

泊発電所 3号機

審査会合における指摘事項に対する回答

【重大事故等発生時に使用する手順について】

平成25年12月19日

北海道電力株式会社

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合における指摘事項に対する回答

No.	指摘事項
0827-03	蒸気発生器水位があるのに1次冷却材温度が上昇するなど計器の指示が信頼できない場合にどのように判断するかをあらかじめ決めておくこと。

1. 回答

(1) 1次冷却系フィードアンドブリード運転への移行

2次系からの除熱機能喪失における対応手順は、緊急処置編（第2部）安全機能ベース「SG除熱機能の維持」に整備している。

「SG除熱機能の維持」では、全ての健全蒸気発生器広域水位が10%未満となれば、1次冷却系フィードアンドブリード運転を開始する手順となっている。

なお、運転員は2次系からの除熱機能喪失と判断した段階から蒸気発生器広域水位を連続監視していることから、10%未満を確認した後速やかに1次冷却系フィードアンドブリード運転を開始可能である。

(2) 蒸気発生器広域水位計が信頼できない場合の対応について

蒸気発生器広域水位計が10%未満を指示しないにもかかわらず、1次冷却材温度および1次冷却材圧力が上昇した場合には、蒸気発生器がドライアウト状態であると判断し、速やかに1次冷却系フィードアンドブリード運転を開始する手順となっている。

なお、運転要領には、蒸気発生器広域水位の代替パラメータが1次冷却材高温側温度、1次冷却材低温側温度および1次冷却材圧力であることを記載している。

(3) パラメータ監視に係る基本事項

運転要領には、運転員が実施するパラメータ監視に係る基本事項を以下のとおり定めている。

- ① 1つのパラメータについて複数のチャンネルを有する場合は、1チャンネルのみの計器に頼らず、必ず複数チャンネルを比較しながら監視する。
- ② 1つのパラメータのみに注目せず、関連するパラメータ、特に代替パラメータを監視する等、多角的な監視を行い、監視するパラメータが計測困難な場合においても、そのパラメータの推定を可能とする。

2. 関連する補足説明資料

(1) 2. 運転要領<例>

2次系からの除熱機能喪失（主給水流量喪失+補助給水機能喪失）P. 2-3、2-4

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合における指摘事項に対する回答

No.	指摘事項
0905-01	破断口径が2, 4, 6インチのいずれであっても、共通の運転手順が使用できることについて手順の審査で確認する。

1. 回答

「中小LOCA+高圧注入機能喪失」の場合、2次系による1次系の冷却、減圧を早期に行い、蓄圧注入および低圧注入を作動させ、炉心損傷を防止する。

具体的な対応手順は、以下のとおり。

- ① LOCAが発生し、原子炉トリップおよびECCSが作動
- ② 「緊急処置編（第1部）事故直後の操作および事象の判別」により、「C/V内でのRCS漏えい」を特定
- ③ 炉心出口温度350℃以上または高圧注入機能喪失を確認・判断した後、主蒸気逃がし弁を全開として、2次系による1次系急速冷却、減圧を開始
- ④ その後、「緊急処置編（第1部）1次冷却材喪失」に移行し、蓄圧注入および低圧注入の作動を確認
- ⑤ 燃料取替用水ピット水位16.5%および格納容器再循環サンプ水位70%以上を確認した後、「緊急処置編（第1部）低温配管再循環」にて再循環切替を行い、再循環運転によって長期にわたり炉心を冷却となる。

したがって、その破断口径に関係なく、「C/V内でのRCS漏えい」であり、かつ「炉心出口温度350℃以上または高圧注入機能喪失」であれば、2次系による1次系急速冷却を実施し、蓄圧注入および低圧注入を作動させる手順となっている。

なお、安全機能パラメータである炉心出口温度が350℃以上となった場合、緊急処置編（第2部）安全機能ベース「炉心冷却の維持」に移行し、2次系による1次系急速冷却を実施する手順はすでに整備していたが、「中小LOCA+高圧注入機能喪失」では、早期に炉心出口温度が350℃以上となることから、事故直後の操作として、炉心出口温度350℃到達前に2次系による1次系急速冷却が実施可能となるよう、緊急処置編（第1部）「事故直後の操作および事象の判別」に手順を整備している。

2. 関連する補足説明資料

(1) 1. 運転要領<例>

ECCS注水機能喪失（中小LOCA+高圧注入機能喪失）P.1-1～1-3、1-5

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合における指摘事項に対する回答

No.	指摘事項
0926-08	「運転要領」と「重大事故等発生時および大規模損壊発生時対応要領」の係について、保安規定の審査等で別途確認する。

1. 回答

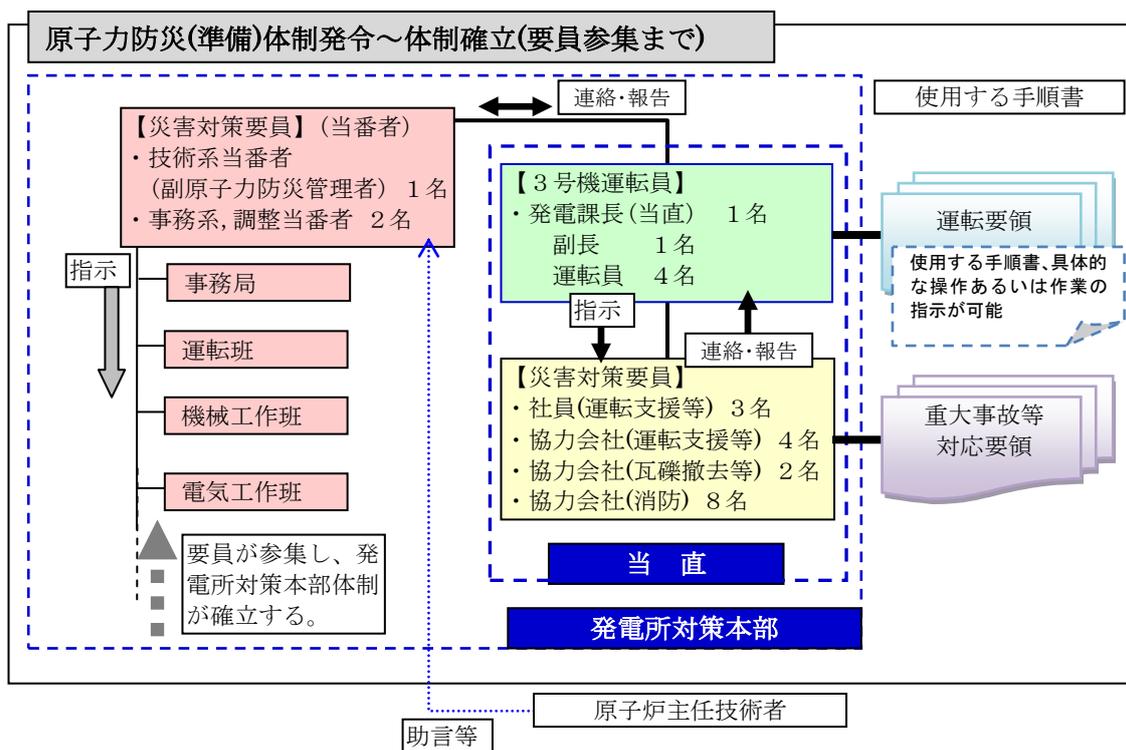
(1) 夜間・休日における当直と発電所対策本部との係について

① 原子力防災(準備)体制発令～体制確立(要員参集まで)

重大事故等発生時において、原子力防災(準備)体制発令後、発電所対策本部が立ち上がるが、要員が参集し本部体制が確立するまでの期間については、発電課長(当直)が指揮する運転員を主体とした初動対応体制の下、対応操作を実施する。

運転員が使用する手順書である「運転要領」には、災害対策要員が使用する手順書名(「重大事故等発生時および大規模損壊発生時対応要領」の下部規程にて定める手順書)が明記されており、発電課長(当直)は、災害対策要員へ使用すべき手順書の指定、および具体的な操作あるいは作業の指示を行う。

副原子力防災管理者は、原子力防災管理者が発電所に到着するまでの期間、対策本部の指揮者として、プラントの状況を把握するため及び要員の参集状況、設備の準備状況等について当直との情報共有のため、発電課長(当直)と連絡を密にするとともに参集した災害対策要員に指示し、適宜初動対応体制を強化する。また、通信連絡手段により原子炉主任技術者からの助言等を得ることが可能である。



(2) 平日・日中における当直と発電所対策本部との関係について

重大事故等が発生した場合には、夜間・休日同様、災害対策要員が中央制御室に参集又は現場に直行する。また、発電課長(当直)は事故発生連絡を発電室長に連絡する。

発電室長より事故発生連絡を受けた原子力防災管理者(所長)が、原子力防災準備体制又は原子力防災体制を発令し、要員の召集、通報連絡(原災法第10条、第15条又は警戒事態発生通報連絡)等を行い、発電所対策本部を立ち上げる。

その後は、夜間・休日の場合同様、運転員及び災害対策要員は発電所対策本部長の指揮下で事故対応操作を実施する。ただし、運転要領に予め規定されている操作については、発電課長(当直)の指示により当直が主体となって対応操作を実施することとしている。

2. 関連する補足説明資料

(1) 3. 運転要領<例>全交流動力電源喪失+RCPシールLOCA P.3-3

(2) 9. 原子力防災体制について P.9-1~9-8

No.	指摘事項
0926-11	運転手順の確認項目にサイフォンブレイカーが閉塞していないことを追加すること。

1. 回答

使用済燃料ピット N.W.L 水位においてサイフォンブレイカーは水中にあり配管が露出していないため、直接的に冷却水の流れを確認することは困難である。

しかし、冷却水の循環流量が多い状況では、サイフォンブレイカー近傍の水が揺らいでいることから、巡視点検(1回/日)、および使用済燃料ピットポンプの定例補機切替(1回/3ヶ月)にて、水の揺らぎを目視することで、サイフォンブレイカーが閉塞していないことを確認する。

