

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(第2棟に係る確認事項)

7月15日面談資料改訂版

2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



1. 第2棟の建屋の工事に係る確認事項について

一部改訂

(1) 建屋

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
遮へい機能	材料確認	コンクリートの乾燥単位容積質量を確認する。	2.1g/cm ³ 以上であること。
	寸法確認	遮へい部材の断面寸法を確認する。	遮へい部材の断面寸法が、実施計画に記載されている寸法以上であること。
構造強度	基盤確認	<u>支持地盤の高さ、地質の状況を確認する。</u>	<u>実施計画に記載されている高さ以下であること。</u> <u>また、実施計画に記載の地質であること。</u>
	材料確認	構造体コンクリートの圧縮強度を確認する。	構造体コンクリートの圧縮強度が、実施計画に記載されている設計基準強度に対して、JASS 5Nの基準を満足すること。
		<u>人工岩盤の圧縮強度を確認する。</u>	<u>人工岩盤の圧縮強度が、実施計画に記載されている設計基準強度以上であること。</u>
		鉄筋の材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3112に適合すること。
	寸法確認	構造体コンクリート部材の断面寸法を確認する。	構造体コンクリート部材の断面寸法が、JASS 5Nの基準を満足すること。
	据付確認	鉄筋の <u>本数又は間隔、径、継手、定着、かぶり厚さ</u> を確認する。	鉄筋の <u>本数又は間隔、径、継手、定着、かぶり厚さ</u> が、JASS 5Nの基準を満足すること。
外観確認	<u>各部の外観を確認する。</u>	<u>有意な欠陥がないこと。</u>	

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(1/9)

一部改訂

(1) 鉄セル(遮へい体, インナーボックス)

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
遮へい機能*1	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、材料証明書等により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている遮へい体の厚さ以上であることを、確認する。	実施計画に記載されている遮へい体の厚さ以上であること。
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、材料証明書等により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認*2	試験圧力*3で一定時間保持した後、試験圧力に耐えていることを確認する。また、耐圧部からの漏えいがないことを確認する。	圧力に耐え、かつ構造物の有意な変形がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。

*1: 遮へい体のみ実施

*2: インナーボックスのみ実施

*3: 大気圧比較法による圧力

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(2/9)

一部改訂

(2) グローブボックス(GB-No.1, 2, 3, 4)

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、 <u>材料証明書等により</u> 確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	<u>耐圧・漏えい確認</u>	<u>試験圧力*1で一定時間保持した後、試験圧力に耐えていることを確認する。また、耐圧部からの漏えいがないことを確認する。</u>	<u>圧力に耐え、かつ構造物の有意な変形がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。</u>

* 1: 大気圧比較法による圧力

(3) フード

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
性能	運転性能確認	運転状態にて開口部(1/2開放状態)の面速を確認する。	実施計画に記載されている面速以上であること。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(3/9)

一部改訂

(4)セル・グローブボックス用排風機A, B

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、材料証明書等により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
性能	運転性能確認	運転を行い、実施計画に記載されている容量を満足することを確認する。また、異音、異臭、振動の異常がないことを確認する。	実施計画に記載されている容量を満足すること。また、異音、異臭、振動の異常がないこと。
		稼働中のセル・グローブボックス用排風機が停止したときに、待機しているセル・グローブボックス用排風機が起動することを確認する。	待機しているセル・グローブボックス用排風機が起動すること。

(5)フード用排風機, 管理区域用排風機, 管理区域用送風機

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
性能	運転性能確認	運転を行い、実施計画に記載されている容量を満足することを確認する。また、異音、異臭、振動の異常がないことを確認する。	実施計画に記載されている容量を満足すること。また、異音、異臭、振動の異常がないこと。
		稼働中のフード用排風機、管理区域用排風機、管理区域用送風機が停止したときに、待機しているフード用排風機、管理区域用排風機、管理区域用送風機が起動することを確認する。	待機しているフード用排風機、管理区域用排風機、管理区域用送風機が起動すること。
		セル・グローブボックス用排風機、フード用排風機及び管理区域用排風機を停止させ、管理区域用送風機が起動しないことを確認する。	管理区域用送風機が起動しないこと。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(4/9)

一部改訂

(6)セル・グローブボックス用排気フィルタユニットA, B, C, D

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、材料証明書等により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力の1.25倍以上に加圧し、有意な変形がないことを確認する。また、漏えいがないことを確認する。	圧力に耐え、かつ構造物の変形がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	運転状態にてフィルタユニットの容量を確認する。また、異音、異臭、振動の異常がないことを確認する。	実施計画に記載されている容量を満足すること。また、異音、異臭、振動の異常がないこと。

(7)フード用排気フィルタユニット、管理区域用排気フィルタユニット

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
性能	運転性能確認	運転状態にてフィルタユニットの容量を確認する。また、異音、異臭、振動の異常がないことを確認する。	実施計画に記載されている容量を満足すること。また、異音、異臭、振動の異常がないこと。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(5/9)

一部改訂

(8) 主要排気管

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・ 耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、材料証明書等により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	サポート支持間隔が定ピッチスパン法で算出した値以下であることを確認する。	サポート支持間隔が定ピッチスパン法で算出した値以下であること。
	耐圧・漏えい 確認	最高使用圧力の1.25倍以上に加圧し、同圧力に耐え有意な変形がないことを確認する。また、漏えいがないことを確認する。	圧力に耐え、かつ構造物の有意な変形がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(6/9)

一部改訂

(9) 分析廃液受槽A, B, 設備管理廃液受槽A, B

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	材料確認	実施計画に記載されている主な材料であることを、材料証明書等により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	静水頭圧力で保持した後, 同圧力に耐え有意な変形がないことを確認する。また, 耐圧部からの漏えいがないことを確認する。	圧力に耐え, かつ有意な変形がないこと。また, 耐圧部から漏えいがないこと。
機能	警報確認	液位「高高」側の信号により警報が発生することを確認する。	液位「高高」側の信号により警報が発生すること。

(10) 分析廃液移送ポンプ, 分析廃液回収ポンプ, 設備管理廃液移送ポンプ, 設備管理廃液回収ポンプ

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
性能	運転性能確認	運転を行い, 実施計画に記載されている容量を満足することを確認する。また, 異音, 異臭, 振動の異常がないことを確認する。	実施計画に記載されている容量を満足すること。また, 異音, 異臭, 振動の異常がないこと。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(7/9)

一部改訂

(11) 漏えい検出装置及び警報装置

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
機能	漏えい警報確認	漏えい信号により警報が作動することを確認する。	警報が作動すること。

(12) 液体廃棄物一時貯留設備の堰

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
漏えい防止	寸法確認	<u>実施計画に記載されている堰の高さ以上であることを確認する。また, 想定する最大の漏えい量が堰内に確保できることを確認する。</u>	<u>堰の高さが実施計画に記載されている高さ以上であること。また, 想定する最大の漏えい量が確保できること。</u>
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(8/9)

一部改訂

(13) 主要配管

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・ 耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主な材料 <u>であることを、材料証明書等により確認する。</u>	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	<u>サポート支持間隔が定ピッチスパン法で算出した値以下であることを確認する。</u>	<u>サポート支持間隔が定ピッチスパン法で算出した値以下であること。</u>
	耐圧・漏えい 確認	最高使用圧力の1.5倍以上 <u>に加圧し、同圧力に耐え有意な変形がないことを確認する。また、耐圧部から漏えいがないことを確認する。*</u> 1	圧力に耐え、かつ有意な変形がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。
機能・ 性能	通水確認	通水ができることを確認する。	通水ができること。

* 1: 最高使用圧力の1.5倍をかけることが困難な個所については、放射線透過試験及び可能な限り高い圧力で耐圧試験を行い、耐圧部からの漏えいがないことを確認したのち、代替検査として非破壊検査(浸透探傷試験)で確認する。

2. 第2棟の設備の工事に係る確認事項について(9/9)

追加説明

(14) 試料ピット

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
臨界管理	寸法確認	試料ピットの深さ、中心間距離が、実施計画に記載されている寸法以上であることを確認する。また、試料ピットの径が、実施計画に記載されている寸法以下であることを確認する。	試料ピットの深さ、中心間距離が、実施計画に記載されている寸法以上であること。また、試料ピットの径が実施計画に記載されている寸法以下であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。

3. 第2棟の設備の溶接部に係る確認事項について

一部改訂

◆溶接検査

○コンクリートセルNo.4排気口からセル・グローブボックス用排気フィルタユニットC, D入口までの外径100mm以上の主要排気管

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	使用する材料が、 <u>JIS規格等</u> に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合することを <u>材料証明書等により</u> 確認する。	使用する材料が、 <u>JIS規格等</u> に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものであること。
	開先検査	<u>開先面に溶接に悪影響を及ぼす欠陥等ないことを確認する。また、開先形状の管理が行われていることを確認する。</u>	<u>開先面に溶接に悪影響を及ぼす欠陥等ないこと。また、開先形状の管理が行われていること。</u>
	溶接作業検査	あらかじめ決められた溶接施工法であることを確認する。また、溶接士が保有する資格範囲内で溶接されていることを確認する。	あらかじめ決められた溶接施工法であり、溶接士が保有する資格範囲内で溶接されていること。
	非破壊試験	溶接部について非破壊検査(浸透探傷検査)を行い、 <u>溶接部に欠陥指示模様がないことを確認する。</u> <u>試験方法はJIS Z 2343の浸透深傷試験に基づき実施する。</u>	<u>「発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2007」第1部 表-10浸透深傷試験の判定基準を満足すること。</u>
	耐圧・漏えい検査	最高使用圧力の1.25倍以上の <u>圧力で保持した後、同圧力に耐え有意な変形がないことを確認する。</u> また、耐圧部から漏えいがないことを確認する。	圧力に耐え、かつ有意な変形がないこと。 また、耐圧部から漏えいがないこと。
	外観確認	<u>各部の外観を確認する。</u>	<u>有意な欠陥がないこと。</u>

別紙 主要排気管・主要配管の寸法計測について

追加説明

◆管の寸法確認について

- ▶ 材料証明書等における寸法の確認記録は、JISに適合している旨の記載のみであることから、材料証明書等の確認とともに寸法についても計測による確認を実施する。
- ▶ 寸法確認は、実施計画に記載している各サイズごとに実施する。

◆管の寸法確認方法

○確認する寸法

- ・実施計画に記載している主要寸法(外径、厚さ)

○判断基準

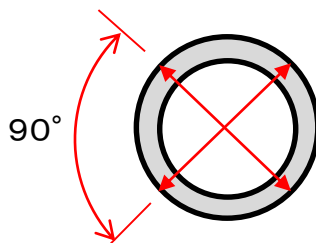
- ・実施計画の別冊に記載している許容範囲内であること。

○計測箇所

- ・外径 → 円周2方向(90° ピッチ)
- ・厚さ → 円周4点(90° ピッチ)

○計測器

- ・ノギス、鋼製巻尺、超音波厚さ計 等



◆主要配管の別冊における記載例

①分析廃液受槽出口から分析廃液移送ポンプ入口まで

主要寸法 (mm)	許容範囲	根拠	
外径	48.6	48.6±0.5	JISによる材料公差
厚さ	3.0	3.0±0.5	同上

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(セル内火災に対する考慮について)

10月15日面談資料改訂版

2020年10月29日

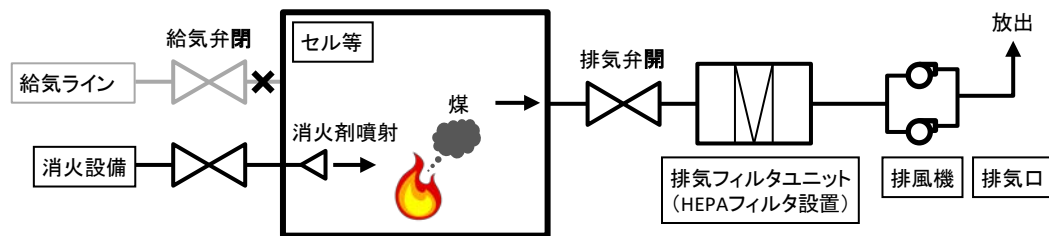
東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



1. セル内火災に対する考慮(1/3)

第2棟では、コンクリートセル等で火災が発生した場合、不活性ガス(窒素ガス)を噴射し、セル内を消火に必要な消火剤濃度に維持することで消火する。このとき、セル内の負圧を維持するため及び効率よくセル内の空気を消火剤に置換するため、排気弁は閉止しない。また、排風機も停止しない。

セル内火災を想定し、セル内の可燃物が燃焼することで発生する煤が、換気空調設備の排気系に流入したとして、排気フィルタユニットに設置されている高性能フィルタへの影響を評価した。



1. セル内火災に対する考慮(2/3)

一部改訂

【想定事象】

- セル内の可燃物として、紙ウェス、ポリ容器がある。通常、可燃物は必要の都度、必要な量だけをセル内に持ち込んで使用し、また、使用しない場合は金属製容器に収納する等、火災発生の要因を極力排除する措置を講ずる。評価では、紙ウェス500g、ポリ容器200gがセル内に存在すると仮定した。
- 紙ウェス、ポリ容器の全てが燃焼し、このとき発生する煤が換気空調設備の排気系に移行し、高性能フィルタに捕集されるものとした。なお、煤の発生量については、紙ウェスの重量の1%※¹(5g)、ポリ容器の重量の9%※¹(18g)とし、保守的に合計25gとした。

【評価結果】

高性能フィルタについて、初期圧力損失の2倍が交換時期の目安とされている。IAEAの報告書※²では、第2棟に設置する高性能フィルタとサイズ(610mm×610mm×292mm) 及びろ材の種類(グラスファイバー)が同じフィルタについて、初期圧力損失の2倍の圧力に相当する工業用の煤(カーボンブラック)の保持量が約200gと示されている。

第2棟のセル内火災で想定される煤の発生量は25gであり、高性能フィルタに対する保持量200gを下回ることから、セル内火災時に発生が想定される量の煤を捕集しても高性能フィルタは破損しない。また、負圧維持に必要な排気風量も維持できることから、セル内の負圧は維持できる。

※¹ “Characteristics of Combustion Products: A Review of Literature” NUREG/CR-2658, (1983) から、燃焼物の初期重量に対する煤の発生割合について、紙の材料である木材では0.2～0.4%、ポリ容器の材料であるポリエチレンでは8.3%である。以上より、煤の発生量について、紙ウェスを1%、ポリ容器を9%とした。

※² TECHNICAL REPORTS SERIES No.325 IAEA, VIENNA, (1991) p.32 FIG. 18に、高性能フィルタの粉塵保持量(Dust load)に対する圧力損失(Pressure drop)の変化が示されており、工業用の煤(カーボンブラック, Carbon Black)を高性能フィルタに捕集させた場合、試験開始時の圧力損失(初期圧力損失)に対して2倍の圧力損失を示すときの粉塵保持量は約200gである。

1. セル内火災に対する考慮(3/3)

燃料デブリ等の取扱場所(試料ピットを含む)において、燃料デブリ等が金属製の容器に収納されている場合、火災による公衆への放射線被ばくの影響はない。一方、コンクリートセルNo.4では、燃料デブリ等を容器から取り出して切断等を行うため他の取扱場所に比べ、セル内に飛散する放射性物質の量が多く、また、切断等により飛散しやすい粉体状の放射性物質が発生する。このため、コンクリートセルNo.4における燃料デブリ等の切断時に火災が発生した場合を想定し、火災に伴う放射性物質の飛散を考慮して、このときの公衆の実効線量を評価した。

【評価条件】

- 燃料デブリ等がすべてMOX燃料で構成されているとした(MOX燃料の燃焼度等の条件で各核種の放射エネルギーをORIGEN2.2-UPJコードで求めたもの)。
- 1回の受入物(燃料デブリ等)に対して、切断等により粉体が発生する。粉体は適宜、回収し保管するが、評価では、この粉体の全てがセル内に存在するものとした保守的な仮定とした。この粉体に対し、切断時の飛散(1%^{※1})と火災に伴う飛散(0.6%^{※2})を合わせて1.6%の放射性物質が排気中に移行するものとした。なお、トリチウム、よう素及び希ガスについては、粉体中の全量が排気中に移行するものとした。
- コンクリートセルNo.4から排気口までに設置する高性能フィルタ(3段)の除染係数を 10^7 ^{※3}とした。なお、トリチウム、よう素及び希ガスについては、除染係数を考慮しないものとした。

【評価結果】

敷地境界外の実効線量の評価は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」等を参考とし、呼吸摂取による内部被ばく線量を求めた。

その結果、本事象に係る公衆の実効線量は、約 $1.2 \times 10^{-3} \mu\text{Sv}$ であり、公衆への放射線影響は十分に小さい。

※1「ホットラボの設計と管理」、ホットラボ研究専門委員会、日本原子力学会(1976)

※2“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”, NUREG/CR-6410

※3 高性能フィルタは、基準粒子径 $0.15 \mu\text{m}$ 以上に対して粒子捕集率99.97%以上のJIS規格品を使用する設計としている。
第2棟では、フィルタ1段目の除染係数を 10^3 とし、2段目以降は1段あたりの除染係数を 10^2 として評価する。

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(分析・試験設備の火災防護について)
10月15日面談資料改訂版

2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



1. 第2棟における火災防護の考慮(1/2)

【火災防護の考慮】

- コンクリートセル、鉄セル、グローブボックス及びフードは、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する。
- 火災の早期検知、初期消火を可能にする火災検知器(温度計)、消火設備を設置する。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの火災に対する消火剤は不活性ガス(窒素ガス)とする※1。
- フード内の火災に対しては、フード近傍に設置した消火器により消火する。
- 消火設備を起動した場合においても、コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの負圧を維持する。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの消火設備は、再着火防止を考慮した設備とする。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの消火設備は、設備の故障等を考慮して複数設置する。

※1: JAEA茨城地区においては、セル等の消火設備としてハロゲン化物消火設備を設置している。

1. 第2棟における火災防護の考慮(2/2)

【火災防護の考慮】

- 燃料デブリ等の前処理により発生する、切断片等は金属製の容器に収納する。
- 放射性の固体廃棄物は、金属製の容器に収納する。
- 放射性の液体廃棄物を一時的に保管する設備は、静電気等の放電のため接地を施す。
- 火災防止及び火災発生時に係る作業手順、注意事項等についてマニュアル化する。

【切断粉の火災防護の考慮】

燃料デブリ等は化学的に不活性な酸化物が主成分であると推定されるが、化学的に活性である可能性を考慮し、切断粉は金属等の不燃又は難燃性材料製の容器内で取り扱う。万一酸素との反応に起因して発火したとしても延焼を防ぐように、燃料デブリ等の切断時は周囲に可燃物を置かないこととし、切断粉発生都度、切断粉を金属製の容器内に収納する。

2. コンクリートセル等に使用する材料

コンクリートセルでは、遮へい体に普通コンクリート、ライニングにステンレス鋼、遮へい窓枠にステンレス鋼、遮へい窓に鉛ガラス等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

鉄セルでは、遮へい体に鉄、インナーボックスにステンレス鋼、遮へい窓枠にステンレス鋼、遮へい窓に鉛ガラス等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

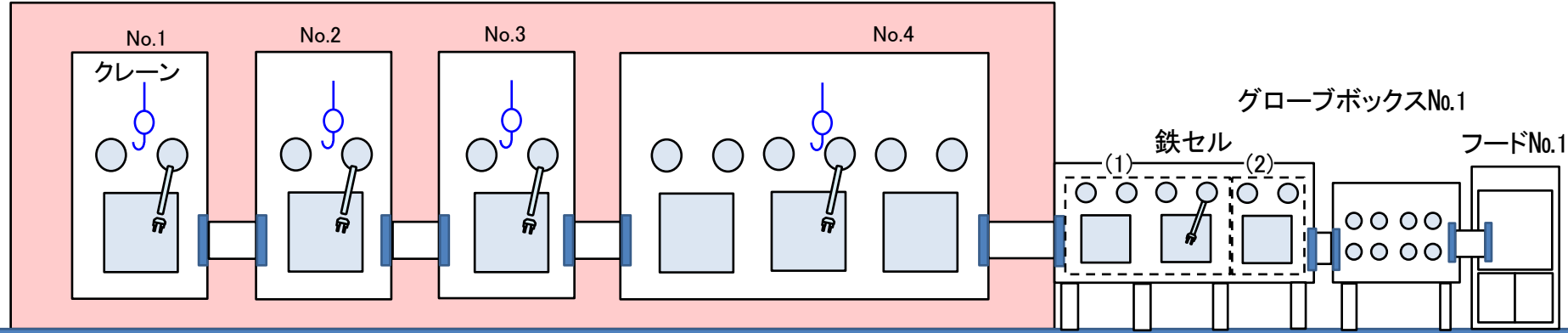
グローブボックスは、本体にステンレス鋼、気密パネルにポリカーボネート樹脂等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

フードは、本体にステンレス鋼、前面シャッターに強化ガラスの不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

コンクリートセル等に付属するダクト、フィルタ及びケーブルは、鋼材、グラスファイバー、難燃性塩化ビニル等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

3. 分析・試験設備において使用を想定している試薬（1/3）

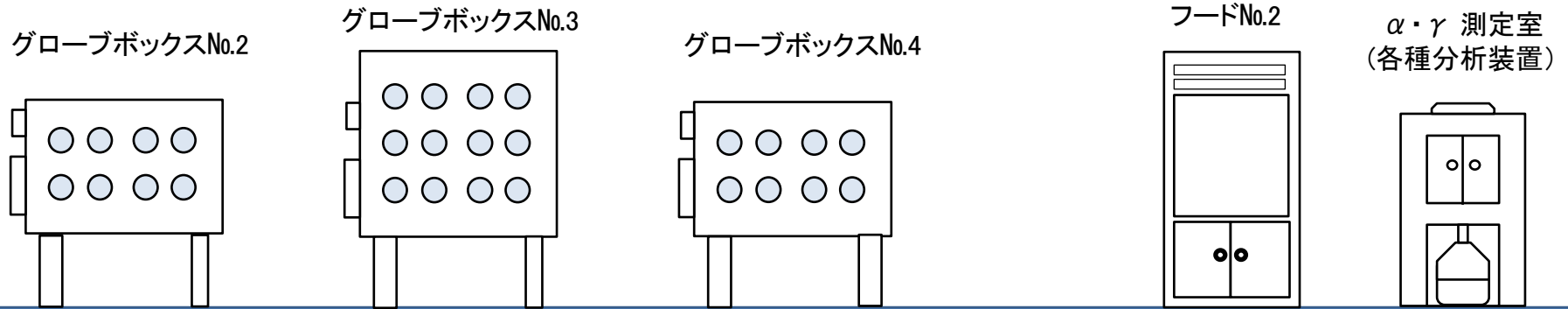
コンクリートセル



使用場所	消防法による危険物の分類 (用途)	想定使用量
コンクリートセルNo.1	第4類(除染)	数100mlオーダー
コンクリートセルNo.2	第4類(除染)	数100mlオーダー
コンクリートセルNo.3	第4類(除染)	数100mlオーダー
コンクリートセルNo.4	第1類(分析・試験) 第4類(分析・除染)	数gオーダー 数100mlオーダー

