

(案)

伊方発電所 187kV送電線の遮断について

(概要版)

2020年2月〇〇日

四国電力株式会社

1. 事象概要(1/2)

- (1) 事象発生の日時
2020年1月25日 15時44分
(187kV母線保護継電装置動作)
- (2) 事象発生の設備
187kVガス絶縁開閉装置
- (3) 事象発生時の運転状況
1号機 廃止措置中
2号機 2018年5月23日運転終了
(第23回定期検査中)
3号機 第15回定期検査中
- (4) 事象発生の状況

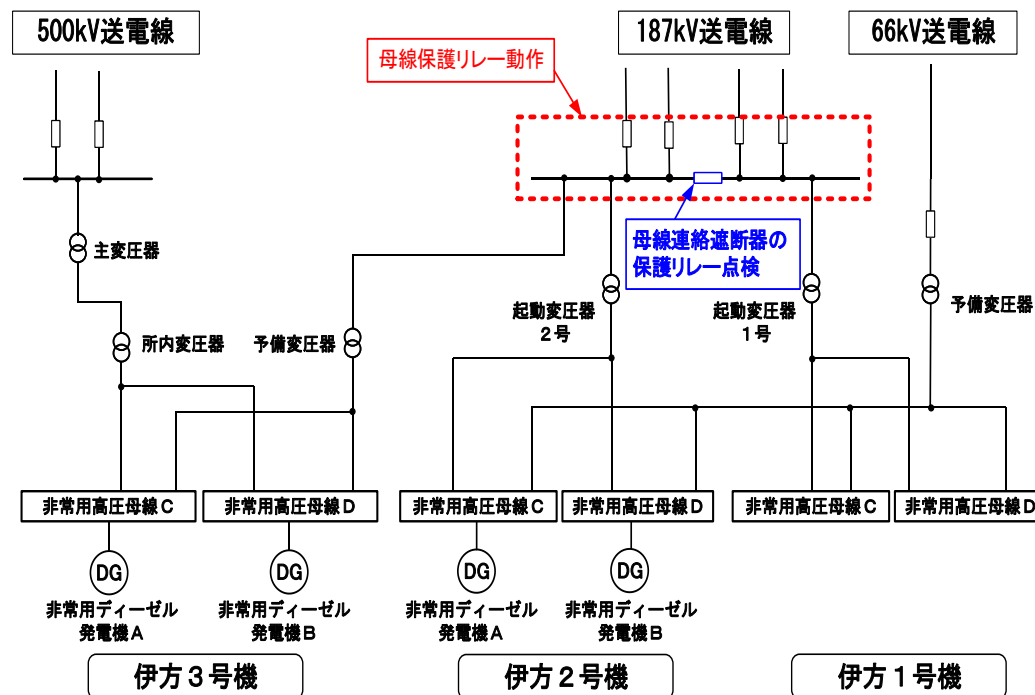


図1 所内電源系統図

1月25日15時44分、伊方発電所1、2号機の屋内開閉所（管理区域外）において、187kV母線連絡遮断器を動作させる保護継電装置（ブスタイリレー）の取替え終了後の確認作業で起動変圧器2号を系統切替えるため甲母線断路器を操作しようとしたところ、187kV母線保護継電器（以下、「187kV母線保護リレー」という。）が動作し、乙母線に接続されている187kV送電線4回線全ての遮断器が開放して受電が停止した。

このため、1、2号機は直ちに66kVの予備系統から受電した。また、3号機は直ちに起動した非常用ディーゼル発電機から受電し、その後、500kV送電線からの受電に切替えた。これにより、1、2号機および3号機ともに外部からの受電は復旧した。

1. 事象概要(2/2)

(5) 事象発生箇所の特定

事象発生後の現場確認の結果、187kV送電線4回線のうち、1回線から受電する电路の一部に設備故障があることを確認した。

このため、当該电路の切り離しを実施し、1月27日17時13分、当該电路を含む1回線を除く3回線から受電して、187kV送電線からの所内電源を確保した。

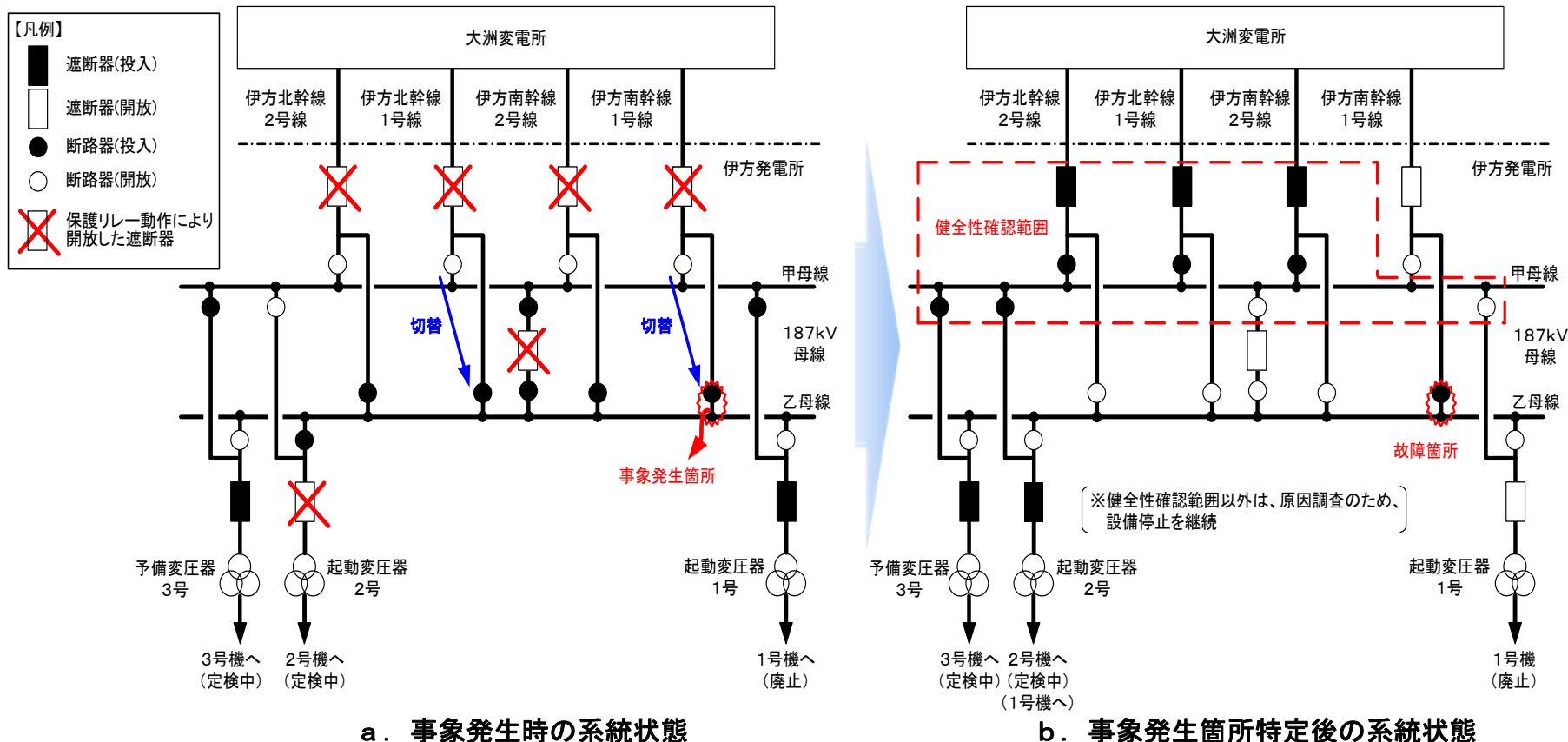


図2 事象発生前後の187kV送電系統状態

2. 事象発生時の原子炉施設への影響(1/4)

