

平成 2 5 年 2 月 2 8 日  
日本原子力発電株式会社

## 発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案に対する 当社の意見の提出について

当社は本日、発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案に対する当社の意見を取りまとめ、原子力規制委員会に提出しました。

### 新安全基準骨子案に対する当社の意見の例

- 例— 1 : 信頼性に関する設計上の考慮
- 例— 2 : 原子炉冷却材低圧時の冷却対策
- 例— 3 : 事故後の最終ヒートシンク確保対策
- 例— 4 : 地震及び津波に対する設計の基本方針
- 例— 5 : 津波に対する設計方針

以 上

氏 名：

連 絡 先：

意 見 の 対 象 と な る 案 件：

発 電 用 軽 水 型 原 子 炉 施 設 に 係 る 新 安 全 基 準 骨 子 案  
( ① 設 計 基 準 )

**要 旨：**

静 的 機 器 の 多 重 化 は、系 統 信 頼 性 向 上 の 効 果 や デ メ リ ッ ト を 考 慮 し て 判 断 で き る 要 求 に す べ き と 考 え る。

① 設 計 基 準 骨 子 案

2. ( 9 ) 信 頼 性 に 関 す る 設 計 上 の 考 慮

【 要 求 事 項 の 詳 細 】

E 単 一 故 障 の 発 生 の 可 能 性 が 極 め て 小 さ い こ と が 合 理 的 に 説 明 で き る 場 合、あ る い は、単 一 故 障 を 仮 定 す る こ と で 系 統 の 機 能 が 失 わ れ る 場 合 で あ っ て も、他 の 系 統 を 用 い て、そ の 機 能 を 代 替 で き る こ と が 安 全 解 析 等 に よ り 確 認 で き れ ば、当 該 機 器 に 対 す る 多 重 性 の 要 求 は 適 用 し な い。

**意 見：**

一 律 に 静 的 機 器 の 単 一 故 障 を 想 定 し 多 重 化 を 要 求 す る の で は な く、多 重 化 に よ る 信 頼 性 向 上 の 効 果 や デ メ リ ッ ト を 考 慮 し て 判 断 で き る よ う に 要 求 す べ き と 考 え る。

**理 由：**

こ れ ま で の 検 討 チ ー ム 会 合 で、「単 一 故 障 の 発 生 の 可 能 性 が 極 め て 小 さ い こ と が 合 理 的 に 説 明 で き る 場 合」の 対 象 と し て、原 子 炉 圧 力 容 器 や 非 常 用 ガ ス 処 理 系 配 管 の 支 持 機 能 と し て の 排 気 筒 が 挙 げ ら れ て い る。

一 方、非 常 用 ガ ス 処 理 系 や 中 央 制 御 室 非 常 用 空 調 系 な ど の 静 的 機 器 に つ い て は、長 期 に お け る 単 一 故 障 を 考 慮 し 多 重 性 が 要 求 さ れ る べ き と 議 論 さ れ て い る。ま た、「発 生 の 可 能 性 が 極 め て 小 さ い」は「外 的 事 象 も 考 慮 し て 発 生 頻 度 を 評 価 し て 小 さ け れ ば よ い」とも 議 論 さ れ て い る。

氏 名：

( 続 き )

しかしながら、外的事象に対しては、設計基準の骨子案「2. (1) 自然現象に対する設計上の考慮」などの要求を満足するように、設備設計を行う。

したがって、静的機器の単一故障は、内的要因（ランダム故障）を対象とすべきであり、多重化による信頼性向上の効果やデメリット（例えば、配管等の多重化による貫通部増加に伴う建屋気密性への影響など）を考慮して、その要否を判断すべきと考える。なお、検討チーム第12回会合の事業者提出資料4「8. 信頼性」で示したとおり、一般に静的機器の多重化による信頼性向上の効果は小さいと考える。

