

水素防護に関する知見の規制への反映に向けた対応

令和4年9月14日

原子力規制庁

1. 趣旨

本議題は、令和4年度第31回原子力規制委員会（令和4年8月24日。以下「前回委員会」という。）での討議を踏まえて、沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に関する知見の規制上の取扱いの考え方の了承について諮るものである。

2. 経緯

「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ」から得られた知見の規制への取り入れに関して、令和3年度第50回原子力規制委員会（令和3年12月8日）、令和4年度第12回原子力規制委員会（令和4年5月25日）及び前回委員会において、作業チームにおける検討状況を報告し、前回委員会において、規制上の取扱いについて委員間で討議いただいた。

当該討議を踏まえ、沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に関する知見の規制上の取扱いの考え方の案を別紙のとおり整理したので、了承いただきたい。

3. 今後の予定

原子炉建屋の水素防護対策としての原子炉格納容器ベントの位置付けを明確化するための基準等の改正について、改正案を検討・作成し、原子力規制委員会に諮るものとする。

また、事業者等が策定するとしているアクションプラン、事業者の対策の取組状況等については、公開の会合等で継続的にフォローアップし、必要に応じて原子力規制委員会に報告することとする。

4. 別紙及び参考

別紙 沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に関する知見の規制上の取扱いの考え方

参考 水素防護に関する知見の規制への反映に向けた検討状況（中間報告その3－事業者意見聴取会合の結果－）（令和4年8月24日第31回原子力規制委員会 資料5（抜粋））

沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に関する 知見の規制上の取扱いの考え方

令和4年9月14日

原子力規制委員会

「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ」から得られた知見を踏まえた沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に係る規制上の取扱いの考え方は以下のとおり。

1. 原子炉建屋の水素防護対策としては、「原子炉格納容器から原子炉建屋への水素の漏えいを抑制する対策」、「原子炉建屋に漏えいした水素を排出する対策」及び「原子炉建屋に漏えいした水素を処理する対策」が考えられる。
2. 新規規制基準適合のための対応の中で、これらの原子炉建屋の水素防護対策は相当程度実施されている。しかしながら、水素挙動の評価については、一定の条件を仮定したものであり、その結果には大きな不確かさを含んでいる。このような水素挙動の不確かさ、原子炉建屋の水素爆発による重大事故等対策等への影響の大きさ等を考慮すれば、更なるリスクの低減のための対策を求める必要がある。
3. 3つの対策のうち「原子炉格納容器から原子炉建屋への水素の漏えいを抑制する対策」である原子炉格納容器ベントは、最も効果的かつ信頼性の高い対策であることから、現行の規制基準において原子炉格納容器の破損防止を目的としている原子炉格納容器ベントについて、その目的に原子炉建屋の水素防護を追加する。これにより、原子炉建屋の水素防護対策の観点から、原子炉施設等の状態が当該対策の実施判断基準に達した場合には、原子炉格納容器ベントを躊躇なく実施することが必要となる。
4. 「原子炉建屋に漏えいした水素を排出する対策」及び「原子炉建屋に漏えいした水素を処理する対策」については、既に現行の規制基準において位置付けており、また、対策も相当程度実施されている。その上で、水素爆発のリスクの更なる低減の観点から、原子炉施設ごとの特徴に応じた対策を自律的かつ計画的に実施することを事業者に求め、その状況を継続的にフォローアップすることとする。
5. 今後新たな知見が得られた場合や事業者の対策の進展が見られない場合等には、本規制上の取扱いの考え方についても必要に応じて見直すこととする。

水素防護に関する知見の規制への反映に向けた検討状況 （中間報告その3－事業者意見聴取会合の結果－）

令和4年8月24日
原子力規制庁

1. 趣旨

本議題は、東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チーム（以下「作業チーム」という。）における検討状況のうち、第15回主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者と意見交換会（以下「CNOとの意見交換会」という。）及び第2回東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チーム事業者意見聴取会合（以下「第2回意見聴取会」という。）の結果について報告し、今後の対応について討議いただくものである。

2. 経緯等

「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ」（以下「中間取りまとめ」という。）から得られた知見の規制への取り入れに関して、令和3年度第50回原子力規制委員会（令和3年12月8日）及び令和4年度第12回原子力規制委員会（令和4年5月25日）において、その時点での作業チームにおける検討状況、事業者及び原子力エネルギー協議会（ATENA）（以下「事業者等」という。）から意見を聴取した結果を報告した（参考4参照）。

また、令和4年度第12回原子力規制委員会での議論も踏まえ、令和4年7月20日にCNOとの意見交換会を行うとともに、令和4年7月28日に第2回意見聴取会を行った。これらの結果は、3. のとおり。

3. 事業者からの意見聴取結果

（1）CNOとの意見交換会

当該意見交換会では、規制当局の関心事項（参考1）を示し、BWR事業者7社¹のCNOと意見交換を行った。意見交換結果のポイントは以下のとおり。

【原子力規制委員会委員からの意見】

- 原子炉建屋（以下単に「建屋」という。）の水素爆発防止対策は、炉心損傷後の極めて後段の対策に位置するため、不確かさの非常に大きな領域での対策であり、中間取りまとめを踏まえた対策に係る検討には時間を要する。一方、長期的な検討を待っては、対策の遅れや作業の手戻りが生じることから、規制当局と事業者との間で、対策に係る共通理解を醸成することが最も望ましい形である。
- BWRにおいては、建屋で水素爆発が生じた場合、その後の重大事故等対策が無

¹ 東北電力株式会社、東京電力ホールディングス株式会社、中部電力株式会社、北陸電力株式会社、中国電力株式会社、日本原子力発電株式会社及び電源開発株式会社

力化されるおそれがある。水素爆発を防止する対策としては、原子炉格納容器（以下「格納容器」という。）ベントを確実に実施することが、最も有効性が明らかになっている対策である。

- 常用の建屋換気系（以下「HVAC」という。）は防爆仕様ではないため、一度停止した場合、建屋内の水素濃度が着火限界を下回っていることが確認できなければ再起動に抵抗があると思うが、電源の強化等を考えておけば、非常に有効な対策になり得るのではないかな。
- 建屋の水素爆発防止対策の観点からは、HVACについて、インターロック等で止めるのではなく、運転を継続させる方が良いのではないかな。設計基準事故までではなく、シビアアクシデントまで視野に入れた場合には、検討の余地があるのではないかな。
- ブローアウトパネル（以下「BOP」という。）を開放した状態やHVAC等を動かした状態の建屋内の空気の流れについては、実際に測定しなければ把握できないのではないかな。

