

平成28年(ヨ)第25号等 伊方原発3号機運転差止仮処分命令申立事件

債権者 小坂正則外3名

債務者 四国電力株式会社

準備書面 (9)

(基準津波の過小評価)

平成28年8月9日

大分地方裁判所 民事第一部 御中

債権者ら代理人

弁護士 徳田 靖之

弁護士 岡村 正淳

弁護士 河合 弘之
外

本準備書面では、本件原発の基準津波が過小評価となっていることを論ずる。

目次

第1 津波審査ガイドの求めるMw 9.6を想定していない.....	2
1 債務者による想定	2
2 債務者による想定が過小評価であること	3
第2 慶長豊予地震による津波を考慮していない	5
第3 海域の活断層についての考慮不足.....	9
第4 スケーリング則においてばらつきを考慮したか不明であること.....	10

第5	津波予測精度に「倍半分」の誤差があることを計算に入れていないこと ..13
1	七省庁手引き13
2	誤差の原因14
3	倍半分の精度14
4	債務者が「倍半分」を計算に入れていないこと15

第1 津波審査ガイドの求めるMw 9.6を想定していない

1 債務者による想定

債務者は、南海トラフ大地震に伴う津波について、津波審査ガイド（甲D150）（「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の第5条（津波による損傷防止）を受けたもので、正式名称は「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」。）の求めるMw（モーメントマグニチュード¹）最大9.6程度を考慮していない（甲D251 四国電力株式会社「伊方発電所 津波評価について」25頁・30頁）。

津波審査ガイドは、次のとおり、Mwを想定する。

¹ モーメントマグニチュードとは、地下の岩盤のずれの規模（ずれ動いた部分の面積×ずれた量×岩石の硬さ）をもとにして計算したマグニチュードのことを言う。普通のマグニチュード（M）は地震計で観測される波の振幅から計算されるが、規模の大きな地震になると岩盤のずれの規模を正確に表せない。これに対してモーメントマグニチュードは物理的な意味が明確で、大きな地震に対しても有効である。ただし、その値を求めるには高性能の地震計のデータを使った複雑な計算が必要なため、地震発生直後迅速に計算することや、規模の小さい地震で精度よく計算するのは困難である。

気象庁 「モーメントマグニチュードとは何ですか？」

<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/faq/faq27.html#24>

〔解説〕

(1) プレート間地震に起因する津波発生事例

過去に発生した Mw9 以上のプレート間地震による巨大津波の例としては、年代順に、1952 年カムチャツカ地震 (Mw9.0)、1960 年チリ地震 (Mw9.5)、1964 年アラスカ地震 (Mw9.2)、2004 年スマトラ沖地震 (Mw9.1)、2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) が挙げられる。

また、津波地震の発生事例としては、1946 年アリューシャン地震 (Mt9.3) 及び 1896 年明治三陸地震 (Mt8.6-9.0) が挙げられる。

(2) プレート間地震に起因する津波の波源設定の対象領域の例示

日本周辺海域における既往津波の発生の有無に捉われることなく、日本周辺のプレート構造及び国内外で発生した Mw9 クラスの巨大地震による津波を考慮すると、プレート間地震に起因する津波波源の設定は、解説図 1 に示す 3 つの領域が対象となる。各領域範囲を津波波源とした場合の地震規模を以下に示す。(地震規模は参考値である。)

- ①千島海溝から日本海溝沿いの領域 (最大 Mw9.6 程度)
- ②伊豆・小笠原海溝沿いの領域 (最大 Mw9.2 程度)
- ③南海トラフから南西諸島海溝沿いの領域 (最大 Mw9.6 程度)



解説図 1 プレート間地震に起因する津波波源の対象領域

2 債務者による想定が過小評価であること

Mw 9.6 を考慮しないことについての債務者の言い分は、おそらく、「内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」における最大クラスの津波波源モデル (Mw9.1) を前提に、固着域の調査をし、その調査結果よりも規模の大き

