

平成29年(ネ)第373号 原状回復等請求控訴事件

控訴人兼被控訴人(一審原告) 中島孝 ほか

被控訴人兼控訴人(一審被告) 国 ほか1名

第4準備書面

平成30年9月21日

仙台高等裁判所第3民事部 御中

一審被告国訴訟代理人弁護士	樋 渡 利 美	代
一審被告国指定代理人	新 谷 貴 昭	代
	鈴 木 和 孝	代
	村 橋 摩 世	代
	大 友 亮 介	代
	濫 谷 正 樹	代
	桐 谷 康	代
	吉 光 正 文	代
	前 田 和 樹	代
	小木曾 貴 子	代
	柏 崎 友紀江	代
	佐 藤 真梨子	代

筒	井	督	雄	壽
吉	野	弘	子	壽
小野寺		幸	男	野
板	橋	三智代		橋
大	江	啓	一	大江
齋	藤		功	齋藤
泉		利	夫	大江
古	山	繁	樹	大江
野	崎	佳	之	大江
酒	井	直	仁	大江
石	澤	廣	隆	大江
安	斎		守	天江
内	藤	晋太郎		天江
舛	野	龍	太	大江
武	田	龍	夫	大江
田	中	博	史	大江
前	田	后	穂	大江
森	川	久	範	大江
内	山	則	之	大江
中	野		浩	大江
世良田			鎮	天江

鈴木莉恵子 大江代
治 健太 大江代
岩佐一志 大江代
小野祐二 大江代
小山田巧 大江代
川崎憲二 大江代
中川淳 大江代
止野友博 大江代
御器谷俊之 大江代
片野孝幸 大江代
木原昌二 大江代
岡本肇 大江代
建部恭成 大江代
小林貴明 大江代
柏木智仁 大江代
村上玄 大江代
秋本泰秀 大江代
照井裕之 大江代
正岡秀章 大江代
関根将史 大江代
義崎健 大江代

田 尻 知 之 代
宮 本 健 治 代
角 谷 愉 貴 代
伊 藤 岳 広 代
塚 部 暢 之 代
臼 井 曉 子 代
薩 川 英 介 代
西 崎 崇 德 代
山 田 創 平 代
大 浅 田 薫 代
岩 田 順 一 代
岩 崎 拓 弥 代
安 達 泰 之 代
高 城 潤 代
河 田 裕 介 代
浅 海 凪 音 代
吉 倉 宏 明 代
高 野 菊 雄 代
清 水 行 生 代
山 瀬 大 悟 代
片 岸 雅 啓 代

久保一樹 天江代
宇田川徹 天江代
和田啓之 天江代
柳木隆宏 天江代
黒瀬芳紀 天江代
谷尻智恵子 天江代
大場朝明 天江代
横田彼呂 天江代
新田晃 天江代
九反田悠妃 天江代
高田祐人 天江代
前田知哉 天江代
折口直也 天江代

第1	はじめに	7
第2	決定論的安全評価と確率論的安全評価	8
第3	一審被告国が、従来の決定論的規制を行うのと並行し、確率論的手法を取り入れた規制を導入するために必要となる制度的基盤及び知識基盤の整備に向けて取り組んでいたこと	11
1	保安院発足前の状況について	11
2	保安院発足後の制度的基盤等の整備に向けた取組状況	12
(1)	制度的基盤	12
(2)	リスク情報を活用した規制活動に向けた取組	14
第4	津波を対象とした確率論的安全評価と確率論的津波ハザード解析手法及びこれらの確立に向けた経過等	17
1	津波を対象とした確率論的安全評価の前提として	17
2	津波を対象とした確率論的安全評価とその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の確立に向けた経過について	18
(1)	津波を対象とした確率論的安全評価とその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の確立に向けた契機	18
(2)	津波を対象とした確率論的安全評価とその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の説明と確立に向けた取組	19
3	津波を対象とした確率論的安全評価と確率論的津波ハザード解析手法の現状について	26
(1)	本件事故後に公表された津波P S A手法に関する民間規格について	26
(2)	規制における津波P S Aの活用の現状	31
第5	おわりに	39

一審被告国は、平成30年5月21日付け一審被告国第3準備書面（以下「一審被告国第3準備書面」という。）第3（22ないし25ページ）で、「長期評価の見解」が確率論で取り扱われることとなった事実関係やその工学的正当性を主張したところであるが、本準備書面では同主張をふえんするものとして、決定論的安全評価と確率論的安全評価の関係等について整理して主張をする。

なお、略語等は、本準備書面で新たに用いるもののほか、原判決並びに一審被告国の控訴理由書及び当審における各準備書面の例による。

第1 はじめに

一審被告国は、一審被告国第3準備書面第3において、一審被告東電や土木学会が、平成14年2月に決定論的手法として極めて安全寄りに策定された津波評価技術の公表後も、引き続き、それでもなお残る津波の想定に伴う不確かさの存在を前提に、更なる安全性向上のために確率論的津波ハザード解析手法の研究開発を行い、その中で科学的知見の成熟度の程度に応じた安全対策を行うべく「長期評価の見解」を取り入れてきたこと、一審被告国（保安院）が、「長期評価の見解」が公表された直後の平成14年8月、一審被告東電からヒアリングを実施し、「長期評価の見解」をどのように取り扱うかについての説明を求めた上、一審被告東電に対し、取扱いを決定するに当たって専門家からの意見を聴取することを指示したこと、その後、一審被告東電において、上記指示を基に専門家の意見も踏まえて、これを決定論ではなく確率論において取り扱っていく方針であるとの報告を受けて了承するなど、「長期評価の見解」について、受け手側の立場において理学的な成熟性の程度を踏まえた検討を経て取り扱っており、また、かかる対応が工学的に正当性を有する規制判断であったことを明らかにした。

そこで、本準備書面では、本件の争点を判断するために必要な範囲で、決定論的安全評価と確率論的安全評価の意義や機能について簡潔に整理した上

で（後記第2），一審被告国（特に規制行政庁である保安院）が保安院発足当初から決定論的手法に基づく規制活動を行う一方で，より一層の科学的・合理的な安全規制を目指して（乙B第321号証8ページ参照），確率論的手法を用いることにより得られるリスク情報をも規制に活用するため，必要となる制度的基盤及び知識基盤の整備に向けて取り組んでいたことを主張する（後記第3）。

その上で，津波を対象とした確率論的安全評価及びその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の内容について説明した上，これらの確立に向けた経過と現時点における進捗状況について主張し，一審被告国，一審被告東電を含む事業者ら及び専門家らにおいて，確率論的安全評価のうち，津波を対象とした確率論的安全評価（津波P S A^{*1}）及びその前提となる確率論的津波ハザード解析手法（P T H A）の確立に向けた努力が続けられていたものの，本件事故までの工学的知見の到達点としては，これらが確立し，更なるリスク評価やこれに基づいた対応が可能になる状態には至らなかったことを明らかにするとともに，仮に，本件事故前の確率論的津波ハザード解析手法の到達点を前提に暫定的なリスク評価を行ったとしても，その評価結果をもって，福島第一原発の主要建屋の敷地高さを上回る津波が浸水することを想定した施設・設備の設計見直しをする経営判断を行わせるに至ったとはいえないものと評されていることを明らかにする（後記第4）。

第2 決定論的安全評価と確率論的安全評価

*1 本書面では，「P S A」と「P R A」の表記が混在するが，両者は同義である。

原子力発電所の安全性の評価手法は、決定論的安全評価^{*2}と確率論的安全評価^{*3}とに大別される。

このうち、決定論的安全評価は、原子力施設に起こり得る様々な（内的・外的）事象の中から代表事象を選定し、これが発生確率にかかわらず発生すると仮定した上、保守的な手法で事象の進展を解析することにより施設にもたらされる影響の有無・程度を評価するものである。つまり、決定論的安全評価は、評価の過程で種々の仮定を置くことで保守性を見込む手法である。

他方、確率論的安全評価は、発生する可能性のある様々な事象を網羅的・系統的に評価の基礎に取り込んだ上で、それらの事象の発生確率を考慮して安全性を評価する手法である。

確率論的安全評価は、その対象が内的事象なのか外的事象なのか、外的事

*2 保安院が作成した「原子力発電所の安全規制における『リスク情報』活用の基本ガイドライン（試行版）」（乙B第322号証）では、「主に原子力施設の安全審査において用いられる安全評価であり、施設で起き得る様々な事象の中から幾つかの代表事象を選定し、これらの各事象が起きたと想定して保守的な手法で事象の進展解析を行い、すべての解析結果があらかじめ用意した判断基準を満たせば、施設全体として十分安全であると判断する。原子力発電所の場合には、運転時の異常な過渡変化及び事故を対象として安全設計の妥当性を評価するとともに、重大事故・仮想事故を対象として立地の妥当性を評価する。」（同号証4ページ）と説明されている。

