

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

格納容器ベントの停止操作に係る
判断基準について

平成29年8月

東京電力ホールディングス株式会社

目次

1. 柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉 重大事故等対処設備について
[別添資料-1 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備（格納容器圧力逃がし装置）について 一部抜粋]
2. 柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉 重大事故等対策の有効性評価について
[2.1 高圧・低圧注水機能喪失 一部抜粋]
[3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）一部抜粋]
3. 柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 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
[1.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等 一部抜粋]
[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 一部抜粋]

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉

重大事故等対処設備について

[別添資料-1 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備（格納容器圧力逃がし装置）について]

【抜粋箇所】

- ・ 4.1.2 中央制御室及び現場での操作内容
 - d. 格納容器ベント停止操作

d. 格納容器ベント停止操作

格納容器ベント実施中に、格納容器圧力逃がし装置以外の格納容器除熱機能及び格納容器可燃性ガス濃度制御機能が回復し、原子炉格納容器の破損防止のため使用した格納容器圧力逃がし装置を停止できると判断した場合に、格納容器ベントを停止する。

具体的には、残留熱除去系（代替循環冷却系を含む）による格納容器除熱機能が使用可能な状態^{※7}になり、長期にわたり原子炉格納容器の除熱が可能^{※8}であること、格納容器内雰囲気放射線モニタが使用可能な状態になり、格納容器内酸素／水素濃度測定が可能であること、及び炉心損傷後においては可燃性ガス濃度制御系が使用可能な状態になり、原子炉格納容器内における水の放射線分解により発生する酸素ガス／水素ガスを可燃限界濃度に到達することなく制御が可能であることが確認された場合に、格納容器圧力逃がし装置以外の格納容器除熱機能の起動前若しくは起動操作直後に格納容器圧力逃がし装置を停止することができる。

格納容器除熱機能が1系統のみ使用可能な場合は、一次隔離弁（サブレーション・チェンバ側／ドライウェル側）{T31-A0-F022/F019}を、中央制御室からの遠隔操作又は二次格納施設外からの遠隔手動弁操作設備にて「全閉」する。以降、格納容器除熱機能が更に1系統使用可能となり、より安定的な状態になった場合には、二次隔離弁{T31-M0-F070}又は二次隔離弁バイパス弁{T31-M0-F072}を、中央制御室からの遠隔操作又は二次格納施設外からの遠隔手動弁操作設備にて「全閉」する。

※7 「格納容器除熱機能が使用可能」とは、残留熱除去系の場合は残留熱除去系ポンプを起動し系統流量が確保されること及び原子炉補機冷却系又は代替原子炉補機冷却系を用いて残留熱除去系熱交換器に冷却水が供給されていることにより判断する。代替循環冷却系の場合は復水移送ポンプを起動し低圧代替注水系（常設）等により系統流量が確保されること及び原子炉補機冷却系又は代替原子炉補機冷却系を用いて代替循環冷却系で使用する残留熱除去系熱交換器に冷却水が供給されていることにより判断する。

※8 「長期にわたり原子炉格納容器の除熱が可能」とは、格納容器ベント停止後の崩壊熱が除去可能であることにより確認する。原子炉補機冷却系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱は設計基準事故対処設備として使用する。代替原子炉補機冷却系で使用する熱交換器ユニットの設計熱交換量は約23MWであり、これは約24時間後の崩壊熱に相当する熱量である。有効性評価シナリオ「崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）」では、代替原子炉補機冷却系を用いた残留熱除去系による事象発生20時間後からの格納容器除熱の効果を示している。また、「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）代替循環冷却系を使用する場合」では、代替循環冷却系を用いた事象発生22.5時間後からの格納容器除熱の効果を示している。

なお、残留熱除去系による格納容器除熱により原子炉格納容器が負圧になることを防止するため過度な冷却を実施しないように操作するとと

もに、不活性ガス系統等からの窒素ガス供給を実施する。

格納容器ベント停止操作時に設備の故障が発生した場合については、一次隔離弁は「FC」であるため「全閉」すると考えられる。また、二次格納施設外から遠隔手動弁操作設備による操作により確実に「全閉」することができる。二次隔離弁は電動駆動弁であるため、駆動電源喪失時は二次格納施設外から遠隔手動弁操作設備による操作により「全閉」する。

