																																								
セスナ 425	約 1.4																																																																																								
セスナ 404	約 1.3																																																																																								
セスナ 208	約 1.3																																																																																								
セスナ 208B	約 1.3																																																																																								
ユーロコプターEC155B/B1	約 1.3																																																																																								
ベル 412EP	約 1.2																																																																																								
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N1	約 1.2																																																																																								
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS365N2	約 1.2																																																																																								
ベル 430	約 1.1																																																																																								
ソカタ TBM700	約 1.1																																																																																								
シコルスキ S-76B	約 1.1																																																																																								
シコルスキ S-76A+/S-76C/S-76C+/S-76C++	約 1.1																																																																																								
ユーロコプターEC135P1/P2	約 0.9																																																																																								
川崎 BK117B-1/B-2	約 0.9																																																																																								
ピラタス PC-6/B2-H4	約 0.9																																																																																								
セスナ 150L/M/A150L	約 0.9																																																																																								
川崎 BK117C-2	約 0.9																																																																																								
カマン K-1200	約 0.9																																																																																								
ベル 212	約 0.8																																																																																								
ベル 429	約 0.8																																																																																								
富士ベル 205B	約 0.8																																																																																								
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355F2	約 0.7																																																																																								
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355F1	約 0.7																																																																																								
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS355N	約 0.7																																																																																								
ユーロコプターEC135T1/T2	約 0.7																																																																																								
パイパーPA-31-350/PA-31P-350	約 0.7																																																																																								
ベル 427	約 0.7																																																																																								
川崎 BK117C-1	約 0.7																																																																																								
ビーチ G58	約 0.7																																																																																								
ビーチ 58	約 0.6																																																																																								
セスナ 340	約 0.6																																																																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="952 310 1546 342">機 種</th> <th data-bbox="1546 310 1703 342">燃料量 (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>アグスタ A109K2</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>富士ベル 204B-2</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>アグスタ A109E</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>マグドネル・ダグラス 900</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>アグスタ AW119Ke</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ T303</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>ユーロコプター (MBB) Bo105S</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>アグスタ AW109SP</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>ユーロコプター (アエロスパシアル) SA315B</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ 182P/Q/R</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ TU206F</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ 207/T207</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>アグスタ 109A II</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>アグスタ A109C</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>パイパー PA-23-250</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B2</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ユーロコプター EC130B4</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B3</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>セスナ TU206G</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>セスナ U206G</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B/BA</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350BI</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ブリテン・ノーマン BN-2B-20</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ビーチ E33</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ビーチ 35-C33A/F33A/F33C</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ビーチ 36/A36</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ベル 407</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>パイパー PA-46-310P</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>パイパー PA-46-350P</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>MDヘリコプターズ 600N</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ロックウェル・コマンド 112</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ベル 206L-4</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>セスナ 172P</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>ソカタ/モランソルニエ MS885/893A</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>ベル 206L-3</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>ユーロコプター EC120B</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>ビーチ B36TC</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>パイパー PA-32R-301T</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>パイパー PA-34-200</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>パイパー PA-34-200T</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>パイパー PA-34-220T</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>セスナ 172N</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>セスナ 172K/L/M</td><td>約 0.4</td></tr> <tr><td>セスナ 182S</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>セスナ T206H</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>シーラス SR22/SR22T</td><td>約 0.3</td></tr> </tbody> </table>	機 種	燃料量 (m ³)	アグスタ A109K2	約 0.6	富士ベル 204B-2	約 0.6	アグスタ A109E	約 0.6	マグドネル・ダグラス 900	約 0.6	アグスタ AW119Ke	約 0.6	セスナ T303	約 0.6	ユーロコプター (MBB) Bo105S	約 0.6	アグスタ AW109SP	約 0.6	ユーロコプター (アエロスパシアル) SA315B	約 0.6	セスナ 182P/Q/R	約 0.6	セスナ TU206F	約 0.6	セスナ 207/T207	約 0.6	アグスタ 109A II	約 0.6	アグスタ A109C	約 0.6	パイパー PA-23-250	約 0.5	ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B2	約 0.5	ユーロコプター EC130B4	約 0.5	ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B3	約 0.5	セスナ TU206G	約 0.5	セスナ U206G	約 0.5	ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B/BA	約 0.5	ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350BI	約 0.5	ブリテン・ノーマン BN-2B-20	約 0.5	ビーチ E33	約 0.5	ビーチ 35-C33A/F33A/F33C	約 0.5	ビーチ 36/A36	約 0.5	ベル 407	約 0.5	パイパー PA-46-310P	約 0.5	パイパー PA-46-350P	約 0.5	MDヘリコプターズ 600N	約 0.5	ロックウェル・コマンド 112	約 0.5	ベル 206L-4	約 0.4	セスナ 172P	約 0.4	ソカタ/モランソルニエ MS885/893A	約 0.4	ベル 206L-3	約 0.4	ユーロコプター EC120B	約 0.4	ビーチ B36TC	約 0.4	パイパー PA-32R-301T	約 0.4	パイパー PA-34-200	約 0.4	パイパー PA-34-200T	約 0.4	パイパー PA-34-220T	約 0.4	セスナ 172N	約 0.4	セスナ 172K/L/M	約 0.4	セスナ 182S	約 0.3	セスナ T206H	約 0.3	シーラス SR22/SR22T	約 0.3		
機 種	燃料量 (m ³)																																																																																																
アグスタ A109K2	約 0.6																																																																																																
富士ベル 204B-2	約 0.6																																																																																																
アグスタ A109E	約 0.6																																																																																																
マグドネル・ダグラス 900	約 0.6																																																																																																
アグスタ AW119Ke	約 0.6																																																																																																
セスナ T303	約 0.6																																																																																																
ユーロコプター (MBB) Bo105S	約 0.6																																																																																																
アグスタ AW109SP	約 0.6																																																																																																
ユーロコプター (アエロスパシアル) SA315B	約 0.6																																																																																																
セスナ 182P/Q/R	約 0.6																																																																																																
セスナ TU206F	約 0.6																																																																																																
セスナ 207/T207	約 0.6																																																																																																
アグスタ 109A II	約 0.6																																																																																																
アグスタ A109C	約 0.6																																																																																																
パイパー PA-23-250	約 0.5																																																																																																
ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B2	約 0.5																																																																																																
ユーロコプター EC130B4	約 0.5																																																																																																
ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B3	約 0.5																																																																																																
セスナ TU206G	約 0.5																																																																																																
セスナ U206G	約 0.5																																																																																																
ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350B/BA	約 0.5																																																																																																
ユーロコプター (アエロスパシアル) AS350BI	約 0.5																																																																																																
ブリテン・ノーマン BN-2B-20	約 0.5																																																																																																
ビーチ E33	約 0.5																																																																																																
ビーチ 35-C33A/F33A/F33C	約 0.5																																																																																																
ビーチ 36/A36	約 0.5																																																																																																
ベル 407	約 0.5																																																																																																
パイパー PA-46-310P	約 0.5																																																																																																
パイパー PA-46-350P	約 0.5																																																																																																
MDヘリコプターズ 600N	約 0.5																																																																																																
ロックウェル・コマンド 112	約 0.5																																																																																																
ベル 206L-4	約 0.4																																																																																																
セスナ 172P	約 0.4																																																																																																
ソカタ/モランソルニエ MS885/893A	約 0.4																																																																																																
ベル 206L-3	約 0.4																																																																																																
ユーロコプター EC120B	約 0.4																																																																																																
ビーチ B36TC	約 0.4																																																																																																
パイパー PA-32R-301T	約 0.4																																																																																																
パイパー PA-34-200	約 0.4																																																																																																
パイパー PA-34-200T	約 0.4																																																																																																
パイパー PA-34-220T	約 0.4																																																																																																
セスナ 172N	約 0.4																																																																																																
セスナ 172K/L/M	約 0.4																																																																																																
セスナ 182S	約 0.3																																																																																																
セスナ T206H	約 0.3																																																																																																
シーラス SR22/SR22T	約 0.3																																																																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>機 種</th> <th>燃料量 (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>セスナ P210N</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>セスナ T210M/N</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>エンストロム 480B/TH480B</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>ソカタ TB-20</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>ソカタ TB21</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>ビーチ A36TC</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>ムーニーM20K</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28RT-201T</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>ベル 206B</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>ロビンソン R66</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>シュワイザー269D-A</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>セスナ 172RG</td><td>約 0.3</td></tr> <tr><td>セスナ 210-5A</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ 152</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ムーニーM20J</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ヒューズ/川崎 369E</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ 150B/C</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ビーチ B24R</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ワコー・クラシック・エアクラフト YMF ワコーF5C</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ 172S</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>シーラス SR20</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ソカタ TB200</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>エンストロム 280FX</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>富士 FA-200-160</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>富士 FA-200-180</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>富士 FA-200-180A0</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ソカタ TB10</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ 172R</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>クリスティン・インダストリーA-1</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ガルブストリーム・エアロスペース AG-5B</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ R172K</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ムーニーM20C</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ダイヤモンド DA42/DA42NG</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ロビンソン R44 アストロ/レイベン</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ダイヤモンド DA40</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-140</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-151</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-161</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-180</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-181</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28R-200</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ロビンソン R44 II</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>モール M-7-235C</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>エクストラ EA300S, 300/L</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>ジャイロフルーク SC01B-160</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ 172</td><td>約 0.2</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機 種</th> <th>燃料量 (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ソカタ TB9</td><td>約 0.2</td></tr> <tr><td>セスナ 172B, D, G, H</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28R-201</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28R-201T</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>ベランカ 7GCBC/8KCAB</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>パイパーPA-18-150</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>シュワイザー269C-1</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>エクストラ EA300/200</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>ロビンソン R22Beta/Mariner</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>ヒューズ 269C</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>リパティールXL-2</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>アピオン・ビエール・ロバン DR400/180R</td><td>約 0.1</td></tr> <tr><td>ビッツ S-2B/S-2C</td><td>約 0.1</td></tr> </tbody> </table>	機 種	燃料量 (m ³)	セスナ P210N	約 0.3	セスナ T210M/N	約 0.3	エンストロム 480B/TH480B	約 0.3	ソカタ TB-20	約 0.3	ソカタ TB21	約 0.3	ビーチ A36TC	約 0.3	ムーニーM20K	約 0.3	パイパーPA-28RT-201T	約 0.3	ベル 206B	約 0.3	ロビンソン R66	約 0.3	シュワイザー269D-A	約 0.3	セスナ 172RG	約 0.3	セスナ 210-5A	約 0.2	セスナ 152	約 0.2	ムーニーM20J	約 0.2	ヒューズ/川崎 369E	約 0.2	セスナ 150B/C	約 0.2	ビーチ B24R	約 0.2	ワコー・クラシック・エアクラフト YMF ワコーF5C	約 0.2	セスナ 172S	約 0.2	シーラス SR20	約 0.2	ソカタ TB200	約 0.2	エンストロム 280FX	約 0.2	富士 FA-200-160	約 0.2	富士 FA-200-180	約 0.2	富士 FA-200-180A0	約 0.2	ソカタ TB10	約 0.2	セスナ 172R	約 0.2	クリスティン・インダストリーA-1	約 0.2	ガルブストリーム・エアロスペース AG-5B	約 0.2	セスナ R172K	約 0.2	ムーニーM20C	約 0.2	ダイヤモンド DA42/DA42NG	約 0.2	ロビンソン R44 アストロ/レイベン	約 0.2	ダイヤモンド DA40	約 0.2	パイパーPA-28-140	約 0.2	パイパーPA-28-151	約 0.2	パイパーPA-28-161	約 0.2	パイパーPA-28-180	約 0.2	パイパーPA-28-181	約 0.2	パイパーPA-28R-200	約 0.2	ロビンソン R44 II	約 0.2	モール M-7-235C	約 0.2	エクストラ EA300S, 300/L	約 0.2	ジャイロフルーク SC01B-160	約 0.2	セスナ 172	約 0.2	機 種	燃料量 (m ³)	ソカタ TB9	約 0.2	セスナ 172B, D, G, H	約 0.1	パイパーPA-28R-201	約 0.1	パイパーPA-28R-201T	約 0.1	ベランカ 7GCBC/8KCAB	約 0.1	パイパーPA-18-150	約 0.1	シュワイザー269C-1	約 0.1	エクストラ EA300/200	約 0.1	ロビンソン R22Beta/Mariner	約 0.1	ヒューズ 269C	約 0.1	リパティールXL-2	約 0.1	アピオン・ビエール・ロバン DR400/180R	約 0.1	ビッツ S-2B/S-2C	約 0.1		
機 種	燃料量 (m ³)																																																																																																																												
セスナ P210N	約 0.3																																																																																																																												
セスナ T210M/N	約 0.3																																																																																																																												
エンストロム 480B/TH480B	約 0.3																																																																																																																												
ソカタ TB-20	約 0.3																																																																																																																												
ソカタ TB21	約 0.3																																																																																																																												
ビーチ A36TC	約 0.3																																																																																																																												
ムーニーM20K	約 0.3																																																																																																																												
パイパーPA-28RT-201T	約 0.3																																																																																																																												
ベル 206B	約 0.3																																																																																																																												
ロビンソン R66	約 0.3																																																																																																																												
シュワイザー269D-A	約 0.3																																																																																																																												
セスナ 172RG	約 0.3																																																																																																																												
セスナ 210-5A	約 0.2																																																																																																																												
セスナ 152	約 0.2																																																																																																																												
ムーニーM20J	約 0.2																																																																																																																												
ヒューズ/川崎 369E	約 0.2																																																																																																																												
セスナ 150B/C	約 0.2																																																																																																																												
ビーチ B24R	約 0.2																																																																																																																												
ワコー・クラシック・エアクラフト YMF ワコーF5C	約 0.2																																																																																																																												
セスナ 172S	約 0.2																																																																																																																												
シーラス SR20	約 0.2																																																																																																																												
ソカタ TB200	約 0.2																																																																																																																												
エンストロム 280FX	約 0.2																																																																																																																												
富士 FA-200-160	約 0.2																																																																																																																												
富士 FA-200-180	約 0.2																																																																																																																												
富士 FA-200-180A0	約 0.2																																																																																																																												
ソカタ TB10	約 0.2																																																																																																																												
セスナ 172R	約 0.2																																																																																																																												
クリスティン・インダストリーA-1	約 0.2																																																																																																																												
ガルブストリーム・エアロスペース AG-5B	約 0.2																																																																																																																												
セスナ R172K	約 0.2																																																																																																																												
ムーニーM20C	約 0.2																																																																																																																												
ダイヤモンド DA42/DA42NG	約 0.2																																																																																																																												
ロビンソン R44 アストロ/レイベン	約 0.2																																																																																																																												
ダイヤモンド DA40	約 0.2																																																																																																																												
パイパーPA-28-140	約 0.2																																																																																																																												
パイパーPA-28-151	約 0.2																																																																																																																												
パイパーPA-28-161	約 0.2																																																																																																																												
パイパーPA-28-180	約 0.2																																																																																																																												
パイパーPA-28-181	約 0.2																																																																																																																												
パイパーPA-28R-200	約 0.2																																																																																																																												
ロビンソン R44 II	約 0.2																																																																																																																												
モール M-7-235C	約 0.2																																																																																																																												
エクストラ EA300S, 300/L	約 0.2																																																																																																																												
ジャイロフルーク SC01B-160	約 0.2																																																																																																																												
セスナ 172	約 0.2																																																																																																																												
機 種	燃料量 (m ³)																																																																																																																												
ソカタ TB9	約 0.2																																																																																																																												
セスナ 172B, D, G, H	約 0.1																																																																																																																												
パイパーPA-28R-201	約 0.1																																																																																																																												
パイパーPA-28R-201T	約 0.1																																																																																																																												
ベランカ 7GCBC/8KCAB	約 0.1																																																																																																																												
パイパーPA-18-150	約 0.1																																																																																																																												
シュワイザー269C-1	約 0.1																																																																																																																												
エクストラ EA300/200	約 0.1																																																																																																																												
ロビンソン R22Beta/Mariner	約 0.1																																																																																																																												
ヒューズ 269C	約 0.1																																																																																																																												
リパティールXL-2	約 0.1																																																																																																																												
アピオン・ビエール・ロバン DR400/180R	約 0.1																																																																																																																												
ビッツ S-2B/S-2C	約 0.1																																																																																																																												

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7.7</p> <p style="text-align: center;"><u>航空機落下確率評価手法の保守性について</u></p> <p>「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について(内規)」に記載されているとおり、航空機落下確率評価手法には以下の保守性がある。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(1) 計器飛行方式民間航空機の飛行場での離着陸時における落下事故</p> <p>原子力施設付近の上空の飛行はできる限り避けるよう指導等がなされているため、離着陸時においても原子力施設付近における飛行は極めて少なくなるものと考えられるが、当該原子炉施設に係る離着陸時の落下確率として、この指導等による効果を考慮せずに、国内の飛行場における離着陸時の事故件数及び当該飛行場の着陸回数から求めることとしている。</p> <p>さらに、評価に用いる落下地点の確率分布は、評価対象区域の扇型内一様分布及び周方向に正規分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いている。</p> </div> <p>(2) 有視界飛行方式で飛行する民間航空機の落下事故</p> <p>有視界飛行方式で飛行する民間航空機の落下確率評価における評価式は、有視界飛行が全国的に均一して行われているものと仮定し全国平均値を求めることとしている。しかしながら、一般に、こうした有視界飛行については、原子力施設付近の上空をできるだけ飛行しないよう指導されていること、原子力関係施設の上空については、航空法第81条に基づく最低安全高度以下の高度での飛行に係る国土交通大臣の許可が与えられないこととなっていること、及び民間航空機の訓練空域が原子炉施設の上空に存在する場合には自衛隊機の訓練空域と同様な飛行規制が取られていることから、有視界飛行中の民間航空機が原子炉施設に落下する可能性は他の地域に比べて十分低いと考えられる。</p> <p>さらに、原子炉施設設置者は、原子炉施設上空からの視認性を向上させるために、自主的に灯火を設置している。したがって、こうした実態を考慮すると、有視界飛行中の民</p>		<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、評価ガイド記載内容のため記載していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>間航空機の落下確率について、全国平均値を評価に用いることには十分な保守性があると言える。</p> <p>(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の落下確率評価式は、いずれも、訓練空域が全国的に均一して分布していると仮定し全国平均値で評価を行うというものである。しかし、自衛隊機の訓練空域が原子炉施設の上空に存在する場合には飛行機規制が取られていること（当該空域における訓練飛行中は通常の飛行時に比べ機器の操作頻度が多いことに鑑み、従来から国土交通省により原子炉施設から半径2海里以内、高度2000ft以下（半径約3.6km以内、高度約600m以下）の範囲が訓練空域から除外されている。）、米軍機についても原子炉施設上空の飛行規制に係る協力要請を行っており周知徹底を行う旨回答を得ていること及びこれまでの事故の実績を考慮すると、訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機が原子炉施設に落下する確率として全国平均値を用いることには保守性があると言える。</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7.8</p> <p style="text-align: center;">離隔距離の算出方法について</p> <p>1. 考え方 各評価対象施設における離隔距離が一定に確保されるように、評価対象施設近辺の航空機が落下しない範囲の面積の和が落下確率 10^{-7} (回/炉・年) に相当する面積となるまで標的面積を拡大させたときの離隔距離を算出する方法を用いた。</p> <p>2. 離隔距離算出方法 評価対象施設の各辺の長さを (a_i, b_i) とした場合、離隔距離を L とすると、当該評価対象施設近辺の航空機が落下しない範囲 (面積: S_i) は以下の式で表される。</p> $S_i = \pi L^2 + 2L(a_i + b_i) + a_i b_i$ <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">離隔距離の概念図</p> <p>上記の式を用いて、全ての評価対象施設に対して S_i を計算し、それらを合計した上で L について解くことで離隔距離が得られる。</p> <p>なお、各施設間の距離が近く、航空機が落下しない範囲が重なる範囲が重なる場合は、重なった範囲の面積を分配して再計算することで、航空機落下確率 10^{-7} (回/炉・年) に相当する面積に近づける。</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7. 11</p> <p style="text-align: center;"><u>計器飛行方式民間航空機の飛行場を離着陸時における落下事故の確率分布関数について</u></p> <p style="text-align: center;"><u>「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について (内規)」に基づき、計器飛行方式民間航空機の「①飛行場 (茨城空港) での離着陸時」における落下事故の確率分布関数には、滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離 (r₀) 内の内円で滑走路方向両側に対し±60° 以内の扇型に一樣な分布又は周方向で正規分布を仮定し、評価結果が厳しい方を用いる。下式にて評価した結果、今回の評価では、下表に示すとおり厳しい方である正規分布を仮定した方法を用いることとする。</u></p> <p>(一樣分布)</p> $\Phi(r_0, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} \quad (/km^2)$ $A_{d,a} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (km^2)$ <p>(正規分布)</p> $\Phi(r_0, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} f(x) \quad (/km^2)$ $A_{d,a} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (km^2)$ $f(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \cong 2.1 \times \exp\left(-\frac{30.42x^2}{\pi^2 r_p^2}\right)$ $A = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \int_{-\pi/3}^{\pi/3} P dx = \frac{2}{3} \pi r_p$ $\sigma = \frac{\pi r_p}{3 \times 2.6}$ <p>r_p : 滑走路端から発電用原子炉施設までの距離 (径方向) (km) x : 滑走路軸上から発電用原子炉施設までの距離 (周方向) (km)</p>		<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、評価ガイド記載内容のため記載していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

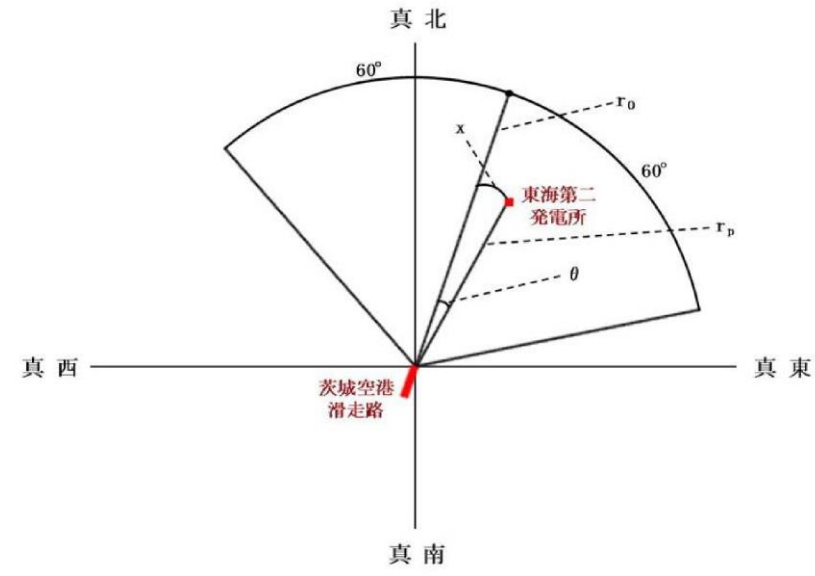
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

$$x = r_p \times \theta$$

θ : 滑走路方向に対する空港-発電用原子炉施設の角度 (rad)



項目	確率密度 (1/km ²)
一様分布	約 1.55 × 10 ⁻⁴
正規分布	約 2.98 × 10 ⁻⁴

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7.12</p> <p style="text-align: center;"><u>航空機落下確率評価における標的面積の考え方について</u></p> <p>1. <u>基準の要求事項</u></p> <p><u>航空機落下確率評価に用いる基準及び航空機墜落による火災影響評価に用いる基準の要求事項は、それぞれ以下のとおり。</u></p> <p>(1) <u>航空機落下確率評価</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>○実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について（平成21年6月30日原子力安全・保安院制定）</p> <p>解説4-3 離着陸時及び巡航中の計器飛行方式民間航空機の原子炉施設への落下確率評価における入力パラメータ等に関する考え方（第4章）</p> <p>(4) 原子炉施設への標的面積（A）</p> <p>原子炉施設への航空機落下に対する影響評価を行う場合において、航空機落下事故時の安全性を確保する観点から重要なのは、<u>大量の放射性物質を蓄えている炉心や使用済燃料プールを保護すること、並びに、原子炉の安全停止（炉心冷却も含む。）を確保することである。</u>したがって、原子炉施設への航空機落下確率評価では、これらを踏まえ、安全上重要な構築物、系統及び機器の設置状況、航空機の大きさ、突入する角度、滑り込み等を勘案して標的面積を決める必要がある。（以下略）</p> </div> <p>(2) <u>外部火災影響評価</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>○原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）</p> <p>附属書C 原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について</p> <p>1. 総則</p> <p>（中略）</p> <p>本評価ガイドは、発電所敷地への航空機の墜落で発生する火災に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても原子炉施設（本評価ガイドにおける「原子炉施設」は、<u>安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包するものに限る。</u>）に影響を及ぼさないことを評価するものである。</p> </div>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2. <u>航空機落下確率評価における標的面積</u></p> <p>1. (2)の基準を踏まえ、航空機墜落による火災影響評価においては、以下の屋外の外部事象防護対象施設等を標的対象として選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・海水ポンプ室 ・タービン建屋 (第1図, 第2図参照) ・主排気筒 <p>なお、評価対象施設のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは、大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止 (炉心冷却を含む。) 機能を有していないため、航空機落下確率を算出する標的面積として選定しない。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の安全機能については、以下のとおり使用済燃料乾式貯蔵建屋以外の東海第二発電所原子炉施設と独立していることから、航空機落下確率評価においては使用済燃料乾式貯蔵建屋単独で評価を実施することとした。</p> <p>① 使用済燃料乾式貯蔵建屋は、使用済燃料乾式貯蔵建屋以外の東海第二発電所原子炉施設の安全機能に直接的に影響を及ぼすものではなく、また、乾式貯蔵容器本体で安全機能 (臨界防止機能, 密封機能, 遮蔽機能, 除熱機能) を確保する設計である。</p> <p>② 使用済燃料乾式貯蔵建屋の監視設備 (乾式貯蔵容器の一・二次蓋間圧力, 乾式貯蔵容器の表面温度等) 及び火災防護設備 (火災報知器) への電源供給については、全交流動力電源喪失時においては、事象発生後 30 分は専用の蓄電池から供給可能だが、その後は東海第二発電所の非常用ディーゼル発電機から給電する設計である。ただし、監視設備及び火災防護設備 (火災報知器) は状態監視用であり、その機能喪失は乾式貯蔵容器の安全機能に影響を及ぼすものではない。</p> <p>一方、従来の航空機落下確率評価においては、1. (1)の基準を踏まえ、以下を評価対象としていた。</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 ・タービン建屋 (第2図参照※1) ・海水ポンプ室 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋※2 <p>※1 原子炉補機冷却系ポンプ及び熱交換器を含む区画</p> <p>※2 使用済燃料乾式貯蔵建屋が各発電用原子炉施設から独立して設置されているため、平成21年の実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の再評価の際は個別に航空機落下確率を評価した</p> <div data-bbox="955 667 1697 1129" style="border: 1px solid black; height: 220px; margin: 10px 0;"></div> <p>第1図 タービン建屋内の安全上重要な系統及び機器の配置 (地上1階)</p> <div data-bbox="955 1297 1697 1759" style="border: 1px solid black; height: 220px; margin: 10px 0;"></div> <p>第2図 タービン建屋内の原子炉補機冷却系ポンプ及び熱交換器の配置</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7. 16</p> <p style="text-align: center;"><u>基地－訓練空域間往復時の落下事故における航空機落下確率の推定について</u></p> <p>1. <u>想定飛行範囲の面積を用いた評価式の保守性について</u> <u>「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率は、下式のとおり評価している。</u></p> $Pse = fse \cdot A / Sse \quad \dots \dots \dots (A)$ <p><u>Pse : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)</u> <u>fse : 基地と訓練空域間を往復中の落下事故率 (回/年)</u> <u>A : 発電用原子炉施設の標的面積 (km²)</u> <u>Sse : 想定飛行範囲の面積 (km²)</u></p> <p><u>(A)式によると、想定飛行範囲の面積 (Sse) が小さいほど、大きな落下確率となる。これは、基地－訓練空域間を簡易的に一様に飛行すると仮定しているためである。</u></p> <p><u>しかし、「原子力関連施設上空の飛行制限について (通達)」に示すとおり、実際には原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること、やむを得ず原子力関連施設の上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生しても原子力関連施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行することから、発電所上空を含めて基地－訓練空域間を一様に飛行することはなく、かつ、基地－訓練空域間往復時の自衛隊機が発電所に落下する確率は極めて小さいと考えられる。</u></p> <p><u>以上のことから、想定飛行範囲の面積が小さくなるほど、より保守的な落下確率を与えることとなる。(「想定飛行面積と航空機落下確率の関係 (概略図)」参照)</u></p>		<p>・条件の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2 号炉は、基地－訓練空域間を対象としていない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">原子力関連施設上空の飛行制限について (通達)</p> <p style="text-align: right;">昭和 44 年 2 月 6 日 陸幕航第 59 号</p> <p>改正 平成 10 年 3 月 23 日陸幕運第 145 号 平成 19 年 1 月 9 日陸幕法第 1 号 平成 19 年 3 月 28 日陸幕法第 61 号 平成 21 年 2 月 3 日陸幕法第 10 号</p> <p>各方面総監 中央即応集団司令官 殿 中央管制気象隊長 航空学校長</p> <p style="text-align: right;">陸上幕僚長の命により 総務課長</p> <p>(例規 99) 原子力関連施設上空の飛行制限について (通達) 標記について、さきに防衛事務次官の指示に基づきその実施について通達したところであるが、その後さらに細部について示されたので、今後下記により実施されたい。 なお、陸幕航第 583 号 (43. 9. 2) は廃止する。</p> <p style="text-align: center;">記</p> <ol style="list-style-type: none"> 原子力関連施設上空の飛行は、原則として行わないものとする。 管制機関の指示又は原子力関連施設の位置等の関係から、やむを得ずその上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生してもこれらの施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行するものとする。 原子力関連施設は航空路図誌 (防衛省監修) に記載され、その設置・廃止等の状況は逐次追録されるので、関係者に当該施設の位置を周知徹底させるものとする。 <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">想定飛行面積と航空機落下確率の関係 (概略図)</p> </div>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考										
	<p><u>また、新規制基準に係る適合性の審査の申請をしている発電所のうち、自衛隊機の基地－訓練空域間往復時の航空機落下確率を(A)式により評価しているプラントは、東海第二発電所を含めて6つあり、これらのプラントにおける想定飛行範囲の面積は下表のとおりである。</u></p> <table border="1" data-bbox="952 527 1694 680"> <thead> <tr> <th>発電所名称</th> <th>想定飛行範囲の面積 (km²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>東海第二発電所</td> <td>4,540</td> </tr> <tr> <td>川内原子力発電所1, 2号炉</td> <td>19,400</td> </tr> <tr> <td>玄海原子力発電所3, 4号炉</td> <td>10,200</td> </tr> <tr> <td>伊方発電所3号炉</td> <td>40,080</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>上述のとおり、原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること等を踏まえると、東海第二発電所では、他プラントに比べて想定飛行範囲の面積が小さいため、他プラントの落下確率に比べてより大きな保守性を含んでいると考える。</u></p> <p>2. 「<u>基地（百里基地）－訓練空域間往復時</u>」の落下事故における航空機落下確率の算出について</p> <p>1. のとおり、「<u>基地（百里基地）－訓練空域間往復時</u>」の落下事故における航空機落下確率は大きな保守性を含んでいることから、以下を踏まえ、本航空機落下確率の算出においては、<u>実際に落下事故実績のある全国の基地と訓練空域間を往復時の落下事故件数及び全国の基地の想定飛行範囲の面積を用いて算出した全国平均の基地－訓練空域間往復時の航空機落下確率を2倍した値（以下「全国平均の落下確率の2倍値」という。）を「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率とする。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>百里基地－訓練空域間往復時に落下事故は発生していないが、全国の基地－訓練空域間往復時に5件の落下事故が発生していること及び百里基地－訓練空域間を飛行する際の自衛隊機の機種、飛行環境が全国と比較して大きな相違がないことを考慮すると、百里基地の落下確率は全国平均に対して同程度又はそれ以下と考えられる。</u> ・ <u>落下事故実績が存在する全国平均の落下確率を参考とし、保守性を確保するために全国平均の落下確率の2倍値を百</u> 	発電所名称	想定飛行範囲の面積 (km ²)	東海第二発電所	4,540	川内原子力発電所1, 2号炉	19,400	玄海原子力発電所3, 4号炉	10,200	伊方発電所3号炉	40,080		
発電所名称	想定飛行範囲の面積 (km ²)												
東海第二発電所	4,540												
川内原子力発電所1, 2号炉	19,400												
玄海原子力発電所3, 4号炉	10,200												
伊方発電所3号炉	40,080												