(1) 電源確保状況

事象発生時における1号機、2号機および3号機の電源確保状況について、適切に外部電源および非常用電源が確保*されており、問題がなかったことを確認した。

※常用の外部電源が喪失した場合は、自動で予備の外部電源に切替わり、予備の外部電源が使用できない場合は、非常用ディーゼル発電機から自動で受電するよう設計している。

今回、3号機については、試験のため187kVから受電していたことから、事象発生に伴いDGから自動で受電した。500kVは待機状態としていたことから、その後速やかに500kVに手動で切替えを行った。

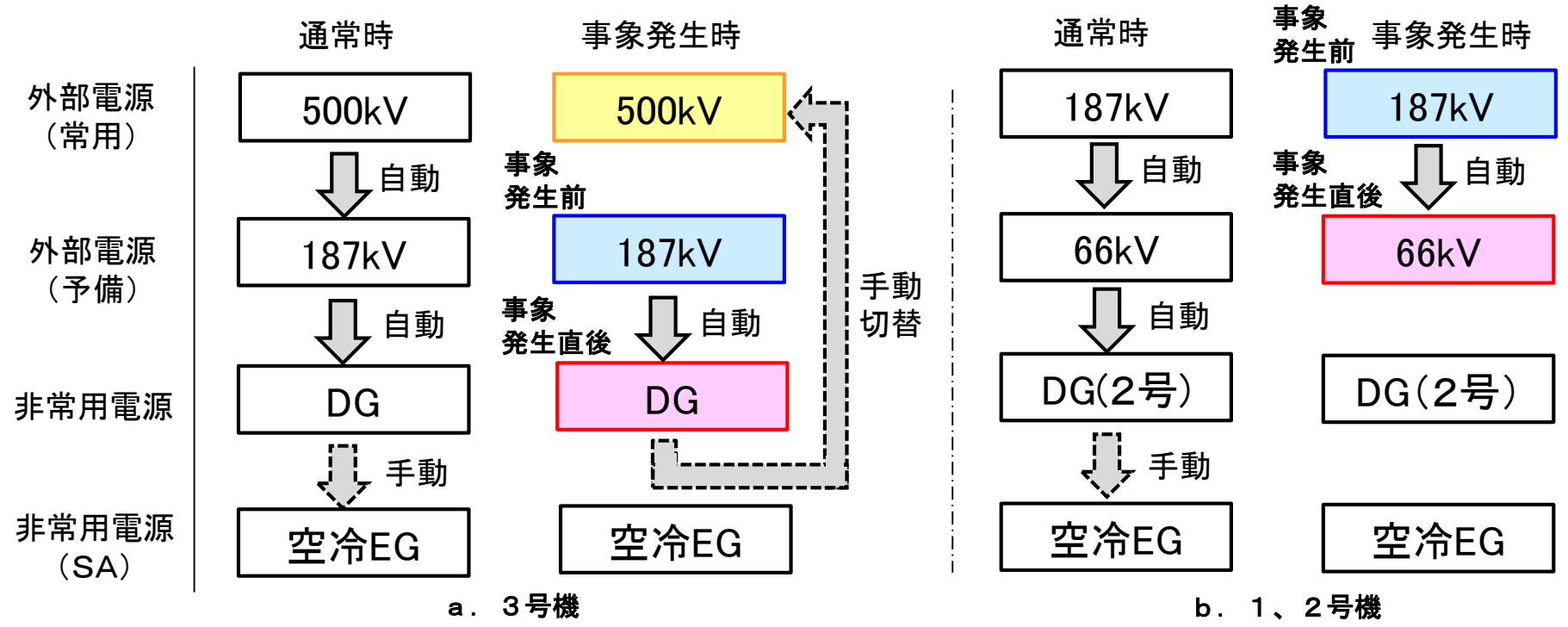
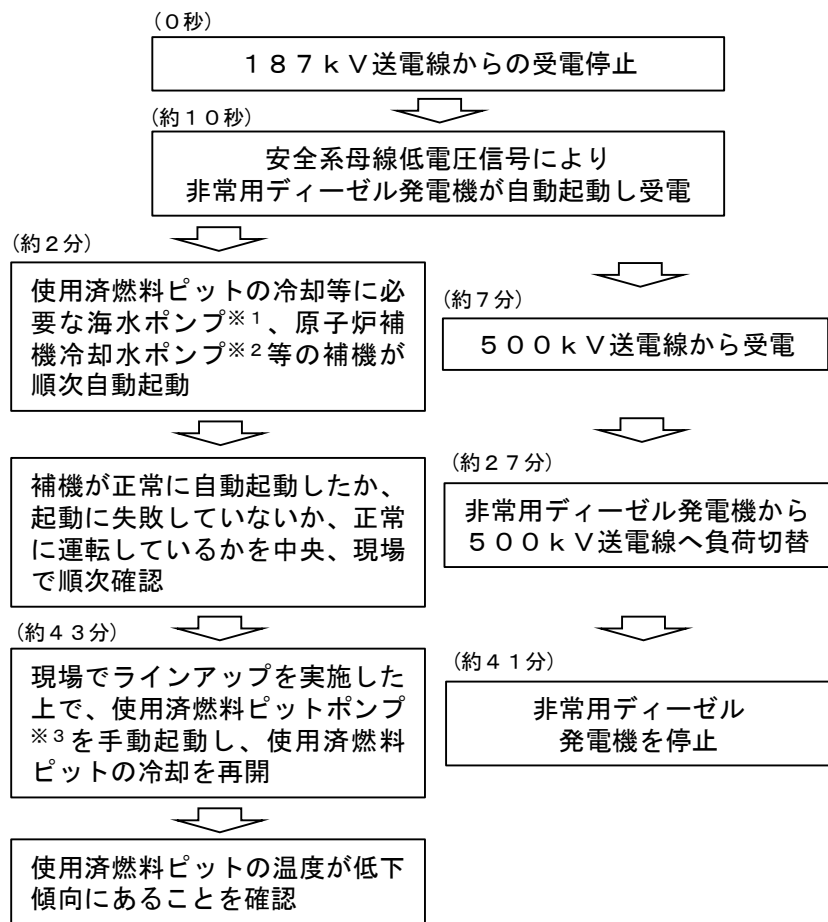


