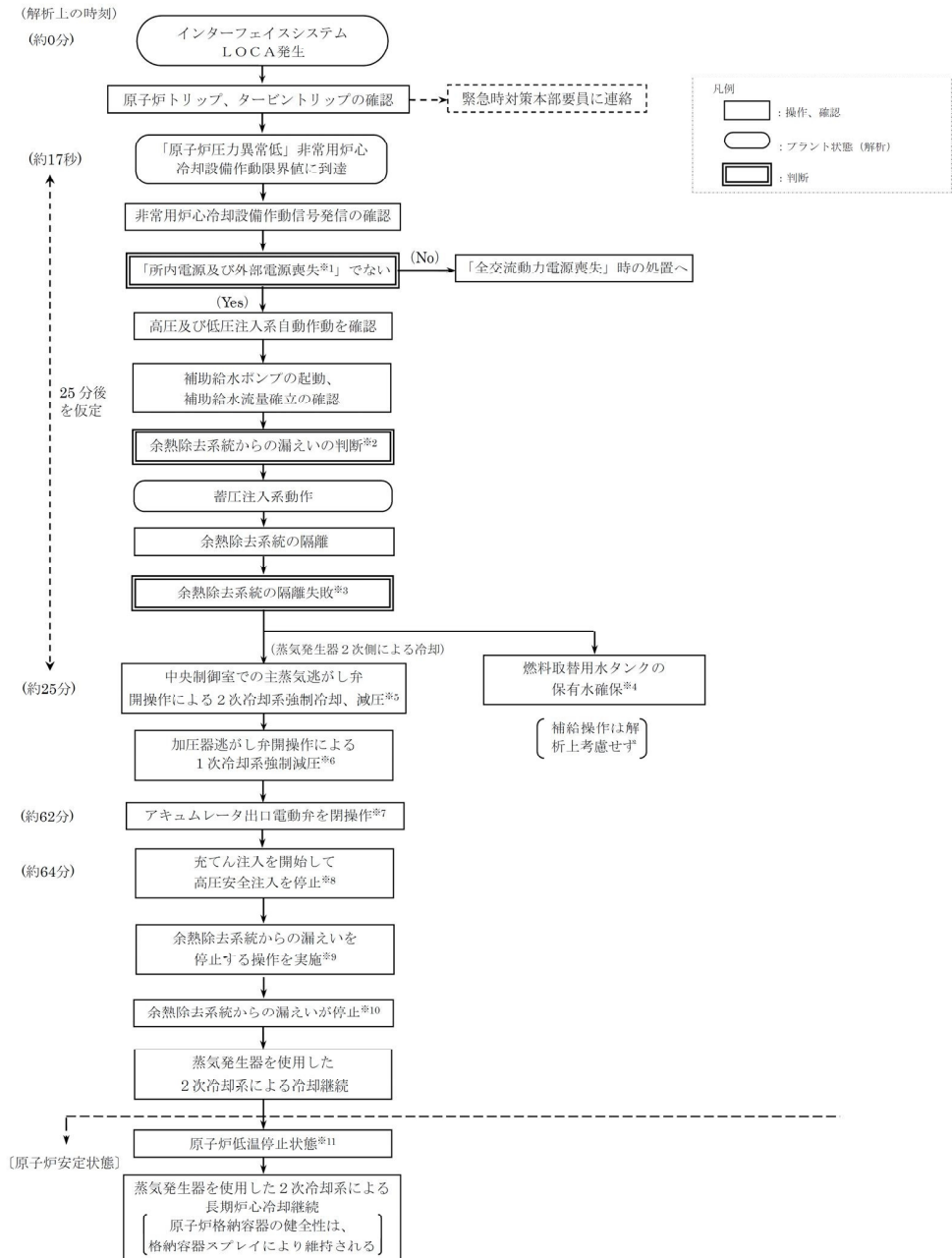


凡例: 設計事象対応手順(事故時操作所則) B-DBA対応手順(事故時操作所則(第2部)及び事故時操作所則(第3部))

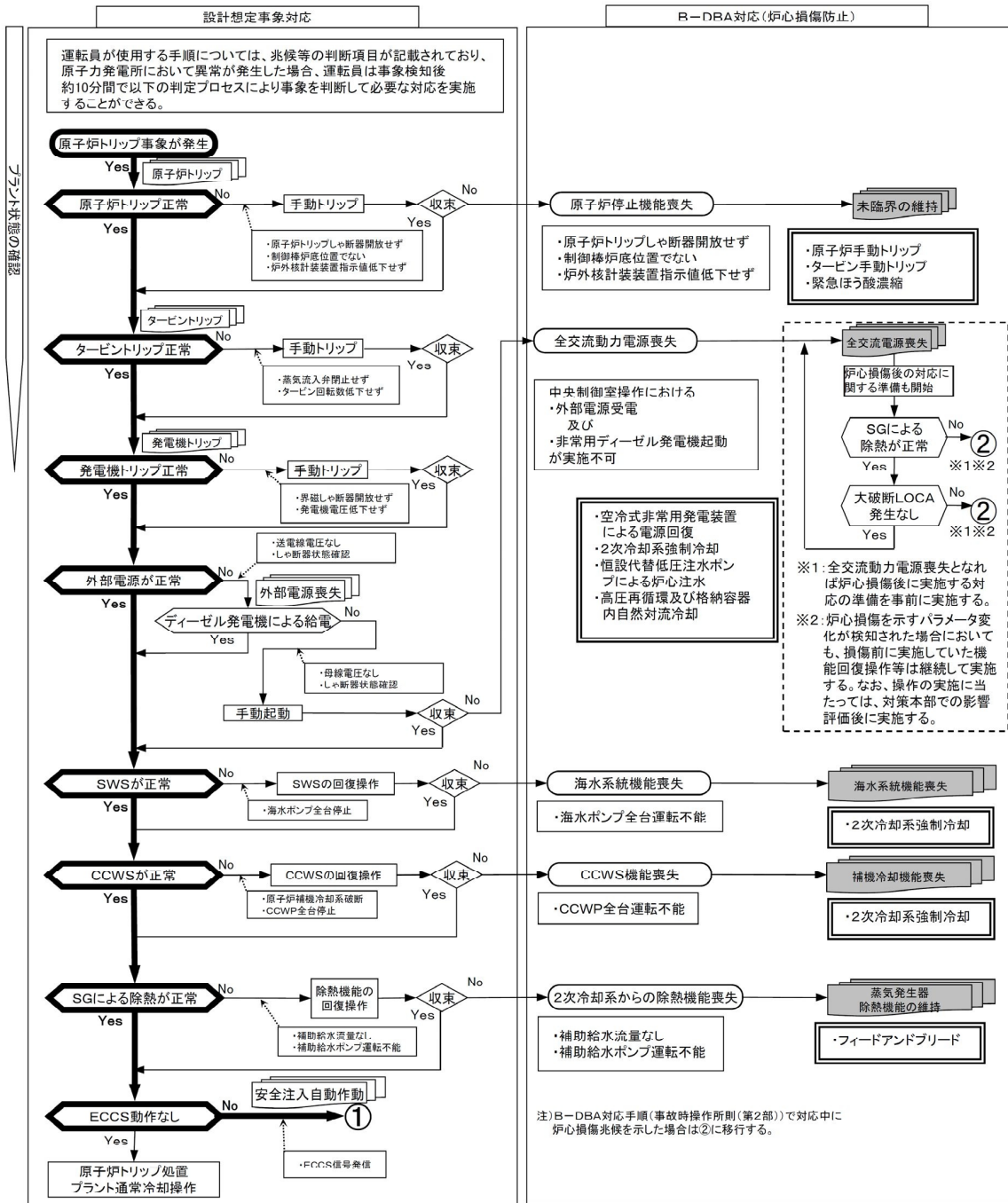
注: 太線はプロセスの流れを示す

第 7.1.8.3 図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
(判定プロセス)
(インターフェイスシステム LOCA) (2/2)



※1：すべての非常用母線及び常用母線の電圧が「零」ボルトを示した場合。
 ※2：余熱除去系統からの漏えいは以下で確認。
 ・補助建屋内放射線監視モニタ、蒸気発生器細管漏えい監視モニタ、加圧器水位及び圧力、補助建屋サンプル水位、余熱除去ポンプ出口圧力
 ※3：余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする。
 ※4：燃料取替用水タンクへの補給操作。
 ・原子炉補給水制御系（ほう酸タンク、1次系純水タンク）
 ・1次系純水タンクから使用済燃料ピット脱塩塔経由等。
 ※5：漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解析上では、約25分後の開始としているが、実際の操作では、準備が完了した段階で1次冷却系保有水の減少抑制のために実施する。
 ※6：実際の操作においては、2次冷却系強制冷却による1次冷却系のサブクール度の確保を確認した段階で必要により実施し、保有水の確保を図る。
 また、その後の漏えい量低減のため、操作は適宜実施。
 ※7：冷却材圧力(広域)計指示が0.6MPa[gage]になれば閉操作する。
 ※8：原子炉格納容器外への漏えいを抑制するため、充てん注入は高圧注入系の停止準備が整ってから開始する。
 ※9：隔離は余熱除去ポンプ入口弁閉操作で可能と想定する。
 ※10：余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
 ・余熱除去ポンプ出口圧力、加圧器圧力及び水位、1次冷却材圧力、充てん流量、原子炉水位及び燃料取替用水タンク水位等の挙動から総合的に確認する。
 ※11：漏えいが停止し、1次冷却材温度が安定または低下傾向。

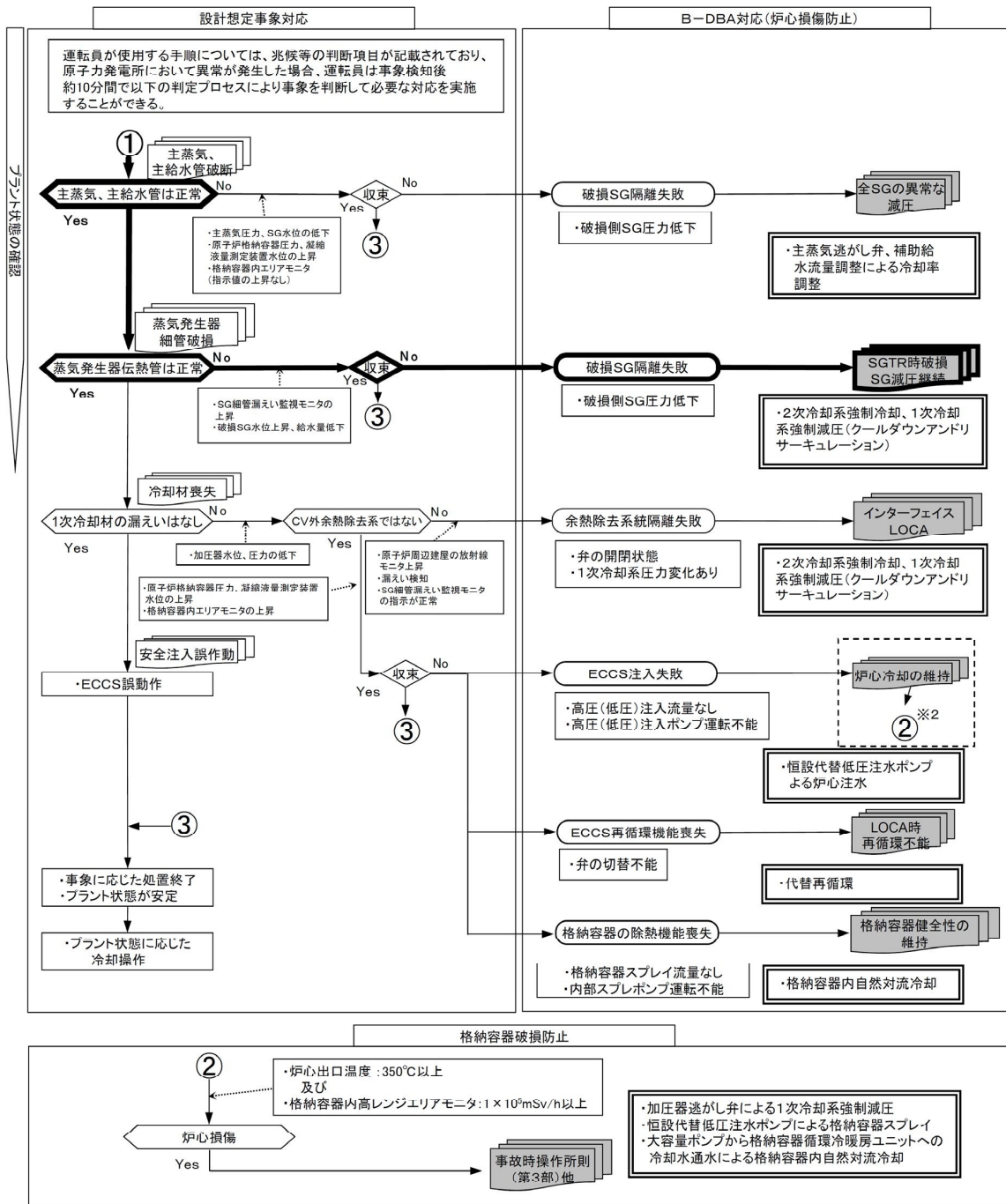
第 7.1.8.4 図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
 (「インターフェイスシステムLOCA」の事象進展)



凡例: [] 設計事象対応手順(事故時操作所則) [] B-DBA対応手順(事故時操作所則(第2部))

注: 太線はプロセスの流れを示す

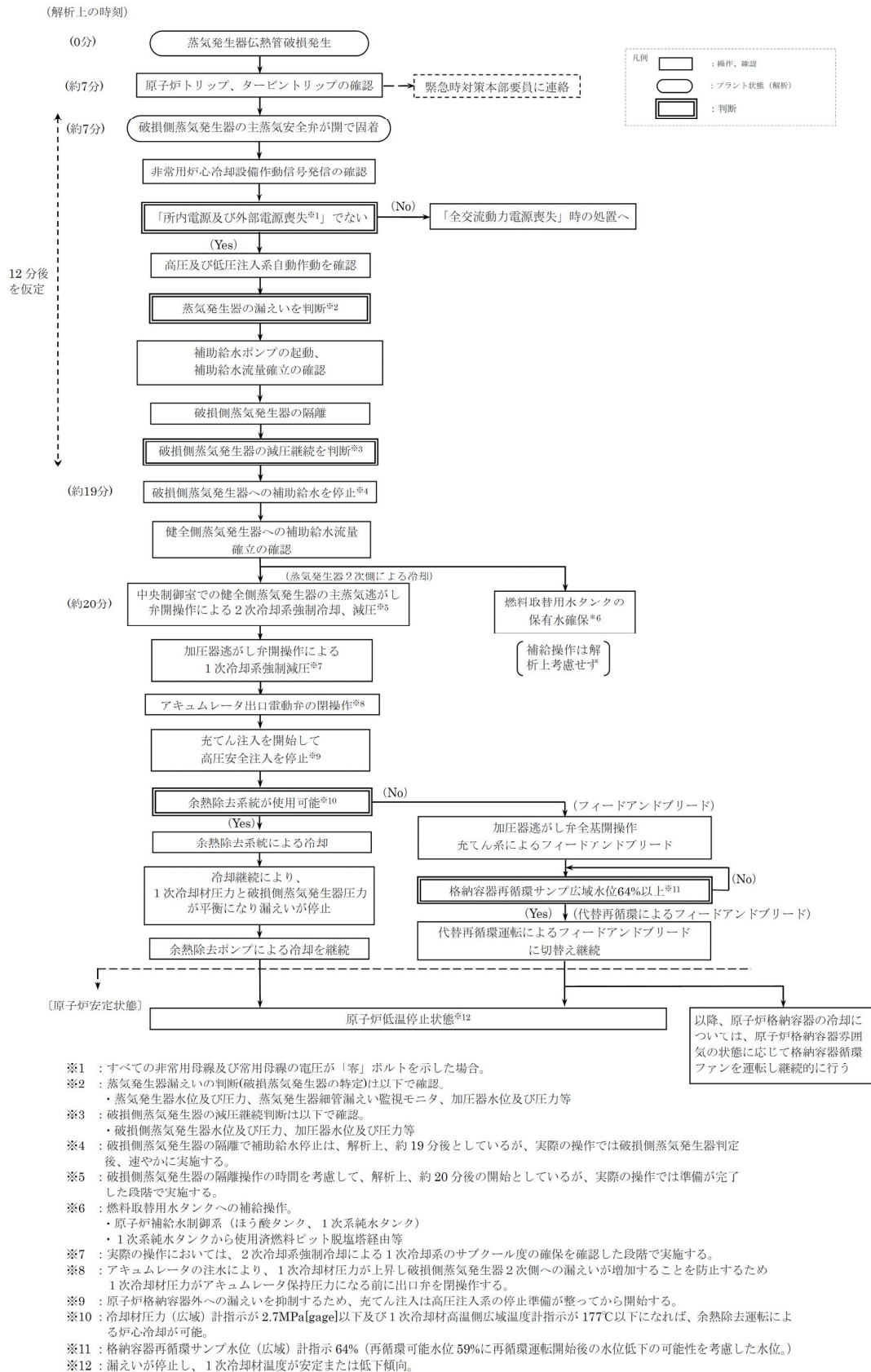
第 7.1.8.5 図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
(判定プロセス)
(蒸気発生器伝熱管破損+破損側蒸気発生器隔離失敗)(1/2)



凡例: [] 設計事象対応手順(事故時操作所則) [] B-DBA対応手順(事故時操作所則(第2部)及び事故時操作所則(第3部))

注: 太線はプロセスの流れを示す

第 7.1.8.5 図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
(判定プロセス)
(蒸気発生器伝熱管破損+破損側蒸気発生器隔離失敗) (2/2)



第 7.1.8.6 図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
 (「蒸気発生器伝熱管破損+破損側蒸気発生器隔離失敗」の事象進展)

手順の項目	必要な要員と作業項目	経過時間(分)	経過時間(時間)	備考					
					10	20	30	40	50
手順の内容	手順の内容								
要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後移動してきた要員									
当直課長	1 ●運転操作指種 ●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●炉内電源及び外部電源の確認 3 ●安全注入シーケンス作動確認 ●系統除去系統からの漏えいの判断 (中央制御室確認) ●加圧器透かし弁閉操作 ※1 (中央制御室操作)								
運転員A、B、C									
状況判断									
1次冷却系強制減圧操作	運転員A								
全熱除去系統の分岐、隔離操作	運転員B								
2次冷却系強制冷却操作	運転員B								
燃料取替用水タンク精給操作 (解折上考慮せず)	運転員D 運転員B								
充てん開始、安全注入停止操作	運転員B								
アキュムレータ出口電動弁操作	運転員A								
電源盤確認、復旧操作	運転員C								
機器の復旧作業	保修班等								

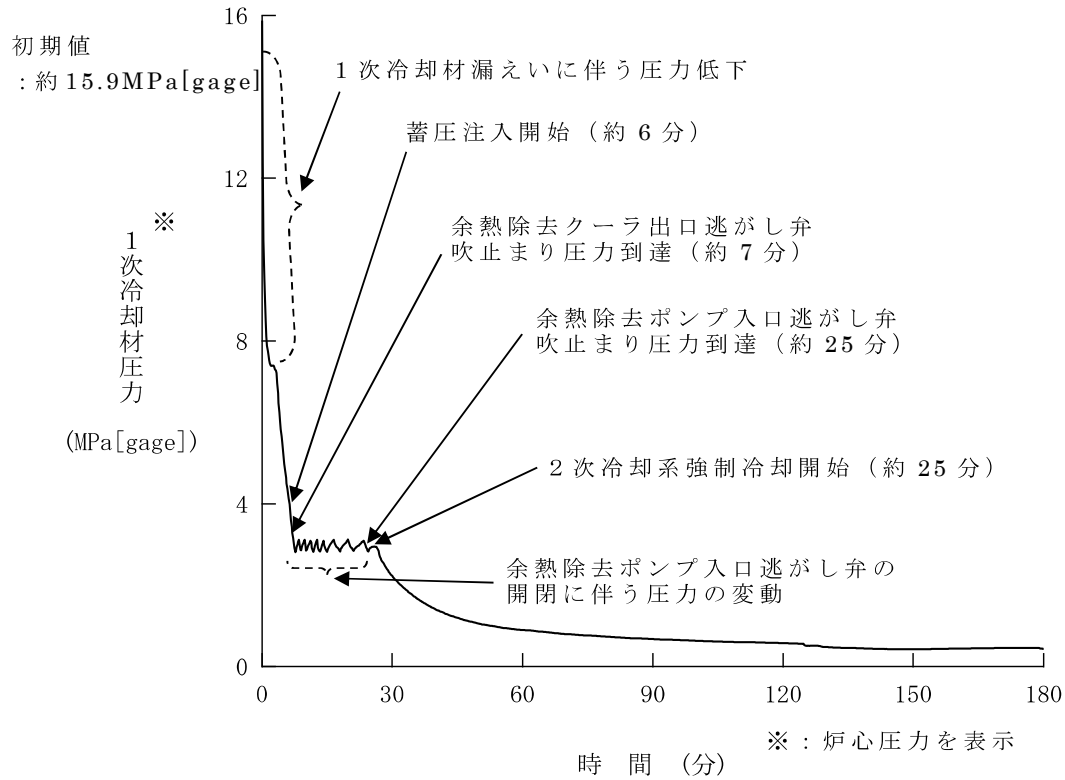
第 7.1.8.7 図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間
(インターフェースシステム L O C A)

上記要員に加え、緊急時対応本部要員4名にて関係各所に運転連絡を行う。
 なお、各取組時間は操作指種、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間等を考慮した上で解折上の所要として設定したものであり、運転員は手帳書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
 また、運転員が解折上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については想定時間により算出。)

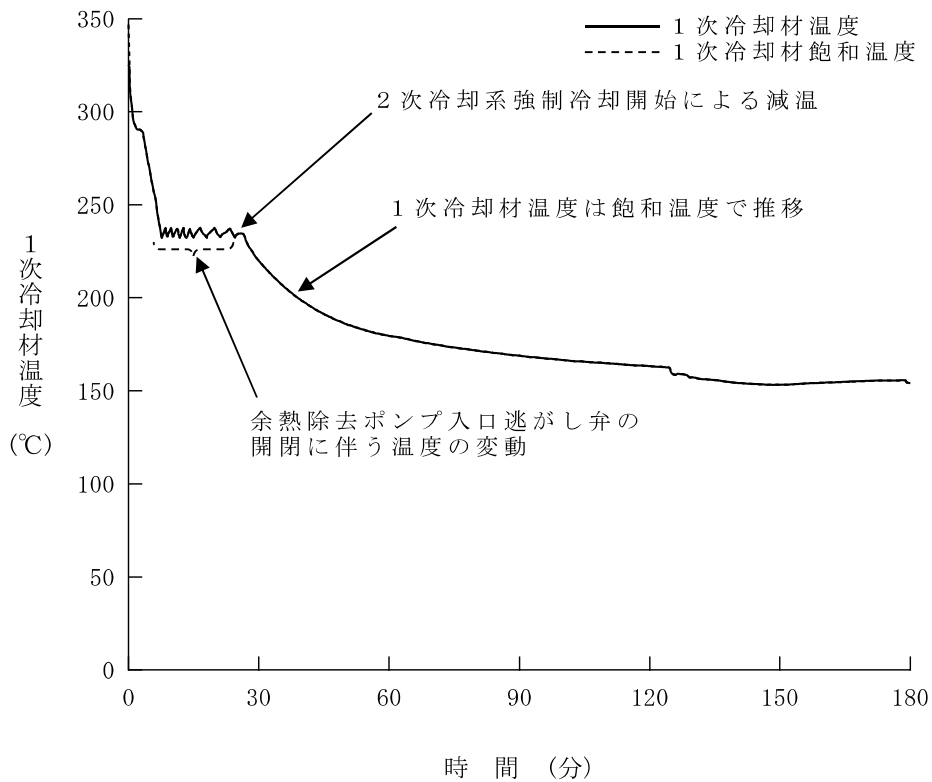
必要な要員と作業項目		経過時間(分)												備考
手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は作業後移動してきた要員	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
手順の内容		事業発生 蒸気発生器伝熱管破損発生 ▼ 約7分 原子炉トリップ、破損側蒸気発生器主蒸気安全弁閉鎖済 ▼ 約19分 破損側蒸気発生器隔離、破損側蒸気発生器への補助給水停止完了 ▼ 約20分 2次冷却系強制冷却開始 フラット状況判断												
状況判断	当直班長 運転員A、B、C	10分												
破損側蒸気発生器隔離操作	運転員A 運転員C	2分		21分										破損側蒸気発生器の隔離操作が、原子炉トリップ後10分間で開始できる。
1次冷却系強制減圧操作	運転員A								1分					※1 余熱除去系が使用可能な場合 ※2 余熱除去系が使用中の場合
2次冷却系強制冷却操作	運転員B 運転員D								4分					
アキュムレータ出口電動弁操作	運転員B								5分					
充てん開始、安全注入停止操作	運転員B								5分					
燃料取替用水タンク補給操作 (解折上考慮せず)	運転員D 運転員A								25分					

上記要員に加え、緊急時対策本部要員4名にて関係各所に連絡連絡を行う。
 なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間等に基づき確認している。(一部の機器については想定時間により算出。)
 また、運転員が解折上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している。(一部の機器については想定時間により算出。)

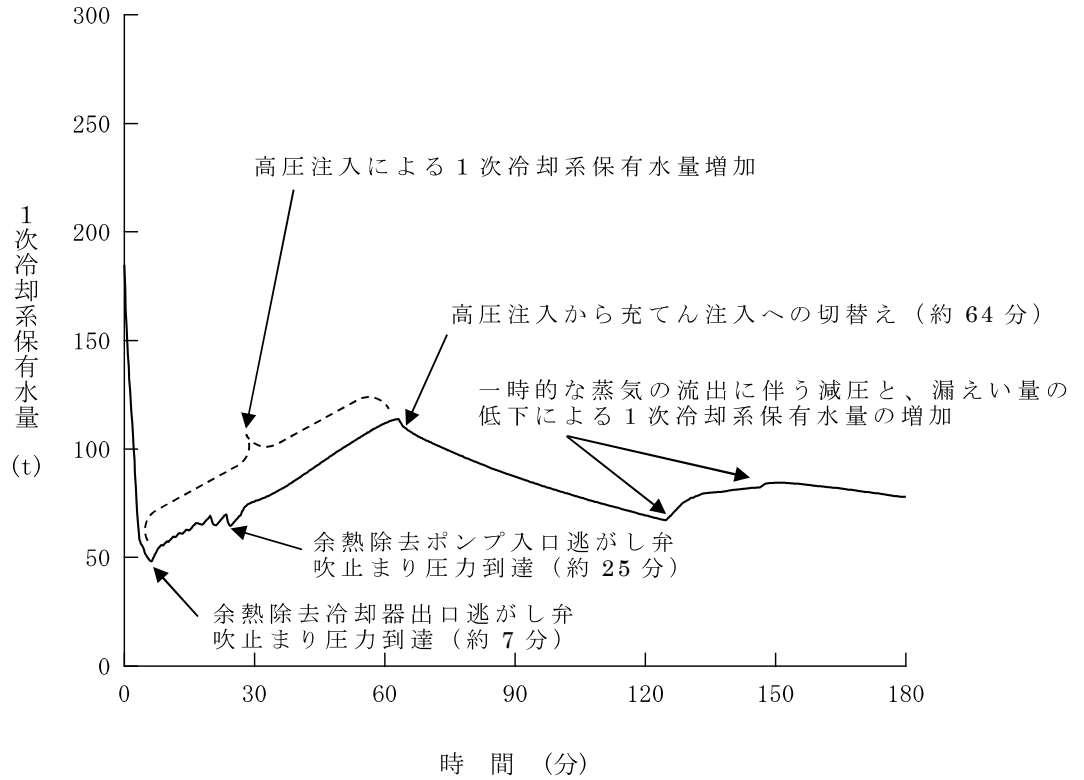
第 7.1.8.8 図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間 (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



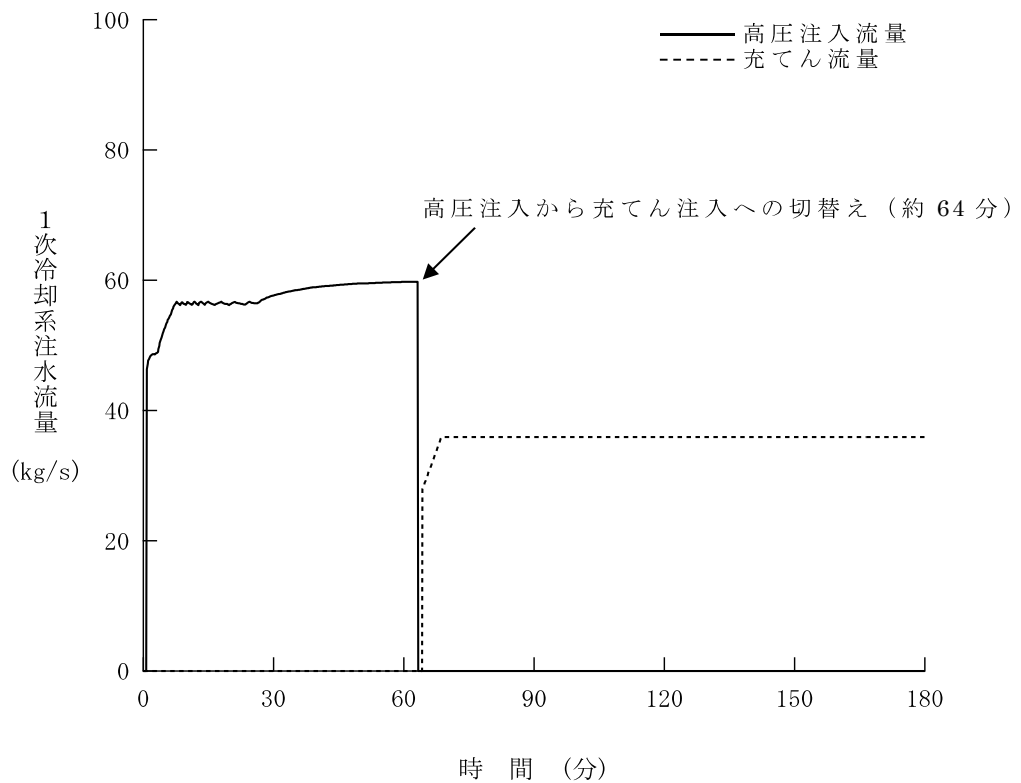
第 7.1.8.9 図 1次冷却材圧力の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



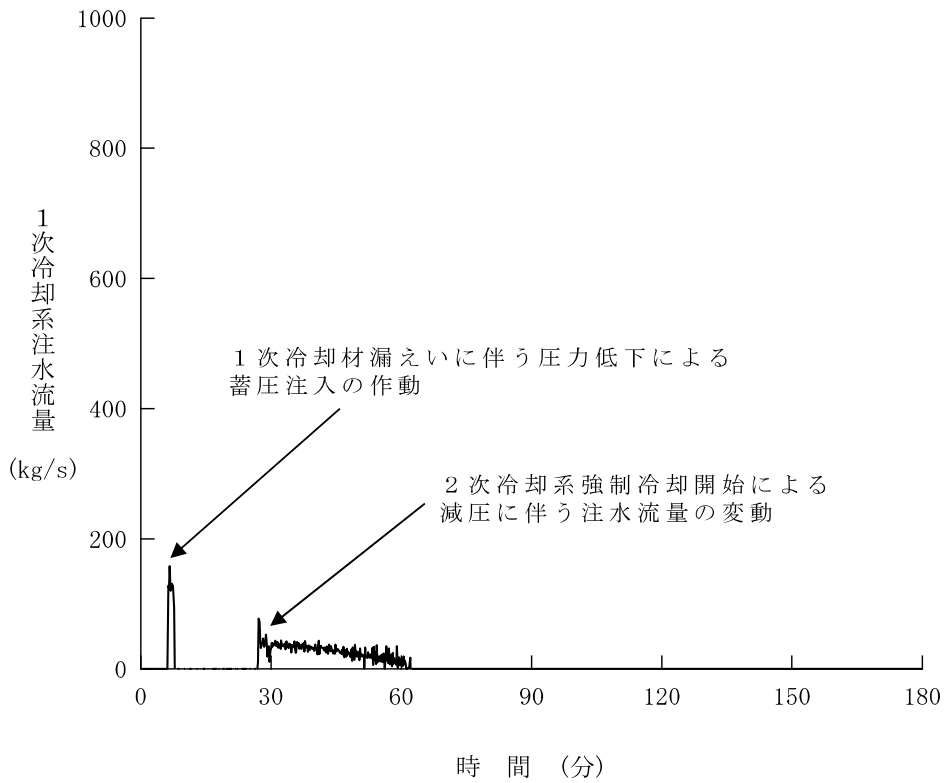
第 7.1.8.10 図 1次冷却材温度の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



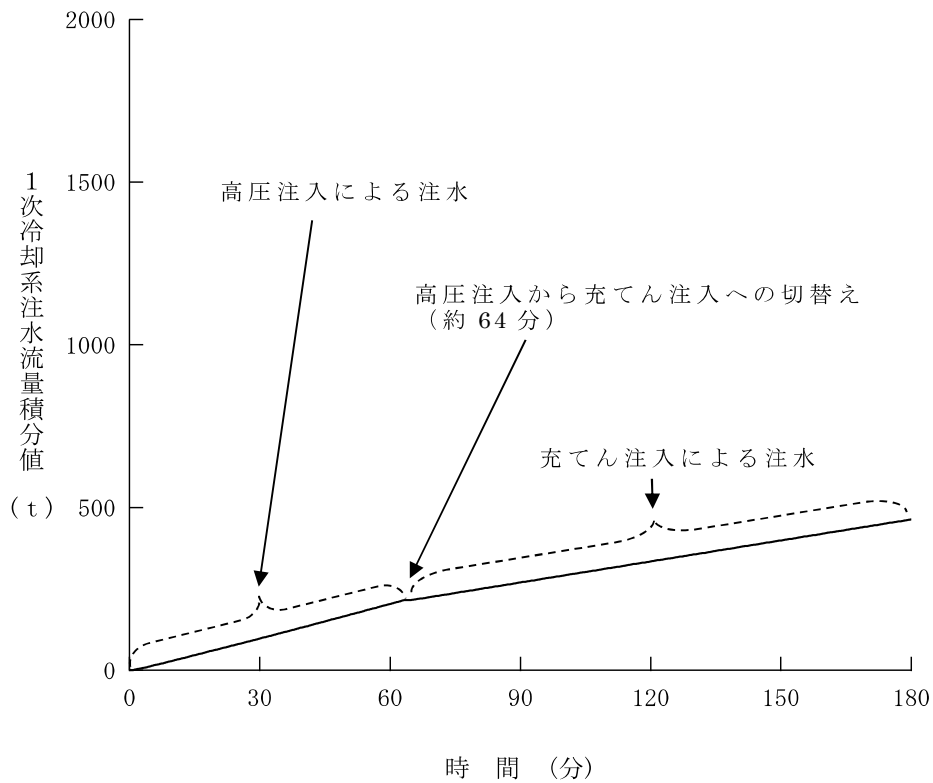
第 7.1.8.11 図 1 次冷却系保有水量の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



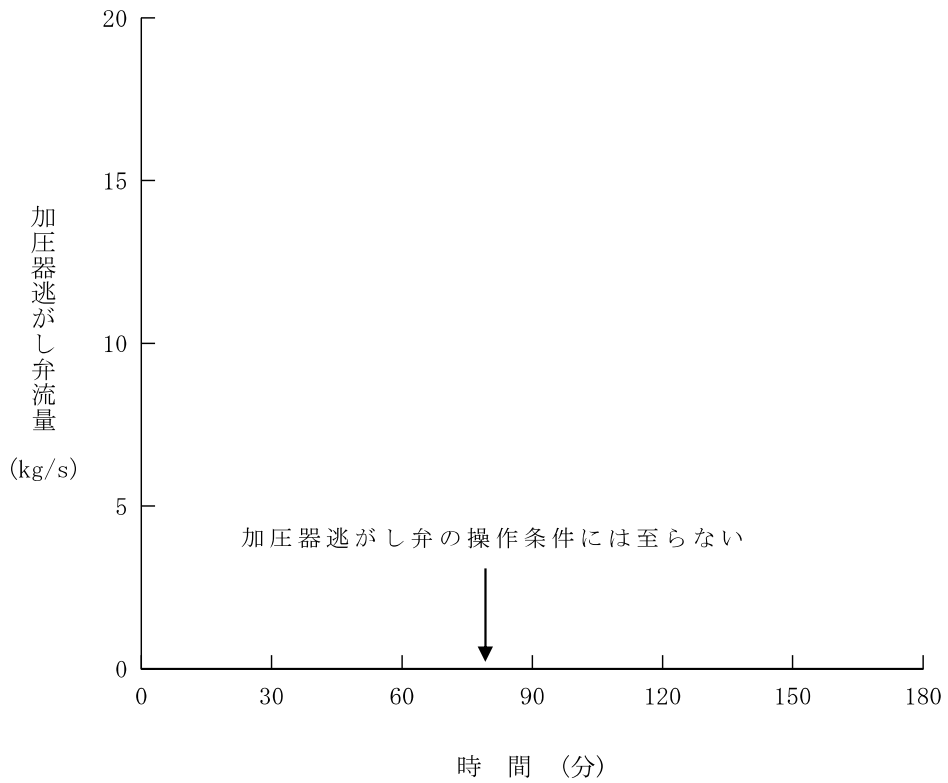
第 7.1.8.12 図 1 次冷却系注水流量 (高圧及び充てん) の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



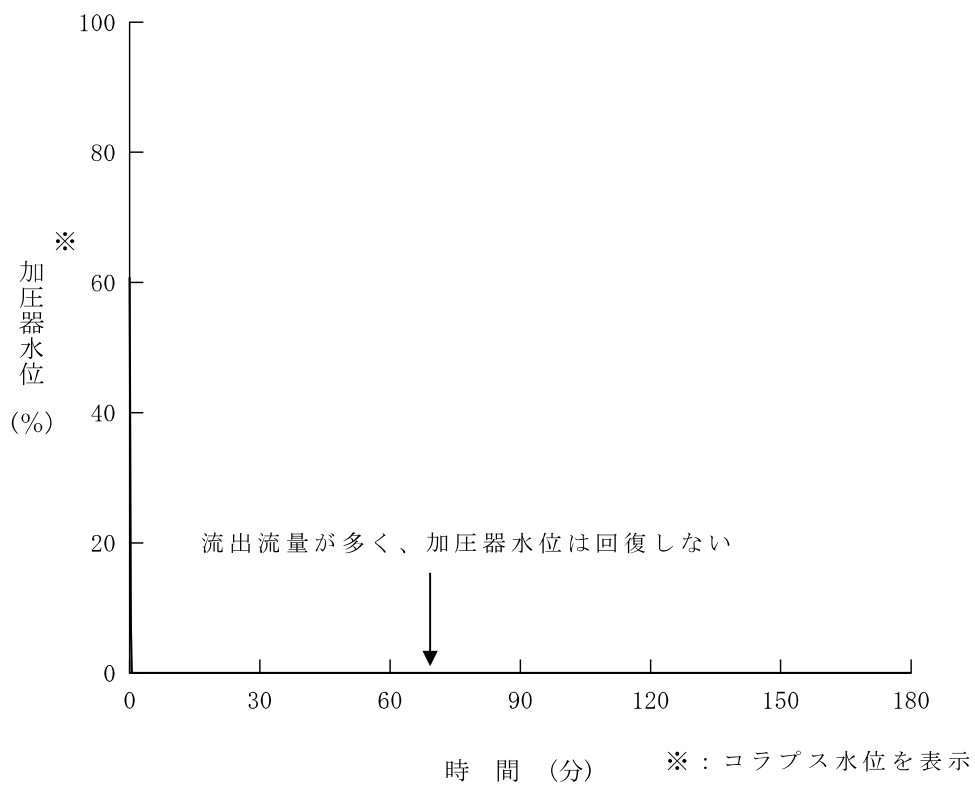
第 7.1.8.13 図 1 次冷却系注水流量（蓄圧注入）の推移
（インターフェイスシステム L O C A）