また、サイフォンブレイカーの必要性、閉塞による影響、巡視点検時の着眼点等についての教育も実施している。

以下に確認方法および手順の概要を示す。

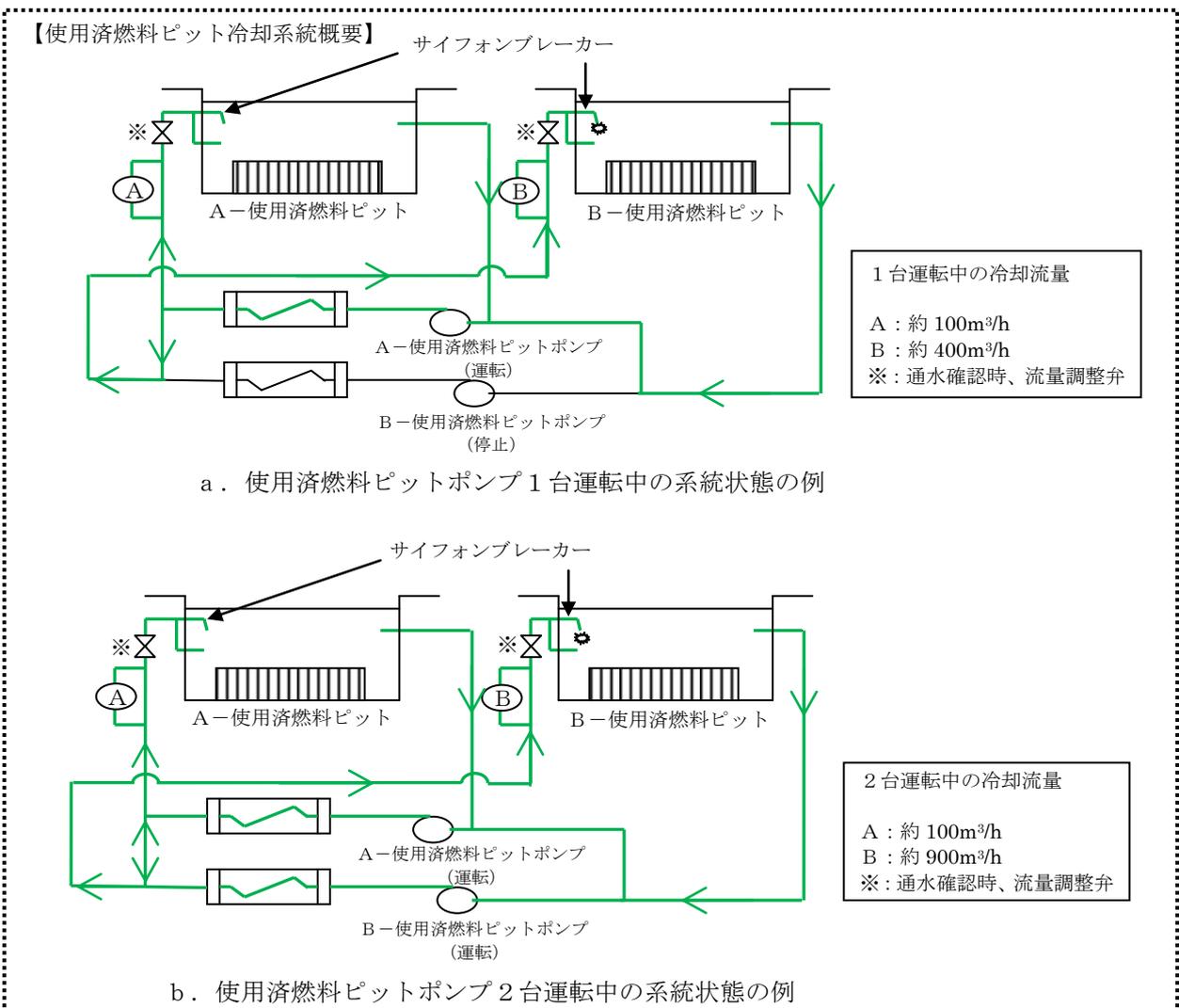
(1) 巡視点検による確認(1回/日)

毎日1回実施している巡視点検において、サイフォンブレイカーの外観目視により、配管の変形の有無、およびサイフォンブレイカー近傍の水の揺らぎを確認する。

サイフォンブレイカー近傍の水の揺らぎは、冷却水循環流量が少ない系統について確認し難いことから、定例補機切替時にも水の揺らぎを確認する。

(2) 使用済燃料ピットポンプの定例補機切替による確認(1回/3ヶ月)

巡視点検時に確認し難い系統について、定例補機切替時に循環流量を増加させ、サイフォンブレイカー近傍の水の揺らぎを確認する。



原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合における指摘事項に対する回答

No.	指摘事項
1001-02	運転操作と解析が連係した内容の手順書となっていることを今後確認する。

1. 回答

重大事故等発生時の対応手順については、以下に示すとおり、解析評価担当部署と運転手順検討部署間で相互確認を行い、検討・整備している。

その検討結果について、重大事故等対策有効性評価における対応手順（「解析」と「運転要領」との比較）を添付資料に示す。

(1) 解析評価と運転員操作手順の関連について

解析評価と運転操作手順検討の関連を図1に示す。本図に示すとおり、解析評価および運転手順等の検討にあたっては、解析評価担当と運転手順検討部署間で相互確認を行った上で評価の実施、手順の整備を行っている。

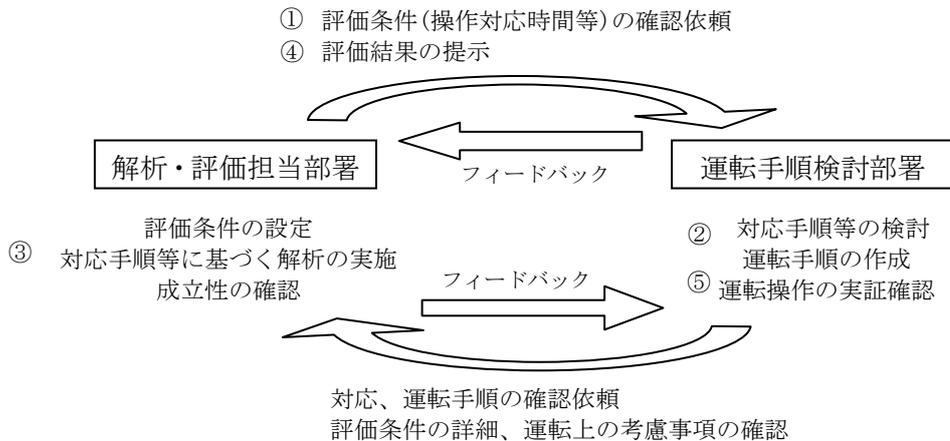


図1 解析評価と運転間で相互確認の概念図

(2) 運転手順の継続的な改善

発電所において、新たに制定する運転手順については、解析評価を参考とした上で、中央操作員及び現場操作員が連携したシミュレータ訓練等により、確認・検証しながら作成している。また、今後継続して実施していくシミュレータ訓練等において、運転手順に改善すべき事項が発生した場合には、運転手順改正案を検討し、その内容に応じた運転手順の成立性確認を解析・評価担当部署に依頼する等、PDCAサイクルを活用し、より実効性のある手順に改善していく方針である。

	運転手順検討部署	解析・評価担当部署
Plan	手順の改善を踏まえたシミュレータ訓練、現場操作教育等の計画	手順の改善を踏まえた解析、評価等の計画
Do	訓練、教育等の実施	解析、評価等の実施
Check	運転操作に係る訓練、教育等の結果、および解析、評価等の結果により、手順の成立性を確認	
Action	運転要領の改正・再検討	

(2) 添付資料

- 有効性評価における対応手順(『解析』と『運転要領』との比較)
 - ① ECCS注水機能喪失(中LOCA(4インチ)+高圧注入系機能喪失)
 - ② 2次系からの除熱機能喪失(主給水流量喪失+補助給水機能喪失)
 - ③ 全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA
 - ④ 大LOCA+ECCS注水機能喪失+格納容器スプレイ機能喪失
 - ⑤ ミッドループ運転中の全交流動力電源喪失+余熱除去機能喪失