使用場所	消防法による危険物の分類 (用途)	想定使用量
鉄セル(1)	第4類(分析・試験、除染)	数100mlオーダー
鉄セル(2)	第4類(除染) 第5類(分析・試験) 第6類(分析・試験)	数100mlオーダー 数100mlオーダー 数100mlオーダー
グローブボックスNo.1	第4類(分析・試験、除染) 第5類(分析・試験) 第6類(分析・試験)	数100mlオーダー 数100mlオーダー 数100mlオーダー
フードNo.1	第4類(除染)	数100mlオーダー

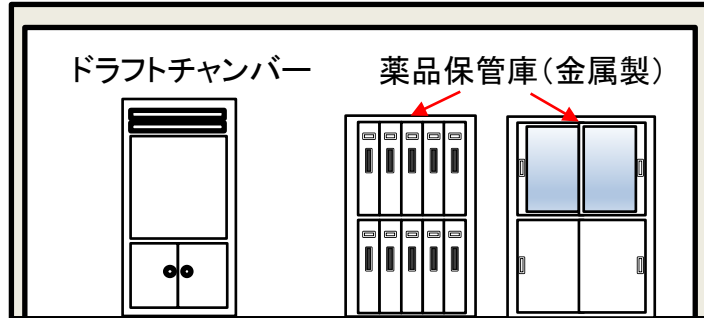
3. 分析・試験設備において使用を想定している試薬(2/3)



使用場所	消防法による危険物の分類 (用途)	想定使用量
グローブボックスNo.2	第4類(除染)	数100mlオーダー
グローブボックスNo.3	第4類(除染)	数100mlオーダー
グローブボックスNo.4	第4類(除染)	数100mlオーダー
フードNo.2	第4類(分析・試験、除染)	数100mlオーダー 数100mlオーダー
α・γ 測定室 (各種分析装置)	第4類(分析・試験)	数100mlオーダー

3. 分析・試験設備において使用を想定している試薬(3/3)

試薬調製室



- 使用を想定している試薬は、試薬調製室の金属製の薬品保管庫に保管する。
- 消防法により混載禁止とされている危険物は分けて保管する。
- 試薬調製室にて分析・試験で使用する試薬の調製(分取、希釈、固体状の試薬の溶解、混合等)を行う。
- 試薬の調製では、加熱処理は行わない。

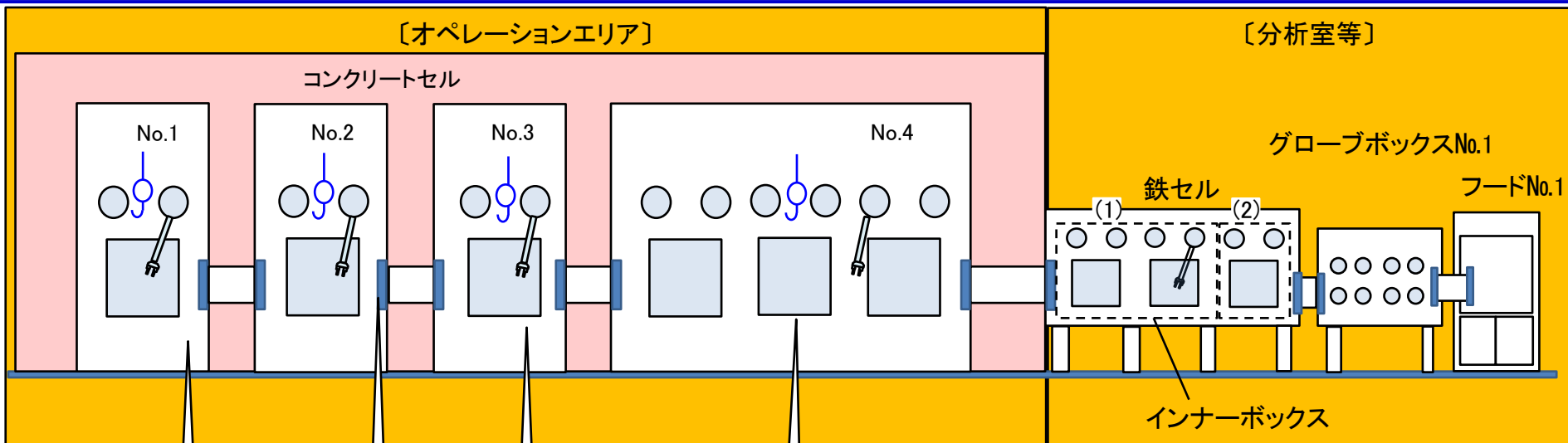
分析・試験設備において使用を想定している試薬の想定保管量は、危険物の規制に関する政令で定める指定数量より十分低く、少量危険物の貯蔵取扱所に該当しない。

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定保管量	適用する消火器
第1類	硝酸銀	数10gオーダ	粉末消火器 ※1:一部の試薬については乾燥砂を適用する。
	過酸化ナトリウム※ ¹	数100gオーダ	
	亜硝酸ナトリウム	数10gオーダ	
第4類	アクアライトRS-A	数ℓオーダ	
	アクアライトCN	数10mlオーダ	
	メタノール	数100mlオーダ	
	エタノール	数ℓオーダ	
	Hionic-Fluor	数ℓオーダ	
	Permafluor E+	数ℓオーダ	
	ラッピングオイル	数ℓオーダ	
	アセトン	数100mlオーダ	
	Carbo-Sorb E	数ℓオーダ	
	Ultima Gold LLT	数ℓオーダ	
	ギ酸	数100mlオーダ	
	酢酸	数100mlオーダ	
	テトラエチレングリコール	数10mlオーダ	
第5類	ヒドロキシルアミン溶液※ ¹	数100gオーダ	
第6類	過酸化水素水	数100gオーダ	

試薬の調製に伴い発生の可能性のある主な危険物

消防法による危険物の分類	化合物	適用する消火器
第1類	硝酸ナトリウム	粉末消火器

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用 (1/8)



コンクリートセルNo.1～3

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダー

コンクリートセルNo.4

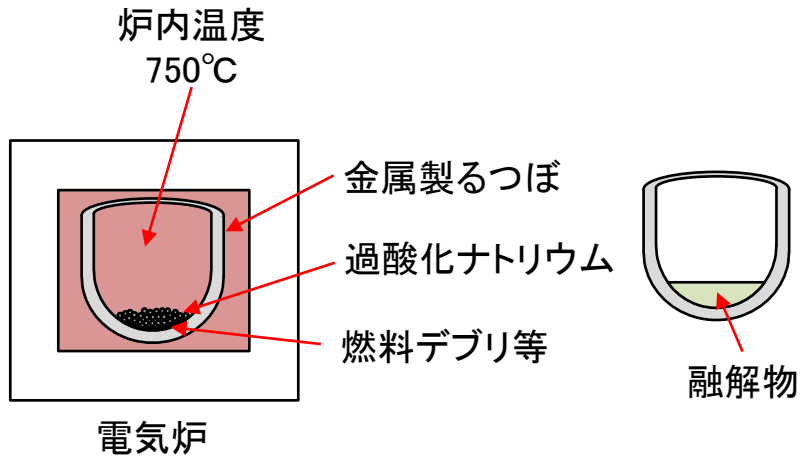
消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第1類	過酸化ナトリウム	数gオーダー
第4類	ラッピングオイル	数100mlオーダー
第4類	アセトン	数100mlオーダー
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダー

前処理等に伴い発生の可能性のある主な危険物

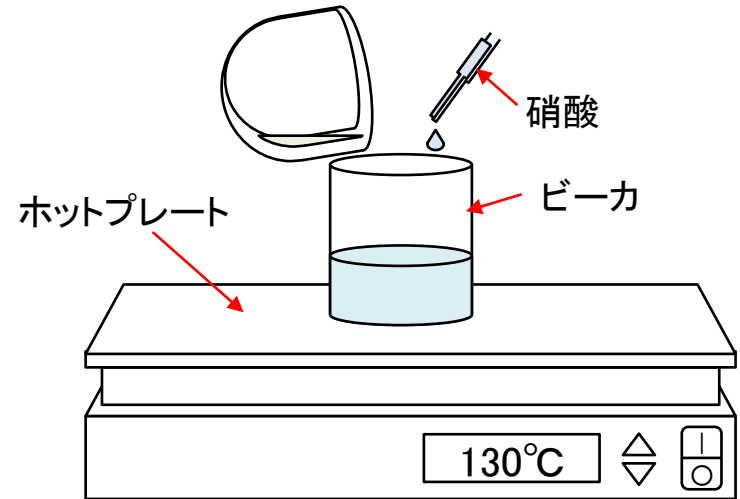
消防法による危険物の分類	化合物
第1類	硝酸ナトリウム

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(2/8)

〔コンクリートセルNo.4: アルカリ融解作業例〕



- ① 過酸化ナトリウムと燃料デブリ等を金属製のつぼに入れ、750°Cに加熱して融解物とする。



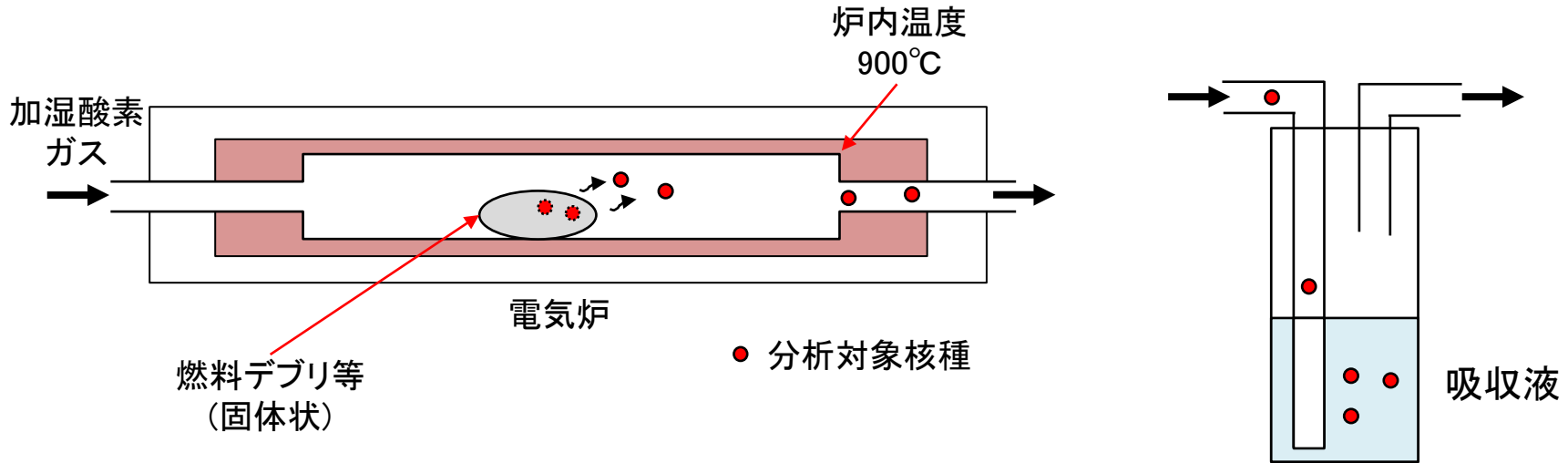
- ② 融解物をビーカに移し替え、硝酸を加えて加熱して溶液化する。

【当該作業における火災防護への配慮】

- 過酸化ナトリウムは可燃物の存在下で水分との接触により発火する危険性があるため、取扱う際は近傍に可燃物、水分を置かない。
- 電気炉、ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 電気炉、ホットプレートの使用中は常時監視する。

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(3/8)

〔コンクリートセルNo.4:H3,C14,I129分析前処理作業例〕



① 燃料デブリ等を加熱し、分析対象核種を気化させて分離する。

② 気化した分析対象核種は吸収液に回収する。

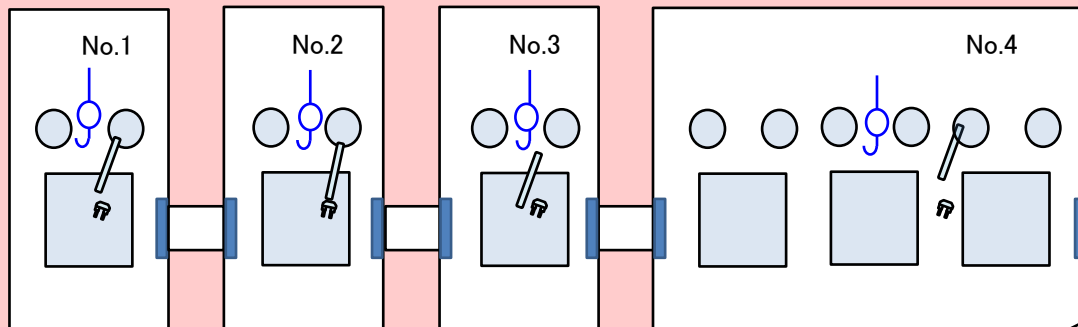
【当該作業における火災防護への配慮】

- 電気炉を使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 電気炉の使用中は常時監視する。

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(4/8)

〔オペレーションエリア〕

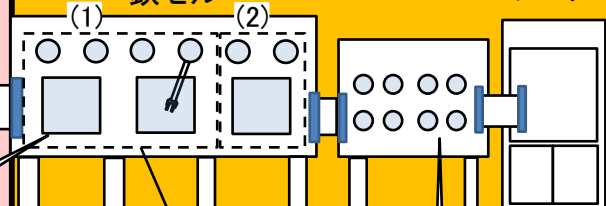
コンクリートセル



フードNo.1 〔分析室等〕

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダ

鉄セル グローブボックスNo.1 フードNo.1



インナーボックス

鉄セル(1)

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	アクアライト RS-A	数100mlオーダ
	アクアライト CN	数10mlオーダ
	エタノール(除染用)	数100mlオーダ

鉄セル(2)

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダ
第5類	ヒドロキシルアミン溶液	数100mlオーダ
第6類	過酸化水素水	数100mlオーダ

前処理等に伴い発生の可能性のある主な危険物

消防法による危険物の分類	化合物
第1類	硝酸ナトリウム

グローブボックスNo.1

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	Carbo-Sorb E	数10mlオーダ
	テトラエチレングリコール	数10mlオーダ
	酢酸	数100mlオーダ
	メタノール	数100mlオーダ
	ギ酸	数10mlオーダ
	エタノール(除染用)	数100mlオーダ
第5類	ヒドロキシルアミン溶液	数100mlオーダ
第6類	過酸化水素水	数100mlオーダ

前処理等に伴い発生の可能性のある主な危険物

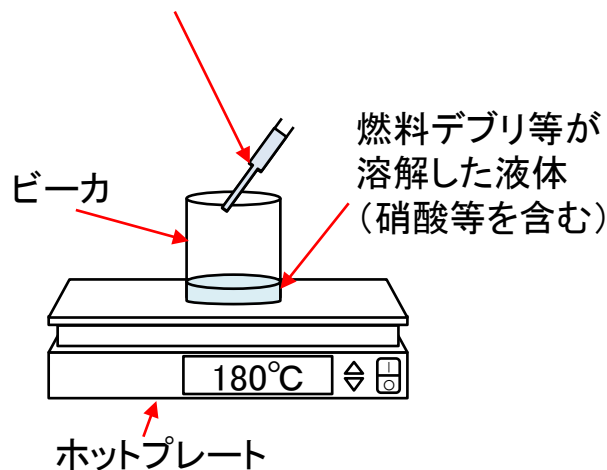
消防法による危険物の分類	化合物
第1類	硝酸ナトリウム

※: 粉じん爆発のおそれのない粒径(500 μ m超過)のものを使用する。
なお、150 μ mを超える粒径の金属粉は危険物に該当しない。

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(5/8)

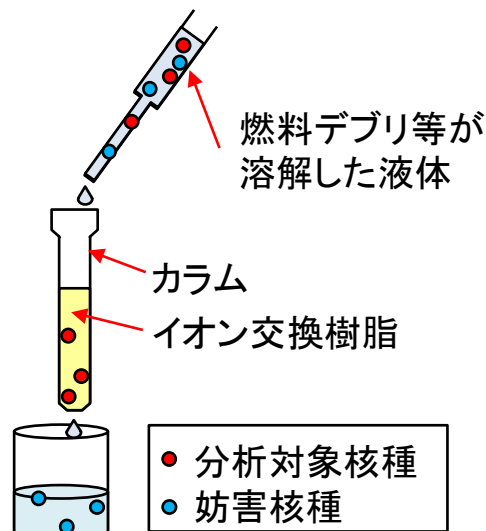
〔鉄セル(2)、グローブボックスNo.1:核種分離(イオン交換分離)作業例〕

試薬(硝酸、塩酸等)

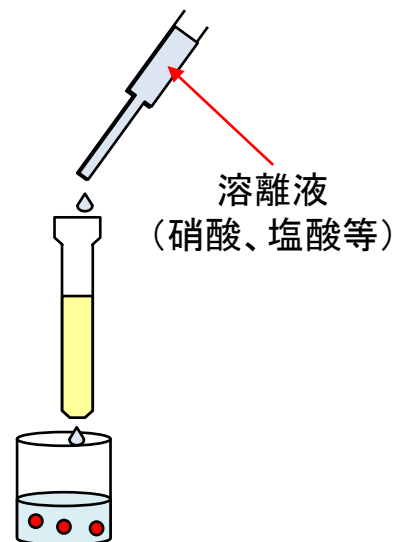


- ① 分析対象核種をイオン交換樹脂に吸着しやすい化学形に変換するため、試薬を加えて加熱する※。

- ② 燃料デブリ等が溶解した液体を、イオン交換樹脂の入ったカラムの上部から添加し、分析対象核種をイオン交換樹脂に吸着させて分離する。



- ③ 吸着した分析対象核種を溶離液で溶出させ、回収する。

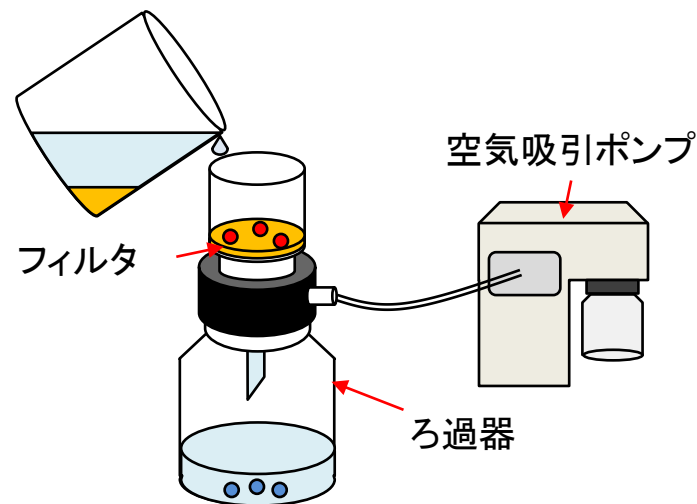
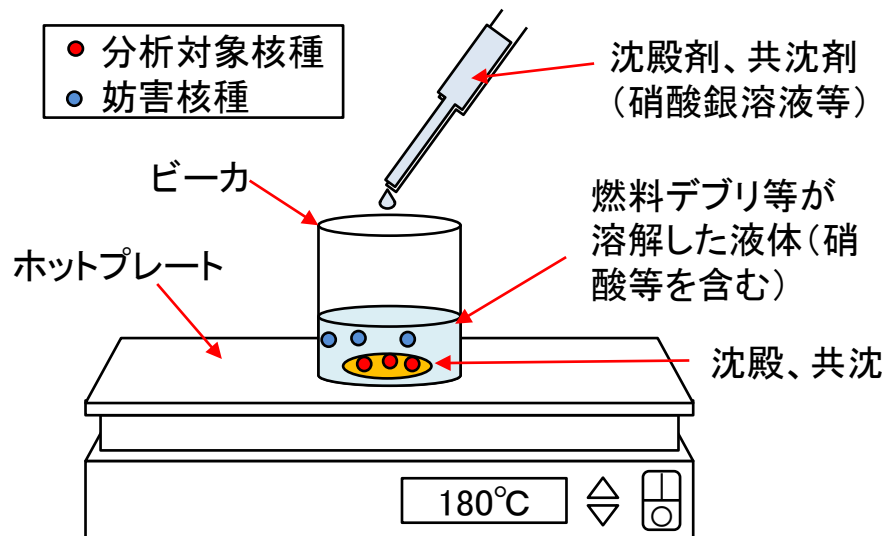


【当該作業における火災防護への配慮】

- ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- ホットプレート使用中は常時監視する。
- 溶離液に危険物を含む場合があるため、近傍に着火源、可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 防爆仕様のホットプレートを使用する。
- 混合することにより発火する可能性のある危険物は、同一の場所で使用しない。

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(6/8)

〔鉄セル(2)、グローブボックスNo.1:核種分離(沈殿、共沈)作業例〕



- ① 燃料デブリ等が溶解した液体に沈殿剤、共沈剤を添加し、加熱して※1分析対象核種を沈殿、共沈させる※2。

※1:分析対象核種によっては加熱しない場合もある。

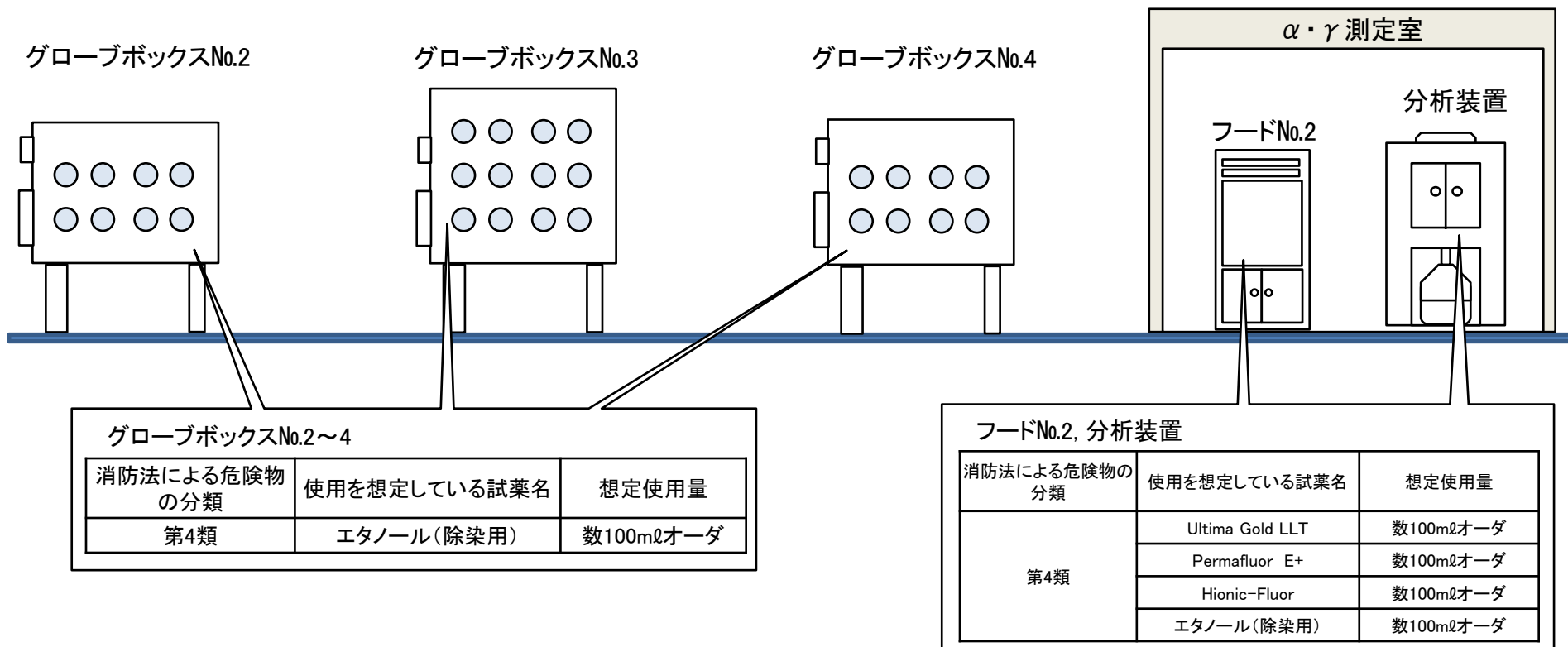
※2:妨害核種を沈殿、共沈させ、分析対象核種を溶液側に残す場合もある。

- ② ろ過により分析対象核種を分離してフィルタ上に回収する。

【当該作業における火災防護への配慮】

- ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- ホットプレートの使用中は常時監視する。
- 防爆仕様のホットプレートを使用する。
- 混合することにより発火する可能性のある危険物は、同一の場所で使用しない。

