

泊発電所 3号機

所内電源系統及び電力供給系統について

平成25年8月13日

北海道電力株式会社

1. 所内電源システムの構成（外部電源系統）

- 所内電源システムのうち外部電源系統は、275kV開閉所、主変圧器、予備変圧器等で構成している。（図-1）
- 開閉所の275kV母線は、4母線で構成し、泊幹線及び後志幹線のそれぞれ2回線は4母線すべてに接続できる構成である。
- 万一母線事故が発生した場合でも4母線中1母線のみでの停電に限定することができ、4回線での送受電を継続できる。

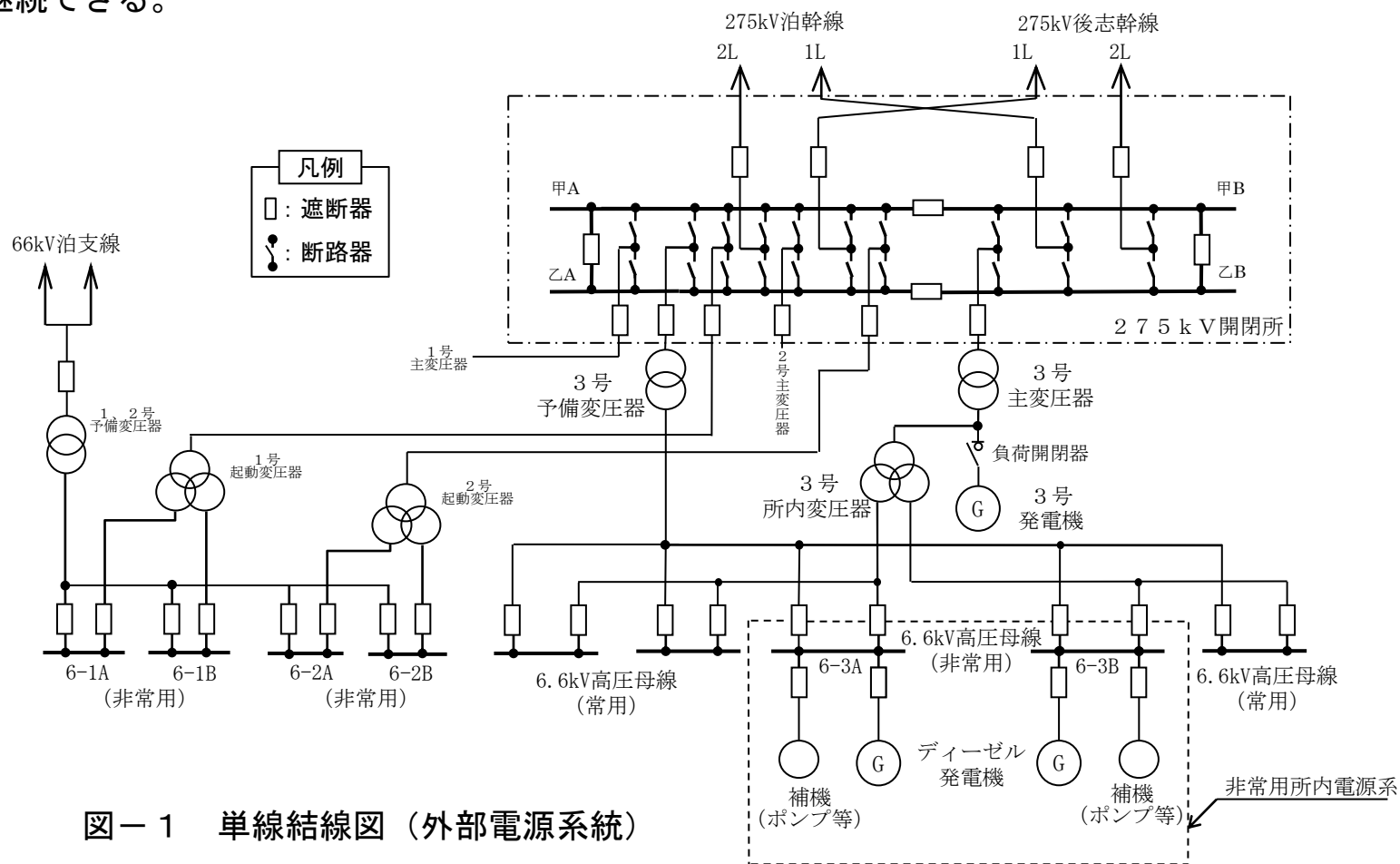
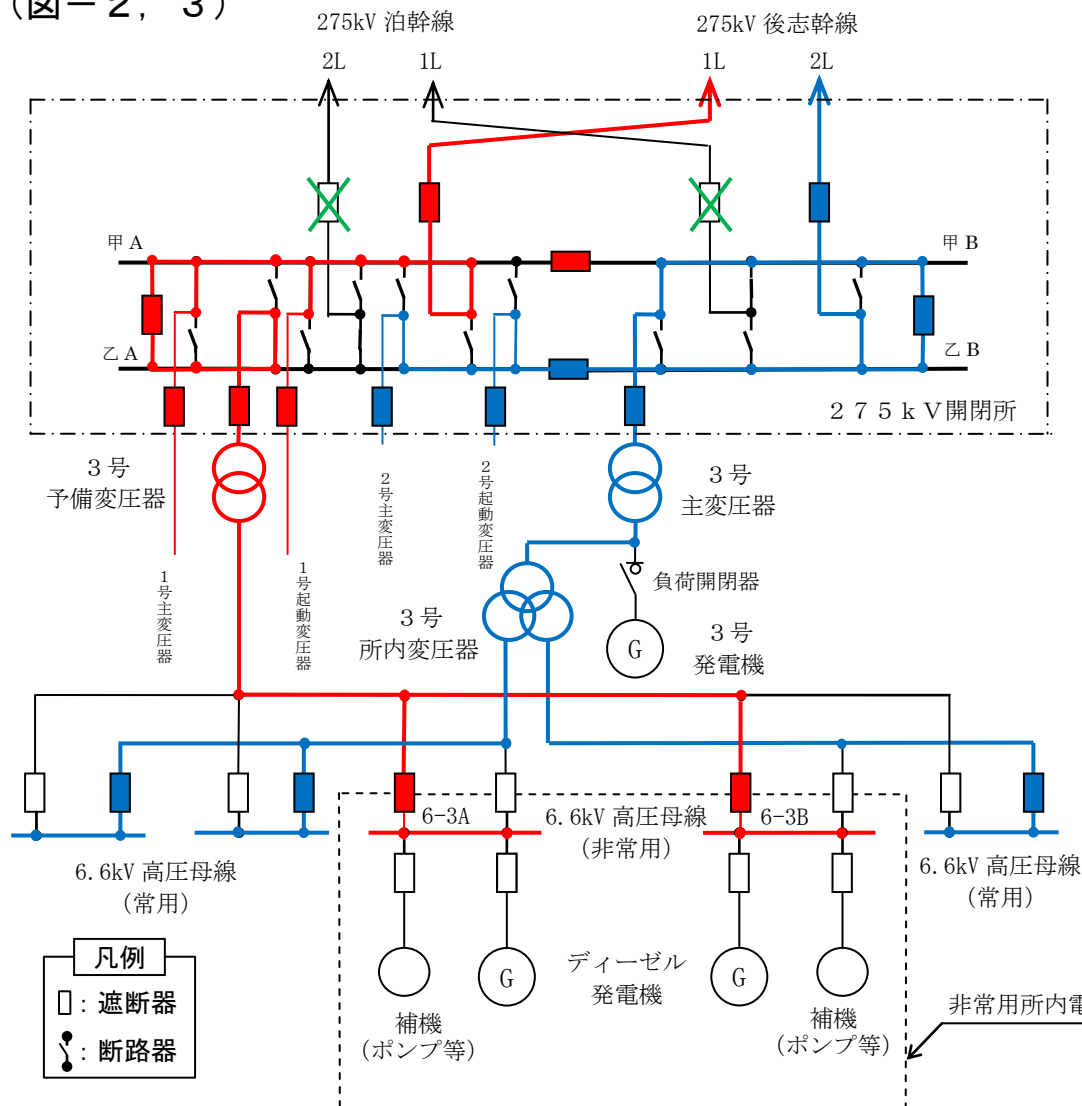


図-1 単線結線図（外部電源系統）

2. 275kV 2回線停止時の電力供給（1）

- 泊幹線又は後志幹線のどちらかが2回線停止しても、健全な2回線による電力の送受電を継続できる。
（図-2, 3）



送電線や開閉所構内の電流・電圧を常時計測、その計測値データを保護リレーに入力しており、事故等による異常を検出した場合は、それぞれの計測値などから故障回線又は母線を瞬時に特定し遮断器にて故障区間を速やかに分離することで、他の送電線、275kV母線の連系を維持可能な系統構成としており、泊発電所での送受電は維持できる。

