

平成25年（ワ）第515号 福島第一原発事故損害賠償請求事件

原告 遠藤 行雄 外19名

被告 東京電力株式会社，国

第16準備書面

（本件事故を防ぐために求められる具体的な結果回避措置）

2014（平成26）年5月9日

千葉地方裁判所民事第3部合議4係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 福 武 公 子

同 中 丸 素 明

同 滝 沢 信
外

(目次)

第 1	はじめに	3 頁
第 2	本件事故の経過	3 頁
1	原子力発電所の各種電源について	3 頁
2	地震の発生から全電源喪失まで	3 頁
2	本件事故の原因	5 頁
第 3	外国での対策・規制（津波・S A）	6 頁
1	はじめに	6 頁
2	アメリカにおける原子炉の安全性確保に関する考え方の進展	7 頁
3	国際的なシビアアクシデント対策	13 頁
第 4	事故後に我が国で採られた対策・規制	19 頁
1	はじめに	19 頁
2	被告国によるシビアアクシデント対策の規制の進展	20 頁
3	我が国内の原子力発電所で実際にとられた対策	24 頁
第 5	まとめ	28 頁
1	国際的なシビアアクシデント対策に比べ我が国の安全対策が大きく遅れを取っていたこと	28 頁
2	本件事故を防ぐための具体的方策	28 頁

第1 はじめに

原告は、本準備書面において、本件事故の原因が地震・津波によって引き起こされた全電源喪失にあることを改めて確認するとともに、諸外国においてシビアアクシデント対策として採られている安全対策や規制を概観することを通じて、国際的な水準と比較して、我が国において採られていた安全対策がいかに脆弱であったのかについて明らかにする。さらに、本件事故後になって、ようやく我が国で採用されるに至った安全対策や規制を見ることによって、遅くとも 2006（平成 18）年までに、これらと同様の対策が採ることができたことについて述べる。

第2 本件事故の経過

1 原子力発電所の各種電源について

原子力発電所は、通常運転中は、自身で発電している電力によって諸設備を運転しているが、地震発生など異常が生じた場合には原子炉を緊急停止させることから（原子炉スクラム）、原発自身の発電機能もなくなることになる。

他方で、原子炉が停止しても、すでに発生して核燃料棒に溜まっている核分裂生成物が崩壊して崩壊熱が発生するため、原子炉を冷却し続ける必要がある。そのため、冷却装置を稼働させる電源が必要となる。

原発自身が発電できなくなった場合、まずは原発外部の変電所から送電線によって送られてくる外部電源（交流電源）に切り替えることで電源を確保する。また、外部電源が喪失してしまう事態に備えて、原子炉施設に交流電源を供給するための非常用ディーゼル発電機（非常用 D/C）が設けられている。これらの外部電源や非常用 D/C による電源は、高圧配電盤（M/C）、低圧配電盤（P/C、MCC）などを経由して、発電所内の各機器に供給される。

さらに、全交流電源が喪失した場合に備えた直流電源のバッテリーがあるが、これはあくまでも交流電源が復旧するための一時的なものである。

2 地震の発生から全電源喪失まで（詳細は訴状 42 頁以下）

- (1) 2011（平成 23）年 3 月 11 日 14 時 46 分に地震が発生した当時、福島第 1 原発は、1 号機が定格電気出力一定で運転中、2 号機及び 3 号機は定格熱出力一定で運転中、4 号機ないし 6 号機は定期検査中であった。

地震発生後直ちに、1 号機ないし 3 号機の原子炉では、原子炉スクラムが自動的に行われ、引き続き運転員により所内電源が外部電源に切り替えられた。

しかし、地震動により、被告東電の新福島変電所から福島第 1 原発にかけての送配電設備が損傷し、全ての送電が停止した。また、東北電力の送電網から受電する 66 kV 東電原子力線が予備送電線として用意されていたが、1 号機金属閉鎖配電盤（M/C）に接続するケーブルの不具合のため、同送電線から受電することができなかった。これにより全ての外部電源を喪失した。

そのため、非常用 D/G が自動で起動することになった。

ところがその後、地震動を起因として発生した津波によって福島第 1 原発の海側エリア及び主要建屋エリア全域が浸水を受けたことにより、非常用 D/G や冷却用海水ポンプ、配電系統設備、1 号機、2 号機及び 4 号機の直流電源などが水没して機能不全となった。また、6 号機の空冷式 D/G 1 台を除くほか、全ての電力供給機能が喪失した。すなわち、1 号機、2 号機及び 4 号機の全電源が喪失するとともに、3 号機及び 5 号機の全交流電源喪失が生じた（ただし、3 号機及び 5 号機については、津波と全交流電源喪失との前後関係は不明である。）。なお、3 号機については、同年 3 月 13 日 2 時 42 分には直流電源であるバッテリーの枯渇により全電源を喪失した。

上記のような福島第 1 原発における電源喪失は、適時かつ実効的な原子炉冷却を著しく困難にした。なお、電源喪失によって、原子炉の冷却だけでなく、中央制御室での監視や制御といった中央制御機能、さらには原発内での照明や通信手段も一挙に失うことになった（甲イ第 1 号証・国会事故調 23 頁、同 137 頁以下）。

2 本件事故の原因

- (1) 本件原発事故では、全電源を喪失した 1 号機及び 2 号機は炉心損傷に至った。また、3 号機はしばらくは直流電源が生き残ったものの、長時間の全交流電源喪失状態は回復されず、間もなく直流電源の枯渇により炉心損傷に至った。

他方、6 号機は、空冷式の非常用 D/G だけでなく、配電盤も被害を受けなかったことから交流電源の機能が維持されたため、最終ヒートシンク（熱の捨て場）を確保した上で冷温停止状態に移行することができた。これは、6 号機については、非常用 D/G が比較的高所（O.P.+13.2m）に設置されていたために津波による浸水を免れることができ、かつ、水冷式ではなく空冷式であったため、浸水によって損傷した海水冷却ポンプの機能喪失の影響も受けることがなかったからである。

そして、5 号機も、6 号機から交流電源の融通を受けて、最終ヒートシンクを確保した上で冷温停止状態に移行することが可能となった。

これらの事実から明らかなとおり、外的事象によって原子炉の緊急停止に至った場合において、炉心損傷というシビアアクシデントを回避するためには、最終ヒートシンクを確保したうえで、冷却材を長時間かつ継続的に循環させるための動力源としての（非常用）交流電源が確保されることが絶対的に必要とされるところ、これを欠いたことが本件事故の決定的な原因である。