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考				
	<p><u>里基地－訓練空域間往復時の落下確率として採用。</u></p> <p><u>・百里基地－訓練空域間の想定飛行範囲の面積が小さいこと、防衛省による原子力関連施設上空の飛行は原則として行わないよう制限されていること等を考慮すると、全国平均の落下確率の2倍値は実際の落下確率より十分高いと考えられる。</u></p> <table border="1" data-bbox="955 583 1697 674"> <thead> <tr> <th data-bbox="955 583 1169 611">項 目</th> <th data-bbox="1169 583 1697 611">航空機落下確率 (回/炉・年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="955 611 1169 674">全国平均の落下確率の2倍値</td> <td data-bbox="1169 611 1697 674">約 4.14×10^{-8} ($= 3.00 \times 10^{-6}$ (回/年・km²)[*] × 約 0.0138km²)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 5件/20年/175,720km² = 約 1.42×10^{-6} (回/年・km²) を保守的に2倍にし、丸めた値</p> <p><u>2.1 全国平均の落下確率の2倍値を用いることの保守性について</u></p> <p><u>「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」は過去20年間落下実績がなく、航空機落下確率算出時の発生件数の与え方に不確かさが存在する一方で、全国の基地－訓練空域間の往復時は過去20年間で5件落下実績が存在する。全国平均の落下確率は、評価の母集団を大きくすることにより落下事故件数を実績値（5件）に基づき評価していること、基地－訓練空域間を往復時の落下確率が基地ごとに大きく異なることは考えにくいことを考慮すると、全国平均の落下確率は国内における平均的な落下確率として信頼性があると考えられるが、本評価では保守的に全国平均の落下確率の2倍値を用いることとする。</u></p> <p><u>また、原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること、やむを得ず原子力関連施設の上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生しても原子力関連施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行することについて評価上考慮しておらず、この点においても保守性は確保されている。</u></p> <p><u>2.2 他の評価手法との比較</u></p> <p><u>「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率の算出に当たっては、「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的リスク評価に関する実施基準（レベル1PRA編）：2013」（一般社団法人 日本原子力学会）</u></p>	項 目	航空機落下確率 (回/炉・年)	全国平均の落下確率の2倍値	約 4.14×10^{-8} ($= 3.00 \times 10^{-6}$ (回/年・km ²) [*] × 約 0.0138km ²)		
項 目	航空機落下確率 (回/炉・年)						
全国平均の落下確率の2倍値	約 4.14×10^{-8} ($= 3.00 \times 10^{-6}$ (回/年・km ²) [*] × 約 0.0138km ²)						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
	<p>(以下「PRA 学会標準」という。)において、過去発生していない起因事象に対する起因事象発生頻度の算出方法として使用が認められている、以下の χ 二乗分布を用いた方法を使用することも考えられる。</p> <p>$F = \chi^2(1, 0.5) / 2T = 0.2275 / T$ (回/年)</p> <p>T: 対象期間 (=20年)</p> <p>その適用性及び保守性については参考1のとおりであるが、χ二乗分布を用いた方法よりも全国平均の落下確率の2倍値は以下のとおり大きくなっている。</p> <table border="1" data-bbox="952 709 1700 856"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>航空機落下確率 (回/炉・年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全国平均の落下確率の2倍値</td> <td>約 4.14×10^{-8} ($= 3.00 \times 10^{-6}$ (回/年・km^2) \times 約 0.0138km^2)</td> </tr> <tr> <td>χ二乗分布を用いた方法</td> <td>約 3.46×10^{-8} ($= 0.2275$ 件/20年/4,540km^2 \times 約 0.0138km^2)</td> </tr> </tbody> </table>	項目	航空機落下確率 (回/炉・年)	全国平均の落下確率の2倍値	約 4.14×10^{-8} ($= 3.00 \times 10^{-6}$ (回/年・ km^2) \times 約 0.0138km^2)	χ 二乗分布を用いた方法	約 3.46×10^{-8} ($= 0.2275$ 件/20年/4,540 km^2 \times 約 0.0138km^2)		
項目	航空機落下確率 (回/炉・年)								
全国平均の落下確率の2倍値	約 4.14×10^{-8} ($= 3.00 \times 10^{-6}$ (回/年・ km^2) \times 約 0.0138km^2)								
χ 二乗分布を用いた方法	約 3.46×10^{-8} ($= 0.2275$ 件/20年/4,540 km^2 \times 約 0.0138km^2)								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7. 16 参考 1</p> <p style="text-align: center;"><u>χ 二乗分布を用いた方法の適用性及び保守性について</u></p> <p><u>航空機落下確率評価では、過去 20 年間における落下事故件数の統計データに基づき航空機落下確率を算出しているが、平成 5 年～24 年において、以下のカテゴリについては落下事故が発生していない。</u></p> <p>(1) <u>計器飛行方式民間航空機の「航空路を巡航中」の落下事故</u> (2) <u>有視界飛行方式民間航空機の「大型機」の落下事故 (大型固定翼機)</u> (3) <u>自衛隊機又は米軍機の「訓練空域外を飛行中」の「空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機」の落下事故</u> (4) <u>自衛隊機又は米軍機の「基地－訓練空域間往復時」の落下事故</u></p> <p><u>そのうち、評価上の保守性が大きい(4)のカテゴリに対する航空機落下確率の推定には、PRA 学会標準において、過去発生していない起因事象に対する起因事象発生頻度の算出方法として使用が認められている、以下の χ 二乗分布を用いた方法を用いることも考えられる。この χ 二乗分布を用いた方法について、その方法の適用性 (1. 参照) 及び保守性 (2. 参照) を以下に示す。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>$F = \chi^2 (1, 0.5) / 2T = 0.2275 / T^{*1}$ (回/年)</u> <u>T : 対象期間 (=20 年)</u></p> <p style="text-align: center;"><u>※1 導出方法は参考 2 参照</u></p> <p>1. <u>航空機落下確率評価への χ 二乗分布を用いた方法の適用性</u> <u>PRA 学会標準の参考文献として引用されている NUREG/CR-4407 “Pipe Break Frequency Estimation for Nuclear Power Plants” (参考 3 参照) によると、事象発生頻度の推定方法として、χ 二乗分布を用いた方法を適用するためには、事象発生頻度がポアソン分布に従っていることが条件となる。</u> <u>ポアソン分布は、一般的に確率が極めて小さい事象 (例えば、交通事故による 1 日の死亡数) の発生頻度を処理する確率モデルとして使われるが、航空機の年間の落下事故率がポアソン分</u></p>		<p>・条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、χ 二乗分布を用いていない</p>

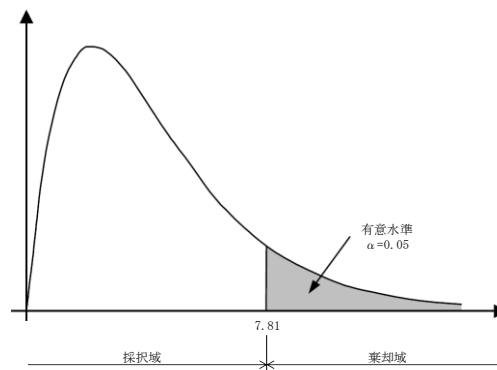
布に従うかどうかを判断するために、国内における昭和58年～平成23年の29年間の国内の自衛隊機の「基地－訓練空域間往復時」の落下事故率を対象に、母集団の分布形の検定に使用されるχ二乗分布を用いた適合度検定(χ二乗検定)を実施した。本検定は、観測度数と理論度数の差が有意かどうかについて、χ二乗分布を用いて検定する統計的手法である。

適合度検定の結果を下表に示す。

落下事故件数 x [件]	落下事故件数に対する実年数 f [年]	ポアソン分布 P(f) ^{*1}	ポアソン分布から推定した理論年数 e ^{*2} [年]	χ ² ^{*3}
0	23	約 0.759	約 22.0	約 0.0447
1	4	約 0.209	約 6.07	約 0.707
2	2	約 0.029	約 0.84	約 1.61
3	0	約 0.003	約 0.08	約 0.0770
4以上	0	約 0.000	約 0.01	約 0.00562
合計	29	1.00	29.0	約 2.45

- ※1 $P(x) = \frac{\exp(-m) \cdot m^x}{x!}$
 m : 落下事故件数標本平均 (約 0.276 件)
 x : 落下事故件数
- ※2 P(f) × 29 [年]
- ※3 $(f - e)^2 / e$

検定統計量であるχ二乗分布の自由度は3(=(組分けの数5) - 1 - 推定される母数の数1)であり、一般的に用いられる有意水準 α = 0.05 を用いると、検定の判定点はχ二乗分布表より 7.81 (= χ² (3, 0.05)) で与えられる。



χ二乗分布表

自由度	上側有意確率										
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.5	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.00004	0.00016	0.00098	0.0039	0.0158	0.455	2.710	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01003	0.02010	0.0506	0.1026	0.211	1.386	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	0.07172	0.1148	0.2158	0.352	0.584	2.37	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4	0.2070	0.2971	0.484	0.711	1.06	3.36	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	0.4117	0.554	0.831	1.15	1.61	4.35	9.24	11.07	12.8	15.1	16.8

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>χ二乗値は約2.45であり、判定点より小さいことから、観測度数（ここでは、実年数）と理論度数（ここでは、理論年数）の差は有意であるとは言えない。</u></p> <p><u>したがって、国内の自衛隊機の基地－訓練空域間往復時の落下事故率にポアソン分布を当てはめることは可能であり、航空機落下確率評価にχ二乗分布を用いた方法を適用することが可能であると判断した。</u></p> <p>2. <u>χ二乗分布を用いた方法の保守性について</u></p> <p><u>別紙7.12本文1.に記載のとおり、実際には原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること等を考慮すると、基地－訓練空域間往復時の自衛隊機が発電所に落下する確率は極めて小さいと考えられることから、χ二乗分布を用いた方法においても保守性は確保されていると考えられる。</u></p>		

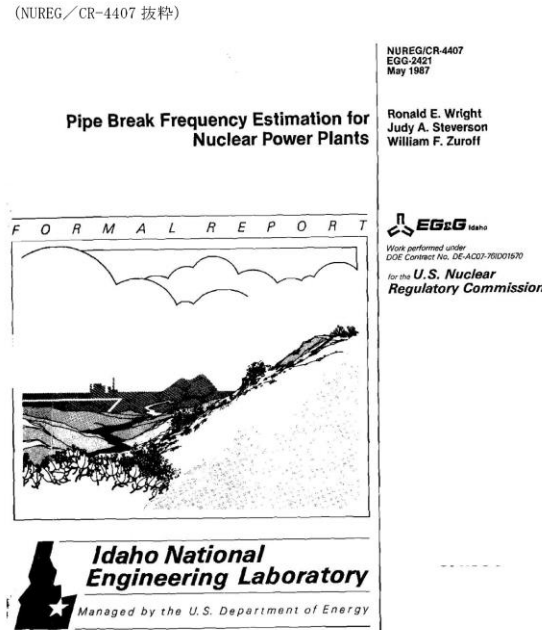
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7. 16 参考 2</p> <p style="text-align: center;"><u>χ 二乗分布を用いた方法による発生率の導出について</u></p> <p><u>ランダムに事象が発生する場合において、事象の発生率は二項分布に従うとするのが一般的である。</u></p> <p><u>また、発生件数が小さい場合には、ポアソン分布での近似が可能である。</u></p> <p><u>発生率がポアソン分布に従う場合、その平均値 λ の $100(1-\alpha)\%$ 信頼区間は χ 二乗分布を使用して、</u></p> $\frac{\chi^2(2N, 1-\frac{\alpha}{2})}{2T} \leq \lambda \leq \frac{\chi^2(2N+2, \frac{\alpha}{2})}{2T} \quad (N: \text{発生件数}, T: \text{期間})$ <p><u>で表される。</u></p> <p><u>点推定値は、信頼上限及び信頼下限の平均の自由度をもつ χ 二乗分布の中央値を用いて、</u></p> $\lambda = \frac{\chi^2(2N+1, 0.5)}{2T}$ <p><u>で表される。なお、NUREG/CR-4407 においても、点推定値の算出に信頼上限及び信頼下限の平均の自由度をもつ χ 二乗分布の中央値を用いている。</u></p> <p><u>以上より、発生件数がポアソン分布に従う場合、0 件 (N=0) である場合における発生率 F は、</u></p> $F = \frac{\chi^2(1, 0.5)}{2T} = \frac{0.2275}{T}$ <p><u>により算出される。</u></p> <p>【解説】</p> <p>(1) <u>確率分布</u></p> <p>① <u>二項分布</u></p> <p><u>離散型確率変数 x の確率関数が次の式で表される分布を二項分布という。</u></p> $p(x) = {}_n C_x p^x (1-p)^{n-x} \quad (x=0, 1, 2, \dots, n)$ <p><u>これは、確率 p をもつ事象が n 回の観察で x 回発生する確率を表している。</u></p>		<p>・条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、χ 二乗分布を用いていない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>② <u>ポアソン分布</u></p> <p><u>離散型確率変数 x の確率関数が次の式で表される分布をポアソン分布という。</u></p> $p(x) = \frac{e^{-m} \cdot m^x}{x!} \quad (x=0, 1, 2, \dots, n, m \text{ は正の定数})$ <p><u>これは、単位時間中にある事象が発生する平均回数を m とするとき、単位時間中にその事象が x 回発生する確率を表している。</u></p> <p><u>この分布は、非常に多くの観察回数のうち発生件数が少ない事象によく当てはまり、二項分布の平均値 $m=np$ を一定のまま観察回数 n を無限に大きくしたときの極限として導かれる。</u></p> <p><u>なお、変数 X_1, \dots, X_n が平均値 λ のポアソン分布に従っており、それらが独立であるとき、その和 $Y=X_1+\dots+X_n$ は、平均値 $n\lambda$ のポアソン分布に従い、これをポアソン分布の再生性という。</u></p> <p>③ <u>ガンマ分布</u></p> <p><u>確率変数 x の確率密度分布が次の式で与えられる分布をパラメータ α, β の χ 二乗分布という。</u></p> $f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (x > 0, \alpha > 0, \beta > 0)$ <p>ここで、$\Gamma(\alpha)$ はガンマ関数であり、</p> $\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx$ <p><u>で表される。</u></p> <p>④ <u>χ 二乗分布</u></p> <p><u>確率変数 x の確率密度分布が次の式で与えられる分布を自由度 m の χ 二乗分布という。</u></p> $f(x) = \frac{1}{2^{\frac{m}{2}} \Gamma(\frac{m}{2})} x^{\frac{m}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}} \quad (x \geq 0)$ <p><u>これは、$\alpha=m/2, \beta=2$ の γ 分布の確率密度分布である。</u></p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) <u>区間推定</u></p> <p><u>真の値がある区間に含まれる確率のことを信頼度といい、その区間の下限値を信頼下限、上限値を信頼上限という。このある区間に含まれる確率を $1 - \alpha$ とするとき、信頼度 $100(1 - \alpha)\%$ の信頼区間という。また、この α のことを有意水準という。</u></p> <p>(3) <u>精密法によるポアソン分布の母平均 λ の区間推定</u></p> <p><u>確率変数 X が母平均 λ のポアソン分布に従うとき、上側確率は以下のとおり表される。</u></p> $P(X \geq x) = Q(x; \lambda) = \sum_{k=x}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$ <p><u>一方、パラメータ α, β のガンマ分布 $GAM(\alpha, \beta)$ に従う確率変数を G とすると、</u></p> $P(G \leq \beta\lambda) = F_G(\beta\lambda; \alpha, \beta) = \int_0^{\beta\lambda} \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} dx$ <p><u>ここで、</u></p> $u = \frac{e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)}, \quad dv = x^{\alpha-1} dx$ <p><u>とおくと、</u></p> $du = \frac{-e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha)} dx, \quad v = \frac{1}{\alpha} x^\alpha$ <p><u>であるから、部分積分を用いて、</u></p> $F_G(\beta\lambda; \alpha, \beta) = \left[\frac{x^\alpha e^{-\frac{x}{\beta}}}{\alpha \beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \right]_0^{\beta\lambda} + \int_0^{\beta\lambda} \frac{x^\alpha e^{-\frac{x}{\beta}}}{\alpha \beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha)} dx$ $= \frac{(\beta\lambda)^\alpha e^{-\frac{\beta\lambda}{\beta}}}{\alpha \beta^\alpha \Gamma(\alpha)} + \int_0^{\beta\lambda} \frac{x^\alpha e^{-\frac{x}{\beta}}}{\alpha \beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha)} dx$ $= \frac{\lambda^\alpha e^{-\lambda}}{\alpha!} + \int_0^{\beta\lambda} \frac{x^\alpha e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha+1)} dx$		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	$= \frac{\lambda^\alpha e^{-\lambda}}{\alpha!} + \Gamma_c(\beta\lambda; \alpha+1, \beta)$ <p><u>となるから,</u></p> $Q(x; \lambda) = \sum_{a=x}^{\infty} \frac{\lambda^a e^{-\lambda}}{a!} = \sum_{a=x}^{\infty} [F_c(\beta\lambda; \alpha, \beta) - F_c(\beta\lambda; \alpha+1, \beta)]$ $= F_c(\beta\lambda; \alpha, \beta)$ <p><u>の関係が得られる。</u></p> <p><u>また, ガンマ分布で $\alpha = m/2, \beta = 2$ のとき, $GAM(\alpha, \beta)$</u> <u>は自由度 m の χ 二乗分布になることに注目すると,</u></p> $x = \frac{m}{2}, \beta = 2$ <p>とおけば, $m = 2x, \beta\lambda = 2\lambda$ となるから,</p> $Q(x; \lambda) = F_{\chi^2}(2\lambda; 2x)$ <p><u>と, ポアソン分布の上側確率は, 自由度 $2x$ の χ 二乗分布の</u> <u>2λ までの累積確率で表される。</u></p> <p><u>ここで, ポアソン分布の再生性 ((1)②参照) より,</u></p> $P(Y \geq y) = F_{\chi^2}(2n\lambda; 2y) = P(\chi_{2y}^2 \leq 2n\lambda)$ <p><u>が成り立つ。この関係から,</u></p> $P(Y \leq y) = 1 - P(Y \geq y+1) = 1 - P(\chi_{2(y+1)}^2 \leq 2n\lambda)$ $= P(\chi_{2(y+1)}^2 \geq 2n\lambda)$ <p><u>より,</u></p> $P(Y \leq y) = \frac{\alpha}{2} = P(\chi_{2(y+1)}^2 \geq 2n\lambda)$ $\chi^2(2(y+1), \frac{\alpha}{2}) \geq 2n\lambda$ $\frac{\chi^2(2(y+1), \frac{\alpha}{2})}{2n} \geq \lambda$ <p><u>となり, 同様に,</u></p> $P(Y \geq y+1) = 1 - P(Y \leq y) = 1 - P(\chi_{2y}^2 \geq 2n\lambda)$ $= P(\chi_{2y}^2 \leq 2n\lambda)$ <p><u>より,</u></p> $P(Y \geq y+1) = \frac{\alpha}{2} = P(\chi_{2y}^2 \leq 2n\lambda)$		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	$\chi^2(1-\frac{\alpha}{2}, 2y) \leq 2n\lambda$ $\frac{\chi^2(1-\frac{\alpha}{2}, 2y)}{2n} \leq \lambda$ <p><u>となる。</u></p> <p><u>以上より、ポアソン分布の平均値 λ の $(1-\alpha) \times 100\%$ 信頼区間は、</u></p> $P(\frac{1}{2n} \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(2y) \leq \lambda \leq \frac{1}{2n} \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(2(y+1))) = 1-\alpha$ <p><u>で表される。(出典: 蓑谷千風彦, 「数理統計ハンドブック」, みみずく舎, 2009年)</u></p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 7.16 参考 3</p> <p style="text-align: center;"><u>NUREG/CR-4407 の概要について</u></p> <p><u>“NUREG / CR-4407” Pipe Break Frequency Estimation for Nuclear Power Plants</u> は、確率論的リスク評価で使用する安全上重要な配管の破損頻度をデータの収集及び統計的な分析により推定することを目的として実施された研究の成果をまとめた報告書である。</p> <p>本報告書では、破損が発生していないカテゴリの配管破損の発生頻度の点推定値について以下の式を用いて整理している。</p> $F = \frac{\chi^2(1,0.5)}{2T} = \frac{0.2275}{T}$ <p>なお、本報告書では配管破損の発生頻度の点推定値に対して χ 二乗分布を用いた方法を採用しているが、航空機落下事故についても配管破損と同様に発生頻度が小さい事象であり、ポアソン分布に従うことから、航空機落下事故の発生頻度の点推定値に対して χ 二乗分布を用いた方法を採用することは可能であると考えられる。</p> <div style="text-align: center;"> <p>(NUREG/CR-4407 抜粋)</p>  <p>NUREG/CR-4407 EGG-2421 May 1987</p> <p>Ronald E. Wright Judy A. Stevenson William F. Zuroff</p> <p>EG&G 1988</p> <p>Work performed under DOE Contract No. DE-AC02-78D01570 for the U.S. Nuclear Regulatory Commission</p> <p>Idaho National Engineering Laboratory Managed by the U.S. Department of Energy</p> </div>		<ul style="list-style-type: none"> 条件の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は、χ 二乗分布を用いていない

CONTENTS

ABSTRACT ii
 EXECUTIVE SUMMARY iii
 ACKNOWLEDGMENTS vi
 INTRODUCTION 1
 OVERALL METHODOLOGY 3
 FAILURE DATA 7
 POPULATION DATA 11
 RESULTS 22
 REFERENCES 28
 APPENDIX A—USING SUBJECTIVE DATA TO ESTIMATE PIPE BREAK FAILURE RATES A-1
 APPENDIX B—INFORMATION PROVIDED TO QUESTIONNAIRE RESPONDENTS B-1
 APPENDIX C—QUESTIONNAIRE RESPONSES C-1
 APPENDIX D—NARRATIVE SUMMARIES OF PIPE BREAK EVENTS D-1
 APPENDIX E—SUMMARIES OF SELECTED PIPE BREAK STUDIES E-1
 APPENDIX F—FAILURE RATE ESTIMATION METHODS F-1

(NUREG/CR-4407 RESULTS 抜粋)

Table 15. Frequencies of pipe breaks categorized by leak rate

Leak Rate	Numerator (N failures)	Denominator (T operating years)	Lower Bound $\chi^2_{(0.05, 2N)}/2T$	Point Estimate ^a	Upper Bound $\chi^2_{(0.95, 2N+2)}/2T$
PWR					
Non-LOCA ^b					
≥ 1, < 15 gpm	5	484.73	0.0041	0.0103	0.0217
≥ 15 gpm	4	484.73	0.0028	0.0083	0.0189
LOCA ^c					
50 to 500 gpm	0	484.73	0	0.0005	0.0062
> 50 gpm	0	484.73	0	0.0005	0.0062
BWR					
Non-LOCA ^b					
≥ 1, < 15 gpm	1	313.36	0.002	0.0032	0.0151
≥ 15 gpm	9	313.36	0.0150	0.0287	0.0501
LOCA ^c					
500 to 5000 gpm	0	313.36	0	0.0007	0.0096
> 5000 gpm	0	313.36	0	0.0007	0.0096

- a. Point estimate $\lambda = N/T$ if $N > 0$; if $N = 0$, $\lambda = \chi^2_{(0.50, 2N+2)}/2T$.
 b. Non-LOCA systems are those systems that if disabled, could not mitigate a LOCA (see Table 1).
 c. LOCA systems are those systems susceptible to piping failures that could result in loss of reactor coolant (see Figure 1).

(NUREG/CR-4407 APPENDIX F 抜粋)

APPENDIX F
FAILURE RATE ESTIMATION METHODS

METHODS USED

This appendix shows the methods used to estimate the pipe failure rates using the observed failure data and the operating experience. The following well-known statistical methods were used for Type-I censored data with replacement. The general methods for estimating rates on a yearly basis and on a transient basis are:

$$\lambda(\text{yearly}) = \frac{N}{T} \quad (F-1)$$

$$\lambda(\text{transient}) = \frac{N}{D} \quad (F-2)$$

where

- λ = estimated failure rate
- N = number of reported pipe failures
- T = total number of operating years experienced
- D = total number of transients.

Confidence limits for yearly failure rates were based on the assumption that the underlying pipe failure time distributions are exponential and, therefore, that the resulting data can be represented by a Poisson process. In transient evaluations, N is assumed to be binomially distributed. However, because the probability of failure is small, the Poisson distribution may be used to approximate this variable for cases where the number of transients is large. The generalized formulas for estimating (100) - α % confidence limits on the failure rates are

$$\frac{\chi^2_{(0.05, 2N)} \leq \lambda(\text{yearly}) \leq \frac{\chi^2_{(0.95, 2N+2)}}{2T} \quad (F-3)$$

and

$$\frac{\chi^2_{(0.05, 2N)} \leq \lambda(\text{transient}) \leq \frac{\chi^2_{(0.95, 2N+2)}}{2D} \quad (F-4)$$

where

$\chi^2(b)$ = the chi-square variate at cumulative probability α , with ν degrees of freedom.

In these equations, α is the fraction left out of the intervals. For example, with 90% confidence limits, α is 0.10, $\alpha/2$ is 0.05, and upper limits use the 95th percentile.

If D , the number of transients, is small, then the Poisson approximation of the binomial distribution is not adequate, and 100(1 - α)% confidence limits for the transient failure rate are

$$\frac{NF_L}{D - N + 1 + NF_L} \leq \lambda(\text{transient}) \leq \frac{(N + 1)F_U}{D - N + (N + 1)F_U} \quad (F-5)$$

where

- $F_L = F_{\alpha/2}(2N, 2D - 2N + 2)$
- $F_U = F_{\alpha/2}(2N + 2, 2D - 2N)$
- $F(b, c)$ = F variate at cumulative probability α , with ν_1 and ν_2 degrees of freedom.

As before, for 90% confidence limits, the 0.05 and 0.95 quantities are used ($\alpha = 0.10$).

In this study, yearly rate confidence limits were always based on Equation (F-3). Transient rate confidence limits were based on Equation (F-4) if $D - N \geq 100$, and on Equation (F-5) otherwise. The lower limits in Equation (F-3), (F-4), and (F-5) are not defined in cases where no failures are observed.

(N = 0). Zero is the appropriate lower limit in these cases. However, Equations (F-1) and (F-2) also give zero as the point estimate when N = 0. More realistic point estimates for such cases are

$$\lambda = \frac{\chi^2_{0.5}(2N+1)}{2T} \quad (F-6)$$

$$\lambda = \frac{\chi^2_{0.5}(2N+1)}{2D} \quad (F-7)$$

and

$$\lambda = \frac{(2N+1)F_M}{2D-2N+1+(2N+1)F_M} \quad (F-8)$$

where

$F_M = F_{0.5}(2N+1, 2D-2N+1)$ and the F and χ^2 distribution percentile and degree of freedom notations are as defined above.