いと考えられる東北地方太平洋沖地震のMw 9.0を採用した結果である。」と考えられる（四国電力株式会社 「伊方発電所 津波評価について」 25頁・30頁）。

しかし、上記言い分では、津波審査ガイドの想定するMw 9.6を考慮しない理由にはならない。内閣府検討モデルは一般防災を目的に最大モデルを想定したものに過ぎず、原発の基準津波評価の上ではより保守的な想定が求められており、その1つの例が津波審査ガイドにおける「最大Mw 9.6程度」という記載である。債務者は、Mw 9.6を当初から検討の対象外とし、自らに都合のよい数値のみを前提としたに過ぎない。

南海トラフ巨大地震が九州・パラオ海嶺を突き抜けて琉球海溝まで断層破壊が及ぶという考え方が科学的に否定できないことは、準備書面(5)記載の通りである。津波審査ガイドが示すMw 9.6は、東北地方太平洋沖地震を凌駕する規模の大きさであり、無視できるものではない。

すなわち、津波審査ガイドが想定するよう求める津波は、極めて広い津波波源域に基づく、大規模な津波であり、2011（平成23）年3月11日発生の東北地方太平洋沖地震よりもはるかに大きい。

波源域について、東北地方太平洋沖地震・津波の波源域は、岩手県沖から茨城県沖までである。他方、津波審査ガイドが想定するよう求める波源域は、千島海溝～日本海溝までの領域である。津波審査ガイドが求める波源域のほうがより広い。

規模（Mw）について、東北地方太平洋沖地震のMwは、9.0である。他方、津波審査ガイドが想定するよう求める地震の規模はMw 9.6である。Mwが0.2増えるごとに地震のエネルギーは2倍となるから、Mw 0.6の差は、地震のエネルギーでは8倍の差となる。これを踏まえると、東北地方太平洋沖地震・津波は、千島海溝から日本海溝までの津波波源域で解放される可能性のあるエネルギーのうち8分の1だけを解放したに過ぎない。残り8分の7のエネルギーは、まだ解放されずに残っている。

これほどの規模の違いのある数値を津波審査ガイドが示しているにもかかわらず、債務者は、この数値（Mw 9.6）を一切考慮していない。考慮しない理由も示さない。

これでは、南海トラフ大地震に伴う津波を想定したとはいえ、同津波が本件原発を襲った際の安全を確保できない。

第2 慶長豊予地震による津波を考慮していない

- 1 津波審査ガイド3.6.1(2)では、「歴史記録については、震源像が明らかにできない場合であっても、規模が大きかったと考えられるものについて十分に考慮されていることを確認する」と記載されている。ところが債務者は、1596年に発生した別府湾を震源とする地震（以下、慶長豊予地震という。）を、基準津波策定の考慮要素から外した。

債務者の言い分は、次のとおりである。

「文献調査の結果、・瀬戸内海地域を震源とする地震による津波記録羽鳥(1985)、松岡ほか(2012)より1596年に別府湾における豊後の地震による記録があるものの、当地震での津波の記録は別府湾沿岸のみに限定されており(平井,2013)、敷地周辺において被害があったという記録は見当たらない。」(四国電力株式会社「伊方発電所 津波評価について」8頁)。

- 2 しかし、慶長豊予地震が本件原発の所在地にも大きな津波をもたらしたことは、古文書から合理的に推測することができる。

すなわち、都司嘉宣元東京大学地震研究所准教授作成の2013年9月27日付「地震・津波の発生の可能性から見た愛媛県伊方原子力発電所の問題点」(甲C100。以下「都司意見書」という)によると、以下のとおりである。

「8 戦国時代(織豊時代)の最末期に該たる文禄5年(=慶長元年。1596年12月16日に「文禄」から「慶長」に改元)閏7月9日(1596年9月1日)、別府湾を震源とする大地震が起き、伊予国(愛媛県)から豊後国(大分県)

