

島根原子力発電所2号機の安全性等に
係る島根県原子力安全顧問の意見

令和3年12月

島 根 県

目 次

| | |
|---|-----|
| はじめに | 1 |
| 1. 顧問会議開催実績（島根原子力発電所2号機の新規制基準適合性審査に関わるもの） | 2 |
| 2. 顧問から出された意見の概要 | 7 |
| 3. 項目別の意見 | |
| (1) 自然災害対策 | 14 |
| ① 地震 | 16 |
| ② 津波 | 86 |
| ③ その他自然災害 | 103 |
| (2) 原子炉施設の安全対策 | 124 |
| ① 異常状態の発生及び進展防止対策（設計基準事故対策） | 126 |
| ② 重大事故対策（シビアアクシデント対策） | 145 |
| ③ 技術的能力その他 | 227 |
| (3) 避難対策 | 244 |
| ① 防災計画と避難計画 | 246 |
| ② 段階的避難と屋内退避 | 259 |
| ③ 避難行動要支援者の避難対策 | 273 |
| ④ 複合災害時の対応 | 287 |
| ⑤ その他 | 292 |
| 資料 | |
| 1. 島根県原子力安全顧問設置要領 | 309 |
| 2. 島根県原子力安全顧問名簿 | 311 |
| 3. 小会議の構成 | 312 |
| 4. 顧問の変遷（島根原子力発電所2号機の新規制基準適合性申請以降） | 313 |

はじめに

島根県では、原子力発電所に関係する専門家を島根県原子力安全顧問（以下、「顧問」）として委嘱し、島根県原子力安全顧問会議（以下、「顧問会議」）や島根原子力発電所周辺環境安全対策協議会などで、原子力発電に係る諸課題について、意見を聴いています。

顧問会議では、平成 25 年の新規制基準適合申請の段階から審議を開始しましたが、当初は全ての顧問を対象に審査状況を定期的に情報提供し、それに対する意見を聴取する形で進めてまいりました。

令和 2 年度からは、原子力規制委員会における島根原子力発電所 2 号機の新規制基準適合性審査の進捗状況を踏まえ、顧問会議に小会議を設け、各顧問の専門的見地からより詳細な意見を聴くこととしました。

国際原子力機関によれば、原子力発電所の安全対策は、様々な対策を重ねて行い、仮に前段の対策が上手くいかなくても安全が確保できるようにするという「深層防護」の考え方にに基づき行うこととなっており、放射性物質が放出された場合の避難計画についても、その第 5 層として位置づけられています。このことから、小会議は「自然災害対策」、「原子炉施設の安全対策」、「避難対策」の 3 つのテーマで設けています。

「自然災害対策」と「原子炉施設の安全対策」の小会議では、原子力規制委員会による島根原子力発電所 2 号機の審査上の論点や審査では扱われていませんが県として特に必要と考える項目を対象とし、「避難対策」の小会議では、住民の避難計画における課題等を対象としています。

それぞれの小会議で出された意見の内容については、全ての顧問で構成する顧問会議の場でも取り上げ、各小会議に属さない顧問の視点からも意見を聴いています。

本書は、これまでの顧問会議における各顧問からの意見を整理し、意見集として取りまとめたものです。

なお、顧問会議は、各顧問の専門分野から幅広い意見を聴くことを目的としており、意見の収斂は行わないこととしています。このため、本書に掲載した意見については、顧問会議としての結論を記したものではありません。

1. 顧問会議開催実績（島根原子力発電所2号機の新規制基準適合性審査に関わるもの）

| 回数 | 開催日 | 主な内容 | 出席顧問 (五十音順) |
|----|----------------------|---|--|
| 1 | 平成 25 年 12 月 7 日 | <p><平成 25 年度第 1 回></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機の新規制基準適合性確認申請について | 9 名 (片桐顧問、勝田顧問、釜江顧問、齊藤顧問、佃顧問、長岡顧問、野田顧問、吉川顧問、渡部顧問) |
| 2 | 平成 26 年 5 月 28 日 | <p><平成 26 年度第 1 回（関西地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機の適合性確認審査に係る島根県の対応状況 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 | 6 名 (岩田顧問、釜江顧問、芹澤顧問、長岡顧問、野田顧問、吉川顧問) |
| 3 | 平成 26 年 6 月 5 日 | <p><平成 26 年度第 1 回（関東地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機の適合性確認審査に係る島根県の対応状況 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 | 5 名 (内田顧問、片桐顧問、勝田顧問、佃顧問、渡部顧問) |
| 4 | 平成 26 年 11 月 12 日 | <p><平成 26 年度第 2 回（関西地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 | 6 名 (岩田顧問、釜江顧問、杉本顧問、芹澤顧問、長岡顧問、吉川顧問) |
| 5 | 平成 26 年 11 月 13 日 | <p><平成 26 年度第 2 回（関東地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 | 6 名 (片桐顧問、勝田顧問、佃顧問、野口顧問、伴顧問、渡部顧問) |
| 6 | 平成 27 年 3 月 11 日 | <p><平成 26 年度第 3 回（関東地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 島根県における原子力防災対策の現状 | 7 名 (内田顧問、片桐顧問、勝田顧問、長岡顧問、二ノ方顧問、野口顧問、伴顧問) |
| 7 | 平成 27 年 3 月 12 日 | <p><平成 26 年度第 3 回（関西地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 島根県における原子力防災対策の現状 | 5 名 (岩田顧問、釜江顧問、杉本顧問、野田顧問、吉川顧問) |
| 8 | 平成 27 年 7 月 14 日 | <p><平成 27 年度第 1 回（関西地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> 島根原子力発電所 2 号機新規制基準適 | 6 名 (太田顧問、釜江顧問、 |

| | | | |
|----|----------------------|---|---|
| | | 合性に係る審査状況 | 杉本顧問、芹澤顧問、野田顧問、吉川顧問) |
| 9 | 平成 27 年 7 月 22 日 | <平成 27 年度第 1 回（関東地区）> ・島根原子力発電所 2 号機新規規制基準適合性に係る審査状況 | 5 名 (内田顧問、片桐顧問、長岡顧問、野口顧問、渡部顧問) |
| 10 | 平成 27 年 11 月 19 日 | <平成 27 年度第 2 回> ・島根原子力発電所低レベル放射性廃棄物のモルタル充填に用いる流量計問題 ・島根原子力発電所 2 号機新規規制基準適合性に係る審査状況 | 9 名 (内田顧問、片桐顧問、杉本顧問、芹澤顧問、長岡顧問、野口顧問、野田顧問、吉川顧問、渡部顧問) |
| 11 | 平成 28 年 5 月 20 日 | <平成 28 年度第 1 回> ・島根原子力発電所低レベル放射性廃棄物のモルタル添加水流量計の校正不備について ・島根原子力発電所 1 号機廃止措置計画認可申請の概要 ・島根原子力発電所 2 号機特定重大事故等対処施設および所内常設直流電源設備（3 系統目）の概要 ・島根原子力発電所 2 号機新規規制基準への適合性審査の状況 | 7 名 (片桐顧問、勝田顧問、芹澤顧問、長岡顧問、野田顧問、吉川顧問、渡部顧問) |
| 12 | 平成 28 年 10 月 24 日 | <平成 28 年度第 2 回（関東地区）> ・島根原子力発電所 2 号機新規規制基準適合性に係る審査状況 ・島根原子力発電所 1 号機廃止措置計画に係る審査状況 | 8 名 (内田顧問、片桐顧問、勝田顧問、草間顧問、杉本顧問、佃顧問、野口顧問、渡部顧問) |
| 13 | 平成 28 年 10 月 25 日 | <平成 28 年度第 2 回（関西地区）> ・島根原子力発電所 2 号機新規規制基準適合性に係る審査状況 ・島根原子力発電所 1 号機廃止措置計画に係る審査状況 | 5 名 (岩田顧問、芹澤顧問、長岡顧問、野田顧問、吉川顧問) |
| 14 | 平成 29 年 10 月 12 日 | <平成 29 年度第 2 回（関東地区）> ・島根原子力発電所 2 号機新規規制基準適合性に係る審査状況 ・島根原子力発電所 1 号機の廃止措置の状況 ・島根県の原子力安全・防災対策の取組状況 | 9 名 (内田顧問、片桐顧問、勝田顧問、草間顧問、杉本顧問、佃顧問、長岡顧問、野口顧問、渡部顧問) |

| | | | |
|----|----------------------|---|--|
| 15 | 平成 29 年 10 月 13 日 | <p><平成 29 年度第 2 回（関西地区）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 ・島根原子力発電所 1 号機の廃止措置の状況 ・島根県の原子力安全・防災対策の取組状況 | <p>5 名</p> <p>（太田顧問、釜江顧問、 芹澤顧問、野田顧問、 吉川顧問）</p> |
| 16 | 平成 30 年 3 月 14 日 | <p><平成 29 年度第 3 回></p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所 2 号機中央制御室空調換気系ダクトの腐食 ・島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 ・島根県の原子力安全・防災対策の取組状況 | <p>6 名</p> <p>（片桐顧問、釜江顧問、 芹澤顧問、佃顧問、 吉川顧問、渡部顧問）</p> |
| 17 | 平成 30 年 11 月 7 日 | <p><平成 30 年度第 2 回></p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 ・島根原子力発電所 3 号機申請に係る県の対応結果 ・島根原子力発電所 3 号機に係る中国電力からの説明 | <p>10 名</p> <p>（内田顧問、片桐顧問、 勝田顧問、釜江顧問、 杉本顧問、芹澤顧問、 佃顧問、長岡顧問、 野口顧問、渡部顧問）</p> |
| 18 | 令和元年 8 月 1 日 | <p><令和元年度第 1 回></p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所 2 号機新規制基準適合性に係る審査状況 ・島根県の原子力防災対策の取組状況 | <p>12 名</p> <p>（内田顧問、太田顧問、 勝田顧問、釜江顧問、 杉本顧問、芹澤顧問、 佃顧問、長岡顧問、 野口顧問、宮本顧問、 吉川顧問、渡部顧問）</p> |
| 19 | 令和 2 年 3 月 18 日 | <p><令和元年度第 2 回></p> <ul style="list-style-type: none"> ・今後の島根県原子力安全顧問会議の進め方 | <p>（書面開催）</p> |
| 20 | 令和 2 年 6 月 9 日 | <p><第 1 回自然災害対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・小会議に係る全般的事項の説明 ・地震のうち基準地震動について | <p>3 名</p> <p>（岩田顧問、釜江顧問、 佃顧問）</p> |
| 21 | 令和 2 年 8 月 12 日 | <p><第 2 回自然災害対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震のうち基準地震動について ・津波のうち基準津波について | <p>3 名</p> <p>（岩田顧問、釜江顧問、 佃顧問）</p> |
| 22 | 令和 2 年 10 月 9 日 | <p><第 1 回原子炉施設の安全対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・小会議に係る全般的事項の説明 ・異常状態の発生及び進展防止対策について | <p>6 名</p> <p>（勝田顧問、杉本顧問、 芹澤顧問、二ノ方顧問、 宮本顧問、吉川顧問）</p> |

| | | | |
|----|----------------|--|--|
| 23 | 令和2年 10月12日 | <p><第3回自然災害対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震のうち耐震設計方針について ・その他自然災害のうち竜巻について | 3名 (岩田顧問、釜江顧問、 佃顧問) |
| 24 | 令和2年 12月18日 | <p><第4回自然災害対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波のうち耐津波設計方針について ・その他自然災害のうち森林火災等について | 3名 (岩田顧問、釜江顧問、 佃顧問) |
| 25 | 令和2年 12月21日 | <p><第2回原子炉施設の安全対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故対策のうち重大事故の想定と対策について ・重大事故対策のうちフィルタベント設備について | 5名 (勝田顧問、杉本顧問、 芹澤顧問、宮本顧問、 吉川顧問) |
| 26 | 令和2年 12月24日 | <p><第1回避難対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根県の原子力防災の概要 ・避難対策小会議の進め方 | 3名 (片桐顧問、関谷顧問、 野口顧問) |
| 27 | 令和3年 3月17日 | <p><第3回原子炉施設の安全対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故対策のうち重大事故の対応体制・手順整備・訓練について ・重大事故対策のうち重大事故の想定と対策について ・重大事故対策のうちその他重大事故対策について | 5名 (勝田顧問、杉本顧問、 芹澤顧問、宮本顧問、 吉川顧問) |
| 28 | 令和3年 3月18日 | <p><第2回避難対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・防災計画と避難計画 | 3名 (片桐顧問、関谷顧問、 野口顧問) |
| 29 | 令和3年 3月23日 | <p><第5回自然災害対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震のうち周辺斜面の安定性について ・津波のうち耐津波設計方針について ・その他自然災害のうち火山について ・地震のうち基準地震動について | 3名 (岩田顧問、釜江顧問、 佃顧問) |
| 30 | 令和3年 5月31日 | <p><第4回原子炉施設の安全対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術的能力その他について | 6名 (勝田顧問、杉本顧問、 芹澤顧問、二ノ方顧問、 宮本顧問、吉川顧問) |
| 31 | 令和3年 7月8日 | <p><第3回避難対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・段階的避難と屋内退避 ・その他 | 3名 (片桐顧問、関谷顧問、 野口顧問) |
| 32 | 令和3年 7月15日 | <p><第4回避難対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・避難行動要支援者の避難対策 ・複合災害時の対応 | 3名 (片桐顧問、関谷顧問、 野口顧問) |

| | | | |
|----|----------------|---|--|
| | | ・その他 | |
| 33 | 令和3年 7月26日 | <p><第5回原子炉施設の安全対策小会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術的能力その他について | <p>6名</p> <p>(勝田顧問、杉本顧問、 芹澤顧問、二ノ方顧問、 宮本顧問、吉川顧問)</p> |
| 34 | 令和3年 10月12日 | <p><令和3年度第1回原子力安全顧問会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力安全顧問会議小会議の結果 ・島根原子力発電所2号炉に関する審査の概要 ・島根地域における原子力防災の取組 ・国のエネルギー政策 | <p>16名</p> <p>(岩田顧問、内田顧問、 太田顧問、片桐顧問、 釜江顧問、北垣顧問、 草間顧問、杉本顧問、 関谷顧問、芹澤顧問、 佃顧問、長岡顧問、 二ノ方顧問、宮本顧問、 吉川顧問、渡部顧問)</p> |
| 35 | 令和3年 11月17日 | <p><令和3年度第2回原子力安全顧問会議></p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全対策協議会、住民説明会等における意見の報告について ・島根原子力発電所2号機の安全性等に係る顧問の意見について | <p>13名</p> <p>(岩田顧問、内田顧問、 片桐顧問、勝田顧問、 釜江顧問、杉本顧問、 芹澤顧問、佃顧問、 長岡顧問、二ノ方顧問、 宮本顧問、吉川顧問、 渡部顧問)</p> |

2. 顧問から出された意見の概要

これまでの顧問会議等が出された意見の概要は次のとおりであった。なお、記載した意見については、主なものについて県でその主旨をまとめたものである。

(1) 自然災害対策

① 地震

顧問からは次のような意見が出されたが、原子力規制委員会の審査結果等を疑問視する意見はなかった。

- ・ 発電所周辺の地質調査については、想定する断層や地震が今の精度で十分だという説明を続けると共に、更に調査して納得性のあるものにしていく努力を続けるべき。県としても、発電所周辺の地形や地質の特徴などについては、県民の理解を深めるために分かり易い説明を続けていく必要がある。
- ・ 宍道断層について、断層の長さを 22km とした申請時の評価も科学的には適切だったと考えられるが、39km に延長したことは、より保守的に評価するための事業者判断だと理解している。一般の方に対しては、断層の長さを非常に保守的に評価しており、かつ周辺の断層との連続性はないという説明を尽くすべき。
- ・ 地震動評価は適切に行われており、評価で使用するパラメータは最新の知見や不確かさを取り入れた上で、保守的に設定されている。ただし詳細な条件の妥当性については、一般の方を意識した分かり易い説明が必要。また、評価のプロセスや評価結果の妥当性を示すデータは、説明性を高めるために積極的に公開したほうがいい。
- ・ 基準地震動は宍道断層などの長さを最大限保守的に見込み、断層全体が一度に動く場合なども想定し、起こり得る最大の地震を想定して決められている。その基準地震動に対して発電所の主要な建物や設備は十分な強度を持っていると考えられることから、熊本地震のような繰り返し地震を考慮しても影響はないと考えられる。

② 津波

顧問からは次のような意見が出されたが、原子力規制委員会の審査結果等を疑問視する意見はなかった。

- ・ 津波対策については、基準津波を保守的に設定した上で多重の対策を取っていることなど、枠組みは理解できた。今後は津波襲来に備えた体制の整備や手順の実証が重要であり、関係機関との連携を確認するための実働訓練の実施など、対策の実効性を高めるための継続的な努力が必要。

③ その他自然災害

顧問からは次のような意見が出されたが、原子力規制委員会の審査結果等を疑問視する意見はなかった。

- ・各種自然災害の評価結果やハード面の対策を中心に説明を受けたが、これらの災害に対してはソフト面の対応が重要。
- ・災害発生時の対応手順や人の動きについては、複数の自然現象が重畳した場合も含めて検証を続けるとともに、住民の安心に繋げるための丁寧な説明が必要。

(2) 原子炉施設の安全対策

① 異常状態の発生及び進展防止対策（設計基準事故対策）

顧問からは次のような意見が出されたが、原子力規制委員会の審査結果等を疑問視する意見はなかった。

- ・電源対策については、新規制基準に伴う規制要求の変化を説明すると分かりやすいと思う。その際、外部電源喪失時や全電源喪失時にはどの設備で対応し、どういうシナリオを防いでいるのかをもう一步先まで説明したほうが県民の方々も安心すると思う。
- ・サイバーテロは今後ますます巧妙化されると予想されるので、ハード・ソフト両面の対策が必要なのは言うまでもないが、中でも、深い専門知識を有する担当部署を設けるなどの体制整備が必要だと思う。また、発電所内部の人が外部に協力してテロが行われるというのが一番怖いので、内々であっても対策を考えておくとよい。

② 重大事故対策（シビアアクシデント対策）

顧問からは次のような意見が出されたが、原子力規制委員会の審査結果等を疑問視する意見はなかった。

- ・様々な重大事故を想定していて、それに応じた対策が行われているが、実際に事故が起きた時に対応できる体制の整備や、緊急手順の設計と検証ができているかが重要。
- ・重大事故対策については、外部電源や非常用ディーゼル発電機といった既存の設備が全く機能しない場合でも原子炉等を冷却できることなど、非常に厳しい仮定を置いた上で有効性を確認していることは理解した。住民の安全・安心を担保する上では、極端な仮定をしても規制要求を満たしているから大丈夫という説明だけではなく、炉心圧力の急変による燃料温度の急上昇など、異常発生時に実際に起こり得る物理現象を理解し、それを念頭に置いた安全対策を行うよう心がけるべき。

- ・新規制基準により想定事象が大幅に拡大され、対策された部分についてのリスクは小さくなっている。今後、リスクが大きいことは想定外事象によってもたらされる可能性が高いので、シナリオレスの訓練を何回も繰り返すことで想定外に対応できるソフト対策の力を付けることが望ましい。

③ 技術的能力その他

顧問からは次のような意見が出されたが、原子力規制委員会の審査結果等を疑問視する意見はなかった。

- ・プラントの長期停止影響については、如何にして発電所員の士気やモラルの低下を防ぐかが大事だと思う。また、長期停止が続くと人材の技術継承もできず、機械の劣化以上に人の動かし方が分からなくなってくると思う。そういうことが安全の低下に繋がらないように、会社として多くの人を導いてほしい。
- ・新検査制度については、規制要求を満たすことに留まらずに、如何に現場の意見を取り込み、さらなる安全性向上を図るかが問われているところなので、他の電力会社とも意見交換しつつ、ぜひ制度を活用してほしい。
- ・地域からの信頼獲得に向けた取組がされていることは理解したが、地域住民からすれば体質を疑う感覚がある気がするので、しっかり対策をしてほしい。
- ・令和3年3月に発覚した東京電力の核物質防護の不備事例は、技術者として放置してはいけない状態を長らく放置したもので、まさに技術者倫理の欠陥であり、実質的に倫理意識が身につくような取組を行う必要があると思う。このような事例が万が一にも起きぬよう、しっかり対応してほしい。

(3) 避難対策

① 防災計画と避難計画

避難計画の実効性について、顧問からは、次のような意見が出されたが、県の考え方を疑問視する意見はなかった。

また、緊急時の体制についても、顧問からは、次のような意見が出されたが、県の災害対策本部機能の確保や業務継続計画、取組を疑問視する意見はなかった。

- ・防災としてはできるだけ準備をして、住民を避難させ被ばくを減らすということにまずは力点を置くべき。その準備が担保されているかという基本を忘れないのが重要。
- ・資機材は必要なものを整理して、その中で優先順位をつけて調達するなど、防災の最適化の中で計画的にやっていただきたい。

- ・国は複合災害も念頭に置いて計画の策定を支援する形に現状になっているが、国が何をもって審査できるのか疑問を感じる。
- ・原子力防災自体は、国、地方自治体、事業者、市民の総合防災力なので、国も原子力防災の当事者の一つ。大きな意味で言うと、当事者が自らのことを審査するのは、スキーム的にも難しいと思う。
- ・複合災害の場合もあれば単独災害の場合もあり、様々なケースを想定しておく必要がある。
- ・事象展開が予想を超えて速いとか、色々な障害が加わることを想定したシナリオで、個々の対応能力の向上や意思決定の仕方を体感できる訓練など、訓練の在り方についても検討をいただきたい。

② 段階的避難と屋内退避

屋内退避の実効性を含む原子力災害時の避難方法について、顧問からは、次のような意見が出されたが、国の原子力災害対策指針における避難の考え方を疑問視する意見はなかった。

また、それに基づく県・市の避難計画や取組についても、顧問からは、次のような意見が出されたが、疑問視する意見はなかった。

- ・基本的な考え方として、屋内退避をしないと無用な被ばくを生じるというのが原点にあるので、その部分の理解を深めていただく以外なく、平時のきちんとした情報発信につきる。
- ・社会心理学の観点からすると、災害時にはある程度危機感を持って対応してもらう方が望ましい。人々が不安に思っている時に安心感を与えようとするメッセージの方が、かえってそのとおりの行動につながらないということがあるので、情報発信のやり方についてはトレーニングしていただきたい。
- ・災害時に慌てて運転されると、ガス欠や事故で、本人の意図とは関係なく渋滞を引き起こすリスクがある。ご自身だけでなく、県内全体の防災に関わるということはきちんと申し上げないといけない。

③ 避難行動要支援者の避難対策

顧問からは、次のような意見が出されたが、県・市の避難計画や取組を疑問視する意見はなかった。

- ・過去の災害で、全ての情報を適切にすぐ把握して、要支援者の避難が適切に行われた事例はそう多くない。もちろん事前の準備、計画は重要だが、計画どおりに判断できない時にどうするかも併せて考えていただきたい。
- ・要支援者の避難対策については、県、市町村、自治会の緊密な連携が必要。

④ 複合災害時の対応

顧問からは、次のような意見が出されたが、県・市の避難計画や取組を疑問視する意見はなかった。

- ・既に自然災害対応を進めている県の災害対策本部に情報が集約されていて、その後原子力災害に至った場合、その集約された情報を具体的な避難指示等の意思決定に生かすことが必要。また、限られた要員で活動することを想定すると、オフサイトセンターでの活動との関連を含め、実効的な組織のあり方を検討し、確認していくことの優先順位が高い。
- ・道路に関しては小さい道路の方が通行できなくなる可能性ははるかに高い。また、大雨による視界の問題で移動できないこともある。道路の損傷以外にも、物理的に移動できないような環境条件まで含めた状況設定が必要。

⑤ その他

ア 原子力災害時の医療の実施体制

顧問からは、次のような意見が出されたが、県・市の避難計画や取組を疑問視する意見はなかった。

- ・福島第一原子力発電所事故の際もそうだが、安定ヨウ素剤は皆が飲みたがる。どういう人がどういう時期に飲むのが適切なのかわからないと、いざという時に不安が生じるので、そこは考慮の上対応いただきたい。
- ・避難退域時検査は、自分の安全のためだけではなく、避難先の不安を払拭する、ひいては、島根県から避難した人が不当な扱いを受けないためにも大事だということを知っていただくよう徹底していただきたい。

イ 緊急時モニタリングの実施体制

顧問からは、緊急時モニタリングを実施する上で重視すべき点や、今後の議論が必要な事柄について、次のような意見が出されたが、国・県の計画や取組について否定的な意見はなかった。

- ・防護措置判断のために空間放射線量率の測定が優先されることも理解しているが、放射性物質放出後は住民の不安が相当あるということも意識して、環境中の放射性物質濃度の測定を含め、県として緊急時モニタリング活動を進めていくことが重要。
- ・モニタリング情報の発信の仕方については、線量のことをどう伝えるかに加え、線量に応じて、避難、屋内退避など、住民にどういう行動をとって欲しいかをきちんとセットで伝え切れるかの方が重要。
- ・事故後の中長期対策を決定する上で必要な放出源情報（放出された放射性物質の種類や量に関する情報）やモニタリング結果及びそれらの将来予測を誰がどう評価するかについては、今後の議論で、その責任関係やスキームを明

確にしておくべき。

(4) 全般事項

- ・施設の安全面に関しては最新の情報等を取り入れ、島根原子力発電所特有の問題について詳細に議論してきたことは理解できた。
今後再稼働するためには住民の安心を得る努力が行政・事業者ともに不可欠であり、科学的エビデンスに基づく安全と住民の安心との乖離をなくしていくことは、難しい課題だが避けては通れない。
安全の第一義的な責任が事業者にあるのは当然だが、国策として原子力利用を進めていくなら、国が主体となって全国共通のネットワークや技術支援システム・組織を構築し、その枠組みを活かして有事の際の事故対応、被災者支援、環境モニタリングといった全国共通の課題に備えていく必要があると思う。また、住民の信頼や安心を確保するためには、そのネットワークでの活動を通し、規制側や行政がこれだけやっていると示していくと同時に、行政が常に安全向上や安全活動の実効性の向上を継続していくことが大事である。
また、こうした全国共通のネットワークの構築は、国として原子力の将来像をどう考えていくかという観点でも重要であり、原子力発電所が立地する県が連携して、国に働きかけていくことが重要だと思う。
- ・県では原発関連の交付金が福祉医療や乳幼児医療等に充てられており、県はそうした原発関連の歳入や用途について、再稼働の可否の判断材料として県民に示すべきである。
- ・県民が原子力に対する当事者意識を持たなければ、事業者へ厳しい目が向けられなくなり、結果として事業者の安全意識劣化や、避難計画の停滞といった安全性への影響が生じると考えられる。そのため、原子力に対する県としての考え方を示し、県民の納得を得ていく必要がある。
- ・エネルギーを生まない施設に相当のお金と時間をつぎ込み、それがいつまで続くかも分からない状態では、原子力発電所に対する一般からの納得は得られないと思う。事業者は、再稼働に至るまでのタイムテーブルを示したほうがよい。
- ・発電所周辺の住民だけでなく、全県的な再稼働に対する理解を得ていくことが重要。県には、全県民の安全・安心の醸成に向けて、広報活動や教育訓練などを進めてほしい。

3. 項目別の意見

(1) 自然災害対策

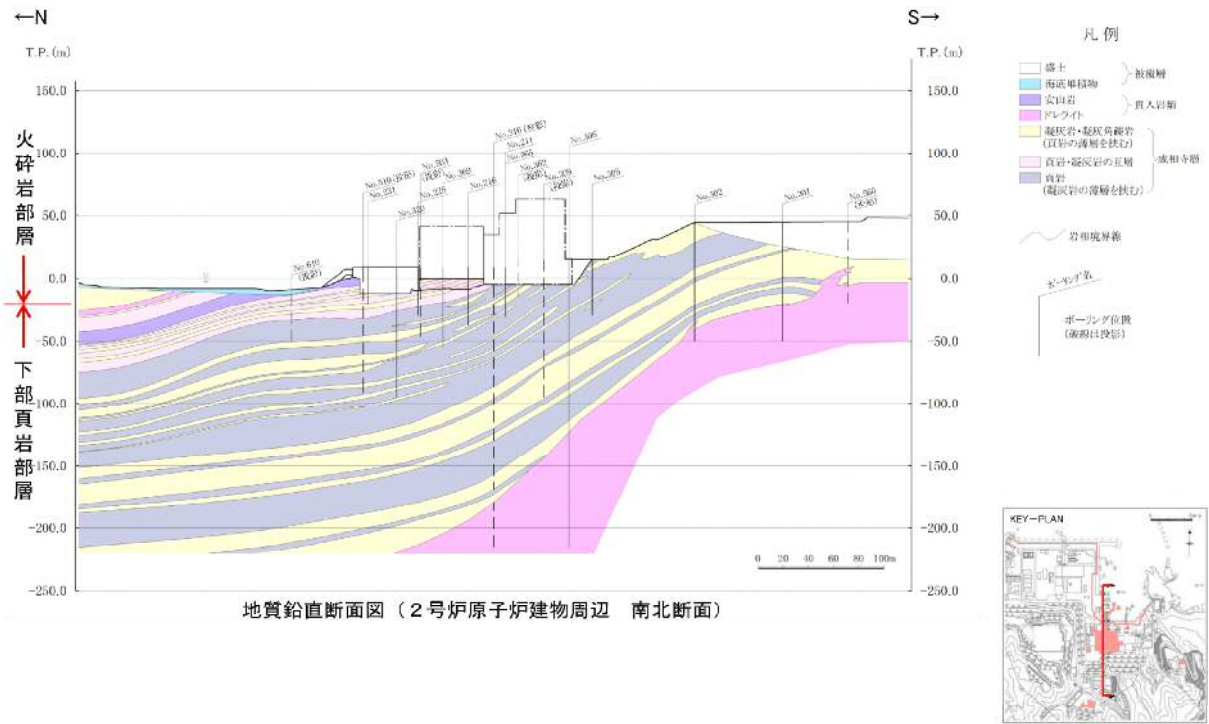
| | |
|-------------------------|--|
| ① 地震 | |
| ア 施設の地盤 | <1> 島根原子力発電所の直下に活断層はないか |
| イ 基準地震動 | <2> 5つの基準地震動は、どのような地震を想定したものか |
| (7) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 | |
| | <3> 震源を特定して策定する地震動に宍道断層と海域三連動による地震を選定した理由は何か |
| ★ | <4> 島根半島の離水海岸地形と、断層活動との関連性は検討されているか |
| | <5> 宍道断層の端部（東端・西端）の当初申請時からの変更理由・設定根拠は何か |
| | <6> 宍道断層と鳥取沖西部・東部断層が連動することはないか |
| | <7> 海域三連動の端部（東端・西端）の当初申請時からの変更理由・設定根拠は何か |
| | <8> 宍道断層・海域三連動の地震動評価において、基本震源モデルの各パラメータの設定根拠は何か |
| | <9> 応答スペクトル法による地震動評価に耐専式を適用するものとししないものがある理由、適用する場合も内陸補正を用いない理由は何か |
| | <10> 断層モデル手法による地震動計算において、どのようなパラメータの不確かさや、不確かさの組合せが考慮されているか |
| ★ | <11> 断層モデル手法による地震動計算において、経験式（入倉・三宅式）の基となった観測データのばらつきを反映（上乘せ）する必要はないか |
| (4) 震源を特定せず策定する地震動 | |
| | <12> 2000年鳥取県西部地震、2004年北海道留萌支庁南部地震を基準地震動とした理由は何か |
| ★ | <13> 山陰でもひずみ集中帯の存在が指摘されているが、この地域で発生した未知の断層に関する地震（2016年の鳥取県中部地震など）による地震動を考慮する必要はないか |
| ★ | <14> 規制委員会でバックフィットが検討されている標準応答スペクトルを考慮すると、今後基準地震動が変更になる可能性はないか |
| ウ 周辺斜面の安定性 | <15> 斜面の崩壊による重要設備への影響は考慮されているか |
| | <16> 原子力発電所敷地内にある地滑り、土石流等の危険箇所に対策が講じられているか |
| エ 耐震設計方針 | <17> 耐震重要度分類を決めた判定基準、重要設備の抽出範囲は適切か |
| | <18> 重要設備以外の設備の損傷による重要設備への影響は考慮されているか |
| | <19> 新たに適用する制震装置は信頼性があるのか |
| ★ | <20> 繰り返し地震や、事故が発生した後に起きる地震は考慮されているか |
| | <21> 地震に伴う地面の液状化による重要設備への影響は考慮されているか |
| | <22> 新たに設置する地下水位低下設備の機能及び耐震性は考慮されているか |
| ② 津波 | |
| ア 基準津波 | <23> 基準津波はどのような津波を想定しているか |
| | <24> 日本海東縁部を波源とする津波において、222kmの断層の方が350kmの断層より高い津波となるのはなぜか |
| | <25> 日本海東縁部を波源とする津波において、防波堤の損傷が考慮されている理由は何か |
| ★ | <26> 地震以外の要因による津波の影響は考慮されているか |
| イ 耐津波設計方針 | <27> 津波（水位上昇側）による施設への影響（浸水等）は考慮されているか |
| | <28> 津波（水位下降側）による海水ポンプの取水性への影響は考慮されているか |
| | <29> 防波壁への基準津波の水圧と漂流物衝突による影響は考慮されているか |
| ③ その他自然災害 | |
| ア 竜巻 | <30> 原子力発電所敷地で想定する竜巻風速の設定根拠は何か |
| | <31> 竜巻による重要設備への影響は考慮されているか |
| イ 火山 | <32> 火山灰想定の設定根拠は何か |
| | <33> 火山灰による重要設備への影響は考慮されているか |
| ウ 森林火災 | <34> 原子力発電所敷地外で発生した森林火災による施設への影響（延焼等）は考慮されているか |
| エ その他 | ★ <35> 頻発する大雨・洪水や、頻度の高い地震による影響は考慮されているか |
| | <36> 複数の自然現象の重畳は考慮されているか |
| ★ | <37> 福島第一原子力発電所で問題になっているような汚染水への対策（汚染源に水を近づけない、汚染水を漏らさない）は考慮されているか |

① 地震

ア 施設の地盤

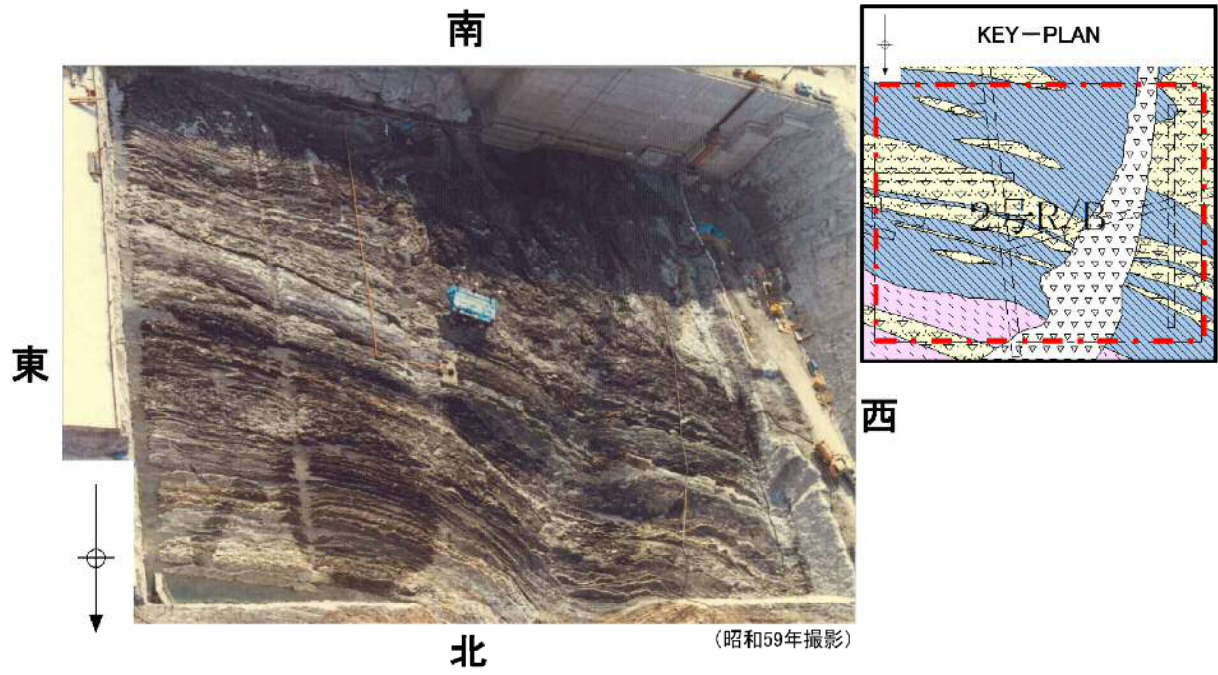
| 項目 | <1> 島根原子力発電所の直下に活断層はないか |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>島根県原子力発電所の敷地内において、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存の文献調査、変動地形学的調査、ボーリング調査、露頭調査及び地表地質踏査の結果、敷地には連続する破砕部や断層はないこと ・敷地内のシーム（地層間の弱層）は、後期更新世以降に活動していないと評価したこと <p>から、敷地内には将来活動する可能性のある断層等はないと評価している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①過去の現場試験の情報等から、シーム自体と活断層との関連は非常に薄く、それが活動して変動を起こす可能性は非常に低いと判断できる。また、地下の直下に断層があるかは地質学的に色んな検討で十分に分かっており、直下に断層として評価すべきものはないと思う。(佃顧問 (コメント))</p> <p>②他の発電所では敷地内に断層があることで慎重に議論されているところもあるが、島根はそれらとは違い、割と綺麗な地層状況だと思っている。</p> <p>敷地内の断層について心配される方もいると思うので、公開可能であれば敷地内の全面露頭した写真等の記録を見てもらったほうが良いと思う。(佃顧問 (コメント))</p> |

【論点<1>参考①：島根原子力発電所2号機直下の地層図】



出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<1>参考②：島根原子力発電所2号機直下の全面露頭写真】



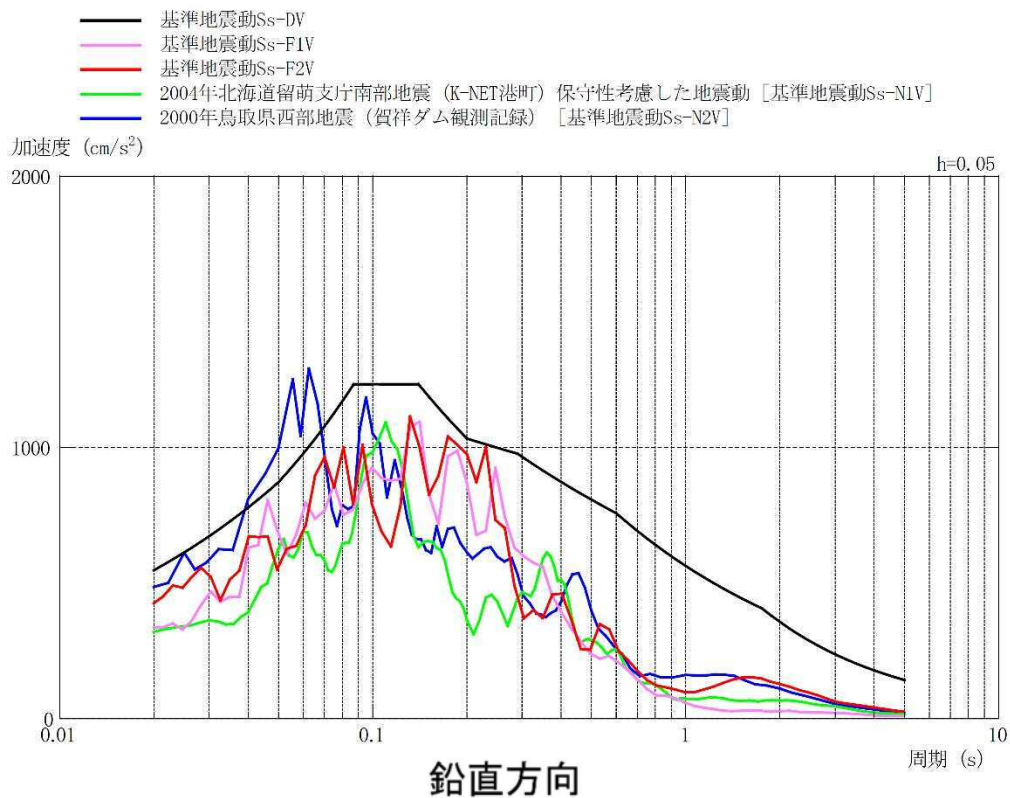
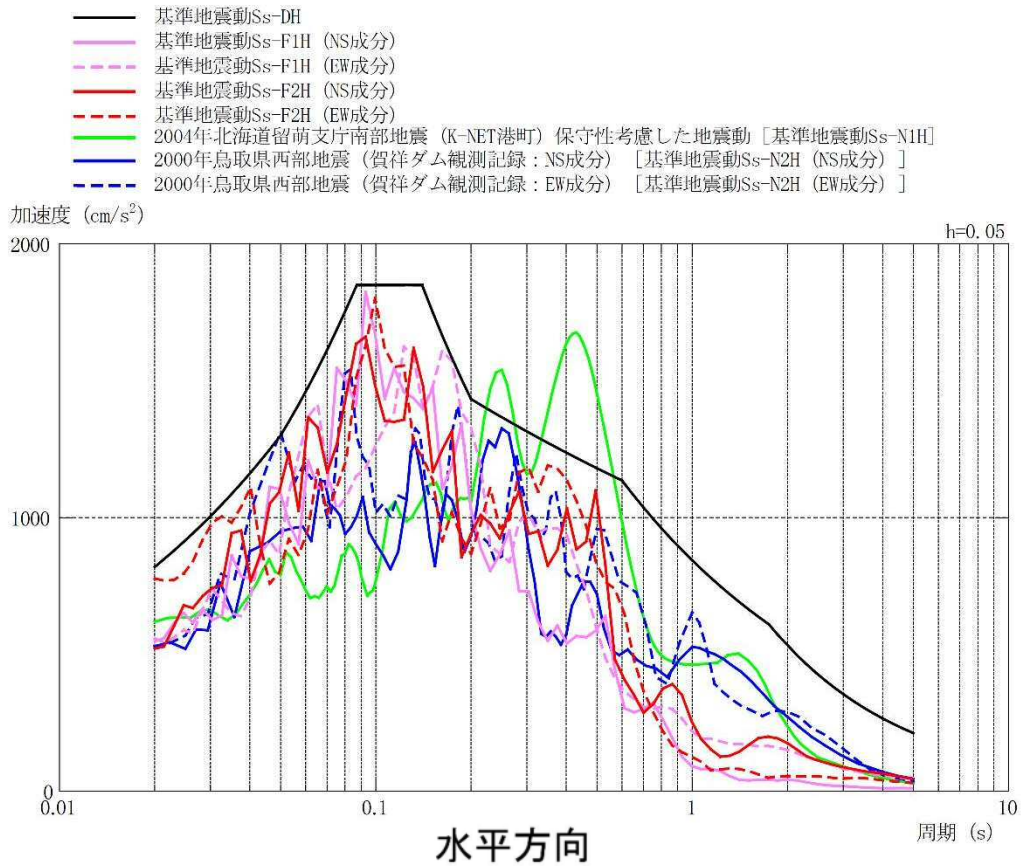
出典：中国電力(株)資料

イ 基準地震動

| 項目 | 〈2〉 5つの基準地震動は、どのような地震を想定したものか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>〈敷地ごとに震源を特定して策定する地震動〉</p> <p>1) 基準地震動A : Ss-D (水平 820 ガル、鉛直 547 ガル) 宍道断層及び海域三連動による地震について、過去の観測記録に基づく経験式による応答スペクトル (21 通り) 及び断層モデルによる応答スペクトル (104 通り) を全て下回らないように設定した地震動</p> <p>2) 基準地震動B : Ss-F1 (水平 560 ガル、鉛直 337 ガル) 宍道断層を対象に、断層モデル手法を用いた地震動評価のうち、主要な施設の固有周期が存在する周期帯における Ss-D との比の平均値が最大の地震動</p> <p>3) 基準地震動C : Ss-F2 (水平 777 ガル、鉛直 426 ガル) 宍道断層を対象に、断層モデル手法を用いた地震動評価のうち、剛な機器の耐震設計において着目する周期 0.02 秒の加速度が最も大きい地震動</p> <p>〈震源を特定せず策定する地震動〉</p> <p>1) 基準地震動D : Ss-N1 (水平 620 ガル、鉛直 320 ガル) 2004 年北海道留萌支庁南部地震の地表観測記録をもとに解析した岩盤での地震動に保守性を考慮した地震動</p> <p>2) 基準地震動E : Ss-N2 (水平 531 ガル、鉛直 485 ガル) 2000年鳥取県西部地震において賀祥ダム (監査廊 : 岩盤相当) で観測された地震動</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①Ss-F1, Ss-F2 については、なぜ必要なのかが分かり難い。一般の方にも分かるように、なぜこれらを基準地震動として追加することになったかを説明し、クリアにすべき。(釜江顧問)</p> <p>②応答スペクトル法で作られた Ss-D に近接していることを踏まえ、Ss-F1, Ss-F2 を基準地震動に追加しておくことには問題は無いと思う。 ただ、少し特殊な考え方であり、先行審査を見てもこういう方法が使われた例は無いと思うので、今後も一般向けを意識した分かり易く丁寧な説明があったほうがいいと思う。 (釜江顧問 (コメント))</p> <p>③Ss-F1, Ss-F2 が包絡スペクトルである Ss-D にかなり近接しているので基準地震動に追加したことは、最大加速度だけで基準地震動が決まらないことを考慮した結果であり、評価に値する。安全審査のときには、地震動や津波評価の妥当性を判断した担当者と設工認で発電所の設計条件を決める担当者が情報を共有</p> |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>して、どのような不確かさが考慮されてきたのか、十分な裕度が考慮されているかなどをしっかりと確認しながら基準地震動の波形を決めたほうがいい。今回はその枠組みで進められたようで、施設側としても安全性が高まっていると思う。</p> <p>(釜江顧問)</p> <p>④基準地震動の評価において、断層の取扱いや不確かさの取扱いは、一番保守的と考えられるような評価がなされていると判断している。</p> <p>釜江顧問の指摘(「顧問の意見③」)は重要で、地震動波形の策定に係る専門的な検討結果が共有された形で上流・下流が共に考え、より堅固で冗長性の高いシステムを構築していくことが重要であり、ぜひその方向で進めていただければと思う。</p> <p>(岩田顧問(コメント))</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss-F1, Ss-F2 は、「震源が敷地に近い地震については、断層モデルを用いた手法を重視すること」、および「断層モデルによる手法の基準地震動は、施設に与える影響の観点から地震動の諸特性(周波数特性等)を考慮して策定すること」という審査ガイドの要求を勘案して、施設の耐震設計に用いる応答スペクトルについて地震動レベルが大きいものを念のため設定したものである。 <p>なお、審査ガイドには「応答スペクトルによる基準地震動が全周期帯にわたって断層モデルを用いた基準地震動を有意に上回る場合には代表させることができる」という記載もあるが、断層モデルの宍道断層による地震の地震動評価結果では、個別の周期帯において基準地震動 Ss-D に近接している部分があるため、上記のとおり Ss-F1 および Ss-F2 として選定している。</p> |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 基準地震動を作る側と使う側が連携していないと規制に抜けができてしまうことは認識しており、地震審査担当と耐震設計審査担当は同じ課の中にいる。 <p>Ss-D の応答スペクトルは全ての周期帯で包絡した形になっているが、個々の機器の固有周期を考慮すると、Ss-D のピークが落ちている周期帯には重要機器があり、かつ断層モデル手法で得られた応答スペクトルが Ss-D にかなり近接しており、設計時には減衰定数 5%以外を使う設備もあることを考慮して、地震審査と耐震設計審査の担当が意見交換した上で、Ss-F1, Ss-F2 を基準地震動として採用すべきだと判断した。</p> |

【論点<2>参考：策定した基準地震動の応答スペクトル】

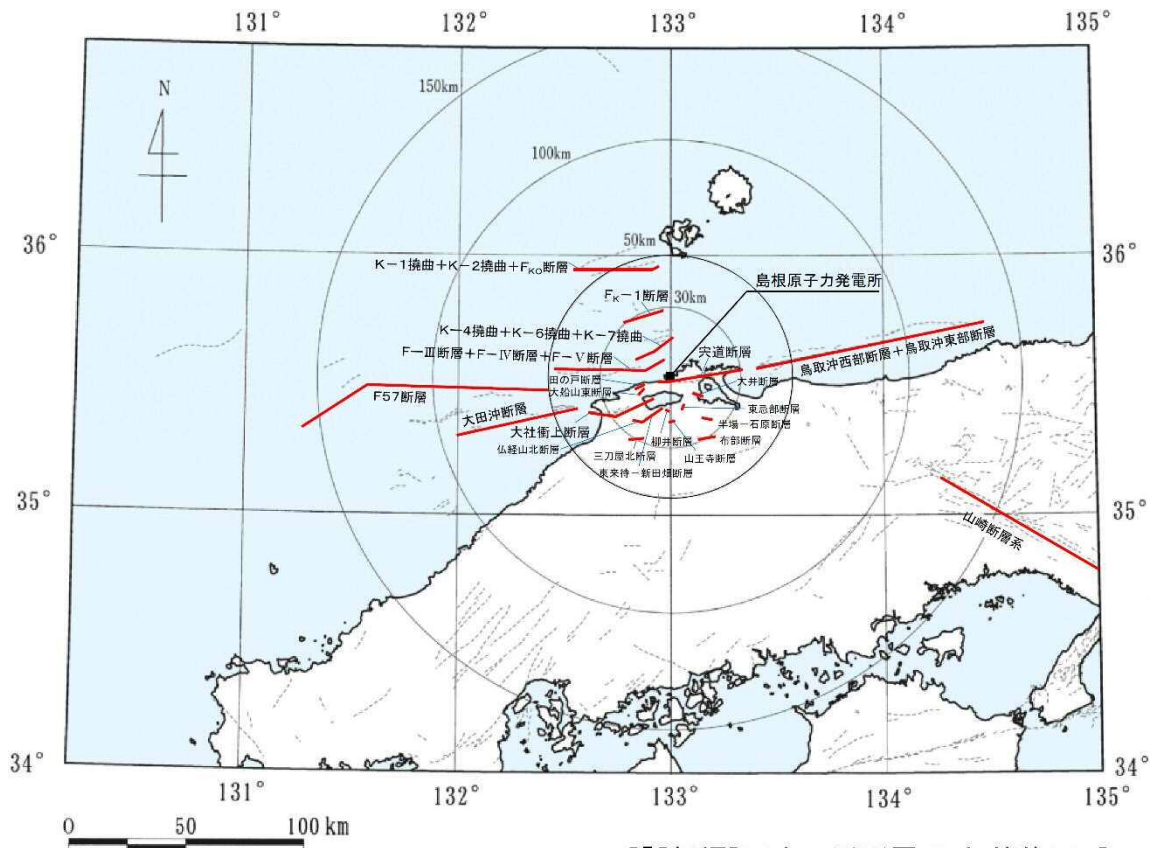


出典：中国電力(株)資料

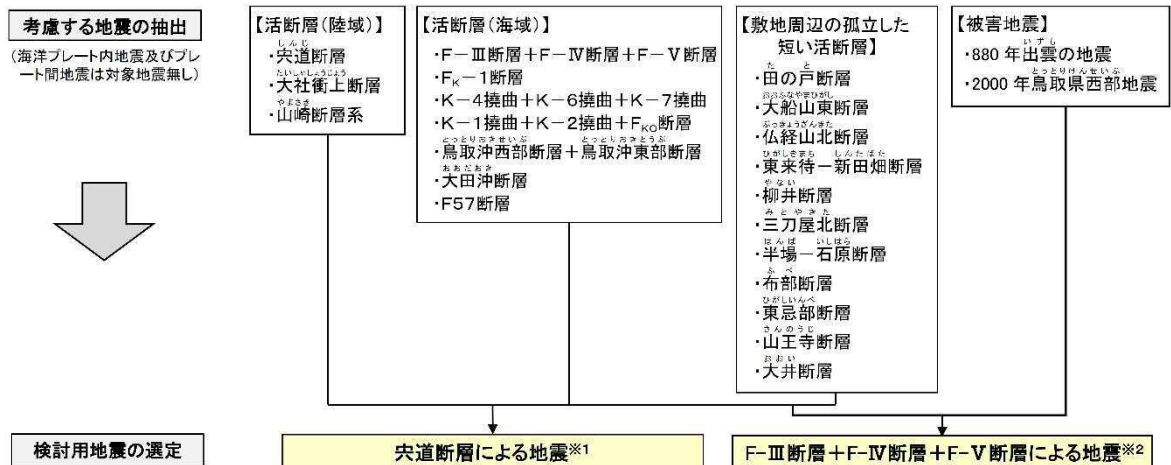
(7) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

| 項目 | <p><3> 震源を特定して策定する地震動に宍道断層と海域三連動による地震を選定した理由は何か</p> |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>文献調査で抽出した敷地周辺 21 断層及び過去に発生した地震について、以下の手法により敷地への影響を比較した結果に基づき、宍道断層と海域三連動（F－Ⅲ断層＋F－Ⅳ断層＋F－Ⅴ断層）による地震を敷地へ及ぼす影響が大きいと想定される地震（検討用地震）として選定した。</p> <p>1) マグニチュードMと震央距離Δ^(※)の関係の比較 地震のマグニチュードM、震央距離及び敷地で想定される震度の関係（M－Δの関係）を比較した結果、敷地に与える影響が最も大きい地震は敷地の極近傍に位置する宍道断層となった。 (※) 震源の真上の地表の点を「震央」といい、震央から観測点まで地表に沿って測った距離を「震央距離」という。 地震学では通常、震央距離をΔ（デルタ）の記号で表す。</p> <p>2) 経験式に基づく地震動評価結果（応答スペクトル）の比較 過去の観測記録に基づく経験式（耐専式）を用いて、宍道断層以外^(※)の断層について地震動を評価した結果、敷地に与える影響が最も大きい地震は海域三連動による地震となった。 (※) 宍道断層は敷地の極近傍に位置するため、耐専式の適用範囲外と評価した。</p> <p>なお、敷地周辺の海洋プレート内地震及びプレート間地震の震源は敷地から遠方に位置し、敷地へ及ぼす影響が小さいことから、検討用地震の選定対象外としている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①想定する断層や地震が今の精度で十分だという説明を、調査も含めて継続的にやっていただきたい。宍道断層や周辺の断層、連動性の問題も含めて、更に調査してより納得性のあるものにしていく努力を続けるべき。(佃顧問 (コメント))</p> <p>②海域のF－Ⅲ～F－Ⅴの断層を一連のものとした理由は。 (佃顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地質構造上の類似性が認められ、断層間の距離が近いことから、連動するものとして評価した。 |

【論点<3>参考①：敷地周辺の活断層の分布及び検討用地震の選定】



【「新編」日本の活断層」に加筆修正。】

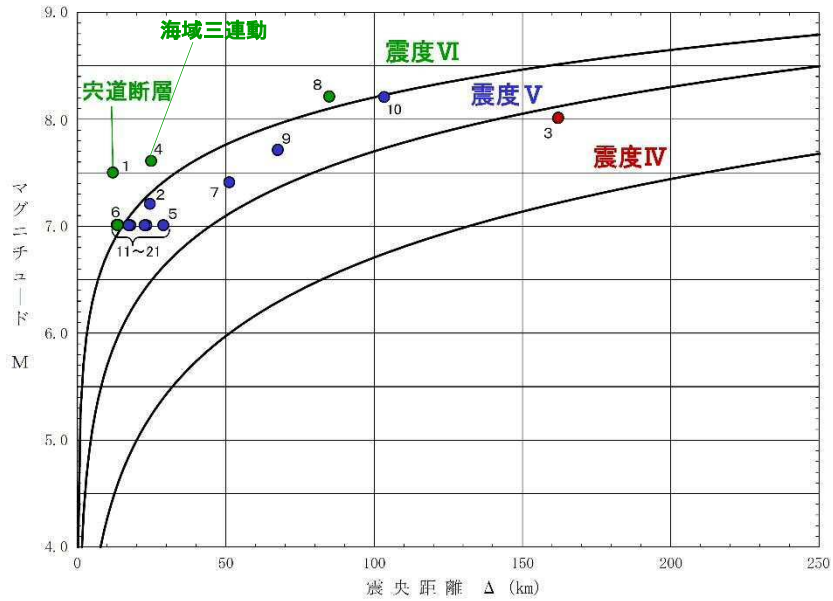


※1 耐専式の適用範囲外であるため、「M-Δの関係」の比較に基づき選定

※2 耐専式による地震動評価結果(突道断層による地震以外)の比較に基づき選定

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

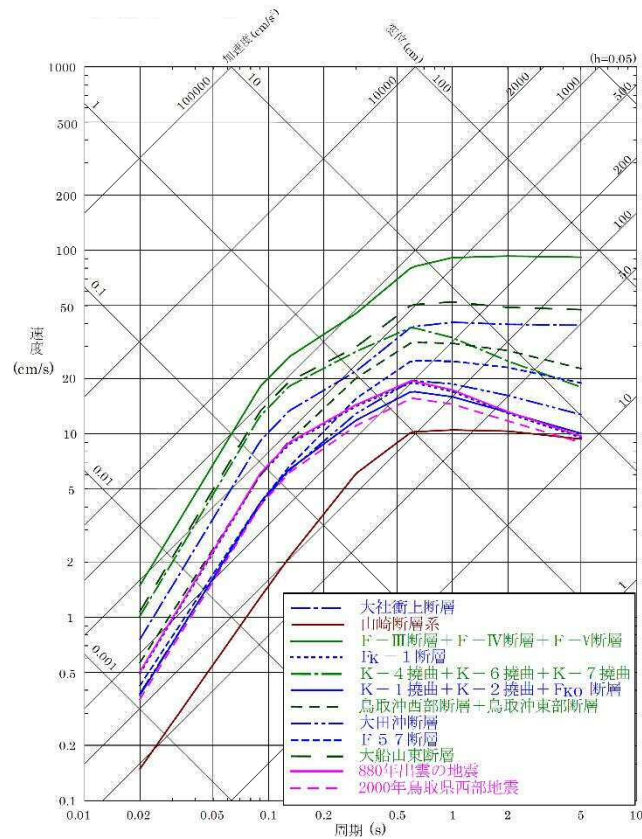
【論点<3>参考②：M-Δの関係の比較】



〔IV, V, VIは旧気象庁震度階級で、震度の境界線は村松(1969)及び勝又・徳永(1971)による。〕

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<3>参考③：経験式による地震動評価結果（応答スペクトル）の比較】



出典：中国電力(株)資料

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p>＜4＞ 島根半島の離水海岸地形と、断層活動との関連性は検討されているか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>島根半島の離水海岸地形（離水ベンチ）は最近の地震による地盤の隆起を示唆しているとの意見があることを踏まえて、島根半島海岸における断層活動性調査の結果を確認する。 ※国の審査等に先行して確認を行うため県独自項目として扱う。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>以下の調査や検討を実施し、島根半島の海岸地形は断層活動との関連性が無いことを確認した。</p> <p>＜島根半島の海岸地形調査＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空中写真判読により海岸地形の分類を行い、ベンチ等の地形の抽出を行った。 ・ベンチの発達程度（分布）に地域的な偏りが認められ、潮間帯より上位に発達するベンチの形成高度も様々なものが存在し、定高性や系統的な高度変化などの規則性は確認されない。 <p>＜島根半島の海岸地形（ベンチ）の形成要因に関する検討＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上記の海岸地形調査によって認められた海岸地形（ベンチ）の形成要因を検討するため、倉内湾、沖島付近、桂島付近、潜戸付近において、詳細な地形データを取得する空中写真測量、岩種・岩相の確認等を行う地表地質踏査を実施した。 ・確認されたベンチには、潮間帯に位置しているものと潮間帯より上位に位置しているものが存在するが、いずれのベンチも高波浪時には波が到達する範囲にあり、明らかに離水したベンチは認められない。また、ベンチは広がりや連続性に乏しく、定高性や系統的な高度変化などの規則性は認められないこと等から、地震性隆起が示唆される地域（浜田市畳ヶ浦海岸付近）の海岸地形の特徴と大きく異なる。 ・ベンチの高度差は、岩種・岩相の侵食抵抗差や波浪の影響度合を反映していると考えられる。 ・以上のことから、島根半島沿岸に様々な高度で発達するベンチは、現在を含む波浪等の影響を受ける過程で、岩種・岩相の侵食抵抗差を反映して形成されたと評価した。 |
| 顧問の意見 | <p>①島根地域はジオパークに指定されており、地域の住民には島根半島や宍道湖の形成過程、それと地殻変動との関係性、侵食影響の有無などについて素朴な疑問を持っている方が沢山いる。これを踏まえると、地域の住民に地形や地質の特徴について理解を深めてもらうための作業は非常に重要であり、県は説明活動を続けていく必要がある。（佃顧問）</p> |

| | |
|-------------|---|
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・県の広報誌等を活用し、離水海岸地形や島根半島の成り立ちも含め、島根地域の地形・地質の特徴について県民に分かり易く伝えるための活動を実施していく。 |
|-------------|---|

【論点<4>参考①：島根原子力発電所周辺陸域の詳細調査位置図】



地理院地図より引用・加筆

出典：中国電力(株)資料

【論点<4>参考②：沖島付近の地表地質踏査状況（例）】



湾東側湾口部の地形状況



貫入岩に形成されたベンチ

出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <p>＜5＞ 宍道断層の端部（西端・東端）の当初申請時からの変更理由・設定根拠は何か</p> |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>＜西端＞</p> <p>当初申請時は変位地形・リニアメントが認められず、古浦西方の海岸部では断層は認められないこと等から古浦西方の西側を宍道断層の西端としていたが、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・古浦以西には宍道断層の延長部に対応する断層は認められないが、陸海境界付近の調査結果に不確かさがあること ・女島地点では、陸海境界付近を横断する群列ボーリング調査等で活断層がないことを示すより精度や信頼性の高いデータが得られていること ・音波探査、ボーリング調査、地表地質踏査の結果、女島以西で宍道断層の延長部に対応する断層活動は認められないことから、女島を西端と評価した。(3km 延長) <p>なお、古浦湾～十六島沿岸にかけての重力異常は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変動地形学的調査から、宍道断層の端部付近で断層活動性が低下していること ・古浦～十六島付近の重力コンターの傾斜部は、後期更新世以降の活動が認められない断層による地下構造に起因すると考えられ、宍道断層の重力異常へ連続しないことから、宍道断層とは関連しない。 <p>＜東端＞</p> <p>当初申請時は幅広なはぎ取り調査等の結果、宍道断層に対応する断層は認められないことから下宇部尾東を宍道断層の東端としており、その東方の森山でも、トレンチ調査等の結果から後期更新世以降の断層活動は認められていないが、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下宇部尾東及び森山の更に東方では、一部断層を除き上載地層がないこと、陸海境界では十分な調査が実施できないことから、後期更新世以降の断層活動が完全には否定できないこと ・美保関東方沖合いでは、音波探査による精度や信頼性がより高い調査において後期更新世以降の断層活動は認められず、かつ、明瞭な重力異常が認められないことから、美保関東方沖合いを東端と評価した。(14km 延長) |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①東端だけでなく西端についても、西端としている位置から更に西側の陸域・海域の断層との連続性がないことや離隔距離が十分にあることを、数値も含めて説明したほうがいい。そうした調査・評価結果があるならば、的確に表現したほうが安心につながる。(佃顧問)</p> <p>②39km という宍道断層の最大規模を評価する上で、西端部の評価</p> |

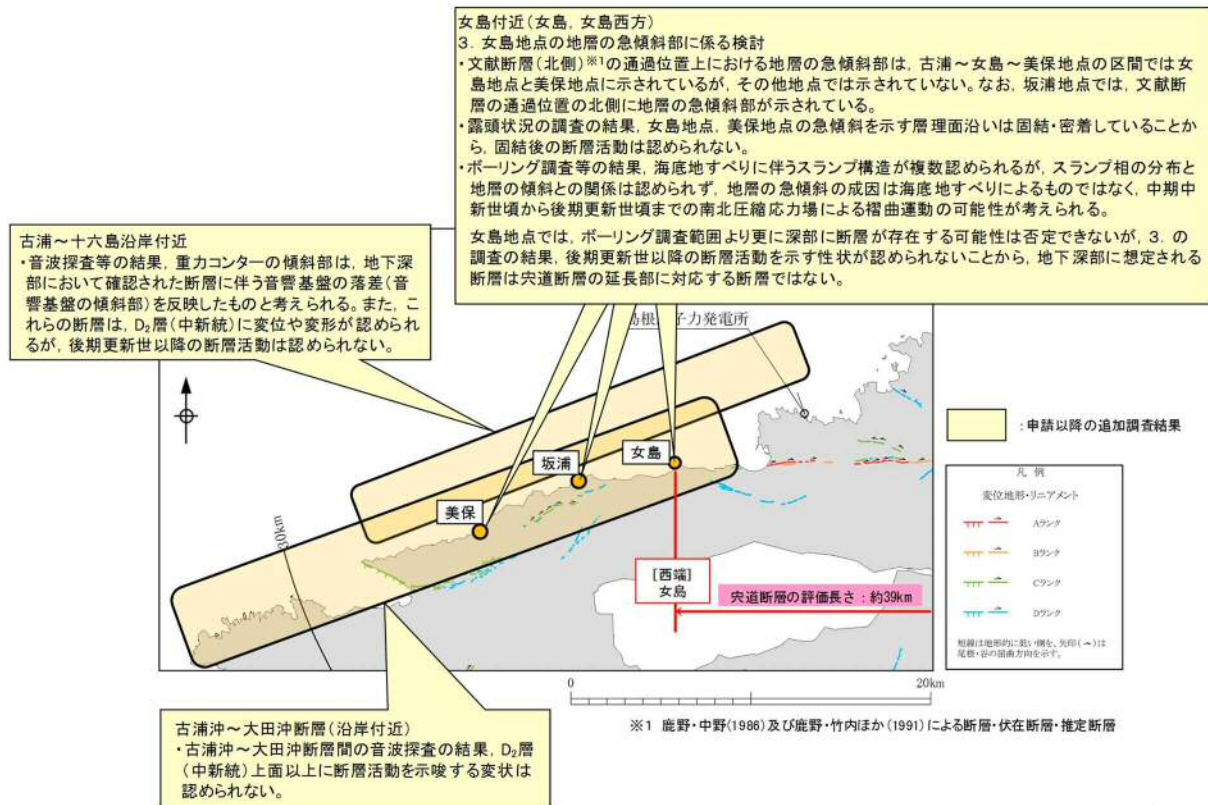
| | |
|---------|--|
| | <p>についても東端と同じレベルの説明を尽くすべき。(釜江顧問)</p> <p>③重力異常はスタティックな地下構造を反映する情報であり、活断層かどうかという情報には直接には結びつかないので、追加調査で断層活動性を示す情報が得られておらず、申請時の東端付近でも断層末端の性状を示している中で、重力異常があるところを活断層が想定される地質構造として思い描くには無理がある。重力異常の情報を取り上げて、ここまで東端を延ばす必要が本当にあるかは疑問。</p> <p>東端については、科学的判断というより工学的、或いは経営的な判断に基づいて決めたものと理解している。</p> <p>(佃顧問 (コメント))</p> <p>④小会議でも申し上げたが、活断層の専門家としては、宍道断層の長さは当初の 22km でも科学的知見に基づいてしっかり余裕を見た長さだと判断していた。</p> <p>中国電力が 39km まで延ばしたことは、科学的というよりは安心を勝ち取るための工学的、或いは経営的判断だと理解している。その理解で間違いないかを国にも伺いたい。(佃顧問)</p> |
| 中国電力の回答 | <p>(「顧問の意見」①②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地質調査の結果、 <ol style="list-style-type: none"> 1) 古浦沖から大田沖断層の海域及び沿岸付近における音波探査の結果、古浦沖から女島付近の陸海境界付近における群列ボーリング調査等の結果、さらに、古浦西方から女島付近の陸域における地表地質踏査等の結果、宍道断層の延長部に対応する断層は認められないこと 2) 宍道断層の末端性状について、変動地形学的調査の結果、端部付近では断層活動性が低下していること 3) 古浦～十六島沿岸付近の重力コンターの傾斜部は、後期更新世以降の断層活動が認められないF-①断層及びF-②断層に伴う音響基盤の落差(音響基盤の傾斜部)を反映したものと考えられ、その重力異常は、宍道断層で認められる明瞭な重力異常へ連続しないことから、宍道断層は西方へ延長しないと評価している。 ・宍道断層の西端と評価した女島および文献に断層が記載されている更に西方の美保において地層の急傾斜部が認められるが、これらの連続性は確認されず、また、露頭調査の結果、急傾斜部を示す層理面沿いは固結・密着していることから、固結後の断層活動は認められない。更に西方海域には大田沖断層が確認されるが十分な離隔がある。 |

| | |
|-----------------------|---|
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宍道断層は島根原発に近い位置にあり、少し延びるだけでも地震動が大きくなるため、その断層長さは審査の中ですごく慎重に議論してきた。そうした観点もあって、中国電力が行った追加調査でも断層の活動性を示す証拠が確認されていない中ではあるが、海と陸の境界における調査の不確かさや地震本部の知見等を踏まえ、地中まで含めて明確に活動性を否定できる地点まで西端、東端ともに延ばすこととした。 |
|-----------------------|---|

【論点<5>参考①：宍道断層の長さ評価（まとめ）】

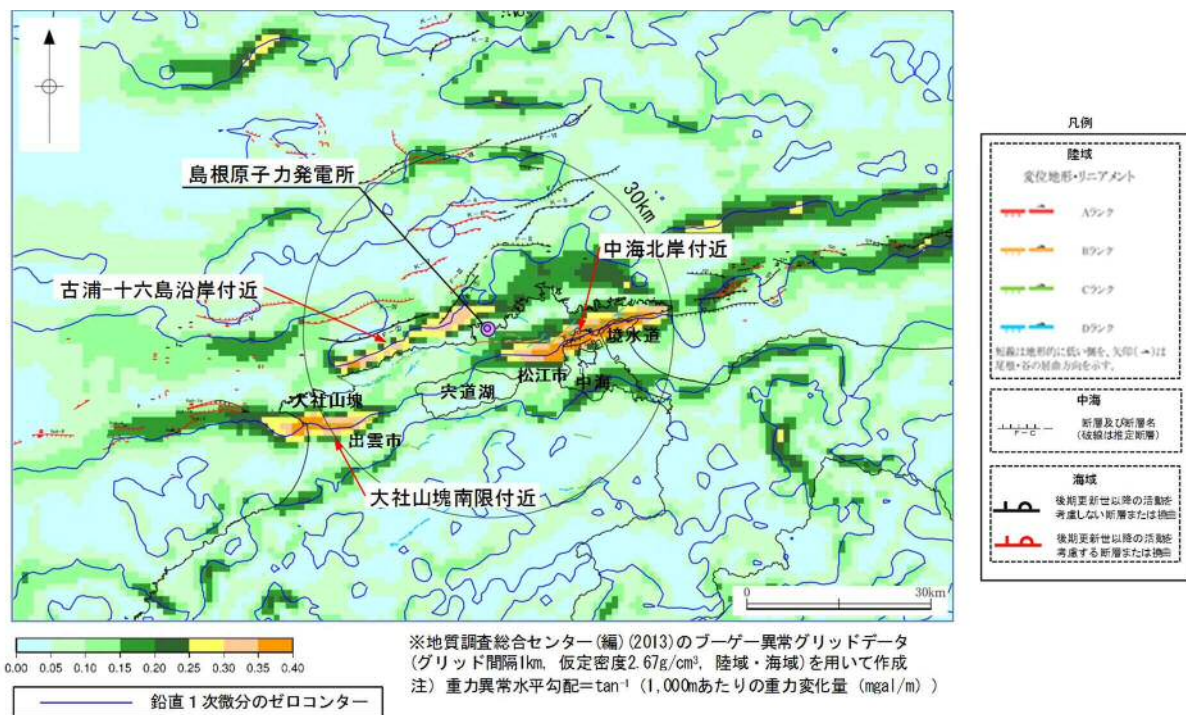


【論点<5>参考②：宍道断層とその西方延長の評価結果概要】



出典：中国電力(株)資料

【論点<5>参考③：島根半島の重力異常】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <6> 宍道断層と鳥取沖西部・東部断層が連動することはないか |
|--------------------------|---|
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | 地質調査の結果、 <ul style="list-style-type: none"> ・宍道断層及び鳥取沖西部断層端部の音波探査の結果、宍道断層と鳥取沖西部断層の間に後期更新世以降の活動は認められないこと ・鳥取沖西部断層の西端付近は、横ずれ断層の末端部付近を示唆する性状を示し、断層活動性が低下していること ・宍道断層と鳥取沖西部断層の間は D₂ 層の高まり及び南側の後期更新世以降の断層活動が認められない S30 断層により規制され、これらを横断する断層は確認されないこと ・宍道断層で認められる重力異常は鳥取沖西部断層へ連続しないことから、宍道断層と鳥取沖西部・東部断層は連動しないと評価した。 |
| 顧問の意見 | <ol style="list-style-type: none"> ①横ずれが卓越していれば、音波探査記録の段差では見えない。本当に横ずれであることが見て分かるような内容（横ずれ断層に特徴的な花卉構造等）を用意したほうが説得力があるし、そういったものを分かりやすく見せたほうがいい。（岩田顧問） ②海域の音波探査の結果から、地層の年代感や後期更新世以降の活動有無はどのように判断しているか。ボーリング調査結果等とも照合しているのか。（釜江顧問） ③重力異常の検討結果に関連し、以下の事項を教えて欲しい。 <ul style="list-style-type: none"> ・水平勾配の求め方 ・鉛直 1 次微分のゼロコンター通過位置の求め方 ・ゼロコンター通過位置が曲線となっており、各地点において 2 次元断面を設定して線を引いている場合は、その引き方と妥当性 （岩田顧問） ④重力異常に関し、現行の資料では重力の値自体にどのような落差があるかの説明が無い。これでは落差がどの程度かが分からないので、定量的な評価を示すべき。（岩田顧問） |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・美保関町東方沖合い及び鳥取沖において、横ずれ断層として特徴的な花卉構造が認められる。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音波探査で認められる反射面の連続性、下位層との不整合関係、堆積構造及び反射パターンの特徴に着目して区分すると共に、柱状採泥調査により試料を採取し火山灰分析および放射性炭素同位体法による年代測定を行い、その結果から地質時代や後期 |

更新世以降の活動性の有無を判断した。

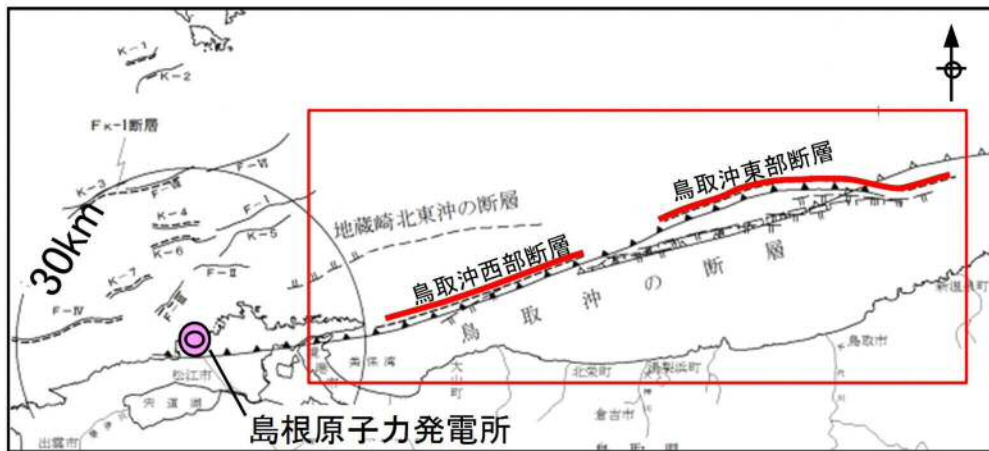
(「顧問の意見」③について)

- ・ 水平1次微分(水平勾配)は、南北方向と東西方向の微分値を足し合わせて求めている。
- ・ 鉛直1次微分は、フィルタリングと呼ばれる重力異常から地質構造を推定する手法を用いている。「水平1次微分の値がある程度大きい地域」かつ「鉛直1次微分のゼロコンターが通過している個所」に着目することにより、断層等の構造境界の抽出が可能となる。

(「顧問の意見」④について)

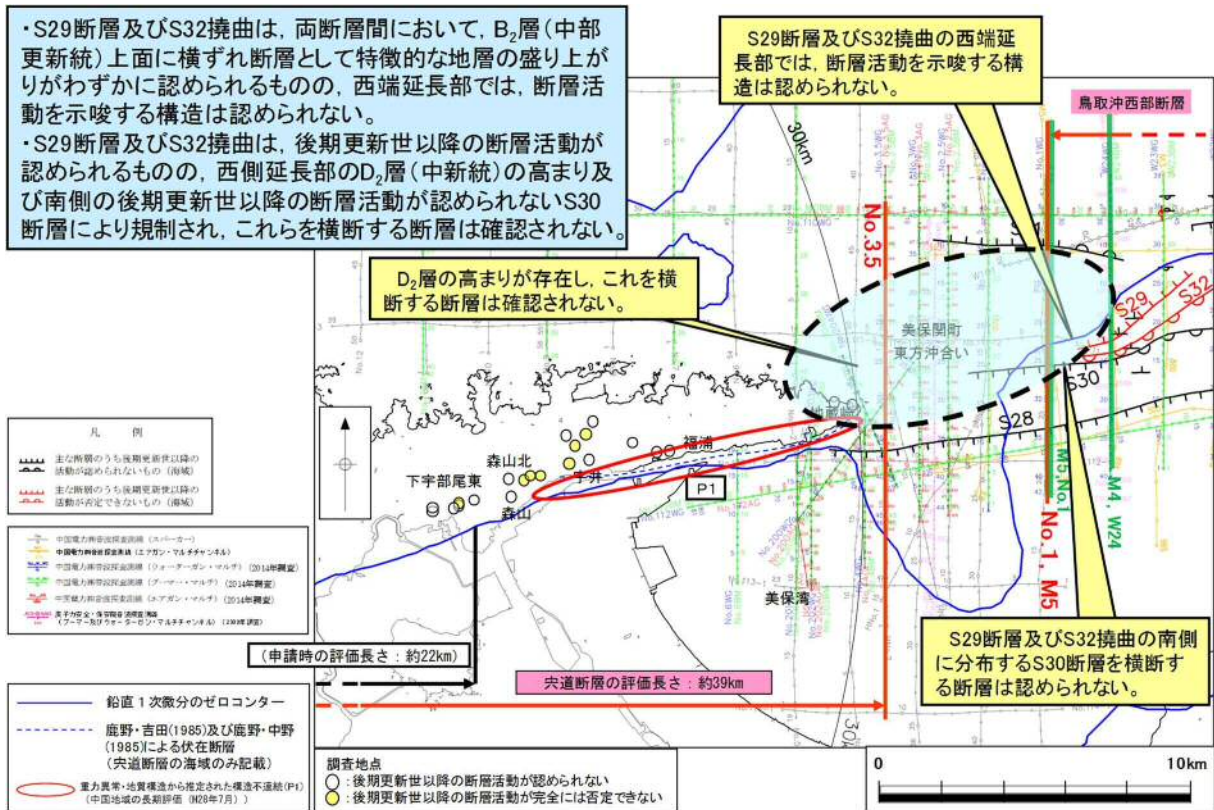
- ・ 音波探査記録、反射法地震探査、ボーリング調査結果をもとに、基盤の落差に焦点を当てた重力データ解析を行った結果、解析値は重力変化(日本の重力データベース(地質調査総合センター, 2013))を概ね表現している。

【論点<6>参考①：鳥取沖西部・東部断層の位置】



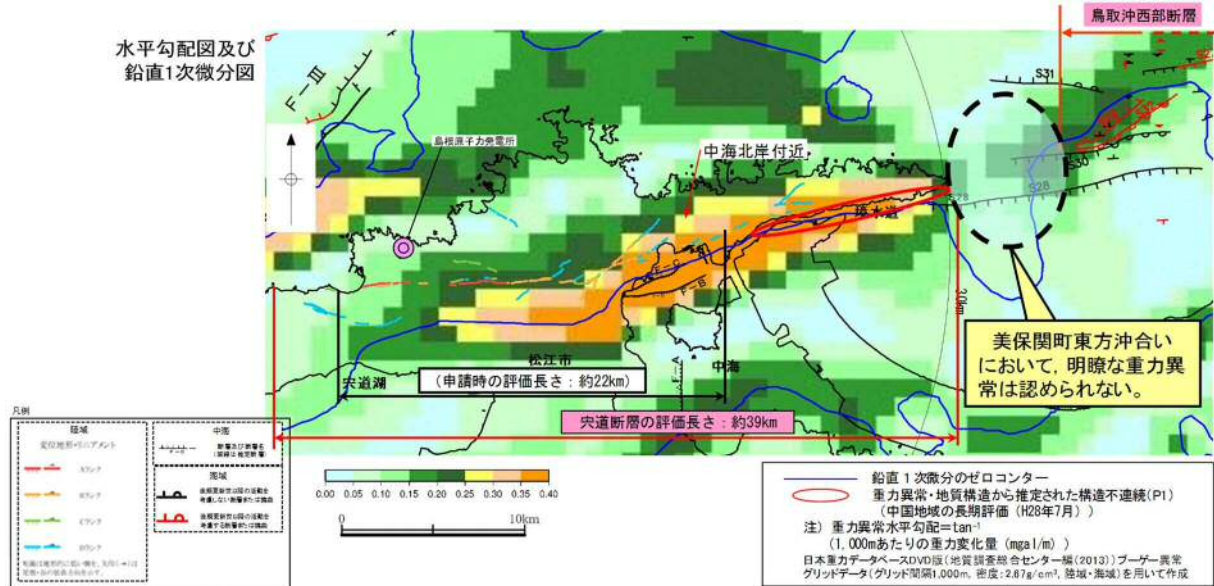
出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<6>参考②：連動性評価の例（詳細地質構造に関する検討結果）】



出典：中国電力(株)資料

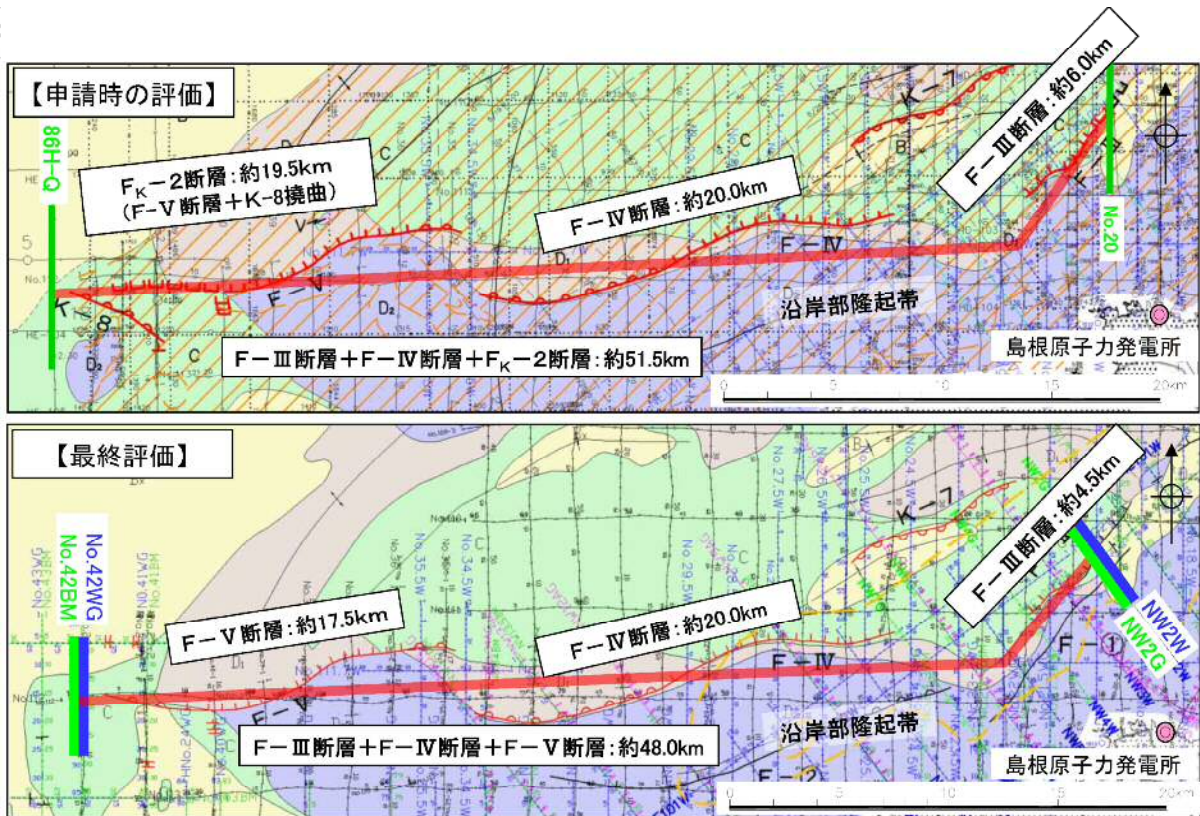
【論点<6>参考③：連動性評価の例（重力異常に関する検討結果）】



出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>〈7〉 海域三連動の端部（東端・西端）の当初申請時からの変更理由・設定根拠は何か</p> |
| <p>審査結果 （審査等における中国電力の説明）</p> | <p>当初申請時は断層との距離が近いこと等からF－V断層延長部にあるK－8撓曲部も連動すると評価していたが、追加音波探査の結果、鮮新統～前期更新統（約80万年前）の地層に断層活動を示唆する変位や変形が認められなかったことからK－8撓曲部を断層長さ評価から除外して西端部の位置を見直し、F－K₂断層（F－V断層）の評価長さを2km短縮した。</p> <p>また、F－Ⅲ断層東端部付近での追加採泥調査により得られた火山灰層及び貝殻の年代測定並びに追加音波探査から、B_{1E}層（中部～上部更新統）の地層に断層活動を示唆する変位や変形が認められないことが確実に became ことから、東端部の位置を見直し、F－Ⅲ断層の評価長さを1.5km短縮した。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①海域三連動の長さは申請時の51.5kmから48kmに短くなったが、地震動は逆に申請時より大きくなった。専門家には理由が分かるが、一般の方向けの説明はきちんとしておいたほうがいい。（釜江顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海域三連動の応答スペクトルに基づく地震動評価については、耐専式が適用範囲外であるため、申請時は耐専式以外の距離減衰式を用いて評価していたが、現状では安全側の評価として耐専式を用いているため、評価式の違いにより地震動が大きくなっている。（詳細は論点〈9〉の回答のとおり） |

