

平成27年（ワ）第1144号 福島第一原発事故損害賠償請求事件（国賠）

原告 小野深雪 外19名

被告 国 外1名

第10準備書面

（本件で求められる具体的な結果回避措置について）

2016（平成28）年12月8日

千葉地方裁判所民事第5部合議C係 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 福 武 公 子

弁護士 中 丸 素 明

弁護士 滝 沢 信
外

第1 はじめに

本書面では、本件事故の原因及び被告らの津波やシビアアクシデントの知見に基づく予見可能性を踏まえ、被告らにおいていかなる結果回避措置が求められていたかを、設計基準事象としての津波防護策やシビアアクシデント対策として具体的に明らかにするものである。

第2 前提となる本件事故の原因について

1 冷却機能を維持する交流電源の喪失が事故の決定的な原因である

前提となる本件事故に至る経過、その原因は、すでに訴状で述べているので、ここでは詳しくは繰り返さない。

本件原発事故では、津波による浸水によって全電源を喪失した1号機及び2号機は冷却機能を失って炉心損傷に至り、3号機はしばらく直流電源が生き残り、原子炉隔離時冷却系（R C I C）などの制御はできたものの、長時間の全交流電源喪失状態は回復されず、間もなく直流電源も枯渇し、冷却機能を失って炉心損傷に至った。これらの事実からも明らかなおとおり、地震によって原子炉の緊急停止に至った場合において、炉心損傷からシビアアクシデントに至る事態を回避するためには、冷却機能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交流電源が確保されること（全交流電源喪失状態を防ぐこと）が絶対的に必要とされるどころ、これを欠いたことが本件事故の決定的な原因である。

2 電源系統の設置状況

(1) 水冷式非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプの設置場所

水冷式非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプの設置場所は、福島第一原子力発電所の敷地の海側エリアに設置されていた。海側エリアは、主要建屋が設置されているエリアより海拔が低いエリアで、O. P. + 4 mの高さにある。

前述のとおり、水冷式非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプは、水没し

ない限り機能喪失しない水封化対策されていたため、海側エリアの敷地高O.P. + 4 m超の津波によって海側エリアが浸水し被水しただけでは機能喪失には至らないが、O.P.+ 6 m以上の津波では海水ポンプの開口部が水没し、機能喪失に至る構造であった。

(2) 非常用ディーゼル発電機本体及び非常用高圧配電盤の設置場所

非常用ディーゼル発電機及び非常用高圧配電盤は、福島第一原子力発電所の主要建物エリアにある各建屋内に設置されていた。主要建物エリアの敷地高は、1号機ないし4号機はO.P. + 10 m、5号機ないし6号機はO.P. + 13 mである。非常用ディーゼル発電機本体及び非常用高圧配電盤の設置場所及び設置高さは、別紙1のとおりである。この別紙1は、大前研一「原発再稼働『最後の条件』－福島第一事故検証プロジェクト 最終報告書－」（小学館）96頁及び別紙2別表1（政府事故調報告書・資料編76頁）を元に作成したものである、なお、非常用高圧配電盤の設置高さのうち空欄部分は、各事故調査報告書からは明らかでない。

別紙1から明らかなおとおり、非常用ディーゼル発電機本体の設置位置は、2号機B系空冷式（O.P. + 10.2 m）、4号機B系空冷式（O.P. + 10.2 m）、6号機B系空冷式（O.P. + 13.2 m）を除き、いずれも各建屋の地下階に設置されており、敷地高O.P. + 10 mを超える津波が各建屋内に浸水した場合、地下階に海水が流れ込み被水し、機能喪失に至る危険性のある状態であった。また、空冷式非常用ディーゼル発電機本体も、それぞれ敷地高をわずか0.2 mを超える高さの各建屋1階に設置されていたため、敷地高を超える津波による浸水によって、容易に機能喪失に至り得る状態であった。

