

【公開版】

提出年月日	令和元年12月10日 R10
日本原燃株式会社	

六ヶ所再処理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第9条：外部からの衝撃による損傷の防止
(落雷)

目次

1章 基準適合性

1. 基本方針

- 1. 1 要求事項の整理
- 1. 2 要求事項に対する適合性
- 1. 3 規則への適合性

2. 概要

3. 環境等

3. 1 落雷

- 3. 1. 1 日本における雷日数の地理的分布
- 3. 1. 2 再処理施設周辺における落雷の観測データ
- 3. 1. 3 参考文献一覧

4. 安全設計

4. 1 落雷に関する設計

- 4. 1. 1 落雷に関する設計方針
- 4. 1. 2 防護対象施設
 - 4. 1. 2. 1 落雷の特徴
 - 4. 1. 2. 2 耐雷設計上考慮する再処理施設の特徴
 - 4. 1. 2. 3 直撃雷に対する防護対象施設
 - 4. 1. 2. 4 間接雷に対する防護対象施設
- 4. 1. 3 耐雷設計
 - 4. 1. 3. 1 想定する落雷の規模
 - 4. 1. 3. 2 異種の自然現象の重畳及び設計基準事故との
組合せ

4. 1. 3. 3 直撃雷の防止設計

4. 1. 3. 4 間接雷による雷サージ抑制設計

2章 補足説明資料

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について、事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針の比較並びに当該指針を踏まえたこれまでの許認可実績により、事業指定基準規則第九条において追加された要求事項を整理する。(第1-1表)

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (1/3)

事業指定基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備 考
<p>1 安全機能を有する施設は、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。</p> <p>(解釈)</p> <p>1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含む。</p> <p>2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等をいう。</p> <p>3 第1項に規定する「想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないもの」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p>	<p>指針1. 基本的立地条件</p> <p>事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>1. 自然環境</p> <p>(1)地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象</p> <p>(2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等</p> <p>(3)風向、風速、降雨量等の気象</p> <p>(4)河川、地下水等の水象及び水理</p> <p>(解説)</p> <p>1 自然環境及び社会環境について、申請者が行った文献調査及び現地調査の結果を、建物・構築物の配置を含む設計の妥当性の判断及び各種の評価に用いることが適切であることを確認するほか、必要に応じ現地調査等を行い、申請者の行った各種の調査結果の確認を行うものとする。</p>	<p>追加要求事項</p>

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (2/3)

事業指定基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備 考
	<p>指針14 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1 再処理施設における安全上重要な施設は、再処理施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。</p> <p>2 これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。</p> <p>3 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること。</p>	<p>前記のとおり</p>

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (3/3)

事業指定基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備 考
<p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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。</p> <p>(解釈)</p> <p>1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含む。</p> <p>4 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>5 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</p>	<p>指針14 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1 再処理施設における安全上重要な施設は、再処理施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。</p> <p>2 これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。</p> <p>3 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること。</p>	<p>追加要求事項</p>

1.2 要求事項に対する適合性

A. 再処理施設の位置，構造及び設備

ロ. 再処理施設の一般構造

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

安全機能を有する施設は，再処理施設敷地の自然環境を基に想定される洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又は地震及び津波を含む組合せに遭遇した場合において，自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件においても安全機能を損なわない設計とする。

なお，再処理施設敷地で想定される自然現象のうち，洪水，地滑りについては，立地的要因により設計上考慮する必要はない。

上記に加え，安全上重要な施設に対しては，最新の科学的技術的知見を踏まえ当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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，それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また，安全機能を有する施設は，再処理施設敷地内又はその周辺の状態を基に想定される飛来物（航空機落下等），ダムの崩壊，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス，船舶の衝突，電磁的障害等のうち再処理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。以下，「人為事象」という。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

なお，再処理施設敷地又はその周辺において想定される人為事象

のうち、ダムの崩壊、船舶の衝突については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）の組み合わせについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な安全機能を有する施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

(b) 落雷

安全機能を有する施設は、想定される落雷に対して安全機能を損なわない方針とする。また、落雷によってもたらされる影響及び再処理施設の特徴を考慮し、直撃雷に対する防護対象施設及び間接雷に対する防護対象施設を選定して耐雷設計を行う。

その上で、落雷によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を、全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器とする。落雷に対する防護対象施設としては、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物、系統及び機器を抽出し、落雷により冷却、水素掃気、火災・爆発の防止、臨界防止等の安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な施設以外の防護対象施設は、落雷による損傷を考慮

して代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，その安全機能を損なわない設計とする。

1) 防護対象施設

再処理施設の建物及び構築物は広範囲に分散して設置されており，かつ，建屋間には，配管，ケーブルを収納する洞道が設置され，各施設の監視及び制御を制御建屋で集中的に実施するという特徴を踏まえ，直撃雷による再処理施設への影響及び間接雷による雷サージの影響を考慮して，防護対象施設を選定する。

直撃雷は外気にさらされた建屋及び屋外施設に影響を及ぼすことから，建築基準法又は消防法の適用を受ける施設又は建屋及び安全上重要な施設を直撃雷に対する防護対象施設として選定する。

