

平成28年(ヨ)第23号事件

伊方原発稼働差止仮処分命令申立事件

債権者 須藤昭男 外11名

債務者 四国電力株式会社

## 準備書面(5) 補充書4 (基準地震動)

2016年12月26日

松山地方裁判所 民事2部 御中

債権者ら代理人

弁護士 薦田 伸 夫

弁護士 東 俊 一

弁護士 高田 義 之

弁護士 今川 正 章

弁護士 中川 創 太

弁護士 中尾 英 二

弁護士 谷脇 和 仁

弁護士 山口 剛 史

弁護士 定者 吉 人

弁護士 足立 修 一

弁護士 端 野 真

弁護士 橋本 貴 司

弁護士 山本 尚 吾

弁護士 高丸 雄 介

弁護士 南 拓 人

弁護士 東 翔

弁護士 河合 弘 之

弁護士 海渡 雄 一

弁護士 青木 秀 樹

弁護士 内山 成 樹

弁護士 只野 靖

弁護士 甫守 一 樹

弁護士 中野 宏 典

弁護士 井戸 謙 一

弁護士 大河 陽 子

弁護士 望月 健 司

弁護士 鹿島 啓 一

弁護士 能勢 顯 男

弁護士 胡 田 敢

弁護士 前川 哲 明

弁護士 竹森 雅 泰

弁護士 松岡 幸 輝

本件では，2016年7月19日付け債権者ら準備書面(5)基準地震動再反論に対して再々反論はなされていないが，広島地方裁判所に係属する同種事件（平成28年（ヨ）第38号）（以下「広島事件」という。）では，これに相当する書面として，債務者より，平成28年8月30日付け準備書面（5）の補充書（2）が提出されている。

債権者ら準備書面(5)基準地震動再反論に対する再々反論がなされる可能性も踏まえ，本準備書面では，広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）に対する反論を中心に，基準地震動に係るこれまでの債権者らの主張を補充するものである。

## 目次

第1	IAEAの安全基準及び地震調査研究推進本部地震調査委員会について ...	6
1	IAEAの安全基準は「確立された国際的な基準」 .....	6
2	地震調査研究推進本部地震調査委員会（「推本」）の見解について .....	8
	(1) 推本の成果物は個々の研究者の論文等と同列には扱えない .....	8
	(2) 推本よりもさらに安全側の想定が求められる .....	9
第2	応答スペクトルに基づく地震動評価について .....	12
1	松田式のばらつき .....	12
	(1) ばらつきの要因についての債務者の説明の欠落 .....	12
	(2) 松田式と気象庁マグニチュードの見直しについて .....	15
	(3) 松田式は概括的な式に過ぎない .....	16
	(4) 松田式が広く実務に用いられていることについて .....	17
	(5) 審査ガイドI.3.2.3(2)は新規制基準から規定された .....	18
	(6) 藤原氏の証言 .....	19
	(7) 松田式の精度とセグメント区分について .....	19
	(8) セグメント区分の困難さと最大の想定 .....	21

2	長大断層に係る地震規模想定について.....	23
	(1) 長大断層の評価についての知見は仮説段階.....	23
	(2) 室谷ほかのデータについて.....	25
	(3) レシピ改訂と室谷ほかについて.....	28
	(4) 小括.....	29
	(5) 長期評価との齟齬について.....	29
3	距離減衰式のばらつき.....	34
	(1) 耐専式のばらつきについての債務者の主張.....	34
	(2) 偶然的不確定性の無視.....	35
	(3) 偶然的不確定性の考慮は新規制基準の要請.....	38
	(4) ばらつきの原因となる「地域特性」の詳細が不明.....	39
	(5) 認識論的不確定性と事前調査の限界.....	40
	(6) 新潟県中越沖地震についての債務者主張の誤り.....	44
	(7) 債務者の主張するばらつきについて.....	47
	(8) 小括.....	48
4	耐専式の排除の恣意性.....	50
	(1) 債務者の主張に対する反論.....	50
	(2) 藤原広行氏による問題提起.....	58
	(3) 断層近傍の観測記録との整合性について.....	60
	(4) 小括.....	61
第3	断層モデルを用いた手法による地震動評価について.....	62
1	レシピ改訂による Fujii and Matsu'ura(2000)の適用限界.....	62
2	熊本地震を踏まえた強震動予測手法の検討について.....	63
3	入倉・三宅式についての債務者主張に対する反論.....	66
	(1) 北傾斜30度を考慮しても地震動過小評価のおそれを補えない.....	66
	(2) 壇ほか(2011)による地震モーメントは保守的な地震動を導かない.....	67

(3) 修正レシピとレシピ再改訂について .....	68
(4) 詳細な調査をしても不均質な震源断層は分からない .....	69
4 松島ほか(2010)に関する債務者主張に対する反論 .....	70
5 壇ほか(2011)について .....	71
(1) 壇ほか(2011)は確立した知見ではない .....	71
(2) 壇ほか(2011)のすべり量の設定 .....	74
6 アスペリティ応力降下量についての不確かさ .....	77
(1) アスペリティ応力降下量でほとんど決まってしまう .....	77
(2) アスペリティ応力降下量のばらつき .....	79
(3) 新潟県中越沖地震と藤原氏の提言 .....	80
(4) 釜江克宏氏の発言 .....	85
(5) 小括 .....	87
7 南傾斜・南隆起の可能性 .....	87
(1) 震源断層の傾斜角度は調査ではわからない .....	87
(2) 伊方原発周辺は圧縮場である .....	88
(3) 南側の隆起 .....	89
(4) エアガン探査断面図の解釈 .....	91
(5) 横ずれ断層はほぼ鉛直? .....	93
(6) アトリビュート解析 .....	95
(7) 小括 .....	95
8 その他の不確かさ考慮に関する債務者の主張について .....	96
(1) 数値から分かる考慮の不十分さ .....	96
(2) アスペリティの平面位置について .....	97
(3) その余の重畳させないパラメータについて .....	97
(4) 不確かさの重畳についての藤原氏の指摘 .....	98
第4 断層との距離について .....	100

第 5	南海トラフの地震について .....	104
1	東北地方太平洋沖地震との異同について .....	104
	(1) 総論 .....	104
	(2) サイト特性について .....	105
	(3) プレートの性質の違いについて .....	106
	(4) 小括と補足 .....	107
2	東北地方太平洋沖地震に係る地域特性について .....	108
	(1) 三陸沖～房総沖と南海トラフとの過去の地震の比較 .....	108
	(2) 短周期レベルについて .....	109
	(3) レシピの記載について .....	110
	(4) 小括 .....	111
3	奥村ほか(2012) (甲 A 3 3 4) について .....	111
4	琉球海溝との連動について .....	113
	(1) すべり量について .....	113
	(2) 等価震源距離について .....	117
	(3) 超巨大地震の発生頻度と発生時期について .....	118
4	揺れの継続時間について .....	120
5	「繰り返し地震」の想定の欠如について .....	121
	(1) 伊方原発は「繰り返し地震」に耐えられないおそれがある .....	121
	(2) 過去の例からしても「繰り返し地震」のリスクは軽視できない .....	122
	(3) 地震・津波関連指針等検討小委員会の「とりまとめ」 .....	124
第 6	海洋プレート内地震 .....	125
1	海洋プレート内地震の認識論的不確定性について .....	125
2	1911年奄美大島近海の地震について .....	127
3	国際基準との齟齬 .....	129
第 7	震源を特定せず策定する地震動について .....	130

1	将来起こりうる地震動を包含するモデル構築の必要性 .....	130
2	鳥取県中部地震の観測記録 .....	131
第 8	超過確率について .....	132
1	基準の運用が問題 .....	132
2	五反田断層による超過確率 .....	134
3	南海トラフ地震に伴う誘発地震について .....	134
第 9	終わりに .....	134
1	基準の明確化の必要性 .....	134
2	藤原氏の証言 .....	135
3	福島原発事故の反省を活かせていない .....	136
4	明日にも訪れるかもしれない危機 .....	137

## 第 1 IAEA の安全基準及び地震調査研究推進本部地震調査委員会について

### 1 IAEA の安全基準は「確立された国際的な基準」

債務者は、広島事件において、債権者らの主張につき、「我が国において、IAEA の安全基準に基づく規制がなされていなければ（新規制基準に取り込まれていなければ）、その評価は不合理である旨主張する」としている（債務者準備書面（5）の補充書（2）1頁）が、誤りである。債権者らは、「現行法上、原子炉設置者は確立された国際的な基準たる IAEA の安全基準を踏まえて安全を確保することが要請されており、これを踏まえない場合、その評価は人格権に基づく差止請求訴訟においても不合理と判断されるべきである」と主張している（本件準備書面（5）基準地震動 再反論 5頁）のであり、行政庁による規制のことは直接には問題にしていない。

本裁判では、人格権に基づく差止請求権の存否が問題となっており、言い換えれば、債務者において伊方原発の安全性を確保出来ているのか否かが第一義的な争点である。原子力規制委員会における規制が不合理と言えるかという点は、間接事実の1つに過ぎず、行政裁判ではない本裁判では、第一義的な争点とはならない。

この点、原子力基本法は、第4章ないし第6章において、明確に私人（原子力事業者等）の責務を規定しているように、同法は行政機関の責務のみを規定するものではない。そして同法2条1項においては、原子力利用は、安全の確保を旨として、民主的な運営の下に、自主的にこれを行うものとした上、同条2項において、安全の確保については「確立された国際的な基準」を踏まえるべきことが規定されている。言うまでもなく、原子力関係法規上、原子力の安全確保について第一義的な責任を負うのは原子力事業者である。こうした点からしても、原子力基本法2条2項によって「確立された国際的な基準」である I A E A の安全基準を踏まえて安全の確保を図るべき責務は、第一に債務者ら原子力事業者にあるというべきであり、原子力規制委員会がこれを規制に取り込んでいなくても、この責務が免除されるということはない。

したがって、本件においては、原子力規制委員会が I A E A の安全基準を採り入れているかどうかにかかわらず、これが「確立された国際的な基準」と言える以上、当該基準を踏まえて、伊方原発が安全であるか否かの判断を行うべきである。

国会事故調（甲B4・482頁）においては、東京電力が、「自らは矢面に立たず、役所に責任を転嫁する黒幕のような経営を続けてきた」ことが強く非難されている。債務者における、I A E A の安全基準を規制委員会が採り入れていない旨の主張は、事故前の東京電力同様の、

規制機関への責任転嫁である。債務者において債権者らの主張に対し正面から反論せず原子力規制委員会へ責任転嫁をする理由は、債権者らが指摘した、国際基準における①最大潜在マグニチュードの評価と、②サイトにもっとも近い場所における震源の想定に基づく地震動評価（本件債権者ら準備書面（5）基準地震動 再反論7頁）を、債務者が行っていないからだと見るより他ない。

ただし、IAEAの安全基準を踏まえられていない規制は、原則として不合理と考えるべきである。それはIAEAの加盟国としての義務ではなく、確立された国際的な基準を踏まえられていなかったこと（甲B4「国会事故調」116頁等参照）が福島原発事故を招来した反省を踏まえて設けられた原子力基本法2条2項及び原子力規制委員会設置法1条という国内法の規定からすれば、当然のことである。

## **2 地震調査研究推進本部地震調査委員会（「推本」）の見解について**

### **(1) 推本の成果物は個々の研究者の論文等と同列には扱えない**

広島事件において、債務者は、推本の成果物について、国の機関で複数の専門家らによって議論がなされたという点で信頼性を有する知見であることは認めつつも、その成果物は、個々の研究者が発表する論文や報告書と根本的に異なるものではないと主張する（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）3頁）が、誤りである。

島崎邦彦氏（前長期評価部会部会長、海溝型分科会主査）が、千葉地裁において、「地震学のような理学系の学問では、これまで誰も言っていないような新しいことを提示するというのは非常に重要です。そのことがその後立証されて定説となっていた場合には、必ず最初に言った人が尊重されるわけですね。ですから、人の言ったことを繰り返し言っても価値はないです。人とは違う意見、自分だけの独自の意

見を述べるということがある意味我々の習性になっています。」(甲A546の1 速記録24頁)と証言しているように、個々の研究者の発表は、既存の研究成果と重なるものであればほとんど意味がなく、独自性の要素が非常に重視される。

一方で、推本の成果物は、一線級の専門家が議論した上で示された最大公約数的な見解であり、各所の防災対策等で直ちに利用されることを前提に国の見解として公表されるものであるから、独自性の要素は不要であり、信頼性だけが追求されていると言っても過言ではない。

島崎邦彦氏が、「(地震学者の見解が)統一される場はありません。統一したのは長期評価です。長期評価こそいろいろな地震学者の間で達した結論です」(甲A546の2・36頁)と証言している通り、地震学者の間で統一的な見解が集約される場を敢えて挙げるとしたら、推本を置いて他にない。さらに島崎氏は、千葉地裁に平成28年3月11日付けで提出した意見書(2)において、「『長期評価』は、公表時点での専門家の多数意見であり、防災関係者や一般国民に向けられた唯一の情報である。」(甲A547・2頁)とも述べている。多数の専門家の最大公約数的な見解として推本が作成・公表したのものとしては、基本的に、震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)も同様である。

したがって、司法において、原子力事業者が策定した基準地震動の合理性を判断する上では、長期評価や「レシピ」のような推本の重要な成果物を十分に考慮しなければならないのは当然のことであり、個々の研究者が発表する論文や報告と同列に扱うべきではない。

## **(2) 推本よりもさらに安全側の想定が求められる**

島崎氏は、同意見書(2)において、長期評価は、一般防災を目的とし、評価対象となる地震は、大きな被害をもたらす地震で、それぞ

れの地域でもっとも起こりやすい地震を評価対象としていること、原子力発電所のように一度重大事故が起きれば人の生命身体に深刻な被害をもたらすような施設の防災のためには、一般防災としての「長期評価」を適切に取り入れた上で、これにとどまらず、より頻度が低く、より規模の大きい、最大規模の地震を想定することが必要であることを述べている（甲A547「意見書（2）」2，3頁）。島崎氏が述べるように、長期評価は、基準地震動の合理性を判断する上で、最低限の基準として見るべきである。

また、推本が公表している「レシピ」については、「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目指したものである。平成28年12月9日に「表現の誤り等を訂正」した「レシピ」では、「ここに示すのは、最新の知見に基づき**最もあり得る地震と強震動**を評価するための方法論であるが、断層とそこで将来生じる地震およびそれによってもたらされる強震動に関して得られた**知見は未だ十分とは言えない**ことから、特に**現象のばらつきや不確定性の考慮**が必要な場合には、その点に十分留意して計算手法と計算結果を吟味・判断した上で震源断層を設定することが望ましい」（甲B395 平成28年12月9日修正「レシピ」1頁）と規定されるようになった。

防災科学技術研究所の藤原広行氏らのグループは、2016年熊本地震を踏まえて強震動評価手法の課題について検討し、「現行のレシピに基づくシナリオ地震の地震動計算においては、平均像の提示がなされているが、これに加え、認識論的不確定性及び偶然的ばらつきなど各種不確実性を考慮に入れ、目的に応じて大きめのシナリオ地震動の計算を行うことができる手法を体系的に構築し、それら結果を提示することが防災に資する情報提供として必要である」とし、「各種不確定性を考慮した大きめのシナリオ地震動の提示」（甲B398「熊本

地震を踏まえた強震動評価の課題(その2)」)がなされている。「レシピ」は不十分な知見に基づき平均的な地震動評価を目標としたものに過ぎず、原子力発電所の基準地震動評価に取り入れる上ではさらに安全側の想定をすべきなのは明らかである。

債務者は、推本の地震動予測地図作成の前提となったデータは、防災科研が運営する「地震ハザードステーション J-SHIS」で公開され、ここでは工学利用も前提となっていることから、原子力発電所の耐震設計においても利用されることが予定されている旨主張している(準備書面(5)の補充書(2)4頁)が、「地震ハザードステーション J-SHIS」のホームページには、原子力発電所の耐震設計における利用が予定されている旨の記載はどこにもない。「地震ハザードステーション J-SHIS」のデータを基準地震動策定の上で参照すること自体は必要なことであろうが、データには不確実性が伴うことから、より安全側の考慮をすべきである。同ホームページを運営している防災科学技術研究所(防災科研)の藤原広行・社会防災システム研究部門長は、原子力規制委員会の「地震・津波検討チーム」において、基準地震動に関し、「我々の認識が足りないところ、あるいは方法論としてもまだ不成熟で足りないところ」があり、これを考慮する必要性を繰り返し訴えている(甲A435「第3回会合議事録」31頁、甲A431「第5回会合議事録」33頁)ことからしても、原発の基準地震動策定において、推本のレシピやJ-SHISのデータに頼るようでは、安全側の考慮に欠けると言うべきである。

よって、基準地震動策定の上で長期評価やレシピで示された見解を考慮することは、最低限の要請であり、これらを基礎とした上でそれ以上に安全側の想定をすることを基本に据えなければならないというべきである。

## 第2 応答スペクトルに基づく地震動評価について

### 1 松田式のばらつき

#### (1) ばらつきの要因についての債務者の説明の欠落

債務者は、広島地裁での審尋期日において、裁判所から松田式のばらつきの要因について説明を求められ、広島事件準備書面（5）の補充書（3）7頁においてこれを回答している。債務者は、気象庁マグニチュードと地震モーメントとは相関関係にあり、地震モーメントと震源断層面積とが相関関係にあると述べた上、断層幅の違いによって松田式にばらつきが生じることは認め、さらにそれ以外の地域特性によってもばらつきが生じる可能性も認めている。

最後は地域特性であると述べる点で従前の主張と変わっていないが、そこに至るまでの債務者の説明には欠落があるので、それを指摘しておく。

まず債務者は、気象庁マグニチュードと地震モーメントとは相関関係にあると主張しており、その主張内容自体は正しいものであるが、気象庁マグニチュードと地震モーメントとの間に正確な比例関係はなく、これについての代表的な関係式である武村(1990)も大きなばらつきのある経験式であることを触れていない。

次の図は、武村(1990)（甲A548「日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係」259頁）に掲載されたものである。横軸が気象庁マグニチュード、縦軸が地震モーメントである。黒い丸（Inland）は内陸地殻内地震のデータであり、濃い黒線が内陸地殻内地震についての気象庁マグニチュードと地震モーメントについての関係式である（レシピ(5)式とは地震モーメントの単位が異なるため下記では係数が違っているが、同じ式である）。

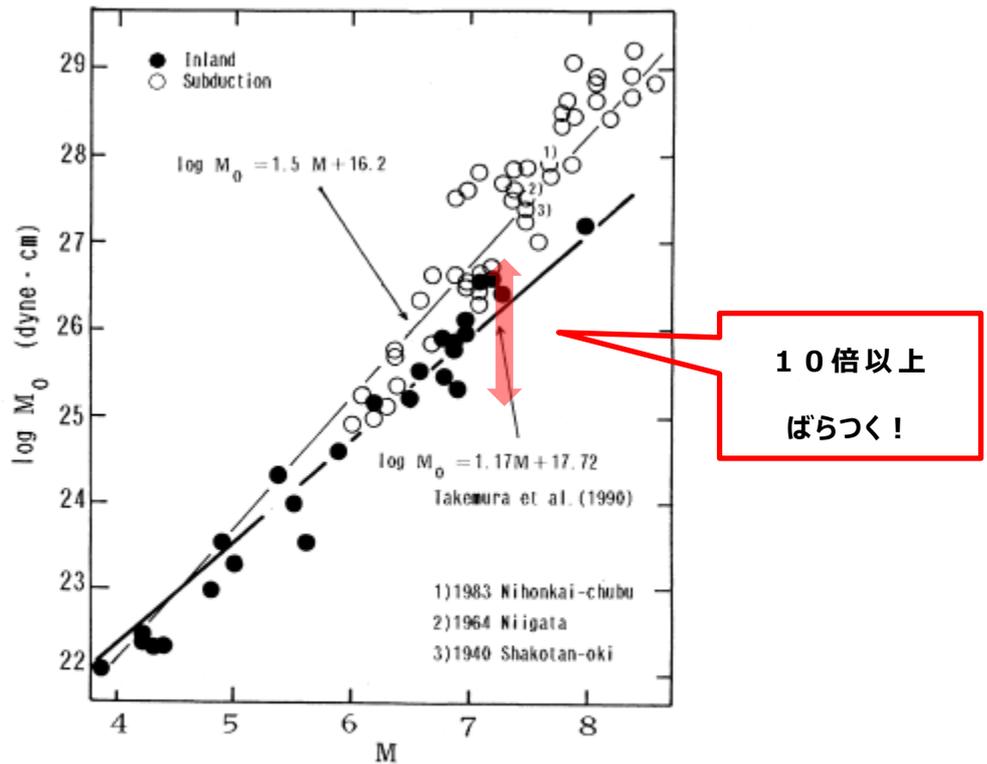


Fig. 2. Relations between  $M_0$  and  $M$  for the inland and the subduction events. Solid and open circles indicate the data for the inland and the subduction events, respectively. Open circles with numerals indicate the data for the events along the eastern margin of the Japan sea. All the data are summarized by SATO (1989). Thin and thick lines show the relationships derived by SATO (1989) and TAKEMURA *et al.* (1990), respectively.

このグラフにおいて、比較的データが豊富なM 7 付近を見ると、同じ気象庁マグニチュードに対し、地震モーメントの最大値と最小値とで、10倍以上はばらつくということが分かる。

さらに、仮に震源断層の面積を事前に正確に特定できたとしても、地震モーメント予測の上ではばらつきが生じる。

例えば、次の図は、入倉孝次郎ほか「強震動予測のための修正レシピとその検証」(甲A 1 2 8・5 7 2 頁)に掲載されたものである。縦軸が震源断層面積(rupture area)であり、横軸が地震モーメントあって、赤い点線(This study)は入倉・三宅(2001)の震源断層面積と地震モーメントとの関係式(入倉・三宅式)である。

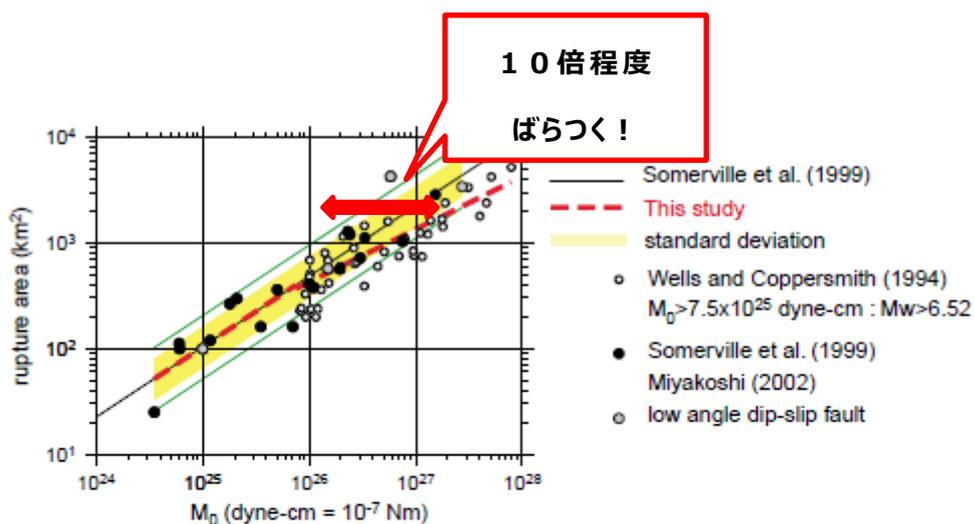


Fig. 1. Rupture area versus seismic moment. Thick broken line shows the empirical relation obtained in this study. Shadow ranges  $\sigma$  (standard deviation). Thin solid lines show factor of 2 and 1/2 for the average.

同じ震源断層面積当たりで見ると，地震モーメントの最大値と最小値とでは，概ね10倍程度ばらついていることが分かる。

このように，債務者の説明の実質は，ばらつきをばらつきに分解したものに過ぎず，基準地震動の策定において松田式のばらつきを考慮しなくてよい理由にはまったくなっていない。

債務者は，断層幅の違い以外の地域特性によって松田式のデータのばらつきが生じることを述べているが，地域特性では説明できない偶然的要因によってばらつきが生じることを考えられていない。仮に松田式のばらつきが地域特性のみによるものとしても，その地域特性とは，具体的にどのようなものか，債務者は特定できておらず，伊方原発敷地前活断層を含む中央構造線断層帯においても，松田式による予測結果よりも地震規模が大きくなる地域特性がある可能性がある。

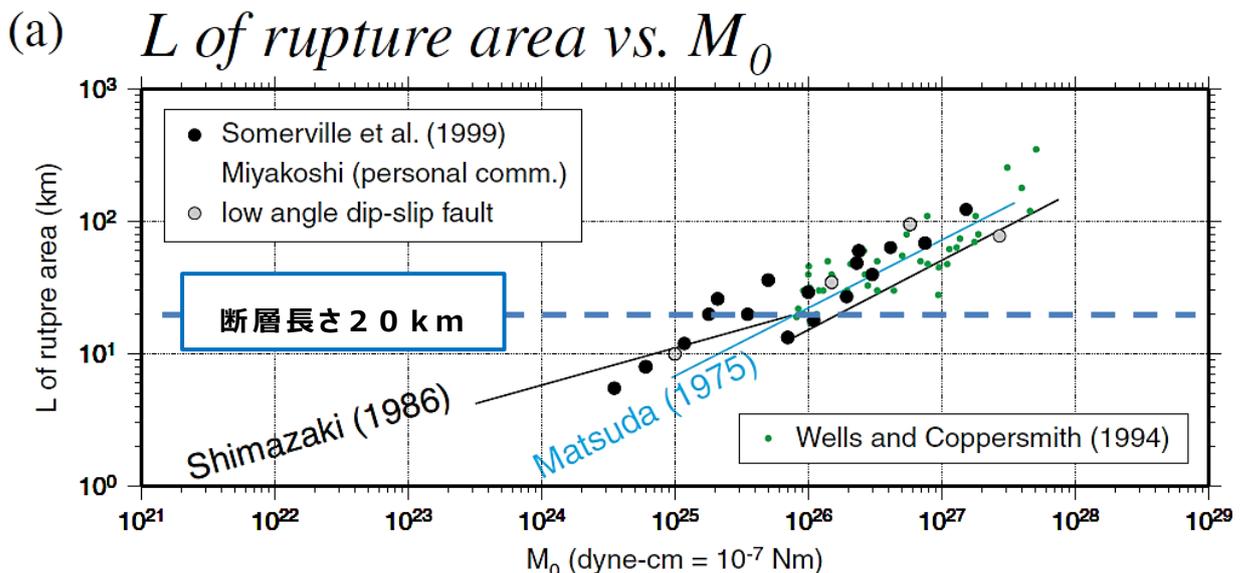
敷地前断層から生じる地震につき，松田式による地震規模の予測に誤差が生じる可能性は十分にあるから，もし敷地前断層から生じる最

大規模の地震を想定するつもりがあるなら、松田式のばらつきを定量的に予測結果に上乘せすべきである。

## (2) マグニチュードの見直しと断層長 20 km 以上の評価について

債務者は、本件準備書面（5）42頁において、気象庁マグニチュードを再評価すれば、震源断層の長さは松田式と非常によく整合していると主張する。また債務者は、同47頁において、断層長さ約20 kmより大きい領域では、震源断層長さをを用いれば松田式は保守的な値を求める式であるとも主張する。

これに対する再反論は債権者ら準備書面（5）基準地震動再反論11頁において既に述べたが、下記債権者ら準備書面（5）55頁に引用した図（甲A107 入倉孝次郎，三宅弘恵「M8クラスの大地震の断層パラメータ」6頁 Fig1(a)）からしても、債務者の主張が失当であることは明らかである。下記図の縦軸は震源断層の長さに相当する破壊領域の長さ横軸は債務者も気象庁マグニチュードと相関関係にあると認める、地震モーメントである。水色の線は松田式を表している。



同じ破壊領域を基準に見ると、松田式を表す線から、倍・半分ないしそれ以上地震モーメントの値がばらついていることが分かり、

破壊領域の長さが20 km以上となったからといって、松田式の線よりもデータが左側に偏在することもなく、特に松田式が保守的な値を導くものになるとは言えない。上記の地震モーメントのばらつきが倍・半分ないしそれ以上であることからしても、松田式の通常の見積りが気象庁マグニチュード0.2ないし0.3程度と見ることは正当である。

気象庁マグニチュードを再評価すれば、震源断層の長さは松田式と非常によく整合しているであるとか、断層長さ20 kmより大きい領域では震源断層長さを用いれば松田式は保守的な値を導くといった主張は、松田式の限られた基データの中で偶々そういった傾向が見られたに過ぎない。より豊富なデータを用いて考えれば、債務者の主張が成り立たないことは明らかである。