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(7/8)



4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用 (8/8)

【試薬使用時の火災防護への配慮】

- 使用を想定している試薬は、試薬調製室の薬品保管庫(金属製)に保管する。
- 消防法により混載禁止とされている危険物は、薬品保管庫を分けて保管する。
- 混合することにより発火する可能性のある危険物は、同一の場所で使用しない。
- 電気炉、ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 鉄セル、グローブボックスでは引火性の液体を加熱するため、防爆仕様のホットプレートを使用する。
- 電気炉、ホットプレートの使用中は常時監視する。
- 引火性の試薬を取扱う際は、近傍に着火源を置かない。
- 分析装置は接地する。
- 粉末状の金属試薬は、粉塵爆発のおそれのない粒径(500 μ m超過※1)のものを使用する。

上記の対応を行い、火災発生の要因を極力排除することで、火災の発生を防止する。

※1独立行政法人労働者健康安全機構,労働安全衛生総合研究所技術指針JNIOOSH-TR-46-1:2015,工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015)

5. 中和後の廃液の火災防護

一部改訂

【中和廃液の火災防護への配慮】

- 分析・試験に使用した試薬は、中和、希釈等の安定化処理を行った上で、各設備に払い出す。
- 硝酸、アンモニア水、ヒドロキシルアミン溶液、水酸化ナトリウム溶液を**対象とした**中和では以下の化合物が発生する可能性がある。これらの化合物は、**性状又は濃度によっては**消防法上危険物に該当することから、中和後の希釈により危険物から除外される性状又は濃度とした後に各設備に払い出す。
- **硝酸ナトリウム及び硝酸アンモニウムの水への溶解度は大きい**ため、中和後にこれらの化合物が固体として析出する可能性は低いが、安全を考慮して中和後に希釈する。

中和により発生の可能性のある化合物		消防法による危険物の分類	水(20℃)への溶解度※1
硝酸塩 (固体)	硝酸ナトリウム	第1類	46.8※2
	硝酸アンモニウム	第1類	65.5※2
中和により発生の可能性のある化合物		消防法による危険物の分類	消防法上危険物とならない濃度
塩酸ヒドロキシルアミン		第5類	35wt%※3

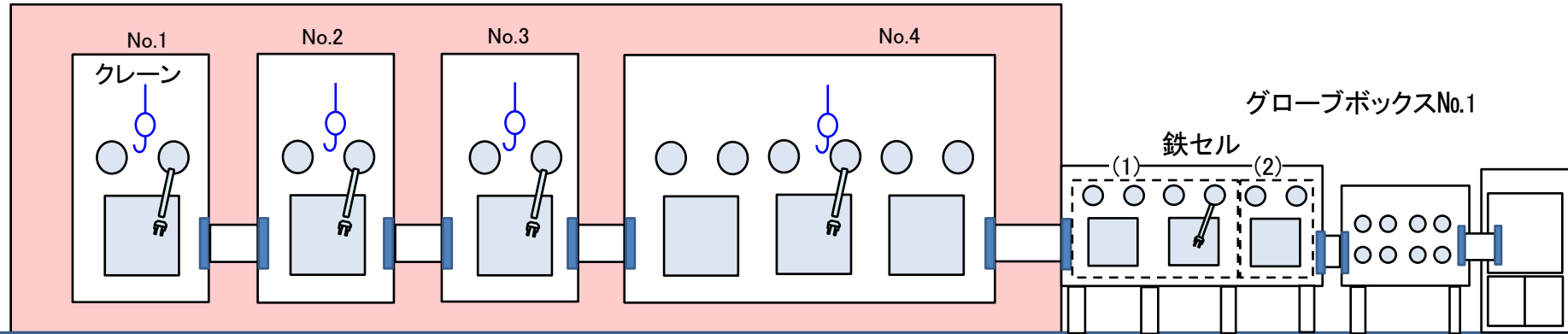
※1 質量百分率、無次元 (飽和溶液100g中の化合物の質量)

※2 日本分析化学会編、改訂五版 分析化学便覧 基礎編、丸善出版株式会社、2004

※3 独立行政法人産業安全研究所、産業安全研究所ガイド、ヒドロキシルアミン等の爆発危険性と安全な取扱いについて、NIIS-SG-No.1 (2001)

6. コンクリートセル等において想定している主な可燃物 (1/2)

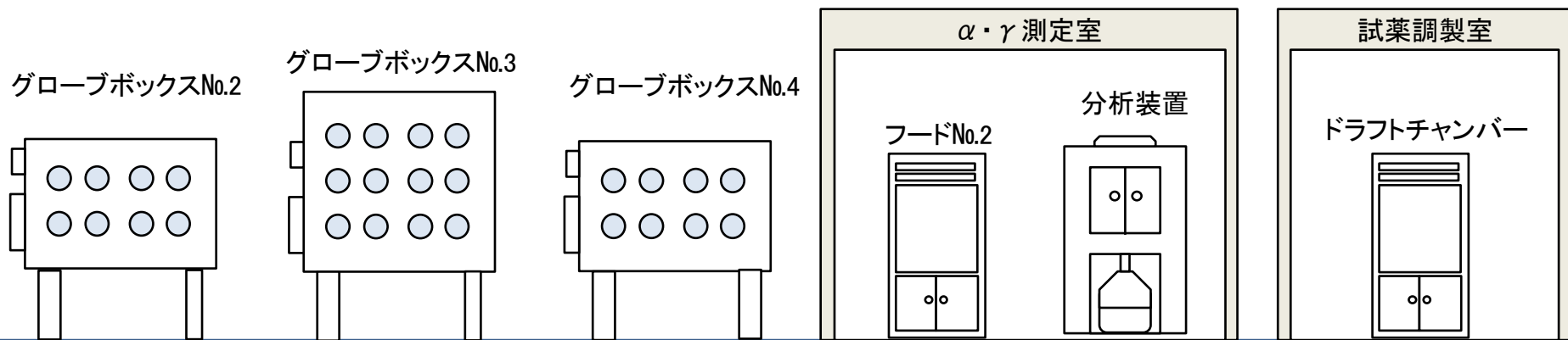
コンクリートセル



使用場所	品名	想定使用量
コンクリートセルNo.1	紙ウェス	数100gオーダー
コンクリートセルNo.2	紙ウェス	数100gオーダー
コンクリートセルNo.3	紙ウェス	数100gオーダー
コンクリートセルNo.4	紙ウェス	数100gオーダー
	ポリ容器等	数100gオーダー

使用場所	品名	想定使用量
鉄セル(1)	紙ウェス	数100gオーダー
鉄セル(2)	紙ウェス	数100gオーダー
	ポリ容器等	数100gオーダー
グローブボックスNo.1	紙ウェス	数100gオーダー
	ポリ容器等	数100gオーダー
フードNo.1	紙ウェス	数100gオーダー

6. コンクリートセル等において想定している主な可燃物 (2/2)



使用場所	品名	想定使用量
グローブボックスNo.2	紙ウエス	数100gオーダー
グローブボックスNo.3	紙ウエス	数100gオーダー
グローブボックスNo.4	紙ウエス	数100gオーダー

使用場所	品名	想定使用量
フードNo.2	紙ウエス	数100gオーダー
α・γ 測定室 (各種分析装置)	紙ウエス	数100gオーダー
	ポリ容器等	数100gオーダー
試薬調製室	紙ウエス	数100gオーダー
	ポリ容器等	数100gオーダー

7. コンクリートセル等に設置する加熱装置

設置場所	現状設置を想定している加熱装置	数量
コンクリートセル No.1	-	-
コンクリートセル No.2	-	-
コンクリートセル No.3	-	-
コンクリートセル No.4	<ul style="list-style-type: none"> ・ ホットプレート ・ 電気炉(アルカリ融解用) ・ 電気炉(H-3, C-14, I-129前処理用) 	2 個 1 個 1 個
鉄セル (1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気炉(全有機体炭素測定用) ・ 電気炉(水分測定用) ・ 電気炉(蒸着装置) 	1 個 1 個 1 個
鉄セル (2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ホットプレート 	2 個
グローブボックス No.1	<ul style="list-style-type: none"> ・ ホットプレート 	2 個
グローブボックス No.2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気炉(ガスクロマトグラフ用) 	1 個
グローブボックス No.3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高周波誘導結合プラズマ質量分析装置 	1 個
グローブボックス No.4	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高周波誘導結合プラズマ発光分析装置 	1 個


8. コンクリートセル等消火設備の設置に係る考え方

一部改訂

第2棟では、消火設備(消火器及び屋内消火栓設備)を設置することで消防法上の要求を満足している。これらの消火設備は、コンクリートセル等の消火にも対応できる位置に配置している。

上記の消防法に基づく消火設備に加えて、燃料デブリ等を取り扱うコンクリート等に対して、自主的に窒素ガス消火設備を設置した。

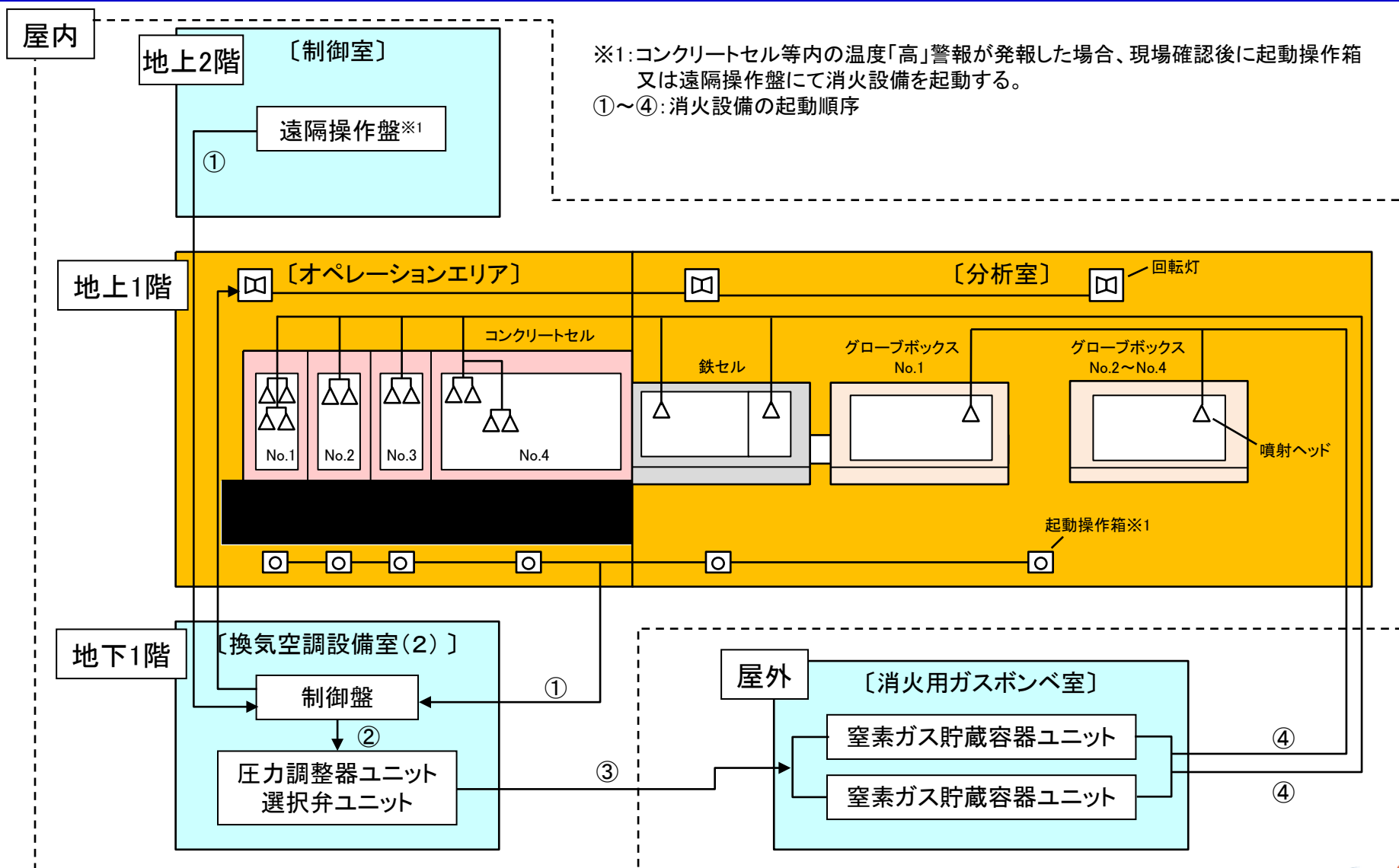
屋内消火栓設備

 :コンクリートセル等

消火器

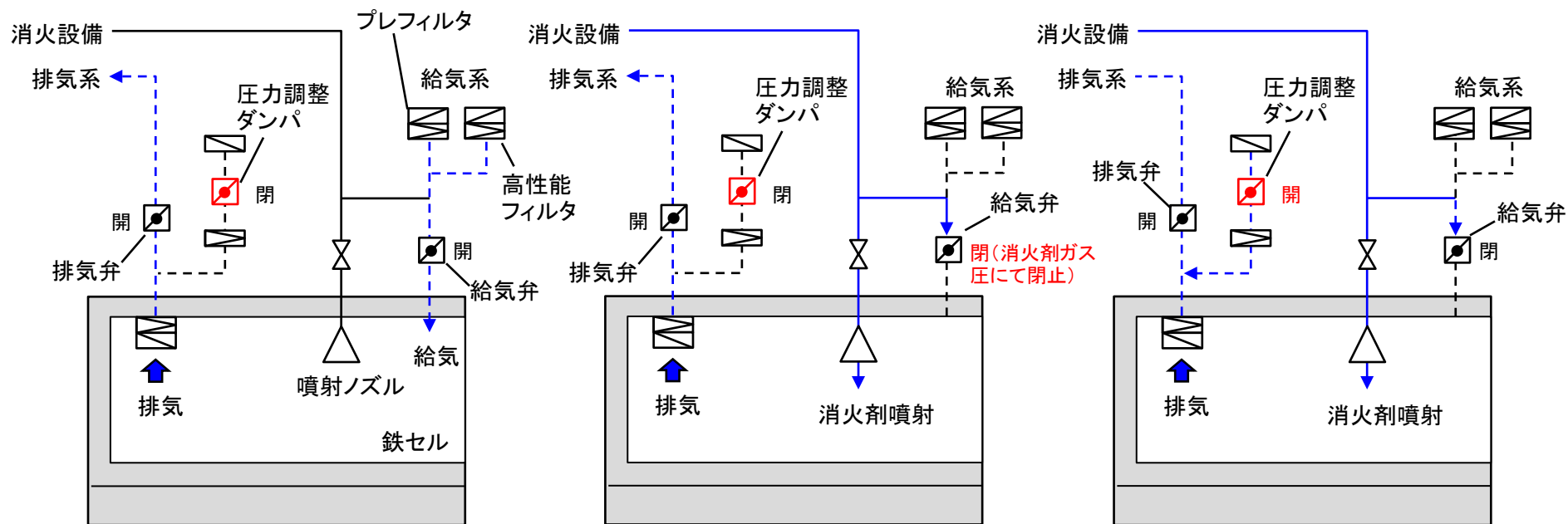
※1: 消防法施行令第11条第3項1号 ※2: 消防法施行規則第6条第6項

9. コンクリートセル等の消火設備概略系統図



10. コンクリートセル等の消火設備起動時の給排気

コンクリートセル等の消火のため不活性ガス(窒素ガス)を噴射後、消火に必要となる消火剤濃度を維持するため、給気ラインに設置している給気弁は消火剤ガス圧にて閉止する。排気ラインは、コンクリートセル等の負圧を維持するため閉止しない。なお、給気ライン閉止に伴うコンクリートセル等の過負圧を考慮し、過負圧防止ダンパ(圧力調整ダンパ)を設置する。



通常時の給排気

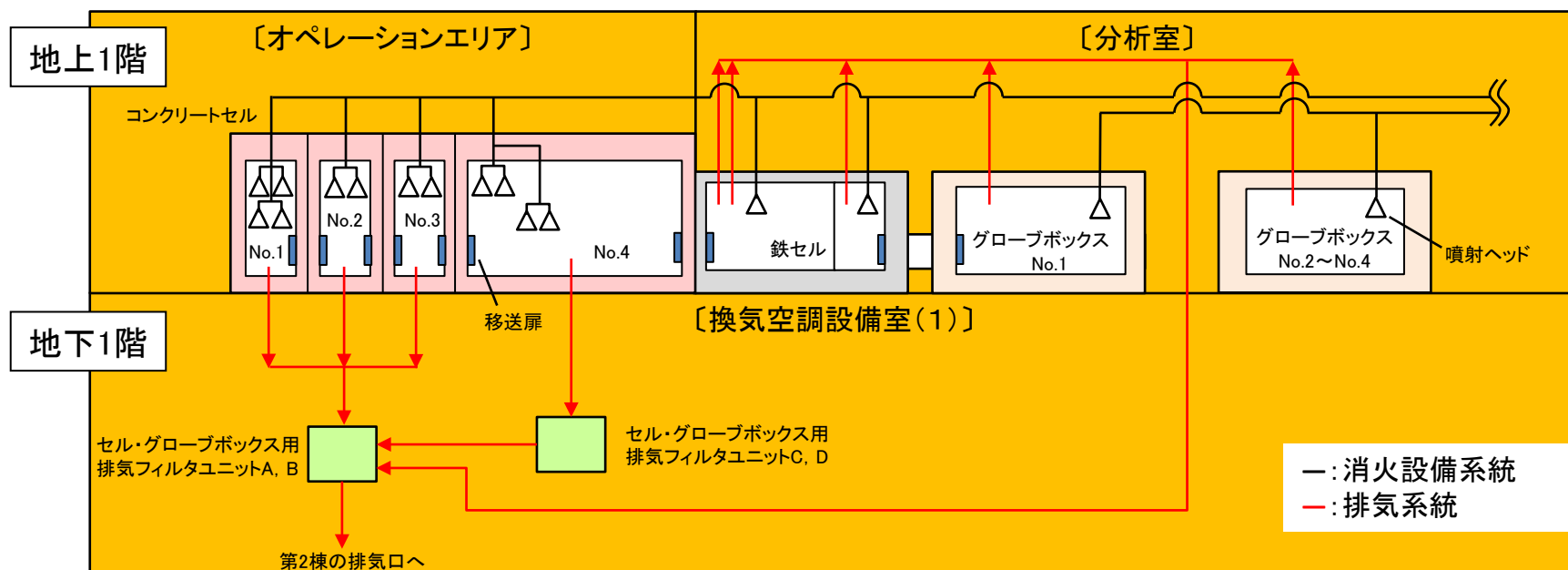
消火設備起動時の給排気

過負圧時の給排気

11. 隣接するセル等への火災の延焼の可能性について

コンクリートセルNo.1～No.4、鉄セル及びグローブボックスNo.1～No.4間の火災の延焼は、下記の設備設計としていることから発生しない。

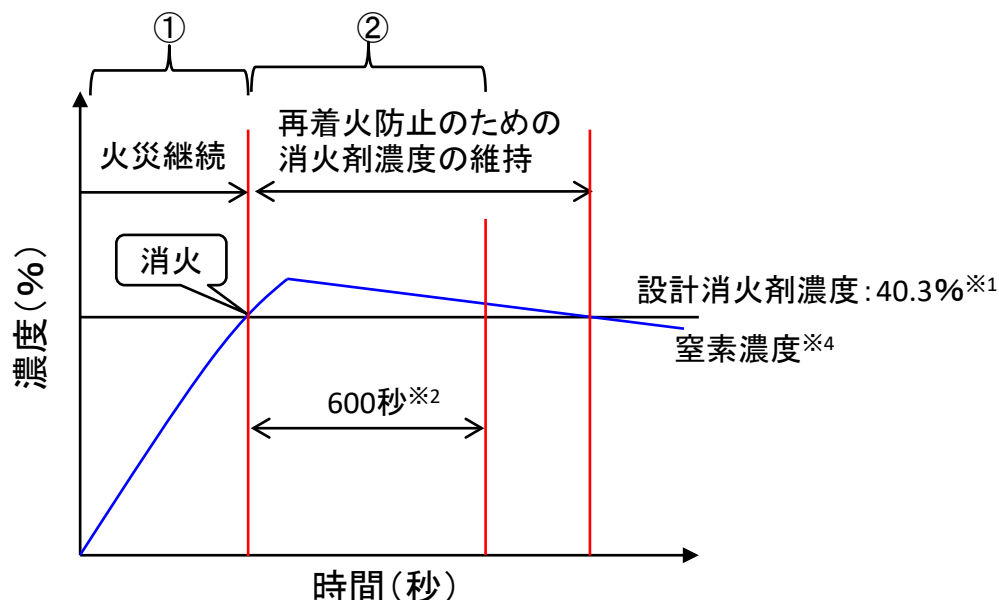
- ① コンクリートセル等に設置する排気管は独立している。
- ② コンクリートセル等から各排気管が合流するまで数mの距離がある。
- ③ 消火設備起動時も排気は継続しており、コンクリートセル等の負圧は維持している。
- ④ 隣接するセル等にはSUS製の気密を考慮したセル間移送扉を設置している。
- ⑤ フィルタは、ろ材にグラスファイバーを用いる等の不燃・難燃材料を使用する。