Equation (F-6) applies for yearly rates and is used with the upper bound from Equation (F-3). For transients, Equation (F-7) is used with the upper bound from Equation (F-4) and Equation (F-8) is used with Equation (F-5). Equations (F-6) and (F-7) are applicable to events occurring according to a Poisson distribution regardless of the number of failures observed. A similar comment applies to Equation (F-8) and the binomial distribution. Typical estimates from Equation (F-6) are in the following table for comparison with Equation (F-1). Equation (F-6) has been used in other failure data studies, such as Reference F-3.

N	λ
30	30.15/T
20	20.15/T
10	10.15/T
5	5.15/T
2	2.18/T
1	1.19/T
0	0.23/T

The estimates of Equations (F-6) through (F-8) can be obtained in two ways. The first is to consider shrinking the confidence intervals of Equations (F-3), (F-4), and (F-5) to the case where $\alpha = 1.00$ and both $\alpha/2$ and $1 - \alpha/2$ are 0.5. Because of the differing degrees of freedom, the intervals do not shrink to a single point. The equations use an average for the differing degrees of freedom. Because the estimates use 50th percentiles, they are related to medians.

The second way of considering Equations (F-6) through (F-8) uses the medians directly. In a Bayesian context, λ is regarded as a random variable. With Poisson sampling and a noninformative conjugate prior distribution, the posterior distribution for the occurrence rate has a gamma distribution with parameters F-4

$$(\alpha, \beta) = (N + 1/2, 1/T) \quad (F-9)$$

Because the gamma distribution with parameters (N+1/2) is identical to the chi-square distribution with 2N degrees of freedom, F-5 Equation (F-6) can be shown to be the median of the distribution described by Equation (F-9). Using a similar relation between β and F distributions, Equation (F-8) can be derived as the median of the posterior failure rate distribution obtained in sampling from a binomial distribution with a noninformative conjugate prior distribution.

In summary, Equations (F-6), (F-7), and (F-8) describe median-point estimates for the failure rate. They can be used when N = 0, and are more conservative in that case than the point estimates given in Equations (F-1) and (F-2). In this work, they are used with the upper confidence limits in Equations (F-3), (F-4), and (F-5), respectively, whenever no failures are observed.

In estimating the above confidence limits, all components in the sample were assumed to have exactly the same true failure rate. No effort was made to account for possible variations arising from the mixture of populations having different true failure rates. For further discussion of the assumptions and limitations of these confidence limits, see References F-2 through F-6.

REFERENCES

F-1. S. R. Brown, M. Trojovsky, *Data Summaries of Licensee Event Reports of Inverters at U.S. Commercial Nuclear Power Plants January 1, 1976 to December 31, 1982*, NUREG/CR-3867, Idaho National Engineering Laboratory, August 1984.

F-2. L. J. Bain, *Statistical Analysis of Reliability and Life-Testing Models*, New York: Marcel Dekker, Inc., p. 157.

F-3. *NPRDS 1978 Annual Reports of Cumulative System and Component Reliability*, NUREG/CR-0942, Southwest Research Institute, September 1979.

F-4. G. E. P. Box and G. C. Tiao, *Bayesian Inference in Statistical Analysis*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1973.

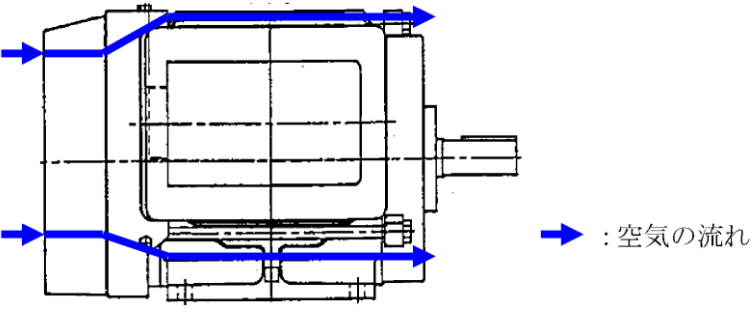
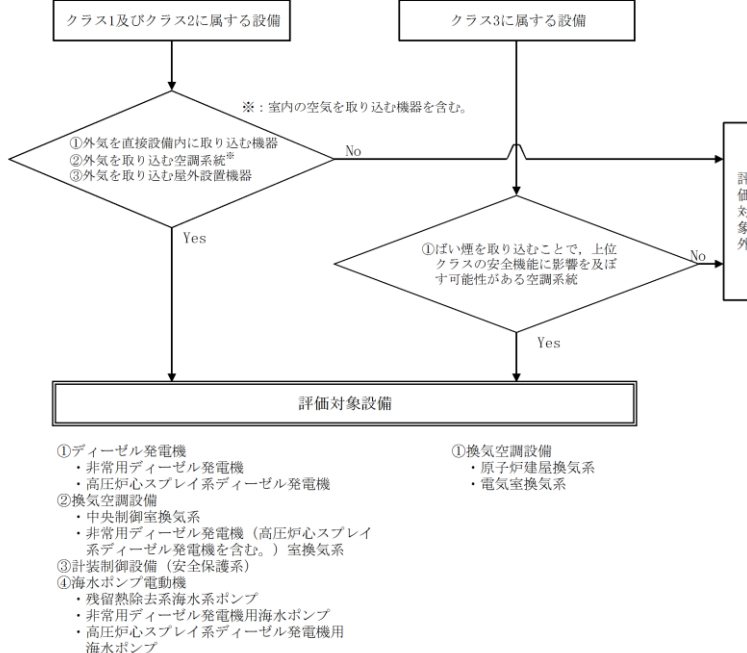

F-5. N. R. Mann, R. E. Shafer, N. D. Singpurwalla, *Methods for Statistical Analysis of Reliability and Life Data*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1974.

F-6. N. L. Johnson and S. Kotz, *Discrete Distributions*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1969, pp. 58-59 and 96.

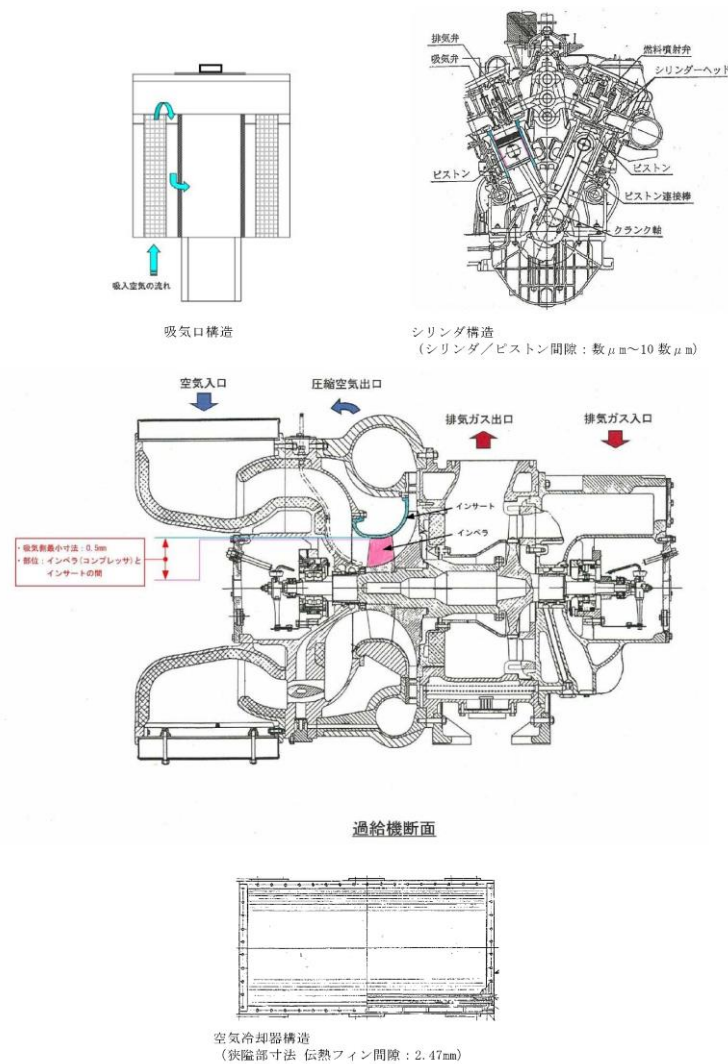
まとめ資料比較表 [6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災) 別添4-1 添付資料-8]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料-8</p> <p style="text-align: center;">ばい煙及び有毒ガスの影響評価について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料-8</p> <p style="text-align: center;">ばい煙及び有毒ガスの影響について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料-8</p> <p style="text-align: center;">ばい煙及び有毒ガスの影響評価について</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																													
<p>1. はじめに</p> <p>外部火災により発生するばい煙及び有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれ、発電所近傍に滞留することはない。そのため、ばい煙及び有毒ガスが、換気空調系の外気取入口から建屋内に進入する可能性は低いと考える。万一、高濃度のばい煙及び有毒ガスが建屋内に進入することを想定し、以下のとおり評価を行った。</p> <p>2. 評価対象</p> <p>ばい煙の影響が想定される施設として、設備内にばい煙を含んだ外気を取り込む可能性のある機器、煙や埃に対して脆弱な設備、建屋外部に開口部を有する設備について影響評価を実施する。また、建屋内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気が取り込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。評価対象は以下のとおり。</p> <p style="text-align: center;">第 2-1 表 評価対象</p> <table border="1" data-bbox="157 1291 920 1486"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>影響評価設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>換気空調系で給気されるエリアの設置機器</td> <td>非常用ディーゼル発電機 安全保護系</td> </tr> <tr> <td>建屋外部に開口部を有する設備</td> <td>非常用ディーゼル発電機排気口</td> </tr> <tr> <td>居住性への影響</td> <td>中央制御室 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、原子炉補機冷却海水ポンプ電動機は、タービン建屋内に配置しており、直接ばい煙を取り込むことはなく影響はない。また、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ電動機は、屋外に設置しているが、電動機内部に直接外気を取り込まない全閉外扇構造の冷却方式であり、外気を直接電動機内部に取り込まない構造であることから影響はない(第 2-1 図)。</p>	分類	影響評価設備	換気空調系で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機 安全保護系	建屋外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機排気口	居住性への影響	中央制御室 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所	<p>1. 目的</p> <p>外部火災で発生するばい煙及び有毒ガスは、火災により発生する上昇気流によって上空に運ばれるため、ばい煙及び有毒ガスが防護対象設備の周辺に滞留する可能性は低いと考えられるが、保守的にばい煙及び有毒ガスが設備並びに居住性に与える影響について、評価を実施する。</p> <p>2. 評価対象</p> <p>評価ガイドでは、ばい煙による安全上重要な設備に対する影響として、<u>燃焼生成物の換気又は空気供給系からの侵入による電気故障、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む）の故障、有毒ガスによる影響等が挙げられている。</u></p> <p>ばい煙の影響が想定される設備として、「<u>外気を直接設備内に取り込む機器</u>」、「<u>外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）</u>」及び「<u>屋外設置機器</u>」について評価を実施する。また、<u>建屋内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気が取り込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。評価対象設備を第 2-1 表に、評価対象設備抽出フロー図を第 2-1 図に示す。</u></p> <p style="text-align: center;">第 2-1 表 ばい煙による評価対象設備</p> <table border="1" data-bbox="949 1281 1703 1581"> <thead> <tr> <th colspan="2">分類</th> <th>評価対象設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">機器への影響</td> <td>外気を直接設備内に取り込む機器</td> <td>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）</td> </tr> <tr> <td>外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）</td> <td>・換気空調設備 ・計測制御設備（安全保護系）</td> </tr> <tr> <td>屋外設置機器</td> <td>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。） 用海水ポンプ</td> </tr> <tr> <td>居住性への影響</td> <td>外気を取り込む空調系統</td> <td>中央制御室、緊急時対策所</td> </tr> </tbody> </table>	分類		評価対象設備	機器への影響	外気を直接設備内に取り込む機器	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）	外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）	・換気空調設備 ・計測制御設備（安全保護系）	屋外設置機器	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。） 用海水ポンプ	居住性への影響	外気を取り込む空調系統	中央制御室、緊急時対策所	<p>1. はじめに</p> <p>外部火災により発生するばい煙及び有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれ、発電所近傍に滞留することはない。そのため、ばい煙及び有毒ガスが、空調換気系の外気取入口から建物内に侵入する可能性は小さいと考える。万一、高濃度のばい煙及び有毒ガスが建物内に侵入することを想定し、以下のとおり評価を行った。</p> <p>2. 評価対象</p> <p>ばい煙の影響が想定される施設として、設備内にばい煙を含んだ外気を取り込む可能性のある機器、煙や埃に対して脆弱な設備、建物外部に開口部を有する設備について影響評価を実施する。また、建物内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気が吸い込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。評価対象は以下のとおり。</p> <p style="text-align: center;">第 2-1 表 評価対象</p> <table border="1" data-bbox="1739 1291 2493 1493"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>影響評価設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空調換気系で給気されるエリアの設置機器</td> <td>安全保護系 非常用ディーゼル発電機*</td> </tr> <tr> <td>建物外部に開口部を有する設備</td> <td>非常用ディーゼル発電機*排気口</td> </tr> <tr> <td>居住性への影響</td> <td>中央制御室 緊急時対策所</td> </tr> </tbody> </table> <p>※:高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む(以下「非常用ディーゼル発電機」という。)</p> <p>なお、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプは、屋外に設置しているが、電動機内部に直接外気を取り込まない全閉外扇形構造の冷却方式であり、外気を直接電動機内部に取り込まない構造であることから影響はない。(第 2-1 図)</p>	分類	影響評価設備	空調換気系で給気されるエリアの設置機器	安全保護系 非常用ディーゼル発電機*	建物外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機*排気口	居住性への影響	中央制御室 緊急時対策所	
分類	影響評価設備																															
換気空調系で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機 安全保護系																															
建屋外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機排気口																															
居住性への影響	中央制御室 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所																															
分類		評価対象設備																														
機器への影響	外気を直接設備内に取り込む機器	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）																														
	外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）	・換気空調設備 ・計測制御設備（安全保護系）																														
	屋外設置機器	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。） 用海水ポンプ																														
居住性への影響	外気を取り込む空調系統	中央制御室、緊急時対策所																														
分類	影響評価設備																															
空調換気系で給気されるエリアの設置機器	安全保護系 非常用ディーゼル発電機*																															
建物外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機*排気口																															
居住性への影響	中央制御室 緊急時対策所																															

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第 2-1 図 非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ電動機外形図</p> <p>3. 評価結果</p> <p>3.1 換気空調系で給気されるエリアの設置機器</p> <p>外気を取り入れている空調系統として、<u>原子炉建屋，ディーゼル発電機電気品区域，中央制御室，コントロール建屋計測制御電源盤区域，海水熱交換器区域の換気空調系</u>がある（第 3.2-1(a)(b)(c)図）。</p> <p>これらの換気空調系の外気取入経路には、<u>バグフィルタ（粒径約 2μm に対して80%以上を捕獲する性能）</u>を設置しているため、<u>ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙はバグフィルタにより進入を阻止できる。</u></p> <p>上記系統のうち、外気取入ダンパを設置し再循環運転が可能である中央制御室換気空調系については、<u>ばい煙の進入が想定される場合には、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行うことにより、ばい煙の進入を阻止できる。</u>それ以外の換気空調系については、<u>空調ファンを停止すること</u>でばい煙の進入を阻止できる。</p>	 <p>第 2-1 図 機器への影響評価を行う評価対象設備抽出フロー図</p> <p>3. 評価結果</p> <p>3.1 <u>外気を直接設備内に取り込む機器</u></p>	 <p>第2-1図 原子炉補機海水ポンプ電動機の冷却方式図</p> <p>3. 評価結果</p> <p>3.1 <u>空調換気系で給気されるエリアの設置機器</u></p> <p>外気を取り入れている空調系統として、<u>原子炉建物付属棟空調換気系，中央制御室空調換気系</u>がある。</p> <p>これらの空調換気系の外気取入経路には、<u>袋型フィルタや平型フィルタ（袋型フィルタは捕集効率が 80%以上，平型フィルタは捕集効率が 76%以上）</u>を設置しているため、<u>ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙はフィルタにより侵入を阻止できる。</u></p> <p>上記系統のうち、外気取入用ダンパを設置し再循環運転が可能である中央制御室空調換気系については、<u>ばい煙の侵入が想定される場合には、外気取入用ダンパを閉止し、再循環運転を行うことにより、ばい煙の侵入を阻止できる。</u></p> <p>それ以外の空調換気系については、<u>空調ファンを停止すること</u>でばい煙の侵入を阻止できる。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備の相違【柏崎 6/7】 外気を取り入れている系統の相違 ・設備の相違【柏崎 6/7，東海第二】 フィルタ仕様の相違

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><非常用ディーゼル発電機></p> <p>非常用ディーゼル発電設備は、換気空調系で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止することでばい煙の進入を阻止できる。</p> <p><u>バグフィルタ (粒径約 2μm に対して80%以上を捕獲する性能) の入口と出口間の差圧を検知できる差圧感知計を監視し、差圧が上昇しバグフィルタが目詰まりした場合はバグフィルタの交換が可能である。</u></p> <p>なお、非常用ディーゼル機関は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内にばい煙が流入し、機関燃焼を阻止することが考えられるが、ディーゼル機関への外気取入経路には<u>バグフィルタ</u>を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙粒子が捕獲され、<u>バグフィルタ</u>により捕集されなかったばい煙粒子が機関内へ送気される。<u>バグフィルタ</u>では、粒径が数μm 程度の粒子が捕集され、それ以下のばい煙が機関内に送気されるが、シリンダまでの通気流路 (過給機、空気冷却器等) の隙間より小さいことから閉塞に至ることはない (第 3.2-2 図)。また、通常運転においても燃料油 (軽油) の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。</p>	<p>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) の吸気系統は、非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口を介して吸気している。</p> <p>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口のフィルタ (粒径 5μm 以上において約 56% 捕獲) で粒径の大きいばい煙粒子は捕獲される。</p> <p>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口のフィルタを通過したばい煙 (数μm~10数μm) が過給機、空気冷却器に侵入するが、それぞれの機器の間隙は、ばい煙に比べて十分大きく、閉塞に至ることはない。</p> <p><u>シリンダ/ピストン間隙まで到達したばい煙 (数μm~10数μm) は、当該間隙内において摩擦発生が懸念されるが、ばい煙粒子の主成分は炭素であり、シリンダ/ピストンより軟らかいため、ばい煙粒子による摩擦が発生することはないと判断される。</u></p> <p><u>また、通常運転時はシリンダ内には燃料油 (軽油) の燃焼に伴うばい煙が発生しているが、定期的な点検において、ばい煙によるシリンダへの不具合は認められない。</u></p> <p>以上のことから、外部火災で発生するばい煙が、非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) の機能に影響を与えることはないと判断した。</p> <p>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気系統概略図を第 3.1-1 図に、系統構造図を第 3.1-2 図に示す。</p> <div data-bbox="1003 1465 1549 1759" data-label="Diagram"> </div> <p>第 3.1-1 図 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気系統概略図</p>	<p><非常用ディーゼル発電機></p> <p>非常用ディーゼル発電機は、空調換気系で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。</p> <p><u>フィルタ (粒径 1μm に対して80%以上を捕獲する性能) の入口と出口間の差圧を検知できる差圧感知計を監視し、差圧が上昇しフィルタが目詰まりした場合はフィルタの交換が可能である。</u></p> <p>なお、非常用ディーゼル機関は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内にばい煙が流入し、機関燃焼を阻止することが考えられるが、ディーゼル機関への外気取入経路には<u>フィルタ</u>を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙粒子が捕獲され、<u>フィルタ</u>により捕集されなかったばい煙粒子が機関内へ送気される。<u>フィルタ</u>では、粒径が数μm 程度の粒子が捕集され、それ以下のばい煙が機関内に送気されるが、シリンダまでの通気流路 (過給機、空気冷却器等) の隙間より小さいことから閉塞に至ることはない。また、通常運転においても燃料油 (軽油) の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>フィルタ仕様の相違</p>



第3.1-2 図 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系
ディーゼル発電機を含む。）吸気系統構造図

3.2 外気を取り込む空調系統

3.2.1 換気空調設備

(1) 中央制御室換気系、電気室換気系及び原子炉建屋換気系

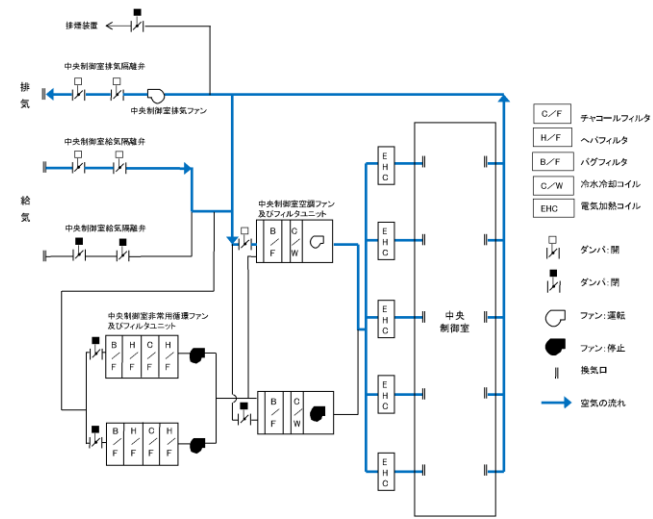
これらの系統の給気用のファン入口にはフィルタが設置されている。

フィルタは捕集率 80%以上（J I S Z 8901 試験用粉体 11 種 粒径約 2 μ m）の性能を有しているため、外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙は、このフィルタにより侵入を阻止可能である。また、ばい煙によるフィルタの閉塞につ

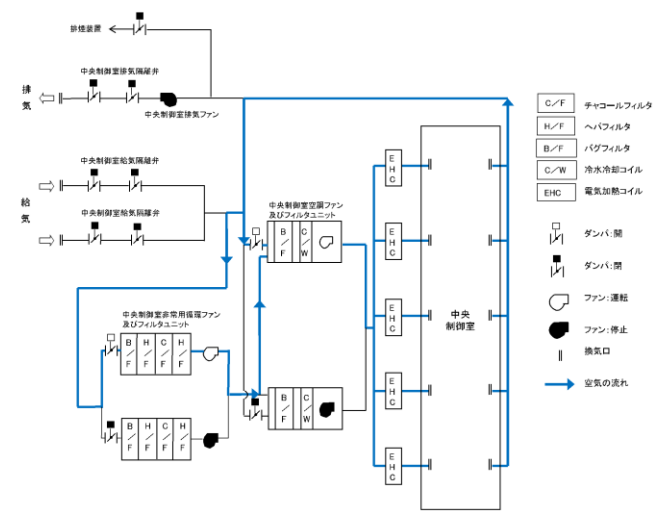
いては、フィルタ出入口差圧又は排気ファン出口流量を監視することで検知可能である。

中央制御室換気系については、隔離弁を閉止し、閉回路循環運転を行うことにより、ばい煙等の侵入を阻止可能である。

中央制御室換気系の系統概略図を第3.2-1図に、原子炉建屋換気系の系統概略図を第3.2-2図に、電気室換気系の系統概略図を第3.2-3図に示す。

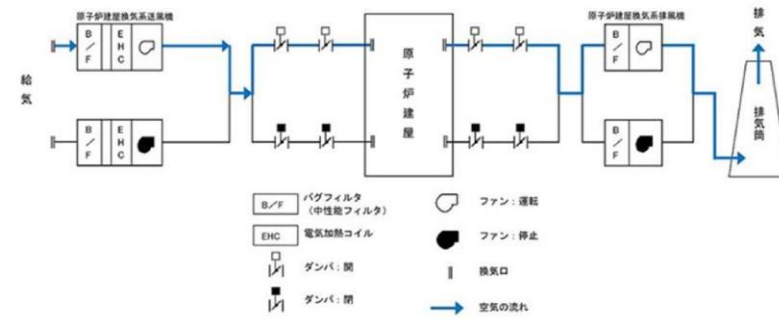


(通常時)

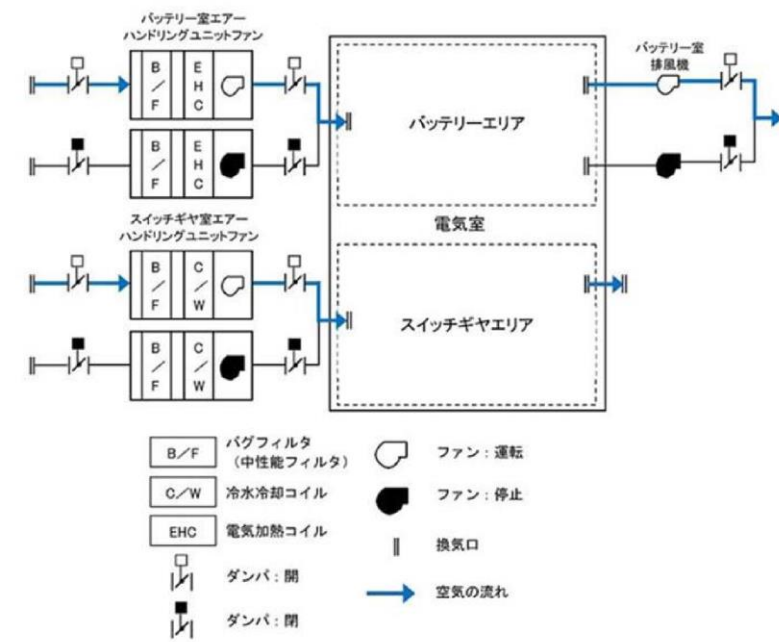


(閉回路循環運転時)

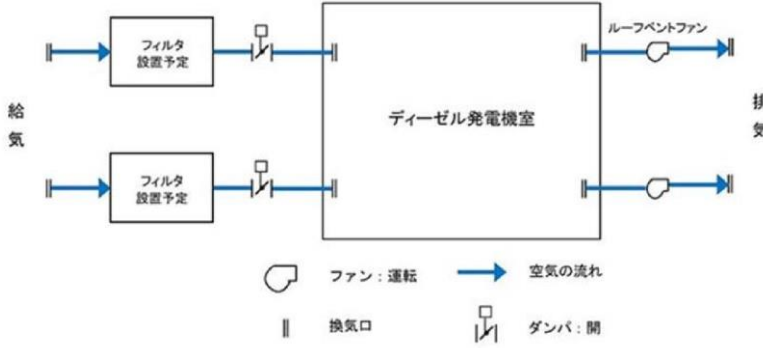
第3.2-1図 中央制御室換気系の系統概略図



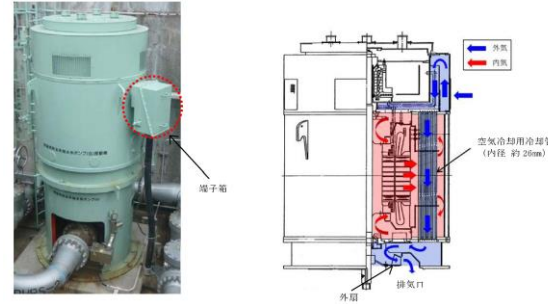
第 3.2-2 図 原子炉建屋換気系の系統概略図



第 3.2-3 図 電気室換気系の系統概略図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><安全保護系></p> <p>安全保護系設備は、現場盤が非常用電気品室、安全保護系盤が中央制御室に設置してある。非常用電気品室への外気取入経路にはバグフィルタ（粒径約2μmに対して80%以上を捕獲する性能）を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については進入を阻止することが可能である。バグフィルタにより捕集しきれなかったばい煙が非常用電気品室に進入した場合においても、空調ファンを停止することでばい煙の進入を阻止することが可能である。また、中央制御室への外気取入経路にはバグフィルタを設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については進入を阻止することが可能である。バグフィルタにより捕集しきれなかったばい煙が中央制御室内に進入する可能性がある場合、及び中央制御室内においてばい煙が流入したことを煙や異臭で確認した場合等は、当直長の指示により、非常時モードへ切り替えることにより、隔離が可能であり安全保護系設備に影響はない</p>	<p>(2) <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室換気系</u></p> <p>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室換気系は、外気取入口にフィルタが設置されていないため、適切なフィルタを設置する方針である。非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室換気系の系統概略図を第3.2-4図に示す。</p>  <p>第3.2-4図 <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室換気系の系統概略図</u></p> <p>3.2.2 計測制御設備（安全保護系）</p> <p>計測制御設備（安全保護系）は、原子炉建屋、電気室及び中央制御室に設置してある。原子炉建屋、電気室及び中央制御室へ外気を取り入れる換気空調設備の外気取入口には、フィルタを設置することにより、粒径2μm以上のばい煙粒子については侵入を阻止することが可能である。フィルタにより侵入を阻止できなかったばい煙が原子炉建屋又は電気室内に侵入した場合においても、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止することが可能である。また、ばい煙が中央制御室内に侵入した場合においては、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことでばい煙の侵入を阻止することが可能である。</p>	<p><安全保護系></p> <p>安全保護系は、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室空調換気系で給気されるエリアに設置されており、外気取入口には平型フィルタ（粒径2μmに対して76%以上を捕獲する性能）や袋型フィルタ（粒径2μmに対して80%以上を捕獲する性能）を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については、侵入を阻止することが可能である。平型フィルタや袋型フィルタで捕集しきれなかったばい煙が侵入した場合においても、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止することが可能である。また、フィルタにより捕集しきれなかったばい煙が中央制御室内に侵入する可能性がある場合及び中央制御室内においてばい煙が侵入したことを煙や異臭で確認した場合等は、当直長の指示により、再循環運転モードへ切り替えることにより、隔離が可能であり安全保護系設備に影響はない。</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>フィルタ仕様の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(第 3.2-3 図, 第 3.2-4(a) (b) 図)。</p> <p>なお, 中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は, おおむね$2\mu\text{m}$以下の細かな粒子であると推定されるが, 計測制御系の盤等において, 数μm程度の線間距離となるのは, 集積回路 (IC 等) の内部であり, これらの部品はモールド (樹脂) で保護されているため, ばい煙が侵入することはない。また, 端子台等の充電部が露出している箇所については, 端子間の距離は数 mm あることから, ばい煙が付着しても, 直ちに短絡等が発生させることはない。したがって, 万が一, 細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合においても, ばい煙の付着等により短絡等が発生させる可能性はない。</p> <p>3.2 建屋外部に開口部を有する設備</p> <p>屋外部に開口部を有する設備として, 非常用ディーゼル発電機の排気口があるが, 仮にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても, その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから, その機能に影響を及ぼすことはない。(第 3.2-5 図) なお, 主排気筒も同様にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても, その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから, その機能に影響を及ぼすことはない。</p>	<p>なお, 中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は, おおむね$2\mu\text{m}$以下の細かな粒子であると推定されるが, 計測制御設備 (安全保護系) の盤において, 数μm程度の線間距離となるのは, 集積回廊 (IC 等) の内部であり, これらの部品はモールド (樹脂) で保護されているため, ばい煙が侵入することはない。また, 端子台等の充電部が露出している箇所については, 端子間の距離は数 mm あることから, ばい煙が付着しても, 直ちに短絡等が発生させることはない。したがって, 万が一, 細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合においても, ばい煙の付着等により短絡等が発生させる可能性はない。</p> <p>3.3 外気を取り込む屋外設置機器</p> <p>(1) 残留熱除去系海水系ポンプ</p> <p>残留熱除去系海水系ポンプ電動機は, 全閉防まつ型屋外形構造であり, 下部に設置した外扇で外気を空気冷却器冷却管内に直接取り込み, 冷却管壁で電動機内部空気と熱交換することで冷却を行う構造であり, 冷却管内を通った空気は全て排気口に導かれるため, 外気が電動機内部に侵入することはない。</p> <p>空気冷却器冷却管の内径は約26mmであり, ばい煙の粒径はこれに比べて十分小さいことから, 閉塞することはない。</p> <p>電動機端子箱は, 端子箱内部と外部 (大気) に圧力差がなく, 端子箱蓋はパッキンでシールされているため, ばい煙の侵入による短絡は発生しない。</p> <p>電動機の構造を第 3.3-1 図に示す。</p>	<p>なお, 中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は, おおむね$2\mu\text{m}$以下の細かな粒子であると推定されるが, 計測制御系の盤等において, 数μm程度の線間距離となるのは, 集積回路 (IC 等) の内部であり, これらの部品はモールド (樹脂) で保護されているため, ばい煙が侵入することはない。また, 端子台等の充電部が露出している箇所については, 端子間の距離は数 mm あることから, ばい煙が付着しても, 直ちに短絡等が発生させることはない。したがって, 万が一, 細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合においても, ばい煙の付着等により短絡等が発生させる可能性はない。</p> <p>3.2 建物外部に開口部を有する設備</p> <p>建物外部に開口部を有する設備として, 非常用ディーゼル発電機の排気口があるが, 仮にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても, その動作時には, 侵入したばい煙は吹き出されることから, その機能に影響を及ぼすことはない。(第 3.2-6 図) なお, 排気筒も同様にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても, その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから, その機能に影響を及ぼすことはない。</p>	