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉

重大事故等対策の有効性評価について

【抜粋箇所】

- ・ 2.1 高圧・低圧注水機能喪失
「高圧・低圧注水機能喪失」の対応手順の概要
- ・ 3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
 - 3.1.3 代替循環冷却系を使用しない場合
「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」の対応手順の概要（代替循環冷却系を使用しない場合）

(解析上の時刻)
(0分)

(約22秒後)

(約4分後)

(約9分後)

(約10分後)

(約14分後)

(約19分後)

(約20分後)

(約26分後)

(約34分後)

(約103分後)

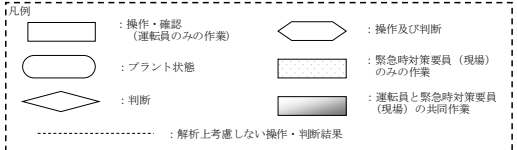
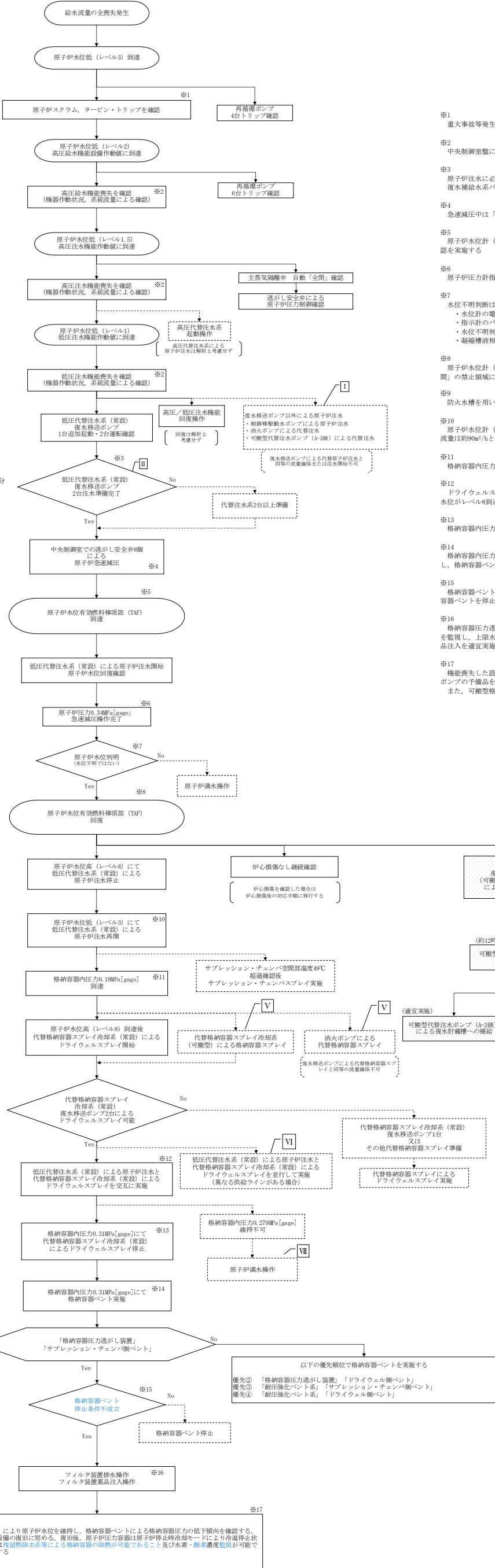
(約10時間後)

(約17時間後)

(約17時間後)

