

東海第二発電所

電源設備への対応について(改訂版)

2022年11月1日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

1. 電源設備に関する基本方針	3
2. 電源設備の概要	5
3. 電源設備の主要な変更	7
① 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)	8
② 電源の多様化(代替電源(直流)の確保)	11
③ 直流電源設備の増強	14
④ 耐震性の向上(外部電源受電設備の強化)	15
⑤ 耐震性の向上(電線路間水平距離の確保)	16
4. まとめ・結論	17

補足説明資料 電源設備への対応について

1. 電源設備に関する基本方針

<福島第一原子力発電所の事故の推移と教訓(電源確保に関して)>

- ① 地震による送電系統損傷により外部電源からの受電が喪失したが、発電所内の非常用ディーゼル発電機が設計どおりに作動し、事故当初は所内の交流電源*1、直流電源*2とも供給可能だった。
- ② その後の想定を超える津波襲来により、非常用ディーゼル発電機の海水ポンプ*3の浸水等によりディーゼル発電機が機能喪失して交流電源が喪失、さらに、建屋への津波浸水により蓄電池や配電盤も冠水し機能喪失して直流電源も喪失、シビアアクシデント(炉心損傷・放射性物質放出等)に至った。
- ③ 地震津波の被害、配電盤損傷等により、電源の回復にも時間を要し、被害拡大の抑制が遅れた。

- *1 交流電源 : 主にポンプモータの駆動等に用いる電源
- *2 直流電源 : 主にプラントの状態監視・制御に用いる電源
- *3 海水ポンプ: 非常用ディーゼル発電機を冷却するためのポンプ

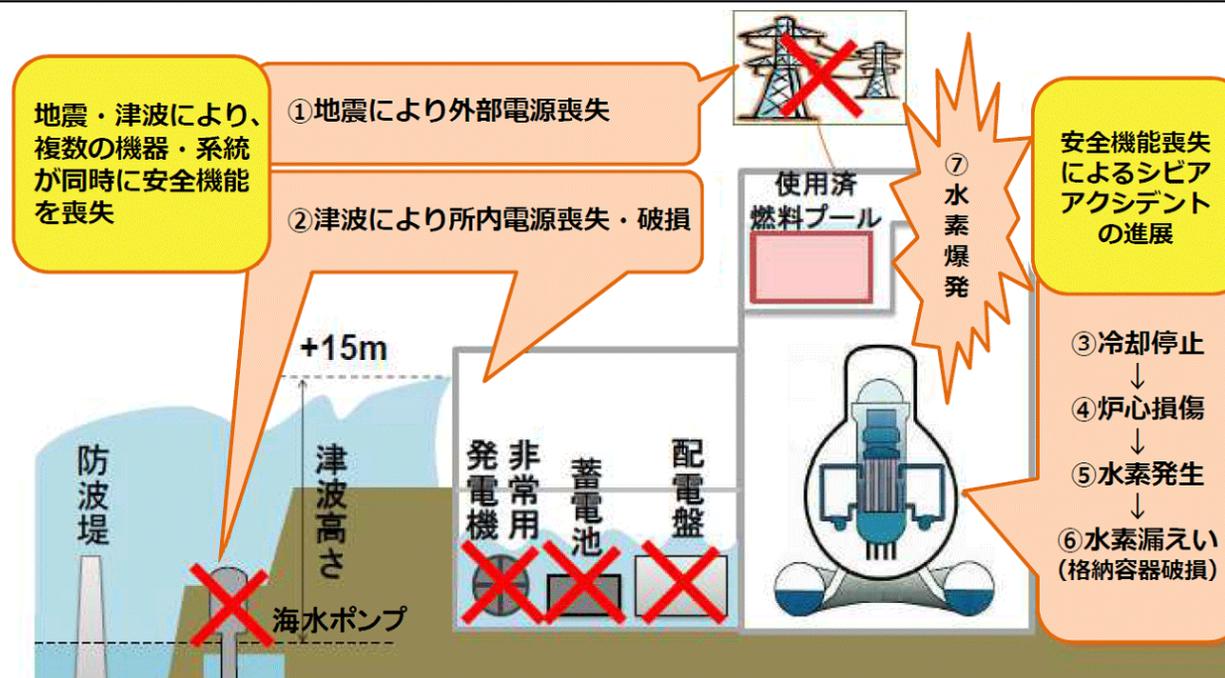


電源確保に関する事故の教訓

事故の大きな要因は、
必要な電源が確保されなかったこと。

- ◆外部事象による共通原因故障に係る脆弱性を克服する観点から電源の多様性が図られていなかったこと。
- ◆交流電源が復帰する前に直流電源が枯渇し、全注水機能及び監視機能を喪失したこと。
- ◆外部電源の回復に要する時間の目標が明確でなかったこと。
- ◆配電盤等の設備が冠水等の厳しい環境に耐えられるものになっていなかったこと。

- 福島第一原発事故では地震や津波により、複数の機器・系統が同時に安全機能を喪失
- さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食い止めることができなかった



1. 電源設備に関する基本方針



＜福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた電源設備に係る主な基本方針＞

電源確保に関する事故の教訓

◆電源の**多様性**が図られていなかった。

非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合を想定し、**常設代替高圧電源装置**、**可搬型代替低圧電源車等**を設置することにより、**電源を多様化する**。

◆**交流電源が復帰する前に直流電源が枯渇した**。

代替交流電源の復旧まで電源(直流)の供給を行えるよう、**蓄電池の容量を増加する**。

◆外部電源の回復に要する**時間**の目標が明確でなかった。

外部事象(地震・津波等)等による**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運転を続けるための燃料を確保する。[要求の明確化]

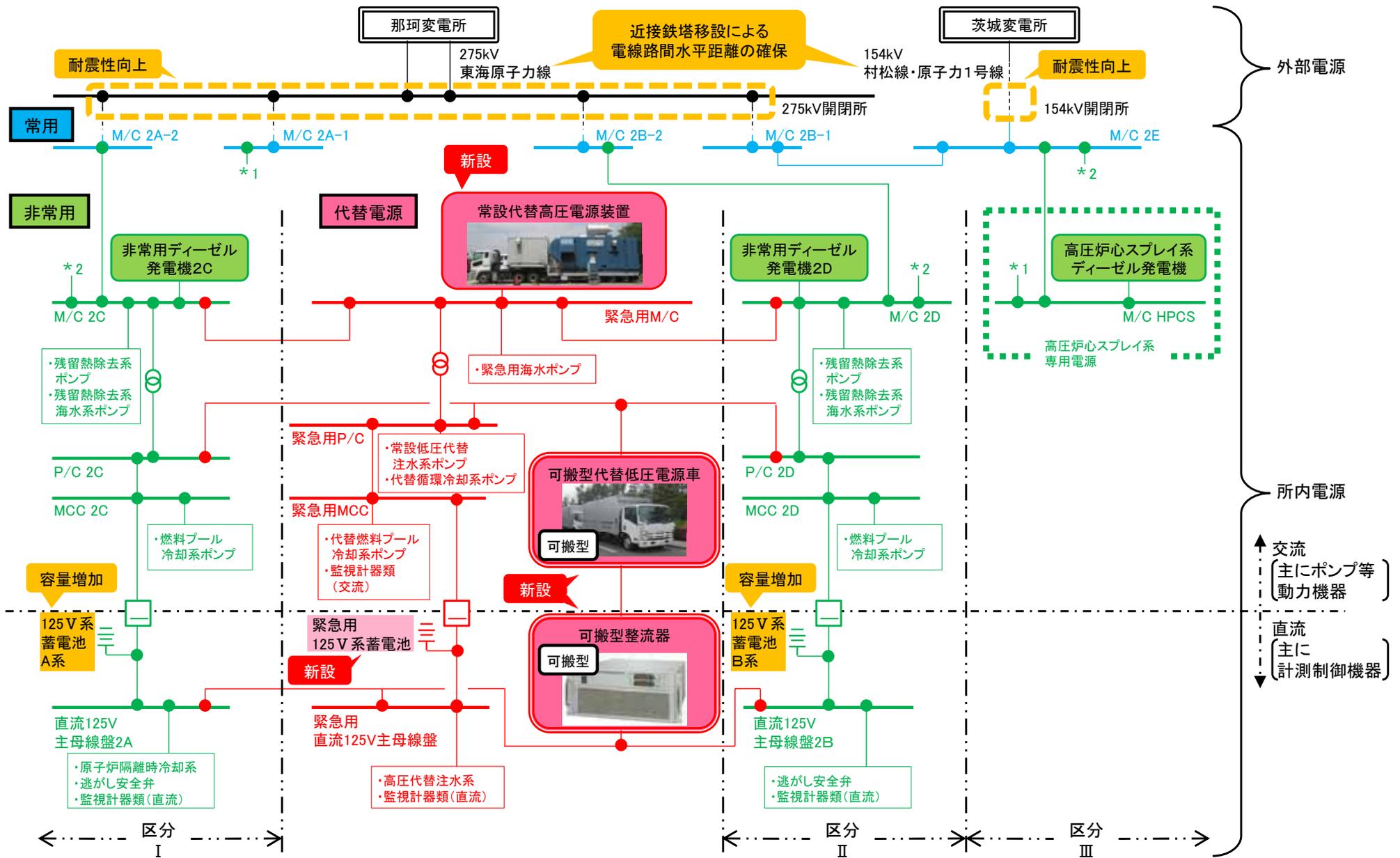
◆冠水等の厳しい**環境**に耐えられるものになっていなかった。

津波による浸水等の溢水対策については、第7回「内部溢水」にて説明済。

外部電源を受電する**開閉所設備は、耐震性の高い機器とする**。

近接している鉄塔を倒壊範囲外へ移設し、**電線路間の水平距離を確保する**。

2. 電源設備の概要



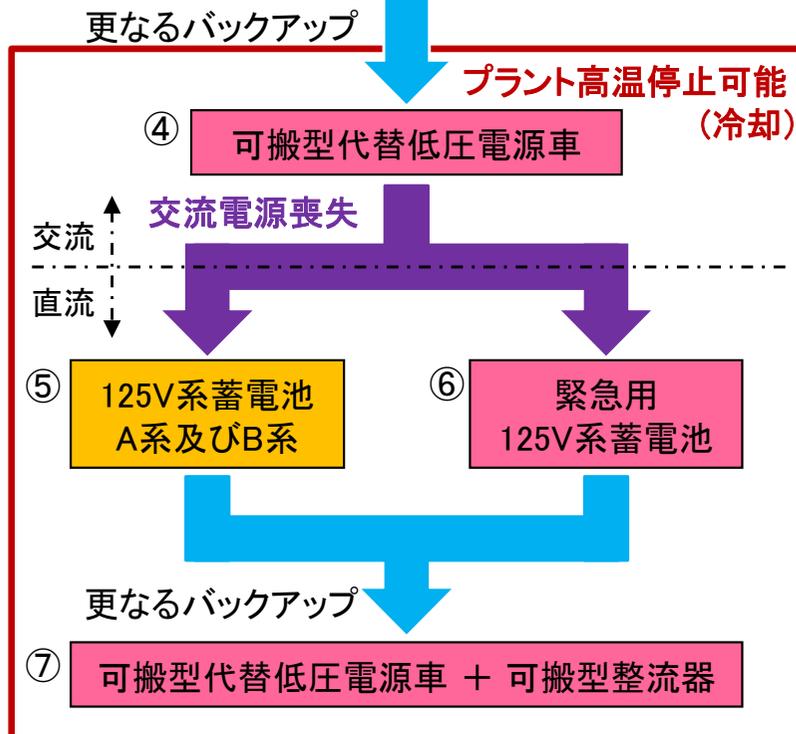
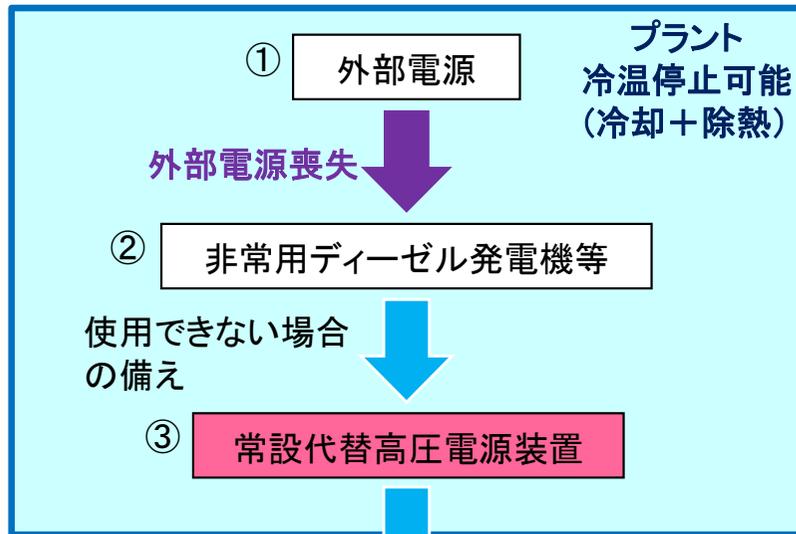
※M/C(マルチクワット開閉装置), P/C(パワーセンタ), MCC(モータコントロールセンタ)とは、発電機や外部電源等の電力を設備へ供給する配電盤のこと。

黄色 : 既設強化
 赤色 : 新規設置

2. 電源設備の概要



給電対象負荷一覧



機能	系統	冷温停止(冷却+除熱)			高温停止(冷却)			
		① 外部電源	② 非常用ディーゼル発電機等	③ 常設代替高圧電源装置	④ 可搬型代替低圧電源車	⑤ 125V系蓄電池 A系及びB系	⑥ 緊急用 125V系蓄電池	⑦ 可搬型代替低圧電源車 + 可搬型整流器
炉心冷却 ※1	高圧炉心スプレイ系	○	○	—	—	—	—	—
	高圧代替注水系	○	○	○	○	—	○	○
	原子炉隔離時冷却系	○	○	○	○	○	—	○
	低圧 ECCS系	○ (2系列)	○ (2系列)	○ (1系列)	※3 —	※3 —	※3 —	※3 —
	低圧代替注水系(常設)	○	○	○	○	—	※3	※3
除熱 ※1	残留熱除去系	○	○	○	—	—	—	—
	代替循環冷却系	○	○	○	—	※4	—	—
SFP ※2 冷却 ※1	燃料プール冷却系	○	○	—	—	—	—	—
	代替燃料プール冷却系	○	○	○	○	—	※3	※3
補機冷却 ※1	緊急用海水系	○	○	○	—	—	—	—
監視	監視計器類	○ (交流+直流)	○ (交流+直流)	○ (交流+直流)	○ (交流+直流)	○ (直流)	○ (直流)	○ (直流)

注: ○は電源設備から該当する系統を動作させる電力を供給可能なことを示す。

※1: 起動・制御に関するものを含む。 ※2: SFPIは、使用済燃料プール(Spent Fuel Pool)の略

※3: 可搬型注水設備(ポンプ車等)により、炉心冷却等を実施 ※4: 他負荷を使用しない場合は運転可能

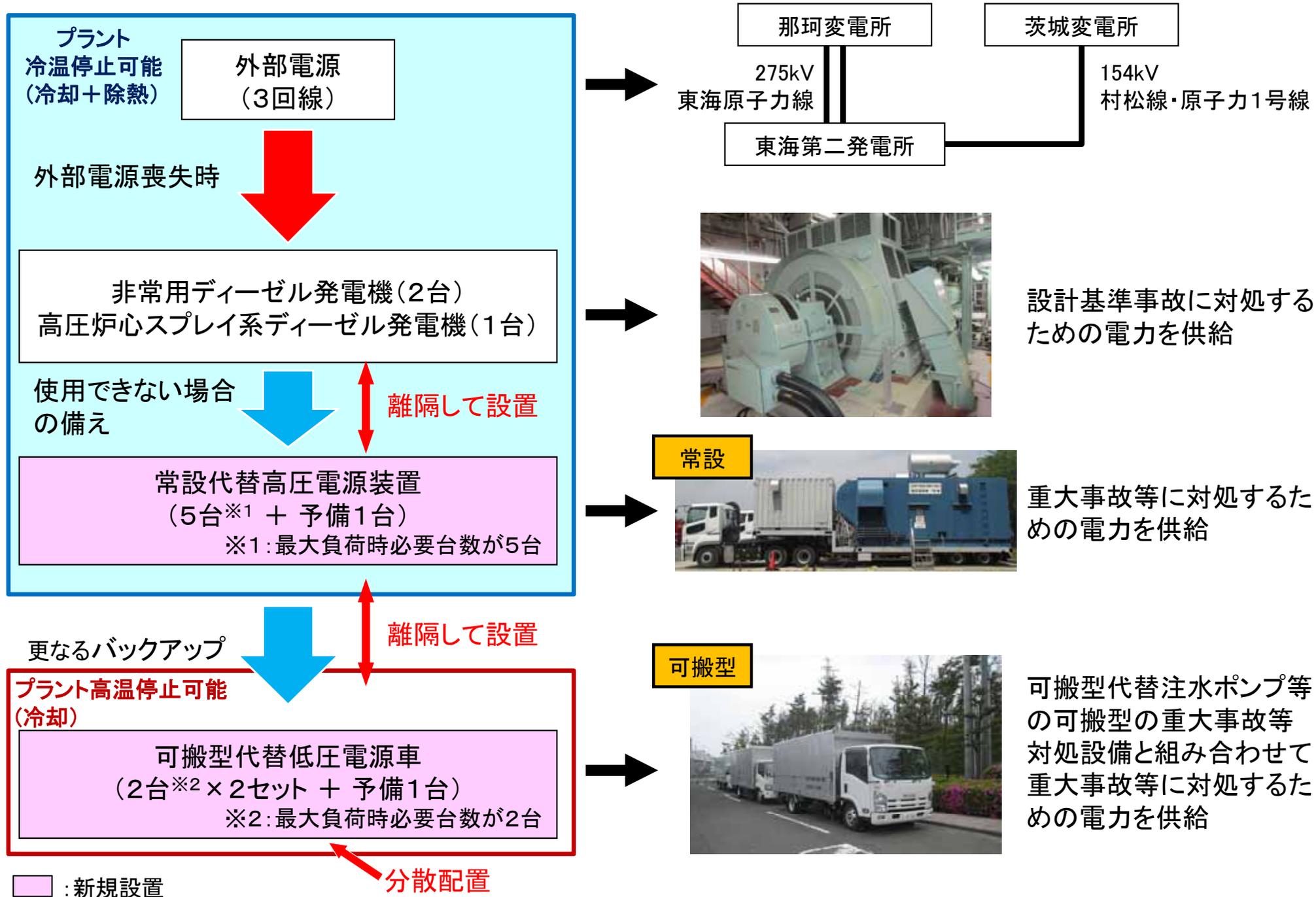
■ : 既設強化 ■ : 新規設置

3. 電源設備の主要な変更



安全性向上の考え方	項目	従来の方策	新規制対応	備考
電源の多様化	代替電源(交流)の確保	重大事故等対応用の代替電源なし。	① 常設代替交流電源設備として 常設代替高圧電源装置 を設置。可搬型代替交流電源設備として 可搬型代替低圧電源車 を配備	新規
	代替電源(直流)の確保	重大事故等対応用の代替電源なし。	② 負荷切り離しを行わず24時間にわたり、電源(直流)の供給を行うことが可能な 緊急用125V系蓄電池 を設置。また、24時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に電源(直流)の供給を行うことが可能である可搬型直流電源設備として 可搬型代替低圧電源車と可搬型整流器 を配備	新規
交流電源復帰までの直流電源の確保	直流電源設備の増強	125V系蓄電池A系及びB系が、8時間電源(直流)を供給	③ 125V系蓄電池A系及びB系は 、負荷切り離しを行わずに8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり電源の供給を行うことを可能とするため、 容量を増加 。(24時間後には交流電源の復旧が期待できるため、安全性が向上)	強化
耐環境性の向上	耐震性の向上	外部電源を受電する開閉所設備は、気中開閉所	④ 外部電源を受電する開閉所設備を、 耐震性の高いガス絶縁開閉装置 とする。	強化
		鉄塔基礎は安定した場所に設置	⑤ 電線路の近接箇所である275kV東海原子力線No2鉄塔－154kV原子力1号線 No5 鉄塔間について、 154kV原子力1号線 No5鉄塔を倒壊範囲外へ移設 し、電線路間の水平距離を確保する。	強化

3. ① 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)



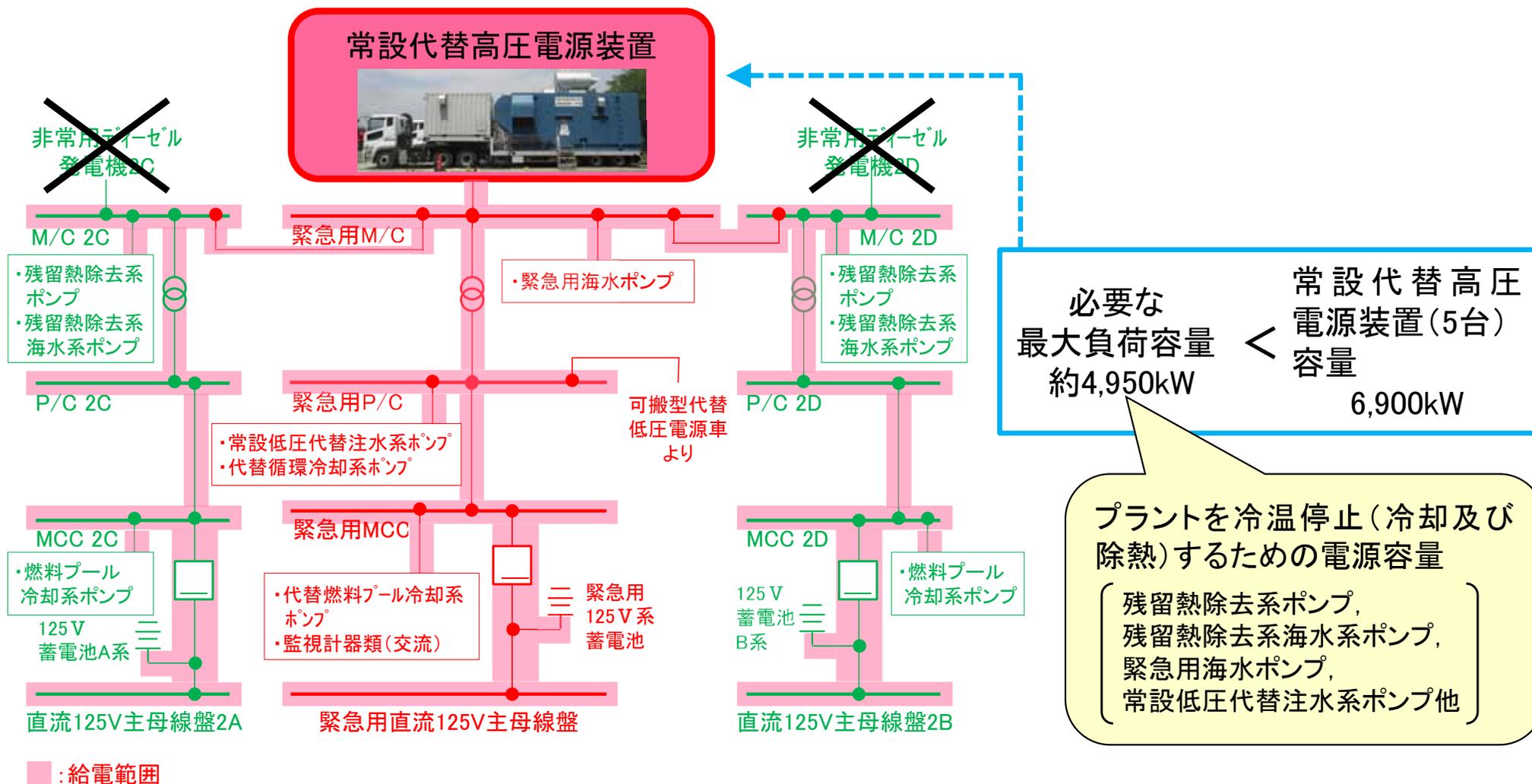
3. ① 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)

多重化されている
非常用ディーゼル発電機が
両系統機能喪失



代替交流電源設備から重大事故等対処設備へ電力を供給し、重大事故等への対処を可能とする。

- ・ 常設代替交流電源設備…**常設代替高圧電源装置**
- ・ 可搬型代替交流電源設備…可搬型代替低圧電源車



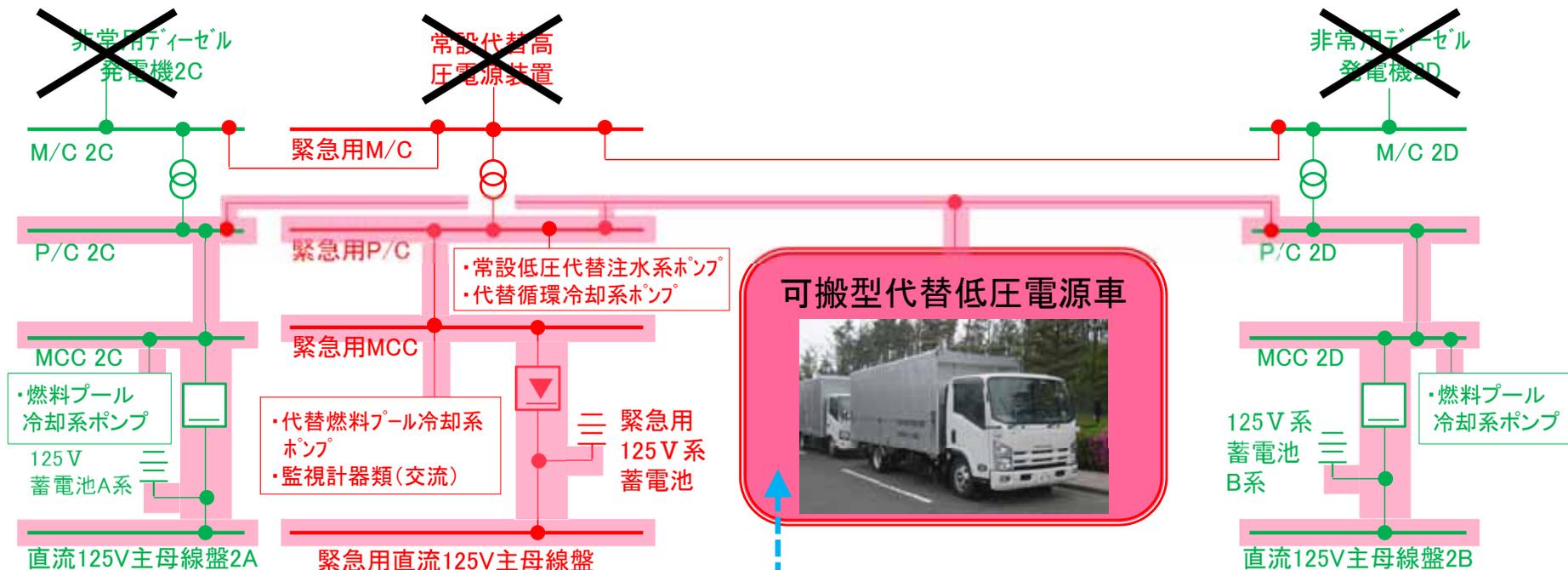
3. ① 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)

多重化されている
非常用ディーゼル発電機が
両系統機能喪失



代替交流電源設備から重大事故等対処設備へ電力を供給し、重大事故等への対処を可能とする。

- ・ 常設代替交流電源設備…常設代替高圧電源装置
- ・ 可搬型代替交流電源設備…**可搬型代替低圧電源車**



給電範囲

原子炉への低圧注水、
使用済燃料プールの冷却及び
直流負荷のための電源容量

〔 常設低圧代替注水系ポンプ、
代替燃料プール冷却系ポンプ、
125V充電器盤、監視計器類他 〕

必要な最大負荷容量 約680kW < 可搬型代替低圧電源車(2台)容量 800kW

可搬型代替低圧電源車は、以下の負荷が含まれていないため、常設代替高圧電源装置と比べて容量が小さい。

- ・ 除熱機能に関する負荷(除熱はフィルタベント設備にて対応)

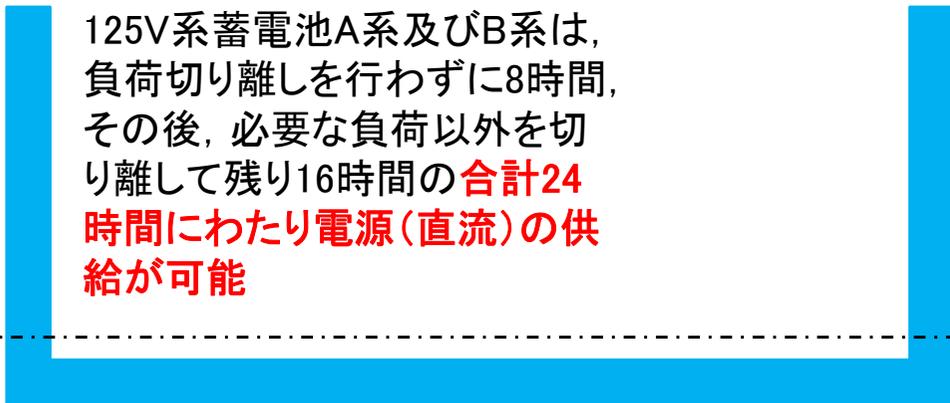
3. ② 電源の多様化(代替電源(直流)の確保)

交流電源喪失

外部電源及び非常用ディーゼル発電機から
交流電源供給不可

125V系蓄電池
A系及びB系

緊急用
125V系蓄電池



125V系蓄電池A系及びB系は、
負荷切り離しを行わずに8時間、
その後、必要な負荷以外を切
り離して残り16時間の**合計24
時間にわたり電源(直流)の供
給が可能**

24時間にわたり、重大事故等
の対応に必要な電源(直流)
の供給が可能。

更なるバックアップ

可搬型代替低圧電源車 + 可搬型整流器

+

24時間にわたり、重大事故等
の対応に必要な電源(直流)の
供給が可能。

↑ 常設
↓ 可搬型

- : 既設強化
- : 新規設置

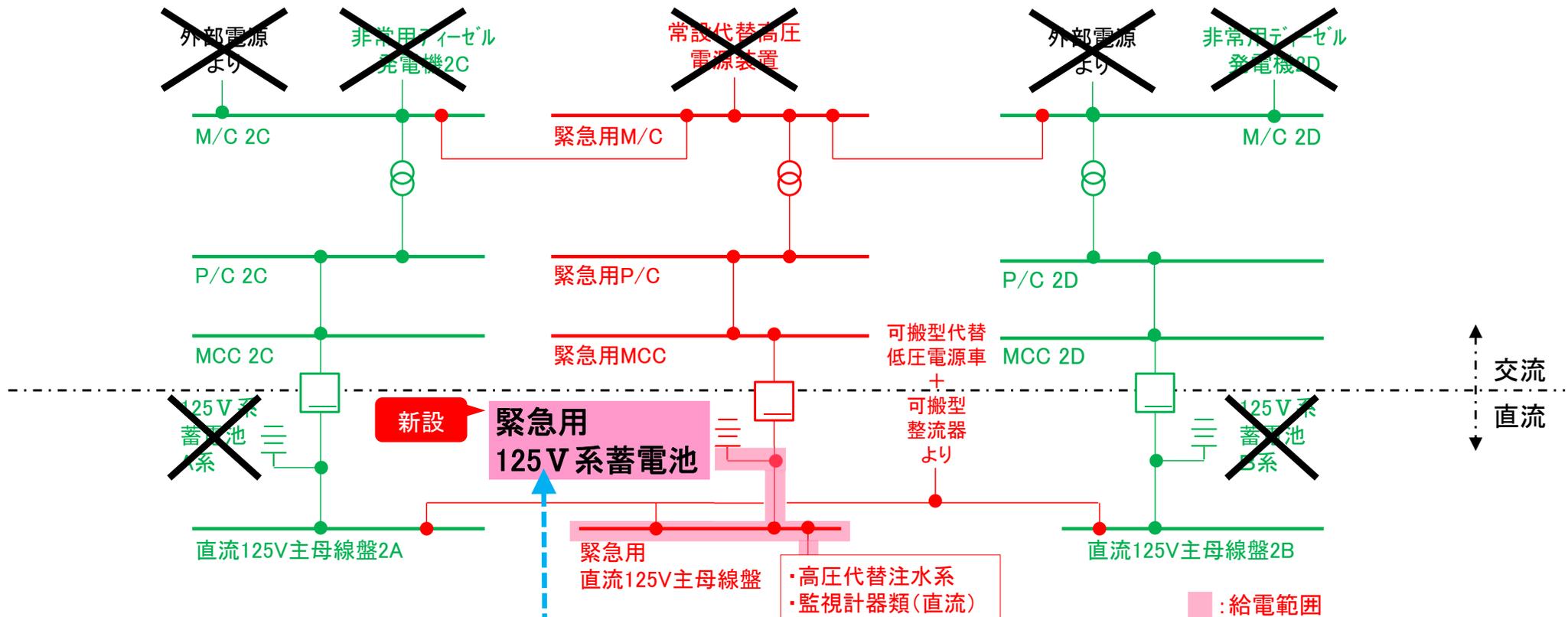
3. ② 電源の多様化(代替電源(直流)の確保)