- (2) 具体的には、福島第 1 原発の電源は、偶発的な故障や通常時の停電に対する対策はとられていたものの、電源系統の多重性、多様性、独立性が確保されていなかったため、自然災害やテロなどで同時に複数の電源機能を喪失する事態に対しては脆弱であった。

まず、外部電源について見ると、外部送電系統は 7 回線あったものの、送電鉄塔は 3 ルートで、しかも東電新福島変電所または東電新しいわき開閉所、及び東北電力富岡変電所からの送電機能を失うだけで 1 号機ないし 6 号機の

全てが外部電源喪失となる状況であった。そして、被告東電は、福島第 1 原発に送電を行っている新福島変電所について、地盤の問題から地震に対する脆弱性を認識しており、基準地振動クラスの地震の場合には 7 日以内に送電確保が困難と認識していたものの、変電所及び送電網の地震対応完了予定は 2020（平成 32）年とされていた。また、福島第 1 原発の非常用 D／G の容量を全系統 7 日間以上に拡張する計画もあったが、本件事故時点では未対応であった。そのために、本件では長時間の外部交流電源喪失という事態が顕在化した。

次に、発電所内の電源系統を見ると、複数の機器・設備が同一の場所に設置されている場合が多かった。例えば 1 号機では、全ての非常用金属閉鎖配電盤（M／C）と非常用 M／C、常用パワーセンター（P／C。低圧 480 V の交流電源配電盤のこと）がタービン建屋 1 階に設置されていた。また、電源系統の上流と下流に位置する機器・設備も同一場所または隣接場所に設置されている場合があり、例えば 3 号機では、全ての常用 M／C、非常用 M／C、常用 P／C、非常用 P／C、非常用 D／G が隣接するタービン建屋とコントロール建屋の地下 1 階に設置されていた。なお、2 日分の燃料容量をもつ非常用 D／G は各プラントに 2 系統配置されていたが、6 号機の D／G 建屋に設置されていたものを除いて、全て地下に配置されていたため、津波による被水によって機能を喪失した。

そのため、6 号機を除いては、特定の 1 か所に被害が生じただけで全交流電源喪失に陥りやすい状態にあった（甲イ第 1 号証・国会事故調 141 頁以下、同 492 頁以下）。

第 3 外国での対策・規制（津波・S A）

1 はじめに

原告は第 6 準備書面「第 3－4」において、諸外国のシビアアクシデント対策に関する動向について主張した。そして、本項においては、まず、我が国が

「軽水炉」型原子力技術を導入したアメリカの原子力安全性確保の歴史を確認した上で、国際的なシビアアクシデント対策について論ずる。

2 アメリカにおける原子炉の安全性確保に関する考え方の進展

(1) 「距離」と「格納容器」に依存した安全性への「信仰」

アメリカにおいて初期の原子力発電が運転を開始した当時の安全策は、「距離をとる」ことであった（「距離因子」と呼ばれる。）。すなわち、原子炉は無人の地に建設され、アメリカ原子力委員会（AEC）が1950（昭和25）年に定めた最初の安全性評価レポート（WASH-3）においても、安全装置の効果は一切考慮に入れず、内部の放射性物質が放出されるという条件で公衆の居住を許さない距離を与える式が示されている（たとえば、100万kw規模の原子力発電では半径30キロメートルが無人地帯として指定される。）。

1962（昭和37）年には、新たな立地基準（TID-14844）が策定されたが、ここでも距離をとることが重視されており、これにあわせて格納容器による放射能放出抑制機能（静的安全装置）だけが安全審査で認められた（甲ハ第2号証・舘野淳「シビアアクシデントの脅威」45頁）。

(2) 「信仰」から「DBEに基づく設計に基づく安全の確保」に

しかし、その後、商業用原子力発電の経済性が追求され、その結果として原子炉の大型化、高燃焼度化及び高出力密度化に伴い、予想される事故の規模も大きくなり、事故時に炉心の溶融が起き、それによって格納容器も破壊される可能性が指摘されるに至り、緊急時の炉心の冷却のための高度の安全基準の必要性が認識されるに至った。

こうした中で、1970年代に入ると、原子炉の安全対策の有効性は科学的に論証される必要があることが認識され、設計基準事象（Design Basis Event、DBE。設計基準事故とも表現されることがある。）に基づく安全設計概念が導入されるに至った。

設計基準事象とは、原子炉の設備設計を行う際、その寿命の間にいつでも起こりうると仮定することが求められる事故のことである。設計基準事象は、一般に、「原子炉の寿命期間中に予想される機器の故障・誤作動又は運転員の誤操作、及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって生じる原子炉の異常な状態に至る事象」（運転時の異常な過渡変化）と、「運転時の異常な過渡変化を超える異常な状態であって、発生する頻度はまれであるが、発生した場合は原子炉施設からの放射性物質の放出の可能性がある事象」（事故）に分類される。

そして、原子炉施設は、これらの予想される顕著で代表的な設備故障や人的過誤による事故に対しても、それを自動的に検知して安全設備を起動させるように設計されねばならないというのが、設計基準事象に基づく安全設計の考え方である。これは、この当時としては、斬新な設計概念であり、その後、安全設備に対する信頼性を高めるために、安全設備の故障を想定して多重化したり、さらにそのバックアップを備えたりすべきことが原則とされていく（甲口第29号証・佐藤暁「原子力の安全規制のあり方と日本の新安全基準」7頁）。

(3) シビアアクシデント対策の必要性が共通認識に

ア 設計基準事象に基づく設計による安全確保の限界

設計基準事象に基づく設計も、原子炉の安全を完全に保障するものではない。すなわち「設計の責任の範囲には限界があることに注意しなければならない。設計は、平常時、異常時の双方について、安全確保のために様々な対策を立てるのであるが、平常時についてはともかく、異常時には、原子炉に起こり得る——少なくとも自然法則に反しないという意味で不可能ではない——事柄の一切合切を考える訳ではないのである。設計で考えるのは、ある範囲内のものなのであって、森羅万象すべてを尽くすものではない」とされる（甲ハ第2号証・43～44頁）。

もつとも、設計基準事象を超える事象についても、いわゆるシビアアクシデントとしてその研究及び対策を考慮しなければならないこと、国際的にもスリーマイル島原発事故を契機にシビアアクシデント対策の必要性が共通認識となってきたことは第6準備書面ですでに述べた通りである。

イ アメリカ原子力委員会のラスムッセン報告

アメリカ原子力委員会（AEC）は、1975年に「WASH-1400 原子炉安全研究」を公表した（いわゆるラスムッセン報告書）。AECがこの研究を委託した目的は原子力発電所の安全性を宣伝してその推進をはかろうとするところにあった。実際にこの報告書が用いている重大事故発生確率はことさら低く見積もられていることに大きな批判が加えられている。