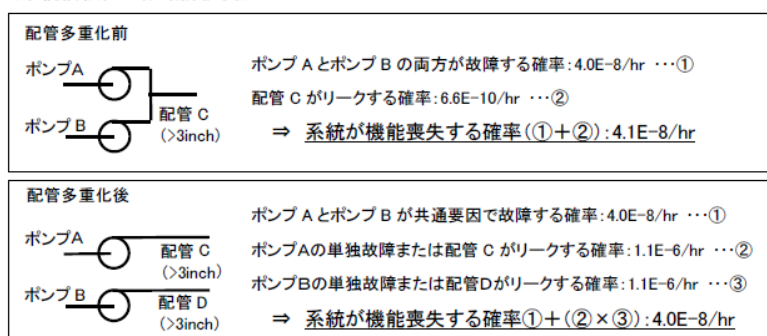
( 参 考 )

表1：国内データによる動的機器と静的機器の信頼性の比較

| 機器   |                | 故障モード  | 単独での非信頼性   | 多重化後の非信頼性 |
|------|----------------|--------|------------|-----------|
| 動的機器 | ポンプ            | 運転継続失敗 | 1.1E-06/hr | 4.0E-8/hr |
|      | ファン            | 運転継続失敗 | 6.0E-07/hr | 2.2E-8/hr |
| 静的機器 | 配管<br>(<3inch) | リーク    | 1.0E-09/hr | —         |
|      |                | 閉塞     | 3.2E-10/hr | —         |
|      | 配管<br>(>3inch) | リーク    | 6.6E-10/hr | —         |
|      |                | 閉塞     | 6.6E-10/hr | —         |
|      | 逆止弁            | 閉失敗    | 3.4E-08/hr | —         |

(出典：日本原子力技術協会)

(系統信頼性の概略評価例)



( 第 1 2 回 会 合 事 業 者 提 出 資 料 4 よ り 引 用 )

氏 名：

連 絡 先：

意見の対象となる案件：

発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案  
(②シビアアクシデント対策)

**要 旨：**

異なる動作原理の要求は、共通要因故障排除の目的からは必須でないため、要求事項の適正化が必要と考える。

②シビアアクシデント対策骨子案

2. (6) 原子炉冷却材低圧時の冷却対策

【要求事項の詳細】

A (c) 炉心の著しい損傷に至るまでの時間的余裕のない場合に対応するため、設計基準対応設備とは動作原理の異なる恒設代替設備を設置すること。

**意 見：**

(c) では事業者がより効果的な対策の選択が可能となるよう、「異なる動作原理」の要求を削除すべきと考える。

**理 由：**

代替設備の多様化に係る要求は、「2. (1) ①代替設備に対する要求事項」の「2 (多様性及び位置的分散)」のとおり、設計基準対応設備及び代替設備を含めて、共通要因による当該安全機能の喪失を排除することが目的と考えている。

また、要求事項となっている「異なる動作原理」は、ランダム故障の共通要因に対する信頼性向上に有効となり得る手段であるが、外部事象に対しては、例えば地震を考えた場合、動作原理の相違が共通要因故障の排除に

氏 名：

（ 続 き ）

必ずしも寄与することはないと考える。

共通要因故障を排除するためには、例えば以下のような手段が考えられ、「異なる動作原理」の要求は必須ではないと考える。

- ・ 設計基準対応設備（電動、補機冷却必要）の代替として恒設代替設備（電動、補機冷却不要）を設置するとともに、設計基準対応設備への電力供給源の多様化（海水系に依存しない空冷式発電機）を図る
- ・ 代替設備の外部事象に対する頑健性（耐震性及び耐津波性）、及びランダム故障に対する信頼性を確保する

氏 名：

連 絡 先：

意 見 の 対 象 と な る 案 件：

発 電 用 軽 水 型 原 子 炉 施 設 に 係 る 新 安 全 基 準 骨 子 案  
( ② シ ビ ア ア ク シ デ ン ト 対 策 )

**要 旨：**

炉 心 損 傷 前 の W / W ベ ン ト は 有 効 な 対 策 で あ る と 考 え  
る。また、D / W ベ ン ト も 対 策 の 有 力 候 補 と 考 え る。