2. 関連する補足説明資料

(1) 1. 運転要領<例>

ECCS注水機能喪失(中小LOCA+高圧注入系機能喪失) P.1-1~1-3、1-5

(2) 2. 運転要領<例>

2次系からの除熱機能喪失(主給水流量喪失+補助給水機能喪失) P.2-1~2-3

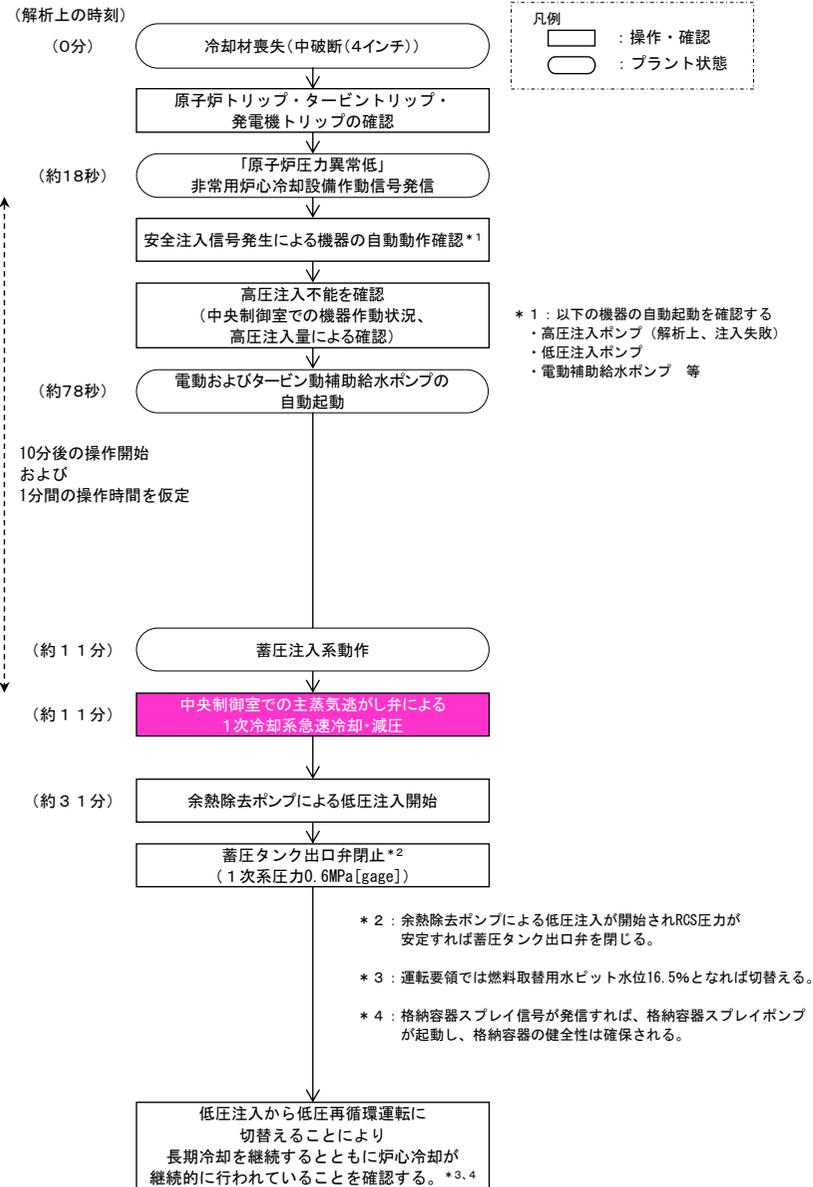
(3) 3. 運転要領<例>全交流動力電源喪失+RCPシールLOCA P.3-1~3-4

(4) 4. 運転要領<例>全交流動力電源喪失+大破断LOCA P.4-1~4-3、4-5

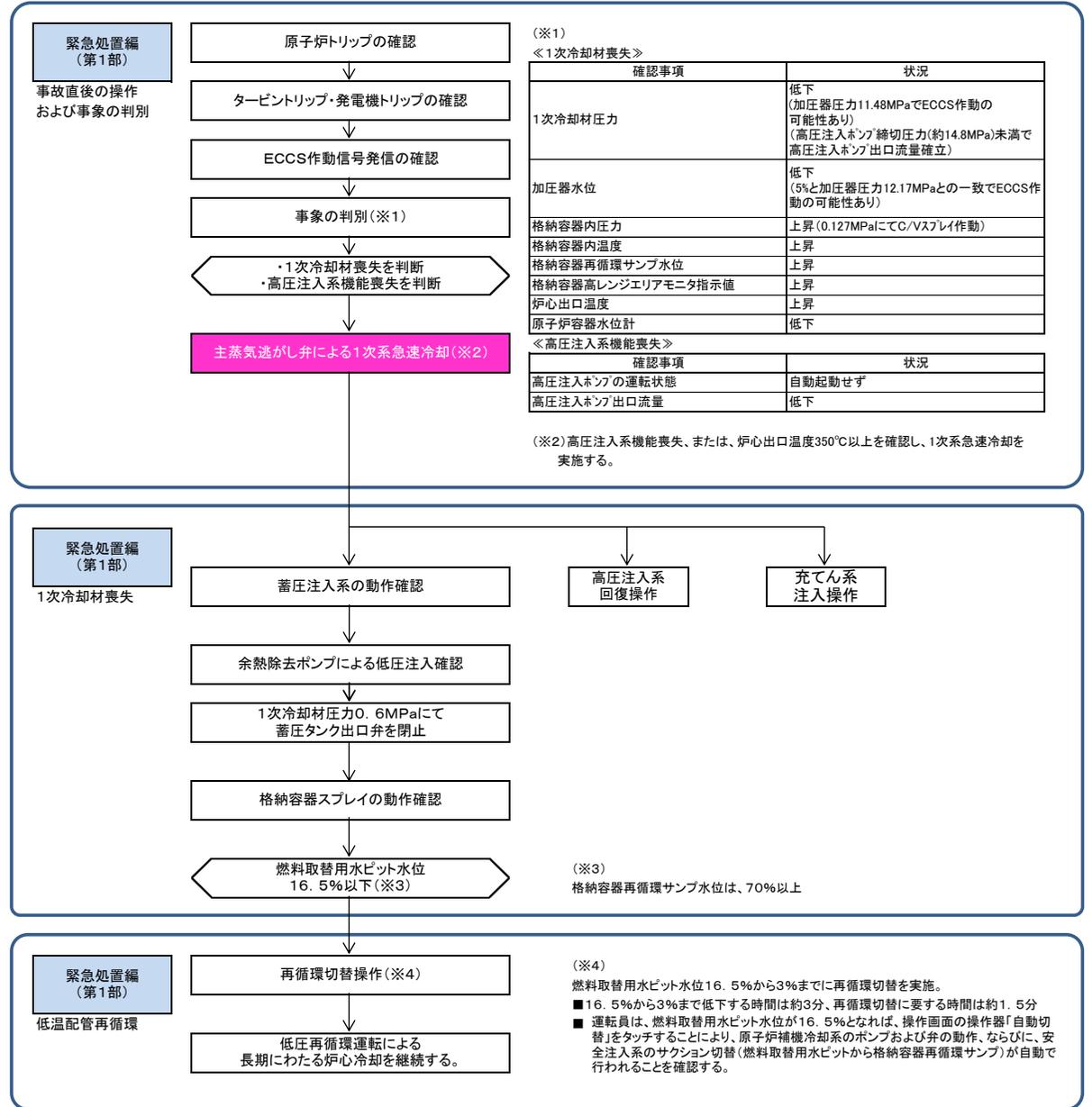
(5) 5. 運転要領<例>ミッドループ運転中の全交流動力電源喪失 P.5-1~5-2

(6) 12. 運転員及び災害対策要員が行う重大事故等対応のための教育・訓練について
P.12-1~12-5

【解析上の対応手順の概要フロー】

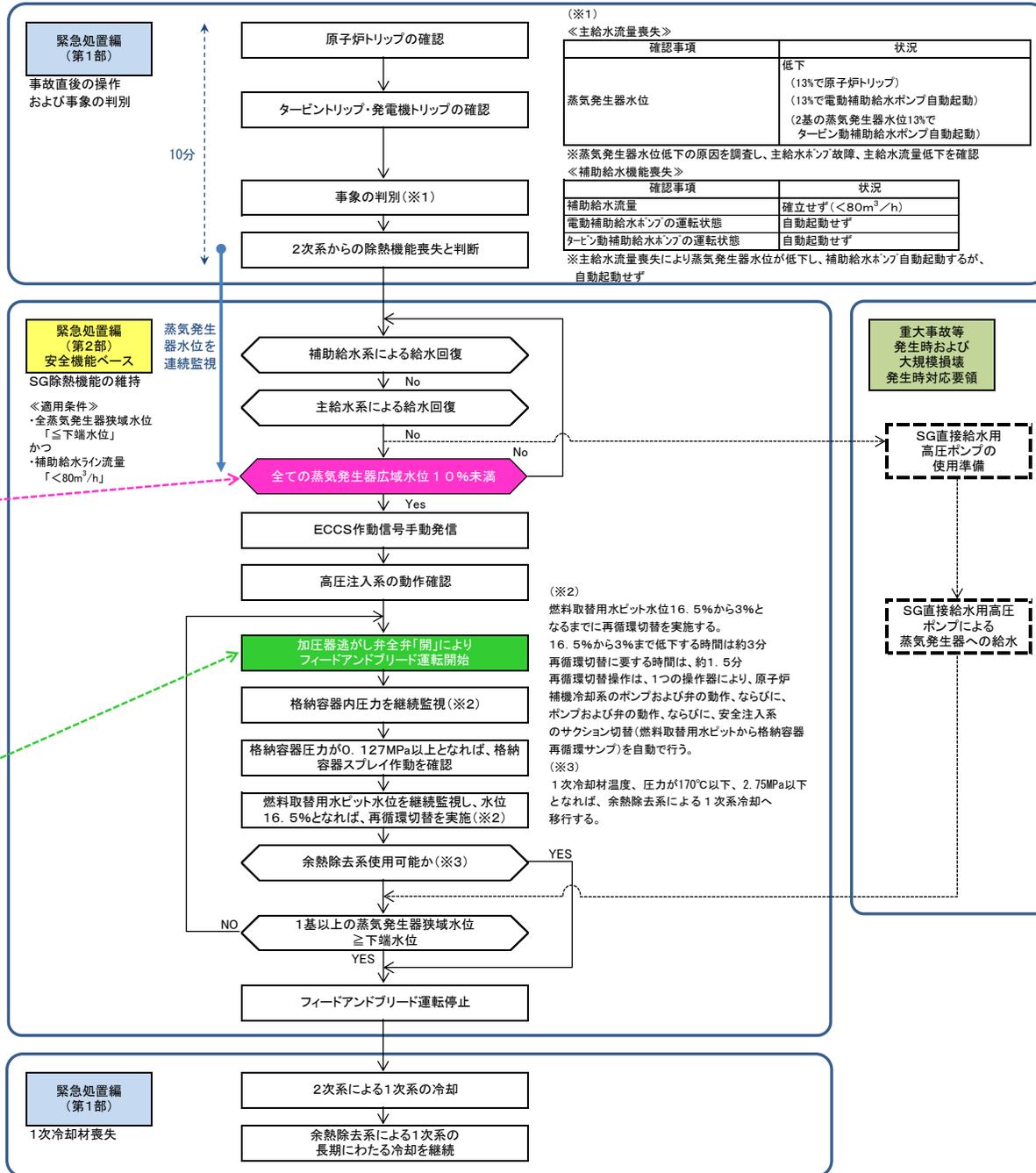
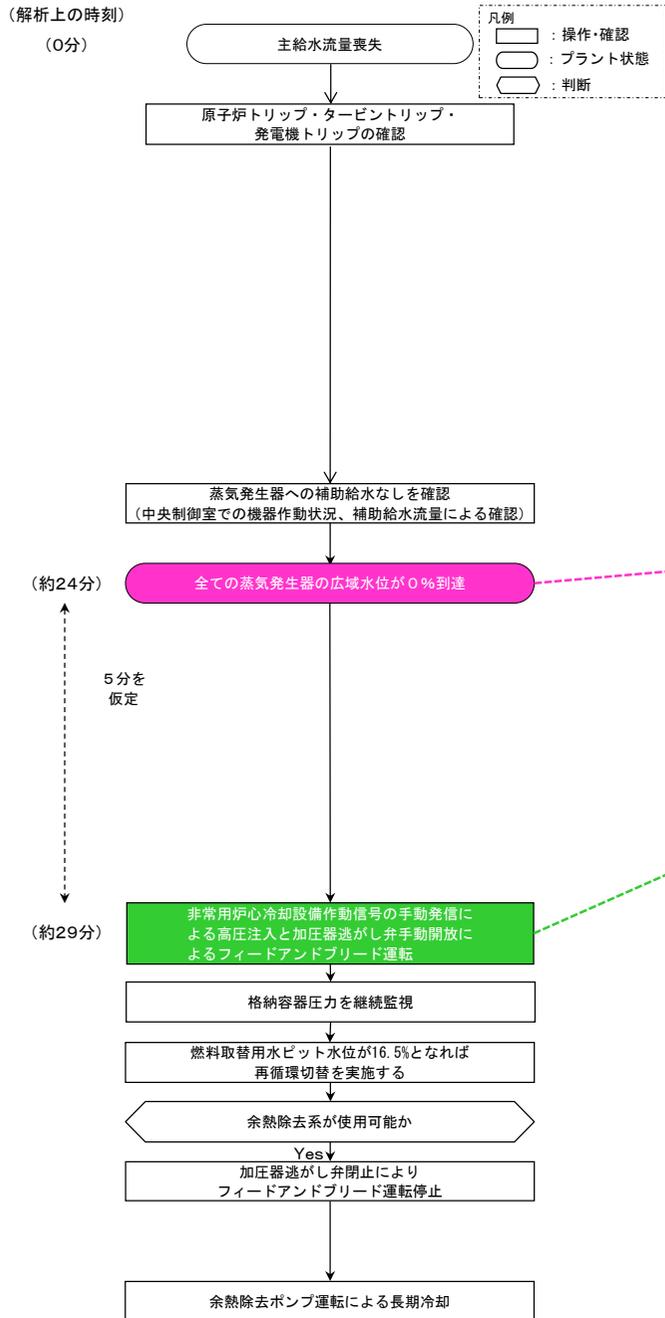