すなわち、同報告書で取り入れられた確率論的安全評価の手法は、従来の方法では扱うことが出来なかった様々な起因事象も扱いうるし、確率が小さいからといって無条件に切り捨てられていた種々の安全装置不作動の場合も考慮することができ、多くの事故シーケンスをカバーできるという利点はあるが、反面、重要機器の故障率データは統計処理が出来るほど多くないこと、故障率の変動（経年劣化等）が考慮されていないこと故障は1つ1つ独立して起きることを仮定しているが現実的でないこと等から、仮定の仕方でも何桁も数値が異なってくるため多くの疑問がある。（原告第6準備書面64頁に同旨）。

このラスムッセン報告は、設計基準事象を超える事故が起こりうることを示したものであったが、これに対しても、設計の範囲を超える事故などは純理論的・思弁的産物で現実にはあり得ないとの意見もあった（甲口第29号証・13頁）。

(4) スリーマイル島原発事故を契機とした安全性確保のための抜本的改革

ア シビアアクシデント発生が現実的に起こりうること

このような希望的な幻想を粉碎したのが1979（昭和54）年に発生したスリーマイル島原発事故である。スリーマイル島原発事故は、設計の範囲を超える極めて重大な事故（シビアアクシデント）が、単なる理論上の存在ではなく、現実には発生しうることを実証したものであり、それまでの科学的論証を伴わない信仰ともいえるべき「安全像」が根底から覆された。

イ スリーマイル島原発事故に関するケメニー報告の指摘

スリーマイル島原発事故は、軽水炉技術のもつ本質的なリスクである要の冷却材（水）が喪失してしまったシビアアクシデントである。

アメリカ政府の指示で、大統領特別調査委員会（以下、「ケメニー委員会」という。）が発足して、報告書（以下「ケメニー報告」という。）を作成した。スリーマイル島原発事故の原因は、軽水炉のもつ技術的問題と異常事態を告げる警報装置の作動に的確に対応できなかった運転員の認識・判断ミスが重なったところにある。

ケメニー報告は、運転員の認識・判断ミスについて、「もっとも重大な『思いこみ』は全員が設備の安全性を信じていた」ところにあると指摘した。さらにケメニー報告は、「事故判断や制御の補助装置を増設する必要性は、NRC（引用者注 アメリカ原子力規制委員会）において検討されてきたが、原子力産業公開討論会で述べられた産業界の反対のため、その実施が延期された。その反論内容はいろいろあったが、その1つに、必要とされる装置は『第9級（クラス9）』の事故装置、つまり設計条件以外のものだったという説明であった。」と指摘している。

ウ アメリカの規制機関改革

スリーマイル島原発事故後、アメリカはそれまでの、「安全規制」よりも「推進」が優先される原子力行政の在り方を反省し、原子力規制機関の在り方を抜本的に改革した。

その1つは、安全規制を担う原子力委員会（NRC）の委員長の権限強

化を行い、同時に議会による監視機能を強化したことである。さらに、規制機関と事業者との癒着を未然に防止するためにNRCと事業者との間の人的交流を禁止したこと、事業者の虚偽申告を防止するために、NRCに事業者への調査権を付与し、虚偽申告に対する罰則を設けることにより、事業者に対する規律の強化を行った。（甲イ1「国会事故調」519～524頁）。

エ 設計時に想定できない事象（シビアアクシデント）への安全対策

アメリカは、スリーマイル島原発事故が設計基準事象から外れる事象を原因として発生したことを教訓として、運転開始後の原子力発電所について、設計者が責任をもって保障した条件（設計基準事象）を超えるような事態を原因として、安全装置が有効に働かず炉心損傷が起こりうるという現実を直視し、その可能性ある事象1つ1つに安全対策を立て法規制するという原子力行政の在り方に転換した。

軽水炉の炉心損傷に到る原因は、冷却材喪失事故である。冷却材喪失事故につながる原因の1つに全交流電源喪失がある。アメリカでは、スリーマイル島原発事故に先立つ1975（昭和50）年に発行されたラスムッセン報告において、すでに全交流電源喪失が炉心損傷頻度に重要な寄与を占めることが示されており、米原子力規制委員会（NRC）は、1980（昭和55）年7月から新たな規制上の要求を行うべきか検討を開始した。1986（昭和61）年のチェルノブイリ原発事故を経て1988（昭和63）年6月には、全交流電源喪失についての技術評価を記載した「NUREG-1032」を発行し、その中で、全交流電源喪失による炉心損傷頻度を 10^{-5} /炉年以下にすることが望ましく、このためには各発電所において全交流電源喪失が2～8時間継続した場合でも炉心損傷に至らないという耐久能力を有するべきであると結論づけた。米原子力規制委員会（NRC）は、同年7月、全交流電源喪失規則を追加した（甲ハ第3号証「安

全設計指針『指針 2 7. 電源喪失に対する設計上の考慮』に関する指針改訂の経緯について」平成 2 3 年 7 月 1 5 日、原子力安全委員会事務局)。

オ まとめ

スリーマイル島原発事故によって、シビアアクシデントが現実 to 発生し得ることが実証され、国際的にもこれに対する対処及び研究が緊急の課題となり、深層防護の考え方に立ってその中にシビアアクシデント対策を位置づけること、及び確率論的安全評価を通じての原子炉の安全評価が国際的な標準とされていくこととなった。

以上の経過については、通商産業省資源エネルギー庁が 1 9 9 2 (平成 4) 年 7 月にまとめた「アクシデントマネジメントの今後の進め方について」(丙ハ 2 3、2 頁)においても次のとおり、簡潔に要約されている。

「シビアアクシデントの検討は、1 9 7 5 年にアメリカで公表された原子炉安全研究(WASH-1 4 0 0)により注目された。同報告書は、初めて確率論的なリスク評価の考えを原子力発電所の安全性の評価に取り入れたものである。その後、1 9 7 9 年にアメリカ TMI 事故が、さらに 1 9 8 6 年に旧ソ連でチェルノブイリ事故が発生し、シビアアクシデント対策の重要性が認識され、現在、各国でシビアアクシデントの研究とその対策が実施されつつある。」

なお、我が国においては、原子力安全委員会と通商産業省(当時)が事業者 to 配慮して「過酷事故」「シビアアクシデント」という言葉の使用を極力避けて、「アクシデントマネ~~ー~~ジメント」の語を多用していたことは、原告第 6 準備書面第 3 - 4 (1)で指摘したとおりである。