② シ ビ ア ア ク シ デ ン ト 対 策 骨 子 案

2 . ( 7 ) 事 故 後 の 最 終 ヒ ー ト シ ン ク 確 保 対 策

【 要 求 事 項 の 詳 細 】

A ( a ) 炉 心 損 傷 を 防 止 す る た め 、 代 替 設 備 等 を 整 備 す  
る こと。

**意 見：**

検 討 チ ー ム 第 1 3 回 会 合 の 資 料 に お い て 、 炉 心 損 傷 前  
の 最 終 ヒ ー ト シ ン ク 確 保 対 策 と し て 、 フ ィ ル タ ・ ベ ン ト  
が 例 示 さ れ て お り 、 W / W ベ ン ト が フ ィ ル タ ・ ベ ン ト の  
バ ッ ク ア ッ プ と さ れ て い る が 、 炉 心 損 傷 前 の W / W ベ ン  
ト は 、 最 終 ヒ ー ト シ ン ク 確 保 対 策 と し て 期 待 で き る も の  
で あ り 、 バ ッ ク ア ッ プ と の 位 置 づ け は 適 切 で は な い と 考  
え る。また、D / W ベ ン ト に つ い て も 、 最 終 ヒ ー ト シ ン  
ク 確 保 対 策 の 有 力 な 候 補 で あ る と 考 え る。

**理 由：**

以 下 の 理 由 に よ り 、 炉 心 損 傷 前 の W / W ベ ン ト は 、 フ  
ィ ル タ ・ ベ ン ト と 同 等 の 性 能 を 有 し て い る と 考 え る。

① フ ィ ル タ ・ ベ ン ト は 、 炉 心 損 傷 時 に お い て 格 納 容 器 内  
の セ シ ウ ム 等 の エ ア ロ ズ ル の 除 去 を 主 目 的 と し た も の  
で あ る が 、 炉 心 損 傷 前 は こ れ ら の エ ア ロ ズ ル は 格 納 容  
器 内 に 存 在 し な い。また、W / W ベ ン ト も フ ィ ル タ ・  
ベ ン ト と 同 様 に よ う 素 の 除 去 が 可 能 で あ る。こ れ ら の  
こ と か ら 、 炉 心 損 傷 前 の W / W ベ ン ト の 放 射 性 物 質 除  
去 機 能 に つ い て は 、 フ ィ ル タ ・ ベ ン ト と そ れ ほ ど の 差

氏 名：

( 続 き )

異はないと考える。なお、よう素の除去機能の差異によらず、その放出量は限定的である。

- ② 耐圧強化ベントの操作性については、福島第一原子力発電所事故以降の安全対策により全交流電源喪失時における電源車からの給電や窒素ポンプ等の活用が可能となっており、信頼性が向上している。この信頼性向上の結果として、炉心損傷前のベント時において炉心損傷に至る可能性がある場合には、ベントラインに設けた弁を速やかに閉止し格納容器の閉じ込め機能を復旧することができる。
- ③ 炉心損傷後と異なり、外部水源から格納容器への持込水量が崩壊熱相当の「原子炉への注水量」に限定できるため、W/W ベントによる崩壊熱の放出により、W/W 水位の上昇が抑えられ、長期に渡り崩壊熱除去が可能である。このような格納容器ベントによる継続的な崩壊熱除去は、福島第一原子力発電所事故後の緊急安全対策においても期待している。なお、炉心損傷後は、炉外におけるコアコンクリート反応の防止などのため、格納容器への注水量は崩壊熱相当以上に必要となる。

また、炉心損傷前の D/W ベントについては、水中でのスクラビングによるよう素の除去が期待できないものの、第 10 回検討チーム会合の事業者提出資料別紙 1 「3. 格納容器破損防止対策<2>」より、燃料漏えいのない通常運転時を想定すると、スクラビングによるよう素の除去を考慮せずとも有意な被ばく線量にならないと評価される。そのほか、全交流電源喪失時における操作性等も、W/W ベントと同等である。