図3 事象発生時の所内電源系統状況

2. 事象発生時の原子炉施設への影響(2/4)

(2) 3号機の使用済燃料冷却再開までの対応について

事象発生後、非常用ディーゼル発電機の自動起動、受電、使用済燃料ピット冷却に必要な補機の自動起動など、設計通り動作していることを確認した後に、現場で使用済燃料ピットポンプを起動することにより使用済燃料ピットの冷却を再開しており、手順通りの対応を実施した。



連続して使用済燃料ピットの水位、温度推移を監視

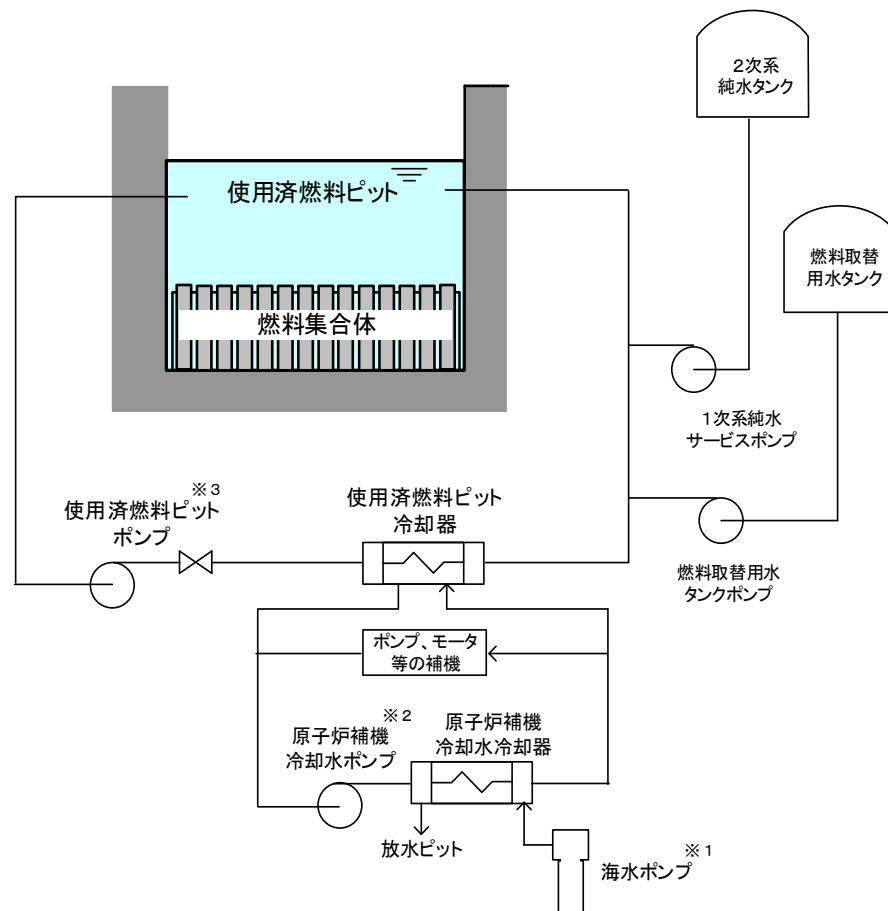


図4 事象発生から使用済燃料ピット冷却再開までの対応

図5 使用済燃料ピット水浄化冷却系等

2. 事象発生時の原子炉施設への影響(3/4)

(3) 燃料冷却状況について

非常用高圧母線の停電から使用済燃料ピットの冷却を再開するまでの温度上昇は最大1.1℃(3号機Aピット)であり、通常運転における温度変化の範囲であったこと、また保安規定に定める使用済燃料ピットの温度に係る制限値65℃に対して十分な余裕※があったことから、使用済燃料の冷却状態に問題はなかった。また、2、3号機ともSFPの水位に有意な変動はなかった。