【事業者等の意見】

- 非常用ガス処理系（以下「SGTS」という。）やHVACを防爆仕様にすることは、技術的に不可能ではないが、相当難しいと考えており、むしろ、水素を早期検知し掃気できるよう、手順・手段を用意しておくことが重要と考えている。
- 設備の再起動時の着火リスクに関しては、BOP及び大物搬入口の小物扉を開放し、水素の着火リスクがない建屋外部から、可搬の送風機などで掃気するといった対策も検討の対象としている。
- 対策の検討に当たっては、耐震性、系統間の分離等、既設の設備への悪影響を慎重に検討する必要がある。耐震性や電源などを確保しあらゆる状況でも使えるようにすることは現実的ではなく、導入条件等を整理しておくことが必要と考えている。
- HVACについては、排気と給気のバランスを考慮しなければ建屋内が過負圧となり他の設備に悪影響を及ぼすおそれがあることや、インターロックを解除する必要があるなど、検討すべき課題がある。
- また、HVACのシビアアクシデントにおける活用を検討する際には、当該設備について、インターロックなど設計基準事故を想定した設計がなされていることを考慮する必要がある。

（２）第２回意見聴取会

作業チームは、CNOとの意見交換を踏まえて事業者等が説明した内容を元に意見聴取を行った。事業者からの意見聴取結果のポイントは以下のとおり。

【対策全体に係る考え方】

- 建屋の水素爆発防止対策として、建屋への水素の漏えいを抑制する対策（格納容器ベント）、建屋に漏えいした水素を排出する対策及び建屋に漏えいした水素を処理する対策を検討している。

- また、対策を、短期的に取り組むもの（以下「短期的対応」という。）と中長期的に取り組むもの（以下「中長期的対応」という。）に整理した上で、検討・実施していく。

【短期的対応・中長期的対応の考え方】

- 短期的対応は、現有設備をどのようにマネジメントすることで効果的な水素対策が実現できるのかという観点で整理をするものであり、現状の設計で想定している範囲内で、新規規制基準対応で示した対策や設備の活用のための導入条件の整理やマネジメントを実施する。
- 中長期的対応は、現状の設計で想定している範囲を超えたところで、現有設備の設備改造や設計思想の変更など検討に時間を要するものも含めて検討し、より良い水素対策を実施する。
- 短期的対応については、ATENAが作成するアクションプラン等を踏まえて各事業者が検討した上で、2023年度中に対応を終了させることを考えているが、可能な限り原子炉の再稼働の前に整備していくことを目標に、取組を進めていくことを考えている。
- 中長期的対応については、現有設備の変更や設備の追加、解析評価など時間を要するものも含め継続的に検討し、結果が得られたものから実施していくことを考えている。

【建屋への水素の漏えいを抑制する対策（格納容器ベント）】

- 格納容器ベントの実施判断基準を明確にした手順書を定め、その基準に到達した場合には躊躇無く格納容器ベントを実施する。格納容器ベント実施の判断が遅れ水素爆発が生じた場合、重大事故等対策に悪影響を与えることから、有効性評価等で想定しているタイミングより早く実施判断基準に至った場合であっても、当該基準に従って躊躇無く格納容器ベントを実施する考えである。
- 一部の事業者（中部電力、電源開発及び北陸電力）においては、実施判断基準を手順に定めて実施する旨を明示的に表明していない又は判断基準を見直す可能性があるとしているが、これらは新規規制基準適合に係る設置変更許可の審査中であるためであり、判断基準に係る考え方は上記と同様である（参考3中4ページ参照）。
- 一部の事業者（東北電力、中部電力）においては、格納容器ベントの実施判断権者を発電所対策本部長（発電所長）としているが、これは、運転員が格納容器ベント実施の判断を報告した上で、発電所長の権限と責任において実施することを明確にするためのものであり、実施判断基準に達しているにもかかわらず格納容器ベントの実施を遅らせることを目的としたものではない（参考3中4ページ参照）。
- 有効性評価で想定していない状態や設計を超える状態を想定した場合、現行の格納容器ベントの実施判断基準の見直しの要否、追加の実施判断基準の設定の要否等について検討する必要があると考えている。この検討には、現場作業や従業員

被ばくへの影響なども考慮する必要があるため、継続的な検討が必要と認識している。

- プラントの状況に応じた柔軟な対応を可能にするためには、実施判断基準だけでなく、当該基準に至るまでの時間やプラント状態を整理し、その状況下で使用できる設備を組み合わせることでアクシデントマネジメントを考える必要がある。

【建屋に漏えいした水素を排出する対策】

- HVACを現行の設計のまま活用することについては、米国のBWRオーナーズグループの手順にも記載されているものであり、短期的対応として検討することを考えている。
- HVACの給気機能による掃気や、（CNOとの意見交換会でも言及した）建屋外からの可搬の送風機による掃気については、まだ着想段階であり、今後の検討が必要と考えている。
- 建屋の水素爆発防止対策としてSGTSを選択している事業者（中部電力）においては、現状は既存設備からの改造等は実施していないものの、中長期的な検討対象である「設備の防爆化」等の見通しが得られた場合には、その採否を検討することとしている。
- HVACの活用に関して、検討の意思を明確に表明していない事業者（東京電力、中部電力）については、電源の確保や設備の信頼性などの課題を整理しているため、要否を検討する段階まで議論が進んでいないものであり、当該対策を実施しないことを決めたものではない（参考2中11ページ参照）。
- 扉改造（スリット等の追加）に関して、検討の意思を明確に表明していない事業者（中部電力、日本原子力発電、電源開発）については、扉の改造は、空調のバランスや扉そのものの機能への影響を踏まえて検討する必要があるため、要否を検討する段階まで議論が進んでいないものであり、当該対策を実施しないことを決めたものではない（参考2中11ページ参照）。
- 建屋の開放実験については、管理区域の開放に係る課題、防護管理上の課題、BOPの開閉に伴う作業上の課題等があるため、実験の結果得られる情報の整理と合わせて、その実施要否について検討している。
- SGTSの定期事業者検査などの機会を活用した、建屋下層階の局所的な滞留箇所も含めた建屋全体の空気の流れを把握するなどの取組については、当該取組時と事故時における条件の違いなども含めて、詳細な検討が必要と考えている。むしろ、複数の解析評価を行ってデータを蓄積し、検討を進めていく方が現実的と考えている。
- ヘリウムボンベ等による格納容器からの水素漏えいの簡易的な模擬や、煙等による流れの可視化など、精緻に事故条件を再現せずとも可能な取組から実施することを含め、検討を行っていく。その際には、併せて、これらの取組を実際に行う上での課題や、現場における取組で可能なこと・解析で可能なことの整理を行う必要があると考えている。

