

平成27年（ワ）第1144号 福島第一原発事故損害賠償請求事件（国賠）

原告 小野深雪 外19名

被告 東京電力株式会社, 国

第6準備書面 (津波の予見可能性を基礎づける主張)

2016（平成28）年10月20日

千葉地方裁判所民事第5部合議C係 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 福 武 公 子

弁護士 中 丸 素 明

弁護士 滝 沢 信

外

(目次)

第1	はじめに	4
第2	地震と津波のメカニズム	4
1	地震のメカニズム	4
2	津波のメカニズム	7
3	津波地震	9
4	地震・津波予測の限界	11
5	3. 1 1の地震・津波	14
第3	原発と津波想定：前史	15
1	地震動対策：安全率に余裕を持たせる考え方が早期に確立	15
2	津波対策：地震動とは対照的な甘い想定	15
3	「既往最大」に縛られた津波想定	16
4	まとめ	20
第4	津波想定手法の転換点：4省庁報告書と7省庁手引き	21
1	はじめに	21
2	4省庁報告書・7省庁手引き作成の経緯	21
3	4省庁報告書の概要	23
4	電力業界の警戒感・危機感	30
5	被告国による試算・対策の指示	32
6	まとめ	34
第5	後戻りする津波想定手法：津波評価技術	35
1	概説	35
2	津波評価技術策定手続の問題点	36
3	津波評価技術による津波想定の問題点	38
4	まとめ	45
第6	地震調査研究推進本部「長期評価」	45

1	概説	45
2	地震調査研究推進本部の設立と長期評価の意義	46
3	長期評価における評価手法	48
4	長期評価策定時の議論状況	53
5	津波評価技術と長期評価の関係	54
6	まとめ	56
第7	東電2008年推計は2002年当時の知見に基づくものであり「長期評価」公表直後から同推計のとおり敷地高を超える津波は予見可能だったこと	57
1	2002年「長期評価」公表直後から2008年推計が可能であったこと	57
2	2002年に可能な2008年推計によって福島第一原子力発電所の敷地高を超える津波の予見可能性が基礎づけられること	60
3	小括	60
第8	溢水勉強会について	
1	はじめに	60
2	溢水勉強会（2006（平成18）年）	62
3	溢水勉強会の報告に採用されたマイアミ論文の概要	64
4	溢水勉強会の結果を受けた被告国の対応	67
5	溢水勉強会の結果を受けた被告東電の対応	68
6	まとめ	68

第1 はじめに

本準備書面においては、津波に対する被告国および東京電力の予見可能性を基礎づける津波に関する知見の進展につき、主張するものである。

具体的には、地震学者の意見書（甲ロ11，甲ロ12）に準拠して地震および津波に関する基礎知識を簡単に説明し（第2），次に、わが国における津波に関する知見の進展・津波対策の歴史に関し、原子力発電黎明期から北海道南西沖地震発生の頃まで（第3），4省庁報告書（1997）の公表（第4），土木学会・津波評価技術（2002）の公表（第5），地震調査研究推進本部・長期評価（2002）の公表（第6），溢水勉強会の成果（第8）に区分して、時系列に沿って説明する。

第2 地震と津波のメカニズム

1 地震のメカニズム

（1）プレートテクトニクス理論による地球内部構造の説明

地球の内部構造について、地殻・マントル・核に区分されることは広く知られている。これは物質の違いによる区分であるが、物質の性質（特に流動しやすさ）で地球内部を考えた場合、粘性（粘り気）による区分がなされる。

地殻とマントル上部は温度が低いため固く流動しにくい。この部分をリソスフェアという。他方、この固いマントル部分の下は温度が高く（岩石も溶ける温度）物質が柔らかくなっている。この柔らかく流動しやすい部分をアセノスフェアという。つまり、やわらかく変形しやすいアセノスフェアの上に固い大地（リソスフェア）が乗っているものであり、これにより固い大地といえども動くことになる（甲ロ12・6頁）。

このリソスフェアは海洋で10～150km，大陸で100～200kmの厚さがあり、地球全体では十数枚のプレートに分かれている。それぞれのプレートは別々の方向に動いており、隣り合うプレート同士には、近づくもの・離れる

もの、あるいはすれ違うものもある。このため、プレート境界では様々な地学現象が発生する（甲ロ12・6～7頁）。

（2）地震発生の仕組み

地震とは地球内部で発生する岩石の破壊現象である。岩石はバネの性質を有しており、外部から力が加わると岩石は変形して反発力を増し、外部の力と反発力が釣り合うことで均衡を保つ。しかし、岩石が支えられる力には限界があり、その限界以上の力が加わると岩石は壊れてしまう。地球内部では様々な規模でこうした岩石の破壊現象が無数に発生している（甲ロ11・2頁）。

地球内部は非常に高い圧力を持っていることから、岩石が破壊を起こす際に新たな隙間を作って膨張する（体積を増やす）ことができない。そのため、地震（岩石の破壊）が起きる際には、岩石に断層（亀裂）が生じ、亀裂に沿ってずれを起こすことで周囲から加わっている力を軽減させている。これを断層のずれと呼ぶ（甲ロ11・2頁）。

地震を起こした後も断層は高い圧力の下にあり、更に地球内部の高温や地下水が化学反応を促進するため、断層はやがて固着し強度が回復する。しかし、一度破壊を起こした部分は周囲の岩石よりは弱いため、加わる力が再度大きくなった時には同じ断層が再度壊れる場合が多い。こうした理由で、地震は同じ場所で繰り返し発生する性質があると考えられている（甲ロ11・2頁）。

（3）地震のエネルギー

地震のエネルギーは、①地震時にずれを起こす断層の面積と②ずれの大きさの積に、③岩石のばねの強さ（剛性率）を乗じたものと定義される（甲ロ11・3頁）。この物理量を地震モーメントと呼ぶ（後述）。

地震の規模を表すには、エネルギーの対数に比例するマグニチュードという指標を用いる。マグニチュードで0.2の差は地震のエネルギーが2倍異

なることを意味する。マグニチュードが1大きくなるとエネルギーは約32倍に(=2⁵)、同様に2大きくなるとエネルギーは約1000倍になる(甲ロ11・4頁)。

ところで、規模が大きい地震ほど発生頻度は低くなる。一般的に、マグニチュードが1大きくなると発生頻度は約1/10になることが知られており、これをグーテンベルク・リヒター則と呼ぶ。この法則に従えば、ある地域である期間にマグニチュード8の地震が1個起きるとき、マグニチュード7の地震は約10個、同6の地震は約100個起きている計算になる。この法則は、大きな被害をもたらす巨大地震ほど発生頻度が桁違いに小さくなり、過去の限られた経験から将来の危険を察知して備えることが大変困難であることを意味している(甲ロ11・4頁)。

(4) 海溝沿いの地震

プレート境界は、①海嶺・地溝帯、②トランスフォーム断層、③海溝・大山脈の3つに分類されるが(甲ロ12・8頁)、これらプレート境界の中でも特に地震の発生頻度が高く、しかも巨大な地震が起きる場所として重要なのがプレートの沈み込み帯である(甲ロ11・2頁)。

海溝では、海側のプレートが陸側プレートの下に沈み込んでおり、両プレートの境界面で地震が起きる。沈み込み帯では、海側のプレートが陸側のプレートの下へ年間数cmの速さで沈み込んでいるが、2つのプレートの境界は固着しているため、陸側のプレートは海側のプレートに引きずり込まれる形で変形し、時間の経過と共に反発力が増加していく。この力が限界に達すると、プレート境界の固着では陸側プレートの反発力を支えきれなくなり、プレート境界が破壊されて断層のずれ(陸側がプレート境界に沿ってずれ上がるような形)が生じる。これが海溝沿いにおける地震発生メカニズムである(甲ロ11・2頁、甲ロ12・10頁)。

(5) アスペリティのずれと巨大地震

このように、地震はプレート境界面で発生するが、境界面の岩塊は通常数十kmにわたり固く結びついている。このような広い範囲の固着域をアスペリティという（甲ロ12・12頁）。

大きなアスペリティがずれると、それにより周辺の固着していない部分も同時にずれる。さらにその周辺の固着域にも力が及んでずれることになる。このようにして境界上の広い面積が同時にずれるので巨大地震を引き起こす。この大きなアスペリティにかかる力が限界に達するまでには長い時間がかかり、したがって巨大地震の発生間隔は百年から数百年の長きにわたる（甲ロ12・12頁）。

たとえば、2011（平成23）年の東北地方太平洋沖地震では、日本海溝に近い部分における断層のずれの量が最大40～80mと推定されている。太平洋プレートの沈み込みは年間約8cmであり、したがって40～80mの断層のずれを引き起こすためには500～1000年間に対応するプレートの移動量が必要となる（甲ロ11・3頁）。

（6）ゆっくり地震（低周波地震）

このように、プレート境界面ではアスペリティのずれにより巨大地震が発生する一方で、地震の波をほとんど（あるいはまったく）出さず、ゆっくり断層がずれる「ゆっくり地震」も発生することが明らかとなっている（甲ロ12・12，16頁）。

これは、普通の地震よりもずれがゆっくり起こり、人が感じるような強い地震の揺れはない（あるいは小さい）が、地震計にゆっくりした低周波数（長周期）の地震波が記録されたり、GPS観測網などで大地のゆっくりした動きとして捉えられる（甲ロ12・16頁）。津波地震もその一種であり、こうした低周波地震の大規模なものと考えられている（津波地震については後述する）。

2 津波のメカニズム

(1) 津波とは

津波とは、沿岸で異常に大きな潮の満ち引きが10～数十分で起こり、短くても数時間続く現象をいう。単なる大きな波ではなく、海そのものが盛り上がり陸地に押し寄せてくるものである（甲口12・15頁）。

(2) 津波発生の仕組み

津波の原因は、広い地域における海底の上昇（隆起）と下降（沈降）である（甲口12・15頁）。

大地震が海底下の浅い部分を震源として発生すると、海底の地殻変動によって海水に上下変動が生じる。海面に生じた高低差は海水の流動によって解消されるが、この時に海面変動が周囲に広がっていく現象が津波である。津波の伝わる速度は近似的に海の深さの平方根に比例することが知られており、たとえば深さ5,000mの海では時速800kmというジェット機並みの早さで伝わるが、深さ50mの沿岸部では時速約80kmまで減速する。しかし後続の波は（海底が深いため）より速い速度でどンドン前の津波に追いついていき、結果として沿岸部では津波の高さが増していく（甲口11・4頁）。

津波の高さは海岸付近の地形の影響を受けるため、地理的に近い場所でも津波の高さは大きく変化する。このことは、東日本大震災の後に実施された津波高の調査でも明瞭に示されている（図1）。

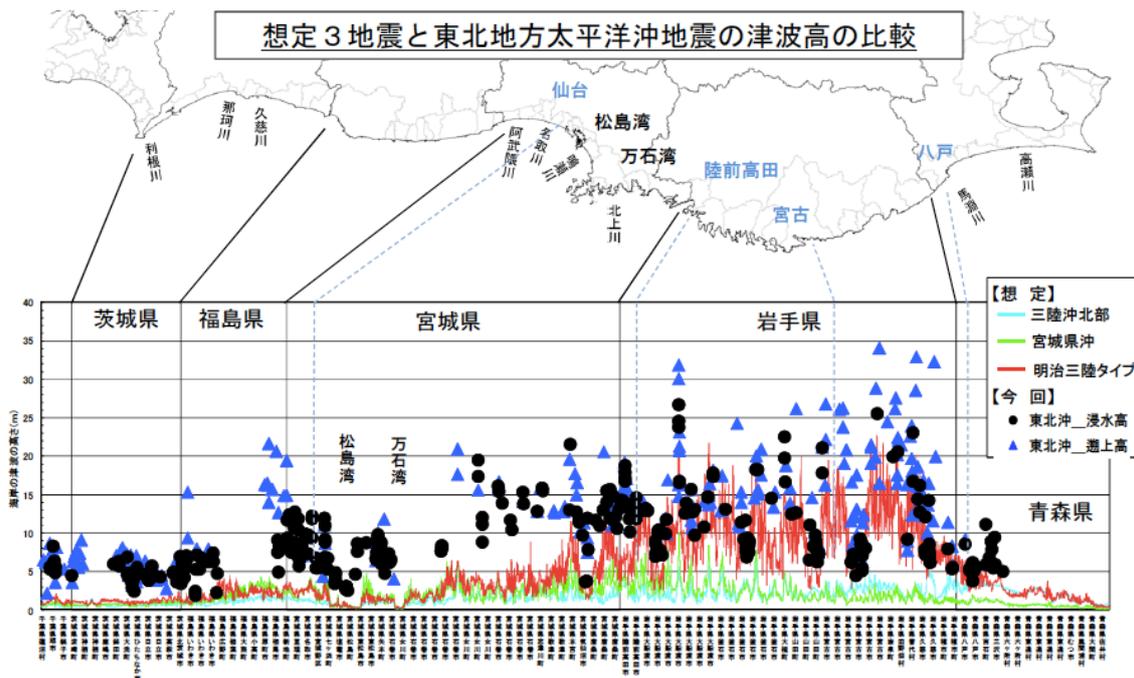


図1 2011年東北地方太平洋地震による津波の高さ分布（甲口11・5頁）

3 津波地震

(1) 津波地震とは

海域で発生する地震のうち、地震の規模に対して大きい津波を引き起こす地震を「津波地震」と呼ぶ（甲口11・6頁，甲口12・16頁）。なお，後述する地震調査研究推進本部「長期評価」においては，津波地震を「断層が通常よりゆっくりとずれて，人が感じる揺れが小さくても，発生する津波の規模が大きくなるような地震」と定義している（甲口1・3頁脚注2）。

これまで東北地方沖で発生した地震のうち，慶長地震（1611年），延宝房総沖地震（1677年），明治三陸沖地震（1896年）が津波地震であったと考えられている（甲口12・16頁）。このうち，明治三陸沖地震は，地震の揺れそのものは震度3～4程度でそれほどの被害もなかったが，直後に30mを超える津波が沿岸部を襲い，2万人を超える死者・行方不明者を出した（甲口11・6頁）。

(2) 津波地震のメカニズム（なぜ揺れに比して津波が大きいのか）

ア 地震モーメントの計算式による説明

前述のとおり、津波地震とは地震の規模と比較して大きな津波を引き起こす地震、言い換えると、揺れが小さいにも関わらず大きな津波を引き起こすものである。その発生メカニズムについて、ここでは震源の性質との関係で説明する（甲ロ12・17頁以下）。

震源の物理的な大きさは、地震モーメントと呼ばれる量によって表されるが、これは以下の式により定義される。

$$\text{地震モーメント} = \text{剛性率} \times \text{断層面積} \times \text{断層のずれの量}$$

そして、津波の高さは地震モーメントの大きさによって決まり、他方で地震の揺れの大きさは地震モーメントの変化の早さ（時間微分）に比例して決定される。

イ 断層のずれの速さが小さい場合

まず、剛性率・断層面積は一定の値と仮定し、地震モーメントの時間変化を考えてみる。

地震発生前において地震モーメントはゼロ（断層のずれの量がゼロ）であり、断層がずれる間に地震モーメントは増大していく。そして、上記アのとおり、地震の揺れの大きさは地震モーメントが変化する速度に比例するのであるから、ずれの速度が速ければ揺れも大きくなる。

