

その上で、日本海溝について、陸域近くと海溝軸付近という形に二つに分けて、三陸沖北部では参照すべき地震がかなりあるため、それを踏まえて強震動と津波を考えること、三陸沖中部は陸域では被害になるような地震を想定する必要はなく、沖合には昭和三陸地震や明治三陸地震などの津波の被害を発生させた地震があるので、これらを対象とすべきこと、福島県沖については、昭和13年の事例が知られており、プレート内、プレート間の各々について強震動の対象とすることなどが示された(以上、甲A118・11、12頁)。

(エ) 上記(ウ)の報告を受けて、審議が行われた。

10 a 中央防災会議においては過去に起きた地震を対象に検討したいというのが基本的な方針であり、それはそれでよいが、他方、推進本部が、まれに起こる地震、例えば昭和三陸地震といった正断層地震や明治三陸地震のような特異な津波地震について、非常にまれなケースで繰り返し起こることは全く保証されていないものの、それらに似たタイプの地震が別の場所で
15 起こるのではないかということを考えており、過去の事例に重点を置くことによって過去に経験のない福島県、茨城県沖で巨大津波が起こるとい
う事態を一切切ってしまうてよいかという指摘があった。これに対し、事務局から、まれに起こる可能性のある地震と繰り返しを確認されている地震とを同じ防災対策として取り込むのはいかなものかと考え、一定の線
20 引きをしたという趣旨の回答があった。

これに追加して、防災対策を立てる際の重点付けについて、どのように考えるべきかという質問があり、科学的な知見を基礎に議論されるべきであるが、政治の世界つまり人間生活や財産といったものについての影響を考えると、およそ起こりそうにもないということであれば、それは重点の
25 置き方として近々に大きなものが起こる方を優先するとは思いますが、その整理ができるところまで議論が深められているのかといった発言があった。

また、あらゆる地震を想定し、実際には起きないかもしれないが、この
ぐらいを覚悟すべきとして予防対策用のシナリオを考えるに際して、過去
に起きたものだけを考えて作るとすると、まれであるが起こる可能性があ
るものを排除することになること、多くの研究者は明治三陸地震が繰り返
すとは思っていないし、昭和三陸地震が繰り返すとも思っていないが、そ
の程度のことは隣の領域で起こるかもしれないということは考えており、
それが予防対策から排除されることについて覚悟しなければならないとの
意見もあった（以上、甲A118・21～24頁）。

b 続けて、まれに起こる現象というのはわかっていないだけで、繰り返し
間隔が長いので見ていないだけと考えるのが科学的には合理的であるこ
と、便宜的に我々が知っている地震に基づき被害想定をする考え方に反対
しないが、その場合、国民に対してそのようにしたことを強調する必要が
あるという趣旨の発言があった。

また、地質学的資料からの検証にも配慮された形となっているが、歴史
時代に起こった地震をある地域だけの代表と見るのではなく、もう少し広
いプレートテクトニックな枠組みで見た場合の領域の共通性も踏まえて
より広い範囲で評価すべき場合もあるのではないかと、それを同じように切
ってしまうのは少し問題ではないかという趣旨の発言があった（以上、甲A
118・24～26頁）。

c 地震学や地質学の立場から、日本の北の方の歴史的な地震が記録上どの
程度わかっているのかとの質問があり、東北地方ではおよそ400年程度
との回答があったのに対し、この程度の期間で議論してよいのかという感
じがあるとの意見があった。

また、貞観地震等に関して、その規模とメカニズムは分からないが、被
害が大きかった事実があり、最近、堆積学的な根拠が出つつあり、福島県
沖に非常に大きな影響を与えることもあり、切り捨てないでほしいといっ

た意見もあった。

事務局からの資料に関して、実際に過去に起こった地震をベースに考えていきたいため、福島県沖、茨城県沖の巨大津波を起こすような地震についてどう考えるかといったところは今回対象にしない形としたが、その理由をもう少し整理すべきとの意見があり、これに対し、事務局は、時間を
5 いただき整理したいと回答した。

また、非常にまれな地震で、ある領域で繰り返すことがないと思われるものを対象とするのではなく、それと同じような地域が隣にあり、むしろそちらで次に起こると思っているのであるから、先手必勝でそちらを対象
10 とすべきではないかといった意見があった。これに対し、防災対策として、人、時間、金を投資する以上、過去に起こったことをベースにする方が一般的合意を得られやすいという事実があり、まだ起こっていないが隣の方が起こりやすいということについて、一般の人が納得できる理屈や根拠を
15 教えてほしいとの意見が出された。それに続き、昭和三陸地震はプレートが曲がって折れたことにより発生したものであるから、その隣の領域のプレートが折れていなければいつか折れるという考え方が普通であり、正断層は昭和三陸地震よりもむしろ南を考える方が将来の予防の点で意味があるし、津波地震も同様であるとの意見があった。また、既に水掛け論になっているので、先手必勝のためには津波調査の抜けている福島県沖とか
20 の特定の場所を調査するなど、必要な調査研究を積極的に推進することが重要であるとの意見もあった（以上、甲A118・26，27，29～31頁）。

d 防災対策を立てる際の基本的考え方として、これまで、東海・東南海、首都直下になり、今日本海溝・千島海溝ということで検討しているが、全体を通してどう考えるのかという質問について、事務局から、防災の基本
25 としては、財政的な面や人口の高齢化などを踏まえ、そういった中での地震の活動期に備えて、効果的に人や金の配分を考えるということになるこ

と、今回の提示は、有効的・効率的なものとするために過去の地震に相当のウエイトを置く方がよいのではないかということであるが、そうではないとの見方も示されたので、上記基本を踏まえて、どう考えていくのかを時間をかけて検討したいという趣旨の回答があった(甲A11・8・31, 32頁)。

ウ 北海道WG報告書

(ア) 北海道WG(委員は、座長笠原教授、佐竹委員、谷岡勇市郎北海道大学助教授(当時、谷岡・佐竹論文の共著者、以下「谷岡准教授」という。)、今村委員などである。)

は、日本海溝等専門調査会の付託を受け、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として、繰り返し発生が知られている千島海溝・日本海溝のプレート間地震の規模・震源域などのほか、明治三陸地震、昭和三陸地震等による津波についての検討を行ってきており、これらの知見に基づき、日本海溝周辺の地震による津波などについて、防災対策の観点から今後検討すべきと考えられる地震像(断層モデル、強震動、津波高さ)を、プレート間地震及びプレート内地震別に、領域ごとに整理し、平成17年6月22日、上記報告書を取りまとめた(甲A341・1頁)。

(イ) 津波の検討として、領域ごとに過去の発生事例を整理し、繰り返しの可能性を検討するとともに、津波を発生させる断層領域の推定を行った。津波を発生させる断層領域は、強震動を発生させる断層領域を基本とし、プレート間地震では海溝軸付近まで広げた領域について検討した。津波を発生させる断層モデルの推計に当たり、インバージョン手法を主体として計算した。

このうち、特に大きな津波をもたらしたプレート間地震としては次のとおりである。

明治三陸地震(津波概要として、M8.5, Mw8.4~8.5, Mt8.2, 津波高さは綾里白浜21.9m, 越喜来吉浜24.4m, 田野畑羅賀22.9m, 三陸海

岸（青森～岩手）3～10 m以上，（宮城）2～5 m以上，石巻0.6～1.8 m）について，推定した断層モデルは海溝軸付近での変異が大きい断層で，Mw 8.6とした。

慶長三陸地震（史料から推測される津波高さは，山田小鳥谷22.5 m，田老21 m，浦河2.5 m。宮古・津軽石7.5 m，船越11 m，岩沼7 m，相馬4.5 m，その地震像はこれまで解明されていない。）について，津波データが少ないが，陸前高田市以北における津波高さが明治三陸地震のものと同程度と考えられ，断層モデルの北側の領域は明治三陸地震の断層モデルと同じものを用い，南側の領域は陸側のやや深い領域に一樣な断層変位を設定したモデルで津波計算を行ったところ，おおむね史料からの津波高さを説明できるものとなっている。陸前高田市より南側の津波データが少なく，全体像としての断層モデルを確定できなかった。

延宝房総沖地震（史料から推測される津波高さは，塩釜4 m，岩沼4 m，小名浜4 m，銚子から九十九里4～7 m，安房勝浦（新官）8 m。八丈島8～10 m，その地震像はこれまで解明されていない。また，この地震の繰り返しは確認できていない。）について，史料の調査の結果，松島湾塩釜及び安房勝浦のものについて信ぴょう性に問題があり，これを除き検討することとし，津波データが少ないことから，幾つかの断層モデルを想定して津波の試算を行ったが，確定的なものとは得られなかった。しかし，福島県沖・茨城県沖の海溝側及び房総沖に断層変位を持つ断層モデルは，茨城県から千葉県の高さをおおむね説明できるものとなっている。

貞観地震（大きな津波が仙台平野を襲い，1000名が溺死したとの史料があるが，それ以外の史料はほとんどなく，地震像は解明されていない。）について，史料がないため，断層モデルの検討は行わなかった（以上，甲A341・3，8～10頁）。

(ウ) 防災対策の検討対象とする地震について，三陸沖北部，宮城県沖等において繰り返し発生が確認されており，影響も大きいことから，これらの領域の

プレート間地震については防災対策の検討対象とすべきであるが、福島県沖・茨城県沖の領域については繰り返しを確認されておらず、影響も小さいことから、防災対策の検討対象から除外してよいと考える。

また、特に大きな津波をもたらしたプレート間地震の留意点として、明治三陸地震と同タイプの地震は確認されていないものの、慶長三陸地震は明治三陸地震と同様の海溝軸付近の領域を破壊した可能性が高いことが分かり、このことから、繰り返し周期について不明であるが、この領域は同様の地震が繰り返して発生するものとして取り扱うことが適切と考える。発生した場合の被害が甚大であることも踏まえ、防災対策の検討対象とすべきである。

慶長三陸地震は、その全体を説明する断層モデルを得ることができず、防災対策の検討対象としないが、この地震の北側の領域について、明治三陸地震の断層モデルの津波により防災対策の検討が行われることとなる。ただ、陸前高田市以南さらに福島県北部沿岸において津波が大きかったという史料があり、これらの地域の防災対策の検討を行うに当たり、留意する必要がある。

延宝房総沖地震の繰り返し発生が現時点において確認されておらず、防災対策の検討対象から外してよいと考える。断層モデルについて、史料は少ないものの、茨城県から千葉県の津波高さの過去史料をおおむね再現できるモデルが得られており、過去大きな津波が来たことを考慮し、これらの地域において防災対策の検討を行うに当たり、この結果を参考とすべきである。

貞観地震について断層モデルの検討を行っていないが、この地震により仙台平野で1000人が溺死したという記録があり、地域における防災対策の検討を行うに当たり、留意する必要がある。最近の仙台平野を中心としてこの津波堆積物に関する調査の事例があり、更なる研究の発展を期待したい(以上、甲A341・11, 12頁)。

(エ) 特に切迫性が高いと考えられる地震として、上記(ウ)の地震は指摘されて

いないが、今後の調査研究の課題として、資料が十分ではない貞観地震、慶長三陸地震及び延宝房総沖地震については、北海道から房総沖の津波堆積物の調査等により地震像の解明が進展することが強く望まれる（甲A341・13頁）。

5 エ 平成17年6月22日の中央防災会議の審議状況等

(ア) 同日付けの「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」における資料の中で、延宝房総沖地震の津波を発生させる断層モデルの推定について、千葉、茨城についておおむね説明できる形となっているが、福島県内のデータがなく、小名浜から四倉まで再現できているかどうか不明であることなどが示された。

10 明治三陸地震と慶長三陸地震とを合わせて、そのデータをみると、従前の説明と同様に明治三陸地震の領域そのものが繰り返すと整理できること、貞観地震について完全に検討できていないこと、明治三陸地震の津波の再現計算、慶長三陸地震について、明治三陸地震の断層域を南側のやや深いところ
15 につけるとおおむね再現できること、明治三陸地震及び慶長三陸地震について、慶長三陸地震を最初にして繰り返していること、延宝房総沖地震について、プレート間地震と考えられるが、現時点でその繰り返し発生が確認されていない地震として区分したこと、Mwについて、明治三陸地震は8.6として求めたことなどが説明された。

20 また、繰り返し性があるかどうかについて、今回の防災対策の対象から外れたものについても、今後の調査研究に委ねること、その一つに津波堆積物の調査があり、貞観地震、慶長三陸地震、延宝房総沖地震など、資料が十分ではないきらいがあるので、津波堆積物の調査の進展が望まれることが説明された（以上、丙A176・3, 4, 6, 10～14頁）。

25 (イ) その審議の中で、日本海溝・千島海溝について、完全に繰り返しているが、様々な地震があり、その間隔は、歴史資料が十分ではないこともあり、東南

海などほど周期的ではないこと、その中で一番よくわからないものが明治三陸地震の領域であり、慶長三陸地震と同じ領域で繰り返しているとする、約300年であり、今100年しかたっておらず、後200年あるのか、100年なのか、何年という風にとらえると明治三陸地震は評価が難しいこと、500年間隔地震は少なくとも300年から600年のばらつきで見ると、400年たっているとする、見方によっては切迫していると見えるといったことがあること、検討してきた地震の中で、周期的にはっきりしているものは40年間隔で発生している宮城県沖地震があること、この地震は連動するかもしれない心配があるので、津波も含めて連動タイプを計算したことが指摘された。

また、北海道WG報告書における切迫性が高いことの意味について、長期的な評価としての切迫性だけでなく、社会に対する影響度という問題も含めて理解したこと、この点、いわゆる千島海溝・日本海溝の基本的なM8クラスの地震は、100年以下の繰り返しで起きているから、どの場所もある意味ではかなり切迫しており、この「特に」と言っている意味の切迫性には、時間的な問題と影響の問題ということで、何かもう少し説明が必要となることといった指摘があった。

続けて、現在の学問の進展として、ゆっくりすべりが分かってきており、例えば、十勝沖地震の後かなり広域に東西に広がり、西では三陸沖北部があつて、切迫性が非常に高いこと、M8を超えると確率は低いというのが長期評価であるが、小さいM7.1か7.6なら非常に確率が高いこと、他方、西側の領域についてゆっくりすべりが非常に気になることが指摘された。

その後、切迫性が高いというだけで二つの例示がされると、誤解を招くこと、三陸沖北部は切迫性が高くないと言われると、地震学者の中でも異論のある人が結構いると思われること、もう少し限定的に言うなどする必要があるので指摘された。また、この作業の狙いとして、先手必勝型の手が打

5
10
15

てるかどうか、多少の批判のリスクはあるとしても、ある程度具体的に書けるところは事例を特化してもいいから書き、ほかはわからないと言ってもいいのではないかという意見もあり、続けて、長期評価においては確率ということで公表しているが、中央防災会議においては意識的に確率の数字を出さないで同じようなことを言うことに無理があり、それなら確率の数字を出したほうがよいが、意識的に確率という言葉を出さないなら非常に説明が難しいこと、ただ、三陸北部までここで追加して言うかどうかはどのような切り口で議論をまとめるのかによるとの意見もあった。

10
15

続けて、確率性から言うと、長期評価は、宮城県沖のように繰り返しの事例が多くある場合と、そうではなくある手順をとるとある値が出たというものと全部一緒になっていること、それが防災に直結することは推進本部自体がおそらく相当ちゅうちょすること、防災行政を行う上で長期評価をどのようにみるかはそれを評価しながら取捨選択し、その中をくみ取りつつ、具体的な施策を調査の中に組み込んでいくべきであること、今後も観測を続ける

15

といろいろな事例が出てくるかもしれない地域であるが、長期評価の確率論は、信ぴょう性のあるものからないものまで全くの玉石混交で、もう少し整理しないと防災にすぐ取り入れるにはいささか問題があると理解していることといった指摘もあった。

20

その上で、事務局から、切迫性をどう考えるか、遡って地震に対する防災がどうあるべきかという議論がされ、確率評価をどうとらえるかなど、根源的な議論だと思ふとの応答があった（以上、丙A176・35～40頁）。

オ 中央防災会議における取りまとめ

25

日本海溝等専門調査会は、平成18年1月25日付け「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」をまとめた。すなわち、これまでの検討を踏まえ、防災対象とすべき地震を選定し、その上で対象地震による揺れの強さや津波の高さを評価し、この評価結果をもとに被害想定を実施

し、予防的な地震対策及び緊急的な応急対策などについて検討し、地震対策の基本的事項などの検討成果を公表したものである(丙A26の1・4, 5頁)。
(ア) その中では、調査対象領域の分類については、長期評価による分類を基本としている。

5 プレート間地震のうち、三陸沖の海溝寄りで発生した明治三陸地震はいわゆる津波地震であるが、慶長三陸地震は明治三陸地震の震源域を含んだ領域で発生したものと推定されるから、明治三陸地震の震源域の領域は、このタイプの津波地震が繰り返し発生する領域と考えられる。

延宝房総沖地震の領域では、震源域を同じくする同タイプの地震の繰り返しの発生は現時点では確認されていない(以上、丙A26の1・6, 8, 9頁, 丙A26の2・54頁)。

10 (イ) 津波の推計のうち、津波を発生させる断層領域について、繰り返し地震が発生している領域では、その領域で発生した主たる津波の高さを重ね合わせたものを再現する「津波を発生させる断層モデル」を検討した。繰り返しの発生が確認されていない地震については、その地震による津波の高さを再現する「津波を発生させる断層モデル」を検討した。この検討においては、津波の高さ等の資料を用い、インバージョン手法により津波を発生させる断層モデルを推定した。津波は、強震動を発生させる断層領域(震源域)での急激な断層の変位のみではなく、それよりもやや緩やかな断層の変位に伴う海底の地殻変動によっても発生するため、津波を発生させる断層領域は、震源域より広いことがあり、津波の断層モデルを推定するに当たっては、強震動を発生させる断層領域よりもやや外側に拡張した領域を対象とした(丙A26の1・13頁)。

25 (ウ) 大きな地震が繰り返し発生しているものについては近い将来発生する可能性が高いと考え、防災対策の検討対象とする。三陸沖北部の地震、明治三陸タイプ地震、宮城県沖等の地震が検討対象となる。他方、福島県沖・茨城県

沖のプレート間地震は除外される。なお、延宝房総沖地震は、プレート間地震と考えられるが、それ以前の同じタイプの地震の発生は、現時点において確認されておらず、繰り返し発生が確認されていない地震として区分する。今後、津波堆積物等の調査の進展を待って取り扱いを検討する(丙A26の1・13, 14頁)。

(エ) 貞観地震により仙台平野で1000人が溺死したという記録があること、慶長三陸地震について、宮城県陸前高田市以南さらに福島県北部沿岸において津波が大きかったという史料があること、延宝房総沖地震により宮城県から千葉県及び八丈島に至る広範囲で津波が大きかったという記録があることから、これらの各地域において防災対策の検討を行うに当たっては、これらの地震に留意する必要がある。昭和三陸地震による津波は明治三陸地震に匹敵する規模であり、三陸沿岸の広い地域で3mを超える大きな津波があり、唐桑笹浜(宮城県気仙沼市)、綾里白浜(岩手県大船渡市)などでは20mを超えるものであり、また、三陸南部に歴史資料上最大の津波をもたらしたことに留意する必要がある。

検討に当たり比較の対象とした過去の地震の震度や津波の分布は、当時の史料を基にしたものであり、十分な精度があるとは限らない。また、シミュレーションによる想定は、地震発生のメカニズム等を背景にしたものではあっても、パラメータ等の取り方でかなり震度や津波の数値が異なる。今後、各機関が具体的な防災対策を検討するに当たっては、これらに留意し、ここでの検討結果にはある程度幅があることを念頭に置く必要がある(以上、丙A26の1・15, 16頁)。

(オ) 津波浸水に伴う広域的な被害の発生のうち、建物被害について、大きな被害発生が予測される地震として明治三陸地震が示され、特にスマトラ沖地震によるインド洋大津波において、津波浸水に伴う船舶、車両、倒壊家屋などの漂流物により津波の破壊力が増大することが広く認識されており、建物被

害の想定に当たって、このような漂流物による被害の増大を加味することとした（丙A26の1・20頁）。

5 (カ) 巻末の資料には、検討対象地域の領域区分として、長期評価と同様、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域区分が示され、津波の断層域の模式図には、同領域区分に明治三陸タイプ地震や宮城県沖（陸側・海溝側）の地震などが示され、青森～千葉の海岸での津波高さ（m，TP基準）の最大値を見ると、明治三陸タイプ地震で福島県沿岸がおおむね5mを超えない（一部地域で5mを超えるが、10mを超えるものはない。）旨記載されていた（丙A26の2・54，62，65頁）。

10 4 確率論的安全評価，溢水勉強会，耐震バックチェック（中間報告まで）等

(1) 平成15年～平成16年頃の確率論的安全評価等

ア 安全目標に関する中間とりまとめ

15 (ア) 原子力安全委員会は、原子力分野の専門家のみならず、他技術分野におけるリスク管理・評価の専門家、マスコミ関係者など幅広い分野の専門委員から構成する安全目標専門部会を設置し、安全目標の概念や具体的な安全目標案などについて調査審議等を進め、その審議状況の中間とりまとめとして、平成15年12月、「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」を公表した（甲A624・1～4頁）。

20 (イ) 安全目標は、公衆に放射線被ばくによる悪影響を及ぼす可能性のある原子力利用活動を広く対象とし、原子力安全規制活動の下で事業者が達成すべき、事故によるリスクの抑制水準を示す定性的目標と、その具体的水準を示す定量的目標とで構成する。定量的目標の指標は、客観的であり、健康被害が生じる可能性が完全には否定できない様々な活動に伴うリスクに共通するものであることが望ましいことから、これらの条件を満たす、公衆の平均的個人
25 の死亡リスク（最も高いリスクを受けると考えられる公衆すなわち原子力施設の敷地境界付近の公衆の平均的急性死亡リスクを第一の指標とし、敷地境界からある距離の範

囲の公衆の平均がん死亡リスクを第二の指標とする。)を用いる(甲A624・5, 6頁)。

(ウ) 定量的目標が対象とする事故による影響の発生の可能性の原因事象としては、機器のランダムな故障、運転・保守要員のミス等の内的事象と、地震及び津波、洪水等の外的事象の両者とする。

上記定量的目標案の具体的内容として、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによる施設の敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスクを、年当たり100万分の1程度を超えないように抑制するべきである。また、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによって生じ得るがんによる施設からある範囲の距離にある公衆の個人の平均死亡リスクは、年当たり100万分の1程度を超えないように抑制するべきである。

原子力利用活動の分野ごとの性能目標案としては、安全目標と直接比較可能な個人の死亡リスクが環境に放散された放射性物質による健康影響まで評価するレベル3PSAの結果として得られる。しかしながら、原子炉施設の運転などの安全確保には深層防護の考え方が採用されていることを踏まえると、原子炉であれば炉心の大規模な損傷事象の発生確率を評価するレベル1PSA及び格納容器から大量の放射性物質が放散する事象の発生確率まで評価するレベル2PSAの結果について、安全目標に適合していることの判断の目安となる水準が性能目標として検討、提示されることが合理的である。また、原子力施設の災害防止機能は深層防護の考え方に基づいて整備されていることが多く、このため、外側の層にある防護機能についてその性能を適切に仮定すれば、施設固有の重大な事故事象の発生確率について安全目標に対応する性能目標を定めることができる(以上、甲A624・6, 7, 10, 20, 21頁)。