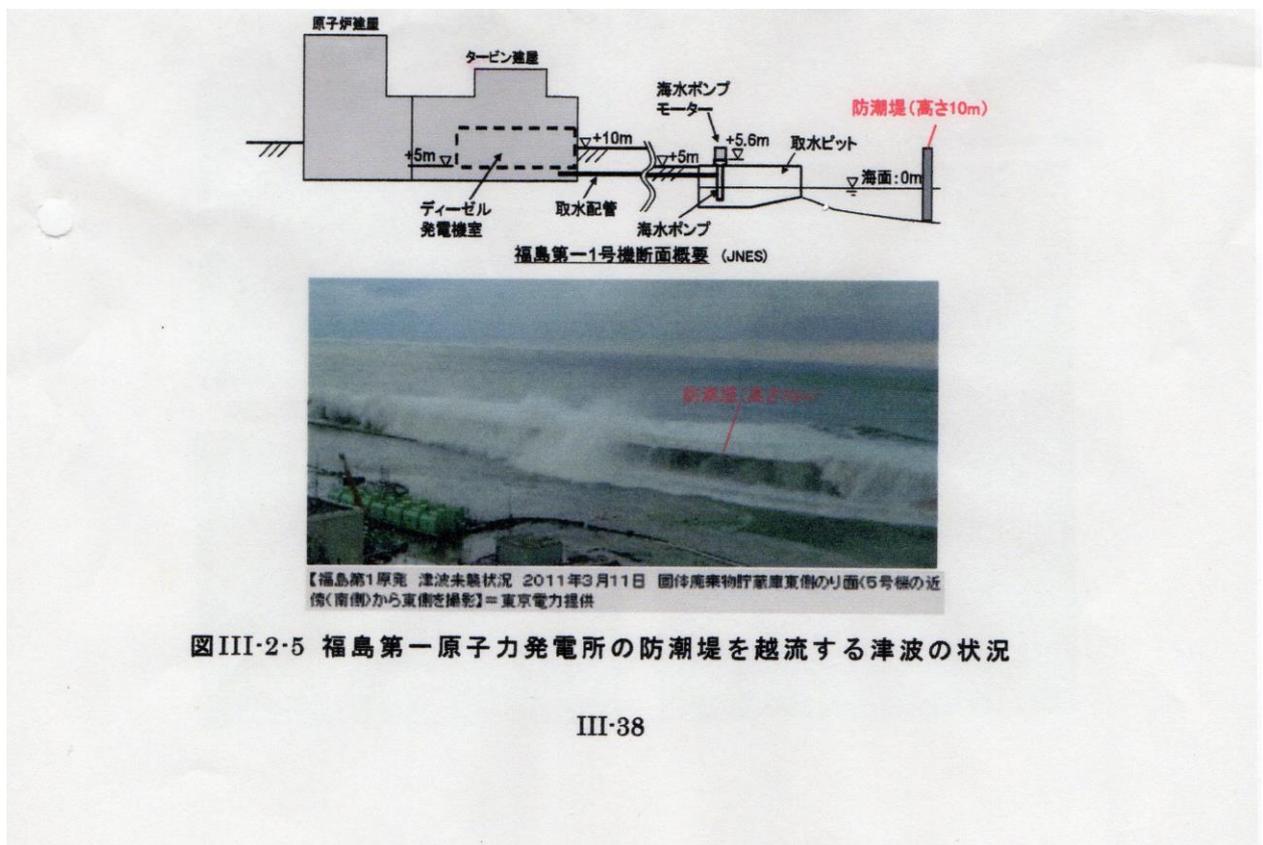
また、非常用高圧配電盤についても、ほとんどが地下に設置されていたため、敷地高を超える津波が建屋内に浸水することによって被水し、機能喪失に至り得る状態であった。

(3) 非常用電源供給設備及び付属設備は敷地高を超える津波によって機能喪失に

至る現実的危険性があった

以上より、福島第一原子力発電所1号機ないし4号機の電力供給の最後の要である非常用電源設備の機能維持のために不可欠である、非常用ディーゼル発電機本体、非常用高圧配電盤及び水冷式非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプは、敷地高10mを超える津波によって建屋内に浸水が及ぶことで被水又は水没し、機能喪失に至る現実的な危険性のある状態に置かれていた。

そして、実際にも、津波による浸水、被水によってこれら地下階に設置された機器は機能を喪失し、前述のような電源喪失の状態を招いている。



III-38

「原子力安全に関する I A E A 閣僚会議に対する日本国政府の報告書」

平成23年6月 原子力災害対策本部 (丙ハ5の1)

3 5, 6号機でシビアアクシデントを回避できた理由

他方で、同じ福島第一原子力発電所内でも、地震発生時運転停止中であった5、6号機は、炉心損傷に至ることなく3月20日には、冷温停止に達している。これは、6号機の敷地高（O.P.+13m）とほぼ同じ高さ（O.P.+13.2m）に設置された空冷式の非常用ディーゼル発電機1台（B系）が機能喪失せずに残り（空冷式のため海水による冷却も不要である）、また、5号機も直流電源が残っていたことから、隣接プラント間で電源融通を行うことができ、それぞれ復水移送ポンプを使用して炉内への注水が可能となり、復水貯蔵タンクからの水を炉内へ補給する操作を繰り返して、後に仮設の海水ポンプを構成して残留熱除去系（RHR）を起動させ、各原子炉の冷温停止に至ったものである。このように、6号機に残った非常用交流電源によって事故の回避策を講じられたことからみても、1～4号機においても同様に非常用電源対策、確保が決定的に重要であったことが分かる。

第3 本件で求められる結果回避措置について

- 1 以上のとおり、本件事故が津波による建屋内浸水から電源設備等の機能喪失に至ったことを踏まえると、このようなシビアアクシデントを防ぐためには、まず、津波による浸水に対する防護策として（いわゆる設計基準事象としての津波防護策）、炉心の冷却を維持するだけの前記の電源対策や冷却機能の確保が何よりも重要となる。そして、それらが機能を喪失するなどしてシビアアクシデントに仮に至ったとしても炉心を冷却するなどしてその進展をできる限り緩和するためのシビアアクシデント対策も重要となる。

