

女川原子力発電所 2 号炉

「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について

平成 3 0 年 1 2 月
東北電力株式会社

1. 重大事故等対策

- 1.0 重大事故等対策における共通事項
- 1.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等
- 1.2 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等
- 1.3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等
- 1.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等
- 1.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等
- 1.6 原子炉格納容器内の冷却等のための手順等
- 1.7 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等
- 1.8 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等
- 1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等
- 1.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等
- 1.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等
- 1.12 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等
- 1.13 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給手順等
- 1.14 電源の確保に関する手順等
- 1.15 事故時の計装に関する手順等
- 1.16 原子炉制御室の居住性等に関する手順等
- 1.17 監視測定等に関する手順等
- 1.18 緊急時対策所の居住性等に関する手順等
- 1.19 通信連絡に関する手順等

2. 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムへの対応における事項

- 2.1 可搬型設備等による対応

1.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等

< 目 次 >

1.1.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

(2) 対応手段と設備の選定の結果

a. フロントライン系故障時の対応手段及び設備

(a) 原子炉緊急停止

(b) 原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制

(c) 自動減圧系作動阻止機能による原子炉出力急上昇防止

(d) ほう酸水注入

(e) 制御棒挿入

(f) 原子炉圧力容器内の水位低下操作による原子炉出力抑制

(g) 重大事故等対処設備と自主対策設備

b. 手順等

1.1.2 重大事故等時の手順

1.1.2.1 フロントライン系故障時の対応手順

(1) 非常時操作手順書（徴候ベース）「スクラム」（原子炉出力）

(2) 非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」

(3) 重大事故等時の対応手段の選択

1.1.2.2 その他の手順項目について考慮する手順

- 添付資料 1. 1. 1 審査基準, 基準規則と対処設備との対応表
- 添付資料 1. 1. 2 対応手段として選定した設備の電源構成図
- 添付資料 1. 1. 3 原子炉自動スクラム設定値リスト
- 添付資料 1. 1. 4 解釈一覧
 - 1. 操作手順の解釈一覧
 - 2. 弁番号及び弁名称一覧

1.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等

【要求事項】

発電用原子炉設置者において、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。

【解釈】

- 1 「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」とは、発電用原子炉を緊急停止していなければならない状況にもかかわらず、原子炉出力又は原子炉圧力等のパラメータの変化から緊急停止していないことが推定される場合のことをいう。
- 2 「発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。
 - (1) 沸騰水型原子炉(BWR)及び加圧水型原子炉(PWR)共通
 - a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、手動による原子炉のスクラム操作を実施すること。
 - (2) BWR
 - a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、原子炉出力を制御するため、原子炉冷却材再循環ポンプが自動停止しない場合は、手動で停止操作を実施すること。
 - b) 十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入設備(SLCS)を起動する判断基準を明確に定めること。
 - c) 発電用原子炉を緊急停止することができない事象の発生時に不安定な出力振動が検知された場合には、ほう酸水注入設備(SLCS)を作動させること。
 - (3) PWR
 - a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、原子炉出力を抑制するため、補助給水系ポンプを自動起動しない場合又はタービンが自動停止しない場合は、手動操作により実施すること。
 - b) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備による十分な量のほう酸水注入を実施すること。

運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉を停止させるための設計基準事故対処設備は、原子炉保護系である。

この設備が機能喪失した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界にするための対処設備を整備する。ここでは、この対処設備を活用した手順等について説明する。

1.1.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

運転時の異常な過渡変化により発電用原子炉の緊急停止が必要な状況における設計基準事故対処設備として、原子炉保護系を設置している。

この設計基準事故対処設備が故障した場合は、その機能を代替するために、設計基準事故対処設備が有する機能、相互関係を明確にした（以下「機能喪失原因対策分析」という。）上で、想定する故障に対応できる対応手段及び重大事故等対処設備を選定する（第 1.1.1 図）。

重大事故等対処設備のほかに、柔軟な事故対応を行うための対応手段及び自主対策設備^{*}を選定する。

※ 自主対策設備：技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備。

選定した重大事故等対処設備により、技術的能力審査基準（以下「審査基準」という。）だけでなく、設置許可基準規則第四十四条及び技術基準規則五十九条（以下「基準規則」という。）の要求機能を満足する設備が網羅されていることを確認するとともに、自主対策設備との関係を明確にする。

(2) 対応手段と設備の選定の結果

機能喪失原因対策分析の結果、運転時の異常な過渡変化時にフロントライン系故障として、原子炉保護系の故障を想定する。サポート系故障（電源喪失）は、原子炉保護系の電源が喪失することにより制御棒が挿入されることから想定しない。

設計基準事故対処設備に要求される機能の喪失原因から選定した対応手段及び審査基準、基準規則からの要求により選定した対応手段と、その対応に使用する重大事故等対処設備及び自主対策設備を以下に示す。

なお、機能喪失を想定する設計基準事故対処設備、対応に使用する重大事故等対処設備及び自主対策設備と整備する手順についての関係を第 1.1.1 表に整理する。

a. フロントライン系故障時の対応手段及び設備

(a) 原子炉緊急停止

運転時の異常な過渡変化時において、発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象（以下「ATWS」という。）が発生するおそれがある場合又は ATWS が発生した場合に、原子炉手動スクラム又は代替制御棒挿入機能による制御棒の緊急挿入により、発電用原子炉を緊急停止する手段がある。

i. 原子炉手動スクラム

中央制御室からの原子炉手動スクラム操作により発電用原子炉を緊急停止する。

原子炉手動スクラム操作により発電用原子炉を緊急停止する設備は以下のとおり。

- ・ 原子炉手動スクラムボタン
- ・ 原子炉モードスイッチ
- ・ 制御棒
- ・ 制御棒駆動機構
- ・ 制御棒駆動水圧系 配管
- ・ 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット

ii. 代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入

代替制御棒挿入機能は、原子炉圧力高又は原子炉水位低（レベル2）の信号により作動し、自動で制御棒を緊急挿入する。また、上記「i. 原子炉手動スクラム」の対応手段を実施しても全制御棒全挿入が確認できない場合は、中央制御室から手動操作により代替制御棒挿入機能を作動させて制御棒を緊急挿入する。

代替制御棒挿入機能により制御棒を緊急挿入する設備は以下のとおり。

- ・ ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）
- ・ 制御棒
- ・ 制御棒駆動機構
- ・ 制御棒駆動水圧系 配管
- ・ 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット
- ・ 非常用交流電源設備

(b) 原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制

ATWS が発生した場合に、代替原子炉再循環ポンプトリップ機能又は原子炉再循環ポンプの手動停止操作により、原子炉出力を抑制する手段がある。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は、原子炉圧力高又は原子炉水位低（レベル2）の信号により2台の原子炉再循環ポンプを自動で停止させて原子炉出力を抑制する。原子炉再循環ポンプが自動で停止しない場合は、中央制御室からの手動操作により原子炉再循環ポンプを停止し、原子炉出力を抑制する。

原子炉再循環ポンプ停止により原子炉出力を抑制する設備は以下のとおり。

- ・ ATWS 緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）
- ・ 非常用交流電源設備

(c) 自動減圧系作動阻止機能による原子炉出力急上昇防止

ATWS が発生した場合に、中性子束高及び原子炉水位低（レベル2）の信号により自動減圧系及び代替自動減圧回路（代替自動減圧機能）による自動減圧を阻止し、発電用原子炉の自動減圧による原子炉圧力容器への冷水注水量の増加に伴う原子炉出力の急上昇を防止する手段がある。

自動減圧系作動阻止機能により原子炉出力の急上昇を防止する設備は以下のとおり。

- ・ ATWS 緩和設備（自動減圧系作動阻止機能）
- ・ 非常用交流電源設備

(d) ほう酸水注入

ATWS が発生した場合に、ほう酸水を注入することにより発電用原子炉を未臨界状態にする手段がある。

上記「(b)原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制」の対応手段により原子炉出力を抑制した後、中央制御室からの手動操作により十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入系を起動し、ほう酸水を注入することで発電用原子炉を未臨界にする。