【論点<7>参考：海域三連動の追加調査を踏まえた評価の見直し】



出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>〈8〉 宍道断層・海域三連動の地震動評価において、基本震源モデルの各パラメータの設定根拠は何か</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>〈宍道断層の基本震源モデル〉</p> <p>巨視的断層パラメータについては、前述の地質調査等から、いずれも保守性を考慮して、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断層長さを 39km(女島～美保関東方沖合い) ・断層幅を 18km(上端 2km～下端 20km の鉛直方向 18km) ・断層傾斜角を 90° <p>にそれぞれ設定した。</p> <p>微視的断層パラメータ及びその他の断層パラメータについては、震源断層を特定した地震の強震動予測手法（以下、「レシピ」（地震調査研究推進本部, 2017)）等から、それぞれ以下のとおり設定した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 破壊伝播速度 Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係により、$2,570\text{m/s}$ ($0.72V_s$) に設定 2) アスペリティ数 入倉・三宅(2001)によると、アスペリティの個数は断層長さが 20km より短いときは1つで、それより長くなると増加するとされていることから、宍道断層の断層長さ(39km)に基づき 2個設定 3) アスペリティ位置 地質調査に基づく変位地形・リニアメントを考慮し、第一アスペリティを敷地に近いAランクリニアメント部、第二アスペリティを第一アスペリティ範囲の東側に分布するリニアメントの中央部付近に設定 4) 短周期レベル 入倉・三宅(2001)により算出した地震モーメント(M_0)と、壇ほか(2001)の地震モーメントと短周期レベル(A)の以下の経験的關係^(※)より、$1.60 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m/s}^2$ に設定 (※) $A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} (\text{N}\cdot\text{m/s}^2)$ 5) すべり角 地質調査結果及び産業技術総合研究所の活断層データベースによると宍道断層は右横ずれの断層であることから、180° に設定 6) 破壊開始点 レシピによると「破壊開始点を特定できない場合、簡便化したパラメータ設定として、横ずれ成分が卓越する時はアスペリティ下端の左右端を基本とする」とされていることを踏ま |

| | |
|--|---|
| | <p>え、第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2点に設定</p> <p><海域三連動の基本震源モデル></p> <p>巨視的断層パラメータについては、前述の地質調査等から、いずれも保守性を考慮して、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断層長さを48km ・断層幅を約19km（上端2km～下端20kmの鉛直方向18kmに70°の傾斜を考慮） ・断層傾斜角を70° <p>にそれぞれ設定した。</p> <p>微視的断層パラメータ及びその他の断層パラメータについては、レシピ等から、それぞれ以下のとおり設定した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 破壊伝播速度 Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係により、$2,570\text{m/s}$ ($0.72V_s$) に設定 2) アスペリティ数 入倉・三宅(2001)によると、アスペリティの個数は断層長さが20kmより短いときは1つで、それより長くなると増加するとされていることから、海域三連動の各セグメント長さに基づき、東側セグメント(F-Ⅲ断層及びF-Ⅳ断層の評価区間30km)に2個、西側セグメント(F-Ⅴ断層の評価区間18km)に1個の計3個に設定 3) アスペリティ位置 F-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層、F-Ⅴ断層それぞれの評価区間の中で最も敷地に近い位置に設定 4) 短周期レベル 入倉・三宅(2001)により算出した地震モーメント(M_0)と、壇ほか(2001)の地震モーメントと短周期レベル(A)の以下の経験的關係^(※)より、$1.98 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ に設定 (※) $A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} (\text{N} \cdot \text{m} / \text{s}^2)$ 5) すべり角 断層の走向や現在の応力場より、海域三連動は右横ずれ断層と推定されることから、レシピに基づき180°に設定 6) 破壊開始点 レシピによると「破壊開始点を特定できない場合、簡便化したパラメータ設定として、横ずれ成分が卓越する時はアスペリティ下端の左右端を基本とする」とされていることを踏まえ、敷地近傍の東側セグメントの第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2点に設定 |
|--|---|

| | |
|--------------|--|
| | <p><宍道断層の震源深さ、断層傾斜角（補足）></p> <p>地震発生層の上限深さは、他機関の検討や研究成果等の中で最も浅い2kmに設定した。</p> <p>地震発生層の下限深さは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「中国地域の長期評価（H28年7月）によるD90」及び「気象庁一元化データによる震源鉛直分布」において15kmより深い下限深さ（20km）が示されていること ・波形インバージョン解析等による2000年鳥取県西部地震の震源モデルにおいて最大18km程度の断層幅が示されていることから、それらを参考に安全側に20kmに設定した。 <p>以上に基づき、震源深さ（断層幅）を18kmと評価している。</p> <p>断層傾斜角については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地質調査の結果、宍道断層を代表する調査地点と考えられる佐陀本郷廻谷～上本庄の断層傾斜角は、南傾斜～ほぼ鉛直であること ・全国地震動予測地図2017年版では宍道（鹿島）断層を断層傾斜角70°北傾斜としているが、これは鳥取沖での調査結果に基づくこと <p>から、基本震源モデルの断層傾斜角は90°と評価し、不確かさとして断層傾斜角70°北傾斜を考慮した。</p> <p><海域三連動の震源深さ、断層傾斜角（補足）></p> <p>震源深さ（断層幅）については、宍道断層と同様に安全側に設定した地震発生層（上限深さ2km、下限深さ20km）に断層傾斜角70°を考慮（$18\text{km} \div \sin 70^\circ$）し、約19kmに設定した。</p> <p>断層傾斜角については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断層周辺で発生した横ずれ断層による地震の断層傾斜角のうち、最も傾斜しているものは71°であること ・音波探査記録から海域三連動全体の傾斜角を平均すると35°程度になるが後期更新世以降の断層活動様式が不明であることを考慮し、基本震源モデルの断層傾斜角は70°南傾斜と評価し、不確かさとして35°南傾斜を考慮した。 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①断層モデルの評価はレシピに従い適切になされている。破壊伝播速度、短周期レベルの設定は論文等の根拠があり問題ない。アスペリティ位置等の微視的パラメータは事業者判断で設定されているが、保守的設定であれば問題にならないと考える。 （釜江顧問（コメント））</p> <p>②地震発生層の取り扱いについては、こういう形で良いと思う。大地震の場合は微小地震が起きた時以上に、より深くまでずれも生じているというのが最近の知見だと思う。</p> |

| | |
|---------|--|
| | <p>(岩田顧問 (コメント))</p> <p>③海域三連動の断層傾斜角の設定にあたっては、現在の応力場もしくは発震機構を基にした検討を行っているか。そうした説明があったほうが分かりやすい。(岩田顧問)</p> <p>④35° の断層傾斜角を採用することが基本モデルとしては適切でない理由は何か。断層傾斜角という実態的に見えないものを想定した時に、どういう説明ができるのか。 古い断層と同じ場所で新たに破壊面を作るのは不自然に感じる ので、判断根拠を明確に文章化したほうがいい。(佃顧問)</p> <p>⑤地表付近で確認された 35° という傾斜角が、地下の地震発生層では 70° と広角になっていくとしているので、どういう絵が描けるかという断層のイメージングについて説明があったほうが良い。 地表付近の音波探査結果からすぐに地震動評価のためのモデル化に行っている印象があるので、一般の方の理解を進めるためにはもう少し段階を踏んだ説明を加えるべき。(佃顧問)</p> <p>⑥海域三連動の断層傾斜角に関しては、地下深部の情報が十分無い中で 70° を基本モデルとすることは理解できるが、音波探査図のどこの変形を見れば良いかは一般の人には分かり難いと思う。D₁, D₂といった境界層の評価位置も分からないので、説明資料にはもう少し工夫があって良いと思う。 (佃顧問 (コメント))</p> <p>⑦海域三連動については、段階を追った判断のプロセスを明確にしてほしいという気持ちがあった。反射記録等では活断層の可能性は非常に低いと判断される一方で、その次の段階として、上載層が分布しておらず後期更新世以降の活動を評価できなかったため、活断層と見なして断層モデルを作成したと理解している。 また、海域三連動の基本震源モデルにおける断層傾斜角を図で表現するなら、観測事実がある 2km までの区間は 35°、2km 以深は 70° と描くのが正しいのでは。そうすると図の上では敷地に近づくように見え、影響を確認したくなる。 観測事実は揺るがないので、2km までの区間も 70° としなければいけない理由があるなら聞いておきたい。(佃顧問)</p> |
| 中国電力の回答 | <p>(「顧問の意見」③④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断層傾斜角については、以下のレシピの考え方にに基づき、より信頼性の高い情報を考慮して設定することとしている。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 対象とする断層についての反射法探査結果等、断層の傾斜角を推定する資料がある場合にはそれを参照する 2) 周辺にある同じタイプの断層から傾斜角が推定できる場合 |

には、それを参照する

3) 上記のような資料が得られない場合は、横ずれ断層の傾斜角は 90° を基本とする

- ・ 海域三連動は、B層（中期～後期更新世堆積層）の明瞭な分布が確認できていないこと等から、後期更新世以降の活動を考慮する断層と評価している。地質調査結果より、東北東－西南西走向の低角（南傾斜）逆断層が認められ、その傾斜角は音波探査記録を参照すると断層全体の平均で 35° 程度である。但し、当該断層は更新世以降において、南側隆起（北側沈降）の逆断層運動を示唆するB層の堆積盆の形成は認められず、横ずれ運動を示唆する花卉構造や引きずり込み構造などの特徴的な反射パターンも認められないことから、後期更新世以降の活動様式は不明である。

従って、本調査結果を基本震源モデルの断層傾斜角として採用することは適切でないと考えます。

- ・ ほぼ東西の走向を持つ海域三連動が現在の東西圧縮応力場で活動する場合、主に横ずれの断層活動を示すと考えられることから、レシピの考え方にに基づき、当該断層の周辺で発生した横ずれ断層による地震の断層傾斜角を参照して設定している。参照した地震のうち、M7クラスの大規模地震の断層傾斜角は 90° であり、中小地震の断層傾斜角は平均的には 80° 程度、最も傾斜しているものでも 71° であることから 70° に設定している。

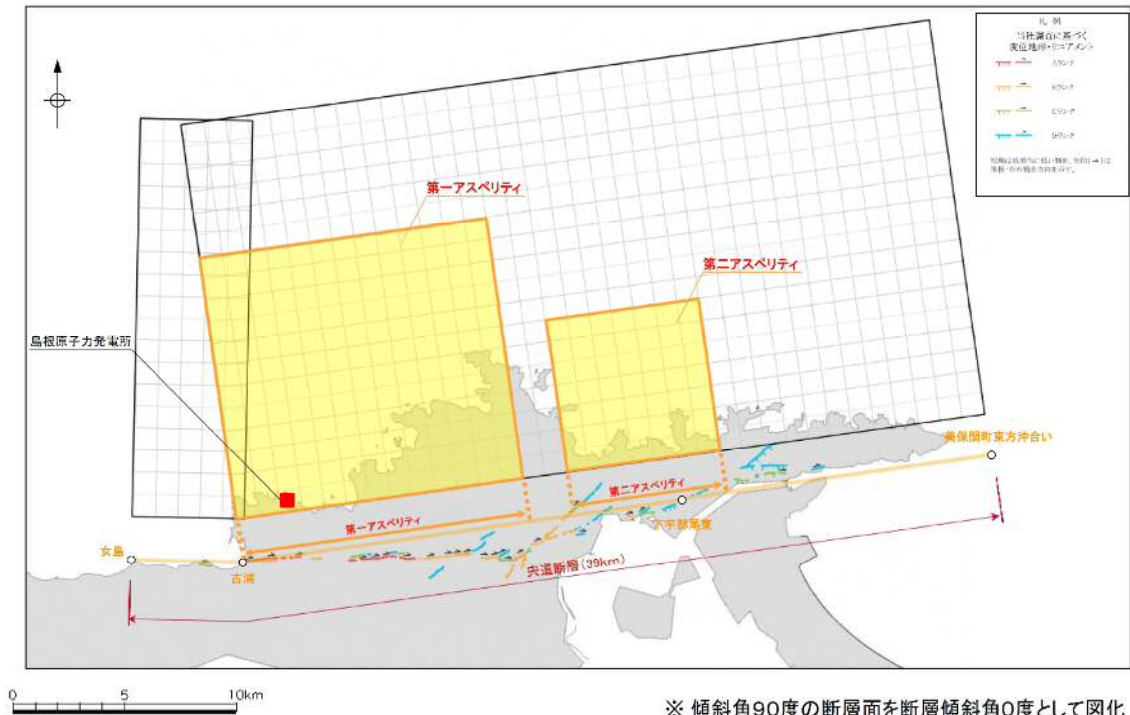
（「顧問の意見」⑤について）

- ・ 音波探査記録による地表付近の断層傾斜角は平均で 35° であるが、後期更新世以降の活動様式は不明であることから周辺にある同じタイプの断層傾斜角を参照し、震源断層面の傾斜角は基本震源モデルで 70° と設定した。音波探査記録による地表付近の 35° については、震源断層面が 35° で傾斜していると仮定して断層傾斜角の不確かさとして考慮した。

（「顧問の意見」⑦について）

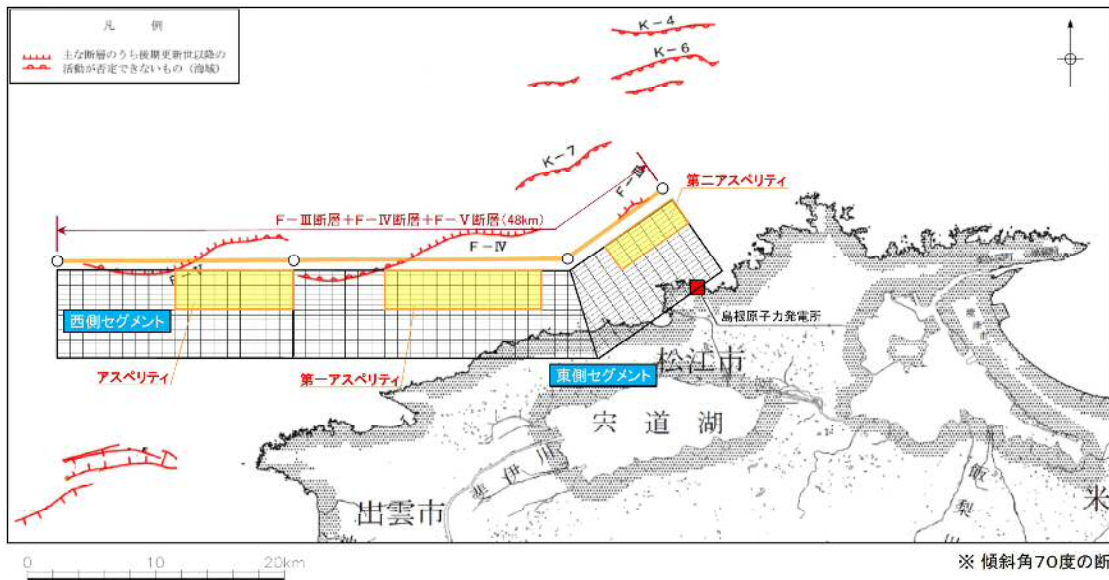
- ・ 基本震源モデルについては、後期更新世以降の断層活動様式が不明であることから音波探査記録による断層傾斜角を参照するのではなく、地表で断層が認められる位置に活断層があるものとして、傾斜角を推定する資料がない場合のレシピの考え方にに基づき地表断層位置から 70° （周辺断層の傾斜角を参照）の角度で地震発生層上限から下限までの断層面を設定している。また、断層傾斜角の不確かさを考慮したケースについては、音波探査記録による断層傾斜角を参照して 35° の角度で設定している。

【論点<8>参考①：宍道断層のアスペリティ配置と変位地形・リニアメントの関係】



出典：中国電力(株)資料

【論点<8>参考②：海域三連動のアスペリティ配置と断層の評価区間の関係】



出典：中国電力(株)資料

【論点<8>参考③：海域三連動の断層傾斜角の設定プロセス】

【断層の活動性評価】

地質調査結果より、低角(南傾斜)逆断層が認められるB層(更新統)の明瞭な分布が確認できない

後期更新世以降の活動を考慮する断層とする

【断層の活動様式の評価】

後期更新世以降の逆断層運動を示唆するB層の堆積盆の形成は認められない
横ずれ運動を示唆する花卉構造や引きずり込み構造などの特徴的な反射パターンも認められない

断層傾斜角の設定に参考となる後期更新世以降の断層活動様式は不明

【断層傾斜角の設定】

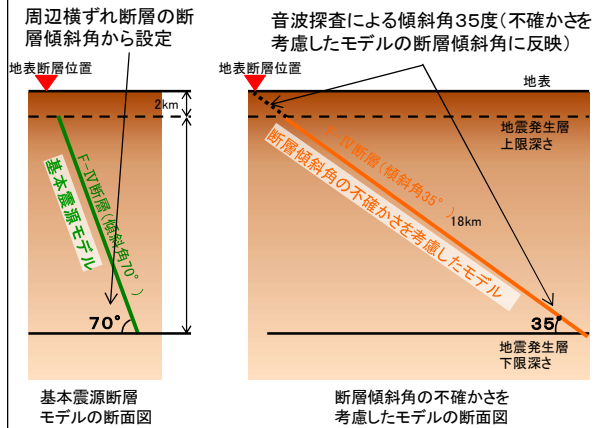
本調査結果でみられる35度の断層傾斜(いつの年代に、どのように動いたものかは明確でない)を基本震源モデルの断層傾斜角として採用することは適切でない

現在の応力場で活動する場合、主に横ずれの断層活動を示すと考えられる

基本震源モデルの断層傾斜角は、本調査結果による傾斜角35度は参照せず、地表で断層が認められる位置に活断層があるものとしてレンジに基づき周辺にある同じタイプ(横ずれ)の断層傾斜角から設定

応力場や周辺断層の傾斜角を踏まえ基本震源モデルの断層傾斜角を70度(横ずれ)に設定
傾斜角を推定する資料がない場合のレンジの考え方に
基づき地表断層位置から70度の角度で地震発生層上限から下限までの断層面を設定する

音波探査による表層2km程度までの傾斜角35度は不確かさとして考慮
傾斜角35度を延長し、地震発生層上限から下限までの断層面を設定する



出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>〈9〉 応答スペクトル法による地震動評価に耐専式を適用するものとしがないものがある理由、適用する場合も内陸補正を適用しない理由は何か</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>〈宍道断層〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所敷地～宍道断層間の距離と、耐専式 (Noda et al. (2002)の方法) で設定されている極近距離との乖離が大きいことから、全てのケースが耐専式の適用範囲外^(※)と判断 (※) 極近距離よりも近くなると、他の距離減衰式と比較して地震動が過大に評価される傾向がある。 <p>〈海域三連動〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基本震源モデル及び断層傾斜角の不確かさケースについては、発電所敷地～海域三連動間の距離と、耐専式で設定されている極近距離との乖離が大きくないことから、保守的に耐専式を適用 ・その他の評価ケースは、耐専式で設定されている極近距離との乖離が大きいことから、耐専式の適用範囲外と判断 ・耐専式の評価としては、内陸地殻内地震のため、内陸補正を考慮して地震動レベルを低減できるが、安全側の評価として内陸補正を考慮しない。 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①海域三連動に本来適用範囲外の耐専式を適用したことについては、一般向けの説明時は保守的な条件設定としていることも含めて、地震の規模が同じなのに方法によってなぜこれだけ違いがあるのかをきちんと説明するよう、注意すべき。 (釜江顧問)</p> <p>②内陸補正を考慮していない点には違和感があり、この評価結果が独り歩きすることを心配している。本来加味すべき補正を考慮していない、安全側の計算結果であることは一般向けに説明しておいたほうがいい。(釜江顧問)</p> <p>③本来は耐専式の適用範囲外にある海域三連動の基本モデル及び断層傾斜角不確かさケースに耐専式を使った理由や、耐専式を使ったほうが安全側である根拠を示したほうがいい。 (釜江顧問)</p> <p>④耐専式を適用したことについては、単に保守的だから耐専式を使うと言うのではなく、適用範囲内にあるとして使われたと説明するほうが良いと思う。(釜江顧問 (コメント))</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海域三連動の基本モデル及び断層傾斜角の不確かさケースについては、耐専式で設定されている極近距離よりも近いが、極近 |

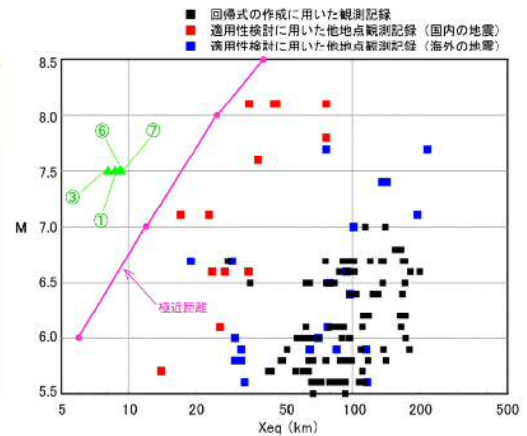
距離から大きく乖離していないことから耐専式を適用した。
 また、海域三連動は内陸地殻内地震のため、耐専式では内陸補正を考慮して地震動レベルを低減することができるが、安全側の評価として内陸補正を考慮せずに評価している。
 上記ケースの内陸補正を考慮した地震動評価結果は、その他の距離減衰式及び断層モデルによる地震動評価結果の上限レベルとなっており、内陸補正を考慮しない場合はそれらを大きく上回る。
 以上より、耐専式を適用した基本モデル及び断層傾斜角の不確かさケースについては、その他の距離減衰式や断層モデルによる地震動評価結果と比較して安全側の評価となっている。

【論点<9>参考①：央道断層及び海域三連動における耐専式の適用性検討結果】

央道断層による地震の諸元(M及びXeq)

| 地震動評価ケース | M | | Xeq (km) |
|------------------------------|-------|-------|----------|
| | 松田式※1 | 武村式※2 | |
| ①基本震源モデル | 7.5 | 7.5 | 8.8 |
| ③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース | 7.5 | 7.5 | 8.2 |
| ⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:正方形) | 7.5 | 7.5 | 9.3 |
| ⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長) | 7.5 | 7.5 | 9.4 |

※1 松田(1975)による断層長さとの関係式により算定
 ※2 武村(1990)による地震モーメントとの関係式により算定

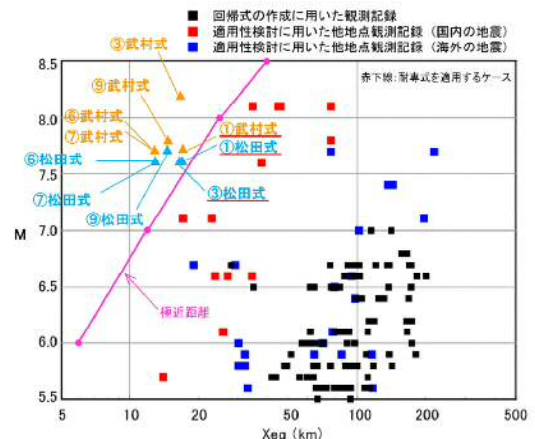


[平成21年5月22日原安委意見交換会資料(東京電力)に一部加筆。]
 地震データの比較(M及び等価震源距離Xeq)

F-III～F-V断層による地震の諸元(M及びXeq)

| 地震動評価ケース | M | | Xeq (km) |
|-----------------------------|-------|-------|----------|
| | 松田式※1 | 武村式※2 | |
| ①基本震源モデル | 7.6 | 7.7 | 17.3 |
| ③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース | 7.6 | 8.2 | 16.7 |
| ⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:横長) | 7.6 | 7.7 | 13.1 |
| ⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長) | 7.6 | 7.7 | 13.2 |
| ⑨断層位置の不確かさを考慮したケース | 7.7 | 7.8 | 15.0 |

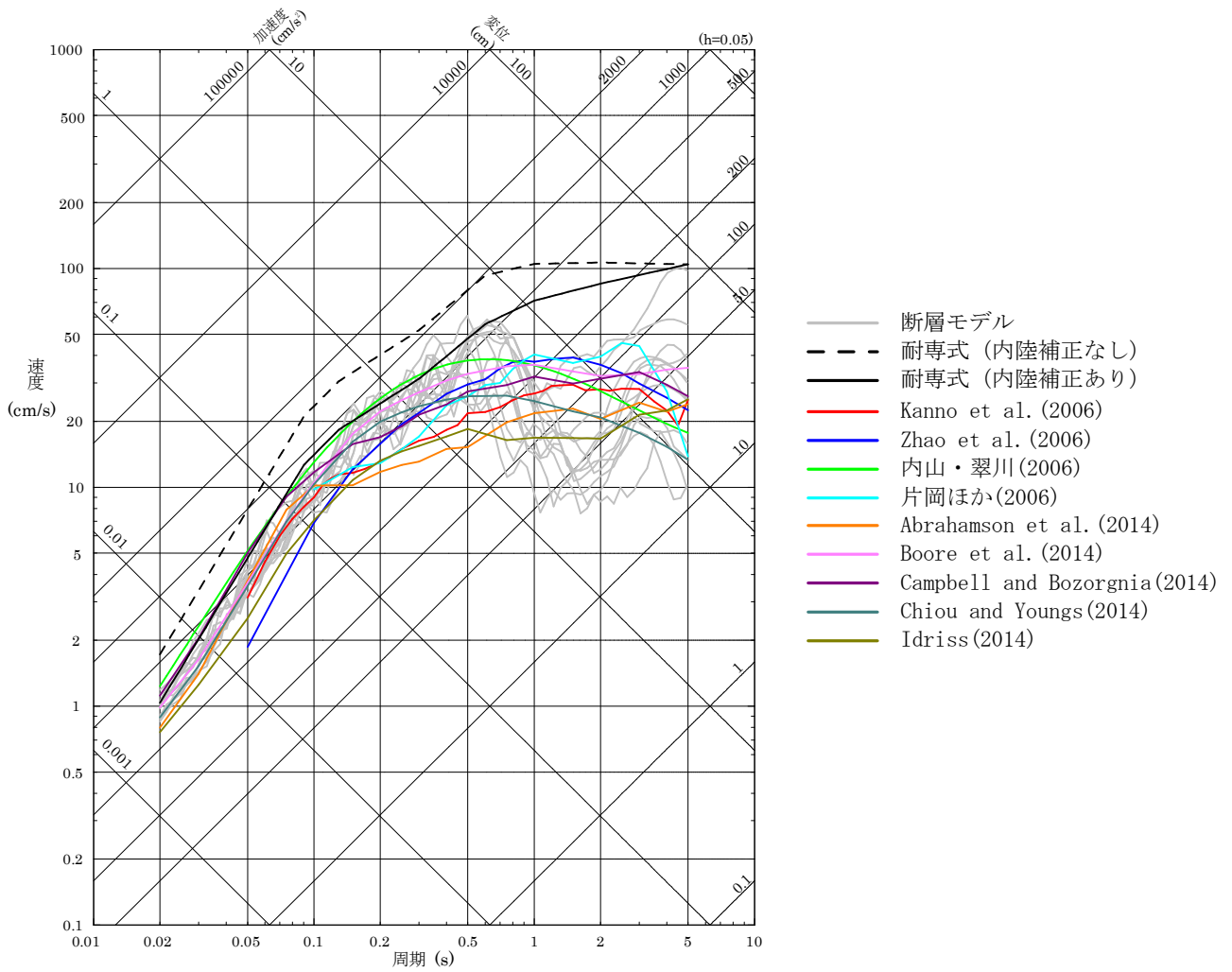
※1 松田(1975)による断層長さとの関係式により算定
 ※2 武村(1990)による地震モーメントとの関係式により算定
 赤下線:耐専式を適用するケース



[平成21年5月22日原安委意見交換会資料(東京電力)に一部加筆。]
 地震データの比較(M及び等価震源距離Xeq)

出典：中国電力(株)資料

【論点<9>参考②：海域三連動（基本震源モデル）の地震動評価結果の比較】



出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p><10> 断層モデル手法による地震動計算において、どのようなパラメータの不確かさや、不確かさの組合せが考慮されているか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>以下の断層パラメータについて認識論的不確かさ（事前の詳細な調査や経験式等に基づき設定できるもの）と偶然的不確かさ（事前の詳細な調査や経験式からは特定が困難なもの）に分類し、偶然的不確かさは複数設定した上で、各断層パラメータとの重畳を考慮している。</p> <p><認識論的不確かさ></p> <p>1) 断層傾斜角</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宍道断層については、全国地震動予測地図 2017 年版の震源断層を特定した地震動予測地図における宍道（鹿島）断層の傾斜角（鳥取沖の構造探査の図等を参照して仮置きされた設定値）に基づき 70° 北傾斜に設定 ・ 海域三連動については、現在の応力場を踏まえると低角の傾斜角として活動する可能性は考えにくいだが、地質調査結果を参考に、念のため 35° 南傾斜に設定 <p>2) 破壊伝播速度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宍道断層と海域三連動ともに、宮腰ほか(2005)に基づき、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度 0.73Vs に標準偏差 1σ を考慮した 0.87Vs に設定 <p>3) すべり角</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宍道断層については、トレンチ調査結果による鉛直方向の変位を考慮して 150° に設定 ・ 海域三連動については、根拠となる地質調査結果が得られていないため、近傍に位置する右横ずれ断層（宍道断層）による地震の不確かさと同様に 150° に設定 <p>4) アスペリティ位置／アスペリティ数</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宍道断層については、敷地に近い A ランクのリニアメントを考慮して一塊にしたアスペリティを配置し、その形状は正方形・縦長の 2 ケースを設定 ・ 海域三連動については、基本震源モデルの東側セグメントにおけるアスペリティ 2 個を一塊に設定するとともに、それぞれのセグメントで敷地に最も近い位置に配置し、その形状は横長と縦長の 2 ケースを設定 <p>5) 中越沖地震を踏まえた短周期レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宍道断層と海域三連動ともに、中国地方で発生した地震の短周期レベルに関する知見を踏まえるとレシピの 1.25 倍にすれば十分であるが、短周期レベルは地震動に大きく影響するパラメ |

一タであることから、中越沖地震の知見を踏まえて安全側にレシピの1.5倍を考慮^(※)

(※)不確かさの考慮においては、レシピに基づき短周期レベルを設定した上で、短周期領域のフーリエスペクトルの比が基本震源モデルの1.5倍となるように地震動評価を実施

6) 断層位置 (海域三連動のみ)

F-Ⅲ断層及びF-Ⅳ断層の近傍に位置するF-①断層及びF-②断層は後期更新世以降の活動が認められないが、地質調査結果によりF-Ⅲ断層及びF-Ⅳ断層と地下深部において収斂していると考えられることから、断層位置の不確かさとしてF-①断層及びF-②断層とF-V断層の連動を考慮した位置に設定 (断層長さ53km)

<偶然的な不確かさ>

- ・ 宍道断層と海域三連動ともに、破壊開始点の不確かさとして、基本震源モデルとは異なる位置の破壊開始点を複数設定 (破壊が敷地に向かうような位置)

また、宍道断層は敷地の極近傍に位置するため、地震動への影響度を考慮して不確かさを組み合わせたケースを設定している。

<宍道断層による地震の不確かさの組合せケースの設定根拠>

- ・ 不確かさの各ケースの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のうち、特に地震動レベルが大きい断層傾斜角、破壊伝播速度及び短周期の地震動レベルの不確かさを考慮したケースを比較する。
- ・ なお、一般的な横ずれ断層の地震は、中越沖地震を引き起こしたような逆断層の地震に比べて短周期レベルが小さく、更に横ずれ断層の地震の中で中国地方の地震は他の地域の地震よりも短周期レベルが小さいことから、中国地方の横ずれ断層である宍道断層による地震の短周期レベルについては、中越沖地震 (逆断層) 時の短周期レベル1.5倍を1.2 (佐藤 (2008) の横ずれ断層に対する逆断層の短周期レベルの比) で除して1.25倍とすれば十分に安全側の設定となるため、不確かさの組合せにおいて考慮する短周期の地震動レベルとしては、横ずれ断層と逆断層の短周期の地震動レベルの違いを踏まえて、短周期領域のフーリエスペクトルの比が1.25倍となるように地震動評価を行う。
- ・ 以上を踏まえ、各ケースの地震動評価結果を比較すると、各ケースとも地震動レベルが最大となる周期が存在し、どれを組み合わせても敷地の地震動が大きくなると考えられるため、これら3ケースの不確かさをそれぞれ組み合わせた「断層傾斜角の不確かさと破壊伝播速度の不確かさの組合せケース」、「断層

| | |
|----------------|---|
| | <p>傾斜角の不確かさと短周期の地震動レベルの不確かさ（1.25倍）の組合せケース」及び「破壊伝播速度の不確かさと短周期の地震動レベルの不確かさ（1.25倍）の組合せケース」を考慮する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①総じて、今まで知られている知見の範囲で、丁寧にばらつきを考慮して地震動の検討がなされていると評価できる。 但し不確かさをどう組み合わせるかについては、審査の中でコンセンサスが得られても学術的にはまだ研究途上。過剰な設定を避け、現実に即した組合せにすることで妥当性の相場感が見えてくるものであり、重要だが答えはない。 （岩田顧問（コメント））</p> <p>②海域の応答スペクトル法では、耐専式を使っている上に内陸補正を考慮しておらず、おそらく 35° にして色んな不確かさを入れると地震動が大きくなる。結局は基準地震動が変わらないとしても、その確認を取ったほうがいいのではないか。 （釜江顧問）</p> <p>③現在の応力場、どういう地震が発生する可能性が高いかを踏まえた上での合理的な断層モデルの設定であることを説明できるようにしておく必要がある。（岩田顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」②③について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海域三連動の断層傾斜角については、レシピの考え方、地質調査の結果、現在の応力場等を考慮した上で設定している。 （詳細は論点<8>の回答のとおり） |

【論点<10>参考①：宍道断層による地震の地震動評価ケース】

| No. | 評価ケース | 断層長さ | 断層幅 | 断層傾斜角 | 破壊伝播速度 | アスペリティ | 短周期の地震動レベル | すべり角 | 破壊開始点 |
|-----|---|------|-------|-------|--------|----------|------------|------|-------|
| ① | 基本震源モデル | 39km | 18km | 90° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 2箇所 |
| ② | 破壊開始点の不確かさを考慮したケース | 39km | 18km | 90° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 4箇所 |
| ③ | 断層傾斜角の不確かさを考慮したケース | 39km | 約19km | 70° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 6箇所 |
| ④ | 破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース | 39km | 18km | 90° | 0.87Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 6箇所 |
| ⑤ | すべり角の不確かさを考慮したケース | 39km | 18km | 90° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 150° | 6箇所 |
| ⑥ | アスペリティの不確かさ(一塊:正方形)を考慮したケース | 39km | 18km | 90° | 0.72Vs | 敷地近傍(1個) | レシビ | 180° | 5箇所 |
| ⑦ | アスペリティの不確かさ(一塊:縦長)を考慮したケース | 39km | 18km | 90° | 0.72Vs | 敷地近傍(1個) | レシビ | 180° | 5箇所 |
| ⑧ | 短周期の地震動レベルの不確かさ(1.5倍)を考慮したケース | 39km | 18km | 90° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ×1.5 | 180° | 6箇所 |
| ⑨ | 断層傾斜角の不確かさと破壊伝播速度の不確かさの組合せケース | 39km | 約19km | 70° | 0.87Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 6箇所 |
| ⑩ | 断層傾斜角の不確かさと短周期の地震動レベルの不確かさ(1.25倍)の組合せケース | 39km | 約19km | 70° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ×1.25 | 180° | 6箇所 |
| ⑪ | 破壊伝播速度の不確かさと短周期の地震動レベルの不確かさ(1.25倍)の組合せケース | 39km | 18km | 90° | 0.87Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ×1.25 | 180° | 6箇所 |

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(認識論的不確かさ) ■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(偶発的不確かさ)

出典：中国電力(株)資料

【論点<10>参考②：海域三連動による地震の地震動評価ケース】

| No. | 評価ケース | 断層長さ | 断層幅 | 断層位置 | 断層傾斜角 | 破壊伝播速度 | アスペリティ | 短周期の地震動レベル | すべり角 | 破壊開始点 |
|-----|-------------------------------|------|-------|------------------------|-------|--------|----------|------------|--|-------|
| ① | 基本震源モデル | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.72Vs | 調査結果(3個) | レシビ | 180° | 2箇所 |
| ② | 破壊開始点の不確かさを考慮したケース | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.72Vs | 調査結果(3個) | レシビ | 180° | 4箇所 |
| ③ | 断層傾斜角の不確かさを考慮したケース | 48km | 約32km | F-III +F-IV +F-V | 35° | 0.72Vs | 調査結果(3個) | レシビ | (F-III)150° (F-IV)180° (F-V)180° | 6箇所 |
| ④ | 破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.87Vs | 調査結果(3個) | レシビ | 180° | 6箇所 |
| ⑤ | すべり角の不確かさを考慮したケース | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.72Vs | 調査結果(3個) | レシビ | 150° | 6箇所 |
| ⑥ | アスペリティの不確かさ(一塊:横長)を考慮したケース | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 5箇所 |
| ⑦ | アスペリティの不確かさ(一塊:縦長)を考慮したケース | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.72Vs | 敷地近傍(2個) | レシビ | 180° | 5箇所 |
| ⑧ | 短周期の地震動レベルの不確かさ(1.5倍)を考慮したケース | 48km | 約19km | F-III +F-IV +F-V | 70° | 0.72Vs | 調査結果(3個) | レシビ×1.5 | 180° | 6箇所 |
| ⑨ | 断層位置の不確かさを考慮したケース | 53km | 約19km | F-① +F-② +F-V | 70° | 0.72Vs | 調査結果(3個) | レシビ | 180° | 6箇所 |

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(認識論的不確かさ) ■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(偶発的不確かさ)

出典：中国電力(株)資料

| | |
|-------|--|
| 項目 | <p><11> 断層モデル手法による地震動計算において、経験式（入倉・三宅式）の基となった観測データのばらつきを反映（上乘せ）する必要はないか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>2020年12月に大阪地方裁判所は、国（原子力規制委員会）が基準地震動の審査において、入倉・三宅式に基づき算出された地震モーメントの平均値に何らかの上乗せをする必要があるか否かの検討をしていなかった点等を指摘し、大飯発電所の設置変更許可を取り消す判決を下した。</p> <p>この判決以降、県民から宍道断層による揺れもばらつきを考慮しているのか、といった心配の声を受けていることを踏まえ、基準地震動の審査における観測データのばらつきの扱いや、基準地震動の策定過程でばらつきを上乗せする必要性に関して、国の見解等^(※)を確認する。</p> <p>(※) 既存の公開資料等を県で取りまとめた内容</p> |
| 国の見解等 | <p><審査における不確かさの考慮></p> <ul style="list-style-type: none"> レシピを用いて地震動評価を行う際には、その評価に影響を与える種々の不確かさがあることから、敷地での地震動が厳しい側のものになるように初期入力条件である震源特性パラメータを設定すること、又は得られた地震動評価結果そのものを大きくすることを行う。 <p>審査ではこのような点を中心に「経験式が有するばらつき」が存在することを前提として、基準地震動が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる不確かさを考慮して適切に策定されていることを、地震学および地震工学的見地に基づく総合的な観点から判断している。</p> <p><審査における観測データのばらつきの扱い></p> <ul style="list-style-type: none"> 地震動審査ガイド（審査官が設置許可基準規則等の趣旨を十分に踏まえ、基準地震動の妥当性を厳格に確認する際に参考とするもの）では経験式が有するばらつきに対する考慮について、 <ol style="list-style-type: none"> 「震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。」 「その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。」 と規定している。 <p>この記載の趣旨は、経験式が策定された際にはばらつきがあるので、そのことを踏まえた上で経験式の適用範囲が適切なのか</p> |

| | |
|--------------|---|
| | <p>を確認するということであり、ばらつきの上乗せを求める意味ではない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 審査では、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを計算する際、式の基となった観測データのばらつきを反映して計算結果に数値を上乗せする方法は用いていない。このような方法はレシピで示された方法ではなく、かつこのような方法の科学的根拠を承知していないからである。 <p><ばらつきの上乗せによる地震動評価への影響></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 震源断層面積を固定して地震モーメントを50%上乗せ(1.5倍)、または100%上乗せ(2倍)して試算した場合、震源断層面積に占めるアスペリティ総面積の比が60%を超え、レシピで参照している知見に反する。また、レシピに従うと、アスペリティのすべり量は平均すべり量の2倍としているため、背景領域のすべり量が負となり、震源モデルに破綻が生じる。 ・ こうした上乗せ操作は、基準地震動の策定において必ずしも厳しい側に評価することにつながらない。また、地震動評価においては、震源断層面積が大きくなることの影響よりも、アスペリティの位置が敷地に近づくことの影響が大きい。 ・ なお、審査における「短周期の地震動レベルを1.5倍したケース」は、レシピの式を用いて計算すれば、地震モーメントを約3.4倍することに相当する。 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①審査ガイドのばらつきに関する条項の趣旨は、具体的に上乗せを求めることではなく、検討用地震が漏れないように、影響がある断層を小さく評価して基準地震動を過小評価しないようにということ。</p> <p>レシピを用いた決定論的なアプローチでは、計算で用いる理論式や経験式を全て真値として扱っており、入倉・三宅式も正しい式だとして地震動を予測している。レシピに基づく予測にあたっては、アウトプットが変な答えにならないようにする必要があり、予測結果が過去の観測記録から外れないように全体としての枠組みができています。地震本部も全国の地震動予測地図を作るためにレシピを使っており、基準地震動を策定する上でもレシピが基になっているが、原子力の世界では断層長さやアスペリティの位置・深さなど、地震動への影響が大きい不確かさの情報をより積極的に導入しながら、最大規模の地震動を予測している。</p> <p>レシピの中ではばらつきの上乗せは想定されていないし、レシピで計算する巨視的パラメータと微視的パラメータは全く独立ではなく殆どがリンクしているので、同じ断層面積で地震モーメントという巨視的パラメータを大きくしてしまうと、後々の</p> |

微視的パラメータのほうで不都合が生じる。

地震モーメント以外にも色んなデータにはばらつきがあり、それをどう取り入れるかという判断は今後必要かとは思ふ。その場合、ただばらつきのあるデータに対して、そのばらつきを直接考慮して上乘せするというのではなく、そのばらつきの成因も考える必要があると思う。

宍道断層を 39km に延ばしたことや、アスペリティをサイトの傍に置いていることなど、地震動に一番影響するところが基本モデルに入っているが、基本モデルという概念を理解していない人は、これが最大だと思わないこともあると思う。基準地震動が不確かさを考慮して保守的に設定されていることが分かるように、そうした情報を見える化しながら説明していく必要はあると思う。(釜江顧問 (コメント))

② レシピに基づく計算は、様々な経験式や理論モデルをつなぎ合わせながら行っているため、そこにある式に何か上乘せすると破綻するのは目に見えている。

色んな考え方はあると思うが、断層面積をより広くする、活断層調査で見えないところは延ばして考えるといった検討は必要だと思う。

レシピに基づく平均的な枠組みが基であっても、幅広い地震動を想定していて、そのうち保守的な強い地震動が起きる震源断層モデルを作っているということを示してこなかったことは、専門分野コミュニティとしての反省点だと思う。

ただ、元々のデータになっている個々の地震は実際に起きているので、それぞれが少しずつ平均像と違う形をしているのは事実。パラメータのばらつきをどう取り入れるかについては、経験式をもとに自由に検討して、現実に起きていることをさらにもっともらしく再現できるようにしたほうが良いとは思ふ。

(岩田顧問 (コメント))

③ 宍道断層の長さを 22km とした評価に関しては、色んな調査の結果や地質学的な証拠等も含めて、科学的に適切だと思っている。宍道断層を 39km に延ばしたことは、調査しても明確に否定できる材料がないということで、不確かさを考慮してより保守的に評価するための事業者判断だったと理解している。

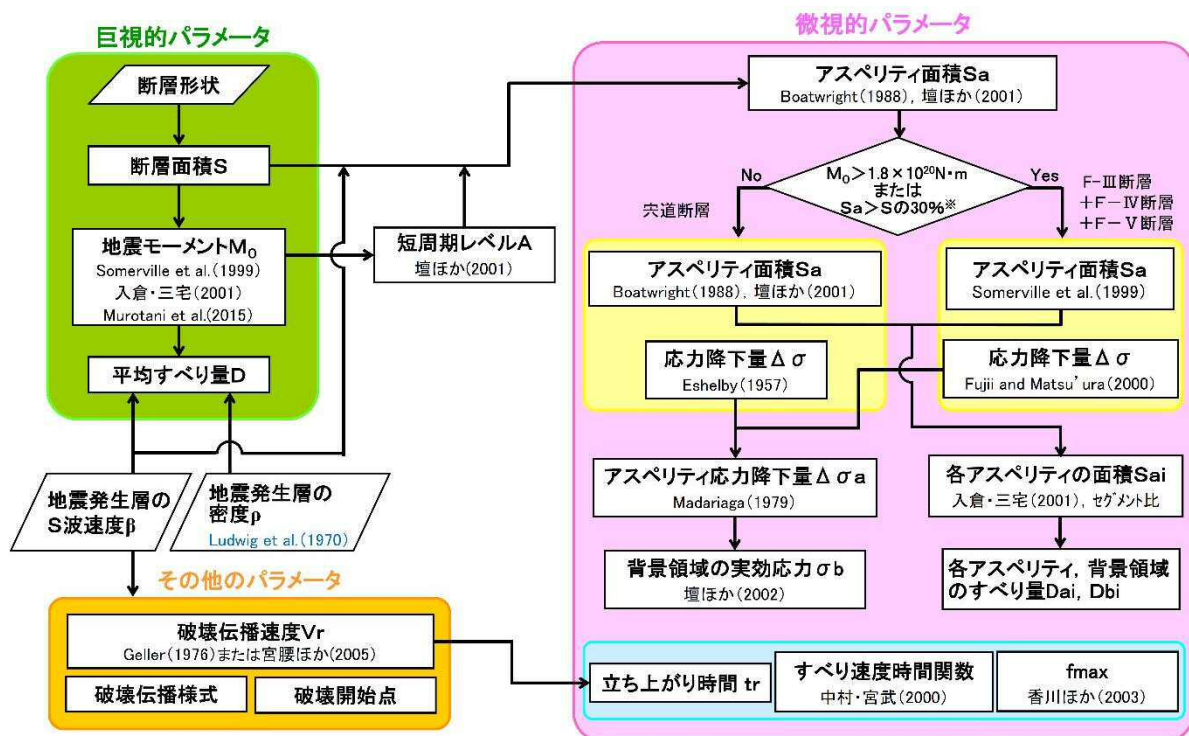
経験式に誤差があることは理解しているので、パラメータの設定のところで十分安全側に評価していくことは大事だと思うので、そこをしっかりとやれば良いと思う。

断層の傾斜も含めて、不確かさを保守的に取り入れるための検討は丁寧に行われていると思う。今後はそういうところをよりわかりやすく説明していくほうが良い。(佃顧問 (コメント))

④ 原発の耐震設計審査では、従来から不確かさとばらつきは同じ

| | |
|-----------------------|---|
| | <p>ような意味を持つものとして使われてきたが、規制庁の審査ガイドではばらつきが前面に出てしまい、その表現が悪かったため誤解を生んでいると思う。国はこのことを認め、説明した上でガイドの言葉を変えたほうがいい。一番大事なのは、保守的な地震動が策定されているということ。</p> <p>また、この件は他の原子力発電所にも影響すると思うので、今後はレシピどおりに計算しているから問題ないというのではなく、経験式の使い方なども規制委員会の中で合意を取り、国民にわかりやすく説明していただきたい。(釜江顧問)</p> |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 審査ガイドのばらつきに関する表現は、規制委員会の中でも誤解を得る形だと言われており、直すべきものは直していこうと議論している最中。ご指摘のとおり誤解があった上での議論は望ましくないので、対応を取っていきたいと考えている。 |

【論点<11>参考：強震動予測レシピに基づく断層モデルのパラメータ設定フロー】



※ レシピにおいて、内陸地震によるアスペリティ総面積の占める割合は「断層総面積の15~27%(宮腰ほか(2001))」とされていることを踏まえ、当社の判断で設定した条件

出典：中国電力(株)資料

(4) 震源を特定せず策定する地震動

| 項目 | <12> 2000年鳥取県西部地震、2004年北海道留萌支庁南部地震を基準地震動とした理由は何か |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>審査ガイドで示される16地震のうち13地震については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地中の地震観測記録を2倍した地震動が既往の震源を特定せず策定する地震動(加藤ほか(2004)に基づく応答スペクトル)より小さく、影響が小さい(9地震) ・地震観測記録から解析した地盤モデルと調査で得られた地盤が整合せず、岩盤における信頼性ある地震動評価が行えない(3地震) ・地盤情報が乏しいため、地盤モデルが構築できず、岩盤における地震動評価が行えない(1地震) <p>ため、考慮する地震として選定しない。</p> <p>また、2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新第三紀以降の火山岩、堆積岩が厚く分布 ・褶曲・撓曲構造が現在の応力場に調和的 ・逆断層が卓越 <p>といった特徴が見られる一方で、島根原子力発電所周辺は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主に新第三紀の堅固な堆積岩が厚く分布 ・褶曲・撓曲構造が現在の応力場に調和しない ・横ずれ断層が卓越 <p>など、両地域の地質・地質構造等の特徴が異なっているため、考慮する地震として選定しない。</p> <p>2000年鳥取県西部地震は、島根原子力発電所周辺地域で発生した地震であり、地質学的・地震学的特徴が類似していることを踏まえて考慮する地震として選定し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・岩盤相当の記録である賀祥ダム(監査廊)の観測記録が「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を一部の周期帯で上回る <p>こと から、観測記録を基準地震動として設定した。</p> <p>2004年北海道留萌支庁南部地震は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地表の観測記録が当初申請時の「震源を特定せず策定する地震動」を大きく上回る ・震源近傍(K-NET 港町観測点)のボーリング調査や観測記録と整合する地盤モデルが得られている <p>ことを踏まえて考慮する地震として選定し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地表観測記録をもとに解析した岩盤での地震動に保守性を考慮した地震動が「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を一部の周期帯で上回る <p>こと</p> |

| | |
|----------------|--|
| | <p>から、この地震動を基準地震動として設定した。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①岩手・宮城内陸地震を落として鳥取県西部地震だけ選定するという説明があった一方で、第2グループ（Mw6.5以下の14地震）のほうでは震源メカニズムを考えないのはなぜか。北海道留萌支庁南部地震も発生帯は違うので、それは評価しないということはどうしてしないのか。（岩田顧問）</p> <p>②「2004年北海道留萌支庁南部地震に保守性を考慮した地震動」を基準地震動に設定したとあるが、「保守性を考慮した」とは具体的には何か。（岩田顧問）</p> <p>③V_pが2～3km/s程度しかない軟岩で、非常に堅固な地震基盤相当の経験式を使うのはおかしいと思う。V_sは経験的にはもっと小さいと想像される。また、はぎとり等の関連する研究が無いかはもう少し調べたほうが良い。（岩田顧問）</p> <p>④賀祥ダムはV_pが2km/s程度の層は薄く実力としては非常に固い岩盤の観測記録なので、それより少し軟らかい島根サイトの地盤へそのまま持ってくることに問題無いかは、既往の文献調査も含めて丁寧に説明いただいたほうが良い。（岩田顧問）</p> <p>⑤ダムの影響で特定の周期が節になっている可能性があるので、短周期側で弱い地震動になっていないかについては丁寧な説明が必要だと思う。（岩田顧問）</p> <p>⑥北海道留萌支庁南部地震以外のMw6.5未満の地震に関する整理結果は、誰のどういう評価かを明確に示したほうが良い。（岩田顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・審査ガイドにおいて、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置規模も推定できない地震（Mw6.5未満の地震））であるとされているため、メカニズムを問わずに検討している。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基盤地震動算定における地盤モデルの減衰定数や非線形特性等の不確かさを踏まえた検討を複数実施し、最も地震動が大きくなるケース（水平方向：609ガル、鉛直方向：306ガル）を採用し、さらに保守性を考慮して振幅をかさ上げした地震動（水平方向：620ガル、鉛直方向：320ガル）を震源を特定せず策定する地震動として設定している。 |

(「顧問の意見」③について)

- $V_p=1.73 \times V_s$ の関係式における「1.73」は、一般的な岩盤（花崗岩）のポアソン比 0.25 を用いて V_p, V_s とポアソン比の関係から計算された値であるが、賀祥ダム堤体底部の V_p は 2.0～2.2km/s であり、ポアソン比は 0.25 よりも大きいと考えられる。その場合、 V_p/V_s は「1.73」よりも大きくなり、それに伴い V_s は 1.2km/s よりも小さくなることから、「1.73」を用いて換算することは安全側の評価と考えられる。

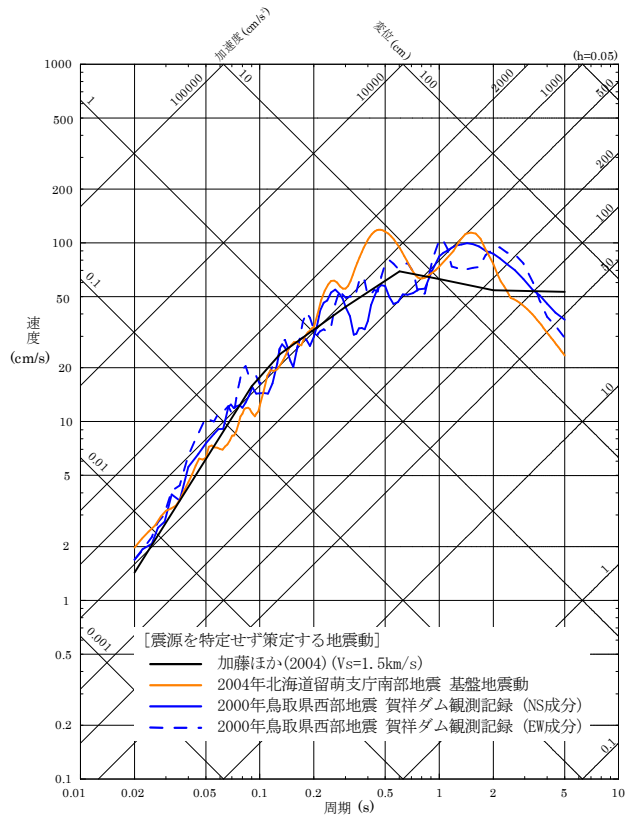
(「顧問の意見」④⑤について)

- 賀祥ダム（監査廊）の記録について、震源近傍の他の観測点における基盤地震動と比較すると、賀祥ダムの記録のレベルが同等以上であることから、賀祥ダムの記録は基盤地震動のレベルとして妥当なものであると考えられる。
- 監査廊での記録を $V_p=4.2\sim 4.5$ km/s 程度の岩盤上での記録として島根サイトにおける解放基盤表面上での地震動を算定した結果、その応答波は監査廊での記録を下回ることから、監査廊での記録を島根サイトの解放基盤表面 ($V_p=3.24$ km/s) での地震動とみなすことは問題ないと考えられる。
- なお、周期 1 秒前後では賀祥ダムでの観測記録が他の観測点での基盤地震動評価の結果に比べかなり大きいですが、保守的に評価するために賀祥ダムの記録をそのまま採用している。

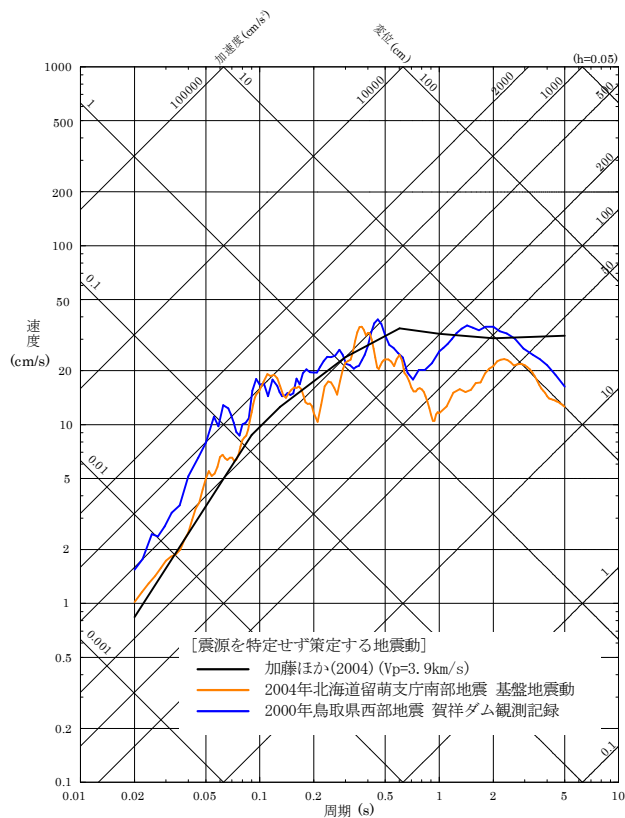
(「顧問の意見」⑥について)

- 北海道留萌支庁南部地震以外の $M_w 6.5$ 未満の地震の分析は、電力事業者によるものである。

【論点<12>参考：震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル】



水平方向



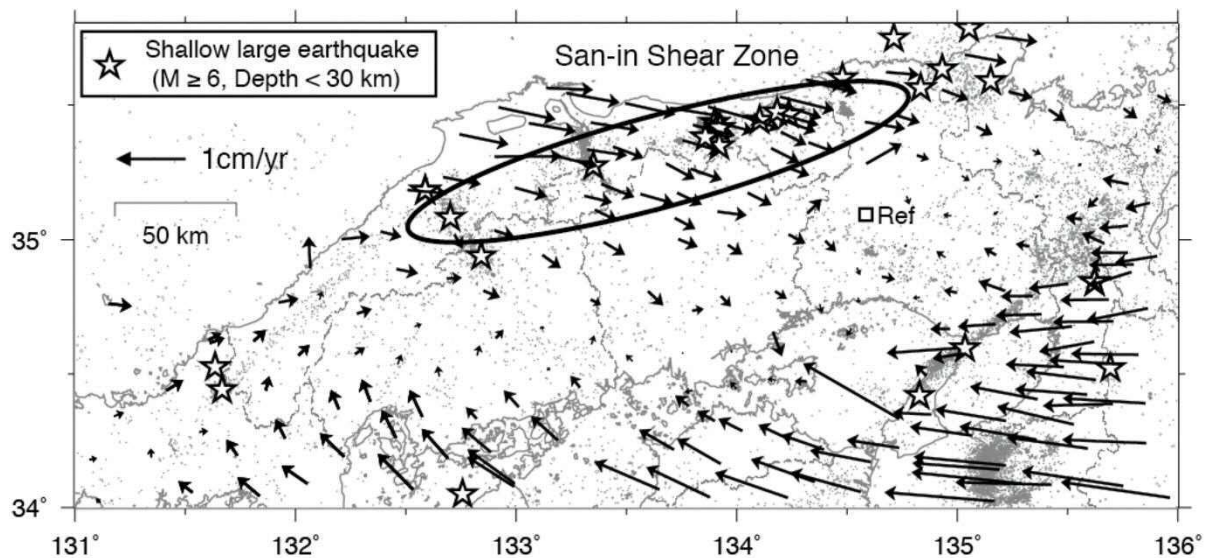
鉛直方向

出典：中国電力(株)資料

| | |
|---------|--|
| 項目 | <p><13> 山陰でもひずみ集中帯の存在が指摘されているが、この地域で発生した未知の断層に関する地震（2016年の鳥取県中部地震など）による地震動を考慮する必要はないか 【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>微小地震や地殻変動の観測データから、山陰地方には地盤内におけるひずみの蓄積速度が速いひずみ集中帯があり、地下の潜在断層の存在が示唆されるとの研究成果があることを踏まえて、基準地震動の策定にあたって山陰のひずみ集中帯で発生した地震が考慮されているかを県独自に確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>山陰ひずみ集中帯とされている地域で発生した地震については、2000年鳥取県西部地震（マグニチュード7.3）による地震動の影響を「震源を特定せず策定する地震動」として考慮している。</p> <p>同じく山陰ひずみ集中帯とされている地域で発生した2016年の鳥取県中部地震（マグニチュード6.6）については、規制委が地震記録を収集・整理しているが、「震源を特定せず策定する地震動」の地震動データの収集・整理方針では、硬質地盤上の強震記録で地盤の非線形性（地盤が軟弱な場合に応答が大きくなる）の影響を受けていないものを対象としており、鳥取県中部地震についてはこれに合致する強震記録がなく、適切な地震動データ（時刻歴波形）が存在しないことから、「震源を特定せず策定する地震動」の検討対象地震には該当しないとされている。</p> <p>なお、地震伝播方向の分析により鳥取県中部地震に関して特異な増幅が見られないことを確認しているほか、地震ハザード解析においても鳥取県中部地震の情報を反映している。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①蓄積したひずみが地殻の強度を超えた時に地殻が破壊する現象が地震であり、GPSの観測（近年の研究）から、山陰地方ではここ20年くらいのひずみの蓄積具合が比較的速いことが分かっている。</p> <p>原子力発電所は、震源を特定していない地震についても評価をし、それについて対策を行っているので、ひずみの蓄積速度が速いことで新たに考える必要があることが出てくるとは思わない。（岩田顧問（コメント））</p> <p>②県民の理解、地震防災という一般的な観点から見ると、山陰は広島などの中国地方の地殻内に比べると大きめの地震がよく起きていることは、広報等により一般の方々に基本的情報として理解してもらうことが大事。（佃顧問）</p> <p>③中国電力は科学的・技術的に正確に説明しなければいけないので、どうしても一般の方には理解し難い表現になってしまいが</p> |

| | |
|-------------|--|
| | <p>ちだと思う。</p> <p>そのため県は中立な立場で、正確さを損なわないよう工夫しながら分かり易い表現に変えていく必要があり、そうした努力をしていくべき。(佃顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・県の広報誌等を活用し、ひずみによる地震発生のメカニズムや、なぜ山陰地方は他の中国地方に比べ頻繁に地震が起きているかについて、県民の理解が深まるよう周知していく。 また、中国電力の取り組み等を一般向けに周知する際は、発電所の状況を良く理解した上で、中立な立場で一般の方に分かり易い言葉を用いて表現するよう努めていく。 |

【論点<13>参考：山陰地方のひずみ集中帯と微小地震分布】

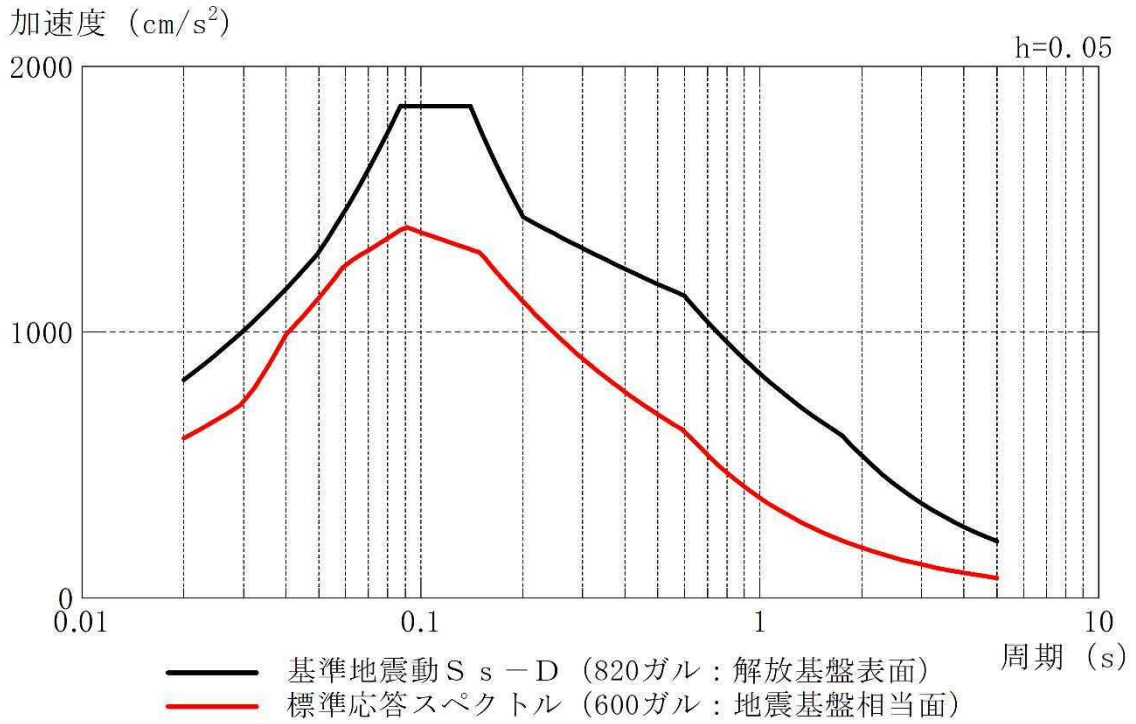


出典：京都大学防災研究所 西村准教授 発表資料（日本活断層学会 2018 年秋季学術大会）

| | |
|---------|--|
| 項目 | <p><14> 規制委員会でバックフィットが検討されている標準応答スペクトルを考慮すると、今後基準地震動が変更になる可能性はないか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>令和3年1月に、原子力規制委員会が標準応答スペクトル（全国共通に考慮すべき標準的な応答スペクトル）を取り入れた規制基準の改正案を了承したことを踏まえ、標準応答スペクトルを考慮した場合、島根原子力発電所の基準地震動に変更が生じるかどうかを確認する。</p> <p>※国の審査等に先行して確認を行うため県独自項目として扱う。</p> |
| 中国電力の説明 | <p><標準応答スペクトルによる基準地震動への影響></p> <p>標準応答スペクトルの基準地震動への影響を検討した結果、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所の基準地震動 Ss-D（820ガル）は標準応答スペクトル（600ガル）を大きく上回っていること ・地震動評価に用いる地下構造モデルは地震基盤面から解放基盤表面までの間で地震動を大きく増幅させるような構造ではないこと <p>から、標準応答スペクトルは島根サイトの地下構造を考慮しても基準地震動に影響を及ぼすものではないと考えている。</p> <p><標準応答スペクトルに関する今後の対応></p> <p>標準応答スペクトルを取り入れた規制基準は令和3年4月21日に施行されており、施行後9か月以内に改正前の解釈に基づき新規規制基準に係る許可を受けた場合は、以下のいずれかの手続が必要となる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 施行日から9か月を経過する日又は当該許可を受けた日から起算して3か月を経過する日のいずれか遅い日までに、方針等を記載した申請を実施 2) 改正後の解釈を適用しても基準地震動を変更する必要がないと考える原子力施設については、改正前の解釈に基づき新規規制基準に係る許可を受けた日から起算して3か月以内に、基準地震動の変更が不要であることを説明する文書を原子力規制委員会に提出 <p>島根原子力発電所2号機については、上述の検討結果を踏まえて2)の対応を取ることとし、令和3年9月15日に改正前の解釈に基づき新規規制基準に係る許可を受けた後、令和3年9月21日に基準地震動の変更が不要であることを説明する文書を提出しており、検討内容の詳細について規制庁へ説明していく。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①伝達関数（地盤増幅特性）がこれまでの審査で承認されたものだとする、標準応答スペクトルが島根原子力発電所の基準地</p> |

震動に大きな影響を与えないことは図を見ればわかる。
 (釜江顧問 (コメント))

【論点<14>参考：基準地震動 S_s-D と標準応答スペクトルの比較】



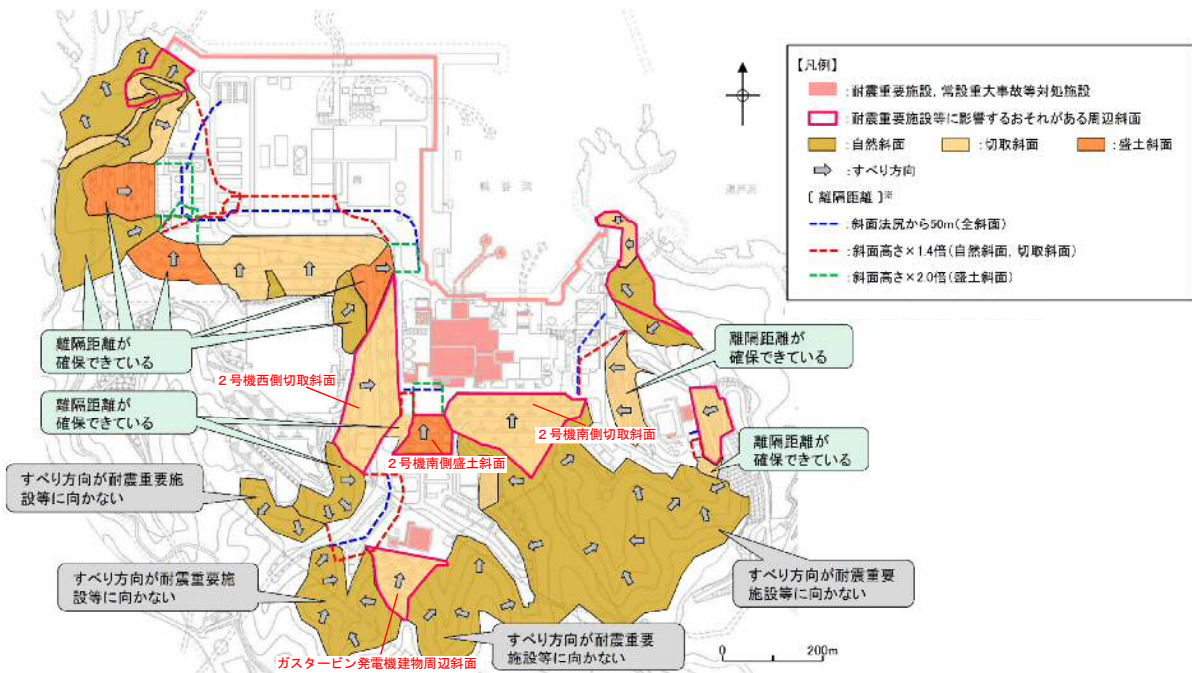
出典：中国電力(株)資料

ウ 周辺斜面の安定性

| 項目 | <15> 斜面の崩壊による重要設備への影響は考慮されているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>以下の検討・評価を行い、周辺斜面の崩壊により耐震重要度分類 Sクラスの機器・系統及びそれらを支持する建物・構築物等（耐震重要施設等）の安全機能が損なわれるおそれがないことを確認している。</p> <p><評価対象斜面の検討></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 耐震重要施設等の周辺斜面の中で、すべり方向が耐震重要施設等に向いており、耐震重要施設等からの離隔距離がない斜面を尾根線・谷線で区切り、耐震重要施設等に影響するおそれのある斜面として抽出 2) 地下水位の分布を踏まえて液状化範囲を検討し、地下水位以深の埋戻土等の液状化によるせん断強度の低下を考慮 3) 耐震重要施設等に影響するおそれのある斜面に対し、法尻標高及び地質の種類毎にグループ A, B, C に区分 4) 耐震重要施設からの離隔距離、斜面を構成する岩級、斜面の高さ、斜面の勾配、シームの分布、対策工の実施等の各影響要因を勘案してグループ毎に評価対象斜面を検討し、安定性評価の対象となる斜面として、2号機南側切取斜面、2号機西側切取斜面、2号機南側盛土斜面、ガスタービン発電機建物周辺斜面を選定した。 <p><地震応答解析による周辺斜面のすべり安定性評価></p> <p>選定した各評価対象斜面について、斜面高さが高くなり、最急勾配となるすべり方向を解析対象断面に設定し、基準地震動による地震力を作用させた二次元有限要素法を用いた地震応答解析を行い、斜面の安定性（すべり安全率）を評価した。</p> <p>解析の結果、全ての評価対象斜面ですべり安全率が 1.2 を上回ったことから、周辺斜面は想定される地震力により崩壊しないことを確認した。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <ol style="list-style-type: none"> ①繰り返し地震の影響に関し、原子炉本体だけでなく周辺斜面の安定性なども含めて考えることは重要。斜面が何度も地震の影響を受けた時に、1回より危険度が増すという可能性を考慮する必要がある。(岩田顧問) ②すべり面の位置はどのように決めているのか。(岩田顧問) ③基準地震動を水平反転としている評価ケースがあるが、これはどの成分を使っているのか。(岩田顧問) ④盛土では降雨の条件を設定されているが、どの程度の浸透を加味して検討されているのか。 |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>また、切土では降雨の影響をどのように考慮しているのか。原盤と地層の境界面やシーム等への水の浸透評価を行った上で、岩盤は降雨が浸透しないと考えているのか。(佃顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価に当たっては、強度のバラつきや液状化の影響等、保守的な条件を設定するとともに、地震により破壊した地盤要素の強度低下を考慮した結果、所定のすべり安全率が確保されていることから、繰り返しの地震に対しても十分な安全性を有していると考えている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・斜面の安定性評価において、計算上は色んなすべり面を考慮しており、資料には一番すべり安全率が小さいすべり面を記載している。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安定性は全ての基準地震動について評価しており、その中で水平反転(－,＋)という条件での計算も行い、水平方向の地震動を反転させた成分と、鉛直方向の成分を面内に入力している。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・盛土斜面には法面保護工をしているため、基本的に降雨は浸透しないと考えているが、計算上はその効果は無いものとして、降った雨が全て浸透することとして評価している。 <p>岩盤斜面についても降雨の条件は考慮しているが、浸透流解析の結果等から、岩盤では降雨はあまり浸透せず、液状化しないと考えている。</p> |

【論点<15>参考①：周辺斜面の抽出結果（平面位置図）】



出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<15>参考②：すべり安全率評価の例（2号機南側切取斜面）】

| | すべり面形状 | 基準地震動 | すべり安全率【平均強度】 | すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】 |
|---|--|-------------|--------------|---------------------|
| 3 | <p>シーム沿いのすべり面(法尻からシームを通過、法尻のC_M級とC_H級の岩級境界付近のC_M級岩盤内を通過して法尻に抜けるすべり面)</p> | Ss-N1 (-,+) | 1.56 [7.45] | 1.51 [7.45] |

※1 基準地震動(-,+)は水平反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

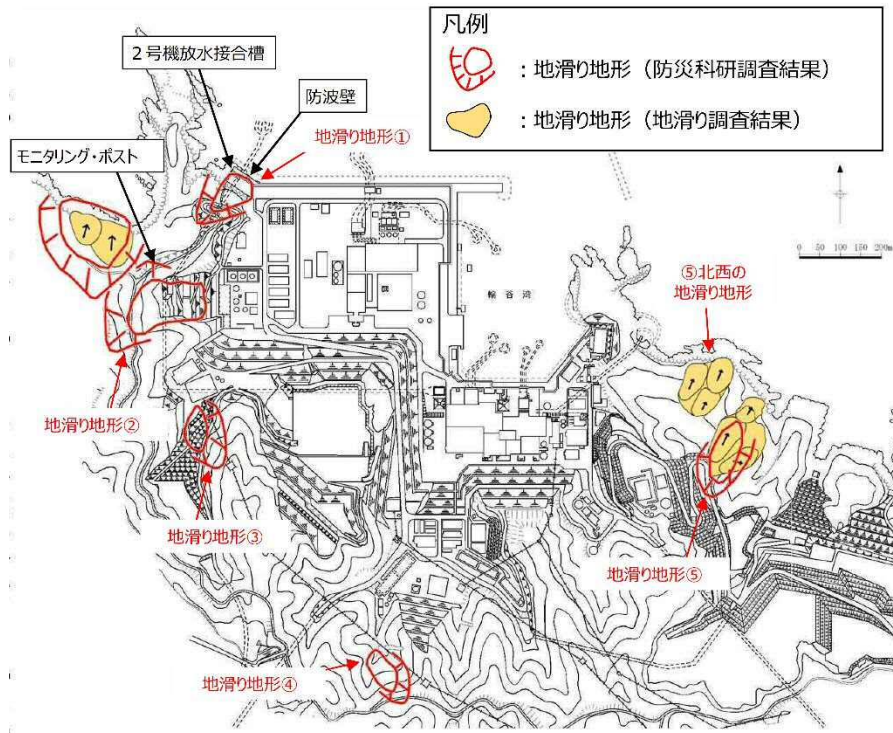


出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <16> 原子力発電所敷地内にある地滑り、土石流等の危険箇所に 対策が講じられているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p><地滑り影響評価> 文献調査及び地滑り地形判読によって確認された地滑り地形を対象として地形、地質及び湧水等の水文的な観点に基づく現地調査を実施し、調査の結果、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 防災科学研究所（以下、「防災科研」）の調査結果である敷地内5つの地滑り地形のうち、4つについては地滑り地形ではないと評価 ・ 1つは地滑り地形の範囲に安全施設は存在しないことから、地滑りにより安全施設の機能を損なわないことを確認し、地滑りによる安全施設の機能への影響はないと評価している。 <p>ただし、防波壁（西端部）の地山については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 防災科研調査結果の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土について、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、尾根線に囲まれた内側の範囲の岩盤部までの礫質土及び粘性土を全て撤去している。 <p><土石流影響評価> 文献が示す土石流危険区域・溪流を参照した上で、敷地内の土石流危険区域・溪流の地形を網羅的に抽出して図上調査及び現地調査を実施し、調査の結果、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 土石流の影響を受ける施設は限定的であり、島根原子力発電所では安全評価上その機能に期待しない安全重要度分類クラス3の施設のみが対象となること ・ 上記施設は土石流による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等を行うことによりその安全機能を損なわないことを確認し、土石流による安全施設の機能への影響はないと評価している。 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①土石流により外部電源が使用できなくなった場合、最後は非常用ディーゼル発電機に頼ることになるようだが、軽油は何日持つのか。また、現状の備蓄量で十分だという根拠はあるのか。（岩田顧問）</p> <p>②斜面のほうは重要施設への影響という観点からグルーピングして評価されているが、地滑りについては重要構造物への影響という観点より、地滑りに対する一般論としての対応を取っているのか。（釜江顧問）</p> <p>③土石流影響評価において抽出した土石流危険区域（国土交通省</p> |

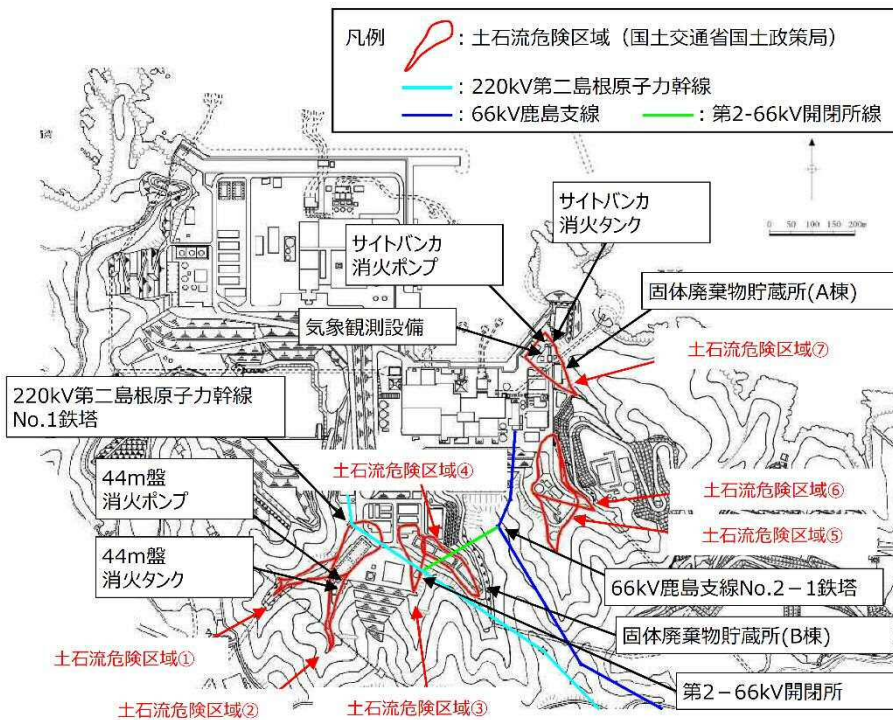
| | |
|---------------------|---|
| | <p>国土政策局) は、土石流に関するハザードマップなどで使われている一般的な評価基準に従った範囲か。(佃顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部電源喪失を考慮した場合に原子炉の停止と冷却等に必要な電源が供給できるよう、非常用ディーゼル発電機3系統のそれぞれについて、7日分の軽油を地下タンクに貯蔵している。7日間あれば外部電源の復旧は十分可能と考えており、外部からの応援にも期待できるので、7日分あれば十分と考えている。また、規制のガイドの中でも、重大事故が起きた時には少なくとも7日分は保証するという考え方が示されている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地滑りについても考え方は斜面の安定性と一緒であり、重要構造物への影響が対応を取る上での判断基準になっている。防災科研で示される地滑り地形のうち防波壁(西端部)の地山については、大規模な地滑りを起こす傾向は見られないが、これが崩れると防波壁などに影響する可能性があったため、念のため表層を剥ぎ取った。敷地東側に1箇所、地滑り地形と考えられる範囲があるが、この近くには安全施設が存在しないため、地滑りを起こしても影響は無いと考えている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・抽出箇所は一般的な評価基準に従ったもの。机上検討だけでなく自社で現地調査をして、それぞれの土石流危険区域ごとに土石流が発生した場合の土砂発生量も調査した上で、最終的な評価を行っている。 |

【論点<16>参考①：島根県原子力発電所周辺の地滑り地形分布図】



出典：中国電力(株)資料

【論点<16>参考②：島根県原子力発電所周辺の土石流危険区域及び対象施設位置図】



出典：中国電力(株)資料

エ 耐震設計方針

| 項目 | <17> 耐震重要度分類を決めた判定基準、重要設備の抽出範囲は適切か |
|--------------------------|--|
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | <p>各設備・施設の耐震重要度は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及びその解釈を踏まえ、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震により生ずるおそれがある安全機能の喪失及びそれに起因する放射線による公衆への影響の程度 <p>に応じて以下の3種に分類している。</p> <p><Sクラス></p> <p>地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きい施設</p> <p><Bクラス></p> <p>安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスの施設と比べ小さい施設</p> <p><Cクラス></p> <p>Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設</p> <p>また、耐震性評価にあたっては実用炉規則別表第二に基づき、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Sクラス的设计基準対象施設（以下「DB施設」）及び重大事故等対処施設（以下「SA施設」） ・上位クラス施設へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設 ・BクラスのDB施設のうち、共振のおそれのある施設 ・SクラスのDB施設及びSA施設の間接支持構造物や、波及的影響に関する施設 <p>を評価対象として抽出し、規制基準の要求に照らし必要な施設が網羅されていることを確認している。</p> <p>なお、当初申請における施設の耐震重要度分類の変更には多岐に亘る議論を要すると判断し、取り止める方針としている。</p> |

| | |
|--------------|--|
| | <p>これに伴い、地震時のタービン系配管の破損に伴う被ばく低減対策として地震時に主蒸気隔離弁を閉止するインターロックを設置することとしていたが、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タービン系配管等をBクラス設備として耐震補強することとしたため、地震時の配管破損に伴う被ばくリスクは低減すること ・インターロックの取り止めにより、タービン系配管等が破損していない場合、タービン系設備による冷却機能の使用が容易となること <p>から、当該インターロックの設置についても取り止めることとしている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①耐震重要度の変更を取り止めたことは良い判断だと思う。インターロック等の別の設備を設置して安全性を高めることも悪くないが、まずはBクラス、Cクラスの対象設備そのものを強くしておくことが大事。</p> <p>ただ、「インターロックの取り止めにより、タービン系配管等が破損していない場合、タービン系設備による冷却機能の使用が容易となる」という文章は不要だと思う。この表現では、Cクラスにしてインターロックを付けていた場合は、冷却機能に何か問題が起こっていたと誤解を招く気がする。</p> <p>(釜江顧問 (コメント))</p> |

【論点<17>参考：耐震重要度分類】

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及びその解釈を踏まえ、地震により生ずるおそれがある安全機能の喪失及びそれに起因する放射線による公衆への影響の程度に応じ、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス又はCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

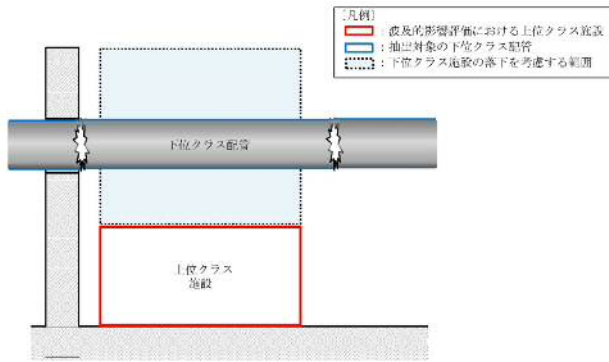
| 耐震重要度分類 | 該当する施設 |
|---------|---|
| Sクラス | <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系 ・使用済燃料を貯蔵するための施設 ・原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設 ・原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 ・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 ・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設 ・放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設 ・津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備 ・敷地における津波監視機能を有する施設 |
| Bクラス | <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設 ・放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比へ十分小さいものは除く。） ・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設 ・使用済燃料を冷却するための施設 ・放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設 |
| Cクラス | <ul style="list-style-type: none"> ・Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設 |

出典：中国電力(株)資料

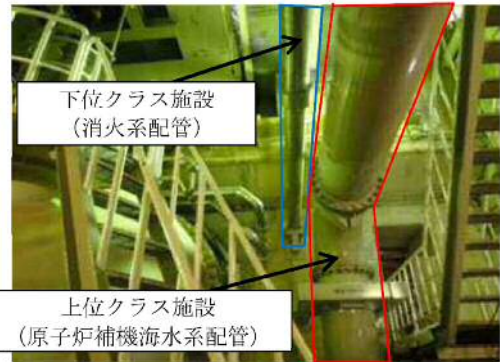
| 項目 | <18> 重要設備以外の設備の損傷による重要設備への影響は考慮されているか |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>耐震重要度分類の上位のクラスに属する施設（上位クラス施設）は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（下位クラス施設）の損傷等による波及的影響で安全機能を損なわないように設計する。ここで、上位クラス施設とは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のSクラスに属する施設、その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物 ・重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設 <p>が該当する。</p> <p>波及的影響の評価にあたって、設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討等を行い、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響 ・耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響 ・建物内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響 ・屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響 <p>の4つの事項の評価結果をもとに、下位クラス施設の損傷等による耐震重要施設の安全機能への影響がないことを確認している。</p> <p>また、上記事項の他に考慮すべき事項がないかを確認するため、原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA）の登録情報をもとに国内の原子力発電所の地震被害事例の情報を抽出し、地震被害の発生要因を以下のとおり分類した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地盤の不等沈下による損傷 新潟県中越沖地震（平成19年7月）における柏崎刈羽原子力発電所3号機の変圧器火災など、30事例 2) 建物間の相対変位による損傷 東北地方太平洋沖地震（平成23年3月）における福島第二原子力発電所4号機主排気ダクトからの漏えいなど、6事例 3) 地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所1号機タービン建屋地下1階の高圧電源盤火災など、125事例 4) 周辺斜面の崩壊 東北地方太平洋沖地震における福島第一原子力発電所の夜の |

| | |
|----------------|---|
| | <p>森線 No. 27 鉄塔の崩壊など、8 事例</p> <p>5) 燃料プール等のスロッシングによる溢水 東北地方太平洋沖地震における東海第二発電所の使用済燃料プール水飛散など、17 事例</p> <p>6) その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わない 1) ～5) 以外の要因等） 宮城県沖地震（平成 17 年 8 月）による女川原子力発電所全プラント停止など、69 事例</p> <p>検討の結果、1)～5)の要因は波及的影響における検討事項に分類されており、6)は別途影響評価している津波、火災、溢水が要因となったものや施設の損傷を伴わないものであることから、波及的影響の観点で考慮すべき検討事項には当たらないと判断した。以上のことから、地震による原子力発電所の被害情報から確認された被害要因を踏まえても、特に追加すべき事項がないことが確認された。</p> <p>なお、基準地震動 S_s に対する構造健全性を確認できなかった下位クラス施設については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・健全性を維持できる構造への改造（耐震補強等） ・上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置 ・下位クラス施設の移設 <p>等を実施することにより波及的影響を防止する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①波及的影響の評価が規制要求通りに S クラスを対象としていることが分かるようにしたほうが良い。特に 1 号炉・2 号炉の廃棄物処理建物の相対変位による影響の説明は、S クラスへの波及的影響とは思えないので、上位クラス施設の中に S クラスがあることを明示したほうが良い。100mm（間隙程度の寸法）を離隔距離と呼称していることにも少し違和感がある。 （釜江顧問（コメント））</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波及的影響評価においては規制要求通り、S クラスとその支持構造物等を上位クラスとしている。B クラスを考えて記載している訳ではなく、基本的には上位クラス施設への波及的影響を考えている。なお、波及的影響評価において建物間のクリアランスを離隔距離と呼称している。 |