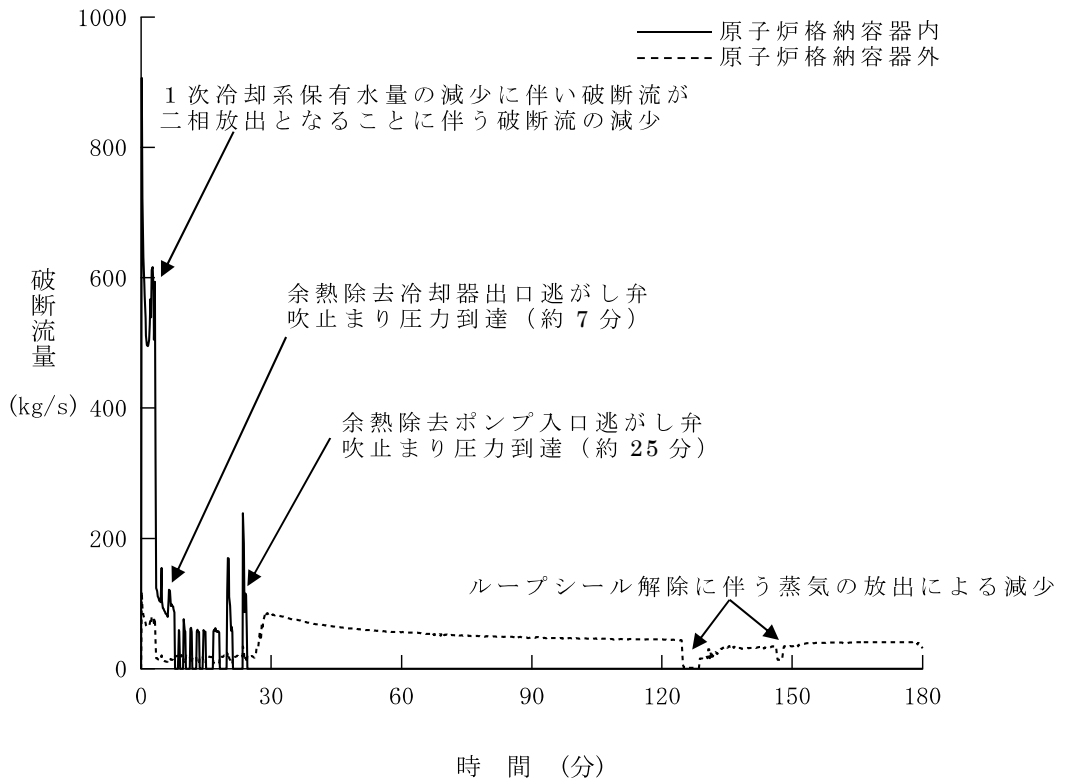
第 7.1.8.14 図 1 次冷却系注水流量積分値の推移
（インターフェイスシステム L O C A）



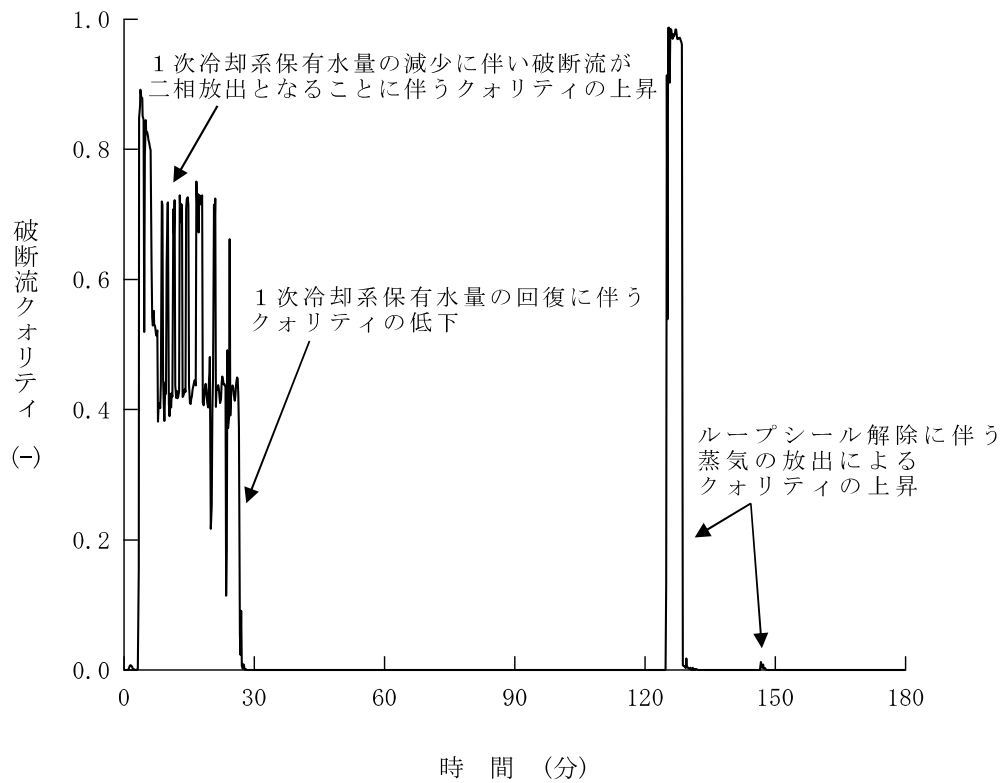
第 7.1.8.15 図 加圧器逃がし弁流量の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



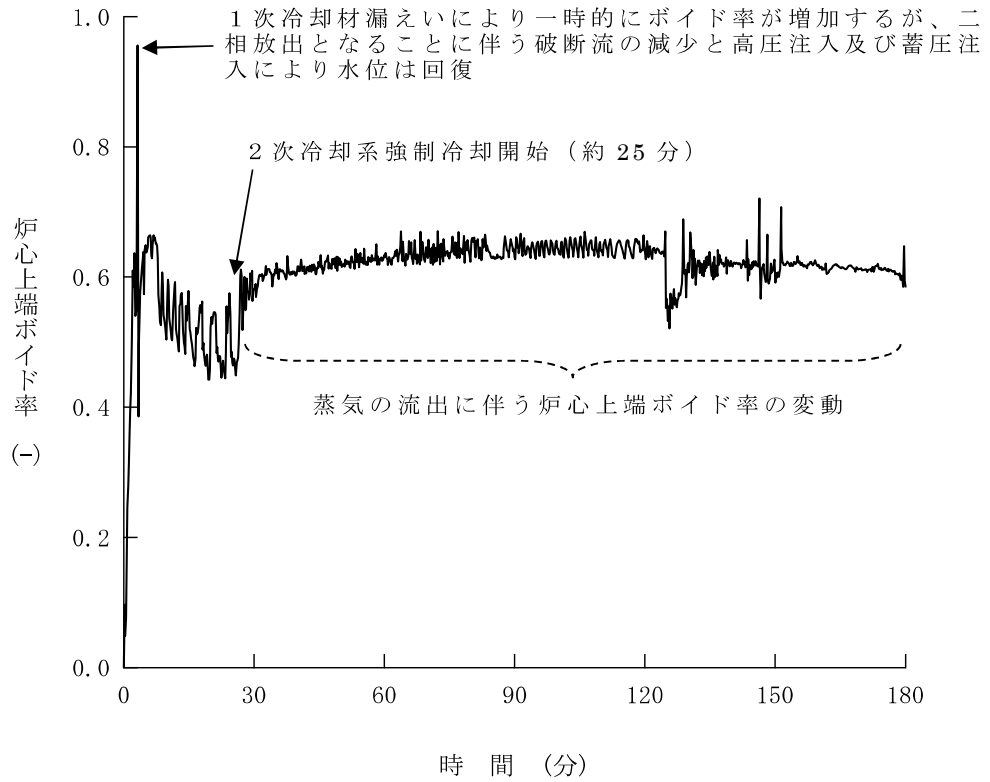
第 7.1.8.16 図 加圧器水位の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



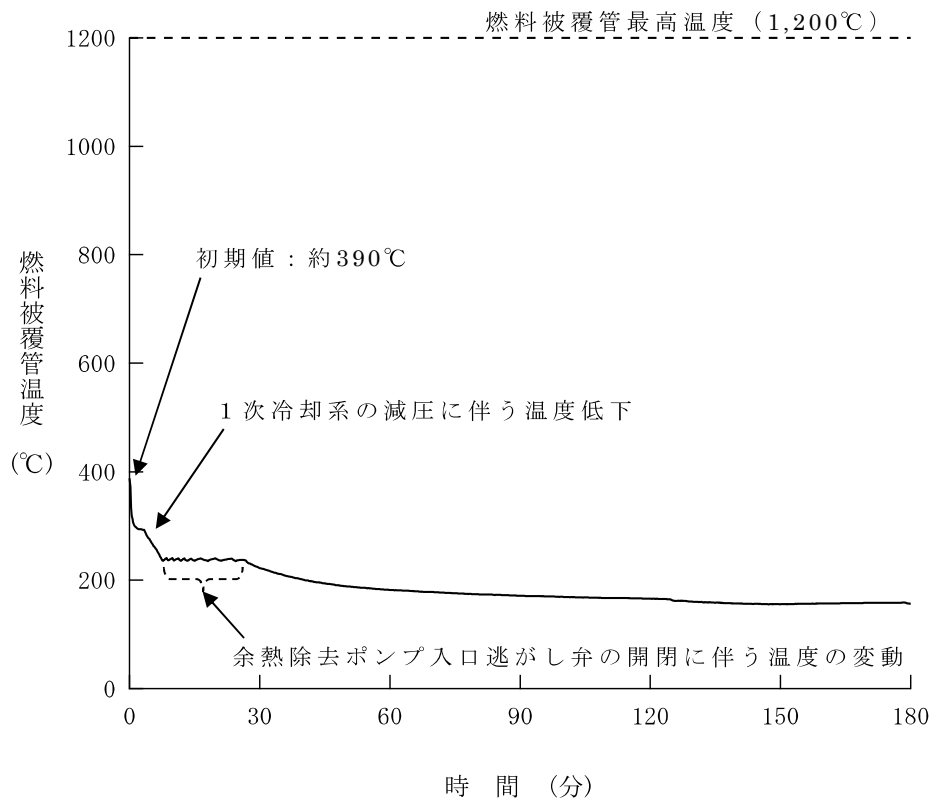
第 7.1.8.17 図 破断流量の推移
(インターフェイスシステム LOCA)



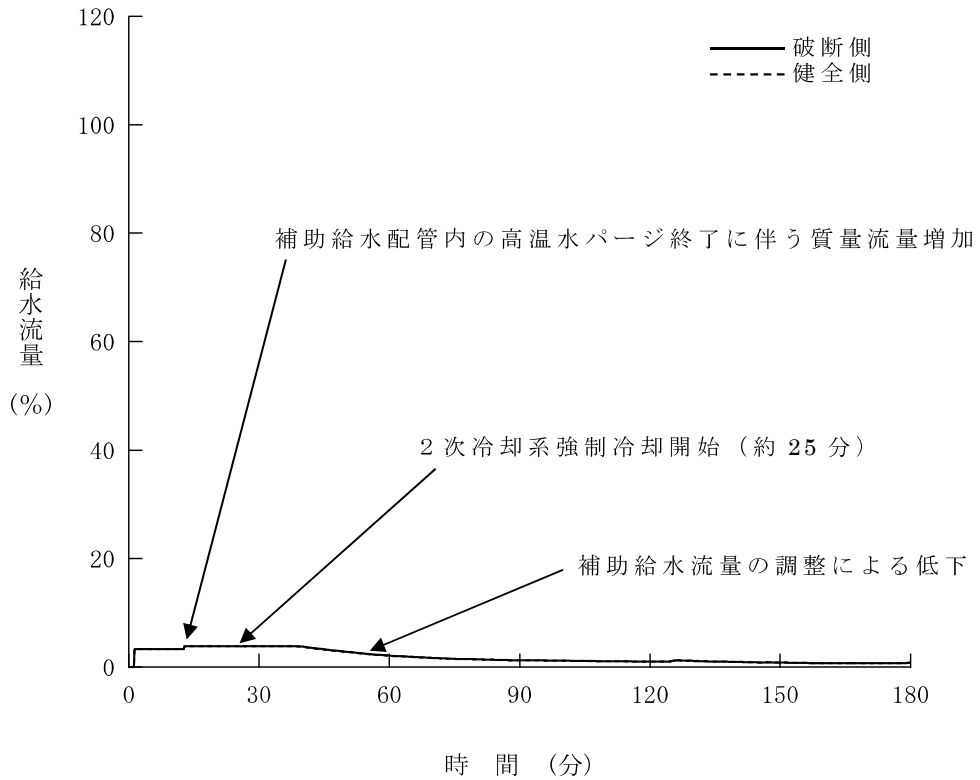
第 7.1.8.18 図 破断流クオリティの推移
(インターフェイスシステム LOCA)



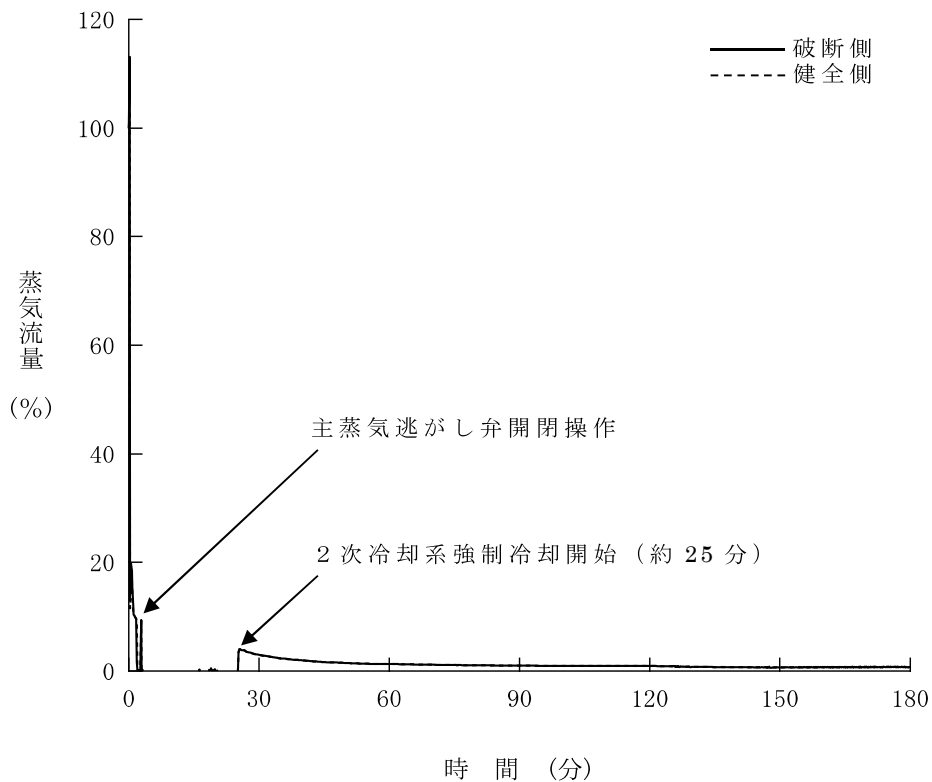
第 7.1.8.19 図 炉心上端ボイド率の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



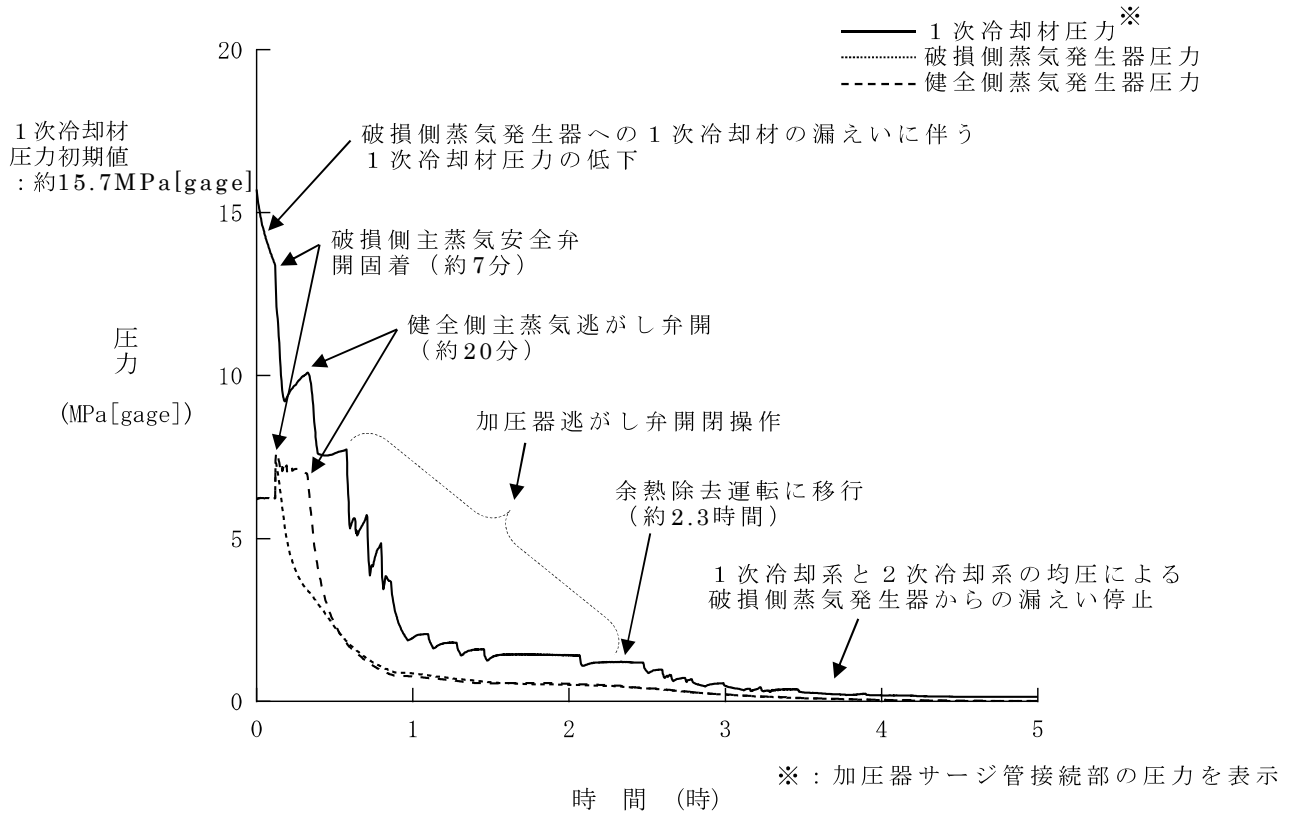
第 7.1.8.20 図 燃料被覆管温度の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



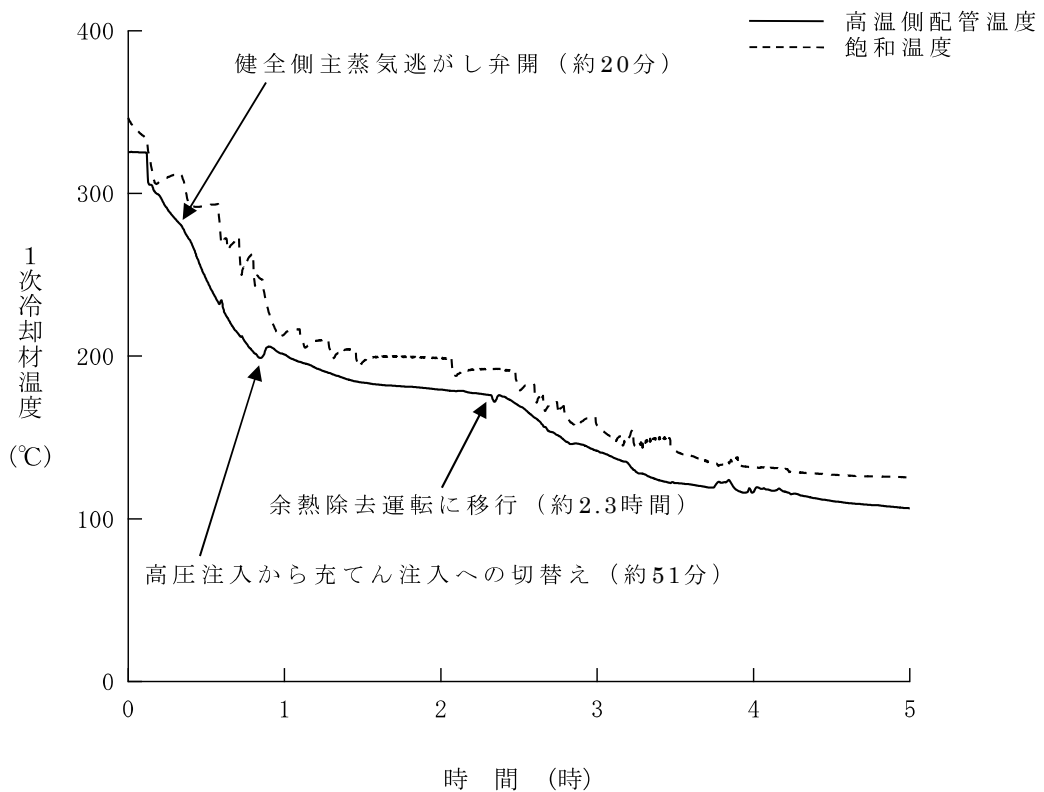
第 7.1.8.21 図 蒸気発生器への給水流量の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



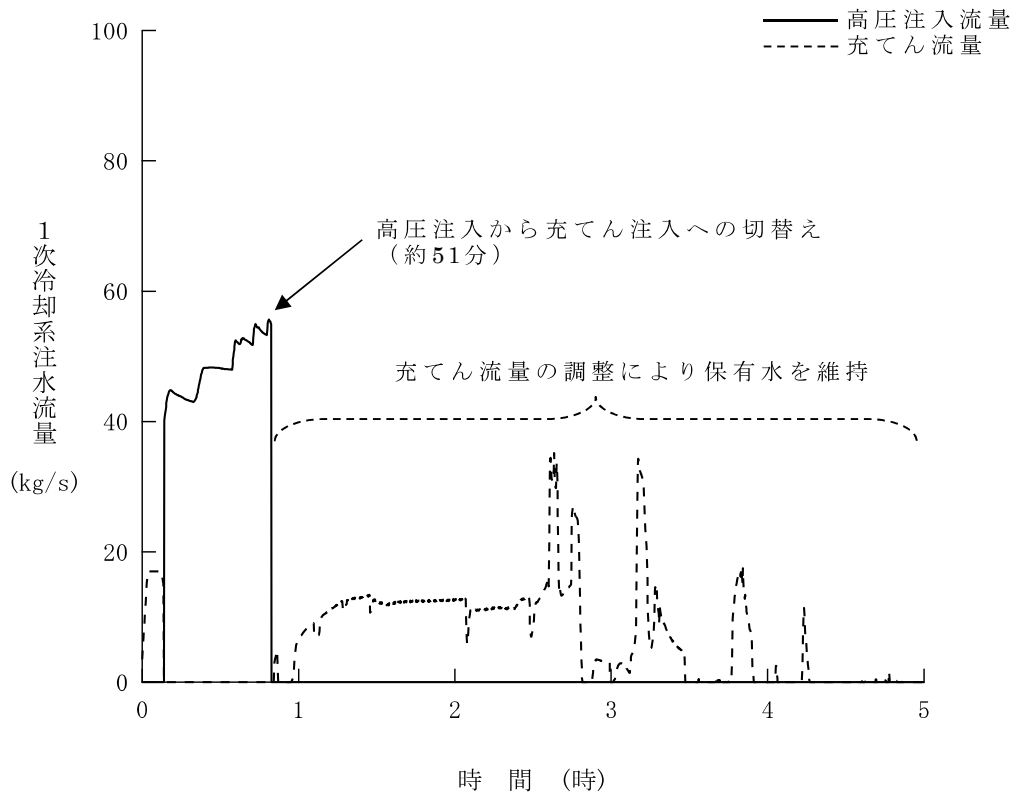
第 7.1.8.22 図 蒸気流量の推移
(インターフェイスシステム L O C A)



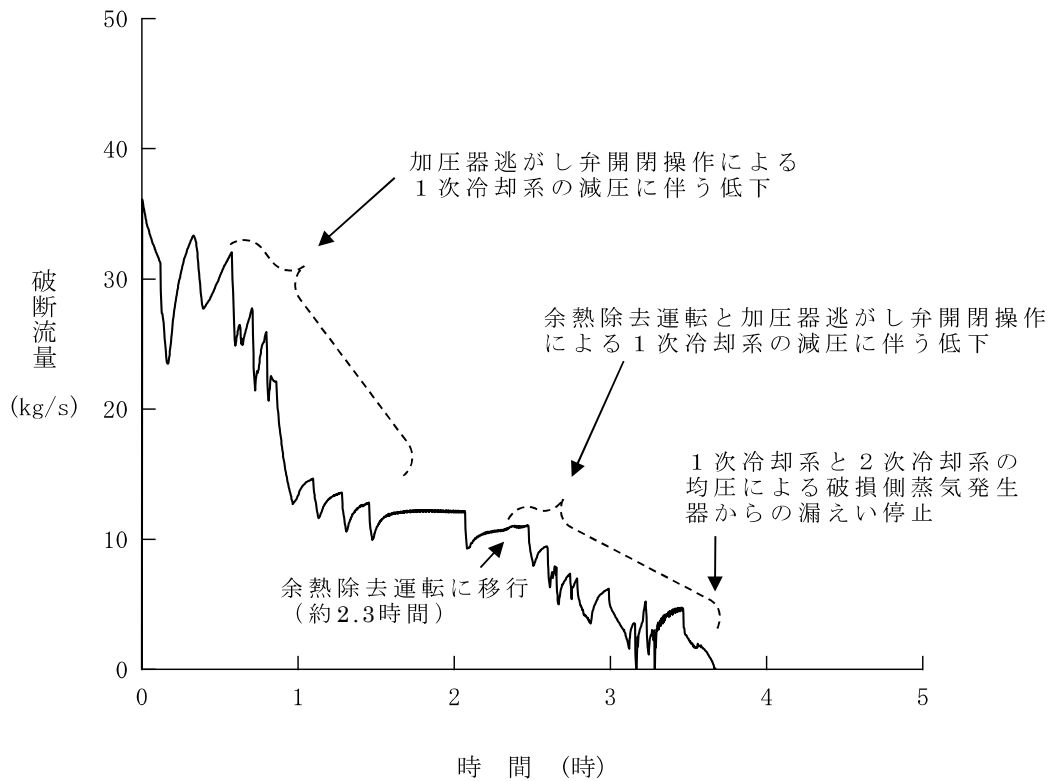
第 7.1.8.23 図 1、2 次冷却系圧力の推移
 (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



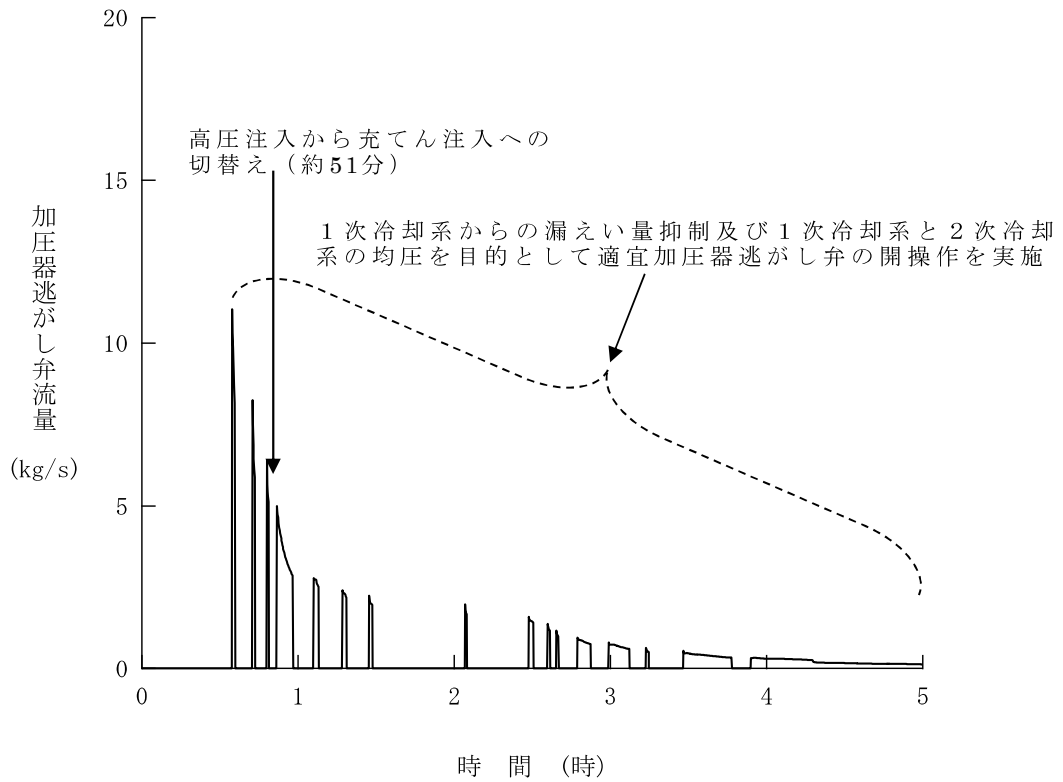
第 7.1.8.24 図 1 次冷却材温度の推移
 (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



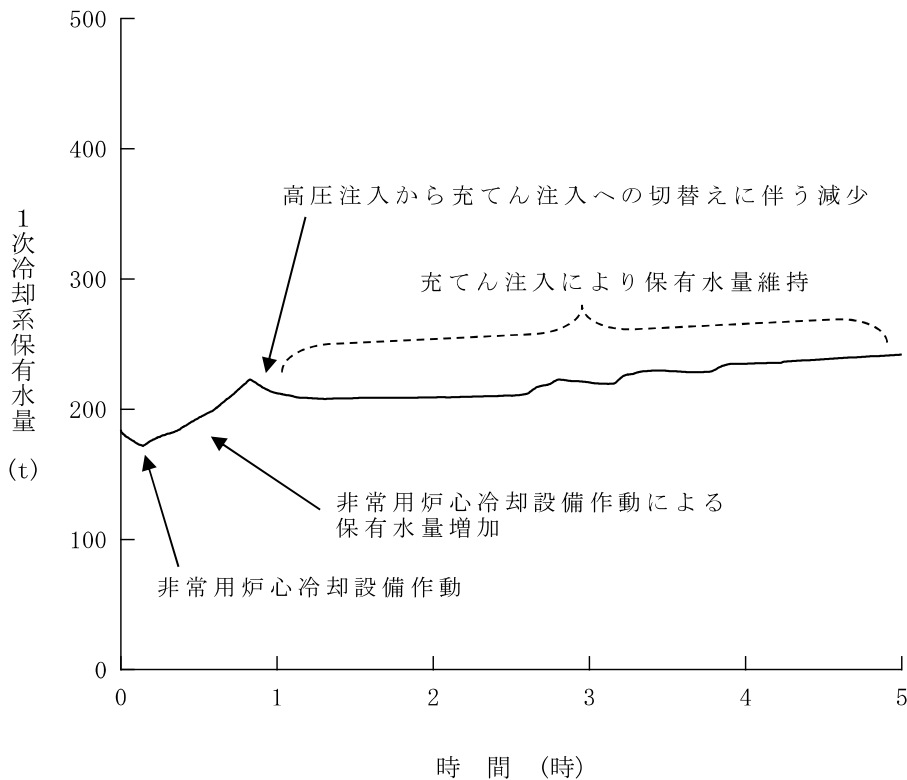
第 7.1.8.25 図 1 次冷却系注水流量の推移
 (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



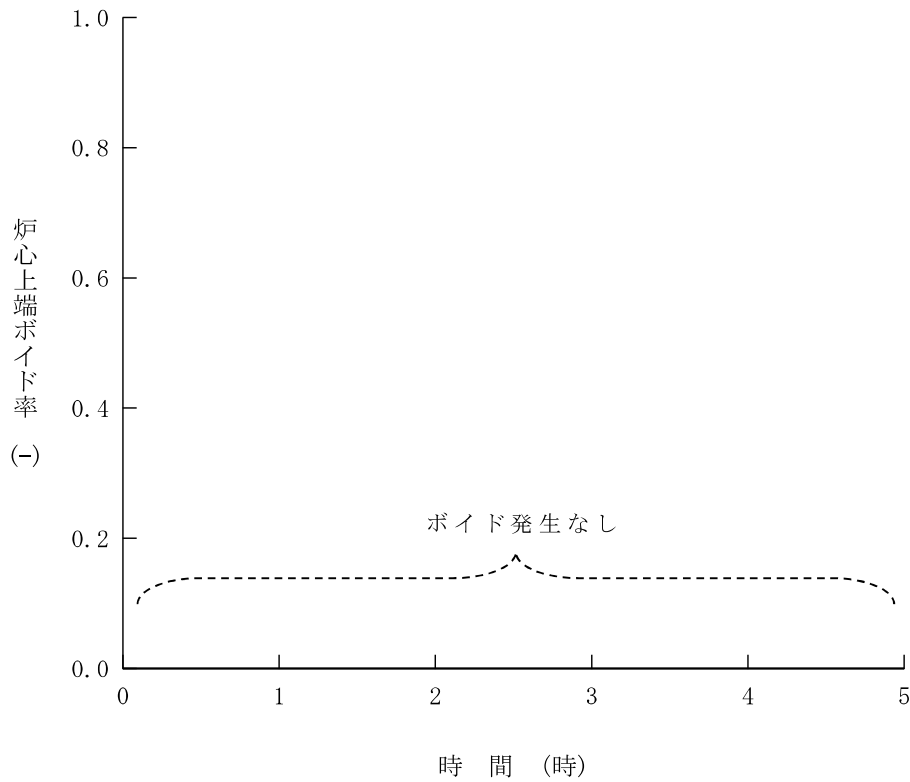
第 7.1.8.26 図 破断流量の推移
 (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



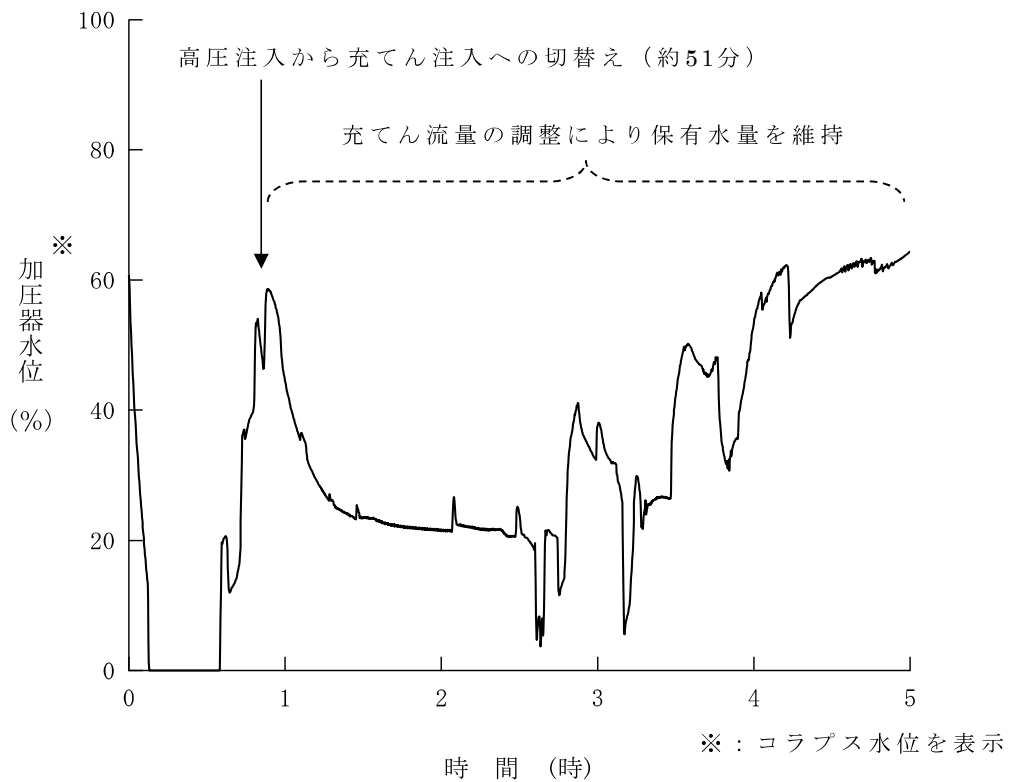
第 7.1.8.27 図 加圧器逃がし弁流量の推移
(蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器隔離失敗)



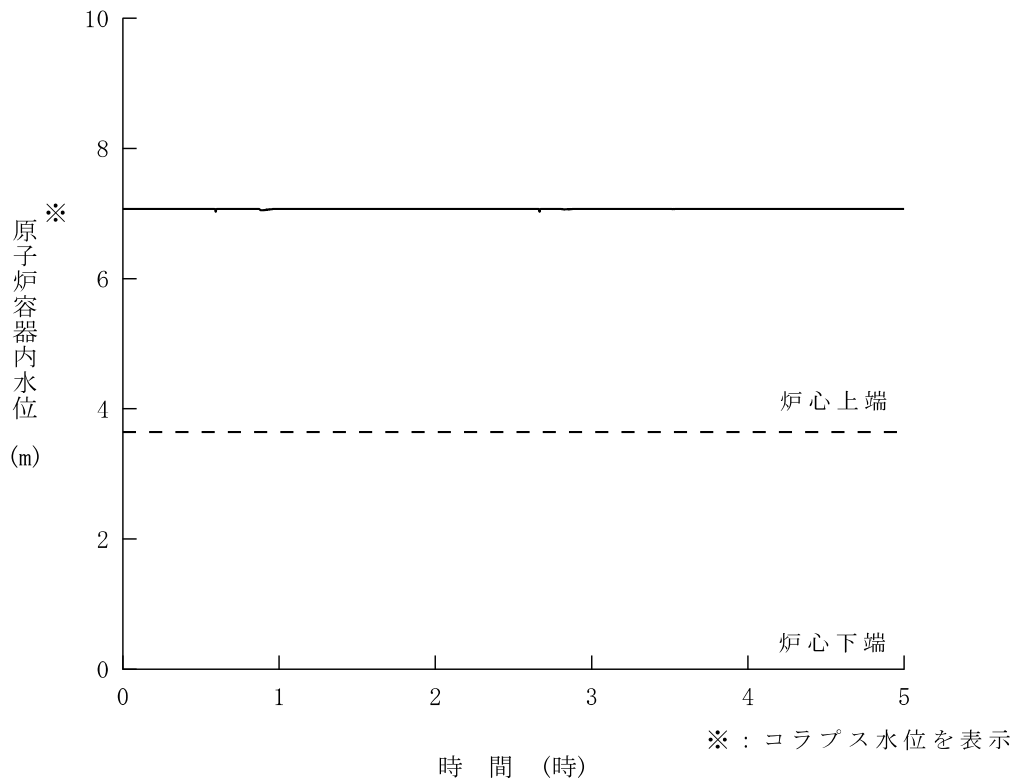
第 7.1.8.28 図 1次冷却系保有水量の推移
(蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器隔離失敗)



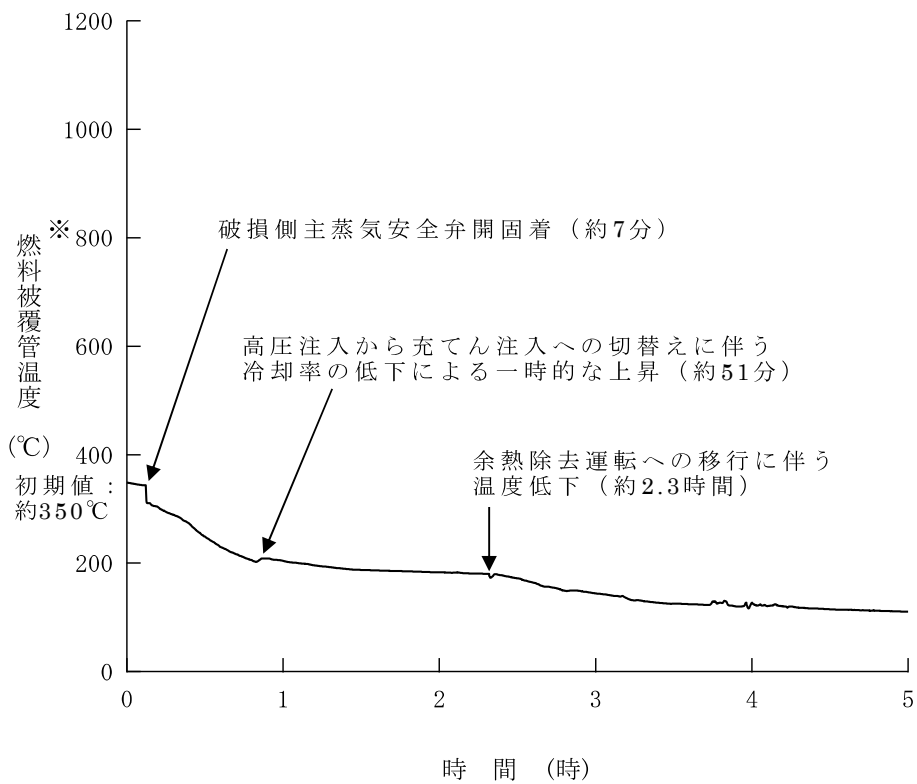
第 7.1.8.29 図 炉心上端ボイド率の推移
(蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