ほう酸水注入系を起動させる判断基準は、ATWS 発生直後に行う原子炉再循環ポンプの停止操作及び自動減圧系作動阻止機能による原子炉出力急上昇防止操作の実施後とする。これにより、ATWS 発生時は、不安定な出力振動の発生の有無にかかわらずほう酸水注入系を起動させることとしている。

ほう酸水注入系により発電用原子炉を未臨界にする設備は以下のとおり。

- ・ ほう酸水注入系ポンプ
- ・ ほう酸水注入系貯蔵タンク
- ・ ほう酸水注入系 配管・弁
- ・ 原子炉圧力容器
- ・ 非常用交流電源設備

(e) 制御棒挿入

ATWS が発生した場合に、上記「(a)原子炉緊急停止」の対応手段を実施しても全制御棒全挿入が確認できない場合は、手動操作により制御棒を挿入する手段がある。

i. 制御棒手動挿入

中央制御室でのスクラムテストスイッチ及びスクラムソレノイドヒューズ引抜き操作、原子炉手動制御系及び制御棒駆動水圧系により制御棒を手動挿入する。

制御棒を手動で挿入する設備は以下のとおり。

- ・スクラムテストスイッチ
- ・スクラムソレノイドヒューズ
- ・原子炉手動制御系
- ・制御棒
- ・制御棒駆動機構
- ・制御棒駆動水圧系 配管
- ・制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット
- ・非常用交流電源設備

(f) 原子炉圧力容器内の水位低下操作による原子炉出力抑制

ATWS が発生した場合に、原子炉圧力容器内の水位を低下させることにより原子炉出力を抑制する手段がある。

上記「(b) 原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制」の対応手段を実施しても、原子炉出力が高い場合又は発電用原子炉が隔離状態である場合は、中央制御室からの手動操作にて原子炉圧力容器内の水位（原子炉冷却材の自然循環に必要な水頭圧）を低下させることにより、原子炉冷却材の自然循環量を減少させ、発電用原子炉内のボイド率を上昇させて原子炉出力を抑制する。

原子炉圧力容器内の水位低下操作により原子炉出力を抑制する設備は以下のとおり。

- ・給水制御系
- ・給水系（電動機駆動原子炉給水ポンプ）
- ・原子炉隔離時冷却系
- ・高圧炉心スプレー系

(g) 重大事故等対処設備と自主対策設備

原子炉緊急停止で使用する設備のうち、ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）、制御棒、制御棒駆動機構、制御棒駆動水圧系配管及び制御棒駆動水圧系水圧制御ユニットは重大事故等対処設備として位置付ける。

また、非常用交流電源設備は、重大事故等対処設備（設計基準拡張）として位置付ける。

原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制で使用する設備のうち、ATWS 緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は重大事故等対処設備として位置付ける。

また、非常用交流電源設備は、重大事故等対処設備（設計基準拡張）として位置付ける。

自動減圧系作動阻止機能による原子炉出力急上昇防止で使用する設備のうち、ATWS 緩和設備（自動減圧系作動阻止機能）は重大事故等対処設備として

位置付ける。

また、非常用交流電源設備は、重大事故等対処設備（設計基準拡張）として位置付ける。

ほう酸水注入で使用する設備のうち、ほう酸水注入系ポンプ、ほう酸水注入系貯蔵タンク、ほう酸水注入系配管・弁及び原子炉压力容器は重大事故等対処設備として位置付ける。

また、非常用交流電源設備は、重大事故等対処設備（設計基準拡張）として位置付ける。

これらの機能喪失原因対策分析の結果により選定した設備は、審査基準及び基準規則に要求される設備が全て網羅されている。（添付資料 1.1.1）

以上の重大事故対処等設備により、発電用原子炉を緊急に停止できない場合においても原子炉出力を抑制し、発電用原子炉を未臨界にすることができると。

また、以下の設備はプラント状況によっては事故対応に有効な設備であるため、自主対策設備として位置付ける。あわせて、その理由を示す。

- ・原子炉手動スクラムボタン，原子炉モードスイッチ

運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉が自動で緊急停止しなかった場合に、原子炉手動スクラムボタンの操作及び原子炉モードスイッチを「停止」位置に切り替える操作により制御棒の緊急挿入を可能とするための設計基準事故対処設備であり、主スクラム回路を共有しているため、重大事故等対処設備とは位置付けない。

- ・スクラムテストスイッチ

全制御棒全挿入が完了するまでに時間を要するものの、スクラムテストスイッチを操作することで制御棒の緊急挿入が可能であることから、制御棒を挿入する手段として有効である。

- ・スクラムソレノイドヒューズ

全制御棒全挿入が完了するまでに時間を要するものの、中央制御室に設置してあるスクラムソレノイドヒューズを引抜きスクラムパイロット弁電磁コイルの電源を遮断することで、制御棒の緊急挿入が可能であることから、制御棒を挿入する手段として有効である。

- ・原子炉手動制御系，制御棒駆動水圧系

全制御棒全挿入が完了するまでに時間を要するものの、スクラムテストスイッチ又はスクラムソレノイドヒューズの操作により制御棒を水圧駆動で挿入完了するまでの間、若しくはこれらの操作が実施できない場合に、制御棒の駆動水圧を確保し、手動挿入する手段として有効である。

- ・原子炉压力容器内の水位低下操作で使用する設備

耐震性がないものの、常用電源が健全であれば給水系（電動機駆動

原子炉給水ポンプ) による原子炉圧力容器への給水量の調整により原子炉圧力容器内の水位を低下できることから、原子炉出力を抑制する手段として有効である。なお、原子炉隔離時冷却系又は高圧炉心スプレイ系による原子炉圧力容器への注水が行われている場合は、これらによる原子炉圧力容器内の水位制御を優先する。

b. 手順等

上記「a. フロントライン系故障時の対応手段及び設備」により選定した対応手段に係る手順を整備する。

これらの手順は、ATWS 時における運転員による一連の対応として非常時操作手順書（徴候ベース）及び非常時操作手順書（設備別）に定める（第 1. 1. 1 表）。

また、重大事故等時に監視が必要となる計器についても整理する（第 1. 1. 2 表）。

(添付資料 1. 1. 2)

1.1.2 重大事故等時の手順

1.1.2.1 フロントライン系故障時の対応手順

(1) 非常時操作手順書（徴候ベース）「スクラム」（原子炉出力）

運転時の異常な過渡変化時において、原子炉自動スクラム信号が発信した場合又は原子炉手動スクラム操作を実施した場合は、原子炉スクラムの成否を確認するとともに、原子炉モードスイッチを「停止」位置に切り替えることにより原子炉スクラムを確実にする。

a. 手順着手の判断基準

原子炉自動スクラム信号が発信した場合又は原子炉手動スクラム操作をした場合。

b. 操作手順

非常時操作手順書（徴候ベース）「スクラム」（原子炉出力）における操作手順の概要は以下のとおり。

各手順の成功は、全制御棒全挿入ランプの点灯及び原子炉出力の低下により確認する。手順の対応フローを第 1.1.2 図に、タイムチャートを第 1.1.3 図に示す。

- ① 発電課長は、手順着手の判断基準に基づき、運転員に原子炉スクラム状況の確認を指示する。原子炉スクラムが成功していない場合は、原子炉手動スクラム操作及び手動による代替制御棒挿入操作を指示する。
- ② 中央制御室運転員 A は、スクラム警報の発生の有無、制御棒の挿入状態及び原子炉出力の低下の状況を状態表示にて確認する。
- ③ 中央制御室運転員 A は、原子炉スクラムが成功していない場合は、原子炉手動スクラム操作を実施する。
- ④ 中央制御室運転員 A は、原子炉モードスイッチを「停止」位置に切り替える。
- ⑤ 中央制御室運転員 A は、上記の操作を実施しても全制御棒全挿入の確認ができない場合は、手動による代替制御棒挿入操作を実施する。
- ⑥ 発電課長は、上記⑤の操作を実施しても全制御棒全挿入とならず、未挿入の制御棒が 1 本よりも多い場合は、ATWS と判断し、運転員に非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」への移行を指示する。

c. 操作の成立性

上記の操作は、中央制御室運転員 1 名にて作業を実施した場合、作業開始を判断してから非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」への移行まで 2 分以内で可能である。