12. 消火に必要な窒素ガス貯蔵容器の本数(1/2)

コンクリートセル等の消火に必要な消火剤量の算出は、コンクリートセル等の容積、設計換気量、設計消火剤濃度、給気弁からの漏えい及び再着火防止のための消火剤濃度の維持時間を考慮して算出した。

消火に必要な窒素ガス貯蔵容器(ボンベ)本数は、コンクリートセル等の各エリアにおいて設計消火剤濃度に到達するまでに必要な消火剤量から算出した窒素ガス貯蔵容器本数に、設計消火剤濃度到達後に再着火防止のための消火剤濃度を維持するのに必要な消火剤量から算出した窒素ガス貯蔵容器本数を加えたものとした。



① 設計消火剤濃度に到達するまでに必要な消火剤量
→窒素ガス貯蔵容器本数: 10本

② 設計消火剤濃度到達後に再着火防止のための消火剤濃度を維持するのに必要な消火剤量
→窒素ガス貯蔵容器本数: 1本

【消火に必要な窒素ガス貯蔵容器本数】

$$\text{①} + \text{②} = 11\text{本}$$

【第2棟に設置する窒素ガス貯蔵容器本数】

$$11\text{本} \times 2\text{セット}^{\ast 3} = \underline{22\text{本}}$$

※1: 消防法施行規則第十九条第4項第一号口及び(一社)日本消火装置工業会 不活性ガス消火設備 設計・工事基準書に基づき算出した。

※2: 消火剤放出後の維持時間についてはNFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systemに準拠した。

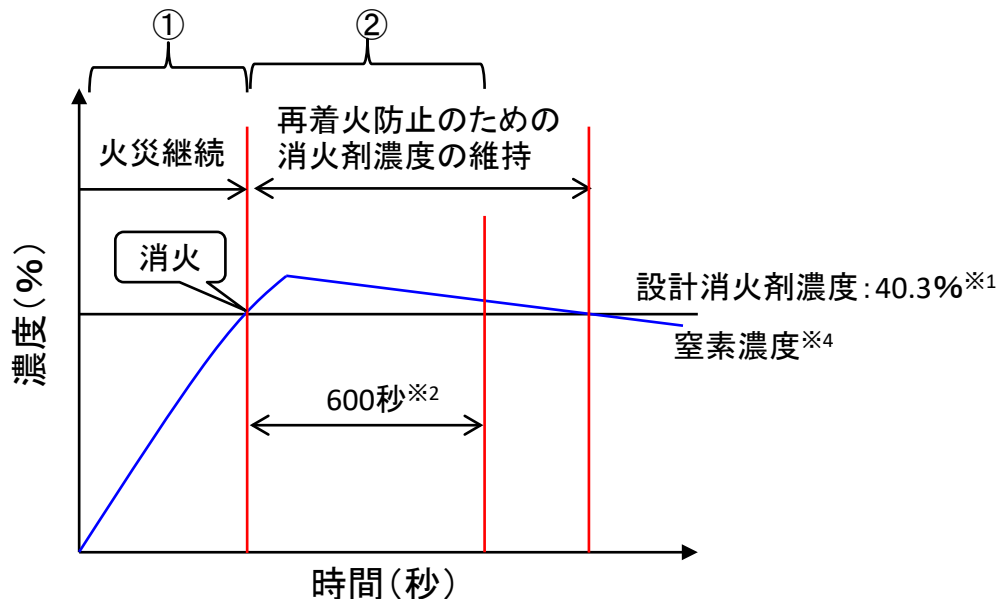
※3: 設備の故障等を考慮して複数台設置した。

※4: 火災が発生しているコンクリートセル等内に不活性ガス(窒素ガス)を噴出し、セル等内を低酸素状態にすることで窒息消火させる。

12. 消火に必要な窒素ガス貯蔵容器の本数(2/2)

コンクリートセル等の消火に必要な消火剤量の算出は、コンクリートセル等の容積、設計換気量、設計消火剤濃度、給気弁からの漏えい及び再着火防止のための消火剤濃度の維持時間を考慮して算出した。

消火に必要な窒素ガス貯蔵容器(ボンベ)本数は、コンクリートセル等の各エリアにおいて設計消火剤濃度に到達するまでに必要な消火剤量から算出した窒素ガス貯蔵容器本数に、設計消火剤濃度到達後に再着火防止のための消火剤濃度を維持するのに必要な消火剤量から算出した窒素ガス貯蔵容器本数を加えたものとした。



セル等	設計消火剤濃度に達するまでの時間(秒)
コンクリートセルNo.1	169
コンクリートセルNo.2	181
コンクリートセルNo.3	112
コンクリートセルNo.4	143
鉄セル	76
グローブボックスNo.1～No.4	56

※1: 消防法施行規則第十九条第4項第一号ロ及び(一社)日本消火装置工業会 不活性ガス消火設備 設計・工事基準書に基づき算出した。

※2: 消火剤放出後の維持時間についてはNFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systemに準拠した。

※3: 設備の故障等を考慮して複数台設置した。

※4: 火災が発生しているコンクリートセル等内に不活性ガス(窒素ガス)を噴出し、セル等内を低酸素状態にすることで窒息消火させる。

13. 窒素ガス消火設備による消火(まとめ:1/2)

追加説明

第2棟では以下の措置を講ずるとともに、それをマニュアル化することにより、セル等内での火災の発生を防止する。

- ▶ 防爆仕様ホットプレートの使用により試薬等への引火を防止する。
- ▶ ホットプレート等の加熱機器は、表面温度が可燃物の発火温度(紙:約350°C、ポリエチレン:約450°C)^{※1}以下で使用する。
- ▶ 紙ウエス、ポリビン等は、金属容器に収納し、使用時のみ必要数を取り出す。
- ▶ 周囲にその他の可燃物を置かない。

仮に火災が発生したとしても

- ▶ 想定される可燃物は紙ウエス数枚程度又はポリビン等数個程度である。
- ▶ 試薬等は金属製のバット内で使用する。
- ▶ 隣接セルとの気密扉のシールパッキン(難燃材料)は、気密扉(不燃材料)とセル壁(不燃材料)間に設置されてるため、火災により損傷しない。
- ▶ セル等から数m距離が離れたフィルタまで炎が到達することはない。
- ▶ 仮にフィルタまで炎が達したとしても、難燃材料のろ材、不燃材料のケーシングで構成されているため、火災の影響はない。

ことから、限られた範囲内での火災であり、延焼の恐れはない。

※1:国土交通省自動車交通局, エンジンルーム内の可燃物置き忘れなどに関する調査結果(平成22年4月)

13. 窒素ガス消火設備による消火(まとめ:2/2)

追加説明

第2棟におけるセル等の窒素ガス消火設備は、負圧維持に係る排気継続を考慮し、火災の熱量に関わらず、窒息消火させる設備である。

- セル等内で火災が発生した場合、限られた範囲内での火災であり、延焼の恐れはない。
- このことから、窒素ガス消火設備を起動した場合、設計消火剤濃度に達するまでの間も、隣接セル等発災場所以外への火災の影響はない。
- 当該発生場所の雰囲気設計消火剤濃度(窒素:40.3%)に達すると窒息消火する。
- その後、その濃度を10分間以上維持することにより再着火を防止する。

以上のことから、第2棟におけるセル等内での発生が想定される火災に対しては、窒素ガス消火設備による消火が可能である。

14. 水素に対する考慮(1/2)

燃料デブリ等からの放射線により、水が放射線分解し水素が発生することを考慮して、水素濃度を評価し、爆発の可能性について検討した。

【評価条件】

- 評価場所は、水素が最も発生する可能性のある(燃料デブリ等の取扱量が多い)コンクリートセルとした。
- 放射線の発生源である燃料デブリ等は、すべて UO_2 燃料であり、2号機の運転履歴に基づいた燃焼度の線源とした。
- 水素濃度は、JIS A 1406「屋内換気量測定方法(炭酸ガス)」を基に次式により求めた。

$$C_t = \frac{M + C_0 Q}{Q} \times 100$$

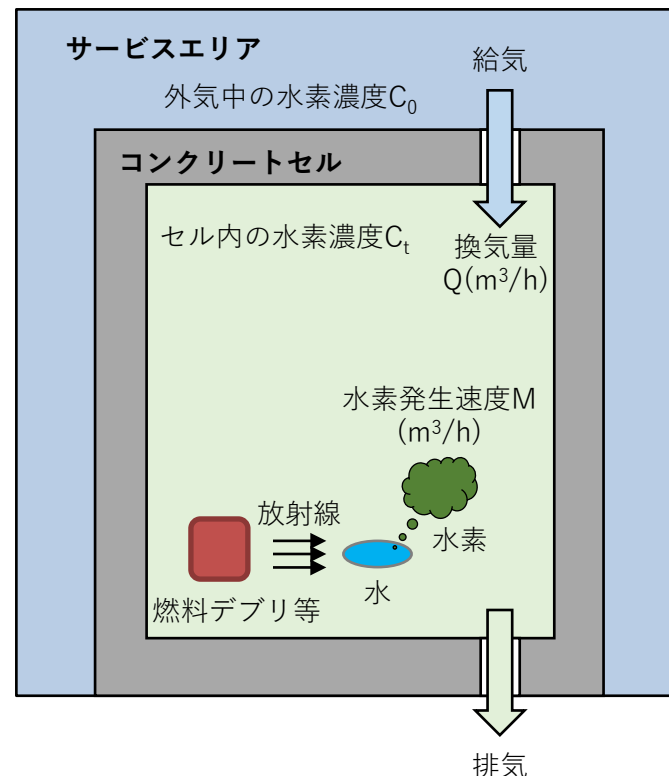
C_t : セル内の水素濃度[vol%]

C_0 : 外気中の水素濃度[-]($= 5 \times 10^{-7}$)※1

M : 水素発生速度[m³/h]

Q : 換気量[m³/h]

- 換気量は、コンクリートセルで最も小さい値(設計値: 380m³/h)を用いた。
- 水素の発生源となる水が常にコンクリートセル内に存在すると仮定した(燃料デブリが水没しているような状態)。



水素濃度の評価イメージ

※1 U.S. Standard Atmosphere, 1976, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., (1976).

14. 水素に対する考慮(2/2)

- 水素発生速度は、TMI-2燃料デブリ移送時に使用された評価式※1を基に次式により算出した。

$$M = w \times F \times \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} \times \frac{G}{100} \times \frac{22.4}{6.0 \times 10^{23}} \times \frac{3600}{1000}$$

- M : 水素発生速度 [m³/(h・g)]
 (燃料デブリ等■の場合: 1.1 × 10⁻⁴、■の場合: 3.0 × 10⁻³)
- w : 燃料デブリ等1gあたりの発熱量 [W/g]
 (燃料デブリ等1gあたりの発熱量は、計算コードORIGEN2.2-UPJを用いて算出)
- F : エネルギー吸収率 [-] (本評価では、全エネルギーが水に吸収されるとし保守的に1とした)
- G : 放射線のエネルギー100eVあたりに生成される分子数 [分子/100eV]
 (β線・γ線: 0.44、α線: 1.40)※2

【評価結果】

燃料デブリ等■の場合、コンクリートセルの水素濃度C_tは約8 × 10⁻⁵vol%となり、爆発限界である4vol%※3を下回るため、爆発は起こらない。

燃料デブリ等■(■の最大取扱量)の場合、コンクリートセルの水素濃度C_tは約9 × 10⁻⁴vol%となり、爆発限界である4vol%を下回るため、爆発は起こらない。

なお、鉄セル等については、燃料デブリ等の取扱量が少量であるため水素発生量が少なく、また、鉄セル等内が常に換気されていることから発生する水素は速やかに希釈される。このため、鉄セル等内の水素濃度は十分低い濃度であり、爆発は起こらない。

※1 J.O.Henrie and J.N.Appel, Evaluation of Special Safety Issues Associated with Handling the Three Mile Island Unit 2 Core Debris, GEND-051, (1985).

※2 H. Christensen, Fundamental Aspects of Water Coolant Radiolysis, SKI Report 2006:16, Swedish Nuclear Power Inspectorate, (2006).

※3独立行政法人産業安全研究所,産業安全研究所技術指針NIIS-TR-No.39(2006),工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆2006)

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(建屋の火災防護について)
10月15日面談資料改訂版

2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



1. 第2棟建屋の火災防護について(1/5)

第2棟は、火災により安全性が損なわれることを防止するために、火災の発生防止対策、火災の検知及び消火対策、火災の影響の軽減対策の3方策を適切に組み合わせた措置を講ずる。

1.火災の発生防止

(1) 不燃性材料, 難燃性材料の使用

第2棟は、主要構造部である壁, 柱, 床, はり, 屋根及び階段は、不燃性材料を使用する。間仕切り壁, 天井及び仕上げは、建築基準法, 建築基準法施行令及び建設省告示に基づく他、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

建屋内の機器, 配管, 排気管, 排気ダクト, トレイ, 電線路及び盤の筐体の主要構造体並びにこれらの支持構造物は、不燃性材料とする。また、幹線ケーブル, 動力ケーブル及び制御ケーブルは難燃ケーブルを使用する他、消防設備用のケーブルは消防法, 消防法施行令, 消防法施行規則及び消防庁告示に基づき耐火ケーブル及び耐熱ケーブルを使用する。

(2) 自然現象による火災発生防止

第2棟の建屋, 系統及び機器は、落雷, 地震等の自然現象により火災が生じることがないように防護した設計とし、建築基準法, 建築基準法施行令及び建設省告示に基づき避雷設備を設置する。

第2棟の建屋は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(平成18年9月19日)に基づき設計を行い、破壊又は倒壊を防ぐことにより、火災発生を防止する。

(3) 過電流保護, 漏電遮断器の使用

第2棟の分電盤等には、過電流保護機能を有する漏電遮断器や配線用遮断器を適切に設置する。

1. 第2棟建屋の火災防護について(2/5)

一部改訂

2. 火災の検知及び消火

(1) 火災検知器及び消火設備

第2棟の建屋に設置する火災検知器及び消火設備は、早期消火を行えるよう消防法、消防法施行令及び消防法施行規則に基づいた設計とする。

① 火災検知器

放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して検知器の型式(熱・煙)を選定する。なお、火災検知時は、受信器より常時人のいる建屋内制御室及び免震重要棟に代表警報を発報する設計とする。

② 消火設備

消火設備は、屋内消火栓設備及び粉末消火器で構成する。屋内消火栓は、各階に半径25mの範囲に放水できるように配置し、消火器は歩行距離20mの範囲内となるように設置する。

消防法上の消火水槽の容量は約16m³となる。これは屋内消火栓においては約2時間の放水量に相当することから適切な消火を行える設計としている。さらに、屋外には「[消防水利の基準](#)」(平成二十六年十月三十一日消防庁告示第二十九号)に基づき耐震性を有する消防水利約40m³を設置し、第2棟屋外での消火活動を行う。

(2) 自然現象に対する消火設備の性能維持

[消火設備は、凍結防止、風水害対策等の措置を講じた設計とする。](#)

1. 第2棟建屋の火災防護について(3/5)

一部改訂

3. 火災の影響の軽減

第2棟の建屋は、建築基準法及び建築基準法施行令に基づき防火区画を設置し、消防設備と組み合わせることにより、火災の影響を軽減する設計とする。なお、主要構造部の外壁(鉄筋コンクリート造)は、延焼を防止するために必要な耐火性能を有する設計とする。

4. 外部火災について

外部火災に対しては、建屋内設備は建屋で防護し、屋外設備は消火活動により防護する。消火活動が可能なように、消防水利を「消防水利の基準」(平成二十六年十月三十一日消防庁告示第二十九号)に基づき設置する。

第2棟周囲の森林から第2棟建屋までは20m以上**確保**する。

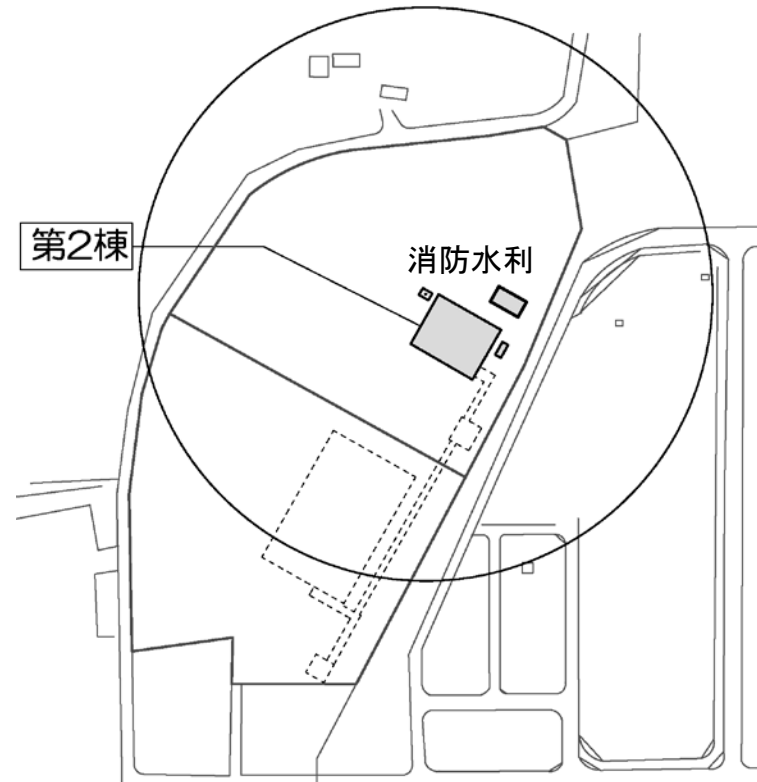
1. 第2棟建屋の火災防護について(4/5)

消火設備の取付箇所を以下に示す。



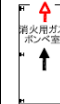
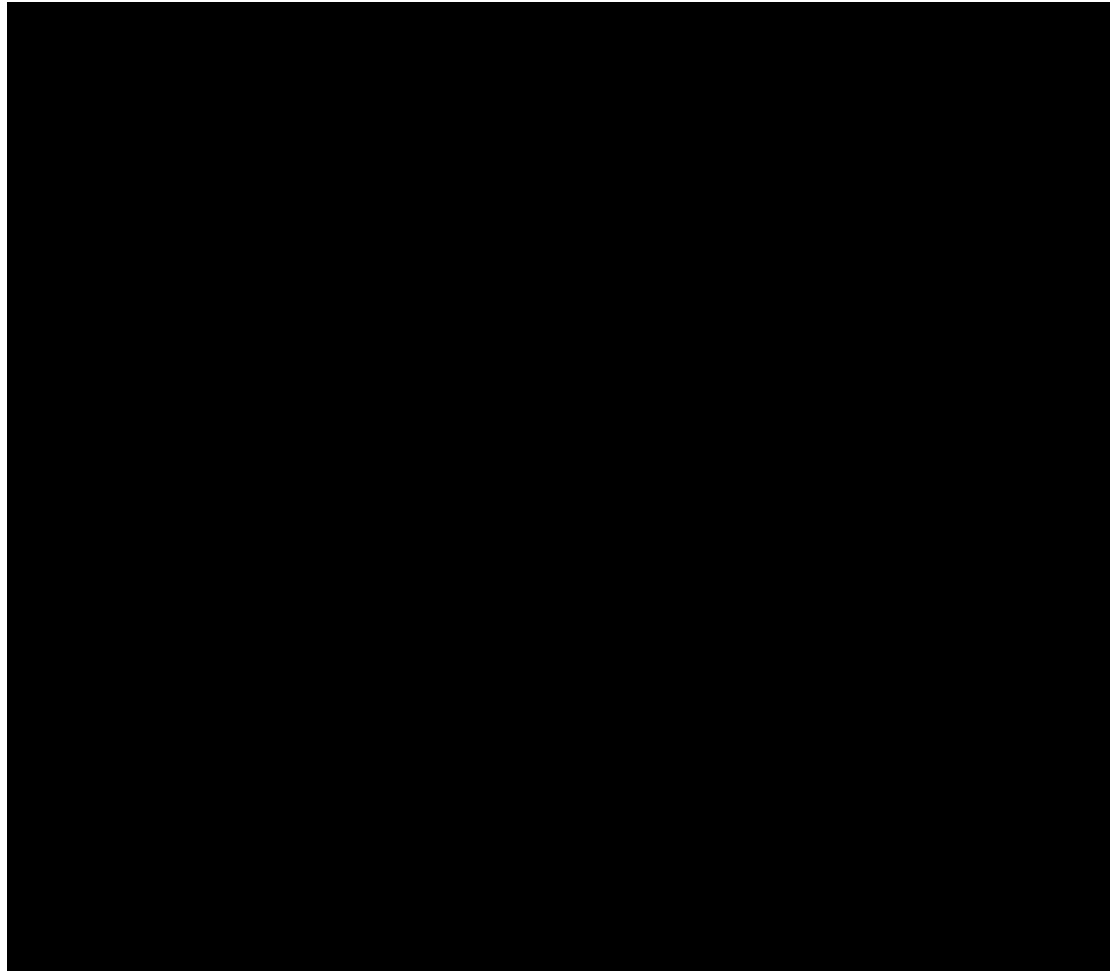
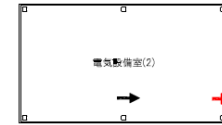
1. 第2棟建屋の火災防護について(5/5)

消防水利の位置



2. 第2棟の安全避難通路について

第2棟の建屋には、分析・試験、定期的な放射線測定、建物及び建屋内の巡視点検のための出入りを行うことから、建築基準法、建築基準法施行令及び建設省告示並びに消防法及び消防法施行令に基づき安全避難通路を設定する。避難通路を以下に示す。