他方、津波の高さは地震モーメントの大きさによって決まる。したがって、もし断層のずれが長い時間にわたってゆっくり起これば、時間微分は小さいが、最終的なずれの量が大きくなるのであるから、地震モーメントは大きくなる。言い換えると、地震の揺れは小さくとも津波の高さは大きくなる。

ウ 断層の破壊伝播速度が小さい場合

津波地震のメカニズムは、断層面積の変化によっても説明できる。地震は地中で破壊が生じることによって起きるが、その破壊は、ある場所から

始まって破壊域（断層面積）が広がっていく。この破壊伝播速度が大きいと、断層面積の拡大速度が大きくなり、地震モーメントの変化の早さ（時間微分）は大きくなり、したがって揺れも大きくなる。

他方、破壊伝播速度は小さいが、長い時間にわたって破壊が続くと、地震モーメントの変化の早さは小さくなり、したがって揺れも小さくなる。

しかし、最終的な断層面積は大きくなるのであるから、地震モーメントは大きくなり、したがって津波の高さも大きくなる（甲口12・18頁）。

（3）小括

このように、断層のずれの速さや破壊伝播速度が小さくても（＝揺れが小さくても）、地震モーメントが大きくなる場合があり、これにより津波地震の発生が説明できる。

これは、最初に津波地震という概念を提唱した金森博雄氏の説明である。その理論的な根拠は、地震計に記録された様々な周波数の地震波によって津波地震を解析した結果、低周波数（長周期のゆっくりした揺れ）ほど揺れが大きいことに基づいている。

そして、早くも1980年には、日本海溝の内側斜面域にこのような低周波地震発生帯が存在することが明らかとなった（甲口12・20頁，甲口13の1，甲口13の2）。津波地震とはこの低周波地震の大規模なものと考えられている（甲口12・20頁）。

この津波地震に関する知見の進展については、後に項を改めて述べる。

4 津波・地震予測の手法と限界

（1）歴史地震研究の重要性と限界

ア 概説

将来発生し得る地震・津波に備えるためには、過去に発生した事象を知ることが必要になる。しかし、わが国において計器を用いた地震・津波の観測が行われるようになったのは明治以降であるため、観測記録だけでは

不十分である。

そのため、歴史記録（古文書）や地質学的情報を用いて過去に発生した地震・津波を研究することが必要不可欠となる。

イ 古文書による研究とその限界

日本には古くから多くの文書が残されており、地震・津波に関する記述も多い。例えば、10世紀初頭に完成した史書「日本三代実録」には、869（貞観11）年に現代の宮城県沿岸を襲った貞観地震津波に関する詳細な記録が残っている。こうした古文書に記録された被害状況等から、過去の記録の規模を推定する研究等が行われている（甲ロ11・14頁）。

ただし、こうした資料の信頼性は様々であり、正しく解釈するには幅広い知識と多くの経験を必要とするため、専門家の数は限られている。また、当然のことながらすべての記録が残っている訳ではなく、特に中世の資料には欠落が多い。本州以南で大地震がほぼ欠落せずに記録されているのは、江戸時代以降の約400年間に過ぎない（甲ロ12・21頁）。

既往最大の地震について議論する場合には、このように歴史の記録に残っていない地震が発生している可能性に留意しなければならない（甲ロ12・21頁，甲ロ14・123頁）。

ウ 地質学的情報の研究とその限界

記録に残された地震は過去1000年以上前まで遡ることができるが、地震活動解明のためにはまだ不十分である。そのため、断層地形の調査、断層トレンチ調査や津波の痕跡調査等、地質学的情報の利用も重要となる。

ただし、条件によっては地震・津波の痕跡が残らない場合もあるので注意が必要である（甲ロ11・14頁）。

(2) 固有地震モデルの限界

ア 固有地震とは

上記（1）で述べた歴史資料や地質学的情報を利用した過去の地震の研

究により、大地震が、長期の繰り返し間隔（1,000～10,000年）で、同じ場所で、同じように繰り返し発生することが明らかになっている。より正確に言うと、大地震は、ほぼ同一の場所で、ほぼ同様の震源規模で、繰り返し発生し、その間隔にもある程度の規則性が認められる。こうした観測事実を単純化したものを固有地震モデルという（甲ロ12・21頁）。

イ 単純化したモデルであることに留意すべき

しかしながら、同一の震源規模をもつ地震が、同一の場所で、一定の間隔で発生する、ということはほとんどない。

例えば、固有地震として知られる「南海地震」は、歴史資料から少なくとも8回の繰り返しが確認されている。しかし、この南海地震は「同じような地震」が単純に繰り返しかえされたものではない。7回目の安政南海地震（1854）は最後の昭和南海地震（1946）より規模が大きく、6回目の宝永南海地震（1707）は震源域が他の南海地震よりも広大であった。更に、その前の慶長南海地震（1605）は津波地震であったと考えられている。このように、一括りに「南海地震」と言っても、ひとつひとつは異なる地震である（甲ロ12・22頁）。

固有地震モデルを用いた地震予測は確かに有用ではあるが、その利用に際しては、あくまで単純化されたモデルであること、そして実際の地震は複雑であることに十分注意しなければならない。

（3）地震発生の空白域

既述（第2・1（1）ア）のように、地球表面は十数枚のプレートに覆われているところ、長い時間的スパンで見れば、境界上のどの位置においても、必ず同じようにずれることになる（甲ロ12・20頁）。

すなわち、プレート境界で発生した地震の震源域を図上にプロットしていくと、長い間には境界上を隙間無く震源域が埋めることになる。したがって、ある期間、震源域が存在しない＝空白となった地域（空白域）が存在しても、

それは次の期間には埋められることになる。地震の空白域とは、このような理論に基づいている。

5 3. 1 1の地震・津波

(1) 連動型地震

2011（平成23）年3月11日に発生した巨大地震は、断層の破壊が三段階に分かれていることが判明している（甲口12・34頁，甲口14・125頁）。

破壊の第一段階は、まず三陸沖南部海溝寄りが始まり、次いで宮城県沖に及んだ。

破壊の第二段階では、プレート境界の極浅部、海溝付近で大きなずれが発生した。この段階は、大きなエネルギーの放出と日本海溝付近での50mにも及ぶ異常に大きな海底の動きを伴った。この破壊域には激しい揺れを生じる震源はなく、明治三陸地震と同様の津波地震が日本海溝付近で発生したと考えられている。

この異常に大きなずれに引きずられたように、三陸中部沖、福島県沖、茨城県沖に破壊の最終段階が拡大していった。

(2) 津波地震の発生

東日本大震災においては、地震の第二段階（およびそれ以降）において、宮城県沖～福島県沖で津波地震が発生したものと考えられる（甲口12・34頁）。この津波地震については、後述の「長期評価」でもその発生が予測されていたものである（同）。「長期評価」の詳細については項を改めて述べる。

第3 原発と津波想定：前史

1 地震対策：安全率に余裕を持たせる考え方が早期に確立

わが国初の商用原発は、1966（昭和41）年に運転を始めた日本原子力発電東海発電所（茨城県東海村）である。1957（昭和32）年、原子力委員会（当時）は日本に原発を導入するのに先立ち、原子炉地震対策小委員会を設置し、耐震設計の検討を始めた。この小委員会を日本原電社内に設置された地震対策委員会が引き継ぎ、1958（昭和33）年に耐震設計仕様書を策定した。この仕様書では、重要部分の設計では、地震によって構造物に加わる力を建築基準法より3倍大きめに想定することを決めた（甲ロ9・5頁）。

この当時の地震想定は、現在と比較すると非常に単純なモデルに基づいていたが、それでも「揺れについてはよく分かっていないから、安全率に余裕を持たせる」という基本的な考え方は、既に原子力発電の黎明期から確立していたのである。

2 津波対策：地震とは対照的な甘い想定

（1）福島第一原発設置当時の津波想定

他方、この当時、津波に対する警戒は非常に手薄であった。上記東海原発の設計当時、設置許可申請書に津波について何も書かれていない等、津波について考慮された記録は残っていない（甲ロ9・7頁）。

1966（昭和41）年、福島第一原子力発電所の設置許可申請に際しても、被告東京電力は「現地においては、継続的な潮位観測を行っていないので、小名浜港における検潮記録を準用する」とし、既往最大津波として、1960（昭和35）年のチリ津波で観測されたO. P. +3. 122mを取り上げている。これは気象庁小名浜検潮所（福島県いわき市）が設置された1951（昭和26）年～1963（昭和38）年の12年間に観測したデータにおける最高値だった（甲ロ9・7頁）。

（2）非現実的だった津波想定

このように、津波想定に関しては小名浜検潮所を基準点とした訳だが、そもそも小名浜検潮所と福島第一原発は約55kmも離れている。そして、東日本大震災当時、小名浜検潮所付近の津波高さが約4mだったのに比べ、福島第一原発ではO. P. +11.5～15.5mと、約3～4倍もの開きがあった。このように津波の挙動が大幅に異なる場所の、しかもわずか12年分のデータを元に設計がなされていた訳である（甲ロ9・9頁）。

ともあれ、こうした認識に基づき、被告東京電力は、「潮位差を加えても防災面からの敷地地盤高はO. P. +4.000mで十分である」と判断し、非常用海水ポンプ等は高さ4mの埋立地に、原子炉建屋は10mの敷地に設置することとなった（甲ロ9・10頁）。

なお、この点に関し、被告東京電力常務（当時）の姉川尚史氏は、2013（平成25）年の講演において、上記想定は余りに甘すぎたとして、次のように反省の弁を述べている（甲ロ9，ロ15）。

「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溶融事故は、100万年に1回以下の発生頻度となるように対策を取るべきであることは常識となっている。津波を考える上でも、当然『100万年に1回の津波ってどんなものだろう』と考えるべきであった」

「ところが、福島第一は1966年に設置許可を国に申請した際、60年のチリ地震津波『最大』として設計の条件にした。提出した方も提出した方だと思うが、よくこの申請が通ったなど今でも恥ずかしくなってしまう。当時としては、それが技術の知見の最善だったのかもしれないが、そういう想定のがんが甘さがあって全電源喪失になったのが問題だと思っている」

3 「既往最大」に縛られた津波想定

(1) 地震・津波に関する知見の進展

1971（昭和46）年に福島第一原発（一号機）が稼働を開始した。そ

の後、プレートテクトニクス理論の発展等、地震および津波に関する科学的知見が蓄積されていく一方、津波の高さを理論的に求める方法やコンピュータの処理能力向上により津波の数値予測ができるようになった。

そして、日本海中部地震（1983（昭和58）年）や北海道南西沖地震（1993（平成5）年）を受け、数値予測の改良が進んだことから、津波の実態が少しずつ把握できるようになっていった（甲口9・14頁）。

（2）津波地震に関する知見の進展

ア 津波地震とは

前述のとおり、「津波地震」とは、通常の地震と比べて断層が非常にゆっくりとずれて、人が体感する揺れが小さいにも関わらず、発生する津波の規模が大きくなるような地震をいう（甲口1・3頁脚注2）。より学術的な定義では、津波マグニチュード= M_t （津波の高さの分布を使って地震の大きさの指標）が表面波マグニチュード= M （地震の規模を表す指標）と比べ0.5以上大きいものを指す（同脚注1）。

ここでは、津波地震に関する知見の進展に関し、改めて簡単に述べる。

イ 「深海地震」の発見

このような「地震の規模に比して不相応に大きな津波を引き起こす特異な地震」に関する研究は古くからなされており、既に1928（昭和3）年、地球物理学者の和達清夫氏がこの種の地震を「深海地震」としてカテゴリー化している（和達清夫「深海地震の特異性及び三種類の地震に就いて」気象集誌第2輯6巻No1，甲口12・17頁）。

この「深海地震」とは、

- ① 深海海溝付近で発生し、震源の深さが極めて浅い
- ② 振幅が時間とともに徐々にしか増加しない
- ③ 地震規模が大きいにも関わらず、弱くかつゆっくりとしか感じられない

④ 群発地震として起きることが多い

⑤ 思いのほか広汎な津波を伴う場合がある

という特色を有する地震である（甲ロ13の1，甲ロ13の2）。

ウ 「津波地震」のメカニズムに関する知見の進展

そして、1972（昭和47）年には、金森博雄氏が明治三陸地震および津波を解析し、この種の特異的な地震を「津波地震」と定義した。

金森氏は、低周波数（長周期のゆっくりした揺れ）の地震ほど津波の高さが大きいとの観測結果から、地震モーメントが大きいにも関わらず、断層のずれの速さや破壊伝播速度が小さい場合には、地震の揺れが小さくなるとし、津波地震の発生を説明できるとした（甲ロ12・18頁）。

エ 日本海溝の内側に津波地震と同性質の地震が群発していること

深尾良夫氏・神定健二氏は、1980（昭和55）年発表の論文において、日本海溝沿いの海域で1974～1977年に発生した611個の地震を調べた結果、日本海溝に沿った海域（下記図1の「Iゾーン」の領域）の内側斜面域に、このような低周波地震発生帯が存在することを明らかにした（甲ロ13の1，同2）。

すなわち、同論文では、地震計の記録から超高周波・高周波・低周波・超低周波の4種類の波動特性を有する地震を取り出し、震源域の地域的分布を調査した。その結果、超低周波（図2の◎）、低周波（図2の○）群の地震は、ほぼIゾーンの中にしか見つからないことが判明した。津波地震とは、この低周波地震の大規模なものと考えられている。言い換えると、日本海溝沿いの細長い領域では、津波地震と同じ性質を持った地震が頻発しているのである。

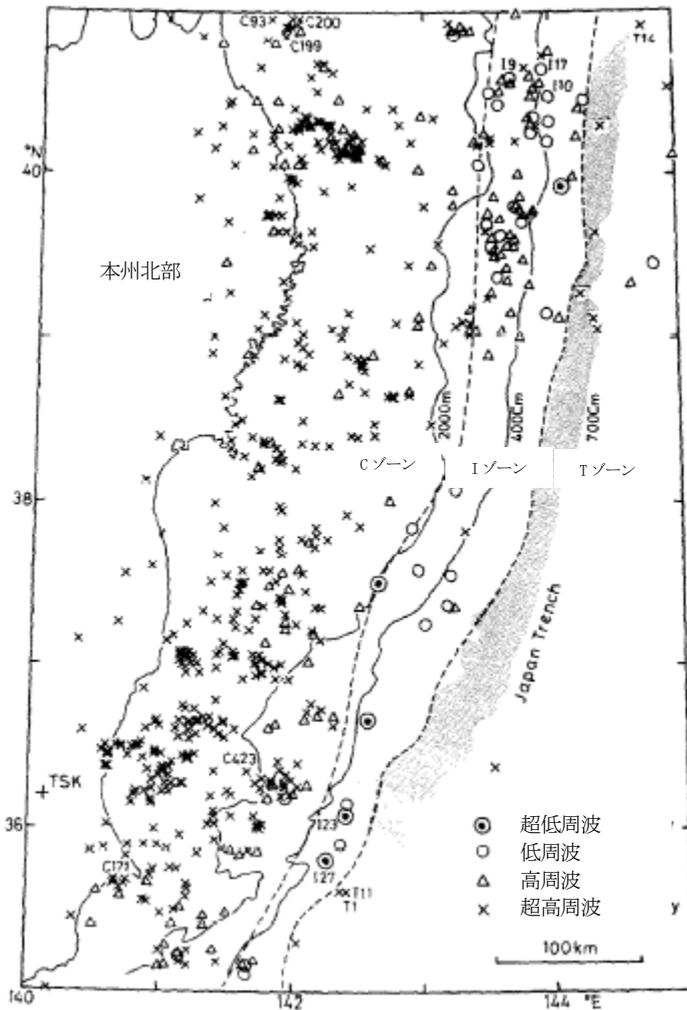


図2 日本海溝沿い（Iゾーン）における超低周波地震・低周波地震の分布（甲ロ13）

後述の地震調査研究推進本部「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」（長期評価）では、三陸沖北部から房総沖の海溝寄り（上記図1のIゾーンにほぼ重なる）の何処においても津波地震が発生しうると予測しているが、そのような評価に至る背景には、こうした長年にわたる研究の蓄積があったのである。この点に関しては、長期評価の箇所でも改めて詳述する（第6・3（3）参照）。

