

準備書面(64)
原発の安全性の考え方と
シビアアクシデント対策

2018. 9. 13

原告ら代理人 弁護士青木秀樹

只今から話すこと

- 1 福島第一原発事故以前のシビアアクシデント対策の位置付けと福島第一原発事故の教訓を踏まえたシビアアクシデント対策の考え方の基本
- 2 シビアアクシデント対策の考え方の基本に反する確率的リスク評価(PRA)の使用方法の問題性
- 3 福島第一原発事故以前のシビアアクシデント対策の考え方の残存
- 4 自然現象の規模、発生時期を予測して自然現象に対する原発の安全確保策の限界を決めることは出来ない。従って、大規模な自然災害による大規模損壊の十分な検討が必要である。
- 5 大規模な自然災害による大規模損壊の検討が十分なされていないこと

福島第一原発事故以前のシビアアクシデント対策
の位置付けと福島第一原発事故の教訓を踏まえ
たシビアアクシデント対策の考え方の基本

福島第一原発事故以前の、原発の安全性におけるシビアアクシデント対策の位置付け

我が国の原子炉施設の安全性は、現行の安全規制の下に、設計、建設、運転の各段階において、①異常の発生防止、②異常拡大防止と事故への発展防止、及び③放射性物質の異常な放出防止、といういわゆる多重防護の思想に基づき厳格な安全確保策を行うことによって十分確保されている。これらの諸対策によってシビアアクシデントは工学的には現実には起こるとは考えられないほど発生の可能性は十分小さいものとなっており、原子炉施設のリスクは十分低くなっていると判断される。

(平成4年5月28日 原子力安全委員会決定)

福島第一原発事故後に指摘されたシビアアクシデント対策の考え方の誤り

今回の事故の発災により、「リスクが十分に低く抑えられている」という認識や、原子炉設置者による自主的なリスク低減努力の有効性について、重大な問題があったことが明らかとなった。（発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策について 平成23年10月20日 原子力安全委員会決定）

予見した想定に過度に囚われたため、想定を超える事象には対応できない場合があることも今回の事故で強く認識された。したがって、想定を超えることは起こりえるとの前提に立ち、想定を超えたものは次の層で事故進展等を防止できるような厳格な「前段否定」を適用することが必要である。（東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について（中間とりまとめ）平成24年2月原子力安全・保安院）

福島第一原発事故後に指摘されたシビアアクシデント対策の考え方の誤り

たとえどんなに発生の確率が低い事象であっても、「あり得ることは起こる。」と考えるべきである。発生確率が低いからといって、無視していいわけではない。(平成23年12月26日東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会中間報告書)

発生確率が低いということは発生しないということではない。発生確率の低いものや知見として確立していないものは考えなくてもよい、対応しなくてもよいと考えることは誤りである。
さらに、「あり得ないと思う」という認識にすら至らない現象もあり得る、言い換えれば「思い付きもしない現象も起こり得る」ことも併せて認識しておく必要がある。(平成24年7月23日東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会最終報告書)

最新の知見を踏まえ科学的合理性に基づいて津波の想定が行われた場合でも、これを超える津波が発生する可能性は否定できない(発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策について(想定を超える津波に対する原子炉施設の安全確認の基本的考え方)平成24年3月12日原子力安全委員会)

今後の求められるシビアアクシデントにおける 安全確保策

「設計上の想定を超える内的要因(共通原因故障等)や設計上の想定を超える外的要因(巨大な地震、津波等)によって、第3の防護レベルまでの防護策の機能が著しく損なわれる場合における、シビアアクシデントの発生の防止、影響緩和を目的とするものであって、その有効性が最新の科学的知見に照らして評価され、継続的な改善が図られるべきである」とし、「シビアアクシデント時の事象進展や設計上の想定を超える自然事象の発生確率など不確かさが大きい領域や、発生確率はごく低いものの発生した場合の影響が大きい事象についても取り扱う必要がある」((発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策について 平成23年10月20日原子力安全委員会決定)

シビアアクシデント対策の考え方の基本

- ①想定を超えることは起こり得ること
- ②設計上の想定を超える内的要因（共通原因故障等）や設計上の想定を超える外的要因（巨大な地震、津波等）によって、第3の防護レベルまでの防護策の機能が著しく損なわれる場合を想定すること
- ③発生確率はごく低いものの発生した場合の影響が大きい事象について取り扱う必要があること
- ④シビアアクシデントの発生の防止、影響緩和の有効性が最新の科学的知見に照らして評価されること