*3 前記基本ガイドラインでは、「施設を構成する機器・系統等を対象として、発生する可能性がある事象（事故・故障）を網羅的・系統的に分析・評価し、それぞれの事象の発生確率（又は頻度）と、万一それらが発生した場合の被害の大きさとを定量的に評価する方法をいう。原子力発電所を対象とする場合には、過渡事象、原子炉冷却材喪失事故等の事象（起因事象）の発生に影響を緩和するための設備の機能喪失等が加わり、原子炉の損傷、格納容器の破損等に至る可能性がある事故シーケンスを網羅的に摘出し、その発生確率（又は頻度）を評価し、さらに周辺公衆が受ける健康リスクを評価する。」（乙B第322号証4ページ）と説明されている。

象である場合、その対象が地震なのか津波なのか、はたまた航空機墜落であるのかなど、評価対象ごとに基礎となるデータの量や質、手法の成熟度が異なるため、評価結果の信頼性に疑義が呈されることもあるが、考え得る全てのリスク要素を取り込んだ上で定量的な評価を行うことができる等の利点があり、工学的な判断にとって有用であるとされてきた（乙B第308号証7ページ、丙B第71号証2ページ、乙B第187号証13及び23ページ、乙B第180号証13ページ、乙B第317号証9及び10ページ、乙B第323号証15ないし18ページ）。

なお、我が国の原子力安全規制では、従来から、地震津波等の自然事象に対する安全性を含めて、主として決定論的評価に基づいて規制判断が行われてきた（乙B第144号証26ないし28ページ、乙B第187号証5ないし13及び23ないし25ページ、乙B第227号証22及び23ページ、乙B第180号証9ないし13ページ、乙B第308号証2ページ、乙B第186号証7ないし34ページ、丙B第71号証2ないし11ページ、乙B第317号証2及び3ページ）が、原子力安全委員会が、遅くとも平成12年1月に、原子力安全委員会の当面の施策の基本方針として安全目標等のリスク概念の重要性に言及し、これらの概念の規制への導入を検討する方針を示してからは（乙B第324号証の1）、米国における検討経過との比較検討（乙B第325号証4ないし9ページ）等を踏まえ、確率論的手法で得られる種々のリスク情報が従来の決定論的手法に基づく規制を補完し、進化させ得るとの理解が広まり、原子力安全規制への確率論的手法の導入に向けた制度的基盤の整備等が議論されるようになった（乙B第326号証3ないし5ページ参照）。この点については、後記第3で詳述するが、規制行政庁である保安院は、平成13年1月の発足直後から、従来の決定論的規制を行う一方で、将来の確率論的安全評価手法の規制への導入を見据え、必要となる制度的基盤や知識基盤の整備などリスク情報を活用した規制活動に向けた取組を

進めており、特に、リスク情報の規制への活用は、規制判断の科学的合理性や透明性の確保、効果的・効率的な安全規制の実現等の重要な意義を有し、原子力安全規制の目指すべき方向であるとしてきた（乙B第327号証13及び14ページ）のであるから、後記第4で詳述する津波に対する安全規制への確率論的手法の活用に向けた取組の合理性も、リスク情報の規制への活用を目指した規制行政庁の取組の全体像を踏まえた上で適切に評価されなければならず、特定の発電所に新たな津波対策を講じさせることに結び付いたか否かという結果論のみに基づいて恣意的な評価がされてはならないというべきである。

第3 一審被告国が、従来の決定論的規制を行うのと並行し、確率論的手法を取り入れた規制を導入するために必要となる制度的基盤及び知識基盤の整備に向けて取り組んでいたこと

1 保安院発足前の状況について

一審被告国の原子力安全規制の分野では、平成13年1月の中央省庁再編に伴う保安院の発足前から、確率論的手法により得られるリスク情報を規制に取り入れる必要性が認識されていた。例えば、通商産業省（当時）が平成4年に全事業者に要請したアクシデントマネジメント（AM）策の整備や定期安全レビュー（P S R）の実施は、リスク情報が規制に活用された一例である。

そして、原子力安全委員会は、保安院の発足直前の平成12年1月、国内外の動向等を踏まえ、当面の施策の基本方針の中でリスク評価の活用推進を掲げたほか、同年9月には安全目標専門部会を設置し、いわゆる安全目標の策定に向けた議論を開始した（乙B第324号証の1・2枚目、乙B第324号証の2・20及び21ページ）。

また、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会は、平成12年1

2月から先行的に保安院の規制課題の抽出と対応の方向性を検討していたところ、平成13年1月の経済産業大臣による諮問（「昨今の環境変化を踏まえた今後の原子力の安全確保の在り方はいかにあるべきか」）を受け、同年6月、報告書「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会報告～原子力の安全基盤の確保について～」（乙B第321号証）を取りまとめ、科学的・合理的な安全規制を目指し、「確率論的安全評価手法が進歩してきていることを踏まえ、規制対象ごとにリスクを適切に評価することにより、技術基準の整備・見直し等を行い、均衡のとれた安全規制を行っていくことも必要である。」（同号証8ページ）としてリスク評価の活用推進を特記した。

このように、一審被告国（原子力安全規制においては、保安院の発足前から）、より一層の科学的・合理的な安全規制を目指し、従来からの決定論的手法に基づく規制を補完すべく、確率論的手法の取り入れに向けて検討を進めることが規制機関が取り組むべき重要な課題であると認識されていた。

2 保安院発足後の制度的基盤等の整備に向けた取組状況

（1）制度的基盤

保安院は、平成13年1月の発足直後から、従来からの決定論的手法に依拠した現実の規制活動を行う一方、以下に述べるように、確率論的手法により得られるリスク情報を規制活動に取り入れるため、制度的基盤及び知識基盤の整備を順次進めた。

すなわち、保安院は、平成13年1月から平成14年10月までの間、確率論的手法を用いた全電気事業者のAM策の有効性評価結果の検討（甲B第84号証）や原子力施設に対する航空機落下評価基準の策定（乙B第328号証）の際に、確率論的手法を規制判断に活用したところ、こうした経験により、従来の決定論的な評価に基づく判断に加えて、確率論的手法から得られるリスク情報の活用が「規制当局、事業者それぞれにとって、工学的判断の客観性や合理性を向上させることを可能とし、その結果安全

規制が求める安全レベルの達成状況の評価や、事業者の安全確保活動の検討に対して有益な情報を与える」（乙B第329号証3ページ）ことが期待される状況となった。

その後、平成15年8月、上記安全目標専門部会は、原子力安全委員会に対し、安全目標に関する調査審議状況の中間取りまとめ（甲B第164号証）を報告し、我が国の安全規制活動によって達成し得るリスクの抑制水準（安全目標案）を提案した上で、安全目標の適用について、「将来、安全目標の適用経験が積まれ、かつ、リスク評価結果に対する信頼性が一層高まれば、個別施設の安全性を安全目標に照らして判断するような利用や、さらには、原子力施設の設計手法において安全目標が活用されることもあり得ると考えられる。」（同号証20ページ）とした。

そして、原子力安全委員会は、同年11月、リスク情報を活用した規制を「多重防護の考え方を基本的に堅持しつつ、従来の工学的判断や決定論的評価に基づく規制を、定量的・確率論的な評価により得られるリスク情報を利用することによって補完し、進化・進歩させていくもの」（乙B第326号証3ページ）と位置づけた上で、「将来的には、現在検討を進めている安全目標を考慮に入れて、また、多重防護の考え方を適用する際の保守性にリスク情報を考慮するなどにより、設計、建設段階を含めた安全確保体制全体として、リスク情報を活用した規制の導入を体系的に検討していくことが目標になる」（同ページ）として、リスク情報を本格的に規制に導入することを基本方針とし、規制行政庁・事業者におけるこの基本方針に基づいた具体的な安全確保・安全規制の活動への導入についての積極的な検討と、学協会や研究機関等におけるリスク評価に関する民間規格の整備及び安全研究の実施等を期待する旨決定した（同号証5ページ）。

これらを受けて、保安院は、同年12月、原子力安全・保安部会において、「原子力安全委員会の基本方針や原子力安全・保安部会の提言を踏まえ

つつ、原子力安全規制により広範にリスク情報を活用するための具体的方法について検討を行うこととする。」（乙B第329号証2ページ）としてリスク情報の規制への取り入れを具体的に検討する旨表明するとともに、原則として原子力施設の立地、設計、建設、運転、検査及び廃止措置等全ての段階を対象として確率論的評価で得られるリスク情報を規制に活用すること、当面の主たる検討対象を原子力発電所におけるレベル1 PSA（内的・外的事象の発生頻度等の検討から炉心損傷頻度を推計するもの）の結果から得られるリスク情報（炉心損傷頻度やそれへの寄与因子、不確実さ等の情報）とすること等の基本的な方針を示し（同号証3及び4ページ）、種々の検討を開始した（乙B第325号証）。

さらに、保安院は、その後の検討を経て、平成17年2月、「リスク情報活用検討会」を保安部会の下に設置し、同年5月、「原子力安全規制への『リスク情報』活用の基本的考え方」（乙B第327号証）及び「原子力安全規制への『リスク情報』活用の当面の実施計画」を策定公表するなど、この分野で先行する米国の規制体系に倣うほか、原子力安全委員会における安全目標の策定に向けた議論やこれに引き続いだ行われた地震・津波等をも対象とする性能目標値の設定に向けた議論（甲B第165号証4、41ページ等）、耐震設計審査指針の改訂に向けた議論の推移を注視しつつ、リスク情報を活用した規制活動を実施し、段階的な適用拡大と将来的な定着を図るため、必要となる制度的基盤の整備を進めていた（乙B第330号証4-2-1ないし4-2-14及び4-1-9）。