間接雷は，雷サージによって建屋間に電位差を生じさせ，建屋間で取り合う設備に過電圧による影響を及ぼすことから，建屋間で取り合う計測制御系統施設，電気設備，放射線監視設備及び火災防護設備を間接雷に対する防護対象施設として選定する。

2) 想定する落雷の規模

防護対象施設のうち安全上重要な施設の耐雷設計においては，再処理施設が立地する地域の気候，敷地及び敷地周辺で過去に観測された落雷データを踏まえ，設計上考慮する最大の落雷規模を想定した。また，敷地及び敷地周辺で観測された過去最大の落雷規模は，全国雷観測ネットワーク（JLDN：Japanese Lightning Detection Network）の観測記録に

よると211 k Aである。J L D Nによって観測される雷撃電流値の精度については、夏季雷と冬季雷で違いがあること、ほぼ正確との見解がある一方で15から20%程度低く算出されるとの見解もあること及び観測データは過去15年間のものであることを考慮し、観測値に安全余裕を見込んで、想定する落雷の規模を270 k Aとする。

3) 異種の自然現象の重畳及び設計基準事故との組合せ

落雷と同時に発生することが想定される自然現象については、その衝撃の組合せを適切に考慮する。また、設計基準事故については、落雷の影響との因果関係及び時間的变化を考慮した上で、その応力を適切に組み合わせる。

4) 耐雷設計

直撃雷に対する耐雷設計として、防護対象施設には、原子力発電所の耐雷指針（J E A G 4608-2007）、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置するとともに、避雷設備を構内接地系と接続することで、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る。

また、間接雷による雷サージを抑制する設計については、安全上重要な施設と信号を取り合う設備に関しては、雷撃電流270 k Aの落雷に対して安全機能を損なわない設計とする。具体的には、以下の対策を講ずる。

- i) 安全上重要な施設とアナログ信号を取り合う計測制御系統施設に対しては、雷撃電流270 k Aの落雷による構内接地系の電位上昇3.0 k Vを踏まえ、安全機能を損なわないよう、3.0 k V以上の雷

インパルス絶縁耐力を有する又は絶縁耐力5.0 k V以上の保安器を信号出力側の建屋と信号入力側の建屋の両方に設置する設計とする。

- ii) これに加え，安全上重要な施設とアナログ信号を取り合う計測制御系統施設については出力信号側にアイソレータを設置し，安全上重要な警報及びインターロック機能への影響を防止するとともに，シールド ケーブルを用いる設計とする。
- iii) 安全上重要な施設とデジタル信号を取り合う計測制御系統施設及び放射線監視設備については，構内接地系の電位上昇3.0 k Vを踏まえ，安全機能を損なわないよう，シールド ケーブルを使用した上で両端接地とするか又は光伝送ケーブルを用いる設計とする。
- iv) 電気設備のうち安全上重要な施設については，雷撃電流270 k Aの落雷によって生じる構内接地系の電位上昇に対して安全機能を損なわないよう，3.0 k V以上の雷インパルス絶縁耐力を有する設計とする。

1.3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第九条 安全機能を有する施設は、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 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される再処理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（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。

<適合のための設計方針>

第1項及び第2項について

安全機能を有する施設は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して再処理施設の安全性を損なわない設計とする。また、安全上重要な施設は、想定される自然現象により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する。

(1) 落雷

再処理施設の設計においては、落雷によってもたらされる影響及び再処理施設の特徴を考慮し、直撃雷に対する防護対象施設及び間接雷に対する防護対象施設を選定して耐雷設計を行う。

安全機能を有する施設について、想定される落雷が発生した場合においても、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止、遮蔽並びに閉じ込めの機能を維持するために必要な設備を、防護対象施設として抽出する方針とし、当該設備が有する安全機能の重要度に応じて、落雷に対する防護設計を講ずる。

直撃雷に対する防護対象施設は、「原子力発電所の耐雷指針」(J E A G 4608)、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とするとともに、安全上重要な施設を内包する建屋及び安全上重要な構築物にも避雷設備を設ける設計とする。各々の防護対象施設に設置する避雷設備は、構内接地系と接続することにより、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る。

間接雷による雷サージ抑制設計としては、防護対象施設に対する雷サージの侵入及び伝播経路を考慮し、防護対象施設のうち安全上重要な施設においては雷撃電流270 k Aの主排気筒への落雷の影響に対して安全機能を損なわない設計とする。そのため、想定雷撃電流によって生じる構内接地系の電位上昇に対して安全機能を損なわないように配慮した設計とする。

2. 概要

(イ) 落雷

原子力規制委員会の定める「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第二十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全機能を有する施設は、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としており、敷地の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、落雷を挙げている。

したがって、再処理施設の設計においては、落雷によってもたらされる影響及び再処理施設の特徴を考慮し、直撃雷に対する防護対象施設及び間接雷に対する防護対象施設を選定して耐雷設計を行う。

安全機能を有する施設について、想定される落雷が発生した場合においても、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止、遮蔽並びに閉じ込めの機能を維持するために必要な設備を、防護対象施設として抽出する方針とし、当該設備が有する安全機能の重要度に応じて、落雷に対する防護設計を講ずる。

