

波)でO. P. +5. 4~5. 5mであり、福島第一発電所6号機非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプの電動機据付けレベル(O. P. +5. 58m)を上回るようになったと報告し、同ポンプ電動機のかさ上げ及び建屋貫通部の浸水防止対策を実施した(甲A1・84頁、甲A2・本文編381、401頁、甲C19・9、27頁)。

福島第一発電所事故前における最終的な想定津波の最大値は、新耐震指針策定後の耐震バックチェックの報告書の作成過程において、被告東電が、海上保安庁水路部により平成21年2月頃公表された最新の海底地形及び潮位観測のデータを踏まえて、同年8月28日頃、津波評価技術に基づき再計算を行って得たO. P. +6. 1mであり、被告東電はその評価結果に基づく対策として、同年12月までに福島第一発電所5号機及び6号機の非常用海水ポンプの一部の水封化として海水浸入防止工事を実施した。(甲A1・82~85頁、甲A2・本文編401頁)

(オ) 決定論的安全評価と確率論的安全評価について

a 決定論的安全評価(以下「決定論」又は「確定論」ということがある。)とは、発生する可能性がある様々な事象の中から特定の事象(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で、その代表事象によって施設にもたらされる影響の有無・程度によって施設の安全性を評価する手法である(丙B87・4頁)。

福島第一発電所事故前の原子力規制では、法令上の要件として明確に定められてはいなかったが、専門家間で確立した知見に基づいて決定論的安全評価の前提とすべきと判断される知見に基づいて設計上の基準となる津波を想定し、原子炉施設がこれに対する十分な安全性を有していることを規制要求とする運用がされてきた。

b 確率論的安全評価(以下「確率論」、「PSA」又は確率論的リスク評価を意味する「PRA」ということがある。)とは、発生する可能性が確立した科学的知見により基礎づけられている事象から、発生する可能性が科学的根拠をもって否定できないだけの事象まで、様々な事象を評価の基礎に取り込んだ上で、それらの事象の発生確率などを算出して安全性を評価する手法である。確率論的安全評価では、主に内在誘因によって発端事象と機器故障がランダムに生じると仮定する「内的事象PSA」と、特定の外的衝撃によって発端事象と機器故障がランダムに生じることをモデル化した「外的事象PSA」がある。外的事象PSAは、〈1〉当該事象のハザードの評価(確率論的ハザード評価)、〈2〉機器故障確率の評価、〈3〉事故シーケンス発生頻度の評価から構成される。(丙B87・4頁)

津波についての確率論的安全評価(津波PSA又は津波PRA)が実施されれば、決定論的安全評価において採用した想定津波の水位を超える津波が到来する確率を数値化することができ、その数値によって、現時点における津波対策の安全性を検証し、設計上の基準の見直しや更なる津波対策の要否を検討することができることになる。(丙B88)

c 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会は、平成13年6月に取りまとめた報告書において、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。」(丙B86・8頁)として、リスク評価の活用推進を特記した。また、原子力安全委員会は、平成15年11月、「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ことなどにより、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」(丙B91・3頁)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・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述べた(同・5頁)。

JNESは、平成15年10月に発足し、平成16年頃から津波PSA手法の開発を本格化させており(丙C189~191)、平成22年度の安全研究計画(丙C130)において、新耐震指針では津波PSA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・81~82頁)、「津波PSA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・71、83頁)。

しかし、福島第一発電所事故時においても、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の不足等の理由により知見として確立しておらず、学協会規格の整備には至らなかった(丙C191・23頁)。

平成18年9月の耐震設計審査指針の改訂時点では、地震PSAについては、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、地震PSA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PSA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(丙B45・6頁、丙C125、130、192の1及び2)。

また、日本原子力学会では、平成19年に地震PRA標準を策定した後、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おり、外部溢水である津波を起因とするPRAは検討対象としていなかったが、福島第一発電所事故の約2か月後に津波PRA分科会を設置し、平成23年12月に津波PRA標準を策定した。このように、津波PSA又は津波PRAの手法が実用化されたのは、福島第一発電所事故の後であった。

(以上につき、丙C55・9~13頁、丙C57・26~28頁、丙C60・8~34頁、丙C61・5~13、23~25頁、丙C62、丙C73・22~23頁、丙C85・2~11頁、丙C129・11、42~44、95~96頁、丙C133・2、9~11頁、丙C158・2~3、9~10頁)

(カ) 「長期評価」の策定

a 地震調査研究推進本部(推進本部)の設置

平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災を受けて、同年7月、地震防災対策特別措置法が制定された。

推進本部は、地震に関する調査研究の成果が国民や防災を担当する機関に十分に伝達され活用される体制になっていなかったという課題意識の下に、行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進するため、同法に基づき総理府(現在は文部科学省)に設置された政府の特別の機関である(同法7条1項)。そして、推進本部の所掌事務の一つである「地震に関する観測、測量、調査又は研究を行う関係行政機関、大学等の調査結果等を収集し、整理し、及び分析し、並びにこれに基づき総合的な評価を行うこと。」(同法2項4号)については、推進本部に設置された地震調査委員会が行うこととされている(同法10条1項)。

推進本部は、平成11年4月23日、推進本部の活動の指針となる「地震調査研究の推進について」(丙C134)を策

定し、地震に関する総合的な評価の一環として、活断層や海溝型地震の評価等を実施し、これらの調査研究結果を踏まえて強震動評価を行い、それらを集大成したものとして、全国を概観した地震動予測地図を作成することを当面推進すべき地震調査研究の第一に掲げた上で（同・14頁）、全国地震動予測地図の作成に向け、平成16年度を期限として、地震調査委員会において日本全国98の活断層と海溝型地震の長期評価の検討・公表を順次行った（丙C135・1頁）。推進本部は、上記地震調査研究について、可能な範囲内で地震防災対策に活用されていくことが望まれる（丙C134・14頁）としつつ、「地震動予測地図は、その作成当初においては、全国を大まかに概観したものとなると考えられ、その活用は主として国民の地震防災意識の高揚のために用いられるものとなろう。また、将来的に地震動予測地図が、その予測の精度を向上させ、地域的にも細かなものが作成されることとなった場合には、（中略）地震防災対策への活用や、被害想定と組み合わせ、事前の地震防災対策の重点化を検討する際の参考資料とすることも考えられる。」（同・15頁）としている。

b 「長期評価」（甲C1、丙C7）の策定

推進本部は、平成14年7月31日、その時点までの研究成果及び関連資料を用いて調査研究の立場から評価した「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」（「長期評価」）を公表した。その概要は以下のとおりであるが、冒頭に、「なお、今回の評価は、現在までに得られている最新の知見を用いて最善と思われる手法により行ったものではあるが、データとして用いる過去地震に関する資料が十分にないこと等による限界があることから、評価結果である地震発生確率や予想される次の地震の規模の数値には誤差を含んでおり、防災対策の検討など評価結果の利用にあたってはこの点に十分留意する必要がある。」との注意書が付されている。

(a) 地震の発生領域及び震源域の形態

日本海溝沿いに発生する地震は、主に、本州が載っている陸のプレートの下へ太平洋側から太平洋プレートが沈み込むことに伴って、これら2つのプレートの境界面が破壊する（ずれる）ことによって発生する（プレート間地震）。また、時には1933年の三陸地震のように太平洋プレート内部が破壊することによって起こることもある（プレート内地震）。

（同・1頁）

(b) 固有地震モデル

「個々の断層またはそのセグメント（判決注：海溝型地震の震源域が海溝の一部にとどまる場合の、その一部分）からは、基本的にほぼ同じ（最大もしくはそれに近い）規模の地震が繰り返し発生する」という「固有地震モデル」に基づき、領域分けを行った個々の領域内において繰り返して発生する最大規模の地震を「固有地震」と扱う（同・1頁、弁論の全趣旨）。