※評価上65℃までの到達時間は、約20時間

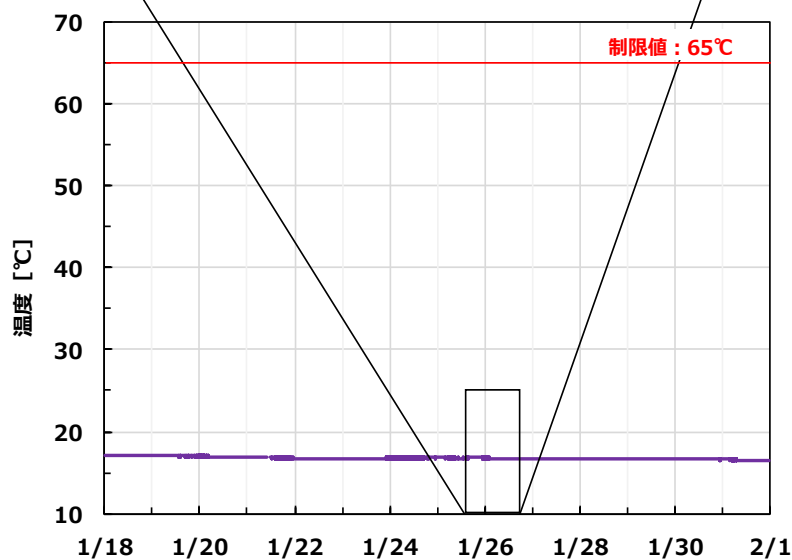
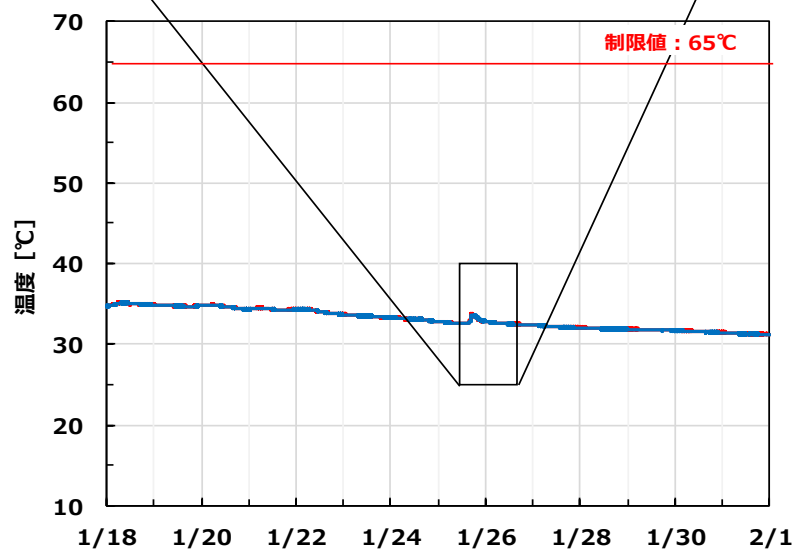
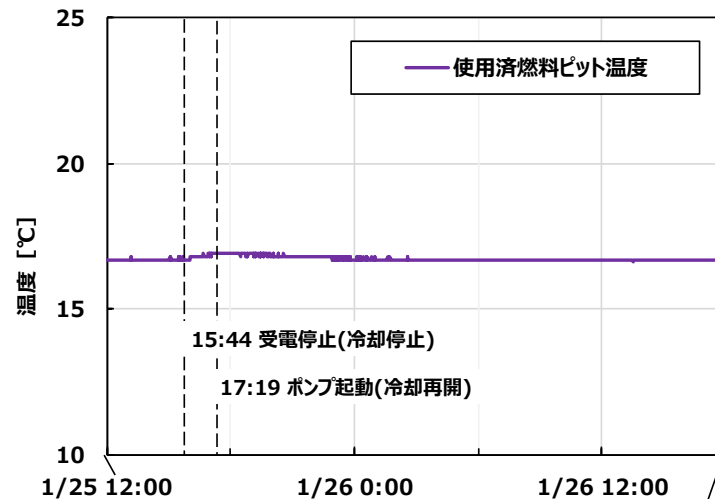
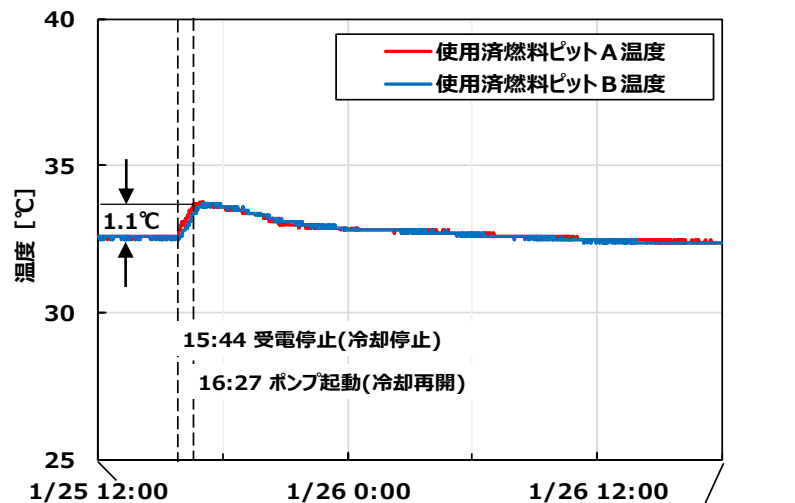
表1 使用済燃料ピットの燃料貯蔵体数 [体]

号機		1号機	2号機	3号機	
				Aピット	Bピット
燃料種別					
ウラン燃料 (照射済)		—	316	848	635
MOX 燃料	照射済	—	—	16	—
	新燃料	—	—	5	—

表2 事象発生時の使用済燃料ピット水温 [℃]

号機		2号機	3号機	
			Aピット	Bピット
時系列				
事象発生前 (15時時点)		16.7	33.0	32.3
事象収束後 (19時時点)		16.9	33.8	33.2
上記期間の最高値		16.9	34.1	33.3

2. 事象発生時の原子炉施設への影響(4/4)



a. 3号機

b. 2号機

図6 使用済燃料ピット温度

3. 事象発生時の作業状況(1/2)

(1) 作業内容および手順

当該試験に伴う電源系統切替作業については、「四国電力株式会社 系統運用指針」等の社内規定に従い、関係箇所協議の上、作業計画を策定し、一指令ごとに一操作を行い、その都度確認を行う操作指令により実施していた。

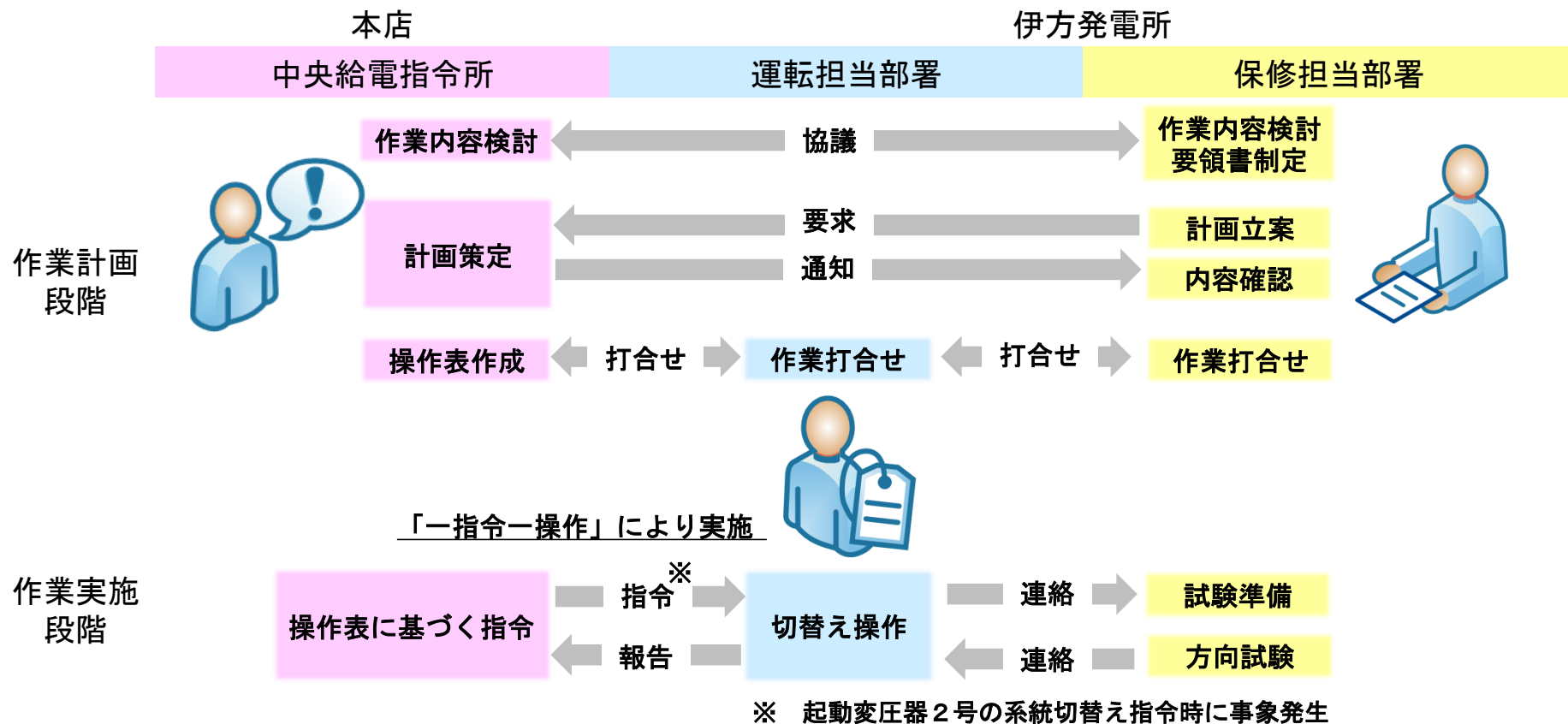


図7 系統切替作業に係る組織および作業フロー

3. 事象発生時の作業状況(2/2)