図-2 所内電源系統構成（275kV泊幹線2回線喪失時）

2. 275kV 2回線停止時の電力供給（2）

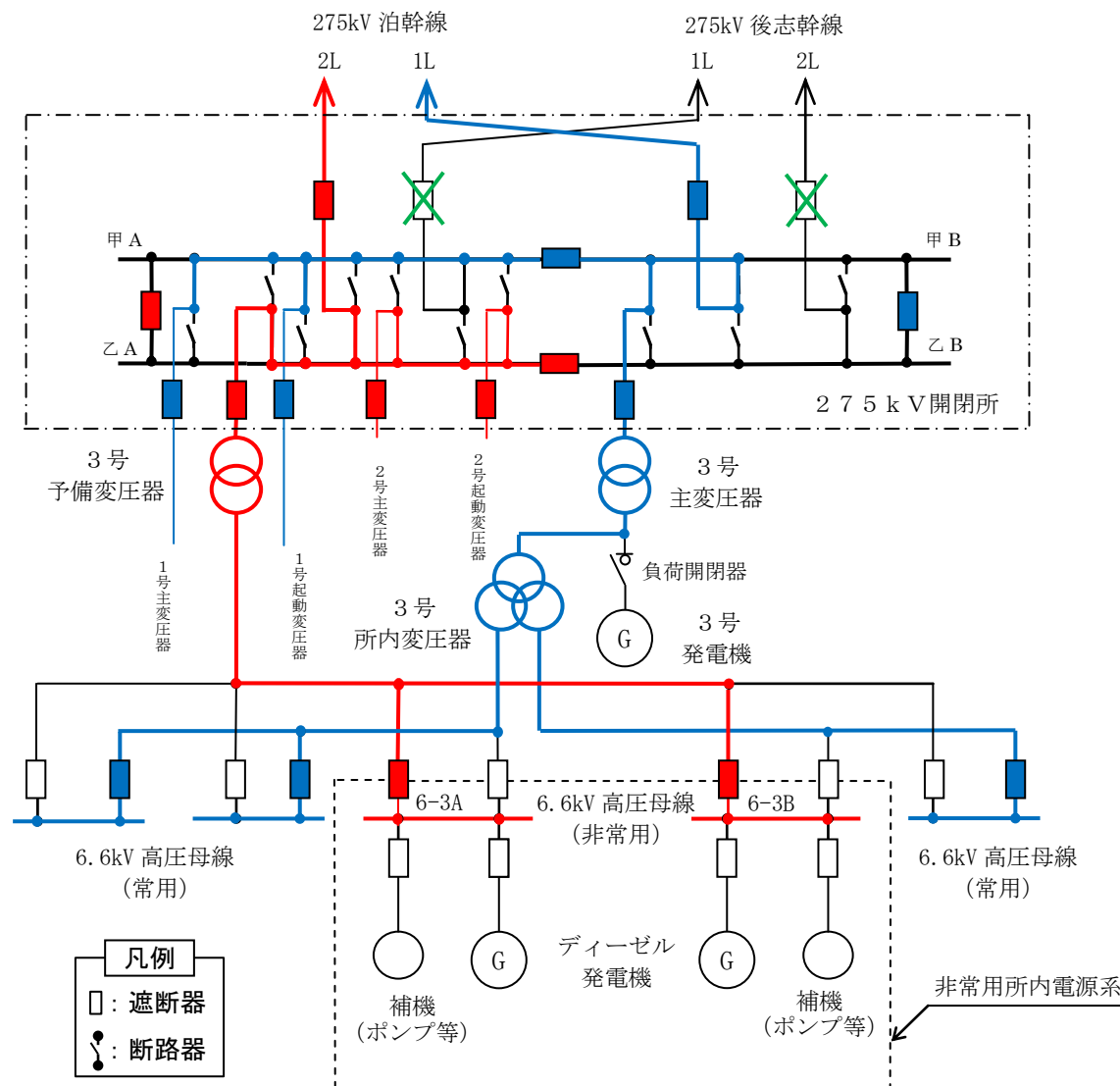
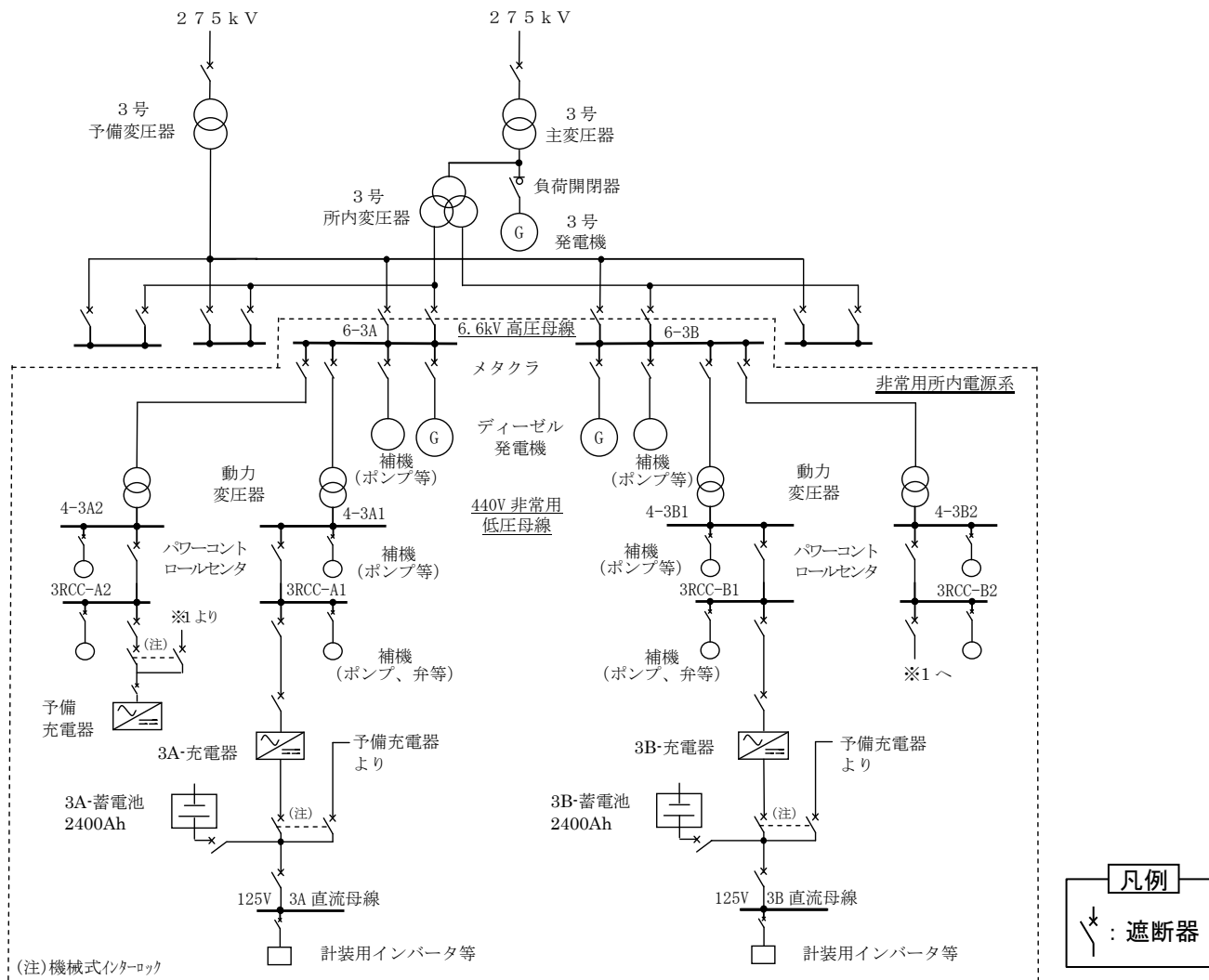


図-3 所内電源系統構成（275kV後志幹線2回線喪失時）

3. 所内電源システムの構成（非常用所内電源系統）

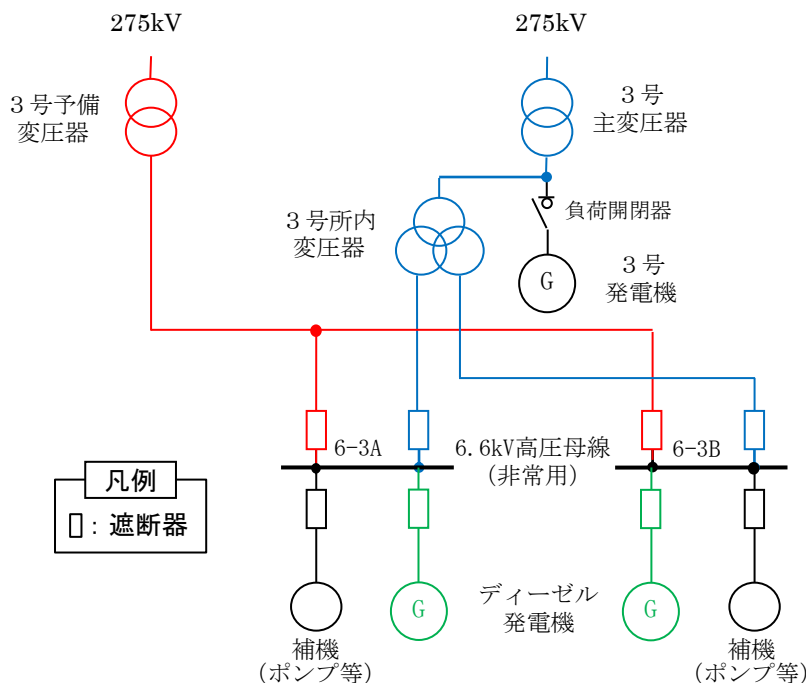
- 所内電源システムのうち非常用所内電源系統は、ディーゼル発電機、直流電源設備、非常用所内電気設備（メタクラ、パワーコントロールセンタ等）で構成している。
（図－4）



図－4 単線結線図（非常用所内電源系統）

4. 非常用母線の受電切替

- 非常用所内電気設備（メタクラ、パワーコントロールセンタ等）は、通常275kV送電線から予備変圧器を介して受電しているが、その受電系統における故障発生時は、自動的に所内変圧器からの受電に切り替わる。（図-5）
- さらに、所内変圧器からも受電できない場合（外部電源喪失の場合）は、ディーゼル発電機からの受電に自動で切り替わる。（図-5）



非常用母線の切替について

- ① 通常時、予備変圧器より受電
- ② 予備変圧器故障等の場合は、所内変圧器からの受電に自動切替
- ③ 予備変圧器及び所内変圧器の両方から受電できない場合（外部電源喪失の場合）は、ディーゼル発電機からの受電に自動切替

図-5 非常用母線の受電切替

5. 電力供給システムの概要

- 泊発電所に接続する送電線は、275 kV 泊幹線 2 回線、275 kV 後志幹線 2 回線及び 66 kV 送電線 2 回線である。(図-6)