【論点<18>参考：波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出例】

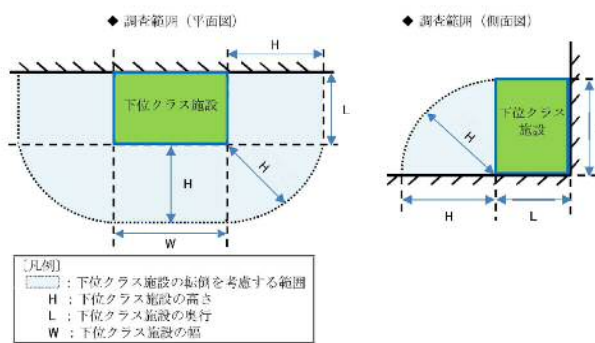


(a) 抽出方法

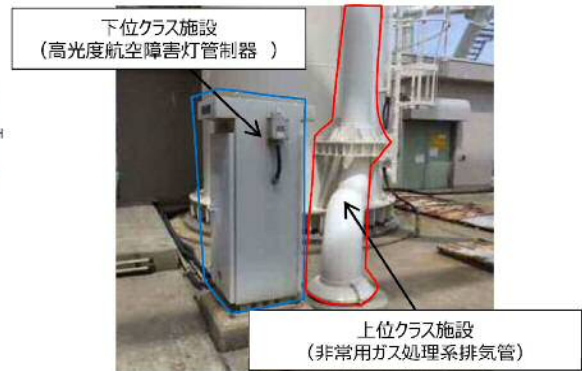


(b) 具体例

下位クラス配管の落下を想定した抽出方法

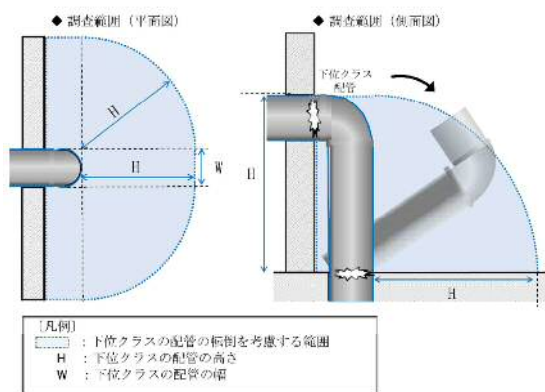


(a) 抽出方法



(b) 具体例

下位クラス施設の転倒を想定した抽出方法



(a) 抽出方法



(b) 具体例

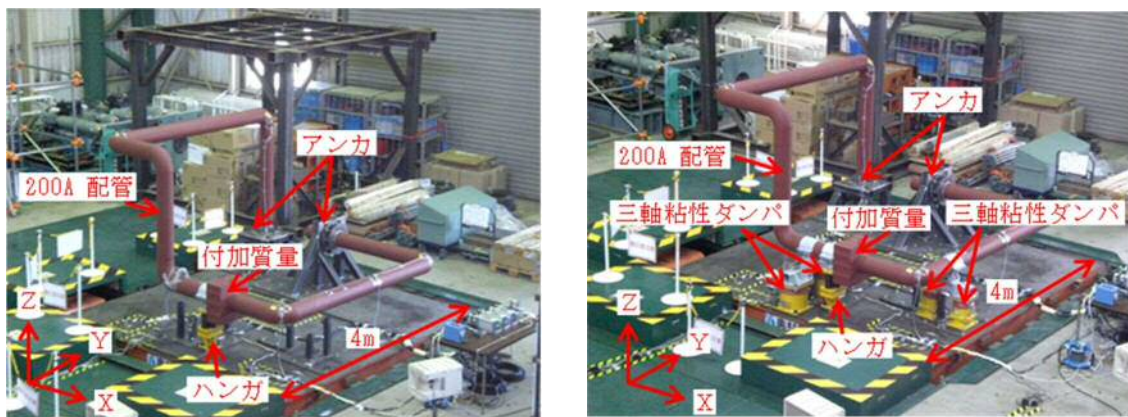
下位クラス配管の転倒を想定した抽出方法

出典：中国電力(株)資料

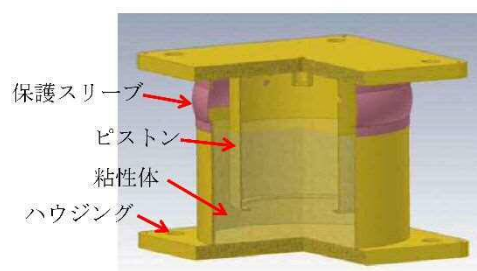
| 項目 | <19> 新たに適用する制震装置は信頼性があるのか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>耐震性向上を目的として取水槽ガントリクレーンに単軸粘性ダンパ、Sクラス以外の配管系に三軸粘性ダンパを新たに適用することとしており、これらの制震装置の構造成立性を確認するため、装置の性能をモデル化した地震応答解析等を実施している。</p> <p>単軸粘性ダンパは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単軸粘性ダンパを設置した取水槽ガントリクレーンを対象とした地震応答解析により、ダンパ及び取付部を含めたクレーン本体の構造成立性を確認したこと ・単軸粘性ダンパの性能試験及びモデル化にあたって、減衰性能への影響の検討を要する項目を「免震構造の審査手引きの提案（平成26年1月）独立行政法人原子力安全基盤機構」を参照して抽出したこと ・既工認実績のある制震装置との差異に着目した整理及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」に基づき、機器・配管系への適用性や減衰性能への影響の観点から検討を要する項目を整理した結果、追加の検討項目は抽出されず、必要な検討が行われていることを確認したこと <p>等から、適用可能と評価した。</p> <p>また、三軸粘性ダンパは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析を行い、ダンパ及び取付部を含めた配管系の構造成立性を確認したこと ・配管への取付方法としてラグ又はクランプを選択可能であり、配管の上部及び下部のいずれの位置にも設置することができるため、配置計画の成立性に問題はないこと ・原子力発電所に用いることができる制震装置として米国機械学会規格に記載されており、海外の原子力発電所において振動対策及び地震対策として設置実績があること ・三軸粘性ダンパを設置した配管系の加振試験を実施し、地震応答の低減に有効であることを確認したこと ・三軸粘性ダンパの性能試験及びモデル化にあたって、減衰性能への影響の検討を要する項目を「免震構造の審査手引きの提案（平成26年1月）独立行政法人原子力安全基盤機構」を参照して抽出したこと ・既工認実績のある制震装置との差異に着目した整理及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」に基づき、機器・配管系への適用性や減衰性能への影響の観点から検討を要する項目を整理した結果、追加の検討項目は抽出されず、必要な検討が行われていることを確認したこと <p>等から、適用可能と評価した。</p> |

| | |
|----------------|--|
| <p>顧問の意見</p> | <p>①制震装置を設置することで配管系の固有周期のピークが少し短周期側に移動しているのは、減衰の効果によるものか。応答倍率は下がっており、応答としては全く問題ないと思うが、減衰の付与と周期の関係があるのか教えてほしい。 (釜江顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について) ・制震装置は主に減衰を付与するが、装置自体が少し剛性を持っている。このため、制震装置を設置すると配管系として硬くなり、共振ピークの位置は短周期側にずれる。</p> |

【論点<19>参考：三軸粘性ダンパを設置した配管系の加振試験】



配管系試験体 (左：ダンパなし, 右：ダンパ設置)



三軸粘性ダンパの外観及び構造

出典：中国電力(株)作成資料を島根県で加工

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><20> 繰り返し地震や、事故が発生した後に起きる地震は考慮されているか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>県民から 2016 年の熊本地震で震度 7 が 2 回続けて観測されたことを例に、原子力発電所では 1 回の地震しか考慮されていないのでは、といった心配の声を受けていることを踏まえ、島根原子力発電所における繰り返し地震の考慮状況等について確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p><繰り返し地震の想定> 安全機能を有する S クラスの施設の耐震設計において、弾性設計用地震動 Sd を設定し、Sd による地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。これにより Sd 相当の地震が繰り返し起きても S クラス施設の安全機能を損なわないことを確認している。</p> <p>なお、Sd の設定にあたっては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Ss との応答スペクトルの比率が目安として 0.5 を下回らないよう、Ss に係数 0.5 を乗じて設定した地震動 (Sd-D, F1, F2, N1, N2) ・ 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針 (昭和 56 年 7 月原子力安全委員会決定、平成 13 年 3 月 29 日一部改定)」(旧指針) の基準地震動 S1 が果たしてきた役割^(※) を踏まえ、S1 の応答スペクトルを概ね下回らないよう配慮した地震動 (Sd-1) を Sd としている。 <p>(※) 旧指針では、S1 (設計用最強地震による地震動) による地震力と運転時や事故時の荷重と組み合わせて発生する応力に対して、重要な安全機能を有する施設・設備が総体的に弾性範囲内にとどまるよう設計することを要求している。</p> <p>また、応答スペクトル手法に基づき策定した基準地震動 Ss-D は、継続時間を 60 秒で設定している。一方、震源が敷地に近い宍道断層による地震の断層モデル手法を用いた地震動評価に基づき策定した基準地震動 Ss-F1、F2、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 Ss-N1、N2 の継続時間は最大でも約 20 秒程度である。したがって、Ss-D は他の基準地震動 Ss の複数回分に相当する継続時間となっており、地震の繰り返しを考慮しても一定の保守性を有する。</p> <p><事故が起きた後に起きる地震の想定> 設計基準対象施設の耐震設計にあたっては、地震力と設計基準事故時の状態で作用する荷重の組合せを考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ S クラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に長時間作用する荷重と弾性設 |

| | |
|--------------|---|
| | <p>計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Sクラスの機器・配管系については、設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力との組合せによる評価を行っている。 <p>また、重大事故等対処施設の耐震設計にあたっては、重大事故を地震の独立事象として位置づけた上で、重大事故の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し、重大事故時に作用する荷重と適切な地震力 (Ss, Sdいずれか) を組み合わせて評価を行っている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①Sd を設定する過程で旧指針の S1 を包絡するかが議論されているが、S1 と Sd は決め方が違う話なので、無理繰りに関係づけようとすると包絡しない部分が出てくるのは当然の話。審査では地震学で決まった S1 や S2 と、構造工学で決まった Sd とが混同されている。</p> <p>ただ、求められるのは基準地震動 Ss に対する原子炉施設の安全性なので、それをしっかり確認できていれば良いと思う。 (釜江顧問 (コメント))</p> <p>②Ss-D は継続時間が長いので保守性が担保されるとの説明があったが、Ss で求められているのは弾性設計ではないので、建物の変形具合によっては長く振る効果が浮かび上がると思う。本質的にはそうした効果も関係するのでは。(釜江顧問)</p> <p>③荷重の組み合わせの考え方は以前からあるが、重大事故等対処施設や SA 施設などは新たな要求だと思うので、新規制基準で追加された評価の内容を簡単に教えてほしい。(釜江顧問)</p> <p>④今の原子力の枠組みでは、敷地周辺に断層帯があればそれが全て同時に動くことも含めた最悪シナリオの評価が求められており、島根原子力発電所の周りで最も影響のある宍道断層でも、非常に余裕を見た形で地震規模を決めている。</p> <p>宍道断層で熊本地震のように前震という形で最初に一回り小さい地震が発生し、その後本震が起こることを否定はできないが、起こり得る最大の地震を本震だとすると、その地震による地震動を基準地震動として定義して、その中で施設の安全性が担保されているので、前震や余震が起こったとしても安全性に問題はないと思う。その根拠として、一般には弾性設計用地震動 Sd は Ss の 0.5 倍程度に設定するが、島根原子力発電所の場合は Ss の 0.8 倍程度も想定されていた。0.8 倍でほぼ弾性状態が確</p> |

認されているのであれば、他のサイトと比べ耐震安全性は高いと思う。

建物の裕度という意味では、Ss で何か影響があるのではなくそれ以上の強度を持っているのは大事な話。原子炉建物の場合は許容限界が弾性範囲を少し超えたぐらいのところ（機能維持できて構造的には大きな影響がないレベル）で規定されているので、少しひび割れることはゼロではないと思うが、裕度は十分あり、機能維持は確認されているので安全上問題はないと思う。また、設備・機器はかなり強く作られているので、一般には非線形になることはないと理解している。

こうした繰り返し地震に対する島根原子力発電所の地震環境に加え、施設の耐震性を総合的に考えると、熊本のように繰り返し地震が発生したとしても問題はないと思う。

（釜江顧問（コメント））

- ⑤連続地震は熊本地震以外の本震・余震型でも起きており、一番重要なのは地震規模が大きいとその揺れが一番大きいという訳ではないこと。余震の規模が一回り小さくても、直下で起きれば本震の時より揺れることはこれまでも沢山あった。熊本地震の場合は震源と観測点が非常に近かったために震度7が2回記録されており、これを受けて何度も震度7が起きることを危惧されているのだと思うが、震源の場所と規模と、対象サイトの関係を考える必要がある。

熊本地震で2回の震度7が出たことについては、明らかに地盤による増幅の影響があったことが研究されており、揺れの予測は、熊本の例を取ってマグニチュード7クラスの地震が起きたら直上は必ず震度7が起きると考えるのではなく、様々な過去の事例とサイトの地盤の特徴を認識した上で行っている。

原子力発電所の場合は基準地震動をかなり極限に近い規模で設定していて、なおかつそれに裕度を考えるという論理を持っている。（岩田顧問（コメント））

- ⑥宍道断層で発生する地震はかなり大きく評価されており、熊本地震のような地震発生プロセスを想定しても大丈夫だと思う。わかり易さを追求するのであれば、原子炉建物に対して熊本地震の1回目で壊れた建物の強度がどうだったかなどを比較するのも一つの方法だと思う。

連続して大きな地震が起きることに対してどう対応するかは、オペレーションの問題。具体的にどんなオペレーションをするかは住民の方も心配されると思うので知っておくべきであり、色々な災害についてそういった話も説明しておくことが、住民の方に安心していただくためには必要だと思う。

（佃顧問（コメント））

| | |
|-----------|--|
| | <p>⑦事故時の荷重の組み合わせに関して、設計基準事故以上のところまで踏み込んだ形の中で、最悪の場合でも重大事故等対処設備だけは使えて対策できることは非常に大事だと思う。福島事故以降、色々な重大事故対応を図られているので、これらを今後の実際のものづくりへ反映し、しっかりと確認してほしい。(釜江顧問 (コメント))</p> <p>⑧熊本地震のような形で、2つの基準地震動が連続して発生した場合の施設の安全性については、具体的に審査の場で議論されているのか。また、そういう地震の発生に対してどのように考えられているのか。</p> <p>非常に極端な話であることは理解しているが、設備等が有する裕度によっては基準地震動が連続しても問題ないことなどを知るだけでも安心材料になると思うので、そういう意味で聞いておきたい。(釜江顧問)</p> |
| 中国電力の回答 | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非線形に入っても長い時間揺らした上での解析をしており、一定の保守性は入っている。また、Ss-Dでの評価結果も許容限界に対して余裕のある結果となっており、例えば原子炉建物の最大応答せん断ひずみは許容限界の3分の1程度の値になっていること等から、かなりの余裕があると考えている。 <p>機器については繰り返しに対しては疲労という損傷モードになるが、許容限界は終局限界に対して20倍の安全率を取った疲労線図を使っており、こちらもかなりの余裕があると考えている。</p> <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規制基準において、重大事故時の評価が追加されており、重大事故時では設計基準事故時と比べて厳しい荷重状態(圧力、温度)を考慮し、その荷重状態と適切な地震動を組み合わせた耐震評価を実施する。 |
| 原子力規制庁の回答 | <p>(「顧問の意見」⑧について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現状では、基準地震動相当の地震が2回続けて起こることまでは想定していない。 <p>ただ、地震が起きれば原子炉を停止するのが基本であり、停止後は点検して安全であることが確認できないと動かさない。2回目が起きても止まっているので、圧力が落ちており1回目ほどの負荷は機器にかからないことは一般的に言える。</p> |

【論点<20>参考：2016年熊本地震の震源となった布田川断層帯・日奈久断層帯】

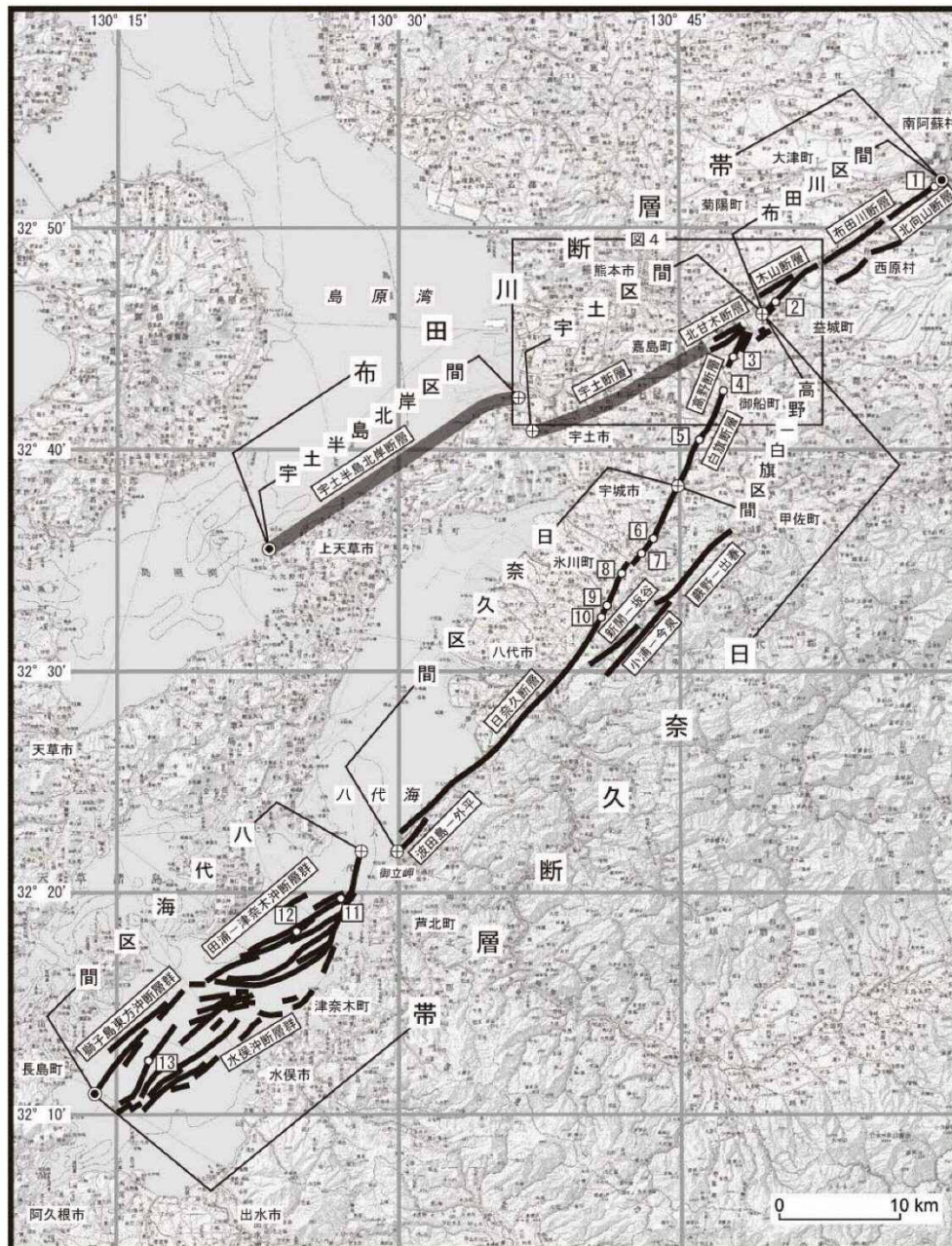


図2 布田川断層帯・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点

- 1: 白川左岸地点 2: 田中地点 3: 高木地点 4: 白旗地点 5: 鰐瀬地点 6: 南小野地点 7: 南部田地点 8: 高塚B地点 9: 腹巻田地点 10: 柊地点 11: 八代海白神岩地点 12: 八代海津奈木沖地点 13: 八代海南西部海底地点

●: 断層帯の北東端と南西端 ⊕: 活動区間の境界

活断層の位置は活断層研究会編(1991)、熊本県(1998b)、池田ほか(2001)、中田ほか(2001)、産業技術総合研究所・地域地盤環境研究所・東海大学(2011)及び地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会活断層分科会による重力異常・地質構造の検討結果に基づく。

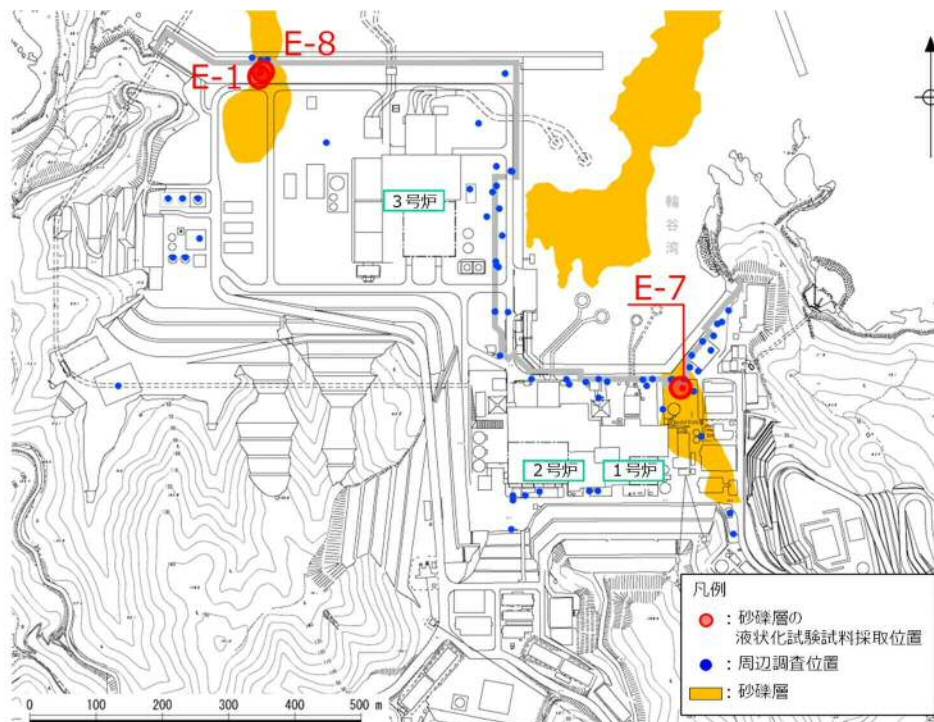
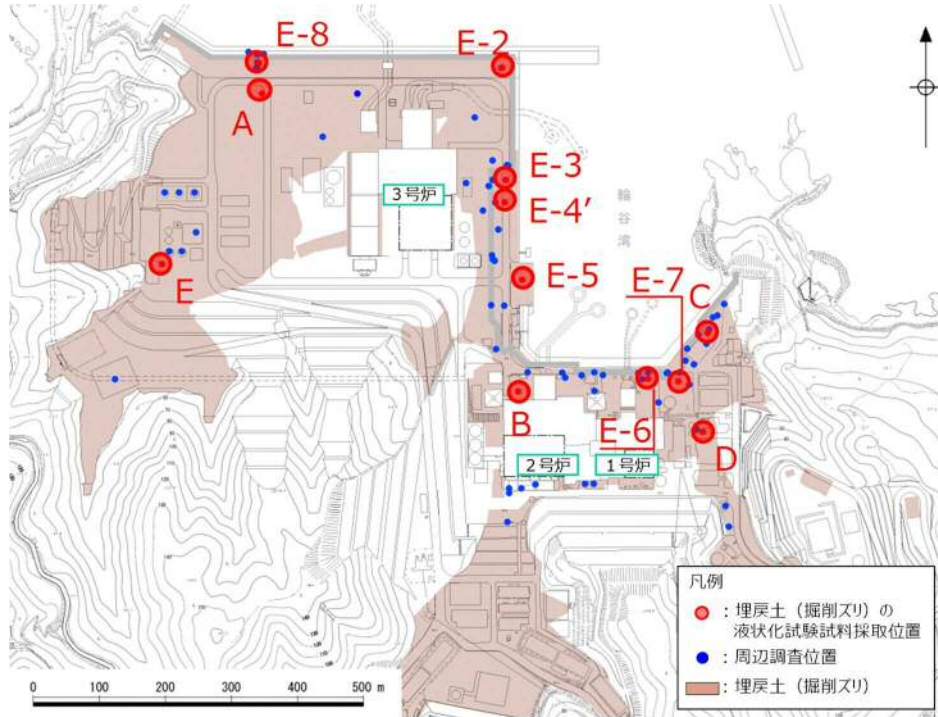
基図は国土地理院発行数値地図200000(地図画像)「熊本」「八代」を使用。網掛線は、重力異常、ボーリングや音波探査により位置が特定された活断層。

出典：地震調査研究推進本部地震調査委員会 発表資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>〈21〉 地震に伴う地面の液状化による重要設備への影響は考慮されているか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>重要施設は液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状の影響を考慮した場合においても、当該施設の安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。</p> <p>液状化影響の評価にあたっては、発電所敷地内における被覆層の分布状況、道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）（道路橋示方書）及び港湾の施設の技術上の基準・同解説に基づく液状化判定の対象層の抽出結果を踏まえ、保守的に埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層を液状化評価対象層として抽出し、当該層の液状化試験結果をもとに基準地震動 S_s が作用した地盤の状態を判定し、それを踏まえた液状化強度特性を設定することで、液状化による影響を考慮している。</p> <p>なお、液状化試験結果より、敷地内に液状化を示す土層はないが、繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）、若しくは非液状化となる埋戻土（掘削ズリ）、砂礫層について、念のため液状化強度特性を設定して保守的な構造物評価を実施している。</p> <p>また、設計においては液状化試験結果よりも保守的に設定した、簡易設定法による液状化強度曲線を使用している。</p> <p>液状化影響の検討対象施設は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設（建物、構築物、屋外重要土木構造物及び津波防護施設） ・重大事故等対処施設 <p>とし、これらの設置状況（基礎形式、支持層、基礎下端深さ）及び設計用地下水位に基づき液状化検討対象を選定することとしている。なお、取水口、取水管及び1号放水連絡通路防波扉については、周囲に液状化評価対象層が分布しないことから抽出対象外とする。</p> <p>また、可搬型重大事故等対処設備による重大事故等への対応に必要なアクセスルートは、地震時の液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりの影響を受けることなく通行性を確保する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①液状化試験に基づく評価において、外力は考慮に入っているか。土木学会でレベル2地震動が決められていたので地震力に対してはどのような評価だったかを教えてほしい。（釜江顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験に関しては地盤物性だけで判断しているが、レベル2地震動が非常に大きな地震動であることを考慮し、サイクリックモ |

ビリティについても保守的に液状化として評価している。

【論点<21>参考：液状化評価対象とする埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の分布】

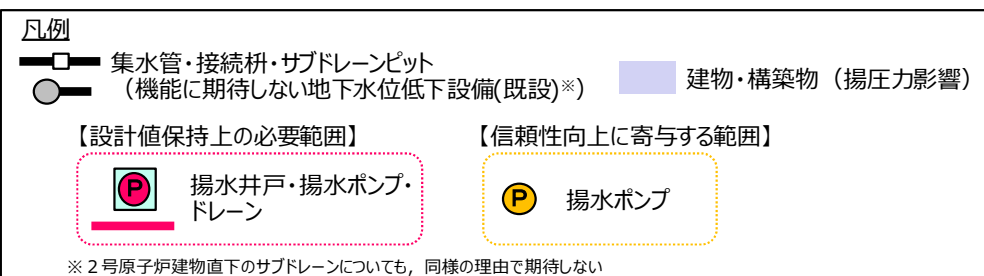
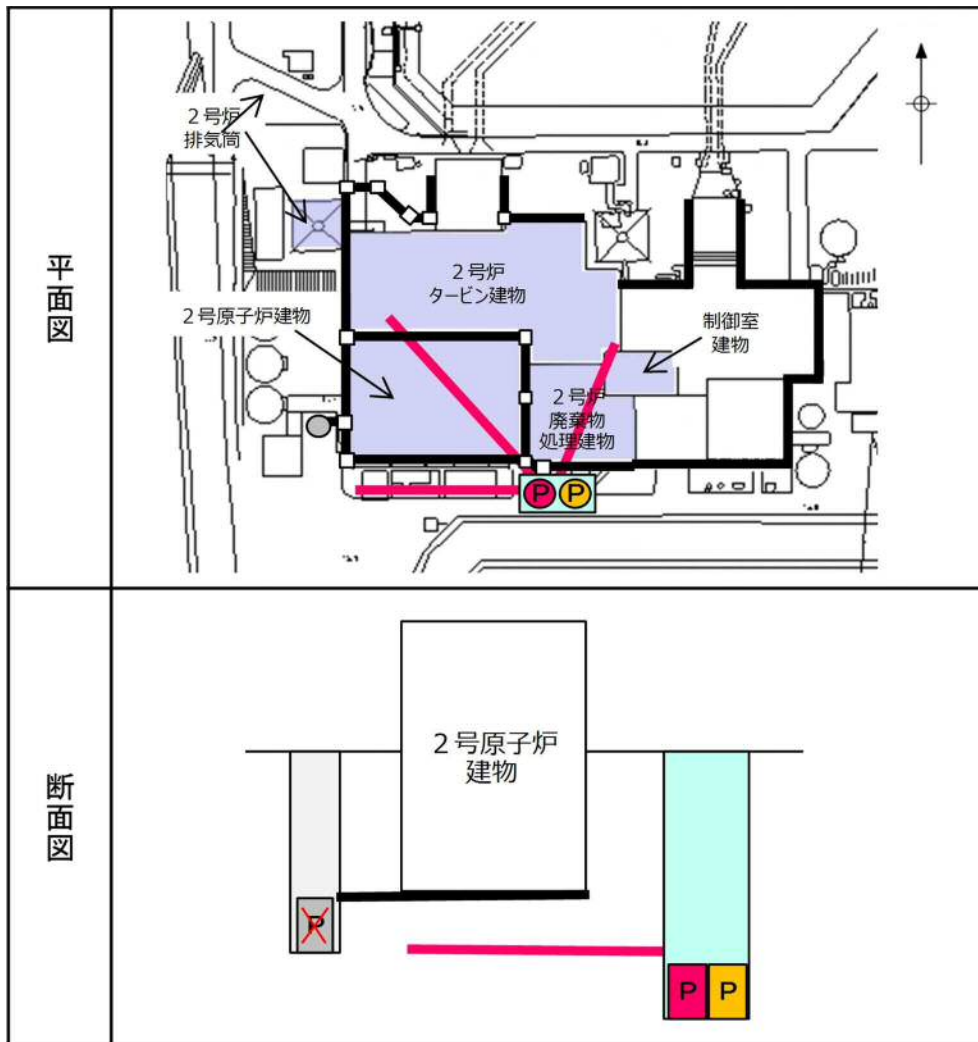


出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>＜22＞ 新たに設置する地下水位低下設備の機能及び耐震性は考慮されているか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>主要な建物等（原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒）に作用する揚圧力及び液状化影響の低減を目的として、原子炉建物等の直下の地下水を揚水ポンプで汲み上げ、地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備を新たに設置し、その機能は設計地下水位の設定において考慮する。</p> <p>この設備は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既設の地下水位低下設備のドレーンより低い位置で集水 ・既設の地下水位低下設備から独立し、信頼性（耐久性、耐震性及び保守管理性）を満足 <p>するものとし、設計用地下水位の設定にあたっては地形等を適切にモデル化した浸透流解析を実施し、保守性を確保した上で耐震評価を行う方針としている。</p> <p>なお、既設の地下水位低下設備は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドレーン（サブドレーン、集水管及び接続柵）の直接的な確認ができないこと（保守管理性が低いこと） <p>等から、設計用地下水位の設定において機能に期待しない方針としている。</p> <p>また、発電所の供用期間の全ての状態において地下水位低下設備の機能を維持する観点から、地下水位低下設備の機能喪失要因等の分析結果に基づき、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各構成部位において基準地震動 S_s への機能維持の確認 ・排水機能（揚水ポンプ）、監視・制御機能（制御盤、水位計）、電源機能（非常用ディーゼル発電機）の多重化 ・制御盤の屋内設置（火災等の外部事象対策） ・揚水井戸の蓋設置（竜巻飛来物・火山灰対策） <p>を行う。更に、それでもなお動作不能が発生した場合を想定し、復旧用可搬ポンプを用いて復旧を行う多段な対策によりその信頼性向上に努める。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①耐震性評価の前提条件として絶えず地下水位を下げておく必要があるなら、地下水位低下設備は非常に重要なものになると思う。その辺の位置づけはどうか。（釜江顧問）</p> <p>②最近頻発しているような突発的な大雨に対し、この設備は対処できるのか。（岩田顧問）</p> <p>③地下水位低下設備は耐震安全上重要な位置づけになるのか（浮力を考慮すると接地率が厳しいのか、裕度を増やすための措置なのか、設計として成立させるための設備なのか 等）。</p> <p>位置づけによっては設備の重要性が高まって機能維持に対する</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>評価も重要となり、設備を維持管理するのも非常に大変になると思う。(釜江顧問)</p> <p>④雨量の推定等により解析上は機能はある程度正しく評価できると思うが、具体的な地下水の状況はドレーンの設置場所によっても変わると推測されるので、耐震評価上の必須事項ではないことが望ましいと思う。 (釜江顧問 (コメント))</p> <p>⑤地下水位低下設備は水位が一定値になればポンプを起動して地下水位を下げるものだと思うが、水位警報等は設けられているか。また、ポンプの故障等も検知できるのか。(釜江顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水位低下設備は新規規制基準への適合にあたり、原子炉建物等の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから、設計基準対象施設 (Cクラス : Ss 機能維持) として位置づける。 <p>なお、地下水位低下設備は安全施設には該当しないが、設備の重要性を考慮し、故障要因等を整理した上で信頼性向上 (多重化、非常用電源確保、Ss 機能維持、復旧用可搬ポンプの準備等) を図っている。</p> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設置許可段階では島根原子力発電所での年間降雨量の 1.5 倍以上 (2,400mm) を降らせて定常解析 (浸透流解析) を行っているが、詳細設計段階では局所的、瞬間的に大量の雨が降った場合を想定した非定常の解析を行うこととしている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水位低下設備は、主要な建物等に作用する揚圧力及び液状化に対して基礎スラブ及び地下外壁の耐震性を確保するため、設計地下水位を上回らないよう維持するための重要な設備となる。Ss 機能維持等の要求機能を満足するよう保全計画に定め、保守管理を行っていく。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水位低下設備の A系, B系それぞれに監視盤があり、そこに水位情報や故障情報が表示されるようになっている。地下水は常時ある程度の流入があり、ある水位になるとポンプ起動、水位が低下するとポンプ停止というオンオフを繰り返す設定であり、水位の各段階で警報等が出る設定となっている。 |

【論点<22>参考：地下水位低下設備の配置例及び構成例】



出典：中国電力(株)資料

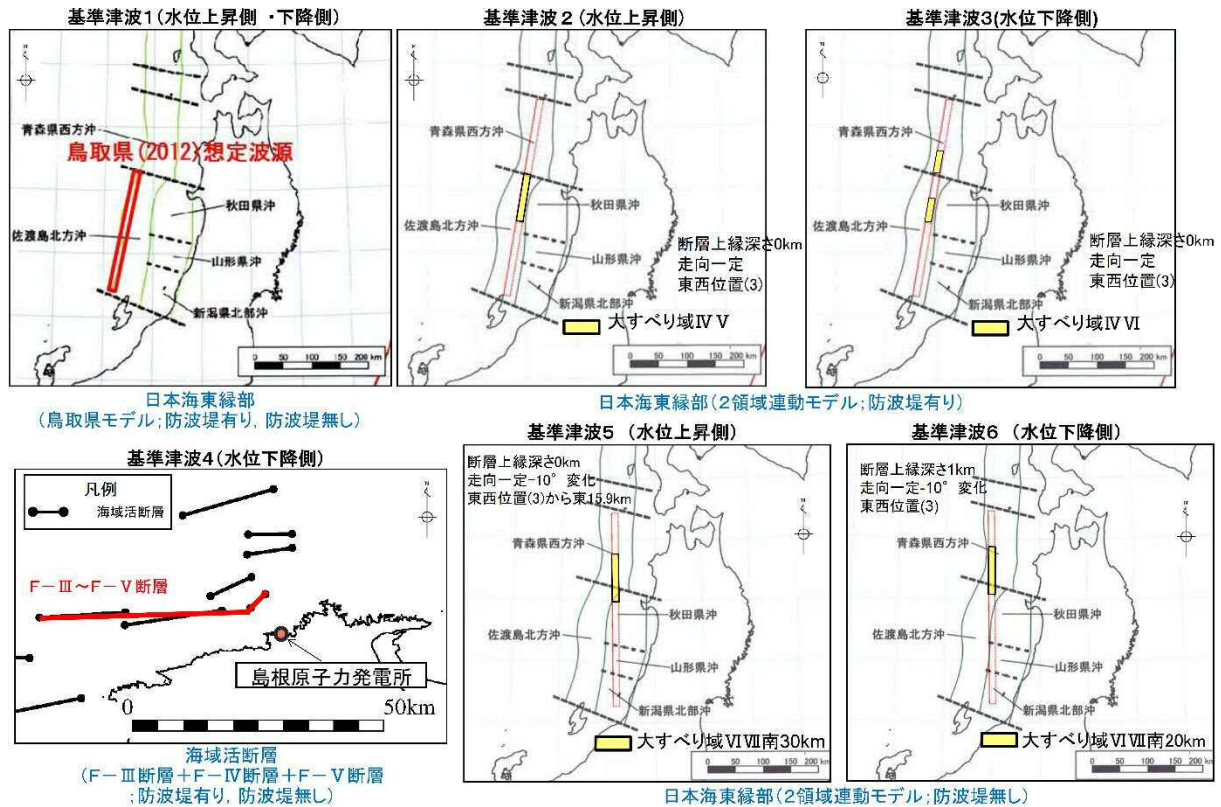
② 津波

ア 基準津波

| 項目 | <23>基準津波はどのような津波を想定しているか |
|--------------------------|---|
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | <p>敷地周辺の海域活断層を対象に津波予測高等を検討し、</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺海域にある断層の中で、断層長さや発電所との距離から予測される津波波高が最も大きいこと <p>から、敷地に及ぼす影響が大きいと考えられる津波として海域三連動を選定した。</p> <p>また、発電所近傍の津波痕跡記録より、</p> <ul style="list-style-type: none"> 1983年日本海中部地震津波、1993年北海道南西沖地震津波が島根半島に影響を与えたと考えられること <p>から、日本海東縁部に想定される地震による津波を選定した。</p> <p>以上の選定結果及び防波堤の有無に関する検討結果をもとに、水位上昇側、水位下降側合わせて6つを基準津波として想定した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 基準津波1 (水位上昇・下降側) 鳥取県が佐渡島北方沖に想定した断層 (222km) を波源とする津波 基準津波2 (水位上昇側) 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動 (大すべり域位置IV V) を想定した断層 (350km) を波源とする津波 基準津波3 (水位下降側) 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動 (大すべり域IV VI) を想定した断層 (350km) を波源とする津波 基準津波4 (水位下降側) 敷地周辺の海域三連動を波源とする津波 基準津波5 (水位上昇側、防波堤無し) 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動 (大すべり域V VII南 30km) を想定した断層 (350km) を波源とする津波 基準津波6 (水位下降側、防波堤無し) 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動 (大すべり域V VII南 20km) を想定した断層 (350km) を波源とする津波 <p>なお、過去の敷地周辺における津波痕跡を調査し、1983年日本海中部地震、1993年北海道南西沖地震、1833年山形・庄内沖地震由来の津波堆積物については、</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物の分布標高を基準津波による水位が上回ることから、基準津波の選定に影響しない。 |

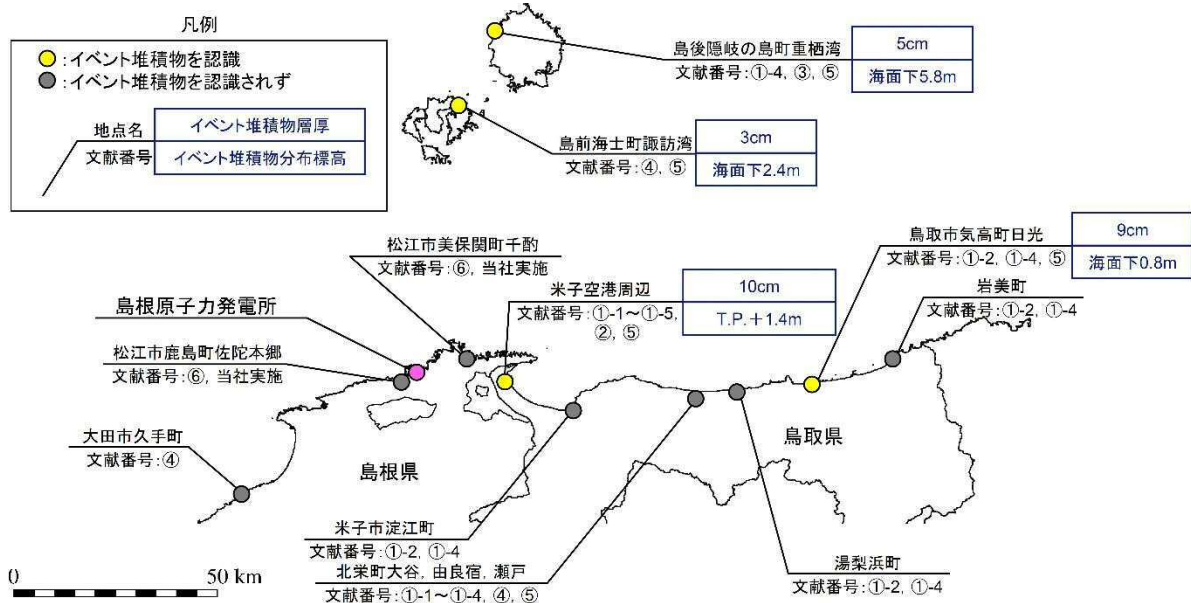
| | |
|---------------------|--|
| <p>顧問の意見</p> | <p>①津波堆積物の調査はどこで行ったのか。福井県の若狭地域のよ うに、堆積物が溜まる湖みたいなものは敷地周辺にあるか。 (釜江顧問)</p> <p>②東北の津波だと堆積物よりも実際の津波の高さは上だったが、 その点はどうか考慮しているのか。津波堆積物の高さは正確に出 ると思うが、東北日本の地震で分かったように、実際に津波の 堆積物ができた高さよりも、遡上高は標高が高いと思う。 (佃顧問)</p> <p>③堆積物の調査地点が適した場所を選定されていて、そこで堆積 物の有無を判断したことが適切だという説明は必要だと思う。 また、既存の文献で山陰地方の海岸付近での最大津波到達高さ の記録があれば、併せて紹介してほしい。(佃顧問)</p> <p>④津波堆積物調査の結果は、科学的なレビューを受けた論文にす るとより信頼性が高くなると思う。調査の地点・箇所も含め、 記録が適切だという確認は立地の安全をより深める意味でも重 要なので、論文化を期待したい。(佃顧問 (コメント))</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 調査は敷地周辺の海岸沿いで2箇所(佐陀本郷, 千酌)におい てボーリング調査及び定方位試料採取を行った結果、津波由来 を示す積極的な証拠は見出せなかった。なお、敷地周辺には湖 はない。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 堆積物は確認できていないので、津波高さとの関係は整理でき ていないが、評価としては文献の堆積物標高より高い津波高さ となることは確認している。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物調査を行った佐陀本郷及び千酌は、海岸に砂州堆積 物や砂丘堆積物が認められ津波堆積物が保存しやすい地形であ る。ボーリング調査及び定方位試料採取によりイベント堆積物 の可能性がある地層を抽出し、年代測定、微化石分析等を実施 した結果、津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかった。 山陰地方における津波堆積物の文献調査の結果、1833年山形・ 庄内沖地震の可能性があるイベント堆積物が確認され、米子空 港周辺で10cm程度である。 |

【論点<23>参考①：想定した基準津波の波源モデル】



出典：中国電力(株)資料

【論点<23>参考②：津波堆積物調査の例 (1833年山形・庄内沖地震津波関連)】



出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p><24> 日本海東縁部を波源とする津波において、222kmの断層の方が350kmの断層より高い津波となるのはなぜか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>断層長さ222kmの波源モデルは鳥取県独自の検討に基づいており、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近年の長大断層に対するスケーリング則を用いて算出される最大すべり量を上回るすべり量(16m)を設定 ・断層長さ約220kmの長大断層についてすべりの不均質性を考慮せず、すべり量を一律に設定 <p>するなど、過度に安全側のパラメータ設定になっているため、断層長さ350kmのモデルよりも高い津波となる。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①国交省、内閣府、文科省はどういうスケーリング則を使っているのか。(釜江顧問)</p> <p>②鳥取県は武村式を使っているので規模やすべり量が大きくなっていると思う。一般的に地震動の時は入倉・三宅式を使うが、鳥取県では武村式を使っている点について、審査で議論になったのか。(釜江顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)では、入倉・三宅(2001)をベースとしたスケーリング則でMw7.7以上では平均すべり量は6mで飽和するとしている。また、大すべり域の設定をしており、そのすべり量は平均すべり量の2倍としている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鳥取県(2012)の波源モデルは武村式を使っており、地震調査研究推進本部(2016)及び土木学会(2016)に示される近年の長大断層に対するスケーリング則を用いて算出される最大すべり量を大幅に上回るすべり量(16m)であること、および鳥取県(2012)が採用している武村(1998)のスケーリング則が準拠している内陸地殻内地震のデータの最大長さが85kmであり、それ以上の断層長さは外挿領域となっていること等から、過度に安全側のパラメータ設定になっていることを説明した。 |

【論点<24>参考：日本海東縁部の波源モデルに関する最大すべり量の比較】

| | 近年の長大断層に対するスケーリング則を用いて算出される最大すべり量 | | 鳥取県(2012)のすべり量 | |
|------------|--|---------------------------------|----------------|-----|
| | 日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討において設定した最大すべり量 | 他の地震規模に係るスケーリング則を用いて算出される最大すべり量 | | |
| | | 地震調査研究推進本部(2016) | 土木学会 | |
| 大すべり域のすべり量 | 12m | 5.72m | 9.0m | 16m |



- ・日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討に用いる最大すべり量は、長大断層に関するその他のスケーリング則を用いて算出される最大すべり量を上回っていることを確認した。
- ・鳥取県(2012)において採用している断層長さが約220kmの長大断層のすべり量16mは、以下に示す理由により**過大な設定となっていることを確認した。**
 - 地震調査研究推進本部(2016)及び土木学会に示される近年の長大断層に対するスケーリング則を用いて算出される最大すべり量を大幅に上回る設定であること。
 - 鳥取県(2012)が採用している武村(1998)のスケーリング則に用いた内陸地殻内地震データの断層長さが最大85kmであり、それ以上の断層長さは外挿領域となっていること
- ・以上のことから、日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討に用いる最大すべり量12mは、**妥当な設定であると評価した。**

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

| | |
|--------------------------|---|
| 項目 | <25> 日本海東縁部を波源とする津波において、防波堤の損傷が考慮されている理由は何か |
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | <p>防波堤（防波壁とは異なり、港に一般的に設置されている波除けの工作物）は、</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺の地震、津波により損傷する可能性が否定できない自主設備 <p>であり、</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺の地震等によって防波堤が損傷した後、補修が完了するまでの期間に日本海東縁部を波源とする津波が来襲する可能性を否定できないことから、損傷を考慮した上で基準津波を選定している。 |
| 顧問の意見 | <p>①防波堤が壊れて波及的影響を及ぼすことはないか。壊れても特に問題がないのであれば、評価としては非常にクリアだと思う。（釜江顧問）</p> |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> 防波堤と2号炉の取水口との間には最短で約340mの距離があるが、防波堤について、地震や津波波力、津波時の越流による洗掘により漂流・滑動する可能性について検討した。 漂流に対する評価として、防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。 また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動する可能性が考えられるが、防波堤近傍の津波流速（3m/s）に対して保守的に発電所近傍の最大流速（10m/s）を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約195t、石材の安定質量は215tと算定される。これに対し、防波堤ケーソンを除く消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は、安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。 滑動すると評価した防波堤構成要素のうち、消波ブロック及び被覆ブロックについては、イスバッシュ式より安定流速がそれぞれ8.6m/s、5.8～6.5m/sと算出されており、安定流速を上回る取水口への連続的な流れが発生していないこと、防波堤から2号炉取水口との間に距離があることから取水口に到達することはない。 なお、50kg～500kg程度の基礎捨石については、被覆ブロック等の下層に敷かれていること、2号炉の取水口との間に距離があること、港湾内に沈んだ場合においても海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることを考えると、津波により滑 |

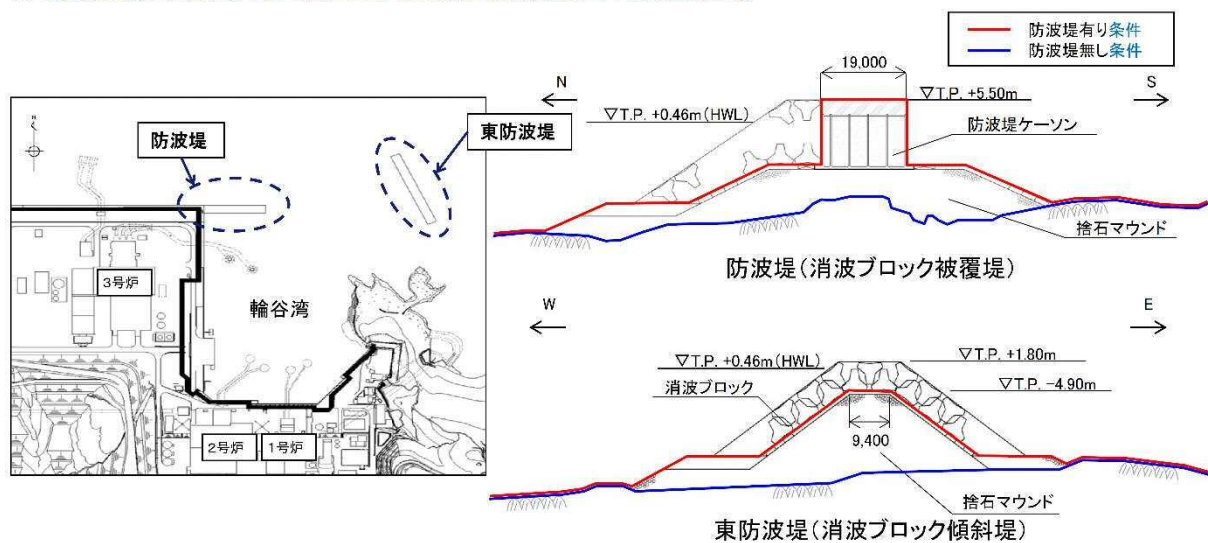
動、転動し、取水口に到達することはない。

- ・以上より、防波堤は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

【論点<25>参考：防波堤の位置及び構造】

- ・防波堤は地震による損傷が否定できないことから、防波堤無し条件において防波堤有り条件と同様の手順でパラメータスタディを行った。
- ・防波堤無し条件の検討に当たっては、防波堤有り条件において敷地への影響が大きい「日本海東縁部に想定される地震による津波」及び「海域活断層から想定される地震による津波」を対象とし、「地震以外の要因による津波」については敷地への影響が小さいと判断した。

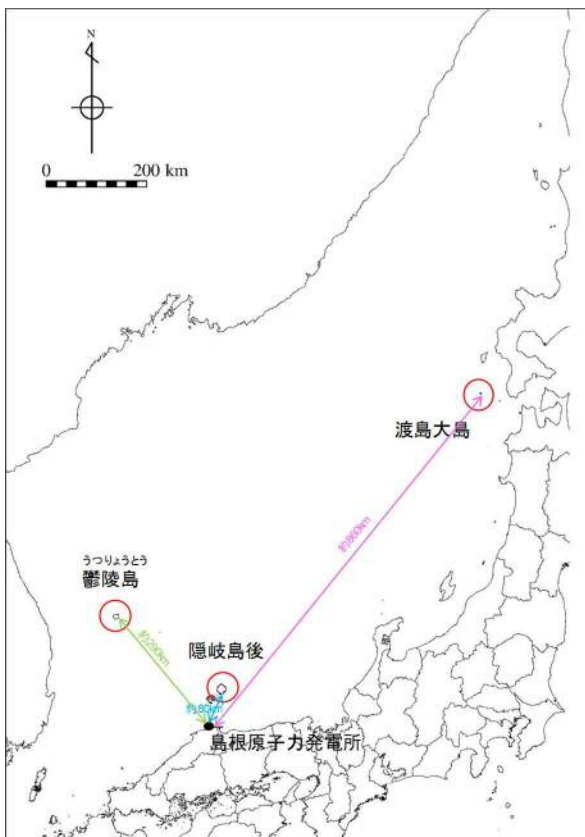
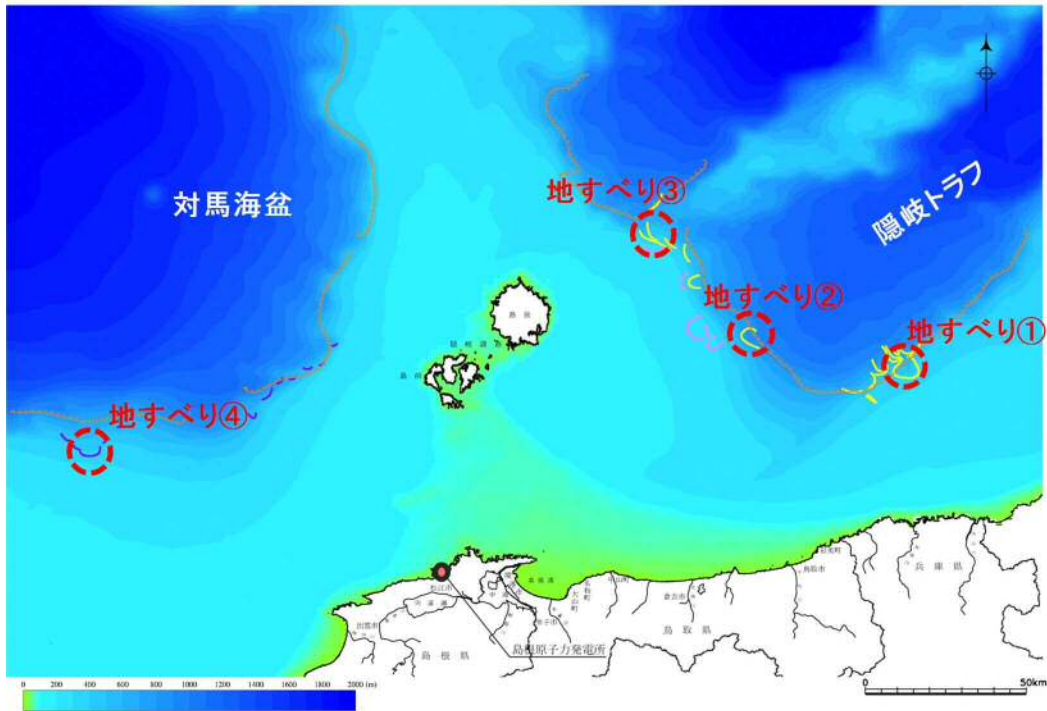
※ 防波堤は地震による損傷が否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とする。



出典：中国電力(株)資料

| | |
|--------------------------|---|
| 項目 | <p><26> 地震以外の要因による津波の影響は考慮されているか 【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>新規制基準では地震以外の要因による津波や津波起因事象の重畳による津波についても評価を要求していることを踏まえ、これらの津波に関する影響評価の結果を確認する。 ※津波警報が出ない津波に関しては国の審査では直接見られていないため、県独自項目として扱う。</p> |
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | <p><地震以外の要因による津波></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 隠岐トラフ、対馬海盆での海底地滑り ・ 敷地周辺での陸上地滑り ・ 敷地周辺での岩盤崩壊 ・ 鬱陵島、隠岐諸島、渡島大島の山体崩壊 <p>を検討し、日本海東縁部の津波以下であることを確認した。</p> <p>また、平成30年12月にインドネシアで発生したような火山現象（山体崩壊）による津波といった津波警報が発表されない可能性がある津波の発生による影響についても検討しており、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 島根原子力発電所では、津波警報の発表を受けて必要となる運用（放水路又は取水路のゲートの閉止等）はないことから、これらによって原子炉施設の安全機能が損なわれないことを確認した。 <p><地震以外の要因による津波の重畳></p> <p>津波発生要因の因果関係を考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 海域三連動と対馬海盆の海底地滑り ・ 海域三連動と敷地周辺の陸上地滑り <p>の重畳を考慮。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日本海東縁部の津波波源と海底地滑り、陸上地滑り地形の箇所は離れていることから、重畳は考慮しない。 |

【論点<26>参考：地震以外の要因による津波の検討例（海底地滑り、火山事象）】



- ・火山事象に起因する津波の敷地への影響が想定される第四紀火山として、鬱陵島及び隠岐島後を対象とし、火山事象に起因する津波の検討を行う。
- ・渡島大島は、1741年に山体崩壊を起こし、日本海沿岸に津波を引き起こしたとされることから、渡島大島についても、火山事象に起因する津波の検討を行う。

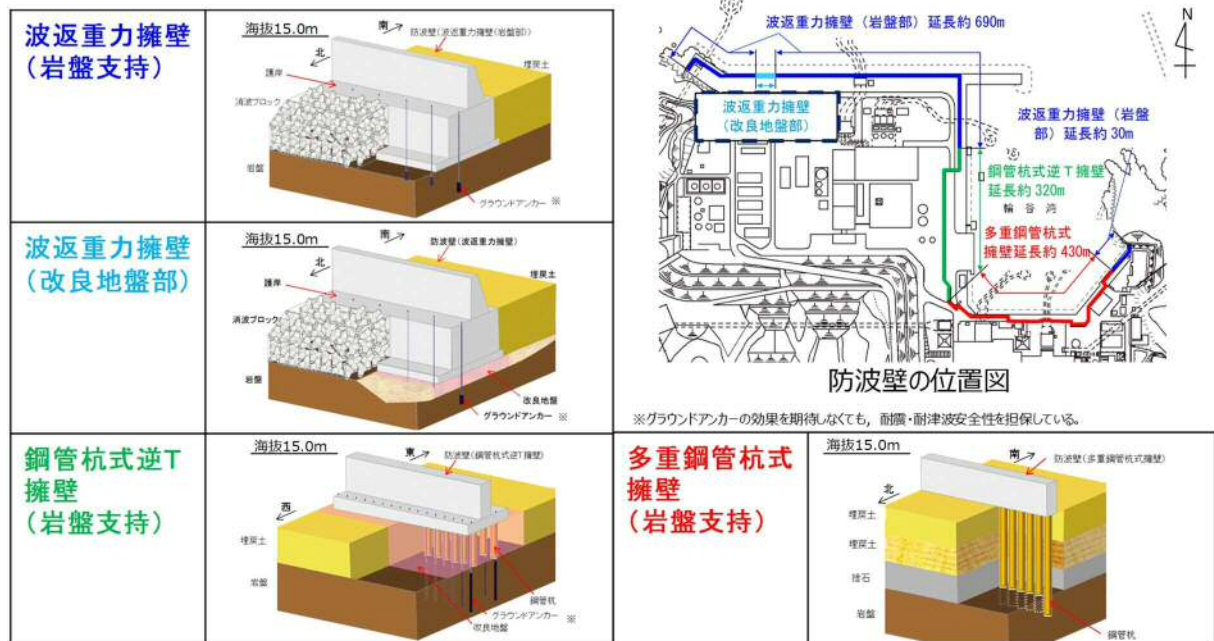
出典：中国電力(株)資料

イ 耐津波設計方針

| 項目 | <27> 津波（水位上昇側）による施設への影響（浸水等）は考慮されているか |
|--------------------------|---|
| 審査結果 （審査等における中国電力の説明） | <p>以下の津波防護対策を講じることで、基準津波による施設への浸水等の影響を防止する。</p> <p><外郭防護 1 ></p> <p>地上部については、3種類の構造型式からなる防波壁（多重鋼管杭式擁壁、鋼管杭式逆T擁壁、波返重力擁壁）及び防波扉を設置することにより、津波防護対象設備を内包する建物及び区画に基準津波による遡上波を到達・流入させない設計とする。</p> <p>地上部以外の取水路及び放水路等については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2号炉取水槽除じん機エリア天端開口部への防水壁及び水密扉の設置 ・ 2号炉取水槽海水ポンプエリア及び循環水ポンプエリア床面開口部への逆止弁の設置 ・ 2号炉取水槽C/Cケーブルダクト貫通部への貫通部止水処置 ・ 2号炉屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）貫通部への貫通部止水処置 ・ 屋外排水路への屋外排水路逆止弁の設置 ・ 1号炉取水槽への流路縮小工の設置 <p>を行うことにより、津波を流入させない設計とする。</p> <p><外郭防護 2 ></p> <p>重要な安全機能を有する設備（非常用海水冷却系の海水ポンプ）が屋外に設置されている取水槽海水ポンプエリアについては、浸水想定範囲、防水区画として設定し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 取水槽床ドレン逆止弁に津波が到達した場合に漏水が発生する可能性があることを考慮し、浸水想定範囲における浸水を仮定 ・ その上で、浸水量が非常用海水冷却系の海水ポンプが機能喪失する高さに対して十分余裕のあることを確認（1m以上の余裕を確認） <p>することにより、安全機能への影響がないことを確認している。</p> <p><内郭防護 ></p> <p>上記の二方針のほか、地震後の津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量の想定に基づき、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁を設置 ・ 海域と接続する低耐震クラス機器・配管への対策（隔離弁設置、基準地震動Ssによる地震力に対するバウンダリ機能保持） |

| | |
|---------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> タービン建物（復水器を設置するエリア）との境界にある開口部（貫通部）の止水処置によって浸水の可能性がある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口）に流入することを防止する。 |
| 顧問の意見 | <p>①新しい津波対策としてまず外壁で防御して、内側では漏れに備えて水密扉等の対策を取るとい、多重に色々と防御されていることは理解できた。</p> <p>あとは具体的な全体の流れ、実際に起こったときにどうなるかといったところがポイントだと思う。（佃顧問（コメント））</p> <p>②津波による浸水防止に関し、規制側がドライサイトを求めている中で復水器周りでの浸水を想定しているのは、重大事故等の最悪シナリオも評価しているということなのか。この範囲が浸水するというストーリーを教えてください。（釜江顧問）</p> |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> 内郭防護では、復水器を設置するエリアにある循環水配管の伸縮継手部は耐震上弱いと考えているため、そこが地震時に破損し、津波が来る前に循環水がこのエリアに浸水するというストーリーで評価している。 <p>津波が来る前に循環水ポンプを停止して弁を閉止する設計としているため、このエリアに津波の水は実質入らない。</p> |

【論点<27>参考：防波壁の構造及び位置図】

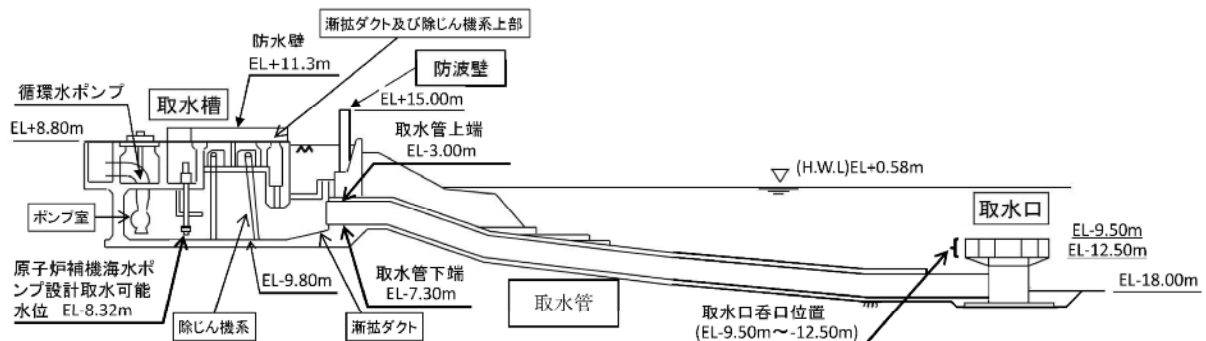


出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>〈28〉 津波（水位下降側）による海水ポンプの取水性への影響は考慮されているか</p> |
| <p>審査結果 （審査等における中国電力の説明）</p> | <p>管路解析により得られた基準津波による取水槽内の水位下降側の入力津波高さはEL-6.5m となるのに対し、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの設計取水可能水位はポンプ長尺化により各々EL-8.32m, EL-8.85mとする。</p> <p>その上で、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 基準津波による水位低下に対して海水ポンプが機能保持でき、冷却に必要な海水が確保できる設計であること ・ 基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して、取水口呑口が十分な通水面積を有していることから、取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること ・ 海水ポンプは取水時に砂がポンプの軸受に混入したとしても、約3.5mmの異物逃がし溝から排出される構造としており、浮遊砂等（平均粒径0.5mm）の混入に対して機能保持できる設計であること ・ 発電所近傍半径5km内の範囲で漂流物となる可能性のある施設・設備等は、取水口が深層取水方式であること及び取水口呑口が十分な通水面積を有していることから、2号炉取水口に到達し閉塞させないこと <p>を確認することにより、基準津波による海水取水性への影響は無いと評価している。</p> <p>なお、津波発生時の海水ポンプ取水性に係る運用対応^(※)として、大津波警報が発令された場合は原則、第一波の到達予想時刻の5分前までに循環水ポンプを停止する。</p> <p>(※) 日本海東縁部に想定される地震による津波の取水槽最低水位が海水ポンプの取水可能水位に対して余裕がないことから、設計に係る運用事項として位置付けたもの。海域活断層から想定される地震による津波に対しては、循環水ポンプ運転時においても取水槽水位が海水ポンプの取水可能水位を下回らないことを確認している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①津波の引き波については、かなり下がっても大丈夫という説明だけではなく、最終的には冷却水をどのように確保できるかという視点が重要。水位が下がりっ放しはあり得ないので、ある瞬間取れない状況があって、それがどのくらい続くのかといった視点でも説明されたほうが分かりやすいと思う。</p> <p>（佃顧問（コメント））</p> <p>②輪谷湾内には砂礫が分布しているが、砂礫層の厚みや、津波時</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>の影響有無は確認しているか。(岩田顧問)</p> <p>③輪谷湾は内海なので、砂礫の堆積量は変化するものではないと考えていいか。(釜江顧問)</p> <p>④大きな津波だと津波石が打ち上げられたという情報もあるし、岩盤の中に独立した岩があってそれが取水口を破壊しないか、ケーソンのような構造物が動き出して破壊しないかなどと色々なことが考えられるが、そういう事象は起こり得ないか。取水口自体を破壊するものがないかという観点で説明があったほうが良いと思うので、聞いておきたい。(佃顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 輪谷湾の中央に位置する砂礫層は岩盤上に数10cm程度薄く堆積しているものであり、粒径としては浮遊する砂よりは大きいため、現在の解析結果では浮遊してこないと考えている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 外からどんどん供給されるものではないと認識しており、色々な工事や新規制対応でボーリングを行っているが、大きな変化は確認されていない。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 底質分布はサイドスキャンソナーで広く面的に調査しており、ある程度大きい津波石であれば記録として残ると考えているが、そういうものは確認されていない。また、取水口の口は約3mあり、サイドスキャンソナーで大きい石は確認できていないため、取水口が閉塞するようなことはないと考えている。 |

【論点<28>参考：2号機取水施設】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <p>＜29＞ 防波壁への基準津波の水圧と漂流物衝突による影響は考慮されているか</p> |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>防波壁の設計において、基準津波に伴う津波荷重（波圧等）及び漂流物衝突荷重を考慮しており、それぞれの荷重条件は以下の検討結果にもとづき設定している。</p> <p>＜津波荷重＞ 津波荷重の設定にあたって水理模型実験及び津波シミュレーションによる検討を行い、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水理模型実験の結果から、ソリトン分裂波や砕波が発生しないこと ・三次元津波シミュレーションの結果から、島根原子力発電所の複雑な地形や三次元的な流況による影響は認められないため、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションによる津波波圧は妥当と判断できること ・水理模型実験及び津波シミュレーション結果による津波波圧は、既往の津波波圧算定式（敷地高以上では朝倉式、敷地以深では谷本式）による津波波圧に包絡されることを確認した。 <p>これらの検討結果を踏まえ、防波壁の設計においては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地高以上（防波壁前面、EL. +6.5m 以上）については朝倉式 ・敷地高以深（護岸前面）については谷本式 <p>による津波波圧を設定することで保守性を確保し、設計用津波波圧の算定に用いる津波高さは、平面二次元津波シミュレーション結果より EL. +12.6m を用いる。</p> <p>＜漂流物衝突荷重＞ 構内海域（輪谷湾）、構内陸域、構外（半径 5km 以内）の海域及び陸域について漂流物調査を実施し、防波壁に対して影響評価を行う漂流物を以下のとおり設定した。漁船については、操業状況を踏まえ、津波防護施設から 500m 付近で操業または航行する漁船の最大を考慮して設定した。（基本とする設計条件）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輪谷湾内に面する範囲は構内陸域の漂流物であるキャスク取扱収納庫、構内海域の漂流物である総トン数 10 トンの作業船及び構外海域の漂流物である総トン数 3 トンの漁船 ・外海に面する範囲は構内海域の漂流物である総トン数 10 トンの作業船及び構外海域の漂流物である総トン数 10 トンの漁船 <p>また、漁船については、基本とする設計条件に加え、漁業法による制限等に基づき、操業および航行の不確かさを考慮して以下の条件を設定した。（不確かさを考慮した設計条件）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輪谷湾に内面する範囲、外海に面する範囲ともに総トン数 19 ト |

| | |
|--------------|--|
| | <p>ンの漁船（発電所周辺漁港で最大の漁船）</p> <p>なお、基準適合状態維持の観点から、操業する漁船の将来的な変更を確認することとし、定期的（1回/定期事業者検査）に調査範囲内の漂流物調査を実施するとともに、津波防護施設への影響を評価し、必要に応じて対策を実施することとしている。</p> <p>また、防波壁に作用する荷重及び荷重の組合せについては、設備の設置状況、構造（形状）等の条件をもとに整理し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震時（常時荷重＋地震荷重） ・津波時（常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重） ・重畳時（常時荷重＋津波荷重＋余震荷重） <p>の3つを設計上考慮している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①将来的には、大きなタンカーで何かオペレーションをしている際に地震や津波が来た場合に、沖合に退避する等の具体的なオペレーションをちゃんとやれるかが確認材料になると思う。 （佃顧問（コメント））</p> <p>②故意でない限り船舶は突っ込んでこない環境だと思うが、海上保安庁の警備船が近くに来ている時や港湾での荷揚げ時など、リスクが高まる時にどうコントロールできるかというオペレーションまで踏み込むと安心が高まる。 沖合に退避する等のオペレーションを取ることで衝突のリスクは少なくなるというところまで資料で言及できれば、より具体的になって良いと思う。（佃顧問）</p> <p>③防波堤が壊れた場合のブロックの影響評価を、東北地方太平洋沖地震等の実績を踏まえて説明した方が良い。（岩田顧問）</p> <p>④作業船等が実際に停泊していた場合に関して、津波時における具体的なオペレーションや退避手順はぜひ訓練等で実際に確認して、しっかりしたものにしてほしい。（佃顧問（コメント））</p> <p>⑤敷地近海では海上保安庁の巡視船が常に警戒していると思うが、この巡視船とのコミュニケーションを確認させてほしい。 （佃顧問）</p> <p>⑥津波漂流物の設定について、このサイト特有の特殊な考え方はあるか。（釜江顧問）</p> <p>⑦今後の話として、基準適合が確認されたら適合性維持のために定期的に漂流物調査を行うことは、文書等で担保、約束されるのか。事業者の主体性に関してどこかで約束するのであれば、どこで定めるかを聞きたい。（釜江顧問）</p> <p>⑧日本海東縁部の津波が到達した時に直下で地震が起きるケースは考えないのか。（岩田顧問）</p> |

中国電力の
回答

(「顧問の意見」②について)

- ・発電所港湾内で停泊・作業する船舶等については、津波警報等発令時の緊急退避マニュアルを整備し、その実効性を訓練等により確認することとしている。
- ・発電所構外海域における漂流物の調査をしており、発電所から2km以内の海域を航行する船舶は漁船等（最大19トン）であり、30トン以上の比較的大型な船舶は2km以遠を航行していることを確認している。水位変動・流向流速ベクトルの分析結果により、発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しないと評価している。

(「顧問の意見」③について)

- ・東日本大震災における港湾施設等では防波堤堤体の滑動・破壊や捨石等の散乱が発生している。島根原子力発電所の防波堤については、津波によりケーソンは重量があるため滑動しないが、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は滑動すると考えられる。しかしながら、取水口への連続的な流れが発生していないことや取水口までの距離があることから、取水口にブロック等が到達することはないと考え、取水への影響はないと判断した。

(「顧問の意見」⑤について)

- ・海上保安庁とも連絡体制を構築して、必要な時に連絡を取れるようにしている。

(「顧問の意見」⑥について)

- ・漂流物の評価に関して先行サイトと違うところは、他サイトは防波堤に囲まれていて直接津波が来る護岸が少し奥まっているのに対して、島根原子力発電所は直接外海に面していることだと認識している。このため、非常に大きな漁船についても漂流物として考え、防護対策を考える必要がある。

(「顧問の意見」⑦について)

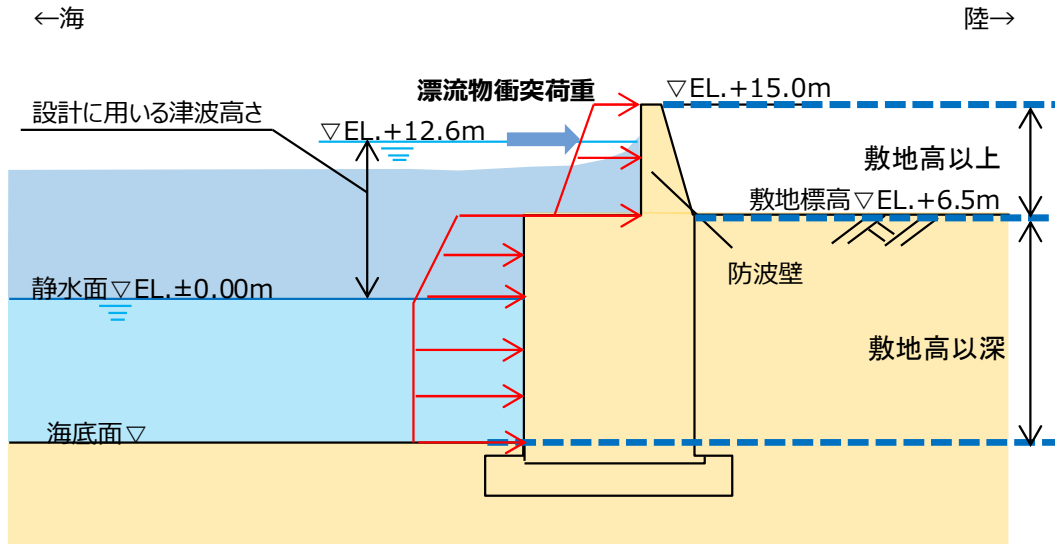
- ・漂流物調査は約1年に1回（1回／定期事業者検査）の頻度で行うこととして設置変更許可申請書に記載しており、ここで事業者として調査すると約束している。また、品質保証文書の中にも記載して、それをきちんと実行していくことになる。

(「顧問の意見」⑧について)

- ・日本海東縁部から津波が来たときに独立事象として地震が起きる可能性も考慮しており、その結果は 2.3×10^{-8} /年となり、設

計で考慮する 10^{-7} /年よりも十分小さいことから、評価ケースから外している。

【論点<29>参考：日本海東縁部に想定される地震による津波時の荷重イメージ図】



敷地高以上：朝倉式により津波波圧算定
敷地高以深：谷本式により津波波圧算定

| 荷重 | 内容 |
|-----------|---|
| 常時荷重 | 構造物の自重，土圧 |
| 自然現象による荷重 | 風荷重，積雪荷重 |
| 地震荷重 | 基準地震動 S_s を作用させる |
| 余震荷重 | 弾性設計用地震動 S_d-D による地震動を考慮する |
| 津波荷重 | 動的荷重（波力）を考慮する なお，津波荷重は敷地高以上は朝倉式に基づき算定し，敷地高以深については谷本式に基づき算定する |
| 漂流物衝突荷重 | 漂流物，荷重算定式について詳細検討を行ったうえで作用させる |

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

③その他自然災害

ア 竜巻

| 項目 | <30> 原子力発電所敷地で想定する竜巻風速の設定根拠は何か |
|--------------------------|---|
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | <p>島根原子力発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で、日本海側沿岸（北海道から本州、各都道府県に含まれる島、離島を含む）の海岸線より海側 5km と陸側 5km の地域を竜巻検討地域に設定し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 竜巻検討地域における過去最大竜巻は F2（50～69m/s）であること ・ 竜巻検討地域全域及び竜巻検討地域を 1km ごとに細分化（1km 短冊）した場合のハザード曲線を算定し、算出のためのデータの不確実性を踏まえて参照する年超過確率を 10^{-5} から一桁下げた年超過確率 10^{-6} における風速とすると、最大風速は 78m/s であること <p>から、基準竜巻の最大風速は 78m/s と設定した。</p> <p>また、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性も踏まえ、基準竜巻の最大風速が F3 の風速範囲（70～92m/s）にあることから、設計竜巻の最大風速は F3 の風速範囲の上限値 92m/s と設定した。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①「将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性も踏まえ、」という条件文は非常に意味が重く表現として良くない気もする。日本での既往最大（F3）はちゃんと考えておく必要があるという立場だと思うが、不確実性を踏まえると F3 を超える事象（F4 以上）を考えなければならないとも解釈できるので、中国電力だけに言ってもいけないが、表現は議論したほうが良い。（岩田顧問（コメント））</p> |

【論点<30>参考：竜巻検討地域における竜巻の観測記録】



| 発生日時 | 発生場所 | Fスケール※ |
|-------------|----------------|---------|
| 1962年09月28日 | 北海道宗谷支庁東利尻町 | (F2) |
| 1971年10月17日 | 北海道留萌支庁羽幌町 | (F2) |
| 1974年10月03日 | 北海道檜山支庁奥尻郡奥尻町 | (F1～F2) |
| 1974年10月20日 | 北海道檜山支庁檜山郡上ノ国町 | (F1～F2) |
| 1975年05月31日 | 島根県簸川郡大社町 | (F2) |
| 1975年09月08日 | 北海道檜山支庁奥尻郡奥尻町 | (F1～F2) |
| 1979年11月02日 | 北海道渡島支庁松前郡松前町 | (F2) |
| 1989年03月16日 | 島根県簸川郡大社町 | (F2) |
| 1990年04月06日 | 石川県羽咋郡富来町 | F2 |
| 1999年11月25日 | 秋田県八森町 | (F1～F2) |

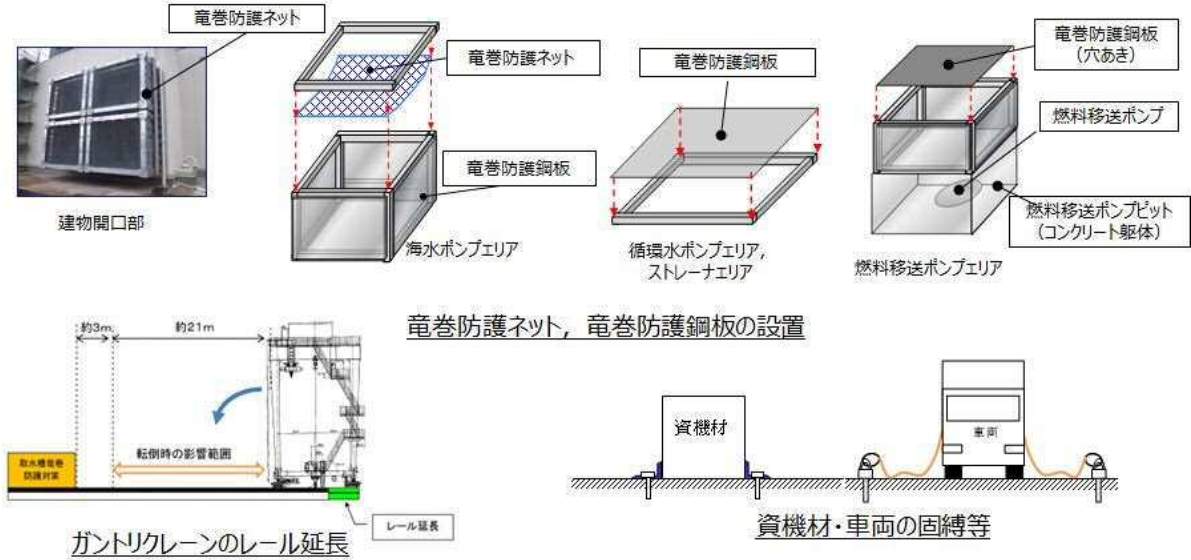
※ Fスケールは、ア)被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ)文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア)とイ)を区別し、イ)の場合には値を括弧で囲んでいる

出典：中国電力(株)資料

| 項目 | ＜31＞ 竜巻による重要設備への影響は考慮されているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>竜巻防護対策として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 竜巻防護ネットを建物開口部及び海水ポンプエリアに設置 ・ 竜巻防護鋼板を海水ポンプエリア、循環水ポンプエリア、海水ストレーナ（海水中のゴミを除去する機器）エリア及び燃料移送ポンプエリアに設置 ・ 原子炉建物の扉を設計飛来物の貫通力に耐え得る鋼製扉へリブレース ・ ガントリクレーンのレールを延長 ・ 設計飛来物（鋼製材）より運動エネルギー及び貫通力が大きいもの（敷地内の資機材・車両等）で、防護対象設備に到達し得るものについては固縛等 <p>を実施するため、竜巻による安全上重要な設備への影響はない。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①竜巻飛来物の運動解析に関し、試験研究炉はグレーデッドアプローチの考えを用いて、竜巻の風速は簡易なランキン渦モデル、竜巻によりどこまで地上の物体が上がるかはフジタモデルを用いて計算することになった。このほうが合理的だと思う。 (釜江顧問（コメント）)</p> <p>②車両退避や固縛などのオペレーションを伴う対策に関し、訓練は行われているか。（佃顧問）</p> <p>③竜巻防護についてはハード的な対応と共にソフト的な対応も重要であり、既にいろんな取り組みが行われているようなので、ソフト面も含めて説明したほうが良い。 特に固縛と普通の使い方は相反するものがあるので、いかに迅速に、よりの確に行動するかも、積極的な安全対策という意味で大事だと思う。 また、ハザード評価は過去のデータに依存しており、気候変動によって今後より大きなスケールの竜巻が来ないとも言えない状況なので、それを補う上でもソフト的な対応は重要だと思う。 (釜江顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 訓練は必要だと考えているが、現状はその計画をしている段階。今後訓練で、車両の退避や資機材の固縛等の実現性を確認していく。 ・ 運用対応として、気象庁が発表する竜巻関連の気象情報を踏まえ設定する竜巻警戒レベルの発令に応じて、連絡体制の確認や人、車両等の退避を実施することとしている。 <p>車両等の固縛については、固縛が必要な範囲（飛散防止対策エリア）を評価した上で、エリアを設定しており、固縛の不要な</p> |