シビアアクシデント対策の考え方の基本

福島第一原発事故は、いかなる理由をつけても社会において受け入れられない事故である。原子力規制委員会設置の趣旨は、二度と福島第一原発事故のような事故は起こさないことである。



福島第一原発事故のような事故の発生可能性があるならば、それに対処できることが明らかにされない限り、原発の設置、運転を認めることはできないことも、社会の共通認識であり、本件審理を行うに当たっての大前提である



福島第一原発事故のような事故を二度と起こさないことは社会の共通認識であり、シビアアクシデント対策を考える基本である。

シビアアクシデント対策の考え方の基本に反する
確率的リスク評価(PRA)の使用方法の問題性

確率論的リスク評価(PRA)によりシビアアクシデントの対象を絞ることは原発の安全性の考え方に反する

想定を超えることは起こり得る、発生確率はごく低いものの発生した場合の影響が大きい事象について取り扱う必要がある(シビアアクシデントの考え方)



頻度が小さいからという理由でシビアアクシデントの考察の対象から除外することは許されない。

確率論的リスク評価(PRA)の信頼性の乏しさ、不完全性の証拠

プラント名		炉心損傷頻度 (/炉年)		格納容器破損頻度 (/炉年)		備考
		AM前	AM後	AM前	AM後	
BWR2	敦賀1号炉	8.5E-07	9.3E-08	8.8E-08	3.5E-09	
BWR3	福島第一1号炉	7.9E-07	3.1E-07	2.2E-07	1.0E-08	BWR2, 3代表炉
BWR4	福島第一2号炉	4.9E-07	1.6E-07	2.2E-07	1.2E-08	BWR4代表炉
	女川1号炉	8.6E-07	2.1E-08	3.4E-07	3.1E-09	
	福島第一3号炉	3.3E-07	1.3E-07	1.6E-07	1.3E-08	
	福島第一4号炉	3.8E-07	1.5E-07	1.9E-07	1.5E-08	
	福島第一5号炉	2.4E-07	5.5E-08	9.6E-08	6.5E-09	
	浜岡1号炉	4.3E-07	7.9E-08	1.6E-07	8.4E-09	
	浜岡2号炉	3.5E-07	5.7E-08	1.3E-07	8.1E-09	
	島根1号炉	4.2E-07	1.0E-07	2.0E-07	1.6E-08	

「軽水型原子力発電所における『アクシデントマネジメント整備後確率論的安全評価』に関する評価報告書(平成16年10月 原子力安全・保安院)」

確率的リスク評価(PRA)の信頼性の乏しさ、不完全性の証拠

- 福島第一原発1号炉の運転開始は1971年3月
40炉年で炉心損傷、格納容器破損
⇔ 3.1×10^{-7} / 炉年、 1.0×10^{-8} / 炉年
- 福島第一原発2号炉の運転開始は1974年7月
37炉年で炉心損傷、格納容器破損
⇔ 1.6×10^{-7} / 炉年、 1.2×10^{-8} / 炉年

PRAの評価は現実の福島第一原発事故発生頻度とまるで異なっている

発生頻度と被害の大きさの相関図で原発の安全性の程度を求めるとはできない

原発の被害は分からない

原発の被害は、死者数或いは癌の発生数だけではなく、他の健康被害も受け、職業を奪われ、住居を奪われ、コミュニティを破壊され、家族関係を分断され、放射能に対する不安を抱かされ続ける等、複雑かつ限定できない。定量的に説明することは不可能又は著しく困難である。

頻度 × 被害で比較することは出来ない

対処可能な被害が 10^{-1} ／炉年の頻度である場合と、対処不能な被害が 10^{-4} ／炉年である場合は、たとえ積が同じであっても同じ評価はできない。一方は対処可能であり、一方は対処不能であるから、質が異なる。

確率論的リスク評価に原発の安全性を語るほどの信頼性がないことは、原発に関わる科学者の常識であること

改訂

原子力安全の 論理

佐藤一男 著

satou Kazuo

- ①ある事故シーケンスが起こる確率には不確実性がある。
- ②ある事故シーケンスの中でどのような現象が起こっているか不明なことがある。
- ③機器の故障率データに不確実性(国内のデータがなく海外の故障率データを使用することもある)がある。
- ④PRAの結果に有意に寄与する事故シーケンスを網羅出来ているか必ずしも明確ではない。
- ⑤PRAは「代表プラント」ではなく各プラントの特徴をきめ細かく考慮するべきとされているが、故障率のデータは多数の同種の機種平均として求められることが多い。そうすると、どれほどプラント独自の設計を考慮しても、そのプラントのPRAが完全にそのプラント独自のものになっているとは限らない。