以下では、まず、シビアアクシデント対策の意義、原子力安全の考え方、深層防護の考え方等についての述べ、その後、具体的な結果回避措置について、設計基準事象における対策とシビアアクシデントの対策を例示的にあげることにする。

2 シビアアクシデント対策の意義

シビアアクシデントとは、「設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象¹」とされる（「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としてのアクシデントマネジメントについて」平成4年5月28日原子力安全委員会決定）。

ここに引用される設計基準事象とは、「原子炉施設を異常な状態に導く可能性のある事象のうち、原子炉施設の安全設計とその評価に当たって考慮すべきとされた事象」とされる。

すなわち、原子炉施設には、起こりうると思われる異常や事故に対して、設計上何段階もの対策が講じられているところ、この設計の妥当性を評価するために、いくつかの「設計基準事象」という事象の発生を想定して安全評価を行うこととされる。設計基準事象は、様々な機器やシステムの故障、あるいは運転の誤操作などによって引き起こされることが想定される事象であり、これに加え、安全機器の故障や電源喪失を仮定して評価を行っても、原子炉施設の安全性を阻害しない設計であることが求められている。

したがって、設計基準事象は、実際に原子炉施設を異常な状態に導く可能性のある事象のうち、原子炉施設の安全設計とその評価にあたって考慮すべきとされた事象を「特定」し、その事象から発展しうる異常状態ないし事故に対する安全対策を講じて安全を確保しようとする考え方である。

これに対して、シビアアクシデント対策の考え方は、設計基準事象を超える事象の発生も否定することはできないことから、事故の発端となる起因事象を特定の事象（設計基準事象）に限定することなく、逆に、炉心損傷等の重大事故（シビアアクシデント）又はシビアアクシデントに発展する可能性のある前

¹ シビアアクシデントは、過酷事故、SAとも言い換えられる。このようなシビアアクシデントの一例として、原子炉冷却材喪失事故（LOCA）における外部電源喪失、非常用電源喪失、その結果ECCS（緊急時炉心冷却システム）不動作、残留熱除去失敗といった事態を考えると、この事態では、炉心溶融から最終的には、格納容器破損や場合によっては水素爆発等から放射線物質の大量放出に至ることが想定される。

駆事象（たとえば、本件事故で発生した全交流電源喪失など）の発生があり得ることを前提として、こうした異常状態又は事故に対する対策を講じようとするものであるすなわち、シビアアクシデント対策は、①設計基準事象から外れる事象から炉心損傷に至る可能性のある異常状態が生じた場合においても、万が一にも炉心の損傷に至ること（事態がシビアアクシデントに至ること）を回避、防止すること、また、②仮に炉心の損傷という事故に至った場合においても、その影響の回避・低減のための措置を講じておく必要があるという考え方である²。

原子力の安全確保の観点からは、まずシビアアクシデントの発生を防ぐことが極めて重要である。なお、被告国は、本件同様の原発避難者集団訴訟において、このような設計基準事象を超える事象（シビアアクシデント）を「起こらない」と考えていたが、「念のため」の措置として行政上種々の対策を取っていたと主張をしているところである。

2 原子力安全の考え方と国際的な安全原則

(1) はじめに

以上のとおり、原子炉の安全性を確保するためにはシビアアクシデント対策（発生の防止、発生後の影響の緩和低減）が極めて重要な役割をもつものであり、本件のような事故を防ぐためにも万全の実効性ある対策が求められる。

このような実効性ある対策が求められる理由は、まさに原子力が通常の科学技術レベルを超えた制御不能な「異質な危険」を内包し、原子力の利用に伴い発生する受容不能なリスクから、国民の生命・健康、生存の基盤としての財産や環境に対する安全を確保するために、これらに対して重大な危害を及ぼすような深刻な災害が、「万が一にも起こらないようにする」ことが原

² 以上のシビアアクシデント対策としての措置をアクシデントマネジメント（AM）と呼ぶこともある（甲イ2の2号証・政府事故調中間報告書・408頁）。

原子力基本法を最上位とする原子力法体系における目的により求められているからである。

かようなシビアアクシデント対策の重要性を基礎付ける、原子力の異質かつ潜在的な危険性とその危険を顕在化させないための安全に対する考え方は、国際的にも確立しているものであることから以下に述べておく。

(2) 原子力の異質かつ潜在的な危険性

原子力発電所をはじめ原子力施設には放射性物質が内蔵されており、原子力利用においては、一般の科学技術利用と同様に、化学的、生物学的な毒物や、火災・爆発などの物理的な悪影響に対する安全確保に加えて、特に放射性物質が放出された場合の放射線影響に対する安全確保が要求され、かつ、これには他の影響因子とは異なった特別の配慮や手法が必要とされる。その意味で、前記のとおり、原子力は通常の科学技術のレベルを超えた制御不能な「異質な危険」を内包している。そして、その利用の上では、事故等により放射性物質が一度放出された場合には国民の生命身体や社会、環境などに極めて深刻な被害を広範囲に及ぼすだけの危険性も潜在的に有する（その被害の深刻さ広範さは、本件福島第一原発事故により皮肉にも実証された）。