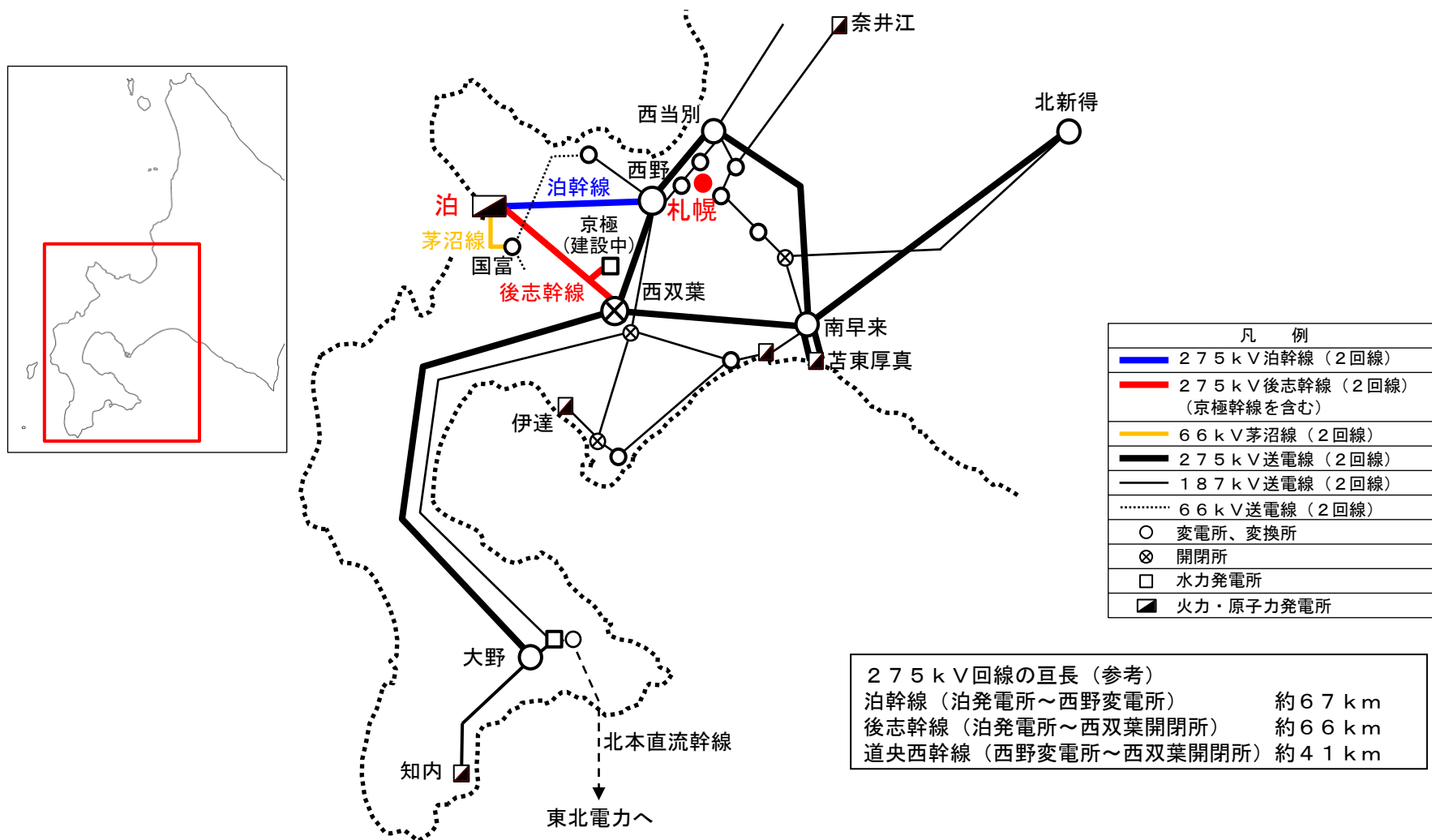


図-6 電力供給系統

6. 電力供給系統の信頼性（1）

- 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。
- 送電線や開閉所構内の電流・電圧を常時計測、その計測値データを保護リレーに入力しており、事故等による異常を検出した場合は、それぞれの計測値などから故障回線を瞬時に特定し遮断器にて故障区間を速やかに分離することで、他の送電線、275kV母線の連系を維持可能な系統構成としており、泊発電所での送受電は維持できる。（図-7、8）

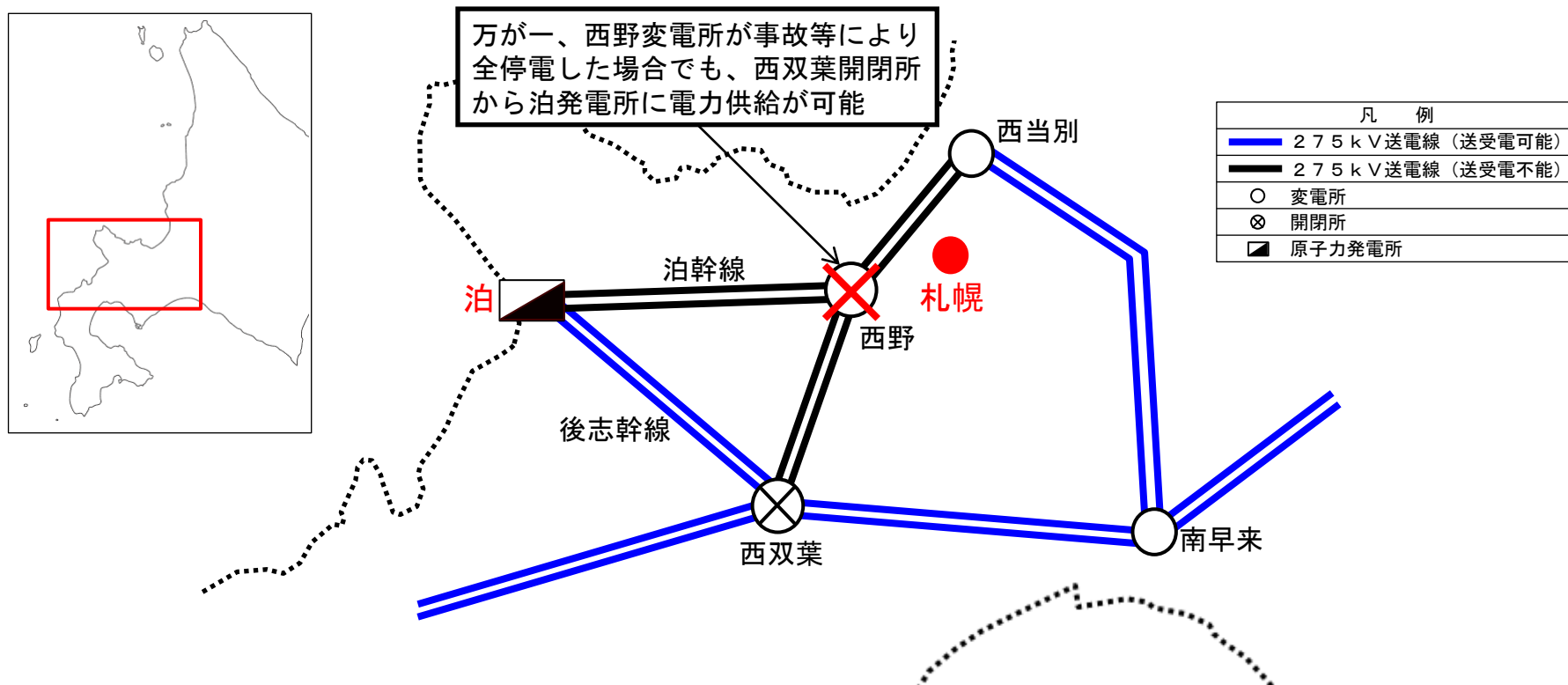


図-7 275kV系統構成のイメージ（西野変電所全停電時）

6. 電力供給システムの信頼性（2）

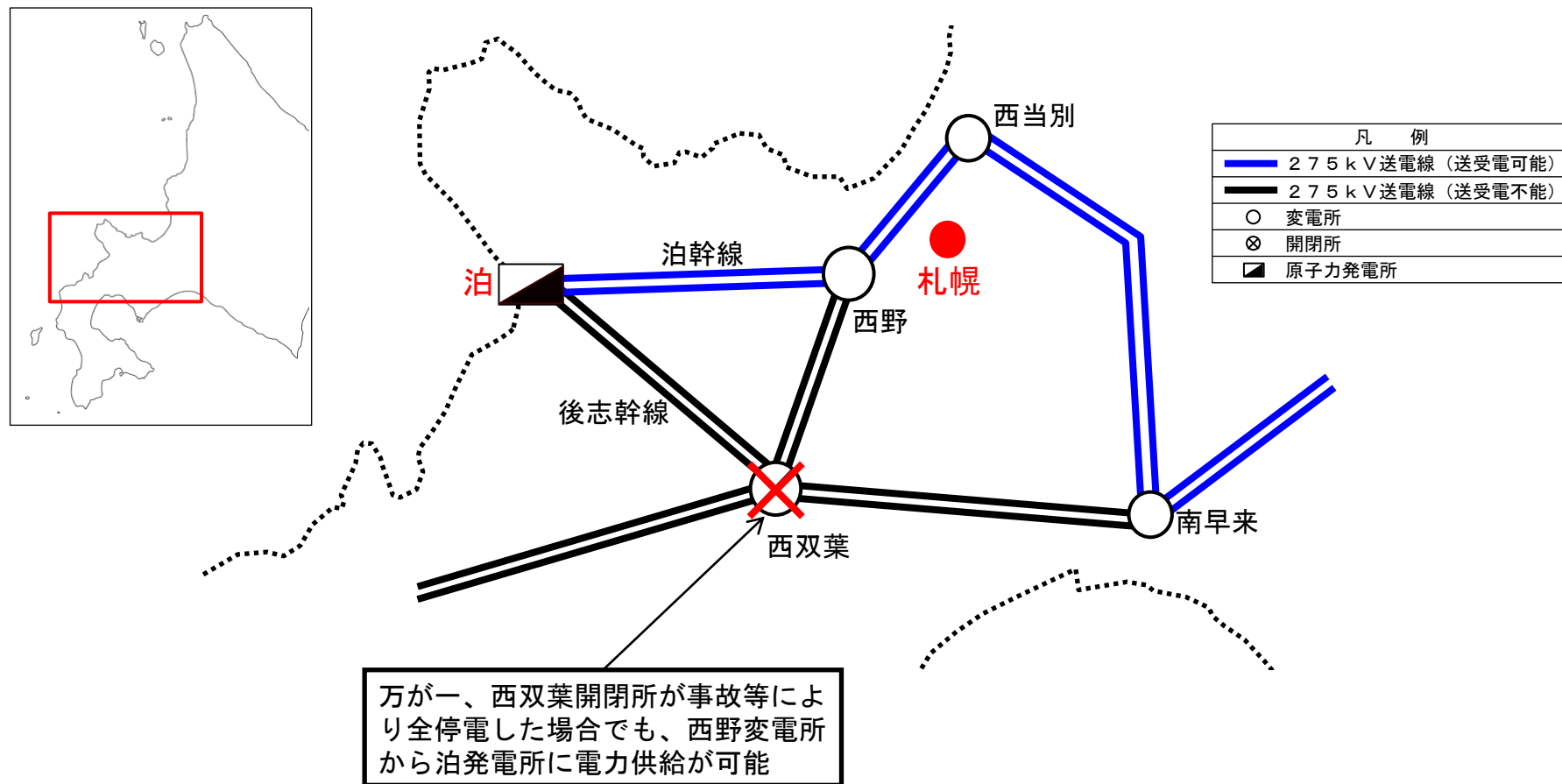


図-8 275 kV系統構成のイメージ（西双葉開閉所全停電時）

7. 送電線の物理的分離

- 各々のルートを送電線は、異なる送電鉄塔を用いて各2回線を架線しており、物理的に分離している。
(図-9)