(2) 非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」

ATWS 発生時に、発電用原子炉を安全に停止させる。

a. 手順着手の判断基準

非常時操作手順書（徴候ベース）「スクラム」（原子炉出力）の操作を実施しても、未挿入の制御棒が1本よりも多い場合。

なお、制御棒位置指示系の故障により、制御棒の位置が確認できない場合も ATWS と判断する。

b. 操作手順

非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」における操作手順の概要は以下のとおり。各手順の成功は、全制御棒全挿入ランプの点灯及び原子炉出力の低下により確認する。手順の対応フローを第 1.1.4 図に、概要図を第 1.1.5 図に、タイムチャートを第 1.1.6 図に示す。

- ① 発電課長は、手順着手の判断基準に基づき、運転員に原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力の抑制操作及び自動減圧系作動阻止機能の手動操作を指示する。
- ② 中央制御室運転員 B は、代替原子炉再循環ポンプトリップ機能による原子炉再循環ポンプの自動停止状況を状態表示にて確認する。代替原子炉再循環ポンプトリップ機能が作動していない場合又は作動したにもかかわらず全ての原子炉再循環ポンプが停止しない場合は、手動操作により停止していない原子炉再循環ポンプを停止する。
- ③ 中央制御室運転員 B は、自動減圧系作動阻止機能の手動操作を実施する。
- ④ 発電課長は、原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力の抑制操作及び自動減圧系作動阻止機能の手動操作が完了したことを確認し、運転員にほう酸水注入系の起動操作、原子炉圧力容器内の水位低下操作及び制御棒の挿入操作を同時に行うことを指示する。同時に行うことが不可能な場合は、ほう酸水注入系の起動操作、原子炉圧力容器内の水位低下操作、制御棒の挿入操作の順で優先させる。
- ⑤ 中央制御室運転員 B は、ほう酸水注入系ポンプ(A)又は(B)の起動操作（ほう酸水注入系起動スイッチを「ポンプ A」位置（B系を起動する場合は「ポンプ B」位置）にすることで SLC タンク出口弁及び SLC 注入電動弁が全開となり、ほう酸水注入系ポンプが起動し、原子炉圧力容器へのほう酸水注入が開始される。）を実施し、併せて、ほう酸水注入系貯蔵タンク水位指示値の低下、平均出力領域モニタ指示値及び起動領域モニタ指示値の低下を確認する。
- ⑥ 中央制御室運転員 A 及び B は、原子炉出力が 40%以上の場合又は発電用原子炉が隔離状態の場合は、給水系（電動機駆動原子炉給水ポンプ）、原子

炉隔離時冷却系及び高压炉心スプレイ系による原子炉压力容器への注水量を減少させ、原子炉压力容器内の水位を低下させることで原子炉出力を3%以下に維持する。

原子炉出力を3%以下に維持できない場合は、原子炉压力容器内の水位を原子炉水位低(レベル1)+1000mm以上に維持するよう原子炉压力容器内の水位低下操作を実施する。

⑦ 中央制御室運転員A及びBは、以下の操作により制御棒を挿入する。

- ・原子炉手動スクラム操作
- ・手動操作による代替制御棒挿入機能の作動
- ・スクラムテストスイッチによるシングルロッドスクラム操作
- ・スクラムソレノイドヒューズ引抜き操作
- ・制御棒手動挿入操作

⑧ 発電課長は、上記⑦の操作を実施中に未挿入制御棒を1本以下まで全挿入完了した場合は、運転員にほう酸水注入系の停止を指示する。

制御棒を挿入できなかった場合は、ほう酸水の全量注入完了を確認し、運転員にほう酸水注入系の停止を指示する。

c. 操作の成立性

上記の操作は、中央制御室運転員2名にて作業を実施した場合、作業開始を判断してからの各操作の所要時間は以下のとおり。

- ・原子炉再循環ポンプ手動停止 : 1分以内で可能
- ・自動減圧系作動阻止機能の自動作動阻止 : 1分以内で可能
- ・ほう酸水注入開始 : 4分以内で可能
- ・原子炉压力容器内の水位低下操作開始 : 1分以内で可能
- ・制御棒挿入操作開始 : 4分以内で可能
- ・スクラムテストスイッチによるシングルロッドスクラム操作完了 : 15分以内で可能
- ・スクラムソレノイドヒューズ引抜き操作完了 : 20分以内で可能

(3) 重大事故等時の対応手段の選択

重大事故等時の対応手段の選択方法は以下のとおり。対応手段の選択フローチャートを第1.1.7図に示す。

運転時の異常な過渡変化時において、発電用原子炉の運転を緊急に停止すべき状況にもかかわらず、全制御棒が発電用原子炉へ全挿入されない場合、非常時操作手順書(徴候ベース)「スクラム」(原子炉出力)に従い、中央制御室から速やかに操作が可能である原子炉手動スクラムボタンの操作、原子炉モードスイッチの「停止」位置への切替操作及び手動による代替制御棒挿入操作により、発電用原子炉を緊急停止させる。

原子炉手動スクラムボタンの操作，原子炉モードスイッチの「停止」位置への切替操作及び手動による代替制御棒挿入操作を実施しても発電用原子炉の緊急停止ができない場合は，原子炉停止機能喪失と判断する。非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」に従い，原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力の抑制操作及び自動減圧系作動阻止機能の手動操作を行うとともに，発電用原子炉を未臨界に移行させるため，ほう酸水注入系を速やかに起動させる。

また，原子炉出力を抑制するため，原子炉圧力容器内の水位低下操作を行う。

さらに，制御棒挿入により発電用原子炉を未臨界にするため，スクラム弁の開閉状態に合わせた操作により全制御棒挿入操作を行う。

1.1.2.2 その他の手順項目について考慮する手順

操作の判断，確認に係る計装設備に関する手順は「1.15 事故時の計装に関する手順等」にて整備する。

第 1.1.1 表 機能喪失を想定する設計基準事故対処設備と整備する手順
 対応手段, 対応設備, 手順書一覧 (1/2)
 (フロントライン系故障時)

分類	機能喪失を想定する設計基準事故対処設備	対応手段	対応設備	手順書
フロントライン系故障時	原子炉保護系	原子炉手動スクラム	原子炉手動スクラムボタン ※1 原子炉モードスイッチ ※1 制御棒 制御棒駆動機構 制御棒駆動水圧系 配管 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	自主対策設備 非常時操作手順書 (徴候ベース) 「スクラム」(原子炉出力) 「反応度制御」 非常時操作手順書 (設備別) 「原子炉手動スクラム」
			代替制御棒挿入機能による 制御棒緊急挿入	ATWS 緩和設備 (代替制御棒挿入機能) ※2 制御棒 制御棒駆動機構 制御棒駆動水圧系 配管 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット
		非常用交流電源設備		重大事故等対処設備 (設計基準拡張)
		原子炉再循環ポンプ停止 による原子炉出力抑制	ATWS 緩和設備 (代替原子炉再循環ポンプトリップ機能) ※2	重大事故等 対処設備 非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」
			非常用交流電源設備	重大事故等対処設備 (設計基準拡張)
		自動減圧系作動阻止機能による 原子炉出力急上昇防止	ATWS 緩和設備 (自動減圧系作動阻止機能) ※2	重大事故等 対処設備 非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」
			非常用交流電源設備	重大事故等対処設備 (設計基準拡張)

※1：発電用原子炉が自動スクラムしなかった場合に、原子炉手動スクラムボタン及び原子炉モードスイッチを操作することで制御棒のスクラム動作を可能とするための設計基準事故対処設備であり、重大事故等対処設備とは位置付けない。