したがって、原子力の安全においては、原子力利用における特有事項である放射線の悪影響から人、社会、さらには環境を防護すること、すなわち、上記の潜在的で異質な危険性をいかにして顕在化させないかが主題となる。

(3) 国際的な原子力の安全原則

かような原子力の危険性を踏まえ、国際的には、国際原子力機関（IAEA）が原子力施設の安全確保のために深層防護（defense in depth）の考え方を1970年代から長らく推奨してきた。国際原子力機関（IAEA）は、原子力の平和利用促進と軍事転用防止への防止活動の推進をするために、1957年に設立された機関である。

そして、同IAEAでは、2006（平成18）年に、欧州原子力共同体（E U R A

TOM) や経済協力開発機構・原子力機関 (OECD・NEA) など8つの国際機関と共同して、それまでの「原子力施設の安全」「放射性廃棄物管理の安全」「放射線防護と放射線源の安全」に関する安全原則文書を統合し、「基本安全原則」(Fundamental Safety Principles/SF-1) を策定している(甲イ10)。

この基本安全原則は、各国の個別の原子力安全基準を包括する上位の安全思想を文章化したものであり、全ての原子力利用において基本とすべきものとして10項目の原則が示されている。

そのうち、原則5では、原子力施設のリスクは合理的に達成可能な限り低減されている必要があること(as low as reasonably achievable: ALARA原則)が示されており、この原則からすれば、最新知見の取り入れと継続的改善(継続的なリスクの抑制)が求められている。さらに原則8では、原子力または放射線の事故の防止と緩和の主要な手段は深層防護(defense in depth)にあることがうたわれている。この深層防護が原子力安全における最も重要で基本的な考え方であり、本件事故以前には決定的に不足していたものである(なお、深層防護の考え方に関しては後記3において改めて詳述する)。

3 深層防護の考え方

(1) 原子力安全確保の最も重要な基本原則は深層防護である

1979(昭和54)年の米国のスリーマイル島事故を契機に、設計基準のみにより安全を確保できるとの考え方は不十分であるとの指摘から、シビアアクシデント対策の必要性が国際的にも共通認識とされてきた。その対策の基本となる考え方が深層防護である。深層防護は、原子力安全の最も重要で基本的な考え方、概念であることは、国際的な確立された共通認識となっている。

本件事故後のIAEAに対する日本国政府の報告書（丙ハ5の1）では、「原子力安全確保の最も重要な基本原則は深層防護であることを念頭に、5つのグループに分けた教訓」を導き、「原子力の安全確保には深層防護の追求が不可欠であるとの原点に立ち戻」としている。深層防護は一般的には、次の5つの層からなるとされている。

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（「事故」への拡大防止）

第3層 設計基準内の故障の制御（設備に対して重大な影響が発生しても炉心損傷を起こさないよう備えること）

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（炉心損傷が発生しても放射性物質の環境への重大な放出がないよう備えること）

第5層 放射性物質の放出による放射線影響の緩和

（2）深層防護の考え方から導かれるあるべき安全確保策

この点、深層防護は、各層一つ一つの効力を「否定」して、深い層まで防護すること、いわゆる「前段否定」の考え方に基づき、原子炉施設の安全対策を独立して多段階的に設けることが要求されている。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、すなわち、各層の安全対策を考えるときには、全体として特定の層に過度に依存せず、各層が機能しない不確かさを考慮して、それぞれに独立した有効性をもたせるという考え方である。

このように特定の層に過度に依存しなくても有効であることを求める理由

は、いずれか一つの層に過度に依存するとその層が機能を失うことにより安全確保に支障をきたすことを防ぐためである。深層防護は、不確かさに対する備えであり、いずれかの層が機能しないとしても、多層全体として安全防護がなされることを求める考え方であるから、いずれの層もバランスよく重視されなければならない。これらの対策は全体として有効である必要がある（福島第一原子力発電所その全貌と明日に向けた提言・学会事故調最終報告書（丸善出版）134～135頁等）

（3）各安全対策と深層防護における対応関係

前述したとおり、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層が設計基準事象への対応として位置づけられる。そして、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。

設計基準事象への対応として位置づけられる第3層までにおいては、「止める」「冷やす」「閉じこめる」という安全の3要素を確実にすることが必要とされる。そのため、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、深層防護の第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、地震や津波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。

また、自然現象等の外的事象との関係でいえば、本件のような津波による原子炉損傷防止のための深層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。

本件で原告らが主張するのは、まずこのような第3層までの津波に対する

設計基準として求められる各種防護対策の欠如である。本件事故における津波襲来後の全電源喪失という事態に対しては、第3層である安全設計としての3要素の取組みが根本的に欠けていた。特に「冷やす」「閉じこめる」には継続的な対応が必要であるがその要素（例えば「電源」や電源系）をも喪失した事態となっていた。また、そもそも設計基準事象において、外部事象としての津波に対する取組みが十分になされてこなかった（この点は後述する）。