3. 環境等

3.1 落雷

3.1.1 日本における雷日数の地理的分布

日本における雷日数の地理的分布については、全国の気象官署における雷日（雷鳴と電光を観測したか、ある程度以上の強度の雷鳴を観測した日）を基に平均年間雷日数について報告されているものがある⁽¹⁾。これに示される全国96箇所の観測点における年平均雷日数及び全国約1300箇所の観測点のデータを基にした年平均雷日数の等値線を第3-1図に示す。

これによると、北関東、北陸、近畿及び九州北部・南部では落雷が多く、オホーツク沿岸、北海道東部・内陸部及び三陸沿岸では落雷が少ない。

一方、日本国内で全国規模の落雷の観測を行っているシステムとしては、全国雷観測ネットワーク（JLDN：Japanese Lightning Detection Network）がある。JLDNは文献でも精度が確かめられている落雷の観測システムであり⁽²⁾、本システムにて得られた雷統計データ⁽³⁾においても、日本における雷日数の地理的分布とよく一致していることが確認できる。

【補足説明資料2-2, 2-3】

3.1.2 再処理施設周辺における落雷の観測データ

JLDNによって観測された落雷データに基づいて青森県周辺の落雷密度を調査した結果を第3-2図に示す。

再処理施設の立地地点周辺は、青森県の他の地域と比較しても落雷が少ない地域であることから、敷地及び敷地周辺において過去に観測された落雷のデータの調査を行い、落雷に対する設計の基礎とすることとした。

JLDNの観測記録において、敷地及び敷地周辺で観測された雷撃の順位を第3-1表に、雷撃電流の分布を第3-3図に示す。敷地及び敷地周辺で過去に観測された落雷の雷撃電流の最大値は211 k Aである。

なお、再処理施設の設計の基礎としては、再処理施設の立地地点が属する吉野の気候区分Ⅲbにおける落雷データを用いることも考えられるが、敷地及び敷地周辺において観測された大きな落雷が夏季雷である一方気候区分Ⅲbで観測された大きな落雷は冬季雷であること、一般的に夏季雷よりも冬季雷の方が雷撃のエネルギーが大きいこと、気候区分Ⅲbで観測された大きな落雷は再処理施設から離れた西側の地域で発生しており冬季雷の多い日本海側の気候の影響を受けていると考えられることから、気候区分Ⅲbと敷地周辺では落雷現象の様相が大きく異なる。したがって、再処理施設の設計の基礎として敷地及び敷地周辺の観測データを用いることは妥当と考えられる。

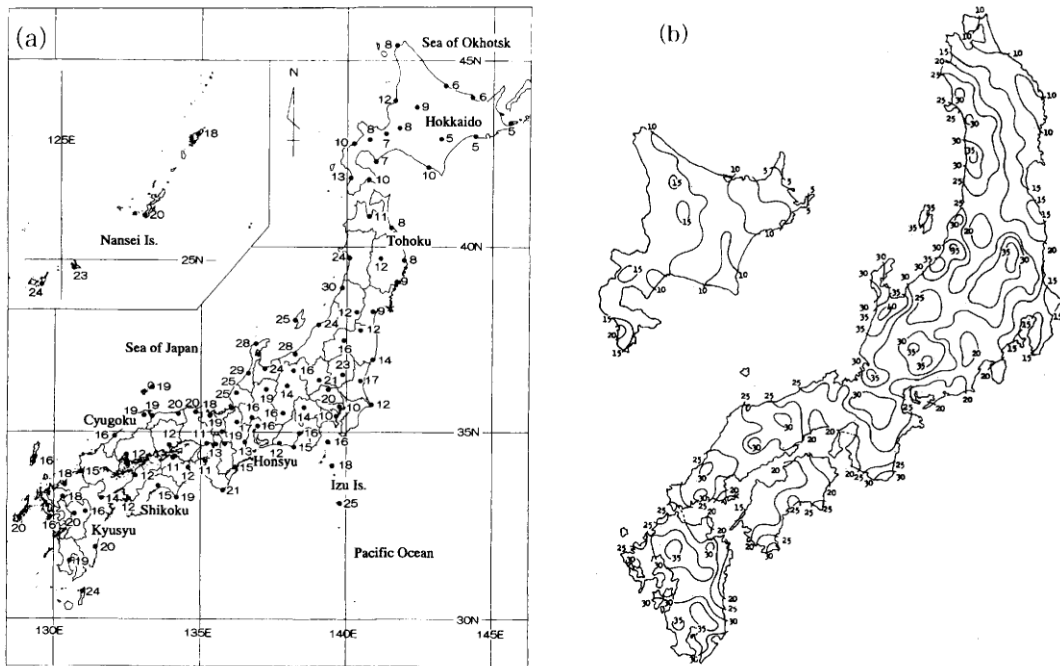
【補足説明資料2-2, 2-3】

3.1.3 参考文献一覧

- (1) 吉田弘. “日本列島における雷日数の地理的分布とその長期的傾向”. 日本気象学会, 2002-4.
- (2) 株式会社フランクリン・ジャパン. “データ活用実績”.
株式会社フランクリン・ジャパンホームページ,
<http://www.franklinjapan.jp/contents/observation/data/>,
(参照 2017-04-07).
- (3) 株式会社フランクリン・ジャパン. “JLDNについて”.
株式会社フランクリン・ジャパンホームページ,
<http://www.franklinjapan.jp/contents/observation/jldn/>,
(参照 2017-04-07).