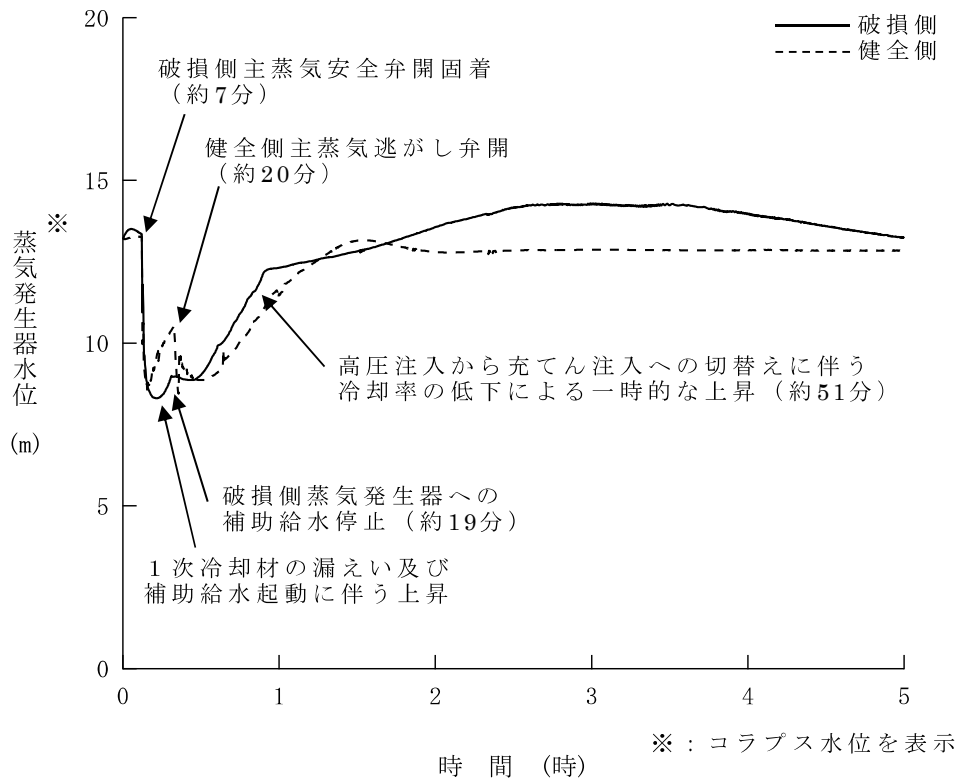
第 7.1.8.30 図 加圧器水位の推移
(蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



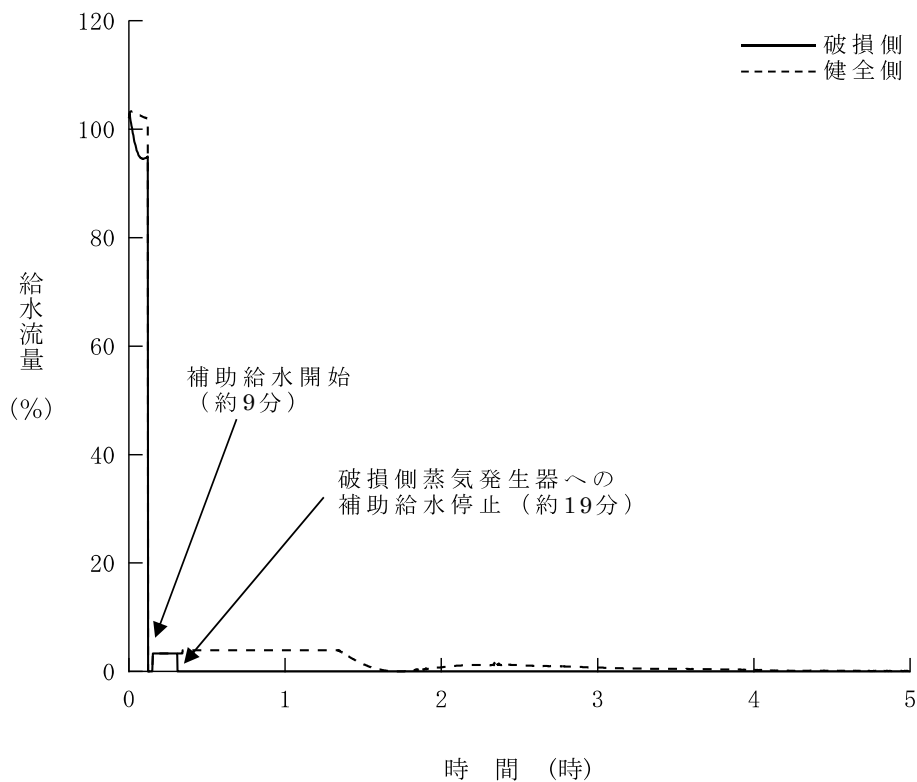
第 7.1.8.31 図 原子炉容器内水位の推移
(蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器隔離失敗)



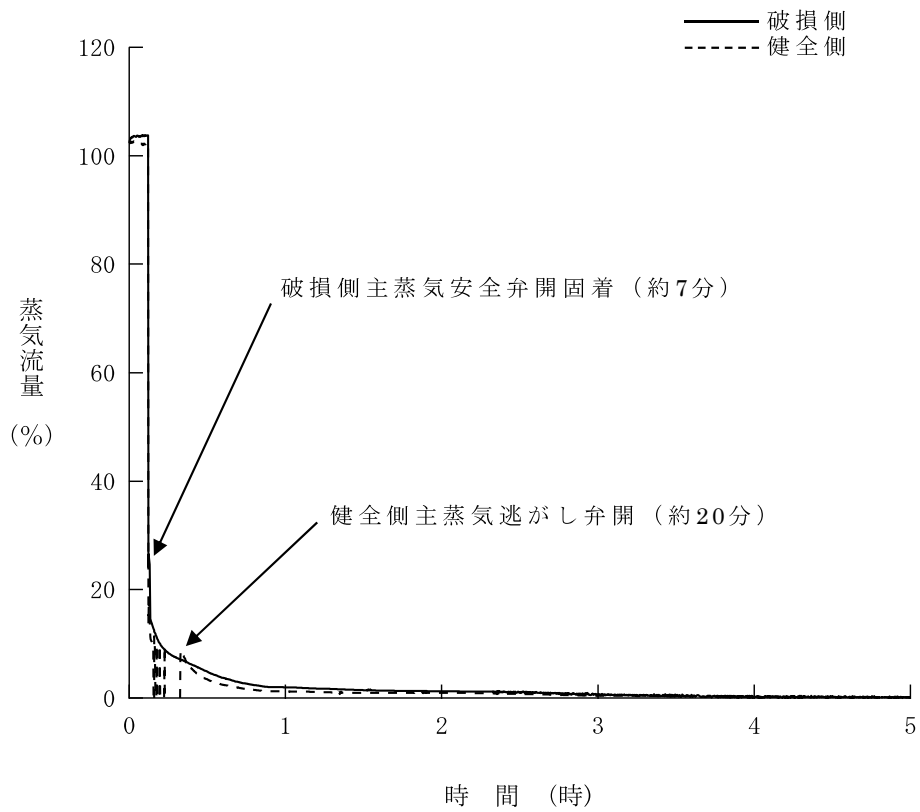
第 7.1.8.32 図 燃料被覆管温度の推移
(蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器隔離失敗)



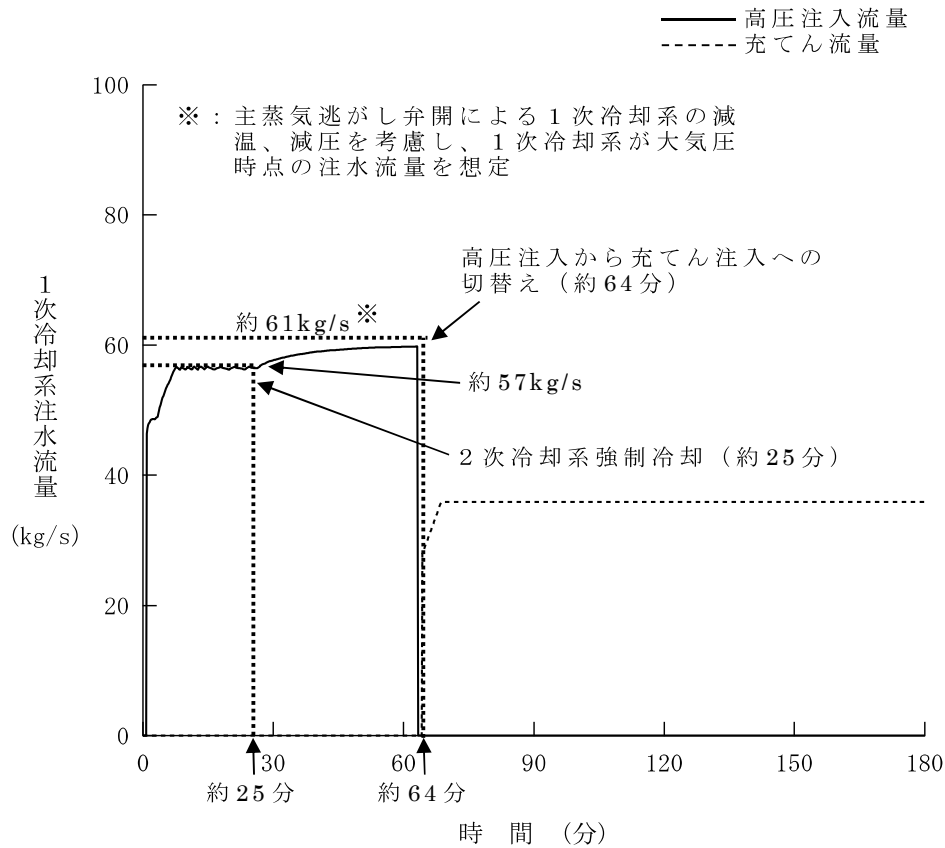
第 7.1.8.33 図 蒸気発生器水位の推移
(蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



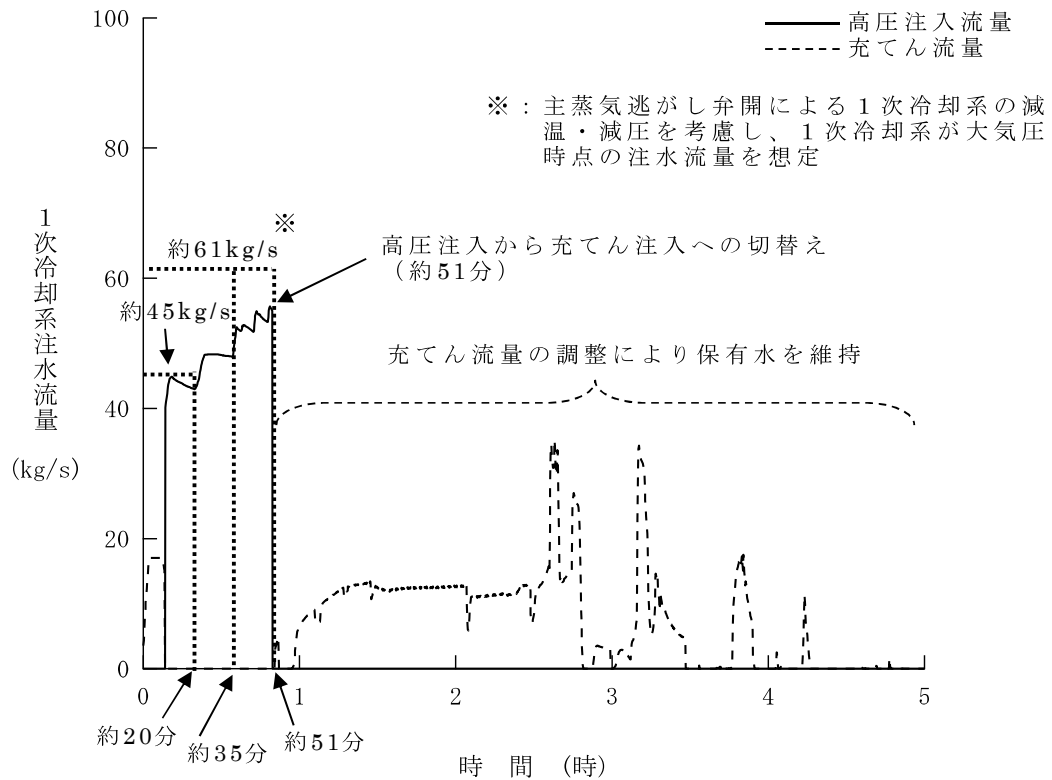
第 7.1.8.34 図 蒸気発生器への給水流量の推移
(蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



第 7.1.8.35 図 蒸気流量の推移
(蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)



第 7.1.8.36 図 1次冷却系注水流量（高圧及び充てん）の推移（インターフェイスシステムLOCA）（操作時間余裕確認）



第 7.1.8.37 図 1次冷却系注水流量（高圧及び充てん）の推移（蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器隔離失敗）（操作時間余裕確認）

美浜発電所 3 号機 インターフェイスシステム LOCA に係る 手順成立性に係る説明資料

1. 概要

美浜発電所 3 号機の IS-LOCA 事象の手順(事故時の操作所則等)において、事象発生後、余熱除去系ポンプ入口弁を 30 分以内に操作し、余熱除去系を隔離する手順となっているか、また、その手順(30 分以内の操作)を SA 訓練等で確認しているか。以上の観点を踏まえ手順成立性について説明する。

2. 手順成立性について

IS-LOCA の対応手順は、2 次系での急速冷却により、1 次系を減圧し、1 次系が 2.7MPa 以下になれば、RHRS を隔離する手順となっており、30 分以内に RHRS を隔離することは可能な手順となっている。(添付 1 参照)

SA 訓練については、机上訓練、中央制御室での模擬操作訓練にて、保安規定に基づく力量の維持向上のための教育訓練を実施しており、この中の表 3 (技術的能力 1.3) の IS-LOCA 事象の訓練で事象判断後 15 分以内 (事象発生後 25 分以内) に 2 次系急速冷却まで完了できることを教育訓練している。(添付 2 参照)

また、2 次系急速冷却後に 1 次系が 2.7MPa 以下になる時間は事象発生から約 27 分後であり (添付 3)、その後実施する RHRS の隔離操作(余熱除去ポンプ入口弁を含めた 3 つの電動弁の閉止操作)は電動弁の動作時間を考慮しても約 2 分以内で実施可能であり、30 分以内に余熱除去ポンプの入口弁閉止は可能である。なお、RHRS の隔離操作は通常の電動弁操作であり、通常の操作は 1 操作 10 秒程度で操作できるように訓練している。(添付 4 参照)

なお、SA のシミュレータ訓練については、保安規定に基づく中央制御室主体の操作に係る成立性確認のうち、格納容器バイパス事象の訓練は代表シーケンスとして SGTR 時の破損 SG 隔離失敗事象で実施している。これは、格納容器バイパス事象として重要操作となる中央からの 2 次系急速冷却を事象発生後から 20 分以内 (原子炉トリップから 13 分以内) で実施できるよう成立性確認訓練を実施しているものである。IS-LOCA については、2 次系急速冷却は事象発生(原子炉トリップ)後から 25 分以内で実施することとしているため、使命時間の早い SGTR 時の破損 SG 隔離失敗を代表シーケンスとして設定している。(添付 5、6 参照)

(添付資料)

添付 1：事故時操作所則「インターフェイスシステム LOCA」操作フロー抜粋

添付 2：保安規定添付 3 表 1~19 現場対応手順教育 (抜粋)

添付 3：設置変更許可申請書 添十 インターフェイスシステム LOCA 有効性解析抜粋

添付 4 : 通常の操作訓練実績 (抜粋)

添付 5 : 保安規定審査資料抜粋

添付 6 : 中央制御室主体の操作に係る成立性確認実績 (抜粋)

手順の項目	必要な要員と作業項目	経過時間(分)	経過時間(時間)	備考
手続の内容	手続の内容	10	10	
委員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後移動してきた要員	手続の内容	10	10	
当直課長	●運転操作指運 ●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外掛電源の確認 ●安全注入シーケンス作動確認 ●余熱除去系統からの漏えいの判断(中央制御室確認)	約25分	約02分	原子炉トリップ、安全注入作動 アキュムレータ隔離 約64分 充てん開始、安全注入停止 プラント状況判断
状況判断	●運転操作指運 ●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外掛電源の確認 ●安全注入シーケンス作動確認 ●余熱除去系統からの漏えいの判断(中央制御室確認)	10分		
1次冷却系強制冷却開始	●加圧器透過し弁閉操作 ※1 (中央制御室操作)	5分		
余熱除去系統の分離、隔離	●余熱除去系統の燃料取替用水タンクからの隔離操作 ●余熱除去系統の1次冷却系からの隔離操作 (中央制御室操作)	5分		
2次冷却系強制冷却操作	●補助給水ポンプ起動確認、補助水流置確立の確認 ●主蒸気源がし弁閉操作 (中央制御室操作)	4分		
燃料取替用水タンク供給操作 (格納上考慮せず)	●燃料取替用水タンク供給系統構成 (中央制御室操作)	25分		
充てん開始、安全注入停止操	●燃料取替用水タンク供給操作 (中央制御室操作)	10分		
アキュムレータ出口電動弁閉操作	●充てん注入開始操作 ●高圧安全注入停止操作 (中央制御室操作)	5分		
電源盤確認、復旧操作	●アキュムレータ出口電動弁閉操作 (中央制御室操作) ●電源盤確認、復旧操作 ※3 (現場操作)	5分		
機器の復旧作業	●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※4 (現場操作)	30分		
保修整等				
備考				<p>※1:1次冷却系のサブクール系を循環し、放熱して必要以上に昇温する。今回の機材には、この機材には対応していないため実施していない。</p> <p>※2:余熱除去系統隔離操作を直進実施する。</p> <p>※3:電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※4 (現場操作)</p> <p>※4:通常の交通状態での作業を期待。</p>

第 7.1.8.7 図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間
(インターフェイスシステム LOCA)

美浜発電所 保安規定 添付3 表1-1-19 現場対応手順教育一覧表

※1：中央操作は、中央制御室での既設操作またはシミュレータ設備の対応にて確認する。

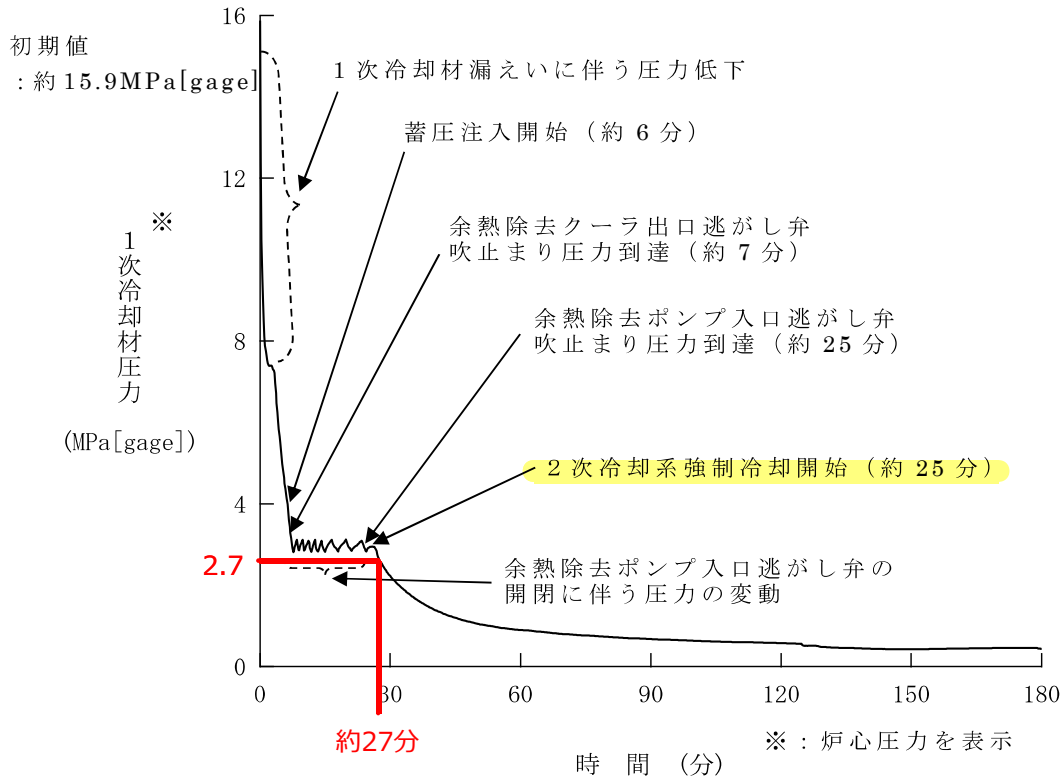
手順の項目	手順詳細	操作場所 ※1 要員数	想定時間(分)		合計	対象ポジション			使用教材	備考
			移動	操作		制御員	主機員	補機員		
1.3 原子炉冷却材圧カバウンダリを減圧するための手順										
01	原子炉冷却材圧カバウンダリを減圧するための手順等の内容を理解している。	—	—	—	—	○	○	○	原子炉施設保安規定 事故時操作手順 重大事故に至るおそれがある事故及び重大事故に対する対策の有効性評価	
1.3.1	主蒸気速がし弁（現場手動操作）による主蒸気速がし弁の機能回復	現場3名	16	10	26	○	○	○	運転操作手順 教育資料 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナケネスに係る対応手順 04-05-03-A1.04-05-02-K1
1.3.2	蒸発ポンペ（主蒸気速がし弁作動用）による主蒸気速がし弁の機能回復	中央1名	5	1	6	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給（主蒸気速がし弁および補助給水流重前操作）」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	
1.3.3	可搬式空気圧縮機（主蒸気速がし弁作動用）による主蒸気速がし弁の機能回復	中央1名	16	5	21	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給（主蒸気速がし弁および補助給水流重前操作）」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	
1.3.4	蒸発ポンペ（加圧器速がし弁作動用）による加圧器速がし弁の機能回復	現場2名	19	16	35	○	○	○	事故時操作手順 第三部 「個別操作 RCSの減圧」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナケネスに係る対応手順
1.3.5	可搬式空気圧縮機（加圧器速がし弁作動用）による加圧器速がし弁の機能回復	中央1名	5	1	6	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給（アニュラス循環系タンバまたは加圧器速がし弁）」 事故時操作手順 第三部 「個別操作 RCSの減圧」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	
1.3.6	可搬式空気圧縮機（加圧器速がし弁作動用）による加圧器速がし弁の機能回復	中央1名	20	2	22	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給（アニュラス循環系タンバまたは加圧器速がし弁）」 事故時操作手順 第三部 「個別操作 RCSの減圧」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	
1.3.7	蒸発ポンペ（加圧器速がし弁作動用）による加圧器速がし弁の機能回復	中央	2	2	4	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給（アニュラス循環系タンバまたは加圧器速がし弁）」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な技術的能力 ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナケネスに係る対応手順
	現場対応操作（破損SG隔離増設機操作等）	現場	21	21	42	○	○	○	現場対応操作（破損SG隔離増設機操作等）	

美浜発電所 保安規定 添付3 表1～1.9 現場対応手順教育一覧表

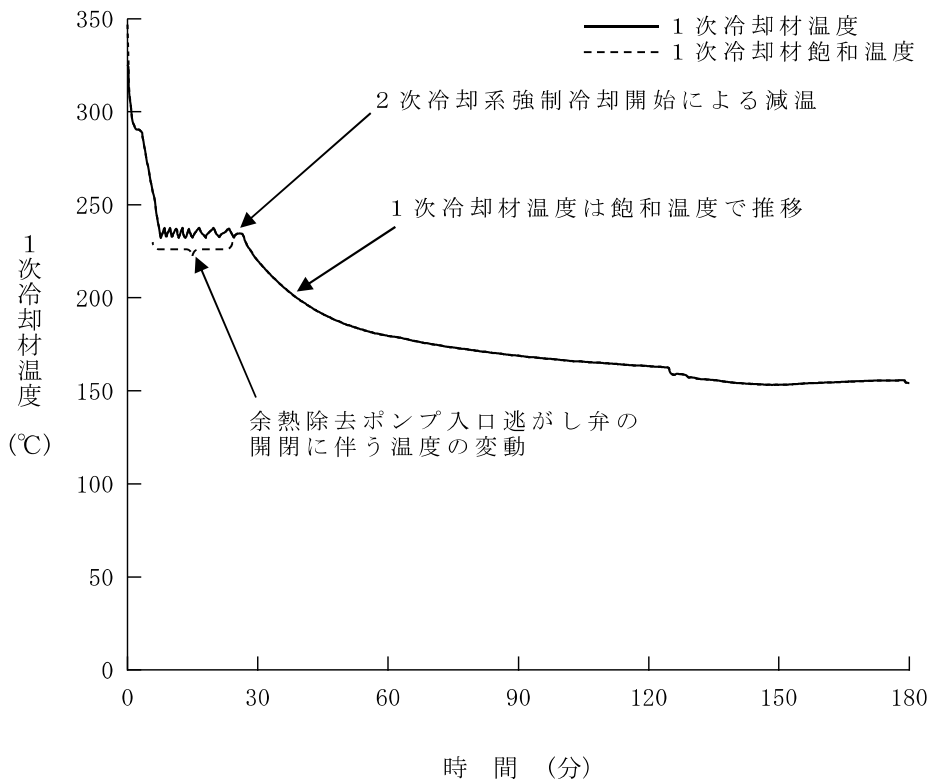
※1：中央操作は、中央制御室での模擬操作またはシミュレータ設備の対応にて確認する。

手順の項目	手順詳細	操作場所 ※1 要員数	想定時間(分)		対象ボジション				使用教材	備考
			移動	操作	中央	制御室	制御員	制御員		
1.3.8	中央対応操作(蒸気発生器、加圧器過し弁による減速減圧操作等) 現場対応操作(電源盤確認、復旧操作等)	中央 現場	15 30	15 30	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	事故時操作所判 第二部 「インターフェースシステムL.O.C.A.」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナリオに属する対応手順
1.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ極低時に発電用原子炉を冷却するための手順										
01	原子炉冷却材圧力バウンダリ極低時に発電用原子炉を冷却するための手順等の内容を理解している。	—	—	—	○	○	○	○	原子炉施設保安規定 事故時操作所判 重大事故に至るおそれがある事故及び重大事故に	
1.4.1	ポンプ起動確認 系統構成、注水開始 移動 RHRS-CSSS連絡ライン弁電源入	中央1名 現場1名	5 14 13	19 14	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	事故時操作所判 第二部 「共通操作 代替炉心注入」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナリオに属する対応手順
1.4.2	空冷式非常用発電装置起動 系統構成 ポンプ起動 移動 RHRS-CSSS連絡ライン弁電源入	中央1名 現場1名	10 15 5 13	30 14	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	事故時操作所判 第二部 「共通操作 代替炉心注入」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナリオに属する対応手順
1.4.3	電動消防ポンプ又はディーゼル消防ポンプによる代替炉心注水 移動 系統構成 移動 RHRS-CSSS連絡ライン弁電源入	中央1名 現場1名	5 5 5 15	20 14	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	事故時操作所判 第二部 「共通操作 代替炉心注入」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	
1.4.4	可搬式代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水 移動 系統構成 移動 RHRS-CSSS連絡ライン弁電源入	中央1名 現場1名	12 18 60	30 90	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	事故時操作所判 第二部 「共通操作 代替炉心注入」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	
1.4.5	ポンプ起動確認 系統構成、注水開始 中央対応操作 現場対応操作	中央1名 現場1名	1 4	5	○	○	○	○	事故時操作所判 第二部 「共通操作 代替炉心注入」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナリオに属する対応手順
1.4.6	格納容器再循環ポンプスクリーン閉塞の兆候が見られた場合の手順	中央1名 現場1名	—	—	○	○	○	○	事故時操作所判 第二部 「LOCA時再循環ポンプスクリーン閉塞」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施する ために必要な技術的能力	

中央操作15分：
2次系急速冷却開始までの時間を事象判断後1.5分（事象発生後2.5分）
として机上教育、現場模擬操作訓練を実施している。



第 7.1.8.9 図 1次冷却材圧力の推移 (インターフェイスシステム L O C A)



第 7.1.8.10 図 1次冷却材温度の推移 (インターフェイスシステム L O C A)

通常の操作の訓練実績

原子力運転サポートセンター

1. 盤慣れ訓練 (1)VDU画面の選択訓練 チェックシート (7/13)

【安全系VDU画面訓練】

No	操作器名称	訓練生選択状況チェック(良:✓ 否:×)					最終完了時間(秒)	画面番号	画面名称	備考
		1	2	3	4	5				
1	A(B)トレイ安全注入リセット (2RSI-A(B))	✓	✓	✓	✓	✓	6.6	SA(B)-11	工安系リセット	所定時間10秒以内
2	ぼう酸注入タンクA(B)入口弁 (2MOV-8803A(B))	✓	✓	✓	✓	✓	4.6	SA(B)-12	安全注入-1	
3	A(B)格納容器循環ファン (2VS-1A(B))	✓	✓	✓	✓	✓	5.5	SA(B)-20	H&V CV内	
4	A(B)-D/G電圧調整器 (2A(B)-D/GP90)	✓	✓	✓	✓	✓	4.5	SA(B)-34	D/G	
5	4-2SA(SB)リヤ断路器 (4-2SA(SB))	✓	✓	✓	✓	✓	4.1	SA(B)-39	所内電源-1	
到達レベル 4/5以上で良		5/5	5/5	5/5	5/5	5/5				
確認結果		良	良	良	良	良				

特記事項
なし

評価基準

所定時間内に正確に指定された操作器を呼び出すことができれば良
最終完了時間は、小数点1桁まで記入する。ただし、ログ管理により記入する場合は不要

重大事故等対応に係るシミュレータ訓練における成立性確認について

1. 目的

有効性評価の重要事故シーケンスのうち、中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスに対して、シミュレータ訓練を実施し、適切に対応できることを確認する。

2. 対象範囲

(1) 対象シーケンス：設置変更許可申請に示した有効性評価の重要事故シーケンスにおいて、類似性及び網羅性の観点から選定した事故シーケンスを対象とする。

(2) 訓練対象者：運転員（当直員）

3. 実施頻度

対象となる重要事故シーケンスについて、年1回以上実施する。

4. 実施方法

当直毎に、シミュレータを用いて重要事故シーケンス訓練を実施する。

成立性確認はシミュレータ特性と安全解析結果の違いを考慮の上、以下に留意し実施する。

- (1) シミュレータは、基本的には実機の運転状態と応答を模擬していることから、安全解析の初期条件及び機器条件とは相違がある。
- (2) シミュレータに入力する事故条件は、原則安全解析の事故条件を入力し訓練を実施する。
- (3) インストラクタは、シミュレータ上で模擬できない部分を始めとする情報や訓練の方法について、予め対応（訓練に対する約束）を定め、訓練開始前までに運転員に周知する。
- (4) 訓練では、パラメータ等のプラント挙動から手順書に従い対応できることを確認する。
- (5) 成立性確認は、運転操作が解析上の操作条件を満足し、炉心損傷を防止できることを確認する。ただし、解析上の操作条件が、シミュレータ挙動と解析挙動の違いにより一致しない場合は、予め解析上の操作条件の代替となる成立性確認事項を定める。

5. 成立性確認方法

中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスについて、手順書に従い、有効性評価の重要事故シーケンスの成立性確認ポイント（解析条件のうち操作条件）を満足できることを確認する。

以上

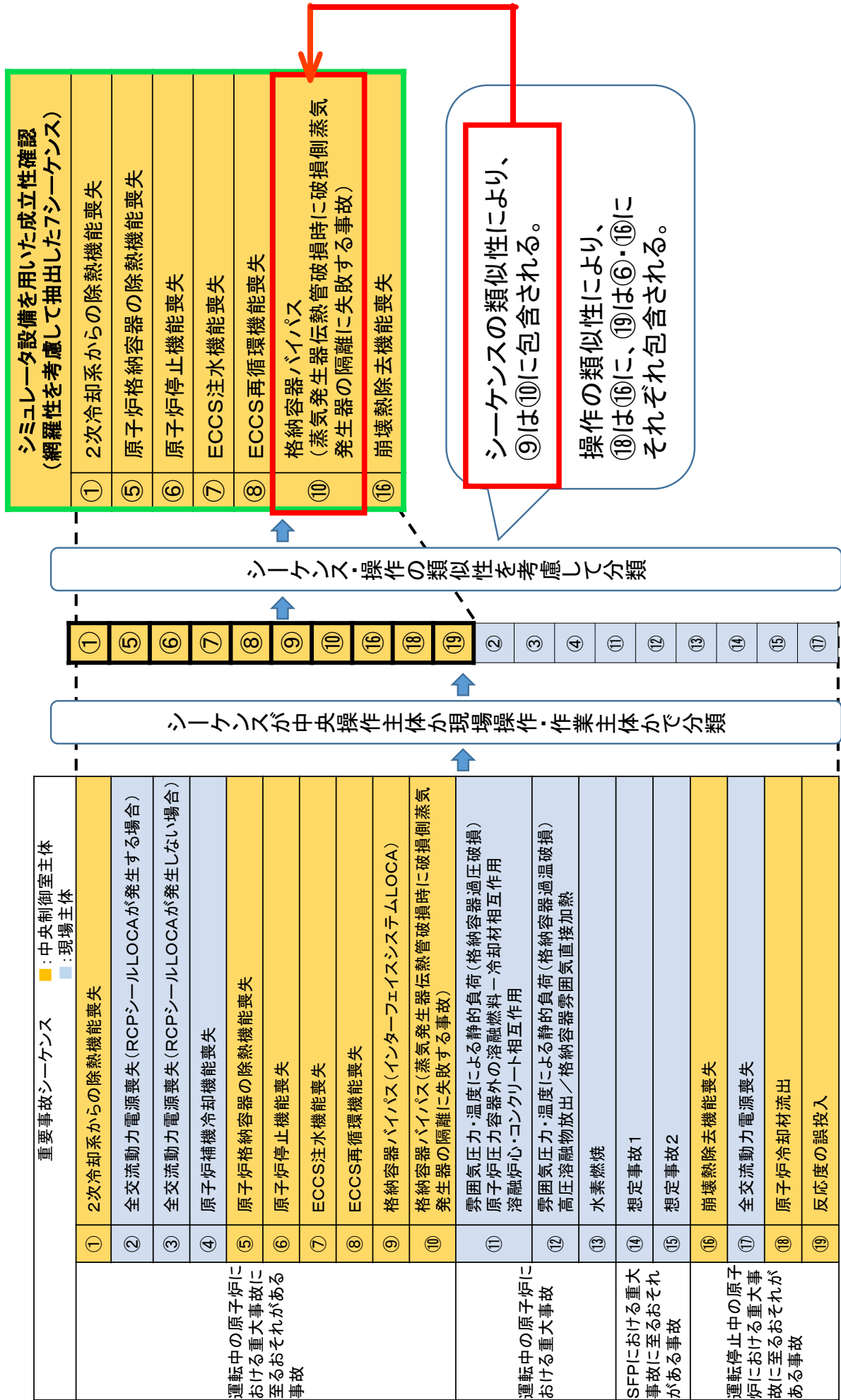
重要事故シーケンスシミュレータ訓練実施内容整理表

○：重要事故シーケンスと同様に実施できるもの
 △：設備の動作模擬が必要なもの

対策	有効性評価		シミュレータ	
	番号	重要事故シーケンス	訓練の可否	有効性評価重要事故シーケンスとシミュレータ訓練の相違※
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	①	2次冷却系からの除熱機能喪失	○	1次冷却系のフィードアンドブリード運転操作 解析上は、「すべての蒸気発生器水位(広域)0%到達の5分後」であるが、事故時操作所則上は「すべての蒸気発生器水位(広域)が10%未満」で判断する。 (10%の根拠は、広域水位計は停止中に使用するため低温で校正されており、出力運転状態でドライアウトに至った時の指示に計器誤差を見込んだものである。) シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約7.9時間かかるため、訓練は1次冷却系のフィードアンドブリード運転を開始し、炉心冷却が開始されたことを確認するポイントまでとする。
	⑤	原子炉格納容器の除熱機能喪失	△	原子炉補機冷却水系による格納容器内自然対流冷却のタイミング 解析上は、格納容器圧力が最高使用圧力(0.261MPa)到達から30分後から開始するが、シミュレータでは、格納容器圧力は最高使用圧力に到達しないことから、格納容器循環冷暖房ユニットへの通水準備が整い次第、自然対流冷却を開始する。 シミュレータ訓練実施範囲 高圧および低圧再循環による炉心冷却は可能であるが、格納容器最高使用圧力到達までに約7時間かかるため、1次系冷却水タンク加圧後に格納容器内自然対流冷却を開始するポイントまでとする。
	⑥	原子炉停止機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約14時間かかるため、ほう酸注入による原子炉出力の低下を確認するポイントまでとする。
	⑦	ECCS注水機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替ポイントまで約2.7時間(4インチ破断)かかることから、2次系強制冷却により1次冷却系が冷却されることにより、余熱除去ポンプによる低圧注入系にて炉心が冷却され、アキュムレータ出口電動弁を閉止するポイントまでとする。
	⑧	ECCS再循環機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替失敗と判断し、代替再循環による1次冷却系の冷却を開始するポイントまでとする。
	⑩	格納容器バイパス (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器の 隔離失敗)	○	シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系での冷却に切替まで約2.3時間を要することから、高圧注入から充てん注入への切替後に1次冷却系統の減温、減圧がなされていることを確認するポイントまでとする。
運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	⑯	崩壊熱除去機能喪失	△	シミュレータ訓練実施範囲 アキュムレータ出口電動弁を開放し、1次系保有水量確保操作を開始し、水位が回復することを確認するポイントまでとする。

※シミュレータ訓練では、故障条件(破断サイズ等)や発生場所、発生時間等シミュレータの設定条件により有効性評価重要事故シーケンスを完全に再現するものではない。

中央制御室操作主体の重要事故シーケンス (シミュレータ訓練)



全当直班がシミュレータを用いて7つのシーケンスについて成立性確認を実施することで、中央操作の個別手順、操作判断、動き、連携の成立性を確認する。

中央制御室操作主体の重要事故シナリオにおける操作の類似性

操作内容	保安規定 添付3												備考
	表-1 手動による原子炉緊急停止	表-1 原子炉出力抑制(自動)	表-1 ほう酸水注入	表-2,3 リ一次系のフイードアンドフ	表-3 レイコターフェイスシステム	表-3 蒸気発生器伝熱管破損 破断部隔離流出防止	表-3 炉心注水 / 代替炉心注水	表-4 代替再循環運転	表-4 原子炉格納容器内からの選避	表-6 格納容器内自然対流冷却	表-10 水系排出	表-16 居住性の確保	
重要事故シナリオ													
① 2次冷却系からの除熱機能喪失	○												訓練実施項目
② 全交流動力電源喪失(RCPシールドLOCAが発生する場合)													
③ 全交流動力電源喪失(RCPシールドLOCAが発生しない場合)													
④ 原子炉補機冷却機能喪失													
⑤ 原子炉格納容器の除熱機能喪失									○				訓練実施項目
⑥ 原子炉停止機能喪失	○	○											訓練実施項目
⑦ ECCS注水機能喪失		○											訓練実施項目
⑧ ECCS再循環機能喪失							○						訓練実施項目
⑨ 格納容器バイパス(インターフェイスLOCA)				○	○								シナリオの類似性により⑩に包含される
⑩ 格納容器バイパス(蒸気発生器伝熱管破損時に破断部蒸気発生器の隔離に失敗する事故)				○	○								訓練実施項目
⑪ 蒸気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損)													
⑫ 原子炉心・燃料棒間の溶融燃料-冷却材相互作用													
⑬ 溶融炉心・コンクリート相互作用													
⑭ 蒸気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)													
⑮ 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱													
⑯ 水素燃焼													
⑰ 想定事故1													
⑱ 想定事故2													
⑲ 崩壊熱除去機能喪失									○	○	○	○	訓練実施項目
⑳ 全交流動力電源喪失													
㉑ 原子炉冷却材流出													操作の類似性により㉒に包含される
㉒ 反応度の誤投入													操作の類似性により㉓、㉔に包含される

操作の類似性から包含される

シナリオの類似性により、⑨は⑩に包含される。また、操作の類似性により、⑱は㉒に、㉑は㉓・㉔にそれぞれ包含される。

重要事故シナシエンス 成立性確認チェック票

VI. 格納容器バイパス (蒸気発生器伝熱管破損+破損側蒸気発生器隔離失敗)

項目	操作内容	チェック欄			備考
		イ. 確認 判断	ロ. 操作 (中央)	ハ. 指示 (現場 (対策本部))	
1	プラントトリップの確認 (1) 原子炉トリップ及びタービントリップを確認 (2) 非常用母線及び常用母線の電圧を確認し、所内電源及び外部電源喪失の有無を判断	✓			13:08:40 (外部電源喪失を模擬)
2	安全注入シナシエンス作動状況の確認 「安全注入作動」警報により非常用炉心冷却設備作動信号が発信し、安全注入シナシエンスが作動していることを確認	✓			
3	蒸気発生器伝熱管の漏えいの判断 蒸気発生器伝熱管破損発生時の判断及び破損側蒸気発生器の判定 ・蒸気発生器伝熱管漏えい監視モニター指示の上昇 ・蒸気発生器水位及び主蒸気圧力の上昇 ・加圧器水位及び圧力の低下	✓			7分53秒
4	破損側蒸気発生器の隔離 破損側蒸気発生器の隔離操作 ・破損側蒸気発生器への補助給水停止 ・主蒸気隔離弁、タービン動機補助給水ポンプ駆動蒸気元弁の閉操作等	✓	✓	✓	良・不可 [13:2:50]
5	破損側蒸気発生器圧力の減圧継続判断 破損側蒸気発生器圧力の減圧継続判断 ・破損側蒸気発生器水位及び主蒸気圧力 ・加圧器水位及び圧力	✓	✓		良・不可 [13:16:33]
6	破損側蒸気発生器圧力の減圧継続時の対応 (1) 健全側蒸気発生器2次側による炉心冷却 ・健全側蒸気発生器への補助給水流量確立の確認 ・健全側蒸気発生器の主蒸気逃がし弁閉操作 (2) 燃料吹替用水タンク補給準備	✓	✓	✓	良・不可 [13:58:00]
7	加圧器逃がし弁閉操作による1次冷却系減圧 加圧器逃がし弁を手動で閉操作	✓	✓		原子炉トリップ13分以内 = 事象発生後20分以内
8	アクキュムレータ出口電動弁閉操作 アクキュムレータ出口電動弁閉操作 (1次冷却材圧力がアクキュムレータの保持圧力になる前)	✓	✓		
9	高圧注入から充てん注入への切替え (1) 非常用炉心冷却設備停止条件を満足 (2) 高圧注入から充てん注入へ切替え	✓	✓		良・不可 [13:59:16]