イ 保安院の対応等

平成16年6月14日付け保安院作成の「リスク情報を活用した原子力安

全規制の検討状況」において、近年の原子力利用がもたらすリスクを、系統的手法で定量評価するP S Aの手法の整備が進み、評価結果である「リスク情報」の安全規制や安全管理への利用が可能となっていることが指摘されている。

5 リスク情報の活用の将来のイメージとしては、原発を対象に、レベル1 P S Aの結果得られるリスク情報について、設計・建設分野において新知見等による設計変更の要否等の判断、事故・トラブルの評価等に活用する一方、その活用の基盤として、P S A手法の確立、データの整備等が必要となり、これらの内容や確立の程度については、リスク情報を活用しようとする分野
10 等に応じて異なるものとなる。このため、今後の検討に当たっては、それぞれの活用分野や内容ごとに、適用方法と同時に、そのために必要なP S A手法、例えば、地震時などの外的事象起因のP S A手法の確立等について検討することが必要であるとされている（以上、丙A191・1～4、10、12、17頁）。

15 (2) 津波評価部会における確率論的評価の検討状況等

ア 確率論的津波ハザードに関する津波評価部会の検討状況等

(ア) 津波評価技術の成立後、津波評価部会において、確率論的津波ハザードに関する研究や津波の波力に関する検討等が開始された。

20 平成15年8月4日開催の津波評価部会（首藤主査のほか、佐竹委員、今村委員などが出席した。）において、津波ハザード解析におけるモデル設定法の検討として、確定論（決定論と同意義と解される。以下「確定論」という場合には、決定論と同意義とする。）的に評価する部分と確率論的に評価する部分との適切な仕分けや確率論の結果を設計に用いるのかといった議論がされた。

25 被告国の方で現在検討中の問題であるが、原発の安全性評価では、当面確定論を用いるべきである。港湾分野では確率論を取り入れておらず、津波ハザードマップは過去に津波を経験していない箇所に対して注意を促す目的で

使用するものであり、確率論を導入して設計の合理化をするのは時期尚早であるといった意見が出た（以上、甲A523の1・3枚目、丙B114の1・17、18頁）。

5 (イ) 平成15年11月28日開催の津波評価部会において、津波ハザード解析における大地震（固有地震）のモデル化方法の検討について議論された。その中で、福島県沖のように、1回の地震しかない場合にどのように設定するのかという点について、ポアソンの評価と固有地震的な評価を組み合わせた評価を行っているが、多様な判断が可能であり、ユニークには決まらないこと、貞観津波の取扱いについて、津波地震であるか、正断層地震であるかによって取扱いが変わるが、その点は未解明であること、確率論的評価として、地震PSAが既に実施されているし、非常冷却用の施設の安全性を議論する
10 場合に津波の確率論的評価が重要であること、しかし、出てきた数値の意味をよく把握し、その取扱いに十分注意する必要があることなどが指摘され、日本を含めて世界的に安全目標を定量的に評価しようとしているところ、地震PSAは10年以上かけて現在の実用レベルに到達しており、津波PSAもすぐに実用に供するものではないが、今後、必要となるから、是非体系化の実施をしたいことなどが意見として出された（甲A523の2・3頁）。

イ ロジックツリー分岐等

20 (ア) 平成16年3月9日開催の津波評価部会において、確率論的評価方法の検討がされた。その検討の中で、ロジックツリーの分岐の重み付け方針と調査票に関する説明がされ、これに基づく調査が実施された。なお、調査票の配布先は、津波評価部会の委員及び幹事31名及び外部専門家5名（地震学者の島崎元部会長、阿部名誉教授、都司委員、海野助教授、谷岡准教授）であった（甲A207・1枚目、甲A523の3・3、4頁、丙B114の4・資料124）。

25 (イ) 上記(ア)の調査の結果は以下のとおりである。

a 調査票は、認識論的不確定性に由来するロジック分岐の重み付けの妥当

性を高めるためには、複数の専門家の意見を集約することが必要であると
していた。

回答するに当たっての前提として、各専門家の専門事項についてのみ回
答すること、その「重み」欄に、項目ごとに合計が1となるよう、小数又
5 は分数による現状での判断を記入すること、「より確からしい」と考える
見解の重みが大きくなるよう数値を配分することとしていた。

また、津波ハザード解析（地震の位置、規模、発生頻度、発生様式等を確率分
布として表現することにより将来発生する津波による水位の超過頻度を求めるため
の解析である。知識やデータ不足による見解の相違すなわち認識論的不確定性につい
て、ロジックツリーを用いて異なる見解を結果に反映させる。津波ハザード解析の結
10 果は、多数の専門家のうち同意する者の割合を表すフラクタイルごとのハザード曲線
として得られる。）及びロジックツリー（認識論的不確定性が存在する場合、異な
る見解を分岐で表示したものである。ロジックツリーを用いることにより、見解を一
つに絞り込むのではなく、多数の異なるシナリオを想定できる。分岐ごとの重みを設
定する必要があり、適切な重み付けのために専門家の意見を集約することが望まし
15 い。）の意義を説明し、地震規模について、津波高の確率分布を求めること
を目的としているため、過去及び将来の地震規模 M_w すなわち「津波モデル
の M_w 」を設定すること、「津波モデルの M_w 」の検討経緯は津波評価
技術のとおりであること、 M 範囲の考え方について、記録が残っている地
20 震の既往最大規模が、「それ以上大きい地震は起きない上限か」、「それ
を超える地震が将来起きえるのか」という判断と「将来発生する地震規模
はどの程度の範囲で振れるか（不確実性大のとき0.5の幅、不確実性小の
とき0.3の幅とした）」という視点から5通りの分岐を設定したこと、活
動域区分について、津波評価技術で検討した確定論的津波評価のための海
25 域区分を基に長期評価の研究成果を加味して設定していること、想定対象
期間としては超長期にわたる、すなわち1万年オーダーの地質学的時間を

想定し、大地震の平均的な発生状況を推定することを基本とすることなどが説明されている（以上、甲A207・1枚目、1～3頁、丙B114の4・資料111）。

b このうち、三陸沖～房総沖海溝寄りのプレート間大地震に関する質問において、その前提として、慶長三陸地震（津波地震とする説とプレート内正断層地震とする説がある。）を津波地震としたときの津波モデルにおけるMwは8.3、明治三陸地震においては同8.3、延宝房総沖地震においては同8.2であり、既往最大について、明治三陸地震及び慶長三陸地震はMw8.3、延宝房総沖地震は同8.2であり、長期評価においては、いずれもMt8.2前後であることとしている。

最初の質問（Q1-6-1）として、三陸沖～房総沖の日本海溝寄りプレート間の領域で超長期の間のMt8級の津波地震の発生可能性について、分岐1①（過去に発生例がある三陸沖海溝寄り及び房総沖海溝寄りは活動的であるが、発生例のない日本海溝中部寄りは活動的でない。）の重みが「0.50」、分岐1②（三陸沖～房総沖の海溝寄りは一体の活動域で、活動域内のどこでも津波地震が発生する。）の重みが「0.50」となっていた（後記(り)のとおり、4倍の重みとされた5人の地震学者の見解は、分岐1①が「0.38」であり、分岐1②が「0.62」であった。阿部名誉教授及び島崎元部会長は、分岐1①「0」、分岐1②「1」としており、島崎元部会長はプレートの沈み込みによって必然的に発生する地震と考えるとコメントしていた。都司委員は、分岐1①「0.5」、分岐1②「0.5」としており、判断難しいとコメントしていた。谷岡・佐竹論文の共著者である谷岡准教授及び海野助教授は、分岐1①「0.7」、分岐1②「0.3」としており、海溝より外側の海底地形の相違（海山の相違など）などか、プレート境界の固着状況を支配している可能性がある（海野助教授）、現時点では津波地震の発生域は限られている可能性の方が高い（谷岡准教授）とコメントしていた。なお、外部の専門家ではないが、津波評価部会の委員でもあり、長期評価の策定にも関与した佐竹委

員は、都司委員と同じく、分岐1①「0.5」、分岐1②「0.5」としており、津波地震の発生領域が限られているか否かについては議論が分かれるところであり、どちらかが優勢とも言えないとコメントしていた。甲A597・資料1、丙B114の4・資料124、丙B115の3・弁護人提示資料14-1)。

5 3番目の質問(Q1-6-3)として、慶長三陸地震の津波の成因については、分岐3①(慶長三陸地震は、三陸沖海溝寄りのプレート間で発生した津波地震である。)の重みが「0.70」、分岐3②(慶長三陸地震は、三陸沖のプレート内正断層地震である。)の重みが「0.30」となっていた(以上、甲A207・10、11頁、丙B114の1・39~41頁、丙B114の4・資料35~
10 37)。

c 以上を前提に、三陸沖~房総沖の海溝寄りの津波地震の地震規模に関しては、分岐1②、同3①を前提(既往津波3個)としたとき、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.65」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.35」(合計)であり、
15 分岐1②、同3②を前提(既往津波2個)としたとき、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.60」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.40」(合計)である(甲A207・13頁)。

20 (ウ) 平成16年6月22日開催の津波評価部会において、上記(イ)のアンケート調査の結果を踏まえて検討がされた。

その中で、アンケート回答者の確信度が保たれているとすると、あとはどう取り扱うのかという議論となった。地震学者の回答の重みとその他の回答者の重みを1:1とするか、4:1とするかについて議論され、地震学者の意見を尊重することに賛成するとの意見が多く出されるなどして、地震学者の重みを4倍とすることとなった(甲A523の4・1、2頁)。
25

(エ) ロジックツリー分岐のアンケートの結果に基づいて、確率論的津波ハザー

ド解析を行った結果、本件原発の津波ハザード曲線としては、6号機で、10mを超える確率（年超過率）が 10^{-4} ～ 10^{-5} 年となっていた（丙B114の1・95，96頁，丙B114の4・資料112，丙B115の2・44，45頁）。

(3) 性能目標等

ア はじめに

原子力安全委員会は、平成18年3月28日、「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について」を策定した。その内容は以下のとおりである。

(ア) 上記(1)アの中間とりまとめにおいては、定性的目標案として「原子力利用活動に伴って放射線の放射や原子力施設から放出される放射性物質の放散により公衆の健康被害が発生する可能性は、公衆の日常生活に伴う健康リスクを有意には増加させない水準に抑制されるべきである」を提示し、定量的目標案として「原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによる、施設の敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。また、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによって生じ得るがんによる、施設からある距離にある公衆の個人の平均死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである」をそれぞれ提示している。

さらに、原子力施設では多重防護の考え方が安全確保の基本的考え方として採用されていることから、施設が安全目標に適合しているかどうかを判断する目安となる水準、例えば重大な炉心損傷が発生する確率や大量の放射性物質が放出される事象が発生する確率等を性能目標として検討し、示しておくことが合理的であるとしている。

この提案を受けて安全目標専門部会に設置された性能目標検討分科会において、性能目標についての調査審議が行われ、その検討に当たり、まず定量的なリスクを評価するPSA手法の整備が進んでおり、活用の実績もある発電用原子炉施設を対象として性能目標として検討することとした。この報告

書は、その調査審議の結果に基づき、性能目標案と今後の課題と取組をまとめたものである（以上、甲A114・1、2頁）。

(イ) 具体的な性能目標案の内容は以下のとおりである。

5 a 指標の選定に当たり、発電用原子炉の公衆のリスクは炉内の大量の放射性物質の環境への放出に起因することから、性能目標として用いる指標は、炉心の健全性すなわちレベル1 P S Aや格納容器の閉じ込め機能の健全性すなわちレベル2 P S Aに関連し、施設の性能をよく代表するもの、かつ、定義が明瞭で、適切に定量化できるものを選ぶ必要がある。

10 具体的には、リスクの源となる炉心に内蔵される放射性物質の放出をもたらす炉心損傷の発生確率すなわち炉心損傷頻度（CDF，原子炉施設のS Aの発生頻度の目安となる。甲A114・13頁）を性能目標とすることは合理的（CDFは、事故後の燃料被覆管の温度で定量的に定義され、燃料被覆管の損傷を目安にしているので、多量の放射性物質の放出の対象になる燃料溶融に対しては余裕がある。甲A114・16頁）と考えられる。また、原子炉格納容器等の発電炉
15 の最外層の防護機能が確保されていれば、環境への放射性物質の放出を極めて低いレベルに抑制することが可能であることから、格納容器の防護機能喪失の年当たりの発生確率すなわち格納容器機能喪失頻度（CFR，放射性物質閉じ込め機能の健全性の目安となる。甲A114・14頁）を性能目標とすることは合理的（格納容器の内圧上昇に伴う破損の態様は大規模な破損ではなく、
20 格納容器ハッチなどからの漏えいであることが試験で確認されている。このため、大規模放出の頻度はかなりの余裕を見込んだ値となる。甲A114・16頁）と考えられる。

25 以上のことから、発電用原子炉の安全確保の水準を表し、安全目標への適合性を判断するための性能目標の指標として、CDF（指標1）とCFR（指標2）を併用することとした（以上、甲A114・4頁）。

b 指標値案を導出するに当たっては、発電用原子炉に関する、国・研究機

関・事業者等によって実施された炉心損傷発生確率, 事故の事象進展解析, 放射性物質放出に関するソースターム (環境中に放出される核分裂生成物すなわちFPは, 環境側から見ればプラントから発生するものであり, この放出FPを, 「ソースターム」すなわち発生項と呼ぶ。丙A87・7頁) 解析, 公衆への放射線影響による個人リスクの評価等のPSA及びそのレビューを通じた多くの知見のほか, 米国等におけるPSA結果等を参考に, 個人の平均死亡リスクで示された定量的安全目標値案に対応するCFFについて, 事故が発生したとした場合の条件付平均死亡確率の分析を行った。そのために具体的には, 発生確率は極めて低いが, 発生した場合には周辺公衆に急性あるいはがん死亡をもたらすような格納容器機能喪失を伴う大規模な事故のソースタームを仮定した。さらに, 仮想サイトの気象, 人口分布データを用い, 施設の外側の層にある防護機能としての防災対策については控えめな仮定を設けてその効果を評価し, 上限に相当するような保守的な条件死亡確率をまず推定した。一方, 既に得られている我が国における代表的プラント及びサイトにおけるレベル3 PSA結果から推定される条件付死亡確率からその保守性を確認した。このように得られた条件付死亡確率 (余裕を見込んだ条件付死亡確率の上限を 10^{-1} として, 性能目標としての格納容器機能喪失頻度CFFの目標案として年当たり 10^{-5} を用いれば, 安全目標の定量的目標案である年当たり 10^{-6} を満たすことが確認できる。甲A114・23頁) を基に, CFFに対する指標値案 10^{-5} /年程度を導出した。

また, 格納容器機能喪失頻度は, 炉心損傷頻度と炉心損傷事故時の条件付格納容器機能喪失確率 (CCFP) の積で表され, 前者は炉心損傷の防止機能を表し, 後者は格納容器の閉じ込めに関する性能を表すと考えることができる。公衆へのリスクが同じであれば, 炉心損傷に至る事故の発生頻度は低い方が望ましいため, 格納容器に過大な期待を置かないようにするとの考え (CFFが 10^{-5} /年程度であるならばCDFの値によらずに安全目標は

達成できるが、多重防護の重要な構成要素である炉心損傷防止機能に対する性能目標も必要と考えられ、格納容器機能喪失頻度は、炉心損傷頻度と炉心損傷事故時の条件付格納容器機能喪失確率CCFPの積であるところ、上記のとおり、炉心損傷に至る事故防止に重点を置くべきことなどを考慮すると、CCFPへの配分は控えめとして、
5 CCFPが評価上0.1以下になることは期待しない。甲A114・26頁)から、CDFに対しては 10^{-4} /年程度(ただし、崩壊熱除去機能喪失を伴う事故の一部で炉心損傷に至る前に格納容器が破損する可能性があること、地震リスク評価において機器の復旧や内の事象を対象にして整備されたAM対策が期待し難いとした場合など、CCFPが1に近い値になることに留意すべきである。甲A114・26頁)
10 を指標値案とする。

以上の検討結果から、発電用原子炉の性能目標の定量的な指標値として、

指標値1. CDF： 10^{-4} /年程度

指標値2. CFF： 10^{-5} /年程度

と定義し、両方が同時に満足されることを発電用原子炉に関する性能目標
15 の適用条件とする。

なお、中間とりまとめに指摘されているように、リスク評価で扱うデータや事故による影響が発生する過程には、我々の知識不足などによりその結果には不確実さが伴う。そこで、定量的目標又は性能目標とリスク評価結果の比較には、原則として、この不確かさの大きさを評価した上で得られる
20 平均値を使用することとする。(以上、甲A114・5、6頁)

- c PSAの結果を性能目標と比較する際に考慮すべき事項としては、①安全目標の定量的目標案は、施設周辺の公衆の個人の受けるリスクの目標を提示している
25 ので、複数基の発電用原子炉が立地するサイトにおいては、性能目標を用いる際、安全目標との対応の観点から基数の影響を適切に考慮すべきである、②発電用原子炉を対象とするPSAにおいては、一般的には施設内に発生する設備の故障や誤操作を起因とする事象のPSAと比

5 較して、地震等の自然現象に起因する事象のP S Aでは、施設へのインパ
クトの大きさとその発生頻度の関係を評価するハザード評価に必要な知識
の不足等のため、より大きな不確実さが伴うとされ、また、これらのP S
Aについてはまだ適用の経験が限られているから、性能目標を実際に活用
10 するには、こうした要因も考慮する必要がある、③P S A手法は、我が国
においては、発電用原子炉のP S Rや内的事象に対するAM対策の評価な
どに既に活用されている技術であるが、外的事象に対しては、今後評価実
績の積み重ねが必要とされる技術であるところ、提示する性能目標案は最
新のP S A知見に基づくものであるが、今後の更なるP S A技術の進展に
15 に伴い必要に応じて改訂するなど段階的に取り組む必要がある、といった点
が指摘されている（甲A114・6頁）。

d 今後の課題と取組としては、性能目標を安全規制において適切に使用す
るための枠組みの整備について、今後検討すべきであり、性能目標の試運
用の促進により、P S A解析評価手法の整備や評価対象である原子力施設
20 に関するリスクデータの蓄積などを介して標準化、高度化を図り、リスク
情報活用技術の品質を確保し、より高度な水準での原子力安全規制への活
用を目指すことや、今回提示する性能目標案は、安全目標に関する安全水
準を発電用原子炉の特性を踏まえて表現したものであり、現存する発電用
原子炉と今後建設される発電用原子炉とを区別していない一方、国内外の
25 動向を勘案すると、将来設計される発電用原子炉については技術の進歩に
より合理的により高い安全水準の達成の可能性があると考えられ、事業者
に対しては今後も最新の技術を取り入れて、より一層安全性の高い発電用
原子炉の開発に努めることを期待することが示されている（甲A114・7
頁）。

25 イ リスク情報の活用

(7) 保安院は、平成18年4月付けで、「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)」を取りまとめた(丙A189)。

(イ) リスク情報活用における基本原則として、PSAにより得られるリスク情報を活用した安全規制においては、リスク情報が決定論的安全評価(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、全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もの、丙A189・4頁)によって得られる情報に置き換わるものではなく、それで得られない情報を加えることによって、規制上の判断の科学的合理性をより高め得るものと位置付けることが適当である(丙189・8頁)。

(ウ) 安全規制にリスク情報を活用する場合でも、現行の安全規制の考え方を満足しなければならない。各指針の考え方との関係を明確にすること、深層防護(異常発生の防止、発生した異常の拡大防止、異常拡大を想定した影響の低減対策)の堅持、安全余裕の確保(系統、機器等にかかる温度、圧力等の許容基準に照らした余裕、許容基準それ自体が有する余裕、これらを評価する安全解析における手法、データ等の有する余裕等がある。例えば、系統の多重性又は多様性及び独立性を十分に確保することも安全余裕の確保の一つである。)などが求められる。

また、リスク情報を安全規制に活用するに当たって用いる指標としては、幾つかの活用項目があるが、格納容器機能喪失頻度、炉心損傷頻度等のような絶対値としてのリスクの大きさを表す指標として、CDFについて 10^{-4} /年程度、CFRについて 10^{-5} /年程度、公衆の個人の平均死亡リスク 10^{-6} /年程度とされている(以上、丙189・8, 9, 11~13頁)。

(4) マイアミ論文

ア マイアミ論文の公表

被告東電原子力技術・品質安全部所属の従業員らは、平成18年7月17日から同月20日までに米国フロリダ州のマイアミで実施された原子力工学

国際会議において「日本における確率論的津波ハザード解析法の開発」と題する(邦題)論文を発表した(丙B115の2・78頁)。

イ マイアミ論文の内容等

5 (ア) 設計基準の津波高さを設定したとしても、津波に関して不確かさがあるために津波高さが設計津波高さを超過する可能性があるから、確率論的津波解析ハザードの手法を適用し、津波高さと超過確率の関係である津波ハザード曲線を推定するためのロジックツリー手法を取り入れ、日本についての適用例を紹介する(甲A41の2・「要旨」)。

10 (イ) 自然現象の不確かさを考えるに当たっては、偶然的不確定性(地震発生とその影響のランダム性)と認識論的不確定性(地震プロセスに関する知識やデータの不十分さによる。)の2種類があり、偶然的不確定性の統合によりハザード曲線は求められ、ロジックツリー法を用いて認識論的不確かさを示したモデルパラメータの組合せにより多数のハザード曲線が求められる(甲A41の2・2頁)。

15 (ウ) 津波波源モデルは、広く使われている萩原マップによる地震地体構造のセグメント区分図を用いる。

日本の東北地方沿岸の津波波源域は、主に大津波を起こした歴史的な大地震の断層モデルから特定した。福島県沿岸の評価について、その位置とマグニチュードから、近地津波波源域の分布のうち、支配的となる「JTT系列、JTNR系列、JTS1、JTN2、およびJTN3」を、近地津波の波源域として考慮する(以上、甲A41の2・3、4頁)。

20 (エ) 明らかとなっているJTT1の既往津波が明治三陸地震による津波(Mw8.3)、JTT3の既往津波が延宝房総沖地震による津波である。JTT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、日本海溝沿いの全てのJTT系列において津波地震が発生すると仮定する余地もあるが、
25 他方、JTT2では既往津波が確認されていないことから、津波地震はJT

T1とJT T3のみで発生すると仮定する余地もある。

JT T1における既往津波の最大Mは明治三陸津波のMw 8.3であるが、既往最大MwがJT T1における潜在的な最大Mwではない可能性があるため、Mwのバンド幅を0.5 (Mw 8.1から8.5) 又は0.3 (Mw 8.2から8.4) とする分岐を設定し、その可能性を取り入れた (潜在的な最大Mwは8.5となる。)

現時点における津波ハザードを評価するため、BPT分布を用いて再来間隔をモデル化する。慶長三陸地震による津波を逆断層によるものと仮定し、過去400年にわたる記録がそろっているとの前提で、JT NR1における既往津波である明治三陸地震及び慶長三陸地震による各津波の発生間隔は、285年となり、再来間隔の分岐は210年、285年、380年と設定できる (甲A41の2・3～5頁)。

(5) 溢水勉強会等

ア スマトラ沖地震等と溢水勉強会の立ち上げ

(ア) 平成16年12月26日、スマトラ沖地震が発生した。スマトラ島周辺はプレートのぶつかり合う世界有数の地震多発地域であり、100～150年の周期で大きな地震が発生することが知られていた。スマトラ沖地震は、M 9.1であり、1000 km以上の範囲でずれが生じ、巨大エネルギーが解放された。

スマトラ沖地震の際、インドのマドラス原発の2号炉において、低位置にあった非常用海水ポンプに浸水被害が発生し、運転不能となった (INESは、安全上重要でない事象すなわちレベル0と評価された。)