【建屋に漏えいした水素を処理する対策】

- ウォークダウンを踏まえた静的触媒式水素再結合装置（以下「PAR」という。）や水素濃度計の追設については、耐震性、周辺施設への波及的影響（PARの処理熱の影響など）、水素濃度計の電源や伝送系の設計等を検討する必要がある、その実施には時間を要することから、中長期的対応と位置付けている。
- 水素濃度計の追設については、中長期的対応と位置付けているが、格納容器ベントに係る短期的対応との関係もあることから、全ての検討の完了を待って対応するのではなく、優先度をつけ、スピード感を意識しながら対策を実施していく。
- 水素濃度は格納容器ベントやSGTSの停止判断に用いる指標であり、水素濃度計の計測精度を向上させることで水素爆発対策に係る能力を向上できることは認識していることから、水素濃度の計測精度向上については技術動向を見ながら検討していく。一方で、現時点において、当該取組に係る具体的な計画があるわけではない。
- 建屋下層階へのPARの追設に関して、検討の意思を明確に表明していない事業者（中部電力）については、現在審査中の新規規制基準適合に係る設置変更許可申請の中で、建屋の水素爆発防止対策として、PARではなくSGTSを選択していることから、現時点においては、PARの追設の要否について検討の手前の段階にある（参考2中11ページ参照）。

4. 水素防護対策に関する議論の整理

（1）現行規制での対応と現状認識

- 現行規制の下では、新規規制基準対応として、建屋の水素濃度基準による格納容器ベント、大物搬入口の開運用による流路の確保及びオペレーションフロアへのPARの設置による水素処理、SGTSの運転による水素排気などの対策がなされるとともに、自主的な対応としてBOP又は建屋トップベント設備の開放などの対策もとられている。こうした対応により、現状においても建屋の水素爆発防止対策は相当程度実施されており、災害の防止上支障はないものと考えられる。
- 他方、中間取りまとめでは、事象進展の機序に不確かさは残るものの、東京電力福島第一原子力発電所第3号機建屋下層階に水素が滞留していたこと等が示唆されている。
- 建屋の水素爆発は、炉心損傷後の極めて後段の不確かさが非常に大きな領域における事象であり、中間取りまとめを踏まえれば、現状において建屋の水素爆発防止対策が相当程度実施されているとしても、更なるリスク低減を図るための対策を講じる必要がある。
- 炉心損傷後の不確かさの非常に大きな領域における更なるリスク低減対策を、規制上どういう形で取り扱っていくか（要求のあり方や確認の方法など）整理するには時間を要することから、それを待っていては、対策の遅れや作業の手戻りが生じるおそれがある。よって、建屋の水素爆発防止対策に関する共通理解を規制当局と事業者との間で醸成しながら、実施可能な更なるリスク低減対策を速やか

に進めていくことが望ましい形と考えられる。

(2) 事業者等との認識共有

- 事業者等からは、建屋の水素爆発の更なるリスク低減を図るため、各プラントの特徴等を踏まえ、様々な対策を検討していく必要性が示され、規制当局との間で、更なるリスク低減対策が必要という認識を共有した。
- ATENAの取組も交えた事業者の対策検討の進め方及び工程が示され、短期的対応については可能な限り原子炉の再稼働前に整備し、中長期的対応については検討が終了したものから順次実施していくとの意向が示され、その考え方についての認識を共有した。
- これらを踏まえた具体的な取組及び実施時期について、事業者等と認識を共有した事項を整理すると表1のとおり。

表1 原子炉建屋の水素爆発防止対策に関する実施事項と実施時期

	短期的対応 (～2023年度末：可能な限り原子炉の再稼働の前に整備)	中長期的対応 (2023年度以降順次)
【水素漏えい抑制】 格納容器から建屋への水素の漏えいを抑制する対策	・格納容器ベントの実施判断基準を明確にした手順書の策定※ ・実施判断基準に到達した場合に躊躇無く格納容器ベントを実施するための体制整備※ ・実施判断基準に至った場合に躊躇無く格納容器ベントを実施する方針の確認※	・格納容器の設計条件等を超える状態を想定した場合の格納容器ベントの実施判断基準の追加・見直しの検討
【水素排出】 建屋に漏えいした水素を排出する対策	・HVACを現行の設計のまま活用するためのアクシデントマネジメントの検討 ・SGTSを用いた水素排出対策※ ・BOP、建屋トップベント設備等による水素排出対策※ ・建屋の開放実験の実施要否の検討	・SGTS、HVACの起動による着火リスク低減方策（防爆化等）の検討 ・事故時における隔離方針のあり方（HVACの継続運転等）の検討 ・扉改造（スリット等の追加）
【水素処理】 建屋に漏えいした水素を処理する対策	・プラントウォークダウンの実施 ・オペレーションフロアへのPARの設置及び流路の確保※ ・オペレーションフロア及び下層階主要箇所への水素濃度計の設置※	・プラントウォークダウンを踏まえた建屋内水素挙動評価 ・プラントウォークダウンや水素挙動評価を踏まえた水素濃度計、PARの追設（優先順位をつけて順次実施）

※新規制基準対応（自主も含む）として実施するもの。

5. 討議

以上を踏まえ、本件に係る対応について、作業チームとしては以下のように考えているところ、原子力規制委員会において討議いただきたい。

- 4. において述べたとおり、現状においても建屋の水素爆発防止対策は相当程度実施されており、災害の防止上支障はないものと考えられるが、中間取りまとめを踏まえれば、建屋の水素爆発の更なるリスク低減を図るための対策を講じる必要がある。
- 建屋の水素爆発は、炉心損傷後の不確かさの非常に大きな領域における事象であり、更なるリスク低減対策をどういう形で規制上取り扱っていくか（要求のあり方や確認の方法など）を整理するには時間を要するため、その検討を待っては、対策の遅れや作業の手戻りが生じるおそれがある。
- 事業者等においては、各プラントの特徴等を踏まえ、建屋の水素爆発防止対策に関する計画を立て、更なるリスク低減対策を規制当局と認識を共有しながら進めていくことを表明している。
- このような状況を踏まえれば、更なるリスク低減対策については、規制当局と事業者等との共通理解の下、事業者等において自律的かつ計画的に進めていくこととしてはどうか。
- また、事業者等との共通理解を随時醸成していくため、事業者等が策定するとしているアクションプラン、短期的対応の取組状況、中長期的対応の検討状況等を公開の会合等でフォローアップし、必要に応じて原子力規制委員会に報告することとしてはどうか。