(5) アメリカにおけるその後の推移

その後、2 0 0 1 (平成 1 3) 年には、「9. 1 1 テロ」が発生すると、原子炉について、機器の故障や人的過誤などの内的事象や自然現象など外的事象などのほかに、第三の脅威があることが改めて認識され、テロに対処す

るための新しい規制要件が制定され、事業者は大規模な対策をとらなければならなくなった。

2000年代の後半に入ると「原子カルネッサンス」の到来が喧伝され、いくつかの新型炉が提唱されたが、他方、火災防護などの規制要件も一層厳しくなり、また航空機衝突に対処する高級設備の設置も求められるなど、安全性の規制がより一層強められてきているところである（甲口第29号証・8頁）。

3 国際的なシビアアクシデント対策

(1) 深層防護（多重防護）による安全対策

前述のスリーマイル島事故を契機に、シビアアクシデント対策の必要性が国際的な共通認識となってきたが、その対策の基本となるのが深層防護（多重防護）である。原告第6準備書面第3－4で主張した通り、深層防護（多重防護）とは、一つ一つ「前段」装備の効力を「否定」して、深い層まで防護することである。この前段否定の考え方にに基づき、原子炉施設の安全対策を多段階的に設けることが要求されている。

(2) 国際原子力機関（IAEA）が策定した原子力安全基準（NS-R-1，2000年）

同基準においては、次の5層において、安全対策の必要性が示されている。

第1層 異常運転及び故障の防止

第2層 異常運転の制御及び故障の検出

第3層 設計基準内の故障の制御

第4層 事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和

第5層 放射性物質の放出による放射線影響の緩和

前段否定の考え方は、「異常運転・故障防止」に最善を尽くして完璧に近くしても、それが無効になると仮定して「制御・故障検出」を行う対策を取り、それが無効になると仮定して「設計基準内の故障制御」対策をとり、そ

れが無効になると仮定して「事故の進展防止とシビアアクシデントの影響緩和」策をとり、さらにそれが無効になると仮定して「放射性物質の放出と放射線影響の緩和」策をとる、という考え方である。

上記第1層から第3層までは、事故による炉心の損傷を防ぐまでの安全対策であり、第3層が設計基準事故への対応として位置づけられる。第4層が炉心の深刻な損傷とその影響を緩和するためのシビアアクシデント対策に該当するものであり、第5層は放射性物質の放出から住民を守るための安全対策と位置づけられる。

津波による原子炉損傷防止のための多重防護安全措置としては、第1層から第3層には浸水防止や安全系統損傷時の代替設備などの原子炉施設側での防護措置が位置付けられ、第4層でシビアアクシデント対策強化が位置付けられている。第1層から第3層では起因事象に応じた個別の対策が可能であるのに対し、第4層では、広範囲の起因事象を想定したシビアアクシデント対策が求められる。

安全対策のうち、原子炉冷却系と放射能閉じこめ機能及び電源や最終除熱系は、多重防護の第3層に位置付けられている。しかし、その両者の独立性の担保は弱く、地震時等の外的事象では炉心損傷と同時に放射能放出となるおそれが多い。そこで、第4層のシビアアクシデント対策において、安全系統系と格納容器系を異なる層とし、両者の独立性の確保が必要とされている。

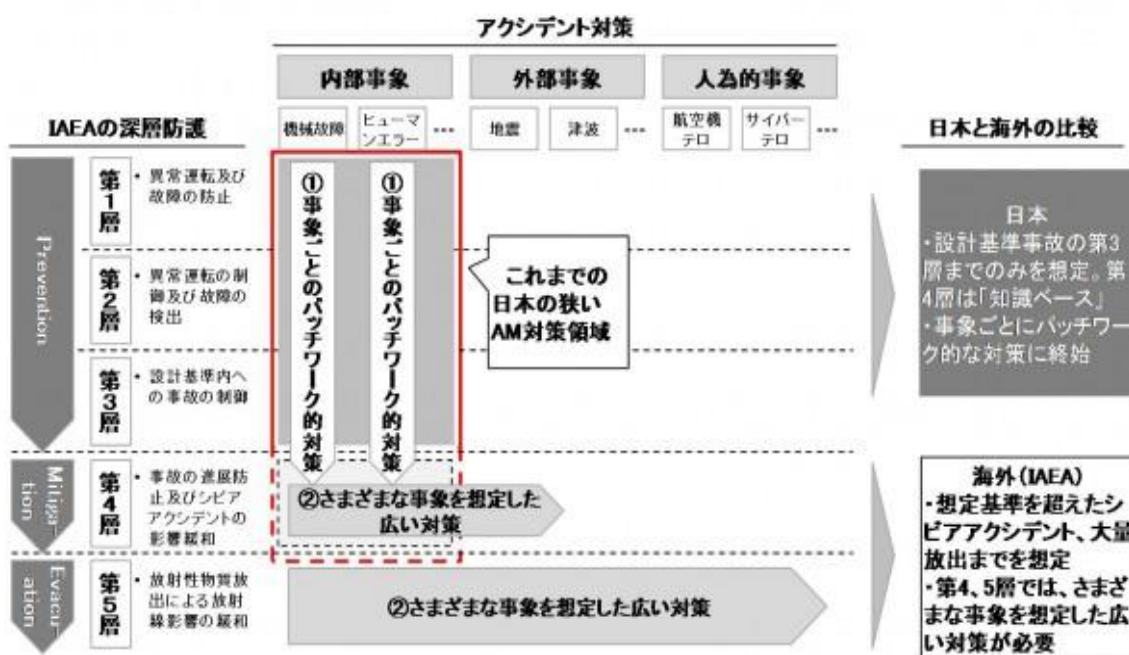
例えば、アメリカの原子力発電所の安全規格である「NUGEG 1860」では、新設炉の場合、第4層と第5層に燃料原子炉冷却系と独立した放射能の格納機能を設けることを要件としている。また、既設炉で第3層にある安全機能の独立性や多様性を図る改善が現実的でない場合でも、第4層に第3層から独立した電源等や放射能格納容器強化の施設追設か、アクシデントマネジメントを設ける多重防護とすることが求められている。

この5層の深層防護の考え方は、1986（昭和61）年のチェルノブイリ事故

を契機に 1990 年代半ばから国際的に確立し採用されたものである。つまり、1988（昭和 63）年の国際原子力機関報告書「75－INSAG－3」においては、第 3 層までの深層防護が示されていただけであったが、1996（平成 8）年には、報告書「INSAG－10」において、シビアアクシデント対策のため 5 層の深層防護へと改訂され、2000（平成 12）年に定められた「NS－R－1」以降、一貫して第 5 層までの考え方及び対策が示されてきた。なお、アメリカでは、1994（平成 6）年までは規格 NUREG／CR 6042 で第 5 層の考えが示されていたが、2006（平成 18）年の NUREG 1860 では第 6 層として「立地」が定義され、外的事象の発生事象限界を要件として求めている。