※以降の対応は実施しない。(余熱除去系による炉心冷却、1次冷却系と破損側蒸気発生器均圧操作による破損側蒸気発生器からの漏えい停止、1次冷却系のフィードアンドブリード、代替再循環運転への切替え等)

美浜 3 号機 インターフェイスシステム LOCA 時の各機器の耐環境性について

1. はじめに

「充てん注入を開始して高圧安全注入を停止（事象発生約 64 分後）」の操作後に、余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合（添付 1）の評価として、事象発生約 70 分後に当該弁を閉止した場合の、蒸気漏えい区画にある事象収束に必要な各機器の耐環境性について確認した結果を提示する。

2. 評価結果

(1) 必要な機器

IS-LOCA 時に使用する設備については、既許可の添付書類十（追補含む）にて選定している。選定したリストを添付 2 に示す。添付 2 のとおり、事象収束に必要な機器のうち、IS-LOCA に伴う原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している機器は、充てん／高圧注入ポンプ、安全注入流量、余熱除去ポンプ入口弁の 3 つとなる。

(2) 環境条件

a. 溢水

有効性評価において想定した余熱除去系の機器、から漏えいするものとし、各機器、弁からの漏えいは IS-LOCA の有効性評価における漏えい量を破断面積比で按分した。事象発生約 70 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止することで漏えい停止するものとし、各区画の溢水量を求めた。

b. 放射線

a. で求めた溢水量から放射エネルギーを算出し、その放射エネルギーから評価対象区画の線量率を算出し、各機器の吸収線量を求めた。評価期間は 7 日を設定した。

c. 雰囲気温度

現状の事象発生約 30 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の各区画の雰囲気温度の評価結果を基に、事象発生約 30 分後時点での温度上昇の傾向が維持されるものとして、事象発生約 70 分後に当該弁を閉止した場合の評価結果を保守的^{*}に見積もった。

その結果、添付 3 のとおり、事象発生約 70 分後時点において、事象収束に必要な機器である、充てん／高圧注入ポンプおよび安全注入流量の設置区画は約 90℃まで、余熱除去ポンプ入口弁の設置区画は約 120℃まで上昇することとなる。本環境条件に基づき（3）では各機器の耐環境性について確認する。

*事象発生約 25 分後に 2 次系強制冷却を実施することで、1 次冷却材圧力および温度ともに低下するた

め、事象発生後の25分後以降、各区画への放出される蒸気等がもつ保有エネルギーもそれにあわせて低下する。したがって、事象発生後の30分後以降の温度上昇傾向は鈍化するため、単純な直線外挿とすることは保守的と言える。

(3) 機器の耐環境性

a. 溢水

IS-LOCA 時の事象収束に必要な機器のうち、IS-LOCA に伴う原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している機器の設置場所（高さ）、機能喪失高さ、設置場所における没水高さは、表1のとおり。弁閉止時間を70分とした場合においても、各機器は溢水の影響を受けないことを確認している。

表1. 各機器の溢水影響について

機器名	設置場所	機能喪失高さ	フロア床面からの没水高さ		溢水影響
			30分閉止	70分閉止	
充てん／高圧注入ポンプ	E.L.17.0m	E.L.17.63m	0m	0m	無
安全注入流量	E.L.17.0m	E.L.17.82m	0.01m	0.03m	無
余熱除去ポンプ入口弁	E.L.5.3 m	E.L.6.95m	0.04m	0.14m	無

※1：充てん／高圧注入ポンプの機能喪失高さは、最も低いC充てん／高圧注入ポンプの値を記載

※2：充てん／高圧注入ポンプ室入口の堰高さ0.1mを超えての浸水なし

b. 放射線

IS-LOCA 時の事象収束に必要な機器のうち、IS-LOCA に伴う原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している各機器の吸収線量と健全性確認条件を、添付4のとおり整理した。確認の結果、弁閉止時間を70分とした場合においても、各機器は放射線に対する健全性を有することを確認している。

c. 雰囲気温度

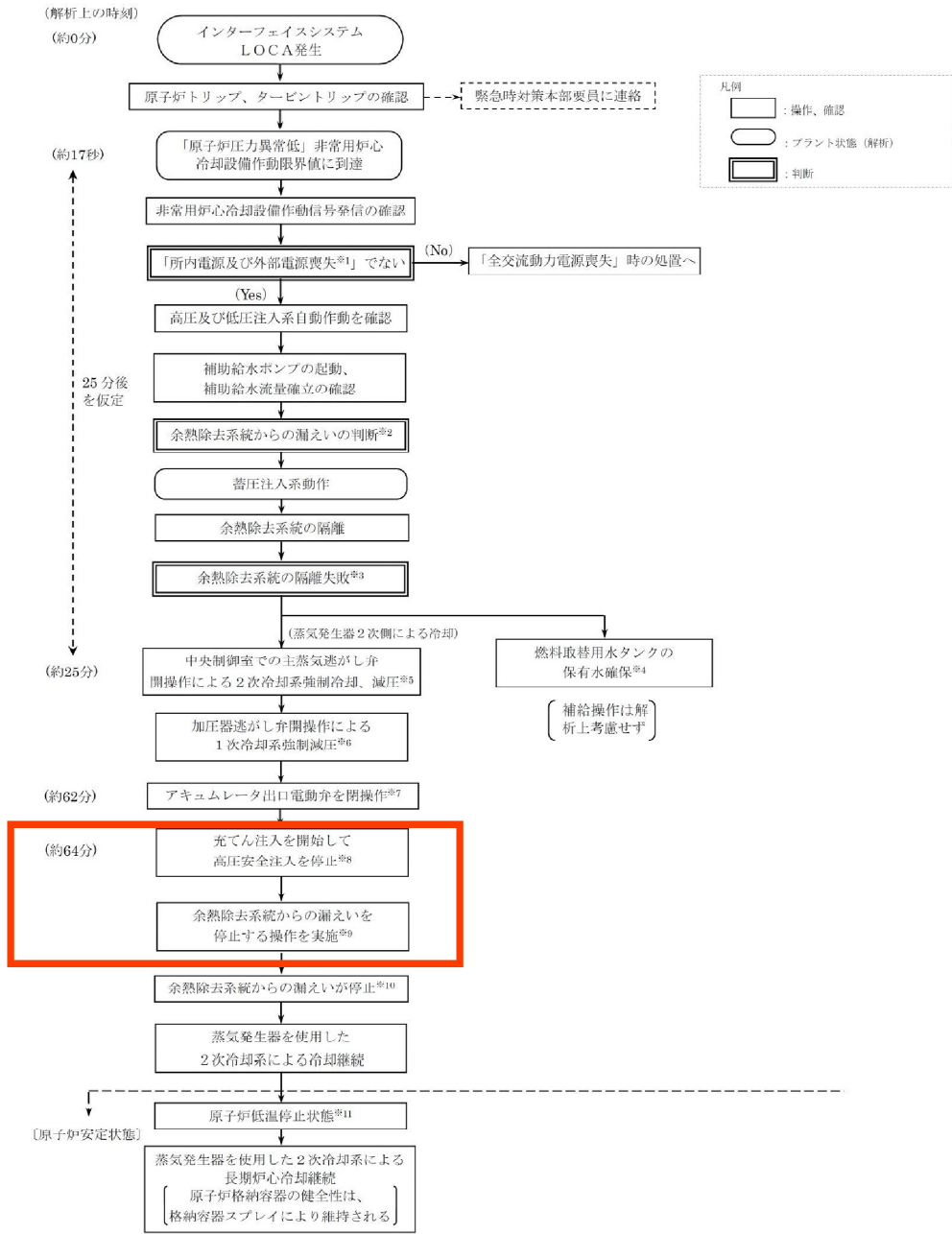
IS-LOCA 時の過酷な環境条件に対して、添付4のとおり各機器の各構成品の健全性確認温度が上回っていることを確認している。また、これらの構成品のうち、健全性確認温度の低い安全注入流量本体および充てん／高圧注入ポンプの実力評価では、90℃環境下で安全注入流量本体は約28時間、充てん／高圧注入ポンプは約2,000時間の健全性を有しており、弁閉止時間を70分とした場合においても、十分な耐環境性を有することを確認している。なお、各区画の圧力および湿度への健全性についても添付4の通り、耐環境性を有することを確認している。

3. まとめ

IS-LOCA 時の事象収束に必要な機器のうち、IS-LOCA に伴う原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している機器について、有効性評価の手順のフローに基づき、事象発生約 70 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合にも、当該機器の耐環境性が確保されることを確認した。

以上

美浜 3 号機 有効性評価手順フロー



※1 : すべての非常用母線及び常用母線の電圧が「零」ボルトを示した場合。
 ※2 : 余熱除去系統からの漏えいは以下で確認。
 ・補助建屋内放射線監視モニタ、蒸気発生器細管漏えい監視モニタ、加圧器水位及び圧力、
 補助建屋サンプ水位、余熱除去ポンプ出口圧力
 ※3 : 余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする。
 ※4 : 燃料取替用水タンクへの補給操作。
 ・原子炉補給水制御系（ほう酸タンク、1次系純水タンク）
 ・1次系純水タンクから使用済燃料ピット脱塩塔経路等。
 ※5 : 漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解析上では、約25分後の開始としているが、
 実際の操作では、準備が完了した段階で1次冷却系保有水の減少抑制のために実施する。
 ※6 : 実際の操作においては、2次冷却系強制冷却による1次冷却系のサブクール度の確保を確認した段階で必要により
 実施し、保有水の確保を図る。
 また、その後の漏えい最低減のため、操作は適宜実施。
 ※7 : 冷却材圧力(広域)計指示が0.6MPa[gage]になれば閉操作する。
 ※8 : 原子炉格納容器外への漏えいを抑制するため、充てん注入は高压注入系の停止準備が整ってから開始する。
 ※9 : 隔離は余熱除去ポンプ入口弁閉操作で可能と想定する。
 ※10 : 余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
 ・余熱除去ポンプ出口圧力、加圧器圧力及び水位、1次冷却材圧力、充てん流量、原子炉水位及び燃料取替用水タンク
 水位等の挙動から総合的に確認する。
 ※11 : 漏えいが停止し、1次冷却材温度が安定または低下傾向。

第 7.1.8.4 図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
 (「インターフェイスシステムLOCA」の事象進展)

M 3 IS-LOCA対応に使用する計器リスト

	パラメータ	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
事象初期 (プラント停止、SI動作)	出力領域中性子束	○		①	※	※ I S - L O C A により、原子炉格納容器外の環境が悪化する前に、計器の使用期間を終えるため、耐環境性を考慮する必要がない。
	中間領域中性子束	○		①	※	
	中性子線領域中性子束	○		①	※	
	安全注入作動警報		安全注入流量等で確認可能		-	
	安全注入流量	○		②	○	
事象判断	余熱除去クロー出口流量		燃料取替用水タンク水位等で確認可能		-	
	燃料取替用水タンク水位	○		③	○	
	冷却材圧力 (広域)	○		①	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	格納容器再循環サブ水位 (広域)	○		①	○	
	蒸気発生器水位 (狭域)	○		①	○	
	主蒸気圧力	○		③	○	
	補助建屋サブ水位		冷却材圧力 (広域)、加圧器水位、格納容器再循環サブ水位 (広域)、蒸気発生器水位 (狭域)、主蒸気圧力で確認可能		-	
	補助建屋排気筒ガスモニタ					
	格納容器ガスモニタ					
	格納容器じんあいモニタ					
	格納容器入口エリアモニタ		冷却材圧力 (広域)、加圧器水位、格納容器再循環サブ水位 (広域)、蒸気発生器水位 (狭域)、主蒸気圧力で確認可能		-	
	炉内計装区域エリアモニタ					
	復水器空気抽出器ガスモニタ					
	蒸気発生器ブローダウン水モニタ					
事象収束	高感度主蒸気管モニタ					
	余熱除去ポンプ出口圧力					
	加圧器逃がしタンク水位		冷却材圧力 (広域)、加圧器水位で確認可能		-	
	加圧器逃がしタンク温度					
	加圧器逃がしタンク圧力					
	余熱除去クロー出口流量		燃料取替用水タンク水位等で確認可能		-	
	燃料取替用水タンク水位	○		③	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	1次冷却材高温側広域温度	○		①	○	
	1次冷却材低温側広域温度	○		①	○	
	冷却材圧力 (広域)	○		①	○	
	補助給水流量	○		③	○	
	主蒸気圧力	○		③	○	
	蒸気発生器水位 (狭域)	○		①	○	
	蒸気発生器水位 (広域)	○		①	○	
復水タンク水位	○		③	○		
安全注入流量	○		②	○		
格納容器圧力						
格納容器圧力 (広域)		冷却材圧力 (広域)、加圧器水位で確認可能		-		
格納容器内温度						
充てん流量		燃料取替用水タンク水位、加圧器水位、原子炉水位等で確認可能		-		
原子炉水位	○		①	○		
ほう酸タンク水位						
1次系純水タンク水位		燃料取替用水タンクへの補給手段として、使用可能であれば確認		-		
2次系純水タンク水位						

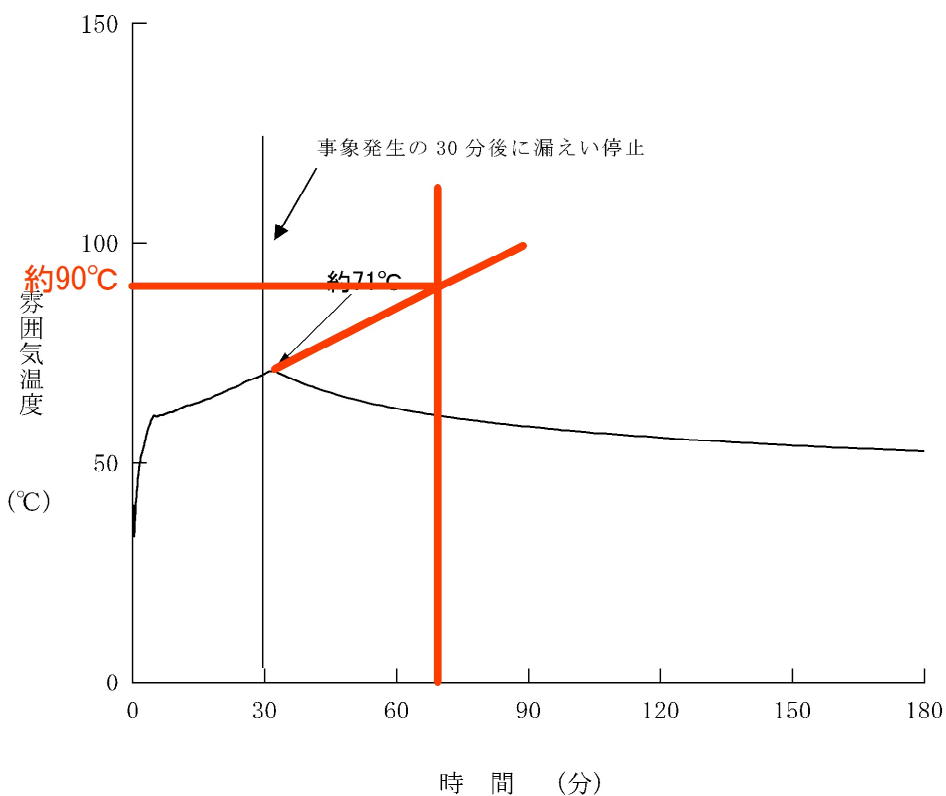
※①：C V内
 ※②：C V外 (環境悪化エリア)
 ※③：C V外 (環境悪化エリア外)

IS-LOCA対応に使用する機器リスト

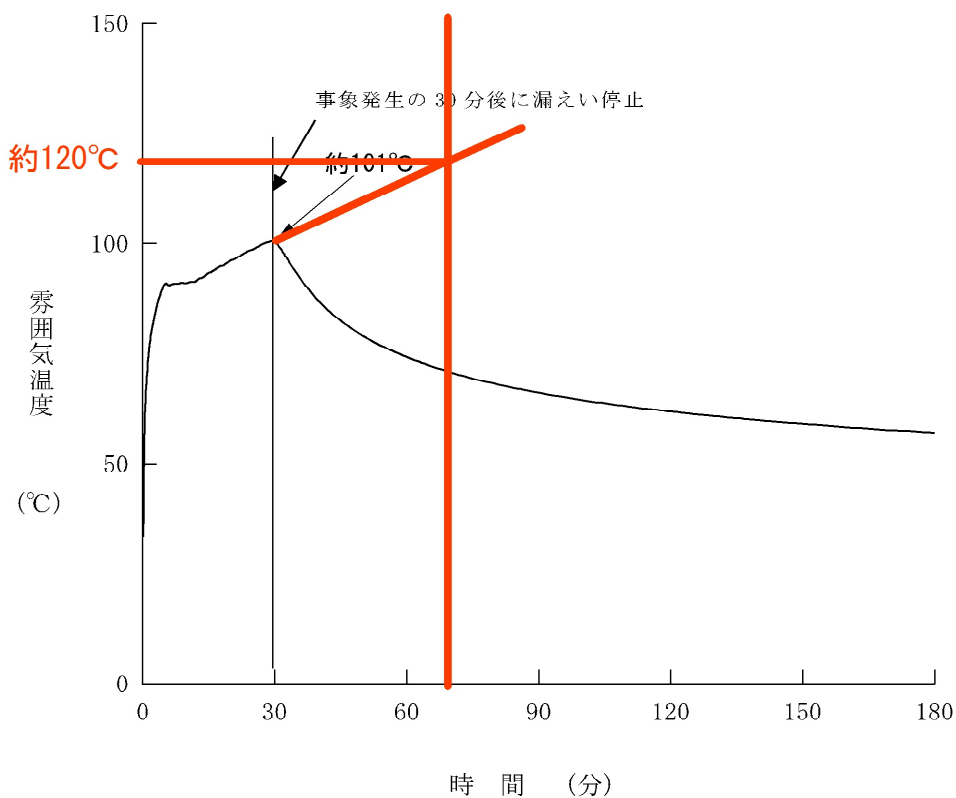
	使用機器	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
	燃料取替用水タンク	○		③		
	余熱除去ポンプ		蒸気発生器で除熱可能 モード5への冷却を実施する場合は蒸気発生器2次側のフィードアンドブリードにより実施可能	②		
	充てん/高圧注入ポンプ	○		②		
	アキュムレータ	○		①		
	主蒸気逃がし弁	○		③		
	タービン動補助給水ポンプ	○		③		
	電動補助給水ポンプ	○		③		
	蒸気発生器	○		①		
	復水タンク	○		③		
	ディーゼル発電機	○		③		
	燃料油貯蔵タンク	○		③		
	加圧器逃がし弁	○		①		
	アキュムレータ出口弁	○		①		
	余熱除去ポンプ入口弁	○		②		

※①：C V内
 ※②：C V外 (環境悪化エリア)
 ※③：C V外 (環境悪化エリア外)

美浜 3 号機 各区画における雰囲気温度の推移



充てん／高圧注入ポンプ設置区画雰囲気温度評価結果
(安全注入流量も同区画に設置)



余熱除去ポンプ入口弁設置区画雰囲気温度評価結果

美浜 3 号機 IS-LOCA時に使用する設備の耐環境性

- IS-LOCA時に使用する設備については、既許可の添付書類十にて選定している。これらの設備のうち、原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している構成品を下表に示す。
- IS-LOCA時の環境条件（温度、放射線、湿度、圧力）に対し、各構成品の健全性確認条件が上回っていることを確認済み。

使用設備	構成品	温度		放射線		湿度		圧力		
		環境条件	健全性確認条件	環境条件	健全性確認条件	環境条件	健全性確認条件	環境条件	健全性確認条件	
安全注入流量	本体	90°C	125°C	28.5Gy	100Gy	100%	100%	大気圧	100kPa[gage]	
	ケーブル		165°C		0.5MGy				49kPa[gage]	
余熱除去ポンプ入口弁	電動弁	120°C	190°C	59.3Gy	1.5MGy				100%	413kPa[gage]
充てん／高圧注入ポンプ	本体	90°C	150°C	19.8Gy	100kGy				100%	18.8MPa[gage]※
	ポンプモータ		120°C		2MGy	100%	大気圧			

※: 内部流体の最高圧力

高浜 1, 2 号機の手順の成立性について

インターフェイスシステム L O C A の対応手順は、2 次系での急速冷却により、1 次系を減圧し、1 次系が 2.7MPa[gage]以下になれば、余熱除去システムを隔離する手順となっております。この操作を事象発生の 30 分以内実施できることは教育訓練により担保しています。

具体的には、S A 訓練については、机上訓練、中央制御室での模擬操作訓練にて、保安規定に基づく力量の維持向上のための教育訓練を実施しており、技術的能力 1.3 に関連するインターフェイスシステム L O C A 事象の訓練で事象判断後 15 分以内（事象発生後 25 分以内）に 2 次系急速冷却まで完了できることを教育訓練しています。

また、2 次系急速冷却後に 1 次系が 2.7MPa[gage]以下になる時間は事象発生から約 27 分後であり、その後実施する余熱除去システムの隔離操作（余熱除去ポンプ入口弁（電動弁）を含めた 3 つの電動弁の閉止操作）は電動弁の動作時間を考慮しても約 2 分以内で実施可能であり、30 分以内に余熱除去ポンプの入口弁閉止は可能です。なお、余熱除去システムの隔離操作は通常の電動弁操作であり、通常の操作は 1 操作 10 秒程度で操作できるように訓練しています。

なお、S A のシミュレータ訓練については、保安規定に基づく中央制御室主体の操作に係る成立性確認のうち、格納容器バイパス事象の訓練は代表シーケンスとして蒸気発生器伝熱管破損時の破損蒸気発生器隔離失敗事象で実施しています。

設置変更許可申請書 添十 インターフェイスシステムLOCA (有効性評価タイムチャート) 抜粋

手順の項目	必要な要員と作業項目	経過時間(分)		備考
		10	20	
手順の内容	手順の内容	約62分	約84分	約62分 アキュムレータ隔離 約84分 充てん開始、安全注入停止 プラント状況判断
状況判断	当直課長、当直主任 1 ●号炉ごと、運転操作指種 ●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入シーケンス作動確認 ●余熱除去系統からの漏えいの判断 (中央制御室確認)	10分		
1次冷却系強制制御減圧操作	運転員A [1] [1] ●加圧源減かし再開操作 ※1 (中央制御室操作)			
余熱除去系統の分離、隔離操作	運転員B [1] [1] ●余熱除去系統の燃料取扱用水タンクからの隔離操作 ●余熱除去系統の1次冷却系からの隔離操作 (中央制御室操作)			
2次冷却系強制冷却操作	運転員B [1] [1] ●補助冷却ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気大気放出再開操作 (中央制御室操作)			
燃料取扱用水タンク隔離操作 (燃料上考慮せず)	運転員D 1 [1] ●燃料取扱用水タンク補給系統構成 (現場操作)			
充てん開始、安全注入停止操作	運転員B [1] [1] ●充てん注入開始操作 ●高圧安全注入停止操作 (中央制御室操作)			
アキュムレータ出口弁操作	運転員A [1] [1] ●アキュムレータ出口弁開操作 (中央制御室操作)			
電源盤確認、復旧操作	運転員C [1] [1] ●電源盤確認、復旧操作 ※3 (現場操作)			
機器の復旧作業	係統部門員 - - ●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※4 (現場操作)			

上記要員に加え、本部要員6名にて関係各所に連絡連絡を行う。
なお、各設定時間は操作手順、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間等を考慮したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
また、運転員が断片上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については設定時間により算出。)

第 7.1.8.7 図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間
(インターフェイスシステムLOCA)

※説明用の一部追記

高浜 12号機 保安規定 添付3 表1～19 現場対応手順教育一覧

※1：中央操作は、中央制御室での集積操作またはシミュレータ設備の対応にて確認する
 ※2：3、4号機への集積操作

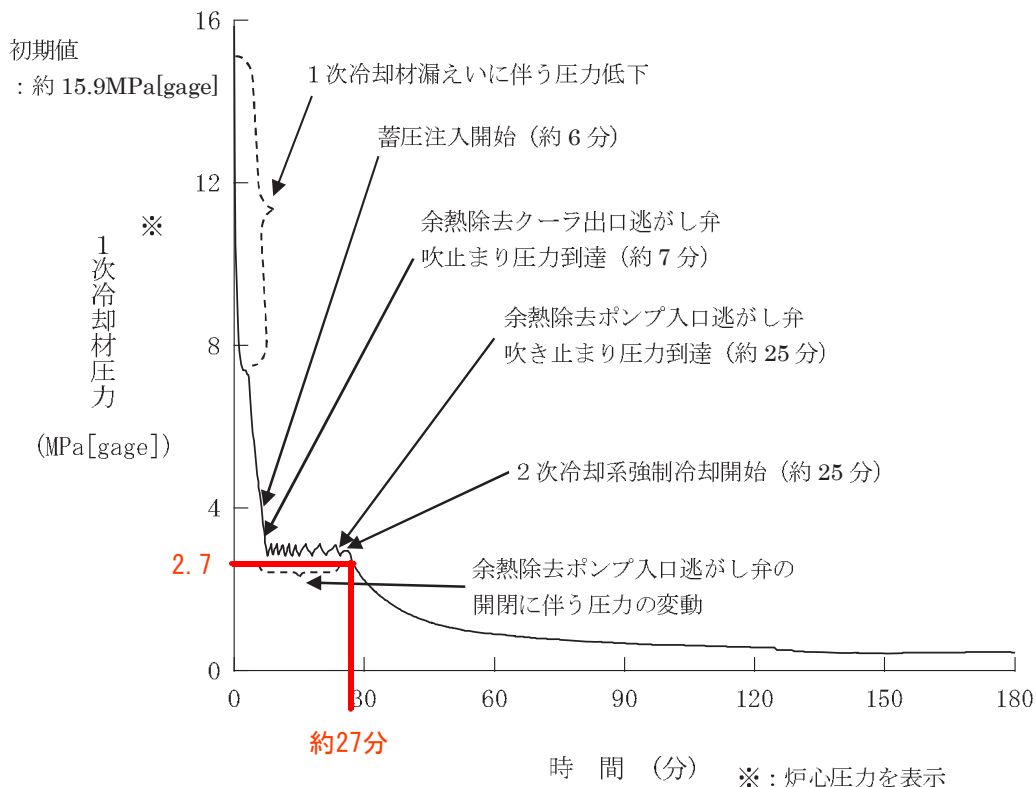
手順の項目	手順詳細	操作場所※1	想定時間(分)			対象ポジション/確認者			使用教材	備考
			移動	操作	合計	制御員	主機員	補機員		
実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準										
1.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等										
01	保安規定の記載内容を理解している 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等の内容を理解している 対応操作を理解している	—				○	○	○	原子炉施設保安規定 事故時操作所則 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 に対する対策の有効性評価	
1.1.1	原子炉手動トリップ操作 MGセット電源断(常用母線40Vしや断器開動作) 制御棒手動挿入 移動 MGセット発電機出力側しや断器現場開操作 原子炉トリップしや断器現場開操作	中央(2名) 現場(1名)	1 2 14	8 3 3	17 14	○	○	○	事故時操作所則 第二部 「未臨界の維持(1)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を 実施するために必要な技術的能力	
1.1.2	原子炉出力抑制(自動)	中央(1名)	10	3	10	○	○	○	事故時操作所則 第二部 「未臨界の維持(1)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を 実施するために必要な技術的能力	
1.1.3	原子炉出力抑制(手動) タービン手動トリップ操作 主蒸気隔離弁閉操作 電動及びタービン動補助給水ポンプの手動起動操作 系統構成	中央(2名) 中央(1名)	2 1 1	5	4 5	○	○	○	事故時操作所則 第二部 「未臨界の維持(1)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を 実施するために必要な技術的能力	
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										
01	保安規定の記載内容を理解している 原子炉を冷却するための手順等の内容を理解している 対応操作を理解している	—				○	○	○	原子炉施設保安規定 事故時操作所則 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 に対する対策の有効性評価	
1.2.1	1次冷却系のフィードアンドブリード 中央対応操作 系統確認 蒸気発生器水張りポンプ起動 移動 脱気器循環ポンプ起動	中央(1名) 中央(1名) 現場(1名)	— 5 5	10 5	10	○	○	○	事故時操作所則 第二部 「蒸気発生器除熱機能の維持」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を 実施するために必要な技術的能力	
1.2.2	蒸気発生器水張りポンプによる蒸気発生器の注水 移動 脱気器循環ポンプ起動	現場(1名)	10	5	15	○	○	○	事故時操作所則 第二部 「共通操作01 S/G給水機能回復」方法2 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を 実施するために必要な技術的能力	
1.2.3	タービン動補助給水ポンプ(現場手動操作)及びタービン動補助給水ポンプ起動弁(現場手動操作)によるタービン動補助給水ポンプの機能回復 移動 起動前点検・系統構成 スターターインジェクション操作 ポンプ起動操作	現場(2名)	12 10 2 10	34	34	○	○	○	事故時操作所則 第二部 「共通操作01 S/G給水機能回復」方法1 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を 実施するために必要な技術的能力	

高浜 12号機 保安規定 添付 3 表 1～19 現場対応手順教育一覧

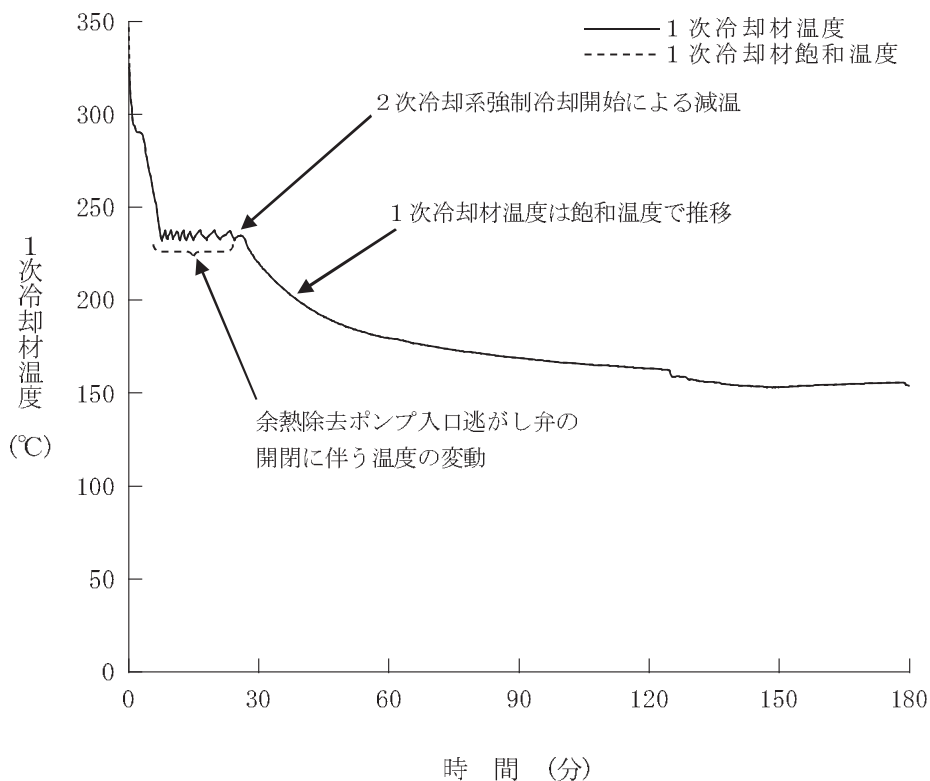
※ 1：中央操作は、中央制御室での模擬操作またはシミュレータ設備の対応にて確認する
 ※ 2：3、4号機への給電操作

手順の項目	手順詳細	操作場所※1	想定時間(分)			対象ポジション/確認者				使用教材	備考
			移動	操作	合計	制御員	主機員	補機員			
1.3 原子炉冷却材圧カバウンダリを減圧するための手順等											
01	保安規定の記載内容を理解している 対応操作を理解している	—				○	○	○	○	原子炉施設保安規定 事故時操作所則 重大事故に至るおそれがある事故及び重大事故に対する対策の有効性評価	
1.3.1	移動 開操作	現場 (3名)	15	10	25				○	事故時操作所則 第二部 （全交差電源喪失 モード1,2,3,4(余熱除去運転中以外) 運転時操作所則 新管資料 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 変更 施すために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナクセスに係る対応 類
1.3.2	系統構成 主蒸気速がし弁開操作	中央 (1名)	5	1	6			○		事故時操作所則 第二部 代管空気供給 (主蒸気速がし弁 共通操作)10 代管補助給水流量制御(弁) およびタービン動機補助給水流量制御(弁) 方法 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 変更 施すために必要な技術的能力	
1.3.2	移動 ボーンズ接続 系統構成 ライン死圧	現場 (2名)	12	3 15 10	40				○		
1.3.2	系統構成 主蒸気速がし弁開操作	中央 (1名)	5	1	6			○			
1.3.3	移動 系統構成 ライン死圧	現場 (2名)	12	3 15 2	32				○		
1.3.3	系統状態確認 加圧器速がし弁開操作	中央 (1名)	5	1	6			○		事故時操作所則 第二部 「共通操作」11 代管空気供給 (主蒸気速がし弁 およびタービン動機補助給水流量制御(弁) 方法 2 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 変更 施すために必要な技術的能力)	有効性評価の重要事故シナクセスに係る対応 類
1.3.4	移動 系統構成	現場 (2名)	11	24	35				○	事故時操作所則 第二部 「共通操作」11 代管空気供給 (アニュウラス補償 排気システム)または加圧器速がし弁」方法-1 「個別操作」2 R C S の減圧」 別表-1 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 変更 施すために必要な技術的能力)	
1.3.5	移動 系統構成	現場 (2名)	11	15	26					事故時操作所則 第二部 「共通操作」11 代管空気供給 (アニュウラス補償 排気システム)または加圧器速がし弁」方法-2 「個別操作」2 R C S の減圧」 別表-2	
1.3.5	可搬式空気圧縮機 (加圧器速がし弁)作動用 による加圧器速がし弁の機能回復	中央 (1名)	5	1	6			○			
1.3.5	移動 系統構成	現場 (2名)	11	15	26						
1.3.6	可搬型バッテリー (加圧器速がし弁) による 加圧器速がし弁の機能回復	中央 (2名)	10 23 1 5 1	10 23 1 5 1	40			○			
1.3.7	中央対応操作 (破損SG隔離操作等)	中央	2	15	17			○		事故時操作所則 第二部 SGT時破損SG/減圧確認 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 変更 施すために必要な技術的能力)	
1.3.7	現場対応操作 (破損SG隔離弁増締め操作等)	現場	16	15	31						
1.3.7	中央対応操作 (蒸気発生器、加圧器速がし弁) による 減温減圧操作等	中央	16	16	32			○		事故時操作所則 第二部 「インターフェースシステム ALOCA」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置 変更 施すために必要な技術的能力)	
1.3.8	現場対応操作 (電源盤確認、復旧操作等)	現場	30	30	60				○		

中央操作16分：
 2次系急速冷却開始までの時間を事象判断後1.5分（事象発生後2.5分）
 に加え、加圧器速がし弁開放操作1分として机上教育、模擬操作訓練を
 実施している。



第 7.1.8.9 図 1次冷却材圧力の推移
(インターフェイスシステムLOCA)



第 7.1.8.10 図 1次冷却材温度の推移
(インターフェイスシステムLOCA)

1. 盤慣れ訓練 (1)VDU画面の選択訓練 チェックシート (7/12)

【安全系VDU画面訓練】

No	操作器名称	訓練生選択状況チェック(良:✓ 否:×)					最終完了時間(秒)	画面番号	画面名称	備考
		✓	✓	✓	✓	✓				
1	A(B)トレン安全注入リセット (2RSI-A(B))	✓	✓	✓	✓	✓	4.8	SA(B)-11	工	通常の操作について、 所定時間(10秒)以内に 実施できることを訓練
2	ほう酸注入タンクA(B)入口弁 (2MOV-8803A(B))	✓	✓	✓	✓	✓	4.7	SA(B)-12	安	
3	A(B)格納容器循環ファン (2VS-1A(B))	✓	✓	✓	✓	✓	4.3	SA(B)-20	H&V CV内	
4	A(B)-D/G電圧調整器 (2A(B)-D/GP90)	✓	✓	✓	✓	✓	3.0	SA(B)-34	D/G	
5	4-2SA(SB)しゃ断器 (4-2SA(SB))	✓	✓	✓	✓	✓	3.8	SA(B)-39	所内電源-1	
到達レベル 4/5以上で良		5/5	5/5	5/5	5/5	5/5				
確認結果		良	良	良	良	良				

特記事項

なし

評価基準

所定時間内に正確に指定された操作器を呼び出すことができれば良
 最終完了時間は、小数点1桁まで記入する。ただし、ログ管理により記入する場合は不要

重大事故等対応に係るシミュレータ訓練における成立性確認について

1. 目的

有効性評価の重要事故シーケンスのうち、中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスに対して、シミュレータ訓練を実施し、適切に対応できることを確認する。

2. 対象範囲

(1) 対象シーケンス：設置変更許可申請に示した有効性評価の重要事故シーケンスにおいて、類似性及び網羅性の観点から選定したシーケンスを対象とする。

(2) 対象者：運転員（当直員）

3. 実施頻度

対象となる重要事故シーケンスについて、年1回実施する。

4. 実施方法

当直毎に、シミュレータを用いて重要事故シーケンス訓練を実施する。

成立性確認はシミュレータ特性と安全解析結果の違いを考慮の上、以下に留意し実施する。

- (1) シミュレータは、基本的には実機の運転状態と応答を模擬していることから、安全解析の初期条件及び機器条件とは相違がある。
- (2) シミュレータに入力する事故条件は、原則安全解析の事故条件を入力し訓練を実施する。
- (3) インストラクタは、シミュレータ上で模擬できない部分を始めとする情報や訓練の方法について、予め対応（訓練に対する約束）を定め、訓練開始前までに運転員に周知する。
- (4) 訓練では、パラメータ等のプラント挙動から手順書に従い対応できることを確認する。
- (5) 成立性確認は、運転操作が解析上の操作条件を満足し、炉心損傷を防止できることを確認する。ただし、解析上の操作条件が、シミュレータ挙動と解析挙動の違いにより一致しない場合は、予め解析上の操作条件の代替となる成立性確認事項を定める。

5. 成立性確認内容

中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスについて、手順書に従い、有効性評価の重要事故シーケンスの成立性確認ポイント（解析条件のうち操作条件）を満足できることを確認する。