交流電源喪失



代替直流電源設備から重大事故等対処設備へ電力を供給し、重大事故等への対処を可能とする。

- ・ 常設代替直流電源設備… **緊急用125V系蓄電池**
- ・ 可搬型代替直流電源設備
…可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器



重大事故等時に使用する代替注水及び監視計器(直流)のための電源容量(高圧代替注水系, 監視計器類 他)

必要な最大負荷容量 < 緊急用125V系蓄電池容量

約5,530Ah < 6,000Ah

3. ② 電源の多様化(代替電源(直流)の確保)

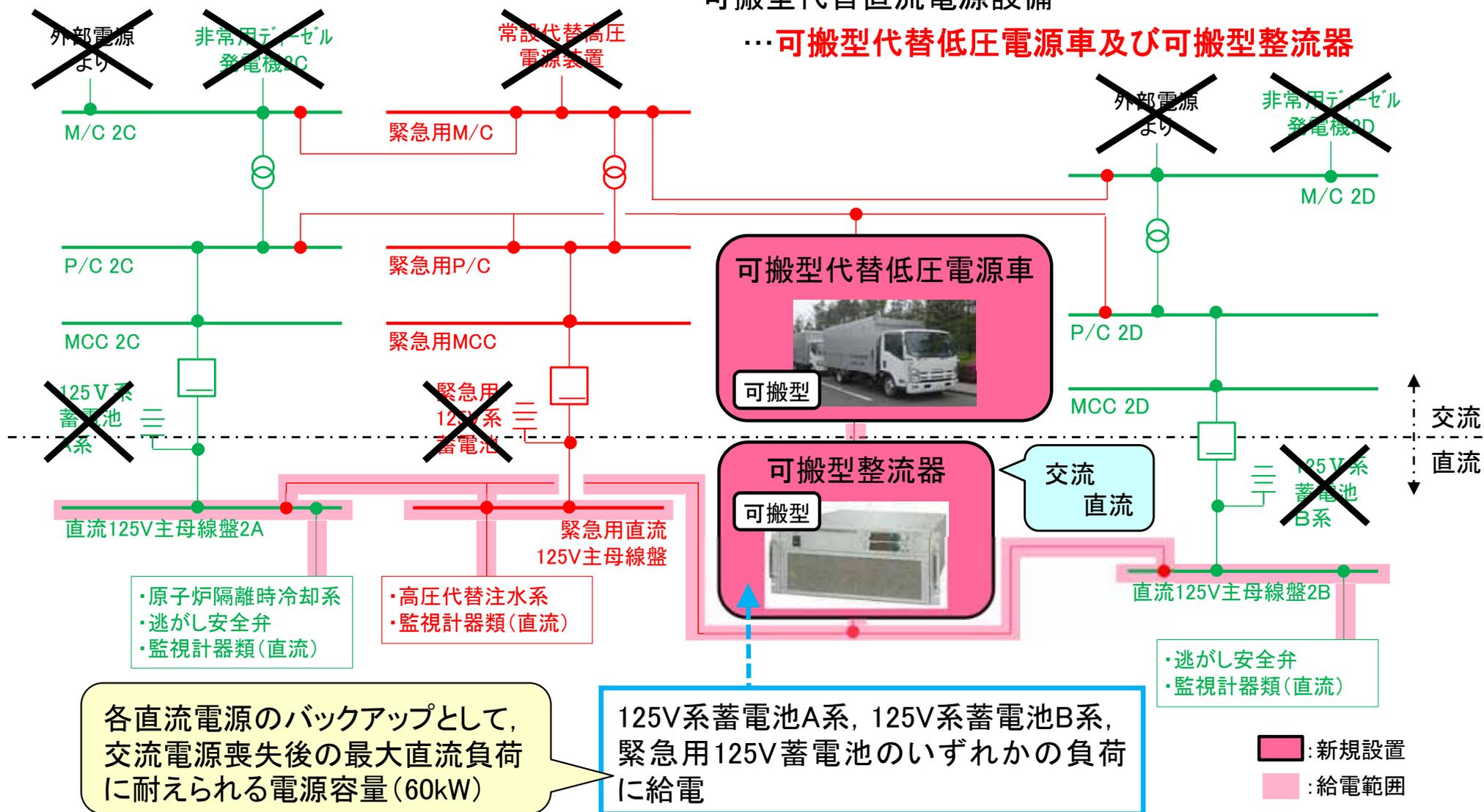
交流電源喪失



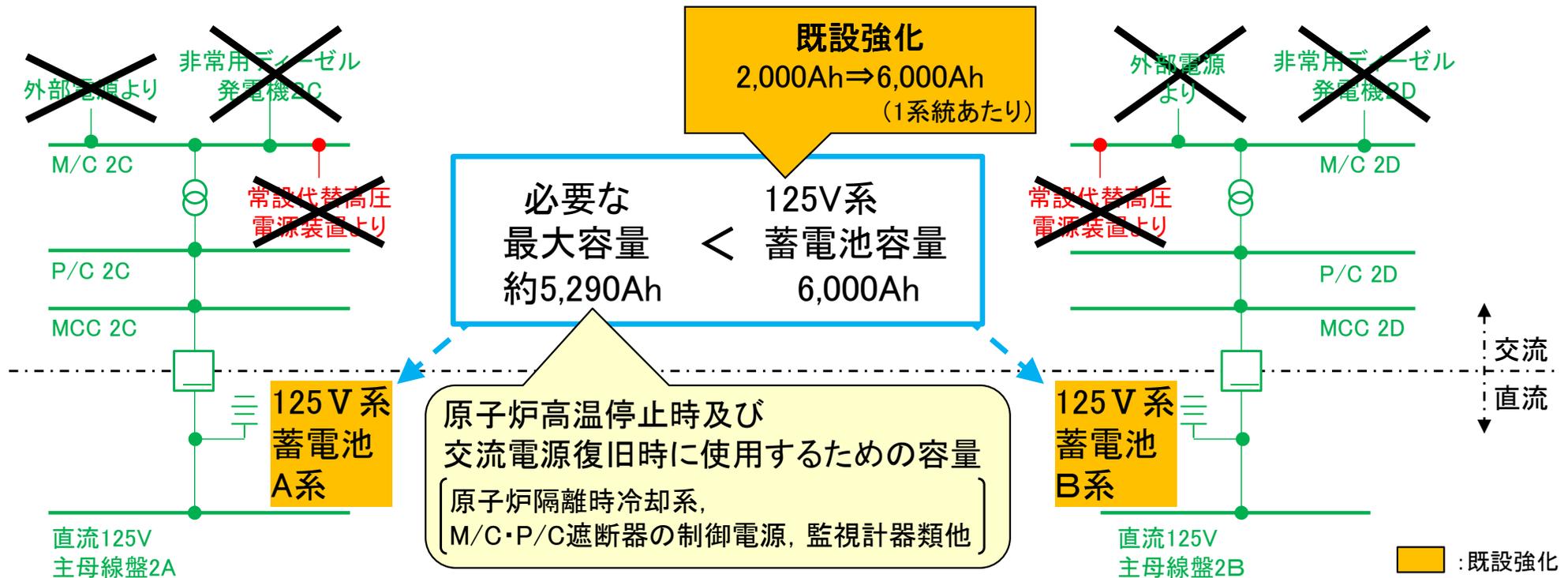
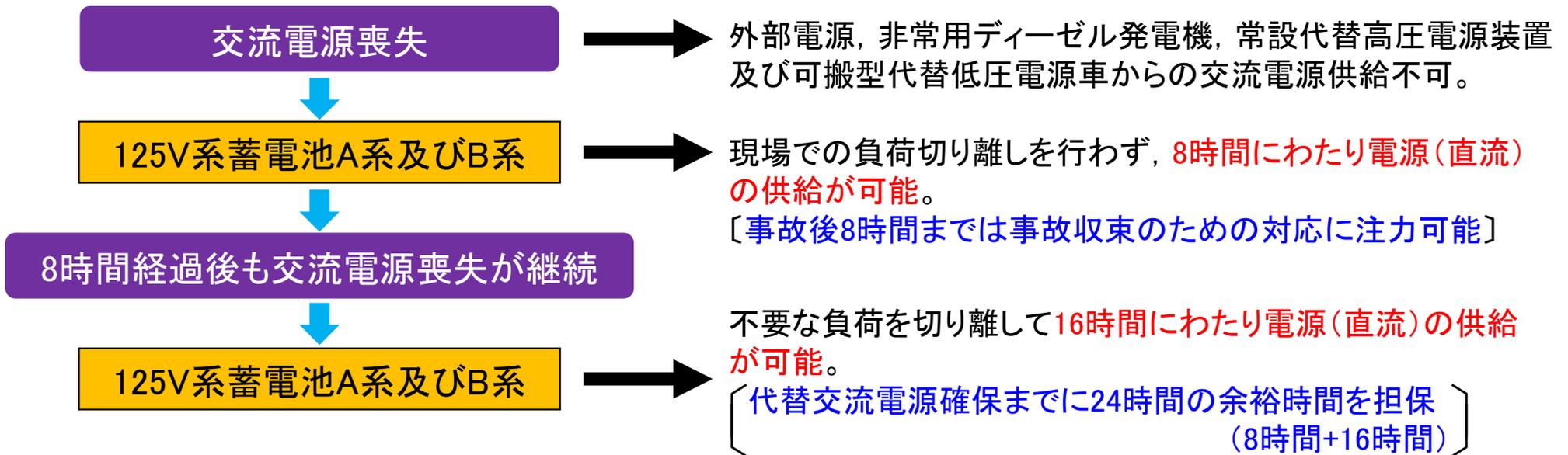
代替直流電源設備から重大事故等対処設備へ電力を供給し、重大事故等への対処を可能とする。

- ・ 常設代替直流電源設備… 緊急用125V系蓄電池
- ・ 可搬型代替直流電源設備

…可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器



3. ③ 直流電源設備の増強



3. ④ 耐震性の向上(外部電源受電設備の強化)

外部電源を受電する開閉所設備を
気中開閉所機器から**ガス絶縁開閉装置**
とする。



- ガス絶縁開閉装置は、構造上、
気中開閉所機器よりも重心が
低いため**耐震性が高い**。
- コンパクトな配置が可能であり、
メンテナンス性も良い。



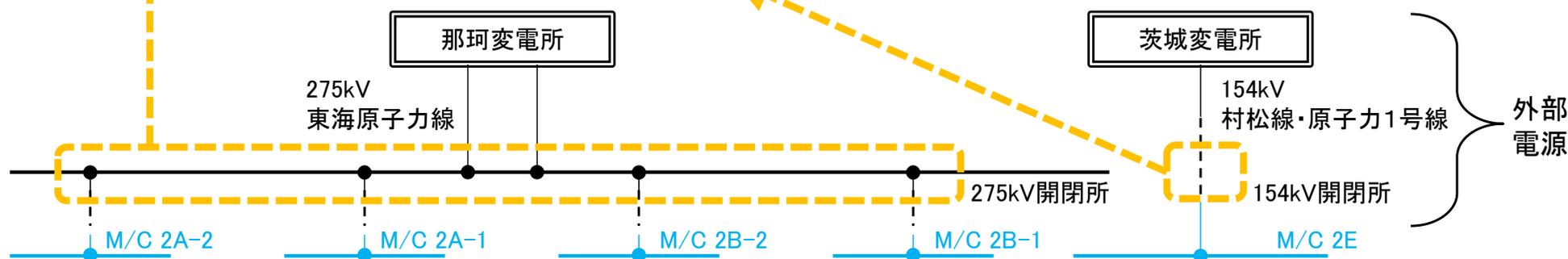
気中開閉所



気中開閉所



ガス絶縁開閉装置(イメージ)

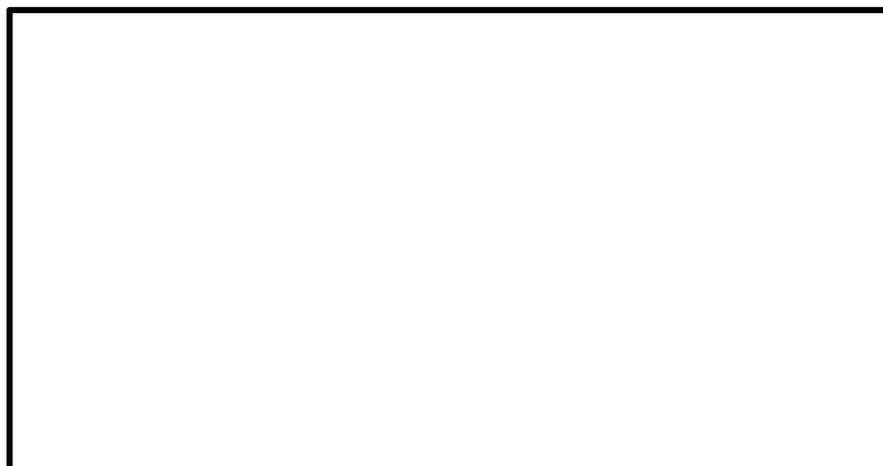


3. ⑤ 耐震性の向上(電線路間水平距離の確保)

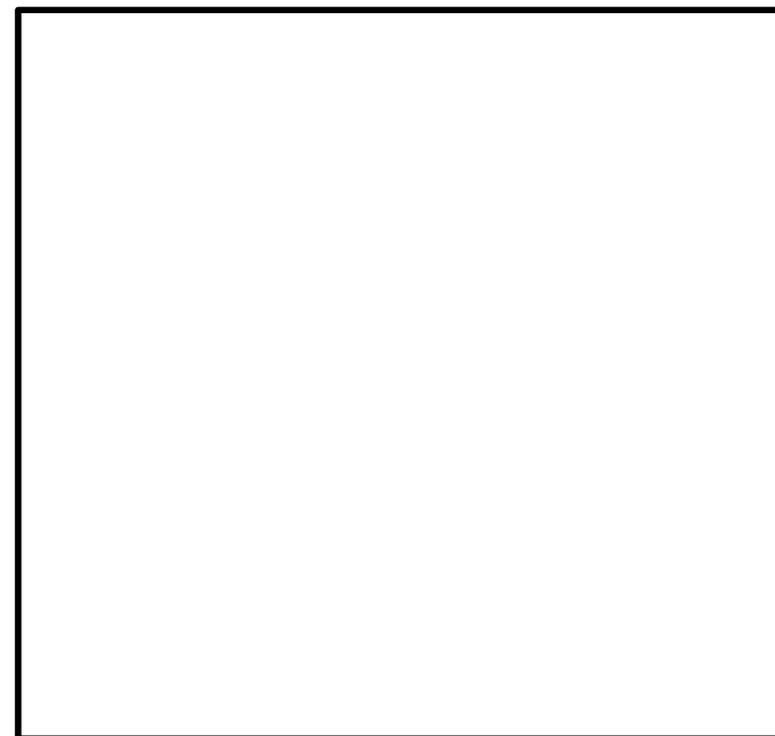
電線路の近接箇所である275kV東海原子力線 No2鉄塔－154kV原子力1号線 No5 鉄塔間について、154kV原子力1号線 No5鉄塔を275kV東海原子力線 No2鉄塔の倒壊範囲外へ移設(移設場所は2018年3月末頃までに決定予定)



仮に1つの鉄塔が倒壊しても、すべての送電線が同時に機能喪失しない電線路間の水平距離を確保する。



第1図 外部電源送電線ルート



第2図 発電所敷地周辺の鉄塔配置

- ◆常設代替高圧電源装置，可搬型代替低圧電源車等の新設により電源が多様化され，外部電源喪失及び非常用ディーゼル発電機が使用できない場合においても，プラントの停止・冷却に関わる安全確保が可能。
- ◆蓄電池容量を増加することにより，代替交流電源確保までの十分な時間を確保し，安全性を向上。
- ◆外部電源を受電する開閉所設備を耐震性の高いガス絶縁開閉装置とすること及び近接している鉄塔を倒壊範囲外へ移設し，電線路間の水平距離を確保することにより，外部電源の信頼性が向上。

補足説明資料 電源設備への対応について

補足説明資料 目次

1. 規制要求と対応(電源設備における安全性の向上)	20
2. 電源設備の共通要因等への対応について	32
3. 原子力発電所の施設の保全に関する実施方針と代替電源設備の扱い	49
4. 可搬型代替低圧電源車及び電源ケーブル接続口の扱い	53
5. 交流電源及び直流電源喪失時の対応	54
6. 代替電源設備の負荷容量及び燃料確保について	60
7. 常設代替高圧電源装置の竜巻飛来物の影響とセキュリティ上の対応について	71
8. 外部電源系統の地震による影響評価及び耐震性向上の対策	73

1. 規制要求と対応(電源設備における安全性の向上)(1/2)



安全性向上の考え方	項目	従来の方策	新規制対応	備考
—	電力系統への連系	・275kV送電線(東京電力パワーグリッド株式会社東海原子力線)1ルート2回線及び154kV送電線(東京電力パワーグリッド株式会社村松線・原子力1号線)1ルート1回線で電力系統に連系した設計とする。	同 左	別紙1
—	電線路の独立	・275kV送電線は、東京電力パワーグリッド株式会社那珂変電所に、154kV送電線は、東京電力パワーグリッド株式会社茨城変電所に接続する。	同 左	
—	電線路の物理的分離	・東京電力パワーグリッド株式会社東海原子力線2回線及び村松線・原子力1号線は、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る設計であることを確認している。	同 左	
—	非常用電源設備の設置	・非常用電源設備として非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)及び蓄電池は非常用(非常用)を設ける設計とする。	同 左	別紙2
—	異常の検知及び拡大の防止	・発電機、外部電源系、非常用電源系、その他の関連する電気系統機器の短絡や地絡又は母線の低電圧や過電流等を保護継電器にて検知した場合は、ガス絶縁開閉装置あるいはメタルクラッド開閉装置等の遮断器により故障箇所を隔離することにより、故障による影響を限定できる設計とする。	同 左	別紙3
<u>外部電源の確保</u>	電力の供給停止の防止	・外部電源を受電する開閉所設備は気中開閉所である。	・外部電源を受電する開閉所設備を耐震性の高いガス絶縁開閉装置とする。	(強化)*

* 本文「3. ④ 耐震性の向上(外部電源受電設備の強化)」参照

1. 規制要求と対応(電源設備における安全性の向上)(2/2)

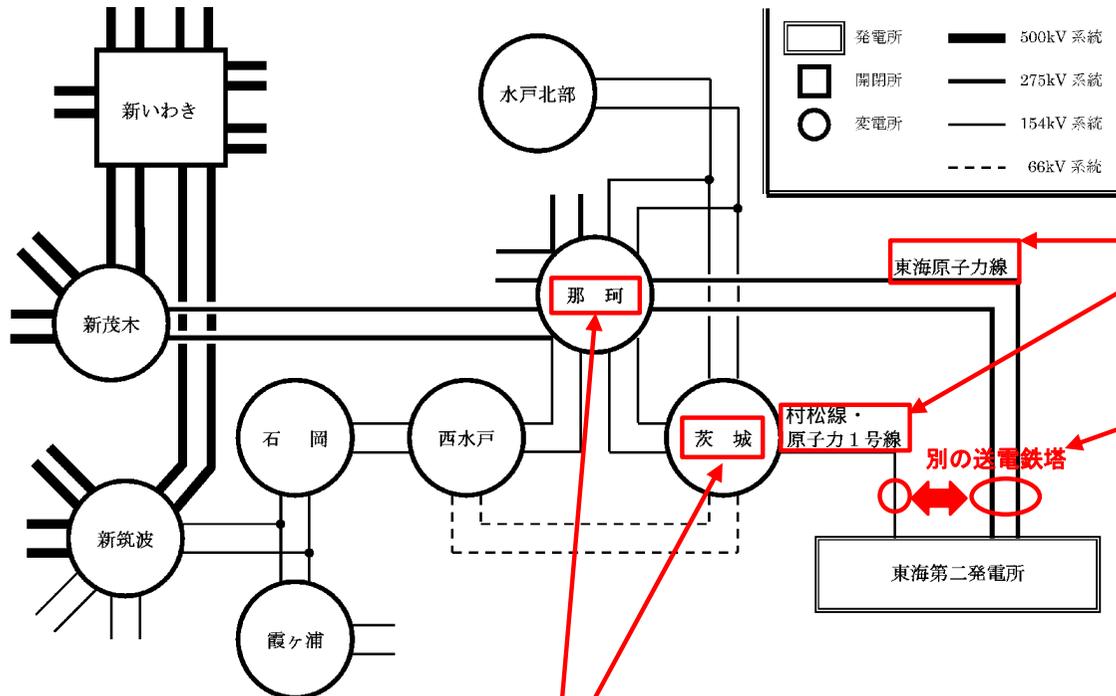


安全性向上の考え方	項目	従来の方策	新規制対応	備考
—	非常用電源設備の設置	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)及びその付属設備は、多重性及び独立性を考慮して必要な容量のものを各々別の場所に3台備え、共通要因により機能が喪失しない設計とするとともに、各々非常用母線に接続し、7日間の連続運転に必要な容量以上を有する軽油タンクを設置する。 	同左	別紙4
		<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池は非常用3系統をそれぞれ独立した部屋に設置し、多重性及び独立性を確保し、共通要因により機能が喪失しない設計とする。 	同左	別紙5
SA用電源の確保	重大事故等対処設備の設置	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故等対処設備なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替交流電源設備として常設代替高圧電源装置を設置。 可搬型代替交流電源設備として可搬型代替低圧電源車を配備。 負荷切り離しを行わず24時間にわたり、電源の供給を行うことが可能な緊急用125V系蓄電池を設置 代替所内電気設備として緊急用メタルクラッド開閉装置、緊急用パワーセンタ及び緊急用モータコントロールセンタ等を設置 125V系蓄電池A系及びB系は、負荷切り離しを行わずに8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、電源の供給を行うことを可能とするため容量を増加。(現状は8時間の設計。24時間後には交流電源の復旧が期待できるため、安全性が向上) 24時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に電源(直流)の供給を行うことが可能である可搬型直流電源設備として可搬型代替低圧電源車と可搬型整流器を配備する。 	別紙6(新規) 別紙7(新規)

<別紙1> 規制要求と対応 <保安電源設備(第33条)>



- 1 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。
- 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を電力系統に連系するものでなければならない。
- 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。
- 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。



275kV送電線(東京電力パワーグリッド株式会社東海原子力線)1ルート2回線及び154kV送電線(東京電力パワーグリッド株式会社村松線・原子力1号線)1ルート1回線で電力系統に連系した設計とする。

東京電力パワーグリッド株式会社東海原子力線2回線及び村松線・原子力1号線1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る設計であることを確認している。

これらの送電線は1回線で発電所の停止に必要な電力を供給し得る容量とされ、いずれの2回線が喪失しても、発電用原子炉施設が外部電源喪失に至らない構成であることを確認している。

275kV送電線の送電容量:約1138MW(1回線当たり)
及び154kV送電線の送電容量:約269MWは、非常用
ディーゼル発電機容量:5200kW以上。

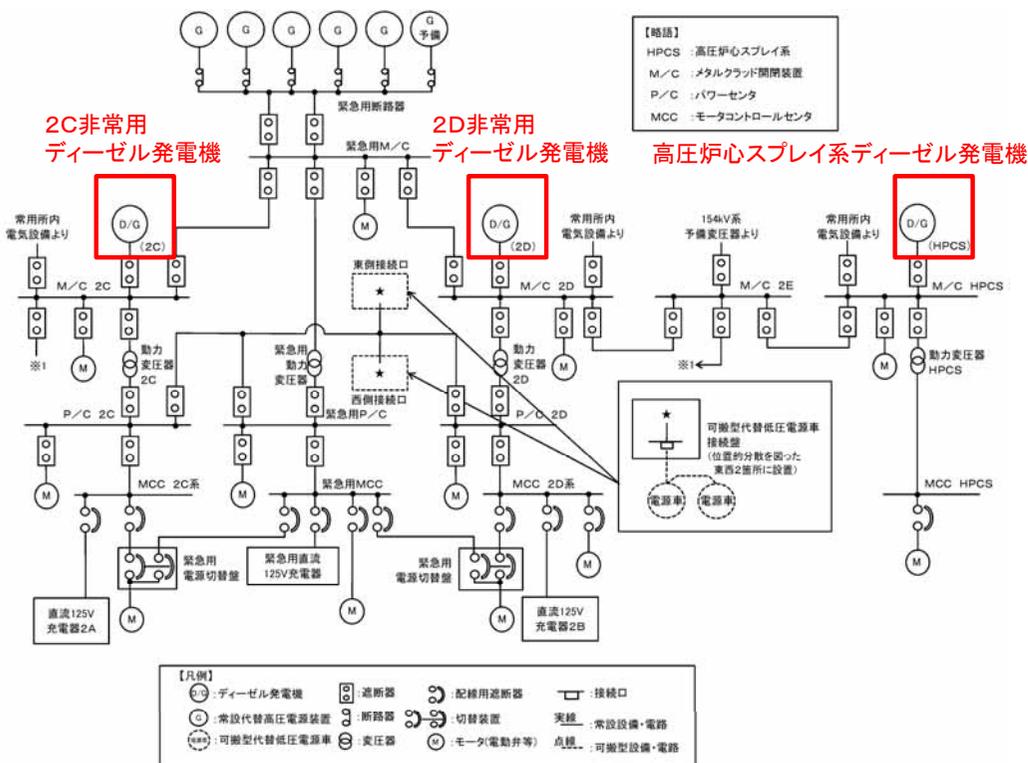
275kV送電線は、東京電力パワーグリッド株式会社那珂変電所に連系する。
154kV送電線は、東京電力パワーグリッド株式会社茨城変電所に連系する。

<別紙2> 規制要求と対応 <保安電源設備(第33条)>

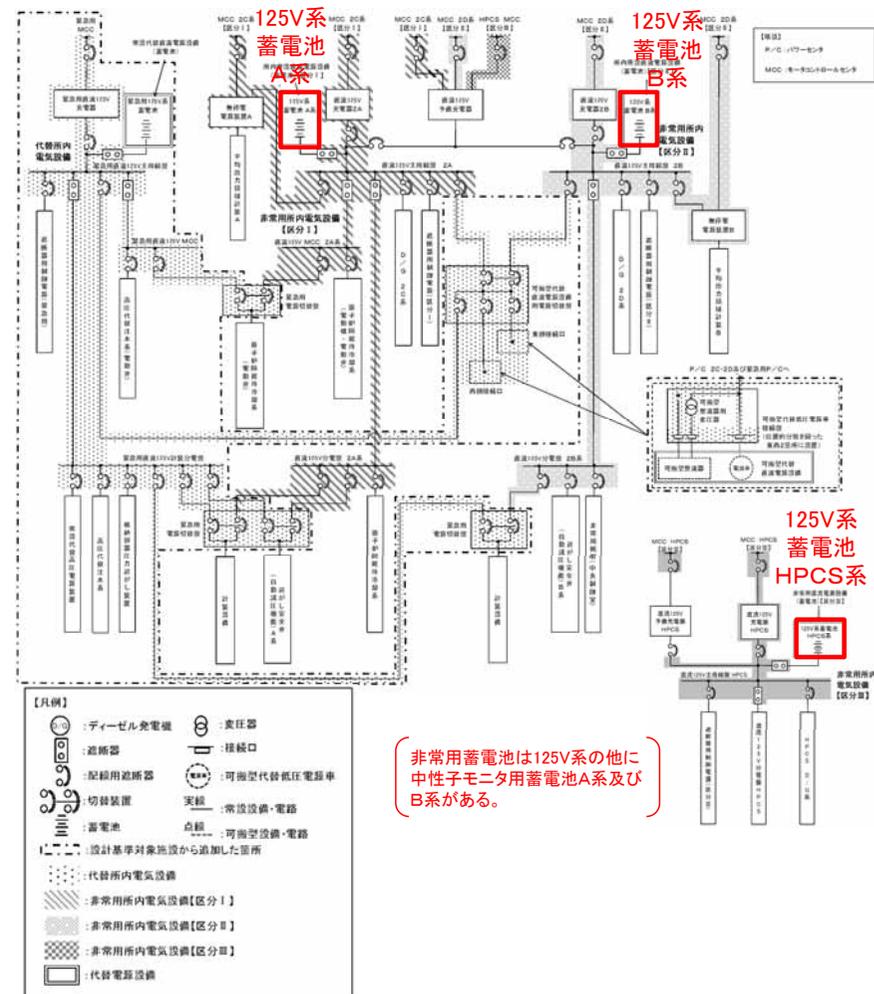


2 発電用原子炉施設には、非常用電源設備(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。

非常用電源設備として非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)及び蓄電池(非常用)を設ける設計とする。



単線結線図(交流)



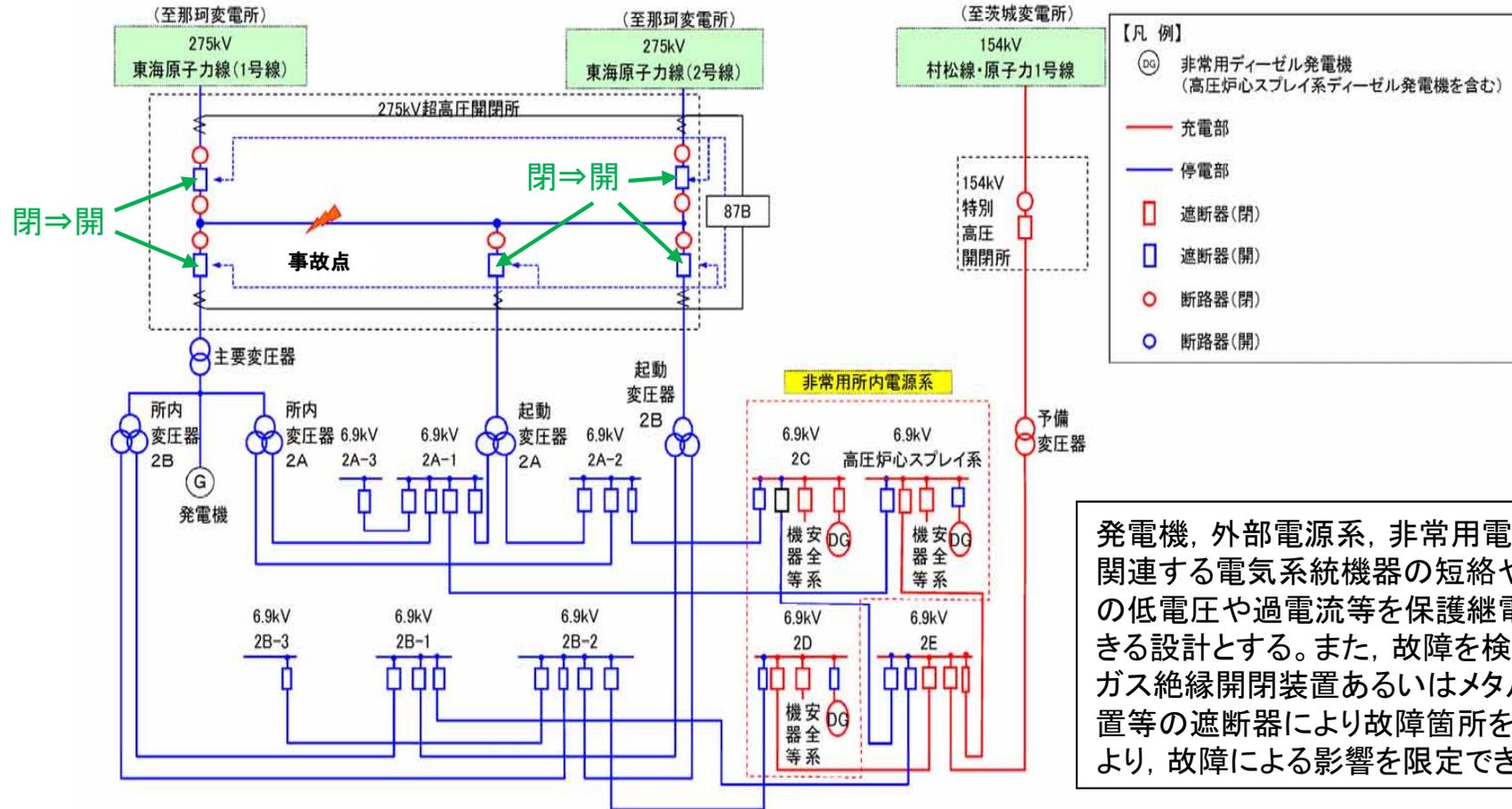
非常用蓄電池は125V系の外に中性子モニタ用蓄電池A系及びB系がある。

単線結線図(直流)