<参考資料>

- 参考1 原子炉建屋の水素防護対策に係る規制当局の関心事項（第15回主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会 資料1）
- 参考2 水素防護対策の検討状況について（第2回東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チーム事業者意見聴取会合 資料2-1）
- 参考3 各事業者のSGTS・常用換気空調系、ブローアウトパネル・トップベントの状況、FCVSベント実施体制・実施条件について（第2回東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チーム事業者意見聴取会合 資料2-2）
- 参考4 水素防護に関する知見の規制への反映に向けた検討状況（中間報告その2－事業者意見聴取会合の結果－）（令和4年5月25日第12回原子力規制委員会 資料6）

参考 1

第15回主要原子力施設設置者（被規制者）の
原子力部門の責任者との意見交換 資料 1

原子炉建屋の水素防護対策に係る規制当局の関心事項

原子炉建屋の水素防護対策について、東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ及びこれまでの議論を踏まえ、規制当局としての主な関心事項は以下のとおり。本 CN0 との意見交換会¹での意見交換を踏まえ、今後、公開の場²において、当該関心事項に対する事業者の見解を聴取していきたい。

- 原子炉格納容器から原子炉建屋への水素の漏えいを抑制する対策として、躊躇なくかつ確実に、原子炉格納容器ベントを実施する判断を行うことができる体制・手順等の整備
- 原子炉建屋内の水素を排出する対策として、トップベント又はブローアウトパネルに加え、常用の建屋換気空調系の活用
- 原子炉建屋下層階における水素の局所滞留対策として、プラントウォークダウンの結果に応じた水素濃度計や触媒式リコンバイナの追設

¹ 主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会

² 東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チーム事業者意見聴取会合

水素防護対策の検討状況について

2022年7月28日

東北電力株式会社
中部電力株式会社
中国電力株式会社
電源開発株式会社

東京電力ホールディングス株式会社
北陸電力株式会社
日本原子力発電株式会社
原子力エネルギー協議会

1. はじめに
 2. 水素防護対策の検討の進め方
 3. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果
 4. まとめ
- 参考 1. 現状の各社の水素防護対策の実施状況
- 参考 2. 常用換気空調系の設計

1. はじめに

- ✓ 2022年4月22日の「第1回東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チーム事業者意見聴取会合」（以下、「第1回意見聴取会合」という。）にて、事業者から、原子炉建屋における水素爆発の更なるリスク低減を図るために、各プラントの特徴等を踏まえ、様々な水素防護対策を検討していく必要がある旨を説明させていただいた。
- ✓ また、ATENAのアクションプランについては、策定次第、説明させていただくこととした。
- ✓ 今回、ATENAの取り組みも交え、事業者の水素防護対策検討の進め方及び工程について説明させていただく。

【第1回意見聴取会合で説明した水素防護対策の案】

分類	対策案※1、※2
原子炉建屋への漏えい防止・抑制	・FCVSによる格納容器ベント
原子炉建屋内の水素処理	・PARの設置
原子炉建屋からの水素排気	・HVACの活用 ・SGTSの活用 ・ブローアウトパネル（BOP）の開放 ・トップベント※3の開放
原子炉建屋内の滞留への対策	・水素濃度計設置（PAR設置） ・扉改造

※1 以下の対策案を多段に組み合わせ、マネジメントとして手順に反映することを含む。

※2 各社の水素防護対策の実施状況についてはスライド11参照。

※3 BOPの他に、オペフロに設置した水素排出設備の3をいう。

（東北電力、中部電力における建屋ベント設備、東京電力におけるトップベント設備）

2. 水素防護対策の検討の進め方（1/4）

3

- 新規制基準対応済みプラントは、多くの炉心損傷防止対策・格納容器破損防止対策が導入されているため、格納容器からの水素漏えいが起きる確率は極めて小さく、さらに対処すべき事故の態様、水素漏えい箇所や規模等について想定をするのは難しい。
- 従って、ある事象の条件を設定し、対策を検討するという、これまで設計基準事故や重大事故で採用していたアプローチを採用よりも、プラントの置かれた状況に応じて柔軟な対応が取れるようなマネジメント策を幅広く検討しておく方がより効果的であると考え
- る。
- そこで、抽出した水素防護対策候補※の効果に係る簡易評価及び機能させるための条件等を整理（スライド7）した。
- 今後、考え得る事象のケース分け（経過時間、起因事象、等）や、各ケースでの対策候補の優先順位付け等を上記整理に基づき実施し、広範な水素漏えい事象に対応できるように検討を進めていく。

※水素防護対策候補

格納容器から原子炉建屋への水素漏えい防止・抑制対策（格納容器ベント）

原子炉建屋に漏えいた水素の排出対策（自然排出、強制排出）

原子炉建屋内での処理（PAR）

2. 水素防護対策の検討の進め方 (2/4)

4

- ✓ 水素防護対策の検討については、以下の通りBWR事業者で共通的なアプローチとなることから、ATENA及び個社で役割分担のうえ、取り組んでいく。

【水素防護対策の検討アプローチ】

ATENA

各事業者

各水素防護対策案の簡易評価の実施

(水素濃度、被ばく量の観点から対策案
の特徴を整理)

プラントウォークダウンの実施

(水素が滞留するおそれのある場所の特定)

アクションプランの作成

- ✓ 検討項目の抽出
- ✓ 各検討項目の実施スケジュール策定
(短期、中長期の仕分け)

事業者で共通的な取組の実施

- ✓ 短期的な水素防護対策案の検討・実施
- ✓ 中長期的な水素防護対策案の検討・実施

スライド6

(短期的対応)

水素防護対策の検討実施

(中長期的対応)

追加的な水素防護対策の検討実施

2. 水素防護対策の検討の進め方 (3/4)