凡例	
	非常口
	避難経路

3. 第2棟の非常用照明について

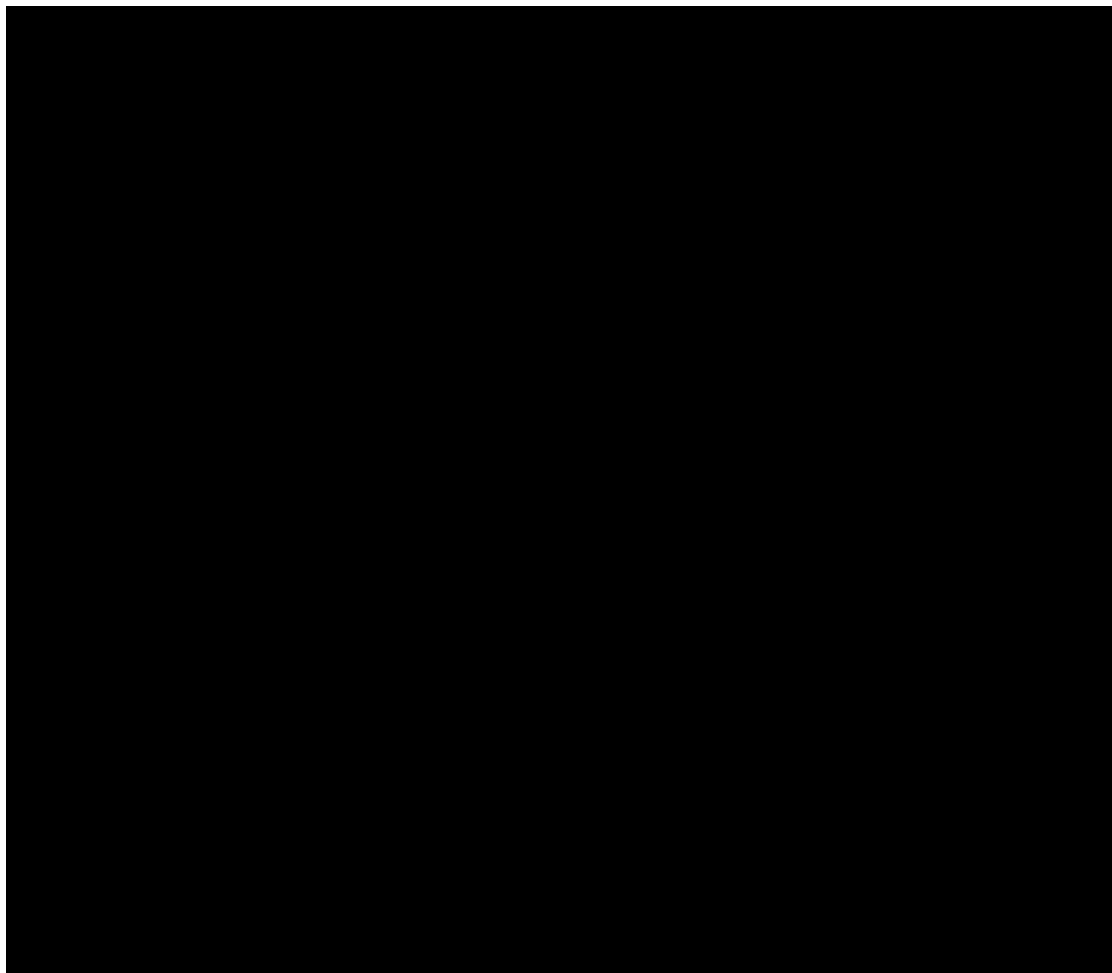
一部改訂

第2棟には、分析・試験、定期的な放射線測定、建物及び建屋内の巡視点検のための出入りを行うことから、建築基準法、建築基準法施行令及び建設省告示に基づく非常用照明並びに消防法及び消防法施行令に基づく誘導灯を設置する。また、所轄消防の指導により、地下1階 換気空調設備室(2)の屋内消火栓ポンプ操作面及び経路に供する非常用照明を設置する。

非常用照明及び誘導灯の取付箇所を右図に示す。



凡例	
	避難口誘導灯（電池内蔵型）
	通路誘導灯（電池内蔵型）
	非常照明器具（電池内蔵型）
	階段通路誘導灯（電池内蔵型）



4. 第2棟建屋の火災防護に係る適用法令について

追加説明

火災防護(避難, 火災発生防止, 火災検知及び消火対策)に係る建築基準法及び消防法関連の対応を下記に示す。

No.	項目	法規	適用及び規制の内容	対応
1	2以上の直通階段	建築基準法施行令第121条	避難階以外の階における「居室」の床面積の合計が避難階の直上階にあっては200㎡を、その他の階にあっては100㎡を超えるものは2以上の直通階段を設ける。	2階が対象 地下1階は非居室のため対象外
2	非常用照明	建築基準法施行令第126条の4	延べ面積が1000㎡を超える建築物の居室及びこれらの居室から地上に通ずる廊下、階段その他の通路(採光上有効に直接外気に開放された通路を除く。)並びにこれらに類する建築物の部分で照明装置の設置を通常要する部分には、非常用照明を設けなければならない。	1,2階が対象 地下1階は消防指導により設置
3	誘導灯	消防法施行令第26条	地階、無窓階の部分。	各階に設置
4	不燃材料	建築基準法第2条 建設省告示第1400号	建築材料のうち、不燃性能に関して政令で定める技術的基準に適合するもので、国土交通大臣が定めたもの又は国土交通大臣の認定を受けたもの	建屋の主要構造部(壁、柱、床、はり、屋根及び階段)に使用
5	難燃材料	建築基準法施行令第1条 建設省告示第1402号	建築材料のうち、通常の火災による加熱が加えられた場合に、加熱開始後5分間第108条の2号(不燃性能及びその技術的基準)に掲げる要件をみたしているものとして、国土交通大臣が認めたもの又は国土交通大臣の認定を受けたもの	間仕切り壁、仕上材、幹線ケーブル等に使用
6	耐火ケーブル	消防庁告示第10号	JISで定める加熱条件において性能を30分間確保できるもの	消火ポンプ用動力ケーブルに使用
7	耐熱ケーブル	消防庁告示第11号	JISで定める加熱条件において性能を15分間確保できるもの	屋内消火栓等の制御ケーブルに使用
8	避雷設備	建築基準法第33条 建築基準法施行令第129条の14	高さ20mをこえる建築物には、有効に避雷設備を設けなければならない。 建築物の高さ20mをこえる部分を雷撃から保護するように設ける。	屋上に避雷針等を設置
9	火災検知器 (自動火災報知設備)	消防法施行令第21条	延べ面積が1000㎡以上のもの。	各階に設置
10	屋内消火栓	消防法施行令第11条	延べ面積が2000㎡以上のもの。 屋内消火栓は、防火対象物の階ごとに、その階の各部分から一のホース接続口までの水平距離が25m以下となるように設けること。	各階に25m以内となるように設置
11	消火器	消防法施行令第10条 消防法施行規則第6条	延べ面積が300㎡以上のもの。 消火器具は、それぞれ一の消火器具に至る歩行距離が20m以下となるように配置しなければならない。	各階に20m以下となるように設置

5. 第2棟の緊急時対策について

一部改訂

福島第一原子力発電所の緊急時対策については、実施計画書「Ⅱ.1.13 緊急時対策」のとおりである。これに基づき、第2棟としての具体的な対策を以下に示す。

1. 緊急時において必要な施設及び資機材

- ① 安全避難経路の設定
- ② 火災検知器, 消火設備, 及び防火区画の設置
- ③ 非常用照明, 誘導灯の設置
- ④ 緊急時の資機材としての担架, 除染用具, 線量計の整備

2. 緊急時の警報系及び通信連絡設備

- ① 火災検知警報
- ② 通信連絡設備

第2棟内の人に対する指示は、放送設備、ページング、電話回線を用いて行う。第2棟から免震重要棟に対しては電話回線、LAN回線を用いて連絡する。また、免震重要棟から第2棟に対しても、同設備を用いて連絡する。特定原子力施設内の全ての人に対する指示が必要な場合には免震重要棟を介して行う。

第2棟から福島第一原子力発電所(免震重要棟)及び関係箇所(構外)への連絡設備は、固定電話、携帯電話、FAX及びインターネット回線を用いることで多重性を確保している。

さらに、第2棟と免震重要棟間には、ホットライン(専用電話)及び専用LANを敷設するとともに、構外への連絡手段として衛星電話を設置することで多様性を確保している。

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(保安体制について)

9月30日面談資料-4 改訂版

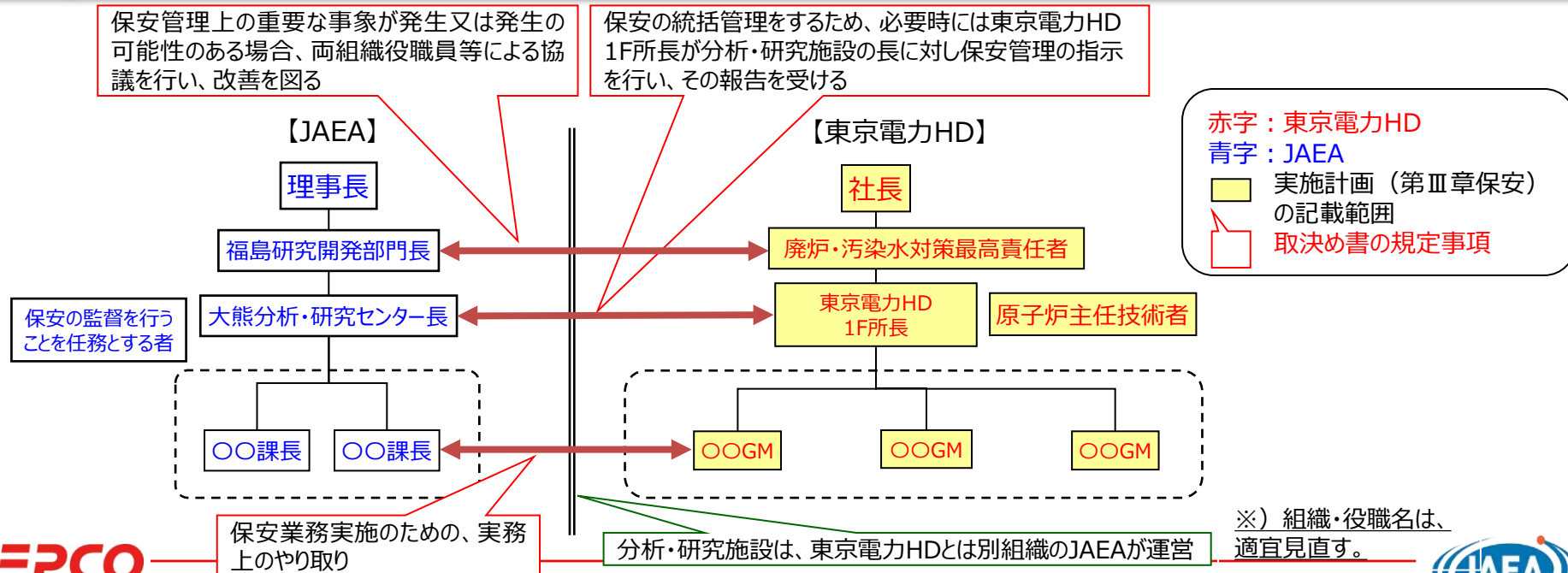
2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 放射性物質分析・研究施設の保安体制(覚書)

JAEAと東京電力HDは本施設の安全性並びに効率性を相互協力により確保するため覚書を交わし、放射性物質分析・研究施設に係る**両者の基本的な役割分担、権利義務**を以下の通り定めている。

- 放射性物質分析・研究施設は、1Fにおける特定原子力施設の一部として、**東京電力HDが保安に関する統括管理を行う**。
- 放射性物質分析・研究施設の**施設所有・運営**は、十分な技術力を有する**JAEAを主体**とすることで、本施設の有効活用を図る。
- 分析結果の第三者性の観点から、JAEAの運営組織は東京電力HDと別組織とする。
- 本施設についての保安管理を確実に実施するため、**両者の関係を取決め書**で規定する。
- 保安管理上の重要な事象が発生又は発生の可能性がある場合は、両組織の役員による協議を行い、改善を図る。
(東京電力HDの役員は実施計画上に位置づけがあり、対応するJAEA役員と協議を行う。)



2. 放射性物質分析・研究施設の保安体制(取決め)

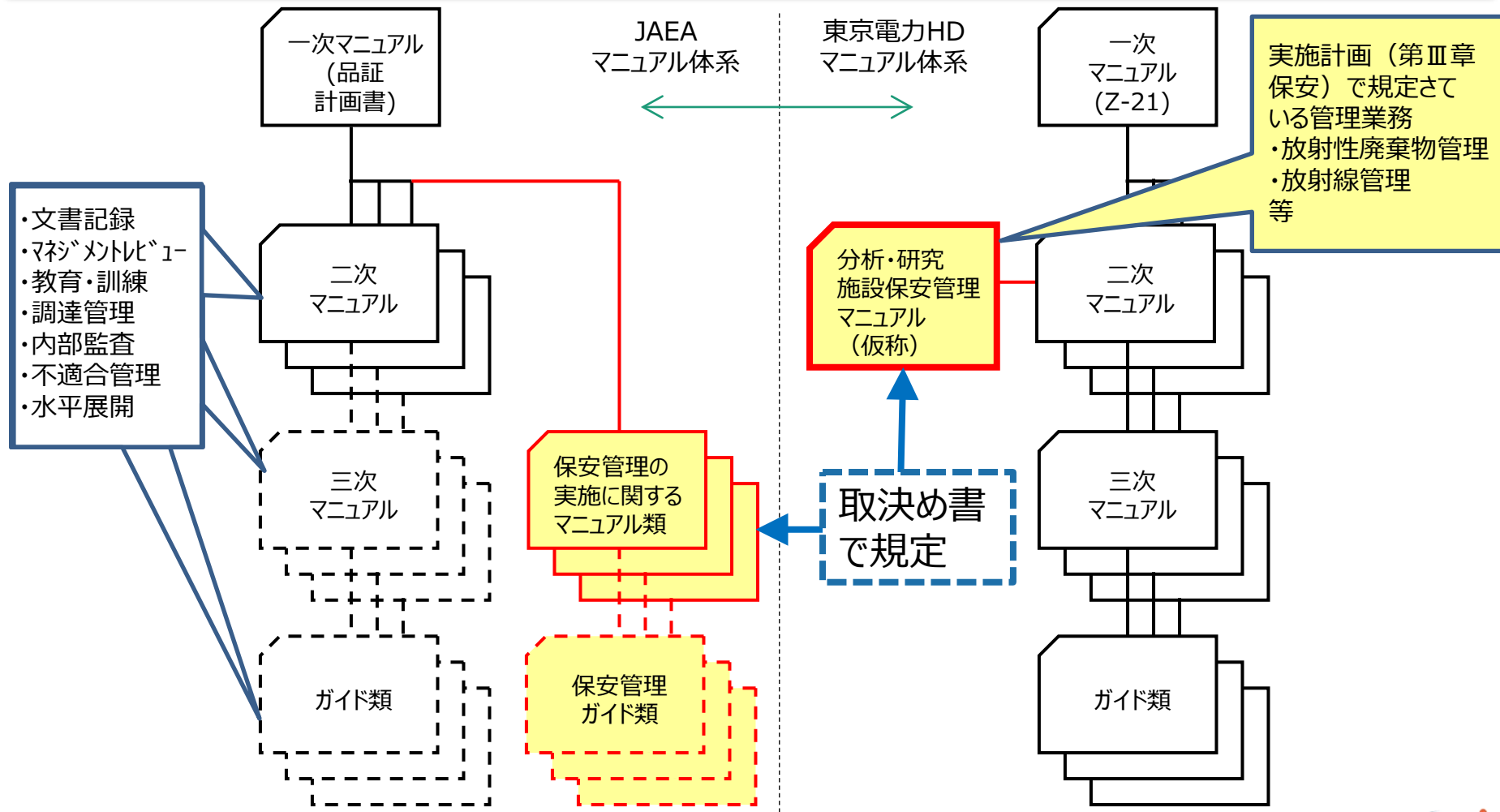
放射性物質分析・研究施設についての**保安管理を確実に実施するため、両者の関係を取決め書で規定**する。今後、第2棟に係る取決め書は、以下の第1棟の建設・運転保守における保安管理に関する取決め書に準じた内容とする予定である。

取決め書に定める両社の保安に係る具体的な役割分担

東京電力HD	JAEA
本施設についても、他の実施計画の施設と同等の保安管理・保安活動を実施。	実施計画を遵守。 実施計画第三章の条文から直接的な要求がない場合でも、東電HDの施設と同水準の管理を行う。
特定原子力施設の設置者として、各職務に応じた 保安管理 を行う。 ・JAEAのマニュアル・手順書及びそれらに沿った活動のエビデンスを定期的に 確認 。 ・運転保守段階では、定期的な現場巡視や保安管理に関する各種会議に参加する等により、 当該施設の運用状況を把握 。 ・保全計画が適切に管理されていることを 定期的に確認 。 ・保管管理に係るマニュアル・手順書等を制改訂する際は、JAEAに 通知 。	東電HDの保安管理の下、各職務に応じた 保安活動 を行う。 ・東電HDがマネージメントレビューを実施する上で必要な情報やその他双方が必要と考える事項について 報告 。 ・保安管理上の改善が必要な場合は、改善を実施。 ・保安管理状況を 日常的に報告 。 ・全ての 不適合事象を報告 。 ・保安管理に係るマニュアル・手順書等を制改訂する際は、施行前に東電HDに 確認 を受ける。
保安管理に関する具体的な 要求事項をマニュアルとして定める 。	左記マニュアルの 要求事項に従い、その具体的な手順を示したマニュアル等を定める 。
保安検査は東電HDが受検。	東電HDの統括管理の下、保安検査官への状況説明及び必要な対応を行う。
1F所長は、保安管理上の懸念があった際には、 設備運用停止 やその改善について指示できる。	左記指示に従う。

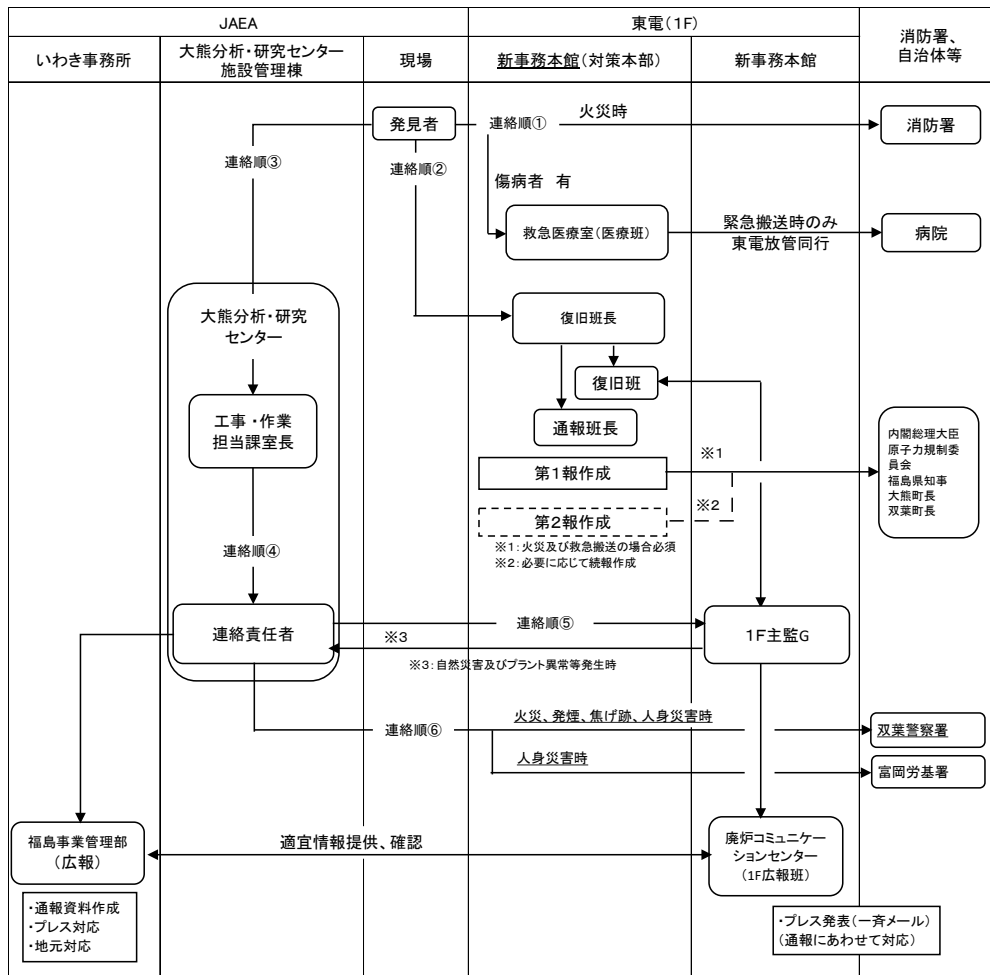
3. 放射性物質分析・研究施設の保安体制(QMS)

取決め書に基づき、東京電力HDは二次マニュアルに「保安管理上の要求事項」を定め、JAEAは三次マニュアルに「その要求事項に従い具体的な手順等」を定め、実務に適用する。



4. 放射性物質分析・研究施設の保安体制 (連絡通報体制案)

第2棟に係る連絡通報体制は、以下の建設工事及び、施設管理棟運用に係る事故時等の通報・連絡対応による。なお、本体制は必要に応じ改善を図って行く。



4. 放射性物質分析・研究施設の保安体制

一部修正

緊急事態発生時の役割分担(1/2)

5

第2棟に係る緊急事態発生時の役割分担は、以下の第1棟役割分担に準じた内容とする予定である。

	№	項目	区分		備考
			JAEA	東電	
火災	1	通報連絡			
		a) 消防(119番)通報、復旧班長への連絡	○(発見者)		
		b) 警察への連絡	○		
		c) 自治体への通報		○	
	2	消火活動			
		a) JAEA自衛消防隊	○	※	※:JAEAからの要請に応じて出勤し、JAEAの指揮下に入る
		b) 消火本部の設置	○		本部及び現地本部
		c) 消火本部用場所の確保	○	※	※:JAEAからの要請に応じて提供
		d) 発電所構内消火活動における便宜提供		○	JAEAからの要請に応じて提供(APD貸与、サーベイ、消火設備等)
		3 鎮火確認	○		東電への報告を含む
	4 原因究明及び再発防止	○		東電への報告を含む	
傷病	1	通報連絡			
		a) 救急医療室、復旧班長への連絡	○(発見者)		
		b) 労基署・警察署への連絡・説明	○		
	2	救急医療		○	緊急医療室の用意、応急処置、緊急搬送判断、身体汚染確認及び証明書作成
	3	病院への同行及び説明			
		a) 事業主体としての対応	○		東電への必要な情報提供を含む
		b) 原子力災害現地対策本部の定める要領に基づく対応		○	東電保安班員が同行
4	自治体への通報		○		