にかけて建造物の倒壊を伴う被害を生じた(中西一郎(甲C101, 102)等)。この地震に伴う津波が別府湾沿岸等を襲い、被害を生じたことが記録されている。別府湾に瓜生島と呼ばれる大きな島があったが、この地震で海面下に没してしまったという伝承があり、これについては、「沖ノ浜, 別名瓜生島」と呼ばれた河口デルタの上の市街地にあった国内外の貿易船の停泊し繁栄していた港湾地区が、津波を受けて壊滅したという実相に由来するとみられることは(都司ら, 2011年)によって明らかにした。この地震の被害域は、豊後国(大分県)だけではなく、伊予国(愛媛県)にも及んでいることから、この地震は、「慶長元年豊予地震」と呼ぶのが適切である。

西条市広江の古記録である「廣江之由来」は、広江では、慶長元年7月に大地震があつて、人家が転倒して村中に無事な家は1件もなかった。そこで、長老たちは議論して村全体を今の地に移転することにした旨記載している。この記載によると、西条市広江地区にあつた広江村は、慶長元年地震のために全戸倒壊の被害を出していることになる。従つて、ここで震度7であつたことになる。この地点は、中央構造線を構成する断層の一つである川上断層からわずか5km隔たっているに過ぎない。また、「小松邑誌」によると、広江村に隣接する北条村の鶴ヶ岡八幡宮では、この地震のために、宝殿(本殿)、神器、古文書に至るまで大半転倒して地中に埋もれたという。震度6強～震度7の強い揺れであつたことを示している。そして、松山市南部の保免地区の「古蹟俗談」によると、伊予郡保免村、現在の松山市保免で、日招八幡宮の本殿と、西林寺村の薬師寺が本堂から仁王門まで倒壊したという。この地点で震度6強ということになろう。「天下大地震」という記載から、この地震が、現在の西条市と松山市という狭い領域に限つたものではなく、広範囲に被災地域が広がっていたことが示されている。そしてまた、「藤堂高虎遺帳」に伊予の国宇和島城が破壊したという記録があり、「破壊」は、半潰あるいは大破と判断されるので、宇和島での震度は6弱と推定される。

以上、慶長元年豊予地震の伊予国の震度は、西条市広江で震度7、松山市保

免で震度6強、宇和島で震度6弱であったと結論される。

大分県の山間部にある湯布院の被災については、ポルトガル人宣教師ルイス・フロイスの「湯布院と呼ぶ地には、山麓に残った村が一つあり、幾人かのキリスト教徒がいました。…今こんなに恐ろしい地震のため、その地にある山の一部が崩れ落ちて、その村を埋め、ほんの数名しか助かりませんでした」という記録がある。また、大分市の中心街から西約5kmの八幡地区にある^{ゆすはら}柞原八幡宮は豊後国一宮という社格の高い神社であるが、この神社の記録に、「慶長元年閏7月9日の夜20時に大地震があり、この神社の拝殿、回廊、境内のいくつもの^{ほこら}祠が皆倒れてしまった」旨記載されている。本殿の倒壊が記されていないことから控えめに震度6弱と推定するが、実際には震度6強であった可能性がある。このほか、大分市内の寺院、及び佐賀関の^{はやすいひめ}早吸日女神社の破損の記録があることから、これらの地点で震度5強であることが分かる。

この地震の発生時刻が「閏7月9日^{いぬのこく}戌刻(20時)と記録されていて、愛媛県西条市北条の鶴ヶ岡八幡宮の記録とまったく一致することに注目したい。すなわち、西条市と大分市という相互に約160km隔たった2地点を襲ったのは同一の地震であることを示しているのである。

この地震の震度5以上の範囲は、中央構造線に長軸をのせる楕円形であって、長軸の直径は約180km、短軸の直径は約70kmである。この震度5以上の範囲の面積とマグニチュードに関する村松(1969)の公式から見積もると、マグニチュードは7.7となる。松田式で求めた上記7.6に近く、古文書から推定した震度分布と別府湾の海底地質調査によって得られたマグニチュードがほぼ同じ値となったことに注目したい。ただし、震度5以上を示す地域楕円の短軸方向の上方が宇和島の1点しかないことから、震度5面積の精度は低いと考えられるので、この地震のマグニチュードはM=7.6とすべきであろう。また、震度分布の長軸がほぼ中央構造線に重なることから、慶長元年豊予地震が中央構造線を構成する複数の活断層の連動した地震であっ