(2) リスク情報を活用した規制活動に向けた取組

もっとも、制度的基盤の整備をいかに進めようとも、保安院が「リスク情報の活用に先立って、標準的なPSA手法が学協会で規格化され、その手法によってPSAが実施されることが必要である。当院としては、学協会のPSA手法レビューに協力するとともに、事業者に対してもこうして

規格化された手法でのP S Aの実施を勧めていく。」（乙B第329号証4ページ、乙B第325号証2ページ）としているところ、確率論的安全評価の手法を安全規制に活用するためには、学協会規格の整備等を通じて手法の信頼性を確保することが必要になる。

そこで、保安院は、前記(1)のような制度的基盤の整備と並行して、確率論的安全評価の手法の信頼性確保のために知識基盤を整備することにも注力していた。

すなわち、経済産業大臣は、独立行政法人通則法に基づいて所管法人の中長期目標を定め、指示する権限を有するところ、平成15年10月にJ N E Sが発足する際、平成19年3月31日までの第1期中期目標として「許認可における審査とは別に、事業者が安全性の一層の向上のために行う（中略）確率論的安全評価（P S A）、アクシデントマネージメント等の安全評価を機構も独自に評価する（中略）ことが求められる。（中略）原子炉施設等の安全解析において新しい知見等を取り入れ、その精度の向上等を図るため、安全解析コード及び評価手法の開発又は改良を行う」（乙B第331号証中期目標7及び8ページ）とし、確率論的安全評価手法の整備を指示した。

これを受け、J N E Sは、平成15年10月2日に認可された中期計画（乙B第332号証13ページ）において、「火災・地震等の外的事象等に対する解析コード及びその入力の整備を通してP S A手法に反映する。」とした上で、第1期中期計画期間内である平成16年頃から、地震及び火災に引き続い津波P S A手法の開発を本格化させ、学会発表や成果報告書の公表等で一定の成果を上げている（乙B第333号証、乙B第334号証、乙B第335号証等）。そして、J N E Sは、本件事故直前の時期に当たる平成22年度の安全研究計画（乙B第336号証）において、耐震設計審査指針では、津波P S Aの実施が明示的には要求されなかったもの

の、地震や火災、津波の定量的なリスク評価基盤を確立することが規制における説明責任を充足するために必要であるとの認識を示した上で（同号証81及び82ページ）、P S Aの一部に当たる津波ハザード評価手法の高度化が一定程度進んできたことを前提に、「津波P S Aモデルについては、外的事象に起因するリスクに関する社会的関心に応えるため、なるべく早い時期に成果が必要である。」とし、平成25年度までの研究実施計画に盛り込んでいた（同号証71及び83ページ）。

しかしながら、「P S A手法の成熟度は、地震や津波等のそれぞれの誘因事象に係る知見の集積状況によって異なる」（乙B第186号証24ページ）ところ、地震大国である我が国において、地震と津波の間には、知見の集積状況等に大きな違いがあった。

具体的には、地震P S A手法の開発が、昭和60年頃、つまりJ N E Sの発足するはるか以前から、旧日本原子力研究所（現日本原子力研究開発機構）を中心に進められて知見が進展し、平成13年6月に耐震設計審査指針の改訂作業が始められる契機の一つともなった上（同号証23、25及び30ページ），平成19年には日本原子力学会により学協会規格として地震P R A標準が策定されるに至った一方、津波P S Aの手法は、後記第4で詳述するとおり、本件事故時においてもなお、実際の施設への適用に不可欠なフラジリティデータ（津波の作用に対して建屋・機器が損傷〔機能喪失〕する度合いに関するデータ）の不足等の理由により知見として確立しておらず、J N E Sが日本原子力学会のP R A標準策定時の反映を目指して研究を進めるなどしていたものの、学協会規格の整備には至らなかつたものである（乙B第335号証23ページ参照）。

そして、平成18年9月の耐震設計審査指針の改訂時点における工学的知見としての到達点として見た場合、地震P S Aについては、上記の知見の進展等を踏まえて、事業者に対し、基準地震動の策定の際の確率論的検

討を求める、地震P S Aの一構成要素である確率論的地震ハザード解析結果を参照することを規制要求とすることができたが、津波P S Aについては、いまだ既存の施設に適用できるレベルには達しておらず、当時の工学的知見の到達点としては、津波に対する安全評価の際に確率論的検討を要する旨の規定を設けるには至らなかった（乙B第336ないし第338号証）。

このように、保安院は、その発足直後から、従来からの決定論的手法に基づく規制活動を行うのと並行して、確率論的手法の規制への導入のために必要となる制度的基盤及び外的事象を対象とするP S Aを含めた知識基盤の整備に向けた取組を実施していたのであるから、平成14年7月の「長期評価の見解」の公表を受けた同年8月の一審被告東電の方針及びこれに対する保安院の対応は、そうした保安院の規制課題全体への取組と軌を一にするものであると理解されなければならない。

第4 津波を対象とした確率論的安全評価と確率論的津波ハザード解析手法及びこれらの確立に向けた経過等

1 津波を対象とした確率論的安全評価の前提として

既に繰り返し主張しているように、我が国の原子力発電所の津波に対する安全性については、本件事故前、一審被告国も事業者も主として決定論的手法に基づいて評価及び判断を行ってきた（乙B第308号証2ページ等）。

特に、平成14年2月の津波評価技術の公表時において、津波評価技術に基づく津波評価には、当時「具体的な根拠を持った理学的知見は全て取り込まれている（乙B第187号証9ページ）上、「パラメータスタディで補える不確実さが合理的な根拠をもって事業者に津波対策を求めるこことできる津波水位の上限値である」（乙B第227号証18ページ）と考えられていたし、これによって導き出された津波評価結果は、平成18年に公表された中央防災会議「日本海溝・千島海溝報告書」の結果と比較しても安全寄りに判断さ

れているものでもあった。

そのため、事業者及び国のいずれにおいても、津波評価技術に基づく津波評価は、当時の工学的判断の常識に照らし、原子力発電所の津波対策を決定論的手法により行う上で基本的に十二分な保守性を有するものと考えられ、当該結果に対して有効な津波対策が講じられていれば、津波により施設の安全機能が影響を受けるおそれはないものと判断されていた。

2 津波を対象とした確率論的安全評価とその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の確立に向けた経過について

(1) 津波を対象とした確率論的安全評価とその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の確立に向けた契機

もっとも、津波評価技術に基づく評価結果が、津波の想定に伴う不確かさを考慮した保守的な評価であるといえるとしても、それが代表事象を選定して行う決定論的手法であるがゆえに、その評価結果にどの程度の不確かさが織り込まれているのか等を定量的に把握することが難しい面があるのは否定できない（丙B第71号証2ページ）。

一方、確率論的手法によれば、単に理学的根拠をもって発生可能性を否定できないというにとどまり、決定論的手法では取り入れることが困難な波源に関する未成熟な知見も含めて、広く評価の基礎に取り入れができるため、より合理的な工学的判断を行うことが期待できる（乙B第317号証9及び10ページ）。

しかるところ、津波評価技術が策定された平成14年2月当時、既に原子力安全委員会において耐震設計審査指針の全面改訂に向けた抜本的な議論（平成13年6月開始）が行われていたところ、その中では、確率論的安全評価を指針にどのように取り込むかに関する議論も行われていた上（乙B第339号証），将来的に、津波に対する安全性評価に確率論的手法が採用されることも見込まれる状況にあった（乙B第340号証1ページ〔8

枚目])。

そこで、土木学会では、平成14年2月の津波評価技術の策定に引き続き、平成15年6月から平成17年9月まで及び平成19年1月から平成21年3月までの2期の間、津波評価の更なる高度化を図るため、確率論的津波ハザード解析手法の研究開発を進めた（丙B第71号証5ページ、乙B第187号証12、13及び23ページ、乙B第340号証iページ〔2枚目〕、乙B第317号証9ページ）。