第 3.3-1 図 残留熱除去系海水系ポンプ電動機 構造図

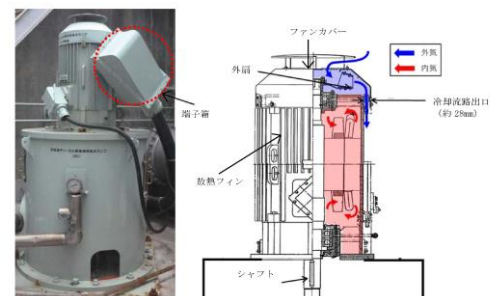
(2) 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ

非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ電動機は、外扇から吸引した外気をファンカバーから下向きに本体放熱フィンに沿って流し、電動機本体を冷却する構造であり、外気が電動機内部に侵入することはない。

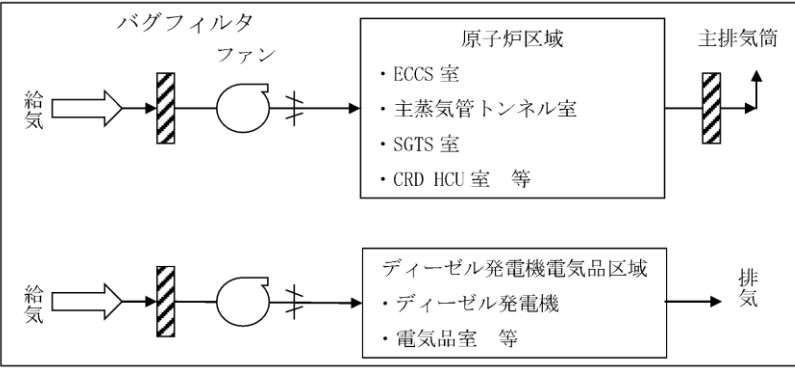
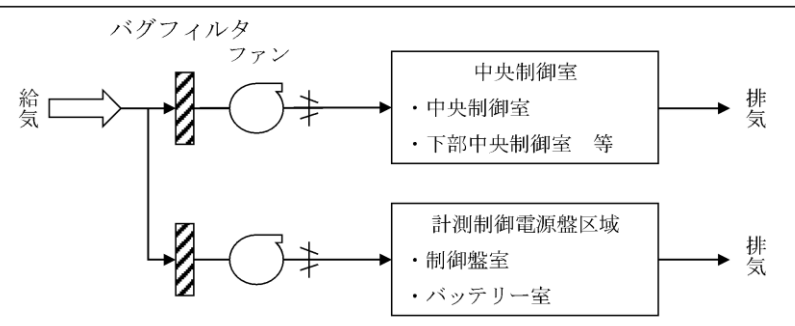
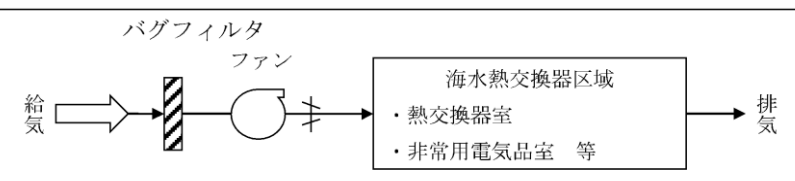
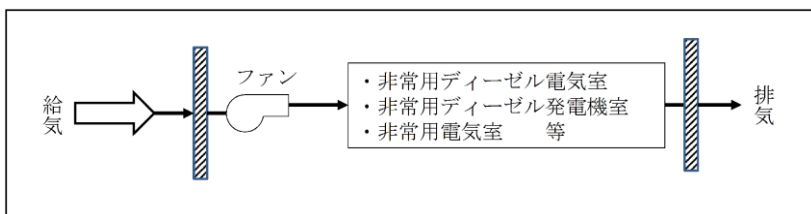
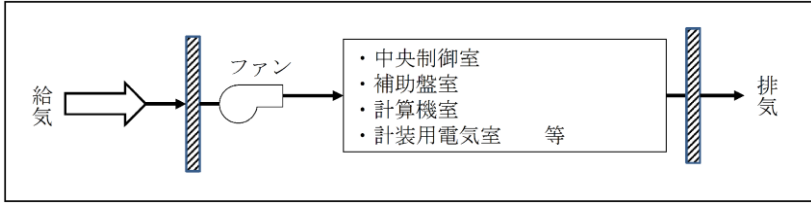
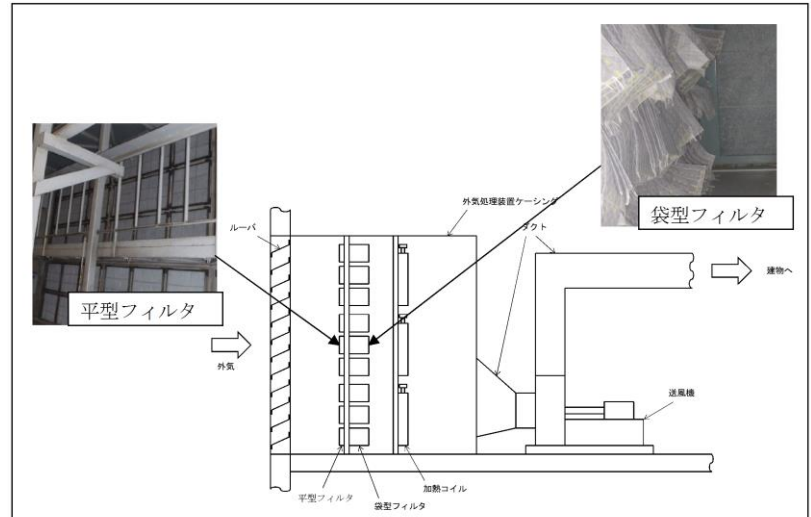
また、冷却流路出口幅は約 28mm であり、ばい煙の粒径はこれに比べて十分小さいことから、閉塞することはない。

電動機端子箱は、端子箱内部と外部 (大気) に圧力差がなく、端子箱蓋はパッキンでシールされているため、ばい煙の侵入による短絡は発生しない。

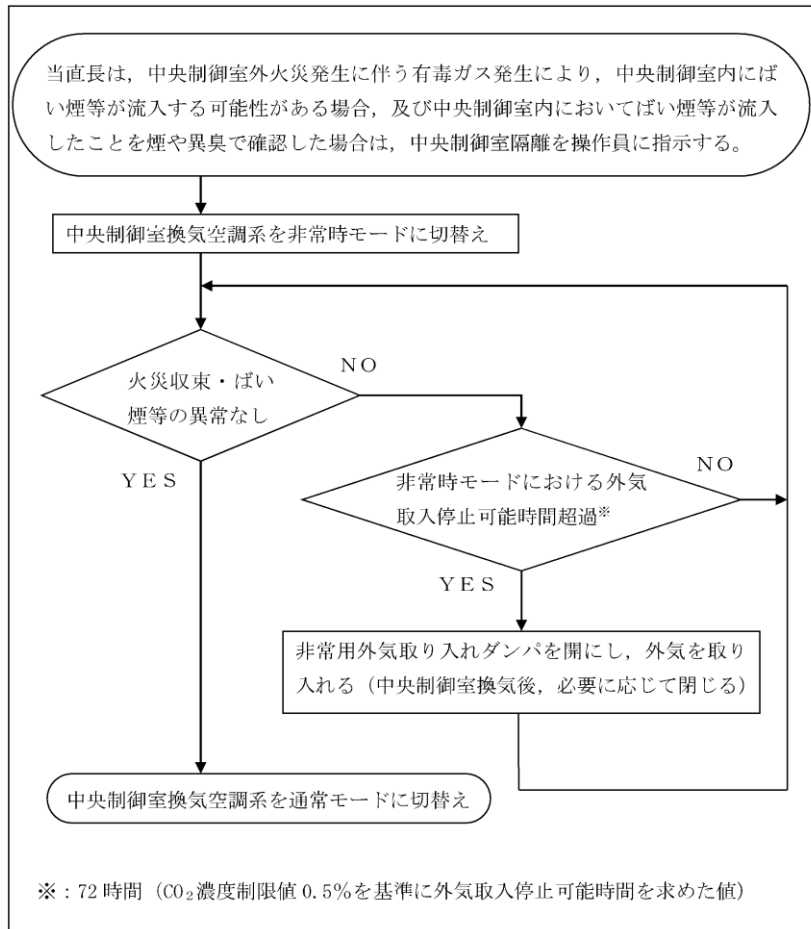
電動機の構造を第 3.3-2 図に示す。



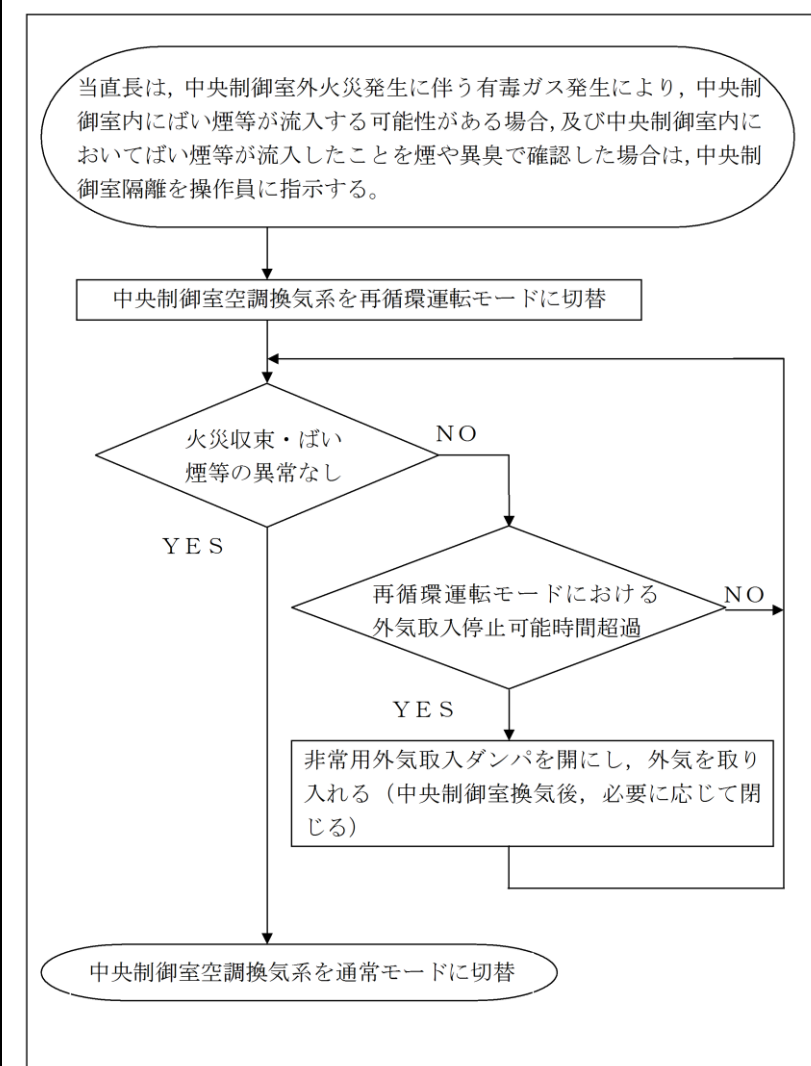
第 3.3-2 図 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ電動機 構造図

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第 3.2-1(a) 図 原子炉建屋換気空調系</p>  <p>第 3.2-1(b) 図 コントロール建屋換気空調系</p>  <p>第 3.2-1(c) 図 タービン建屋換気空調系</p>		 <p>第3.2-1(a) 図 原子炉建物付属棟空調換気系</p>  <p>第3.2-1(b) 図 中央制御室空調換気系</p>  <p>第3.2-2 図 中央制御室空調換気系外気取入状況</p>	

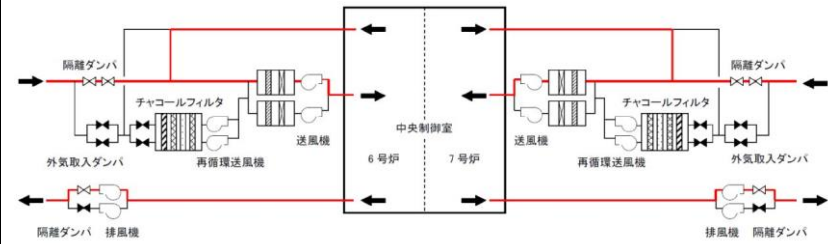
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>シリンダ</p> <p>シリンダ内部の狭隙部 シリンダ/ピストン間隔： 数〜数十μm</p> <p>シリンダ</p> <p>過給機</p> <p>空気冷却器</p> <p>空気冷却器</p> <p>空気冷却機内の狭隙部 フィン間隔：1.70mm</p> <p>過給機</p> <p>過給機内の狭隙部 コンプレッサ/シング間隔：0.5mm</p> <p>バグフィルタ 粒径約$2\mu\text{m}$に対して80%以上を捕獲する性能</p> <p>外気吸気</p> <p>第 3.2-2 図 ディーゼル機関吸気系統概略図</p>		<p>第3.2-3図 非常用ディーゼル機関の吸気系統構造図</p>	備考



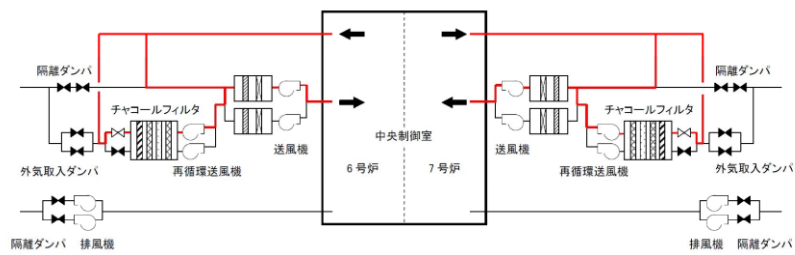
第 3.2-3 図 中央制御室外火災発生に伴う中央制御室隔離手順概要フロー



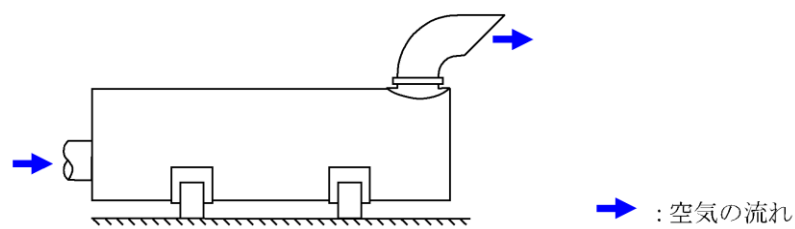
第 3.2-4 図 中央制御室外火災発生に伴う中央制御室隔離手順概要フロー



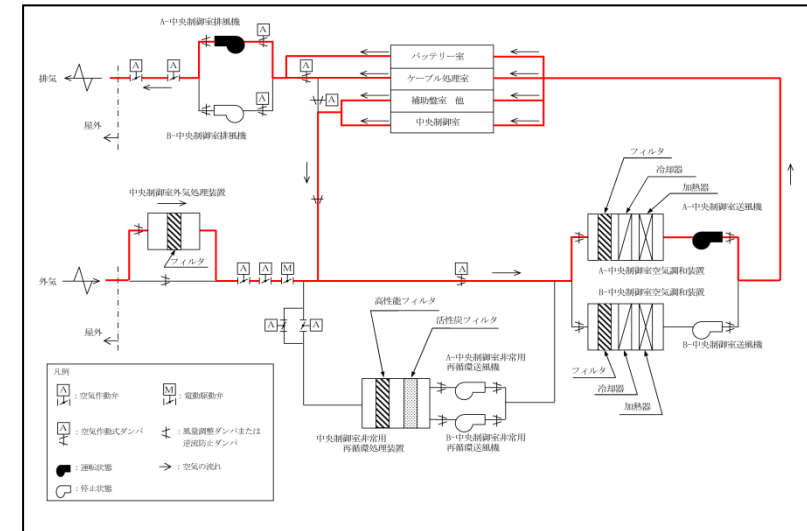
第 3.2-4(a) 図 通常モードの状態 (中央制御室)



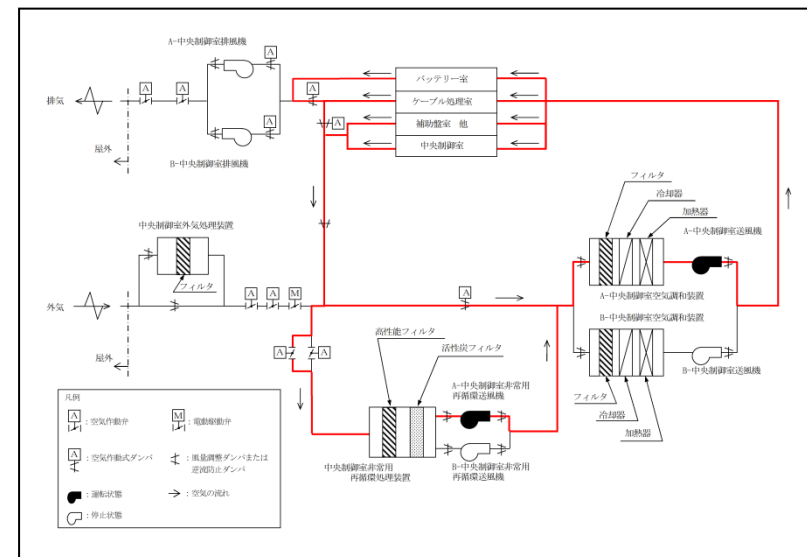
第 3.2-4(b) 図 非常時モードの状態 (中央制御室)



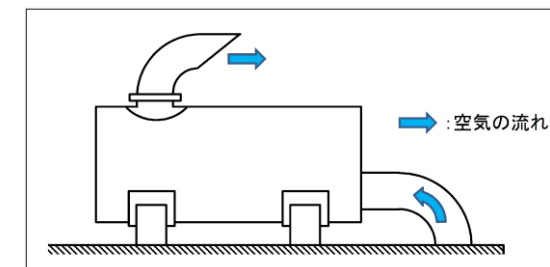
第 3.2-5 図 非常用ディーゼル発電機排気口外形図



第 3.2-5(a) 図 通常モードの状態 (中央制御室)



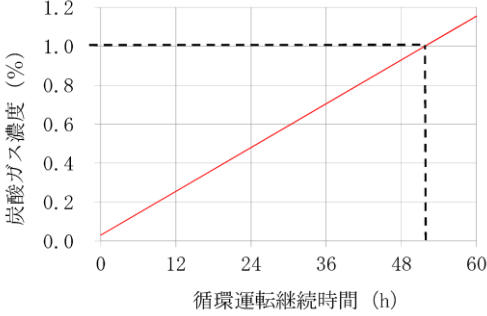
第 3.2-5(b) 図 再循環運転モード (中央制御室)

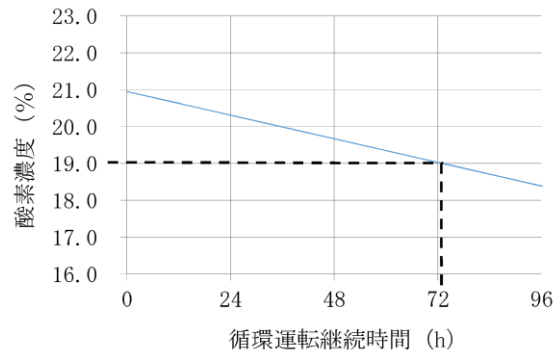


第 3.2-6 図 非常用ディーゼル発電機排気口外形図

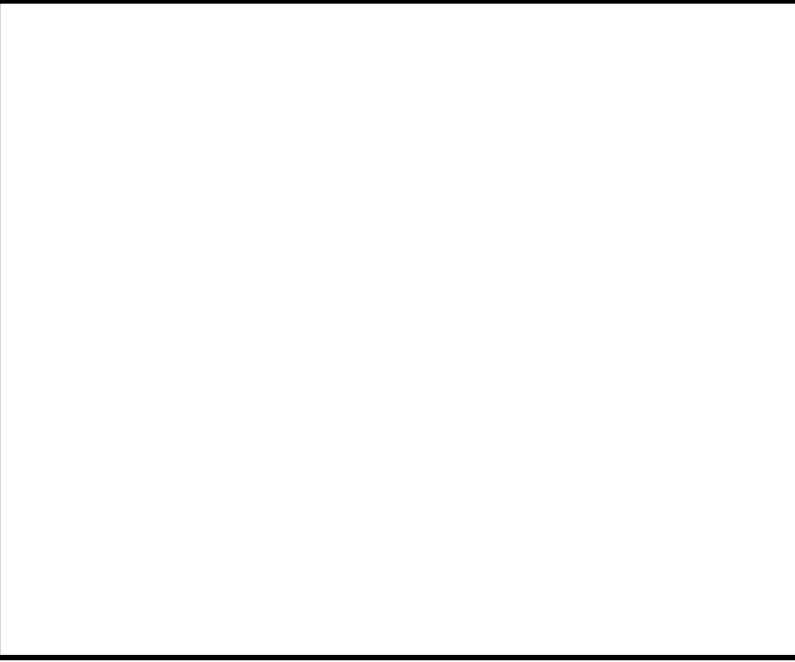
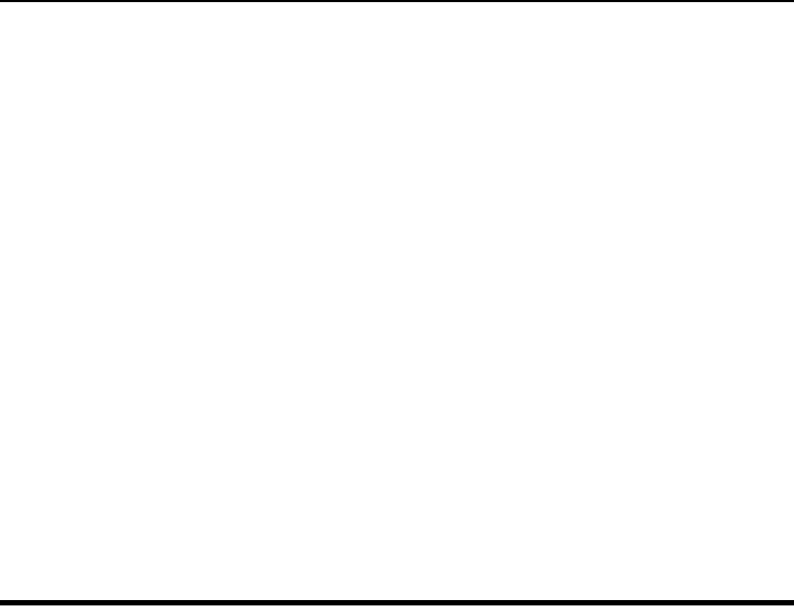
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.3 居住性への影響</p> <p>中央制御室換気空調系は、外気を遮断し、再循環させる非常時モードに切り替えることができる。外気との遮断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、外気取入モードに切り換え、外気を取り入れることができる。また、外気からの空気取り込みを一時的に停止した場合に、活動に支障のない酸素濃度の範囲にあることを正確に把握するため、酸素濃度計を配備する。</p> <p>外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の操作環境の悪化防止のため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価を行い、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。</p> <p>また、発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備（軽油タンク、主変圧器、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器）からの火災、及び航空機墜落による火災を想定し、中央制御室内に進入する有毒物質（CO, CO₂, SO₂, NO₂）の最大濃度を判断基準（IDLH*）と比較することで、有毒ガスに対する評価を実施し、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。</p> <p>※：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている</p> <p>3.3.1 中央制御室内の二酸化炭素、酸素濃度の評価</p> <p>外部火災時の6号及び7号炉中央制御室の居住性の評価として、外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行う。なお、中央制御室内には、燃焼による二酸化炭素の排出や酸素を消費する機器はなく、非常用ディーゼル発電機の火災時に消火設備より二酸化炭素が放出さ</p>	<p>3.4 中央制御室の居住性評価</p> <p>「<u>「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」第38条第13項に規定する「原子炉制御室外の火災等により発生した有毒ガスに対する換気設備の隔離その他の適切な防護措置」として、中央制御室換気系は外気を取入れを遮断することができる。</u></p> <p>中央制御室換気系の外気取入を遮断することで、運転員の作業環境に影響を及ぼさないことを確認するため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価した。</p> <p>また、発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室給気口までの距離が近い設備（主要変圧器）からの火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒物質（CO, CO₂, SO₂, NO₂）の最大濃度を判断基準である Immediately Dangerous to Life or Health*（以下「IDLH」という。）と比較することで、有毒ガスに対する評価を実施し、中央制御室の運転員に影響を及ぼさないことを評価した。</p> <p>※ 30分曝露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限界値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。</p>	<p>3.3 居住性への影響</p> <p>中央制御室空調換気系は、外気を遮断し、再循環させる再循環モードに切り替えることができる。外気との遮断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、外気取入モードに切り替え、外気を取り入れることができる。また、外気からの空気取り込みを一時的に停止した場合に、活動に支障のない酸素濃度の範囲にあることを正確に把握するため、酸素濃度計を配備する。</p> <p>外気取入遮断時の中央制御室に滞在する運転員の操作環境の悪化防止のため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価を行い、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。</p> <p>また、発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備（主変圧器）からの火災、及び航空機墜落による火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガス（CO, CO₂, SO₂, NO₂）の最大濃度を判断基準（IDLH*）と比較することで、有毒ガスに対する評価を実施し、中央制御室の居住性に影響が無いことを確認する。</p> <p>※：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。</p> <p>3.3.1 中央制御室内の二酸化炭素、酸素濃度の評価</p> <p>外部火災時の島根2号炉中央制御室の居住性の評価として、外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行う。なお、中央制御室内には、燃焼による二酸化炭素の排出や酸素を消費する機器はなく、非常用ディーゼル発電機の火災時に消火設備よりハロン1301が放出されるこ</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>れたとしても、中央制御室換気空調系との系統分離及び給・排気口の位置的分散が図られており、中央制御室内に二酸化炭素が取り込まれることはないことから、在室人員の呼吸のみを想定し評価を行う。</p> <p>(1) 二酸化炭素濃度評価 以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>20人</u>^{※1} ・中央制御室バウンダリ内体積 <u>14640[m³]</u>^{※2} ・外気流入はないものとして評価する。 ・初期二酸化炭素濃度 0.03[%] <u>(「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程 (JEAC4622-2009)」)</u> ・許容二酸化炭素濃度 <u>0.5[%]</u> <u>(事務所衛生基準規則 (昭和47年労働省令第43号, 最終改正平成16年3月30日厚生労働省令第70号))</u> ・呼吸による排出する二酸化炭素濃度 <u>0.046[m³/h/人]</u> <u>(「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程 (JEAC4622-2009)」)</u> ・評価期間は、各火災の燃焼継続時間を考慮し <u>24時間</u>^{※3}とする。 <u>※1: 6号及び7号炉の運転員(18人)に余裕を持って20人とする。</u> <u>※2: 保守的に6号炉中央制御室(熱負荷集計表記載値: 7320[m³])を2倍した値とする。</u> <u>※3: 外部火災影響評価にて長期間の影響をもたらす、航空機墜落による火災と軽油タンク火災の重畳を考慮すると、約23.2時間が火災の継続時間となることから、24時間で評価を実施する。</u> <p>b. 評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外気遮断期間 t [hour]での二酸化炭素濃度 C [%] $C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$ M: 呼吸による排出する二酸化炭素濃度 <u>0.046[m³/h/人]</u> 	<p>(2) <u>炭酸ガス濃度</u> <u>中央制御室閉回路循環運転時の中央制御室内の炭酸ガス濃度について評価した。</u></p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>11人(運転員7人に余裕を持たせた人数)</u> ・中央制御室バウンダリ内体積 <u>2,700m³</u> ・初期炭酸ガス濃度 0.03% ・評価結果が保守的になるよう空気流入は無いものとして評価する。 <p>※1 <u>空気調和・衛生工学便覧 第14版 3空気調和設備編</u> ※2 <u>鉱山保安法施行規則</u></p> <p>b. <u>評価結果</u></p>	<p>とから、中央制御室内に二酸化炭素が取り込まれることはないため、在室人員の呼吸のみを想定し評価を行う。</p> <p>(1) 二酸化炭素濃度評価 以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>10人</u>^{※1} ・中央制御室バウンダリ内体積 <u>17,000[m³]</u> ・外気流入はないものとして評価する。 ・初期炭酸ガス濃度 0.03[%] <u>(空気調和・衛生工学便覧)</u> ・許容炭酸ガス濃度 <u>1.0[%]</u> <u>(鉱山保安法施行規則)</u> ・呼吸により排出する二酸化炭素濃度 <u>0.030[m³/h/人]</u> <u>(空気調和・衛生工学便覧の軽作業の作業程度の吐出し量)</u> ・評価期間は、各火災の燃焼継続時間を考慮し <u>18時間</u>^{※2}とする。 <u>※1: 当直長(1人), 当直副長(1人), 2号炉の運転員(5人), 1号炉の運転員(2人)の計9人に余裕を持って10人とする。</u> <u>※2: 外部火災影響評価にて中央制御室近傍で長時間の影響をもたらす、変圧器火災を考慮し、火災の継続時間を18時間として評価を実施する。</u> <p>b. 評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外気遮断期間 t [hour]での二酸化炭素濃度 C [%] $C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$ M: 呼吸による排出する二酸化炭素濃度 	<ul style="list-style-type: none"> ・条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 設備の相違による影響評価対象施設, 入力データの相違 ・条件の相違 【柏崎6/7】 限られた環境下(鉱山内)における労働環境を規定する「鉱山保安法施行規則」を適用