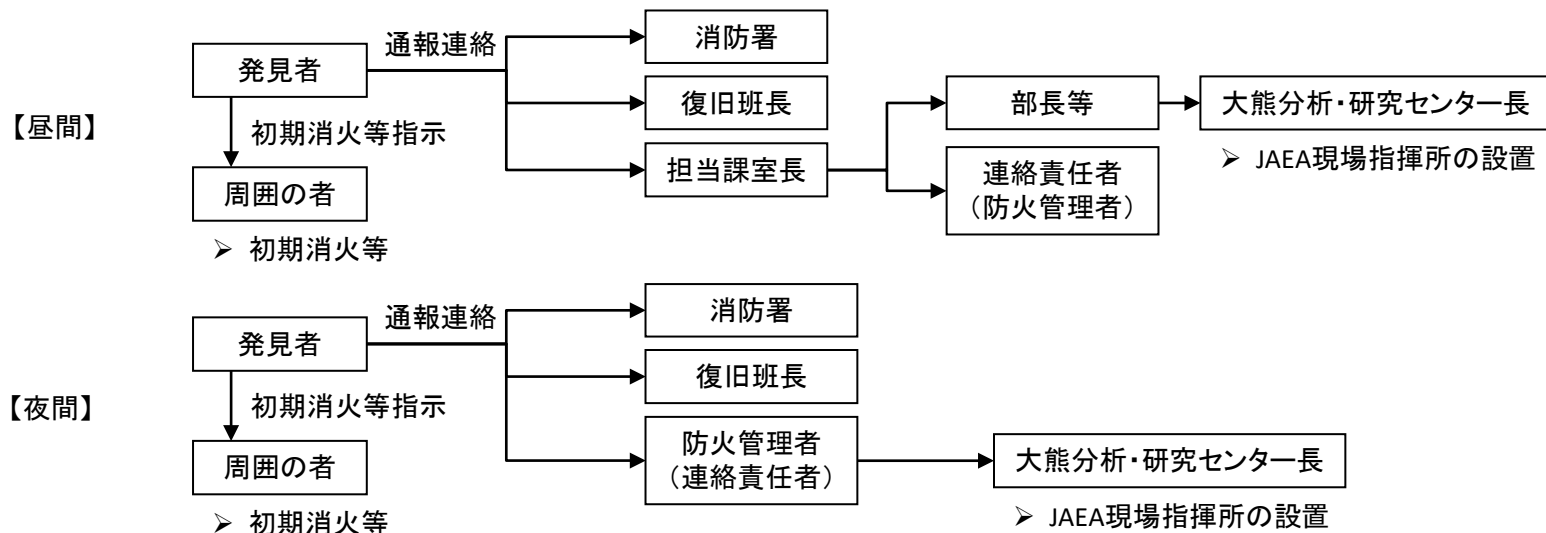
4. 放射性物質分析・研究施設の保安体制

緊急事態発生時の役割分担(2/2)

	№	項目	区分		備考
			JAEA	東電	
現場異常 トラブル	1	実施計画に記載の安全機能に係わる設備の故障	○	※	※: 東電は報告を受け、必要に応じ指示、指導を行う
	2	上記以外の設備の故障	○		
	3	油漏れの場合			
	a)	通報連絡			
		①消防、復旧班長への連絡	○(発見者)		
		③自治体への通報		○	
	b)	原因究明及び再発防止	○		
	4	その他事象への対応			
	a)	自治体への通報		○	
b)	自治体への通報以外の対応	○			

5. 火災時の対応

第2棟は、以下の施設管理棟における連絡通報体制をもとに今後定めていく。



【JAEA現場指揮所】 指揮所責任者 (自衛消防班長)	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">東電消防要請</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 20px;">火元確認指示</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 20px;">東電消防誘導指示</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block;">誘導指示</div>	【火災現場】
【JAEA自衛消防】 消防班※1		<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;">初期消火 火元確認</div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 100px;">東電消防指示</div>
【JAEA自衛消防】 運営班※2		<div style="border: 1px solid green; padding: 2px; display: inline-block;">東電消防誘導</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 100px;">公設消防誘導</div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 100px;">東電消防がJAEA指示のもと消火活動を実施</div>

※1: 初期消火、消火作業の指揮等を行うもの。 ※2: 情報収集、消防機関の誘導等を行うもの。

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(耐震性評価について)

10月15日面談資料改訂版

2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 耐震性評価の基本方針

◆耐震性評価の基本方針

- 第2棟の建屋及び設備の耐震設計は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(平成18年9月19日)」(以下「耐震指針」という。)に従った設計とする。
- 耐震性の評価は、具体的な評価方法が示されている「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」等に基づき実施する。

2. 耐震指針に基づく耐震重要度分類の考え方(1/3)

一部改訂

◆設備の重要度による耐震クラス別分類

第2棟の建屋及び設備の耐震重要度分類は、耐震指針に基づき行う。

【耐震Sクラス】

耐震重要度分類及び定義	クラス別分類
Sクラス 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生の際に外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響の大きいもの	i) 「原子炉冷却材圧力バウンダリ」を構成する配管・機器系
	ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設
	iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設
	iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
	v) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
	vi) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設
	vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための設備で上記 vi 以外の施設



耐震指針では、上記のように原子炉冷却材バウンダリ、使用済燃料の貯蔵施設、原子炉の緊急停止のための施設等をSクラスの施設としており、**第2棟にはSクラスの施設に該当する設備はない。**

なお、第2棟で取り扱う放射性物質の量は発電用原子炉施設に比べ十分少ないことから、試料ピットはii)項に該当しない。

2. 耐震指針に基づく耐震重要度分類の考え方(2/3)

【耐震Bクラス】

耐震重要度分類及び定義	クラス別分類
Bクラス Sクラスの定義において、影響が比較的小さいもの	i) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵しうる施設
	ii) 放射性廃棄物を内蔵している施設。 ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損によって公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。
	iii) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従業員に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設
	iv) 使用済燃料を冷却するための施設
	v) 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設



第2棟には、Bクラスの施設のiii)に該当する設備を有しており、その破損により公衆に影響を与える可能性の大きい設備はBクラスに分類している。一方、地震によって破損しても、公衆に影響を与える可能性が十分小さい設備は耐震Cクラスに分類している。

なお、上位の分類に属する設備は、下位の分類に属する設備の破損によって波及的影響が生じないように設計する。

2. 耐震指針に基づく耐震重要度分類の考え方(3/3)

◆第2棟 建屋及び設備の耐震重要度分類

		耐震Bクラス	耐震Cクラス
建屋		・第2棟建屋(コンクリートセル含む)	・電気設備棟 ・消火用ガスボンベ庫
設備	(1)分析設備	・鉄セル ・グローブボックス	・フード
	(2)液体廃棄物 一時貯留設備	—	・分析廃液受槽A, B ・設備管理廃液受槽A, B ・分析廃液移送ポンプ ・分析廃液回収ポンプ ・設備管理廃液移送ポンプ ・設備管理廃液回収ポンプ ・主要配管*2(鋼管)
	(3)換気空調設備	・セル・グローブボックス用排風機A, B ・セル・グローブボックス用排気フィルタユニット A, B, C, D ・主要排気管*1(鋼管、ダクト)	・フード用排風機 ・管理区域用排風機 ・管理区域用送風機 ・フード用排気フィルタユニット ・管理区域用排気フィルタユニット
	(4)その他設備	—	・電気設備 ・消火設備

*1 ・コンクリートセル排気口から排気母管まで
 ・鉄セル排気口から排気母管まで
 ・グローブボックス排気口から排気母管まで
 ・排気母管
 ・排気母管からセル・グローブボックス用排気フィルタユニット入口まで
 ・セル・グローブボックス用排気フィルタユニット出口から第2棟の排気口入口まで

*2 ・分析廃液受槽出口から分析廃液移送ポンプ入口まで
 ・分析廃液移送ポンプ出口から分析廃液払出口まで
 ・分析廃液受槽出口から分析廃液回収ポンプ入口まで
 ・分析廃液回収ポンプ出口から分析廃液払出口まで
 ・設備管理廃液受槽出口から設備管理廃液移送ポンプ入口まで
 ・設備管理廃液移送ポンプ出口から設備管理廃液払出口まで
 ・設備管理廃液受槽出口から設備管理廃液回収ポンプ入口まで
 ・設備管理廃液回収ポンプ出口から設備管理廃液払出口まで

3. セル等の放射性物質閉じ込めの考え方、耐震クラス

一部改訂

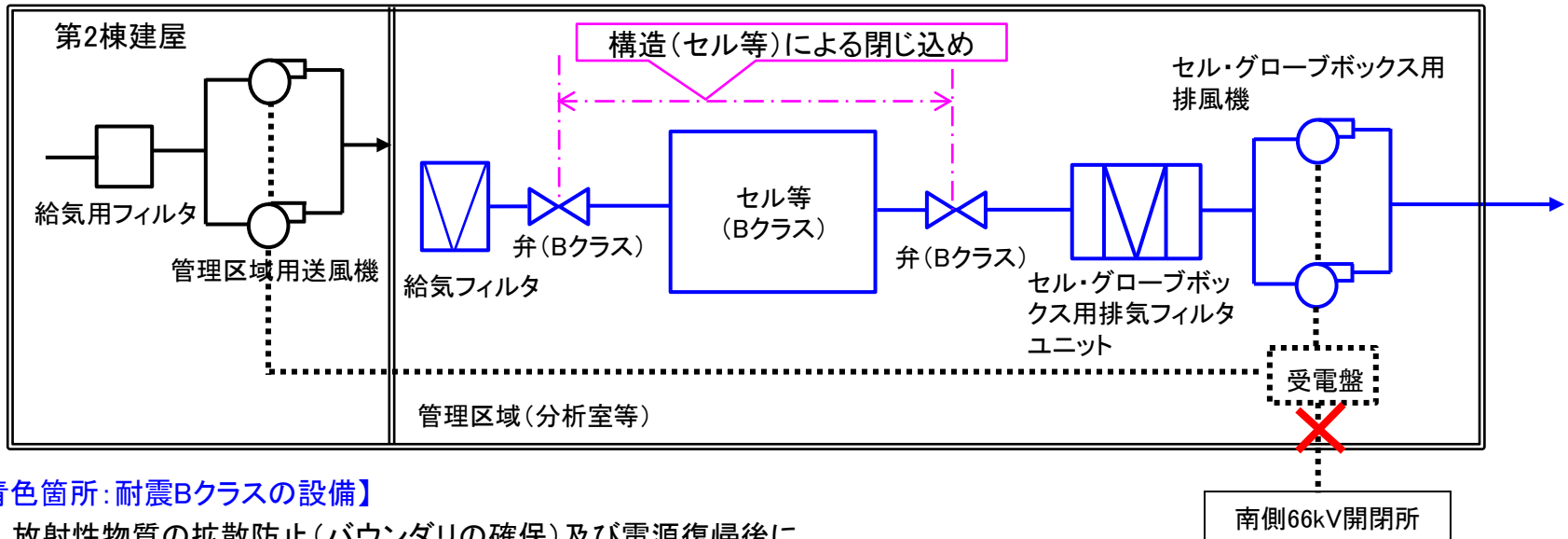
◆Bクラス地震が発生して電源喪失した場合の対応(予備電源を含めた電気設備は耐震Cクラス)

- 構造(セル等)により放射性物質を閉じ込める設計とする。
- Bクラス地震が発生し電源が喪失した場合には、セル等の直近の給排気弁を閉止することで放射性物質を閉じ込める。
- 地震時においても、弁の閉止が速やかに出来るよう操作性・アクセス性を考慮して弁を設置する。
- 排風機が停止した場合の弁の操作含め、地震発生時の対応についてマニュアル化する。

なお、電源の喪失からセル等の給気側の弁(手動)を閉止するまでの間、セル等内の放射性物質が給気フィルタを通じて、セル周辺の室に放出されるおそれがある。このときの影響は、放射性物質が給気フィルタを通じて、セル周辺の室へ放出され、さらに建屋から外部へ放出され地上放出によって敷地境界に達したとする厳しい条件において、敷地境界の実効線量が約 $20 \mu\text{Sv}$ ※(詳細は別紙1を参照)であり、電源の喪失からセル等の給気側の弁を閉止するまでの間の放射線の影響は十分に小さい。

※:コンクリートセルの場合の算定結果であり、他のセル等の場合さらに小さい値となる。

【Bクラス地震が発生して電源喪失した場合】



【青色箇所:耐震Bクラスの設備】

放射性物質の拡散防止(バウンダリの確保)及び電源復帰後に速やかに負圧を回復できるよう耐震Bクラスとしている。

✕:電源の喪失を示す



4. 使用許可基準規則を考慮した耐震重要度分類(1/3)

「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(その解釈含む。以下「使用許可基準規則」という。)の第九条(地震による損傷の防止)では、**破損(機能喪失)による公衆への放射線影響の程度でクラス分類**を行うよう求めている。

- ・Sクラス:5mSvを超える場合
- ・Bクラス:5mSvを超えない場合。50 μ Sv以下の場合にはCクラスに分類できる。

放射性物質を内蔵している設備について、機能喪失を想定した場合の影響を評価した。

【「使用許可基準規則」より抜粋】

第9条(地震による損傷の防止)

一 耐震クラス分類 I

② Bクラス

機能喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設をいい、例えば、次の施設が挙げられる。

a) 核燃料物質を取り扱う設備・機器又は核燃料物質を非密封で取り扱う設備・機器を収納するセル又はグローブボックス及びこれらと同等の閉じ込め機能を必要とする設備・機器であって、その破損による公衆への放射線の影響が比較的小さいもの。(ただし、核燃料物質が少ないか又は収納方式によりその破損による公衆への放射線の影響が十分小さいものは除く。)

b) 放射性物質の外部への放散を抑制するための設備・機器であってSクラス以外の設備・機器

なお、Sクラスに属する施設を有しない使用施設等のうち、安全機能を喪失した場合に敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低いものは、Cクラスに分類することができる。この場合において、上記の「敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低い」とは、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」(昭和50年5月13日原子力委員会決定)を参考に、実効線量が発生事故当たり50マイクロシーベルト以下であることをいう。

4. 使用許可基準規則を考慮した耐震重要度分類(2/3)

一部改訂

◆機能喪失を想定した場合の影響を評価（詳細は別紙2を参照）

設備	想定事象	線量評価の概要	線量の評価値
第2棟建屋 (コンクリートセル 含む)	閉じ込め 機能喪失	コンクリートセル内の試料調製時に発生する燃料デブリからの粉体の発生量を安全側に見積もり、粉体中の放射性物質がセル内の気相に移行 ^{※1} し、排気系統を通じてではなく、直接、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出 ^{※2} され地上放出によって敷地境界に達したと想定	1.1mSv < 5mSv
鉄セル	閉じ込め 機能喪失	鉄セル内の燃料デブリ中の放射性物質の一部がセル内の気相に移行 ^{※3} し、排気系統を通じてではなく、直接、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出 ^{※2} され地上放出によって敷地境界に達したと想定	0.3mSv < 5mSv
グローブボックス、 フード	閉じ込め 機能喪失	グローブボックス内の燃料デブリ中の放射性物質の一部がセル内の気相に移行 ^{※3} し、排気系統を通じてではなく、直接、グローブボックス周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出 ^{※2} され地上放出によって敷地境界に達したと想定	0.03 μ Sv < 50 μ Sv
廃液受槽 (分析廃液受槽)	閉じ込め 機能喪失	分析廃液受槽が破損し、内蔵している放射性の液体廃棄物が堰内に漏えいし、漏えいに伴い、液体廃棄物中の放射性物質の一部が室内の気相に移行 ^{※4} し、排気系統を通じてではなく、直接、建屋から外部へ放出 ^{※2} され地上放出によって敷地境界に達したと想定	0.008 μ Sv < 50 μ Sv
消火設備	消火機能喪失 (火災)	コンクリートセル内の試料調製時に発生する燃料デブリからの粉体の発生量を安全側に見積もり、粉体中の放射性物質が切断時に飛散 ^{※1} することに加えて、火災に伴ってセル内の気相に移行 ^{※5} するものとし、これらが排気系統を通じて、排気口から火災によって放出され敷地境界に達したと想定	0.001 μ Sv < 50 μ Sv

- ※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1% (日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」)。Kr等の気体状の放射性物質は100%移行。
 ※2 コンクリートセル、建屋の除染係数として気体状の放射性物質を除き、各々10を考慮。鉄セル、グローブボックス、フード、廃液受槽については建屋の除染係数のみ考慮
 Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning
 ". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7)
 ※3 鉄セル、グローブボックス、フードでは、燃料デブリの切断は行わないが、取り扱う燃料デブリ全量が粉体化するものとし、※1の移行率を用いた。
 ※4 液体状の放射性物質の漏えい時の気相への移行率0.02% ("Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook", NUREG/CR-6410)
 ※5 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6% ("Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook", NUREG/CR-6410)

4. 使用許可基準規則を考慮した耐震重要度分類(3/3)

機能喪失時の評価結果から、

- ・コンクリートセル、鉄セルは、機能喪失を想定しても5mSv以下であり、Bクラスとなる。
 - ・グローブボックスについては、機能喪失を想定しても50 μ Sv以下でありCクラスともできるが、将来の機能拡張を考慮し、Bクラスとしている。
 - ・フード、廃液受槽は、機能喪失を想定しても50 μ Sv以下であり、Cクラスとなる。
 - ・消火設備は、火災を想定しても50 μ Sv以下であり、Cクラスとなる。
- ・また、セル等に関連した換気空調設備については、「使用許可基準規則」(その解釈)に基づき、セル等と同等の閉じ込め機能を求めるものとし、同一の耐震クラスとしている。



以上のように、第2棟の耐震クラスは「使用許可基準規則」にも則したものとなっている。

別紙1 電源喪失から弁閉止までの間の線量評価について

追加説明

◆想定事象

- ・地震により電気設備が損傷し、負圧維持機能が喪失することを想定。

◆放射性物質の放出経路

- ・コンクリートセルにて、切断時に発生する粉体(約 7×10^{12} Bq)の1%(トリチウム、希ガス、ヨウ素は100%)が気相に移行(既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1)。
- ・コンクリートセルから、給気フィルタを通じて、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出され地上放出によって敷地境界に達したと想定。

◆除染係数

- ・給気フィルタについては、高性能フィルタの1段の除染係数(DF)として 10^3 を考慮する。
- ・建屋については、除染係数(DF)として10を考慮する※2。
- ・なお、ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆放出された放射能

- ・建屋外に放出された放射能 → 3.5×10^9 Bqと評価。

◆放射性物質の大気拡散

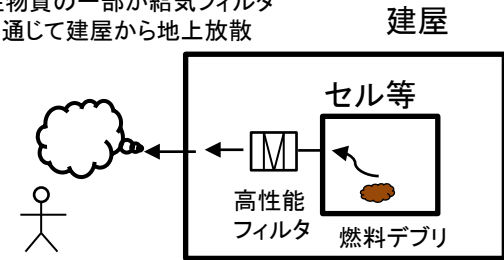
- ・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 → 3.2×10^{-7} h/m³と評価。



◆線量評価結果

- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 20μ Sv

地震により、負圧維持機能が喪失し、燃料デブリ中の放射性物質の一部が給気フィルタを通じて建屋から地上放散



想定事象⑥における建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	4.7×10^5
Pu-239	3.4×10^4
Pu-240	6.1×10^4
Pu-241	4.7×10^6
Am-241	2.5×10^5
Am-242m	8.5×10^3
Cm-244	6.4×10^4
その他	3.5×10^9
合計	3.5×10^9

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%(日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」)

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE ,Harwell.Imllications for Emergency Planning ".Handling of Radiation Accidents.International Atomic Energy Agency.Vienna,1969,IAEA-SM-119/7

別紙2 機能喪失時の線量評価について(1/5)

一部改訂

①第2棟建屋(コンクリートセル含む)

◆想定事象

・地震によりコンクリートセル、建屋が損傷し、閉じ込め機能が喪失することを想定。

◆放射性物質の放出経路

- ・コンクリートセルにて、切断時に発生する粉体(約 7×10^{12} Bq)の1%(トリチウム、希ガス、ヨウ素は100%)が気相に移行(既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1)。
- ・コンクリートセルから、排気系統を通じてではなく、直接、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出され地上放出によって敷地境界に達したと想定。

◆除染係数

- ・コンクリートセル、建屋については、損傷した場合の除染係数(DF)をIAEAの文献※2から引用。→ コンクリートセル、建屋ともDF:10を考慮する。
- ・なお、ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 → 4.2×10^9 Bqと評価。

◆放射性物質の大気拡散

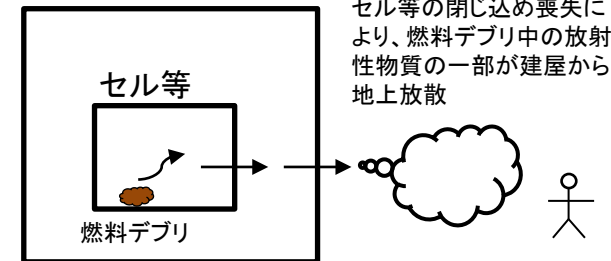
・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 → 3.2×10^{-7} h/m³と評価。



◆線量評価結果

・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約1.1mSv

建屋



想定事象①における建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	4.7×10^7
Pu-239	3.4×10^6
Pu-240	6.1×10^6
Pu-241	4.7×10^8
Am-241	2.5×10^7
Am-242m	8.5×10^5
Cm-244	6.4×10^6
その他	3.6×10^9
合計	4.2×10^9

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%(日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」)

※2 コンクリートセル、建屋の除染係数として各々10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7

別紙2 機能喪失時の線量評価について(2/5)

一部改訂

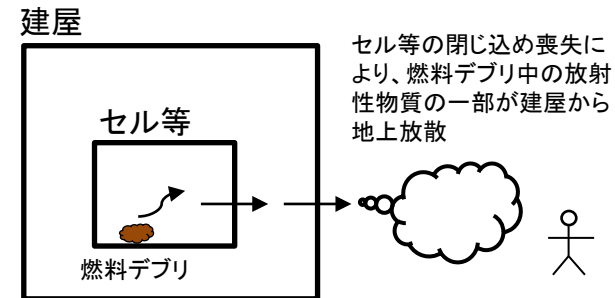
②鉄セル

◆想定事象

・地震により鉄セル、建屋が損傷し、閉じ込め機能が喪失することを想定。

◆放射性物質の放出経路

- ・鉄セルでは燃料デブリの切断は行わないが、取り扱う燃料デブリのすべてが粉体化(約 2×10^{11} Bq)しているものとし、その1%(トリチウム、希ガス、ヨウ素は100%)が気相に移行※1。
- ・鉄セルから、排気系統を通じてではなく、直接、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出され地上放出によって敷地境界に達したと想定。



◆除染係数

- ・鉄セルの除染係数は考慮せず、建屋については、除染係数(DF)として10を考慮する※2。
- ・なお、ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 → 2.6×10^8 Bqと評価。

◆放射性物質の大気拡散

- ・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 → 3.2×10^{-7} h/m³と評価。

想定事象②における建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	1.2×10^7
Pu-239	8.4×10^5
Pu-240	1.5×10^6
Pu-241	1.2×10^8
Am-241	6.2×10^6
Am-242m	2.1×10^5
Cm-244	1.6×10^6
その他	1.2×10^8
合計	2.6×10^8

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

◆線量評価結果

- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約0.3mSv

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%(日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」)

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew,et al."Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE ,Harwell.Imllcations for Emergency Planning ".Handling of Radiation Accidents.International Atomic Energy Agency.Vienna,1969,IAEA-SM-119/7

別紙2 機能喪失時の線量評価について(3/5)

一部改訂

③グローブボックス(フードも同一)

◆想定事象

・地震によりグローブボックス、建屋が損傷し、閉じ込め機能が喪失することを想定。

◆放射性物質の放出経路

- ・グローブボックスでは燃料デブリの切断は行わないが、取り扱う燃料デブリのすべてが粉体化(約 2×10^7 Bq)しているものとし、その1%(トリチウム、希ガス、ヨウ素は100%)が気相に移行^{※1}。
- ・グローブボックスから、排気系統を通じてではなく、直接、グローブボックス周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ放出され地上放出によって敷地境界に達したと想定。

