

いが、南部ではなめらかで固着が弱く、堆積物が一樣の厚さであることもこのことを示しており、よって津波地震が生じにくいものである（甲ロ115の1（23～27頁）、甲ロ115の2（6、7頁）、丙ロ83の2（3頁））。また当時、比較沈み込み学に基づき、北側は沈み込むプレートの年代が若く、温度が高く密度が低いのでプレート境界が固着しやすく、巨大地震が発生するが、南側は年代が古い太平洋プレートが沈み込むところ、温度が低く密度が高いので固着しにくく巨大地震が発生しにくいと多くの地震学者が考えており、よって、福島県沖では必ずみは小さな地震等で解消されており、巨大地震は発生しにくいと考えられており、このことはGPSの観測結果でも確認されていた（甲ロ113・丙ロ51（各29頁）、甲ロ115の1（44、45頁））。なお、ここでいう固着の強さは、地震が発生しにくいことを意味し、地震の規模の大小には関係しない（甲ロ83の2（6、7頁））。以上から、本件長期評価の震源想定は、少なくとも地震学者の統一の見解ではなかった、また、本件長期評価は当時得られた知見に基づき最善の評価を行ったが評価に際して大きな仮定・単純化を行っており、限界があった（甲ロ113・丙ロ51（各23頁）、甲ロ115の1（33頁））。さらに本件長期評価の地震発生推定について、本件長期評価対象3地震をすべて本件長期評価で示された日本海溝寄り領域で生じたとするのも、特に1611年慶長三陸地震と1677年延宝房総地震について異論と様々な議論があり、ポアソン過程をもとにした確率評価のもとでは、これらの地震が除外されれば、確率が大きく変わることになり、よって本件長期評価の地震発生推定もかなりの不確実性があるものであると当時感じていた、本件長期評価対象3地震をすべて含めたのは、警鐘という意味で算定される津波確率をあまり下げたくないためであって、防災を強く意識したもので、あまり科学的ではなかった（甲ロ115の1（39頁）、甲ロ115の2（16頁））。なお、a nが、福島県沖を地震空白域とした点については、少なくとも大きな議論があるところであり、地震空白域（過去に大きな地震が発生したことが「分かっていながらその後長い間大地震が起きていない場所」を指す第一種空白域）の考えは同一領域で地震の繰り返し性を認めることが前提であるが、本件長期評価の議論では本件長期評価対象3地震は過去のデータが不十分であることから地震空白域と判断するか否かの議論自体なされておらず、よって本件長期評価は、福島県沖が地震空白域であるとしたものではなく、福島県沖が地震空白域であることには疑義がある（甲ロ115の2（45頁）、丙ロ81）。なお、本件地震当時、福島県沖の日本海溝で津波地震が発生する可能性については、地震学者の間で賛否が分かれていたと理解している（甲ロ113・丙ロ51（各36頁））。

関連して、本件長期評価の震源想定を前提にした被告東電平成20年推計について、機械的に明治三陸地震モデルを福島県沖に移動させるということは技術的に可能であり、そのような移動が妥当である限りにおいて数値自体に信頼はおけるが、同モデルは明治三陸地震の実際の震源域の断層・地盤の状況等を前提にしており、それを機械的に動かした結果の津波の波高は、「明治三陸地震に伴い実際に発生した津波の高さ」等とは異なるのであってこの意味で信頼性のある推計とはいえない。a fが実際に実施した延宝房総地震モデルを移動させて実施した茨城県の津波浸水想定図の作成に当たっては、延宝房総地震モデルを茨城県の津波痕跡データに合うように断層面上のすべりを大きくする波源モデルに見直し、採用した。（甲ロ115の2（44～46頁）、丙ロ44（10頁））

津波評価技術について、まずその性格又は目的が、本件長期評価とは異なるものであって、津波評価技術は原子力発電所の設計津波水位を評価するための検討をすることを、本件長期評価はどこでどんな地震が発生するか、各地域の地震の発生可能性及び規模を検討することを目的とした知見である、よって津波評価技術における議論では、個別の地震や個別の地域で地震発生の可能性を検討することは行っていない（甲ロ115の1（22、23頁）、甲ロ115の2（14、23、58、59、62頁）、丙ロ44（9頁））。そのうえで津波評価技術の波源モデルの置き方は、過去に起きたところに置いているものであり、このような既往をベースにするという考え方自体は間違っていないが、「繰り返し期間というものは非常に長く見なければいけない」、「時間を十分に長く取れば」上記の方針は間違っていない（甲ロ115の2（21、24、79頁））。このような繰り返し間隔又は繰り返しすかどうかという問題の一般論としては、海溝型地震の場合は数百年以上又は数百年程度を考える必要があり、繰り返し間隔が非常に長いことも考えなければならない、そして本件長期評価時点で南部については十分によく分かっていなかったものである。なお、津波評価技術策定当時に500年程度を繰り返し間隔とするという見解があるのであれば、当時におけるその根拠は不明であって、他方で、現在においてはa f自身の見解として500年程度を繰り返しとする見解には賛成する（甲ロ115の2（29、32、68頁））。そのうえで、津波評価技術の津波水位計算手法は、非線形方程式を考慮している、計算格子を沿岸部分で細かくするなどしており、精緻な計算手法を採用したものである（甲ロ113（17頁））。

確率論的津波評価について、これは津波波高の推定に関する各種不確定性を系統的に処理し、工学的判断のための資料を提供するもので、一定地点で将来の一定期間に一定の津波波高を超過する確率を評価する手法であるところ、ここで重要となる不確定性には偶発的不確定性（現実に存在はするが現状では予測不可能と考えられる性質の不確定性）と認識論的不確定性（科学技術の進歩により低減できる性質の不確定性）とに分かれ、後者についてロジックツリーの分岐として表現することでモデル化されるものである（甲ロ113（26、27頁））。これを具体的に実践したのが本件長期評価に関する土木学会のアンケートであって、その回答においては特定の地震学者は「イチゼロで回答」しているわけではなく、重みを付けて回答するのが通常であり、例えば津波地震が日本海溝沿いのどこでも起こり得るかという質問に対してa f自身は半々に重み付けする回答をしており、結局、例えば津波地震が上記領域でどこまで起こり得るかということ是不確定であった（甲ロ113・丙ロ51（各26、27頁）、甲ロ115の2（40、41、61、65頁））。

本件長期評価を含む長期評価一般や津波評価技術と国や事業者の役割との関係について、例えばa f自身は現在も長期評価地震調査委員会の委員であるが、原子力発電所の規制には関わっていないので、どのような対策をすべきかというのには回答する立場にない。津波評価技術策定当時においてもパラメータスタディで不確定性を考慮しているが、さらに施設の重要度に応じた工学的な安全率を見込むのは事業者や国の役割であると認識していた。（甲ロ115の2（81頁）、丙ロ83の2（2頁））

IAEAが本件事故後に出した事務局長報告書や技術文書で示された本件事故前の「国際慣行」（前記認定事実第2の11参照）は、主に地震について指摘するもので、1960年代又は1970年代においては津波の評価手法について国際的な慣行なるものは存在せず、本件事故前において津波評価技術等の日本の知見がむしろ世界をリードしていた（丙ロ44（2～5頁））。

（甲ロ113・丙ロ51、甲ロ114の1・2、甲ロ115の1・2、甲ロ116、丙ロ44、65、81、83の1・2）

（5） a e

a eは、d s 大学 d t 研究所長兼教授であり、津波工学（津波に関する理学的知見を社会における物づくりや環境づくり

に役立てるとともに、津波災害の減災・防災対策を行うことを目的とする学問)の専門家として、主に津波防災・減災技術開発、津波数値解析を研究している。現在、推進本部地震調査委員会津波評価部会部会長を務め、津波評価技術策定当時の土木学会津波評価部会委員、中防日本海溝等調査会平成18年報告策定当時の中防日本海溝等調査会委員であった。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

原子炉施設における津波対策を工学的に検討する場合、最も重要な検討課題は、その施設の供用期間中に一定の確率以上で発生する可能性のある津波を示し、それに対するハード面/ソフト面の対策を提示することである。ハード面の対策の代表例が防潮堤の設置や建屋の水密化、ソフト面の対策の代表例が防災計画の立案である。ある確率以上で発生する可能性のある津波に対しては主に施設を設計・施工して防衛するハード面の対策をするが、ここにいう「ある確率」は、地域特性や既往津波の再来周期、施設に求められる安全性の程度等により変わると考えられるため、あらかじめどの領域・施設についても適用できる数値を定量的に示すのは困難である。そのうえで、津波の理学的知見について、あえて分類すれば、既往最大津波と可能最大津波とに分かれ、後者については(1)理学的根拠から発生がうかがわれるという科学的なコンセンサスが得られている津波と(2)単に理学的根拠をもって発生を否定することができないだけの津波とに分けられる。本件事故当時であれば、一般防災・原子力防災を問わず、既往最大津波と可能最大津波の(1)のうち具体的な根拠をもって波源の位置が特定され波源モデルが提案されているような場合は、ハード面での対策を講じ、そうでない場合や(2)の場合はソフト面(危機管理上)で対策するとの見解が一般的であった。換言すれば、津波工学の立場から既設炉でハード面での対策を要求するには、理学的根拠をもってその対策の必要性を正当化できることが必要である。

以上の一般論を前提に、津波評価技術は、津波評価を行うための手法として世界に先駆けて体系化されたもので、津波工学の観点から見て画期的かつ十分な合理性を持つものであった。なお、当時の科学的知見に照らせば津波被害をもたらすようなMw8.0級のプレート間地震の発生頻度は、三陸沖等の領域では100年間に1回程度と考えられており、400年間に発生した津波を検討すれば概ね足りると考えられていた。他方で本件長期評価は、上記(2)に該当する知見である。その根拠としては、GPS探査により太平洋プレートは100年当たり約10m陸側プレートに入り込む計算になるところ、地震で解消されたひずみ量を計算すると三陸沖では5m、福島・茨城県沖では2~3mと判明しており、後者では地震ではなく自然にひずみが解消されていると考えられていたこと、a s・a f論文から津波地震の発生に影響を及ぼす堆積物が北部で多く、南部で少ないとされていたことが挙げられ、本件長期評価はメカニズムとして発生が否定できない以上のものを示していない。そして、本件長期評価の震源想定のような、科学的コンセンサスを得られていない知見についても安全性向上のために取り入れるべく確率論的安全評価(PSA)の研究が土木学会では進められており、その一環として土木学会の重み付けアンケートが実施されているところ、この回答においては、理学的に否定しきれないものについてゼロをつけることはないものである。

なおa eは、前記認定事実第2の9(3)に記載のとおり、耐震バックチェックの過程で被告東電から本件長期評価の取扱いについて相談を受けており、そこで本件長期評価の震源想定を「波源として考慮すべき」との意見を述べているが、これは即座に対策をすべきという趣旨ではなく、その影響だけでも把握しておいたほうがよいという趣旨であって、被告東電平成20年推計結果を受けては、本件長期評価の震源想定を取り入れた対策までは考えなくてよいのではないかと、とのアドバイスをしたものである。それは、津波工学の観点からは、上記試算の前提について、上記のとおり科学的コンセンサスの有無をつめていく作業をするべきで、それが得られた時点で具体的な対策の検討に入っていきべきだからである。