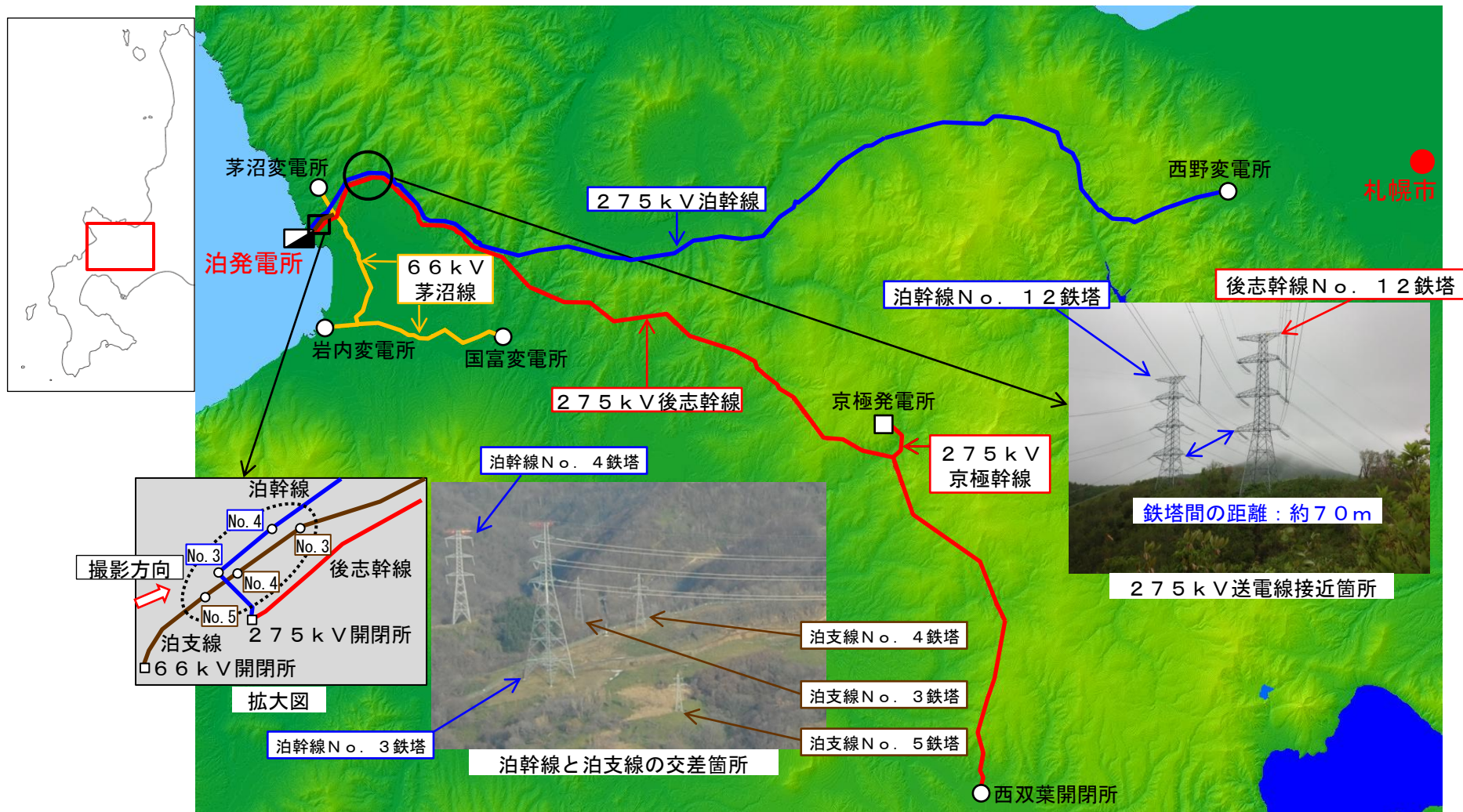


図-9 送電線図

8. 所内電源システムの耐震性

- 開閉所等は、不等沈下又は傾斜等が起き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。
- 遮断器等開閉所の設備は、耐震性の高いSF₆ガス絶縁開閉装置（GIS）を採用している。
（図－10）
- 泊発電所における基準地震動S_sをもとに、275kV開閉所、3号機主変圧器、所内変圧器及び予備変圧器について入力地震動を算定し、耐震性評価を行った。
- その結果を踏まえ、GIS基礎ボルト等一部の設備に対し耐震補強対策を進めているところ。



図－10 275kV開閉所（GIS）

9. 所内電源系統の耐津波性

- 275 kV開閉所及び3号機予備変圧器は、標高約85mの高所に設置している。
- 3号機主変圧器及び所内変圧器は、基準津波より高い標高約10mに設置している。

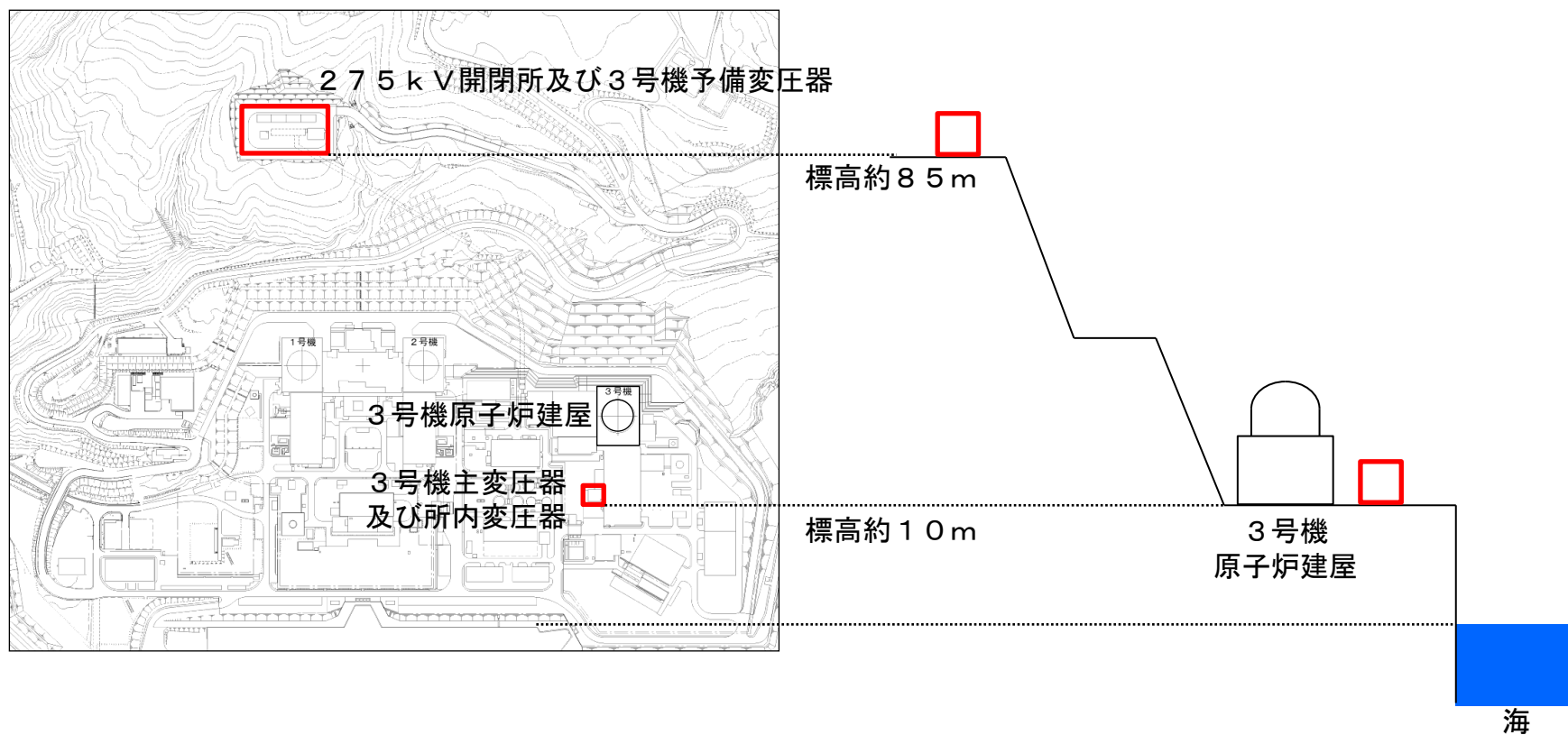


図-11 構内配置図（275 kV開閉所等）

10. 所内電源システムの塩害対策

- 3号機増設に伴う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（平成9年12月～平成11年2月）し、従来の沿岸部の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。
- また、移設後の275kV開閉所について、送電線との接続部を屋根付き構造の遮風建屋で覆い、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おり、常時充電している部位が露出していないGISや変圧器等屋外に設置している機器には耐塩塗装（ポリウレタン樹脂塗装）を施すなど、塩害防止対策を図っている。（図-12）
- さらに、汚損、劣化を監視するためポリマー碍管から大地への漏れ電流を計測する装置を設置している。
- 平成19年10月のポリマー碍管使用開始以降、汚損・劣化の兆候は認められていない。
- なお、昨年から今年にかけて初回の清掃を実施している。



遮風建屋

ポリマー碍管（遮風建屋内）

図-12 275kV開閉所

1.1. ディーゼル発電機設備 (1)

- 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独立した2系列のディーゼル発電機設備を設置している。
(容量：約7,000kVA/台、台数：2)
- 7日間の外部電源喪失を仮定した場合でも非常用発電機を連続運転できるよう、ディーゼル発電機燃料油貯油槽の貯蔵容量(現状約3.5日分を貯蔵)を増強する。(平成25年10月完了予定)
(容量：約146m³/個(保安規定値：132m³/個以上)、個数：4(うち今回増設2))
- ディーゼル発電機及びディーゼル発電機燃料油貯油槽は、Sクラスの機器として耐震設計を行っている。
- ディーゼル発電機は、基準津波より高い標高約10mのディーゼル発電機建屋内に設置している。
- さらに、ディーゼル発電機建屋は、標高約15mまで浸水防止対策を実施している。
- ディーゼル発電機燃料油貯油槽は、標高約10mの地下に埋設しており、地上に設置しているベント管は、標高約15mまで浸水防止対策を実施している。



図-13 ディーゼル発電機

1 1. ディーゼル発電機設備 (2)

<ディーゼル発電機燃料油貯油槽の容量>

ディーゼル発電機燃料油貯油槽は、ディーゼル発電機1台につき2個設置する。ディーゼル発電機燃料油貯油槽の容量は、ディーゼル機定格出力で7日間連続運転可能な容量としている。

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{N \times c \times H}{\gamma} \times 2 \text{台} \\
 &= \frac{5,600 \times 0.2311 \times 168}{825} \times 2 \text{台} \\
 &= 527.1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

ここで、

V : 燃料油貯油槽必要容量 (m³)

N : 発電機端定格出力 (kW) = 5,600 (7,000 kVA × 力率0.8)

H : 運転時間 (h) = 168 (7日 × 24h/日)

γ : 燃料油の密度 (kg/m³) = 825

c : 燃料消費率 (kg/kW・h) = 0.2311

ディーゼル発電機燃料油貯油槽は今回2個設置し合計4個となるため、132m³ (保安規定最小値) × 4個 = 528m³となり、7日間の連続運転に必要な容量は確保できる。

1 2. 直流電源設備

- 独立した2系列の直流電源設備を設置している。
(蓄電池容量：約2,400Ah/組、組数：2)
- 全交流動力電源喪失時、原子炉を安全に停止し、かつ停止後の冷却を行うために必要な直流負荷に2時間給電することが可能である。
- Sクラスの機器として耐震設計を行っている。
- 基準津波より高い標高約10mの原子炉補助建屋内に設置している。
- さらに、原子炉補助建屋は、標高約15mまで浸水防止対策を実施している。



図-14 直流電源（蓄電池）

1 3. 電力供給システムの耐震性 (1)

- 西野変電所及び西双葉開閉所の近傍に活断層は認められない。(図-15)