また、米国のキウオーニ原発では、低耐震クラス配管である循環水系配管の破断を想定すると、T/Bの浸水後、工学的安全施設及び安全停止機器が故障する可能性があることが判明し、フランスのルブレイエ原発では、給水配管の開放されたままのドレン弁から水が漏れ出し、建屋内に浸透した結果、

電気機器の絶縁不良により原子炉が自動停止し安全注入系が作動する事象が発生した（以上、甲A39の2・1頁，甲A239，乙A4の1・37頁，丙A29・4，6頁）。

5 (イ) これらを含めた内部溢水，外部溢水に関する事例なども踏まえ，平成17年9月以降，JNESにおいて溢水に関する検討が数回実施され，同年12月にJNESで安全情報部，規格基準部，解析評価部が集まり第1回の総合的な勉強会が実施された。その後の平成18年1月以降，NISA，JNES及び電気事業者で構成する内部・外部溢水勉強会が立ち上げられ，その調査検討が開始された。

10 溢水勉強会においては，共通実施事項として，海外の溢水に関する指針等の調査，内部溢水として，①米国キウオーニ事象等の海外の原発の内部溢水事象の調査，②代表プラント（4号機等）の評価を踏まえ評価手法の確立，③PSAの確立が示され，外部溢水として，津波評価技術による想定を超える津波に対する安全裕度等について，本件原発などの代表プラントを選定し，
15 ①津波ハザード評価，②津波PSAシステム評価手法の開発，③津波ハザードの高度化研究等のスタディが示されていた（以上，甲A39の2・1頁，甲A42・30枚目，甲A583・1～3頁，丙A29・4頁）。

イ 平成18年5月11日開催の第3回溢水勉強会

同日開催の第3回溢水勉強会において，本件原発の5号機を対象に，「1
20 F-5 想定外津波検討状況について」と題する書面に基づいて検討がされており，同書面には以下の内容の記載がある（甲A583・添付資料3）。

25 (ア) 津波評価技術に基づき，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，津波に対する本件原発の安全性は十分に確保されている。念のためという位置付けの下，想定外津波に対するプラントの耐力を検討する。対策の立案について，リスクとコストのバランスを踏まえた検討が別途必要である（甲A39の1・2枚目）。

(イ) 仮定水位をO. P. +10m又は+14mとし、仮定水位の継続時間を考慮せず(長時間継続と仮定)に、機器影響評価をみると、①いずれの水位であっても、屋外設備のうち非常用海水ポンプ(RHRSポンプ, DG SWポンプ)が津波により使用不能な状態となり、O. P. +14mの津波に対しては海側に面したT/B大物搬入口, 同DG給気ルーバー, S/B入口が流入口となり、各建屋に浸水する可能性がある、②T/B大物搬入口, S/B入口から流入すると仮定した場合にはT/B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RHRポンプ, RCIC(原子炉蒸気を用いたタービン駆動のポンプにより主に復水貯蔵タンク水を原子炉に供給するシステムである。甲A116・10頁)、炉心スプレイポンプ、非常用DGが機能を喪失する(甲A39の1・2枚目, 甲A583・8, 9頁, 添付資料3)。

(ウ) その際、JNESの担当者から、AM対策として機器の水没を避ける方策や波力などの検討が必要となるといった指摘がされた(甲A583・9, 10頁, 添付資料4)。

ウ 平成18年6月の現地調査等

(ア) 保安院は、JNESとともに、平成18年6月8～9日、本件原発の現地調査を行った。

その結果、5号機に関して、T/B大物搬入口及びS/B入口について水密性の扉ではなく、非常用DG給気ルーバーについても敷地レベルからわずかの高さしかないこと、非常用海水ポンプは敷地レベル(O. P. +13m)よりも低い取水エリアレベル(O. P. +4.5m)に屋外設置され、津波評価技術による津波評価の水位は+5.6mであり、非常用海水ポンプ電動機据付レベルは+5.6mと余裕がないこと、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することが指摘された(以上, 甲A583・10～13頁, 添付資料5, 丙A162・12頁, 別紙15)。

(イ) 平成18年6月29日付けで、保安院の担当者は、「内部溢水及び外部溢水の今後の検討方針(案)」をまとめ、その中で、津波評価技術による津波高さの評価の保守性の程度等の確認を行い、また、仮定津波水位に基づき、屋外の機器、建屋及び構築物並びに建屋内への浸水による機器への影響等の把握を踏まえて、その影響防止策を検討することとしていた。具体的には、想定外津波対策としての津波PSAの評価手法の確立に長期間を要することから、津波評価技術による津波評価の1.5倍程度を想定し、AM対策としてその措置を講じていくこと、耐震バックチェックの対応事項に盛り込むことにより2年以内の対応を求めることなどが想定されていた(甲A583・13, 14頁, 添付資料6)。

エ 平成18年8月2日開催の安全情報検討会における検討状況等

(ア) 同日開催の上記安全情報検討会(保安院とJNESの連携により原子力施設に関する国内外の安全情報を収集し、その情報を分析し、必要な安全規制上の対応を検討する会合)において、「外部溢水勉強会検討結果について」と「確率論的津波ハザード解析による試算について」などの資料の提出がされ、その報告等がされた(甲A583・14, 15頁, 添付資料7, 丙A35の1)。

(イ) 「外部溢水勉強会検討結果について」には、まず、津波評価技術に基づき、津波に対する原発の安全性は十分に確保されているが、この想定を大きく上回る仮定の津波水位に対して、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記載されている。

その上で、代表プラントである5号機などを対象に、敷地レベル+1mの範囲と仮定(本来考慮すべき津波継続時間を考慮しない、すなわち継続時間 ∞ と仮定)すると、屋外設備について浸水の可能性が否定できず、その結果の妥当性は、5号機(敷地レベルO. P. +1.3m)の現場調査により確認された。

具体的には、津波水位O. P. +1.0mでは屋外設備である非常用海水ポンプ(RHRSポンプ, DG SWポンプ)が機能を喪失し、これにより非常用炉

心冷却系（ECCS）及び非常用DGが機能喪失するが、R/B、T/B、S/Bの浸水は免れ、建屋内の機器への影響はない。他方、同O.P. +14mでは、上記屋外設備に加えて、T/B大物搬入口、S/B入口から流入し、T/Bの各エリアに浸水し電源設備にも津波の影響が及ぶ可能性があり、これによりECCS及び非常用DGに加えて、RCICが機能喪失する可能性がある（津波継続時間を考慮しない。）という結果であった（以上、丙A35の2・1, 2頁）。

(ウ) 上記検討会において、「確率論的津波ハザード解析による試算について」に基づく検討が行われた。

その中で、①検討実施中の確率論的津波ハザード解析の手法は、一通りの評価モデルと評価手順が構築され、試算が可能となったこと、②津波ハザード評価のためのモデルは、津波発生域モデルと津波高さ推定モデルから構成され、津波発生域モデルとして、日本海溝沿い（プレート境界）の地震などの地震による津波を対象とし、既往最大マグニチュード(Mw)を上回る地震規模も想定し、数値計算に用いる標準的な断層モデルの設定は津波評価技術に準拠すること、津波高さ推定モデルについて、津波高さの中央値の推定に数値計算を用い、数値計算により推定した中央値の回りの分布は打ち切りのある対数正規分布によりモデル化などすること、③津波ハザードの計算方法と5号機の評価例について、上記②のモデルを結合し多数の津波ハザード曲線を計算すること、それぞれのハザード曲線に重みを設定し、主に判断の違いに基づく分岐に関しては、アンケート調査（地震・津波の専門家を含む35人）により重みを設定し、主にデータによる推定誤差に基づく分岐（平均発生間隔に関する分岐等）に関しては、推定誤差に基づき重みを設定することとしていた。

具体的な例としては、本件原発5号機についての試算の結論（甲A42・29枚目の図-5「福島第一原子力発電所5号機における算定例」）として、近地津

波の津波高さが10mとなる確率が、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ /炉年の範囲内であり、同10mを超える確率は、これよりも低くなっている。

今回の課題として、提示したモデルは完成したものではなく、新しい知見の反映などの再検討を含めた津波高さ推定モデルの改善やロジックツリー設定手順の標準化などの手法の改良が必要であるとしている(以上、甲A583・添付資料7、丙A164)。

(エ) 上記資料に基づく検討の際に、経産省の審議官から、土木学会手法(すなわち津波評価技術や確率論的津波ハザード解析)についてどのようなパラメータの組合せを考えているかという疑問が出され、これに対し、既往津波を説明できる断層について、位置・方向をパラメータとして導入し、マグニチュードは不変とすること、確率論の方はマグニチュードの変動まで想定していること、土木学会手法(津波評価技術)は、設置許可における既往最大値に比べ平均約2倍の余裕があることといった回答がされていた。

また、同省の主席から、耐震指針バックチェックでは土木学会手法のような決定論的な評価でOKであったとしても、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ほうがよいという材料が集まってきたとのコメントがされたのに対し、海水ポンプへの影響では、ハザード確率 \equiv 炉心損傷確率であること、津波ハザードの精度は低く、JNES解析評価部でも安全研究を進めているところである旨回答がされた(以上、丙A35の1)。

オ 平成19年4月の溢水勉強会のとりまとめと被告東電の対応等

(ア) 平成19年4月、溢水勉強会の調査結果が取りまとめられ、その中で、津波による環境評価について、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を確保する必要があること、溢水勉強会では津波対策に係る勉強会を進めてきたが、耐震設計審査指針の改訂に伴い、地震随伴現象として津波評価を行うことから、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したこと、ただ、溢水勉強会では、引き続き津波PSAについて、調査検討を進めていくことが記載されていた（甲A39の2，丙A162・1頁）。

5 (イ) 平成19年4月4日、被告東電は、保安院に対し、「津波に対するプラント安全性の向上について」と題する文書を提出し、これに基づき、津波評価技術に基づく想定津波に対して余裕の小さいプラントを対象として、押波の際に非常用海水ポンプへの冠水により機器損傷のおそれがあるプラントについて、代替海水ポンプの使用や水密化などの対策を検討するなどの方針が示された。

10 同日、津波バックチェックに関する打合せが行われ、保安院の担当者は、津波評価技術に基づく設計値を超えた場合に備え、被告東電が本件原発について対策をとる方針を示したことはよいことである旨述べたが、それ以上、特に協議することはなかった。

15 上記担当者は、異動に際して、後任者に対し、津波時の安全性裕度の評価について、耐震バックチェックにおいてこれが実施されるよう引き継いだ（以上、甲A583・18～21頁、添付資料8～10）。

(6) 耐震設計審査指針の改訂、耐震バックチェックの実施（中間報告）等

ア 耐震指針検討分科会における検討状況等

20 原子力安全委員会の下に置かれた耐震指針検討分科会の地震・地震動WGにおいて、耐震設計審査指針の改訂に関する検討が行われていた。

25 (7) 平成15年3月20日開催の上記地震・地震動WGの会合において、地震随伴事象としての津波に対する評価について討議が行われた際、津波に対する原発の安全確保について、事務局から、①津波による影響を受けない「止める機能」について、地震の発生の際に制御棒の挿入により自動的に行われるために地震と重畳しても安全機能が確保されること、②「閉じ込める機能」について、原子炉格納容器は原子炉建屋内に設置されており、津波の影響が

及ばないようになっていること、③「冷やす機能」について、熱除去に必要なポンプが標高の低い位置となるため、その影響を評価する必要があることが指摘され、また、③について、津波による最大水位があった場合にポンプ室のところから水が入ってくるのを防止するため、水密扉を付ける施策をしている発電所があるとの例が示された（丙A175・3枚目）。

(イ) その後の質疑の中で、安全審査に当たり、原子炉設置許可申請書や各添付書類に各原発における具体的な対策については記載がないのではないかという質問があり、これに対し、事務局は、具体的な対策については、設置許可の添付資料にはなく、いわゆる詳細設計の審査の中で検討されていること、例えば、取水塔の構造について、設計詳細段階の工事計画認可のときにその構造等について問題がないかどうかの審査を受けていることについて説明があった。その後の応答の中でも、基本設計については行政庁及び原子力安全委員会の両方が審査するが、詳細設計についてはそういうシステムではなく、必要があれば原子力安全委員会の意見を聴取できること、津波に対する安全審査指針を作ること自体に問題はないが、そのような指針が原子力安全委員会として必要であるかどうかであって、必要ならここでの検討の中に入れてよしいし、津波については今のところ行政庁に任せて詳細設計の中で見てくればよいということなら、今慌ててやる必要はないと思うといった意見があった（丙A175・5、6枚目）。

20 イ 平成18年耐震設計審査の策定と耐震バックチェックルール等

(ア) 原子力安全委員会は、平成18年9月19日、耐震設計審査指針策定以降現在まで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、耐震設計審査指針を全面的に見直し、平成18年耐震設計審査指針を決定した。

25 その内容は、別紙5「関連規定（抜粋）」第1の5のとおりである。

なお、原子力安全委員会は、原子力施設の特徴を踏まえた耐震安全性に関

して、行政庁において、その詳細な評価の実施を原子炉設置者に求めてその結果を確認することの重要性と、これに関連し、平成18年耐震設計審査指針における「残余のリスク」について定量的な評価の実施は将来の確率論的安全評価の安全規制への本格的導入の検討に活用する観点からも意義があり、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の重要性とともに、これらの評価の実施に際してP S A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ていくことが望ましいとしていた（以上、丙A10の2、丙A65）。

(イ) 平成18年9月20日、保安院は、耐震バックチェックルールを策定した。その中で、基準地震動 S_s の策定、建屋基礎地盤の安定性評価、安全上重要な建物等の耐震安全性評価などのほか、地震随件事象に対する考慮として周辺斜面の安定性や津波に対する安全性を、評価手法及び確認基準の項目として示した。また、同日、経産省は、被告東電を始めとする電力事業者らに対し、耐震バックチェックルールに基づく既設発電用原子炉施設の耐震安全性の評価、同施設の「残余のリスク」についての最新の知見及び手法に基づく定量的評価を指示するとともに、その報告を求めた。

その具体的な評価方法について、既往の津波の発生状況や最新の知見等を考慮し、施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性がある津波を想定し、数値シミュレーション（津波の断層モデル、波源、海底地形等について適切にモデル化するなど、津波評価技術と同様の評価手法によることとしていた。）により評価することを基本とし、想定津波の数値シミュレーションに当たっては、既往の津波の数値シミュレーション（想定津波の発生域において、過去に敷地周辺に大きな影響を及ぼしたその痕跡高の記録が残されている既往の津波の数値シミュレーションを行う。同シミュレーションについて、痕跡高の再現性の検討を行い、同シミュレーションに用いた断層モデル及び計算手法の妥当性を確認する。）を踏ま

え、想定津波の断層モデルに係る不確定性を合理的範囲で考慮したパラメータスタディを行い、これらの想定津波群による水位の中から敷地に最も影響を与える上昇水位及び下降水位を求め、これに潮位を考慮したものを評価用の津波水位とすることとしていた（以上、甲A125・2、3頁、乙A5、丙A37・3頁、丙B114の4・資料24）。

(ウ) 平成19年7月13日に原子力安全委員会事務局が作成した「各検討事項に関する検討方法等について（案）」には、耐震バックチェックに関する事項として、基準地震動策定等の基本設計に係る事項の評価に関することを重点的に検討すること、行政庁からバックチェック全般の説明と行政庁の評価結果の説明を聴取し、事業者から具体的事項に係る補足説明を聴取した上で、重要な論点について、必要に応じ外部専門家からのヒアリングや現地調査を実施し、また、推進本部などから、最新知見の適用に係る説明を聴取するなどして、最新知見の検討を実施するとしていた（丙A59）。

ウ 耐震バックチェックに関する新たな指示と中間報告書の提出まで

(ア) 平成19年7月16日、新潟県中越沖地震が発生し、柏崎刈羽原発においては想定を超えた地震動が観測された。そのため、同月20日、経済産業大臣は、被告東電を始めとする電力会社等に対し、「平成19年新潟県中越沖地震を踏まえた対応について（経済産業大臣の電力会社等に対する指示）」を発し、被告東電自らが行う消火活動に迅速さを欠いたこと、今回の地震動が設計時の想定地震動を大きく上回ったことなどを踏まえ、自衛消防体制の強化などともに、新潟県中越沖地震から得られる知見を耐震安全性の評価に適切に反映すること及び耐震安全性評価の実施計画の見直しを検討し、その検討結果を報告することなどを求めた。

これを受けて、被告東電は、本件原発において耐震設計上考慮している双葉断層について、南限付近においてボーリング調査などを実施済みであり、更に北方延長部の地表地質調査を実施するほか、周辺陸域の反射法地震探査、

海域における海上音波探査などの追加調査を行うとともに、代表プラントとして、本件原発の5号機及び福島第二原発の4号機を選定し、新たな中間報告を平成20年3月末までに行うよう計画を見直し、平成19年8月20日、見直した実施計画書を保安院に提出した（以上、乙A4の1・13頁、丙A37・4頁、丙A50、丙A51・1～3、6頁、丙B115の1・4頁、丙B115の3・資料1）。

(イ) また、被告東電は、新潟県中越沖地震で確認された地震観測記録を用いた本件原発の主要設備に関する耐震安全性の概略評価を行い、耐震設計上重要な施設の機能が維持されることを確認することとし、その結果を平成19年9月20日に公表した（乙A4の1・13頁）。

(ウ) 平成19年12月27日、保安院は、「新潟県中越沖地震を踏まえ原子力発電所等の耐震バックチェックに反映すべき事項の中間とりまとめについて」を発し、これに基づき、被告東電を含む各電力会社等に対し、耐震バックチェックに反映させることを求めた。

被告東電は、海底下の地下構造を推定するための海上音波探査等を実施したが、更に耐震設計上考慮すべき活断層と評価される双葉断層に関する調査を追加実施したため、同年3月に完了予定としていた調査を、平成20年3月完了に変更し、同月31日、上記保安院が指示した、本件原発の5号機の耐震安全性評価結果に関する中間報告書を保安院に提出した。

その中では、長期評価に関して、三陸沖北部から房総沖の日本海溝寄りの領域で発生した最大規模の地震である昭和三陸地震においても地震による被害は少なかったとされることから、本件原発の敷地に及ぼす影響は小さいと考えられ、その他の地震についても敷地周辺に大きな影響を及ぼすものとは認められないとして、日本海溝付近で発生する、沈み込む海洋プレート内の地震が敷地に及ぼす影響は小さいとしている（以上、甲A337、乙A4の1・14頁、丙A37・4頁）。

(7) 本件試算実施までの経緯等

ア 被告東電内での検討等

平成19年11月頃以降、被告東電内では、耐震バックチェックにおける津波の評価に関し、従前、確率論的安全評価によるとしていた長期評価（三陸沖から房総沖の日本海溝沿いにおいてどこでも地震が発生する可能性がある。）について、具体的にどのように扱うかが検討されていた。

被告東電の子会社である東電設計株式会社（以下「東電設計」という。）は、被告東電の委託を受け、同月19日付けで「福島第一・第二原子力発電所に対する津波バックチェック」をまとめた。その中で、津波バックチェックにおける実施項目として、中央防災会議による延宝房総沖地震の津波（すべり量1.2倍）に係る断層モデルの検討、推進本部の確率論的地震動予測地図による三陸沖北部から房総沖の日本海溝寄りの津波地震と正断層地震の検討、貞観地震等の検討などが示された。また、同月21日付けの東電設計作成の資料には、長期評価による津波地震を前提とする検討モデルでは、本件原発の各号機において、朔望平均潮位をT. P. +1.5mとすると、最大T. P. +7.7m（6号機、なお、1～5号機では、T. P. +6.2～6.9m、ただし、いずれも「T. P.」は「O. P.」の誤記と考えられる。）となる旨記載されていた（以上、丙B114の1・33～36頁、丙B114の4・資料30～33）。

イ 日本原電における検討状況や電力各社の打合せ状況等

(ア) 茨城県は、地域防災計画の一環として、独自の津波評価（延宝房総沖地震を波源とするが、建物被害率から痕跡高さを独自に評価した今村委員らの調査結果に基づき評価された最大痕跡高に合うように波源モデルを設定しており、今村委員が関与している。）を行い、平成19年10月、「茨城県津波浸水想定図」を公表した（以上、丙B30・45、46頁、丙B121・添付資料43、丙B122）。

(イ) 日本原電は、原発の建設、運転操作及びこれに伴う電気供給を目的とする株式会社（被告東電を始めとする電力会社各社の出資）であり、同社は茨城県東海

村に東海第二原発を設置し稼働させていたが、耐震バックチェックの中の一環として、上記想定図なども踏まえて、津波の対策に関する検討を行っていた。

平成19年12月4日に、日本原電がまとめた同社内の検討資料には、長期評価(Mt8.2の津波地震が30年以内に20%(特定海域では6%程度)の確率で起こる等)について、これまで確率論での評価としていたが、確定論での扱いとすることがある可能性があるなどとして、茨城県の津波評価も踏まえ、その取扱いとして以下の四つの案が挙げられている。

①バックチェック報告書には、従前の津波評価技術での評価のみを記載し、その対策としては、茨城県の評価を考慮した対策を実施する、②バックチェック報告書にも、茨城県の波源を用いた津波評価技術に基づく解析を記載し、その対策としては、上記①と同じとする、③バックチェック報告書に茨城県の痕跡高に基づく津波評価技術による解析を記載し、これに基づく対策を実施すること、④長期評価を確定論で反映させた津波評価技術の解析を記載(茨城県の痕跡高に基づく津波評価技術による解析結果は包含すると考えられる。)し、これに基づく対策を実施する。検討の進め方としては、一番厳しい上記④について、長期評価の既往結果についてR/B等の主要建屋位置に津波が達しているかどうかを確認するなどし、その結果も参考に長期評価の取扱いを判断する(ただし、被告東電等とも調整する必要がある。)こと、これまでのように長期評価を確定論で取り扱わないと判断できる場合、次に厳しい上記③によることなどが記載されていた(以上、丙B121・2, 3, 5, 14, 15頁、添付資料8)。

(ウ)平成19年12月10日、被告東電の担当者は、日本原電の担当者と打合せを行い、その際、被告東電の担当者は、長期評価についての同社のスタンスとして、従前確率論で取り扱ってきたが、確定論で取り扱わざるを得ないと考えていること、長期評価を明確に否定できない以上、耐震バックチェッ

クにおいて取り入れざるを得ないことなどを述べていた。

同月11日、被告東電を含む電力会社の担当者らは、長期評価に関する打合せを行ったが、その際、被告東電から、長期評価に関する明確な否定材料がない以上、耐震バックチェックにおいて取り込まざるを得ないとの意見が出て、また、上記4(2)イの平成16年のロジックツリー分岐のアンケートにおいて最終的には三陸沖～房総沖の日本海溝寄りプレート間の領域で超長期の間のM_t8級の津波地震の発生可能性について「どこでも起こり得る」が50%となり、特に、島崎元部会長、阿部名誉教授が「10:0」で起こる、今村委員も「6:4」で起こるとしていること、津波評価技術に基づき、長期評価を取り込むと、逆断層ではM_w8.3、正断層ではM_w8.6の両者がどこでも起きると考えるべきであることが指摘された。他の電力会社からは、M_wについて8.3、8.6は過大であり、M_w8.2を用いるといった意見もあったが、全体として長期評価自体は具体的に否定できないという意見が大勢であった。これを踏まえて、今後、断層モデルの設定方法やバックチェックに取り込む方法などについて各社が検討することとなった(以上、丙B114の1・45～48頁、丙B114の4・資料43、44)。