日刊工業新聞社

安全目標と確率論的リスク評価を絡めて最も大きな誤解というのは、要するに個別のプラントのリスクが確率と被害の積でリスクで表現できて、それが原子力規制委員会が定めた目標と比較して個々のプラントを見ていける。全くそんな技術水準にあるわけではないし、それから、例えばman madeのテロリズム、確率で表現できるものではない。

不確実性ばかり言われるけれども、不確実性だけでなく、不完全性の方がより大きな問題で、全てのリスクを網羅した評価になっていないという、それ以上に、そもそももっと平たく言えば、考えていないことは入っていないのですね。ですから、想定外で機器が壊れたことというのは、リスク評価には想定外なのですから、こうやって壊れると考えていないものは結果に表れてこない。人のやることですから、当然、不完全さがある。むしろこの不完全さの持っている意味というのは非常に大きい。

原子力規制委員会更田委員長発言(平成30年5月9日 平成30年原子力規制委員会第8回臨時会13頁)

確率的リスク評価が使用できる範囲

ある機器が必ず壊れるときのCDFの増分、あるいはある機器が絶対に壊れないとしたときのCDFの減じる分、少なくなる分、こういったものを比較することによって、個々の機器の重要度が、現在の技術水準に照らして、ある仮定の中ではあるけれども、個別の機器の重要度が相対的に分かってくる。これは検査制度や、それから、検査をして行くうえでの優先順位に反映させることができるだろうし、それから、事故の対策を考えた時に、どの機器が特に重要な役割を果たすかといったようなことの見直しにはなるだろう

原子力規制委員会更田委員長発言(平成30年5月9日 平成30年原子力規制委員会第8回臨時会13、14頁)

被告日本原電は、頻度が小さいことを理由に重大な影響を与える事故シーケンスを除外している

被告日本原電が除外した地震・津波に特有の重大事故シーケンス

(津波特有の事故シーケンス)

ア. 防潮堤損傷

(以下は地震特有の事故シーケンス)

イ. 原子炉建屋損傷

ウ. 格納容器損傷

エ. 原子炉圧力容器損傷

オ. 格納容器バイパス

カ. 原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失 (Excessive LOCA)

キ. 計装・制御系喪失

(「東海第二発電所 事故シーケンスグループの抽出及び重要事故シーケンスの選定について」平成29年5月 日本原子力発電株式会社) 10-14頁

被告日本原電が除外した重大事故シーケンスの影響が大きいこと

ア. 防潮堤損傷

津波波力により防潮堤が損傷し、多量の津波が敷地内に浸水することで、非常用海水ポンプが被水・没水して最終ヒートシンクが喪失するとともに、屋内外の施設が広範囲にわたり機能喪失して炉心損傷に至る事故シーケンスである。

イ. 原子炉建屋損傷

地震による原子炉建屋の損傷により、建屋内の格納容器、原子炉圧力容器等の構造物及び機器が広範囲にわたり損傷する可能性のある事故シーケンスである。

被告日本原電が重大事故シーケンスから除外した理由

ア. 防潮堤損傷

炉心損傷頻度 3.3×10^{-7} / 炉年

全炉心損傷頻度への寄与割合0.4%

イ. 原子炉建屋損傷

炉心損傷頻度 1.5×10^{-7} / 炉年

全炉心損傷頻度への寄与割合0.2%

(「東海第二発電所 事故シーケンスグループの抽出及び重要事故シーケンスの選定について」平成29年5月 日本原子力発電株式会社)230-247頁

福島第一原発事故以前のシビアアクシデント対策の考え方の残存

被告日本原電は、想定を超える事態は起きないとして影響の大きい重大事故シーケンスを除外している



ある機能が絶対的に働くと考えたり、想定する事象の進展過程とおりに事象は進展すると考えることは、安全性の考え方の基本に反する

被告日本原電が除外した重大事故シーケンス

直流電源喪失＋原子炉停止失敗、交流電源喪失＋原子炉停止失敗

これらの事故は、地震により炉内構造物等が損傷して原子炉停止機能が喪失する事故シーケンスグループと、直流電源喪失又は全交流電源喪失が重畳する事故シーケンスであり、代替の原子炉停止手段であるホウ酸水注入系が機能喪失するから、炉心損傷を防止することができない（重要事故シーケンスの選定16～17頁）。