(c) 過去の三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）について

日本海溝付近のプレート間で発生したM8クラスの地震は、17世紀以降では、1611年の三陸沖（慶長三陸地震、Mt8.4）、1677年11月の房総沖（延宝房総沖地震、Mt8.0）、1896年の三陸沖（中部海溝寄り、明治三陸地震、Mt8.2）が知られており、津波等により大きな被害をもたらした。よって、三陸沖北部～房総沖全体では同様の地震が約400年に3回発生しているとすると、133年に1回程度、M8クラスの地震が起こったと考えられる。これらの地震は、同じ場所で繰り返し発生しているとは言い難いため、固有地震としては扱わなかった。（同・2頁）

発生領域、震源域の形態、発生間隔等の根拠は、以下のとおりである（同・9、20、23頁）。

震源域は、後記のa a・a b論文の明治三陸地震についてのモデル（日本海溝に沿って長さ200km程度、幅50km程度）を参考にし、同様の地震は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考えた（過去に知られている慶長三陸地震及び明治三陸地震は、津波数値計算等から得られた震源モデルから、海溝軸付近に位置することが分かっている。しかし、過去に同様の地震の発生例は少なく、このタイプの地震が特定の三陸沖にのみ発生する固有地震であると断定できない。そこで、同じ構造を持つプレート境界の海溝付近に、同様に発生する可能性があるとし、具体的な場所は特定できないとした。）。（同・18頁）

三陸沖北部から房総沖の海溝寄りにかけて顕著な津波被害を伴ったM8クラスの地震の発生は、江戸時代以降には上記の3回と判断した（延宝房総沖地震については、陸に近いM6クラスの地震というa c（1996）の説及び陸寄りのM6～6.5クラスの地震とするa d（1986）の説があるが、a d（1986）及びa e（1999）から津波地震であることは明らかなので、評価対象に含める。）。

(d) 次の三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）の発生確率及び規模等

別紙図2の「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」全体の領域では、133年に1回の割合で大地震が発生すると推定され、ポアソン過程（判決注：ポアソン過程（ポアソン分布）とは、「その事象が当該期間内に発生する平均回数」のみに着目してその発生確率を計算するものであり（丙C27）、時間とともに変化する地震発生の確率は「平均的なもの」となり、地震発生の確率はいつの時点でも同じ値となる。）により、今後30年以内の発生確率は20%程度、今後50年以内の発生確率は30%程度と推定される。また、特定の海域では、断層長（200km程度）と領域全体の長さ（800km）の比を考慮して530年に1回の割合で大地震が発生すると推定され、ポアソン過程により、今後30年以内の発生確率は6%程度、今後50年以内の発生確率は9%程度と推定される。（同・4頁）

次の地震の規模は、過去に発生した地震のMt等を参考にして、Mt8.2前後とした（同・13頁）。

ただし、今後新しい知見が得られればBPT分布（判決注：ブラウン運動を表現する確率モデルである。発生年や発生間隔を取り入れて計算するため、地震発生の確率は毎年変化することになる。）を適用した更新過程の取扱いの検討が望まれる（同・6頁）。

c 「長期評価」が取りまとめられるまでの議論

「長期評価」は、地震調査委員会長期評価部会海溝型分科会（主査はa f教授）での議論を経て取りまとめられたものであるが、その経緯及び関係する文献は以下のとおりである。

(a) a a・a b「津波地震はどこで起こるか 明治三陸津波から100年」（平成8年）（a a・a b論文）（丙C93）

a a・a b論文においては、明治三陸地震が発生した場所付近の海底には凸凹があり、へこんでいる部分には堆積物（付加体）が入り、凸の部分（地塁）には堆積物が溜まらないため、陸側のプレートとより強くカップリング（固着）し、そのような場所では、海溝付近でも地震が発生し、津波地震になるが、海底地形に凸凹がないところでは堆積物が一樣に入ってくるので、堆積物（付加体）の下ではカップリング（固着）が弱くなって地震を起こしにくいとして、津波地震が特定の場所で発

生するという見解が示されている（丙C75・24頁）。

(b) 第8回海溝型分科会

平成13年12月7日に開催された第8回海溝型分科会においては、三陸沖北部以外の三陸沖・福島沖全体について、以下のとおり議論が行われた。

その中では、三陸沖では1611年の慶長三陸地震と869年の貞観地震が過去にあったとの発言がされた後、「1896年明治三陸地震のタイプは1896年のものしか知られていないし、1933年昭和三陸地震のタイプも1933年のものしか知られていない。1611年の地震と869年の地震は全然分からない。」との発言がされた。また、プレート進化論からすると、a gからa hを経て青森県東方沖まではプレートのカップリングが強く固有地震が発生するが、更に南に行くとカップリングが弱くなり、巨大地震が起こらなくなると考えていたが、h hでM8の地震が発生して驚いた旨の発言がされ、後記の比較沈み込み学に沿わない事例が示された。さらに、延宝房総沖地震についても、津波地震の可能性が高いとの意見等が出されて、検討対象に含まれることとされた。そして、明治三陸地震や昭和三陸地震（昭和8年3月3日に発生した正断層型地震。甲C1、丙C7・20頁）等の一回きりの地震をどう考えるのか検討を進めたいとの発言がされた後、三陸沖の地震のように稀でも防災上無視できないものを徹底的に議論して効果のある資料をまとめたとか、明治三陸地震や昭和三陸地震がここしか起きないのか一つのポイントになる等の発言がされた。（丙C96の1・7～9頁）

(c) 第9回海溝型分科会

平成14年1月11日に開催された第9回海溝型分科会においては、過去に三陸沖・福島県沖で発生したと考えられる津波地震について、次のような議論がされた。

事務局から、明治三陸地震と慶長三陸地震の間に被害のある津波地震はなかったと考えてよいのかとの質問がされたところ、委員から、貞観地震の頃は分かるが、鎌倉時代は記録がない、1600年以降は2回発生し、貞観地震を入れると3回発生しているが、これらが発生した場所も同じかどうかよくわからない、江戸時代以降は見逃しが無いが、それ以前についてはよく分からない旨の発言がされた。また、慶長三陸地震についても、資料はあまりなく、波源域も得られない旨の発言がされたが、明治三陸地震と同じ場所だとしても矛盾はないとの発言がされた。

次に、どこでも津波地震は起こり得るとする考え方と、明治三陸地震の場所で繰り返しているという考え方のどちらがよいのかとの発言がされたところ、慶長三陸地震がよく分からない以上、明治三陸地震の場所をとるしかないのではとの発言がされた。また、延宝房総沖地震も対象地震に含めてよいのかとの疑問が示されたところ、最近のa dの研究では、その震源を陸寄りとしており、太平洋ではなく相模トラフ沿いの地震ともとれるとの発言がされたが、別の委員から、延宝房総沖地震も海溝沿いのどこでも起こり得る地震に入れるとの発言がされた後、a i博士から、延宝房総沖地震についてはa j（宮城県a k市）及び南のa 1島まで津波被害の記録があることから、太平洋プレートの沈み込みと考えるとよいとの発言がされた。

（甲C21・55頁、丙C77・12頁、丙C96の2・4～5頁）

(d) 第10回海溝型分科会

平成14年2月6日に開催された第10回海溝型分科会では、事務局から、慶長三陸地震、延宝房総沖地震及び明治三陸地震を過去400年間に日本海溝沿いで起きた津波地震として整理する案が示された。

これに対し、委員から、延宝房総沖地震を入れたことは非常に問題があるとの発言がされたが、別の委員から、津波の分布から見ると明らかに太平洋プレートのものでフィリピン海プレートのものとは思えない旨、津波の被害が宮城県に及んでいるのは確かである旨の発言がされた。

また、海域ごとの地震発生確率を表示することに関し、事務局から、三陸沖では過去2回発生しているがそれをポアソン分布にしてよいのかとの疑問が示されたところ、委員からは、三陸沖だけ高い値を入れて、全然起きていないところは0にするというのはおかしいとの発言がされた。そして、慶長三陸地震については、委員から、プレート間正断層型地震とする見解（津波地震は逆断層型地震と整理されている。甲C1、丙C7・9頁）があり、江戸時代の出来事であるから分からないとの発言がされたが、別の委員から、地震と津波の観測が時間的に離れているから津波地震だと思う旨、少なくとも正断層型地震ではないと思う旨の発言がされた。