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
<p>N: 在室人員 <u>20[人]</u> V: 中央制御室バウンダリ内体積 <u>14640[m³]</u> C₀: 初期炭酸ガス濃度 0.03[%]</p> <p>上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、30時間程度外気取入れを遮断したままでも、運転員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>第 3.3.1-1 表 二酸化炭素濃度の時間変化</p> <table border="1" data-bbox="157 705 914 772"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>6 時間</th> <th>12 時間</th> <th>24 時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>二酸化炭素濃度 [%]</td> <td>0.07</td> <td>0.11</td> <td>0.19</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 酸素濃度評価 以下のとおり酸素濃度について評価する。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>20 人</u> ・中央制御室バウンダリ内体積 <u>14640[m³]</u> ・外気流入はないものとして評価する。 ・初期酸素濃度 20.95% (「空気調和・衛生工学便覧」の成人の呼吸気・肺胞気の組成の値を使用) ・酸素消費量 <u>1.250[l/min/人]</u> (「空気調和・衛生工学便覧」の作業強度分類の中くらいの作業強度に対する酸素消費量の中央値を使用) 	時間	6 時間	12 時間	24 時間	二酸化炭素濃度 [%]	0.07	0.11	0.19	<p>評価条件から求めた炭酸ガス濃度は、第 3.4-2 表、第 3.4-2 図のとおりであり、外気取入れを遮断しても約 52 時間まで中央制御室内に滞在可能である。</p> <p>敷地内で発生する火災の最長燃焼継続時間(主要変圧器約 7 時間)に対して、余裕があり運転員の作業環境に影響を及ぼすことはない。</p> <p>第 3.4-2 表 中央制御室換気系閉回路循環運転時の炭酸ガス濃度</p> <table border="1" data-bbox="952 705 1703 810"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>12 時間</th> <th>24 時間</th> <th>48 時間</th> <th>51.7 時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炭酸ガス濃度</td> <td>0.26%</td> <td>0.48%</td> <td>0.93%</td> <td>1.00%</td> </tr> </tbody> </table>  <p>第 3.4-2 図 中央制御室換気系閉回路循環運転時の炭酸ガス濃度</p> <p>(1) 酸素濃度 中央制御室換気系閉回路循環運転時の中央制御室内の酸素濃度について評価した。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>11 人(運転員 7 人に余裕を持たせた人数)</u> ・中央制御室バウンダリ内体積 <u>2,700m³</u> ・初期酸素濃度 20.95%^{*1} ・評価結果が保守的になるよう空気流入は無いものとして評価する。 ・1人あたりの呼吸量は事故時の運転操作を想定し、歩行時の呼吸量^{*1}を適用して、24L/min とする。 ・1人あたりの酸素消費量は、成人吸気酸素濃度^{*1}(20.95%)、成人呼気酸素濃度^{*2}(16.40%) から 1.092L/min とする。 	時間	12 時間	24 時間	48 時間	51.7 時間	炭酸ガス濃度	0.26%	0.48%	0.93%	1.00%	<p><u>0.030[m³/h/人]</u> N: 在室人数 <u>10[人]</u> V: 中央制御室バウンダリ体積 <u>17,000[m³]</u> C₀: 初期炭酸ガス濃度 0.03[%]</p> <p>上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、18 時間外気取入れを遮断したままでも、運転員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>第 3.3.1-1 表 二酸化炭素濃度の時間変化</p> <table border="1" data-bbox="1745 705 2496 772"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>5 時間</th> <th>10 時間</th> <th>18 時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>二酸化炭素濃度 [%]</td> <td>0.04</td> <td>0.05</td> <td>0.07</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 酸素濃度評価 以下のとおり酸素濃度について評価する。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>10 人</u> ・中央制御室バウンダリ内体積 <u>17,000[m³]</u> ・外気流入はないものとして評価する。 ・初期酸素濃度 20.95% (空気調和・衛生工学便覧) ・酸素消費量 <u>1.092[l/min]</u> (空気調和・衛生工学便覧) 	時間	5 時間	10 時間	18 時間	二酸化炭素濃度 [%]	0.04	0.05	0.07	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 設備の相違による影響評価対象施設, 入力データの相違
時間	6 時間	12 時間	24 時間																										
二酸化炭素濃度 [%]	0.07	0.11	0.19																										
時間	12 時間	24 時間	48 時間	51.7 時間																									
炭酸ガス濃度	0.26%	0.48%	0.93%	1.00%																									
時間	5 時間	10 時間	18 時間																										
二酸化炭素濃度 [%]	0.04	0.05	0.07																										

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
<p>・許容酸素濃度 <u>18%以上</u> (酸素欠乏症等防止規則(昭和47年労働省令第42号,最終改正平成15年12月19日厚生労働省令第175号))</p> <p>・評価期間は,各火災の燃焼継続時間を考慮し <u>24時間</u>とする。</p> <p>b. 評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> 中央制御室の初期酸素量 $3067.08[m^3] = 14640[m^3] \times 20.95[\%]$ 24時間後の酸素濃度 <u>20.7%]</u> $= (3067.08[m^3] - 1.25[l/min/人] \times 10^{-3}[m^3/l] \times 20[人] \times 60[min/h] \times 24[h]) / 14640[m^3] \times 100$ <p>上記評価条件から求めた酸素濃度は,以下のとおりであり,24時間程度外気取入れを遮断したままでも,運転員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>第3.3.1-2表 酸素濃度の時間変化</p> <table border="1" data-bbox="160 1243 914 1310"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>6時間</th> <th>12時間</th> <th>24時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>酸素濃度[%]</td> <td>20.8</td> <td>20.8</td> <td>20.7</td> </tr> </tbody> </table>	時間	6時間	12時間	24時間	酸素濃度[%]	20.8	20.8	20.7	<p>・許容酸素濃度 <u>19.0%以上</u>^{*3}</p> <p>※1 空気調和・衛生工学便覧 第14版 3空気調和設備編</p> <p>※2 子機には肺胞から蒸発した水蒸気が加わっており,吸気と等容積ではないため,酸素消費量を計算するには,乾燥空気換算(%)を使用する。</p> <p>※3 鉱山保安法施行規則</p> <p>b. 評価結果</p> <p>評価条件から求めた酸素濃度は,第3.4-1表,第3.4-1図のとおりであり,外気取入れを遮断しても約73時間まで中央制御室内に滞在可能である。</p> <p>敷地内で発生する火災の最長燃焼継続時間(主要変圧器約7時間)に対して,余裕があり運転員の作業環境に影響を及ぼすことはない。</p> <p>第3.4-1表 中央制御室換気系閉回路循環運転時の酸素濃度</p> <table border="1" data-bbox="949 1243 1703 1352"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>12時間</th> <th>24時間</th> <th>48時間</th> <th>73時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>酸素濃度</td> <td>20.6%</td> <td>20.3%</td> <td>19.6%</td> <td>19.0%</td> </tr> </tbody> </table>  <p>第3.4-1図 中央制御室換気系閉回路循環運転時の酸素濃度</p>	時間	12時間	24時間	48時間	73時間	酸素濃度	20.6%	20.3%	19.6%	19.0%	<p>・許容酸素濃度 <u>19[%]</u> (鉱山保安法施行規則)</p> <p>・評価期間は,各火災の燃焼継続時間を考慮し <u>18時間</u>とする。</p> <p>b. 評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> 中央制御室の初期酸素量 $3562.5[m^3] = 17000[m^3] \times 20.95[\%]$ 18時間後の酸素濃度 <u>20.89%]</u> $= (3562.5[m^3] - 1.092[l/min/人] \times 10^{-3}[m^3/l] \times 10[人] \times 60[min/h] \times 18[h]) / 17000[m^3] \times 100$ <p>上記評価条件から求めた酸素濃度は,以下のとおりであり,18時間外気取入れを遮断したままでも,運転員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>第3.3.1-2表 酸素濃度の時間変化</p> <table border="1" data-bbox="1739 1243 2493 1310"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>5時間</th> <th>10時間</th> <th>18時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>酸素濃度[%]</td> <td>20.94</td> <td>20.92</td> <td>20.89</td> </tr> </tbody> </table>	時間	5時間	10時間	18時間	酸素濃度[%]	20.94	20.92	20.89	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 限られた環境下(鉱山内)における労働環境を規定する「鉱山保安法施行規則」を適用</p>
時間	6時間	12時間	24時間																										
酸素濃度[%]	20.8	20.8	20.7																										
時間	12時間	24時間	48時間	73時間																									
酸素濃度	20.6%	20.3%	19.6%	19.0%																									
時間	5時間	10時間	18時間																										
酸素濃度[%]	20.94	20.92	20.89																										

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.3.2 中央制御室に対する有毒ガス影響評価</p> <p>(1) 評価の概要</p> <p>発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備からの火災、及び航空機落下位置での火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガスの最大濃度を判断基準と比較することで、有毒ガスに対する中央制御室居住性の影響評価を実施する。</p> <p>本評価では、石油コンビナートの防災アセスメント指針での判断基準と同様に、米国国立労働安全衛生研究所が定める IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) を採用する。このIDLH は、30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。</p> <p>(2) 評価対象物質及び固定設備</p> <p>発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備として<u>軽油タンク及び変圧器等</u>を評価対象とし、第3.3.2-1表に評価対象施設及び評価対象設備から外気取入口までの距離及び火災燃焼面積を示す。また、火災によって発生する物質のうち、IDLH 対象物質である一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO₂)及び<u>二酸化硫黄(SO₂)</u>、二酸化窒素(NO₂)を評価対象物質とする。<u>軽油タンク</u>、<u>変圧器</u>、<u>航空機落下位置及び外気取入口の位置関係</u>を第3.3.2-1図に示す。</p>	<p>(3) 有毒ガス</p> <p>中央制御室換気系給気口の風上で発生し、給気口を直接臨むことができる火災源を対象とし、<u>中央制御室換気系給気口位置における有毒ガス濃度の評価</u>を実施した。</p>	<p>3.3.2 中央制御室に対する有毒ガス影響評価</p> <p>(1) 評価の概要</p> <p>発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い施設からの火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガスの最大濃度を判断基準と比較することで、<u>有毒ガスに対する中央制御室居住性の影響評価</u>を実施する。</p> <p>本評価では、石油コンビナートの防災アセスメント指針での判断基準と同様に、米国国立労働安全衛生研究所が定める IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) を採用する。この IDLH は、30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。</p> <p>(2) 評価対象物質及び固定設備</p> <p>発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備として、<u>航空機及び変圧器</u>を評価対象とし、第3.3.2-1表に評価対象施設、<u>評価対象設備</u>から外気取入口までの距離及び火災燃焼面積を示す。また、火災によって発生する物質のうち、IDLH 対象物質である一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO₂)、<u>二硫化硫黄(SO₂)</u>及び二酸化窒素(NO₂)を評価対象物質とする。変圧器、航空機落下位置及び外気取入口の位置関係を第3.3.2-1図に示す。</p>	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>設備の相違による影響評価対象施設、入力データの相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																				
<p data-bbox="172 254 884 331">第 3.3.2-1 表 評価対象施設と外気取入口までの距離及び 火災面積</p> <table border="1" data-bbox="160 352 902 766"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>離隔距離 x [m]</th> <th>排煙上昇高度 \angleh [m]</th> <th>火災面積 A [m²]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油タンク</td> <td>80</td> <td>18.3</td> <td>289</td> </tr> <tr> <td>主変圧器</td> <td>30</td> <td>18.3</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数電 源装置入力変圧器</td> <td>11</td> <td>5.1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>大型民間航空機</td> <td>218</td> <td>18.3</td> <td>605</td> </tr> <tr> <td>小型民間航空機</td> <td>134</td> <td>18.3</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>大型軍用航空機</td> <td>133</td> <td>18.3</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>小型軍用航空機</td> <td>109</td> <td>18.3</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>航空機墜落による火 災と重畳火災の可能 性がある6号炉軽油タ ンク</td> <td>111</td> <td>18.3</td> <td>583</td> </tr> </tbody> </table>  <p data-bbox="172 1470 884 1547">第 3.3.2-1 図 軽油タンク、航空機落下、変圧器及び外気 取入口の位置関係</p>	火災発生場所	離隔距離 x [m]	排煙上昇高度 \angle h [m]	火災面積 A [m ²]	軽油タンク	80	18.3	289	主変圧器	30	18.3	150	原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数電 源装置入力変圧器	11	5.1	9	大型民間航空機	218	18.3	605	小型民間航空機	134	18.3	27	大型軍用航空機	133	18.3	280	小型軍用航空機	109	18.3	12	航空機墜落による火 災と重畳火災の可能 性がある6号炉軽油タ ンク	111	18.3	583		<p data-bbox="1774 254 2463 331">第 3.3.2-1 表 評価対象設備と外気取入口までの距離及び 火災面積</p> <table border="1" data-bbox="1745 352 2487 489"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>離隔距離 x [m]</th> <th>排煙上昇高度 \angleh [m]</th> <th>火災面積 A [m²]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主変圧器</td> <td>81</td> <td>20.4</td> <td>35.7</td> </tr> <tr> <td>民間航空機</td> <td>143</td> <td>14.7</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>軍用機</td> <td>73</td> <td>14.7</td> <td>44.6</td> </tr> </tbody> </table>  <p data-bbox="1751 1152 2481 1184">第 3.3.2-1 図 航空機墜落、変圧器及び外気取入口の位置関係</p>	火災発生場所	離隔距離 x [m]	排煙上昇高度 \angle h [m]	火災面積 A [m ²]	主変圧器	81	20.4	35.7	民間航空機	143	14.7	700	軍用機	73	14.7	44.6	
火災発生場所	離隔距離 x [m]	排煙上昇高度 \angle h [m]	火災面積 A [m ²]																																																				
軽油タンク	80	18.3	289																																																				
主変圧器	30	18.3	150																																																				
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数電 源装置入力変圧器	11	5.1	9																																																				
大型民間航空機	218	18.3	605																																																				
小型民間航空機	134	18.3	27																																																				
大型軍用航空機	133	18.3	280																																																				
小型軍用航空機	109	18.3	12																																																				
航空機墜落による火 災と重畳火災の可能 性がある6号炉軽油タ ンク	111	18.3	583																																																				
火災発生場所	離隔距離 x [m]	排煙上昇高度 \angle h [m]	火災面積 A [m ²]																																																				
主変圧器	81	20.4	35.7																																																				
民間航空機	143	14.7	700																																																				
軍用機	73	14.7	44.6																																																				

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 評価方法</p> <p>火災時の有毒ガスの発生率，外気取入口に有毒ガスが到達する風速及び大気拡散を考慮し，中央制御室外気取入口における有毒ガスの最大濃度を評価し，判断基準である IDLH と比較する。第 3.3.2-2 図に有毒ガス影響評価フローを示す。</p> <div data-bbox="163 535 914 940" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[火災発生時の有毒ガス発生率 Qg [Nm³/s]の算出] --> B[熱浮力による上昇気流（排熱フラックス）から， 外気取入口に有毒ガスが到達する風速 u[m/s]の算出] B --> C[風速 u[m/s]から拡散幅が最小となる（濃度が最大となる） 大気安定度を決定し，拡散幅を算出] C --> D[大気拡散を考慮し，外気取入口での濃度を算出] D --> E[IDLHと比較し影響の有無の判断] </pre> </div> <p>第 3.3.2-2 図 有毒ガス影響評価フロー</p> <p>a. 火災時の有毒ガスの発生率</p> <p>火災時に発生する有毒ガス発生率は，燃料の元素組成に基づき，燃料1kg当たりの各有毒ガスの発生率に燃料消費速度を乗じて算出する。評価対象ガスの発生率 Q_F [Nm³/s]は，次式を用いて計算する。計算結果を第 3.3.2-4 表にまとめる。</p> $Q_F = Q_F' \times M$ <p>ここで，</p> <p>Q_F' : 燃料 1 k g 当たりのガスの発生率 [Nm³/kg]</p> <p>M : 燃料消費速度 [kg/s]</p> <p>ただし，$M = \rho \times A \times V$</p> <p>$V$: 液面降下速度 [m/s] A : 火災面積 [m²]</p> <p>ρ : 燃料密度 [kg/m³]</p>	<p>a. 評価手法</p> <p><u>火災源から放出された有毒ガスは中央制御室換気系給気口に向う風によって，風下直線方向に拡散していくものとして，Briggs の排煙上昇過程式により求めた評価対象ガスの風速と，有風時プルーム式を用いて，中央制御室換気系給気口の空気中に含まれる有毒ガス濃度を評価する。評価手法の概要を第 3.4-3 図に示す。</u></p>	<p>(3) 評価方法</p> <p>火災時の有毒ガスの発生率，外気取入口に有毒ガスが到達する風速及び大気拡散を考慮し，中央制御室外気取入口における有毒ガスの最大濃度を評価し，判断基準である IDLH と比較する。第 3.3.2-2 図に有毒ガス影響評価フローを示す。</p> <div data-bbox="1745 525 2496 949" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[火災発生時の有毒ガス発生率 Qg [Nm³/s]の算出] --> B[熱浮力による上昇気流（排熱フラックス）から， 外気取入口に有毒ガスが到達する風速 u[m/s]を算出] B --> C[風速 u[m/s]から拡散幅が最小となる（濃度が最大となる） 大気安定度を決定し，拡散幅を算出] C --> D[大気拡散を考慮した，中央制御室外気取入口での濃度を算出] D --> E[IDLHと比較し，影響の有無を判断] </pre> </div> <p>第 3.3.2-2 図 有毒ガス影響評価フロー</p> <p>a. 火災時の有毒ガスの発生率</p> <p>火災時に発生する有毒ガス発生率は，燃料の元素組成に基づき，燃料 1 kg 当たりの各有毒ガスの発生率に燃料消費速度を乗じて算出する。評価対象ガスの発生率 Q_F [Nm³/s]は，次式を用いて計算する。計算結果を第 3.3.2-4 表にまとめる。</p> $Q_F = Q_F' \times M$ <p>ここで，</p> <p>Q_F' : 燃料 1 kg 当たりのガス発生率 [Nm³/kg]</p> <p>M : 燃料消費速度 [kg/s]</p> <p>ただし，$M = \rho \times A \times V$</p> <p>$V$: 液面降下速度 [m/s]</p> <p>A : 火災面積 [m²]</p> <p>ρ : 燃料密度 [kg/m³]</p>	

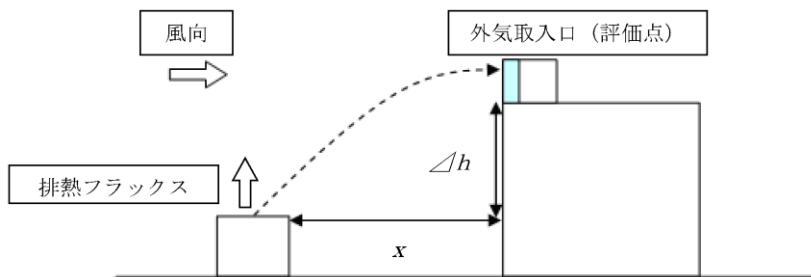
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																														
<p style="text-align: center;">第 3.3.2-2 表 有毒ガス発生率</p> <table border="1" data-bbox="157 304 905 430"> <thead> <tr> <th rowspan="2">火災発生場所</th> <th colspan="4">Q_F'</th> </tr> <tr> <th>CO</th> <th>CO₂</th> <th>SO₂</th> <th>NO₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油タンク・変圧器</td> <td>2.6×10⁻² ※1</td> <td>1.5×10⁰ ※1</td> <td>1.1×10⁻³ ※1</td> <td>5.3×10⁻⁴ ※1</td> </tr> <tr> <td>航空機</td> <td>6.1×10⁻¹ ※2</td> <td>1.8×10⁰ ※3</td> <td>4.2×10⁻¹ ※2</td> <td>2.8×10⁻³ ※2</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: Smoke Plume Trajectory from In Situ Burning of Crude Oil in Alaska より, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準状態体積に換算 ※2: Air Quality Procedures For Civilian Airports & Air Force Bases より, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準状態体積に換算 ※3: 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルより, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準状態体積に換算</p> <p style="text-align: center;">第 3.3.2-3 表 燃料消費速度算出時の入力値</p> <table border="1" data-bbox="157 798 884 924"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>液面降下速度[m/s]</th> <th>燃料密度[kg/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油タンク・変圧器</td> <td>5.5×10⁻⁵ ※1</td> <td>875 ※2</td> </tr> <tr> <td>民間航空機</td> <td>6.66×10⁻⁵ ※3</td> <td>810 ※3</td> </tr> <tr> <td>軍用航空機</td> <td>6.71×10⁻⁵ ※3</td> <td>760 ※3</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: 石油コンビナートの防災アセスメント指針 消防庁特殊災害室 平成 13 年 3 月 ※2: 揮発油等の品質の確保等に関する法律 (昭和五十一年十一月二十五日法律第八十八号)「第二条第八項」 ※3: NUREG-1805 より</p> <p>燃料 1kg 当たりのガスの発生率は、各文献に掲載されている単位重量当たりのガス発生率を単位換算することにより求めている。ただし、単位重量当たりのガス発生率は幅をもった値ではないため、保守性の観点からガス発生率が最大となる燃料を選定している。</p> <p><u>変圧器の場合、絶縁油は重油及び軽油同様に鉱物油を原料として精製されていることから、より高いガス発生率となる軽油の数値を用いている。また、航空機の場合、燃料は JP-8 を選定し、燃料 1kg 当たりのガス発生率が最大となるようにしている。</u></p>	火災発生場所	Q _F '				CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂	軽油タンク・変圧器	2.6×10 ⁻² ※1	1.5×10 ⁰ ※1	1.1×10 ⁻³ ※1	5.3×10 ⁻⁴ ※1	航空機	6.1×10 ⁻¹ ※2	1.8×10 ⁰ ※3	4.2×10 ⁻¹ ※2	2.8×10 ⁻³ ※2	火災発生場所	液面降下速度[m/s]	燃料密度[kg/m ³]	軽油タンク・変圧器	5.5×10 ⁻⁵ ※1	875 ※2	民間航空機	6.66×10 ⁻⁵ ※3	810 ※3	軍用航空機	6.71×10 ⁻⁵ ※3	760 ※3		<p style="text-align: center;">第 3.3.2-2 表 有毒ガス発生率</p> <table border="1" data-bbox="1736 294 2478 420"> <thead> <tr> <th rowspan="2">火災発生場所</th> <th colspan="4">Q_F'</th> </tr> <tr> <th>CO</th> <th>CO₂</th> <th>SO₂</th> <th>NO₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主変圧器</td> <td>2.4×10⁻² ※2</td> <td>1.5×10⁰ ※2</td> <td>1.1×10⁻³ ※2</td> <td>4.9×10⁻⁴ ※1</td> </tr> <tr> <td>航空機</td> <td>2.4×10⁻² ※2</td> <td>1.7×10⁰ ※3</td> <td>2.1×10⁻³ ※4</td> <td>1.3×10⁻³ ※4</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: Smoke Plume Trajectory from In Situ Burning of Crude Oil in Alaska より、燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準体積に換算 ※2: John L. Ross, Ronald J. Ferek, and Peter V. Hobbs, 「Particle and Gas Emissions from an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean」 J. Air & Waste Manage. Assoc. 46:251-259 より、燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準体積に換算 ※3: 環境省, 「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」に基づき算出 ※4: 公害研究対策センター, 「窒素酸化物総量規制マニュアル (新版)」に基づき算出</p> <p style="text-align: center;">第 3.3.2-3 表 燃料消費速度算出時の入力値</p> <table border="1" data-bbox="1736 798 2478 924"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>液面降下速度[m/s]</th> <th>燃料密度[kg/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主変圧器</td> <td>3.5×10⁻⁵</td> <td>1000 ※1</td> </tr> <tr> <td>民間航空機</td> <td>4.64×10⁻⁵</td> <td>840 ※2</td> </tr> <tr> <td>軍用機</td> <td>6.71×10⁻⁵</td> <td>760 ※1</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: NUREG-1805 より ※2: JIS - K - 2209 - 1991 より</p> <p>燃料 1kg 当たりのガスの発生率は、各文献に掲載されている単位重量当たりのガス発生率を単位換算することにより求めている。ただし、単位重量当たりのガス発生率は幅をもった値ではないため、保守性の観点からガス発生率が最大となる燃料を選定している。</p>	火災発生場所	Q _F '				CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂	主変圧器	2.4×10 ⁻² ※2	1.5×10 ⁰ ※2	1.1×10 ⁻³ ※2	4.9×10 ⁻⁴ ※1	航空機	2.4×10 ⁻² ※2	1.7×10 ⁰ ※3	2.1×10 ⁻³ ※4	1.3×10 ⁻³ ※4	火災発生場所	液面降下速度[m/s]	燃料密度[kg/m ³]	主変圧器	3.5×10 ⁻⁵	1000 ※1	民間航空機	4.64×10 ⁻⁵	840 ※2	軍用機	6.71×10 ⁻⁵	760 ※1	<p>・条件の相違 【柏崎 6/7】 設備の相違による影響評価対象施設, 入力データの相違</p>
火災発生場所		Q _F '																																																															
	CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂																																																													
軽油タンク・変圧器	2.6×10 ⁻² ※1	1.5×10 ⁰ ※1	1.1×10 ⁻³ ※1	5.3×10 ⁻⁴ ※1																																																													
航空機	6.1×10 ⁻¹ ※2	1.8×10 ⁰ ※3	4.2×10 ⁻¹ ※2	2.8×10 ⁻³ ※2																																																													
火災発生場所	液面降下速度[m/s]	燃料密度[kg/m ³]																																																															
軽油タンク・変圧器	5.5×10 ⁻⁵ ※1	875 ※2																																																															
民間航空機	6.66×10 ⁻⁵ ※3	810 ※3																																																															
軍用航空機	6.71×10 ⁻⁵ ※3	760 ※3																																																															
火災発生場所	Q _F '																																																																
	CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂																																																													
主変圧器	2.4×10 ⁻² ※2	1.5×10 ⁰ ※2	1.1×10 ⁻³ ※2	4.9×10 ⁻⁴ ※1																																																													
航空機	2.4×10 ⁻² ※2	1.7×10 ⁰ ※3	2.1×10 ⁻³ ※4	1.3×10 ⁻³ ※4																																																													
火災発生場所	液面降下速度[m/s]	燃料密度[kg/m ³]																																																															
主変圧器	3.5×10 ⁻⁵	1000 ※1																																																															
民間航空機	4.64×10 ⁻⁵	840 ※2																																																															
軍用機	6.71×10 ⁻⁵	760 ※1																																																															