原子炉停止機能喪失事故は格納容器の機能に期待できない事故シーケンスグループ ⇒ 炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることが必要



放射性物質の外部への大量放出

被告日本原電の説明

これらの事故シーケンスを抽出した地震レベル1 P R Aでは、炉内構造物等が地震発生と同時に最大加速度を受けるものとして評価しているが、実機のスクラム信号「地震加速度大」は、最大加速度よりも十分小さな加速度で発信し、炉内構造物等が損傷する前に制御棒の挿入が完了すると考えられる。このため、現実的にはこれらの事故シーケンスは発生しがたいと考えられ、炉心損傷防止対策の有効性を確認する事故シーケンスとしては取り扱わない。(重要事故シーケンスの選定17～18頁)



①想定を超えることは起こり得ること、②設計上の想定を超える内的要因(共通原因故障等)や設計上の想定を超える外的要因(巨大な地震、津波等)によって、第3の防護レベルまでの防護策の機能が著しく損なわれる場合を想定すること、③発生確率はごく低いものの発生した場合の影響が大きい事象について取り扱う必要があること、のいずれをも無視する考え

シビアアクシデント対策の基本的考え方に反する被告日本原電

スクラムは、「地震計で加速度検出」⇒「データ処理と評価」⇒「スクラム信号発信」⇒「制御棒駆動機構の水圧作動」⇒「制御棒挿入」となるはずだが、当然故障や誤作動も考えられる。

地震計の故障、データ転送ケーブルの断線、データ処理上のエラー、スクラム信号エラー、制御棒駆動機構の水圧作動失敗、制御棒挿入失敗がありうる。制御棒挿入に失敗するとホウ酸水注入系が作動して、原子炉停止する。ホウ酸水注入に失敗すると、核分裂反応を停止できず、核暴走事故になる可能性がある。

自然現象の規模、発生時期を予測して自然現象に対する原発の安全確保策の限界を決めることは出来ない。従って、大規模な自然災害による大規模損壊の十分な検討が必要である。

自然現象について、発生時期・発生規模の想定には限界がある

津波

(基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド I .3.3.1(5) 平成25年6月原子力規制委員会)。

- ①津波堆積物の調査は、調査範囲や場所に限界もあり、調査を行っても津波堆積物が確認されない場合があること。また、津波堆積物調査から得られる津波堆積物の分布域及び分布高度は、実際の浸水域及び浸水高・遡上高より小さいこと。
- ②津波の規模の想定は、津波に係る直接的な調査だけでは限界があること。
- ③大規模な津波を発生させる巨大地震や津波地震は、沈み込みプレート境界では、過去の事例の有無や場所に関わらずその発生を否定できないこと。
- ④地震や津波の発生域と規模は、過去の事例によるだけではそれを超えるものが発生する可能性を否定したことにはならないこと。

自然現象について、発生時期・発生規模の想定には限界がある

火山

「噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測は困難な状況にある。また、未知の巨大噴火に対応した監視・観測体制は設けられていない。VEI6以上の巨大噴火に関しては発生が低頻度であり、モニタリング観測例がほとんど無く、中・長期的な噴火予測の手法は確立していない。...(略)...モニタリングで異常が認められたとしても、いつ・どの程度の規模の噴火にいたるのか、或いは定常状態からの『ゆらぎ』の範囲なのかを識別できないおそれがある」

(原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム提言とりまとめ)

自然現象について、発生時期・発生規模の想定には限界がある

地震

第1 研究対象となる地震は、災害につながるような大地震なら数十から数百キロ規模で非常に大きく、生物学のような実験ができない

第2 過去に起こった地震のデータを分析して研究しようとしても、大地震は海で起こるものなら数百年に一回程度、陸で起こるものは数千年に一回程度しか起きないので、なかなかデータの蓄積が進まない。

第3 地震のおおもとは地中の岩盤が破壊する現象で、破壊現象というのは決定論的な理論研究することにも限界がある。

(東京大学地震研究所 瀨瀬一起教授)