※2：自動で作動させる機能及び中央制御室の操作スイッチにより手動で作動させる機能がある。

対応手段，対応設備，手順書一覧（2/2）

（フロントライン系故障時）

分類	機能喪失を想定する 設計基準事故対処設備	対応 手段	対応設備	手順書	
フロントライン系故障時	原子炉保護系	ほう酸水注入	ほう酸水注入系ポンプ ほう酸水注入系貯蔵タンク ほう酸水注入系 配管・弁 原子炉圧力容器	重大事故等 対処設備	非常時操作手順書 （徴候ベース） 「反応度制御」
			非常用交流電源設備	重大事故等対処設備 （設計基準拡張）	非常時操作手順書（設備別） 「ほう酸水注入系ポンプに よるほう酸水注入」
		制御棒手動挿入 （水圧駆動）	スクラムテストスイッチ スクラムソレノイドヒューズ 制御棒 制御棒駆動機構 制御棒駆動水圧系 配管 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	自主対策設備	非常時操作手順書 （徴候ベース） 「反応度制御」
		制御棒手動挿入 （常駆動）	原子炉手動制御系 制御棒 制御棒駆動機構 制御棒駆動水圧系 配管 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	自主対策設備	非常時操作手順書 （徴候ベース） 「反応度制御」
			非常用交流電源設備	重大事故等対処設備 （設計基準拡張）	非常時操作手順書（設備別） 「常駆動による制御棒手動 挿入」
原子炉圧力容器内の水位低下 操作による原子炉出力抑制	給水制御系 給水系（電動機駆動原子炉給水ポンプ） 原子炉隔離時冷却系 高压炉心スプレイ系	自主対策設備	非常時操作手順書 （徴候ベース） 「反応度制御」		

※1：発電用原子炉が自動スクラムしなかった場合に，原子炉手動スクラムボタン及び原子炉モードスイッチを操作することで制御棒のスクラム動作を可能とするための設計基準事故対処設備であり，重大事故等対処設備とは位置付けない。

※2：自動で作動させる機能及び中央制御室の操作スイッチにより手動で作動させる機能がある。

第 1.1.2 表 重大事故等対処に係る監視計器

監視計器一覧 (1/3)

対応手段	重大事故等の対応に必要な監視項目	監視パラメータ (計器)	
1.1.2.1 フロントライン系故障時の対応手順 (1) 非常時操作手順書 (徴候ベース) 「スクラム」 (原子炉出力)			
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「スクラム」 (原子炉出力) 原子炉手動スクラム	判断基準	スクラム発生の有無	スクラム警報
		スクラム要素	原子炉自動スクラムに至るパラメータの変化※1
		プラント停止状態	全制御棒全挿入ランプ 制御棒位置指示系
		原子炉出力	平均出力領域モニタ
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「スクラム」 (原子炉出力)	操作	プラント停止状態	全制御棒全挿入ランプ 制御棒位置指示系
代替制御棒挿入機能による制御棒 緊急挿入 (手動)		原子炉出力	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ

※1: 原子炉自動スクラム信号の設定値について、添付資料 1.1.3 参照。

監視計器一覧 (2/3)

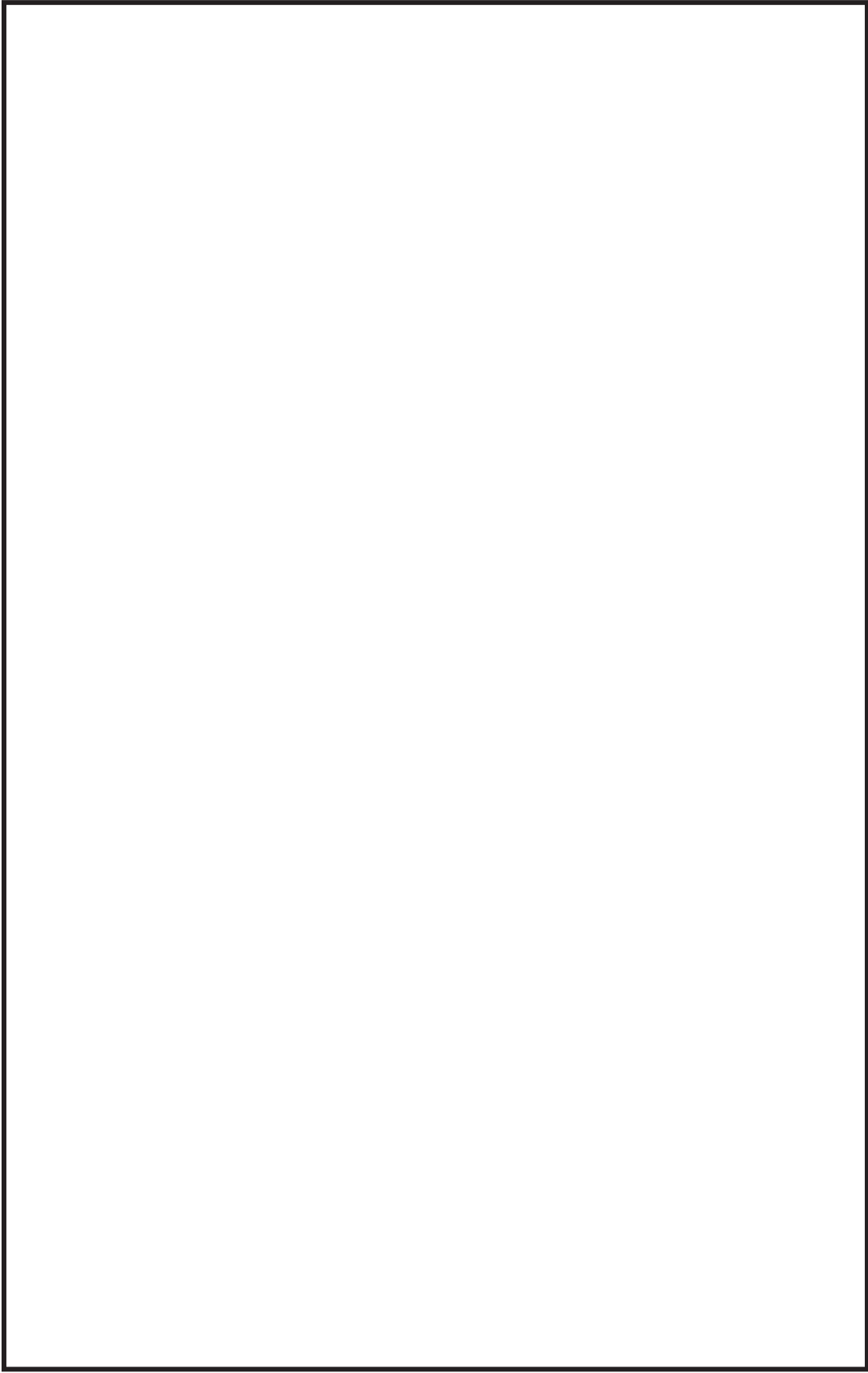
対応手段	重大事故等の対応に必要な監視項目		監視パラメータ (計器)
1.1.2.1 フロントライン系故障時の対応手順 (2)非常時操作手順書 (徴候ベース)「反応度制御」			
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」	判断基準	プラント停止状態	全制御棒全挿入ランプ 制御棒位置指示系
原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制 (手動)	操作	代替原子炉再循環ポンプトリップ遮断器開放状態	代替原子炉再循環ポンプトリップ遮断器表示灯
		原子炉再循環ポンプ運転状態	静止型原子炉再循環ポンプ電源装置表示灯
		原子炉出力	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」	判断基準	プラント停止状態	全制御棒全挿入ランプ 制御棒位置指示系
自動減圧系作動阻止機能による原子炉出力急上昇防止	操作	自動減圧系作動阻止機能の作動の有無	A D S 作動阻止警報
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」	操作	未臨界の維持又は監視	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ ほう酸水注入系ポンプ出口圧力 ほう酸水注入系貯蔵タンク水位
ほう酸水注入		原子炉冷却材浄化系運転状態	原子炉冷却材浄化系隔離弁表示灯

※1:原子炉自動スクラム信号の設定値について、添付資料 1.1.3 参照。

監視計器一覧 (3/3)