以上

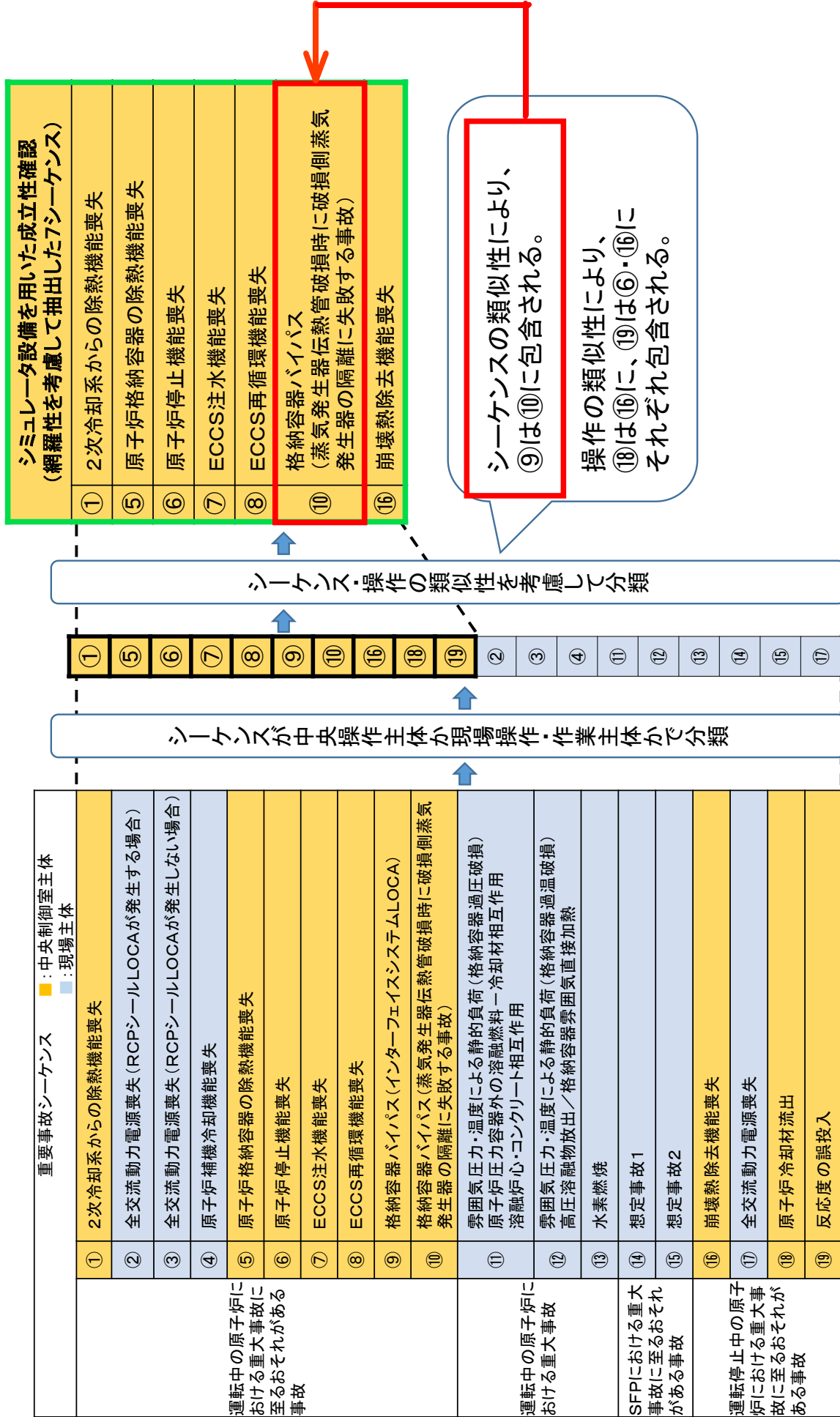
重要事故シーケンスシミュレータ訓練実施内容整理表

○：重要事故シーケンスと同様に実施できるもの
 △：設備の動作模擬が必要なもの

対策	有効性評価		シミュレータ装置	
	番号	重要事故シーケンス	訓練の可否	有効性評価重要事故シーケンスとシミュレータ訓練の相違※
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	①	2次冷却系からの除熱機能喪失	○	1次冷却系のフィードアンドブリード運転操作 解析上は、「すべての蒸気発生器水位(広域)0%到達の5分後」であるが、事故時操作所則上は「すべての蒸気発生器水位(広域)が10%未満」で判断する。 (10%の根拠は、広域水位計は停止中に使用するため低温で校正されており、出力運転状態でドライアウトに至った時の指示に計器誤差を見込んだものである。) シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約7.9時間かかるため、訓練は1次冷却系のフィードアンドブリード運転を開始し、炉心冷却が開始されたことを確認するポイントまでとする。
	⑤	原子炉格納容器の除熱機能喪失	△	原子炉補機冷却系による格納容器内自然滞留冷却のタイミング 解析上は、格納容器圧力が最高使用圧力(0.261MPa)到達から30分後から開始するが、シミュレータでは、格納容器圧力は最高使用圧力に到達しないことから、格納容器循環冷暖房ユニットへの通水準備が整い次第、自然対流冷却を開始する。 シミュレータ訓練実施範囲 再循環運転による炉心冷却は可能であるが、格納容器最高使用圧力到達までに約7.0時間かかるため、1次系冷却水タンク加圧後に格納容器内自然対流冷却を開始するポイントまでとする。
	⑥	原子炉停止機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約11時間かかるため、ほう酸注入による原子炉出力の低下を確認するポイントまでとする。
	⑦	ECCS注水機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替ポイントまで約2.7時間(4インチ破断)かかることから、2次系強制冷却により1次冷却系が冷却されることにより、余熱除去ポンプによる低圧注入系にて炉心が冷却され、アキュムレータ出口弁を閉止するポイントまでとする。
	⑧	ECCS再循環機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替失敗と判断し、代替再循環による1次冷却系の冷却を開始するポイントまでとする。
	⑩	格納容器バイパス(蒸気発生器伝熱管破損)	○	シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系での冷却に切替まで約2.3時間を要することから、高圧注入から充てん注入への切替後に1次冷却システムの減温、減圧がなされていることを確認するポイントまでとする。
運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	⑯	崩壊熱除去機能喪失	△	シミュレータ訓練実施範囲 アキュムレータ出口弁を開放し、1次系保有水量確保操作を開始し、水位が回復することを確認するポイントまでとする。 恒設代替低圧注水ポンプ準備は、現場主体操作でありシミュレータ訓練範囲外とする。

※シミュレータ訓練では、故障条件(破断サイズ等)や発生場所、発生時間等シミュレータの設定条件により有効性評価重要事故シーケンスを完全に再現するものではない。

中央制御室操作主体の重要事故シークエンス (シミュレータ訓練)



全当直班がシミュレータ設備を用いて7つのシークエンスについて成立性確認を実施することで、中央操作の個別手順、操作判断、動き、連携の成立性を確認する。

中央制御室操作主体の重要事故シナリオにおける操作の類似性

操作内容	保安規定 添付3													備考
	表-1 手動による原子炉緊急停止	表-1 原子炉出力抑制(自動)	表-1 ぼう 酸水注入	表-2,3 リ一次系のフイードアンドフ	表-3 ライントアーフェイスシステム	表-3 蒸気発生器伝熱管破損 破断部隔離流出防止	表-4 炉心注水 / 代替炉心注水	表-4 代替再循環運転	表-4 原子炉格納容器内からの退避	表-6 格納容器内自然対流冷却	表-10 水系排出	表-16 居住性の確保		
重要事故シナリオ														
① 2次冷却系からの除熱機能喪失	○												訓練実施項目	
② 全交流動力電源喪失(RCPシールドLOCAが発生する場合)														
③ 全交流動力電源喪失(RCPシールドLOCAが発生しない場合)														
④ 原子炉補機冷却機能喪失														
⑤ 原子炉格納容器の除熱機能喪失									○				訓練実施項目	
⑥ 原子炉停止機能喪失	○	○											訓練実施項目	
⑦ ECCS注水機能喪失		○											訓練実施項目	
⑧ ECCS再循環機能喪失								○					訓練実施項目	
⑨ 格納容器バイパス(インターフェイスLOCA)				○	○	○	○	○					訓練実施項目 シナリオの類似性により⑩に包含される	
⑩ 格納容器バイパス(蒸気発生器伝熱管破損時に破断側蒸気発生器の隔離に失敗する事故)				○	○	○	○	○					訓練実施項目	
⑪ 原子炉圧力過剰による炉内即時停炉(炉内停炉)														
⑫ 原子炉圧力過剰時の蒸気発生器-冷却材相互作用														
⑬ 炉心圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)														
⑭ 炉心圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)														
⑮ 炉心圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)														
⑯ 炉心圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)														
⑰ 炉心圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)														
⑱ 炉心圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)														
⑲ 反応度の誤投入														

操作の類似性から包含される

シナリオの類似性により、⑨は⑩に包含される。また、操作の類似性により、⑱は⑯・⑰にそれぞれ包含される。

重要事故シナリオ 成立性確認チェック票

VI. 格納容器バイパス (蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器隔離失敗)

項目	操作内容	チェック欄				備考
		イ. 確認 判断	ロ. 操作 (中央)	ハ. 指示 (現場) (対策本部)	ニ. 判定 [時:分:秒]	
1	プラントトリップの確認	✓			[13:11:19]	(外部電源喪失を模擬)
2	安全注入シナリオ作動状況の確認	✓				
3	蒸気発生器伝熱管の漏えいの判断	✓				8分38秒
4	破損側蒸気発生器の隔離	✓	✓	✓	(良・不可) [13:14:46]	<確認ポイント> 原子炉トリップ12分以内に破損側蒸気発生器の補助給水停止及び破損側蒸気発生器の隔離ができる。
5	破損側蒸気発生器圧力の減圧継続判断	✓			(良・不可)	<確認ポイント> 破損側蒸気発生器の減圧継続を判断し、2次系強制冷却の準備ができる。
6	破損側蒸気発生器圧力の減圧継続時の対応	✓	✓	✓	(良・不可) [13:19:57]	<確認ポイント> 原子炉トリップ13分以内に健全側蒸気発生器主蒸気逃がし弁開による2次系強制冷却ができる。
7	加圧器逃がし弁開操作による1次冷却系強制減圧	✓	✓	✓		項目7, 8に
8	アキュムレータ出口弁開操作	✓	✓	✓		原子炉トリップ13分以内 = 事象発生後20分以内
9	高圧注入から充てん注入への切替え	✓			[13:55:55] (良・不可) [13:57:28]	<確認ポイント> 安全注入停止条件成立判断から2分以内に高圧注入から充てん注入へ切替ができる。

※以降の対応は実施しない。(余熱除去系による炉心冷却, 1次冷却系と破損側蒸気発生器均圧操作による破損側蒸気発生器からの漏えい停止, 1次冷却系のフリードアンドブリード, 代替再循環運転への切替え等)

高浜 3, 4 号機の手順の成立性について

インターフェイスシステム L O C A の対応手順は、2 次系での急速冷却により、1 次系を減圧し、1 次系が 2.7MPa[gage]以下になれば、余熱除去システムを隔離する手順となっております。この操作を事象発生の 60 分以内に実施できることは教育訓練により担保しています。

具体的には、S A 訓練については、机上訓練、中央制御室、現場での模擬操作訓練にて、保安規定に基づく力量の維持向上のための教育訓練を実施しており、技術的能力 1.3 に関連するインターフェイスシステム L O C A 事象の訓練で事象判断後 15 分以内（事象発生後 25 分以内）に 2 次系急速冷却まで完了できることを教育訓練しています。

また、2 次系急速冷却後に 1 次系が 2.7MPa[gage]以下になる時間は事象発生から約 27 分後であり、その後実施する余熱除去システムの隔離操作（2 つの電動弁および余熱除去ポンプ入口弁（ツインパワー弁）の閉止操作）は電動弁の動作時間およびツインパワー弁の閉止想定時間 30 分を考慮しても、60 分以内に余熱除去ポンプの入口弁閉止は可能です。ツインパワー弁の閉止手順については、インターフェイスシステム L O C A 手順に記載されており、ツインパワー弁に窒素を供給するため、窒素供給設備のホース接続、窒素ボンベ口金・出口弁開放、窒素ボンベ出口減圧弁で圧力調整後に窒素供給弁を開放し、ツインパワー弁を閉止します。

なお、S A のシミュレータ訓練については、保安規定に基づく中央制御室主体の操作に係る成立性確認のうち、格納容器バイパス事象の訓練は代表シーケンスとして蒸気発生器伝熱管破損時の破損蒸気発生器隔離失敗事象で実施していません。

設置変更許可申請書 添十 インターフェイスシステムLOCA (有効性評価タイムチャート) 抜粋

手順の項目	必要な要員と作業項目		経過時間(時)							備考	
	要員(名) (作業に必要な要員数) 【】は他作業後移動してきた要員	3号機号	10	20	30	40	50	60	70		約7時間
状況判断	当直課長、当直主任	1	約25分 2次系強制冷却開始	約25分 充電開始・安全注入停止						約7時間 系熱除去系からの濡えい停止	
1次系強制減圧操作	運転員A	[1] [1]	10分								
系熱除去系統の分離・隔離操作	運転員B 運転員E	[1] [1] 1									
2次系強制冷却操作	運転員B	[1] [1]									
燃料取替用水タンク補給操作 (解折上考慮せず)	運転員D 運転員B	1 [1] [1]									
充電開始・安全注入停止操作	運転員B	[1] [1]									
蓄圧タンク出口弁操作	運転員B	[1] [1]									
電源盤確認・復旧操作	運転員C	[1] [1]									
機器の復旧作業	保守部門員	-									

上記要員に加え、本部要員6名にて関係各所に通報連絡を行う。
なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間を考慮した上で解折上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
また、運転員が解折上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している。(一部の機器については指定時間により算出)

第 7.1.8.7 図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間

(インターフェイスシステムLOCA)

※説明用に一部追記

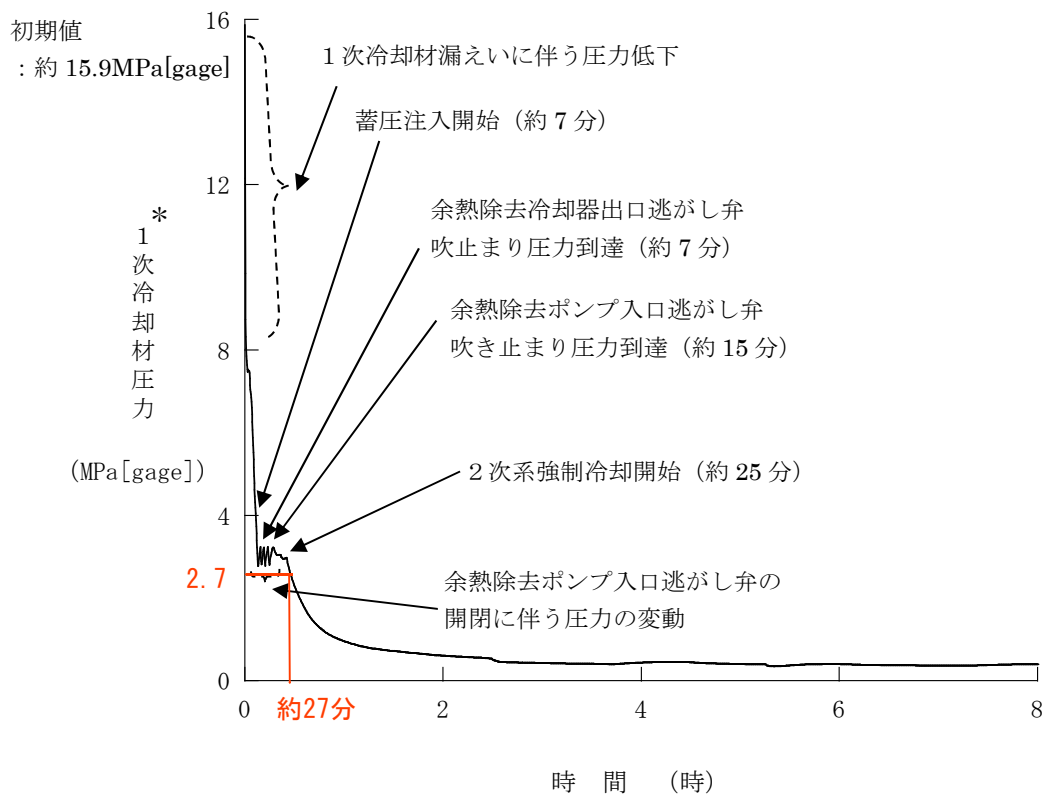
高浜発電所 保安規定 添付 3 表 1 ~ 1 9 現場対応手順教育一覧表

※ 1 : 中央操作は、中央制御室での模擬操作またはモニタレータ設備の対応にて確認する。
 ※ 2 : 高浜発電所 第一発電室員が対象
 ※ 3 : 高浜発電所 第一発電室員のみ対象

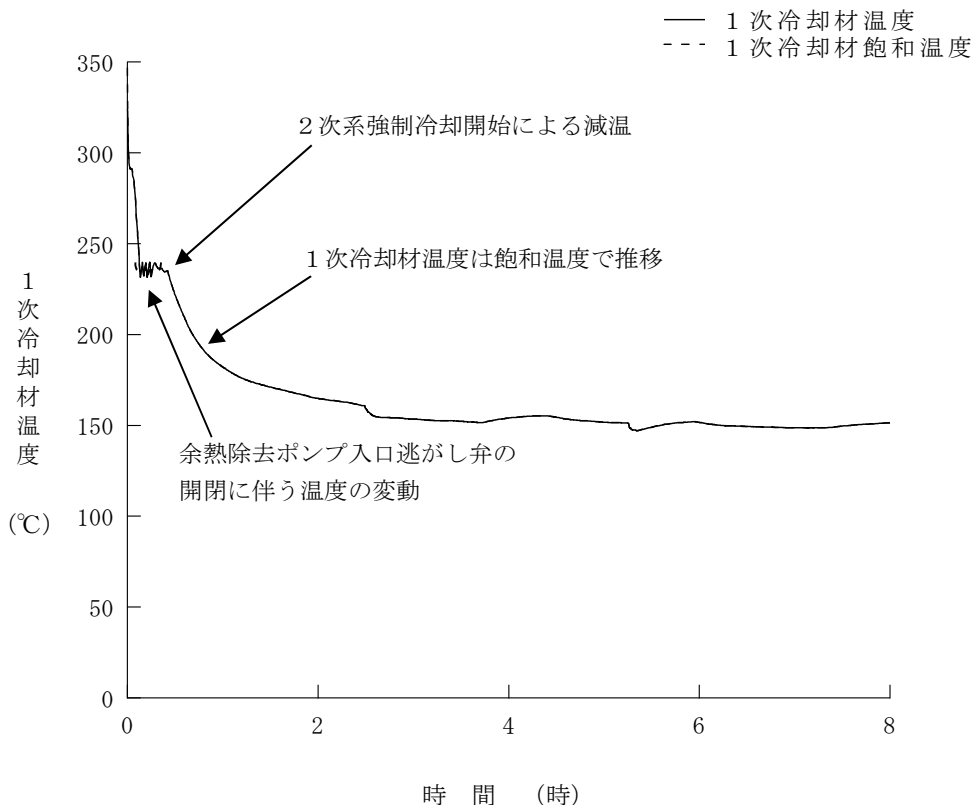
手順の項目	手順詳細	操作場所 ※ 1 要員数	想定時間 (分)		対象ポジション			使用教材
			移動	操作	合計	制御員	主機員	
実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準								
1.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等								
1.1_1	原子炉緊急停止 手動による原子炉緊急停止	原子炉手動トリップ M G C 電源断 (所内母線へ断路器開放) 制御棒手動挿入	中央 2 名	1 2 15	18	○		
1.1_2	原子炉出力抑制 (自動)	M G C 制御棒挿入 原子炉トリップしや断路器現場開放	現場 1 名	3 3	14	○	○	事故時操作所別 第二部 [未臨界の維持] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.1_3	原子炉出力抑制 (手動)	A T W S 破断設備の作動確認 タービントリップ C S 操作	中央 1 名	1 1	10	○		
1.1_4	ほろ酸水注入	主蒸気隔離弁開操作 電動及びタービン補助給水ポンプの手動起動操作 系統構成	中央 2 名 中央 1 名	1 1 5	3 5	○ ○		
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								
1.2_1	1 次冷却系のフュードアンドブリード	中央対応操作	中央 1 名	-	-	○		事故時操作所別 第二部 [蒸気発生器除熱機能の維持] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.2_2	タービン補助給水ポンプ (現場手動操作) 及びタービン補助給水ポンプ起動弁 (現場手動操作) によるタービン補助給水ポンプの機能回復	移動 起動前点検-ラインアップ スターティングライン操作 ポンプ起動操作	現場 2 名	6 2 3	20	○	○	事故時操作所別 第二部 [共通操作 S/G給水機能回復] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
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								
1.3_1	主蒸気逃がし弁 (現場手動操作) による主蒸気逃がし弁の機能回復	移動 開操作	現場 3 名	7 8	15	○ ※ 2	○ ※ 2	運転操作所別 教育資料 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.3_2	蒸気ポンプ (主蒸気逃がし弁作動) による主蒸気逃がし弁開操作	系統構成 主蒸気逃がし弁開操作 移動 カワ接続 系統構成 ライン充圧 系統状態確認	中央 1 名 現場 2 名	5 10 5 5	10 29	○ ○	○ ○	事故時操作所別 第二部 [共通操作 代替空気供給 (主蒸気逃がし弁およびタービン補助給水流量調節弁)] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.3_3	蒸気ポンプ (加圧器逃がし弁作動) による加圧器逃がし弁の機能回復	移動 加圧器逃がし弁開操作	中央 1 名 現場 2 名	5 14	10 30	○ ※ 2	○ ※ 2	事故時操作所別 第二部 教育資料 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.3_4	可搬式空圧縮機 (加圧器逃がし弁作動) による加圧器逃がし弁の機能回復	移動 加圧器逃がし弁開操作 系統構成 加圧器逃がし弁開操作	中央 1 名 現場 2 名	5 14	30 30	○ ※ 2	○ ※ 2	事故時操作所別 第二部 [共通操作 代替空気供給 (主蒸気逃がし弁およびタービン補助給水流量調節弁)] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.3_5	可搬式バッテリー (加圧器逃がし弁用) による加圧器逃がし弁の機能回復	移動 給電準備 給電操作	中央 1 名 現場 1 名	5 7 23 5	5 35	○	○	現場操作所別 第二部 [SG破損 S/G減圧継続] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.3_6	蒸気発生器伝熱管破損発生時の手順	中央対応操作 (破損SG隔離操作等) 現場対応操作 (破損SG隔離弁増締め操作等)	中央 1 名 現場 1 名	2 12	2 12	○ ○	○ ○	事故時操作所別 第二部 [インターフェイスシフト/ALLOCA] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力
1.3_7	インターフェイスシフト/ALLOCA 発生時の手順	中央対応操作 (蒸気発生器 加圧器逃がし弁による減温減圧操作等) 現場対応操作 (破断系列の余熱除去系列隔離操作等)	中央 現場	10 30	10 30	○ ○	○ ○	事故時操作所別 第二部 [インターフェイスシフト/ALLOCA] 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力

中央操作 10 分 :
 余熱除去系統隔離操作 10 分 (← 訓練での確認事項)
 + 補助給水系統確認・主蒸気逃がし弁開放操作 5 分 (← 通常操作のため本訓練の対象外)
 ⇒ 2 次系急速冷却却開始までの時間を事象判断後 1 5 分 (事象発生後 2 5 分) として机上教育、模擬操作訓練を実施している。

現場操作 30 分 :
 余熱除去ポンプ入口弁操作を 30 分以内に実施することを机上教育、現場模擬操作訓練を実施している。



第 7.1.8.9 図 1次冷却材圧力の推移
(インターフェイスシステムLOCA)



第 7.1.8.10 図 1次冷却材温度の推移
(インターフェイスシステムLOCA)

※説明用に一部追記

重大事故等対応に係るシミュレータ訓練における成立性確認について

1. 目的

有効性評価の重要事故シーケンスのうち、中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスに対して、シミュレータ訓練を実施し、適切に対応できることを確認する。

2. 対象範囲

- (1) 対象シーケンス：設置変更許可申請に示した有効性評価の重要事故シーケンスにおいて、類似性および網羅性の観点から選定したシーケンスを対象とする。
- (2) 対象者：運転員（当直員）

3. 実施頻度

対象となる重要事故シーケンスについて、年1回実施する。

4. 実施方法

当直毎に、シミュレータを用いて重要事故シーケンス訓練を実施する。

成立性確認はシミュレータ特性と安全解析結果の違いを考慮の上、以下に留意し実施する。

- (1) シミュレータは、基本的には実機の運転状態と応答を模擬していることから、安全解析の初期条件及び機器条件とは相違がある。
- (2) シミュレータに入力する事故条件は、原則安全解析の事故条件を入力し訓練を実施する。
- (3) インストラクタは、シミュレータ上で模擬できない部分を始めとする情報や訓練の方法について、予め対応（訓練に対する約束）を定め、訓練開始前までに運転員に周知する。
- (4) 訓練では、パラメータ等のプラント挙動から手順書に従い対応できることを確認する。
- (5) 成立性確認は、運転操作が解析上の操作条件を満足し、炉心損傷を防止できることを確認する。ただし、解析上の操作条件が、シミュレータ挙動と解析挙動の違いにより一致しない場合は、予め解析上の操作条件の代替となる成立性確認事項を定める。

5. 成立性確認内容

中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスについて、手順書に従い、有効性評価の重要事故シーケンスの成立性確認ポイント（解析条件のうち操作条件）を満足できることを確認する。

以上

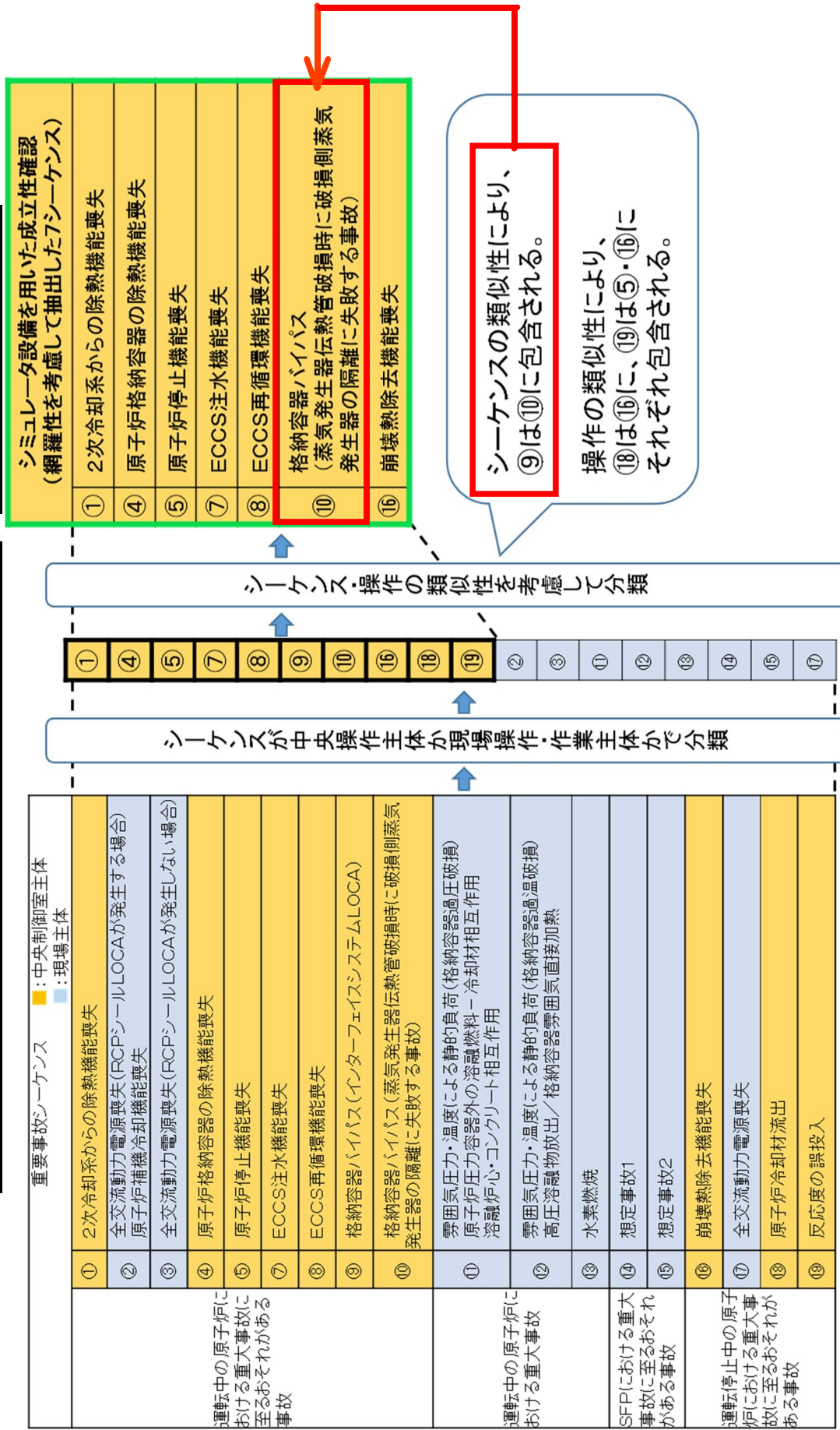
重要事故シーケンスシミュレータ訓練実施内容整理表

○：重要事故シーケンスと同様に実施できるもの
△：設備の動作模擬が必要なもの

対策	有効性評価		シミュレータ装置	
	番号	重要事故シーケンス	訓練の可否	有効性評価重要事故シーケンスとシミュレータ訓練の相違※
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	①	2次冷却系からの除熱機能喪失	○	<p>1次冷却系のフィードアンドブリード運転操作 解析上は、「全ての蒸気発生器広域水位0%到達の5分後」であるが、事故時操作所則上は「すべてのS/G広域水位が10%未満」で判断する。 (10%の根拠は、広域水位計は停止中に使用するため低温で較正されており、出力運転状態でドライアウトに至った時の指示に計器誤差を見込んだものである。)</p> <p>シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約12.4時間かかるため、訓練は1次冷却系のフィードアンドブリード運転を開始し、炉心冷却が開始されたことを確認するポイントまでとする。</p>
	④	原子炉格納容器の除熱機能喪失	△	<p>原子炉補機冷却系による格納容器内自然対流冷却のタイミング 解析上は、格納容器圧力が最高使用圧力（283 kPa）到達から30分後から開始するが、シミュレータでは、格納容器圧力は最高使用圧力に到達しないことから、格納容器再循環ユニットへの通水準備が整い次第、自然対流冷却を開始する。</p> <p>シミュレータ訓練実施範囲 高圧・低圧再循環運転及び格納容器内自然対流冷却による原子炉及び原子炉格納容器の長期冷却まで可能であるが、再循環切替ポイントまで約7時間かかるため、格納容器内自然対流冷却を開始するポイントまでとする。</p>
	⑤	原子炉停止機能喪失	△	<p>A T W S 緩和設備未対応 A T W S 緩和設備のシミュレータへの導入が未対応のため、A T W S 緩和設備のインターロックにて動作する設備（警報発信、補助給水ポンプ起動、主蒸気隔離弁閉止）を模擬にて動作させる。運転員は動作状態の確認を行う。</p> <p>シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約13.5時間かかるため、ほう酸注入による原子炉出力の低下を確認するポイントまでとする。</p>
	⑦	E C C S 注水機能喪失	○	<p>シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替ポイントまで約2.7時間（6インチ破断）かかることから、2次系強制冷却により1次冷却系が冷却されることにより、余熱除去ポンプによる低圧注入系にて炉心が冷却され、蓄圧タンク出口弁を閉止するポイントまでとする。</p>
	⑧	E C C S 再循環機能喪失	○	<p>シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替失敗と判断し、代替再循環による1次冷却系の冷却を開始するポイントまでとする。</p>
	⑩	格納容器バイパス (蒸気発生器伝熱管破損)	○	<p>シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系での冷却に切替まで約2.2時間を要することから、高圧注入から充てん注入への切替後にR C Sの減温、減圧がなされていることを確認するポイントまでとする。</p>
運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	⑯	崩壊熱除去機能喪失	△	<p>シミュレータ訓練実施範囲 蓄圧タンク出口弁を開放し、1次系保有水量確保操作を開始し、水位が回復することを確認するポイントまでとする。 恒設代替低圧注水ポンプ準備は、現場主体操作でありシミュレータ訓練範囲外とする。</p>

※シミュレータ訓練では、故障条件（破断サイズ等）や発生場所、発生時間等シミュレータの設定条件により有効性評価重要事故シーケンスを完全に再現するものではない。

中央制御室操作主体の重要事故シナリオ (シミュレータ訓練)



全当直班がシミュレータ設備を用いて7つのシナリオについて成立性確認を実施することで、中央操作の個別手順、操作判断、動き、連携の成立性が確認する。

中央制御室操作主体の重要事故シナリオにおける操作の類似性

重要事故シナリオ	保安規定 添付3													備考
	表-1 手動による原子炉緊急停止	表-1 原子炉出力抑制(自動)	表-1 ほう酸水注入	表-2、3 リトリート系のフイードアンドフ	表-3 レイコンタクトシステム	表-3 蒸気発生器伝熱管破損 破断箇所隔離・流出防止	表-3 炉心注水/代舎炉心注水	表-4 代舎再循環運転	表-4 原子炉格納容器内からの退避	表-6 格納容器内自然対流冷却	表-10 水素排出	表-16 居住性の確保		
① 2次冷却系からの除熱機能喪失				○									訓練実施項目	
② 全交流動力電源喪失(RCFSH-LOCAが発生する場合)														
③ 原子炉補機冷却機能喪失														
④ 全交流動力電源喪失(RCFSH-LOCAが発生しない場合)														
⑤ 原子炉格納容器の除熱機能喪失									○				訓練実施項目	
⑥ 原子炉停止機能喪失	○	○	○										訓練実施項目	
⑦ ECCS注水機能喪失				○									訓練実施項目	
⑧ ECCS再循環機能喪失							○						訓練実施項目	
⑨ 格納容器バイパス(インターフェイスLOCA)				○	○	○	○	○					訓練実施項目	
⑩ 格納容器バイパス(蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故)				○	○	○	○	○					訓練実施項目	
⑪ 炉心注水/温度による静的負荷(格納容器内圧破損) 炉心注水/温度による静的負荷(格納容器内圧破損)													訓練実施項目	
⑫ 炉心注水/温度による静的負荷(格納容器内圧破損)													訓練実施項目	
⑬ 水素燃焼														
⑭ 想定事故1														
⑮ 想定事故2														
⑯ 炉心注水/温度による静的負荷(格納容器内圧破損)														
⑰ 運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故														
⑱ 原子炉冷却材流出													訓練実施項目	
⑲ 反応度の誤投入													訓練実施項目	

操作の類似性から包含される

シナリオの類似性により、⑨は⑩に包含される。また、操作の類似性により、⑩は⑬に、⑬は⑭・⑮にそれぞれ包含される。

重要事故シーケンス 成立性確認チェック票

VI. 格納容器バイパス (蒸気発生器伝熱管破損+減圧継続)

項目	操作内容	チェック欄			判定	備考
		イ. 確認 判断	ロ. 操作 (中央)	ハ. 指示 (現場) (対策本部)		
1	蒸気発生器細管の漏えいを判断 ・蒸気発生器細管漏えい監視モニタ上昇 ・蒸気発生器水位・圧力の上昇 ・加圧器水位・圧力の低下	✓				蒸気発生器細管の漏えいについては、関連パラメータにて総合的に判断すること
2	プラントトリップの確認 原子炉トリップ及びタービントリップの確認 非常用母線及び常用母線の電圧を確認し、所内電源及び外部電源喪失の有無を判断	✓			[17:01.05]	(高浜線1L、2Lトリップ、4号発電機トリップにて外部電源喪失を模擬)
3	破損蒸気発生器隔離操作 破損蒸気発生器への補助給水停止操作	✓	✓	✓	(良) 不可 [17:07.05]	<確認ポイント> 原子炉トリップ12分以内に破損SGの補助給水停止及び破損SGの隔離ができる。
4	破損蒸気発生器の減圧継続を判断 破損蒸気発生器の減圧継続を判断 ・破損側蒸気発生器水位・圧力 ・加圧器水位・圧力	✓			(良) 不可	<確認ポイント> 破損蒸気発生器の減圧継続を判断し、2次系強制冷却の準備ができる。
5	2次系強制冷却操作 補助給水ポンプ起動確認 健全S/Gへの補助給水流量確立の確認 健全S/Gの主蒸気逃がし弁開放	✓	✓	✓	(良) 不可 [17:08.15]	<確認ポイント> 原子炉トリップ13分以内に健全S/G主蒸気逃がし弁開による2次系強制冷却ができる 原子炉トリップ13分以内 = 事象発生後19分以内
6	1次系強制減圧操作 加圧器逃がし弁開放操作	✓	✓			
7	蓄圧タンク出口弁閉止 蓄圧タンク出口弁閉止 (1次冷却材圧力が蓄圧タンク保持圧力になる前に閉止する)	✓	✓			
8	安全注入停止・充てん開始操作 充てんラインによる注入開始 安全注入停止	✓	✓		[17:34.15] (良) 不可 [17:35.40]	<確認ポイント> 安全注入停止条件成立判断から2分以内に高圧注入から充てん注入に切替ができる

7分10秒

※以降の対応は実施しない。(燃料取扱用水タンク補給、余熱除去系による冷却等)

大飯 3, 4 号機の手順の成立性について

インターフェイスシステム LOCA の対応手順は、2 次系での急速冷却により、1 次系を減圧し、1 次系が 2.75MPa 以下になれば、RHRS を隔離する手順となっており、60 分以内に RHRS を隔離することは可能な手順となっている。

SA 訓練については、机上訓練、中央制御室、現場での模擬操作訓練にて、保安規定に基づく力量の維持向上のための教育訓練を実施しており、この中の表 3（技術的能力 1.3）のインターフェイスシステム LOCA 事象の訓練で事象判断後 15 分以内（事象発生後 25 分以内）に 2 次系急速冷却まで完了できることを教育訓練しており、加えて、現場操作である余熱除去ポンプ入口弁（ツインパワー弁）の閉止操作を想定時間 30 分以内で完了できることを教育訓練している。

また、2 次系急速冷却後に 1 次系が 2.75MPa 以下になる時間は事象発生から約 28 分後であり、その後実施する RHRS 隔離操作における電動弁操作に加えて入口弁（ツインパワー弁）の閉止想定時間 30 分を考慮しても 60 分以内に余熱除去ポンプの入口弁閉止は可能である。

なお、SA のシミュレータ訓練については、保安規定に基づく中央制御室主体の操作に係る成立性確認のうち、格納容器バイパス事象の訓練は代表シーケンスとして SGTR 時の破損 SG 隔離失敗事象で実施している。（美浜 3 号機同様）

設置変更許可申請書 添十 インターフェイスシステムLOCA (有効性評価タイムチャート) 抜粋

手順の項目	必要な要員と作業項目	経過時間(分)							備考
		10	20	30	40	50	60	70	
手順の内容	要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後移動してきた要員	<p>事象発生</p> <p>▽ 原子炉トリップ 約21秒 原子炉圧力低・非常用炉心冷却設備作動</p> <p>約25分 2次冷却系強制冷却開始</p> <p>約63分 充てん注入開始、高圧注入停止</p> <p>▽ プラント状態判断</p>							約70分 △ 余裕除去系からの漏えい停止
当直課長、当直主任	3号/4号 1 1	●号炉ごと 運転操作指揮							
運転員A、B、C	3	<ul style="list-style-type: none"> ●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入シーケンサ作動確認 ●余裕除去系からの漏えいの判断(中央制御室確認) 							
1次冷却系強制減圧操作	運転員A 【1】【1】	<ul style="list-style-type: none"> ●加圧器遮断し弁閉操作 ※1(中央制御室確認) 							5分
余裕除去系の分離、隔離操作	運転員B 【1】【1】	<ul style="list-style-type: none"> ●余裕除去系の燃料取替用水ピットからの隔離操作 ●余裕除去系の1次冷却系からの隔離操作(中央制御室確認) 							5分
余裕除去系からの漏えい停止	運転員E 1 1	●破断系列の余裕除去系隔離操作(現場操作)							30分
2次冷却系強制冷却操作	運転員A 【1】【1】	<ul style="list-style-type: none"> ●補助給水ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気遮断し弁閉操作(中央制御室確認) 							4分 1分
燃料取替用水ピット補給操作(解析上考慮せず)	運転員D 1 1	●燃料取替用水ピット補給系統構成(現場操作)							25分
充てん開始、高圧注入停止操作	運転員B 【1】【1】	<ul style="list-style-type: none"> ●燃料取替用水ピット補給操作(中央制御室確認) ●充てん注入開始操作 ●高圧注入停止操作(中央制御室確認) 							5分 5分
蓄圧タンク出口弁閉操作	運転員B 【1】【1】	●蓄圧タンク出口弁閉操作(中央制御室確認)							5分
電源盤確認、復旧操作	運転員C 【1】【1】	●電源盤確認、復旧操作 ※3(現場操作)							30分
機器の復旧作業	保修班等 -	●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※4(現場操作)							適宜実施

上記要員に加え、緊急時対策本部要員6名にて関係各所に通報連絡を行う。
なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間等を考慮した上で解析上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
また、運転員が解析上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については想定時間により算出。)

※説明用の一部追記

大飯発電所 保安規定 添付3 表1～19 現場対応手順教育一覧表

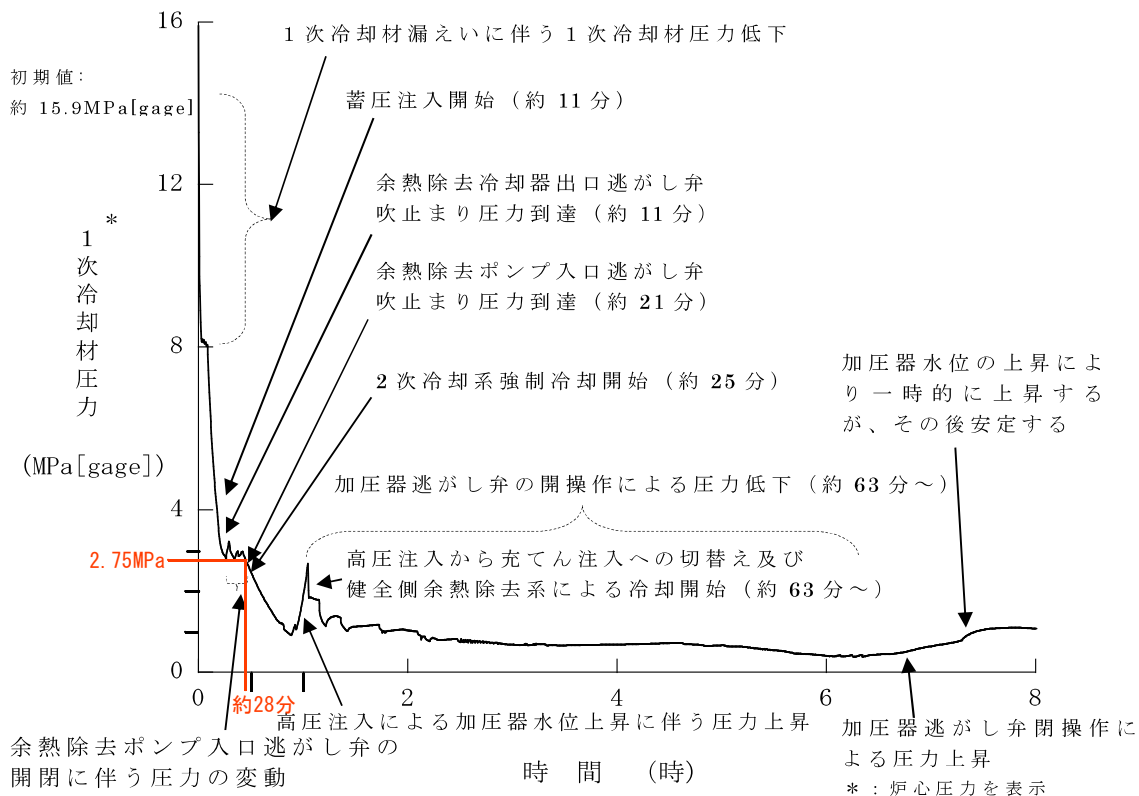
※1：中央操作は、中央制御室での模擬操作またはシミュレータ設備の対応にて確認する