### **(3) 松田式は概括的な式に過ぎない**

松田式は、日本の地震学の歴史上大変意義のある式ではあるが、その成り立ち、根拠としたデータを見る限り、断層の長さと気象庁マグニチュードの概括的な関係を把握するには有効という程度の式に過ぎない。それ以上の詳しい用途には適切に誤差を見込んだ上で用いるべきものである。

そもそも松田式は厳密には回帰式とはいえないもので、松田(1975)(甲A102・271頁)には「M8の地震では $L = 80$  km, M7では $L = 20$  kmとして決めたものである」とある通り、グラフにプロットしたデータを見て、上記の2点間を「エイヤ」と線を引いたものに過ぎない。統計学的には正確な方法とはいえず、基データから回帰式を作成すると、Mに関する係数は0.6にはならず、0.5前後の値にしかならない。

なお債務者は広島事件において、北丹後地震の断層長の18 kmが

誤りであり、22 km (松田(1975)の Table 1 の L) を使うべきと主張する(準備書面(5)の補充書(2)7頁)が、18 km は郷村断層の長さとして Table 1 にも記載されたものである。Table 1 の L とは厳密には一致しないが、18 km と 22 km の違いは係数の値としては2%しか変化せず(0.49→0.50)、債権者らの論旨にはいささかの影響も与えない。

広島事件において、債務者は、「経験式の基となるデータを入れ替えて、そこから求まる新たな回帰式は全く別のものであり、新たな回帰式の妥当性を論じても松田式との関係式では全く意味を持たない」とも主張するが、マグニチュードや断層長について最新の知見から評価し直すのは当然のことである。だが、新たな回帰式の妥当性を論じることが債権者らの目的ではない。松田式は、断層長と気象庁マグニチュードの大雑把な把握に有効であっても、実用面では大きなバラツキ、誤差を考慮しなければならないことを改めて示すことが目的であり、その根拠として新たな回帰式を例示したものである。

#### **(4) 松田式が広く実務に用いられていることについて**

債務者は、広島事件において、松田式が今も広く実務に用いられていることを主張する(準備書面(5)の補充書(2)8頁)が、松田式が広く用いられているのは、活断層から発生する地震の地震規模を予測する上で他に適当な方法がないことに拠るところが大きい。

松田式のような大雑把な式が推本のレシピで採りあげられていることは、活断層から発生する地震の規模の事前推定の困難さや強震動地震学の現状を示すものに過ぎない。松田式が広く実用されていることをもって、審査ガイド I.3.2.3(2)の規定があるにもかかわらず、松田式のバラツキを考慮しなくてもよいということにはな

らない。

この点，大津地決平成28年3月9日（甲B3・49頁）では，下記のように適切な評価がなされている。

松田式が地震規模の想定に有益であることは当裁判所も否定するものではないが，松田式の基となったのはわずか14地震であるから，このサンプル量の少なさからすると，科学的に異論のない公式と考えることはできず，不確定要素を多分に有するものの現段階においては一つの拠り所とし得る資料とみるべきものである。したがって，新規制基準が松田式を基に置きながらより安全側に検討するものであるとしても，それだけでは不合理な点がないとはいえないのであり，相当な根拠，資料に基づき主張及び疎明をすべきところ，松田式が想定される地震力の概ね最大を与えるものであると認めるに十分な資料はない。

#### **(5) 審査ガイド I.3.2.3 (2) は新規制基準から規定された**

経験式のばらつきを考慮すべきことを規定した審査ガイド I.3.2.3 (2) に相当する規定は，従前の耐震設計審査指針や「発電用原子炉施設の耐震安全に関する安全審査の手引き」には存在しなかった。

福島原発事故後，原子力安全基準・指針専門部会に地震・津波関連指針等検討小委員会が設置され，前記手引きの改訂案 III ii. 1, 1. 1 (2) ②第2文として，「その際，経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから，その不確かさ（ばらつき）も考慮する必要がある。」（甲B400「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き（改訂案）」18頁）と規定され，これが原子力規制委員会の「地震・津波検討チーム」に提出されたことが，前記審査ガイド

の規定に繋がっている。

経験式のばらつきを考慮することは、新規制基準下において要請されるようになったものであり、従前これを考慮していなかったことは、現在もこれを考慮しなくてよい理由にはならない。経験式のばらつきを考慮しないことが新規制基準の趣旨に反することは明らかである。

## (6) 藤原氏の証言

函館地裁で実施された書面尋問において、防災科学技術研究所の藤原広行氏は、松田式のばらつきを「偶然的ばらつきとして扱う必要があると考えます」と証言した（甲B401「質問回答書1」6頁）。

さらに藤原氏は、「地震動評価全体として、必要に応じて他の要因によるばらつきと重ね合わせて考慮する必要があると思います」とも証言している。したがって、債務者が距離減衰式を用いる際、耐専式の内陸補正係数を乗じないことにより多少保守的な想定をしているとしても、松田式のばらつきを考慮しなくてもよい理由にはならない。

藤原氏は、日本地震学会2016年度秋季大会において、熊本地震を踏まえた強震動評価手法の改良に向けた試案を発表し、そこでも「経験的關係式におけるばらつきの考慮」（甲B398「熊本地震を踏まえた強震動評価の課題（その2）」試案1B0）を挙げている。

藤原氏は松田式、入倉・三宅(2001)の式双方について同様の証言及び発表をしており、松田式のみならず入倉・三宅(2001)の式についてもばらつきを考慮しなければならないのは明らかである。

## (7) 松田式の精度とセグメント区分について

広島事件において、債務者は、480km、130km、69km及び54kmの各ケースで評価することにより、マグニチュードは7.7～8.5の範囲でばらつきを考慮したと主張する（準備書面（5）補充書（2）6頁）が、以下の3点について述べる通り、極めて不当な主

張である。

第1に、松田式のばらつきを考慮することは審査ガイドI.3.2.2(2)で要請されたものである一方、債務者が考慮したと言うのは震源断層の長さを事前に想定することに伴う不確かさであって、設置許可基準規則の解釈別記2第4条5項二号⑤の要請に基づくものであり、経験式のばらつきを考慮したわけではない。

第2に、この債務者の考慮の仕方では、480kmケースのばらつきは補えない。480kmをセグメント区分して松田式を適用している以上、松田式にばらつきがあるなら理論上は各セグメントの地震規模においてばらつきが生じることになるから、地震モーメントに換算して合計しても誤差は避けられない(債権者ら「裁判所からの質問に対する回答」5頁参照)。

第3に、債務者は、松田式を適用している「応答スペクトルに基づく地震動評価」において、基本となる耐専式が等価震源距離というパラメータを用いており、130kmないし480kmケースでは一方向に偏って断層の長さが伸びているため、これらのケースでは等価震源距離が著しく長くなる。そのことにより、69kmケースが最大の地震動評価となり、480kmケースが最小の地震動評価となるという、明らかに矛盾した逆転現象が生じてしまっている。その結果、130kmや480kmという長い範囲での断層の連動を考慮した地震動評価が、54kmケースや69kmケースの地震規模想定のばらつきを最終的に補うことが出来ていない。

なお、債務者は、債権者らが示した90km又は103kmケースについては、等価震源距離も長くなるため、必ずしも地震動が大きくなるものではないと主張する(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)6頁)が、具体的に等価震源距離や地震動評価が幾つになるのかを示

そうとしない。耐専式では、アスペリティの配置や傾斜角を考慮することによって、等価震源距離が短縮された厳しい想定をすることも可能なのであり<sup>1</sup>、そういったケースで耐専式を適用すれば、90 km ケースや103 km ケースで地震動評価が $S_s - 1$ を超えることも十分考えられる。

## (8) セグメント区分の困難さと最大の想定

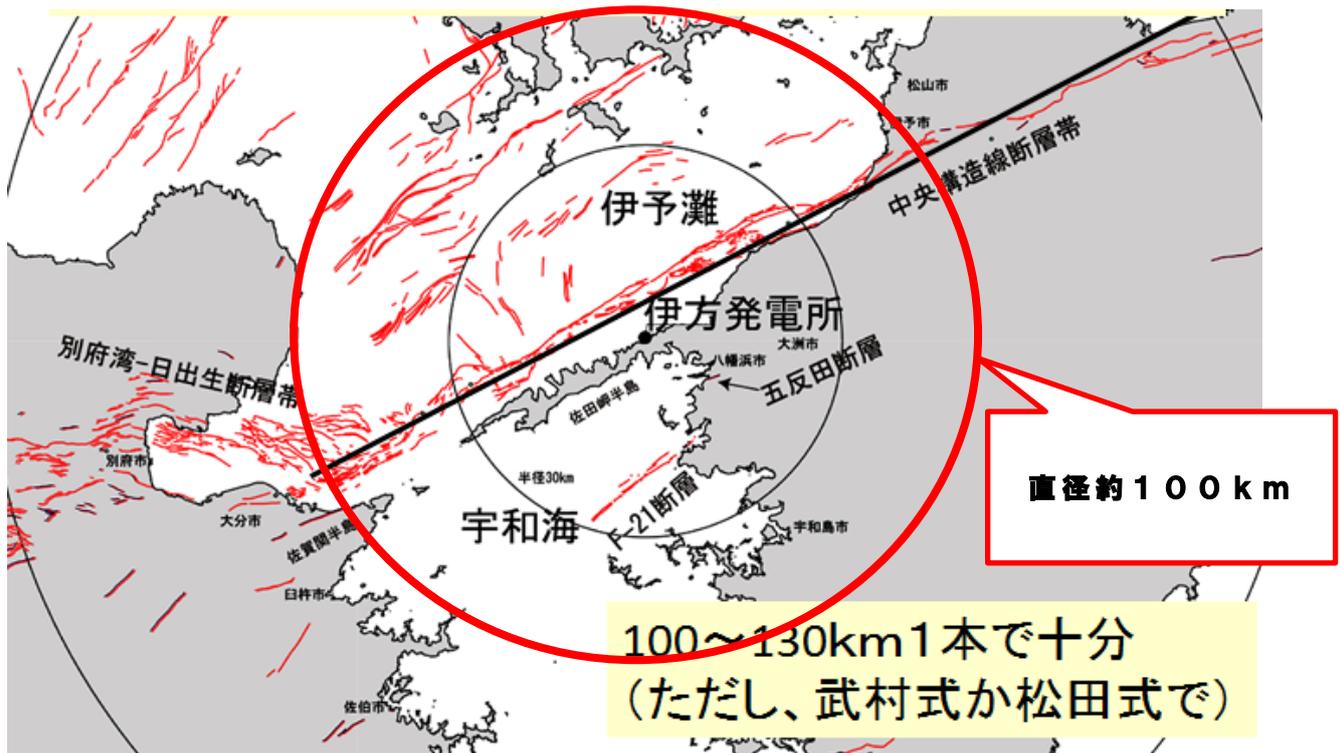
債務者は、地表地震断層の長さではなく震源断層の長さを用いることを主張しているが、債務者が用いている54 km や69 km という想定自体、根拠が不確実なセグメント区分に基づくものであり、実際に敷地前面海域の断層が活動した際、債務者が想定した通りの震源断層の長さになるとは考えられない。

岡村真高知大学特任教授によると、東北地方太平洋沖地震や熊本地震での経験を踏まえれば、断層がどのように連動するか事前に想定することは極めて困難である（甲B325「伊方原発と西日本のテクトニクス」（「岡村スライド」）61頁）。債務者は、セグメントやジョグという概念を持ち出して、敷地周辺の中央構造線断層帯を細分するが、敷地前活断層はほぼ直線に同じセンスで並んでおり、債務者のように断層を細分する科学的必然性はない。伊方原発からもっとも近い敷地前断層の地点を中心に、松田式等の通常の評価手法が適用できる最大値とされる100<sup>2</sup>～130 km 程度を基本ケースとして検討すべきである。

---

<sup>1</sup> 関西電力は、高浜原子力発電所において、耐専式を適用したケースでも、極めて不十分ながら、断層傾斜角やアスペリティ配置を変動させた「不確かさの考慮」をしている（甲A549 平成26年8月22日付け「高浜発電所 地震動評価について」44, 67頁）。

<sup>2</sup> 「『活断層の長期評価手法』報告書」（乙127・26頁）では、100 km 以下の断層帯については松田式を適用して地震規模を評価することがもっとも確からしいと記載されている。



【甲B325「岡村スライド」64頁に加筆】

審査ガイドⅠ「2.基本方針」(4)には、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動を策定すべきことが記載されており、これは地震動評価に穴が生じないために規定されたものである(甲A437「地震・津波検討チーム第11回会合議事録」38頁, 甲A438「地震・津波検討チーム第12回会合議事録」55頁(各藤原発言)参照)。伊方原発の基準地震動では、松田式のばらつきを踏まえていないだけでなく、科学的に十分な根拠がないセグメント区分をすることによって、地震動評価に穴が生じてしまっている。松田式や耐専式を480kmという長大な断層の一部区間に使うのなら、これらが適用できる最大のケースを想定して穴のない評価を心掛けるべきであり、本件基準地震動は前記審査ガイドの規定に反するというべきである。

## 2 長大断層に係る地震規模想定について

### (1) 長大断層の評価についての知見は仮説段階

スケーリングモデルとカスケードモデルという用語にすべり量の飽和を関連付けること自体は、専門家の間で一般に行われており（甲A302「第2回専門家フォーラム」17頁）、何ら誤った用法ではない。「レシピ」でも「カスケード地震モデル」につき「セグメントが連動して地震を起こしても個々のセグメントの変位量は一定」という説明がなされている（乙38「レシピ」8頁）。「活断層の長期評価手法」報告書でも、「W. G. C. E. P. (1995)の定義によるカスケードモデルを採用することは見合わせ」（乙127・26頁）とあることからもうかがわれる通り、債務者の考える「カスケード」と「スケーリング」の用語法は狭義に過ぎる。債務者が130kmケース、480kmケースで用いている地震規模評価手法は、債務者の定義によってもカスケードモデルというべきであろう。

だが、本件で問題なのは用語の使い方ではなく、中央構造線断層帯が広域に連動した場合を想定する上で、すべり量が飽和すると想定して基準地震動を算定することが適切か否かという点である。債務者が一定以上断層が長くなるとすべり量が飽和するという前提のもとに基準地震動を策定していることは疑いない。

債務者は、室谷ほか(2009)（乙129）及び室谷ほか(2010)（乙130）に基づき、長大断層に限れば地表最大変位量は震源断層の平均すべり量の2～3倍であり、地表最大すべり量は断層長さ100kmで10mに飽和するとしている（債務者準備書面（5）52、62頁）が、これらは未だ仮説の域を出ず、確立した知見ではない。

この点について、藤原広行・防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長（当時）は、「第5回 地震・津波に関する意見聴取会（地

震動関係)」において、債務者の中央構造線断層帯に係る地震動評価につき、遠田晋次委員より、Murotani et al. (2010)に関して、強震動の専門家の間でどのぐらい受け入れられているのかという質問がなされたところ、以下のように、室谷ほか(2009)と室谷ほか(2010)の内容をまとめたMurotani et al. (2015) (甲B386)が出されることを見越したような意見を述べている(甲A550の1・31頁)。

長大断層の評価についてはまだ途上である。1つの仮説としての検討結果が学会で発表されたというレベルである。ですから、まだ仮に論文としてまとまろうがどうしても、実際に起きた地震の記録を持ってきちんと検証されたという例がほとんどなくて、まだ多く仮説の段階である。ですから、長大断層についてのさまざまなパラメータ設定は1つの仮説の延長線上で、仮にこういうふうに置いたらこうなるというのが現状である。ですから、多くの不確実さを含んでいて、そういったものに対して一体どういう評価を行うのか判断が今ここで問われているという現状であると思います。

この発言の要旨は、野津意見書(甲A480・31頁)に記載されたものと一致すると言ってよく、強震動地震学の専門家の共通認識であると言える。

日本の長大な活断層から発生する地震動を予測することについては、データがほぼないため知見が固まっておらず、モデル、知見に係る認識論的な不確実性が大きい。本来、こういった限界を踏まえた上で、分からない点は出来るだけ安全側に考慮するというのが、原発の耐震設計においてあるべき「各種不確かさの考慮」(設置許可基準規則解釈別記2第4条5項二号⑤)である。

室谷ほか(2009)や室谷ほか(2010)が仮説段階であることは明らかである。債務者においては、実証された見解ではないことを正面から認め、その分の不確実さを考慮した地震動評価をすべきであるが、これを考慮していない点で債務者の評価は誤りである。

## (2) 室谷ほかのデータについて

室谷ほか(2009)(乙129)及び室谷ほか(2010)(乙130)を見ると、断層長さが100kmを超える地震は11個しかデータがなく、そのうちの10個までが海外のデータであって<sup>3</sup>(Stirling et al.(2002)は海外のデータである。)、前記室谷氏らの見解はそこから経験的に導かれたものであることが分かる。

だが従前より、「日本と北西アメリカの地殻内地震では、明らかな違いがあることがわかった。同じ地震モーメントの地震に対して、アスペリティで占められている面積はほぼ等しいが、日本の地震の破壊面積は小さく、平均すべり量は大きい」(Somerville et al,1993)(甲A322・292頁)等と指摘されていたように、海外のデータから経験的に日本の地震のすべり量を推定することには過小評価のおそれに伴う。

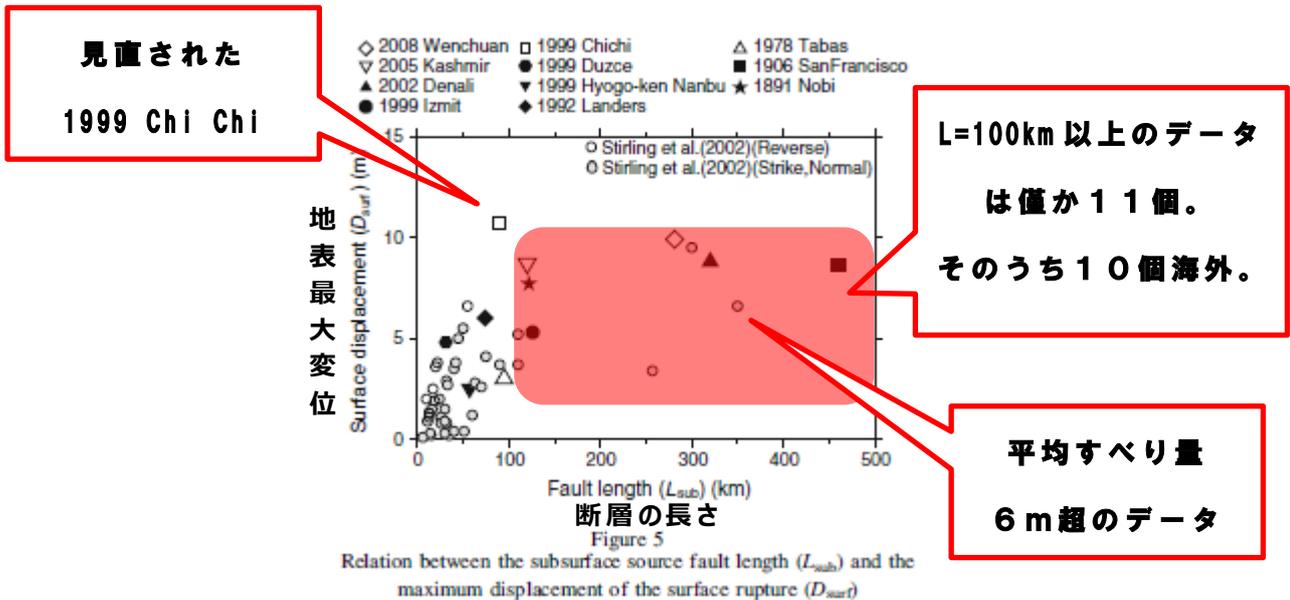
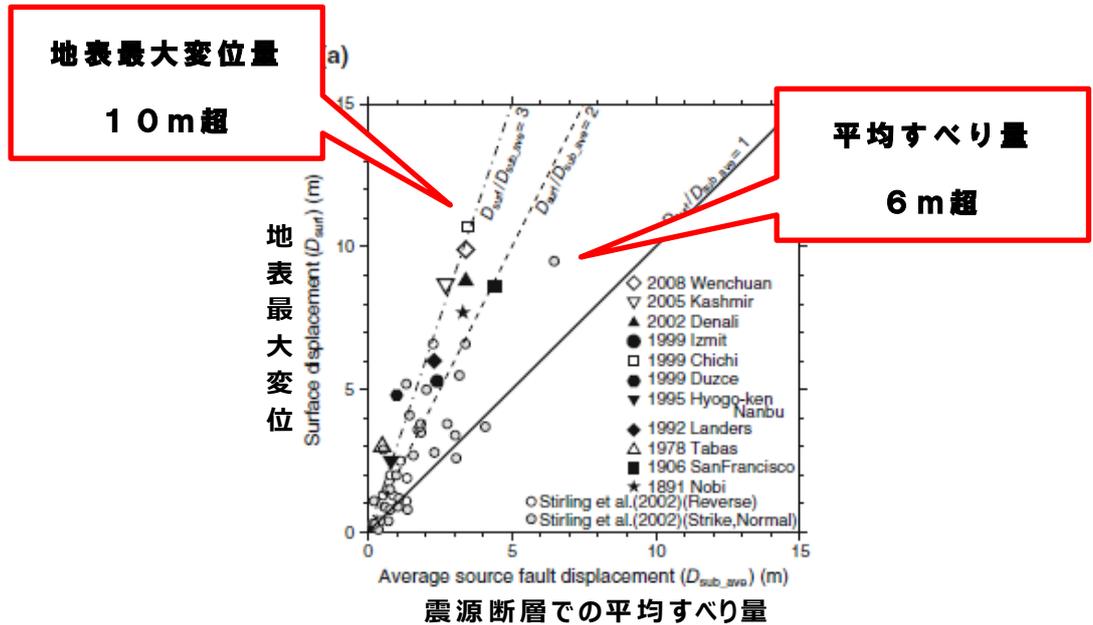
しかも、室谷ほか(2009)(乙129図2)を子細に見ると、限られたデータの中でも、地表最大変位量が10mを超えるデータ(1999 Chi台湾の集集地震)や、震源断層の平均すべり量が6mを超え地表最大変位量はその1.5倍程度のデータ(Stirling et al.(2002)

(Strike,Normal))(Figure5からすると断層長は約300km)という、室谷ほか(2010)等の結論と矛盾するものが存在する。なお、室谷

---

<sup>3</sup> 島崎邦彦氏はMurotani et al.(2015)が濃尾地震の断層長を122kmと見ていることには批判的であり、69kmに過ぎないとしている(甲A591「活断層で発生する地震の地震モーメント事前推定」)。島崎氏の見解を前提にすると、日本で長大な断層の観測記録と言えるようなものは一切存在しない。

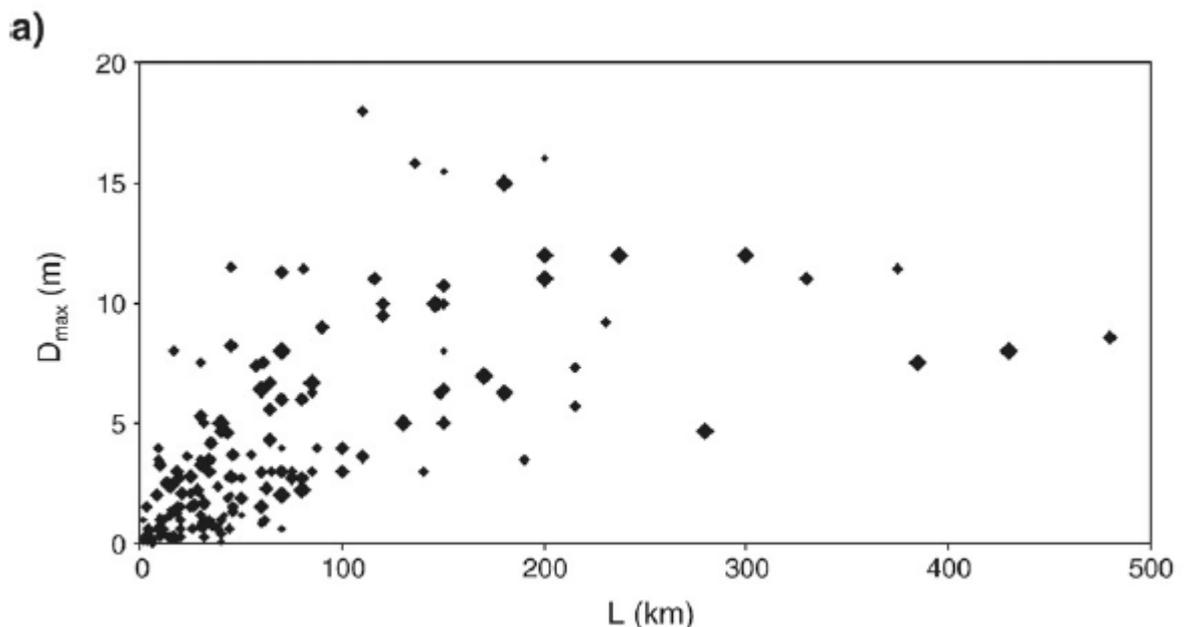
ほか(2010)では一度、集集地震のすべり量が10m未満に修正されたが、Murotani et al.(2015)(甲B386)では元に戻され10m超になっている(下記はMurotani et al.(2015)Figure2(a)及びFigure5から引用)。



さらに、推本の「『活断層の長期評価手法』報告書」(乙127・27頁)図2-9として掲載されているManighetti et al(2007)(甲B4

02 432頁 Fig.1) には、アジア、北西アメリカ、トルコ、日本の4地域における地震時の最大地表変位量（縦軸  $D_{max}$ ）が15 mを超えるものが4個、ずれの量10 mを超えるものは約20個プロットされており、断層長さ100 kmで最大地表変位量10 mに飽和するとは見えない。

以下には Manighetti et al(2007)（甲B402 432頁 Fig.1）のうち曲線のないものを引用するが、これを見れば、過去のデータ上、すべり量は飽和すると言えるのか、飽和するとしても何キロメートルの断層から飽和するのかについて、確定的なことを言うことがいかに困難であるかが分かる。



Manighetti et al(2007)で参照されている過去の地震の最大地表変位量は、Murotani et al.(2015)と大きく違うものもあるが、2016年熊本地震のように、精度の良い観測記録が相当数収集されている地震でも、最大すべり量（地中）は、瀬瀬他では8.3 m、久保他では3.8 m、Yagi et al.では5.7 mと、解析者によってかなりばらついている（甲B325「岡村スライド」25頁）。このように、特に最近

の日本国内で活断層近くのデータが相当数存在している地震でさえ、すべり量は解析者によって大きくばらつく。まして海外の地震や古い地震については、地盤情報も精度の良いものは少なく、設置されている地震計の数も十分ではないことから、すべり量の解析はさらに困難であって誤差が大きい。

以上の通り、断層長 100 km で地表最大変位量 10 m に飽和し長大断層では地表最大変位量が震源断層の平均すべり量の 2～3 倍になると見る室谷ほかの見解については、依然として不確かさが伴う。こういった不確かさを直視せず安易な想定をすることは、万が一のことまで考えなければならぬ原発の基準地震動の想定において相応しくない。

### (3) レシピ改訂と室谷ほかについて

債務者は、Murotani et al. (2015) がレシピに記載されたことによつて室谷ほか (2009) 等が確立された知見となったかのような主張をしている (広島事件債務者準備書面 (5) の補充書 (2) 10 頁) が、レシピでは、Murotani et al. (2015) のうち  $M_0 = S \times 10^{17}$  という関係式が採用されただけであり<sup>4</sup> (乙 38・4 頁)、地表最大すべり量は断層長さ 100 km で 10 m に飽和するという部分も、長大断層に限れば地表最大すべり量は震源断層の平均すべり量の 2～3 倍となるという部分も、レシピでは採用されていない。

むしろレシピでは、断層幅と平均すべり量が飽和する目安として、 $M_0 = 1.8 \times 10^{20} (\text{N} \cdot \text{m})$  が記載された (乙 38・12 頁) ことからすると、Murotani et al. (2015) において断層長 100 km ですべり量が飽和する旨の見解は否定されたとも解される。

---

<sup>4</sup> 推本では全国地震動予測地図を作らなければならない関係上、かねてから室谷氏らの知見を用いて長大断層から発生する地震規模を推定していた。その関係で新しいレシピにおいては Murotani et al. (2015) を記載することになったと思われる。

#### (4) 小括

480 kmもの長大な活断層から発生する地震動を予測する手法は確立されていないため、そのような規模の断層から発生する強震動を想定しなければならないことが明確になった時点で、伊方原発は立地不適であると考えるのが正しい。