対応手段	重大事故等の対応に必要な監視項目	監視パラメータ (計器)	
1.1.2.1 フロントライン系故障時の対応手順 (2)非常時操作手順書 (徴候ベース)「反応度制御」			
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」 原子炉圧力容器内の水位低下操作による原子炉出力抑制	操作	原子炉出力	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ
		原子炉隔離状態の有無	主蒸気隔離弁開閉表示灯
		原子炉圧力容器内の水位	原子炉水位 (狭帯域) 原子炉水位 (広帯域)
		原子炉圧力容器への注水量	給水流量 原子炉隔離時冷却系ポンプ出口流量 高圧炉心スプレイ系ポンプ出口流量
		補機監視機能	原子炉隔離時冷却系ポンプ出口圧力 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン入口蒸気圧力 原子炉隔離時冷却系タービン排気圧力 原子炉隔離時冷却系タービン回転数 高圧炉心スプレイ系ポンプ出口圧力
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」 代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入 (手動)	操作	プラント停止状態	全制御棒全挿入ランプ 制御棒位置指示系
		原子炉出力	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ
非常時操作手順書 (徴候ベース) 「反応度制御」 制御棒手動挿入	操作	補機監視機能	制御棒駆動水原子炉間差圧
		プラント停止状態	スクラム弁開閉表示 全制御棒全挿入ランプ 制御棒位置指示系
		原子炉出力	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ

※1:原子炉自動スクラム信号の設定値について、添付資料 1.1.3 参照。



第 1.1.2 図 非常時操作手順書（徴候ベース）「スクラム」における発電用原子炉の緊急停止対応フロー

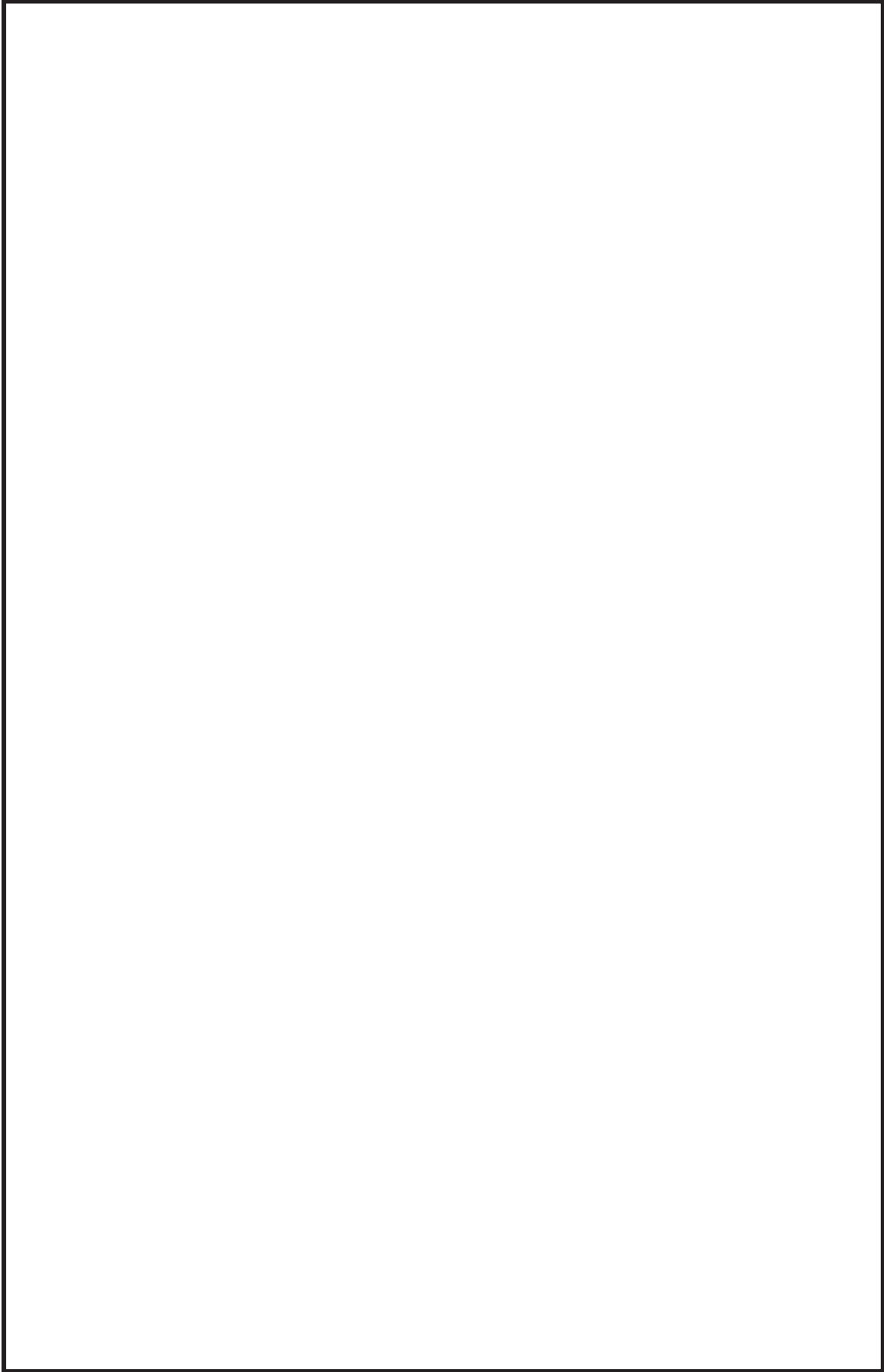
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

手順の項目	要員 (数)	経過時間 (分)						備考
		1			2			
		90秒			移行			
EOP「スクラム」	中央制御室運転員A 1	事象発生						操作手順
		スクラム成否の確認※1						
		手動スクラム※2						
		モードスイッチ停止※2						
		全制御棒全挿入状況確認※1						
		手動ARI※2						
		制御棒挿入状況確認※1 (1本より多くの制御棒が未挿入)						
「反応度制御」移行※1								