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																									
<p>第 3.3.2-4 表 評価対象ガスの発生率の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="157 310 905 760"> <thead> <tr> <th rowspan="2">火災発生場所</th> <th colspan="4">評価対象ガスの発生率 Q_g [Nm³/s]</th> </tr> <tr> <th>CO</th> <th>CO₂</th> <th>SO₂</th> <th>NO₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油タンク</td> <td>3.6×10^{-1}</td> <td>2.2×10^1</td> <td>1.6×10^{-2}</td> <td>7.5×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>主変圧器</td> <td>1.9×10^{-1}</td> <td>1.1×10^1</td> <td>8.3×10^{-3}</td> <td>3.8×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器</td> <td>1.1×10^{-2}</td> <td>6.8×10^{-1}</td> <td>5.0×10^{-4}</td> <td>2.3×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>大型民間航空機</td> <td>2.0×10^1</td> <td>6.0×10^1</td> <td>1.3×10^{-2}</td> <td>9.1×10^{-2}</td> </tr> <tr> <td>小型民間航空機</td> <td>8.9×10^{-1}</td> <td>2.6×10^0</td> <td>6.2×10^{-4}</td> <td>4.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>大型軍用航空機</td> <td>8.8×10^0</td> <td>2.6×10^1</td> <td>6.1×10^{-3}</td> <td>4.0×10^{-2}</td> </tr> <tr> <td>小型軍用航空機</td> <td>3.7×10^{-1}</td> <td>1.1×10^0</td> <td>2.6×10^{-4}</td> <td>1.7×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>航空機墜落による火災と重量火災の可能性がある 6 号炉軽油タンク</td> <td>7.4×10^{-1}</td> <td>4.4×10^1</td> <td>3.2×10^{-2}</td> <td>1.5×10^{-2}</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. 外気取入口に有毒ガスが到達する風速 火災によって発生する有毒ガスは燃焼によって高温となり熱浮力によって上昇する。したがって、以下の Briggs 式 (排煙上昇過程式) を用いて、有毒ガス発生源と外気取入口との距離と高度差から、外気取入口に有毒ガスが到達する風速 u [m/s] を求める。風速と熱浮力の関係を第 3.3.2-2 図に示し、風速の計算結果を第 3.3.2-6 表にまとめる。</p> $u = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta h^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$ <p>ここで、 Δh : 排煙上昇高度 [m] = 火災発生源と外気取入口の高度差 F : 排熱フラックス [m⁴/s³] = $0.037 \cdot Q_H$ Q_H : 排出熱量 [kcal/s]</p> <p>ただし、$Q_H = q / (\rho / 1000) \times M$ q : 発熱量 [kcal/l] ※ M : 燃料消費速度 [kg/s] ρ : 燃料密度 [kg/m³] x : 離隔距離 [m]</p>	火災発生場所	評価対象ガスの発生率 Q_g [Nm ³ /s]				CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂	軽油タンク	3.6×10^{-1}	2.2×10^1	1.6×10^{-2}	7.5×10^{-3}	主変圧器	1.9×10^{-1}	1.1×10^1	8.3×10^{-3}	3.8×10^{-3}	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	1.1×10^{-2}	6.8×10^{-1}	5.0×10^{-4}	2.3×10^{-4}	大型民間航空機	2.0×10^1	6.0×10^1	1.3×10^{-2}	9.1×10^{-2}	小型民間航空機	8.9×10^{-1}	2.6×10^0	6.2×10^{-4}	4.0×10^{-3}	大型軍用航空機	8.8×10^0	2.6×10^1	6.1×10^{-3}	4.0×10^{-2}	小型軍用航空機	3.7×10^{-1}	1.1×10^0	2.6×10^{-4}	1.7×10^{-3}	航空機墜落による火災と重量火災の可能性がある 6 号炉軽油タンク	7.4×10^{-1}	4.4×10^1	3.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}		<p>第 3.3.2-4 表 評価対象ガスの発生率の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="1736 298 2496 462"> <thead> <tr> <th rowspan="2">火災発生場所</th> <th colspan="4">評価対象ガスの発生率 Q_g [Nm³/s]</th> </tr> <tr> <th>CO</th> <th>CO₂</th> <th>SO₂</th> <th>NO₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主変圧器</td> <td>3.0×10^{-2}</td> <td>1.8×10^0</td> <td>1.4×10^{-3}</td> <td>6.2×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>民間航空機</td> <td>6.6×10^{-1}</td> <td>4.6×10^1</td> <td>5.8×10^{-2}</td> <td>3.4×10^{-2}</td> </tr> <tr> <td>軍用機</td> <td>5.5×10^{-2}</td> <td>3.8×10^0</td> <td>4.8×10^{-3}</td> <td>2.8×10^{-3}</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. 外気取入口に有毒ガスが到達する風速 火災によって発生する有毒ガスは燃焼によって高温となり熱浮力によって上昇する。したがって、以下の Briggs 式 (排煙上昇過程式) を用いて、有毒ガス発生源と外気取入口との距離と高度差から、外気取入口に有毒ガスが到達する風速 u [m/s] を求める。風速と熱浮力の関係を第 3.3.2-3 図に示し、風速の計算結果を第 3.3.2-6 表にまとめる。</p> <p>(Briggs の排煙上昇過程式)</p> $\Delta h = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot u^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$ $u = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta h^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$ <p>Δh : 排煙上昇高度 (m) = 火災発生源と外気取入口の高度差 F : 排熱フラックス (m⁴/s³) = $0.037 \cdot Q_H$ Q_H : 排出熱量 (kcal/s) u : 風速 (m/s) x : 風下距離 (m)</p> <p>ただし、$Q_H = q / (\rho / 1000) \times M$ q : 発熱量 [kcal/l] ※ M : 燃料消費速度 [kg/s] ρ : 燃料密度 [kg/m³]</p>	火災発生場所	評価対象ガスの発生率 Q_g [Nm ³ /s]				CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂	主変圧器	3.0×10^{-2}	1.8×10^0	1.4×10^{-3}	6.2×10^{-4}	民間航空機	6.6×10^{-1}	4.6×10^1	5.8×10^{-2}	3.4×10^{-2}	軍用機	5.5×10^{-2}	3.8×10^0	4.8×10^{-3}	2.8×10^{-3}	
火災発生場所		評価対象ガスの発生率 Q_g [Nm ³ /s]																																																																										
	CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂																																																																								
軽油タンク	3.6×10^{-1}	2.2×10^1	1.6×10^{-2}	7.5×10^{-3}																																																																								
主変圧器	1.9×10^{-1}	1.1×10^1	8.3×10^{-3}	3.8×10^{-3}																																																																								
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	1.1×10^{-2}	6.8×10^{-1}	5.0×10^{-4}	2.3×10^{-4}																																																																								
大型民間航空機	2.0×10^1	6.0×10^1	1.3×10^{-2}	9.1×10^{-2}																																																																								
小型民間航空機	8.9×10^{-1}	2.6×10^0	6.2×10^{-4}	4.0×10^{-3}																																																																								
大型軍用航空機	8.8×10^0	2.6×10^1	6.1×10^{-3}	4.0×10^{-2}																																																																								
小型軍用航空機	3.7×10^{-1}	1.1×10^0	2.6×10^{-4}	1.7×10^{-3}																																																																								
航空機墜落による火災と重量火災の可能性がある 6 号炉軽油タンク	7.4×10^{-1}	4.4×10^1	3.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}																																																																								
火災発生場所	評価対象ガスの発生率 Q_g [Nm ³ /s]																																																																											
	CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂																																																																								
主変圧器	3.0×10^{-2}	1.8×10^0	1.4×10^{-3}	6.2×10^{-4}																																																																								
民間航空機	6.6×10^{-1}	4.6×10^1	5.8×10^{-2}	3.4×10^{-2}																																																																								
軍用機	5.5×10^{-2}	3.8×10^0	4.8×10^{-3}	2.8×10^{-3}																																																																								

※：2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について（経済産業省資源エネルギー庁 平成19年5月）

第3.3.2-5表 燃料の発熱量

火災発生場所	q 発熱量[kcal/l]
軽油タンク及び変圧器	9004 kcal/l (37.7 MJ/l)
航空機	8765 kcal/l (36.7 MJ/l)



第3.3.2-2図 風速と熱浮力の関係（イメージ）

なお、Briggsの排煙上昇過程式の適用条件※は、以下のとおり。

$$x \leq x^*$$

$$x^* = 2.16F^{2/5} \cdot \Delta h^{3/5}$$

ここで

x：離隔距離[m]

x*：浮力の効果が薄れて大気乱流による拡散効果が支配的になり始める距離[m]

F：排熱フラックス[m⁴/s³]

Δh：排煙上昇高度[m] (Δh < 305m)

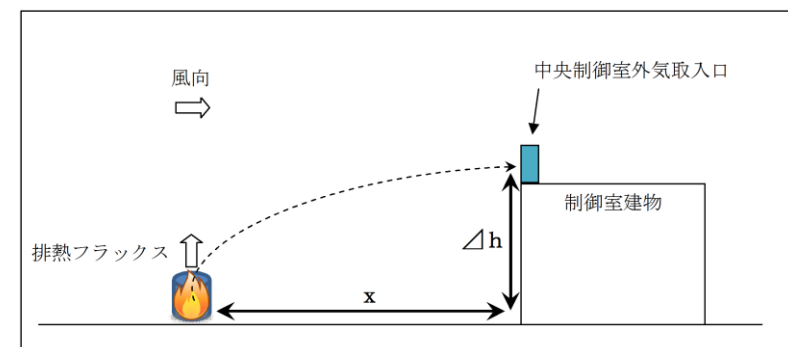
火災源ごとに x* を求め、上記条件を満たしていることを確認しており、Briggsの排煙上昇過程式を用いて排煙高さが外気取入口高さと同じになる風速を求めることは妥当である。

※：G. A. Briggs, “Plume Rise”, U. S. Atomic Energy Commission, 1969

※：2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について（経済産業省資源エネルギー庁 平成19年5月）

第3.3.2-5表 燃料の発熱量

火災発生場所	q 発熱量[kcal/l]
主変圧器	9338kcal/l (39.1MJ/l)
航空機	8765kcal/l (36.7MJ/l)



第3.3.2-3図 風速と熱浮力の関係（イメージ）

なお、Briggsの排煙上昇過程式の適用条件※は以下のとおり。

$$x \leq x^*$$

$$x^* = 2.16F^{2/5} \cdot \Delta h^{3/5}$$

x：風下距離[m]

x*：浮力の効果が薄れて大気乱流による拡散効果が支配的になり始める距離[m]

F：排熱フラックス[m⁴/s³]

Δh：排煙上昇高度[m] (Δh < 305m)

火災源ごとに x* を求め、上記条件を満たしていることを確認しており、Briggsの排煙上昇過程式を用いて排煙高さが外気取入口高さと同じになる風速を求めることは妥当である。

※：G. A. Briggs, “Plume Rise”, U. S. Atomic Energy Commission, 1969

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
<p data-bbox="338 254 736 285">第 3.3.2-6 表 風速の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="210 296 851 867"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>風速 u[m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油タンク</td> <td>28.2</td> </tr> <tr> <td>主変圧器</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器</td> <td>8.4</td> </tr> <tr> <td>大型民間航空機</td> <td>77.5</td> </tr> <tr> <td>小型民間航空機</td> <td>19.3</td> </tr> <tr> <td>大型軍用航空機</td> <td>43.4</td> </tr> <tr> <td>小型軍用航空機</td> <td>12.8</td> </tr> <tr> <td>航空機墜落による火災と重畳火災の可能性のある6号炉軽油タンク</td> <td>44.3</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="290 926 914 1587"> c. 火災によって発生する有毒ガスの大気拡散 外気取入口に到達する有毒ガスの濃度は、大気拡散を考慮しガウスプルームモデルの拡散式を用いて評価する。 火災地点から放出された有毒ガスは、中央制御室の外気取入口の方向に向かう風によって、風下直線方向に拡散していくものとし、先に求めた評価対象ガスの発生率及び外気取入口に有毒ガスが到達する風速と、以下に示すガウスプルームモデルの拡散式を用いて、外気取入口の空気中に含まれる有毒ガスの濃度を計算する。なお、外気取入口での空気中の濃度は、下記数式の放出点の高さ H と評価点の高さ Z において $H=Z=0, Y=0$ として中心軸上最大濃度を計算する。計算結果を第 3.3.2-9 表にまとめる。 </p>	火災発生場所	風速 u[m/s]	軽油タンク	28.2	主変圧器	12.0	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	8.4	大型民間航空機	77.5	小型民間航空機	19.3	大型軍用航空機	43.4	小型軍用航空機	12.8	航空機墜落による火災と重畳火災の可能性のある6号炉軽油タンク	44.3		<p data-bbox="1932 254 2306 285">第 3.3.2-6 表 風速の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="1745 306 2496 453"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>風速 u[m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主変圧器</td> <td>11.1</td> </tr> <tr> <td>民間航空機</td> <td>65.3</td> </tr> <tr> <td>軍用機</td> <td>18.9</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1798 926 2504 1497"> c. 火災によって発生する有毒ガスの大気拡散 外気取入口に到達する有毒ガスの濃度は、大気拡散を考慮しガウスプルームモデルの拡散式を用いて評価する。 火災地点から放出された有毒ガスは、中央制御室の外気取入口の方向に向かう風によって、風下直線方向に拡散していくものとし、先に求めた評価対象ガスの発生率及び外気取入口に有毒ガスが到達する風速と、以下に示すガウスプルームモデルの拡散式を用いて、外気取入口の空気中に含まれる有毒ガスの濃度を計算する。なお、外気取入口での空気中の濃度は、下記数式の放出点の高さ H と評価点の高さ Z において $H=Z=0, Y=0$ として中心軸上最大濃度を計算する。計算結果を第 3.3.2-9 表にまとめる。 </p>	火災発生場所	風速 u[m/s]	主変圧器	11.1	民間航空機	65.3	軍用機	18.9	
火災発生場所	風速 u[m/s]																												
軽油タンク	28.2																												
主変圧器	12.0																												
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	8.4																												
大型民間航空機	77.5																												
小型民間航空機	19.3																												
大型軍用航空機	43.4																												
小型軍用航空機	12.8																												
航空機墜落による火災と重畳火災の可能性のある6号炉軽油タンク	44.3																												
火災発生場所	風速 u[m/s]																												
主変圧器	11.1																												
民間航空機	65.3																												
軍用機	18.9																												

$$\chi(X, Y, Z) = \frac{Q_F}{2\pi u \sigma_Y \sigma_Z} \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_Y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] \right\}$$

ここで、

$\chi(X, Y, Z)$: 評価点 (X, Y, Z) の有毒ガスの濃度 [g/m³]

u : 外気取入口に有毒ガスが到達とした場合の風速 [m/s]

σ_Y : 水平方向の拡散幅 [m]

σ_Z : 鉛直方向の拡散幅 [m]

Q_F : 火災によって発生する有毒ガスの発生率 [Nm³/s]

H : 放出源の有効高さ [m]

$$\sigma_Y = 0.67775 \theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x, \quad \sigma_Z = \sigma_1 \cdot x^{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2}$$

ただし、 x の単位は km とし x が0.2km以遠の場合、 $\theta_{0.1}$, σ_1 , a_1 , a_2 , a_3 は以下のとおり。

第 3.3.2-7 表 大気安定度と入力値 (離隔距離が 0.2km 以遠)

大気安定度	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1	a_2	a_3
A	50	768.1	3.9077	3.898	1.7330
B	40	122.0	1.4132	0.49523	0.12772
C	30	58.1	0.8916	-0.001649	0.0
D	20	31.7	0.7626	-0.095108	0.0
E	15	22.2	0.7117	-0.12697	0.0
F	10	13.8	0.6582	-0.1227	0.0

x が0.2km未満の場合は、 $\theta_{0.1}$, σ_1 , a_1 は以下のとおり。ただし、 a_2 , a_3 は0とする。

第 3.3.2-8 表 大気安定度と入力値 (離隔距離が 0.2km 未満)

大気安定度	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1
A	50	165	1.07
B	40	83.7	0.894
C	30	58	0.891
D	20	33	0.854
E	15	24.4	0.854
F	10	15.5	0.822

大気安定度は、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針に記載のとおり、風速の範囲と日射や夜間の放熱の大小によって A-G に区分されるものであり、大気安定度 A

(有風時ブルーム式)

$$\chi(X, Y, Z) = \frac{Q_F}{2\pi u \sigma_Y \sigma_Z} \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_Y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] \right\}$$

$\chi(X, Y, Z)$: 有毒物質の濃度

u : 外気取入口に有毒ガスが到達とした場合の風速 (m/s)

σ_Y : 建物及び地形の起伏のない平地での
y 方向 (水平方向) の濃度の拡がりのパラメータ (m)

σ_Z : 建物及び地形の起伏のない平地での
z 方向 (鉛直方向) の濃度の拡がりのパラメータ (m)

Q_F : 火災によって発生する有毒ガスの発生率 (Nm³/s)

H : 放出源の有効高さ (m) (= $\angle h$)

$$\sigma_Y = 0.6775 \theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x, \quad \sigma_Z = \sigma_1 \cdot x^{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2}$$

ただし、 x の単位は km とし、 x が0.2km以遠の場合、 $\theta_{0.1}$, σ_1 , a_1 , a_2 , a_3 は以下のとおり。

第 3.3.2-7 表 大気安定度と入力値 (離隔距離が 0.2km 以遠)

大気安定度	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1	a_2	a_3
A	50	768.1	3.9077	3.898	1.7330
B	40	122.0	1.4132	0.49523	0.12772
C	30	58.1	0.8916	-0.001649	0.0
D	20	31.7	0.7626	-0.095108	0.0
E	15	22.2	0.7117	-0.12697	0.0
F	10	13.8	0.6582	-0.1227	0.0

x が0.2km未満の場合、 $\theta_{0.1}$, σ_1 , a_1 は以下のとおり。ただし、 a_2 , a_3 は0とする。

第 3.3.2-8 表 大気安定度と入力値 (離隔距離が 0.2km 未満)

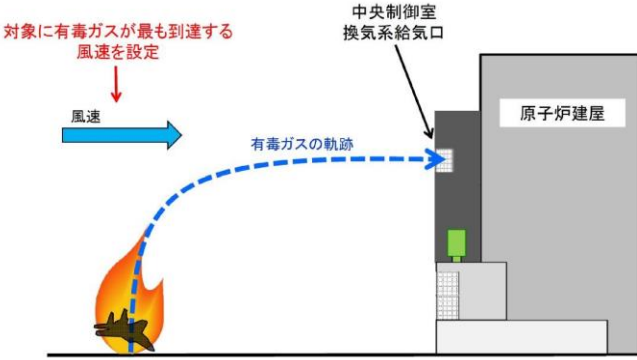
大気安定度	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1
A	50	165	1.07
B	40	83.7	0.894
C	30	58	0.891
D	20	33	0.854
E	15	24.4	0.854
F	10	15.5	0.822

大気安定度は、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針に記載のとおり、風速の範囲と日射や夜間の放熱の大小によって A-F に区分されるものであり、大気安定度 A

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																											
<p>が最も拡散しやすく Gが最も拡散しにくい。本評価では、外気取入口に有毒ガスが到達するとした場合の風速 u[m/s] の中で、拡散幅が最小となる（濃度が最大となる）より拡散しにくい大気安定度を選択する。風速と大気安定度の関係は以下のとおりであり、本評価では第 3.3.2-10 表に示すとおり風速は 6[m/s] 以上であることから大気安定は C 又は D となり、より拡散しにくい大気安定度 D で評価を行う。</p> <p>第 3.3.2-9 表 拡散幅の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="157 716 917 1163"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>大気安定度</th> <th>水平方向の拡散幅 σ_y[m]</th> <th>鉛直方向の拡散幅 σ_z[m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>軽油タンク</td><td>D</td><td>6.6</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>主変圧器</td><td>D</td><td>2.7</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器</td><td>D</td><td>1.0</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>大型民間航空機</td><td>D</td><td>17.7</td><td>9.5</td></tr> <tr><td>小型民間航空機</td><td>D</td><td>10.8</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>大型軍用航空機</td><td>D</td><td>11.2</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>小型軍用航空機</td><td>D</td><td>8.9</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>航空機墜落による火災と重畳火災の可能性のある6号炉軽油タンク</td><td>D</td><td>8.9</td><td>5.0</td></tr> </tbody> </table> <p>第 3.3.2-10 表 風速、日射量及び放射収支量による大気安定度</p> <table border="1" data-bbox="157 1346 917 1562"> <thead> <tr> <th rowspan="2">風速 (U) m/s</th> <th colspan="4">日射量 (T) kw/m^2</th> <th colspan="3">放射収支量 (Q) kw/m^2</th> </tr> <tr> <th>$T \geq 0.60$</th> <th>$0.60 > T \geq 0.30$</th> <th>$0.30 > T \geq 0.15$</th> <th>$0.15 > T$</th> <th>$Q \geq -0.020$</th> <th>$-0.020 > Q \geq -0.040$</th> <th>$-0.040 > Q$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>$U < 2$</td><td>A</td><td>A-B</td><td>B</td><td>D</td><td>D</td><td>G</td><td>G</td></tr> <tr><td>$2 \leq U < 3$</td><td>A-B</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td></tr> <tr><td>$3 \leq U < 4$</td><td>B</td><td>B-C</td><td>C</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>E</td></tr> <tr><td>$4 \leq U < 6$</td><td>C</td><td>C-D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td></tr> <tr><td>$6 \leq U$</td><td>C</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td></tr> </tbody> </table>	火災発生場所	大気安定度	水平方向の拡散幅 σ_y [m]	鉛直方向の拡散幅 σ_z [m]	軽油タンク	D	6.6	3.8	主変圧器	D	2.7	1.6	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	D	1.0	0.7	大型民間航空機	D	17.7	9.5	小型民間航空機	D	10.8	6.0	大型軍用航空機	D	11.2	6.2	小型軍用航空機	D	8.9	5.0	航空機墜落による火災と重畳火災の可能性のある6号炉軽油タンク	D	8.9	5.0	風速 (U) m/s	日射量 (T) kw/m^2				放射収支量 (Q) kw/m^2			$T \geq 0.60$	$0.60 > T \geq 0.30$	$0.30 > T \geq 0.15$	$0.15 > T$	$Q \geq -0.020$	$-0.020 > Q \geq -0.040$	$-0.040 > Q$	$U < 2$	A	A-B	B	D	D	G	G	$2 \leq U < 3$	A-B	B	C	D	D	E	F	$3 \leq U < 4$	B	B-C	C	D	D	D	E	$4 \leq U < 6$	C	C-D	D	D	D	D	D	$6 \leq U$	C	D	D	D	D	D	D		<p>が最も拡散しやすく F が最も拡散しにくい。本評価では、外気取入口に有毒ガスが到達するとした場合の風速 u[m/s] の中で、拡散幅が最小となる（濃度が最大となる）より拡散しにくい大気安定度を選択する。風速と大気安定度の関係は以下のとおりであり、本評価では第 3.3.2-10 表に示すとおり風速は 6 [m/s]以上であることから大気安定度は C 又は D となり、より拡散しにくい大気安定度 D で評価を行う。</p> <p>第 3.3.2-9 表 拡散幅の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="1736 701 2496 863"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>大気安定度</th> <th>水平方向の拡散幅 σ_y[m]</th> <th>鉛直方向の拡散幅 σ_z[m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>主変圧器</td><td>D</td><td>6.7</td><td>3.9</td></tr> <tr><td>民間航空機</td><td>D</td><td>11.4</td><td>6.3</td></tr> <tr><td>軍用機</td><td>D</td><td>6.1</td><td>3.6</td></tr> </tbody> </table> <p>第 3.3.2-10 表 風速、日射量及び放射収支量による大気安定度</p> <table border="1" data-bbox="1736 1289 2496 1577"> <thead> <tr> <th rowspan="2">風速 u (m/s)</th> <th colspan="3">日射量 T (kw/m^2)</th> <th colspan="3">放射収支量 Q (kw/m^2)</th> </tr> <tr> <th>$T \geq 0.60$</th> <th>$0.60 > T \geq 0.30$</th> <th>$0.30 > T \geq 0.15$</th> <th>$Q \geq -0.020$</th> <th>$-0.020 > Q \geq -0.040$</th> <th>$-0.040 > Q$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>$u < 2$</td><td>A</td><td>A-B</td><td>B</td><td>D</td><td>D</td><td>—</td></tr> <tr><td>$2 \leq u < 3$</td><td>A-B</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>D</td><td>E</td></tr> <tr><td>$3 \leq u < 4$</td><td>B</td><td>B-C</td><td>C</td><td>D</td><td>D</td><td>E</td></tr> <tr><td>$4 \leq u < 6$</td><td>C</td><td>C-D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td></tr> <tr><td>$6 \leq u$</td><td>C</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td><td>D</td></tr> </tbody> </table>	火災発生場所	大気安定度	水平方向の拡散幅 σ_y [m]	鉛直方向の拡散幅 σ_z [m]	主変圧器	D	6.7	3.9	民間航空機	D	11.4	6.3	軍用機	D	6.1	3.6	風速 u (m/s)	日射量 T (kw/m^2)			放射収支量 Q (kw/m^2)			$T \geq 0.60$	$0.60 > T \geq 0.30$	$0.30 > T \geq 0.15$	$Q \geq -0.020$	$-0.020 > Q \geq -0.040$	$-0.040 > Q$	$u < 2$	A	A-B	B	D	D	—	$2 \leq u < 3$	A-B	B	C	D	D	E	$3 \leq u < 4$	B	B-C	C	D	D	E	$4 \leq u < 6$	C	C-D	D	D	D	D	$6 \leq u$	C	D	D	D	D	D	
火災発生場所	大気安定度	水平方向の拡散幅 σ_y [m]	鉛直方向の拡散幅 σ_z [m]																																																																																																																																																											
軽油タンク	D	6.6	3.8																																																																																																																																																											
主変圧器	D	2.7	1.6																																																																																																																																																											
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	D	1.0	0.7																																																																																																																																																											
大型民間航空機	D	17.7	9.5																																																																																																																																																											
小型民間航空機	D	10.8	6.0																																																																																																																																																											
大型軍用航空機	D	11.2	6.2																																																																																																																																																											
小型軍用航空機	D	8.9	5.0																																																																																																																																																											
航空機墜落による火災と重畳火災の可能性のある6号炉軽油タンク	D	8.9	5.0																																																																																																																																																											
風速 (U) m/s	日射量 (T) kw/m^2				放射収支量 (Q) kw/m^2																																																																																																																																																									
	$T \geq 0.60$	$0.60 > T \geq 0.30$	$0.30 > T \geq 0.15$	$0.15 > T$	$Q \geq -0.020$	$-0.020 > Q \geq -0.040$	$-0.040 > Q$																																																																																																																																																							
$U < 2$	A	A-B	B	D	D	G	G																																																																																																																																																							
$2 \leq U < 3$	A-B	B	C	D	D	E	F																																																																																																																																																							
$3 \leq U < 4$	B	B-C	C	D	D	D	E																																																																																																																																																							
$4 \leq U < 6$	C	C-D	D	D	D	D	D																																																																																																																																																							
$6 \leq U$	C	D	D	D	D	D	D																																																																																																																																																							
火災発生場所	大気安定度	水平方向の拡散幅 σ_y [m]	鉛直方向の拡散幅 σ_z [m]																																																																																																																																																											
主変圧器	D	6.7	3.9																																																																																																																																																											
民間航空機	D	11.4	6.3																																																																																																																																																											
軍用機	D	6.1	3.6																																																																																																																																																											
風速 u (m/s)	日射量 T (kw/m^2)			放射収支量 Q (kw/m^2)																																																																																																																																																										
	$T \geq 0.60$	$0.60 > T \geq 0.30$	$0.30 > T \geq 0.15$	$Q \geq -0.020$	$-0.020 > Q \geq -0.040$	$-0.040 > Q$																																																																																																																																																								
$u < 2$	A	A-B	B	D	D	—																																																																																																																																																								
$2 \leq u < 3$	A-B	B	C	D	D	E																																																																																																																																																								
$3 \leq u < 4$	B	B-C	C	D	D	E																																																																																																																																																								
$4 \leq u < 6$	C	C-D	D	D	D	D																																																																																																																																																								
$6 \leq u$	C	D	D	D	D	D																																																																																																																																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(4) 評価結果</p> <p>中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度を第 3.3.2-11表にまとめる。<u>なお、航空機墜落による火災と軽油タンク火災の重畳については、重畳の可能性のある 6 号炉軽油タンクと小型軍用航空機の濃度を足し合わせるにより求めた。第 3.3.2-11 表より、中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度は、主変圧器にて火災が発生した場合の CO2 及び NO2 を除き、IDLH 以下であることを確認した。</u></p> <p><u>主変圧器の火災では、CO2 濃度及び NO2 濃度が IDLH を超えているが、ここでは、中央制御室外気取入口における有毒ガスの最大濃度を IDLH と比較することにより評価しており、実際には、中央制御室内における有毒ガスの濃度は瞬時に上昇せず、その濃度が徐々に増加する。そこで、中央制御室の居住性に対する影響について、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法（内規）平成21年 8 月 12 日 原子力安全・保安院」【解説 7.2】に記載されている中央制御室内の雰囲気中に浮遊する放射性物質量の時間変化の考え方を参考に、以下の式を用いて、中央制御室内の有毒ガス濃度が IDLH の濃度に達する経過時間を評価する。</u></p> <div data-bbox="252 1291 801 1491" data-label="Diagram"> </div> <p>第 3.3.2-3 図 中央制御室内の有毒ガス濃度変化（概念図）</p>		<p>d. 評価結果</p> <p>中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度を第 3.3.2-11 表にまとめる。第 3.3.2-11 表より、中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度は、IDLH 以下であることを確認した。</p>	<p>・評価の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>柏崎 6/7 は、評価結果が満足しなかったため、追加で詳細な影響評価を実施</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p> $\frac{dc(t)}{dt} = -fc(t) + fx$ $c(0) = 0$ $c(t) = (1 - \exp(-ft))x$ $t = -\frac{\ln\left(1 - \frac{c(t)}{x}\right)}{f}$ </p> <p> <u>ここで,</u> <u>c(t) : 中央制御室における有毒ガス濃度 [ppm]</u> <u>f : 中央制御室の換気率 [1/s]</u> <u>x : 中央制御室外気取入口における有毒ガス濃度の</u> <u>最大値 [ppm]</u> <u>t : 経過時間 [s]</u> <u>従って, 中央制御室における有毒ガス濃度が</u> <u>IDLH に達する経過時間は以下の 式となる。</u> </p> $T_{IDLH} = -\frac{\ln\left(1 - \frac{C_{IDLH}}{x}\right)}{f}$ <p> <u>ここで,</u> <u>T_{IDLH} : IDLH に達する経過時間 [s]</u> <u>C_{IDLH} : IDLH [ppm]</u> </p> <p> <u>上式にて, 中央制御室外気取入口の有毒ガスを最大濃</u> <u>度 (CO2 濃度 : 65,049 [ppm], NO2 濃度 : 23 [ppm]) で</u> <u>一定とし, 中央制御室内の換気率を考慮した有毒ガス濃</u> <u>度を算出したところ, IDLH に達するまでの経過時間は,</u> <u>CO2が約114分, NO2が約 244 分であった。</u> </p> <p> <u>これに対し, 中央制御室に有毒ガスが進入してくる場</u> <u>合には, 中央制御室の外気取り入れを遮断し, 再循環さ</u> <u>せる非常時モードで運転することが可能であり, 火災発</u> <u>生後 15 分程度*で中央制御室への外気取り入れを停止</u> <u>し, 非常時モードへ切り替えることが可能である。</u> </p> <p> <u>また, 火災 (有毒ガス) の発生は, 火災報知器 (軽油</u> <u>タンク・主変圧器等), 振動や衝撃音 (航空機落下), 敷</u> <u>地境界監視用カメラ (森林火災) 等により覚知できるこ</u> </p>		<p> <u>また, 火災 (有毒ガス) の発生は, 火災感知器 (主変圧</u> <u>器), 振動や衝撃音 (航空機落下), 敷地境界監視用カメ</u> <u>ラ (森林火災) 等により覚知できることに加え, 中央制御</u> </p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>とに加え、中央制御室外の火災発生に伴い、煙や異臭を確認した場合の当直長判断による中央制御室隔離手順が操作手順書に定められており、これらの覚知・判断に時間を要するものはなく、迅速に対応することが可能である。</p>	<p>(有風時ブルーム式)</p> $C_{xyz} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left(\exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right) \quad (1)$ <p>(Briggsの排煙上昇過程式)</p> $H_e = 1.6F^{1/3} \cdot x^{2/3} \cdot u^{-1} \quad (2)$ <p> C_{xyz} : 濃度 (ppm) Q : 有毒ガス発生量 (Nm³/s) H_e : 排煙上昇高度 (m) σ_y, σ_z : 拡散パラメータ (m) u : 風速 (m/s) F : 排熱フラックス (m⁴/s³) = 0.037Q_H Q_H : 排気熱量 (kcal/s) = $\dot{m}\Delta H_{c,eff}$ $\Delta H_{c,eff}$: 燃焼時発熱量 (kcal/kg) Λ : 燃焼面積 (m²) \dot{m} : 質量低下速度 (kg/m²/s) x : 発生源と給気口との離隔距離 (m) z : 発生源と給気口との鉛直方向距離 (m) y : 排気ブルーム軸からの距離 (m) </p>  <p>第3.4-3 図 中央制御室換気系給気口における有毒ガス濃度評価手法の概要</p> <p>火災によって発生する有毒ガスの中央制御室換気系給気口位置での濃度を求め、判断基準であるIDLH^{*1}と比較評価を実施する。</p> <p>※1 30分の曝露によって生命及び健康に対する即時の危</p>	<p>室外の火災発生に伴い、煙や異臭を確認した場合の当直長判断による中央制御室隔離手順を運転手順書に定めている。火災の覚知・当直長判断・運転操作に時間を要するものはなく、15分程度*で中央制御室空調換気系を再循環運転モードに切り替えることが可能である。</p>	

