

資料2-1

泊発電所3号炉

設置許可基準規則等への適合状況について

(7条, 10条, 11条, 12条, 14条, 17条, 24条, 33条)

令和4年10月25日
北海道電力株式会社

余白

泊発電所3号炉 第7条 発電用原子炉施設への 人の不法な侵入等の防止について

本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものです。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「7条-〇〇」を示している。

2022年10月7日
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

要求事項の整理

本資料では、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について、設置許可基準規則第7条および技術基準規則第9条への適合性を示す(要求事項は下表のとおり)。
[1, 2]

設置許可基準規則	技術基準規則
<p>工場等には、発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為(不正アクセス行為の禁止等に関する法律(平成十一年法律第百二十八号)第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十四条第六号において同じ。)を防止するための設備を設けなければならない。</p>	<p>工場等には、発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為(不正アクセス行為の禁止等に関する法律(平成十一年法律第百二十八号)第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第三十五条第五号において同じ。)を防止するため、適切な措置を講じなければならない。</p>

適合のための設計方針^[7]

発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防護するため、核物質防護対策として以下の措置を講じた設計とする。

(1) 人の不法な侵入の防止

- ① 区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画し、侵入防止及び出入管理を行える設計とする。
- ② 探知施設を設け、警報、映像監視等、集中監視する設計とする。
- ③ 外部との通信連絡設備を設け、関係機関等との通信連絡を行うことができる設計とする。
- ④ 防護された区域内においても、施錠管理により、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な侵入を防止する設計とする。

(2) 爆発性又は易燃性を有する物件等の持込み防止措置

- ① 区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画し、侵入防止及び出入管理を行える設計とする。
- ⑤ 区域の出入口において、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み(郵便物等による発電所外からの爆破物及び有害物質の持込みを含む。)が行われないように物品の持込み点検を行うことができる設計とする。

(3) 不正アクセス行為(サイバーテロを含む。)の防止措置

- ⑥ 発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムについては、電気通信回線を通じた当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。

侵入防止及び出入管理(1/2)

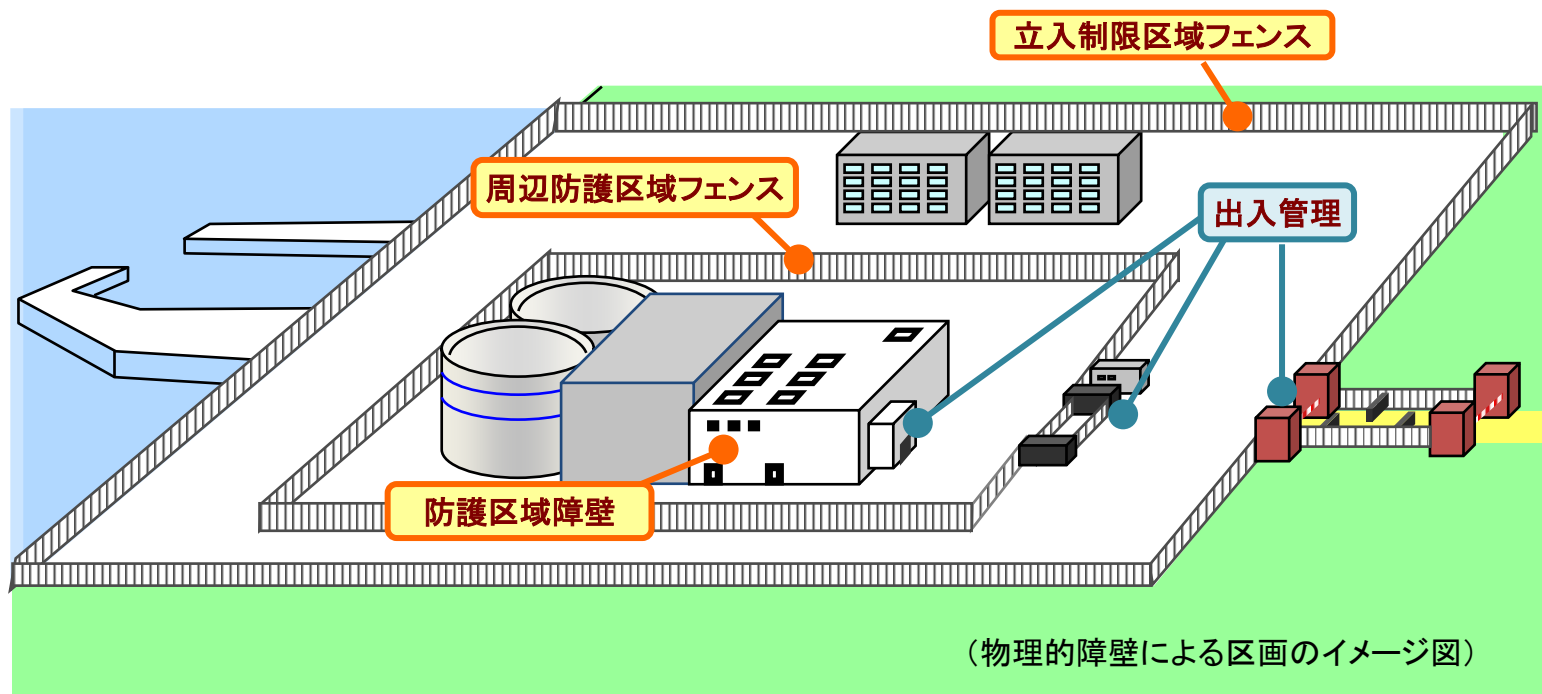
設計方針 区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画し、侵入防止及び出入管理を行える設計とする。

①

○物理的障壁による区画[9]

特定核燃料物質の防護のための区域(以下、「防護区域」という。), その外周に周辺防護区域, さらにその外周に立入制限区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画しており、人が侵入することを防止している。

[実用炉規則第91条第2項第1号,第2号,第3号]



侵入防止及び出入管理(2/2)

設計方針 区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画し、侵入防止及び出入管理を行える設計とする。

①

○出入管理[10]

[実用炉規則第91条第2項第5号,第6号]

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

設計方針② 探知施設を設け、警報、映像監視等、集中監視する設計とする。

○探知施設[10]

[実用炉規則第91条第2項第4号, 第8号, 第11号, 第12号, 第22号]

設計方針③ 外部との通信連絡設備を設け、関係機関等との通信連絡を行うことができる設計とする。

○通信連絡設備[10]

[実用炉規則第91条第2項第22号]

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

持込み確認

設計方針 区域の出入口において、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み(郵便物等による発電所外からの爆破物及び有害物質の持込みを含む。)が行われないうに物品の持込み点検を行うことができる設計とする。

⑤

○持込み確認[11]

防護区域、周辺防護区域及び立入制限区域の出入口において、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み(郵便物等による発電所外からの爆発物及び有害物質の持込みを含む。)が行われないうに持込み点検を行っている。

[実用炉規則第91条第2項第8号]

不正アクセス行為への対応(1/2)

設計方針 ④ 防護された区域内においても、施錠管理により、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な侵入を防止する設計とする。

設計方針 ⑥ 発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムについては、電気通信回線を通じた当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。

○不正アクセス行為(サイバーテロを含む。)への対応[11]

不正アクセス行為(サイバーテロを含む。)に対しては、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムが、電気通信回線を通じて妨害行為又は破壊行為を受けることがないように、電気通信回線を通じた当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する措置を講じている。

[実用炉規則第91条第2項第18号, 第19号]

不正アクセス行為への対応(2/2)

○不正アクセス行為(サイバーテロを含む。)への対応のための手順等[5]

発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムにおいて、核物質防護対策として、電気通信回線を通じた外部からのアクセス遮断措置を実施する。

- ・ 外部からのアクセス遮断措置については、予め手順を整備し、的確に実施する。
- ・ 外部からのアクセス遮断措置に係る設備の機能を維持するため、保守の計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- ・ 外部からのアクセス遮断措置に係る教育を定期的実施する。

発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムにおいて、核物質防護対策として、侵入防止及び出入管理を実施する。侵入防止及び出入管理は、区域の設定、人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等による防護、探知施設による集中監視、外部との通信連絡、物品の持込み点検並びに警備員による監視及び巡視を行う。

- ・ 侵入防止及び出入管理については、予め手順を整備し、的確に実施する。
- ・ 侵入防止及び出入管理に係る設備の機能を維持するため、保守の計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- ・ 侵入防止及び出入管理に係る教育を定期的実施する。

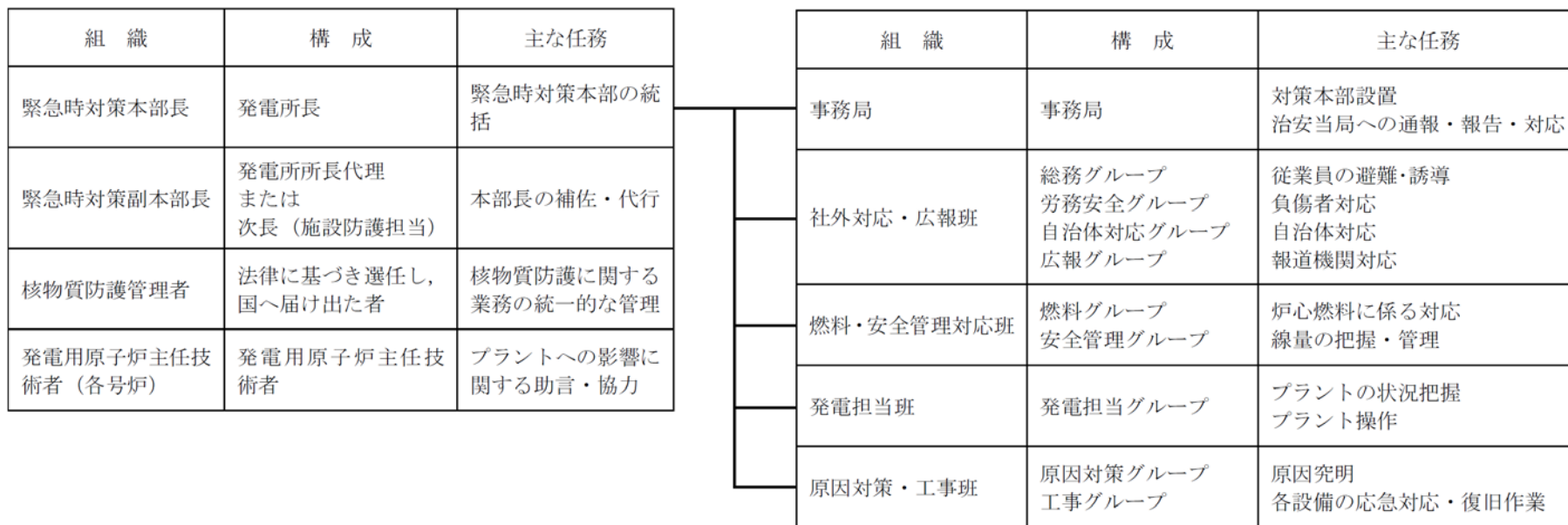
* 条文要求に対する運用、手順等の位置づけについては別添参照

体制について

発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するため、核物質防護対策として、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき核物質防護管理者を選任し、所長の下、核物質防護管理者が核物質防護に関する業務を統一的に管理する体制を整備する。

人の不法な侵入等が行われるおそれがある場合又は行われた場合に備え、核物質防護に関する緊急時の対応体制を整備する。

核物質防護に関する緊急時の組織体制を第1.1.1図に示す。[4]



第1.1.1図 核物質防護に関する緊急時の体制図* [6]

* 女川2号とは体制が異なるため相違

泊発電所 3号炉

第10条 誤操作の防止

本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものの。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「10条-〇〇」を示している。

令和4年9月13日
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

1. 適合のための基本方針 (1 / 2)

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」 第十条(誤操作の防止) 第1項

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>設計基準対象施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <p>1 第1項に規定する「誤操作を防止するための措置を講じたもの」とは、人間工学上の諸因子を考慮して、盤の配置及び操作器具並びに弁等の操作性に留意すること、計器表示及び警報表示において発電用原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるよう留意すること並びに保守点検において誤りを生じにくいよう留意すること等の措置を講じた設計であることをいう。また、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計であることをいう。</p>	<p>(規制要求変更なし)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>盤の配置、操作器具等の操作性に留意するとともに、状態表示及び警報表示により原子炉施設の状態が正確、かつ、迅速に把握できる設計とする。また、保守点検において誤りを生じにくいよう留意した設計とする。</u> ➤ <u>運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計とする。</u> ➤ プラントの安全上重要な機能に支障をきたすおそれのある機器・弁や外部環境に影響を与える現場弁等に対して、色分けによる識別管理を行うとともに<u>施錠管理</u>により誤操作を防止する設計とする。

1. 適合のための基本方針 (2 / 2)

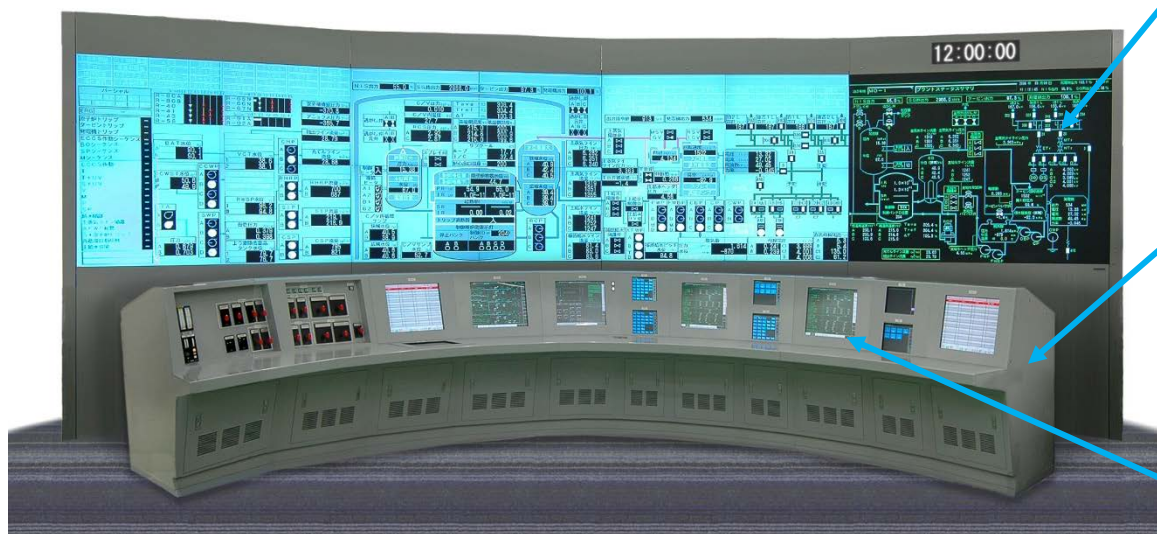
「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」 第十条(誤操作の防止) 第2項

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p> <p>【解釈】 2 第2項に規定する「容易に操作することができる」とは、当該操作が必要となる理由となった事象が有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件（余震等を含む。）及び施設で有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件を想定しても、運転員が容易に設備を運転できる設計であることをいう。</p>	<p>(追加要求事項)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の対応に必要な各種指示の確認並びに原子炉施設を安全に停止するために必要な原子炉保護設備及び工学的安全施設作動設備の操作は、<u>中央制御室から可能な設計</u>とする。 ➤ 中央制御盤は、<u>盤面機器及び盤面表示をシステムごとにグループ化した配列、色分けによる識別、操作器のコード化等</u>を行うことで、容易に操作することができる設計とする。 ➤ プラントの安全上重要な機能に支障をきたすおそれのある機器・弁や外部環境に影響を与えるおそれのある現場弁等に対して、色分けによる<u>識別管理</u>を行い、操作を容易にする設計とする。 ➤ <u>環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失、ばい煙、有毒ガス、降下火砕物及び凍結）</u>を想定しても、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対応するための設備を中央制御室において<u>容易に操作することができる設計</u>とするとともに、現場操作についても運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時に操作が必要な箇所は環境条件を想定し、適切な対応を行うことにより容易に操作することができる設計とする。

2. 中央制御室の誤操作防止について（1 / 5）

（1）泊発電所3号機中央制御盤について

- 総合デジタルシステムを採用した新型中央制御盤であり、運転員の負担軽減を目的として、より一層の監視性及び操作性を高めた設計としている。[別添1-1]



泊発電所3号機中央制御盤のイメージ図

大型表示盤

運転員の情報共有及びプラント設備全体の状態把握を容易にする。

主盤（運転コンソール）

従来盤の統合・集約化、座位による監視操作の実現により運転員の負担軽減を図る。

常用系VDU

監視情報と操作情報を集約し、監視操作性を向上させる。

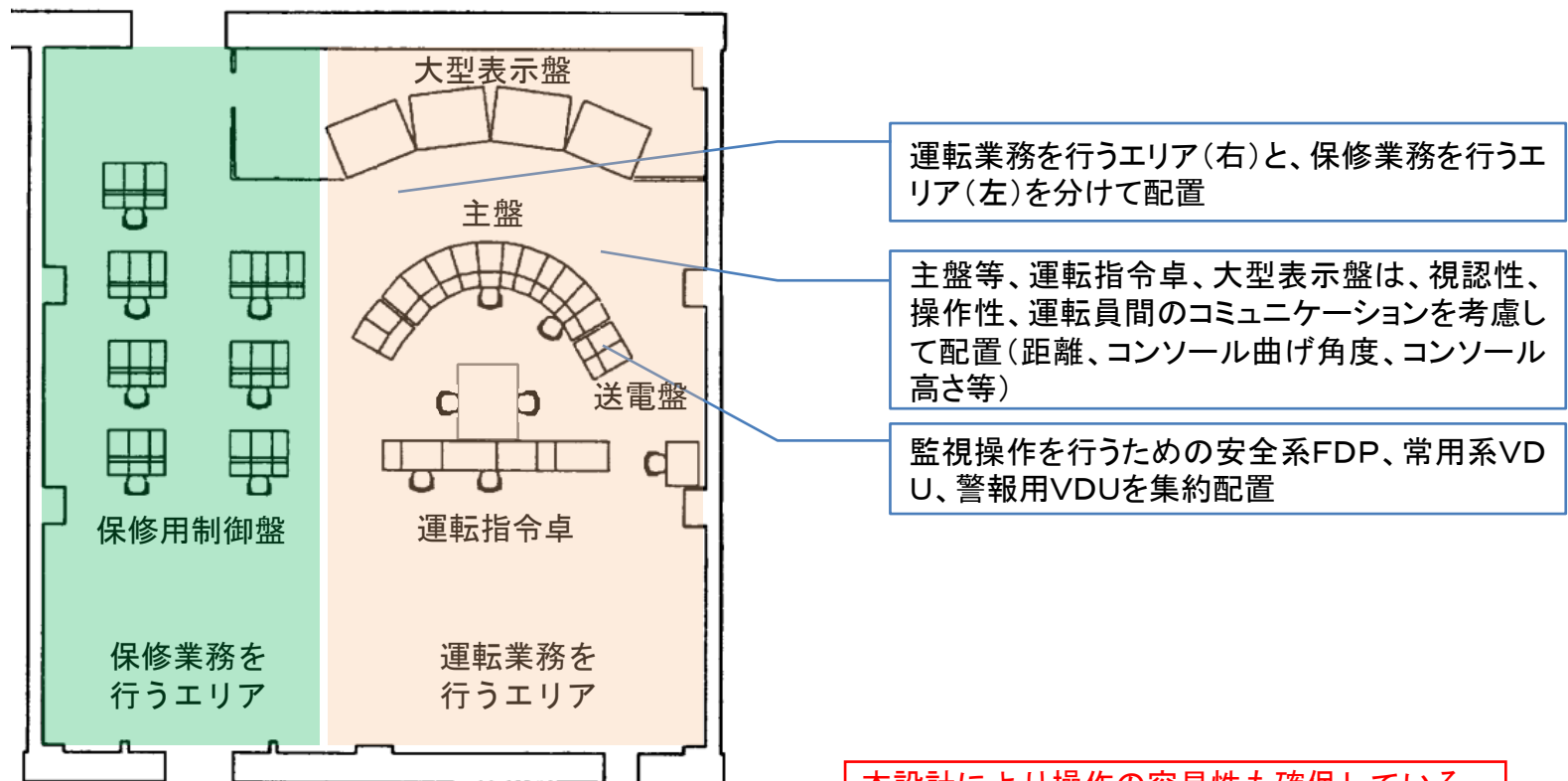
- 誤操作を防止するため、環境条件、配置・作業空間、中央制御盤の盤面配置、表示システム、制御機能に関し、人間工学的な操作性を考慮した設計としている。[別添1-1]
- 現在の設備について、改造等が発生した場合も社内QMSに基づく設計管理プロセスにより、誤操作を防止するための設計が反映されることを適切に管理している。

[別添1-68] 【先行審査実績の反映】

2. 中央制御室の誤操作防止について（2 / 5）

（2）配置及び作業空間 [別添1-11]

- 中央制御室は、運転業務を行うエリアと保守業務を行うエリアに区分し、運転員と保守員の輻輳を回避している。
- 運転業務を行うエリアには、運転員相互の視認性及び運転員間のコミュニケーションを考慮して、主盤、運転指令卓、大型表示盤を配置している。
- 監視操作を行う安全系FDP、常用系VDU、警報用VDUは、運転員が監視し易い位置に集約して配置している。

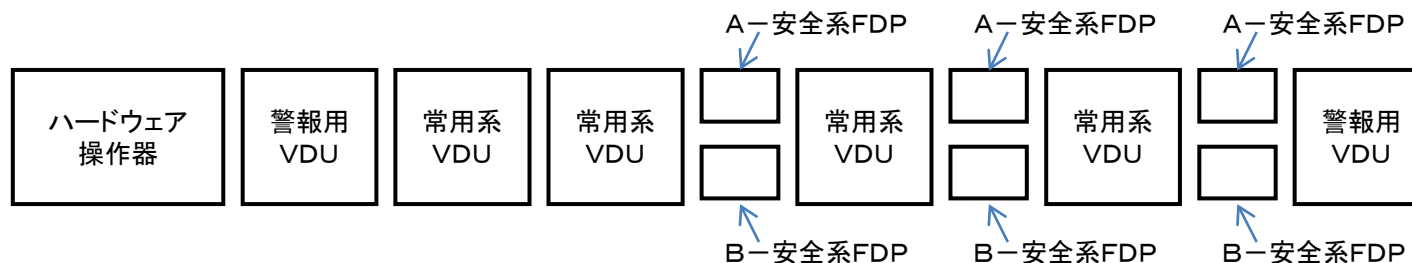


本設計により操作の容易性も確保している。

2. 中央制御室の誤操作防止について（3 / 5）

(3) 盤面配置 [別添1-3, 4]

- 安全系FDP、常用系VDU、警報用VDU等は、運転員が座位にて監視操作し易い位置に設置し、また一貫性を持った配置（常用系VDUに対しAトレンの安全系FDPは右上、Bトレンの安全系FDPは右下に配置）とすることで、誤操作及び誤認識を防止する。
- 運転員が迅速に対応すべき緊急時の操作を必要とするスイッチについては、ハードウェア操作器を設ける。



2. 中央制御室の誤操作防止について（4 / 5）

枠囲みの内容は機密情報に
属しますので公開できません。

（4）表示システム [別添1-4, 8, 9]

- 常用系VDUの画面は表示機能あるいは情報のまとまりごとにグループ分け（表示エリア、操作器・制御器エリア等）し、視覚的にそれが分かるようにする。
- 系統表示画面内で用いるミミック表示は、実際の系統のつながりと整合をとっている。
- 検出器の不動作又は除外などにより情報を提供できない場合や、指示値が警報発信状態となっている場合に、色による識別を行う。
- 警報発信時に警報の重要度・緊急度を確実に識別・判断できるように色による識別を行う。

正常状態

不信頼状態

警報発信状態

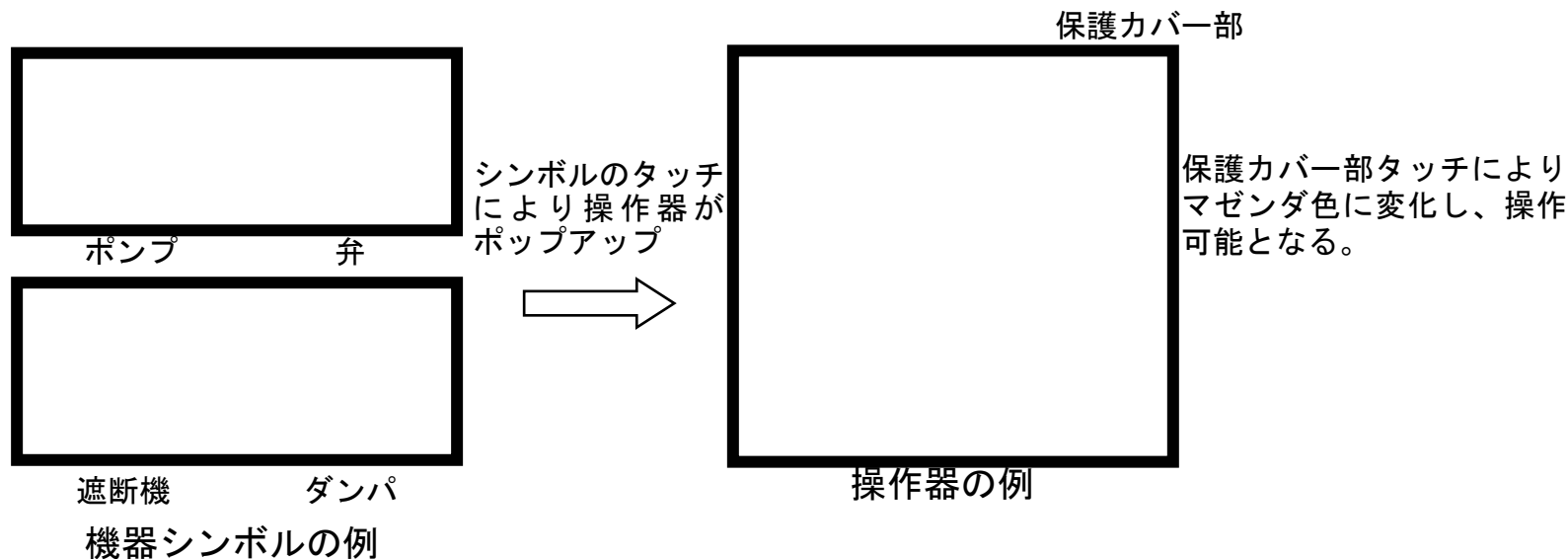
- ・警報・・・赤
運転員に対応操作を要求する警報
- ・注意警報・・・黄
運転員に確認を要求する警報
- ・ステータス警報・・・緑
運転員に対応操作／確認を必要としない警報

本設計により操作の容易性も確保している。

（5）制御機能 [別添1-7]

タッチオペレーション方式を採用し、以下の設計としている。

- タッチ領域は枠を表示し、タッチ領域であることが識別可能な表示としている。
- タッチを受け付けたことを示す打ち返し表示を行う。
- 操作信号を出力するタッチ領域は十分な大きさを確保し、近接するタッチ領域とも距離を離している。
- タッチ方式は、タッチ時に信号を出力する方式を一貫して用いている。
- タッチ操作器の呼び出しによって表示される制御器及び操作器の数は、原則として1つとしている。
- 制御器及び操作器は保護カバー一部をタッチしてアクティブにした状態でないと操作が行えないようにしている。



3. 現場の誤操作防止について（1 / 3）

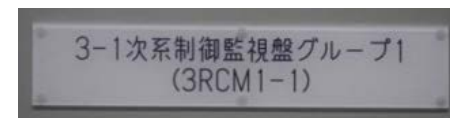
(1) 識別管理 [別添1-16]

誤操作によりプラントの安全上重要な機能に障害をきたすおそれがある機器・弁や外部環境に影響を与えるおそれのある現場弁等に対して色分けによる識別を行っている。

盤の識別(例)



原子炉安全保護盤



常用系制御盤

伝送器の識別(例)



安全保護系計器



常用系計器

本設計により操作の容易性も確保している。

3. 現場の誤操作防止について (2 / 3)

(1) 識別管理 (続き) [別添1-16]

配管・ダクトの識別(例)



給水系統



蒸気系統



水消火
系統



潤滑油
系統

弁の識別(例)



放射性液体の
放出に係る弁



放射性気体の
放出に係る弁



油の放出に係る弁

本設計により操作の容易性も確保している。

3. 現場の誤操作防止について（3 / 3）

（2）施錠管理 [別添1-16]

誤操作によりプラントの安全上重要な機能に障害をきたすおそれがある機器・弁や、単一の誤操作により外部環境に影響を与えるおそれのある現場弁に対して、施錠管理を行っている。

施錠管理(例)



施錠管理対象弁

（3）保守点検時の誤操作防止 [別添1-22]

点検対象機器や作業安全のために操作を禁止する機器に対してタグ札により明確にすることにより、保守点検における誤操作を防止している。

保守点検時の
識別(例)



操作禁止タグ

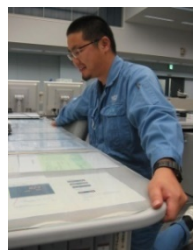
4. 中央制御室の操作の容易性について（1 / 4）

(1) 中央制御室における地震及び火災等発生時の対応（1 / 3）[別添1-14]

- 地震：ラック等は転倒防止措置を講じ、転倒による操作器への誤接触の防止を図る。また、運転員は地震が発生した場合、運転員机又は主盤等のデスク部につかまり安全を確保する。
- 火災：中央制御室にて火災が発生した場合は、運転員が火災状況を確認し、初期消火を行うことができるよう消火器を設置している。
- 溢水：中央制御室に溢水源はない。火災のための消火栓による溢水については、評価を実施し問題ないことを確認している。



主盤等のデスク部につかまり安全確保する



運転員机

運転員机につかまり安全確保する。



消火器の設置状況



運転指令卓横の
パトローラ機の固定状況



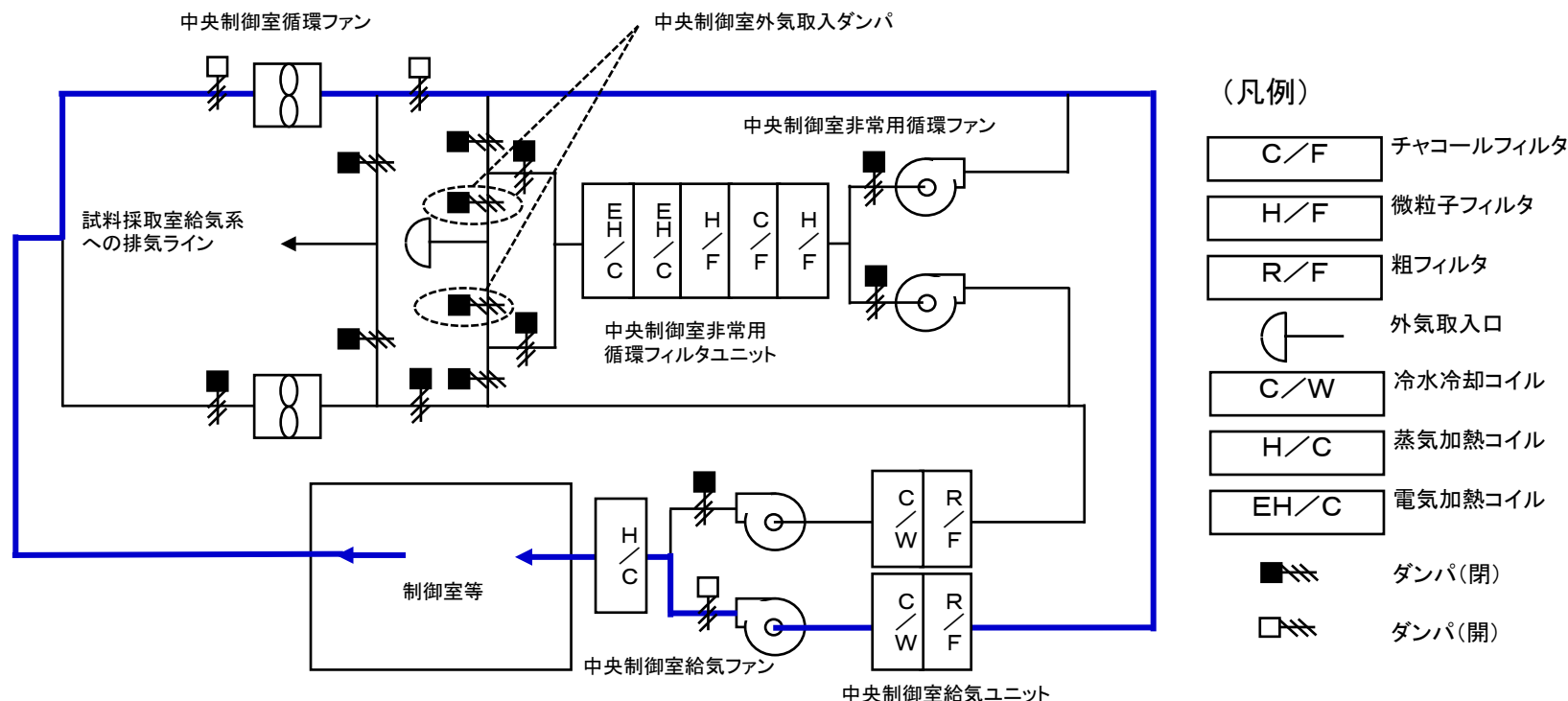
運転指令卓後ろの
ラックの固定状況

4. 中央制御室の操作の容易性について (2 / 4)

(1) 中央制御室における地震及び火災等発生時の対応 (2 / 3) [別添1-13]

➤ 空調設備について

- 通常時、中央制御室給気ファン及び循環ファンにより中央制御室の空調を行う。
- 事故時は、外気を遮断し、中央制御室非常用循環ファンによりフィルタを通した閉回路循環運転とし、放射線被ばくから防護する構成としている。
- ばい煙・有毒ガス及び降下火砕物に対しては、手動で閉回路循環運転へ切り替えることで外気を遮断できる。
- 凍結（低温）による中央制御室内環境への影響に対しては、空調により環境温度を維持することができる。[先行審査実績の反映]



閉回路循環運転の例

4. 中央制御室の操作の容易性について（3 / 4）

（1）中央制御室における地震及び火災等発生時の対応（3 / 3）[別添1-12]

➤ 照明設備について

- 不快なまぶしさの軽減及び視認性を高めるために光天井を採用している。
- 光天井は地震時の落下防止措置を講じている。
- 照明は非常用電源から給電しており、外部電源が喪失しても一定時間照明を確保している。
- 全交流動力電源喪失時においても、重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流電源設備から開始されるまでの間、無停電運転保安灯や可搬型照明により操作を可能としている。