大規模な自然災害による大規模損壊の
検討が十分なされていないこと

大規模な自然災害による大規模損壊の検討が原発の安全確保策として必須である

自然現象の規模、時期を予測して自然現象に関する原発の安全性確保の限界を画することはできない



①想定を超えることは起こり得ること ②設計上の想定を超える内的要因(共通原因故障等)や設計上の想定を超える外的要因(巨大な地震、津波等)によって、第3の防護レベルまでの防護策の機能が著しく損なわれる場合を想定すること ③発生確率はごく低いものの発生した場合の影響が大きい事象について取り扱う必要があること ④シビアアクシデントの発生の防止、影響緩和の有効性が最新の科学的知見に照らして評価されること

大規模な自然災害に大よる大規模損壊に対する規制の不備

大規模な自然災害による大規模損壊という用語を使用している規定は2つだけ

- ①「**实用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則**」(实用炉運転規則)86条
- ②「**实用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準**」(技術的能力に係る審査基準)Ⅲ.2.1【要求事項】



实用炉運転規則にも、技術的能力に係る審査基準にも、想定すべき大規模損壊の内容が全く規定されていない。

求められる安全確保策が具体性を欠いており、有効性評価をすることができない。

設置許可基準規則55条で要求されている放水設備は、シビアアクシデント対策として欠陥があること



設置許可基準規則55条で要求されている放水設備は、シビアアクシデント対策として欠陥がある

放水砲はシビアアクシデント対策である。シビアアクシデント対策の基本的考え方からすればその有効性評価がなされなくてはならない。しかし、放水砲に係る有効性評価の規定は不存在である。設置変更許可申請においても有効性評価はなされていない。

放水砲は、放射性物質の拡散防止として殆ど役に立たない。

1) パッシブでない設備は、確実性に欠ける

大規模な自然災害で現場は破壊され、さらに放射性物質の拡散が生じている現場で、人力に頼って稼働させる設備が果たして有効に働くかその保証はない。

2) プルーム浄化は期待できない

① 希ガスは捕捉できない

重大事故時には大量の希ガスが放出されるが、希ガスは水では捕捉できない。

② 粉じんの捕捉効率は極めて低い

放水砲は棒状に水を放出するから3次元に広がりながら空中に流出するプルームを洗うことはできない。広角スプレーに切り替えると到達距離が減少し、必要な箇所まで届かない。

放射性物質が原子炉建屋、格納容器、燃料プール等のどこから放出されているか捕捉することが困難であるから、放水砲を必要な箇所に向けて放水することは期待できない。

水と粉じんが接触しても、粉じんが水溶性でなければ捕捉できない。

③ 溶融燃料デブリ表面を有効に被覆することは不可能である

設置変更許可申請において大規模な自然災害による大規模損壊の検討をしていない

1

検討対象から除外された地震・津波特有の重大事故シーケンスは、大規模な自然災害による大規模損壊の具体例⇒検討していない

2

被告日本原電: 建屋全体が崩壊し内部の安全系機器・配管のすべてが機能喪失するような深刻な事故の場合には、可搬型のポンプ・電源、放水砲等を駆使した大規模損壊対策による対応を含め、臨機応変に影響緩和を試みる(重要事故シーケンスの選定14頁)、被告国: 大規模損壊対策などにより緩和措置を図ることができるとしていることから妥当である(審査書案141頁)



どのような大規模損壊に対して、どのような対策を講じ、それがどのような影響緩和の効果を生じるかを検討することが必須の要件だがなされていない。放水砲の有効性評価もなされていない、放水砲にはプルーム浄化は期待できない。

結論

被告日本原電は、シビアアクシデント対策の基本的考え方に反し、確率論的リスク評価(PRA)を用い、頻度が小さいことを理由に地震・津波特有の重大事故シーケンスを検討対象から除外している。これは確率論的リスク評価の使用方法の間違ひでもある。

さらに、「想定内で事象は進展する」という考え方を取って重大事故を見逃している。

また、津波、火山、地震の規模、発生時期が予測可能としてシビアアクシデント対策の限界を画することは現状では不可能であり、大規模な自然災害による大規模損壊を具体的に想定し、その対策も具体的に検討して有効性評価をすべきであるにもかかわらず、規定は不備であり、必要な原発の安全性の検討がなされていない。

以上から、東海第二原発の運転は差し止められなくてはならない。