そして、かような第3層が破られたことに備えての第4層としてのシビアアクシデント対策は、事業者の自主的取組とされたために本件事故時にはこれを防ぐための実効性ある規制措置が何ら取られていなかったのである。

（4）海外での深層防護に基づく対策は第4，5層まで進展していた

深層防護の考え方は、1979（昭和54）年のスリーマイル島事故、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。1988（昭和63）年の国際原子力機関報告書「75-I N S A G-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「I N S A G-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「N S-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N U R E G / C R 6042で第5層の考えが示されていたが、2006（平成18）年のN U R E G 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。海外では、早い段階から上記第4層、第5層までを含めた深層防護の認識をもとに第4，5層の対策（シビアアクシデント対策）が進められていた。

以上のとおり、深層防護は、原子力安全の最も重要で基本的な考え方であり、世界各国の共通認識となっている。これは掲げられた当初から本件福島

第一原発の事故が起きて以降現在、そして将来にわたってもその意義と役割は変わっていない。

4 外的事象に対する考慮

(1) はじめに

設計基準事象を超えてシビアアクシデントを引き起こす原因事象には、「内的(内部)事象」と「外的(外部)事象」の2つがある。内的事象とは、原子力プラントの問題、すなわち機器の故障や運転員のヒューマンエラーなどである。外的事象としては地震、洪水、津波、風、凍結、積雪及び地すべりなどの「想定される自然現象」や飛行機落下、ダムの崩壊、爆発などの「外部人為事象」など、内的事象を除くすべての事象を指す。これらの内的及び外的事象は、本来はそれぞれが個別に検討されるべき性格のものである。

シビアアクシデントの起因事象としては、内部事象に限らず、外部事象（地震、津波、台風等）が当然に考えられるところである。しかし、日本では内部事象のみが考慮され、本件事故に至るまで、外部事象はシビアアクシデント対策に全く反映されてこなかった。

(2) 外的事象に起因するシビアアクシデント対策の必要性

外的事象に起因するシビアアクシデント対策は、原子炉施設が同時に停止する可能性をはらんでいるため、内的事象に対するシビアアクシデント対策よりもそのリスクは一般的に大きい。したがって、内的事象以上に厳格な対策を取らなければならない。

実際にも、本件では、津波による敷地内への浸水により、ほぼ同時に複数の機器が機能喪失する事態を招いている。

深層防護の考え方からみても、このように外的事象はその大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性があることから、設計基準を超える外的事象を考慮する形での安全設計や対策が求められる。すなわち、

内的事象としての構成機器の単一故障という事故の想定にとどまらず、本件事故で起きたような同一機能を有する複数の機器が同時に機能喪失する複数機器の損傷や共通要因による事故の想定に基づく、構成機器の独立性や多様性をもたせるための対策である。

以上のとおり、深層防護と外的事象に起因するシビアアクシデント対策は相互に関連しているのであり、深層防護に基づく実効性のあるシビアアクシデント対策を取るためには外的事象を検討することは必要不可欠であったものである。

(3) 海外での外的事象の検討

米国を例にみると、米国原子力規制委員会（NRC）は内的事象についての対策を終えた後に、1991（平成3）年より外的事象を含めた確率論的安全評価：外的要因評価（以下「IPEEE」という。）の実施を事業者へ要求し、「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」の外的事象について評価手法を開発して評価をおこない、1996（平成8）年にはこれを終了している（甲イ1・国会事故調報告書114頁）。その後、NRCは事業者の外的事象についての評価につき回答を受けて、2002（平成14）年4月に、事業者に対して対策実施例の詳細報告書（IPEEE報告書）を発行している。

5 「設計基準事象対策」と「シビアアクシデント対策」の線引きには困難な面があること

(1) 本件事故は、シビアアクシデントまで至っているのであるから、シビアアクシデントを防ぐという意味で考えれば、このような設計基準事象としての対策、シビアアクシデント対策とを区別して対策を取る実益はない。

多重防護（深層防護）の考え方に基づいた場合、各層ごとの安全対策としては明確な線引きが困難な面がある。例えば「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―多重防護の考え方について―」（平成24年9月10日、原子力安全委員会）では、多重防護の考え方を前提に、第3層と第4層の境界として、プラント状態の重要な転換点であるシビアアクシデント（重大な炉心損傷）の発生を用いる考え方があるとし、この考え方によれば、第3層には、「設計基準内への事故の制御及びシビアアクシデントの発生防止」が位置づけられ、第4層には「シビアアクシデントの進展防止及び影響緩和」が位置づけられることになる。この考え方とは別に、シビアアクシデントの発生防止を第4層に含めるという考え方もある。このように第3層と第4層の境界を設定することについては、様々な考え方があり、それぞれ様々な要素を考慮するので、一義的に判断することができない。さらに、「シビアアクシデントの発生防止に係る設備等の多く（例えば工学的安全施設等）が第3層までの防護策に含まれていることに注意が必要である」ともされる（同9頁）のであり、ある設備・施設が第3層までの防護策であると同時に、第4層の防護策でもある、ということもある。