(エ)日本原電の平成20年3月10日付け常務会報告書の添付資料には、長期評価について耐震バックチェックにおける評価結果を求められる可能性が高く、その場合には規模の大きい地震津波を東海第二原発前面で考慮することとなり、従来評価よりも厳しくなる旨、具体的には、R/B、T/B付近では30cm程度の浸水が生じ、その対策としては、現在の護岸背後に津波用の防波壁を設置すること、浸水を防ぐ範囲を主要施設に限定し津波の防波壁を設置すること、建屋側で水密性を確保すること等があると記載されていた。

その後日本原電が作成した資料の中では、対策工事を同年7月から開始すると記載されていた(以上、丙B121・29～32頁、添付資料18、19)。

ウ 本件試算の実施決定等

(ア) 平成20年1月11日、上記イの日本原電などとの打合せ等も踏まえ、被告東電は、東電設計に対し、本件原発における想定津波及びその水位を評価し、安全性評価のための基礎資料の作成を委託する旨決定した。

5 同年2月上旬頃までに、被告東電内の担当者のレベルでは、長期評価に基づく海溝沿いの震源モデルについてS s策定に関する検討において、長期評価を無視できないとして確定論で取り扱うこととしたため、津波の検討においても同震源モデルを考慮する必要がある旨、同震源モデルの位置に津波の波源モデルを設定すれば、概略検討の結果としても、6号機の取水口前面で、
10 約O. P. +7.7mとなるなど、これまでの想定津波の高さを上昇側は上回り、下降側は下回る可能性が高い旨の認識が共有され、関係個所への提示、対応の検討が必要（津波の評価が「NG」ならプラントの停止を余儀なくされるおそれもある旨）という認識に至り、同月16日には、被告東電の役員も出席する会議において、上記認識に関しての報告もされた（以上、乙A4の1・20、2
15 1、26頁、丙B114の1・48～58頁、丙B114の4・資料45～59、丙B115の1・13～28頁）。

(イ) また、平成20年2月26日、被告東電の担当者は、今村委員と面談し、長期評価を決定論評価に取り込むべきかどうかについて相談した。今村委員は、初期の推進本部の議論に参加していないため長期評価自体にはコメント
20 できない、中央防災会議においては繰り返し性及び切迫性がないことを理由に福島県沖海溝沿いにおける大地震の発生についての結論は出ていないが、同地震の発生は否定できないから波源として考慮すべきであるとする。既往津波の発生がないため、波源モデルとしては、津波地震に関しては明治三陸地震及び延宝房総沖地震のものを、正断層地震に関しては昭和三陸地震の
25 ものを使うなどと回答した（丙B114の1・59～62頁、丙B114の4・資料61～63、丙B115の1・34～36頁）。

5 貞観津波の知見状況，本件試算，第4期津波評価部会等

(1) 津波堆積物調査等に基づく貞観地震等の研究状況等

推進本部は，平成17年に「今後の重点的な調査観測について」を公表し，
その中では，①地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握，②
5 長期的な地震発生時期，地震規模の予測精度の向上，③強震動の予測精度の向
上，④津波の即時的な予測精度の向上を目的として，海溝型地震を対象とした
重点的調査観測を行うこととしていたところ，その調査対象域の一つである日
本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震については，宮城県沖地震，根室沖地震，
三陸沖北部の地震を，当面取り組むべき重点的調査観測対象の優先的な候補と
10 していた。文科省は，宮城県の地震について，平成17年度から平成21年度
まで研究機関に委託して調査観測を実施した（以下，同調査観測を「宮城県沖地震
重点調査観測」ということがある。）。同調査観測に係る研究の中に，「津波堆積物調
査にもとづく地震発生履歴に関する研究」，「地震調査・津波シミュレーション
に基づく地震発生履歴に関する研究」がある。（丙A40・1，2枚目）。

ア 津波堆積物調査にもとづく地震発生履歴に関する研究

(ア) 業務の目的，5か年計画，成果の要約等

- a 地震のアスペリティと海溝付近に存在する別のアスペリティとの複合破
壊すなわち連動型タイプの地震（1793年の宮城県沖地震がそのタイプと考え
られる。）については，その発生頻度が低いため，歴史資料などの調査結果
20 からだけではその活動の評価が十分ではないことなどから，三陸海岸地域
から常磐海岸地域に至るまでの東北地方の太平洋側の海岸地域において過
去の津波堆積物を検出し，それらの規模，発生時期・発生間隔など，津波
堆積物の時空間分布を解析する。特に，貞観津波に関して，その証拠を地
形学的・地質学的手法によって検証し，この津波の及んだ範囲を特定し，
25 連動型タイプの地震発生の解明のための基礎資料とすることを目的とする
（丙A40・152頁）。

b 5か年計画及びその実施状況について、平成17年度には、三陸海岸地域の宮古地区等における津波堆積物の採取、音波探査による海域の広がり
の調査を行い、採取された試料の年代測定などが行われた。平成18年度
には、三陸海岸地域の南部地区などに対象を広げて津波堆積物調査が実施
され、平成17年度の成果との比較照合のための年代測定や、津波堆積物
の空間的な広がり
と年代から、連動型地震と考えられる宮城県沖地震との
同定及び発生時期の特定を進め、連動型地震の活動履歴の推定が行われた。
平成19年度には、平成18年度に明らかとなった歴史地震と対応可能な
新しい津波堆積物が保存されている可能性が高い三陸海岸地域の一部地区
を中心として、常磐海岸地域までの津波堆積物の調査が行われ、調査結果
を総括し、上記と同様に連動型地震の活動履歴の推定が行われた。平成2
0年度には、平成19年度と同様の調査が福島県常磐海岸地域（浪江地区、
いわき地区など）で行われ、平成19年度までの調査結果をもとに、連動型
宮城県沖地震の活動履歴を推定した。

平成21年度において、上記期間中の研究成果をとりまとめ、一部地区
での補足調査が行われ、その結果も加えて、連動型宮城県沖地震の活動履
歴を推定した（以上、丙A40・152, 153頁）。

c 常磐海岸地域における成果の要約としては、仙台平野以南の常磐海岸地
域では、相馬市松川浦地区、浪江町請戸地区において、貞観津波と見られ
る津波堆積物が確認され、これらの地区では、過去約5000年前以降にも
数枚の津波イベント堆積物が採取された。いわき市四倉・藤間地区でも、
同様の調査が行われたが、数枚の津波イベント堆積物が確認できたものの、
年代測定の結果、貞観津波堆積物は特定されなかった。常磐海岸地域と三
陸海岸地域等において、それぞれの調査地域で確認された津波イベント堆
積物の年代値をそれぞれ比較検討し、特に貞観津波の堆積物は、これまで
歴史記録には記されていなかった常磐海岸地域の請戸地区でその存在が明

らかとなり、少なくともこの場所から石巻平野まで連続して確認された(丙A40・153～155頁)。

(イ) 業務の実施の成果等

5 a 常磐地域の調査は、平成17年度～平成19年度実施の三陸海岸地域の調査結果を踏まえながら、主として、同年度～平成21年度に、相馬市松川浦地区、浪江町請戸地区及びいわき市四倉・藤間地区の3か所を対象に行われた。この間、石巻平野と仙台平野等で実施された調査結果も参考にされた(丙A40・157, 168頁)。

10 b 松川浦地区においては、平成7年及び平成14年の各文献において、地表下の十和田火山灰とその直下にある津波堆積物が歴史記録にある貞観津波の堆積物の可能性が高いと指摘されていた。これを前提に平成20年度及び平成21年度に調査が行われ、その結果、年代から、上記文献のとおり、火山灰直下の砂層が貞観津波のイベント堆積物である可能性が極めて高いことが明らかになった(丙A40・168～170頁)。

15 c 請戸地区においては、貞観津波の到達域として歴史記録に常磐地域から三陸海岸地域までの広い範囲で記述があるが、常磐海岸地域の浪江地区では知られていない。同地区の各対象地点における地表下2m程度までの断面を作成し、それぞれの採取資料から津波イベント堆積物の検出を行ったところ、同地区における平成20年度の調査結果である津波堆積物とこの
20 地域における堆積速度曲線から、約4500～5000年前頃に噴出したと見られる沼沢湖火山灰以降、津波イベント堆積物が少なくとも5枚確認でき、そのうち最新の堆積物が、その上下の地層の年代測定の結果から、貞観津波の時期に特定された(丙A40・175～177頁)。

25 d 四倉・平藤間間のいわき地区においては、各地層を採取し、年代測定を実施した結果、貞観津波以降のイベント堆積物が採取されたものと考えられるが、これらのイベントが、常磐地域の北部や仙台平野での結果と整合

するかどうかは今後の検討課題である。また、再堆積した試料などが含まれている可能性があり、イベント堆積物の年代値が逆転していることもあるため、新たな調査地点も含めて再検討する必要がある。特に、茨城県大
5 洋村以北である本地域が、歴史記録上貞観津波が到達したと記されている
場所であるため、その検証が貞観津波の南限を判断する上で重要である(丙
A40・178頁)。

- e 以上のように、これまで歴史記録になかった福島県常磐地域のうち浪江
10 地区で平成19年度及び平成20年度の調査で貞観津波を含めた数枚の津
波イベント堆積物が確認でき、これらのうち最も新しいイベント堆積物が
貞観津波堆積物である可能性が最も高いことが明らかとなった。

他方、常磐海岸地域南部のいわき地区では、貞観津波以降とみられる津
波イベント堆積物が検出できたが、貞観津波堆積物の特定には至らなかつ
た。今回の調査で、歴史記録にある貞観津波が、南は福島県・常磐海岸地
域中部までその存在が地質学的に確かめられたことになるが、それぞれの
15 場所での遡上規模などについては、それぞれの場所で更に面的な調査が必
要となる。

また、仙台平野以南の貞観海岸地域において、貞観津波に伴うイベント
堆積物が見いだされた場所では、約4000年前以降少なくとも4回のイ
ベント堆積物が共通して認められ、貞観津波以降の時期においても、仙台
20 平野・石巻平野や相馬市松川浦地区などの低地では、少なくとも2回のイ
ベント堆積物が共通しているが、このようなイベント堆積物が、貞観津波
のように三陸海岸地域から仙台平野ー常磐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津波の影響範囲を地質学
的に検証するために更なる調査が必要である。

25 以上のように、詳細な地質学的調査による津波堆積物の検出をし、最近
及び過去の歴史的津波の発生時期、発生間隔、津波の範囲などを特定する

5 ことを目指して調査をした結果、常磐海岸地域では、歴史上伝承がない浪江地区において、初めて貞観津波堆積物を地質学的に発見した。これらの調査結果は、宮城県の沖合の海溝で発生する地震に伴う津波の規模を検討する上で重要な指針を与えると見られる。しかし、来襲する津波がどの程度
10 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ず、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～仙台平野～常磐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更なる調査が必要となる（以上、丙A40・178, 182頁）。

イ 地質調査・津波シミュレーションに基づく地震発生履歴に関する研究

15 (ア) 仙台平野及び石巻平野における過去約6000年間の平野内に浸入した津波の履歴と浸水範囲を、津波堆積物の調査から明らかにするとともに、地震と地殻変動との関係解明を試み、それらの成果を基に津波の波源モデルを構築し、平野への浸水範囲を説明できる津波シミュレーションを行うことを目的とする（以上、丙A40・186頁）。

20 (イ) 5か年の年次実施計画に基づく結果としては、仙台・石巻平野における貞観津波が当時の海岸線から少なくとも2～4km遡上していることが分かった。常磐海岸（相馬市、南相馬市及び富岡町）での調査については、南相馬市小高区では、津波襲来時と現在の海岸線の位置がほぼ同じと仮定した場合、貞観津波の遡上距離は少なくとも1.5kmと考えられたが、相馬市、南相馬市鹿島区及び富岡町では、明瞭な津波堆積物が確認できず、浸水範囲の復元に至らなかった。

25 また、貞観津波をシミュレーションで再現するため、石巻平野、仙台平野、南相馬市小高区及び浪江町請戸における津波堆積物の分布域と複数の断層モ

デルに基づいた津波シミュレーションによる浸水域を比較した結果、プレート間地震によるモデルで、断層の長さが200 km、幅が100 km及びすべり量が7 m以上の場合に浸水域が大きくなり、全ての地域において津波堆積物の分布域を再現できた（以上、丙A40・187, 188頁）。

5 (ウ) 詳細として、南相馬市小高区に着目すると、断層の長さが200 km、すべり量が7 mの二つの断層モデルは津波堆積物の位置まで浸水する。浪江町請戸においても同じ二つの断層モデルによる浸水域が津波堆積物の分布をよく説明し、また、石巻平野や仙台平野での津波堆積物の位置との関係も矛盾しないものとなっている。二つの断層モデルすなわち断層の長さが200 km
10 km、幅が100 km及びすべり量が7 mのモデルにより計算された津波浸水域は、石巻平野、仙台平野、南相馬市小高区及び浪江町請戸における津波堆積物の分布をよく説明することが分かった。

なお、上記モデルにおける福島県沿岸北部（松川浦から請戸まで）の最大浸水深は最大6 m以上であるが、同県沿岸南部（富岡以南から小名浜付近まで）では、
15 1～2 m程度にとどまる（以上、丙A40・250, 258～262頁）。

(エ) 結論としては、プレート間地震で、断層の長さが200 km、幅が100 km、すべり量が7 mのときに、石巻平野、仙台平野及び浪江町請戸での津波堆積物の位置まで津波がおおむね浸水することが分かったが、これらの結果は、北は宮城県石巻平野から南は福島県請戸にかけての津波堆積物の分布のみから判断されており、それより北側あるいは南側の情報は考慮されていない。貞観津波の北限と南限を決めるためには、請戸以南や三陸海岸での津波堆積物の有無を確認する必要がある（丙A40・264, 265頁）。

ウ 結び

25 (ア) 今回の業務は、推進本部が平成12年に公表した宮城県沖地震の長期評価を受け、発生が迫りつつある宮城県沖地震について、長期評価の高度化、連動型地震の実体解明などを目標として実施された（丙A40・388頁）。

(イ) 宮城県沖地震の発生履歴からは、巨大な津波を伴う大きな地震すなわち連動型地震がまれに発生することが知られている。しかし、連動型地震に該当し得るような大津波を伴った既知の地震は、貞観地震、慶長三陸地震及び寛政5年の地震だけであり、こうした地震に関する記録が限られ、その実体はよくわかっていない。巨大津波襲来の際の津波堆積物の調査により津波の遡上時期と範囲の特定を図るとともに、岩手県から福島県の太平洋沿岸部の地質調査により、貞観津波の到達した範囲の概略が明らかとなった。その結果、宮城県から福島県の沿岸がおおよそその貞観津波の到来範囲と考えられ、また、貞観津波による浸水範囲を地質調査から明らかにし、これを説明できる津波波源モデルを数値シミュレーションにより推定し、断層の長さが200km、幅が100km、すべり量が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ことが分かった。また、地質調査の結果、貞観津波のような巨大な津波が過去4000年間に繰り返し発生していたこと、貞観津波の前には280年～560年頃と紀元前700年～460年頃に巨大津波が襲来していたことが推定され、こうした巨大津波の再来間隔が450年～800年程度の幅を持っているようであることが分かった。他方、明らかとなった貞観津波の波源モデルの位置や空間的な広がり、連動型地震であったと評価されている1793年(寛政)の地震の推定震源域とは異なっており、連動して破壊するアスペリティの組合せの違いによる多様性があることが示唆される(丙A40・388, 389頁)。

(ウ) 地質調査から、貞観津波以外にも幾つかの大津波を伴うイベントが地質時代にあったことが明らかとなっているが、年代の決定精度が十分でなく、連動型地震の信頼性の高い発生履歴は十分解明されていない。沿岸域での地質調査は、津波堆積物の検出だけでなく、過去の地殻上下変動に関する情報も含んでいる(丙A40・390頁)。

(2) 本件試算等

ア 本件試算の実施～その後の被告東電における検討状況等

(ア) 東電設計は、平成20年4月18日までに「新潟県中越沖地震を踏まえた福島第一・第二原子力発電所の津波評価委託」を作成し、本件試算を実施した。

5 これに先立つ同年3月18日には、その内容については被告東電にも報告されており、同年4月18日の上記資料はその内容を一部訂正したものであるが、想定津波の最大水位に関しての変更はなかった(以上、甲A216, 丙B114の1・69~72, 83~85頁, 丙B114の4・資料75~79, 98~103)。

10 (イ) 本件試算の内容は、以下のとおりである。

a 日本海溝寄りのプレート間地震すなわち津波地震モデルとプレート内地震すなわち正断層モデルの活動域を想定し、それぞれ津波評価技術に従い、試算した。具体的には、津波地震は明治三陸地震の断層モデルを、プレート内地震は昭和三陸地震の断層モデルを、それぞれ想定していた(甲A216・1~3頁)。

15 b この地震モデルについて、津波評価技術に基づく概略及び詳細パラメータスタディを実施した。

20 上昇側の最大となるケースでは、朔望平均満潮位O. P. +1.490mにおいて計算した場合、本件原発の敷地南側(敷地高O. P. +10m)においてO. P. +15.707mとなり、浸水深が5.707mとなる。敷地北側(敷地高O. P. +13m)においてO. P. +13.695mとなり一部浸水する。

25 取水ポンプ位置(O. P. +4m)における最大津波高さは、5号機におけるO. P. +10.182m(1~6号機で、8.310~10.182mとなる。)であり、その浸水深は、6.182mとなる。

 この場合の津波の敷地における第一波到達時間は、約47分後である。

また、下降側（取水口前面）では、その最大下降量は、 -3.580m となり、朔望平均干潮位を考慮し換算すると、 $\text{O.P. } -3.559\text{m}$ となる（以上、甲A216・7, 9, 16, 19, 20頁, 乙A4の1・20, 21, 26頁）。

5 c 上記bの想定から、本件原発の敷地南部の取水口付近から同敷地（ $\text{O.P. } +10\text{m}$ ）に津波（津波高さ $\text{O.P. } +15.7\text{m}$ ）が遡上し最も浸水深（ 5.7m ）が大きく、取水口前面（ $\text{O.P. } +4\text{m}$ ）からも遡上するが、同敷地高さには達せず、同敷地北部からも敷地（ $\text{O.P. } +13\text{m}$ ）に津波が遡上するが、浸水深（ 0.7m ）は小さいこととなった。

10 そこで、その対策として、鉛直壁の設置が検討され、敷地 $\text{O.P. } +10\text{m}$ 及び $\text{O.P. } +13\text{m}$ に、高さ $\text{O.P. } +20\text{m}$ の防潮壁（鉛直壁）を設定すること、すなわち、真ん中に防波堤があり、前面から押し寄せることはそれほどないとしても、防潮堤の基部に当たる南側及び北側に津波が集中するので、そこから敷地に遡上してきた津波に対して鉛直壁のみで対応

15 するとした場合には 10m 盤のところに $+10\text{m}$ の鉛直壁を設置することにより対応することとした場合には、想定津波の遡上に伴って生じる反射波の高さは、南護岸前面で最大 19.363m となっていた（以上、甲A216・14, 15頁, 丙B114の1・84, 85頁, 丙B114の4・資料101~103, 109の3枚目, 丙B115の1・62頁）。

20 (ウ) 平成20年4月23日、被告東電内の関係部署において、本件試算を踏まえた対応が検討された。その際、想定津波高さが 10 数 m となる見込みであり、本件原発のR/B, T/B, C/B等の主要な建物への浸水が致命的であるとの観点から、津波の浸入方向に対する鉛直壁の設置を考慮した解析結果が提示されたが、鉛直壁設置の場合に 19m 程度の水位を想定していること

25 とは対外的にインパクトが大きいと考えられ、大きなレイアウトの変更など（DR, デザインレビュー）を要し、被告東電の上層部の意見を聞く必要がある

などといった意見が出た。

同年5月16日の被告東電及び東電設計の打合せの際に、津波対策として、本件原発の南側の防波堤の付根部分から主要施設敷地に遡上してくることから、同部分に減勢工のような防波堤を設置し津波高さを軽減する対策工事(なお、被告東電内部資料等では「対策工」とされ、対策工事の意味と解されるどころ、これ以降、対策工事の意味で「対策工」という表現を用いることがある。)の事前検討を行うこと、その対策により放水路からの温排水による環境アセス及び漁業権の問題が発生することが示された。

同年6月6日の被告東電及び東電設計の打合せの際に、本件原発の南側の防波堤の付根部分に防波堤を設置した場合の効果として、主要施設敷地への津波高さ約4m程度の低減が見込まれるとの意見があった。同月9日、東電設計は、被告東電に対し、沖合防波堤の設置により主要施設敷地への津波高さが低減されるとの報告をした。

また、同日までに、被告東電は、佐竹委員に対し、長期評価を確定論設計ベースで考えるべきかどうかの意見を聴取したが、同委員からは非常に難しい問題であるとの回答を受け、同委員の意見が確定論で行うべきとのニュアンスではなかったものと受け止めた(以上、丙B114の1・85～91頁、丙B114の4・資料104、106、107、108、丙B115の1・60頁、丙B116の1・44～46頁)。

(エ) 平成20年6月10日、被告東電の当時の副社長も出席して協議が行われた。協議に先立って作成された資料には、現在の検討状況及び今後の検討内容として、現在の波源モデルは、福島県沖の既往津波が得られていないため、明治三陸地震の波源モデルを流用した計算結果であること、今後、長期評価の波源モデル(M_wが8.3～8.2となる。)や延宝房総沖地震の津波の波源モデルを用いた場合には水位を低減できるが、領域内でどこでも起こるとい
う前提の場合に相対的に精度が高い明治三陸地震の波源を用いないことの説

明が困難であること、対策工の概略検討として、敷地への遡上を防ぐために防潮壁の設置が考えられるが、防潮壁のみではO. P. +10m盤に10mの壁が必要となること、沖合への防潮堤の設置も考えられ、敷地への遡上水位を大幅に低減できるが、施工の成立性に関する検討や必要な許認可の洗い出しが必要となること、検討スケジュールとしては、同年8月までに波源に関する検討を行い、敷地遡上への津波の対策工について同年10月までに概略検討をすることなどが記載されていた。また、同資料には、今後の対応等として、設備関係の対応策の検討、確定論で取り扱うことの現実性について有識者説明を実施すること、津波PSA評価技術の高度化、リスク評価に基づいた対策の実施に前向きに取り組むこと、波力、漂流物に関する検討の実施を行うことなども記載されていた。同資料に基づいて、担当者が説明を行ったところ、副社長からは、①津波対策を実施するか否かの判断に関わるため、津波ハザードの検討内容について詳細に説明すること、②4m盤への遡上高さを低減するための概略検討を行うこと、③沖に防潮堤を設置するために必要となる許認可を調べること、④防潮堤や防波堤の検討と並行して、水密化等の機器の対策についても検討することというコメントが出され、これらに対する検討結果をまとめて再度打合せを行うこととされた。なお、同日頃までに、本件原発の津波対策について、従前海中又は海岸のエネルギーの減衰のために構造物の設置などの構造物対策を検討していたが、結果的にサイトの津波高さが下がるものの、周辺集落への津波高さが高くなることから、社会的に受け入れられないとの判断が被告東電ではされていた。

同年7月23日、被告東電、東北電力、JAEA（日本原子力研究開発機構）及び日本原電との連絡会において、津波評価に関する検討状況等に関する情報交換が行われ、被告東電からの出席者は、対策工を実施する意思決定までには至っていないが、防潮壁、防潮堤やこれらを組み合わせた対策工の検討を同年10月までには終えたいこと、長期評価に基づく津波も考慮すべきで