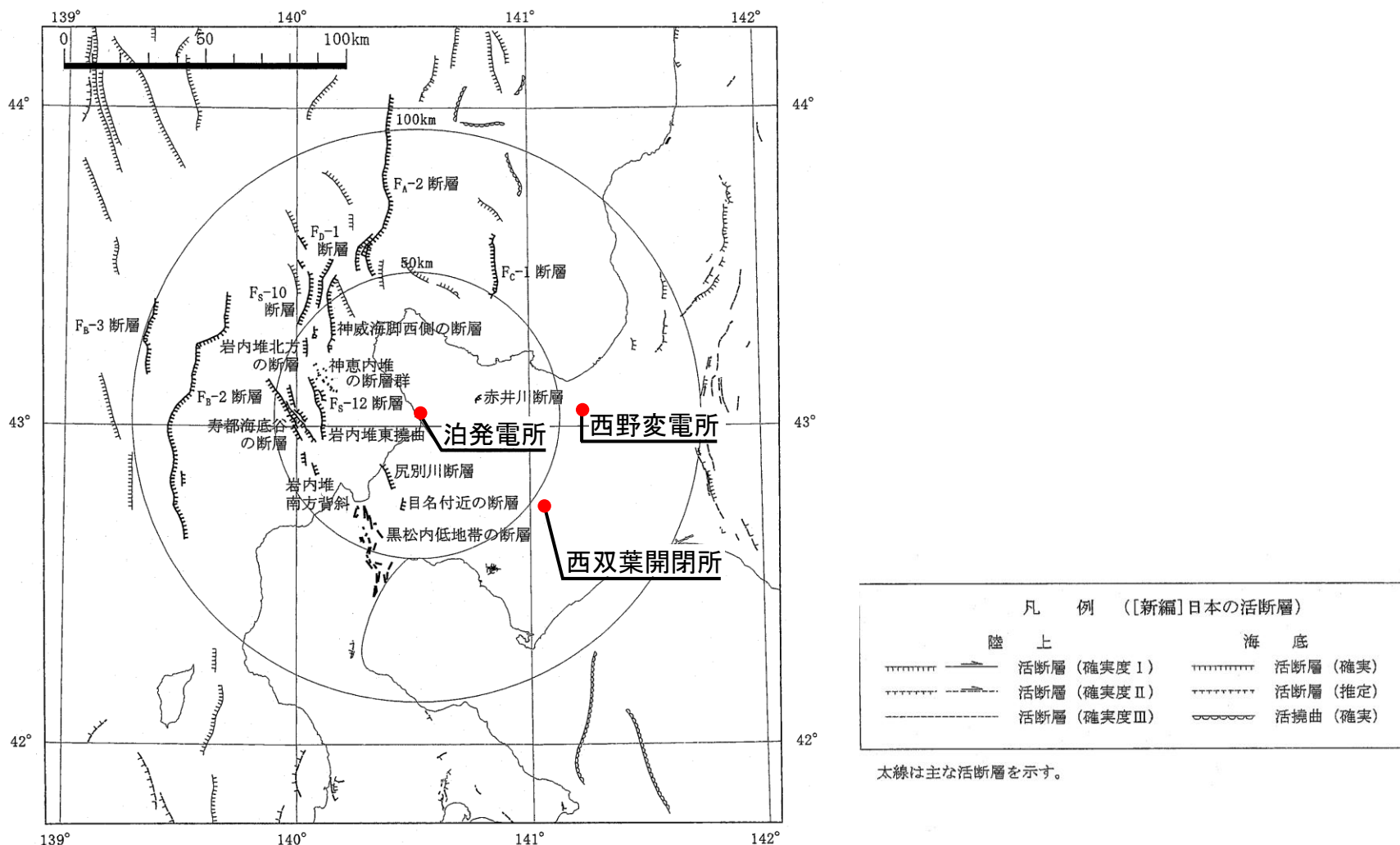
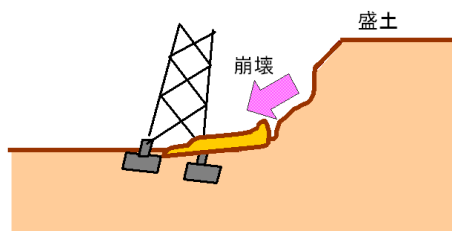


図-15 泊発電所周辺の活断層分布

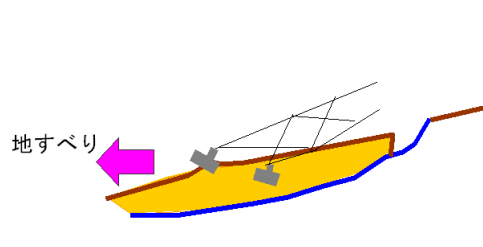
「活断層研究会編(1991): [新編]日本の活断層 分布図と資料、東京大学出版会」に一部加筆

1 3. 電力供給システムの耐震性（2）

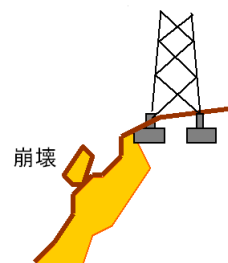
- 「電気設備防災対策検討会」（資源エネルギー庁長官私的検討会）において、兵庫県南部地震における被害状況の分析を行うとともに、被害実態を踏まえた実証的な検討を行った結果、各電気設備の現行耐震基準は妥当であると評価されている。（平成7年）
- 東北地方太平洋沖地震における被害実態としては、東北電力、東京電力管内における送電鉄塔の倒壊被害は、津波による倒壊を除くと1基であり、倒壊の原因は、送電鉄塔建設地に隣接する大規模な盛土が地震動により崩壊し、送電鉄塔敷地内になだれこみ、その土圧により倒壊したものと推定されている。
- また、東北地方太平洋沖地震において、送電鉄塔に設置された支持碍子で、地震動によるものと推定される折損が発生し、一部の送電線で送電不能となる事象が発生した。
- これまで、北海道において発生した平成5年1月の釧路沖地震（震度6）、平成15年9月の十勝沖地震（震度6弱）などの強い地震においても送電鉄塔の倒壊被害は発生しておらず、上記「電気設備防災検討会」の評価のとおり、送電鉄塔は十分な耐震性を有していると評価している。
- 送電鉄塔については、敷地周辺の地盤変状による鉄塔基礎の安定性への影響を評価し、盛土の崩壊や地すべり、急傾斜地の崩壊に対して、鉄塔基礎の安定性に影響がないことを確認している。（図－16）
（平成24年2月（泊幹線、後志幹線、茅沼線、岩内支線及び泊支線））
（平成25年5月（京極幹線））
- 泊発電所につながる送電線のうち支持碍子が設置されていた鉄塔については、可とう性を有する碍子へ取り替えを実施した。（平成23年9月完了）（図－17）



盛土崩壊



地すべり



急傾斜地の土砂崩壊



図－17 可とう性のある碍子

図－16 鉄塔基礎の安定性に影響を与える項目

1 3. 電力供給システムの耐震性（3）

- 西野変電所及び西双葉開閉所では、耐震性の高いGISを採用している。
（図－18，19）
- GISは、「変電所等における電気機器の耐震設計指針（JEAG5003）」に基づいて設計を行っている。
 - JEAG5003は、国内外の大規模な地震のデータを取り込んだ耐震設計指針として、1980年に社団法人日本電気協会から発刊された。
 - JEAG5003は、国内外の大規模な地震による機器被害の状況を網羅した指針であり、それまで当社が過去の地震経験より独自に行っていた設計に比べ、幅広く種々の知見が反映されていることから、以降これを当社の設計標準に適用している。
 - なお、この指針は1998年に兵庫県南部地震、2010年に新潟中越沖地震や岩手宮城内陸地震における地震データを分析し、指針の妥当性を評価しており、引き続き設計標準として適用して問題ないと判断している。
- 西野変電所及び西双葉開閉所は、地すべり地形分布図（防災科学技術研究所）において地すべりの影響を受けない場所に設置している。



図－18 西野変電所



図－19 西双葉開閉所

1 4. 電力供給システムの耐津波性

- 西野変電所及び西双葉開閉所は、内陸の標高約300mの高所に設置している。
- 275kV送電線の送電鉄塔のうち最も低所に設置されている鉄塔の設置高さは、泊幹線が標高約35m（No. 5鉄塔）、後志幹線が標高約90m（No. 2鉄塔）であり、十分な高さに設置している。
- 66kV送電線（茅沼線、岩内支線及び泊支線）の送電鉄塔のうち最も低所に設置されている鉄塔の設置高さは標高約2m（No. 50鉄塔）であるが、基準津波による浸水範囲外であることを確認している。（図-20）