第 3 - 1 表 敷地及び敷地周辺で観測された雷撃の順位

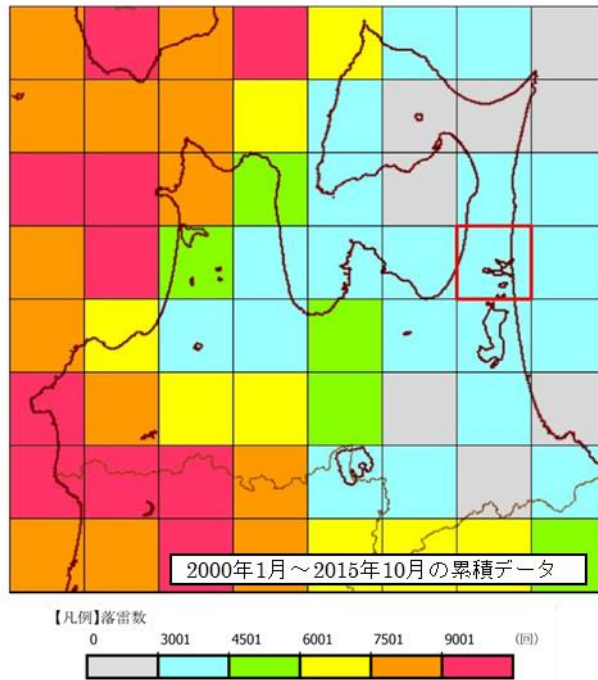
順位	雷撃電流 (kA)	観測年月日	観測時刻	観測場所 (緯度/経度)	
1	211	2000年7月25日	15時04分	40.962	141.307
2	-196	2015年8月2日	18時52分	40.959	141.333
3	-183	2015年8月2日	18時55分	40.973	141.339



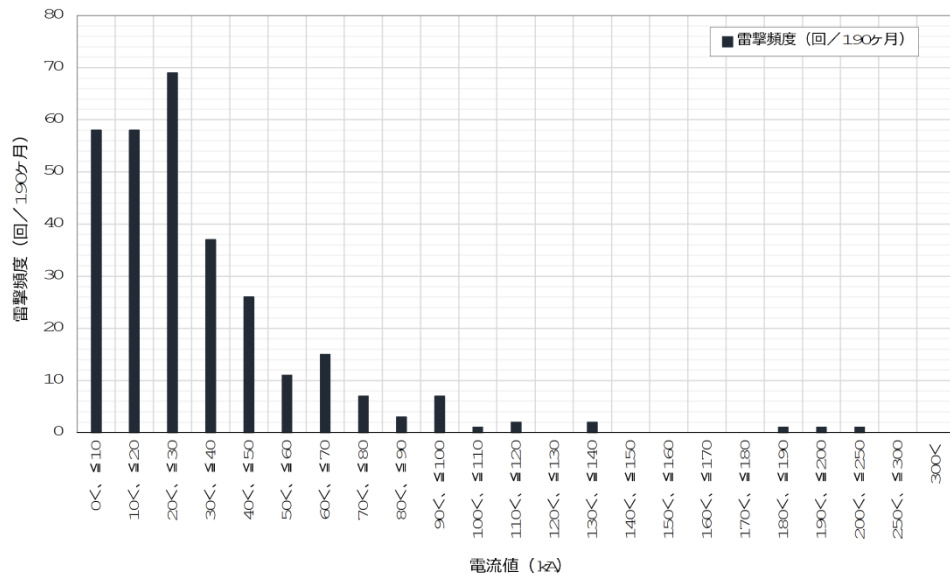
第3-1図 (a) 年平均雷日数及び (b) 年平均雷日数等値線

(吉田弘, “日本列島における雷日数の地理的分布とその長期的傾向” .

日本気象学会, 2002-4.)



第3-2図 青森県の落雷密度マップ



第3-3図 敷地及び敷地周辺で観測された落雷の雷撃電流の分布

4. 安全設計

4.1 落雷に関する設計

4.1.1 落雷に関する設計方針

安全機能を有する施設は，想定される落雷に対して安全機能を損なわない方針とする。また，落雷によってもたらされる影響及び再処理施設の特徴を考慮し，直撃雷に対する防護対象施設及び間接雷に対する防護対象施設を選定して耐雷設計を行う。

その上で，落雷によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を，全ての安全機能を有する構築物，系統及び機器とする。落雷に対する防護対象施設としては，安全評価上その機能を期待する構築物，系統及び機器を漏れなく抽出する観点から，安全上重要な構築物，系統及び機器を抽出し，落雷により冷却，水素掃気，火災・爆発の防止，臨界防止等の安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な施設以外の防護対象施設は，落雷による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，その安全機能を損なわない設計とする。