あるとの社内調整を進めていることなどを述べた。なお、上記連絡会の中で、東電設計に対し、日本海溝の北部と南部を区分できる資料についての作成を依頼することが決まり、同年8月18日、同社からその報告資料が被告東電に提出された。その資料には、確率論における海溝寄りの津波地震に関する分岐案として、①これまでに発生した領域のみで発生するもの、②どこでも発生するが北部に比べて南部の津波地震は小さい(南部には津波を大きくする低速度くさび形堆積物がみられない。)とするもの、③どこでも発生し、南部も北部も同程度の津波地震が発生するとするものが示されていた。なお、東電設計は、確定論としては上記②の分岐を選択できるのではないかという結論である旨述べていた(以上、丙B114の1・92～104頁、丙B114の4・資料109, 114～117, 163, 丙B115の1・63～66, 68～71頁, 丙B115の3・資料59, 60, 63, 66)。

(ウ) 平成20年7月31日、被告東電内において、被告東電の当時の副社長も出席して再度協議が行われた。上記(エ)の協議で副社長から示されたコメントも踏まえて作成された資料の中には、①対策工の追加検討として、沖合の防潮堤の設置、既設防波堤の拡張の組合せを設定したところ、遡上水位を最も低減する組合せでO. P. +4m盤の水位を1～2m程度低減できるが、O. P. +15mの長大な防潮堤の設置や既設防波堤の約O. P. +20mへの拡張等のコスト、工期、施工の実現性を考慮しておらず、あくまでも試算にとどまること、今後コスト・施工の実現性を考慮した上で、機器等の対策コストとの組合せの検討が必要となるが、防潮堤建設費のオーダーとしては数百億円規模となること、②沖合防潮堤の設置に必要な許認可等として、水域施設建設届等の許認可申請が必要となるほか、海浜変形、温排水拡散範囲、航行船舶への影響評価が必要となり、意思決定から防潮堤完成まで約4年間(環境影響評価が必要な場合には、それに加えて約3年間)を要すること、③津波水位の追加検討として、現状の津波水位は明治三陸地震の波源モデルを福

5 島県沖に設定し解析を実施しているが、海溝沿いには房総沖の波源モデルも
設定されており、三陸沖とそれ以南で地震の発生様式が異なるとの説明がで
きれば、延宝房総沖地震の波源モデルを用いて水位を低減できる可能性があ
ること、④関係各社の対応として、日本原電が東海原発付近に30cm程度
10 の遡上があるとして、盛土、建屋の止水扉による対策などを検討しているこ
と、東北電力が、今村委員らに対し、長期評価の波源を明示せずに意見を求
めた際、特に異論がなく、女川原発前面に同波源を設定せずに従来の津波評
価技術による津波評価を行うとの意思決定をしたこと、JAEAが長期評価
15 の津波に対して建屋の周りを囲むなどの対策工を検討しているが、波源モデ
ルの設定方法によっては対策が不要となることを確認したことから、長期評
価の津波に対する取扱いは各社において統一されていないこと、⑤今後、長
期評価の津波の取扱い（確率論・確定論）について、学識経験者へ説明するこ
と、延宝房総沖地震の波源モデルの採用可否についての検討を進めるととも
に、学識経験者へ説明することなどが記載されている。なお、防潮堤の設置
20 に伴っての留意事項としては、取水口前面や沖合に防波堤を設置する場合に
温排水の拡散範囲が拡大し、漁業権消滅区域の拡張や追加の漁業補償が問題
となること、防波堤からの反射波による湾外への影響や周辺海域における海
浜変形・環境影響評価などの問題があることも示されていた。

これを踏まえて、被告東電の当時の副社長とともに検討を行った結果、長
20 期評価はあるが、これが原発の設計プラクティスとして設計・評価方針が確
定しているものではなく、土木学会などの検討を通じてどのように対応する
かを決定する旨、耐震バックチェックにおいては従前の津波評価技術に基づ
く評価とする旨、以上について有識者の理解を得る旨の方針が決定された(以
上、丙B114の1・106～111頁、丙B114の4・資料119, 126, 丙B
25 115の1・78～86頁、丙B115の3・資料69, 72, 74, 丙B116の1・
75, 76頁)。

(カ) 被告東電は、平成20年8月6日、各電力会社に対し、上記(ウ)の被告東電で決定した方針を伝えた。

また、被告東電は、三陸沖～房総沖の日本海溝寄りの北部と南部の構造の違いを踏まえ、延宝房総沖地震の波源を使った津波の評価を東電設計に委託し、同月22日、東電設計から、その結果が報告された。その中で、上昇側の最大となるケースでは、朔望平均満潮位O. P. +1.490mにおいて計算した場合、本件原発の取水口前面において6.747～8.784mとなり、同敷地南側（敷地高O. P. +10m）においてO. P. +13.552mとなるとされていた。

被告東電は、同年9月10日開催の電事連の土木技術委員会において、電力共通研究として、津波評価技術後の長期評価、中央防災会議における波源に関する新たな知見の提示や数値計算技術の進歩などを踏まえ、津波評価技術の改訂のための研究を提案し、実施が了承された（以上、丙B114の1・113, 114頁、丙B114の2・1～4, 6～8頁、丙B114の4・資料127, 128, 131, 135, 136, 138, 139, 丙B115の1・89頁）。

(キ) なお、JNESは、平成20年8月に「地震に係る確率論的安全評価手法の改良」を公表したが、その中では、地震PSAに基づく耐震バックチェックにおける残余リスクの評価の実施・報告について指摘があるほか、地震時の随伴現象である津波PSAのモデルを構築していく際の予備的な検討として、津波時の基本的なシナリオを検討している。その内容は以下のとおりである（甲A28）。

a 津波時に考慮すべき検討事項としては、①津波到来時の状態、②プラントに対する津波の影響、③②に基づくシナリオの検討、④③に基づくイベントツリー、⑤評価に必要な津波に対する機器等の脆弱性である（甲A28・3-1頁）。

b プラントに津波が到来する場合の状態としては、津波遡上時と引き波時

の2種類がある。

津波遡上時のプラントに対する影響としては、プラント内の海岸に近い位置に設置されている機器、建屋構造物から順に影響を受けていくと予想される。海岸線より沖合に取水塔が設置されているプラントでは、取水塔が最初に津波の影響を受けて損傷等により海水取水が不可能となる。次に、砂丘、堤防及び防波堤等を乗り越えて津波が遡上した場合、津波により海水ポンプが損傷、機能喪失し、海水取水が不可能となる。さらに津波が遡上すると、屋外変電設備、非常用DG燃料供給設備などが影響を受け、外部電源喪失が発生するほか、DGからの非常用電源の供給が不可能となる。最後に、津波の遡上によって原子炉建屋内に海水が浸入した場合、建屋内に設置されている炉心冷却に関連した機器系統が損傷・機能喪失し、炉心を冷却できなくなることが考えられる（以上、甲A28・3-2, 3-3頁）。

c 屋外に設置された起動変圧器の損傷・機能喪失が発生した際には外部電源喪失となり、同時に、非常用DG燃料供給設備が津波により機能喪失している場合はSBOの発生となり、炉心損傷に至る。また、非常用DGは海水により冷却されて運転されるため、取水塔・海水ポンプの損傷・機能喪失が発生していれば非常用DGは利用できず、起動変圧器の機能喪失はSBOとなる。SBOが発生した場合、短期的には蒸気駆動の炉心注水ポンプにより炉心冷却を行うことが可能となるが、長期的には運転制御用機器へ給電するバッテリーへの充電を行うための電源復旧等が必要である。

原子炉建屋内への海水の浸入が発生した場合、原子炉建屋内に設置されている各種の機器が溢水し、機能喪失する可能性がある。原子炉建屋の最下層には非常時に原子炉に注水する高圧系・低圧系の電動及び蒸気駆動ポンプ等が設置されており、それらが全て溢水し機能喪失することによって炉心損傷に至る可能性がある（以上、甲A28・3-4～6頁）。

d 上記シナリオの解析には、津波の波高の堤防・防波堤の超過、津波によ

る屋外機器構造物の損傷・機能喪失，原子炉建屋への海水浸入，原子炉建屋の機器の溢水などの各現象及び各機器・構造物の津波時の損傷・機能喪失の発生確率の評価結果が必要となる（以上，甲A28・3-6，7頁）。

イ 中間報告後の耐震バックチェックの実施状況等

5 (ア) 平成20年4月14日，経済産業大臣の諮問機関である総合資源エネルギー調査会傘下の原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会地震津波，地質・地盤合同WG（以下「地質等合同WG」という。）の会合が開催され，本件原発に係る地質調査結果，基準地震動Ssの策定結果に係る妥当性の確認などを開始した。

10 また，同年4月から同年5月にかけて，保安院は，福島沖の海上音波探査を実施し，同月13日には，5号機の主要な設備の評価結果に係る妥当性の確認を開始した（以上，丙A37・4，5頁）。

15 (イ) 保安院は，平成20年9月4日，「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項について」を発し，被告東電に対し，双葉断層についての状況等の確認を行った。

同月10日，上記保安院の指示を受けて，被告東電は，耐震バックチェック説明会を開催し，耐震バックチェックにおける長期評価の取扱いについて，「福島第一原子力発電所津波評価の概要（地震調査研究推進本部の知見の取扱）」と題する資料に基づき，検討した。

20 同資料には，①平成14年2月時点での津波評価技術に基づく評価結果としては，三陸沖，宮城県沖，福島県沖，房総沖及びチリ沖を波源として検討した結果，本件原発における最高水位はO. P. +5.4～+5.7m，同最低水位はO. P. -3.6～-3.5mであり，水位下降時に一部の非常用海水系ポンプについて吸い込みが不可能となるため，手順書を変更し，水位上昇時に対して非常用海水ポンプの軸受設置レベルのかさ上げの対策を講じたこと，②長期評価について，平成15年度～平成17年度の土木学会の

25

検討としては、福島県沖の海溝沿いを波源とした津波が起きたとする事実が得られていないことから、津波PSAで取り扱うこととした（確定論で取り扱うべきとする意見はなし。）が、ロジックツリーの分岐に関するアンケートでは、地震学者の平均がどこでも起きる方が高いとしていたこと、③平成18年耐震設計審査指針による耐震バックチェックにおいて、S s策定における海溝沿いの震源に関する検討として、不確かさの考慮として、福島県沖の海溝沿いの地震を想定し、S s策定に影響がないことを確認したこと、この点、専門家の意見として、福島県沖海溝沿いで大地震が発生することは否定できず、波源として考慮すべきであるという見解（平成20年2月26日付け今村委員）と設計事象で扱うかどうかは難しい問題との見解（同年6月9日付け佐竹委員）があり、津波の波源としては、不確かさを考慮すべきとする指針の精神、専門家の意見を踏まえ、福島県沖の海溝沿いを波源とする津波の検討を実施中であることなどが示されていた。

また、本件原発における最大浸水図として、1～4号機の敷地付近（海側）の津波高さがO. P. + 9. 3 mとなり、敷地高さO. P. + 4 mに対して浸水深が5. 3 mとなり、本件原発の南側敷地付近（海側）の津波高さがO. P. + 15. 7 mとなり、敷地高さO. P. + 10 mに対して浸水深が5. 7 mとなること、5号機及び6号機の北側敷地付近（海側）の津波高さがO. P. + 13. 7 mとなり、敷地高さO. P. + 13 mに対して浸水深が0. 7 mとなり、5号機及び6号機敷地付近（海側）の津波高さがO. P. + 10. 2 mとなり、敷地高さO. P. + 4 mに対して浸水深が6. 2 mとなること、この想定の下に本件原発の敷地北部・南部から敷地への遡上及び港内からO. P. + 4 mへの遡上について対策が必要となることが示され、長期評価における波源モデルについて、今後2～3年以内に検討し、津波評価技術の改訂を予定すること、電力共通研究の実施について各社の了解後、速やかに学識経験者に長期評価の知見の取扱いについて説明、折衝を行うこと、改訂後の

津波評価技術によるバックチェックを実施すること、ただし、地震及び津波に関する学識経験者のこれまでの見解及び長期評価の知見を完全に否定することが難しいことを考慮すると、現状より大きな津波高を評価せざるを得ないと想定され、津波対策が不可避となることが指摘されていた（以上、甲A351の1及び2、乙A4の1・14頁、丙A37・5頁、丙B114の4・資料140、141）。

(ウ) その後、被告東電は、新たな保安院の指示に対応すべく、同年12月8日に耐震バックチェックの実施計画を見直し、中間報告において上記代表プラント以外のプラントも対象とすることとし、最終報告については提出時期を未定とした（乙A4の1・14頁）。

ウ その後の被告東電の対応等

(ア) 平成20年10月、被告東電は、地震津波の複数の専門家の意見を聴取した。

津波評価技術の刊行後に長期評価などの様々な知見が出されていることから、3年程度かけて津波評価技術の改訂を実施する必要があるとの被告東電の説明を受け、各専門家はおおむね了承の意思を示した。その中で、①首藤名誉教授（津波評価部会主査）は、原子炉の暴走といった重大事故は絶対にあってはならず、常に冷却水を確保すること、制御系が水によって損傷を受けないようにすることを徹底し、津波の設計に対してもリダンダンシー（余裕）を持たせる必要があると指摘し、②佐竹委員は、長期評価に関して、三陸沖と福島沖～茨城沖を同視する趣旨ではなく、福島沖～茨城沖で場所の特定ができないというものであり、三陸沖と福島沖以南において地震発生様式が異なること、貞観津波に関する論文を準備中であり、その原稿を参考として交付することを述べ、③高橋准教授（秋田大准教授、津波評価部会委員であり、津波工学の専門家である。以下。「高橋准教授」という。）は、津波堆積物が重要な物的証拠であり、これまでに分かっている情報を適宜使い、波源モデルを見直

5 必要があること、長期評価がある以上、福島県沖で波源を設定しない理由
をきちんと示す必要があることを指摘し、3年間の電力共通研究及び土木学
会での審議の結果、長期評価による波源設定が必要と判断され、津波評価技
術の改訂がされれば再度バックチェックを行うとの被告東電の担当者の繰り
返しの説明を聞き、津波研究者として、福島県沖～茨城県沖で長期評価のよ
うな地震津波が発生するとは思わず、被告東電の説明は理解するし、気持ち
も分かるが、長期評価がある以上、考慮しなくてもよい理由を一般の人に説
明しなければならないことを述べ、④今村委員は、長期評価について今回の
耐震バックチェックにおいて波源として考慮しなくてもよいこと、バックチ
10 ャックでは扱いにくく、かなり過大で非常に小さい可能性を追求するのはど
うかと述べていた。

また、佐竹論文（甲B35、なお、本論文は、上記(1)の宮城県沖地震重点調査観
測の一環として実施された研究に基づく。）を踏まえた貞観津波の波源モデルの検
討も進め、同論文で示された二つの波源の数値シミュレーションを実施した
15 結果、本件原発の取水口前面における最大水位上昇量は、最大で7.667
m（6号機、1～5号機で7.074～7.595m、なお、平均潮位O.P.+0.
889mを初期海水面として実施）となり、敷地まで遡上しないという結果とな
った。

これも踏まえ、被告東電は、貞観津波を耐震バックチェックにおいて取り
20 扱わない方針とした。

同年12月10日、被告東電は、阿部名誉教授に対し、今回の耐震バック
チェックにおいては津波評価技術でチェックすることとし、長期評価につい
て電力共通研究における3年間の研究後にその成果を土木学会で審議し、津
波評価技術を改訂し、改訂後にバックチェックをすることの当否を確認した
25 が、阿部名誉教授は、長期評価がある以上、事業者がどのように対応するか
を答えなければならず、対策をとるのも一つ、無視するのも一つであるが、

無視するためには積極的な証拠が必要となること、福島県沿岸で津波堆積物の調査を実施し、長期評価に対応するような津波が過去に発生していないことを示すのがよいことを述べた（以上、丙B114の2・12～21, 25, 26頁, 丙B114の4・資料142～146, 149, 154, 丙B115の1・93, 107頁, 丙B123・60～62頁）。

(イ) 被告東電は、上記ア(オ)の方針の下、津波に関する最終報告に向けて、最新の海底地形と潮位観測データを考慮し、平成21年2月に津波評価技術に基づき、再評価をした結果、本件原発について、O. P. +5.4～6.1mという結論を得て、その津波高さに応じてポンプ用モーターのシール処理対策等を講じた。また、前記4(6)ウ(ウ)のとおり、平成20年3月に、代表プラントである本件原発の5号機についての中間報告書を、平成21年6月に本件原発の1～4号機及び6号機についての中間報告書を、それぞれ保安院に提出した。この中間報告書において、新潟県中越沖地震の知見を活かした調査に基づき、基準地震動Ssを策定し、原子炉建屋や安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの主要な設備等について耐震バックチェックが実施されたとの報告がされた（甲A2本文編・390頁, 甲A337, 乙A4の1・14, 18, 19頁）。

エ 地質等合同WGにおける検討状況等

(ア) 上記ウ(イ)の中間報告書の提出を受けた保安院は、地質等合同WGにおいてその妥当性等を審議した。

平成21年6月24日開催の上記地質等合同WGにおいて、被告東電の担当者が中間報告について説明をした際、同WGの委員（上記(1)の貞観津波の津波堆積物の調査研究に関与した産業技術総合研究所活断層研究センター（以下「産総研」という。）の海溝型地震履歴研究チームの岡村行信委員）から、プレート間地震として福島県東方沖地震を考慮しているが、既に調査結果が出ている同地震と全く比べ物にならない津波が起きたとされる貞観津波について触れていない

理由が尋ねられた。これに対し、被告東電の担当者は、貞観地震について地震動の観点から被害が見当たらず、地震動評価上、福島県東方沖地震で検討すれば問題ないと考えていると述べた。上記委員が、津波堆積物が常磐海岸まで来ており、これは、上記(1)の研究成果からもわかっているのに、そのことに触れていない理由を重ねて尋ね、これに対し、保安院の担当者(事務局)が、津波に関し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、貞観津波の津波堆積物の調査結果なども踏まえた検討を最終報告において行うなどと述べた(以上、甲A60の1・16, 17頁, 丙B108の1・57~59頁, 丙B108の2・資料4の16, 17頁)。

(イ)平成21年7月13日開催の地質等合同WGにおいて、被告東電の担当者は、貞観地震の影響が福島県東方沖地震(塩野崎沖地震)の影響よりも小さいとする趣旨の報告をしたが、複数の委員から、津波の波源モデルを地震動の評価に用いることには無理があり、震源断層モデルとして考慮することの問題点の指摘や、貞観地震と福島県東方沖地震との連動を考慮すべきといった意見、そもそも佐竹論文が知見と呼べるのかなどの意見が出て、議論の收拾がつかない状態となったことから、保安院の担当者が、そのような議論の状況を踏まえて、貞観津波について新たな知見が得られた場合、設計用津波水位の評価に貞観地震を考慮するよう求め、他の委員もこれに異論を述べなかった。

同月21日、保安院は、上記合同WGの審議の結果として、被告東電が策定した地震動が妥当であるとした上で、現在、研究機関等により貞観津波に関する津波堆積物や波源等に関する調査が行われていることを踏まえ、電気事業者が津波評価及び地震評価の観点から、適宜、当該調査研究の成果に応じた適切な対応をとるべきと考えるといった意見を付し、保安院は、貞観津波について調査研究の段階にあるとの見解を示していた(以上、甲A60の2・3~8, 13~15頁, 甲A115の1・Ⅲ-29頁, 丙A37・5, 24頁, 丙B3

1・12～14頁，丙B33・1頁，丙B83・6～9，12～16，88，89頁，
丙B108の1・59～62頁，丙B108の2・資料5の3～8，13～15頁）。

オ 中間報告後の保安院，被告東電の対応等

5 (ア) 平成21年8月28日，被告東電の担当者は，保安院の担当者と会い，波
源設定について津波評価技術に基づき行うこと，今後波源の合理的設定に関
する研究を土木学会等で行い，バックチェック最終報告に間に合わないが，
合理的に設定された波源に対して必要な対策は当然実施することなどを説明
し，保安院の担当者から，個人的見解として，その取扱いでよいが，貞観津
波の試算結果を教えてほしいとのコメントがあった。同年9月7日，被告東
10 電の担当者は，保安院に赴き，上記説明のほか，貞観津波の試算結果を説明
したところ，保安院の担当者は，貞観津波について正式に耐震バックチェッ
クの基本ケースで扱う必要はないが，何らかの形で安全性に言及できるのが
理想であると考えているなどと述べた（以上，丙B31・15～17頁，丙B8
3・16～19頁，丙B114の2・36～40頁，丙B114の4・資料166～1
15 68）。

(イ) 平成21年11月19日，原子力安全委員会は，保安院が付した上記エの
中間報告書の評価の妥当性を確認した（丙A53）。

(3) 推進本部地震調査委員会の「日本の地震活動」〈第2版〉

上記委員会は，平成21年3月に，上記資料を作成し，公表した。その内容
20 は，以下のとおりである。（丙A28）

ア 沈み込むプレートと陸のプレートの間で発生する地震

25 (ア) 太平洋プレートが沈み込む日本海溝等の付近では，M7～8程度の規模の
大きな地震が発生することがある。このような大地震は，太平洋プレートの
沈み込みに伴って陸側プレートの端が引きずり込まれ，それが限界に達した
ときに陸側のプレートが跳ね上がるという断層運動により生じる。このよう
な地震をプレート間地震又はプレート境界型地震という（丙A28・20頁）。

(イ) 太平洋プレート、フィリピン海プレートの沈み込む場所では、まれに特に規模の大きな地震と津波が発生することがわかってきている。この地震は、通常のプレート間地震の震源域が幾つか同時に連動して破壊することで発生すると考えられる。例えば、1707年の宝永地震(M8.6)は、南海地震と東南海地震が同時に発生した地震と考えられ、1703年の元禄地震(M8.1)は、1923年の関東地震(M7.9)と比べて震源域が広いと推定されており、このタイプの地震と考えられている。また、津波堆積物の調査結果から、貞観津波(M8.3)がこれまでに知られていない巨大地震によるものであった可能性がある。海外の例では、チリ地震(Mw9.5)やスマトラ沖地震(Mw9.1)がこのタイプの地震と考えられている(丙A28・20頁)。

(ウ) このタイプの大地震に伴う海底の地殻変動(隆起や沈降)により、海水が持ち上げられたり、引き下げられたりすることにより津波が発生することが多くある。そのため、プレート境界に面した沿岸地域、特に震源に近い地域では、プレート間地震の発生により、強い揺れが生じるほか、その直後に津波が来る(丙A28・20, 21頁)。

(エ) プレート境界の一部では、断層面でのずれがゆっくりと起こり、それによる海底での地殻変動(隆起や沈降)で津波が発生することがある。この場合、ずれがゆっくり起こるため、生じる地震波(人が感じるような周期の短い地震波)は比較的小さく、我々は弱い揺れしか感じない。しかし、津波を引き起こす海底での地殻変動の大きさは、ずれの速さではなく、断層運動の規模(ずれの量と広さ)などに依存する。したがって、感じた地震の揺れが比較的弱くても、断層運動が大規模であれば大きな津波が発生する。このように、通常地震から予想されるよりもはるかに大きな津波を引き起こすような地震を「津波地震」という。明治三陸地震がこの例である。地震の揺れの強さから求めたMは7程度であったが、津波記録を用いて推定された断層運動の規模から求めると、M8.2に相当する(丙A28・21頁)。