深層防護の考え方と日本の対応

海外では広い事象を想定し深層防護の第 5 層まで検討しているのに対し、日本では設計基準内の内部事象のみの狭い領域に対し、事象ごとのパッチワーク的な AM 対策を行ってきた



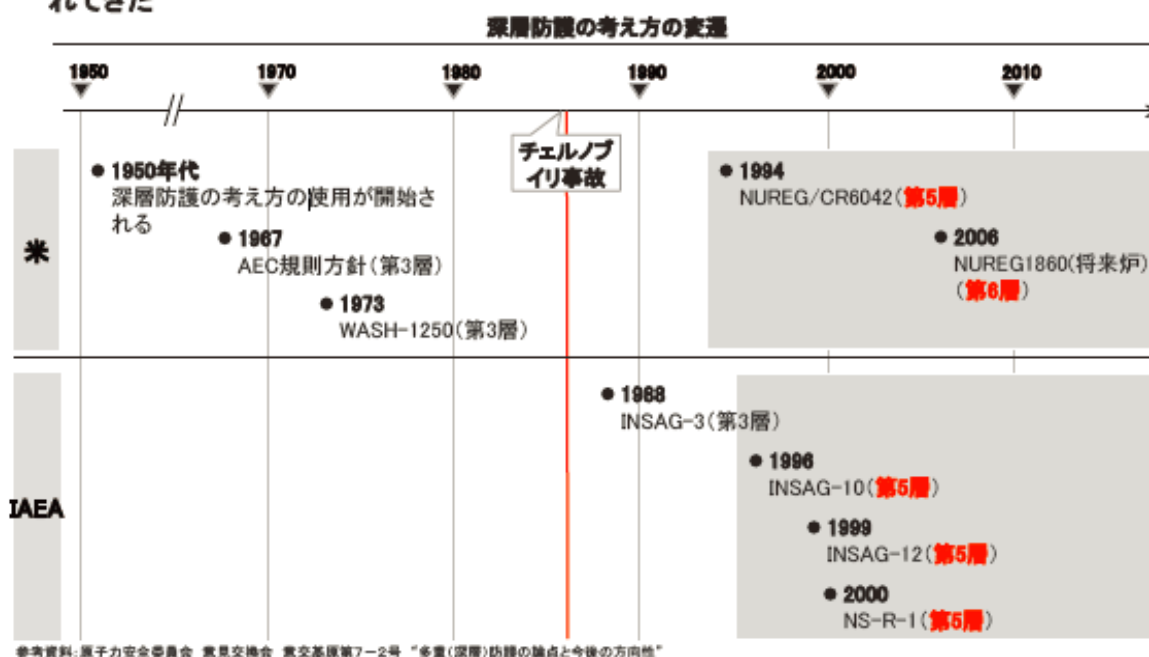
参考資料: 「IAEA基準の動向」 JNES2011.32 National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission All Rights Reserved

(深層防護の考え方と日本の対応：国会事故調 P117 より抜粋)

このように、海外では、1990年代半ばから内部事象だけでなく、外部事象（地震、津波等）や人為的事象（航空機テロ、サイバーテロ等）を含む広い事象を想定し、深層防護の第5層まで検討し対策が示されてきた。

海外における深層防護の考え方の変遷

海外ではチェルノブイリ事故を契機に、1990年代半ばから深層防護の第5層の対策が示されてきた



（海外における深層防護の考え方の変遷：国会事故調 118 頁より抜粋）

(3) 外部事象の想定

海外では、機器の故障や運転員のヒューマンエラーなどの内部事象を越えて、外部事象についても想定を行っている。アメリカでは原子力委員会は、1991（平成3）年より、各原子力事業者に対して、個別プラント毎に確率論的安全評価を求め、地震、内部火災、強風・トルネード、外部洪水、輸送及び付近施設での事故の事象についての評価手法を開発して評価を行い、1996（平成8）年にはこれを終了し、2002（平成14）年には、これを報告書として公表している。

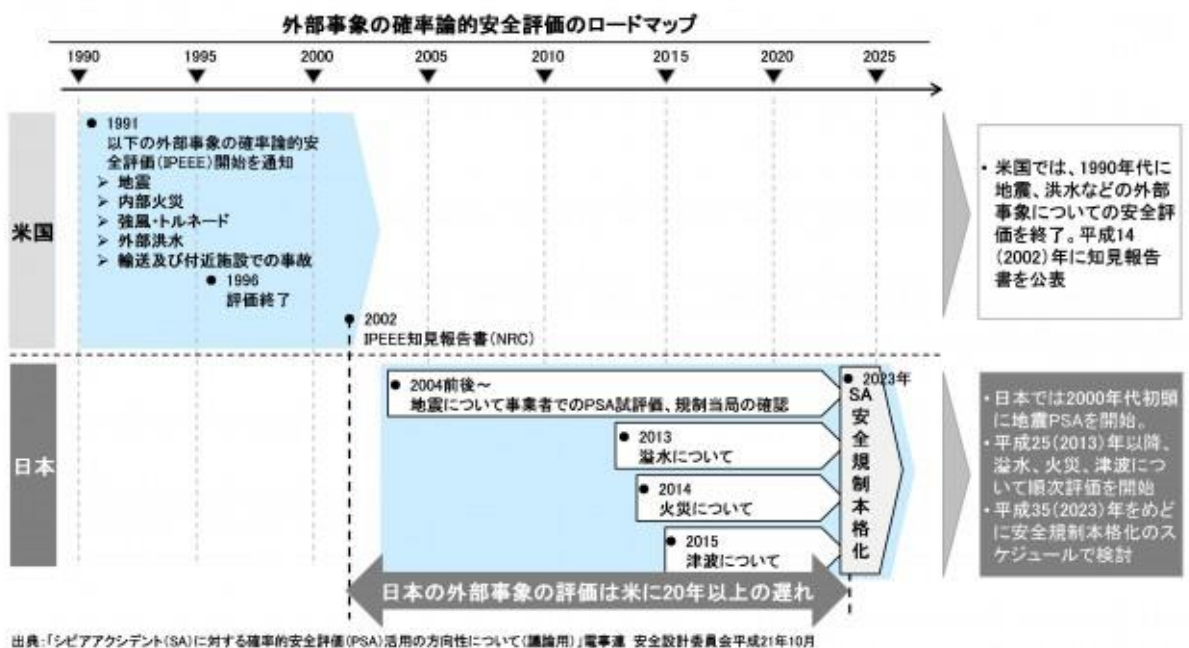
日 本			米 国		
安全評価	対象	評価手法	対象	評価手法	時期
	地震	地震 PSA	地震	地震 PRA 又は耐震余裕評価手法	
			内部火災	火災 PRA 又は簡略化火災リスク評価手法	
			強風・トルネード	スクリーニング・タイプ・アプローチ	
			外部洪水	スクリーニング・タイプ・アプローチ	
			輸送及び付近施設での事故	スクリーニング・タイプ・アプローチ	
平成16(2004)年前後より事業者が非公表で内部検討を開始。SA対策には未反映		平成3(1991)年に開始、平成8(1996)年に終了。 平成14(2002)年にIPEEE知見報告書を公表 (原子力規制委員会)			