5

アプローチ	実施項目	実施主体	2022年度 第二四半期	2022年度 第三四半期	2022年度 第四四半期	2023年度	2024年度
簡易評価	各水素防護対策の簡易評価 (被ばく・水素濃度)	ATENA					
プラントウォーク ダウン	標準手順書の作成	ATENA					
	ウォークダウンの実施	各事業者					
アクションプラン 作成	検討項目の抽出、 スケジューリング	ATENA					
共通の取組の 実施	短期的対応の検討・実施	ATENA					
	中長期的対応の検討・実施	ATENA					
短期的 対応	短期的な水素防護対策の 自社への反映	各事業者					
中長期的 対応	中長期的な水素防護対策 の自社への反映	各事業者					

現時点で、事業者・ATENAが検討中の水素防護対策を以下に示す。なお、これらは今後の検討次第で、実施内容や項目の廃止・追加があり得るものである。

（１）短期的な水素防護対策案の検討例

- ✓ AMG改定ガイド（仮称）（ATENA）／AMGへの反映（事業者）
- ✓ 原子炉建屋開放実験の実施要否

（２）中長期的な水素防護対策案の検討例

- ✓ SGTS・HVACによる着火リスク低減方策（例；設備の防爆化）
- ✓ 事故時における隔離方針のあり方（例；HVAC運転継続は正当化できるか）
- ✓ 現場ウォークダウン結果等を反映した原子炉建屋内水素挙動評価
- ✓ 中長期的な検討結果を踏まえた下層階における水素防護対策の実施（例；PAR、水素濃度計追設、扉改造）（事業者）
- ✓ 中長期的な検討結果を踏まえたAMG改定ガイド（仮称）の改定（ATENA）
／AMGへの反映（事業者）

3. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果（1/3）

7

水素処理・排出能力		被ばく影響 (敷地境界)	電源の要否	インターロック の影響	下層階での水素 滞留への影響	その他の留意点
格納容器から原子炉建屋への水素漏えい防止・抑制策						
格納容器 ベント	— (格納容器から環境 へ直接水素を排出)	影響 大※1 (早期ベント実施 時)	不要	—	—	—
	原子炉建屋へ漏えいしてきた水素の処理・排出策					
強制排出	触媒式水素 再結合器	中	—	不要	—	—
	非常用 ガス処理系	中	影響 小 (排気筒放出、フィル タ有)	要 (非常用母線/ SA電源で動作可)	・下層階に吸込口あり (プラント依存)	・着火リスクあり
	常用 換気空調系	大	影響 小 (排気筒放出)	要 (常用母線)	・下層階に吸込口あり	・着火リスクあり ・耐震Cクラス
自然排出	ブローアウト パネル	大	影響 中 (地上放出)	不要	—	—
	トップ ベント	小	影響 中 (地上放出)	不要	—	—

※1：早期ベント（事象発生から十数時間以内を想定）をすると、被ばく影響の大きい短半減期核種の希ガス（格納容器ベントのフィルタで捕捉不可）が直接環境に大量に放出されるため。

※2：LOCA等の事故発生時に、原子炉水位低（L-3）、ドライウェル圧力高、オベプロ放射能高等の信号で原子炉建屋の換気系が常用換気空調系から非常用ガス処理系へ自動的に切り替わる。

3. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果（2/3）

8

（1）水素処理・排出能力

- ✓ 排気量が多い常用換気空調系や開口部面積が大きいブローアウトパネルが最も能力が高く、次いで触媒式水素再結合器と非常用ガス処理系、トッパベントの順。
- ✓ トッパベントは排気量は小さいが、オペフロの成層化防止に効果を発揮する場合がある。
- ✓ 格納容器ベントは、原子炉建屋への漏えい防止・抑制策として有効。
- ✓ 下層階から強制的に直接水素を排出できるのは、下層階にダクト・吸込口がある常用換気空調系と一部のプラントの非常用ガス処理系。
- ✓ 自然排出を利用する場合、原子炉建屋 1 階にある大物搬入口を開放すれば、水素排出能力が向上することを評価にて確認。

（2）被ばく影響

- ✓ 被ばく影響は、放出放射エネルギー、放出高さ（拡散効果）及びサイト条件（敷地境界までの距離、気象等）に大きく影響される。
- ✓ 本簡易評価で扱う範囲（事象発生後～数十時間）では、被ばく影響はフィルタに捕捉されない希ガスによるものが支配的となる。
- ✓ 格納容器ベント使用では、希ガスが直接環境に大量に放出されるため評価結果は大。希ガスの多くは短半減期核種であり、格納容器内で滞留・減衰させることが被ばく低減に効果的。
- ✓ 強制排出は、原子炉建屋に漏えいしてきた放射エネルギーを高所放出（排気筒放出）することから、拡散効果が期待できるため、評価結果は小。
- ✓ 自然排出は、原子炉建屋に漏えいしてきた放射エネルギーを被ばく影響が大きい地上放出（原子炉建屋上部）することから、被ばく影響は強制排出よりも大きく、評価結果は中。

3. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果 (3/3)

9

(3) 電源・インターロック

- ✓ 強制排出を利用するためには、電源が必要。
 - ・ 非常用ガス処理系；非常用母線に接続しており、SA電源によって電力供給可能。
 - ・ 常用換気空調系；常用母線に接続。
- ✓ 常用換気空調系はLOCA等の事故発生時にインターロック動作によって隔離されるため、隔離後に再起動する場合は系統隔離のインターロックを解除する必要あり。

(4) 下層階での水素滞留への影響

- ✓ 常用換気空調系は、原子炉建屋下層階にもダクト・吸込口があり、下層階に水素が漏えい・滞留した場合でも、強制的に水素を直接排出することが可能。
- ✓ 非常用ガス処理系は、原子炉建屋下層階にダクト・吸込口があるプラント（プラント設計により異なる）では、下層階に水素が漏えい・滞留しても強制的に水素を直接排出することが可能。

(5) その他の留意点

- ✓ 強制排出を使用する場合、着火リスクを低減させるための検討が必要。
（例；使用条件（水素濃度制限）の設定、等）
- ✓ 常用換気空調系は、耐震Cクラスで設計されているため、地震起因の場合にはそれを念頭においた動作確認等が必要。