だが、もしどうしても伊方原発の地震動評価をしなければならないとしたら、保守性の確保のために、すべり量は飽和しないという仮定を置くべきである。

#### (5) 長期評価との齟齬について

##### ア ずれの量について

債務者は、長期評価における石鎚山脈北縁西部－伊予灘のずれの量の最大値7 mという設定を室谷ほか(2010)等及び堤・後藤(2006) (乙128)等の知見から過大であるかのように主張する(準備書面(5)49頁, 広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)12頁)。

岡村眞高知大学特任教授によると、堤・後藤(2006)に記載されている四国西部での変位量2～4 mというのは、前回の活動(最新の活動)の変位量にすぎない(甲B325「岡村スライド」75頁)。長期評価(乙33・2, 33頁)によると、四国東端の鳴門市付近から愛媛県伊予市を経て伊予灘の佐田岬北西沖付近に至る範囲では、16世紀に最新活動があったと推定されているが、比較的短い時間間隔で複数の区間に分かれて活動した可能性があり、最新活動時にどの区間が連動したのかは分からない。仮に活動区間が同じとしても、前回のすべり量が次のすべり量と同じになるかどうか分からない。将来における130 kmや480 kmといった広域での連動の際のずれの量が最新活動時と同じになる保証はなく、不確実性は大きい。

また、岡村教授によると、堤・後藤(2006)は痕跡が残されている場所のみにデータが限られており、データの分布は均等ではなく、数も十分ではない(甲B325「岡村スライド」76頁)。債務者は、2～4mという数値を最大地表変位量と見るようであるが、限られた調査結果を最大値と解釈することには飛躍がある。

Wells and Coppersmith (1994) (甲A552) (同論文では100kmを超えるような断層も対象となっている。)によると、平均的には「地中平均すべり量」は「地表平均すべり量」の1.32倍とされている。長期評価における「地表のずれの量は、地下の断層面におけるずれの量と同量ではない可能性がある」旨の記載は、むしろ地中では地表よりもずれの量が大きい可能性を指摘するものと解すべきである。

限られたデータしか存在せず不確かさが大きいことを前提に、将来発生し得る最大規模の地震について地中平均すべり量を予測する場合、中央構造線断層帯の震源断層は地下でつながっていると考えられることから、石鎚山脈北縁西部－伊予灘の活動区間(約130km)について、他の区間における調査結果の最大値(讃岐南縁；7m)から推定することは、特段不自然なことではない。

債務者は、断層の平均すべり量を地表最大変位量と同じ7mに設定すると、室谷ほか(2009)の知見に照らせば地表最大変位量は14～21mとなるとし、室谷ほか(2010)の知見や堤・後藤(2006)の調査結果と整合しないとしているが、室谷氏らの知見が仮説に過ぎないことは、前記の通りである。堤・後藤(2006)における四国東部の変位量7mも、四国西部における2～4mのずれの量も、たまたま見つけた最新活動時のずれの量に過ぎず、130kmや480kmが将来連動する際の地表最大変位量と同じになるとは言えない。

前記債務者の主張は、堤・後藤(2006)の解釈を誤り、確実でない知見をさも確実であるかのように用いている点で、不適切である。

広島事件において、債務者は、「地震調査研究推進本部は、断層の平均すべり量を地表最大変位量と同じ7 mに設定している」と主張している(準備書面(5)の補充書(2)13頁)が、長期評価も堤・後藤(2006)も、7 mを「地表最大変位量」とは認定していない。

なお、推本はずれの量をすべての区間で7 mと仮定しない場合のモーメントマグニチュードも算出し、当麻断層－伊予灘西部断層まで約360 km区間につきMw 7.9－8.3としている(乙33・78頁)。この数値からしても、債務者の想定(480 kmケースでMw 7.7－8.0)はやはり過小である。

#### イ 断層幅について

債務者は長期評価において中央構造線断層帯東部の区間の断層傾斜角を15度－45度としていることにつき、力学的に横ずれ断層の現実的な想定とは言えない旨主張している(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)14頁)が、推本がそれでも敢えて15度までの想定を置いたのは、地表付近の断層傾斜の状況や地震学の知見を踏まえ、仮に力学的に考え難いとしても、震源断層がその程度傾いている可能性を否定することは出来ないと結論したことを意味している。金剛山地東縁区間は逆断層であるので15度程度は通常範囲内であるが、その他の区間も上下方向のずれを伴う横ずれとされていること(乙33・11頁)からして、傾斜角15度はあり得ない想定ではない。

債務者は、広島事件において、480 km北傾斜ケースにおいては、金剛山地東縁－和泉山脈南縁の区間において、「中央構造線断層帯(金剛山地東縁－和泉山脈南縁)の地震を想定した強震動評価

について」と同じ断層幅の設定になっていることを主張している(債務者準備書面(5)の補充書(2)14頁)が、推本の強震動評価は、あくまでも平均的な想定に基づいたものであり、推本の平均的な想定を応力降下量等の不確かさを重畳させない北傾斜ケースでフォローすればいいという発想自体、原子力事業者として誤っている。債務者は、北傾斜のその他の区間の設定を長期評価と同程度とするが、北傾斜ケースで債務者は「讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部」(132km)の断層幅は20.8kmを設定しており、これは長期評価における同区間の断層幅(20－30km)のほぼ最小値である。別表で示すように、債務者は長期評価に沿った断層幅の想定は「不確かさ考慮」の北傾斜ケースでしか行わず、しかも長期評価で示された最大の断層幅の想定はしていない。

債務者は「詳細な調査」の結果、中央構造線の震源断層が高角度であるとしているが、債務者が活断層の「詳細な調査」を実施したのは敷地周辺だけである。「詳細な調査」が行われていないその余の部分については、長期評価に示された断層幅を無視する根拠を見出し難い。

さらに言えば、長期評価における地震発生層の下限の深さは、地震観測結果から概ね15km程度と推定されているが、大地震時には地震発生層の下縁が想定より深くなることが言われている(後述第3・2)。そのことからしても、長期評価における断層幅の想定は何ら過大ではない。

#### ウ 「活断層の長期評価手法」報告書の不採用について

債務者は、「活断層の長期評価手法」報告書(乙127)に示された、断層幅の4倍を超えない活動区間に区分して地震規模を求める手法につき、地震学的に合理性を有すると主張しており(準備書

面（５）６２頁），債権者らとしても，この合理性を全否定するつもりはない。

しかし，この手法によるとどの程度正確に長大断層から発生する地震の地震規模を予測できるのかという点の検証はなされておらず，この手法が記載されるに至ったのは，理論的な理由のみによるものである。だが，長大断層については観測例が少ないため，この理論式については不確定性が大きい。

推本の長期評価部会としても，「マグニチュード 8.0 程度もしくはそれ以上」という，自治体の防災担当者が困惑するような中央構造線断層帯の長期評価の記載は，可能であれば改めたいと考えていたはずである。推本が平成 23 年に長期評価を改訂するに当たり，もし上記手法の信頼性を高く見ているのであれば，当然この手法によって将来発生する地震規模の最大値を算定したはずである。だが推本はこれをせず，「マグニチュード 8.0 程度もしくはそれ以上」という記載はそのままにし，かつ中央構造線断層帯については多くの調査により地表付近の断層の傾きや過去の活動におけるずれの量が報告されていることを踏まえ，従前どおり Kanamori (1977) の式によってモーメントマグニチュードを算定することとした。つまり推本は，中央構造線断層帯については，「活断層の長期評価手法」報告書に記載した手法を用いるより，Kanamori (1977) による方が，適切に地震規模の上限を画することができるという判断をしたということである。

このことからしても，債務者において「活断層の長期評価手法」報告書に記載されている手法を採用している<sup>5</sup>からといって，長期

---

<sup>5</sup> ただし厳密には，債務者は断層幅を 13 km とし，その 4 倍よりも長い区間を設定しているため，「活断層の長期評価手法」報告書に記載された手法はとっていない。

評価に記載された最大のモーメントマグニチュードを無視してもよいということにはならない。

## エ 小括

前記の通り，長期評価は一般防災を対象にした想定をしているに過ぎず，原子力発電所の評価ではその地震規模に上乘せすることが検討されてしかるべきである。債務者の主張からは，長期評価に記載されたモーメントマグニチュードを無視してもよい正当な理由は見いだせず，130kmケース，480kmケースの地震規模の過小評価は明らかである。

## 3 距離減衰式のばらつき

### (1) 耐専式のばらつきについての債務者の主張

債務者は，耐専スペクトル（耐専式）のデータベースのばらつきは，各データが観測された地点の地域特性そのものであるところ，本件発電所の地震動評価において反映すべきは本件発電所の地域特性であることから，耐専スペクトルのばらつきを考慮しなくてもよいかのような主張をしている（準備書面（5）67頁）が，これには以下の3点で誤りがある。

まず第1に，距離減衰式のばらつきの要因の約半分は偶然的不確定性による旨の債権者らの主張を無視し，ばらつきをすべて地域特性として事前に把握できることを前提としている点で誤りである。

第2に，仮に耐専式のばらつきに地域特性が影響しているとしても，ばらつきを示す各データに具体的にどのような地域特性が影響しているのかを特定しなければ，伊方原発にそのような地域特性があるかどうか確認できないはずだが，その点の検討を怠っている点で誤りである。

第3に、耐専式のばらつきに地域特性として事前に把握できるものがあるとしても、データの少なさや知見ないし技術の限界による認識論的不確定性によるばらつきは残っており、その可能性を認めていない点で誤っている。

以下これら3点について詳述する。

## (2) 偶然的不確定性の無視

一般に、地震動予測式のばらつきの要因は認識論的不確定性と偶然的不確定性に区分される。認識論的不確定性は、「より正確なモデル化や新しい知見・データを追加することで低減可能なばらつき」、偶然的不確定性は「新しい知見・データが追加されても低減不可能なばらつき」と定義されている（甲A307「距離減衰式における地震間のばらつきを偶然的・認識論的不確定性に分離する試み」、甲A308「距離減衰式のばらつきに関する検討」参照）。

債務者は、伊方原発の地域特性を適切に反映したと主張するが、地震の本質は破壊現象であるから、不可避的に「偶然的不確定性」を含むのであり、これに起因して地震動予測式にバラツキがあることは必然である。島崎邦彦氏が千葉地裁で、「地震の発生は破壊現象であり、その中には必然的に偶然に支配される部分が入ってきます。ですから、地震あるいは津波の詳細まで予測することはできません。」（甲A546の1 平成27年7月10日付け速記録40頁）と証言している通りである。

内山・翠川(2013)（甲A118，甲A307・38頁）において「震源特性における震源メカニズムや破壊伝播方向，伝播経路における媒質（速度，減衰構造）の不均質性，サイト特性における地盤の不整形性や入射角などによる地震動強さの違いは予め想定することが困難であり，これらが地震間および地震内のばらつきにおける偶然

的不確定性の要因になっていると考えられる。」と示されている通り、震源特性、伝播（経路）特性、増幅（サイト）特性との3分類をしても、いずれにも偶然的不確定性が絡んでくる。

さらに、耐専式に限らず、距離減衰式は少ないパラメータで地震動を予測することから、「モデル化しない（できない）ことによって生じる偶発的ばらつき」（甲A130山田・他(2007)105頁参照）は不可避であるとされる。

距離減衰式における「偶然的不確定」によるばらつきを否定する見解は皆無であり、「偶然的不確定性」を低減させることは、この概念の定義上できない。したがって、強震動予測を行う場合、当該予測手法のばらつきによって想定を上回ることを避けるためには、出来るだけこの「偶然的不確定性」を定量的に把握した上でその分の余裕を持たせることが重要である。

内山・翠川(2013)（甲A118，甲A307・38，48頁）では、既往の研究において、距離減衰式の回帰分析における地震間のばらつきの標準偏差の70%程度、地震内のばらつきの標準偏差の40～50%程度が、偶然的不確定性によると指摘されていることを踏まえつつ、偶然的不確定性の標準偏差は、距離減衰式における地震間のばらつきの標準偏差に比べ、最大加速度はその60%程度、最大速度はその80%程度となるという研究成果が述べられている。この研究成果からすると、距離減衰式全体のばらつきの概ね半分程度は、偶然的不確定性によるものと見ることができる。

距離減衰式を発表する論文には必ずと言っていいほど、その元データとの回帰誤差が示されている。各式によってその数値は異なるが、例えば、本件で用いられている距離減衰式の1つである内山・翠川(2006)の回帰誤差は、下記図8（甲A309・85頁）から読み取

れる限り，対数標準偏差（下記縦軸standard deviation）で0.3～0.5の範囲にある。これは，標準偏差で平均値から2倍，3倍程度までばらつくということを意味する。

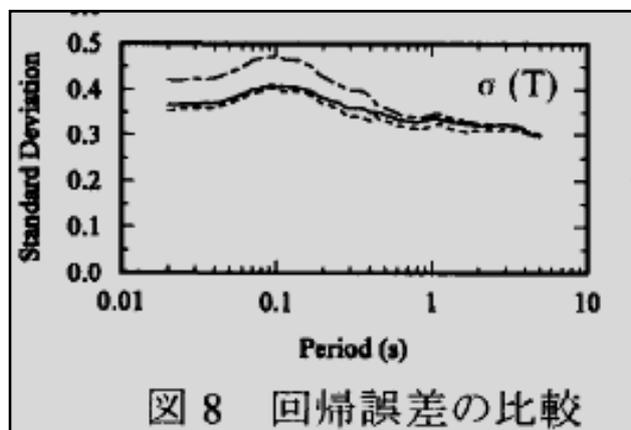
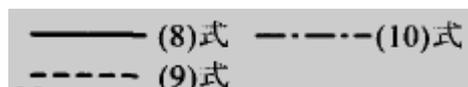


図 8 回帰誤差の比較



【甲 A 3 0 9 内山・翠川(2006)・85頁】

債務者は，本来こういった既往の研究成果を活用して偶然的不確定性によるばらつきを定量的に評価し，基準地震動評価に取り込むべきであり，それは十分可能であるはずが，これを怠っている。

この点，IAEAの安全基準SSG-9の5.6でも，距離減衰式には偶然的不確定性( $\epsilon_{gm}$ )を要素として含むべきこと，同7.1(4)(iv)では距離減衰式等の地震動予測式における関係式のばらつきを考慮すべきこと，同(5)では偶然的不確定性と認識論的不確定性の両方を適切に取り扱うべきことが記載されている。距離減衰式において偶然的不確定性を考慮しないというのは，「確立した国際的な基準」（原子力基本法2条2項）に反し不合理な評価である。

債務者は，広島事件において，偶然的な不確かさについて，安全

側に重畳させて基本震源モデルに予め織り込むこととしたとも主張している（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）18頁）が、距離減衰式の適用に際し具体的にどこへどのように織り込んだのか、明らかではない。債務者において偶然的不確定性による距離減衰式のばらつきを考慮できておらず、敢えて債務者に有利に考えても、内陸補正係数を用いないという方法でしかこれを考慮していない。

### **(3) 偶然的不確定性の考慮は新規制基準の要請**

審査ガイド I 3.3.3（2）①1）では、アスペリティの位置・応力降下量や破壊開始点の設定等は特に重要であるとされているが、耐専式等の距離減衰式を用いる「応答スペクトルに基づく手法」では、応力降下量や破壊開始点の不確かさをパラメーターとして考慮することはできない。したがって、これらは、山田ほか(2007)（甲A 130）表1「“バラツキ”の分類」に記載された「①モデル化しない（できない）ことによって生じる偶発的なバラツキ」であり、耐専式の偶然的不確定性の要因と言うことも出来る。

債務者が、広島事件において、設置許可基準規則解釈別記2第4条5項二⑤に関し、「応答スペクトルに基づく地震動評価では断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを考慮するなどしているが、より詳細な不確かさについては、断層モデルを用いた手法による地震動評価において考慮した」（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）18頁）と主張していることからすると、債務者は、アスペリティ応力降下量や破壊開始点等の不確かさは断層モデルを用いた手法だけで考えれば十分であるという認識のようである。

だが、現在の断層モデルに基づく手法に、距離減衰式を上回る高度の信頼性があるとは言えない。そのことは、推本のレシピでも「予測結果の検証」として距離減衰式を用いた推定値との比較が記載さ

れている（乙38・33頁）ことからして明らかである。したがって、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動評価」において、応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法の2つを併用させる趣旨は、いずれの手法でも十分な保守性を確保することで手法の未成熟さによる過小評価のおそれを可能な限り低減させるところにあると解すべきであり、そうである以上、その一方において不確かさの考慮が不完全で非保守的となってもよいということにはなり得ない。

糸井ほか(2009)<sup>6</sup>には、「距離減衰式の地震間誤差が主に断層パラメータの影響で説明可能であることを示した」（甲A554・128頁）とあることからしても、距離減衰式のばらつきは、主に断層モデルにおける断層パラメータの不確かさに相当するものと考えられる。

よって、アスペリティの応力降下量や破壊開始点の設定等、「応答スペクトルに基づく手法」における偶発的不確定性ないし「モデル化しない（できない）ことによって生じる偶発的なバラツキ」は、耐専式等の距離減衰式による地震動評価に定量的に地震動を上乗せすることによって考慮するのが、設置許可基準規則の解釈別記2第4条5項二⑤や審査ガイドI 3.3.3（1）で要求されている、不確かさの適切な考慮というべきである。

#### **(4) ばらつきの原因となる「地域特性」の詳細が不明**

第2点目として挙げたように、債務者は過去のデータのばらつきの原因となる地域特性を十分に特定できておらず、したがって伊方原発におけるそのような地域特性の有無につき確定できないはずが、債務者は「耐専スペクトルのデータベースのばらつきは、本件

---

<sup>6</sup> 糸井達哉，翠川三郎，鬼頭順三，三浦弘之，内山泰生，坂本成弘「統計的グリーン関数法で評価した地殻内地震の応答スペクトルのバラツキ」日本地震工学会論文集，第9巻，第1号，2009，128-142頁

発電所とは別の観測地点の地域特性を反映したものである」(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)16頁)等と抽象的に述べるだけで、この点を誤魔化している。

したがって、伊方原発に地震動を大きくするような地域特性が存在する可能性は否定できないから、耐専式のばらつきの考慮を避けるべきではない。

### **(5) 認識論的不確定性と事前調査の限界**

第3点目として挙げたデータの少なさや知見ないし技術の限界による認識論的不確定性によるばらつきに関し、「第5回 地震・津波に関する意見聴取会(地震動関係)」<sup>7</sup>において、東京大学教授の高田毅士委員が、「我々が対象にしているような大きな地震というのはなかなかデータがない、非常に知識が少ない。そういうところに起因する不確実さということで、必ずしも調査だけではない」(甲A550の1 議事録8頁)と述べているように、いかに債務者が調査をしようと、大規模な地震についてはデータも知識も非常に少ないのであるから、事前に認識論的可能性を低減できる幅は極めて限られている。

債務者は、伊方原発の地盤の地下構造について、地震動を増幅させる特異な性質のない良質な地盤であると主張している(答弁書144頁)が、だからと言って激しい地震動に襲われない保証はない。新潟県中越沖地震の際に激しい地震動に襲われた柏崎刈羽原発を設置する東京電力も「(原子炉を)揺れの少ない強固な岩盤上に建

---

<sup>7</sup> 東北地方太平洋沖地震と福島原発事故を踏まえて、原子力安全・保安院が設置した審議会。当初は「地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会」という名称であったが、第3回から名称が変更され「地震・津波に関する意見聴取会」となった。同意見聴取会は、平成23年9月30日から原子力規制委員会が発足する直前の平成24年9月7日まで続き、本会議は第1回から第23回まで実施された他、地震動関係の分科会が第1回から第7回まで実施された。

てています」と説明している（甲B403 東京電力ホームページ「地震対策」）ように、幾ら強固な岩盤上に建てられているとしても、地震動のリスクは看過できるものではない。

さらに、債務者が行った程度の調査では、伝播経路特性や地盤増幅特性について、どの程度詳細に把握出来ているのか、極めて疑問である。

まず債務者は、比較的規模の大きい過去5つの内陸地殻内地震を用いて、増幅特性の検討を行おうとしている（乙11・6-5-65頁、同146頁）が、震央距離が121～280kmと遠く、過半数が耐専式の適用範囲外である（甲A97の1「伊方発電所 地震動評価について」20頁）。観測された加速度は0.9～3.4ガル（ $\text{cm/s}^2$ ）と非常に小さく、地震規模（M6.6～7.3）も本件で想定されているものより小さい。これをもって敷地前5～8kmにある断層が活動した際にも増幅特性によって地震動が大きくなると言うことは出来ない。

また債務者は、15の微少地震（M2.2～4.5）の敷地観測記録を用いて到来方向による差異の確認をしようとしている（乙11・6-5-66頁、甲A97の1・22頁）が、敷地南方からの地震観測記録の中でも応答スペクトル比が20倍程度ばらついている（乙11・6-5-148頁、甲A97の1・23頁）。到来方向以外の要因が応答スペクトルばらつきに与える影響は非常に大きいと考えられ、やはりこれをもって到来方向による差異がないとの判断はできない。その中でも、敷地西方からの観測記録に短周期側でやや大きめの観測記録があるが、債務者がこれについて詳細な検討を行った形跡はない。

債務者は深部ボーリングを行って地下2kmまで特異な速度構

造はなく硬い岩盤であることを確認したとも主張している（答弁書 146頁）が、深部ボーリングが行われた場所は3号炉から南西側に約1kmも離れた1箇所だけである（乙35・30頁，甲A97の1「伊方発電所 地震動評価について」29頁）。伊方原発主要建屋が立地する地盤が調査された地盤と同様である保証はない上、実際に敷地前断層が活動した際にここを地震波が通過することが想定されるわけでもない。その他債務者が示している敷地の地質構造も大雑把なものでしかない（乙35・32～36頁）。

オフセットVSP探査によって地下構造評価を行った解析側線も1本しかなく（乙35・55頁，甲A97の1・39頁），敷地前断層とは伊方原発を挟んで反対側であるから，やはり敷地前断層が活動した際に債務者が調査した地盤を地震波はほとんど通過しないと考えられる。

2009年駿河湾地震の際には，局所的な「低速度層」の影響で，浜岡原発5号機において他の号機よりも大きな揺れが観測されたとされている<sup>8</sup>が，債務者の調査では，同様の「低速度層」が伊方原発3号機と敷地前面断層との間にあったとしても，見逃してしまうだろう（債権者準備書面（5）補充書2第2・5（30頁））。同年新潟県中越沖地震の際に柏崎刈羽原発1号機側で特に地震動を増幅させた褶曲構造も，それ自体は局所的なものであり，やはり債務者の調査では事前に特定困難である。

また前記の債務者の説明は，地下浅部（2～4km以浅）の地下

---

<sup>8</sup> 2009年（平成21年）8月の駿河湾地震（M6.5 スラブ内地震）において，浜岡原発5号機では他の号機よりも2倍程度強い揺れが観測され，一部の観測記録は基準地震動S1による応答加速度を超過した。中部電力は，この地震後に地下構造の特性を調査した結果，5号機の地下300～500mのところに，地震波であるS波の速度が周囲の岩盤に比べて3割程度低下している局所的な「低速度層」が確認されたとしている（甲A439「駿河湾の地震に関する浜岡原子力発電所の状況」）（答弁書290頁参照）

構造に係るものでしかないが、敷地前面の震源断層の下端は、債務者の主張を前提としても地下15kmにある。つまり、地下深部の構造の影響によって地震波が増幅される伝播経路特性によるばらつきについては、債務者の調査ではほとんど考慮できない。新潟県中越沖地震の際に柏崎刈羽原発を襲う地震動を2倍程度に増幅させた深部地盤の不整形（地下4～6km）が伊方原発の地下あったとしても、債務者が行った程度の調査では、それを事前に特定することは困難である。

なお、地盤の問題が指摘されていない福島第一原発でさえ、東北地方太平洋沖地震の際に観測された地震動は、隣り合った1号機から4号機までで、319ガルから550ガルまでばらついていた（いずれも東西方向、基礎盤上）（甲B4「国会事故調」199頁）。新潟県中越沖地震の際も、柏崎刈羽原発1号機でののはぎとり波が1699ガルとされているのに対し、隣接する同2号機では1011ガルであった（甲B300・添付資料2頁）。ここからは、同じ地震でも、僅かな増幅特性や伝播特性の違いで、最大加速度が1.5倍以上ばらつくことが分かる。東京電力も、このように隣り合う原子炉で地震動に1.5倍以上のばらつきが生じることはまったく想定出来ていなかった。債務者が行った調査も、このような細かい特性の違いを補足できるような緻密なものではない。

以上の通り、「偶然的な不確定性」のみならず「認識論的な不確定性」によっても、伊方原発を襲う地震動が大きくなる可能性は否定できない。したがって、この点のばらつきを考慮して地震動想定に上乘せしない限り、当該敷地を襲うおそれがある最大の地震動を考慮したことはない。

日本では、過去に幾度も原発の設計の基準となる地震動を超過し

た事例があり、そのうちのすべてが、各原子力事業者において「詳細な調査」が実施されていたにもかかわらず、債務者が言うところの「地域特性」を事前に十分把握できていなかったことによって基準を超過したと言える（答弁書288, 298頁）ことからすれば、不確定性の無視は許されない。これまでの再三にわたる「想定外」から、地震動に係る「地域特性」を地震発生前に把握することが極めて困難であることは明らかである。債務者は、遠からぬ過去に他の原子力事業者（東北電力、北陸電力、東京電力、中部電力）が「地域特性」を見落としていたにもかかわらず、なぜ債務者に限ってその見落としがないと言えるのかという点については、十分な疎明ができていない。

#### **(6) 新潟県中越沖地震についての債務者主張の誤り**

広島事件において、債務者は、新潟県中越沖地震では、逆断層であったために、断層面が敷地の方向に傾いてアスペリティと敷地との距離が近くなり、またパルス波が増幅されるような位置関係になったことから、新潟県中越沖地震で短周期レベルが大きくなったのは、まさに逆断層型の地震であったことによるものであると主張している（広島事件債務者準備書面（5）の補充書2・16頁）が、論理が飛躍している。

原子力安全基盤機構の分析によると、新潟県中越沖地震で短周期レベルが大きくなった要因は、アスペリティの性質とその破壊形式にあり、このことから債権者らは、同様の性質のアスペリティや破壊形式は横ずれ断層とされる伊方原発敷地前断層が活動した際に生じる可能性は否定できないと主張している（本件債権者ら準備書面（5）基準地震動再反論26頁）。アスペリティが敷地と近くなったことや、パルス波が増幅されるような位置関係となったことは、柏崎

刈羽原発で大きな地震動が観測された要因にはなったかもしれないが、震源の性質そのものである短周期レベルの増大とは無関係である。債務者は、伊方原発前面海域断層におけるアスペリティの性質やその破壊形式が新潟県中越沖地震と同様となる可能性について、何ら否定できていない。

確かに逆断層の方が横ずれ断層よりも短周期レベルが大きくなる傾向があるという知見はあるものの、未だ定説と言えるものではない。推本のレシピでは逆断層と横ずれ断層の短周期レベルについて書き分けていない（乙38・9頁）ことからしても、それは明らかである。

例えば、染井ほか(2010)<sup>9</sup>では、「断層タイプ別に短周期レベルAを比較すると、本研究での解析条件から得られた結果は、明瞭な違いは見られなかった。佐藤と同等の条件で解析した結果、逆断層型の地震の方が横ずれ断層型の地震よりAが大きいのにも見えるが、佐藤で示されるほど明瞭な違いはなかった。」とされ、「解析手法の違いによるモデルパラメータ推定値の違いについて、比較検討が必要である」（甲A555・310頁）と結ばれている（甲B326長沢「伊方3号の基準地震動に関する補足説明」viii～xも参照）。短周期レベルは解析手法に依存する不安定なパラメータであることに留意すべきである。