【運転要領(案)】



【解析上の対応手順の概要フロー】

【運転要領(案)】



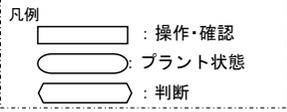
【解析上の対応手順の概要フロー】

【運転要領(案)】

(解析上の時刻)

(0分)

全交流動力電源喪失
(同時に原子炉補機冷却機能喪失も想定)



原子炉トリップ、タービントリップ・発電機トリップの確認

タービンド補助給水ポンプの起動・補助給水流量確立の確認

非常用ディーゼル発電機又は、外部電源による電源回復操作を実施

早期の電源回復が不能と判断

補助給水系による蒸気発生器保有水確保および水位調整

代替非常用発電機の準備

代替格納容器スプレイポンプの準備

代替格納容器スプレイポンプの準備完了

可搬型大型送水ポンプ車による補助給水ビットへの給水及び自然対流冷却の準備

可搬型大型送水ポンプ車による補助給水ビットへの給水及び自然対流冷却の準備完了

代替非常用発電機による電源回復操作

主蒸気逃がし弁による1次系強制冷却・減圧

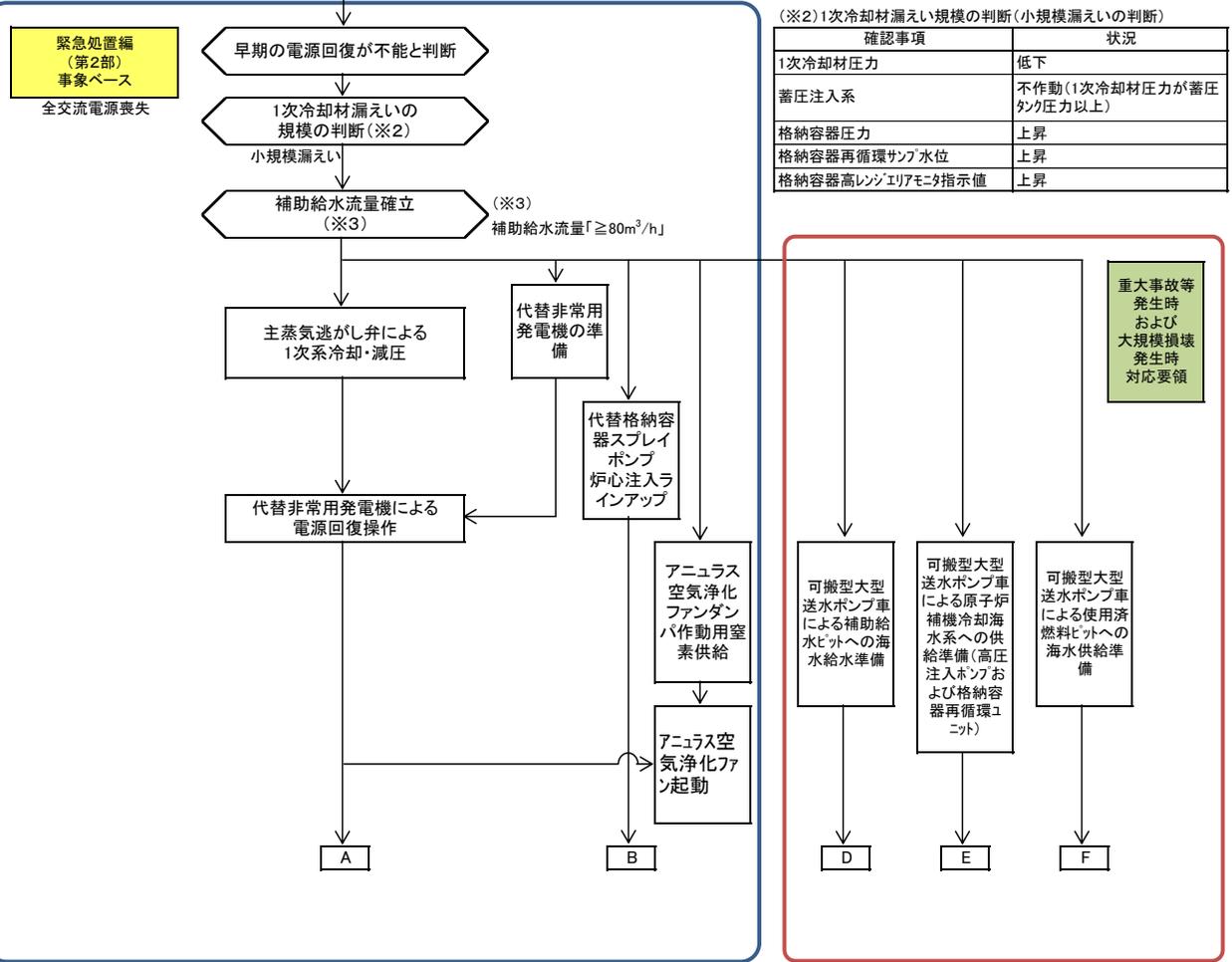
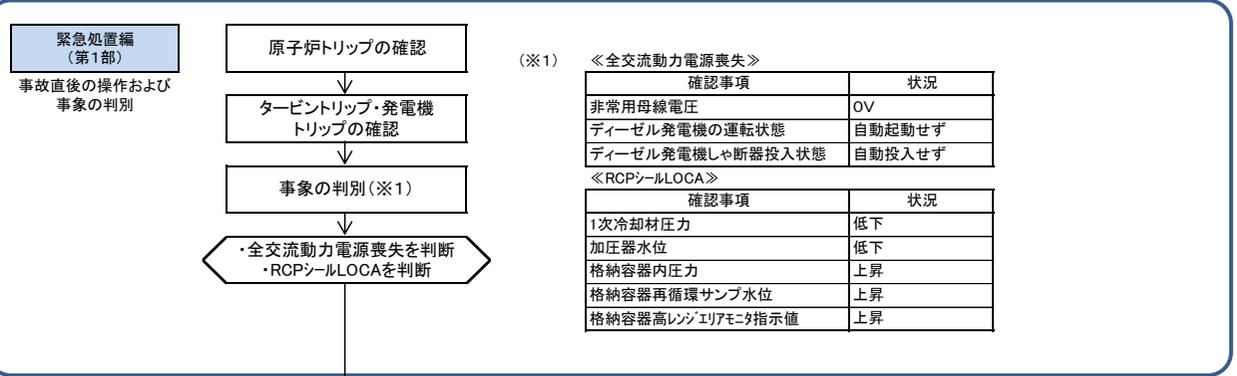
1