（丙C96の3・3～6頁）

(e) 第12回海溝型分科会

平成14年5月14日に開催された第12回海溝型分科会では、報告書案について検討がされた。

事務局から、慶長三陸地震及び延宝房総沖地震の位置やメカニズムには不明な点もあるが、これらを含めて3回大きな津波が発生して三陸に大きな被害を発生させており、警告としては、津波地震が3回発生したことを前提とする確率を記載する旨の説明がされた。

これに対し、慶長三陸地震の震源については、a b教授から、三陸ではなく千島沖で発生した可能性があるとの指摘もされたが、別の委員から、a mで音を聞いているから、a mから遠いところで何かが起こって津波が来たわけではないと思う、被害の南限はa nの河口辺り、北限はa mくらいであり、それより上（北）は記録がなく、被害だけ見ると三陸のような気がする旨の発言がされ、結論として、三陸沖で発生したと認定することとなった。また、延宝房総沖地震に関しても、陸寄りの津波地震（a dの説）である可能性について検討されたが、津波の範囲が広いため震源が陸地に近いというのは不自然である等として、結論としては、これを海溝寄りで発生した津波地震に加えるとされた。

（丙C77・12～15頁、丙C96の4・4～8頁）

(f) 第67回長期評価部会

「長期評価」の案については、平成14年6月26日に開催された第67回長期評価部会に諮られた。

そこでは、委員から、震源について無理に割り振ったのではないか気になる旨の発言がされ、慶長三陸地震については海溝型分科会でも異論が出されたことが紹介され、津波地震が400年に3回発生したと割り切ったことと、それが一様に起こるとしたことに問題が残るそうだと発言がされたが、案として一応確定とすることとされた。

（丙C97・6～7頁）

(g) 第101回地震調査委員会

「長期評価」の案については、平成14年7月10日に地震調査委員会に諮られ、おおむね了承された。

なお、委員から、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りは北から南に長く伸びているが、将来の検討課題として、三陸沖北部の海溝寄りとか、福島県沖海溝寄りとかを考えた方がよいとの意見が出され、将来の課題とされた。

(丙C98・8頁)

d 長期評価の信頼度について

推進本部は、防災機関が長期評価の利用についての検討を行う際には、その精粗に関する情報が必要であるとの意見が出たことから、評価の信頼度を付与することとし、平成15年3月24日、「プレートの沈み込みに伴う大地震に関する長期評価の信頼度について」(丙C27)を公表した。(丙C142、149～155)

これは、評価の信頼度を「A：(信頼度が高い) B：中程度 C：やや低い D：低い」の4段階にランク分けした上、「長期評価」における「三陸北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)」について、「(1) 発生領域の評価の信頼度 C」、「(2) 規模の評価の信頼度 A」、「(3) 発生確率の評価の信頼度 C」としている(丙C27・8頁)。

ここで、評価の信頼度は、(1) 想定地震の震源域をほぼ特定した場合と、(2) 想定地震と同様な地震が発生すると考えられる地域を1つの領域とした場合で、基準が区別されており、長期評価の見解は上記(2)に該当する。そして、「発生領域の評価の信頼度」は、「想定地震と同様な地震が領域内で1～3回しか発生していないが、今後も領域内のどこかで発生すると考えられる。発生場所を特定できず、地震データも少ないため、発生領域の信頼性はやや低い。」ものが「C」評価とされており、4回以上発生しているものが「B」評価とされている(同・3頁)。また、「発生確率の評価の信頼度」は、「想定地震と同様な地震が領域内で2～4回と少ないが、地震回数をもとに地震の発生率から発生確率を求めた。発生確率の値の信頼性はやや低い。」ものが「C」評価とされており、5～9回発生しているものが「B」評価、10回以上発生しているものが「A」評価とされている(同・6頁)。

他方で、「規模の評価の信頼度」は、「想定地震と同様な地震が3回以上発生しており、過去の地震から想定規模を推定できる。地震データの数が比較的多く、規模の信頼性は高い。」ものが「A」評価とされている(同・5頁)。

(キ) 「長期評価」の公表後の保安院の対応

保安院原子力発電安全審査課耐震班の審査官らは、原子炉設置許可等のうち実用発電用原子炉の耐震安全の確保に関する審査を担当していたところ、平成14年8月頃、被告東電の担当者に対し、(1) 長期評価の見解が発表されたが、福島第一発電所は大丈夫か、(2) 長期評価の見解と津波評価技術での津波地震の想定の違いについて質問をした。

これを受け、同月5日に被告東電の担当者が説明に訪れ、上記(1)については、津波評価技術に基づいて安全性を確認しているため問題ないとした上で、上記(2)については、福島～茨城県沖の海溝沿いでは有史以来津波地震が発生していないことやa a・a b論文に基づく説明をした。これに対し、審査官らは、福島～茨城沖にも津波地震を計算すべきであり、東北電力はa o原子力発電所ではかなり南まで波源をずらして検討していると指摘した。被告東電の担当者は、これに抵抗したが、長期評価の見解が示された経緯を策定に関与した委員に聴取することとなった。

そこで、被告東電の担当者がa b教授に対し、長期評価の見解が示された理由を質問したところ、a b教授は、津波地震については発生メカニズムなどがまだ完全に理解されているわけではないこと、海溝型分科会では、津波地震が海溝寄りの海底下浅部で起きるという点ではa a・a b論文を採用したが、慶長三陸地震及び延宝房総沖地震の波源がはっきりしないために海溝沿いにはどこで起きるか分からないとしたこと、a b教授としても、今後の津波地震の発生を考えたときには、どちらが正しいのかと聞かれた場合には「よくわからない」というのが正直な答えであること、ただし、推進本部では少なくとも過去400年間のデータを考慮しているのに対し、a a・a b論文では過去100年間のデータ及び海底地形を考慮したという違いがあることを回答した。

被告東電の担当者は、同月22日、審査官らに対し、a b教授は海溝型分科会で異論を唱えたが、海溝型分科会では、どこでも起こると考えることになったとのこと、津波評価技術に基づいて確定論的に検討するならば、福島～茨城沖に津波地震は想定しないこと、ただし、電力共通研究で実施する確率論(津波ハザード解析)では、そこで起こることを分岐として扱うことはできるので、そのように対応したいと告げ、その頃、審査官らの了承を得た。

(丙C132)

(ク) 「長期評価」の公表後に示された長期評価の見解と異なる見解等

a a p 名誉教授の意見書(丙C184)

a p・a q 大学名誉教授(当時、日本地震学会会長兼地震予知連絡会会長)は、平成14年8月8日に地震調査委員会委員長に対して送付した意見書において、慶長三陸地震では三陸地方で強震があったとの論文もあり、海溝寄りのプレート内地震と考えても大きな矛盾は生じないとして、慶長三陸地震を津波地震と認定した根拠を示すことを求めた上で、「長期評価」については、宮城県沖地震及び南海トラフの地震の長期評価に比べて、格段に高い不確実性をもつことを明記すべきではないかなどとの意見を記載した。

これに対し、地震調査委員会委員長は、史料の検討により地震動を感じてから津波の到来までの時間は相当長く(4～6時間程度)、地震動をもたらした地震と津波をもたらした地震は別の地震と考えられ、慶長三陸地震は津波地震と判断したこと、長期評価結果に含まれる不確実性については、地震調査委員会としてもその問題点を認識しており、今後その取扱い方や表現方法について検討する予定であることを回答した。

b a r ほか「日本海溝域におけるプレート境界の弧沿い構造変化：プレート間カップリングの意味」(平成14年12月)(丙C94の1及び2)

この調査結果では、津波地震の発生場所として知られる海溝軸付近の堆積物の形状等を観測した結果、北部(緯度38°10'N以北)の海溝軸付近では堆積物が厚く積み上がっているのに対し、南部ではプレート内の奥まで堆積物が広がり、北部のように厚い堆積物が見つからないことを明らかにしている(丙C94の2・1～2、7～9頁)。