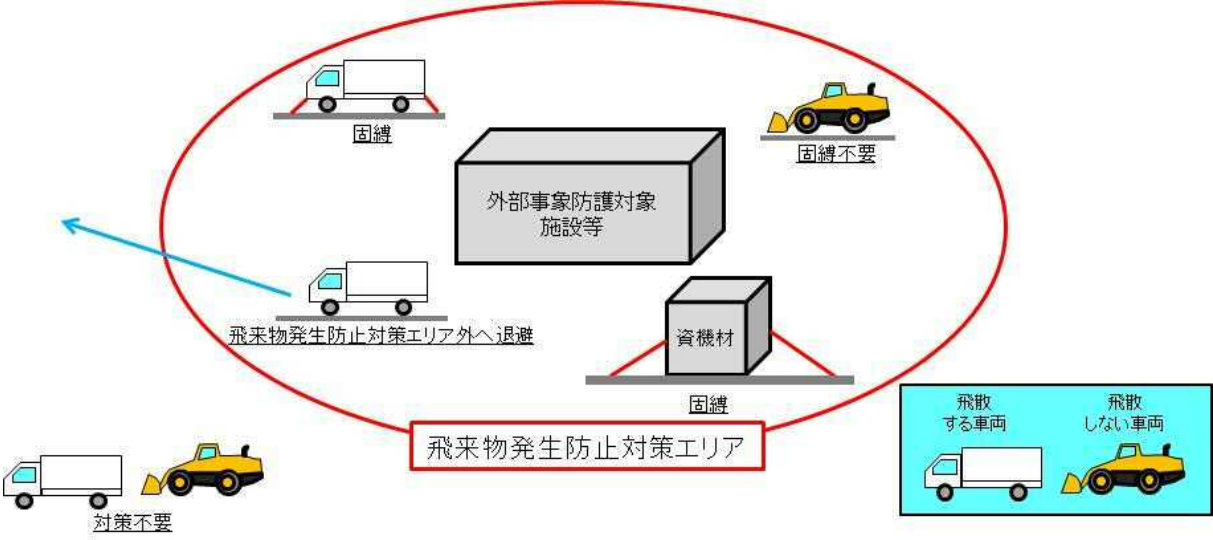
エリアを設ける等、機動性も考慮している。

【論点<31>参考①：竜巻防護対策の概要図】



出典：中国電力(株)資料

【論点<31>参考②：資機材・車両の管理イメージ】



出典：中国電力(株)資料

イ 火山

| 項目 | <32> 火山灰想定の設定根拠は何か |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>敷地に影響を及ぼし得る火山について、原子力発電所の運用期間中の噴火規模を想定して降下火砕物（火山灰）の影響評価を行い、地理的領域内（敷地から半径 160km 以内）の三瓶山及び大山については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ これらを給源とする降下火砕物が敷地に到達した可能性があること ・ 過去に VEI6 規模の噴火が発生していること <p>を踏まえ、以下に示す詳細評価を行い、その結果をもとに敷地において想定する降下火砕物の層厚を 56cm と評価した。</p> <p>なお、その他の地理的領域内にある火山（16 火山）及び地理的領域外の火山については、三瓶山・大山による敷地における降下火砕物の層厚を上回るものはないと考えられる。</p> <p><三瓶山> 三瓶浮布テフラ（噴出量 4.15km³）の噴火の可能性を考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 降下火砕物の分布や噴火履歴に関する文献調査 ・ 三瓶山起源の降下火砕物の層厚を確認するための地質調査 ・ 移流拡散モデルを用い、噴火時の風向・風速などの不確かさを考慮した火山灰シミュレーション ・ 三瓶山から敷地までの距離に相当する位置の降灰層厚^(※)を踏まえた検討結果 55.5cm を踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を 56cm と評価 <p>(※)敷地は三瓶山の風下側に位置し、風向によっては降灰が想定されること等から、更なる保守的な検討として実施</p> <p><大山> 大山松江テフラ（噴出量 2.19km³）及び大山生竹テフラ（噴出量 11.0km³）の噴火の可能性を考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 降下火砕物の分布や噴火履歴に関する文献調査 ・ 大山起源の降下火砕物の層厚を確認するための地質調査 ・ 移流拡散モデルを用い、噴火時の風向・風速などの不確かさを考慮した火山灰シミュレーション <p>を踏まえた検討結果 44.5cm を踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を 45cm と評価</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①影響は小さいかもしれないが、九州の火山噴火影響も情報として見せてもらいたい。(佃顧問)</p> <p>②1つの火山ができて活動を終えるまで 100 万年を超えるとはあまり聞いたことがないので、考え方として常識的なものなのか</p> |

| | |
|---------|---|
| | <p>を聞きたい。(佃顧問)</p> <p>③活断層評価の場合は活動周期を考慮せずに地震が起こるものとして評価している一方、火山影響評価については、火山の活動周期などを考慮して将来の活動リスクの有無を判断しているようだが、どういうことからその考え方を入れているのか。</p> <p>(佃顧問)</p> <p>④三瓶山等の山陰の火山について、可能であれば火山の成り立ちなどの基礎的な情報を文献も含めて教えていただきたい。一般の方にも、三瓶山や大山という火山がどういうものかという知識を現在の火山学の基礎的なレベルで持っておいていただいたほうが良いと思うし、私自身の理解も進むと思う。その上で、評価をどういうふうに行っているかを示していただければ有り難い。(佃顧問)</p> <p>⑤降灰量の評価に関して、テフラの堆積評価の中で積もった形跡があったとしても、それは降灰の厚さとは直接対比できないのでは。</p> <p>現状の評価状況はわかったが、関連する研究はおそらくあると思うので、調べていただいたほうが良い。</p> <p>敷地に堆積物が残り続けないことは理解しており、敷地周辺の情報を取り入れることは非常に重要なことだと思うので、その手法については評価したい。(岩田顧問)</p> |
| 中国電力の回答 | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 九州地方に給源がある喜界カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ、阿蘇カルデラについては、過去の破局的噴火により敷地に火山灰が到達した可能性があるが、いずれもマグマ溜りが十分深い位置にあること等から、発電所の運用期間中に破局的な噴火が発生する可能性は極めて低いため、降下火砕物による敷地への影響はないと考えている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 火山活動を100万年前から見るということは、山陰地方では一般的に検討されている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 活断層評価では後期更新世以降活動したものは今後繰り返し活動すると見なして評価や検討をしており、火山についても何万年周期かに繰り返し噴火しているものは今後活動する可能性があることと評価していることから、両者は同じような考え方をとっていると考えている。 |

(「顧問の意見」④について)

- 三瓶山の概要は審査資料には全て記載しており、今後住民の皆様へ説明する際には、山陰の火山の活動状況や今後の見通しなども含めて説明させていただきたい。

なお、山陰地域のマグマの特徴としては典型的アダカイト質であることが知られている。アダカイトとは、火山弧の下に沈み込んだ若く熱く薄い海洋スラブが部分融解して形成した火山岩で、一般に斜長石、角閃石、黒雲母を含むデイサイトから成り、三瓶山や大山もこれに該当する。

(「顧問の意見」⑤について)

- 火山灰の層厚は、堆積後の圧密や侵食によって減少すると考えられる。
- 火山灰層の圧密は、現在の火山灰層の層厚と密度との関係より、火山灰層の総重量を算出することが可能であることから、堆積荷重の評価にあたっては、その影響を除外することが可能である。
- 火山灰層の侵食は、全ての場所で起こるものではなく、休止期間中でも土壌層が累積して火山灰層が保存されることが考えられることから、等層厚線図を作成する際に、結果として侵食された地点も復元することが可能である。

【論点<32>参考：三瓶山における火山灰の堆積厚さ最大値】



原子力発電所の運用期間中の規模として想定した三瓶浮布テフラについて、町田・新井(2011)による50cm等層厚線を敷地周辺で確認された実績層厚として考慮し、三瓶山からの距離に応じた層厚を算定した結果、敷地における降灰層厚は55.5cmとなった。

出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <33> 火山灰による重要設備への影響は考慮されているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>地質調査結果、文献調査結果、既往解析結果の知見及び降下火砕物シミュレーション結果を用いて降下火砕物（火山灰）の特性を設定し、降下火砕物による発電所への影響評価を行っている。評価にあたっては、設置許可基準規則の要求事項を踏まえて網羅的に防護施設を抽出し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建物（原子炉建物、タービン建物 等） ・屋外設置されている施設（海水ポンプ、非常用ディーゼル発電機吸気系、排気筒 等） ・降下火砕物を含む海水の流路となる施設（海水ストレーナ 等） ・降下火砕物を含む空気の流路となる施設（非常用ディーゼル発電機、空調換気設備 等） ・外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設（計測制御系統施設、計測制御用電源盤 等） ・外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設（非常用ディーゼル発電機排気消音器及び排気管 等） <p>を評価対象としている。</p> <p>抽出した各々の評価対象施設等に対して以下の影響評価を行い、降下火砕物に対して安全機能が維持されることを確認している。</p> <p><直接的影響評価></p> <ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物による直接的な影響（荷重、閉塞、摩耗、腐食等）に対し、各評価対象施設等が安全機能を損なわないことを確認 <p><間接的影響評価></p> <ul style="list-style-type: none"> ・7日間の外部電源喪失や原子力発電所外での影響（長時間の外部電源喪失及び交通の途絶）を考慮した場合においても、非常用ディーゼル発電機（2台）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（1台）により、原子炉の停止、停止後の原子炉・燃料プールの冷却機能を担う電源の供給が可能であることを確認 <p>また、降下火砕物が及ぼす影響に備え、運用手順を定めて段階的に対応することとしており、敷地内に降下火砕物が降り積もる状況となった場合でも、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が可能な設計としている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①近傍での火山噴火対応と、九州等の遠方から火山灰が来たときのそれぞれで、建屋のフィルタに対するオペレーションは具体的にどう考えているのか。（佃顧問）</p> <p>②火山灰で電源喪失することは想定しなくてよいのか。56cmも積もると電源車は全く動けないのでは。 （杉本顧問）※原子炉施設の安全対策小会議での意見</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>③降灰に対して具体的な作業をする際には、敷地自体の状態が変わることや、同時に大雨が降った場合には荷重の増加や灰の付着、排水の閉塞などの悪影響が生じ得ることなど、色んなことが想定できると思う。</p> <p>発電所の安全に対してクリティカルな問題ではないと思うが、実際に起こった時にどういうオペレーションをするかを説明していただけると安心に繋がると思うので、もう少し丁寧に説明いただければ有り難い。(佃顧問)</p> <p>④他のサイトは非常用ディーゼル発電機の給気フィルタが火山灰で詰まった時に、どれぐらいの頻度で交換するか、人の手配をどうするかといった点が重要視され、議論になっていた。島根ではその点は議論にならなかったのか。それともハード的な面で他所とは違うのか。</p> <p>火山活動があれば原子炉は止めると思うが、冷温停止に至るまでは非常用電源から給電する想定なので、非常に大事な点だと思う。(釜江顧問)</p> <p>⑤(「顧問の意見」②への回答に対して、)ホイールローダで除灰できれば、電源車を動かすことも想定しているのか。</p> <p>(杉本顧問) ※原子炉施設の安全対策小会議での意見</p> <p>⑥(「顧問の意見」②への回答に対して、)火山灰の降灰後、非常用ディーゼル発電機が何らかの理由で全て故障したらどうするのか。(杉本顧問) ※原子炉施設の安全対策小会議での意見</p> <p>⑦56cmという火山灰が積もると、発電所員の行動が制限されたり、道路・車両や電線への影響など、様々な悪影響が生じ得ると思う。</p> <p>実際の火山災害のリスクに対して、現場ではどのような維持管理や運転管理が想定されているのか。(佃顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 九州地方に給源がある喜界カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ、阿蘇カルデラについては、過去の破局的噴火により敷地に火山灰が到達した可能性があるが、いずれもマグマ溜りが十分深い位置にあること等から、発電所の運用期間中に破局的な噴火が発生する可能性は極めて低いため、降下火砕物による敷地への影響はないと考えている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 電源が喪失しないよう非常用ディーゼル発電機の吸気系にフィルタを設置する。なお、火山事象発生時の対応として電源車の機能に期待していないが、敷地内の除灰ができるホイールローダを準備している。 |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フィルタなどは雨が降ると目詰まりし易くなると考えられるため、降雨の状況を考慮した上でフィルタの性能試験をするなど、降雨の条件も考えた上での対策を検討している。また、降下火砕物の堆積については、湿潤状態を考慮した密度 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ を用いて評価を行っており、降下火砕物が降り積もる状況となった場合等には、必要な要員を招集し、手順に基づき降下火砕物の除去等を行うこととしている。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他のサイトと同様に、降下火砕物による閉塞までの時間を考慮して給気フィルタの取り替え等を行うこととしており、フィルタの取り替えが必要となる時間は、セントヘレンズでの火山噴火データをもとに7時間と評価している。 <p>なお、近隣火山で大規模な噴火が発生した場合又は敷地内に降下火砕物が降り積もる状況となった場合には、降灰状況を把握し、手順に基づきフィルタの取替え又は清掃を実施することとしている。非常用ディーゼル発電機の給気フィルタの取替え又は清掃には複雑な作業はなく、1基あたりに要する時間は要員4名で2時間程度であることから、フィルタが閉塞するまでの時間を踏まえても取替え又は清掃が可能であることを確認している。</p> <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山事象に対して、非常用ディーゼル発電機等の常設施設を防護する設計としているが、電源車が必要になった場合は、ホイールローダで除灰した上で電源車を使用する。 <p>(「顧問の意見」⑥について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流電源を必要としないタービン駆動の原子炉隔離時冷却系や高圧原子炉代替注水系による原子炉の冷却を行うよう手順を整備することとしている。 |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」⑦について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・こういった事象を判断や行動の根拠・スタートにするかやフィルタの目詰まり対策等、火山に対する具体的な手順・運用は今後の保安規定の審査で確認していくこととなる。 |

【論点<33>参考：火山灰の除去等の運用管理】

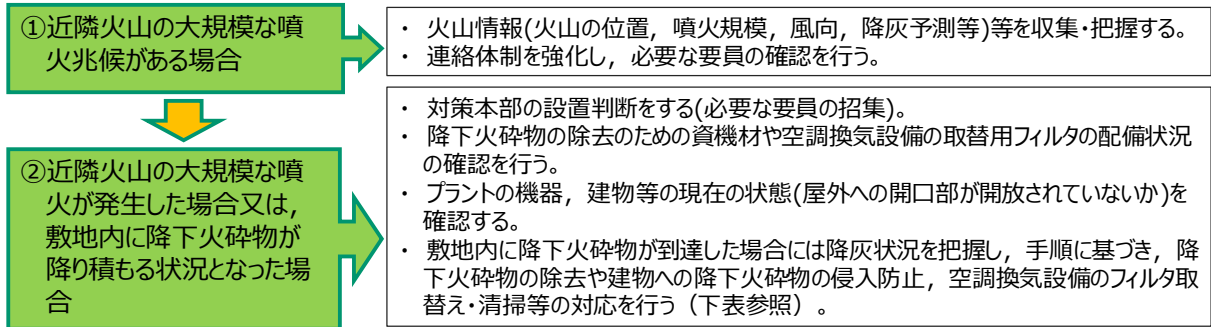


表 降灰時の手順と目的

| 降灰時の手順 | 目的 |
|------------------|--|
| 設備等の除灰 | <ul style="list-style-type: none"> 建物や屋外の設備等に降下火砕物の荷重が長期間に加わることを防ぐ。 降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和する。 |
| 建物内への降下火砕物の侵入の防止 | 建物内への降下火砕物の侵入を防止するため, 状況に応じて給気隔離弁の閉止, 空調換気設備の停止又は系統隔離運転モードを実施する。 |
| 空調換気系フィルタ取替え・清掃 | 空調換気設備の外気取入口のフィルタについて, フィルタ差圧を確認するとともに, 状況に応じて取替え又は清掃を実施する。 |

出典：中国電力(株)資料

ウ 森林火災

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p><34> 原子力発電所敷地外で発生した森林火災による施設への影響（延焼等）は考慮されているか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>発電所敷地外 10km 圏内に発火点を設定した島根原子力発電所に迫る森林火災を考慮し、以下の評価を実施して必要な防火帯幅を算出している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林火災シミュレーション解析コード（FARSITE）を用いた森林火災評価 <p>評価の結果、必要とされる防火帯幅は 19.5m となり、これに対して約 21m の防火帯幅を確保することにより、森林火災の延焼等による施設への影響はない。</p> <p>この防火帯は、以下の条件を満たすように設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全施設及び重大事故等対処設備を原則防護 ・発電所設備及び駐車場の配置状況を考慮し、干渉を回避 ・草木を伐採する等により可燃物を排除し、除草剤の散布やモルタル吹付け等を実施 ・草木の育成を抑制し、可燃物がない状態を維持 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①森林火災に関し、新規制基準に基づいて防火帯を作るということはハード面の話だが、ソフト面の話として、人間が関与する手立てについてはどうということがマニュアル等に定められているか。（釜江顧問）</p> <p>②発火点から発電所への距離が近いほど火災が近づく時間も早いと思うが、敷地境界に限らず 10km 圏内で 5ヶ所選んで評価するのはなぜか。外から広がってくるほうが影響は大きいということなのか。（釜江顧問）</p> <p>③火災があれば当然通報されると思うが、大体どのくらいで公設消防が来るかを参考までに教えてほしい。防火帯などの対策があるのでハード的には影響ないと思うが、火災については時間的な対応といったソフト面も大事だと思う。（釜江顧問）</p> <p>④発電所敷地内には法面があるが、防火帯の幅は平面的な距離ということでもいいか。（釜江顧問）</p> <p>⑤森林火災による送電線への影響はどうか。影響を受けても十分対応が取れるのか。 送電線は火災に対してどのくらい強いのか、脆弱性があるのかといった情報も、基礎的な知識としてほしい。（佃顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について） 外部火災に対応する手順として、火災発生時の対応、防火帯の維持・管理等を適切に実施するための対策を以下のとおり社内規程</p> |

に定めることとしている。

- ・ 森林火災の状況に応じて防火帯付近へ予防散水を行うこと、また、予防散水エリアごとの使用水源を火災防護計画に定め、自衛消防隊長の指揮のもと自衛消防隊が実施する。
- ・ 防火帯の維持・管理については、定期的な点検等の方法を火災防護計画に定め、実施する。

(「顧問の意見」②について)

- ・ 発火点のケース1から5は風向きも含めて考慮しており、一番発電所に近いケース2（敷地境界）であれば火災の到達は最も早く約2時間となるが、防火帯の幅は一番火線強度が大きくなるケース1（恵曇地区）での評価をもとに設定している。森林火災による影響は、このように敷地から近いところと遠いところ、風向き等を考慮し評価している。

(「顧問の意見」③について)

- ・ 発電所構内には、自衛消防隊の消防チームを24時間常駐させており、初期消火活動はこの消防チームで行うと共に、火災を確認した場合にはすぐに公設消防へホットラインで連絡して来てもらうという形を取っている。一番発電所に近いケース2（敷地境界）での火災到達時間が約2時間であるのに対し、消防チームによる予防散水等の初期消火活動は約1時間で可能となっているため、ソフト面においても十分余裕を持って対応できると評価している。

(「顧問の意見」④について)

- ・ 防火帯の幅は平面の距離、幅となっている。

(「顧問の意見」⑤について)

- ・ 発電所敷地外の送電網全てを森林火災に対して担保できるかは評価対象外になっているが、送電線は独立3回線を確認しており、森林火災を考慮してもいずれかの送電網は担保できるものと考えている。

なお、送電線が仮に機能喪失した場合でも発電所構内に非常用ディーゼル発電機を備えており、7日間の運転が担保できる。

- ・ 送電線については、線下の樹木から電気設備の技術基準で定められた離隔を確保するとともに、点検・巡視等にて、送電線と樹木との離隔を確認し、必要により伐採を行っているため、線下の樹木が燃えたとしても、一定の離隔は確保されていることから、火災による送電線への影響はないと考えている。また、送電線に用いられる電線は、亜鉛メッキ鋼線を中心に配

置し、その周囲を硬アルミ線により合わせた「鋼心アルミより線」が、軽量かつ強度があることから多く用いられている。この「鋼心アルミより線」の推定溶断温度は、600℃～700℃であるため、溶断温度を超える火災の炎が連続的に送電線に接すると溶断する可能性はあるが、国内では森林火災により送電線が溶断した実績は確認されていない。

なお、万が一、森林火災で送電線が溶断したとしても、送電線は複数ルートが確保されていることから、いずれかの送電網は担保できるものと考えている。

【論点<34>参考：防火帯の設置範囲】



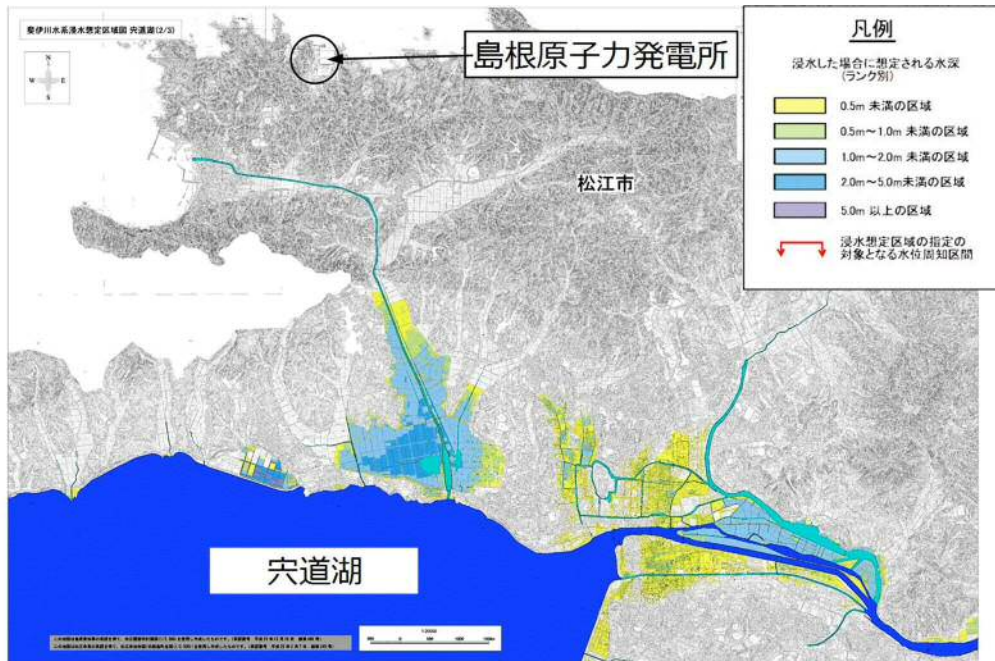
出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

エ その他

| | |
|----------------------------------|--|
| <p>項目</p> | <p><35> 頻発する大雨・洪水や、頻度の高い地震による影響は考慮されているか【県独自項目】</p> |
| <p>論点の趣旨</p> | <p>近年大雨災害が頻発していることや、基準地震動より小さい地震でも原子力発電所敷地内の設備に様々な影響を及ぼし得ることなどを踏まえ、頻度が高い自然災害による影響や、これらの災害の組合せ及び対応手順の考慮状況を確認する。 ※基準地震動より規模が小さい地震による影響に関しては国の審査では直接見られていないため、県独自項目として扱う。</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>大雨は、 ・松江における観測史上1位の日最大1時間降水量77.9mm/hに対し、排水能力を有していること ・浸水防止のため建物に止水処置をすること 洪水は、 ・原子力発電所敷地の北側は日本海に面し、他の3方は150m級の山に囲まれており、佐陀川及び宍道湖の洪水を想定しても影響を受けないことから、大雨・洪水により浸水することはない。</p> <p>地震は、送電線・受電設備等の原子力発電所周辺設備への被害を考慮しており、 ・送電線ルートはルート選定の段階から地すべり地域等を極力回避しており、地震による鉄塔敷地周辺の影響による被害の最小化を図っていること ・地震により「外部電源喪失かつ島根2号受電設備の機能喪失」という多重事故が発生する場合においても、早期に復旧が期待できる66kV送電線から受電可能であり、耐震性を考慮した第2-66kV開閉所を使用して島根2号へ電力を供給できること ・外部電源が喪失した場合においても、非常用ディーゼル発電機を7日間運転することが可能であることから、安全施設への電力の供給が停止することはない。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①最近の異常気象を考慮すると、100mm/hを超えるような局所的な集中豪雨が長時間続き、溢水が生じる可能性は否定できないと思う。どの程度までの雨量であれば施設で局所的な溢水を生じることなく排水できる、といった試算は行われているか。 (芹澤顧問) ※原子炉施設の安全対策小会議での意見 ②安全評価上、スーパー台風(超大型台風)により様々な安全関係設備が一斉に使えなくなるような事象は想定されているか。</p> |

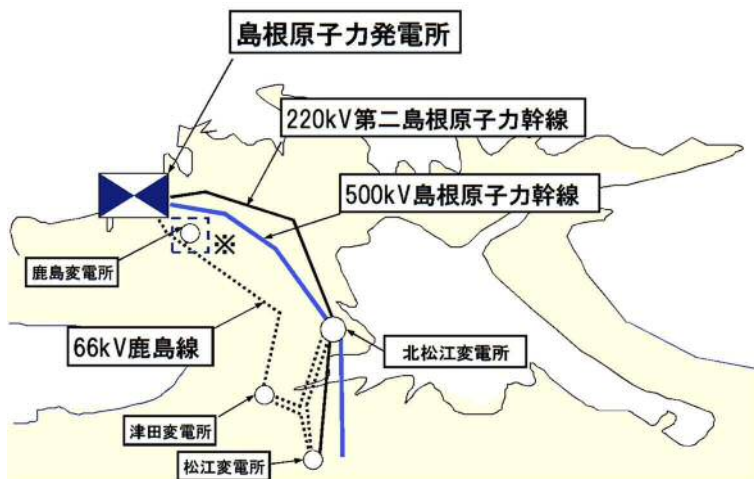
| | |
|---------------------|---|
| | <p>(二ノ方顧問) ※原子炉施設の安全対策小会議での意見</p> <p>③地震などは自動で原子炉を停止する設計になっているが、その他の自然現象の場合は事前の設計ではなく、その時々リスクに応じて原子炉を手動停止する枠組みだと理解していいか。設備に影響が生じた場合には原子炉を手動停止するなど、具体的なことが保安規定で細かく決められているのか。(釜江顧問)</p> <p>④令和3年7月には松江で大雨が降ったが、何か新しい問題が明らかになったとか、設備がきちんと機能することが確認できたとか、実際に雨が降って分かったことはあるか。(宮本顧問)</p> <p>※原子炉施設の安全対策小会議での意見</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所の安全施設は、設計基準降水量(77.9mm/h)の降水に対し、安全機能が損なわれない設計としている。なお排水設備については、日本全国の日最大1時間降水量の最大値(153mm/h)の降水に対して、排水可能であることを確認している。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大規模損壊という審査項目において、設計基準を超えるような台風について考慮しており、屋外設備が損傷する可能性はあるが、建物内の設備は健全であると想定されることから、対応可能であると整理している。大規模損壊の非公開審査においては、発電所内の複数の安全施設が機能喪失した場合を想定し、対応が可能であることを確認している。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保安規定の中で安全上重要な施設等の確保数などが決められており、確保数を担保できなければ原子炉停止するといったことが運転上の制限として決められている。例えば送電線については常時3回線が求められており、これが担保できなければ原子炉を止めることになる。 <p>仮に地震なり、色々な偶発的な故障で安全上重要な施設の性能を担保できないということになれば、原子炉を手動停止するという運用がルールとして定められている。</p> <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の大雨の1時間最大降水量は松江60mm、鹿島53mm、発電所38.5mmだったが、想定している77.9mm以下であり、排水等特に問題はなかった。 |

【論点<35>参考①：浸水想定区域図（国土交通省中国地方整備局 2013年3月）】



出典：中国電力(株)資料

【論点<35>参考②：送電系統図及び第 2-66kV 開閉所外観】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <36> 複数の自然現象の重畳は考慮されているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>以下の自然現象について網羅的な組合せを考慮し、荷重、温度、閉塞、浸水、電氣的影響、腐食、摩耗、アクセス性、視認性の観点で、組み合わせた重畳事象がプラントに及ぼす影響について評価している。</p> <p><組合せを考慮する自然現象></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 風（台風） ・ 竜巻 ・ 凍結 ・ 降水 ・ 積雪 ・ 落雷 ・ 地滑り ・ 火山の影響 ・ 生物学的事象 ・ 森林火災 ・ 地震 ・ 津波 <p>荷重以外の影響については、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個別の事象の設計に包含されること ・ 事象の組合せが起こり得ないこと ・ それぞれの事象の影響が打ち消し合う方向であること <p>から、安全施設の安全機能を損なわないことを確認している。</p> <p>荷重の影響については、事象の発生頻度や、独立事象、随件事象であるか等を踏まえて、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主荷重同士で「地震と津波又は地滑り」 ・ 主荷重と従荷重で「地震と風（台風）又は積雪」、「津波と風（台風）又は積雪」、「地滑りと風（台風）」、「火山の影響と風（台風）及び積雪」 <p>を設備の構造等を踏まえて適切に考慮することとしている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①主荷重同士、主荷重と従荷重の組み合わせについて適切に考慮しているとのことだが、複数の現象が重畳すると人の動きの妨げになると思うので、ソフト面に関し、重畳時にどういう対応を取るのか教えてほしい。（岩田顧問）</p> <p>②重畳事象の評価において、事象の組み合わせが起こり得ないかという観点があるが、抽出された事象を見ると独立事象が多い気がする。起こり得ないかという評価では、確率的な話などで振り分けているのか。（釜江顧問）</p> |

| | |
|-------------|--|
| 中国電力の 回答 | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 抽出した重畳事象は全て設計基準設備のインプット条件になっており、これら全ての事象を考慮してもハード的には問題ない。ソフト的な対策としては、例えば積雪等に対しては除雪を行うこととしており、総合的な対応として考えることとしている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 事象の組み合わせが起り得ないかという観点で落としているのは「風(台風)+降水」と「風(台風)+凍結+積雪」の組み合わせだけであり、降水で雨が落ちている時に凍結と積雪が起きるのは、事象としては起り得ないとして落としている。 |
|-------------|--|

【論点<36>参考：自然現象の組合せ（45の組合せを分析）】

| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|--------|-----|-----|----|----|-----|-------|--------|------|----|----|
| | | * 1 | * 2 | 竜巻 | 落雷 | 地滑り | 火山の影響 | 生物学的事象 | 森林火災 | 地震 | 津波 |
| A | * 1 | | | | | | | | | | |
| B | * 2 | 1 | | | | | | | | | |
| C | 竜巻 | 2 | 10 | | | | | | | | |
| D | 落雷 | 3 | 11 | 18 | | | | | | | |
| E | 地滑り | 4 | 12 | 19 | 25 | | | | | | |
| F | 火山の影響 | 5 | 13 | 20 | 26 | 31 | | | | | |
| G | 生物学的事象 | 6 | 14 | 21 | 27 | 32 | 36 | | | | |
| H | 森林火災 | 7 | 15 | 22 | 28 | 33 | 37 | 40 | | | |
| I | 地震 | 8 | 16 | 23 | 29 | 34 | 38 | 41 | 43 | | |
| J | 津波 | 9 | 17 | 24 | 30 | 35 | 39 | 42 | 44 | 45 | |

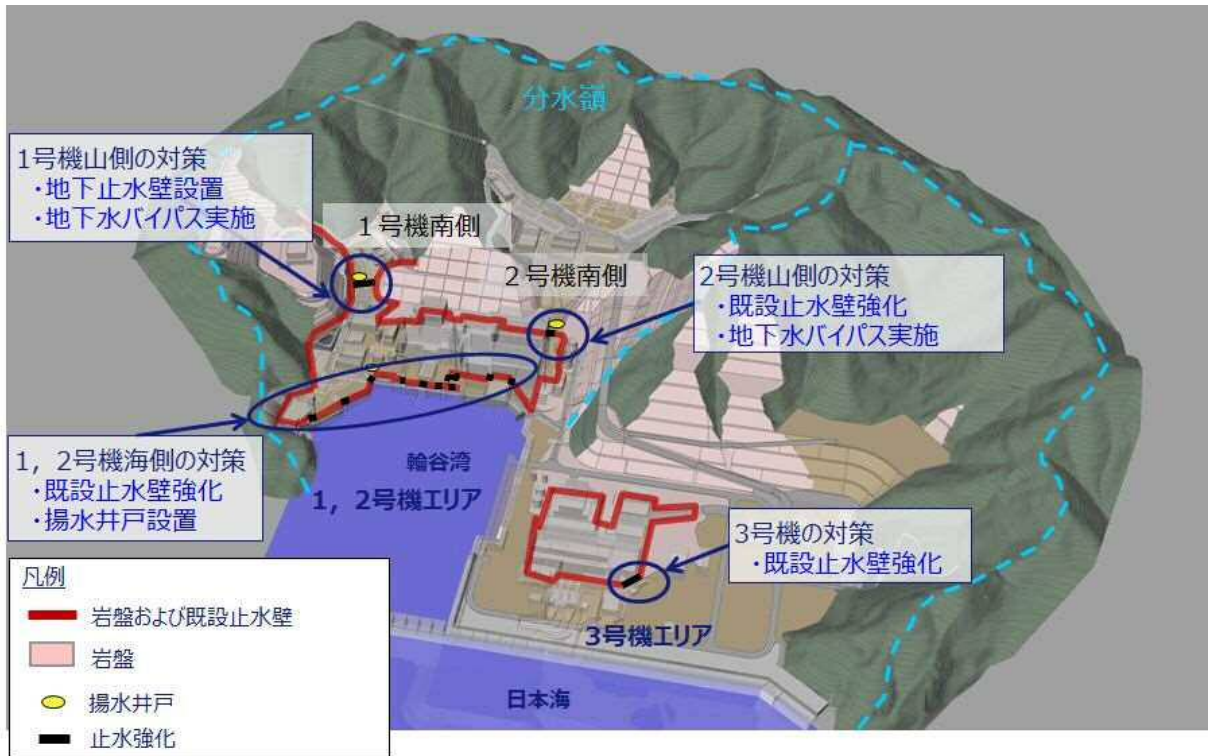
- * 1 : 風(台風) + 降水
- * 2 : 風(台風) + 凍結 + 積雪

出典：中国電力(株)資料

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p>〈37〉 福島第一原子力発電所で問題になっているような汚染水への対策（汚染源に水を近づけない、汚染水を漏らさない）は考慮されているか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>福島第一原子力発電所の事故後に中国電力が自主的に行っている地下水対策の状況を確認し、シビアアクシデント発生時における汚染水対策の有効性と影響を確認する。 ※自主対策は国の審査対象外であるため県独自項目として扱う。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>万一、原子炉格納容器が破損し、原子炉内の冷却水が建物外へ漏れ出した場合の対応に万全を期すため、島根原子力発電所の特性及び地下水量の調査結果を踏まえて、自主的な取り組みとして敷地を取り囲む等の地下水対策を実施している。</p> <p>島根原子力発電所は、建設当時の既設止水壁があるため、一部を止水強化することで、岩盤及び止水壁により敷地を取り囲むことができることから、敷地を取り囲むことによって、敷地に流入してくる地下水を低減する、また、仮に汚染した水が発生した場合、壁の外に流出するのを抑制する。</p> <p>〈敷地に流入してくる地下水低減対策〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・盛土部から流入してくる地下水が、原子炉建物に近づかないように、既設止水壁を強化するとともに、地下水止水壁を設置する対策を実施する。 ・止水壁の山側に揚水井戸を設置し、水を汲み上げてバイパスする対策を実施する。 <p>〈汚染した水が壁の外に流出するのを抑制する対策〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉内の冷却水が建物外へ漏れ出した場合に備え、止水壁等で取り囲んだエリア内の地下水位が上昇しないように揚水井戸を設置する。 <p>上記の地下水対策工事は、2016年3月に完了している。 また、発電所構内では、新規制基準対応工事を継続して実施しており、地下水の流入量について、今後も継続的に監視を実施することとしている。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①地下水の問題に関し、住民の方々に立地状況を理解してもらうには、地下の地質状況が非常に重要な情報になると思う。 福島と島根では地下水の流れる状況、流れるスピードの状況、帯水層の状況等が全く違うので、同じような心配は要らないと想像するが、それが住民に分かるように説明しなければならないと思う。（佃顧問）</p> <p>②山側の揚水井戸は、盛土だったところを工事して設置したのか。</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>(佃顧問)</p> <p>③対策工事について、色んなモニタリング等で地下水を十分止める効果があることは確認されているか。(佃顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <p>島根サイトと福島サイトの地形、地質構造、透水層等の状況について以下の通り示す。島根サイトにおいても福島での知見を踏まえ、自主的対策として適切に対応していく。</p> <p>【福島第一】</p> <p>敷地は海拔 35m 程度の台地地形で、2° 程度で海側へ傾斜する同斜構造である。透水層としては、表層近くの中粒砂岩層が原子炉建物基礎地盤付近まで分布し、その下位には泥質部に挟まれた互層部が分布する。</p> <p>中粒砂岩層：透水係数 $k = 3 \times 10^{-3}$ cm/sec 程度 泥岩層：透水係数 $k = 1 \times 10^{-6}$ cm/sec 程度</p> <p>【島根】</p> <p>敷地は海拔 80～160m の後背山地で囲まれた地形で、2号原子炉建物近傍は 10～30° 程度で海へ傾斜する同斜構造である。透水層としての表土はきわめて薄く基盤岩深度が浅いため、原子炉建物基礎地盤周辺には顕著な透水層は確認されていない。</p> <p>岩盤 ($C_H \cdot C_M$ 級)：透水係数 $k = 6 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-5}$ cm/sec 程度</p> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水は盛土を通過して近づいてくるのが一般的であり、谷筋を通過してくる地下水量が多いと考え、1号南側と2号南側ともに谷筋の、盛土の法尻部に井戸を設けている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水流入量のモニタリングは対策前、対策中、対策後から現在に至るまで継続して行っている。 <p>敷地内では現在も新規規制基準対応工事を継続実施しており、工事の場所や規模によって流入量が変化しているため、継続して確認していく。</p> |

【論点<37>参考：地下水対策工事の実施状況】



出典：中国電力(株)資料

(2) 原子炉施設の安全対策

原子炉施設の安全対策に関する項目一覧

★ : 県独自の確認項目

| |
|--|
| ① 異常状態の発生及び進展防止対策（設計基準事故対策） |
| ア 火災 <1> 火災により複数の安全関係設備が一斉に使えなくなることはないか <2> 非難燃性ケーブルを使用する箇所はないか、ある場合はどのような処置がされているか |
| イ 溢水 <3> 溢水により複数の安全関係設備が一斉に使えなくなることはないか |
| ウ 電源の信頼性 <4> 外部電源や非常用発電機などの交流電源が一つの原因で一斉に使えなくなることはないか <5> 交流電源が使えなくなった場合も、原子炉を冷却できるか |
| エ その他異常発生防止対策 <6> サイバーテロを含む不正アクセス対策はされているか |
| ② 重大事故対策（シビアアクシデント対策） |
| ア 重大事故の想定と対策 <7> どのような重大事故を想定して、どのような設備で対処するのか <8> 想定した重大事故以外に燃料が損傷するリスクの大きい事象はないか <9> 福島第一原子力発電所事故相当の事象が起きた場合に燃料の損傷が防止できるか <10> 圧力容器からの溶融燃料の流出に備えコアキャッチャーのような対策は取られているか <11> 水蒸気爆発や水素爆発で、格納容器や原子炉建屋が破損することはないか <12> 大型航空機の衝突等のテロ対策は取られているか ★ <13> 重大事故対策の結果、どれだけ安全性が向上したのか ★ <14> 新規規制基準対応設備を導入したことで、新たな弱点が生じていないか |
| イ 重大事故の対応体制・手順整備・訓練 <15> 重大事故に対応する要員は常時確保できているか <16> 重大事故に対応する要員はどのようにやって異常事態を検知し、検知後はどう行動するのか <17> アクセスルートの確保手段は用意されているか <18> 原子炉水位が不明になる等、計装系に異常があっても適切な操作ができるか <19> 重大事故に対応する訓練は行われているか |
| ウ フィルタベント設備 <20> フィルタベントの使用により、どの程度放射性物質の放出を低減できるのか <21> フィルタベント使用時の弁操作、ラプチャーディスク破裂は確かか <22> フィルタベントの使用を判断する条件は何か |
| エ その他重大事故対策 ★ <23> 発電所で行っている安全性向上の取り組みは、想定外事象が起これることを踏まえたものになっているか ★ <24> MOX燃料（プルサーマル）を前提としているが、追加の対策が必要になることはないか |
| ③ 技術的能力その他 |
| ア 長期停止影響 ★ <25> 原子炉が長期停止したことで、安全設備への悪影響はないか ★ <26> 運転経験のない所員に対し、経験不足を補う教育が行われているか |
| イ 安全管理 ★ <27> 他号機があることなどで2号機の事故対応に悪影響はないか ★ <28> 発電所において新型コロナウイルス等の感染症対策はとられているか ★ <29> 使用済燃料は搬出までの間安全に管理できるか ★ <30> 新検査制度に対応して、どのような安全性向上の取り組みがされているか ★ <31> 過去のトラブル等の教訓は、地域住民から信頼される安全性確保の活動に反映されているか |

① 異常状態の発生及び進展防止対策（設計基準事故対策）

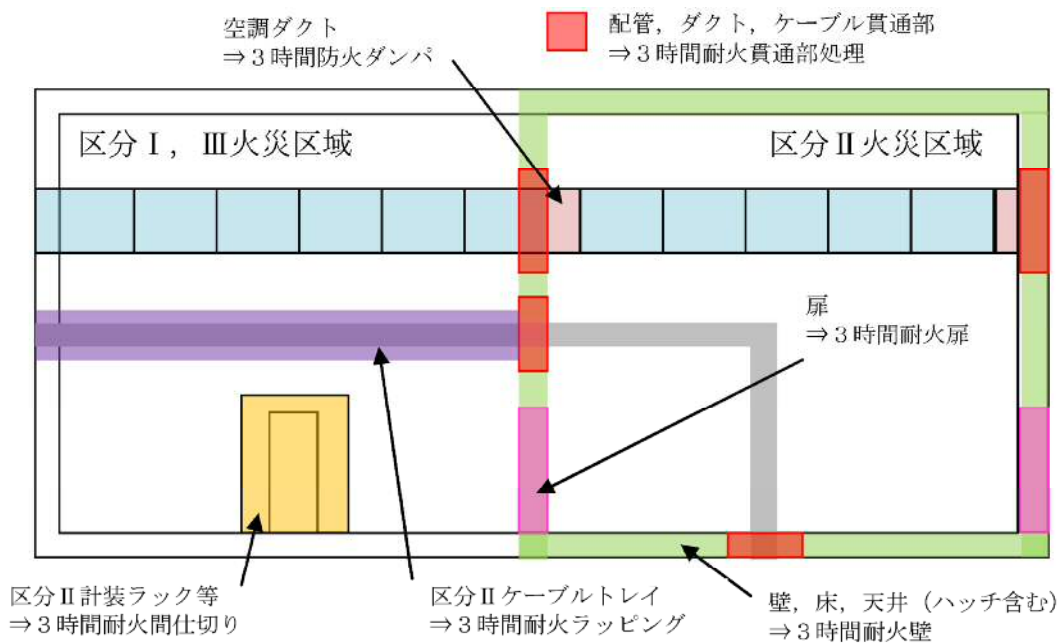
ア 火災

| 項目 | <1> 火災により複数の安全関係設備が一斉に使えなくなることはないか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>火災により原子炉施設の安全性が損なわれることがないように、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な機能を有する構築物、系統及び機器に、火災の「発生防止」、「感知及び消火」並びに「影響軽減」のそれぞれを独立して考慮した火災防護対策を講じることで、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><火災発生防止対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全機能を有する構築物、系統及び機器には不燃性又は難燃性材料を使用 ・潤滑油・燃料油を内包する機器は、溶接構造、シール構造の採用による漏えい防止対策を講じるとともに、周囲に漏えい時の拡大を防止するための堰を設置 ・蓄電池室等の水素が発生するおそれのある区域は、水素濃度が燃焼限界濃度以下となるよう、換気機能を確保 <p><火災の感知及び消火対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する場所には、煙感知器、熱感知器又は炎感知器等から、異なる感知方式の感知器を組み合わせ設置 ・煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる場所には、自動又は手動操作できる全域ガス消火設備を設置し、それ以外の場所は消火栓、化学消防自動車及び消火器等の消火設備により消火を行う設計 <p><火災の影響軽減のための対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等によって火災区域を分離することで、単一の火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）により、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能を有する多重化されたそれぞれの系統が同時に機能喪失しないよう設計 ・耐火壁や離隔距離による系統分離が困難な中央制御室床下のケーブル処理室等のケーブルは、電線管又はケーブルトレイを耐火ラッピングで覆うことで分離し、同時に機能喪失しないよう設計 <p>また、新たに設置する重大事故等対処設備は、上記の対策（火災</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>の影響軽減のための対策を除く)を実施するほか、同じ機能を持つ既設の設計基準対象施設と別の部屋に設置するなどの位置的分散を図ることで、火災によって同時に機能喪失しない設計とする。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①天井の高いところではアナログ式の感知器がなぜ適さないのか。また、非アナログ式の感知器とは技術的にどういう意味か。(吉川顧問)</p> <p>②火災の発生源に関して、変圧器やコンデンサ等、絶縁油を使用しているところはないか。(芹澤顧問)</p> <p>③極稀なケースとして、火災時に中央制御室の換気・空調系が喪失すると、中央制御室に煙が充満して運転員が退室しなければならないような事態も想定されるが、このようなケースは考慮されているか。(芹澤顧問)</p> <p>④システムを分離する耐火壁・隔壁について、「3時間以上の耐火能力を有する」と書かれているが、「3時間」というのは何を根拠とした時間数なのか。「3時間以上」となっているが、実際には最長で何時間の耐火性能が担保されるのか。また実証試験は行われているか。(芹澤顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アナログ式は、平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、かつ、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握することができ、平常時から連続で監視しているものである。 非アナログ式は、平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視することはできないが、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇等)を把握することができ、断面で状況感知して警報を発するものである。 ・天井が高い大空間では熱が周囲に拡散するため、アナログ式の熱感知器による感知は困難である。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災区域を設定しているところには、絶縁油を使用したものはない。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・早期の火災感知のため制御盤内にも高感度煙検出設備を付けており、常時中央制御室には運転員が居ることから、感知すれば速やかに消火する。また、中央制御室の各盤は系統分離がなされており、同時に機能が喪失しないよう対策している。仮に中央制御室において何かしらの不具合が起こっても、高温停止・低温停止できるような別の設備を持っており、発電所としては |

| | |
|--|---|
| | <p>十分停止させることができる。</p> <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」にて互いの系列間を「3時間以上」の耐火能力を有する隔壁等で分離することが要求されている。 <p>上記審査基準にて、互いに異なる系統を分離するために設置する隔壁等の設計の妥当性については、火災耐久試験によって確認することが要求されており、耐火性能として「3時間」を担保するため、火災耐久試験において、「3時間」加熱した際の耐火能力を有していることを確認している。</p> <p>なお、火災耐久試験は、3時間を超える加熱試験は実施していない。</p> |
|--|---|

【論点<1>参考：火災の影響軽減対策の全体イメージ】



3時間耐火ラッピングイメージ

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p><2> 非難燃性ケーブルを使用する箇所はないか、ある場合はどのような処置がされているか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>安全機能を有する構築物、系統及び機器に使用するケーブルには、実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び耐延焼性（IE EE383（光ファイバケーブルの場合はIEEE1202）垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する設計とする。</p> <p>また、現在のケーブルの使用状況及び難燃性試験適合状況について、安全機能を有する機器等に使用するケーブルを対象に調査し、核計装ケーブルも含めて難燃ケーブルを使用していることを確認している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①ケーブルの難燃性の実証試験について、自己消火性と耐延焼性試験のバーナーの熱量が大きく異なる理由は何か。 (芹澤顧問)</p> <p>②バーナーの熱量の数値について、ケーブルの本数、サイズ等を踏まえ、とされているが、具体的な数値をどうやって決めたか、背景となる考え方はどうなっているか。数値が実際に起こり得る火災を想定した現実的な熱量になっているのか。 (芹澤顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」にて、使用する難燃ケーブルについては、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること」が求められている。 <p>また、「延焼性」及び「自己消火性」の実証試験については、各実証試験の目的に沿うよう、以下のとおり各規格においてバーナーの種類が定められている。</p> <p>1) 自己消火性の実証試験：UL垂直燃焼試験 UL垂直燃焼試験については、着火と休止を繰り返す試験となっており、評価対象のケーブルの本数、サイズ等を踏まえ、熱量の比較的小さなチリルバーナーにて実施することが定められている。</p> <p>2) 延焼性の実証試験：IEEE383垂直トレイ燃焼試験 IEEE383 垂直トレイ燃焼試験については、バーナーで連続して20分間加熱する試験となっており、評価対象のケーブルの本数、サイズ等を踏まえ、熱量の比較的大きなリボンバーナーにて実施することが定められている。</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 試験は規格に基づいて実施しており、具体的に熱量の数値の考え方まで規格側で明記されていないが、少なくとも、米国含めてこの基準で難燃性を確認しており、一定の保守性を持った試験なので、難燃ケーブルとしては適正だと考えている。 |
|--|---|

【論点<2>参考：UL 垂直燃焼試験及び IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の概要】

第1表 UL垂直燃焼試験の概要

| | |
|--------|---|
| 試験装置概要 | |
| 試験内容 | <ul style="list-style-type: none"> 試料を垂直に保持し、20度の角度でバーナの炎をあてる。 15秒着火、15秒休止を5回繰り返し、試料の燃焼の程度を調べる。 |
| 燃焼源 | ・チリルバーナ |
| バーナ熱量 | ・2.14MJ/h |
| 使用燃料 | ・工業用メタンガス |
| 判定基準 | <ul style="list-style-type: none"> 残炎時間が60秒を超えないこと。 インジケータの燃焼程度が25%未満であること。 落下物により脱脂綿が燃焼しないこと。 |

第2表 IEEE383垂直トレイ燃焼試験の概要

| | |
|--------|---|
| 試験装置概要 | |
| 試験内容 | ・バーナを点火し、20分経過後バーナの燃焼を停止し、そのまま放置してケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。 |
| 燃焼源 | ・リボンバーナ |
| バーナ熱量 | ・70,000BTU/H (73.3MJ/h) |
| 使用燃料 | ・天然ガス若しくはプロパンガス |
| 判定基準 | <ul style="list-style-type: none"> バーナを消火後、自己消火した時のケーブルのシース及び絶縁体の損傷長さが1800mm未満であること。 3回の試験のいずれも上記を満足すること。 |

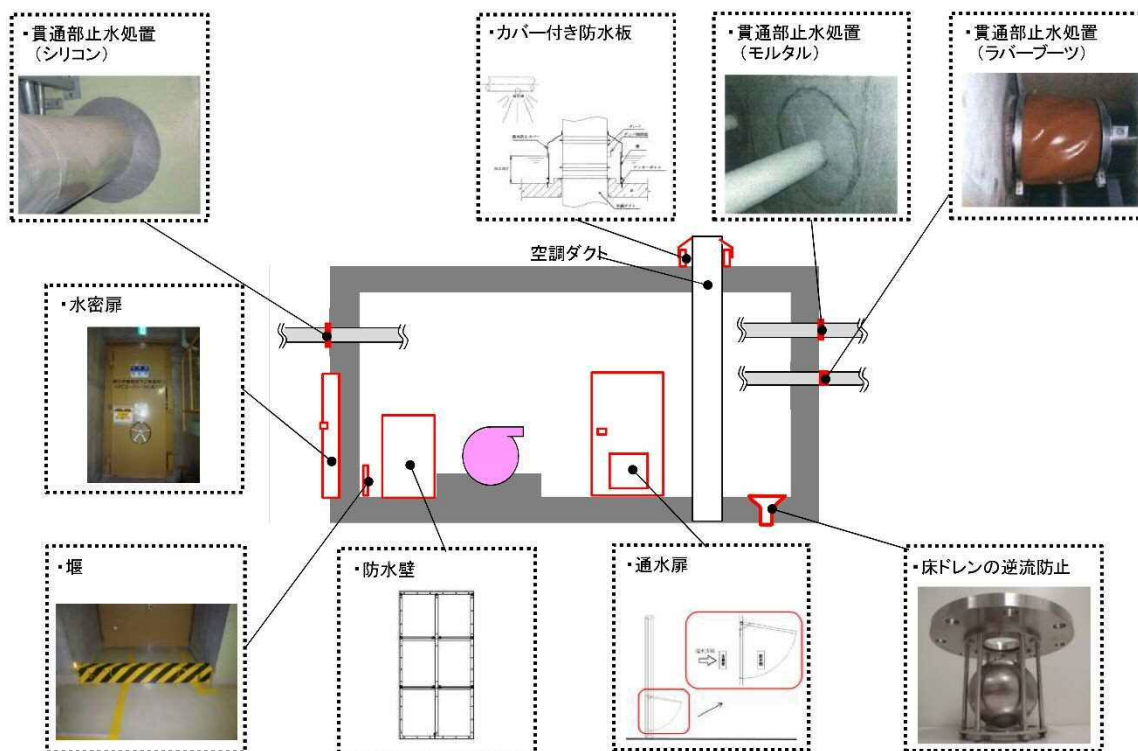
出典：中国電力(株)資料

イ 溢水

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>＜3＞ 溢水により複数の安全関係設備が一斉に使えなくなることはないか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>原子炉施設内で溢水が発生した場合においても、原子炉を高温停止する機能、低温停止する機能、放射性物質を閉じ込める機能、停止状態を維持できる機能、燃料プールの冷却機能及び燃料プールへの給水機能を維持するために必要な機能を持つ設備が、配管破断、消火活動及び地震等による溢水に対して「没水影響」、「被水影響」及び「蒸気影響」を評価し、それぞれいずれかの対策又は対策の組み合わせにより、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>＜没水対策＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備の設置場所は、水密扉等によって溢水の流入を防止 ・設備の設置場所は、水消火以外の消火手段を採用 ・破損が想定される配管等を耐震補強 ・設備の設置高さを嵩上げ、又は堰を設置 <p>＜被水対策＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備の設置場所は、水密扉等によって溢水の流入を防止 ・消火設備からの被水がないよう、安全設備の設置場所は、水消火以外の消火手段を採用 ・破損が想定される配管等を耐震補強 ・被水耐性を有する機器への取り替え ・設備に保護カバー等を取り付けて防護 <p>＜蒸気対策＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備の設置場所は、壁・扉等によって蒸気の流入を防止 ・蒸気の流出を検知・隔離 ・破損が想定される配管等を耐震補強 ・蒸気耐性を有する機器への取り替え <p>また、新たに設置する重大事故等対処設備は、上記の対策を実施するほか、同じ機能を持つ既設の安全設備と位置的分散を図ることで、溢水によって同時に機能喪失しない設計とする。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①溢水は津波が中に入ってくるというイメージが強いが、そちらの対策はどうなっているか（吉川顧問）</p> <p>②最近の異常気象を考慮すると、100mm/hを超えるような局所的な集中豪雨が長時間続き、溢水が生じる可能性は否定できないと思う。どの程度までの雨量であれば施設で局所的な溢水を生じることなく排水できる、といった試算は行われているか。</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>(芹澤顧問)</p> <p>③安全評価上、スーパー台風（超大型台風）により様々な安全関係設備が一斉に使えなくなるような事象は想定されているか。</p> <p>(二ノ方顧問)</p> <p>④令和3年7月には松江で大雨が降ったが、何か新しい問題が明らかになったとか、設備がきちんと機能することが確認できたとか、実際に雨が降って分かったことはあるか。（宮本顧問）</p> |
| <p>中国電力の 説明</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防波壁を設置し、津波が来ても敷地に入らないようにすること、海水取水・放水路から遡上しないよう対策している。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <p>※ 回答は自然災害対策の論点<35>に記載</p> <p>(「顧問の意見」③について)</p> <p>※ 回答は自然災害対策の論点<35>に記載</p> <p>(「顧問の意見」④について)</p> <p>※ 回答は自然災害対策の<35>に記載</p> |

【論点<3>参考：主な溢水防護対策の施工例】



出典：中国電力(株)資料

ウ 電源の信頼性

| 項目 | <p><4> 外部電源や非常用発電機などの交流電源が一つの原因で一斉に使えなくなることはないか</p> |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p><外部電源> 島根2号機の外部電源は、以下の2ルート3回線の送電線を接続している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北松江変電所に連系する220kV送電線2回線 ・津田変電所に連系する66kV送電線1回線 <p>また、申請対象外ではあるが、緊急時には、北松江変電所に連系する500kV送電線2回線からも、3号機と所内電源系を介して受電可能としている。</p> <p>これらの送電線に対して、以下の対策等を実施することにより、外部電源の信頼性を向上させている。</p> <p>1) 送電線の分離対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同一の鉄塔に全ての送電線を架線しない ・送電線の近接箇所及び交差箇所において異常があった場合にもいずれか1回線が使用可能であることを確認 <p>なお、申請対象の220kV送電線と66kV送電線の交差箇所において異常があった場合には、自主対策として非常用ディーゼル発電機の燃料容量である7日以内に66kV送電線を復旧することとし、そのための資材を当社敷地内に保管している。</p> <p>2) 送電鉄塔の信頼性確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・盛土崩壊、地すべり及び急傾斜地の土砂崩壊の影響を評価し、抽出した鉄塔について現地踏査を実施し、鉄塔基礎の安定性が確保されていることを確認 ・一部の鉄塔については、地形要因等を考慮して風速を割り増す設計、着氷雪荷重の考慮や雪害防止対策品を採用 <p>3) 【自主対策】耐震性を考慮した受電設備の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震により通常受電設備の機能喪失があった場合においても2号機に外部電源が供給できるよう、発電所高台(EL44m)に耐震性を考慮した代替受電設備を設置(第2-66kV開閉所) <p>なお、外部電源からの受電が出来なくなった場合には、自動的に非常用ディーゼル発電機から受電する。</p> <p><非常用電源設備(非常用ディーゼル発電機)> 島根2号機の非常用ディーゼル発電機は、安全施設等の機能を確保するために必要な容量を、A系、B系、HPCS系の区分ごとに各1台合計3台有しており、多重性及び独立性を考慮して、3台は異なる場所に設置している。</p> |

3台の非常用ディーゼル発電機は、主たる共通要因（地震、津波、火災、溢水）に対し、以下のとおり頑健性を有している。

- ・地震…基準地震動に対し建物および電源設備が機能維持できることを確認
- ・津波…防波壁等で敷地への津波の流入を防止し、浸水させない
- ・火災…3時間耐火能力を有するコンクリート壁等で異なる系統の非常用電気盤を分離
- ・溢水…地震等による溢水（没水、蒸気及び被水）及び消火設備からの被水を考慮しても異なる系統の非常用電気盤が同時に機能喪失しない

また、非常用ディーゼル発電機の燃料貯蔵タンクは、各系列のディーゼル発電機を7日間以上連続運転できる容量を各系列で有している。

<重大事故等対処設備（ガスタービン発電機・電源車）>

外部電源喪失と同時に非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機が使用不可（「全交流動力電源喪失」）となった場合に備え、以下の代替交流電源設備を新たに設置する。

- ・ガスタービン発電機（常設代替交流電源設備）
2台（うち予備1台）
- ・高圧発電機車（可搬型代替交流電源設備）
7台（うち予備1台）

ガスタービン発電機及び高圧発電機車は、地震、津波、火災、溢水に対し、非常用ディーゼル発電機と同時に故障することを防止するため、以下のとおり設計する。

- ・地震…基準地震動で機能維持できるよう設計
- ・津波…津波が到達しない位置に設置

（ガスタービン発電機…ガスタービン建屋（EL44m）
高圧発電機車 …第1保管エリア（EL50m）
第3保管エリア（EL13～33m）
第4保管エリア（EL8.5m）

- ・火災…電路には難燃ケーブルを使用、ガスタービン発電機建物には異なる感知方式の火災感知器及びガス消火設備を設置、設備設置場所を分散配置、発電機から給電する高圧母線には遮断器及び保護継電器を設置し、電氣的に分離
高圧発電機車は、原子炉建物等、ガスタービン発電機とは距離的に離れた場所に配備
- ・溢水…溢水影響を考慮しても安全機能が維持でき、またディーゼル発電機と位置的分散を図ることで同時に機能が損なわれないよう設計

| | |
|----------------|--|
| | <p>また高圧発電機車は、屋外に設置する環境条件を考慮し、以下のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・降水・凍結で機能喪失しないよう防水・凍結対策を行える設計 ・風荷重、積雪荷重を考慮しても機器が損傷しないことを確認 <p><【自主対策】非常用所内電源系の相互接続></p> <p>2号機非常用所内電源系は、他号炉の非常用ディーゼル発電機に依存しない。また、島根1号及び3号機を相互に接続することで、安全性が向上する。</p> <p>なお、通常時は号炉間の両端の遮断器を開放することにより2号機非常用所内電源系の分離を図る設計とする。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①新規制基準で要求されている条件が変わったからこういう電源対策をやっているとの説明だとわかりやすい。(吉川顧問)</p> <p>②発送電分離が進行する状況では、外部電源の信頼性や運営は別会社の話となるが、中国電力との関係は整理できているか。(吉川顧問)</p> <p>③廃止措置中の1号機から交流電源供給することのことだが、非常用の設備は残すということか。また、1号機は廃止措置中なので、いずれはまた別の対策を取るのか。(勝田顧問)</p> <p>④火山灰で電源喪失することは想定しなくてよいのか。56cmも積もると電源車は全く動けないのでは。(杉本顧問)</p> <p>⑤外部電源喪失や全電源喪失について、いろんな設備対応を行うことで何が防げるのか、どういう事象展開を防いでいるのか、もう一歩先に進んで言った方が県民の方々も安心するのではないか。</p> <p>また、個々の設備がどの程度高額か明らかにした方が県民の興味を引くのではないか。PRの観点ということをもう少し考えてもいいのではないか。(二ノ方顧問(コメント))</p> <p>⑥ガスタービン発電機の燃料は何で、燃料はどの程度の容量を確保しているのか。(二ノ方顧問)</p> <p>⑦(「顧問の意見」④への回答に対して、)ホイールローダで除灰できれば、電源車を動かすことも想定しているのか。(杉本顧問)</p> <p>⑧(「顧問の意見」④への回答に対して、)火山灰の降灰後、非常用ディーゼル発電機が何らかの理由で全て故障したらどうするのか。(杉本顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規制基準では、複数の電源供給元から外部電源を供給できること、全ての送電線が同一鉄塔に架線されないこと、非常用デ |

ディーゼル発電機の燃料容量増強や、他号炉の非常用電源に過度に依存しないこと、常設代替交流電源設備を設けること、可搬型代替交流電源設備を設けること、バッテリーの強化などが求められている。

- ・設置許可基準規則における主に電源関係の条文は、設計基準対処施設として第33条（保安電源設備）および第14条（全交流動力電源設備）、重大事故等対処施設として第57条（電源設備）が該当する。これら条文要求設備としては、第33条は外部電源（送電線）や非常用電源設備（非常用ディーゼル発電機）、第14条は非常用蓄電池、第57条は常設代替交流電源設備（ガスタービン発電機）や可搬型代替交流電源設備（高圧発電機車）、所内常設蓄電式直流電源設備などが対象となる。

（「顧問の意見」②について）

- ・送電線の復旧作業は、中国電力から分離した中国電力ネットワークが実施する。中国電力と中国電力ネットワークは協定を結んでおり、事故対応を確実にやってもらうということで、手順等も定めている。

（「顧問の意見」③について）

- ・1号機のディーゼル発電機は機能維持をしており、2号機側で受電できるようにしているが、1号機は2号機ほど耐震性等の確認を取られていないため、自主対策としている。
3号機の審査が通れば、2号と3号で電源融通することや、50万Vの送電線が生きていれば、そちらからも受電できるため、更に信頼性が向上すると考えている。

（「顧問の意見」④について）

※ 回答は自然災害対策の論点<33>に記載

（「顧問の意見」⑥について）

- ・ガスタービン発電機の燃料は軽油を使用している。燃料の保有量としては、重大事故等発生時において、7日間の外部電源喪失を仮定しても重大事故等に対処するために必要な設備に対して、連続で電力を供給することが可能な容量として560kLを屋外タンクに有している。

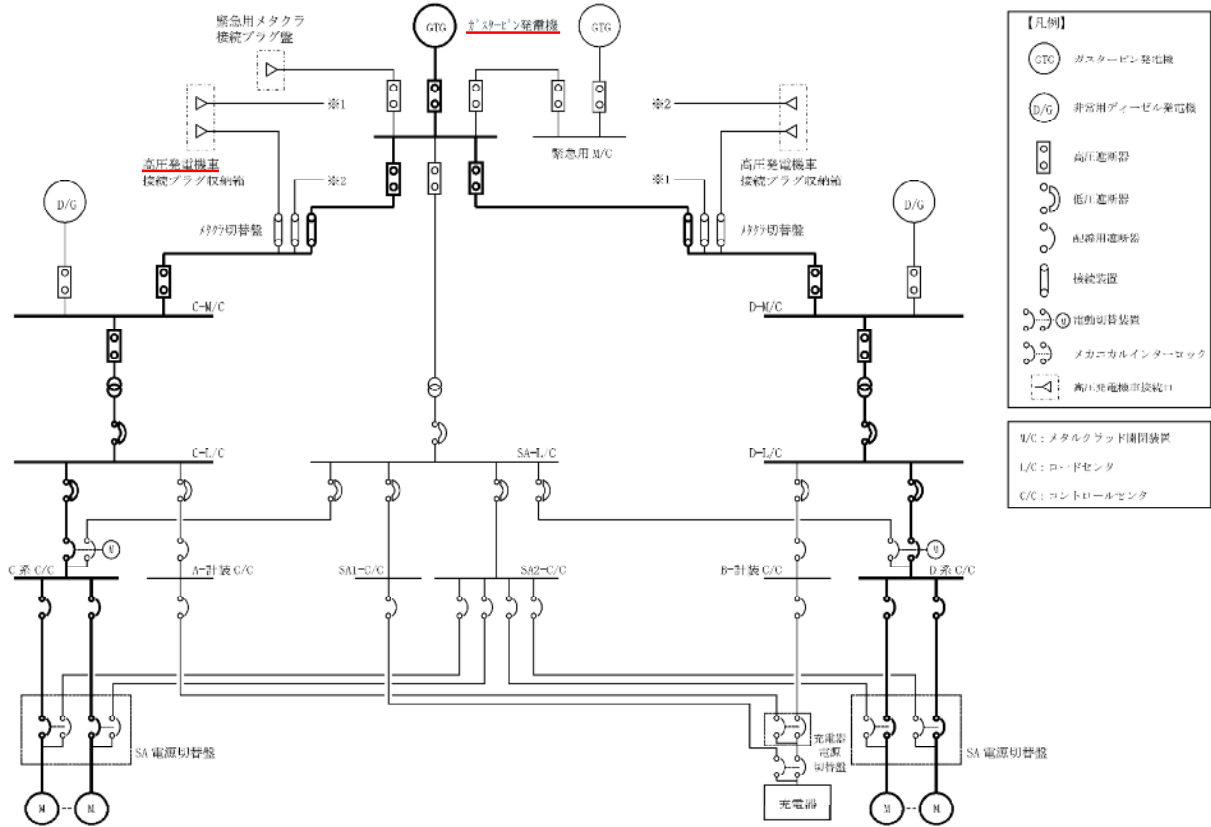
（「顧問の意見」⑦について）

※ 回答は自然災害対策の論点<33>に記載

（「顧問の意見」⑧について）

※ 回答は自然災害対策の論点<33>に記載

【論点<4>参考：代替電源設備系統概要図（常設代替交流電源設備による給電）】



ガスタービン発電機 外観



高圧発電機車（保管場所）

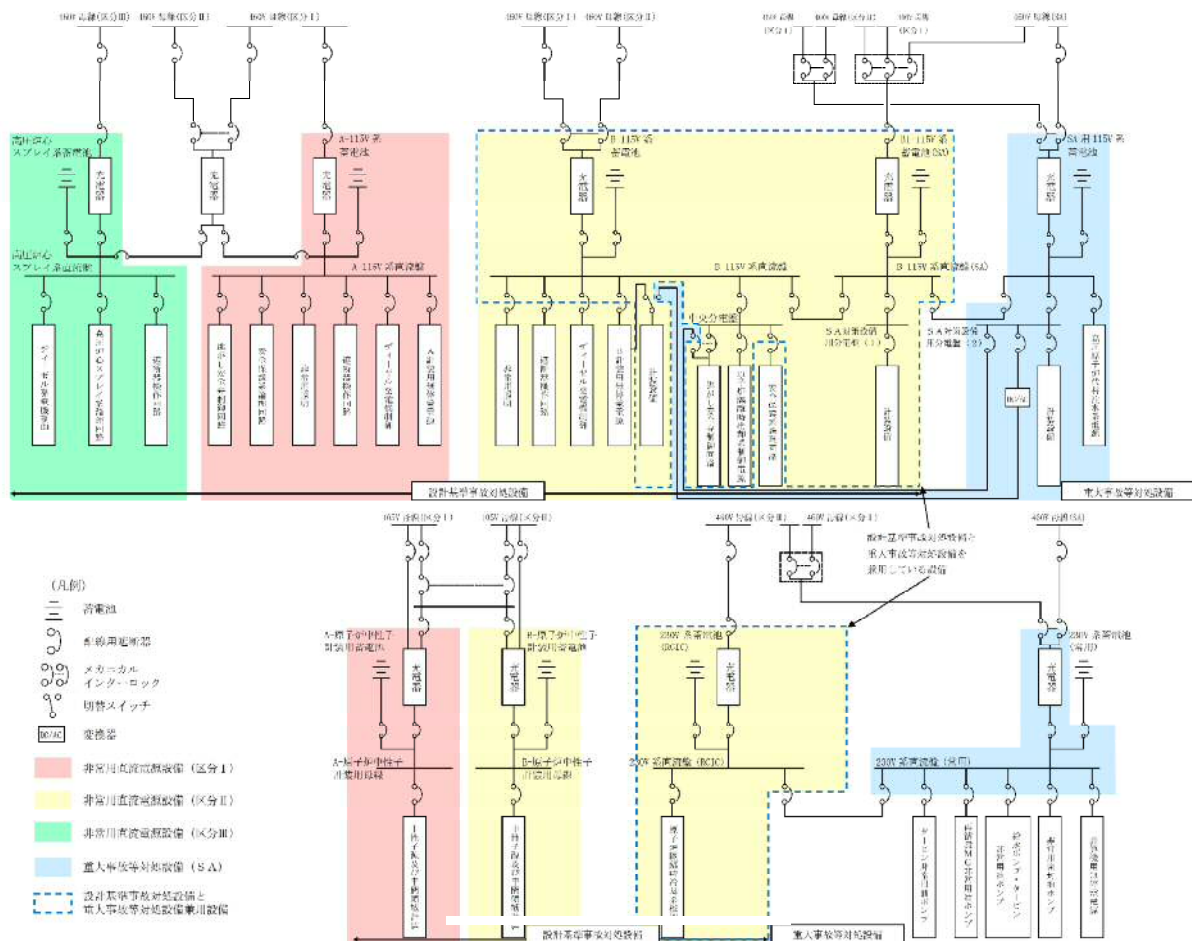
出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

| 項目 | <5> 交流電源が使えなくなった場合も、原子炉を冷却できるか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p><全交流動力電源喪失時の対応> 外部電源喪失と同時に非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機が使用不可(「全交流動力電源喪失」)となった場合は、原子炉の蒸気で駆動する原子炉隔離時冷却系を使用することにより、給電が再開するまでの間、原子炉停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性を確保する。このため、必要な設備(原子炉隔離時冷却系制御装置、逃がし安全弁、原子炉水位計等の計装設備、非常用照明等)に電源供給が可能な非常用直流電源設備を備えている。</p> <p><非常用蓄電池等> 直流電源で動作する機器類は、交流電源設備から充電器を介して給電されているが、全交流動力電源が喪失した場合でも、原子炉の安全停止、停止後の冷却に必要な設備及び原子炉格納容器の健全性確保に必要な設備への電源供給を一定時間まかなう容量をもった、以下の3系統6組の非常用蓄電池・充電器及び分電盤等から構成される非常用直流電源設備を設置している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・115V 蓄電池等 3組 (A系、B系、HPCS系用) ・230V 蓄電池等 1組 (原子炉隔離時冷却系関係機器(復水ポンプ等)用) ・24V 蓄電池等 2組 (中性子計装用) <p>これらの非常用蓄電池及びその付属設備は、非常用3系統を別の部屋に設置しており、多重性及び独立性を確保すること、地震、津波、火災、溢水の観点からこれら共通要因により機能が喪失しないよう、以下のとおり頑健性を有していることを確認している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震…基準地震動に対し建物および非常用所内電源設備が機能維持できることを確認 ・津波…防波壁等で敷地への津波の流入させない ・火災…非常用蓄電池及びその付属設備を設置している蓄電池室、充電器室、計装用電気室は3時間耐火能力を有する耐火壁により分離 ・溢水…溢水評価を実施し、蓄電池、充電器、計装用電気の機能を失わないことを確認 <p>また、全交流動力電源喪失した場合に交流電源からの給電が再開するまでの時間を、訓練実績等から想定し、この時間を超えて蓄電池から給電が行えるよう、以下のとおり設計している。</p> <p>1) 給電再開時間の想定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガスタービン発電機からの給電開始 |

| | |
|--|--|
| | <p>全交流動力電源喪失時から 70分（訓練実績 42分）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1号機の非常用ディーゼル発電機からの給電開始 ガスタービン発電機起動失敗から 95分（訓練実績 67分） ・ 高圧発電機車からの給電開始 1号機からの給電失敗から 275分（訓練実績 200分） （合計）440（7時間 20）分 <p>2) 蓄電池の容量（稼働時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 115V 蓄電池（A系、B系、H P C S系）… 8時間以上 ・ 230V 蓄電池（R C I C）… 24時間以上 ・ 24V 蓄電池（中性子計装用）… 4時間以上 <p>なお、中性子計装による原子炉停止確認は全交流動力電源喪失直後に行い、以降は 115V 蓄電池を用いて出力及び制御棒位置により原子炉停止維持確認を行うので、24V 蓄電池は 4時間分の容量として問題ない。</p> <p>< 重大事故等対処設備（蓄電池・充電器等） ></p> <p>上記の蓄電池が故障又は枯渇した場合等に備え、以下の代替直流電源設備（蓄電池・充電器等）を新たに設ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ B1-115V 蓄電池等 1組 （所内常設蓄電池式直流電源設備、B系増強用） … 8時間後以降、B-115V 蓄電池から原子炉隔離時冷却系を含めた一部の負荷を切替え、16時間（合計 24時間）電源供給 ・ SA 用 115V 蓄電池等 1組 （常設代替直流電源設備、高圧原子炉代替注水系用） … 高圧原子炉代替注水系のタービンへ蒸気供給する電動弁のほか、関係計装設備へ交流電源喪失から 24時間電源供給 <p>これらの設備は、A系・H P C S系蓄電池等に対し、位置的分散を図るとともに、地震、津波、火災、溢水の共通要因により同時に機能が喪失しないよう、以下のとおり独立性を有する設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震… 基準地震動に対し建物および電源設備が機能維持できることを確認 ・ 津波… 防波壁等で敷地への津波の流入させない ・ 火災… 非常用蓄電池及びその附属設備を設置している蓄電池室、充電器室、計装用電気室は 3時間耐火能力を有する耐火壁により分離 ・ 溢水… 溢水評価を実施し、蓄電池、充電器、計装用電気の機能を失わないことを確認 <p>また、高圧発電機車（交流電源）から S A 用充電器を介することで、可搬設備からも直流が給電可能な設計とする。</p> |
|--|--|

| | |
|----------------|--|
| <p>顧問の意見</p> | <p>①蓄電池が持つ8時間以内に交流電源を接続するとしているが、蓄電池自身の信頼性はどうか。(宮本顧問)</p> <p>②通常時は、蓄電池はスタンバイ状態か。それとも常に制御等に使っているのか。(二ノ方顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用3系列を別の部屋に設置しており、どこの蓄電池が使えなくなってもあとの2系列は使えるように設置している。また、基準地震動 S_s に対して機能喪失しないようにするとともに、火災についても3時間耐火で壁を作って、他の一つが火災で喪失しても他の部屋に及ばないような設計をしている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時において蓄電池は充電状態であり、使用していないが、蓄電池に接続される直流電源が必要となる負荷(制御電源、非常用照明等)に対しては以下のとおり給電しており、以下の運用としている。 <p>【通常運転時】 交流電源を使用し、充電器で交流から直流に変換して負荷に対して給電。この時、蓄電池は充電状態で待機。</p> <p>【全交流動力電源喪失時(SBO時)】 通常運転時では充電状態であった蓄電池からの給電に自動的に切替わり給電を開始。蓄電池から給電が継続されている間に、交流電源の復旧を行う。</p> <p>【交流電源復旧後】 通常運転状態と同じく、充電器を使用して負荷に対して給電するとともに、蓄電池に対して充電を行う。</p> |

【論点<5>参考：直流電源設備単線結線図】



出典：中国電力(株)資料

エ その他異常発生防止対策

| 項目 | <6> サイバーテロを含む不正アクセス対策はされているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p><サイバーテロ></p> <p>安全保護回路（原子炉保護系、工学的安全施設作動回路）のうちデジタル化している部分について、不正アクセス行為、その他電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとするため、以下の対策を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物理的及び電氣的アクセスの制限対策 ・ハードウェアの物理的な分離又は機能的な分離対策 ・外部ネットワークからの遠隔操作及びウイルス等の侵入防止対策 ・システムの導入段階、更新段階又は試験段階で承認されていない動作や変更を防ぐ対策 ・耐ノイズ・サージ対策 ・ウイルス侵入防止について、供給者への要求事項及び供給者で実施している対策 <p>また、核物質防護対策のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムは、不正アクセス行為を受けることがないように、当該システムに対する外部からのアクセスを遮断する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①核物質防護として、テロリストが銃器を持って侵入してくるということは考慮されているのか。（吉川顧問）</p> <p>②サイバーテロは今後ますます巧妙化されると予想される。ハード、ソフト両面の対策が必要なのは言うまでもないが、社内的にも深い専門知識を有するような担当部署が必要ではないか。（芹澤顧問）</p> <p>③これまでのサイバーテロを見ると、サイバーテロは人間を含めて脆弱性のあるところを狙う。人間の脆弱性とは、つまりコンピューターに不得意な人に不正操作を正しいと思わせて操作させる。A T E N A（A T O M I C E N E R G Y A s s o c i a t i o n：原子力エネルギー協議会）のサイバーテロのマニュアルもそこまで考えておかないと難しい。（勝田顧問（コメント））</p> <p>④スリーマイルや福島第一原子力発電所事故もそうだったが、実際の計測装置が正しい値を示しているかというところで混乱が生じた。安全制御だけでなく、普段のモニタリングが正しいかどうかも重要。（勝田顧問（コメント））</p> <p>⑤日本では考えにくいかもしれないが、発電所内部の人が外部に協力してテロが行われるというのが一番怖い。内々にでも考えてもらいたい。（杉本顧問）</p> |

| | |
|---------|---|
| | <p>⑥情報セキュリティはどうしても各個人のモラルに対策を求める事が多いが、作業員とか構成員の中にモラルに欠ける人がいたときの対策は何かあるか。（宮本顧問）</p> <p>⑦柏崎刈羽であった制御室不正入室や侵入検知設備の長期故障等について、島根には何か影響ないか。（二ノ方顧問）</p> |
| 中国電力の説明 | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規制基準ではサイバーテロ対策が求められており、物理的なテロについてはこれまでどおり厳しい規制がなされている。新規制対応ではなく、従前の規制で検査を受けたり確認を受けたりする活動を継続して万全を期する。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ATENAのサイバーセキュリティーに関する自主ガイドに基づき、社内的な体制なども準備しつつあり、事業者が自主的にサイバー対策をやっていく。 <p>（「顧問の意見」⑤⑥について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内部脅威者については実用炉則の要求に基づき、信頼性確認制度が構築されている。重要施設に入る方々は性格、アルコール、薬物といった検査を受け、一通り合格した方を常時立ち入る方々として認めている。 <p>また、保守作業員等の不正アクセスに対しては、2人1組で作業する、カメラで監視する、重要施設は認証された方しか入れない、というような対策により工事作業中においても不正アクセスを防止する対策を講じている。</p> <p>（「顧問の意見」⑦について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京電力HDの事案については、関係者間で情報を共有しており、不正IDの利用や核物質防護設備の機能の一部喪失の事案が発生していないことを確認している。 <p>本事案については、現在、東京電力HDにおいて、詳細な原因の究明および必要な対策の実施に向けた検討が進められているものと承知している。当社においても、その状況を踏まえながら、必要に応じて適切に対応していく。</p> |

【論点<6>参考：サイバーテロを含む不正アクセス対策における基本方針】

| 項目 | 基本方針 |
|-------------|---|
| 区画管理 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 発電用原子炉施設への人の不法な侵入を防止するための区域を設定し、核物質防護対策として、その区域を人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁によって区画して、巡視、監視等を行うことにより、侵入防止及び出入管理を行うことができる設計とする。 |
| 探知施設 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 探知施設を設け、警報、映像等を集中監視するとともに、核物質防護措置に係る関係機関等との通信連絡を行うことができる設計とする。さらに、防護された区域内においても、施錠管理により、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な侵入を防止する設計とする。 |
| 持込み点検 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み（郵便物等による発電所外からの爆発物及び有害物質の持込みを含む。）を防止するため、核物質防護対策として、持込み点検を行うことができる設計とする。 |
| 外部からのアクセス遮断 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を防止するため、核物質防護対策として、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムが、電気通信回線を通じた不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を受けことがないように、当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。 |
| 緊急時の対応体制 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するため、核物質防護対策として、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき核物質防護管理者を選任し、所長の下、核物質防護管理者が核物質防護に関する業務を統一的に管理する体制を整備する。人の不法な侵入等が行われるおそれがある場合又は行われた場合に備え、核物質防護に関する緊急時の対応体制を整備する。 |

出典：中国電力(株)資料

② 重大事故対策（シビアアクシデント対策）

ア 重大事故の想定と対策

| 項目 | <7> どのような重大事故を想定して、どのような設備で対処するのか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p><重大事故に至る可能性のある事象の想定> 「別紙1」のとおり、重大事故に至る可能性のある事象を想定し、一定の安全機能喪失時の対策の有効性を評価している。</p> <p><重大事故対策の有効性を判断する基準></p> <p>1) 運転中の原子炉における炉心損傷防止 原子炉が高温停止または低温停止に至るまでの間、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料被覆管の最高温度が 1,200℃以下となること ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力の 1.2 倍または限界圧力以下となること ・原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力または限界圧力以下となること ・原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度または限界温度以下となること ・格納容器圧力逃がし装置を使う場合は、敷地境界での実効線量が 5mSv 以下であること 等 <p>2) 運転中の原子炉における格納容器破損防止 原子炉及び原子炉格納容器が安定状態に導かれるまでの間、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力または限界圧力以下となること ・原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度または限界温度以下となること ・セシウム 137 の放出量が 100TBq を下回っていること ・熔融燃料－冷却材相互作用によって原子炉格納容器が破損しないこと ・水素爆轟を防ぐため、格納容器内の水素濃度がドライ条件に換算して 13vol%以下又は酸素濃度が 5vol%以下であること ・熔融炉心による侵食によって格納容器の支持機能を喪失しないこと及び熔融炉心が冷却されること 等 <p>3) 使用済燃料貯蔵槽内の燃料損傷の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料有効長頂部が冠水していること ・放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること ・未臨界が維持されていること <p>4) 運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料有効長頂部が冠水していること |

| | |
|--------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること ・未臨界を確保すること（ただし、通常の運転操作における臨界、又は燃料の健全性に影響を与えない一時的かつ僅かな出力上昇を伴う臨界は除く。） <p><各想定における設備の使用可否状態> 「別紙2」のとおり。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①想定事故1、2は燃料プールの話で、福島第一原子力発電所事故を想定した場合こういったものは同時進行的に起こる。独立して対応した検討だけでは十分ではないのではないかと。（芹澤顧問）</p> <p>②例えばPRAは自社のデータを使っている等、柏崎刈羽6、7号と大きく違う点はあるか。（杉本顧問）</p> <p>③有効性評価の結論だけでなく、対策の中の1つの操作によって炉心温度や格納容器、燃料棒の健全性がどのように担保されているのかを示してほしい。（芹澤顧問）</p> <p>④ISLOCAシナリオにおいて、現場操作で破断箇所を隔離するとしているが、現場の放射線量、作業時間はどの程度か。（芹澤顧問）</p> <p>⑤格納容器過圧・過温破損シナリオにおいて、格納容器バウンダリにかかる温度の最大値（約197℃）と判断基準（200℃未満）の差はごく僅かだが、誤差の範囲をどう評価しているのか。（芹澤顧問）</p> <p>⑥様々な重大事故を想定していて、それに応じた対策がされているが、ある事象が起きたときに、対策をとる判断が躊躇なくできる体制は整えられているか。（宮本顧問）</p> <p>⑦高圧・低圧注水機能喪失シナリオにおいて、燃料被覆管最高温度は燃料を10分割したうち下から8番目の位置での値（約509℃）としているが、冠水が遅くなる下から9番目、10番目の位置の温度も確認したい。また、温度と水位が一定になっている45分以降もボイドが発生していると思うが、どういう状態になっているのか。（芹澤顧問）</p> <p>⑧燃料破裂の判定ラインが2本提示されているが、安全上のスタンスとして、ベストフィット曲線と平均値から偏差を引いた線のどちらを優先して考えるのか。（芹澤顧問）</p> <p>⑨全交流電源喪失・逃がし安全弁再閉失敗シナリオにおいて見られる原子炉水位のスパイク状の上昇は、減圧沸騰によって見かけ上の水位上昇が短時間だけ発生したものと解釈されているが、発生した蒸気による原子炉圧力容器の加圧が見られない。蒸気は凝縮したのか、外部へ放出されたのか。（芹澤顧問）</p> <p>⑩原子炉停止機能喪失シナリオにおいて、燃料被覆管温度が急上</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>昇しすぐに元に戻る挙動がある。上昇側は沸騰遷移と説明されているが、すぐに温度低下が起きる理由は何か。(芹澤顧問)</p> <p>⑪溶融炉心が落下しても格納容器下部床面のコンクリートの侵食は0cmと評価しているが、落下する溶融炉心の量はどの程度を想定しているのか。また、侵食が起きる量はどの程度か。(芹澤顧問)</p> <p>⑫重大事故時に備えての緊急手順の設計と検証を実際にどのようなやり方で行っているのか。(吉川顧問)</p> <p>⑬沸騰遷移を生じさせないことは伝熱学の見地から非常に重要であるが、原子炉停止機能喪失シナリオにおいて、なぜ沸騰遷移が起きたのか。起きないようにできないのか。(芹澤顧問)</p> <p>⑭沸騰遷移後にすぐに温度が元に戻るのは非現実的に見える。解析された表面熱流束の計算値と沸騰遷移が生じる限界熱流束値との比較データはどうなっているか。また、沸騰遷移が起きた後に核沸騰に戻る現象をどう解析したのか。(芹澤顧問)</p> <p>⑮沸騰遷移が生じたとする燃料被覆管の領域はどこか。そしてそれ以外の領域ではどのような現象が生じていると評価したのか。また、沸騰遷移が生じながらも被覆管温度が融点より遙かに低い温度で止まっているのは何故か。(芹澤顧問)</p> <p>⑯残留熱代替除去系で除熱系を強化しているが、エアクーラー(空冷式のもの)で置き換える話はなかったか。(二ノ方顧問)</p> <p>⑰芹澤先生が仰るように、有効性評価は結果だけを出して良しとするのではなく、結果に至ったプロセス、考え方を詳らかにして、そういう情報を共有するのは大切だと思う。電力には必要十分以上、十二分に情報を出すことをお願いしたい。(二ノ方顧問(コメント))</p> <p>⑱(「顧問の意見」⑭への回答に関連し、)原子炉停止機能喪失シナリオについて、主蒸気隔離弁誤閉止から2.5秒後にATWS緩和設備が作動して出力低下し、蒸気膜が無くなることで燃料被覆管が急冷(クエンチング)するとしているが、沸騰遷移とクエンチングは逆の現象であり大きいヒステリシスがあるので、相当出力が下がらないとクエンチングは起きないように思う。クエンチングが起きる熱流束あるいは出力はどのように求めたのか。(芹澤顧問)</p> <p>⑲沸騰遷移開始と原子炉圧力高信号までの時間差はどの程度か。また信号の2.5秒後にATWS緩和設備が作動するというタイミングはどのような観点から設定したのか。2.5秒で安全性が担保されるのか。(芹澤顧問)</p> <p>⑳Dougall-rohsenow式は膜沸騰熱伝達係数を2.25倍過大評価するという報告もあり、必ずしも保守的とは言いきれない部分が</p> |
|--|---|