（3）北海道南西沖地震を受けた津波想定の見直し

1993（平成5）年7月12日に発生した北海道南西沖地震は、北海道から中国地方に至る日本海沿岸に大きな津波を引き起こし、特に北海道の奥

尻島は最大30m超（遡上高）の津波に襲われ、死者・行方不明230名という大きな被害を出した。

同年10月、原発の安全審査を担当していた通商産業省・資源エネルギー庁（当時）は、被告東京電力を始めとする電力事業者で組織する電気事業連合会（電事連）に対し、原子力発電所の津波想定の見直しを指示した。これを受けて被告東京電力は1994（平成6）年3月に報告書をまとめた（甲口16）。なお、福島第一原発に関しては、設置許可以来、津波想定の見直しはこれが初めてであった（甲口9・22頁）。

（4）被告東京電力による津波想定

この津波想定の見直しにおいては、まず文献調査（11件）に基づき、福島第一原発・第二原発の敷地に影響を及ぼす可能性のある地震を抽出し、これを元に予測式により敷地に来襲する津波高さの推定を行っている（甲口16・1頁）。なお、数値シミュレーションの対象津波として選定されたのは、慶長地震津波（1611年）・宝永地震津波（1677年）・チリ地震津波（1960年）の3つのみである（同2頁）。

そして、シミュレーションの結果、福島第一原発においては、最大水位上昇等についてはチリ地震津波による値が最も大きいとした。そして、このシミュレーション結果によれば、満潮時における最高水位はO. P. +3.5mになるが、主要施設が被害を受けることはない旨報告している（同4頁、同13頁第7・第8表、甲口9・22頁）。

4 まとめ

地震の多発地帯である日本に原子力発電を導入するにあたっては、地震対策に関しては当初から余裕をもたせた安全対策を取ることが電力業界において共通認識となっていた。

ところが、地震随伴事象である津波への備えに関しては、現在から見ると意外なほど手薄であった。そして、地震や津波に関する理論やコンピュータ・シ

ミュレーションが発達し、またその当時戦後最大の津波被害をもたらした北海道南西沖地震の後ですら、わずかな文献調査に基づく「既往最大」の考え方に囚われていたのである。

第4 津波想定手法の転換点：4省庁報告書と7省庁手引き

1 はじめに

前記のとおり、原子力発電所における津波対策に関しては、文献記録から既往最大の津波を抽出し、それに基づいて津波高の想定を行うという手法がとられていた。しかし、1997（平成9）年3月、被告国の防災関連省庁が作成した2つのレポートは、それまで「既往最大」という考え方に縛られていた津波想定方法とは異なる画期的な方法を提唱した。

他方、これまで既往最大の津波を元に対策をとっていた被告東京電力を始めとする電力業界には、このレポートは大きな波紋を広げることとなった。

以下、2つのレポートの内容と、それに対する被告東京電力及び電力業界の対応について概略を述べる。

2 4省庁報告書・7省庁手引き作成の経緯

(1) 4省庁報告書の策定

前述の北海道南西沖地震による津波災害を契機として、被告国の4省庁（農林水産省構造改善局、農林水産省水産庁、運輸省港湾局、建設省河川局）は、総合的な津波防災対策計画を進めるための手法を検討することを目的として、1996（平成8）年度の国土総合開発事業調整費に基づき、「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査」を実施し、その成果を1997（平成9）年3月に「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査報告書」（以下「4省庁報告書」という）にまとめた（甲ロ17「はじめに」、1頁及び68頁）。

同調査は、学識経験者および関係機関からなる「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査委員会」（以下「調査委員会」）の指導と助言のもと、日本沿

岸を対象に既往地震津波による被害を整理し、太平洋沿岸を対象として想定地震の検討および津波数値解析を実施し、津波高の傾向や海岸保全施設との関係について概略的な把握を行ったものである（同1頁，68頁）。

（2）津波想定についての基本的な考え方

この4省庁報告書においては、以下のとおり、津波予測を行うにあたっては、「既往最大の津波」を考慮するだけでなく、「想定し得る最大の津波」をも考慮すること、更に地震の大きさと比較して大きな津波被害をもたらす「津波地震」にも十分な考慮を払うよう求めている（甲ロ17・本体「5 地域防災計画における津波対策強化の手引き」の238頁）。

- ① 従来から、対象沿岸地域における対象津波として、津波情報を比較的精度良く、しかも数多く入手し得る時代以降の津波の中から、既往最大の津波を採用することが多かった。
- ② 近年、地震地体構造論、既往地震断層モデルの相似則等の理論的考察が進歩し、対象沿岸地域で発生しうる最大規模の海底地震を想定することも行われるようになった。これに加え、地震観測技術の進歩に伴い、空白域の存在が明らかになるなど、将来起こり得る地震や津波を過去の例に縛られることなく想定することも可能となっており、こうした方法を取り上げた検討を行っている地方公共団体も出てきている。
- ③ 本手引きでは、このような点について十分考慮し、信頼できる資料の多く得られる既往最大津波と共に、現在の知見に基づいて想定される最大地震により起こされる津波をも取り上げ、両者を比較した上で常に安全側になるよう、沿岸津波水位のより大きい方を対象津波として設定するものである。
- ④ この時、留意すべき事は、最大地震が必ずしも最大津波に対応するとは限らないことである。地震が小さくとも津波の大きい「津波地震」があり得ることに配慮しながら、地震の規模、震源の深さとその位置、発生する

津波の指向性等を総合的に評価した上で、対象津波の設定を行わなくてはならない。

(3) 7省庁手引きの策定

前述の「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査」において、防災関連の7省庁（国土庁・農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁）が「地域防災計画における津波防災対策の手引き」（以下「7省庁手引き」という）及びその別冊「津波災害予測マニュアル」を作成し、4省庁報告書と同じ1997（平成9）年3月に公表した（甲口18，甲口19）。

この7省庁手引きにおいては、「津波防災計画の基本目標」の解説において、計画の前提となる対象津波については、過去に発生した津波の中から「既往最大の津波を選定し、それを対象とすることを基本とするが、近年の地震観測研究結果等により津波を伴う地震の発生の可能性が指摘されているような沿岸地域については、別途想定し得る最大規模の地震津波を検討し、既往最大津波との比較検討を行った上で、常に安全側の発想から対象津波を設定する」（下線部は原告代理人）として、過去の津波と想定し得る津波を比較して、より波高の高いものを選ぶ方法が提示されている（甲口18・9頁）。

(4) 同報告書の重要性

このように、4省庁報告書（および7省庁手引き）は、将来起こり得る地震や津波につき、過去の例に縛られることなく想定する基本的立場を前提に、既往最大津波と現在の知見に基づいて想定される最大地震による津波を比較し、安全側の発想から、より大きい方を対象津波として設定するという津波予測の手法を採っている。これは、既往最大津波だけを対象津波としていた、これまでの津波想定手法からの脱却を求めるものであった。

3 4省庁報告書の概要

(1) 想定地震の検討手法

4省庁報告書においては、以下の手順に従って想定地震の検討を行っている。

ア 対象沿岸域の概要調査

まず、太平洋沿岸地域に影響を及ぼした既往津波（近地津波・遠地津波）について、既往地震と津波の関係（発生頻度，発生場所，規模別・地域別発生頻度），既往津波の沿岸津波高，既往津波による被害状況等を把握する（甲ロ17・要約編4～8頁）。

イ 想定地震の検討

津波数値解析を行う想定地震の設定にあたっては、以下の方針に従って検討を行っている（甲ロ17・要約編9頁）。

- ① 想定地震の設定規模は歴史地震も含め既往最大級の地震規模を用いる。
- ② 想定地震の地域区分は地震地体構造論上の知見に基づき設定する。
- ③ 想定地震の発生位置は既往地震も含め太平洋沿岸を網羅するように設定する。

ウ 想定地震の断層モデル設定方法

① 地体区分ごとに最大マグニチュードを設定

地震地体構造論では、地震の起こり方（規模・頻度・深さ・震源モデル等）の共通している地域では、地体構造にも共通の特徴があるとの前提から、日本周辺を地震の起こり方に共通性のある地域に区分し、それと地体構造の関連性について研究が行われている（甲ロ17・本編126頁）。そして、4省庁報告書では、いわゆる荻原マップ（1991年）に基づき、地体区分毎に既往最大のマグニチュードを想定地震のマグニチュードとして設定している。

それらのうち、福島第一原発に関わるのは、「G2」領域（明治三陸地震に基づき最大マグニチュード8.5と設定）と、「G3」領域（延宝地震に基づき最大マグニチュード8.0と設定）の2箇所である（甲ロ1

7・要約編10頁図表)。

② 断層モデルの設定

次の作業は、想定地震の震源断層モデルの設定である。

震源断層モデルを構成する各パラメータのうち、断層の長さ・幅・すべり量¹および地震マグニチュードの間には相似則(震源断層パラメータ相似則²)が成立し、その他のパラメータ(断層深さ・傾斜角・すべり角)については地体区分ごとに平均的な値が存在する(甲ロ17・要約編11頁, 本編142~153頁)。

以上の前提に立って、地体区分別の最大マグニチュードに対応する震源断層パラメータを求め、これを想定地震の断層モデルとしている(甲ロ17・要約編12頁, 本編154~157頁)。

1896年明治三陸地震を元に「G2」の領域において、また1677年常陸沖地震(延宝地震)を元に「G3」の領域において設定された想定地震モデルの断層パラメータは、それぞれ下記のとおりである(甲ロ17号証12頁, 157頁)。

	G2	G3
Mmax 最大マグニチュード	8.5	8.0
L (km) 断層長さ	220	150
W (km) 断層幅	120	80
U (cm) すべり量	720	490
d (km) 断層深さ	1	1
δ (°) 傾斜角	20	20

¹ 断層すべり量。地震により断層面が滑り動いた距離。すべり量が多いほど地震の規模が大きくなる。

² 断層パラメータは、地震波や地震に伴う地殻変動の解析から求められる。多数の地震について得られた結果を整理すると、各パラメータの間に一定の統計的關係が認められる。これらの経験則を断層パラメータの相似則(スケーリング則)という。

λ (°) すべり角	85	85
--------------------	----	----

対比のために、2002（平成14）年の「津波評価技術」における、1896年明治三陸地震を元にした基準断層パラメータを示すと、最大マグニチュード (M_{max}) が8.3，断層長さ (L) が210，断層幅 (W) が50，傾斜角 (δ) が20，すべり角 (λ) が75となっている（丙ロ7，1-59参照）

このように、「津波評価技術」より以前に、既に4省庁「報告書」により、より安全側に立った規模の大きい断層モデル（波源モデル）が設定されていたのである。

③ 想定地震の位置設定

さらに4省庁「報告書」は、想定地震の断層モデルの位置設定を以下の考え方に基づき行っている（甲ロ17号証157頁）。

- i 断層の設置範囲は、各地体区分領域を網羅する様に設定を行う。
- ii 各地体区分の境界においては、同一のプレート境界の場合、双方の断層の中央が境界上に位置する可能性があるものと考え、境界上においては双方の断層モデルを設定する。
- iii 断層モデルの設定間隔は、概ね断層長さの2分の1毎を目安とする。
- iv 断層面とプレート境界との間隔については、既往地震の平均間隔を用いてプレート境界に沿うように設定を行う。

4省庁「報告書」は各地体ごとに主な既往地震と想定地震の設置位置を図示しているが、そのうち、「G2」および「G3」領域における想定地震断層モデルと、全地帯区分における想定地震断層モデルの図を次に示す（甲ロ17号証160頁，162頁，167頁）。

このように、4省庁「報告書」はプレート境界に沿って広く南北に想定地震の断層モデルを動かしている。地震地体構造論上の知見（1991年，萩原マップ）に基づき「G2」と「G3」という区分はしている

が、「G 2」で想定する断層モデルはそれより南方では一切起こりえないなどという機械的な見方はせず、「G 3」領域にはみ出すように「G 2-3」を想定するよう求めている。

既に述べたとおり、2002（平成14）年の土木学会津波評価部会「津波評価技術」は、4省庁「報告書」と同じく萩原マップを引用しつつ、さらに恣意的な領域区分を施すことによって、福島県沖日本海溝沿いには一切断層モデルを設定しないようにしている。

4省庁「報告書」の想定地震の設定位置についての考え方は、「津波評価技術」のような恣意的で狭いものではない。むしろ、日本海溝沿いどこでも津波地震が発生しうるとした2002（平成14）年「長期評価」の考え方と整合性・親和性がある。

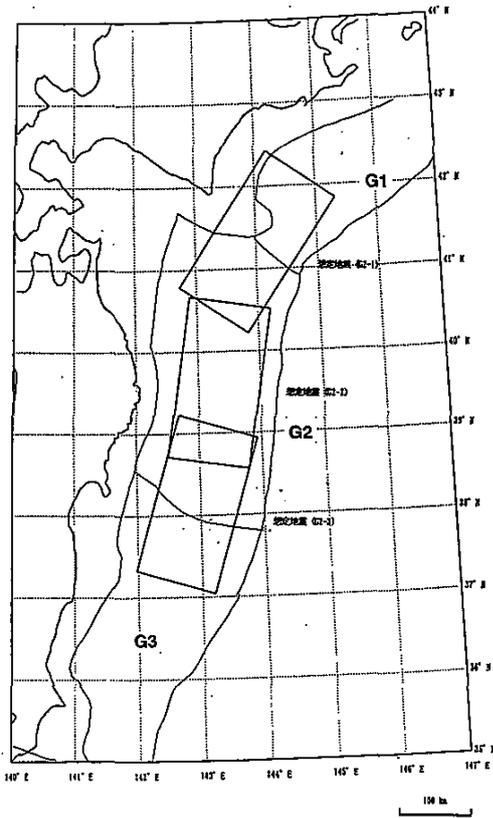


図-3.13(2) 想定地震断層モデル (地体区分: G2)