イ 東北地方の地震活動の特徴

(ア) 東北地方に被害を及ぼした地震には、太平洋側沖合で繰り返し発生してきたM8クラスの地震や陸域で発生したM7クラスの地震などがある。明治三陸地震がよく知られている。東北地方は、近畿地方などに比べて古い歴史資料が不十分であるが、数多くの被害地震が陸域や海域で発生してきたことが知られている（丙A28・83頁）。

(イ) 東北地方の地震活動は、太平洋側沖合の太平洋プレートの沈み込みに伴って発生する地震や陸域の浅い場所で発生する地震などがある。

この中で発生する地震の数が多く、規模も大きいのが太平洋側沖合で発生する地震である。

東北地方には、東南東の方向から太平洋プレートが年間約8cmの速さで近づいており、同プレートは日本海溝から東北地方の下に沈み込んでいる（以上、丙A28・83頁）。

(4) 平成21年～平成22年の津波評価部会の活動状況等

ア 平成21年のロジックツリー分岐のアンケートの実施等

(ア) 平成21年2月に、土木学会の津波評価部会は、同部会の審議に使用すべく、認識論的不確定性に由来するロジック分岐の重み付けの妥当性を高めるため、津波評価部会の委員及び幹事34名並びに外部専門家5名に対し、確率論的津波ハザード解析に適用するロジックツリー分岐の重み設定案の作成のためのアンケートを実施した。

回答するに当たっての前提として、各専門家の専門事項についてのみ回答すること、その「重み」欄に、項目ごとに合計が1となるよう、小数又は分数による現状の判断を記入すること、「より確からしい」と考える見解の重みが大きくなるよう数値を配分することとされていた。

また、津波ハザード解析及びロジックツリーの意義を説明し、地震規模について、津波高の確率分布を求める目的としているため、過去及び将来の地

震規模 M_w すなわち「津波モデルの M_w 」を設定すること、「津波モデルの M_w 」の検討経緯は津波評価技術のとおりであること、 M 範囲の考え方について、記録が残っている地震の既往最大規模が、「それ以上大きい地震は起きない上限か」、「それを超える地震が将来起きえるのか」という判断と「将来発生する地震規模はどの程度の範囲で振れるか（不確実性大のとき0.5の幅、不確実性小のとき0.3の幅とした）」という視点から五通りの分岐を設定したこと、活動域区分について、津波評価技術で検討した確定論的津波評価のための海域区分を基に長期評価の研究成果を加味して設定していること、想定対象期間としては、超長期にわたる、すなわち1万年オーダーの地質学的時間を想定し、大地震の平均的な発生状況を推定することを基本とすること、「BPT分布を用いた評価方法」という設問のみ、BPT分布による今後数十年間の発生確率に基づく設問であることなどが説明されている。なお、アンケート調査の結果は、平成21年2月23日付けで集約され、調査票（集計表）が同日付けで作成されている（以上、丙A76・1～5頁、丙B23・19頁、丙B114の4・資料175）。

(イ) このうち、三陸沖～房総沖海溝寄りのプレート間大地震に関する質問において、その前提として、津波モデルを、津波の痕跡高を再現できる一様モデルとすると、慶長三陸地震、明治三陸地震及び延宝房総沖地震の各津波モデルの M_w はいずれも8.3、一様すべりモデルの既往最大 M_w は8.3（津波モデルを不均質モデルとした場合、慶長三陸地震の津波モデルの M_w は8.4、明治三陸地震の津波モデルの M_w は8.3、不均質モデルの既往最大 M_w は8.4。なお、検潮記録が得られていない延宝房総沖地震については、信頼性の高い不均質モデルを作成できない。）であり、長期評価による地震規模は M_t 8.2前後であることなどが示されている。

最初の質問（Q1-6-1）として、分岐①（過去に発生例がある三陸沖及び房総沖でのみ過去と同様の様式で津波地震が発生する。）の重みが「0.40」、分

岐②（活動域内のどこでも津波地震が発生するが、北部領域に比べて南部ではすべり量が小さい。北部赤枠内では明治三陸地震の断層モデルを移動させ、南部赤枠内では延宝房総沖地震の断層モデルを移動させる。）の重みが「0.35」、分岐③（活動域内のどこでも明治三陸地震タイプの津波地震が発生し、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。赤枠全体の中では明治三陸地震の断層モデルを移動させる。）の重みが「0.25」となっていた。また、補足として、上記分岐がいかなる認識、根拠に基づくものかが説明されている。分岐①は、津波地震が発生するのは特別な領域であるという認識に基づく。海溝寄りの津波地震が発生している領域では、その陸側でM8クラスの典型的なプレート間地震が発生しておらず、三陸沖中部、房総沖と茨城県沖南部ではM8クラスの典型的なプレート間地震が発生していないことが指摘され、先行研究(丙B21)では、三陸沖に関してこの傾向を指摘し、プレート境界の性質（粗い、なめらか）による説明をしている。分岐②は、巨大低周波地震としての津波地震はどこでも発生する可能性があるが、南部では津波を大きくする低速度くさび型堆積物が見られないため、北部の場合ほど大きな津波を生じないとの認識に基づく。このことは、延宝房総沖地震のすべり量が明治三陸地震のすべり量ほど大きくないこととも整合する。分岐③は、巨大低周波地震としての津波地震はどこでも同じように発生し、低速度くさび型堆積物の影響はそれほど大きくないという認識に基づく。なお、地震学者及び津波工学者11名の重み付け（なお、地震学者について、都司委員を除く7名の地震学・地震工学の専門家について、他の専門家の4倍の数値が割り当てられている。）を見ると、上記4倍としない状態では、分岐①「0.35」、分岐②「0.32」、分岐③「0.33」となっていた。

このうち、4倍の数値が割り当てられた地震学者の見解を見ると、谷岡准教授は、分岐①「2」、分岐②「1.2」、分岐③「0.8」（4倍とする前の数値は、分岐①「0.5」、分岐②「0.3」、分岐③「0.2」）と配分し、明

治三陸地震が世界でも類を見ない津波地震であったことを考慮し、分岐①の重みを大きくすべきとコメントし、平田直教授（当時東京大学教授）も谷岡准教授と同じ重みを付け、藤原広行氏（当時防災科学技術研究所所属）は、分岐①「0.4」、分岐②「1.2」、分岐③「2.4」（4倍とする前の数値は、分岐①「0.1」、分岐②「0.3」、分岐③「0.6」）と配分し、海溝寄りの津波地震に関しては不明なところが多いため、安全側の重みを設定したとコメントし、松澤暢教授（当時、東北大学教授であり、推進本部地震調査委員会の委員を務めた。以下「松澤委員」という。）は、分岐①「0.8」、分岐②「2.4」、分岐③「0.8」（4倍とする前の数値は、分岐①「0.2」、分岐②「0.6」、分岐③「0.2」）と配分し、不確定性が大きく、過去と同じ場所だけとはい

い切れないが、頻度としては北部の方が高いと思うとコメントし、佐竹委員は、分岐①「2」、分岐②「0.4」、分岐③「1.6」（4倍とする前の数値は、分岐①「0.5」、分岐②「0.1」、分岐③「0.4」）と配分し、津波地震が特定の場所で発生するか、どこでも発生するかは議論があるので、50%としたとコメントし、平田賢治氏（当時気象研究所所属）は、分岐①「0.8」、分岐②「1.8」、分岐③「1.4」（4倍とする前の数値は、分岐①「0.2」、分岐②「0.45」、分岐③「0.35」）と配分し、山中佳子教授（当時名古屋大学准教授）は、分岐①「2.4」、分岐②「1」、分岐③「0.6」（4倍とする前の数値は、分岐①「0.6」、分岐②「0.25」、分岐③「0.15」）と配分し、津波地震の発生場所はある条件を満たした特別な場所だと思うが、ここでの区分けは大雑把なので分岐①と思わないが、分岐②、③のように南北二つに分けての議論は無理とコメントした。

また、これ以外の学者を見ると、首藤名誉教授は、分岐①「0.8」、分岐②「0.1」、分岐③「0.1」と配分し、都司委員は、分岐①「0」、分岐②「0」、分岐③「1」と配分し、例えば貞観津波がそうであったと考えられるとコメントし、今村委員は、分岐①「0.3」、分岐②「0.6」、

分岐③「0. 1」と配分し、カップリングやスロー地震を考慮して分岐②の可能性が高いとコメントし、高橋准教授は、分岐①「0. 2」、分岐②「0. 5」、分岐③「0. 3」と配分し、海溝寄りの津波地震が発生している地域では、その陸側でM8クラスの典型的なプレート間地震が「発生しない」のか、それとも「発生したことは確認されていない」のかの判断は難しく、他地域での津波地震の発生を否定するほどの根拠はないと考えられるし、プレート境界の性状と津波地震の関係もまだ発生を否定するほどの知見には達していないと認識しており、分岐①の重みを低くしたが、堆積物と津波地震の関連性は強く、堆積物の分布についても物理的に確認できているならば、すべり量を小さくすることは妥当と考えて、分岐②に比べて分岐③の重みは小さくしたとコメントした。

次に、上記分岐①を前提とした場合に、三陸沖海溝寄り津波地震北部の津波推定に用いる断層モデル(Q1-6-2)は、明治三陸地震の津波に対する一様すべりモデルを用いる(Mwが変化する場合、幅に50kmの限界があるというスケーリング則を適用しモデルを設定する。)との重みが「0. 45」、同津波に対する不均質モデルを用いる(アスペリティを考慮する。Mwが変化する場合、断層面積は一定として、各小断層のすべり量に同じ倍率をかけることによりモデルを設定する。)との重みが「0. 55」であった(以上、甲A597・資料2、丙A76・18~23頁、丙B104の3・資料7、丙B114の2・55~58頁、丙B114の4・資料177)。

(ウ) 地震規模に関しては、上記分岐①を前提として、一様すべりモデルを用いるとき、三陸沖~房総沖海溝寄りの津波地震活動域のうち、明治三陸地震の波源域の地震規模(Q1-6-3-1)は、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0. 80」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0. 20」(合計)である。また、不均質モデルを用いる場合(Q1-6-3-2)も、同様の重みとなっている。

上記分岐②を前提とする場合、三陸沖～房総沖海溝寄りの津波地震活動域北部海域において、一様すべりモデルを用いることとなり、その地震規模(Q1-6-3-3)は、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.80」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.20」(合計)である。

上記分岐③を前提とする場合、三陸沖～房総沖海溝寄りの津波地震活動域全体において、一様すべりモデルを用いることとなり、その地震規模(Q1-6-4)は、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.75」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.25」(合計)である。

上記分岐①を前提として、一様すべりモデルを用いるとき、三陸沖～房総沖海溝寄りの津波地震活動域のうち、延宝房総沖地震の波源域の地震規模(Q1-6-5-1)は、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.85」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.15」(合計)である。

上記分岐②を前提として、一様すべりモデルを用いるとき、三陸沖～房総沖海溝寄りの津波地震活動域南部海域の地震規模(Q1-6-5-2)は、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.85」(合計)であり、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.15」(合計)である(以上、丙A76・24～27頁)。

(エ) 貞観型の津波(869年発生、津波モデルのMw及び既往最大Mwはいずれも8.5)に関する質問もあり、仙台平野及び石巻平野でその津波堆積物が確認され、貞観地震の津波が明治三陸地震及び昭和三陸地震の各津波並びに慶長三陸地震の津波よりも大規模であった可能性を指摘するとともに、約2700～2300年前以降、少なくとも2回の巨大津波の堆積物が見られるとの研究(澤井ほか)に加えて、佐竹論文(甲B35)において、貞観地震の断層モ

デルについて、①長さ100km及び②長さ200kmのいずれのプレート間地震でも貞観地震の津波が説明できることを前提に、貞観型のプレート間逆断層地震の断層モデルとして、長さ100kmのモデル①の方が適切であるとの重みが「0.45」、長さ200kmのモデル②の方が適切であるとの重みが「0.55」であった(Q1-8-1)。また、モデル①の場合(Q1-8-2)、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.70」(合計)、「既往最大を上回る地震は発生しない」という重みが「0.30」(合計)であり、モデル②の場合(Q1-8-3)、「既往最大を上回る地震が発生する」という重みが「0.75」(合計)であり、「既往最大を上回る地震が発生しない」という重みが「0.25」(合計)である(以上、丙A76・33～35頁)。

イ 確率論的津波ハザード解析の方法

(ア) 津波評価部会は、平成21年3月頃、「確率論的津波ハザード解析の方法」の案をまとめている。その内容は、平成15年6月～平成17年9月及び平成19年1月～平成21年3月における確率論に立脚した津波評価法に関する津波評価部会における検討、討議の内容をまとめたものである。なお、同案は、その後、図面の不備等の修正を経て、平成23年9月付けで正式に発表されている(丙A209・序文、なお平成21年3月時点の案のものは丙A207である。)

(イ) その中では、ロジックツリーの分岐の分類及び重みの設定法について、理想的には、目的を明確に把握した「事務局」の下に「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て分岐案を作成し、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「専門家グループ」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が、「専門家」の範囲の設定や提供すべき共通資料の範囲などの問題があるほか、「専門家グループ」の組

5 織化にはかなりの労力がかかり、より現実的な方法として、目的を明確に把握した「事務局」が現状の研究成果のレビューに基づきできるだけ幅のある分岐案を設定し、一定の数の「専門家」にヒアリングして最終的な分岐案と重み案を作成する方法が考えられ、最近では、長期評価などの研究成果を活用することができる」と記載されている（丙A207・29頁，丙A209・29頁）。

10 (ウ) 確率論的津波ハザード解析を実際に行うことが可能な海域のモデルとして、日本海溝沿い及び千島海溝（南部）沿い海域のモデルが挙げられ、同海域の大地震の発生領域について、十勝沖，根室沖などのほか，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），同海溝寄りのプレート内大地震（正断層型），三陸沖北部プレート間大地震，福島県沖プレート間，貞観型などの領域が示され，これに沿って，各波源モデルなどが示されている。

15 また，解析モデルに関する補足として，長期評価の領域区分を示した上で，海溝付近が一括して「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」とまとめられている点について，陸側の領域と同様に，より現実的な区分について検討する必要があると指摘されている。

20 海溝寄りの津波地震の発生メカニズム（津波地震が海溝付近近傍の付加体下のプレート境界を破壊する地震であることを前提に，海溝付近の浅いプレート境界は普段ずるずる滑っていてほとんど地震を起こさないのに，なぜそこで津波地震が発生するのか。）について，幾つかの見解が示され，その中には，非地震域プレート境界での間隙水圧の極端な増加により不安定なすべりが生じるというモデルを提案するもの，多数のアスペリティの連動破壊により非常に大規模な低周波地震（津波地震）が生じるというモデルを提案するもののほか，海溝軸近傍の未固結堆積物の影響を考慮するなどするものがある（以上，丙A207・50～6
25 7頁，丙A209・50～67頁）。

(エ) 日本海溝の北部地域と南部地域の違いについて，北緯38度10分を境に

5 北部と南部を分けた上で、北部では海洋プレートの海溝軸に平行な等間隔な地形起伏を持ち、ホルストグラベン構造で形成され、前弧地域はなめらかで約5°の傾斜があるが、南部では、北部のような地形起伏が見られず、海山があり、前弧地域は複雑な構造を持ち、沈み込んだ海山のトレースと考えられること、プレート間の堆積ユニットに2種類があり、北部ではくさび型ユニットで、南部ではチャンネル状ユニットであり、北部と南部では低速度堆積ユニットの厚さに大きな違いがあつて、プレート境界でのカップリングの変化を示唆することなどを示す研究論文が挙げられている。また、別の論文（丙B1）として、微小地震の震央分布、繰り返し地震の発生割合、三陸沖に10 発生する低周波地震の震央分布などの検討に基づき、「津波地震が巨大な低周波地震であるならば、三陸沖のみならず福島県沖から茨城県沖にかけても津波地震発生の可能性がある」こと、「ただし、海溝における未固結の堆積物は三陸沖にのみ顕著であるため、三陸沖以外においては巨大低周波地震は発生しても津波地震には至らないかもしれない」ことを指摘している。この15 ことは、延宝房総沖地震による津波が明治三陸地震による津波に比べ小さいことに対応している（以上、丙A207・69～73頁、丙A209・69～73頁）。

ウ 第4期津波評価部会

平成21年11月～平成23年3月に実施された土木学会の第4期津波評価部会において、以下のとおり検討がされた。

20 (ア) 平成21年11月24日開催の津波評価部会において、被告東電からの審議依頼を受けて、貞観津波や長期評価の波源モデルについて協議されたが、その際、貞観津波について、869年に発生したことよりむしろ1000年位の間隔で繰り返し発生していることが津波堆積物からわかってきたとの指摘や、太平洋側については平成14年以降に長期評価や中央防災会議での検討があり、これらの知見を反映した検討が行われるべきであるとの指摘があ25 った（乙A4の1・24頁、丙B118の1・2頁）。

(イ) 平成22年3月2日開催の津波評価部会において、アスペリティモデルを用いた津波評価手法の検討方針についての議論の中で、基本的には津波の痕跡高を用いてアスペリティを求めるが、海底活断層について痕跡高がないので、地震動分野の知見を適用して求めるとの指摘、アスペリティの位置は痕跡数の精粗に依存する可能性があり、アスペリティが確実であるといえる波源はそれでよいが、そうではない場合にはアスペリティをランダムに設定して津波計算を行い、その包絡線を設計に用いるのがよいかもしれないといった意見があり、包絡線を用いると過大設計になるかもしれないとの指摘には、過大設計になるとしても原発は停止できないし、津波評価の分野だけがアスペリティを無視するわけにはいかないので、評価の詳細化による不確かさの低減も含めて、適切な評価の体系を検討されたいといった意見があった。

また、水位に影響するアスペリティの大きさに関する議論の中で、海域により手法が異なるのは説明が付きにくいので、統一性のある手法を検討した方がよいといった意見があった（以上、丙B118の2・1、2頁）。

(ウ) 平成22年12月7日開催の津波評価部会において、日本海溝を対象とした波源モデルに関する検討（アスペリティモデルを用いた津波評価手法）として、幾つかの質疑を経た上で、今回の検討の位置付けとして、最終モデルは平均的に痕跡高を最も再現できるが、最終モデルの位置から少しずれる可能性があり（今回、20、40kmと設定）、評価地点付近で水位が高くなれば設計への反映を検討するが、全ての地点の痕跡を上回ったり、最終モデルよりも水位が高くなったりするからといって妥当性の評価項目にはならないと理解したとの意見があったほか、波源モデルに関する検討（日本海溝沿い海域の波源域について）として、JTNRについて南部は正断層地震が発生していないが、将来的な発生の有無は分からない、どのような条件で正断層地震が発生しているのかなど、世界を含めて情報を収集しておくことが重要であるとの意見があった。

また、上記部会において、同部会の幹事団から、三陸沖から房総沖の海溝寄りを北部と南部を分割し、南部は延宝房総沖地震を参考に波源モデルを設定することが提案された。すなわち、平成14年の津波評価技術の発表以降の知見を反映し、必要に応じて基準断層モデル及びパラメータ範囲の見直しを行うことを目的として、長期評価の見解や海溝の地質調査結果、貞観津波に関する知見、平成21年のロジックツリーの重み付けアンケートの結果等を踏まえて、三陸沖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、北部と南部を分割し、各活動領域のどこでも津波地震は発生するが、北部領域に比べ南部領域ではすべり量が小さいため、南部は延宝房総沖地震を参考に波源モデルを設定するとの提案がされたところ、出席者から特段の異論は出されず、事業者側の自主的な取組として、延宝房総沖地震の波源モデルを「参考」にしつつ、福島県沖を含む日本海溝沿いの津波地震に関する新たな波源モデルを構築するという方向で検討が進められることとなった（以上、丙B77の1・84～86頁、丙B114の2・51～59頁、丙B114の4・資料173、174、丙B118の4）。

エ 津波ハザード解析に関する東電設計からの報告

平成21年10月、被告東電は、上記イ(ア)の津波評価部会の新たな確率論的津波ハザード解析の方法に基づく津波ハザード解析を東電設計に依頼した。その報告書の提出は平成23年3月11日より後であったが、同報告書の中で、4号機（本件原発の4号機前面位置方号機前面位置より大きくなる傾向にあることから、4号機を代表評価位置として選定した。）において、O. P. +10mを超える津波高さの年超過確率が 10^{-5} の範囲にはあったが、 10^{-4} にかなり近いものとなっていた（丙B114の2・40～43頁、丙B114の3・55、56頁、丙B114の4・資料186～188、弁護士提示資料21-1）。

(5) その後の被告東電等の関係者の対応等

ア 被告東電による津波堆積物の調査等

被告東電は、上記(2)ウ(ア)の阿部名誉教授の示唆も受けて、福島県沿岸の津波堆積物の調査を実施することとし、平成21年7月10日までに社内の承認を経て、その委託を行った。

その結果、福島県沿岸部の5か所(相馬市松川浦南方地区、南相馬市小高区浦尻地区、富岡町仏浜地区、広野町下浅見川地区、いわき市平下高久地区)を対象に、平成21年12月～平成22年3月、現地調査(浜堤背後の後背地などで深度2～3m程度の堆積物試料を採取し、その分析等を行った。)が実施され、上記松川浦南方地区及び小高区浦尻地区において、貞観津波によると思われる津波堆積物が確認され(松川浦南方地区において遡上高標高0.5m以上、小高区浦尻地区において遡上高標高4m未満)、富岡町からいわき市にかけては紀元前1000年以降の津波堆積物の発見に至らなかった(乙B2、丙B114の2・27～29頁、丙B114の4・資料161、162)。

イ 保安院及び被告東電の対応等

(ア) 保安院の担当審議官は、平成22年3月19日、メールで、保安院の審査課の担当者に対し、手元の資料によると、3号機の敷地レベルO: P. +5.6mに対して、津波評価技術での評価が+5.5mとなり、より大きくなる可能性がある上、水位下降時も下回る事となるが、被告東電がどのような対策を考えているのかについて確認した。これに対し、上記担当者は、上記審議官に対し、担当室長らが出張中であり、「上昇では大丈夫だが、引き波では一定期間ポンプを止める必要がある」との情報しかなく、改めて確認しておく返信した。

同月23日、上記審議官と担当室長の打合せの中で、津波堆積物の調査結果を踏まえて、近々シミュレーション解析結果が出るが、貞観津波は簡単な計算でも敷地高を超える結果となっているから、防潮堤を作るなどの対策を要すると思うから、その解析結果が出たら相談するとの報告がされた。

同月24日、上記審議官は、各担当者に対し、メールで、保安院の上層部

(保安院長ら)に3号機の耐震バックチェックにおいては貞観地震の津波評価が最大の不確定要素であると報告したと伝えた。そのメールには、貞観地震について地震動による被害よりも津波による被害が大きかったとの考えがあること、貞観地震の研究はもっぱら仙台平野での津波堆積物を基に実施されているが、この波源をそのまま使うと本件原発に対する影響が大きいと思われること、本件原発の敷地は余り高くなく、津波に対して注意が必要な地点であるが、貞観地震は敷地高を大きく超えるおそれがあること、被告東電が、地質等合同WGの指摘も踏まえ、福島県での津波堆積物の調査を実施していること、貞観地震に関する佐竹論文は、平成22年度が最終年度であり、今後推進本部での検討に移ると思われ、同年の夏から平成23年にかけて貞観地震の評価がある程度固まってくる可能性が高いこと、3号機について仮に中間報告に対する保安院の評価が求められるとしても、貞観地震の検討が進んでいる中で津波に対して評価せずに済むかどうかは疑問であること、津波の問題に議論が発展すると厳しい結果が予想されるので評価にかなりの時間を要する可能性が高く、結果的に対策が必要になる可能性も十二分にあること、被告東電は役員クラスも貞観津波を認識していること、そのため、バックチェックの評価を行うと指示されても何が起こるかはわからないという趣旨の報告をしたことが記載されていた。