手順の項目	手順詳細	操作場所※1	想定時間(分)		対象ポジション/確認者			使用教材	備考
			移動	操作	制御員	主機員	補機員		
1.3 原子炉格納箱圧力バウンダリを減圧するための手順									
01	原子炉格納箱圧力バウンダリを減圧するための手順等の内容を理解している	-						原子炉格納箱保安規定 事故時操作手順 重大事故に至るおそれがある事故及び重大事故に対する対策の有効性評価	
1.3.1	加圧器補助スプレイレインによる減圧	系統構成		10	○	○	○	事故時操作手順 第一部 「蒸気発生器細管破損」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		加圧器補助スプレイレイン弁開操作	中央(1名)	5	○	○	○		
1.3.2	主蒸気速がし弁(現場手動操作)による主蒸気速がし弁の機能回復	移動	現場(1名)	5	○	○	○	運転操作手順 教育資料 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナケンスに係る対応手順
		加圧器補助スプレイレイン弁電源入	現場(1名)	10	○	○	○		
1.3.3	蒸着ポンペ(主蒸気速がし弁作動)による主蒸気速がし弁の機能回復	開操作	現場(3名)	20	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給(主蒸気速がし弁およびタービン補助給水ライン流量調節弁)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		移動	中央(1名)	5	○	○	○		
1.3.4	蒸着ポンペ(代替制御用空気供給用)による加圧器速がし弁の機能回復	系統構成	現場(1名)	10	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給(アニュラス空気浄化システムおよび加圧器速がし弁)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナケンスに係る対応手順
		加圧器速がし弁開操作	現場(1名)	5	○	○	○		
1.3.5	可搬式空気圧縮機(代替制御用空気供給用)による加圧器速がし弁の機能回復	移動	現場(1名)	25	○	○	○	事故時操作手順 第三部 「個別操作 R.C.Sの減圧」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		系統構成	中央(1名)	30	○	○	○		
1.3.6	可搬型メッテリ(加圧器速がし弁)による加圧器速がし弁の機能回復	系統構成	現場(1名)	5	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給(アニュラス空気浄化システムおよび加圧器速がし弁)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		加圧器速がし弁開操作	現場(1名)	5	○	○	○		
1.3.6	可搬型メッテリ(加圧器速がし弁)による加圧器速がし弁の機能回復	移動	中央(1名)	5	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給(アニュラス空気浄化システムおよび加圧器速がし弁)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		給電準備	現場(1名)	15	○	○	○		
1.3.6	可搬型メッテリ(加圧器速がし弁)による加圧器速がし弁の機能回復	給電準備	現場(1名)	35	○	○	○	事故時操作手順 第二部 「共通操作 代替空気供給(アニュラス空気浄化システムおよび加圧器速がし弁)」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		給電操作	現場(1名)	5	○	○	○		

大飯発電所 保安規定 添付3 表1～19 現場対応手順教育一覧表

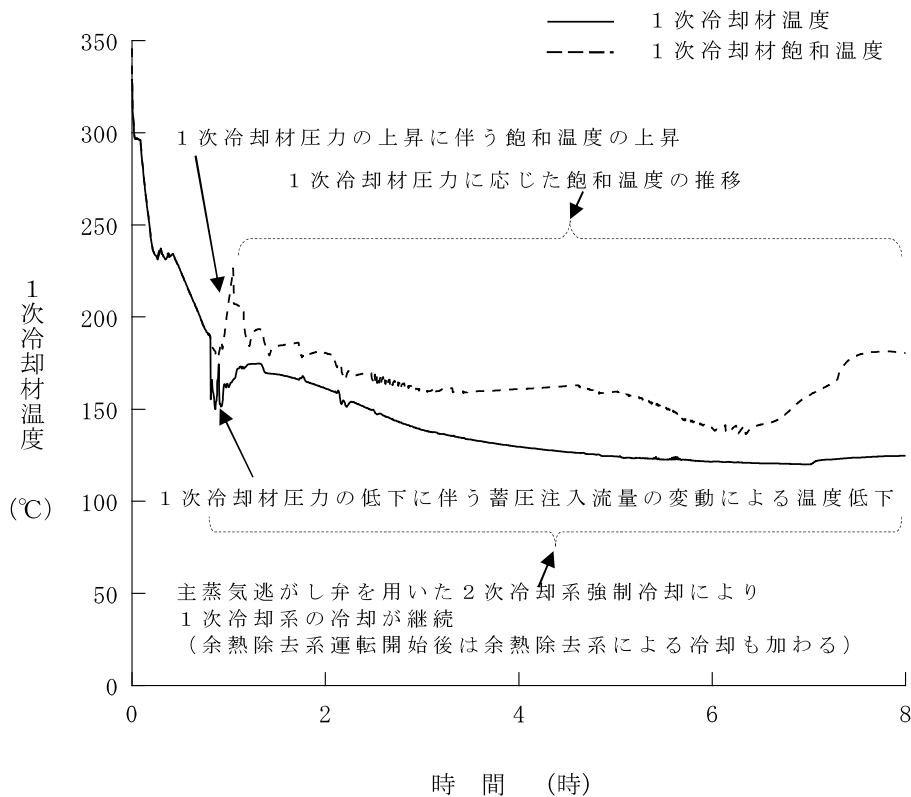
※1：中央操作は、中央制御室で、中央制御室での模擬操作またははシミュレータ設備の対応にて確認する

手順の項目	手順詳細	操作場所※1	想定時間(分)			対象ポジション/確認者			使用教材	備考
			移動	操作	合計	制御員	主機員	補機員		
1.3.7	蒸気発生器伝熱管破損発生時の手順	中央		2	2				事故時操作所則 第二部「SCTR破損伝熱管の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力」	有効性評価の重要事故シナケンスに係る対応手順
1.3.8	インターフェースシステムLOCA発生時の手順	中央 現場		10 30	10 30				事故時操作所則 第二部「インターフェースシステムLOCA」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	有効性評価の重要事故シナケンスに係る対応手順
1.4 原子炉格納容器圧力バンプタンクに低圧時に蒸気用原子炉を冷却するための手順										
01	保安規定の記載内容を理解している。 原子炉を冷却するための手順等の内容を理解している。	-							原子炉格納容器保安規定 事故時操作所則 重大事故に至るおまじりがある事故発生時の対応	
1.4.1	A格納容器スラブレイポンプ(RHRS-CS S接続ライン使用)による代替炉心注水	中央(1名) 現場(1名)	8 5	13	13					<p>中央操作10分： 2次系急速冷却開始までの時間を事故判断後15分（事象発生後2.5分）として机上教育、模擬操作訓練を実施している。 （運転員Aが実施する加圧器逃がし弁開操作、主蒸気逃がし弁開操作を10分） （運転員Bが実施する余熱除去系統の燃料取替用水ピットからの隔離操作、1次冷却系からの隔離操作を10分）</p> <p>現場操作30分： 余熱除去ポンプ入口弁操作を30分以内に実施することを机上教育、現場模擬操作訓練を実施している。</p>
1.4.2	恒設代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水	中央(1名) 現場(1名)	5 5	10	10					
1.4.3	電動消火ポンプ又はディーゼル消火ポンプによる代替炉心注水	現場(1名)	15 15	30	30				事故時操作所則 第二部「共通操作 炉心注入・代替炉心注入」 重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を講ずるために必要な技術的能力	
		現場(1名)	5 2	7	7					
		中央(1名)	5 5 5 5	20	20					
		現場(1名)	5 5	10	10					
		現場(1名)	5 5	10	10					
		現場(1名)	5 5	10	10					
		現場(1名)	5 5	10	10					
		現場(1名)	5 5	10	10					



第 2.8.9 図 1次冷却材圧力の推移

(インターフェイスシステムLOCA)



第 2.8.10 図 1次冷却材温度の推移

(インターフェイスシステムLOCA)

※説明用に一部追記

重大事故等対応に係るシミュレータ訓練における成立性確認について

1. 目的

有効性評価の重要事故シーケンスのうち、中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスに対して、シミュレータ訓練を実施し、適切に対応できることを確認する。

2. 対象範囲

(1) 対象シーケンス：設置変更許可申請に示した有効性評価の重要事故シーケンスにおいて、類似性及び網羅性の観点から選定したシーケンスを対象とする。

(2) 対象者：運転員（当直員）

3. 実施頻度

対象となる重要事故シーケンスについて、年1回実施する。

4. 実施方法

当直毎に、シミュレータを用いて重要事故シーケンス訓練を実施する。

成立性確認はシミュレータ特性と安全解析結果の違いを考慮の上、以下に留意し実施する。

(1) シミュレータは、基本的には実機の運転状態と応答を模擬していることから、安全解析の初期条件及び機器条件とは相違がある。

(2) シミュレータに入力する事故条件は、原則安全解析の事故条件を入力し訓練を実施する。

(3) インストラクタは、シミュレータ上で模擬できない部分を始めとする情報や訓練の方法について、予め対応（訓練に対する約束）を定め、訓練開始前までに運転員に周知する。

(4) 訓練では、パラメータ等のプラント挙動から手順書に従い対応できることを確認する。

(5) 成立性確認は、運転操作が解析上の操作条件を満足し、炉心損傷を防止できることを確認する。ただし、解析上の操作条件が、シミュレータ挙動と解析挙動の違いにより一致しない場合は、予め解析上の操作条件の代替となる成立性確認事項を定める。

5. 成立性確認内容

中央制御室操作を主体とした重要事故シーケンスについて、手順書に従い、有効性評価の重要事故シーケンスの成立性確認ポイント（解析条件のうち操作条件）を満足できることを確認する。

以上

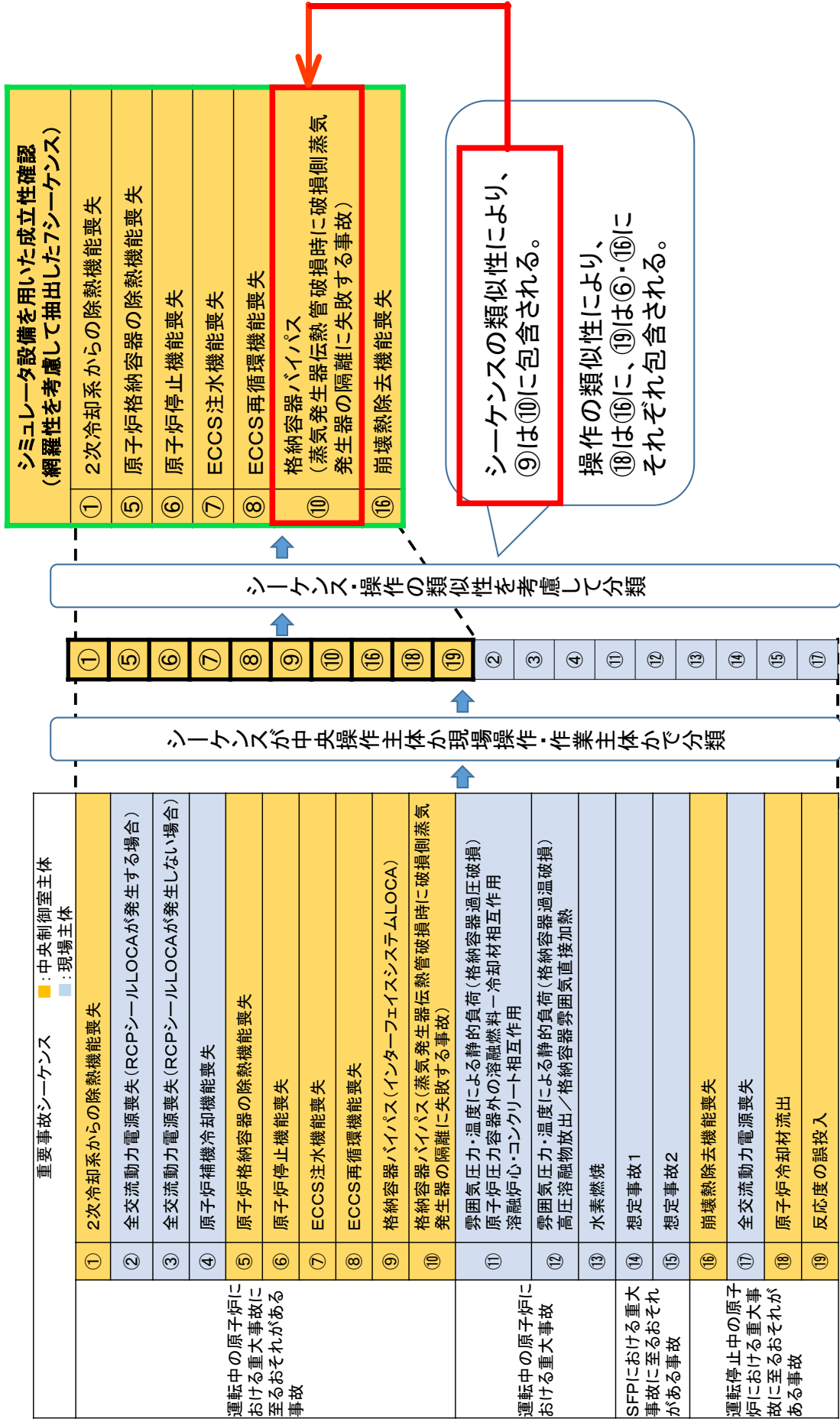
重要事故シーケンスシミュレータ訓練実施内容整理表

○：重要事故シーケンスと同様に実施できるもの
 △：設備の動作模擬が必要なもの

対策	有効性評価		シミュレータ装置	
	番号	重要事故シーケンス	訓練の可否	有効性評価重要事故シーケンスとシミュレータ訓練の相違※
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	①	2次冷却系からの除熱機能喪失	○	1次冷却系のフィードアンドブリード運転操作 解析上は、「すべての蒸気発生器水位(広域)0%到達の5分後」であるが、事故時操作所則上は「すべての蒸気発生器水位(広域)が10%未満」で判断する。 (10%の根拠は、広域水位計は停止中に使用するため低温で校正されており、出力運転状態でドライアウトに至った時の指示に計器誤差を見込んだものである。) シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約3.7時間かかるため、訓練は1次冷却系のフィードアンドブリード運転を開始し、炉心冷却が開始されたことを確認するポイントまでとする。
	⑤	原子炉格納容器の除熱機能喪失	△	原子炉補機冷却系による格納容器内自然滞留冷却のタイミング 解析上は、格納容器圧力が最高使用圧力(0.39MPa)到達から30分後から開始するが、シミュレータでは、格納容器圧力は最高使用圧力に到達しないことから、格納容器再循環ユニットへの通水準備が整い次第、自然対流冷却を開始する。 シミュレータ訓練実施範囲 高圧再循環による炉心冷却は可能であるが、格納容器最高使用圧力到達までに約8.6時間かかるため、原子炉補機冷却水サージタンク加圧後に格納容器内自然対流冷却を開始するポイントまでとする。
	⑥	原子炉停止機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系による炉心の長期冷却まで可能であるが、長期冷却開始まで約13.2時間かかるため、ほう酸注入による原子炉出力の低下を確認するポイントまでとする。
	⑦	ECCS注水喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替ポイントまで約3.6時間(4インチ破断)かかることから、2次系強制冷却により1次冷却系が冷却されることにより、余熱除去ポンプによる低圧注入系にて炉心が冷却され、蓄圧タンク出口弁を閉止するポイントまでとする。
	⑧	ECCS再循環機能喪失	○	シミュレータ訓練実施範囲 再循環切替失敗と判断し、代替再循環による1次冷却系の冷却を開始するポイントまでとする。
	⑨	格納容器バイパス(蒸気発生器伝熱管破損)	○	シミュレータ訓練実施範囲 余熱除去系での冷却に切替まで約2.3時間を要することから、高圧注入から充てん注入への切替後に1次冷却系統の減温、減圧がなされていることを確認するポイントまでとする。
運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	⑯	崩壊熱除去機能喪失	△	シミュレータ訓練実施範囲 蓄圧タンク出口弁を開放し、1次系保有水量確保操作を開始し、水位が回復することを確認するポイントまでとする。 恒設代替低圧注水ポンプ準備は、現場主体操作でありシミュレータ訓練範囲外とする。

※シミュレータ訓練では、故障条件(破断サイズ等)や発生場所、発生時間等シミュレータの設定条件により有効性評価重要事故シーケンスを完全に再現するものではない。

中央制御室操作主体の重要事故シーケンス (シミュレータ訓練)



全当直班がシミュレータ設備を用いて7つのシーケンスについて成立性確認を実施することで、中央操作の個別手順、操作判断、動き、連携の成立性を確認する。

中央制御室操作主体の重要事故シナリオにおける操作の類似性

重要事故シナリオ	保安規定 添付3																備考
	表-1	表-1	表-1	表-2,3	表-3	表-3	表-3	表-4	表-4	表-4	表-6	表-10	表-16				
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	① 2次冷却系からの除熱機能喪失			○		蒸気発生器に熱管破損 破断箇所隔離・流出防止	炉心注水 / 代替炉心注水	代替再循環運転	原子炉格納容器内からの選	格納容器内自然対流冷却	水素排出	居住性の確保	訓練実施項目				
	② 全交流動力電源喪失 (RCPシールドLOCAが発生する場合)																
	③ 全交流動力電源喪失 (RCPシールドLOCAが発生しない場合)																
	④ 原子炉補機冷却機能喪失																
	⑤ 原子炉格納容器の除熱機能喪失									○			訓練実施項目				
	⑥ 原子炉停止機能喪失	○	○											訓練実施項目			
	⑦ ECCS注水機能喪失				○									訓練実施項目			
	⑧ ECCS再循環機能喪失								○					訓練実施項目			
	⑨ 格納容器バイパス (インターフェイスシステムLOCA)				○	○								シナリオの類似性により⑩に包含される			
	⑩ 格納容器バイパス (蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故)				○	○								訓練実施項目			
	運転中の原子炉における重大事故	⑪ 蒸気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧破損) 原子炉圧力容器外の溶融燃料 - 冷却材相互作用 溶融炉心・コンクリート相互作用															
		⑫ 蒸気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過温破損) 高圧溶融物放出 / 格納容器雰囲気直接加熱															
		⑬ 水素燃焼															
	使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故	⑭ 想定事故1															
		⑮ 想定事故2															
	運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	⑯ 崩壊熱除去機能喪失						○	○	○	○	○	○	○	訓練実施項目		
		⑰ 全交流動力電源喪失															
		⑱ 原子炉冷却材流出												操作の類似性により⑩に包含される			
	⑲ 反応度の誤投入												操作の類似性により⑩、⑯に包含される				

操作の類似性から包含される

シナリオの類似性により、⑨は⑩に包含される。また、操作の類似性により、⑯は⑱に、⑰は⑱にそれぞれ包含される。

重要事故シーケンス 成立性確認チェック票

VI. 格納容器バイパス（蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器隔離失敗）

項目	操作内容	チェック欄			備考
		イ. 確認 判断	ロ. 操作 (中央)	ハ. 指示 (現場) (対策本部)	
1	プラントトリップの確認 (1) 原子炉トリップ及びタービントリップを確認 (2) 非常用母線及び常母線の電圧を確認し、所内電源及び外部電源喪失の有無を判断	✓			[13:09:16] (外部電源喪失を模擬)
2	安全注入シーケンス作動状況の確認 「安全注入作動」警報により非常用炉心冷却設備作動信号が発信し、安全注入シーケンスが作動していることを確認	✓			
3	蒸気発生器伝熱管の漏えいの判断 蒸気発生器伝熱管破損発生時の判断及び破損側蒸気発生器の判定 ・蒸気発生器伝熱管漏えい監視モニタ指示の上昇 ・蒸気発生器水位及び主蒸気圧力の上昇 ・加圧器水位及び圧力の低下	✓			7分34秒
4	破損側蒸気発生器の隔離 破損側蒸気発生器の隔離操作 ・破損側蒸気発生器への補助給水停止 ・主蒸気隔離弁、タービン動補給給水ポンプ駆動蒸気元弁の開閉操作等	✓	✓	✓	不可 (良) [13:14:45] ＜確認ポイント＞ 原子炉トリップ12分以内に破損側蒸気発生器の補助給水停止及び破損側蒸気発生器の隔離ができる。
5	破損側蒸気発生器圧力の減圧継続判断 破損側蒸気発生器圧力の減圧継続判断 ・破損側蒸気発生器水位・主蒸気圧力 ・加圧器水位及び圧力	✓			不可 (良) [13:16:50] ＜確認ポイント＞ 破損側蒸気発生器の減圧継続を判断し、2次系強制冷却の準備ができる。
6	破損側蒸気発生器圧力の減圧継続の対応 (1) 健全側蒸気発生器2次側による炉心冷却 ・健全側蒸気発生器への補助給水流量確立の確認 ・健全側蒸気発生器の主蒸気逃がし弁開操作 (2) 燃料取替用水ピット補給操作準備	✓	✓	✓	不可 (良) [13:16:50] ＜確認ポイント＞ 原子炉トリップ13分以内に健全側蒸気発生器主蒸気逃がし弁開による2次系強制冷却ができる 原子炉トリップ13分以内 ＝事象発生後20分以内
7	加圧器逃がし弁開操作による1次冷却系強制減圧 加圧器逃がし弁を手動で開操作	✓	✓	✓	
8	蓄圧タンク出口弁閉操作 蓄圧タンク出口弁を閉操作 (1次冷却材圧力が蓄圧タンクの保持圧力になる前)	✓	✓	✓	
9	高圧注入から充てん注入への切替え (1) 非常用炉心冷却設備停止条件を満足 (2) 高圧注入から充てん注入へ切替え	✓	✓	✓	[13:29:45] 不可 (良) [13:35:50] ＜確認ポイント＞ 原子炉トリップから36分以内に高圧注入から充てん注入への切替ができる

※以降の対応は実施しない。(燃料取替用水ピット補給、余熱除去系による冷却等)

高浜 1~4 号機、大飯 3,4 号機のインターフェイスシステム LOCA 時の機器等の耐環境性について

1. はじめに

本資料では、余熱除去ポンプ入口弁の閉止操作が、高圧注入から充てん注入に切り替えた後に、余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の、機器等の耐環境性に係る検討結果について記載する。

2. 検討結果

(1) 対象プラントについて

高浜 1~4 号機および大飯 3,4 号機

(2) 事象収束のために必要な機器について

IS-LOCA 時に使用する設備については、既許可の添付書類十（追補含む）にて選定している。選定したリストを添付 1 に示す。添付 1 のとおり、各プラントで事象収束に必要な機器のうち、IS-LOCA に伴う原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している機器は表 1 の通りとなる。

表 1. IS-LOCA 時に必要な機器のうち原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している機器

プラント	事象収束のために必要な機器
高浜 1,2 号機	充てん／高圧注入ポンプ、低温側安全注入流量 余熱除去ポンプ入口弁
高浜 3,4 号機	充てん／高圧注入ポンプ、余熱除去ポンプ入口弁
大飯 3,4 号機	高圧注入ポンプ、高圧注入流量、余熱除去ポンプ入口弁 余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器、余熱除去流量

(3) 本検討における余熱除去ポンプ入口弁の閉止のタイミングについて

各プラントにおける余熱除去ポンプ入口弁の閉止タイミングは充てん注入への切替に、高浜 1,2 号機であれば電動弁の閉止時間、高浜 3,4 号機および大飯 3,4 号機であればツインパワー弁の閉止時間を考慮して設定する。

具体的には、高浜 1,2 号機であれば充てん注入への切替が事象発生の約 64 分後であることから、電動弁の閉止時間を考慮して 70 分後に、高浜 3,4 号機であれば充てん注入への切替が事象発生の約 62 分後であることから、ツインパワー弁の閉止時間を考慮して 80 分後に、大飯 3,4 号機であれば充てん注入への切替が事象発生の約 63 分後であることから、ツインパワー弁の閉止時間を考慮して 80 分後に、余熱除去ポンプ入口弁の閉止とした場合の各機器の耐環境性について検討する。

(4) 環境条件

a. 溢水

有効性評価において想定した余熱除去系の機器、弁から漏えいするものとし、各機器、弁からの漏えいは IS-LOCA の有効性評価における漏えい量を破断面積比で按分する。

b. 放射線

a. で求めた溢水量から放射エネルギーを算出し、その放射エネルギーから評価対象区画の線量率を算出し、各機器の吸収線量を求めた。評価期間は 7 日を設定した。

c. 雰囲気温度

高浜 1,2 号機については、現状の事象発生 30 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の各区画の雰囲気温度の評価結果を基に、事象発生 30 分後時点での温度上昇の傾向が維持されるものとして、事象発生 70 分後に当該弁を閉止した場合の評価結果を見積もった。その結果、添付 2 - 1 のとおり、事象発生 70 分後時点において、事象収束に必要な機器である、充てん／高圧注入ポンプおよび低温側安全注入流量の設置区画は約 90℃まで、余熱除去ポンプ入口弁の設置区画は約 110℃まで上昇することとなる。

高浜 3,4 号機については、現状の事象発生 60 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の雰囲気温度評価を確認したところ、添付 2 - 2 のとおり、60 分以前の段階で最高値約 123℃に達した後、60 分後の時点において低下傾向を示している。事象発生 60 分時点での低下傾向を踏まえると、事象発生 80 分後まで当該弁を閉止できない場合の 20 分間で再度温度上昇に転じ、約 123℃を上回ることは考え難いことから、本検討においても雰囲気温度の最高値は約 123℃を適用する。

大飯 3,4 号機については、現状の事象発生 60 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の雰囲気温度の評価結果を基に、事象発生 60 分後時点での温度上昇の傾向が維持されるものとして、事象発生 80 分後に当該弁を閉止した場合の評価結果を見積もった。その結果、添付 2 - 3 のとおり、事象収束に必要な機器である、余熱除去ポンプ入口弁以外の機器の設置区画は約 95℃まで上昇することとなり、余熱除去ポンプ入口弁の設置区画については、事象発生 80 分後時点において、事象発生 約 10 分後の最高値である約 118℃を上回らないことを確認した。

各プラントについて、上記環境条件に基づき (5) では各機器の耐環境性について確認する。

(5) 機器の耐環境性について

a. 溢水

(a) 高浜 1,2 号機

新規基準に係る審査時に示した余熱除去ポンプ入口弁を事象発生 30 分後に閉止した際の溢水評価の結果を表 2 に示す。本評価結果を踏まえると、30 分時点において機能喪失

高さとフロア床面からの没水高さには十分な裕度があることが分かる（最も裕度が小さいものでも機能喪失高さとの比が 80 以上ある）。したがって、その後 40 分経過した事象発生の 70 分時点においても機能喪失に至ることはなく、耐環境性を有するものとする。

表 2. 各機器の溢水影響について（事象発生の 30 分後に閉止した場合）

機器名	設置場所	機能喪失高さ	フロア床面からの没水高さ	溢水影響
充てん／高圧注入ポンプ	E.L.17.0m	1号機：E.L.17.35m ^{※1} 2号機：E.L.17.56m ^{※1}	1号機：0m ^{※2} 2号機：0m ^{※2}	無
低温側安全注入流量	E.L.17.0m	1号機：E.L.17.66m 2号機：E.L.17.59m	1号機：0.006m 2号機：0.007m	無
余熱除去ポンプ入口弁	E.L.5.3m	1号機：E.L.7.14m 2号機：E.L.7.14m	1号機：0.037m 2号機：0.031m	無

※ 1：充てん／高圧注入ポンプのうち、機能喪失高さが一番低いポンプの高さを記載。

※ 2：充てん／高圧注入ポンプ室入口の堰高さ 0.1m を上回らない。なお、充てん／高圧注入ポンプ室の隣接区画である通路区画の没水高さは「低温側安全注入流量」の区画の没水高さであり、堰高さ 0.1m と没水高さとの比が 14 以上あること、加えて、堰高さから機能喪失高さまでもさらに余裕があることから、事象発生の 70 分時点においても機能喪失に至ることはなく、耐環境性を有するものとする。

(b) 高浜 3,4 号機

新規制基準に係る審査時に示した余熱除去ポンプ入口弁を事象発生の 60 分後に閉止した際の溢水評価の結果を表 3 に示す。本評価結果を踏まえると、60 分時点において機能喪失高さとの比が 3 以上あることが分かる（最も裕度が小さいものでも機能喪失高さとの比が 3 以上ある）。したがって、その後 20 分経過した事象発生の 80 分時点においても機能喪失に至ることはなく、耐環境性を有するものとする。

表 3. 各機器の溢水影響について（事象発生の 60 分後に閉止した場合）

機器名	設置場所	機能喪失高さ	フロア床面からの没水高さ	溢水影響
充てん／高圧注入ポンプ	E.L.10.5m	3号機：E.L.11.02m 4号機：E.L.11.01m	3号機：0m 4号機：0m	無
余熱除去ポンプ入口弁	E.L.-2.0m	3号機：E.L.-1.09m 4号機：E.L.0.03m	3号機：0.272m 4号機：0.272m	無

※ 1：充てん／高圧注入ポンプのうち、機能喪失高さが一番低いポンプの高さを記載。

(c) 大飯 3,4 号機

新規制基準に係る審査時に示した余熱除去ポンプ入口弁を事象発生の 60 分後に閉止した際の溢水評価の結果を表 4 に示す。本評価結果を踏まえると、60 分時点において機能喪失高さと同フロア床面からの没水高さには十分な裕度があることが分かる（高圧注入ポンプおよび余熱除去ポンプを除き、最も裕度が小さいものでも機能喪失高さと同フロア床面からの没水高さとの比が 4 以上ある）。ただし、高圧注入ポンプおよび余熱除去ポンプについては裕度が小さい（機能喪失高さと同フロア床面からの没水高さとの比が 1.6 程度である）ことから、事象発生の 80 分時点のフロア床面からの没水高さについて確認した。高圧注入ポンプおよび余熱除去ポンプについてはフロア床面からの没水高さは 0.297m となり、機能喪失高さに至らない。以上のことから、溢水に対して耐環境性を有するものとする。

表 4. 各機器の溢水影響について（事象発生の 60 分後に閉止した場合）

機器名	設置場所	機能喪失高さ	フロア床面からの没水高さ	溢水影響
高圧注入ポンプ	E.L.3.5m	E.L.3.851m	0.215m	無
高圧注入流量	E.L.3.5m	E.L.4.532m	0.215m	無
余熱除去ポンプ入口弁	E.L.3.5m (中間床)	—※1	0m※1	無
余熱除去ポンプ	E.L.3.5m	E.L.3.851m	0.215m	無
余熱除去クーラ	E.L.10.0m	—※2	0.111m	無
余熱除去流量	E.L.10.0m	E.L.10.982m	0.111m	無

※ 1 : 余熱除去ポンプ入口弁の設置区画は E.L.3.5m の中間床であり、漏えい水は中間床に滞留することなく、E.L.3.5m に流れるため、溢水影響は受けない。

※ 2 : 余熱除去冷却器は金属部品で構成されており、溢水の影響を受けない。

b. 放射線

高浜 1~4 号機および大飯 3,4 号機について、新規制基準に係る審査時に示した余熱除去ポンプ入口弁の閉止時間とした場合の、各機器の吸収線量について表 5 ~ 7 に整理する。いずれの機器の吸収線量についても健全性確認条件に対して十分な裕度がある。余熱除去ポンプ入口弁の閉止タイミングを高圧注入から充てん注入に切り替えた後閉止した場合（高浜 1,2 号機であれば 40 分遅らせた場合、高浜 3,4 号機および大飯 3,4 号機であれば 20 分遅らせた場合）、蒸気漏えい等に伴い、区画に滞留する放射性物質の量が増加することとなるが、裕度が十分にあることから、放射線により各機器の健全性は喪失することなく、耐環境性を有するものとする。

c. 雰囲気温度

2. (4) c. で検討した余熱除去ポンプの閉止タイミングを遅らせた場合での雰囲気温度を踏まえた各機器の健全性について表 5～7 に整理する。表 5～7 のとおり、各機器の雰囲気温度の環境条件は健全性確認条件を上回ることはなく健全性が確保され、雰囲気温度に対して耐環境性を有するものとする。

表 5. 高浜 1,2 号機の放射線および雰囲気温度の影響について

機器名	構成品	放射線		雰囲気温度	
		環境条件※1	健全性 確認条件	環境条件※2	健全性 確認条件
充てん／高圧注入ポンプ	本体	8.5Gy	1kGy	90℃	150℃
	モータ		2MGy		130℃
低圧側安全注入流量	本体	10.7Gy	100Gy	90℃	125℃
	ケーブル		2MGy		190℃
余熱除去ポンプ入口弁	電動弁	19.7Gy	1.5MGy	110℃	190℃

※ 1 : 事象発生の 30 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の各機器の吸収線量

※ 2 : 2.(4)c. で検討した事象発生の 70 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の雰囲気温度

表 6. 高浜 3,4 号機の放射線および雰囲気温度の影響について

機器名	構成品	放射線		雰囲気温度	
		環境条件※1	健全性 確認条件	環境条件※2	健全性 確認条件
充てん／高圧注入ポンプ	本体	4.3Gy	1kGy	123℃	150℃
	モータ		2MGy		130℃
余熱除去ポンプ入口弁	ツインパワー弁	16.6Gy	1kGy	123℃	165℃

※ 1 : 事象発生後の 60 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の各機器の吸収線量

※ 2 : 2.(4)c.で検討した事象発生後の 80 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の雰囲気温度

表 7. 大飯 3,4 号機の放射線および雰囲気温度の影響について

機器名	構成品	放射線		雰囲気温度	
		環境条件※1	健全性 確認条件	環境条件※2	健全性 確認条件
高圧注入ポンプ	本体	20.8Gy	1kGy	95℃	150℃
	モータ		2MGy		120℃
高圧注入流量	本体	10.2Gy	100Gy	95℃	125℃
	ケーブル		2MGy		190℃
余熱除去ポンプ入口弁	ツインパワー弁	18.7Gy	1kGy	118℃	165℃
余熱除去ポンプ	本体	18.7Gy	1kGy	95℃	200℃
	モータ		2MGy		120℃
余熱除去冷却器	本体	16.0Gy	8.7MGy	95℃	管側 : 200℃ 胴側 : 95℃
余熱除去流量	本体	36.7Gy	100Gy	95℃	125℃
	ケーブル		2MGy		190℃

※ 1 : 事象発生後の 60 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の各機器の吸収線量

※ 2 : 2.(4)c.で検討した事象発生後の 80 分後に余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合の雰囲気温度

3. まとめ

IS-LOCA 時の事象収束に必要な機器のうち、IS-LOCA に伴う原子炉格納容器外の環境悪化エリアに設置している機器について、高圧注入から充てん注入に切り替えた後に、余熱除去ポンプ入口弁を閉止した場合にも、当該機器等の耐環境性が確保されることを確認した。

以上

T 1 2 IS-LOCA対応に使用する計器リスト

	パラメータ	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
事象初期 (アラート停止、SI動作)	出力領域中性子束	○		①	※	※ I S - L O C A により、原子炉格納容器外の環境が悪化する前に、計器の使用期間を終えるため、耐環境性を考慮する必要がない。
	中間領域中性子束	○		①	※	
	中性子線領域中性子束	○		①	※	
	安全注入作動警報		低温側安全注入流量等で確認可能		-	
	低温側安全注入流量	○		②	○	
	余熱除去クロー出口流量		燃料取替用水タンク水位等で確認可能		-	
事象判断	燃料取替用水タンク水位	○		③	○	
	1次冷却材圧力	○		①	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	格納容器サブB広域水位	○		①	○	
	蒸気発生器狭域水位	○		①	○	
	主蒸気ライン圧力	○		③	○	
	補助建屋サブ水位		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器サブB広域水位、蒸気発生器狭域水位、主蒸気ライン圧力で確認可能		-	
	補助建屋排気筒ガスモニタ					
	復水器空気抽出器ガスモニタ		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器サブB広域水位、蒸気発生器狭域水位、主蒸気ライン圧力で確認可能		-	
	蒸気発生器ローダウン水モニタ					
事象収束	高感度主蒸気管モニタ					
	余熱除去ポンプ出口圧力					
	加圧器逃がしタンク水位		1次冷却材圧力、加圧器水位で確認可能		-	
	加圧器逃がしタンク温度					
	加圧器逃がしタンク圧力					
	余熱除去クロー出口流量		燃料取替用水タンク水位等で確認可能		-	
	燃料取替用水タンク水位	○		③	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	1次冷却材高温側温度 (広域)	○		①	○	
	1次冷却材低温側温度 (広域)	○		①	○	
	1次冷却材圧力	○		①	○	
	補助給水流量	○		③	○	
	主蒸気ライン圧力	○		③	○	
	蒸気発生器狭域水位	○		①	○	
	蒸気発生器広域水位	○		①	○	
復水タンク水位	○		③	○		
低温側安全注入流量	○		②	○		
格納容器圧力						
格納容器広域圧力		1次冷却材圧力、加圧器水位で確認可能		-		
格納容器内温度						
充てんライン流量		燃料取替用水タンク水位、加圧器水位、原子炉水位等で確認可能		-		
原子炉水位	○		①	○		
ほう膨タンク水位						
1次系純水タンク水位		燃料取替用水タンクへの補給手段として、使用可能であれば確認		-		
2次系純水タンク水位						

※①：C V内
 ※②：C V外 (環境悪化エリア)
 ※③：C V外 (環境悪化エリア外)

IS-LOCA対応に使用する機器リスト

	使用機器	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
	燃料取替用水タンク	○		③		
	余熱除去ポンプ		蒸気発生器で除熱可能 モード5への冷却を実施する場合は蒸気発生器2次側のフィードアンドブリードにより実施可能	②		
	充てん/高圧注入ポンプ	○		②		
	アキュムレータ	○		①		
	主蒸気大気放出弁	○		③		
	タービン動補助給水ポンプ	○		③		
	電動補助給水ポンプ	○		③		
	蒸気発生器	○		①		
	復水タンク	○		③		
	ディーゼル発電機	○		③		
	燃料油貯油そう	○		③		
	加圧器逃がし弁	○		①		
	アキュムレータ出口弁	○		①		
	余熱除去ポンプ入口弁	○		②		

※①：C V内
 ※②：C V外 (環境悪化エリア)
 ※③：C V外 (環境悪化エリア外)

T 3 4 IS-LOCA対応に使用する計器リスト

	パラメータ	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
事象初期 (プラント停止、SI動作)	出力領域中性子束	○		①	※	※ I S - L O C A により、原子炉格納容器外の環境が悪化する前に、計器の寿命期間を終えるため、耐環境性を考慮する必要がない。
	中間領域中性子束	○		①	※	
	中性子線領域中性子束	○		①	※	
	安全注入作動警報		高圧安全注入流量等で確認可能		—	
	高圧安全注入流量	○		③	○	
	余熱除去流量		燃料取替用水タンク水位等で確認可能		—	
事象判断	燃料取替用水タンク水位	○		③	○	
	1次冷却材圧力	○		①	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	格納容器再循環サンプ広域水位	○		①	○	
	蒸気発生器狭域水位	○		①	○	
	蒸気発生器蒸気圧力	○		③	○	
	格納容器広域圧力		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプ広域水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器蒸気圧力で確認可能		—	
	格納容器内温度		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプ広域水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器蒸気圧力で確認可能		—	
	補助建屋サンプタンク水位		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプ広域水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器蒸気圧力で確認可能		—	
	補助建屋排気筒ガスモニタ					
	格納容器ガスモニタ					
	格納容器じんあいモニタ					
	格納容器内エアロック区域エリアモニタ		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプ広域水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器蒸気圧力で確認可能		—	
	炉内計装区域エリアモニタ					
	復水器空気抽出器ガスモニタ					
	蒸気発生器フロータンクモニタ					
事象収束	高感度主蒸気管モニタ					
	余熱除去ポンプ吐出圧力					
	加圧器逃がしタンク水位		1次冷却材圧力、加圧器水位で確認可能		—	
	加圧器逃がしタンク温度					
	加圧器逃がしタンク圧力					
	余熱除去流量		燃料取替用水タンク水位等で確認可能		—	
	燃料取替用水タンク水位	○		③	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	1次冷却材高温側温度 (広域)	○		①	○	
	1次冷却材低温側温度 (広域)	○		①	○	
	1次冷却材圧力	○		①	○	
	蒸気発生器補助給水流量	○		③	○	
	蒸気発生器蒸気圧力	○		③	○	
	蒸気発生器狭域水位	○		①	○	
蒸気発生器広域水位	○		①	○		
復水タンク水位	○		③	○		
高圧安全注入流量	○		③	○		
格納容器広域圧力		1次冷却材圧力、加圧器水位で確認可能		—		
格納容器広域圧力 (A M 用)						
格納容器内温度						
充てん水流量		燃料取替用水タンク水位、加圧器水位、原子炉水位等で確認可能		—		
原子炉水位	○		①	○		
ほう酸タンク水位		燃料取替用水タンクへの補給手段として、使用可能であれば確認		—		
1次系純水タンク水位						
2次系純水タンク水位						