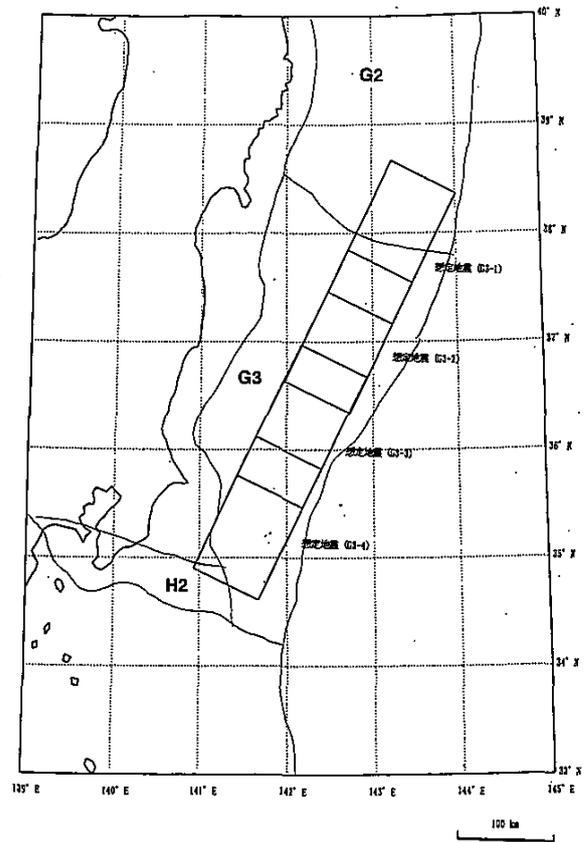


図-3.14(2) 想定地震断層モデル (地体区分: G3)

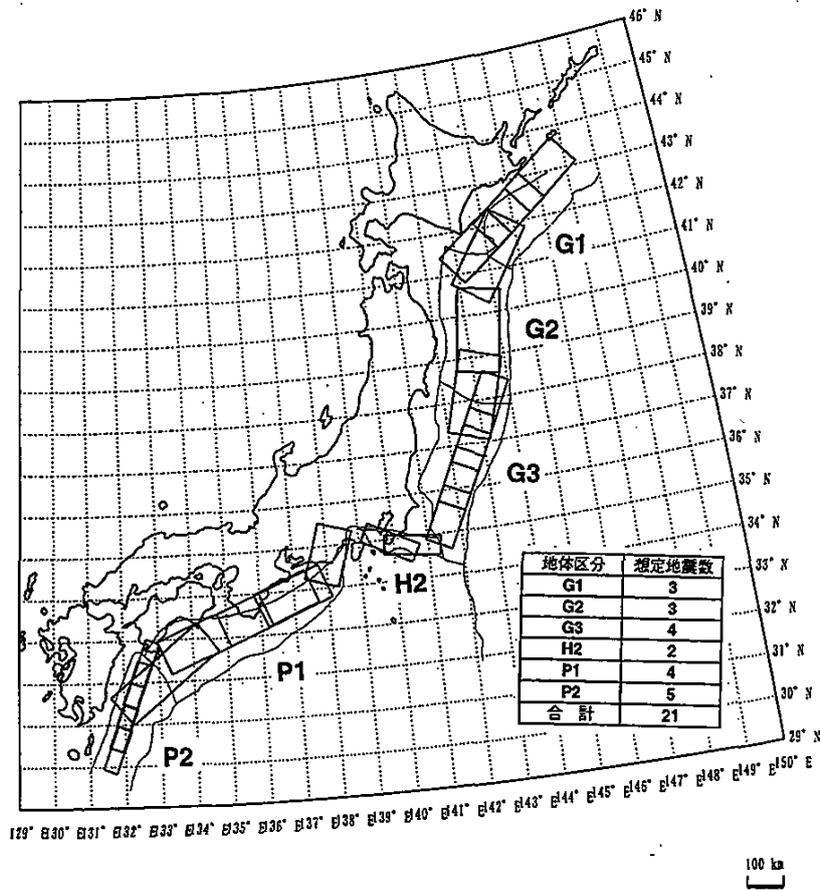


図-3.19 想定地震断層モデル (全地体区分)

(2) 津波傾向の概略的把握

以上のとおり、4省庁「報告書」は、既往地震と想定地震それぞれにつき断層モデル（波源モデル）を設定した上で、既往地震と想定地震の双方を対象に津波数値解析を実施している（甲口17号証16頁，168～204頁）。

4省庁「報告書」は、代表的な既往地震の断層モデル（波源モデル，186頁）に基づく再現計算により得られた各地の最大津波水位の計算値の精度を確認するため、津波の痕跡値との比較を行い、平均倍率および相田勇氏による評価指標（幾何平均と幾何分散）を示した上で、計算値に増幅率（平均倍率）1.242を乗じ、沿岸での津波水位の計算値を現実に近いものに補正している（188～189頁）。

さらに4省庁「報告書」は、計算値と実測値（痕跡値）の比較から、数値解析の全体的傾向を幾何平均（1.26）と幾何分散（1.49）の正規分布表（甲口17号証201頁，図4.10）により示した上で、幾何平均については計算値を倍率補正することで実測値に近づけることができるが、幾何分散は1ではないことに注意する必要があるとして、計算値が2m，5m，10mの時に、以下に示すような範囲で津波高が生じる可能性があるとしている（甲口17号証201頁，表4.6）。

表-4.6 $\kappa=1.49$ の場合の計算値と実測値の関係

計算値	標準偏差分の幅を考慮した場合に、 実測値が取りうる範囲 (確率=0.68)	2×標準偏差分の幅を考慮した場合に、 実測値が取りうる範囲 (確率=0.95)
2m	1.3m ≤ 実測値 ≤ 3.0m	0.7m ≤ 実測値 ≤ 6.0m
5m	3.4m ≤ 実測値 ≤ 7.5m	1.7m ≤ 実測値 ≤ 14.9m
10m	6.7m ≤ 実測値 ≤ 14.9m	3.4m ≤ 実測値 ≤ 29.8m

このように、4省庁「報告書」は、「計算値は絶対的な値ではなく、様々な要因によりある程度の幅を考慮して取り扱う必要がある性質のものである」

（甲口17号証201頁末尾）という基本的考え方に立って、実測地が取り

うる範囲に幅を持たせている。痕跡値に基づいている点で実証的・科学的であるとともに、防災の観点から安全側に立った、妥当な考え方といえる。

4省庁報告書は、想定地震によって得た計算値についても、既往地震の場合と同様に、平均倍率1.242を乗じた補正を行っている（甲口17号証203頁）。

（3）比較津波高と福島第一原子力発電所の所在町における計算値

こうして、補正を行った既往地震の津波水位と想定地震の津波を比較して、比較津波高を得る（甲口17号証204頁調査フロー、213頁図4.15比較津波高の分布と要因）。

4省庁「報告書」の「参考資料」によれば、福島第一原子力発電所5、6号機が所在する福島県双葉町は「G3-2」の場合に最大となり平均6.8m、1～4号機が所在する大熊町も「G3-2」の場合に最大となり平均6.4mの津波高さとなる（甲口18号証148頁「表-2（3）市町村別津波高と施設設備状況」）。

前述の計算値と実測値の関係（表4.6）によれば、計算値が5mの場合、標準偏差分の2倍まで考慮すれば、最大14.9mの津波高を想定しなければならない。当然、計算値が6.4mとされた大熊町および6.8mとされた双葉町については、15mを大きく超える津波高を想定しなければならないことになる。安全側に立てば、当然このような想定が必要かつ妥当である。

以上が、4省庁「報告書」の概要、およびそこから導かれる双葉町・大熊町における想定津波の内容である。

4 電力業界の警戒感・危機感

（1）「想定し得る最大地震」を考えることの不都合

以上のような4省庁報告書（および7省庁手引き）の考え方、すなわち、①既往最大のみならず想定し得る最大規模の地震も考慮する、②津波数値解

析の結果は不確定なものであり、数値誤差が大きいことに留意する、という
方法論は、電力業界にとって極めて都合が悪いものであったことは想像に難
くない。

すなわち、1997（平成9）年になっても、電力会社は「既往最大」の
津波しか想定していなかったからである（甲ロ9・24頁）。

業界団体である電事連は、7省庁手引きの公表前に報告書案を入手し、1
997（平成9）年6月の原子力開発対策委員会総合部会（以下「総合部会」
という）で以下のように報告している（会合議事録＝甲ロ5・43頁，甲ロ
9・24頁）。

「この報告書（7省庁手引き）では原子力の安全審査における津波以
上の想定し得る最大規模の地震津波も加えることになっており、さらに
津波の数値解析は不確定な部分が多いと指摘しており、これらの考えを
原子力に適用すると多くの原子力発電所で津波高さが敷地高さ更には屋
外ポンプ高さを超えるとの報告があった」

また、同会合議事録に添付されている「7省庁による太平洋沿岸部地震津
波防災計画手法調査について」では、4省庁報告書（7省庁手引き）による
津波想定と、原子力発電所における津波想定との齟齬について、次のように
分析されている（甲ロ5・43頁，甲ロ9・24～25頁）。

- 現在、原子力発電所の安全審査における津波は、①既往最大津波、
②活断層により発生することが想定される地震津波を検討対象にして
いるが、この指針ではさらに③想定し得る最大規模の地震津波も加え
ている。
- 報告書では③の具体例として、プレート境界において地震地体構造
上考えられる最大規模の地震津波も加えている。
- この考えを原子力発電所に適用すると、一部原子力発電所において、
津波高さが敷地高さを超えることになる。

(2) 「数値解析の誤差を大きく見る」ことの不都合

4省庁報告書（7省庁手引き）が数値解析の誤差を大きく見た点も、電力業界にとっては不都合なことであった。前記（1）の添付報告書には、以下のような記載が見られる（甲口5・43～44頁，甲口9・26～27頁）

- この報告書で行っている津波予測は、原子力の津波予測と異なり津波数値解析の誤差を大きく扱っている。（例えば、断層モデル等、初期条件の誤差を考慮すると津波高さが原子力の評価よりも約2倍程度高くなる）
- また、この調査委員会の委員には、MITI 顧問でもある教授が参加されているが、これらの先生は、津波数値解析の精度は倍半分と発言している。
- この考えを原子力発電所に適用すると、一部原子力発電所を除き、多くの原子力発電所において津波高さが敷地高さ更には屋外ポンプ高さを超えることになる。

(3) 小括

以上のとおり、4省庁報告書の津波想定方法に接した（被告東京電力を含む）電力業界は、もし同報告書の方法に準拠して津波の想定を行った場合、国内に存在する多くの原子力発電所において津波の高さが敷地高さや取水ポンプ設置箇所を超えることを認識することとなった。すなわち、津波の想定にあたり「既往最大」のみを考慮していた従前の防災対策が不十分であることは、この時点で認識可能であったといえる。

5 被告国による試算・対策の指示

(1) 被告国による「数値解析の2倍」での想定指示

この4省庁報告書は、通商産業省顧問を務める専門家らも関与して作成されたものであり、その専門家（首藤伸夫教授，阿部勝征教授）が、津波予測の精度は「倍半分」（2倍程度の誤差があり得る）と発言している事実は、被

告国としても無視できないものであった。そのため、前回（1993年）に引き続き、津波想定の見直しを指示した。正確な日付は不明であるが、1997（平成9）年6月の電事連総合部会において、前記内容の指示があったことが報告されている（甲ロ9・30頁）。

この指示で注目すべき点は、数値解析に誤差があり得ることを考慮して、シミュレーション結果の2倍の津波高さが原発に到達した時に原発がどのような被害を受けるか、その対策として何が考えられるかを提示するよう、電事連にもとめている点である（甲ロ9・30頁）。

（2）津波対応WGによる試算（97年7月）

ア 想定 of 2倍の津波で冷却水ポンプのモーターが浸水

被告国の指示を受け、電事連では数値解析の誤差を考慮した試算を実施した。前記指示があった後に作成されたと推測される、津波対応WG『『太平洋沿岸部津波防災計画手法調査』への対応について』（1997（平成9）年7月25日付け）においては、以下のような記載が見られる（甲ロ20・1頁）。

- ① 4省庁報告書から読み取った津波高さは、福島第一・福島第二・東海第二原発において、冷却水取水ポンプモーターのレベルを超える数値となっている。
- ② 4省庁報告書が設定した想定地震の断層パラメータを用い独自に数値解析した結果、福島第一・福島第二・東海第二・浜岡原発ともに余裕のない状況になっている。
- ③ 仮に上記値の2倍の津波高さの変動があるものとする、太平洋側のほとんどの原子力地点においては、低下水位は冷却水取水ポンプ吸込口レベル以下となるとともに、水位上昇によって冷却水取水ポンプモーターが浸水することになる。

イ 福島第一原発を対象とした解析結果

このうち、被告東京電力福島第一原子力発電所における解析結果の2倍値は、遡望平均満潮時においてO. P. + 9. 5 mとなり、非常用海水ポンプ (O. P. + 4 m) のモーターが水没し、取水が不可能になるというものであった (甲ロ20の「7省庁津波評価に係る検討結果 (数値解析結果等の2倍値) について」)。

この結果に対し、津波対応WGは、水密モーターを採用する必要があること、ただし海水系ポンプに適用できる大型水密ポンプは現在製作されておらず、原子力発電所で採用するためには、今後開発および耐震性等の確証試験を行う必要がある旨述べている (同)。

(3) 電事連「津波に関するプラント概略影響評価」の試算 (00年)

更に、電事連は、2000 (平成12) 年2月の総合部会において、「津波に関するプラント概略影響評価」を提出している (甲ロ5・41頁, 甲ロ9・30頁)。これは、国内19箇所の原子力発電所・57基について津波の想定値を求めると同時に、解析誤差を考慮して、想定値の1. 2倍, 1. 5倍, 2倍の津波高さで原発がどのような影響を受けるか調べたものである。

その結果、福島第一原発における想定津波の高さは5mだったが、この1. 2倍の高さ (5. 9~6. 2m) の津波が到達すると、海水ポンプのモーターが止まり冷却に支障が出ることが判明した (甲ロ5・41頁, 甲ロ9・31頁)。2倍となれば10mであり、敷地高さを超えることになる。

解析結果の1. 2倍の津波で冷却に支障が出る原発は、福島第一と島根原発の2箇所のみである (甲ロ5・41頁)。他の9箇所・28基の原発は、想定の高さでも支障がなかった。すなわち、被告東京電力 (および想定を指示した被告国) は、既にこの時点で、福島第一原発は国内で最も安全に余裕のない原発であることを認識していたことになる (甲ロ9・32頁)。

6 まとめ

4省庁報告書は、それまで「既往最大」の津波しか考慮に入れてこなかった

原子力発電所の津波対策に関し、「想定し得る最大規模の地震津波」を考慮し、更にシミュレーションを行う際には数値解析の結果にはバラつきが大きいことを十分考慮するよう求めるという点において、津波想定手法の転換点となる画期的なものであった。

そして、被告国の指示に基づき、電力業界は解析結果の2倍値でのシミュレーションを実施している（1997年・2000年）。そして、その結果、被告東京電力は、福島第一原子力発電所は国内で最も津波災害に対し脆弱な原発であることを認識することとなった。したがって、この時点で、被告東京電力は、上記の試算結果よりもさらに高い、すなわちタービン建屋等の存する敷地高さ O. P. + 10 mをはるかに超えるような津波があり得るという前提で、水密化等の対策に着手すべきであった。