ある。式の精度や誤差によっては沸騰遷移を回避する操作が必要になるのではないか。また、NUPECのデータだけに基いて事故対応シナリオの有効性を判断することは危険ではないか。(芹澤顧問)

②①燃料被覆管温度の解析に用いたコードや計算条件を教えてください。沸騰遷移のような三次元のローカルな現象を一次元的なモデルで評価する場合は、保守的でないとだめ。今やっている解析の保守性を確認したいので、どういう計算をしているか表に整理して示してほしい。(二ノ方顧問)

②②TRACの3Dモデルを使ってBWR燃料集合体の沸騰遷移をどう解析したのか、計算結果を評価判断するために具体的に教えてほしい。(二ノ方顧問)

②③緊急時対策要員の活動が一番多いシナリオはDCH（高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱）とのことだが、この時に要員がしなければいけない作業は何で、何人必要なのか。(吉川顧問)

②④同じ人が10時間以上も作業するのは大変ではないか。また誰が指揮をするのか。(吉川顧問)

②⑤人が作業する場合、このタイミングまでに操作しないと状況が回復できないというクリティカルなポイントがあると思うが、分析されているか。(吉川顧問)

②⑥雰囲気圧力・温度による静的負荷シナリオでは、格納容器圧力バウンダリにかかる温度の最大値の解析結果が約197℃に対して判断基準は200℃未満となっており、解析コードのモデルの不確実性、初期条件や境界条件の誤差等を考慮すれば、裕度が3℃というのはあまりにも小さすぎるのではないか。(杉本顧問)

②⑦(「顧問の意見」②⑩への回答に対して、)修正Daugall-Rohsenow式の保守性は蒸気膜中の液滴を考慮していない点だと思うが、燃料被覆管温度が1,000℃近くなると蒸気中の液滴は著しく減少し、保守的であるという主張の根拠は成り立たないと思う。境膜温度における物性値を用いることは修正式の保守性とは別の議論であり、修正式が保守的と主張するならば定量的にどの程度保守的なのか説明をいただきたい。(芹澤顧問)

②⑧(「顧問の意見」②⑩への回答に対して、)沸騰遷移のような非常にリスクの高い現象に対しては、用いた式の精度や誤差を考慮しても十分な安全性が担保されていることを示す必要があると思う。伝熱関係の相関式は一般に非常にデータがばらつき、精々±20%の予測精度があれば良い相関式と言えるので、今回の場合は沸騰遷移を回避する操作が必要なのではないか。(芹澤顧問)

- ②⑨実際の炉心の中の流れは気液2相流が3次元的に振る舞う複雑な現象であり、解析でどこまで再現できているのかということもある。評価全体が解析至上主義になりすぎているように思う。実際に起こり得る現象を念頭に置いた安全対策を心がけていただきたい。(芹澤顧問)
- ③⑩(「顧問の意見」②②への回答に対して、) 3次元的な出力振動現象の話ではなく、3次元的な流量分布やボイド率分布を考慮した物理的にもっともらしい計算結果と、空間依存性を縮約した計算結果の差にどう保守性が担保されているか示して欲しい。複雑な現象を簡単な計算で行うと、実現象とは違うものを追いかけていることになるので、実現象との差を評価しないとけないと思う。(二ノ方顧問)
- ③⑪原子炉停止機能喪失シナリオでの最高温度818℃とは、時間的に追いかけた結果か、定常状態で計算した結果か。
(二ノ方顧問)
- ③⑫(「顧問の意見」②③②④⑤への回答に関連し、) 人員構成と事故対応について、PWRの伊方原発では想定どおりに人が集まらない場合にもどうするかも含めて検討されていたように思うが、BWRの島根原発も同様か。(吉川顧問)
- ③⑬シビアアクシデント解析コードの使い方については、解析を実際に担当しているメーカーも含め全体の考え方を聞くと良いのではないかと思う。(吉川顧問)
- ③⑭常設設備だけでなく可搬設備を動かしてシビアアクシデント対応を行うのが新規制基準の目玉なので、そのストーリー作りをBWR内でどうやっているか取り組みを紹介されるとよいのではないかと思う。(吉川顧問(コメント))
- ③⑮(顧問意見②②への回答に関連し、) 解析コードの表(論点<8>の別表)にTRACGの記載が無かったので、どういう使い方をしているか分かるよう掲載してほしい。(吉川顧問)
- ③⑯中国電力のシビアアクシデント対応計画の特徴があれば補足していただきたい。(吉川顧問)
- ③⑰規制庁が、今回の適合性審査の中で重大事故等の評価解析における保守性や結果の妥当性を十分議論し、確認していることを明言されたことで、県民・国民をはじめ我々も安心できると思った。(二ノ方顧問(コメント))
- ③⑱規制庁として、解析結果の保守性や妥当性を評価するための具体的な指針・基準等はあるか。学会と同じような検証を規制の中でもやっているのか。(二ノ方顧問)
- ③⑲(「顧問の意見」③⑧への回答に関連して、) 有効性評価の保守性に関しては、中国電力とは個別に議論し、最終的には電力の説明を了解したところだが、規制庁からの説明は曖昧だった。

| | |
|---------------------|---|
| | <p>解析でいろんな相関式が使われている場合はそれらが二重・三重に関わってくるので、その点も考えた上で保守性が確保されなければいけないと思う。そのため、解析上用いた相関式が100%正しいという前提で、保守性という言葉で曖昧に通り過ぎてしまうと、危険な点が出てくると思う。</p> <p>(芹澤顧問 (コメント))</p> <p>⑩規制庁から説明のあった放射性物質の拡散抑制対策のうち、海洋への拡散抑制設備 (放射性物質吸着剤及びシルトフェンス) 及び手順の整備について、どういう事態にどのように運用するのか補足説明してほしい。(吉川顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転中における原子炉及び燃料プールの冷却等に影響を及ぼす福島第一原子力発電所の事故のような事象が発生した場合においても、原子炉と燃料プールの各々において対策を講じているため対応は可能である。なお、燃料プールについては想定事故1、2で有効性を確認している燃料プールスプレイ系に加え、既存の燃料プール冷却設備をSA時でも使用できるよう対策している。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等の想定と対策については、規制基準を満足するように事故シナリオの想定と対策を行っており、柏崎刈羽6、7号と大きな差異はないものと考えている。またPRAについては国内原子力発電プラントの一般故障率データを用いて評価を行っているが、自社データを反映した感度解析によりその影響が軽微であることを確認している。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析図として、原子炉圧力の推移、原子炉水位の推移、燃料被覆管温度の推移、破裂判定曲線、格納容器圧力の推移、格納容器温度の推移を追加した。解析図の中に、操作等との関連の説明を加えた。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現場の放射線量は8mSv/h、作業時間は1時間を想定しており、作業員の受ける被ばく線量は8mSvと考えている。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析には少し誤差があると考えているが、崩壊熱が一番高い等の保守的条件での解析結果であること、また温度が厳しくなる |

格納容器ヘッドの部分は、シール材の変更や直上の原子炉ウェルへの注水といった自主対策を行っているため、十分大丈夫だと考えている。

(「顧問の意見」⑥について)

- ・中央制御室の運転員含めて常時 47 名を常駐させ、要員参集後は 101 名の対応体制をとることとしており、副原子力防災管理者もしくは発電所長の下で対応する。

(「顧問の意見」⑦について)

- ・9 番目と 10 番目の燃料被覆管最高温度は、それぞれ約 501℃、約 461℃であり 8 番目 (約 509℃) よりも低い結果となっている。
- ・炉心が再冠水する約 45 分後以降は、核沸騰に基づくボイドの発生が継続しており、燃料被覆管温度が最高となる 8 番目のノードにおけるボイド率は、約 0.6 で推移する。

(「顧問の意見」⑧について)

- ・有効性評価は、最適評価手法を基本としていることに鑑み、燃料被覆管破裂の判定は、ベストフィット曲線を用いている。
- ・なお、破裂判定に際して考慮する燃料被覆管温度は、線出力密度等、保守的な解析条件を用いて算出していることから、ベストフィット曲線を用いた破裂判定は、保守性が確保されている。

(「顧問の意見」⑨について)

- ・減圧沸騰に伴い発生した蒸気は全て逃がし安全弁を介してサブレーション・チェンバに逃げている。

(「顧問の意見」⑩について)

- ・原子炉停止機能喪失の有効性評価においては、主蒸気隔離弁閉止による原子炉圧力の上昇により原子炉出力が上昇し、燃料被覆管表面で沸騰遷移 (ドライアウト) が発生することで燃料被覆管温度が上昇する。沸騰遷移の発生により上昇した燃料被覆管温度は、原子炉圧力高 (7.41MPa[gage]) 信号で A T W S 緩和設備 (代替原子炉再循環ポンプトリップ機能) が作動 (約 2.5 秒後) することによる出力低下に伴い再び水に覆われた状態 (リウエット) となることで低下する。

(「顧問の意見」⑪について)

- ・全炉心が落ちたと仮定して評価している。そのため、これ以上

評価としては厳しくならない。

(「顧問の意見」⑫について)

- ・重大事故への進展防止、重大事故に至る可能性がある場合又は重大事故に進展した場合に備えて、運転員が使用する手順として、「設備別運転要領書 別冊 警報発生時の措置」、「事故時操作要領書（事象ベース）」、「事故時操作要領書（徴候ベース）」、「事故時操作要領書（シビアアクシデント）」及び「AM設備別操作要領書」を整備している。また、緊急時対策要員が使用する手順として、「緊急時の措置要領」、「緊急時対策本部対応手順書」、「原子力災害対策手順書」及び「緊急時対策所運用手順書」を整備している。
- ・有効性評価における各作業時間については、上記手順書を用い要素訓練等の現場実地訓練により作業成立性を確認した時間となっている。また、有効性評価のシーケンスと同様に一連の作業を実施した場合の作業成立性については、第 858 回審査会合にて、同一の緊急時対策要員で実施する作業が最も多いシーケンスにおいて、一連の作業を実施した場合においても、その作業時間が想定時間内に収まることを現場実地訓練にて確認を行い、当該シーケンスの作業成立性を示している。
なお、今後、有効性評価のシーケンスの作業成立性確認は、保安規定に基づく確認事項として、伊方発電所等の既に稼働しているプラントと同様に再稼動前に実施することになる。

(「顧問の意見」⑬について)

- ・沸騰遷移を生じさせないことは重要であり、既許可の運転時の異常な過渡変化の評価においては、沸騰遷移が生じない対策の確認をおこなっている。具体的には、「主蒸気隔離弁の誤閉止」では、主蒸気隔離弁がある程度（10%）閉鎖した段階で原子炉をスクラムすることで沸騰遷移の発生を防止している。
- ・スクラム系は信頼性が高い設計を行っているが、今回の「原子炉停止機能喪失」では、このスクラムに失敗することを前提に評価している。そのため、沸騰遷移の発生自体が判断基準にはなっておらず、燃料被覆管の最高温度が 1,200℃以下を判断基準としている。
- ・なお、新規制以前においても、運転時の異常な過渡変化を超える事象である設計基準事故に対しては、沸騰遷移の発生の防止までは求められていない。

(「顧問の意見」⑭について)

- ・BWRではMCPR（最小限界出力比）により燃料の冷却状態

を監視している。全燃料棒本数の 99.9%以上が沸騰遷移を起こさない限界のMCPRをSLMCPRとして定めており、運転時の異常な過渡変化の解析では、事象を通じてMCPRはSLMCPRを下回らないことを確認している。今回の、「原子炉停止機能喪失」において、解析コードでは、MCPRがSLMCPRに達した場合に保守的に沸騰遷移が発生するとして扱っている。

- 沸騰遷移時の挙動は日本原子力学会標準「BWRにおける過渡的な沸騰遷移後の燃料健全性評価基準：2003」に示される手法により評価している。
- 沸騰遷移の開始予測は、限界出力試験のデータにより求められた沸騰遷移相関式（GEXL相関式）によって評価している。また、沸騰遷移後の被覆管表面熱伝達は燃料被覆管温度を高めに評価する修正 Dougall-Rohsenow 式を適用している。
- 膜沸騰から核沸騰への遷移はリウエットすることで発生する。リウエットの判定は日本原子力学会標準「BWRにおける過渡的な沸騰遷移後の燃料健全性評価基準：2003」で推奨される相関式 1 と相関式 2 のうち、沸騰遷移の持続時間を長く評価する相関式 2 を用いて判定している。
- リウエットの判定は保守的な評価と考えているが、仮にリウエットを考慮しないこととした場合の評価も実施しており、この場合でも判断基準を満足することを確認している。

（「顧問の意見」⑮について）

- 燃料被覆管温度の解析図で示しているのは燃料被覆管温度が最高となる 13 ノード（発熱部 25 分割中の下から 13 番目の位置）の温度推移であるが、それ以外のノード（13 ノードから 25 ノードの間）においても沸騰遷移は発生している。
- 沸騰遷移時の各ノードの温度は、回答⑭で示した扱いにより評価を実施しており、膜沸騰時の冷却材への熱伝達の考慮により、燃料被覆管温度は融点まで上昇しない結果となっている。
- 13 ノードより上部のノードは、沸騰遷移継続時間は長いですが、線出力が 13 ノードより小さいため燃料被覆管温度の最高値は 13 ノードより低い結果となっている。

（「顧問の意見」⑯について）

- 当社の重大事故等対処設備（SA設備）である残留熱代替除去系は、現状、海水冷却を用いる設計としており、空冷式を採用する予定はない。
- 一方、空冷式の循環冷却については、特定重大事故等対処施設における設備対策として議論されており、2020 年 3 月 12 日の

原子力規制委員会において、BWRプラントにおける原子炉格納容器の過圧破損防止対策の設備構成として、以下の2ケースが規制要求事項と整合することが示されているが、特定重大事故等対処施設においても、当社としては、ケースAの設備構成とする方針であり、空冷式の循環冷却を採用する予定はない。

【ケースA】

＜SA導入段階での措置＞

- ・格納容器代替循環冷却系（海水冷却）
- ・フィルタベント＜大型航空機の衝突耐性なし＞

＜特定重大事故等対処施設導入段階での追加措置＞

- ・フィルタベント＜大型航空機の衝突耐性あり＞

【ケースB】

＜SA導入段階での措置＞

- ・格納容器代替循環冷却系（海水冷却）
- ・フィルタベント＜大型航空機の衝突耐性あり＞

＜特定重大事故等対処施設導入段階での追加措置＞

- ・循環冷却設備（空気冷却）＜大型航空機の衝突耐性なし＞

（「顧問の意見」⑱について）

- ・日本原子力学会標準「BWRにおける過渡的な沸騰遷移後の燃料健全性評価基準：2003」に従った評価を実施しており、REDYコード内で一点近似動特性方程式から中性子数を計算し、求めた出力からSCATコードにおいてMCPRを計算し沸騰遷移の判定を行っている。
- ・中性子束（出力）については、事象発生後約2.1秒で初期の約94%となるが、事象発生後約2.5秒でATWS緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）が作動することで、事象発生後約5.4秒で約64%まで低下する。それにより第13ノード（燃料被覆管温度が最も厳しくなる位置）がリウェットしている。

（「顧問の意見」⑲について）

- ・原子炉スクラムの作動設定値である「原子炉圧力異常高」設定点は7.23MPa[gage]、ATWS緩和設備の作動設定値である「ATWS緩和設備原子炉圧力高信号」の設定点は7.41MPa[gage]である。ATWS緩和設備は原子炉スクラムに失敗した場合に用いる設備であることから、スクラム設定値より高く、主蒸気逃がし安全弁の吹き出し圧力の設定値（最小値7.58MPa[gage]）より低い値で設定している。
- ・原子炉停止機能喪失シーケンスの解析では、原子炉スクラムに失敗する想定で、原子炉圧力高信号の設定点（7.41MPa[gage]）

到達は事象発生後約 2.3 秒であり、そこから計装の時間遅れである 0.2 秒経過後に A T W S 緩和設備が作動する（事象発生 2.5 秒後）。それにより A T W S 事象が緩和される。

（「顧問の意見⑳」について）

- Dougall-Rohsenow 式は熱伝達係数を過大評価するという報告もあるが、これは式中の蒸気温度を飽和温度としていることによるものと報告されている。これに対し、修正 Dougall-Rohsenow 式は、式中のヌセルト数及びプラントル数は蒸気温度に膜温度（燃料被覆管温度と飽和温度の平均値）、レイノルズ数中の密度は飽和温度、粘性係数は膜温度を用いている。修正 Dougall-Rohsenow 式は、J A E R I（旧原研）試験で取得された定常ポスト C H F 試験データを用いて、保守的な予測となるよう蒸気温度を設定したものであることから、保守的な評価となる。

（「顧問の意見」㉑について）

- 原子炉出力関係は R E D Y コード、燃料被覆管温度評価については S C A T コードを使用している。
- それぞれのコードの解析モデルと不確かさ、また解析条件（設定値）とその不確かさについては、有効性評価審査資料（添付資料 2.5.5）にまとめており、燃料被覆管温度といった評価項目となるパラメータに与える影響について整理している。

（「顧問の意見」㉒について）

- T R A C G コードは、原子炉の熱水力挙動を評価する多次元二流体モデル、及び炉心の中性子動特性を評価する三次元中性子動特性モデルに基づいている。
- 二流体モデルは、気相及び液相に対し、質量、運動量及びエネルギーの保存式として解いている。中性子動特性モデルは、三次元の時間依存中性子拡散方程式を解くことで、時間の経過に伴う減速材密度、燃料温度、ほう素濃度及び制御棒の変化に応じて、あらゆる三次元ノードで中性子束及び遅発中性子先行核濃度を求める。
- 解析モデルは原子炉圧力容器及びそれに接続される配管を T R A C G コードのコンポーネントで模擬している。
- 沸騰遷移の判定は、原子炉停止機能喪失シナリオの条件では S C A T コードと同様に G E X L 相関式により判定している。

（「顧問の意見」㉓について）

- D C H シナリオにおいて、同一の緊急時対策要員（現場）が実

施する作業として、①格納容器代替スプレイ系（可搬型）準備操作、②原子炉補機代替冷却系準備操作、③可搬式窒素供給装置による原子炉格納容器内窒素供給準備があり、これらの操作に必要な要員は、14名である。

- ・上記以外の作業に必要な要員として、中央制御室運転員7名、緊急時対策本部要員5名、緊急時対策要員（現場）5名（燃料補給準備：2名、原子炉補機代替冷却系準備操作（電源ケーブル接続：3名）であり、同一の緊急時対策要員（現場）が実施する作業の要員と合わせて、合計31名の要員にて対応を実施する。

なお、夜間・休日昼間（平日の勤務時間帯以外）を含めて、初動対応のために確保する要員（発電所常駐）は、47名である。

（「顧問の意見」④について）

- ・DCHシナリオにおける同一の緊急時対策要員（現場）が実施する作業は、適宜休憩した上で、実績として約10時間であった（休憩時間含む）。適宜休憩した場合でも、想定する作業時間を超えることはなく、長時間の対応も可能であると評価している。
- ・夜間・休日昼間（平日の勤務時間帯以外）においては、指示者（副原子力防災管理者）、平日昼間（平日の勤務時間帯）においては、所長（原子力防災管理者）の指揮の下、事故等の対応にあたる。

（「顧問の意見」⑤について）

- ・有効性評価の解析に基づいて作業想定時間を設定しており、各シーケンスシナリオにおいて、クリティカルポイントの分析を行っている。いずれのシナリオにおいても、実施する作業と所要時間（タイムチャート）を整理し、クリティカルポイントまでに対応できることを確認している。
- ・DCHのクリティカルポイントを以下に示す。

[事象発生約5.4時間の原子炉圧力容器破損]

溶融炉心落下前の大量送水車による原子炉格納容器下部への水張りについては、原子炉圧力容器下鏡温度が300℃に到達するまでに事象発生から約3.1時間であり、その後ペDESTAL水位2.4mまでの注水は約1.9時間で完了する。準備・水張りを含め事象発生から約5時間で完了するため、原子炉圧力容器破損まで、0.4時間の時間余裕がある。

大量送水車による原子炉格納容器下部への水張り作業については、大量送水車の作業時間（実績）が想定している作業時間内に完了することを、訓練等を通じて確認している。

(「顧問の意見」②⑥について)

- ・当該のシナリオでは、格納容器雰囲気温度の最大値は197°Cに至っているが、格納容器壁面温度、すなわち格納容器バウンダリにかかる温度の最大値は約181°Cであり、解析コードのモデルの不確実性、初期条件や境界条件の誤差等を考慮しても判断基準の200°Cに対して裕度は確保されていると考えている。

(「顧問の意見」②⑦について)

- ・修正 Dougall-Rohsenow 式は JAERI (旧原研) における定常ポスト CHF 試験データと比較して保守的になるよう設定している。式の特徴としては保守的になるよう、膜温度を使用することに加えて、液滴蒸発による影響を無視している(ただし、高温の領域では液滴蒸発の影響が小さくなる)。また、燃料被覆管温度の評価に用いている SCAT コードでは、輻射による熱伝達を無視している。
- ・模擬燃料集合体を用いた過渡沸騰遷移試験が860°C程度までの領域で実施されており、修正 Dougall-Rohsenow 式による解析値が実験値より保守的となることを確認している。
- ・今回の原子炉停止機能喪失シーケンスの有効性評価解析において燃料被覆管最高温度は約818°Cであり、解析値と実験値の比較で保守性を確認した温度の範囲内であることから、修正 Dougall-Rohsenow 式を十分適用できる温度であると考えている。
- ・上記の温度を超える領域については、蒸気単相の状態において熱伝達率を低く評価する Dittus-Boelter の式と比較し、燃料被覆管最高温度が1,000°Cを超える条件においても修正 Dougall-Rohsenow 式は燃料被覆管温度を高め評価することを確認している。

(「顧問の意見」②⑧について)

- ・新規制基準の対策の検討にあたっては、有効性評価において取りうる対策(設備、手順)を網羅的に抽出し、対策している。原子炉停止機能喪失シーケンスでは、再循環ポンプトリップ機能やほう酸水注入系などをシビアアクシデント対応設備として整備している。また炉心の著しい損傷の防止が困難なシーケンスに対しては格納容器破損防止対策により対応する。
- ・原子炉停止機能喪失シーケンスの前提として、どのような設備対策を実施したとしても制御棒は1本も入らない厳しい事象を仮定している。反応度が最も厳しくなる主蒸気隔離弁閉止時に制御棒挿入に失敗した場合、沸騰遷移発生の回避は困難である。また、解析条件としては、平衡サイクル末期時点の動的ボ

イド係数に対して 1.25×1.02 倍をかけた値を使用する等、保守的になるよう設定している。

- 今回の原子炉停止機能喪失シーケンスの有効性評価において、燃料被覆管最高温度は約 818°C であることから、判断基準の $1,200^{\circ}\text{C}$ に対して十分余裕があるものと考えている。
- 有効性評価解析におけるリウエットの判定に使用する相関式については、実験値との比較によりドライアウト持続時間を長めに評価することを確認している。また、感度解析として念のためリウエットが全く生じないことを仮定した解析も行っているが、実際には再循環ポンプトリップ機能の作動によりリウエットが生じるものと考えている。

(「顧問の意見」⑳について)

- 解析の中ではできる限り実際の設備、現象を捉え、解析コードに入れ込む相関式等の数式類を把握し、実現象をしっかりと評価できるよう努めている。解析が全て正しいと思込むことなく、これからも実際のものを忘れないようにしたい。

(「顧問の意見」㉑について)

- 3次元の解析はある一面では正確な解析だと思うが、運転期間を通じた代表になるかは疑問であり、許認可として全体の保守性を担保する意味では、実現象に対してある程度保守的な結果になることを検証している現状のコードを使用するほうがよいと考える。
- REDY、SCATコードはボイド反応度係数を 1.25 倍にする等、保守性を持たせて許認可で使用しているものであり、3次元コードTRACGを使って評価した場合と比べると許認可コードのほうが高い温度となることは確認している。

(「顧問の意見」㉒について)

- 818°C は時間的に追いかけた結果である。

(「顧問の意見」㉓について)

- 設備の微妙な違いはあるが、基本的にはPWRの考え方を踏襲している。
- 想定どおりに人が集まらない場合については、8時間までは参集要員を考慮せずに対応できる。

(「顧問の意見」㉔について)

- PWR同様、解析コードの審査はプラントメーカーや燃料メーカーも入ってもらいBWR各社合同で実施して、使えるコード

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>が適切か確認した上で各社が有効性評価を行っている。</p> <p>(「顧問の意見」⑳について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・論点<8>別表の許認可(添十)解析コードとは別に、TRAC Gコード等、参考解析に使用したコードの機能と開発者について、別表2に示す。 <p>(「顧問の意見」㉑について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・BWRとして注水、減圧、除熱をしっかりといたるところは共通であり、先行プラントと比べて大きな特徴があるわけではない。 |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」㉒について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析の保守性や妥当性の判断に関して、具体的な基準として決めたものは無い。 <p>ただ、有効性評価に関する審査ガイドは策定しており、解析モデルの適用可能範囲が実験等で検証されていることの確認や、モデルが検証範囲を超える場合や不確かさが大きい場合における妥当性判断などを、審査の中で1つ1つ行っている。また、審査開始前には事業者の解析コードに関する資料をもとに、コードのどこに不確かさがあるかや、有効性評価における取扱い方を予め確認している。</p> <p>(「顧問の意見」㉓について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海洋への拡散抑制設備は、新規基準において強化した重大事故を防止する対策及びその発生を想定した対策を講じた上でなお、敷地外へ放射性物質が放出されるような事態になった場合に、放射性物質の拡散を出来るだけ抑えるための対策の一部。放射性物質吸着材については、放水砲による放射性物質の拡散抑制を行う場合に、放水した水による海洋への放射性物質の流出抑制のため、放水前に雨水排水路集水柵に設置するもの。シルトフェンスについては、上述の放射性物質吸着材の設置が完了した後に、海洋への放射性物質の拡散抑制のため、設置が可能な状況である場合に輪谷湾及び2号炉放水接合槽に設置するもの。 |

| | 想定シナリオ名 | 想定概要 | 対応概要（使用する重大事故等対処設備はゴシック表記） |
|----------------------|--------------------------------|---|--|
| 運転中の原子炉における炉心損傷防止 | (1) 高圧・低圧注水機能喪失 (TQUV) | 給水流量全喪失の発生後、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失する。全注水機能を喪失することで炉心損傷に至る。 | 【電源】非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】低圧原子炉代替注水系（常設）により低圧注水 【除熱】格納容器代替スプレイ（可搬型）により原子炉格納容器冷却 格納容器フィルタベント系により原子炉格納容器除熱 |
| | (2) 高圧注水・減圧機能喪失 (TQUX) | 給水流量全喪失の発生後、高圧注水機能が喪失し、かつ、原子炉減圧機能（自動減圧系、手動減圧の失敗）が喪失する。 原子炉が高圧を維持するため、低圧注水ができず炉心損傷に至る。 | 【電源】非常用ディーゼル発電機等から電源を供給 【注水】代替自動減圧機能を用いて自動減圧機能付き逃がし安全弁2弁開動作により原子炉減圧 残留熱除去系（低圧注水モード）により低圧注水 【除熱】残留熱除去系（サブプレッション・プール水冷却モード、原子炉停止時冷却モード）により原子炉格納容器除熱 |
| | (3-1) 全交流動力電源喪失（長期TB） | 外部電源喪失の発生後、非常用ディーゼル発電機の起動に失敗する。 原子炉蒸気で駆動する原子炉隔離時冷却系が自動起動するが、蓄電池の枯渇により制御不能となることで原子炉への注水機能が喪失し、炉心損傷に至る。 （代替交流電源設備（常設代替交流電源設備・高圧発電機等）は事象発生から24時間使えないと想定） | 【電源】24時間までは直流電源（所内常設蓄電式直流電源設備・常設代替直流電源設備）、以降は常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】原子炉隔離時冷却系により高圧注水 原子炉隔離時冷却系停止後、自動減圧機能付き逃がし安全弁の手動開操作により原子炉減圧 その後、低圧原子炉代替注水系（可搬型）により低圧注水 交流電源復旧後、残留熱除去系（低圧注水モード）により低圧注水 【除熱】格納容器代替スプレイ（可搬型）により原子炉格納容器冷却 交流電源復旧後、残留熱除去系（格納容器冷却モード、サブプレッション・プール水冷却モード）により原子炉格納容器除熱 |
| | (3-2) 全交流動力電源喪失（TBU） | (3-1)に加え、原子炉隔離時冷却系が機能喪失する。 | 【電源】(3-1)と同様 【注水】高圧原子炉代替注水系により高圧注水（8.3時間後停止以降は3-1と同様） 【除熱】(3-1)と同様 |
| | (3-3) 全交流動力電源喪失（TBD） | (3-1)に加え、直流電源設備が機能喪失する。 | 【電源】24時間までは常設代替直流電源設備、以降は常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】(3-2)と同様 【除熱】(3-1)と同様 |
| (3-4) 全交流動力電源喪失（TBP） | (3-1)に加え、逃がし安全弁のうち1弁が開状態で固着する。 | 【電源】(3-1)と同様 【注水】(3-1)と同様 【除熱】(3-1)と同様 | |

| | 想定シナリオ名 | 想定概要 | 対応概要（使用する重大事故等対処設備はゴシック表記） |
|-------------------|---|---|---|
| 運転中の原子炉における炉心損傷防止 | (4-1) 崩壊熱除去機能喪失（TW）のうち取水機能喪失 | 給水流量全喪失の発生後、注水には成功するが、取水機能の喪失により崩壊熱除去機能が喪失する。 炉心損傷前に格納容器が破損し、これに伴い炉心冷却機能を喪失して炉心損傷に至る。 (取水機能の喪失を想定することから、あわせて非常用ディーゼル発電機等も機能喪失を想定) | 【電源】 常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】 原子炉隔離時冷却系により高圧注水 原子炉隔離時冷却系停止後、自動減圧機能付き逃がし安全弁の手動開操作により原子炉減圧 その後、残留熱除去系（低圧注水モード）により低圧注水 【除熱】 残留熱除去系（サブプレッション・プール水冷却モード）、原子炉補機代替冷却系により原子炉格納容器除熱 |
| | (4-2) 崩壊熱除去機能喪失（TW）のうち残留熱除去系喪失 | 給水流量全喪失の発生後、炉心冷却には成功するが、残留熱除去系の故障により崩壊熱除去機能が喪失する。 炉心損傷前に格納容器が破損し、これに伴い炉心冷却機能を喪失して炉心損傷に至る。 | 【電源】 非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】 原子炉隔離時冷却系により高圧注水 原子炉隔離時冷却系停止後、自動減圧機能付き逃がし安全弁の手動開操作により原子炉減圧 その後、低圧原子炉代替注水系（常設）により低圧注水 【除熱】 格納容器代替スプレイ（可搬型）により原子炉格納容器冷却 格納容器フィルタベント系により原子炉格納容器除熱 |
| | (5) 原子炉停止機能喪失（TC） | 主蒸気隔離弁の誤閉止の発生後、原子炉停止機能が喪失（スクラムに失敗）する。 原子炉出力が高い状態が維持され炉心損傷に至る。 | 【電源】 外部電源から電源を供給 【停止】 代替原子炉再循環ポンプトリップ機能で出力を抑制し、ほう酸水注入系により原子炉を停止 【注水】 高圧炉心スプレイ系及び原子炉隔離時冷却系により高圧注水 【除熱】 残留熱除去系（サブプレッション・プール水冷却モード）により原子炉格納容器除熱 |
| | (6) LOCA（冷却材喪失事故）時注水機能喪失 | 原子炉再循環系配管の部分破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失する。 破断箇所から原子炉冷却材が流出し、炉心損傷に至る。 (低圧注水機能喪失を想定することから、あわせて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失を想定) | 【電源】 非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】 自動減圧機能付き逃がし安全弁の手動開操作により原子炉減圧 低圧原子炉代替注水系（常設）により低圧注水 【除熱】 格納容器代替スプレイ（可搬型）により原子炉格納容器冷却 格納容器フィルタベント系により原子炉格納容器除熱 |
| | (7) 格納容器バイパス（インターフェイスシステム LOCA）（ISLOCA） | 原子炉冷却材圧力バウンダリと接続された系統で、高圧設計部分と低圧設計部分のインターフェイスとなる配管のうち、隔離弁の隔離失敗等により低圧設計部分が過圧され破断する。 破断箇所から原子炉冷却材が流出し、炉心損傷に至る。 | 【電源】 非常用ディーゼル発電機等から電源を供給 【注水】 高圧炉心スプレイ系及び原子炉隔離時冷却系により高圧注水 (漏えい量抑制のため) 自動減圧機能付き逃がし安全弁の手動開操作により原子炉減圧 その後も高圧炉心スプレイ系で注水継続 【除熱】 残留熱除去系（サブプレッション・プール水冷却モード）により原子炉格納容器除熱 【破断箇所隔離】 現場における隔離弁の操作 |

| | 想定シナリオ名 | 想定概要 | 対応概要（使用する重大事故等対処設備はゴシック表記） |
|---------------------|------------------------------------|--|---|
| 運転中の原子炉における格納容器破損防止 | (1-1) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損） | 給水流量全喪失、外部電源喪失、原子炉再循環系配管の全周破断（大破断 L O C A）、非常用ディーゼル発電機等の起動失敗、高圧注水機能及び低圧注水機能の喪失が重畳する。 炉心損傷後、原子炉格納容器に水蒸気、非凝縮性ガス等が蓄積し、原子炉格納容器の過圧・過温により原子炉格納容器の破損に至る。 | 【電源】 常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】 低圧原子炉代替注水系（常設）により低圧注水（大破断 L O C A のため減圧操作不要） 【除熱】 残留熱代替除去系、原子炉補機代替冷却系により原子炉格納容器除熱 |
| | (1-2) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損） | (1-1) に加え、残留熱代替除去系が使用不能 | 【電源】 (1-1) と同様 【注水】 (1-1) と同様 【除熱】 格納容器代替スプレイ（可搬型）により原子炉格納容器冷却 格納容器フィルタベント系により原子炉格納容器除熱 |
| | (2) 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱（D C H） | 給水流量全喪失、外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機等の起動失敗、高圧注水機能及び低圧注水機能の喪失に加え、さらに重大事故等対処設備による原子炉注水不能が重畳する。 炉心損傷後、高圧状態の原子炉圧力容器が損傷し、溶融炉心、水蒸気、水素ガス等が急速に放出され、熱的・機械的な負荷が発生して原子炉格納容器の破損に至る。 | 【電源】 常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】 (原子炉圧力容器への注水不能) 自動減圧機能付き逃がし安全弁の手動開操作により原子炉減圧（高圧状態での圧力容器破損防止） 原子炉圧力容器破損前に格納容器代替スプレイ系（可搬型）により、ペDESTAL部へ深さ 2.4m の水張りを実施 原子炉圧力容器からペDESTALへ漏出した溶融炉心へペDESTAL代替注水系（可搬型）により注水 【除熱】 残留熱代替除去系、原子炉補機代替冷却系により原子炉格納容器除熱 |
| | (3) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用（F C I） | （シナリオ想定は(2) D C H と同様） 圧力容器損傷後、溶融炉心と原子炉圧力容器外の水が接触して一時的な格納容器圧力の急上昇が生じ、原子炉格納容器の破損に至る。 | 【対応概要は(2) D C H の対応と同様】 |
| | (4) 水素燃焼 | （シナリオ想定は(1-1) 過圧・過温破損と同様） ジルコニウム－水反応等によって発生する水素ガス、水の放射線分解によって発生する酸素ガスによって原子炉格納容器内の水素・酸素濃度が上昇し、激しい燃焼が生ることで、原子炉格納容器の破損に至る。 | 【対応概要は(1-1) 過圧・過温破損の対応と同様】 酸素濃度が可燃限界である 5vol% 以下となるよう、可搬式窒素供給装置を用いた原子炉格納容器内への窒素注入を実施 |
| | (5) 溶融炉心・コンクリート相互作用（M C C I） | （シナリオ想定は(2) D C H と同様） 原子炉格納容器内へ流れ出した溶融炉心からの崩壊熱や化学反応によって、ペDESTALのコンクリートが侵食され、原子炉格納容器の構造部材の支持機能を喪失し、原子炉格納容器の破損に至る。 | 【対応概要は(2) D C H の対応と同様】 ペDESTAL部へコリウムシールドを設置するとともに、大量送水車による原子炉圧力容器破損前のペDESTAL部への事前水張り及び原子炉圧力容器破損以降の注水を行うことで M C C I の防止・緩和を図る |
| | (6) 格納容器直接接触（シェルアタック） | 炉心損傷後、溶融炉心が原子炉圧力容器底部からペDESTAL部に落下し、さらにペDESTAL部の外側に流出して原子炉格納容器の壁に接触することによって、原子炉格納容器の破損に至る。 | 発生しない （ペDESTAL部の床面とその外側の床面が同じ高さに設計されている M a r k - I 型格納容器特有の事象であり、島根 2 号炉（M a r k - I 改良型格納容器）では発生しない。） |

| | 想定シナリオ名 | 想定概要 | 対応概要（使用する重大事故等対処設備はゴシック表記） |
|-------------------|---------------|---|--|
| 燃料プール内の燃料損傷防止 | (1) 想定事故 1 | 燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失する。 燃料プール水温が徐々に上昇し、やがて沸騰して蒸発することで燃料損傷に至る。 | 【電源】 非常用ディーゼル発電機等から電源を供給 【注水】 燃料プールスプレイ系（常設スプレイヘッド、可搬型スプレイノズル）により燃料プールへ注水 【除熱】 燃料プール水の蒸発分に応じた水を注水することで燃料プール水位を維持 |
| | (2) 想定事故 2 | 燃料プールの冷却系の配管破断が発生するとともに、逆止弁が開固着することで、サイフォン現象により燃料プール内の水の漏えいが発生し、さらに燃料プール注水機能が喪失する。 破断箇所から燃料プール水が流出し、燃料損傷に至る。 | 【電源】 (1)と同様 【漏えい抑制】 サイフオンブレイク配管によってサイフォン現象を停止 【注水】 (1)と同様 【除熱】 (1)と同様 |
| 運転停止中の原子炉内の燃料損傷防止 | (1) 崩壊熱除去機能喪失 | 原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能が喪失する。 燃料の崩壊熱により原子炉冷却材が蒸発し、燃料損傷に至る。 | 【電源】 非常用ディーゼル発電機等から電源を供給 【注水】 残留熱除去系（低圧注水モード）による注水 【除熱】 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）により原子炉を除熱 |
| | (2) 全交流動力電源喪失 | 原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、崩壊熱除去機能が喪失する。 燃料の崩壊熱により原子炉冷却材が蒸発し、燃料損傷に至る。 | 【電源】 常設代替交流電源設備から電源を供給 【注水】 低圧原子炉代替注水系（常設）による低圧注水 【除熱】 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）、原子炉補機代替冷却系により原子炉を除熱 |
| | (3) 原子炉冷却材の流出 | 原子炉の運転停止中に運転員の誤操作等により系外への原子炉冷却材の流出が発生する。 原子炉冷却材の流出に伴い原子炉水位が低下し、燃料損傷に至る。 | 【電源】 非常用ディーゼル発電機等から電源を供給 【漏えい抑制】 水位低下の原因調査・誤操作で形成された流出経路の隔離操作 【注水】 残留熱除去系（低圧注水モード）による低圧注水 【除熱】 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）により原子炉を除熱 |
| | (4) 反応度の誤投入 | 原子炉の運転停止中に制御棒の誤引き抜き等によって、燃料に反応度が投入される。 急激な反応度投入に伴う出力上昇により燃料損傷に至る。 | 【停止】 中性子の増加を検知し、制御棒が自動的に挿入され原子炉停止 |

| | | LOCA | | T | Q | C | | | B | | | U | | | X | | V | | | | W | | | | |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|--------------|----------------|
| | | A | S1,S2 | T | Q | C | C-DB/SA | C-SA | B | B | B-SA | U | U | U-SA | X | X-SA | V | V | V-SA | V-SA可搬 | W | W-SA | W-SA | W | W-SA可搬 |
| | | 大破断 LOCA | 中小破断 LOCA | 過渡事象 | 給水 | 原子炉 保護系 (スクラム) | ほう酸水 注入系 (SLC) | 代替原子炉再 循環ポンプ リップ機能 | 外部 電源 | 非常用ディーゼル 発電機等 (A,B,H-DG) | 常設代替交流 電源設備 (GTG) | 高圧炉心 スプレー系 (HPCS) | 原子炉隔離時 冷却系 (RCIC) | 高圧原子炉 代替注水系 (HPAC) | 逃し安全弁(SRV) による強制減圧 (自動減圧系(ADS) or 手動) | 代替自動 減圧機能 | 低圧炉心 スプレー系 (LPCS) | 残留熱除去系 (RHR) 注水モード | 低圧原子炉 代替注水系 (FLSR) | 大量送水車 | 残留熱除去系 (RHR) 除熱モード | 残留熱 代替除去系 (RHAR) | フィルタ ベント (FV) | 原子炉補機 冷却系 | 原子炉補機 代替冷却系 |
| 炉心損傷 防止 | 高圧・低圧注水機能喪失 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | △ | ○ | ◎ | × | × | △ | ○ | - | × | × | ◎ | ◎(水源補給・CVSアレイ) | × | △ | ◎ | ○ | - | |
| | 高圧注水・減圧機能喪失 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | △ | ○ | - | × | × | △ | × | ◎ | - | ○ | - | - | ○ | - | - | ○ | - | |
| | 全交流動力 電源喪失 | 長期T B | なし | なし | 外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎(24h~) | (×) | ○(-8h) | - | ○ | - | (×) | ○(24.5h~) | - | ◎(8h~炉・CVSアレイ) | ○(24.5h~) | - | - | ○(24h~) | - |
| | | T B U | なし | なし | 外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎(24h~) | × | × | ◎(-8.3h) | ○ | - | (×) | ○(24.5h~) | - | ◎(8.3h~炉・CVSアレイ) | ○(24.5h~) | - | - | ○(24h~) | - |
| | | T B D | なし | なし | 外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎(24h~) | (×) | × | ◎(-8.3h) | ○ | - | (×) | ○(24.5h~) | - | ◎(8.3h~炉・CVSアレイ) | ○(24.5h~) | - | - | ○(24h~) | - |
| | | T B P | なし | なし | 外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎(24h~) | (×) | ○(-1.4h) | - | ○ | - | (×) | ○(24.5h~) | - | ◎(2.3h~炉・CVSアレイ) | ○(24.5h~) | - | - | ○(24h~) | - |
| | 崩壊熱 除去機能喪失 | 取水喪失 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | △ | (×) | ◎ | (×) | ○(-8h) | - | ○ | - | - | ○(8h~) | - | - | ○(8h~) | - | - | × | ◎ |
| | | RHR故障 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | △ | ○ | ◎ | - | ○(-8h) | - | ○ | - | △ | × | ◎ | ◎(水源補給・CVSアレイ) | × | △ | ◎ | ○ | - |
| | 原子炉停止機能喪失 | なし | なし | 主蒸気隔離弁誤閉止 (~230秒) | ○ | × | ○ | ◎ | ○ | - | - | ○ | ○ | - | ▲ (ADS起動阻止) | ▲ (起動阻止) | - | - | - | - | ○ | - | - | ○ | - |
| | LOCA時注水機能喪失 | なし※ | PLR部分破断 (約3.1cm ²) | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | (×) | ○ | - | △ | ○ | ◎ | × | × | △ | × | ○(手動) | - | × | × | ◎ | ◎(水源補給・CVSアレイ) | × | △ | ◎ | ○ | - |
| 格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA) | なし | RHR片系弁誤開放・低圧部破断 | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | (×) | ○ | - | △ | ○ | - | - | ○ (減圧後も注水継続) | ○ | - | ○ | - | - | - | - | - | ○ | - | - | ○ | - | |
| 格納容器 破損防止 | 過圧・ 過温破損 (静的負荷) | RHARあり | PLR 全周破断 | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎ | × | (×) | (×) | - | - | × | × | ◎ | ◎(水源補給) | × | ◎ | - | (×) | ◎ |
| | | RHARなし | PLR 全周破断 | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎ | × | (×) | (×) | - | - | × | × | ◎ | ◎(水源補給・CVSアレイ) | × | × | ◎ | (×) | - |
| | 高圧溶融物放出/ 格納容器雰囲気直接加熱 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | × | × | ◎ | × | × | △ | ○ | - | × | × | × | ◎(ベテスタ)×(原子炉) | × | ◎ | - | (×) | ◎ | |
| | 原子炉圧力容器外の溶融 燃料-冷却材相互作用 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | × | × | ◎ | × | × | △ | ○ | - | × | × | × | ◎(ベテスタ)×(原子炉) | × | ◎ | - | (×) | ◎ | |
| | 水素燃焼 | PLR 全周破断 | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | (×) | ○ | - | × | × | ◎ | × | (×) | (×) | - | - | × | × | ◎ | ◎(水源補給) | × | ◎ | - | (×) | ◎ | |
| 溶融炉心・コンクリート 相互作用 | なし | なし | 給水流量全喪失+外部電源喪失 | × | ○ | - | × | × | ◎ | × | × | △ | ○ | - | × | × | × | ◎(ベテスタ)×(原子炉) | × | ◎ | - | (×) | ◎ | | |
| 燃料プール燃 料損傷防止 | 想定事故 1 | なし | なし | (外部電源喪失) | - | - | - | △ | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ◎(燃料プールのスプレー) | × | (FPC含む) | - | - | - | |
| | 想定事故 2 | なし | 冷却水戻り配管 全周破断 | (外部電源喪失) | - | - | - | △ | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ◎(燃料プールのスプレー) | × | (水位低下) (FPC含む) | - | - | - | |
| 停止時燃料 損傷防止 | 崩壊熱除去機能喪失 | なし | なし | (外部電源喪失) | × | (停止中) | - | △ | ○ | - | - | - | ○ | - | - | - | ○ | - | - | × | (運転側) ○(待機側) | - | - | ○ | - |
| | 全交流電源喪失 | なし | なし | (外部電源喪失) | × | (停止中) | - | × | × | ◎ | - | - | - | ○ | - | (×) | (×) | ◎ | ◎(SA給電) | - | - | (×) | ◎ | | |
| | 原子炉冷却材の流出 | なし | RHRニ70-閉止操 作忘れ | (外部電源喪失) | × | (停止中) | - | △ | ○ | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - | × | (漏洩側) ○(待機側) | - | - | ○ | - |
| | 反応度誤投入 | なし | なし | (検査中制御 構誤引扱) | × | (停止中) | - | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

(凡例) ×:シーケンスの要求により使用出来ないもの (×):電源喪失等、従属的に使用出来ないもの - :同機能の設備が働いている等、使用する必要がないもの △:使用出来ない想定または解析上考慮しないもの ▲:自動起動を手動阻止するもの(動作するとシーケンス悪化) ○:使用するもの(D B) ◎:使用するもの(S A)

※大破断LOCA+ECCS注水不能は炉心損傷不可避。(格納容器破損防止シーケンスで評価)

参考資料：有効性評価におけるシーケンスシンボルの意味

重大事故対策の有効性評価においては、以下のシーケンスシンボルを組み合わせ、重大事故のシナリオを表す事がある。

例えばシナリオ名「TQUV」は、過渡事象が発生（T）し、給水機能が喪失（Q）、高圧注水に失敗（U）し、減圧には成功するが、低圧注水に失敗（V）するシナリオを表す。

| シンボル | 意味 |
|---------------------------------|---------------------|
| T | 過渡事象（注1）発生 |
| C | 原子炉保護系喪失（原子炉スクラム失敗） |
| Q | 給水機能喪失 |
| U | 高圧注水機能喪失 |
| X | 原子炉減圧機能喪失 |
| V | 低圧注水機能喪失 |
| B | 全交流電源喪失 |
| D | 全直流電源喪失 |
| P | 逃し安全弁再閉失敗 |
| W | 除熱機能喪失 |
| A | 大破断LOCA（注2） |
| S ₁ , S ₂ | 中小破断LOCA（注2） |

（注1）過渡事象（運転時の異常な過渡変化の想定事象）

制御されずに放置すると炉心あるいは原子炉冷却材圧力バウンダリに過度の損傷をもたらす可能性のある事象

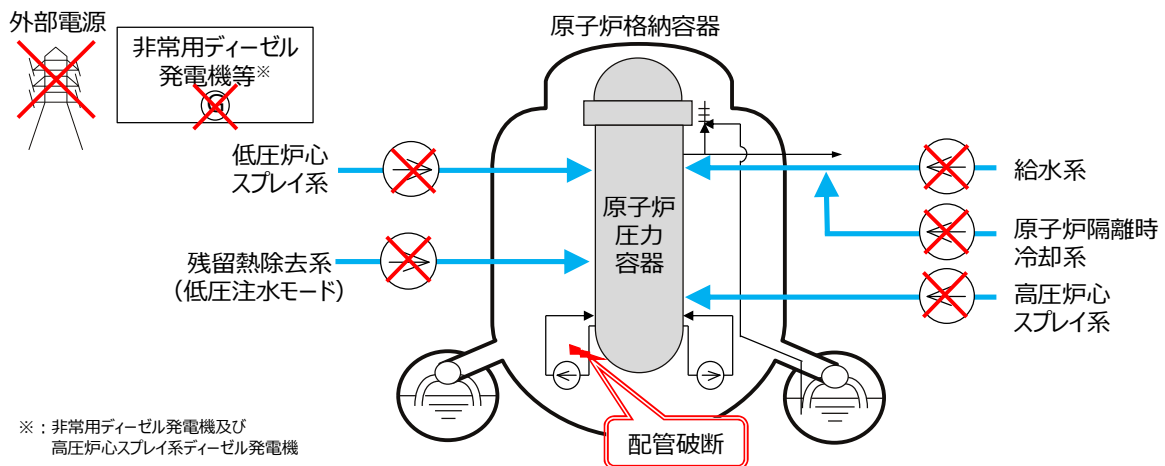
例：制御棒の異常引き抜き、主蒸気隔離弁の誤閉止、給水流量の全喪失など

（注2）LOCA（Loss Of Coolant Accident）：冷却材喪失事故

【論点<7>参考①：重大事故の想定及び対策の例（格納容器過圧・過温破損）】

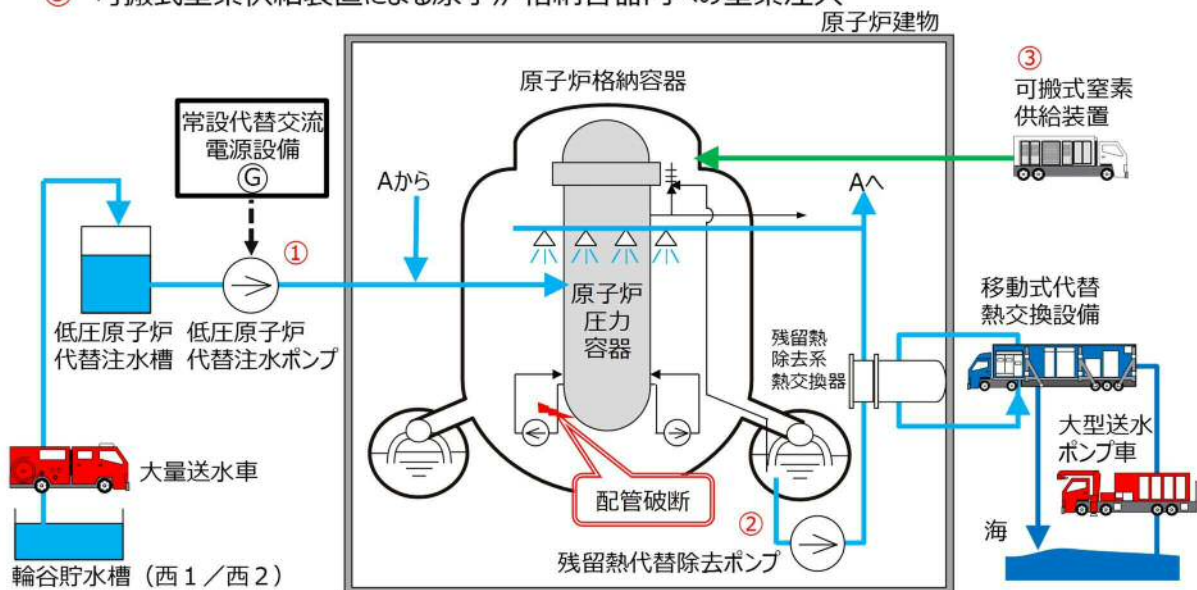
■ 事象概要

- 運転時の異常な過渡変化，原子炉冷却材喪失事故（LOCA）又は全交流動力電源喪失が発生するとともに，非常用炉心冷却系等の安全機能の喪失が重畳する。
- 原子炉格納容器内へ流出した高温の原子炉冷却材や熔融炉心の崩壊熱等によって発生した水蒸気，ジルコニウム－水反応等によって発生した非凝縮性ガス等の蓄積によって，原子炉格納容器内の雰囲気圧力・温度が上昇し，緩和措置が取られない場合には，原子炉格納容器の過圧・過温により原子炉格納容器の破損に至る。



■ 対策概要（雰囲気圧力・温度による静的負荷（残留熱代替除去系を使用する場合），水素燃焼）

- ① 低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉注水
- ② 残留熱代替除去系による原子炉格納容器除熱
- ③ 可搬式窒素供給装置による原子炉格納容器内への窒素注入



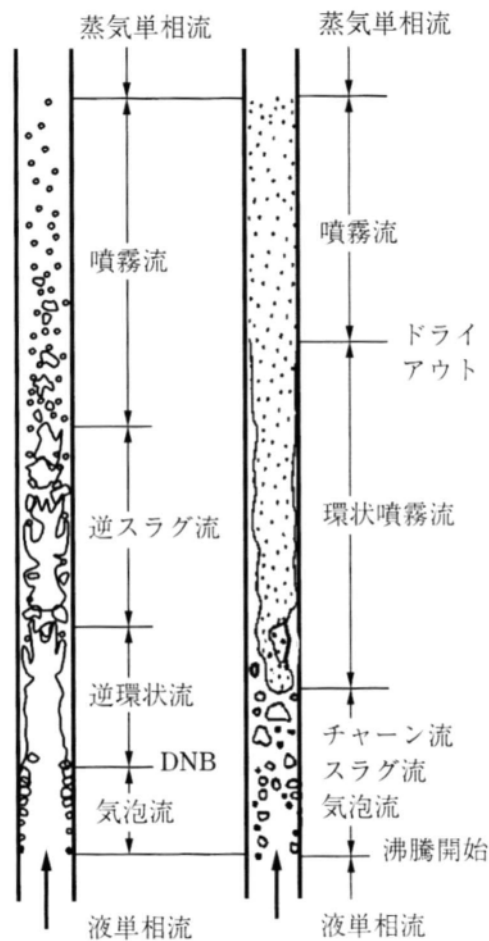
出典：中国電力(株)資料

【論点<7>参考②：沸騰遷移に関する補足】

BWRでは通常運転時やそれを逸脱した異常過渡と呼ばれる状態においても、燃料棒は常に冷却材である水で冷却され、過度に温度が上昇しないように設計されています。

一方、事故時には、状況によっては流量の減少や圧力の低下に伴い燃料棒の表面を覆っていた液膜が消失したり沸騰による蒸気膜で覆われるなど、燃料棒が蒸気中に露出し、その結果燃料棒の表面温度が急上昇することが知られています。このような熱伝達の劣化を「沸騰遷移^(※)」と呼び、この温度上昇は、原子炉の緊急停止に失敗した場合には一層顕著となり、炉心損傷を引き起こすことが懸念されます。燃料棒の表面温度が健全な温度まで低下するためには、露出した表面が再び液で覆われる、すなわちリウエットが生じる必要があります。

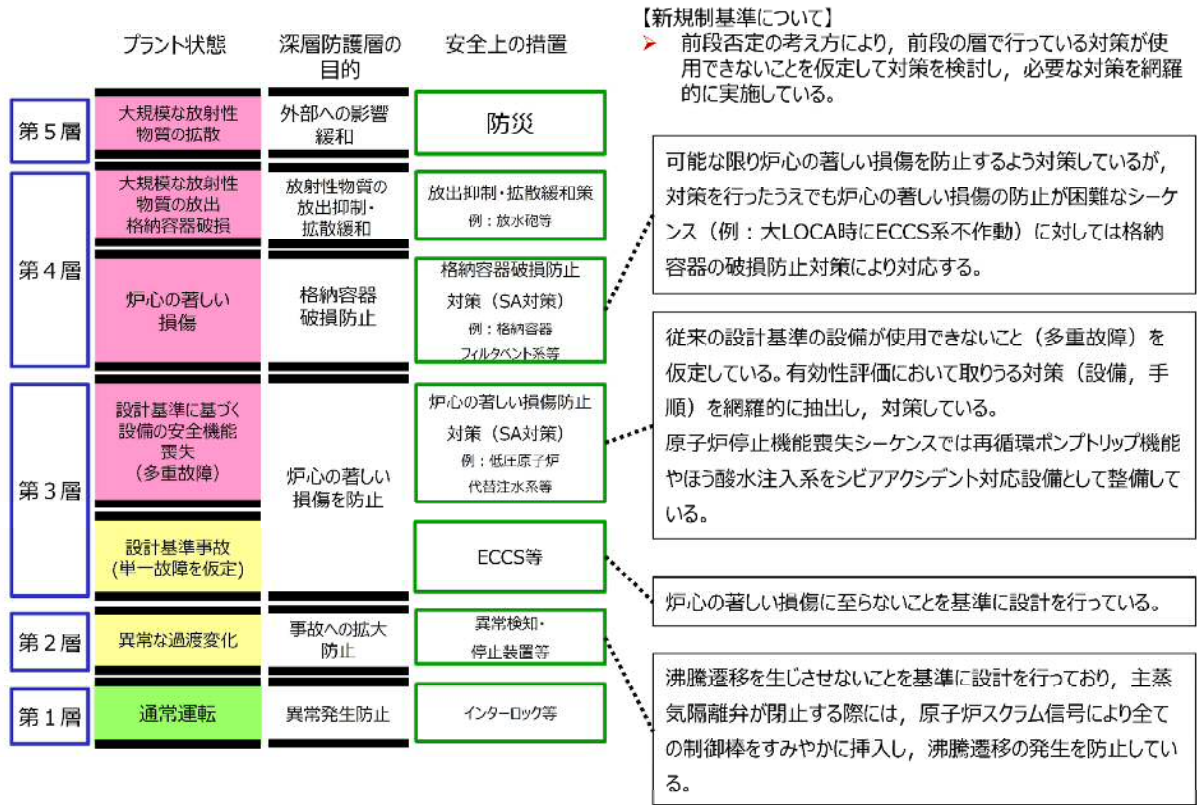
(※) 蒸気が伝熱面から気泡として離脱を繰り返す核沸騰と呼ばれる状態から、伝熱面が蒸気膜で覆われる膜沸騰への沸騰形態の遷移のことをいう。BWRの場合、核沸騰から膜沸騰への沸騰形態の遷移以外にも、燃料被覆管を覆う水の膜（液膜）が消失し被覆管表面が乾いた状態になる現象（ドライアウト）を指して広義に沸騰遷移と呼ぶ。



強制流動沸騰二相流の流動様式

図の出典：気液二相流技術ハンドブック、日本機械学会編、コロナ社（改訂版 2012）

【論点<7>参考③：新規制基準の考え方】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <p>＜8＞ 想定した重大事故以外に燃料が損傷するリスクの大きい事象はないか</p> |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>重大事故等対策の有効性評価の事故シナリオの選定において、従前から整備していたアクシデントマネジメント策、福島第一原子力発電所事故後に実施した緊急安全対策及び重大事故等対処設備等を考慮せず、耐震補強や耐津波補強を考慮した仮想的なプラント状態を評価対象として確率論的リスク評価（以下「PRA」(Probabilistic Risk Assessment)と記載）手法を用いて、必ず想定することとされている事故シナリオ以外に有意な頻度又は影響をもたらす事象があるか検討し、新たに評価対象とすべき事故シナリオはないことを確認している。</p> <p>確認結果は以下のとおり。</p> <p>＜運転中の原子炉における炉心損傷防止＞</p> <p>想定した事故シナリオによる炉心損傷頻度（以下「CDF」(Core Damage Frequency)と記載）は、内部事象・地震・津波によるCDF合計値（1.4×10^{-5}/炉年）の約88%を占めている。</p> <p>想定した事故シナリオ以外に炉心損傷に至るシーケンスは以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地震による Excessive LOCA 2) 地震による計装・制御系喪失 3) 地震による格納容器バイパス 4) 地震による原子炉格納容器損傷 5) 地震による原子炉圧力容器損傷 6) 地震による原子炉建物損傷 7) 地震による制御室建物損傷 8) 地震による廃棄物処理建物損傷 9) 高さ 20m を超える津波 <p>1)～9)は、損傷の規模や緩和機能の状態に不確かさが大きいため、保守的に炉心損傷に直結する事象と整理しているが、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炉心損傷に直結する事象と仮定してもCDFは10^{-7}/炉年程度と小さいこと ・実際には炉心損傷に直結する程の損傷は考えにくく、機能維持できた設備によって炉心損傷を回避できる場合もあること ・プラントへの影響に不確かさが大きく、具体的な事故シーケンスを特定することが困難であること <p>等の理由から、一定の安全機能喪失時の対策の有効性を評価するシナリオとしては適当でないと判断し、新たに追加する事故シーケンスとはしない。これらの事象が発生した場合は、発生する事象の程度や組み合わせに応じて、大規模損壊対策を含め、使用可能な設備によって臨機応変に影響緩和を試みる。</p> |

| | |
|--------------|--|
| | <p><運転中の原子炉における格納容器破損防止></p> <p>炉心損傷防止対策を講じることで格納容器破損も防止できるものも含めると、想定した事故シナリオによる格納容器破損頻度（以下「C F F」(Containment Failure Frequency)と記載）は、内部事象によるC F F（6.2×10^{-6}/炉年）の約100%となる。</p> <p>想定した事故シナリオ以外に格納容器破損に至るシーケンスについては、原子炉圧力容器内における水蒸気爆発（炉内F C I）によって原子炉圧力容器上蓋が格納容器と衝突し、原子炉格納容器の破損に至る事象について、各種研究により得られた知見から原子炉格納容器の破損に至る可能性は極めて低いと評価されており、評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。</p> <p><運転停止中の原子炉における燃料損傷防止></p> <p>想定した事故シナリオによる燃料損傷頻度は、内部事象停止時P R Aによる燃料損傷頻度の100%を占めており、想定した事故シナリオ以外の燃料損傷に至るシナリオは抽出されなかった。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①電力会社自身がプラント固有の弱点を把握して安全性向上に繋げることが大切。P R Aはメーカーがやっていると思うが、電力としてどのように計算結果の妥当性を検討しているのか。メーカーやソフト会社に丸投げではまずい。（杉本顧問）</p> <p>②何か起きたときマイプラントとしておかしいという発想ができるよう、P R Aは設計部だけでなくオペレータまで共有されるべき。（杉本顧問）</p> <p>③地震・津波が起きた時、内部事象による炉心損傷頻度は上がると思うが、内部事象P R Aと地震・津波P R Aが同じオーダーとなっているのはなぜか。（吉川顧問）</p> <p>④P R Aを実施して外部事象特有のシーケンスを取り扱わないことにしているが、P R Aには評価に伴う不確実性があるはず。不確実性をどの程度どう見て、またその根拠はどの程度としてこういう判断に至ったのか。（杉本顧問）</p> <p>⑤福島第一原子力発電所事故のことを考えると、外部事象をどう考えるか、低頻度だけど高影響事象についてどう対策を取っていくのかが事業者に問われている。どう考えているか。（勝田顧問）</p> <p>⑥（「顧問の意見」④への回答に関連し、）シビアアクシデント解析の不確実性評価に関して、PWR各社は日本原子力学会が策定した統計的な安全解析評価に関する標準で提起しているEMDAPというモデルで多様なシビアアクシデントシナリオで生じ得る多様なシビアアクシデント現象を解析評価するためにより適切な計算コードを選択し、そのモデルパラメタの選択のための模擬実験データで裏付けるといった”シビアアクシデント</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>解析手法の有効性評価”を規制庁に提出していたように記憶する。BWR各社も同様なことをしているのでないかと考えるが、取り組み状況は如何か。(吉川顧問)</p> <p>⑦リスクモニタを導入されているが、これは運転時のメンテナンスやシャットダウン時のリスクの可視化に非常に役に立つ。どのように利用することを考え、どのようなものを導入しているのか。(吉川顧問)</p> <p>⑧解析コードの機能と開発者は表にして提示して欲しい。(吉川顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価はメーカーに委託しているが、PRA結果については、自分たちの設備に対して適応可能かどうか、設備と相違ないかチェックをした上で評価結果としてまとめている。 ・継続的な取り組みとしてPRAの拡充及び高度化並びにリスク情報の活用について本社と発電所が連携して取り組み、リスクを低減し安全性を高めていくという活動に努めており、PRAの専門的な知識を有する人材育成にも努めている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・毎日、毎週、停止時の状態に応じてリスクモニタを用いてリスク評価を実施している。今はこの設備が特に重要だということを確認して、そういう情報を発電所の朝の会議で全員に周知・共有し合って、運転員にも伝えてリスク情報の活用を図っている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の評価では、重大事故等対処設備による事象緩和の効果を確認するシーケンスを抽出することを目的とし防波壁や耐震補強を考慮しており、地震及び津波PRAの炉心損傷頻度はそれぞれ 7.9×10^{-6} / 炉年及び 1.2×10^{-7} / 炉年となっている。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内部事象PRAは機器故障率やヒューマンエラーの不確実さ、外部事象PRAはそれに加えハザードの不確実さを考慮している。 ・不確実さ解析値は、内部事象PRAは95%確率値と5%の信頼区間の間が9倍、外部事象PRAは 23^2 (529) 倍となっている。 ・地震や津波に起因する事故シーケンスは、DB設備やSA設備で炉心損傷防止が可能なシナリオも炉心損傷直結事象とする保守性を含んだ評価であるが、それでも十分小さい値となってい |

るので、シーケンス選定対象から除外している。

(「顧問の意見」⑤について)

- ・外部事象は影響の大きさ、不確かさが多分にあるため、炉心損傷頻度が小さいからといって一概に除外して良いのかというところは、外部事象PRAを行っていく上では課題として認識しており、地震PRAの高度化、いわゆるシナリオの詳細化や不確かさの詳細化に電力を挙げて取り組んでいる。成果として得られたものを今後も反映し、内部事象外部事象双方のPRAを、中国電力としてより精度の高く確実なものとして改善していきたい。

(「顧問の意見」⑥について)

- ・BWR電力会社においても同様の取り組みを行っており、BWR電力会社の連名で、解析コード説明資料「重大事故等対策の有効性評価に係るシビアアクシデント解析コードについて」を整備し規制庁に説明をしている。当該資料では、重大事故時に原子炉施設に生じる物理現象を抽出し、各物理現象を適切に予測できる解析コードを選定している。また、各解析コードについて模擬実験等の評価結果との比較を行い、解析モデルの妥当性や不確かさと共に、有効性評価への適用性を確認していることを纏めている。

(「顧問の意見」⑦について)

- ・島根2号炉は停止しているので、停止時PRAに関するリスクモニタを導入し、停止中の発電所のリスクを評価している。運用としては、作業毎に重要になる機器を予め抽出し、リスクが高くなる度合いに応じて作業員や所員に周知し、重大な事故に繋がらないよう努めている。
- ・なお、運転中のPRAモデルはメーカーと一緒に開発しているところである。

(「顧問の意見」⑧について)

- ・解析コードの機能と開発者を別表に示す。

許認可解析コード（添付書類十）の機能と開発者

| 解析コード名 | 解析コード機能 | コード開発者 |
|-------------------------|--|---|
| 長期間熱水力過渡変化解析コード (SAFER) | 長期間の原子炉内熱水力過渡変化を解析するコード 【アウトプット】 ・原子炉圧力 ・原子炉水位 ・PCT（燃料被覆管最高温度） 等 | 海外（GE社）から導入し、メーカ（日立等）において、日本許認可解析向けに改良。 |
| 炉心ヒートアップ解析コード (CHASTE) | 燃料ペレット、燃料被覆管、チャンネル・ボックス等の温度変化を解析するコード 【アウトプット】 ・PCT | |
| プラント動特性解析コード (REDY) | 制御棒の異常な引き抜きを除く運転時の異常な過渡変化解析及び冷却材流量の喪失の事故解析を評価するコード 【アウトプット】 ・中性子束 ・原子炉圧力 ・炉心流量 ・原子炉水位 等 | |
| 単チャンネル熱水力解析コード (SCAT) | 単チャンネルにおける熱水力挙動を解析するコード 【アウトプット】 ・MCPR（最小限界出力比） ・PCT ・最大燃料エンタルピ | |
| 反応度投入事象解析コード (APEX) | 反応度投入事象を解析するコード 【アウトプット】 ・炉心动特性 | |
| シビアアクシデント総合解析コード (MAAP) | 重大事故等発生時における格納容器挙動等を解析するコード 【アウトプット】 ・原子炉格納容器圧力 ・原子炉格納容器温度 ・原子炉圧力 ・コンクリート侵食量 等 | EPRIにて開発。 |

参考解析に使用したコードの機能と開発者

| 解析コード名 | 解析コード機能 | コード開発者 |
|-----------------------------|--|---|
| 三次元過渡変化 解析コード (TRACG) | 原子炉内熱水力過渡変化を解析するコード 【アウトプット】 ・中性子束 ・原子炉圧力 ・炉心流量 ・原子炉水位 ・ P C T 等 | 海外 (GE 社) から導入し、メーカー (日立) において、日本向けにモデルを追加。 |
| 水蒸気爆発解析 コード (JASMINE) | 水蒸気爆発の発生エネルギーを評価する解析コード 【アウトプット】 ・粗混合融体質量 ・流体運動エネルギー | JAEA にて開発。 |
| 汎用衝撃解析 コード (AUTODYN) | 爆発・衝撃といった非線形時刻歴応答を解析するコード (水蒸気爆発に対するペDESTALの構造応答を解析的に求める) 【アウトプット】 ・ペDESTALの応力履歴 | Ansys 社にて開発。 |

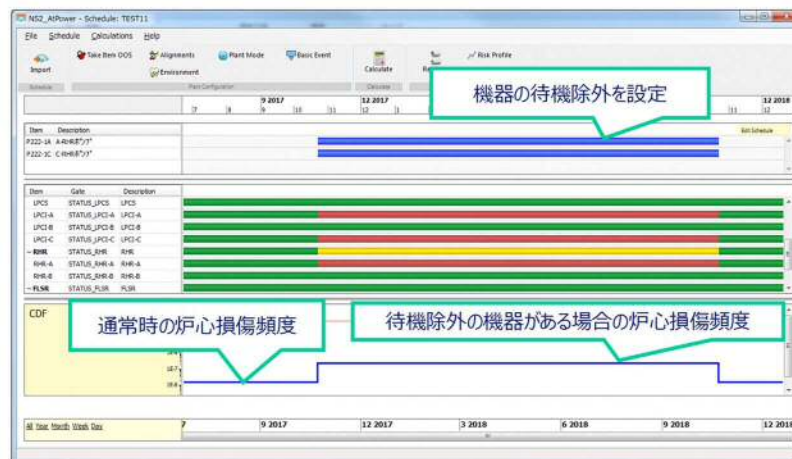
【論点<8>参考①：必ず想定する事故シナリオ以外に抽出した外部事象（地震、津波）】

| PRA 分類 | 事故シーケンス | 炉心損傷頻度 (／炉年) |
|-----------|----------------|-----------------|
| 地震 | Excessive LOCA | 4.2E-07 |
| | 計装・制御系喪失 | 1.5E-07 |
| | 格納容器バイパス | 3.5E-09 |
| | 原子炉格納容器損傷 | 3.4E-07 |
| | 原子炉圧力容器損傷 | 1.7E-07 |
| | 原子炉建物損傷 | 3.1E-08 |
| | 制御室建物損傷 | 1.4E-08 |
| | 廃棄物処理建物損傷 | 1.8E-10 |
| 津波 | 直接炉心損傷に至る事象 | 1.2E-07 |

出典：中国電力(株)資料

【論点<8>参考②：PRA の活用事例（リスクモニタ）】

原子炉水位，燃料位置，機器の稼働状態や各系統の待機除外期間等をリスクモニタに入力することにより，PRAを用いて日ごとのリスク（燃料損傷頻度）を評価し，毎週，今後1週間のリスク評価結果やリスクに関する情報をまとめ，発電所内に情報発信している。本社でも情報共有し，リスクが比較的高くなる場合には社長まで報告している。



リスクモニタ（PRAによるリスク評価ツール）を用いた
炉心損傷頻度の評価イメージ

出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <p>〈9〉 福島第一原子力発電所事故相当の事象が起きた場合に燃料の損傷が防止できるか</p> |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>(東京電力福島第一原子力発電所事故は地震及びそれに随伴する津波による全交流電源喪失(一部号機は直流喪失含む。)が事故原因であったことをふまえ、有効性評価のうちTBD(全交流電源喪失+直流電源喪失)シナリオについて、事故収束ができることを説明する。)</p> <p>TBDシナリオでは、外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機の機能喪失、直流電源喪失が重畳する事象を想定し、新たに対策を取ることで炉心損傷を防止できることを評価している。</p> <p>なお、新たに設置するガスタービン発電機や高圧発電機車により、遅くとも7時間20分以内に交流電源を復旧できると評価しているが、長期に亘る交流電源喪失時の対応を想定するため、評価にあたっては、これらの設備は事象発生から24時間使用できない制限を設けている。</p> <p>事象発生から事故収束に至るまでの概要は以下のとおり。 (【 】内は事象発生からの経過時間)</p> <p>【0分～10分】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全交流動力電源喪失、直流電源喪失発生を判断 <p>【10分～】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常設代替直流電源設備(以下「SA用蓄電池」と記載)への電源切替え準備 ・高圧原子炉代替注水系(以下「HPAC(High Pressure Alternative Cooling system)」と記載)起動準備 <p>【20分～】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SA用蓄電池へ電源切替え実施 ・HPACを起動し、原子炉へ高圧注水開始(断続運転し水位を一定範囲に維持) ・大量送水車による注水準備【～2時間30分】 <p>【8時間20分～】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・HPAC停止 ・SA蓄電池を用いて逃し安全弁を開放 ・大量送水車で低圧注水開始 <p>【約14時間～】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力245kPa[gage]到達、格納容器ベント準備開始 <p>【約19時間～】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力384kPa[gage]到達、大量送水車による格納容器ス |

| | |
|----------------|--|
| | <p>プレイ開始</p> <p>【24時間～】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガスタービン発電機起動 ・残留熱除去系を用いた原子炉注水及び格納容器除熱実施以降、安定状態を維持 <p>なお、津波対策としては地震力に対し十分な支持性能を有する地盤上に、施設護岸に沿って海拔高さ15m、延長約1.5kmの防波壁を設置するほか、非常用ディーゼル発電機等の重要施設を設置する部屋は水密扉を設置する等の対策を取っている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①想定している事象、蓄電池が全て使えなくなる原因は何か。やはり津波によるフラッディング（浸水・水没）のようなものか。そうだとするとSA蓄電池は山の上に置いていたりするのか。（二ノ方顧問）</p> <p>②代替注水について、例えば水位が既にBAF（Bottom of Active Fuel：燃料有効長底部）以下の場合は、注水が炉心溶融に荷担する可能性がある。被覆管と水の化学反応熱によって、福島第一原子力発電所2号機は注水に成功した途端に炉心溶融したのではないか、という話もある。こういう状況で、被害を最小限に留めるためには、燃料温度との関係で代替注水のタイミングをどう考えればよいか。（二ノ方顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性評価では、設備が使えなくなる原因（故障想定）については特定せず評価を実施している。 <p>なお、SA蓄電池は、津波の影響が直接及ばず、また水密化した場所（2号機廃棄物処理建物内）に設置している。</p> <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・代替注水設備については、事象発生から30分で原子炉注水できることを有効性評価の審査で説明している。 ・仮に、代替注水設備が働かず、原子炉水位がTAF（Top of Active Fuel：燃料有効長頂部）を下回るようなSA状況下において、例えば水位が既にBAF以下の場合には、水-ジルコニウム反応熱によって、注水が炉心溶融に荷担する可能性があることは承知しているが、注水操作が遅れば原子炉圧力容器の破損の可能性が大きくなるものと考えられることから、代替注水のマネジメントとしては、何らかの注水設備が復旧すれば直ちに注水を実施することとしている。 |

【論点<9>参考：福島第一原子力発電所事故相当の事象（全交流電源喪失＋直流電源喪失）が起きた場合の対策概要】

- 【0分～10分】 ・全交流動力電源喪失，直流電源喪失発生を判断
- 【10分～】 ・常設代替直流電源設備（以下，「SA用蓄電池」と記載）への電源切替え準備
- ・高圧原子炉代替注水系（以下，「HPAC」と記載）起動準備
- 【20分～】 ・SA用蓄電池へ電源切替え実施
- ・HPACを起動し，原子炉へ高圧注水開始（断続運転し水位を一定範囲に維持）
- ・大量送水車による注水準備【～2時間30分】

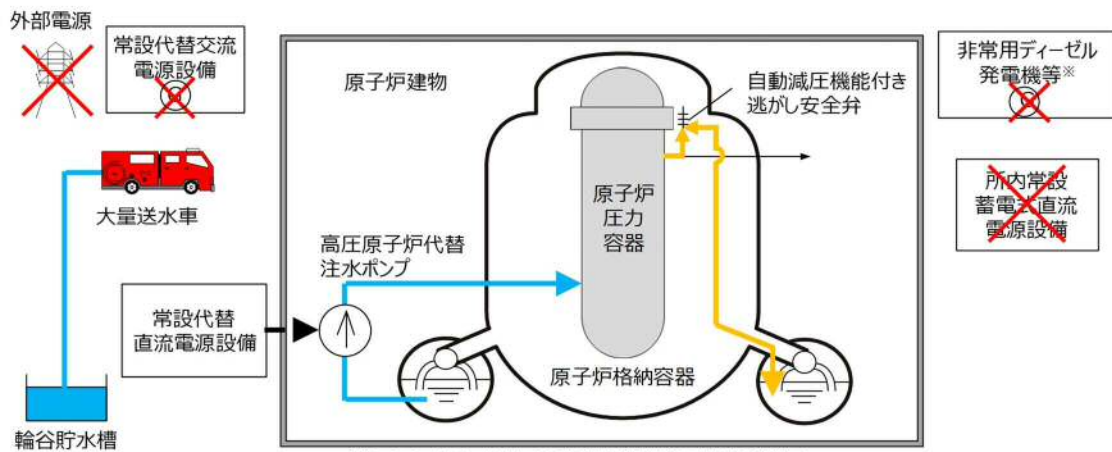


図2-1 TBDシナリオの重大事故等対策の概略系統図

- 【8時間20分～】 ・HPAC停止
- ・SA蓄電池を用いて逃がし安全弁を開放
- ・大量送水車で低圧注水開始
- 【約14時間～】 ・格納容器圧力245kPa[gage]到達，格納容器ベント準備開始
- 【約19時間～】 ・格納容器圧力384kPa[gage]到達，大量送水車による格納容器スプレイ開始
- 【24時間～】 ・ガスタービン発電機起動
- ・残留熱除去系を用いた原子炉注水及び格納容器除熱を実施，以降は安定状態を維持

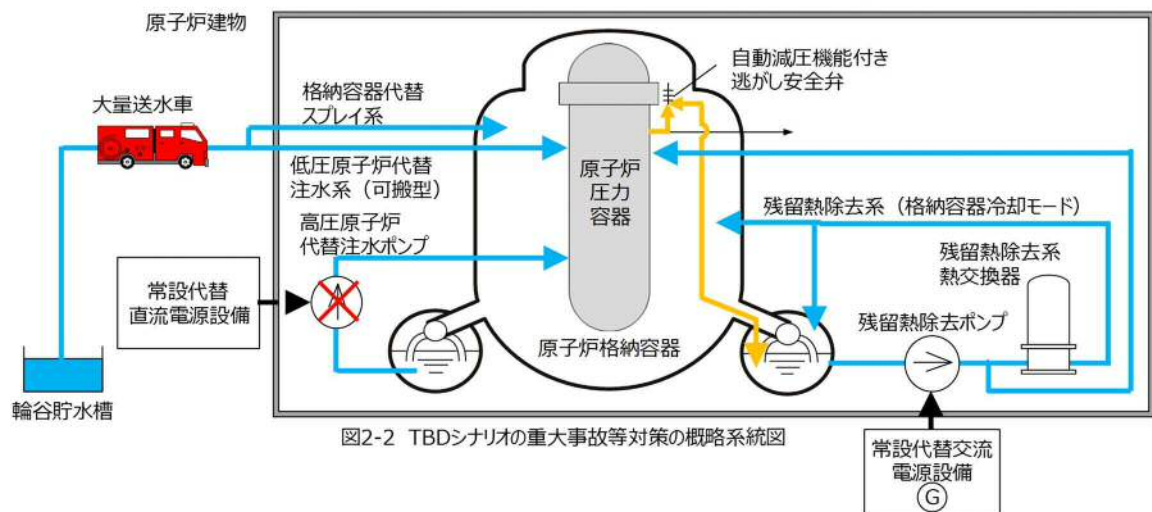


図2-2 TBDシナリオの重大事故等対策の概略系統図

出典：中国電力(株)資料

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p>＜10＞ 圧力容器からの溶融燃料の流出に備えコアキャッチャーのような対策は取られているか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>原子炉格納容器下部（以下、「ペDESTAL内」と記載）に落下した溶融炉心がドライウェルサンプへ流出し、原子炉格納容器バウンダリの健全性が損なわれることのないよう、溶融炉心に対して高い耐熱性・耐侵食性を有するジルコニア耐熱材を材料とするコリウムシールド（厚さ約10cm以上）をペDESTAL内の床全面に設置する。</p> <p>また、炉心損傷の進展により原子炉圧力容器が破損に至る可能性がある場合（原子炉圧力容器下鏡部温度が300℃に達した場合）は、大量送水車又は低圧原子炉代替注水ポンプを用いて、あらかじめペDESTAL内に水位2.4mの初期水張りを実施する。その後、原子炉圧力容器が破損し溶融炉心が落下した場合、崩壊熱に余裕をみた量の注水を実施することで溶融炉心の冷却を実施する。</p> <p>これらの対策により、落下した溶融炉心を冷却でき、また溶融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）を緩和できる。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①もともとペDESTALは水を張るような設計になっていないと思うが、今は変わったのか。（二ノ方顧問）</p> <p>②初期水張り水位 2.4m の設定根拠は何か。また、2.4m はどれほど厳密に守らなければいけないものなのか。（杉本顧問）</p> <p>③10cm くらいのコリウムシールドを敷けば、底のコンクリート溶融はなくなるのか。（吉川顧問）</p> <p>④コリウムシールド材料のジルコニアは高温水と反応して脆化する（水熱反応）という話があるが、対策はされているか。（宮本顧問）</p> <p>⑤底面だけにシールドを設置する設計だが、側面の部分はいらないのか。（宮本顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従前からアクシデントマネジメント対策として、ペDESTAL内へ直接注水できる設備を設置しており、構造的にも水を張れるようになっている。 ・今回の新規制基準対策工事においては、この設備を利用し、屋外の大量送水車からペDESTAL内へ直接注水できる設備対策を実施しており、また、低圧原子炉代替注水ポンプを用いた格納容器スプレイにより、間接的にペDESTAL内への注水ができる設備対策も実施している。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2.4m はデブリ（溶融燃料等が凝固した塊）が水面から露出し |

ない高さで、水蒸気爆発の影響を出来るだけ小さくするため水位を低くするという観点から決めている。

- 仮に水位が高くなっても、ペDESTAL満水高さ（水位 3.8m、CRD搬出入口高さ）で水蒸気爆発が起きた場合でも格納容器の健全性は保たれることを確認している。

（「顧問の意見」③について）

- コリウムシールドの設置目的は、デブリがドレン配管を通じて移動し、格納容器を侵食することを防ぐものであるが、コリウムシールドを設置した副次的効果として、床面のコンクリート溶融は無くなる。