4.1.2 防護対象施設

4.1.2.1 落雷の特徴

落雷による影響としては，直撃雷による影響及び間接雷による影響がある。

直撃雷は，外気にさらされた建屋及び屋外施設に対して影響を及ぼし，これらに設置する避雷設備及び送電線から侵入することが考えられる。一般的に落雷は高い建物及び構築物に対して発生しやすい。

間接雷は、建屋及び屋外施設への落雷により、避雷設備を介して雷撃電流が大地へ拡散及び分流する過程で、雷サージとなって接地系統から侵入し、屋内に設置される設備に対して影響を及ぼし得る。

4.1.2.2 耐雷設計上考慮する再処理施設の特徴

再処理施設の建物及び構築物は、広大な敷地内に分散して配置している。主排気筒は高さが約150mであり、再処理施設の他の建物及び構築物と比べて非常に高く、雷の直撃を受けやすい。雷撃電流の大きな落雷ほど雷撃距離が長くなるため、高い建物及び構築物に直撃する傾向が強いといえる。

また、再処理施設の建屋間には、配管、ダクト及びケーブルを収納する洞道が設置され、各施設の監視及び制御は制御建屋で集中的に行う設計としている。このため、間接雷による雷サージによって各建屋に接地電位上昇の差が生じることが考えられ、建屋間を取り合う計測制御系統施設等は過電圧の影響を受けるおそれがある。

4.1.2.3 直撃雷に対する防護対象施設

直撃雷は、外気にさらされた建屋及び屋外施設に対して影響を及ぼし得る。一方、建築基準法、消防法では、建物、構築物及び所定の数量の危険物を貯蔵する施設に適切な避雷設備を設けることが要求されている。したがって、外気にさらされた建屋及び屋外施設のうち建築基準法又は消防法の適用を受けるものを直撃雷に対する防護対象施設とするとともに、安全上重要な施設は、これらの適用を受けないものであっても、その機能の重要度の観点から、直撃雷に対する防護対象施設とする。

直撃雷に対する防護対象施設の選定フローを第4-1図に、直撃雷に対

する防護対象施設の一覧を第4-1表に示す。

4.1.2.4 間接雷に対する防護対象施設

「4.1.2.2 耐雷設計上考慮する再処理施設の特徴」に示すとおり、建屋間には配管、ダクト及びケーブルを収納する洞道を設置し、各施設の監視及び制御を制御建屋で集中的に行う設計としていることから、建屋間を取り合う計測制御系統施設、電気設備、放射線監視設備及び火災防護設備は、間接雷による雷サージの影響で各建屋に接地電位上昇の差が生じ、過電圧の影響を受けるおそれがある。したがって、建屋間を取り合う計測制御系統施設、電気設備、放射線監視設備及び火災防護設備を間接雷に対する防護対象施設とする。

間接雷に対する防護対象施設の一覧を第4-2表に示す。

4.1.3 耐雷設計

4.1.3.1 想定する落雷の規模

防護対象施設のうち建屋間を取り合う安全上重要な計測制御系統施設、電気設備及び放射線監視設備の耐雷設計においては、敷地及び敷地周辺で過去に観測された最大のを参考に落雷の規模を想定する。

敷地及び敷地周辺で過去に観測された最大の落雷の雷撃電流は、全国雷観測ネットワーク（JLDN：Japanese Lightning Detection Network）の観測記録によると211kAである。

JLDNによって観測される雷撃電流値の精度については、夏季雷と冬季雷で違いがあること及びほぼ正確との見解がある一方で15から20%程度低く算出されるとの見解もあること並びに観測データは過去15年間のも

のであることを考慮し、観測値に安全余裕を見込んで、想定する落雷の規模を270 k Aとする。

【補足説明資料2-2, 2-3】

4.1.3.2 異種の自然現象の重畳及び設計基準事故との組合せ

落雷と同時に発生することが想定される自然現象については、その衝撃の組合せを適切に考慮する。また、設計基準事故については、落雷の影響との因果関係及び時間的变化を考慮した上で、その応力を適切に組み合わせる。

(1) 異種の自然現象の重畳

落雷と同時に発生する可能性がある自然現象としては、竜巻、積雪、降雹及び降水が考えられる。これらの自然現象の組合せの考え方は、以下のとおりとする。

a. 竜巻

落雷及び竜巻が同時に発生する場合においても、竜巻による影響は風荷重、飛来物の衝突荷重及び気圧差による荷重であり、落雷による雷撃とは影響が異なるため、落雷と竜巻の組合せは考慮しない。

b. 積雪

落雷と積雪の組合せを想定しても、積雪による影響は建屋及び屋外施設に対する堆積荷重であり、落雷による雷撃とは影響が異なるため、落雷と積雪の組合せは考慮しない。

c. 降雹

落雷と降雹の組合せを考慮しても、降雹の影響は建屋及び屋外施設に対する衝撃荷重であり、落雷による雷撃とは影響が異なるため、落雷と降雹の組合せは考慮しない。

d. 降水

落雷と降水が同時に発生する場合においても、降水による影響は浸水であり、落雷による雷撃とは影響が異なるため、落雷と降水の組合せは考慮しない。

(2) 設計基準事故時荷重の組合せ

安全上重要な施設は、想定される落雷に対して安全機能を損なわない設計とすることから、落雷の影響との因果関係及び時間的变化を考慮しても設計基準事故への進展は考えられない。したがって、落雷と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。