※1：中央制御室での状況確認に必要な想定時間

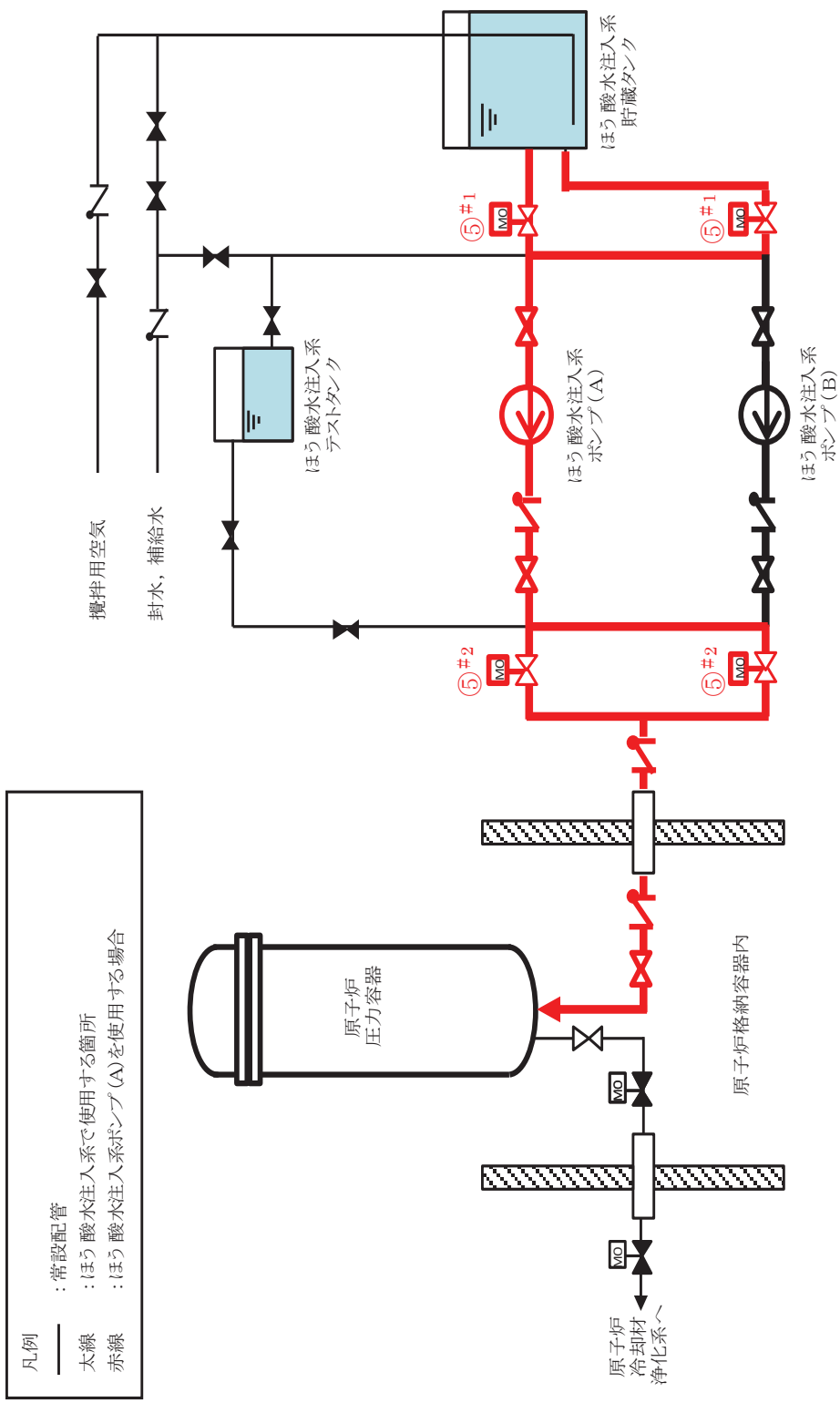
※2：機器の操作時間之余裕を見込んだ時間

第 1.1.3 図 非常時操作手順書（徴候ベース）「スクラム」における発電用原子炉の緊急停止対応
タイムチャート



第 1.1.4 図 非常時操作手順書（徴候ベース）「反応度制御」における発電用原子炉の緊急停止対応フロー

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



操作手順	弁名称	弁番号	操作場所
⑤ #1	SLC タンク 出口弁 (A) / (B)	C41-M0-F001A/B	中央制御室
⑤ #2	SLC 注入電動弁 (A) / (B)	C41-M0-F006A/B	中央制御室

#1～：同一操作手順番号内に複数の操作又は確認を実施する弁があることを示す。

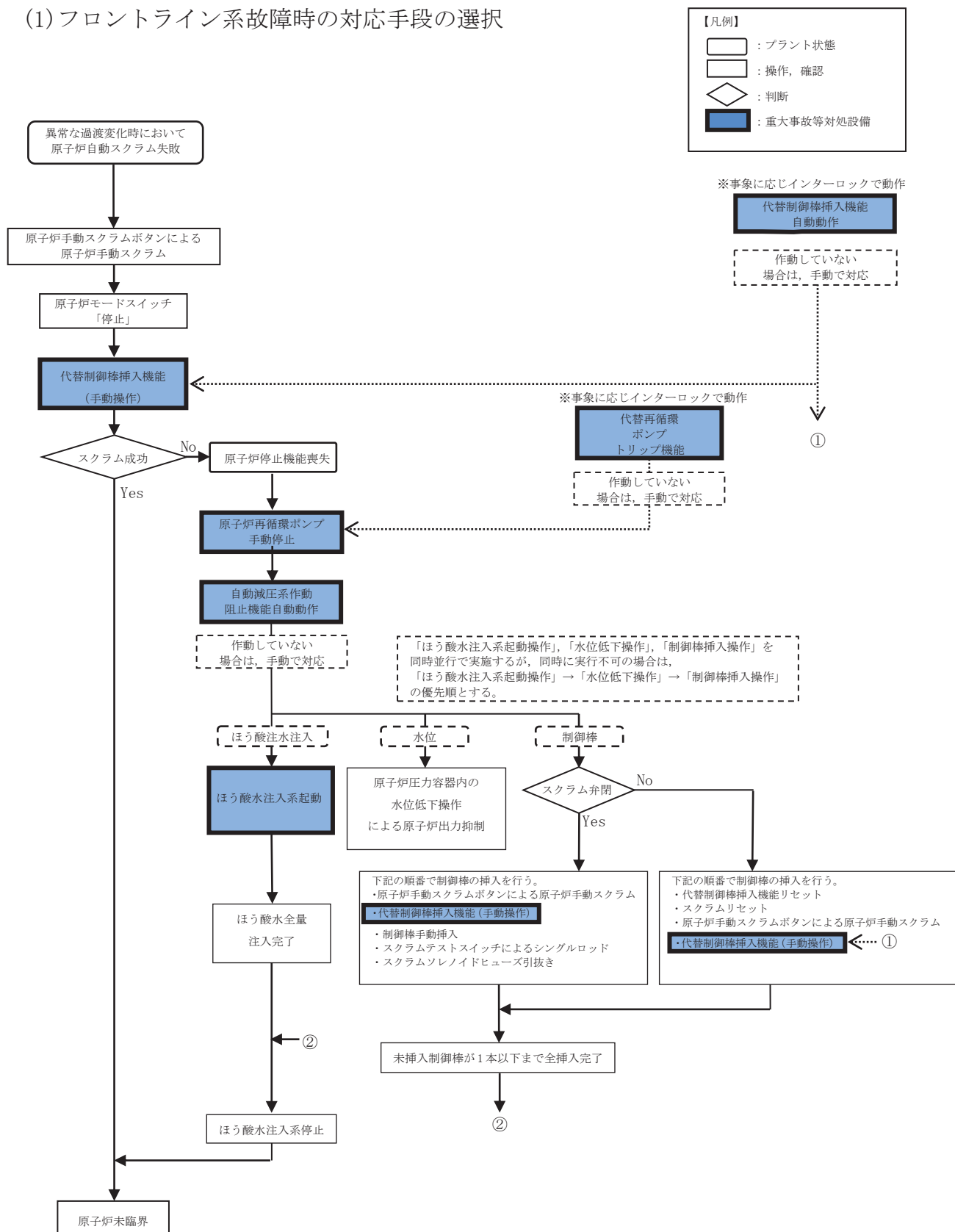
第 1.1.5 図 ほう酸水注入系ポンプによるほう酸水注入 概要図

手順の項目	要員(数)	経過時間(分)												備考	
		1	2	3	5	10	15	20	25	30	35				
EOP「反応度制御」	中央制御室運転員A	1	「スクラム」より導入												操作手順
		1	原子炉水位調整(出力3%以下を維持する。維持できない場合は、原子炉水位低(レベル1)+1000mm以上に維持)												
			手動ART ^{※1}	前御検取配水圧系による前御検挿入(未挿入前御検が1本以下まで全挿入完了するまで継続)											
		RPTし ^{※1}													
		自動減圧系作動阻止機能の手动操作 ^{※1}													
		ほう配水注入系起動(未挿入前御検が1本以下まで全挿入完了又はほう配水全量注水完了まで運転継続)													
		原子炉水位調整(出力3%以下を維持する。維持できない場合は、原子炉水位低(レベル1)+1000mm以上に維持)													
		スクラムシステムステイタフチによる ランクルロープレスクラム ^{※1}													
			スクラムソレノイド ヒューズ引抜き ^{※1}												

※1: 機器の操作時間に余裕を見込んだ時間

第 1.1.6 図 非常時操作手順書(徴候ベース)「反応度制御」における発電用原子炉の緊急停止対応
タイムチャート

(1) フロントライン系故障時の対応手段の選択



第 1. 1. 7 図 重大事故等時の対応手段選択フローチャート

審査基準，基準規則と対処設備との対応表 (1/4)

技術的能力審査基準 (1.1)	番号	設置許可基準規則 (44 条)	技術基準規則 (59 条)	番号
<p>【本文】 発電用原子炉設置者において、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。</p>	①	<p>【本文】 発電用原子炉施設には、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な設備を設けなければならない。</p>	<p>【本文】 発電用原子炉施設には、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な設備を施設しなければならない。</p>	⑥
<p>【解釈】 1 「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」とは、発電用原子炉を緊急停止していなければならない状況にもかかわらず、原子炉出力又は原子炉圧力等のパラメータの変化から緊急停止していないことが推定される場合のことをいう。 2 「発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。</p>	-	<p>【解釈】 1 第44条に規定する「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」とは、発電用原子炉が緊急停止していなければならない状況にもかかわらず、原子炉出力又は原子炉圧力等のパラメータの変化から緊急停止していないことが推定される場合のことをいう。 2 第44条に規定する「発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。</p>	<p>【解釈】 第59条（緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備） 1 第59条に規定する「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」とは、発電用原子炉が緊急停止していなければならない状況にもかかわらず、原子炉出力又は原子炉圧力等のパラメータの変化から緊急停止していないことが推定される場合のことをいう。 2 第59条に規定する「発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。</p>	-