<別紙3> 規制要求と対応 <保安電源設備(第33条)>



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。

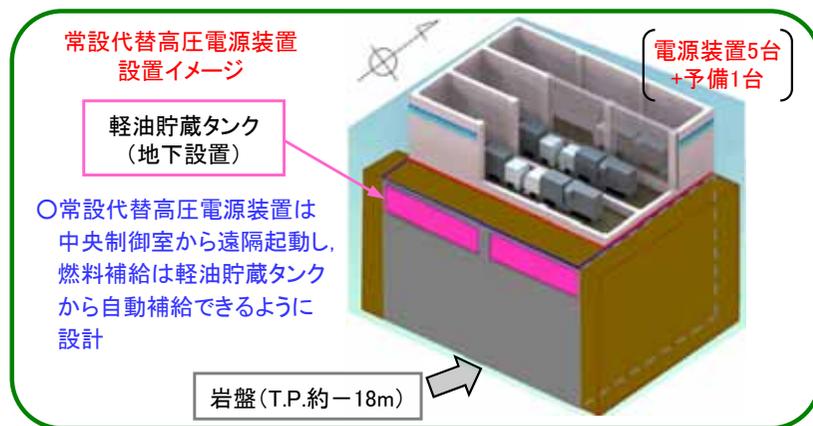


母線保護装置の例

発電機、外部電源系、非常用電源系、その他の関連する電気系統機器の短絡や地絡又は母線の低電圧や過電流等を保護継電器にて検知できる設計とする。また、故障を検知した場合は、ガス絶縁開閉装置あるいはメタルクラッド開閉装置等の遮断器により故障箇所を隔離することにより、故障による影響を限定できる設計とする。

275kV母線事故を検知して、遮断器(主要変圧器用、起動変圧器用及び送電線用)を「開」とすることにより、故障箇所である275kV母線を隔離する。

○常設電源設備(非常用ディーゼル発電機等及び常設代替高圧電源装置)用の燃料貯蔵設備として、7日間の電源供給を可能とする軽油貯蔵タンク(400kL)を2基設置



軽油貯蔵タンク配置図

○軽油貯蔵タンクの容量は、燃料消費量が最大となるケースである外部電源喪失が発生した場合を想定しても、7日間電源供給が可能な量を上回る容量を設定

外部電源喪失

非常用ディーゼル発電機等により
非常用母線を受電

非常用ディーゼル発電機等が7日間運転可能な燃料
(53,184 L/日 × 7日 ≒ 372.3kL)

+

+

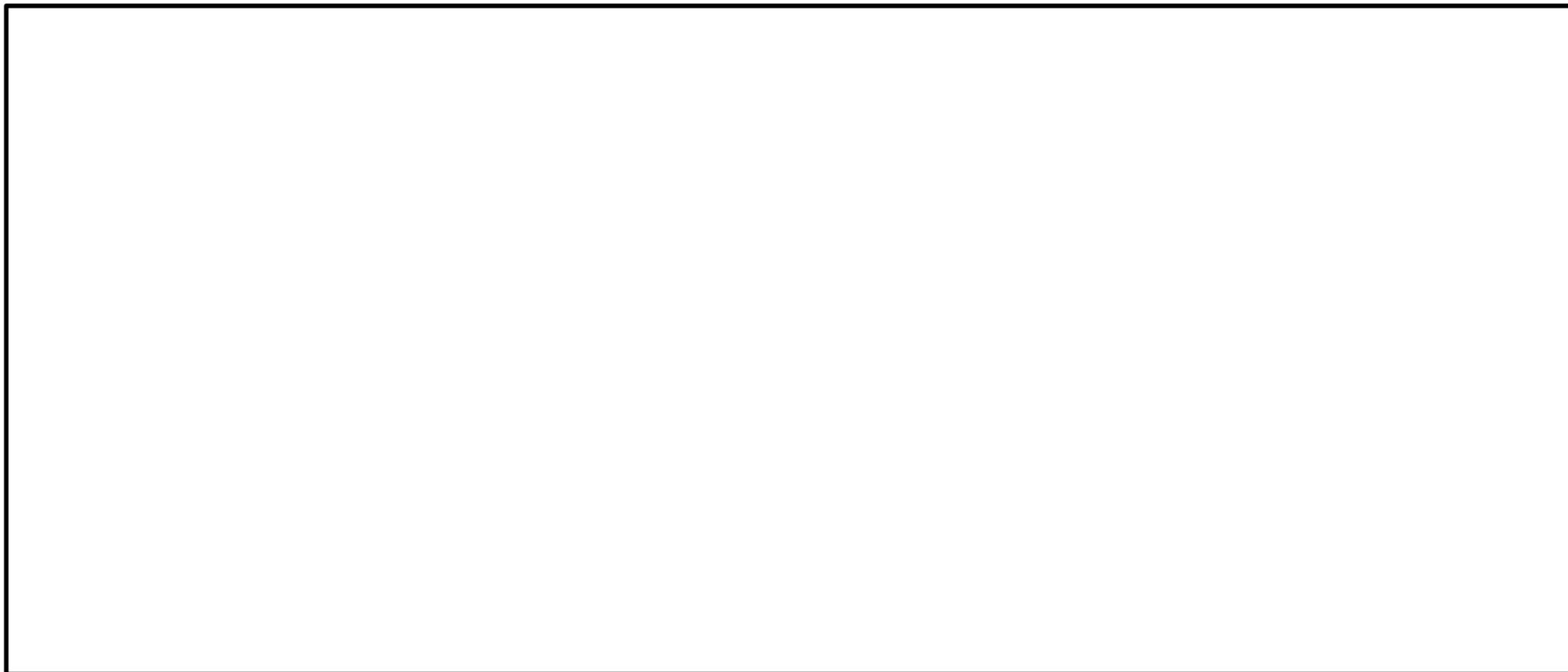
常設代替高圧電源装置により
緊急用母線を受電
(重大事故への備え)

常設代替高圧電源装置が1日運転可能な燃料
(20,160 L/日 × 1日 ≒ 20.2kL)

$$372.3\text{kL} + 20.2\text{kL} = 392.5\text{kL} * < 400\text{kL}$$

* 何れかの電源のみで7日間運転を続ける場合は、このケースよりも燃料消費量が少なくなる。

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器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。



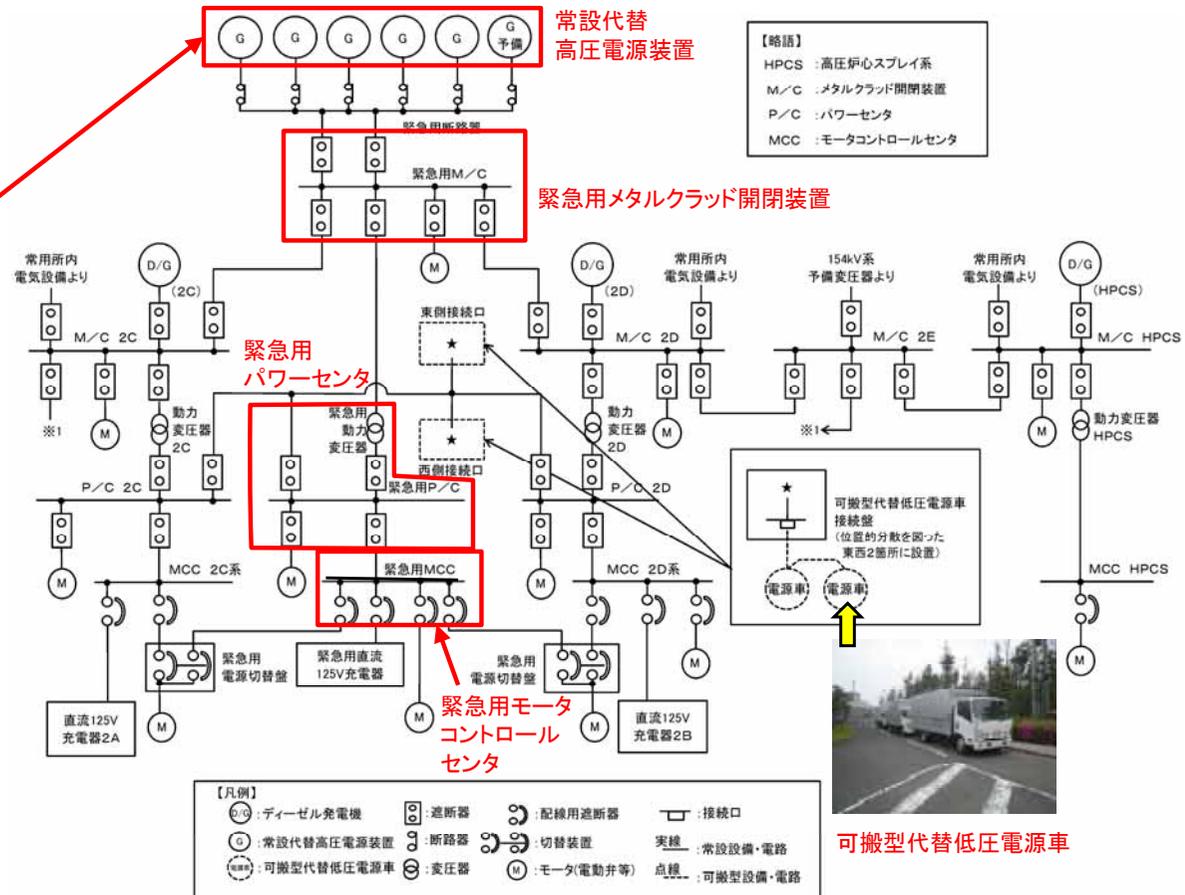
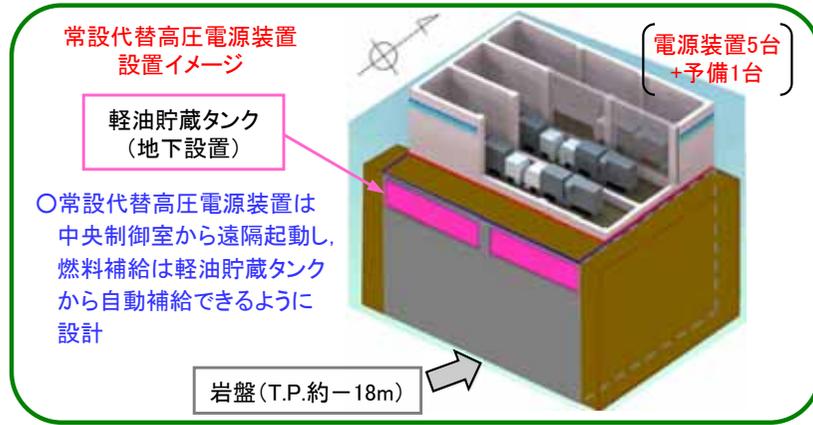
非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)及び蓄電池(非常用)の配置図

- ・非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)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3台備え、共通要因により機能が喪失しない設計とするとともに、各々非常用高圧母線(高圧炉心スプレイ系用母線を含む。)に接続する。
- ・蓄電池は、非常用3系統をそれぞれ独立した部屋に設置し、多重性及び独立性を確保し共通要因により機能が喪失しない設計とする。

<別紙6> 規制要求と対応 <電源設備(第57条)>



1 発電用原子炉施設には、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するために必要な電力を確保するために必要な設備を設けなければならない。



可搬型代替低圧電源車

常設代替高圧電源装置 配置イメージ

- ・可搬型代替電源設備として可搬型代替低圧電源車を配備
- ・常設代替電源設備として常設代替高圧電源装置及び緊急用125V系蓄電池を設置
- ・代替所内電気設備として緊急用メタルクラッド開閉装置(緊急用M/C)、緊急用パワーセンタ(緊急用P/C)及び緊急用モータコントロールセンタ(緊急用MCC)等を設置

<別紙6> 規制要求と対応 <電源設備(第57条)>



常設代替高圧電源装置 負荷一覧表

起動順序	主要機器名称	負荷容量(kW)
①	緊急用母線自動起動負荷	約 120
	・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷	約 97
②	非常用母線 2 C 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 A	約 79
	・非常用照明	約 108
	・120/240V計装用主母線盤 2 A	約 134
	・その他必要な負荷	約 14
③	・その他不要な負荷	約 234
③	非常用母線 2 D 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 B	約 60
	・非常用照明	約 86
	・120/240V計装用主母線盤 2 B	約 134
④	・その他不要な負荷	約 135
④	残留熱除去系海水系ポンプ	約 837
⑤	残留熱除去系海水系ポンプ	約 837
⑥	残留熱除去系ポンプ	約 584
	その他必要な負荷	約 3
⑦	非常用ガス再循環系排風機	約 55
	非常用ガス処理系排風機	約 8
	その他必要な負荷	約 95
	停止負荷	約 -52
⑧	中央制御室換気系空気調和機ファン	約 45
	中央制御室換気系フィルタ系ファン	約 8
	その他必要な負荷	約 183
⑨	蓄電池室排気ファン	約 8
	その他必要な負荷	約 154
⑩	緊急用海水ポンプ (使用済燃料プール冷却用として起動)	約 510
	その他必要な負荷	約 4
	(緊急用海水ポンプ及びその他負荷の起動時の合計)	(約 982)
⑪	代替燃料プール冷却系ポンプ	約 30
合計 連続最大負荷 (最大負荷)		約 4,510 (約 4,948)

可搬型代替低圧電源車 最大負荷一覧表

(1) 非常用所内電気設備に給電する場合

起動順序	主要機器名称	負荷容量(kW)
①	非常用母線 2 C 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 A	約 79
	・非常用照明	約 22
	・120V AC計装用電源 2 A	約 134
②	・その他負荷	約 134
②	非常用母線 2 D 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 B	約 60
	・非常用照明	約 22
③	・その他負荷	約 52
③	・中央制御室換気系空気調和機ファン	約 45
	・中央制御室換気系フィルタ系ファン	約 8
	(中央制御室換気系空気調和機ファン及び中央制御室換気系フィルタ系ファンの起動時合計)	(約 172)
	④	・蓄電池室排気ファン
④	・蓄電池室空気調和機ファン	約 11
合計 連続最大負荷 (最大負荷)		約 575 (約 675)

(2) 代替所内電気設備に給電する場合

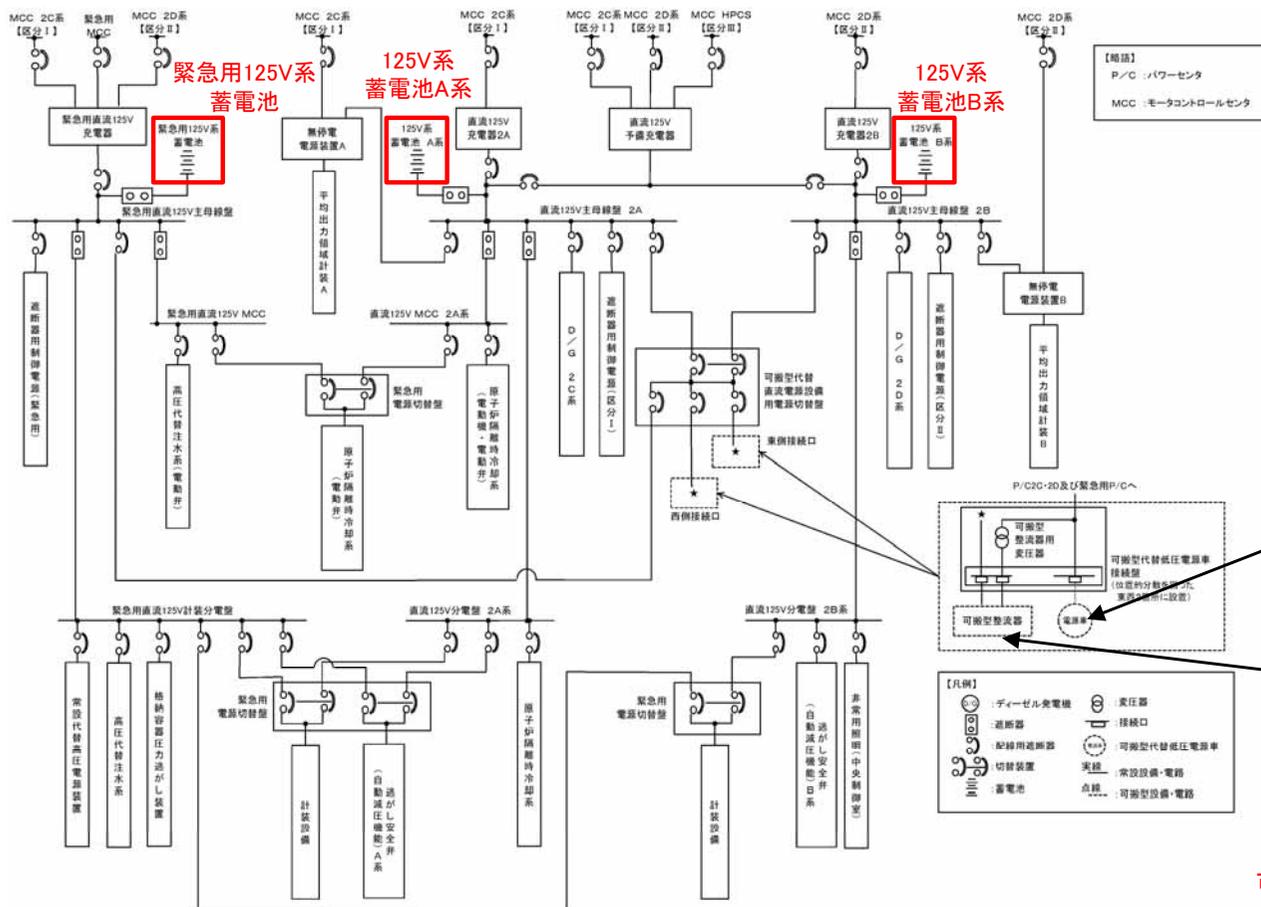
起動順序	主要機器名称	負荷容量(kW)
①	常設低圧代替注水系ポンプ	約 190
②	常設低圧代替注水系ポンプ (起動時)	約 190 (485)
	③	代替燃料プール冷却系ポンプ
④	緊急用母線自動起動負荷	
	・緊急用直流125V充電器	約 120
	・その他必要な負荷	約 95
合計 連続最大負荷 (最大負荷)		約 625 (約 675)

緊急用125V系蓄電池 負荷一覧表

負荷名称	負荷電流 (A) と運転時間 (分)	
	0~1 分	1~1440 分
6.9kV 緊急用M/Cトリップ・投入	約 1,844	約 181
480V 緊急用P/Cトリップ・投入		
SA制御盤, SA監視盤, SA変換器盤		
高压代替注水制御盤		
常設代替高压電源装置遠隔操作盤		
計測装置		
逃がし安全弁(自動減圧機能) A系		
安全パラメータ表示システム(SPDS)		
緊急用125V系蓄電池室水素濃度計		
緊急用無停電電源装置		
緊急用無停電電源装置制御電源		
高压代替注水系注入弁		
高压代替注水系タービン止め弁		
原子炉隔離時冷却系SA蒸気止め弁		
原子炉隔離時冷却系ポンプ出口弁		
原子炉隔離時冷却系原子炉注水弁		
高压代替注水系ミニフロー弁		
高压代替注水系ミニフロー弁		
非常用逃がし安全弁駆動系電動弁		
合計 (A)		

※蓄電池の容量(Ah)は、負荷電流(A)に各種係数を用いて算出

<別紙7> 規制要求と対応 <電源設備(第57条)>



可搬型代替低圧電源車



可搬型整流器(イメージ)

- ・125V系蓄電池A系及びB系は負荷切り離しを行わずに8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、電源の供給を行うことが可能。緊急用125V系蓄電池は負荷切り離しを行わず24時間にわたり、電源の供給を行うことが可能。
- ・24時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に電源(直流)の供給を行うことが可能である可搬型直流電源設備として可搬型代替低圧電源車と可搬型整流器を配備する。

<別紙7> 規制要求と対応 <電源設備(第57条)>



125V系蓄電池A系 負荷一覧表

負荷名称	負荷電流 (A) と運転時間 (分)			
	0~1分	1~60分	60~540分 ^{※1}	540~1440分
M/C・P/C遮断器の制御電源				
2C D/G初期励磁				
原子炉隔離時冷却系真空ポンプ				
原子炉隔離時冷却系復水ポンプ				
原子炉隔離時冷却系蒸気入口弁				
原子炉隔離時冷却系ポンプ 出口弁				
その他の負荷				
合計 (A)	1,750	255	238	134

- ※1 事象発生後 8 時間から負荷切り離し作業を実施するが、作業時間を考慮し 9 時間給電を継続するとして容量を計算している。
- ※2 2C D/G初期励磁は、M/C・P/C遮断器の制御電源（遮断器投入・引外し）と同時に操作されることはなく、各動作時間は 1 分未満である。また、2C D/G初期励磁電流 はM/C・P/C遮断器の制御回路電流（遮断器投入・引外し）より小さいため、電流値の大きいM/C・P/C遮断器の制御回路電流（遮断器投入・引外し）に 1 分間電源給電するものとして蓄電池容量を計算する。

125V系蓄電池B系 負荷一覧表

負荷名称	負荷電流 (A) と運転時間 (分)			
	0~1分	1~60分	60~540分 ^{※1}	540~1440分
M/C・P/C遮断器の制御電源				
2D D/G初期励磁				
その他の負荷				
合計 (A)	1,200	237	220	139

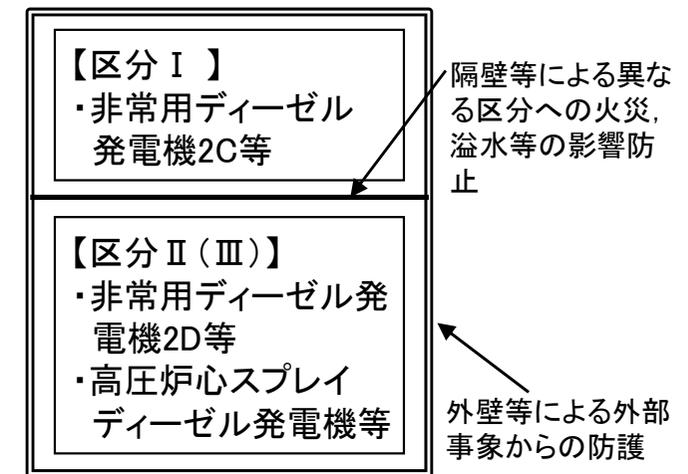
- ※1 事象発生後 8 時間から負荷切り離し作業を実施するが、作業時間を考慮し 9 時間給電を継続するとして容量を計算している。
- ※2 2D D/G初期励磁はM/C・P/C遮断器の制御電源（遮断器投入・引外し）と重なって操作されることはなく、各動作時間は 1 分未満である。また、2D D/G初期励磁電流 はM/C・P/C遮断器の制御回路電流（遮断器投入・引外し）より小さいため、電流値の大きいM/C・P/C遮断器の制御回路電流（遮断器投入・引外し）に 1 分間電源給電するものとして蓄電池容量を計算する。

※蓄電池の容量(Ah)は、負荷電流(A)に各種係数を用いて算出。

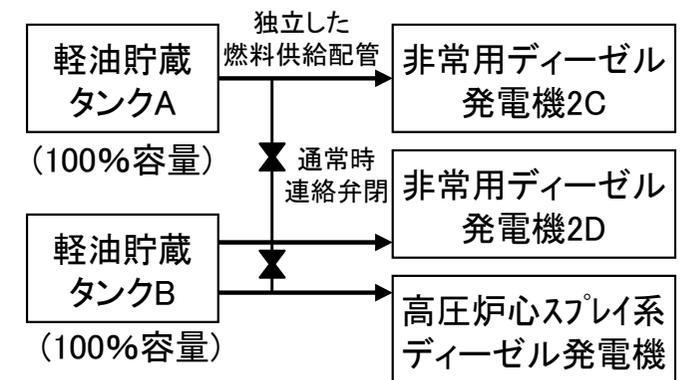
2. 電源設備の共通要因等への対応について (1/3)

2.1 電源設備の多重性又は多様性及び独立性の確保及びその信頼性について

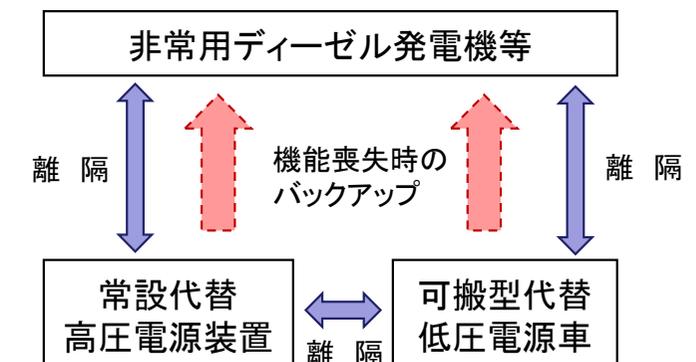
(1) 非常用ディーゼル発電機等の非常用電源設備は、安全区分に応じて**区分Ⅰと区分Ⅱ(Ⅲ)に区画された電気室等に隔離して設置し、地震、津波、火災、溢水等の外乱に対しても必要な機能を維持するよう、耐震、耐津波、火災防護、内部溢水等の各対策等により、すべての非常用電源が同時に機能喪失しないようにしている。**
 <別紙1,2参照>



(2) 燃料貯蔵設備については、**必要容量を有するタンクを2つ設置し、それぞれのタンクから独立した配管で異なる安全区分のディーゼル発電機等に燃料を供給する。これらの連絡配管は通常時は手動弁により隔離しており、万一、片系で漏えい等が生じた場合でも他系に影響しない。**
 <別紙3参照>



(3) 外部電源喪失に加えて、非常用ディーゼル発電機等の設計基準事故対処設備の電源も喪失し、**全交流動力電源喪失に至った場合の代替電源設備として、常設代替高圧電源装置や可搬型代替低圧電源車を設置、配備する。**
 <別紙4参照>



(4) 代替電源設備は、**地震、津波、溢水、火災を考慮した設置場所に設置又は保管する。また、その他の外部事象による共通要因によって、非常用ディーゼル発電機等と同時に機能を損なわないよう、位置的分散を図る。**
 <別紙5参照>

2.2 非常用電源設備の電源盤等に対する共通要因の影響確認と対策

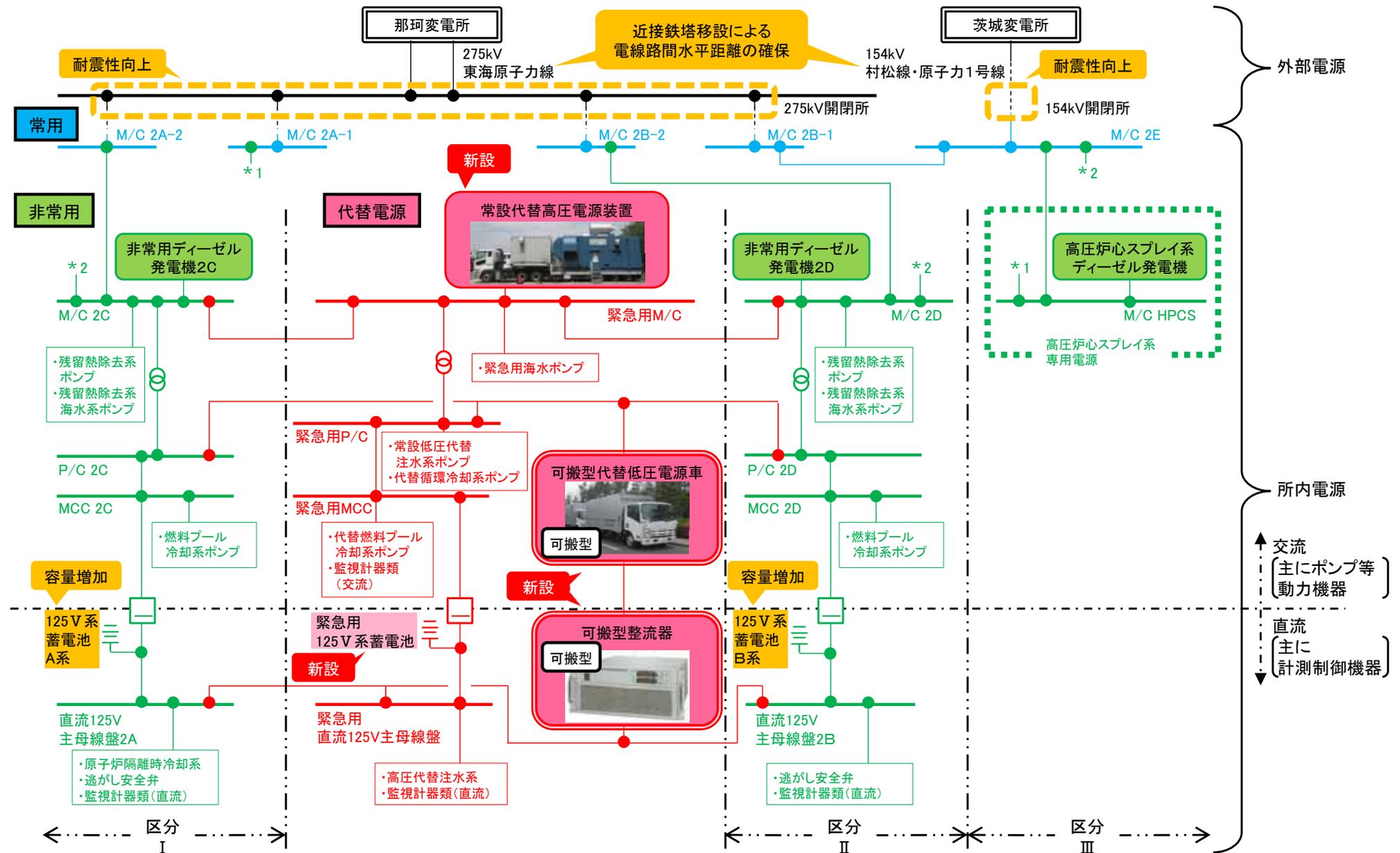
- 非常用電源設備である非常用ディーゼル発電機や電源盤等は、下表のとおり、その機能を失う**共通要因**となり得る**地震、津波等の外部事象による悪影響を受けても、機能を維持できることを確認している**。また、**建屋内部で発生した火災や溢水で片方の系統の機能が喪失しても、他系統の機能を維持できる**。
- 上記の対策により、非常用電源設備の機能は確保できるが、更に、これらの想定を超える事象等ですべての電源機能が喪失する事態も考慮し、**重大事故等対処設備として多様性及び独立性を有する代替電源設備を非常用電源設備に対して位置的分散を図り設置することで、電源確保の信頼性を高めている**。〈別紙5,6,7参照〉

主な共通要因	非常用ディーゼル発電機や電源盤等の機能への各事象の影響確認	結果
①外部からの影響		
・地震による外力	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ssの地震力により、各所に設置された電源盤等の設備に加わる加速度と設備の応答を評価し、また加振試験等を実施して地震後の設備の機能維持を確認することで、各設備が十分な耐震性を有し、地震によっても必要な機能を維持できることを確認している。 ・当該設備の周囲には、地震により損傷して当該設備に波及的な悪影響を及ぼす可能性がある耐震性が低い設備がないことを確認している。 <p style="text-align: right;">※「地震対策(耐震設計方針)について」参照</p>	良
・津波による浸水、波圧及び漂流物	<ul style="list-style-type: none"> ①基準津波*1に対しては、防潮堤等により原子炉建屋等を設置した発電所敷地に津波が浸水しないことを確認している。 ②防潮堤を超えて敷地に遡上する津波*2に対しては、発電所敷地に津波が浸水するが、原子炉建屋付近の浸水深さは約1mに留まり、更に漂流物等を考慮しても、外壁・水密扉等*3により建屋内部への浸水を防止し、必要な機能を維持できることを確認している。 <p>*1 基準津波による防潮堤前面の最高水位：T.P.+17.1m、防潮堤高さ：T.P.+20m(海側)及びT.P.+18m(陸側)</p> <p>*2 防潮堤前面の最高水位：T.P.+24m(無限鉛直壁を想定)。このような津波が発生する可能性は極めて低いが、津波リスクに対する発電所の安全性を高める観点から設定し、対処していく。</p> <p>*3 建屋外壁の水密扉の運用として、扉の開放時は人が立ち会い、大津波警報発令時等は直ちに扉を閉止することで、建屋外壁の水密性を確実にする。</p> <p style="text-align: right;">※「津波対策(耐津波設計)について」参照</p>	良

2. 電源設備の共通要因等への対応について (3/3)