（2）シビアアクシデントに対する防護という面では共通する

甲イ2の2号証・政府事故調中間報告書450頁では、津波における設計基準事象とシビアアクシデント対策について、以下のように述べている。

すなわち、「安全対策は、設定された設計基準事象に対して安全性が確保されるように実施され、設計基準事象を超え著しい損傷を伴う事象に対してはS A（引用者注：シビアアクシデント）対策を施すというのが、安全性確保の基本である。津波対策の場合、平成18年に改訂された耐震設計審査指針によれば、『施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性があると想定することが適切な津波』より規模が小さい津波が設計基準事象」と考え、それを超える部分がS A対策であるとし、一方で、「設計基準事象を特定し、設計基準事象以下の津波に対する対津波安全対策とそれを超える津波に対する対津波S A対策を区別することには、S Aに対して防護するとい

う意味においては、実はそれほど意味がない。施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性がある」と想定することが適切である津波を超えた大きな波高・浸水高の津波までを検討の対象と捉え、総合的に津波対策を講ずることが必要である」とする。

このように、設計基準事象対策とシビアアクシデント対策を明確に線引きすることは極めて困難な面があり、かつ、両方の対策と考えるべき対策もあることには留意すべきである。事故が津波浸水による全交流電源喪失、冷却機能の喪失、炉心損傷から炉心溶融、放射線物質の大量放出という経過を辿る中では、使われる状況や場面が異なるものの機能や設備としては重なるということが考えられるのである。

第4 設計基準事象としての具体的回避措置

1 電源喪失対策

(1) 建屋や非常用電源設備等の重要機器の水密化

ア 前記のとおり、津波による浸水によっても電源を確保し、シビアアクシデントの前駆事象となる全交流電源喪失に至ることを防ぐことが必要である。

イ 本件事故では、補機冷却用海水ポンプ、非常用ディーゼル発電機、配電盤等の多くの電源設備、重要機器が津波によって冠水し、電源の供給、冷却系の確保に支障をきたした。このような浸水、溢水によって電源機能が喪失する危険性は、被告らは原子力安全委員会の全交流電源喪失事象検討WGや溢水勉強会、その他シビアアクシデントに関する知見としてすでに十分に認識していた。

ウ 以上を踏まえて、電源機能の喪失を防ぐための具体的対策として、津波の浸水を防ぐための水密扉の設置、重要機器の水密化、配管等の浸水経路の遮断、排水ポンプの設置などの確保などが当時から考えられるところである。



写真左上／右上・屋外の水密扉等

(甲ハ1・12頁より)

写真左下・建屋内の水密扉

(中部電力HPより)

(2) 配電盤等の電源設備の設置場所の多様化，分散配置

ア 前記第2の2のとおり，本件では，配電盤や非常用ディーゼル発電機が地下1階に集中しており，津波による浸水によって水没して機能を喪失した。津波による浸水という同一の起因事象（単一原因）によって全て機能が破られたものであり，隣接する複数プラントの電源も一斉に喪失するという共通要因故障は何ら考慮されていない。したがって，当時から技術基準省令（省令62号）で求められていた電源機能の「多重性又は多様性および独立性」を欠いていた状況にあったといわざるをえない。

イ この点，5，6号機は，敷地高がO.P.+13mで，6号機の配電盤，空冷式非常用ディーゼルがO.P.+13.2mの位置にあったために（甲口35等），津波による冠水を免れ機能を維持できた。その結果，5号機への電源融通も可能となり，仮設ケーブルの敷設，復水貯蔵タンクの水源を用いた復水補給水系ポンプも機能し，最終的には冷温停止に至りシビアアクシデントを回避できた。また，2，4号機の非常用ディーゼル発電機のうち，B系の空冷式非常用ディー

ゼル発電機は、敷地高 O.P.+10m に対し、O.P.+10.2m の位置（地上階）に設置されていたために、発電機自体が被水しても機能は残っていた（もっとも、配電盤が地下に設置されており、これが浸水して機能喪失したために結果として電源を使うことはできず、1～4号機は、全交流電源喪失に至ったものである）。

ウ これらが示すように、電源確保のための配電盤や発電機の設置場所を同じ地下に集中させることなく、地上階や高所など設置場所の多様性を持たせれば、交流電源が確保され、5、6号機のように電源融通などによって本件のような結果を回避できた可能性は高い。このことは、これまで述べてきた津波や全交流電源喪失、シビアアクシデントに関する知見において十分に明らかにされている。