たことは、ほぼ疑う余地がないであろう。

9 慶長元年豊予地震は津波を伴っており、別府湾周辺で浸水標高(高さ)を推定することが出来た。大分市佐賀関の早吸日女神社では、本殿まで流失したと記録されており、訪問して宮司に確認したところ、本殿の位置は往古から現在まで変化していないとのことだったので、本殿の敷地の標高を測量して標高8.6mの数値を得た。建物が流失するためにはここでの地上冠水は2mかそれ以上であることが必要(鳥羽, 1984)なので、ここでの津波の浸水高さは10.6m(かそれ以上)であることが判明した。別府湾北岸の杵築市の奈多八幡神社は、社殿がこの地震の津波によって流失したと伝えられている。奈多八幡神社の敷地の標高は6.4mであったが、やはり「流失」していることから地上冠水2mとして、ここでの津波の浸水高さは8.6mと推定された。大分市内では、「豊府紀聞」に記載のある長浜神社のあった地点の標高を測定して、ここでは5.5mの津波高であったことが判明した。

以上の津波高さの分布と地震の震度分布から推定された地震マグニチュード7.6とは矛盾しない。

10 慶長元年豊予地震(1596年)は、発生年代が現在から約418年前と古いため、現在に依存した古文献が多くないので知られる事柄は以上で全てである。伊方原発の場所での震度、津波の高さを直接推定できる古文書資料はそう簡単には見つからない。しかし、震度分布図と津波高分布図によって、およそ伊方原発地点での震度、津波高さを推定しうるであろう。

伊方が、震源、ことにこの地震の原因となった中央構造線に極めて接近した位置にあることから、震度は少なくとも6強、あるいは7に達した可能性がある。津波は、6～10mと考えて大きくは間違っていないであろう。」(以上、下線は債権者ら代理人による。)

このように古文書に基づき合理的に推測すると、本件原発の所在地が6～10mの津波に襲われる可能性がある。

- 3 それにもかかわらず、債務者は、単に「記録がない」との理由だけで、1596年の慶長元年豊予地震を基準津波策定の考慮要素から除いた。考慮要素から除くにあたって、上述の古文書に基づく合理的推測を排除する合理的理由を示すこともしない。

津波審査ガイドでは、「基準津波の策定に当たっては、最新の知見に基づき、科学的想像力を発揮し、十分な不確かさを考慮していることを確認する。」

(3.2(2))、「歴史記録については、震源像が明らかにできない場合であっても規模が大きかったと考えられるものについて十分に考慮されていることを確認する」と規定されている。

債務者が古文書に「記載がない」と安易に過去の大地震による津波の危険性を切り捨てた行為は、「科学的想像力を発揮」「十分に考慮」と正反対の行為である。

このような債務者の想定する津波は、自らに都合の悪い数値（つまり、本件原発が事故を起こす危険の高い数値）を排除したものであり、津波審査ガイドに違反するばかりでなく、原発の安全性を全く確保しないものである。

第3 海域の活断層についての考慮不足

- 1 債務者は、海域の活断層について中央構造線断層帯と別府－万年山断層帯の連動による400kmを超える長大な断層を考慮するとしながらも、結局は100km未満に区分された活断層について地震規模やすべり量を検討しているに過ぎない。それは、「別府湾－日出生断層帯と四国の中央構造線断層帯はカスケードモデルが支持される」という理由に基づいている（甲D251平成27年3月20日付け適合性審査資料「伊方発電所 津波評価について」39頁）。
- 2 しかし、長大断層についてはカスケードモデルのみが唯一採りうる考え方はない。瀨瀨一起東京大学地震研究所教授が指摘する通り、断層の連動が長く