(外部事象の想定の日米比較：国会事故調 110 頁より抜粋)

イギリスでも地震や極端な気象についての想定を行っている。

海外に対する外部事象検討の遅れ

米国では平成14(2002)年に外部事象について評価を終了。それに対し日本の事業者では平成32(2020)年以降をめどにロードマップを検討しており、米国に20年以上の遅れとなる



(海外に対する外部事象検討の遅れ：国会事故調 112 頁より抜粋)

(4) 人為的事象の想定

欧州各国では航空機テロを想定した設計要求を行い、アメリカでも2001（平成13）年の「9.11テロ」を受けたB. 5. bにて想定を行っている。具体的には、B. 5. bでは、使用済燃料プールの破損に備えた外部注水ラインの敷設や、仮にプールを冠水できない場合であってもスプレイによって使用済燃料を冷却するように求めるなど、原子炉のシビアアクシデントに対してのみならず、施設全体に対して高いレベルの安全対策を求めている。

(5) まとめ

世界では、1979（昭和54）年のスリーマイル島事故以降、確率論的安全評価やSA対策が早期に進められた。

アメリカでは1985（昭和60）年に「過酷事故政策声明」により個別プラントによる確率論的安全評価（IPE）実施やSAに対する脆弱性について必要な改善が求められ、1989（平成元）年にはMARK I型BWRへの強化ベントの自主的整備を勧告するなど、矢継ぎ早に検討、対策が行われた。

フランスでは1977（昭和52）年に「許容できない影響を与える事象の発生確率を 10^{-6} /炉年以下に抑える」ことを決定したが、翌年の評価では目標が達成できなかった。このため各種徴候ベース手順書を整備し、サンドフィルターを使った格納容器ベント系の各原発への配備を1989（平成元）年までに完了した。

ドイツでは、1986（昭和61）年に原子力安全委員会からフィルター付格納容器ベント系の基本要件に関する勧告が出され、既設原発に順次配備された。

日本のシビアアクシデント対策の遅れ

海外では1980～90年代半ばにシビアアクシデント対策が講じられていく中、日本での対策は後手に回ってきた



(日本のシビアアクシデント対策の遅れ：国会事故調 121 頁より抜粋)

第4 事故後に我が国で採られた対策・規制

1 はじめに

本件原発事故における重大な事故原因と考えられる全交流電源喪失について、被告国は、これまで怠っていた津波を原因事象とする全交流電源喪失事象に対する対策を本件事故後によりよく進めるに至った。

我が国内の電気事業者も、本件事故後に安全対策・安全確保に取り組んでいる。これらは、これまで述べてきた本件事故前の被告東京電力の全交流電源喪失に対する対策がいかに不十分であったか、被告国の被告東京電力に対する規制権限不行使がいかに違法であるかを裏付けるとともに、本件事故後にとられた全交流電源喪失を初めとする事故防止策やシビアアクシデント対策が本件事故前から行われてさえいれば、本件原発事故は十分に回避可能だったことを示すものである。

以下、詳述する。

2 被告国によるシビアアクシデント対策の規制の進展

原告第6準備書面68頁以下で主張したように、本件原発事故前は、国はシビアアクシデント対策を事業者の自主的取組みに任せるに留まり、何ら具体的な規制を行わなかった。

被告国は、本件原発事故後、あらたに全交流電源喪失に対する対策を規制として求めるにいたった。

(1) 技術基準省令での津波による原子炉の防護措置を規定

2011（平成23）年10月7日、経済産業大臣は、技術基準省令62号に、5条の2（津波による損傷の防止）を追加し、「津波によって交流電源を供給する全ての設備、海水を使用して原子炉施設を冷却する全ての設備及び使用済燃料貯蔵槽を冷却する全ての設備の機能が喪失した場合においても直ちにその機能を復旧できるよう、その機能を代替する設備の確保その他の適切な措置を講じなければならない。」とした。

これは、本件原発事故が津波により安全上重要な設備の機能が失われたことによって発生したものであることを受け、従前の技術基準省令62号4条1項において自然事象としての津波を考慮すべきとの抽象的な規定があるにとどまり津波に起因する全交流電源喪失対策の観点からは不十分であったことから、全交流電源喪失に至った場合においても、直ちに発電機能を復旧することが可能となる代替設備等を求めるために、本件事故直後に直ちに追加されるに至ったものである。

(2) 原子力規制委員会規制による対策の強化

ア 原子力規制委員会の設置と原子力規制委員会規則の策定

本件原発事故後、2012（平成24）年9月19日、原子力規制委員会設置法に基づき原子力規制委員会が環境省の外局として設置された。原子力規制委員会は、従来の原子力安全規制が多元的体制の下で責任が不明確となるという問題があったことから、縦割り行政の弊害を排除し、一元的

な安全規制行政を行う機関として設置されたものである。原子力規制委員会の設置により、内閣府に設置されていた原子力安全委員会及び経済産業省資源エネルギー庁に設置されていた原子力安全・保安院は廃止され、これらの機関が行っていた発電用原子炉の規制は、原子力規制委員会が引き継ぐこととなった。

またこれに伴い、電気事業法の原子力発電所に対する安全規制（工事計画認可、使用前検査等）を、原子炉等規制法に一本化した。

原子力規制委員会は、原子力規制委員会規則第6号「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準規則6号」という。）を制定し、2013（平成25）年7月8日に施行された。これは、従前の技術基準省令62号を引き継ぐものである。同規則は、工事計画の認可に際してその適合性が求められ（原子炉等規制法43条の3の9第3項2号）、かつ、原発施設が維持しなければならない技術上の基準（同法43条の3の23第6項）を定めている。技術基準規則6号は、従前の技術基準省令62号において定められていた規制内容を基にしているものの、これに加えて、本件原発事故を踏まえ、地震・津波対策についての見直しを行い、また、シビアアクシデント対策に関し、炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策等を定めている。