※1: 発電用原子炉が自動スクラムしなかった場合に、原子炉手動スクラムボタン及び原子炉モードスイッチを操作することで制御棒のスクラム動作が可能とするための設計基準事故対処設備であり、重大事故等対処設備とは位置付けない。

※2: 自動で作動させる機能及び中央制御室の操作スイッチにより手動で作動させる機能がある。

審査基準，基準規則と対処設備との対応表(2/4)

技術的能力審査基準 (1.1)	番号	設置許可基準規則 (44 条)	技術基準規則 (59 条)	番号
(1) 沸騰水型原子炉(BWR)及び加圧水型原子炉(PWR)共通 a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、手動による原子炉のスクラム操作を実施すること。	②	(1) BWR a) センサー出力から最終的な作動装置の入力までの原子炉スクラム系統から独立した代替反応度制御棒挿入回路 (ARI) を整備すること。	(1) BWR a) センサー出力から最終的な作動装置の入力までの原子炉スクラム系統から独立した代替反応度制御棒挿入回路 (ARI) を整備すること。	⑦
(2) BWR a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、原子炉出力を制御するため、原子炉冷却材再循環ポンプが自動停止しない場合は、手動で停止操作を実施すること。	③	b) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」に、原子炉出力を制御するため、原子炉冷却材再循環ポンプを自動で停止させる装置を整備すること。	b) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」に、原子炉出力を制御するため、原子炉冷却材再循環ポンプを自動で停止させる装置を整備すること。	⑧
b) 十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入設備 (SLCS) を起動する判断基準を明確に定めること。	④	c) 十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入設備 (SLCS) を整備すること。	c) 十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入設備 (SLCS) を整備すること。	⑨
c) 発電用原子炉を緊急停止することができない事象の発生時に不安定な出力振動が検知された場合には、ほう酸水注入設備 (SLCS) を作動させること。	⑤	(2) PWR a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」に、原子炉出力を抑制するため、補助給水系ポンプを自動的に起動させる設備及び蒸気タービンを自動で停止させる設備を整備すること。	(2) PWR a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」に、原子炉出力を抑制するため、補助給水系ポンプを自動的に起動させる設備及び蒸気タービンを自動で停止させる設備を整備すること。	-
(2) PWR a) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象のおそれがある場合」に、原子炉出力を抑制するため、補助給水系ポンプを自動的に起動させる設備及び蒸気タービンを自動で停止させる設備を整備すること。	-	b) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」には、化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備による十分な量のほう酸水注入を実施する設備を整備すること。	b) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」には、化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備による十分な量のほう酸水注入を実施する設備を整備すること。	-
b) 上記1の「発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合」には、化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備による十分な量のほう酸水注入を実施する設備を整備すること。	-			-

※1：発電用原子炉が自動スクラムしなかった場合に、原子炉手動スクラムボタン及び原子炉モードスイッチを操作することで制御棒のスクラム動作が可能とするための設計基準事故対処設備であり、重大事故等対処設備とは位置付けない。

※2：自動で作動させる機能及び中央制御室の操作スイッチにより手動で作動させる機能がある。

審査基準，基準規則と対処設備との対応表(3/4)

■：重大事故等対処設備 ■：重大事故等対処設備（設計基準拡張設備）

重大事故等対処設備を使用した手段 審査基準の要求に適合するための手段				自主対策							
対応手段	機器名称	既設 新設	解釈 対応 番号	対応手段	機器名称	常設 可搬	必要時間内に 使用可能か	対応可能な人数 で使用可能か	備考		
代替制御棒挿入機能による 制御棒緊急挿入	ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）※2	既設	① ② ⑥ ⑦	原子炉手動スクラム	原子炉手動スクラムボタン ※1	常設	2分	1名	自主対策とする理由は本文参照		
	制御棒	既設			原子炉モードスイッチ ※1	常設					
	制御棒駆動機構	既設			制御棒	常設					
	制御棒駆動水圧系配管	既設			制御棒駆動機構	常設					
	制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	既設			制御棒駆動水圧系配管	常設					
	非常用交流電源設備	既設			制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	常設					
						制御棒手動挿入	スクラムテストスイッチ	常設	15分	1名	自主対策とする理由は本文参照
							制御棒	常設			
							制御棒駆動機構	常設			
							制御棒駆動水圧系配管	常設			
							制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	常設			
							スクラムソレノイドヒューズ	常設			
						制御棒	常設	20分	1名	自主対策とする理由は本文参照	
						制御棒駆動機構	常設				
						制御棒駆動水圧系配管	常設				
						制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	常設				
						原子炉手動制御系	常設				
						制御棒駆動水ポンプ	常設				
制御棒	常設	— (3分後に開始し，継続)	1名	自主対策とする理由は本文参照							
制御棒駆動機構	常設										
制御棒駆動水圧系配管	常設										
制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	常設										
非常用交流電源設備	常設										

※1：発電用原子炉が自動スクラムしなかった場合に，原子炉手動スクラムボタン及び原子炉モードスイッチを操作することで制御棒のスクラム動作が可能とするための設計基準事故対処設備であり，重大事故等対処設備とは位置付けない。

※2：自動で作動させる機能及び中央制御室の操作スイッチにより手動で作動させる機能がある。

審査基準，基準規則と対処設備との対応表(4/4)