2

3

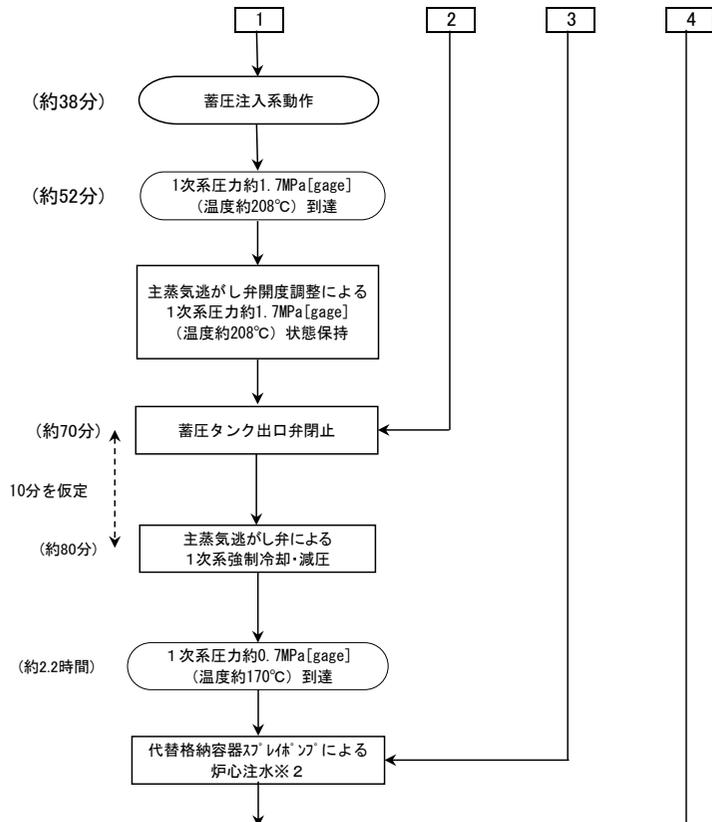
4

(30分)



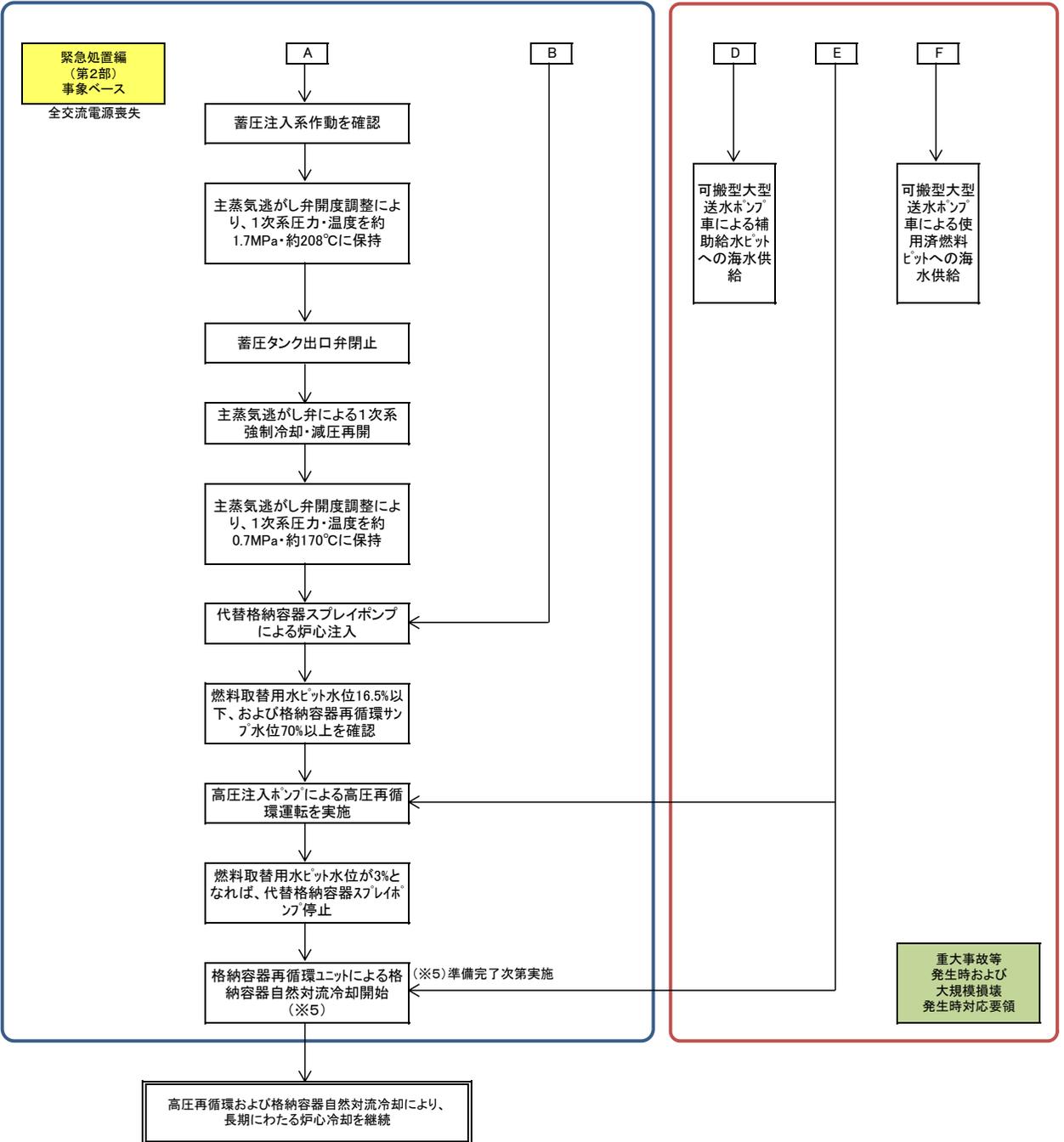
【解析上の対応手順の概要フロー】

【運転要領(案)】

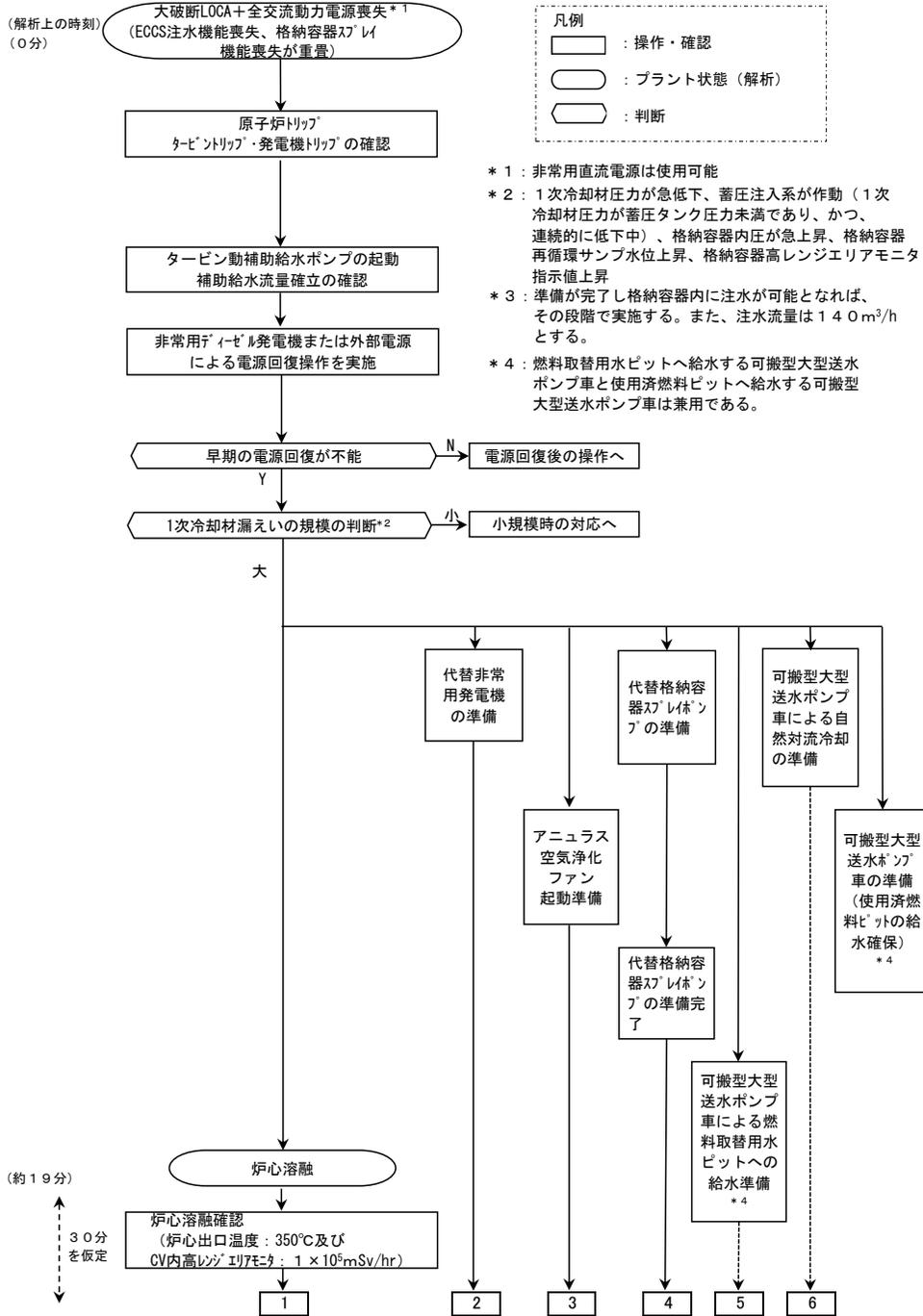


- 炉心冷却が継続的に行われていることを確認
- その後の長期冷却は、高圧再循環による炉心注水及び格納容器内自然対流冷却に移行
 - (高圧再循環)
 - ・格納容器再循環サンプ水位の確認
 - ・高圧注入ポンプ水源切替(高圧注入ポンプ入口弁切替: 燃料取替用水ピット→格納容器再循環サンプ)
 - ・可搬型大型送水ポンプ車から高圧注入ポンプへ冷却水供給
 - ・高圧注入ポンプ運転
 - (格納容器内自然対流冷却)
 - ・可搬型大型送水ポンプ車から格納容器再循環ユニットへ冷却水通水
- 中央制御室居住性確保のために中央制御室給気ファン、中央制御室循環ファン及び中央制御室非常用循環ファンを起動