次に、仮に被告東電平成20年推計を前提にした場合の対策をした場合に、本件事故を回避可能であったか、という質問に対しては、正確に回答すること自体極めて困難であるが、そもそも本件事故前において原子力施設における津波対策についての工学的な研究が体系的に行われておらず、そのような状況では試算を前提にした主要地盤への津波の遡上を防ぐという防潮堤・防潮壁の設置を建設することは合理的で、また、被告東電平成20年推計を前提に敷地南北にのみ防潮堤を建設するという対策も不合理ではない。それは津波評価技術においてパラメータスタディで不確実性が考慮されているからである。本件事故前において、上記の防潮堤設置に加えて津波の敷地への遡上を前提にした例えば重要施設・機器の水密化や非常用電源設備等の高所設置を講じなかったとしても不合理ではなく、念のための対策というのは純粋に工学的観点からは出てこない。また、そもそも被告東電平成20年推計は、陸上構造物のモデル化がされず、津波の遡上解析が不十分であって、津波の遡上を前提にした対策内容を決定するに足るだけの情報がない。さらに、対策に要する期間については、a j原発で実施された本件事故前の海水ポンプ室の側壁増設(前記認定事実第2の10(2)参照)についても、そのきっかけとなった茨城県津波浸水区域図公表時点から本件事故まで約3年5か月で、その時点で対策工事が一部完了していたものであって、同工事は比較的小規模なものであったといえ、より大規模な工事になれば当然に所要時間がより長期間となることが予想される。加えて、現実に被告東電平成20年推計に基づき防潮堤を設置したとしても、本件津波と同推計が前提とする津波とは規模が異なりすぎ、防潮堤が本件津波に耐えることのできる構造安全性を確保することができたかは疑問が残る。特に本件事故前においてあった動的水圧の評価式はe aらが提案した評価式(以下「朝倉式水圧評価式」という。)であったところ、これ自体異論があり、さらに本件事故後、知見が進展めざましく、逆にいえば本件事故前の評価式で構造物を設計施工した場合に、その構造物が本件津波の加重にも耐えられたはずであると断言するのは困難である。このことは水密扉等の水密化でも同様であって、例えば、a eが実施した本件津波の遡上解析では、1号機T/B大物搬入口、非常用D/G吸気ループ、2号機T/B大物搬入口で秒速4mを超える流速があったことが推定され、最新の波圧計算式を使って1号機T/Bでの津波波圧を計算すると58kN/m³となり、被告東電平成20年推計の1・2号機T/B海側全面の浸水深は概ね1m程度となっており、上記本件事故前の朝倉式水圧評価式を前提に計算すると1号機T/B前面での津波波圧は約30kN/m³となるから、後者を前提にした水密扉・強化扉の設置をしても本件津波の波圧に耐えられなかった可能性がある。さらに被告東電平成20年推計によると敷地南側から遡上した津波が回り込んで主要建屋に到達する経路であるところ、本件津波では1ないし4号機T/Bは正面から津波を受けており、このような遡上経緯の違いからしても、同推計を前提にした水密化の措置を講じたとしても本件津波の波力に耐えられたかは疑問が残る。このことに、漂流物の評価の評価の難しさも考慮すると、被告東電平成20年推計を前提に回避措置を講じても、本件事故を回避できたとはとてもいい切れない。

他方で、a eは政府事故調委員会からの聴取に応じて回答しており、そこでは下記のような内容を回答している。

まず、津波評価技術について、想定津波の想定の限界を統一的にまとめることをオファーされており、想定限界などについてはコメントしなかったし、津波評価技術をどのように使うかという議論は十分になされていなかった。安全率や非常用設備についてはより裕度を持たせるかといった議論もされなかった。また耐震バックチェックの過程で、「少しでも上回ってさえすればセーフという考えには常に疑問が呈されていた」が、安全率をどう決めるかを議論するには情報が不足していた。

1系統でも生き残ればよいと考えて対策すればクリアでき、それほどコストもかからない、との指摘は、土木学会が常々いつていた。津波評価技術策定当時も確定論の限界を感じており、そのために確率論的安全評価(PSA)に進んだが、データに限りがあることは分かっており、本件事故後からすればPSAと危機管理との2本立てで進めるべきであった。また、被告東電平成20年推計後にa eがした本件長期評価の震源想定を考慮した対策をとらなくてよい、とのアドバイスは、「標準モデルということに縛られると判断できなかった」からである。なお、被告東電の体質として「自分のところで主体的にするというよりは行政の指導があると早めに対応するよう」である、と回答している。

(甲口93、丙口67)

(6) a p

a pは、ds大学名誉教授で、津波工学の専門家である。津波評価技術策定当時の土木学会津波評価部会主査を務め、元通商産業省原子力発電技術顧問であった。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

まず津波対策の歴史的変遷は、前記認定事実第2の2記載のとおりであって、1993(平成5)年の北海道南西沖地震津波は構造物による津波対策をしていたにもかかわらず大きな被害が生じたことから、それ以降、構造物のみならず防災教育や避難訓練などのソフト面を組み入れた総合防災対策が考えられるようになっていったものであるが、a p自身は、北海道南西沖地震以前から、「津波は構造物で十分に防げる」という考え方は人間のおごりであって、ソフト面の対策を検討すべきと考えていた。その根拠として、津波研究が始まってからの期間は地球の歴史から比べれば、ごくわずかであり、科学者は不確かさを抱えつつ、工学的な物づくりの指針を提示することになるが、どのような基準であっても「100パーセント安全」ということはいえないことが挙げられる。このような中で北海道南西沖地震が生じ、既往最大津波を念頭に置いていた従来の津波対策を改め、「想定しうる最大規模の地震津波」をも検討して、ハード面とソフト面を統合した津波防災を考えるようになった。ただし7省庁手引きは、具体的な評価手法まで定めたものではない。

津波評価技術については、7省庁手引きを踏まえて、最大規模の地震から発生し得る津波をも考慮することとして、不確実性に対する安全裕度を担保するためにパラメータスタディを取り入れることにしたものである。また、津波評価技術は、当時、世界中を見渡しても例がなく、最新の科学的知見に基づいて策定された合理的なものであった。ここで安全率、又は補正係数について津波評価技術は1.0としたものであるが、これは、当時の時点で、津波について例があまりにも数少なく、事例のばらつきに応じた安全率を決めることはほぼ不可能であって、パラメータスタディが「ある程度補ってくれるだろう」と考えたからである。a p自身は、津波の不確かさを表現するため「津波は倍半分の可能性がある」と表現しており、過去の事例として、(1)地震動の大きさにはほぼ影響しない副断層の運動が発生時点津波の大きさをほぼ倍にした事例(1964年アラスカ津波)、(2)計算格子を細かくし、詳しい計算をしたほうがむしろ過去の実際の津波の再現性を悪くした例があり、その原因が現在に至っても不明であることといった根拠に基づくものであるが、わずか2例では説得力に欠け、少なくとも津波評価技術策定当時においては安全率を設けることを説得できるだけの根拠ではなかった。そして、パラメータスタディを実施し、その結果、既往最大津波の痕跡高の「平均で約2倍」になったことから、ある程度は不確実性を補うことができると考えたものである。このようなパラメータスタディで補える不確かさが「合理的な根拠をもって事業者に津波対策を求めることのできる津波水位の上限値であった」ものであり、現在においても、それ以外に「皆が納得出来る根拠に基づいて安全率を導入することは出来ない」と考えている。しかし、a p自身は、パラメータスタディを実施した結果から導き出される設計想定津波と比較して、主要施設設置高さがこれを上回っていることで津波対策として十分と考えていたわけではなく、津波評価技術では補正係数1.0とすることにひとまず同意したが、さらに別のアプローチで説得力のある津波対策研究をしていくべきと考えたものである。そのため、津波評価技術策定時にも「設計上クリティカルな課題があるのか否か検討しておくべき」とコメントし、電力会社に対し、想定津波を超えた場合の対策の必要性を言及してきた。そのうえで、a p自身は、この場合の対策としては水密化、特に原子力発電所については冷却機能を維持できるための水密化を想定していたが、これについても、原子力発電所と津波については、動水圧や漂流物による影響を踏まえて設定する必要がある、その遡上経路や機序によってどのようなトラブルが生ずるかといった解析も必要になり、さらにどこまで想定津波を超えるのか、という基準も設定しなければ対策を考えることができない、という状況で、加えて仕様とコストが比例する状況で作り手を納得させるだけの根拠がなければならず、津波評価技術策定当時、津波評価技術によって導出される想定津波を超える津波として危険性を示唆できる程度の津波を示すことができるだけの知見がなかった。そのため、土木学会としては、水密化をする前提としての波力や砂移動計算手法の確立及び想定津波を超える津波危険性を示す手法としての確率論的津波評価の確立を目指すことになった。a p自身としては、本件事故時から起算して、研究に5年、施工に5年の10年あれば、想定津波を超える危険性のある津波を示し、これに基づいた対策をとることができたのではないかと考えている。

a pは、政府事故調査委員会からの聴取にも回答しており、そこでは、下記のような内容を回答している。

本件事故前常々、原子力発電所については、電源系は少しでも被水すれば機能不全に陥ること、よって少なくとも冷却補機は必ず動くようにすることをいい続けていたが、波高計算より36cm高いから大丈夫などという説明を受けたことがある。波高計算を行ったり、それに頼ったりするよりも防水性を確保する、空冷の代わりに水中でも作動する水中ポンプを使用するといったことを検討すべきである。津波評価の確度については、発生の時間分布を決める試みはあるものの、その結果のとおりに発生するとはとてもいえず、波高を過信すると困る場合があり得て、どんなことが起きても暴走しない仕組みを土木学会津波評価部会のテーマにしようと考えていた。また、津波堆積物の研究の価値については、「掘ったその場所の津波は再現できるが、津波の全体像をみるには相当あちこち掘らなければならない。掘るのも結構だが、遅々たるものとする」。さらに、本件長期評価については、「あくまで研究を推進すべきとしているだけで、防災対策を取れといっているわけではない」もので、原子力発電所の津波対策については、「ある程度頑丈な建物を用意すれば、建物の高さをを超える津波を受けたとしても、内部を水から守ることはできる。漂流物は自動車程度であり、津波の力は原子炉本体にかかる地震力に比べれば小さい。最終的に守らなければならないのは非常用冷却系であり、それを守るにはある程度の頑丈な建物と取水口の砂対策があればうまくいくと思われる」。津波の研究について津波現象の理解には、今後3~400年の継続的な観測と研究が必要である。

(甲口148の1・2、丙口68)

(7) a q

a qは、公益財団法人地震予知総合研究振興会の地震防災調査研究部副主席兼主任研究員であり、本件長期評価策定当時の推進本部地震調査委員会委員長であって、地震の専門家である。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は

下記のとおりである。

本件長期評価はプレートの沈み込み構造が同じであるという極めて大雑把な根拠で、本件長期評価で示された日本海溝寄り領域を一括りにし、そのどこでも津波地震が発生する可能性があるとしたものであって、過去に津波地震の発生が確認されていない領域も含めて発生可能性があるとする評価は、地震学の基本的考え方にはなじまないものであった。したがって、中防日本海溝等調査会平成18年報告において、福島県沖における津波地震を考慮の対象から外した判断がされたことは理解できる。そして、本件長期評価を前提にした津波に対する防災対策を行う必要性については、地震動など優先して対策しなければならない問題もあること、対策を講じるために必要な資金が無限にあるわけではないこと、対策を講じるとしてもどのようなものにするかなどについては知見の成熟性の程度にも照らして判断すべきものであって、あらゆる可能性に対して優先度などを無視して対策を講じることが現実的でないこと、本件長期評価の見解が成熟していない問題の多い知見に過ぎないことからすれば、本件長期評価の知見を取り入れて津波対策を講じなかったとしても必ずしも不当といえるものでもなく、中々難しい問題である。

(丙ロ60)

(8) a r

a r は、d s 大学大学院理学研究科教授兼同研究科附属 e b センターのセンター長を務めていて、専門は、自然災害科学及び個体地球惑星物理学で、主に地震を研究している。本件長期評価策定後の、平成16年4月から平成28年3月まで、推進本部地震調査委員会長期評価部会委員を務めた。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は、下記のとおりである。