ところが、被告東京電力など電力業界は、それとは逆に、「想定し得る最大の地震津波を想定する場合には、ばらつきを考慮しなくてよいとのロジックを組み立て、MITI 顧問の理解を得るよう努力する」（甲ロ5・44頁）等、津波想定手法を緩和する方向への努力を重ねるようになる。

第5 後戻りする津波想定手法：津波評価技術

1 概説

既述のとおり、4省庁報告書が提示した、①想定しうる最大規模の地震津波を考慮すること、②数値解析のバラつきを大きくとること、この2つの想定手法は、被告東京電力はじめ電力業界にとっては極めて都合が悪いものであった。

実際、前記2000（平成12）年2月の電事連・総合部会の議事録には、解析誤差を考慮して津波対策をすると「誤差に応じて、対策が必要になる発電所が増える」「水位上昇に対しては、誤差を大きくするに従い大がかりな改造が必要になる」（甲ロ5・42頁）等、安全サイドにたつて津波対策を施すと経済的負担が増えることが正直に述べられている。

そこで、電力業界は、学術団体である土木学界を通して、想定を低めに抑えた津波対策の基準作りを進めていくことになる。こうした背景の元、2002（平成14）年2月に公表されたのが、土木学界・原子力土木委員会・津波評価部会「原子力発電所の津波評価技術」（以下「津波評価技術」という）である。この津波評価技術の策定過程を振り返ると、電事連の思惑としては、①数値解析に伴う不確実性を補う「安全率」を低く抑えること、②日本海溝沿いの津波地震を想定から外すこと、この2点であったことが推測される（甲ロ9・21頁）。

以下においては、津波評価技術の策定手続に内在する問題点、更にその内容自体の問題点について概略を述べる。

2 津波評価技術策定手続の問題点

（1）津波評価技術策定の経緯

津波評価技術を策定した土木学会は、会員数3万8千人を数える工学系では国内最大規模の学会である。同学会には約30の調査研究委員会があり、その中に津波・活断層・放射性廃棄物処分の調査を手がける原子力土木委員会がある。1999（平成11）年、同委員会の下に津波評価部会が設置され、原発の津波想定方法について検討してきた（甲ロ9・34～35頁）。

そして、1999（平成11）年11月から2001（平成13）年3月まで、全8回開かれた津波評価部会において、津波評価技術はまとめられた（甲ロ9・34～35頁）。

（2）民間の基準を原子力発電安全対策に用いる場合の要件

被告国は、この津波評価技術を高く評価しており、その津波被害の予見可能性に関する主張の大部分はこれに依拠している。

ところで、津波評価技術が公表された当時、原発の安全審査を担当していたのは、原子力安全・保安院である。2002（平成14）年、原子力安全・保安院は「原子力発電施設の技術基準の性能規定化と民間規格の活用に向け

て」(甲口21)を取りまとめ、欧米諸国の動向に倣い、技術の進歩に迅速・柔軟に対応するため、学会等の民間団体が策定した技術基準を性能規定化し、原子力発電の規制行政に積極的に取り入れる方針を打ち出した(甲口9・38頁)。

そして、民間基準を性能規定化するための要件としては、第一に、民間規格が規制基準で要求している性能との項目上の対応がとれていること、技術的妥当性が証明されていること等について、規制当局が確認することが求められる。更に、学会等で策定される規格については規制当局も策定プロセスを尊重することが求められるが、それはあくまで産学会から偏りのないメンバー選定、公衆審査(議事公開・パブリックコメント実施等)を経るなど公正・公平・公開を重視していることが前提となる(甲口9・38頁、甲口21・8頁)。

津波評価技術が、規制当局や他の原子力事業者においても、原子力発電所における津波評価に関する事実上の基準として用いられており(甲口9・39頁)、被告国においてそれに準拠した規制行政に何ら問題はないと主張する以上、津波評価技術が前記要件を満たすことが要求されるのは当然といえよう。

(3) 公正・公平・公開の観点から疑問がある策定プロセス

しかしながら、津波評価技術が策定されるプロセスが「公正・公平・公開」の要請を満たしていないことは明らかである。ほぼ同時期、地震調査研究推進本部において「長期評価」(後述)の取りまとめにあっていた第一線の地震学者ですら、その存在を知ったのが震災後であった(甲口12・33頁)という事実がそれを象徴している。

まず、土木学会の構成員には、建設業、建設コンサルタントのほか、資源・エネルギー関連事業、社会基盤関連事業を営む法人も会員として参加している(甲口22号証:第14条)。すなわち、電力会社等、原子力発電事業に密

接な利害関係を有する者が参加しているのである（丙口第7号証・「土木学会原子力土木委員会 構成」を参照）。

実際、評価部会のメンバー構成を見ると、津波評価技術策定当時の委員（下委員含む）・幹事ら35名中、18名が電力会社、3名が電力中央研究所（研究費の9割を電力会社からの給付金で賄っている）、1名が東電子会社というように、電力業界に偏った人員構成となっていた（甲口9・38頁）。

また、電事連の前記2000（平成12）年報告に、「津波評価に関する電力共通研究成果をオーソライズする場として、土木学会原子力土木委員会内に津波評価部会を設置」（甲イ19・42頁）とあることから、同学会が電力業界の圧倒的な影響下にあったことが推察される。

更に、部会の議事録が公開されたのは原発事故後であり、公開の要請にも十分答えていない（甲口9・39頁）。

（4）小括

以上概説したとおり、津波評価技術策定に関しては、その作成主体そのものに公正さを疑わせる事情があるうえ、議事の公開も極めて不十分であった。したがって、その策定手続だけを見ても、原子力規制行政が拠るべき基準としては大きな問題を孕むものであった。

更に、津波評価技術については、規制基準で要求している性能との項目上の対応がとれているのか（安全審査指針が求める性能に合致し、この手法に従えば原発の安全が確保できるのか）についても、極めて疑わしい面がある。

以下においては、この内容面に関する問題点について述べる。

3 津波評価技術による津波想定の問題点

（1）津波の予測評価手法

ここで、津波評価技術による津波予測評価のプロセスが如何なるものであるか、まとめておく。

I 断層運動のモデル化

まず既往津波を対象として設定し、この対象津波をもとに断層モデルによるシミュレーションモデルを構築する。断層モデルの設定条件は一義的に確定するものではないことから、断層モデルや数値罫線の諸条件等を修正し、再現性が十分であるか否かを確認して、再現性（信用性）が確認できる断層モデルを設定する。

II 想定津波による設計津波水位の検討

以上による断層モデルの設定を踏まえたうえで、本体作業と言うべき「想定津波による設計津波水位の検討」（丙口第7号証・本編1-5頁の図3-1下段）を、以下の手順で行う。

- ① 「将来発生することを否定できない地震に伴う津波」（プレート境界付近に想定される地震の場合。同1-31頁）を対象津波として抽出。
- ② 上記対象津波に基づいて「基準断層モデルの設定」を行う。
- ③ 上記②で設定された「基準断層モデル」に基づいて、パラメータスタディを行って各種の計算条件を設定し、複数の計算を行い、その結果として導かれる想定津波群から、最終的に設計想定津波を導く。
- ④ 設計想定津波の水位と、既往津波の比較を行って、推計の妥当性を確認する。

そして、最終的に確定された設計想定津波に基づいて、対象となる原子炉所在地に、どのような高さの津波が到来するかについての予測をすることになる。

(2) 想定津波を文献記録が残るものに限定したこと

ア 文献調査にのみ依拠した断層モデルの設定

津波評価技術の最大の問題点は、既に何度も強調したとおり、将来発生し得る津波の水位を推計するための「想定津波」の設定において、歴史記録に残っている「既往最大」の津波をベースとしていることである。

第一に、上記I「断層モデルの設定」作業に関し、津波評価技術は「文

献調査等に基づき、評価地点に最も大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波を評価対象として選定する」とする。更に、「評価地点に大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波のうち、おおむね信頼性があると判断される痕跡高記録が残されている津波を評価対象として選定する」としており、文献記録に残っていない地震・津波についての考慮は示されていない（丙口第7号証1－23頁）。

イ 歴史資料にのみ依拠した想定津波の検討

第二に、上記Ⅱ「想定津波の設定」についても、「将来発生することを否定できない地震に伴う津波を評価対象」として想定津波とするが、その際には、「太平洋沿岸のようなプレート境界型の地震が歴史上繰り返して発生している沿岸地域については、各領域で想定される最大級の地震津波をすでに経験しているとも考えられる」という基本認識に基づいて、これに一定の裕度を付加するのみにとどめている（同前1－31頁）。

同様の観点から、想定する最大のモーメントマグニチュードも、「各海域における既往最大の地震規模」とするとされている（丙口第7号証1－10頁（3））。また、設計想定津波が十分なものであるかの確認についても、「設計想定津波の計算結果が既往津波の計算結果または痕跡高を上回ることを確認」する方法に拠るとしており（丙口第7号証1－9頁）のであり、設定から確認作業に至るまで、歴史記録に残っている既往津波にのみ依存する関係にある。

ウ 歴史資料の不完全性を無視していること

以上の方法を採用した結果、津波評価技術は、文献記録に残っているわずか400年間の既往津波しか考慮していない。既往最大の津波を考慮すれば良いとするなら、津波が繰り返す期間が400年より短いことが保証されなければならないが、その根拠は何ら示されていない（甲口12・33頁）。

わが国は地震に関する資料が比較的良好に残されているが、それでも中世期は記録の欠落が多い。貞観地震（869）からほぼ江戸時代に至るまで、京都周辺や鎌倉などを除き、ほとんどの地方で資料が欠落している（甲口12・21頁）。要するに、津波評価技術の根底にある考え方は、仮に文献記録が残っていない古い時代（特に記録の欠落が大きい中世期）により巨大な津波が発生していたとしても、そのようなものは評価対象として取り上げられないというものである。

エ 空間的に広く区分する手法も採用していないこと

地震の想定を行う場合、長期間のデータがないために個々の想定を検証は難しいが、多数の想定を考慮すれば統計的により安定的な処理が可能となる。歴史的なデータが不足している場合、言い換えると時間軸が限定されている場合には、空間軸を拡大することによって標本数を増やすことにより、統計的な検証が可能になる。空間と時間は互換できると考えられるからである（甲口12・33頁）。

後述する長期評価においては、三陸沖から房総沖に至る日本海溝沿いの領域全体（後掲図3）全体をひとつの領域として扱い、統計的な処理を可能としている（第6・3（2）ウ参照）。

ところで、津波評価技術においては、基準断層モデル設定のための領域区分は地震地体構造の知見に基づくとし、「過去の地震の発生状況等の地震学的知見等を踏まえ、合理的と考えられるさらに詳細に区分された位置に」断層モデルを設定したとする（丙口7・1－33）。

しかし、空間と時間が互換であるとの考え方からすると、空間を細分化するならば、長い時間をとる必要がある。そうでなければ十分なデータが得られないからである。すなわち、歴史資料の不十分性を考慮して、空間的に広い区分をして検証を行う方法に拠るべきであった（甲口12・34頁）。

オ 小括

津波評価技術は、400年間の歴史記録に現れた津波のみを基礎資料とし、津波の繰り返し期間は400年以下であり、それ以前には大きな被害をもたらす津波は存在していなかったという暗黙の前提に立っている。重大事故を万が一にも起こさないことが要求される原子力施設の防災対策の観点から、こうした方法論が不十分極まりないことは言うまでもない。

後述する「三陸沖から房総沖にかけての地震活動に関する長期評価について」（長期評価）が、「16世紀以前については、資料の不足により、地震の見落としの可能性が高い。以下ではこのことを考慮した」（甲ロ1・別添2頁，甲ロ12・33頁）とフォローしているのとは対照的に、津波予測が不十分であることに注意を喚起する文言すらないのである。

(3) 福島沖を想定から外したこと

ア 想定津波の波高計算の概要

こうして基準断層モデルを設定した後（上記Ⅰ～Ⅱ②の作業）、パラメータスタディを実施して想定される津波の波高を計算することになる（上記Ⅱ③）。

ここで、断層モデルをどこに設定するかにより、対象地点（原発所在地点）で想定される津波の波高は大きく変わってくる。すなわち、明治三陸地震（1896年）や慶長三陸地震（1611年）に基づく断層モデルを、日本海溝沿いの南側に動かして計算するかどうか（こうした地震・津波が海溝南方でも起こり得ると想定するかどうか）により、福島第一原発で想定される津波の波高は全く異なる。

上記（2）エのように断層モデルを設定した後、以下のような手順によりパラメータスタディを実施する（甲ロ23・2-175頁）。

- ① 検討対象地点（海岸域）を設定する。
- ② 想定津波の発生域の選択と基準断層モデルのパラメータを設定する。

- ③ 上記①において基準断層モデルによる最大水位上昇量が最も厳しい結果を与える位置等を検討する。ここでは、想定津波の発生域において基準断層モデルを逐次移動させながら計算を行う（概略パラメータスタディ）。
- ④ 最も厳しい結果を与える位置において基準断層モデルのパラメータスタディを実施する（詳細パラメータスタディ）。
- ⑤ 上記④の結果から、想定津波群が痕跡高を上回ることを確認する。

イ 恣意的な計算手法

こうした手法に基づき、津波評価技術はパラメータスタディを実施しているが、明治三陸地震や慶長三陸地震に基づく基準断層モデルに関しては、北方に移動させて計算を実施しているものの、南方にずらして計算することとは行っていない（甲口23・2-177頁の図3.2.1-2『三陸沿岸の活動域』、同2-178頁の図3.2.1-4『概略パラメータスタディにおける基準断層モデルの位置』を参照）。しかし、何故に南の方（福島県沖）に「基準断層モデルを逐次移動させながら計算を」実施していないのかについては、何ら具体的な根拠が示されていない。こうした態度は、前述の4省庁報告書が、プレート境界に沿って広く南北に想定地震の断層モデルを動かしている（福島県沖を含む）こととは対照的である。

既述のとおり、明治三陸地震や慶長三陸地震に代表される津波地震は、太平洋プレートの沈み込みによって発生している。場所では日本海溝沿いの領域である。地質的に同じ性質を持つ領域であるにも関わらず、福島県沖や茨城県沖で津波地震が発生しないなどということは到底考えられない（甲口12・33頁）。

ウ 基準断層モデルを「既往最大」の領域のみに設定

ところで、津波評価技術は、地震地体構造に基づく波源の設定に関し、「過去の地震発生状況をみると、各構造区の中で一様に特定の地震規模、

発生様式の地震津波が発生しているわけではない」としている。そのうえで、想定津波の評価にあたり、「基準断層モデルの波源位置は、過去の地震の発生状況等の地震学的知見を踏まえ、合理的と考えられるさらに詳細に区分された位置に津波の発生様式に応じて設定することができる」とした。

そして、各地体構造区分に起こりうる地震規模の最大値の設定方法については、「海域については過去の地震の最大地震規模に基づいて評価する考え方」に準拠するとしている（丙ロ7・1－32～33頁）。

すなわち、津波評価技術は、大規模な津波の想定の対象とする領域を、過去に大津波が発生した領域に限定するという考え方に拠っているのである。

エ 小括

このように、津波評価技術は「想定し得る最大の地震・津波」を考慮するという4省庁報告書（7省庁手引き）の津波想定手法から後退し、「既往最大」だけを考えればよいという過去の想定手法に逆戻りした。その結果、福島第一原発沖合の津波地震は想定から外されることとなった（甲ロ9・37頁）。