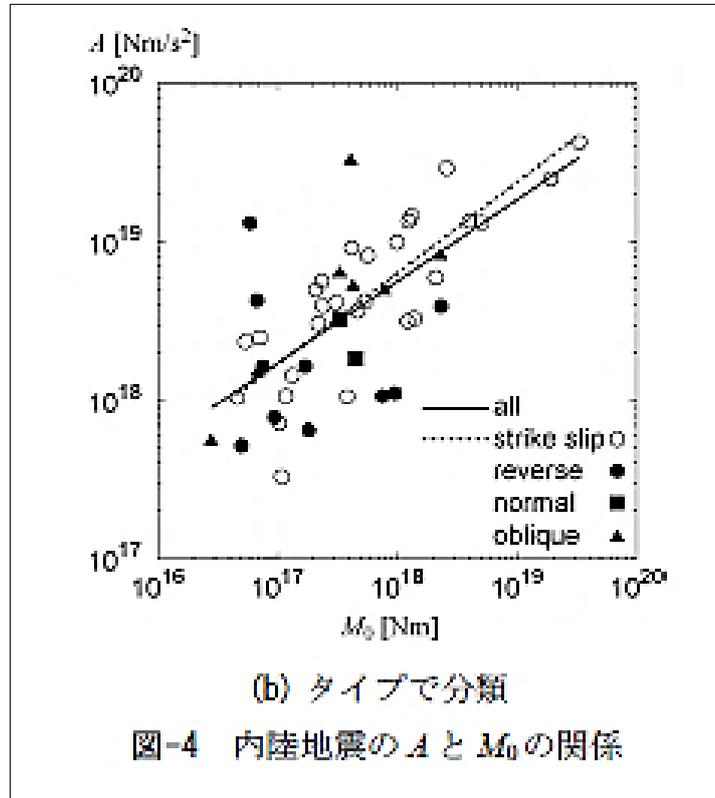
むしろ横ずれ断層の方が短周期レベルは大きくなるという知見もある。次の図は、片岡ほか(2006)<sup>10</sup>（甲A557・745頁）に掲載

---

<sup>9</sup> 染井一寛，浅野公之，岩田知孝「ひずみ集中帯内外で発生した地殻内地震系列間の震源特性の比較」第13回日本地震工学シンポジウム(2010)

<sup>10</sup> 片岡正次郎，佐藤智美，松本俊輔，日下部毅明「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」土木学会論文集 AVol.62 No.4, 740-757,2006.10

された，1978年から2003年までの， $M_w$  4.9以上の47の内陸（地殻内）地震のすべりのタイプ別の短周期レベル（縦軸A）と地震モーメント（横軸 $M_0$ ）との回帰式を表したものである。



実線は内陸地震全体（all）の回帰線であり，点線は横ずれ断層（strike slip）だけの回帰線である。やや大きめの地震（概ね  $M_0 > 10^{17}$  [N・m]）については，同じ地震モーメントで比較すると，横ずれ断層は内陸地震全体よりも短周期レベルが大きくなる傾向があるとされている。

逆断層（reverse）を示す●は全部で10個あるが，そのうちの7つまでが，全体の回帰式を示す実線よりも右下にプロットされている。このグラフからすると，同じ地震モーメントで比較した場合，逆断層の短周期レベルは内陸地震全体よりも小さくなる傾向があることになっている。

よって，片岡ほか(2006)のデータ上，逆断層よりも横ずれ断層

の方が、短周期レベルが大きくなる傾向があると言えることができる。

しかも、伊方原発周辺は圧縮場になっている（後記第3・7(2)）。敷地前面海域断層が逆断層の成分が入った横ずれ断層と考えられることからしても、やはり短周期レベルが大きくなるということが考えられる。

このように、中央構造線断層帯が横ずれ断層であるからと言って、その短周期レベルが新潟県中越沖地震のように大きくはならないとは言えない。

#### **(7) 債務者の主張するばらつきについて**

債務者は、広島事件において「本件発電所の地震動評価として相応しいばらつき（平均値とのかい離）を適切に考慮している」と主張している（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）16頁）が、そのような主張をするのであれば、債務者が考える平均値と考慮したばらつきについて、数値や図をもって特定し具体的に示すべきである。

ところが債務者は、広島事件において、断層の長さが異なる応答スペクトル、耐専式を適用していない応答スペクトル、プレート間地震や海洋プレート内地震についての応答スペクトルを1つの図に合わせて記載することで、さもばらつきを考慮したかのような主張をしかしていない（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）19頁，20頁図3）。震源や用いている距離減衰式が違えばその適用結果が違ふのは当然のことであり、これで耐専式のばらつきを考慮しているとは言えない。債務者がこのような主張しかなければ、耐専式を適用するケースにおいて、内陸補正を乗じないことによる平均値から1.6倍程度のばらつきしか考慮しておらず、

それでは不十分であることをよく認識しているからである。

防災科学技術研究所の藤原広行氏は、「今の基準地震動の値は一般に、平均的な値の1.6倍程度。実際の揺れの8～9割はそれ以下で収まるが、残りの1～2割は超えるだろう」（甲A12 平成27年5月7日付け毎日新聞）と発言しているが、高浜原発その他の原発では耐専式で内陸補正係数を用いないこととそれに若干上乗せした程度の「不確かさ考慮」により基準地震動のレベルが決まっていることと、耐専式の基データのばらつき、及び対数正規分布を念頭に置いた発言と考えられる<sup>11</sup>。伊方原発で耐専式を適用したケースについても、少なくとも実際の揺れの1～2割は超えるであろう。

## (8) 小括

そもそも、地域特性を把握するための「詳細な調査」をしている主体は債務者であるが、比較的簡便な調査で敷地前面海域の断層群が活断層であることを明らかにすることは可能であったにもかかわらず、中央構造線断層帯が活断層であることを1～3号機の設置許可申請書に記載しなかった債務者が、「詳細な調査」により地震動が大きくなるような要因を何か発見していたとしても、これを包み隠さず申告するとは考えられない。

その点は措くとしても、債務者は、前記の通り、あらゆる不確定性についてこれをないものと仮定し、地震動を上乗せしないと言っているに過ぎない。大津地決平成28年3月9日では、「債務者（関西電力）は、応答スペクトルの策定過程において耐専式を用い、近

---

<sup>11</sup>「1～2割は超える」というのは、耐専式の基データのばらつきが標準偏差で1.7倍程度であり、「不確かさ考慮」で1σ程度は補えていることをイメージしてのものと思われる。だが耐専式のばらつきは標準偏差で倍半分程度である（債権者準備書面（5）59頁）とすると、1～2割以上超えることが考えられる。

年の内陸地殻内地震に関して、耐専スペクトルと実際の観測記録の乖離は、それぞれの地震の特性によるものであると主張するが、そのような乖離が存在するのであれば、耐専式の与える応答スペクトルが予測される応答スペクトルの最大値に近いものであることを裏付けることができているのか、疑問が残るところである」（甲B3・50頁）と判示されたが、最大値を評価しようとするのであれば、内陸補正係数を用いない程度ではそのばらつきの考慮が十分でないことは明白である。

内陸補正係数を用いない程度では最大値を評価したことにはならないことは措くとしても、債務者が耐専式を適用しているケースについては、内陸補正係数を用いないことで、まだしも多少なりともばらつきを考慮出来ていると評価できる。しかし、債務者が用いた9つの「その他距離減衰式」については、まったくばらつきが考慮されておらず、地震動評価の瑕疵が著しい。債務者は検討ケースを複数設定することでばらつきを考慮したと主張する（本件債務者準備書面（5）59頁）が、この債務者の主張が成り立つためには、「その他距離減衰式」による評価の中でも平均的な値が地震動評価としての適正な平均値であることが前提として必要である。だが、原理上は「その他距離減衰式」それぞれが地震動評価の平均値を示すものであり、また後記4の通り、これらは恣意的に選定された疑いがあることから、債務者の主張は成り立たない。

## 4 耐専式の排除の恣意性

### (1) 債務者の主張に対する反論

#### ア 耐専式の基データは適用排除の理由にならない

債務者が54km, 69kmおよび130kmの鉛直（ないし南傾斜）ケースに耐専式を適用しない理由をまとめると、①基となるデータからして本来の適用範囲から外れていること、及び②その他距離減衰式及び断層モデルによる評価から大きく乖離していること、の2つである（本件債務者準備書面（5）32頁、広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）20頁）。

①について、そもそも、耐専式のデータベースはM5.5～7.0の範囲にしかない。つまり、耐専式の基データからすると、耐専式は、本件基準地震動評価の全ケースで使えない式である。それが、後にM8.1までの地震動記録についてその適用性が検証され（乙35・3頁参照）、適用範囲が拡大されているのであり、基データだけから距離減衰式の適用範囲が画されるものではない。地震規模について適用範囲が拡大されたのと同様、等価震源距離についても、基データにはなくとも、後の検証により短縮された範囲が適用可能となる余地は元々ある。そして債務者も認める通り、極近距離よりも近傍で得られた地震記録についても、耐専スペクトルでの評価と整合的な結果が得られたものはある（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）25頁）のであるから、この点は耐専式の適用を排除する理由にはならない。

債務者は480km鉛直及び北傾斜ケースでは耐専式を適用しているが、その地震規模はM8.5と設定しており、耐専式について適用性が検証された最大ケースのM8.1（甲A115「耐専スペクトルの適用性検討」3頁）をかなり超えている。債務者（松崎伸一氏）

も、平成28年10月12日の審尋期日において、480kmケースは本来適用外であると述べた。54km、69km及び130kmの鉛直ケースにおいて基データとの不整合から耐専式を排除しながら、480kmケースにおいてこれを排除しないのは、480kmケースの地震動が小さくなることが債務者にとって好都合だからであるが、基データとの整合性を債務者自身重視していないことを意味している。

以上のように、基データから導かれる適用範囲から外れているからといって、耐専式の適用を排除してもよいということにはならない。この点債務者も、個別に適用性を検証する必要性自体は認めている（本件債務者準備書面（5）31、56頁）。

#### イ 耐専式とその他距離減衰式との予測値の乖離について

②について、断層モデルはとりあえず措くとして、確かに耐専式による予測結果は、債務者が選定した9つの「その他距離減衰式」による予測結果と違っている。だが、だからといって耐専式の予測結果は信頼できないと判断するのは早急に過ぎる。

まず、耐専式は、その対象となる地盤条件・種別が本件原発の解放基盤表面（債務者によると $V_s = 2600 \text{ m/s}$ ）と整合する。

一方、「その他距離減衰式」は、元データの地盤条件・種別が本件原発の解放基盤表面と整合しない。 $V_s 30$ による補正が可能なものもあるが、これによりどの程度予測の正しさが担保されるのか、債務者による疎明は何らなされていない。

距離減衰式一覧

距離減衰式	データベースの対象地域	地震タイプ	主なパラメータ	Mの範囲	距離の範囲	地盤条件・種別	その他
耐専スペクトル [Noda et al.(2002)]	国内	主に太平洋沿岸の60km以 後の地震	Mjma 等価震源距離 Va, Vp 地盤の卓越周期	Mj5.5~7.0	28~200km (震源距離)	500≦Va≦2700 m/s	NFRD効果を考慮可能 水平動・鉛直動を評価可能
Kanno et al.(2006)	主に国内	内陸 プレート間 プレート内	Mw 断層最短距離 震源深さ, Va30	5.5~8.2	1~500km	100≦Va30≦1400 m/s	Va30による補正が可能
Zhao et al.(2006)			Mw 断層最短距離 震源深さ	5.0~8.3	0.3~300km	Soft soil ~Hard rock (Hard rock Va=2000m/s)	
内山・豊川(2006)			日本周辺	Mw 断層最短距離 震源深さ	5.5~8.3	300km以内	150≦Va30≦750m/s
片岡ほか(2006)	国内	内陸 高湧性	Mw 断層最短距離 短周期レベル	深:4.9~8.9 高:5.2~8.2	250km以内	I 種、II 種、III 種地盤 および工学的基盤	
Abrahamson and Silva(2008)	主に国外	内陸	Mw 断層最短距離 Va30, 断層上端深さ	4.27~7.9	0.07~200km	100≦Va30≦2000m/s	Va30による補正が可能
Boore and Atkinson(2008)			Mw 断層最短距離 断層の地表投影面への 最短距離, Va30		0.1~400km	NEHRP分類A~E	Va30による補正が可能
Campbell and Bozorgnia(2008)			Mw 断層最短距離 Va30, 断層上端深さ		0.1~200km	150≦Va30≦1500m/s	Va30による補正が可能
Chiou and Youngs(2008)			Mw 断層最短距離 Va30, 断層上端深さ		0.07~70km	100≦Va30≦2000m/s	Va30による補正が可能
Idriss(2008)			Mw 断層最短距離, Va30		0.3~200km	450≦Va30≦900m/s	Va30による補正が可能

Va30: 表層30mにおけるS波速度の平均値

【甲A97の1「伊方発電所 地震動評価について」70頁】

地盤の軟らかい地点での観測記録や地盤の情報が不明確な観測記録を基にした距離減衰式を用いて、原発が設置される地点のように硬い地盤での地震動を評価する場合には、その適用性に疑義が生じ得ることは、債務者自ら述べていることである（債務者準備書面（5）27頁）。本件では、耐専式と「その他距離減衰式」との地盤条件・種別の違いが予測結果の乖離を生んでいる可能性がある。より確からしい予測結果を導くと考えられるのは、地盤条件・種別が整合する耐専式の方である。

耐専式との比較を考えるならば、同じ等価震源距離をパラメータに用いる式も採用すべきであろうが、債務者が選定した「その他距離減衰式」は、いずれも断層最短距離をパラメータとしているため、

この点に起因して予測結果の乖離が生じている可能性もある。鉛直ケースは北傾斜ケースと比べて等価震源距離は短くなるが、断層最短距離は変わらない。このことから、鉛直ケースでは等価震源距離を使う耐専式が他と乖離した評価になるのは、当然と言えは当然のことである。耐専式の評価結果が過大であるかどうかを検討するためには、耐専式と同じく等価震源距離をパラメータとする距離減衰式も採用すべきであるが、債務者は9つも「その他距離減衰式」を選定しながら、等価震源距離を用いるものは1つも選定していない。債権者が準備書面（5）64頁で指摘した、原子力学会の2015年実施基準に掲げられた「原子力発電所施設に対しての適用性が高いと考えられる距離減衰式」のうち、耐専式以外にも2つの等価震源距離を使う距離減衰式がある（甲A86・339頁）が、これらを使わなかった具体的な理由は述べられていない。

さらに、前記「距離減衰式一覧」によると、NFRD効果<sup>12</sup>を考慮できるのは耐専式だけであり、「その他距離減衰式」ではNFRD効果を考慮できない。予測結果の乖離はこの点も影響している（甲A98の1 平成26年11月7日付け「伊方発電所 地震動評価」122-126頁）。本件では敷地前面海域断層は伊方原発までの距離が近く、NFRD効果の発生が想定されることから、NFRD効果を考慮できる距離減衰式の方がより適切な式である。

以上の通り、耐専式と「その他距離減衰式」の予測結果が乖離していることについては、様々な理由が考えられるが、基本的には耐専式の方が本件では適切な距離減衰式と考えられ、「その他距離減衰式」の選定根拠は不明確かつ不自然である。したがって、耐専式

---

<sup>12</sup> NFRD効果（Near Fault Rupture Directivity Effect）：アスペリティによる断層近傍の破壊伝播効果。破壊伝搬方向に観測点があるとき、地震動が重なって増幅する効果であり、震源近傍の観測点で見られる（債務者準備書面（5）29頁参照）。

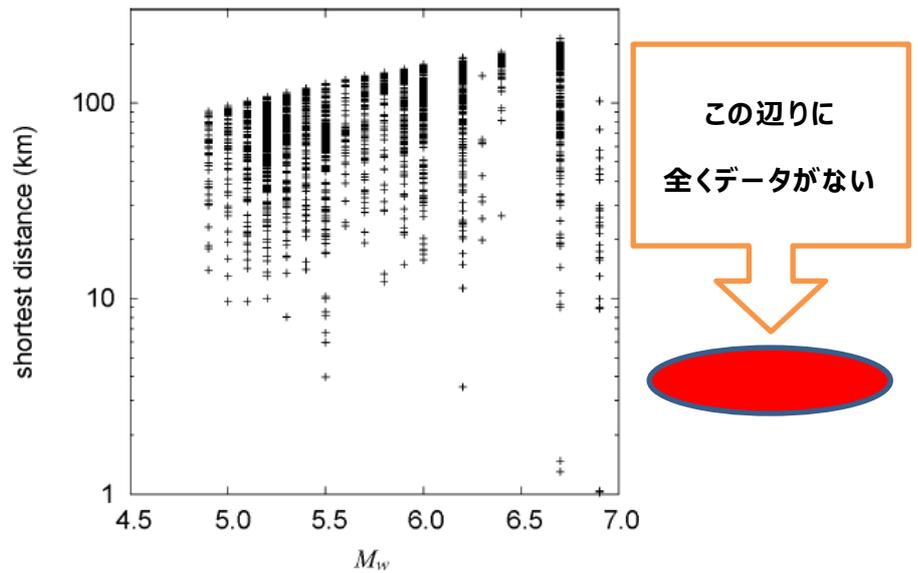
の予測結果が他と乖離しているからといって、耐専式の予測結果の方が信頼できないと判断すべきではない。

#### ウ その他距離減衰式の基データについて

また、「その他距離減衰式」は、耐専式での評価がいかにも過大であるかのように見せるため、恣意的に選定された疑いを拭えない。

債権者によると、69 km ケースは  $M_w = 7.4$ 、断層最短距離  $X_{sh} = 8 \text{ km}$  であり、130 km ケースは  $M_w = 7.5$ 、 $X_{sh} = 8 \text{ km}$  という設定になっている（甲A98の1 平成26年11月7日付け資料1-1「伊方発電所 地震動評価」124、126頁）。前記「距離減衰式一覧」からは分からないようになっているが、これらの条件は、「その他距離減衰式」の基データの範囲に必ずしも整合しない。

内山・翠川(2006)（甲A309）のみならず（債権者準備書面（5）基準地震動再反論31頁）、下記のように、片岡ほか(2006)（甲A557）も基データからすると完全に適用範囲から外れている。つまり、これら2つの式は、基データの地震規模や断層最短距離といったパラメータ上、本来は適用が出来ないものであり、耐専式の予測結果が信用できないよう演出するためだけに選定されたものと言わざるを得ない。



(a) 内陸地震

【甲 A 5 5 7 片岡ほか(2006) 7 4 2 頁】

Kanno et al.(2008)と Zhao et al.(2006)もほとんど条件が整合するデータベースはなく、データがあるとしても数少ない海外のデータだけである(甲 A 9 8 の 1・1 1 2, 1 1 3 頁, 甲 A 5 5 0 の 2「伊方発電所 中央構造線断層帯の地震動評価 1 3 0 k m 北傾斜ケース」)。平成 2 4 年 6 月 1 9 日に開催された旧原子力安全・保安院の「第 5 回 地震・津波に関する意見聴取会(地震動関係)」において、債務者は、Kanno et al.(2008)はデータがないため本来適用できず、Zhao et al.(2006)も適用が「ちょっと苦しい」と述べている(甲 A 5 5 0 の 1 議事録 3 0 頁)。この時の債務者の説明は 1 3 0 k m ケースを念頭に置いたものかもしれないが、前記のとおり、6 9 k m ケースの条件は  $M_w$  が 0.1 小さいだけでほとんど変わらない。したがって、これら 2 つの距離減衰式が選定された理由も、基データと整合するというものとは考えられない。

Abrahamson and Silva(2008)以下 5 つの距離減衰式は、同じ N G A

プロジェクトの海外中心の地震データを基に作成されているものである（甲A181「準備書面(12)（2016年3月9日付け）への反論」10頁）。翠川(2009)によると、NGAプロジェクトのデータベースは、世界各地で発生した地殻内地震による172地震約3500記録であり、そのうち「約50%は1999年台湾・集集地震とその余震による観測記録が占めている。また、Mwが大きい地震における震源近傍でのデータはカリフォルニア以外の地震（1999年Kocaeli地震，2002年Denali地震）によるものが大部分を占めている。日本の観測記録は1995年兵庫県南部地震における22記録が含まれるのみである。」（甲A558・S472）という。つまり、NGAのデータベースは、海外のデータが大半である上、数は多くても偏りが大きい。債務者も主張する通り、距離減衰式は「経験的手法であるため、その基となったデータに大きく依存しており用いられたデータの質・量によってその適用範囲を慎重に吟味することが重要」（債務者準備書面（5）30頁）であることから、海外の偏ったデータから導かれた距離減衰式を国内のサイトに適用することは慎重でなければならない。

地域地盤環境研究所の西村利光氏は、NGAプロジェクトの距離減衰式と日本国内の観測記録（7地震）及び距離減衰式について比較検討を行った（甲A559「NGAプロジェクトの距離減衰式と日本の距離減衰式」）。下記は断層最短距離30km以下についての検証結果を示すものであり、縦軸は応答スペクトルの対数標準偏差、横軸は周期である。これによると、いずれの距離減衰式も内山・翠川(1999)より精度が低く、特に短周期側でその傾向が顕著になる。周期0.1秒では、Chiou and Youngs 以外の4つは対数標準偏差が0.5前後（真数で3程度）である。ここからしても、NGAプロジェクトの距離減衰式は日本国内で直ちに適用可能とは到底言えない。なお、Chiou and

Youngs(2008)は、本件各ケースにおける「その他距離減衰式」による評価において、ほぼ常に最も保守的で最も耐専式による予測結果に近い値を示している（甲A98の1・122頁以下）。

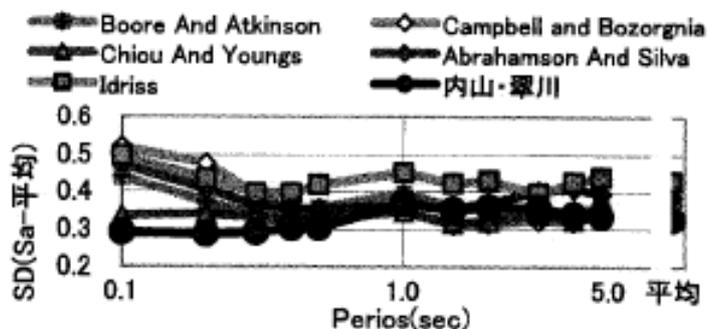


図5 断層最短距離 30km 以下の対数標準偏差(Sa)

【甲A559・874頁】

## エ 小括

債務者が無数にある距離減衰式の中から「その他距離減衰式」を選定した理由は、それによる予測結果が断層モデルによる予測結果と整合することに尽きる（債務者準備書面（5）37，広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）24頁参照）。債権者らが準備書面（5）64頁で指摘した，原子力学会の2015年実施基準に掲げられた「原子力発電所施設に対しての適用性が高いと考えられる距離減衰式」（甲A86・339頁）のうち耐専式以外の4つを採用しなかった理由について，債務者は「現時点でより精度の高い最新の距離減衰式を検討する中で，結果的に採用するに至らなかった」（準備書面（5）59頁）と抽象的に述べるに止まり，具体的なメリット・デメリットの説明はない。前記の通り地盤種別が整合せず地震規模や断層距離といった基データの範囲からも大きく外れた距離減衰式をも採用していることからすると，2015年実施基準に挙げられた距離減衰

式の予測結果は、断層モデルによる予測結果と整合せず、債務者にとって不都合だったと推認される。

特に精度が高いとは言えない断層モデルによる予測結果と整合する予測結果になる距離減衰式だけをかき集めて耐専式による大きな予測結果を排除することは、「応答スペクトルに基づく手法」と「断層モデルを用いた手法」を併用することにより、手法の未成熟性による過小評価のおそれを低減させようという、規制基準の趣旨を没却するものである。

## (2) 藤原広行氏による問題提起

前記「第5回 地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）」において、債務者の中央構造線断層帯に係る基準地震動評価につき、高田毅士委員より「本当にこんなものに距離減衰式が適用できるのか」という問いかけがなされたところ、藤原広行氏からは以下のような意見が述べられている（甲A550の1 同議事録32頁）。

耐専スペクトルの式が適用できないからここはほかのということで、距離減衰式で用いている距離と一言に言ってもいろいろな定義があって、その距離の取り方によって大きく結果が違ってしまふ。

回帰式ですごく単純化された式、断層モデル以上に物すごい単純化されていますので、その式で説明できる能力にはおのずと限界があるために、平均値に対して大きくばらつくものの中で適用していかなければならない。それが一体どういったところに適切にフィッティングされた距離減衰式かということで性質が違ってくる。ですから、長い断層のごく近傍で適用可能な距離減衰式などはまだほとんどないのでないか。それはそういったデータがないから十分なそういうところで適用可能な適切な回帰式がないというのが現状で…（中略）…それ

は回帰式をもう少ししっかりと見直して日本の原子力のサイト用のものをつくっていくということをやらない限りは、この混乱は収まらないのではないかという気がしています。

…断層モデルでしか評価が妥当にできそうにないサイトについて、断層モデルはもしかしたら過小評価になっているのではないかという懸念，そういった懸念を抱かせるような場合もあった中で断層モデルだけでしか走れないサイトが今ある。そこで1回そういう風になっている現状がどこに起因しているのか，そこも十分分析した上で，今持っている手法の限界を踏まえた上である程度余裕を持った想定をしないと，…全体として整合性のある一貫した評価手法で安全性が担保出来ているということを説明するためには，その辺りについてもこれから改善していかなければいけないのではないか」

このように，債務者は，平成24年の時点から，距離減衰式について日本の原子力のサイト用のものを新たに作るべきこと，断層モデルでは過小評価になっているおそれがあることから手法の限界を考慮して余裕を持った想定をしなければならないことについて，藤原氏から適切な指摘を受けていた。

債務者は耐専式の適用性を入念に検討したと主張するが，その実質は，断層モデルによる予測結果より大き過ぎることから排除したというものに過ぎない。耐専式を適用しないのであれば，本来，最近20年間に日本で数多く観測された断層近傍の地震動観測記録を用いて，極近距离よりも等価震源距離が短い範囲では耐専式が適用できないということを実証的に示すべきである。債務者がこれを示さないのは，債務者にとって都合の悪い結果が出ているからだと疑わざるを得ない。

### (3) 断層近傍の観測記録との整合性について

債務者は、広島事件において、債権者らが準備書面（５）基準地震動再反論３４頁で示した、極近距離と乖離していると債務者が判断して耐専式の適用を排除した本件各ケースとほぼ条件が変わらない６つの地震動記録について、耐専式と概ね整合していることを否定していない。これだけのデータがあるのであれば、６９ｋｍ鉛直や１３０ｋｍ鉛直のケースについて、暫定的には適用すべきものと判断して何ら差し支えない。広島事件において、債務者は、極近距離よりも近い震源について耐専式を適用するためには科学的根拠が必要である旨の主張をしている（準備書面（５）の補充書（２）２５頁）が、耐専式は経験式なのであるから、実観測記録との整合性の確認が何よりの根拠である。

その他、最近国内で観測されたＭ７クラスの地震の断層近傍の地震動、例えば、２０００年鳥取県西部地震（Ｍ７．３）の際にＴＴＲＨ０２（日野）観測点で観測された５７５ガル（地中<sup>13</sup>）、２００７年新潟県中越沖地震（Ｍ６．８）の際に柏崎刈羽原発１～７号機で観測された５３９～１６９９ガル（はぎとり波）、２００８年岩手・宮城内陸地震（Ｍ７．２）の際にＩＷＴＨ２５（一関西）観測点で観測された１０３６ガル（地中）からしても、本件で６９ｋｍ鉛直ケース（Ｍ７．９）に適用した結果（約９００ガル）が特段過大とも思われない。

さらに、大阪府立大学名誉教授の長沢啓行氏によれば、２００４年北海道留萌支庁南部地震（Ｍ６．１）のＨＫＤ０２０観測記録（はぎとり波）や、２０１６年熊本地震（前震、Ｍ６．５）の益城町の地中観測記録からすると、耐専式は断層近傍ではむしろ過小評価になるお

---

<sup>13</sup> 概算では、地中観測記録を２倍したものがはぎとり波相当と考えられている。

それさえある（甲A181「準備書面(12)(2016年3月9日付け)への反論」7頁，甲B296「福岡高裁宮崎支部の仮処分決定が見逃した重大な事実および2016年熊本地震と島崎氏の問題低的で暴かれた適合性審査の過誤・欠落」36頁）。

債務者は，広島事件において，「全く異なる地震による地震動を比較する意図は不明であり，敷地前面海域の断層群による地震について耐専スペクトルの適用性を検証する上では何ら意味を持たない」（債務者準備書面（5）の補充書（2）25頁）と主張するが，そもそも距離減衰式による地震動予測は，まったく異なる地震による地震動を基に導かれた経験式を用いている。そうであるからこそ，まったく異なる地震による地震動観測記録と比較対照することは，当該経験式の妥当な適用範囲を判断する材料になるのであり，債務者の主張は失当である。

#### **(4) 小括**

債務者が耐専式の適用を排除した理由に十分な合理性がなく，断層モデルによる予測結果も十分な精度や保守性が確保出来ているのか疑わしい状況において，債務者が耐専式の適用を排除した各ケースについても，耐専式による予測結果が妥当である可能性は否定できない。とりわけ，原子力発電所の耐震設計では保守性の確保が重要となる上，本件では，南傾斜やアスペリティ配置等により，実際の地震動は69km北傾斜ケースでの評価よりもさらに大きくなることが十分考えられることからすれば，69km鉛直ケースや130km鉛直ケースでは耐専式を適用すべきである。