イ 規則制定による全交流電源喪失に対する対策強化

技術基準規則6号16条は、全交流電源対策設備に関して、「発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備を施設しなけれ

ばならない。」と定める。ここに、「必要な容量」とは、「発電用原子炉の停止、停止後の冷却、原子炉格納容器の健全性の確保のために施設されている設備に必要な容量」であるとされている。

また、原子力規制委員会規則 5 号「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」（以下、「設置許可基準規則」という。） 57 条は、重大事故対処設備としての電源設備について、以下のとおり定めている（技術基準規則 72 条においても同様の規定が置かれている）。すなわち、

「1 発電用原子炉施設には、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するために必要な電力を確保するために必要な設備を設けなければならない。」

「2 発電用原子炉施設には、第三十三条第二項の規定により設置される非常用電源設備及び前項の規定により設置される電源設備のほか、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するための常設の直流電源設備を設けなければならない。

と定めている。

ここでいう「重大事故」とは、シビアアクシデントに相当するものである。

そして、「必要な電力を確保するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。

a) 代替電源設備を設けること。

- i) 可搬型代替電源設備（電源車及びバッテリー等）を配備すること。
 - ii) 常設代替電源設備として交流電源設備を配置すること。
 - iii) 設計基準事故対処設備に対して、独立性を有し、位置的分散を図ること。
- b) 所内常設蓄電式直流電源設備は、負荷切り離しを行わずに 8 時間、電気の供給が可能であること。ただし、「負荷切り離しを行わずに」には、原子炉制御室又は隣接する電気室等において簡易な操作で負荷の切り離しを行う場合を含まない。その後、必要な負荷以外を切り離して残り 16 時間の合計 24 時間にわたり、電気の供給を行うことが可能であること。
- c) 24 時間にわたり、重大な事故等の対応に必要な設備に電気（交流）の供給を行うことが可能である可搬型直流電源設備を整備すること。
- d) 複数号機設置されている工場等では、号機間の電力融通を行えるようにあらかじめケーブル等を敷設し、手動で接続できること。
- e) 所内電気設備（モーターコントロールセンター(MCC)、パワーセンター(P/C)及び金属閉鎖配電盤（メタクラ）(MC)等）は、代替所内電気設備を設けることなどにより共通要因で機能を失うことなく、少なくとも一系統は機能の維持及び人の接近性の確保を図ること。
- （「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の解釈」より）

従前の技術基準省令 62 号が、その 16 条の 5 号及び 33 条第 5 項においては、「短時間」の全交流電源喪失に対する対策しか求めなかったのに対し、技術基準規則 6 号 16 条においては短時間の全交流電源喪失に限定せず、必要とされる全交流電源喪失に対する対策を強化したものである。また、設置許可基準規則 57 条においては、本件事故前の規制では全交流電源喪失によるシビアアクシデント対策は事業者の自主対応に委ね

られていたのに対し、同条によって全交流電源喪失に対するシビアアクシデント対策を法規制化したものである。

ウ 津波対策について詳細に規定

設計基準規則 6 号 6 条では「設置基準対象施設が、基準津波（引用注：設置許可基準規則 5 条の津波）によりその安全性を損なわないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない」と規定している。ここで引用されている設置許可基準規則 5 条においては、「設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれのある津波に対して、その安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがないものでなければならない。」と規定したうえで、同条の「解釈」においては、基準津波を最新の科学的・技術的知見を踏まえて地震学的見地から想定することが適切なものとして策定すること、設計基準津波の策定方法、策定の際に考慮されるべき事項、設計基準津波に対する設計基準対象施設（発電用原子炉）の設計方法について詳細に定めている。

従前の耐震設計審査指針においては「極めてまれであるが発生する可能性がある」津波という抽象的な規定にとどまり、基準津波を設定するという具体的な規定もなかったが、技術基準規則 6 号においては、上記のとおり設計上考慮すべき基準津波を設定するものとし、かつ詳細に津波対策について規定した。

(3) 小括

以上のとおり、本件事故後、被告国は、原子力規制委員会規則に詳細な津波に対する防護措置を加え、かつ、全交流電源喪失などのシビアアクシデント対策の規制の導入を行った。これにより、被告国は、国際標準に大きく遅れ不十分であった日本のシビアアクシデント対策の法規制化によりやく着手するに至った。

3 我が国内の原子力発電所で実際にとられた対策

(1) 原告が第1準備書面「第5 規制権限不行使の求釈明事項について」で釈明しているが、改めて本件事故後に各原子力発電所がとっている対策を詳述する。

(2) 関西電力では、本件事故原因を以下のように分析している（甲ハ第4号証）。

「福島原子力発電所の事故では、地震発生直後に『止める』機能は働きましたが、全交流電源の喪失、海水ポンプ損傷等により『冷やす』機能が失われ、結果として放射性物質を『閉じこめる』ことができませんでした。当社では緊急時にも原子炉や使用済燃料プールを冷却し、同じような事態にならないように、事故の後直ちに、『電源確保』、『冷却機能の確保』、『浸水対策』に取組み、原子力発電所の安全性の向上を図ってきました。」

そして、ハード面における対策の多重化・多様化として、電源確保（プラントの監視やポンプの駆動などに必要な電源設備を確保）、浸水対策（安全上重要な設備がある建屋への浸水を防ぐための対策を実施）、冷却機能の確保（原子炉：復水タンクに海水等を給水するための消防ポンプ、消火ホース他を配備、消防ポンプおよびホースの追加配備、海水ポンプモーター予備品の保有、海水ポンプの代替となる大容量ポンプの配備、使用済燃料プール：使用済燃料プールに海水等を給水するための消防ポンプ、消火ホース他を配備、消火水注入のための配管の設置、水位監視カメラの設置、水位計、温度計の電源を常用から非常用に変更）といった対策をとった。

(3) 四国電力では、伊方発電所の安全対策として、次の6項目を掲げ、これに基づく対策をとった（甲ハ第5号証）。

①浸水を防ぐために

…水密扉・防水シール施行

②電源を確保するために

…空冷式非常用発電装置（4台）、配電線（2ルート）、号機間電源融通ライン、重油タンク（97klタンク3機）

③安定的に冷却するために

…ポンプ車（９台）、可搬型消防ポンプ（８台）、水中ポンプ（３０台）、海水ポンプモーター予備品（３台）、蒸気発生器代替注水ポンプ、海水供給配管、補助給水タンクから燃料取替用水タンクへの水補給配管、ポンプ用冷却水配管、軽油タンク（３６kl タンク２基）