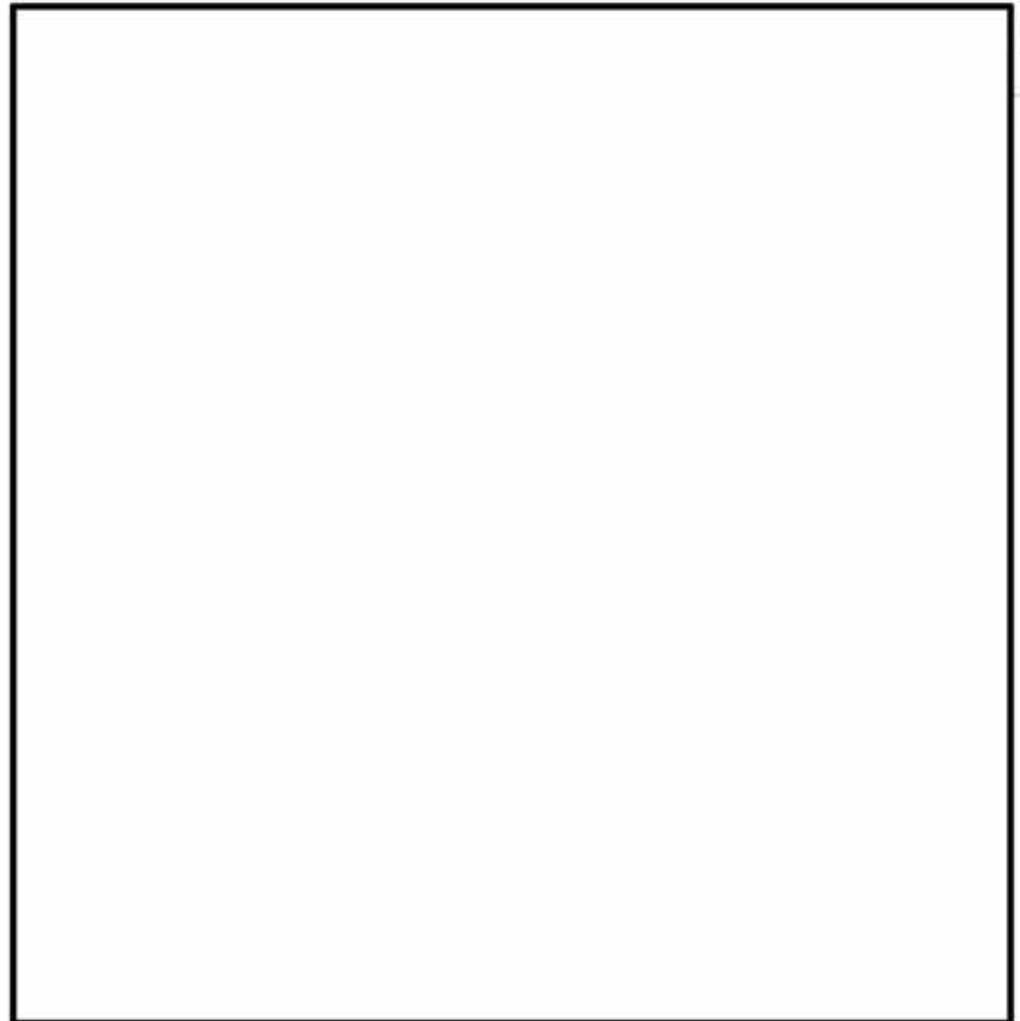
主な共通要因	非常用ディーゼル発電機や電源盤等の機能への各事象の影響確認	結果
①外部からの影響(続き)		
<ul style="list-style-type: none"> ・竜巻による風圧及び飛来物 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所内は竜巻による飛来物発生防止対策の運用を行った上で、設計竜巻*⁴による風圧及び設計飛来物*⁵による荷重に対しても、原子炉建屋等の外壁、開口部等が耐性を有するよう設置することで、各設備は竜巻から防護され、必要な機能を維持できることを確認している。 <p style="text-align: center;">*4 最大風速100m/s *5 長さ約4m, 重さ135kgの角型鋼管等</p> <p style="text-align: center;">※「外部事象対策について(自然事象(地震・津波を除く)及び人為事象への対応)」参照</p>	良
<ul style="list-style-type: none"> ・その他の外部事象 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所外部からの、森林火災、落雷、火山(降灰)等の自然現象に対しても、防火帯の確保、避雷設備の設置、原子炉建屋の外壁やフィルタ装置の運用等により、各設備は外部事象から防護され、必要な機能を維持できることを確認している。 ・発電所外部からの、近隣施設の火災・爆発、電磁的障害等の人為事象に対しても、発生源からの離隔距離の確保、原子炉建屋の外壁による防護、サージ・ノイズ対策設備等により、各設備は外部事象から防護され、必要な機能を維持できることを確認している。 <p style="text-align: center;">※「外部事象対策について(自然事象(地震・津波を除く)及び人為事象への対応)」参照</p>	良
②内部の影響		
<ul style="list-style-type: none"> ・内部火災 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所内部での火災の発生防止を図ると共に、各電源設備の系統を区分・区画し、耐火隔壁や火災感知設備、自動消火設備等を設け、早期の感知・消火、影響軽減を図ることで、火災によっても多重化された系統が同時に機能喪失しないことを確認している。 <p style="text-align: center;">※「内部火災への対応について」参照</p>	良
<ul style="list-style-type: none"> ・内部溢水 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所内部での溢水発生防止を図ると共に、各電源設備の系統を区分・区画し、水密扉や堰の設置、床ドレンファンネルの閉止運用等により、溢水の流れをコントロールすることで、溢水*⁶によっても多重化された系統が同時に機能喪失しないことを確認している。 <p style="text-align: center;">*6 火災発生時の消火活動に伴う消火水の溢水も考慮している。</p> <p style="text-align: center;">※「内部溢水への対応について」参照</p>	良



※M/C(マルチクワット開閉装置), P/C(パワーセンタ), MCC(モータコントロールセンタ)とは、発電機や外部電源等の電力を設備へ供給する配電盤のこと。

黄色 : 既設強化
 赤色 : 新規設置

- 非常用電源設備は、安全区分に応じて区分Ⅰと区分Ⅱ(Ⅲ)に区画された電気室等に設置している。
- 非常用電源設備の配置に関して、同じ機能を有する設備は、運転性、保守性に配慮し、近傍に配置しているが、地震、津波、火災、溢水等の外乱に対しても必要な機能を維持するよう、耐震性の確保、耐津波性(外壁、水密扉)、火災防護対策(隔壁、火災感知・消火設備等)、内部溢水対策(隔壁、水密扉)等により、すべての非常用電源が同時に機能喪失しないように設計している。



非常用ディーゼル発電機等の
火災防護対策における区画

原子炉建屋付属棟 EL-2.00m

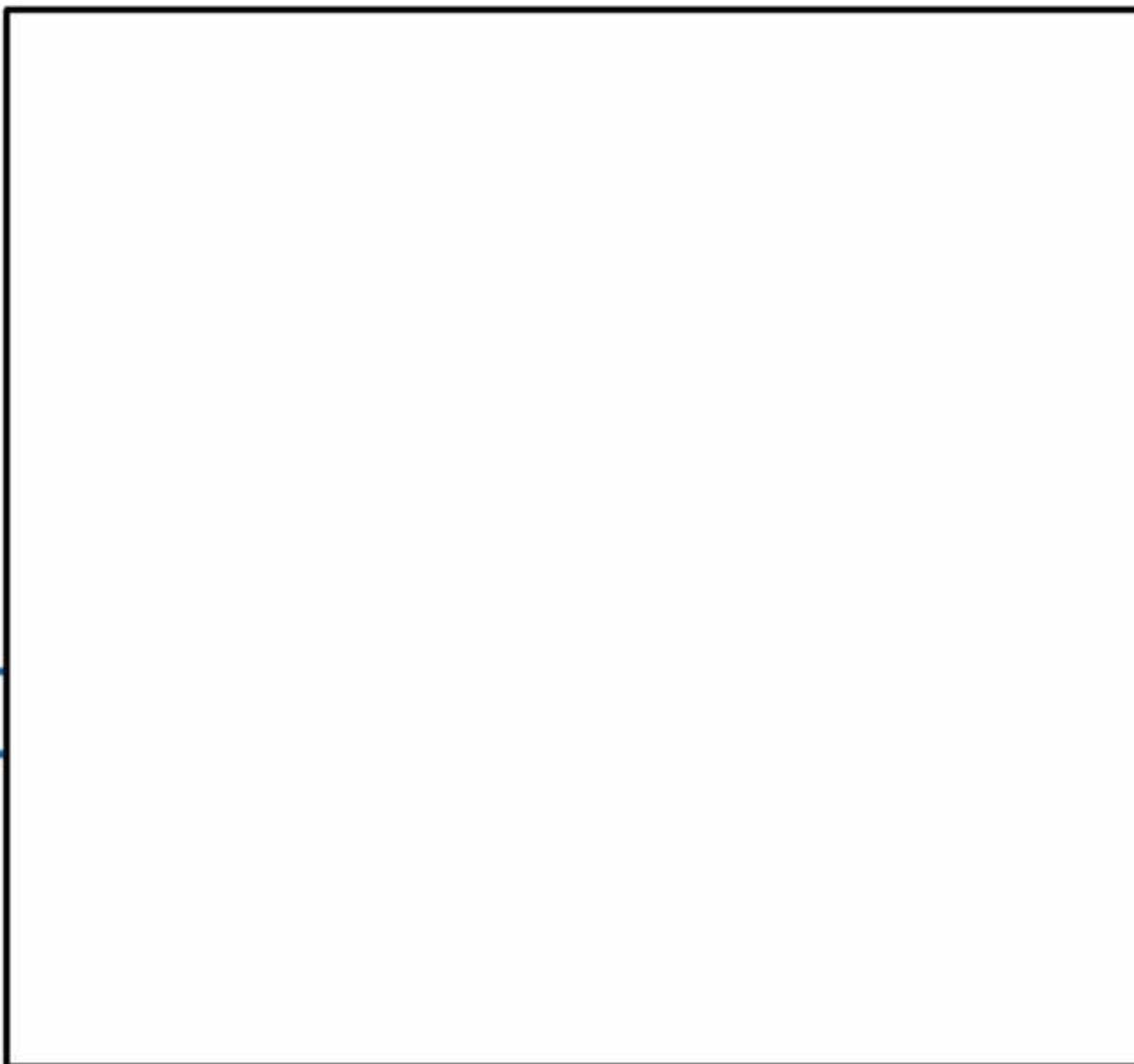
区分Ⅰ 区分Ⅱ (Ⅱ)

防護対象設備の凡例

赤字：区分Ⅰ 青字：区分Ⅱ 緑字：区分Ⅲ
黒字：区分Ⅳ

———：火災区域の境界
- - - - -：3時間耐火壁追設計画
———：火災区画の境界
- · - · - ·：機器等分離用の耐火隔壁
(1時間耐火隔壁)

非常用高圧母線 2 D



非常用高圧母線電源盤の
火災防護対策における区画 (1/2)

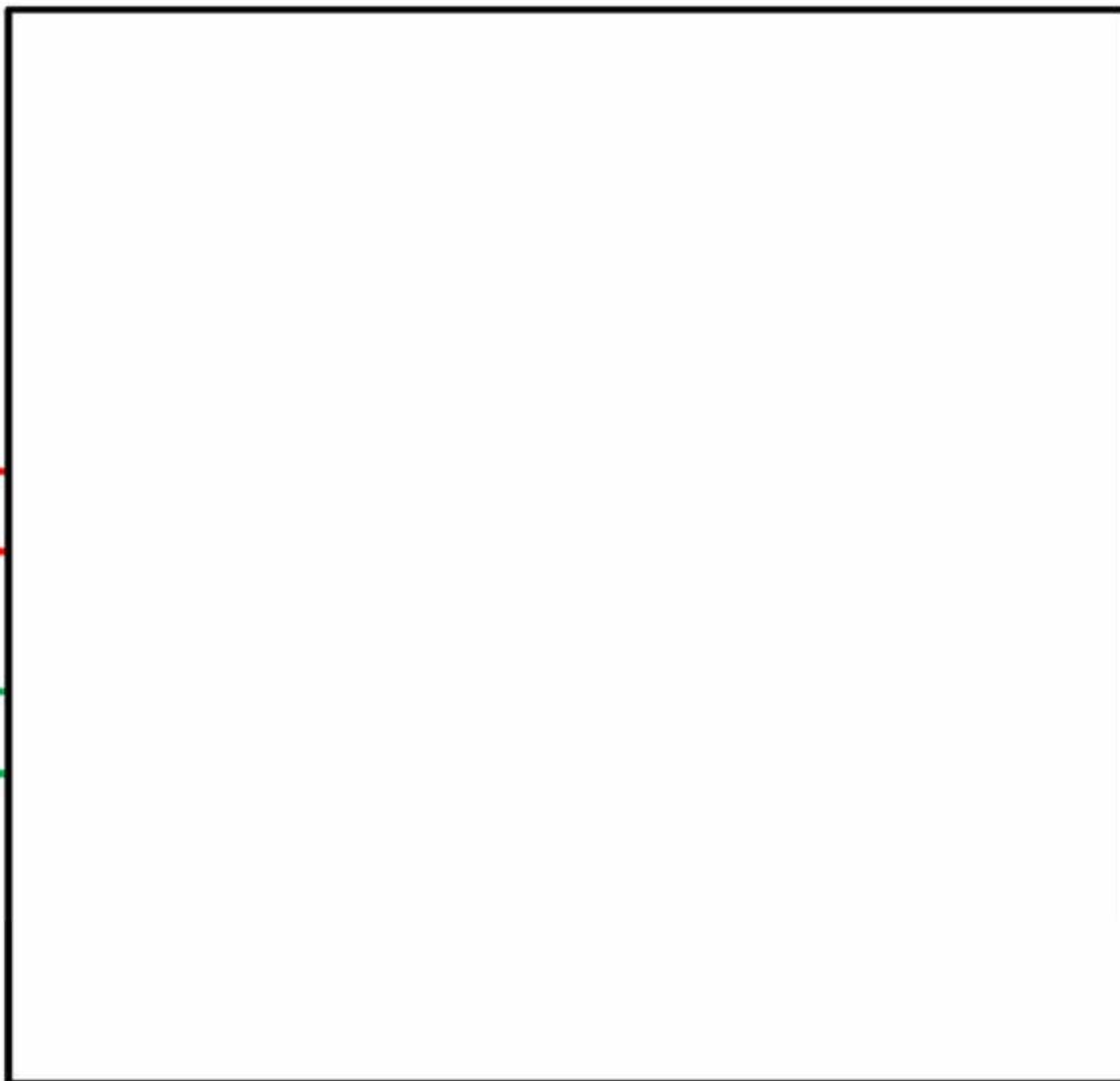
原子炉建屋付属棟 EL. 2.00m

区分Ⅰ
 区分Ⅱ (Ⅱ)

防護対象設備の凡例	
赤字	区分Ⅰ
青字	区分Ⅱ
緑字	区分Ⅱ
黒字	区分Ⅳ
<hr style="border: 1px solid red;"/> : 火災区域の境界 <hr style="border: 1px dashed red;"/> : 3時間耐火壁追設計画 <hr style="border: 1px solid blue;"/> : 火災区画の境界 <hr style="border: 1px dashed blue;"/> : 機器等分離用の耐火隔壁 (1時間耐火隔壁)	

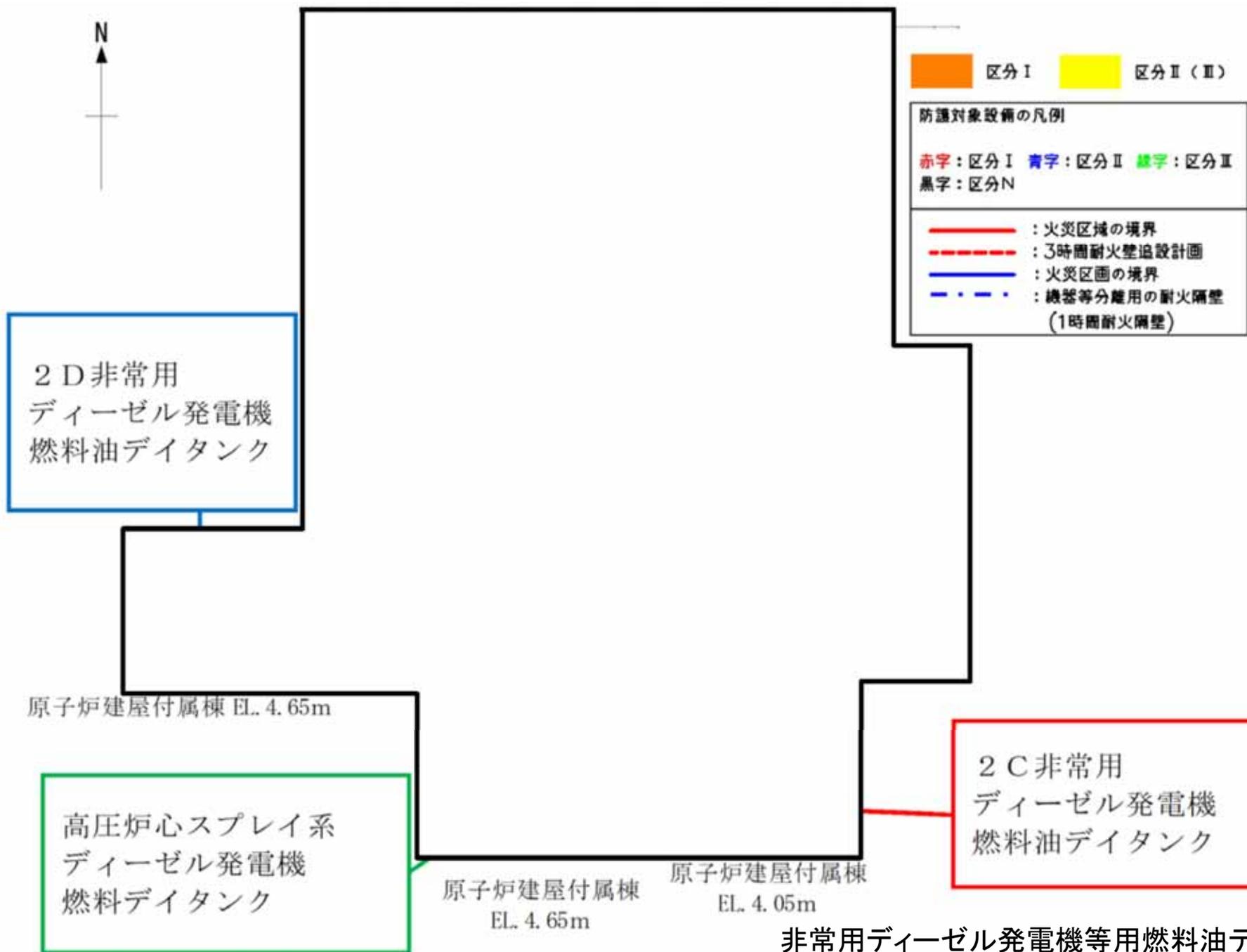
非常用高压母線 2 C

非常用高压母線 H P C S



原子炉建屋付属棟 EL. -4.00m

非常用高压母線電源盤の
火災防護対策における区画 (2/2)



非常用ディーゼル発電機等用燃料油デイトンクの
火災防護対策における区画

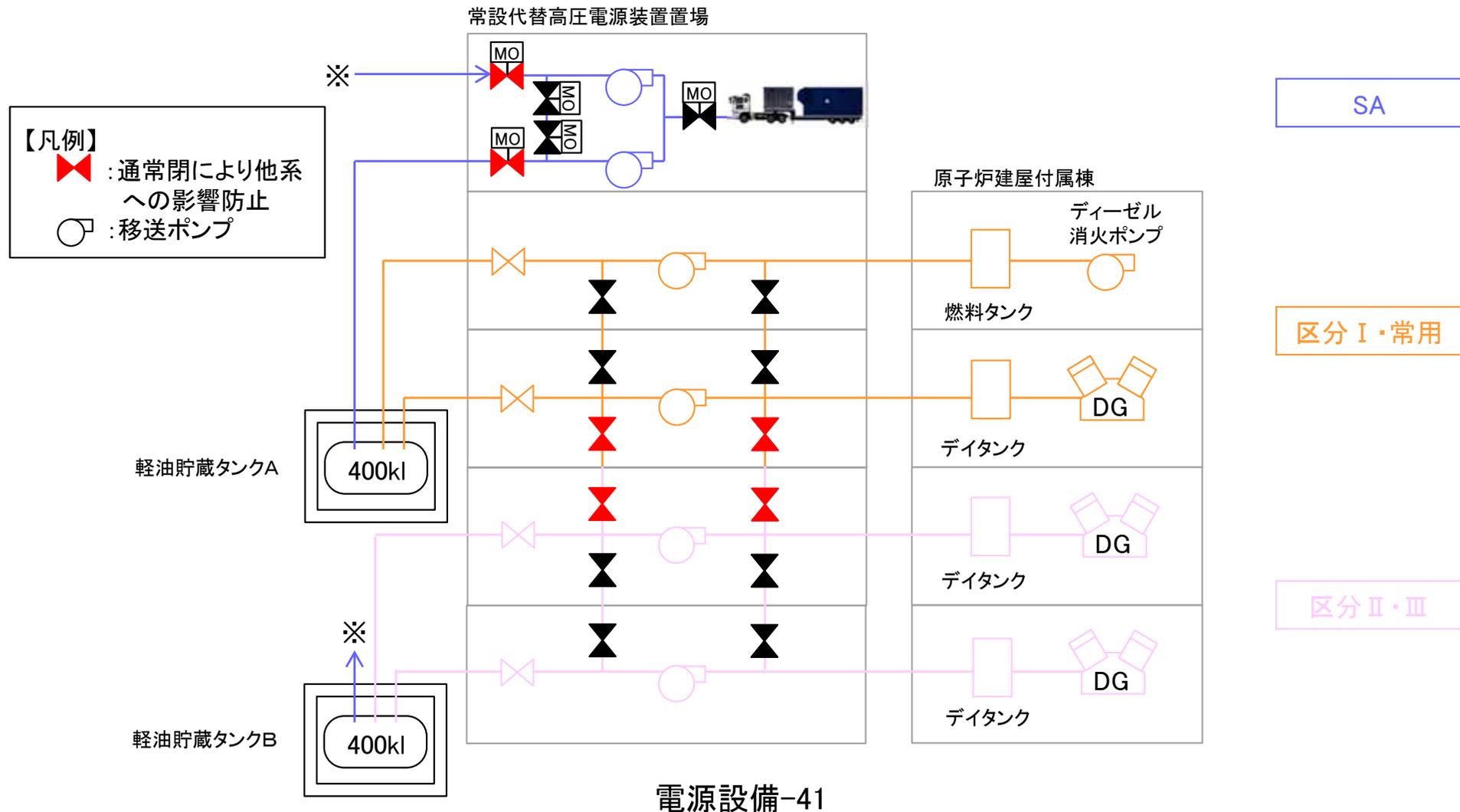


非常用ディーゼル発電機等用軽油貯蔵タンクの
火災防護対策における区画

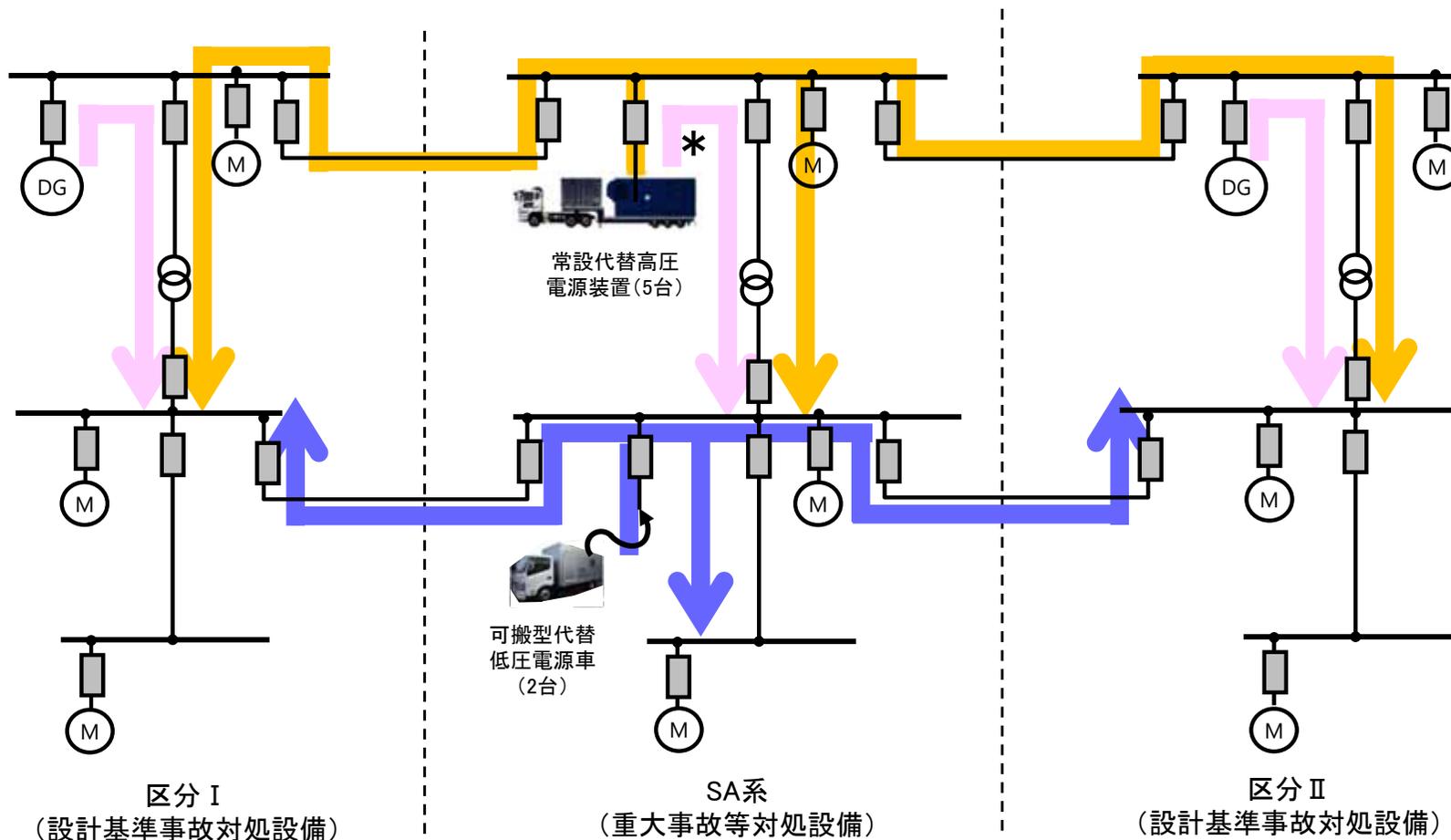
<別紙3> ディーゼル発電機の燃料供給システムの構成



- 燃料貯蔵設備として、必要な容量を有した軽油貯蔵タンク(400kl)を2基設置する。
- 軽油貯蔵タンクから燃料移送ポンプにてディーゼル発電機へ供給される系統を3系統有しているため、ディーゼル発電機の単一故障に対しても必要な機能を確保できる。
- 軽油貯蔵タンクは連絡配管により接続されており、3台のディーゼル発電機いずれも使用できる設計としている。
- 連絡配管は通常時は、手動弁により隔離されており、片系で漏えい等が生じた場合でも他系への影響を防止する。
- 常設代替高圧電源装置への燃料供給は、通常待機時閉としており、他系への影響を防止する。



- 設計基準事故対処設備(非常用ディーゼル発電機)の電源が喪失(全交流動力電源喪失)した場合の重大事故等対処設備として、常設代替高圧電源装置及び可搬型代替低圧電源車を設置、配備する。



* 外部電源喪失時は非常用ディーゼル発電機で電源供給可能なためSA系は必要ないが、不測の事態に備えたバックアップとして予め電源装置(2台)を起動して緊急用母線を充電しておく。

【凡例】

(優先順位) ①→②→③

← : ①(外部電源喪失時)*

← : ②(非常用ディーゼル発電機給電不可時)

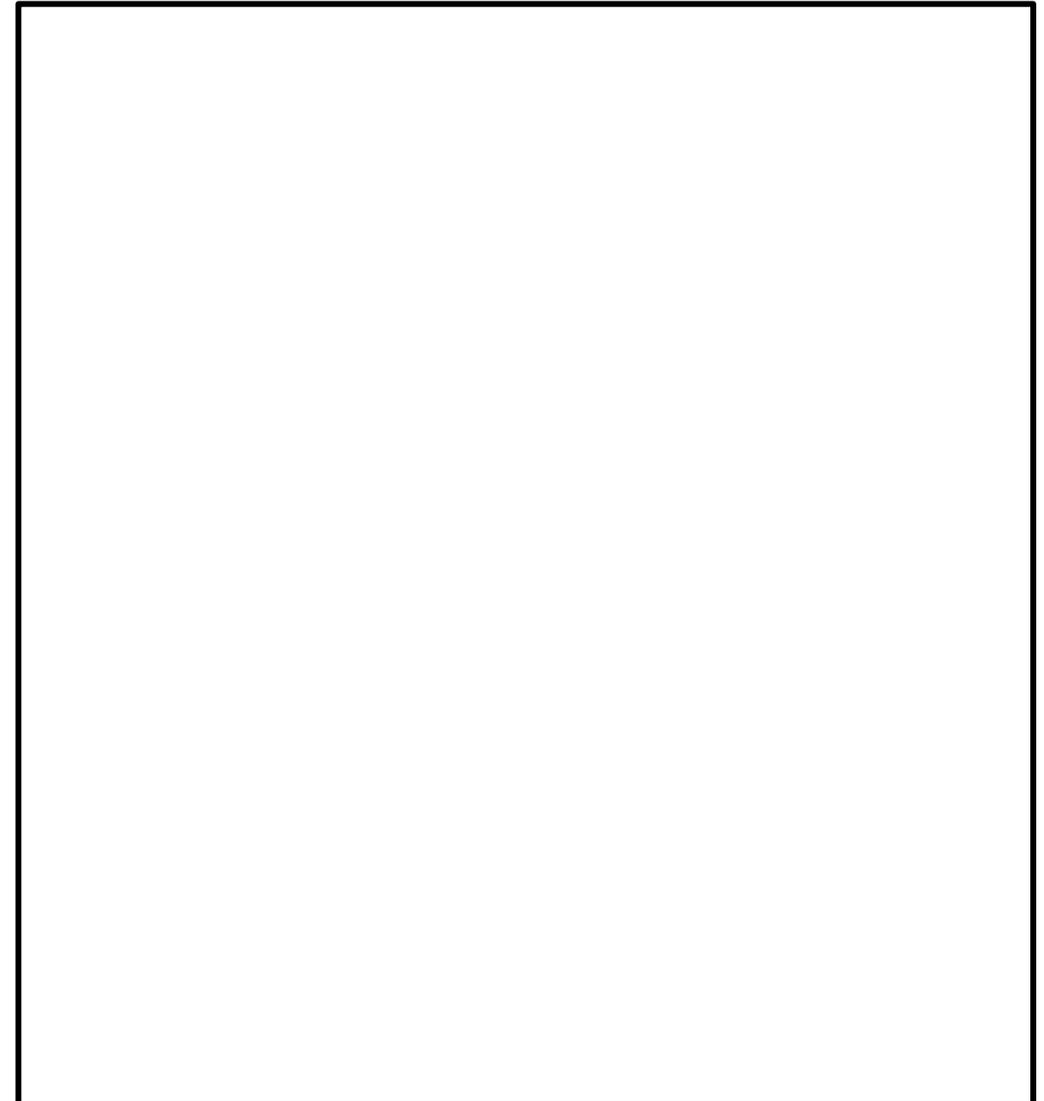
← : ③(常設代替高圧電源装置給電不可時)

- 代替電源設備は、地震、津波、火災、溢水等の事象を考慮し、機能が損なわれないよう配置する。
- 代替電源設備は、設計基準事故対処設備と同時に機能を損なう恐れがないように、非常用ディーゼル発電機等に対して独立性を有し、位置的分散を図るよう配置する。

設置許可基準規則		設計基準事故対処設備	重大事故等対処設備	
		非常用交流電源設備	常設代替交流電源設備	可搬型代替交流電源設備
対象設備		2C・2D非常用ディーゼル発電機 (以下「DG」という。)	常設代替高圧電源装置	可搬型代替低圧電源車
設備に対する考慮事項	多重性又は多様性	・C系及びD系の多重化 ・水冷式	・C系及びD系いずれの系統に対しても給電可能 ・空冷式	・C系及びD系いずれの系統に対しても給電可能 ・空冷式
	独立性	・独立電路	・独立電路	・独立電路
	号炉間の共用	・共用しない設計	・同 左	・同 左
	耐震性	・耐震Sクラス設計	・基準地震動Ssによる地震力に対して、必要な機能が損なわれる恐れがない	・同 左
設置場所に対する考慮事項	地震	・適用される地震力に対して安全上支障がないことが確認された建屋に設置	・同 左	・地震による周辺斜面の崩壊を受けない場所に適切に保管
	津波	・津波の影響を受けない場所に設置	・津波の影響を受けない場所に設置 (敷地に遡上する津波を含む。)*	・同 左 (左記電源装置よりも更に高所に配置)
	火災	・火災発生防止、感知・消火及び影響軽減対策を実施	・火災発生防止、感知・消火対策を実施	・同 左
	溢水	・溢水による影響を考慮した設置高さ(場所)に設置	・2C・2D DGと位置的分散	・2C・2D DGと位置的分散 ・分散配置
	外部からの衝撃(竜巻等)	・頑健性を確保した建屋に設置	・2C・2D DGと位置的分散	・2C・2D DGと位置的分散 ・分散配置
	位置的分散	・C系及びD系の区画分離	・2C・2D DGと位置的分散	・2C・2D DG及び常設代替高圧電源装置と位置的分散