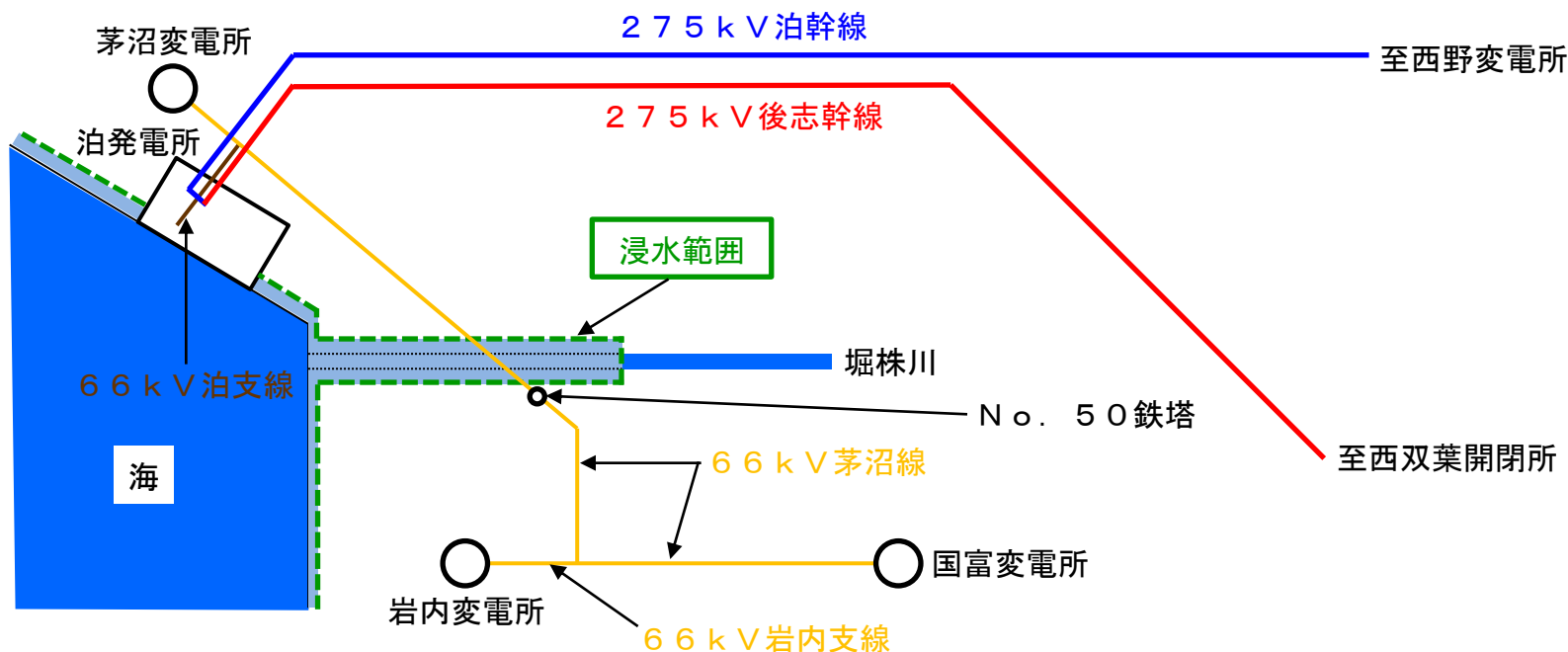


図-20 基準津波による浸水範囲イメージ

15. その他の信頼性向上対策（1）

（1）66kV送電線の3号機への接続

- 66kV送電線2回線は、現状1, 2号機のみ接続しているが、さらなる信頼性向上対策として3号機にも接続する。（平成27年度上期）（図-21）

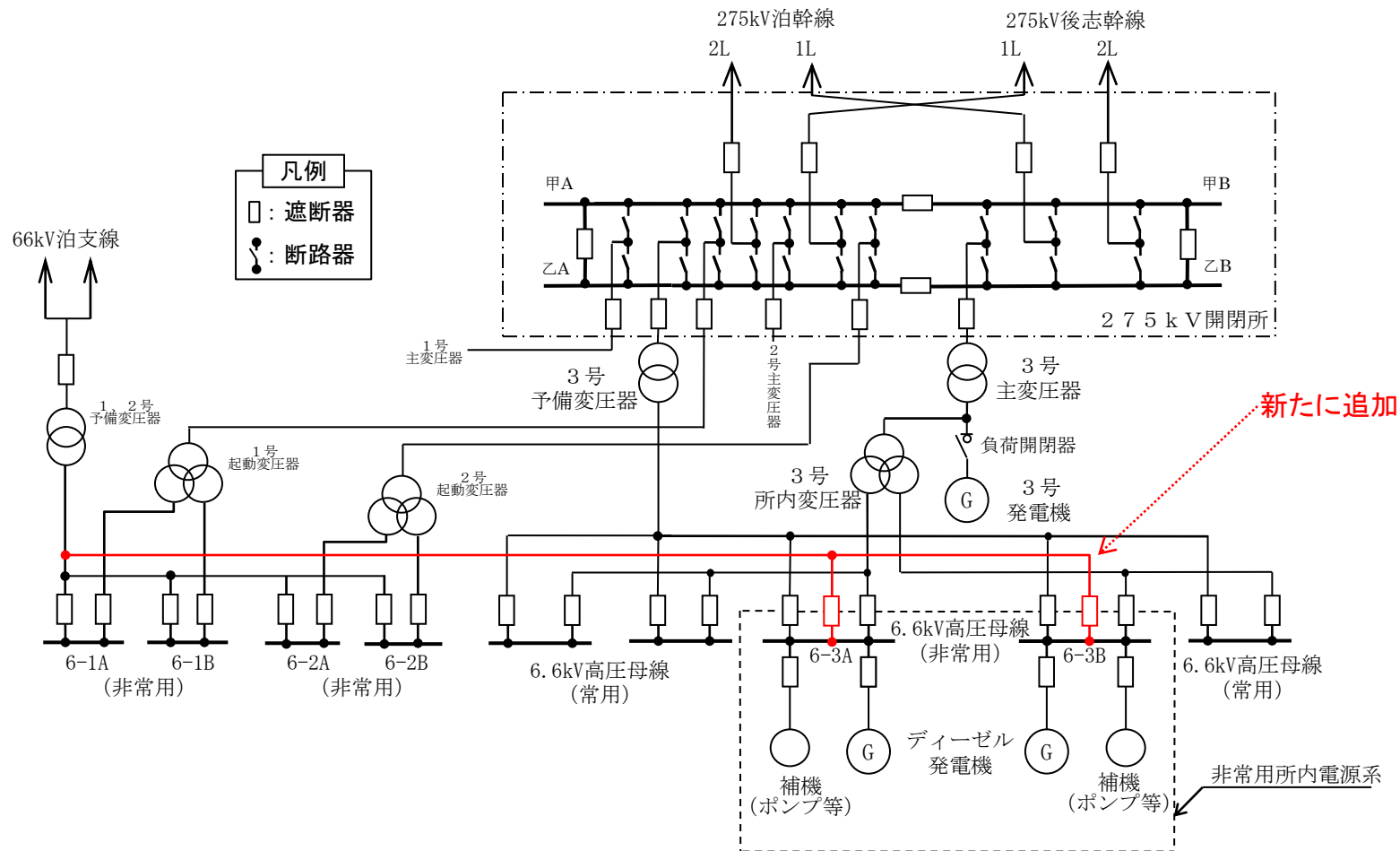


図-21 単線結線図（66kV送電線接続後）

15. その他の信頼性向上対策（2）

（2） 1， 2号機予備変圧器及び66kV開閉所の移設

- 標高約10mに設置している1， 2号機予備変圧器及び66kV開閉所設備を標高約5.1mの高所に移設する。（平成27年度上期）（図-22）

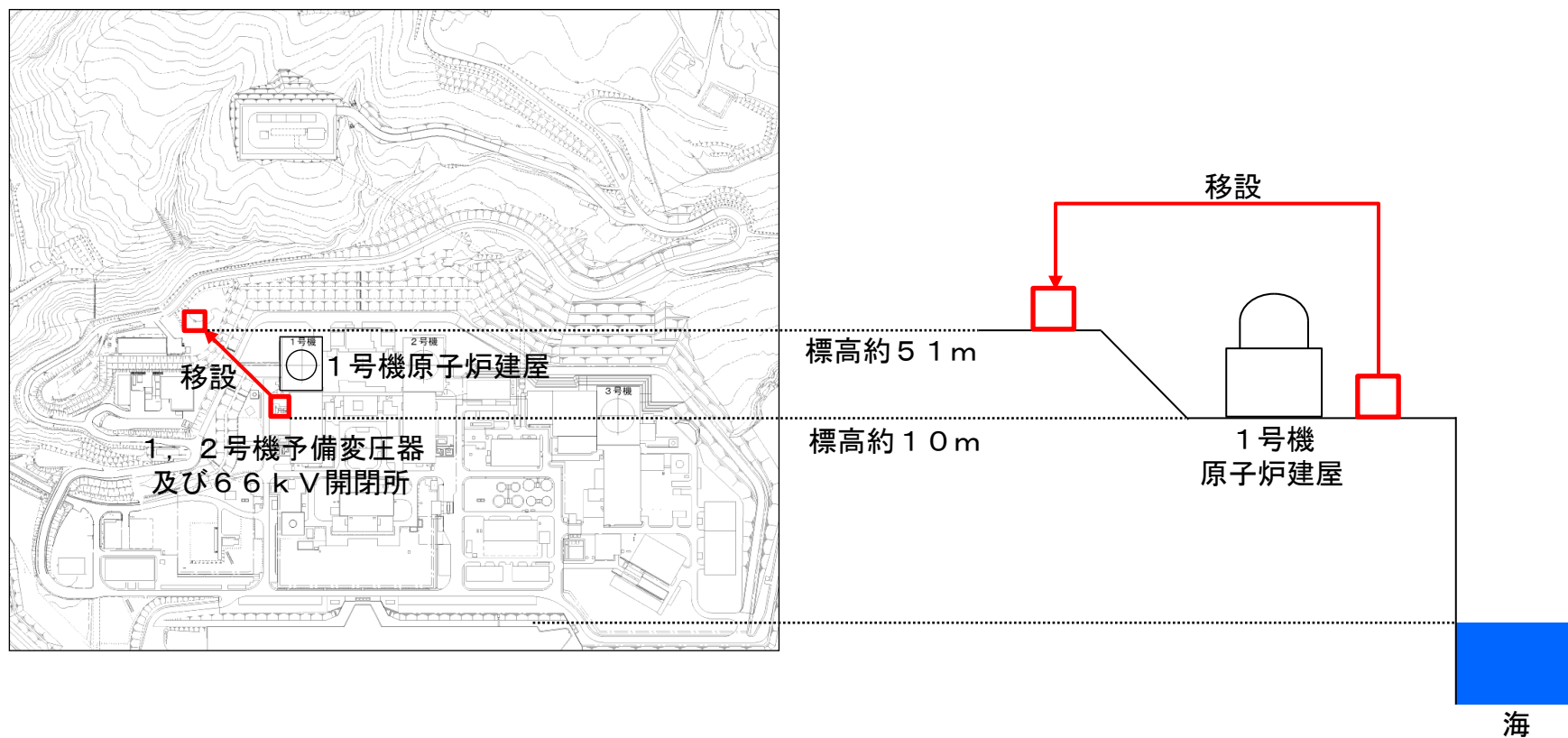
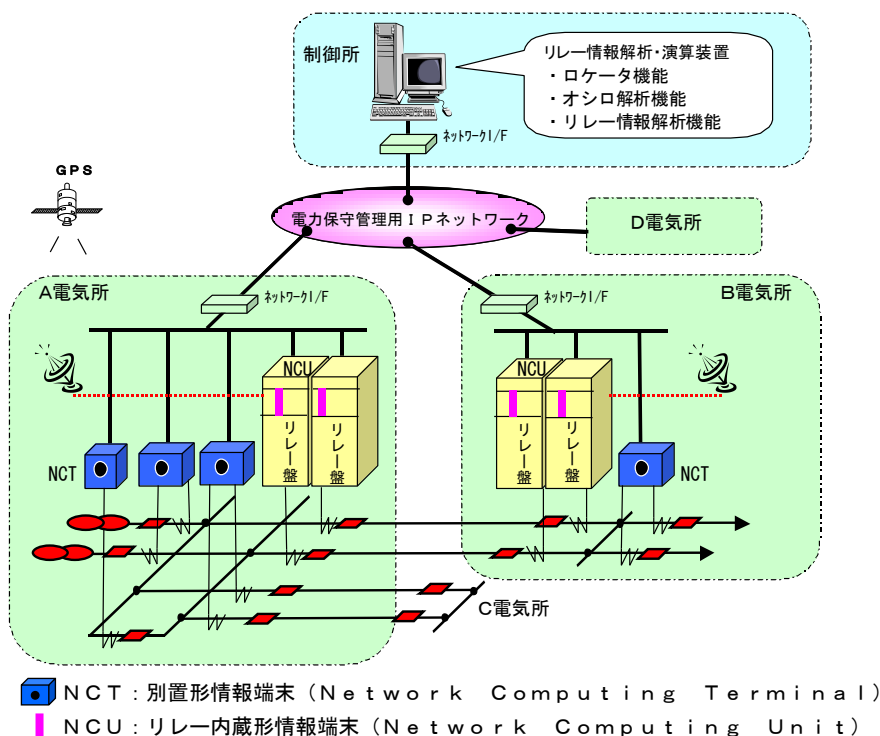