同年5月20日、被告東電は、保安院の担当者に対し、上記アの津波堆積物の調査結果の内容を報告した。その中で、松川浦南方及び浦尻で貞観津波の堆積物が発見されたこと、本件原発の北方10km付近で津波堆積物が発見されたが、南の方では見つかっておらず、本件原発のサイトに貞観津波が来たとははっきりいえないことを報告した。これに対して、保安院の担当者は、被告東電が津波堆積物の出ないポイントを選定したのではないかという疑いを持ち、被告東電に対し、貞観地震に対しての具体的な対応・対策をとるべきである旨述べた(以上、丙B33・4, 5, 7, 8頁, 資料2, 3の各メール

文書，丙B83・20～24頁）。

(イ) なお，保安院は，平成21年5月8日に原子力事業者等に対して，原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見等の継続的な収集及び評価への反映のための取組を行うことを求めていたところ，平成22年4月27日，原子力事業者等から報告された上記知見等の収集結果等を公表した。各原子力事業者等からは，原子力施設の耐震安全上の評価の観点から直ちに反映が必要な新知見について報告はなかった。また，原子力施設の耐震安全性の評価の観点から直ちに反映する必要はないが，耐震安全性における新たな知見に関連する情報（新知見関連情報）として，推進本部が公表した「全国地震動予測地図」（平成21年度まで毎年更新されていた「全国を概観した地震予測地図」を，最新の知見などを反映して高度化し，地震動予測手法の改良，地下構造モデルの改良，主要活断層帯の震源断層モデルの構築等の検討を行い，これらの検討結果を反映したもの）を挙げていた。

なお，津波に関しては，耐震安全上の新知見ではないが，引き続き確認が必要と判断されるものとして，5件の参考情報があるとされていた（以上，丙A54，丙A55，丙B83・26，27頁）。

(ウ) 平成22年12月16日に保安院が作成した「原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集及び評価への反映等のための取組について（平成21年度）」は，近年急速な科学的・技術的知見が得られている地震関連分野について，最新の科学的・技術的知見を収集し，必要なものを原子力施設の耐震安全性評価に反映するなどの耐震安全性の一層の向上に向けた取組を継続すべく，平成21年5月に，これらの知見の継続的な収集及び評価への反映の枠組みを構築したが，これに基づく平成21年度に発表された文献等について知見の整理・抽出を行った結果の報告があり，地質等合同WG等の審議を経て，保安院の報告書として取りまとめたとしている。

その中で、耐震安全性に係わる情報の主な収集対象として、推進本部、中央防災会議、地震予知連絡会、産総研などが、国の機関等として挙げられている。

5 収集された情報は、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）、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）、参考情報（上記各情報以外に、耐震安全性評価に関連する情報として報告されているもの）に分類されるが、保安院は、「新知見情報」はないものと判断し、推進本部の全国地震動予測地図について「新知見情報」ではなく「新知見関連情報」と位置付けている。

10 また、その付録を見ると、長期評価（平成21年3月改訂後のもの）については、東北電力及び中部電力から「参考情報」として提出されるにとどまり、その位置付けにも特段の異論は示されていない（以上、丙B34・1、4、11頁、付録4、8頁）。

15 ウ 被告東電内の津波対策工に係る検討状況等

(ア) 平成22年8月27日、被告東電内で、第1回の福島地点津波対策ワーキングが開催され、担当グループごとに、津波の対策工事の検討状況が示された。

20 土木調査グループから、長期評価及び貞観津波の最新の知見を踏まえると、本件原発の6号機において最高O. P. +10.2mとの評価となり、防潮堤の設置を検討していたが、本件原発の設備を守れても周辺的一般家屋等に影響があるのは好ましくないとの上層部の意向があり、検討が中断していること、機器耐震技術グループ（電計班）から、津波対策案の一つとして非常用海水系電動機の水密化を検討中であり、バックチェックにおける津波評価技術に基づくO. P. +6.1mの津波に対して平成21年11月に対策が完了しているが、長期評価に基づくO. P. +10m以上の津波に対して既存

の非常用海水系電動機では機能を維持できないため、水密化電動機（水没時に停止し、水位が引いた後に運転再開）の開発について実現性の可否を含めて検討中であること、ポンプ、制御盤、ラック等の電動機以外の周辺機器の改造・対策も別途必要となるが、非常用海水系以外の機器については今回の検討対象外であること、長期評価に基づくO. P. +10mの津波の衝撃力に対する電動機及びポンプの耐力評価を行った結果、衝撃力に耐えられないとの結果が出ており、津波対策として水密化電動機を採用する場合には、防波堤、防護壁、建屋等の津波衝撃力緩和策及び漂流物防止策も同時に実施することが必須となること（防波堤、防護壁、建屋等により津波を防げる場合には水密化電動機への取替えは不要である。）、建築耐震グループから、非常用ポンプはO. P. +4mに露出して設置してあり、建屋扉の水密化の対策が必要となること、本件原発の10m津波に対して、屋外設置設備の建屋新設を以前検討したが、新設建屋設置場所の下に取水路があるため、取水路を含めた大規模な改造工事が必要になる見込みであることといった各意見が出された（以上、丙B114の2・47～49頁、丙B114の4・資料170、丙B116の1・106～108頁、丙B116の3・資料89）。

(イ) 平成22年12月6日、被告東電内で、第2回の福島地点津波対策ワーキングが開催され、第1回に引き続き、担当グループごとに、津波の対策の検討状況が示された。

機器耐震技術グループ（電計班）から、非常用海水系電動機の水密化の基本構造検討において津波衝撃力を考慮した場合に電動機の基礎ボルト等が耐えられないと考えていること、電動機だけでなく、現場計器、制御盤等が被害を受けた場合にもポンプ電動機が運転不能となることが報告され、建築耐震グループから、本件原発の津波対策として海水ポンプ群を格納する建屋の新設について、現場状況を確認した結果、非常用海水ポンプ回りは他のポンプ、機器・配管等が濫立し、非常用海水ポンプのみを格納する建屋の設置は困難

5 であること、取水路上に建屋を設置した場合に津波に耐えられるよう基礎を
打つ必要があるから直下の取水路自体を改造する必要があること、非常用海
水ポンプの直前に津波による衝撃波吸収用の壁を設置する場合も取水路に強
固な基礎が必要となること、既存の防波堤を高くした場合には津波の反射波
10 により更に大きな波となる可能性があることが報告され、土木調査グループ
から、本件原発の沖合に防潮堤を設置した場合でも、10m級の津波が非常
用海水ポンプ付近では最大約6～8mとなり、ポンプ据付高さ約4mを超え
る結果となること、防潮堤の設置により周辺住民に影響を与えてはならない
という上層部からのコメントがあること、津波対策調査の検討結果を反映し
15 つつ、貞観津波に対する波源モデルの精度を高め、本件原発の津波の検討・
評価のスケジュールとして、津波評価技術の改訂が予定されている平成23
年10月までに上記検討・評価を行い、津波バックチェック報告書の提出を
計画していること、対策工の検討・実施スケジュールとして、工事の緊急度
に依じて、上記改訂時期である平成23年10月に対策工が着手されている
20 ように考慮したことが報告された。その報告を受けて、対策センター長から、
できないことを並べ立てるだけでなく、解決方法を考えるようにとの指示が
あった（以上、丙B114の2・50、51頁、丙B114の4・資料172、丙B1
16の1・108～110頁、丙B116の3・資料90）。

25 (ウ) 平成23年1月13日、被告東電内で第3回の福島地点津波対策ワーキン
グが開催され、第2回に引き続き、担当グループごとに、津波の対策の検討
状況が示された。

土木調査グループから、平成14年以降の新たな知見のうち、本件原発へ
大きな影響を及ぼすものとして、貞観津波の波源と長期評価の波源の二つが
あり、長期評価に対応する波源として、日本海溝南部では、当初、明治三陸
25 地震の津波を波源として想定していたが、同海溝北部と同海溝南部の特徴が
異なることを踏まえて、延宝房総沖地震の津波の波源を用いることを津波評

価部会に提案し、特に異論がなかったこと、延宝房総沖地震の津波の波源による場合には本件原発の取水口前面の津波水位は明治三陸地震の津波の波源を想定した場合の津波水位の7割程度となり、取水口前面では貞観津波が支配的になる見込み（想定津波水位は、貞観津波において7.7～9.2m、延宝房総沖地震の津波において4.5～7.2m）であること、ただし、この場合でも敷地南部からの遡上について11m程度となることから、敷地高さの10mを超えてT/B等が浸水する可能性があること、取水口前面について貞観津波、敷地南部からの遡上について長期評価の見解を考慮して対策工を検討する必要があること、津波の浸入を防ぐため護岸上に壁を設置した場合、O.P. +9.0m（地面から5m程度）の高さが必要となること、設置に当たってはスペースの問題や取水路上への重量物の設置等の課題があること、貞観津波の水位に関する検討は継続中であるが、現在検討されている水位から劇的に低減する可能性は低いことが報告され、建築耐震グループ及び土木耐震グループから、検討している非常用海水ポンプを収容する建物・構築物の設置案及びスクリーンポンプ室における耐震安全性の再評価及び強化案について説明があり、具体的には、建築耐震グループから、非常用海水ポンプを収容する建物・構築物として、完全防水型・半防水型・非防水型の三つのケースを想定し検討していること、津波バックチェックの報告を提出する平成24年10月には工事着手又は工事設計に着手するスケジュールを検討していること、いずれのケースにおいても建物だけではなく基礎部の構造、既設建造物の干渉及び移設について検討が必要であり、また建物によっては工認や建築確認申請が必要となる見込みであること、建造物を設置して囲んでしまうと現状に比較して機器のメンテナンス性を悪くするため、スライディング式の防潮堤等、メンテナンス時には移動できるような非常時のみに閉めるような構造も視野に入れて検討すること、非防水型において開放されている側の角の強化が難しいこと、ポンプ間が密集していることからポンプを個別に囲むこと

はできないことが報告され、土木耐震グループから、ポンプ室における基準地震動 S_s に対する三次元解析評価を実施した結果、せん断力における裕度が小さく、更に新たな構築物の設置やポンプ仕様の変更をした場合、新たな強化工事が必要となる可能性が高く、工事实施に当たり、工認変更、定検中
5 工事、干渉物対応・作業ヤードの制限等の課題があること、新たな構築物の設置やポンプ仕様の変更、ポンプ室の強化工事を実施した場合にはポンプ室の再解析評価が必要となること、海水配管トンネル等の開口部についての津波対策の必要性についての検討が必要となることが報告され、機器耐震技術グループ（電計班）から、電動機及び制御盤・ラック等における基本構造設計
10 について現状における課題と実現性結果を確認したこと、詳細構造検討及び実証試験における具体的な検討内容について説明があり、津波衝撃力及び漂流物の影響を除き、基本構造検討において「実現性なし」と判断される項目はなく、「実現性不明」の項目は幾つかあり、今後の詳細構造検討及び実証試験において実現性の確認を行っていくこと、電動機水密化に関する検討・
15 検証スケジュールは、津波バックチェックの報告時期を考慮し、平成24年度中の研究完了を目標に検討を進めていること、水密化電動機の実機適用には、ポンプ等の周辺機器の検討が別途必要となること、モーターの温度上昇が致命的であり、原計画では最終段階での確認事項となっているが、オイルシールの適用可能性と併せて来年度の検討において早期に可能性を検討することが報告され、機器耐震技術グループ（機械班）から、非常用海水ポンプに
20 における津波による影響について評価した結果として、ポンプ部において問題となる部品はなく、摺動部は水潤滑であることから津波により水没してもポンプ運転上影響はないこと、津波衝撃力に関してはポンプ取付ボルト等において耐えることができないから、防護壁設置等の津波衝撃力緩和策を講じる
25 必要があることが報告された（以上、丙B114の・60～62頁、丙B114の4・資料178、丙B116の1・112、113頁、丙B116の3・資料91）。

(エ) 平成23年2月14日、被告東電内で第4回の福島地点津波対策ワーキングが開催され、第3回に引き続き、担当グループごとに、津波の対策の検討状況が示された。

土木調査グループから、平成22年12月7日の津波評価部会において、
5 長期評価に対応した断層モデルとして、延宝房総沖地震の津波の波源を設定することで異論がなく、同波源の津波が発生した場合、本件原発の南側プラント(1~4号機)において津波の遡上によりR/B及びT/Bまで浸水する可能性があること、貞観津波に関して再現性が高い断層モデルが提示されているが、今後更なる知見の拡充(津波堆積物調査等)が必要となることから、最終的には貞観津波の断層モデルの確定には二、三年程度を要する見込みであること、
10 貞観津波の断層モデルは、成熟度が低く、津波評価技術の改訂において採用される可能性は低い(津波評価技術の改訂には、延宝房総沖地震の津波の波源モデルが採用される見込みであること)こと、今後、土木学会において貞観津波の断層モデルが採用される場合、不確実性を考慮して津波水位を設定すると、
15 試算の津波水位から更に2~3割大きくなる可能性があることが報告され、土木調査グループ及び土木耐震グループから、貞観津波及び延宝房総沖地震の津波の各波源モデルにおける津波解析を実施し、解析結果を基に対象構造物に作用する最大波力について模型実験を用いて更に精度よく評価していくことについて紹介がされ、防波堤かさ上げ、防潮堤構築、スクリーンポンプ室の強化などの土木関係の津波対策工についても、効果、コスト、工期といった工事の成立性を検討していくこと、現実的な津波の浸入方向や検討中の津波対策工等を反映して実験を行い、詳細な津波による波力影響を確認すること、
20 実験の複数回の実施により既往の波力算定式(遡上水深静水圧の3倍)よりも現実的な評価が得られることからバックチェックの審査に耐えられると考えているが、専門家の意見を伺いながら実施していくこと、模型実験について平成23年4月~平成24年3月の1年程度をかけて実施する

5 予定であり、その実験実施に当たり1億円程度の予算が必要な見込みである
こと、防波堤かさ上げ、防潮堤構築といった津波対策工の実施により機器に
与える波力の低減は可能と思われるが、浸水を全て食い止める対策とはなら
ず、津波対策工実施による浸水イメージが明確になるのは平成24年1月頃
となること、非常用海水ポンプや建屋等の浸水防止については、土木・建築・
機電の連携による検討が必要となることが報告された。

10 また、今後のスケジュールとして、機器耐震技術グループから、軸シール
部分検証について、平成23年10月末頃の完了を目標にメーカーと調整中
であるが、耐久試験の内容により完了時期が後ろ倒しとなる可能性があり、
上記完了の目標は近日中の着手を前提にしたものであるため、着手が遅れれ
ば完了時期も後ろ倒しとなる上、オイルシールの耐久性等から水密化電動機
15 の実現可能性がないとの結論になる可能性もあること、津波対策工次第では、
機器に水が入ってこない対策をとることで水密化電動機の実機適用を実施す
る必要がなくなるが、工事のコンセプトをこれから検討していくこともあり、
水密化の実現性を見極めるため、詳細構造検討以降の電動機水密化の検討に
ついては並行して継続実施していくこと、電動機水密化の実機適用には、周
20 辺機器の検討及び機器製作・工事が必要であり、初号機の対策完了は最速で
平成27年度末、全号機の対策が完了するのは平成30年頃を見込んでいる
こと（水密化に伴う改造範囲、定検工程等により、完了時期は更に後ろ倒しの可能性が
あること）が報告され、最終的に検討費用が二重になる可能性があるとしても、
軸シール部分検証を含む電動機水密化の詳細構造検討について委託発注する
ことが了承された。

25 今後の予定として、各グループ（建築耐震グループ、土木耐震グループ、土木調
査グループ、機器耐震技術グループ）で検討している津波に対する工事について
整理し、関係グループ間で工事の成立性を確認し工事のコンセプトを確定す
ること、R/B及びT/Bにおいても津波の遡上による浸水を防ぐ対策を検

討すること（敷地南側からの遡上を防ぐため、防潮堤の設置等）とされた（以上、丙B114の2・62, 63頁, 丙B114の4・資料179）。

エ 日本原電の対応状況等

5 (ア) 平成20年5月に日本原電が作成した「東海第二発電所の津波影響評価及び対策工について」には、これまでの検討経緯として、津波評価技術に基づく断層モデルのパラメータスタディを実施し、津波からの安全性を確認していたが、茨城県が公表した延宝房総沖地震に係る痕跡高が高くなっており、これを新知見として津波評価技術に基づく評価をする必要がある上、耐震バックチェックにおいては、長期評価について確定論での評価を求められる可能性が高いことから、これらの全ての評価を行うとともに、安全性を確保する必要があると記載されていた。

10 津波影響評価について、茨城県の痕跡高の評価を前提とすると、東海第二原発のポンプ室側壁レベル（H. P.（日立港工事用基準面，以下同じ。）+5.8m）においてH. P+7.88m, 取水確保レベル（H. P. -3.02m）においてH. P-3.53m, 主要建屋敷地高レベル（H. P. +8.89m）においてH. P+10.20mとなるとされ、長期評価を前提とすると、同側壁レベル（H. P. +5.8m）においてH. P+9.54m, 取水確保レベル（H. P. -3.02m）においてH. P-4.22m, 主要建屋敷地高レベル（H. P. +8.89m）においてH. P+12.24mとなるとされていた

20 （以上、丙B121・32頁, 添付資料19）。

25 (イ) 日本原電は、平成20年5月以降、上記(ア)の検討を踏まえて、具体的な対策工の検討を進め、東海第二原発の南敷地に防潮壁を設置した効果についてのシミュレーションを行い、津波対策とは別に実施していた耐震対策のための地盤改良工事の残土を用いて盛り土をして津波の低減を図ることなどを検討した。その上で、津波影響のある全ての管理区域の建屋の外壁にて止水するという案を検討した。具体的には、R/B, T/Bなどを対象範囲として、

一般扉のパッキン製の扉への改造，取替え，シャッターのパッキン製のシャッター等への改造，取替え，窓の閉鎖や換気口のガラの改造，取替えなどが対策工として検討されていた。他方，防護扉について，R/B機密性能で性能が担保されているので対策を実施しないなどとされていたが，後記(ウ)のとおり，盛土による影響軽減も見込んでいた（丙B121・33～40，107頁，添付資料21～23，44）。

(ウ) 日本原電は，平成19年8月27日付けの「既設3プラントの耐震性向上工事計画等への取組方針について」に基づき，耐震裕度向上工事を進めていたところ，平成20年8月5日の常務会において，耐震裕度向上工事等の実施状況の報告がされるとともに，工事の追加や工事内容の一部変更について承認した。その際の資料には，平成22年初め頃までに津波対策工事（押し波，引き波）を完了させること，押し波の影響の低減のための盛土工事（地盤改良工事の残土利用），管理区域建屋の水密化等の対策などが記載されていた。盛土工事の目的は，上記のとおり，押し波の影響の低減にあり，越流があってもその影響を軽減する効果を見込んでいた（丙B121・43，44，58，59頁，添付資料26，40）。

(エ) その後の平成20年10月及び同年11月，日本原電は，引き波対策の工事の費用の支出（8億3500万円）を決定した。また，建屋津波対策工事として，防水扉対策（2か所，エアタイト仕様扉に交換），防潮シャッター対策（1か所，止水仕様に変更），防潮堰対策（6か所）の工事（約1億8600万円），盛土工事（約10億5000万円）などを実施し，平成21年9月までにその施工を完成させた。

なお，上記建屋津波対策工事は，設計の基本方針として，津波発生時の自動・手動による防潮対策をせず，運用時においても特別な作業を必要としない対策とし，既存の特殊扉（気密扉等）はゴムパッキンが入っており，ある程度水密性があると考えられることから，津波対策は実施せず，漏水試験によ

り浸水量を把握し、影響を確認するとされていた（以上、丙B121・49～63頁，添付資料35～46）。

5 (オ) また，平成20年12月3日に日本原電が作成した「東海第二発電所の津波評価と対策について」には，津波評価について，従前の津波評価技術に基づくもの（ケース0），延宝房総沖地震の津波の波源を考慮し，茨城県が独自評価した波源そのもの（ケース1）と津波評価技術に基づくパラメータスタディを実施したもの（ケース2），長期評価の波源を考慮し，南北で分けられるとしたもの（ケース3）と南北で分けられないとしたもの（ケース4）が示され，それぞれの場合分けをした対策工が検討されていた。

10 その上で，まとめとして，耐震バックチェックとの関係から，他の電力会社との調整も踏まえ，ケース1又はケース2でまとめること，長期評価への対応について津波評価技術の改訂作業の中で検討されるが，最終的な取扱いは見通せないから，引き続き長期評価を想定条件として検討していくこと，しかしながら，海水ポンプ室の押し波対策に関して，長期評価に対する現実的
15 的な対策案の立案が困難な状況であり，バックチェック報告との関連から，まずケース2及びケース3を対象に対策を実施していくが，長期評価の津波への対応を見据えた設計を行い，大規模な手戻りがないように努めておくこと，ケース2及びケース3を対象とした理由としては，谷岡・佐竹論文とその後の研究結果を踏まえたことが記載されている（以上，丙B121・59～63頁，添付資料43）。

20 オ 長期評価の改訂等に関する議論等と被告東電，保安院の対応等

25 (ア) 推進本部から，平成22年11月25日に「活断層の長期評価手法（暫定版）」が公表されたことを受け，保安院は文科省に連絡を取り，平成23年2月22日，文科省において，活断層の長期評価手法に関する意見交換が実施された。この意見交換会の際，主たる話題である活断層評価の話のついでに，三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価の改訂版が平成23年

4月に公表されるとの話が文科省から出された。保安院の担当者は、長期評価の改訂版が公表されれば、耐震バックチェックの最終報告に少なからず影響が出ると考え、被告東電の担当者に対して、長期評価の改訂版が4月に公表されること、その中で貞観津波にも言及されること、その公表内容如何により保安院として事業者に何らかの指示を出す可能性もあることの説明がされ、さらに被告東電の現状における対応状況について質問がされた。被告東電の担当者は、これまで実施した津波堆積物の調査、電力共通研究及び津波評価部会における審議の状況、社内での津波対策グループの検討状況などを、同年3月3日に予定されていた文科省との打合せで得られる情報も加えて説明する方針とした（丙B33・8頁、丙B114の2・63、64頁、丙B114の4・資料180）。

(イ) 平成23年3月3日、被告東電、東北電力らの電力各社は、文科省研究開発局地震・防災研究課の担当者らと面談し、日本海溝長期評価の情報交換会を行った。文科省が同年4月に公表を予定しているものとして示した「宮城県沖地震の長期評価の改訂について（案）」には、「宮城県沖から福島県沖にかけて」を対象領域として、地震動及び津波を伴い、死傷者を伴った貞観地震があること、地質調査等から同地震は少なくとも宮城県沖と三陸沖南部海溝寄りから福島県沖にかけての海域を含み、その地震規模はM8.3程度と推定されること、宮城県中南部から福島県中部にかけての沿岸で巨大津波による津波堆積物が過去2500年間で4回堆積しており、そのうちの一つが貞観地震によるものと確認されたこと、最新は1500年頃の津波堆積物であり、貞観地震のものと同様に広い範囲で分布していることが確認されたこと、貞観地震以外の震源域は不明であるが、これらの地域では巨大津波が複数回襲来していることに留意する必要があることなどが記載されていた。