※①： C V 内
 ②： C V 外 (環境悪化エリア)
 ③： C V 外 (環境悪化エリア外)

IS-LOCA対応に使用する機器リスト

	使用機器	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
	燃料取替用水タンク	○		③		
	余熱除去ポンプ		蒸気発生器で除熱可能 モード 5 への冷却を実施する場合は蒸気発生器 2 次側のフィードアンドブリードにより実施可能	②		
	充てん/高圧注入ポンプ	○		②		
	蓄圧タンク	○		①		
	主蒸気逃がし弁	○		③		
	タービン動補助給水ポンプ	○		③		
	電動補助給水ポンプ	○		③		
	蒸気発生器	○		①		
	復水タンク	○		③		
	ディーゼル発電機	○		③		
	燃料油貯油そう	○		③		
	加圧器逃がし弁	○		①		
	蓄圧タンク出口弁	○		①		
	余熱除去ポンプ入口弁	○		②		

※①： C V 内
 ②： C V 外 (環境悪化エリア)
 ③： C V 外 (環境悪化エリア外)

034 IS-LOCA対応に使用する計器リスト

	パラメータ	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
事象初期 (アラート停止、SI動作)	出力領域中性子束	○		①	※	※IS-LOCAにより、原子炉格納容器外の環境が悪化する前に、計器の寿命期間を終えるため、耐環境性を考慮する必要がない。
	中間領域中性子束	○		①	※	
	中性子線領域中性子束	○		①	※	
	安全注入作動警報		高圧注入流量等で確認可能		—	
	高圧注入流量	○		②	○	
	余熱除去流量	○	燃料取替用水ピット水位等で確認可能		—	
事象判断	燃料取替用水ピット水位	○		③	○	
	1次冷却材圧力	○		①	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	格納容器再循環サンプ水位 (広域)	○		①	○	
	蒸気発生器水位 (狭域)	○		①	○	
	主蒸気圧力	○		③	○	
	原子炉周辺建屋サンプ水位		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプ水位 (広域)、蒸気発生器水位 (狭域)、主蒸気圧力で確認可能		—	
	排気筒ガスモニタ					
	復水器空気抽出器ガスモニタ		1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプ水位 (広域)、蒸気発生器水位 (狭域)、主蒸気圧力で確認可能		—	
	蒸気発生器ローダウン水モニタ					
	高感度型主蒸気管モニタ					
	余熱除去ポンプ吐出圧力					
加圧器逃がしタンク水位		1次冷却材圧力、加圧器水位で確認可能		—		
加圧器逃がしタンク温度						
加圧器逃がしタンク圧力(広域)						
事象収束	余熱除去流量	○		②	○	長期的な対応である健全側余熱除去系統による冷却時に使用する。
	燃料取替用水ピット水位	○		③	○	
	加圧器水位	○		①	○	
	1次冷却材高温側温度 (広域)	○		①	○	
	1次冷却材低温側温度 (広域)	○		①	○	
	1次冷却材圧力	○		①	○	
	蒸気発生器補助給水流量	○		③	○	
	主蒸気圧力	○		③	○	
	蒸気発生器水位 (狭域)	○		①	○	
	蒸気発生器水位 (広域)	○		①	○	
	復水ピット水位	○		③	○	
	高圧注入流量	○		②	○	
	格納容器圧力 (広域)					
	A M用格納容器圧力		1次冷却材圧力、加圧器水位で確認可能		—	
	格納容器内温度					
	充てん水流量		燃料取替用水ピット水位、加圧器水位、原子炉水位等で確認可能		—	
	原子炉水位	○		①	○	
	ほう騰タンク水位					
	1次系純水タンク水位		燃料取替用水ピットへの補給手段として、使用可能であれば確認		—	
	No.3淡水タンク水位					

※①：C V内

②：C V外 (環境悪化エリア)

③：C V外 (環境悪化エリア外)

IS-LOCA対応に使用する機器リスト

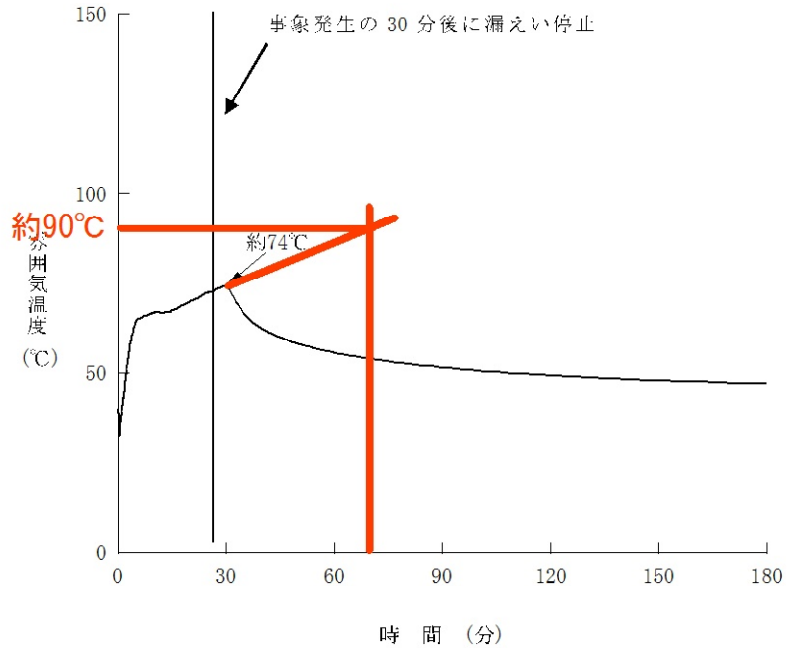
	使用機器	必須	必須でない理由	設置エリア※	耐環境性	備考
	燃料取替用水ピット	○		③		
	余熱除去ポンプ	○		②		長期的な対応である健全側余熱除去系統による冷却時に使用する。
	高圧注入ポンプ	○		②		
	蓄圧タンク	○		①		
	主蒸気逃がし弁	○		③		
	タービン補助給水ポンプ	○		③		
	電動補助給水ポンプ	○		③		
	蒸気発生器	○		①		
	復水ピット	○		③		
	ディーゼル発電機	○		③		
	燃料油貯蔵タンク	○		③		
	重油タンク	○		③		
	充てんポンプ	○		③		
	加圧器逃がし弁	○		①		
	蓄圧タンク出口弁	○		①		
	余熱除去ポンプ入口弁	○		②		
	余熱除去冷却器	○		②		長期的な対応である健全側余熱除去系統による冷却時に使用する。

※①：C V内

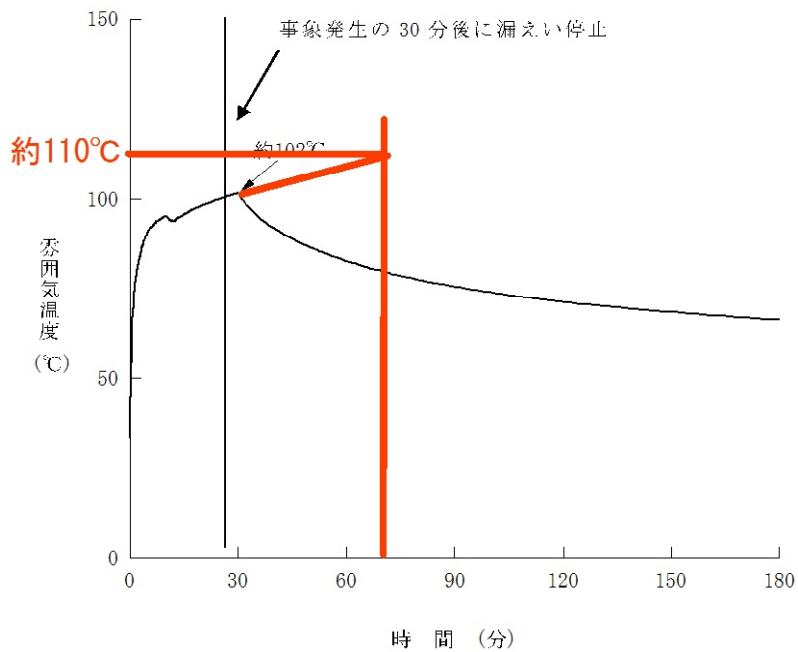
②：C V外 (環境悪化エリア)

③：C V外 (環境悪化エリア外)

高浜 1 号機 各機器の設置区画における雰囲気気温度の推移

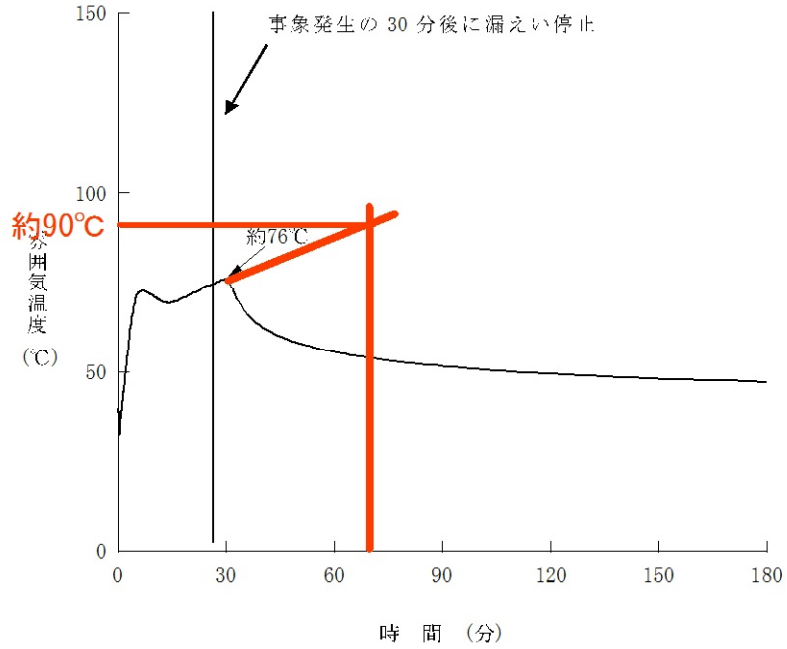


余熱除去ポンプ入口弁以外の機器の設置区画雰囲気気温度評価結果

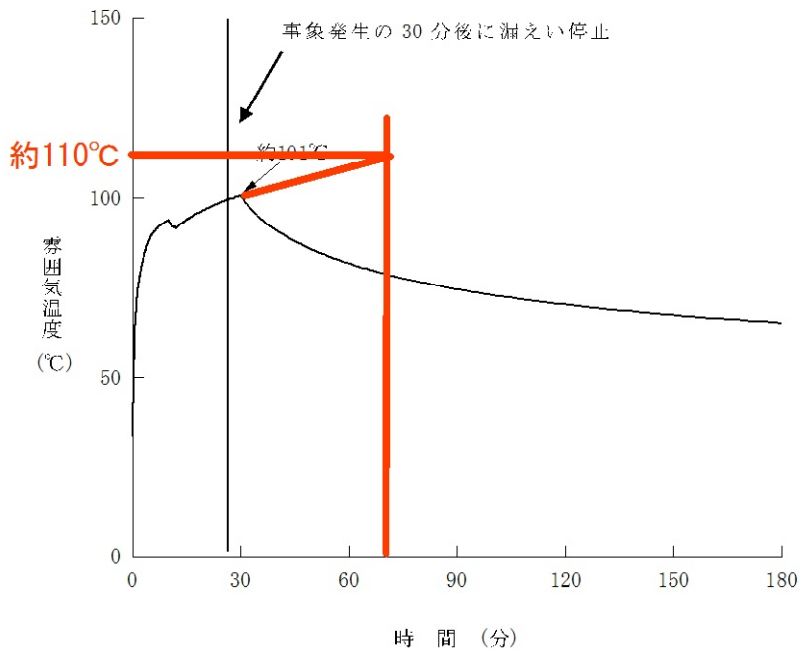


余熱除去ポンプ入口弁設置区画雰囲気気温度評価結果

高浜 2 号機 各機器の設置区画における雰囲気気温度の推移

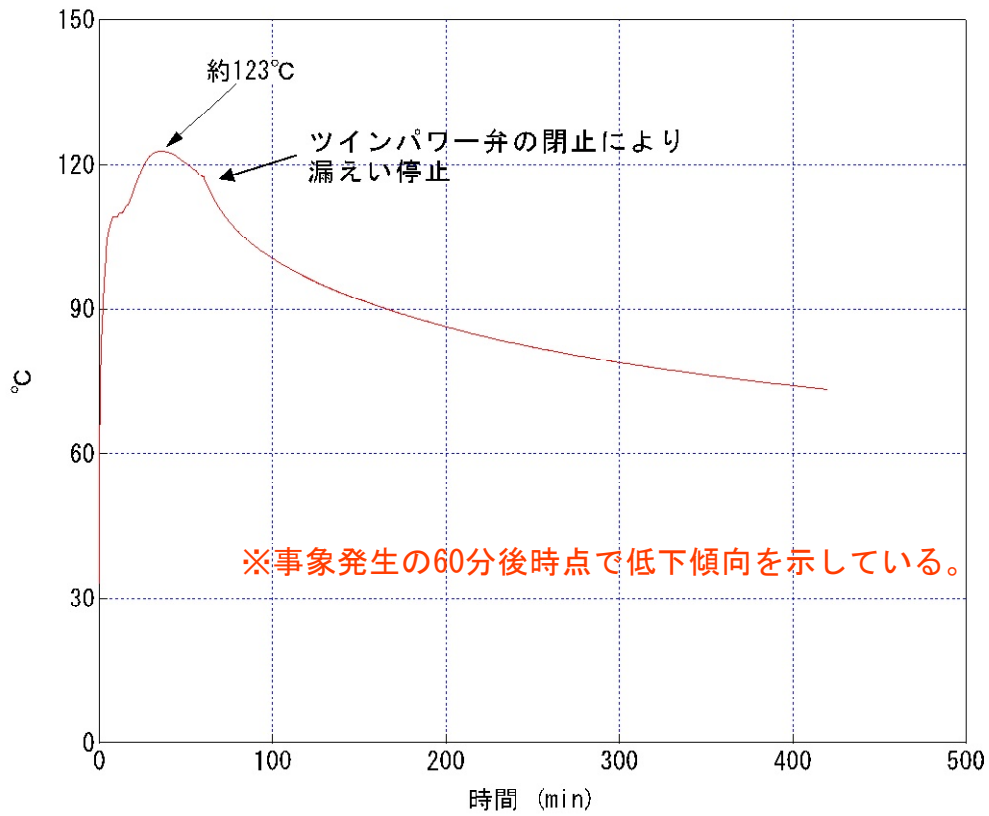


余熱除去ポンプ入口弁以外の機器の設置区画雰囲気気温度評価結果



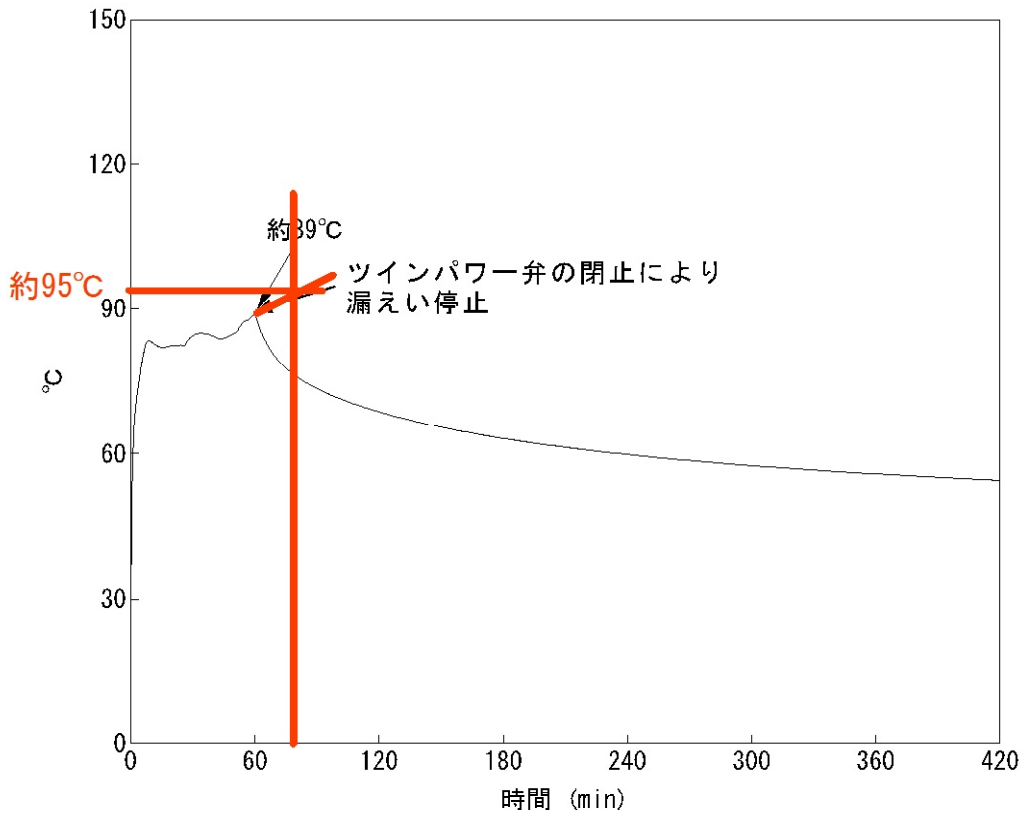
余熱除去ポンプ入口弁設置区画雰囲気気温度評価結果

高浜3,4号機 各機器の設置区画における雰囲気温度の推移

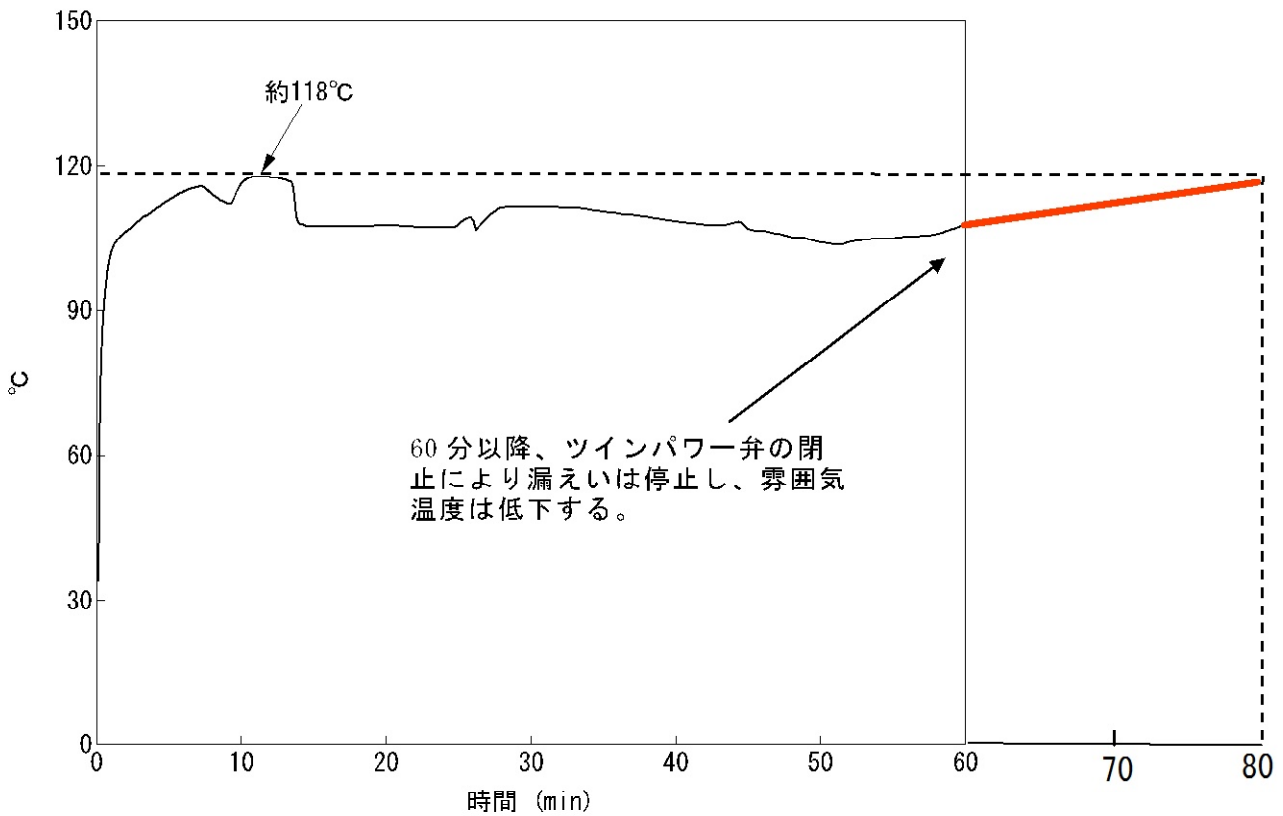


各機器の設置区画雰囲気温度評価結果

大飯3、4号機 各機器の設置区画における雰囲気温度の推移



余熱除去ポンプ入口弁以外の機器の設置区画雰囲気温度評価結果



余熱除去ポンプ入口弁設置区画雰囲気温度評価結果

設置変更許可申請における記載の適正化例について

これまで当社は、設置変更許可申請の機会をとらえ、記載の適正化を実施してきた。

記載の適正化については、以下の通り記載の適正化に係る考え方を踏まえた対応を行ってきている。

- ・設置変更許可申請書の本文参考図及び添付書類八の記載内容のうち、工事計画認可申請書本文及び設計図書の記載内容と整合していないものについては、変更申請の機会をとらえ修正する。
- ・修正する範囲については設置変更許可の対象の原則として関連範囲とする。
- ・関連範囲としては、実用炉規則第 2 条第 1 項第 2 号（現 第 3 条第 1 項第 2 号）に掲げる、「原子炉施設の位置、構造及び設備」の中区分に応じる。

新規制基準制定後における過去に実施した記載の適正化例について添付 1 に示すが、いずれも申請した設置変更許可の関連部分について記載の適正化を行っている。

この度ご相談させて頂いた IS-LOCA に係る適正化については、添付書類十の適正化であり、上記の例に則ると、添付書類十の変更を含む申請において実施することが、妥当であると考えます。

以 上

添付 1：新規制基準制定後の例

●高浜発電所 原子炉設置変更許可申請 (H29.3.17 申請、H29.5.25 補正申請、H29.6.28 許可)

変更申請内容

- ① 3, 4号炉の所内常設直流電源設備 (3系統目) の設置
- ② 緊急時対策所 (緊急時対策建屋内) の運用開始に伴い、3号及び4号炉の共用の緊急時対策所 (1号炉及び2号炉原子炉補助建屋内) の撤去

本変更申請における記載の適正化

当該号炉	内容 (工事概要他)	設置許可への反映事項	当該箇所	変更申請との関連
1 3, 4号炉	工事なし (記載変更のみ)	号機間融通時における他号炉D/G所用台数の見直し (低温停止中を2台から1台)	添付書類十 追補 1.14 電源の確保に関する手順等	変更申請 (①) 対象箇所

●大飯発電所 原子炉設置変更許可申請 (H31.3.8 申請、2019.12.26 及び 2020.2.5 補正申請、2020.2.26 許可)

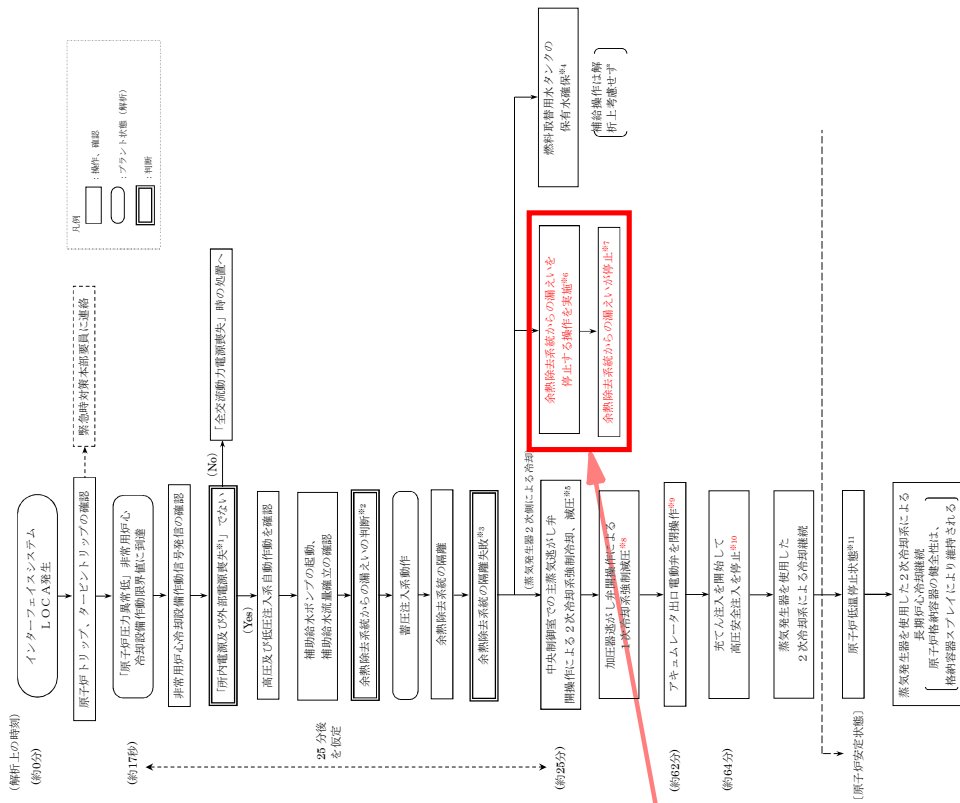
変更申請内容

- ① 3, 4号炉の特定重大事故等対処施設の設置
- ③ 3, 4号炉の所内常設直流電源設備 (3系統目) の設置

本変更申請における記載の適正化

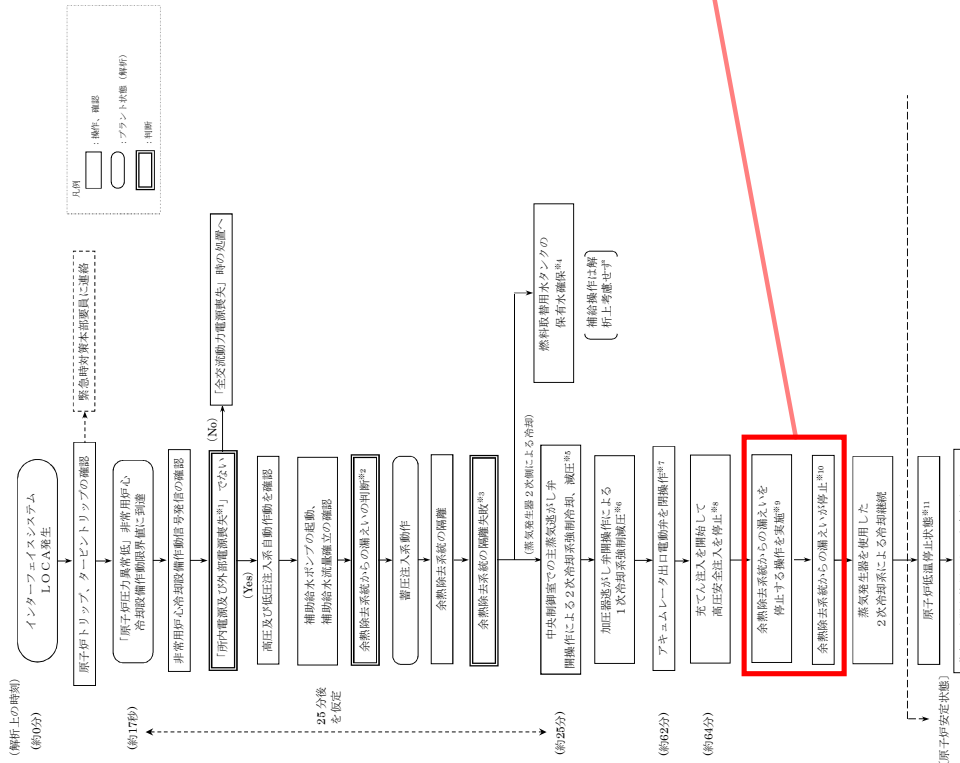
当該号炉	内容 (工事概要他)	設置許可への反映事項	当該箇所	変更申請との関連
1 3, 4号炉	大飯発電所に接続する 500kV 送電線の系統構成の変更	上流側接続先である変電所に係る記載を変更 (西京都変電所→能勢変電所)	添付書類八 10. その他発電用原子炉の附属施設 10.3 常用電源設備	変更申請 (①②) 対象箇所

美浜 3 号機記載適正化(案)



- ※1：すべての非常用母管及び常用母管の電圧が「零」ボルトを示した場合。
- ※2：余熱除去系統からの漏えいは以下で確認。
 - ・補助冷却ポンプ水位、余熱除去ポンプ出口圧力
 - ・補助冷却タンク水位、余熱除去ポンプ出口圧力
- ※3：余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする。
- ※4：燃料取扱用水タンクへの補給操作。
 - ・原子炉補給水制御系（ほうろくタンク、1次系補給水タンク）
 - ・原子炉補給水制御系から使用済燃料ピット配管経路等。
- ※5：漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解弁上では、約25分後の開始としているが、実際の操作では、準備が完了した段階で1次冷却系保水水の減少抑制のために実施する。
- ※6：実際の操作においては、1次冷却系保水水を監視しつつ準備が整った段階、余熱除去ポンプ入口弁開操作で隔離を実施する。
- ※7：余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
 - ・余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
 - ・余熱除去ポンプ出口圧力、加圧閉圧力及び水位、1次冷却系保水水のサブクォール程度の確保を確認した段階で必要により実施し、保水水の確保を図る。
 - また、その後の漏えい量低減のため、操作は適宜実施。
- ※8：解弁においては、操作条件に達しないため実施しない。
- ※9：冷却圧力(圧力)計指が0.6MPa(約6kg/cm²)に達しない限り実施する。
- ※10：原子炉格納容器外への漏えいを抑制するため、充てん注入は高圧注入系の停止準備が整ってから開始する。
- ※11：漏えいが停止し、1次冷却系保水水が安定または低下傾向。

第7.1.8.4図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要 (「インターフーフエイシステムLOCA」の事象連環)



- ※1：すべての非常用母管及び常用母管の電圧が「零」ボルトを示した場合。
- ※2：余熱除去系統からの漏えいは以下で確認。
 - ・補助冷却ポンプ水位、余熱除去ポンプ出口圧力
 - ・補助冷却タンク水位、余熱除去ポンプ出口圧力
- ※3：余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする。
- ※4：燃料取扱用水タンクへの補給操作。
 - ・原子炉補給水制御系（ほうろくタンク、1次系補給水タンク）
 - ・原子炉補給水制御系から使用済燃料ピット配管経路等。
- ※5：漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解弁上では、約25分後の開始としているが、実際の操作では、準備が完了した段階で1次冷却系保水水の減少抑制のために実施する。
- ※6：実際の操作においては、2次冷却系保水水を監視しつつ準備が整った段階、余熱除去ポンプ入口弁開操作で隔離を実施する。
- ※7：余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
 - ・余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
 - ・余熱除去ポンプ出口圧力、加圧閉圧力及び水位、1次冷却系保水水のサブクォール程度の確保を確認した段階で必要により実施し、保水水の確保を図る。
 - また、その後の漏えい量低減のため、操作は適宜実施。
- ※8：冷却圧力(圧力)計指が0.6MPa(約6kg/cm²)に達しない限り実施する。
- ※9：隔離は余熱除去ポンプ入口弁開操作で可能と想定する。
- ※10：余熱除去系統からの漏えいを抑制するため、充てん注入は高圧注入系の停止準備が整ってから開始する。
- ※11：漏えいが停止し、1次冷却系保水水が安定または低下傾向。

第7.1.8.4図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要 (「インターフーフエイシステムLOCA」の事象連環)

必要な要員と作業項目			経過時間(分)							経過時間(時間)						備考
手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数) 【】は他作業後移動してきた要員	手順の内容	10	20	30	40	50	60	70	2	3	4	5	6		
手順の項目			事象発生 原子炉トリップ、安全注入作動 プラント状況判断 約25分 2次冷却系強制冷却開始 約62分 アキュムレータ隔離 約64分 充てん開始、安全注入停止													
当直課長	1	●運転操作指揮														
状況判断	運転員A、B、C	●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入シーケンス作動確認 ●余熱除去システムからの漏えいの判断 (中央制御室確認)	10分													
1次冷却系強制減圧操作	運転員A	●加圧器遠がし弁開操作 ※1 (中央制御室操作)	1分													
余熱除去系統の分離、隔離操作	運転員B	●余熱除去系統の燃料取替用水タンクからの隔離操作 ●余熱除去系統の1次冷却系からの隔離操作 (中央制御室操作)	5分													
2次冷却系強制冷却操作	運転員B	●補助給水ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気遠がし弁開操作 (中央制御室操作)	4分 1分													
燃料取替用水タンク補給操作 (解析上考慮せず)	運転員D	●燃料取替用水タンク補給系統構成 (現場操作)	25分													
	運転員B	●燃料取替用水タンク補給操作 (中央制御室操作)	10分													
充てん開始、安全注入停止操作	運転員B	●充てん注入開始操作 ●高圧安全注入停止操作 (中央制御室操作)	5分 5分													
アキュムレータ出口電動弁操作	運転員A	●アキュムレータ出口電動弁開操作 (中央制御室操作)	5分													
電源盤確認、復旧操作	運転員C	●電源盤確認、復旧操作 ※3 (現場操作)	30分													
機器の復旧作業	保守班等	●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※4 (現場操作)	適宜実施													

上記要員に加え、緊急時対応本部要員4名にて関係各所に連絡連絡を行う。
 なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場稼働を含む作業時間等を考慮した上で解析上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
 また、運転員が解析上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については想定時間により算出)。

第7.1.8.7図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間
(インターフェイスシステムLOCA)

必要な要員と作業項目			経過時間(分)							経過時間(時間)						備考
手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数) 【】は他作業後移動してきた要員	手順の内容	10	20	30	40	50	60	70	2	3	4	5	6		
手順の項目			事象発生 原子炉トリップ、安全注入作動 プラント状況判断 約25分 2次冷却系強制冷却開始 約62分 アキュムレータ隔離 約64分 充てん開始、安全注入停止													
当直課長	1	●運転操作指揮														
状況判断	運転員A、B、C	●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入シーケンス作動確認 ●余熱除去システムからの漏えいの判断 (中央制御室確認)	10分													
1次冷却系強制減圧操作	運転員A	●加圧器遠がし弁開操作 ※1 (中央制御室操作)	1分													
余熱除去系統の分離、隔離操作	運転員B	●余熱除去系統の燃料取替用水タンクからの隔離操作 ●余熱除去系統の1次冷却系からの隔離操作 ●余熱除去ポンプ入口弁開操作 ※2 (中央制御室操作)	5分 5分 5分													
2次冷却系強制冷却操作	運転員B	●補助給水ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気遠がし弁開操作 (中央制御室操作)	4分 1分													
燃料取替用水タンク補給操作 (解析上考慮せず)	運転員D	●燃料取替用水タンク補給系統構成 (現場操作)	25分													
	運転員B	●燃料取替用水タンク補給操作 (中央制御室操作)	10分													
充てん開始、安全注入停止操作	運転員B	●充てん注入開始操作 ●高圧安全注入停止操作 (中央制御室操作)	5分 5分													
アキュムレータ出口電動弁操作	運転員A	●アキュムレータ出口電動弁開操作 (中央制御室操作)	5分													
電源盤確認、復旧操作	運転員C	●電源盤確認、復旧操作 ※4 (現場操作)	30分													
機器の復旧作業	保守班等	●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※5 (現場操作)	適宜実施													

上記要員に加え、緊急時対応本部要員4名にて関係各所に連絡連絡を行う。
 なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場稼働を含む作業時間等を考慮した上で解析上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
 また、運転員が解析上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については想定時間により算出)。

第7.1.8.7図 「格納容器バイパス」の作業と所要時間
(インターフェイスシステムLOCA)

- ロ. サブクール度 40°C以下又は加圧器水位 50%以上で閉操作
- (ii) 非常用炉心冷却設備停止条件成立後
 - イ. サブクール度 20°C以上で開操作
 - ロ. サブクール度 10°C以下で閉操作
- v. 以下に示す非常用炉心冷却設備停止条件が成立すれば、充てん/高圧注入ポンプによる炉心注水を、高圧注入から充てん注入に切り替えるものとし、切替えに2分の操作時間を考慮するものとする。
 - (i) サブクール度 40°C以上
 - (ii) 加圧器水位 50%以上
 - (iii) 1次冷却材圧力が安定又は上昇、かつアキュムレータ不動作又は隔離中
 - (iv) 健全側の蒸気発生器狭域水位下端以上又は健全側蒸気発生器への電動補助給水ポンプ1台の設計流量以上で注水中
- vi. 充てん/高圧注入ポンプによる充てん流量を調整することで、加圧器水位を計測範囲内に維持するものとする。
- vii. 以下に示す余熱除去運転条件が成立すれば、余熱除去系による炉心冷却を開始するものとする。
 - (i) 1次冷却材温度 177°C以下
 - (ii) 1次冷却材圧力 2.7MPa[gage]以下

(3) 有効性評価の結果

a. インターフェイスシステムLOCA

インターフェイスシステムLOCAの事象進展を第7.1.8.4図に、1次冷却材圧力、1次冷却材温度、1次冷却系保有水量、燃料被覆管温度等の1次冷却系パラメータの推移を第7.1.8.9図から第7.1.8.20図、給水流量及び蒸気流量の2次冷却系パラメータの推移を第7.1.8.21図及び第7.1.8.22図に示す。

(a) 事象進展

事象発生後、余熱除去系逃がし弁及び余熱除去系機器等から

の漏えいにより 1 次冷却材圧力が低下することで、「原子炉圧力低」信号のトリップ限界値に到達し、原子炉は自動停止する。

事象発生約 17 秒後に「原子炉圧力異常低」信号の非常用炉心冷却設備作動限界値に到達した後、非常用炉心冷却設備が作動することにより、ほう酸水が炉心に注水される。また、補助給水ポンプが自動起動し、蒸気発生器への注水が開始される。

事象発生約 7 分後に 1 次冷却材圧力が余熱除去クーラ出口逃がし弁の吹止まり圧力まで低下するため、逃がし弁が閉止することで 1 次冷却系保有水量が回復する。

事象発生約 25 分後に主蒸気逃がし弁の開操作による 2 次冷却系強制冷却を開始するとともに、1 次冷却系からの漏えい量抑制のため、事象発生約 64 分後に充てん／高圧注入ポンプによる炉心注水について、高圧注入から充てん注入への切替えを実施する。

解析上考慮していないため削除

その後、余熱除去ポンプ入口弁（電動弁）を閉止することで漏えいは停止する。

(b) 評価項目等

燃料被覆管温度は第 7.1.8.20 図に示すとおり、炉心が冠水状態にあることから初期値（約 390℃）以下にとどまり、1,200℃以下となる。当該温度条件では、燃料被覆管の酸化反応は著しくならない。

1 次冷却材圧力は第 7.1.8.9 図に示すとおり、初期値（約 15.9MPa[gage]）以下となる。このため、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は約 16.2MPa[gage]にとどまり、最高使用圧力の 1.2 倍(20.59MPa[gage])を下回る。

また、原子炉格納容器内の余熱除去ポンプ入口逃がし弁の動作により、加圧器逃がしタンクから原子炉格納容器内に漏えいした 1 次冷却材による原子炉格納容器圧力及び温度の上昇はわずかである。なお、格納容器スプレイ設備の作動に至った場合、格納容器スプレイ設備の性能は、「3.5.1 原子炉冷却材喪失」

い量を抑制するため、加圧器逃がし弁を手動で開操作し、1次冷却系の強制減圧を行う。

加圧器逃がし弁操作の際は、1次冷却系のサブクール度を確保した段階で実施する。

加圧器逃がし弁開操作による1次冷却系強制減圧に必要な計装設備は、冷却材圧力（広域）等である。

(i) 高圧注入から充てん注入への切替え

非常用炉心冷却設備停止条件を満足していることを確認し、高圧注入から充てん注入へ切り替える。

高圧注入から充てん注入への切替えに必要な計装設備は、安全注入流量等である。

(j) アクムレータ出口電動弁閉操作

冷却材圧力（広域）計指示が 0.6MPa[gage]になれば、アクムレータ出口電動弁を閉操作する。

アクムレータ出口電動弁閉操作に必要な計装設備は、冷却材圧力（広域）等である。参考で、添付書類十の手順部分の本文を添付

(k) 余熱除去システムの隔離及び余熱除去システムからの漏えい停止確認
漏えい側余熱除去ポンプの入口弁（電動弁）を閉操作することにより隔離を行い、余熱除去システムからの漏えい停止を確認する。なお、早期の流出停止を目的として、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、操作を実施する。

余熱除去システムの隔離及び余熱除去システムからの漏えい停止確認に必要な計装設備は、冷却材圧力（広域）等である。

(l) 蒸気発生器2次側を使用した除熱の確認

補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水及び主蒸気逃がし弁開操作により蒸気発生器2次側を使用した除熱を継続して行う。