本件事故以前、地震の学界(ママ)では、本件原発の敷地を超えるような津波の到来を予見する知見を示すことができず、被告らはそれを予見することはできなかったから、その津波の到来に備えて、被告東電が防護措置を講ずるべきであったとか、被告国が防護措置をとるよう被告東電に規制権限を行使すべきであったなどとして被告らを非難することは困難である。

地震・津波の専門家は、本件震災ほど巨大な地震及び津波が福島県沖で発生することを予見していなかった。

被告東電が本件原発における津波対策を行うきっかけとなり得た地震学上の知見としては、(1) 巨大地震とこれに伴う巨大津波に関する知見、(2) 本件長期評価、(3) 869年貞観地震についての知見の三つが挙げられる。このうち、(1) については、本件事故前、多くの地震学者が、プレートの沈み込み帯の構造に着目した研究結果(比較沈み込み学)及び普段からゆっくりとした滑りとそれに伴う活発な地震活動により滑り欠損を解消していたことから、東北太平洋沿岸はM9クラスの超巨大地震が発生せず、起こるとしてもM8クラスまで、しかもそれも起きるのはM7.5以上の地震を起こすアスペリティ(固着が強いところ)が存在する三陸沖から宮城県沖にかけての領域が中心であり、福島県沖で起こる可能性は低いと考えていた。(2) については、本件長期評価が日本海溝沿いを一つの領域にまとめたことは全く科学的根拠がないとまではいえないが、それほど強い根拠であったわけではなく、結局、防災上の観点から、信頼度は低くても、何らかの評価を行った方がよいと考えて、海溝沿いの領域はどこも同じ性質であると仮定してしまったものと理解しており、また、当該領域で400年に3回津波地震が発生していることも地震学会の共通認識といえる状況にはなかった。(3) については、平成22年になってようやく一定の仮定的なモデルが示せるレベルになったに過ぎないものであった。以上から、(1) ないし(3) いずれも上記の予見を裏付けるものではない。

(丙ロ62)

(9) a s

a s は、e c 大学大学院理学研究科附属 e d センターセンター長兼教授を務めており、地震学の専門家で、中防日本海溝等調査会北海道WG委員であった。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

津波地震とされている1896年明治三陸地震のメカニズムについては様々な仮説が提唱されているが、総じて、同地震のような津波地震は、限られた領域や特殊な条件がそろった場合にのみ発生し得るといえるものが大勢を占めている。1611年慶長三陸地震や1677年延宝房総地震なども津波地震だったのではないかという可能性が指摘されているが、これらについては、データが少ないため、地震学者の中でそもそも津波地震ととらえるべきかについて、現在でも争いがある。

中防日本海溝等調査会北海道WGは、中防日本海溝等調査会から付託された、北海道周辺で発生する海溝型地震について防災対策の検討対象とすべき地震の判定に必要な事項や、1896年明治三陸地震、1933年昭和三陸地震等による津波の検討を、特に大きな津波を伴う地震との類似性に関連して検討するなどした。そこで、a t は上記の説明をしたところ、大方の賛同が得られ、中防日本海溝等調査会北海道WGにおいては、1896年明治三陸地震を福島県沖などでも発生する可能性があるものとして取り扱わないとの結論となったものである。

(丙ロ79)

(10) a t

a t は、元 e c 大学大学院教授、公益財団法人地震予知総合研究振興会 e e 研究所の客員研究員であって、専門は地震学で地殻変動の研究等をしている。本件長期評価策定当時の推進本部地震調査委員会委員であり、中防日本海溝等調査会委員かつ同北海道WG座長であった。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は、下記のとおりである。

推進本部は、純粋に理学分野における学術的見地のみから理学的知見について調査検討をしているものなので、本件長期評価も、理学的に否定できないものとして出された見解であると認識している。中央防災会議においては、理学的観点のみからではなく、政策的観点や工学的観点も加味して、防災に関する意思決定が行われていた。したがって、その判断の当否の評価は政策側や工学側の判断に任せたい。

中央防災会議においては、本件長期評価の扱いは、a t が座長を務めた中防日本海溝等調査会北海道WGにおいて検討されることとなった。そこでは、1896年明治三陸地震のような津波地震をどのように考えるかが議論となったが、前記(9)において a s が述べたとおりの議論経過をたどったため、a t においてその旨、中防日本海溝等調査会に報告し、最終的に、中防日本海溝等調査会平成18年報告においては、他の領域において1896年明治三陸地震と同様の津波地震が発生し得るとする見解に沿った防災対策は提唱されなかった。

(丙ロ80)

(11) b a

b a は、一般財団法人電力中央研究所職員であり、被告東電社員として発出した e f 論文の筆者の一人である。同人の本件

訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

まず、津波評価技術策定経緯について、原子力発電所の津波に対する設計を行うには、前提として、設計に取り入れる対象とすべき津波の大きさなどを特定する必要があるところ、日本においては、具体的に設計条件を定めた安全基準類は存在せず、将来発電所に到来し得る津波の大きさの評価手法も確立していなかったところ、7省庁手引きが出されたことを受け、想定津波評価の統一的な基準整備が必要となったことから策定されたものである。

次に、確率論的津波評価について、土木学会アンケートのようにロジックツリーに項目が設定されるということは、その項目が意見が分かれる、要するに不確かさが存在すると判断された項目である。また、土木学会のアンケート結果は、地点の評価を目的とするものではなく、それを可能にする手法の構築のためになされたもので、専門家が議論し合った結果でもなく、アンケート回答者が認識する知見の共有化も実施していないものであって、よってその結果自体は暫定的なものであると考えていた。そして、e f 論文では、本件原発1ないし4号機についての確率論的津波評価の結果は、年超過確率が1年当たり10万分の1回から100万分の1回、すなわち10mを超える津波が発生する確率は10万年から100万年に1回と評価されていたということになる。

(乙ロ30)

2 専門家等の意見—主として結果回避可能性に関するもの

(1) b b 及び失敗学会最終報告書

b b は、原子力工学を専攻し、株式会社東芝に入所して、本件原発3号機、5号機など12機の原子炉の設計・安全解析に従事し、IAEAの外部コンサルタントを随時務め、株式会社東芝退社後は、産業安全監修などを営む会社の取締役などとなり、平成23年以降は、失敗学会理事となっている。同人及び後記するe gらは、失敗学会の名義で十数人の原子力専門家及び数人のジャーナリスト等の参加を得て、平成28年3月8日付で失敗学会最終報告書を作成している。b bの本件訴訟に提出された意見書及び本件訴訟で実施された尋問並びに失敗学会最終報告書における意見等の概略は下記のとおりである。

ア 要約

(ア) 予見可能性

本件で問題とすべき予見可能性の対象は、交流電源、直流電源及び最終排熱系を喪失させることが予測される規模の津波、具体的には、本件原発1～4号機建屋敷地高(O. P. +10m)を超える津波である。本件事故以前に、そのような津波の予見可能性はあった。

(イ) 結果回避可能性

本件事故の直接原因は、津波によって、交流電源、直流電源及び最終排熱系の三つが同時喪失したことであるから、最低限、下記aを実施すれば本件事故は回避できた。また、さらなる安全対策として、下記bが必要であった。

a (a) 十分な容量と個数の125V及び250Vバッテリー

(b) 高圧電源車

(c) RHR S 代替用の水中ポンプ

(d) 全交流電源喪失、直流電源喪失、海水ポンプモーター喪失を想定した訓練

b (e) RCIC と HPCI の水密化

(f) 1号機についてはICの格納容器内交流駆動弁用の可搬式交流発電機

(g) 格納容器ベント用A/O弁駆動用圧縮空気がなくなった時のための小型コンプレッサー

(h) 消防車

イ 予見可能性について

7省庁手引き、平成11年に国土庁等が示した本件原発の津波浸水予想図、本件長期評価、被告東電平成20年推計、平成21年初めに被告東電が貞観津波の波源で計算した結果及び本件事故後のIAEAの報告書によると予見可能であった。

ウ 結果回避可能性について

(ア) 炉心熔融を防ぐシナリオ

a 全電源喪失から、TAFに至る、すなわち炉心露出に至る2時間以内に安全系(IC(1号機)、RCIC(2ないし5号機)又はHPCI(1ないし5号機))を起動すること

b 安全系で炉心冷却が可能な半日の間に、高圧電源復旧とこれを使用する安全系を復旧すること(下記(a)、(b)、

(c)のいずれかの手順の開始)

(a) 高圧電源復旧とSHC(1号機)、RHR(2号機ないし4号機)復旧

(b) 格納容器ベントをしない場合、高圧電源復旧後、PCV(格納容器)スプレイ又はSR弁を開いて圧力容器減圧後に炉心スプレイ(MUWC系)で注水し、格納容器が冠水するまでの1ないし2日の間にSHC、RHRを復旧すること

(c) SR弁を開いて圧力容器減圧をはかるとともに格納容器ベントを実施し、その後、炉心スプレイ(MUWC系)又は交流電源を必要としないD/DFPや消防車で注水することによって、1週間以上は炉心の冷却が可能であるから、その間にSHC、RHRを復旧すること

(イ) 1号機について

1号機のICは、A系、B系のいずれかのそれぞれの4つある弁を全部開とすれば、作動するものであるところ、1号機の全電源喪失を知ったとき、ICフェールセーフ機能によって弁が閉じるなどして、稼働していない可能性を考え、直ちに、いずれかの系統の弁すべてを開とすべきである。例えば、A系であれば、格納容器外の2A弁及び3A弁は125Vの直流電源で開けることができるので、12.5Vのバッテリーを10個つなぎ、タービン建屋にあると推測される端子につなぐことによって、開けることができる。格納容器内の1A弁及びA弁は480Vの交流電源で開けることができるので、それについては市販の可搬式交流発電機等を用いて、タービン建屋にあると推測される端子につなぐことによって開けることができる。2時間あれば、その作業は可能である。

SHCについては6900Vの高圧電源車があれば、復旧できるところ、所内に備え付けてあることが望ましいが、それがなくとも、本件事故後、調達をすることは可能である。

格納容器ベントを実施するには、M/O弁、A/O弁及びラブチャーディスクへの対応ができればよいが、ラブチャーディスクは、M/O弁及びA/O弁が開くことによって、空気圧によって開くため、M/O弁とA/O弁への対応で足りる。前者については、480Vの交流電源が必要であるが、そもそも手動ハンドルがついているので、運転員がそれを回すことによ

て開くことができる。A/O弁については、圧縮空気が通る道の弁を開けるための電源が必要であるが、バッテリー等を準備しておくことで対応可能と考える。

(ウ) 冷却効果について

本件事故の実際の機序においては、燃料が溶融し、圧力容器を抜けて格納容器の下に塊になってしまっているという状況が冷却を難しくしている原因となっている。そのため、炉心溶融が始まったが、未だ圧力容器内にとどまっている場合は、上から水をかけて冷やすということがある程度可能になり、効果的に冷やされることになる。そのため、その段階で、様々な冷却系で冷却することができれば、本件事故のような被害にはならなかったと想像できる。

(甲ハ41の1・2、証人bb)

(2) 政府事故調技術解説

e gは、政府事故調委員会元技術顧問、小松製作所顧問(平成25年当時)であって、専門は建設機械、製造機械、産業用ロボットである。e hは、元日本原子力研究開発機構に所属しており、c n大学教授(平成25年当時)であって、専門は構造解析、高温強度、高速増殖炉である。e iは、政府事故調委員会元委員長、e j大学教授・c n大学名誉教授(平成25年当時)であって、専門は創造学、失敗学・危険学、医学支援工学である。同人らが著者となっている政府事故調技術解説における結果回避措置に関する意見等の概略は下記のとおりである。なお(2)において「平成23年3月」の表記は省略する。

ア あり得た現実的な対応策(設備面)