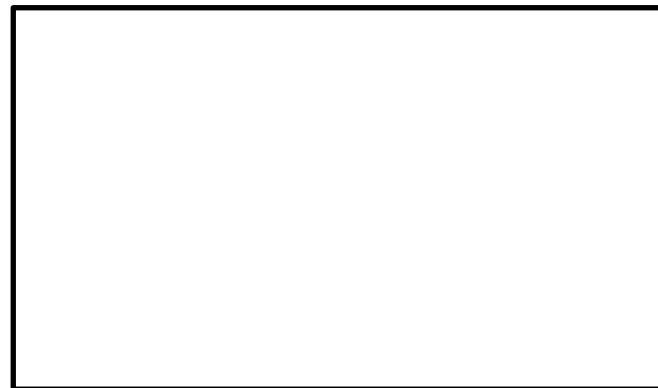
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>険な影響を与える濃度限界値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。</p> <p>評価手順は以下の通り。</p> <p>(a) 火災源から発生する有毒ガス発生量Q (Nm^3/s)を算出する。</p> <p>(b) 式(2)を用いて、火災源の排煙上昇高度H_eが給気口中央の地表面からの高さと同しくなる風速uを求める。</p> <p>(c) 式(1)を用いて、給気口における有毒ガス濃度を求める。なお、z = 高低差、$y = 0$とする。</p> <p>なお、Briggsの排煙上昇過程式の適用条件*2は、以下のとおりであり、火災源毎に下記条件を満たすことを確認した。このため、Briggsの排煙上昇過程式を用いて、排煙高さが給気口高さと同じになる風速を求めることは妥当である。</p> <p>※2 G.A.Briggs, "Plume Rise", U.S.Atomic Energy Commission, 1969</p> $x \approx x'$ $x' = 2.16 F^{2/5} \cdot \Delta h^{2/5}$ <p>x : 離隔距離 (m) , F : 排熱フラックス (m^4/s^3)</p> <p>x' : 浮力の効果が薄れて大気気流による拡散効果が支配的になり始める距離 (m)</p> <p>Δh : 排煙上昇高度 (m) ($\Delta h < 305\text{m}$)</p> <p>b. 評価データ</p> <p>(a) 評価対象となる給気口及び火災源との距離</p> <p>評価対象となる給気口と火災源の水平方向の位置関係を第3.4-4図に、離隔距離及び鉛直方向距離を第3.4-3表に、高さ方向の位置関係を第3.4-5図に示す。</p>		

第3.4-3表 給気口と火災源との距離

評価対象	中央制御室換気系 給気口 B2-18A	中央制御室換気系 給気口 B2-19A
	航空機 (F-15)	[Blank]



第3.4-4図 評価対象となる給気口と火災源との位置関係
(水平方向)



第3.4-5図 評価対象となる給気口と火災源との位置関係
(高さ方向)

航空機火災に対する離隔距離は、最も保守的な評価となる「自衛隊機又は米軍機基地-訓練空域間往復時 (F-15)」の離隔距離を採用した。

また、中央制御室換気系給気口は2つあるが、評価は、火災源からの距離が近く、高さが高い方が保守的となるため、B2-19Aを対象に評価を実施した。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																															
	<p>(b) <u>火災発生時の有毒ガス発生量</u></p> <p>第3.4-4表に燃料の燃焼特性を示す。 燃料1kg当たりの有毒ガスの発生量は、各文献に掲載されている単位重量当たりのガス発生量より単位換算することにより求められる。ただし、単位重量当たりのガス発生量は幅をもった値ではないため、保守性の観点から航空機燃料のうち、JP-4より保守的となるJET A-1の値を設定する。</p> <p>第3.4-4表 燃焼特性に関するデータ</p> <table border="1" data-bbox="1062 699 1590 850"> <thead> <tr> <th>油種</th> <th></th> <th>JP-4</th> <th>JET A-1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">有毒ガス発生量[※] (kg/kg)</td> <td>CO₂</td> <td>3.053</td> <td>3.237</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>0.030</td> <td>0.030</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>0.001</td> <td>0.0011</td> </tr> <tr> <td>NO₂</td> <td>0.005</td> <td>0.006</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 有毒ガスの発生量は以下の文献より算出した。 CO₂: 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル CO₂: Ross J.L., Ferek R.J. and Hobbs P.V., "Particle and Gas Emissions from an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean", J. Air & Water Manage. Assoc., 46, pp.251-259(1996) SO₂: U.S.EPA AP-42, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors Volume I: Stationary Point and Area Sources" NO₂: SO₂と同</p> <p>(c) <u>評価対象及び火災源に関するデータ</u></p> <p>第3.4-5表に火災源に関するデータ、第3.4-6表に有毒ガス発生量に関するデータを示す。</p> <p>第3.4-5表 火災源に関するデータ</p> <table border="1" data-bbox="952 1331 1703 1444"> <thead> <tr> <th>想定火災源</th> <th>油種</th> <th>燃焼面積 (m²)</th> <th>質量低下速度 (kg/m²/s)</th> <th>発熱量 (kcal/kg)</th> <th>燃焼消費速度 (kg/s)</th> <th>排出熱量 (kcal/s)</th> <th>排熱フラックス (m⁴/s²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空機 (F-15)</td> <td>JP-4</td> <td>44.6</td> <td>0.051</td> <td>10,300</td> <td>2.27</td> <td>23,300</td> <td>862</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3.4-6表 有毒ガス発生量に関するデータ</p> <table border="1" data-bbox="952 1556 1703 1709"> <thead> <tr> <th rowspan="2">想定火災源</th> <th colspan="4">ガス発生量 (Nm³/s)</th> </tr> <tr> <th>CO₂</th> <th>CO</th> <th>SO₂</th> <th>NO₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空機 (F-15)</td> <td>3.741</td> <td>0.055</td> <td>0.001</td> <td>0.007</td> </tr> </tbody> </table>	油種		JP-4	JET A-1	有毒ガス発生量 [※] (kg/kg)	CO ₂	3.053	3.237	CO	0.030	0.030	SO ₂	0.001	0.0011	NO ₂	0.005	0.006	想定火災源	油種	燃焼面積 (m ²)	質量低下速度 (kg/m ² /s)	発熱量 (kcal/kg)	燃焼消費速度 (kg/s)	排出熱量 (kcal/s)	排熱フラックス (m ⁴ /s ²)	航空機 (F-15)	JP-4	44.6	0.051	10,300	2.27	23,300	862	想定火災源	ガス発生量 (Nm ³ /s)				CO ₂	CO	SO ₂	NO ₂	航空機 (F-15)	3.741	0.055	0.001	0.007		
油種		JP-4	JET A-1																																															
有毒ガス発生量 [※] (kg/kg)	CO ₂	3.053	3.237																																															
	CO	0.030	0.030																																															
	SO ₂	0.001	0.0011																																															
	NO ₂	0.005	0.006																																															
想定火災源	油種	燃焼面積 (m ²)	質量低下速度 (kg/m ² /s)	発熱量 (kcal/kg)	燃焼消費速度 (kg/s)	排出熱量 (kcal/s)	排熱フラックス (m ⁴ /s ²)																																											
航空機 (F-15)	JP-4	44.6	0.051	10,300	2.27	23,300	862																																											
想定火災源	ガス発生量 (Nm ³ /s)																																																	
	CO ₂	CO	SO ₂	NO ₂																																														
航空機 (F-15)	3.741	0.055	0.001	0.007																																														

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																													
	<p>(d) 拡散パラメータ</p> <p>式(2)より、各火災による排煙上昇高度が敷地からの給気口高さと同しくなるものとして風速を算出した。算出結果を第3.4-7表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3.4-7表 算出結果</p> <table border="1" data-bbox="994 535 1656 619"> <thead> <tr> <th colspan="2">評価対象</th> <th>風速(m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中央制御室 給気口 B2-19A</td> <td>航空機(F-15)</td> <td>5.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、算出した風速と第3.4-8表に示す大気安定度分類表より、保守性を考慮して大気拡散の弱い安定度Dの式を採用し、第3.4-9表を用いて拡散パラメータを算出した。</p> <p>算出した拡散パラメータは風による拡散しか考慮されていないため、想定する火災の熱気による鉛直方向への浮力拡散を考慮することとし、第3.4-10表に示すガウスブルームモデルにおける大気拡散パラメータより$\Delta H e^2 / 10$を加えた値を採用した。</p> <p style="text-align: center;">第3.4-8表 大気安定度分類表*</p> <table border="1" data-bbox="949 1207 1706 1480"> <thead> <tr> <th rowspan="2">風速(U) m/s</th> <th colspan="4">日射量(T) kw/m²</th> <th colspan="3">放射収支量(Q) kw/m²</th> </tr> <tr> <th>T>0.60</th> <th>0.60>T ≥0.30</th> <th>0.30>T ≥0.15</th> <th>0.15>T</th> <th>Q≥ 0.020</th> <th>-0.020> Q≥0.040</th> <th>-0.040 >Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U<2</td> <td>A</td> <td>A-B</td> <td>B</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>G</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>2≤U<3</td> <td>A-B</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>3≤U<4</td> <td>B</td> <td>B-C</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>E</td> </tr> <tr style="border: 2px solid red;"> <td>4≤U<6</td> <td>C</td> <td>C-D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>6≤U</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針</p>	評価対象		風速(m/s)	中央制御室 給気口 B2-19A	航空機(F-15)	5.9	風速(U) m/s	日射量(T) kw/m ²				放射収支量(Q) kw/m ²			T>0.60	0.60>T ≥0.30	0.30>T ≥0.15	0.15>T	Q≥ 0.020	-0.020> Q≥0.040	-0.040 >Q	U<2	A	A-B	B	D	D	G	G	2≤U<3	A-B	B	C	D	D	E	F	3≤U<4	B	B-C	C	D	D	D	E	4≤U<6	C	C-D	D	D	D	D	D	6≤U	C	D	D	D	D	D	D		
評価対象		風速(m/s)																																																														
中央制御室 給気口 B2-19A	航空機(F-15)	5.9																																																														
風速(U) m/s	日射量(T) kw/m ²				放射収支量(Q) kw/m ²																																																											
	T>0.60	0.60>T ≥0.30	0.30>T ≥0.15	0.15>T	Q≥ 0.020	-0.020> Q≥0.040	-0.040 >Q																																																									
U<2	A	A-B	B	D	D	G	G																																																									
2≤U<3	A-B	B	C	D	D	E	F																																																									
3≤U<4	B	B-C	C	D	D	D	E																																																									
4≤U<6	C	C-D	D	D	D	D	D																																																									
6≤U	C	D	D	D	D	D	D																																																									

第3.4-9表 拡散パラメータ Pasquill-Gifford 図の近似関係※

$$\sigma_y(x) = \gamma_y \cdot x^{\alpha_y}$$

安定度	σ_y	γ_y	風下距離(x)
A	0.901	0.426	0~1,000
	0.851	0.602	1,000~
B	0.914	0.282	0~1,000
	0.865	0.396	1,000~
C	0.924	0.1772	0~1,000
	0.885	0.232	1,000~
D	0.929	0.1107	0~1,000
	0.889	0.1467	1,000~
E	0.921	0.0864	0~1,000
	0.897	0.1019	1,000~
F	0.929	0.0554	0~1,000
	0.889	0.0733	1,000~
G	0.921	0.0380	0~1,000
	0.896	0.0452	1,000~

$$\sigma_z(x) = \gamma_z \cdot x^{\alpha_z}$$

安定度	σ_y	γ_y	風下距離(x)
A	1.122	0.0800	0~10,300
	1.514	0.00855	300~10,500
	2.109	0.000212	500~10,000
B	0.964	0.1272	0~10,500
	1.094	0.0570	500~10,000
C	0.918	0.1068	0~10,000
D	0.826	0.1046	0~11,000
	0.632	0.400	1,000~10,000
	0.555	0.811	10,000~10,000
E	0.788	0.0928	0~11,000
	0.565	0.433	1,000~10,000
	0.415	1.732	10,000~10,000
F	0.784	0.0621	0~11,000
	0.526	0.370	1,000~10,000
	0.323	2.41	10,000~10,000
G	0.794	0.0373	0~11,000
	0.637	0.1105	1,000~12,000
	0.431	0.529	2,000~10,000
	0.222	3.62	10,000~10,000

※ 窒素酸化物総量規制マニュアル

第 3.4-10 表 拡散パラメータ σ_y, σ_z ※

TABLE 2. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS FOR INTERIM CHANGES IN THE WORKBOOK VALUES OF THE DISPERSION PARAMETERS σ_y AND σ_z

For crosswind spread σ_y , irrespective of the terrain roughness, release height and sampling duration up to up to about 1 hour, use the formula*

$$\sigma_y/x = \sigma_y^0 f(x), \sigma_y^0 \text{ in radians}$$

with σ_y^0 the best available estimate of the standard deviation of the wind direction fluctuation for the sampling time of interest and for the height at which \bar{u} is specified, and with values of $f(x)$ as follows:

x(km)	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	>10
f(x)	0.8	0.7	0.65	0.6	0.5	0.4	0.33	$0.33(10/x)^{1/2}$

For $x \geq 20$ km add to the square of the σ_y^0 as obtained above the quantity $0.03x^2$ and take the square root to give the total σ_y , with σ_y the total change of mean wind direction over the depth of the plume.

For vertical spread σ_z , for any sampling time for a surface release, and say >10 min for an elevated release (see Section 2), use the existing Workbook curves with adjustment or constraint as follows:

- For terrain with z_0 different from 3 cm apply factors based on F. B. Smith's nomogram (Ref. 5 or Ref. 6, p 377)
- To allow for 'urban heating' adopt a stability category one-half category more unstable than that prescribed in the normal way in the Workbook
- For evaluating the concentration at the surface from a surface release, consider estimates of the effective mixed depth h' at the mid-time of sampling, recognizing especially its growth from very small values on stable nights, and then adopt either σ_z^2 as given by the curves, or $0.8h'$, whichever is the smaller, for substitution in Eq. (A)
- For buoyant plumes, increase the σ_z^2 obtained from the curves by adding $\Delta H^2/10$ where ΔH is the estimated plume rise.

*. # see Notes on Table 2'

※ Atmospheric dispersion parameters in gaussian plume modeling Part II

(e) 評価結果

各火災で発生する中央制御室換気系給気口での有毒ガス濃度を第 3.4-11 表に示す。

第 3.4-11 表 評価結果

評価対象	想定発火源	風速 (m/s)	拡散パラメータ (m)	
			σ_y	σ_z
中央制御室換気系給気口 B2-19A	航空機火災 (F-15)	5.9	1.956	1.344

評価対象	想定発火源	ガス濃度 (ppm)			
		CO ₂	CO	SO ₂	NO ₂
中央制御室換気系給気口 B2-19A	航空機火災 (F-15)	7,883	116	3	15
判断基準: IDLH*		40,000	1,200	100	20

※ 30 分曝露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限界値

以上より、外部火災により有毒ガスが発生した場合において、中央制御室の居住性が損なわれることはないとして評価する。

以上の結果から、全ての評価に対し IDLH 以下であり、中央制御室の居住性が損なわれることはないとして評価できる。
また、中央制御室に有毒ガスが流入してくる場合は、中央制御室の外気取り入れを遮断し、再循環させる非常時モ

以上より、外部火災により有毒ガスが発生した場合において、中央制御室の居住性が損なわれることはないとして評価する。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																	
<p>※：切替えに要する一連の時間を実測したところ 15分程度であった。</p> <p>火報発生→現場確認→火災発生（ばい煙等の流入）を確認→非常時モードへ切替え操作</p> <p>第 3.3.2-11 表 中央制御室外気取入口における有毒ガス濃度</p> <table border="1" data-bbox="160 667 914 1079"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>CO 濃度 [ppm] (IDLH: 1,200)</th> <th>CO₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 40,000)</th> <th>SO₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 100)</th> <th>NO₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 20)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油タンク</td> <td>166</td> <td>9,852</td> <td>7.3</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>主変圧器</td> <td>1092</td> <td>65,049</td> <td>48</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器</td> <td>598</td> <td>35,636</td> <td>26.2</td> <td>12.2</td> </tr> <tr> <td>大型民間航空機</td> <td>490</td> <td>1472</td> <td>0.4</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>小型民間航空機</td> <td>225</td> <td>674</td> <td>0.2</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>大型軍用航空機</td> <td>915</td> <td>2749</td> <td>0.7</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>小型軍用航空機</td> <td>206</td> <td>620</td> <td>0.2</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>航空機と軽油タンクの重量</td> <td>325</td> <td>7,674</td> <td>5.4</td> <td>3.4</td> </tr> </tbody> </table>	火災発生場所	CO 濃度 [ppm] (IDLH: 1,200)	CO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 40,000)	SO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 100)	NO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 20)	軽油タンク	166	9,852	7.3	3.4	主変圧器	1092	65,049	48	23	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	598	35,636	26.2	12.2	大型民間航空機	490	1472	0.4	2.3	小型民間航空機	225	674	0.2	1.1	大型軍用航空機	915	2749	0.7	4.2	小型軍用航空機	206	620	0.2	1.0	航空機と軽油タンクの重量	325	7,674	5.4	3.4	<p>ードで運転を行うことが可能であり、この非常時モードへの切替えは火災発生後 10 分程度*で実施可能であることを実測により確認している。</p> <p>※ 火報発生→現場確認→火災発生（有毒ガスの流入）を確認→非常時モードへ切替え操作</p> <p>(4) <u>森林火災時における防火帯外に位置する放射性物質保管施設の東海第二発電所への影響</u></p> <p>a. 概要</p> <p><u>防火帯外の防火帯近傍に放射性物質の保管施設*がある（第 3.4-6 図参照）。森林火災時におけるこれら保管施設からの東海第二発電所への影響を評価した。</u></p> <p>b. <u>放射性物質の保管状態と発電所への影響</u></p> <p><u>防火帯外の防火帯近傍には当社が管理する施設として、旧レーザー濃縮技術研究組合東海濃縮実験所の固体廃棄物貯蔵庫（当社が保管業務を受託中。以下「固体廃棄物貯蔵庫（レーザー）」という。）及び東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所の廃棄物埋設施設（事業許可申請中。以下「L3事業所」という。）がある。その他の施設としては、日本原子力研究開発機構の使用済燃料貯蔵施設（北地区）、第 2 保管廃棄施設及び廃棄物埋設施設がある。森林火災時</u></p>	<p>※：切り替えに要する一連の時間を実測したところ 15分程度であった。</p> <p>火災感知器発報→現場確認→火災発生（ばい煙等の流入）を確認→再循環運転モードへの切り替え操作</p> <p>第 3.3.2-11 表 中央制御室外気取入口における有毒ガス濃度</p> <table border="1" data-bbox="1739 659 2493 819"> <thead> <tr> <th>火災発生場所</th> <th>CO 濃度 [ppm] (IDLH:1,200)</th> <th>CO₂ 濃度 [ppm] (IDLH:40,000)</th> <th>SO₂ 濃度 [ppm] (IDLH:100)</th> <th>NO₂ 濃度 [ppm] (IDLH:20)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主変圧器</td> <td>34</td> <td>2,002</td> <td>1.6</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>民間航空機</td> <td>46</td> <td>3,159</td> <td>4.0</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>軍用機</td> <td>44</td> <td>2,987</td> <td>3.8</td> <td>2.2</td> </tr> </tbody> </table>	火災発生場所	CO 濃度 [ppm] (IDLH:1,200)	CO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:40,000)	SO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:100)	NO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:20)	主変圧器	34	2,002	1.6	0.7	民間航空機	46	3,159	4.0	2.4	軍用機	44	2,987	3.8	2.2	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、防火帯外に放射性物質保管施設はない</p>
火災発生場所	CO 濃度 [ppm] (IDLH: 1,200)	CO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 40,000)	SO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 100)	NO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH: 20)																																																																
軽油タンク	166	9,852	7.3	3.4																																																																
主変圧器	1092	65,049	48	23																																																																
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器	598	35,636	26.2	12.2																																																																
大型民間航空機	490	1472	0.4	2.3																																																																
小型民間航空機	225	674	0.2	1.1																																																																
大型軍用航空機	915	2749	0.7	4.2																																																																
小型軍用航空機	206	620	0.2	1.0																																																																
航空機と軽油タンクの重量	325	7,674	5.4	3.4																																																																
火災発生場所	CO 濃度 [ppm] (IDLH:1,200)	CO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:40,000)	SO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:100)	NO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:20)																																																																
主変圧器	34	2,002	1.6	0.7																																																																
民間航空機	46	3,159	4.0	2.4																																																																
軍用機	44	2,987	3.8	2.2																																																																

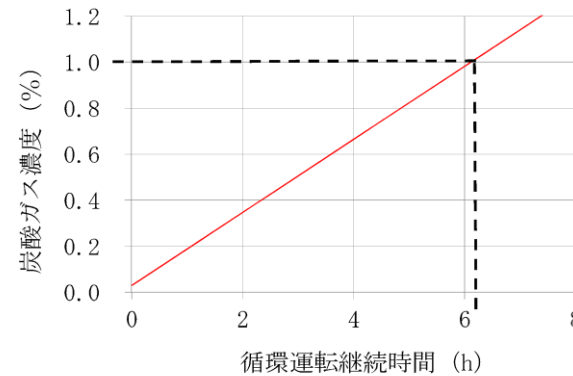
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>において、以下のとおり、これら施設が影響を受け、保管物質等が流出する可能性は低い。</u></p> <p>①<u>固体廃棄物貯蔵庫（レーザー）は、コンクリート構造であり延焼しにくく、保管物質である未照射の劣化ウラン、天然ウラン及び濃縮ウランはドラム管で保管されているため、森林火災の影響を受け保管物質が流出する可能性は低い。</u></p> <p>②<u>L3事業所については、放射能レベルの極めて低いL3廃棄物が2m以上の覆土により埋設されるため、森林火災の影響を受け埋設物が流出することはない。</u></p> <p>③<u>使用済燃料貯蔵施設（北地区）については、コンクリート構造であり延焼しにくく、保管物質である天然ウラン燃料は鉄箱で地下ピット保管されているため、森林火災の影響を受け保管物質が流出する可能性は低い。</u></p> <p>④<u>第2保管廃棄施設（廃棄物保管棟Ⅰ、廃棄物保管棟Ⅱ、保管廃棄施設NL）については、コンクリート構造であり延焼しにくく、保管物質である低レベル放射性廃棄物はドラム管で保管されているため、森林火災の影響を受け保管物質が流出する可能性は低い。</u></p> <p>⑤<u>廃棄物埋設施設については、低レベル放射性廃棄物が2m以上の覆土により埋設されるため、森林火災の影響を受け埋設物が流出することはない。</u></p> <p><u>上記のとおり、施設の構造及び状態を踏まえると、②及び⑤の埋設物は流出することはない、①、③及び④の保管物質が流出する可能性は低い、仮に流出したとしても、中央制御室の外気取り入れを遮断し閉回路循環運転を行うことで、中央制御室の居住性を確保可能である。また、予防散水対応については、線量を確認しつつ実施する。</u></p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.3.3 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に対する有毒ガス影響評価</p> <p>5号炉原子炉建屋内緊急時対策所は、森林火災に伴い発生する有毒ガスに対しては、防火帯林縁からの隔離(約297m)を確保することにより影響を受けない設計とする。また近隣の産業施設の火災に伴い発生する有毒ガスに対しては、外気取入口(5号炉原子炉建屋3階北側に設置)への伝播経路が5号炉原子炉建屋等の構造物により遮られることにより、外気取入口に到達しないことから、影響を受けない設計とする。</p>	<div data-bbox="943 254 1706 682" style="border: 1px solid black; height: 200px; margin-bottom: 10px;"></div> <p>第3.4-6図 東海第二発電所に影響を与える可能性のある保管施設</p> <p>3.5 緊急時対策所の居住性評価</p> <p>外部火災時の緊急時対策所の居住性の評価として、外気取入れ遮断時の緊急時対策所内に滞在する緊急時対策要員の作業環境の劣化防止のため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価を行った。</p> <p>緊急時対策所がある緊急時対策所建屋の位置を第3.5-1図に示す。</p> <div data-bbox="958 1197 1691 1625" style="border: 1px solid black; height: 200px; margin-top: 10px;"></div> <p>第3.5-1図 緊急時対策所建屋の位置</p>	<p>3.3.3 緊急時対策所に対する有毒ガス影響評価</p> <p>森林火災及び近隣の産業施設の火災に伴い発生する有毒ガスに対しては、緊急時対策所に対して、ばい煙等や異臭によって侵入を確認した場合、一時的に外気からの空気を取り入れを停止し外気からの隔離ができる設計とし、有毒ガスの影響を受けないようにするとともに、酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計により隔離中の居住性が維持されていることを確認できるようにする。</p> <p>また、外気遮断後のインリークを最小限にするため、不必要な空調設備の停止を行うこととする。それでもなお、インリークにより有毒ガスが流入した場合は、必要に応じて一時的に外気を取り入れて換気することとする。</p> <p>3.3.4 緊急時対策所内の二酸化炭素、酸素濃度の評価</p> <p>外部火災時の緊急時対策所の居住性の評価として、外気取入れ遮断時の緊急時対策所内に滞在する緊急時対策要員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行った。</p>	<p>・評価の相違【柏崎6/7】</p> <p>柏崎6/7は、隔離等により影響がないとしているが、島根2号炉及び東海第二は影響評価を実施</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) <u>炭酸ガス濃度</u> <u>外気遮断時の緊急時対策所内の炭酸ガス濃度について評価した。</u></p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>100人</u> (緊急時対策本部に収容する最大の対策要員数) ・加圧エリア内空気量 <u>2,900m³</u> ・初期炭酸ガス濃度 0.03% ・<u>評価結果が保守的になるよう空気流入は無いものとして評価する。</u> ・1人あたりの炭酸ガス吐出量は、事故時の運転操作を想定し、中等作業での吐出量^{*1}を適用して、<u>0.046m³/h</u>とする。 ・許容炭酸ガス濃度 1.0%未満^{*2} <ul style="list-style-type: none"> ※1 空気調和・衛生工学便覧 第14版 3 空気調和設備編 ※2 鉱山保安法施行規則 <p>b. 評価結果</p> <p><u>評価条件から求めた炭酸ガス濃度は、第3.5-2表、第3.5-3図のとおりであり、外気取入を遮断しても約6.1時間まで緊急時対策所内に滞在可能である。</u></p> <p><u>緊急時対策所周圍で発生する火災として想定される航空機墜落火災のうち、最も長い燃焼継続時間であるB747-400の約1.9時間に対して余裕があり、運転員の作業環境に影響を及ぼすことはない。</u></p>	<p>(1) <u>二酸化炭素濃度評価</u> <u>以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。</u></p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在室人員 <u>40人</u>^{*1} ・緊急時対策所バウンダリ内体積 <u>2,150[m³]</u> ・外気流入はないものとして評価する。 ・初期炭酸ガス濃度 0.03[%] (空気調和・衛生工学便覧) ・許容炭酸ガス濃度 1.0[%] (鉱山保安法施行規則) ・呼吸による排出する二酸化炭素濃度 <u>0.030[m³/h/人]</u> (空気調和・衛生工学便覧の軽作業の作業程度の吐出し量) ・<u>評価期間は、火災の燃料継続時間を考慮し2時間^{*2}とする</u> <ul style="list-style-type: none"> ※1：<u>初動体制時に緊急時対策所にて活動する要員38人に余裕を持って40人とする。</u> ※2：外部火災影響評価にて緊急時対策所近傍で長時間の影響をもたらす、航空機火災を考慮し、火災の継続時間を2時間として評価を実施する。 <p>b. 評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>外気遮断期間 t[hour]での二酸化炭素濃度 C[%]</u> $C = \frac{M \times N \times t}{V \times 100} + C_0$ ・<u>M：呼吸による排出する二酸化炭素濃度</u> <u>0.030[m³/h/人]</u> ・<u>N：在室人数 40[人]</u> ・<u>V：緊急時対策所バウンダリ体積 2,150[m³]</u> ・<u>C₀：初期炭酸ガス濃度 0.03[%]</u> <p><u>上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、2時間外気取入を遮断したままでも、対策要員の作業環境に影響を与えない。</u></p>	<p>・条件の相違 【東海第二】 設備の相違による影響評価対象施設、入力データの相違</p>