上記調査結果は、a a・a b論文における堆積物(付加体)と津波地震の関係の知見と併せると、南部では津波地震が起こらないという見解と整合的なものということができる(丙C219・55～59頁)。

もっとも、付加体がない場所でも津波地震が発生していることが明らかにされており(甲C24・77～78頁、甲C27・49頁、丙C219・87～88頁)、付加体がないというだけで津波地震の発生を否定できるものではない。

また、a s教授は、茨城県の茨城沿岸津波浸水想定検討委員会が平成19年に作成した茨城沿岸津波浸水想定区域調査報告書(a s教授は、副委員長としてその取りまとめに関与している。)では茨城沖に延宝房総沖地震の波源を設定していることに関して、上記のa rほかの論文によれば福島と茨城は非常に似た構造にあるとも供述しており(丙C219・79～84、89頁、弁護人資料18-1、3)、少なくとも、福島沖において、延宝房総沖地震と同様な地震が発生する可能性は否

定できるものではなかったといえる。

c a t ほか「日本列島と周辺海域の地震地体構造区分」（平成15年）（a t マップ、丙C95）

地震地体構造の最新の知見であるa t マップは、KマップでG2及びG3の2つに区分した箇所について、別紙図3のとおり、8A1から8A4までの4つに区分しており、福島沖に相当する8A3の領域における地震の例としては津波評価技術と同じく福島県東方沖地震を最も大きなものとして挙げ、明治三陸地震を代表格に挙げている8A2の三陸沖、延宝房総沖地震等を例に挙げている8A4の房総沖とは異なる区分をしていた（同・391～395頁）。

d b a・b b 「地震観測から見た東北地方太平洋下における津波地震発生の可能性」（平成15年）（丙C29）

同論文は、「津波地震については、巨大な低周波地震であるとの考え方が多くの研究者によってなされている。」（同・370頁）とした上で、「福島県沖～茨城県沖にかけての領域においても大規模な低周波地震が発生する可能性がある」とする一方で、前記bのa r ほかの論文における日本海溝沿いの構造の調査結果によれば、「福島県沖の海溝近傍では、三陸沖のような厚い堆積物は見つかっておらず、もし、大規模な低周波地震が起きても、海底の大規模な上下変動は生じにくく、結果として大きな津波は引き起こさないかもしれない。」（同・373頁）としている。

同論文は、津波地震の発生には厚い堆積物の存在が必要であるという仮説に基づいたものであるが、前記bで認定したとおり、堆積物が無いというだけで津波地震の発生を否定できるものではない。

e a i 「慶長三陸津波の原因が津波地震であったとの見解は少々不自然であり、地震によって誘発された大規模な海底地滑りである可能性が高いとしている（同・380～381頁）。

f a d 「史料地震学で探る1677年延宝房総沖津波地震」（平成15年）（丙C31）

同論文は、延宝房総沖地震による各地の津波の状況や震度分布に基づき、同地震の規模を「気象庁マグニチュードに相当するMは、（中略）6.5程度かもしれない」とし、同地震を房総沖の海溝寄りでも発生したM8クラスのプレート間地震とする長期評価の見解は疑問であるとしている（同・387～388頁）。

もともと、同論文の著者は、a d（1986）においても延宝房総沖地震を陸寄りのM6～6.5クラスの地震とする説を示しており、その説の採否についても議論がされた上で長期評価の見解が取りまとめられたことは、前記認定のとおりである。

g 地震調査委員会「全国を概観した地震動予測地図」（丙C208～210）

全国を概観した地震動予測地図は、「震源断層を特定した地震動予測地図」（決定論的地震動予測地図）と「確率論的地震動予測地図」によって構成されている。震源断層を特定した地震動予測地図は、特定の震源断層に着目し、そこで地震が発生した場合に周辺の地域がどの程度の強い揺れに見舞われるかを示した地図であり、これまでに実施した長期的な地震の発生可能性の評価の対象地震のうち、発生確率等を考慮して強震動評価を実施した12地震が対象とされている。他方で、確率論的地震動予測地図は、地図上の各地点において、今後の一定期間内に強い揺れに見舞われる可能性を示したものである。長期評価の見解が示した日本海溝沿いの津波地震は、震源断層を特定した地震動予測地図には示されておらず、確率論的地震動予測地図に示されている（ただし、地震動評価のモデル化ではMw6.8としている。）。（丙C208・1～7、54頁、丙C209・55頁）

保安院は、平成21年から、原子力施設の耐震安全性の評価のために反映すべき新知見の収集を継続的に実施しているところ、平成22年12月16日、全国地震動予測地図について、新知見情報（国内原子力施設への適用範囲・適用条件が合致し、耐震安全性評価及び耐震裕度への反映が必要なもの）ではなく、新知見関連情報（原子力施設の耐震安全性評価に関連する新たな情報を含み、耐震安全性の再評価や耐震裕度の評価変更につながる可能性のあるもの）と位置づけた（丙C70、71）。

h 推進本部「日本の地震活動」（第2版）（平成21年3月）（丙C51）

推進本部が平成21年3月に発行した「日本の地震活動」（第2版）では、延宝房総沖地震については、「震源域の詳細は分かっていません」、「プレート間地震であったか、沈み込むプレート内地震であったかも分かっていません」とされており、「『津波地震』と呼ばれる特殊な地震（中略）であった可能性が指摘されています。」とされるにとどまっている（同・153頁）。

(ケ) 日本海溝・千島海溝報告

a 中央防災会議は、災害対策基本法11条1項に基づき内閣府に設置された機関であり、防災基本計画を作成し、及びその実施を推進すること（同条2項1号）、内閣総理大臣の諮問に応じて防災に関する重要事項を審議すること（同項3号）などの事務をつかさどっている。

中央防災会議は、平成15年5月に宮城県沖を震源とする地震、同年7月に宮城県北部を震源とする地震、同年9月に十勝沖地震が発生し、特に東北・北海道地方における地震防災対策強化の必要性が認識されたことから、同年10月、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」（日本海溝・千島海溝調査会）を設置した。また、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成16年法律第27号、平成17年9月1日施行）では、内閣総理大臣は、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震が発生した場合に著しい地震災害が生ずるおそれがあるため、地震防災対策を推進する必要がある地域を、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定し、国、地方公共団体、民間事業者等が、各種防災計画を策定するなどして、地震・津波災害を防止・軽減するための防災対策を推進していくこととされた。

日本海溝・千島海溝調査会では、地震学、地質学、土木工学、建築学などの専門家14名を委員として、当該地域で発生する大規模海溝型地震についての専門技術的検討を行い、平成18年1月25日、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告」（日本海溝・千島海溝報告）を取りまとめた（丙C28）。

b 日本海溝・千島海溝報告は、北海道及び東北地方を中心とする地域に影響を及ぼす地震のうち、特に日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に着目して、防災対策の検討対象とすべき地震を選定した。調査対象領域の分類については、地震調査委員会による「千島海溝沿いの地震活動の長期評価」及び「長期評価」による分類が基本とされた。防災対策の検討対象とする地震としては、大きな地震（M7程度以上）が発生しており、繰り返し発生しているものとして、三陸沖北部の地震、宮城県沖の地震、明治三陸タイプ地震（明治三陸地震の震源域の領域で発生する津波地震であり、慶長三陸地震もこの震源域を含む領域で発生したものと推定されるとした。）等が検討対象とされたが、大きな地震が発生しているが繰り返しが確認されていないもの及び繰り返しの可能性が低いものについては、発生間隔が長いものと考え、近い将来に発生する可能性が低いものと

して、防災対策の検討対象から除外することとされ、延宝房総沖地震や福島県東方沖地震については検討対象とされなかった。ただし、同報告書における津波防災対策の検討対象とはしないものの、貞観地震、慶長三陸地震、延宝房総沖地震及び昭和三陸地震の4地震については、大きな津波被害の記録があることから、これらの地域における防災対策の検討に当たっては留意する必要があるとされた。(丙C28・4～9、13～15、52～67頁)