氏 名：

連絡先：

意見の対象となる案件：

発電用軽水型原子炉施設の地震及び津波に関わる新  
安全設計基準骨子案（③地震・津波）

要 旨：

断層等の露頭の有無だけで設置を判断するのではなく、  
施設影響評価まで含めた総合的な設計基準とすべき。

意見／理由：

③地震・津波骨子案

1. 地震及び津波に対する設計の基本方針

【基本的要求事項】

1 原子炉施設（以下単に「施設」という。）は、全体として高い安全性を有する必要があるため、次に示す基本的な設計方針を満足すること。

一 重要な安全機能を有する施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認した地盤に設置すること。

【要求事項の詳細】

（3）第1項第一号については、重要な安全機能を有する施設が、将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤面に設置された場合、その将来の断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与えるおそれがあるために規定したものである。

意見：

将来活動する可能性のある断層等で生じる地盤変位については、安全設計基準の要求事項として入口論（活断層か否か）で縛りかけるのではなく、トータルとして安全を確保するという考え方が必要である。つまり、地表変形の可能性を考慮し、変形発生時に構造物、システム、機器類が機能を維持することを合理的に示すことに



氏 名：

( 続 き )

より、安全性を確認することができると考えられることから、断層の有り無しだけをもって、施設の設置を認めないのは、科学的根拠に欠ける。

【基本的要求事項】の条文を「重要な安全機能を有する施設は、将来活動する可能性のある断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与える恐れが無いことを確認した地盤に設置すること。」とするべき。

【要求事項の詳細】(3)の条文を「第1項第一号については、将来活動する可能性のある断層等による地盤変位が及ぶ可能性のある地盤について、その規模、構造を考慮の上、安全側に最大変位を想定でき、その変位を吸収・緩和させるための設計がなされる場合は、耐震重要度分類Sクラスの機器・システムを支持する建物・構築物の設置を除外するものではないことを規定したものである。」とするべき。

理 由：

① 将来活動する可能性のある断層等に関する設計の考え方

新安全設計基準骨子案の検討チームの会合では、断層変位の評価法が確立されていないこと、信頼性の高い施設影響評価やその対策が不可能であるとの一部の委員の意見から、科学的・技術的観点からの十分な議論が尽くされることなく、活断層の有無だけをもって、重要な安全機能を有する施設の設置を認めないこととなっている。しかし、会合での谷委員からの「断層の活動に伴う地盤の変形については、様々な不確かさを考慮することによって、上限値を求めることは現状の技術の範囲内で十分に可能であることから、トータルとして安全を確保するという考え方を導入すべきである。」※<sup>1</sup>との発言にあるように、技術的に評価するこ

氏 名：

( 続 き )

とが可能であることから、総合的安全評価を実施し、設置許可の判断をするべきである。(断層の「認定」で終わってしまい、「影響評価」をしないということでは、「安全設計基準」ではない。)

※ 1：発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チーム第3回，第4回，第6回，第7回会合議事録

## ② 海外の基準と断層変位に関する評価事例

海外における敷地内断層に関する評価基準として、国際原子力機関(IAEA)の国際基準※<sup>2</sup>の中では、断層の変位を決定論的手法や確率論的手法を用いて評価することが規定されている。また、米国のディアブロキャニオン原子力発電所では、新たな調査で指摘された敷地近傍の断層から派生する副次的断層による変位量を確率論的手法により評価し、その評価結果に対しては国の規制当局(NRC)による確認解析が行われ、施設への影響の無い事が確認※<sup>3</sup>されている。このように海外でも、断層の変位による影響を確認することが安全基準に盛り込まれていること、また、断層による変位を評価して、影響を確認した事例がある。

※ 2：Specific Safety Guide No.SSG-9 “Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”

※ 3：Research Information Letter 12-01 “Confirmatory Analysis of Seismic Hazard at the Diablo Canyon Power Plant from the Shoreline Fault Zone” U.S. Nuclear Regulatory Commission