(4) 補正係数（安全率）を1倍としたこと

第6回津波評価部会（2000（平成12）年11月3日）において、評価部会幹事団（10人中、被告東電の社員2人、東電子会社の社員1人、電力中央研究所員3人）は、数値解析の誤差を見込まない、想定津波水位の補正係数（安全率）を1.0倍とする基準を提案した（甲ロ9・35頁）。

その理由として幹事団が挙げたのは、①詳細パラメータスタディによる最大想定津波水位は、既往最大津波の痕跡高に対し平均で約2倍になること、②最大想定津波水位が既往津波の痕跡高を超過する百分率は98%程度であり、十分大きな津波水位を評価することが可能と考えられる、というものであった。

その結果、たいした議論もないまま、補正係数は1.0と定められた。この背景には、誤差を考慮して補正係数（安全率）を大きくすると、多くの既存プラントに大規模な改造が必要となって対策費用がかさむ、という前記報告があったであろうことは想像に難くない。

4 まとめ

津波評価技術は、津波のシミュレーション技術としては当時の最高水準に達していたと評価し得るものであったが、その拠って立つ前提は、わずか400年間の記録に残された津波被害だけであり、原子力発電所の防災対策という観点からはとても及第点を付けうるようなものではなかった。要するに、一般的な防災対策のために取りまとめられた4省庁報告書よりも更に後退した内容だったといえる。

他方、まさに津波評価技術が公表された同じ年、政府の地震調査研究推進本部は、三陸沖から房総沖にかけての地震活動、とりわけ津波地震に関する重要な予測を公表した。次節においては、この「長期評価」策定に関与した地震学者の意見書等に基づき、その概要や作成経過、とりわけそうした結論に至ったのはどのような理由に基づくのか等の背景事情について詳しく述べる。

第6 地震調査研究推進本部「長期評価」

1 概説

1995（平成7）年に発生した阪神・淡路大震災は、6000人を超える死者を出すなど甚大な被害をもたらした。地震の前、神戸市は、地震対策のための調査を大阪市立大学および京都大学に依頼し、1974（昭和49）年11月、その結果が「神戸と地震」という報告書にまとめられた。以下に述べるように、既にこの時点において、この大震災の原因となった活断層の危険性が繰り返し指摘されていた（甲ロ9・53頁）。

「神戸市周辺にみられる複雑な断層系は、有史時代の記録こそ少ないが、

長い地質時代において地震が繰り返して発生した場所の証拠ともなる。(中略)活断層の数多くある神戸市周辺においても今後大地震が発生する可能性が十分ある」

ところが、1984(昭和59)年に神戸市が策定した地域防災計画に、活断層への備えは盛り込まれなかった。同防災計画は、同市に被害を与えた有史以来の地震に記録によると「最大震度階が五であったので、本計画では今後震度階五の強の地震が襲った場合の被害を予測」するにとどまっていた(甲ロ9・55頁)。ここでも、防災対策は「既往最大」の呪縛に捕らわれていた訳である。

この失敗を踏まえ、同じ年の7月、地震調査研究推進本部(以下「推進本部」という)が総理府(当時。現在の所管は文部科学省)に設置された。そして、2002(平成14)年7月31日、すなわち津波評価技術がまとめられた約5か月後、推進本部は海溝型地震に関する予測である「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」(甲ロ1・以下「長期評価」という)を公表した。この中では、三陸沖から房総沖にかけての日本海溝沿いでは、大規模な津波を引き起こす津波地震がどこでも起こりうることを予測している。

以下、長期評価の内容、信頼度、更に長期評価に準拠すればO. P. +10m超の津波の襲来は十分予見可能であったことを述べる。

2 地震調査研究推進本部の設立と長期評価の意義

(1) 推進本部設立の経緯

先に述べたとおり、推進本部の誕生は、阪神淡路大震災による甚大な被害が契機となった。

同本部は、地震に関する調査研究の成果が国民や防災担当機関に十分に伝達・活用される体制になっていなかったという問題意識のもと、行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進するため、議員立法(地震防災対策特別措置法)に基づき設定されたものである(甲ロ24)。

(2) 推進本部の役割・権限

推進本部は、地震防災対策の強化、特に地震による被害の軽減に資する地震調査研究の推進を基本的な目標とし、以下のような役割を果たすものとされる（甲ロ24）。

- ① 地震に関する総合的かつ基本的な施策の立案
- ② 関係行政機関の予算等の事務の調整
- ③ 総合的な調査観測計画の策定
- ④ 関係行政機関、大学等の調査結果等の収集・整理・分析およびこれに基づく総合的な評価
- ⑤ 上記の評価に基づく広報

また、推進本部は政策委員会と地震調査委員会に分かれる。地震に関する調査や研究結果等を収集・整理・分析し、これに基づき総合的な評価を行うのは地震調査委員会の役目である。

この地震調査委員会は「毎月の地震活動に関する評価」、「長期評価」、「強震動評価」など様々な地震の評価を実施している。本件でとくに問題となる「長期評価」は、主な活断層と海溝型地震を対象にした地震の規模や一定期間内に地震が発生する確率などの評価結果を指す。

(3) 長期評価の意義

このように、地震調査研究推進本部は、国を挙げて地震に関する調査研究を推進し、その成果に基づいて地震防災対策の強化を図ることを目的として設置された機関である。

その調査研究の推進に関しては、各種機関からの情報の収集についても特別の権限が付与され、国家予算の裏付けも法定されている。長期評価はそうした調査研究活動の成果のひとつであり、地震防災対策の強化に向けての国民全体の財産ともいえるものである。

よって、被告国が、この調査研究成果に沿って地震防災対策を進めるべき

ことは当然であり，一民間団体に過ぎない（しかも電力業界の強い影響下にある）土木学会策定の津波評価技術の想定手法を優先することは許されないというべきである。

3 長期評価における評価手法

(1) 概要

長期評価とは，三陸沖から房総沖までの太平洋沿岸を含む日本海溝沿いの地域では，過去に大地震が数多く発生していることを踏まえ，日本海溝沿いのうち三陸沖北部から房総沖までを対象とし（甲ロ1・15頁図1），長期的な観点で地震発生の可能性，震源域の形態等について評価して取りまとめたものである（甲ロ1・1頁）。

ここでは，評価の対象となる海域を図3のように8つの領域に区分し，特に「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」と名付けられた海域（以下「日本海溝付近」という）で津波地震が発生すると評価された（甲ロ12・24頁）。

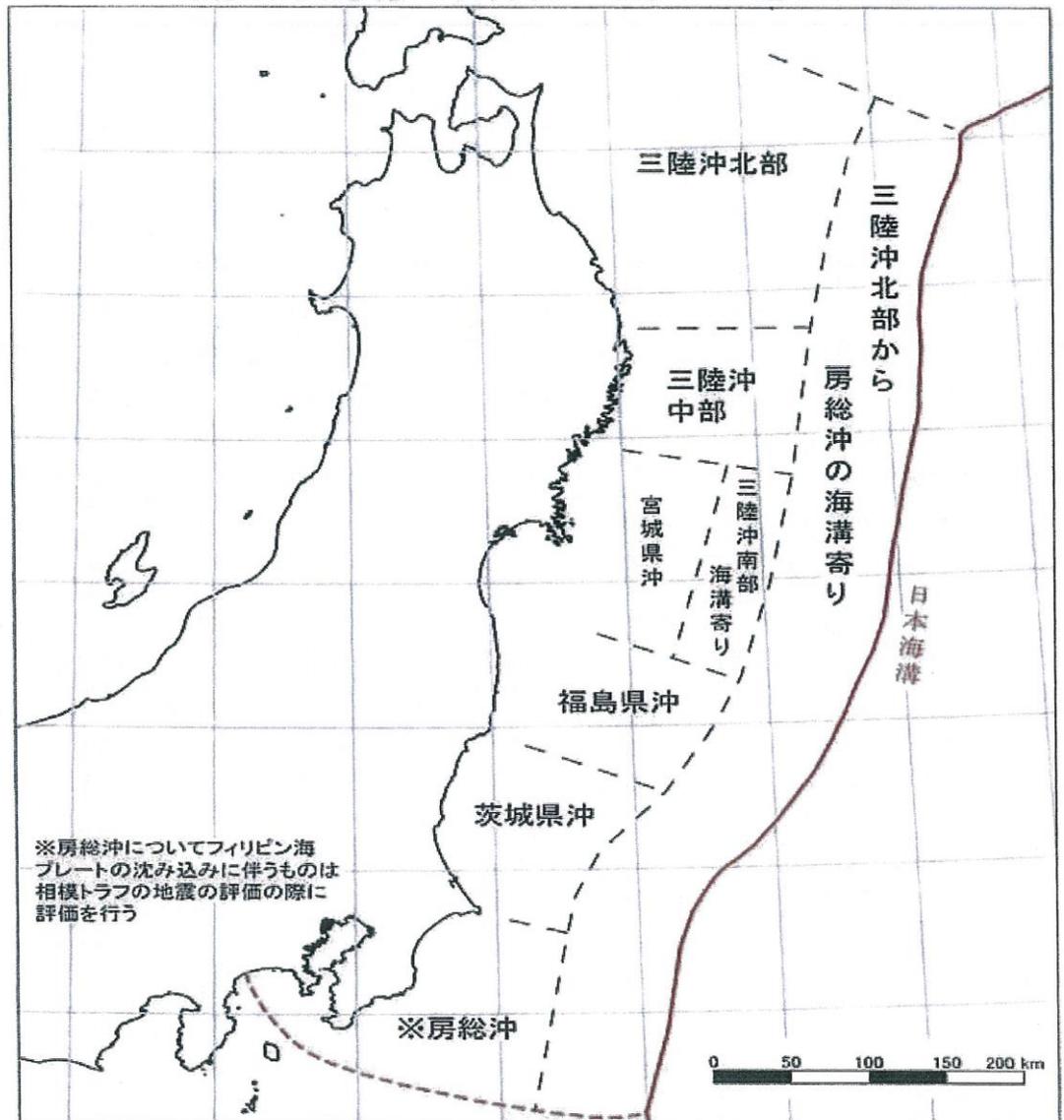


図3：三陸沖北部から房総沖の評価対象領域（長期評価より）

以下、長期評価において、三陸沖から房総沖における「次の地震」＝プレート間大地震（津波地震）の発生時期および規模がどのように評価されているかについて述べる。

(2) 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）

ア 発生確率の評価

長期評価は、この領域（図3の細長い帯状の領域）について、M8クラスのプレート間地震が過去400年間に3回発生していることから、この

領域全体では約133年に1回の割合でこのような大地震が発生すると推定されるとする。

そして、ポアソン過程³に基づき発生確率を計算すると、今後30年以内の発生確率は20%程度、今後50年以内の発生確率は30%程度と推定している（甲ロ1・4頁，13頁表4-2）。

イ 評価の根拠

このような評価の根拠は、過去400年間に発生した3つの津波地震、すなわち、慶長三陸沖地震（1611年）、延宝地震（1677年）そして明治三陸沖地震（1896年）である（甲ロ12・26頁）。

慶長三陸沖地震（1611年）および明治三陸地震（1896年）は、津波数値計算等から得られた震源モデルから、海溝軸付近に位置することがわかっている。このことから、およその断層の長さは約200km、幅は約50mとし、南北に伸びる海溝に沿って位置すると考えている。しかし、過去の同様の地震の発生例は少なく、このタイプの地震が特定の三陸沖にのみ発生する固有地震であるとは断定できないとする。

ウ 評価の方法

海溝寄りの津波地震については、通常のプレート境界地震と比べて発生頻度が低く、今日まで同じ場所で繰り返し発生した事例は世界的に知られていない。そのため、記録のある津波地震を固有地震として評価しようにも、再来間隔が推定できず評価できない（甲ロ11・13頁）。

そこで、長期評価においては、三陸沖から房総沖に至る海溝沿いの領域全体をひとつの地域として扱うことにより、統計的な地震活動の取り扱い

³ 地震の発生間隔がお互いに独立で、同一の分布をするような確率過程を更新過程という（地震発生確率は毎年変わる＝更新される）。そのうち、発生間隔が同一の指数分布に従う場合をポアソン過程という。過去の最新の地震発生時期が不明である場合、地震発生がポアソン過程に従うと仮定し、「平均的には何年間隔で地震が発生するか」という情報のみを用いて発生確率を計算する。

が可能となるよう工夫している（甲口11・13頁）。

これは空間と時間とが互換であるとの考え方に基づくものである。長期間のデータがないために個々の想定を検証は難しいが、多数の想定を考慮すれば統計的により安定した処理が可能である。すなわち、時間軸が限定されている場合には、空間軸を拡大することによって標本数を増やし、これによって統計的な検証が可能になる（甲口12・33頁）。

エ 津波地震は日本海溝付近のどこでも起こりうる

日本海溝付近の津波地震は、太平洋プレートの沈み込みが引き起こすプレート境界地震である。津波被害の記録から、慶長三陸沖地震・明治三陸沖地震の津波は日本海溝付近の北部、延宝地震津波は南部で発生したと推定されている。これら3つの津波地震は固有地震ではないため、将来起こり得る津波地震の震源域を特定することはできない（甲口11・13頁）。

しかしながら、海溝の北部・中部・南部の地形等に大きな違いはなく、プレートの沈み込みによって北部と南部でだけ津波地震が発生し、中部だけは起こらないとは考えにくい。こうしたことから、長期評価においては、津波地震は日本海溝付近のどこでも発生する可能性がある判断している（甲口1・9頁表3-2，18頁，甲口12・26頁）。

前記3つの津波地震（慶長三陸・延宝・明治三陸）がそれぞれ異なった震源域を持つことを考えれば、将来の津波地震は、これら3箇所でのみ繰り返し発生すると考えるより、海溝沿いの異なる場所で起きると考える方が妥当である（甲口11・13頁）。

(3) 日本海溝付近での津波地震評価の背景

長期評価が、日本海溝付近の津波地震に関して以上のような予測を行った背景には、次のような研究の蓄積があった。

すなわち、既述のとおり、地震学の世界においては、津波地震の発生域が構造的にみて海溝付近であるという知見がほぼ確立していた。特に、深尾良

夫氏・神定健二氏は、日本海溝の内側斜面域に低周波地震帯が存在することを明らかにしているが、この低周波地震の大規模なものが津波地震にほかならない（甲口13の1，甲口13の2，甲口12・27頁）。