津波対策といえ、防潮堤によってわずかな浸水も許さないと単純に考えるのは間違いであって、視点を変えて、炉心損傷に至る過酷事故を防ぐという発想が必要である。そのように考えると、過酷事故を防ぐための最低限の対応策として、次のようなものが挙げられる。

(ア) 配電盤設置場所の多様性の確保

(イ) 直流電源喪失への準備

直流電源が喪失すれば、原子炉の状態が分からなくなり、分かっても機器の操作ができなくなるため、交流電源喪失以上に事故が深刻化することは当事者には分かりきった話のはずである。しかし、そのような事態は起こらないことになってきたため、その備えは全く行われていなかった。コストのかからない可搬式直流電源を準備しておくべきであったし、せめて12Vバッテリーの備蓄程度の対策は行っておくべきであった。

(ウ) 建物の水密化等

建物の水密化によるコストはそれほど大きいわけではなく、電源盤が設置されているタービン建屋を水密化しておけば全電源喪失を防げたはずである。仮に建屋全体が難しい場合でも、重要設備が設置されている部屋だけでも水密化すべきであり、そのコストはさらに低くなるはずである。

(エ) 移動式エアコンプレッサー(可搬式コンプレッサー)の備蓄

イ 適切な判断による炉心損傷回避の可能性

(ア) 要約

本件事故前に何らの設備の手当をしていなくとも、本件地震発生後、より適切な判断が行われていれば、事故による被害を大幅に低減できた可能性はかなりあった。すなわち、SA回避のシナリオとしては、「全電源喪失という非常事態が発生した後、冷却水がTAF以上を維持している間に、(1)SR弁を開放し、圧力容器の圧力を下げて低圧注水を可能とし、(2)格納容器圧力の上昇を抑えるため、適宜S/Cベントを行い、(3)消防車による低圧注水を継続的に行えば、今回のシビアアクシデントは避けられた。」(以下「技術解説シナリオ」という。)ということが考えられるところ、次に述べるとおり、「1号機では炉心損傷を防ぐことまでは困難であったと思われるが、早期の代替注水により、漏洩放射能の低減や水素爆発が防止できた可能性は否定できない。また、2、3号機では、炉心損傷そのものを防げた可能性もあり、全体として、早期にこの「シナリオ」(判決注:技術解説シナリオを指す。)を追求していれば、被害を大幅に低減できた可能性はかなりあったと判断できる。特に最大の放射性物質を漏洩した2号機で、その可能性が高かったことは残念なことであった」。なお、技術解説シナリオのように冷却水が十分にある状態でSR弁を開くことは、冷却水の急激な減少を自ら招いてしまう危険性があるため、その判断には、具体的手順についての確実な見通しがあることが必要条件である。そのため、技術解説シナリオ各段階の手順実施の可能性を検討する。

(イ) 技術解説シナリオ各段階の手順実施の可能性

a 早期のSR弁の開操作の可能性

SR弁を開けるためには、弁駆動に用いる窒素ガス配管開閉用の電磁弁に直流120Vの電流を流す必要がある。事故当時、常用の直流電源はすべて喪失していたが、発電所対策本部が13日6時頃から12Vバッテリーの確保に向けて動き始め、約1時間40分後には所内の社員の車から10個を確保していることからすると、本件事故開始後間もない段階でも、2時間以内に必要120V分のバッテリーを発電所構内で収集することは可能であった。

b 格納容器ベント(S/Cベント)の早期の実施の可能性

S/Cベントを実施するには、所内から調達した可搬式の小型発電機以外に空気圧が必要であるが、常用のコンプレッサーは全電源喪失のため使用できなかった。そこで、発電所対策本部は、1号機のS/Cベントを行うため、12日10時頃から、所内で可搬式コンプレッサーを探し始め、二、三時間後に小容量のものを1台、13日16時頃所内の協力企業から2台目を確保した。発電所対策本部は、同日18時過ぎテレビ会議によって初めて所外に調達依頼をしたところ、約8時間後第二原発から届けられた。そうすると、仮に、早期に適切な指示が出されていたとしても、3台以上のコンプレッサーを確保するには8時間以上を要した可能性が高い。

なお、1号機のS/Cベントの決定から実施までに、実際には14時間もの時間を要したが、その主な原因はコンプレッサーの確保のほか、全電源喪失下での格納容器ベント作業が全く訓練されていなかったこと、及び、高線量下における作業効率の低下などがある。

c 消防車による早期かつ永続的な注水の可能性

消防車と水源の確保が必要である。

1ないし3号機に同時に海水を注入するには、海面から10m以上の高さにくみ上げるのに少なくとも2台の消防車と各号機の注入用に三、四台の消防車が必要であるから、5ないし6台の消防車の確保が前提となる。現実の使用可能台数は、本件事故開始直後に1台、12日未明から2台、12日午前中から5台以上であった。

水源については、淡水は十分ではなかったため、海から直接くみ上げることの確実な見通しが必要条件となる。さらに当初、どの場所の注水口から圧力容器内へ注水できるのかが不明で、がれきが散乱するタービン建屋東側の壁に設置されていた注水口を見つけるまでには、12日2時頃から2時間程度を要した。

以上を勘案すると、消防車による永続的な代替注水が可能と判断できたのは、少なくとも消防車が5台以上そろった12日正午以降になった可能性が高い。

(ウ) 各号機における技術解説シナリオ実現の可能性

a 1号機

1号機では、TAFまでに2時間程度の余裕しかなかったと推察され、炉心損傷は11日22時頃には相当進捗していると考えられるから、全電源喪失後、直ちに消防車による代替注水を目指していたとしても、炉心損傷が始まる前に技術解説シナリオの手順が実施できた可能性はほとんどなかったと思われる。

本件事故時、ICの稼働状況を誤認していたため、代替注水実施を決めたのは全電源喪失後8時間が経過した12日0時6分頃であったから、全電源喪失後、直ちに技術解説シナリオを目指していたとすれば、消防車からの代替注水や格納容器ベントの開始が実際よりかなり早まった可能性が高い。その結果、炉心損傷の程度は軽減され、放射性物質の漏えい量をかなり低く抑えられた可能性は十分ある。もっとも、水素の漏えい量を爆発限界以下に抑えることができたかは、よく分からない(計算上、本件事故時には、爆発限界の3倍近い量の水素が発生したと推測されている。)

b 2号機

2号機はRCICが停止するまでに最も長い時間的余裕があり、炉心損傷が始まる前の14日未明頃までに技術解説シナリオが実現できた可能性は高い。

c 3号機

3号機では、TAF到達が13日4時15分頃、炉心損傷が同日9時までに始まっていたと見積もられている。本件事故時の対応では、海水注水ラインが完成したのは同日7時頃、SR弁の開操作に成功したのが同日9時50分頃、ベントラインが完成したのは14日8時41分頃であり、いずれも炉心損傷開始時刻近くかそれ以降であった。

バッテリーとコンプレッサーの確保は、前記(イ) a、b記載のとおり、適切な指示があれば、炉心損傷前の12日中に実行できた可能性が高く、海水注水ラインも、5台の消防自動車そろった12日午後以降、早くからの指示が出されていれば、12日深夜までには準備できていた可能性がある。

一方、3号機の事故対応作業は、1号機への対応と重なっているため、マンパワー上の制約も検証しなければならない。

それらを勘案すると、3号機では、全電源喪失直後から適切な判断と指示があったと仮定すれば、技術解説シナリオが実現できた可能性はあった。

(甲イ4(132~140頁))

(3) b c

b cは、ゼネラル・エレクトリック社(GE社)原子力事業本部日本法人に勤務し、国内運転プラントの検査、修理、改造、新技術開発、新設プラントの設計、建設、試運転を担当しており、退職後、平成27年時点において、原子力コンサルタントを自営している。同人の本件訴訟に提出された意見書等及び関連事件における尋問における意見等の概略は下記のとおりである。

SA対策も、溢水対策も地震対策も、日本より欧米が優れていた。欧米と同程度の備えをしていれば、本件事故を防ぐことができた。

(甲ハ54の1・2、甲ハ55、62、63の1~8)

(4) b d

b dは、株式会社東芝において、本件原発3・5号機、a i原子力発電所1号機、e k原子力発電所1ないし3号機の基本設計を担当し、現在引退をしている。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

ア 本件原発において、仮に敷地高を2m超える津波が到来したときにも、津波から非常用電源設備及びその付属設備等を防護するためにしておくべきであった対策工事(ただし防潮堤を除く。)は、次のとおりである。

(ア) 建物内への浸水防止対策

a 大物(機器)搬入口などの水密化対策

b その他の、換気空調系ルーバなどの外壁開口部の水密化対策

(イ) 建屋内の重要機器の設置された部屋への浸水防止対策

(ウ) 非常用電池、非常用電源設備の配電盤などの上層階ないし高台への設置

以下、対策工事については、e k原子力発電所において、本件事故後にされた津波対策を参考に考えることとする。

(ア) aについては、漂流物衝突対策としての強化扉及び津波浸水防止の水密扉の設置並びにタービン建屋外壁の漂流物衝突に対する強度を確保することが適切である。強度強化扉の規格は、高さ7m、幅7m、厚さ1m、重さ40tであり、水密扉の規格は、高さ6m、幅6m、厚さ80cm、重さ23tであって、工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転に各1年の合計3年を要する。

(ア) bについては、非常用D/G給気ルーバからの浸水が想定されるので、その対策として自動ルーバ閉止装置などの水密化対策が適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、0.5年及び0.5年の合計2年を要する。

(ア) については他に建屋外壁の貫通部の隙間から浸水の可能性があるので、被水防護カバーの設置工事が適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、0.5年及び0.5年の合計2年を要する。

(イ) については、タービン建屋内に浸水する事象に備えて、非常用電源設備及びその付属設備等の重要機器が設置されている機器室への浸水経路を分析して、水密化対策工事として、建屋内の隔壁及び床等の配管貫通部の浸水防止工事及び出入口への水密扉の設置工事が適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、0.5年及び0.5年の合計2年を要する。

(ウ) については、タービン建屋内の非常用電源設備及びその付属設備が設置された機器室内の浸水に備え、計器類のための非常用電池(具体的にはリチウムイオンバッテリー)、非常用電源設備としての配電盤をタービン建屋内の高所又は本件原発敷地内の高所(別建屋)、具体的には、O. P. +32m以上の高台(タービン建屋以外の非常用電源建屋などの設置もあ

り得る。)に設置する対策をとることが適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、0.5年及び0.5年の合計2年を要する。

イ 本件原発において、敷地高を2mを超える津波が到来したときに、海水を使用して原子炉施設を冷却する設備の機能を喪失しないためには、海水ポンプ室の水密強化が必要であって、その対策工事としては、通常の海水取水ポンプ以外に緊急時海水取水ポンプ室の増設が適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、1年及び0.5年の合計2.5年を要する。

ウ 前記ア、イの津波対策をとっていたならば、仮に敷地高を5mを超える津波が到来したときに、非常用電源設備及びその付属設備等及び海水を使用して原子炉施設を冷却する設備防護することができる。原子炉の設計に関し、万全の設計裕度を持つのは当然であり、工学的に安全率を3以上に設定することは原子力発電所の重要機器の設計枠内である。津波に対する構造物の強度は、津波浸水深に比例する津波圧力と浸水速度の2乗に比例する水の衝突力(抗力)の二つの外力に耐える必要があるが、このうち、敷地高を2mを超える津波に比して敷地高を5m程度を超える津波が到来したとき、津波圧力は2.5倍以上となる。他方で、速度はあまり差がないので、抗力の差がなく、したがって設計強度も比例的に2.5倍に増さなければならぬがこれは、安全裕度3の範囲内にあるので問題ない。水密性に関しては、同様にシール材料の強化が必要である。