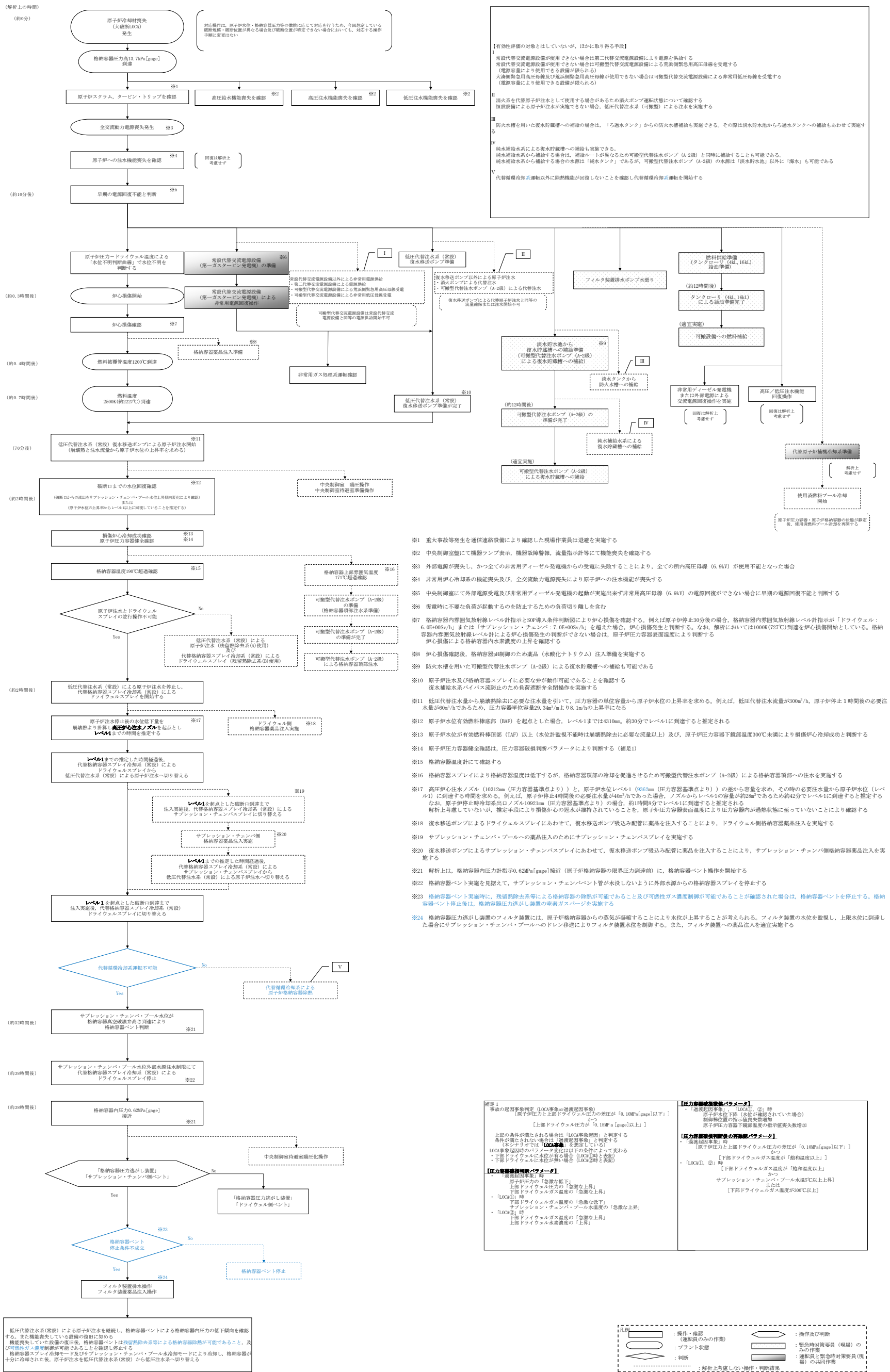
(約17時間後)