- ✓ 今回説明した検討工程に基づき、ATENA及び個社にて水素防護対策の検討を進めていく。
- ✓ アクションプランを策定した時点で提示させていただく。

参考 1. 現状の各社の水素防護対策の実施状況

【凡例】○：新規規制基準対応（自主対策含む） ▲：導入要否検討中

分類	実施項目	東北	東京	中部	北陸	中国	原電	電発
原子炉建屋への漏えい防止・抑制 原子炉建屋内の水素処理	FCVSIによる格納容器ベント	○	○	○	○	○	○	○
	PARの設置（オペフロ）	○	○	※1	○	○	○	○
	PARの追設（下層階）	▲	▲		▲	▲	▲	▲
	HVACの活用	▲			▲	▲	▲	▲
	SGTSの活用	○	○	○※1	○	○	○	○
原子炉建屋からの水素排気	BOP（オペフロ）	※2	○	※2	○（遠隔化検討中）	○（遠隔化検討中）	○	○（遠隔化検討中）
	トップベントの設置	○（遠隔化検討中）	○（現場操作）	○				
	扉改造（スリット等の追加）	○	○		○	▲		
	水素濃度計の設置（オペフロ）	○	○	○	○	○	○	○
	水素濃度計の設置（下層階主要箇所）	○	○	○	○	○	○	○
原子炉建屋内の水素検出	水素濃度計の追設（下層階）	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

※1 浜岡3,4号機はSA対策（53条対応）としてSGTSを選択

※2 女川2号機、浜岡3,4号機はオペフロにBOP設置なし

原子炉常用換気空調系（HVAC）のインターロック（東海第二の例）

原子炉建屋換気空調系（HVAC）は停止に関する以下のインターロックを有している。
FP放出抑制

- 原子炉格納容器圧力高信号
- 原子炉水位低信号
- 原子炉建屋内放射能高信号

設備保護

- 排気ファン起動後に給気ファンが起動しない場合
- 給気側の流量低や過負荷を検知した場合

- 水素排出対策としてHVACを使用する場合、①常用電源が使用可能であること、②動作したインターロックの確認、その解除を行う必要がある。また、排気ファンのみを動作させる場合には、原子炉建屋内の過負圧を防止するためのインターロックについても除外する必要がある。
- なお、東海第二では、原子炉建屋ガス処理系の吸込口は原子炉建屋の6階に加え、3階、2階及び地下1階にあり、原子炉建屋内の空気を循環させながら、フィルターを介して一部を高所から排出する設計となっており、原子炉建屋ガス処理系を水素排出設備に係るSA設備と位置付けている。

各事業者のSGTS・常用換気空調系、ブローアウトパネル・トッパペントの状況、FCVS ベント実施体制・実施条件について

(1) SGTS

項目	東北電力 (女川2号機)	東京電力HD (柏崎刈羽6.7号機)	中部電力 (浜岡3.4号機)	北陸電力 (志賀2号機)	中国電力 (島根2号機)	日本原電 (東海第二)	電源開発 (大間)
SGTS 吸込口設置場所 (設置フロア、設置数)	・原子炉建屋地上3階 (オペフロ) ・2箇所	・原子炉建屋地上4階 (オペフロ) ・1箇所	浜岡3号機 ・原子炉建屋地上3階 ・1箇所 ・備考 SGTS吸込口はHVAC系 排気側ダクトに接続 浜岡4号機 ・原子炉建屋地上4階 (オペフロ) ・1箇所	・原子炉建屋地上5階 (オペフロ) ・1箇所	・原子炉棟2階 ・1箇所	原子炉建屋ガス処理系吸 い込み口 (SGTS,FRVS) ・6階 (オペフロ)、3階、 2階、地下1階 原子炉建屋ガス処理系戻 り (FRVS) ・各階 (地下2階～6階) ・備考 原子炉建屋ガス処理系： 原子炉建屋内の空気を 循環※させながら、フィ ルターを介して一部を 高所から排出する設計 ※非常用ガス再循環系 (FRVS) の排風機流量 ：約17,000m ³ /h/台	・原子炉建屋地上4階 (オペフロ) ・1箇所
SGTS 排風機設置場所 (設置エリア、設置数)	・原子炉建屋地上2階 (管理区域) ・2台	・原子炉建屋3階 (管理区域) ・2台	浜岡3号機 ・原子炉建屋地上3階 (管理区域) ・2台 浜岡4号機 ・原子炉建屋地上2階 (管理区域) ・2台	・原子炉建屋4階 (管理区 域) ・2台	・原子炉棟3階 (管理区域) ・2台	【SGTS】 ・原子炉建屋5階 ・2台 【FRVS】 ・原子炉建屋5階 ・2台	・原子炉建屋3階 ・2台
SGTS 負圧試験 (使用前検査または定期 事業者検査にて確認して いる項目)	○建設時の使用前検査 定格流量 (2500 m ³ /h) 以下で原子炉建屋原子炉 棟内外差圧が10分以内に 負圧 (6.4mmAq 以上) に なることを確認。 ＜実績＞ 原子炉建屋内圧力 1.0mmAq→-21.8mmAq (SGTS2000m ³ /h で運 転。10 分後の測定値) ○定期事業者検査 HVAC 運転中に SGTS を 起動し、その後 HVAC を停 止し、負圧達成を確認。 ＜実績＞ SGTS 流量 2500m ³ /h で 110～120Pa の負圧維持。	○建設時の使用前検査 HVAC 停止後、SGTS を起 動し、10 分以内に負圧 (6.4mmAq 以上) になる ことを確認。 ＜実績＞ 【柏崎刈羽 6 号機】 原子炉建屋内圧力 0.1mmAq→-12.6mmAq (SGTS1621m ³ /h で運転。 10 分後の測定値) 【柏崎刈羽 7 号機】 原子炉建屋内圧力 1.2mmAq→-13.9mmAq (SGTS1830m ³ /h で運転。 10 分後の測定値) ○定期事業者検査 HVAC 運転中に SGTS を 起動し、その後 HVAC を停 止し、負圧達成を確認。 ＜実績＞ SGTS 流量 2200m ³ /h で 100～120Pa の負圧維持。	○建設時の使用前検査 浜岡4号機 HVAC 停止後、SGTS 起動 し、10 分以内に負圧 (6mmAq 以上) になるこ とを確認。 ＜実績＞ SGTS 流量 2200m ³ /h で、 10 分後に 14mmAq ○定期事業者検査 浜岡4号機 HVAC 運転中に SGTS を 起動し、その後 HVAC を停 止し、負圧達成を確認。 ＜実績＞ SGTS 流量 2200m ³ /h で 100～120Pa の負圧維持。	○建設時の使用前検査/定 期事業者検査 HVAC 停止し、建屋内が大 気圧となった状態で SGTS 起動し、原子炉建屋の設計 負圧 (約 0.06kPa) 達成を 確認。 ＜使用前後検査実績＞ SGTS を定格流量以下で運 転し、10 分以内に設計負圧 を達成。その後、0.1kPa 以 上で負圧維持。 ＜定事検査実績＞ SGTS を定格流量以下で運 転し、5 分以内に設計負圧 を達成。その後、0.1kPa 以 上で負圧維持。	SGTS 吸込口位置変更後 は、定期事業者検査の実績 はないが、SGTS 起動実績 より、HVAC を停止した後 に、SGTS を起動し約 5 分 で負圧 (0.063kPa 以上) に なることを確認している。 【参考：吸込口変更前】 ○建設時の使用前検査 HVAC 停止後、SGTS 起動 し、SGTS 定格流量以下で 負圧が規定値 (6.4mmAq) 以上であることを確認。 ＜実績＞ ・18.8mmAq (SGTS3000m ³ /h で運 転。10 分後の測定値) ○定期事業者検査 HVAC 停止後、原子炉建屋 ガス処理系を起動し、負圧 (規 定 値 0.063 kPa (6.4mmH2O)) 以上を維 持することを確認。 ＜実績＞ (定事検査相当) SGTS 流量が 3,400 m ³ /h にて 0.332kPa の負圧維 持。	○建設時の使用前検査 HVAC 停止後、SGTS 定格 流量 (3570m ³ /h) 以下で運 転し、負圧 6.4mmAq 以上 を保つことを確認。 ＜実績＞ ・18mmAq (SGTS 流量 3300m ³ /h で 運転。10 分後の測定値) ○定期事業者検査 HVAC 停止後、原子炉建屋 ガス処理系を起動し、負圧 (規 定 値 0.063 kPa (6.4mmH2O)) 以上を維 持することを確認。 ＜実績＞ (定事検査相当) SGTS 流量が 3,400 m ³ /h にて 0.332kPa の負圧維 持。	(建設中であり試験実績 なし)