エ 津波によって非常用電源設備及びその付属設備等の機能が喪失したときに備え、(ア)ガスタービン発電機の高台配置、(イ)緊急車両(交流電源車、直流電源車)の配備が適切である。

エ(ア)については、ガスタービン発電機(5000kVA×6台程度)を超高圧開閉所の設置されている敷地高0.5m、+3.2m以上の高台に設置することが適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、1年及び0.5年の合計2.5年を要する。

エ(イ)については、交流電源車6台、直流電源車6台の配備と建屋外部接続工事の対策が適切である。工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、0.5年及び0.5年の合計2年を要する。

オ 津波によって海水を使用するすべての冷却設備の機能が喪失したときに備える代替手段として、(ア)淡水貯槽(0.5m、+3.2m以上の高台)及び原子炉建屋までの配管の設置、(イ)空冷熱交換器(緊急熱交換器)の設置、(ウ)車両搭載型可搬型注水ポンプ等の追加配備が適切である。(ア)の工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、1年及び0.5年の合計2.5年を要する。(イ)の工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転に各1年の合計3年を要する。(ウ)については、原子炉高圧時(70気圧)、低圧時(10気圧)に原子炉内に注水することができる車両を6台配備することが適切であって、工期としては、設計、製作及び据付工事と試運転にそれぞれ1年、0.5年及び0.5年の合計2年を要する。

(甲ハ65)

(5) b e

b eは、c n 大学大学院工学系研究科教授で、原子力工学を専攻している。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

原子力又は原子力発電は、電力という現代社会に必要な不可欠な便益を生み出す一方、潜在的には事故のリスクを抱える。原子力工学の分野では、事故が起きるリスクは合理的な範囲まで少なくする方向での研究が進められている。原子力工学においては、原子力発電所の主要な施設は、安全裕度をもって設定された一定の指標を満たすように設計されることになり、この「一定の指標」、すなわち設計基準までは、十分に安全なものを作るという手法がとられる。この設計基準の前提となる想定を設計想定といい、設計想定となった地震や津波に対しては、十分な信頼性をもって安全を確保することが求められる。もともと、安全寄りに設定された設計想定といえども、これを上回る事態が絶対に発生しないとはいえない。それに対する対処をアクシデントマネジメント(AM)と呼んでいる。ここで、設計想定を超える事態として、どこまでの事態を想定してAMを行うべきかについては、まず原子力工学において安全対策を考える場合、一つの事項に集中した安全対策を施した結果、施設全体として安全性能が低下する可能性や人的資源や時間的な問題として緊急性の低いリスクに対する対策に注力した結果、緊急性の高いリスクに対する対策が後手に回るといった危険性もあるので、総合的な安全対策を考えつつ、かつ優先順位が高いと考えられるものから行う必要がある、という前提がある。以上を前提にどこまでの事態を想定すべきか、を検討する際には、過去の事故の知見やそれによる規制を参考とするが、その場合でも、すべての知見を並列的に取り入れるのではなく、過去の事象の地理的要因や社会的・文化的要因などを考慮に入れて、取り入れるべき範囲や優先順位を決めて取り入れられるべきであり、現にそうしてきた。

被告東電平成20年推計において本件原発の敷地南側で波高1.5m強の津波の試算を行っていたとのことであるが、その試算の精度・確度が十分に信頼できるほどに高いものでないと、設計想定となった津波とはいえず、その精度・確度が低いのであれば、対策の必要性・緊急性を確認するため、さらに専門家に検討を委託する等して対応を検討するのが原子力工学の考え方では合理的である。また、平成18年からの耐震バックチェック及び平成19年の新潟県中越沖地震の発生からすると、当時は、津波より地震への対応が優先されるべきであったから、地震動に対する安全対策が緊急かつ最優先で、当時、地震動に対する対策を遅らせてでも、その試算に対する対策をするためには相当な精度・確度がある試算である必要があった。

「想定外の想定」をすべきかの議論についても、本件事故当時、日本の原子力工学の分野で地震においては新潟中越沖地震によって現に設計想定を超える地震動が確認されていたこともあり、「想定外の想定」という観点から多くの議論がされていた一方、津波については「想定外の想定」というものを考えた議論をする者は、事業者の中にも、規制をする被告国の側にも、われわれ専門家の中にも一人としていなかった。世界中においても同様である。

SA対策として米国がテロ対策として考えていたB. 5. bと同様の規制が我が国で行われていれば、違った結果になった可能性もあるものの、事業者の自主的取組としてSA対策がすべきとされていたこと、米国のB. 5. bについてはテロ対策であるところ我が国にはテロ対策の脅威の現実味という社会的・文化的要因も少なかったことから、優先順位が高い安全対策としてテロ対策のAMが進む社会状況ではなかった。

仮に被告東電平成20年推計が精度・確度が十分であると解するとしても、工学的な見地からいえば、その試算の水位に対応した設計に基づき浸水を防ぐことができる対策(ドライサイトを維持する対策)をとっているのであれば、一概に合理性を否定できない。

主要施設の水密化や非常用電源・配電盤・高圧注水系等へ接続するための各種ケーブル等の高所移設などをしていれば事故が回避できたかについては、物理的な意味だけでいえば、本件事故前に主要施設の水密化や非常用電源・配電盤・高圧注水系

等へ接続するための各種ケーブル等の高所移設はできたが、そのような発想は、本件事故が起きた後の原因調査の知見を取り入れ、津波に対するリスクを下げるためのAMとして考えられたもので、本件事故前に、そのような提言をした人は、事業者の中にも規制する被告国の側にも、われわれ専門家の中にも一人としていなかったし、そもそもそのような発想自体がなかった。また、水密扉を設置する際には水圧も考慮せねばならず、それが耐えられる建物の構造の考慮が必要であって、加えて地震に伴う現象なのであるから地震による破損・変形なども考慮しなければならず、そもそも合理性があるものとは到底いえない被告東電平成20年推計を根拠に、水密扉を設置するなどの意思決定を行うことはできず、株主からの理解も得られなかったと考える。非常用電源等の高所設置についても、これらは耐震Sクラスの設備であるから、それをO.P.+35m盤に設置するときはその地盤の強度や建物の強度などを検討する必要がある、これについても、被告東電平成20年推計を根拠にそのような施設を施すことの意味決定を行うことはできなかった。さらに、電源車、消防車、代替注水設備(可搬式ポンプ車)などの、いかなればモバイル設備の高台配備については、我が国においても、諸外国においても例がなく、本件事故前にそのような発想は生じなかったし、本件事故前はとれなかった。それらについて実施するための期間については、基本設計の妥当性について十分な安全審査期間が必要で、場合によっては、耐震基準の整備・改定等も必要で、他にも許認可にも2~3年が必要であったから、全体として2~3年で完了したなどとはいえない。

本件事故後、IAEAが、日本の津波に対する安全対策が国際慣行に反していたかのような記載をしている部分において、津波対策としてサイト地域で歴史上記録された最大の地震強度又はマグニチュードを増加させ、かつサイトから最も近い距離で起こると想定して安全裕度を増すことが国際慣行であったなどと記載しており、チリ地震とアラスカ地震が起きたことを前提に、世界的に見ても、太平洋プレートのどこにおいてもマグニチュード9クラスの巨大地震が発生することを前提とした対策をとり得たというような記載をしている点については、そのような話を初めて聞いたし、そのような国際慣行はなかった。

(丙ロ59、61、66)

(6) b f

b fは、c n大学大学院工学研究科教授かつe l大学大学院環境・エネルギー工学専攻招聘教授であって、原子炉工学とリスク評価を研究している。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は、下記のとおりである。

原子力工学分野では、ゼロリスクは求めない一方で、不当なリスクがあってはならないということを目指した安全対策を行っていくことになる。このことは、IAEAの基本安全原則(安全原則No. SF-1)の原則4に定めがあるほか、最近米国NRCの「No undue risk」という技術レポートでも述べられている。

不当なリスクを生じさせないための安全対策を最も進歩させるものは、まず実際の事故やニアミスなどの予兆事象の発生とそれによって得られた教訓である。なぜならば、知識が不十分でない問題に対してはリスクの抑制が十分になされ、不当なリスクがないという状態になっていると考えられるからである。次に、未知の現象への知識の欠如を埋められるような科学的知見、すなわち、未知の現象への予測を立てる強い動機付けとなるような科学的知見が確立したような場合は、これに基づいた安全対策を行うべきことになる。ここで留意すべきは、リソースが有限である中で安全対策を考える場合、「新知見」と呼ばれるものすべてに対し、闇雲に安全対策を施した場合、真に必要な対策に割くべきリソースが不足する危険性が生じ、余計な設備を増やすことによって、かえって施設全体の安全性に不当なリスクが生じる危険性があることであって、したがって、原子力工学において安全対策を考えるべき「新知見」というには、学会等において審査され、多数の学者がその知見が妥当なものであるという共通の認識を持つ程度にまでなっている必要がある。

b eの意見書とは同意見である。強いていえば、b eの意見書における「どこまでの事態を想定してAMを行うべきかについては、過去のすべての知見を並列的にとり入れるのではなく、過去の事象の地理的要因や社会的・文化的要因などを考慮に入れて、取り入れるべき範囲や優先順位を決めて取り入れる」という点については、国際的に確立された安全基準は守っていることが前提となる。本件事故前の知見では、主要機器の設置された敷地に浸水すること自体があってはならない非常事態という考え方があったので、事業者も規制当局も水も入れないという対策を考えるはずで、浸水を前提の対策を講じさせるという知見はなかったし、リソースが有限である中で安全対策を考える以上、余計な設備を増やすことによって、かえって施設全体に不当なリスクが生じる危険性もあるため、計算上、ドライサイトを維持できる対策のみを講じることの合理性を否定できるものではない。

本件事故前の日本におけるSA対策は、不合理であったとまでは思っていないが、これが最も進んでいたとされる米国と比較すると遅れていた感が否めない。その原因は、日本では目指すべきは「不当なリスクはあってはならない」という価値観であることが十分認知されておらず、最終的に、放射性物質の大量放出に至らなければよいという価値観で安全設計を考え、リスクを評価するという安全文化がなく、「想定外のリスクがある」ということを明言することが許されない風潮があったことにある。これは、規制当局や事業者の問題というよりも、むしろ、日本全体の文化の問題あるいは社会通念の共有の問題である。

(丙ハ96)

3 被告ら担当者等

(1) b g

b gは、原子力規制庁技術参与であって、昭和45年4月から平成15年11月までの30年以上の間、旧日本原子力研究所(現日本原子力研究開発機構)に勤務し、この間平成3年から平成12年12月まで、通商産業省の原子力発電技術顧問を務めた。この間、原子力発電所の安全審査に加わったほか、シビアアクシデント対策検討会(電力会社のAM計画をレビューする委員会)、定期安全レビュー(PSR)検討会のメンバーとなり、平成4年から平成15年11月まで、原子力安全委員会の専門委員を務め、安全目標の策定、耐震設計審査指針の改訂、指針の体系化などに参加した。平成15年11月経済産業省に大臣官房審議官(国際原子力安全担当)として入省し、平成19年3月まで保安院に勤務して、原子力施設の安全規制に携わり、(1)原子力安全に関する国際情勢を把握し、(2)必要な安全研究を実施し、(3)リスク情報を活用して、(4)基準・規格を整備することを本務とし、(5)原子力安全委員会の耐震設計審査指針、(6)高レベル放射性廃棄物地層処分、(7)原子力防災についての院内の議論にも加わり、経済産業省定年退官後は同年4月から原子力安全基盤機構技術顧問、平成20年5月から同総括参事となり、本件事故時には事故発生直後から、SAの専門家として保安院を支援した。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

基本的には、原子力安全に一義的に責任を有する事業者(例えば被告東電)が、原子力安全の確保、維持向上に積極的に務めていることが必要であり、規制当局(被告国)は、原子力安全における基本的な指針や基準を示すとともに、安全上重要な