(2) 電源系統の状況

当該試験に伴う電源系統構成については、方向試験※のための制約があるなかで、各号機に必要な非常用ディーゼル発電機および空冷式非常用発電装置を確保しており、外部電源系統の事故に対して電源の多様性を確保していた。

また、今回の事象を踏まえて、今後の試験系統については、再評価、検討を実施する。

※187kV母線連絡遮断器の保護リレー取替え後の健全性確認試験として、当該遮断器に対して一方向から所定の負荷電流を流し、保護リレーへの入力状態に問題がないことを確認する試験。

今回の試験では、廃止に伴い1、2号機の所内負荷が少なかったことから、3号機負荷も接続。

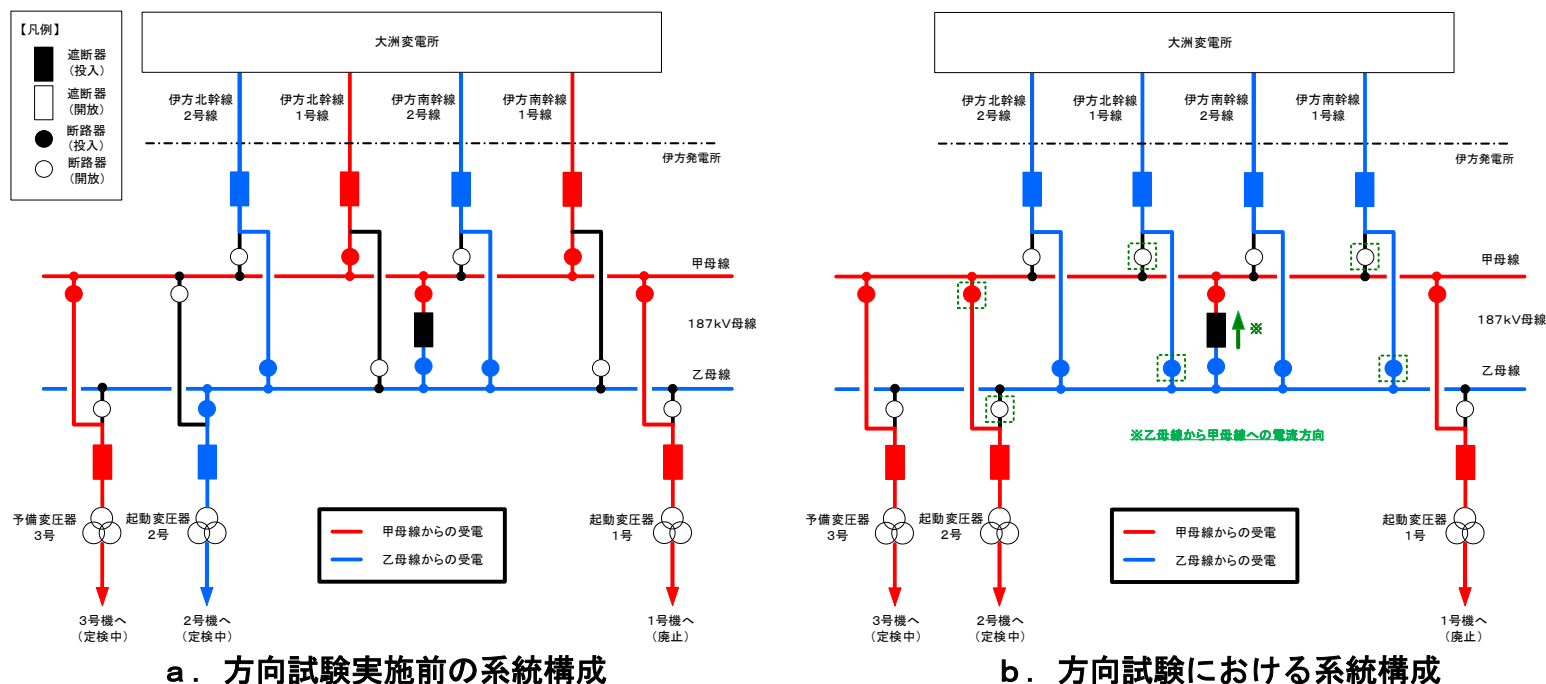


図 8 試験時の系統構成

4. 調査状況

(1) 事象発生箇所確認状況

故障を確認した伊方南幹線1号線乙母線断路器ユニットのハンドホールを開放し内部確認を実施した。

- ・タンク内に分解ガスによるフッ化物（白粉）の堆積を確認。
- ・V-W相間の断路器絶縁操作軸に黒色の炭化痕跡が見られ、V-W相間での相間短絡発生の痕跡を確認。
- ・V-W相間の絶縁操作軸周辺の導体にも相間短絡による損傷を確認。
- ・相間短絡発生部位周辺の絶縁スペーサ、タンク、導体に相間短絡時の溶融物の飛散を確認。
- ・V相可動接触子について、W、U相との位置の不整合を確認。