なればすべり量が大きくなるという考え方もある（甲C199）。

- 3 また地震調査研究推進本部地震調査委員会の「中央構造線断層帯（金剛 山地東縁－伊予灘）の評価（一部改訂）」では、当麻断層－伊予灘西部断層の360km連動ケースで最大Mw8.4と想定されている（甲C14・77頁）。債務者はこれよりも長大な断層の連動を想定しながら、セグメントごとにMw7.1－7.6程度を想定するのみであり（甲D251平成27年3月20日付け適合性審査資料「伊方発電所 津波評価について」46, 47頁），これで十分な津波想定が出来るとは考え難い。津波審査ガイド3.3.7において解釈の違いによる不確かさの考慮等が規定されていることからしても、債務者の考慮は原発の基準津波の評価として不合理という他ない。
- 4 また、津波審査ガイド3.3.4（1）では傾斜角等のパラメータの不確かさを反映するよう規定されている。

この点債務者は「詳細パラメータスタディ」と称して「敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント」の断層傾斜角につき、北80度までしか考慮していないようである（甲D251平成27年3月20日付け適合性審査資料「伊方発電所 津波評価について」47頁）が、債務者は基準地震動策定の際には北傾斜30度まで考慮している（甲D40の1・59頁）。

傾斜角が変われば想定される津波高さが変わる可能性があるが、北80度までの考慮で十分であるという根拠は見いだせない。

第4 スケーリング則においてばらつきを考慮したか不明であること

1 スケーリング則とは

津波審査ガイドは、基準津波の策定のうちの「プレート間地震に起因する津波波源の設定」において「津波波源の総面積に対し、地震の規模に関するスケーリング則に基づいてモーメントマグニチュード及び平均すべり量を設定すること」を求める（3.3.2の(4)）。

スケーリング則とは、地震や津波の震源（波源）の面積が大きくなると、それに応じて地震規模やすべり量（地震により断層が滑り動いた距離）など各種のパラメータが大きくなる関係となることを示すものである。具体的には、下記2のとおりである。

2 スケーリング則の具体的適用（平均すべり量をスケーリング則により導く。）

プレート間地震における M_0 （モーメントマグニチュード²）と平均すべり量にかかるスケーリング則を示す図は、下記のとおりである（甲D252「内陸地殻内の長大断層による巨大地震とプレート間地震の巨大地震を対象とした震源パラメータのスケーリング則の比較検討業務」成果報告書55頁（2012・平成24年1月 構造計画研究所）。なお、平均すべり量と M_0 の目盛は対数目盛である。