その結果、日本海溝・千島海溝報告において防災対策の検討対象とされた地震による海岸での津波高さの最大値は、福島第一発電所がある福島県E郡F町においてT. P. +5m(O. P. +5.727m)を超えないものと判断され、その周辺自治体の津波高さも最大で5m前後と判断された(丙C28・65頁)。

c 日本海溝・千島海溝報告の取りまとめの経緯は、以下のとおりである。

(a) 平成16年2月19日に開催された日本海溝・千島海溝調査会(第2回)においては、まず、事務局から、〈1〉繰り返しが確認されている固有地震的な地震、〈2〉繰り返しは確認されていないが、歴史的に対象となる場所で大きな地震が起きて被害が発生したことが確認されている地震を検討対象とするが、〈3〉発生が確認されていない地震(繰り返しは確認されていないが、ほかの地域でも発生する可能性が否定できない地震)については、発生の蓋然性が低いいため検討対象としないことが適切かという問題提起がされた。

委員からは、上記〈3〉について、福島・茨城沖の津波地震を検討対象としない場合、稀に起こる巨大災害を一切切ってしまったことになることを覚悟しなければいけないとの発言がされた。これに対し、事務局の認識として、繰り返しが確認されている地震と同じ防災対策として取り込むのはいかがなものかという、為政者としての一貫性を持つべきであろうというところで線を引いたとの説明がされた。これを受け、委員(a f教授)からは、多くの研究者は明治三陸地震や昭和三陸地震が繰り返すとは思っていないが、ある程度のことは隣の領域で起こるかもしれないぐらいは考えているなどの発言がされた。

また、委員からは、貞観地震は被害が大きいことは事実であり、科学的な根拠が出つつあり、福島県沖に対して非常に大きな影響を与えるため、切り捨てないでいただきたいとの発言がされた。

さらに、委員(a f教授)からは、非常に稀な繰り返すことがまずない地震を対象にしているが、同じような地域が隣にある場合にはそちらの方で地震が起こると考えられており、後手後手に回っているのではないかと懸念が示された。その後、事務局からは、財政的に厳しい中で、いかに効果的に人や金の配分ができるかを求めていくのが地震の防災の基本的なスタンスであり、今回は、効率的なところへ持っていくのに過去の地震に相当のウエートを置いた方がいいのではないかとこのことで提案したが、そうでない見方もあるとの意見もたくさん出たため、どう考えていくのか時間をいただきたいとの発言がされた。

(甲C20・31～32頁、甲C29・3～4、18～32頁、丙C83・4～5頁)

(b) 日本海溝・千島海溝調査会は、北海道周辺で発生する海溝型地震について防災対策の対象とすべき地震の判定に必要な事項等について検討するためのワーキング・グループとして、北海道WGを設置した。北海道WGでは、平成16年3月から平成17年4月までの間、全5回にわたって、防災対策の対象とすべき地震についての協議検討が行われ、その中では、千島海溝と日本海溝の共通性等に関して三陸から房総までのプレート間地震についても協議された。

北海道WGでは、a a・a b論文の著者であるa a教授及びa b教授が委員として加わり、a a教授及びa b教授から、明治三陸地震のような津波地震は限られた領域や特殊な条件下でのみ発生する可能性が高いという知見が示され、他の委員からも異論は出されなかった。

その結果、北海道WGでは、日本海溝周辺の領域特性として、明治三陸地震については三陸沖北部から三陸沖中部の海溝軸付近のプレート間地震として考慮し、福島沖・茨城沖については津波地震の発生領域として設定しなかった。

(丙C82・14～17頁、丙C83・6～10頁)

(c) 土木学会津波評価部会のアンケート

a 津波評価部会では、平成15年から、確率論的津波ハザード解析手法の標準化を図るために同手法の開発を進め、平成21年3月には同手法の案を取りまとめた。

確率論的津波ハザード解析では、津波発生域をどこに設定するか、地震の規模をどのくらいに設定するか、地震の発生頻度をいかなる間隔で設定するかなど判断が分かれる事項について、複数の選択肢又は連続的な確率分布(ロジックツリー)で場合分けをし、その分岐の中で主に不連続的な分岐に対しては、科学的コンセンサスの程度に応じた安全評価を行うため、専門家に対する意見聴取等により重みを設定することとされている。

なお、確率論で扱われる不確かさは、偶然的な不確かさ(事象の偶然性に起因する不確かさ)と認識論的な不確かさ(過去の統計等からは将来の最大値を評価できない不確かさ)に分類され、認識論的な不確かさについてロジックツリー解析が行われる。

(甲C15の2・2頁、丙C57・27～28頁、丙C61・24～28頁、丙C73・22～23頁、丙C77・40、65頁、丙C85・6～7頁)

b 津波評価部会は、平成16年度に確率論的津波ハザード解析に適用するロジックツリーの重みについて地震学者ら専門家に対してアンケート調査を行っており、同アンケートでは項目ごとに合計が1となるように重みを付けることとされている。

ここでは、三陸沖から房総沖の海溝寄りの津波地震について、〈1〉過去に発生例がある三陸沖及び房総沖は活動的だが、発生例のない日本海溝中部(福島～茨城沖)は活動的ではない、〈2〉日本海溝沿いは一体の活動域で、活動域内のどこでも津波地震が発生するとの分岐があり、地震学者の平均では、〈2〉とした重みが0.65であった。

また、慶長三陸地震について、〈1〉津波地震である、〈2〉プレート内正断層型地震であるとの分岐があり、地震学者の平均では、〈1〉とした重みが0.75であった。

(丙C77・39～40頁、丙C219・15～16、89～90頁、指定弁護士資料7、弁護士資料14-1～2)

c 津波評価部会は、平成20年度に確率論的津波ハザード解析に適用するロジックツリーの重みについて再度のアンケート調査を行った。アンケートの配布先は、津波評価部会の委員及び幹事34名並びに外部専門家5名の合計39名であり、回収数は34であり、各設問について10～28名の回答を得た。重みについては、地震学者を他の見識者の4倍とした。

(丙C52・1頁)

その上で、「三陸沖～房総沖海溝寄りの津波地震活動域(JTT)」において「超長期的間にM t 8級の地震が発生する可能性」については、〈1〉「過去に発生例がある三陸沖(1611年、1896年の発生領域)と房総沖(1677年の発

生領域)でのみ過去と同様の様式で津波地震が発生する」とした重みが0.40、(2)「活動域内のどこでも津波地震が発生するが、北部領域に比べ南部ではすべり量が小さい(北部赤枠内では1896モデルを移動させる。南部赤枠内では1677モデルを移動させる)」とした重みが0.35、(3)「活動域内のどこでも津波地震(1896年タイプ)が発生し、南部でも北部と同程度のすべり量の津波地震が発生する(赤枠全体の中で1896モデルを移動させる)」とした重みが0.25であった(同・20頁)。

(サ) 溢水勉強会

a 溢水勉強会の趣旨

平成16年12月26日に発生したスマトラ沖地震に伴う津波により、インドのbc発電所2号機において、取水トンネルを通過して海水がポンプハウスに入り、必須プロセス海水ポンプ(我が国の原子炉補機冷却海水設備に相当する。)のモーターが水没し、運転不能になる事象が発生した。

保安院とJNESは、安全情報検討会を定期的に開催していたところ、平成17年6月8日に開催された第33回安全情報検討会では、スマトラ沖地震に係る事象等を踏まえ、外部溢水問題に関する検討を開始することとした。

また、アメリカの原子力規制委員会(NRC)は、同年11月7日、アメリカのbd原子力発電所で低耐震クラス配管である循環水系配管の破断を仮定すると、タービン建屋の浸水後、工学的安全施設及び安全停止系機器が故障することが判明したとの情報を事業者に通知した。この情報は、同月16日に開催された安全情報検討会において紹介され、今後の検討項目とされた。

そこで、上記記事象に係る我が国の現状を把握するため、平成18年1月、保安院及びJNESにより構成され、電気事業者、電気事業連合会、原子力技術協会及びメーカーがオブザーバーで参加する溢水勉強会が立ち上げられ、調査検討を開始した。