部分について許認可処分・監督し、さらに、事業者の安全性向上への取組が適切になされていることを確認・推奨する立場を担っており、事業者及び規制当局の片方の役割が欠けても、原子力安全の維持・向上は図れない。

まず、規制当局の監督責任を適切に果たし、安全規制が効果的であるためには、それが十分な科学的合理性を持ったものであることが必要であり、安全規制機関や原子力事業者の限られた資源をいたずらに費やすことがないように、グレーデットアプローチに基づくことが必要である。また原子力安全委員会の新たな指針の既設炉への適用の仕方に関し、最新の知見を積極的に取り入れて安全対策に活かすことは当然であるが、「新設炉の安全対策に最新の知見を取り入れることにより、既設炉が危険であると批判されるのであれば、かえって、新設炉の安全対策を既設炉のレベルに合わせた方が良いという思考になりかねず、より高い安全性を実現する機会を逃すことにならないかと懸念する」、「規制は現実的で合理的でなければ役に立たない」、「規制は「推進があること」を前提として、冷静に、かつ、独立性を持って、「それが十分安全なものなのか」を判断する」ものである。

そして、人のあらゆる活動にはリスクが付随し、リスクの適切な抑制は当然必要であるが、最小限のリスクを相互に許容しない限り、社会が成り立たないものであって、リスクが顕在化しないままにいるときと、顕在化して事故が起きてしまったときとは求められる対応が全く異なるものである。本件事故前において津波についての試算や知見があったとして直ちに津波対策を講じるべきか否かは、情報の信頼度と対応の優先度の問題であり、「敷地高を超える津波の到来」について信頼性の不十分な知見又は情報があった場合は、専門家の議論、検討を踏まえて対応を決めるというものが合理的な規制判断である。そして、その結果基準を改訂する必要がある、津波対策の強化が必要という結論になれば設計基準として想定すべき津波を検討する、という流れになり、そのこと自体に一定の期間が必要であったと考えられる。仮に想定津波が敷地高を超える高さとなるのであれば、基本設計の想定を根本から変更することになるため、設置変更許可手続、工事計画認可手続が必要となり、これには通例年単位の期間を要し、さらに対策工事にも期間を要することとなると考えられる。そのうえで、具体的な対策の在り方として、まずは防潮堤による防護を考えることになり、防潮堤による津波防護なくして、敷地への浸水を前提とする水密化やモバイルだけで防護する等という措置はあり得ず、敷地高を超える津波を想定するのに、防潮堤による防護なしの対策は論外である。

(丙ハ123)

(2) b h

b h は、昭和56年4月に通商産業省に入省し、多くの期間を原子力発電所の規制業務（特に安全審査関係）を所管する部署で勤務し、本件事故当時、保安院で統括安全審査官として勤務しており、後に、原子力規制庁の原子力規制部安全規制管理官（廃棄物・貯蔵・輸送担当）となっている。同人の本件訴訟に提出されている意見書における意見等の概略は下記のとおりである。

仮に、被告東電が被告東電平成20年推計を根拠として、それまでの想定津波を変更し、10m盤の浸水を伴う津波を想定した津波対策として〈1〉防潮堤の設置、〈2〉建屋や重要機器の水密化、〈3〉非常用電源設備（発電機や蓄電池等）の高出設置（増設を含む。）といった設備上の対策措置を講じるとした場合、設置変更許可申請が必要である。

許可決定をし、その後の工事計画認可等必要な手続をするのにどれくらいの期間を要したかについては、設置変更許可申請から許可までで少なくとも約2年、工事計画認可の申請から許可までで約3か月が必要となり、実際に対策が完了するまでの期間を推測するのであれば、被告東電が行う実験データの取得、設備施設の設計・施工に要する期間が加わるし、論点の重要性や社会的影響の大きさ、指針改定の動向、地元の了解の必要性などの所要期間を延ばすであろう種々の要因が加わるので、さらに長い期間がかかる。

(丙ハ122)

(3) b i

被告東電常務取締役 b i（当時）が、平成25年8月3日、e m 大学で行われたシンポジウムにおいて述べた意見は概略次のとおりである。

原子力のエンジニアにとって、放射能が環境に大量に放出されてしまうような炉心熔融事故は、100万年に1回以下の発生頻度になるように対策をとるべきことは常識になっている。

(甲ロ51)

第3 被告東電の義務違反

1 原賠法3条1項と民法上の責任との関係について

前記前提事実七第1の1記載のとおり、原賠法は、原子炉の運転等により原子力損害が生じた場合における損害賠償に関する基本的制度を定めることで、被害者保護及び原子力事業の健全な発達に資することを目的とする法律であり（同法1条）、原子力損害について原子力事業者の無過失責任（同法3条1項）、原子力事業者への賠償責任集中（同法4条1項）、過失ある第三者に対する原子力事業者の求償権制限（同法5条1項）、政府の援助措置（同法16条）等を定めている。これら原賠法の目的及び規定からすれば、原賠法3条1項は、民法上の損害賠償責任の特別法であり、同項が適用される限りにおいて民法上の損害賠償責任の規定は排除されるものと解することが相当である。本件において、被告東電が原賠法3条1項本文に基づき、本件事故と相当因果関係のある損害について損害賠償責任を負うことは前記第1記載のとおりであり、原告らの主張は、それと同じ損害を被告東電に対し、民法709条又は717条1項に基づき求めるものである。したがって、これら原告らの請求は、その余の点を判断するまでもなく、理由がない。上記解釈に反する原告らの主張は、採用できない。

しかしながら、前記第1記載のとおり、本件については被告東電の義務違反の有無及び程度を判断する必要があるから、以下この点について検討する。

2 原子力発電所の性質及びそこで求められる安全性の程度

(1) はじめに

原告らの被告東電に対する民法709条に基づく請求における主張の骨子は、本件事故当時、被告東電において、本件原発1～4号機建屋敷地高であるO. P. +10mを超える津波が到来し、全電源が喪失し、本件原発において重大な事故が起こることについて予見すべきであったのに予見せず（〈1〉予見義務違反）、被告東電において、とるべき対策をとらなかったことによって本件事故が起き（〈2〉結果回避義務違反、〈3〉結果との因果関係）、原告らの法的保護に値する利益を侵害（〈4〉利益侵害）し、それによって損害（〈5〉損害及び損害との因果関係）が発生したというものと解される。そして、〈4〉及び〈5〉については、後記第二以下において判断をするので、ここでは、〈1〉～〈3〉について判断をする。

そして、法的に〈1〉予見義務違反の有無、及び、〈2〉結果回避義務違反の有無を判断するに当たっては、単に、〈1〉事実として、結果発生の可能性があることを予見できたか、及び、〈2〉物理的に結果回避ができたかのみならず、〈3〉何らかの対応が法的に求められるべき程度の予見があったか、及び、〈4〉法的に求められる方法によって結果回避ができたかが問題となるものであるから、その判断の前提としては、本件原発を含む原子力発電所が、どのような性質を持ち、国法上どのような地位が与えられているかが考慮されるべきである。そこで、まず、その点について、判断することとする。

(2) 原子力発電所の有用性及びその法的地位

前記前提事実四第2の2及び3記載のとおり、本件事故当時の原子力基本法において、原子力の利用を推進することによって、将来におけるエネルギー資源を確保し、学術の進歩と産業の振興とを図り、もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与することが目指されており、炉規法が原子力基本法の精神にのっとり、核燃料物質及び原子炉の利用を認めていることからすると、我が国国法上、原子力発電所はエネルギー資源確保等のため有用な施設として意義が与えられているものと解される。

このように原子力発電所が有用なものとして法律上認められていることからすると、それに求められる法的な安全性は、絶対的(100%事故が生じない)なものではなく、相対的なもので足りる。

(3) 原子力発電所の潜在的危険性及び許容される要件

相対的な安全性で足りるといったとき、その程度が問題となる。そして、その程度は、実際に一度重大な事故が起こったときに生じ得ることが想定される被害の内容、性質及び程度とそれを防ぐために必要な社会的コストを比較衡量して判断すべきものであるが、その判断に際しては、法の趣旨、国際的な水準等を勘案した上で、社会通念、すなわち合理的な一般人又は我が国一般国民が原子力発電所に如何なる程度の安全性を期待するかを斟酌すべきものと解する。

そこで、まず、想定される被害を検討する。原子力発電所は、核分裂性物質を燃料とし、核燃料が連鎖的に核分裂反応を起こすことで発生する熱エネルギーを利用するものであるところ、その過程で人体に有害である放射性物質(核分裂生成物)を発生させるものである(前記前提事実二第1)。すなわち、原子力発電所は、その稼働により、内部に多量の人体に有害な放射性物質を発生させるものであり、その安全性が確保されないときは、炉心が損傷し、圧力容器も損傷し、さらには、格納容器の機能までも喪失する極めて重大な事故に至り、放射性物質が格納容器外に大量に放出され、その結果、我が国国民等である当該原子力発電所の従業員やその周辺住民等の生命、身体に重大な危害を及ぼし、周辺の国土の環境を放射能によって汚染するなど、極めて深刻な災害を引き起こすおそれがあるものである。このことは、既に前記前提事実六第2及び第3において認定した事実からその一端がうかがえ、後記第二の一第2で認定する本件事故による現実の被害が、多数の国民等の生命、身体に重大な危害を及ぼし得るものであっただけでなく、現実には十万人を超える避難指示等区域内外の避難者を創出し、その避難者の人格的利益及び財産的利益を侵害し、その避難者の人生そのものを変えてしまうばかりでなく、我が国の国土等の環境にまで広範に、長期的に、不可逆的に、甚大な被害を与え、国家予算等、ひいては、最終的に租税等の形でそれを支出等する国民等に対して重い負担を与え続けているものであること(原賠法18条、原子力損害賠償紛争仲裁機構法(前記前提事実七第1の2)参照)からも理解できる。そして、本件事故当時の原子力基本法2条は、「原子力の～利用は、～安全の確保を旨として、～行うもの」とし、本件事故当時の炉規法1条は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の利用による災害を防止し、及び核燃料物質を防護して、公共の安全を図るために原子炉の設置及び運転等に関する必要な規制等を行うこと等を目的としており、同法24条1項3号及び4号は、実用発電用原子炉の設置許可の要件として、実用発電用原子炉を設置しようとする者に原子炉の運転を適確に遂行するに足る技術的能力を、その原子炉施設の位置、構造及び設備が原子炉による災害の防止上支障がないものであることを要求し、さらに同法は、後続規制として設計及び工事方法の認可、工事及び性能についての主務大臣の検査、主務大臣の毎年一回の定期検査等の規制を設けていたが、我が国の実用発電用原子炉については、本件事故前において電業法が同様の規制を設けており、同法が適用されていた(前記前提事実四第2の2及び3)。本件事故当時の電業法は、電気工作物の工事、維持及び運用を規制することによって、公共の安全を確保し、及び環境の保全を図ることを目的とし、原子力発電所について上記炉規法と同様の規制を設けていたほか、同法39条1項において事業用電気工作物を設置する者に対して技術基準適合義務を定め、同法40条は経済産業大臣の技術基準適合命令権限を認めていた(前記前提事実四第2の4(1))のものである。さらに本件事故当時の原災法は、炉規法等と相まって、「原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護することを目的」とし、原子力事業者が「原子力災害の発生を防止に関し万全の措置を講じ、原子力災害が生ずる蓋然性を含む原子力災害の拡大の防止に関し必要な措置を講ずる責務を有することを定めている(前記前提事実四第2の6)。これらの法の趣旨は、原子力発電所の上記性質を踏まえ、原子力発電所が引き起こすおそれのある炉心損傷を伴う重大な事故(特に、格納容器機能が喪失する極めて重大な事故)及びそれによる深刻な災害を万が一にも起こらないようにするためのものであると解され、またその趣旨や考慮されている被害の性質等に鑑みると、少なくとも炉規法24条1項3号及び4号、電業法39条1項及び40条は、原子力発電所周辺に居住し、その事故等がもたらす災害により直接的かつ重大な被害を受けることが想定される範囲の住民の生命、身体、環境的利益、人格的利益及び財産的利益等を個々の個別的利益としても保護しているものであって、原子力事業者である被告東電に対して、上記範囲の住民との関係で、原子力発電所が引き起こすおそれのある重大な事故及び深刻な災害を万が一にも起こらないようにする程度の安全性を維持する義務をも定めているものであると解するのが相当である。(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頁(e n 原発最判)、最高裁判所平成4年9月22日第三小法廷判決民集46巻6号571頁(もんじゅH4最判)参照)