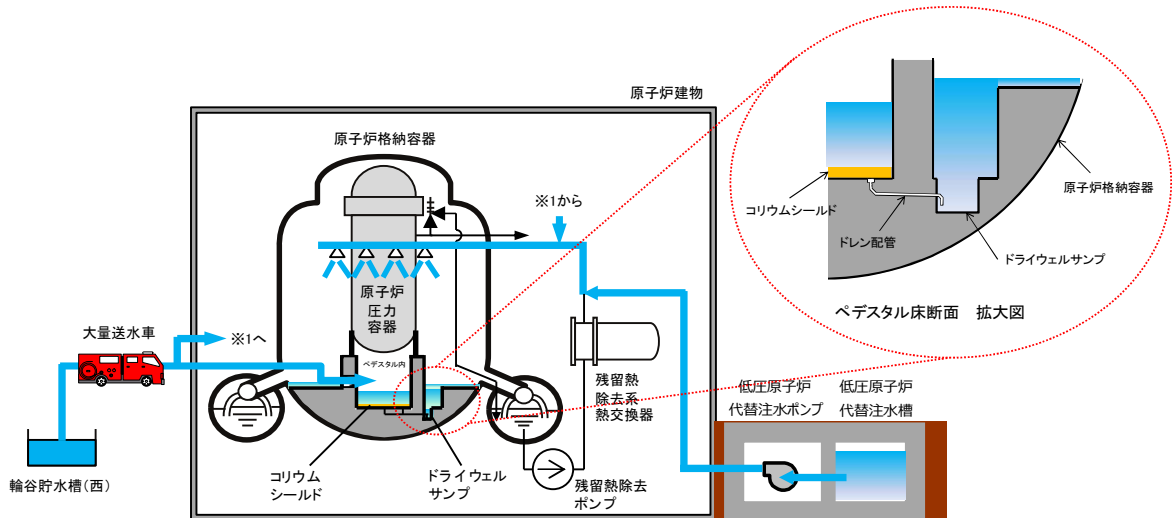
（「顧問の意見」④について）

- コリウムシールドは材質厚さ方向への熱伝導評価をした上で仕様を決めているため問題ない。

（「顧問の意見」⑤について）

- 壁方向に対しては十分除熱出来ると評価している。

【論点<10>参考：コリウムシールドの配置及びペDESTAL内への注水概略図】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <11> 水蒸気爆発や水素爆発で、格納容器や原子炉建屋が破損することはないか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p><水蒸気爆発></p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでの代表的な「溶融燃料—冷却材相互作用 (FCI) 」の実験の中で水蒸気爆発が観測された例は、強制的に水蒸気爆発の発生に至るように外部からの圧力パルス等の外乱を加えたり、溶融物温度を実機条件よりも高温状態に模擬して実施されたものであり、実機において大規模な水蒸気爆発が発生する可能性は極めて小さいと考えられる。 ・水蒸気爆発の発生を仮定した場合であっても、原子炉格納容器下部における水蒸気爆発の発生によって、原子炉格納容器下部内側及び外側鋼板にかかる応力は、それぞれ約233MPa、約140MPaであり、内側及び外側鋼板の降伏応力(約490MPa)を大きく下回るため、原子炉圧力容器の支持機能は維持され格納容器の健全性に支障はない。 <p><水素燃焼(格納容器内)></p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根2号炉において重大事故が発生した場合、ジルコニウム—水反応によって水素濃度は13vol%を大きく上回るため、酸素濃度が可燃領域に至ることを防止する。 ・酸素は、原子炉格納容器の初期酸素濃度、水の放射線分解によって発生する酸素、可搬型窒素供給装置による原子炉格納容器への窒素注入に伴い注入される酸素を考慮する。 ・残留熱代替除去系が使用出来る場合、原子炉格納容器除熱の開始後はドライウェル内で蒸気の凝縮が進むことに伴い、原子炉格納容器内の酸素濃度が相対的に上昇するが、事象発生から約12時間後に可搬式窒素供給装置を用いた原子炉格納容器内への窒素注入操作を実施することで、酸素濃度が可燃限界である5vol%以下となることから、水素燃焼に至ることはない。 ・なお、水の放射線分解による酸素ガス発生割合の不確かさを考慮すると、原子炉格納容器内の酸素濃度が可燃領域又は爆轟領域となる可能性があるが、格納容器内の酸素濃度がドライ条件で4.4vol%及びウェット条件で1.5vol%に到達した時点でフィルタベントにより格納容器内の気体の排出操作を実施することで、原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度はほぼ0vol%まで低下することから、水素燃焼が発生することはない。 <p><水素爆発(格納容器外、原子炉建物)></p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器内に水素ガスが蓄積した状況では、格納容器のハッチ(フランジ部)等を通じて水素ガスが原子炉棟内に漏れいする可能性があり、漏れいした水素を含む高温のガスは原子炉建物4階(燃料取替階)に上昇し、滞留することが予想されること |

| | |
|--------------|---|
| | <p>から、原子炉建物 4 階(燃料取替階)に、水素濃度上昇を抑制することができる静的触媒式水素処理装置 (以下「PAR」(Passive Autocatalytic Recombiner) と記載) を設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 以下の条件で格納容器から水素が漏えいすることを想定した水素濃度解析を行い、原子炉棟内の水素濃度が可燃限界 (4vol%) 未満となるように PAR を 18 個設置する。 <ul style="list-style-type: none"> …格納容器内の水素発生量：1,000kg (有効性評価条件の約5倍) …格納容器からの漏えい率：10%/日 (最大漏えい率の7倍以上) …漏えい箇所：ドライウェル主フランジ (口径が大きく、漏えいポテンシャルが最も大きいと考えられる箇所) … PAR の起動条件：水素濃度 1.5vol% 到達 (国内試験で起動が確認されている範囲に余裕を見た値) … PAR の水素処理量：0.25kg/個・h (設計値の0.5倍) • PAR の作動にも関わらず、原子炉棟内の水素濃度が低下しない場合、水素濃度が 2.5vol% に到達した段階で格納容器ベントを実施することで、原子炉棟への水素漏えいを抑制し、PAR の効果とあいまって水素濃度を低減させることが可能である。格納容器ベントを実施しても、原子炉棟内の水素濃度が低下しない場合は、原子炉建物 4 階 (燃料取替階) のブローアウトパネルを開放することで水素を排出する。 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①水蒸気爆発というのは、衝撃波以外にも蒸発による格納容器過圧、そして格納容器内の機器が爆風によってミサイルとなって格納容器内側に当たる可能性があるが、考慮されているか。 (杉本顧問)</p> <p>② (「顧問の意見」①への回答に対して、) 衝撃波による浮き上がりの評価をされているが、ミサイルというのは熔融物が持っている熱エネルギーと機械的エネルギーの変換効率で決まる。小さい体系の実験なら数%、大きいと1%程度だが、どの程度の変換効率を想定しているのか。(杉本顧問)</p> <p>③ 1F では 3 階の天井、4 階の床にある大きな梁全体が落ちている。梁の破断に必要な力は爆燃のレベルであり、これまで爆轟を起こさないように色々な設計をしていると思うが、爆燃でも建物が破損する可能性はある。水素濃度が爆轟領域でなく、爆燃領域に至らないようにする対応も必要かもしれない。 (二ノ方顧問)</p> <p>④水素検出器は建屋全体に置く必要があるだろうが、水素の溜まりやすい場所を探してそこに置くことになると思う。その際、水素発生量を有効性評価の5倍とか、格納容器漏えい率を最大値の7倍とか、そういう計算条件であると濃度の差が出ずどこに置けば良いか分からなくなるのではないかと。また、水素の挙</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>動を模擬する計算コードは世界中で改良されているが、これがいい、というものは中々ない。中国電力は何を使っているのか。（二ノ方顧問）</p> <p>⑤炉心溶融時はペDESTAL内水を張るとのことだが、圧力容器底部が破れて高温の溶融炉心物質（コリウム）が落ちてくると、吹き出したところではコリウムと水との反応とそれによる水蒸気爆発の可能性、コリウムシールド表面ではジルコニウムと高温の水との発熱反応による水素ガス発生の可能性も考えられる。</p> <p>これらの複雑な反応を解析計算した上で、コリウムシールドによる格納容器破損防止の効果を検証していると思うので、詳細を教えてください。（吉川顧問）</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水蒸気爆発時の粗混合粒子の細粒化と伝熱により、爆発源の膨張に伴う圧力波が伝播するが、圧力波は減衰するため、格納容器バウンダリである壁面に到達する時点では、原子炉格納容器の限界圧力（853kPa[gage]）未満となり、格納容器破損に至ることがないことを確認している。 ・水蒸気爆発時の衝撃波によりミサイルになり得るペDESTAL内の機器・構造物としては、CRD交換装置プラットフォーム及びCRD交換装置プラットフォーム上のグレーチングが考えられる。しかしながら、原子炉格納容器下部の水中において水蒸気爆発が発生した場合の衝撃波（圧力波）の影響を評価した結果、これらの浮き上がりはほぼないため、ミサイルとなって格納容器の内側に当たることはないと考えられる。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー変換効率は0.8%程度としている。 <p>（「顧問の意見」③について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建物は、爆轟に限らず爆燃も発生するおそれがないよう対策を行っている。 ・具体的な対策としては、原子炉格納容器のハッチ等のシール材を改良EPDM製シール材へ変更することで水素ガスの漏えいに対する耐性を向上するとともに、ハッチ等の近傍に水素濃度計を設置し、水素濃度が2.5vol%到達時点でベントを実施する手順を整備することとしている。 ・また、仮に下層階で水素ガスが漏えいした場合には、水素を含む高温のガスは開口（大物搬入口）を通じて原子炉建物上層階であるオペフロに上昇すると考えられることから、静的触媒式 |

水素処理装置（PAR）をオペフロに設置することとしている。

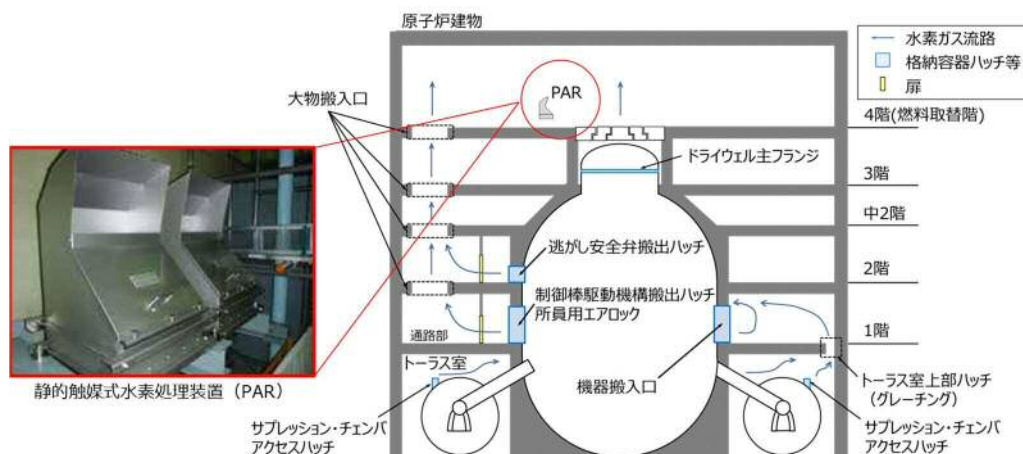
（「顧問の意見」④について）

- ・水素検出器（水素濃度計）は、水素漏えいを想定している原子炉格納容器のハッチ等の近傍に設置し、水素漏えいの早期検知が可能な設計としている。
- ・また、計算コードは、米国電力研究所（EPRI）により開発された汎用熱流動解析コード「GOTHIC」を使用している。GOTHICコード適用の妥当性については、原子力発電技術機構（NUPEC）によって実施されたガスの拡散・混合に関する総合効果試験結果とGOTHICコードによる解析結果を比較し確認している。

（「顧問の意見」⑤について）

- ・実機において大規模な水蒸気爆発が発生する可能性は極めて小さいと考えられ、水蒸気爆発の発生を仮定しても、原子炉压力容器の支持機能は維持され格納容器の健全性に支障はない。
- ・シビアクメント時の事象進展評価に用いているMAAPコードでは、溶融炉心に含まれる酸化ジルコニウムや未酸化ジルコニウム等の質量を計算・保持している。このため、溶融炉心が水プールに落下する際には、未酸化ジルコニウムの酸化反応が考慮され、ジルコニウム-水反応による水素ガス量が計算される。
- ・なお、コリウムシールドには酸化ジルコニウム（ジルコニア）の耐火材を用いており、酸化物がさらに高温水によって酸化反応を起こすことはないため、コリウムシールド表面でのジルコニウム-水発熱反応による水素ガス発生の可能性はほぼないものと考えられる。

【論点<11>参考：水素ガス流路のイメージ図（原子炉建物断面図）】



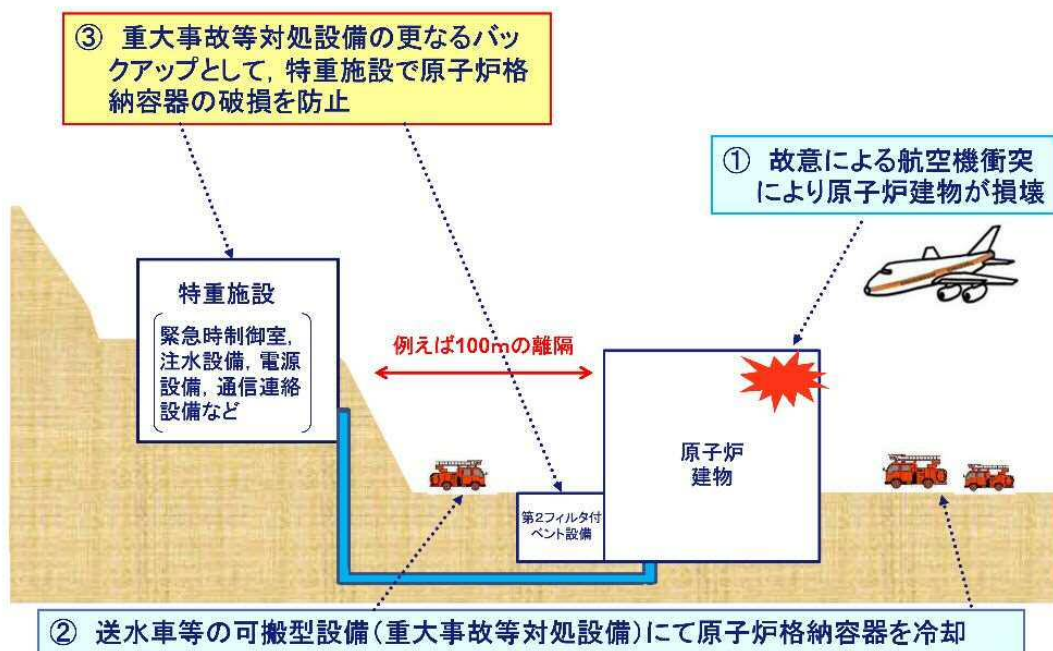
出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

| 項目 | <12> 大型航空機の衝突等のテロ対策は取られているか |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより、プラント監視機能の喪失、建物の損壊に伴う広範囲な機能の喪失等の大規模な損壊が発生するおそれがある場合又は発生した場合の対応措置として、発電用原子炉施設内において有効に機能する運転員を含む人的資源、設計基準事故対処設備、重大事故等対処設備等の物的資源及びその時点で得られる発電所構内外の情報を活用することにより、様々な事態において柔軟に対応できる「手順書の整備」、「体制の整備」及び「設備・資機材の整備」を行う方針とする。</p> <p>なお、これらの対応措置に関する具体的な手順・体制は、設備の位置・仕様や対応手段を特定する手がかりとなり、テロリズムの立案を容易にするおそれがあるため非公開とされている。</p> <p><手順書の整備> 大規模な火災の発生に伴う消火活動を実施する場合及び発電用原子炉施設の状況把握が困難である場合も考慮し、可搬型重大事故等対処設備による対応を考慮した多様性及び柔軟性を有するものとして整備する。</p> <p><体制の整備> 指揮命令系統が機能しなくなる等の通常体制の一部が機能しない場合を考慮した対応体制を構築するとともに、原子力防災組織の実効性等を確認するため、大規模損壊となる種々の想定に対して本部要員が対応方針を決定し指示を出すまでの図上訓練、緊急時対策要員が必要となる力量を習得及び維持するための教育・訓練を実施する。</p> <p><設備・資機材の整備> 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの共通要因で、同時に複数の可搬型重大事故等対処設備が機能喪失しないように保管場所を分散し、かつ、十分離して配備する。</p> <p>大規模損壊への対応として整備する「手順書」、「体制」及び「設備・資機材」については、今後とも新たな知見や教育・訓練の結果を取り入れることで、継続的に改善を図っていく。</p> <p>なお、可搬型重大事故等対処設備の更なるバックアップとして、故意による航空機衝突やその他のテロリズムにより炉心の著しい損傷が発生するおそれがある、又は発生した場合に、原子炉格納容器の破損による放射性物質の放出を抑制するため、原子炉格納容器内への注水設備、フィルタ付ベント設備、電源設備、通信連絡設備並びにこれらの設備を制御する緊急時制御室等で構成</p> |

| | |
|----------------|--|
| | <p>される特定重大事故等対処施設（以下、「特重施設」という。）を本体施設等に係る設計及び工事の計画の認可日から起算して5年以内に設置する予定としている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①航空機テロの際、自衛隊や国、自治体との連携がどうなっているか。（芹澤顧問）</p> <p>②テロ関連で言えば、例えばミサイルに対する耐圧とか耐爆とか、そういう備えはあるか。また、そういった対処は例えば自衛隊等で検討されているか。（二ノ方顧問）</p> <p>③テロは大型航空機の衝突だけとは限らないので、ドローンなどへの対応も必要だと思う。様々な電子機器が使われている現状の中で、サイバーセキュリティーも含めて他にどんなテロのシナリオを考えているのか、国から一例だけでも示してもらえないか。（草間顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用炉則に基づき、発電所としては整備している可搬型設備等で放射性物質の拡散抑制を図るが、自衛隊、国、自治体からの支援については、原子力災害対策特別措置法もしくは国民保護法に基づいた災害対応が行われると考えている。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉施設の安全性を確保するために必要な重要設備は、堅固な原子炉建物や原子炉格納容器内に設置されているほか、新規制基準の要求に基づき、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより、プラント監視機能の喪失、建物の損壊に伴う広範囲な機能の喪失等の大規模な損壊が発生するおそれがある場合等の対応措置として、運転員を含む人的資源、設計基準事故対処設備、重大事故等対処設備等の物的資源及びその時点で得られる発電所構内外の情報を活用することにより、柔軟に対応できるよう手順書の整備、体制の整備及び資機材の整備を行うこととしている。 ・ 具体的には、新規制基準に基づき配備した可搬型重大事故等対処設備（高圧発電機車、大量送水車等）等を用いて、炉心の著しい損傷を緩和するための対策、原子炉格納容器の破損を緩和するための対策等を行うこととしている。 ・ また、可搬型重大事故等対処設備の更なるバックアップとして、故意による航空機衝突やその他のテロリズムにより、炉心の著しい損傷が発生するおそれがある、又は発生した場合に、原子炉格納容器の破損による放射性物質の放出を抑制するため、原子炉格納容器内への注水設備、フィルタ付ベント設備、 |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>電源設備、通信連絡設備並びにこれらの設備を制御する緊急時制御室等で構成される特重施設を本体施設等に係る設計及び工事の計画の認可日から起算して5年以内に設置する予定としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミサイルによる国外からの武力攻撃への対応は、我が国の外交上・防衛上の観点から対処されることであると認識している。 ・当社としては緊張感を持ってプラントの運営にあたりるとともに日頃から非常災害時に備えた訓練等を積み重ねてまいりたい。 |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テロの想定については、例を示すと害を与えようとする者に対策の一端を示してしまうことになるため、具体的な説明ができないことは理解いただきたい。 <p>ただ、ドローンなどについては、侵入防止という観点で監視に取り組んでいることは申し添える。</p> |

【論点<12>参考：大型航空機の衝突等のテロ対策のイメージ】



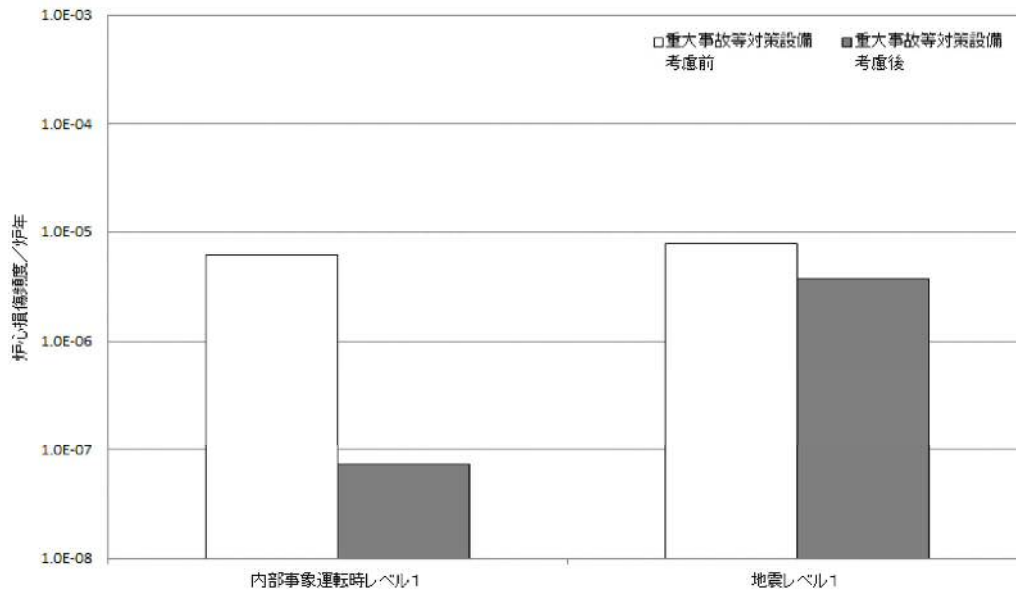
出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><13> 重大事故対策の結果、どれだけ安全性が向上したのか 【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>新規制基準においては、重大事故対策等を含まない仮想的なプラント状態におけるPRAを実施し、追加的に対策すべき事故シナリオの有無を審査している。</p> <p>一方で、重大事故対策をすることでプラントの安全性がどの程度向上したのかについては審査対象ではないため、重大事故対策を考慮後のPRAの結果を確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>島根原子力発電所2号炉のPRAの参考評価として、現在整備している重大事故等対処設備等の一部を考慮した評価を実施した。より詳細な評価は今後、安全性向上評価にて実施していく。</p> <p>内部事象運転時レベル1 PRAについて、炉心損傷頻度は6.2×10^{-6} / 炉年から7.4×10^{-8} / 炉年まで低下し、重大事故等対処設備を考慮することで炉心損傷頻度は約83分の1まで低減した。地震レベル1 PRAについて、炉心損傷頻度は7.9×10^{-6} / 炉年から3.7×10^{-6} / 炉年まで低下し、重大事故等対処設備を考慮することで炉心損傷頻度は約2分の1まで低減した。</p> <p>内部事象運転時レベル1 PRAについて、炉心損傷頻度の中で支配的な事故シーケンスグループは、ベースケース及び感度解析とともに崩壊熱除去機能喪失であったが、崩壊熱除去機能喪失の炉心損傷頻度は約95分の1に低下した。崩壊熱除去機能喪失の炉心損傷頻度が大きく低下した要因は、崩壊熱除去機能の多様化が影響したものと考えられる。</p> |
| 顧問の意見 | <p>① SA設備を考慮した場合、内部事象レベル1 PRAの炉心損傷頻度は大きく下がっているが、地震レベル1 PRAはそれに比べ余り下がっていないのは何故か。(吉川顧問)</p> <p>② 個別シーケンスの炉心損傷頻度を見ると、高圧・低圧注水機能喪失と崩壊熱除去機能喪失、全交流動力電源喪失の3シーケンスしか炉心損傷頻度が下がっていない。シビアアクシデント対策はこれらのシーケンスだけに対処するものなのか。(吉川顧問)</p> <p>③ SA設備を考慮した場合、炉心損傷頻度が下がる以外にセシウムの放出量はどれだけ下がるのか。(吉川顧問)</p> <p>④ 規制庁の審査上PRAはもう了承されたのか。それともまだ地震PRAの高度化といった課題を今後もやるのか。(吉川顧問)</p> <p>⑤ フィルタベントに加えて残留熱代替除去系を整備したことで、放射性物質を外部に放出することは少なくなったと理解してよ</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>いか。(吉川顧問)</p> <p>⑥規制委員会が発足する時、新規制基準を世界で一番厳しい基準だと言っていたが、色々な資料を見ると米国のようなリスク情報に基づく規制ではなく、リスクの大きさに関係なく全ての事象への対策を同じ精度で求めている印象を受けた。</p> <p>基本的な考え方として、規制庁はリスク情報をどの程度認識して審査してこられたかを伺いたい。(杉本顧問)</p> <p>⑦一般的な規制のあり方として、規制委員会が何をもって新規制基準を世界最高水準の規制基準だとしているのか、改めて説明いただきたい。</p> <p>海外のような安全目標を規制の枠に入れていない気がするが、それで世界最高水準と言えるのか。(吉川顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震PRAは、どこが損傷しやすくどのように影響を及ぼすかといった詳細な評価が難しいため、例えば原子炉建屋が損傷する場合、建屋が崩れ去ってしまうような仮定をしており、事象の発生が炉心損傷に直結するモデルとなっている。 ・重大事故等対処設備をモデルに取り込んでも、事象発生が炉心損傷に直結するような事象の炉心損傷頻度は下がらないため、内部事象PRAに比べて地震PRAの炉心損傷頻度の下がり幅は小さくなっている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・この評価において考慮しているSA設備は低圧原子炉代替注水系、格納容器フィルタベント系、常設代替交流電源設備(ガスタービン発電機)の3つだけであり、全てのSA設備を考慮しているわけではないため、効果のあるシーケンスが限られている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放出量評価はレベル2PRAと呼ばれるもので、今回は行っていない。 ・なお、SA設備の考慮の例として、炉心損傷後、格納容器フィルタベント系により格納容器除熱を行う場合、格納容器フィルタベント系がない場合はセシウム137の放出量が約2.1TBqとなるのに対し、格納容器フィルタベント系による粒子状放射性物質に対する除染係数1,000を考慮すると、セシウム137の放出量は約2.1×10^{-3} TBqに低減される。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> |

| | |
|-----------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・今回の評価は自主評価で審査においては参考扱いだが、実施結果から、PRAのモデルについて今後改良・詳細化に取り組むことにしている。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ご理解のとおり。 |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」⑥について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・審査においては、PRAに基づく事故シーケンスの確認や、主な事故シーケンスから評価対象とするシーケンスを選定するときに確率論的なリスク情報を使っている。 <p>また、設備そのものが出来上がった後の検査段階では、機械的に項目を順繰り見ていくのではなく、リスク情報に基づいて要点を絞って検査していく新検査制度に移行している。</p> <p>(「顧問の意見」⑦について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・IAEAの基準要求や諸外国の規制等を見ながら、常設型・可搬型双方の設備を求めるなど、世界各国の規制要求からの抜けがない形で作り込み、より重厚な規制要求として構築したものが新規制基準。そういった意味で世界最高レベルの規制と言っている。 <p>安全目標（炉心損傷頻度：10^{-4}/炉年程度、格納容器機能喪失頻度：10^{-5}/炉年程度）は委員会で決定しているが、今回の審査の中では実際の計算は行っていない。安全目標は基準ではなく規制を進めていく上で達成を目指す目標という位置づけにしており、許可後第1回の定検から6ヶ月以内に確率的にリスク評価した結果を提出することとなっており、安全目標との比較も規制の枠内には取り込んでいる。</p> |

【論点<13>参考①：炉心損傷頻度の前後比較】



出典：中国電力(株)資料

【論点<13>参考②：事故シーケンスグループの寄与割合】

| 事故シーケンス | 重大事故等対策設備考慮前 | | 重大事故等対策設備考慮後 | |
|--------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|
| | CDF(/炉年) | 寄与割合(%) | CDF(/炉年) | 寄与割合(%) |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | 5.1E-09 | <0.1 | 5.1E-09 | 6.9 |
| 高圧・低圧注水機能喪失 | 3.3E-09 | <0.1 | 4.9E-11 | <0.1 |
| 全交流動力電源喪失 | 2.7E-09 | <0.1 | 1.7E-12 | <0.1 |
| 崩壊熱除去機能喪失 | 6.2E-06 | 約100 | 6.5E-08 | 88 |
| 原子炉停止機能喪失 | 6.4E-10 | <0.1 | 6.4E-10 | 0.9 |
| LOCA時注水機能喪失 | 4.3E-13 | <0.1 | 4.3E-13 | <0.1 |
| 格納容器バイパス (インターフェイスシステムLOCA) | 3.3E-09 | <0.1 | 3.3E-09 | 4 |
| 合計 | 6.2E-06 | 100 | 7.4E-08 | 100 |

出典：中国電力(株)資料

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><14> 新規制基準対応設備を導入したことで、新たな弱点が生じていないか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>新規制基準に沿って様々な安全対策が追加されているが、建設当初の設計にない新設備が多数追加されることで、逆に既設設備への悪影響が発生していないか、手順が煩雑になりヒューマンエラーが増えることはないか、という点について確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>< S A設備等の設置に伴う既存設備への影響 > 重大事故等対処設備の設置工事や既設設備の改造工事を行う場合、既設設備等に悪影響を与えないことを条件に工事内容を検討しており、工事計画の中でも手順書に従い、影響有無を評価していることから、当該工事が悪影響を及ぼすことはないと考えます。</p> <p>< S A設備を起因とする重大事故等の発生 > 重大事故等対処設備は、事故が生じ、設計基準事故対処設備が機能喪失した場合にも事故への対処が行えるように備えるものであり、通常時は系統的に隔離若しくは分離された状態にあること等から、故障等が生じたとしても他の設備に影響が及ぶことは無く、それが起因となって過酷事象に至るような状況にはならないと考えます。</p> <p>< S A設備等の設置に伴う手順の整備 > 新規制基準に基づき、設計基準対象施設および重大事故等対処設備を設置することにより設備が増加し、手順が煩雑になることに伴うヒューマンエラー発生が増加が懸念されるものの、以下のとおり、その対応手順を整備し、教育訓練等を通じて、力量の維持・向上を図り、ヒューマンエラーの防止を図っていくこととしている。</p> <p>各種手順は、運転員が使用するもの（運転操作手順書）と緊急時対策要員が使用するもの（緊急時対策本部用手順書）と、使用する要員に応じて整備している。なお、使用目的によっては、相互の手順の完遂により機能を達成する場合があることから、重大事故等対処設備の使用に当たっては、中央制御室と緊急時対策本部の間で緊密な情報共有を図っていくこととしている。</p> <p>また、プラントの状態によって設備選択をすることになるが、手順書に設備選択の優先順位を明記することにより、設備増加に伴い判断に迷うことの無いように配慮している。</p> <p>各種手順を事故の進展状況に応じて適切に使用可能とするため、手順書間の移行基準を定めている。また、事故対応中は、複数の手順書を並行して使用することを考慮して、手順書間での対応の優先順位が存在する場合は、手順書にその旨を定めている。</p> |

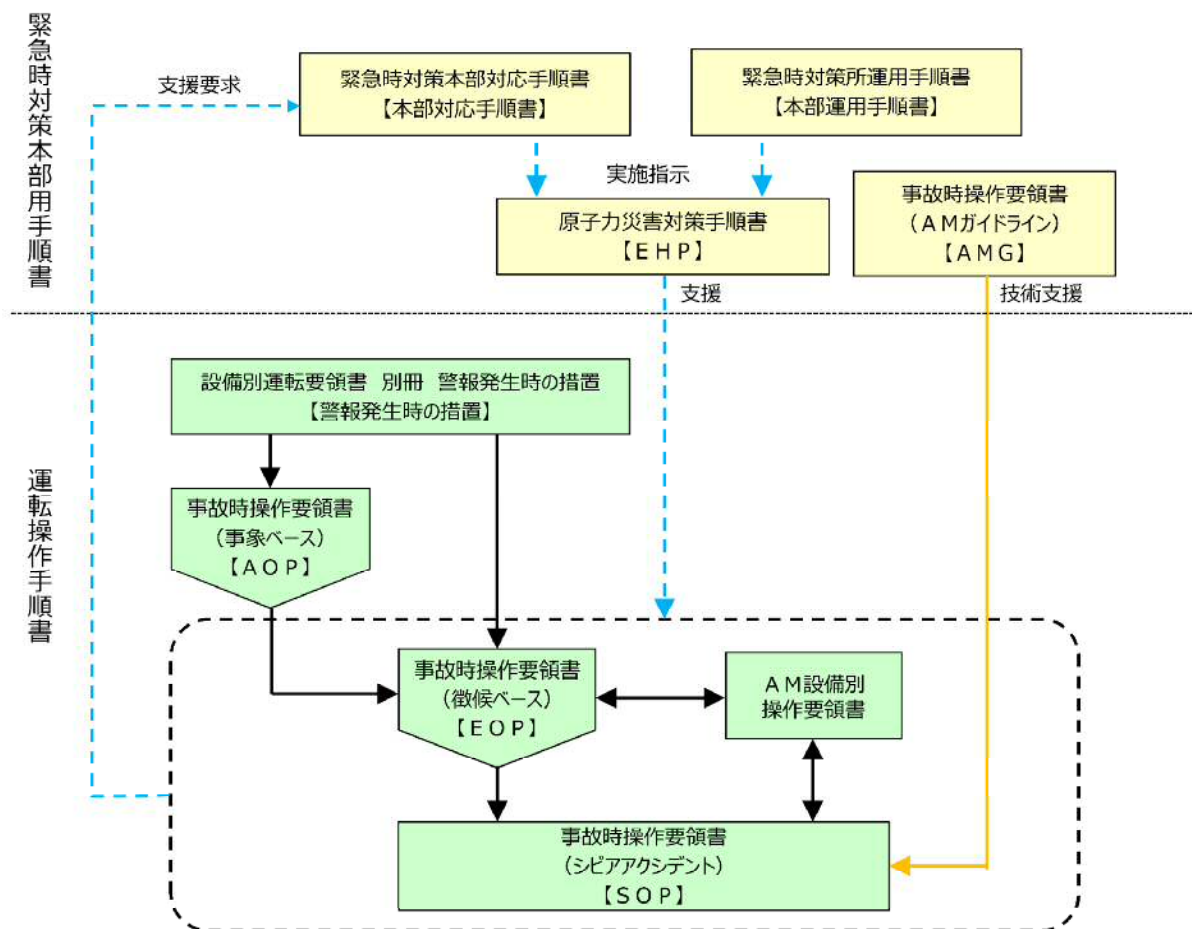
| | |
|----------------|--|
| | <p>手順を有効かつ適切に使用しプラントの状態に応じた対応を行うために、運転員及び緊急時対策要員は、常日頃から対応操作について教育訓練等を実施し、手順の把握、機器や系統特性の理解及び発電用原子炉の運転に必要な知識等の習得、習熟を図っている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①従来の設計基準を中心としたハードとソフトを対象とした教育訓練だけでも、運転員にとって負担があるのに、新規制基準に基づくシビアアクシデント対応施設や特重施設にも対応したハードとソフトを対象とした教育訓練をこなすのは、従来と同じ運転体制では、運転員にとって過大な負担にならないか。 (杉本顧問)</p> <p>②安全対策工事がこれまで8回も延期されたことは、普通の人から見ると事業者として、経営者として見通しが甘いと思われる。延期の理由を正直に話せなければ、見通しに不明な点が残り、結局は安全性を軽視していると思われてしまうのではないか。 (勝田顧問)</p> <p>③（「顧問の意見」①への回答に関連して、）論点<7>で示された高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱（DCH）シナリオにおける対応だけでも膨大な作業があり、そのための手順書と教育訓練が必要である。DCH以外のシビアアクシデントを含めれば、新規制基準前に比べて2～3倍では効かない程の膨大な量の負担をこなす必要がある。運転員の人数が現状と大きく変わらずに出来ることを定量的に検討したのか。 (杉本顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備は非常に多くなっており、可搬型設備の対応も必要になっているが、運転員の人数は現状と大きく変わっていない。プレッシャーはかかるだろうが、設備別の手順書の構築やSAを想定したシミュレータ訓練をしていくことで、平常心で対応できるよう訓練していく。 ・なお、特重施設の機器を含めた際の体制は別途特重施設の審査の際に確認される。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・工事完了時期を見直していることで心配をかけていることは申し訳ない。 ・新規制基準に伴う安全対策工事は、設計工事計画認可後に着手する部分があるため、完了が遅れている。対策を小出しにして長引いている訳ではない。 |

- ・審査が長引いていることは事業者の責任。

(「顧問の意見」③について)

- ・DCH以外のシナリオについても、タイムチャートにて作業の成立性確認を実施し、人員（運転員、緊急時対策要員）の充足性に問題ないことを確認している。また、運転員の作業の成立性確認については、全てのシナリオを対象にシミュレータ訓練および現場での実働訓練（現場作業）を実施しており、想定している時間内に運転員7名（当直長1名、2号運転員6名）の体制で実施可能であることを確認している。
- ・なお今後、重大事故等および大規模損壊が発生した場合に対処しうる体制を維持管理していくための訓練の実施内容を保安規定に定め、継続的に訓練を実施することで、運転員および緊急時対策要員の力量の維持・向上を図っていく。

【論点<14>参考：手順書体系の概要図】



出典：中国電力(株)資料

イ 重大事故の対応体制・手順整備・訓練

| 項目 | <15> 重大事故に対応する要員は常時確保できているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>重大事故等対策時における必要な要員は、必要人数が最大となる事故シナリオにおいても31名であり、それに対して2号炉運転中の場合発電所には夜間及び休日においても47名（協力会社社員18名を含む）の要員が常駐しているため、事故に対処することができる。要員47名の役割は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・意思決定・指揮命令を行う要員 …1名 ・対外対応・情報管理を行う要員 …4名 ・中央制御室運転員（1、2号合計）…9名（停止中は7名） ・チェンジングエリア設営等を行う放射線管理要員 …3名 ・中央制御室喪失時に活動する運転補助要員 …2名 ・現場対応する復旧班要員^(※) …28名 <p>(※)復旧班内訳：電源確保要員3名、給水確保要員6名、送水確保要員6名、燃料確保要員4名、アクセスルート確保要員2名、自衛消防隊長1名、消防チーム6名</p> <p>万一、何らかの理由で要員が負傷する等により役割が実行出来なくなった場合には、同じ役割を担務する要員が代行するか、または上位の職位にある要員が職務を兼務する。</p> <p>これらの要員が初動対応を行い、その後は非常招集等に基づき順次参集する要員により体制を拡充し、緊急時対策本部の全体体制の要員数（101名）を確保するとともに、発電所での対応者と待機者を選し、12時間毎を目途に交代することで長期的な対応にも対応可能な体制を構築する。</p> <p>なお、発電所員約540名のうち約390名が10km圏内に在住しており、夜間及び休日や大型連休中であって、要員の参集手段が徒歩移動のみである場合を想定しても、訓練実績等から7時間以内に150名程度の参集が可能と考えており、長期的な事故対応を行うために外部から発電所へ参集する緊急時対策要員（54名）は、要員参集の目安としている8時間以内に確保可能である。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①重大事故に対処する101名体制に対し、夜間・休日の常駐者は47名で、54名は追加で確保が必要。ほとんどの人が10km圏内に住んでいるから確保可能ということだが、休日や大型連休中もこういった方の行動を管理しているのか。（宮本顧問）</p> <p>②事故対応が長期に及ぶ場合は2交代で2倍の人数が必要になるのではないかと考えるが、常時確保できるのか。（宮本顧問）</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>③緊急時体制101名が全員揃わなくても、体制移行は出来ると思うが、どの程度の人数で移行するのか。また、どの程度の人数で移行するのか、更に移行完了までの指揮は誰がとるのか。 (芹澤顧問)</p> <p>④事故対応は現場サイドで行うということだが、緊急時体制における本社の役割はどうなっているのか。(芹澤顧問)</p> <p>⑤重大事故等への対応に関して、事故発生後7日間は事故収束機能が維持されることを求めているが、県民の方からはなぜ10日間にしないのかといった質問があると思うので、どういう考え方で7日間という審査の基準が作られたかを教えてほしい。 (太田顧問)</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夜間・休日、大型連休中にどこに居たかアンケートによる所在確認作業をしており、何回も確認作業を行って、おおかた10km圏内に約350名いるという結果を得ているので、7時間以内に150名が発電所に来られると考えている。行動管理はしていない。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中長期的な対応も交替できるよう運転員以外の発電所員についてもほぼ全員(約450名)が緊急時対策要員であることから、要員確保は可能である。 運転員は、通常サイクル5班2交替で運用しており、重大事故等時においても、中長期での運転操作等の対応に支障が出ることがないように、通常時と同様の勤務形態を継続することとしている。 なお、重大事故等発生後の中長期的な対応が必要な場合に備えて、緊急時対策総本部(本社)が中心となり、プラントメーカー及び協力会社を含めた社内外の関係各所と連携し、適切かつ効果的な対応を検討できる体制を整備することとしている。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体制は人数による移行判断ではなく、当直長からEALの基準に達したとの連絡を受けて発電所長もしくは副原子力防災管理者が判断して発令する。 ・指揮については、夜間・休日で発電所長が不在の場合は防災管理者の資格を持った管理職(副原子力防災管理者)が執る。この際、発電所長や原子炉主任技術者にも情報提供して対応を進めていく。 |

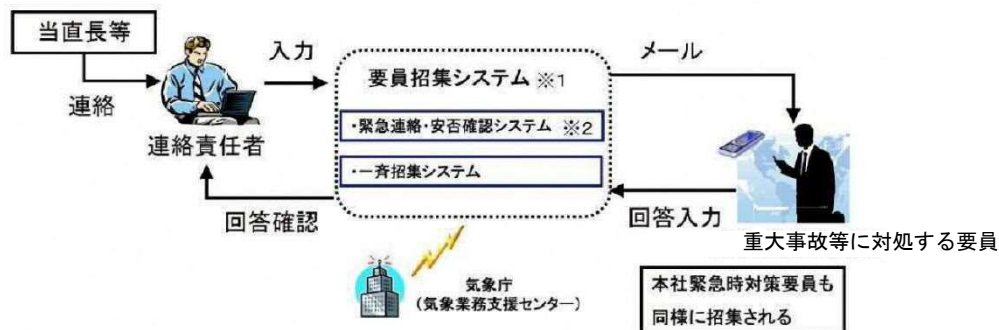
| | |
|-----------------------|--|
| | <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ EALの基準に達した場合、本社にも一報が入る。本社も社長をトップとした体制に移行し、緊急時対策所とテレビ会議を繋ぎ対応を進めていく。 |
| <p>原子力規制庁 の回答</p> | <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえて、1週間以降であれば外部からの支援に期待できると考えて7日間としている。重大事故に関する審査基準では7日間という評価をする前提として、6日目までに外部からの支援を受けられる体制を確立することも併せて要求しており、自前で用意できるもので7日間準備し、その期間内に外部からの支援を確立するという形で体系が整理されている。 |

| | |
|----------------------------------|--|
| 項目 | <p><16> 重大事故に対応する要員はどうやって異常事態を検知し、検知後はどう行動するのか</p> |
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>発電所において警戒事態該当事象、原子力災害対策特別措置法該当事象が発生した場合、事象発見者（当直長等）から連絡責任者へ連絡され、所長へ報告される。</p> <p>事態の発生を認知した場合、所長（原子力防災管理者）はただちに緊急時体制を発令し、これを受けて連絡責任者は要員招集システム（メール）、所内通信連絡設備、電話等を用いて重大事故等に対処する要員を非常招集する。</p> <p>発電所内の要員は平日勤務時間帯において、重大事故等に対処する要員はほとんどが管理事務所で執務しており、夜間及び休日においては免震重要棟又はその近傍、1、2号炉制御室建物又はその近傍及び3号炉制御室建物又はその近傍で執務若しくは待機しており、非常招集を受けた場合は、速やかに緊急時対策所に参集し、緊急時対策本部の初動体制を確立するとともに、各要員の任務に応じた活動を開始する。</p> <p>発電所外の要員は、非常招集を受けた場合、基本的に発電所構外の参集拠点（緑ヶ丘施設、宮内（社宅、寮）及び佐太前寮）に集合し、発電所の状況や必要な装備、道路状況等について発電所と連絡を取りながら集団で発電所へ移動する（発電所の状況が入手できる場合は、直接発電所へ参集可能）。</p> <p>なお、これらの参集拠点には通信連絡設備として衛星電話設備（携帯型）を各5台配備している。</p> |

【論点<16>参考：要員招集システムによる非常招集連絡】

■ 要員招集システムによる対応要員の招集

連絡責任者が要員招集システムを操作し、招集メールを発信する。



※1 発電所沿岸で津波警報、大津波警報が発令された場合は気象庁の情報により要員招集システムからも招集メールが自動配信される。

※2 松江市内で震度6弱以上の地震が発生した場合、自主的に参集を開始するが、地震情報は当該システムからも自動配信される。

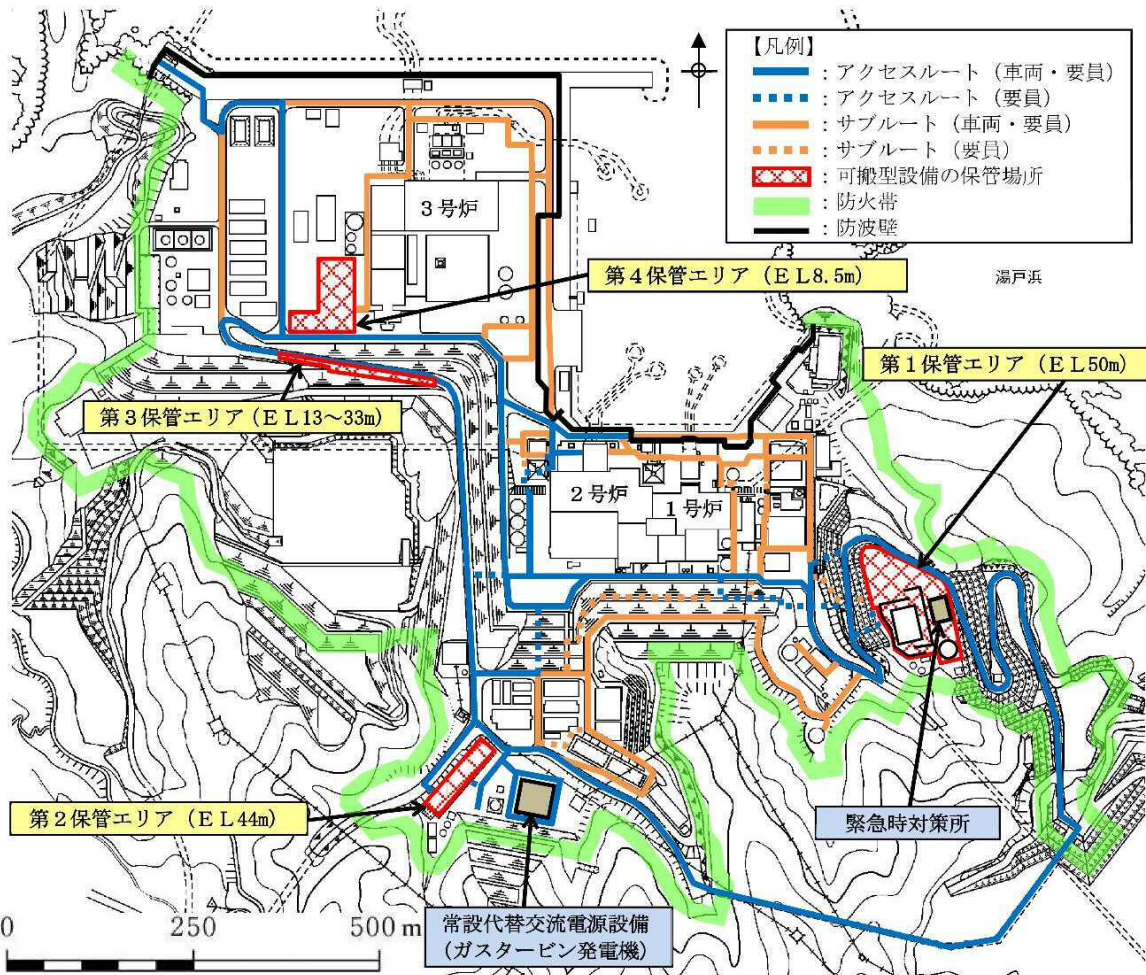
出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <17> アクセスルートの確保手段は用意されているか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>高圧発電機車、大量送水車、移動式代替熱交換設備等の可搬型重大事故等対処設備（以下、「可搬型設備」という。）は、大型航空機の衝突等を考慮し、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物から100m以上離れた複数の保管場所に保管している。</p> <p>可搬型設備の運搬経路及び要員の移動経路として、基準地震動Ssによる被害及び基準津波の影響を受けない経路を含めた複数のアクセスルートを設定している。</p> <p>アクセスルートに積雪や火山灰の降灰があった場合、保管場所に分散保管しているホイールローダを用いて除雪等を実施することで、アクセスルートを確保する。</p> <p>例えば積雪の場合は20cm^(※)の積雪量に対し最長77分で、火山灰の場合は56cmの降灰厚さに対し最長218分でアクセスルートの確保が可能である。</p> <p>（※）10cmで除雪作業開始としていることから、除雪時間評価における積雪量は保守的に20cmと設定</p> <p>また、風（台風）や竜巻といった自然現象等によりアクセスルートにがれきが発生した場合は、ホイールローダを用いて1kmあたり43分^(※)でがれきを撤去可能であり、アクセスルートの確保が可能である。</p> <p>（※）5トン未満のがれきは50m区間毎に道路外へ押し出すことを想定し、5トン以上のがれきは100m区間に1箇所と仮定して道路外へ押し出すことを想定</p> <p>また、一部のアクセスルートに、土石流の発生や送電線の垂れ下がりによる影響が及んだ場合を考慮し、それらの影響を受けない連絡通路をあらかじめ設置し、アクセスルートを確保する。なお、要員の安全確保上、事象発生後すぐの復旧作業は実施しない。</p> <p>建物内の各設備の操作場所までのアクセスルートは、中央制御室又は屋外から操作場所までの経路を複数設定しており、これらの経路は基準地震動Ss及び地震随伴事象（火災、溢水）の影響を受けないことを確認している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①火山灰の降灰はいきなり56cmではなく0からなので、降灰の初期の時点で念のため電源車を必要な箇所に事前に移動しておくことはできないか。（杉本顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について） ・火山事象に対し、非常用ディーゼル発電機の吸気系にフィルタ</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>を設置する等、電源車を使わずに電源を確保できるよう対策しているが、仮に降灰時にディーゼル発電機等が機能喪失した場合にも、交流電源を必要としない蒸気駆動の原子炉隔離時冷却系や高圧原子炉代替注水系による原子炉の冷却を行うこととしている。さらに、電源車が必要になった場合には、降灰時であってもアクセスルート状況等を確認した上で、電源車による給電の準備を行う。</p> |
|--|---|

【論点<17>参考：可搬型設備の保管場所及びアクセスルート図】

| 第4保管エリア【EL8.5m】 | 第1保管エリア【EL50m】 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・高圧発電機車：3台 ・大量送水車：2台 ・移動式代替熱交換設備：1台 ・大型送水ポンプ車：2台 ・可搬式窒素供給装置：1台 ・第1ベントフィルタ 出口水素濃度：1台 ・シルトフェンス（2号炉放水接合槽用）：約20m ・シルトフェンス（輪谷湾用）：約320m ・小型船舶：1隻 ・放射性物質吸着材：3組 ・放水砲：1台 ・泡消火薬剤容器：5個 ・タンクローリ：1台 ・可搬式モニタリング・ポスト：6台 ・可搬式気象観測装置：1台 ・緊急時対策用発電機：2台 ・緊急時対策所止圧化装置（空気ポンプ）：30本 ・緊急時対策所空気浄化送風機：1台 ・緊急時対策所空気浄化フィルタユニット：1台 ・ホイールローダ：1台 | <ul style="list-style-type: none"> ・高圧発電機車：3台 ・大量送水車：1台 ・移動式代替熱交換設備：1台 ・大型送水ポンプ車：1台 ・可搬式窒素供給装置：1台 ・第1ベントフィルタ 出口水素濃度：1台 ・シルトフェンス（2号炉放水接合槽用）：約20m ・シルトフェンス（輪谷湾用）：約360m ・小型船舶：1隻 ・放射性物質吸着材：1組 ・放水砲：1台 ・泡消火薬剤容器：1個 ・タンクローリ：1台 ・可搬式モニタリング・ポスト：6台 ・可搬式気象観測装置：1台 ・緊急時対策用発電機：2台 ・緊急時対策所止圧化装置（空気ポンプ）：510本 ・緊急時対策所空気浄化送風機：2台 ・緊急時対策所空気浄化フィルタユニット：2台 ・ホイールローダ：1台 |



| 第3保管エリア【EL13~33m】 | 第2保管エリア【EL44m】 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・高圧発電機車：1台 ・大量送水車：1台 ・移動式代替熱交換設備：1台 ・大型送水ポンプ車：1台 ・タンクローリ：1台 ・ホイールローダ：1台 | <ul style="list-style-type: none"> ・大量送水車：1台 |

※：サブルートは、地震及び津波時には期待しない。
 ※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。
 ※：各保管エリアには、可搬型重大事故等対処設備を記載。

出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <18> 原子炉水位が不明になる等、計装系に異常があっても適切な操作ができるか |
|----------------------------------|--|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>原子炉の水位計は、それぞれ2区分設置している「原子炉水位（広帯域）」「原子炉水位（燃料域）」と、重大事故等対処設備として新たに設置した「原子炉水位（SA）」があり、原子炉の水位は多重性を有する水位計で監視できる設計としている。</p> <p>また、これらの水位計は、想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重及びその他の使用条件において耐環境性を有し、健全に動作可能な設計としている。その他にも、位置的分散を図るとともに耐震Sクラス設備として設計するなど、信頼性・独立性を有する設計としている。</p> <p>重大事故等対策においては、対策を成功させるため把握することが必要な原子炉施設の状態を直接監視するパラメータ（以下「主要パラメータ」と記載）を測定する機器の故障、計測範囲超過又は電源喪失により、計測が困難となった場合には、主要パラメータ毎に設定している他の計器の測定値を用いて主要パラメータを推定し、これに基づき操作判断を行うこととしている。</p> <p>上記の基本方針に基づき、水位計の故障等が発生した場合を想定して、以下のとおり原子炉水位を推定する手順を定めている。</p> <p><計器故障時に原子炉水位を推定する手段></p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉水位（広帯域）、原子炉水位（燃料域）が故障した場合は、当該計器の他チャンネル又は原子炉水位（SA）により推定し、原子炉水位（SA）が故障した場合は、原子炉水位（広帯域）、原子炉水位（燃料域）により推定 ・弁操作等により原子炉への注水を目的とした系統構成とされており、かつ機器動作状態にある注水ポンプの流量より、崩壊熱による原子炉水位変化量を考慮し、原子炉圧力容器内の水位を推定 ・主蒸気配管より上まで注水した場合、原子炉圧力とサブプレッション・チェンバ圧力の差圧から原子炉圧力容器の満水を推定 <p><電源喪失時に原子炉水位を測定する手段></p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部電源・非常用ディーゼル発電機喪失時は、計器電源は蓄電池から給電 ・蓄電池から給電されている間にガスタービン発電機または高圧発電機車を準備して給電元を切替え ・ガスタービン発電機または高圧発電機車からの給電が困難となった場合で蓄電池が枯渇するおそれがある場合は、可搬型直流電源設備から給電 ・計器への給電が困難な場合は、可搬型計測器により計測 |

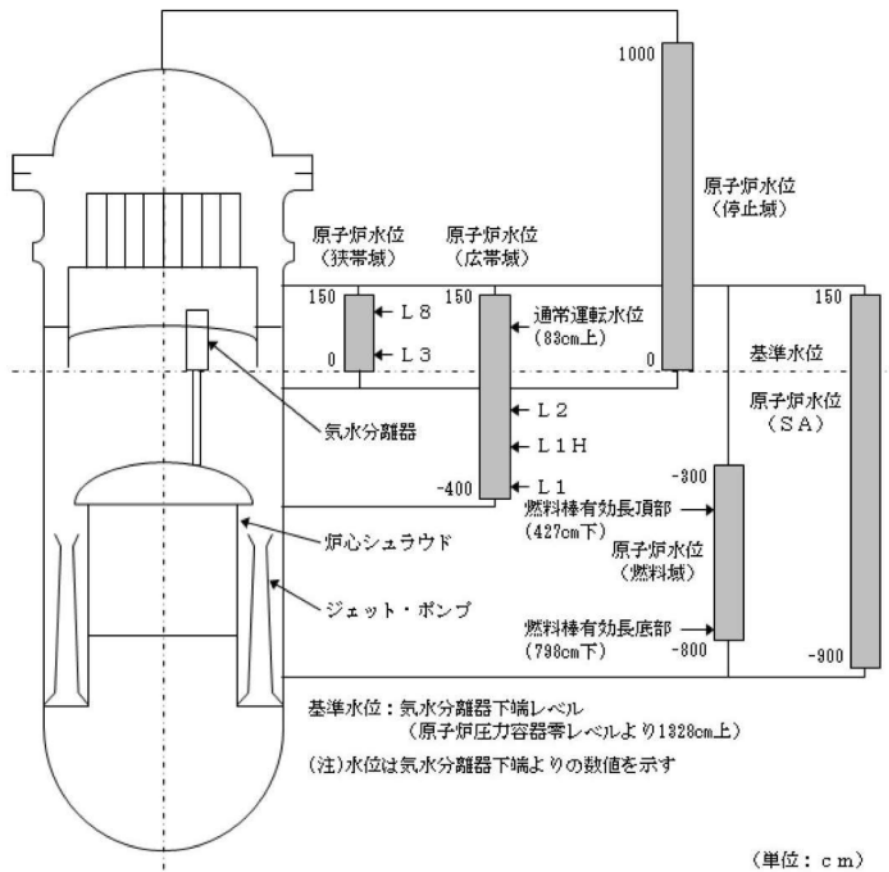
| | |
|--------------|--|
| | <p><原子炉水位不明時の判断及び対応について> 以下の場合に、原子炉水位不明を判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉水位の電源が喪失した場合 ・原子炉水位の指示に「ばらつき」があり、原子炉水位が燃料棒有効長頂部以上であることが判定出来ない場合 ・ドライウェル雰囲気温度が、原子炉圧力に対する飽和温度に達した場合（事故時操作要領書（徴候ベース）の中で定める水位不明判断曲線で水位不明領域に入った場合） ・凝縮槽液相部温度と気相部温度がほぼ一致し、有意な差が認められない場合 <p>上記により水位不明を判断した場合、格納容器破損モード「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」では、以下のとおり対応を行うことで損傷炉心の冷却を維持することとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部水源にてLOCA破断口までの原子炉水位回復のため、200m³/hで30分継続して注水する。その後、LOCA破断口から格納容器へ流出しサプレッション・プール水位の上昇につながるため、崩壊熱による蒸発量相当の注水量に切替える。 <p>なお、上記操作により水位維持ができない場合は、サプレッション・プール水位の顕著な上昇がなく、原子炉圧力容器表面温度が上昇すると考えられるため、以下により損傷炉心の冷却維持を判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・崩壊熱相当の注水量以上で原子炉注水を継続していること ・サプレッション・プール水位が顕著に上昇していること <p>上記が確認できない場合で、原子炉圧力容器下鏡温度が300℃に到達した時点で、損傷炉心の冷却失敗を判断し、原子炉圧力容器破損に備えた対応を実施する。</p> <p>水位不明時の対応を含め、当該対応操作については、事故時操作要領書に記載しており、適切な対応が可能である。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①原子炉水位計の測定原理について、実際の水位はボイド（泡）を含んだ二相水位になるのではないか。その場合、ボイド率を予測することは困難なので、正しい水位測定が出来ないのではないか。（芹澤顧問）</p> <p>②原子炉圧力が急減した場合、水位計配管内にもボイドが発生する。この配管系にガス溜まりがあれば正確な差圧測定は困難になるが、そうしたガス溜まりはないのか。（芹澤顧問）</p> <p>③原子炉水位不明時等、他パラメータから推定する方法は、実際に計算してみて、測っている数値と比較してどれくらいの誤差</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>が出るのか、普段から見ておいた方がいい。（二ノ方顧問）</p> <p>④運転員が見ている水位は単相水位で、解析の水位は二相水位である。これらの関連づけが十分にされていないと、運転員は事象の進展が判断できないのではないか。（芹澤顧問）</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ご認識のとおり、実際の炉内水位はボイド（泡）を含んだ二相水位であり、原子炉水位計により計測する水位は単相水位となる。実際の炉内水位（二相水位）はボイドにより、原子炉水位計により計測する水位（単相水位）より高い水位となるため、原子炉水位計により計測する水位は、燃料の冷却の観点で保守的な値となる。また、安全保護系は所定の水位到達前に水位低下を検知して作動するよう、単相水位を計測している。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉圧力が急減した場合に水位計配管内にもボイドが発生する可能性を否定は出来ないが、水位計配管は原子炉圧力容器及び凝縮槽から連続下り勾配で敷設しており、ガス溜まりの発生しない設計としている。 <p>（「顧問の意見」③について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他パラメータから推定する方法については、推定に使用する計器の誤差等を踏まえ、どれくらいの誤差が出るのか算出し審査資料^(※)に記載している。 ・誤差があることを認識したうえで事故時の対策を行うことができるよう、その内容を手順書に落とし込み、同手順を用いた訓練を実施することとしている。 <p>（※）58条計装設備 補足説明資料58-8 主要パラメータの代替パラメータによる推定方法について</p> <p>（「顧問の意見」④について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性評価において用いているMAAPコードでは、原子炉水位のうち、炉心シュラウド内水位については二相水位、炉心シュラウド外水位及びジェット・ポンプ内水位については単相水位で出力される。 ・MAAPでは、原子炉水位を原子炉圧力で補正するモデルとはなっていないため、炉心シュラウド外及びジェット・ポンプ内の単相水位は実機における圧力補正後の水位に相当する。 ・DCHシナリオでは、原子炉水位がBAF+20%到達時に急速減圧を実施する。 ・MAAPコードでは、BAF+20%到達の判断にジェット・ポ |

ンプ内单相水位を用いているため、実運用において判断する水位（原子炉水位（燃料域）または原子炉水位（S A）指示値から圧力補正を行った水位）と同等となっている。

- よって運転手順と解析との関連づけはなされている状況である。

【論点<18>参考：原子炉水位計の概要図】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | 〈19〉 重大事故に対応する訓練は行われているか |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>重大事故等対策に係る教育及び訓練は、運転員及び緊急時対策要員の役割に応じ、以下のような机上教育、要素訓練、総合訓練を実施している。</p> <p>〈基本教育（机上教育）（それぞれ年1回以上実施）〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力防災組織構成、各自が実施すべき活動 ・放射線の人体影響、放射線防護 ・放射線測定機器の取扱方法 ・シビアアクシデントの物理現象 ・アクシデントマネジメントの手順 等 <p>〈電源や給水確保の手順習得のための要素訓練（年1回以上実施）〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高圧代替注水系の現場操作による原子炉注水 ・可搬型直流電源設備による逃がし安全弁の機能回復 ・大量送水車による原子炉注水 ・フィルタベント設備の現場操作による格納容器ベント ・高圧発電機車による給電 ・ホイールローダを使用したアクセスルート確保 ・重大事故の対応を含めたシミュレータ訓練 ・高線量や夜間等を想定した防護具等を着用して行う訓練 等 <p>〈総合訓練（シナリオ非提示型で年1回以上実施）〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各要素訓練を組み合わせた組織全体の運営検証 ・社外へのプラントの状況説明などを行う模擬記者会見訓練 等 <p>(参考) 訓練実績（平成26年4月～令和3年3月）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自社シミュレータ訓練…75回（累計参加人数638名） ・社外シミュレータ訓練…65回（ 〃 80名） ・発電所における要素訓練…386回 ・発電所における総合訓練…8回 <p>これらの訓練により必要な力量を有していると確認された要員は、管理リストで管理する。所定の時間内に必要な操作を適切に完了できない等、力量を有していないと判断された者は、緊急時対策要員から外し、再度必要な教育訓練を実施する。</p> <p>また、重大事故等に対処する要員のうち、中国電力の社員以外の協力会社社員は、業務委託契約に基づいて必要な教育訓練を行い、中国電力の実施する訓練に参加することで必要な力量の維持向上を図る。</p> <p>今後も計画的に訓練を行い、必要な力量を持つ要員を継続的に確</p> |

| | |
|------------------|---|
| | <p>保し、変更認可後の保安規定運用開始までに体制を整備する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①設備面の対策に関しては納得いく説明があったが、人材をどのように育てていくかや、想定外の状況の中で本当に活動できる人をどう育て、配置するかがすごく大事だと思う。</p> <p>その教育方針を明示することも大事であり、特に原子力発電所の従業員に関しては、倫理面やコンプライアンス関連の教育も含めた配慮がもう少し必要であり、発電所の運営を担う人材をどう育てていくかについて、より突っ込んだ議論があってもいいという印象を持った。</p> <p>少なくとも、定期的な教育訓練の義務づけは必要ではないか。R I 規制法等でも事業者が教育訓練を義務づけているが、その点はどうか。(草間顧問)</p> <p>②重大事故等に対しては、ハードもさることながら最終的に対応するのは人。</p> <p>物理原則や物理化学の基礎を理解した上でシナリオレスの訓練を沢山行い、限られた情報から事象進展を予測する訓練を続けていけば想定外にも対応できるようになると思うので、人の教育訓練は非常に大事だと思う。(杉本顧問)</p> |
| <p>原子力規制庁の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事故を収束させるために人が重要なのは仰る通りだが、人材育成の方針までこうでなければならぬと、規制で枠をかけるものではないと考えている。原子力安全の一義的責任を担い施設を運営する事業者の中で、安全確保の姿勢・認識をしっかりと考え、徹底してほしいと思っている。 <p>R I 規制法と同様に、原子力施設でも事業者に対して保安教育の実施義務は設けている。保安教育の具体的な中身や、中身が必要十分かどうかは保安規定の審査で確認する。</p> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業者の教育訓練に関しては、現場の作業員は個別作業ごとの要素訓練やシナリオに沿った総合演習、中央制御室の運転員はシミュレータ訓練、指揮者は事象判断の机上訓練を行うことを確認している。 <p>その他にも事業者防災訓練という形で、規制側も連携して、審査対象である有効性評価のシナリオ以外でも対応できるかどうかを確認している。</p> |

【論点<19>参考：重大事故等対策に関する主な訓練内容】

| 項目 | 主な訓練内容 | 訓練実績 (2014年4月～2021年3月) |
|------|--|---|
| 要素訓練 | <ul style="list-style-type: none"> 大量送水車による原子炉等への注水訓練 高圧発電機車による電源供給訓練 ホイールローダを使用したアクセスルート確保訓練 重大事故の対応を含めたシミュレータ訓練 高線量や夜間等を想定した防護具等を着用して行う訓練 等 | <ul style="list-style-type: none"> 自社シミュレータ訓練：75回 (累計参加人数：638名) 社外シミュレータ訓練：65回 (累計参加人数：80名) 発電所における要素訓練：386回 |
| 総合訓練 | <ul style="list-style-type: none"> 各要素訓練を組み合わせた組織全体の運営検証 社外へのプラントの状況説明などを行う模擬記者会見訓練 等 | <ul style="list-style-type: none"> 発電所における総合訓練：8回 |



高圧発電機車による電源供給訓練



大量送水車による原子炉等への注水訓練



総合防災訓練

出典：中国電力(株)資料

ウ フィルタベント設備

| 項目 | <p>＜20＞ フィルタベントの使用により、どの程度放射性物質の放出を低減できるのか</p> |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>フィルタ付ベント設備は、炉心の著しい損傷が発生した場合において、格納容器内に発生するガスを、フィルタ装置を通して大気に逃がすことで、放出される粒子状の放射性物質（セシウム等）を低減する。</p> <p>フィルタ装置は、主として粒子状放射性物質及び無機よう素を除去するスクラバ容器4基と、主として有機よう素を除去する銀ゼオライト容器1基で構成され、粒子状放射性物質除去効率99.9%以上、ガス状放射性よう素の除去効率として、無機よう素は99%以上、有機よう素は98%以上の性能を有したものを採用している。</p> <p>フィルタ付ベント設備をウェットウェルのベントラインを經由して使用することで、セシウム137の炉内蓄積量約3.2×10^5 TBqに対し、ベント時の大気への放出量を約2.1×10^{-3} TBq（7日間）と大幅に低減できると評価している。</p> <p>なお、重大事故等対策の有効性評価における、フィルタベントを使用する場合に放出量が最も多くなるケース（注）においても約4.8 TBq（7日間）であり、セシウム137の放出量は100 TBqを下回る。また、有効性評価で確認した7日間を超えて放出が継続した場合についても影響を評価した結果、放出量は約6.8 TBq（30日間）及び約6.9 TBq（100日間）であり、セシウム137の放出量は100 TBqを下回ることを確認している。</p> <p>（注）格納容器過圧・過温破損（残留熱代替除去系を使用しない場合）シーケンスにおいて、事象発生32時間後にドライウェルのベントラインを經由してフィルタ付ベント設備を使用する場合。放出量はベントと漏えいの合計値。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①よう素フィルタの除去効率 98%は十分なのか。（芹澤顧問）</p> <p>②1回ヨウ化銀ができるとその銀は次に働かない。効率は時間に依存することになると思うが、その辺はどうか。（野田顧問）</p> <p>③よう素フィルタは4つそれぞれに付けられないとのことだが、アレバからどういう説明があったのか。（勝田顧問）</p> <p>④4つの配管から来る気体を1つのフィルタで外に出す形。流量が多くなり、たくさん物を取ろうとすれば抵抗が大きくなる。スムーズに流れるかどうか。（内田顧問）</p> <p>⑤スクラバ容器の金属フィルタはどのくらいの粒子まで取れるのか。（芹澤顧問）</p> |

| | |
|---------|---|
| | <p>⑥放出核種組成はどう考えて評価しているのか。(片桐顧問)</p> <p>⑦多くの場合、希ガスは短寿命で、10時間も経てば線量への寄与は小さくなることは確かだと思うが、壊変して周辺に沈着するようなことも多少心配される。そのようなことは考慮されているか。(渡部顧問)</p> <p>⑧よう素やセシウム以外の、テルルなどのもっと半減期の短い核種はどうなるのか。(内田顧問)</p> <p>⑨フィルタベント配管口径が下流に行くに従って小さく(流速が大きく)なっており、圧力損失という観点からはデメリットとなる。この設計の目的は何か。フィルタベント設備の最適な動作条件に合わせるためなどの設計配慮か。(芹澤顧問)</p> <p>⑩除去効率の試験データは定常で得られたデータだと思うが、格納容器側の圧力がダイナミックに変動する場合(時間的に大きく変動する場合)にも適用できるのか。(杉本顧問)</p> <p>⑪(顧問の意見⑩への回答に対して、)適用範囲を聞いたわけでは無く、現に福島第一の3号機では急激な減圧があり、そうするとスクラビング水が減圧沸騰して除去が出来なくなる懸念がある。圧力急減時のスクラビング効果については、国内外で研究が進められているので、将来的に研究成果を参考にして頂きたい。(杉本顧問)</p> <p>⑫フィルタベントは今まであったハードベント(耐圧強化ベント)と並列になるのか。(二ノ方顧問)</p> <p>⑬(「顧問の意見」⑪への回答に対して、)回答中の電力共同研究で行った実験は減圧速度が小さい。スクラビング水が急激に減圧沸騰することによる除染係数への影響は結論が出ていないと思うが、この問題は世界的に研究が進められているところなので、これからの結果を上手く取り込むとよい。 (杉本顧問(コメント))</p> |
| 中国電力の回答 | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・銀ゼオライトフィルタ(よう素フィルタ)により内部被ばくが大幅に低減され、ベント実施時の敷地境界における実効線量が1.7×10^{-2} mSvと、基準値の5mSvを大幅に下回っていることから、十分な効果が得られていると考える。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・銀ゼオライトの銀はガス状放射性よう素と反応し、よう化銀となるが、事故時に銀ゼオライトフィルタに流入するガス状放射性よう素量は、銀ゼオライトフィルタの吸着剤の充填量から求めた許容負荷量に対して十分小さいことから、時間に依存せずに除去効率98%の性能を有する設計としている。 |

(「顧問の意見」③について)

- ・フラマトム (旧アレバ) 社のフィルタ付ベント設備のシステム設計は、ベンチュリスクラバ、金属フィルタ、銀ゼオライトフィルタ (よう素フィルタ) の3段階のセクションで構成されるが、これらを全て1つの容器内に組み込むことも、または3つのセクションを別々の容器に入れることも可能であり、サイト毎に柔軟な設計が可能であると説明を受けた。島根2号炉では、銀ゼオライトフィルタは当初設計には含めていなかったが、審査の段階で追加設置することとしたため、銀ゼオライトフィルタは別容器に入れることとし、必要な容量と設置スペースを考慮して、容器1基構成とした。

(「顧問の意見」④について)

- ・銀ゼオライト容器には4本の配管からベントガスが流入するが、流量制限オリフィス下流はオリフィス穴径に応じた流量となるため、銀ゼオライト容器入口における各スクラバ容器からのベントガス流量はほぼ一定となり、銀ゼオライト容器の入口配管及び出口配管を均等配置することで、ベントガスが銀ゼオライトフィルタ部分を均等に流れるよう配慮した構造としている。また、銀ゼオライトフィルタを通過するベントガスの流速が大きくなるように必要なフィルタ表面積を確保した構造としているため、フィルタ性能への影響はない。

(「顧問の意見」⑤について)

- ・粒子状放射性物質の除去は、ベンチュリスクラバと金属フィルタの組合せで除去する設計としており、この除去能力は $0.5\mu\text{m}$ 以下の微細エアロゾルに対しても有効である。

(「顧問の意見」⑥について)

- ・計算機コードにより、炉内温度や各核種の揮発性等を考慮した格納容器内への放出量が算出され、さらに格納容器内での沈着、格納容器代替スプレイ、サプレッション・プールのスクラビング等による除去効果を考慮した核種ごとのフィルタ装置への流入量が算出される。これに、各核種の形態に応じたフィルタ装置の除去効率をかけ合わせることで放出核種組成としている。

(「顧問の意見」⑦について)

- ・炉心損傷後の評価においては、希ガスの壊変により発生する放射性物質についても、放出後に地表に沈着するものとし、中央制御室や屋外の被ばく評価用の線源として考慮している。

(「顧問の意見」⑧について)

- ・炉心損傷後の評価においては、テルルなどの短半減期核種についても放出されるものとして評価を行っている。

(「顧問の意見」⑨について)

- ・格納容器から出ている 600 A 配管は既設配管を流用しており、下流の 300 A 配管は新設であるため配管径が異なるが、300 A で必要な流量が流せることを確認している。
- ・流速は性能検証試験で確認された範囲になるよう、フィルタ装置内のベンチュリノズルで高い流速が得られる設計している。

(「顧問の意見」⑩について)

- ・ベント装置性能は上限 2Pd (853kPa[gage])、下限 54kPa[gage] で確認している。
- ・圧力変動の理由が格納容器の破損であればフィルタ装置で除去することは難しいが、そうならないよう格納容器スプレイや、格納容器からのリークによる建屋水素濃度上昇を検知してベント判断をする等の格納容器を守る対策を取っている。

(「顧問の意見」⑪について)

- ・原子炉格納容器の圧力が急激に変動した場合に起こる現象として、減圧による沸騰が考えられるが、減圧沸騰がサブプレッション・チェンバとスクラバ容器の除去性能に与える影響は以下のとおりであることから、仮に減圧沸騰が生じた場合であっても必要な除去効率を確保できるものとする。
なお、今後も国内外の研究成果、知見等を注視し、必要に応じて設備に反映することで更なる安全確保を目指す。

1) サプレッション・チェンバにおける減圧沸騰による除去性能への影響について

サブプレッション・チェンバにおける放射性物質の捕集（除去）は、サブプレッション・チェンバにおけるスクラビング効果に期待したものであり、サブプレッション・チェンバが減圧沸騰した場合、除去性能へ影響を及ぼす可能性が考えられたことから、電力共同研究にて実験を行い、沸騰時と未飽和時でスクラビング効果が同等程度であることを確認している。

また、原子力規制委員会において取りまとめられた「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」においても、「ベント時に想定されるサブプレッション・チェンバ (S/C) 内の除染係数は、ベント管の下端部から水面までの高さが重要な影響因子であって、減圧沸騰を含む水温の影響はあまり大きくない」と記載されている。

| | |
|--|---|
| | <p>これらのことから、サブプレッション・チェンバにおける減圧沸騰による除去性能への影響は軽微であると考える。</p> <p>2) スクラバ容器における減圧沸騰による除去性能への影響について</p> <p>フィルタ付ベント設備は、圧力開放板の破裂圧力を低く設定し、放出端を大気開放としていることから、原子炉格納容器のベントを実施中にスクラバ容器内で急激な減圧は基本的に発生しないものと考える。</p> <p>仮に、何らかの理由により、スクラバ容器内で減圧沸騰が発生し、それに伴って放射性物質が飛沫として飛散した場合においても、スクラビング水の下流側には金属フィルタがあるため、系外へ放出されることはないと考える。</p> <p>なお、J A V A試験（性能検証試験）では、スタートアップ試験（圧力を低圧状態から高圧状態に変動させた試験）やスクラビング水位をベンチュリノズル上端とした試験を沸騰条件において実施しており、圧力変動や水位低下に対しても除去性能が確保できることを確認している。</p> <p>（「顧問の意見」⑫について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フィルタ付ベント設備と耐圧強化ベントラインは、同一の排出経路を経由した後、フィルタ付ベント設備と耐圧強化ベントラインに分岐する構成としている。 ・また、格納容器フィルタベント系には分岐後に放射性物質を低減できるフィルタ装置を設置する設計としているため、格納容器ベントを実施する際には、フィルタ付ベント設備を使用することとしている。 ・なお、耐圧強化ベントラインは、炉心損傷前であって、フィルタ付ベント設備が使用できない場合に限り、使用することとしている。 |
|--|---|

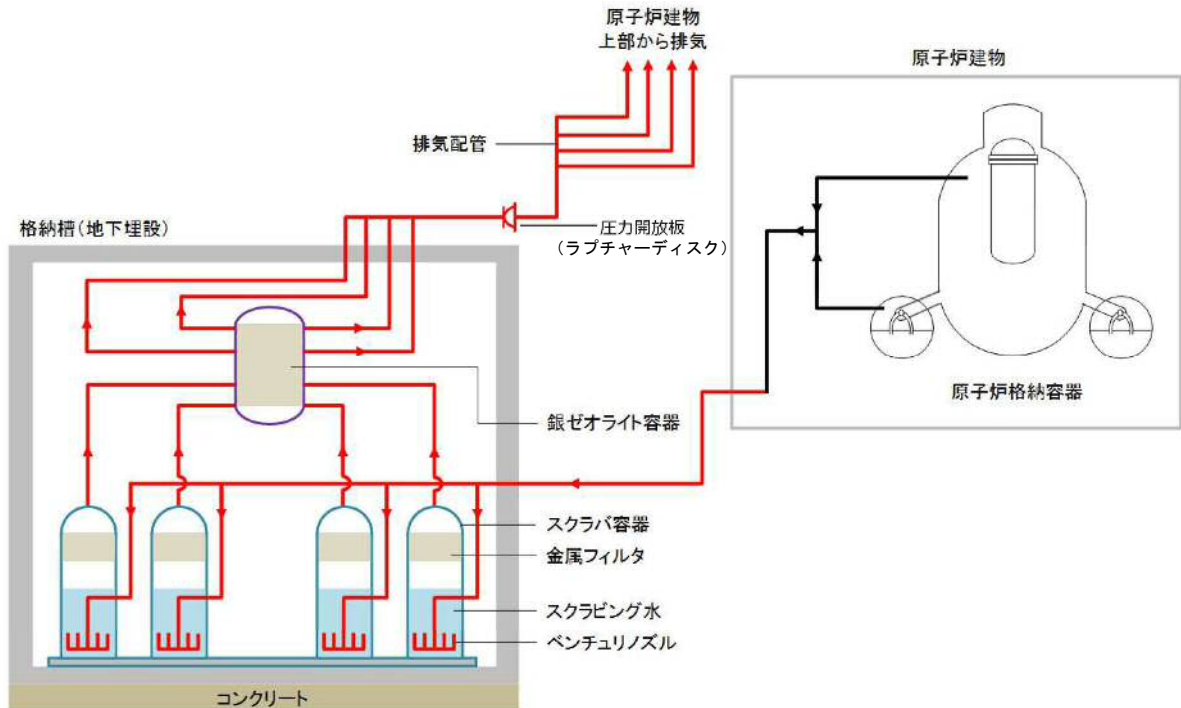
【論点<20>参考①：炉心損傷後ベント実施時のセシウム 137 放出量（例）】

| | フィルタベントなし | フィルタベントあり (審査資料記載値) |
|------------|-----------|-----------------------------|
| セシウム137放出量 | 約2.1 TBq | 約2.1 × 10 ⁻³ TBq |

※：冷却材喪失(大破断LOCA) + ECCS注水機能喪失 + 全交流動力電源喪失における放出量

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<20>参考②：フィルタベント設備全体概要図】



出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<20>参考③：スクラバ容器及び銀ゼオライト容器の吊り込み作業の様子】



スクラバ容器



銀ゼオライト容器

出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

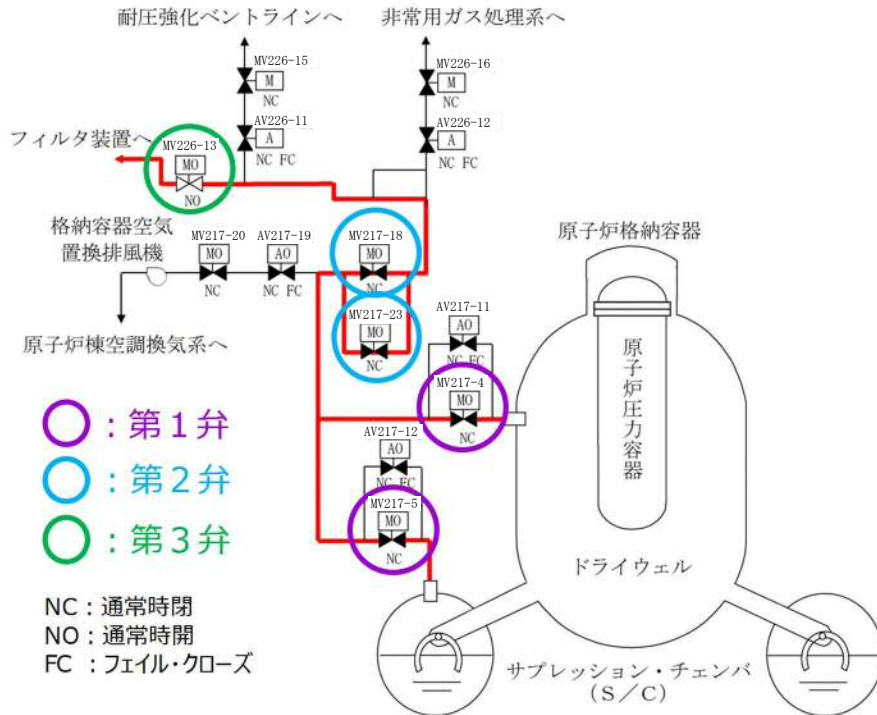
| 項目 | <21>フィルタベント使用時の弁操作、ラプチャーディスク破裂は 確実か |
|--------------------------|---|
| 審査結果 (審査等における中国電力の説明) | <p>フィルタ付ベント設備のベント弁は、第1弁（MV217-4/5）、第2弁（MV217-18/23）及び第3弁（MV226-13）で構成しており、これら第1弁～第3弁の全てを「開」とすることで格納容器内のガスがフィルタ装置に導かれ、格納容器ベントが可能な設計としている。</p> <p>ベント弁は、常設代替交流電源設備（ガスタービン発電機）又は可搬型代替電源設備（高圧発電機車）から電源供給することにより、中央制御室において遠隔による開操作が可能な設計としている。また、駆動源喪失時においても事故後の環境（温度、放射線等）を考慮し、原子炉建物付属棟（二次格納施設外）から遠隔手動弁操作機構を用いた人力による開操作が可能な設計としている。</p> <p>第2弁は、第1弁と同様に弁を多重化（並列配置）し、開の信頼性向上を図る設計としている。</p> <p>第3弁（MV226-13）は、上流で分岐している非常用ガス処理系への連絡ライン等を使用する場合に閉とするが、ベント時の開要求を達成する観点から、通常時開（NO）及び電源切保持とすることにより、弁の開状態が確実となるように管理する。</p> <p>フィルタ付ベント設備待機時に系統内を不活性ガス（窒素）にて置換する際の大気との障壁として設置する圧力開放板（型式：反転型ラプチャーディスク）は、格納容器からのベントガス圧力（0.427MPa[gage]～0.853MPa[gage]）と比較して十分に低い圧力である0.08MPa[gage]にて開放する設計である。</p> <p>なお、フィルタ付ベント設備を使用する手順は以下のとおり定めており、遠隔手動弁操作機構を用いて弁を開く場合、中央制御室からの移動を含め、第2弁はベント準備開始の指示から1時間20分以内、第1弁はベント実施の指示から1時間30分以内でそれぞれ操作可能である。</p> <p><手順></p> <p>1) 格納容器ベント準備開始の指示を受けた運転員は、次のことを確認する。</p> <p>ア スクラバ容器水位が通常範囲内であることを操作盤で確認 イ 以下の弁に電源が供給されていることを表示灯で確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ サプレッション・チェンバ側第1弁（MV217-5） ・ ドライウェル側第1弁（MV217-4） ・ 第2弁（MV217-18） ・ 第2弁バイパス弁（MV217-23） |

| | |
|----------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・第3弁（開確認のみ、MV226-13） <p>ウ 以下の弁が全閉となっていることを表示灯により確認（フィルタベント系と他系統を隔離する弁）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NGC常用空調換気入口隔離弁（AV217-19） ・SGT NGC連絡ライン隔離弁（AV226-12） ・SGT耐圧強化ベントライン止め弁（AV226-11） <p>2) 第2弁（MV217-18）を開く。開けない場合は第2弁バイパス弁（MV217-23）を開く。中央制御室から弁を操作できない場合は、原子炉建物付属棟地上3階まで移動し、現場での遠隔手動弁操作機構により弁を開く。</p> <p>3) フィルタベント実施の指示を受け、サプレッション・チェンバ側第1弁（MV217-5）を全開する。開かない場合は、ドライウエル側第1弁（MV217-4）を全開する。中央制御室から弁を操作できない場合は、原子炉建物付属棟地上2階まで移動し、現場での遠隔手動弁操作機構により弁を開く。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①フィルタベントの第3弁は常時開だが、どういう意味を持たせているのか。（芹澤顧問）</p> <p>②電源が喪失してベント弁を手動操作する場合、第1、第2弁は操作場所が異なるが、動かすタイミングを合わせられるのか。（吉川顧問）</p> <p>③ラプチャーディスクの作動圧力に関して、付けたときの性能が維持されていることをどう確認しているのか。（二ノ方顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第3弁（MV226-13）については、上流で分岐している非常用ガス処理系への連絡ライン等を使用する場合に閉とするが、ベント時の開要求を達成する観点から、通常時開となるように確実な管理を行う。なお、非常用ガス処理系への連絡ライン等はプラント運転中には使用しない。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベント準備開始段階で第2弁を開放するが、電源が無ければその時点で人力操作の指示をするので、十分時間余裕をもって開操作を行える。その後ベント実施段階となった時に電源が復旧できていなければ第1弁を人力で操作する判断するよう手順を定めている。 <p>（「顧問の意見」③について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・圧力開放板は同一ロットで複数枚製作し、工場出荷前に抜き取りで破裂試験を行い、規定の破裂圧力で作動することが確認さ |