溢水勉強会は、同月から平成19年3月まで、合計10回にわたり開催され、同年4月、「溢水勉強会の調査結果について」(甲C12、丙C10)と題する報告書をまとめた。

(甲C12、丙C9・1、4、6頁、丙C10、丙C87)

b 溢水勉強会における検討の経緯

(a) 第1回溢水勉強会(平成18年1月30日)では、内部溢水に関しては、(1)海外の原子力発電所の内部溢水事象の調査、(2)国内プラントの調査・検討、(3)PSAの確立を行い、外部溢水に関しては、想定を超える津波(津波評価技術により算定した数値を超えるもの)に対する安全裕度等について、代表プラントを選定し、(1)津波ハザードの評価(太平洋地点、日本海の各3地点程度)、(2)機器・設備の脆弱性(脆弱性)の評価、(3)津波PSAの高度化(津波リスクの明確化 5年計画)、(4)AM(アクシデントマネジメント)策の必要性等の検討を行うものとされた。(甲C13・1枚目)

(b) 第2回溢水勉強会(平成18年2月15日)では、「津波に対するプラントの安全性は、設計条件にて十分確保されているという考えの下、念のためという位置づけで、想定外津波に対するプラントの耐力について検討を行う」とし、最終的には、リスクとコストのバランスを踏まえた合理的な対策を立案することを目的とするが、想定外津波に対するプラントの耐力・対策コストについて概略的なイメージを持つため、代表プラントにて決定論的な検討(現行設計高さをを超える津波が到来する可能性について検討することなく、そのような津波が来ることを前提として行う検討)を行うとされ、福島第一発電所5号機等について、暫定的な津波ハザード評価結果を参考とすることとされた(丙C33の1・2)。

(c) 第3回溢水勉強会(平成18年5月11日)では、福島第一発電所5号機について、以下のとおり、想定外津波が生じた場合の影響評価の結果が報告された(甲C14)。

(1) 津波水位の仮定

O.P.+14m(敷地高さであるO.P.+13m+1mの水位)及びO.P.+10m(上記仮定水位と設計水位であるO.P.+5.6mとの中間の水位)を仮定し、仮定水位の「継続時間は考慮せず(長時間継続と仮定)」とされて、その影響が検討された。

(2) 津波水位による機器影響評価

i 屋外機器、建屋、構築物への影響

敷地高さをを超える津波に対して建屋に浸水する可能性があることが確認された具体的な流入口としては、海側に面したタービン建屋大物搬入口、サービス建屋入口等があり、機器については、津波水位O.P.+14m及びO.P.+10mの両ケースともに、非常用海水ポンプが津波により使用不能な状態となる。

ii 建屋への浸水による機器への影響

津波水位O.P.+10mの場合には、建屋への浸水はないと考えられることから、建屋内の機器への影響はないが、津波水位O.P.+14mの場合は、タービン建屋大物搬入口及びサービス建屋入口から流入すると仮定した場合、タービン建屋の各エリアに浸水し、電源設備の機能を喪失する可能性がある。

(3) 上記影響が波及して機能喪失する機器

津波水位O.P.+14mのケースでは、浸水による電源の喪失に伴い、原子炉の安全停止に関わる電動機、弁等の動的機器が機能を喪失する。

(d) 第4回溢水勉強会(平成18年5月25日)では、被告東電から、「確率論的津波ハザード解析による試算について」(甲C16)に基づき報告がされた。

この確率論的津波ハザード解析による津波高の試算では、「今後の課題」として「提示したモデルは完成したものではなく、新しい知見の反映(中略)など手法の改良が必要」、「本報告は試算の結果であり、評価は今後の検討成果を反映することにより変更される」とされており(甲C16・2枚目)、後記のbe論文(甲C15)を前提に、JTT2(福島県沖)でMw8.5の地震が起きることも分岐項目の一つとして取り上げた上で(甲C15の2・3~5頁)、確率論的津波ハザード解析手法を用いて福島県沿岸における津波高さ及び年超過確率を試算した結果、福島第一発電所5号機の評価例(甲C16・2枚目図-5)のハザード曲線において、O.P.+10mを超える津波高さが到来する年超過確率が 10^{-4} /年(1年に1回)を下回ることが報告された。

(e) 平成18年8月2日に開催された第53回安全情報検討会では、JNESから、溢水勉強会における外部溢水に関する検討状況について、「原子力発電所の津波評価及び設計においては、『原子力発電所の津波評価技術』(平成14年・土

木学会)に基づき、過去最大の津波はもとより発生の可能性が否定できないより大きな津波を想定していることから、津波に対する発電所の安全性は十分に確保されているものと考えている。今回、この想定を大きく上回る津波水位に対して、あくまでも仮定という位置づけで、想定外津波に対するプラントの耐力について検討を実施した。」と報告されている(甲C18、丙C38)。また、その際、保安院の担当者は、「ハザード評価結果から残余のリスクが高いと思われるサイトでは念のため個々に対応を考えた方がよいという材料が集まってきた。海水ポンプへの影響では、ハザード確率≒炉心損傷確率」と発言した(甲A1・84～85頁)。

(f) 保安院から耐震バックチェックが指示された平成18年9月20日以降、溢水勉強会では、外部溢水に係る津波の対応は耐震バックチェックに委ねることとされ、内部溢水に関する事項のみ取り扱っている(丙C10・1頁、丙C40～42)。

(g) 溢水勉強会が平成19年4月に取りまとめた「溢水勉強会の調査結果について」では、「津波による影響評価については、自然現象であることに由来する不確実性や解析の保守性の観点から、設備対策では一定の裕度が確保される必要がある。このため、溢水勉強会では、津波対策に係る勉強を進めてきた」(甲C12、丙C10・1頁)とした上、福島第一発電所の現地調査の概要として、「外部溢水に関しては、5号機を対象として津波による浸水の可能性がある屋外設備の代表例として、非常用海水ポンプ、タービン建屋大物搬入口、サービス建屋入口、非常用DG吸気ルーバの状況について調査を行った。タービン建屋大物搬入口及びサービス建屋入口については水密性の扉ではなく、非常用DG吸気ルーバについても、敷地レベルからわずかの高さしかない。非常用海水ポンプは、敷地レベル(+13m)よりも低い取水エリアレベル(+4.5m)に屋外設置されている。土木学会手法による津波による上昇水位は、+5.6mとなっており、非常用海水ポンプ電動機据付けレベルは+5.6mと余裕がなく、仮に海水面が上昇し電動機レベルまで到達すれば、1分程度で電動機が機能を喪失(実験結果に基づく)すると説明を受けた。」とされている(同・12頁)。

もともと、被告東電は、溢水勉強会での検討前から、設計上想定していない場所に浸水を仮定した場合、当然の結果として電源設備などが機能を喪失すると認識していた(弁論の全趣旨)。

(シ) b e 論文

a 被告東電の原子力技術・品質安全部員は、平成18年7月、アメリカのb f州 b eで開催された第14回原子力工学国際会議(ICONE-14)において、「Development of a Probabilistic Tsunami Hazard Analysis in Japan」(「日本における確率論的津波ハザード解析法の開発」)(b e論文)を発表した(甲C15)。

b e論文は、その冒頭で、「津波評価では、耐震設計と同様に、設計基準を超える現象を評価することが有意義である。なぜなら、設計基準の津波高さを設定したとしても、津波という現象に関しては不確かさがあるため、依然として、津波高さが、設定した設計津波高さを超過する可能性があるからである」と述べている。

その上で、J T T系(三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震)について、「J T T系列はいずれも似通った沈み込み状態に沿って位置しているため、日本海溝沿いのすべてのJ T T系列において津波地震が発生すると仮定してもよいのかもしれない」として、津波波源の組合せに関する分岐項目では、〈1〉Mw 8.0程度の津波地震が日本海溝沿いの3領域全て(J T T 1、J T T 2、J T T 3)で発生する、〈2〉Mw 8.0程度の津波地震がJ T T 1(三陸沖)及びJ T T 3(房総沖)のみで発生するという分岐を設定し、上記〈1〉の分岐では、既往津波が確認されていないJ T T 2の領域(宮城～茨城沖)についても、明治三陸地震津波と同じMw 8.3(潜在的最大マグニチュードはMw 8.5)を仮定している(同・1～5頁)。