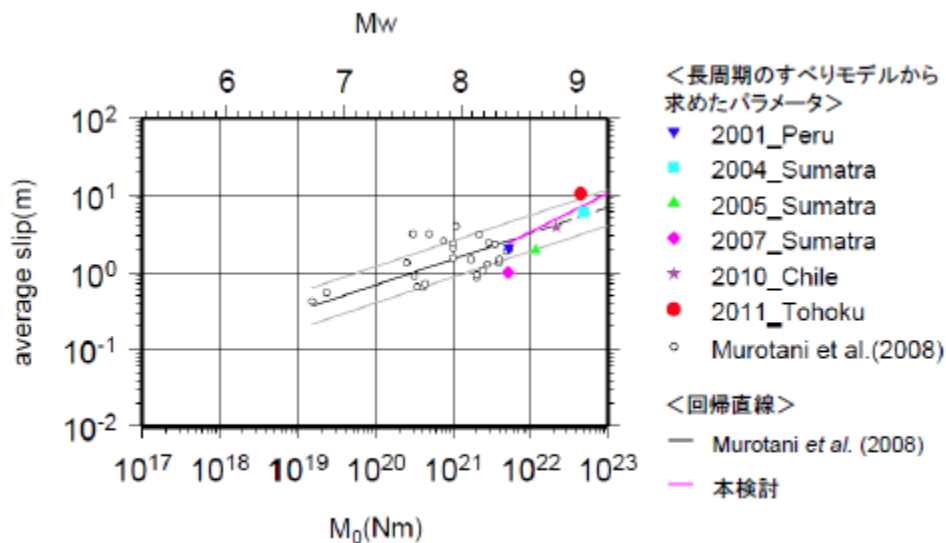


図 4.11 プレート境界型地震の M_0 - D (average slip) の関係

このスケーリング則によれば、 M_w （図の上部の横軸目盛り）や M_0 （図の下部の横軸目盛り）が大きくなった分、平均すべり量（図の左側の縦軸目

² モーメントマグニチュードとは、地震の破壊エネルギーの大きさを表す尺度。また、その数値。地震を起こした断層運動の強さから算出する。地震計の針の揺れから算出するマグニチュードよりも地震そのものの規模を正確に表す。

デジタル大辞泉 「モーメントマグニチュード」

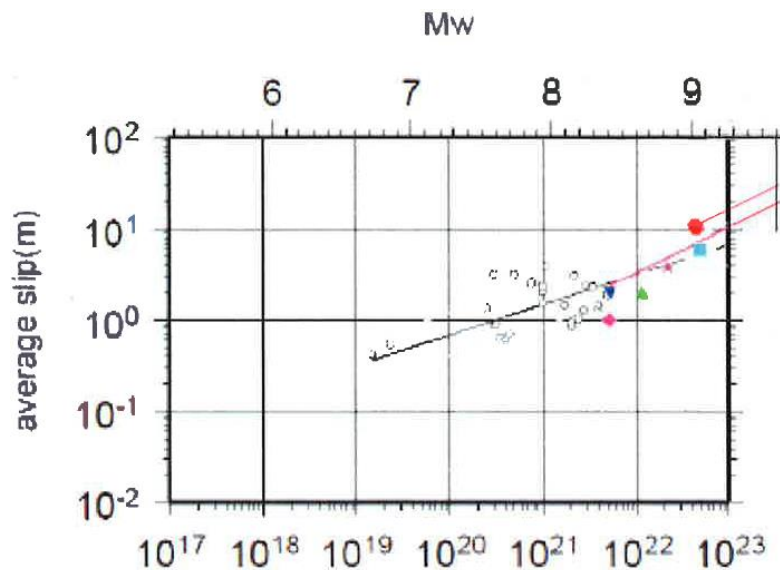
<https://kotobank.jp/word/%E3%83%A2%E3%83%BC%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%83%88%E3%83%9E%E3%82%B0%E3%83%8B%E3%83%81%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%89-177671#E3.83.87.E3.82.B8.E3.82.BF.E3.83.AB.E5.A4.A7.E8.BE.9E.E6.B3.89>

盛り) も大きくなるということになる。

MwやMoと平均すべり量との関係は、上図の黒色線で示されている。巨大地震におけるMwやMoと平均すべり量との関係は、ピンク色線で示されている。

黒色線から延びるピンク色線の延長上で、Mw 9.6のときのすべり量を見ると、次図のとおり、約20m (Mw 9.6の目盛りから下方に引いた線と黒色線から延びるピンク色線の延長線が交差した地点が、average slip(m)の 10^1 と average slip(m)の 10^2 の目盛りの間の距離を5等分したうちの1つに相当する位置にあたる。) のすべり量となる。

東北地方太平洋沖地震のデータを起点 (Mw 9.0と average slip(m)の 10^1 が交差する地点) として、同じ傾きでMw 9.6のすべり量を見ると、次図のとおり、約30mとなる。



3 すべり量と津波の高さ

すべり量が大きくなると、プレートがより深く沈み込み、上盤のプレートがより盛り上がる。すべり量が2倍となれば、海底面の隆起量も2倍となり、それに応じて海面の上昇量が全体に2倍となる。