光天井

設備仕様

- 中央非常用照明
運転保安灯照度 : 200ルクス（設計値）
非常灯照度 : 20ルクス以上（設計値）
- 中央制御室通常照明 : 1000ルクス（設計値）

4. 中央制御室の操作の容易性について（4 / 4）

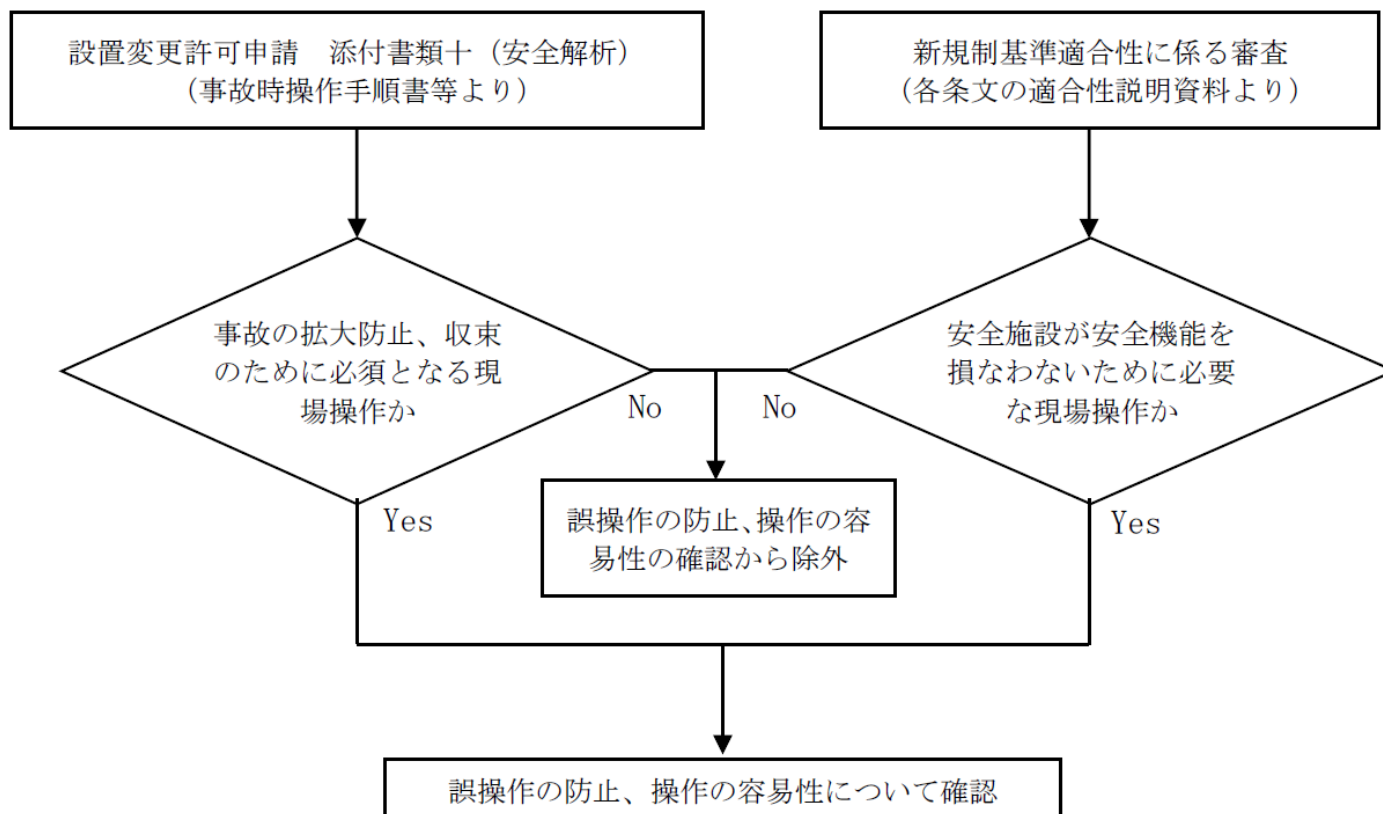
（2）環境条件の考慮 [別添1-15]

中央制御室の環境に影響を与える可能性のある事象について、以下の通り、操作の容易性に影響を与えることはない。

起因事象	同時にもたらされる中央制御室の環境条件	中央制御室での操作性（操作の容易性）に与える影響
地震	内部火災	中央制御室は、耐震を考慮して設計していることから、地震が発生した場合でも火災が発生することはない。 仮に中央制御室で火災が発生しても、運転員が火災状況を確認し、消火器にて初期消火を行うことを手順に定めている。また、中央制御盤（安全系コンソール）内で火災が発生した場合には、盤内の煙感知器により火災を感知し、常駐する運転員が消火器による消火を行うことを手順に定めることで速やかな消火を可能とし、中央制御室の機能は維持される。
	内部溢水	中央制御室に溢水源がないことをは確認しているが、火災のための消火栓による溢水については、内部溢水で評価を実施し、問題ないことを確認している。
	余震	地震発生時の対応として、運転員は地震が発生した場合、運転員机及び主盤等のデスク部につかまり安全確保に努めることを規定類に定める。
	外部電源喪失に伴う照明等の所内電源の喪失	外部電源喪失時においても、中央制御室の照明はディーゼル発電機から給電される。また、無停電運転保安灯及び可搬型照明を備えており、全交流動力電源喪失時に重大事故等に対処するために必要な電源の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間においても照明は確保される。
竜巻・台風		
積雪(暴風雪)		
落雷		
外部火災	ばい煙又は有毒ガスの発生による中央制御室内換気設備への影響	外部火災の影響評価及び火山の影響評価により原子炉補助建屋内部に影響がないことを確認している。 なお、中央制御室空調装置を手動で閉回路循環運転へ切り替えることで、外気を遮断できる。
	火山	降下火砕物による中央制御室内換気設備への影響
凍結	凍結による中央制御室内環境への影響	中央制御室空調装置により環境温度が維持されるため、中央制御室内環境への影響はない。

5. 現場の操作の容易性について (1 / 5)

(1) 現場操作の抽出 [別添1-17, 31]



必要な現場操作の抽出フロー 【先行審査実績の反映】

抽出結果

- ① 蒸気発生器伝熱管破損時における主蒸気隔離弁増し締め操作
- ② 中央制御室を退避する必要が生じた場合の中央制御室外原子炉停止盤操作
- ③ 全交流動力電源喪失時における、2次系強制冷却のための主蒸気逃がし弁操作、代替非常用発電機からの給電操作、およびディーゼル発電機復旧操作

5. 現場の操作の容易性について (2 / 5)

(2) 環境条件の考慮 [別添1-18]

① 蒸気発生器伝熱管破損時における主蒸気隔離弁増し締め操作 【操作場所】主蒸気管室 (原子炉建屋29.3m)

起因事象	同時にもたらされる主蒸気管室の環境条件	主蒸気管室での操作性 (操作の容易性) に与える影響
地震	内部火災	主蒸気管室の耐震Sクラス機器は、耐震を考慮した設計であり、地震が発生した場合でも、火災が発生することはない。また主蒸気管室及びアクセスルートは、耐震性を有する建屋であり、火災防護対策を実施していることから、早期の火災感知及び消火が可能である。
	内部溢水	アクセスルートにおける溢水水位を歩行に支障のない水位に抑える等により、溢水に伴う現場操作への影響はない。
	余震	地震発生時の対応として、運転員は地震が発生した場合、操作を中止し安全確保に努めることを規定類に定める。
	外部電源喪失に伴う照明等の所内電源の喪失	外部電源喪失時においても、現場およびアクセスルートの照明は、無停電運転保安灯又は可搬型照明により確保される。
竜巻・台風		
積雪(暴風雪)		
落雷		
外部火災	ばい煙又は有毒ガスの発生による換気の悪化	外部火災の影響評価により原子炉建屋及び原子炉補助建屋内部には影響はないことを確認している。
	火山	降下火砕物による換気の悪化
凍結	凍結による環境への影響	換気空調設備により環境温度が維持されるため、建屋内環境への影響はない。

5. 現場の操作の容易性について (3 / 5)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 環境条件の考慮 [別添1-19]

② 中央制御室を退避する必要が生じた場合の中央制御室外原子炉停止盤 (EP盤) 操作

【操作場所】EP盤室

⇒以下の通り、環境条件を考慮しても中央制御室の機能は維持されるため、この場合EP盤での操作は必要とならない。

起回事象	同時にもたらされる中央制御室の環境条件	EP盤室への退避の必要性 EP盤室での操作性 (操作の容易性) に与える影響
地震	内部火災	中央制御室は、耐震を考慮して設計していることから、地震が発生した場合でも火災が発生することはない。 仮に中央制御室で火災が発生しても、運転員が火災状況を確認し、消火器にて初期消火を行うことを手順に定めているため、中央制御室の機能は維持される。よってEP盤室で操作する必要はない。
	内部溢水	中央制御室に溢水源がないことは確認しているが、火災のための消火栓による溢水については、内部溢水で評価を実施し、問題ないことを確認している。よってEP盤室で操作する必要はない。
	余震	中央制御室は、基準地震動による地震力に対して機能を損なわない設計としていることから、EP盤室で操作する必要はない。
	外部電源喪失に伴う照明等の所内電源の喪失	外部電源喪失時においても、中央制御室の照明はディーゼル発電機から給電される。また、無停電運転保安灯及び可搬型照明を備えており、全交流動力電源喪失時に重大事故等に対処するために必要な電源の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間においても照明は確保されることから、EP盤室で操作する必要はない。
竜巻・台風		
積雪(暴風雪)		
落雷		
外部火災	ばい煙又は有毒ガスの発生による換気の悪化	外部火災の影響評価及び火山の影響評価により原子炉補助建屋内部に影響がないことを確認している。 なお、中央制御室空調装置を手動で閉回路循環運転へ切り替えることで外気を遮断できることから、EP盤室で操作する必要はない。
	降下火砕物による換気の悪化	
凍結	凍結による環境への影響	中央制御室空調装置により環境温度が維持されることから、EP盤室で操作する必要はない。

5. 現場の操作の容易性について（4 / 5）

（2）環境条件の考慮 [別添1-20]

- ③ 全交流動力電源喪失時における、2次系強制冷却のための主蒸気逃がし弁操作、代替非常用発電機からの給電操作、およびディーゼル発電機復旧操作

【操作場所】主蒸気管室（原子炉建屋29.3m）、安全補機開閉器室（原子炉補助建屋10.3m）、ディーゼル発電機室（ディーゼル発電機建屋10.3m）

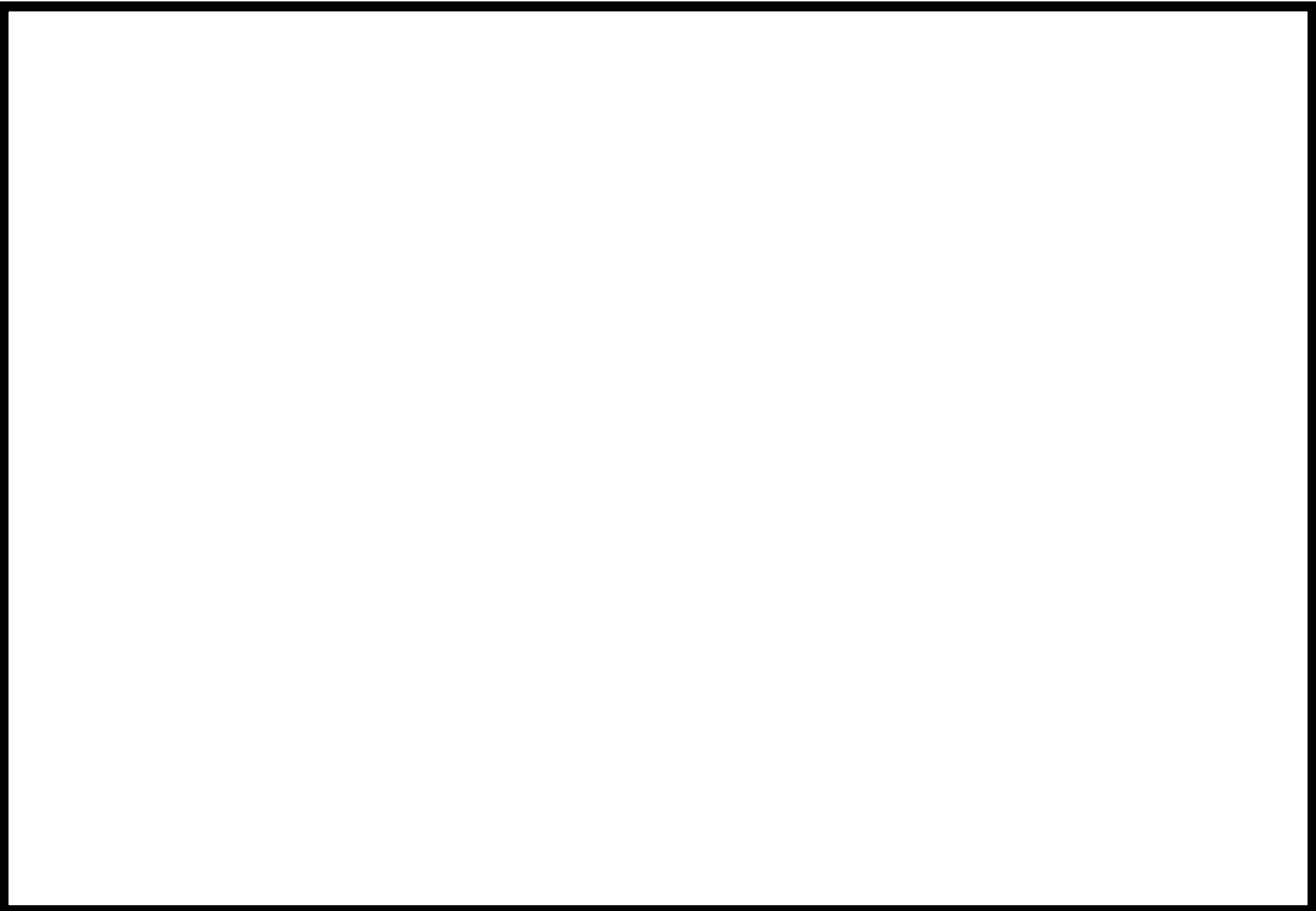
起因事象	同時にもたらされる現場の環境条件	現場での操作性（操作の容易性）に与える影響
地震	内部火災	主蒸気管室、安全補機開閉器室、ディーゼル発電機室の耐震Sクラス機器は、耐震を考慮した設計であり、地震が発生した場合でも、火災が発生することはない。また主蒸気管室、安全補機開閉器室、ディーゼル発電機室及びアクセスルートは、耐震性を有する建屋であり、火災防護対策を実施していることから、早期の火災感知及び消火が可能である。
	内部溢水	アクセスルートにおける溢水水位を歩行に支障のない水位に抑える等により、溢水に伴う現場操作への影響はない。
	余震	地震発生時の対応として、運転員は地震が発生した場合、操作を中止し安全確保に努めることを規定類に定める。
	外部電源喪失に伴う照明等の所内電源の喪失	外部電源喪失時においても、現場およびアクセスルートの照明は、無停電運転保安灯又は可搬型照明により確保される。
竜巻・台風		
積雪（暴風雪）		
落雷		
外部火災	ばい煙又は有毒ガスの発生による換気の悪化	外部火災の影響評価により原子炉建屋、原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋内部に影響はないことを確認している。
	火山	降下火砕物による換気の悪化
凍結	凍結による環境への影響	換気空調設備により環境温度が維持されるため、建屋内環境への影響はない。

5. 現場の操作の容易性について (5 / 5)

枠囲みの内容は機密情報に
属しますので公開できません。

(3) アクセスルート [別添1-21]

設計基準事故時の操作場所及び各機器へのアクセスルートに無停電運転保安灯を設置することにより、操作に必要な照明を確保している。



泊発電所 3号炉

第 1 1 条 安全避難通路等

本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものの。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「11条-〇〇」を示している。

令和 4 年 9 月 1 3 日

北海道電力株式会社

1. はじめに

設計基準事故が発生した場合に用いる作業用照明として、避難用の照明とは別に、運転保安灯又は無停電運転保安灯、可搬型照明(ヘッドライト、懐中電灯、ワークライト)を設置しており、全交流動力電源喪失時にも対応できるよう備えている。[4,5]

<作業用照明について>

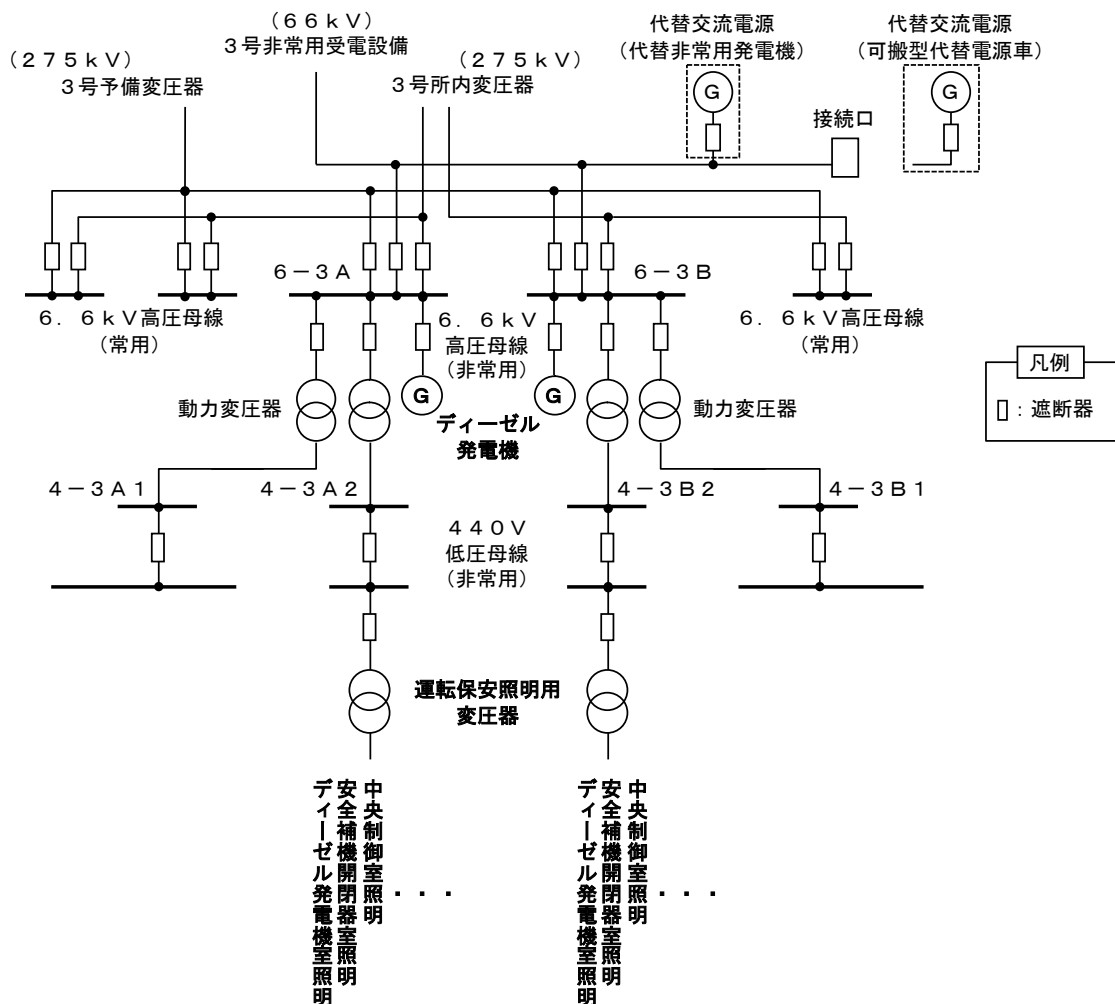
運転保安灯又は無停電運転保安灯は、設計基準事故が発生した場合に用いる作業用照明として発電所の主な建屋内(原子炉建屋、原子炉補助建屋)に広く設置している。[11,13,14,15]

<電源>

運転保安灯及び無停電運転保安灯は非常用母線に接続し、ディーゼル発電機からも電力を供給できる設計とするとともに、無停電運転保安灯は、専用の内蔵電池からの給電により点灯が継続する設計としている。[11,12]

2. 電源設備について

運転保安灯及び無停電運転保安灯は非常用母線に接続し、ディーゼル発電機からも電力を供給できる設計である。[6,11,12]



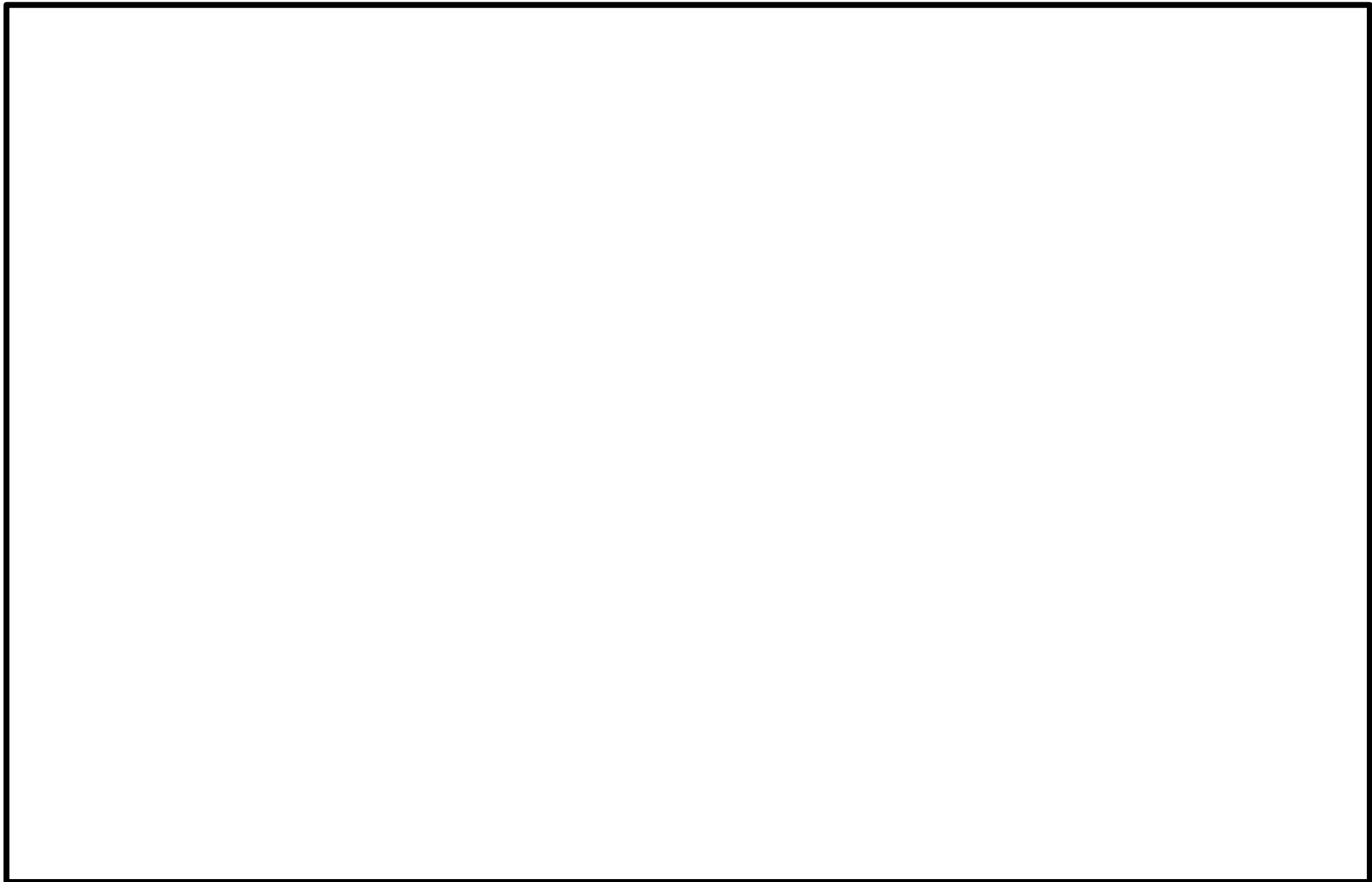
3. 作業用照明について

運転保安灯又は無停電運転保安灯は、プラント停止・冷却操作、監視等が必要な箇所に照明を確保している。[9,10,13,14,15]

選定項目	設置箇所
プラント停止・冷却操作(蒸気発生器による除熱を想定)	<ul style="list-style-type: none"> ・主盤等(中央制御室) ・主蒸気逃がし弁(主蒸気管室) ・タービン動補助給水ポンプ(タービン動補助給水ポンプ室)
プラントの冷却操作(中央制御室退避時)	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室外原子炉停止盤
電源確保操作	<ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル発電機(ディーゼル発電機室) ・遮断器(安全補機開閉器室)
設計基準事故時の対応	<ul style="list-style-type: none"> ・外部電源喪失時の監視・操作(中央制御室) ・安全系の計装盤等が配置されており、プラント起動、停止時の確認及び対応作業等(安全系計装盤室) ・安全系補機の起動、停止確認及び対応作業(安全補機開閉器室) ・ディーゼル発電機の起動確認及び対応作業(ディーゼル発電機室) ・主蒸気逃がし弁、主蒸気隔離弁の確認及び対応作業(主蒸気管室) ・タービン動補助給水ポンプ等の確認(タービン動補助給水ポンプ室)
通路	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室から上記各操作箇所までの通路

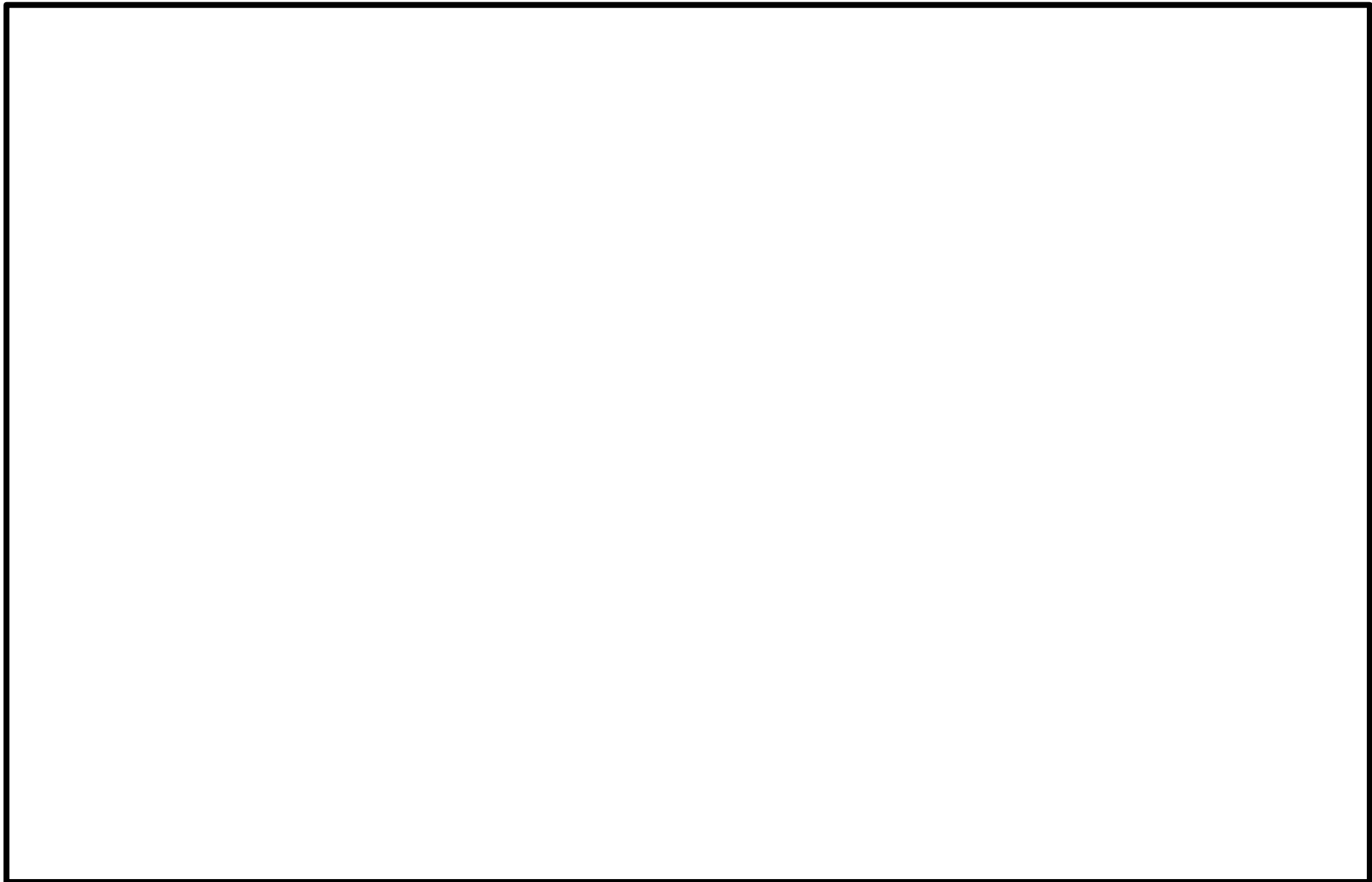
4. 運転保安灯、無停電運転保安灯の配置状況 (T. P. 10. 3m) [13]

内の内容は機密事項に
属しますので公開できません。



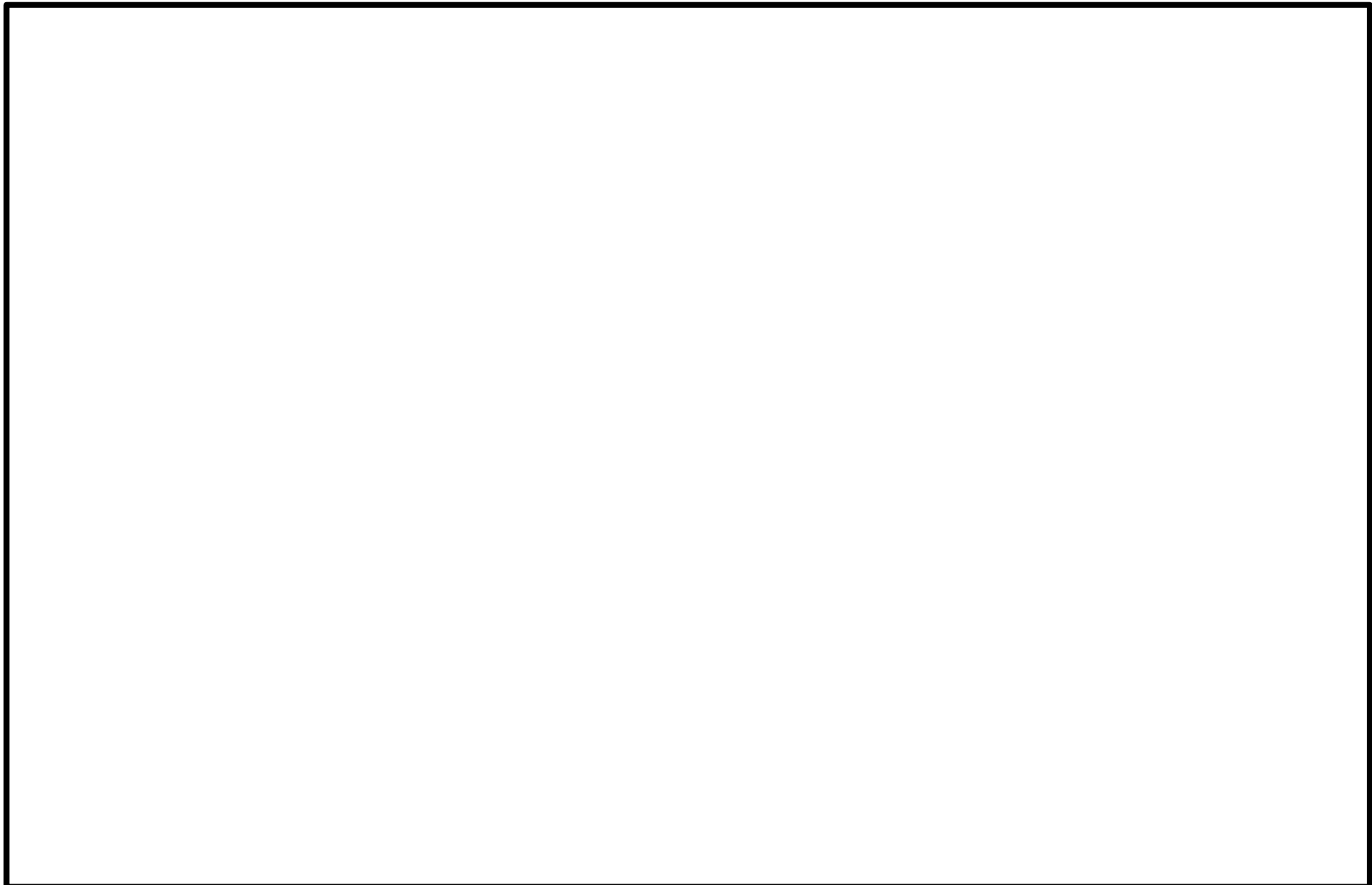
4. 運転保安灯、無停電運転保安灯の配置状況 (T. P. 17. 8m) [14]

内の内容は機密事項に
属しますので公開できません。



4. 運転保安灯、無停電運転保安灯の配置状況 (T. P. 33. 1m) [15]

内の内容は機密事項に
属しますので公開できません。



5. 可搬型照明

設計基準事故に対応するための操作が必要な場所は、運転保安灯又は無停電運転保安灯が設置されており作業が可能である。また、運転保安灯又は無停電運転保安灯の照明設備設置箇所以外での対応が必要となった場合に備え、初動操作に対応する運転員が常駐している中央制御室に懐中電灯等の可搬型照明を配備する。[4,16]

<可搬型照明>

1. 懐中電灯（乾電池式）
2. ヘッドライト（乾電池式）
3. ワークライト（乾電池式）

● 懐中電灯(乾電池式)[16]

＜仕様等＞	
照明	LED光源
電源	単4乾電池 3本
連続使用時間	30時間以上
重量	104g
保管場所及び数量	中央制御室(3号炉:12個)