蒸気発生器2次側を使用した除熱の確認に必要な計装設備は、1次冷却材高温側広域温度等である。

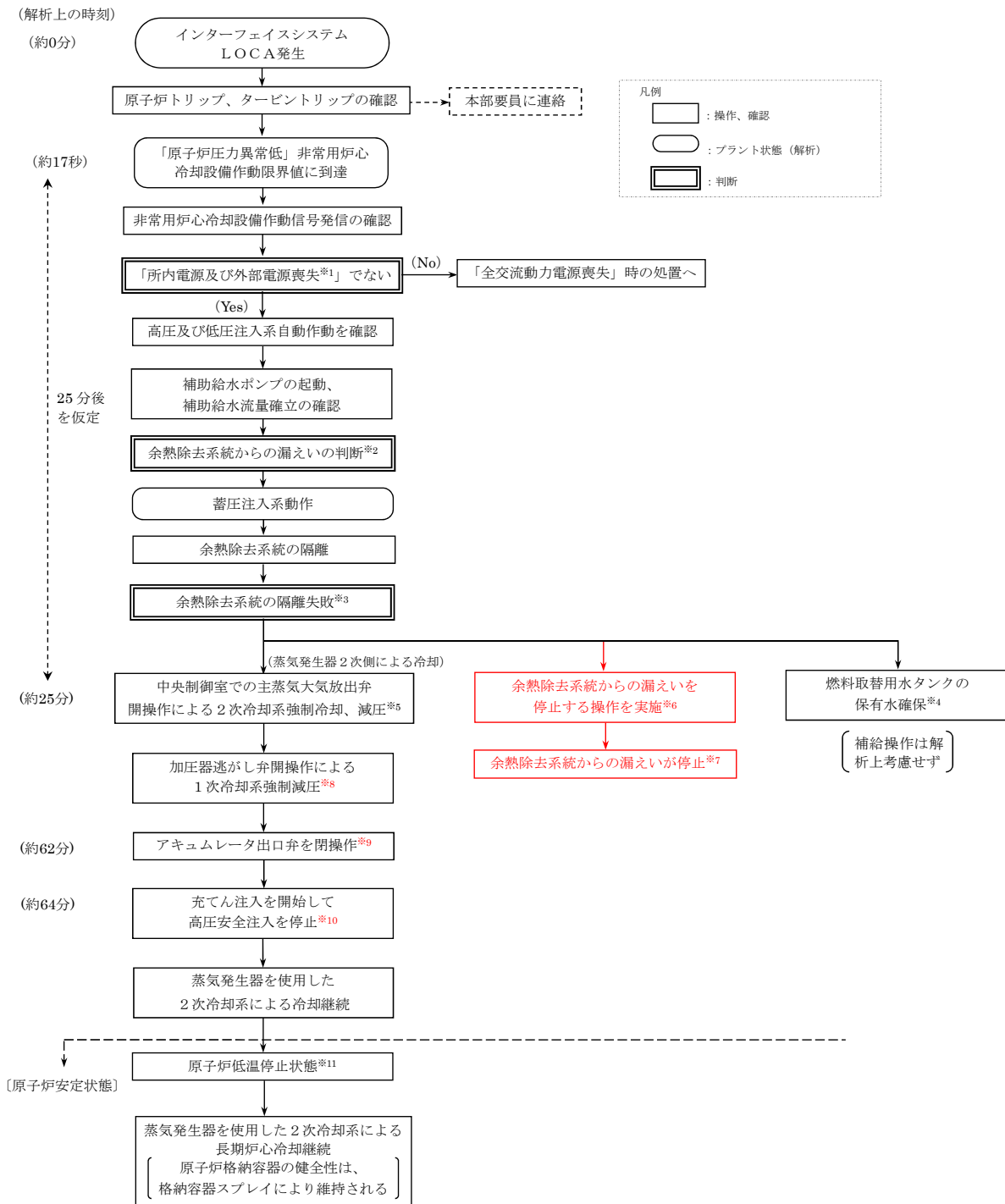
b. 蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する

美浜 3 号機以外の記載適正化(案)

⑩「燃料密着器バイパス(インターフェイズシステムLOCA)」における対応手順と所要時間

手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後 移動してきた要員	必要な要員と作業項目	経過時間(分)												備考
			10	20	30	40	50	60	70	2	3	4	5	6	
手続の内容		手続の内容													
当直課長、当直主任	1	●号炉ごと 運転操作指揮													
状況判断	3	●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入シーケンス作動確認 ●余熱除去系統からの漏えいの判断 (中央制御室確認)	10分												
1次冷却系強制減圧操作	【1】【1】	●加圧器速がし弁閉操作 ※1 (中央制御室操作)	1分												※1: 2次冷却系のかプーロ層を貫通し、段階に及ぶに以上発生する、今回の解析においては、当該弁閉操作を考慮していない。
余熱除去系統の分離、隔離操作	【1】【1】	●余熱除去系統の燃料取替用水タンクからの隔離操作 ●余熱除去系統の1次冷却系からの隔離操作 ●余熱除去ポンプ弁閉操作 ※2 (中央制御室操作)													※2: 1次冷却系を再強化する準備が整い次第、余熱除去ポンプ弁閉操作にて隔離を実施する。今回の解析においては、当該弁閉操作を考慮していない。
2次冷却系強制冷却操作	【1】【1】	●補助給水ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気大気放出弁閉操作 (中央制御室操作)													2次冷却系強制冷却が、解析上、期待している約25分までに実施できる。
燃料取替用水タンク補給操作 (解析上考慮せず)	1	●燃料取替用水タンク補給系統構成 (現場操作)	15分												※3: 燃料取替用水タンク補給操作にあわせ、余熱除去系隔離操作を適宜実施する。今回の解析においては、余熱除去ポンプ弁閉操作を考慮していない。
充てん開始、安全注入停止操作	【1】【1】	●充てん注入開始操作 ●高圧安全注入停止操作 (中央制御室操作)													適宜実施 ※3
アキュムレータ出口弁閉操作	【1】【1】	●アキュムレータ出口弁閉操作 (中央制御室操作)	5分												
電源盤確認、復旧操作	【1】【1】	●電源盤確認、復旧操作 ※4 (現場操作)	30分												復旧に失敗 ※4: 電源盤確認実施に要する時間は30分に網羅される。その後は他に考えられる原因を調査し回復を試みる。
機器の復旧作業	-	●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※5 (現場操作)	適宜実施												※5: 通常の交通状態での作業を期待。

上記要員に加え、本部要員6名にて関係各所に通報連絡を行う。
 なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間等を考慮した上で解析上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
 また、運転員が解析上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については想定時間により算出)。



- ※1 : すべての非常用母線及び常用母線の電圧が「零」ボルトを示した場合。
- ※2 : 余熱除去系統からの漏えいは以下で確認。
 - ・ 補助建屋内放射線監視モニタ、蒸気発生器細管漏えい監視モニタ、加圧器水位及び圧力、補助建屋サンプ水位
 - ・ 余熱除去ポンプ出口圧力
- ※3 : 余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする。
- ※4 : 燃料取替用水タンクへの補給操作。
 - ・ 原子炉補給水制御系 (ほう酸タンク、1次系純水タンク)
 - ・ 1次系純水タンクから使用済燃料ピット脱塩塔経由等。
- ※5 : 漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解析上では、約25分後の開始としているが、実際の操作では、準備が完了した段階で1次冷却系保有水の減少抑制のために実施する。
- ※6 : 実際の操作においては、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、余熱除去ポンプ入口弁閉操作で隔離を実施する。
(なお、解析においては、余熱除去ポンプ入口弁閉操作を考慮しない。)
- ※7 : 余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
(なお、解析においては、余熱除去ポンプ入口弁閉操作を考慮していないため漏えいは停止しない。)
- ・ 余熱除去ポンプ出口圧力、加圧器圧力及び水位、1次冷却材圧力、充てん水流量、原子炉水位及び燃料取替用水タンク水位等の挙動から総合的に確認する。
- ※8 : 実際の操作においては、2次冷却系強制冷却による1次冷却系のサブクール度の確保を確認した段階で必要により実施し、保有水の確保を図る。
また、その後の漏えい量低減のため、操作は適宜実施。
- ※9 : 1次冷却材圧力計指針が0.6MPa[gage]になれば閉操作する。
- ※10 : 原子炉格納容器外への漏えいを抑制するため、充てん注入は高圧注入系の停止準備が整ってから開始する。
- ※11 : 漏えいが停止し、1次冷却材温度が安定または低下傾向。

第2.8.1.4図 「格納容器バイパス」の対応手順の概要
 (「インターフェイスシステムLOCA」の事象進展)

vii. 以下に示す余熱除去運転条件が成立すれば、余熱除去系による炉心冷却を開始するものとする。

(i) 1次冷却材温度 177℃以下

(ii) 1次冷却材圧力 2.7MPa[gage]以下

(3) 有効性評価の結果

a. インターフェイスシステム L O C A

インターフェイスシステム L O C A の事象進展を第 7.1.8.4 図に、1次冷却材圧力、1次冷却材温度、1次冷却系保有水量、燃料被覆管温度等の1次冷却系パラメータの推移を第 7.1.8.9 図から第 7.1.8.20 図、給水流量及び蒸気流量の2次冷却系パラメータの推移を第 7.1.8.21 図及び第 7.1.8.22 図に示す。

(a) 事象進展

事象発生後、余熱除去系逃がし弁及び余熱除去系機器等からの漏えいにより1次冷却材圧力が低下することで、「原子炉圧力低」信号のトリップ限界値に到達し、原子炉は自動停止する。

事象発生約 17 秒後に「原子炉圧力異常低」信号の非常用炉心冷却設備作動限界値に到達した後、非常用炉心冷却設備が作動することにより、ほう酸水が炉心に注水される。また、補助給水ポンプが自動起動し、蒸気発生器への注水が開始される。

事象発生約 7 分後に1次冷却材圧力が余熱除去クーラ出口逃がし弁の吹止まり圧力まで低下するため、逃がし弁が閉止することで1次冷却系保有水量が回復する。

事象発生約 25 分後に主蒸気大気放出弁の開操作による2次冷却系強制冷却を開始するとともに、1次冷却系からの漏えい量抑制のため、事象発生約 64 分後に充てん／高圧注入ポンプによる炉心注水について、高圧注入から充てん注入への切替えを実施する。

解析上考慮していないため削除

その後、余熱除去ポンプ入口弁（電動弁）を閉止すること

で漏えいは停止する。

(b) 評価項目等

燃料被覆管温度は第 7.1.8.20 図に示すとおり、炉心が冠水状態にあることから初期値（約 390℃）以下にとどまり、1,200℃以下となる。当該温度条件では、燃料被覆管の酸化反応は著しくならない。

1次冷却材圧力は第 7.1.8.9 図に示すとおり、初期値（約 15.9MPa[gage]）以下となる。このため、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は約 16.2MPa[gage]にとどまり、最高使用圧力の 1.2 倍(20.59MPa[gage])を下回る。

また、原子炉格納容器内の余熱除去ポンプ入口逃がし弁の動作により、加圧器逃がしタンクから原子炉格納容器内に漏えいした 1次冷却材による原子炉格納容器圧力及び温度の上昇はわずかである。なお、格納容器スプレイ設備の作動に至った場合、格納容器スプレイ設備の性能は、「3.5.1 原子炉冷却材喪失」における 1次冷却材管の完全両端破断を仮定した解析で評価しており、この場合でも原子炉格納容器圧力及び温度の最高値はそれぞれ約 0.233MPa[gage]及び約 122℃にとどまる。このため、本事象においても原子炉格納容器の最高使用圧力(0.261MPa[gage])及び最高使用温度（122℃）を下回る。

第 7.1.8.9 図及び第 7.1.8.10 図に示すように、事象発生の 180 分後においても 1次冷却材圧力及び温度は整定しており、炉心は安定して冷却されている。その後は、主蒸気大気放出弁を用いた蒸気発生器による除熱を継続することにより、事象発生の約 380 時間後に低温停止状態に到達し、安定停止状態に至る。さらに、主蒸気大気放出弁を用いた蒸気発生器による除熱を継続することにより、安定停止状態を維持できる。

b. 蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故

(h) 加圧器逃がし弁開操作による1次冷却系強制減圧

非常用炉心冷却設備停止条件確立及び1次冷却系からの漏えい量を抑制するため、加圧器逃がし弁を手動で開操作し、1次冷却系の強制減圧を行う。

加圧器逃がし弁操作の際は、1次冷却系のサブクール度を確保した段階で実施する。

加圧器逃がし弁開操作による1次冷却系強制減圧に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

(i) 高圧注入から充てん注入への切替え

非常用炉心冷却設備停止条件を満足していることを確認し、高圧注入から充てん注入へ切り替える。

高圧注入から充てん注入への切替えに必要な計装設備は、低温側安全注入流量等である。

(j) アクキュムレータ出口弁閉操作

1次冷却材圧力計指示が0.6MPa[gage]になれば、アクキュムレータ出口弁を閉操作する。

アクキュムレータ出口弁閉操作に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。 **参考で、添付書類十の手順部分の本文を添付**

(k) 余熱除去系統の隔離及び余熱除去系統からの漏えい停止確認

漏えい側余熱除去ポンプの入口弁（電動弁）を閉操作することにより隔離を行い、余熱除去系統からの漏えい停止を確認する。なお、早期の流出停止を目的として、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、操作を実施する。

余熱除去系統の隔離及び余熱除去系統からの漏えい停止確認に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

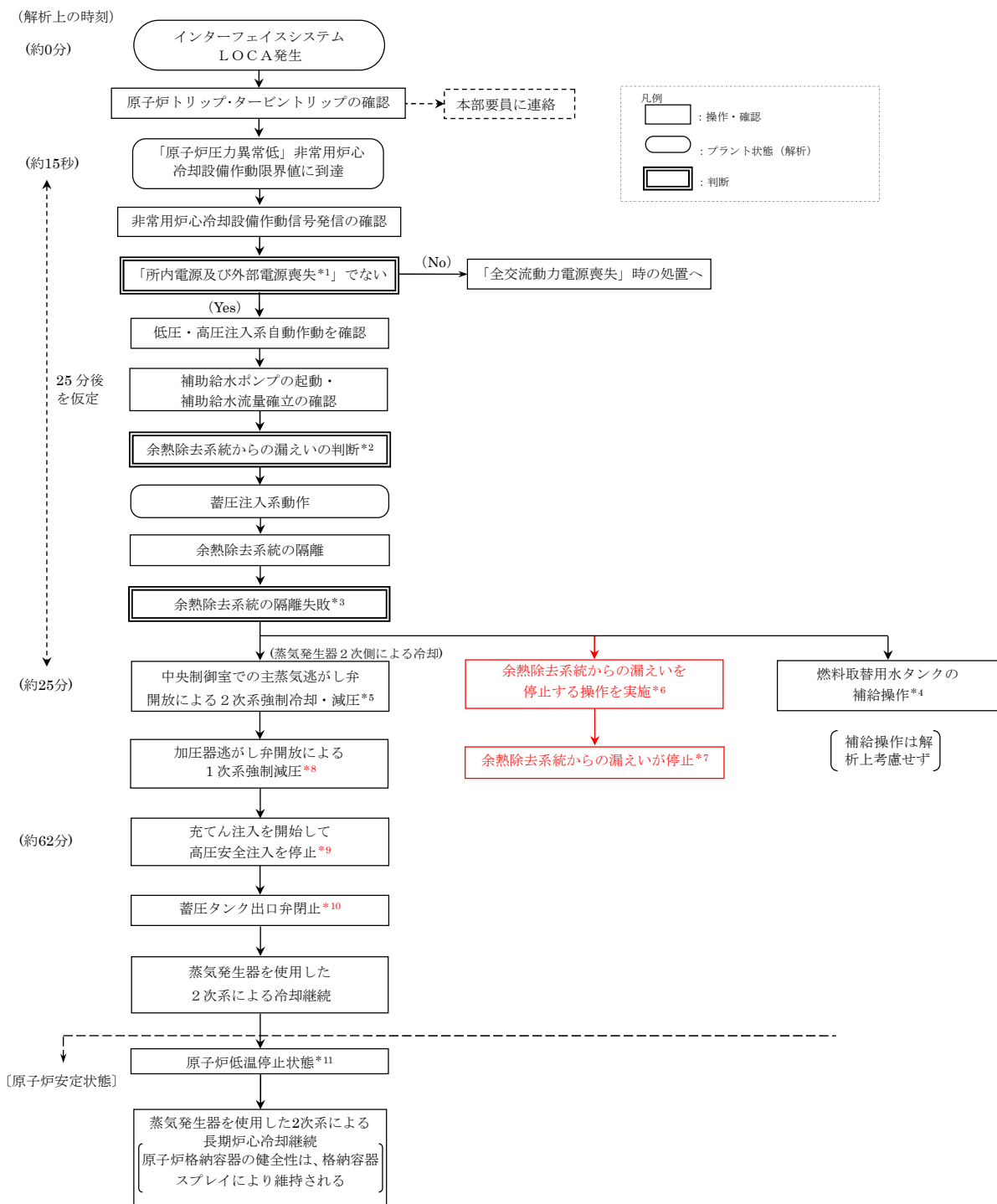
(l) 蒸気発生器2次側を使用した除熱の確認

補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水及び主蒸気大気放出弁開操作により蒸気発生器2次側を使用した除熱を継続して行う。

⑩「格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOGA)」における対応手順と所要時間

手順の項目	必要な要員と作業項目		経過時間(分)		経過時間(時)		備考
	要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後 移動してきた要員	手順の内容	3号	4号	10	7	
状況判断	当直課長、当直主任	<ul style="list-style-type: none"> ●号炉ごと 運転操作指揮 ●原子炉トリップ・タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入自動動作確認 ●余熱除去系統からの漏えいの判断(中央制御室確認) 	1	1	約25分 2次系強制冷却開始 プラント状況判断	約7時間 余熱除去系からの漏えい停止	
1次系強制減圧操作	運転員A	<ul style="list-style-type: none"> ●加圧器遮がし弁開放 ※1(中央制御室確認) 	【1】	【1】	5分	5分	※1:1次系のサブクール度を確保した段階で必要により実施する。今回の降圧においては、操作素中に運しないため実施していない。
余熱除去系統の分離・隔離操作	運転員B 運転員E	<ul style="list-style-type: none"> ●余熱除去系統の燃料取替用水タンクからの隔離操作(次操作) ●余熱除去系統の1次系からの隔離操作(中央制御室確認) ●余熱除去ポンプ入口弁閉操作 ※2(現場操作) 	【1】	【1】	5分 5分 30分	30分	※2:1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整った次第、余熱除去ポンプ入口弁閉操作にて隔離を実施する。今回の降圧においては、当該弁閉操作を約1時間後に設定している。
2次系強制冷却操作	運転員B	<ul style="list-style-type: none"> ●補助給水ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気遮がし弁開放操作(次操作) 	【1】	【1】	4分 1分	2次系強制冷却が、復帰上、期待している約25分までに実施できる。	
燃料取替用水タンク補給操作(解析上考慮せず)	運転員D 運転員B	<ul style="list-style-type: none"> ●燃料取替用水タンク補給ラインアップ操作(現場操作) ●燃料取替用水タンク補給操作(中央制御室確認) 	1	【1】	25分 5分	適宜実施 ※3	※3:余熱除去系統が隔離できない期間においては、燃料取替用水タンク補給操作にあわせて、余熱除去系統隔離操作を適宜実施する。
充てん開始・安全注入停止操作	運転員B	<ul style="list-style-type: none"> ●充てん注入開始操作 ●高圧安全注入停止操作(中央制御室確認) 	【1】	【1】	5分 5分		
蓄圧タンク出口弁操作	運転員B	<ul style="list-style-type: none"> ●蓄圧タンク出口弁閉止(中央制御室確認) 	【1】	【1】	5分		
電源盤確認・復旧操作	運転員C	<ul style="list-style-type: none"> ●電源盤確認・復旧操作 ※4(現場操作) 	【1】	【1】	30分	適宜実施	復旧に失敗 ※4:電源盤確認実施に要する時間は30分に継続される。その後は他に考えられる原因を調査し回復を試みる。
機器の復旧作業	保修部門員	<ul style="list-style-type: none"> ●電源盤確認・機能喪失した機器の復旧作業 ※5(現場操作) 	-	-		適宜実施	※5:通常の交通状態での作業を期待。

上記要員に加え、本部要員6名にて関係各所に連絡連絡を行う。
なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場移動を含む作業時間等を考慮した上で解析上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
また、運転員が解析上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している。(一部の機器については想定時間により算出)



- *1 : すべての非常用母線及び常用母線の電圧が「零」ボルトを示した場合
- *2 : 余熱除去系統からの漏えいは以下で確認
補助建屋内RMS、格納容器内RMS、蒸気発生器関連RMS、加圧器水位・圧力、補助建屋サンプタンク水位、余熱除去ポンプ出口圧力
- *3 : 余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする
- *4 : 燃料取替用水タンクへの補給操作
・原子炉補給水制御系(ほう酸タンク・1次系純水タンク)
・1次系純水タンクから使用済燃料ピット脱塩塔経由等
- *5 : 漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解析上では、約25分後の開始としているが、実際の操作では、準備が完了した段階で1次系保有水の減少抑制のために実施する
- *6 : 実際の操作においては、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、余熱除去ポンプ入口弁閉操作で隔離を実施する。
(なお、解析においては、事象発生約7時間後まで漏えい停止を考慮しない。)
- *7 : 余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認
・余熱除去ポンプ出口圧力、加圧器圧力・水位、1次冷却材圧力、充てん流量、原子炉水位及び燃料取替用水タンク水位等の挙動から総合的に確認する
- *8 : 実際の操作においては、2次系強制冷却による1次系のサブクール度の確保を確認した段階で必要により実施し、保有水の確保を図る。また、その後の漏えい量低減のため、操作は適宜実施
- *9 : 格納容器外への漏えいを抑制するため、充てん注入は高圧注入系の停止準備が整ってから開始する
- *10 : 1次冷却材圧力が0.6MPa[gage]になれば閉止する
- *11 : 漏えいが停止し、1次冷却材温度が安定又は低下傾向

- vi. 充てん／高圧注入ポンプによる充てん流量を調整することで、加圧器水位を計測範囲内に維持するものとする。
- vii. 以下に示す余熱除去運転条件が成立すれば、余熱除去系による炉心冷却を開始するものとする。
 - (i) 1次冷却材温度 177℃以下
 - (ii) 1次冷却材圧力 2.7MPa[gage]以下

(3) 有効性評価の結果

a. インターフェイスシステム L O C A

インターフェイスシステム L O C A の事象進展を第 7.1.8.4 図に、1次冷却材圧力、1次冷却材温度、1次系保有水量、燃料被覆管温度等の1次系パラメータの推移を第 7.1.8.9 図から第 7.1.8.20 図、給水流量及び蒸気流量の2次系パラメータの推移を第 7.1.8.21 図及び第 7.1.8.22 図に示す。

(a) 事象進展

事象発生後、余熱除去系逃がし弁及び余熱除去系機器等からの漏えいにより1次冷却材圧力が低下することで、「原子炉圧力低」信号のトリップ限界値に到達し、原子炉は自動停止する。

事象発生約 15 秒後に「原子炉圧力異常低」信号の非常用炉心冷却設備作動限界値に到達した後、非常用炉心冷却設備が作動することにより、ほう酸水が炉心に注水される。また、補助給水ポンプが自動起動し、蒸気発生器への注水が開始される。

事象発生約 7 分後に1次冷却材圧力が余熱除去冷却器出口逃がし弁の吹止まり圧力まで低下するため、逃がし弁が閉止することで1次系保有水量が回復する。

事象発生約 25 分後に主蒸気逃がし弁の開放による2次系強制冷却を開始するとともに、1次系からの漏えい量抑制のため、事象発生約 62 分後に充てん／高圧注入ポンプによる炉心注水について、高圧注入から充てん注入への切替え

を実施する。

その後、余熱除去ポンプ入口弁（ツインパワー弁）を閉止することで漏えいは停止する。

(b) 評価項目等

有効性評価解析として事象発生7時間後に閉止していることから本記載については現状のままとする。
 ただし、実際の手順では1次冷却材圧力を監視しつつ、準備が整い次第閉止するため、その旨はフローおよびタイムチャートで明確に記載させていただく。
 なお、添付書類十の手順の記載（次頁参照）では、「1次冷却材圧力を監視しつつ、準備が整い次第閉止する」旨は設置許可段階から記載している。

ウナダリにかかる圧力は約 16.2MPa[gage]にとどまり、最高使用圧力の 1.2 倍（20.59MPa[gage]）を下回る。

また、原子炉格納容器内の余熱除去ポンプ入口逃がし弁の動作により、加圧器逃がしタンクから原子炉格納容器内に漏えいした1次冷却材による原子炉格納容器圧力及び温度の上昇はわずかである。なお、格納容器スプレイ設備の作動に至った場合、格納容器スプレイ設備の性能は、「3.5.1 原子炉冷却材喪失」における1次冷却材管の完全両端破断を仮定した解析で評価しており、この場合でも原子炉格納容器圧力及び温度の最高値はそれぞれ約 0.249MPa[gage]及び約 125℃にとどまる。このため、本事象においても原子炉格納容器の最高使用圧力（0.283MPa[gage]）及び最高使用温度（132℃）を下回る。

第 7.1.8.9 図及び第 7.1.8.10 図に示すように、事象発生8時間後においても1次冷却材圧力及び温度は整定しており、炉心は安定して冷却されている。その後は、主蒸気逃がし弁を用いた蒸気発生器による除熱を継続することにより、事象発生約 433 時間後に低温停止状態に到達し、安定停止状態に至る。さらに、主蒸気逃がし弁を用いた蒸気発生器による除熱を継続することにより、安定停止状態を維持できる。

次冷却材高温側温度（広域）等である。

(h) 加圧器逃がし弁開放による1次系減圧

非常用炉心冷却設備停止条件確立及び1次系からの漏えい量を抑制するため、加圧器逃がし弁を手動開放し、1次系の強制減圧を行う。

加圧器逃がし弁操作の際は、1次系のサブクール度を確保した段階で実施する。

加圧器逃がし弁開放による1次系減圧に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

(i) 高圧注入から充てん注入への切替え

非常用炉心冷却設備停止条件を満足していることを確認し、高圧注入から充てん注入へ切り替える。

高圧注入から充てん注入への切替えに必要な計装設備は、高圧安全注入流量等である。

(j) 蓄圧タンク出口弁閉止

1次冷却材圧力計指示が0.6MPa[gage]になれば、蓄圧タンク出口弁を閉止する。

蓄圧タンク出口弁閉止に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

(k) 現場での余熱除去システムの隔離及び余熱除去システムからの漏えい停止確認

漏えい側余熱除去ポンプの入口弁（ツインパワー弁）を閉止することにより隔離を行い、余熱除去システムからの漏えい停止を確認する。なお、早期の流出停止を目的として、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、操作を実施する。

現場での余熱除去システムの隔離及び余熱除去システムからの漏えい停止確認に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

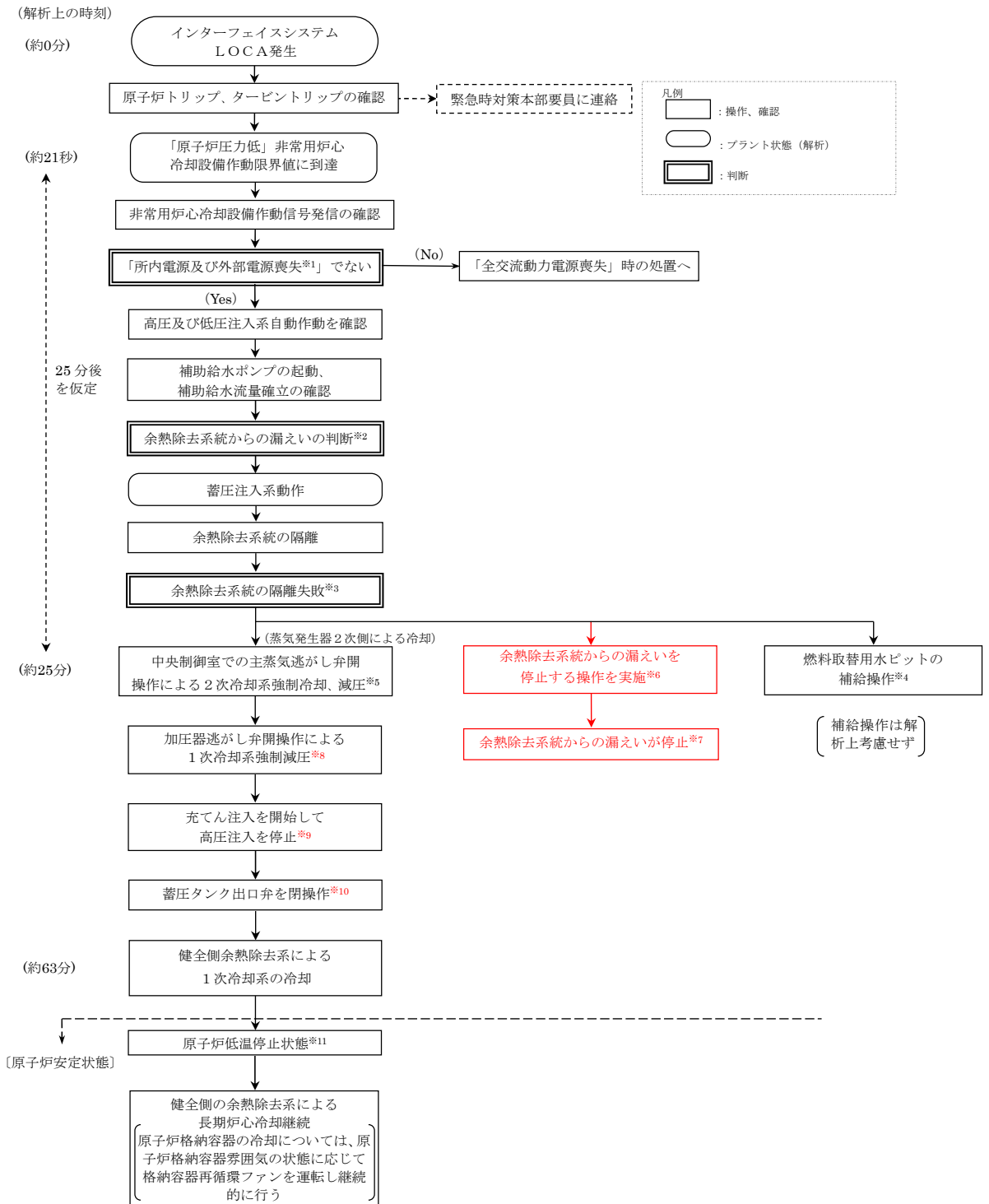
(l) 蒸気発生器2次側を使用した除熱の確認

補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水及び主蒸気逃がし弁開放により蒸気発生器2次側を使用した除熱を継続して

⑩「格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOGA)」における対応手順と所要時間

手順の項目	必要な要員と作業項目		手順の内容	経過時間(分)							備考				
	要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後 移動してきた要員	3号機/4号機		10	20	30	40	50	60	70		7			
手順の項目	当直課長、当直主任	1	●号炉ごと 運転操作指揮	10											
状態判断	運転員A、B、C	3	●原子炉トリップ、タービントリップ確認 ●所内電源及び外部電源の確認 ●安全注入シーケンサ作動確認 ●余熱除去系からの漏えいの判断 (中央制御室確認)	10分											約25分 2次冷却系強制冷却開始 約63分 充てん注入開始、高圧注入停止 約70分 プラント状態判断 約75分 余熱除去系からの漏えい停止
1次冷却系強制減圧操作	運転員A	【1】	●加圧器遮断し弁閉操作 ※1 (中央制御室確認)						5分						※1: 1次冷却系のサブクール度を確保した段階で実施する。
余熱除去系の分離、隔離操作	運転員B	【1】	●余熱除去系の燃料取替用水ピットからの隔離操作 ●余熱除去系の1次冷却系からの隔離操作 (中央制御室確認)		5分										※2: 1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、余熱除去系ポンプ入口弁閉操作にて隔離を実施する。今回の解析においては、当該弁閉操作を約7時間に設定している。
余熱除去ポンプ入口弁閉操作 ※2	運転員E	1	●余熱除去ポンプ入口弁閉操作 ※2 (現場操作)			30分									30分
2次冷却系強制冷却操作	運転員A	【1】	●補助給水ポンプ起動確認、補助給水流量確立の確認 ●主蒸気遮断し弁閉操作 (中央制御室確認)					4分							2次冷却系強制冷却が、解析上、期待している約25分までに実施できる。
燃料取替用水ピット補給操作 (解析上考慮せず)	運転員D	1	●燃料取替用水ピット補給系統構成 (現場操作)					25分							※3: 余熱除去系統が隔離できない期間においては、燃料取替用水ピット補給操作にあわせて、余熱除去系統隔離操作控置を実施する。
充てん開始、高圧注入停止操作	運転員B	【1】	●燃料取替用水ピット補給操作 (中央制御室確認)					5分							適宜実施 ※3
蓄圧タンク出口弁閉操作	運転員B	【1】	●充てん注入開始操作 ●高圧注入停止操作 (中央制御室確認)							5分					
電源盤確認、復旧操作	運転員C	【1】	●蓄圧タンク出口弁閉操作 (中央制御室確認) ●電源盤確認、復旧操作 ※4 (現場操作)												復旧に失敗 ※4: 電源盤確認実施に要する時間は30分に納められる。その後は他に考えられる原因を調査し回復を試みる。
機器の復旧作業	保修班等	-	●電源盤確認、機能喪失した機器の復旧作業 ※5 (現場操作)												※5: 通常の交通状態での召集を期待。

上記要員に加え、緊急時対策本部要員6名にて関係各所に通報連絡を行う。
なお、各設定時間は操作場所、操作条件並びに実際の現場移動等を含む作業時間等を考慮した上で解析上の仮定として設定したものであり、運転員は手順書に従って各操作条件を満たせば順次操作を実施する。
また、運転員が解析上設定した操作余裕時間内に対応できることは訓練等に基づき確認している(一部の機器については想定時間により算出。)



- ※1 : すべての非常用母線及び常用母線の電圧が「零」ボルトを示した場合。
- ※2 : 余熱除去系統からの漏えいは以下で確認。
補助建屋内放射線監視モニタ、蒸気発生器伝熱管漏えい監視モニタ、加圧器水位及び圧力、原子炉周辺建屋サンプタンク水位、余熱除去ポンプ出口圧力
- ※3 : 余熱除去系統からの漏えいを隔離できないものとする。
- ※4 : 燃料取替用水ピットへの補給操作
・原子炉補給水制御系 (ほう酸タンク、1次系純水タンク)
・1次系純水タンクから使用済燃料ピット脱塩塔経由等
- ※5 : 漏えいしている余熱除去系統の隔離操作等の時間を考慮して、解析上では、約25分後の開始としているが、実際の操作では、準備が完了した段階で1次冷却系保有水の減少抑制のために実施する。
- ※6 : 実際の操作においては、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、余熱除去ポンプ入口弁閉操作で隔離を実施する。
(なお、解析においては、事象発生約7時間後まで漏えい停止を考慮しない。)
- ※7 : 余熱除去系統からの漏えい停止は以下で確認。
・余熱除去ポンプ出口圧力、加圧器圧力及び水位、1次冷却材圧力、充てん水流量、原子炉水位、燃料取替用水ピット水位等の挙動から総合的に確認する。
- ※8 : 実際の操作においては、2次冷却系強制冷却による1次冷却系のサブクール度の確保を確認した段階で必要により実施し、保有水の確保を図る。また、その後の漏えい量低減のため、操作は適宜実施。
- ※9 : 原子炉格納容器外への漏えいを抑制するため、充てん注入は高圧注入系の停止準備が整ってから開始する。
- ※10 : 1次冷却材圧力計指示が0.6MPa[gage]になれば閉操作する。
- ※11 : 漏えいが停止し、1次冷却材温度が安定又は低下傾向。

- ロ. サブクール度 40℃以下又は加圧器水位 50%以上で閉操作
- (ii) 非常用炉心冷却設備停止条件成立後
 - イ. サブクール度 20℃以上で開操作
 - ロ. サブクール度 10℃以下で閉操作
- v. 以下に示す非常用炉心冷却設備停止条件が成立すれば、炉心注水を高圧注入から充てん注入に切り替えるものとし、切替えに 2 分の操作時間を考慮するものとする。
 - (i) サブクール度 40℃以上
 - (ii) 加圧器水位 50%以上
 - (iii) 1 次冷却材圧力が安定又は上昇、かつ蓄圧タンク不動作又は隔離中
 - (iv) 健全側蒸気発生器の狭域水位下端以上又は健全側蒸気発生器への電動補助給水ポンプ 1 台の設計流量以上で注水中
- vi. 充てんポンプによる充てん流量を調整することで、加圧器水位を計測範囲内に維持するものとする。
- vii. 以下に示す余熱除去運転条件が成立すれば、余熱除去系による炉心冷却を開始するものとする。
 - (i) 1 次冷却材温度 177℃以下
 - (ii) 1 次冷却材圧力 2.7MPa[gage]以下

(3) 有効性評価の結果

a. インターフェイスシステム L O C A

インターフェイスシステム L O C A の事象進展を第 7.1.8.4 図に、1 次冷却材圧力、1 次冷却材温度、1 次冷却系保有水量、燃料被覆管温度等の 1 次冷却系パラメータの推移を第 7.1.8.9 図から第 7.1.8.20 図、給水流量及び蒸気流量の 2 次冷却系パラメータの推移を第 7.1.8.21 図及び第 7.1.8.22 図に示す。

(a) 事象進展

事象発生後、余熱除去系統入口隔離弁の誤開または破損が発生した側の余熱除去系逃がし弁及び余熱除去系機器等からの漏えいにより 1 次冷却材圧力が低下することで、「原子炉圧力低」信号

のトリップ限界値に到達し、原子炉は自動停止する。

事象発生約 21 秒後に「原子炉圧力低」信号の非常用炉心冷却設備作動限界値に到達した後、非常用炉心冷却設備が作動することにより、ほう酸水が炉心に注水される。また、補助給水ポンプが自動起動し、蒸気発生器への注水が開始される。

事象発生約 11 分後に 1 次冷却材圧力が余熱除去冷却器出口逃がし弁の吹止まり圧力まで低下するため、逃がし弁が閉止することで 1 次冷却系保有水量が回復する。

事象発生約 25 分後に主蒸気逃がし弁の開操作による 2 次冷却系強制冷却を開始するとともに、1 次冷却系からの漏えい量抑制のため、事象発生約 63 分後に炉心注水を高圧注入から充てん注入へ切替えを実施する。また、事象発生約 63 分後に健全側余熱除去系による炉心冷却を開始する。

その後、漏えい側の余熱除去ポンプ入口弁（ツインパワー弁）を閉止することで漏えいは停止する。

(b) 評価項目等

有効性評価解析として事象発生約 7 時間後に閉止していることから本記載については現状のままとする。ただし、実際の手順では 1 次冷却材圧力を監視しつつ、準備が整い次第閉止するため、その旨はフローおよびタイムチャートで明確に記載させていただく。なお、添付書類十の手順の記載（次頁参照）では、「1 次冷却材圧力を監視しつつ、準備が整い次第閉止する」旨は設置許可段階から記載している。

15.5mm [gage] の弁にかかる。このため、原子炉格納容器圧力スタンダリにかかる圧力は約 16.3MPa [gage] にとどまり、最高使用圧力の 1.2 倍 (20.59MPa [gage]) を下回る。

また、原子炉格納容器内の余熱除去ポンプ入口逃がし弁の動作により、加圧器逃がしタンクから原子炉格納容器内に漏えいした 1 次冷却材による原子炉格納容器圧力及び温度の上昇はわずかである。なお、格納容器スプレイ設備の作動に至った場合、格納容器スプレイ設備の性能は、「3.5.1 原子炉冷却材喪失」における 1 次冷却材管の完全両端破断を仮定した解析で評価しており、こ

量を抑制するため、加圧器逃がし弁を手動で開操作し、1次冷却系の強制減圧を行う。

加圧器逃がし弁操作の際は、1次冷却系のサブクール度を確保した段階で実施する。

加圧器逃がし弁開操作による1次冷却系強制減圧に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

(i) 高圧注入から充てん注入への切替え

非常用炉心冷却設備停止条件を満足していることを確認し、高圧注入から充てん注入へ切り替える。

高圧注入から充てん注入への切替えに必要な計装設備は、高圧注入流量等である。

(j) 蓄圧タンク出口弁閉操作

1次冷却材圧力計指示が 0.6MPa[gage]になれば、蓄圧タンク出口弁を閉操作する。

蓄圧タンク出口弁閉操作に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

(k) 現場での余熱除去システムの隔離及び余熱除去システムからの漏えい停止確認

漏えい側余熱除去ポンプの入口弁（ツインパワー弁）を閉操作することにより隔離を行い、余熱除去システムからの漏えい停止を確認する。なお、早期の流出停止を目的として、1次冷却材圧力を監視しつつ準備が整い次第、操作を実施する。

現場での余熱除去システムの隔離及び余熱除去システムからの漏えい停止確認に必要な計装設備は、1次冷却材圧力等である。

(l) 健全側余熱除去系による1次冷却系の冷却

余熱除去システムからの漏えい停止を確認すれば、健全側の余熱除去系による炉心冷却を開始する。

余熱除去系による炉心冷却に必要な計装設備は、1次冷却材高温側温度（広域）等である。

長期対策として余熱除去系による炉心冷却を継続的に行う。