これをしない債務者の基準地震動は過小評価と言わざるを得ない。

### 第3 断層モデルを用いた手法による地震動評価について

#### 1 レシピ改訂による Fujii and Matsu'ura(2000)の適用限界

広島事件において、債務者が、レシピが改訂されても54kmケース及び130kmケース(鉛直,南傾斜)に Fujii and Matsu'ura(2000)による応力降下量(3.1MPa)を使い続ける根拠として挙げているのは、①敷地前面海域断層の断層群の場合には、断層幅(13km)に対して、54kmのモデルにおいても断層の長さは幅の4倍以上はあり十分に長いこと、②糸魚川-静岡構造線断層帯の中北部区間では、 $M_0=3.97 \times 10^{19}(\text{N} \cdot \text{m})$ であるにもかかわらず、2016年版の震源断層を特定した地震動予測地図において Fujii and Matsu'ura(2000)が適用されていること、の2つである(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)28頁)。

①については、推本は改訂されたレシピで Fujii and Matsu'ura(2000)の適用範囲を明示することとし、その際に断層幅と断層長さの関係によってこれを規定することもできたにもかかわらず、それを敢えて行わなかったことを無視した主張である。レシピにおいては、かねてより Fujii and Matsu'ura(2000)の応力降下量につき、「いくつかの条件下で導出されたものであり、その適用範囲等については今後十分に検討していく必要があるが、長大断層の静的応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)に関する新たな知見が得られるまでは暫定値としては $\Delta\sigma=3.1$ (MPa)を与えることとする」(甲A119付録3-11,乙38・12頁)と記載されていた。Fujii and Matsu'ura(2000)の応力降下量は仮説の段階であって信頼性が十分でないことから、平成28年6月改訂のレシピではその適用範囲を限定する意図でこれに脚注を付け加えたものと解される。

債務者は、54km北傾斜ケース(断層幅26km)でも Fujii and

Matsu'ura(2000)の応力降下量を用いている(甲A97の2 平成27年3月20日付け「伊方発電所 地震動評価について<添付資料>」43頁)が、54kmの断層長さは断層幅の2倍強しかないため十分に長いとは到底言えず、債務者の主張が成り立たないことは明白である。69km北傾斜ケースも同様である。54kmケースや69kmケースのような明らかに通常のレシピが使えるケースにまで債務者が壇ほか(2011)や Fujii and Matsu'ura(2000)の適用にこだわるのは、断層モデルにおいても断層が長くなると地震動が小さくなってしまうという逆転現象が生じるのを出来るだけ避けたいからであろう。そのような恣意的な評価が許されないのは言うまでもない。

②については、推本が糸魚川—静岡構造線断層帯の中北部区間に Fujii and Matsu'ura(2000)を適用しているからと言って、敷地前面海域断層にもこれを適用してよいということにはならない。

平成28年6月改訂のレシピでは、「断層幅のみが飽和するような規模の地震に対する設定方法に関しては、今後の研究成果に応じて改良される可能性がある」(乙38・12頁)と規定されており、54kmケース、69kmケース及び130kmケースはこの「断層幅のみが飽和するような」場合に当たる。その場合に Fujii and Matsu'ura(2000)の応力降下量を用いることは、一般的には全否定されるものではないかもしれないが、原発の有する潜在的危険性の大きさからすれば、漫然と不確定性を無視して Fujii and Matsu'ura(2000)の応力降下量を適用し地震動を過小評価することは許されない。

## 2 熊本地震を踏まえた強震動予測手法の検討について

入倉・三宅(2001)の式による地震モーメント事前推定の問題に係る島崎氏の問題提起と原子力規制委員会が大飯原発の基準地震動を再

計算したことについて、藤原広行・防災科学技術研究所部門長は、NHKのインタビューで、「安全規制の立場からは、地震の規模が過小評価になるおそれがあるというのは懸念事項で、よい計算手法がないので検討できないとして結論を出しているのは、元委員の指摘に正面から答えていないという印象だ」「熊本地震で新たな知見が得られ、地震の揺れが計算以上になる『不確かさ』も含めて、今の審査のやり方が本当によいのか検証し、審査の手法に反映させるべきだ。その意味で、今回の元委員の指摘は大切で、より時間をかけて検討すべきではないか」(甲B387 7月27日付けNHK「かぶん」ブログ)と述べ、拙速に検討を終了した規制委員会の対応を批判している。

平成28年8月30日の毎日新聞の記事(甲B278)によると、額額一起東京大学地震研究所教授(推本の長期評価部会部会長、強震動評価手法検討分科会主査)は、「活断層が起こす揺れの予測計算に、地震調査委は09年の方式(注:松田式により地震規模を求める修正レシピ)を使う。規制委が採用する方式の計算に必要な『断層の幅』は詳細調査でも分からないからだ。これはどの学者に聞いても同じで(注:入倉・三宅式によって地震モーメントを予測する手法を使い続けることとした)規制委の判断は誤りだ」と指摘している。

額額教授は、日本地震学会2016年度秋季大会において、「震源断層の幅は活断層調査で得ることは難しく、『大地震の震源断層は小地震による地震発生層内に収まる』という仮定に基づいて決められる。熊本地震付近の地震発生層は下限15km程度とされているが、実際の震源断層の下端は約16kmであった。震源断層の幅を地震発生層の下限で打ち切ると面積は過小評価されてしまう。そこで、全国地震動予測地図では、すべての活断層に対して、面積に基づいた『予測手法』(ア)の方法ではなく、長さに基づいた(イ)(注:松田式を用

いる修正レシピ)の方法を用いている。」「詳細な活断層調査を行っても震源断層の幅の推定は困難であるので、活断層の地震の地震動予測には『手法』(イ)の方法を用いるべきであることを確認した」(甲A562「『震源断層を特定した地震の強震動予測手法』と熊本地震」と発表している。

大地震時における地震発生層の下限深さの過小評価の問題はこれまでも指摘されてきた。例えば、防災科学技術研究所の森川信之氏は、日本地球惑星科学連合2016年大会において、「地震調査委員会による活断層の長期評価では地震発生層下限深さが微小地震の震源分布から評価されているが、大地震時に断層下端がそれよりも深くなる可能性はある。しかしながら、どこまで深くなるかという知見が今までにほとんど得られていない」(甲A564「断層幅の不確かさの強震動評価結果への影響に関する検討—活断層の地震—」)という発表をしている。

藤原広行氏は、函館地裁における書面尋問において、入倉・三宅式による過小評価のおそれを低減させるための方法として、「断層下端深さについて深め設定し、断層上端を地表面まで面を張るなどして断層面を拡張することと、入倉・三宅式においてばらつきを考慮したパラメータ設定を行うことなどが考えられます」(甲B401「質問回答書1」10頁)と証言している。

本件で債務者は、中央構造線断層帯の地震発生層の下端深さを長期評価と同じく15kmと設定している(甲A97の1 平成27年3月20日付け「伊方発電所 地震動評価について」53頁)。さらに上端深さを2kmに設定し、経験式のばらつきも考慮しておらず、想定に余裕がない。入倉・三宅式による過小評価のおそれは大きいと言うべきである。

平成28年8月30日付けの毎日新聞の記事には、「調査委作成の

マニュアルでは両方式が併記されているが、調査委は現状を踏まえ、マニュアルを改定する検討を始めた」(甲B278)と記載されている。従前のレシピ(乙38・3頁)に(ア)として「過去の地震記録などに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」と、「過去の地震記録」がある場合だけでなく、「詳細な調査」を行った場合でも震源断層が入倉・三宅式の適用に支障がない程度に推定できるかのような誤解を与える記載がされていることについては、平成28年12月9日付けで改められ、「過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合」(甲B395 3頁)と規定されるようになった。かかる規定からすれば、過去の地震記録から不均質なすべり量分布を導くことが出来ない場合は、諸知見をいかに吟味・判断したかを示さない限り、(ア)の手法だけを採ることは妥当ではないというべきである。

債務者が震源断層について「詳細な調査」を実施しているとしても、入倉・三宅式による過小評価の問題はなくなる。この過小評価のおそれを低減させるためには、現状、松田式を用いた修正レシピをも適用し、より保守的な評価を導く方を基本的手法とすべきである。

### 3 入倉・三宅式についての債務者主張に対する反論

#### (1) 北傾斜30度を考慮しても地震動過小評価のおそれを補えない

債務者は、広島事件において、北傾斜30度とする不確かさを考慮していることから島崎氏の指摘は当たらないと主張している(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)31頁)。

だが、北傾斜30度に入倉・三宅(2001)の式を適用したケースでは、地震モーメントは大きくなっても、応力降下量の設定が Fujii and Matsu'ura(2000)で固定値にされているため、鉛直(基本)ケースと

同じアスペリティ応力降下量（14.4 (MPa)）になっている（甲A97の2 平成27年3月20日付け「伊方発電所 地震動評価について<添付資料>」43頁）。しかも北傾斜ケースでは震源断層面が敷地から遠くなる上、アスペリティ応力降下量を1.5倍する等の不確かさの考慮がなされていない。結果として、北傾斜30度のケースの不確かさ考慮は、実際に断層傾斜角が鉛直ないしそれに近いときに入倉・三宅式を適用していることによる地震モーメントの過小評価の帰結としての地震動の過小評価のおそれを補えない。

現状、基準地震動 $S_s - 2$ として採用されているのは、傾斜角鉛直の想定でアスペリティ応力降下量の不確かさ考慮をしたものだけであり、北傾斜ケースは1つも採用されていない（甲A97の1 平成27年3月20日付け「伊方発電所 地震動評価について」117頁）。これは、北傾斜を想定する不確かさの考慮は、断層モデルにおいて実質的な意味をまったく成さないことを示している。

したがって、債務者が北傾斜30度の不確かさ考慮をしているからといって、入倉・三宅式による過小評価のおそれを考慮しなくてよいということにはならない。

## **(2) 壇ほか(2011)による地震モーメントは保守的な地震動を導かない**

債務者は、広島事件において、入倉・三宅(2001)以外にも、壇ほか(2011)を適用して地震モーメントにつき保守的な値を設定していると主張している（広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)31頁）。

しかし、債務者は入倉・三宅(2001)を適用するケースでは Fujii and Matsu'ura(2000)の静的応力降下量を用いてアスペリティ応力降下量14.4 MPa ないし不確かさ考慮で21.6 MPa という数値を導いている一方で、壇ほか(2011)ではアスペリティ動的応力降下量12.2 MPa ないし不確かさ考慮で20.0 MPa という、より小さな数値

にしかない（甲A97の2 平成27年3月20日付け「伊方発電所地震動評価について<添付資料>」36，43頁）。したがって，壇ほか(2011)を5.4kmケースに用いることは，基準地震動をより保守的にすることにはまったく繋がらない。債務者は，断層モデルでは，敷地に一番近いアスペリティ応力降下量で地震動レベルがほとんど決まってしまうという現実を無視している。

実際，入倉・三宅(2001)の式を適用したケースは基準地震動 Ss-2-7として採用されている一方で，5.4kmケースに壇ほか(2011)を適用したケースは Ss-2 の候補にすらなっていない（甲A97の1 平成27年3月20日付け「伊方発電所 地震動評価について」117，121頁）。

よって，壇ほか(2011)を5.4kmケースに適用しているからといって，入倉・三宅(2001)式による地震動過小評価のおそれを補うことは出来ない。

### (3) 修正レシピとレシピ再改訂について

債務者は，広島事件において，推本が修正レシピで松田式を用いる手法を掲載することになった経緯は，多くの断層帯を対象として一括して計算できるように便宜的に簡便化した方法を設定する必要があったからだと主張する（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）32頁）。しかし，推本が松田式を用いた修正レシピによって強震動計算をしている主要活断層については，元々入倉・三宅式による計算実績があったものや，相当詳細な活断層調査が行われているものも少なくない。それも含めて敢えて推本が松田式を用いるレシピを適用しているのは，単にその方が簡便だからではなく，その方が妥当な予測結果になる可能性を合わせて考えたからである（債権者ら準備書面（5）基準地震動 再反論48頁参照）。

確かに，従前のレシピでは，詳細な調査によって震源断層を推定す

る場合は、入倉・三宅式によって地震モーメントを推定する方法（レシピ（ア）の方法）を適用し、松田式を適用するのは簡便化した方法（レシピ（イ）の方法）であるかのような記載になっていたが、推本では島崎氏の問題提起を契機にこの記載を改め、「詳細な」「簡便化した」という記載を削除している（甲B278 平成28年8月30日付け毎日新聞，甲B395「レシピ」）。

#### (4) 学術的な意義と実用上の有用性はイコールではない

債務者は、広島事件において、入倉・三宅（2001）が査読論文であることや、複数の論文によってその有効性が確認されていることを主張する（広島事件債務者準備書面（5）34頁）。債権者らも、震源インバージョン（逆解析）によって求められる不均質な震源断層の断層面積と地震モーメントとの関係式としては、入倉・三宅式は、ばらつきは大きいものの、有効な関係式であることは否定しない。債務者が挙げる宮腰ほか(2015)も、震源インバージョンの結果が入倉・三宅式と一致することを確認しただけである。

だが、島崎氏は一貫して、地震発生後に得られた情報を基にした関係式で地震モーメントを**事前に推定**することの問題を指摘している。地震発生前には、震源インバージョンによって求められる不均質な震源断層の断層面積を特定することは不可能である。島崎氏による熊本地震を含む過去の地震の検証結果からすると、入倉・三宅式は、高角の断層から発生する地震の規模を**事前に予測する手法**としては、相対的に有効な関係式とは言えない。債務者の主張は、現状、いくら詳細な調査を行っても地震発生前には不均質な震源断層面積を精度良く求めることが不可能であることを無視している。

高知大学の岡村眞特任教授は、「論文の査読は原発の安全審査を想定して行われているわけではない。学問的な議論に耐える基準と、

現実に原発を建設し運転するための基準が同じであるはずがない。論文があるからといってその背景を顧みず、都合のよい結論だけを使用するのは、危険極まりない行為である。」と指摘している（甲B 325「岡村スライド」19頁）通り、学術的な意義と実用上の有用性はイコールではない。入倉・三宅(2001)の査読もその式の有効性を確認した論文も、入倉・三宅(2001)の式が、西日本の横ずれ断層において地震モーメントを事前推定する上で過小評価を導くおそれがないと結論するものではない。

#### 4 松島ほか(2010)に関する債務者主張に対する反論

債務者は、松島ほか(2010)（甲A 124）に「長大断層に関しては解析事例が少なく」、「今後はデータの蓄積とともにメカニズムの違いの影響やアスペリティに関する微視的断層パラメータの関係式などについて検討する必要がある」と記されていることをもって、松島ほか(2010)の信頼性が低いと主張したいようである（準備書面（5）65頁）が、同様の記載は債務者が度々用いている室谷ほか(2009)（乙129）及び室谷ほか(2010)（乙130）にもあり、かかる記載をもって松島ほか(2010)が信頼性が低いかのような債務者の態度は矛盾したものと云わざるを得ない。

また債務者は、松島ほか(2010)（甲A 124）と Murotani et al. (2015)（甲B 386）の筆者が同一であることから、室谷氏らは、長大断層には入倉・三宅(2001)ではなく Murotani et al. (2015)の式を適用すべきという新しい知見を提案したと主張している（準備書面（5）65頁）が、Murotani et al. (2015)にも、「世界中の11の長大断層のデータにおいて、 $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$  を超える範囲では、破壊領域Sの観測記録は、入倉・三宅(2001)により提案された、地震モーメントの2分の1乗に比例するという関係式と、Somerville et al. (1999)により提案

された，地震モーメントの3分の2乗に比例するという関係式との間に分布していることが分かった。これら2つの関係式は，破壊領域Sから推定する場合の地震モーメントの上限と下限をそれぞれ与えるものである。」(甲B386・1377頁)と記載されている。つまり Murotani et al. (2015)でも，長大断層のデータと入倉・三宅(2001)式との関係に係る松島ほか(2010)の論旨はいささかも変更されていないのであり，債務者の主張は失当である。

したがって，Murotani et al. (2015)を参照したとしても，長大断層から発生する最大規模の地震を予測するためには，入倉・三宅(2001)の式を用いることが適切とすることができる。

## 5 壇ほか(2011)について

### (1) 壇ほか(2011)は確立した知見ではない

#### ア 壇ほか(2011)のデータについて

債務者は，広島事件において，債権者らが「壇ほか(2011)がその基となるデータについて，国内の地震だけではなく，海外の地震データからもデータを収集していることを非難」していると主張する(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)35頁)が，債権者らの主張の正確な理解を欠いている。

債権者らは，日本国内のデータとは性質が異なることがうかがわれる海外のデータを大幅に取り入れた壇ほか(2011)を基準地震動の策定に用いる上では，その点の不確かさを十分に考慮し，必要に応じてより保守的な想定を心掛けるべきところ，そういった慎重さに欠ける債務者の姿勢を非難しているものであり，壇ほか(2011)という学術論文を否定しているのではない。壇ほか(2011)の応力降下量を基準地震動策定に用いる上では，例えば，入江(2014)(甲A327・

4-65)において、日本のデータのみの相乗平均に当たる平均動的応力降下量 3.8 MPa, アスペリティ動的応力降下量 15.5 MPa が記載されていることも踏まえ、より保守的な想定を基本とすべきであるが、債務者にはそういった姿勢が無い。

#### イ レシピでの不採用の意味について

壇ほか(2011)は、Fujii and Matsu'ura (2000)と同じく、長大な横ずれ断層の応力降下量についての知見である。もし壇ほか(2011)が信頼性のある知見と推本で見られたならば、新たな知見が得られるまでの暫定値に過ぎない Fujii and Matsu'ura (2000)の  $\Delta \sigma = 3.1$  MPa についての記載はすぐに改められたはずであるが、推本は長大断層に係る幾つかの加筆を行った 2016 年のレシピ改訂・修正の際にもそれをしなかった。現状、長大な横ずれ断層の応力降下量についての知見として、推本に集まった専門家は、壇ほか(2011)よりも Fujii and Matsu'ura (2000)の方がまだ信頼できると判断したものと考えるより他ない。

勿論、Fujii and Matsu'ura (2000)よりも保守的な地震動評価につながるというのであれば、レシピに記載されない手法を採用することはむしろ奨励されるべきであろうが、アスペリティ応力降下量という断層モデルにおけるもっとも重要なパラメータにつき、壇ほか(2011)は Fujii and Matsu'ura (2000)よりも非保守的な設定<sup>14</sup>になっている。そのような手法は安易に基本的手法として採用されるべきではない。

債務者は、Fujii and Matsu'ura (2000)等での評価もしているの

---

<sup>14</sup> 壇ほか(2011)は 12.2(MPa), Fujii and Matsu'ura (2000)は 14.4(MPa)である。前者は動的応力降下量であり、後者は静的応力降下量であるため、概念としては違いますが、基本的に同じものと見なして問題ない。前者による想定が後者よりも地震動を小さくすることは明白である。

であるからそれでよいだろうと言いたいようであるが、壇ほか(2011)を適用した場合は多様な「不確かさ考慮」を行われている一方、Fujii and Matsu'ura (2000)を適用した場合については多様性に欠けている(甲A97の1 平成27年3月20日付け「伊方発電所地震動評価について」59頁)。480kmケース及び130km北傾斜ケースでは、レシピに記載されたFujii and Matsu'ura (2000)によって応力降下量を求めることを最低限の基準とすべきである。

#### ウ 小括

藤原広行氏は、「第6回 地震・津波に関する意見聴取会(地震動関係)」において、以下のような提言をしている。

不確かさの中で、単に自然現象の側だけではなくて、それをモデル化して予測式に持っていく段階で、単に情報として何かが欠落しているものだけではなくて、それを整理して表現し、更に予測につなげていくというプロセスの中での力不足といいますか、人間の認識不足が起因して、結果として、不正確な予測、ばらつきを伴った予測しかできないということが生じてしまう。これをもう一つ不確実さの要因の1つとして明記しておく必要があるかと思えます。

…モデル化による不確実さをここで明示的に考慮することが非常に重要なのは、今、地震動予測を行う式の中で、まだ足りないとわかっていても、中長期の課題として解決するということで、当面、先送りに近い状況になっている項目が幾つかございます。それについて、そのまま先送りをして、何ら対処せずに、その部分を一切考えないということではなくて、足りない部分が認識されたものについては、方法論の持つ限界から生じる不確実さとして、何らかの考慮ができる、そういった枠組みをつくることが必要だと思えます。

例えば特性化した震源モデルで表現しようとした時に、十分表現できないものを、何らかの不確実さとして上乗せする。

「レシピ」においても、「長大な断層のアスペリティに関するスケーリング則については、そのデータも少ないことから、未解決の研究課題となっている」（乙38「レシピ」10頁）と記載されているとおり、長大断層のアスペリティ応力降下量の設定については、藤原氏が言う「モデル化による不確実さ」は非常に大きい。壇ほか(2011)や Fujii and Matsu'ura(2000)は未だ仮説の段階であり、原発の耐震設計に適用できるようなものではない（甲A480「野津意見書」31頁）。したがって、もし壇ほか(2011)等を適用するのであれば、その不確実性を定量的に見積もった上で、地震動想定に相応の上乗せをする等何らかの方法で考慮する必要がある。

だが、債務者は壇ほか(2011)のモデル自体の不確実性を基本的に認めておらず、これによる基準地震動の過小評価のおそれは看過できない。

## **(2) 壇ほか(2011)のすべり量の設定**

岡村眞高知大学特任教授は、「断層が長くなっても、原発からは遠ざかる。従って断層が長くなり、地震の規模が大きくなっても、それだけなら実は大きな問題はない。問題は、断層が長い（規模の大きい）地震は、すべり量も大きくなることにある」（甲B325「岡村スライド」79頁）と述べつつ、壇ほか(2011)の下記基データを示す図をもって、「式の線を除けば、とても60km程度で（すべり量が）一定になるとは思えない（もちろんデータが少なすぎるが…）」と指摘する（同78頁）。同じ震源断層長さに対してデータが10倍

以上ばらついており，ここから震源断層長さ 60 km 程度<sup>15</sup>で平均すべり量が約 3 m 程度で飽和すると見ることに付いて不確実性が大きいのは明らかである。

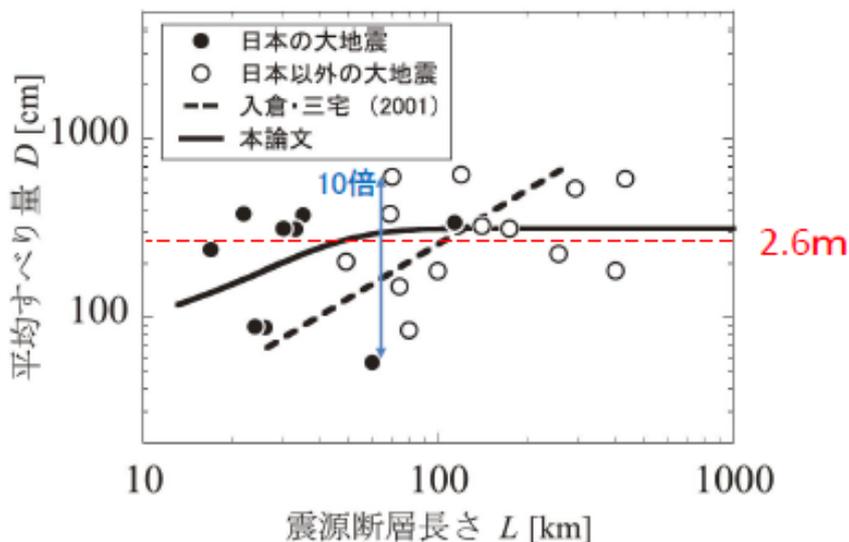


図7 平均すべり量と震源断層長さとの関係 (壇他, 2011)

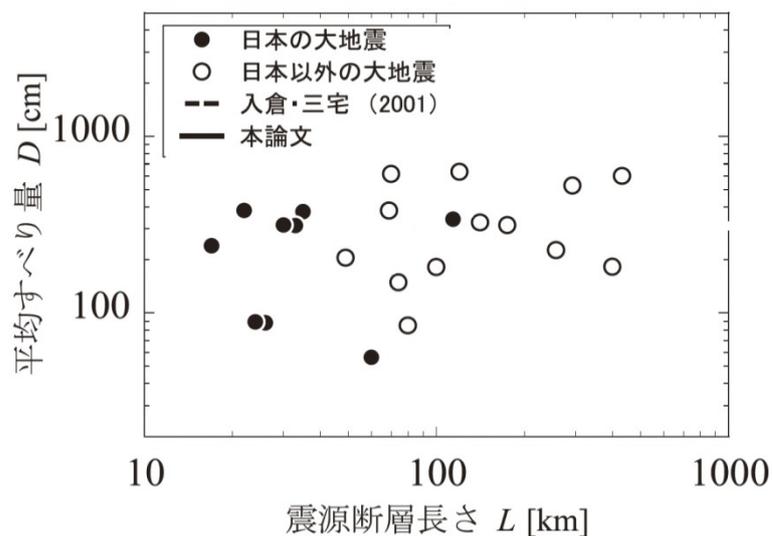


図7 平均すべり量と震源断層長さとの関係

もし原発の潜在的危険性に鑑み，平均的な想定ではなく，最大規模の想定を心掛けるならば，壇ほか(2011)のデータ分布の上限を取

<sup>15</sup> 壇ほか(2011)では，「Lが約80 kmを超えるとほぼ300 cmで一定となる」と記載されている(2047頁)が，実際は，L = 60 kmでほぼすべり量が飽和する設定になっている。

るべきであり，そのときの平均すべり量は7 m程度となる（下記赤実線）。データが少ないことを考慮すれば，もっと大きな包絡線をも考えなければならないだろう。

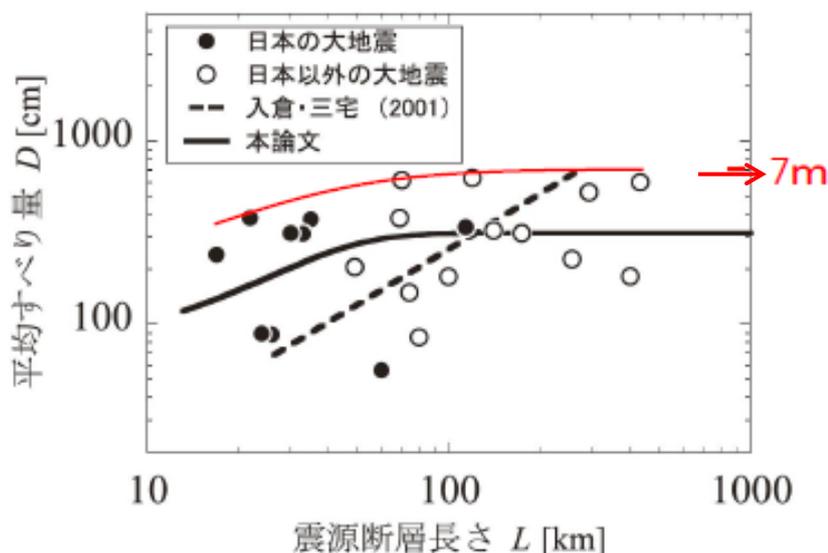


図7 平均すべり量と震源断層長さとの関係（檀他, 2011）

【甲B325 岡村スライド84頁】

国土交通省に設置された「日本海における大規模地震に関する調査検討会」では，平均すべり量4.5 mで飽和するとしつつ，ばらつきを考慮してさらに1.5 mを加えた6.0 mまですべり量を考えている（甲A472の1・18頁，甲A472の2・14頁）。同検討会は一般防災を目的としたものに過ぎないことからすると，原発の基準地震動策定に当たってのすべり量7 mという設定は，特段過大なものとは言えない。

だが債務者は，檀ほか(2011)を適用したケースでは，平均すべり量は2.6 m程度しか考慮しておらず，著しい過小評価である（趣旨・甲B389「【迫る再稼働】(2)『揺れ』への評価に『想定外』ないか」松岡裕美高知大学准教授インタビュー）。