4.1.3.3 直撃雷の防止設計

直撃雷に対する防護対象施設は、「原子力発電所の耐雷指針」(J E A G 4608)、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。安全上重要な施設を内包する建屋及び安全上重要な構築物は、建築基準法及び消防法の適用を受けないものであっても避雷設備を設ける設計とする。各々の防護対象施設に設置する避雷設備は、構内接地系と接続することにより、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る設計とする。

避雷設備の設置対象を第4-3表に示す。

なお、「4.1.2.2 耐雷設計上考慮する再処理施設の特徴」に示すとおり、落雷は最も高い構築物である主排気筒に発生しやすいため、特に雷撃電流150 k Aを超える落雷については、雷撃電流と雷撃距離の関係(A r m s t r o n g & W h i t e h e a dの式)から、第4-2図に示すとおり主排気筒にて捕捉できる。

【補足説明資料2-2, 2-4, 2-5, 2-6】

4.1.3.4 間接雷による雷サージ抑制設計

間接雷による雷サージ抑制設計としては、間接雷に対する防護対象施設への雷サージの侵入及び伝播経路を考慮し、防護対象施設のうち安全上重要な施設と信号を取り合うものにおいては、雷撃電流270 k Aの主排気筒への落雷の影響に対して、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 接地設計

各接地系の接続による構内接地系の電位分布の平坦化を図り、接地抵抗値を、最大故障電流による最大接地電位上昇値、歩幅電圧及び歩幅電圧の制限によって定められる所定の目標値（J I S A 4201による標準設計値10 Ω）を十分下回る設計とし、3 Ω以下とする。

(2) 雷サージの影響阻止設計

a. 計測制御系統施設，放射線監視設備

防護対象施設のうち安全上重要な施設とアナログ信号を取り合う計測制御系統施設に対しては、雷撃電流270 k Aの落雷による構内接地系の電位上昇3.0 k Vを踏まえ、安全機能を損なわないよう、3.0 k V以上の雷インパルス絶縁耐力を有する又は絶縁耐力5.0 k V以上の保安器を設置する設計とする。保安器を設置する場合は、信号出力側の建屋と信号入力側の建屋の両方に設置する。また、出力信号側にアイソレータを設置し、安全上重要な警報及びインターロック機能への影響を防止するとともに、シールドケーブルを使用した上で接地する。防護対象施設のうち安全上重要な施設とデジタル信号を取り合う計測制御系統施設及び放射線監視設備については、雷撃電流270 k Aの落雷による構内接地系の電位上昇3.0 k Vを踏まえ、安全機能を損なわないよう、シールドケーブルを使用した上で両端接地とするか又は光伝送ケーブルを用いる設計とする。

b. 電気設備

防護対象施設の電気設備のうち安全上重要な施設については、雷撃電流270 k Aの落雷によって生じる構内接地系の電位上昇に対して安全機能を損なわないよう、3.0 k V以上の雷インパルス絶縁耐力を有する設計とする。

【補足説明資料2-2, 2-4, 2-5, 2-6】

第4-1表 直撃雷に対する防護対象施設一覧

建物及び構築物	対象		
	安	建	消
使用済燃料輸送容器管理建屋	—	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	—	—	—
前処理建屋	○	○	—
分離建屋	○	○	○
精製建屋	○	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○	—
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	—	—
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	—	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	—	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○	—
第1ガラス固化体貯蔵建屋	○	○	—
低レベル廃液処理建屋	—	○	—
低レベル廃棄物処理建屋	—	○	○
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	○	○	—
ハル・エンド ピース貯蔵建屋	○	○	—
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
分析建屋	○	○	—
制御建屋	○	—	—
非常用電源建屋	○	—	○
主排気筒管理建屋	○	—	—
北換気筒管理建屋	—	—	—
緊急時対策所	—	—	—
第1保管庫・貯水所	—	—	—
第2保管庫・貯水所	—	—	—
出入管理建屋	—	○	—
主排気筒	○	○	—
北換気筒	—	○	—
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	—	○	—
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—

<凡例>

- 安： 安全上重要な施設を内包するため対象となるもの
- 建： 建築基準法の適用を受けるため対象となるもの
- 消： 消防法の適用を受けるため対象となるもの
- ： 防護対象施設に該当するもの
- ： 防護対象施設に該当しないもの

第4-2表 間接雷に対する防護対象施設一覧

建物及び構築物	対象	
	建屋間 取合い	安重の有無
使用済燃料輸送容器管理建屋	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	○	—
前処理建屋	○	○
分離建屋	○	○
精製建屋	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○
高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋	○	—
低レベル廃液処理建屋	○	—
低レベル廃棄物処理建屋	○	—
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	○	—
ハル・エンド ピース貯蔵建屋	○	—
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	—
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	○	—
第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	—
分析建屋	×	—
制御建屋	○	○
非常用電源建屋	○	○
主排気筒管理建屋	○	○
北換気筒管理建屋	○	—
緊急時対策所	×	—
第1保管庫・貯水所	×	—
第2保管庫・貯水所	×	—
出入管理建屋	×	—
主排気筒	○	—
北換気筒	○	—
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	○	—
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔	○	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔	○	—
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔	○	—