れた圧力開放板と同じロットの圧力開放板を据え付けることで、性能を担保している。

- また、運開後は、上記と同様に破裂試験により性能を確認した圧力開放板と同一ロットのものと定期的に取り替えることにより性能を維持する計画としている。

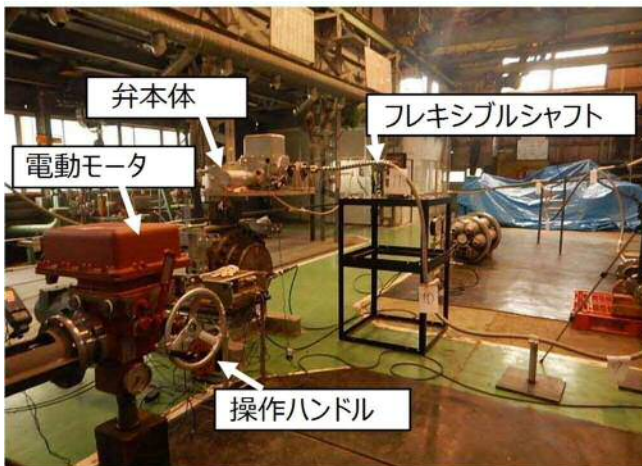
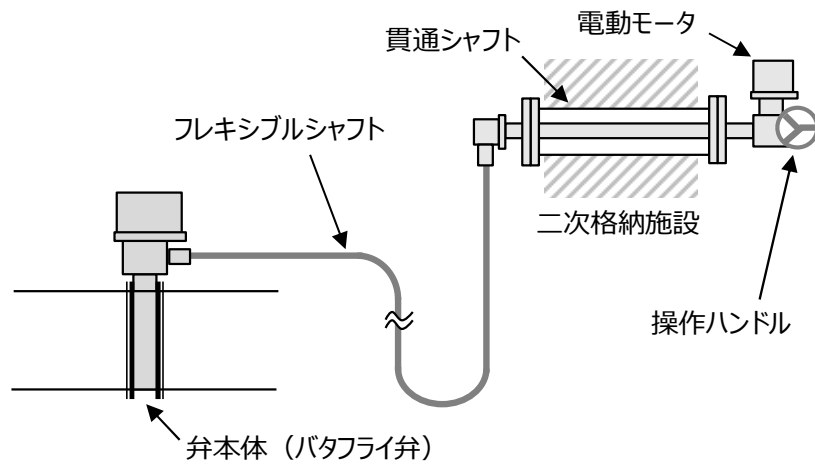
【論点<21>参考①：フィルタ付ベント設備主ラインの概略構成図】



| | | | | | |
|------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 弁番号 | MV217-4 (第1弁) D/W ベント ライン | MV217-5 (第1弁) W/W ベント ライン | MV217-18 (第2弁) | MV217-23 (第2弁) | MV226-13 (第3弁) |
| 設置場所 | 原子炉棟 2階 | 原子炉棟 地下1階 | 原子炉棟 3階 | 原子炉棟 3階 | 原子炉棟 3階 |
| 口径 | 600A | 600A | 400A | 400A | 300A |
| 型式 | バタフライ弁 | | | | |
| 駆動方式 | 電動駆動及び遠隔手動弁操作機構 | | | | |
| 開閉状態 | 通常時閉 (NC), フェイルアズイズ (FAI) | | | | 通常時開 (NO), フェイルアズ イズ (FAI) |
| 操作場所 | 電源あり | 中央制御室 | | | |
| | 電源なし | 原子炉建物 附属棟 2階 | 原子炉建物 附属棟 1階 | 原子炉建物 附属棟 3階 | 原子炉建物 附属棟 3階 |

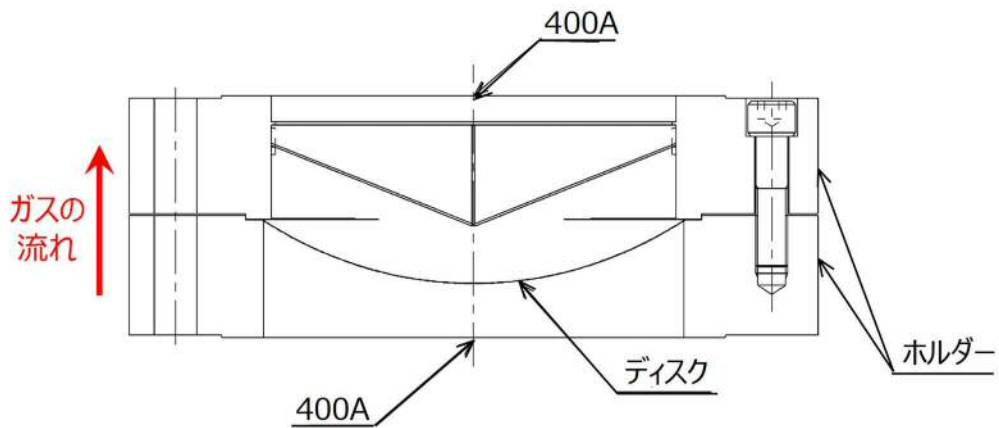
出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<21>参考②：遠隔手動弁操作機構の模式図及びモックアップ試験】



出典：中国電力(株)資料を島根県で加工

【論点<21>参考③：圧力開放板（ラプチャーディスク）構造図】



出典：中国電力(株)資料

| 項目 | <22>フィルタベントの使用を判断する条件は何か |
|----------------------------------|---|
| <p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p> | <p>原子炉格納容器の過圧破損を防止するため、残留熱代替除去系及びフィルタ付ベント設備を設置しており、原子炉格納容器バウンダリを維持しながら原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるため、残留熱代替除去系を優先して使用する。</p> <p>残留熱代替除去系を使用できない場合には、原子炉格納容器内の圧力を大気中に逃がすため、フィルタ付ベント設備を使用する。格納容器ベントの実施基準は、以下の3項目の観点で設定しており、実施にあたっては、サプレッション・プール水におけるスクラビング効果（エアロゾル等の低減効果）が期待できるサプレッション・チェンバからの格納容器ベントの実施を優先する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 原子炉格納容器の過圧破損防止（原子炉格納容器内の圧力及び熱を外部に放出することで原子炉格納容器の破損を防止する） 2) 原子炉格納容器内の水素爆発防止（原子炉格納容器内に滞留する水素ガス及び酸素ガスを大気へ排出し、原子炉格納容器内における水素爆発による破損を防止する） 3) 重大事故等対処設備の機能喪失を仮定した場合（原子炉格納容器破損の緩和又は大気へ放出される放射性物質の総量の低減が可能） <p>フィルタ付ベント設備の使用準備開始及び実施を判断する条件を以下のとおり定めている。</p> <p><炉心損傷前></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 準備開始条件 <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力245kPa^(※)（大気圧との差圧。以下「gage」と記載）到達 （※）格納容器圧力は、重大事故等対処設備としてドライウェルとサプレッション・チェンバにそれぞれ2個ずつ設置している圧力計で計測する（以下も同様）。 2) 実施条件 <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力384kPa（gage）到達後、格納容器スプレイ失敗 ・サプレッション・プール水位が通常水位＋約1.3m到達 <p><炉心損傷後></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 準備開始条件 <ul style="list-style-type: none"> ・炉心損傷判断後、格納容器圧力640kPa（gage）到達 ・格納容器内酸素濃度がドライ条件で4.0vol%及びウェット条件で1.5vol%到達 2) 実施条件 <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力640kPa（gage）到達後、格納容器スプレイ失敗 |

| | |
|----------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ サプレッション・プール水位が通常水位＋約1.3m到達 ・ 格納容器酸素濃度がドライ条件で4.4vol%及びウェット条件で1.5vol%到達 ・ 可搬式モニタリングポスト指示値及び原子炉建物原子炉棟内の放射線モニタの指示値の急激な上昇 ・ 原子炉建物水素濃度2.5vol%到達 ・ 格納容器温度200℃以上にて温度上昇が継続する場合 <p>なお、新規制基準以前から整備していた耐圧強化ベントラインは、炉心損傷前に万一、格納容器フィルタベント系が使用できない場合に使用することとしており、自主設備と位置づけている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①フィルタベントを付けた結果これだけ安全度が上がる、シビアアクシデントに対応する余裕が出るということを説明してもらった方が良い。フィルタベントが絶対安全の砦と誤解して、それが効き目のない極端な状況を持ち出して議論を混乱させては意味が無い。(吉川顧問 (コメント))</p> <p>②格納容器圧力に基づくベント条件について、格納容器圧力が確認不能の場合は格納容器雰囲気温度から推定するとしているが、飽和蒸気を仮定して求めるのか。(芹澤顧問)</p> <p>③サプレッション・チェンバの水位は、特に炉心損傷後は時間的に大きく変動すると考えられるが、確かな水位が確認できるのか。(芹澤顧問)</p> <p>④ベントの準備、実施条件に格納容器内酸素濃度が設定されているが、水素濃度は関係無いのか。(二ノ方顧問)</p> <p>⑤フィルタベントをする時には地域に知らせず機械的にやるのか、それとも誰か人が介在してベントすべきと判断しましたと通報するのか。(吉川顧問、勝田顧問)</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 重大事故等が発生した時の格納容器雰囲気は飽和状態に近いことから、飽和蒸気を仮定して、格納容器雰囲気温度計の計測値をもとに、飽和温度／圧力の関係を利用して格納容器圧力を求める。このため、飽和温度と飽和圧力の換算表等を手順書類に記載している。 <p>この運用により、格納容器圧力が計測できない場合でも、格納容器の限界圧力(853kPa (gage))に至る前にベントできる。</p> <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <18>で確認した原子炉の水位計の他に、サプレッション・チェンバにも重大事故等対処設備として耐震性及び耐環境性を有する水位計を新たに設置しており、信頼性に足る確認が出来る。 |

(「顧問の意見」④について)

- ・有効性評価における格納容器破損防止のシナリオにおいては、炉心損傷が発生することを想定しており、水-ジルコニウム反応による水素ガスの発生により、格納容器内水素濃度が上昇することとなる。
- ・このような状況になった場合、格納容器内の水素濃度および酸素濃度を重点監視するが、格納容器内の水素濃度は可燃限界（4.0vol%）や爆轟限界（13.0vol%）を超えているおそれがある。このため、格納容器内の水素燃焼や爆轟の発生を防止する観点から、酸素濃度が可燃限界（5.0vol%）に到達するおそれがないよう管理しており、格納容器内酸素濃度を基準としたベントの準備、実施基準を設けている。

(「顧問の意見」⑤について)

- ・格納容器ベントは、格納容器破損防止の観点から、あらかじめ定められた判断基準に基づき、実施することになる。
- ・緊急事態発生時は、本社に設置する原子力施設事態即応センターから原子力規制庁緊急時対応センター（ERC）に適宜、プラントの現況、事象進展予測や事象進展予測を踏まえた格納容器ベント等の対応措置について情報提供することとしている。また、周辺自治体に対しても、オフサイトセンターを通じて、プラント状況について情報提供することとしている。

エ その他重大事故対策

| | |
|----------------|--|
| <p>項目</p> | <p><23> 発電所で行っている安全性向上の取り組みは、想定外事象が起りうることを踏まえたものになっているか 【県独自項目】</p> |
| <p>論点の趣旨</p> | <p>過去に発生した3つのシビアアクシデント（スリーマイル、チェルノブイリ、福島）は、何れもヒューマンエラーを含め全て想定外事象に端を発するものであった。</p> <p>新規制基準により想定事象が大幅に拡大され、対策された部分についてのリスクは小さくなっているが、今後リスクが大きいことが起きるとしたら、想定外事象に起因するものになると高い確度で推定される。</p> <p>そのため、想定外事象に対する事業者の認識や、安全性向上のため自主的、主体的な取り組みの状況について確認する。</p> |
| <p>中国電力の説明</p> | <p>想定外事象に対する各項目についての整理は以下のとおり。 今後も、島根原子力発電所の安全性向上のため、自主的かつ主体的に対策の実施に取り組んでいく。</p> <p><基本的認識> 「想定外事象」には、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 想定する結果を超える事象 2) 想定するシナリオ（起因事象を含む）を超える事象 <p>の2点の解釈があると考える。</p> <p>1)について有効性評価では、原子炉側は格納容器破損防止が達成でき、また燃料プール側は使用済燃料の冠水維持ができるといった評価結果となっている。一方大規模損壊においては、それらの評価結果を超える事象に至ったとしても、可搬設備を使用して、事故事象を緩和できる手順を整備していることを審査において説明している。</p> <p>2)の想定するシナリオには、人間側の認知が必要であり、新たな知見が得られた段階で、適切にフィードバックしていくことが必要と考える。至近の例では、原子力発電所を持つ電力会社が共同で取り組んでいる「原子力発電所におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策」などが挙げられ、原子力エネルギー協議会（ATENA）という組織と一体となって対応している。この取り組みにおいては、安全性向上評価届出といった制度面などを通じて、電力の不断の努力が必要と考える。</p> <p><基本的考え方> 想定する結果を超える事象については、様々な事態において柔</p> |

| | |
|--------------|--|
| | <p>軟に対応するため、大規模損壊において検討を行った、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所構内において有効に機能する運転員を含む人的資源 ・設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備等の物的資源 ・発電所内外の情報の活用 <p>の考え方を基に対応していくことになると思う。</p> <p><ハードとソフトの対応策></p> <p>それぞれについて大規模損壊時の対応策の一例を挙げる。</p> <p>1) ハード面</p> <p>同時に複数の可搬型重大事故等対処設備が機能喪失しないように保管場所を分散し、かつ、十分離して配備する。</p> <p>2) ソフト面</p> <p>緊急時対策要員については、要員の役割に応じて付与される力量に加え、例えば要員の被災等が発生した場合においても、優先順位の高い緩和措置の実施に遅れが生じることがないように、臨機応変な配員変更に対応できる知識及び技能習得による要員の多能化を計画的に実施する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①想定外事象と言うのは簡単だけれど実際に想定外に対応するのは難しい。ハード対策は数があれば本来の目的以外に使って上手くいくこともある。ソフト対策はシナリオレスの訓練を数日間とか長時間、それを何回も繰り返すことで想定外に対応できる力が付く。</p> <p>レジリエンス工学や、OODAループ（観察（Observe）、状況判断（Orient）、意思決定（Decide）、行動（Act））を参照すると色々手法があるので、参考にしてほしい。</p> <p>（杉本顧問（コメント））</p> <p>②想定外の動向として原子力発電所を持つ電力会社が共同で取り組んでいるデジタル安全保護系のソフトウェア共通要因故障緩和対策について、これは昔からアメリカやヨーロッパが問題にしていたものだが、これはどういうアプローチで何を心配しているのか。（吉川顧問）</p> <p>③想定外事象の話は、単なる技術的な話ではなく、知らないことすら知らないものの想定をどうやっていくか、原子力事業者としてどの程度考えているのか、と言う問いかけだと思う。</p> <p>（勝田顧問（コメント））</p> <p>④これまでの顧問会議で議論してきたように、今後リスクが高いことは想定外の事象が発端になる可能性が高いと思っている。審査の場でも想定外への対処を議論したのか、規制庁に伺いたい。（杉本顧問）</p> <p>⑤現在の知見や解析手法は決して万能ではなく、現在の知見では</p> |

| | |
|-----------|---|
| | <p>想定できない事態や、解析上予測していなかった深刻な事態が発生する可能性はゼロではない。そうした状況が発生した場合にどう対処するかが安全対策の根幹だと考えているが、規制側は、その辺りをどう考えているか聞きたい。</p> <p>また、想定を超える事態が起きたときに、福島事故当時のように指揮命令系統が混乱してはいけないので、1社だけに対応を任せるのではなく、国が中心となったオール日本としての技術支援システムを考えておく必要があるのではないかと。</p> <p>(芹澤顧問)</p> <p>⑥(「顧問の意見」⑤に関連して、) JCOの臨界事故を機に組織された原子力緊急時支援・研修センターも、福島事故の際には住民の問い合わせ対応や現地での被災者支援活動、環境モニタリング等で技術支援組織としての役割を果たしてきた。</p> <p>こういった役割を災害対策基本法にある指定公共機関の役割だと片づけるのではなく、国としてどのような枠組みで専門機関の能力を活かすかを考えていく必要はないか。(片桐顧問)</p> |
| 中国電力の回答 | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系を制御しているソフトウェアに仮に不具合があった場合、複数の安全設備がその不具合を共通要因として使えなくなる可能性がある。そのためソフトウェア制御の安全保護系を採用している炉を対象に、ソフトウェアに起因する故障が発生した場合の対策と対策の有効性を評価するよう求めている。 ・なお島根2号は基本的にアナログの安全保護系を採用しているが、核計装や放射線モニタの取り込み部等が一部デジタルになっているため、対策を実施することにしている。 |
| 原子力規制庁の回答 | <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・福島事故の教訓を踏まえて想定外の事象にも対応できるように、可搬型設備や放水砲を整備し、共用できることを確認している。想定外の事象に対して何も対処できないということがないように、可搬型設備の分散配置や、それを原子炉建物につながる接続口を建物の違う方向に設置するなど、できる限りのことをやるという考え方で対策を求めている。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所には放水砲以外にも色々な可搬型設備を用意しており、予測していない事態が起きたとしても、これらの設備を組み合わせれば何もできないことはないと考えている。 <p>緊急時に支援する仕組みとしては、若狭湾に機器を集めているセンターがあり、その他に事業者間で協力協定を結んでいるこ</p> |

とは認識している。シビアアクシデントの審査としては、想定外事象への対応の仕方までは要求はしていない。

(「顧問の意見」⑥について)

- ・防災基本計画（令和3年5月改正 中央防災会議）において、指定公共機関のJAEA（日本原子力研究開発機構）及びQST（量子科学技術研究開発機構）は、平時から体制を整備し、緊急時には国と緊密な連携を確保し、専門家の派遣、住民からの問い合わせに対応する窓口の設置、緊急時モニタリングの実施又は支援等を行うこととしている。

また、国の原子力総合防災訓練等を通じ、原子力災害対策本部、JAEA、QSTが連携し、上記を含めた緊急時対応能力の維持、向上を図っている。

その他、原子力規制委員会設置法に基づき、緊急事態応急対策委員にJAEAの職員を任命し、原子力緊急事態における応急対策に関する事項を調査審議いただくこととしている。

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><24> MOX燃料（プルサーマル）を前提としているが、追加の対策が必要になることはないか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>島根原子力発電所2号機におけるMOX燃料の使用は、平成20年10月28日に設置変更許可がされているが、MOX燃料を装荷する前に新規制基準が策定されている。</p> <p>新規制基準適合性申請は、既許可の内容が前提となるため、MOX燃料を使用できることになるが、そのために追加的な対策が必要かどうかを確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>解析評価は9×9燃料を代表として実施し、対策の有効性を確認しているが、MOX燃料を考慮した場合についても、以下の観点において、9×9燃料の評価に包絡されることを確認しており、追加の対策は必要ない。</p> <p><崩壊熱> 燃料被覆管温度の評価において支配的となる事象初期の崩壊熱は、9×9燃料の方がMOX燃料よりも大きいため、9×9燃料の評価に包絡される。</p> <p><被ばく評価> 9×9燃料の代表的核分裂核種であるウラン235とMOX燃料の代表的核分裂核種であるプルトニウム239の核分裂生成物の核分裂収率を比較した場合、9×9燃料の方が使用する運転期間が長いことから、希ガス、よう素及びセシウムのいずれも炉内内蔵量は多く見積もられるため、9×9燃料の評価に包絡される。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①9×9燃料で代表させているが、MOXの評価をすれば良い話なのではないか。（吉川顧問）</p> |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・まだMOXを使った事は無いが、MOX燃料を装荷したとしても1/3炉心までで、残りは9×9燃料になる。 ・崩壊熱・被ばく評価の観点でどちらが厳しいかというと、9×9燃料の方が厳しいため、シビアアクシデント評価においてはそちらで評価している。 |

③ 技術的能力その他

ア 長期停止影響

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><25> 原子炉が長期停止したことで、安全設備への悪影響はないか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>島根原子力発電所2号機は平成24年1月27日以降長期間停止している。重要設備の経年劣化（例えば中央制御室空調換気系ダクトの腐食事案（平成28年12月8日発生報告））に対して、どのような維持管理がされているか確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>プラントが長期停止（概ね1年以上）となった場合、プラントの状況に応じて、設備の機能を継続的に維持するため、「特別な保全計画」を定める運用としている。</p> <p>具体的には、長期間使用しない系統・機器については、腐食等の劣化抑制の観点から、「乾燥保管」または「満水保管」を行い、定期的な水の入れ替えや回転機器のハンドターニング等の保管措置を適切に実施している。</p> <p>一方、プラント停止中においても機能要求がある系統・機器（インサービス機器）については、必要により追加点検等を行っている。</p> <p>また、プラント起動前には、通常の起動確認に加え、以下のようなプラント長期停止を踏まえた系統・機器の健全性を確認し、必要により追加点検等を行うこととしている。</p> <p><プラント長期停止を踏まえた健全性確認（計画）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「乾燥保管」または「満水保管」等の保管措置により劣化抑制を講じていた系統・機器について、消耗品及び電気品の劣化や動的機器の駆動部の固着が想定されることから、パッキン等の消耗品取替や潤滑油取替を実施するとともに、系統・機器の運転状態を確認する。 ・上記以外の系統・機器であって、故障や計器精度外れ等によってプラント停止に至るリスクが顕在する機器や電気・計装品について、定期取替、消耗品取替、潤滑油取替及び計器校正等を実施するとともに、系統・機器の運転状態を確認する。等 <p>なお、中央制御室空調換気系ダクトについては、再発防止の1つとして点検内容・点検頻度の見直しを行っており、点検計画に基づき、適切に維持管理していく。</p> |

| | |
|----------------|---|
| <p>顧問の意見</p> | <p>①柏崎刈羽では運転してもいないのに水密扉の劣化が始まってしまった。審査長期化に伴ってせつかく取り付けた安全対策で既にそういうおかしな事が起きていないか。（勝田顧問）</p> <p>②長期停止に伴う影響はどここの電力会社も頭の痛い問題と認識していると思う。日本のBWRは再稼働していないが、海外の場合、BWRはアメリカに多く、運転しているものも止まっているものもあると思う。他国の例で参考になるような取り組みがあるのではないか。（吉川顧問）</p> |
| <p>中国電力の回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基本的には工事中の設備については、調達管理の中で管理し、必要な措置を実施するとともに、据付け済の設備（工事中含む）についても巡視点検により異常のないことを確認している。また、一部、自主運用として使用している安全対策設備（消防ポンプ車等）については、点検計画に基づき、定期的な機能確認等を行っている。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・御指摘のとおり、アメリカではTVA社（テネシーバレーオーソリティ）のブラウنزフェリー原子力発電所という長期間停止していたBWRプラントを再稼働した実績がレポートにまとめられており、知見として活用していく。また、先行する国内のBWRプラントの知見も収集していく。 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|----------|-----|----------------|------|-----|-----------|-------------|--|----|------|-----|----------|------------------|--|--|----|--------|-----|--|--|--|--|--|--|--------|-----|--|--|--|--|--|--|--------|-----|--|--|--|--|----|--|--------|----|----|----|--|--|--|--|--------|----|----|----|--|--|
| 項目 | <p><26> 運転経験のない所員に対し、経験不足を補う教育が行われているか【県独自項目】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 論点の趣旨 | <p>島根原子力発電所は長期間停止しており、運転経験のない運転員、運転中の発電所を知らない発電所員が増加している。こうした経験不足の所員に対する技術継承の取り組みを確認する。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 中国電力の説明 | <p>技術継承に関しては、日頃から自社訓練施設のほか、国内の原子力関係機関において目的に応じた実技訓練や机上教育を計画的に実施し、一般及び専門知識・技能の習得及び習熟に努めている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自社訓練施設においてポンプ、電動機、弁等様々な直営訓練を実施し、技術力の向上に努めている。 ・ 訓練施設として「体感装置」を設置している。ポンプの運転や、配管の流動について人為的に異常な状態（兆候）を作り出し、「見る」・「聴く」・「触れる」等、人の感覚で体験（体感）することにより、設備の異常兆候を早期に察知することを目的とした研修を実施している。 ・ 自社シミュレータ施設およびBWR運転訓練センターにおいて、運転に従事する技術者を主な対象者として、基本的な起動・停止操作から冷却材喪失事故等、複雑な事故対応の実技訓練を実施している。 <p>長期間発電所が運転していないことで、運転している状態の熱、音、圧力等を五感で経験していなかったり、原子炉起動時の作業を経験していない若年層が増加している。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="padding-left: 20px;">< 発電所員 ></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">技術系社員（総務、医療除く）</td> <td style="text-align: right;">450名</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">未経験</td> <td style="text-align: right;">177名（約4割）</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding-left: 20px;">< 運転員 >（再掲）</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">総数</td> <td style="text-align: right;">107名</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">未経験</td> <td style="text-align: right;">41名（約4割）</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">（人数は令和3年5月31日現在）</td> </tr> </table> </div> <p>若年層の経験・実体験に係る課題については、本来ある設備運転中の姿を早く体感させたいとの思いから、火力発電所や他社で運転中の原子力発電所への運転員派遣も実施するなど、技術継承に努めている。</p> <p>< 派遣実績 ></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">火力</td> <td style="width: 10%;">2016年度</td> <td style="width: 10%;">15名</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2017年度</td> <td>30名</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2019年度</td> <td>12名</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>他社</td> <td></td> <td>2017年度</td> <td>関西</td> <td>高浜</td> <td>5名</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2018年度</td> <td>関西</td> <td>大飯</td> <td>6名</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | < 発電所員 > | | 技術系社員（総務、医療除く） | 450名 | 未経験 | 177名（約4割） | < 運転員 >（再掲） | | 総数 | 107名 | 未経験 | 41名（約4割） | （人数は令和3年5月31日現在） | | | 火力 | 2016年度 | 15名 | | | | | | | 2017年度 | 30名 | | | | | | | 2019年度 | 12名 | | | | | 他社 | | 2017年度 | 関西 | 高浜 | 5名 | | | | | 2018年度 | 関西 | 大飯 | 6名 | | |
| < 発電所員 > | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 技術系社員（総務、医療除く） | 450名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 未経験 | 177名（約4割） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| < 運転員 >（再掲） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 総数 | 107名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 未経験 | 41名（約4割） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| （人数は令和3年5月31日現在） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 火力 | 2016年度 | 15名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2017年度 | 30名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2019年度 | 12名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 他社 | | 2017年度 | 関西 | 高浜 | 5名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2018年度 | 関西 | 大飯 | 6名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| | <p style="text-align: center;">2019年度 四国 伊方 5名</p> <p>また、モチベーションの向上に向け、若年層を審査応援に派遣し、官庁対応等の経験をさせている。こうした経験はプラント本来の設計の考え方等を学ぶ重要な機会になっており、プラントが長期停止している現在の環境も有効に活用しながら人材育成に努めている。</p> <p>また、経験・実体験をベースとした知識・技能をいかに次世代に伝承していくかが課題と認識し、経験豊富で高い技術・技能を保有する「エネルギー・マスター^(※)」を中心とした後継者育成を行うなど、技術・技能継承に取り組んでいる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・若年層を対象に、エネルギー・マスターによる講話を実施し、原子力に携わる技術者としての基本的な心構えや姿勢、技術・技能習得の必要性等について、自らの経験談や思いを直接伝え、気付きを与えることで原子力安全意識の向上を図っている。 ・入社3年目までの運転員に対し、現場の作業やパトロールの実施状況を当直長が観察し、過去の事例や経験談等を踏まえて現場指導を実施している。 ・運転経験の無い運転員に対し、実時間ベースでのプラント起動訓練を行い、操作の内容や監視計器の挙動（原子炉水位、原子炉出力等の変化）、操作の時期や頻度等を理解させている。また現場において操作内容の指導を行うなど、エネルギー・マスターを含めた当直長クラスが技術・技能の継承を行っている。 <p>さらに、世界原子力発電事業者協会（WANO）、原子力安全推進協会（JANSI）へ出向させ、他プラントで実施されるピアレビューへレビューワとして参加する経験などを通じ、国内外の原子力に関する情報を得て、運用改善の視点を向上させるなど、幅広い視野を持つ人材の育成にも取り組んでいる。</p> <p>(※) エネルギー・マスター 技術分野において経験豊富で高い技術・技能を保有する社員。日常業務に加え、認定分野における技術・技能の向上および継承活動を主な役割とし、自らが保有する高い技術・技能を活かして、後進の指導を行っている。</p> |
| <p style="text-align: center;">顧問の意見</p> | <p>①機械ものについては共通して言える話だが、長いこと止まってしまうと、技術継承もできないし、いざ動かすという時にプラントの動かし方が分からなくなるといった、機械の劣化以上に人的要因の問題が出てくる。何でもかんでも止めた方がいいのだというのは、社会全体を見るとかえってまずい。社会的に別の観点から、動かした時と動かさなかった時のバランスを取ってどう考えるかということも大事だと思う。動かすと危ないと決</p> |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>めつけて、何が何でも動かさずに置いておくことが安全だというのが常識にならないよう、中国電力としてはもう少し自分たちの意識や考え方を前に出されると良いのではないかと。 （吉川顧問（コメント））</p> <p>②設備劣化よりも、士気の低下によってやるべきことができなくなってしまう事を恐れている。士気低下を防ぐことは大事であり、安全の低下に繋がらないよう、会社として若手や多くの人を導いていただきたい。（二ノ方顧問）</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所の停止が長くなり、所員のモチベーション維持は悩ましい問題であったが、今は進んでいる感があり、少しずつ士気は上がってきている。現状に油断することなく、モチベーションや技能を維持していくよう努めたい。 |

【論点<26>参考：技術力の維持・向上に向けた取り組み事例】

◇取り組み事例

- 知識・技能の習得・習熟
 - ・ 自社訓練施設における教育・訓練
 - ・ 社外の訓練施設への派遣
- 現場力，モチベーションの向上
 - ・ 火力発電所での現地研修
 - ・ 稼働中の他社原子力発電所での体感研修
 - ・ 他社とのシミュレータ合同訓練
 - ・ 審査対応を通じたプラント設計の理解
- 技術・技能の継承
 - ・ 高度技術・技能者（エネルギー・マスター）を中心とした現場における技術伝承活動



技術訓練施設での体感装置を利用した研修（軸受の振動）



シミュレータ訓練施設での運転訓練



火力発電所での現地研修



当直長による現場指導（実時間起動訓練）

出典：中国電力(株)資料

イ 安全管理

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p>〈27〉 他号機があることなどで2号機の事故対応に悪影響はないか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>2号機と隣接する1号機（廃止措置中）や、3号機（建設中）が2号機の事故対応に悪影響を与えることがないか確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>2号機運転中に重大事故等や大規模損壊が発生した場合、他号機についても重大事故等や大規模損壊が発生すると想定し、それらの対応を含めた同時被災時における、1号機及び3号機周辺の屋外設備の損傷による影響、必要な要員及び資源の十分性を確認するとともに、1号機における高線量場の発生を前提として、2号機重大事故等や大規模損壊への対応の成立性を確認している。</p> <p>なお、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生については、他号機との同時被災は評価の対象外としている。</p> <p>同時被災時における、原子力防災組織体制、被ばく評価及び1号機の廃止措置作業等による影響について、以下に示す。</p> <p>＜原子力防災組織体制＞</p> <p>1) 当直体制</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プラントの同時発災時等において複数号機での対処が必要な事象が発生した場合、監視や運転操作対応は、号機ごとに確立した指揮命令系統のもと、中央制御室に常駐している1, 2号機運転員により対応する。なお、大型航空機の衝突により、中央制御室が損壊し、1, 2号機運転員が被災した際には、3号機中央制御室に常駐する運転補助要員により対応する。 ・1, 2号機中央制御室に常駐する運転員は、2号機運転中において、各直（5直2交替）、当直長1名（1, 2号機との兼任）のもと、2号機は当直副長1名と運転員5名、1号機は当直主任1名と運転員1名を配置し、1, 2号機の同時被災の場合にも適切に対応できる当直体制を確保する。 ・運転操作手順書に従い実施される事故時のプラント対応の判断は、1号機は当直主任が、2号機は当直副長が行う。 ・3号機中央制御室には、運転補助要員2名が常駐する。 <p>2) 緊急時対策本部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所に設置する緊急時対策本部は、発電所長を本部長として、各プラントの状況や使用可能な設備、事象の進展等の状況を戦略会議等で共有し、対応すべき優先順位の最終的な判断を行う。 <p>3) 廃止措置中の1号機による影響</p> |

- ・廃止措置中の1号機は、すべての使用済燃料が使用済燃料プールに保管されているため、燃料に対する必要な措置を実施することになるが、十分な期間にわたり冷却された状態であり、万一、燃料プールの冷却機能を喪失した場合においても、燃料プールの水温が100℃に到達するのは約11日後と評価しているため、対応作業までに時間的な余裕があることから、2号機の対応を優先する。
- ・可搬型設備による1号機使用済燃料プールへ注水する操作は、平日の勤務時間帯においては発電所内に勤務する緊急時対策要員、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）においては、発電所外から参集した緊急時対策要員で2号機の対応を優先しつつ対応する。

4) 建設中の3号機による影響

- ・3号機は、初装荷燃料装荷前のため、原子力防災組織体制に影響はない。

<被ばく評価及び1号機の廃止措置作業等による影響>

1) 被ばく評価

- ・1号機の燃料プールの全保有水喪失による高線量場発生を想定した場合でも、被ばく評価結果から、2号機の重大事故等への対応作業のためのアクセスは可能であり、重大事故等時における活動が可能であることを確認している。
- ・3号機は、初装荷燃料装荷前のため、燃料からの崩壊熱除去が不要であり、影響ない。なお、3号機の燃料装荷後の被ばく評価及び他号機への影響については、3号機の新規制基準への適合性確認の中で説明していく。

<1号機の廃止措置作業及び3号機の建設工事による影響>

- ・2号機と同じ敷地内において、1号機の廃止措置作業等を実施しているが、資機材は容易に転倒しないように設置し、また、資機材、廃材（鉄骨等）等が荷崩れしないよう固縛する。仮に、資機材、廃材等が転倒又は荷崩れした場合でも、屋外の重大事故等対処設備を損壊させない位置及びアクセスルートに必要な通行幅を確保できる位置に配置する。
- ・竜巻に対しては、2号機と同様の管理を行い、設計飛来物の影響を超えることのないように飛来物発生防止対策を実施する。
- ・3号機の工事においても、同様の対策を実施する。
- ・以上の運用管理については、社内規程に定め、確実に実施する。

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><28> 発電所において新型コロナウイルス等の感染症対策はとられているか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>発電所の感染対策と感染者が発生した場合の対応について確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>当社の新型コロナウイルス感染予防対策ガイドラインについては、国の専門家会議の提言等を参考に日本経済団体連合会や建設電気技術協会が作成したガイドラインを踏まえ、作成した。</p> <p>島根原子力発電所においては、このガイドラインに基づく対策に加えて、施設の重要性を踏まえて、感染予防対策を追加している。</p> <p>具体的には、以下のような対策を講じている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所の当直員の公共交通機関以外の通勤（全員タクシー利用） ・当直員の非対面での引き継ぎ（TV会議システム利用） ・感染拡大地域からの入構者に対するPCR検査等 <p>また、発電所の安全確保に必要な要員について、稼働中、停止中にかかわらず、仮に感染者が発生した場合においても、他部署からの有資格者の応援等により、運営に支障が生じないよう体制を維持していく。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①構内で感染者が発生した場合には全作業を停止するという説明があったが、令和3年7月時点では日本では80万人から90万人が感染者になっているので0.7%程度、1,000人働いていれば7人くらいは感染を1回はしていることになる。微妙な問題だが、全作業を止めるとなると関連会社や協力会社の方は申告しにくいのではないか。（宮本顧問）</p> |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今は感染者の報告があれば一旦立ち止まり、全作業を止めて濃厚接触者などを確認した上で問題無いところから再開するという運用にしている。東京と違って島根県は発生自体が少ないので、その環境に合った形での運用となっている。 ・当社としては、報告によって不利益を絶対に起こしませんという宣言をして、協力会社含めて報告する文化を徹底していただいている。発電所構内で発生した事例もあるが、全て報告していただいております、決して隠さないということができていると考えている。 |

| | |
|---------|--|
| 項目 | <p><29> 使用済燃料は搬出までの間安全に管理できるか 【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>廃止措置中の1号機も含めた使用済燃料の管理状況及び今後の見通しについて確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>使用済燃料は、燃料プールにて、適切に貯蔵・管理し、再処理施設へ順次搬出していくこととしており、現在の使用済燃料貯蔵量は、全貯蔵容量に対し、1号機は約63%（※1）、2号機は約56%（※2）となっている。</p> <p>島根原子力発電所では、これまで、燃料プールのリラッキング等適宜必要な使用済燃料貯蔵対策を講じてきており、現在の貯蔵状況を踏まえると、使用済燃料を計画的に再処理施設へ搬出していくことで、当面の間は、貯蔵上の問題はないものと認識している。</p> <p>また、将来的には、使用済燃料の貯蔵状況等を勘案して、敷地内外における乾式貯蔵施設等種々の貯蔵方策について検討する。</p> <p>なお、1号機使用済燃料については、原子炉本体等解体撤去期間の開始までに再処理施設へ全量搬出する予定である。</p> <p>使用済燃料の貯蔵量は、発電所の稼働状況等に依存するため、現時点において将来の貯蔵量の具体的な推移を見通すことは困難であるが、当社としては、今後とも必要な貯蔵対策を、安全確保を大前提に確実に実施していきたいと考えている。</p> <p>（※1）使用済燃料貯蔵量(722体)/使用済燃料全貯蔵容量(1,140体) （※2）使用済燃料貯蔵量(1,956体)/使用済燃料全貯蔵容量(3,518体)</p> |
| 顧問の意見 | <p>①使用済燃料の貯蔵対策については、5年くらい同じ回答をしていると思う。具体的に進捗はあるのか。もしくは進捗していない理由は何か。（勝田顧問）</p> |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」①について） ・中国電力の場合、現状のところでは使用済燃料の貯蔵容量には余裕があるため、現時点においては使用済燃料貯蔵対策に関する具体的な計画は有していない。</p> |

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p>＜30＞ 新検査制度に対応して、どのような安全性向上の取り組みがされているか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>令和2年度から始まった新検査制度について、原子力規制委員会は、事業者自らの気づきと規制機関の気づきの双方が改善活動の契機となり、結果として更なる安全性の向上が期待されるとしているが、島根原子力発電所において具体的にどのような安全性向上の取り組みに繋がっているか確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>従来の検査制度は、規制機関が行う検査と事業者が行う検査が混在していたが、新検査制度では、安全確保に係る事業者の一義的責任を徹底するため、事業者が全ての検査を実施し、規制機関はその実施状況、継続的改善の取組について、時期、期間を限定せず包括的に監視・評価する仕組みに変更された。</p> <p>新検査制度は、安全確保に係る事業者の主体的な取り組みが行われていることを前提にした制度と理解しており、規制要求への対応にとどまることなく、島根原子力発電所の安全性の維持・向上に向けた取り組みを実施している。</p> <p>例えば、CAP（改善措置活動）では、これまでは不適合と思われる情報を収集していたが、新検査制度運用開始以降は、ニアミスや前兆事象を含めた広範囲の様々な情報を収集し、CAP（是正措置プログラム）の中で是正を図っていくという取り組みをしている。当社ホームページの中でもどのような不適合が発生しているかを示している。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①新検査制度が2020年から始まって、それに対してどう対応できているのか（勝田顧問）</p> <p>②核物質防護の検査の状況について東京電力が話題になった。令和2年第4四半期の検査結果においては、中国電力は大丈夫だったと思うが、何か工夫していることがあれば情報共有していただきたい。（勝田顧問）</p> <p>③規制庁に言われていない自主的な取り組みが知りたい。例えば職場の風通しについて、他事業者はあえてリタイアした人を呼んで意見を出させてトラブルを見つける工夫をしているし、色々なところを見ている協力会社の意見を上下関係のある中でどう取り込むかに苦労している。中国電力がどういう苦労をして、規制庁から言われていることを超えて何をやっているかを出さないといけない。（勝田顧問）</p> <p>④新検査制度がどの程度上手くいくかは重要だと思っている。他電力も色々やっていると聞いているので意見交換をするなど制度を活用してほしい。（勝田顧問（コメント））</p> |

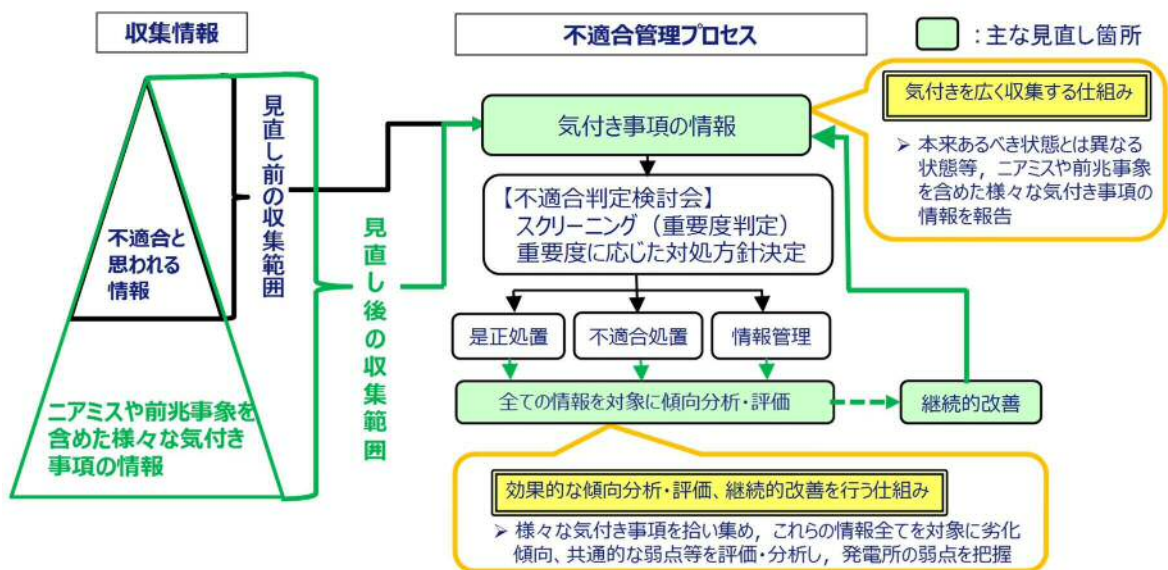
| | |
|---------------------|---|
| | <p>⑤日本は事故前も後も I A E A に保全制度の改善を勧告されており、新検査制度は米国の検査制度 R O P を規制庁が導入したものと認識している。R O P は原発の点検保全を効率改善する方法として事業者が生み出した方法であり、これを米国の規制機関も認めたものだが、日本の場合はこうした事業者自らの技術改善努力はあまりみられない。県側としては新検査制度について中国電力の独自の取り組みなど前向きな努力を引き出していきたい。（吉川顧問（コメント））</p> |
| <p>中国電力の 回答</p> | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検査官が検査に必要な情報にフリーにアクセスできるような環境を整えている。具体的には、検査官室に当社 P C を設置しており、その P C を通じて C A P 情報や Q M S 文書にアクセスできるようにしている。 ・検査官から指摘された内容についても、C A P の中で是正を図っていく取り組みをしており、検査官とはコミュニケーションを取りながら保安活動を進めている。 ・今回の検査制度見直しの内容を十分理解し、規制への対応にとどまることなく、リスク情報や第三者レビューの積極的活用などを通じて、島根原子力発電所のさらなる安全性向上に向けた取り組みを確実に進めていく。 <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和 2 年度第 4 四半期の原子力規制検査において、核物質防護に係る指摘事項はなかった。引き続き、国に認可された核物質防護規定および規制要求に基づき、しっかりと対応していく所存である。 ・東京電力 H D で発生した事案については、関係者間で情報を共有しており、島根原子力発電所において、I D を不正利用した事案や、核物質防護設備の機能が複数箇所、長期間にわたって、機能喪失している事案が発生していないことを確認している。本事案については、現在、東京電力 H D において、詳細な原因の究明および必要な対策の実施に向けた検討が進められており、当社においても、その状況を踏まえながら、必要に応じて適切に対応していく考えである。また、電事連大でも、各社の核セキュリティ担当者同士が連携し、それぞれの核セキュリティに関するルール・取り組みを確認することで改善を図っていくよう、取り組んでいる。 <p>（「顧問の意見」③について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風通しの良い職場となるよう、意見を聞くときもいかに自然体 |

で話ができるかというところ含め苦勞している。OBの話を書くとか、そういうことも含め取り組みに加えていきたい。

- ・請負者とも対等の立場で話をするという意識を浸透させるよう努力しており、発電所全体として風通しの良い環境になるようにこれからも努力していく。

【論点<30>参考：安全性の維持・向上に向けた取り組み例（改善措置活動）】

- 新検査制度の運用開始に伴い、収集する情報は、これまでの不適合と思われる情報から、**ニアミスや前兆事象を含めた広範囲の様々な気付き事項の情報へ見直し。**



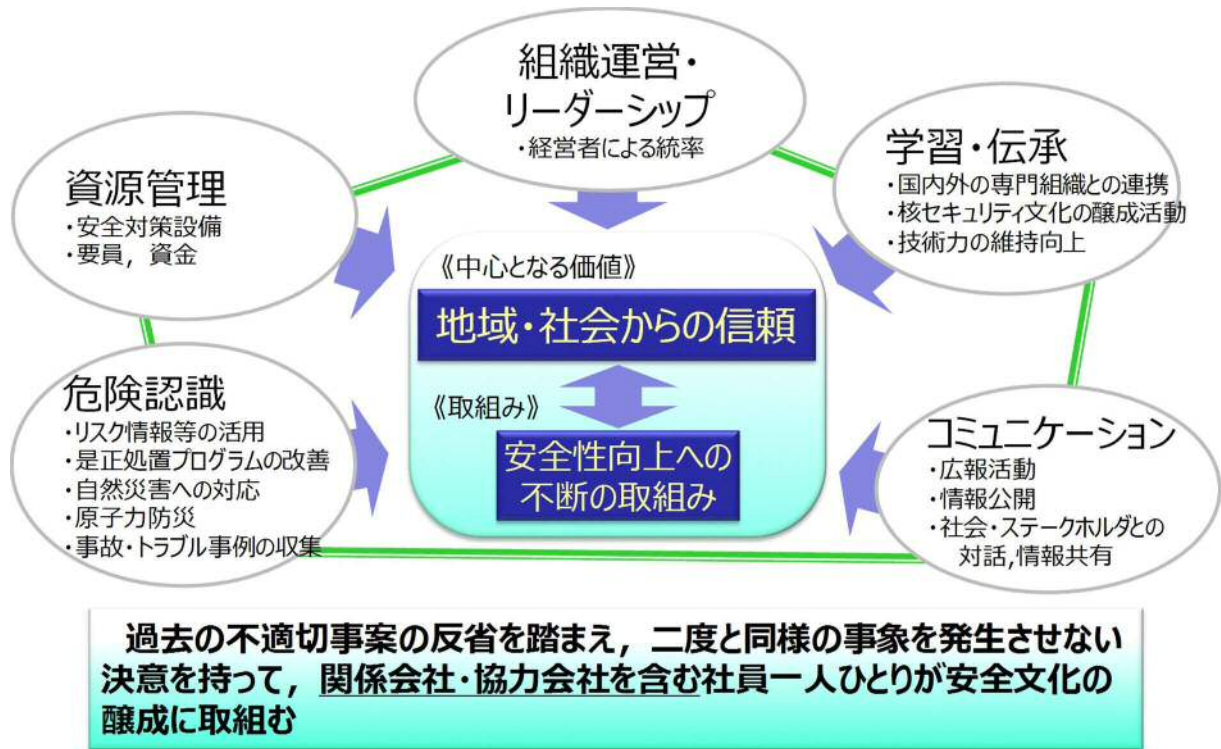
出典：中国電力(株)資料

| | |
|---------|---|
| 項目 | <p><31> 過去のトラブル等の教訓は、地域住民から信頼される安全性確保の活動に反映されているか【県独自項目】</p> |
| 論点の趣旨 | <p>安全対策については、設備面での対応だけでなく、組織体制、発電所の人員、教育及び訓練と言った人的な対応に関しても、不断の充実・強化を図るよう中国電力に要請してきているが、それらの具体的な活動に過去のトラブル等の教訓が反映されているか確認する。</p> |
| 中国電力の説明 | <p>当社は、2010年に定められた点検時期を超過して機器を使用した保守管理不備問題を、2015年にメーカーでの校正を行っていない流量計を取り付けた設備で、充填固化体を製作していた低レベル放射性廃棄物のモルタル充填に用いる流量計問題（LLW流量計問題）を、2020年にサイトバンカ建物の巡視業務で、委託先社員が巡視を怠った問題（SB未巡視問題）を発生させた。</p> <p>それぞれの事案の原因は、業務管理のしくみや管理者のマネジメント、コンプライアンス意識などに問題があり、策定した再発防止を実施してきた。</p> <p><主な取り組み例></p> <ul style="list-style-type: none"> ・部制の導入や原子力部門戦略会議等を設置し、業務管理の仕組みを強化 ・管理者責務（進捗管理、業務監督、内部牽制、コミュニケーション等）の研修による、管理者によるマネジメントの改善 ・話し合い研修や地域行事への参加等を通じて、風化を防止し、原子力安全文化を醸成 <p>当社は、地域社会からの信頼があつてこそその原子力発電所であり、そのためには安全性向上に不断に取り組む事が、信頼の礎になると考えている。</p> <p>これらの取り組みを確実にするためには、過去の反省を風化させずに、安全文化を醸成していくことが重要と考え、関係会社・協力会社とともに取り組んでいく。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①シビアアクシデント対策だけすれば良いわけではない。過去には点検不備問題があり、普段の運転についても地元の人は不安を感じると思う。点検不備問題をどう考え、どう対応しているかというのは必要だと思う。（勝田顧問）</p> <p>②東京電力は原子力事業者としての7項目の基本姿勢を保安規定にした。中国電力として、そういうものを保安規定に入れる、あるいは県が求めるというのは、そこまでして原子力発電所を動かさないといけないという覚悟が見えることになるので、一</p> |

| | |
|---------|--|
| | <p>度検討して欲しい。（勝田顧問）</p> <p>③地域からの信頼獲得に向けた取り組みがされていることは理解した。だが、三隅火力では体調不良者が出ると、県内でなく地元で検査を受けさせているという話も聞く。真偽はともかく、そういう話が出るというのは、地域住民からすれば体質を疑う感覚がある気がするので、しっかり対策をしてほしい。</p> <p>（宮本顧問）</p> <p>④説明資料には「安全文化」や「コンプライアンス」に関する記述があるが、「技術倫理」に関する取り組み状況はどうか。</p> <p>（杉本顧問）</p> <p>⑤日本原子力学会では、技術倫理の重要性を認識し、倫理委員会において倫理規定の策定・改訂や事例集の作成などを実施している。特に、事例集を用いた社員の定期的なグループ討論は、技術倫理を実際に身に付ける上で効果的と考えるので、参考にしてほしい。（杉本顧問（コメント））</p> <p>⑥サイトバンカ含め放射性廃棄物処理関係は廃止措置が始まるとそういう方面でも大事になるので、気を付けて取り組んでいただきたい。（吉川顧問（コメント））</p> <p>⑦（顧問の意見④への回答に対して、）優等生的な説明だが、新潟県の委員会でも同様の議論があり、東京電力も技術倫理はきちんとやっていると説明をしていた。しかしセキュリティ事案で厳しい指摘があり、やはり実質的に身につくことを実施しないといけないのかなと思う。東京電力の事例は、技術者として放置してはいけない状態を長らく放置したもので、まさに技術者倫理の欠陥であり、そういうことが万が一にもないようにしっかり対応していただきたい。（杉本顧問）</p> |
| 中国電力の回答 | <p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2010年の点検不備問題は、機器が未点検の状況であるにもかかわらず点検計画表にマルをつけていたということで、関係者の皆様に大変御心配、御迷惑をかけたと反省している。 ・再発防止対策としてEAM（統合型保全システム）を導入し、機器の点検計画、実績を管理する対策を講じている。 ・また不適合管理が十分でなかったという問題点についても再発防止対策として取り組んできている。 <p>（「顧問の意見」③について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当社では、当社および協力会社の社員に対し、コロナウイルス感染症に対する感染防止の徹底と、感染の疑いがある場合には、積極的に医療機関に相談し、適切に対処するようお願いしている。 |

| | |
|-------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・顧問からのご指摘を踏まえ、協力会社の方で誤解が無いように、引き続き感染防止とともに、積極的に医療機関に相談していただくよう働きかけていく。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所の運転員には、原子力の安全確保に対する高い意識・技能が必要であり、道徳性、技術的にも相当に高度なレベルが要求されている。コンプライアンス遵守はもとより、一人ひとりが高い倫理観を持って業務を進めていくことが不可欠と考えている。 ・運転員に期待する基本行動として、「監視」「制御」「チームワーク」のあるべき姿についてマニュアルに明文化しており、マニュアルをもとに教育を行うことにより、倫理意識の向上に取り組んでいるところ。 ・提案いただいた原子力学会の事例集も参考とし、引き続き技術者倫理の向上に尽力したいと考える。 <p>(「顧問の意見」⑦について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近いところではサイトバンカ未巡視、過去には点検不備があった。コンプライアンスや安全文化醸成にはずっと取り組んできているが、完全な撲滅は難しく、達成した状態はそこから劣化すると理解しており、不断の努力が必要と考えている。 ・問題を隠さないように、言い出せる職場環境を維持していきながら、コンプライアンス違反事例が無くなっていくよう、常に努力していきたい。 |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保安規定は原子力規制委員会の審査事項であるため、県から中国電力に対し、保安規定に関する記載の変更等を求めることは考えていないが、「原子力事業者としての基本姿勢を保安規定に入れるべき」とのご意見は、中国電力に伝える。 ・また、原子力規制委員会に対し、保安規定変更認可の審査、原子力規制検査について厳格に行うよう要請していく。 |

【論点<31>参考：原子力の安全性向上に関する様々な取り組み】



出典：中国電力(株)資料

(3) 避難対策

避難対策に関する項目一覧

| | |
|-----------------|---|
| ① 防災計画と避難計画 | <ul style="list-style-type: none"> <1> 避難計画も原子力規制委員会が審査すべきではないか <2> 避難計画の実効性はどのように確認するのか <3> 避難計画の実効性を数値化して評価すべきではないか <4> オフサイトセンターと災害対策本部の機能分担はどうなっているのか <5> 原子力災害時の県職員の対応体制はどうなっているのか <6> 原子力災害時に必要な資機材の整備状況はどうなっているのか |
| ② 段階的避難と屋内退避 | <ul style="list-style-type: none"> <7> 屋内退避指示の実効性をどう評価しているのか <8> UPZの防護措置をまず屋内退避としている理由は。放射性物質放出前の避難についてはどう考えているのか <9> 原子力災害時の避難における渋滞対策はどうなっているのか <10> 避難方法等の事前周知はされているのか、また、その効果をどう評価しているのか |
| ③ 避難行動要支援者の避難対策 | <ul style="list-style-type: none"> <11> 避難行動要支援者が安全に避難できるようどのような対策をとっているのか <12> 発災時、個々の避難行動要支援者の情報を適切に把握できるのか <13> 避難に必要なバス・福祉車両の必要台数は確保されているのか <14> 発災時、バス・福祉車両による避難者輸送が実施できる体制になっているのか <15> バス・福祉車両の運転手等の安全確保対策はどうなっているのか |
| ④ 複合災害時の対応 | <ul style="list-style-type: none"> <16> 地震による避難ルートの損傷等に対してどのような対策をとっているのか <17> 原子力災害との複合災害が発生した場合の避難対策はどうなっているのか |
| ⑤ その他 | <p>ア 原子力災害時の医療の実施体制</p> <ul style="list-style-type: none"> <18> 安定ヨウ素剤の配布状況や配布体制はどうなっているのか <19> 安定ヨウ素剤の服用指示はいつ、どのように伝達するのか <20> 避難退城時検査会場における検査手順はどうなっているのか <21> 避難退城時検査の実施により、渋滞が発生するのではないか <p>イ 緊急時モニタリングの実施体制</p> <ul style="list-style-type: none"> <22> 緊急時における空間放射線量率のモニタリング体制はどうなっているのか <23> 緊急時の空間放射線量率の公表方法はどうか <24> モニタリングポストの自然災害対策や停電、通信障害等の対策はどうなっているのか |

① 防災計画と避難計画

| 項目 | <1> 避難計画も原子力規制委員会が審査すべきではないか |
|---------------|--|
| 島根県の 考え・取組 | <p>福島第一原子力発電所事故が起こり従来の原子力防災について多くの問題点が明らかになったことから、国は、自治体等が原子力災害対策に係る計画を策定する際の科学的、客観的判断を支援するため、原子力災害時の避難等に係る専門的・技術的事項等について定めた「原子力災害対策指針」を平成24年10月31日に新たに策定した。</p> <p>また、その後も新たな知見等を踏まえ、8回の全面改正を行ってきた。</p> <p>島根県でもそれを受け、地域防災計画（原子力災害対策編）や広域避難計画を策定・改正するなど必要な対応を行ってきた。</p> <p>避難計画を原子力規制委員会が認可することを想定した場合、避難先や避難経路等が記載された計画が策定されれば良いのか、それに基づく訓練を数回行っていけば良いのかなど、具体的な審査基準の設定が難しいと考えられる。</p> <p>また、一定の基準さえ満足すれば良いとの考えなどにより、不断の見直しや改善を図る取り組みを阻害する可能性もある。</p> <p>このことから、国が法的に認可する枠組みは難しいと考える。</p> <p>さらに、原子力災害時の避難計画は、地域の実情を熟知している自治体と専門的な知見を持つ国が一体となって策定しているので、当事者である国が避難計画を法的に認可することは、適切ではないと考える。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①国は複合災害も念頭に置いて計画の策定を支援する形に現状なっているが、国がそれを審査すべきということになったとき、何をもって審査ができるのか疑問を感じる。 （片桐顧問（コメント））</p> <p>②東日本大震災の後、国は国で当事者として緊急時対応を作っており、国も県もそれぞれがつかさつかさの役割として計画を立てているという意味で、県のほうだけを審査するというスキームには現在ないと理解している。（関谷顧問（コメント））</p> <p>③原子力防災自体は国、地方自治体、事業者、市民の総合防災力なので、国も原子力防災の当事者の一つ。大きな意味で言うと、当事者が自らのことを審査するのは、スキームとしては難しいのではないかと思う。ただ、県の分担に対して規制委員会としての要求事項を出してきて、その点で十分かどうかということ</p> |

| | |
|-------------|--|
| | <p>を見るということは、技術的にはあり得ると思う。 (野口顧問 (コメント))</p> <p>④原子力政策全般に対して、規制委員会が万能であるわけでもない。原子力のシステム、専門知識があるということと、人々を安全に避難させる防災の知識というのは別の知識なので、何に対しては誰の意見を聴くべきかということは整理しておいた方がよい。(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防災の仕事では、規制委員会が示す原子力災害対策指針のような技術的、専門的なこともある一方で、どうやって住民の安全確保をしていくかについては、また別の視点もあると思っているので、その両面で取組を進めていく。 |

| 項目 | <2> 避難計画の実効性はどのように確認するのか |
|---------------|---|
| 島根県の 考え・取組 | <p>避難対策については、計画に必要な内容が盛り込まれているか、避難が計画通りに実行できるかという観点が重要である。</p> <p>島根県では避難計画の具体化、充実化を図るため、以下のような取組を進めてきた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 県内と岡山・広島両県の受入市町村の了解を得て、具体的な避難先や避難ルートをあらかじめ地区ごとに設定 ・ 避難手段の確保のため、中国5県のバス、タクシー協会と協定を締結し、運転手の被ばく線量管理をすることとしたうえで、防護服等の資機材を整備 ・ 避難行動要支援者の屋内退避のため、放射線防護対策設備を島根原子力発電所近隣の入所社会福祉施設や医療施設に整備 <p>こうした取組を踏まえ、県外避難や放射性物質による住民の汚染状況の検査体制の確保を含めて、実働の訓練を行い、実効性の向上のため様々な取組を進めてきている。</p> <p>これらの避難計画については、島根・鳥取両県を合わせた地域全体の避難計画である「島根地域の緊急時対応」として取りまとめられ、国と関係自治体等で構成する島根地域原子力防災協議会において、具体的かつ合理的であることが確認され、その後、内閣総理大臣を議長とする原子力防災会議で了承されたところである。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①例えば広域避難で他県に移動するなど、ある地域の人が決められた避難所に移動するのにどの程度の時間かかるのかというようなことを時間のファクターでフォーカスする方法で、実効的か否かを評価することは可能だと思う。しかし、災害として置かれてる状況は一様ではないということを考えると、あまり実効性ということで目標を定めて、これを超えたら合格というような考え方は、いかながなものかなというふうに感じる。</p> <p>(片桐顧問 (コメント))</p> <p>②実効性というと、2つの面があるというのは言葉としてはおかしくないと思うが、計画どおり実行できるというのは、そもそも普通の災害の計画でも入ってくる概念ではない。ただ、原子力の避難の場合は、できるだけ100%の避難を目指すという意味で、それを目標にしているところからこういうものがあると思うが、基本的には手順を県や市町村が準備して、それが正しく実行できるかどうかというところを実効性と言っていると理解をしている。防災としてはできるだけのことをして、住民を避難させて被ばくを減らすというところを、まずは力点を置くべきなので、そこが担保されているか否かという基本を</p> |

| | |
|---------------|--|
| | <p>忘れないというのが重要だと思う。(関谷顧問 (コメント))</p> <p>③実効性をどのように確認するかという答えの半分程度は、県の回答の中にあると思っている。必要な要素はしっかり入っているか、それが実行できるかという部分で、そこは県として結構整理できていると思う。言葉上から言うと、実効性は2つの意味があり、一つはもともとできないことをやると決めてないかという点の実効性という意味がある。もう一つの実効性というのは、普通の状況であればうまくいくが、状況が変化したときにもううまくいくかという、適応力としての実効性と、この2つの実効性がある。(野口顧問 (コメント))</p> <p>④訓練が何の訓練かということを確認しておく必要がある。住民の避難訓練は行政が住民を避難されるための行政訓練にしかなっていないので、訓練によって何を確認したかということをしきりと整理する必要がある。(野口顧問)</p> <p>⑤福島第一原子力発電所事故で段階的避難は行われておらず、行政の指示に従い避難をしたのは3割から4割程度で、それ以外は親戚等を頼って避難をしている。また、自然災害でも要援護者の避難が100%行われた事例がないと思う。原子力関係の防災では実効性という言葉がよく使われているが、こうした状況を踏まえ、段階的避難の実効性をどのように考えているか。(関谷顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住民参加の避難訓練は、機会を共有する場という面があるということも捉えて、住民が体感できる訓練にしていくことが大事だと思う。しっかりと整理をしてその点踏まえた企画を考えていきたいと思う。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実効性については、これがあるから実効性があるというのではなく、実効性を高める動きが重要。国や自治体職員の対応力の向上や住民理解を深めるなどの実効性を高める努力をしていく考え。 |

| | |
|-----------------------|--|
| 項目 | <p>＜3＞ 避難計画の実効性を数値化して評価すべきではないか</p> |
| <p>島根県の 考え・取組</p> | <p>避難計画などは、一定の基準さえ満足すれば良いという考えでなく、不断の見直しや改善を図る取り組みを行っていくものである。</p> <p>したがって、一定の到達点を示し、それを基準とすることは適当ではないと考える。</p> <p>また、その到達点、いわゆる基準についても人によってそれぞれの考え方があり、そもそも設定することが難しいと考えられる。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①災害対応の一番重要な部分は、平時に現状を踏まえた計画をきちんと策定して置く事は当然であるが、加えて、災害時に混乱の中にあっても実際に住民に避難行動を取ってもらうための実効的な対応計画立案が出来るかどうか。そのようなことを、数値化できるかといったら、そこはなかなか現実にはできないと思うし、する意味自体あまりないと感じる。 (片桐顧問 (コメント))</p> <p>②自然災害での実効性というか、避難できるかどうかというのを数字で表すことを私は見たことはない。例えば消防が8分消防といって、火事が起こった場合にきちんとそこに到着、部署できるかどうかという達成率みたいなものはあるので、そのようなKPIというものはあるかとは思いますが、基本的には防災において数値化というのは難しいのではないかと思います。 (関谷顧問 (コメント))</p> <p>③避難計画何点という点数づけをすること自体は意味がなく、あまりできないと思っているが、県民の方にどのように客観的なレベルを知らせるかという手法としては、少し工夫の余地があるかもしれない。それから各ステークホルダーが、自分がやるべきことがどこまでできていて何が弱いか強いかということを知るために、ある種の工夫をすることは意味があるかもしれない。(野口顧問 (コメント))</p> |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|------|-------------|----------|---------------------------|--------|-----------------------------|------|--------|------------|--------|
| 項目 | <p>〈4〉 オフサイトセンターと災害対策本部の機能分担はどうなっているのか</p> | | | | | | | | | | |
| 島根県の 考え・取組 | <p>原子力災害時、オフサイトセンターには、原子力発電所の事故の状況に応じて次のような国の組織及び会議体が置かれることとなっている。</p> <table border="0"> <tr> <td>警戒事態</td> <td>原子力事故現地警戒本部</td> </tr> <tr> <td>施設敷地緊急事態</td> <td>原子力事故現地対策本部 現地事故対策連絡会議</td> </tr> <tr> <td>全面緊急事態</td> <td>原子力災害現地対策本部 原子力災害合同対策協議会</td> </tr> </table> <p>原子力事故現地対策本部、現地事故対策連絡会議及び原子力災害現地対策本部、原子力災害合同対策協議会の事務局には、8つの機能班（総括班、広報班、運営支援班、医療班、放射線班、プラントチーム、実動対処班、住民安全班）が置かれることとなっている。</p> <p>このうち、現地事故対策連絡会議と原子力災害合同対策協議会の事務局には、県・市からも参集することとなっている。</p> <p>一方、県や市においても、原子力発電所の事故の状況に応じて次のような組織が置かれることとなっている。</p> <table border="0"> <tr> <td>警戒事態</td> <td>対策会議 等</td> </tr> <tr> <td>施設敷地緊急事態以降</td> <td>災害対策本部</td> </tr> </table> <p>このうち、県の災害対策本部事務局には、8つのグループ（総務、情報収集・整理、広報担当、情報通信、原子力総務、発電所・モニタリング、避難調整、避難退域時検査）を設けるほか、安定ヨウ素剤や原子力災害医療を担当する医療調整本部も設けられることとなっている。</p> <p>国と県・市の役割については、例えば、住民の避難に関してはそれぞれ次のように規定されている。</p> <p>現地事故対策連絡会議、原子力災害合同対策協議会 事務局 住民安全班</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住民の避難状況及び救助・救援活動に関する状況の把握・調整及び活動調整 ・緊急輸送関係省庁の行う緊急輸送に関する措置の把握・調整及び必要に応じ現地実動対処班に緊急輸送の依頼 ・緊急輸送に係る優先順位に関する調整 | 警戒事態 | 原子力事故現地警戒本部 | 施設敷地緊急事態 | 原子力事故現地対策本部 現地事故対策連絡会議 | 全面緊急事態 | 原子力災害現地対策本部 原子力災害合同対策協議会 | 警戒事態 | 対策会議 等 | 施設敷地緊急事態以降 | 災害対策本部 |
| 警戒事態 | 原子力事故現地警戒本部 | | | | | | | | | | |
| 施設敷地緊急事態 | 原子力事故現地対策本部 現地事故対策連絡会議 | | | | | | | | | | |
| 全面緊急事態 | 原子力災害現地対策本部 原子力災害合同対策協議会 | | | | | | | | | | |
| 警戒事態 | 対策会議 等 | | | | | | | | | | |
| 施設敷地緊急事態以降 | 災害対策本部 | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急輸送、進入制限等に伴う交通規制の実施に関する調整 ・交通規制等の状況の把握及び調整 ・自然災害との複合災害における自然災害等による周辺地域の被災状況（避難経路、避難先等の被災状況、避難手段の確保の可否等を含む。）の把握 <p>島根県災害対策本部 事務局 避難調整グループ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・避難先県・市町村との受入要請・連絡調整に関すること ・避難対象市町村との連絡調整に関すること ・避難住民輸送用バス等の調達・調整に関すること ・自衛隊等への避難者の誘導・輸送等の要請に関すること ・放射線防護対策施設の運用に関すること ・避難情報の提供に関すること <p>オフサイトセンターに設置される組織と、県・市の災害対策本部の役割については、例えば、住民の避難状況（避難者数、避難先等）や道路の被災状況の把握等については、自然災害の場合には、県が市町村から情報提供を受け、とりまとめた上で、報道発表等を行っていることから、原子力災害の場合も同様に、県がとりまとめた情報を利用することが効率的と考えられるが、現段階で、オフサイトセンターの住民安全班も同様の業務を行うこととなっており、業務が重複しているものと考えられる。</p> <p>このような具体的な事務処理については、少ない人的資源を有効に活用するためにも、今後訓練等を通じて、役割分担を明確にしていく必要がある。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①オフサイトセンターは情報を共有するところで、別に決めるところではないが、自然災害の対応で県、市の災害対策本部が相当混乱の中で仕事を進めているような状況下で、人を適切に配置しながら、必要な業務を展開していく、それはどういうふうな仕組みが一番いいのかと言えば、オフサイトセンターに今相当力をそがれることを見直す方向であってもよいのではないかと感じている。（片桐顧問（コメント））</p> <p>②最後に訓練を通じて役割分担を明確にしていくとあったが、訓練は仕組みがきちんと機能するかどうかを確認するもの。仕組みの議論をしないまま訓練をやっても回答は得られないと思うので、ぜひその部分を今後やっていただきたい。 （片桐顧問（コメント））</p> <p>③島根原発の場合は、鳥取との調整があるので、何らかの形でオフサイトというか、情報共有の場として必要なんだろうと思うが、やはり原子力災害は、県が主導すべきことなので、住民の避難に関しても、県の災害対策本部が責任をもつのが基本だと</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>は思う。(関谷顧問 (コメント))</p> <p>④原子力防災は、原子力の専門家の知識と、地域防災の専門家の知識と二つを合わせてやる必要があるが、それをどうやって合わせるかということは、まだこれからの訓練によっていろいろ検討されると思っている。今決まっていることの役割分担で、しっかりそれぞれを固めていくということをやらなければいけないが、特に県の方では、県民の安全を守るという防災のプロの立場で、今の仕組みに対して欠けているとか、これではできないということに関しては、いかにきちんと議論をして体制に対する改革をするかということが重要。国の方も、この原子力防災の仕組みは、画一ではなくて、地元の状況に応じてきちんと動くものを作るべきだという意見を持っているというふうに認識している。(野口顧問 (コメント))</p> |
|--|---|

【論点<4>参考：原子力災害合同対策協議会機能グループ各班の役割】

第2 関係省庁における対応要領
 第1編 事態ごとの組織・応急対策業務等
 第4章 全面緊急事態

原子力災害合同対策協議会の概念図
 (フェーズ1から原子力災害事後対策まで)
 現地への権限委任の関係

原子力災害合同対策協議会の概念図(フェーズ1から原子力災害事後対策まで)
 現地への権限委任の関係



出典：原子力災害対策マニュアル

| 項目 | <5> 原子力災害時の県職員の対応体制はどうなっているのか |
|---------------|---|
| 島根県の 考え・取組 | <p>国、県、市等は、それぞれの機関において、あらかじめ非常参集職員の名簿や参集基準等を策定し、非常時の体制を整備している。</p> <p>島根県においては、平成 29 年 10 月に「島根県原子力災害業務継続計画」を策定、事態ごとに行うべき業務や動員体制のほか、県庁等が所在する地区に避難指示等が出された場合の対応等も定めている。</p> <p>体制については、出勤できない職員が 30km 圏内に勤務する職員の 2 割いる想定としている。</p> <p>県庁等が所在する地区に避難指示等が出された場合の対応は以下のとおりとなっている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 災害対策本部業務等については、住民避難完了後、出雲合同庁舎へ移転し業務を継続 2) 優先すべき通常業務については、避難等指示が出された時点で、県立浜山体育館へ移転し業務を継続（屋内退避指示が出されている間は、県庁等で屋内退避を継続） <p>また、各業務に従事する職員が円滑に業務を実施できるように、以下の取り組みを行っている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 多くの職員に従事する可能性のある避難退域時検査業務については、職員に研修を行い、避難退域時検査ができる体制を整備 2) 国主催の原子力災害対策要員研修等へ参加し、特に、モニタリング業務に従事することとなる職員の化学職については、専門的な知識が必要になることから、人材育成を図るため、計画的に研修を実施 3) 原子力安全対策課では、防災業務に従事する職員が発電所トラブル等の危機管理に迅速かつ適切に対応できるように危機管理手順書を策定し、訓練を行い、いつでも対応できる体制を整備 |
| 顧問の意見 | <p>①計画を策定し、人材育成のための研修をやっているということ自体はそのとおりで、ベースとなる最低限のことをやっているのだと思う。人材育成というものを、座学ではなくて、自分で考える場をできるだけ多く作ることで、初めて取組を前に進めていることを知らせることができると思うので、そのような取組を今後、進めていただければと思う。</p> <p>（片桐顧問（コメント））</p> <p>②複合災害の場合もあれば単独災害の場合もあり、様々なケースを想定しておく必要がある。時間や曜日なども含め様々なケー</p> |

| | |
|---------------|--|
| | <p>スを想定しておいていただきたい。(関谷顧問 (コメント))</p> <p>③今やっていることで、大まかにしてはよくやっていると思う。次につなげるためには、やっていないことを自分たちで把握して、次、どうするかということ整理するチャンスだと思う。(野口顧問 (コメント))</p> <p>④放射線業務従事者は被ばく線量限度が決まっており、一般住民の1mSvも決まっている。総務省消防庁では基準があるが、それ以外の地方公共団体や教員、医療従事者、介護職などについては示されていない。防災業務関係者の線量管理について、国はどのような考えか。(関谷顧問)</p> <p>⑤内閣府では対応要員の能力向上を一つの柱とされているが、事象展開が予想を超えて速いとか、色々な障害が加わることを想定したシナリオで、個々の対応能力や意思決定の仕方を体感できる訓練など、訓練の在り方についても検討をいただきたい。(片桐顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・線量基準について、民間の方は1mSvの範囲内での活動をお願いしている。消防や自衛隊については、現段階では各省のマニュアル等で定められている。放射線防護従事者や災害対応を行う公務員については、いろいろな議論があることから、しっかりと議論を深めていきたい。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・訓練については、総合防災訓練以外にも机上訓練など行っているため、御指摘いただいた意見等を踏まえながら、内閣府においても、しっかりと企画立案をしながら対応していきたい。 |

| 項目 | <p><6> 原子力災害時に必要な資機材の整備状況はどうなっているのか</p> |
|-----------------------|--|
| <p>島根県の 考え・取組</p> | <p>島根県では、平成 29 年 12 月に「島根県原子力防災資機材整備・管理計画」を策定し、原子力災害時に必要となる資機材について</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 業務ごとの整備水準を揃える 2) 防災業務従事者の安全確保にかかる資機材などは共通の考えのもと計画的に整備 3) 整備された資機材については、緊急時に確実に資機材を配備できる保管場所を方角別に数ヶ所確保する 4) 機器の校正等を行う <p>など適切に管理している。</p> <p><主な資機材の整備状況></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 特定業務（避難退域時検査等業務） <ul style="list-style-type: none"> ・ NaI シンチレーション 42 / 42 台 ・ GM 管式サーベイメータ 163 / 163 台 ・ 電子式個人線量計 160 / 160 本 ・ ゲート型モニタ 14 / 41 台 ・ 個人防護装備セット（タイベック、防塵マスク等） 640 / 960 セット ・ 誘導棒 187 / 252 本 ・ ビブス各種 940 / 1,410 枚 2) 災害対策本部業務（放射線防護区画管理業務） <ul style="list-style-type: none"> ・ NaI シンチレーション 4 / 4 台 ・ GM 管式サーベイメータ 6 / 6 台 ・ 電子式個人線量計 19 / 19 本 ・ 個人防護装備セット（タイベック、防塵マスク等） 114 / 114 セット ・ 簡易除染セット 0 / 4 セット ・ 安定ヨウ素剤 76 / 76 錠 ・ 除染シャワーテント 2 / 2 張 <p>なお、現段階で予定数量が整備されていない資機材については、他地域融通や業者による調達、国に対し物資調達の要請を行うこととしている。</p> <p>また、発災時に業務従事者が円滑に使用できるよう、原子力防災基礎研修や防災業務関係者研修、避難退域時検査要員向け研修などにより、タイベック等の防護装備の脱着や放射線測定器（サーベイメータ、ゲート型モニタ等）の測定方法の習得等、平素から手順を確認することとしている。</p> |

| | |
|-------|--|
| 顧問の意見 | <p>①整備はある程度やっていくべきとは思いますが、それにあまり深入りし過ぎること自体は本末転倒だと思うので、今、何台未整備というような紹介をいただいたが、そこに力を注ぐと同時に、人がどれだけ対応できるかということもセットで考えていただきたい。せっかく使うものであれば、例えばどこか労力が軽減できるとか、そういうものにつながっていく形で整備ができるのが、一番望ましいと思う。(片桐顧問 (コメント))</p> <p>②島根県はほかの県と比べて資機材は多く保有していると理解しているが、資機材をある程度整備するということは、ある程度災害対応の規模を決めることにもなるので、これで十分かどうかを、不断に検討していただきたい。(関谷顧問 (コメント))</p> <p>③資機材調達も含め、防災の最適化の中で計画的にやっていただきたい。資機材が増えれば増えるほど、メンテナンスにも、使いこなす人間の教育にも手間暇がかかる。たくさんあればいいというわけでもなくて、リソースとやりたいことの中で資機材をいかに有効活用するかということが必要。 (野口顧問 (コメント))</p> |
|-------|--|

② 段階的避難と屋内退避

| 項目 | <7> 屋内退避指示の実効性をどう評価しているのか |
|-----------------------|---|
| <p>島根県 の考え・取組</p> | <p>UPZの住民に対しては、全面緊急事態に至った場合、自宅等での屋内退避の指示が出されることになる。</p> <p>この屋内退避が本当に行われるのか、その実効性を確認するため、島根県では令和元年度の原子力防災訓練後にアンケート調査（無作為抽出1,000人）を実施し、次のような結果を得た。</p> <p>対象：UPZ住民</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指示に従い屋内退避する 60.4% ・避難する 12.9% ・わからない 24.3% <p>対象：上記のうち緊急速報（エリア）メールを受けた者に限定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指示に従い屋内退避する 62.9% ・避難する 11.2% ・わからない 24.3% <p>緊急速報（エリア）メールを受けた者の方が屋内退避すると答えた割合が若干多いが、指示に従うのは概ね6割という結果となった。</p> <p>一方、福島第一原子力発電所事故に伴う課題解決の検討のため、内閣府が同様の調査を行っており、その結果は、次のとおりとなっている。</p> <p>対象：屋内退避指示の情報を入手した住民</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋内退避した 59.9% ・特別なことは何もしなかった 18.5% <p>この結果においても、概ね6割の者が屋内退避の指示に従った結果となっている。</p> <p>島根地域においては、これまで、毎年行ってきた原子力防災訓練に合わせて、原子力災害時の避難方法、特に屋内退避について、テレビや新聞等で周知を図ってきたが、福島事故における屋内退避の実施率の6割から大きく増加していないこととなる。</p> <p>このため島根県では、原子力災害時には、4割程度の方が指示に従わず、自主的な避難行動をとることを想定した対応を考えている。</p> <p>具体的には、信号機の操作等により、避難する車両の優先的な通行を可能とすることや、テレビ、ラジオ、SNS、広報車や防災</p> |

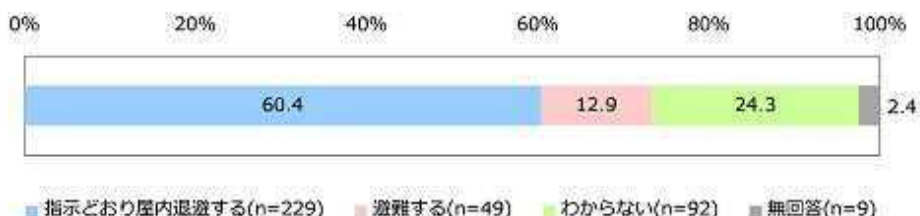
| | |
|--------------|---|
| | <p>行政無線等で、屋外で行動することはかえって被ばくする可能性が高いことをその時点で周知していくこととしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力災害時にとるべき行動 UPZにおいては全面緊急事態に至った場合、屋内退避を行うことになっていること ・屋内退避をする理由 気体状又は微粒子状の放射性物質が、大気とともに煙のように通過しているときに屋外で行動すると、かえって被ばくが増すおそれがあること |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①全ての項目に関して、県としての取り組みは、かなり幅広く住民の視点に立った対応ということで計画されているという印象を持った。どのような状況にあるのか、県としてどのような取り組みをしているのか、今後どのような展開が予想されるのか、それらを踏まえて住民にどのような行動を取ってもらいたいのか等をタイムリーに提供できるようにして行く仕組みが大切。 (片桐顧問)</p> <p>②情報をタイムリーに発信するには、防護対策を検討できるような情報のグリップが県の災害対策本部としてできているかどうか大きなウエイトを占めると思う。また、これしか入ってきていない情報の中では何ができるかということ、県の災害対策本部の活動の中で、要員の方々が頭で描けるようなことを取組としてやっていただきたい。(片桐顧問)</p> <p>③実際に福島原発事故の実際の状況での屋内退避は、実施率大体4割ぐらいだろうというふうに見積もっている。このところは、あまり数字的に出すよりはどちらかという、屋内退避に従う人も従わない人もいて、両方を考慮する必要があり、両方に対応していくということを示せばいいと思う。 (関谷顧問)</p> <p>④私の専門の社会心理学の観点からすると、むしろ災害時には不安になってもらった方が良く、人々が不安に思っている時に、大丈夫ですとか、問題ありませんとか、安心を与えるようなメッセージの方が反発されるというのが典型だと思うので、そういった情報発信のやり方はトレーニングをしていただきたい。 (関谷顧問 (コメント))</p> <p>⑤順次近いところから段階的に避難するという考え方に関しては、これはやっぱりそうしないといけないだろうと思う。そのためには、おそらく最後の方に移動する人たちが、自分たちが待っていても大丈夫だということを確認してもらうための情報の発信の仕方がすごく大事。(野口顧問)</p> |

| | |
|---------------|---|
| | <p>⑥住民は放射性物質や屋内退避に慣れていないので、屋内退避や自家用車避難に関して分かりやすいマニュアルを作っておく必要があるのではないか。(内田顧問)</p> <p>⑦屋内退避の段階で、UPZ内住民のうち一時移転等の対象区域以外の住民が自主的に乗用車などで移動を開始すれば、すぐに交通渋滞が生じるのではないかと。大勢の人が自主的に避難をしないようにする対策は何かあるか。(内田顧問)</p> <p>⑧放射性物質放出による不安等から自主判断による避難とそれに伴う混乱が予想されるが、住民避難がOIL基準以下でも発生し得ることへの事前検討、災害対応関係者の認識共有が重要と考えるが、国はどのような考えか。(片桐顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・情報発信について、住民に信用していただけるように、どのような内容をどのように伝えるか、手段や内容が非常に重要。しっかり検討していきたい。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害対策本部の要員について、訓練も行っているが、頭の体操が必要ということも念頭に取り組んでいきたい。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・数字をどのように解釈するかというところはあるが、取るべき対策については共通する部分もあるので、それらも踏まえて対応していきたい。 <p>(「顧問の意見」⑥について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内閣府では屋内退避のポイントを示したパンフレットの作成や、自治体を実施する訓練を通じた理解促進に取り組んでいるが、ご意見も踏まえ屋内退避や避難方法等の周知について、関係自治体と一緒に引き続き取り組んでいく。 <p>(「顧問の意見」⑦⑧について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・福島第一原子力発電所後のアンケート調査結果等から、原子力災害時に一定程度の自主避難が発生し得ることは認識しており、屋内退避の理解促進のための広報活動や、緊急時の分かりやすい情報発信のための広報訓練にも取り組んでいる。また、自主避難の発生を考慮しても円滑な避難が行えるよう、対策として、混雑発生交差点における信号操作や警察職員による交通整理等も行う計画としている。 |

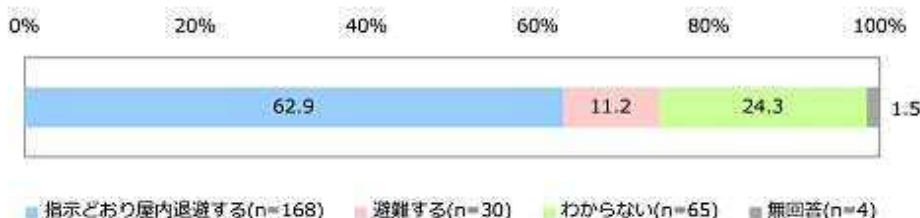
【論点<7>参考①：島根県実施アンケート結果（抜粋）】

問 5. あなたのお住まいの地区に、屋内退避の指示を伝える緊急速報（エリア）メールが届いた場合、どのような行動をとると思いますか。（〇は1つ）（N=404）

【UPZ抜粋】（エリアメール未受信者を含む：n=379）



【UPZ】（エリアメール受信者：n=267）



【論点<7>参考②：内閣府調査結果（抜粋）】

屋内退避やスクリーニング、ヨウ薬類について伺います。

全員の方に伺います。

問 18 政府は平成 23 年 3 月 11 日から 3 月 15 日にかけて、福島第一原発の 3～30km 圏内の地域に屋内退避を指示しました。あなたは、この情報を 3 月 11 日から 4 月 30 日までの間に入手しましたか。（〇は1つ）（N=19,535）

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. 入手した (63.2%) | } ⇒ 問 20 へお進みください |
| 2. 入手しなかった (23.3%) | |
| 3. 覚えていない・わからない (10.5%) | |
- （無回答 3.1%）

問 19 （問 18 で「1」とお答えの方に伺います。）

あなたは、平成 23 年 3 月 11 日から 4 月 30 日までの間に、次のような行動をしましたか。（〇はいくつでも）（N=12,340）

- | |
|-------------------------------|
| 1. 屋内退避した (59.9%) |
| 2. 食料や水などのまとめ買いをした (22.6%) |
| 3. 子どもを外に出さないようにした (24.1%) |
| 4. 家の換気扇、暖房を使わないようにした (19.3%) |
| 5. 特別なことは何もしなかった (18.5%) |
| 6. その他（具体的に）(11.3%) |
- （無回答 13.8%）