第3.5-2表 外気遮断時の炭酸ガス濃度

時間	1時間	2時間	4時間	6.1時間
炭酸ガス濃度	0.19%	0.35%	0.67%	1.00%



第3.5-3 在室人員数に対する居住性に影響を及ぼさない時間 (炭酸ガス)

(1) 酸素濃度

外気遮断時の緊急時対策所内の酸素濃度について評価した。

a. 評価条件

- ・在室人員 100人 (緊急時対策本部に収容する最大の対策要員数)
- ・加圧エリア内空気量 2,900m³
- ・初期酸素濃度 20.95%
- ・評価結果が保守的になるよう空気流入は無いものとして評価する。
- ・1人あたりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、歩行時の呼吸量^{※1}を適用して、24L/minとする。
- ・1人あたりの酸素消費量は、成人吸気酸素濃度^{※1} (20.95%)、成人呼気酸素濃度^{※2} (16.40%) から 1.092L/minとする。
- ・許容酸素濃度 19.0%以上^{※3}

※1 空気調和・衛生工学便覧 第14版 3 空気調和設備編

※2 呼気には肺胞から蒸発した水蒸気が加わっており、

第3.3.4-1表 二酸化炭素濃度の時間変化

時間	1時間	2時間	4時間
二酸化炭素濃度 [%]	0.09	0.15	0.26

(2) 酸素濃度評価

以下のとおり酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・在室人員 40人
- ・緊急時対策所バウンダリ内体積 2,150[m³]
- ・外気流入はないものとして評価する。
- ・初期酸素濃度 20.95% (空気調和・衛生工学便覧)
- ・酸素消費量 1.092[l/min] (空気調和・衛生工学便覧)
- ・許容酸素濃度 19% (鉱山保安法施行規則)
- ・評価期間は、火災の燃焼継続時間を考慮し2時間とする。

・条件の相違
【東海第二】
設備の相違による影響評価対象施設、入力データの相違

吸気と等容積ではないため、酸素消費量を計算するには、乾燥空気換算 (%) を使用する。

※3 鉱山保安法施行規則

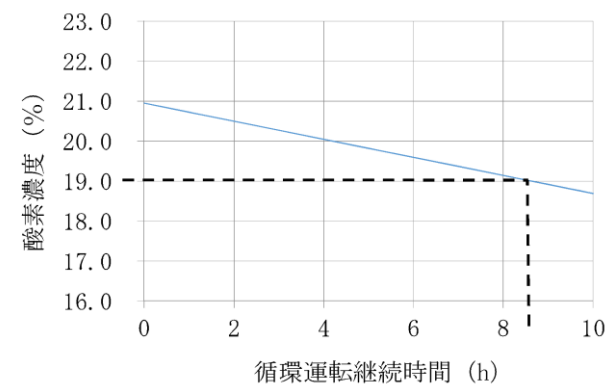
b. 評価結果

評価条件から求めた酸素濃度は、第 3.5-1 表、第 3.5-2 図のとおりであり、外気取入を遮断しても約 8.6 時間まで緊急時対策所内に滞在可能である。

緊急時対策所周围で発生する火災として想定される航空機墜落火災のうち、最も長い燃焼継続時間である B747-400 の約 1.9 時間に対して余裕があり、運転員の作業環境に影響を及ぼすことはない。

第 3.5-1 表 外気遮断時の酸素濃度

時間	2 時間	4 時間	6 時間	8.6 時間
酸素濃度	20.4%	20.0%	19.5%	19.0%



第 3.5-2 図 在室人員数に対する居住性に影響を及ぼさない時間 (酸素)

b. 評価結果

・緊急時対策所の初期酸素量

$$450.4[m^3]=2150[m^3] \times 20.95[\%]$$

・2 時間後の酸素濃度 20.72[%]

$$=(450.4[m^3]-1.092[l/min/人] \times 10^{-3}[m^3/l] \times$$




$$40[人] \times 60[min/h] \times 2[h]) / 2150[m^3] \times 100$$

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、2 時間外気取入を遮断したままでも、対策要員の作業環境に影響を与えない。

第 3.3.4-2 表 酸素濃度の時間変化

時間	1 時間	2 時間	4 時間
酸素濃度 [%]	20.82	20.70	20.46

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">別紙 8-1</p> <p style="text-align: center;">熱気流による影響評価について</p> <p>軽油タンク火災や航空機墜落による火災が発生した場合、熱気流による発電用原子炉施設への影響が懸念されるため、その影響について評価するものである。</p> <p>1. 熱気流の発生源 発電用原子炉施設から離れた位置における火災では、熱気流は上昇・拡散することから発電用原子炉施設に影響をおよぼすことはない。このため、発電用原子炉施設近傍で発生する<u>軽油タンク火災及び航空機墜落による火災</u>を熱気流の発生源として想定する。</p> <p>2. 評価対象 非常用ディーゼル発電機は、外部電源喪失が発生した場合において安全機能を有する設備に電源を供給する設備であり、外気を内部に取り込む設備でもあることから評価対象とする。なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は原子炉建屋の<u>3階</u>に設置されている。</p> <p>3. 評価結果 発電用原子炉施設近傍での火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機の給気口<u>(6号炉B系7号炉B系)</u>から熱気流が直接取り込まれる可能性は否定できないが、熱気流の影響範囲は気象条件(風向、風速等)に大きく依存する<u>(第1図～第3図)</u>。 このため、これらの不確かさはあるものの、火災発生時は非常用ディーゼル発電機の給気温度を監視しつつ、熱気流の取り込みが懸念される場合は、当該設備を起動しない(起動している場合は停止する)ことにより熱気流の影響を回避する。 なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は原子炉建屋の<u>3階</u>に集中して設置されていること、及び位置的分散が図られていることから、同時に全ての設備が直接熱気流の影</p>		<p style="text-align: right;">別紙 8-1</p> <p style="text-align: center;">熱気流による影響評価について</p> <p>危険物タンク火災や航空機墜落による火災が発生した場合、熱気流による発電用原子炉施設への影響が懸念されるため、その影響について評価するものである。</p> <p>1. 熱気流の発生源 発電用原子炉施設から離れた位置における火災では、熱気流は上昇・拡散することから発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはない。このため、発電用原子炉施設近傍で発生する航空機墜落による火災を熱気流の発生源として想定する。</p> <p>2. 評価対象 非常用ディーゼル発電機は、外部電源喪失が発生した場合において安全機能を有する設備に電源を供給する設備であり、外気を内部に取り込む設備でもあることから評価対象とする。なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は原子炉建物の<u>屋上(非常用ディーゼル発電機給気口)</u>と2階(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機給気口)に設置されている。</p> <p>3. 評価結果 発電用原子炉施設近傍での火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機の給気口から熱気流が直接取り込まれる可能性は否定できないが、熱気流の影響範囲は気象条件(風向、風速等)に大きく依存する。 このため、これらの不確かさはあるものの、火災発生時は非常用ディーゼル発電機の給気温度を監視しつつ、熱気流の取り込みが懸念される場合は、当該設備を起動しない(起動している場合は停止する)ことにより熱気流の影響を回避する。 なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は、原子炉建物の屋上(非常用ディーゼル発電機給気口)と2階(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機給気口)に設置されていること、及び位置的分散が図られていることから、同時に全ての設備が直接熱気流の影響を受けることは想定しづらく、影響を受けない方角</p>	<p>・条件の相違 【柏崎 6/7】 設備の相違による影響評価対象施設, 入力データの相違</p>

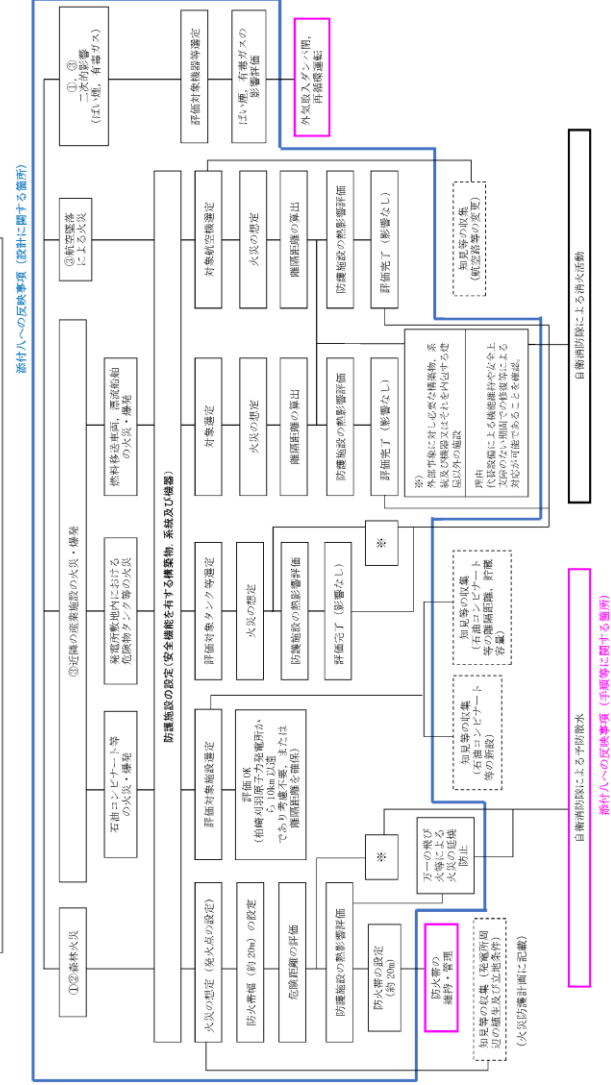
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>響を受けることは想定しづらく、影響を受けない方角に位置する非常用ディーゼル発電機は運転が可能である。また、消火が確認された時点で、停止していた非常用ディーゼル発電機の運転再開も可能となる。</p> <p>以上より、熱気流の影響は限定的であり、発電用原子炉施設に影響をおよぼすことはないと評価する。</p>  <p>第 1 図 6号炉熱気流を取り込む可能性のある給気口位置 (軽油タンク火災)</p>  <p>第 2 図 6号炉熱気流を取り込む可能性のある給気口位置 (航空機火災)</p>  <p>第 3 図 7号炉熱気流を取り込む可能性のある給気口位置 (航空機火災)</p>		<p>に位置する非常用ディーゼル発電機は運転が可能である。また、消火が確認された時点で、停止していた非常用ディーゼル発電機の運転再開も可能となる。</p> <p>以上より、熱気流の影響は限定的であり、発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはないと評価する。</p>	

まとめ資料比較表 [6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災) 別添4-2]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">別添4-2</p> <p style="text-align: center;">柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉</p> <p style="text-align: center;">運用, 手順能力説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)</p>	<p style="text-align: right;">別添資料-2</p> <p style="text-align: center;">東海第二発電所</p> <p style="text-align: center;">運用, 手順説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)</p>	<p style="text-align: right;">別添4-2</p> <p style="text-align: center;">島根原子力発電所2号炉</p> <p style="text-align: center;">運用, 手順能力説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)</p>	

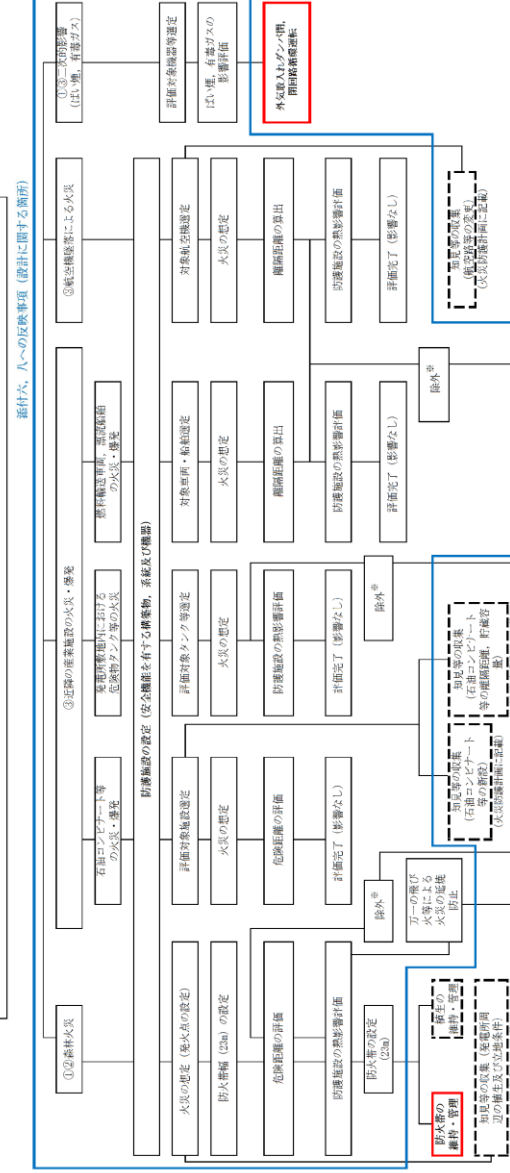
(第6条 外部火災)

- ① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く、次項においても同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- ③ 安全施設は、工事等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわねばならないものがある事象であつて、人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。



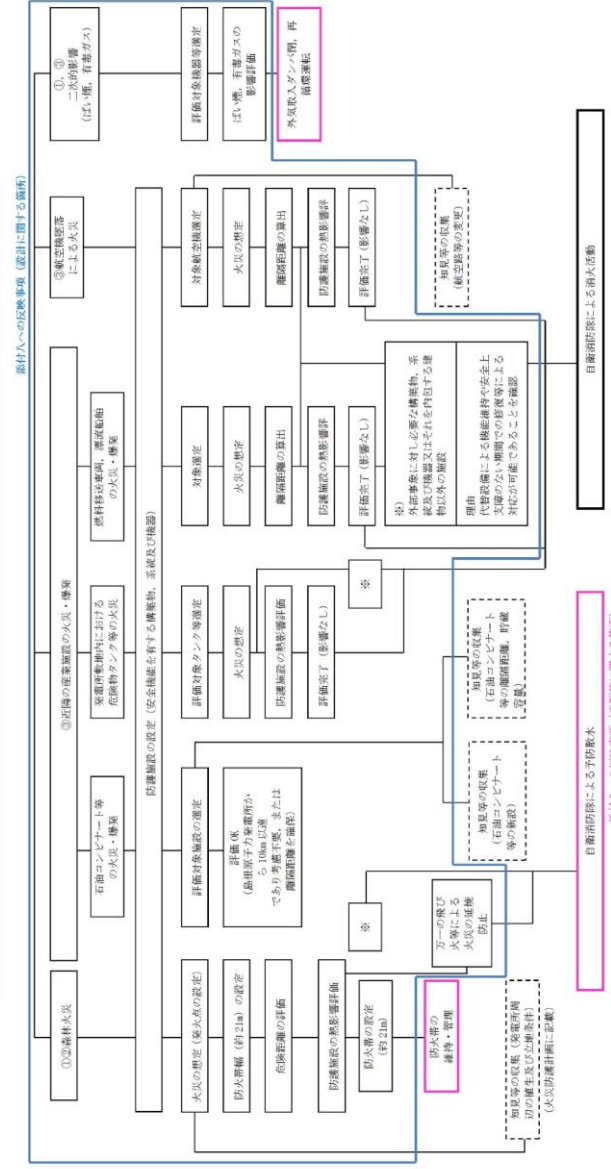
(第6条 外部火災)

- ① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く、次項についても同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある自然現象により、当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- ③ 安全施設は、工事等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわねばならないものがある事象であつて、人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。



(第6条 外部火災)

- ① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く、次項においても同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- ③ 安全施設は、工事等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわねばならないものがある事象であつて、人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。



設計基準に係る運用対策等

* : 自衛消防隊の編成については、添付資料-2「第2.3.1.2-1表」に記載

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	防火帯の維持・管理	運用・手順 体制	・防火帯のパトロール、可燃物の排除 ・担当Gによる防火帯の維持・管理
	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	保守・点検 教育・手順 運用・手順 体制 保守・点検	・防火帯の維持・管理 ・火災防護に関する教育(防火帯の目的、点検・維持) ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当Gによる外部火災影響評価
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検	・火災防護に関する教育 ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当Gによる外部火災影響評価
	知見の収集 (航空路等の変更)	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当Gによる外部火災影響評価
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	運用・手順	・火災防護に関する教育 ・警備員は、火災発生を確認した場合は消防隊長へ連絡する。 ・消防隊長は、風向き等から火災進行方向を評価し、散水場所を消防隊に指示する。 ・消防車隊は屋外消火栓から水源をとり、ホースを展開し消防車により予防散水を行う。 ・自衛消防隊*
	知見の収集 (航空路等の変更)	体制	

設計基準に係る運用対策等 (1/2)

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	防火帯の維持・管理	運用・手順 体制	・防火帯上への駐車禁止等の措置、防火帯のパトロール ・担当Gによる防火帯の維持・管理
	植生の維持・管理	保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検	・防火帯の維持・管理 ・火災防護に関する教育(防火帯の目的、点検・維持) ・発電所敷地内外のパトロール、植生の維持・管理 ・担当Gによる植生の維持・管理 ・解析で想定した植生の維持・管理 ・火災防護に関する教育(植生の維持・管理の目的、点検・維持) ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当Gによる外部火災影響評価
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当Gによる外部火災影響評価
	知見の収集 (航空路等の変更)	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当Gによる外部火災影響評価

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	防火帯の維持・管理	運用・手順 体制	・防火帯のパトロール、可燃物の排除 ・担当グループによる防火帯の維持・管理
	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検	・防火帯の維持・管理 ・火災防護に関する教育(防火帯の目的、点検、維持) ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当グループによる外部火災影響評価
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検	・火災防護に関する教育 ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当グループによる外部火災影響評価
	知見の収集 (航空路等の変更)	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当グループによる外部火災影響評価

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	自衛消防隊による予防散水	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 消防車の点検 消火設備（消火栓等）の点検 消防用資機材（防火服、空気呼吸器等）の点検 故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 消火対応の力量を維持するための教育、訓練 初期消火班による消火訓練、資機材取扱訓練 海上災害防止センター消火訓練等
外気取入ダンパ閉、再循環運転		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 外気取入ダンパ閉、再循環運転の手順
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 運転員による運転操作
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 換気空調系の点検
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 操作手順の教育（運転員による外部火災発生時の外気取入ダンパ閉、再循環運転） 補修に関する教育・訓練（換気空調系） 	

設計基準に係る運用対策等 (2/2)

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	初期消火活動要員による初期消火活動	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 火災発生現場の確認、中央制御室への連絡 消火器、消火栓を用いた消火活動及び化学消防自動車、水槽付消防自動車をを用いた消火活動 自衛消防隊*
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ自動車の点検 消火設備（消火器、消火栓等）の点検 消防用資機材（防火服、空気呼吸器等）の点検 故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 初期消火対応要員の力量を維持するための教育、訓練 自衛消防隊に対する消火訓練、資機材取扱訓練 外部機関（海上災害防止センター等）での消火訓練等
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 通報連絡責任者による自衛消防隊への連絡
	自衛消防隊への連絡	体制	<ul style="list-style-type: none"> 自衛消防隊への連絡
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 通報設備の点検
	公的消防への通報	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 火災防護に関する教育 消防要員等による総合的な初期消火訓練
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 通報連絡責任者による公的消防への通報
	外気取入ダンパ閉、閉回路循環運転	体制	<ul style="list-style-type: none"> 自衛消防隊
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 通報設備の点検 火災防護に関する教育（公的消防への通報）
教育・訓練		<ul style="list-style-type: none"> 外気取入れダンパ閉、閉回路循環運転の手順 運転員による運転操作 換気空調設備の点検 操作手順の教育（運転員による外部火災発生時の外気取入れダンパ閉、閉回路循環運転） 補修に関する教育・訓練（換気空調設備） 	

※：自衛消防のための要員と役割については、添付書類2「第4.1-1表」に記載

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	自衛消防隊による予防散水	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 警備員等は、火災発生を確認した場合は自衛消防隊長へ連絡する。 自衛消防隊長は、風向き等から火災進行方向を評価し、散水場所を自衛消防隊に指示する。 自衛消防隊は屋外消火栓等から水源をとり、ホースを展開し、消防車により予防散水を行う。
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 自衛消防隊※
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 消防車の点検 消火設備（消火栓等）の点検 消防用資機材（防火服、空気呼吸器等）の点検 故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 消火対応の力量を維持するための教育、訓練 初期消火班による消火訓練、資機材取扱訓練 海上災害防止センター消火訓練等
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 外気取入ダンパ閉、再循環運転の手順
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 運転員による運転操作
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 空調換気系の点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 操作手順の教育（運転員による外部火災発生時の外気取入ダンパ閉、再循環運転） 補修に関する教育・訓練（空調換気系）

※：自衛消防隊の編成については、添付資料—2「第2.3.1.2-1表」に記載

まとめ資料比較表 [6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災) 別添4-3]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">別添4-3</p> <p style="text-align: center;"><u>柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉</u></p> <p>森林火災評価に係る植生確認プロセスについて</p>	<p style="text-align: right;">別添資料-3</p> <p style="text-align: center;"><u>東海第二発電所</u></p> <p>森林火災評価に係る 植生確認プロセスについて</p>	<p style="text-align: right;">別添4-3</p> <p style="text-align: center;"><u>島根原子力発電所2号炉</u></p> <p>森林火災評価に係る植生確認プロセスについて</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 基準要求</p> <p>【第6条】 設置許可基準第6条(外部からの衝撃による損傷の防止)にて、安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。また、外部火災影響評価について詳細に規定している「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」(以下「評価ガイド」という。)において、発電所敷地外で発生する火災が発電用原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。</p> <p>当該基準要求を満足するに当たっては、評価ガイドの「付属書A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において、FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており、想定火災の火線強度に対する発電用原子炉施設の防火帯幅を評価する。</p> <p>2. 現場確認項目及び内容</p> <p>上記基準要求を満足するためには、FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち、植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。」と評価ガイドに記載されており、以下のとおり、国土数値情報土地利用細分メッシュ及び自然環境保全基礎植生調査データ、現場調査による確認を実施している。</p>	<p>1. 植生確認プロセスについて</p> <p>「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」(以下「評価ガイド」という。)において、発電所周圍で発生する森林火災を想定した発電所に与える影響について評価することが要求されている。当該評価は、評価ガイドにおいて推奨されている、森林火災シミュレーション解析コードFARSITE (以下「FARSITE」という。)を用いて行う。</p> <p><u>FARSITEの主なインプットデータのうち、樹種、林齢等の植生データについては、影響評価範囲内の森林簿による植生確認及びウォークダウンによる植生確認結果を反映する。以降に植生確認のプロセスを示す。</u></p> <p>2. 植生確認の内容</p> <p>(1) 森林簿による植生確認 東海第二発電所の立地自治体である茨城県から交付を受けた森林簿により、影響評価範囲の植生確認を行う。</p> <p>(2) 発電所周辺のウォークダウンによる植生確認 植生確認に適した資格・経験年数を有する調査者が発電所周辺のウォークダウンを行い以下の植生確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林簿データを基にした発電所周辺植生の妥当性確認 ・森林簿データの範囲外となる草等の植生確認 	<p>1. 基準要求</p> <p>【第6条】</p> <p>設置許可基準規則第6条(外部からの衝撃による損傷の防止)にて、安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。また、外部火災影響評価について詳細に規定している「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」(以下「評価ガイド」という。)において、発電所敷地外で発生する火災が発電用原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。</p> <p>当該基準要求を満足するに当たっては、評価ガイドの「付属書A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において、FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており、想定火災の火線強度に対する発電用原子炉施設の防火帯幅を評価する。</p> <p>2. 現場確認項目及び内容</p> <p>上記基準要求を満足するためには、FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち、植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。」と評価ガイドに記載されており、以下のとおり、国土数値情報土地利用細分メッシュ及び森林簿データ、現場調査による確認を実施している。</p>	<p>備考</p> <p>・条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、外部火災影響評価ガイドを踏まえて、「森林簿」の空間データを使用</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2. 1 植生データの整備</p> <p>(1)植生データの入手及び整備</p> <p>植生データについては、国土交通省の国土数値情報である<u>柏崎刈羽原子力発電所周辺の土地利用細分メッシュ (H21 年度)</u>を用い土地利用データを作成し、土地利用データの森林領域を細分化するための<u>森林簿の入手が困難であったため、環境省の自然環境保全基礎調査 植生調査データ (H18 年度)</u>を使用して、森林領域等の植生データを細分化・整備した。</p> <p>(2)現場調査</p> <p>FARSITE の入力にあたり、森林の樹種やその分布状況の詳細な現状把握が必要であるため、発電所構内及び防火帯周辺の植生については、現場調査 (写真撮影) を実施した。</p> <p>現場調査に当たっては、発電所構内の森林管理の単位となっている <u>22</u> エリアに分け、1 級造園施工管理士の国家資格を有する者がウォークダウンをすることにより、植生を調査し、樹種、林齢、低木及び下草の有無を確認した。ウォークダウンの際に写真を撮影し、それをもとに植生を確認するとともに、調査位置についても記録した。</p> <p>(3)植生データの作成</p> <p>(1), (2)を踏まえ補正し、FARSITE にて利用できるような地理的な位置情報を扱う地理情報システム (GIS) に植生情報を入力してデータを作成した。</p> <p>(4)植生データの妥当性の確認</p> <p>発電所構内のウォークダウンに当社社員も同行し、植生の妥当性を確認した。</p> <p>3. 記録の取扱い</p> <p>現場調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録とし</p>	<p>3. 植生データの作成と記録の取扱い</p> <p>3.1 植生データの作成</p> <p>(1) <u>森林簿のデータを、国土数値情報土地利用細分メッシュを 100m メッシュから 10m メッシュに変換したデータにオーバーレイする。</u></p> <p>(2) <u>(1)で作成したデータに発電所周辺の植生データとして、現場の植生確認結果のデータをオーバーレイする。</u></p> <p>3.2 記録の取扱い</p> <p><u>森林簿データ、現場確認結果及び F A R S I T E に入力した植</u></p>	<p>2. 1 植生データの整備</p> <p>(1) 植生データの入手及び整備</p> <p>植生データについては、国土交通省の国土数値情報である<u>島根原子力発電所周辺の土地利用細分メッシュ (H21 年度)</u>を用いて土地利用データを作成し、土地利用データの森林領域を細分化するため<u>島根県から入手した森林簿のデータ</u>を使用して、森林領域等の植生データを細分化・整備した。</p> <p>(2) 現場調査</p> <p>FARSITE の入力にあたり、森林の樹種やその分布状況の詳細な現状把握が必要であるため、発電所構内及び防火帯周辺の植生については、現場調査 (写真撮影) を実施した。</p> <p>現場調査に当たっては、発電所構内の森林管理の単位となっている <u>60</u> エリアに分け、1 級造園施工管理士の国家資格を有する者がウォークダウンをすることにより、植生を調査し、樹種、林齢、低木及び下草の有無を確認した。ウォークダウンの際に写真を撮影し、それをもとに植生を確認するとともに、調査位置についても記録した。</p> <p>(3) 植生データの作成</p> <p>(1), (2)を踏まえ補正し、FARSITE にて利用できるような地理的な位置情報を扱う地理情報システム (GIS) に植生情報を入力してデータを作成した。</p> <p>(4) 植生データの妥当性の確認</p> <p>発電所構内のウォークダウンに当社社員も同行し、植生の妥当性を確認した。</p> <p>3. 記録の取扱い</p> <p>現場調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録とし</p>	<p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、「森林簿」に基づき、影響評価を実施</p> <p>・条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 地域特性を踏まえた条件設定の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>て保管する。</p> <p>4. 今後の対応 発電所周辺の植生の変更がある場合は、その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。</p>	<p>生データを記録として保管する。</p> <p>4. <u>定期的な植生の管理</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>植生の妥当性判断に資格・経験年数が必要となる樹木については、定期的に資格・経験年数を有する調査員による植生確認を行い、発電所周辺の植生とFARSITEに入力した植生データに相違がないことを確認する。</u> ・<u>生育状況のみで判断が可能な草等の植生は、定期的に植生確認を行い、発電所周辺の植生とFARSITEに入力した植生データに相違がないことを確認する。また、必要に応じ草刈り等を行い植生の維持管理を行う。</u> ・<u>植生の変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。</u> <p style="text-align: right;"><u>以上</u></p>	<p>て保管する。</p> <p>4. 今後の対応 発電所周辺の植生の変更がある場合は、その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。</p>	