## 6 アスペリティ応力降下量についての不確かさ

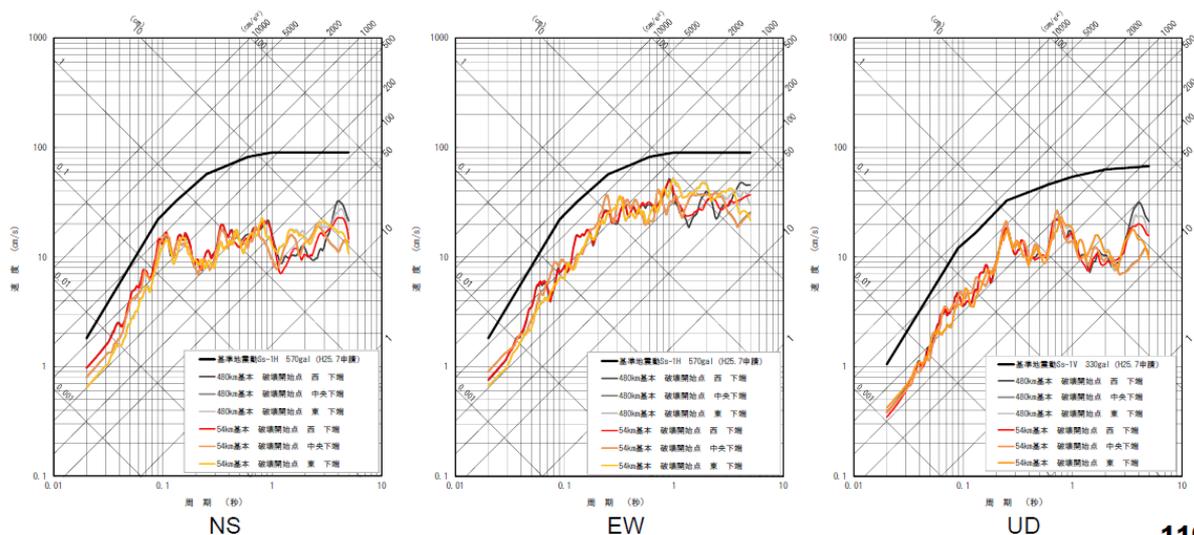
### (1) アスペリティ応力降下量でほとんど決まってしまう

債務者は、複数の経験式を用いることによってさまざまな不確かさを考慮したと主張している（本件債務者準備書面（5）68頁）。

確かに、債務者が準備書面（5）68頁表2に掲げた数字を見ると、各ケースで壇ほか(2011)以外のスケーリング則を1種類ずつ用いることにより、地震モーメントや平均すべり量については多少なりとも異なるケースを考慮しているように見える。しかし、地震動評価にもっとも影響を与えるアスペリティ応力降下量については、地震モーメントや平均すべり量等他のパラメータと無関係な固定値となっており、しかも12.2 MPa から14.4 MPa（不確かさ考慮では20 MPa から21.6 MPa）へと若干大きくなるケースを考慮しただけである。これでは、十分に不確定性を考慮したとは言えない。

広島事件において、債務者は、壇ほか(2011)において、54 km ケースと480 km ケースとでは、短周期レベルが約2.9倍ないし約4.7倍になっており、十分に大きいばらつきを考慮しているとも主張している（広島事件準備書面（5）の補充書（2）38頁）が、短周期レベルが変わっても、壇ほか(2011)を適用している限り、アスペリティ動的応力降下量はともに12.2 MPa である。債務者は、サイト付近のアスペリティ応力降下量の設定で地震動の大きさはほとんど決まってしまうという断層モデルの特性を無視している。債務者自身、54 km ケースと480 km ケースとで、壇ほか(2011)による地震動レベルは変わらないことを確認している（下記乙131「伊方発電所地震動評価 震源を特定して策定する地震動（中央構造線断層帯地震動評価）と基準地震動の策定 添付資料」116頁参照 短周期側

では、54kmケースと480kmケースの応答スペクトルはほぼ完全に一致する)。短周期レベルが大きくなったからばらつきを考慮しているとの債務者の主張は失当である。



アスペリティ応力降下量の断層モデルにおける意義については、「第2回 地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）」における以下の藤原広行氏の発言からも明らかである（甲A566 議事録24頁）。

この地震動評価ということで、最終的に地震動レベルを設定する上で何が一番効いているのかということころを、もう一度振り返って、…我々が本当に改めて考え直す必要がある点を指摘したいと思うのですけれども。

…多分物理的な実態というよりは、それをモデル化したパラメータについての議論になっている。その中でアスペリティの応力降下量というパラメータが出てきておまして、これが、この中でも特にサイトに一番近いアスペリティの応力降下量を幾らの値に設定するのかということ、ほとんどレベルが決まってしまう。…まだ

まだいろいろわからない状況の中で、最終的にどの程度の余裕を見て、アスペリティの応力降下量を設定するのかというところで答えが決まってくるということですね。

ですから、断層がすごく長くなるだろうが、短いままであるだろうが、このアスペリティの応力降下量、特にサイト近傍のところをどう与えるかで計算結果が決まってしまうという現実を、この断層モデルの計算手法で見つめたほうがいい…

## (2) アスペリティ応力降下量のばらつき

広島事件において、債務者は、入江(2014)に記載された31.9 MPaという値は仮想の震源モデルによる値であるから、ばらつきとして考慮する必然性はないと主張する(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)38頁)が、ここで用いられた震源断層面積Sは、壇ほか(2011)の平均動的応力降下量である3.4 MPaと実際に観測された地震モーメントの値を関係式に代入して導かれたものであり、この震源断層面積Sと、さらに別途算出された短周期レベルの値を用いて、兵庫県南部地震のアスペリティ動的応力降下量31.9 MPaは算出されている。そしてこの31.9 MPaは、壇ほか(2011)のアスペリティ動的応力降下量12.2 MPaを導き出す基となった、たった5つのデータのうちの1つであり(入江(2014)4-62以下参照)、12.2 MPaという結論のばらつきを示す、貴重な数値である。

31.9 MPaが仮想で考慮する必然性がないというのであれば、これを基にしている12.2 MPaという数値自体、仮想の値だから考慮する必然性はないということになる。債務者は壇ほか(2011)のアスペリティ応力降下量を本件基準地震動策定の上で適用するのであれば、そのばらつきの大きさを適正に踏まえるべきであり、そ

の際に 31.9 MPa は当然参照すべき値である。

### (3) 新潟県中越沖地震と藤原氏の提言

債務者は、中央構造線断層帯は一般に短周期レベルが励起し易い逆断層型ではなく、横ずれ断層型であるから、短周期レベルは大きくなることは考え難いものの、敢えてアスペリティ応力降下量を 1.5 倍又は 20 MPa にしたと主張している（答弁書 315 頁、準備書面（5）71 頁）。

この点、逆断層の方が横ずれ断層よりも短周期レベルが大きくなり易いとは言えないことは、前記第 2・3（6）（44 頁）の通りである。そもそも、債務者は断層モデルに基づく手法において、横ずれ断層のみを対象として平均的な応力降下量を示した知見であるところの壇ほか(2011)若しくは Fujii and Matsu'ura(2000)に基づきアスペリティ応力降下量を設定しているのであるから、横ずれ断層としてアスペリティ応力降下量がどの程度ばらつくのかを考えなければならない（甲 B 3 2 5 「岡村スライド」83 頁）はずが、その点について債務者からの具体的な疎明はない。

債務者は、アスペリティ応力降下量の不確かさ考慮について、壇ほか(2011)を適用しているケースでは 20 MPa、Fujii and Matsu'ura (2000)を適用しているケースではその 1.5 倍（したがって、21.6 MPa）という数値を採用しているが、これらに関連して、藤原広行氏は、下記の通り極めて重要な提案を「地震・津波に関する意見聴取会」でしている。（なお、通常のレシピでは、短周期レベルとアスペリティ応力降下量とは基本的に比例関係にある（乙 3 8・9 頁）とされていることから、アスペリティ応力降下量のばらつきは短周期レベルのばらつきとして言われることがある。）

アスペリティの応力降下量，特にサイト近傍のところをどう与えるかで計算結果が決まってしまうという現実を，この断層モデルの計算手法で見つめたほうが良いということで，そういったところから見たときに，今，不確かさを考慮するということが，中越沖地震の1つの経験から大体1.5倍ぐらいを見ましようということで，バックチェック以来，ずっとそれが使われてきている。今後のことを考えると，そこを本当に1.5倍することの妥当性ですね。これをきちんと説明できるようにしておくことが，何ととっても重要なのではないかと考えています。

…（中略）…

…アスペリティの応力降下量のばらつきを，例えば1.5倍にすることによって，もう十分な余裕度が見られる条件とは一体何なのか。本当にそれで大丈夫なのかどうかということ，ぜひとも検討していただきたいなと思います。（甲A566「第2回 地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）議事録」25頁）

短周期レベル1.5倍というものが結構断層モデルを用いた地震動評価には効いているというふうに私は理解しております。この1.5倍というものの値がなぜ出てきたのかと申しますと，これは中越沖の地震で柏崎刈羽のサイトの評価のところ，たしか3つのアスペリティが2.2から2.5MPaぐらいで評価するとうまくいくとかというところで，その中で2.5という値が残りました，それが平均的な応力降下量に対しておおよそ1.5倍ぐらいだろうということで，そこから一般化された数字としてこの1.5が出てきたんだというふうに考えているんですけども，今のこの断層モデルを使った地震動の評価手法でアスペリティの応

力降下量というものが一定値で設定される方法もあれば、ある程度モデルのほかのパラメータとかの間での相互の関係から平均値が与えられる場合があって、断層モデルのパラメータ設定の仕方によっては、この1.5倍のもととなる平均値が大きくなったり小さくなったりしているというのも現状だと思います。その平均値の与え方については、一応標準化されたレシピとか幾つかの提案されている手法があるにも関わらず、まだ絶対値としてのレベルが自然現象として平均値としてそれが本当にいいのかどうかというのをまだ言い当てている状況ではないと。ですから、この短周期レベル1.5倍というものは、一体何に対して1.5倍をしているのかというところを、もう一度考えたほうがいいんじゃないのかというところもございます。

一方で、不確かさを考慮するということでは、柏崎刈羽のところで中越沖の地震を経験したという経験はすごく重い事実であって、そこからそのサイトの説明をするときに得られた25 MPa という値は、それなりに意味を持つ値じゃないのかという気もしております。例えばこれは私の今の提案なんですけれども、短周期レベル1.5倍、あるいはこれはアスペリティの応力降下量1.5倍というふうにも読みかえてもいいと思いますが、そこで、この平均値として与えた基本モデルの値がばらついている現状を考えると、1.5倍で初めから大きな平均値が与えられているところについてはそれを1.5倍するというのもいいかと思うんですけれども、小さな値になっているところで1.5倍しても、例えばアスペリティの応力降下量が20 MPa に届かないようなサイトもたしかあるとは思いますが。そういったところでそのままにしておいていいのかどうか。

ですから、例えば1.5倍または2.5MPa、この絶対値は検討されたいと思うんですけれども、過去の知見を踏まえて得られた妥当な数字、その大きいほうをとって不確かさを見たことにするとか、そういうふうにされたほうがいいんじゃないのかということ、幾つかのサイトの地震動の設定手法を拝見させていただきながら感じた次第でございます。」（甲A567の1「第4回地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）議事録」6頁）

以上の通り、藤原氏は、通常のレシピが適用される場面でさえ、アスペリティ応力降下量の平均値を予測できていないおそれがあることを踏まえ、これを1.5倍または2.5MPaの、いずれか大きい方を採用すべきであると提案しているのである。

さらに藤原委員は、東京電力が柏崎刈羽原発において佐渡島南方断層～魚津断層帯（長さ156km）のアスペリティ応力降下量（1.5倍して21.5MPa<sup>16</sup>）に関し、以下のように意見を述べている（甲A567の1「第4回地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）議事録」39頁）。

連動を考慮して長大な断層についての断層モデルによる強震動の評価を行うということでは、やはりまだ手法そのものが確立されたとはとても言えない状況だと思っていますので、…基本モデルをどう設定するのかというところのそもそものところが、まだ確たる足場がないようなこういう大きな断層帯については、不確かさを含めた評価のところをどうするのかというところについてもしかり

---

<sup>16</sup> 結果的に Fujii and Matsu'ura (2000)を適用した場合とほぼ同じ値になっているが、東京電力は長岡平野西縁断層帯の $\Delta\sigma=4.3$ MPaを使用し、Fujii and Matsu'ura (2000)は使用していない（甲A567の2・4頁）。

と議論していったほうがいいんじゃないのかというところで、今のモデルを使った計算法だと、もう何度も申し上げていますが、最終的にアスペリティの応力降下量とかがどのぐらいに設定されるのかというところで新たなレベル感が見えてくるということで、そういったしますと中越沖の経験からはこれが20～25ぐらいの値だろうと計算されて、その中でも25ぐらいにすればいいんじゃないのかと。だったら、まだ足場がしっかりせずにふらついている平均値に対して1.5倍というふうな値を設定するよりは、これまでの実際に起きた事実から推定された値である25とか、その値の絶対値をどうするかは別にして、よくわからない場合、不確実さを考えたときの応力降下量の設定は、例えばこの値で行きましょうとかいう判断もあり得るんじゃないのかということで、くどいようですがけれども…

この点債務者におけるアスペリティ応力降下量の設定は、通常のレシピどころか、壇ほか(2011)という、極めて不十分な知見に基づいており、Fujii and Matsu'ura (2000)をもレシピに規定された閾値を無視して適用している。これらの知見から平均値を導ける確証はないまま、1.5倍または20 MPaのいずれか大きい方を採用するという方針に基づき、アスペリティ応力降下量を20～21.6 MPaに過小評価してしまっている。特に480 kmケースでは、真値の平均値にさえ届いていない可能性が否定できない(甲A480「野津意見書」31頁)。

知見の不確かさを踏まえるならば、アスペリティ応力降下量の不確かさは、少なくとも25 MPaを考慮すべきである。

#### (4) 釜江克宏氏の発言

藤原氏ほど明確ではないが、地震・津波検討チーム第5回会合において、釜江克宏・京都大学地震研究所教授も、以下のように、アスペリティ応力降下量についてより保守的な想定をすべき旨を述べている。

やはり先ほどの不確かさですね、これは遠い地震以上にやはり何らかの形で取り込みながら、基準地震動を作成する必要があると。この中には、やっぱり応力降下量ですね。これが一番、藤原委員もずっとおっしゃっていますし、私もそう思います。これらについてのやはり不確かさをどう捉えるか。(甲A431 議事録36頁)

釜江氏は、東京大学で行われた「第2回専門家フォーラム」の話題提供者P1として、短周期レベルについては以下のような発言をしている。

もう一つ大事なものは短周期レベルです。…平均値がこれで、多くの地震がある範囲の中に入っていますけれども、結構ばらついている。こういうものが、当然、最終的に評価した基準地震動に影響しますので、こういうばらつきをどうするかということが大事なことです。新潟県中越沖地震では、この平均値よりも1.5倍ぐらい大きかったということで、今、短周期レベルを1.5倍ぐらい大きく想定して基準地震動を策定しています。実際、このばらつきをどう見るかですが、1.5でいいのか、もっと大きく2倍を見なきゃいけないのかという議論もあります。こういうばら

つきをもう少し考えていかないといけない。(甲A302「第2回専門家フォーラム」7頁)

レシピで採用されている壇ほか(2001)による地震モーメントと短周期レベルの経験的關係式は、下記(甲A568「山崎断層帯を想定した強震動評価」から抜粋)のように、倍半分ないしそれ以上ばらつくと考えられている。仮に壇ほか(2011)等で平均値を適切に言い当てられているとしても、この点のばらつきを考慮して想定外を低減させることを考えるならば、アスペリティ応力降下量の不確かさ考慮は少なくとも2倍にすることを考えるべきである。

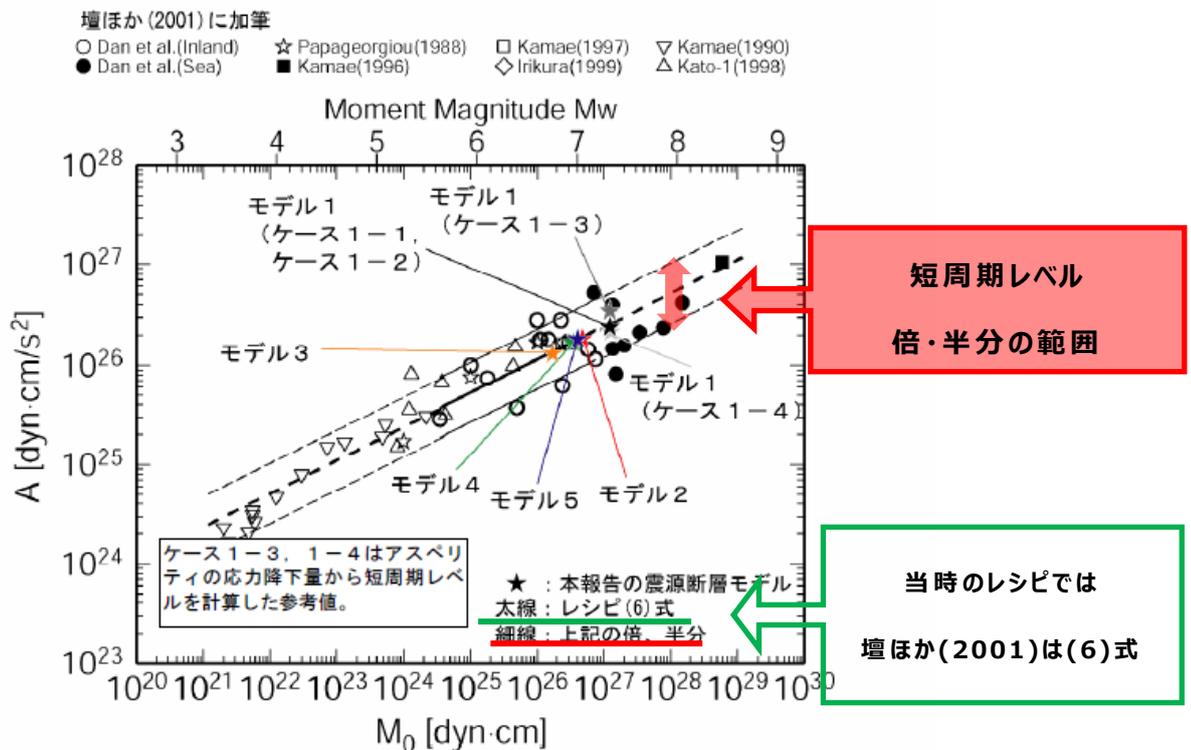


図1.1 地震モーメント  $M_0$  と断層面積  $S$  の経験的關係(上)および地震モーメント  $M_0$  と短周期レベル  $A$  の關係(下)

ここでは地震モーメント  $M_0$  と短周期レベル  $A$  の關係(下)のみを引用

## (5) 小括

債務者はアスペリティ応力降下量の不確かさを3.11前と変わらず安易に設定しているが、入倉孝次郎京都大学名誉教授が平成26年3月29日付けの愛媛新聞のインタビューで述べる通り、これが1.5倍で良い明確な根拠はなく、恣意的と言うことも出来る（甲B141）。

山田ほか(2007)（甲A130）では、アスペリティ応力降下量のばらつきは、壇ほか(2001)に基づいて $1\sigma=0.254$ 、すなわち標準偏差で約1.8倍と設定され（同107頁）、これによる横ずれ断層における最大加速度のばらつきは $1\sigma\approx 0.2446$ 、すなわち約1.76倍と評価されている（同109頁）。アスペリティ応力降下量のばらつきはかように大きく、これが地震動に与える影響もまた大きい。債務者において、不確かさが残る場合にこれを安全側に考慮するつもりがあるのであれば、標準偏差程度もアスペリティ応力降下量のバラツキを考えない想定をまず改めるべきである。

## 7 南傾斜・南隆起の可能性

### (1) 震源断層の傾斜角度は調査ではわからない

高知大学の岡村眞特任教授や港湾空港技術研究所の野津厚氏が述べる通り、いかに詳細な音波探査、地震波探査によっても、地震を起こす震源断層の実際は見えない。分かるのは、地表面に見える活断層の地下周辺に震源断層が存在していることだけである。したがって、いかに詳細な調査を実施して地表付近の断層の傾斜角を特定できたとしても、事前に震源断層の傾斜角を正確に予測することは不可能である（甲B158 平成28年5月13日付け「岡村意見書」1頁、甲A542「野津意見書（2）」1頁）。

産業技術総合研究所（産総研）の活断層・火山研究部門主席研究員である岡村行信氏も、「第4回地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）」において、「活断層の傾斜角ってよく分かっていない」「地震が起こってみないと分からない」「ある幅の中でやはり少し保守的な数字というものを基本とするというか、何かそういうような基本的な数字というか基本モデルの数字の決め方というところに少し配慮が必要かなというふうに思います」と述べている（甲A567の1 議事録11頁）。

債務者が適合性審査や裁判で提供している資料の中にも、震源断層のある地下深部に関するデータはない。地表付近の断層が高角度であると推定されることまでは言えるが、地下深部の震源断層が垂直であると断定できる根拠はない。

横ずれ断層は通常高角であることから、敷地前面海域断層の震源断層の傾斜角を高角（ $60^{\circ}$  から  $90^{\circ}$ ）であると考えることには一定の合理性がある。保守性の確保を考えると、本件では、より震源が伊方原発により近づき揺れが大きくなる南傾斜・南隆起の可能性を十分考慮する必要がある（甲B325「岡村スライド」45頁）。

だが、債務者は、南傾斜の可能性を「応答スペクトルに基づく地震動評価」では行っておらず、「断層モデルを用いた地震動評価」でも、南傾斜 $80^{\circ}$ の「不確かさ考慮」をわずかに行っているに過ぎない。その程度では、南傾斜を事実上考慮していないに等しく、保守性に欠ける。

## **(2) 伊方原発周辺は圧縮場である**

債務者は、「テクトニクスの観点から、このような横ずれ断層の卓越する場から正断層の卓越する場への遷移域に位置する敷地前面海域の断層群が逆断層を含み、その震源断層面が南傾斜していると

は考えられない」(債務者準備書面(14)16頁)と主張しているが、横ずれに正断層成分が混じるのは豊予海峡より西側に限られる。伊方原発付近は「遷移域」ではなく、横ずれに逆断層成分が混じる領域であることは明らかである(甲A542「野津意見書(2)」1頁)。

### (3) 南側の隆起

逆断層成分を含む地震が北傾斜の断層面で生じたと仮定すると、断層の北側が隆起することになるので、断層の南側が高い(半島がある)という地形の特徴と矛盾する。したがって、南傾斜と考えるべきである(甲A480「野津意見書」37頁)。

債務者は、「佐田岬半島が断層運動によって隆起したことを示すものではなく」(債務者準備書面(14)16頁)と主張している。しかし、以下に引用した同準備書面(14)の図1(4頁)では、新第三紀～第四紀堆積物の基底が、断層を挟んで左側(北側)より右側(南側)の方が相当浅くなっていることが分かる。

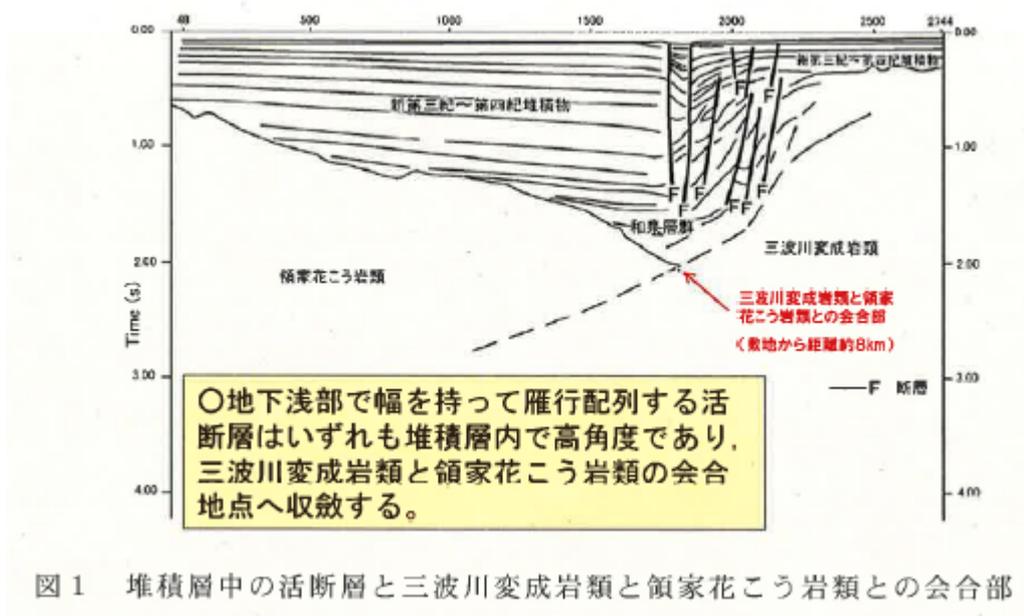


図1 堆積層中の活断層と三波川変成岩類と領家花こう岩類との会合部

これは、兵庫県南部地震を引き起こした六甲山と神戸市の境界にある断層の断面と同様、断層を境に左側が継続的に沈降してきたの

で、堆積層が厚く堆積しているのである。これを見れば、大半の専門家は断層運動によって南側が隆起したと考えるはずである(甲A542「野津意見書(2)」3頁)。

さらに、以下に引用した債務者準備書面(14) 図2「敷地前面海域における更新世の地層上面の標高」(5頁)を見ると、横に並んでいるバルジや地溝を境にして、南側は黄色の色が濃くなっており、北側は色が薄くなっている。これは、更新世の地層上面にも高低差があり、北側が低く南側が高いことを意味する。従って、更新世から完新世に入ってから(1万年前以降も)断層運動が繰り返され、北側が下がり南側が隆起する傾向が続いていたということを意味する。

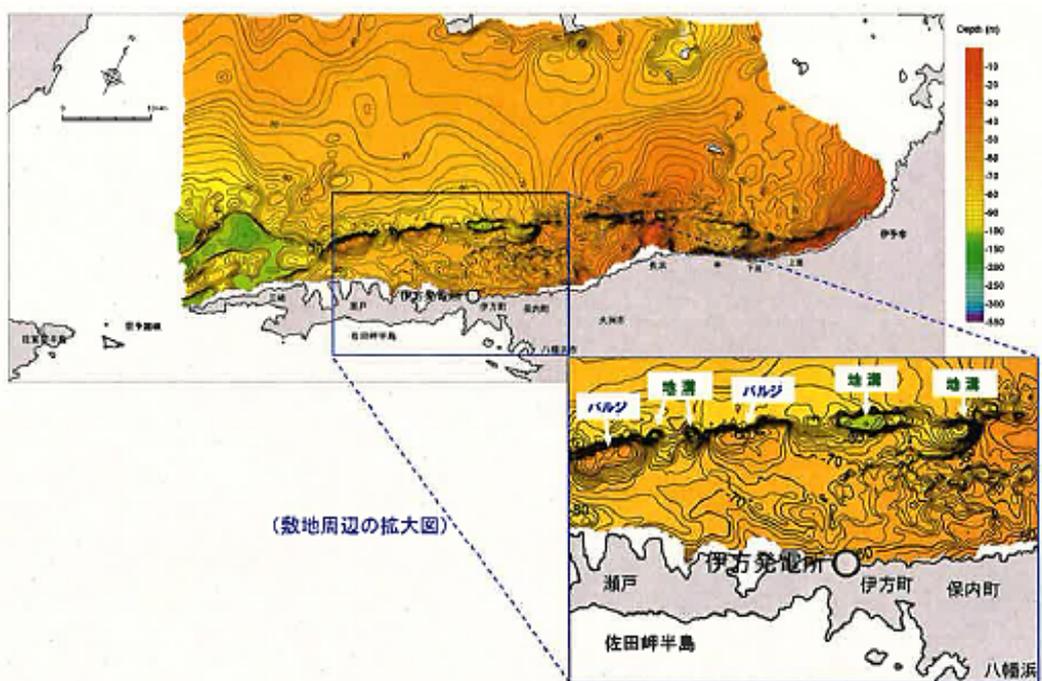
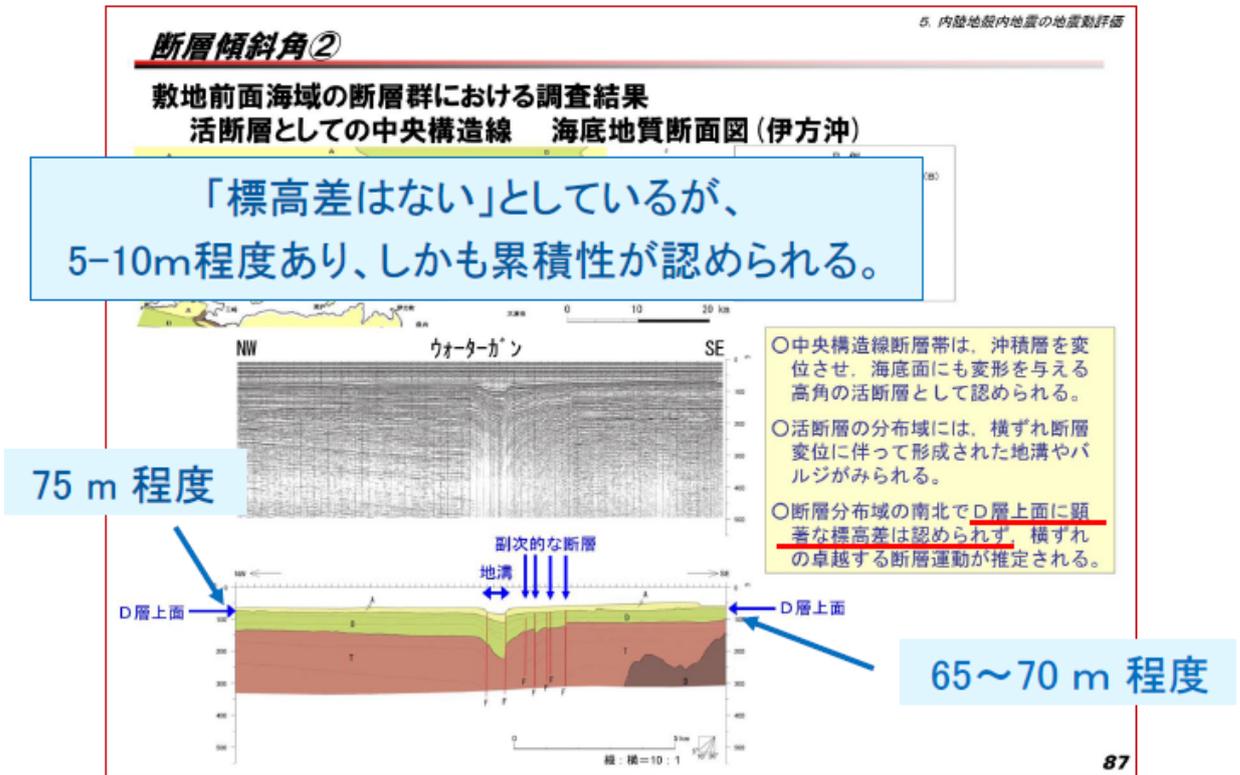