◆除染係数

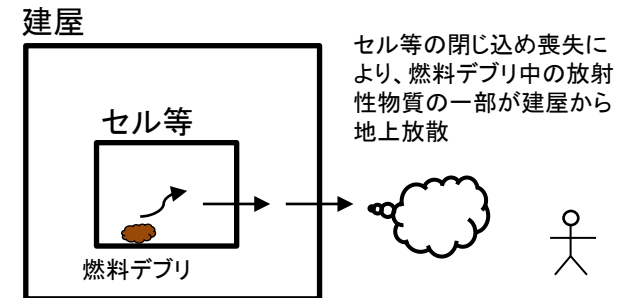
- ・グローブボックスの除染係数は考慮せず、建屋については、除染係数(DF)として10を考慮する^{※2}。
- ・なお、ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 → 2.6×10^4 Bqと評価。

◆放射性物質の大気拡散

・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 → 3.2×10^{-7} h/m³と評価。



想定事象③における建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	1.2×10^3
Pu-239	8.4×10^1
Pu-240	1.5×10^2
Pu-241	1.2×10^4
Am-241	6.2×10^2
Am-242m	2.1×10^1
Cm-244	1.6×10^2
その他	1.2×10^4
合計	2.6×10^4

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

◆線量評価結果

・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約0.03 μSv

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%(日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」)

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE ,Harwell.Imllcations for Emergency Planning ".Handling of Radiation Accidents.International Atomic Energy Agency.Vienna,1969,IAEA-SM-119/7

別紙2 機能喪失時の線量評価について(4/5)

一部改訂

④廃液受槽

◆想定事象

- 地震により廃液受槽(分析廃液受槽)、建屋が損傷し、閉じ込め機能が喪失することを想定。

◆放射性物質の放出経路

- 分析廃液受槽が破損し、内蔵している放射性の液体廃棄物全量(約 2×10^8 Bq)が堰内に漏えいし、漏えいに伴い、液体廃棄物中の放射性物質の一部が室内の気相に移行。
- 排気系統を通じてではなく、直接、建屋から外部へ放出され地上放出によって敷地境界に達したと想定。
- 漏えいした溶液の気相への移行率は0.02%(放射性物質が漏えいし、液滴が落下することによる移行率^{※1})とした。

◆除染係数

- 建屋については、除染係数(DF)として10を考慮する^{※2}。
- なお、ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆放出された放射能

- 建屋外に放出された放射能 → 1.5×10^4 Bqと評価。

◆放射性物質の大気拡散

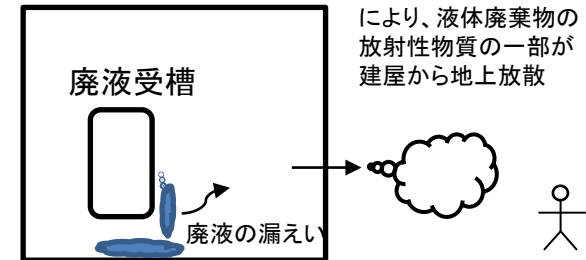
- 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 → 3.2×10^{-7} h/m³と評価。



◆線量評価結果

- 「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約0.008 μSv

建屋



想定事象④における建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	3.1×10^2
Pu-239	2.2×10^1
Pu-240	4.0×10^1
Pu-241	3.1×10^3
Am-241	1.7×10^2
Am-242m	5.6×10^0
Cm-244	4.3×10^1
その他	1.2×10^4
合計	1.5×10^4

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

※1 液体状の放射性物質の漏えい時の気相への移行率0.02% (“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”, NUREG/CR-6410)

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7

別紙2 機能喪失時の線量評価について(5/5)

一部改訂

⑤消火設備

◆想定事象

- 地震により消火設備が損傷し、消火機能が喪失することを想定。

◆放射性物質の放出経路

- コンクリートセルNo.4における燃料デブリ等の切断時に火災が発生したことを想定。
- 切断時に発生する粉体(約 7×10^{12} Bq)について、切断時の飛散1%(既存使用施設で同様な評価に用いている移行率^{※1})と火災に伴う飛散0.6%^{※2}を合わせた1.6%(トリチウム、希ガス、ヨウ素は100%)が気相に移行。
- コンクリートセルから、排気系統を通じて、排気口から放出され敷地境界に達したと想定。

◆除染係数

- 排気系統については、高性能フィルタの3段の除染係数(DF)として 10^7 を考慮する。

◆放出された放射能

- 建屋外に放出された放射能 → 3.5×10^9 Bqと評価。

◆放射性物質の大気拡散

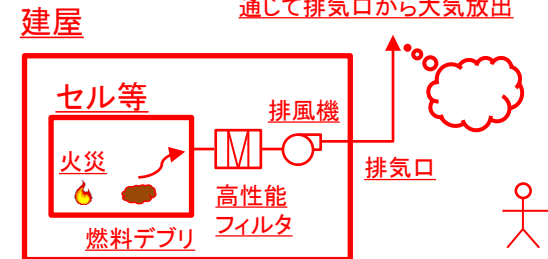
- 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、排気口から放出され敷地境界に達する場合の相対濃度 → 1.2×10^{-8} h/m³と評価。



◆線量評価結果

- 「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約0.001 μSv

火災により、燃料デブリ中の放射性物質の一部が排気系統を通じて排気口から大気放出



想定事象⑤における建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
H-3	3.3×10^8
Kr-85	3.2×10^9
I-129	1.9×10^5
Pu-238	7.5×10^2
Pu-239	5.4×10^1
Pu-240	9.7×10^1
Pu-241	7.5×10^3
Am-241	4.0×10^2
Cm-244	1.0×10^2
その他	1.8×10^3
合計	3.5×10^9

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%(日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」)

※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%(「Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook」,NUREG/CR-6410)

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る 実施計画の変更認可申請について (日本海溝・千島海溝沿いの地震について)

2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について (概要報告)」について

「内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告)」(令和2年4月21日)」で示された地震については、公表された地震の震源域が発電所敷地から十分に遠方に位置しており、また、震度が5弱未満であることから、Bクラスの第2棟の耐震安全性に影響はないと判断する。なお、津波についても、第2棟はT.P.+約40mの場所に設置するため影響はないと判断する。

第2棟建屋の耐震設計は、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針上のBクラスの建物としての評価を実施している。この評価において、水平地震力は建築基準法に基づく地震層せん断力係数(Ci)に耐震重要度分類に応じた係数『1.5』を乗じ当該層以上の部分の重量を乗じて算定し、構造部材への作用応力は許容応力以下であることを確認している。また、大規模地震(震度6強～7に達する程度)に対して耐震安全性を検証する保有水平耐力計算を行っており、必要保有水平耐力に対して十分な耐震性が確保($Q_u/Q_{un} \geq 3.45$)されていることを確認している。

第2棟の主要設備の耐震設計についても、建屋と同様に耐震設計審査指針に基づきBクラス設備に対する水平地震力は建屋の地震層せん断力係数の値を20%増しとした水平震度より求まる地震力(水平震度0.36)で評価を実施し、評価対象部位の発生応力が許容応力以下であることを確認している。また、同評価では、各設備とも十分な耐震裕度(1.5倍以上)を有していることから、震度5弱未満と予想される地震に対しても十分耐震性が確保されていると判断している。

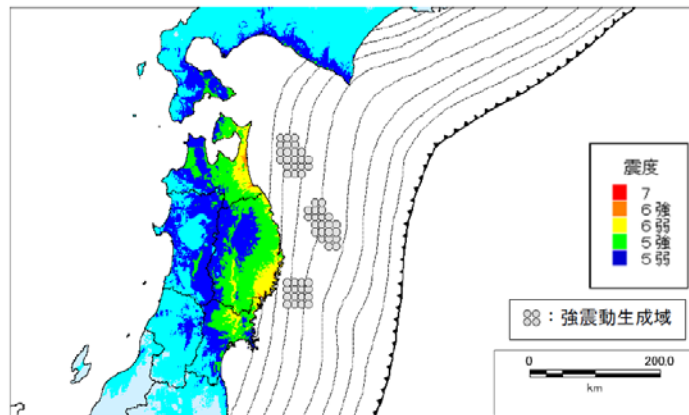
参考資料

内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告)」参考図表集より抜粋

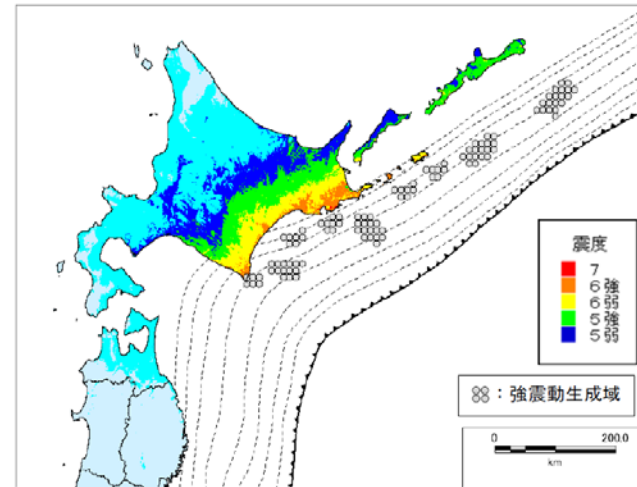
強震断層モデルの強震動生成域の分布と震度分布

津波断層モデルの検討で得られた震源域において、過去の地震や地震活動の状況を参考に、強い揺れの発生源（強震動生成域）を配置し、震度分布を計算

【①日本海溝（三陸・日高沖）モデル】



【②千島海溝（十勝・根室沖）モデル】



・プレート境界の地震としては最大クラスの地震動であるが、プレート内部や地殻内の浅い場所（活断層）で発生した地震の方が揺れの影響としては大きくなる場合があることに留意する必要がある。

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(臨界管理の方法について)
10月15日面談資料改訂版

2020年10月29日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



1. 臨界管理の方法(1/6)

第2棟は、核燃料物質を含む燃料デブリ等を取り扱うため、臨界防止のための方策を講ずる。第2棟では、燃料デブリ等を取扱量及び形状を制限することで、燃料デブリ等に含まれる核燃料物質が臨界に達しない設計とする。

コンクリートセルでは、燃料デブリ等を分析試料として取り扱う際、形状等が変化する前処理を行うため**質量管理**で**臨界管理**を行う。

試料ピットは、燃料デブリ等を一時的に保管する設備で、**██████████**に設置する。

██████████があり、各**██████████**に燃料デブリ等(**██████**以下)を収納した容器を**██████**まで積み上げて保管する。最大容量は**██████████**、**██████████**である。

試料ピットでは、**質量管理及び形状管理***で**臨界管理**を行う。

※ 複数の燃料集合体を収納する場合には収納間隔を制限したラック、溶液状の核燃料物質を取扱う場合には厚さを制限した平板型、円環状の槽を用いるなど、核燃料物質を収納する容器等の形状や寸法を制限することで、臨界とならないよう管理することを一般的に形状管理という。

第2棟の形状管理では、燃料デブリ等を収納する試料ピットの**██████████**の径、間隔等を制限することで、臨界とならないよう管理する。

1. 臨界管理の方法(2/6)

第2棟における臨界管理の方法として、受け入れる燃料デブリ等に含まれる核燃料物質の量を定量し管理することが困難であることから、燃料デブリ等のすべてを核燃料物質とみなし、測定可能な燃料デブリ等の重量をもって管理する。

第2棟における臨界管理の方法は以下のように実施する。

(燃料デブリ等の取扱場所における管理)

コンクリートセル、鉄セル並びに分析室及び $\alpha \cdot \gamma$ 測定室において、燃料デブリ等を取り扱う作業を実施する場合、各取扱場所における最大取扱量を超えないことを確認する(質量管理)。

(試料ピットにおける管理)

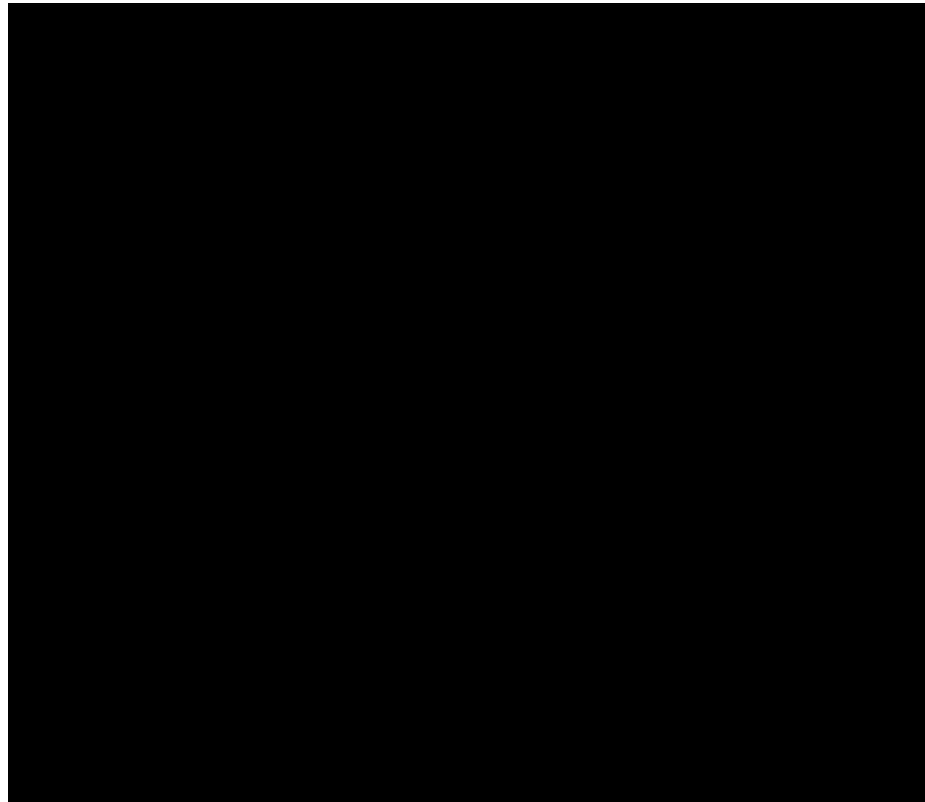
燃料デブリ等は、コンクリートセルNo.4において重量測定し、■以下であることを確認(質量管理)した上で容器に収納する。その後、■■■■の試料ピットに一時的に保管する(形状管理)。

具体的には、燃料デブリ等の受入れ及び施設内の移送の都度、計算機又は伝票を用いて臨界管理上安全であること(受入れ、移送に伴う各取扱場所での存在量が最大取扱量を超えないこと)を確認する。さらに、実際の受入れ及び移送にあたっては、作業を担当する者以外の第三者(例：計量管理担当者)による立会いを行い、移送物及び伝票等の内容に相違のないことを確認する。

1. 臨界管理の方法(3/6)

第2棟における臨界管理の方法のうち、質量管理ではコンクリートセルNo.2及びNo.4並びに鉄セルに重量測定器を設置し、燃料デブリ等の重量を測定する。

また、最大取扱量の異なる取扱場所へ燃料デブリ等を移動する時は、計算機又は伝票により移動先の取扱場所における存在量が最大取扱量以下であることを確認した後に移動を行うとともに、実際の移動にあたっては、作業を担当する者以外の第三者の立会いのもと、移動状況の現場確認を行う。



第2棟の機器配置図 地上1階

1. 臨界管理の方法(4/6)

－燃料デブリ等の受入れ・払出しに伴う管理－

追加説明

(燃料デブリ等の受入れ)

燃料デブリ等を受け入れる際は、コンクリートセルNo.1～4の燃料デブリ等の合計重量が最大取扱量である■以下となるよう管理する。現在想定している具体的な管理の方法は以下のとおり。

- ① 受入れに先立ち、容器ID並びに総重量(内容物+容器)及び容器重量の情報提供を受ける。
- ② 計算機又は伝票の記録により、コンクリートセルNo.1～4に存在する燃料デブリ等の量を確認し、受け入れる燃料デブリ等との合計が最大取扱量■以下であることを確認した後、燃料デブリ等を受け入れる。
- ③ 受入れ後、コンクリートセルNo.1にて容器IDの確認及びコンクリートセルNo.2にて総重量の測定を実施する。
- ④ コンクリートセルNo.4にて容器から燃料デブリ等を取り出し、内容物の重量を測定する。
- ⑤ 受入物ごとに、燃料デブリ等の重量、取扱場所等について、計算機又は伝票に記録し管理する。
なお、上記④の作業前に、受け入れた燃料デブリ等を試料ピットへ一時的に保管する場合は、総重量及び容器重量から内容物重量を評価して、計算機又は伝票に記録する。

(燃料デブリ等の払出し)

現在想定している燃料デブリ等を1F他施設へ払い出す際の具体的な管理の方法は以下のとおり。

- ① 払出しに先立ち、計算機又は伝票の記録により払い出す燃料デブリ等を収納した容器のID及び燃料デブリ等の重量を確認し、払出先の施設へ通知する。
- ② 容器を払い出す際は、容器IDを確認し、払い出す容器で間違いがないことを確認する。
- ③ 払い出した後、計算機又は伝票の情報を更新し管理する。

1. 臨界管理の方法(5/6)

－燃料デブリ等の一時的な保管に伴う管理－

追加説明

(燃料デブリ等の一時的な保管)

燃料デブリ等を試料ピットへ一時的に保管する際は、試料ピットの燃料デブリ等の合計重量が最大取扱量である■以下となるよう管理する。現在想定している具体的な管理の方法は以下のとおり。

- ① 計算機又は伝票の記録により、試料ピットへ収納する容器内の燃料デブリ等が■以下であること及び試料ピットの保管量を確認し、それらの合計が最大取扱量■以下であることを確認した上で、試料ピットへ容器を収納する。
- ② 容器を試料ピットへ収納する際は、容器IDを確認し、収納する容器で間違いがないことを確認する。
- ③ 試料ピット内の保管場所については、計算機又は伝票に記録し管理する。

(試料ピットからの燃料デブリ等の取出し)

燃料デブリ等を試料ピットから取り出す際は、コンクリートセルNo.1～4の燃料デブリ等の合計重量が最大取扱量である■以下となるよう管理する。現在想定している具体的な管理の方法は以下のとおり。

- ① 計算機又は伝票の記録により、試料ピットから取り出す容器のID及び収納されている燃料デブリ等の量並びにコンクリートセルNo.1～4に存在する燃料デブリ等の量を確認し、その合計が最大取扱量■以下であることを確認した上で、試料ピットから容器を取り出す。
- ② 試料ピットから容器を取り出す際は、容器IDを確認し、取り出す容器で間違いがないことを確認する。
- ③ 燃料デブリ等の取扱場所については、計算機又は伝票の情報に記録し管理する。

1. 臨界管理の方法(6/6)

—コンクリートセル—鉄セル間の移送に伴う管理—

追加説明

(コンクリートセルから鉄セルへの移送)

現在想定している燃料デブリ等をコンクリートセルから鉄セルへ移送する際の具体的な管理の方法は以下のとおり。

- ① 計算機又は伝票の記録により、鉄セルへ移送する容器のID及び重量並びに鉄セルに存在する燃料デブリ等の量を確認し、その合計が■以下であること確認した上で、コンクリートセルから鉄セルへ試料を移送する。
- ② 試料を移送する際は、容器IDを確認し、移送する対象に間違いがないことを確認する。
- ③ 試料の取扱場所については、計算機又は伝票に記録し管理する。

(鉄セルからコンクリートセルへの移送)

鉄セルからコンクリートセルへ移送する際は、コンクリートセルNo.1～4の燃料デブリ等の合計重量が最大取扱量である■以下となるよう管理する。現在想定している具体的な管理の方法は以下のとおり。

- ① 計算機又は伝票の記録により、コンクリートセルへ移送する容器のID及び重量並びにコンクリートセルNo.1～4に存在する燃料デブリ等の量を確認し、その合計が最大取扱量■以下であることを確認した上で、鉄セルから移送する。
- ② 試料を移送する際は、容器IDを確認し、移送する対象に間違いがないことを確認する。
- ③ 試料の取扱場所については、計算機又は伝票に記録し管理する。

また、実際に燃料デブリ等を移送する際、作業を担当する者以外の第三者の立会いのもと、移送状況の現場確認を行う。

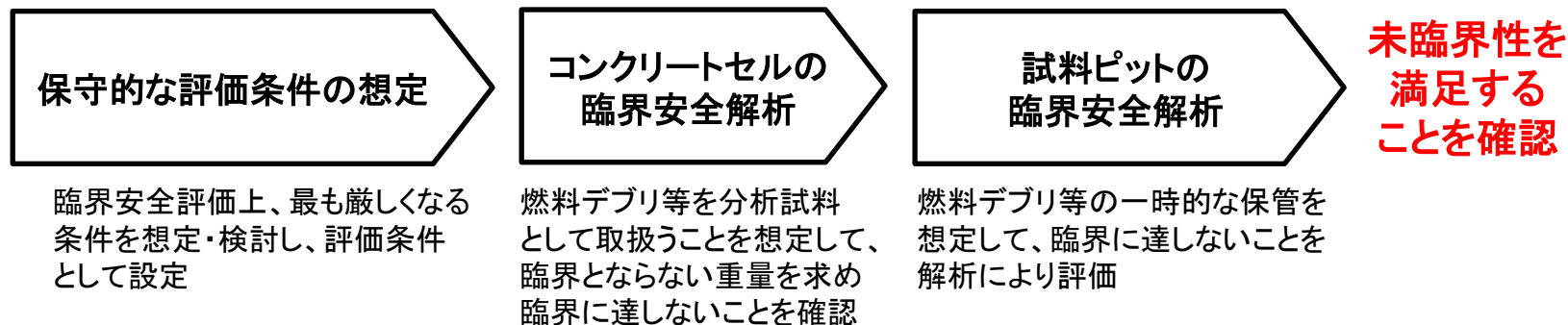
なお、臨界管理の具体的な方法については、マニュアルを整備する。

2. 臨界安全評価の基本方針

第2棟で想定する燃料デブリ等の最大取扱量及び臨界管理方法を下表に示す。

取扱場所	最大取扱量	臨界管理方法
コンクリートセルNo.1～4: 合計	■	質量管理
試料ピット ■	■	質量管理及び形状管理

また、以下のフローに基づき、未臨界性を満足することを確認する。なお、未臨界性の判断基準は、中性子実効増倍率(k_{eff})に標準偏差の3倍(3σ)を加えた値が0.95以下※1となることとする。



※1: 『臨界安全ハンドブック第2版』, 日本原子力研究所, (1999)

3. 保守的な評価条件の想定

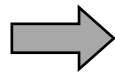
- 燃料デブリ等のすべてが核燃料で構成されていると想定する。
- 酸化物と比較して核分裂性物質の重量割合が高くなる金属を想定する。
- 燃焼した燃料より核分裂性物質を多く含む、未照射燃料を想定する。