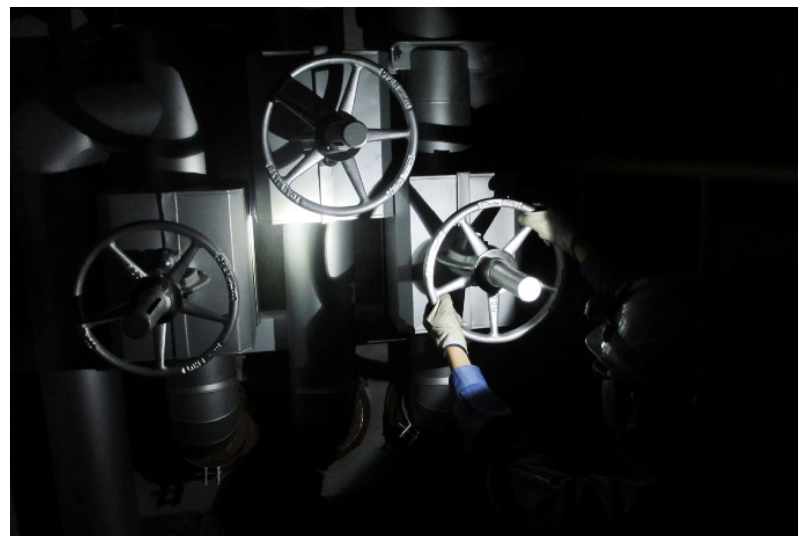


※暗所での懐中電灯使用状況

5. 可搬型照明

● ヘッドライト(乾電池式)[16]

＜仕様等＞	
照明	LED光源
電源	単4乾電池 3本
連続使用時間	8時間以上
重量	120g
保管場所及び数量	中央制御室(3号炉:12個)



※暗所でのヘッドライト使用状況

5. 可搬型照明

● ワークライト(乾電池式)[16]

＜仕様等＞	
照明	LED光源
電源	単3乾電池 4本
連続使用時間	10時間以上
重量	260g
保管場所及び数量	中央制御室(3号炉:10個)



※暗所でのワークライト使用状況

6. 新規制基準への適合状況 (1 / 3)

● 設置許可基準規則 第十一条(安全避難通路等)

設置許可基準	基準適合状況
<p>発電用原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路 (解釈) 第11条は、設計基準において想定される事象に対して発電用原子炉施設の安全性が損なわれない(安全施設が安全機能を損なわない。)ために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含む。</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明 (解釈) 第2号に規定する「避難用の照明」の電力は、非常用電源から供給されること、又は電源を内蔵した照明設備を装備すること。</p>	<p>(規制要求変更なし) 原子炉施設の建屋内には数箇所避難階段を設置し、それに通じる避難通路を設ける。また、中央制御室、避難通路等には必要に応じて、標識ならびに非常灯及び誘導灯を設ける。</p> <p>(規制要求変更なし) 通常照明用電源喪失時にその機能を失うことがないよう、非常灯及び誘導灯は非常用低圧母線あるいは灯具に内蔵した蓄電池から給電する設計とする。</p>

6. 新規制基準への適合状況 (2 / 3)

● 設置許可基準規則 第十一条(安全避難通路等)

設置許可基準	基準適合状況
<p>(新規要求事項)</p> <p>三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明(前号の避難用の照明を除く。)及びその専用の電源</p> <p>(解釈)</p> <p>第3号に規定する「設計基準事故が発生した場合に用いる照明」とは、昼夜及び場所を問わず、発電用原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となる照明のことをいう。なお、現場作業の緊急性との関連において、仮設照明の準備に時間的猶予がある場合には、仮設照明(可搬型)による対応を考慮してもよい。</p>	<p>設計基準事故が発生した場合に用いる作業用照明として、避難用の照明(非常灯、誘導灯)とは別に、運転保安灯又は無停電運転保安灯を設置する設計とする。運転保安灯及び無停電運転保安灯は非常用母線に接続し、ディーゼル発電機からも電力を供給できる設計とするとともに、無停電運転保安灯は、外部電源喪失時及び全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源から開始されるまでの間においても点灯できるよう、専用の内蔵電池を備える。また、上記の照明設備設置箇所以外での対応が必要となった場合に備え、初動操作に対応する運転員が常駐している中央制御室に可搬型照明を配備する。これらの照明より中央制御室の監視・操作、現場操作が必要となる機器へのアクセスルートの照明の確保、機器の操作、作業が可能である。</p> <p><可搬型照明></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 懐中電灯(乾電池式) 2. ヘッドライト(乾電池式) 3. ワークライト(乾電池式)

6. 新規制基準への適合状況 (3 / 3)

● 技術基準規則 第十三条(安全避難通路等)

技術基準規則	基準適合状況
<p>第十三条 発電用原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明</p> <p>(新規要求事項) 三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明(前号の避難用の照明を除く。)及びその専用の電源</p> <p>(解釈) 第3号に規定する「設計基準事故が発生した場合に用いる照明」とは、昼夜及び場所を問わず、発電用原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となる照明のことをいう。なお、現場作業の緊急性との関連において、仮設照明の準備に時間的猶予がある場合には、仮設照明(可搬型)による対応を考慮してもよい。</p>	<p>(規制要求変更なし)</p> <p>(規制要求変更なし)</p> <p>「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造および設備の基準に関する規則」 第十一条第三号と同じ。</p>

泊発電所3号炉 第12条 安全施設


本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものです。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「12条-〇〇」を示している。

令和4年9月13日
北海道電力株式会社

1. 適合のための基本方針（1 / 2）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」第十二条（安全施設）にて，「静的機器の単一故障に関する考え方が明確化した事項」及び「追加要求事項」に対する適合のための基本方針を以下に示す。

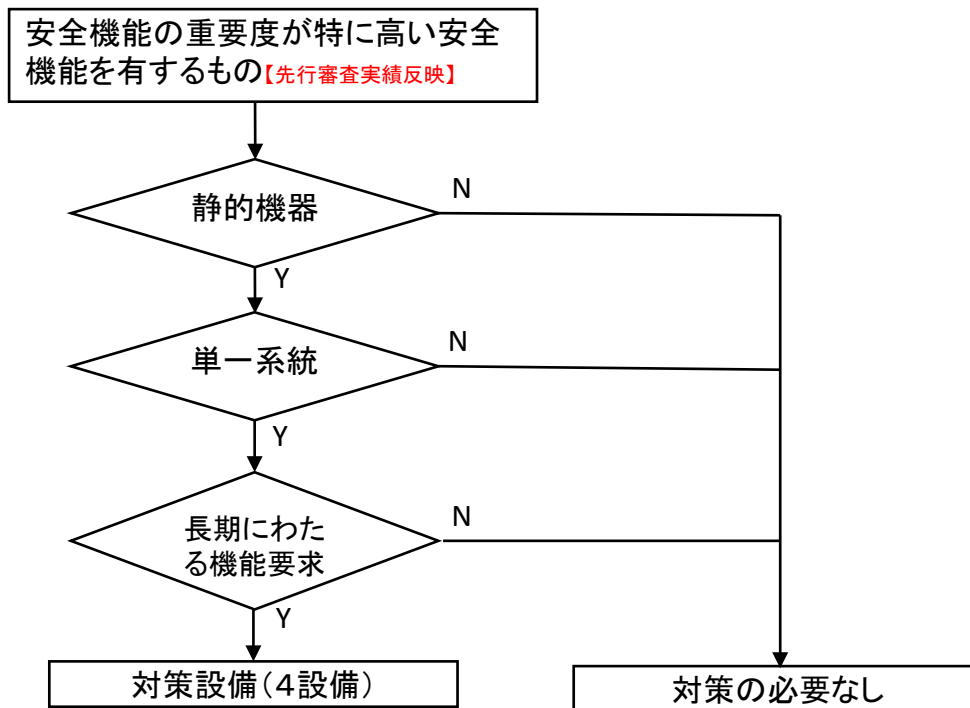
設置許可基準	適合のための基本方針
<p>2 安全機能を有する系統のうち，安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは，当該系統を構成する機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。以下同じ。）が発生した場合であって，外部電源が利用できない場合においても機能できるよう，当該系統を構成する機械又は器具の機能，構造及び動作原理を考慮して，多重性又は多様性を確保し，及び独立性を確保するものでなければならない。</p>	<p>【静的機器の単一故障に関する考え方が明確化した事項】</p> <p>解釈にて，長期にわたって機能が要求される静的機器について単一故障の適用の考え方が明確となった。 （解釈抜粋）</p> <p>4 第2項に規定する「単一故障」は，動的機器の単一故障及び静的機器の単一故障に分けられる。重要度の特に高い安全機能を有する系統は，短期間では動的機器の単一故障を仮定しても，長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれを仮定しても，所定の安全機能を達成できるように設計されていることが必要である。</p> <p>5 第2項について……切替がある。 また，動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定すべき長期間の安全機能の評価に当たっては，想定される最も過酷な条件において，その単一故障が安全上支障のない期間に除去又は修復できることが確実であれば，その単一故障を仮定しなくてもよい。 さらに，単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合，あるいは，単一故障を仮定することで系統の機能が失われる場合であっても，他の系統を用いて，その機能を代替できることが安全解析等により確認できれば，当該機器に対する多重性の要求は適用しない。</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>【適合のための基本方針】</p> <p>①スプレイリング（想定される静的機器の単一故障を仮定しても，所定の安全機能を達成できる） P11～15</p> <p>②アニュラス空気浄化系統ダクトの一部（安全上支障の無い期間に修復できることが確実である） P6</p> <p>③中央制御室非常用循環フィルタユニット・ダクトの一部（安全上支障の無い期間に除去又は修復できることが確実である） P7、8</p> <p>④事故時に1次冷却材を採取する設備（試料採取設備）（他の系統を用いて，その機能を代替できることが安全解析等により確認できる） P9、10</p>

1. 適合のための基本方針 (2 / 2)

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>6 重要安全施設は、二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合は、この限りでない。</p>	<p>【追加要求事項】</p> <p>泊において、重要安全施設の共用、相互接続するものは無い。</p>
<p>7 安全施設(重要安全施設を除く。)は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。</p>	<p>【追加要求事項】</p> <p>安全施設(重要安全施設を除く。)で、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないことを確認している。</p> <p style="text-align: right;">P16～21</p>

2. 静的機器の単一系統箇所を有する設備のうち長期間にわたり安全機能が要求される設備の抽出

- 静的機器の単一系統箇所を有する設備のうち長期間にわたり安全機能が要求される設備を以下のフローにより抽出し、対策設備(4設備)を抽出した。 [21]



抽出フロー

対策設備(4設備)

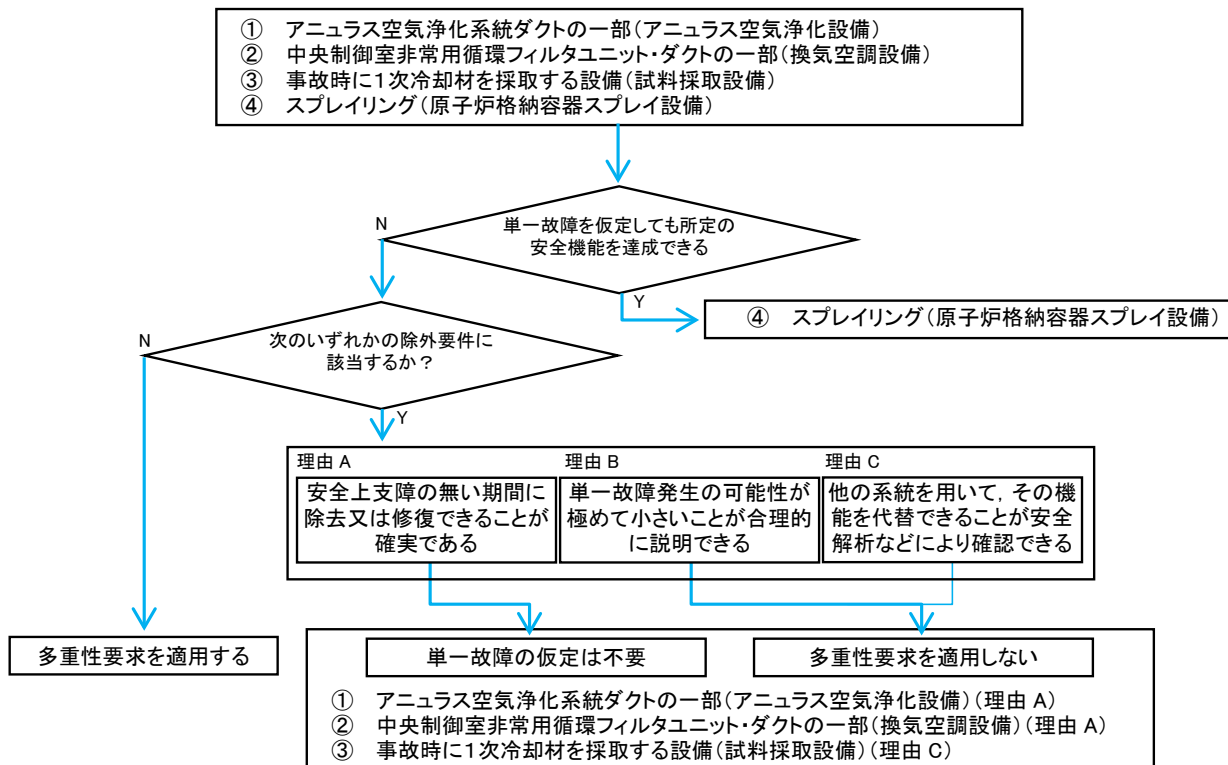
- ①アニュラス空気浄化系統ダクトの一部(アニュラス空気浄化設備)
- ②中央制御室非常用循環フィルタユニット・ダクトの一部(換気空調設備)
- ③事故時に1次冷却材を採取する設備(試料採取設備)
- ④スプレイリング(原子炉格納容器スプレイ設備*)

* 格納容器スプレイ配管(立ち上がり部)については、単一故障を仮定しても安全機能を達成できるように追設したため、本フローの対策設備からは除外する。

3. 対策設備に対する基準適合性の評価

- 2. で抽出した対策設備(4設備)について、以下のフローの基づき基準適合性を評価した。
- 各設備の基準適合性の詳細な評価については、4. ~8. に示す。

[21]



評価フロー

4. アニュラス空気浄化システムダクトの一部(アニュラス空気浄化設備)の基準適合性

- アニュラス空気浄化システムダクトの一部(アニュラス空気浄化設備)に関して、安全上支障の無い期間に単一故障を修復できるため、単一故障の仮定を不要とした基準適合性の評価を以下に示す。

[28~38]

(1) 故障の想定

最も過酷な条件を想定して、全周破断を仮定。

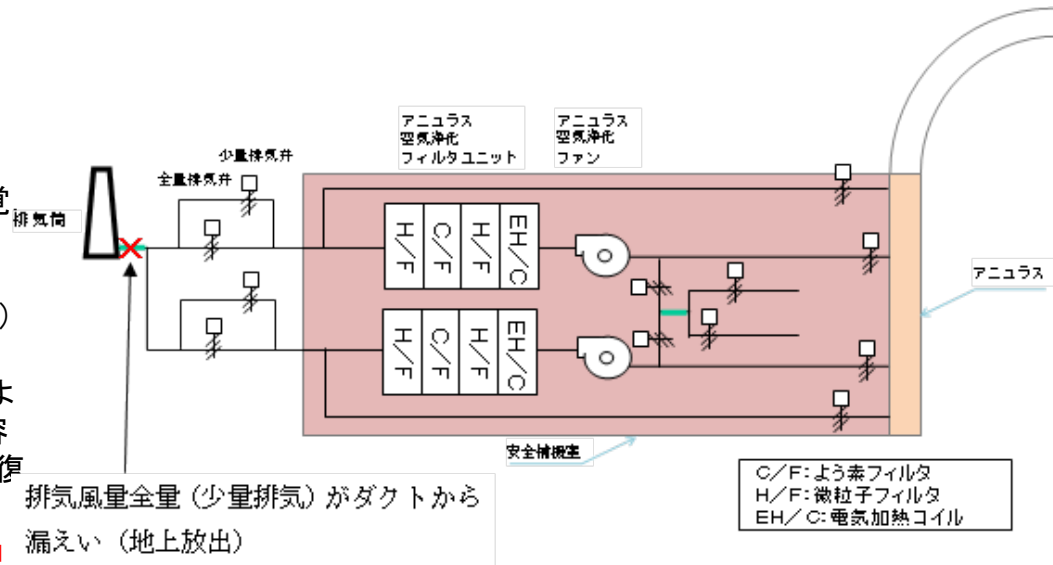
(2) 検知性

ダクトの全周破断が発生した場合、中央制御室での確認(破断前後の流量変化、線量の変化)又は、現場点検(視覚、聴覚、触覚)により、全周破断箇所の特定は容易に可能。

(3) 修復作業性

- ① 補修箇所の作業性を確保する(高所の場合は足場設置)
- ② ダクトの補修方法としては、損傷モードによって柔軟に対応できるように、当て板及び紫外線硬化型FRPシートによる複数の補修方法を準備している。故障箇所の特定は容易であり、足場設置・解体場所が限定できることから、修復は3日間(足場設置・解体*:各1日, 補修:1日)で可能。

【先行審査実績反映】



(4) 被ばく影響評価

① 公衆への被ばく影響評価

設計基準事故である原子炉冷却材喪失事故時において、事故発生24時間後から4日まで、ダクト全周破断箇所より漏えいが継続し、その全量が地上放出されるとして敷地境界での被ばく評価を実施した。被ばく評価結果より、ダクト損傷部からの影響は、既設置許可(添付十)の評価結果の実効線量約0.23mSvと同程度(事故時の判断めやすの実効線量5mSvに対する裕度を十分確保)であることを確認。

② 補修時の作業環境(被ばく)評価

原子炉冷却材喪失を対象とし、3日間の作業を考慮して被ばく評価を行った。評価結果より、アニュラス空気浄化システムのダクトの補修時の作業環境中の線量率が高くなるが、作業時間の制限及び作業員の交替で対応可能であり、緊急作業時における許容実効線量100mSvに至ることはない。

全周破断想定箇所(アニュラス空気浄化設備)

(5) 検討結果

アニュラス空気浄化システムダクトの一部については、想定される最も過酷な条件下での故障を、安全上支障のない期間に修復できるため、単一故障の仮定を適用しない条件を満足している。

5. 中央制御室非常用循環ダクトの一部(換気空調設備)の基準適合性

- 中央制御室非常用循環ダクトの一部(換気空調設備)に関して、安全上支障の無い期間に単一故障を修復できるため、単一故障の仮定を不要とした基準適合性の評価を以下に示す。 [28~38]

(1) 故障の想定

最も過酷な条件を想定して、全周破断を仮定。

(2) 検知性

ダクトの全周破断が発生した場合、中央制御室での確認(破断前後の流量変化, 線量の変化)又は、現場点検(視覚, 聴覚, 触覚)により、全周破断箇所の特定は容易に可能。

(3) 修復作業性

- ①補修箇所の作業性を確保する(高所の場合は足場設置)
- ②ダクトの補修方法としては、損傷モードによって柔軟に対応できるように、当て板及び紫外線硬化型FRPシートによる複数の補修方法を準備している。故障箇所の特定は容易であり、足場設置・解体場所が限定できることから、修復は3日間(足場設置・解体*:各1日, 補修:1日)で可能。

【先行審査実績反映】

(4) 被ばく影響評価

①運転員への被ばく評価

影響評価については、設計基準事故である原子炉冷却材喪失事故時において、事故発生24時間後から4日まで、ダクト全周破断により中央制御室非常用循環フィルタユニットのフィルタ効果が期待できないものとして被ばく評価を行った。

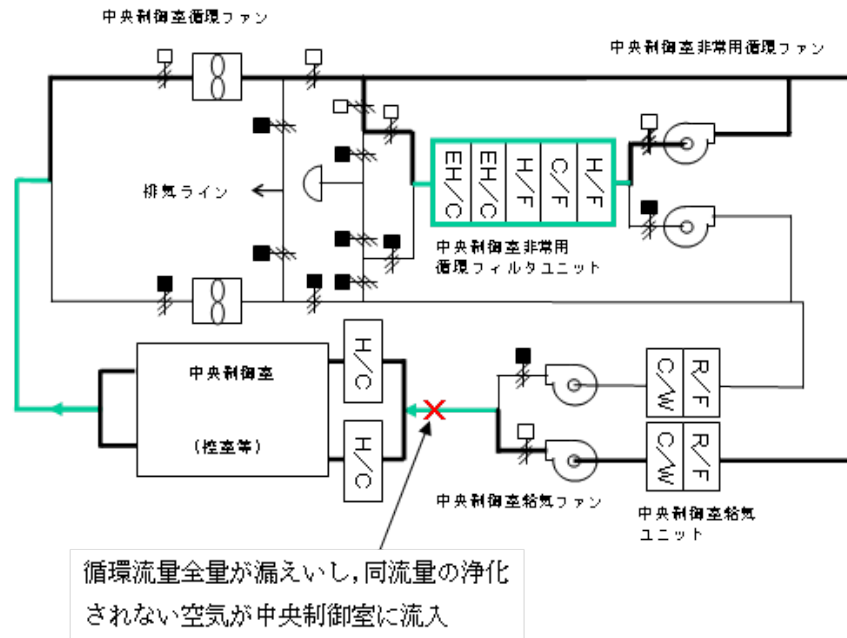
被ばく評価結果より、中央制御室に取り込まれた放射性物質による被ばく量は、中央制御室の居住性における被ばく評価結果の実効線量約8.9mSvから約13mSvへの増加であり、緊急作業時における許容実効線量100mSvに対して十分な裕度があることを確認。

②補修時の作業環境(被ばく)評価

中央制御室非常用循環系統のダクトを補修する際の影響について、原子炉冷却材喪失を対象とし、3日間の作業を考慮して被ばく評価を行った。作業時間の制限及び作業員の交替で対応可能であり、緊急作業時における許容実効線量100mSvに至ることはない。

(5) 検討結果

中央制御室非常用循環系統ダクトの一部については、想定される最も過酷な条件下での故障を、安全上支障のない期間に修復できるため、単一故障の仮定を適用しない条件を満足していると考える。



全周破断想定箇所(中央制御室非常用循環系統)

6. 中央制御室非常用循環フィルタユニット(換気空調設備)の基準適合性

- 中央制御室非常用循環フィルタユニット(換気空調設備)に関して、安全上支障の無い期間に単一故障を除去できるため、単一故障の仮定を不要とした基準適合性の評価を以下に示す。 [39~43]

(1) 故障の想定

フィルタ本体の詰りのみを閉塞事象の過酷な条件と想定して評価した。

(2) 検知性

現場の点検によるフィルタ差圧の確認、系統の流量計の確認(中央制御室)により、早期に検知可能。

(3) 修復作業性

フィルタ取替については、発電所構内にフィルタの予備品を保有しており、検知、着手後3時間程度あれば取替可能であるが、保守性を考慮し、運転員への被ばく評価、作業環境評価にあたって24時間を見込むこととする。

(4) 被ばく影響評価

① 運転員への被ばく評価

フィルタ閉塞に伴い、事故発生24時間後~2日の期間(1日間)、放射性物質を含む中央制御室外の空気が中央制御室空調装置の100%流量相当(フィルタ効果無視)中央制御室に流入すると仮定して、被ばく評価を行った。被ばく評価では、原子炉冷却材喪失を対象とした。

被ばく評価結果より、中央制御室に取り込まれた放射性物質による被ばく量は、中央制御室の居住性における被ばく評価結果の実効線量約8.9mSvから約10mSvへの増加であり、緊急作業時における許容実効線量100mSvに対して十分な裕度があることを確認。

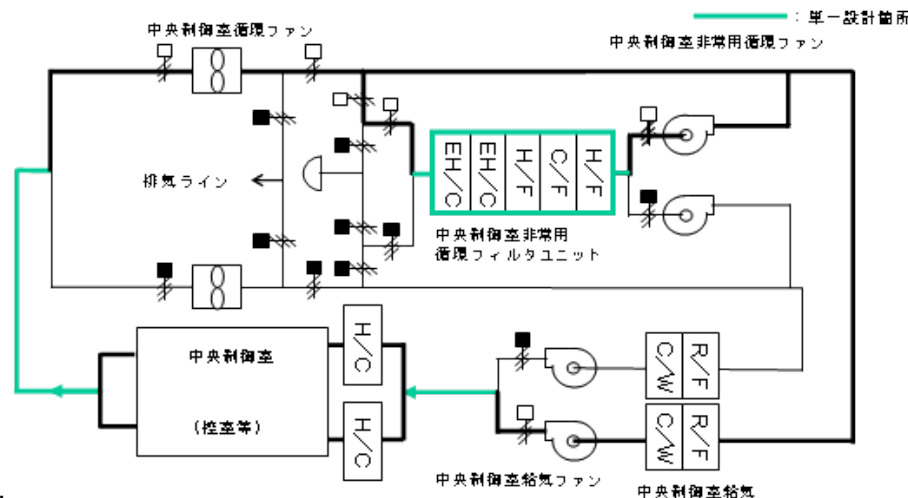
② 補修時の作業環境(被ばく)評価

中央制御室非常用循環フィルタユニットのフィルタ取替時の影響について、原子炉冷却材喪失を対象とし、24時間の作業を考慮して作業環境評価を行った。作業環境評価結果より、現場での24時間の作業を考慮した場合、被ばく量は約19mSvとなり、緊急作業時における許容実効線量100mSvを下回っていることを確認。



(5) 検討結果

中央制御室非常用循環フィルタユニットについては、想定される最も過酷な条件下での故障を、安全上支障のない期間に除去できるため、単一故障の仮定を適用しない条件を満足していると考える。

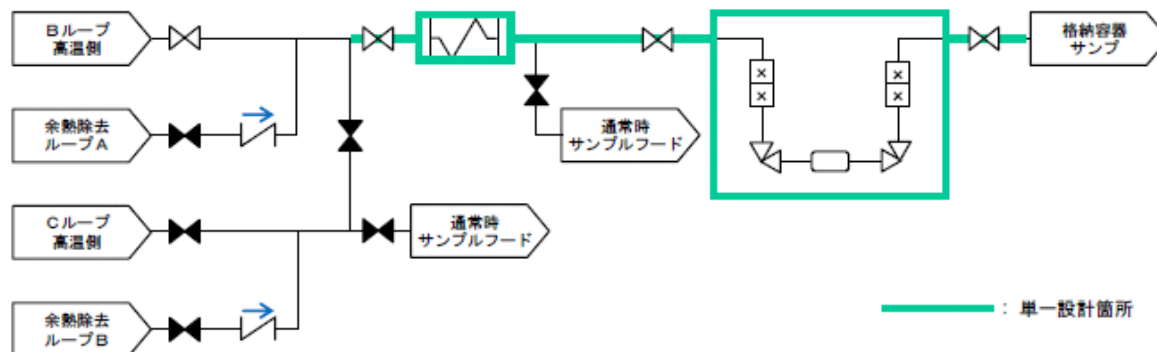


中央制御室非常用循環系統概念図

7. 事故時に1次冷却材を採取する設備(試料採取設備)の基準適合性(1/2)

- 事故時に1次冷却材を採取する設備(試料採取設備)に関して、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析などにより確認できるため、多重性の要求を適用しないとした基準適合性の評価を以下に示す。

[44]



事故時に1次冷却材を採取する設備(試料採取設備)概略系統図

(1) 事故時サンプリングラインの目的

事故時に1次冷却材を採取する設備に求められる重要度の特に高い安全機能は「事故時の原子炉の停止状態の把握機能」であり、ここでいう「原子炉の停止状態の把握機能」とは、炉水中のほう素濃度が未臨界ほう素濃度以上であることを確認することである。

同設備を用いて、事故時に1次冷却材をサンプリングする場合には、サンプルフード内に採取管をセットし、サンプリングラインの弁を開として1次冷却材を採取するが、弁を開としても1次冷却材を採取できない場合は、単一故障が発生したと判断し、代替方法により原子炉が停止状態状態であることを把握する。

(2) 事故時サンプリングラインの代替方法

1次冷却材喪失事故後24時間が経過した時点では、燃料取替用水ピットからのほう酸水注入は既に終了しており、破断口からの漏えい水は格納容器再循環サンプに溜まり、そのほう酸水が再び炉心に注入されることから、炉水は、燃料取替用水ピットから注入したほう酸水と事故前の炉水が混合されたものに置換されている。



格納容器再循環サンプ水位を測定することにより、炉心に注入されるほう酸水量は把握することができるため、格納容器再循環サンプ、燃料取替用水ピットの水位により、炉水中のほう素濃度が未臨界維持に必要なほう素濃度以上であることを確認することが可能。他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析などにより確認できるため、多重性の要求を適用しない条件を満足していると考える。

7. 事故時に1次冷却材を採取する設備(試料採取設備)の基準適合性(2/2)

(3) 代替方法によるほう素濃度の把握精度について

[45~47]

① 1次冷却材喪失事故(大破断)時の状況

- ・燃料取替用水ピットから3200ppmのほう酸水(約1475m³)が原子炉格納容器内に注入される。
- ・炉水の容量は約280 m³であり、ほう素濃度は炉心の運転時期により約2000ppm~0ppmの範囲で変動する。

② ほう素濃度の把握方法

- ・格納容器再循環サンプに溜まった水位を水位計で計測する。(水量:A m³)
- ・保守的なほう素濃度を求めるため、A m³のうち事故前の炉水280 m³(αppm)は全量が格納容器再循環サンプに溜まると仮定する。
- ・残りの水量(A-280 m³)は、全量が燃料取替用水ピットからの注入水(3200ppm)と仮定する。
- ・次式にて、格納容器再循環サンプのほう素濃度(=炉水中のほう素濃度)が把握できる。(280 × αppm + (A - 280) × 3200ppm) / A

③ ほう素濃度の把握

格納容器再循環サンプ水位計は、計器誤差が±3.8%である。よって、誤差を考慮したほう素濃度は以下により算出される。

$$(280 \times \alpha \text{ppm} + (A' - 280) \times 3200) / A'$$

ここで、A' = A ± (水位の誤差) × (断面積)

ここで、A' = A ± ((水位計の誤差) × (高さ)) × (断面積)

仮に、A = 1210m³(再循環運転に必要なサンプ保有水量)であり、保守的に事故前の炉水280 m³が0ppmと仮定して把握精度を算出する。

(この場合、A' = A ± (0.038 × 4.8) × (753.8) = 1210 ± 140 となる)

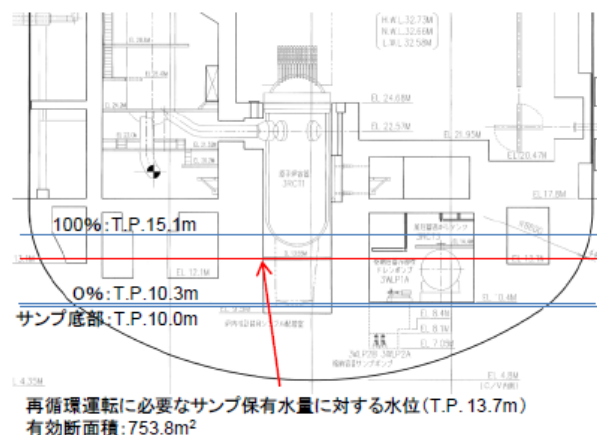
< ほう素濃度の下限 >

$$(280 \times 0 \text{ppm} + (1070 - 280) \times 3200 \text{ppm}) / 1070 = \text{約} 2363 \text{ppm}$$

なお、誤差を考慮しない場合、ほう素濃度は、

$$(280 \times 0 \text{ppm} + (1210 - 280) \times 3200 \text{ppm}) / 1210 = \text{約} 2460 \text{ppm}$$

となるため、ほう素濃度の誤差は、±4.1%(±100ppm)となる。



格納容器再循環サンプ水位計と水位の関係

(4) 代替把握の妥当性

把握すべきほう素濃度については、「炉水中のほう素濃度が未臨界維持に必要なほう素濃度以上であることを確認すること」が重要であり、ここでいう未臨界維持に必要なほう素濃度とは1800ppmであるため、保守的な仮定に基づき、かつ計器誤差を考慮しても、1800ppm以上であることは十分確認できることがわかる。

したがって、格納容器再循環サンプ水位計により、サンプ保有水量がA = 1210m³以上であること(再循環運転が継続できていること)を確認することで、原子炉が停止状態にあることが把握できる。

8. スプレイング(原子炉格納容器スプレイ設備)の基準適合性(1/5)

●スプレイング(原子炉格納容器スプレイ設備)に関して、単一故障を仮定しても所定の安全機能を達成できるとした基準適合性の評価を以下に示す。
[48~53]
[別添 1-114~131]

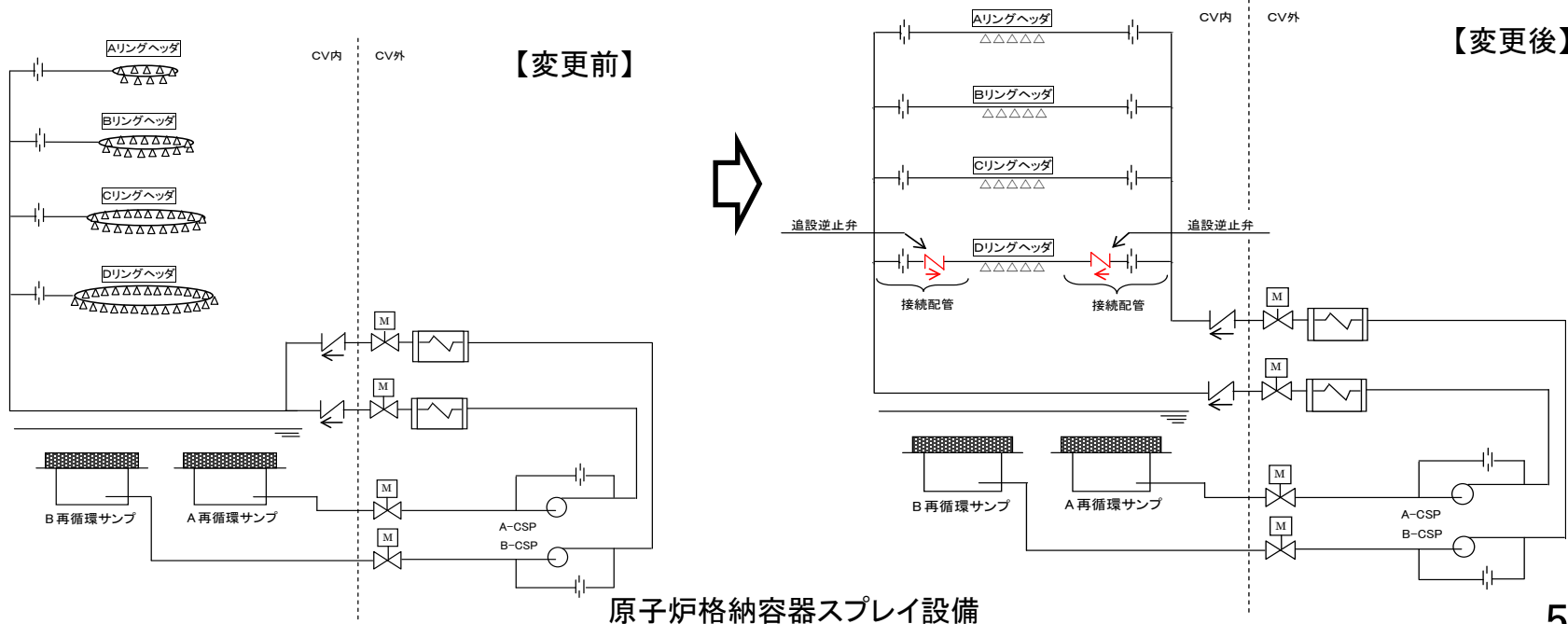
(1) 格納容器スプレイ配管(立ち上がり部)の多重化

新規制基準適合性に対する審査において、実用発電用原子炉及びその附属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則における定義より、単一故障については「所定の安全機能を失うこと」とされており、配管の機能が流体を運ぶことと考えると、その単一故障は「流路が断たれること」とすべきとの解釈が示された。