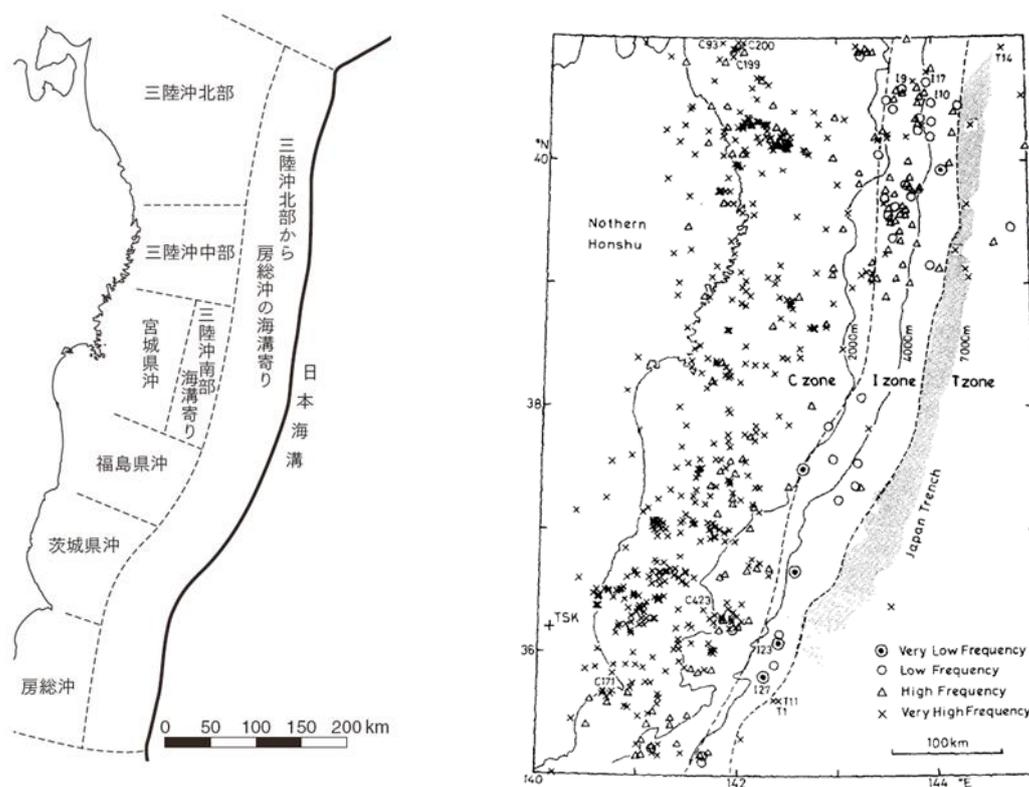


図4：長期評価による海溝型地震の発生領域（左）と Fukao and Kanjo(1980)による低周波地震発生帯（右）

上掲図4を見れば一目瞭然であるが、日本海溝付近、すなわち三陸沖北部から房総沖の海溝寄り（図の左）の領域には、低周波地震（Very Low Frequency および Low Frequency）が集中して発生している（図の右）。長期評価においては、このような研究成果も参考にして、日本海溝付近の海域を津波地震の発生域としている。このことは、長期評価部会長を務めた島崎邦彦氏が明言するところである（甲口12・27頁）。

（4）三陸沖南部海溝寄りについて

この領域は1793（寛政5）年及び1897（明治30）年に発生した地震の震源地と考えられており、発生間隔は105年程度とされる。更新過

程（BPT分布）⁴を適用して確率計算を行うと、今後30年以内で70～80%、50年以内で90%と推定される。

この領域の地震は、既に「宮城県沖地震の長期評価」で評価されているように、宮城県沖の地震と連動する可能性が指摘されている（甲口1・5頁）。

（5）福島県沖について

この領域については、1938（昭和13）年の福島県東方沖地震のように、ほぼ同時期に複数回のM7.4程度の規模の地震が発生したものが過去400年に1回だけであったことから、この地域における同様の地震発生の間隔は400年以上とされる。

次に発生する地震の規模は、過去の事例からM7.4以上と推定され、複数の地震が続発することが想定される（甲口1・6頁）。

（6）小括

この長期評価の根底にある考え方は、歴史資料は不十分であることに留意し、津波の繰り返し間隔が長い場合には歴史に残らない可能性を考慮する、というものである。すなわち、歴史地震が起きていないのは、単に記録に残っていないだけであり、実際には起きているかもしれないと考えるのである（甲口12・33頁）。

この点は、記録に残っていない地震は存在しないものとして扱う津波評価技術のスタンスと決定的に異なるところである。原子力発電所の防災対策という観点からみて、どちらがより適切といえるかは明らかである。

4 長期評価策定時の議論状況

上記内容の長期評価策定に関しては、地震調査委員会・海溝型分科会で行われた。そして、過去400年間に発生した、慶長三陸沖地震（1611年）・延

⁴ 海溝型地震は繰り返し発生し、その活動間隔はBPT（Brownian Passage Time）分布で近似できると考えられている（甲口11・13頁の図11参照）。評価時点までに固有地震が発生しなかったことが既知である場合、BPT分布を用いて次の地震の発生確率を評価する。

宝地震（1677年）・明治三陸地震（1896年）の3つにつき、日本海溝寄りのプレート間の津波地震と考え、ポアソン過程を用いて評価していく方向で議論が進んだものである（甲ロ12・29頁）。

そして、海溝型分科会は、これら地震が同じ場所で発生しているとは言いがたいため固有地震とは扱わず、同様の地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのどこでも発生する可能性があるとの結論に至った。この点に関しては、海溝型分科会委員を務めた鷺谷教授、島崎教授の両名とも、分科会において意見が割れたということはなく、皆が納得する形でまとめられたと明言している（甲ロ11・14頁，甲ロ12・29頁，甲ロ9・77～78頁，甲ロ25の1～6）。

5 津波評価技術と長期評価の関係

(1) 両者は互いに排斥するものではない

長期評価と津波評価技術は、その策定主体や根拠法令の有無において違いがある。しかし、そもそも、両者はその制定の趣旨・目的を異にするものであり、これを対立的・相互排斥的にとらえることは誤りである。

まず長期評価とは、地震・津波に関する学術的な知見、及び既往地震・津波の把握についての学術的な知見を踏まえつつ、被告国らによる将来に向けての防災対策の検討・評価に資するために、今後どのようなタイプの地震が、どの程度の確度で想定されるかについて情報の提供することを直接の目的とした文書であり、将来における「想定地震の設定」が、長期評価の主要な目的となっている。

他方、津波評価技術は、津波に関する「波源モデルによるシミュレーションモデル」という技術的な側面についての学術的知見を集約したものであり、両者はその目的を異にする。

両者はこのような関係にあることから、長期評価によって予想される地震に基づいてどのような津波が想定されるかについて、津波評価技術が提案す

る「波源モデルによるシミュレーションモデル」によって予測評価することも当然に可能である。

(2) 津波評価技術のモデル計算でも10m超の津波は予見可能であること

前述(第5・3(3)ア)のとおり、津波評価技術が定めた基準断層モデル(明治三陸地震や慶長地震等に基づく)をどの範囲で動かすかによって、対象地点(原発所在地)で想定される津波の波高は大きく変わってくる。すなわち、基準断層モデルを日本海溝沿いに南に動かして計算するかどうかで、福島第一原子力発電所で想定される津波の波高は全く異なってくる。

そして、長期評価と津波評価技術は相互に排斥し合う性格のものではない。長期評価は、日本海溝沿いのうち「三陸沖から房総沖までの領域を対象とし、長期的な観点で地震発生の可能性、震源域の形態等について評価してとりまとめたもの」である(同別添1頁)。これに対し、津波評価技術は、津波に関する「波源モデルによるシミュレーションモデル」を定立したものである。したがって、長期評価によって予想される地震に基づいてどのような津波が想定されるかについて、津波評価技術の「波源モデルによるシミュレーションモデル」によって予測評価することも当然に可能である(後述)。

(3) 東京電力も長期評価に基づき10m超の津波を試算していること

2008(平成20)年2月頃、被告東京電力が有識者に対し、長期評価の「明治三陸地震と同様の地震は、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある」という知見をいかに取り扱うかについての意見を求めたところ、有識者からは「福島県沖海溝沿いで大地震が発生することは否定できないので、波源として考慮すべきである」との回答を得た(甲イ2・396頁, 甲ロ9)。

そして、同年4~5月頃、被告東京電力は、長期評価に基づき、明治三陸沖の波源モデルを福島沖の日本海溝沿いに置いて試算を行った。その結果、福島第一原発2号機付近で津波水位がO. P. + 9.3m, 同5号機付近で津

波水位がO. P. + 10. 2 m, 敷地南部で浸水高がO. P. + 15. 7 mとの数値を得ている(甲イ2・396頁, 甲イ1・88頁, 甲ロ27・添付資料2-1)。

(4) 小括

津波評価技術は長期評価と相容れないものではなく, 津波評価技術のシミュレーション方法に準拠したとしても, 福島第一原子力発電所に10 mを超える津波が到来することは十分に予見可能なものであった。

問題なのは, シミュレーション方法そのものではなく, その前提となる「歴史記録に残っていない地震は存在しない」「これまで大地震が発生していない領域には今後も大地震が発生しない」というスタンスである。

6 まとめ: 長期評価に拠れば敷地高を超える津波は想定できた

このように, 地震調査研究推進本部の長期評価は, 2002(平成14)年当時における地震学の最新の知見に基づき策定されたものである。前記のとおり, 津波評価技術のシミュレーション手法とも矛盾するものではない。長期評価策定に関与した島崎教授が述べるとおり, 津波評価技術では明治三陸地震の断層モデルを用いて波高計算をしているのであるから, 長期評価に従った予測をするには, 断層モデルの位置を福島県沖の海溝付近に移動して計算を行えばよかった。このような計算を行えば, 既に2002年の時点で, 福島第一原発に敷地高10 mを超える津波が襲来する危険は十分に察知されたはずである(甲ロ14・130頁, 甲ロ12・35頁)。

以上の計算の結果が, 前記5(3)のとおり, 被告東電が長期評価に基づき明治三陸地震の波源を福島沖日本海溝沿いに設定して試算した2008年の推計であり, この推計によれば敷地南部で浸水高がO. P. + 15. 7 mとの数値を得ているところである。この推計が2002年長期評価公表直後から可能であったこと, すなわち, 敷地高を超える津波が2002年には予見可能であったことについては, 後記第7で詳述する。

もし、この長期評価が被告東京電力を含む電力会社、被告国の防災担当機関に正しく受け止められ、これに基づいて適切な対策が講じられていたならば、福島第一原発の被害は軽微なもので終わったであろうことは想像に難くない。

第7 東電2008年推計は2002年当時の知見に基づくものであり「長期評価」公表直後から同推計のとおり敷地高を超える津波は予見可能だったこと

1 2002年「長期評価」公表直後から2008年推計が可能であったこと

(1) 2008年推計の概要について

2008（平成20）年4月、被告東京電力が「長期評価」の考え方に基づいて明治三陸地震の波源モデルを福島県沖の日本海溝寄りに設定し、津波評価技術の手法を用いて津波浸水予測の計算を行った結果、福島第一原子力発電所の敷地南側で、O. P. + 15.7メートルの津波高が計算上示された（甲ロ28, 以下、この2008年の被告東京電力による推計を「2008年推計」という。）。

この2008年推計では、福島第一原子力発電所に襲来する津波高を予測するにあたって、どのような波源モデルをどこに設定するかという段階においては、2002（平成14）年7月の「長期評価」の考え方を採用した上で、1896年明治三陸地震の波源モデルを福島県沖の日本海溝寄りに設定し、そして、その設定された波源モデルに基づいて福島第一原子力発電所の各号機、敷地内においてどの程度の津波高さになるかという具体的な計算段階では、2002（平成14）年2月の津波評価技術による計算手法（パラメータスタディ等）を用いて、各号機における津波高さを算出している。

この点、被告東京電力は、津波評価技術が公表された2002年の3月の段階ですでに、津波評価技術に基づいて福島第一原子力発電所の各号機における津波水位を計算しているところ（丙ロ8）、ここでは、1896年明治三陸地震の波源モデルの具体的な諸元（Mw, 断層の長さ, 幅, すべり量等）も示

されている（丙ロ 8・第 3 図における基準断層モデル表中の領域 3 の断層モデル）。さらに、1～6 号の各号機における直近に位置する海岸地点（同第 4 図（1））での計算水位を時系列変化によって示してもおり（同第 6 図, 2 2 頁）,すでに精度の高い計算が行われている。

したがって、これまで原告らが指摘しているとおおり、「長期評価」の考え方も、津波評価技術の計算手法もいずれも 2002（平成 14）年当時から存在しており、実際に被告東京電力は 2002 年 3 月に津波評価技術の計算手法を用いて明治三陸地震の波源モデルを使って具体的に計算もしているのであるから、この 2 つを組み合わせる福島第一原子力発電所における具体的な津波高を計算すること自体は、2002（平成 14）年 7 月に「長期評価」が公表されて以降、直ちに可能であったものである。

（2）被告東京電力が長期評価及び津波評価技術の知見を熟知していたこと

すなわち、被告東京電力は、電気事業連合会の中核をなす企業であり、土木学会に対して、津波シミュレーションの予測手法をまとめる「津波評価技術」の作成を依頼した主体として、「津波評価技術」の内容を熟知していた。また、「津波評価技術」の作成自体が、7 省庁手引きの示す地震・津波想定に対する対応について電気事業連合会を挙げて対応した所産であることに示されるように、被告東京電力が、被告国の示す地震・津波想定については極めて重大な関心を払っていたことは明らかであり、「長期評価」の公表の直後からその内容を十分に検討していたところである。

甲イ 1・国会事故調査報告書 87 頁においても、被告東京電力の津波想定を担当者は「長期評価」の公表の 1 週間後には、「長期評価」の取りまとめにあたった地震調査研究推進本部・海溝型分科会の委員に対して、「（土木学会と）異なる見解が示されたことから若干困惑しております」として、地震調査研究推進本部が「長期評価」を公表した理由を照会しており、「長期評価」の示す地震・津波想定を持つ意味の重大性を十分に認識していたところである。

(3) 被告国が長期評価及び津波評価技術の知見を熟知していたこと

被告国（地震調査研究推進本部）は、「長期評価」を公表した主体であり、被告国が「長期評価」の内容を詳細に把握していたことはあまりに当然のことである。

また、被告国の機関として、原子力発電所の安全規制を所管する原子力安全・保安院においても、「津波評価技術」の内容については熟知していたところである。

すなわち、被告国は、本件訴訟においても、土木学会・津波評価技術については、「平成14年から本件地震発生に至るまでの間において、被告国が把握していた限り、津波の波源設定から敷地に到達する津波高さの算定までにわたる津波評価を体系化した唯一のものである」（被告国第1準備書面14頁）としているところであり、その内容を熟知していた。

しかも、被告国は、「津波評価技術」が公表された2002（平成14）年2月の翌月（3月）には、被告東京電力より、塩屋崎沖地震を想定して「津波評価技術」による津波推計の見直し（丙ロ8「福島第一原子力発電所 福島第二原子力発電所 津波の検討 ―土木学会『原子力発電所の津波評価技術』に関わる検討―」）を受けて、ポンプ用モータのかさ上げや建屋貫通部の浸水防止対策などの対策を実施したことの報告を受けて、その「確認」をしているところである（被告東京電力平成24年6月20日作成の福島原子力事故調査報告書17～18頁）。

被告国によるこの「確認」の約4ヶ月後には、塩屋崎地震の想定では不十分であることを明示する「長期評価」が被告国の機関自身によって公表された以上、被告東京電力に対して、「長期評価」の地震想定を前提に津波シミュレーションの再検討を指示するのは極めて容易であり、そうした指示をすれば、福島第一原子力発電所において、2008年推計が示すとおり、主要建屋敷地高さを大きく超える津波の襲来の可能性があることは容易に把握するこ