<凡例>

建屋間取合い

- ： 建屋間を取り合う計測制御系統施設，電気設備，放射線監視設備又は火災防護設備があるもの
- ×

安重の有無

- ： 防護対象に安全上重要な計測制御系統施設，電気設備又は放射線監視設備があるもの
- ： 防護対象に安全上重要な計測制御系統施設，電気設備又は放射線監視設備がないもの

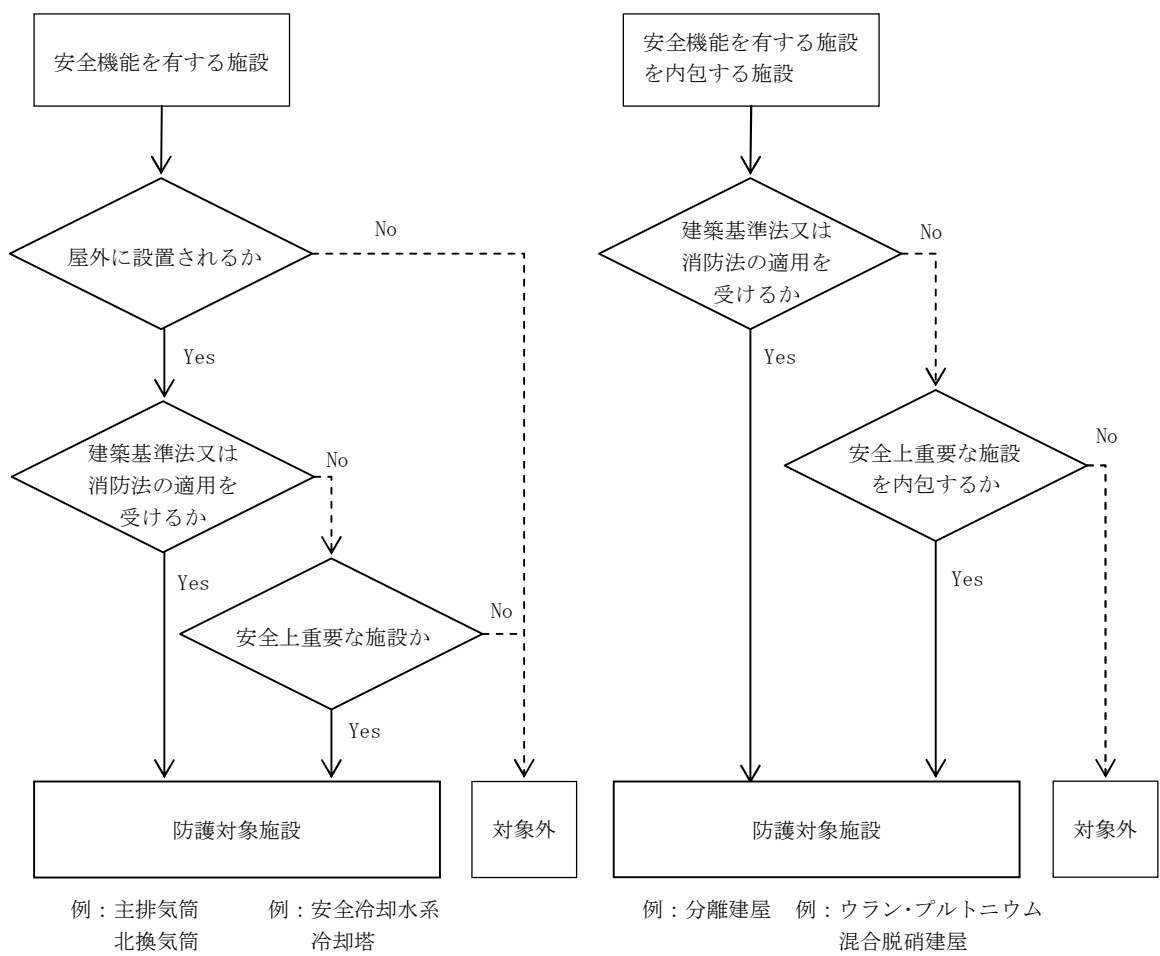
第4-3表 避雷設備の設置対象一覧

建物及び構築物	避雷設備	接地網
使用済燃料輸送容器管理建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	×	○
前処理建屋	△	○
分離建屋	△	○
精製建屋	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○
高レベル廃液ガラス固化建屋	△	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋	○	○
低レベル廃液処理建屋	○	○
低レベル廃棄物処理建屋	○	○
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	○	○
ハル・エンド ピース貯蔵建屋	○	○
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
分析建屋	○	○
制御建屋	○	○
非常用電源建屋	○	○
主排気筒管理建屋	△	○
北換気筒管理建屋	×	○
緊急時対策所	×	○
第1保管庫・貯水所	×	○
第2保管庫・貯水所	×	○
出入管理建屋	○	○
主排気筒	○	○
北換気筒	○	○
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	○	○
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A	○*	○
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔B	△	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A	△	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B	○*	○
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A	○*	○
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B	○*	○