エ これに対し、設置場所の「多様性および独立性」について、被告国は、具体的な高さを問題とするようであるが、本件でそのような考慮は不要である。そもそも、これは結果回避可能性の問題として、当該措置などを考慮して当時から回避の可能性があったかを判断するにすぎず、あたかも当該措置があれば事故の結果がなかったことを証明するかのような因果関係を問題とするものではないからである。原告らの主張は、設置場所に「多様性および独立性」をもたせる意味で、少なくとも重要な電源設備を地下1階に集中させるのではなく、各建屋の1階やその他にも分散的な配置を講じていれば、いずれの機能をも同時に喪失することは防げた可能性があるというものであり（1階と同じ高さに設置された2、4号機の空冷式の非常用ディーゼル発電機や5、6号機がその例である）、それ以上に、どの程度の高さであれば機能を維持して事故を回避できたのかを網羅的に逐一証明するには及ばない。このような被告国の主張は失当である。

（3）直流電源の確保

ア 直流電源は、非常用冷却装置の運転状況確認・制御や計装系など様々な機能を確認・維持するために重要である。本件では、建屋地下に集中して置かれていた直流電源の喪失が、各号機の制御・計測機能の不全を招き、事故対応への致命的な要因になった。1，2号機では直流電源が早期になくなったのに対し、3号機では、直流電源が残ったために、原子炉隔離時冷却系（RCIC）や高圧注水系（HPCI）の運転状況を確認し制御することができた。もっとも直流電源が枯渇し、原子炉隔離時冷却系（RCIC）や高圧注水系（HPCI）が運転を停止した後は、炉内への注水機能が喪失してしまったためシビアアクシデントに至ることを回避できなかった。

イ 対策として、直流電源確保のための蓄電池（バッテリー）の備蓄、大容量化などが考えられる。これらは当時から十分に実施可能であったものである。



予備バッテリー

（甲ハ1・20頁より）

（4）可搬式電源設備（電源車等）の配置

ア 先に述べた対策とも重複するが、複数ある非常用ディーゼル発電機が浸水によって同時に機能喪失した場合には、外部から可搬式の電源車などを接続することで、電源供給を行うことができる。

イ すなわち、非常用交流電源を確保するための電源車や全交流電源喪失時の生命線となる直流電源確保のための移動式バッテリー車や可搬性の高いバッテリー配備などである。これらは当時の知見に基づけば十分に可能な措置である。

ウ なお、これらは、設計基準事故対策としての設備であるが、すでに全交流電源喪失に至りシビアアクシデントが進展している中であっては、電源を復帰さ

せ、その進展を緩和させるためにも必要とされるシビアアクシデント対策でもある。



電源車（関西電力 HP より）



可搬式のバッテリー電源（甲イ 8・129 頁より）

2 冷却機能の確保

- (1) 非常用ディーゼル発電機は運転中に大量の熱を発することから、常に冷却・除熱が必要であり、福島第一原子力発電所では、海側エリアに設置された海水冷却系ポンプにより、ポンプで海水をくみ上げこれら冷却に使用していた。また、地震により緊急停止した原子炉で発生し続ける崩壊熱を海（最終ヒートシンク＝熱の逃し場）に逃すために原子炉停止時冷却系（1号炉）や残留熱除去系（2～6号炉）が運転し続ける必要があるが、そのためにも海水系ポンプは必要である。したがって、海水系ポンプの機能停止は、炉心冷却の重要な手段を失うことにもつながるところ、本件では津波によりほぼ全ての海水系ポンプが冠水して機能を停止したために、原子炉内で発生し続ける崩壊熱を最終ヒートシンクとしての海に捨てる機能をも喪失した。
- (2) なお、5、6号機では、前記のとおり6号機の海水による冷却が不要の空冷式非常用ディーゼル発電機が残っていたために、ここから5号機へ電源融通を行い、また、海水冷却系ポンプが津波で壊れていたものの、仮設海水ポンプや電源車を使って海水冷却系を構成し、冷温停止を実現した。

(3) この点からみれば、海側エリアの海水ポンプが機能喪失することに備えて、貯水池や海水ピットへの吸い込み用ポンプ、水中ポンプ等の設置や電源を要さずに外部注水を可能とするポンプや海水に頼らない空冷の冷却ラインの準備など複数の確実な注入手段を講じることが必要とされていた。

当該海側エリアの海水ポンプは、当初、O.P.+4 mの位置で、その後に若干かさ上げされたものの、耐震設計審査指針が改定された2006（平成18）年当時の津波の知見からみても冠水により機能喪失する危険性は明らかに認識されていたのであり、対策としては容易に可能であったものである。

第5 シビアアクシデント対策としての具体的回避措置

1 消火系ポンプによる原子炉および格納容器への注水手段

(1) 炉心を冷やすための非常用冷却設備などが全電源の喪失などで機能しない場合は、代替注水策を講じる必要がある。消防車など消火系ポンプによる原子炉および格納容器への注水手段については、そのための対策として有用性があることは本件事故以前から認識されていた。もっとも、従前から消火系ラインとして電動消火ポンプなどが配備はされていたが、原子炉施設内で発生する火災の消火を本来の目的としており、消火系ラインを用いた原子炉への代替注水策を、シビアアクシデント対策として整備してはいなかった。