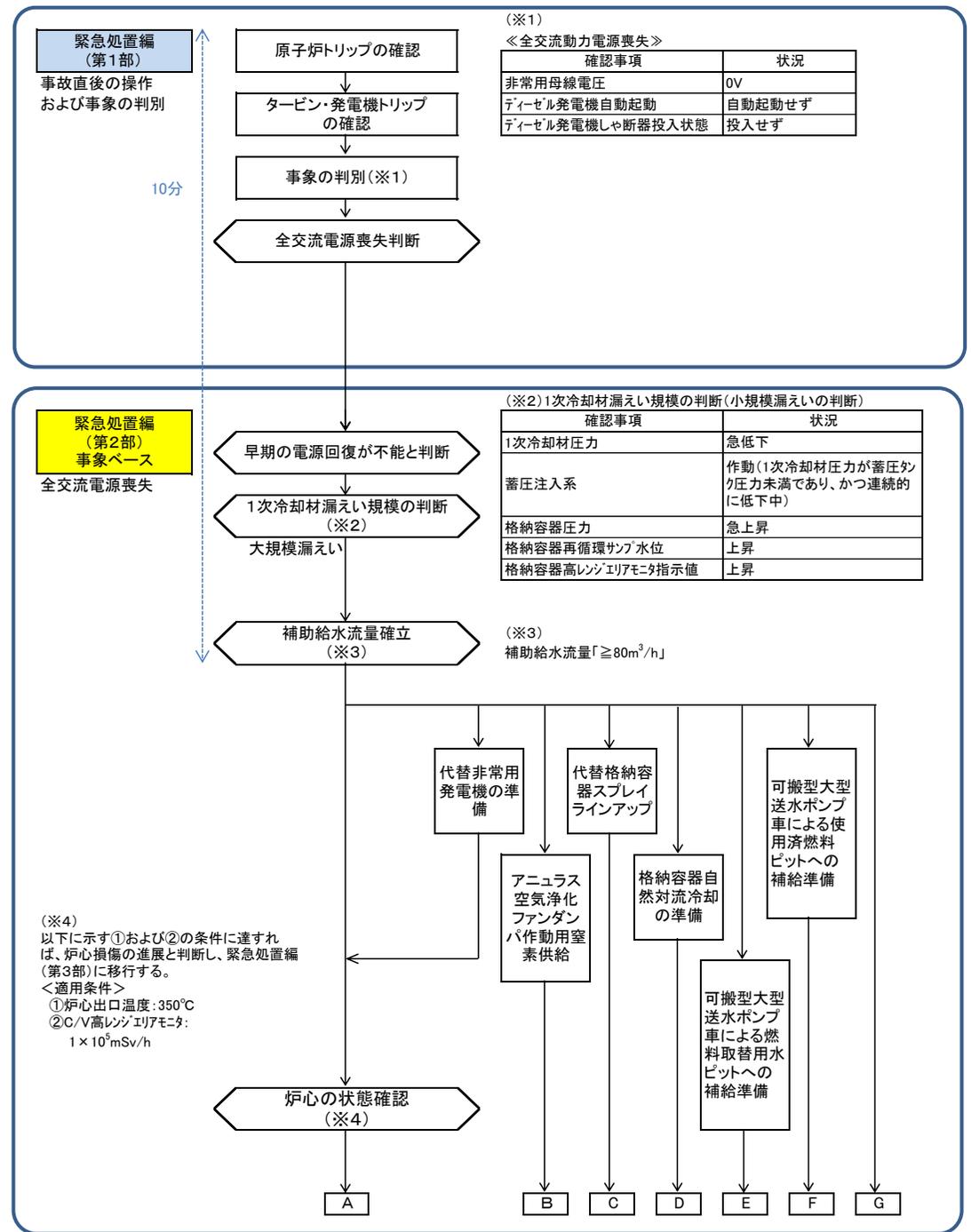
※2:実際の操作では、準備が完了し、炉心に注入が可能となれば、その段階で実施する。



【解析上の対応手順の概要フロー】

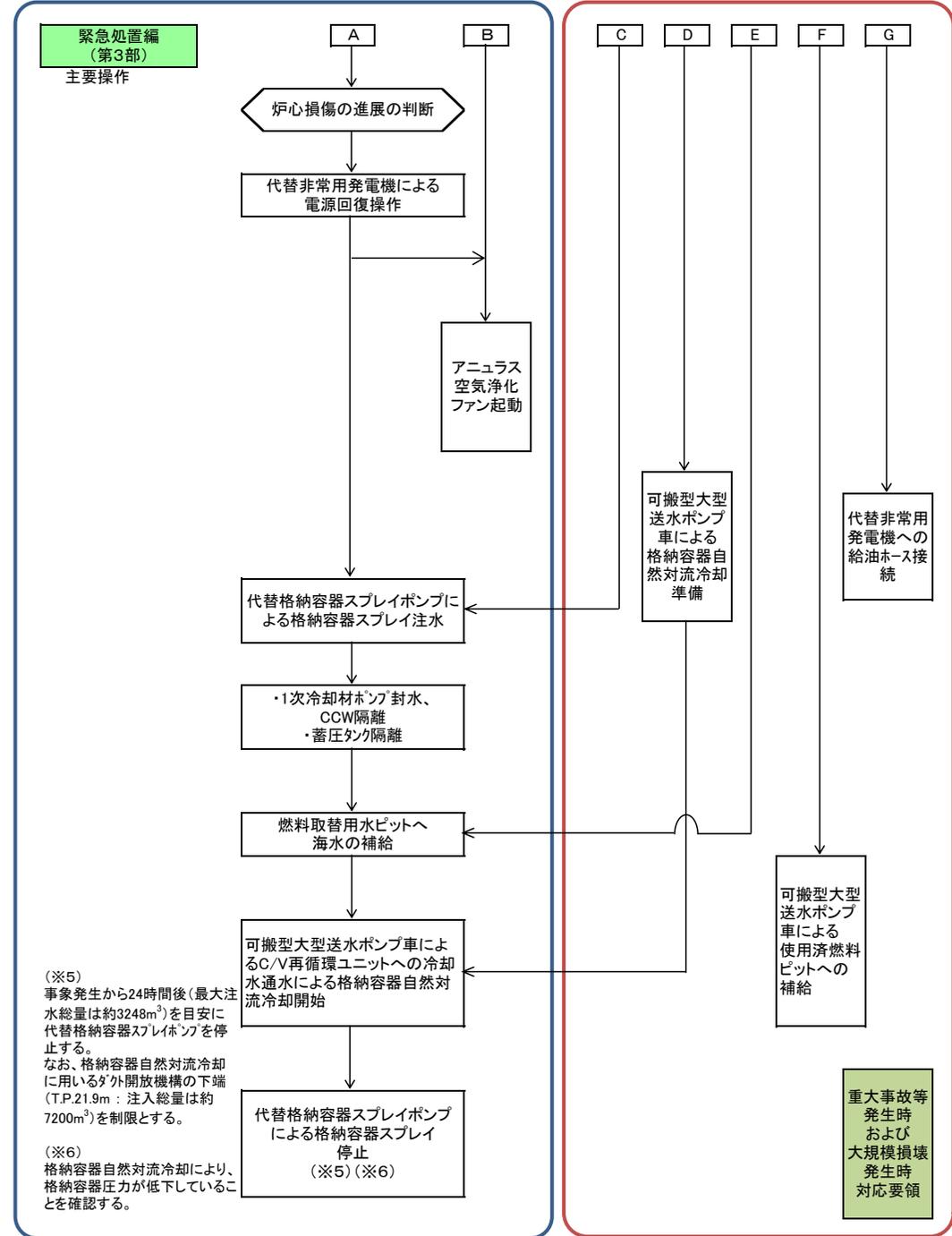
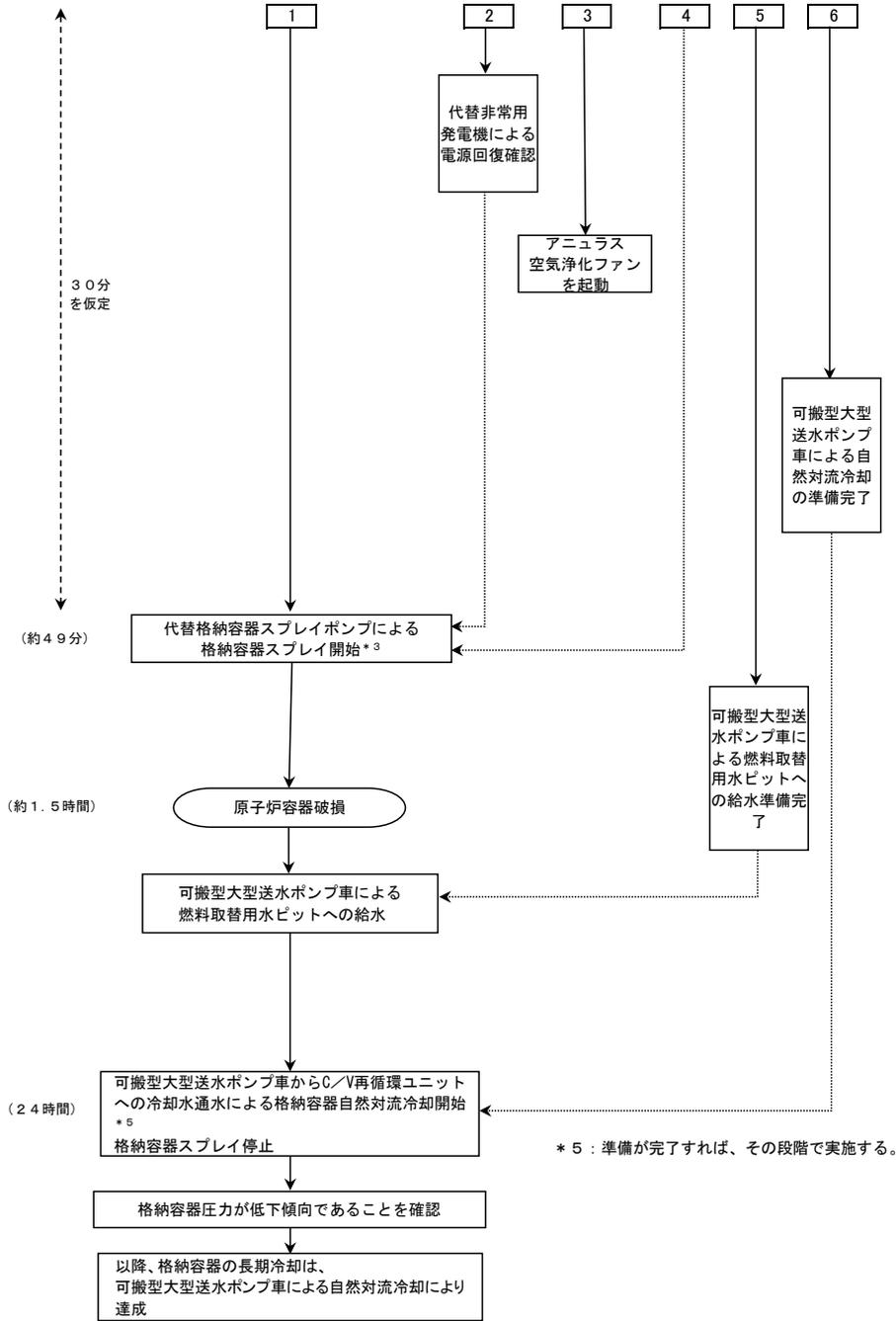