④地震の揺れに備えて

…耐震裕度２倍の確保、耐震性向上（平成２５年度完成予定）

⑤重大事故に備えて

…水素処理装置（５台）、代替格納容器スプレイポンプ、フィルタ付ベント設備（平成２７年度完成予定）、放水砲（２台）、緊急時対策所、ホイールローダ（２台）、通信手段の多様化、高放射線防護服

⑥訓練の実施

…省略

(4) 被告東京電力も、本件事故の教訓に基づき、柏崎刈羽原子力発電所において、以下の安全対策（大きな津波や全電源喪失を想定した対策）を講じている（甲ハ第６号証）。

①トラブルの発生防止 津波対策

…防潮堤の設置、防潮壁の設置・防潮板外部の水密扉の設置、重要エリアの止水処理、浸水後の排水

②事故後の炉心損傷防止 電源確保

…空冷式ガスタービン発電機車の高台配備、電源車の高台配備、高台電源のさらなる増強、バッテリー容量の増加、交流電源からの充電、直流電源の高所配置と容量の増強

③事故後の炉心損傷防止 水源確保

…貯水池・補給用井戸の設置、海水利用手順の整備

④事故後の炉心損傷防止 高圧の注水手段の増強

…原子炉隔離時冷却系の手動軌道手順の整備、高圧代替注水系の設置（対策中）、制御棒駆動水压系・ホウ酸水注入系の緊急時活用手順の整備

⑤事故後の炉心損傷防止 減圧・低圧の注水手段の増強

…逃がし安全弁操作用予備バッテリーの配備、逃がし安全弁駆動用予備ポンプの配備、逃がし安全弁駆動用空気圧縮機の配備（対策中）、ディーゼル駆動ポンプの増強（対策中）、消防車の高台配備、復水補給水系への外部接続口の設置（対策中）、急速減圧後の低圧炉心スプレイ系の緊急起動手順の整備（対策中）

⑥事故後の炉心損傷防止 除熱対策の増強

…海水ポンプ予備モーターの配備、代替熱交換器車・代替水中ポンプの配備、格納容器ベント用手動ハンドルの設置、消防車による格納容器スプレイ

⑦炉心損傷後の影響緩和

…フィルタベント設備設置（対策中）、格納容器頂部への水張り、原子炉建屋水素処理装置の設置（対策中）、原子炉建屋トップベント設備の設置、ブローアウトパネル開放手段の整備、建屋水素濃度計設置、熔融燃料の落下検知（対策中）、ペデスタル・ドレンサンプの耐熱強化（対策中）

⑧使用済燃料プールへの注水・除熱手段の増強

…ディーゼル駆動ポンプの増強（対策中）、消防車の高台配備、建屋外部からの注水配管の設置（対策中）、コンクリートポンプ車（対策中）、代替熱交換器車による除熱

⑨地震対策

…送電鉄塔の基礎の安定性評価、開閉所の耐震強化（対策中）、復水補給水系配管の強化、淡水タンクの耐震強化（対策中）

⑩事故後のサポート機能の強化

…活動拠点の増強（対策中）、換気空調設備への電源車による給電、ディ

ーゼル駆動ポンプの増強（対策中）、アクセス道路の補強（対策中）、瓦礫撤去用重機の配備、放射線モニタリング機能の強化、通信設備の増強

第5 まとめ

1 国際的なシビアアクシデント対策に比べ我が国の安全対策が大きく遅れを取っていたこと

第3で述べた通り、国際的には、1979（昭和54）年のスリーマイル島事故以降、シビアアクシデント対策が早期に進められ、様々な外部事象（地震、内部火災、強風・トルネード、外部洪水、輸送及び付近施設での事故）を想定してきたのに対し、我が国では、外部事象の検討が20年以上も遅れていた（17頁「日本のシビアアクシデント対策の遅れ：国会事故調121頁より抜粋」参照）。

また、深層防護についても、国際的には内部事象だけでなく外部事象、さらにはテロ等の人為的事象までも含め、第4層、第5層までの対策が検討されてきたのに対し、我が国では、内部事象、それも事象ごとのパッチワーク的な対策が第3層程度までしか検討されてこなかった（15頁「深層防護の考え方と日本の対応：国会事故調P117より抜粋」参照）。

国際的なシビアアクシデント対策を検討していれば、本件事故は想定外ではなかったのである。

2 本件事故を防ぐための具体的方策

(1) 電源の多重化・多様化

本件原発事故は、津波により非常用ディーゼル発電機及び配電盤が浸水したことによる全交流電源喪失が決定的な原因となったものである。こうしたことを踏まえれば、少なくとも、非常用ディーゼル発電機及び配電盤の配置を分散化し、設置場所の「多様化」を図っておくべきであったことは明らかである。

また、直流電源が喪失した場合のバックアップ用の直流電源の不備、す

なわち電源の「多重性」の欠如も、本件事故の原因の一つとして指摘できる。これと対照的に、たとえば、アメリカのアラバマ州ブラウنزフェリー原子力発電所などでは、8時間の容量を有する移動式の直流電源が準備されていたが、福島第一原発においては、直流電源のバックアップ対策が取られていなかった（甲ハ第7号証・政府事故調技術解説「福島原発で何が起こったのか」129頁・図3-3）。

(2) 冷却源の多重化・多様化

原子炉が全交流電源喪失に至った場合に備え、原子炉内の核分裂に伴う大量の崩壊熱等を冷却するための装置及び非常用ディーゼル発電機から発せられる熱を冷却するための装置等（冷却源）が必要となる。こうした必要性に対して、たとえばスイスのミューレベルク原子力発電所では、まったく独立した非常用冷却設備を、建屋ごとに独立させて追加している（甲ハ第7号証・131頁・図3-8）。

(3) 津波浸水防止対策

本件原発事故の経過を踏まえると、非常用ディーゼル発電機及び配電盤の設置されているタービン建屋だけでも水密化しておけば全交流電源喪失は防げたはずであった。この点、たとえば、アメリカのアラバマ州ブラウنزフェリー原子力発電所においては、非常用ディーゼル発電機は、水密扉の部屋に設置されている（甲ハ第7号証・129頁・図3-4）。建物の水密化によるコストはそれほど高いわけではない。まして、重要設備が設置されている部屋だけに限定した水密化であれば、そのコストはさらに低くて済む。

(4) 小括

以上のとおり、本件原発事故後、我が国の原子力発電所においても、電源の多重化・多様化、冷却源の多重化・多様化、および浸水防止対策が実施されている。仮に、本件原発事故前に、被告国が、原子炉の事故という

「災害が万が一にもおこらないように」するために、地震・津波による浸水、及びこれに起因する全交流電喪失に対する安全規制をとっていれば、本件原発事故は十分に回避が可能であったのである。

以上