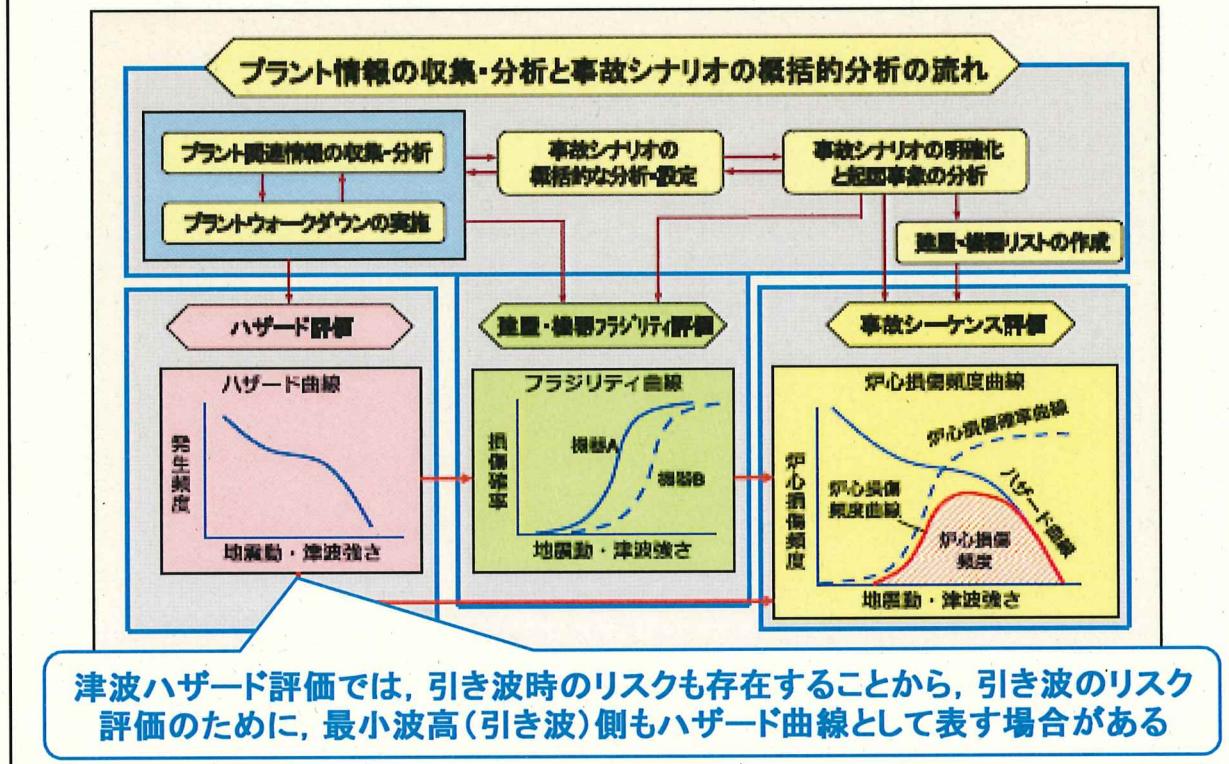
(2) 津波を対象とした確率論的安全評価とその前提となる確率論的津波ハザード解析手法の説明と確立に向けた取組

ア 津波を対象とした確率論的安全評価は、以下の図表1に示すとおり、基本的に、①津波ハザード評価、②機器フラジリティ評価、③事故シケンス評価の3つの要素により構成されている。

[図表1]

乙B第341号証7ページより

■ 地震・津波PRA手順



これら3つの要素の内容を具体的に述べると、「津波ハザード評価では、地震に起因する津波を対象とし、震源位置や規模、発生頻度などの不確かさを考慮してモデル化するとともに、海底地形の影響を考慮した津波伝播をモデル化して数値解析により原子力発電所沿岸における津波波高の経時変化を算定し、最大波高（押し波）および最小波高（引き波）を求める。そして、各モデルにより求めた波高の値を中心値とする確率分布関数を仮定し、津波波高と発生確率の関係として津波ハザード曲線を算出する。なお、震源および津波伝播のモデル化には不確かさが存在するため、これをロジックツリーとして表し、津波ハザード評価に取り入れている。また、機器フラジリティ評価では、押し波による重要機器の冠水や流砂による取水ピットの埋没、引き波による冷却水の不足など、

損傷モードを考慮して機能喪失確率を算出する。そして、事故シーケンス評価で、津波による事故シナリオを考慮して炉心損傷に至る確率を評価し、津波ハザード評価と組み合わせて炉心損傷頻度を評価する」（乙B第334号証1及び2ページ）というものである。

イ このうち、確率論的津波ハザード解析は、上記「①津波ハザード評価」を行うもので、特定期間における津波高さと超過確率の関係を求める手法である。

この解析手法では、波源等に関する専門家意見のばらつきをロジックツリーの重み付けで再現するなど、考え得る不確かさを網羅的・系統的に取り込んだ上で確率計算を行い、結果として対象地点に特定の高さ以上の津波が到来する確率（年超過確率）を推計し、津波ハザード曲線として表現する。

そして、水害対策の専門家である高橋智幸教授（以下「高橋教授」という。関西大学社会安全学部教授）の意見書（乙B第317号証9及び10ページ）で述べられているように、確率論的手法を用いて得られる確率論的津波ハザード解析の結果と、従前の決定論的安全評価に基づく判断で定めた設計上の基準とを対照することにより、現時点での設計基準の妥当性の確認、言い換えれば、現時点の津波対策が対処しているハザードの程度や、設計上の想定を超える津波が到来するリスク（いわば津波における「残余のリスク」）の程度等を確認することができるし、確率論的津波ハザード解析の手法及びこれにより得られた結果に対する信頼性が増していくれば、確率論的津波ハザード解析の結果を決定論的安全評価に基づく判断により講じた津波対策の見直しの要否を検討する契機として用いるなど、津波対策に係る判断の重要な考慮要素とすることもできるようになるのである。

ウ しかるところ、以下に示す図表2は、本件事故前、一審被告東電が、

確率論的津波ハザード解析手法の研究過程において発表したいわゆるマイアミ論文（甲B第10号証の1, 2）及び同論文の共同執筆者である酒井博士の意見書より抜粋したものであるが、同表中の図1の赤丸部分が示すとおり、津波波源設定の「不確かさ」がロジックツリーの分岐に設けられており、図2のとおり、日本海溝沿いの津波地震発生に関し、(a)のとおり、「長期評価の見解」を前提にしたロジックツリーの分岐が組まれ、津波地震が特定の領域でのみ発生するとの見解の中にある分岐の間で、専門家意見のばらつきを再現するために専門家による重み付けアンケートを踏まえた検討が行われた。

また、図表2中右側のハザード曲線は、本件事故前、福島第一原発1号機をモデルに研究途上の確率論的津波ハザード解析手法を適用した結果を記したものであるが、これによれば、同1号機において、O. P. + 10メートルを超える津波が発生する年超過確率は、 10^{-5} を下回り 10^{-6} との間、つまり、10万年から100万年に1回程度の超過確率であると推計されている。この数値は、原子力安全委員会安全目標専門部会が平成18年4月に同委員会に報告した性能目標のうち、原子炉施設のシビアアクシデントの発生頻度の目安となる炉心損傷頻度(CDF) 10^{-4} /年程度（甲B第165号証5, 13及び26ページ）を下回っている。

[図表2]

● 確率論的津波ハザード解析手法の研究例

甲B第10号証の2・3ないし5ページより

丙B第71号証別添資料1枚目より

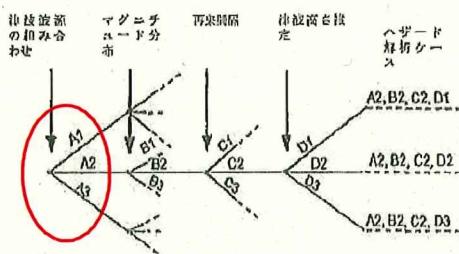


図1 不確かなパラメータのロジックツリー化

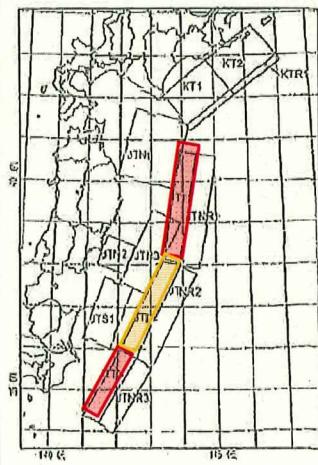
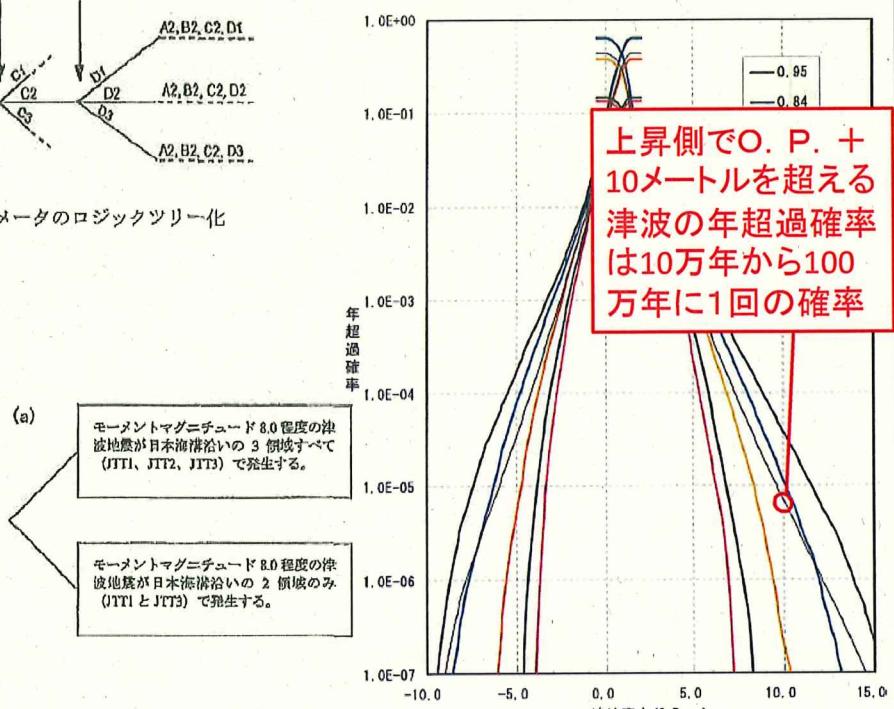