今後、要因分析図を作成し、現地およびメーカー工場において詳細調査を行い、原因調査、対策を講ずる。

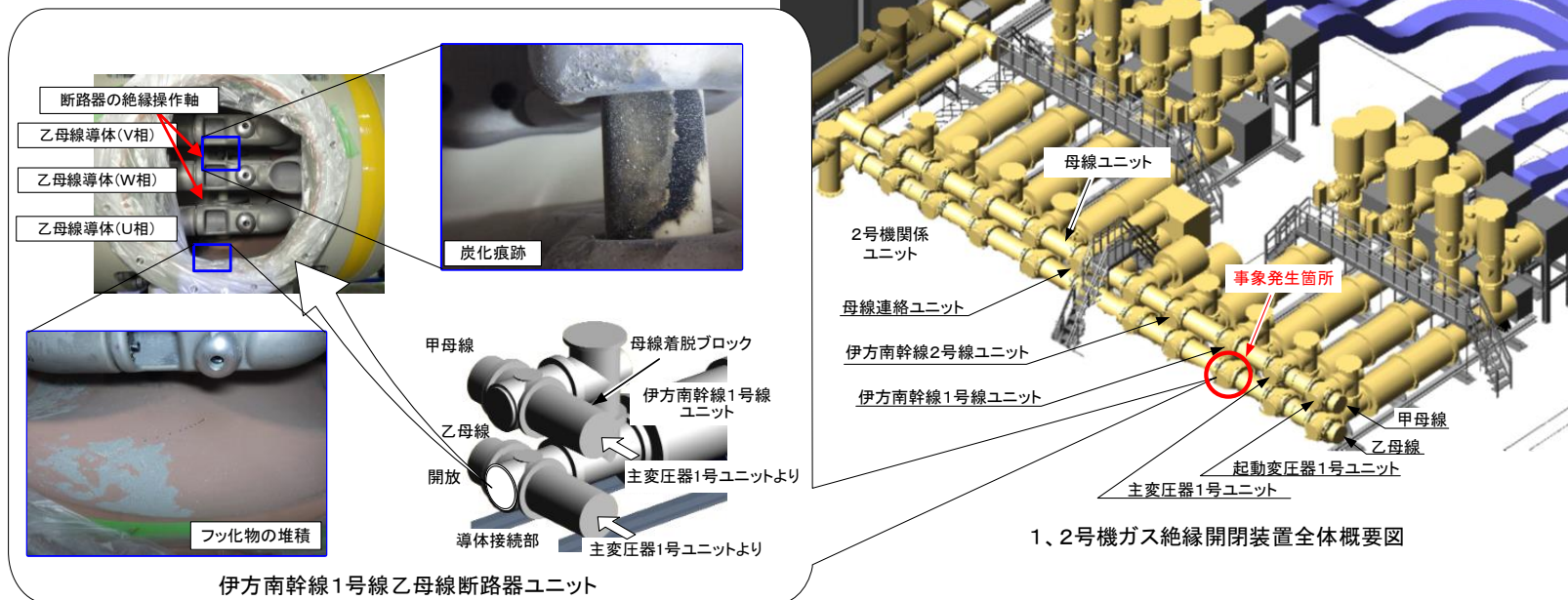


図9 内部確認状況

5. 今後の調査工程

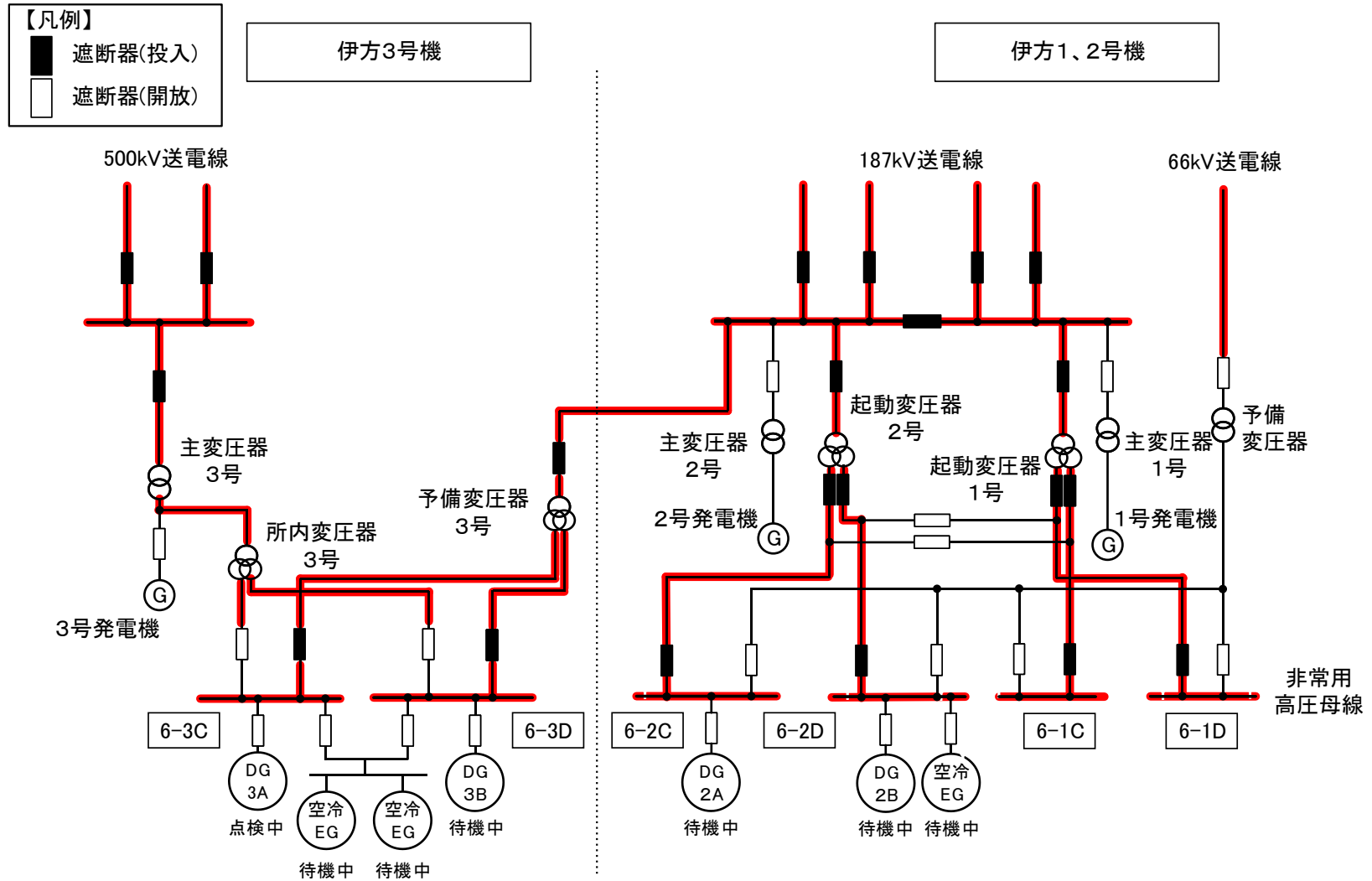
(1) 今後の原因調査等の工程は以下の通り。

表3 調査工程表

	2020年	
	1月	2月以降
原因調査	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%; text-align: center;">ガス絶縁開閉装置の内部調査</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%; text-align: center;">事象原因の詳細調査（工場）</div>
事象発生メカニズム・推定原因の検討		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%; text-align: center;">類似事例調査</div>
再発防止対策の検討		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%; text-align: center;">事象発生メカニズム・推定原因の検討</div>