(2) 常用換気空調系 (HVAC)

項目	東北電力 (女川 2 号機)	東京電力 HD (相崎刈羽 6,7 号機)	中部電力 (浜岡 3,4 号機)	北陸電力 (志賀 2 号機)	中国電力 (島根 2 号機)	日本原電 (東海第二)	電源開発 (大間)
HVAC 吸込口設置場所 (設置フロア)	原子炉建屋地下 3 階～地上 3 階の各フロアに設置	原子炉建屋地下 3 階～地上 4 階の各フロアに設置	換気エリア：原子炉建屋地下 2 階～地上 4 階管理区域内各部屋	原子炉建屋全フロア (地下 2 階～地上 5 階) の通路／小部屋ごとに給気口と排気口を設置。	原子炉建物原子炉棟内全棟 (一部、移送開口より排気するエリアあり)	原子炉建屋各階 (地下 2 階～6 階)	オペフロ及び原子炉建屋原子炉区域内の通路・各部屋
HVAC 送風機・排風機設置場所 (設置エリア、設置数)	・送風機：3 台 原子炉建屋地上 2 階 (原子炉建屋付属棟内) (非管理区域) ・排風機：3 台 原子炉建屋地上 2 階 (原子炉建屋付属棟内) (管理区域)	送風機：4 台 (1 台予備) 排風機：4 台 (1 台予備) いずれもタービン建屋 3 階に設置	浜岡 3 号機 給気ファン：2 台 (1 台予備) (原子炉建屋地上 3 階 (非管理区域)) 排気ファン：3 台 (1 台予備) (原子炉建屋地上 3 階 (管理区域)) 浜岡 4 号機 給気ファン：3 台 (1 台予備) (原子炉建屋地上 3 階 (非管理区域)) 排気ファン：3 台 (1 台予備) (原子炉建屋地上 3 階 (管理区域))	送風機：4 台 (1 台予備) タービン建屋 2 階 (非管理区域)) 排風機：4 台 (1 台予備) タービン建屋 3 階 (管理区域)	送風機：原子炉建物付属棟 2 階 (非管理区域) 排風機：原子炉建物付属棟 2 階 (管理区域) 2 台	送風機 2 台 排風機 2 台 いずれもタービン建屋 2 階 (オペフロ) に設置	送風機：4 台 (1 台予備) タービン建屋地上 3 階 (非管理区域) 排風機：4 台 (1 台予備) タービン建屋地上 3 階 (管理区域)