図2 近地津波源域の分布



エ もっとも、これらの手法は、学協会による民間規格が整備されていない状況下での研究途上のものであることなどから、その結果自体から直ちに津波対策の見直しの要否等に関する工学的な判断を行うことができる段階にはなかったものである（丙B第71号証8及び9ページ、乙B第308号証13及び14ページ）。また、仮に、その結果に基づいて何らかの工学的な判断を行うにしても、それは、規制上の要求を超え、事業者が自主的な安全性向上に向けた独自の取組（例えば、他の外的事象への対策との優先関係の判断等）を行う際の参考資料とするといった程度にとどまり、その結果から何ら規制要求を導くことはできなかったものであるし（乙B第180号証12ページ、乙B第308号証13及び14ページ）、この点をおいたとしても、山口教授に、「原子力安全委員

会が2006（平成18）年に公表した性能目標にある炉心損傷頻度は『1.0E-04』ですから、上のハザード曲線におけるO.P.+10.0mの津波高さを超える津波の発生する年超過確率は、この性能目標に適合していると言えます。そして、仮に本件事故前、東電の経営層が、長期評価の見解がロジックツリーの分岐として考慮されてこのような津波ハザード曲線となったと担当者から説明を受けたとしても、他の外的事象におけるハザード評価すら見ずに、地震や火災と同程度又はそれ以上の優先度を津波に与えて、このハザード曲線を根拠にO.P.+10.0mの敷地が浸水することを想定した施設・設備の設計見直しをするとの経営判断を行うのは、常識的には難しかったろうと思います。」

（乙B第308号証13及び14ページ）と評されているところである。

いずれにしても、一審被告東電は、平成14年8月、「長期評価の見解」が決定論的評価に取り込むには具体性を欠く上、理学的根拠も乏しいものである（乙B第317号証3ないし5ページ）が、地震本部が公表した「理学的に否定できない知見」であるとの社会的意義を踏まえ、これを無視することなくリスク評価に取り込むこととし、確率論的評価の中に適切に位置づける方針を探ったと考えられるところ、かかる一審被告東電の方針及びこれを了承した当時の保安院耐震班の対応は、耐震設計審査指針が改訂中であったことや、確率論的手法には決定論的手法に基づく判断を補完し得るという機能が期待されていたことなどの当時の状況に照らし、工学的な合理性が認められるというべきである。

この点については、原子力工学とリスク論を専門とする山口教授が、「決定論的手法ではカバーできない不確かさの中に重要なシナリオが残っているかもしれない」という観点から、考え得る全ての不確かさを定量化した上で意思決定に資する資料を提供するのが確率論的リスク評価の本質です。（中略）決定論では不確かさを理由に直ちに取り込むことができな

いような知見を含めて確率論で取り込もうとするその判断は、それ自体は合理的です。保安院としても、リスク情報の活用を積極的に検討しようとしていた中にあって、それを否定する理由はなかったはずです。」（乙B第308号証11及び12ページ）と述べていることや、高橋教授が、「地震の発生領域等、我々の知識不足等から避けることのできない不確かさに対処するためには、確率論的手法（特にロジックツリー法）が有効であるとされている」（乙B第317号証3ページ）と述べていることからも裏付けられているところである。

オ その後、平成18年9月に改訂された耐震設計審査指針では、「(引用者注：確率論的) 手法の成熟度に関する認識において専門家間でもかなりのばらつきや不一致があること、原子力安全規制上のリスクに対する明確な定量的目標値（引用者注：原子力安全規制を進める上で達成を目指す目標となる安全目標及びこれへの適合性を判断するための補助的な目標となる性能目標）が未設定であるという現状等を踏まえ、なお今後の検討に委ねるべき事項があるとの理由により」（乙B第342号証末尾〔耐震指針検討分科会の見解3ページ〕），基準地震動の策定の際に確率論的地震ハザード解析結果を参考するように求める旨の規定が設けられたにとどまり、津波に対する安全性評価においては、確率論的安全評価結果の「参照」を求める規定を設けることが可能になるほどの知見の進展・確立には至らず、後記3のとおり、本件事故後の平成23年12月に日本原子力学会が「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的风险評価に関する実施基準：2011」（乙B第344号証。以下「津波PRA標準」という。）を策定するまで、津波PSAに関する学会標準はなかった。

この点、上記のように確率論的安全評価手法の検討が進展しなかったのは、山口教授及び阿部博士の各意見書（乙B第308号証9ないし1

1ページ、乙B第186号証24ページ)のとおり、地震等の他の事象との関係における学会標準が必要とされる優先度の違いや、手法の開発に資する関連知見の集積状況等の様々な要因、すなわち学術的進展結果の限界によるものであり、少なくとも平成14年8月以降の一審被告東電の上記方針を含む各種対応は、原子炉設置者として、原子力安全委員会での指針の改訂に向けた議論の推移を見ながら、適時適切な対応を行っていたものと評価すべきであるし、これを受けた一審被告国の大手の工学的合理性が否定されるものでもない。

3 津波を対象とした確率論的安全評価と確率論的津波ハザード解析手法の現状について

(1) 本件事故後に公表された津波P S A手法に関する民間規格について

ア 土木学会による「確率論的津波ハザード解析の方法」について

(ア) 策定の経緯

前記のとおり、土木学会では、平成15年から、「原子力安全委員会では耐震安全性評価における確率論的評価（P S A）の導入が議論され、将来的には津波に対する安全性評価についても確率論的評価の実用化が必要な情勢にあること」（乙B第343号証1ページ）を踏まえて、確率論的津波ハザード評価手法の標準化を図るために同手法の開発を進めた。

そして、土木学会は、平成21年3月、上記手法の開発に関する中間取りまとめとして「確率論的津波ハザード解析の方法（案）」をまとめていたが、本件事故後の平成23年9月、津波の確率論的評価の必要性の高まりを受け、上記案に図面の不備等の修正を加えたものを報告書として公表した（乙B第343号証iページ）。

(イ) 「確率論的津波ハザード解析の方法」の内容及び同手法における「長期評価の見解」の取扱い等

- a 土木学会による「確率論的津波ハザード解析の方法」は、確率論的津波ハザード解析の実施手順や適用例を研究成果としてまとめたものであり、確率論的津波ハザード解析を一構成要素とする津波P S Aの開発に資するのもとより、決定論的津波評価及びこれに基づく工学的判断と、確率論的津波ハザード解析結果とを対照することにより、決定論に基づく判断の妥当性を確認し、ひいては、従来の判断の見直しの要否に関する参考資料を得ることにも資するものである。そして、この「確率論的津波ハザード解析の方法」は、日本原子力学会による規格「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2011」（乙B第344号証。津波P R A標準。）に取り入れられている。
- b また、「確率論的津波ハザード解析の方法」における「長期評価の見解」の取扱いについてみると、まず、確率論的津波ハザード解析には種々の解析モデルが必要となるところ、上記「確率論的津波ハザード解析の方法」は、「発生領域」のモデル化について、「発生領域に関しては、過去に大地震が発生している場合にはあまり問題がないが、テクトニクス的に見れば同じような環境であるが、大地震が発生している領域とそうでない領域がある場合には簡単でない。このような例は、日本海溝沿いの津波地震や正断層地震の場合に見られる。このような問題に対してはロジックツリーで対処するのが有効と考えられる。日本海溝沿いの津波地震や正断層地震、および日本海東縁部などでは、大地震が発生する領域が完全に分割されている（領域をまたいだ断層はない）か、あるいは連続しているかが議論になる。このような問題に対してもロジックツリーで対処するのが有効と考えられる。」（乙B第343号証10及び11ページ）とし、「長期評価の見解」にまつわる専門家意見のばらつきに対して

ロジックツリーで対処するとの考え方を示している。

また、「長期評価の見解」では「M t 8. 2前後」とされたマグニチュード範囲についても、ロジックツリーの分岐項目として取り扱い、「現実には1つの値に限定されないと考えられること、また津波に対してマグニチュードの影響が大きいことからマグニチュードの分布幅を考える。」（同号証11ページ）として、「基本的に0. 3と0. 5を設定」（同ページ）するなど、不確かさを考慮した大地震のモデル化を行った上で、日本海溝沿いの津波地震発生領域（JTT）におけるロジックツリーを含む海域別のモデルが例として示されている（同号証50ないし73ページ）。

しかしながら、土木学会の検討過程では、「長期評価の見解」にまつわる議論のように、「現状の研究の到達段階では結論が1つに決められない」（同号証29ページ）場合には「アンケートなどにより重みを決めることが現実的」（同ページ）であるとの考え方を示しているが、「理想的には、目的を明確に把握した『事務局』のもとに『専門家グループ』を組織し、『分岐案の提示→意見の集約→分岐案の再提示→意見の再集約→・・・』というプロセスを繰り返しながら分岐案を作成し、その分岐案に対する重みを組織した『専門家グループ』及びその他の『専門家』に対するアンケートに基づき設定するという手順が望ましいと考えられる。ただし、（中略）検討すべき問題は残されている。」（同ページ）とも指摘するほか、ロジックツリーの重み付けの集計結果は、「自然科学的な意味での正しさとは直接関係しない」（同ページ）として、なお検討課題が残っているものとされ、後に述べる原子力学会の学会標準では別の専門家意見のばらつきの再現方法も提案されるなど、ここで実施された専門家アンケートが唯一無二の方法とはされなかった。