【運転要領(案)】

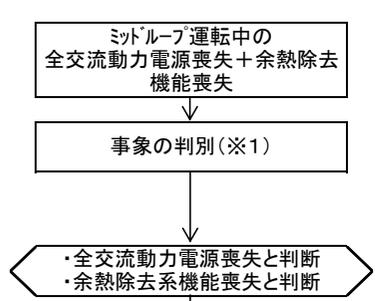
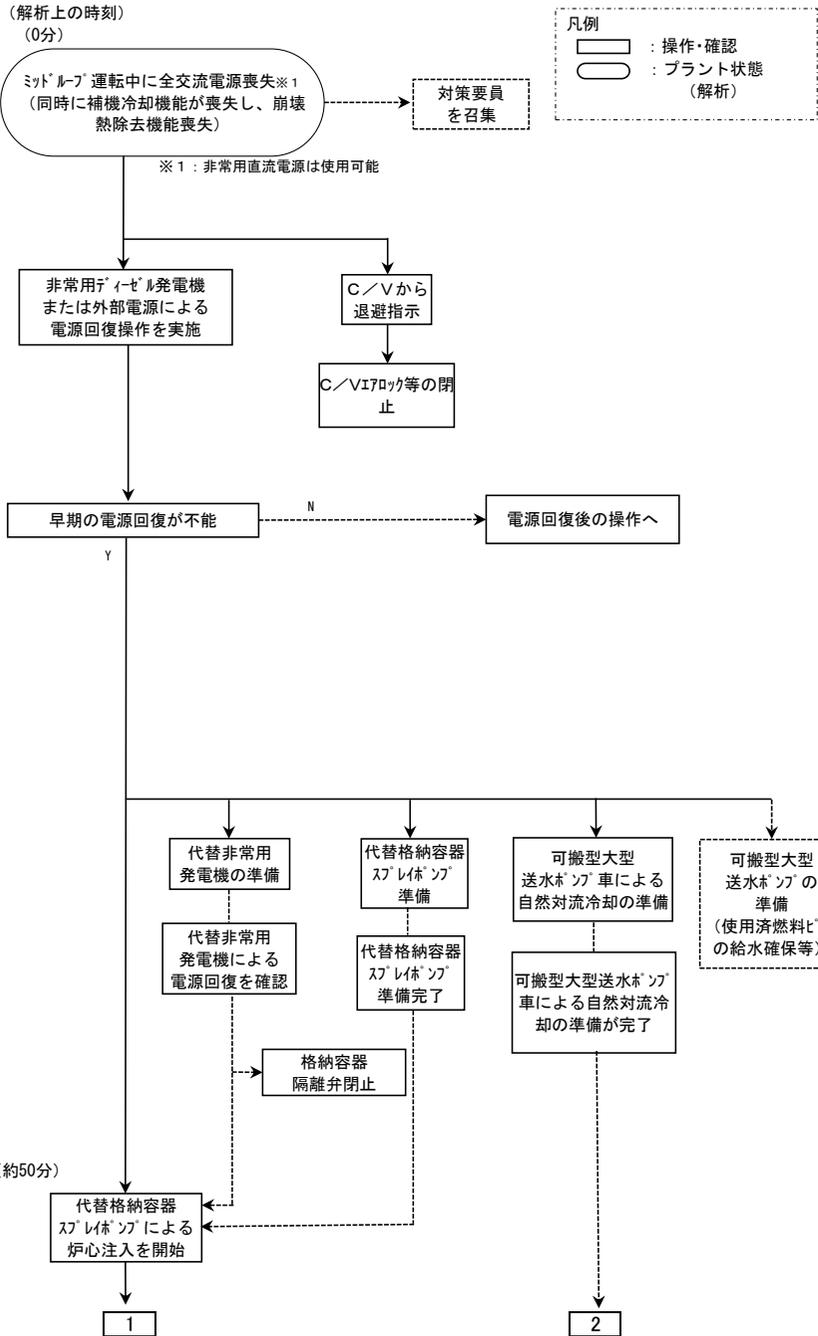


【解析上の対応手順の概要フロー】

【運転要領(案)】



【解析上の対応手順の概要フロー】



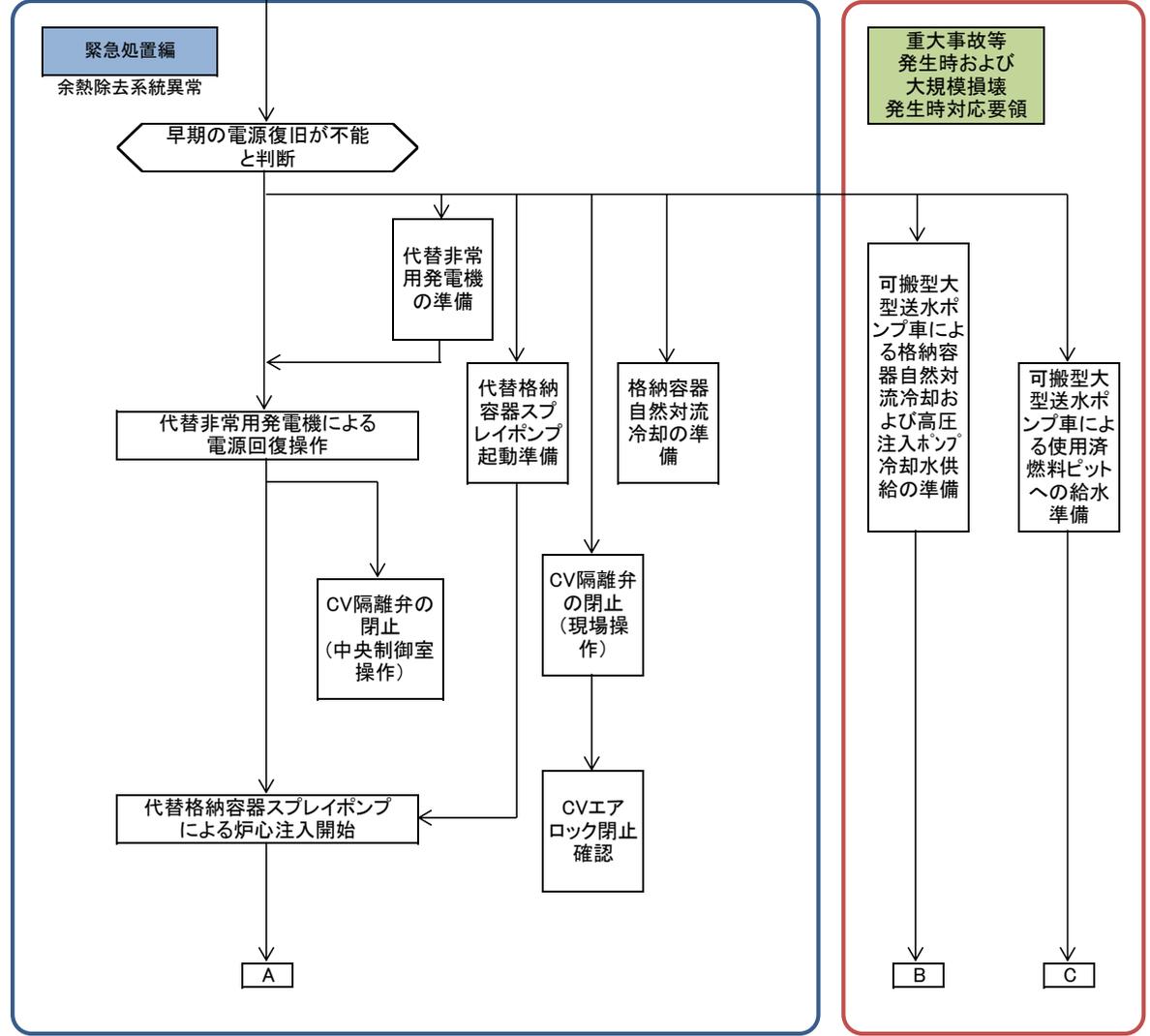
(※1)