当該設備に要求される格納容器の冷却機能が喪失する単一故障として、想定される最も過酷な条件である完全機能喪失となる「全周破断」を想定。単一設計となっている格納容器スプレイ配管立上り部に「全周破断」を仮定すると、スプレイ水がスプレイングに供給できなくなるため、スプレイ流量は確保できない。したがって、原子炉格納容器スプレイ設備に求められる安全機能である「格納容器の冷却機能」を達成することが出来ず格納容器スプレイ配管の多重化を図ることとした。

(2) スプレイング Dヘッドへの逆止弁設置

単一設計となるスプレイングについては当該設備に要求される安全機能に最も影響を与えると考えられる静的機器の単一故障を再循環モード切替後に仮定した場合でも、動的機器の単一故障を仮定した場合と同等の格納容器の冷却機能を達成できるスプレイ流量を確保するため逆止弁を設置することとした。



8. スプレイング(原子炉格納容器スプレイ設備)の基準適合性(2/5)

(3)スプレイ流量評価

[49~51]
[別添 1-131~135]

<全周破断の想定位置>

スプレイ流量が最も少なくなる全周破断位置は、T.P.33.9mであるため、この位置に全周破断を想定する。

<スプレイ流量評価>

評価に当たっては、破断想定箇所までの配管抵抗と系統圧力とのバランスからスプレイ流量を算出している。

スプレイ流量は約364.2m³/h(現行の安全解析で考慮している流量の約40.1%)となる。

この結果をもとに、安全解析条件は、現行の安全解析で考慮している流量の36%とする。

<安全解析>

単一故障として格納容器スプレイ配管立上り部の全周破断を想定した場合に影響を与える以下の3つの安全解析を実施した。

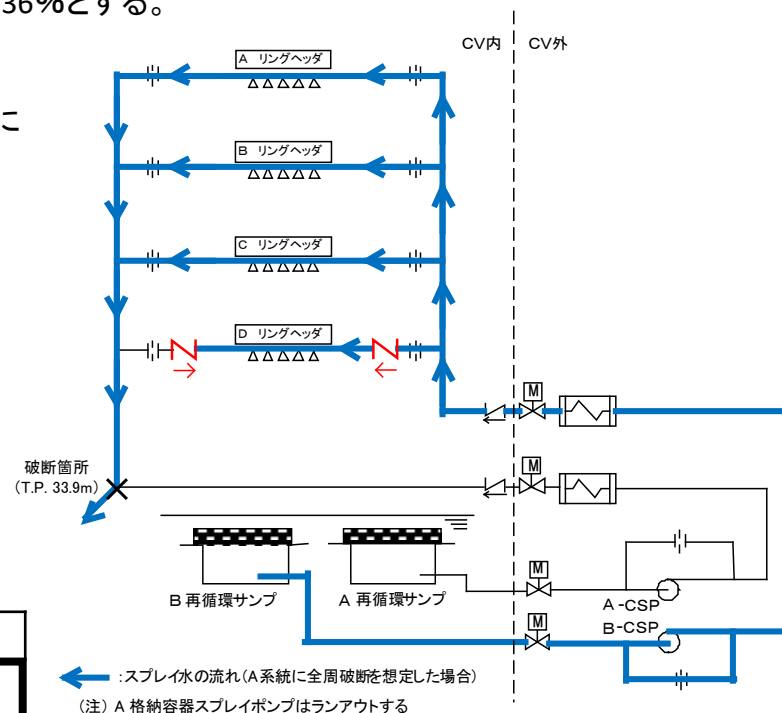
- ・原子炉格納容器 内圧評価(健全性評価)
- ・可燃性ガスの発生に関する評価
- ・環境への放射性物質の異常な放出(原子炉冷却材喪失)に関する評価

安全解析の結果が現行の安全解析と同等であることを確認した。

なお、格納容器スプレイ配管追設後の動的単一故障に対する安全評価については、動的機器の単一故障により、原子炉格納容器スプレイ設備1系列が動作不能になることに変わりないことから、現行の安全解析と変わらないことを確認した。

スプレイ流量評価結果

項目		評価結果
スプレイリングヘッドからのスプレイ流量	Aスプレイリングヘッド	
	Bスプレイリングヘッド	
	Cスプレイリングヘッド	
	Dスプレイリングヘッド	
合計		約364.2m ³ /h



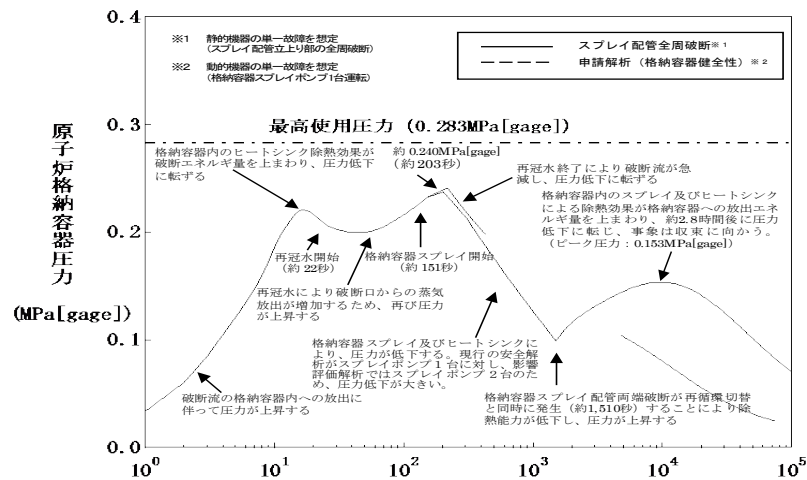
スプレイ立上り配管の全周破断時のスプレイ水の流れ
(接続配管のオリフィスの下流に逆止弁を設置した場合)

□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(4) 格納容器内圧評価 (健全性評価)

評価の結果、再循環切替以降、圧力は高めに推移するものの、現行の安全解析における最高圧力約0.241MPa[gage]と同程度であることを確認した。

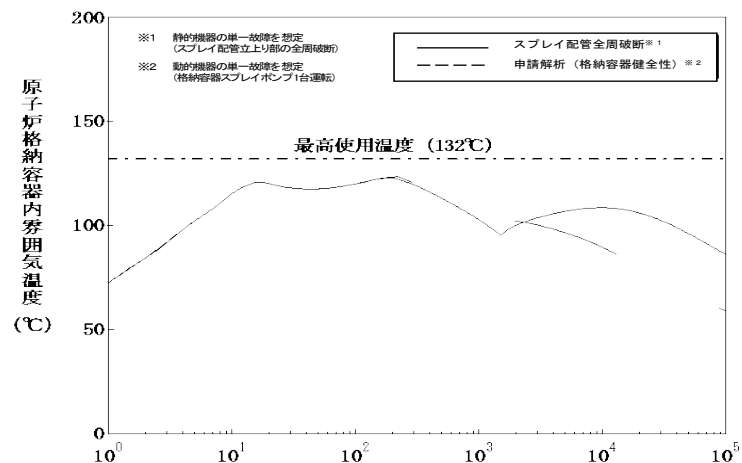
[51~52]
[別添 1-151~159]



格納容器内圧評価(健全性評価)の解析結果

項目	現行の安全解析	静的機器の単一故障を想定した解析
最高圧力 (MPa[gage])	約0.241	約0.240
最高温度(°C)	約124	約124
判断基準 (最高使用圧力 (MPa[gage]))	≦ 0.283	
判断基準 (最高使用温度 (°C))	≦ 132	

時間 (sec)
格納容器スプレイ配管の全周破断を想定した場合の原子炉格納容器内圧



時間 (sec)
格納容器スプレイ配管の全周破断を想定した場合の原子炉格納容器内雰囲気温度

(5) 可燃性ガスの発生

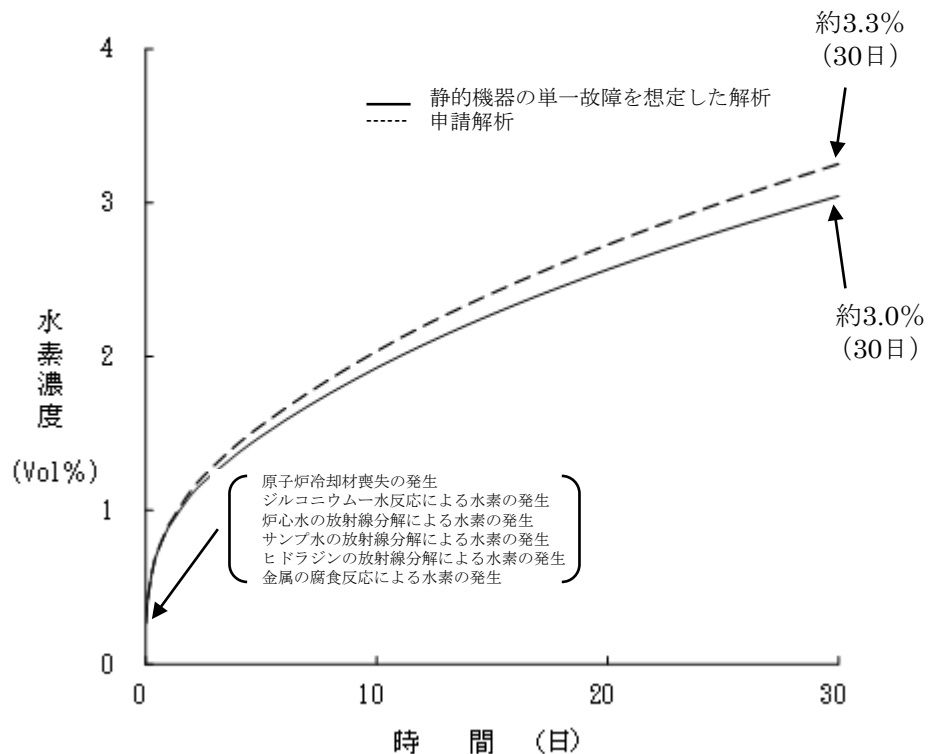
- ・静的機器の単一故障を想定した解析については、原子炉冷却材喪失事故時の原子炉格納容器内温度を考慮して金属腐食の反応割合を求めていることから、原子炉格納容器内温度の履歴が変わることにより、現行安全解析(アルミニウム量 1700m²)に対し金属腐食反応による水素発生量が増加する。
- 一方、静的機器の単一故障を想定した解析では、金属の腐食反応のうちアルミニウム使用量をシビアアクシデント対策有効性評価と同じ条件(140m²)に見直したことから水素発生量が減少する。
- 評価の結果、原子炉格納容器内の水素濃度は、動的機器、静的機器いずれの単一故障を想定した場合においても、現行の安全解析値の約3.3%に対して約3.0%と下回る結果となり、現行安全解析の評価手法の保守性に包含されていることを確認した。

[53]
[別添 1-160~167]

可燃性ガスの発生の解析結果

項目	現行の安全解析	静的機器の単一故障を想定した解析
格納容器内水素濃度 (%)	約3.3	約3.0
判断基準 (%)	≦ 4	

- ・金属の腐食反応のうちアルミニウム使用量を現行の解析条件から変更せず、単一故障の条件のみを変更した場合の影響確認を行った結果、原子炉格納容器内の水素濃度は現行の安全解析値の約3.3%に対して約3.5%となり、判断基準を満足していることを確認した。



可燃性ガスの発生

8. スプレイング(原子炉格納容器スプレイ設備)の基準適合性(5/5)

(6)環境への放射性物質の異常な放出(原子炉冷却材喪失)に関する評価

影響評価については、現行安全解析に対し、原子炉格納容器内圧力の履歴が変わることにより長期的に原子炉格納容器からの漏えい率が高くなったことから、大気中に放出されるよう素及び希ガスの量は若干上昇し、敷地等境界外における最大の実効線量も若干大きくなるものの、現行の安全解析値の約0.23mSvと同程度となることを確認した。

[53]
[別添 1-168~175]

環境への放射性物質の異常な放出(原子炉冷却材喪失)の解析結果

項目	現行安全解析	静的機器の単一故障を想定した解析
環境に放出されるよう素量(Bq) (I-131等価量—小児実効線量係数換算)	約 2.7×10^{11}	約 3.1×10^{11}
環境に放出される希ガス量(Bq) (γ 線エネルギー0.5MeV換算)	約 6.1×10^{13}	約 7.5×10^{13}
敷地等境界外における最大実効線量(mSv)	約0.23※	約0.23※
判断基準(mSv)	≤ 5	

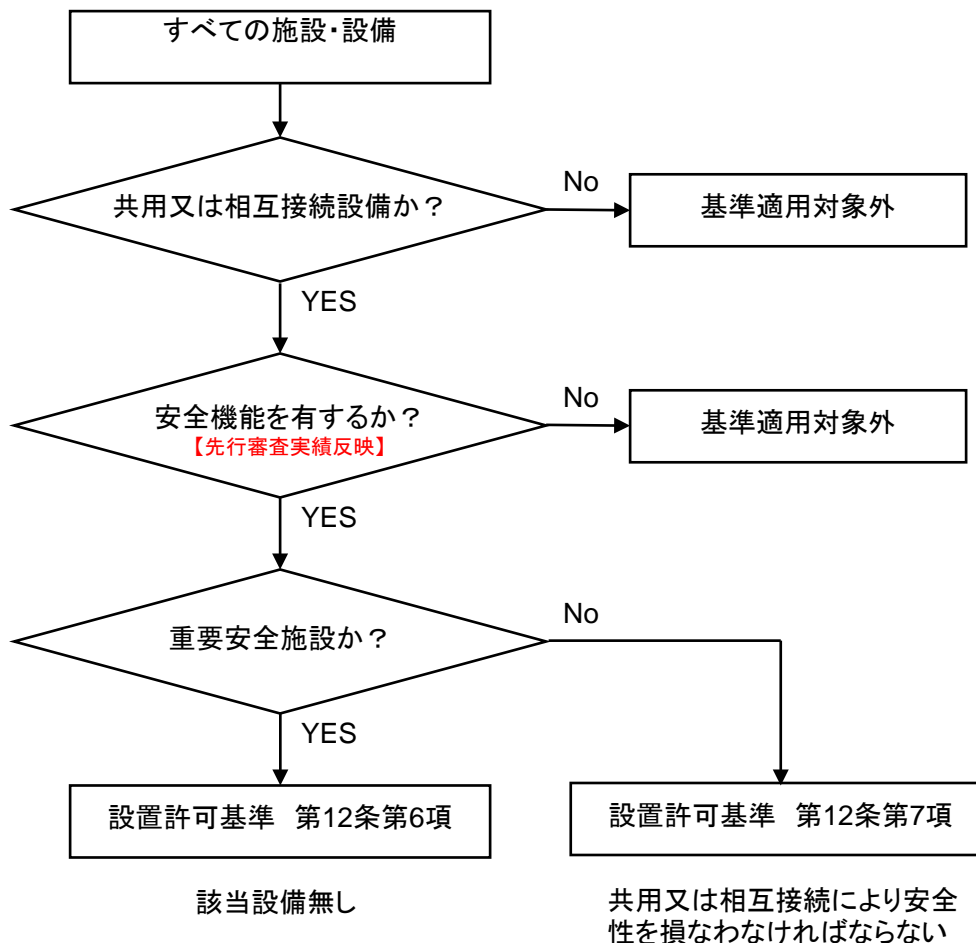
※ 実効線量には、原子炉格納容器内浮遊核分裂生成物による直接線量及びスカイシャイン線量(約0.086mSv)を含む。

9. 安全施設の共用・相互接続（1 / 6）

● 共用・相互接続設備の抽出方法

泊発電所3号において、1号炉又は2号炉と共用又は相互接続している設備を以下のフローに基づき抽出した。

[54]



共用・相互接続設備の抽出フロー

9. 安全施設の共用・相互接続（2／6）

● 共用・相互接続設備の抽出結果

共用・相互接続の抽出結果は、以下のとおり。

共用・相互接続設備の抽出結果（1／2）

【55】

【先審査実績反映】

設備名	共用・相互接続設備抽出結果	重要度分類
電気設備	【共用設備】 275kV送電線 275kV開閉所設備 66kV送電線 通信連絡設備（電力保安通信用電話設備、加入電話設備） 【相互接続設備】 通信連絡設備（運転指令装置）	PS-3 PS-3 PS-3 MS-3 MS-3
燃料の貯蔵設備及び取扱設備	【共用設備】 使用済燃料ピット（3号炉に設置） 使用済燃料ピット水位計（3号炉に設置） 使用済燃料ラック（3号炉に設置） キヤスクピット（3号炉に設置） 破損燃料保管容器ラック（3号炉に設置） 使用済燃料ピットポンプ（3号炉に設置） 使用済燃料ピット冷却器（3号炉に設置） 使用済燃料ピット脱塩塔（3号炉に設置） 使用済燃料ピットフィルタ（3号炉に設置） 使用済燃料ピットクレーン（3号炉に設置） 燃料取扱棟クレーン（3号炉に設置）	PS-2 MS-3 PS-2 PS-2 PS-2 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-2 PS-2
放射性廃棄物廃棄設備	【共用設備】 洗浄排水タンク（3号炉に設置） 洗浄排水蒸発装置（3号炉に設置） 洗浄排水濃縮廃液タンク（3号炉に設置） 洗浄排水蒸留水タンク（3号炉に設置） 洗浄排水濃縮廃液移送容器 ベイラ（2号炉に設置） 雑固体焼却設備（1号及び2号炉に設置） 固体廃棄物貯蔵庫	PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3

9. 安全施設の共用・相互接続 (3 / 6)

[55, 56]
【先行審査実績反映】

共用・相互接続設備の抽出結果(2 / 2)

設備名	共用・相互接続設備抽出結果	重要度分類
放射線管理設備	【共用設備】 モニタリングポスト モニタリングステーション モニタリングポスト及びモニタリングステーション専用の無停電電源装置 放射能観測車 気象観測設備	MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3
発電所補助設備	【共用設備】 2次系純水タンク【自主的変更】 【相互接続設備】 給水処理設備(1号及び2号炉に設置) 給水処理設備(3号炉に設置)	PS-3 PS-3 PS-3
火災防護設備	【共用設備】 火災感知設備(1号及び2号炉に設置) ろ過水タンク(1号及び2号炉に設置) 電動機駆動消火ポンプ(1号及び2号炉に設置) エンジン駆動消火ポンプ(1号及び2号炉に設置) ハロゲン化物消火設備(一部)(1号及び2号炉に設置) 二酸化炭素消火設備(一部)(1号及び2号炉に設置) 【相互接続設備】 消火設備(1号及び2号炉に設置) 消火設備(3号炉に設置)	MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3

9. 安全施設の共用・相互接続（4／6）

● 共用・相互接続設備の基準適合性

共用・相互接続の基準適合性は、以下のとおり。

共用・相互接続設備の基準適合性（1／3）

[58～59]

【先行審査実績反映】

共用・相互接続設備名	安全重要度分類	安全性を損なわない理由
【共用設備】 275kV送電線 275kV開閉所設備 66kV送電線	PS-3 PS-3 PS-3	左記設備は、1号、2号及び3号炉の所内負荷をまかなうために必要な容量を有している。 また、275kV送電線及び開閉所設備は、1号、2号及び3号炉にそれぞれ遮断器を設置、66kV送電線は、1号及び2号炉と3号炉にそれぞれ遮断器を設置しており、1号炉又は2号炉で短絡等が発生した場合、それを検知し、故障箇所を自動的に遮断することで、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
【共用設備】 通信連絡設備 （電力保安通信用電話設備、加入電話設備）	MS-3	発電所内外との通信連絡に使用するものであり、十分な回線数や機材を有していることから、共用により安全性を損なうことはない。
【相互接続設備】 通信連絡設備（運転指令装置）	MS-3	1号及び2号炉の運転指令装置と3号炉の運転指令装置を相互接続するもの、3号炉中央制御室から制御装置間の接続・切り離しを行うことが可能なことから、悪影響を及ぼすことはなく、1号及び2号炉と3号炉で独立した制御装置を設置することにより、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
【共用設備】 使用済燃料ピット（3号炉に設置） 使用済燃料ピット水位計（3号炉に設置） 使用済燃料ラック（3号炉に設置） キャスクピット（3号炉に設置） 破損燃料保管容器ラック（3号炉に設置） 使用済燃料ピットポンプ（3号炉に設置） 使用済燃料ピット冷却器（3号炉に設置） 使用済燃料ピット脱塩塔（3号炉に設置） 使用済燃料ピットフィルタ（3号炉に設置） 使用済燃料ピットクレーン（3号炉に設置） 燃料取扱棟クレーン（3号炉に設置）	PS-2 MS-3 PS-2 PS-2 PS-2 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-2 PS-2	左記設備は、1号及び2号炉の使用済燃料を3号炉の使用済燃料ピットで貯蔵するため共用化している。 以下のとおり、共用により安全性を損なうことはない。 ・使用済燃料の貯蔵容量又は輸送容量の範囲内で共用する。 ・1号、2号及び3号炉の使用済燃料を貯蔵することによる熱負荷を考慮しても、使用済燃料ピット水を浄化又は冷却できる容量を有している。 ・1号、2号及び3号炉の使用済燃料、輸送容器等の吊荷重を取り扱う容量を有している。

9. 安全施設の共用・相互接続 (5/6)

[59~60]
【先行審査実績反映】

共用・相互接続設備の基準適合性(2/3)

共用・相互接続設備名	安全重要度分類	安全性を損なわない理由
【共用設備】 洗浄排水タンク(3号炉に設置) 洗浄排水蒸発装置(3号炉に設置) 洗浄排水濃縮廃液タンク(3号炉に設置) 洗浄排水蒸留水タンク(3号炉に設置) 洗浄排水濃縮廃液移送容器	PS-3 PS-3 PS-3 PS-3 PS-3	1号及び2号炉で発生した洗濯物を3号炉で処理できるよう共用するものである。 3号炉の洗浄排水処理システムの容量を超えないよう運用することから、共用により安全性を損なうことはない。
【共用設備】 ベイラ(2号炉に設置) 雑固体焼却設備(1号及び2号炉に設置) 固体廃棄物貯蔵庫	PS-3 PS-3 PS-3	左記設備は、1号、2号及び3号炉で発生する放射性廃棄物を処理又は貯蔵するために必要な容量を有しており、また、各設備の仕様にあった放射性廃棄物を処理又は貯蔵していることから、共用により安全性を損なうことはない。
【共用設備】 モニタリングポスト モニタリングステーション 放射能観測車 気象観測設備 モニタリングポスト及びモニタリングステーション専用の無停電電源装置	MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3	左記設備は、発電所周辺の放射線等を監視するための設備であり、その機能が直接原子炉の安全性に影響を及ぼすものではないことから、共用により安全性を損なうことはない。 モニタリングポスト及びモニタリングステーション専用の無停電電源装置は、非常用所内電源系から独立した電源構成にするとともに、モニタリングポスト及びモニタリングステーションの機能を維持するために必要な電力を供給できる容量を有することにより、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
【共用設備】 2次系純水タンク【自主的変更】	PS-3	左記設備は、1号、2号及び3号炉で必要とする補給水量に対し、十分な容量を有することにより、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。

9. 安全施設の共用・相互接続 (6/6)

[61]
【先行審査実績反映】

共用・相互接続設備の基準適合性(3/3)

共用・相互接続設備名	安全重要度 分類	安全性を損なわない理由
【共用設備】 火災感知設備(一部) (1号及び2号炉に設置) ろ過水タンク (1号及び2号炉に設置) 電動機駆動消火ポンプ (1号及び2号炉に設置) エンジン駆動消火ポンプ (1号及び2号炉に設置) ハロゲン化物消火設備(一部) (1号及び2号炉に設置) 二酸化炭素消火設備(一部) (1号及び2号炉に設置)	MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3 MS-3	左記設備は、1号及び2号炉に設置している1号、2号及び3号炉共用設備の火災感知又は消火を行うために共用するものであり、1号及び2号炉と3号炉で独立した火災感知設備及び消火設備を設置することにより、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
【相互接続設備】 給水処理設備(1号及び2号炉に設置) 給水処理設備(3号炉に設置) 消火設備(1号及び2号炉に設置) 消火設備(3号炉に設置)	PS-3 PS-3 MS-3 MS-3	左記設備は、1号及び2号炉用に設置しているものと3号炉用に設置しているものの独立した2つの設備で構成しており、ろ過水、純水及び消火水を融通するため相互接続している。 左記設備は、連絡ラインには弁を設置して、連絡弁閉止時には物理的に分離し、連絡時には弁を閉止することで物理的な分離が可能なことから、悪影響を及ぼすことはなく、連絡時において相互の圧力は同じであり、1号及び2号炉と3号炉のプラント運転に必要な水を供給できる容量を有することにより、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。

泊発電所3号炉

第14条 全交流動力電源喪失対策設備

本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものです。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「14条-〇〇」を示している。

令和4年9月6日
北海道電力株式会社

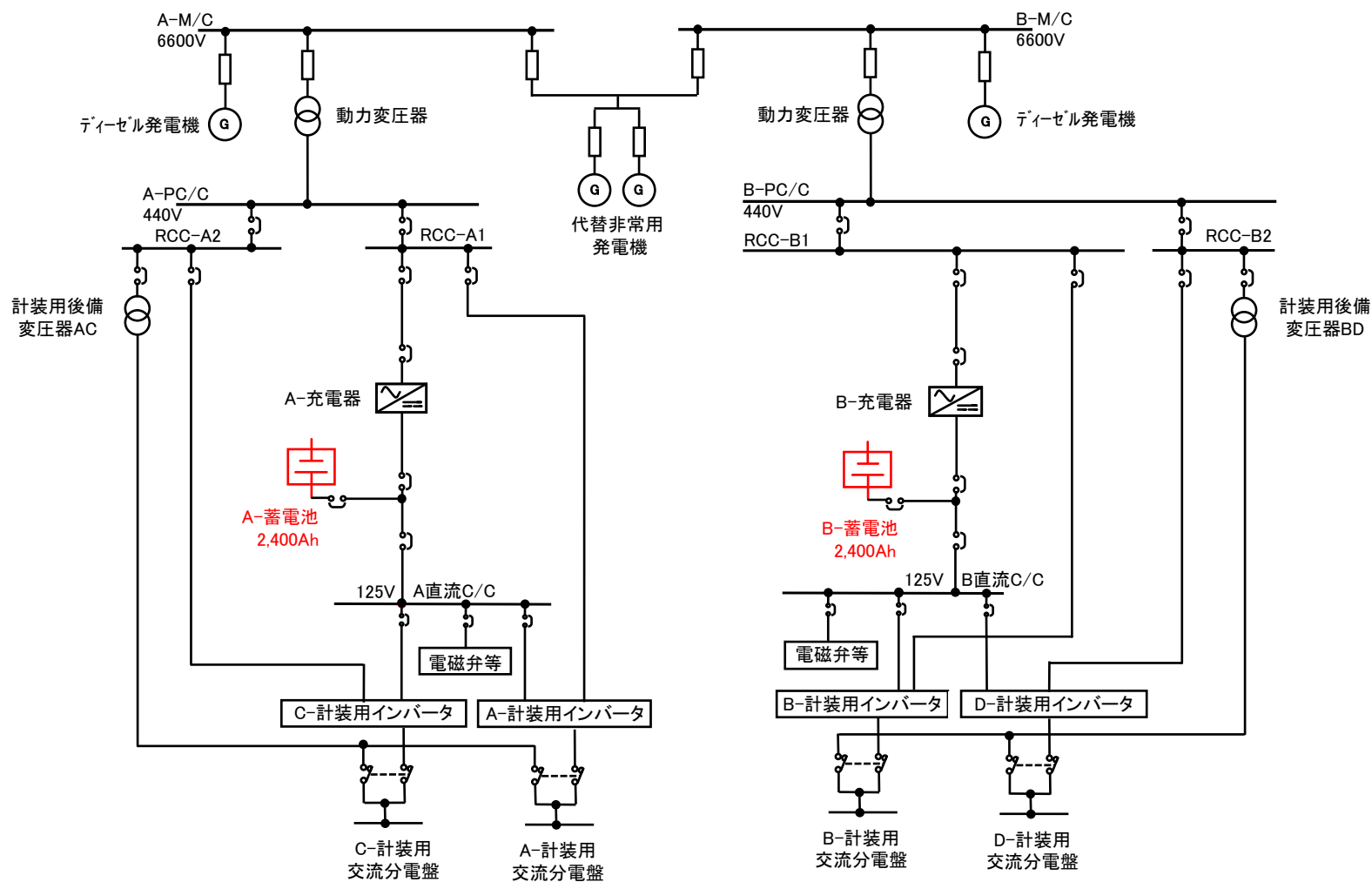
1. 適合のための基本方針

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」 第十四条第1項(全交流動力電源喪失対策設備)

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>(追加要求事項)</p> <p>発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。</p>	<p>全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの<u>約25分間</u>に対し、<u>十分長い間</u>、原子炉停止系の動作により原子炉を安全に停止し、1次冷却系においては1次冷却材の自然循環、2次冷却系においてはタービン動補助給水ポンプ及び主蒸気安全弁の動作により一定時間冷却を行えるとともに原子炉格納容器の健全性を確保するための工学的安全施設が動作することができるよう、制御電源の確保等これらの設備に<u>必要な容量を有する蓄電池(非常用)</u>を設ける設計とする。</p> <p>蓄電池(非常用) 型式:鉛蓄電池 組数:2 容量:2,400Ah(1組当たり)</p>

2. 全交流動力電源喪失対策設備について

- 蓄電池(非常用)は、2系列の非常用直流母線に分離独立して接続している。[6,12]
- 1つの系列が故障しても、残りの1系列で原子炉の安全性は確保できる。[6,12]
- 蓄電池(非常用)の容量は、必要な直流負荷に対して1時間以上電力供給が可能な容量とする。[7]



非常用所内電源構成概略図

3. 代替非常用発電機による給電時間

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの時間については、代替非常用発電機による代替電源(交流)からの給電操作に要する時間約15分※に、状況判断に要する時間10分を加え約25分を見込んでいる。[27]

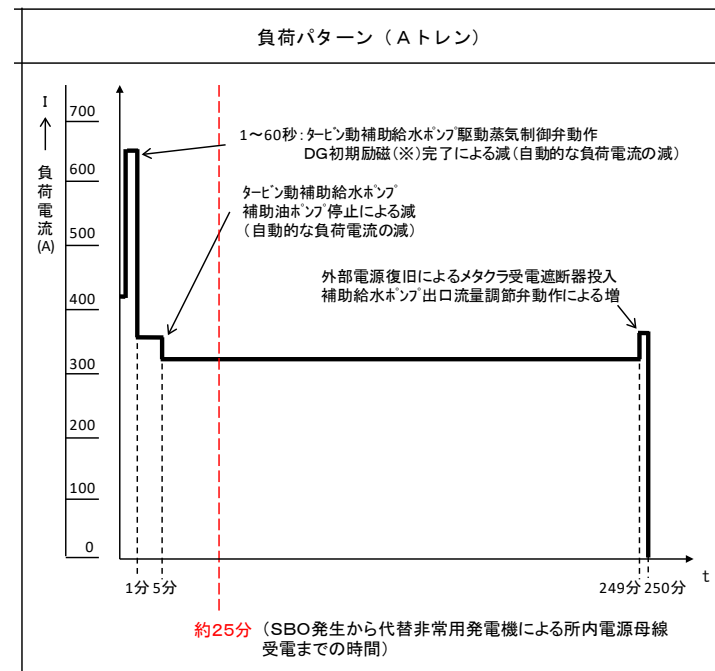
※ 詳細は「泊発電所3号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料 1.14 電源の確保に関する手順等」参照

		経過時間 (分)						備考
		10	20	30	40	50	60	
手順の項目	要員(数)	約15分 代替非常用発電機による 電源復旧開始 ▽						
代替非常用発電機 による代替電源 (交流)からの給電	運転員 (中央制御室)	1	受電準備 受電操作					
	運転員 (現場)	1	移動、受電準備 受電操作					
	災害対策要員	2	移動、受電準備					

4. 蓄電池(非常用)の容量について(1/2)

●蓄電池(非常用)(トレンA)の負荷パターン [14,15]

負荷名称	0~ 1秒	1~ 60秒	1~ 5分	5~ 249分	249~ 250分
3A-補助建屋直流分電盤	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
3A-6.6kVメタクラ	43.6	41.6	1.6	1.6	21.6
3-タービン動補助給水ポンプ起動盤 トレンA	59.4	167.5	47.5	2.4	2.4
3A-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3C-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3A-ディーゼル発電機制御盤(発電機盤)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
3A-ディーゼル発電機制御盤(励磁機盤)	0.1	140.1	0.1	0.1	0.1
3DCA共通電源	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-補助給水ポンプ出口流量調節弁盤 トレンA	1.9	1.9	6.9	6.9	38.9
3A1-パワーコントロールセンタ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3A2-パワーコントロールセンタ	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
合計電流(A)	410.7	656.8	361.8	316.7	368.7



●蓄電池(非常用)(トレンA)の容量算出 [14,15]

C	250分給電時の蓄電池容量(Ah)	-
L	保守率	0.9
K ₁	容量換算時間(時)(250分)	6.51
K ₂	容量換算時間(時)(249分)	6.49
K ₃	容量換算時間(時)(245分)	6.44
K ₄	容量換算時間(時)(1分)	1.62
I ₁	負荷電流(A)(60秒)	656.8
I ₂	負荷電流(A)(5分)	361.8
I ₃	負荷電流(A)(249分)	316.7
I ₄	負荷電流(A)(250分)	368.7

$$C = \frac{1}{L} \{ K_1 \cdot I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + K_4 (I_4 - I_3) \}$$

$$= \frac{1}{0.9} \left\{ 6.51 \times 656.8 + 6.49 \times (361.8 - 656.8) + 6.44 \times (316.7 - 361.8) + 1.62 \times (368.7 - 316.7) \right\}$$

$$= 2,395 \text{ Ah}$$

< 2,400Ah (蓄電池容量)