また、「本報告書で提示したモデルと方法により、原子力発電所の津波ハザード曲線を評価することは可能と考えられるが、結果の用い方については、今後の課題となっている。」（同号証141ページ）とされるなど、この報告書に基づいて推計した確率論的津波ハザード解析結果から、直ちに津波対策の見直しの要否等に関する工学的な判断を行うことができる段階には至っていなかった。

イ 日本原子力学会による「津波PRA標準」について

(ア) 策定の経緯

日本原子力学会では、平成11年から「技術革新のスピードが速い原子力分野において、コンセンサスとなるPRA手法の標準を定め、国がこれを規制行政活動のニーズに応じて利用していくという好循環を生み出すことを目指してPRAの学会標準を策定して」（乙B第308号証9ページ）いたところ、外的事象を起因とする学会標準について、地震PRA標準（平成19年）の策定に続いて、平成22年1月に内部溢水PRA分科会を設置し、発電所内に施設される機器の破損による漏水等の内部溢水を起因とする学会標準の策定に向けた検討を進めていた⁴。

そのような中で、津波PRA標準については、本件事故の発生により、津波を起因とする確率論的安全評価の実施の必要性・緊急性が認知され、本件事故の約2か月後に設置された津波PRA分科会における検討に基づき、日本原子力学会は、平成23年12月に「津波PRA標準」（乙B第344号証）を策定した（乙B第308号証10ページ）。

*4 外部溢水である津波を起因とするPRAが検討対象とされていなかつたことについては、山口教授の意見書（乙B第308号証10ページ）参照。

津波PRA標準には、既に述べた土木学会の「確率論的ハザード解析の方法」やJNESによる津波PSA手法の開発途上の成果物等、本件事故前の研究成果が多く反映されており、この標準を活用して津波PRAを実施することにより、「当該原子力発電所の津波リスクを知り、津波耐性の正しい理解に基づく安全の維持・向上とアクシデントマネジメント計画の策定を、効果的かつ効率的に行うことができる」とされている（乙B第345号証まえがき）。

(イ) 「津波PRA標準」の内容等

津波PRA標準は、出力運転状態の原子力発電所において津波を起因として発生する事故に関して実施する確率論的安全評価手法の有すべき要件や、確率論的安全評価の具体的方法、実施手順等を実施基準として規定したものである。

そして、津波PRA標準では、津波ハザードの評価におけるロジックツリーの作成手順について、土木学会が「試み」として取り入れた専門家アンケートのほかに、あらかじめ選定されたT1（技術的なまとめ役）が「専門家を一同に集めて討論などを通じて、モデルの改善及び絞り込みを行い、コミュニティ分布を評価して、ロジックツリーを作成する」等の更なる信頼性、説明性を高めた専門家意見のばらつきの再現方法等を提案するなどしている（乙B第344号証20ないし24ページ）。

また、この津波PRA標準は、原子力規制委員会によるエンドース（是認）を受け、新規制基準に基づく適合性審査において適用されている（乙B第346号証2枚目）。

ウ 土木学会による「原子力発電所の津波評価技術2016」（以下「津波評価技術2016」という。）について

土木学会では、平成14年2月の津波評価技術の策定に引き続き、津

波評価の更なる高度化のため、確率論的津波ハザード解析手法や陸上構造物に作用する津波の波力評価手法等を検討しており、本件事故前から、こうした新たな知見の反映等を目的として津波評価技術の改訂に向けた検討を始めており、本件事故後、本件地震に関する様々な知見を集大成し、原子力発電所における津波によるリスクや影響の評価を行う際の最新の知見、要素技術を織り込んだ技術参考書として、平成28年9月、津波評価技術2016を策定した（乙B第347号証、乙B第348号証8ページ、乙B第317号証9、11及び12ページ）。

津波評価技術2016には、深層防護の観点から安全性を向上させるために有用な要素技術として、決定論的津波ハザード評価、確率論的津波ハザード評価及び敷地浸水を考慮した設備に対する津波の作用の評価（波力評価）等が取りまとめられているところ、そのうち、確率論的津波ハザード評価結果の用途については、炉心損傷頻度等の津波リスクを算出する津波PRAの一構成要素となるほか、決定論的津波評価に基づく工学的判断で決めた設計上の想定津波水位と対照することにより、現時点での設計上の想定の妥当性について判断する資料とすることが例に挙げられている（乙B第348号証8ページ、乙B第349号証スライド2ページ、乙B第317号証10ページ）。

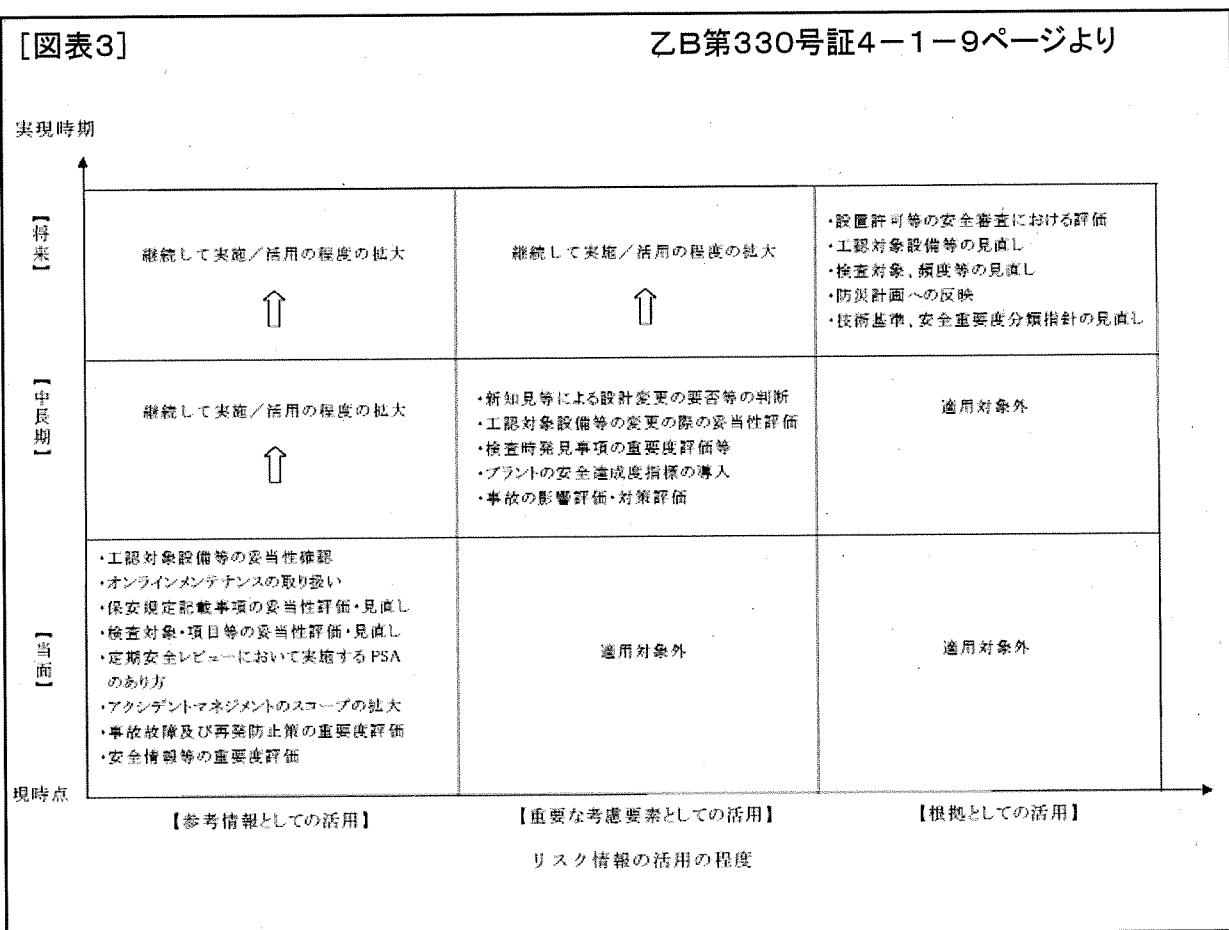
（2）規制における津波PSAの活用の現状

ア 確率論的手法により得られるリスク情報の規制への活用の程度は、図表3に示すとおり、第一段階として「参考情報としての活用」、第二段階として「重要な考慮要素としての活用」、第三段階として「根拠としての活用」の3つの段階に区分され（乙B第327号証15ページ、乙B第330号証4-1-9ページ），前者から後者に行くに従って活用の程度は拡大することとなるが、リスク情報の規制への活用法は、一義的に決められるものではなく、当該確率論的手法がどの程度現実的な評価を示

しているか（P S Aの品質）に密接に関連する。

[図表3]