その上で、文科省から、サイエンスに基づく評価であり、結論を大きく変えることはできないが、表現の配慮などをする余地もあると考え、同情報交

換会を開催したこと、現在推進本部地震調査委員会で上記の案を審議中であり、同年4月中頃の公表を予定していること、貞観津波の記載を追加するが、繰り返しサイクルには触れていないことなどが説明された。被告東電は、貞観地震があったこと自体について共通認識であるが、波源モデルの特定には至らず、専門家も、波源モデルの確定にはあと2～3年かかると述べていること、津波堆積物調査について大学などの研究成果が公表されているが、被告東電においても福島県内の調査を行い、その結果を論文として投稿していることなどを説明した。また、被告東電は、文科省に対して、貞観地震の震源はまだ特定できていないと読めるようにしてほしいこと、貞観地震が繰り返し発生しているとは読めないように表現を工夫してほしいことを要望し、文科省は、いずれも認識としては同じであるため、表現を検討したいとした。その他の質疑の中で、文科省から、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの評価に変更はないことが説明され、また、被告東電は、津波堆積物がないからといって津波が来ていないとはいいい切れないが、少なくとも堆積物はなく、下位の地層の浸食の度合いにより堆積物がない場合でも津波来襲の有無を議論できるという研究が進められており、その成果を注視していることなどを説明した（以上、丙B33・8、9頁、同資料6、丙B114の2・64～66頁、丙B114の4・資料181）。

(ウ) 平成23年3月7日、保安院は被告東電に対するヒアリングを実施した。

その中で、被告東電は、推進本部事務局との打合せを実施し、同年4月中旬に公表される長期評価の見直しの中で、貞観津波について触れられるとの情報に接したが、推進本部において公表済みの論文以上の情報はなく、独自の研究成果は持っていない模様であり、波源モデルが確定していないことが読み取れるように記載を工夫してほしいと推進本部事務局に依頼したこと、土木学会において平成24年10月に津波評価技術の改訂を予定しており、貞観津波以外にも貞観津波と同レベルの津波を発生させるような日本海溝沿い

の波源の見直しがされるが、同月までに改造工事を完了することは無理であることを説明した。これに対し、保安院の担当者は、公表される長期評価の見直しの内容によっては保安院からの指示が出ることもあり、また、近々予定される女川原発のバックチェック最終報告の審議において貞観津波が話題になることが予想され、その審議状況により本件原発に対する口頭での指示が出ることもあるなどと述べた。

これを踏まえ、被告東電は、推進本部と連絡を取り、公表内容を事前に把握できるようにすること、女川原発の報告内容や審議状況を的確に把握すること、津波対策工の検討を着実に実施する必要がある、社内の津波対策ワーキンググループ事務局と相談して進めていくこととした（以上、丙B83・28, 29頁, 丙B114の2・66～69頁, 丙B114の4・資料183）。

6 本件事故の発生状況等

(1) 本件事故当時の本件原発の安全設備、機器配置等の状況等

ア 各建屋の配置等

(ア) 本件原発の各号機には、原子炉などが設置されているR/B、タービン設備があるT/B、制御室などがあるC/B、その出入口となるS/Bが設置されている。

R/Bには、原子炉本体、格納容器、事故時等に作動する非常系のポンプ類などが設置され、T/Bには、発電のために原子炉で作られた蒸気によって回すメインタービン、蒸気を冷やすための主復水器、冷やした水を循環させるためのポンプ類などの設備が設置されている（甲A584・2, 3頁, 添付資料3）。

(イ) 1～5号機は、原子炉建屋付属棟を持たない原子炉棟のみの単独建屋であった。1～5号機の非常用DGは、その駆動に給排気が必要となることから、気密性の要求されるR/Bに設置することはできず、T/B地下階に設置されていた。他方、6号機は、原子炉棟とその外側に付属棟を設置した複合建

屋方式のR/Bを採用し、6号機の非常用DGは、気密性が要求されるR/Bではなく、外側のR/B付属棟の地下階に設置されていた(乙A4の1・30頁, 甲A584・4頁)。

イ 本件原発の安全設備等

5 (7) 本件原発の各号機はBWRであるが、1号機はBWR-3、2~5号機はBWR-4、6号機はBWR-5と呼ばれる形式のものである。原子炉内にはウランの核分裂により生じた強い放射能を持つ放射性物質が存在し、これが何らかの異常、故障等により原子炉施設外に漏出することを防ぐために、各安全機能が備え付けられているが、異常を検出して原子炉を速やかに停止
10 する機能(自動停止, スクラム)のほか、燃料棒内に残存する多量の崩壊熱の除去のために炉心の冷却を続ける必要があり、冷却のための複数の注水系が、以下のとおり備え付けられている(前記第2の3(2), 甲A2本文編・12~14頁, 甲A116・7頁)。

15 a 1号機においては、原子炉冷却材喪失事故(原子炉冷却材喪失とは、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管等の破損等により原子炉冷却材が系外に流出し炉心冷却能力が低下する事象をいう。丙A9・22頁)時におけるECCSは、炉心スプレイ系(CS系)2系統、高圧注水系(HPCI系)1系統及び自動減圧系(ADS, 原子炉蒸気を強制的に逃がして低圧注水機能を持つ系統が作動できる圧力まで原子炉の圧力を下げる。丙A2)から構成
20 されている。原子炉冷却材喪失事故時には燃料の崩壊熱がS/Pに移送されるので、S/P水の除熱と格納容器の冷却のため、CCSが2系統設置されている。原子炉がタービン系から隔離された場合の原子炉の除熱(原子炉隔離時の冷却)のために、ICが2系統設置され、さらに原子炉を定期検査時の燃料交換の際に冷温停止するため、原子炉停止時冷却系(SHC系)が
25 設置されている。IC(炉心で生じた蒸気を復水器で除熱して凝縮し原子炉に戻すシステムである。)の水量は、専用水源からの補給が必要になるまで、2系

統併せて8時間の冷却に十分であった(甲A116・7, 10頁, 甲A137・22頁, 甲A584・16, 17頁, 添付資料10)。

b 2～5号機においては, BWR-3からBWR-4への変更に伴い, 残留熱除去系(RHR系)が設けられている。RHR系は, CCSとSHC系の機能を持ち, さらにECCSとして低圧注水系(RHR系のLPCIモード)の機能をも有している。すなわち, 2～5号機のECCSは, CS系2系統, HPCI系1系統, 低圧注水系(RHR系のLPCIモード)1系統(4ポンプ)及びADSから構成されている。事故後の格納容器の除熱用にはRHR系の格納容器冷却モードを用いる。原子炉隔離時の冷却水注入用にRCIC系を, BWR-3のICから変更して設置している。定期検査時の原子炉の除熱には, RHR系の停止時冷却モードを用いる。

RCICは, 8時間程度, 運転できるようになっていた(以上, 甲A4・24頁, 甲A116・7～9頁, 甲A137・22頁, 甲A584・18～20頁, 添付資料11, 12)。

c 6号機においては, BWR-4からBWR-5への変更に伴い, 原子炉内に設置されているジェットポンプの効率を上げたことにより, 少ない原子炉再循環ポンプ容量で大きな炉心流量を得ることが可能となった。ECCSの統合化を進め, 高圧炉心スプレイ系(HPCS系)1系統, 低圧炉心スプレイ系(LPCS系)1系統, RHR系のLPCIモード3系統及びADSの構成とされている。原子炉隔離時のRCIC系, 定期検査時のRHR系停止時冷却モードは, BWR-4と同じであり, 運転時間も同様に8時間である(甲A4・24頁, 甲A116・9頁, 甲A137・22頁)。

d 上記a～cのとおり, 原子炉がタービン系から隔離された場合の原子炉の冷却系は, 電源として基本的に直流電源を使用し, 高温待機の時間としては8時間が可能なように, すなわち8時間のSBOに耐えるように, 電源容量及び水源容量が定められていた。この点, IAEA報告書によれば,

原発は、一般に4～72時間の限定的SBOに耐えるように、所内直流電源及び予備交流電源(DG等)を装備しており、対処期間は、主に原発への交流電源の復旧に要する時間及び利用可能な措置の能力に基づき決定されるものであり、この期間中、バッテリーや予備的交流電源が使用されるものとなっていた(甲A116・9, 10頁, 甲A137・28, 29頁の註36)。

5 (イ) ECCSなどの安全上重要な設備は、基本的に非常用電源で運転される設計となっている。非常用電源は非常用DGから供給されるが、本件事故時には、1～6号機において、合計13台設置されていた。非常用DGは、非常
10 用金属閉鎖配電盤(M/C)に電力を供給し、外部電源が喪失した場合でも、原子炉を安全に停止するために必要な電力を供給する。

1～5号機の非常用DG10台のうち、2号機B系及び4号機B系は、いずれも空気冷却式で、運用補助共用施設(共用プール)の地上1階に設置され、その余の8台(1号機A系及びB系, 2号機A系, 3号機A系及びB系, 4号機A系,
15 5号機A系及びB系)は、いずれも海水冷却式で、各号機のT/Bの地下1階に設置されていた。

また、6号機の非常用DG3台のうち、6号機A系及び高圧炉心スプレイ系(HPCS)用は、海水冷却式で、R/Bの地下1階に設置され、6号機B系は、空気冷却式で、DG専用建屋の地上1階に設置されていた(以上、甲A
20 2本文編・27～29頁, 甲A2資料編・76, 77頁)。

20 (ウ) M/Cは、6900Vの所内高電圧回路に使用される動力用電源盤で、遮断器、保護継電器、付属計器等を収納したものであり、常用、共通及び非常
用の3系統から構成される。1～5号機の非常用M/C12台のうち、2号機E系と4号機E系は運用補助共用施設(共用プール)の地下1階に、1号機
C系及びD系はT/Bの地上1階に、その余の8台(2号機C系及びD系, 3号
25 機C系及びD系, 4号機C系及びD系, 5号機C系及びD系)は各号機のタービン建屋(T/B)の地下1階に設置されていた。

6号機の非常用M/C 3台のうち、6号機C系はR/Bの地下2階に、6号機D系はR/Bの地下1階に、高圧炉心スプレイ系(HPCS)用はR/Bの地上1階に設置されていた(以上、甲A2本文編・30, 31頁, 甲A2資料編・76, 77頁)。

5 (エ) 非常用パワーセンター(P/C)は、M/Cから変圧器を経て降圧された480Vの所内低電圧回路に使用される動力用電源盤で、遮断器、保護継電器、付属計器を収納したものであり、常用、共通及び非常用の3系統から構成される。1～5号機の非常用P/C 12台のうち、1号機C系及びD系はC/Bの地下1階に、2号機E系及び4号機E系は運用補助共用施設(共用プール)の地下1階に、2号機C系及びD系並びに4号機C系及びD系はT/Bの地上1階に、3号機C系及びD系並びに5号機C系及びD系はT/Bの地下1階に設置されていた。

15 6号機の非常用P/C 3台のうち、6号機C系はR/Bの地下2階に、6号機D系はR/Bの地下1階に、6号機高圧炉心スプレイ系(HPCS)用(E系)は、非常用DG専用建屋の地下1階に設置されていた((以上、甲A2本文編・30, 31頁, 甲A2資料編・77頁)。

(オ) 1号機、2号機及び4号機の直流主母線盤(DC盤)は、C/Bの地下1階に設置され、また、3号機のDC盤は、T/Bの中地下階に設置されていた(甲A5・49頁)。

20 (カ) このように、冷却機能を有する安全設備を維持するための電源設備の多くは、地下階又は地上1階に設置されていた。他方、米国においては、非常用DGが設置されている建屋の多くは、岩盤に設置することを要求されていなかったが、日本では、建屋の多くが耐震性から岩盤への設置が要求されるために地下階を有している場合が多く、条件の違いのために、非常用DGについては、大型機器としての耐震性や振動を考慮して建物の基礎の上(地下階)に設置されていた(甲A584・4頁, 乙A4の1・30頁)。

(2) 本件津波等の発生と本件原発への影響等

ア 本件地震の発生と本件原発に与えた影響等

(7) 平成23年3月11日午後2時46分頃、M9.0の本件地震が発生した。

本件地震は、日本海溝沿いに太平洋プレートが北アメリカプレートの下に沈み込む領域で発生した。世界の観測史上4番目の規模の地震であり、我が国で観測された中では最大の地震である。その震源域は岩手県沖から茨城県沖まで及び、その震源の深さは約24km、その長さは約500km、その幅は約200kmとされ、最大すべり量は50m以上であったとされる。三陸沖南部海溝寄り、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部で大きなすべり量が観測され、三陸沖中部、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖の複数の領域も震源域として連動して発生した。

この地震に伴い発生した本件津波は、Mt9.1とされ、世界で観測された津波の中では4番目であり、我が国の観測史上では最大である。

本件原発と本件地震の震央との距離は約178km、その震源との距離は約180kmとされている（以上、甲A2本文編・15頁、甲A137・19頁、乙A4の1・6、7頁）。

(イ) 気象庁の第一報では、本件原発周辺地域の震度は5強～6強であった（丙A4の1・Ⅲ-4、16頁）。

a 本件地震発生時、1～3号機は、定格出力運転中であり、4～6号機は定期検査のために停止していた。

4号機は、シュラウド取替工事のため、原子炉压力容器から使用済み燃料プールに全ての燃料を移動し、保管・冷却された状態となっていた。なお、5号機は、定期検査の終盤であり、原子炉压力容器の中に燃料を装荷し、健全性を確認するための水圧による漏えい試験を実施し、6号機も、定期検査の終盤であり、原子炉压力容器の中に燃料を装荷した状態であった。

共用の使用済み燃料プールには、6375体の使用済み燃料が貯蔵されていた（以上、乙A4の1・84頁、丙A4の1・6頁）。

b 本件地震が本件原発に与えた影響としては、基準地震動 S_s を一部超え、あるいはこれに匹敵するものであり、送電鉄塔の倒壊や遮断器の損傷などの複数の箇所での故障が生じ、本件原発の外部電源が喪失する状態となつた。その結果、運転中の1～3号機は、全て自動停止（スクラム）した。定期点検中の1機（4号機A系）を除き、全12機の非常用DGが自動起動し、電源が確保された。この段階では、原子炉水位、圧力、格納容器温度などから、原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷が疑われる状況にはなく、運転中の1～3号機は、いずれもスクラム動作により正常に自動停止し、外部電源の喪失により原子炉保護系の電源がなくなるなどして、一部原子炉水位が低下するなどしたが、いずれも非常用DG2台の自動起動により、その電圧は正常に確立するとともに、運転員が作業手順書に従って必要な作業を行い、安定的に制御されていた。また、定期検査中であった4～6号機も、外部電源の喪失に伴い、非常用DGが自動起動した（上記のとおり、4号機A系は起動していないが、4号機B系は起動した。）が、特に本件地震による異常は見られなかった（以上、甲A115の1・Ⅲ-27頁、甲A116・15、16、21、25、29、32、33頁、甲A137・20、21頁、乙A4の1・6、7、84～92頁、丙A4の1・Ⅲ-4、6、27、Ⅳ-36、37、50頁）。

c 本件地震の観測データに基づいた原子炉建屋の地震応答解析を用いた解析的検討においても、本件地震が耐震安全上重要な機器、配管系に影響を与えた事実は確認されていない。本件地震に対して、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」に係る安全上重要な機能を有する主要な設備の耐震性評価の計算値は全て評価基準値以下であった。

自由地盤系の地震観測記録から地盤構造を特定し、はざとり解析によっ

て再現した地震波を用いて代表機器の疲労評価（解析）を行ったが、その結果も、地震の揺れによる疲れ累積係数（材料の疲れ度合いを示す数値）は 10^{-5} のオーダーであり、基準値1に対して極めて小さく、本件地震による疲労影響は無視できるものであった。

5 本件原発の1～6号機の目視の結果に関しても、安全上重要な機能を有する主要な設備において地震による機能に影響する損傷はほとんど確認されなかった（以上、乙A4の1・98～104頁）。

(ウ) 外部電源の具体的状況等

10 a 原子炉の運転時、各号機において使用する電力は、運転中の主発電機から受電するが、運転中の原子炉を停止する場合、停止や冷却に必要な電力は、停止した当該号機の主発電機からは供給できないため、送電線を通じて電力系統から、または隣接号機の運転中の主発電機から供給できるようになっている。これらの電力系統に連系する送電線などの設備や隣接号機
の主発電機が「外部電源」と呼ばれる（乙A4の1・92頁）。

15 b 本件原発の外部電源は、新福島変電所からの送電線6回線（275kV大熊線1L～4L及び夜の森線1L, 2L）と、1号機に東北電力から供給される1回線（66kV東電原子力線）の計7回線で構成される。新福島変電所からの送電線は、大熊線1L, 2Lが1号機及び2号機に、大熊線3L, 4Lが3号機及び4号機に、夜の森線1L, 2Lが5号機及び6号機に、それぞれ
20 の開閉所を経由し所内電源系に供給する。東北電力からの東電原子力線は、1号機の常用M/Cに接続できる構成となっていたが、常時は使用していない設備であった。併設号機の主発電機や送電線からも受電できるよう、1～4号機又は5号機及び6号機の各号機間の常用M/Cは相互に接続できる構成となっていたが、1～4号機と5号機及び6号機との間では
25 接続されていなかった（乙A4の1・93頁、丙A4の1・Ⅲ-30頁）。

c 本件地震発生時、3号機は、大熊線3Lの受電設備が工事中で使用でき

なかったため、2号機と常用M/Cを相互に接続し、受電する構成としており、本件原発において受電中の外部電源は大熊線3Lを除く5回線（大熊線1L、2L及び4L並びに夜の森線1L及び2L）であったが、本件地震直後に全回線が受電停止となった（乙A4の1・93頁）。

5 d 外部電源の喪失の原因について、1号機及び2号機超高圧開閉所の空気遮断器・断路器についての損傷原因の分析の結果、本件地震の地表面地震動が非常に大きく、その電気設備の耐震設計指針を超過したことが原因であり、275kV空気遮断器について耐震強化のために設置したステーが緩み、遮断部の変位が増大して「がいし破損」に至ったと推定され、275kV断路器について接続される空気遮断器倒壊時の荷重がリードを介して加わることによりがいし破損に至ったと推定された。

10 また、本件地震により、夜の森No.27の鉄塔が倒壊し、5号機及び6号機への外部電源が停止した。同鉄塔の倒壊原因について、鉄塔脚部は土砂や倒木に埋もれているが、鉄塔上部は土砂の上に倒れ、電線も土砂や倒木の上に存在したことから、鉄塔隣接地の盛土が崩壊したことにより鉄塔が倒壊したと判断された。盛土は、供用期間中に発生する確率は低いが大

15 きな強度を持つ地震動（レベル2地震動）に対する耐震性を有していたと考えられた。

結果的に盛土が崩壊していることから、崩壊原因は、沢を埋めた盛土中に地下水位が存在する状況の中で、史上まれにみる強くて長い地震動の繰り返し応力が作用したことにより、地下水位内の地盤の強度が低下したことによるものと推定される（以上、乙A4の1・95、96頁）。

イ 本件津波等の発生と本件原発への影響、被害等

(ア) 本件津波の観測等

25 本件津波は、GPS波浪計（GPS衛星を用いて、沖に浮かべたブイであるGPS波浪計の上下変動を計測し、波浪や潮位をリアルタイムで観測する機器）などによ

れば、岩手県沖から福島沖において、緩やかな水位上昇に引き続き、急な水位上昇があった。

気象庁の観測津波水位（最大波）は、宮古地点で8.5 m以上、石巻市鮎川地点で8.6 m以上、相馬地点で9.3 m以上であった。

5 津波水位は、佐竹委員によると、貞観地震のようなやや深部でのすべりによる長周期の波と明治三陸地震のような浅部でのものによる短周期の高い波が重畳し、そのため、短周期での高い津波が沿岸域に到達・遡上した後に長い周期の津波が長時間にわたり繰り返り押し寄せ、遡上域を増大させたと推定されている（以上、乙A4の1・8頁、丙A4の1・Ⅲ-4、17頁）。

10 (イ) 本件津波の本件原発への襲来

本件原発に襲来した本件津波については、まず平成23年3月11日午後3時27分頃に最初の大きな波（水位約4 m、第一波）が襲来し、次に同日午後3時35分頃に大きな波（潮位計が損傷したため、水位不明、なお潮位計の測定範囲は7.5 m、第二波）が到達した。

15 これらの津波のうち第一波は、海側エリア（敷地高O. P. + 4 m）全域に浸水したが、最大高さ5.5 mの津波から防護するように設計された本件原発の防潮堤により防護された。第二波は、本件原発の南防潮堤の外側から主要建屋設置エリア南東側（敷地高O. P. + 10 m）に浸入し、同主要建屋設置エリアまで遡上し、同主要建屋敷地エリアほぼ全域が浸水した。

20 その津波の高さ（津波がない場合の平常潮位から、津波によって海面が上昇した高さの差）は、O. P. + 10 mの防波堤を乗り越えていくものであった。

その浸水高（建物や設備に残された変色部や漂着物等の痕跡の基準面（O. P.）からの高さ）は、1～4号機のエリアではO. P. + 約11.5～15.5 mであり、同エリア南西部では局所的にO. P. + 約16～17 mに及んだ。

25 その浸水深（建物や設備に残された変色部や漂着物等の痕跡の地表面からの高さである。浸水高から敷地高を減じる。）は、約1.5～5.5 m（上記エリア南西部では

局所的に約6～7m)となる。

5号機及び6号機のエリアでは、浸水深は約1.3～14.5mである。その浸水深は約1.5m以下となる。

また、津波の再現計算であるインバージョン解析により波源を推定し、津波高さを評価した結果としては、約1.3mであった(以上、甲A115の1・Ⅲ-28, 29頁, 甲A137・26頁, 甲A234の1・4-1頁, 甲A234の2・2頁, 乙A4の1・8, 9頁, 丙A4の1・Ⅲ-28, 29頁)。

(ウ) 本件津波による敷地の浸水, 各建屋への浸水状況等

このように、本件原発の海側エリア及び同主要建屋敷地エリアほぼ全域を浸水する津波が襲来した結果、本件原発の主要建屋(R/B, T/B, 非常用D/G建屋, 運用補助共用施設(共用プール建屋), C/B, 廃棄物処理建屋, S/B及び集中廃棄物処理室)の周囲は全域が津波の遡上により冠水した。冠水は、1～4号機の周辺エリアで、一部地点を除き(最大O. P. +15.5m程度(浸水深5.5m), 最小O. P. 約+10m(浸水深0m)以上), O. P. +14～15m, 浸水深4～5mであった。

これらの主要建屋について、外壁や柱等の構造躯体には津波による有意な損傷は確認されていない。他方、建屋の地上の開口部に取り付けられている建屋出入口のドアやシャッター, 非常用DG給気ルーバー, 地上機器ハッチ, 建屋の地下でトレンチやダクトに通じるケーブル, 配管貫通部などは、津波あるいは漂流物によると考えられる損傷が一部で確認された(1～4号機のT/B東側すなわち海側, 敷地南側の運用共用補助施設, 6号機のT/B北東側で建具等が変形するなどの損傷を確認した。)。また、上記損傷がない場合でも、津波による浸水深が開口下端レベルを上回った際に、主としてハッチ開口やルーバー開口からの浸水も考えられ、これらの地上開口部に加えて、地下の開口部すなわち地下のトレンチやダクトに通じるケーブル, 配管貫通部が建屋内部への津波の浸水経路となった(トレンチやダクト部分にも一部損傷や浸水の痕跡が