(参考文献:「据置蓄電池の容量算出法」(SBA S 0601-2001))

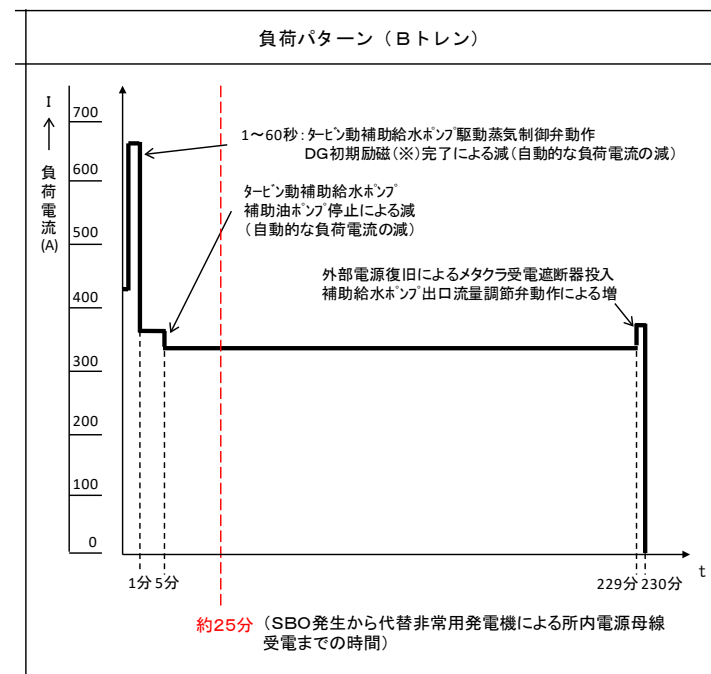
蓄電池温度: +10°C

放電終止電圧: 1.80V/セル **【先行審査実績の反映】**

4. 蓄電池(非常用)の容量について(2/2)

●蓄電池(非常用)(トレンB)の負荷パターン [16,17]

負荷名称	0~ 1秒	1~ 60秒	1~ 5分	5~ 229分	229~ 230分
3B-補助建屋直流分電盤	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
3B-6.6kVメタクラ	43.6	41.6	1.6	1.6	21.6
3-タービン動補助給水ポンプ起動盤 トレンB	59.4	167.5	47.5	2.4	2.4
3B-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3D-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3B-ディーゼル発電機制御盤(発電機盤)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
3B-ディーゼル発電機制御盤(励磁機盤)	0.1	140.1	0.1	0.1	0.1
3DCB共通電源	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-補助給水ポンプ出口流量調節弁盤 トレンB	1.0	1.0	3.5	3.5	38.0
3B1-パワーコントロールセンタ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3B2-パワーコントロールセンタ	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3B-AM設備直流電源分離盤	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
合計電流(A)	427.7	673.8	376.3	331.2	385.7



●蓄電池(非常用)(トレンB)の容量算出 [16,17]

C	230分給電時の蓄電池容量(Ah)	—
L	保守率	0.9
K ₁	容量換算時間(時)(230分)	6.18
K ₂	容量換算時間(時)(229分)	6.16
K ₃	容量換算時間(時)(225分)	6.09
K ₄	容量換算時間(時)(1分)	1.62
I ₁	負荷電流(A)(60秒)	673.8
I ₂	負荷電流(A)(5分)	376.3
I ₃	負荷電流(A)(229分)	331.2
I ₄	負荷電流(A)(230分)	385.7

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{1}{L} \{ K_1 \cdot I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + K_4 (I_4 - I_3) \} \\
 &= \frac{1}{0.9} \left\{ 6.18 \times 673.8 + 6.16 \times (376.3 - 673.8) \right. \\
 &\quad \left. + 6.09 \times (331.2 - 376.3) + 1.62 \times (385.7 - 331.2) \right\} \\
 &= 2,384 \text{Ah}
 \end{aligned}$$

< 2,400Ah (蓄電池容量)

(参考文献: 「据置蓄電池の容量算出法」 (SBA S 0601-2001))

蓄電池温度: +10℃
放電終止電圧: 1.80V/セル **【先行審査実績の反映】**

5. 蓄電池(非常用)の保守について

蓄電池(非常用)は、以下の点検により健全性確認を行う。 [23]

■ 巡視点検

○ 蓄電池点検

期間: 1回/日

内容: 外観の異常有無、異音、異臭、液位、液漏れ有無等の確認
蓄電池電圧指示値確認

■ 日常点検

○ 蓄電池点検

期間: 1回/月

内容: 外観点検(液位、液漏れ、損傷有無等確認)
電圧及び比重測定(電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認)

○ 均等充電

期間: 1回/運転サイクル(プラント運転時に実施)

内容: 均等充電(均等充電を実施する)
電圧及び比重測定(電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認)

■ 定期点検

○ 蓄電池点検

期間: 1回/定検

内容: 外観点検(液位、液漏れ、損傷有無等確認)
電圧及び比重測定(電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認)

○ 均等充電

期間: 1回/定検(プラント停止時に実施)

内容: 均等充電(均等充電を実施する)
電圧及び比重測定(電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認)

○ 容量試験

期間: 1回/定検

内容: 容量試験(電圧及び比重測定結果から判定基準に対して裕度の少ない数セルを選定し、
規定容量があることを確認)

■ 定期事業者検査

○ 機能・性能検査

期間: 1回/定検

内容: 電圧、比重、温度、液位

■ 蓄電池交換

○ 蓄電池交換

期間: 1回/17年

内容: 交換を行う

泊発電所3号炉

第17条 原子炉冷却材圧力バウンダリ

本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものの。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「17条-〇〇」を示している。

令和4年9月13日
北海道電力株式会社

1. 適合のための基本方針

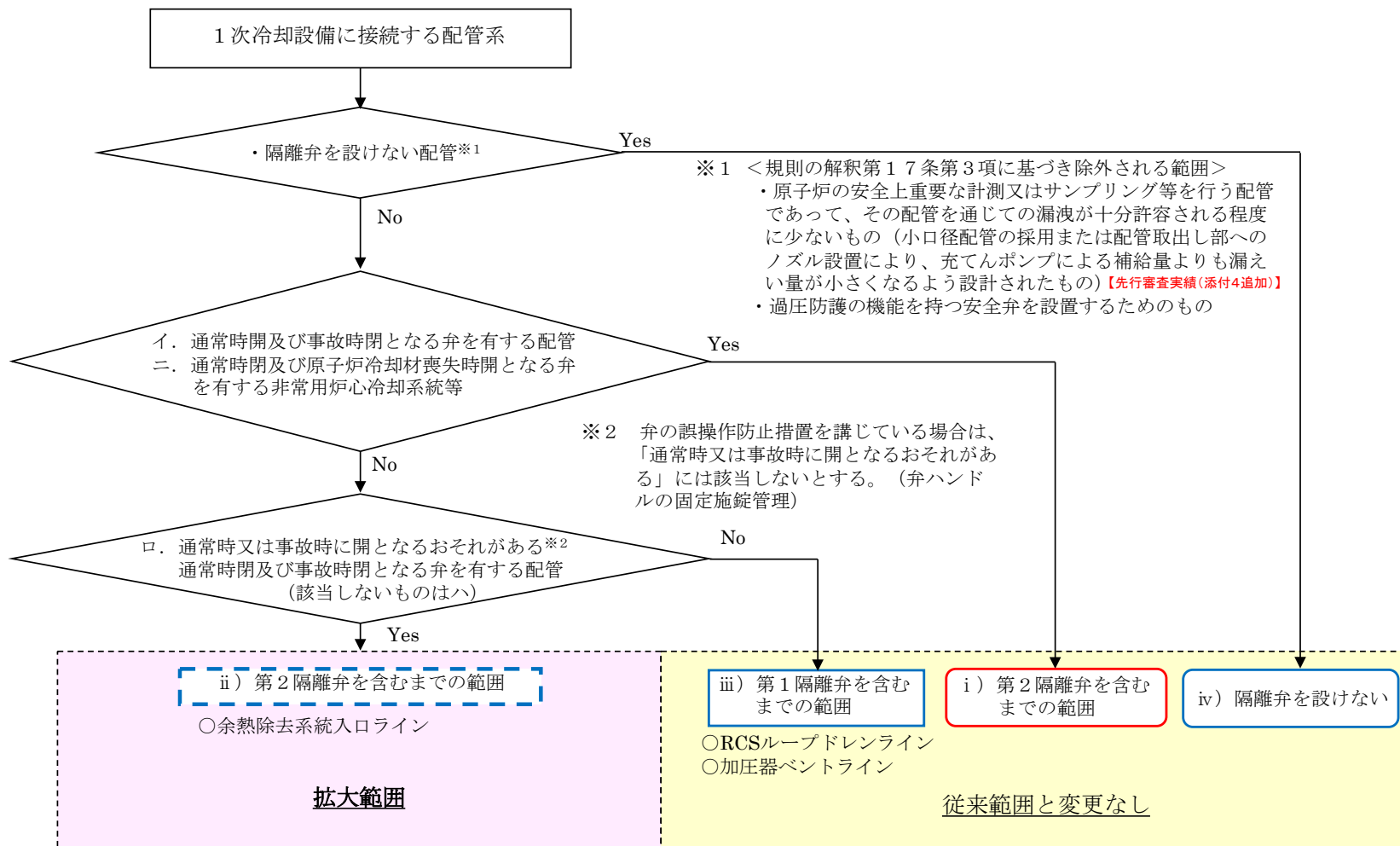
- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」
第十七条（原子炉冷却材圧力バウンダリ）の解釈追加箇所に対する適合の基本方針を以下に示す。

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。</p>	<p>【解釈追加箇所】</p> <p>1 原子炉冷却材圧力バウンダリは、次の範囲の機器及び配管をいう。</p> <p>三 接続配管</p> <p>イ 通常時開及び事故時閉となる弁を有するものは、原子炉側からみて、第2隔離弁を含むまでの範囲とする。 追加箇所</p> <p>ロ 通常時又は事故時に開となるおそれがある通常時閉及び事故時閉となる弁を有するものは、原子炉側からみて、第2隔離弁を含むまでの範囲とする。</p> <p>ハ 通常時閉及び事故時閉となる弁を有するもののうち、ロ)以外のものは、原子炉側からみて、第1隔離弁を含むまでの範囲とする。</p> <p>二 通常時閉及び原子炉冷却材喪失時開となる弁を有する非常用炉心冷却系等もイ)に準ずる。</p> <p>【適合のための基本方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲となる余熱除去系統入口ラインについては、従来クラス2機器としていたが、原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲としてクラス1機器における要求を満足していることを確認する。 ・拡大範囲については、クラス1機器供用期間中検査を行うとともに、拡大範囲のうち配管と管台の溶接継手に対して追加の非破壊検査(浸透探傷検査)を検査間隔にて全数(100%)継続的に行い健全性を確認する。

2. 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲の抽出(1/2)

- 接続配管のうち、通常時又は事故時に開となるおそれがある通常時閉及び事故時閉となる弁を有するラインについて、原子炉冷却材圧力バウンダリ全体を対象に下記フローに基づき抽出した。

[29] 【先行審査実績(添付3追加)】



上記フローに記載のイ、ロ、ハ、ニは、規則の解釈第17条第1項第3号 接続配管のイ、ロ、ハ、ニに該当する

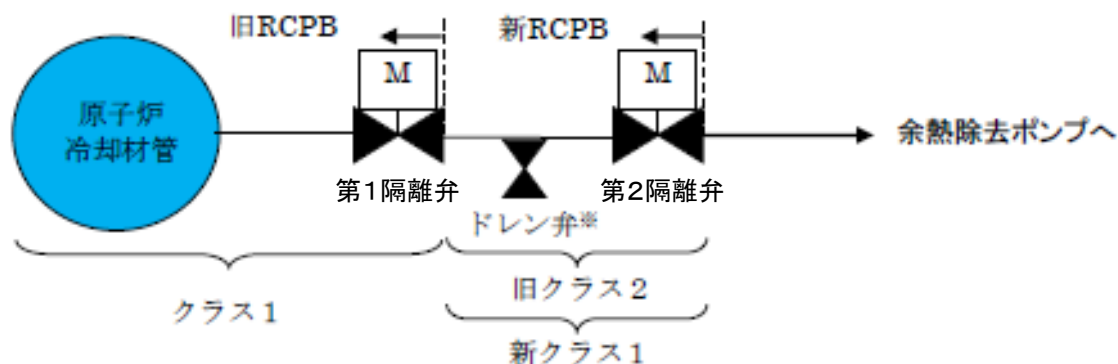
2. 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲の抽出(2/2)

- 前頁のフローで抽出した「余熱除去系統入口ライン」に設置している隔離弁については、第1隔離弁に原子炉冷却材圧力が高い場合には、開放しないようにインターロックを設けているものの、中央制御室から遠隔操作する電動弁であり、開となるおそれが否定できない。

よって、「余熱除去系統入口ライン」については、第1隔離弁から第2隔離弁までの範囲を原子炉冷却材圧力バウンダリとして抽出した。

また、第2隔離弁については、通常運転時、閉弁で電源を「切」としている。

[12]



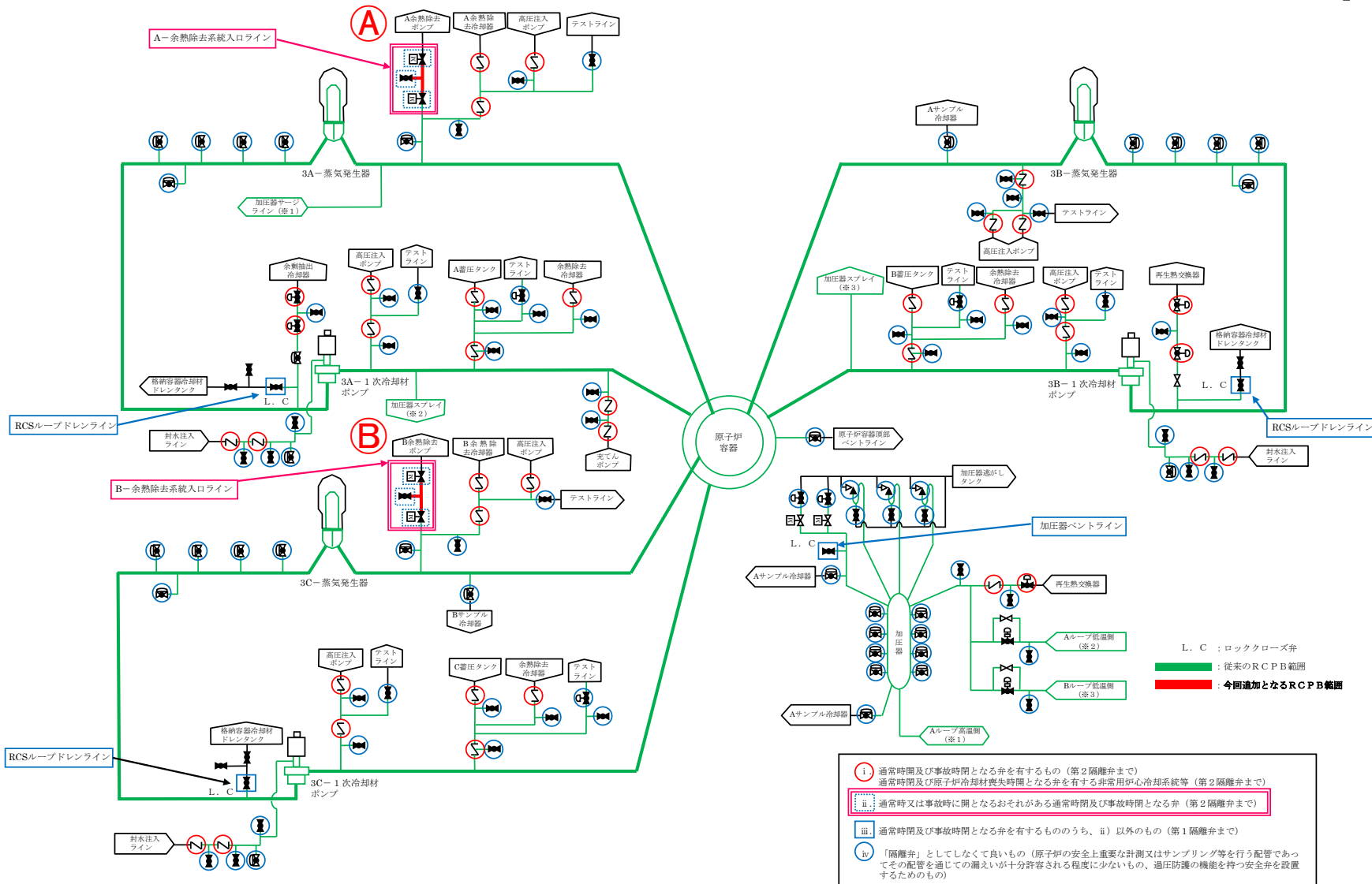
※管台直付けのため、配管部分はない。

原子炉冷却材圧力バウンダリ(RCPB)拡大範囲概念図

3. 原子炉冷却材圧カバウンダリ図

●原子炉冷却材圧カバウンダリ全体の中で、今回拡大範囲となった余熱除去入口ラインの範囲を**A**、**B**で示す。

[30]



4. 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲の仕様

- 新たに原子炉冷却材圧力バウンダリとなる余熱除去入口ラインの第1隔離弁から第2隔離弁を含むまでの配管・弁は、従来の原子炉冷却材圧力バウンダリ内の系統の仕様(最高使用圧力、最高使用温度)と同じ仕様であり、強度上も問題ない。[13、14]

余熱除去系統入口ラインの配管の仕様

	最高 使用圧力	最高 使用温度	材料 (呼び厚さ)
第1隔離弁上流の配管	17.16MPa	343℃	SUS316TP (Sch160)
第1隔離弁から 第2隔離弁間の配管	17.16MPa	343℃	SUS316TP (Sch160)
主配管からドレン弁間の 配管(管台のみ)	17.16MPa	343℃	SUSF316 (Sch160)

余熱除去系統入口ラインの弁の仕様

	最高 使用圧力	最高 使用温度	主要寸法 (呼び径)	材料 (弁箱・弁ふた)
第1隔離弁	17.16MPa	343℃	12B	SCS14A
第2隔離弁	17.16MPa	343℃	12B	SCS14A
ドレン弁	17.16MPa	343℃	3/4B	SUSF316

5. 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲の保全方法

- 新たに原子炉冷却材圧力バウンダリとなる余熱除去入口ラインの配管・弁については、従来はクラス2機器として供用期間中検査を行ってきたが、今後はクラス1機器として供用期間中検査を行なっていく必要がある。
- 日本機械学会発電用原子力設備規格維持規格(2008年版)に基づくクラス1機器またはクラス2機器に対する検査項目を以下に示す。

クラス1機器供用期間中検査に新たに組み込まれ、PSI未実施の部位については、クラス1機器としての現在の健全性を確認しておくため、今施設定期検査時に全数の検査・点検を実施している。

供用期間中検査項目

[17]【先行審査実績(添付5追加)】

検査対象	供用期間中検査				検査・点検 実績
	クラス2機器		クラス1機器		
	試験方法	試験程度*2	試験方法	試験程度*2	
主配管の 溶接継手	UT (板厚の 1/3t) +PT 〔100A を超える〕 溶接継手	溶接継手数の 7.5%/10 年	UT (全体積) 〔100A 以上の 溶接継手〕	溶接継手数の 25%/10 年	実施済 (H25.10)
	対象外 〔50A 以上 100A 以下 の対象部位なし〕		PT (100A 未満)		— (対象部位なし)
主配管と管台の 溶接継手	対象外	—	PT	溶接継手数の 25%/10 年	実施済 (H25.10)
主配管の支持部 材取付け溶接継 手	PT	溶接継手数の 7.5%/10 年	PT	溶接継手数の 7.5%/10 年	実施済 (H19.1)
支持構造物	VT	全数の 7.5%/10 年	VT	全数の 25%/10 年	実施済 (H24.6)
弁のボルト締付 け部	対象外	—	VT	類似弁毎に 1 台の 25%/10 年	実施済 (H26.6)
弁本体の内表面	対象外	—	VT	類似弁毎に 1 台/10 年	実施済 (H26.6)
全ての耐圧機器 (漏えい試験) *1	VT	100%/10 年	VT	100%/1 定検	実施予定

※1 系の漏えい試験における圧力保持範囲は、全ての弁が通常の原子炉起動に要求される開閉状態での原子炉冷却材圧力バウンダリと一致していなければならない。今回原子炉冷却材圧力バウンダリとして拡大した範囲のうち第1隔離弁は通常閉であることから、系の漏えい試験の圧力保持範囲は原子炉側から見て第1隔離弁までの範囲となる。なお、第1隔離弁は、原子炉冷却材圧力が高い場合には開放しないようインターロックを設置しており、高圧では開とならない設計としている。

※2 試験部位の選定は、機器と配管の溶接継手等の構造不連続部位、使用環境条件の厳しい部位、過去の損傷発生部位等を当該機器の重要性、接近性等の検査性、過去の検査実績等を勘案して選定する。

泊発電所 3号炉

第24条 安全保護回路

本資料の位置付け

- ・ まとめ資料より，ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したもの。
- ・ 本資料中の[〇〇]は，当該記載の抜粋元として，まとめ資料のページ番号「24条-〇〇」を示している。

令和4年10月7日
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

無断複製・転載等禁止

1. 適合のための基本方針

○「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

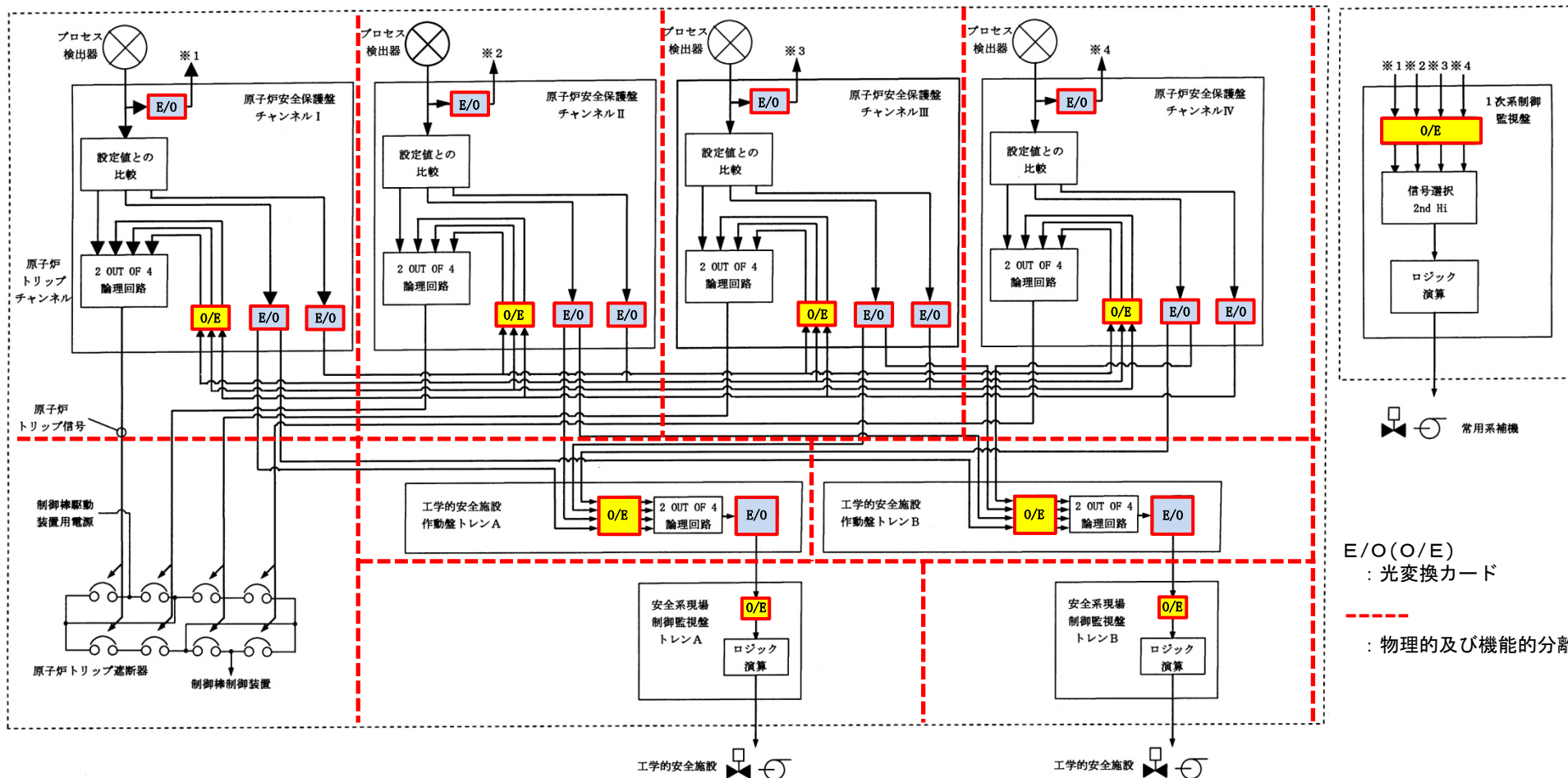
第二十四条（安全保護回路）

- ・新規基準としての追加要求事項は「第1項第六号」のみであり、その他の規制要求に変更はない。
- ・追加要求事項に対する適合の基本方針は以下のとおり。詳細は次頁以降参照。

設置許可基準	適合の基本方針
<p>(安全保護回路)</p> <p>第二十四条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>六 不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとする。</p> <p>(解釈)</p> <p>6 第6号に規定する「不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止すること」とは、ハードウェアの物理的分離、機能的分離に加え、システムの導入段階、更新段階又は試験段階でコンピュータウイルスが混入することを防止する等、承認されていない動作や変更を防ぐ設計のことをいう。</p>	<p>(物理的分離)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全保護設備は、盤の施錠等により、許可された者以外にはハードウェアを直接接続させないことで、物理的に分離している。 ・発電所出入管理により、物理的アクセスを制限している。 ・安全保護設備のシステムへのパスワード管理等により、電気的アクセスを制限している。 <p>(機能的分離)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全保護設備の信号を外部へ伝送する場合は、外部ネットワークと直接接続せず、防護装置（一方向のみに通信を許可する装置等）を介した一方向通信に制限し、ハードウェアレベルで外部からの信号を受信しないことで、機能的分離を行っている。 <p>(調達管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全保護設備は、システムの設計・製作・試験及び変更管理の各段階において、「安全保護系のデジタル計算機の適用に関する規程」(JEAC4620-2008)及び「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針(JEAG4609-2008)」に基づき、検証及び妥当性確認がなされたソフトウェアを使用している。 <p>(ソフトウェアの信頼性)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全保護設備は、固有のプログラム及び言語を使用し、一般的なコンピュータウイルスが動作しない環境としている。

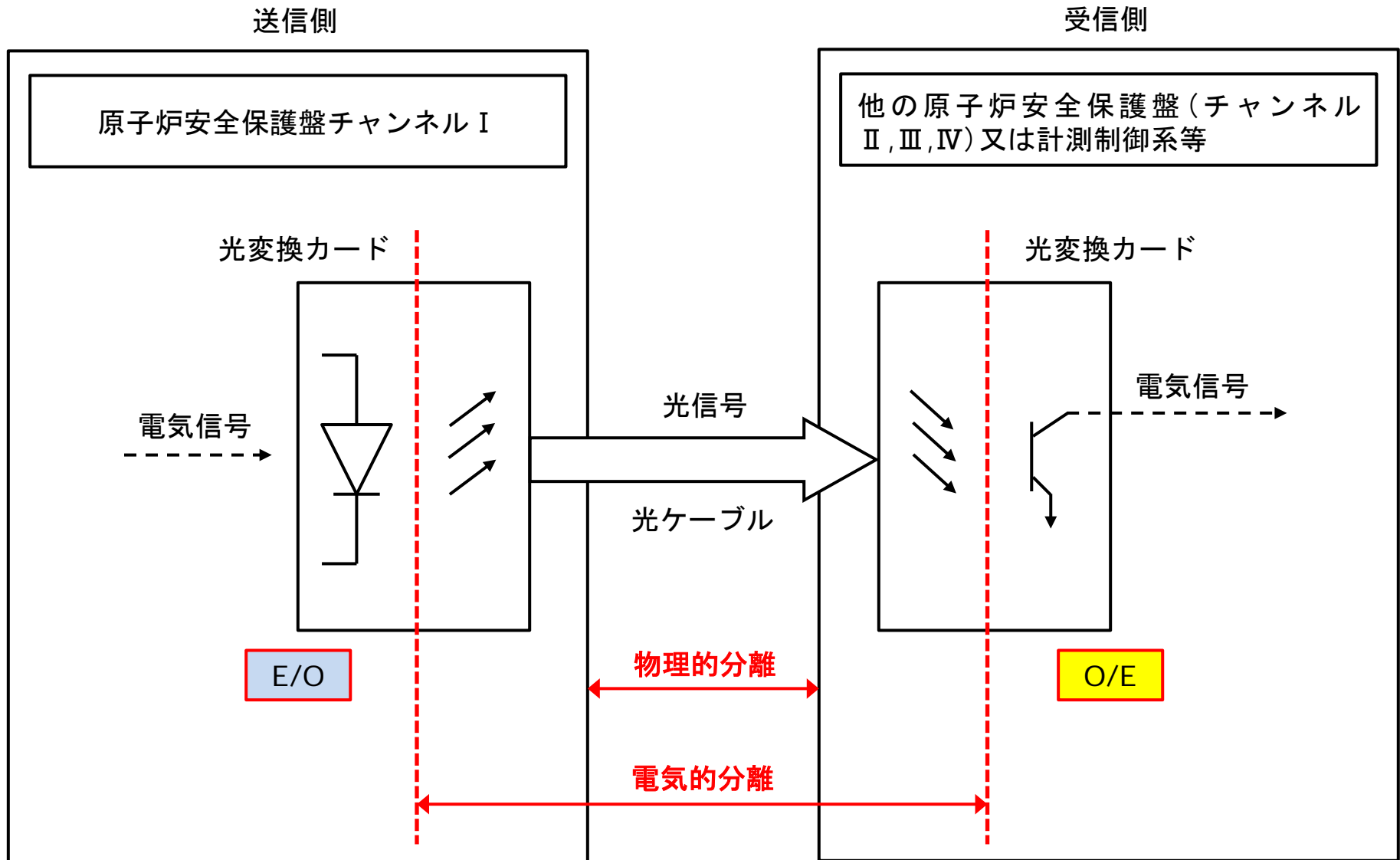
2. 物理的分離 (1 / 2)

- 安全保護設備は、チャンネル毎及びトレン毎に盤筐体に収納し、各チャンネル間・トレン間及び計測制御系等とは、物理的及び機能的に分離している。[38]
- 各盤筐体の施錠等により、許可された者以外がハードウェアを直接接続することを物理的に防止している。[31]
- 安全保護設備から他チャンネルや計測制御系等へのデータ伝送にあたっては、光変換カードによって電気信号を光信号に変換することで、物理的および電氣的に分離している。[31]



安全保護設備の構成[39]

2. 物理的分離 (2 / 2)



光通信における分離概念図[32]

3. 機能的分離， 物理的及び電気的アクセスの制限（1 / 2）

○機能的分離

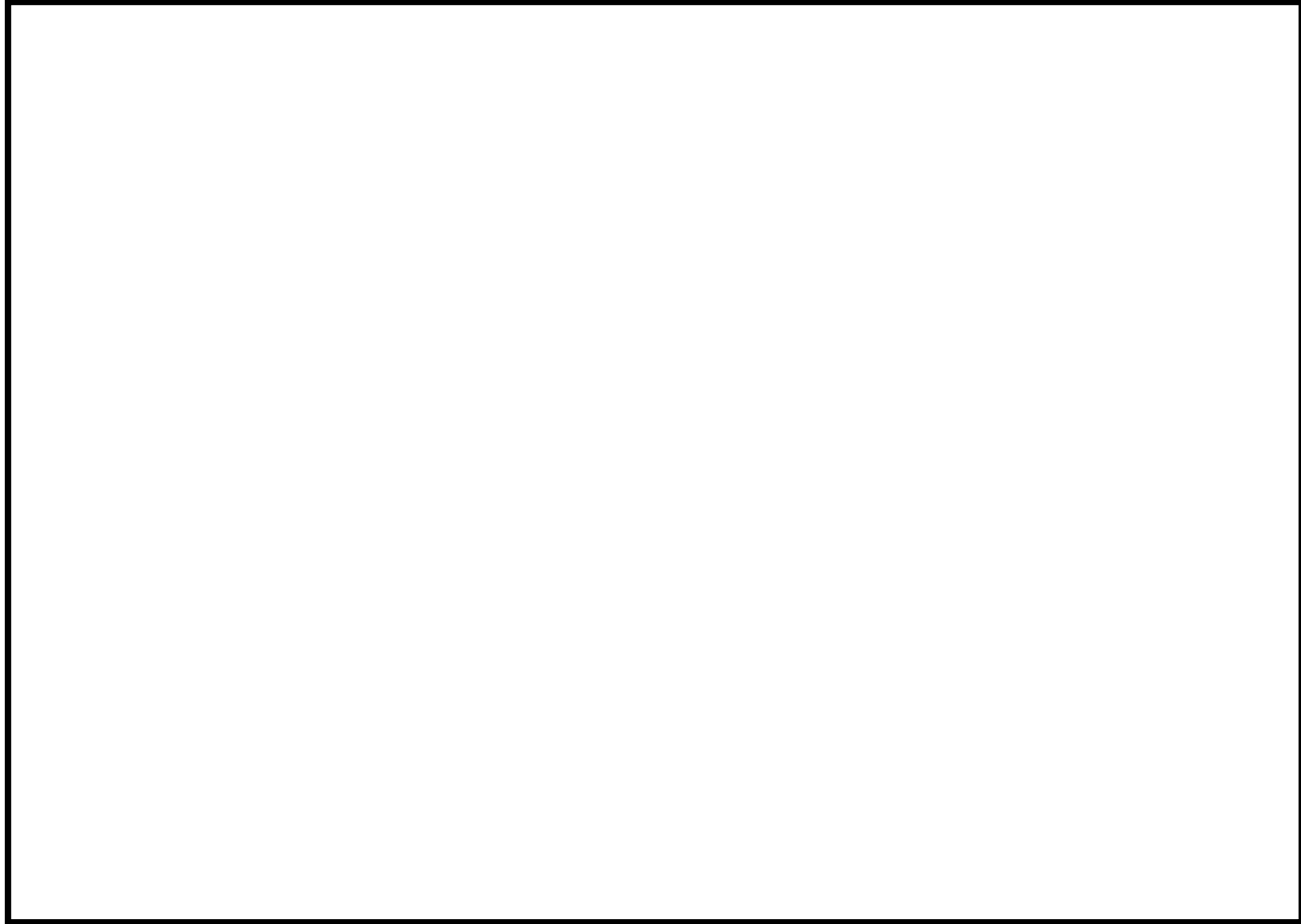
- ・ ソフトウェアを送信ソフトウェアのみとすることで、信号の流れが安全保護設備からデータ収集計算機へ信号を送信するのみの一方向となっている。[37]
- ・ 安全保護設備とデータ収集計算機との間に設けた防護装置（）により、ハードウェアレベルで信号の流れが安全保護設備から信号を送信するのみの一方向となっている。[37]
- ・ データ収集計算機と外部システムとの間には、防護装置（）を介して接続している。[37]