※17



- ※1 重大事故等発生を通信連絡設備により確認した現場作業員は迅速を実施する
- ※2 中央制御室にて機器ランプ表示、機器故障警報、流量指示等にて機能喪失を確認する
- ※3 原子炉注水に必要な弁が動作可能であることを確認する
復水補給水系バイパス流防止のため負荷遮断弁全閉操作を実施する
- ※4 急速減圧中は「水位不明判断曲線」による原子炉圧力と格納容器温度から水位不明領域に入っていないことを確認する
- ※5 原子炉水位計 (燃料域) により有効燃料棒頂部 (TAF) 到達を確認した場合は、格納容器内雰囲気モニタ (CAMS) 等により格納容器水素・酸素濃度の確認を実施する
- ※6 原子炉圧力計指示0.34MPa[gage]以下により、原子炉急速減圧完了を確認する
- ※7 水位不明判断は以下により確認する
・水位計の電圧が喪失
・指示計のバツキが大きく有効燃料棒頂部 (TAF) 以上であることが判定できない
・水位不明判断曲線の水位不明領域
・凝縮槽液相部温度と気相部温度がほぼ一致し、有意な差が認められない
- ※8 原子炉水位計 (燃料域) 指示により有効燃料棒頂部 (TAF) 回復を確認した場合は、有効燃料棒頂部 (TAF) 以下継続時間を測定し「最長許容炉心露出時間」の禁止領域に入っていることを確認する。燃料の健全性を格納容器内雰囲気放射線レベル計等により確認する
- ※9 防火水槽を用いた可搬型代替注水ポンプ (A-2級) による復水貯蔵槽への補給も可能である
- ※10 原子炉水位計 (広帯域) 指示によりレベル3到達確認後、原子炉注水を開始し、原子炉水位がレベル8到達確認後、原子炉注水を停止する。解析上、注水流量は約90m³/hとする。以後、本操作を繰り返す
- ※11 格納容器内圧力計指示0.18MPa[gage]到達により、格納容器スプレイ操作を開始する
- ※12 ドライウェルスプレイ実施中に原子炉水位計 (広帯域) 指示によりレベル3到達確認後、ドライウェルスプレイを停止し原子炉注水を開始する。原子炉水位がレベル8到達確認後、原子炉注水を停止しドライウェルスプレイを再開する。以後、本操作を繰り返す
- ※13 格納容器内圧力計指示0.31MPa[gage]到達 (格納容器最高使用圧力到達) により、格納容器ベント操作前に格納容器スプレイを停止する
- ※14 格納容器内圧力計指示0.31MPa[gage]到達 (格納容器最高使用圧力到達) により、炉心損傷がないことを格納容器内雰囲気放射線レベル計等により確認し、格納容器ベント操作を開始する
- ※15 格納容器ベント実施時に、残留熱除去系等による格納容器の除熱が可能であること及び水素・酸素濃度監視が可能であることが確認された場合は、格納容器ベントを停止する。格納容器ベント停止後は、格納容器圧力逃がし装置の室素ガスバージを実施する
- ※16 格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置には、原子炉格納容器からの蒸気が凝縮することにより水位が上昇することが考えられる。フィルタ装置の水位を監視し、上限水位に到達した場合にサブプレッション・チェンバ・プールへのドレン移送によりフィルタ装置水位を制御する。また、フィルタ装置への薬品注入を適宜実施する
- ※17 機能喪失した設備の回復手段として、除熱手段である残留熱除去系の復旧手順を整備しており、原子炉補給冷却水ポンプ電動機及び原子炉補給冷却水ポンプの予備品を確保している
また、可搬型格納容器除熱系や可搬型交換器等を用いた除熱手段を実施することも可能である

第 2.1.4 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の対応手順の概要



第 3.1.3.4 図 「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」の対応手順の概要（代替循環冷却系を使用しない場合）

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 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

[1.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等]

[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]

【抜粋箇所】

- 1.5.2 重大事故等時の手順
 - 1.5.2.1 フロントライン系故障時の対応手順
 - (1) 最終ヒートシンク（大気）への代替熱輸送（交流電源が健全である場合）
 - a. 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

- 1.7.2 重大事故等時の手順
 - 1.7.2.1 原子炉格納容器の過圧破損防止のための対応手順
 - (1) 交流電源が健全である場合の対応手順
 - a. 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

1.5.2 重大事故等時の手順

1.5.2.1 フロントライン系故障時の対応手順

(1) 最終ヒートシンク（大気）への代替熱輸送（交流電源が健全である場合）

a. 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

残留熱除去系の機能が喪失し、最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合、格納容器圧力逃がし装置により最終ヒートシンク（大気）へ熱を輸送する。

また、格納容器ベント実施中において、残留熱除去系又は代替循環冷却系による原子炉格納容器内の除熱機能が1系統回復し、原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度の監視が可能な場合は、一次隔離弁を全閉し、格納容器ベントを停止する。なお、二次隔離弁については、一次隔離弁を全閉後、原子炉格納容器内の除熱機能が更に1系統回復する等、より安定的な状態になった場合に全閉する。

(a) 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

i. 手順着手の判断基準

炉心損傷^{※1}前において、原子炉格納容器内の冷却を実施しても、原子炉格納容器内の圧力を規定圧力（279kPa[gage]）以下に維持できない場合。

※1:「炉心損傷」は、格納容器内雰囲気放射線レベル

⑲中央制御室運転員 A 及び B は、格納容器ベント開始後、残留熱除去系又は代替循環冷却系による原子炉格納容器内の除熱機能が 1 系統回復し、原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度の監視が可能な場合は、一次隔離弁（サプレッション・チェンバ側又はドライウエル側）の全閉操作を実施し、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントを停止する。一次隔離弁を全閉後、原子炉格納容器内の除熱機能が更に 1 系統回復する等、より安定的な状態になった場合は、二次隔離弁又は二次隔離弁バイパス弁の全閉操作を実施する。

iii. 操作の成立性

上記の操作は、1 ユニット当たり中央制御室運転員 2 名（操作者及び確認者）及び現場運転員 2 名にて作業を実施した場合、作業開始を判断してから格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱開始まで約 40 分で可能である。