以上のb e論文の手法に従うと、福島第一発電所1号機～4号機の敷地高であるO. P. +10m以上を超える津波が発生する確率は、 10^{-5} /年(10万年に1回)～ 10^{-6} /年(100万年に1回)と算出された。

(甲C15、丙C85・5～10頁)

b 被告東電は、b e論文による計算結果を平成18年9月に原子力安全委員会委員長に対して説明し、津波評価技術の想定を超える頻度は低いと説明した(甲A1・91～92頁)。

(ス) 貞観地震及び貞観津波について

a 貞観地震の概略

貞観地震とは、869年に東北地方沿岸を襲った巨大地震とされ、その地震によって東北地方に津波(貞観津波)が到来したとされている。しかし、貞観地震及び貞観津波は、「日本三代実録」と題する歴史書に地震の状況等を描写した記述があるだけで、貞観津波の潮位等の記録はないことから(甲C11の1・83頁、甲C11の2・1枚目)、津波堆積物(津波が海岸付近の土砂を浸食して運び、その土砂が平野に堆積し、地層として保存されたもの)の分布を調査する堆積物調査等により地震の断層モデルを推定する研究が進められた。

b 貞観津波に関する文献

(a) b g・b h・b i「a j平野における貞観11年(869年)三陸津波の痕跡高の推定」(平成2年)(甲C2)

同論文は、貞観津波に関するa j平野での初めての堆積物調査に関する論文であり、貞観津波の痕跡高はa j平野の河川から離れた一般の平野部で2.5～3m、浸水域は海岸線から3kmぐらいの範囲であったと推定しているが(甲C2・524頁)、福島第一発電所付近の沿岸に到来する津波の規模については何ら言及していない。

なお、b jほか「a j平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波—1611年慶長津波と869年貞観津波の浸水域—」(平成18年)も、a j平野の堆積物調査に関するものである(甲C4)。

(b) b k・b l・a s「西暦869年貞観津波による堆積作用とその数値復元」(平成13年)(甲C3)

同論文は、津波堆積物の調査を行い、福島県b m市のb n浦付近でa j平野と同様の堆積層を検出した上で、波源モデルを推測した論文である。同論文では、海岸線に沿った津波波高は、茨城県b o町から福島県b m市にかけての地域(福島第一発電所が設置されている地域も含まれる。)で小さく、およそ2～4m、それより北側の福島県b m市から宮城県b p市にかけては大きく、およそ6～12mと記述されている(同・9頁)。

(c) a b・b q・b r「b s・a j平野における869年貞観津波の数値シミュレーション」(平成20年)(a bほか(2008)) (甲C5、丙C44)

a bほか(2008)では、貞観津波を発生させた地震の断層モデルとして昭和三陸地震と同じようなプレート内正断層地震、明治三陸地震と同じような津波地震、プレート間地震、a j湾内の断層による地震を検討し、これらの断層モデルによる

津波シミュレーションを行って、b s 平野と a j 平野における津波堆積物分布とシミュレーション結果を比較し、プレート間地震で幅100km、すべり量7m以上の場合に、a j 平野及びb s 平野での津波堆積物の分布をほぼ完全に再現できたが、断層の南北方向の広がり（長さ）を調べるためには、a j 湾より北の岩手県あるいは南の福島県や茨城県での津波堆積物の調査が必要であるとしている（丙C75・48頁）。

被告東電は、平成20年10月の時点で、a b ほか（2008）に基づき、福島第一発電所1号機～6号機付近では波高がO. P. +8. 2m～9. 2mになるとの試算を得た。この数値は、タービン建屋等の所在する敷地O. P. +10mには及ばないが、ポンプの電動機据付けレベルを超え、ポンプの電動機が水没して原子炉の冷却機能が失われることになる。また、上記試算文書には、「仮に土木学会の断層モデルに採用された場合、不確実性の考慮（パラメータスタディ）のため、2～3割程度、津波水位が大きくなる可能性あり」との記載がある。（甲A2・398～402頁、乙C4、丙C90の2・8頁）

(d) a q 大学「統括成果報告書」（丙C21）

a q 大学が国からの委託事業として実施した「宮城県沖地震における重点的調査観測」（丙C20の1～6）の研究成果は、平成22年、統括成果報告書（丙C21）にまとめられた。この報告書では、「貞観津波は、断層の長さが200km、幅100km、すべり量7mのプレート境界型地震が励起した津波として説明可能である」とされたが（同・389頁）、「来襲する津波がどの程度の規模になるのか、海岸地域への広がりやそれぞれの場所での遡上範囲等については十分な結論を得るには至らなかった。また、貞観津波のような津波についても、各地で過去に繰り返し発生していることは地質学的に検証できたが、このような津波が、三陸海岸地域～a j 平野～b t 海岸地域で広く対比できるのかどうか、古い津波イベント堆積物の年代の特定とそれらの発生間隔、津波の影響範囲などを地質学的に検証するためにはさらなる調査が必要である。」とされている（同・182頁）。

なお、c a ほか「平安の人々が見た巨大津波を再現する一西暦869年貞観津波一」（平成22年）は、b s 平野、a j 平野、福島県沿岸の掘削調査を実施して貞観津波による津波堆積物の有無を調査して浸水域を復元し、その浸水域に基づく波源を数値シミュレーションにより求め、宮城県から福島県にかけての沖合の日本海溝沿いのプレート境界で長さ200km程度の断層が動いた可能性があり、同規模の津波が450年～800年程度の再来間隔で繰り返し起きていたことがわかってきており、この研究成果は、今後、推進本部の長期評価などに活かされていくとしている（甲C6・9頁）。

(e) b q・a b・b r「宮城県b s・a j 平野および福島県c b川河口低地における869年貞観津波の数値シミュレーション」（平成22年）（甲C17の2）

同論文は、最近、a q 大学による調査（c c ほか、2008）により福島県E郡c d町c b地区（福島第一発電所の北方に位置する）において、貞観津波による堆積物が発見されたことを受けて、a b ほか（2008）の断層モデルのほか、これらの断層モデルから断層の位置や深さを変更した4つの新しい断層モデルについて、津波浸水計算を行ったところ、断層長さ200kmのプレート間地震モデルでは、全地域で津波堆積物の分布をよく再現できたが、断層の長さが100kmのモデルでは、計算浸水域がc b地区の津波堆積物まで達しなかった、断層の南北の広がり（長さ）などを更に検討するため、今後はb s 平野よりも北の三陸海岸沿岸やあるいは福島県c d町c b地区よりも南の福島県及び茨城県沿岸における津波堆積物の調査が必要であるとしている。

なお、本件地震は、同論文で示された貞観地震のモデルよりも、破壊した領域の面積で約4倍、エネルギーで約8倍の規模であり、本件津波の規模も、同モデルから推定される津波より相当大きかった（丙C46・9～10頁、丙C47・237～240頁、丙C75・50～51頁）。

c 平成23年時点までの貞観津波に関する知見の取扱い等の状況

津波評価部会では、平成23年3月2日の審議において、貞観津波については、断層モデルとしての成熟度が低い（諸元の不確実性が高い）ため、津波評価技術の次回の改訂で取り込むのは時期尚早として、継続して知見を収集することとされた（甲C33、乙C4）。

推進本部は、同年4月に「長期評価」を改訂し、貞観地震についても最新の知見を加えた評価結果を明らかにする予定であった（丙C63・8頁）。

(セ) 耐震設計審査指針の改訂及び耐震バックチェック

a 耐震設計審査指針の改訂

原子力安全委員会は、平成18年9月19日、昭和56年の旧耐震設計審査指針策定以降の地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映し、従来の指針（耐震設計審査指針。丙B13の1）を全面的に見直すとの趣旨から、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を改訂した（新耐震指針。丙B13の2）。