: 重大事故等対処設備
 : 重大事故等対処設備（設計基準拡張設備）

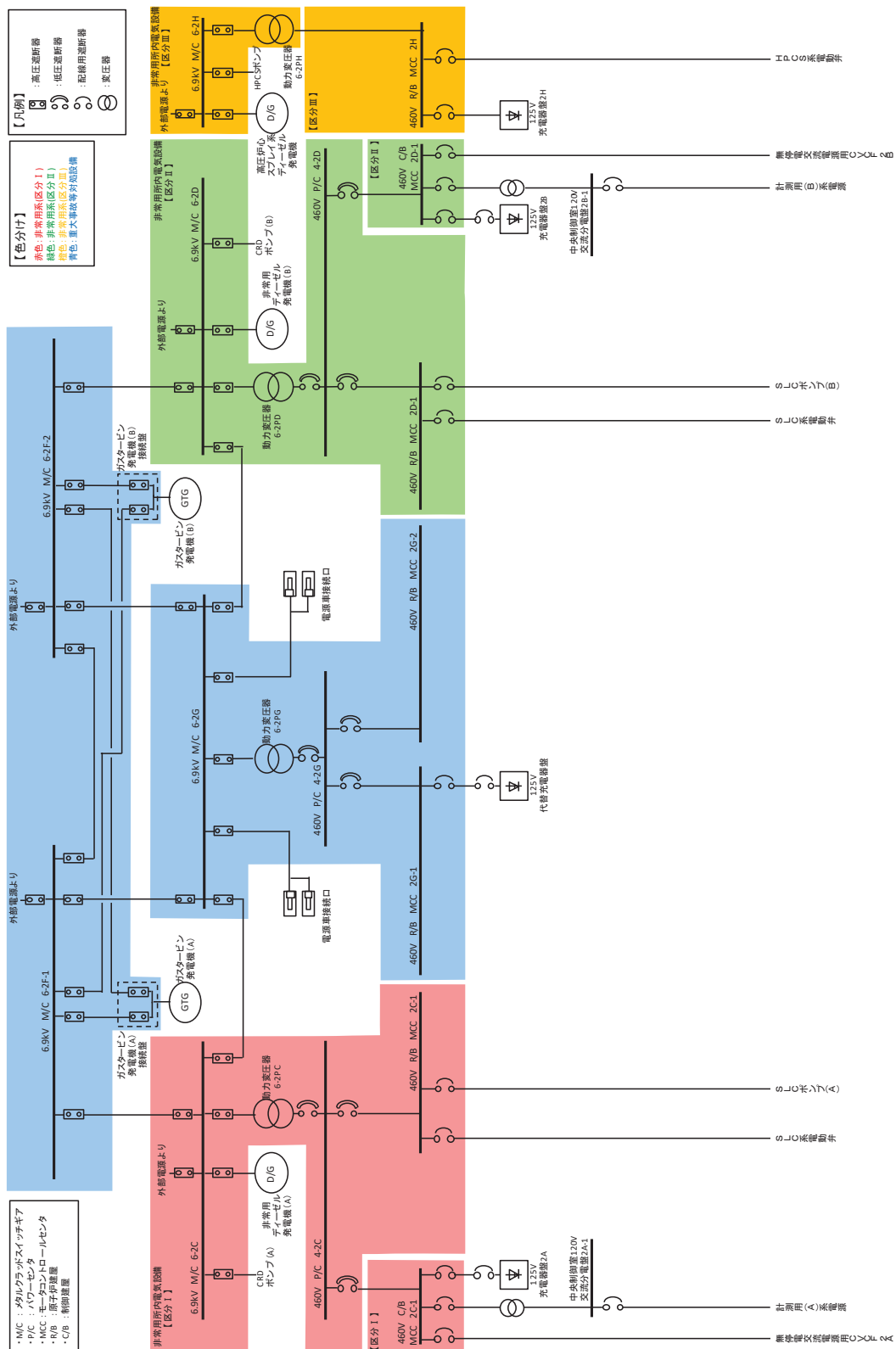
重大事故等対処設備を使用した手段 審査基準の要求に適合するための手段				自主対策						
対応手段	機器名称	既設 新設	解釈 対応 番号	対応 手段	機器名称	常設 可搬	必要時間内に 使用可能か	対応可能な人数 で使用可能か	備考	
原子炉再循環ポンプ停止による 原子炉出力抑制	ATWS 緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能） ※2	既設	① ③ ⑥ ⑧	原子炉圧力容器内の水位低下操作による 原子炉出力抑制	給水制御系	常設	— (1分以内に開始し、 継続)	2名	自主対策とする理由は本文参照	
	非常用交流電源設備	既設			給水系（電動機駆動原子炉給水ポンプ）	常設				
	—	—			原子炉隔離時冷却系	常設				
	—	—			高压炉心スプレイ系	常設				
	—	—			—	—				
自動減圧系作動阻止機能による 原子炉出力急上昇防止	ATWS 緩和設備（自動減圧系作動阻止機能） ※2	新設	① ⑥	—	—	—	—	—		
	非常用交流電源設備	既設			—	—	—	—		
	—	—								
ほう酸水注入	ほう酸水注入系ポンプ	既設	① ④ ⑤ ⑥ ⑨	—	—	—	—	—		
	ほう酸水注入系貯蔵タンク	既設			—	—	—	—		
	ほう酸水注入系配管・弁	既設			—	—	—	—	—	
	原子炉圧力容器	既設			—	—	—	—	—	
	非常用交流電源設備	既設			—	—	—	—	—	

※1：発電用原子炉が自動スクラムしなかった場合に，原子炉手動スクラムボタン及び原子炉モードスイッチを操作することで制御棒のスクラム動作が可能とするための設計基準事故対処設備であり，重大事故等対処設備とは位置付けない。

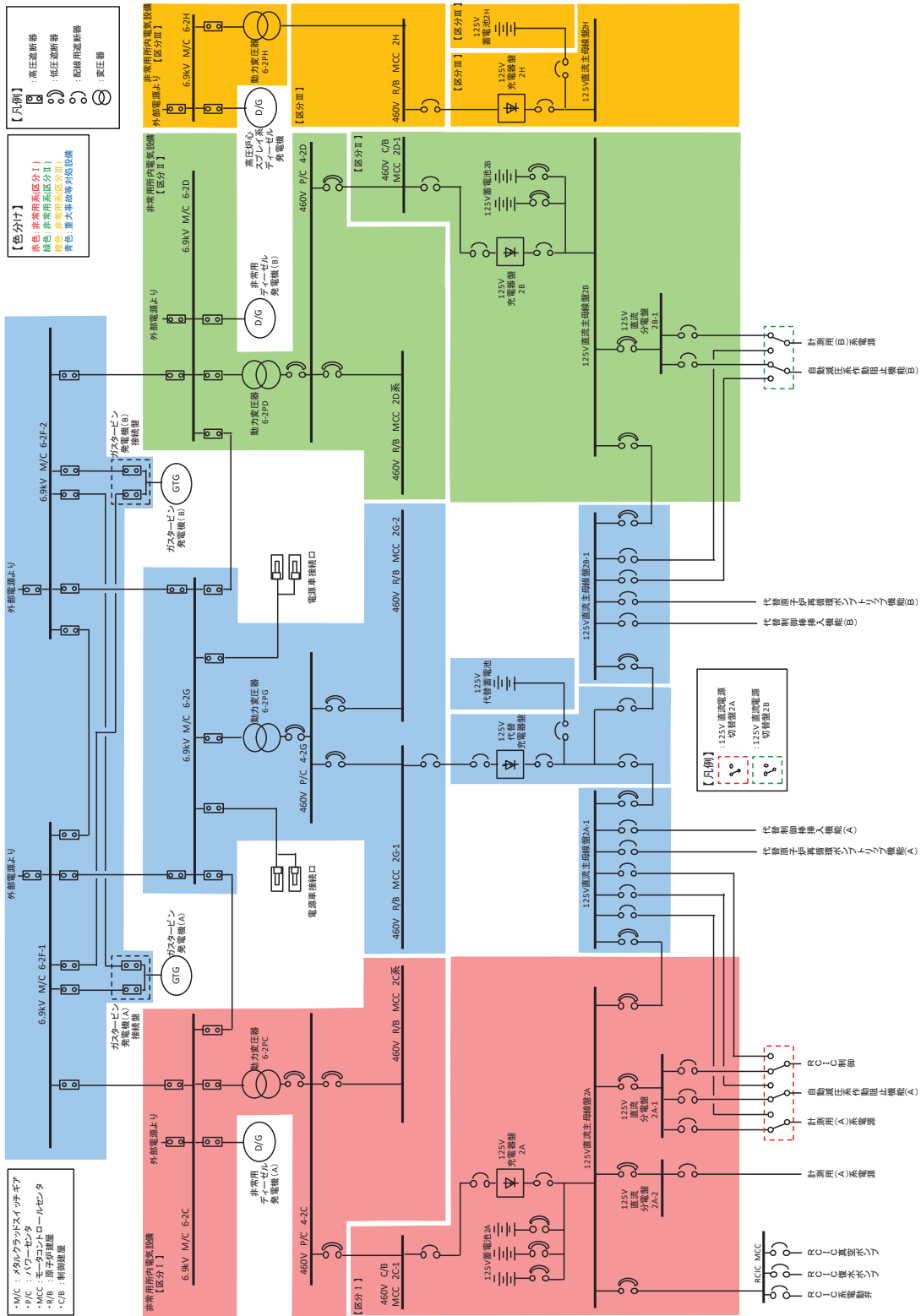
※2：自動で作動させる機能及び中央制御室の操作スイッチにより手動で作動させる機能がある。

対応手段として選定した設備の電源構成図

添付資料 1.1.2



第1図 電源構成図 (交流電源)



第2図 電源構成図 (直流電源)

原子炉自動スクラム設定値リスト

--

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1. 操作手順の解釈一覧
 解釈一覧

手順		操作手順記載内容	解釈
1. 1. 2. 1 フロン系故障時の対応手順	(2)EOP 原子炉制御「反応度制御」	ほう酸水注入系貯蔵タンク水位指示値の低下	ほう酸水注入系貯蔵タンク水位指示値が容量換算で <input type="text"/> 以下
		ほう酸水の全量注入完了	ほう酸水注入系貯蔵タンク水位指示値が容量換算で <input type="text"/>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2. 弁番号及び弁名称一覧

弁番号	弁名称	操作場所
C41-M0-F001A/B	SLC タンク 出口弁 (A) / (B)	中央制御室
C41-M0-F006A/B	SLC 注入 電動弁 (A) / (B)	中央制御室