円滑に作業できるように、移動経路を確保し、防護具、照明及び通信連絡設備を整備する。室温は通常運転時と同程度である。

（添付資料 1.5.3-1）

(b) 原子炉格納容器ベント弁駆動源確保（予備ポンペ）

残留熱除去系の機能が喪失し、格納容器圧力逃がし装置により大気を最終ヒートシンクとして熱を輸送する場合、空気

の影響による被ばくを低減させるため、運転員は待避室へ待避しプラントパラメータを継続して監視する。

格納容器ベント実施中において、残留熱除去系又は代替循環冷却系による原子炉格納容器内の除熱機能が1系統回復し、原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度の監視が可能で、かつ可燃性ガス濃度制御系が使用可能な場合は、一次隔離弁を全閉し、格納容器ベントを停止する。なお、二次隔離弁については、一次隔離弁を全閉後、原子炉格納容器内の除熱機能が更に1系統回復する等、より安定的な状態になった場合に全閉する。

(a) 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

i. 手順着手の判断基準

炉心損傷を判断した場合^{※1}において、炉心の著しい損傷の緩和及び原子炉格納容器の破損防止のために必要な操作が完了した場合^{※2}。

※1:格納容器内雰囲気放射線レベル（CAMS）で原子炉格納容器内のガンマ線線量率が、設計基準事故相当のガンマ線線量率の10倍を超えた場合、又は格納容器内雰囲気放射線レベル（CAMS）が使用できない場合に原子炉圧力容器温度で300℃以上を確認した場合。

※2:炉心の著しい損傷を防止するために原子炉圧力容器

若しくは低下，フィルタ装置入口圧力指示値の上昇，フィルタ装置出口放射線モニタ指示値の上昇により確認し，当直副長に報告する。また，当直長は，格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントが開始されたことを緊急時対策本部に報告する。

⑮中央制御室運転員 A 及び B は，FCVS 制御盤にてフィルタ装置水位指示値を確認し，水位調整が必要な場合は当直副長に報告する。また，当直長は，フィルタ装置の水位調整を実施するよう緊急時対策本部に依頼する。

⑯中央制御室運転員 A 及び B は，格納容器ベント開始後，残留熱除去系又は代替循環冷却系による原子炉格納容器内の除熱機能が 1 系統回復し，原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度の監視が可能で，かつ可燃性ガス濃度制御系が使用可能な場合は，一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側又はドライウエル側）の全開保持状態を遠隔手動弁操作設備により解除するよう現場運転員に指示する。

⑰現場運転員 C 及び D は，一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側又はドライウエル側）を遠隔手動弁操作設備による操作で全開保持状態を解除する。

⑱中央制御室運転員 A 及び B は，一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側又はドライウエル側）の全閉操作を実施し，格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントを停止する。一次隔離弁を全閉後，原子炉格納容器内の除熱機能が更に 1 系統回復する等，より安定的な状態にな

った場合は、二次隔離弁又は二次隔離弁バイパス弁の全閉操作を実施する。

iii. 操作の成立性

上記の操作は、1ユニット当たり中央制御室運転員2名（操作者及び確認者）及び現場運転員2名にて作業を実施した場合、作業開始を判断してから格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱開始まで約45分で可能である。原子炉格納容器内の減圧及び除熱開始後、現場運転員2名にて一次隔離弁を遠隔手動弁操作設備による操作で全開状態を保持させた場合、約40分で可能である。

円滑に作業できるように、移動経路を確保し、防護具、照明及び通信連絡設備を整備する。室温は通常運転時と同程度である。一次隔離弁の操作場所は原子炉建屋内の原子炉区域外に設置することに加え、あらかじめ遮蔽材を設置することで作業時の被ばくによる影響を低減している。また、操作前にモニタリングを行い接近可能であることを確認し防護具を確実に装着して操作する。

（添付資料 1.7.3-1）

(b) フィルタ装置ドレン移送ポンプ水張り

格納容器ベント中に想定されるフィルタ装置の水位調整準備として、乾燥状態で保管されているドレン移送ポンプへ水張りを実施する。