新耐震指針では、「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えると想定することが適切な地震動」を策定することを求めた上で、これを上回る地震動が生起する可能性は否定できず、そのために事故が生じるリスク（残余のリスク）の存在を十分に認識すべきであり、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきであるとし、具体的には、安全審査とは別に、行政庁において、残余のリスクに関する定量的な評価を実施することを原子炉設置者に求め、その結果を確認することが重要と考えられ、これらの評価の実施に際しては、確率論的安全評価（PSA）に代表される最新の知見に基づいた評価手法を積極的に取り入れることが望ましいと考えられる、とした（丙B13の2・2頁、丙B25、丙C55・10頁）。

また、新耐震指針は、津波を「地震随伴事象」と位置づけた上で、「施設の供用期間中に極めてまれでは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によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。」を十分考慮した上で設計されなければならないと定めているが、津波については、上記の点についての評価方法等の具体的な内容は定められず、また、「残余のリスク」の存在を認識すべきこと等についても定められなかった（丙B13の2・14頁、丙C62・6頁、丙C74・9頁、丙C129・3頁）。

なお、新耐震指針は、発電用原子炉施設の新増設等について安全審査を行う場合に適用され、既設炉に直接適用されるものではない。

b 耐震バックチェックの概要

保安院は、平成18年9月20日、「新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価及び確認に当たっての基本的な考え方並びに評価手法及び確認基準について」を策定するとともに、被告東電を含む原子力事業者に対し、既

設の発電用原子炉施設等について、新耐震指針に照らした耐震安全性の評価を実施し、報告するよう指示した（耐震バックチェック）。その確認基準では、津波に対する安全性確認基準も定められており、津波評価技術の手法（前記（エ）b〈1〉～〈4〉）と同様の手法で数値シミュレーションを行って津波評価を行うほか、最新の知見を考慮するよう求められていた。

（甲A2・本文編388～389頁、丙C8・1～2、6、18～19、44～45頁、丙C62・8頁、丙C129・4～5頁）

c 耐震バックチェック当時の保安院の津波についての認識

保安院の担当者は、平成18年10月6日、耐震バックチェック計画に係る全電気事業者に対するヒアリングにおいて、保安院としての要望として、津波対策について、「自然現象であり、設計想定を超えることもあり得ると考えるべき。津波に余裕が少ないプラントは具体的、物理的対応を取ってほしい。津波について、津波高さや敷地高さが数十cmとあまり変わらないサイトがある。評価上OKであるが、自然現象であり、設計想定を超える津波が来る恐れがある。想定を上回る場合、非常用海水ポンプが機能喪失し、そのまま炉心損傷になるため安全余裕がない。」旨を各社上層部に伝えるように述べた（甲A1・86頁）。

（ソ） 福島第一発電所に係る耐震バックチェックの経緯

a 中間報告書の提出

福島第一発電所については、津波に対する安全性評価を含む耐震バックチェック最終報告書の提出期限は平成21年6月末とされていたが、平成19年7月16日に新潟県中越沖地震が発生し、ce原子力発電所で設計時の想定地震動を大きく上回る揺れが観測されたため、平成20年3月末までに、各原子力発電所の代表プラントの主要設備の耐震安全性評価の概略について中間報告が実施されることとなった（甲A2・本文編390頁、丙C11、12）。

被告東電は、平成20年3月、代表プラントである福島第一発電所5号機及び福島第二発電所4号機に係る耐震バックチェック中間報告書を保安院に提出したが、これには津波等の地震随伴事象に関する評価は含まれていなかった（甲A1・452、458頁）。

b 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部耐震・構造設計小委員会の地震・津波ワーキング・グループ及び地質・地盤ワーキング・グループが合同で開催され（合同WG）、平成21年6月24日開催の合同WGでは、被告東電が提出した福島第一発電所の耐震バックチェック中間報告書の評価について議論された。

その際、被告東電は、福島第一発電所敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動Ssの策定につき、プレート間地震の地震動評価としては、福島県東方沖地震（塩屋崎沖地震）を考慮することを説明した。これに対し、ca委員が、貞観地震及び貞観津波について触れられていないことが納得できない、少なくとも津波に関しては塩屋崎沖地震とは比べ物にならない非常に大きなものが来ており、その津波堆積物がbt海岸にも来ていることが既に産総研やaq大の調査でもわかっているから、震源域としてはajの方だけではなく、南までかなり来ていることを想定する必要はあると思うが、そのことについて全く触れられていないのは納得できない、等と発言したところ、保安院担当者は、津波については中間報告では提出されていないので評価していないが、産総研やaq大の知見もあるので、本報告では、津波について貞観の地震も踏まえた検討を出してもらうことになると考える等と述べた。

また、同年7月13日開催の合同WGでも、ca委員が、貞観地震の震源域は、塩屋崎沖地震と宮城県沖地震をまたぐようなもので、震源域の連動も考慮すべきである等と発言した。これに対し、被告東電の担当者は、貞観の地震と塩屋崎沖地震の連動可能性を考える十分な情報がない、貞観の地震についてはまだ情報を収集する必要があるなどと回答した。

（丙C67・10～11、16～17頁、丙C68・7～8、13～14頁、丙C129・8～9頁）

c 保安院は、合同WGの議論に基づき、平成21年7月21日付けで、被告東電の耐震バックチェック中間報告書に対する評価書を作成し、「現在、研究機関等により869年貞観の地震に係る津波堆積物や津波の波源等に関する調査研究が行われていることを踏まえ、当院は、今後、事業者が津波評価及び地震動評価の観点から、適宜、当該調査研究の成果に応じた適切な対応を取るべきと考える。」との指摘をした。（丙C13、14の各24頁）。

d 原子力安全委員会は、保安院が作成した上記評価書について更に審議し、平成21年11月19日、上記評価書を妥当なものとする旨決定した（丙C16）。

e 被告東電は、平成21年12月から平成22年3月までの間、貞観地震について、より精度の高い断層モデルを作成するための資料取得を目的として、福島県沿岸において津波堆積物調査を実施した。その結果、貞観津波の堆積物が、福島第一発電所から10km北方に位置するcf市cg区ch地区等において発見されたが、福島第一発電所南方では発見されなかった（乙C5）。被告東電は、同年5月、上記津波堆積物調査の結果を保安院の担当者に報告したが、保安院の担当者は、被告東電に対し、「津波堆積物が発見されなかったことをもって津波がなかったと評価することはできない。」などと伝えて、貞観津波についての更なる検討を促した。（甲A2・本文編399、403頁）

f 保安院は、平成22年6月頃、電気事業連合会に連絡し、各事業者のバックチェックの進捗状況をまとめた一覧表を作成させた上、作業が遅れている被告東電等の事業者に対し、保安院として津波対策を含む最終報告書の早期提出を促すべく、指示を出すことを検討していることを伝えたが、福島第一発電所事故時までに福島第一発電所に係る耐震バックチェック最終報告書は提出されなかった（甲A2・本文編404頁以下、丙C17）。

（タ） 平成20年試算及びこれについての被告東電の対応

a 被告東電では、福島第一発電所及び福島第二発電所の耐震バックチェックに関して津波評価を検討する過程において、長期評価の見解をどのように取り扱うかが問題となり、平成20年2月頃に有識者（耐震バックチェックに関する委員として関与する予定であったas教授等）の意見を求めたところ、同月26日、as教授から、「福島県沖海溝沿いで大地震が発生することは否定できないので、波源として考慮すべきであると考え。」「福島県沖では海溝沿いで既往津波は発生していないため、波源モデルは三陸沖と房総沖のものを使うしかない。」との意見が出されたことを受けて、東電設計に対し、長期評価の見解のうち福島県沿岸に最も厳しくなる福島県沖の海溝寄りに明治三陸地震の津波波源モデルを置いた津波高さの計算を委託した。

東電設計は、津波評価技術における明治三陸地震の断層モデルの諸元（Mw8.3、断層長さ209.7km、幅49.9km、すべり量9.68m）を用いて、その位置を福島沖海溝寄りに5パターン設定し、走向、断層深さ等につきパラメータスタディをして、津波水位を解析したところ、同年3月18日、最大ケースで、津波高さは福島第一発電所5号機の取水ポンプ付近でO. P. +10.158m、敷地南部でO. P. +15.707mとなり、敷地南部から遡上した津波により1号