○物理的及び電気的アクセスの制限

- ・ 発電所の出入管理，安全保護設備に対する盤の施錠や貸出管理等により，物理的アクセスを制限している。[37]
- ・ 安全保護設備のシステムへのパスワード管理等により，電気的アクセスを制限している。[37]

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3. 機能的分離, 物理的及び電気的アクセスの制限 (2 / 2)



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

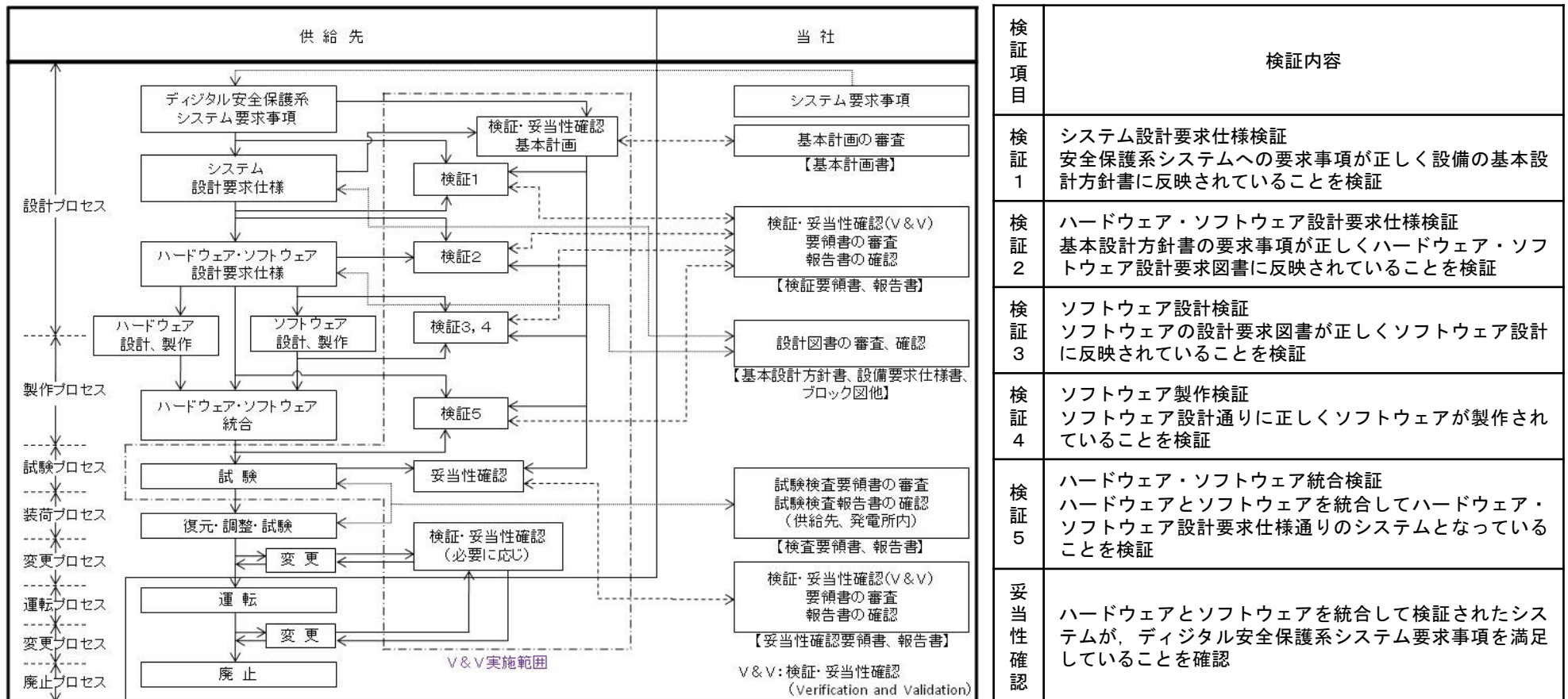
4. コンピュータウイルスによる被害の防止

- ・安全保護設備は、固有のプログラム及び言語を使用することで、一般的なコンピュータウイルスが動作しない環境としている。[33]
- ・安全保護設備は、パスワード管理等によって、ソフトウェアへの不要なアクセスを制限している。[33]
- ・安全保護設備は、設計・製作・試験及び変更管理の各段階で、検証及び妥当性確認（コンピュータウイルスの混入防止を含む）がなされたソフトウェアを使用している。[33]
- ・情報システムセキュリティ計画を策定し、当社原子力施設に係る情報システムへの妨害または破壊行為を防止するための措置を講じるとともに、当該措置の実効性を定期的に確認している。[33]

項目	確認項目
調達に係る対策	
システムの構成に係る対策	
システムの構成要素に係る対策	
アクセスの制御に係わる対策	
パスワードに係わる対策	
バックアップに係わる対策	
媒体に係わる対策	
セキュリティチェック	

5. 検証及び妥当性確認

- ・安全保護設備のプログラムは、工場製作段階からライフプロセスにおける各段階において、想定脅威に対する対策、品質保証活動に基づく検証及び妥当性確認等を実施している。[34]
- ・安全保護設備のデジタル化にあたっては、システムの設計・製作・試験・変更管理の各段階で、以下の規格及び指針に基づく検証及び妥当性確認がなされたソフトウェアを使用している。[35]
 - ・安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する指針 (JEAG4609-1999) (建設時～以下の規程及び指針に改定されるまでの間に適用)
 - ・安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程 (JEAC4620-2008)
 - ・デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針 (JEAG4609-2008)



検証及び妥当性確認の流れ[36]

6. ソフトウェア変更管理

内の内容は先行との差異あり。
「比較結果等を取りまとめた資料」参照。

枠囲みの内容は機密情報に
属しますので公開できません。

- ・安全保護設備のソフトウェア変更にあたっては、安全系計装盤室内の施錠管理された盤内に設置された専用保守ツールを使用するとともに、専用保守ツールはパスワード管理することで、管理されないソフトウェアの変更を防止している。[40]
- ・専用保守ツールのパスワードは、関係者に限定して付与するとともに、**定期的（定期保安工事毎等）に見直す**ものとしている。[40]
- ・インストールしたソフトウェアは、専用保守ツールの保管庫（ハードディスク）に保管するとともに、**安全保護設備の改造工事毎**にバックアップを採取し、記憶媒体を施錠管理した保管庫（事務所）にて保管している。[40]

泊発電所 3号炉

第33条 保安電源設備

本資料の位置付け

- ・まとめ資料より、ヒアリングにて口頭でご説明申し上げる箇所を抜粋したものの。
- ・本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号「33条-〇〇」を示している。

令和4年9月6日

北海道電力株式会社

1. 適合のための基本方針（1 / 2）

● 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」 第三十三条（保安電源設備）

✓ 追加要求事項である第三十三条第3～8項（第7項は解釈のみ）に対する基本方針を以下に示す。

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>3 保安電源設備（安全施設へ電力を供給するための設備をいう。）は，電線路，発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないように，機器の損壊，故障その他の異常を検知するとともに，その拡大を防止するものでなければならない。</p>	<p>保安電源設備は，安全施設への電力の供給が停止することがないように，機器の損傷，故障その他の異常を検知するとともに，それらの拡大を防止する設計とする。</p>
<p>4 設計基準対象施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は，それぞれ互いに独立したものであって，当該設計基準対象施設において受電可能なものであり，かつ，それにより当該設計基準対象施設を電力系統に連系するものでなければならない。</p>	<p>泊発電所の外部電源系は，275kV送電線2ルート4回線及び66kV送電線1ルート2回線の合計3ルート6回線にて，電力系統に連系する設計とする。 275kV送電線は，泊幹線2回線，後志幹線2回線の2ルートでそれぞれ西野変電所，西双葉開閉所に連系し，それぞれ互いに独立した設計としている。また，66kV送電線は，泊電源支線2回線の1ルートで国富変電所に連系する設計とする。</p>
<p>5 前項の電線路のうち少なくとも一回線は，設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できるものでなければならない。</p>	<p>275kV送電線（泊幹線及び後志幹線）4回線と66kV送電線（茅沼線及び泊支線）2回線は，同一の送電鉄塔に架線しないよう，それぞれに送電鉄塔を備え，互いに物理的に分離した設計とする。66kV送電線（泊電源支線）は地中に埋設する設計とする。</p>

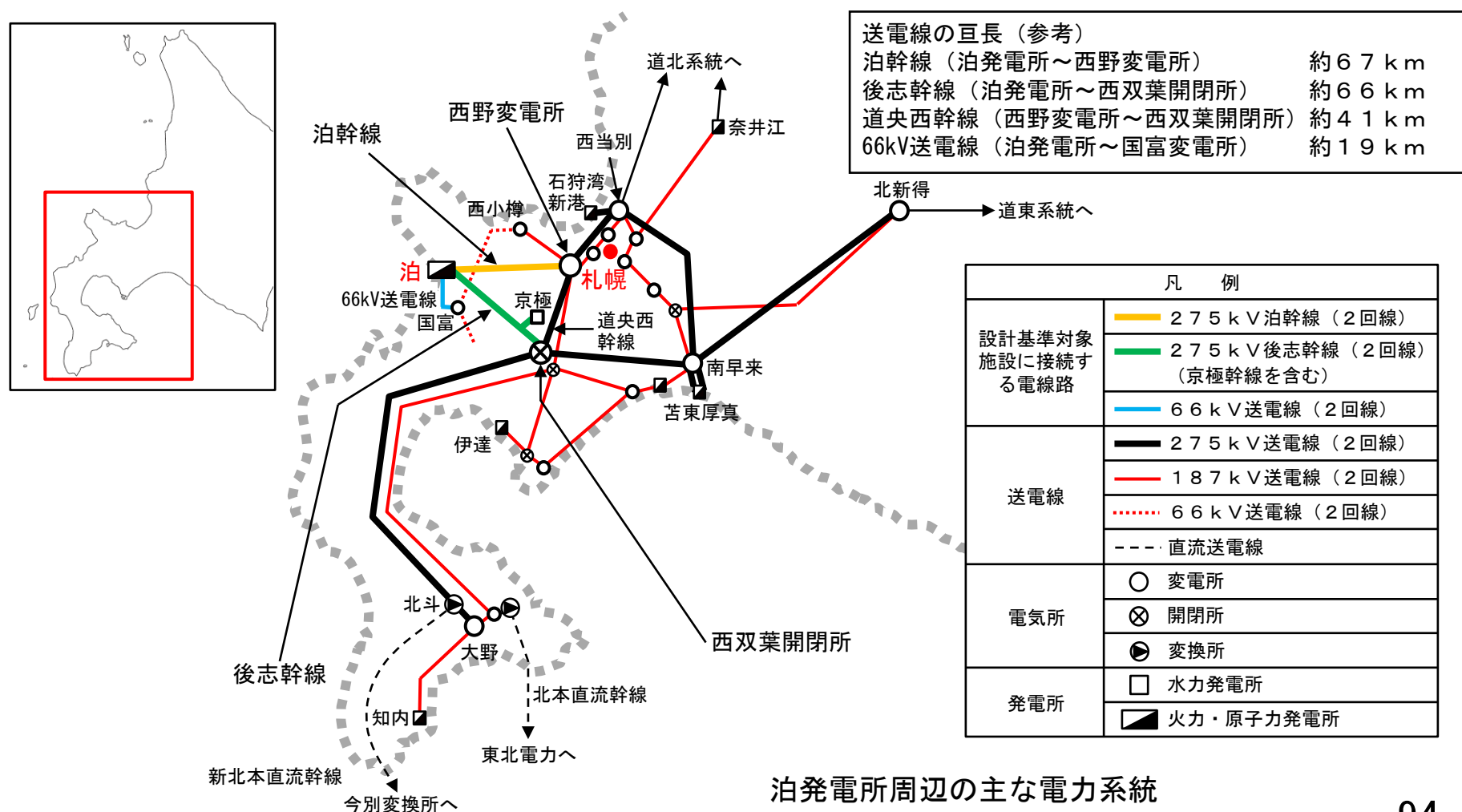
1. 適合のための基本方針（2 / 2）

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>6 設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の工場等の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないものでなければならない。</p>	<p>275kV送電線4回線と66kV送電線2回線は、1回線で原子炉の停止に必要な電力を供給し得る容量があり、275kV送電線4回線はタイラインで接続されていることから、いずれの2回線が喪失しても、原子炉を安全に停止するための電力を受電することができる設計とする。</p>
<p>7 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。</p> <p>【追加要求事項】 (解釈) 7 第7項に規定する「十分な容量」とは、7日間の外部電源喪失を仮定しても、非常用ディーゼル発電機等の連続運転により必要とする電力を供給できることをいう。非常用ディーゼル発電機等の燃料を貯蔵する設備（耐震重要度分類Sクラス）は、7日分の連続運転に必要な容量以上を敷地内に貯蔵できるものであること。</p>	<p>ディーゼル発電機及びその附属設備は、多重性及び独立性を考慮して、必要な容量のものを各々別の場所に2台備え、各々非常用高圧母線に接続する。 蓄電池は、非常用2系統を各々別の場所に設置し、多重性及び独立性を確保した設計とする。</p> <p>ディーゼル発電機については、7日間の外部電源喪失を仮定しても、連続運転により必要とする電力を供給できるよう、7日間分の容量以上の燃料を敷地内のディーゼル発電機燃料油貯油槽に貯蔵する。</p>
<p>8 設計基準対象施設は、他の発電用原子炉施設に属する非常用電源設備及びその附属設備から受電する場合には、当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しないものでなければならない。</p>	<p>設計基準事故において、原子炉施設に属する非常用電源設備及びその附属設備は、原子炉ごとに単独で設置し、他の原子炉施設と共用しない設計とする。</p>

2. 保安電源設備の概要

(1) 電力システムの概要[100]

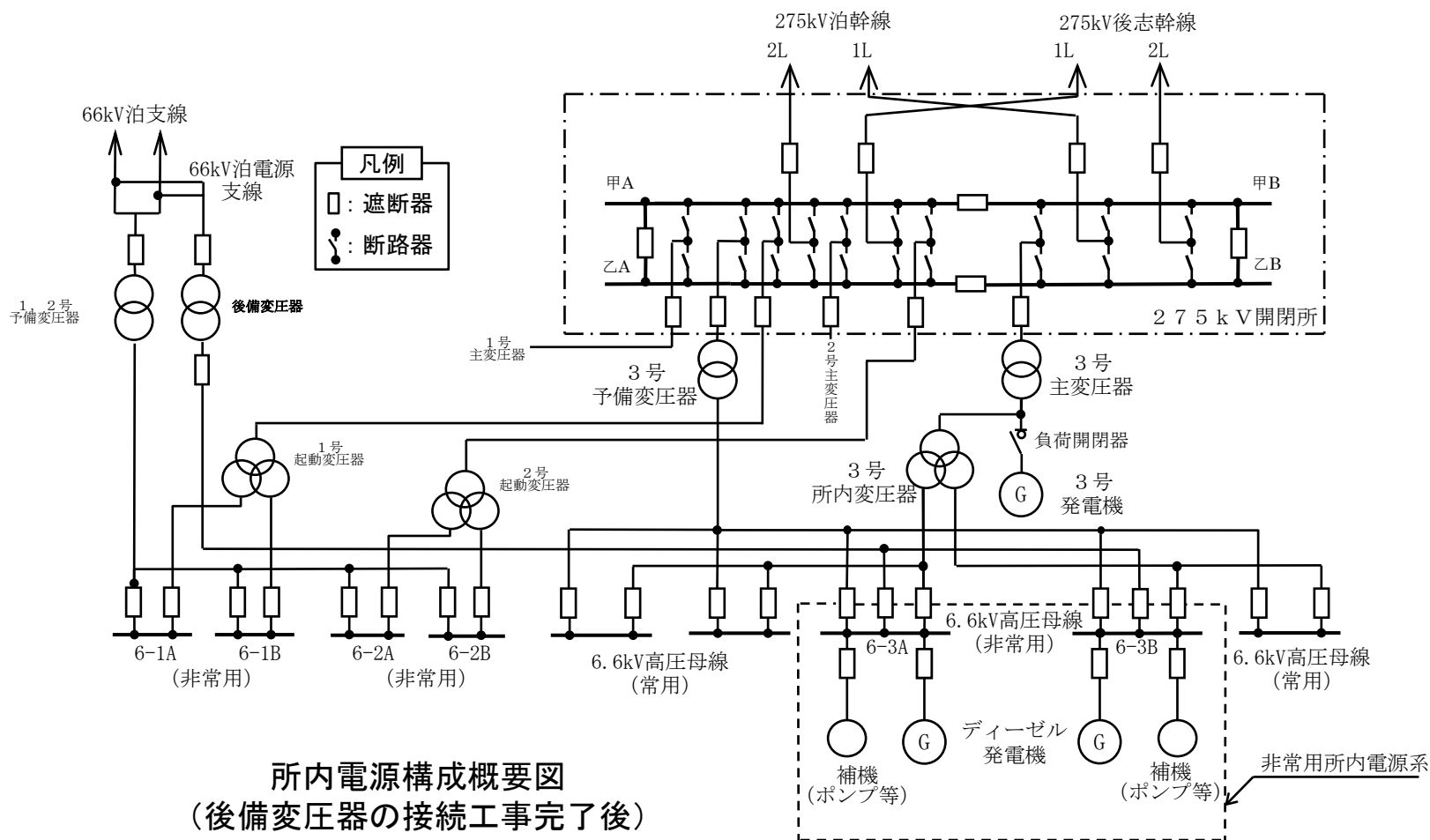
- 泊発電所に接続する送電線は、275kV送電線（北海道電力ネットワーク株式会社泊幹線及び後志幹線（以下、「泊幹線」及び「後志幹線」という。））2ルート4回線及び66kV送電線（北海道電力ネットワーク株式会社泊電源支線（以下、「泊電源支線」という。））1ルート2回線である。



2. 保安電源設備の概要

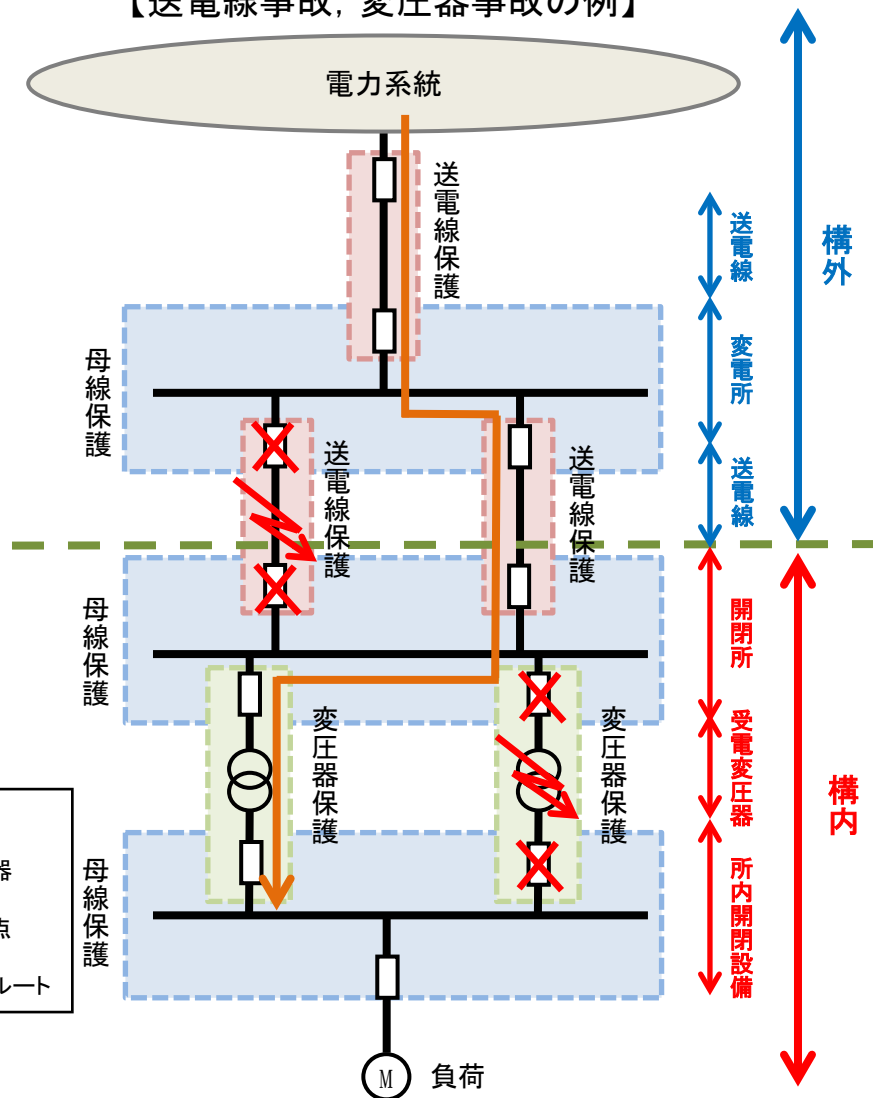
(2) 所内電源系統の概要 [66]

- 275kV送電線は、275kV開閉所から予備変圧器を介し又は主変圧器及び所内変圧器を介して給電できる。また、66kV送電線は、後備変圧器を介して給電できる設計とする。
- 非常用高圧母線は2母線で構成し、外部電源系又はディーゼル発電機のいずれからも受電できる構成としている。



3. 発電所構内における電気系統の信頼性

【送電線事故, 変圧器事故の例】



● 電気設備の保護[67]

電気系統の機器の短絡や地絡, 母線の低電圧や過電流を検知し, 遮断器により故障箇所を隔離し, 故障による影響を局所化し, 他の電気系統の安全性能への影響を限定できる設備構成としている。

なお, 吊り下げ設置型高圧遮断器については, 使用していない。【先行審査実績の反映】

(主な保護の一例)

・ 送電線保護

送電線の短絡又は地絡を検出した場合, 当該送電線が連系される遮断器を開放し, 故障区間を速やかに分離し, 残りの健全回線の電力供給を維持する。

・ 母線保護

母線の短絡又は地絡を検出した場合, 当該母線が連系される遮断器を開放し, 故障区間を速やかに分離し, 残りの健全側母線の電力供給を維持する。

・ 変圧器保護

変圧器の短絡又は地絡を検出した場合, 当該変圧器が連系される遮断器を開放し, 故障変圧器を速やかに分離するとともに待機側変圧器に切替えることで, 母線の電力供給を維持する。

4. 1 相開放故障への対策について (1 / 2)

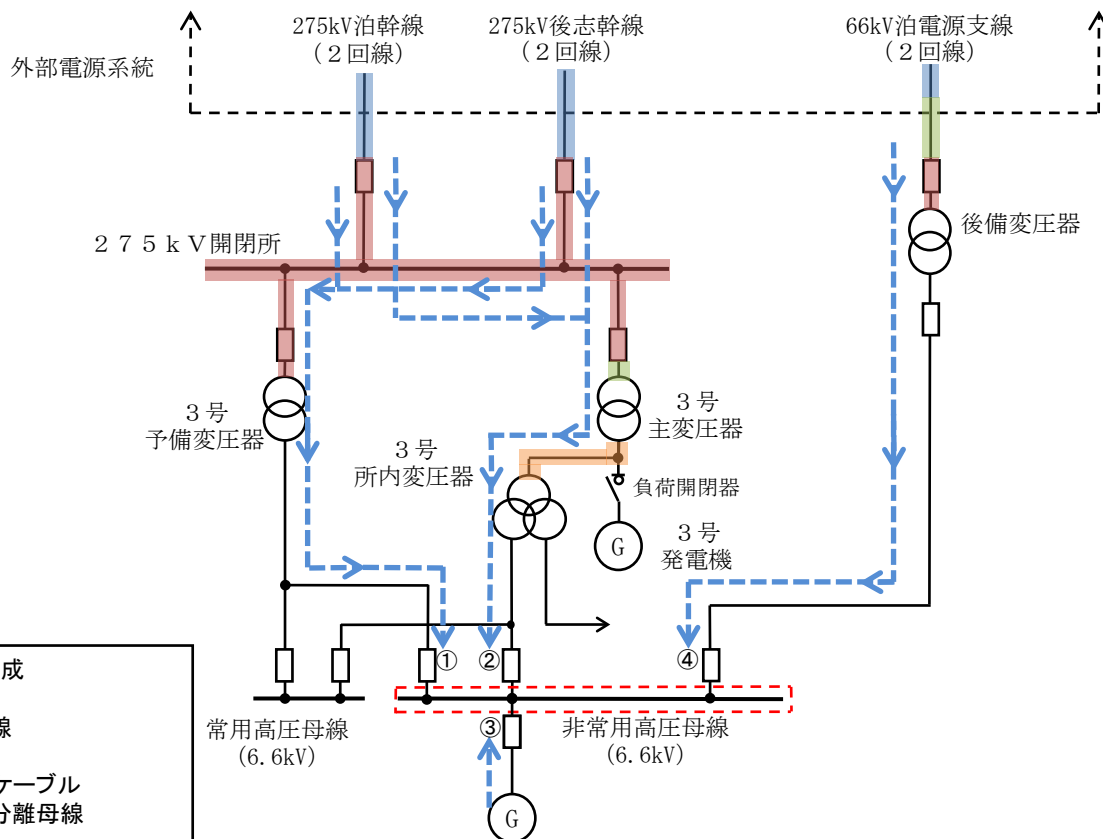
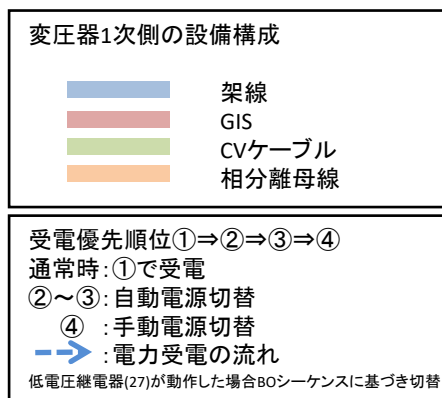
外部電源に直接接続している変圧器の1次側において3相のうちの1相の電路の開放が生じた場合にあっては、故障箇所の隔離又は非常用母線の接続変更を行うことによって、安全施設への電力の供給が停止することがないように、安全施設への電力供給の安定性を回復できる設計とする。非常用高压母線の受電方法は以下のとおり。[70]

(1) 非常用高压母線の受電方法[70, 99]

非常用高压母線の受電方法は以下のとおり。

- ①通常時，275kV送電線から予備変圧器を介して受電。
- ②予備変圧器から受電できない場合，所内変圧器を介して受電。
- ③予備変圧器及び所内変圧器から受電できない場合，ディーゼル発電機から受電。
- ④ディーゼル発電機から受電できない場合，66kV送電線から後備変圧器を介して受電。

(後備変圧器の接続工事完了後)



非常用高压母線の受電イメージ

4. 1 相開放故障への対策について (2 / 2)

(2) 1 相開放故障の検知について [72~74, 98]

変圧器の 1 次側には、接地された筐体・管路内に配線が収納された構造の箇所と、気中に露出した架線部の箇所がある。

【筐体・管路内】

G I S から変圧器の 1 次側の接続部位は、米国バイロン 2 号炉同様の架線による接続ではなく、接地された筐体・管路内に配線が収納された構造（G I S、CV ケーブル、相分離母線）であり、このような構造の場合、破損が想定される架線部は存在せず、また仮に導体の断線による 1 相開放故障が発生したとしても、接地された筐体・管路を通じ完全地絡となることで、保護継電器による検知が可能である。

66kV 開閉所（後備用）から後備変圧器の 1 次側の接続部位についても同様な設計とするとともに、66kV G I S への送電線引込部についてはケーブル引き込みによる設計とする。

【架線部】

1 相開放故障において自動検知が困難な箇所は架線部であり、泊 3 号炉では 275kV G I S への送電線引込部に架線部がある。この送電線引込部における 1 相開放故障に対し、外部電源の複数回線接続、巡視点検により 1 相開放故障が問題とならないようにしている。

- ・ 275kV 送電線 4 回線はタイラインで接続しているため、1 相開放故障が発生した場合でも、残りの回線で各相の電圧を維持できる。
- ・ 架線部（送電線引込部）での 1 相開放故障が発生した場合には、自動検知ができないため、故障状態が放置されないよう、運転員の巡視点検（1 回 / 1 日）にて架線部（送電線引込部）の確認を実施している。

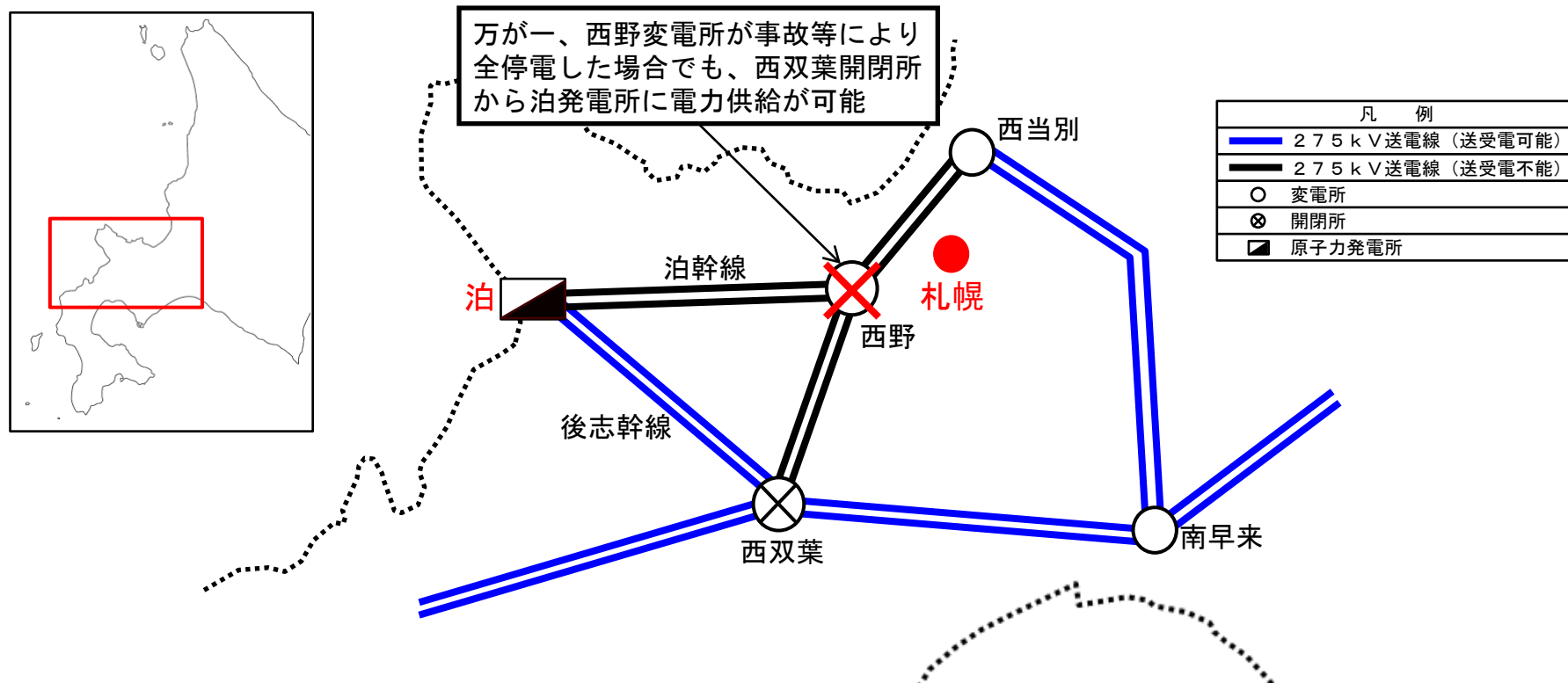
(3) 検知後の対応 [74]

1 相開放故障を検知した場合、給電中の変圧器を手動にて切り離すことにより、待機側の変圧器が受電可能な状態であれば自動的に切替わり、健全な変圧器より非常用高圧母線に給電される。

仮に待機側の変圧器が使用できない場合等においては、ディーゼル発電機の起動により非常用高圧母線に給電される。

5. 電線路の独立性 (1 / 2)