(4) 原子力発電所において求められる安全性の程度

このように、原子力発電所は、国民等である近隣住民等一人一人、国家全体及び国民一人一人に対しても甚大な被害を与える極めて重大な事故及び深刻な災害を引き起こし得るものであるという意味において、潜在的に、極めて大きい危険性を有している施設であって、誰もが自由に設置、運転をできるものでなく、一定の安全性(原子力発電所が引き起こすおそれのある重大な事故及び深刻な災害を万が一にも起こらないようにする程度の安全性)を備えた施設において、一定の安全性(原子力発電所が引き起こすおそれのある重大な事故及び深刻な災害を万が一にも起こらないようにする程度の安全性)を備えた運転等が期待される場合に初めて被告国の許可等によって認められるものである。

そこで、その求められる安全性(上記「重大な事故及び深刻な災害」並びに「万が一」という言葉が想定する安全性)の具体的な程度であるが、これについては、前記(3)の第1段落で述べたとおり、実際に重大な事故が起こったときに生じることが想定される被害の内容、性質及び程度とそれを防ぐために必要な社会的コストを比較衡量して、法の趣旨、国際的な水準等を勘案し、社会通念、すなわち合理的な一般人又は我が国一般国民が原子力発電所に如何なる程度の安全性を期待するかを

十分に斟酌して決定すべきものであるところ、前記(3)で指摘した一度重大な事故、特に、格納容器機能が喪失する程の極めて重大な事故が起こったときには、甚大な被害が起こり得るものであること、そのことを踏まえて、設置許可等の規制をすべき被告国の機関である原子力安全委員会安全目標専門部会が、発電用原子炉施設の性能目標として、既設炉を含めて、炉心損傷頻度は1万年に一度、格納容器機能喪失頻度は10万年に一度の両方が同時に満足されることであるとしたこと(前記認定事実第1の1)、国際的にも同程度の安全性が求められ、設計基準事象を超える自然災害を含むSA対策に対する深層防護も求められていること(前記認定事実第1の2及び3並びに第3)を十分に斟酌することが必要である。

3 予見義務違反

(1) 予見義務の対象

ア 当裁判所の見解

原告らは、予見義務の対象を、重大な事故を起こすべき津波、すなわち、O. P. + 10mを超える津波とし、他方、被告東電は、本件地震及び本件津波と同程度の地震及び津波と主張するので、どのように考えるべきかが問題となる。

確かに、原告らが主張するとおり、O. P. + 10mを超える津波が本件原発に到来すれば、後記イで詳述するように、全電源喪失が起き、炉心が損傷する重大な事故及びそれが進展したときは格納容器機能が喪失する極めて重大な事故が起こることは想定できる。もっとも、予見義務の対象をそのように設定した場合、被告東電に求めるべき結果回避行為が、本件津波の到来による炉心が損傷する重大な事故の発生を回避し得ない程度となることもあり得る(例えば、O. P. + 11mの高さの防潮堤、又は、その高さへの配電盤等の高所設置によって、本件津波の到来による炉心が損傷する重大な事故の発生を回避できたかについては検討を要する。)ため、予見義務の対象を本件津波と同程度の津波と設定した場合とで、被告東電の義務違反の有無が異なり得ることが考えられる。

他方で、被告東電の本件地震をも予見義務の対象とする主張については、下記において認定判断するとおり、本件事故は、直接的には本件津波によって招来されたものであること、全電源喪失による冷却機能の喪失からの回復の場面で、本件地震が阻害要因となったことがうかがわれるが、本件原発敷地における震度は6強であって、一部を除き本件原発の想定範囲内であったと解されることからすると、本件地震が、本件津波と本件事故の因果関係を否定すべきものとははいえないこと、予見義務の対象に因果の詳細な経過は不要と解するべきであることからすると、予見義務の対象を本件津波と同程度の津波と設定し、それを想定した結果回避行為を問題とする場合にも、本件地震を予見の対象とする必要はない。

このように考えると、結果回避義務を検討するために、本件においては、予見義務の対象としては、(ア)本件津波と同程度の津波及び(イ)本件原発1～4号機建屋敷地高であるO. P. + 10mを超える津波と分けて考えることとする。

イ 本件事故経過についての予見について

前記前提事実第二第2の3(2)、(3)ア及び別紙一七、八記載のとおり、本件原発は、本件原発1～4号機建屋敷地高であるO. P. + 10mを超える津波が到来すれば、主要建屋まで津波が到達する可能性が十分あること、電源機器の位置及び構造、特にM/C等の電源盤が直流電源を含む給電の要となり、その設置位置が地下階に集中していること、本件原発の冷却機器の構造、特に電源不要とされている冷却設備であっても制御や弁の開放のために電源が要求されること及び最終的な排熱のためには交流電源が要求されていることからすれば、構造上津波に対して脆弱であって、被告東電はこのことを含めて本件原発の構造を熟知していたと推認される。また、前記前提事実第四第2の5(3)イ記載のとおり、昭和52年以降、安全設計審査指針における「電源喪失に対する設計上の考慮」の解釈としては、30分間の全交流電源喪失時に冷却機能を維持するために十分な蓄電池の容量等への要求という慣行で運用されていたものであるが、被告東電は、各国の状況を含めSA対策

(AM)の状況(被告東電において津波によるSAを想定したAM対策をとっていなかったことを含む。)や平成11年のルブレイエ原発外部溢水事故では外部溢水により電源喪失事故が生じていること(前記認定事実第2の7(2)、第3)について当然に認識している。そうすると、被告東電において、本件原発1～4号機建屋敷地高であるO. P. + 10mを超える津波が到来すれば、全電源が喪失し、冷却機能が喪失し、そのことによって本件原発において炉心が損傷するのみならず、格納容器機能が喪失し、放射性物質を大規模放出するという極めて重大な事故及びそれによる深刻な災害が起こり得ることは予見できたと認められ、この予見し得た内容は本件事故の基本的な因果の流れと一致するから、この内容をもって一定の結果回避措置を特定するのに十分な内容である。したがって、予見義務の対象としては、前記アの点のみを検討すれば足りる。

(2) 予見義務について

ア 結論

前記前提事実及び認定事実、特に、前提事実四第3(地震・津波に関する一般的知見)、五(放射線に関する基礎的知見)、六第2(避難指示等)、認定事実第1(原子炉に求められる安全性の程度等についての考え)、第2(地震、津波に関する知見等について)、第3(SA対策について)によると、次のとおりであって、これに反する被告東電の主張は、採用しない。

本件長期評価が出された平成14年7月31日から相応な期間内である平成14年中には、被告東電には、本件長期評価から想定される程度の津波について予見義務があったと解することが相当である。そして、本件長期評価から想定される程度の津波について予見義務があるときには、(ア)本件津波と同程度の津波の予見義務があると解すべきであり、少なくとも、(イ)本件原発1～4号機建屋敷地高であるO. P. + 10mを超える津波を予見する義務があったことは明らかである。

その判断の骨子は、後記イのとおりであって、その詳細については、後記ウ以下で述べる。

イ 判断の骨子

(ア) 本件長期評価から想定される程度の津波についての予見義務

(1) 原子力発電所の主要建屋設置エリアの敷地高を超える津波は、一般的に、原子力発電所において、長時間の全電源喪失を引き起こし得るものであって、その場合、冷やす機能及び閉じ込める機能が不全となり、炉心が損傷する重大な事故やそれが進展すれば格納容器機能が喪失する極めて重大な事故が起こり、甚大な被害をもたらす危険があるものであること、

(2) 本件原発は特に津波に脆弱な構造等であったこと、(3)平成5年の北海道南西沖地震津波において、既往津波を想定した防潮堤では対処できなかった津波の到来によって、多くの人命が失われた教訓から、平成9年の7省庁手引き及び4省庁報告書の作成前後から、我が国の津波対策は、一般防災上においては、既往津波への構造物による対策から想定津波を含んだ構造物による対策に加え、想定津波を超える津波に対する防災教育や訓練も含んだ総合防災対策がとられるようになったこと、

(4) そもそも、津波は、その機序から科学的に発生頻度及び発生時の規模を予測することが困難であって、統計学的にみても、発生頻度が少なく、有史のみの記録から発生頻度や発生時の規模を予測することは困難なものであり、(3)はこの

ことへの認識を踏まえたものであること、(5)それらの点も踏まえ、有力な地震学者や津波学者から、防災を考えるには、例えば、安全裕度の観点から高さを倍とすべきである、原子力発電所に対しては、防潮堤頼みとするのではなく水密化を図るべきであるなどの指摘がなされていたこと、(6)他方、昭和61年のチェルノブイリ原発事故などの教訓から、原子力発電所の危険性に鑑み、IAEAや欧米諸国においては、外部事象を含めた設計想定外の事象が起きた時に備えるSA対策が一般化し、例えば、平成8年にはIAEAにおいて、第4層(SAが起きたときの影響緩和対策)、第5層(事故が発生したときの防災対策)までも求められるようになっていたこと、(7)被告東電を含む電事連等事業者側も、津波への対応は必要との考えから、平成11年に土木学会に津波評価の「パラツキや安全余裕」の技術的検討を行うことを依頼し、最終的に平成14年に津波評価技術が策定されていることからすると、平成9年頃以降においては、一般防災の場面でさえ、既往津波を超えた想定津波や想定津波を超えた津波を防災の対象としているものであって、一度炉心が損傷する重大な事故やそれが進展した格納容器機能が喪失する極めて重大な事故が起これば甚大な被害が想定できることから、原子力安全委員会安全目標専門部会が、性能目標として既設炉を含めて炉心損傷頻度は1万年に一度、格納容器機能喪失頻度は10万年に一度の両方が同時に満足されることであるとしていて、国際的にも同程度の安全性が求められている原子力発電所においては、国際的に外部事象によるSAにも対策を講ずるべきであるとされていたことも併せ考えると、発生可能性や頻度を科学的に一義的に特定することが困難な津波について、安全側に立って、科学的な立証や学会の統一の見解の形成までではなくとも、相当な権威のある機関や専門家等によって相当な手続で、相当な根拠をもって作成された科学的に十分に合理的な見解に基づく結果に関しては、予見義務があると解することが相当である。

このように考えると、後記エで詳述するように、津波に対する防災のための被告国の機関であって、当時の有力な地震学者及び津波学者が集った推進本部が、平成14年7月31日に公表した本件長期評価は、相当な権威のある機関や専門家等によって相当な手続で、相当な根拠をもって作成された科学的に十分に合理的な見解であると認められ、本件長期評価が、「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」(本件長期評価で示された日本海溝寄り領域)においてM_t8.2程度の津波地震が、本件原発である福島県沖日本海溝寄り領域も含む同領域の特定の海域では、今後30年以内の発生確率6%前後、今後50年以内の発生確率9%程度であると推定したことによって、被告東電においては、後記オで詳述するように、本件長期評価の公表時から数か月以内に、後に被告東電平成20年推計と類する計算をすれば、上記の確率と推定された津波地震及びそれによって想定される津波が起ることを予見し得、また予見義務があったと解される。