乙B第330号証4-1-9ページより



イ 一審被告国は、リスク情報の活用について、本件事故前、「まずは、既にある程度の活用経験を有している『参考情報としての活用』から取り組み、その後、『活用の程度』を順次拡大していく」こととしていたところ（乙B第327号証19ページ、乙B第330号証4-2-12ないし14ページ及び4-1-9ページ）、外的事象に対する確率論的手法により得られるリスク情報については、まず、原子力安全委員会が、平成18年9月改訂に係る耐震設計審査指針において、基準地震動の策定の際に確率論的地震ハザード解析結果を参照することを求め、リスク情報を「安全審査時の参考情報として活用していく」こととした（乙B第3

42号証19ページ)。これを受け、保安院は、直ちに既設炉に対して上記指針に照らした耐震バックチェックを指示するとともに、これとは別に、将来の確率論的安全評価の安全規制への本格導入の検討に活用するため、事業者に対し、残余のリスクに関する定量的な評価を行い、報告するように求めた(丙B第42号証1、4枚目等)。

つまり、本件事故前における確率論的手法の知見の進展度合いとして、地震P S Aは、第一段階の「参考情報としての活用」が可能となる段階にあったものである。

ウ 他方、本件事故前における確率論的手法の知見の進展度合いとして、津波P S Aは、第一段階の「参考情報としての活用」が可能となる段階にさえ至っておらず、本件事故後に策定された新規制基準において、津波P R A標準が策定されたことなどを踏まえて、設計上の基準となる津波(基準津波)の策定に当たり、確率論的津波ハザード解析を行い、「対応する超過確率を参照し、策定された津波がどの程度の超過確率に相当するかを把握すること」を求める規定が新たに設けられることとなった(設置許可基準規則5条及び同解釈[別記3・2の九])。これは、基準地震動の策定の場合と同趣旨であり、本件事故後、津波P S Aについてのリスク情報を上記「参考情報としての活用」に供することが可能となつたことを示すものである。

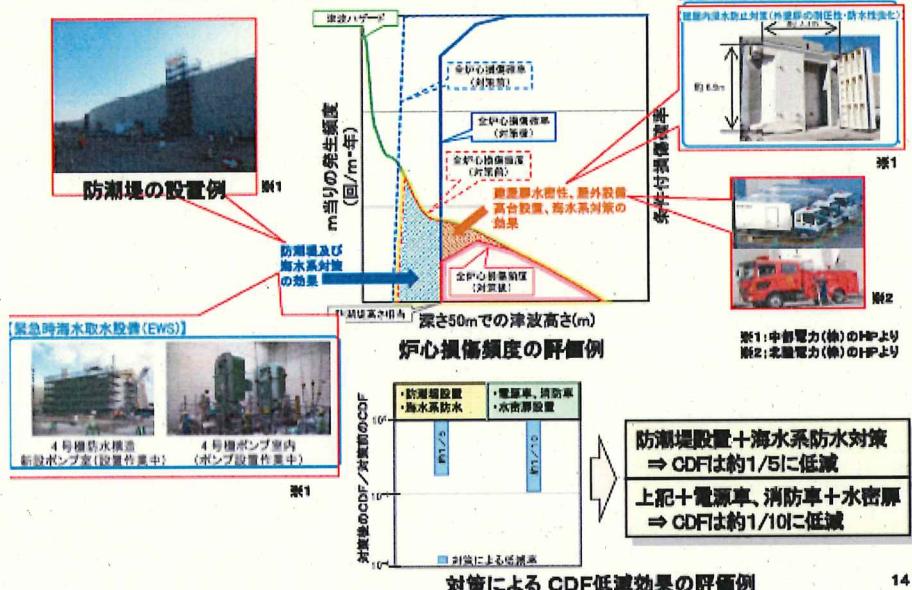
エ また、本件事故後に策定された新規制基準では、以下の図表4に示すとおり、施設の設計上の基準を超えて(図表4の青色実線より右側の部分に対応)、重大事故(炉規法43条の3の6第1項3号、実用炉規則4条)や重大事故に至るおそれがある事故(以下、両者を併せて「重大事故等」という[設置許可基準規則2条2項11号])が発生した場合を想定し、炉心の著しい損傷防止等のために必要な対策を講じることなどが新たに規制上の要求事項に加えられた(設置許可基準規則37条ない

し62条)。

[図表4]

乙B第341号証14ページより

津波PRAの有効性の確認 (2/2)



上図は、防潮堤及び海水系対策の対策前後の炉心損傷頻度の評価例(青色点線及び実線)、建屋扉水密化等の対策前後の同評価例(赤色点線及び実線)等を図示したものであり、定量的評価に基づく議論の有用性を示している。

そして、設置許可基準規則37条により、事業者に対し、重大事故等が発生した場合の事故の原因と事故に至るまでの進展を網羅的・体系的に検討の上、事故シーケンスグループ^{*5}を想定し、このグループごとに炉心の著しい損傷防止等のために必要な対策を立案し、その対策の有効性を確認することを要求した(設置許可基準規則37条の解釈、乙B第3

*5 著しい炉心損傷に至る事故シーケンスを起因事象や安全機能(注水設備等)、サポート機能(電源等)の作動状態、対策の共通点に着目して類型化したものという(乙B第350号証147ページ)。

50号証137, 147, 148及び154ないし157ページ)。

しかるところ、新規制基準は、上記の事故シーケンスグループの抽出に当たり、起因事象（異常や事故の発端となる事象）と安全機能の喪失を網羅的・体系的に検討するのに適した手法としてPRAを採用し（乙B第350号証154ないし157ページ）、個別プラントの内部事象に関するPRAとともに、「外部事象に関するPRA（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価を実施すること」（設置許可基準規則37条の解釈）を求めているところ、津波PRAについては、既に原子力規制委員会によるエンドースを受けた津波PRA学会標準を適用した申請がなされ、これに基づき審査が行われている（乙B第346号証、乙B第351号証13ページ、具体例として乙B第352号証の1ないし3）。

才 このように、本件事故前の確率論的手法の知見の進展度合いとしては、地震PSAのみが、第一段階の「参考情報としての活用」が可能となる段階にあり、本件事故後、津波PSAも、第一段階の「参考情報としての活用」が可能となる段階に至っているところ、基準地震動や基準津波の策定時に年超過確率の参照を求める規定に関しては、新規制基準の策定期、参照した基準地震動又は基準津波の超過確率が高かった場合に、施設や設備の設計の面で具体的な対応を求めることを規制基準に盛り込むなど、第一段階の「参考情報としての活用」を超え、第二段階の「重要な考慮要素としての活用」として、リスク情報を活用することの適否

も含めた議論^{*6}が多くの専門家を交えて行われている。

その際、確率論的手法に基づいたハザードの年超過確率について、 10^{-5} 程度（10万年に1回程度）の年超過確率をもって、第二段階の「重要な考慮要素としての活用」等が可能であるかに関する議論が行われているが、これに関しては、「安全目標というものをそういう定量的な基準

*6 例えば、発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関する新安全設計基準に関する検討チーム第2回会合（平成24年11月27日）において、地震リスク評価を専門とする東京大学大学院工学研究科教授の高田毅士委員（以下「高田委員」という。）が「基準津波に関して、（中略）『超過確率を参照する』というようなことを書いていただいたんですが、これは今までの書きぶりと同じなんですけれども、旧保安院時代に大分議論をして、まだ答えは出でていないんですけども、小林室長といろいろ議論したやつですけれども、超過確率を参照してどうするんだと。参考するだけかという話がありまして、ここは何かもう一歩行くべきではないかなというふうに私は考えているんです。（中略）ここは超過確率を参照するということだけではなくて、一歩進んで、高い超過確率がある場合には、それなりの対応をすると。建物、機器の設計のほうで、そういうようなことをやはりしていかないと、参考だけでは何も、参考しただけで終わっちゃいますので、それではよろしくないのではないかというふうにちょっと思っておりまます。」（乙B第353号証33及び34ページ）と発言したのに対し、島崎委員が「確かにそのとおりだと私も思います。」と意見を述べたり（同号証34ページ）、また、上記検討チーム第10回会合（平成25年3月22日）において、高田委員が「超過確率が非常に高いような基準地震動の設定がされたサイトに関しては、それは何らかの措置を、工事認可の次の設計のところで考えなきゃいけないんですよね。ただ参考しただけで、『はい、終わり』ということではないと思うんですね。だから、やっぱりこここの審査はどこかで一度ぐらいはフィードバックをかけるというんですか、何かそういうふうなものがあつていいんじゃないかと思います。」（乙B第354号証56ページ）と発言したのに対し、島崎委員が「超過確率が大きいということは、多分、基準地震動の策定がおかしいということだと思いますので、そこへ遡って見るということになると思います。」（同号証57ページ）との意見を述べるなどしている。