とができたのである。

2 2002年に可能な2008年推計によって福島第一原子力発電所の敷地高を超える津波の予見可能性が基礎づけられること

前記のとおり、2008年推計によって示される津波遡上の可能性については、被告東京電力としては2002（平成14）年には既に可能となっていたところであり、被告国（原子力安全・保安院）としても、「長期評価」の公表の直後には、被告東京電力に「長期評価」の示す地震想定を前提とし「津波評価技術」に基づく津波シミュレーションの実施を指示することによって、同様の津波の予見は可能だったといえる。

そして、2008年推計の示す津波の遡上態様は福島第一原子力発電所敷地南側でO. P. +15.7メートルに及び、1～4号機立地点においても浸水深1～2.6メートル程度に達しているのである。

3 小括

以上より、被告東京電力にとっても、被告国にとっても、2002年時点において、福島第一原子力発電所の主要建屋敷地高さ（O. P. +10メートル）を大きく超え、1号機から4号機の立地点においても、約2メートル程度の浸水深をもたらす津波の襲来があり得ることは容易に予見することが可能だったのである。

なお、同種の別訴において、この点に関して3人の地震津波の専門家が証言しており、それによれば、このような2008年推計が、2002（平成14）年当時から可能かつ容易であったことが地震学の専門的な知見からも明らかにされている。原告らは、今後これら専門家3証人による証言を踏まえた主張立証を行う予定である。

第8 溢水勉強会について

1 はじめに

(1) 被告国の主張

被告国は、溢水勉強会について、津波が到来する可能性の有無・程度や、津波が到来した場合に予想される波高に関する知見を得る目的で設置されたものではなく、実際にも、上記の各知見が獲得・集積されたことはなかったものであり、飽くまでも仮定された水位の津波が到来し、かつ、それによる浸水が長時間継続したと仮定した場合における原子力発電所施設への影響を検討したにすぎないと主張する

(2) 溢水勉強会の結果は想定津波の知見の一つであること

しかし、溢水勉強会の結果は、同時期に被告東京電力が発表したマイアミ論文の内容を取り込み、波源域やマグニチュードを設定した上で、原子力発電所施設への影響を検討したものである。したがって、その結果は、現実性のない仮想上の単なるシミュレーションなどではなく、福島第一発電所において10mを超える津波が発生することについての予見可能性があったことを根拠づける知見に他ならないのである。それは、溢水勉強会の結果を受けた被告国の対応をみても明らかである。

すなわち、i 溢水勉強会に参加していた保安院担当者が溢水勉強会の結果を踏まえ、第53回安全情報検討会において「ハザード評価結果から残余のリスクが高いと思われるサイトでは念のため個々に対応を考えた方がよいという材料が集まってきた。海水ポンプの影響では、ハザード確率≒炉心損傷確率」と発言し、同検討会の資料には「敷地レベル+1mを仮定した場合、いずれのプラントについても浸水の可能性は否定できないとの結果が得られた。なお、福島第一5号機…については現地調査を実施し、上記検討結果の妥当性について確認した」と記載されていたこと ii 保安院担当者が、全電気事業者に対し、津波想定見直しについて「本件は、保安院長以下の指示をもって、保安院を代表して言っているのだから、各社、重く受け止めて対応せよ。」と発言をしたこと等が挙げられるが、これは溢水勉強会の結果につ

いて、被告国が現実性のない単なるシミュレーションと捉えたのではなく、想定津波の知見として取り扱ったことの証左である。

また、少なくとも溢水勉強会の結果から、明治三陸沖と同様の津波地震が日本海溝沿いの、より南側の区域でも生じ得るという想定がなされていたことを被告国が認識するに至ったことは明らかである。

以下、溢水勉強会の報告及びマイアミ論文、溢水勉強会の結果を受けた被告国の対応等について、主張する。

2 溢水勉強会（2006（平成18）年）

(1) 溢水勉強会開催の趣旨と背景

2004（平成16）年のスマトラ沖津波によりインドのマドラス原発の非常用海水ポンプが水没し運転不能となったこと等を踏まえ、被告国（原子力安全・保安院（NISA）、および原子力安全基盤機構（JNES）は、2005（平成17）年6月8日の第33回NISA/JNES安全情報検討会にて、外部溢水問題に係る検討を開始した。同検討会における準備を経て、2006（平成18）年1月、被告国（原子力安全・保安院）とJNESと被告東京電力ら電力事業者は、溢水勉強会を立ちあげた。

同勉強会立ち上げの趣旨は、米国キウオーニ原子力発電所における内部溢水に対する設計上の脆弱性が明らかになったこと（内部溢水）、2004（平成16）年のスマトラ沖津波によりインドのマドラス原子力発電所の非常用海水ポンプが水没し運転不能となったこと（外部溢水）を受けて、我が国の原子力発電所の現状を把握する（甲ロ3、「溢水勉強会の調査結果について」1頁）というものの他、2005（平成17）年8月の宮城県沖地震において女川原発で基準を超える揺れが発生したことから、想定を超える事象も一定の確率で発生するとの問題意識があった（甲イ1、国会事故調84頁）。

第1回勉強会では外部溢水とりわけ津波が重視され、津波溢水AM（アクシデントマネジメント）の緊急度は「ニーズ高」と位置付けられた。想定を

超える（「土木学会評価超」）津波に対する安全裕度等について代表的なプラントを選定し、津波ハザード評価や、津波溢水AM対策の必要性を検討することが提案された。（丙ロ12-2，第1回溢水勉強会資料1頁）。

(2) 溢水勉強会における被告東京電力の報告と勉強会の総括

被告東京電力は、2006（平成18）年5月11日の第3回溢水勉強会において、代表的プラントとして選定された福島第一原発5号機について、

- ・ O.P.+10mの津波水位が長時間継続すると仮定した場合、非常用海水ポンプが使用不能となること
- ・ O.P.+14m（敷地高さ（O.P.+13m）+1.0m）の津波水位が長時間継続すると仮定した場合、タービン建屋（T/B）大物搬入口、サービス建屋（S/B）入口から海水が流入し、タービン建屋の各エリアに浸水、電源が喪失し、それに伴い原子炉の安全停止に関わる電動機等が機能を喪失すること

を報告した（丙ロ14-2，第3回溢水勉強会資料）。

また、被告東京電力は、溢水勉強会において、

- ・ 浸水の可能性のある設備の代表例として、非常用海水ポンプ、タービン建屋大物搬入口、サービス建屋入口、非常用ディーゼンエンジン吸気ルーバの状況につき調査を行ったこと、タービン建屋大物搬入口、サービス建屋入口については水密性の扉ではないこと等の報告がなされたこと。
- ・ 土木学会手法による津波による上昇水位は+5.6mであり、非常用海水ポンプ電動機据付けレベルは+5.6mと余裕はなく、仮に海水面が上昇し電動機レベルまで到達すれば、1分程度で電動機が機能を喪失（実験結果に基づく）する

との説明もした（甲ロ3「溢水勉強会の調査結果について」）。

これにより想定外津波を原因として全電源喪失に至ることを、被告東京電

力および被告国は共通して認識するに至ったのである。

3 溢水勉強会の報告に採用されたマイアミ論文の概要

(1) はじめに

被告東京電力は、2006（平成18）年7月、米国フロリダ州マイアミで開催された第14回原子力工学国際会議（ICONE-14）において、「Development of a Probabilistic Tsunami Hazard Analysis in Japan」（「日本における確率論的津波ハザード解析法の開発」、いわゆるマイアミ論文）を発表した（甲ロ26，28）。この報告は、現実性のない単なる仮想のシミュレーションではない。被告東京電力が2002年の時点では頑なに拒んでいた、最大マグニチュード8.5、日本海溝沿いのより南方でも1896年明治三陸地震と同様の津波地震が生じうるという想定を被告東京電力が受け入れた上で考察された結果報告である。

そして、このマイアミ論文の概要は、論文発表に先立つ2006（平成18）年5月25日の時点で既に作成されており、同日に実施された第4回溢水勉強会に提出されていた（丙ロ15-2，第4回溢水勉強会の資料中の通し頁28，29頁「確率論的津波ハザード解析による試算について」）。

以下、マイアミ論文の概要について、述べる。

(2) 設計基準津波高さを超過する可能性

被告東京電力は、同論文の冒頭において「津波評価では、耐震設計と同様に、設計基準を超える現象を評価することが有意義である。なぜなら、設計基準の津波高さを設定したとしても、津波という現象に関しては不確かさがあるため、依然として、津波高さが、設定した設計津波高さを超過する可能性があるからである」と繰り返し述べている（1頁）。

この点、2002（平成14）年「津波評価技術」では、津波想定に伴う不確定性や誤差は、断層モデルの諸パラメータを変化させるパラメータスタディを多数実施することにより反映できるということが繰り返し強調され

ていた。しかし、被告東京電力は、マイアミ論文において、津波高さが設計津波高さを超過する可能性が常にあることを認めるに至った。

(3) 長期評価に沿った波源域の設定

その上で、被告東京電力は、確率論的な津波リスク評価の手法（1～2頁）に基づき、福島第一原発が被る可能性のある津波につき、波源域を設定している。

ここで被告東京電力は、JTT系（三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震）について、「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してもよいのかもしれない」と述べている（3頁）。そして、既往津波が確認されていないJTT2の領域（4頁図2，表1）についても、既往地震であるJTT1（1896明治三陸沖津波）と同じモーメントマグニチュード（ M_w ）を仮定している。

この点、2002（平成14）年「津波評価技術」では、波源位置につき、「地震地体構造の知見に基づく」と抽象的に述べるのみで、何らの科学的な根拠なく、1896年明治三陸沖と同様の地震は日本海溝付近のより南方では発生しないという結論に合致するよう、恣意的に領域区分をしていたが、マイアミ論文ではそのような立場を事実上放棄せざるを得なくなっている。

(4) 最大マグニチュード8.5の想定

マイアミ論文は、1896年明治三陸津波のモーメントマグニチュード（ M_w ）は8.3としつつ、「しかし、既往最大 M_w がJTT1における潜在的な最大 M_w ではない可能性がある。その可能性を取り入れるため、…（中略）…、本稿では、潜在的な最大マグニチュードは $M_w=8.5$ と仮定する」と述べている（3頁末尾～4頁冒頭）。そして、JTT1より南方のJTT2についても、「JTT1と同じ M_w と仮定される」（4頁表1）と述べ、最大 M_w 8.5を想定している。

この点、2002（平成14）年「津波評価技術」では、1997（平成9）年4省庁「報告書」の想定するMw 8.5より低いMw 8.3との設定がなされたが、マイアミ論文では4省庁「報告書」と同じMw 8.5という想定を受け入れている。

(5) 福島第一原子力発電所5号機における津波評価であること

2006（平成18）年7月に発表されたマイアミ論文は、津波評価の地点について「例として用いる福島の地点」と曖昧に記載されているが、それに先立つ同年5月に作成された第4回溢水勉強会に提出された前述の文書によれば、福島第一発電所5号機を算定例としていることを看取できる（2頁目「図-5」）。

(6) 今後50年以内に起こり得る事象の分析

以上のような想定に立って、マイアミ論文は約1075通りの津波波源につき数値解析を行い、今後50年以内に起こり得る事象を分析し、グラフを示している。

そして、マイアミ論文は、津波の高さが設計の想定を超える可能性が依然としてありうる（we still have the possibilities that the tsunami height exceeds the determined design）とも述べている。

(7) 被告東京電力及び被告国の10m超の津波の危険性の認識

島崎邦彦氏は、マイアミ論文について以下のように指摘している。

「東電と東電設計の Sakai *et al.* (2006) は福島県の an example site での確率論的津波波高を求めた。これにも福島県・茨城県の津波断層モデル JTT2 が含まれている。すなわち遅くともこの時点で、福島第一原発での10mを超える高い津波の危険性を、東電関係者が知っていたと考えられる。」（甲ロ14，130頁右段）

マイアミ論文の内容は既に2006（平成18）年5月25日の第4回溢水勉強会で報告されている。当然、溢水勉強会に参加している被告国（保安

院) もその内容を認識・共有するに至った。

よって、2006(平成18)年5月の時点において、被告東京電力および被告国が、福島第一原子力発電所での10mを超える高い津波の危険性を認識していたことは明らかである。

4 溢水勉強会の結果を受けた被告国の対応

2006(平成18)年5月11日の第3回勉強会で東電報告を受けた後、被告国(保安院の担当者)は、2006(平成18)年8月2日の第53回NISA/JNES安全情報検討会において、「ハザード評価結果から、残余のリスクが高いと思われるサイトでは念のため個々に対応を考えた方がよいという材料が集まってきた。海水ポンプへの影響では、ハザード確率≒炉心損傷確率」と発言した。これは、海水ポンプを止めるような津波が来ればほぼ100%炉心損傷に至るという認識を示したものであった(甲イ1・国会事故調84～85頁)。

2006(平成18)年10月6日、被告国(保安院)は、耐震バックチェック計画に関する打合せにおいて、被告東京電力ら電事連に対し、口頭で、バックチェック(津波想定見直し)について「(津波は)自然現象であり、設計想定を超えることもあり得ると考えるべき。津波に余裕が少ないプラントは具体的、物理的対応を取ってほしい。津波について、…自然現象であり、設計想定を超える津波が来る恐れがある。想定を上回る場合、非常用海水ポンプが機能喪失し、そのまま炉心損傷になるため安全余裕がない。今回は、保安院としての要望であり、この場を借りて、各社にしっかり周知したものとして受け止め、各社上層部に伝えること。」と伝えた(甲イ1・国会事故調86頁)。

以上のとおり、溢水勉強会の結果を受け、想定(土木学会評価)を超える津波により、海水ポンプが機能喪失し、それにより炉心損傷に至る可能性があることを認識した被告国は、被告東京電力を含む全電気事業者に対して対応を促す口頭指示を出したのである(口頭指示にとどめた被告国の対応が避難される

べきものであるのは当然であるが、ここでは被告国の対応の是非は措いて置く。

このように、溢水勉強会の結果を受けて、対応を指示した被告国の反応は、溢水勉強会の結果が現実性のない仮想上の単なるシミュレーションなどではないことを如実に物語っているのである。

5 溢水勉強会の結果を受けた被告東電の対応

2006（平成18）年10月6日における保安院からの要望（前述）に対し、被告東京電力は、2007（平成19）年4月4日、津波バックチェックに関する電事連と保安院との打合せの席上で、福島第一原発について海水ポンプの水密化や建屋の設置といった対応策を検討する旨表明した。

6 まとめ

以上のように被告東京電力は、知見が進展する中、明治三陸沖地震を日本海溝沿いに南にずらした津波想定を受容せざるをえなくなり（2006（平成18）年マイアミ論文）、その論文の内容を取り込んだ上で、溢水勉強会において想定津波を設定していたのである。だからこそ、溢水勉強会の結果を踏まえ、被告国はバックチェック（津波想定見直し）等の対応にあたったのである。

したがって、溢水勉強会の結果は、現実性のない単なるシミュレーションなどではなく、福島第一発電所において10mを超える津波が発生することについての予見可能性があったことを根拠づける知見に他ならないし、少なくとも、明治三陸沖地震と同規模の地震（マグニチュード8.5）が日本海溝沿いに南にずらした（JTT2）区域で発生することが想定されるという知見であることは明らかなのである。

以上