(3) BOP、トップベント採用状況

項目	東北電力 (女川2号機)	東京電力HD (柏崎刈羽6,7号機)	中部電力 (浜岡3,4号機)	北陸電力 (志賀2号機)	中国電力 (島根2号機)	日本原電 (東海第二)	電源開発 (大間)
元々のプラント設計 (BOP)	・建屋外接続：2箇所 ・MS トンネル室・建屋外、 ・T/B 2FL・建屋外	・建屋外接続：2箇所 ・MS トンネル室・建屋外、 ・T/B 2FL・建屋外	・建屋外接続：2箇所 ・MS トンネル室・建屋外、 ・タービン建屋地上3階・建屋外	原子炉建屋地上5階 (オペフロ) に4箇所設置。 なお、主蒸気管破断事故時の原子炉建屋過圧防止対策として、MS トンネル室 (原子炉建屋地上2階・3階) にも設置 (タービン建屋側1箇所、原子炉建屋側2箇所)。	オペフロ3箇所 原子炉建物主蒸気管トンネル室2箇所	原子炉建屋オペフロ、5階 ※原子炉建屋内のBOPとして、主蒸気管室の壁面にBOPを設置	・MS トンネル室：タービン建屋側1箇所 ・オペフロ：4箇所
BOPの現状	・原子炉建屋BOP (パネル寸法：4100mm × 5100mm) は差圧で開放する機構。 ・原子炉建屋BOP開放後の原子炉建屋原子炉棟の気密性能確保のためBOP閉止装置を設置。 BOP閉止装置は中央制御室の操作盤のスイッチにより遠隔で開閉可能。また、現場においても人力により開閉操作が可能。 【備考】 MSLBA時に原子炉建屋内への蒸気拡散を可能な限り小さくすること、および蒸気流路確保を目的としMSトンネル室に接続する専用シャフトを設け、その上部にBOPを設置	【オペフロBOP】 オペフロBOP (6号機：6.28m×2.84mが3箇所、3.038m×2.84mが1箇所、7号機：4.26m×4.08mが4箇所) は原子炉建屋気密確保を目的としてBOP閉止装置を設置。 BOP閉止装置の動作を妨げることがないよう、オペフロBOP強制開放装置を設置。 オペフロBOP強制開放装置は、中操からの遠隔操作と現場での手動操作により、オペフロBOP全敷を開放することが可能である。 オペフロBOP強制開放装置の許認可上の位置付けは自主対策設備。 オペフロBOP強制開放装置の設置に伴い、オペフロBOP手動開放設備は撤去。	<BOP構造> 縦4.15m × 横5m	1F事故以後の安全性向上策として、原子炉建屋オペフロのブローアウトラットパネルを開放することによって水素排出効果が確認できたため、新たな開口を設けることはせず、原子炉建屋オペフロのブローアウトラットパネルに対してブローアウトル手順を整備 (新規制基準対応では自主対策設備に位置付ける予定)。 <原子炉建屋オペフロブローアウトラットパネル> 寸法：約4m×約4m 操作：現場手動操作 (遠隔化を検討中)	緊急安全対策として設置したBOP強制開放装置を原子炉建物から水素を排出するたための自主対策設備に位置付けた。 原子炉建物の居住性確保の観点から、重大事故等時にBOPが開放した場合に用いるBOP閉止装置を設置することとした。 なお、西側のBOPは、Sdで開放しない設計とする と、本来の開放機能を阻害することから、北側BOP (2箇所) のみで開放機能の有効性を確認した上で、閉止することとした。 【BOPの寸法】約4m×約4m 【遠隔操作の可否】不可 (BOP閉止装置を活用した遠隔操作を検討中) 【現場操作の可否】可 【現場での手動操作】可	BOP 操作の遠隔化 (強制開放装置及び閉止装置の設置) 現場での手動操作を可能とする方針 ※1F事故後に、原子炉建屋ベント設備 (遠隔化なし) を設置したが、水素排出能力が高いBOPの遠隔化に伴い建屋ベント設備を廃止 BOP寸法 約4m×約4m (×10枚)	オペフロのBOP4箇所に對して現場手動で開放する機構を追加 許認可上は自主対策設備に位置付け 今後中央制御室からの遠隔による開放について検討を行う予定。 <現状のBOP構造> 縦4.08m×横4.26m (有効開口15.2㎡) ※原子炉建屋へ大量に漏えいした水素を排出する対策として、既存のオペフロBOP開放による排出に期待できることを踏まえ、新たな開口は設けずにBOPを活用することとした
トップベントの現状	・トップベントは自主対策設備として原子炉建屋天井面に2箇所の開口 (躯体開口寸法：500mm × 500mm) を設置。開口部は二重蓋の構造となっており、ワイヤーにより手動にて開放する機構。	【トップベント】 緊急安全対策の信頼性を更に高めるため、トップベント設備(0.5m×0.5mが2箇所)を設置した。 トップベントは、現場での手動操作により、開放することが可能。 トップベントの許認可上の位置付けは自主対策設備。	緊急安全対策の信頼性を更に高めるため、自主対策設備として設置。 開口部 (吸排気口) はオペフロ壁面に3箇所 (非気パネル2枚、吸気パネル1枚) あり、中央制御室からの遠隔操作及び現場での手動操作にて開放可能。 <原子炉建屋ベント設備構造> 排気側 (縦1.75m × 横1.75m) 吸気側 (縦2m × 横2m)				

(4) FCVS ベンツの実施体制、実施条件

項目	東北電力 (女川 2 号機) 発電所対策本部長 (発電所対策本部用手順書に従い判断)	東京電力HD (柏崎刈羽 6,7 号機) 当直副長 (ただし、手順書にて定められている条件に限る) 【留意事項】 ※ 発電所対策本部長の権限と責任においてベントを実施	中部電力 (浜岡 3,4 号機) 発電所長 (緊急事態対策本部長)	北陸電力 (志賀 2 号機) 当直長 (事故時手順書に基づき、判断) ※ ※ 現在検討中であり、今後見直す可能性あり。	中国電力 (島根 2 号機) 当直副長 (運転手順書に従い実施) 【留意事項】 緊急時対策本部長の権限と責任において、当直副長が格納容器ベントを実施	日本原電 (東海第二) 発電長 (手順書に基づき、判断)	電源開発 (大間) 当直長
ベント実施条件 【PCV の漏えいに関する基準を記載】	- 原子炉建屋内水素濃度が 2.3vol%到達 - 可搬型モニタリングポスト (使用可能な場合はモニタリングポスト) 指示値の急激な上昇 - 原子炉建屋内の放射線モニタ指示値の急激な上昇	原子炉建屋水素濃度 (2.2%)到達	【浜岡 4 号機】 (3 号機は検討中) - オパフロで 2vol%、中小区画で 3vol%の水素を検知 - モニタリングポスト (可搬含む) 指示値及び燃料プール上部空間線量計、その他原子炉建屋内各モニタ指示値の急上昇 ※ 中小区画は、以下のエリアを指す。 - バルブラジペン グ室 (SRV 搬出入口) - エアロロック室 (所員用エアロロック) - CRD 補修室 (CRD 搬出入口) - ペネトレーション室 (ISI ハッチ) - トーラス室 (S/C マンホール)	- 原子炉建屋内水素濃度約 2vol%到達※ ※ 現在検討中であり、今後見直す可能性あり。	- 原子炉建屋内水素濃度 2.5vol%到達 - 可搬型モニタリング・ポスト (使用可能な場合はモニタリング・ポスト) 指示の急激な上昇 - 原子炉建物原子炉棟内の放射線モニタ指示値の急激な上昇	- 原子炉建屋水素濃度 2.0vol%到達 - モニタリングポスト (可搬型含む) 指示値の急激な上昇 - 原子炉建屋内放射線モニタ指示値の急激な上昇	- 原子炉建屋内の水素濃度が 2.6vol%到達 - モニタリングポスト指示値の急激な上昇 - 原子炉建屋内放射線モニタ指示値の急激な上昇 上記のベント実施条件は、現在検討中のものであり、今後見直す可能性あり。