また、使用済み燃料プールへの代替注水ラインも設置されておらず冷却系は多重防護されていない。加えて、最終的には代替注水の水源として海水を水源とする必要が生じる場所、これら海水注水策も一切講じていなかった（甲イ2の2・政府事故調中間報告442頁）。

(2) 例えば、本件事故時、発電所内の消防車は1号機の海水注水に使用されたが、3号機の注水作業は遅延し、3月14日には3号機建屋は水素爆発に至り、2、4号機の被害を拡大する連鎖が起きている。また、1号機において

も、注水を行う前に直流電源が喪失していたために原子炉減圧操作が遅延し、注水が遅れた。

(3) 以上のとおり、消防車の必要台数やポンプの確保、注水接続場所の確保などをシビアアクシデント対策として整備しておくべきであった。

なお、その他の、代替注水策の多様化、注水用水源の多様化なども代替冷却機能として確保すべきであるが、これらは、シビアアクシデントに至る前にそれを防ぐという意味では「設計基準事象対策」としても位置づけられるものである。



ディーゼル駆動の消火ポンプ（甲ハ1・36頁より）

2 格納容器の減圧機能の確保

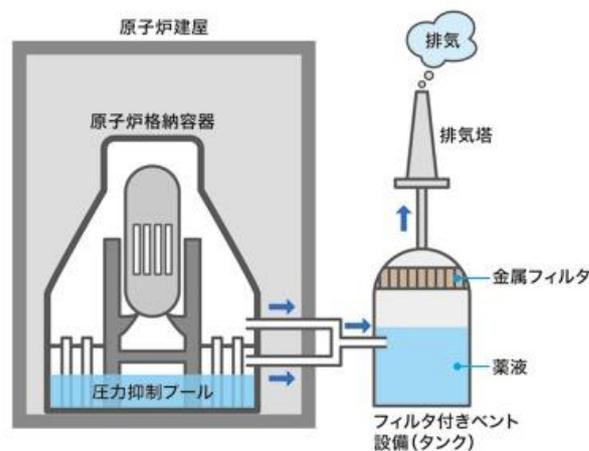
(1) 本件事故では、シビアアクシデント発生時の格納容器ベントシステムの操作性にも問題があった。例えば、耐圧強化ベントは、全電源喪失により、中央制御室から遠隔操作によりベント弁を開操作することが不可能となったところ、弁の操作に必要なバッテリーや可搬式エアコンプレッサー等の機材が備蓄されておらず、ベント操作の具体的な手順化も未整備であった。

(2) さらに、事故が段階的に進展し、シビアアクシデントに至った場合には、放射性物質の濃度をできるだけ低減した上で外部に放出するためのベントシステムの構築も必要である。しかしながら、本件事故時には、格納容器ベントシス

テムの放射性物質除去機能は十分でなかったため、シビアアクシデント対策としても効果的に活用できなかった。今回のようにウェットウェルベントができなくなり、ドライウェルからのベントによって直接放射性物質を高濃度に含む気体を格納容器の外部に逃す必要が出てきた場合、ウェットウェルでの水による放射性物質の低減効果は全くないからである。フランスなどヨーロッパでは、チェルノブイリ事故（1986年）以降、格納容器にフィルターを設置することが主流であり、1990年代にはすでにEUのフィルターベントの技術情報は日本にも共有されていたが（甲イ1・国会事故調報告書98頁）、日本では設置をしなかった。被告東電も1991年には有用性を認識していたが、他のアクシデントマネジメント策を充実するなどとの理由を付けてこれを実施しなかった（同98頁）。

- (3) これらベントシステムも、2006（平成18）年の段階では、シビアアクシデントの知見として十分にあり、またその段階から対策を講じても容易に実現可能な措置である。

「フィルタ付きベント設備」の概要（沸騰水型（BWR）の例）



（被告東京電力 HP より）

※但し、格納容器の型は1号炉のようなマークII型ではなく、改良型が図示されている。

3 電源融通（全電源喪失対応策）

- (1) 本件で被告らは、外部事象により隣接の複数プラントの電源が一斉に損壊故障、機能喪失する可能性を考慮していなかった。そのため、全電源喪失時に隣接するプラントから電源融通を受けられない場合の対処方策まで事前に検討されておらず、非常用ディーゼル発電機を各号機に専用化していても、複数のそれらが全て地下に設置されており水没して機能しなかった。
- (2) 津波という同一の原因事象によって複数の施設・設備が同時に機能を失ったものであり、「多重性又は多様性および独立性」を欠いた実効性に乏しい状態にあったことは明らかで、このことは、溢水勉強会等の知見により被告らは十分に認識していた。

シビアアクシデントを防ぐだけでなくこれに至った段階でも、電源融通策を確保するために、「多重性又は多様性および独立性」をもった電源対策を講じておくべきだったものである。

以上