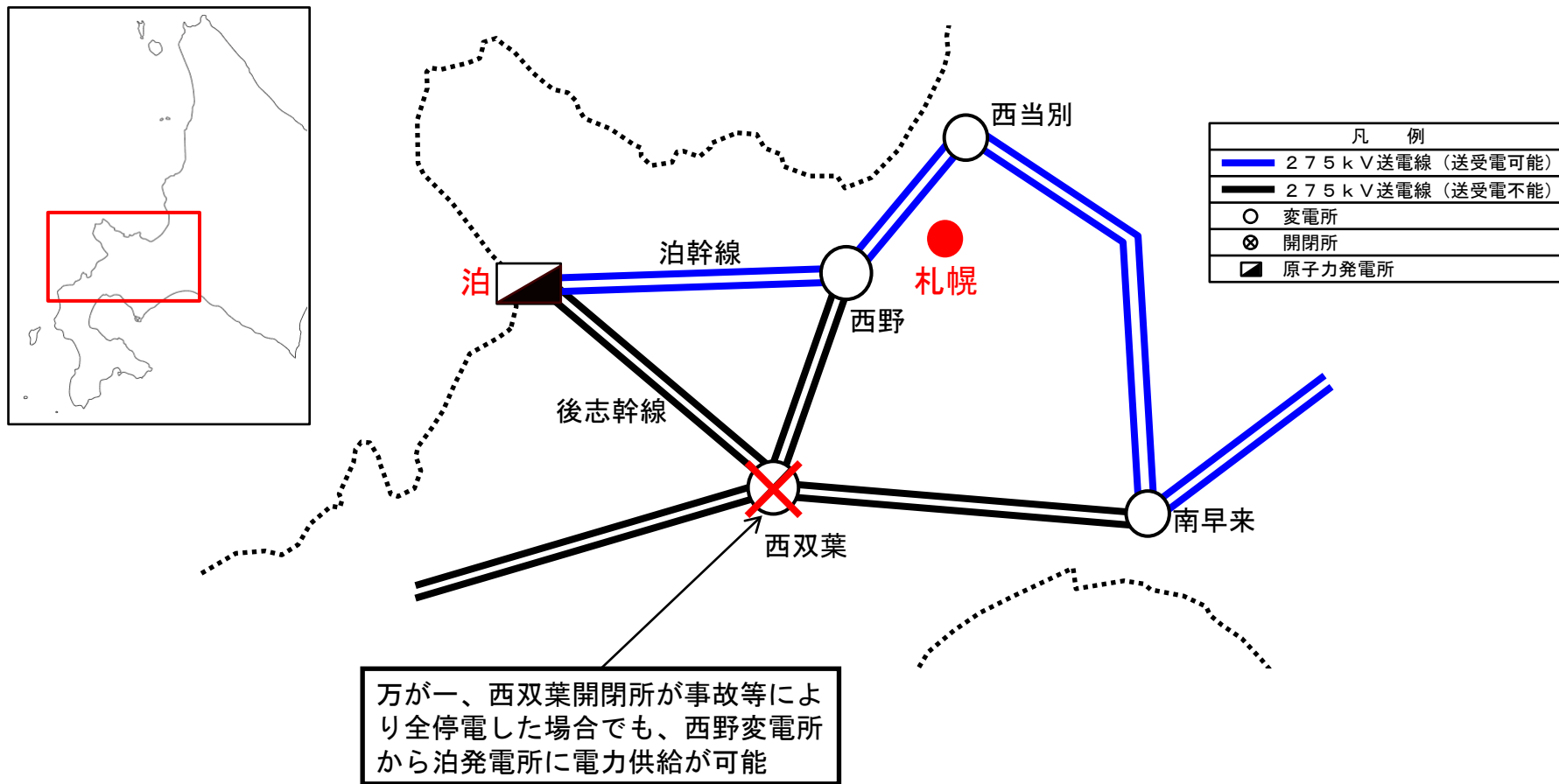
- 泊幹線及び後志幹線を含む道央圏の275kV系統は、ループ状に形成しており供給信頼性の向上を図っている。[100]
- 仮に西野変電所が全停電となった場合でも、保護リレーにより事故区間を速やかに除去することで、他への波及を防止するとともに西双葉開閉所からの送電が継続されることから泊発電所の外部電源系が全停電することはない。[101]



西野変電所全停電時の電力供給ルート

5. 電線路の独立性 (2 / 2)

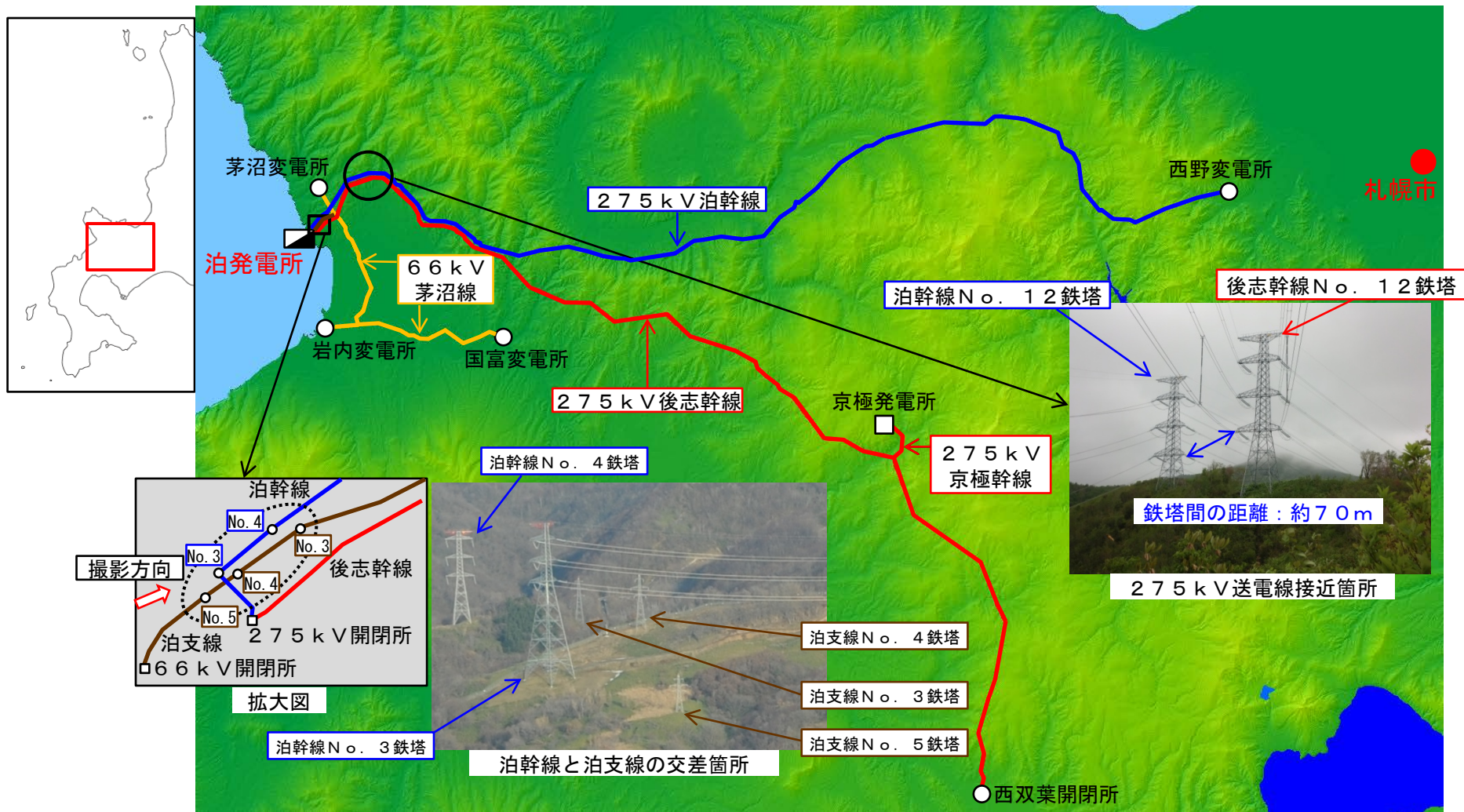
- 仮に西双葉開閉所が全停電となった場合でも、保護リレーにより事故区間を速やかに除去することで、他への波及を防止するとともに西野変電所からの送電が継続されることから泊発電所の外部電源系が全停電することはない。[102]



西双葉開閉所全停電時の電力供給ルート

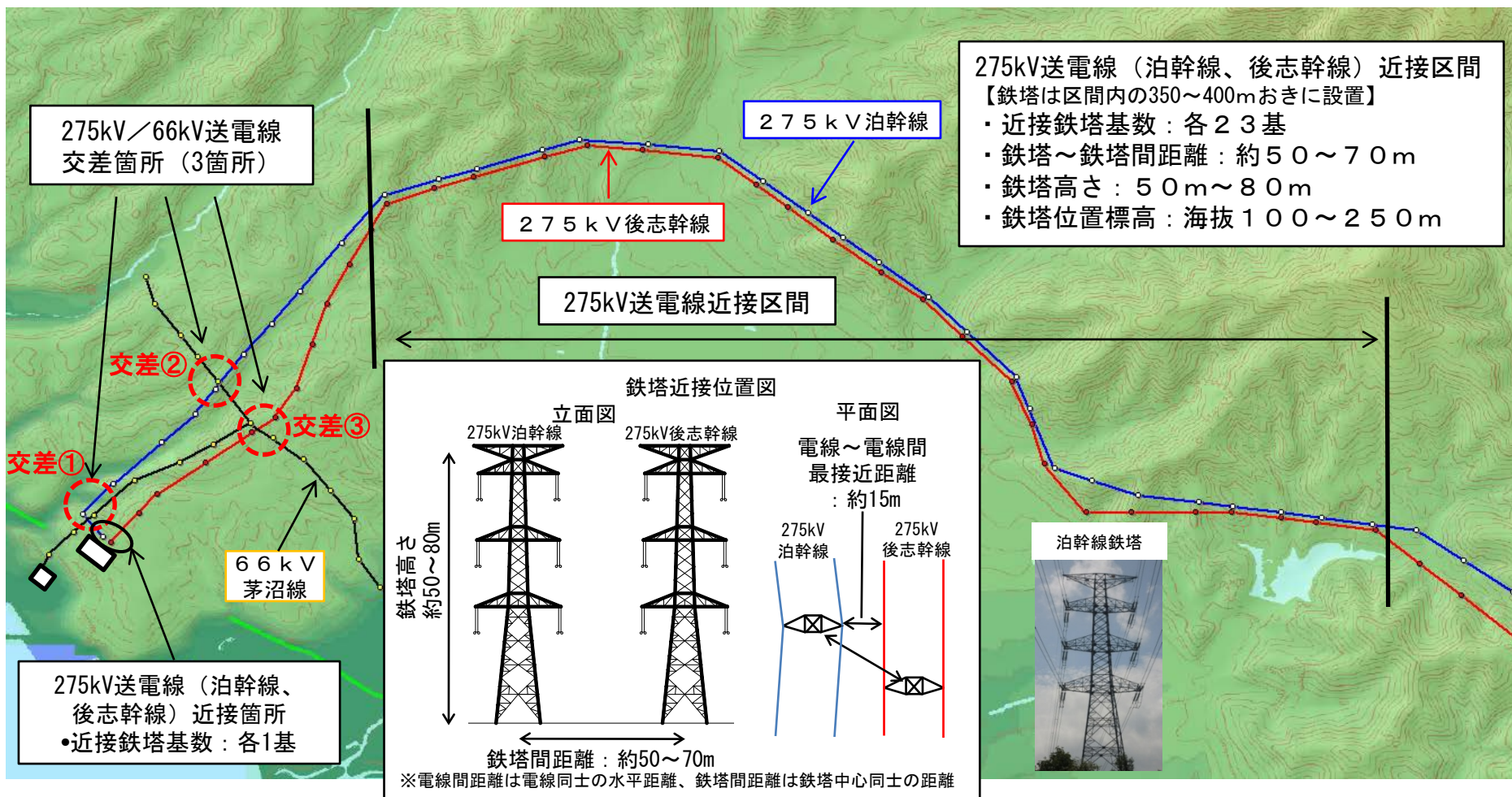
6. 電線路の物理的分離 (1 / 5)

- 275kV送電線2ルート4回線, 66kV送電線1ルート2回線の設備構成であり, 各々のルートの送電線はそれぞれに送電鉄塔を備えて各2回線を架線しており, 物理的に分離した設計としている。[103]



6. 電線路の物理的分離 (2 / 5)

- 送電線の交差箇所・近接区間の状況は以下のとおり。[104]
 - ✓ 275kVと66kV送電線における交差箇所は3箇所
 - ✓ 275kV送電線同士の交差箇所はなし
 - ✓ 275kV泊幹線, 275kV 後志幹線が近接している箇所は24基



6. 電線路の物理的分離 (3 / 5)

● いずれの交差箇所でも送電線事故が発生した場合も、275kV送電線 1 ルートで供給が可能である。[105]

✓ 交差①及び②での送電線事故時 → 275kV後志幹線 2 回線により供給可能

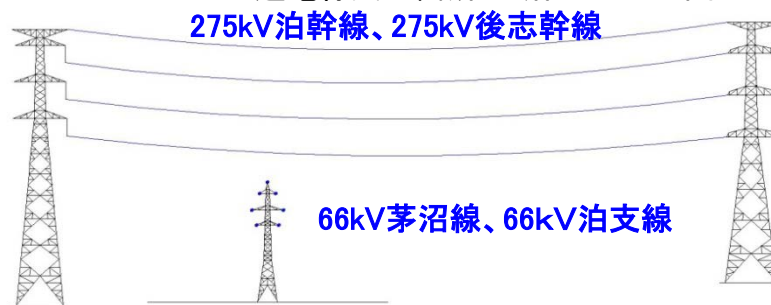
✓ 交差③での送電線事故時 → 275kV泊幹線 2 回線により供給可能

※66kV送電線は275kV送電線より下方で交差しており、66kV送電線による275kV送電線への影響はない

写真 (1) 交差①：泊幹線と泊支線の交差箇所



275kV/66kV送電線交差箇所の断面イメージ図



275kV/66kV送電線交差箇所の拡大図(3箇所)

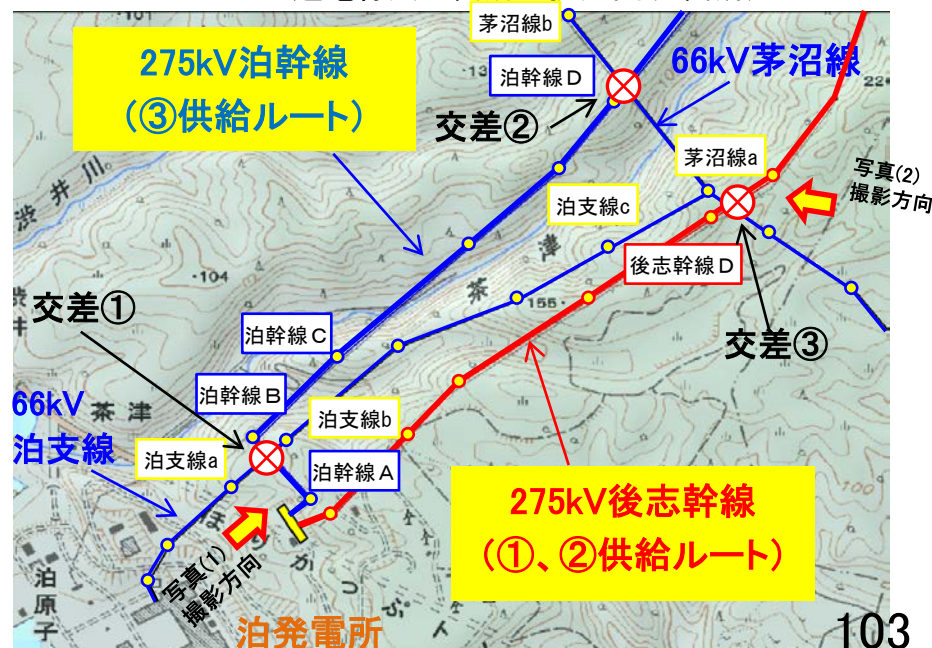


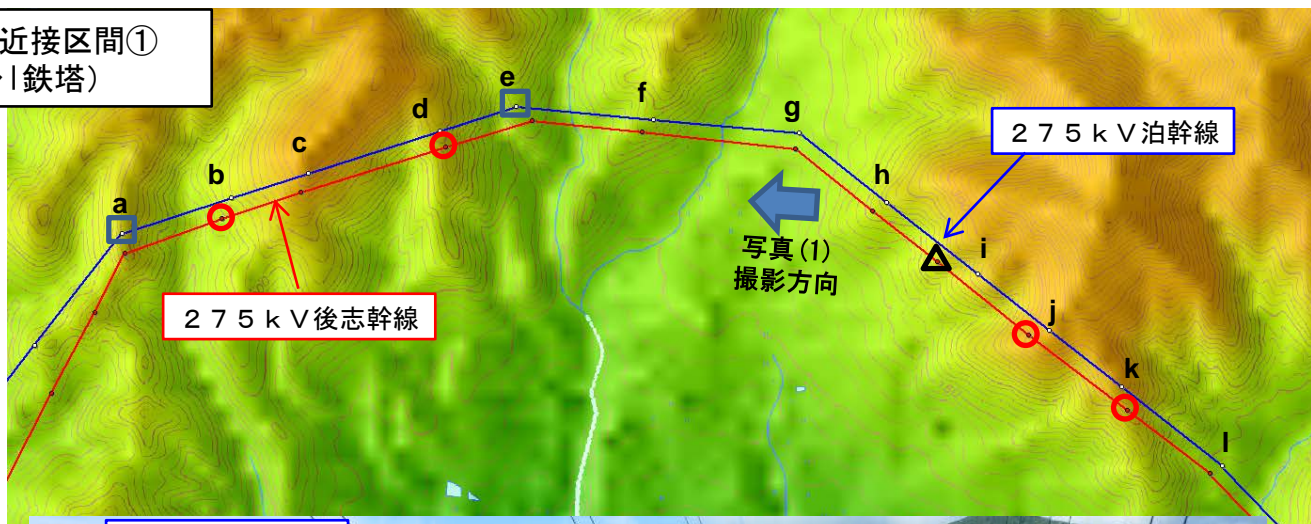
写真 (2) 交差②③：泊幹線・後志幹線と茅沼線の交差箇所



6. 電線路の物理的分離 (4 / 5)

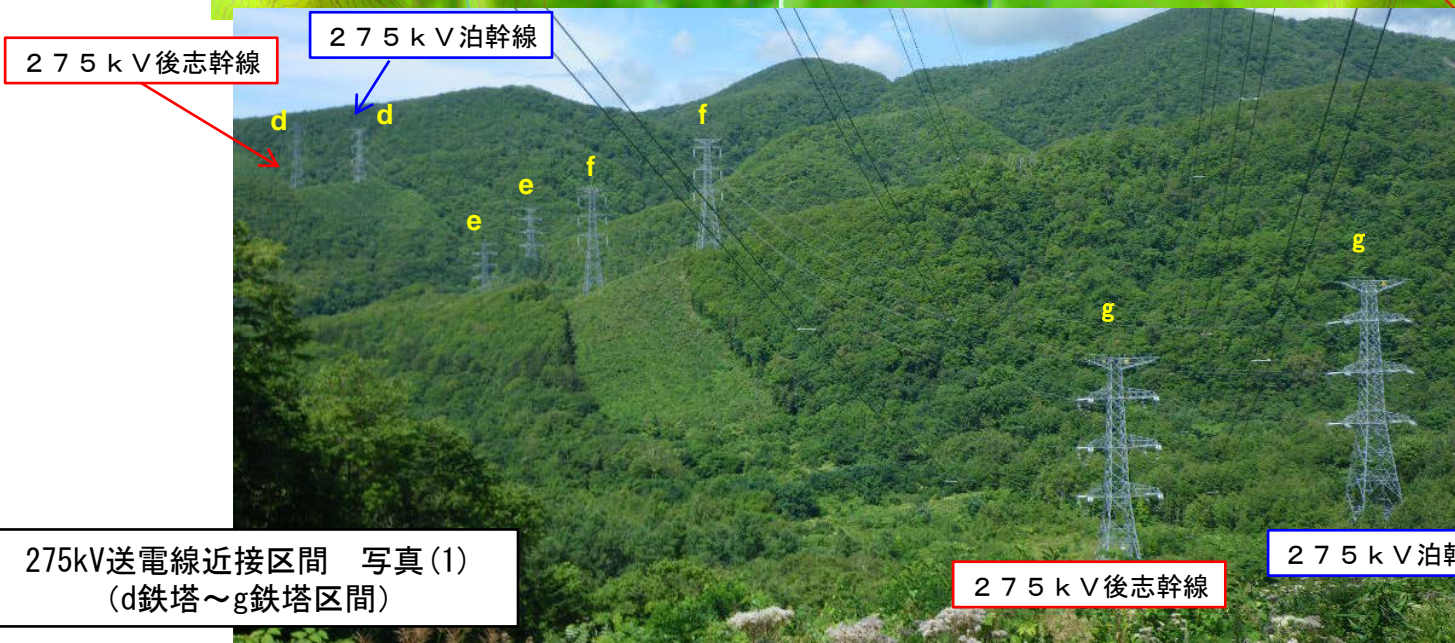
- 泊発電所に接続する送電線については、鉄塔敷地周辺の地盤変状による鉄塔基礎の安定性に影響がないことを確認している。近接区間①及び②については、地形・地質評価，表層評価，気象状況から共倒れが発生するリスクは極めて低いと評価している。[106~107]

275kV送電線近接区間①
(a鉄塔～l鉄塔)



凡例	
□	対策箇所A
○	対策箇所B
△	対策箇所C

※「対策箇所」についてはP18で後述



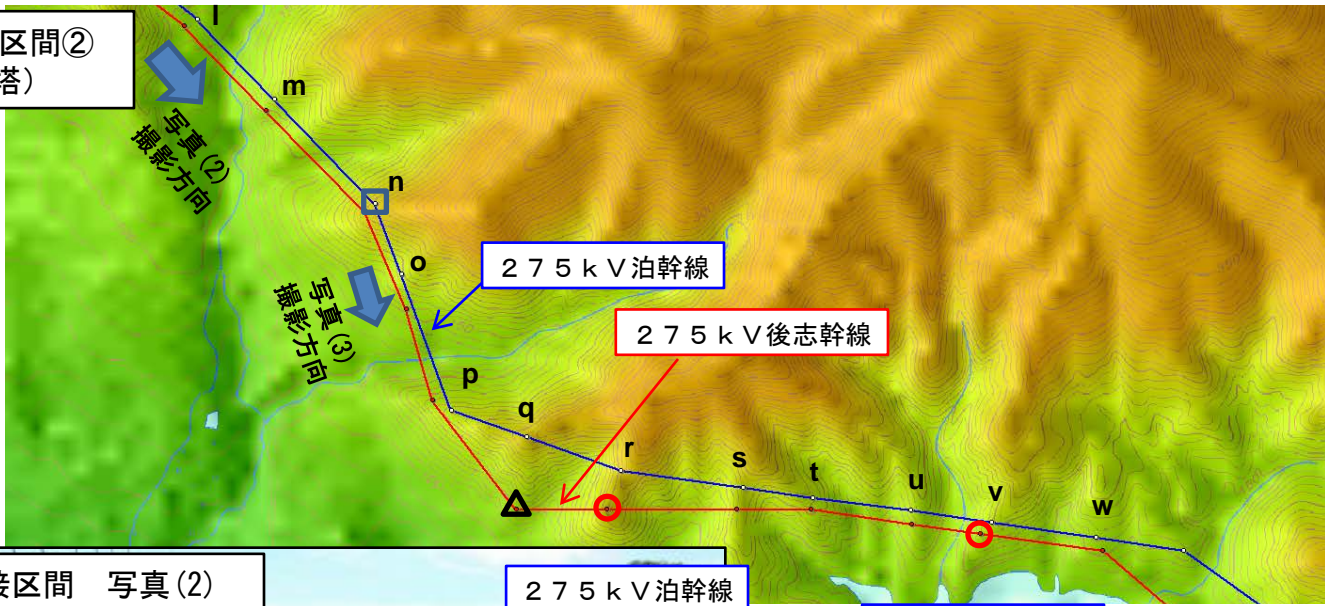
275kV送電線近接区間 写真(1)
(d鉄塔～g鉄塔区間)

275 kV 後志幹線

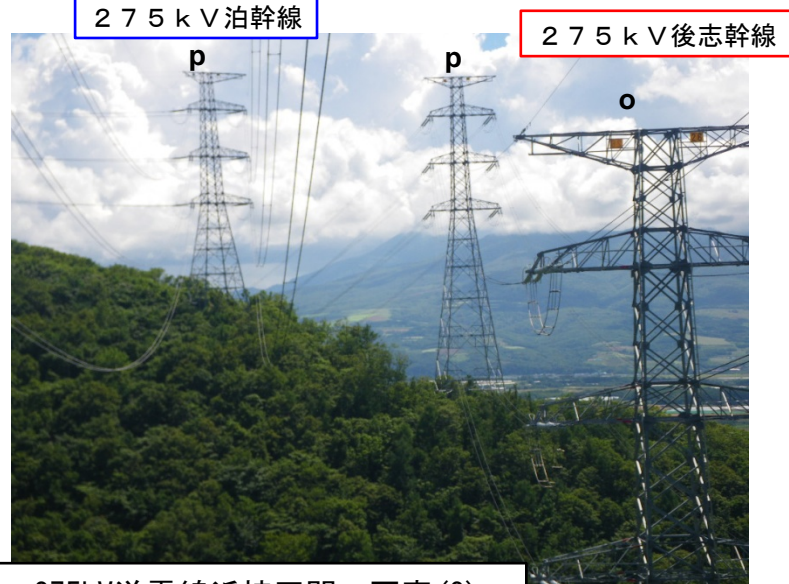
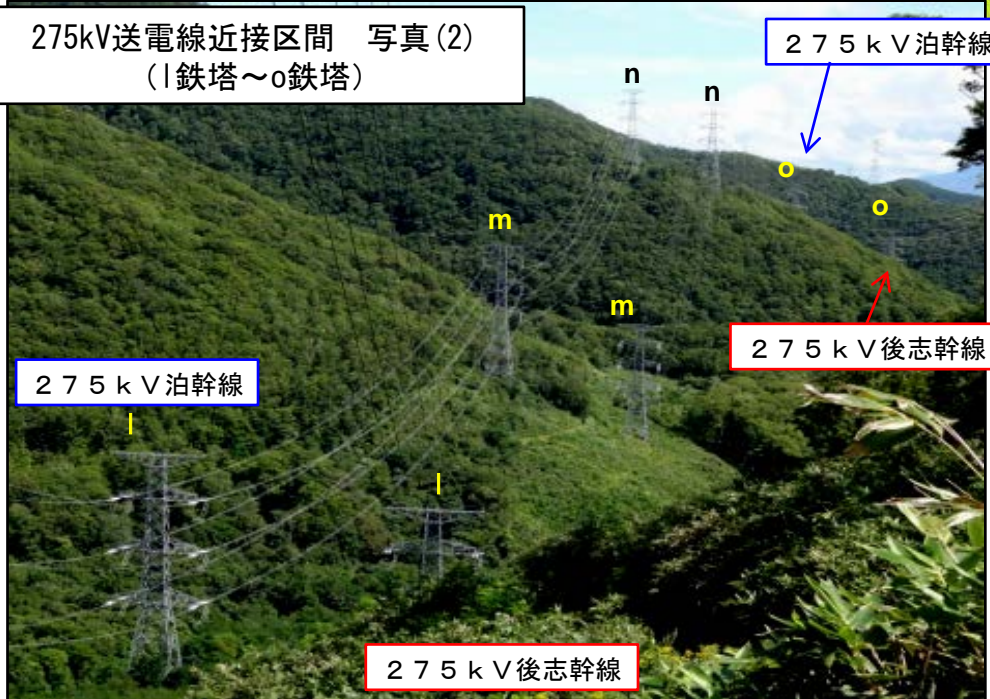
275 kV 泊幹線

6. 電線路の物理的分離 (5 / 5)

275kV送電線近接区間②
(m鉄塔～w鉄塔)



275kV送電線近接区間 写真(2)
(l鉄塔～o鉄塔)



275kV送電線近接区間 写真(3)
(o鉄塔～p鉄塔)

7. 送電線の信頼性（1 / 5）

（1）泊発電所外部電源線における送電鉄塔基礎の安定性評価^[116]

泊発電所に接続する送電線の送電鉄塔については、経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について（指示）」（平成23・04・15原院第3号）に基づき鉄塔基礎の安定性評価を行い、盛土の崩壊や地すべり、急傾斜地の土砂崩壊に対して、鉄塔基礎の安定性に影響がないことを確認している。

（平成24年2月（275kV泊幹線，275kV後志幹線，66kV茅沼線，66kV岩内支線及び66kV泊支線））

（平成25年5月（275kV京極幹線），平成26年1月（66kV泊電源支線）令和2年7月（66kV茅沼線No. 9鉄塔建替））

（2）近接区間の共倒れリスクの評価^[129]

泊幹線・後志幹線の近接区間の鉄塔全基を対象として、新たに専門家による現地踏査と下記項目に基づく基礎安定性評価を行った。また、近接区間付近の気象状況について、専門家による文献調査および気象データの分析を行った。（平成25年8月の審査会合コメントを踏まえた分析及び評価）

調査・分析の結果は下表のとおりであり、地形影響による鉄塔倒壊・共倒れが発生するリスクは極めて低いと評価された。

評価項目	主な評価内容	評価の結果
地形評価	斜面形状（尾根，緩斜面など） 集水地形（谷状凹みなど） 斜面傾斜の急変 崖崩れ跡，地面の亀裂や段差	鉄塔のほとんどは安定した尾根の稜線上にあり，斜面崩壊の遠因とされる集水地形への立地はない
地質評価	土質（浸食に対する強度低下） 岩質（風化のしやすさ） 地層の傾斜方向（崖下方向か）	主に流紋岩，安山岩および石英閃緑岩といった堅硬な火成岩が分布しており，これら堅硬な地盤上に鉄塔基礎を設置している
表層評価	植生状況・樹木の曲がり 鉄塔の変形，基礎の傾斜	湧水や植生に異常はなく，また鉄塔部材の変形や基礎の傾斜なども見られない
気象状況	気象観測所による降水量データ 深層崩壊に関する文献調査	当該地域は『深層崩壊※ ¹ 』が発生しやすい地域になく，『深層崩壊』が発生しやすいとされる連続降雨量400mm※ ² の実績はない

※1 出典：深層崩壊推定頻度マップ（独立行政法人 土木研究所・国土交通省砂防部監修）

※2 出典：国土交通省ホームページ

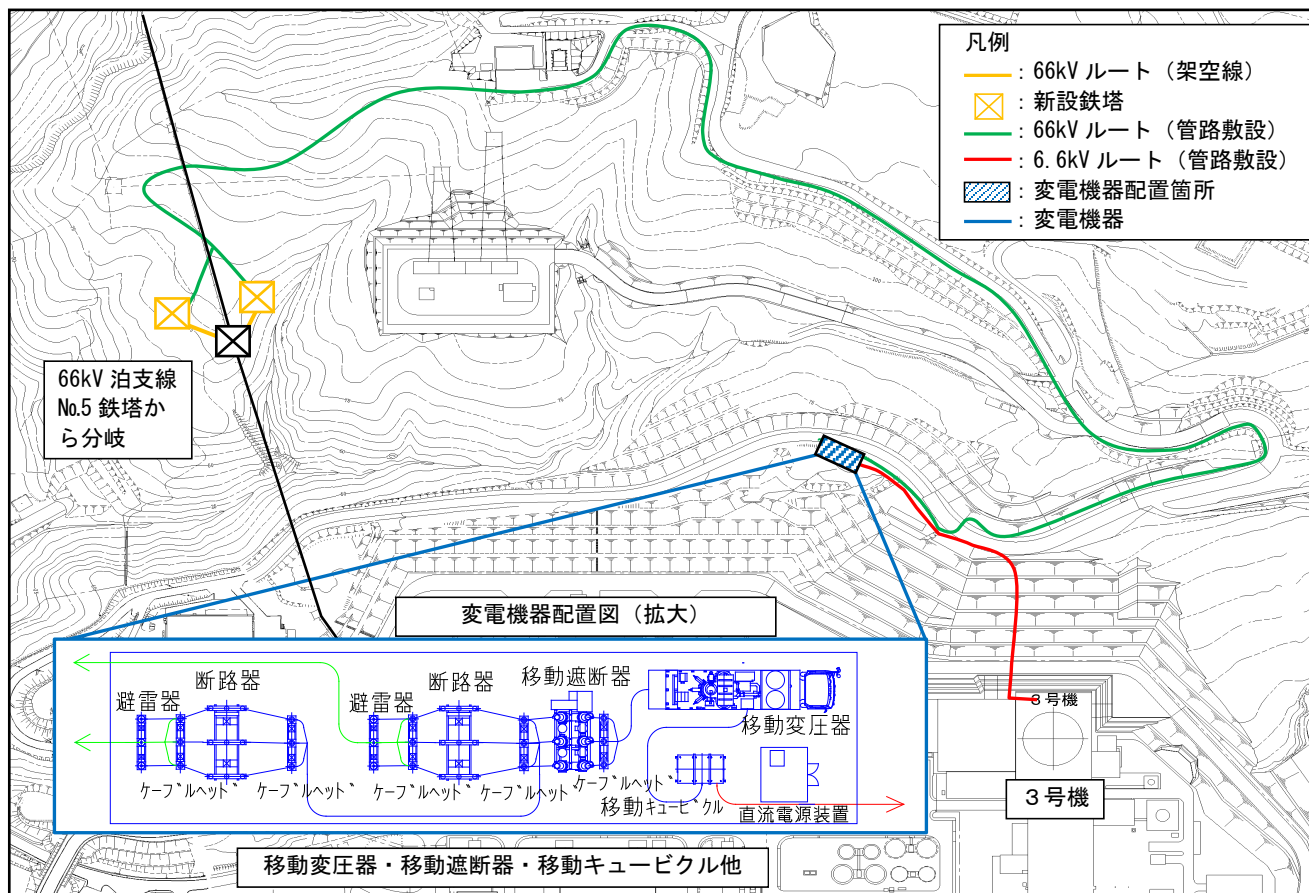
7. 送電線の信頼性（2 / 5）

（3）泊支線からの分岐によるルート確保（更なる信頼性向上対策1） [130~131]

現状の泊3号炉に対する電力供給は275kV送電線2ルートであるが、更なる信頼性向上対策として、66kV泊支線を活用した電力供給ルートを常時確保した。（平成26年1月工事完了）