(イ) 本件長期評価から想定される津波が起ることについて予見義務があるときの帰結

a 本件長期評価から想定される津波を直接的、具体的に特定する証拠はない。ここで、被告東電平成20年推計もその特定を目指したものであるところ、それについては、前記第2の1(4)においてafが述べるように茨城県津波浸水想定図の作成のように波源モデルを操作したものではない等の点においては、正確性に疑義があり、本件長期評価の震源想定を前提とした場合に、どのような波源モデルが合理的であるのかを認めるに足りる証拠はなく、合理的なものを採用したときに、その数値が被告東電平成20年推計より津波高が低くなる等の可能性もあるが、逆に高くなる等の可能性もある。また、考え得る想定限界が被告東電平成20年推計であるとして、前記認定事実第2の9(1)のとおり、ある程度科学的に解明が進んでいる地震動において重要施設については概ね建築基準法に従った方法で定められる地震力の3倍の地震力に耐えられる強度が求められるときに、より解明が進んでいない津波に安全裕度を一切考えないことは合理的でない。そのように考えると、本件長期評価から想定される津波が起ることについて予見義務があるときは、本件津波と同程度の津波にも予見義務があると解することが相当である。

なお、津波に対する安全裕度に関しては、被告東電は津波評価技術のパラメータスタディにおいて不確実性を考慮しているため、それ以上の安全裕度を設ける必要はないと主張していると解されるが、パラメータスタディという手法が津波の不確実性に対する可能性をすべて考慮しているものであることを具体的に裏付けるべき事実の主張、立証はない。かえって、上記でのafが指摘からも分かるように、そもそも前記認定事実第2の4(2)記載のパラメータスタディの手法自体が、波源をどのようにとるかによって結論が変わり得るものであること、海底の地形を前提とした計算をするものであるのに、当該結果を算定するに際して関連する海底について想定する状況が客観的な地形と合致していることの立証がないこと、格子のとり方で津波波高が変わり得るものであることなど、手法自体は津波の不確実性に対する可能性を考慮している手法であるとしても、それに導入する基本データ自体で数値が変わり得るものであって、当該地域においてパラメータスタディに導入する基本データが適切であるとの立証もなく、その手法を採用したことだけから津波の不確実性を十分考慮しているとはいえない。また、地震学者や津波学者の理解を見ても、まず津波評価技術を策定した土木学会津波評価部会において前記認定事実第2の4

(3)記載のとおり、補正係数又は安全率に関する有意な議論がされたとはうかがわれず(aeが政府事故調査委員会に対してこの議論がなかった、と述べているのは前記第2の1(5)記載のとおりである。)、むしろ議論が百出している状況であった。さらに、前記第2の1(4)記載のとおり、afは施設の重要度に応じた工学的な安全率を見込むのは事業者や被告国の役割であって津波評価技術の射程ではないとし、また前記第2の1(5)記載のとおり、aeの政府事故調査委員会の聴取に対する回答によれば、土木学会は耐震バックチェックにおいて「少しでも上回っていればセーフ」という考え方に常に疑問を呈していたことがうかがわれるものである。以上に鑑みれば、津波評価技術におけるパラメータスタディだけで津波の不確実性が考慮され尽くされており、それ以上に安全裕度を設ける必要はないとはいえない。

b 仮に、より保守的に考え、本件長期評価から直接想定されるべき津波からは本件津波と同程度の津波までの予見義務はないとの見解を採用したとしても、少なくとも、本件原発1～4号機建屋敷地高であるO.P.+10mを超える津波は想定でき、それを予見する義務があったことは明らかである。

ウ 本件原発の津波に対する脆弱性、本件長期評価以前の津波の評価及び原子力発電所の安全性に関する見解
前記イで指摘した点について、一部詳述する。

(ア) 本件原発の津波に対する脆弱性(前記認定事実第2の1(1)、3(3)、9(3))

被告東電は、遠地津波であるチリ地震津波によるbq港におけるO.P.+3.122mを最高潮位として申請している。これは、本件原発敷地南方約50km地点に位置するbq港での潮位をそのまま最高潮位としており、津波の挙動(前記前掲事実四第3の2、後記(イ))からすると、地形によって津波の高さは変わるものであるから、後方的にみれば、既往津波を前提とするとしても合理的とはいえない潮位設定であり、近地津波については考慮さえされておらず、本件原発はその敷地高からして津波に対して脆弱であった。現に平成12年2月頃、被告国の指示を受け、電事連が作成した文書によると、4省庁報告書等を踏まえた数値解析の1.2倍の津波波高を評価した場合に津波の影響を受ける原子力発電所は、全国で19の原子

力発電所等のうち、本件原発を含む2か所のみであった（前記認定事実第2の3（3））。また、保安院のd g審議官は、本件原発は「敷地があまり高くなく、もともと津波に対しては注意が必要な地点」との認識を持っていた（前記認定事実第2の9（3））。

さらに前記（1）イ記載のとおり、本件原発の構造は、敷地高を超える津波に対し、脆弱であった。また、運用面からも後記（エ）のとおり、被告東電において津波によるSAを想定したAM策は想定されていなかった。

（イ） 津波の機序並びにその発生及び高さの予測について（前記前提事実第3の2）

津波は、波源に起こる地震、地滑り等が海中の海水を大きく移動させ、それによって起こる波が、海中や海上を伝播し、それが陸に到達し、陸上をも遡上することによって起こるものである。ここで、伝播の過程において津波に影響を及ぼすものは様々ある。例えば、一般に津波高は沖合よりも陸地に近づくほうが高くなるといえるものの、海岸や海底の地形条件により地域差がみられ、例えば、沿岸の防波堤や護岸に到達したときは、前進する海底から海面までの水の移動が防波堤で堰き止められることにより、理論的にも海水の運動エネルギーは瞬時に位置エネルギーに変換され海面がせり上がることとなり、理論的には2倍となるとの指摘もあること、波の性質から同じような波が足し合わされると高さ2倍を限度として高くなること、そうすると、海岸に高い垂直壁がある場合、進行波と反射波が足し合わされ、垂直壁のところで瞬間的に高さが2倍となるものであること、1回の地震によって発生した場合であっても、津波は、最短経路で進んでくる津波のみならず、別の海岸で反射してくる波や水深変化が複雑な海域を経由してくる波などがあるから、繰り返して来し、初めに到来する波（第1波）が最も高い津波とは限らないこと、陸上に遡上した後もその地形や建築物、障害物の影響を受けることなど、伝播の場面をとるだけでも、その高さ、大きさ及び速さなどに対し、影響を与える要素が極めて多く、予測が困難である。したがって、海岸のある地点での津波の発生頻度及び規模を厳密な意味で科学的に予測するためには、波源となるべき地震等の発生頻度、その規模及びそれによる海底の動きを知った上で、波源モデルを予測することは当然として、伝播と関連する海底の状況や陸上の地形・建築物並びに潮位や潮の流れなどを正確に理解した上で、それらが津波の伝播にどのような影響を与えるかについて考慮を必要とする。そして、本件長期評価時点において（本件口頭弁論終結時においても同様である。）、現実には波源となるべき地震自体についても未だ科学的な解明が途上であって、完全に予見する技術は確立しておらず、津波に関してはより解明が進んでいない状況であった（パラメータスタディの評価は前記イ（イ）aのとおりである）。特に、津波に関しては、約400年間の記録しかなく、その記録も特定性に乏しいものもあり、その後進んでいる地質学的な検討を加えても、過去の津波を踏まえ、確率的・統計的に頻度を予測することも、その性質上困難なものである。

（ウ） 津波学者や地震学者の津波に対する原子力防災における考え方

前記認定事実第2の3（3）及び前記第2（6）記載のとおり、1pやapなど、津波学者や地震学者の中には、上記の津波の性質から、防災の観点からは、安全裕度を2倍とすべきであるという考え方や津波に対しては防潮堤などで対応することは困難で、水密化で対応をすべきであるとの考えを表明する者もあった。

また、前記イ（イ）a記載のとおり、afは、安全裕度は、科学者が考えるべきことではなく、事業者や被告国が考えるべきものであるとの考え方をとっていた。

（エ） 我が国の防災一般における津波対策の変遷（前記認定事実第2の2、3（1）、（2））

我が国においては、かつては、津波対策は、高地移転のほか、既往津波の到来を前提とした防潮堤等の構造物の建築が主であった。しかし、平成5年北海道南西沖地震津波においては、既往津波を前提とした防潮堤が存在したのに、それを越えた津波が到来し、200人を超える津波犠牲者を出したことから、既往津波を超える想定し得る最大規模の津波を想定した構造物の建築や既往津波や想定津波を超える津波の到来の可能性も考慮した上で、防災教育や避難訓練などのソフト面を組み入れた総合防災対策がなされるようになった。その観点から、平成9年3月作成の7省庁手引き及び同月報告された4省庁報告書においては、津波防災施設の整備において既往地震のみを考慮するのではなく、想定し得る最大規模の地震も考慮することがうたわれ、津波防災施設の対象とした既往津波及び想定津波を上回る津波への備えの必要性が指摘された。特に7省庁手引き別冊「津波災害予測マニュアル」では防潮堤等の構造物の設計では必ず余裕高をつけ加えることで大きな間違いの確率を下げることができること、それでもなお完全に津波を防げるとは限らないことが指摘され、4省庁報告書でも津波防災施設の整備に依存した防災対策には限界があることが指摘された。

（オ） 国際的なSA対策と我が国におけるSA対策（前記認定事実第3参照）

昭和54年のスリーマイル島原発事故及び昭和61年のチェルノブイリ原発事故を受けて、欧米及びIAEAでは、外部事象を原因とするものを含め、設計想定を超える事態におけるSA対策が検討、採用されるようになり、IAEAにおいても、平成8年において、SAが起きたときの影響緩和対策である第4層、事故が発生したときの防災対策である第5層まで記載した深層防護が定められた。他方、我が国においては、上記事故以降SA及びそれに対する対応であるAMが当時の原子力発電所の規制庁である通商産業省を中心に検討がされ、平成4年には平成4年通産省通達が発出されたものの、我が国原子力発電所の内部事象PSAの試算値がIAEAにおける目標水準である 10^{-6} /炉・年、既設炉が 10^{-4} /炉・年よりも安全な水準であったなどと判断していたため、外部事象によるSAを想定せず、よって外部事象に対するAMも想定せず、またAMを、事業者の自主保安として位置付けたものである。もっとも、その試算値の算定が合理的であることを裏付けるに足りる証拠はなく、かえって、津波を含む外部事象は考慮されていない（なお、内部事象に基づく事故の発生確率が低いことがなぜ外部事象についてのSAやAM対策をとらない根拠となるかについて、認めるに足りる証拠はない。）。また、その後、我が国の防災一般における津波対策の変遷や津波についての知見の進展があったことに対応して、被告東電において、津波によるSAを想定したAM対策をとるということはなかった。

（カ） 前記（ウ）及び（エ）に対する被告東電を含めた電事連及び通商産業省の対応並びに津波評価技術（前記認定事実第2の3（3））

平成9年6月以降、4省庁報告書等やそれに関連して話題となった想定し得る最大規模の津波を算出するに際しての誤差について裕度を考えて最大2倍とする考え方を踏まえると、本件原発を含む多くの原子力発電所において敷地高やポンプ高を超えることとなるため、電事連は、通商産業省と、様々な協議、検討をした上で、土木学会に津波評価の体系化研究を依頼し、そこで津波評価をしてもらうこととした。

エ 本件長期評価の検討

（ア） 本件長期評価の性格（前記認定事実第2の5（1））

推進本部は、地震防災対策特別措置法に基づき設置された被告国の機関であり、その設置趣旨は、阪神・淡路大震災を踏ま