* 常設代替高圧電源装置はT.P.+11mの高所に設置することで、敷地に遡上する津波による浸水(原子炉建屋等のT.P.+8mのエリアが約1m深さで浸水)に対しても、十分な余裕を確保している。さらに、自主対策として浸水を防止できる防護壁(防護壁天端高さ:地上約12m)を設ける。

設備名称	設置場所	設備設置高さ
2C・2D DG	原子炉建屋付属棟	標高+0.7m
常設代替高圧電源装置	常設代替高圧電源装置置場	標高+約11m
可搬型代替低圧電源車	可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)・(南側)	西側: 標高+約23m 南側: 標高+約25m



各電源設備の設置位置

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器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。

非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)及び蓄電池(非常用)の配置図

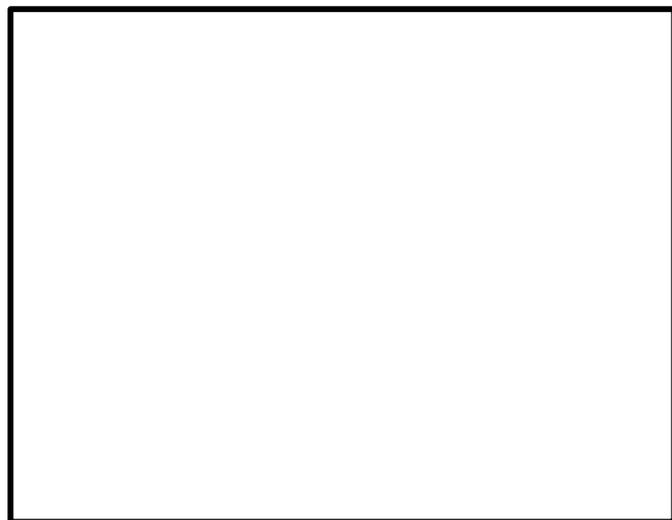
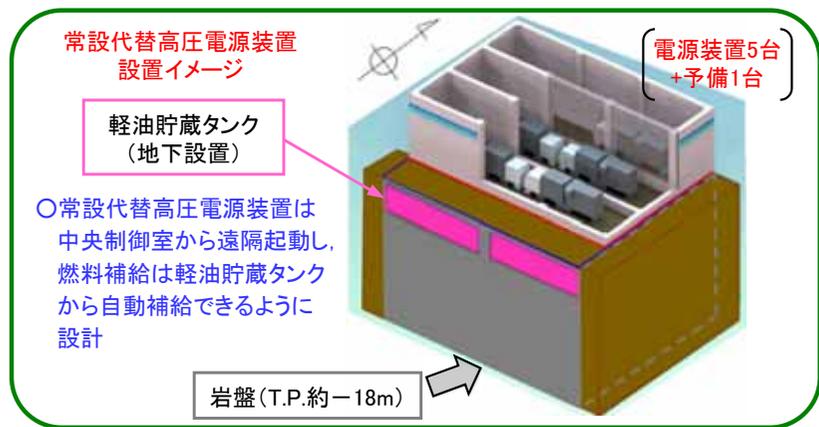
- ・非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)及びその附属設備は、多重性及び独立性を考慮して、必要な容量のものを各々別の場所に3台備え、共通要因により機能が喪失しない設計とするとともに、各々非常用高圧母線(高圧炉心スプレイ系用母線を含む。)に接続する。
- ・蓄電池は、非常用3系統をそれぞれ独立した部屋に設置し、多重性及び独立性を確保し共通要因により機能が喪失しない設計とする。

<別紙6> 代替電源設備(重大事故等対処設備)の基準要求と対応

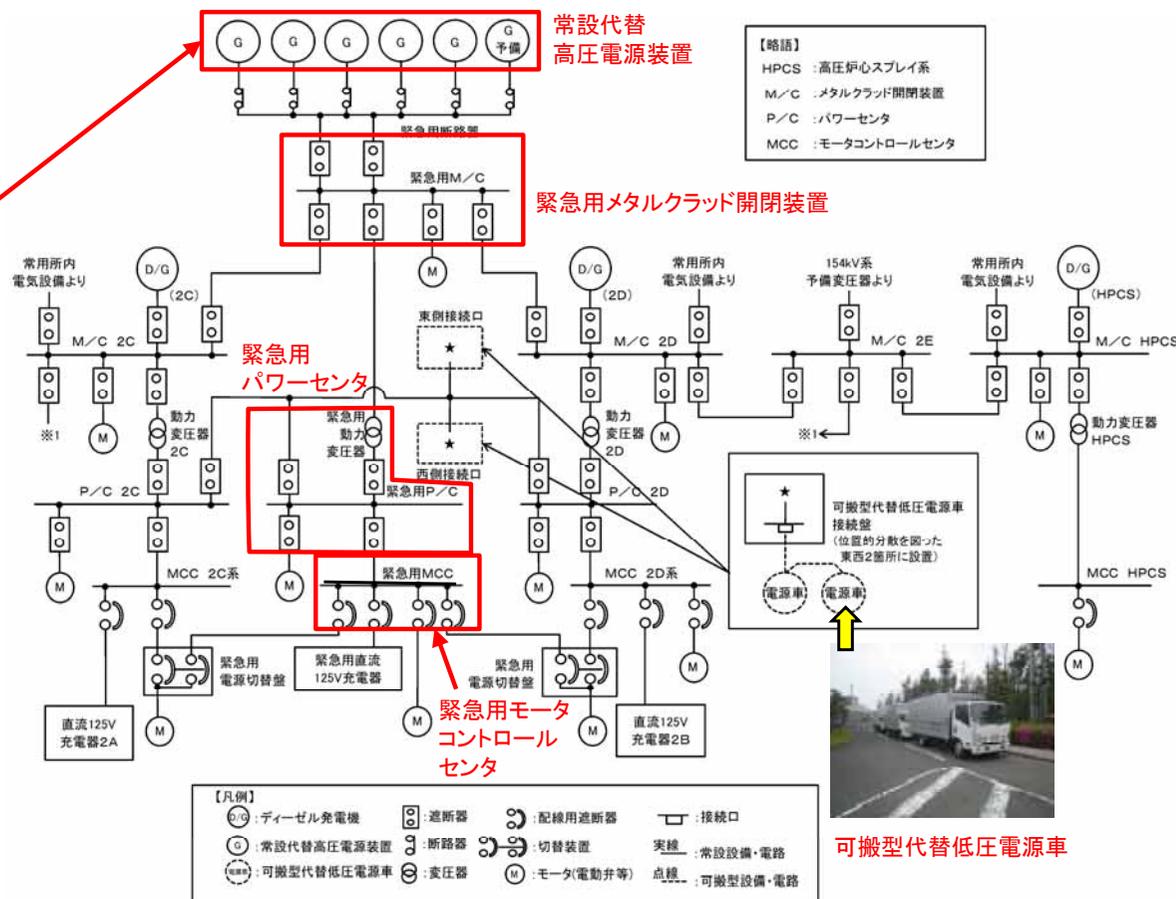
* 補足説明資料「1. 規制要求と対応(電源設備における安全性の向上)」再掲



1 発電用原子炉施設には、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するために必要な電力を確保するために必要な設備を設けなければならない。



常設代替高圧電源装置 配置イメージ

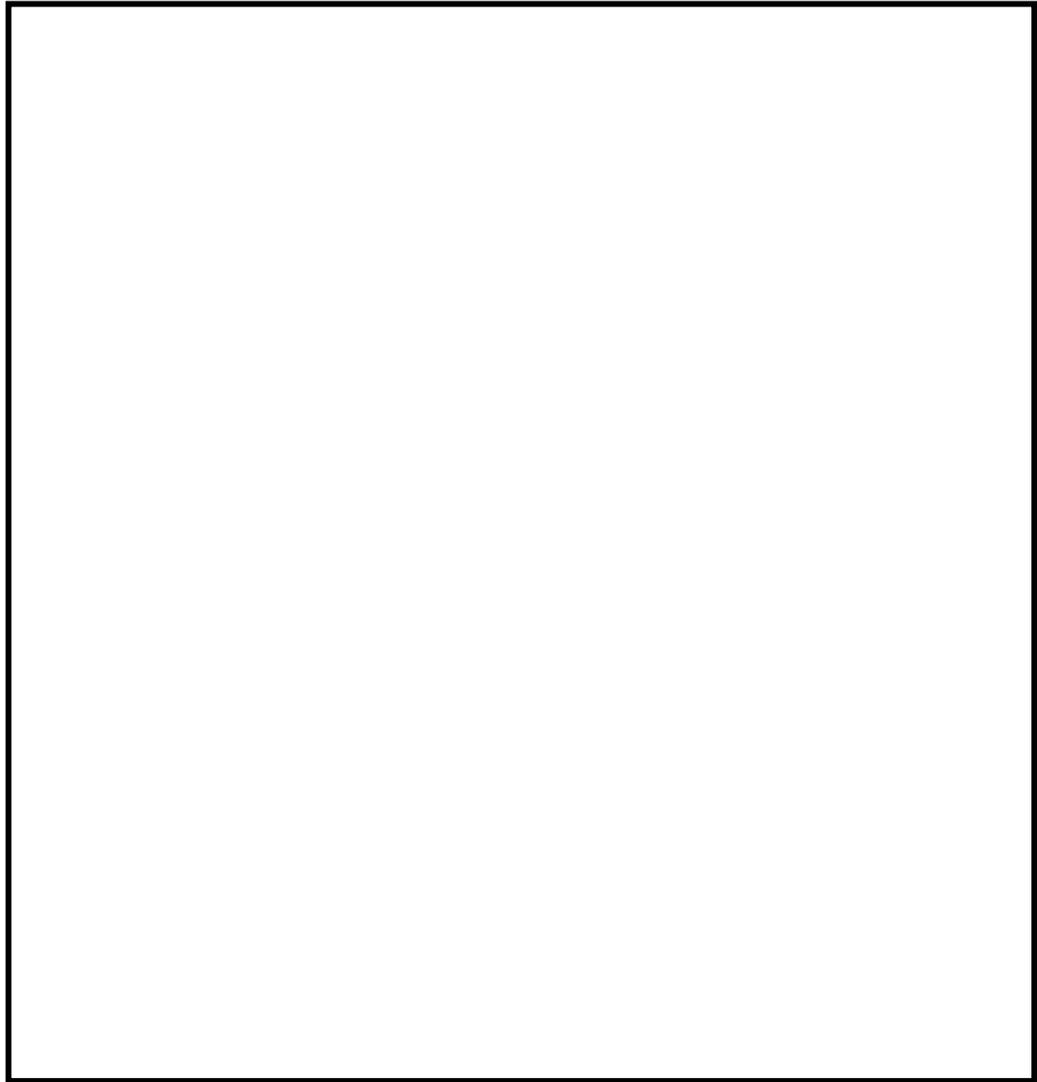
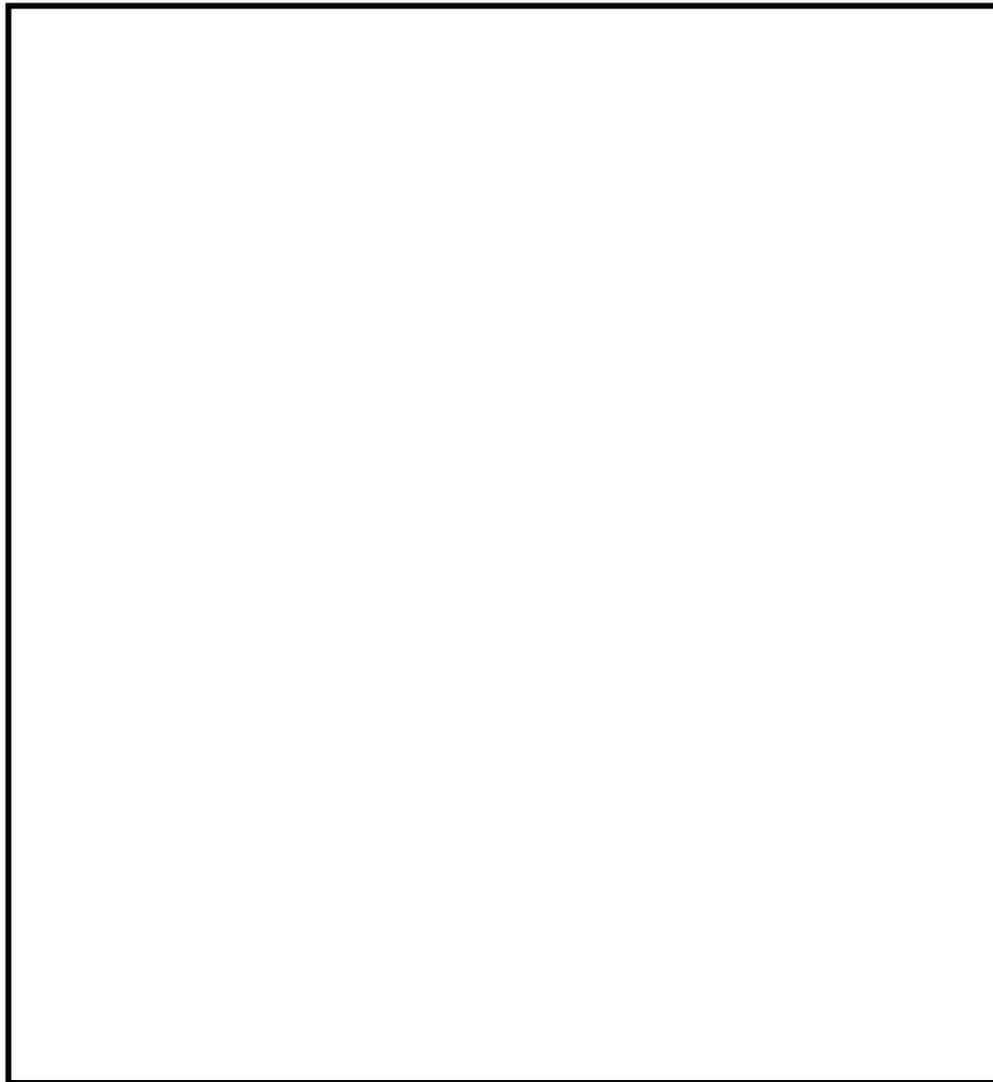


- ・可搬型代替電源設備として可搬型代替低圧電源車を配備。
- ・常設代替電源設備として常設代替高圧電源装置及び緊急用125V系蓄電池を設置
- ・代替所内電気設備として緊急用メタルクラッド開閉装置(緊急用M/C)、緊急用パワーセンタ(緊急用P/C)及び緊急用モータコントロールセンタ(緊急用MCC)等を設置

<別紙7> 非常用電源設備と代替電源設備の配置 (1/2)



・重大事故等対処設備として新たに設置する代替電源である常設代替高圧電源装置や電源盤等は、非常用電源設備(非常用ディーゼル発電機, 電源盤等)と同時に機能が失われる恐れが無いよう, 多様性及び独立性を有した設計としており, その設置場所については, 非常用電源設備と位置的分散を図る等の配慮をしている。

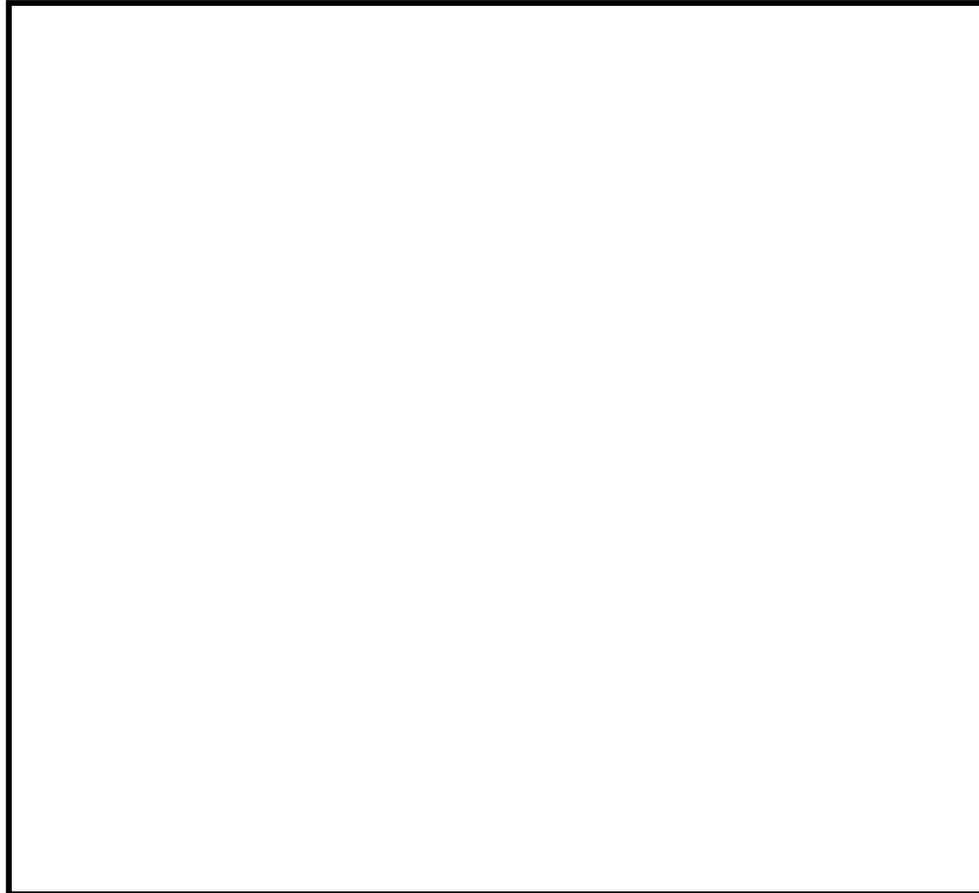


原子炉建屋(非常用ディーゼル発電機等)の配置と
常設代替高圧電源装置置場及び可搬型重大事故等対処設備保管場所

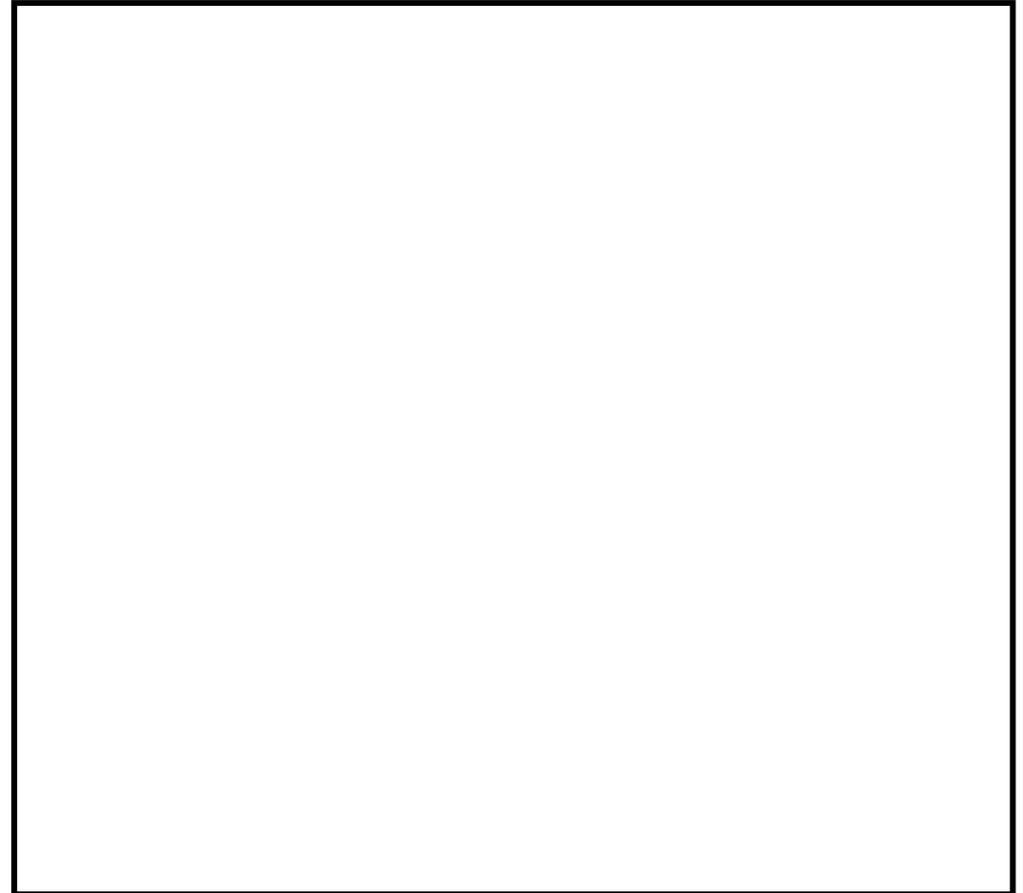
原子炉建屋(M/C 2C, P/C 2C, M/C 2D, P/C 2D及びM/C
HPCS)の配置と緊急用M/C及び緊急用P/Cの配置

注 写真は一部イメージを含む

 : 非常用電源設備(設計基準事故対処設備)
 : 代替電源設備(重大事故等対処設備)



125V系蓄電池A系, B系の配置と
緊急用125V系蓄電池の配置のイメージ
(原子炉建屋内)



直流125V主母線盤A系, B系の配置と
緊急用直流125V主母線盤の配置のイメージ
(原子炉建屋内)

  :非常用電源設備(設計基準事故対処設備)
 :代替電源設備(重大事故等対処設備)

○原子力発電所では、原子炉の安全確保及び発電所の安全・安定運転のため、定期的な検査等を通じて以下の項目を適切に実施し、各設備の健全性を確認するとともに、機能の維持や信頼性の向上のための措置を図っている。

・健全性の確認：

- ・主要な設備が正常に機能することを確認する。
- ・分解点検や漏洩検査によって、設備の機能が維持されていることを点検する。

・機能維持：

- ・消耗品を交換し、補修など劣化に対する処置を行い、異常を早期に発見して必要な処置を行う。

・信頼性の向上：

- ・他の発電所で発生した事故や故障を把握し、当該発電所での類似箇所を点検し、必要に応じて処置を施す。
- ・設備、機器に交換の必要が生じたときには新品に取り替える。



原子力発電所の定期検査の目的

出典：電気事業連合会HP「検査・点検によって安全を守る」

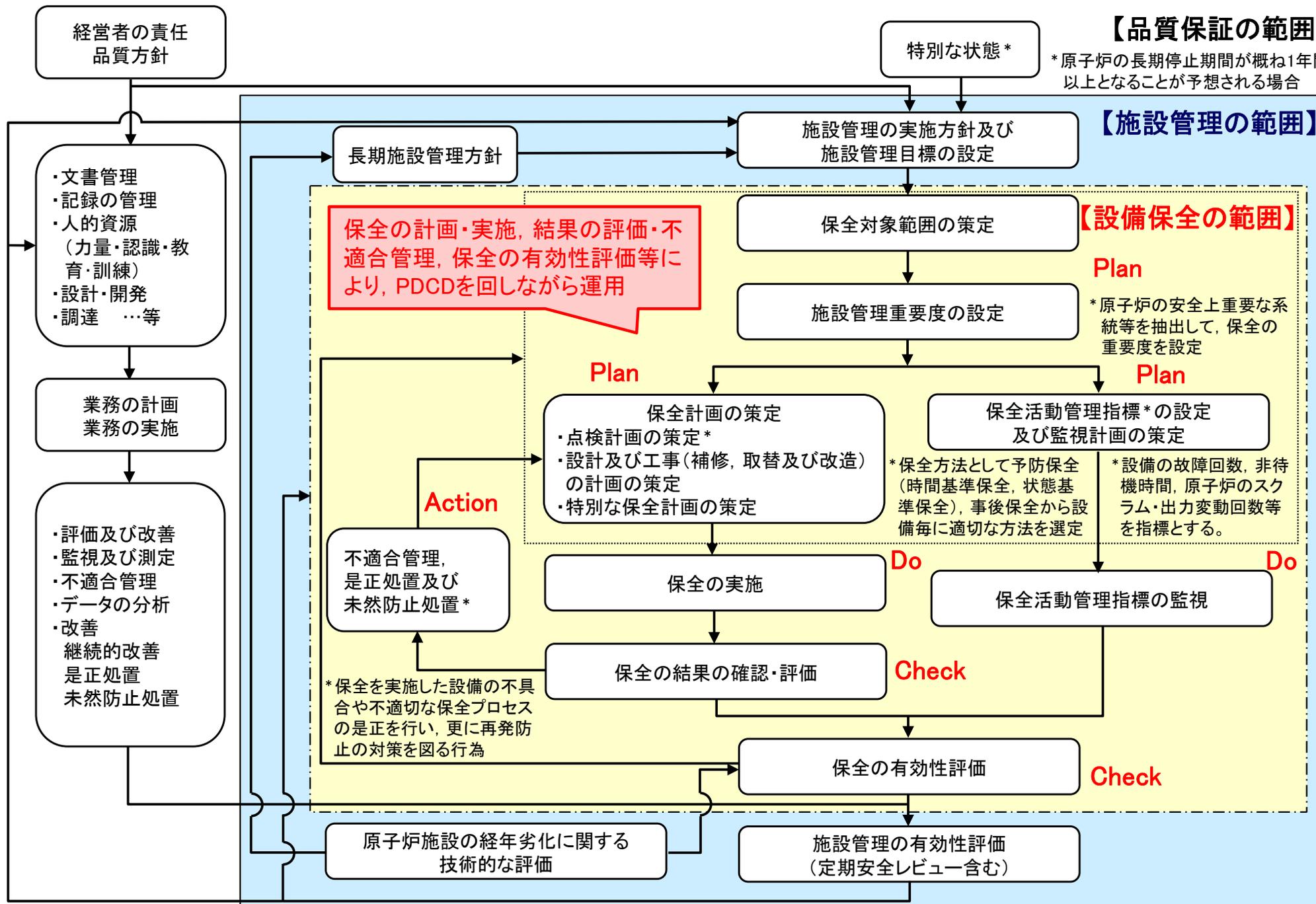
○東海第二発電所では品質マネジメントシステムに基づき、上記の定期的な検査等を含め、発電所施設の管理・設備の保全に関して包括的な社内ルール*を定め、PDCAを回しながら運用している。〈別紙1参照〉

*「JEAC4209 原子力発電所の保守管理規程」等に基づく。対象としては施設の設計、工事、巡視、点検、検査、その他の施設の管理に必要な措置を含む。

○新たに設置する代替電源設備についても上記のルールに則り保全の計画を定めて実施していくことで、設備の健全性確認、機能維持及び信頼性向上等が可能と判断している。

○また、上記で定めた保全計画の内容を満足するように、代替電源設備に対しても定期的な動作確認・性能試験等を実施していく。〈別紙2参照〉

<別紙1> 東海第二発電所の施設の管理, 設備の保全方法の概要



- 発電所で新たに導入する**重大事故等対処設備**(常設設備, 可搬型設備)等については, 今後, 当該設備に対して定める**保全計画に基づき, 定期的な動作確認・性能試験等を実施**していく。
- 重大事故等対処設備の動作確認・性能試験等の実施時期, 頻度は, 今後策定する保全計画で定める頻度を下回らないよう以下の方針で設定し, 管理していく。
- また, これらの機能確認以外にも, **日々の巡視点検や週次・月次の外観点検等を通じて, また訓練実施時の設備の運転状態等を把握し, 設備の不具合等を早期に発見**するように努める。
- 本方針による代替電源設備の機能確認等の内容, 頻度について, 次頁に例示する。

東海第二発電所 重大事故等対処設備の主な機能確認等の頻度(案) *1

	性能確認 (定検時等毎に行う性能確認)	動作確認 (定期的に行う動作試験)	機能確認の頻度の 設定の考え方
常設の重大事故等 対処設備 (電源, ポンプ等)	定検停止毎 (定期事業者検査による 原子炉停止期間中)	1カ月に1回	当該設備が機能を代替する設計基準事故対処設備と同等の頻度とする。
可搬型の重大事故等 対処設備 (電源車, ポンプ車等)	定検停止毎(又は1年毎) 又は 2定検毎(又は2年毎)	3カ月に1回	運用管理の観点から, メーカー推奨値等に基づき保全計画で設定した定期的な運転頻度以上の頻度に設定する。

*1 試験頻度等は例示であり, 内容は今後の保安規定変更認可申請の審査結果に基づき決定する。

○重大事故等対処設備として新たに設置する代替電源設備は, 当該設備に対して定めた保全計画に基づき, 定期的な動作確認・性能試験等を実施していく。主な性能確認・定期試験の内容*¹について, 代替電源設備に対応する非常用電源設備(非常用ディーゼル発電機等)と比較して下表に示す。

東海第二発電所 各電源設備の主な機能確認の内容

プラント状態	(参考) 非常用電源設備(設計基準事故対処設備) 【東海第二発電所原子炉施設保安規定より】		新たに設置する代替電源設備(案)* ¹ (重大事故等対処設備)	
定検停止時	非常用ディーゼル発電機 * ³	模擬信号による作動確認	常設代替高圧電源装置	・分解検査, 外観検査 ・模擬負荷(100%)による機能・性能確認 (性能確認の頻度: 定検停止時)
原子炉 運転時等* ²		機関の始動, 定格出力運転可能の確認 (定期試験頻度: 1ヵ月に1回)		・起動試験による動作確認 (定期試験頻度: 1ヵ月に1回)
—	—	—	・可搬型代替低圧電源車 ・可搬型整流器	・分解検査 ・模擬負荷(100%)による出力特性の確認 ・可搬型整流器の出力特性確認 (性能確認の頻度: 1年に1回) ・外観検査, 運転状態確認 (定期試験頻度: 3ヵ月に1回)
定検停止時	直流電源 (蓄電池及び充電器* ⁴)	直流電源(蓄電池及び充電器)機能確認	緊急用125V系蓄電池	・外観検査 ・蓄電池及び充電器の電圧確認 (性能確認の頻度: 定検停止時) (定期試験頻度: 1週間に1回)
原子炉 運転時等* ²		蓄電池及び充電器の電圧の確認 (定期試験頻度: 1週間に1回)		
原子炉 運転時等* ²	所内電源系統 (非常用交流高圧電源母線, 直流電源母線及び原子炉保護系母線* ⁵)	電源母線の受電の確認 (定期試験頻度: 1週間に1回)	代替所内電気設備 (代替電源設備の電源盤等が 使用可能であることの確認)	・遮断器の動作確認 (性能確認の頻度: 定検停止時) ・外観検査, 電圧の確認 (定期試験頻度: 1ヵ月に1回)

*¹ 代替電源設備の記載内容は例示であり, 性能確認及び定期試験の内容は今後の保安規定変更認可申請の審査結果, 保全計画策定により決定する。

*² 原子炉運転時(運転, 起動及び高温停止)及び原子炉停止時(低温停止及び燃料交換)