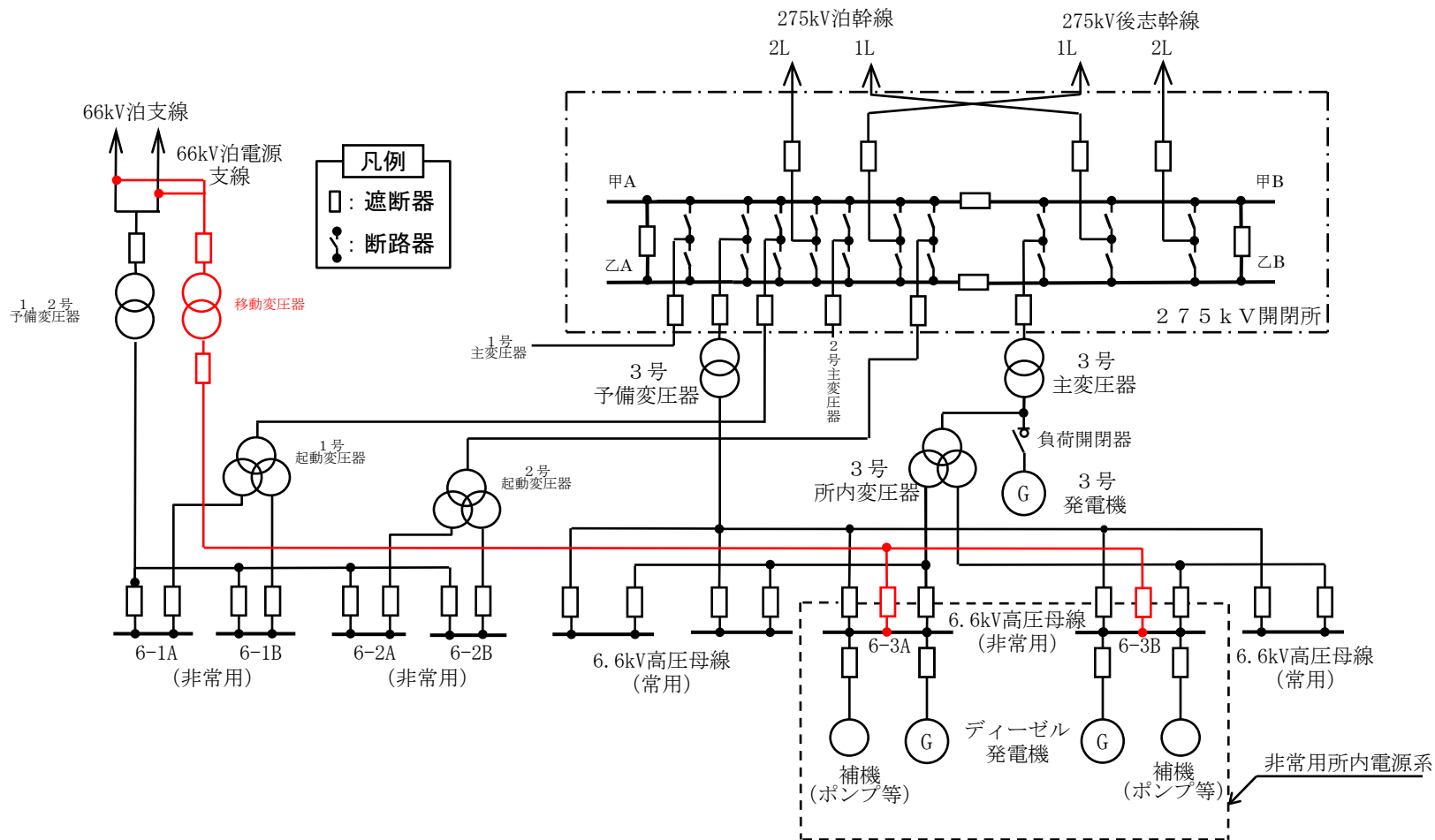
<対策1 泊支線からの分岐によるルート確保>

- 66kVルート（管路布設）及び6.6kVルート（管路布設）の施工は、絶縁ケーブルを管路に布設し、一部を除き地中へ埋設する。
- 3号機再稼働後に実施する66kV泊支線から後備変圧器を介した泊発電所3号炉への接続工事が完了後、本対策により設置した設備は除却する。（接続後の所内電源構成概要図は4頁参照）



7. 送電線の信頼性 (3 / 5)

<対策1 泊支線からの分岐によるルート確保>



単線結線図

7. 送電線の信頼性 (4 / 5)

(4) 275kV送電線近接区間における鉄塔基礎強化 (更なる信頼性向上対策2) [133]

送電線近接区間については、共倒れリスクは極めて低いことから、現状において対策の必要性は無いと判断しているが、更なる信頼性向上対策として、鉄塔基礎の強化対策を実施した。(平成26年11月工事完了)

【対策箇所の選定条件】

斜面崩壊は尾根稜線方向には発生しないが、急斜面から徐々に斜面が崩落すると仮定し、尾根稜線の直角方向にある斜面の下方に、急斜面^{※3}が存在している箇所を抽出。抽出にあたっては斜面崩壊が発生しやすいとされる勾配30°^{※4}よりも安全側とし、斜面勾配25°以上を抽出。

【対策箇所の区分】

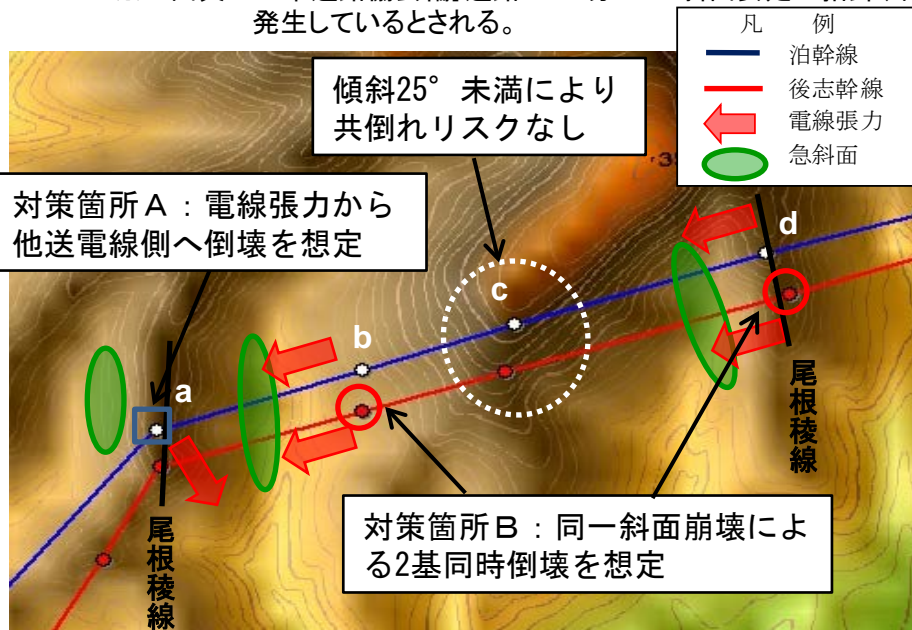
対策箇所A：選定条件を満たし斜面崩壊方向および鉄塔へ作用する電線張力方向から、他送電線側への倒壊が想定される箇所

対策箇所B：選定条件を満たし電線張力方向および同一斜面の崩壊によって2基同時倒壊が想定される箇所

対策箇所C：選定条件を満たし斜面崩壊による倒壊が想定される箇所

※3 出典：「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」定義第2条『「急斜面」とは傾斜度が30度以上である土地をいう。』

※4 出典：日本道路協会編『道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)』p313によれば、斜面崩壊の約95%が30°以上の斜面で発生しているとされる。



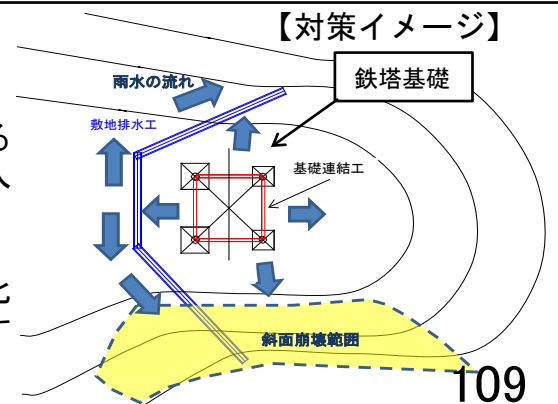
【対策箇所選定結果】 ・ ・ 対策箇所数 全11箇所

- 対策箇所A：泊幹線 a、e、n鉄塔
- 対策箇所B：後志幹線 b、d、j、k、r、v鉄塔
- △ 対策箇所C：後志幹線 i、q鉄塔

※対策箇所の位置については12頁および13頁を参照

【対策方法】

- ①排水工
斜面崩壊の遠因となる地面亀裂への雨水進入などを防止
- ②基礎連結工
鉄塔基礎4脚の一体化により斜面崩壊に対する基礎の安定性を確保



7. 送電線の信頼性 (5 / 5)

(5) 送電鉄塔に加わる風圧荷重について [126~127] 【先行審査実績の反映及び自主的変更】

令和2年8月の電気設備の技術基準の解釈の改正により、送電鉄塔の主要な荷重である風圧荷重に平均風速40m/sと地域別基本風速を比べて、大きい方の荷重を考慮することに見直しされた。送電線の経過地及び気象観測所の配置を下図に、周辺観測所における過去の最大風速（10分間平均風速の最大値）を下表に示す。

当該地域における過去の平均風速の最大値は29.7m/sであり、平均風速40m/sを下回るため、令和2年8月の改正前と同様に平均風速40m/sの風圧荷重を考慮することとしている。



マーク	地点の種類	観測要素
●	気象台等	降水量、風、気温、日照時間、積雪、気圧、湿度、天気など
○	アメダス	降水量、風、気温、日照時間
■	アメダス	降水量、風、気温、日照時間、積雪
●	アメダス	降水量、風、気温(一部の観測所は気温を除く)
■	アメダス	降水量、風、気温、積雪
○	アメダス	降水量
■	アメダス	降水量、積雪
□	アメダス	積雪

送電線の経過地及び気象観測所の配置

各気象観測所における過去の最大風速及び地上高10m換算値

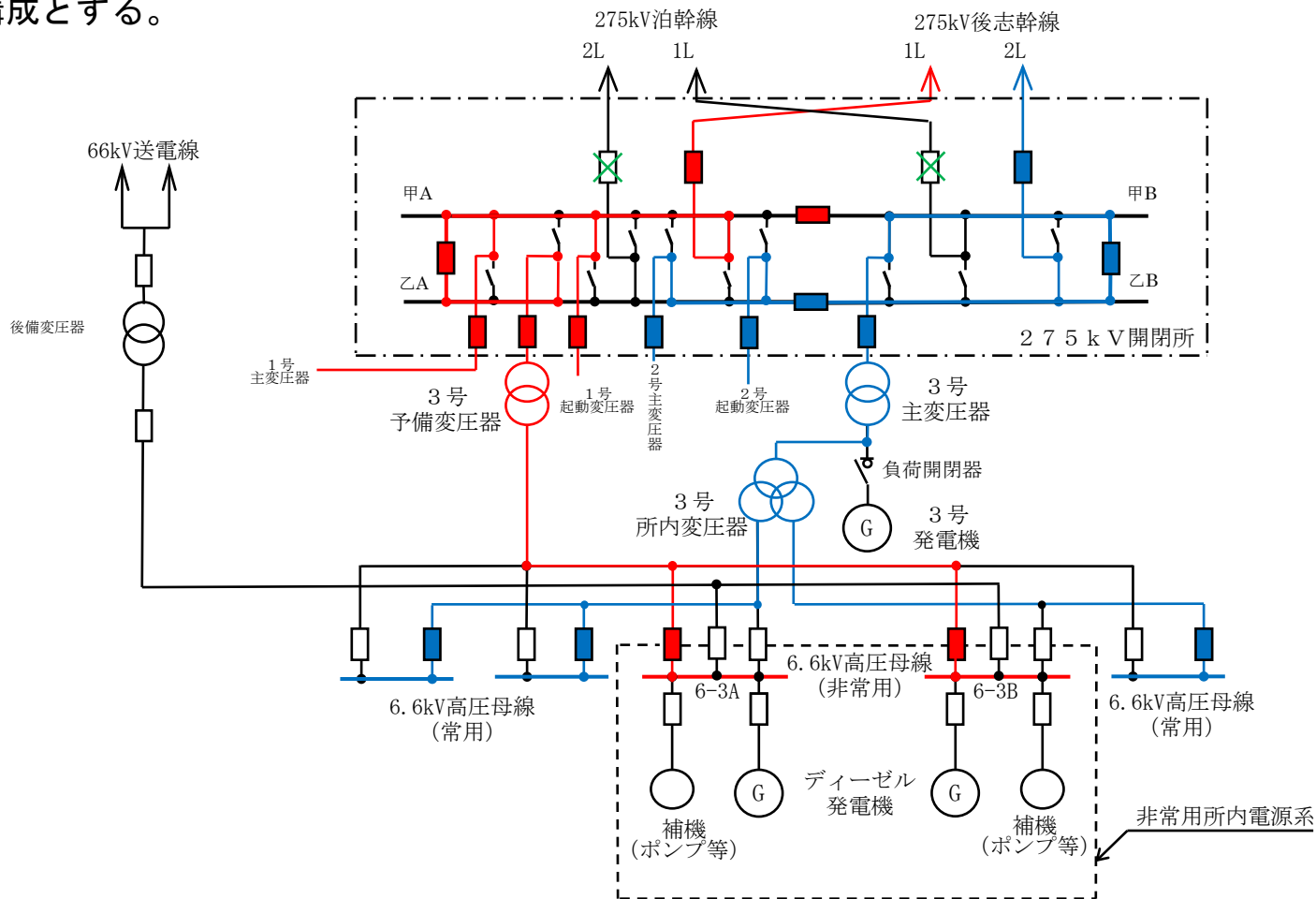
気象観測所 (風速計高さ)	最大風速, (観測日) 【統計期間】	最大風速※ (地上高10m換算値)
神恵内 (10m)	24.5 (2012/12/6) 【1977年10月～2021年4月】	24.5
余市 (10m)	17 (2004/9/8) 【1977年10月～2021年4月】	17
小樽 (13.6m)	27.9 (1954/9/27) 【1943年1月～2021年4月】	26.9
山口 (10m)	19.3 (2016/3/1) 【1977年10月～2021年4月】	19.3
共和 (10m)	25.5 (2016/3/1) 【1977年10月～2021年4月】	25.5
倶知安 (30.8m)	34.1 (1954/9/27) 【1944年1月～2021年4月】	29.7
喜茂別 (10m)	14.3 (2016/3/1) 【1977年10月～2021年4月】	14.3
大滝 (10m)	12 (1987/9/1) 【1977年10月～2021年4月】	12

※観測風速を「送電用支持物設計標準」の手法に基づき、上空遁増= $(h/h_0)^{1/n}$ とし、地上10m高さの風速に換算したもの。
(h =気象観測所における風速計の設置高さ [m], $h_0=10m$, $n=8$)

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保 (1 / 7)

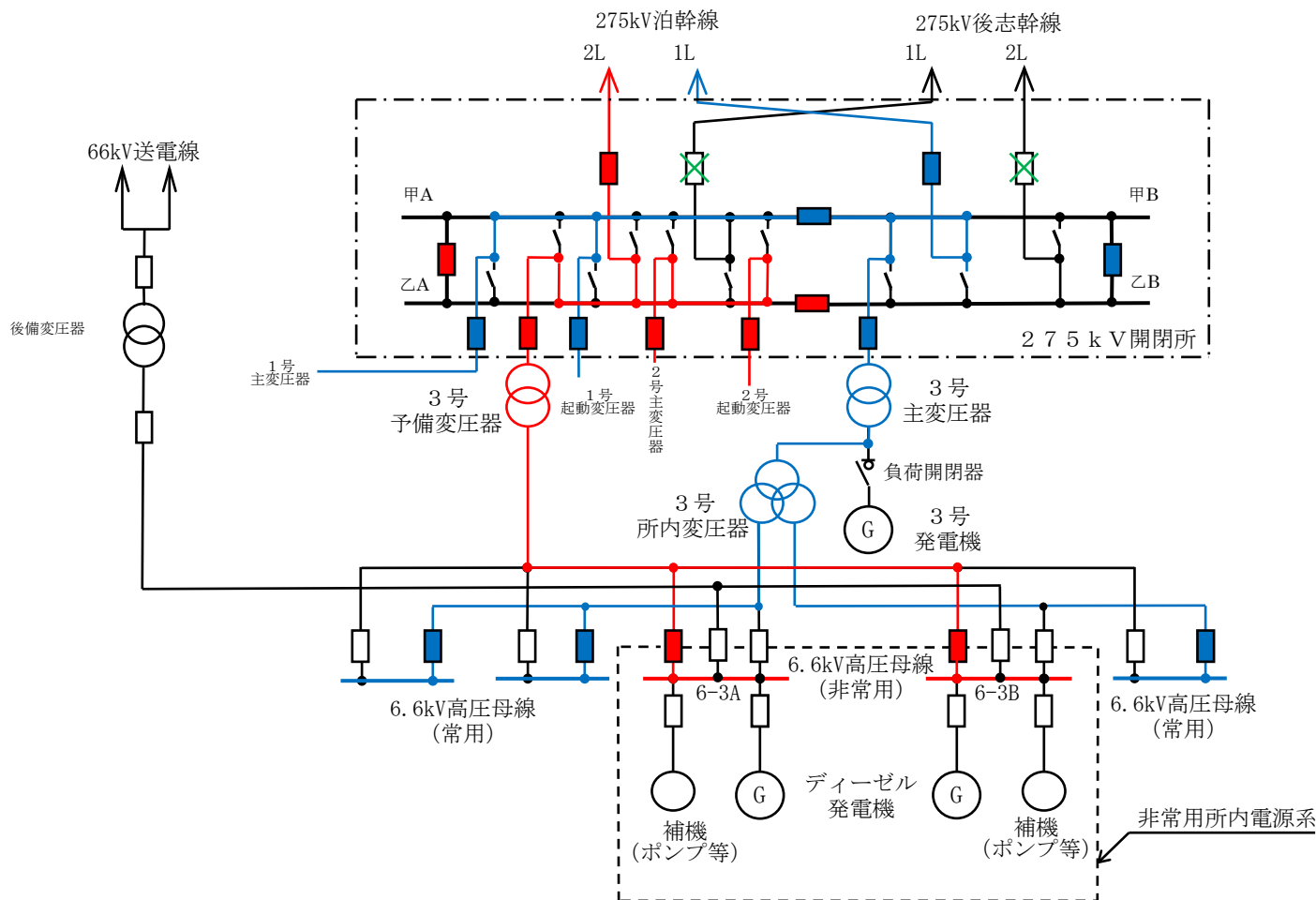
(1) 電線路2回線喪失時の電力の供給 [139~140]

- 泊発電所に接続する275kV送電線及び66kV送電線は1回線で3号炉の原子炉の停止に必要な電力を受電し得る容量があり、275kV送電線4回線はタイラインで接続されていることから、いかなる2回線が喪失しても、原子炉を安全に停止するための電力を他の275kV送電線及び66kV送電線から受電できる構成とする。



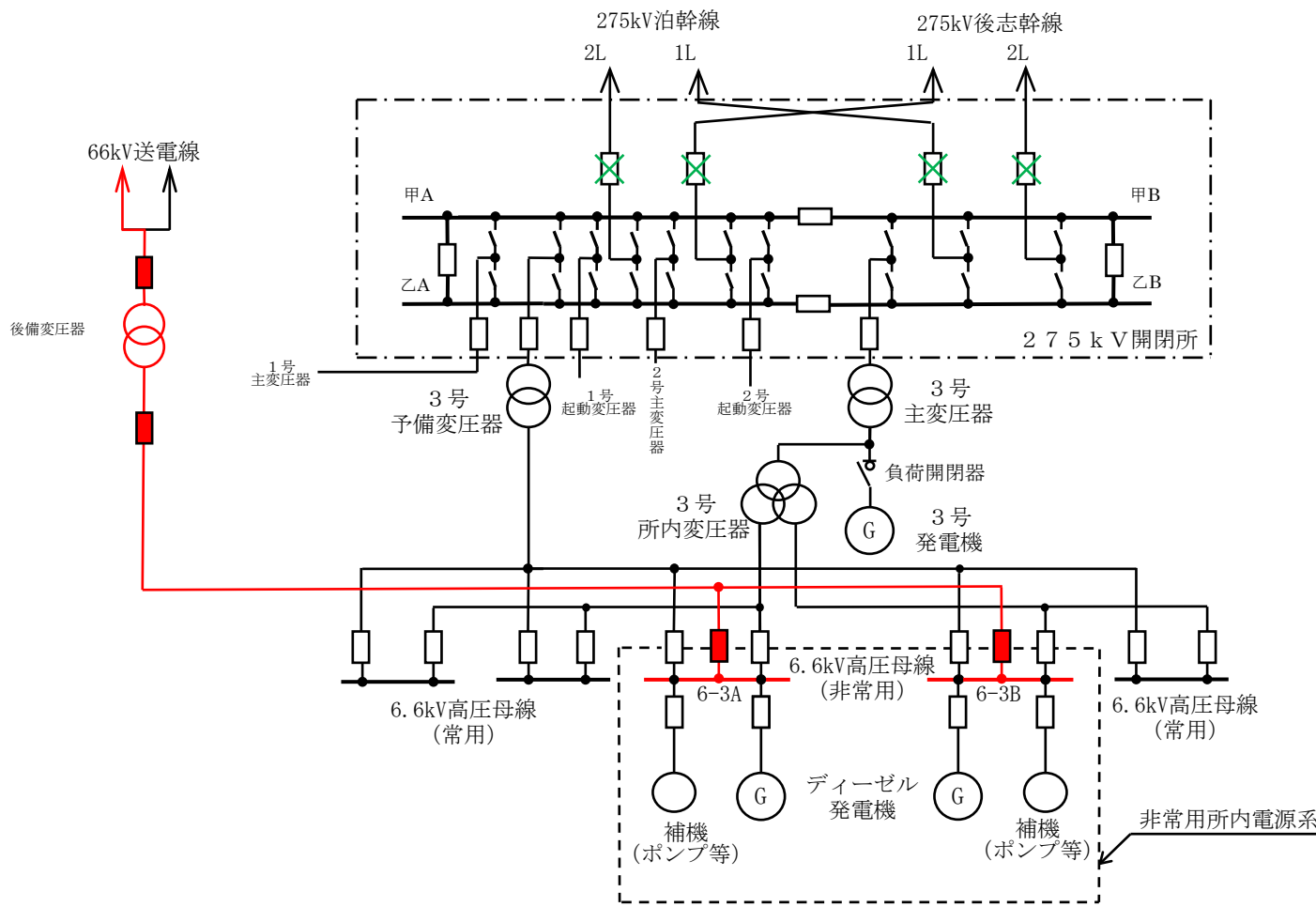
275kV泊幹線 2回線喪失時の電力供給

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保 (2 / 7)



275kV後志幹線 2 回線喪失時の電力供給

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保 (3 / 7)



66kV泊支線からの電力供給
(後備変圧器の接続工事完了後)

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保（4 / 7）

（2）外部電源受電設備の設備容量^[142]

- 主に送電目的として設置されている275kV系統は、発電所事故時等において外部受電も可能である。非常用母線の受電は、予備変圧器からの受電、又は発電機負荷開閉装置を開放し主変圧器を経由し所内変圧器からの受電を行うことができる。
- 受電を目的として設置されている66kV系統は、後備変圧器から非常用母線に受電を行うことができる設計とする。
- それぞれの送電線及び変圧器は、原子炉を安全に停止するために必要な電力を受電し得る容量を有している。

（必要容量）

（単位：MVA）

		275kV系統						66kV系統		
		泊幹線（2回線）			後志幹線（2回線）			66kV送電線（2回線）		
非常用 ディーゼル 発電機容量	号炉	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		片系容量	5.925	5.925	7.000	5.925	5.925	7.000	5.925	5.925
必要容量		18.85			18.85			18.85		

（設備容量）

（単位：MVA）

送電線容量	泊幹線（2回線）		後志幹線（2回線）		66kV送電線（2回線）
		1,529MW* ¹ 1,609 / 回線		1,578MW* ¹ 1,661 / 回線	
変圧器容量	起動変圧器 （1号用）	起動変圧器 （2号用）	所内変圧器 （3号用）	予備変圧器 （3号用）	後備変圧器
	40	40	72	30	40

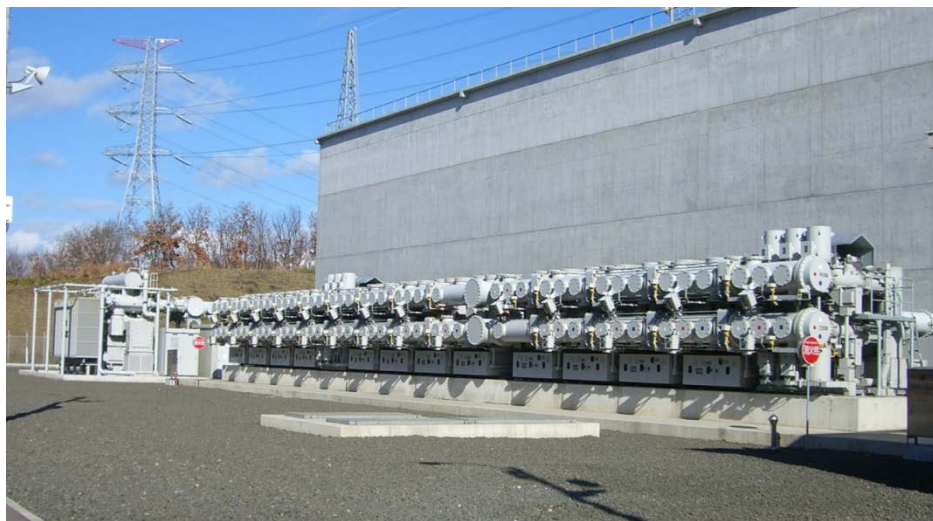
* 1：設置許可添付八でMW表記、力率0.95でMVAに換算した。

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保（5 / 7）

（3）送受電設備の信頼性

【耐震性】 [143]

- 開閉所等は、不等沈下又は傾斜が生じることがないように十分な支持性能を持つ地盤に設置している。
- 開閉所の碍子は、可とう性のある碍子を使用して耐震強化を図っている。
- 遮断器等は耐震クラスCを満足するSF6ガス絶縁開閉装置（GIS）を使用している。
- 66kV開閉所（後備用）及び後備変圧器についても同様な設計とする。
- 開閉所の電気設備及び変圧器については、経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所等の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震対策について（指示）」（平成23・06・07 原院第1号）に基づき、JEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」による耐震評価を実施することにより、耐震裕度を有する設計とする。 [145~147] **【先行審査実績の反映】**

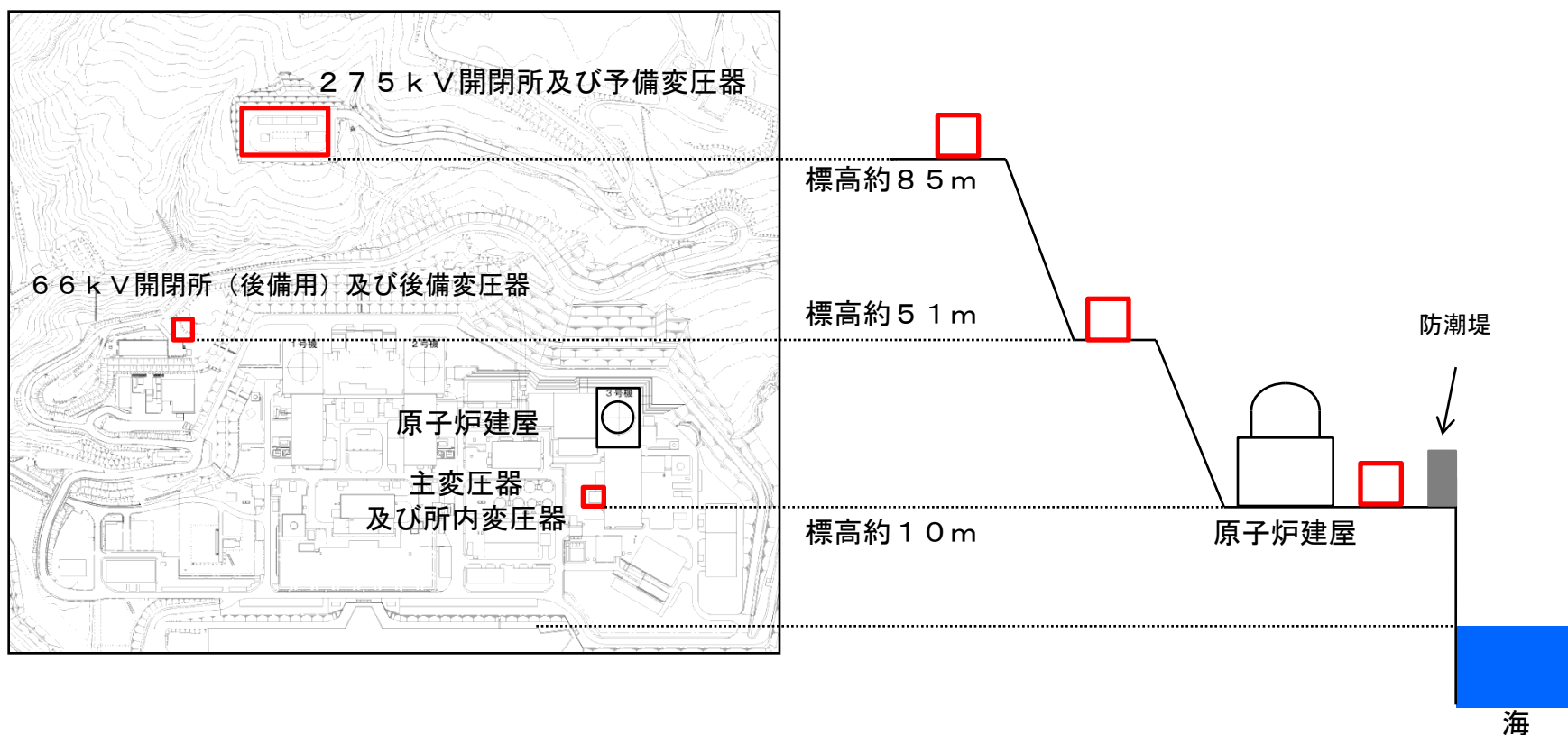


開閉所 275kVガス絶縁開閉装置

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保（6 / 7）

【津波影響】 [144]

- 275kV開閉所及び予備変圧器は、標高約85mの高所に設置している。
- 66kV開閉所（後備用）及び後備変圧器は、標高約51mの高所に設置する設計とする。
- 主変圧器及び所内変圧器は、基準津波より高い防潮堤内に設置している。



構内配置図（開閉所設備等）

8. 複数号炉を設置する場合における電源の確保（7 / 7）

【塩害対策】 [151]

- 3号炉増設に伴う275kV開閉所の移設にあたり、設置地点における塩害調査を実施。移設前の沿岸部に設置していた旧275kV開閉所に比べ、著しく塩害の影響が小さいことを確認している。
- 移設後の275kV開閉所のブッシングについては、更に塩害を受けにくいよう、送電線との接続部を屋根付き構造の遮風建屋内に設置し、接続部には耐汚損特性に優れ軽量で耐震上も有利なポリマー碍管を採用している。



遮風建屋

ポリマー碍管（遮風建屋内）

275kV開閉所

9. 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保（1 / 2）

（1）非常用電源設備^[165]

- ディーゼル発電機及びその附属設備は、多重性及び独立性を考慮して、必要な容量のものを2台備え、各々非常用所内高圧母線に接続している。蓄電池（非常用）及びその附属設備は、2系統を各々別の場所に設置し、多重性及び独立性を確保している。
- ディーゼル発電機は、設計基準事故時において、原子炉施設に属する非常用電源設備及びその附属設備は原子炉ごとに単独で設置し、他の原子炉施設と共用しない設計とする。
- 泊3号炉 非常用電源設備のうち、設計基準事故に対処するための設備は以下のとおりである。

○ディーゼル発電機

台数 2

容量 約 5,600kW（1台当たり）

＜主な負荷＞

- ・ 外部電源が喪失した場合に、原子炉を安全に停止するために必要な電源を供給
- ・ 工学的安全施設作動のための補機等

○蓄電池（非常用）（鉛蓄電池）

組数 2

容量 約 2,400Ah（1組当たり）

＜主な負荷＞

- ・ 工学的安全施設等の開閉器作動電源、電磁弁、計測制御用電源設備（無停電電源装置）等

原子炉冷却材喪失事故と外部電源の完全喪失が発生した場合のディーゼル発電機にシーケンス的に起動する主要補機

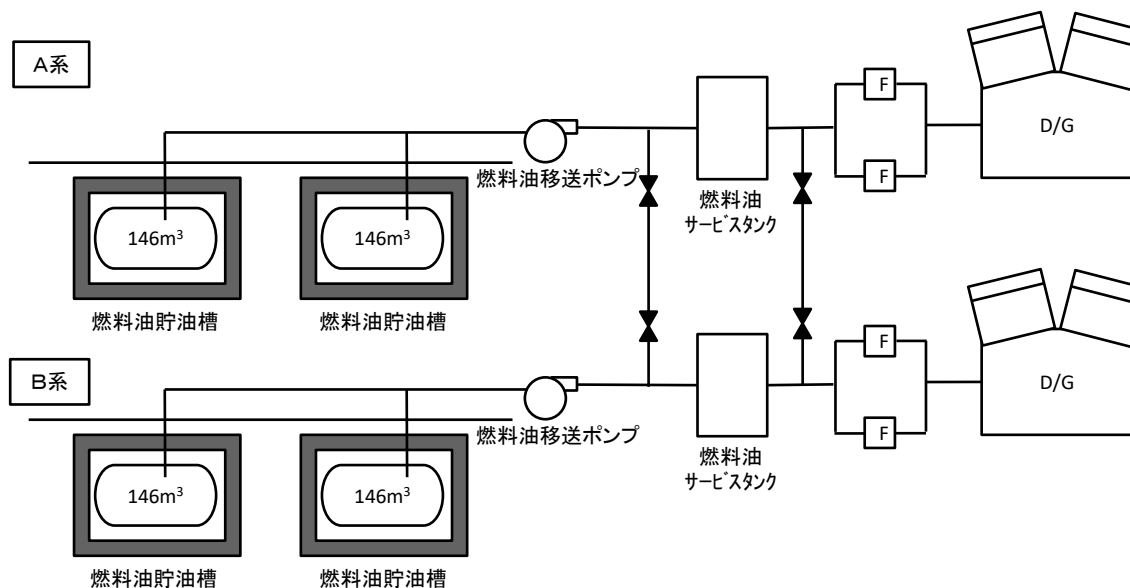
- ・ 中央制御室給気ファン
- ・ 原子炉格納容器隔離弁等
- ・ 高圧注入ポンプ
- ・ 余熱除去ポンプ
- ・ 安全補機開閉器室給気ファン
- ・ 原子炉補機冷却水ポンプ
- ・ 電動補助給水ポンプ
- ・ 原子炉補機冷却海水ポンプ
- ・ 制御用空気圧縮機
- ・ 空調用冷凍機

(2) 燃料の確保 [178~179]

- ディーゼル発電機燃料油貯油槽はディーゼル発電機 1 台を 7 日間以上連続運転できる容量 (264m³以上※1) を A 系, B 系の 2 系統を有しているため, ディーゼル発電機燃料油貯油槽の単一故障に対しても必要な機能を維持できる。

※1 : ディーゼル発電機 1 台を定格出力にて 7 日間以上連続運転できる容量

$$\begin{aligned} \text{燃料容量} &= \frac{\text{発電機端定格出力} \times \text{燃料消費率} \times 7 \text{日間} \times 24 \text{時間}}{\text{燃料油密度}} \\ &= \frac{5,600 \text{ (kW)} \times 0.2311 \text{ (kg/kW} \cdot \text{h)} \times 7 \text{ (D)} \times 24 \text{ (h)}}{825 \text{ (kg/m}^3\text{)}} \\ &= 263.5 \text{ m}^3 \\ &\doteq 264 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



ディーゼル発電機 燃料油供給システムの構成