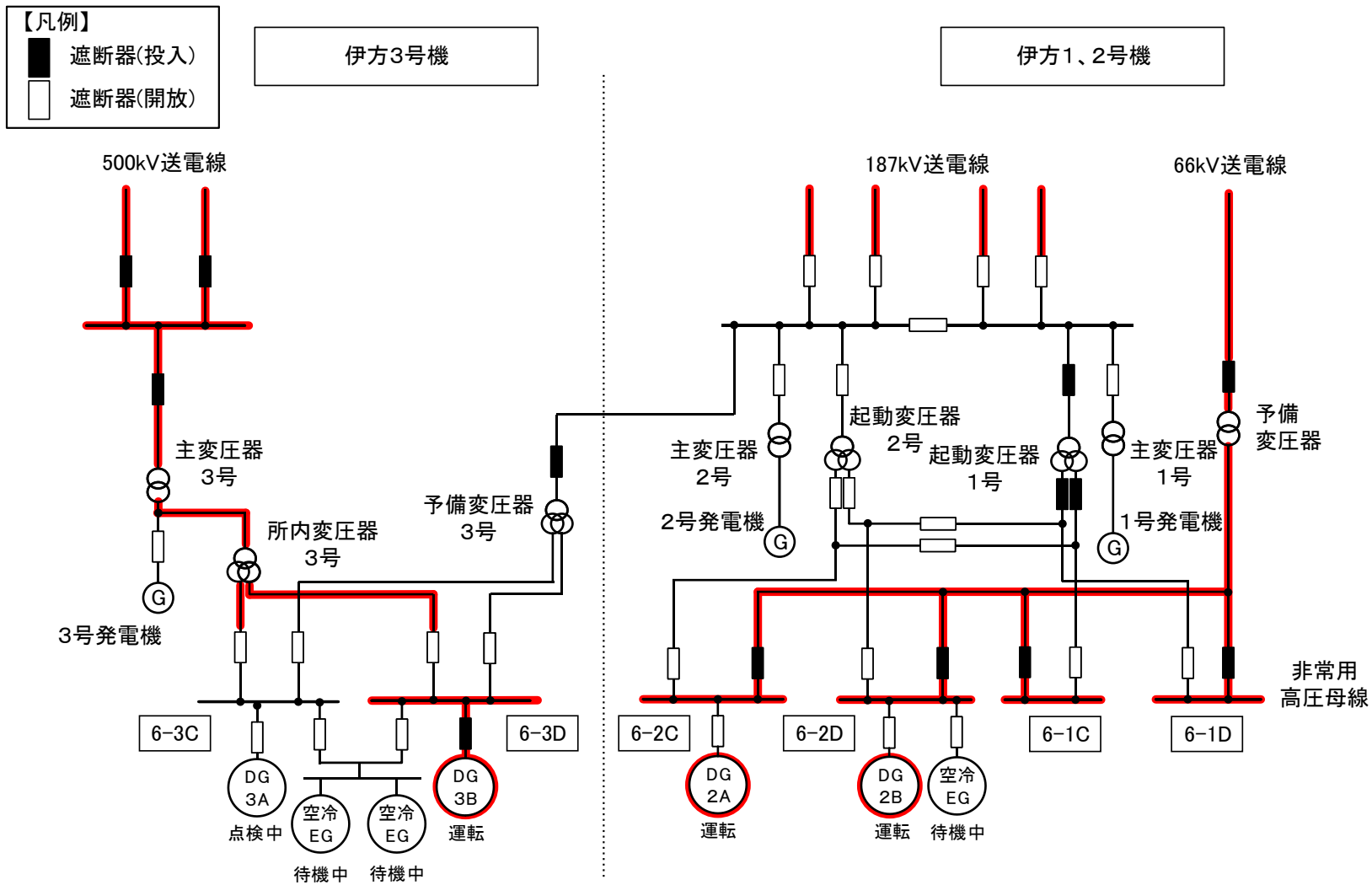
参 考 资 料

参考-1 (1/3)



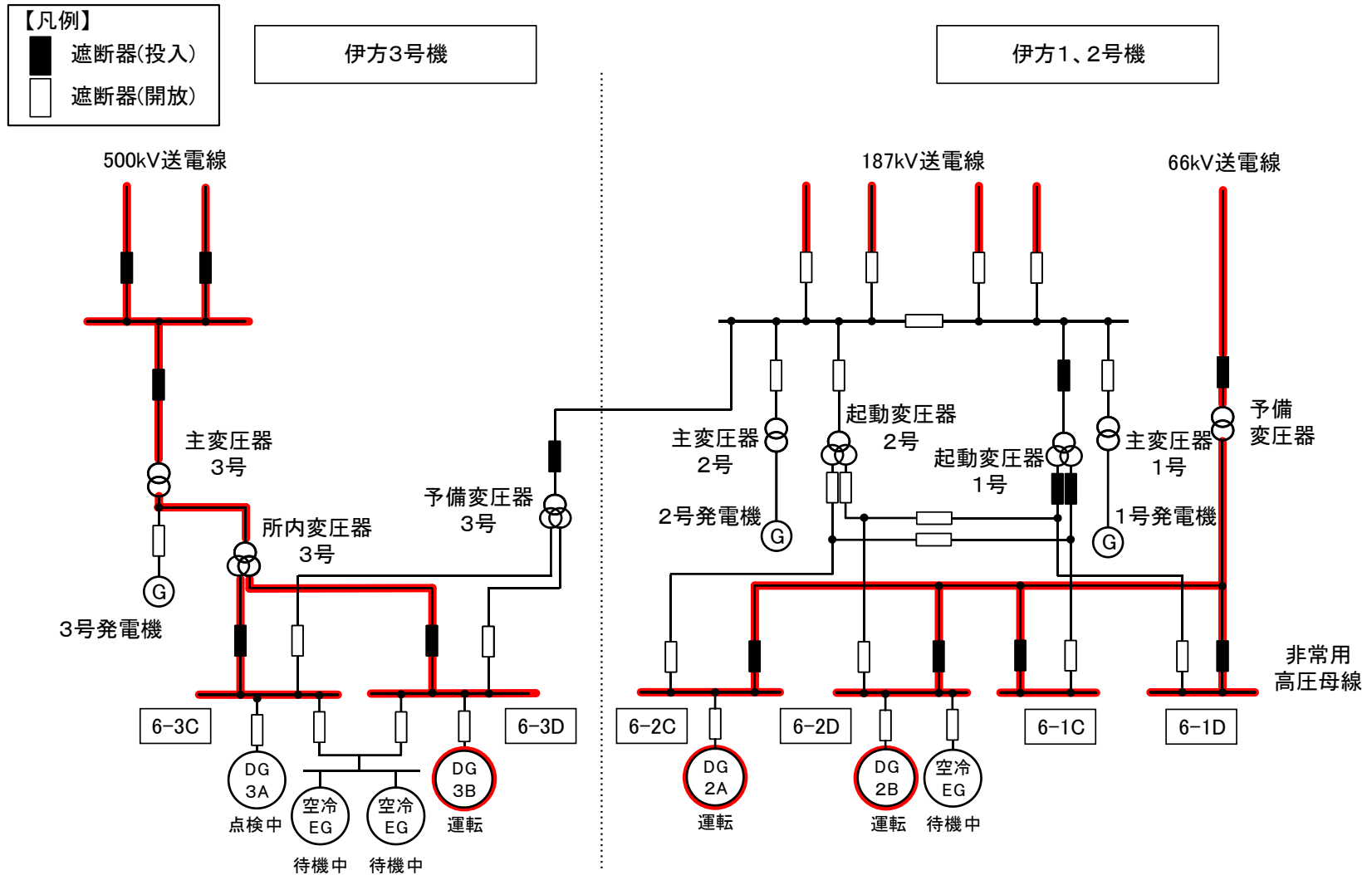
参考図1 事象発生前の所内電源系統

参考-1 (2/3)