とすることに関しては問題があるという御意見でありまして。もちろん、安全目標は必要であり、常に参照するということは必要なだけれども、実際にそのPRAの推定の精度がどの程度あるかとか、あるいは、そういうものに入らない事象があるだとか、そういうこともありますので、(中略)ここまで踏み込んで超過確率を使うということは避けたいと私は思っております。そのこともありまして、今、 10^{-5} というような御議論がありましたけれども、それに関しては、この設計基準ではこの内容で、この最初のところは『供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性』というような、極めて曖昧な、ある意味では、形で書いてありますけれども、中ではいろいろなことを考慮して、その中で最も厳しいものを用いるだとか影響の大きいものを用いるだとか、そういう形で書いてありますので、とりあえずはそういう形で進めていくのが、私は適当ではないかと思っております。将来的には、本当にそういったいろんな確率的な考慮が可能になるほど精度を高くいくということがあれば、それはそれでまた考えることになるかと思いますけれども、現状では十分なところ、そういうものに使うほど十分には至っていないというような認識であります。」(乙B第355号証35及び36ページ)との意見が示され、これに対し、有識者らからも異議が述べられていないなど、安全目標等の定量的指標が未整備であることやPRAの結果の不確かさなどを理由に、第二段階の「重要な考慮要素としての活用」が可能となるためには、より一層の精度の向上が必要であるとして将来的な課題として整理されている(その他の主要な議論として、乙B第353号証33ないし35ページ、乙B第356号証8及び9ページ、乙B第357号証60、61ページ等)。

そのため、これら確率論的手法については、現在でも更なる高度化のための検討が各種学協会、事業者、規制当局において続けられていると

ころである。

カ このように、津波PRAは、本件事故前後において、その知見の進展に従って安全評価手法としての信頼性を増し、規制の領域においても、その活用範囲や程度を広げているのであるから、本件事故前の津波PRAの開発及び規制における活用に向けた国や研究機関、事業者の取組に正当性が認められることは、一層明らかである。

また、山口教授の意見書（乙B第308号証）で述べられているとおり、仮に、本件事故前の確率論的津波ハザード解析手法の到達点を前提に暫定的なリスク評価を行ったとしても、その評価結果をもって、福島第一原発の主要建屋の敷地高さを上回る津波が浸水することを想定した施設・設備の設計見直しをする経営判断を行わせるに至ったとはいえないと評されるものであったし（前記第4の2(2)エ）、マイアミ論文（甲B第10号証の1、2）等で用いられた専門家意見のばらつきをロジックツリーの分岐とその重み付けで再現するという手法は、科学的知見ができる限り客観的に評価するための解析方法としてその有効性が認められている上、前記3(1)で述べたとおり、本件事故後に公表された「確率論的津波ハザード解析の方法」（乙B第343号証）、「津波PRA標準」（乙B第344号証）及び「津波評価技術2016」（乙B第347号証）並びにこれらを参照しつつ行われている現行の基準適合性の審査のいずれにおいても、当該手法の合理性が認められているのであるから、確率論的津波ハザード解析結果が規制上の「参考情報としての活用」に供されるようになった現時点においても、なお通用する合理的な手法により行われたものであると認められる。

したがって、いずれにしても、国や研究機関、事業者の取組の合理性が否定されることはない。

第5 おわりに

以上詳述したとおり、保安院は、発足直後から、決定論的手法に基づく規制を補完すべく確率論的手法を取り入れることが重要な規制課題の一つであると認識し、それに向けて制度的基盤の整備及び知識基盤の整備の両面から着実に取組を進めており、平成14年8月における前記の一審被告国との対応（「長期評価の見解」を確率論で取り込んでいく旨の方針を了承したこと）も、それ自体が工学的に合理的であることはもとより、これまでに述べたような保安院の規制課題全体に対する取組と整合するものとして評価されるべきである。

以 上

略称語句使用一覧表

略称	基本用語	使用書面	ページ	備考
一審被告国	控訴人国	控訴理由書	10	
技術基準	安全設計審査指針及び発電用原子力設備に関する技術基準	控訴理由書	13	
クロロキン最高裁判決	最高裁判所平成7年6月23日第二小法廷判決（民集49巻6号1600ページ）	控訴理由書	15	
宅建業者最高裁判決	最高裁判所平成元年11月24日第二小法廷判決（民集43巻10号1169ページ）	控訴理由書	15	
クロロキン最高裁判決等	クロロキン最高裁判決及び宅建業者最高裁判決	控訴理由書	15	
長期評価の見解	長期評価の中で示された「明治三陸地震と同様の地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性があるとする見解」	控訴理由書	22	
島崎証人	千葉地方裁判所において証人となつた島崎邦彦氏	控訴理由書	28	
谷岡教授	北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター長谷岡勇市郎教授	控訴理由書	29	
松澤教授	東北大学大学院理学研究科理学部教授松澤暢氏	控訴理由書	29	
佐竹教授	東京大学地震研究所地震火山情報センター長佐竹健治教授	控訴理由書	30	
今村教授	東北大学災害科学国際研究所所長・同研究所災害リスク研究部門津波工学研究分野教授今村文彦氏	控訴理由書	30	
津村博士	公益財団法人地震予知総合研究振興会地震防災調査研究部副首席主任研究員津村建四朗氏	控訴理由書	39	
首藤名誉教授	東北大学名誉教授首藤伸夫氏	控訴理由書	41	
笠原名誉教授	北海道大学名誉教授笠原稔氏	控訴理由書	46	

酒井博士	一般財団法人電力中央研究所原子力リスク研究センター研究コーディネーター酒井俊朗博士	控訴理由書	53	
推進地域	日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域	控訴理由書	58	
合同WG	総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ	控訴理由書	69	
名倉氏	本件事故当時、保安院原子力発電安全審査課耐震安全審査室で安全審査官を務めていた名倉繁樹氏	控訴理由書	70	
筑豊じん肺最高裁判決	最高裁判所平成16年4月27日第三小法廷判決（民集58巻4号1032ページ）	控訴理由書	70	
関西水俣病最高裁判決	最高裁判所平成16年10月15日第二小法廷判決（民集58巻7号1802ページ）	控訴理由書	70	
伊方最高裁判決	最高裁判所平成4年10月29日第一小法廷判決（民集46巻7号1174ページ）	控訴理由書	91	
大阪泉南アスベスト最高裁判決	最高裁判所平成26年10月9日第一小法廷判決（民集68巻8号799ページ）	控訴理由書	93	
岡本教授	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻教授岡本孝司氏	控訴理由書	94	
IAEA	国際原子力機関	控訴理由書	95	
山口教授	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻教授山口彰氏	控訴理由書	95	
阿部博士	元原子力規制庁技術参与阿部清治氏	控訴理由書	95	
耐震設計審査指針	発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針	控訴理由書	97	

新規制基準	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（平成25年原子力規制委員会規則第5号）及び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（平成25年原子力規制委員会規則第6号）	控訴理由書	110	
試算津波	平成20年試算による想定津波	控訴理由書	113	
浜岡原子力発電所	中部電力株式会社浜岡原子力発電所	控訴理由書	116	
浜岡二重扉方式	本件事故後に設置された浜岡原子力発電所原子炉建屋大物搬入口の強度強化扉及び水密扉による対策	控訴理由書	122	
新設置許可基準規則	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（平成25年原子力規制委員会規則第5号）	控訴理由書	145	
新技術基準規則	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（平成25年原子力規制委員会規則第6号）	控訴理由書	145	
日本海溝・千島海溝調査会	中央防災会議に設置された「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」	第1準備書面	27	
筑豊じん肺最高裁判決等	筑豊じん肺最高裁判決、関西水俣病最高裁判決及び大阪泉州アスベスト最高裁判決	第2準備書面	17	
青木氏	原子力規制庁原子力規制部安全規制管理官青木一哉氏	第2準備書面	32	
日本海溝・千島海溝報告書	日本海溝・千島海溝調査会による報告	第2準備書面	61	
貞觀津波	貞觀地震によって東北地方に到来した津波	第2準備書面	61	
昭和45年安全設計審査指針	昭和45年4月23日に原子力委員会によって了承された「軽水炉についての安全設計に関する審査指針について」	第2準備書面	63	
女川発電所	東北電力株式会社女川原子力発電所	第2準備書面	136	

大飯発電所	関西電力株式会社大飯発電所	第2準備書面	137	
泊発電所	北海道電力株式会社泊発電所	第2準備書面	137	
安全設計審査指針	発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針	第2準備書面	144	
本件各評価書	「耐震設計審査指針の改訂に伴う東京電力株式会社福島第一原子力発電所5号機耐震安全性に係る中間報告の評価について」及び「耐震設計審査指針の改訂に伴う東京電力株式会社福島第二原子力発電所4号機耐震安全性に係る中間報告の評価について」と題する保安院作成の各評価書	第2準備書面	161	
東通発電所	一審被告東電東通原子力発電所	第3準備書面	9	
総合基本施策	地震調査研究の推進について	第3準備書面	13	
長谷川名誉教授	東北大学名誉教授長谷川昭氏	第3準備書面	19	
T. P.	東京湾平均海面	第3準備書面	27	
高橋教授	関西大学社会安全学部教授高橋智幸氏	第4準備書面	21	
津波PRA標準	日本原子力学会による規格「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2011」	第4準備書面	25	
津波評価技術2016	土木学会による「原子力発電所の津波評価技術2016」	第4準備書面	30	
重大事故等	重大事故（炉規法43条の3の6第1項3号、実用炉規則4条）や重大事故に至るおそれがある事故	第4準備書面	33	