平均すべり量が10mほどの東北地方太平洋沖地震・津波と比較すると、Mw 9.6の場合には、平均すべり量が2倍から3倍なので、海底面の隆起量は

2倍から3倍となり、それに応じて海面の上昇量が全体に2倍から3倍となる。つまり、津波高が平均して2倍から3倍にも達する。

4 スケーリング則で求められる誤差（ばらつき）の考慮

上述のとおり、Mw 9.6の津波が発生した場合、津波の高さは、東北地方太平洋沖地震における津波高の2倍から3倍となる。

しかし、さらに問題は、この津波高は、スケーリング則での平均的な値（平均像）でしかないことである。上図で明らかのように、スケーリング則の基となったデータ自体には、大きなばらつきが存在する。地震・津波は自然現象であるから、ばらつきは当然存在する。

そうすると、スケーリング則の適用においては、深刻な被害を発生させないよう原発の安全を確保するために、ばらつきの中の少なくとも最大限の値を取ることが必要である。平均的な値やそれを若干増やした程度の値で耐津波設計をただけでは、それを超える津波が発生する恐れを排除できない。

5 ばらつきを考慮したか不明であること

上述のとおり、津波高を決める最も大きな要素は、すべり量である。

債務者は、「領域全範囲がスケーリング的に破壊する場合を想定する」とだけ述べる（上記「伊方発電所 津波評価について」30頁）。

スケーリング則の適用において、データのばらつきを考慮したかは不明である。スケーリング則は平均像を求めるものでしかないから、平均像を超えるすべり量となるときには、想定を上回る津波高となってしまう。さらに、ばらつきの中の少なくとも最大限の値を考慮しない想定では、深刻な被害を招く原発事故を防止するための安全確保策とは言えない。

第5 津波予測精度に「倍半分」の誤差があることを計算に入れていないこと

1 七省庁手引き

1998（平成10）年3月、当時津波防災に関連していた、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，消防庁は，各自治体に対して，「地域防災計画における津波防災対策の手引き」（以下「七省庁手引き」と言う。）を通知した。

七省庁手引きでは，最新の地震学の研究成果から想定される最大規模の津波も計算し，これと既往最大の津波と比較して，「常に安全側の発想から対象津波を選定することが望ましい」と定めた。これは，北海道道南西沖地震で最も被害の大きかった奥尻島において，既往最大を基にして築かれた4.5メートルの防潮堤を4メートル以上上回る津波に襲われた反省からのものであった。

2 誤差の原因

七省庁手引きが作成された当時，津波を数値予測するとき，誤差の要因は，大きく3つあると考えられていた。

- ① 地震発生の場所を読み誤る。せいぜい数百年程度の地震記録しかないため発生のくせが必ずしもわかっているわけではない。
- ② 地震発生の場所が特定でいていても，その地震がどんなふうに海底を隆起させるか，その計算を誤る。1964年のアラスカ大地震（M9.2）は，予測の難しい副断層の隆起によって，津波高さは計算結果より2倍も大きかった。
- ③ 津波が伝わる過程での計算を誤る。海底の地形の様子が十分わかっていなかったり，津波が干渉しあって生じる。東北地方太平洋沖地震で，福島第一原発の津波（約13メートル）が約12キロメートル離れた福島第二原発の津波（約9メートル）の1.5倍もあった原因は，ここにあると推定されている。

3 倍半分の精度

こうした中で，当時安全審査をする通産省原子力発電技術顧問のメンバーで，七省庁手引きの作成にも関わった首藤伸夫・東北大教授と，阿部勝征・東京大教授の2人は，津波数値解析の精度は「倍半分」とであると発言していた。これは，津波予測の精度には2倍程度の誤差がある，換言すれば最小値と最大値と

の間には4倍もの開きが生じうるという意味である。

首藤伸夫氏は、2013（平成25）年11月20日、この発言の意味について、「津波の計算なんてのは、予測より2倍の津波となったアラスカ沖みたいなものがあるから、倍半分と言ってきた。これはパラメータスタディーでもカバーできない。」と説明している（甲C190「原発と大津波 警告を葬った人々」）。

4 債務者が「倍半分」を計算に入れていないこと

債務者の基準津波策定過程では、パラメータスタディをしても津波の予測は所詮「倍半分」に過ぎないという観点を計算に入れていない。この点でも科学的安全性を備えたものとは到底言えないと言わざるを得ない。

以上