図2 敷地前面海域における更新世の地層上面の標高

断層の南側が隆起しているという事実は、下記伊方原発沖のウォーターガンによる調査結果によっても明らかである。南東側(原発側)のD層は北西側よりも5~10m高くなっており、過去1万年

に5～10mは隆起したことが分かる（甲B325「岡村スライド」52頁，甲B158「岡村意見書」3頁）。



(四国電力 H25年8月28日 資料1-1 P87に加筆)

佐田岬半島沿いに、中位段丘、高位段丘が少なくとも60kmにわたって水平に配列していることから、敷地周辺が過去数十万年にわたって隆起し続けていることは明らかである（甲B325「岡村スライド」59頁）。

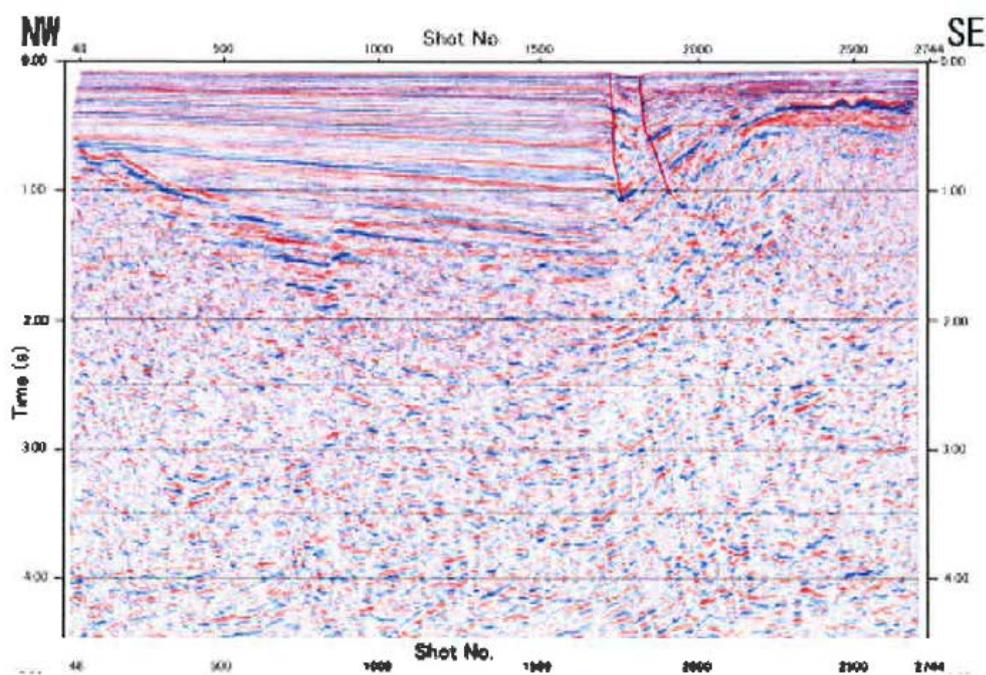
以上の通り、敷地前面断層の南側が過去の断層運動で繰り返し隆起していることは明らかである。これと前記敷地周辺が圧縮場であることを考えれば、敷地前面断層は南傾斜で逆断層成分を含んだ横ずれ断層である可能性が十分にあると言える。

#### (4) エアガン探査断面図の解釈

債務者は、海上音波探査の結果を震源断層が鉛直と判断する有力な材料としている（準備書面（14）6頁）。しかし、地表付近

の断層の傾斜を調べても、地下の震源断層の傾斜角がどうなっているのかは分からない。岡村眞高知大学特任教授によると、地下深部よりも地表付近で高角度になることも多く、表層の活断層の傾斜がほぼ垂直であるからといって、地下深部がほぼ垂直であるとは限らない（甲B325「岡村スライド」46頁）。ただし、債務者が行った地表付近の断層調査の結果からしても、南傾斜の可能性は十分示唆される。債務者は自身が行った調査結果の解釈を誤っている。

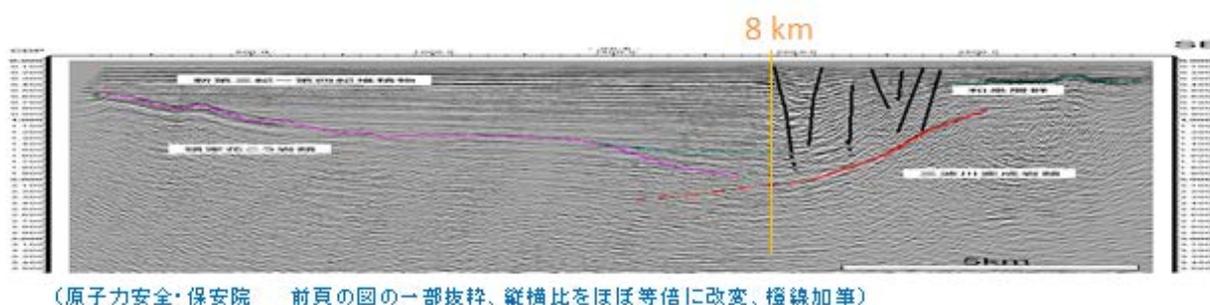
高知大学特任教授の岡村眞氏によると、債務者が適合性審査に示した伊方原発沖の下記エアガン探査断面図のデータ（平成25年8月28日付け 資料1-1）を見れば、地表付近の断層面が南に傾斜していることが確認できる（甲B158「岡村意見書」6頁）。



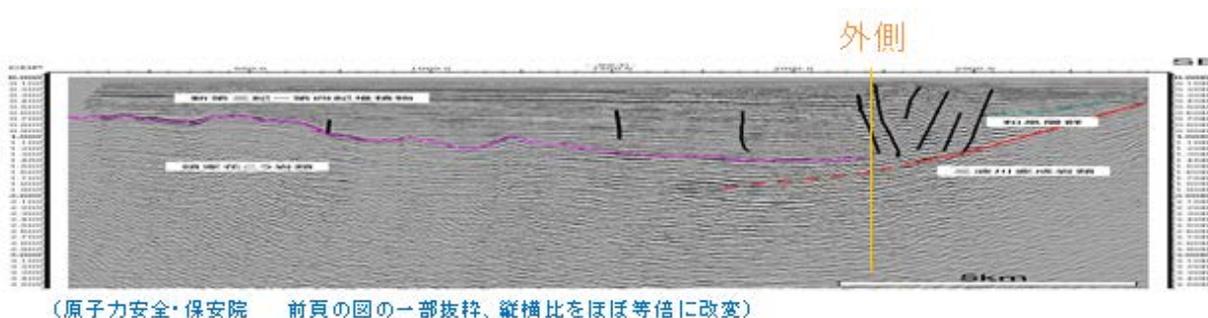
<図面5>

さらに、原子力安全・保安院も、伊方原発前面海域における海上音波探査反射断面図について、下記のように黒い線を引き、原

発から水平距離で約 8 k m の位置にある一番外側の断層線は南傾斜であるという解釈を示している（甲 B 3 2 5 「岡村スライド」 4 1 頁，甲 B 3 9 2 「伊方発電所敷地前面海域における海上音波探査」 1 0 頁 JN1-E 断面図（縦横比をほぼ等倍に改変））。



上記断面は地溝のものであるが，バルジの部分に当たるそのひとつ南西側の側線については，外側の断層線はさらに南側に傾くようになっている（甲 B 3 2 5 「岡村スライド」 4 4 頁，甲 B 3 9 2 「伊方発電所敷地前面海域における海上音波探査」 8 頁 JN1-D 断面図（縦横比をほぼ等倍に改変））。



以上の敷地前面海域の断面図からしても，震源断層が鉛直である断言する根拠はなく，南傾斜の可能性は十分にあるとすることが出来る。

#### (5) 横ずれ断層はほぼ鉛直？

債務者は，「地震学的には，実証的に近年国内外で発生した横ずれ断層による主な地震では震源断層はいずれもほぼ鉛直であることが明らかにされている」（準備書面（14）5頁）と主張してい

る。「ほぼ鉛直」の意味は明らかでないが、債務者が挙げる Nishimura et al.(2006)では福岡県西方沖地震の傾斜角は $79^{\circ}$ であり、Asano et al.(2005)での Denali 地震は $86^{\circ}$ である。岡村教授も述べる通り、横ずれであっても正確に $90^{\circ}$ である断層はほとんどない(甲B72「岡村意見書」7頁)。さらに岡村教授は、横ずれ断層について、「実際の断層は垂直ではなく、どちらかに $70\sim 90$ 度程度の傾斜を持つことが多い」と指摘している(甲B325「岡村スライド」46頁)。

2016年熊本地震も、横ずれ断層を主体とする地震でありながら、国土地理院は干渉 SAR の解析結果に基づいて傾斜角が $60$ 度の断層面(甲A543)を、瀬瀬他は強震波形データの解析に基づいて傾斜角が $75$ 度の断層面(甲A416)を、浅野・岩田は強震波形データの解析に基づいて傾斜角が $65$ 度の断層面(甲A544)を、それぞれ提案している(布田川区間に着目した数字)ことから、野津厚氏は、敷地前面海域の断層の傾斜を少なくとも南傾斜 $60$ 度まで想定し、安全側に基準地震動を策定することが必要であるとの意見を述べている(甲A542「野津意見書(2)」4頁)。また、原子力安全委員会地震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会WG3第34回会合では、徳山英一委員(東京大学大気海洋研究所教授)も、南にも $60$ 度ディップしている(傾いている)という仮定を置いて $S_s$ (基準地震動)を評価する必要があるという意見を述べている(甲A541・22, 27頁)。レシピにおいては、「高角」とされている場合は $60^{\circ}$ から $90^{\circ}$ の範囲で傾斜角を設定することになっており(乙38「レシピ」4頁)、横ずれ断層でも $60^{\circ}$ まで傾くことは十分あり得ることである。

松岡裕美高知大学准教授も述べるとおり、本件原発敷地前断層は、

80°程度南傾斜の可能性が高い（甲A541・4頁）。それ以上傾斜している可能性も否定できず、鉛直を基本ケースとすることも不確かさの考慮が80°に止まることも安全側の考慮に欠ける。

## (6) アトリビュート解析

債務者はアトリビュート解析も行っているようである（準備書面（14）6頁）が、伊方原発から数十キロメートル離れた三崎沖ジョグと串沖ジョグの結果しか示されておらず、伊方原発直近の断層がどうなっているかは分からない。また、この調査結果によっても、地質境界より深い部分でも高角度の断層が続いている可能性が示唆された、という程度であるから、これをもって震源断層が鉛直であると推認することはできない。

## (7) 小括

以上からすれば、その可能性が十分に高いと思われる横ずれに逆断層成分が混じった南傾斜80°については、少なくとも他と重畳させる不確かさ、つまり基本ケースとして考えるべきである（甲B325「岡村スライド」60頁）。不確かさの考慮としては、少なくとも南傾斜60°程度までは考えるべきである。債務者は、鉛直を「十分に信頼できるもの」としている（準備書面（14）12頁）が、調査技術の限界や現実には横ずれ断層であっても傾斜角が丁度90度になるものはほとんどない現実を無視している。

南傾斜60°の場合は、震源が伊方原発直下に位置することも考えられ、その場合、上盤効果<sup>17</sup>によって想定を大きく超える激しい揺れが伊方原発を襲うことになると想定される。

なお、債務者は、「高知大学の岡村氏が指摘するような低角の南

---

<sup>17</sup> 断層面の地表投影面の範囲にある地点では、周期1秒以下で下盤側に比べて上盤側で3倍程度大きな地震動強さになることを示した研究成果（甲A592「距離減衰式のばらつき特性評価と地震ハザード解析の高度化研究」）がある。

傾斜は、敷地周辺の地質調査結果からはおよそ考えられない」と主張している（準備書面（５）５７頁）が、岡村氏は敷地前面海域断層の傾斜角が低角（「レシピ」４頁によると「低角」とは「 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 」）であるとの意見は述べていない。

## 8 その他の不確かさ考慮に関する債務者の主張について

### (1) 数値から分かる考慮の不十分さ

債務者は広島事件において、不確かさケースとして102通りを考慮しており、最大加速度（水平動）が最小ケースで198ガル（54km，壇ほか(2011)，破壊伝播速度不確かさ考慮），最大ケースで493ガル（480km，壇ほか(2011)，応力降下量不確かさ考慮）であり，約2.5倍のばらつきを考慮したと言えると主張している（広島事件債務者準備書面（５）の補充書（２）４３頁，同旨・本件債務者準備書面（１６）６２頁）。

だが，瀨瀨一起東京大学地震研究所教授によると，強震動については再現でも倍半分（ $1/2 \sim 2$ 倍）の誤差が生じるのが通常である（甲A70「事情聴取書」）。つまり，特定の震源から発生する地震動の評価としては，地震モーメントや震源断層の位置，形状等地震発生後の精度が高いデータが使えるとしても，最小値と最大値とでは，通常4倍程度の幅が生じるということである。一方債務者は，震源断層の長さを54kmから480kmまで変化させ傾斜角を北30度から南80度まで変化させる等の，地震発生後はある程度確定できる震源の不確かさまで合わせても，198ガルから493ガル，つまり僅かに約2.5倍しか考慮できておらず，これにハイブリッド合成による579ガルまで合わせても，約2.9倍しか幅を考慮できていない。最大の地震動を想定するという意味では著しく

不十分なのは明白である。

## (2) アスペリティの平面位置について

アスペリティ位置については、岡村眞高知大学教授より「ジョグがアスペリティにならない、などというのは『たわごと』である」「表層地層の変形であるジョグがある程度のもので、敷地前にアスペリティを置かない理由にはならない」「5.4 km程度の断層でアスペリティを2つに分ける必然性もない」（甲B325「岡村スライド」65頁）と指摘されている。

さらに、「第4回 地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）」では、地質学が専門の岡村行信委員（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 首席研究員）より、「大きく滑ったところが強震動生成域とは限らない」「そもそも地質学的に強震動生成域と決められるかどうかということが私は疑問だと思います」「合理的に決められるとなればばらつきの一つとして扱えるかもしれないですけれども、決められないとなると、やはり敷地近くに置いておくようなことを考えないといけないのかという気がします」と述べられている（甲A567の1 議事録11頁）。

アスペリティの平面位置について詳細な地質調査によって信頼性の高い情報が得られるなどという債務者の主張（準備書面（16）158頁）は誤りである。

## (3) その他の重畳させないパラメータについて

北傾斜について、そもそも債務者は調査の結果震源断層の傾斜角をほぼ鉛直と断定しているにもかかわらず、北傾斜30°の可能性を考慮しているということは、詳細な調査によっても傾斜角が特定できない可能性を自ら認めていることに他ならない。北傾斜の可能性が小さいとする根拠が薄弱であることは明白である。

破壊伝播速度について、債務者は Geller(1976)により  $\beta = 0.72$  としているが、レシピでは「近年の研究においては、Geller(1976)による係数 0.72 よりも大き目の値が得られている」とし、例として  $\beta \div 0.8$  となる見解（片岡，他，2003）も紹介されており（乙 38・13頁），必ずしも平均値について専門家の一致がある訳ではない。債務者は，54 km ケースについて，宮腰・他(2003)の知見による  $1\sigma$  を考慮し係数 0.87 としている（甲 A 97 の 1 平成 27 年 3 月 20 日付け「伊方発電所 地震動評価について」57頁）が，そもそも  $1\sigma$  だけを考慮すればよいという根拠がない上，平均値が必ずしも定まらないのだから，係数 0.87 で本当に  $1\sigma$  のばらつきを考慮できているのかも分からない。

また債務者は，480 km 及び 130 km ケースの破壊伝播速度について，「長大断層で  $V_s$  を超える事例報告がある」（同 57 頁）と述べている。つまり係数を 1.0 が中央値になり得るということであり，不確かさ考慮として係数 1.0 となる確率が低いとは言えない。

山田ほか(2007)によっても，破壊伝播速度のばらつきは地震動評価に対しある程度の影響を与えることが分かっており（甲 A 130・109 頁），このパラメータについても軽視すべきではない。

債務者の設定した破壊伝播速度は，他のパラメータとの重畳が不要な程信頼性が高いとは言えない。

#### **(4) 不確かさの重畳についての藤原氏の指摘**

不確かさの重畳考慮の問題については，地震・津波に関する意見聴取会では，藤原広行氏から以下のような指摘があった。

「2つの不確かさを重ね合わせないというのは、これまで暗黙のうちに使われて、完全にオーソライズされていたわけではないんじゃないのかなとも。とりあえずそれでいきましょう。それは中長期的にはそこをきちんと評価しなきゃいけないというふうに、確かっていたと思うんですけれども、今の段階でそれをどう扱うのかというのを明確にしたほうがいいと思うんですよね。当面はもうそのルールでいくのか。それも本当にルールというふうにするんだったら、それでいいのかどうかをもうちょっときちんと議論しておかないと、その不確かさの考慮の仕方によって最後の結果がかなり変わってくる可能性もありますよね。そこがすごい心配なところではありますね。」（甲A569「第3回 地震・津波に関する意見聴取会（地震動関係）議事録」29頁）

藤原氏からの指摘があったにもかかわらず、現在まで規制委員会は、不確かさの重畳について「必要に応じて組み合わせる」（設置許可基準解釈別記2第4条5項⑤及び審査ガイドI3.3.3(2)①1))としているだけで、旧規制機関時代から根本的な変更はなく、基準は明確でない。そのような不明確な基準による審査を通過したからといって、債務者の不確かさの考慮が適切なものとは到底言えない。

債務者がアスペリティ応力降下量や断層傾斜角等について重畳考慮しないことについては、特段正当な地震動想定として認められた手法ではない。

藤原氏は、函館地裁における書面尋問でも、「個々のパラメータごとに不確かさを考慮するだけでなく、必要に応じて不確かさの重ね合わせを適切に行うことが必要であると考えます。特に、認識論的不確かさがある中では、不確かさを重ね合わせて評価することが

重要と考えます」(甲B401「書面回答書1」2頁)と証言している。

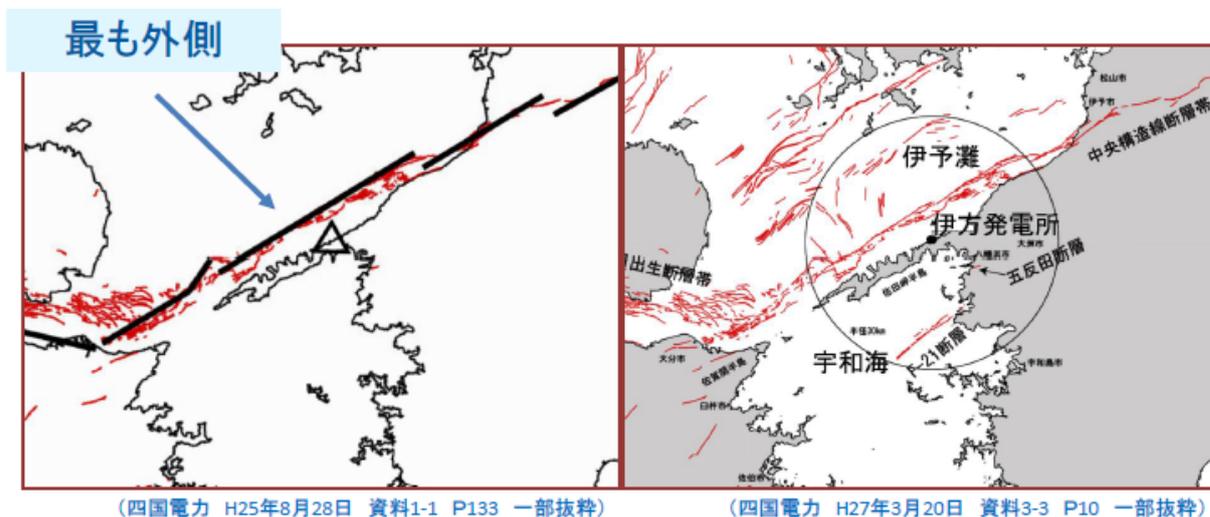
伊方原発については、前記の通り、アスペリティ応力降下量の不確かさが特に大きいことを踏まえ、壇ほか(2011)や Fujii and Matsu'ura(2000)によるアスペリティ応力降下量に上乘せした値を、他と重畳する不確かさ、すなわち基本ケースとすべきである。さらに、逆断層成分が混じる南傾斜について複数の専門家から指摘されている状況を踏まえ、これも他と重畳させる不確かさとすべきである。アスペリティの配置の基本ケースも見直す必要がある。破壊伝播速度については、少なくとも480kmケースでは破壊伝播速度の係数を1.0とすることも他と重畳させることが必要であろう。

債務者は、「詳細な地質調査から信頼性の高い情報が得られている」「多くの研究者らによる地震に関する過去の知見等を考慮することで、高い信頼性を有する条件を基本震源モデルに設定している」等と主張している(準備書面(16)158頁)が、それらの主張は誤りである。債務者は「これらの不確かさが重なる可能性は極めて小さい」とも主張するが、その可能性を定量的に示すことが出来ていない。結局、債務者の不確かさ考慮とは、多少の保守性を見せかけることと経済合理性のために基準地震動を低く抑えるというバランス感覚の下、根拠が曖昧な「割り切り」をしているに過ぎない。

#### 第4 断層との距離について

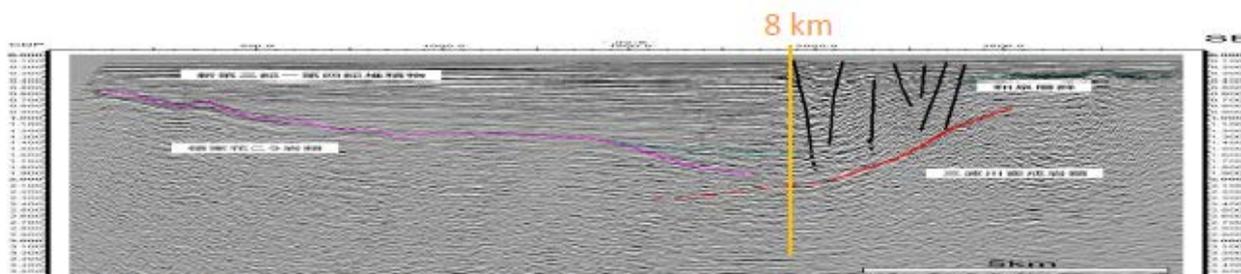
いかに詳細な調査をしても、伊方原発周辺で確認できるのは、表層付近の活断層と地層境界としての中央構造線だけで、地震波を発生させる震源断層は見えない。したがって、伊方原発から震源断層までの距離さえ、正確には分からない(甲B325「岡村スライド」35頁)。

敷地前面海域の断層は断層帯となっており、伊方原発から5 - 8 kmの範囲で分布している。債務者は、表層付近で確認出来る活断層帯のもっとも外側で敷地から遠い8 km（水平距離）の地表地震断層直下での震源断層の想定を基本ケースとしているが、それよりも内側に震源断層が存在する可能性がある。



【甲B325 岡村スライド36頁】

次の図は、先にも示した、旧原子力安全・保安院が債務者の調査とほぼ同じ測線で行った、敷地前面海域における海上音波探査反射断面図と、保安院の解釈である（甲B392「伊方発電所敷地前面海域における海上音波探査」10頁JNI-E断面図（縦横比をほぼ等倍に改変））。

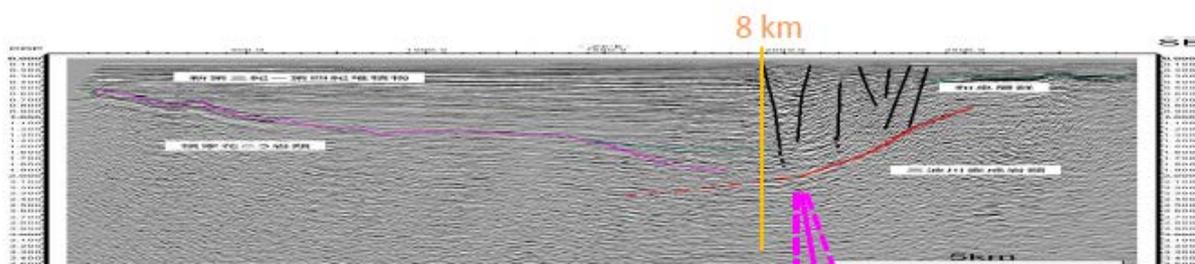


(原子力安全・保安院 前頁の図の一部抜粋、縦横比をほぼ等倍に改変、橙線加筆)

【甲B325 岡村スライド41頁】

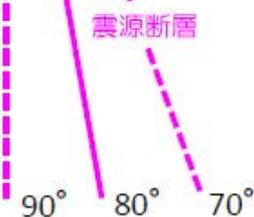
上記のように、8 kmという想定は、もっとも外側に位置する地表付

近の断層のうち、表層付近の位置を基準としたものである。実際は、もっとも外側の断層は南に傾斜しているため、債務者が断層（地震発生層）の上端としている深さ 2 k m の地点では、敷地までの水平距離は 8 k m よりも短くなる（7 - 7. 5 k m 程度と推定される）。



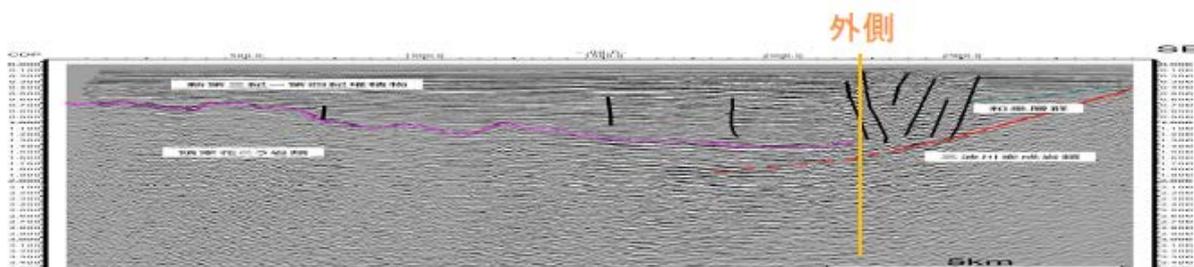
(原子力安全・保安院 前頁の図の一部抜粋、縦横比をほぼ等倍に改変)

最も外側の断層は、明らかに南傾斜しており、震源断層の位置は、8kmよりも原発に近づくことになる。



【甲 B 3 2 5 「岡村スライド」 4 2 頁】

一番外側の断層が南傾斜になるという敷地前面海域断層群の同様の傾向は、これよりも 1 本南西側の測線でも確認されている。(甲 B 3 9 2 「伊方発電所敷地前面海域における海上音波探査」 8 頁 JN1-D 断面図 (縦横比をほぼ等倍に改変))。



(原子力安全・保安院 前頁の図の一部抜粋、縦横比をほぼ等倍に改変 橙線加筆)