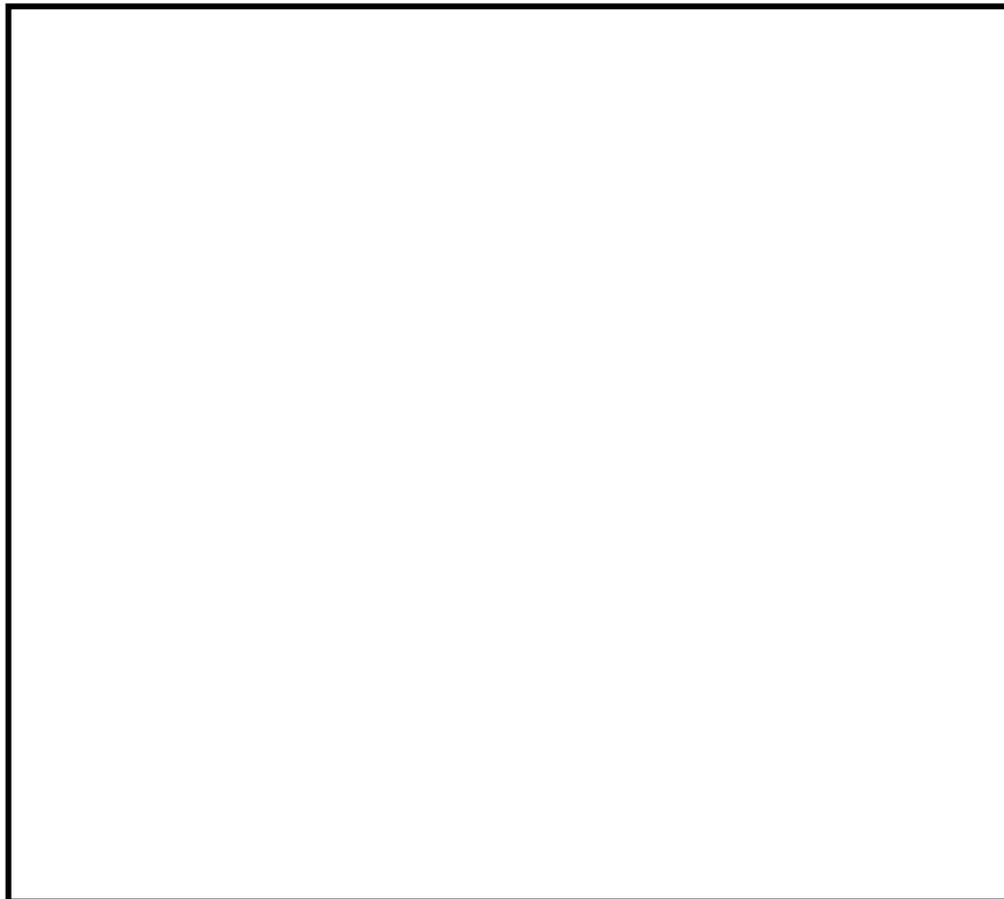
*³ 原子炉運転時: 非常用ディーゼル発電機2C系, 2D系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の3台
原子炉停止時: 非常用ディーゼル発電機及び電力供給が可能な非常用発電機(合計2台)

*⁴ 原子炉運転時: 2A系, 2B系及び高圧炉心スプレイ系 原子炉停止時: 計装制御, 原子炉停止時冷却及び非常用炉心冷却系の一部に係る電源

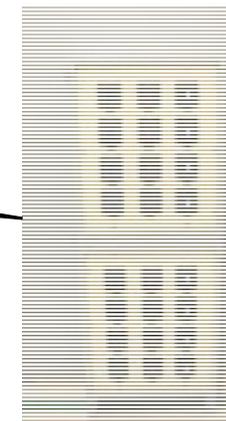
*⁵ 原子炉運転時: 2A系, 2B系, 2C系, 2D系及び高圧炉心スプレイ系 原子炉停止時: 計装制御, 原子炉停止時冷却及び非常用炉心冷却系の一部に係る電源

4. 可搬型代替低圧電源車及び電源ケーブル接続口の扱い

- 東海第二発電所は代替電源設備として可搬型代替低圧電源車を2箇所分散して配備し、非常用電源設備による電源供給機能が喪失した場合でも、低圧電源車を保管場所から原子炉建屋付近まで移動させ、電源ケーブルを建屋側の接続口に接続することで、必要設備への電源供給を可能としている。
- 原子炉建屋側の接続口は位置的分散に配慮して2箇所を設け、共通要因により接続不可となることを防止する。また電源ケーブルのコネクタは接続規格を統一した汎用品を用い確実に接続が可能な設計とする。さらに、継続的にケーブル接続の訓練を行い、緊急時に実働する際の実効性を確保する。
- これらの対応により、発電所に配備した低圧電源車による電源供給機能の信頼性を高めており、更に、災害等発生時に発電所外部からの支援を受け、他の電源車等を受け入れる場合でも、迅速かつ確実な電源ケーブル接続による電源供給を可能としている。



ケーブル接続箇所(低圧電源車側)



ケーブル接続箇所(接続口側イメージ)

5. 交流電源及び直流電源喪失時の対応



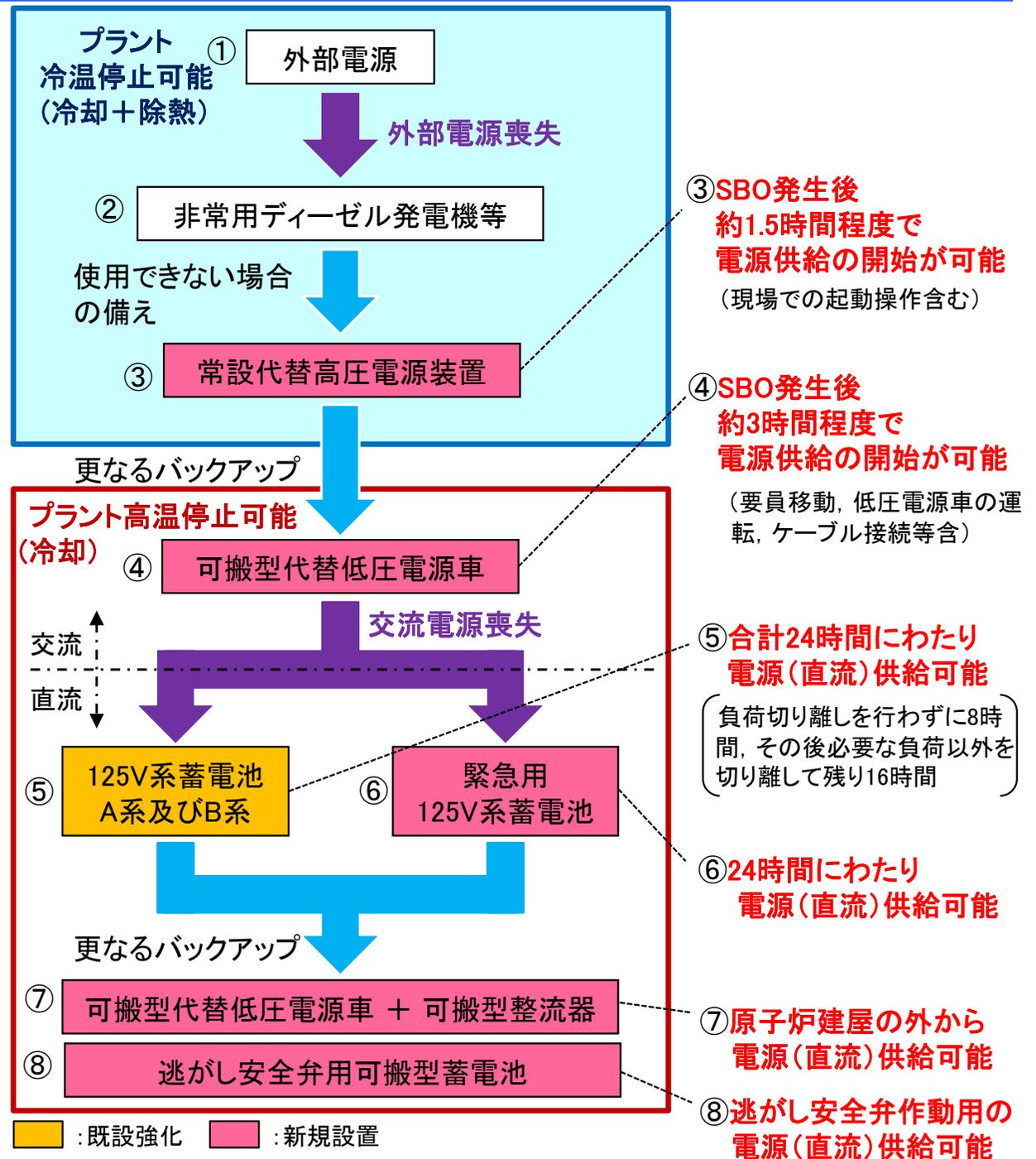
○ 東海第二発電所で外部電源が喪失すると、非常用ディーゼル発電機等(全3台*)が自動起動して発電所内に非常用電源を供給する。仮に、**何らかの異常により非常用ディーゼル発電機が全台とも使用できない場合には、発電所は全交流動力電源喪失(SBO)の状態に至る。**

* 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。

○ SBOに至った状態でも、直流電源を用いる設備は蓄電池(125V系蓄電池A系及びB系、又は緊急用125V系蓄電池)から継続して給電可能であり、これらの蓄電池は必要な直流電源を24時間にわたり供給できる容量を有している。<別紙1参照>

○ 24時間以降は、代替電源設備として整備した**常設代替高圧電源装置又は可搬型代替低圧電源車より交流電源を供給し、直流に変換することで継続的に直流電源を供給できる**<別紙2参照>。仮に、交流から直流への変換ができない事態でも、**可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器を組み合わせることで原子炉建屋の外から直接直流電源を供給できる。**

○ 更に、上記蓄電池とは別に、原子炉減圧・冷却上で特に重要な逃がし安全弁作動用として専用の**逃がし安全弁用可搬型蓄電池**を中央制御室に設け信頼性を高めている。

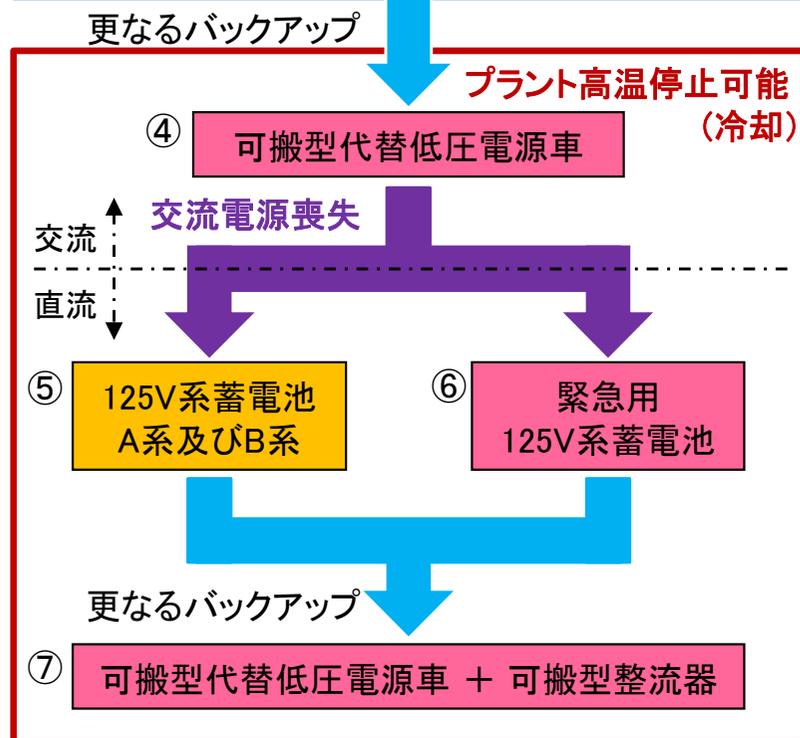
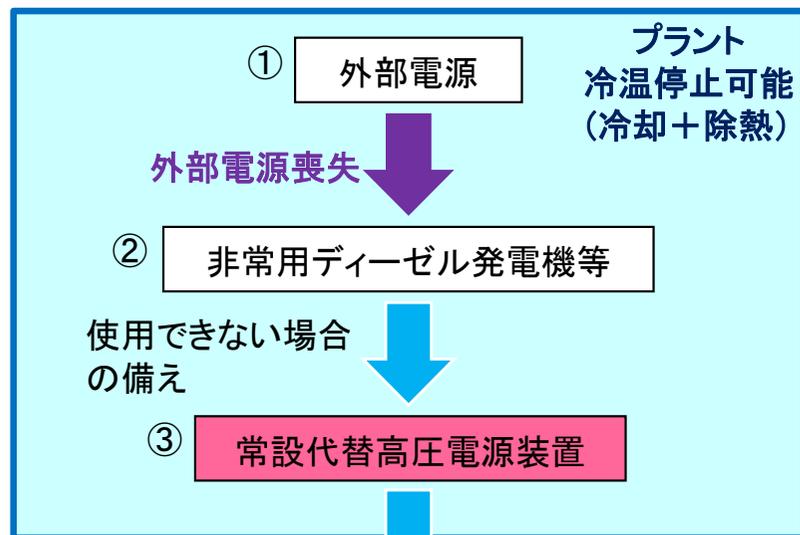


<別紙1> 電源喪失時のバックアップ電源の流れ

* 本文「2. 電源設備の概要」再掲



給電対象負荷一覧



機能	系統	冷温停止(冷却+除熱)			高温停止(冷却)			
		① 外部電源	② 非常用ディーゼル発電機等	③ 常設代替高圧電源装置	④ 可搬型代替低圧電源車	⑤ 125V系蓄電池 A系及びB系	⑥ 緊急用125V系蓄電池	⑦ 可搬型代替低圧電源車 + 可搬型整流器
炉心冷却 ※1	高圧炉心スプレイ系	○	○	—	—	—	—	—
	高圧代替注水系	○	○	○	○	—	○	○
	原子炉隔離時冷却系	○	○	○	○	○	—	○
	低圧ECCS系	○ (2系列)	○ (2系列)	○ (1系列)	※3 —	※3 —	※3 —	※3 —
	低圧代替注水系(常設)	○	○	○	○	—	※3	※3
除熱 ※1	残留熱除去系	○	○	○	—	—	—	—
	代替循環冷却系	○	○	○	—	※4	—	—
SFP ※2 冷却 ※1	燃料プール冷却系	○	○	—	—	—	—	—
	代替燃料プール冷却系	○	○	○	○	—	※3	※3
補機冷却 ※1	緊急用海水系	○	○	○	—	—	—	—
監視	監視計器類	○ (交流+直流)	○ (交流+直流)	○ (交流+直流)	○ (交流+直流)	○ (直流)	○ (直流)	○ (直流)

注: ○は電源設備から該当する系統を動作させる電力を供給可能なことを示す。

※1: 起動・制御に関するものを含む。 ※2: SFPIは、使用済燃料プール(Spent Fuel Pool)の略

※3: 可搬型注水設備(ポンプ車等)により、炉心冷却等を実施 ※4: 他負荷を使用しない場合は運転可能

■ : 既設強化 ■ : 新規設置

<別紙1> 電源の多様化(代替電源(直流)の確保)

* 本文「3. ② 電源の多様化(代替電源(直流)の確保)」再掲



交流電源喪失

外部電源及び非常用ディーゼル発電機から
交流電源供給不可

125V系蓄電池
A系及びB系

緊急用
125V系蓄電池

125V系蓄電池A系及びB系は、
負荷切り離しを行わずに8時間、
その後、必要な負荷以外を切
り離して残り16時間の**合計24
時間にわたり電源(直流)の供
給が可能**

24時間にわたり、重大事故等
の対応に必要な電源(直流)
の供給が可能。

更なるバックアップ

可搬型代替低圧電源車 + 可搬型整流器



+



24時間にわたり、重大事故等
の対応に必要な電源(直流)の
供給が可能。

↑ 常設

↓ 可搬型

黄色 : 既設強化

ピンク : 新規設置

<別紙2> 交流電源の復旧時間の見積もり (1/3)



手順の項目	実施箇所・必要人員数	経過時間(分)										備考
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		常設代替高圧電源装置(2台)による緊急用母線受電4分										
常設代替交流電源設備による代替所内電気設備への給電【常設代替高圧電源装置の中央制御室からの起動】*	運転員等 (当直運転員) (中央制御室) 1											

* 中央制御室からの遠隔起動の場合

手順の項目	実施箇所・必要人員数	経過時間(分)										備考
		※ 10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		常設代替高圧電源装置(2台)による緊急用母線受電40分										
常設代替交流電源設備による代替所内電気設備への給電【常設代替高圧電源装置の現場からの起動】*	運転員等 (当直運転員) (中央制御室) 1											
	重大事故等 対応要員 2											

* 現場からの起動の場合(常設代替高圧電源装置置場)
(中央制御室からの遠隔起動が不可の場合)

※タイムチャートのスタートは、中央制御室からの常設代替高圧電源装置の起動失敗により、現場からの起動操作を行うことを判断した時とする。

常設代替高圧電源装置の起動及び受電手順のタイムチャート (1/2)



現場操作盤
(高圧電源装置)

注 タイムチャートの検討に当たっては、現場へのアクセス(現場からの起動の場合)、高圧電源装置の起動時間等、実設備に基づき必要時間を見積もっている。代替電源設備の設置後に、実証訓練を通じて本タイムチャートの実効性を確認し、更に習熟による時間短縮を図る。

<別紙2> 交流電源の復旧時間の見積もり (2/3)



		経過時間(分)										備考		
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
手順の項目	実施箇所・必要人員数	常設代替高圧電源装置(2台)による緊急用母線受電4分 ▽ 常設代替高圧電源装置(3台)追加起動87分▽ ▽非常用母線受電92分												
常設代替交流電源設備による非常用所内電気設備への給電【常設代替高圧電源装置の中央制御室からの起動】*	運転員等 (当直運転員) (中央制御室)	1	常設代替高圧電源装置2台起動及び緊急用母線受電				非常用母線受電準備				常設代替高圧電源装置3台追加起動		87	
	運転員等 (当直運転員) (現場)	2	非常用母線受電準備						非常用母線受電				92	

* 中央制御室からの遠隔起動の場合

		経過時間(分)										備考		
		※ 10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
手順の項目	実施箇所・必要人員数	常設代替高圧電源装置(2台)による緊急用母線受電40分 ▽非常用母線受電88分 ▽常設代替高圧電源装置(3台)追加起動83分												
常設代替交流電源設備による非常用所内電気設備への給電【常設代替高圧電源装置の現場からの起動】*	運転員等 (当直運転員) (中央制御室)	1	非常用母線受電準備				緊急用母線受電				非常用母線受電		88	
	運転員等 (当直運転員) (現場)	2	非常用母線受電準備						非常用母線受電				88	
	重大事故等 対応要員	2	常設代替高圧電源装置起動準備				常設代替高圧電源装置2台起動				常設代替高圧電源装置3台追加起動		83	

* 現場からの起動の場合

(常設代替高圧電源装置置場)

(中央制御室からの遠隔起動が不可の場合)

※タイムチャートのスタートは、中央制御室からの常設代替高圧電源装置の起動失敗により、現場からの起動操作を行うことを判断した時とする。

非常用母線の受電時間(88分)が遠隔起動の場合の時間(92分)よりも短くなっているが、実際には中央制御室からの起動を試み、失敗した後に現場操作に移るため、経過時間が逆転することはない。

注 代替電源設備の設置後に、実証訓練を通じて本タイムチャートの実効性を確認し、更に習熟による時間短縮を図る。

常設代替高圧電源装置の起動及び受電手順のタイムチャート (2/2)

<別紙2> 交流電源の復旧時間の見積もり (3/3)



手順の項目	実施箇所・必要人員数	経過時間(分)																	備考	
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170		180
		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">可搬型代替低圧電源車の起動(2台)及び非常用母線受電180分</div> 電源ケーブル布設・接続160分 ▽ ▽																		
可搬型代替交流電源設備による非常用所内電気設備への給電	運転員等 (当直運転員) (中央制御室)	可搬型代替低圧電源車起動前準備																	非常用母線受電	→
	運転員等 (当直運転員) (現場)	移動, 可搬型代替低圧電源車起動前準備																		
	重大事故等 対応委員	可搬型代替低圧電源車起動前準備																		
		西側保管場所から原子炉建屋西側接続口への移動・配置																		
		ケーブル敷設																		
		ケーブル接続																		
		可搬型代替低圧電源車(2台)起動																		
																			西側保管場所から原子炉建屋東側接続口への移動・配置の所要時間も同様	

可搬型代替低圧電源車の起動及び受電手順のタイムチャート



可搬型代替低圧電源車



ケーブル接続箇所(低圧電源車)



操作盤(低圧電源車)

注 タイムチャートの検討に当たっては、要員のアクセス、低圧電源車の運転、電源ケーブルの展開・接続、電源車の起動等、実設備に基づき必要時間を見積もっている。電源接続口の設置、可搬型設備保管場所及びアクセスルート造成後に、実証訓練を通じて本タイムチャートの実効性を確認、更に習熟による時間短縮を図る。

6. 代替電源設備の負荷容量及び燃料確保について (1/2)



6.1 7日間の外部電源喪失に備えた燃料確保

○東海第二発電所で外部電源が喪失すると、非常用ディーゼル発電機等(全3台*1)が自動起動して所内に非常用電源を供給する。何らかの異常で非常用ディーゼル発電機等が起動しない場合は、代替電源設備として常設代替高圧電源装置又は可搬型代替低圧電源車より交流電源を供給する。

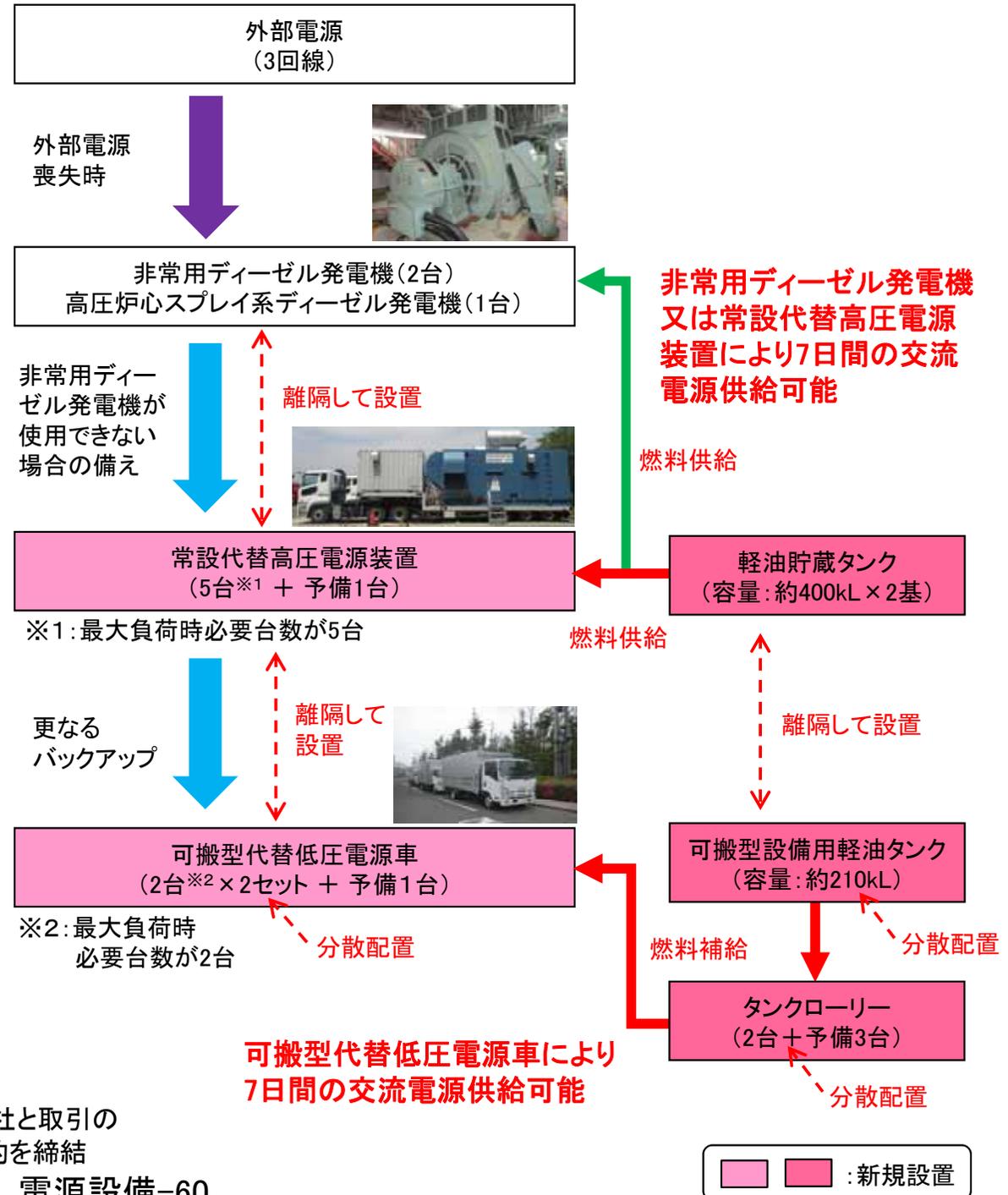
*1 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。

○これらの設備は軽油を燃料とするディーゼル機関で発電し、これらの燃料は外部電源喪失が7日間続いた場合でも原子炉冷却等に必要交流電源を供給し続けることが可能な量を貯蔵している。

○燃料の貯蔵場所は、地震や津波等の外部事象の影響を受け難い地下や高所に設置し、また、すべての燃料が同時に喪失しないよう位置的分散を図り、信頼性を高めている。

○上記のとおり、発電所内のリソースで7日間は交流電源が確保されるため、この間に外部電源の復旧や、外部からの補給用の燃料の受け入れ等*2を手配し、7日以降の電源確保を確実にしていく。<別紙1~3参照>

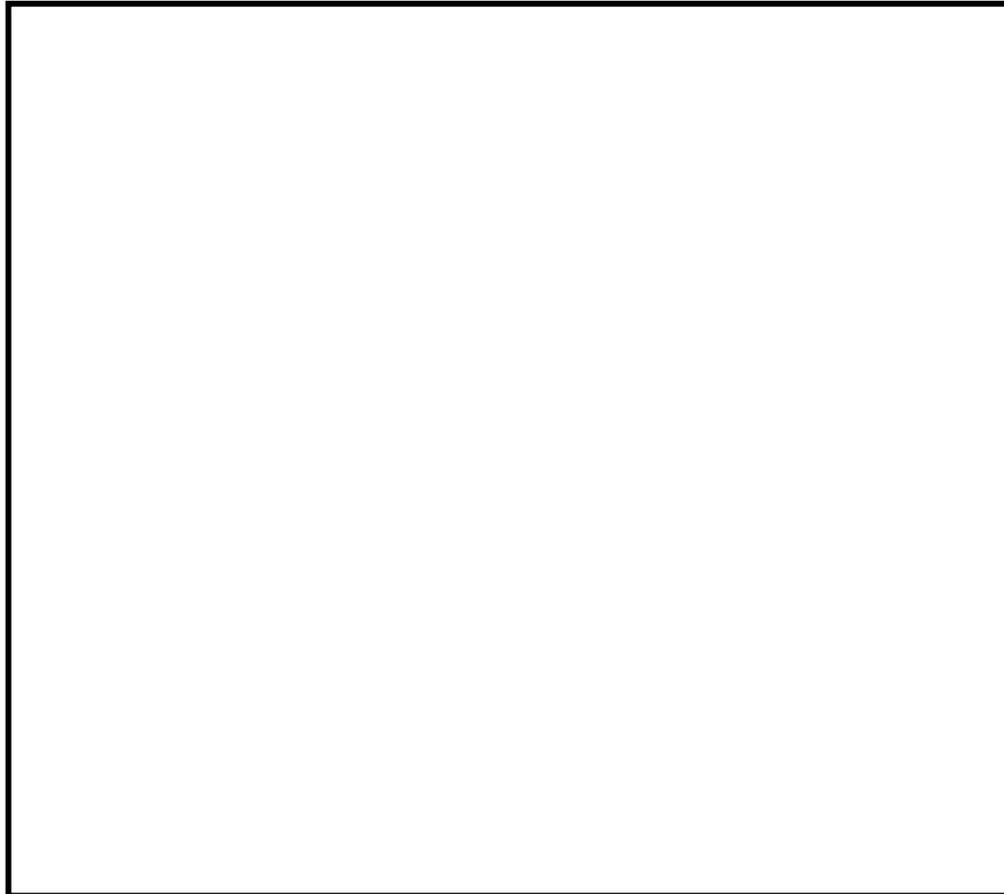
*2 外部電源喪失が継続した場合の燃料調達手段として、当社と取引のある燃料供給会社の油槽所からの燃料の優先調達の契約を締結



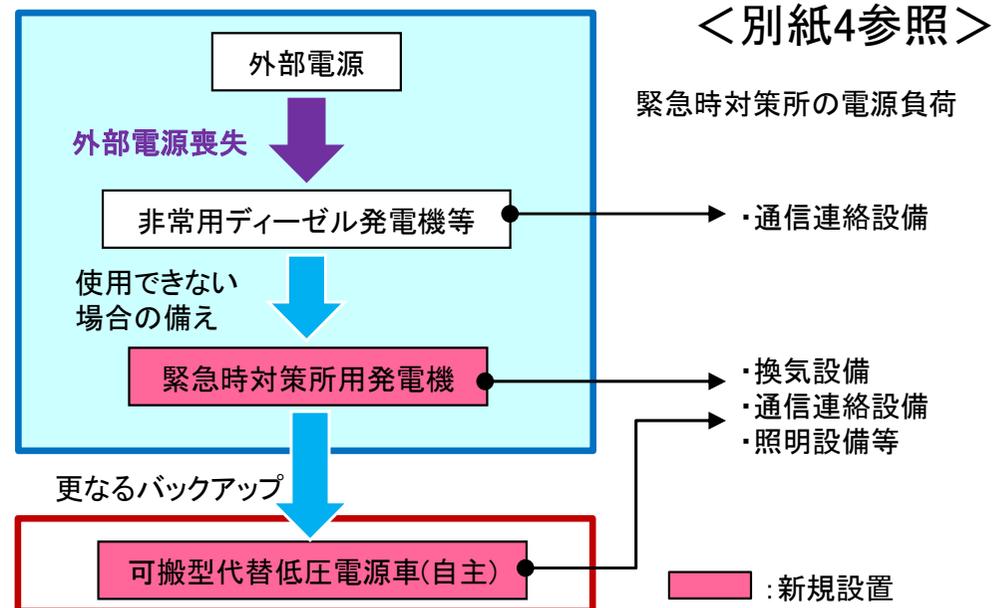
6. 代替電源設備の負荷容量及び燃料確保について (2/2)

6.2 緊急時対策所への給電に係る可搬型代替低圧電源車の容量及び台数

- 東海第二発電所は代替電源設備として可搬型代替低圧電源車(2台(100%)×2セット+予備1台)を配備し、非常用電源設備による電源供給機能が喪失した場合でも、低圧交流電源の供給を可能としている。
- 可搬型代替低圧電源車の容量(合計800kW(2台合計))は、原子炉の状態監視や使用済燃料プールの冷却等に必要な最大負荷容量(約680kW)を上回るよう設定している。また、必要台数(2台)の2倍の4台を2箇所分散して配備し、電源供給の信頼性を高めている。 <別紙2,3参照>
- 可搬型設備保管場所に隣接する緊急時対策所は、独立した専用の緊急時対策所用発電機(100%×2台)を設ける。加えて、更なるバックアップとして可搬型代替低圧電源車からも給電可能とする。



- ・緊急時には、可搬型代替低圧電源車は、原子炉建屋側の負荷への給電を優先し、緊急時対策所への給電が必要な場合は、予備の電源車1台を活用
- ・緊急時対策所の負荷は、緊急時に必要な換気設備や通信連絡設備に供給



可搬型代替低圧電源車の配備場所、緊急時対策所建屋の配置

<別紙1> 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)(常設代替電源)