図-22 1， 2号機予備変圧器及び66kV開閉所の移設イメージ

15. その他の信頼性向上対策（3）

（3）事故時復旧対策

- 送電線の事故点を迅速に特定し、早期復旧につなげるため、フォルトロケータなどの事故点標定設備を導入している。（図－23）
- また、275 kV送電線などに係る標準的な復旧資機材、復旧方法・手順を整備し、万が一の対応に備えている。
- 泊発電所に直接接続される送電線のうち、66 kV送電系統の気中断路器が損傷し送電不能となった事象を想定し、復旧に必要な資機材（復旧バイパス用架線、端子器具、絶縁用碍子など）を確保するとともに、復旧手順を定めたマニュアルを整備している。



【フォルトロケータ】

- 泊発電所に直接接続される送電線に導入しているフォルトロケータと動作原理は以下のとおり。
 - 275 kV送電線（泊幹線、後志幹線）はネットワーク型フォルトロケータを整備している。動作原理は、送電線事故時の電流・電圧データを電気所（変電所又は開閉所）リレー盤から電力保守管理用IPネットワークを通じて制御所へ伝送し、制御所のリレー情報解析・演算装置により事故箇所を標定する装置である。
 - 66 kV送電系統は、FAST（送電線故障情報システム）を整備している。動作原理は、送電線事故時の電流・電圧データを電気所（変電所又は開閉所）で検知し、それぞれの電気所に事故電流の波形が到達した時間の差を距離に換算して事故箇所を標定する装置である。

図－23 ネットワーク型フォルトロケータ

15. その他の信頼性向上対策（4）

（4）雪害対策

- 平成24年11月、泊発電所とは直接接続していない66kV幌別線の鉄塔1基が特異な条件（電線着雪と強風）により倒壊した。
- 当該鉄塔は、昭和47年以前に建設されたものであるが、当社では、昭和47年に発生した電線着雪による稚内線での鉄塔倒壊を踏まえ、自主保安として当社着雪設計を取り入れ昭和48年以降の鉄塔設計に反映するとともに、電線の難着雪化など着雪対策の導入を順次進めてきた。なお、当社着雪設計を満たした鉄塔では、幌別線で鉄塔が倒壊した条件下でも十分な強度を有していることを確認している。
- 泊発電所と直接接続する275kV送電線（泊幹線、後志幹線、京極幹線）及び66kV送電線（茅沼線、岩内支線、泊支線）は、国の定める電気設備の技術基準と当社着雪設計の双方を満たしているほか、下記の着雪対策を実施している。
 - 難着雪リング（図-24）
電線に一定の等間隔で取り付けることにより、着雪の電線のより方向への回転成長を途中で寸断し、筒雪・重着雪への発達を抑制させる。



図-24 難着雪リング

15. その他の信頼性向上対策（5）

（4）雪害対策（続き）

- 相間スペーサ（図－25）
ギャロッピングによる短絡事故の防止を目的として適用されているが、電線の捻れ剛性（捻れにくさ）を増加させる効果もあり、着雪による電線の捻れを防止することで、同一方向に着雪させて自重で落下させるもの。電線の回転による着雪成長の抑制効果がある。
- 素導体スペーサ（図－26）
多導体送電線において、導体同士の接触による損傷を防止するために、スペーサを一定間隔で取り付けているが、スペーサの取付部により導体が固定されるため、電線の捻れ剛性を増加させる効果もあり、相間スペーサと同様電線の回転による着雪成長の抑制効果がある。



図－25 相間スペーサ



図－26 素導体スペーサ

【参考】保安電源設備の設置許可基準への適合性（1）

設置許可基準	設計方針	基準適合性の説明
<p>(保安電源設備)</p> <p>第三十三条 発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならない。</p>	<p>重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を供給するため、外部電源から電力の供給を受けられる設計とする。 (設置変更許可申請8-1-116)</p>	<p>●非常用所内電気設備は、開閉所、変圧器等を介して電力系統に連系しており、重要安全施設への給電が可能である。 (頁1, 4)</p>
<p>2 発電用原子炉施設には、非常用電源設備（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>本原子炉施設に非常用電源設備として、ディーゼル発電機2台及び原子炉の安全のため常に確実なる電源を必要とする機器に対しては蓄電池2系列を設ける設計とする。 (設置変更許可申請8-1-116)</p>	<p>●非常用所内電源として、非常用高圧母線に接続しているディーゼル発電機を2台設置している。 ●非常用所内電源の直流電源設備として、蓄電池2組を設置している。 (頁4, 13, 15)</p> <p>・ディーゼル発電機 容量約7,000kVA/台, 台数2, 電圧6.9kV ・非常用蓄電池 容量約2,400Ah/組, 組数2, 電圧約130V</p>
<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、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>【解釈】</p> <p>1 第3項に規定する「安全施設への電力の供給が停止することがない」とは、重要安全施設に対して、その多重性を損なうことがないように、電気系統についても系統分離を考慮して母線が構成されるとともに、電気系統を構成する個々の機器が信頼性の高いものであって、非常用所内電源系からの受電時等の母線の切替操作が容易なことをいう。なお、上記の「非常用所内電源系」とは、非常用所内電源設備（非常用ディーゼル発電機及びバッテリー等）及び工学的安全施設を含む重要安全施設への電力供給設備（非常用母線スイッチギヤ及びケーブル等）をいう。</p> <p>2 第3項に規定する「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」とは、電気系統の機器の短絡、地絡又は母線の低電圧若しくは過電流等を検知し、遮断器等により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できることをいう。</p>	<p>保安電源設備（安全施設への電力の供給に関する設備をいう。）は、安全施設への電力の供給が停止することがないよう、電気系統の機器の短絡や地絡、母線の低電圧や過電流などを検知し、遮断器等により異常の発生箇所を隔離することなどにより、その拡大を防止できる設計とする。 (設置変更許可申請8-1-116)</p>	<p>(電気系統事故時の切替え)</p> <p>●開閉所の275kV母線は、4母線で構成し、泊幹線及び後志幹線のそれぞれ2回線は4母線すべてに接続できる構成である。 ●万一母線事故が発生した場合でも4母線中1母線のみの停電に限定とすることができ、4回線での送受電を継続できる。 ●泊幹線又は後志幹線のどちらかが2回線停止しても、健全な2回線による電力の送受電を継続できる。 ●非常用所内電気設備(M/C, PC/C等)は、通常275kV送電線から予備変圧器を介して受電しているが、その受電系統における故障発生時は、自動的に所内変圧器からの受電に切り替わる。 ●さらに、所内変圧器からも受電できない場合（外部電源喪失の場合）は、ディーゼル発電機からの受電に自動で切り替わる。 ●開閉所の保護システムでは、送電線や開閉所構内の電流・電圧を常時計測し、その計測値データを保護リレーに入力しており、事故等による異常を検出した場合は、それぞれの計測値などから故障回線又は母線を瞬時に特定し遮断器にて故障区間を速やかに分離することで、他の送電線、275kV母線の連系を維持可能な系統構成としており、泊発電所での送受電は維持できる。 (頁1, 2, 3, 5)</p>

【参考】保安電源設備の設置許可基準への適合性（2）

設置許可基準	設計方針	基準適合性の説明
<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>【解釈】</p> <p>3 第4項に規定する「少なくとも二回線」とは、送受電可能な回線又は受電専用の回線の組み合わせにより、電力系統と非常用所内配電設備とを接続する外部電源受電回路を2つ以上設けることにより達成されることをいう。</p> <p>4 第4項に規定する「互いに独立したもの」とは、発電用原子炉施設に接続する電線路の上流側の接続先において1つの変電所又は開閉所のみを連系し、当該変電所又は開閉所が停止することにより当該発電用原子炉施設に接続された送電線が全て停止する事態にならないことをいう。</p>	<p>非常用所内電源は、独立した異なる変電所又は開閉所に接続する275kV泊幹線2回線及び275kV後志幹線2回線により電力系統から受電可能な設計とする。 (設置変更許可申請8-1-116~117)</p>	<p>(独立性)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●非常用所内電気設備(M/C、PC/C等)は、通常275kV送電線から予備変圧器を介して受電しているが、その受電系統における故障発生時は、自動的に所内変圧器からの受電に切り替わる。 ●泊発電所に接続する送電線は、275kV泊幹線2回線、275kV後志幹線2回線及び66kV送電線2回線である。 ●各々のルートの送電線は、異なる送電鉄塔を用いて各2回線を架線しており、物理的に分離している。 (頁5, 6, 9) <p>(共通要因による機能喪失への配慮)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●泊発電所周辺の活断層分布によると、西野変電所及び西双葉開閉所の近傍に活断層は認められない。 ●西野変電所及び西双葉開閉所では、耐震性の高いSF₆ガス絶縁開閉装置(GIS)を採用している。 ●GISは、「変電所等における電気機器の耐震設計指針(JEAG5003)」に基づいて設計を行っている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ JEAG5003は、国内外の大規模な地震のデータを取り込んだ耐震設計指針として、1980年に社団法人日本電気協会から発刊された。 ➢ JEAG5003は、国内外の大規模な地震による機器被害の状況を網羅した指針であり、それまで当社が過去の地震経験より独自に行っていた設計に比べ、幅広く種々の知見が反映されていることから、以降これを当社の設計基準に適用している。 ➢ なお、この指針は1998年に兵庫県南部地震、2010年に新潟中越沖地震や岩手宮城内陸地震における地震データを分析し、指針の妥当性を評価しており、引き続き設計基準として適用して問題ないと判断している。 ●西野変電所及び西双葉開閉所は、地すべり地形分布図(防災科学技術研究所)において地すべりの影響を受けない場所に設置している。 ●泊幹線が接続している西野変電所、後志幹線が接続している西双葉開閉所はそれぞれ独立しており、約38km離れた場所に設置し、位置的に分散している。これらは、標高約300mの位置にあり、津波影響を受けない内陸に設置している。 (頁16, 18, 19) <p>(送電系統の保護システム)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●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。 ●西野変電所及び西双葉開閉所は、複数の変電所等と275kV及び187kV送電線で系統連系している。保護システムでは、送電線や変電所構内の電流・電圧を常時計測、その計測値データを保護リレーに入力しており、事故等による異常を検出した場合は、それぞれの計測値などから故障回線を瞬時に特定し遮断器にて故障区間を速やかに分離することで、他の送電線、275kV母線の連系を維持可能な系統構成としており、泊発電所での送受電は維持できる。 (頁7, 8)