《余熱除去機能喪失》

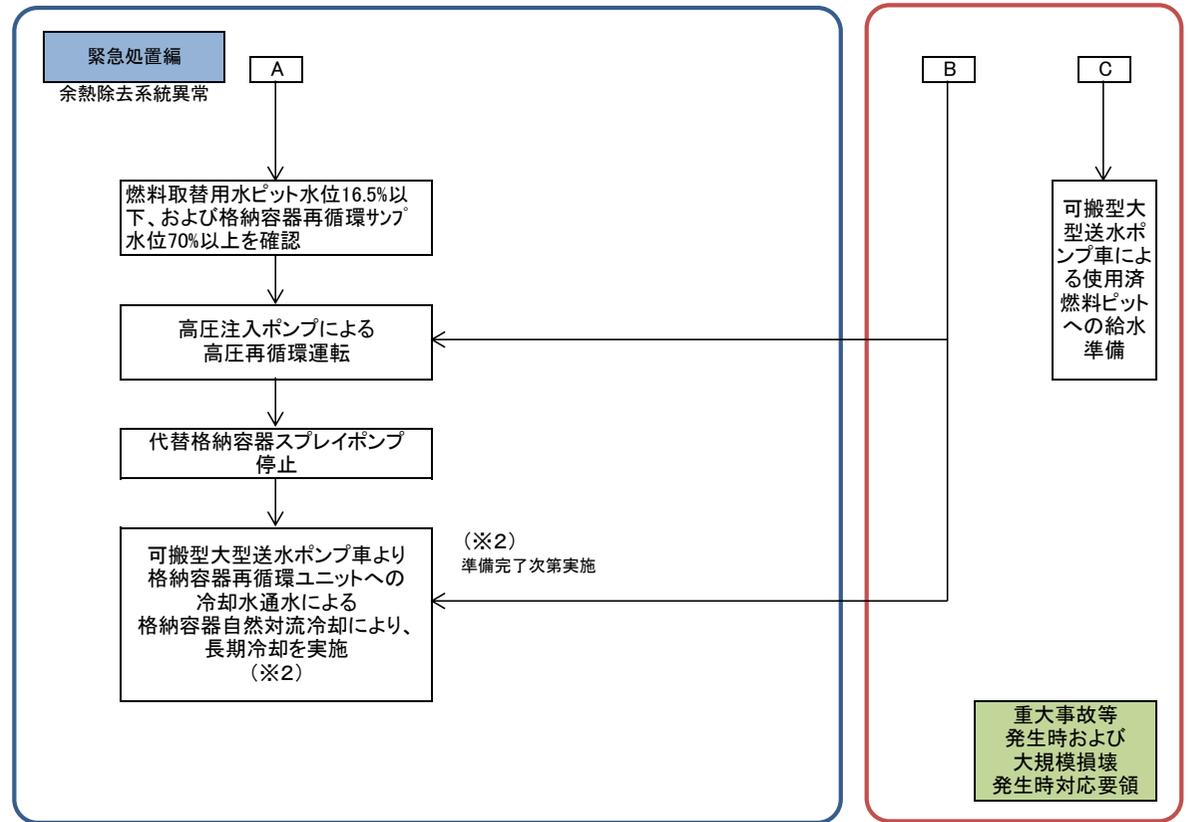
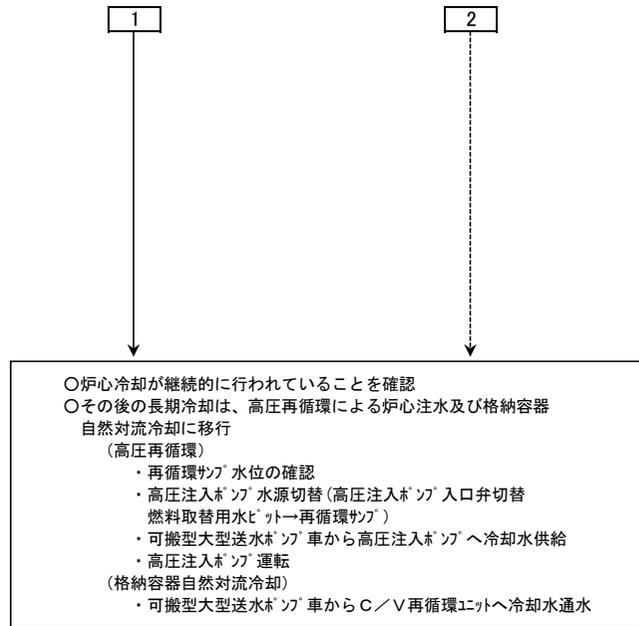
確認事項	状況
余熱除去ポンプの運転状態	停止
余熱除去ライン流量	低下
1次冷却材温度	上昇

《全交流動力電源喪失》

確認事項	状況
非常用母線電圧	OV
ディーゼル発電機	自動起動せず
ディーゼル発電機しゃ断器投入状態	投入せず



【解析上の対応手順の概要フロー】



原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合における指摘事項に対する回答

No.	指摘事項
1001-03	水源について淡水と海水の選択をどのように手順に反映しているか確認する。

1. 回答

全交流動力電源喪失時の燃料取替用水ピット、補助給水ピットへの補給源は、海水および淡水があるが、その優先順位については、以下のとおり手順に定めている。

なお、使用済燃料ピットについては、燃料取替用水ピットあるいは補助給水ピットと同じ1台の可搬型大型送水ポンプ車より補給されることから、補給源の優先順位は、燃料取替用水ピットあるいは補助給水ピットと同様である。

(1) 燃料取替用水ピットへの補給源

燃料取替用水ピットへ補給する事故シナリオは、以下のとおりである。

- 全交流動力電源喪失+大破断LOCA
- 全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失

全交流動力電源喪失を特定した後、1次冷却材の漏えい規模を確認し、「大規模な漏えい」と判断した場合、あるいは、「大規模な漏えいではないが、補助給水機能が喪失」と判断した場合、早期に炉心損傷に至ることとなるため、運転員および作業員の被ばく低減、作業時間削減の観点から、淡水使用の可否を判断するための状況確認等を実施せずに、海水を補給源とする。ただし、がれき撤去等に時間を要する場合は、T.P. 31mに設置している代替屋外給水タンクから補給する。

運転要領	重大事故等発生時および大規模損壊発生時対応要領
—	①海水 ※がれき撤去等に時間を要する場合は、代替屋外給水タンクから補給する。

(2) 補助給水ピットへの補給源

補助給水ピットへ補給する事故シナリオは、以下のとおりである。

- 全交流動力電源喪失+1次冷却材小規模な漏えい+補助給水機能正常

全交流動力電源喪失を特定した後、1次冷却材の漏えい規模を確認し、「大規模な漏えいではなく、かつ補助給水機能が正常」と判断した場合は、炉心損傷防止が可能であり、補給開始までに時間的余裕もあることから、淡水の使用を最優先する。

運転要領	重大事故等発生時および大規模損壊発生時対応要領
① 2次系純水タンク ※タービン動補助給水ポンプの水源として、2次系純水タンクを使用	①原水槽 ①-1 ろ過水タンク ①-2 2次系純水タンク ※タービン動補助給水ポンプの水源として使用していない場合 ②海水 ※がれき撤去等に時間を要する場合は、代替屋外給水タンクから補給する。

注) 原水槽を補給源とする場合は、火災が発生していないことが条件となる。

2. 関連する補足説明資料

(1) 3. 運転要領<例>全交流動力電源喪失+RCPシールLOCA P.3-3

(2) 4. 運転要領<例>全交流動力電源喪失+大破断LOCA P.4-2、4-3、4-5

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合における指摘事項に対する回答

No.	指摘事項
1001-04	SBO 時の対応で、その後の電源復旧を期待するかどうか、予め手順に方針を定めておく必要がある。

1. 回答

全交流動力電源喪失時の対応操作中にディーゼル発電機または外部電源が復旧した場合のプラント復旧に係る方針を以下に示す。なお、本方針は、運転要領緊急処置編に定めている。

(1) ディーゼル発電機および外部電源による非常用高圧母線の復旧

事象判別により全交流動力電源喪失を特定した後、速やかに中央制御室からの操作にてディーゼル発電機の起動、および外部電源からの給電を試みるが、それが不可能な場合は、早期の電源回復不能と判断し、代替非常用発電機からの給電を実施することとなる。

この時点から重大事故等対処設備を用いた対応操作となることから、設計基準事故対処設備であるディーゼル発電機または外部電源からの給電操作が重大事故等対処設備へ負の影響を与えないよう、プラントを安定状態へと導くことを最優先する。

その後、プラント安定状態を維持しながら、発電所対策本部と連系し、ディーゼル発電機または外部電源による非常用高圧母線の復旧操作を行う。

(2) ディーゼル発電機または外部電源による非常用高圧母線復旧後のプラント復旧操作

ディーゼル発電機または外部電源による非常用高圧母線復旧後のプラント復旧操作は、事故の起因（地震、津波等）、または事故発生前のプラント状態（プラント出力運転中、定期検査中等）によっても、復旧操作開始時点で使用可能な系統、機器等が異なると考えられる。

したがって、当直および発電所対策本部は、その時点で使用可能な系統、機器等を確認した後、それらを使用した場合の有効な復旧手段等について、当直と発電所対策本部が連系し、検討・実施していく。

2. 関連する補足説明資料

(1) 3. 運転要領<例>全交流動力電源喪失+RCPシールLOCA P.3-4

(2) 5. 運転要領<例>ミッドループ運転中の全交流動力電源喪失 P.5-2