* 本文「3. ① 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)」再掲

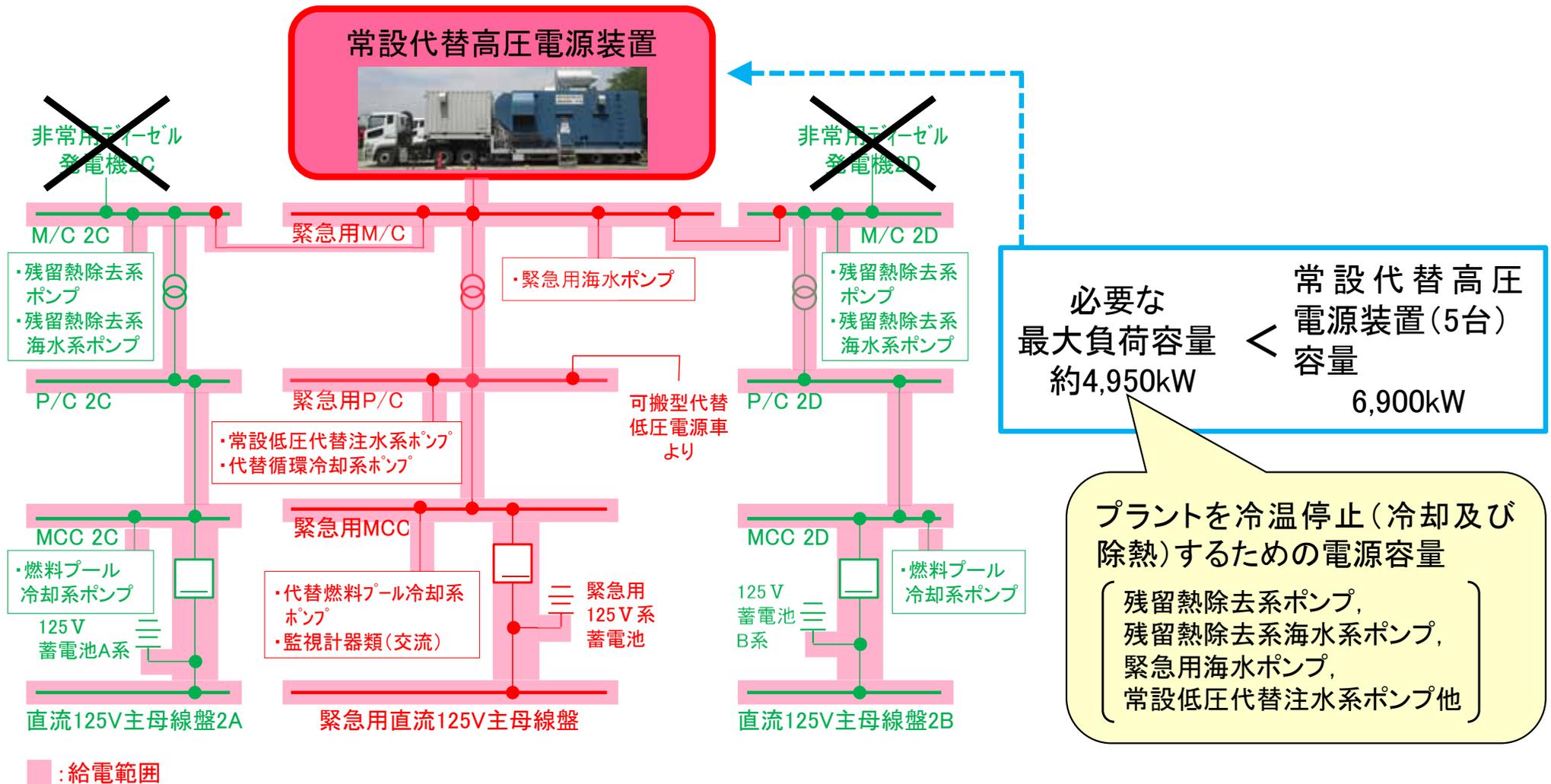


多重化されている
非常用ディーゼル発電機が
両系統機能喪失



代替交流電源設備から重大事故等対処設備へ電力を供給し、重大事故等への対処を可能とする。

- ・ 常設代替交流電源設備…常設代替高圧電源装置
- ・ 可搬型代替交流電源設備…可搬型代替低圧電源車

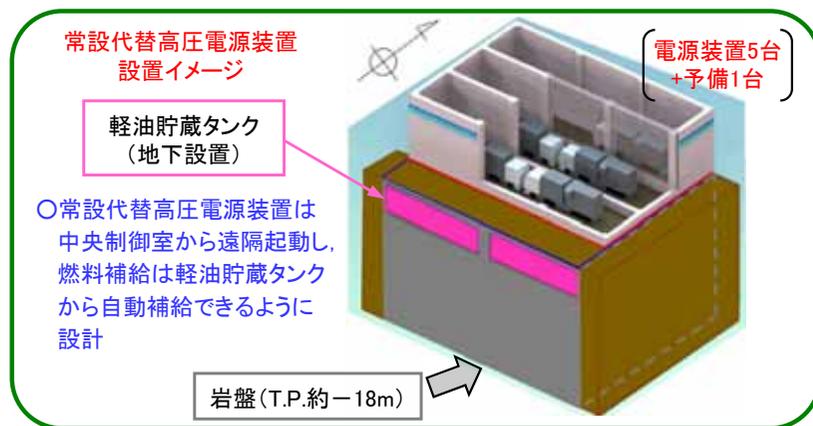


<別紙1> 常設電源設備の燃料の確保

* 補足説明資料「1. 規制要求と対応(電源設備における安全性の向上)」再掲



○常設電源設備(非常用ディーゼル発電機等及び常設代替高圧電源装置)用の燃料貯蔵設備として、**7日間の電源供給を可能とする軽油貯蔵タンク(400kL)を2基設置**



軽油貯蔵タンク
配置図

○軽油貯蔵タンクの容量は、燃料消費量が最大となるケースである外部電源喪失が発生した場合を想定しても、7日間電源供給が可能な量を上回る容量を設定

外部電源喪失

非常用ディーゼル発電機等により
非常用母線を受電

非常用ディーゼル発電機等が7日間運転可能な燃料
(53,184 L/日 × 7日 ≒ 372.3kL)

+

+

常設代替高圧電源装置により
緊急用母線を受電
(重大事故への備え)

常設代替高圧電源装置が1日運転可能な燃料
(20,160 L/日 × 1日 ≒ 20.2kL)

$$372.3\text{kL} + 20.2\text{kL} = 392.5\text{kL} * < 400\text{kL}$$

* 何れかの電源のみで7日間運転を続ける場合は、このケースよりも燃料消費量が少なくなる。

<別紙2> 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)(可搬型設備)

* 本文「3. ① 電源の多様化(代替電源(交流)の確保)」再掲

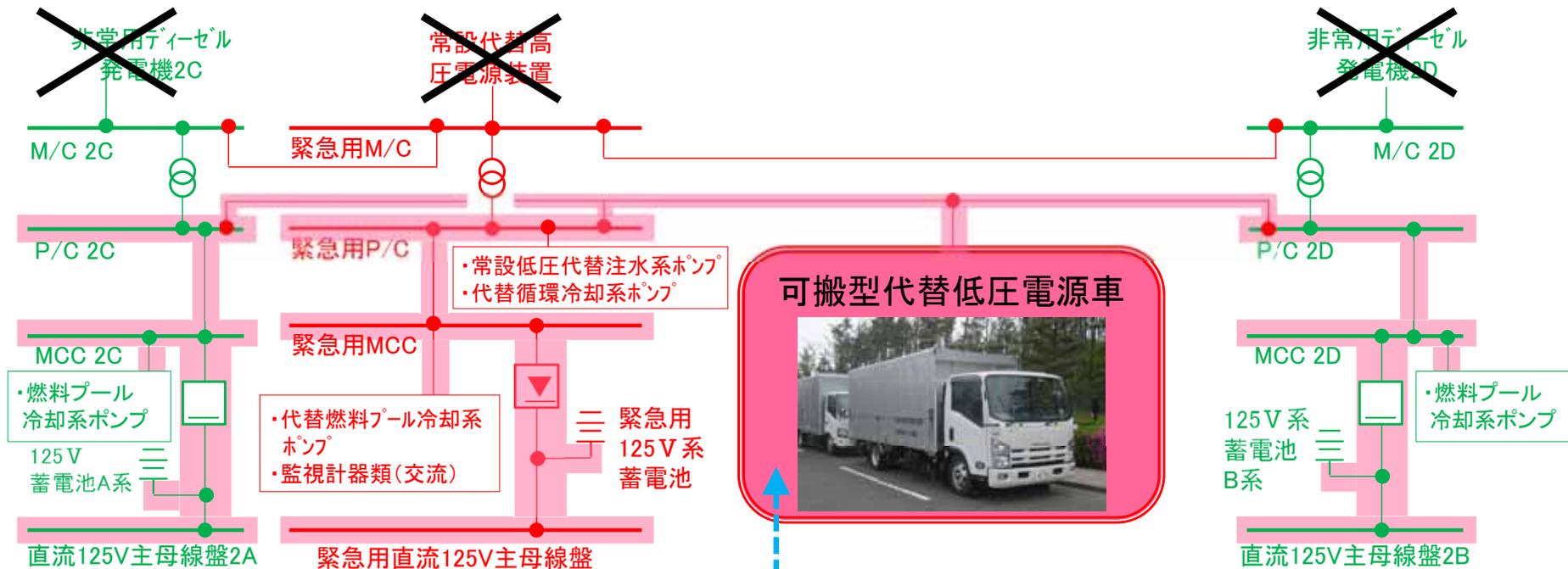


多重化されている
非常用ディーゼル発電機が
両系統機能喪失



代替交流電源設備から重大事故等対処設備へ電力を供給し、重大事故等への対処を可能とする。

- ・ 常設代替交流電源設備…常設代替高圧電源装置
- ・ 可搬型代替交流電源設備…**可搬型代替低圧電源車**



■ : 給電範囲

必要な
最大負荷容量 < 可搬型代替低圧
約680kW < 電源車(2台)容量
800kW

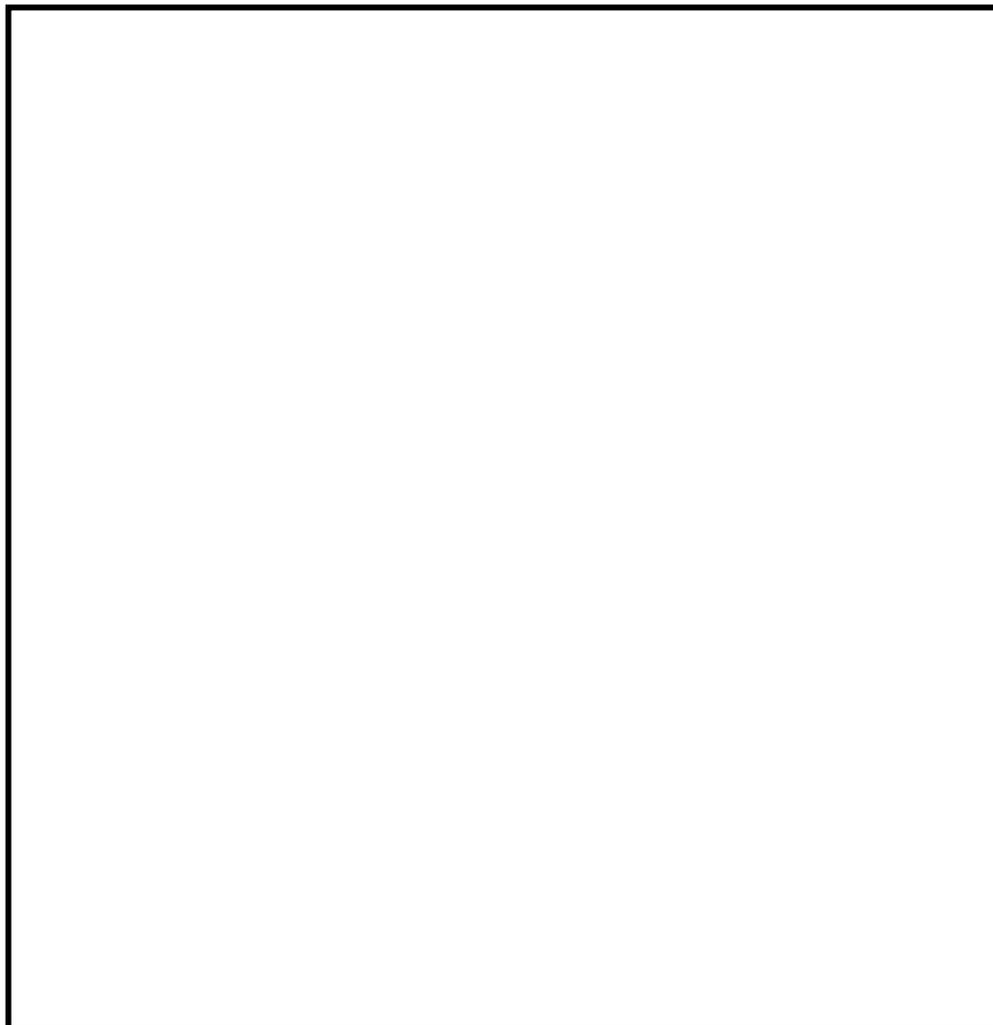
原子炉への低圧注水,
使用済燃料プールの冷却及び
直流負荷のための電源容量

- 〔 常設低圧代替注水系ポンプ,
代替燃料プール冷却系ポンプ,
125V充電器盤, 監視計器類他 〕

可搬型代替低圧電源車は、以下の負荷が含まれていないため、常設代替高圧電源装置と比べて容量が小さい。

- ・ 除熱機能に関する負荷(除熱はフィルタベント設備にて対応)

- 可搬型代替低圧電源車等の燃料貯蔵設備として、可搬型設備用軽油タンク(合計210kL)を設置
- 可搬型代替低圧電源車等への燃料補給用の設備として、タンクローリ(2台+予備3台)を配備
- これらの設備は、軽油貯蔵タンクとの位置的分散を図って設置



○可搬型設備用軽油タンクの容量は、各可搬型設備を7日間並行して運用するのに必要な燃料量を十分上回る量としている。

使用機器	①台数 (台)	②燃料消費率 (L/h/台)	①×②×7日間 (kL)
可搬型代替低圧電源車	2		
可搬型代替注水大型ポンプ (注水用+補給用)	1		
可搬型代替注水大型ポンプ (放水用)	1		
可搬型代替注水中型ポンプ (注水用+補給用)	2		
窒素供給装置用電源車	1		
その他※1	—		
計(kL)			

※1 タンクローリ(走行用の燃料タンク)への7日間の給油量0.7kLを含む。

- ・可搬型設備の7日間連続運転に必要な容量は**約168.6kL**
- ・可搬型設備用軽油タンク容量は、十分な余裕を見込んで**約210kL(約30kL×7基+予備1基)**を確保し、2箇所可搬型設備保管場所の地下に各々4基ずつ設置する

軽油貯蔵タンクの配置と可搬型設備用軽油タンク及びタンクローリの配置

<別紙3> 常設代替高圧電源装置及び可搬型代替低圧電源車の負荷

* 補足説明資料「1. 規制要求と対応(電源設備における安全性の向上)」再掲



常設代替高圧電源装置 負荷一覧表

起動順序	主要機器名称	負荷容量(kW)
①	緊急用母線自動起動負荷	約 120
	・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷	約 97
②	非常用母線 2 C 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 A	約 79
	・非常用照明	約 108
	・120/240V計装用主母線盤 2 A	約 134
	・その他必要な負荷	約 14
③	・その他不要な負荷	約 234
③	非常用母線 2 D 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 B	約 60
	・非常用照明	約 86
	・120/240V計装用主母線盤 2 B	約 134
④	・その他不要な負荷	約 135
④	残留熱除去系海水系ポンプ	約 837
⑤	残留熱除去系海水系ポンプ	約 837
⑥	残留熱除去系ポンプ	約 584
	その他必要な負荷	約 3
⑦	非常用ガス再循環系排風機	約 55
	非常用ガス処理系排風機	約 8
	その他必要な負荷	約 95
	停止負荷	約 -52
⑧	中央制御室換気系空気調和機ファン	約 45
	中央制御室換気系フィルタ系ファン	約 8
	その他必要な負荷	約 183
⑨	蓄電池室排気ファン	約 8
	その他必要な負荷	約 154
⑩	緊急用海水ポンプ (使用済燃料プール冷却用として起動)	約 510
	その他必要な負荷	約 4
	(緊急用海水ポンプ及びその他負荷の起動時の合計)	(約 982)
⑪	代替燃料プール冷却系ポンプ	約 30
合計 連続最大負荷 (最大負荷)		約 4,510 (約 4,948)

可搬型代替低圧電源車 最大負荷一覧表

(1) 非常用所内電気設備に給電する場合

起動順序	主要機器名称	負荷容量(kW)
①	非常用母線 2 C 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 A	約 79
	・非常用照明	約 22
	・120V AC計装用電源 2 A	約 134
②	・その他負荷	約 134
②	非常用母線 2 D 自動起動負荷	
	・直流125V充電器 B	約 60
	・非常用照明	約 22
③	・その他負荷	約 52
③	・中央制御室換気系空気調和機ファン	約 45
	・中央制御室換気系フィルタ系ファン	約 8
	(中央制御室換気系空気調和機ファン及び中央制御室換気系フィルタ系ファンの起動時合計)	(約 172)
	・蓄電池室排気ファン	約 8
④	・蓄電池室空気調和機ファン	約 11
合計 連続最大負荷 (最大負荷)		約 575 (約 675)

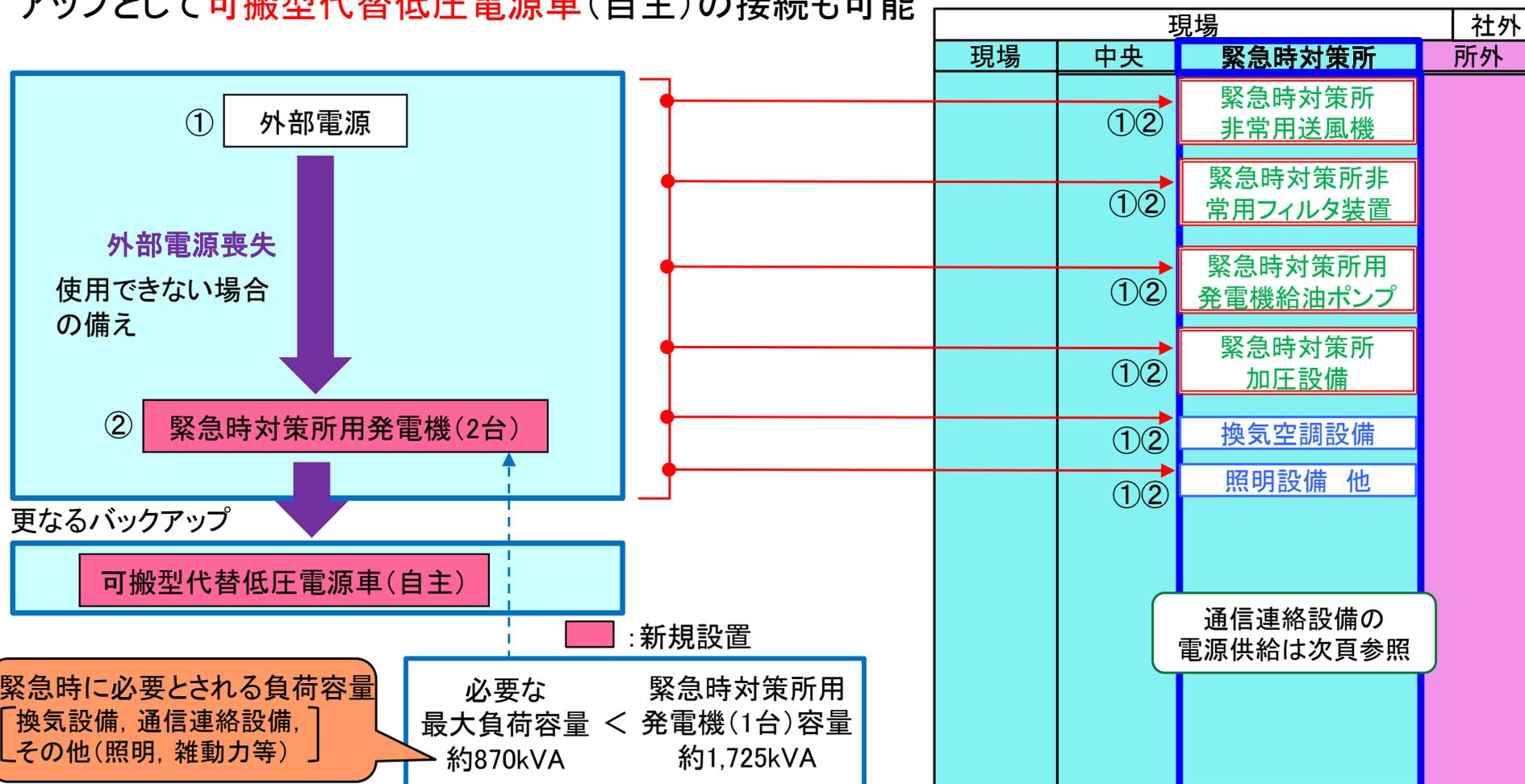
(2) 代替所内電気設備に給電する場合

起動順序	主要機器名称	負荷容量(kW)
①	常設低圧代替注水系ポンプ	約 190
②	常設低圧代替注水系ポンプ (起動時)	約 190 (485)
	③	代替燃料プール冷却系ポンプ
④	緊急用母線自動起動負荷	
	・緊急用直流125V充電器	約 120
	・その他必要な負荷	約 95
合計 連続最大負荷 (最大負荷)		約 625 (約 675)

<別紙4> 緊急時対策所の電源確保の対策 (1/4)



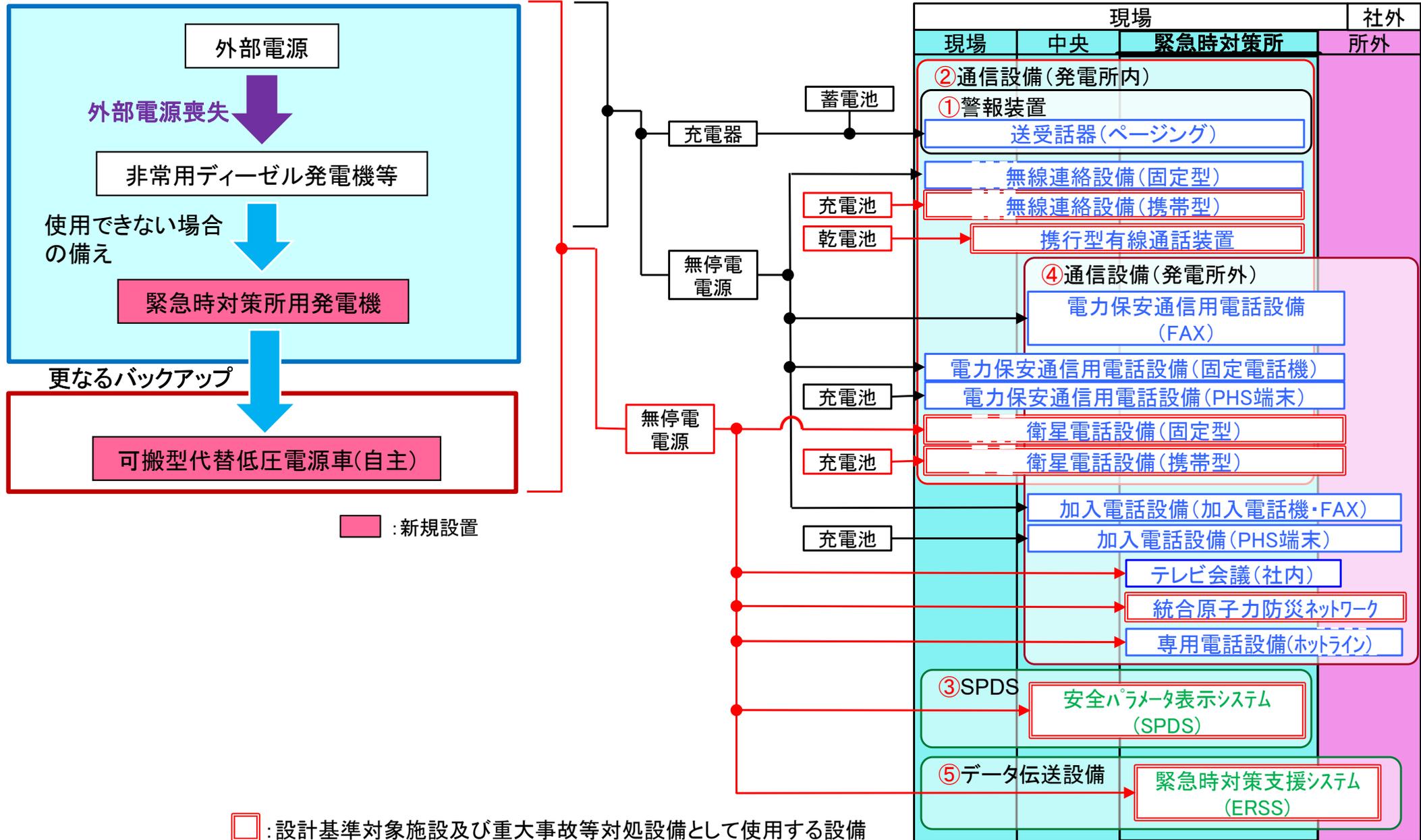
- 緊急時対策所の重大事故等対処設備には、新規に設置する**緊急時対策所用発電機等の代替電源設備**から電源供給することで電源確保の信頼性を向上
- 外部電源(①)が使用できない場合でも、専用の**緊急時対策所用発電機(②)**を起動することで、緊急時対策所の機能を維持するために必要な負荷に給電が可能
- 緊急時対策所用発電機(②)**は、1台で必要負荷に給電できる容量を有し、これを2台設置する。
- 更に、不測の事態によって**緊急時対策所用発電機**も使用不能となった場合等には、更なるバックアップとして**可搬型代替低圧電源車(自主)**の接続も可能



<別紙4> 緊急時対策所の電源確保の対策 (2/4)



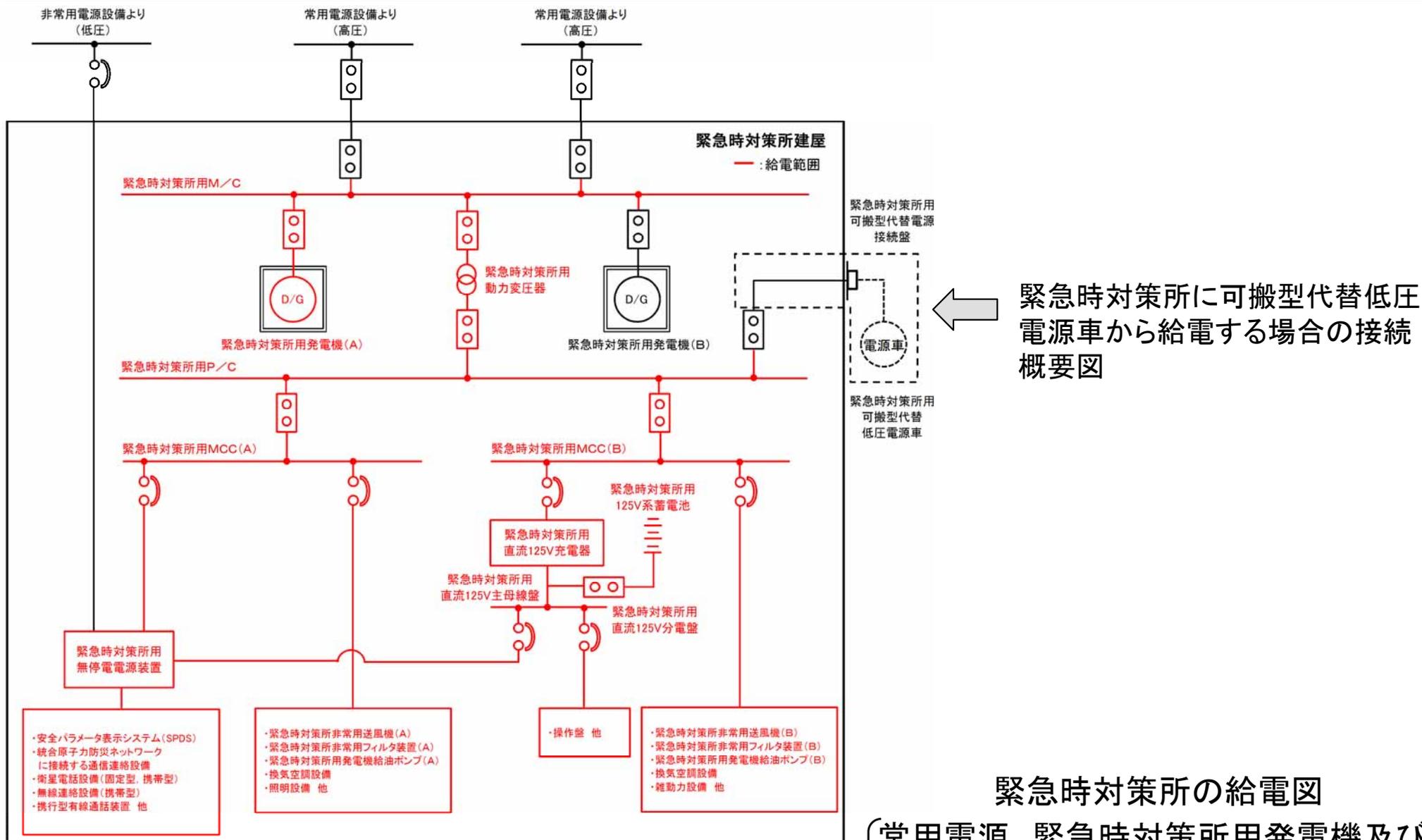
○緊急時対策所で重大事故等対処設備として使用する通信連絡設備には、**緊急時対策所用発電機等の代替電源設備からの電源供給を確保**することで通信連絡設備の信頼性を向上（新規）



- **緊急時対策所用発電機**は、緊急時対策所で必要な最大負荷(約870kVA)に給電できる容量(定格容量 約1,725kVA;1台あたり)を有し、これを2台設置
 - ・緊急時対策所で必要な最大負荷容量(約870kVA)を十分上回る容量
- 不測の事態により、緊急時対策所用発電機が2台とも使用不能となった場合等には、更なるバックアップとして**可搬型代替低圧電源車(自主対策設備)の接続による電源供給**が可能であれば活用
 - ・可搬型代替低圧電源車は保管場所に分散して2セットあり、原子炉建屋側の設備への電源供給を優先して1セット(2台)を使用し、もう1セット(2台)がバックアップとして保管場所に残る。加えて、これらの予備として電源車1台を確保しており、**この1台が使用可能であれば、緊急時対策所用可搬型代替電源接続盤に接続して電源を供給**
 - ・緊急時対策所で緊急時に必要とされる負荷(340kVA)に対して、可搬型代替低圧電源車1台(定格容量 約500kVA(約400kW))で給電

負荷名称／電源名称	緊急時対策所の電源負荷容量(kVA)	
	緊急時対策所用発電機の場合 (定格容量:1,725kVA(1台あたり))	可搬型代替低圧電源車の場合 (定格容量:500kVA(1台あたり))
換気設備	約460	約130
通信連絡設備等	約35	約35
その他(照明, 雑動力等)	約375	約175
合計	約870(最大負荷容量)	約340(緊急時に必要とされる容量)

<別紙4> 緊急時対策所の電源確保の対策 (4/4)



緊急時対策所の給電図

〔常用電源, 緊急時対策所用発電機及び可搬型代替低圧電源車からの給電〕

* 図は緊急時対策所用発電機(A)から給電するケースを朱書き

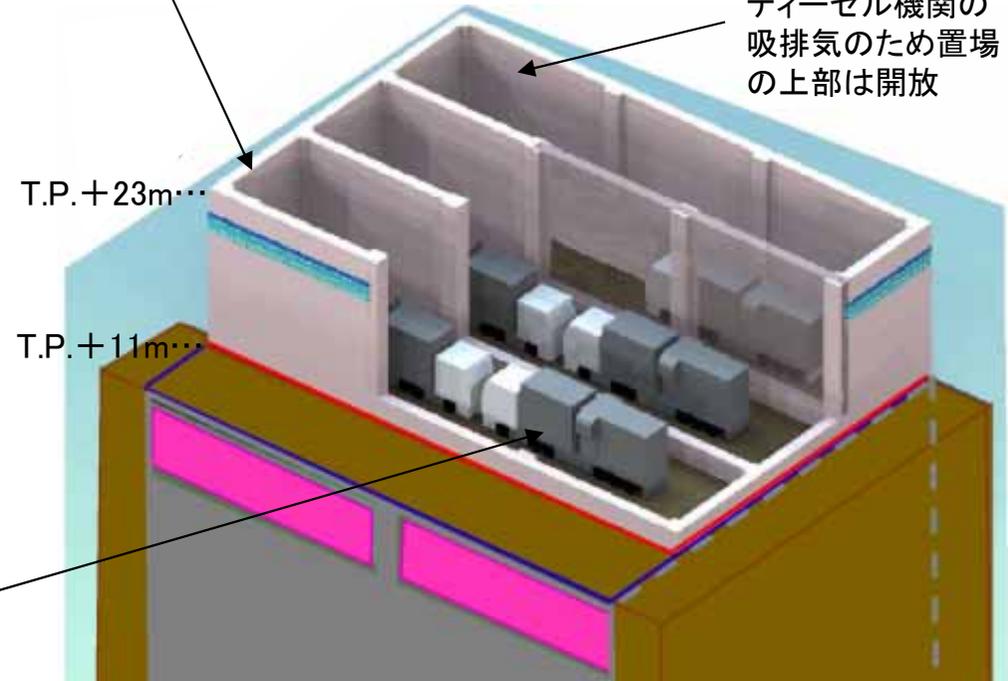
<p>【凡例】</p> <p> :ディーゼル発電機 :遮断器 :配線用遮断器 :変圧器 :蓄電池 :代替電源設備 </p> <p> :低圧電源車 :接続口 実線 :常設設備・電路 点線 :可搬型設備・電路 点線 :自主対策設備 </p>	<p>【略語】</p> <p> M/C :メタルクラッド開閉装置 P/C :パワーセンタ MCC :モータコントロールセンタ </p>
--	---

7. 常設代替高圧電源装置の竜巻飛来物の影響とセキュリティ上の対応について

- 常設代替高圧電源装置は屋外設置用の設備(高圧電源車)で風雨等の影響を受けず、また地震、火災、溢水等によっても機能が喪失しないよう設計
- 常設代替高圧電源装置置場は高所にあり敷地に遡上する津波は到達しないが、それを更に上回る津波からも当該設備を守れるよう自主的に水密化を施した防護壁を設ける。ただし、発電機のディーゼル機関の吸排気が必要なため、置場に天井は設けず上部は大気に開放している。

更なる遡上津波対策の防護壁(自主対策)
(防護壁天端高さ:地上約12m)