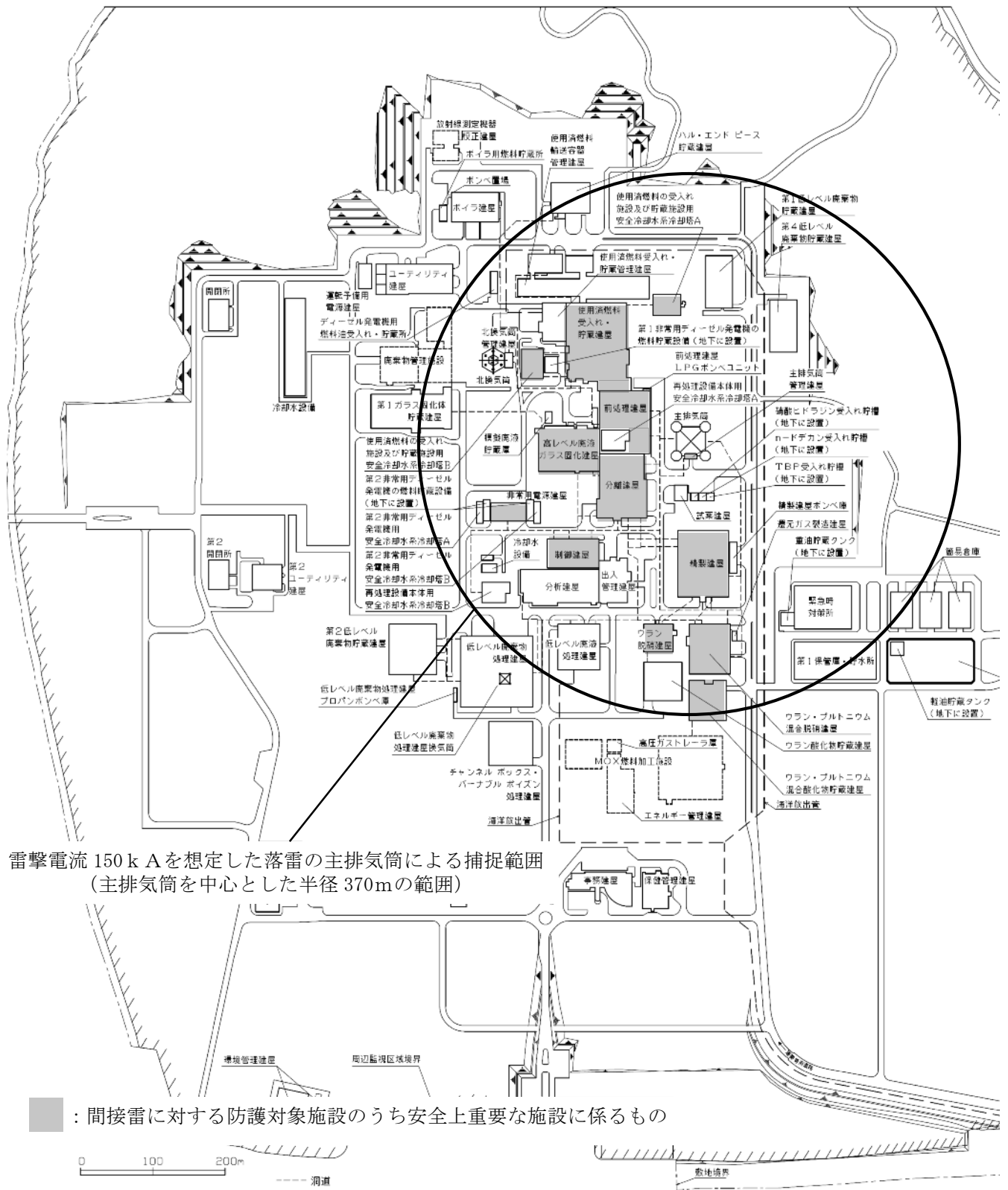
<凡例>

- ： 避雷設備（突針，棟上導体）又は接地網を設置
- △： 周辺の避雷設備の保護範囲に入るため，一部又は全部が設置対象外
- ×

※安全冷却水系冷却塔を覆う竜巻防護対策設備（飛来物防護ネット）に避雷設備を設置する。



第4-1図 直撃雷に対する防護対象施設の選定フロー



雷撃電流 150 k A を想定した落雷の主排気筒による捕捉範囲
(主排気筒を中心とした半径 370m の範囲)

■ : 間接雷に対する防護対象施設のうち安全上重要な施設に係るもの



主要な再処理施設を収容する建物及び構築物は、標高約 55m に設置。

※ Armstrong & Whitehead の式 ($r = 6.72 \times I^{0.8}$, r : 雷撃距離, I : 雷撃電流) より、雷撃電流 150 k A の落雷の雷撃距離は約 370m となる。

第 4 - 2 図 主排気筒による 150 k A の落雷の捕捉範囲の想定