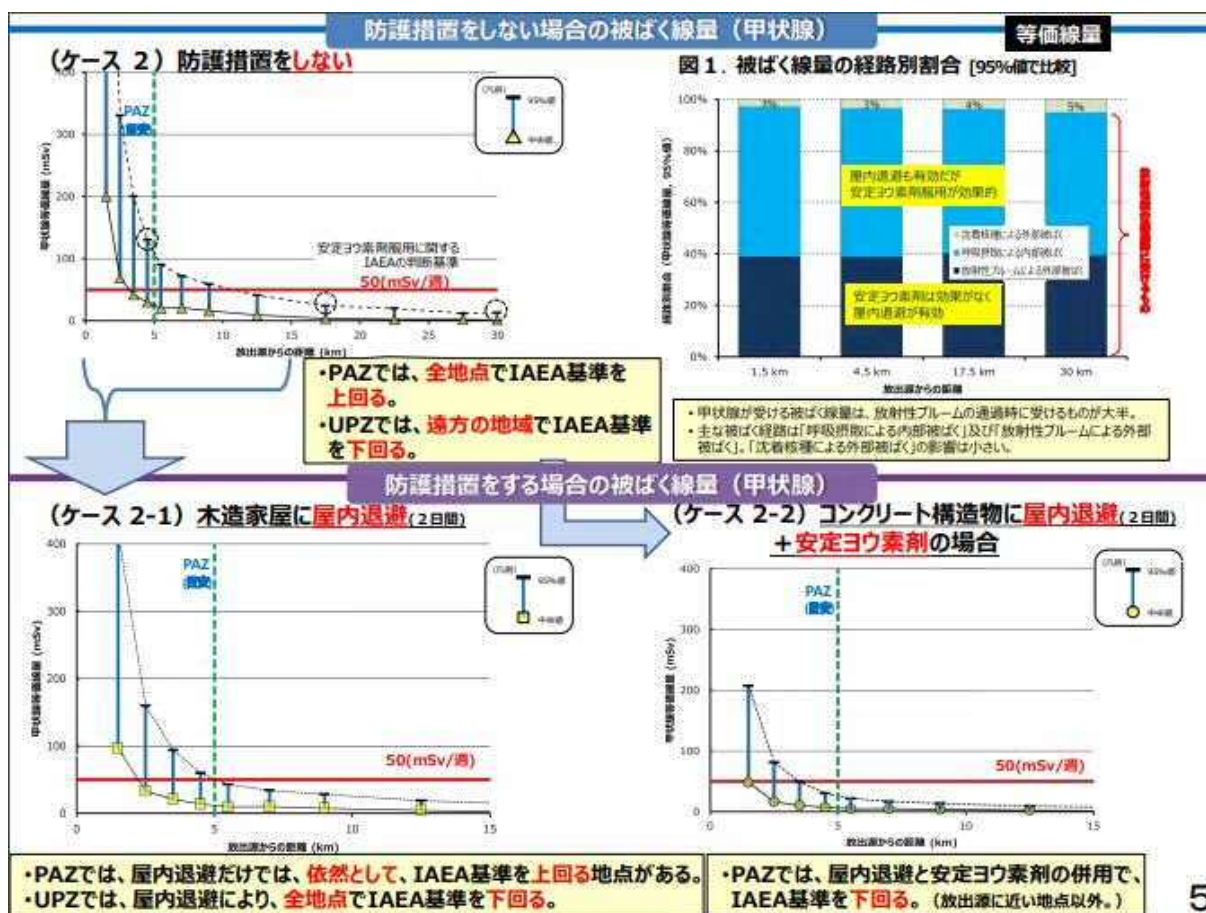
| | |
|-----------------------|--|
| 項目 | <p>〈8〉 U P Zの防護措置をまず屋内退避としている理由は。放射性物質放出前の避難についてはどう考えているのか</p> |
| <p>島根県 の考え・取組</p> | <p>原子力規制委員会は、原子力災害対策特別措置法第6条の2第1項に基づき定めた「原子力災害対策指針」の中で、「U P Zにおいては、段階的な避難やO I Lに基づく防護措置を実施するまでは屋内退避を原則実施しなければならない。」としている。</p> <p>また、平成26年5月28日に開催された第9回原子力規制委員会の資料「緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について」の中で、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「放射性プルームが通過する時に屋外で行動するとかえって被ばくが増すおそれがあるので、屋内に退避することにより、放射性プルームの通過時に受ける線量を相当程度低減することができる」 ・「U P Zでは、放射性物質の放出前に、予防的に屋内退避を中心に行うことが合理的」 <p>という考えを示している。</p> <p>これらは、新規規制基準適合性審査で要求される基準を上回るセシウム137が100TBq放出される仮想的な事故を想定した上記の試算において、防護措置を実施しない場合、U P Z内の一部の地点で甲状腺等価線量のI A E A基準（50mSv/週）を上回るが、屋内退避（2日間）をした場合、それが木造であっても、全地点でI A E A基準を下回るといった結果から示唆されるとしている。</p> <p>なお、原子力規制委員会が平成24年に行った別の試算では、福島第一原子力発電所事故のような大規模放出を想定した結果を示しているが、この場合でも、木造家屋に屋内退避（2日間）をし、安定ヨウ素剤を服用することで、概ねI A E A基準を下回っており、プルーム通過時の被ばく低減に効果があることが示されている。</p> <p>こうしたことから、県は、U P Z内の住民の方には、まずは屋内退避をしていただくことが重要だと考えている。</p> <p>一方で、U P Z内の放射性物質放出前の避難に関しては、「原子力災害対策指針」の中で、全面緊急事態においては屋内退避を実施するとともに、事態の規模、時間的な推移に応じて、P A Z内と同様、避難等の予防的防護措置を講ずることも必要とした上で、放射性物質放出後においては、緊急時モニタリング等の結果を踏まえて、必要に応じて避難等の防護措置を実施することとされている。</p> <p>放射性物質放出前の避難については、事態の規模や時間的な推移</p> |

| | |
|---------------|---|
| | <p>(放射性物質放出までに十分な時間があるかなど) の情報が必要なため、原子力発電所の状況を把握している国の指示があった場合に行うことを想定している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①基本的な考え方として、屋内退避をしないと無用な被ばくを生じるとというのが原点にあるので、その部分の理解を深めていただく以外なく、平時のきちんとした情報発信につきる。 (片桐顧問 (コメント))</p> <p>②屋内退避の資料では、内閣府から出ている「原子力災害発生時の防護措置－放射線防護対策が講じられた施設への屋内退避について－」というシミュレーションを参照するのがいい。 (関谷顧問)</p> <p>③地震の揺れで、屋内にとどまることが非常に難しい地震災害との複合時において、屋内退避をどう考えるかということを追加で考えていただければと思う。(関谷顧問 (コメント))</p> <p>④例えば屋内退避してくれないというのも、外にいて、中に入ってくれないのをどうやって入ってもらおうかという問題と、逆に本来屋内退避してとどまってもらいたいけど、どんどん自分で逃げて行かれる方をどうするかという問題は別。自主的によかれと思って逃げられると交通渋滞等が発生して、本当にやりたい原子力防災ができないということが主題となって、自宅にいてくれと言うのであれば、そこはやはり徹底してお話しないといけない。慌てて運転されると、ガス欠になったり事故起こしたりということで、本人の意図とは全く関係なく、交通渋滞を引き起こす可能性がある。そういうリスクを考えると、ご自身だけでなく、やはり県内全体の防災に関わるということはきちんと申し上げないといけない。(野口顧問)</p> <p>⑤住民は屋内退避に慣れておらず、いつまで屋内退避が続くか曖昧では不安が大きくなるため、「1週間以内に」というように屋内退避の期限を明確に示せないか。また、屋内退避を解除する条件などを示さないと、不安が大きくなるのではないか。 (内田顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋内退避の効果、低減の効果については、調べて検討したいと思う。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・避難対策、防災対策については実効性、レベルを高めていくことが大切だと考えているので、どのように高めていくか、しっかり考えたい。 |

(「顧問の意見」⑤について)

- ・屋内退避の期間や、屋内退避を解除する条件については、事故の状況や避難等の状況によるため、計画段階であらかじめ示すことは困難と考えている。原子力災害時には、複数の情報伝達手段を活用し、住民に対し、事故の状況や、モニタリングの情報、避難や屋内退避に関する情報等を伝達していく。

【論点<8>参考：緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について】



| 項目 | <9> 原子力災害時の避難における渋滞対策はどうなっているのか |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">島根県 の考え・取組</p> | <p>原子力災害時の避難方法は、原子力発電所からの距離に応じて、次のとおりとなっている。</p> <p>1) 原子力発電所から近いPAZ（5km圏）では、原子力施設の状況に応じて放射性物質放出前からあらかじめ避難を行い、特に、避難に時間がかかる住民は、一般住民よりも早い段階で避難を行う。</p> <p>2) UPZ（5～30km圏）では、まず必要に応じて屋内退避を行い、仮に放射性物質が放出された場合は、放出後の放射線量の実測値に基づき、一週間程度内に一時移転等を行う。</p> <p>島根地域においては、PAZに約1万人（そのうち1,757人が避難行動要支援者）、UPZに約45万人の住民がおり、避難時の渋滞が懸念されることから、避難に伴う渋滞発生の可能性についての考察を行っている。</p> <p>具体的には、</p> <p>1) PAZにおいては、一般住民と避難行動要支援者等で避難を実施する時期が異なるが、いずれも放射性物質放出前の避難であり、避難車両数を考慮すると、概ね円滑にPAZ圏外へ避難できるものとする。</p> <p>2) UPZについては、島根原子力発電所からの距離に応じ段階的な避難を行うケース、30km圏内全域が一斉に避難を行うケースの両方で避難時間推計を行っており、特に、一斉避難を行った場合に相当程度の渋滞が発生することが見込まれる。</p> <p><H25 避難時間推計の概要（一斉避難）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象人口：PAZ内 10,811人、UPZ内 459,934人 ・車両台数：自家用車 約188,950台、バス約450台 ・推計結果：避難完了時間（30km圏退避）21時間45分 <p>このため、県は渋滞対策として、次の対策を実施している。</p> <p>1) 避難ルートの設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交通信号機の多いエリアはできるだけ通行させないルートを設定 ・大橋川で分断される松江市内での渋滞を回避するため、中心部の4橋を極力通さないルートを設定 ・道路規格が高く、被害を受けにくい幹線道路を中心に避難ルートを設定 ・高速自動車国道等は、松江市内から外側に向かう片側路線を避難ルートとして使用（内側に向かうルートは緊急交通路として利用） |

| | |
|---------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・地震等によりあらかじめ定めた避難ルートが使用できない場合等に備え、避難方面別にあらかじめ複数の避難ルートを設定 <p>2) 避難退域時検査体制を整備 UPZ（5～30km 圏）の住民避難の妨げとならないよう、迅速に検査が実施できる体制を整備</p> <p>3) 事前広報の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平素から広報誌「アトムの広場」の配布や原子力講演会の開催等により、避難方法や屋内退避の有効性等について事前の広報を実施 ・ウェブサイト「島根県避難ルートマップ」により、避難先、避難ルートなど避難に必要な情報を視覚的に提供する仕組みを構築 <p>4) 原子力災害発生時の対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国道 9 号や国道 431 号などにおける主要交差点等の信号機の県警本部からの遠隔操作や警察職員等による避難誘導を実施 ・交通情報板やテレビ、ラジオ等の様々な媒体を活用し、道路情報等を随時提供 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①避難に関してはいろいろな取組をされていて、そのケーススタディもかなり細かくやられているので、今やられている方向で、なおかつそれが実際に事に臨んだときに生きるように、住民の方にきちんと伝えて理解をしていただく事が重要。 (片桐顧問 (コメント))</p> <p>②渋滞問題を解決するのに一番効果的なやり方は道路拡張だが、財政等の問題でそう簡単にはいかないのでは、おそらく既存のインフラを使った避難ということの計画になっていると思う。いつまでも道路拡張はタブーであるというわけではないので、どの段階でどういう政策の展開をするか、その議論はきっと必要。(野口顧問 (コメント))</p> <p>③自家用車避難を前提にし、避難指示や避難の可能性が出たときに、人々の行動が簡単にコントロールされるとは思えない。渋滞対策として、従前の交通整理という考えではなく、ある地域の人には車を使ってはいけないなど、もっと踏み込んだ避難計画の必要性について考えてはいないか。(太田顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自家用車避難とバス避難には双方メリットとデメリットがあるが、内閣府では原則自家用車を勧めている。島根地域では自家用車避難を原則と決めているので、そのデメリットをなるべく少なくするため、あらかじめ決まったルートでの避難の周知 |

や、円滑な避難のための対策により、実効性を高めていく。

【論点<9>参考①：大橋川橋梁に係る避難ルート】

大橋川橋梁等に係る避難ルート

1. 渋滞が懸念されるのは、次の3つの橋

- ① 宍道湖大橋（耐震性が高い）
- ② 新大橋（耐震性が低い）※架け替え予定
- ③ くにびき大橋（耐震性が低い）※補強工事中

※松江大橋、中海架橋は避難ルートに指定していない。
（計画策定時の県警との調整の中で、道路形状や誘導の困難さから避難ルートには指定されなかった）

2. 3つの橋を利用するのは、次の3地区

- ア、城東地区・・・くにびき大橋、新大橋
- イ、城北地区・・・新大橋、宍道湖大橋、R431
- ウ、城西地区・・・宍道湖大橋、R431



○ 大橋川にかかる3つの橋を避難ルートとしているのは、松江市内の3地区のみであること、また、そのうち2地区は、国道431号線も避難ルートとしていることから、ひどい渋滞は発生しないと考えられる。

【参考】平成27年度交通量センサスにおける平日通行量（1方向ピーク時間帯(1h)）

| | | | | | | |
|----|-------|-------|-----|-----|--------|-------|
| 上り | 宍道湖大橋 | 1,718 | 新大橋 | 964 | くにびき大橋 | 1,440 |
| 下り | 宍道湖大橋 | 1,665 | 新大橋 | 804 | くにびき大橋 | 1,458 |

○ また、一つの橋が地震等で使用できない場合でも、他の橋や道路を使用することができるよう避難ルートを設定している。

【論点<9>参考②：島根半島の東西の避難ルート】

島根半島の東西の避難ルート



1. 島根半島の東西の避難ルートは、R431と宍道湖北部地区広域農道中心として複数のルートを設定
2. 道路が地震等で通行不能となった場合、早急に道路啓開を行うほか、他のルートを利用して避難
3. なお、島根半島沿岸部のルートのうち、つながっていない、又は、通行不能、あるいは、崩壊の危険性がある道路は、避難ルートとして指定していない
4. そのような地域が孤立した場合には、ヘリや船舶での避難を検討

| 項目 | <10> 避難方法等の事前周知はされているのか。また、その効果をどう評価しているのか |
|---------------|--|
| 島根県の 考え・取組 | <p>島根県では、原子力災害時の避難方法等の理解促進のため、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 関係市の各戸に広報紙「アトムの広場」を配布 2) 一般の方が参加する住民学習会や原子力施設見学会を開催 3) 原子力防災訓練で、緊急速報メールによる避難情報（訓練情報）を配信 4) 原子力防災訓練で、住民がバス避難や避難所運営を体験といった取組を行ってきている。 <p>これらの取組により、原子力災害時の避難方法等についての理解は従前よりは進んでいると考えるが、自然災害とは異なる避難方法などに不安や疑問を持たれる住民がいるのも事実である。</p> <p>このため、当然、従前から行っている周知方法を継続して実施していくが、次のような、原子力災害が発生またはその恐れがあるときに必要な情報をそのときに簡単に取得できるような周知を重点的に実施する必要があると考えている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 避難時に車の表示にもなる地区別パンフレットの配布 松江市では、地区別に、避難先、一時集結所、避難経路等を記載したパンフレットを作成（定期的に更新）、各戸へ配布し、このパンフレットを避難時に、車のフロントガラスに掲示し、警察職員等の誘導を受けられるようにすることで、住民の閲覧・保存を促進 2) 原子力防災訓練時の緊急速報（エリア）メールの配信 避難指示が出ている地区、安定ヨウ素剤の服用指示、屋内退避の指示等、具体的な避難情報を実際に緊急速報（エリア）メールで配信 3) 原子力防災訓練における避難・避難所での活動の体験 毎年実施している原子力防災訓練では、地区を定めて実際に県外へ避難し、避難所での活動を体験してもらうことで避難の実効性を向上 4) 避難ルートマップのHPでの公開 インターネット上グーグルマップを利用し、地区を入力すれば避難経路等が地図上で確認できるシステムを構築し、併せてガソリンスタンドの位置や渋滞の情報も提供 5) Twitter 等の SNS を利用した情報発信 |
| 顧問の意見 | ①住民の不安の解決を導くとか、信頼をしていただける情報発信というためには、今、県としてこういう取組をしている、それ |

| | |
|---------------|--|
| | <p>は皆さんにとってこういう状況を改善するためにあるのだということ、やはり繰り返して流していかないと、信頼というのはなかなかうまく生まれえないと思う。その際、メディアの方々にきちんと情報をお伝えした上で、それを正しく住民に伝えていただくこともステップとしてあると思う。(片桐顧問)</p> <p>②効果的な情報発信というのは、住民の方が不安に思っていること、知りたいと思っていることに対する回答をちゃんと情報発信の中に入れておくこと。そうすると、今、県民の方が何を不安に思って、何を知らたがっているかを行政として、いかに知っておくかがすごく大事。(野口顧問)</p> <p>③防災対策の情報が一方通行になっているが、緊急時に市民の側からも自らのわがままを言える双方向のコミュニケーションを確立できると、防災対策もスムーズにいくのではないかと。(渡部顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・避難対策等に関して、住民の不安に寄り添うところ、どのように力を入れてしっかりやっていくかというところについて、今も取り組んでおり、今後もやっていきたい。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力防災については、自然災害と同様、住民の生命、身体、財産を守るため最大の効果を発揮する対策という観点から仕組みを整えている。この仕組みを守れば、一番災害から身を守ることができるということを理解いただく活動をしていきたい。 |

【論点<10>参考①：地区別パンフレット】

自家用車で避難する際は、この図が見えるようにダッシュボードに置いてください。

原子力災害発生時の
城東 地区の避難計画

保存版
(令和元年より再編改)

目的地は「浜田市」へ避難してください

1 地区毎に出される避難指示に従い避難を開始してください



2 警察などが避難区域の状況確認に誘導します

3 避難経路所に向かってください

4 避難経路所では、避難生活時の職員が避難所に誘導します

I 広域図

避難区域時検査場所周辺地図



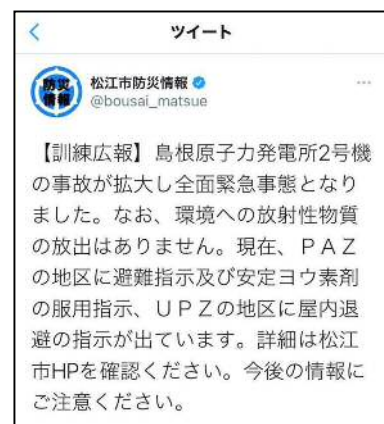
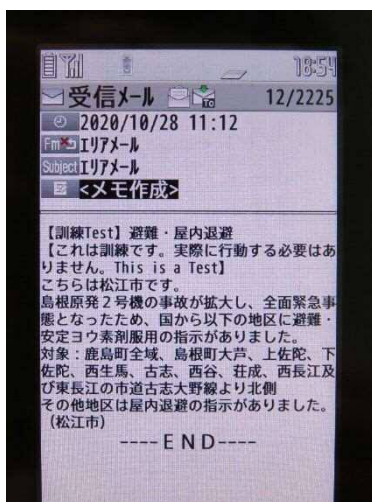
【論点<10>参考②：訓練体験（広域避難）】



【論点<10>参考③：島根県避難ルートマップ】



【論点<10>参考④：緊急速報（エリア）メール、SNSを利用した情報発信】



③ 避難行動要支援者の避難対策

| 項目 | <11> 避難行動要支援者が安全に避難できるような対策をとっているのか |
|-----------------------|---|
| <p>島根県 の考え・取組</p> | <p>福島第一原子力発電所事故の際の住民避難では、あらかじめ避難先や避難ルートが定まっていなかった中での避難となり、医療施設の入院患者や社会福祉施設の入所者など、避難行動要支援者についても、体調などを考慮せず、搬送に適した車両の確保もできないまま避難をしたため、健康状態が悪化し、避難中や避難先で亡くなる方が発生する事態となった。</p> <p>県ではこうした福島第一原子力発電所事故の教訓も踏まえ、避難行動要支援者については、基本的に、避難先や避難手段が確保され、安全に避難できる準備が整ってから避難する計画としている。</p> <p>避難の準備が整うまでは屋内退避をすることになるが、島根原子力発電所近隣（10km 圏内）の病院、入所社会福祉施設については、屋内退避中の被ばくが十分低減できるよう、建物の気密性を高め放射性物質の流入を防ぐ放射線防護対策設備の設置を行っている。</p> <p>病院・有床診療所の入院患者、社会福祉施設の入所者、在宅の避難行動要支援者、それぞれの避難先や避難方法については、以下のとおりとしている。</p> <p><病院・有床診療所の入院患者></p> <p>1) 避難先 発災時、県が入院患者の病態に応じて避難先（転院先）を調整し、調整後に避難を行う。 避難の実施により健康リスクが高まる者は、自施設（島根原子力発電所近隣の鹿島病院ほか2病院においては放射線防護対策を講じた自施設内）で、安全に避難が実施できる準備が整うまで屋内退避を実施する。</p> <p>2) 避難方法 各施設が作成する避難計画に基づき避難を行う。必要となる搬送手段、医療スタッフ等については県や国等が確保する。</p> <p><社会福祉施設の入所者></p> <p>1) 避難先 地区ごとにあらかじめ定めた広域福祉避難所へ避難を行う。 長期化が見込まれる場合は、社会福祉施設や仮設住宅等に再避難を行う。</p> <p>避難の実施により健康リスクが高まる者は、自施設（島根原</p> |

子力発電所近隣の入所社会福祉施設においては放射線防護対策を講じた自施設) 内で、安全に避難が実施できる準備が整うまで屋内退避を実施する。

2) 避難方法

各施設が作成する避難計画に基づき避難を行う。必要となる搬送手段については、施設保有の車両及び県が確保した車両等を活用する。

<在宅の避難行動要支援者>

1) 避難先

地区ごとにあらかじめ定めた広域福祉避難所等へ避難を行う。長期化が見込まれる場合は、社会福祉施設や仮設住宅等に再避難を行う。

PAZ内に居住する在宅の避難行動要支援者のうち、避難の実施により健康リスクが高まる者は、在宅の要支援者用の放射線防護対策施設へ移動し、安全に避難が実施できる準備が整うまで屋内退避を実施する。

2) 避難方法

家族等の同居者や、近隣住民、民生児童委員、自治会、自主防災組織等の支援者、市職員、消防職員・団員等の支援を得て避難を実施する。避難手段については、支援者の車両又は県等が確保した車両を活用する。

また、病院・有床診療所、入所社会福祉施設については、県から各施設向けに、安全に避難等を行うためにあらかじめ対応すべき事項をまとめたガイドライン等を策定し、各施設では、このガイドライン等を参考に、実情に応じた避難計画を定めることとしている。

〔参考：病院等の避難計画策定状況〕

| | 施設数 | 計画策定済 | 策定割合 |
|----------------|-----|-------|--------|
| 病院・有床診療所 | 49 | 48 | 98.0% |
| PAZ (5 km圏) | 1 | 1 | 100.0% |
| UPZ (5～30 km圏) | 48 | 47 | 97.9% |
| 入所社会福祉施設 | 307 | 284 | 92.5% |
| PAZ (5 km圏) | 14 | 14 | 100.0% |
| UPZ (5～30 km圏) | 293 | 270 | 92.2% |

※未策定の病院・有床診療所 1 施設は令和 3 年 3 月策定済

| | |
|--------------|---|
| | <p>避難時の対応などは、自然災害と共通する部分が多いほか、原子力災害特有の事柄等については、ガイドラインで具体的に示しているため、原子力災害専用の避難計画が策定されていない施設でも、避難することは可能と考える。</p> <p>しかしながら、より円滑な避難のためには、各施設で原子力災害特有の連絡体制や事態進展に伴う対応等に係る理解を深めることも大切と考えており、県としては、引き続き計画の策定の促進や訓練の実施などを含め、理解が進むよう取り組むこととしている。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①避難行動要支援者の安全な避難に対し、平時にやっておかないといけない計画の立案や、対象者の把握に関しては、かなり細かく考えていると聞かせていただいた。ただ、巨大地震との複合災害になった時、原子力災害対策の医療関係者の体制についてもかなり厳しい状況に置かれるということは頭に置いておかないといけないと思う。(片桐顧問)</p> <p>②県としての要支援者に対する対策の最初のスクリーニングは、できていると思う。この問題は、県、市町村、自治会等の密接な連携が必要になってくる問題なので、ぜひ市町村、自治会との緊密な連携をお願いする。(野口顧問)</p> <p>③私が心配しているのは、支援者の安全。人を逃がすことを優先してやっている方の安全を最終的にどう担保するかっていうことが意外と抜ける。特に病院の場合、逃げられない場合は、屋内退避しかないと思っているが、そのあと大切なことが2つあり、1つは屋内退避を続けられるための生活支援を具体的にどうやるか、もう1つは本当は避難しないといけないのに避難できないという精神的な不安を払拭するために、どういう情報提供等を行うかということで、これらは事前に考えておく必要がある。(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・介護、医療等不足した場合は国にも支援要請をして対応していく考え。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一番住民に近い市町村、自治会との取組は重要だと思う。これまでも共通連携し、対策について検討してきたが、今後もしっかり考えていきたい。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所近隣の病院については放射線防護機能を付加して |

おり、7日分の備蓄食料を整備するといったことを県の取組で行っている。

【論点<11>参考①：放射線防護設備（局所陽圧化装置起動訓練）】



【論点<11>参考②：放射線防護設備（陽圧化装置）】



| | |
|-----------------------|--|
| 項目 | <p><12> 発災時、個々の避難行動要支援者の情報を適切に把握できるのか</p> |
| <p>島根県 の考え・取組</p> | <p>事前の情報として、避難行動要支援者のうち、在宅避難行動要支援者の人数については、災害対策基本法に基づき作成される避難行動要支援者名簿（以下「名簿」）により把握している。</p> <p>また、病院・有床診療所入院患者及び社会福祉施設入所者については、名簿に登載されていないため、平成 27 年度に実施した実態調査により把握している。</p> <p>なお、これらの状況（人数）については、施設の定員等大きな変更があった場合は再調査を行い、実態把握に努めることとしている。</p> <p>また、原子力災害時の状況把握については、病院・有床診療所の入院患者、社会福祉施設の入所者、在宅の避難行動要支援者、それぞれについて、以下のとおりとなっている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 病院・有床診療所の入院患者 各病院等が、施設ごとに作成する避難計画等に基づき、入院患者の状況を把握し、避難が必要な入院患者数やその病態、避難に必要な車両数等を把握し、県に報告する。県では避難車両の確保や避難先病院の受入調整を行う。 2) 社会福祉施設の入所者 各施設が、施設ごとに作成する避難計画等に基づき、施設入所者の状況を把握し、避難が必要な入所者数や避難に必要な車両数等を把握し、地元自治体（市）に報告する。地元自治体（市）から報告を受けた県では避難車両を確保し、地元自治体（市）と連携して受入調整を行う。 3) 在宅の避難行動要支援者 各市が、家族等の同居者や、近隣住民、民生児童委員、自治会、自主防災組織等の支援者等を通じて、在宅の要支援者の状況を把握し、各市から県へ必要な車両台数等を報告する。県は避難車両の確保及び各市と連携した受入調整を行う。 |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①今の仕組みの中で、市に集まった情報がしっかり県に集まる仕組みができていくということで、これ自体は現時点で考えられる整理としてはよろしいと思う。実態として福島事故の様な複合災害においては、既に地震等で被災している事も予想される事から、極めて厳しい状況に置かれ定めた計画通りには対応出来ないということも、訓練という形で体感しておくということも必要と思う。（片桐顧問）</p> |

| | |
|-------------|---|
| | <p>②今まで過去の災害で、すべからく情報を適切にすぐ把握して、要援護者の避難が適切に行われた事例というのは、そう多くはない。きちんと計画をしていたとしても、いざというときはできないことが多いので、計画を立てるのは重要だが、うまくいかない時、また、バックアップとしてそういった判断ができない時にどうするのかも併せて考えていただければと思う。</p> <p>(関谷顧問)</p> <p>③単独世帯が増えてきて、自分は要支援だということを言いたがらない住民の方もたくさん出てくる。そういう方に対して、どれくらい具体的な状況把握できるかというのは研究課題だと思う。また、観光客の中の要支援者の問題がおそらく残っているなというのが、小会議で説明を聞いた段階での感想。</p> <p>(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・情報共有や情報、状況の把握については、毎年訓練でも実施しているが、指摘された視点も踏まえながら企画検討していきたい。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観光客については、原子力施設の状況が悪化する早い段階から情報提供し、避難等していただくことを想定しているが、観光客の避難行動要支援者については、その早い段階から対応していく必要があるので、まずは情報提供ということをしっかり行っていく。 |

| 項目 | <13> 避難に必要なバス・福祉車両の必要台数は確保されているのか | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|-----------|------|--|------|--------------|-----|------|------|------|-----|------|------|---|------|------------------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|---|------|
| 島根県の考え・取組 | <p>原子力災害時の避難等に使用する車両のうち、まず、バスについては、島根県内のバス会社の保有台数が 681 台（令和 2 年 8 月時点）となっている。</p> <p>放射性物質放出前に予防的避難を行う P A Z で避難等に必要なバスの台数を、施設敷地緊急事態で 70 台程度、全面緊急事態で 60 台程度と試算しており、P A Z の避難については県内保有のバスで必要台数を確保している。</p> <p>一方、U P Z については、あえて全域が一時移転等を実施するものと仮定し、必要台数の試算を行っており、この場合、住民の 10% がバスにより一時移転等を行う想定で 1,000 台以上のバスが必要となる。</p> <p>これに対し、県は平成 29 年 4 月に、鳥取県とともに中国 5 県のバス協会と「原子力災害時等におけるバスによる緊急輸送等に関する協定書」を締結し、避難住民等の輸送業務に協力をいただく体制を整えたところである。</p> <p>島根県、鳥取県を除く中国地方のバス会社保有車両数が、5,350 台（令和 2 年 8 月時点）となっており、県内保有の 681 台とあわせ台数としては必要数を満たしている。</p> <p>次に、原子力災害時の避難等に使用する車両のうち、福祉車両については、避難にあたって福祉車両（ストレッチャー仕様、車椅子仕様）を必要とする避難行動要支援者の数を、調査により把握し、そこから必要台数の試算を行っている。</p> <p style="text-align: center;"><島根原子力発電所から 5km 圏（P A Z）></p> <table border="1" data-bbox="469 1480 1294 1973"> <thead> <tr> <th colspan="3">避難行動要支援者数</th> <th>必要台数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">車椅子車両 必要者</td> <td>在 宅</td> <td>66 人</td> <td rowspan="4">90 台</td> </tr> <tr> <td>医療施設</td> <td>0 人</td> </tr> <tr> <td>社福施設</td> <td>24 人</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>90 人</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ストレッチャー車両 必要者</td> <td>在 宅</td> <td>9 人</td> <td rowspan="4">10 台</td> </tr> <tr> <td>医療施設</td> <td>0 人</td> </tr> <tr> <td>社福施設</td> <td>1 人</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>10 人</td> </tr> </tbody> </table> | 避難行動要支援者数 | | | 必要台数 | 車椅子車両 必要者 | 在 宅 | 66 人 | 90 台 | 医療施設 | 0 人 | 社福施設 | 24 人 | 計 | 90 人 | ストレッチャー車両 必要者 | 在 宅 | 9 人 | 10 台 | 医療施設 | 0 人 | 社福施設 | 1 人 | 計 | 10 人 |
| 避難行動要支援者数 | | | 必要台数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 車椅子車両 必要者 | 在 宅 | 66 人 | 90 台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 医療施設 | 0 人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 社福施設 | 24 人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 計 | 90 人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ストレッチャー車両 必要者 | 在 宅 | 9 人 | 10 台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 医療施設 | 0 人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 社福施設 | 1 人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 計 | 10 人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

＜島根原子力発電所から5～30 km圏（UPZ）＞

| 避難行動要支援者数 | | | 必要台数 |
|------------------|------|--------|------|
| 車椅子車両 必要者 | 在宅 | 2,073人 | 452台 |
| | 医療施設 | 1,322人 | |
| | 社福施設 | 2,930人 | |
| | 計 | 6,325人 | |
| ストレッチャー車両 必要者 | 在宅 | 632人 | 202台 |
| | 医療施設 | 1,514人 | |
| | 社福施設 | 670人 | |
| | 計 | 2,816人 | |

※福祉車両は1台あたり1人の要支援者を搬送することを想定

※1台の車両が、7日間、1日あたり2往復（計14往復）することを想定

平成27年に行った調査の結果、県内の社会福祉施設が保有する福祉車両は、車椅子仕様1,419台、ストレッチャー仕様157台となっている。

一般住民と同様、あえてUPZ全域が一時移転等を実施するものと仮定すると、県内の社会福祉施設保有台数を、ストレッチャー仕様の車両の必要数が上回ることになるが、これに対し、県は平成29年7月に、鳥取県とともに中国5県のタクシー協会と「原子力災害時等における福祉タクシーによる緊急輸送等に関する協定書」を締結し、避難する要配慮者等の輸送業務に協力をいただく体制を整えたところである。

これにより、必要台数は満たされたところだが、ストレッチャー車両については余裕度が少ないこと、特にPAZの避難でより迅速かつ確実な対応ができるよう、福祉車両（ストレッチャー仕様）の追加的な確保が課題と認識していた。

このため、県は、本年6月、他の原子力発電所立地地域の事例も踏まえ、中国電力に対して福祉車両（ストレッチャー仕様）50台程度の確保を要請し、合意を得たため、現在、島根・鳥取両県をあわせて、52台の追加配備を進めている。

なお、不測の事態により確保した輸送能力で対応できない場合には、実動組織（警察、消防、海上保安庁、自衛隊）に支援を要請し、輸送手段を確保することとしている。

顧問の意見

①必要な台数を確保していくステップ自体はきちんとやられているということで結構かなと思う。（片桐顧問（コメント））

| | |
|-------------|---|
| | <p>②昨年度 11 月に内閣府から「新型コロナウイルス感染拡大を踏まえた感染症流行下での原子力災害時における防護措置の実施ガイドライン」が出ており、それに従うと、車両が足りなくなるのではないか。（関谷顧問）</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>（「顧問の意見」②について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・車両数については、中国 5 県のバス協会含め約 6,000 台を確保している。UPZ 全域が一斉に一時移転となった場合に必要な台数を 1,000 台として考えているが、ガイドラインに従い、座席間隔を空け乗車人数が 1 / 2 になった場合、必要台数が約 2,000 台となるので、台数は足りている整理をしている。 |

【論点<13>参考：県内タクシー事業者福祉車両（原子力防災訓練）】



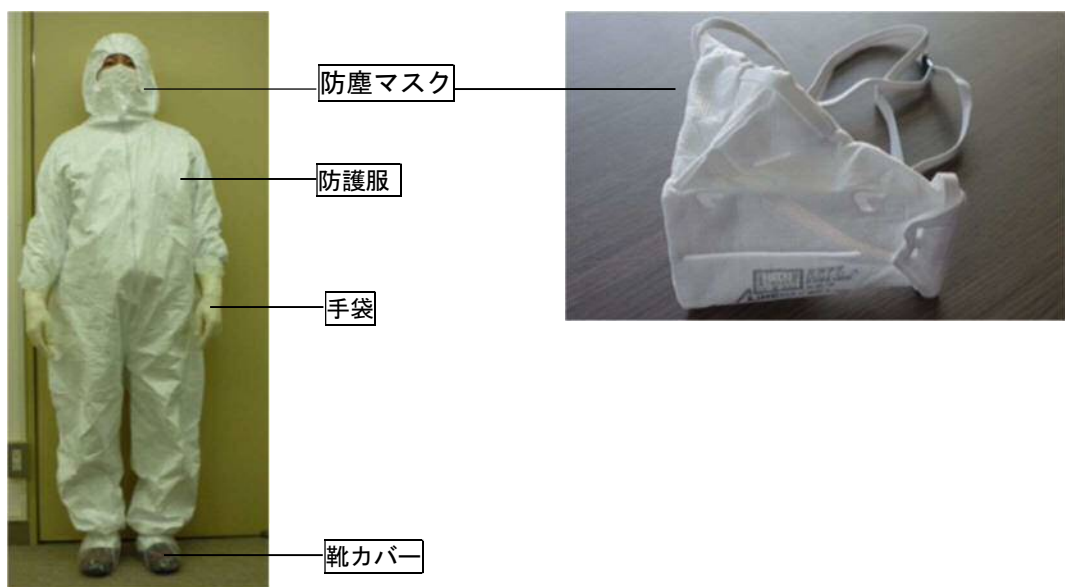
| | |
|-----------|--|
| 項目 | <p>＜14＞ 発災時、バス・福祉車両による避難者輸送が実施できる体制になっているのか</p> |
| 島根県の考え・取組 | <p>まず、原子力災害時のバスによる避難については、平成29年4月に、鳥取県とともに中国5県のバス協会と「原子力災害時等におけるバスによる緊急輸送等に関する協定書」を締結し、避難住民等の輸送業務に協力をいただく体制を整えている。</p> <p>協定では、避難住民等の輸送業務を遂行するために必要な場合に、バス協会又はその会員に対し、業務内容や期間等を指定して協力要請を行い、要請を受けた会員等は、県の必要とする業務を可能な限り実施するよう努めるものとしている。</p> <p>同様に、平成29年7月に中国5県のタクシー協会と締結した「原子力災害時等における福祉タクシーによる緊急輸送等に関する協定書」においても、避難する要配慮者等の輸送業務を遂行するために必要な場合、タクシー協会又はその会員に対し、業務内容や期間等を指定して協力要請を行い、要請を受けた会員等は、県の必要とする業務を可能な限り実施するよう努めるものとしている。</p> <p>県は、原子力災害時、両協会の会員に確実に協力をいただけるよう、緊急輸送等の業務に従事する者の安全確保や放射線防護措置等に必要な資機材等の整備のほか、運転手等を対象とした放射線や放射線防護に関する知識習得のための研修等を実施している。</p> <p>県としては、原子力災害時に、確実に両協会等の会員の運転手等に来ていただけるよう、引き続き努力していく。</p> <p>なお、新たに中国電力が確保する車両については、平常時は社会福祉施設等に配備し、当該施設が利用する方法も想定しているが、その場合も、原子力災害時には中国電力が当該車両を使用し、要支援者の避難に対応することとしている。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①バス協会やタクシー協会などとの連携をとるということも必要だろうし、実動機関とどう連携をして、住民安全対応の実働をどう具体化していくかという枠組み、そのための体制づくりを含めて、ぜひ考えていただきたい。(片桐顧問)</p> <p>②滅多に発生しない原子力災害に関する意識をどれだけ維持できるのかは大事。事前にどのぐらいの時間がかかって、どのぐらいの被ばく線量が予想されるのかも推定した上で、だからやっていただけますかというお願いをしていく。それを理解をしていただくための平常時からの取組も大事。(片桐顧問)</p> <p>③1つは予定通り多量のバスが確保されたとして、これだけ多量なバスをスムーズに運行させるための運行技術、このシミュレ</p> |

| | |
|-------------|---|
| | <p>ーションや訓練は結構大変だろうと思う。逆に集まらなかった時、もしくは線量が大きくなった時には、警察、自衛隊という別の機関への依頼という格好になってくるが、その切り換えの判断は実は結構難しいと思うので、これもいろんな不都合になる状況を洗い出しておいて、行政の紙上の訓練というか、その中で技術を磨いていかなければいけない問題と思う。</p> <p>(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実動組織との連携について、まずは発電所や車両確保の状況、対象者の状況を把握し、判断する必要があると考えている。国と情報共有する場もあるので、そこでしっかり判断していく必要があると考えている。 <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・車両の運転協力については、継続した取組が重要だと考えている。毎年、理解を得るための研修など取り組んでいるが、内容を工夫しながら取組を続けていきたい。 |

| 項目 | <15> バス・福祉車両の運転手等の安全確保対策はどうなっているのか | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|-----------|-----|-------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|--------|---------|---------|
| 島根県の考え・取組 | <p>県は、原子力災害時の避難住民等の輸送業務について、平成 29 年に中国 5 県のバス協会・タクシー協会と協定を締結しているが、その中で、要請は、運転手等の業務に従事する者の安全確保に配慮し、また放射線防護措置等の安全対策を行った上で行うものと定めている。</p> <p>このため、県は、事前に、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 県と協会等との間の連絡体制の整備、緊急輸送等を行う際に従事者等と常時連絡を取るための通信手段の確保 2) 放射線及び放射線防護に関する研修機会の提供 3) 個人線量計、防護服等の放射線防護資機材の整備と受渡しに係る体制の整備 <p>等を実施している。</p> <p>【参考】原子力災害資機材整備数等一覧</p> <table border="1" data-bbox="491 922 1310 1182"> <thead> <tr> <th>整備資機材</th> <th>必要数</th> <th>整備済み数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>個人防護装備セット</td> <td>1,609 セット</td> <td>1,000 セット</td> </tr> <tr> <td>電子式個人線量計</td> <td>737 本</td> <td>140 本</td> </tr> <tr> <td>安定ヨウ素剤</td> <td>1,748 錠</td> <td>1,748 錠</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、避難住民の輸送業務等の実施に伴う被ばく線量については、両者との協定で、業務の実施による被ばく線量の予測を行い、平時の一般公衆の被ばく線量限度である 1mSv を下回る場合に協力を要請することとしている。</p> <p>これは、内閣府が「原子力災害時の民間事業者との協力協定等の締結について」（平成 29 年 7 月 24 日 内閣府(原子力防災担当)）の中で示した考え^(※)を踏まえて定めたものである。</p> <p>その上で、業務実施時には、県が配布する個人線量計や防護資機材（防護服、防塵マスク、手袋、靴カバー）を装着していただき、累積線量を帳簿で記録する等の方法により、被ばく線量が 1mSv を超過することのないように管理することとしている。</p> <p>(※)『平成 25 年に「共通課題についての対応方針」（平成 25 年 10 月 9 日原子力防災会議連絡会議コアメンバー会議）において示されている 1mSv を基本として、自治体と民間事業者の間で協議し、合意することが必要である。』</p> | 整備資機材 | 必要数 | 整備済み数 | 個人防護装備セット | 1,609 セット | 1,000 セット | 電子式個人線量計 | 737 本 | 140 本 | 安定ヨウ素剤 | 1,748 錠 | 1,748 錠 |
| 整備資機材 | 必要数 | 整備済み数 | | | | | | | | | | | |
| 個人防護装備セット | 1,609 セット | 1,000 セット | | | | | | | | | | | |
| 電子式個人線量計 | 737 本 | 140 本 | | | | | | | | | | | |
| 安定ヨウ素剤 | 1,748 錠 | 1,748 錠 | | | | | | | | | | | |
| 顧問の意見 | ①事前に資機材の整備をしたり、関係者の教育を行って安全確保できるようにしているのであれば、問題ないと思う。 | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-------------|---|
| | <p>(片桐顧問 (コメント))</p> <p>②被ばく線量の限度として1mSvがあがっているというのは、内閣府が示しているのもそうだし、一般的にはそうだと思う。ただ、O I L 1の時は500μSv/hで、当然超える場合も出てくるので、バス事業者にこういう可能性あると理解してもらうか、もしくはもう実動部隊にお願いすると最初から決めておくか、どちらかではないかと私は思っている。(関谷顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> • O I L 1の状況となる範囲は限定的と想定しており、その場合、基本は実動部隊と考えている、しっかり整理をしていきたい。 |

【論点<15>参考①：個人防護装備セット】



【論点<15>参考②：電子式個人線量計】



④ 複合災害時の対応

| 項目 | <16> 地震による避難ルートの損傷等に対してどのような対策をとっているのか | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----|------|----|-----|-----|-----|-----|------|
| <p>島根県 の考え・取組</p> | <p>県では、避難ルートを設定するにあたり、道路規格が高く、被害を受けにくい幹線道路を中心に避難ルートを設定するとともに、地震等により避難ルートが使用できない場合等に備え、避難方面別にあらかじめ複数の避難ルート（避難地区ごとに2～6通りのルート）を設定している。</p> <p>具体例として、松江市の中心部を流れる大橋川の橋梁には、耐震工事が完了していない橋梁もあることから、なるべく橋梁を通らないルートを設定するとともに、橋梁を通る地区を松江市北部の3地区に限定している。</p> <p>道路や橋梁の地震対策（ハード対策）としては、緊急輸送道路上の橋梁の耐震化、落石等通行危険箇所等のハード整備を着実に進めていくこととしており、具体的には、「島根の『つなぐ道プラン2020』」において、令和11年度を目標に緊急輸送道路の橋梁耐震化率、落石等通行危険箇所整備率を100%にすることを目標としている。</p> <p>【参考】緊急輸送道路の橋梁耐震化率進捗目標（対象221橋）</p> <table border="1" data-bbox="571 1149 1121 1279"> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>R1</th> <th>R6</th> <th>R11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>整備率</td> <td>67%</td> <td>85%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>その一方で、地震等の災害発生時には、各管理道路のパトロールを実施し、道路の被害状況等を把握し、必要に応じて、道路の被害状況を踏まえ、道路管理者等が応急復旧・道路啓開等を実施することになっている。</p> <p>原子力災害との複合災害発生時には、上記のとおり道路の被害状況の把握をした上で、予定する避難ルートが使用できない場合は、あらかじめ定めた代替ルートに変更する、または、新たに避難ルートを設定するとともに、被災した道路の応急復旧や道路啓開を行う。</p> <p>設定した代替ルートは、緊急速報（エリア）メールや県ホームページ、テレビ、ラジオ等様々な手段により周知を行う。また、島根県避難ルートマップを活用し、リアルタイムで通行不能箇所の表示や新たに設定した避難ルートを周知する。</p> <p>なお、自然災害等により、避難経路等を使用した車両による通常の避難ができない場合には、必要に応じて、実動組織（警察、消</p> | 年度 | R1 | R6 | R11 | 整備率 | 67% | 85% | 100% |
| 年度 | R1 | R6 | R11 | | | | | | |
| 整備率 | 67% | 85% | 100% | | | | | | |

| | |
|---------------|--|
| | <p>防、海上保安庁、自衛隊)による各種支援が実施される。</p> <p><実動組織の支援活動(例)></p> <ul style="list-style-type: none"> ・海路や空路(ヘリ)による避難支援(海保、自衛隊等) ・通行不能となった道路への他の車両の流入防止(警察) ・人命救助のための通行不能道路の啓開作業(自衛隊) |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①このようにルートを確認している、それはあらかじめ考えているということでもよいかと思うが、既に自然災害対応を進めている県の災害対策本部に一連の情報が集約され、その後原子力災害に至った場合においても、それらを基に具体的な避難方法を策定する活動に生かされる事が重要である。また、限られた要員で活動せねばならない事を考えるとオフサイトセンターでの活動との関連も含め、なかなか難しいのが現実かなと、福島第一原子力発電所事故当時のことを思い出すと感じる。</p> <p>(片桐顧問(コメント))</p> <p>②実際にそういう状況が生まれたら、それを解消していくような取組を実動組織にお願いするという事で、考え方自体は間違っていないと思うが、特に大規模な自然災害で原子力災害が被さっている状況では、国も県も市町村もその他の実動組織も違う対応は考えてはいけないので、一番実効的な対応、体制をうまく組んでいくことが一番大事だと思う。</p> <p>(片桐顧問(コメント))</p> <p>③ここではどちらかという橋梁のことが強調されているように思うが、島根県、特に松江市近辺の状況を考えれば、一番考えないといけないのは、たぶん液状化なんだろうと思う。代替ルートをどれぐらい確保しておくか、もしくは、いざというときに、道路の確認を行って、どう避難をさせるかをその場で判断していく以外にはないと思っている。(関谷顧問)</p> <p>④道路に関しては大きい道路より小さい道路がはるかに通行ができなくなったりするので、そこをどうするかという問題もある。それから大雨の場合、視界の関係で、とにかく逃げられないということもあるので、道路のハード的な損傷以外にも、環境まで含めた状況設定が必要ではないかと思っている。</p> <p>(野口顧問)</p> <p>⑤原子力発電所で想定されている地震動はかなり広域に被害を出す可能性もある。考え方として、特別に避難経路を確保するとか、斜面災害を防止するような対策など、特別に何かしようという仕組みはあるか。(佃顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハード対策としては、道路の液状化や耐震等含め優先度を付け |

| | |
|--|--|
| | <p>ながら対応していく。</p> <ul style="list-style-type: none">・ソフト対策としては、状況の確認や別の避難経路の設定、周知を行うことで対応する。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none">・基本的な対応を押さえた上で、様々な状況についても考えていくことは必要と考えている。状況設定について、どのようなところから検討していくか相談させていただきながら進めたい。 <p>(「顧問の意見」⑤について)</p> <ul style="list-style-type: none">・特段行っているものは基本的にはなく、なるべく災害影響を受けにくい頑丈な道路をなど、今あるベストな道路等を使った円滑な避難が基本的な考え方。避難経路に設定するための道路の強化要望等があった場合、関係省庁間で議論をして予算つけるといったことはある。 |
|--|--|

| 項目 | <p><17> 原子力災害との複合災害が発生した場合の避難対策はどうなっているのか</p> |
|-----------------------|---|
| <p>島根県の 考え・取組</p> | <p>原子力災害が発生しているときに、地震、津波、暴風雪等の自然災害が発生し、自然災害による人命への直接的リスクが極めて高い場合には、原則、自然災害に係る避難行動を優先させ、人命の安全確保を最優先として対応することとしている。</p> <p>具体的な対応については、あらかじめ災害の種類ごとに地域防災計画等で応急対策が定められていることから、状況に応じ、県・市の災害対策本部で国等と緊密に連携・調整した上で、それらの対策を組み合わせ、実施することとなる。</p> <p>例として、原子力災害に伴う避難等の指示が出ている際に、地震や台風、大雪によりリスクが高まっている場合の対応については、以下のとおりとなっている。</p> <p>1) 地震と原子力災害（屋内退避指示の場合） 原子力災害で屋内退避の指示が出ている状況で、家屋の倒壊等により、自宅での屋内退避の継続が困難な場合には、近隣の指定避難所等へ避難し、そこで屋内退避を行う。</p> <p>2) 台風や大雪と原子力災害（避難等指示の場合） 原子力災害で避難や一時移転の指示が出ている状況であっても、台風や大雪等により気象庁から警報が発表され、外出することで命に危険が及ぶような場合には、無理に避難せず、屋内退避を優先する。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①地震と原子力災害で、屋内退避が難しい場合は、指定避難所に避難し、そこで屋内退避を行うとあるが、現実的に家に入れないうらいの状況において、原子力による屋内退避をしないといけないという状況だったら、多分広域に自主的に避難するんだろうと思う。この点に関しては、原則論は定めておくべきだとは思いますが、実効性がどれくらいあるかということも同時に考えていただきたい。（関谷顧問（コメント））</p> <p>②原子力発電所の状況と、自然災害の状況を鑑みて、どちらを優先するか議論する、何が一番県民の方にとっての安全性が高まるかということ議論する仕組みを作るのが、この複合災害と原子力防災を一緒に考えるということの、おそらく今一番できてないところだと思う。（野口顧問）</p> <p>③熊本地震、新潟中越地震など、余震のことを考えれば複合災害時に屋内退避というのは困難であると思うが、内閣府防災との協議はどのように行っているのか。（関谷顧問）</p> |

| | |
|---------------|--|
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力災害と自然災害を一緒にどう対応していくかということ は必要だと考えている。国では原子力災害対策本部の規模を拡大し対応し、県の災害対策本部は1つの災害対策本部で自然災害の対応と原子力災害の対応を行う。その中で、一緒に住民を守る活動について判断を行う。また、その状況については、いただいた意見も踏まえしっかり考えていく。 <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> 熊本地震を教訓に、内閣府においても一般防災部局と原子力防災部局で協議をし、余震で家が壊れるような状況かどうかで屋内退避を継続するか指定緊急避難場所へ避難をするかなど、可能な限り両立を図りながら、自分の命を守ることを優先して対応をするという議論をしている。このことについて、内閣府においては政策統括官同士の決定文書も出ている。 |
|---------------|--|

【論点<18>参考①：安定ヨウ素剤】



丸剤



ゼリー剤

【論点<18>参考②：安定ヨウ素剤事前配布会】



| 項目 | <19> 安定ヨウ素剤の服用指示はいつ、どのように伝達するのか |
|---------------|--|
| 島根県の 考え・取組 | <p>安定ヨウ素剤は、服用の時期によってその効果が大きく左右されるため、適切なタイミングで服用することが必要である。</p> <p>「安定ヨウ素剤の配布・服用に当たって」（令和元年7月3日全部改正 原子力規制庁）によれば、放射性ヨウ素を吸入・摂取する24時間前から、吸入・摂取した2時間後までに安定ヨウ素剤を服用すると、放射性ヨウ素の甲状腺への集積を90%以上抑制することができ、8時間以内であれば約40%の抑制効果が期待できるとされている。しかし、16時間以降であればその効果はほとんどないと報告されている。</p> <p>このため、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) P A Z（5km圏）においては、全面緊急事態に至った時点で、直ちに、国、県又は市から避難と安定ヨウ素剤の服用についての指示が出されることから、この指示に従い服用する。 2) P A Z（5km圏）外においては、全面緊急事態に至った後に、原子力施設の状況や緊急時モニタリング結果等に応じて、避難や一時移転等と併せて安定ヨウ素剤の配布・服用について、原子力規制委員会が必要性を判断し、国、県又は市から出される指示に従い服用する。 <p>これらの服用指示は、緊急速報メールのほか、テレビ・ラジオやツイッターなどのSNS、避難先や避難経路が確認できる「避難ルートマップ」におけるお知らせ機能などで、国からの指示を受けた場合には直ちに市、県から周知を図ることとしている。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①服用は、一義的には国が判断することになっているので、あとはその情報が住民に対してタイムリーに伝わる仕組みをきちんと県、市町村はつくっていかないといけない。それがうまく機能するような仕組みになっているということなので、それを確実のものにしていればよろしいと思う。また、色んなツールが使えないことを前提に、住民が最終的にそれを実行できるような環境をどうしたら作れるのかということは県と市と情報を受けた時からの時間流れを考えていただくことが大事。 （片桐顧問）</p> <p>②安定ヨウ素剤は、福島第一原子力発電所事故でもそうだが、みんなが飲みたがる。高齢の方も、皆殺到するし、要はどういう人がどういう時期に飲むのが適切なかが十分に分からないから、渡さないとか、服用の指示が出せないという段階で不安が生じるので、そこのところはきちんと酌み取って対応いただきたい。（関谷顧問（コメント））</p> |

| | |
|---------------|---|
| | <p>③県民の方の不安や質問を解消できる対策を、全部県自らが対応しようとするのは難しいのではないかと考えている。地域、地域にそういうことを指導してくれる人を作って、不安になったらその人に聞くというような状況を作らないと難しいのではないか。(野口顧問(コメント))</p> <p>④国としては、避難指示、ヨウ素剤の服用等については、誰がどのような具体的手段で指示、情報発信をされるのか。(関谷顧問)</p> |
| <p>国・県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・服用の指示について、安定ヨウ素剤の効果や服用の場面の周知、また、指示が出てからの伝達についてもしっかり考えていきたい。 <p>(「顧問の意見」④について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内閣総理大臣が緊急事態宣言を発出後、直ちに官邸で記者会見を行う。ここで宣言と同時に、P A Z内住民の即時避難や安定ヨウ素剤の服用についての指示、公示も発する。その後、官房長官が宣言後の原子力災害対策本部の内容や、指示、公示の内容について会見で補足説明を行うなど、様々な媒体を通じ、そのフェーズごとに周知をしていく仕組みになっている。 |

| 項目 | <20> 避難退域時検査会場における検査手順はどうなっているのか |
|---------------|---|
| 島根県の 考え・取組 | <p>放射性物質放出後に一時移転等の指示が出された場合には避難退域時検査を実施し、広域避難する住民等の汚染状況を確認し、必要に応じて除染を行うこととなっている。</p> <p>島根県では、国が定めた「原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル」を踏まえ、平成29年3月に「島根県避難退域時検査及び簡易除染実施計画」を策定し、検査手順等を定めている。</p> <p><検査場所等> 避難退域時検査は、広域避難する多くの住民等の検査が実施でき、可能な限りバックグラウンド値が低い所で行うことが望ましいことから、島根原子力発電所から30kmの境界付近から避難所等までの避難経路周辺の14か所を候補地として定めている。</p> <p><検査手順></p> <p>1) 車両の指定箇所検査 住民等の検査に当たっては、自家用車やバスを利用して避難する住民を全て検査するのではなく、まずその住民が乗車してきた車両の検査を行う。 この段階の検査は、原則車両用ゲート型モニタでO I L 4^(※)（β線が40,000cpmを超える場合は除染）の基準を準用し、指定箇所（タイヤ、ワイパー部）の検査を行う。 この検査で40,000cpmを超える値が検出された場合には、次の車両の確認検査を行う。</p> <p>2) 車両の確認検査 この段階の検査は、原則GMサーベイメータで40,000cpmを基準として設定し、車両全面（検査員が通常、手の届く高さや可能な範囲）の検査を行う。 この検査で40,000cpmを超える値が検出された場合は、車両の除染7)を行うとともに、乗員の代表者に対して、指定箇所検査3)を行う。</p> <p>3) 乗員代表者の指定箇所検査 この段階の検査は、原則GMサーベイメータでO I L 4（β線が40,000cpmを超える場合は除染）を基準として設定し、指定箇所（頭部、顔面、手指及び掌、靴底）の検査を行う。 この検査で6,000cpmを超える値が検出された場合には、次の乗員代表者の確認検査4)を行う。</p> |

- 4) 乗員代表者の確認検査
この段階の検査は、原則GMサーベイメータで 40,000cpm を基準として設定し、全身の検査を行う。
この検査で 40,000cpm を超える値が検出された場合には、除染 8) を行うとともに、乗員全員の指定箇所検査 5) を行う。
- 5) 乗員全員の指定箇所検査
検査内容及びその後の対応は、3) と同様
- 6) 乗員全員の確認検査
検査内容及びその後の対応は、4) と同様
- 7) 車両の拭き取り・流水による除染
車両の確認検査で基準値以上の値が検査された箇所を中心に、ウエットティッシュ等により表面を拭き取る。
その後、再度車両の確認検査を行い、40,000cpm を超える値が検出された場合は、流水による除染を行う。
- 8) 乗員で確認検査の結果汚染が確認された者の拭き取りによる除染
乗員の確認検査で基準値以上の値が検査された箇所を中心に、ウエットティッシュ等により表面を拭き取る。
衣服に基準値を超える値が検出された場合には、脱衣を行う。
- <検査及び除染の考え方>
原子力規制庁は、すべての住民を検査せず、車両の検査だけ行うこと、車両の汚染が確認された際に、乗員の代表者のみ指定箇所検査を行うことについて、平成 27 年 8 月 26 日に開催された第 25 回原子力規制委員会の資料「原子力災害対策指針の改正案に対する意見募集の結果について」の中で、
- ・「一般的に屋外に置かれた車両の方が、その所有者よりも放射性物質がより多く付着しているものと考えられること」
 - ・「放射性物質の放出後の行動やその後の避難等にあたって概ね同じような行動を取った方々であれば、そのうちの 1 名を代表者とすることは合理的であると考えられること」
- などが挙げられるとしている。
- また、車両指定箇所検査において、タイヤとワイパー部だけを検査することについて、国が定めた「原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル」の中で、
- ・「車両の外側で、放射性物質の付着しやすい部位と確認されていること。また、避難と検査の迅速性を重視し、タイヤとワイパー部を指定箇所とした」
- との考え方が示されている。

| | |
|--------------|---|
| | <p>拭き取り除染だけでなく、流水による除染を行うことについては、複数の除染方法を用いることでより確実な除染を行うことが可能であると考えている。</p> <p>(※) O I L 4 (β線：40,000cpm) の検出は「原子力災害対策指針」において「我が国において広く用いられているβ線の入射窓面積が20 cm²の検出器を利用した場合の計数率」とされている。</p> <p>「島根県避難退域時検査及び簡易除染実施計画」において、車両用ゲートモニタ・GMサーベイメータともに、必要な測定を行えるよう、仕様を満たすことや、入射窓面積が異なる検出器については、換算を個別に確認するなどの対応を記載している。なお、導入済みの車両用ゲートモニタ・GMサーベイメータについては、指針等における仕様を満たすことを確認している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①避難退域時検査の基本的な対応の考え方、流れとしてはそうかなというふうに思う。一方で、知人宅に早めに避難して、避難退域時検査場所を通らないケースも頭に置いておかないといけないと思う。(片桐顧問)</p> <p>②福島第一原発事故の時に、スクリーニングを行っている人は大体6割ぐらいなので、きちんと周知をすれば、皆さんやってくれると思う。その際、車両検査、代表者検査のスキームをまず理解をしてもらうことは非常に重要。この退域時検査は、迅速に避難をさせるために行うもので、一人一人を細かく測定するための目的ではないということきちんと説明する必要があるだろうと思う。(関谷顧問)</p> <p>③何のために、検査をやっているかということもちゃんと事前に伝えないといけなくて、自分の安全のためだけではなく、避難先の不安を払拭し、ひいては島根県から逃げてきた人達が不当な扱いを受けないために、確認することが大事だということをしっかり伝えておかないと、検査を受けてない人たちが結構島根県から来ているということになると、その後は大変なので、そこはかなり徹底していただきたい。(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①②③について)</p> <p>・住民に対し、避難退域時検査の位置づけや目的、避難先に対しては避難退域時検査で確認をしていることをしっかり説明する必要があると考えている。</p> |

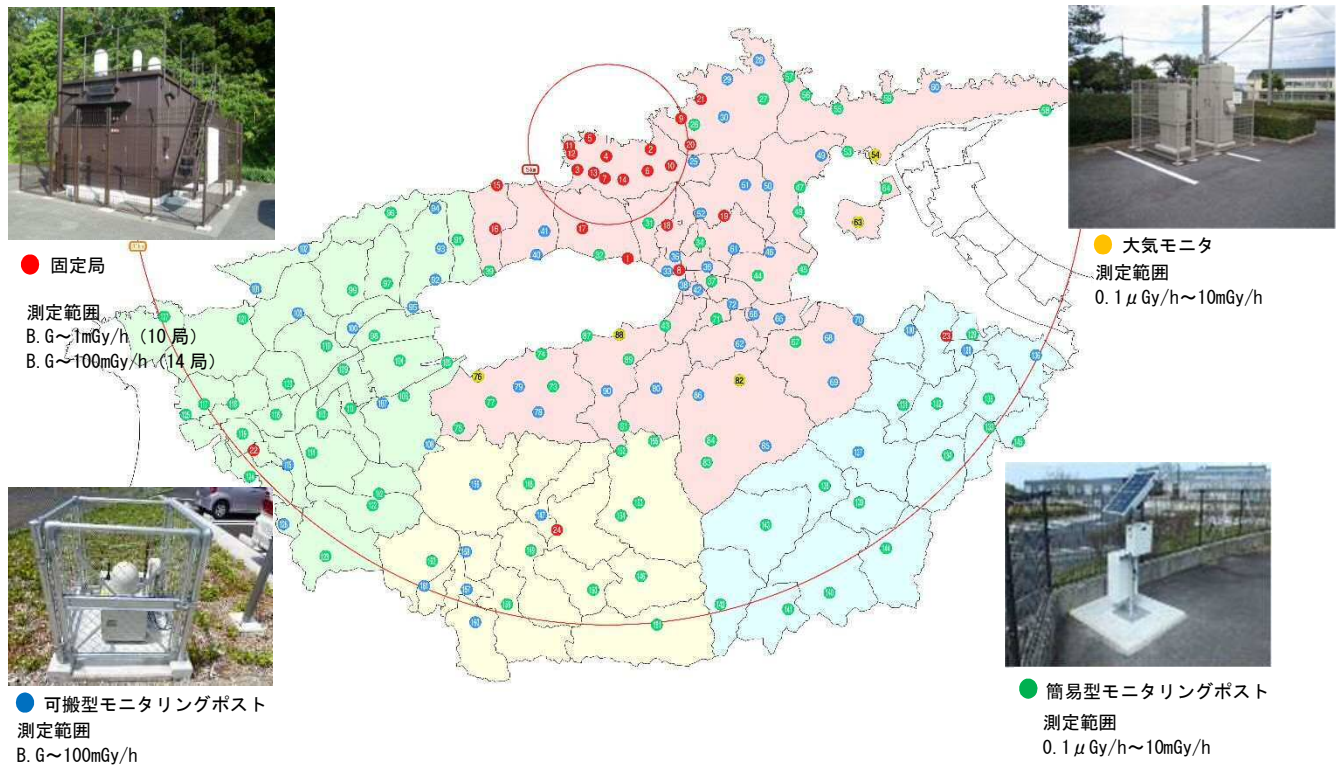
| 項目 | <21> 避難退域時検査の実施により、渋滞が発生するのではないか |
|---------------|--|
| 島根県の 考え・取組 | <p>避難退域時検査の対象となるUPZの一時移転等については、平成25年度に実施した避難時間推計の結果等から、一斉避難など、多数の車両が集中した場合には、相当程度の渋滞が発生することが見込まれている。</p> <p>県は、避難の途上で行う避難退域時検査が、渋滞をひどくする要因とならないよう、次の体制をとることとしている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 検査会場は、島根原子力発電所から30kmの境界付近、かつ避難経路周辺に、14箇所設置 2) UPZの想定車両が24時間程度で検査完了を目指す資機材や人員の確保 <p>なお、資機材や人員の必要数を算定する際には、UPZ全域の一時移転で対象となる車両の半数（約95,000台）が初日に検査を受けることを算定のための前提条件としている。</p> <p>その上で、資機材の整備等については、平成29年12月に策定した「島根県原子力防災資機材整備・管理計画」により定めている。</p> <p>人員の確保については、平成29年10月に策定した「島根県原子力災害業務継続計画」により、職員の動員体制等を具体的に定め、毎年度、研修や訓練を実施している。</p> |
| 顧問の意見 | <ol style="list-style-type: none"> ①UPZ全域の一時移転という、そういう想定自体がどうかというのものもあるが、おそらく長期間にわたって対応をしないとけないと考えられるので、本当にそういう対応体制が実働として成立しうるか、きちんと確認をしておく必要はあると思う。 (片桐顧問(コメント)) ②島根県は他の県よりも機材が充実しているというふうに思うので、今、島根県の準備状況がどういう状況にあるか、県民に伝えることは、意味があると思う。(関谷顧問(コメント)) ③(1台あたり2人という)車と中の人間の関係が、時間との関係では、原則今の考えでいいと思うが、ただそうでなかった場合も結構あるということを前提に、どう考えるかは気をつけておいた方がいいと思う。(野口顧問(コメント)) |

イ 緊急時モニタリングの実施体制

| 項目 | <p>〈22〉 緊急時における空間放射線量率のモニタリング体制はどうなっているのか</p> |
|-----------------------|--|
| <p>島根県の 考え・取組</p> | <p>島根県側では、緊急時に空間放射線量率を測定するため、平常時に空間放射線量率を測定している固定局 24 カ所に加え、可搬型モニタリングポストを 53 カ所、簡易型モニタリングポストを 80 カ所、大気モニタを 5 カ所、計 162 カ所に設置している。なお、現在、モニタリングポストの更新を行っており、令和 4 年度末には、固定局 24 カ所、簡易型モニタリングポスト 125 カ所、大気モニタ 13 カ所の計 162 カ所の設置となる予定である。</p> <p>設置箇所は、島根原子力発電所を中心とする概ね半径 30km 圏内に、5km 四方に 1 か所以上となるよう、かつ、原子力災害等が発生した場合に防護措置等を行う地域に対しそれぞれ 1 か所以上となるよう、設置している。</p> <p>モニタリングポストによる計測の結果、より詳細な計測が必要な場合には、モニタリング機材を積んだ車で計測、走行サーベイを行うこととしている。</p> <p>また、放射性物質の拡散状況等により U P Z 外において、屋内退避等の防護措置が実施される場合には、国及び原子力事業者が U P Z 外の走行サーベイ等を行うこととしている。</p> <p>測定体制については、警戒事態以降、施設敷地緊急事態より前の時点では、島根県が、県モニタリング本部を設置し、島根県緊急時モニタリング計画に基づき、測定を行うこととなっている。</p> <p>施設敷地緊急事態に進展した時点からは、国が緊急時モニタリングセンターを設置し、緊急時モニタリング計画に基づく緊急時モニタリングを行うこととなっている。</p> <p>測定結果については、モニタリングポストのデータを伝送して、一括して集約する「環境放射線情報システム」により 24 時間連続で監視している。</p> |
| <p>顧問の意見</p> | <p>①モニタリング体制としてハードウェアの設置なりデータの強化で、環境が整ってきているのは事実かと思う。 (片桐顧問 (コメント))</p> <p>②放射性物質の濃度の測定についても、住民は予想以上に不安になっているので、県が地元の方の意識になって不安をどう解消できるかということを考えて、実施計画にそういうものを盛り込んでいくということも必要と思う。</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>(片桐顧問 (コメント))</p> <p>③放射性物質は、平均的ではなくて一部にたまったりするので、それは個別に移動式等でやるのかもしれないが、今の体制で、非常によくできることと、実は把握できないこと、言えることと言えないことという整理はしておいたほうがいいと思う。</p> <p>(野口顧問 (コメント))</p> <p>④事故後の中長期対策を決定する上で必要な放出源情報 (放出された放射性物質の種類や量に関する情報) やモニタリング結果及びそれらの将来予測を誰がどう評価するかについては、今後の議論で、その責任関係やスキームを明確にしておくべき。</p> <p>(長岡顧問 (コメント))</p> |
|--|--|

【論点<22>参考①：モニタリングポスト設置状況】



【論点<22>参考②：走行サーベイ】



【論点<22>参考③：EMC活動】



| 項目 | <23> 緊急時の空間放射線量率の公表方法はどうなっているのか |
|---------------|---|
| 島根県の 考え・取組 | <p>島根原子力発電所を中心とする概ね半径 30km 圏内の 162 か所のモニタリングポストのうち、主に島根原子力発電所周辺の 24 か所については、島根原子力発電所に異常が発生していないか監視するために設置しており、平常時からその測定結果を、県庁や市役所等に設置した表示装置、県のHPや携帯サイトで常時公表している。</p> <p>また、その測定結果については、原子力規制庁のHPにも公開されている。</p> <p>緊急時においては、162 局全ての測定結果について、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 施設敷地緊急事態に進展する可能性があるかと判断した場合には、県は自然災害による被災状況等と併せ、測定結果をHP等で速やかに公表し、報道発表する。 2) 施設敷地緊急事態以降は、国がHP等で公表し、報道発表し、県もまたその情報の共有を受け、県のHP等で公表することとしている。 <p>なお、令和3年3月から、原子力規制庁は、緊急時用のモニタリングポストの測定結果を、平常時においても試験的に公表し、7月から本格運用することとしている。</p> <p>この運用にあたっては、緊急時用のモニタリングポストは、緊急時に取りべき措置の判断にあたって国が定めた線量を測定することを目的としたもので、原子力発電所監視のための低線量を測定する仕様ではないため、測定結果のばらつきが顕著であるほか、平常時において測定値の変動要因を詳細に確認することが困難であることに留意する必要がある。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①避難、一時移転等の防護措置判断のためには放射線量率測定が優先される事も理解しているが、一度、放射性物質が放出された後は、住民は相当不安を抱くであろうと言うことを意識して、県としてEMC活動を進めていく事が重要。(片桐顧問)</p> <p>②情報発信の内容面で、原子力に関して東日本大震災以降、課題だと思っているのは、モニタリング情報の出し方で、今、政府はHPで情報発信すると言っている。広報のやり方を国は明示的には言っていないが、基本的には県と市町村に任されているような状態だと思う。線量のことをどう伝えるか、それに応じて、どういうふうな避難指示、どういうふうな行動をとって屋内退避などを行って欲しいというふうに伝えるかということを引きちゃんとセットで伝え切れるかという方が重要だと思う。(関谷顧問)</p> |

| | |
|-------------|---|
| | <p>③高齢者の人たちや技術弱者の人たちのことを考えたときに、HPにあるから見ることはできませんというのは、若干乱暴かなという気がする。数字ではなくて、赤とか青とか黄色とか、色で状況を示すとかいろんな工夫は必要と思う。(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伝え方については、濃度の測定という観点から、大気モニタの整備の拡充の検討、また、公表方法の工夫については相談させていただきたい。 ・数字だけではなく解釈や数値の推移状況、どのようにすれば住民に分かりやすく伝えることができるかということは、国とも相談し、訓練等を通じてやっていきたい。 |

| | |
|---------------|--|
| 項目 | <p>〈24〉 モニタリングポストの自然災害対策や停電、通信障害等の対策はどうなっているのか</p> |
| 島根県の 考え・取組 | <p>平成 30 年北海道胆振東部地震では、停電により北海道が設置している泊原子力発電所敷地外のモニタリングポストが一時的に測定が不能となった。</p> <p>この時は、地震発生の翌日には商用電源が復旧したため測定不能の影響は最低限に抑えられたが、停電が長期化し携帯無線通信の基地局の電源が確保されなければ、大きな影響がでたと考えられる。</p> <p>このため、島根県では、モニタリングポストの災害対策を図っている。</p> <p>まず、耐震化については固定局 24 局については実施済みであるほか、簡易型モニタリングポストについては、138 局のうち、83 局が実施済み、54 局が令和 3 年度中に実施予定、1 局が令和 4 年度中に実施予定であり、すべての局を耐震化する予定である。</p> <p>このほか、津波に対しては、島根半島沿岸部のモニタリングポストはその設置地点の海拔により被災することが想定されるものの、可搬型モニタリングポストの設置と隣接するポストによる測定を行うことで、放射線の放出状況は概ね確認できる。</p> <p>また、水害に対しては、宍道湖・中海沿岸及び松江、斐川・出雲地域の平野部のモニタリングポストは、その設置地点の海拔により浸水することが想定されるものの、可搬型モニタリングポストの設置と隣接するポストによる測定を行うことで、放射線の放出状況は概ね確認できる。</p> <p>風害に対しては、電気設備に関する技術基準に基づき、甲種風圧荷重について、指示物は 780Pa、架渉線は 980Pa、ボックス類は、1180Pa に耐えられるようにしている。</p> <p>停電に対しては、商用電源が停止した場合でも、付属のバッテリー等で 1 週間以上、計測が継続できるようにしている。</p> <p>通信障害に対しては、モニタリングポストごとに、地上系と衛星系の 2 系統の通信回線を確保している。</p> |
| 顧問の意見 | <p>①ハードウェアがいろんな多重化をされていて、通信が途切れないようにしていることは大事だと思うが、ハードウェアだけではなくて人海戦術含めて、全体として対応ということも頭に置いておくことが大事。(片桐顧問)</p> <p>②例えばモニタリングポストが地震で駄目になるとか、通信が遮</p> |

| | |
|-------------|--|
| | <p>断されるということは、おそらく住民自体のいろんな情報の受発信機能もほとんど駄目になっているはず。防災というのはバランスがすごく大事で、どの機能をどのレベルまで保持するかというのは、防災に必要な仕組みのセット論の中で考えていただくといいと思う。(野口顧問)</p> |
| <p>県の回答</p> | <p>(「顧問の意見」①②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハード整備、通信も含めた形で、しっかり機能するよう、対応できるように想定をしながら、今後も留意し取り組んでいく。 |

資料

島根県原子力安全顧問設置要領

(設置)

第1条 中国電力株式会社島根原子力発電所（以下「発電所」という）の安全性に関する諸課題に対応するため、島根県原子力安全顧問（以下「顧問」という）を置く。

(職務)

第2条 顧問は、知事からの求めに応じ、発電所の安全性に関わる事項について、必要な助言を行う。

2 顧問は、島根県原子力発電所周辺環境安全対策協議会会長の求めにより同協議会に出席し、必要な助言等を行う。

3 顧問は、知事からの求めに応じ、島根原子力発電所周辺地域住民の安全確保等に関する協定第11条の規定に基づく立入調査に同行する。

(顧問の委嘱等)

第3条 顧問は、学識経験者の中から、知事が委嘱する。

2 顧問の任期は、2年とする。ただし再任を妨げない。

(顧問の委嘱の際の要件等)

第4条 次の各号のいずれかに該当する者は、顧問となることができない。

一 原子力事業者等（原子力に係る製錬、加工、貯蔵、再処理若しくは廃棄の事業を行う者、原子炉を設置する者、外国原子力船を本邦の水域に立ち入らせる者若しくは核原料物質若しくは核燃料物質の使用を行う者又は原子炉メーカーであって、いずれも商業目的の施設に係る者に限る。以下同じ。）又はこれらの者が法人であるときはその役員（いかなる名称によるかを問わず、これと同等以上の職権又は支配力を有する者を含む。以下同じ。）若しくはこれらの者の使用人その他の従業者

二 原子力事業者等の団体の役員又は使用人その他の従業者

三 顧問の委嘱日（以下「委嘱日」という。）前直近3年間に、原子力事業者等又はこれらの者が法人であるときはその役員若しくはこれらの者の使用人その他の従業者であった者

四 委嘱日前直近3年間に、原子力事業者等の団体の役員又は使用人その他の従業者であった者

五 同一の原子力事業者等から、個人として、委嘱日前直近1年間、委嘱日の1年前の日の前直近1年間又は委嘱日の2年前の日の前直近1年間のうちいずれかの期間において、50万円以上の報酬等を受領していた者

2 知事は、外部有識者を顧問として委嘱するときは、次の各号に掲げる事項についての自己申告を求める。

一 この項の規定により申告する日（以下「申告日」という。）前直近3年間に、原子力事業者等又はこれらの者が法人であるときはその役員若しくはこれらの者の使用人その他の従業者であった者に該当しないこと。

二 申告日前直近3年間に、原子力事業者等の団体の役員又は使用人その他の従業者であった者に該当しないこと。

三 同一の原子力事業者等から、個人として、申告日前直近1年間、申告日の1年前の日の前直近1年間又は申告日の2年前の日の前直近1年間のうちいずれかの期間において、50万円以上の報酬等を受領していた者に該当しないこと。

四 当該外部有識者個人の研究又はその所属する研究室等に対する原子力事業者等からの寄附について、申告日前直近3年間（ただし、再任の場合は、申告日の属する年度の4月1日から申告日までの間）における対象の研究名称、寄附者及びその寄附金額

五 申告日前直近3年間（ただし、再任の場合は、申告日の属する年度の4月1日から申告日までの間）に、その所属する研究室等を卒業した学生が就職した原子力事業者等の名称及び就職者数

3 知事は、委嘱に際して、前項第4号及び第5号の情報を公表する。

4 当該外部有識者は、申告日から委嘱日までの間に第1項第1号、第2号又は第5号に掲げる者となることが新たに生じた場合は、遅滞なく知事に対してその事項についての自己申告を行うこととする。

5 知事は、委嘱後、顧問が申告日から委嘱日までの間に第1項各号に該当することとなったことが判明した場合は、当該顧問の委嘱を取り消す。

（顧問の在任中の要件等）

第5条 顧問は、その在任中に次の各号に掲げる事項が新たに生じた場合は、遅滞なく知事に対してその事項についての自己申告を行うこととする。

一 顧問が前条第1項第1号又は第2号に掲げる者となること。

二 同一の原子力事業者等から、個人として、委嘱日以後1年間又は委嘱日の1年後の日以後1年間に50万円以上の報酬等を受領していた者となること。

2 知事は、顧問が前項第1号又は第2号に掲げる事項に該当することが判明した場合は、当該顧問を解任する。

3 知事は、顧問に対して、次の各号に掲げる事項についての自己申告を、その在任中毎年4月30日までにを行うよう求める。

一 その年の3月31日以前の1年間における顧問個人の研究又はその所属する研究室等に対する原子力事業者等からの寄附について、対象の研究名称、寄附者及びその寄附金額

二 その年の3月31日以前の1年間において、顧問の所属する研究室等を卒業した学生が就職した原子力事業者等の名称及び就職者数

4 知事は、前項に基づく自己申告があった場合は、その情報を公表する。

（島根県原子力安全顧問会議）

第6条 知事は、必要があると認めるときには、助言を求める案件に応じて顧問のうちから適当と認める者に出席を求め、島根県原子力安全顧問会議を開くことができる。

（庶務）

第7条 顧問に関する庶務は、防災部原子力安全対策課において処理する。

（その他）

第8条 この要領に定めるもののほか、必要な事項は別に定める。

附 則

この規定は、平成20年9月18日から施行する。

一部改正 平成23年8月1日

一部改正 平成24年7月1日

一部改正 平成25年4月1日

島根県原子力安全顧問名簿

令和3年12月現在

| 氏 名 | 専 門 分 野 | 所 属 ・ 職 名 |
|--------------------|--------------------------|---|
| いわた ともたか 岩田 知孝 | 強震動地震学 | 京都大学防災研究所 教授 |
| うちだ しげお 内田 滋夫 | 環境放射生態学 | 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 放射線影響研究部 生活圈核種移行研究グループ 客員研究員 |
| おおた かつまさ 太田 勝正 | 放射線防護学 放射線看護学 | 東都大学沼津ヒューマンケア学部 学部長 |
| かたぎり ひろみ 片桐 裕実 | 原子力防災 環境影響評価 | 元 日本原子力研究開発機構 原子力緊急時支援・研修センター長 |
| かつた ただひろ 勝田 忠広 | 原子力工学 原子力政策 | 明治大学法学部 教授 |
| かまえ かつひろ 釜江 克宏 | 地震工学 | 京都大学複合原子力科学研究所 特任教授 |
| きたがき はじめ 北垣 一 | 放射線医学 | 島根大学医学部 教授 |
| くさま ともこ 草間 朋子 | 放射線健康管理学 | 東京医療保健大学 名誉教授 |
| すぎもと じゅん 杉本 純 | 原子炉工学 | 元 京都大学 教授 |
| せきや なおや 関谷 直也 | 原子力防災 災害社会科学 社会心理学 | 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター 准教授 |
| せりざわ あきみ 芹澤 昭示 | 原子炉工学 | 京都大学 名誉教授 |
| つくだ えいきち 佃 榮吉 | 地震地質学 | 産業技術総合研究所 特別顧問 |
| ながおか とし 長岡 鋭 | 環境放射線学 | 元 日本原子力研究開発機構 研究嘱託 |
| にのかた ひさし 二ノ方 壽 | 原子炉工学 | 東京工業大学 名誉教授 |
| のぐち かずひこ 野口 和彦 | 原子力防災 リスクマネジメント | 横浜国立大学 IAS リスク共生社会創造センター 客員教授 |
| みやもと みつたか 宮本 光貴 | 材料工学 | 島根大学総合理工学部 准教授 |
| よしかわ ひでかず 吉川 榮和 | 原子炉工学 | 京都大学 名誉教授 |
| わたべ てるひさ 渡部 輝久 | 海洋放射生態学 | 海洋生物環境研究所 フェロー |

小会議の構成

| 顧問 | 専門分野 | 分野別 | 小会議の構成 | | | |
|----|-------|--------------------------|------------------------|----------------|------|---|
| | | | 自然災害対策 | 原子炉施設の 安全対策 | 避難対策 | |
| 1 | 岩田 知孝 | 強震動地震学 | 地震 関係 | ◎ | | |
| 2 | 釜江 克宏 | 地震工学 | | ◎ | | |
| 3 | 佃 榮吉 | 地震地質学 | | ◎ | | |
| 4 | 勝田 忠広 | 原子力工学 原子力政策 | 原子炉 関係 | | ◎ | |
| 5 | 杉本 純 | 原子炉工学 (過酷事故対策) | | | ◎ | |
| 6 | 芹澤 昭示 | 原子炉工学 | | | ◎ | |
| 7 | 二ノ方 壽 | 原子炉工学 | | | ◎ | |
| 8 | 宮本 光貴 | 材料工学 | | | ◎ | |
| 9 | 吉川 榮和 | 原子炉工学 | | | ◎ | |
| 10 | 太田 勝正 | 放射線防護学 放射線看護学 | 放射線 影響 関係 | | | |
| 11 | 北垣 一 | 放射線医学 | | | | |
| 12 | 草間 朋子 | 放射線健康管理学 | | | | |
| 13 | 内田 滋夫 | 環境放射生態学 | 環境 モニタ リング 関係 | | | |
| 14 | 長岡 鋭 | 環境放射線学 | | | | |
| 15 | 渡部 輝久 | 海洋放射生態学 | | | | |
| 16 | 片桐 裕実 | 原子力防災 環境影響評価 | 原子力 防災 関係 | | | ◎ |
| 17 | 関谷 直也 | 原子力防災 災害社会科学 社会心理学 | | | | ◎ |
| 18 | 野口 和彦 | 原子力防災 リスクマネジメント | | | | ◎ |

島根県原子力安全顧問の変遷(島根原子力発電所2号機の新規制基準適合性申請以降)

| 氏名 | 専門分野 | 所属・職名 | 平成25年度 | 平成26年度 | 平成27年度 | 平成28年度 | 平成29年度 | 平成30年度 | 令和元年度 | 令和2年度 | 令和3年度 |
|-------|--------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------|--------|-----------------|-------|----------------|-------|
| 岩田 知孝 | 強震動地震学 | 京都大学防災研究所 教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 釜江 克宏 | 地震工学 | 京都大学複合原子力科学研究所 特任教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 佃 榮吉 | 地震地質学 | 産業技術総合研究所 特別顧問 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 勝田 忠広 | 原子力工学 原子力政策 | 明治大学法学部 教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 杉本 純 | 原子炉工学 (過酷事故対策) | 元 京都大学 教授 | | ○ (平成26年8月～) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 芹澤 昭示 | 原子炉工学 | 京都大学 名誉教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 二ノ方 壽 | 原子炉工学 | 東京工業大学 名誉教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 野田 泰稔 | 材料物理学 | 島根大学 名誉教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ (～平成30年6月) | | | |
| 宮本 光貴 | 材料工学 | 島根大学総合理工学部 准教授 | | | | | | ○ (平成31年3月～) | ○ | ○ | ○ |
| 吉川 榮和 | 原子炉工学 | 京都大学 名誉教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 伴 信彦 | 放射線影響・ 放射線防護 | 東京医療保健大学 教授 | ○ | ○ | ○ (～平成27年5月) | | | | | | |
| 太田 勝正 | 放射線防護学 放射線看護学 | 東都大学沼津ヒューマンケア学部 学部長 | | | ○ (平成27年7月～) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 北垣 一 | 放射線医学 | 島根大学医学部 教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 草間 朋子 | 放射線健康管理学 | 東京医療保健大学 名誉教授 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 内田 滋夫 | 環境放射生態学 | 放射線医学研究所 放射線影響研究部 生活圏核種移行研究グループ 客員研究員 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 長岡 鋭 | 環境放射線学 | 元 日本原子力研究開発機構 研究嘱託 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 渡部 輝久 | 海洋放射生態学 | 海洋生物環境研究所 フェロー | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 片桐 裕実 | 原子力防災 環境影響評価 | 元 日本原子力研究開発機構 原子力緊急時支援・研修センター長 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 齋藤 実 | 原子力防災 (過酷事故対応) | 原子力安全基盤機構 技術参与 | ○ (～平成26年2月) | | | | | | | | |
| 関谷 直也 | 原子力防災 災害社会科学 社会心理学 | 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター 准教授 | | | | | | | | ○ (令和2年9月～) | ○ |
| 野口 和彦 | 原子力防災 リスクマネジメント | 横浜国立大学IASリスク共生社会創造センター 客員教授 | | ○ (平成26年8月～) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

※過去に委嘱していた顧問は、解嘱時点の職名を記載