ディーゼル機関の吸排気のため置場の上部は開放



常設代替高圧電源装置(5台設置+予備1台)

常設代替高圧電源装置置場

- 発電所に竜巻が襲来した場合、竜巻飛来物が常設代替高圧電源装置置場の上部から飛来・落下し、装置が損傷して機能喪失する可能性があるが*1、その場合でも、原子炉建屋外壁で防護された非常用ディーゼル発電機等(3台)は全台が機能を維持し電源供給が可能であり、仮に竜巻による外部電源喪失が発生した場合でも、発電所の交流電源が失われることはない。*2

*1 装置の損傷が発生した場合でも、健全な号機が残存していればそれらを使用可能な場合も考えられる。

*2 可搬型代替低圧電源車は屋外配置のため竜巻襲来時に機能喪失の可能性があるが、複数台を分散配備しており、竜巻の進路によっては被害を免れる場合も考えられるため、使用できる場合は活用可能

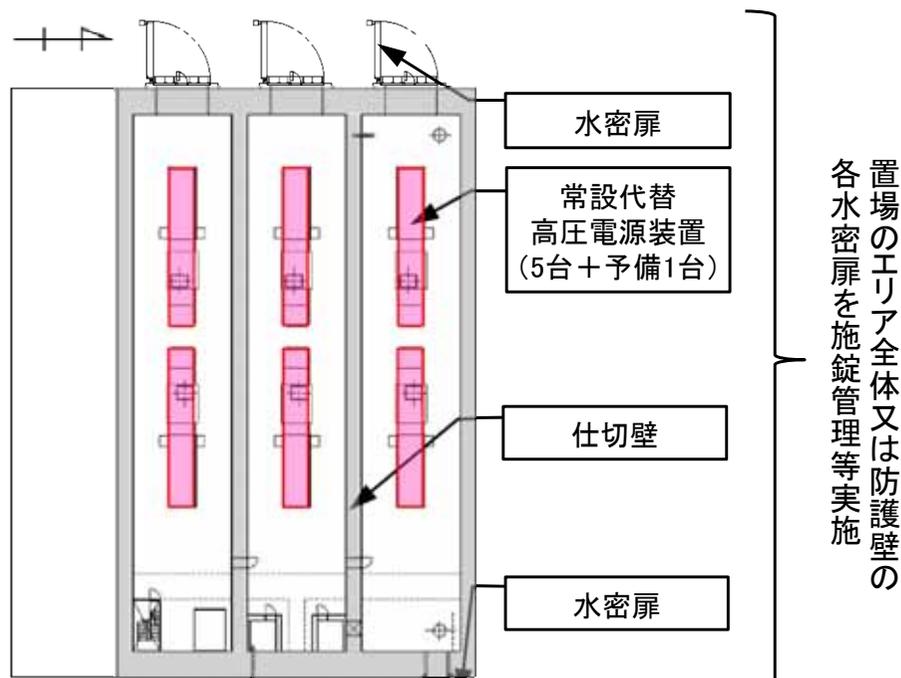
- 常設代替高圧電源装置置場等は、発電所の立入制限区域として入域を管理・制限された内部に配置し、更に置場内への出入は施錠管理等を行い、不要なアクセスを制限する。

<別紙参照>

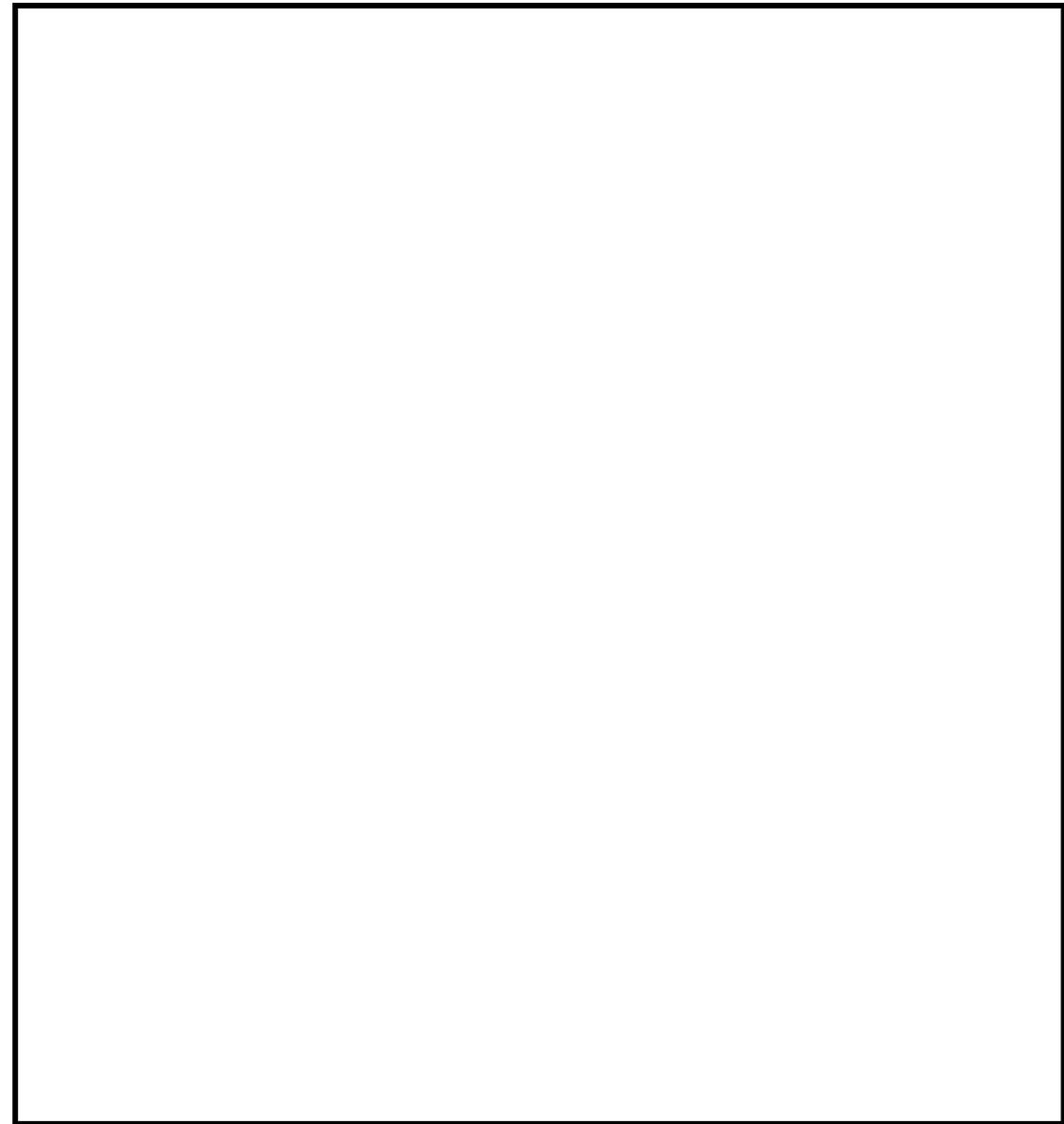
○竜巻飛来物が常設代替高圧電源装置置場の上部から飛来し、装置が損傷して機能喪失しても、**原子炉建屋外壁で防護された非常用ディーゼル発電機等は機能喪失せず電源供給が可能で発電所の交流電源が失われることはない。**

- * 装置の損傷が発生した場合でも、健全な号機が残存していればそれらを使用可能な場合も考えられる。
- * 可搬型代替低圧電源車は屋外配置のため竜巻襲来時に機能喪失の可能性があるが、複数台を分散配備しており、竜巻の進路によっては被害を免れる場合も考えられるため、使用できる場合は活用可能

○常設代替高圧電源装置置場等は、**発電所の立入制限区域として入域を管理・制限された内部にあり、更に置場内への出入は施錠管理等を行い、不要なアクセスを制限する。**



常設代替高圧電源装置置場 平面図



原子炉建屋(非常用ディーゼル発電機等)の配置と
常設代替高圧電源装置置場及び可搬型重大事故等対処設備保管場所

注 写真は一部イメージを含む

- : 非常用電源設備(設計基準事故対処設備)
- : 代替電源設備(重大事故等対処設備)

8. 外部電源系統の地震による影響評価及び耐震性向上の対策

○東海第二発電所では、地震により外部電源系統*¹から受電できない場合でも、所内に設置した耐震性の高い複数の非常用電源や代替電源により、原子炉等の安全を確保するための設備に給電可能

*¹ 当該発電所外の他の発電所、変電所、送電鉄塔・送電線等で構成される送配電網

○東海第二発電所では、基準地震動に対する耐震性を担保していない外部電源系統(開閉所設備等)*²に対しては、大きな地震の発生時には受電できない可能性があるが、地震時の外部電源の信頼性を高め、また外部電源が一旦喪失しても復旧をできるだけ早める観点から、耐震性向上の取り組みを行っている。*² 耐震重要度分類上のCクラスに区分(一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設)

(1) 所外より発電所につながる変電所設備、送電鉄塔等の地震に対する耐性の確認と対策

- ・発電所に繋がる変電所設備や送電鉄塔の設置地盤の地震に対する耐性が高いことを確認
- ・発電所に繋がる複数系統の送電鉄塔・電線路の経路の配置より、仮に1つの鉄塔が倒壊しても、すべての送電線が同時に機能喪失しないように、電線路間の水平距離(離隔)を確保

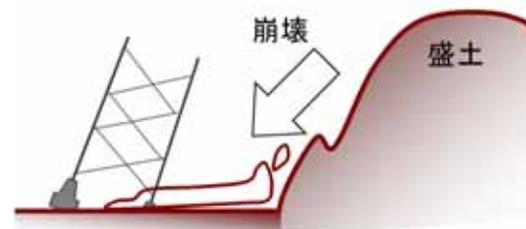
(2) 発電所内で外部電源を受電する開閉所設備等の地震に対する耐性の確認と対策

- ・発電所の開閉所設備を気中開閉所から、より耐震性の高いガス絶縁開閉装置に変更
- ・発電所の開閉所の基礎やケーブル洞道等の地震に対する耐性が高いことを確認

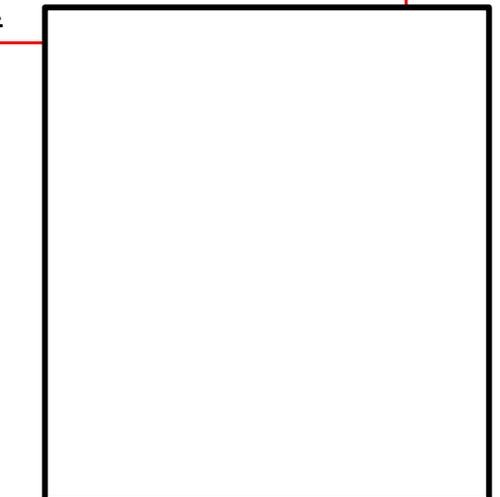
〈別紙参照〉



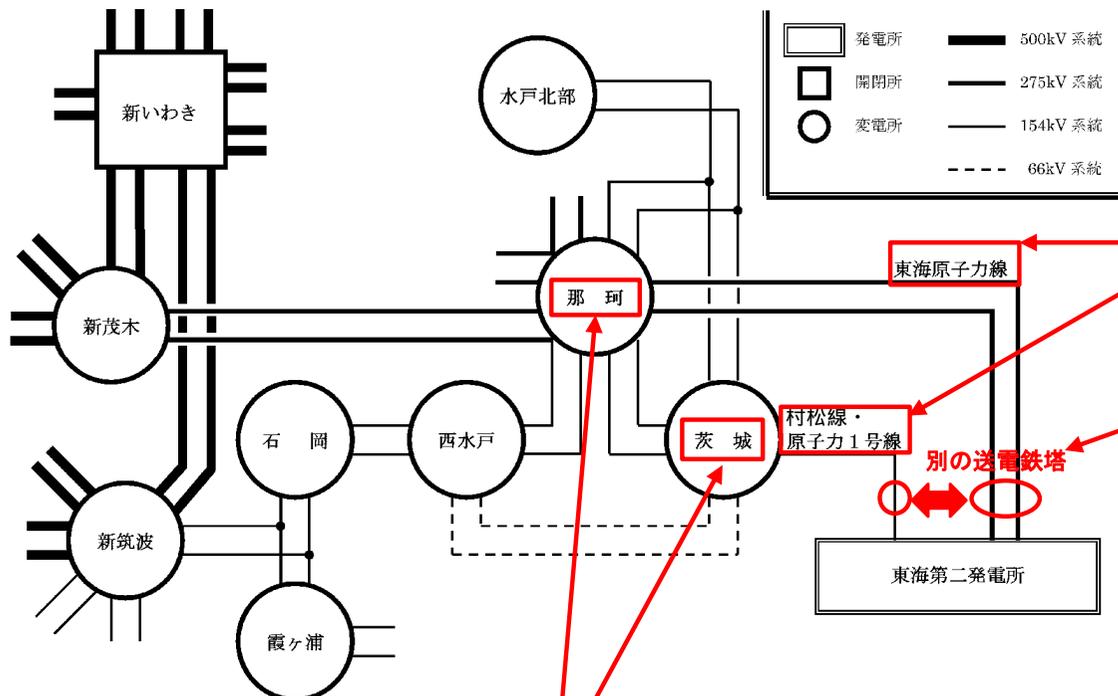
ガス絶縁開閉装置への設備変更



鉄塔基礎の安定性評価



- 1 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。
- 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を電力系統に連系するものでなければならない。
- 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。
- 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。



275kV送電線(東京電力パワーグリッド株式会社東海原子力線)1ルート2回線及び154kV送電線(東京電力パワーグリッド株式会社村松線・原子力1号線)1ルート1回線で電力系統に連系した設計とする。

東京電力パワーグリッド株式会社東海原子力線2回線及び村松線・原子力1号線1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る設計であることを確認している。

これらの送電線は1回線で発電所の停止に必要な電力を供給し得る容量とされ、いずれの2回線が喪失しても、発電用原子炉施設が外部電源喪失に至らない構成であることを確認している。*

275kV送電線は、東京電力パワーグリッド株式会社那珂変電所に連系する。
154kV送電線は、東京電力パワーグリッド株式会社茨城変電所に連系する。

* 275kV送電線の送電容量:約1,138MW(1回線当たり)及び
154kV送電線の送電容量:約269MWは、それぞれ
非常用ディーゼル発電機容量(1基):5.2MW以上を確保

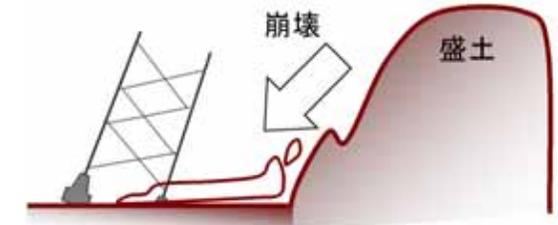
(1) 所外より発電所に繋がる送電設備, 送電鉄塔等の地震に対する耐性の確認と対策

・発電所に接続する送電・変電所設備や送電鉄塔の設置地盤の地震に対する耐性が高いことを確認

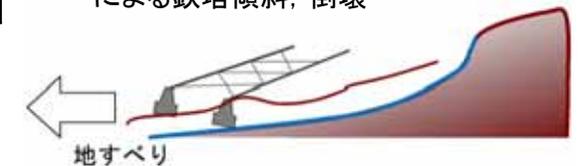
○2011年の東北地方太平洋沖地震では, 東海第二発電所の外部電源が一時的に失われたが, 東海第二発電所に接続する変電所までの各送電鉄塔に傾斜・倒壊等は生じていない。

○各送電鉄塔の基礎の安定性を評価するため, 盛土の崩壊, 地滑り, 急傾斜地の土砂崩壊を対象に, 図面等による机上調査を基に, 地質専門家による現地の調査を行い, 各鉄塔基礎の安定性に悪影響がないことを確認している。

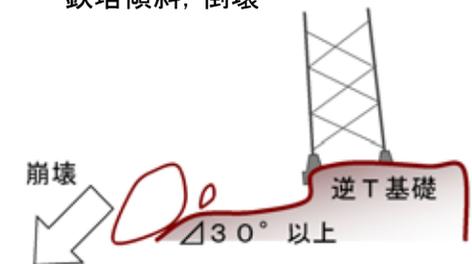
線路名	鉄塔基数	現地の調査による確認基数			対応必要基数
		盛土	地すべり	急傾斜地	
275kV 東海原子力線	44基	2基	0基	3基	0基
154kV 原子力1号線	8基	0基	0基	0基	0基
154kV 村松線	28基	0基	0基	2基	0基



盛土の崩壊に伴う土塊の流れ込みによる鉄塔傾斜, 倒壊



鉄塔を巻込んだ地すべりによる鉄塔傾斜, 倒壊



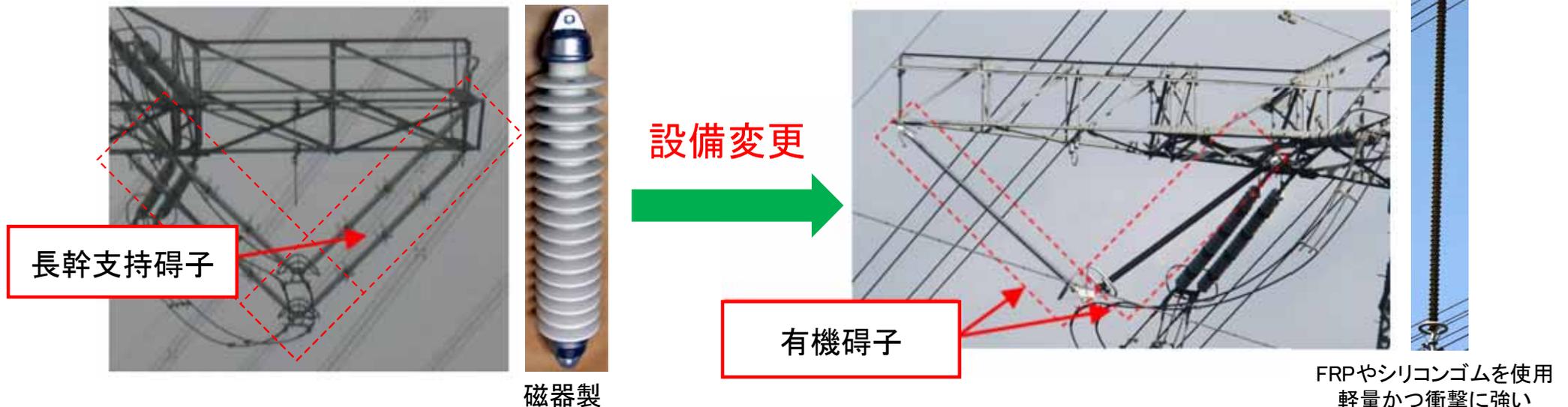
逆T字型基礎における地盤崩壊による鉄塔傾斜, 倒壊

出典: 経済産業省原子力安全・保安院報告「原子力発電所及び再処理施設の外部電源における送電鉄塔基礎の安定性評価について (平成24年2月17日, 東京電力株式会社)」

(1) 所外より発電所に繋がる送電設備, 送電鉄塔等の地震に対する耐性の確認と対策

・発電所に接続する送電・変電所設備や送電鉄塔の設置地盤の地震に対する耐性が高いことを確認

○東海第二発電所に変電所から接続する送電線(東海原子力線(275kV) *¹) *²の碍子の耐震性向上対策として, より耐震性の高い碍子への取り替えが実施されている。



* 1: 2011年の東北地方太平洋沖地震にて, 長幹支持碍子の損傷が発生している。

注 碍子の拡大図はイメージ

* 2: 発電所に接続する別の送電系統である, 村松線・原子力1号線(154kV)には長幹支持碍子は使用されていなかった。

出典: 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会電力安全小委員会資料「東北地方太平洋沖地震におけるジャンパ支持V吊長幹支持がいし装置の折損原因分析結果について(平成23年12月27日, 東京電力株式会社)」を基に一部加筆

○東海第二発電所に接続している那珂変電所及び茨城変電所は, 重心が低く, 耐震性の高いガス遮断器 *³が採用されていることを確認している。

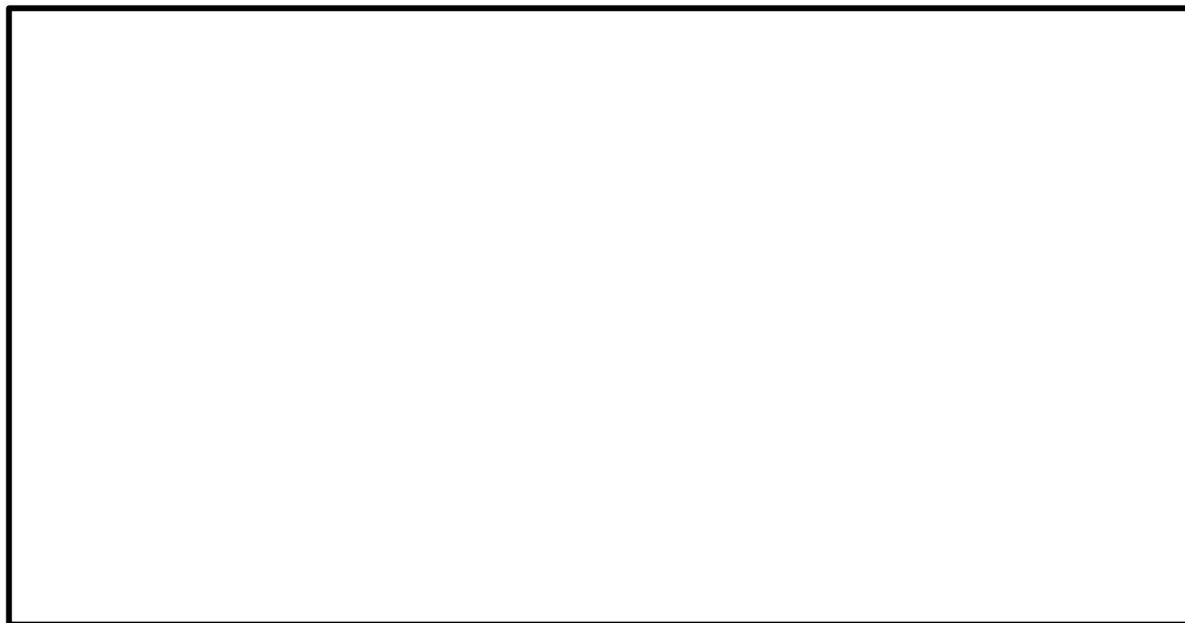
* 3: JEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に基づいた評価が実施されており, 設計上の裕度を確認している。

(1) 所外より発電所につながる変電所設備, 送電鉄塔等の地震に対する耐性の確認と対策

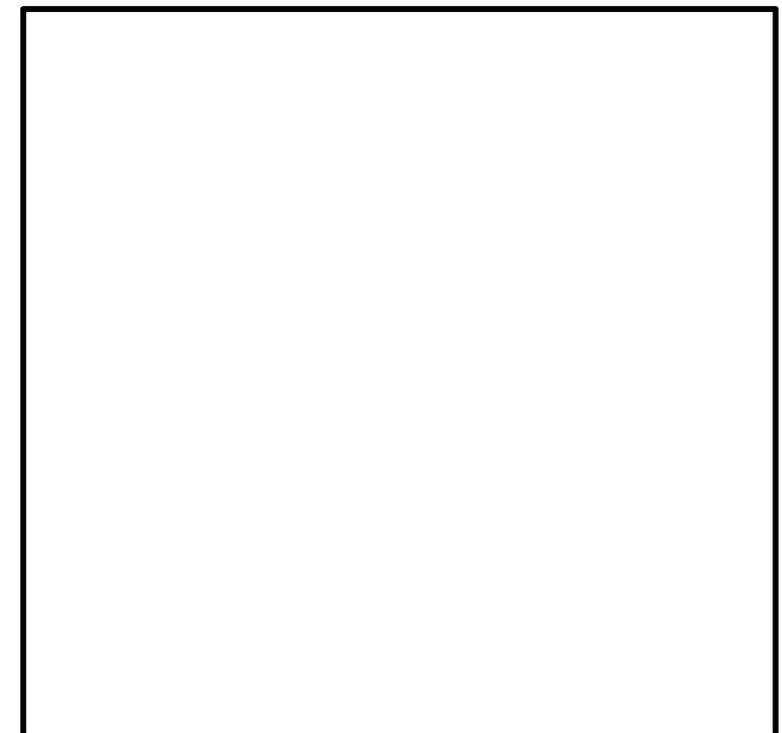
・発電所に繋がる複数系統の送電鉄塔・電線路の経路の配置より, 仮に1つの鉄塔が倒壊しても, すべての送電線が同時に機能喪失しないように, 電線路間の水平距離(離隔)を確保

○275kV東海原子力線No2鉄塔—154kV原子力1号線
No5 鉄塔間が両電線路の近接箇所

○今後, 154kV原子力1号線 No5鉄塔を
275kV東海原子力線 No2鉄塔の
倒壊範囲外へ移設



第1図 外部電源送電線ルート



第2図 発電所敷地周辺の鉄塔配置

○この対策により, 仮に1つの鉄塔が倒壊しても, すべての送電線が同時に機能喪失しない,
電線路間の水平距離を確保可能

(2) 発電所内で外部電源を受電する開閉所設備等の地震に対する耐性の確認と対策

・発電所の開閉所設備を気中開閉所(取替前)からより耐震性の高いガス絶縁開閉装置に変更

- ガス絶縁開閉装置は、構造上、気中開閉所機器よりも重心が低く、より耐震性が高い。
- コンパクトな配置が可能であり、メンテナンス性も良い。



気中開閉所(取替前)



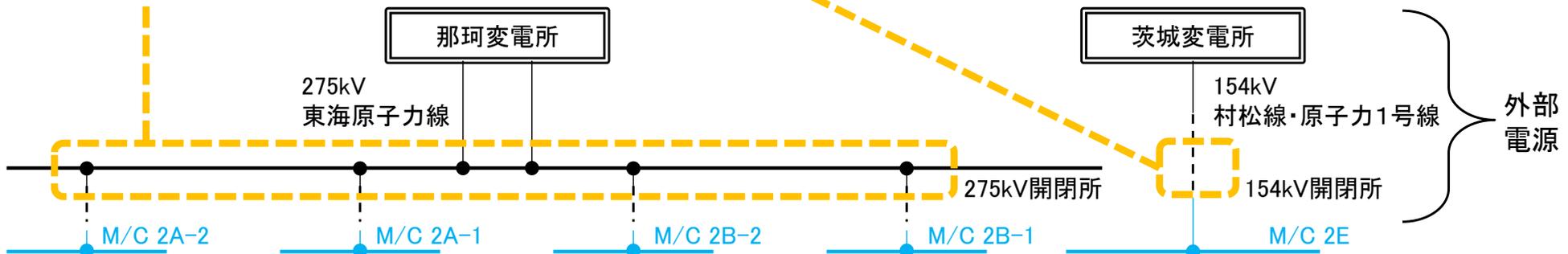
気中開閉所(取替前)



[対策例] 154kV開閉所 ガス絶縁開閉装置(取替後)

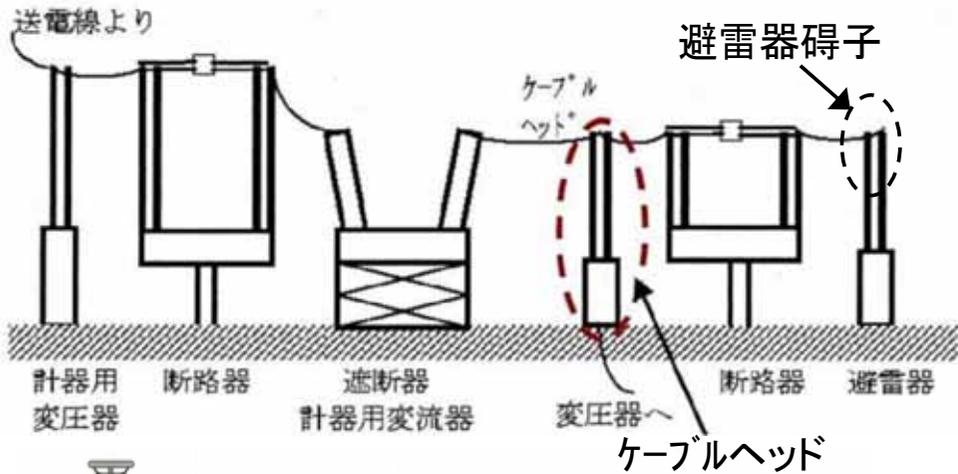
設備変更実施中

変更済



○東海第二発電所の従来設備の気中開閉所(275kV東海原子力線, 154kV村松線・原子力1号線)は耐震重要度分類上のCクラスとしての耐震性を十分確保していたが、外部電源システムの信頼性を高めるため、より耐震性の高いガス絶縁開閉装置に取り替えを実施している。

○気中開閉所及びガス絶縁開閉装置について、JEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に基づいた耐震評価を行い、気中開閉所に比べてガス絶縁開閉装置は、より設計上の裕度が増加したことを確認している。



開閉所設備の耐震評価結果(従来設備)

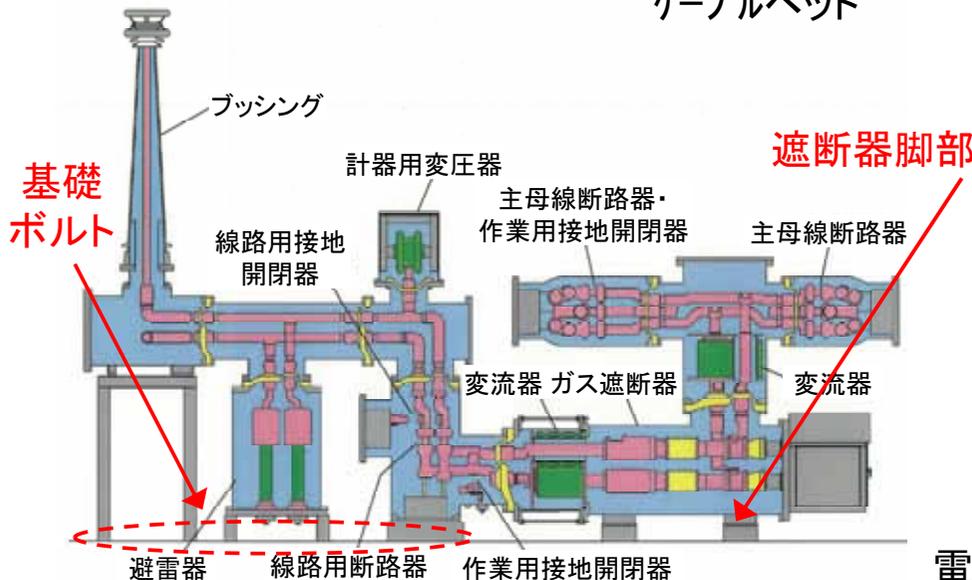
照査項目	耐震裕度*	評価部位
275kV超高圧開閉所 気中遮断器	1.32	ケーブルヘッド
154kV特別高圧開閉所 気中遮断器	1.31	避雷器碍子

* 過去の地震データをほぼ包含するよう機器下端に3m/s²共振正弦3波を入力した動的解析。1以上であれば耐震性を満足する。

設備変更

開閉所設備の耐震評価結果(取替後)

照査項目	耐震裕度*	評価部位
275kV超高圧開閉所 ガス絶縁開閉装置	2.24	遮断器脚部
154kV特別高圧開閉所 ガス絶縁開閉装置	1.79	基礎ボルト



(2) 発電所内で外部電源を受電する開閉所設備等の地震に対する耐性の確認と対策

・発電所の開閉所の基礎やケーブル洞道等の地震に対する耐性が高いことを確認

○東海第二発電所の開閉所の基礎の設置地盤の支持性能, 開閉所から原子炉建屋等へ繋がるケーブル洞道等の設置地盤の支持性能及び不等沈下量を評価し, **耐震Cクラスで適用する地震力**に対して設置地盤は十分な支持性能があることを確認している。

開閉所基礎, ケーブル洞道・トラフの支持性能の評価結果

照査項目 (最大接地圧)	評価値	評価基準値	判定
①275kV超高压開閉所	434 (kN/本) <	2,629 (kN/本)	○
②154kV特別高压開閉所	62 (kN/m ²) <	192 (kN/m ²)	○
③ケーブル洞道	162 (kN/m ²) <	372 (kN/m ²)	○
④ケーブルトラフ	32 (kN/m ²) <	640 (kN/m ²)	○

ケーブル洞道及びケーブルトラフの最大沈下量の評価結果

	ケーブル洞道 (275kV超高压開閉所~タービン建屋間)	ケーブルトラフ (154kV特別高压開閉所~原子炉建屋間)	判定
最大沈下量	9.5mm	1.7mm	○*

* 沈下量が1cm未満であり不等沈下によるケーブル性能への影響は生じない。

開閉所, ケーブル洞道及びケーブルトラフの配置