さらに、1F 1及び2号機、並びに3号機の UO_2 燃料及びMOX燃料について比較・検討を行い、臨界安全評価上、厳しいもので評価を行うこととした。

4. 比較に用いる燃料組成の検討(1/2)－UO₂燃料－

1F 1～3号機に装荷されたUO₂燃料(未照射)の²³⁵U濃縮度に基づき、UO₂燃料の燃料組成を核分裂性物質の重量割合が高くなるように設定した。

	実績値[wt%]
²³⁵ U濃縮度	■



	評価値[wt%]
	■

核分裂性物質である²³⁵Uの濃縮度を保守的に ■ とした。

$$^{235}\text{U濃縮度} = \frac{^{235}\text{U}}{\text{U}} \times 100$$

4. 比較に用いる燃料組成の検討(2/2)－MOX燃料－

1F 3号機に装荷されたMOX燃料(未照射)のPu含有率等に基づき、MOX燃料の燃料組成を核分裂性物質の重量割合が高くなるように設定した。

	実績値[wt%]		評価値[wt%]
Pu含有率	■	→	■
²³⁵ U濃縮度	■		■*

$$\text{Pu含有率} = (\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) / (\text{U} + \text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100$$

$${}^{235}\text{U濃縮度} = {}^{235}\text{U} / \text{U} \times 100$$

- ① Pu + ²⁴¹Amの含有率を ■ とした。
- ② ²³⁵Uの濃縮度を ■* とした

$$* {}^{235}\text{U} / \text{U} \times 100 = \text{■} \text{ は}$$

$${}^{235}\text{U} / (\text{U} + \text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100 = \text{■} \text{ に相当}$$

・ Pu同位体組成等

核種	実績値[wt%]		評価値[wt%]
■	■	→	■
■	■		■
■	■		■
■	■		■

$$\text{組成} = \text{核種} / (\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100$$

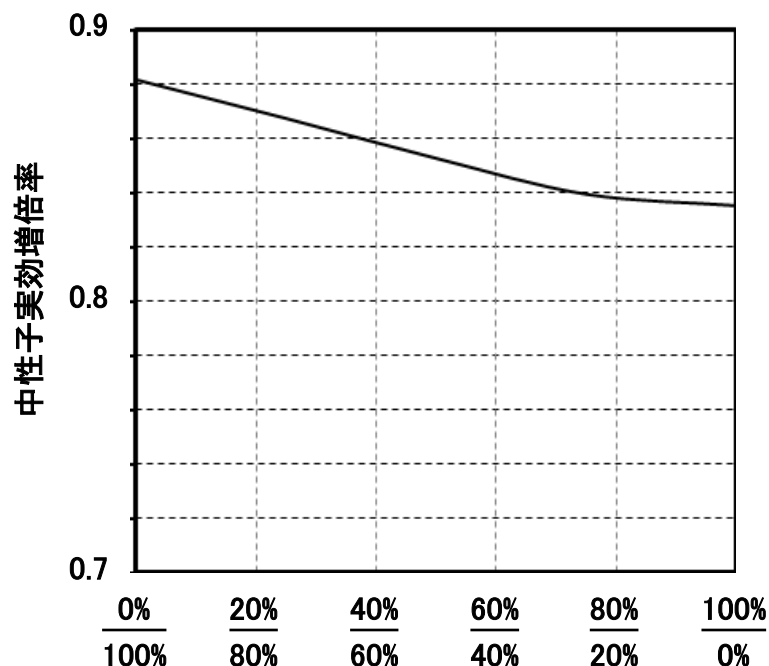
中性子を吸収する核種である ■ の存在比 (■) を ■ に加えた。また、 ■ の存在比を小数点以下で切捨て、その分 (■) を ■ に加えた。

5. UO_2 燃料とMOX燃料の比較検討

UO_2 燃料とMOX燃料を比較した場合、MOX燃料の方が臨界安全評価上、厳しい評価となる。

また、1F 3号機には、 UO_2 燃料及びMOX燃料が装荷された。これらの核燃料については、溶けて混ざり合っていることが想定されるため、「4. 比較に用いる燃料組成の検討」の検討結果を用い、 UO_2 燃料とMOX燃料の割合をパラメータとして、臨界安全評価上、最も厳しい評価（中性子実効増倍率が最大）となる条件を検討した。

その結果、**燃料デブリ等をMOX燃料とした場合が厳しい条件**となる。



UO_2 燃料とMOX燃料の割合(上段が UO_2 燃料、下段がMOX燃料の割合を示す)

6. 臨界安全評価における燃料デブリ等の組成

これまでの想定・検討結果を踏まえ、以下の条件で臨界安全解析を行う。

	評価値[wt%]
Pu含有率	■
²³⁵ U濃縮度	■

※ $^{235}\text{U}/\text{U} \times 100 = \text{■}$ は
 $^{235}\text{U}/(\text{U} + \text{Pu} + ^{241}\text{Am}) \times 100 = \text{■}$ に相当

$$\text{Pu含有率} = (\text{Pu} + ^{241}\text{Am}) / (\text{U} + \text{Pu} + ^{241}\text{Am}) \times 100$$

$$^{235}\text{U濃縮度} = ^{235}\text{U}/\text{U} \times 100$$

・ Pu同位体組成等

核種	評価値[wt%]
■	

$$\text{組成} = \text{核種} / (\text{Pu} + ^{241}\text{Am}) \times 100$$

7. 解析コードの概要

第2棟の臨界安全解析に使用する解析コードの概要を示す。

- ・コード名 : MVP(連続エネルギーモンテカルロコード)
- ・使用目的 : コンクリートセル、試料ピットの未臨界性評価
- ・開発機関 : 日本原子力研究開発機構
- ・解析コードの概要

核燃料物質、構造材等の幾何形状等を入力とし、中性子の発生、飛行、衝突といった事象を追跡、これ进行处理することで中性子実効増倍率を求めるものである。

幾何形状の入力に際し、直方体、球等のあらかじめ用意された基本形状を組み合わせることで、複雑な形状の解析ができる。なお、球とその他の形状を組合せ、さらに球の半径を変化させることで非均質性及び粒子径を考慮した解析を行うことができる。

8. コンクリートセルの臨界安全解析(1/3)

コンクリートセルにおいて、臨界に達しない重量を評価した。

コンクリートセルでは、燃料デブリ等の受入、外観確認、切断、溶解等を行うため、固体、粉体及び液体の形態が想定される。このうち溶解処理中において、Pu濃度の高い残渣・沈殿が発生する場合を考慮して、臨界安全評価上、最も厳しいPuと水の混合物(非均質性)で臨界に達しない重量を評価した。

① 解析条件

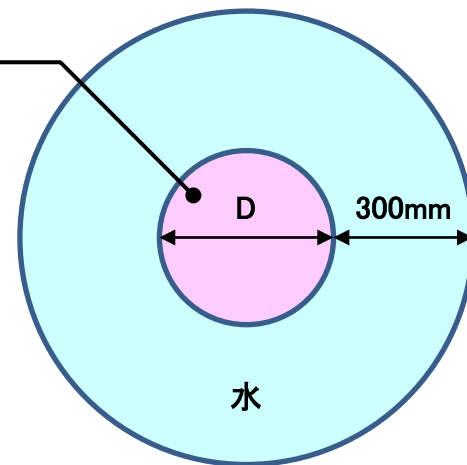
(1) 解析コード : MVP2.0

(連続エネルギーモンテカルロコード)

(2) 解析モデル

- 表面積が小さく、中性子の漏れの少ない球とする。
- 燃料デブリ等はPuと水の混合物とする。
また、Puは非均質性を考慮して粒子状とする。
- Puと水の混合物の直径(D)は、Puの粒径及び粒子間距離から求められ、保守的な結果となるように設定する。
- 十分な中性子の反射効果が得られる厚さ(300mm)の水反射と仮定する。

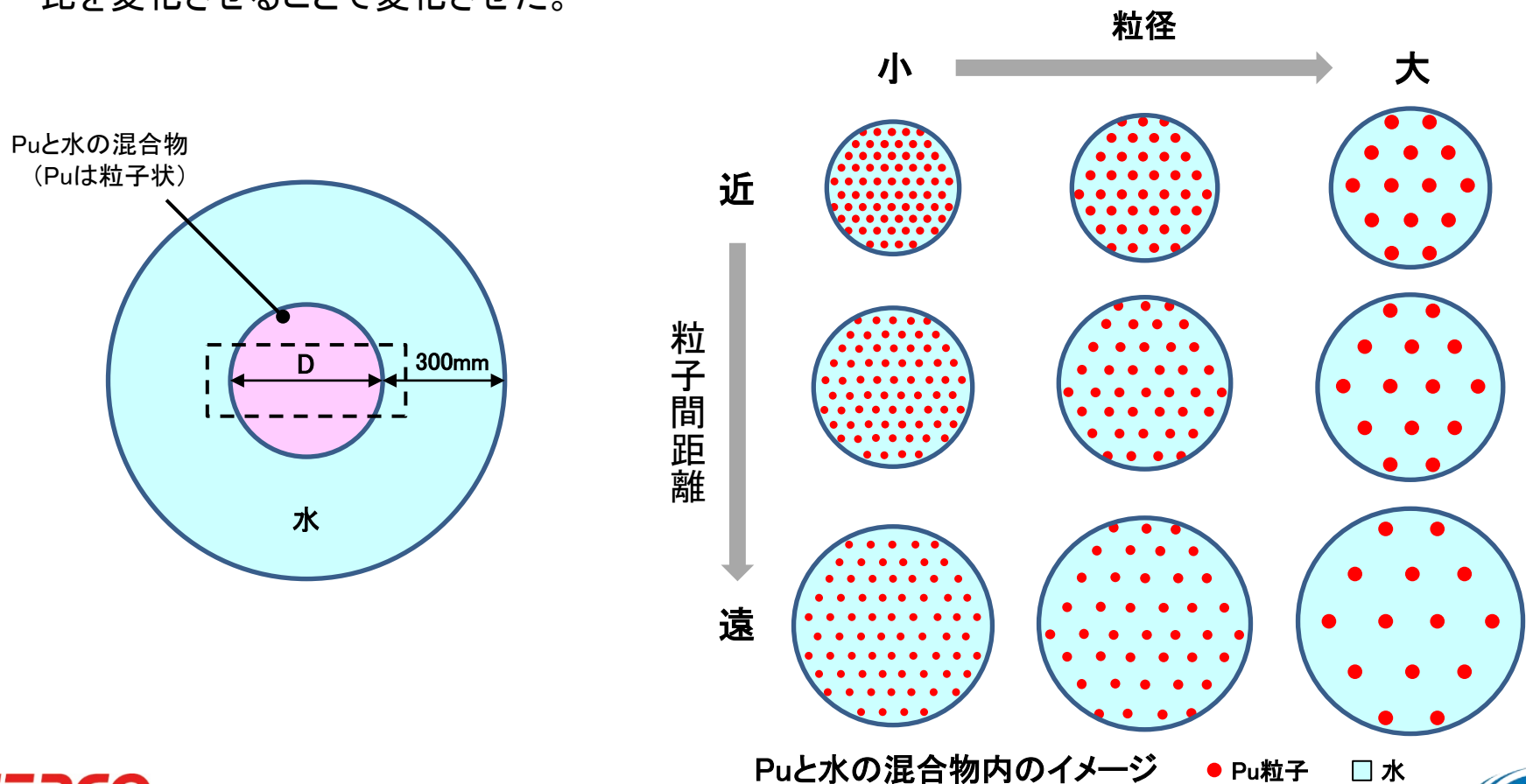
Puと水の混合物
(Puは粒子状)



解析モデル

8. コンクリートセルの臨界安全解析(2/3)

コンクリートセルの臨界安全解析では、既存核燃料サイクル施設の使用済燃料の溶解工程での臨界安全評価と同様にPuと水の混合物(非均質性)を想定し、粒子状のPuの粒径と粒子間の距離を変化させることで、臨界安全評価上、最も厳しい評価(中性子実効増倍率が最大)となるよう直径(D)を設定した。なお、混合物中のPu粒子間の距離については、Puに対する水の体積比を変化させることで変化した。



Puと水の混合物内のイメージ ● Pu粒子 □ 水

8. コンクリートセルの臨界安全解析(3/4)

— 非均質性を考慮した解析の妥当性について —

第2棟では、燃料デブリの分析の前処理として溶解を実施する。

- 溶解では、粉体状の燃料デブリ等を溶かすため、粉体(粒子)が溶液中に分散して存在する状態(非均質な状態)となる可能性がある。また、粉体が徐々に溶けていくため、粒子径は徐々に小さくなる。
- 過去の知見から燃料デブリの溶解は難しく、非常に溶けにくいいため、残渣が発生する可能性がある。また、既存施設にて実施されたTMI-2燃料デブリ試料に対するアルカリ融解の適用確認のなかで、一部の試料の溶解時に沈殿物が発生することが確認されている。これら残渣、沈殿物が溶液中に分散することで非均質な状態となる可能性がある。

以上を踏まえ、均質性、非均質性を考慮した解析モデルにおいて、中性子実効増倍率が0.95となるPuの重量を評価した。

均質性の解析モデルでの臨界に達しないPuの重量 : XXXXXXXXXX

非均質性の解析モデルでの臨界に達しないPuの重量 : XXXXXXXXXX

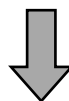
解析の結果から、非均質性を考慮した場合が厳しい結果となる。

8. コンクリートセルの臨界安全解析(4/4)

② 解析結果

(1) 臨界に達しないPuの重量: [REDACTED]
($k_{eff} + 3\sigma$ が 0.95^{*1} となる時の重量)

(2) 二重装荷を考慮しても臨界に達しないPuの重量: [REDACTED]
(上記(1)に二重装荷を考慮した安全係数 0.43^{*2} を乗じる)



燃料デブリ等 [REDACTED] に含まれるPuの重量は [REDACTED] であり、さらに ^{235}U を加えた重量は [REDACTED] であり、二重装荷を考慮しても臨界に達しないPuの重量 [REDACTED] を下回り、**臨界に達することはない。**

Pu : [REDACTED]

^{235}U : [REDACTED]

[REDACTED]

(「6. 臨界安全評価における燃料デブリ等の組成」に示す燃料組成で評価した重量)

※1: 『臨界安全ハンドブック第2版』, 日本原子力研究所, (1999)

※2: 『Guide de Criticité』, CEA-R3114, COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE (1967)

9. 試料ピットの臨界安全解析(1/4)

試料ピットにおいて、中性子実効増倍率を解析によって求め、臨界に達しないことを評価した。

試料ピット内に最大取扱量である■■■■の燃料デブリ等が保管されている状態を想定した。また、解析モデルには試料ピットの■■■■の径・深さ、各■■■■の間隔を考慮した。

加えて、燃料デブリ等を収納した容器を試料ピットから取り出す際を考慮し、最大取扱量■■■■と保守的に仮定して評価した。

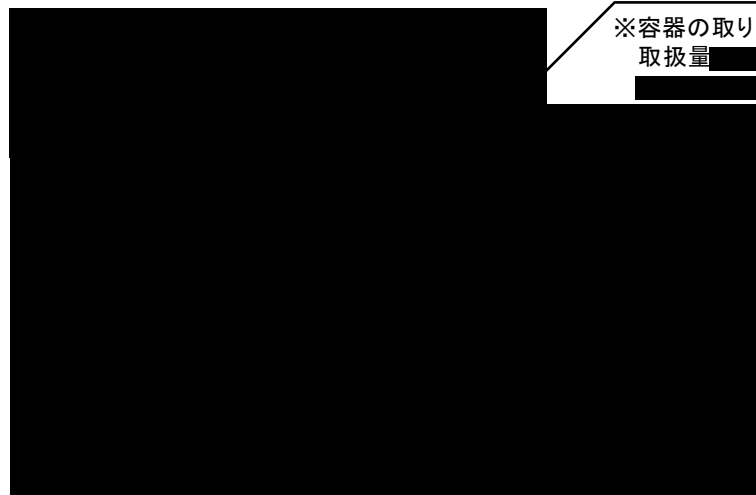
① 解析条件

- (1) 解析コード : MVP2.0(連続エネルギーモンテカルロ計算コード)
- (2) 解析上の燃料デブリ等の量: 最大取扱量■■■■

9. 試料ピットの臨界安全解析(2/4)

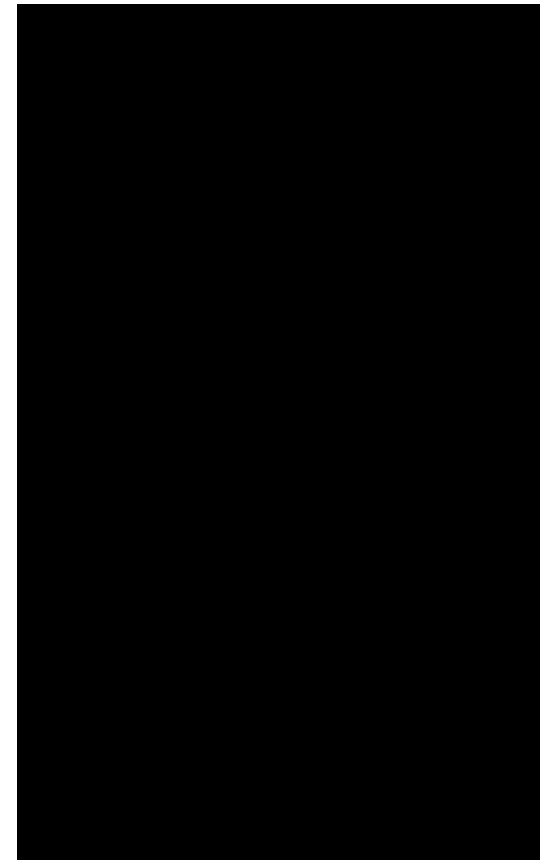
(3) 解析モデル

- 容器内の燃料デブリ等は、粒子状のMOX燃料と水の混合物とする。
- 粒子状のMOX燃料の粒径及び粒子間距離は、保守的な結果となるように設定する。
- 容器中の燃料デブリ等の中性子相互作用を保守的に考慮するように、燃料デブリ等を収納している容器及び試料ピットの蓋を解析上、考慮しないものとする。
- ██████████の雰囲気は空気であるが、試料ピット上部を十分な中性子の反射効果が得られる厚さ(300mm)の水反射と仮定する。



A-A断面図 (単位:mm)

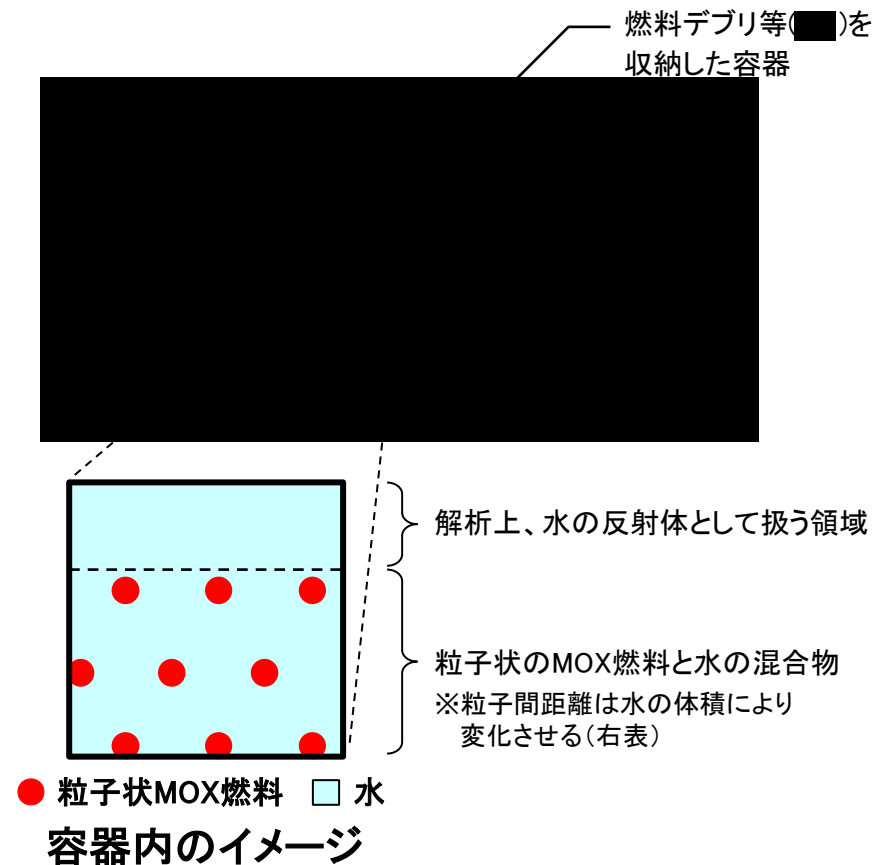
燃料デブリ等を収納した容器
 ※容器の取り出しを考慮し、試料ピットの最大
 取扱量 ██████████
 ██████████として評価



平面図 (単位:mm)

9. 試料ピットの臨界安全解析(3/4)

試料ピットの臨界安全解析では、粒子状のMOX燃料の粒径と粒子間の距離を変化させ、臨界安全評価上、最も厳しい評価(中性子実効増倍率が最大)となる条件を検討した。なお、粒子間の距離は、粒子状のMOX燃料と水の混合物中の水の体積により変化させた。



		粒径		
		小	→	大
粒子間距離 ↓ 遠	近			
	中			
	遠			

9. 試料ピットの臨界安全解析(4/4)

② 解析結果

試料ピットにおいて、容器に収納された燃料デブリ等の一時的な保管を想定した場合の中性子実効増倍率は0.92である。これは、未臨界性の判断基準である0.95※を下回り、**臨界に達することはない。**

※1: 『臨界安全ハンドブック第2版』, 日本原子力研究所, (1999)

10. 第2棟における臨界管理(1/2)

一部改訂

第2棟では、燃料デブリ等を取扱量及び形状を制限することで、燃料デブリ等に含まれる核燃料物質が臨界に達しない設計とする。

- コンクリートセルでは、燃料デブリ等の最大取扱量を■■■とする質量管理を行う。
- 試料ピットでは、質量管理及び形状管理を行う。試料ピットは、■■■■から成り、各■■■■に燃料デブリ等(■■■以下)を収納した容器を■■■まで積み上げて保管する。最大容量は■■■■、■■■■である。
また、■■■■、■■■■及び各■■■■の間隔■■■■で形状を制限する。

以上の設計にて、臨界安全評価を行い、臨界に達しないことを確認した。

また、評価に使用した解析モデルは、水没を考慮したモデルであるため、消火活動によりセル内に注水したとしても臨界に達することはない。

10. 第2棟における臨界管理(2/2)

追加説明

第2棟における臨界安全評価の結果、保守的な条件下においても臨界に達することはなく、臨界事故は発生しない。

γ 線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタは、仮に臨界が発生した場合にも、臨界に伴う線量率の上昇を検知できるとともに、警報発報が可能な設計としている。

第2棟の運用に当たっては、万が一臨界が発生した場合を想定して以下の項目を含むマニュアルを整備する。

- 建屋外への避難方法
- 通報連絡体制
- 放射線状況の確認方法 等