【参考】保安電源設備の設置許可基準への適合性（3）

設置許可基準	設計方針	基準適合性の説明
<p>第4項（続き）</p>		<p>（送電線早期復旧への対応）</p> <ul style="list-style-type: none"> ●送電線の事故点を迅速に特定し、早期復旧につなげるため、フォルトロケータなどの事故点標定設備を導入している。 ●275kV送電線などに係る標準的な復旧資機材、復旧方法・手順を整備し、万が一の対応に備えている。 ●泊発電所に直接接続される送電線のうち、66kV送電系統の気中断路器が損傷し送電不能となった事象を想定し、復旧に必要な資機材（復旧バイパス用架線、端子器具、絶縁用碍子など）を確保するとともに、復旧手順を定めたマニュアルを整備している。（頁22）
<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>【解釈】</p> <p>5 第5項に規定する「物理的に分離」とは、同一の送電鉄塔等に架線されていないことをいう。</p>	<p>275kV泊幹線及び275kV後志幹線はそれぞれに送電鉄塔を備えることにより、物理的に分離した設計とする。 （設置変更許可申請8-1-117）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●泊発電所に接続する送電線は、275kV泊幹線2回線、275kV後志幹線2回線及び66kV送電線2回線であり、各々のルートの送電線は、異なる送電鉄塔を用いて各2回線を架線しており、物理的に分離している。（頁9）
<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>【解釈】</p> <p>6 第6項に規定する「同時に停止しない」とは、複数の発電用原子炉施設が設置されている原子力発電所の場合、外部電源系が3回線以上の送電線で電力系統と接続されることにより、いかなる2回線が喪失しても複数の発電用原子炉施設が同時に外部電源喪失に至らないよう各発電用原子炉施設にタイラインで接続する構成であることをいう。</p> <p>なお、上記の「外部電源系」とは、外部電源（電力系統）に加えて当該発電用原子炉施設の主発電機からの電力を発電用原子炉施設に供給するための一連の設備をいう。また、開閉所及び当該開閉所から主発電機側の送電設備は、不等沈下又は傾斜等が起きないような十分な支持性能をもつ地盤に設置されるとともに、碍子及び遮断器等は耐震性の高いものが使用されること。さらに、津波に対して隔離又は防護するとともに、塩害を考慮したものであること</p>	<p>275kV送電線の4回線はタイラインで接続する構成とし、いかなる2回線が喪失しても1号、2号及び3号炉が同時に外部電源喪失に至らない設計とする。 （設置変更許可申請8-1-117）</p>	<p>（開閉所の構成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ●275kV送電線の4回線は開閉所の4母線すべてに接続できる構成としており、泊幹線又は後志幹線のどちらかが回線停止しても、健全な2回線による電力の送受電を継続できる。（頁1、2、3） <p>（開閉所等の設置地盤）</p> <ul style="list-style-type: none"> ●開閉所等は、不等沈下又は傾斜等が起きないような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。 ●遮断器等開閉所の設備は、耐震性の高いSF₆ガス絶縁開閉装置（GIS）を採用している。 ●泊発電所における基準地震動S_sをもとに、275kV開閉所、3号機主変圧器、所内変圧器及び予備変圧器について入力地震動を算定し、耐震設計審査指針等の規格・基準における評価基準に沿って評価を行った。 ●その結果を踏まえ、GIS基礎ボルト等一部の設備に対し耐震補強対策を進めているところ。（頁10）

【参考】保安電源設備の設置許可基準への適合性（４）

設置許可基準	設計方針	基準適合性の説明
第6項（続き）		<p>（送電設備の耐震性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「電気設備防災対策検討会」（資源エネルギー庁長官私的検討会）において、兵庫県南部地震における被害状況の分析を行うとともに、被害実態を踏まえた実証的な検討を行った結果、各電気設備の現行耐震基準は、一般的な地震動に際し機能に重大な支障が発生しない耐震性を確保するとともに、高レベルの地震動に際しても、長期的かつ広範囲に亘る著しい供給支障が生じることのないよう、代替性の確保や多重化等により、総合的にシステムの機能を確保するものであることを確認し、現行耐震基準は妥当であると評価されている。（平成7年） ● 東北地方太平洋沖地震における被害実態としては、東北電力、東京電力管内における送電鉄塔の倒壊被害は、津波による倒壊を除くと1基であり、倒壊の原因は、送電鉄塔建設地に隣接する大規模な盛土が地震動により崩壊し、送電鉄塔敷地内になだれこみ、その土圧により倒壊したものと推定されている。 ● また、東北地方太平洋沖地震において、送電鉄塔に設置された支持碍子で、地震動によるものと推定される折損が発生し、一部の送電線で送電不能となる事象が発生した。 ● これまで、北海道において発生した平成5年1月の釧路沖地震（震度6）、平成15年9月の十勝沖地震（震度6弱）などの強い地震においても送電鉄塔の倒壊被害は発生しておらず、上記「電気設備防災検討会」の評価のとおり、送電鉄塔は十分な耐震性を有していると評価している。 ● 送電鉄塔については、敷地周辺の地盤変状による鉄塔基礎の安定性への影響を評価し、盛土の崩壊や地すべり、急傾斜地の崩壊に対して、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（泊幹線、後志幹線、茅沼線、岩内支線及び泊支線）） （平成25年5月（京極幹線）） ● 泊発電所につながる送電線のうち支持碍子が設置されていた鉄塔については、可とう性を有する碍子へ取り替えを実施した。 （平成23年9月完了） <p style="text-align: right;">（頁17）</p> <p>（耐津波性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 275kV送電線の送電鉄塔のうち最も低所に設置されている鉄塔の設置高さは、泊幹線が標高約35m（No.5鉄塔）、後志幹線が標高90m（No.2鉄塔）であり、十分な高さに設置している。 ● 66kV送電線（茅沼線、岩内支線及び泊支線）の送電鉄塔のうち最も低所に設置されている鉄塔の設置高さは標高約2m（No.5鉄塔）であるが、基準津波による浸水範囲外であることを確認している。 ● 275kV開閉所及び3号機予備変圧器は、標高約85mの高所に設置している。 ● 3号機主変圧器及び所内変圧器は、基準津波より高い標高約10mに設置している。 <p style="text-align: right;">（頁11，19）</p>

【参考】保安電源設備の設置許可基準への適合性（5）

設置許可基準	設計方針	基準適合性の説明
第6項（続き）		<p>（耐塩害性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ●3号機増設に伴う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（平成9年12月～平成11年2月）し、従来の沿岸部の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。 ●また、移設後の275kV開閉所について、送電線との接続部を屋根付き構造の遮風建屋で覆い、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罫管を採用しており、常時充電している部位が露出していないGISや変圧器等屋外に設置している機器には耐塩塗装（ポリウレタン樹脂塗装）を施すなど、塩害防止対策を図っている。 ●さらに、汚損、劣化を監視するためポリマー罫管から大地への漏れ電流を計測する装置を設置している。 ●平成19年10月のポリマー罫管使用開始以降、汚損・劣化の兆候は認められていない。 ●なお、昨年から今年にかけて初回の清掃を実施している。 <p style="text-align: right;">（頁12）</p> <p>（送電線の着雪対策）</p> <ul style="list-style-type: none"> ●平成24年11月、泊発電所とは直接接続していない66kV幌別線の鉄塔1基が特異な条件（電線着雪と強風）により倒壊した。 ●当該鉄塔は、昭和47年以前に建設されたものであるが、当社では、昭和47年に発生した電線着雪による稚内線での鉄塔倒壊を踏まえ、自主保安として当社着雪設計を取り入れ昭和48年以降の鉄塔設計に反映するとともに、電線の難着雪化など着雪対策の導入を順次進めてきた。なお、当社着雪設計を満たした鉄塔では、幌別線で鉄塔が倒壊した条件下でも十分な強度の有していることを確認している。 ●泊発電所と直接接続する275kV送電線（泊幹線、後志幹線、京極幹線）及び66kV送電線（茅沼線、岩内支線、泊支線）は、国の定める電気設備の技術基準と当社着雪設計の双方を満たしているほか、下記の着雪対策を実施している。 <p>＜難着雪リング＞</p> <p>電線に一定の等間隔で取り付けることにより、着雪の電線のより方向への回転成長を途中で寸断し、筒雪・重着雪への発達を抑制させる。</p> <p>＜相間スペーサ＞</p> <p>ギャロッピングによる短絡事故の防止を目的として適用されているが、電線の捻れ剛性（捻れにくさ）を増加させる効果もあり、着雪による電線の捻れを防止することで、同一方向に着雪させて自重で落下させるもの。電線の回転による着雪成長の抑制効果がある。</p> <p>＜素導体スペーサ＞</p> <p>多導体送電線において、導体同士の接触による損傷を防止するために、スペーサを一定間隔で取り付けているが、スペーサの取付部により導体が固定されるため、電線の捻れ剛性を増加させる効果もあり、相間スペーサと同様電線の回転による着雪成長の抑制効果がある。</p> <p style="text-align: right;">（頁23、24）</p> <p>（その他信頼性向上対策）</p> <ul style="list-style-type: none"> ●標高約10mに設置している1、2号機予備変圧器及び66kV開閉所設備を標高約51mの高所に移設する。（平成27年度上期） ●66kV送電線2回線は、現状1、2号機のみ接続しているが、さらなる信頼性向上対策として3号機にも接続する。（平成27年度上期） <p style="text-align: right;">（頁20、21）</p>

【参考】保安電源設備の設置許可基準への適合性（6）

設置許可基準	設計方針	基準適合性の説明
<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>【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>非常用電源設備及びその附属設備としては、ディーゼル発電機2台及び蓄電池2系列を設ける設計とする。</p> <p>ディーゼル発電機は非常用母線に、蓄電池は非常用直流母線に独立分離して接続し、外部電源系の機能喪失時に一つの系列が作動しないと仮定した場合でも、運転時の異常な過渡変化時又は1次冷却材喪失等の設計基準事故時において、原子炉停止系、工学的安全施設等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設計とする。</p> <p>（設置変更許可申請8-1-117）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●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独立した2系列のディーゼル発電機設備を設置している。 ●7日間の外部電源喪失を仮定した場合でも非常用発電機を連続運転できるよう、ディーゼル発電機燃料油貯油槽の貯蔵容量（現状約3.5日分を貯蔵）を増強する。（平成25年10月完了予定） ●直流電源系統は、非常用所内電源として非常用直流母線2母線、常用所内電源として常用直流母線2母線で構成し、母線電圧は125Vである。 ●独立した2系列の直流電源設備を設置しており、全交流動力電源喪失時、原子炉を安全に停止し、かつ停止後の冷却を行うために必要な直流負荷に2時間給電することが可能である。 <ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル発電機 容量約7,000kVA/台、台数2、電圧6.9kV ・非常用蓄電池 容量約2,400Ah/組、組数2、電圧約130V ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽 容量 約146m³(保安規定値:132m³以上)／個 個数4（うち今回増設2） <ul style="list-style-type: none"> ●上記設備は耐震Sクラスとして設計しており、耐震性に問題はない。耐津波性については、設備設置レベルが標高約10m（貯油槽は標高約10mの地下に埋設）であり、基準津波（敷地前面の最大水位7.3m）よりも高く、上記機器が設置されている敷地へ流入しないため問題ない。さらに、建屋の扉等に対して標高約1.5mまで水密扉化等の浸水防止対策を実施している。 <p style="text-align: right;">（頁13、14、15）</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>【解釈】 8 第8項に規定する「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」とは、発電用原子炉施設ごとに、必要な電気容量の非常用電源設備を設置した上で、安全性の向上が認められる設計であることを条件として、認められ得る非常用電源設備の共用をいう。</p>	<p>非常用電源設備及びその附属設備は原子炉施設間で共用しない設計とする。</p> <p>（設置変更許可申請8-1-117）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●設計基準事故においては、他の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の電力の供給を考慮していない。