## ③ 断層変位評価に関する文献

断層変位の評価法や断層変位への対策技術に関しては、第8回会合において谷委員より研究論文のリスト※<sup>4</sup>が提出されている。

氏 名 :

( 続 き )

また、国内外においても、断層変位評価法に関する技術的な論文※<sup>5</sup>が報告されており、評価方法が無く、安全性の影響評価が出来ないとする新安全設計基準検討チームでの意見は、適切ではない。

※ 4 : 震基 8-4 骨子素案 ( 資料 : 震基 7-2 ) に関するメモ  
【 防災科学技術研究所研究員 谷和夫 提出資料 】

※ 5 : 断層変位に関する技術的論文

Youngs, R.R., et al., “ A Methodology for Probabilistic Fault Displacement Hazard Analysis (PFDHA), ” *Earthquake Spectra*, Vol. 19, p. 191-219, 2003.

#### ④ 国内における断層変位に関する審議

敷地内断層の活動に伴う地盤変位による評価として、敦賀発電所における浦底断層の活動に伴う原子炉施設直下の破砕帯の安全率を2次元FEMにより検討※<sup>6</sup>している。本検討内容については、これまで耐震バックチェックにおける審議においても議論されてきたにもかかわらず、新安全基準において、断層変位評価に関する事項がすべて削除されていることは、これまでの原子力安全・保安院での審議の経緯をまったく無視したものである。

※ 6 : 敦賀発電所 断層の活動に伴う地盤の変位・傾斜に関する検討 ( 原子力安全保安院 地質・地盤合同ワーキンググループCサブグループ資料 : 合同 C 28 - 3 )

氏 名：

連絡先：

意見の対象となる案件：

発電用軽水型原子炉施設の地震及び津波に関わる新安全設計基準骨子案（③地震・津波）

要 旨：

津波対策は多種多様であり、敷地内への流入防止や建屋での浸水防止の対策の組合せによる設計も許容すべき。

意見／理由：

③地震・津波骨子案

7. 津波に対する設計方針

【基本的要求事項】

一 重要な安全機能を有する施設等の設置された敷地において、基準津波による遡上波を直接到達、流入させないこと。 また、取水路、排水路等の経路から直接流入させないこと。

【要求事項の詳細】

( 1 )

① 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。  
 なお、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設・設備を設置すること。

意見：

津波対策は、津波の敷地への流入防止対策、建屋外壁での浸水防止対策及び建屋内での浸水防止対策など多種多様である。津波に対する設計として、重要な安全機能を有する施設の安全機能が保持できるために、敷地内への津波による遡上波を直接到達、流入させないことに限定することなく、敷地への直接到達、流入させないことを原則とし、建屋外壁での浸水防止対策や建屋内での浸水防止対策などの組合せによる設計も許容すべきと考える。

氏 名：

( 続 き )

したがって、敷地に浸水しても、重要な安全機能を有する施設等に影響を与えないことを要求する規定として、以下のような下線部の記載を追加することを提案する。

【 基 本 的 要 求 事 項 】

一 重要な安全機能を有する施設等の設置された敷地において、基準津波による遡上波を直接到達、流入させない、また、取水路、排水路等の経路から直接流入させないことを原則とすること。

【 要 求 事 項 の 詳 細 】 ( 1 ) ① の 文 末 に 追 記

ただし、重要な安全機能を有する施設等に影響を与えないよう津波防護施設あるいは重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋の止水・防水対策を講じることにより、基準津波に対してその安全機能が維持できる場合は、この限りでない。

理 由：

津波に対する設計においては、重要な安全機能を有する施設は基準津波に対してその安全機能が保持できることが必要であり、そのための設計手法として、重要な安全機能を有する施設等の設置された敷地において、津波による遡上波を直接到達、流入させないよう流入防止対策（防潮堤等の設置）を講じことは基本であるが、その他として施設周辺の防護壁や重要な安全機能を有する設備を内包する建屋の外壁での浸水防止対策や建屋内での浸水防止対策など多種多様であり、これらの組合せにより、重要な安全機能を有する施設が守られるという設計も選択肢の一つである。