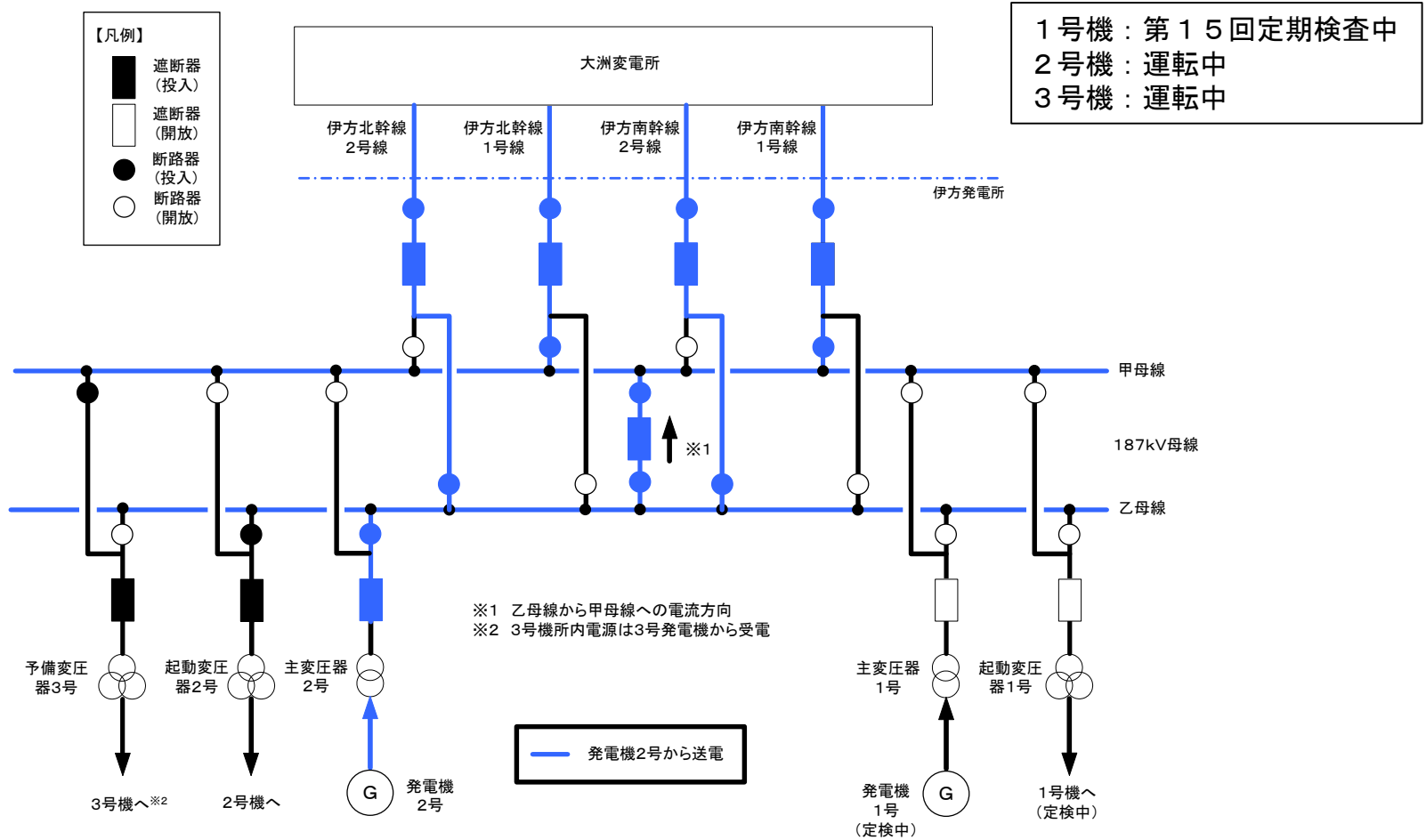
参考図2 事象発生後の所内電源系統状態 (3号DG給電)

参考-1 (3/3)



参考図3 事象発生後の所内電源系統状態 (3号500kV送電線)

参考-2



187kV母線連絡保護継電装置更新時の電源系統構成
 [1号機第15回定期検査(1995年)]

参考図4 試験時の系統構成(実績)

参考表 1 国内類似事例調査結果

国内類似事例について、原子力施設情報公開ライブラリー（ニューシア）登録情報から、外部電源喪失（信号発信含む）に伴いディーゼル発電機が起動した事例を抽出した。

No.	ユニット名	件名	事象発生箇所	事象発生日
1	泊発電所	テレメータ伝送データの欠測（北海道胆振東部地震）	送受電系統	2018年 9月 6日
2	女川発電所 1号	275kV母線保護装置更新工事における女川原子力発電所 1号機所内電源の停電の発生について	所内交流電源系	2015年 9月 29日
4	東通発電所 1号	【東日本大震災関連】東北地方太平洋沖地震（余震）による 外部電源喪失に伴う運転上の制限逸脱	送受電系統	2011年 4月 7日
5	東通発電所 1号	【東日本大震災関連】東北地方太平洋沖地震による外部電源 喪失に伴う運転上の制限逸脱他	送受電系統	2011年 3月 11日
6	志賀発電所 1号	能登半島地震に伴う外部電源喪失時の運転上の制限逸脱につ いて	送受電系統	2007年 3月 25日
7	敦賀発電所 1号	送電線事故に伴う一時的な受電停止について	送受電系統	2005年 12月 22日
8	大飯発電所 1, 2, 3, 4号	送電系統事故に伴う大飯1, 2号機原子炉停止及び大飯3, 4号機所内単独運転について	送受電系統	2005年 12月 22日
9	敦賀発電所 1号	送電線事故に伴う一時的な受電停止について	送受電系統	2005年 12月 15日
10	美浜発電所 3号	4-3C母線電圧低信号発信に伴うAディーゼル発電機の自 動起動について	所内交流電源系	2005年 4月 6日
11	東海第二 発電所	定期検査中の所内電源の一部停電について	所内交流電源系	2004年 2月 10日
12	敦賀発電所 2号	6.9kVメタクラ2A母線低電圧による非常用ディーゼル 発電機2Aの起動・給電について	所内交流電源系	1998年 9月 24日