一方債務者は、下記のような図を示し、「活断層は、地下深部に向かうにつれて、三波川変成岩類と領家花こう岩類との会合部（本件発電所敷地の沖合約8kmの地点）へと収斂しており（図1）、この会合部の下に敷地前面海域の断層群の活断層本体（震源断層）が存在すると推定される」と主張している（準備書面（14）3頁）。

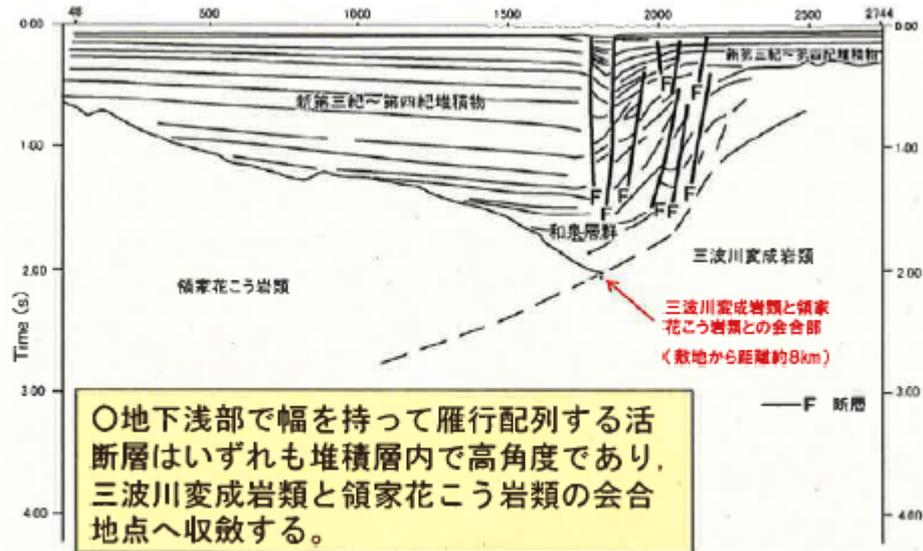
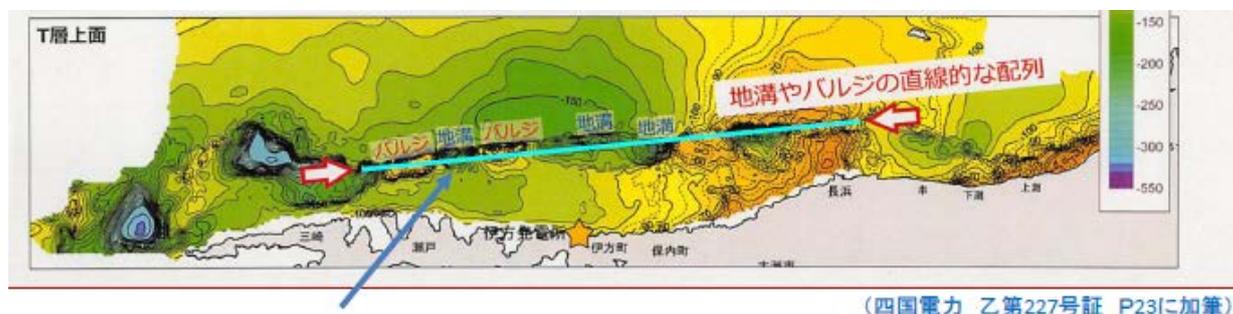


図1 堆積層中の活断層と三波川変成岩類と領家花こう岩類との会合部

だが、活断層が収斂するというのは、債務者の勝手な解釈に過ぎず、前記保安院の解釈と矛盾している。地質境界と活断層とが必ずしも一致しないことは債務者も主張している通りであり（答弁書130頁）、三波川変成岩類と領家花こう岩類との会合部の下に震源断層があるとは限らない。

債務者は、地溝やバルジの配列によって震源断層の位置を推定したとも説明しているが、地溝やバルジにはある程度幅がある。債務者はその1番外側を結んだ線の直下に震源断層があるとして伊方原発からの距離

は 8 k m と解釈しているが、地溝やバルジの内側に線を引けば、7 - 7.5 k m という解釈も十分成り立つ。



この矢印を結ぶと、原発からの距離は 7-7.5 km

【甲 B 3 2 5 「岡村スライド」 5 5 頁】

以上の通り、債務者が想定する地震発生層の上端を前提とすると、震源断層の位置が敷地から 8 k m という債務者の想定 of 根拠は薄弱であり、実際はもっと伊方原発に近い可能性が高い。地震動の評価において断層距離の違いは非常に大きい、債務者は基準地震動を少しでも切り詰めるための想定しかしていない。

## 第 5 南海トラフの地震について

### 1 東北地方太平洋沖地震との異同について

#### (1) 総論

債務者は、広島事件において、伊方原発の敷地と女川原発の敷地とでは、地域特性が異なることから、沈み込むプレート上面からの距離が遠い女川原発の観測記録の方が大きくなることも十分に考え得ると主張している（準備書面（5）の補充書（2）46頁）。

無論、実際に M w 9.0 の南海トラフ巨大地震が発生した際、伊方原発が女川原発等とは違い震源域に含まれるとしても、伊方原発に襲

来する地震動が東北地方太平洋沖地震の際に女川原発を襲った地震動（636ガル（水平方向））を下回る可能性がまったくないとは言えない。地震動は必然的に偶然の要素によって支配される上、伊方原発立地地域において女川原発等よりも地震動を小さくするような地域性はあるかもしれない。だが、どの程度なのか分からない可能性に賭けるような地震動想定は、原発の耐震設計においては許されるべきではない。基準地震動を上回る地震動が原発に襲来するおそれを可能な限り低減させるべく、地震動を大きくする要因として可能性の否定できないことについては、これを考慮しなくてもよい正当な理由がない限りは考慮することとし、十分に余裕を持った想定をすべきであることは言うまでもない。

## (2) サイト特性について

債務者が地域特性の違いとして挙げるのは、女川原発の解放基盤表面と伊方原発の解放基盤表面におけるS波速度の違いである。女川原発の解放基盤表面のS波速度は1500m/秒であり、伊方原発の解放基盤表面のS波速度は2600/秒であるとする、一般的には伊方原発の地盤の方が硬質であるため有利と言われるかもしれない。だが、原発の重要な施設が集まる短周期側では必ずしもそうは言えない。

債務者が平成27年3月20日付け適合性審査資料（甲A97の1・103頁）等に引用している加藤ほか(2004)が提案する「震源を事前に特定できない地震による水平動の地震動レベル」では、S波速度1500m/秒の応答スペクトルも、地震基盤（S波速度3000m/秒）の応答スペクトルも、固有周期0.1秒以下ではまったく同じ評価になっており、長周期側でも大きくは変わらない（債務者準備書面（5）93頁図25）。また、消防博物館のホームページでは、「定性的には、軟弱地盤では長周期の波が増幅されやすく、硬質地盤では

短周期の波が増幅されやすい。」(甲A571)とされている通り、より硬質な地盤では短周期側の地震動のリスクが高くなると考えられる(甲B326「伊方3号の基準地震動に関する補足説明」xiiiも参照)。

したがって、伊方原発の地盤条件の方がS波速度が速くより硬質な地盤であるとしても、一概にサイト特性が女川原発よりも有利だとは言えない。

さらに同ホームページには、「地盤の地震波伝播速度、密度、厚さの情報がわかれば、計算によりどの周期成分が大きく増幅されるかが定量的に評価できる。」とも記載されている。債務者は、単にS波速度の違いを挙げるだけでなく、サイト特性の違いがどの程度地震動に影響するのかを定量的、具体的に示すべきであるが、その点の疎明はない。したがって、この点の違いは、女川原発と伊方原発のプレート上面からの距離の違いを打ち消すものとは認められない。

### **(3) プレートの性質の違いについて**

債務者は、太平洋プレートとフィリピン海プレートとの形成年代や厚さ、沈み込む違いといった点も挙げる(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)46頁)が、これらの違いがあるからといって、なぜ伊方原発を襲う地震動の方が小さくなると言えるのか、仮に小さくなるとしてどの程度小さくなると言えるのかといった点の具体的な説明がない。

限られた知見から地域特性を認定することが東北地方太平洋沖地震を想定外とすることにつながった過去の教訓(詳しくは甲B135「超巨大地震に迫る 日本列島で何が起きているのか」116頁以下参照。)をも踏まえるならば、安易に南海トラフ地震から発生する揺れが小さくなると決めつけるべきではない。

#### (4) 小括と補足

以上のように、結局、債務者は、女川原発は東北地方太平洋沖地震の震源域から外れている一方で、伊方原発は南海トラフ地震の震源域に位置するという、伊方原発に襲来する地震動をより大きくすると考えられる重要な違いを打ち消すような根拠は何も挙げられていない。

なお、広島事件において、債務者は、本件では債権者ら準備書面(5)基準地震動再反論の63頁に引用した図を内閣府検討会のものとしている(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)47頁)が、正しくは、同61頁に記載した通り、推本の「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)概要資料」(甲A136の1・10頁)掲載の図である。いずれにせよ、推本や内閣府検討会が示している等深度線からすると、どう見ても伊方原発はフィリピン海プレート上面から41kmの位置にはない。債務者は、内閣府検討会のモデルが設定した距離を用いていると主張しているが、プレート上面からの距離を41kmと設定している限り、推本や内閣府検討会のモデルを用いた地震動想定として不適切である。

広島事件において、債務者は、41kmという認定は松崎ほか(2003)に取りまとめられ、学術的に信頼性の高いものと主張している(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)47頁)が、債務者が自社従業員に作成させた都合の良い論文を安易に信用すべきではない。推本の長期評価では、Ide et al.(2008)やShiomi et al.(2008)が検討された上で前記プレート上面からの等深度線が描かれるに至っており(甲A136の3・65頁)、松崎ほか(2003)は参考文献にさえ上がっていない(同55頁)。松崎ほか(2003)について専門家の間で相対的に信頼性が高いとは見られていないことは明らかである。

## 2 東北地方太平洋沖地震に係る地域特性について

### (1) 三陸沖～房総沖と南海トラフとの過去の地震の比較

債務者は、広島事件において、フィリピン海プレート境界に比べて、太平洋プレート境界においては大規模な地震が多く発生していることは明らかだと主張している（準備書面（5）の補充書（2）48頁）。

そもそも東北地方太平洋沖地震と同規模（以上）の地震が南海トラフで起きるという前提での地震動についての議論のはずが、なぜ改めて地震規模の話に戻るのか分からないが、南海トラフ沿いでは東北地方太平洋沖よりも強い揺れをもたらす大規模な地震が起きないということとは言えない。

「フィリピン海プレート境界に比べて、太平洋プレート境界においては大規模な地震が多く発生している」というのは、必ずしも正しくない。東北地方における歴史資料が残っている江戸時代以降<sup>18</sup>で比較すると、南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）（甲A136の3・93頁）によれば、南海トラフ沿いでは、1854年安政東海地震（M8.4）、同年安政南海地震（M8.4）、1707年宝永地震（M8.6）と、M8.5前後の地震が3回発生しており、いずれの地震でも揺れによる被害が発生している。

一方、三陸沖～房総沖の海溝沿いでは、江戸時代以降、東北地方太平洋沖地震を除けば、M8.5前後の地震は発生していない（甲A332「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）」13頁）。

同領域ではM8.0程度の地震は発生しているが、1611年慶長三陸地震（M8.1）、1677年延宝房総沖地震（M8.0）、1896年明治三陸地震（M8.2）はいずれも津波地震であり、大き

---

<sup>18</sup> 貞観地震は律令制度下で多賀城による支配がなされていたため『日本三代実録』に記録があるが、これは例外である。

な津波を伴う地震であったが、揺れによる被害はほとんどなかったとされている（同52頁）。1933年昭和三陸地震（M8.1）は正断層型のアウターライズ地震であり、やはり大きな津波を伴う地震であったが、揺れによる被害は大きくなかった。

このような歴史地震をも踏まえ、特に東北地方太平洋沖地震以前には、東北地方太平洋沖では、普段からゆっくりしたすべりと活発な地震活動によりすべり欠損を解消していると考えられることから、大規模な地震は発生しないと考えられており、一方で東海・南海沖ではすべり欠損が蓄えられているため、より大規模な地震の発生が懸念されていた（甲B404意見書（松澤暢）12頁）。東北地方太平洋沖地震により、東北地方太平洋沖に関し従前考えられていた地域特性の多くは否定されたが、だからといって、東海・南海沖において、蓄積されたすべり欠損により激しい揺れを伴う大規模地震が起きる可能性は、まったく否定されていない。

債務者は、2011年東北地方太平洋沖地震につき、Mw9.0の地震であったにもかかわらず、観測された震度分布はMw8.2～8.3相当のものであったとしている（準備書面（16）76頁）が、東北地方太平洋沖地震には、地震規模の割に地震動が小さくなるような地域特性が影響していた可能性もある。南海トラフ地震にそのような地域特性があるかどうかは分からない。

## **(2) 短周期レベルについて**

広島事件において、債務者は佐藤(2010)で太平洋プレートのプレート間地震に係る短周期レベルが壇ほか(2001)で求められる値の1.63倍とされていることを挙げる（準備書面（5）の補充書（2）49頁）が、これは東北地方太平洋沖地震発生前の、より小規模な地震の観測記録に基づく知見である。そもそも東北地方太平洋沖地震との比

較で南海トラフ巨大地震の地震動がどうなるかという議論のはずが、前提が変わってしまっている。また、片岡ほか(甲A557・745頁)によると、壇ほか(2001)の関係式では  $M_0 > 10^{18}$  [Nm] で短周期レベルを過小評価する傾向があり、壇ほか(2001)が平均的な短周期レベルを言い当てられているかどうかは不確実であるから、その1.63倍という数値が特段大きいものと断定することもできない。

佐藤(2012)(乙87)では東北地方太平洋沖地震の短周期レベルも触れられているが、宮城県沖地震ほど顕著に大きくはない。短周期レベルは解析手法に依存する数値であることは前記第2・3(6)の通りであり、佐藤(2012)のみをもって東北地方太平洋沖地震が特段大きな地震動を発生させる地震だったとは言えない。

片岡ほか(2006)(甲A557・745頁)によると、「東日本(太平洋プレート)と西日本(フィリピン海プレート)には(注:短周期レベルについて)あまり差がない」とされている。

南海トラフ地震が東北地方太平洋沖地震との比較で短周期レベルがどうなるかどうかは分からないというべきであり、安易に南海トラフ地震の短周期レベルが小さくなる決めつけることはできない。

### (3) レシピの記載について

債務者は、スラブ内地震につき、笹谷ほか(2006)を用いて短周期レベルを設定する場合、フィリピン海プレートに適用する場合は0.5倍する旨レシピに記載されていることをも指摘する(広島事件債務者準備書面(5)の補充書(2)49頁)が、レシピではプレート間地震の特性化震源モデルにおいて同様の記載はない(乙38・17頁)。これは、フィリピン海プレートで発生するプレート間地震について、短周期レベルが小さくなるような性質は確認されていないということの意味している。

#### (4) 小括

以上の通り、債務者は、東北地方太平洋沖地震には $M_w 9.0$ 南海トラフ巨大地震よりも地震動が大きくなる性質（震源特性）があると言いたいようであるが、そのような主張は成り立たない。 $M_w 9.0$ の南海トラフ巨大地震が発生した際、東北地方太平洋沖地震の際に女川原発や福島第一原発で観測された強震動を大きく超えるような揺れが伊方原発を襲う可能性は十分にある。

### 3 奥村ほか(2012)（甲A334）について

債務者は、広島事件において、奥村ほか(2012)（甲A334「距離減衰式に基づく地価深部の地震動評価手法に関する検討」1079頁）は耐専式により地中の観測記録を再現できたに過ぎず、 $M_w 9.0$ 及び $M 8.4$ の2通りの耐専式による地震動評価結果の妥当性については何ら論証していないと主張する（準備書面（5）の補充書（2）51頁）。

だが、奥村ほか(2012)で示された結果は、 $M 8.4$ を耐専式に当てはめると、債務者が言う原子力施設における主要な設備の固有周期がある0.1秒以下については、検討とした16ケースすべてで地中地震動観測記録を下回り、 $M_w 9.0$ を耐専式に当てはめても半数は下回ってしまうという、厳然たる事実である。ここから、解放基盤表面での地震動についても、 $M_w 8.3$ を耐専式に当てはめたのではやはり観測記録を下回ってしまうと推認することは、何ら不自然なことではない。

債務者は、本来であれば $M_w 9.0$ クラスの地震記録を用いるべきところ、 $M 5.5$ 以上の地震記録を用いて「地中観測記録／耐専スペクトルから求めた解放基盤表面の地震動」から補正係数を求めていることについて、その適切さを十分に検証できていないとするが、言い

がかりに近い主張である。

耐専式等の距離減衰式の適用の際、当該サイトのサイト特性（地盤の増幅特性）を考慮するためには、当該サイトの観測記録による補正係数を用いるのが最良の手段とされているが、そのような観測記録がなくても耐専式等で地震動予測をしているのが実情である。債務者においても、観測記録を収集してサイト特性を把握しようとしているが、適当な観測記録がないため補正係数を算定できないまま耐専式を用いて基準地震動を策定している（甲A97の1 平成27年3月20日付け「伊方発電所 地震動評価について」19～21頁，92頁）。

確かにMw9.0クラスの地震による地震動を補正するためには、Mw9.0クラスの地震の記録を用いるのが理想ではあるが、Mw9クラスのものに限らず、大規模な地震は基本的に低頻度の事象である。検討対象地震と同規模の地震の敷地観測記録から補正係数を導ける場合にしか耐専式を使えないとすれば、耐専式が使える場面はほぼ皆無になってしまう。

奥村ほか(2012)で検討対象となった4地点は、いずれも、マグニチュード5.5以上の地震による10ガル以上の観測記録が10個以上得られている。そこで算定された補正係数は、一般的に言って、かなり精度が高い<sup>19</sup>。かかる補正係数を用いて地中観測記録から換算されたはぎとり波は、相当の精度が期待できるものである。

なお債務者は、海洋プレート内地震の地震動評価に耐専式を適用する際は、補正係数の算定に当たって、耐専式の本来の適用範囲から外れた多くの観測記録を用いている（甲A97の1・88頁，債権者ら準備書面（5）105頁参照）。かように補正係数の精度に無頓着だった債

---

<sup>19</sup> なお、九州電力は川内原発の基準地震動策定に当たり、敷地周辺で発生した5地震の敷地観測記録から補正係数を導いて耐専式を使用している。

債務者が、奥村ほか(2012)のはるかに精度が高いと見られる補正係数について検証がなされていないと主張することは、あまりに矛盾した態度である。

内閣府検討会の「最大クラス」はあくまで一般防災を想定したものである（甲A143「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について」）から、内閣府検討会がMw 8.3を適用しているからといって、債務者もこれを適用してよいことにはならない。用いている距離減衰式も耐専式とはまったく違うものである。債務者において、南海トラフ巨大地震の地震動評価を耐専式にMw 8.3を適用することで行うなら、せめてMw 8.3を適用すると東北地方太平洋沖地震の観測記録をよく再現できることを示すべきであるが、それすらしていない。Mw 8.3を耐専式に適用してMw 9.0の南海トラフ地震の地震動評価をすることの妥当性を債務者において疎明出来ていないことは明らかであり、この点による過小評価のおそれは否定できない。

#### 4 琉球海溝との連動について

##### (1) すべり量について

債務者は、広島事件において、「内陸地殻内地震の長大断層ではすべり量が約10mで飽和することが知られているように、プレート間地震でも同様の現象が推定される<sup>1)</sup>ところである」（準備書面（5）の補充書（2）51頁）と主張しているが、希望的な推定に過ぎない。

また債務者は、本件において、御庁よりプレート間地震のすべり量の飽和についての科学的根拠を求められ、構造研究所(2012)を示している（準備書面（16）9頁）が、構造研究所(2012）（乙228・52頁）は21世紀に入ってからの世界のMw 9クラスの地震のすべり量を検討した結果、「Dmax は飽和することなく Mo に従って増加している。

今回検討したマグニチュードは 3 stage scaling model の 2 段階目に当たるため、未だすべり量の飽和には達していないことを示唆する。」とされたものである。債務者は、この記述について、検討されたマグニチュード範囲より大きなマグニチュードにおいてはすべり量が飽和するとの考えに基づいた表現であると主張しており、成程そうかもしれないが、結局この報告書では、「D および  $D_{max}$  は飽和することなく  $M_0$  に従って増加しており、すべり量の飽和現象はみられないことが分かった」（乙 2 2 8 ・ 5 9 頁）と結論付けられていることを無視している。

言うまでもなく、提出が求められていたのは、その筆者が債務者同様巨大地震ではすべり量が飽和すると予想していることがうかがわれるコンサルタント会社の報告書の一部の記載ではなく、プレート間地震においてもすべり量が飽和すると想定することの妥当性を裏付ける科学的な根拠である。債務者はその求めにまったく応えられておらず、このことは、債務者がほとんど何の根拠も無くプレート間地震のすべり量が飽和すると想定している事実を示すものである。

しかも、構造計画研究所(2012)では、「 $M_0$ -D の関係（下記図 4.11 ピンク色線）も図 4.9 の  $M_0$ -S の関係に対応して、3 stage scaling model が成り立つ場合の経験的關係（ $D \propto M_0^{1/3} \rightarrow D \propto M_0^{1/2}$ ）に良く対応しているように見える。」（乙 2 2 8 ・ 5 2 頁）と記載されている。これは、 $M_w 8.4$ （ $M_0=4.4 \times 10^{21}$ ）以上では、それ未満の規模の地震よりも、平均すべり量 D が大きくなる傾向があるということを意味する。

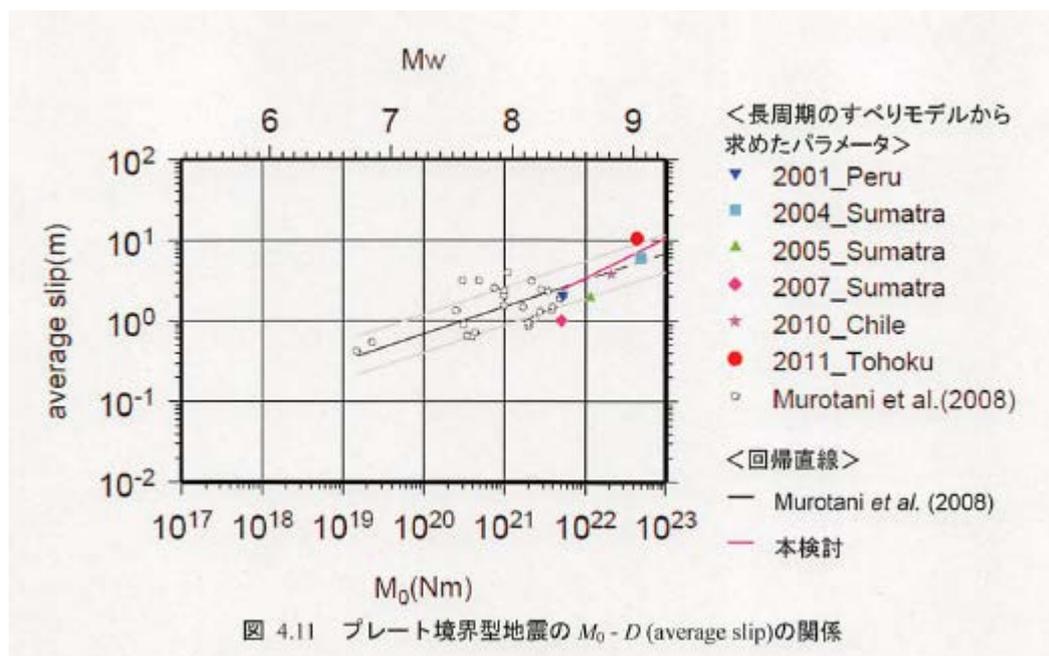
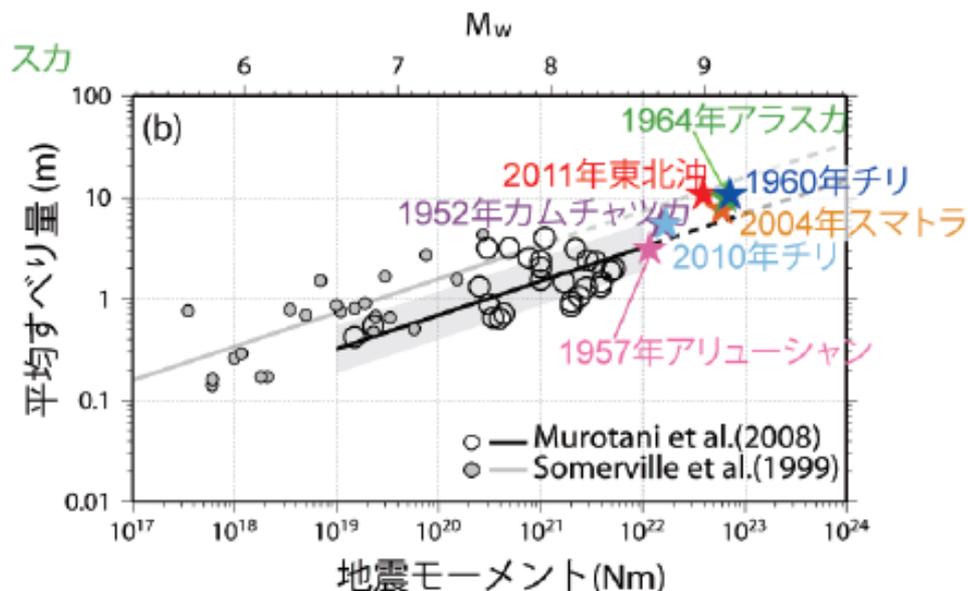


図 4.11 プレート境界型地震の  $M_0 - D$  (average slip) の関係

【乙 2 2 8 構造計画研究所 (2012) 5 5 頁】

同様の記述は、室谷ほか「M 9 クラス巨大地震のすべり量分布とスケーリング」(甲 A 4 4 2) にも見られる。そこでは、下記第 3 図として、大規模地震でもすべり量が飽和せずむしろ大きくなることを示唆するような図が掲載されており、やはり過去のデータ上、 $M_w$  9 を超えればすべり量が飽和するということはまったく言えない。



【甲A442「M9クラス巨大地震のすべり量分布とスケーリング」第3図】

債務者は、内閣府検討会が設定したすべり量であるから最大級の値が設定されていると解釈できると主張しているが、内閣府検討会は、南海トラフと琉球海溝との連動は一切考えていない。また内閣府検討会は、強震断層モデル全体としては平均すべり量を7.6mと設定しているのであり（「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）強震断層モデル編—強震断層モデルと震度分布について」22頁），これは東北地方太平洋沖地震の際の約10mよりもかなり小さい。原発の基準地震動の想定として平均すべり量7.6mでは不十分であることは明らかである。

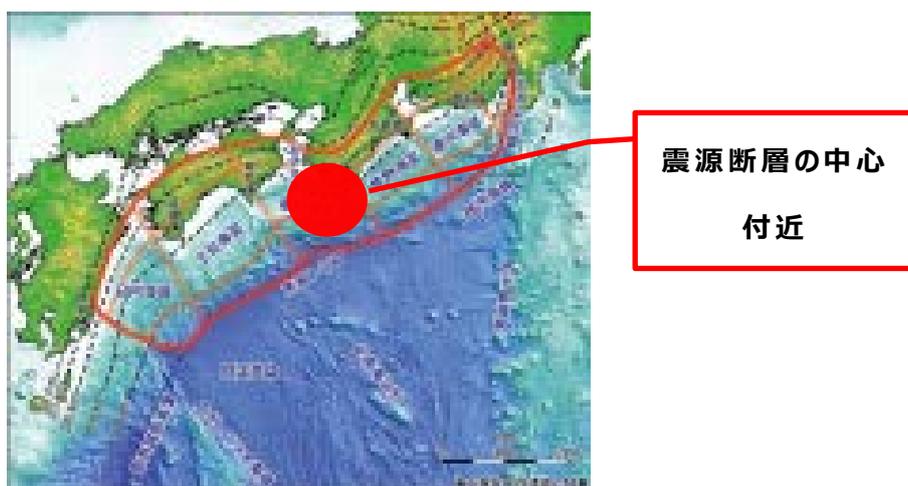
確かに、プレート間地震についても、地震規模が大きくなればいつかすべり量が飽和すると考える専門家がいること自体は否定しないが、どの程度の規模になればすべり量が飽和するのかについては、プレート間地震については内陸地殻内地震以上に目途が立っていない。特に大規模地震についてはそうでない地震よりもすべり量が大きくなると

いうデータがある以上、安易にすべり量が飽和すると想定することは非常に危険である。

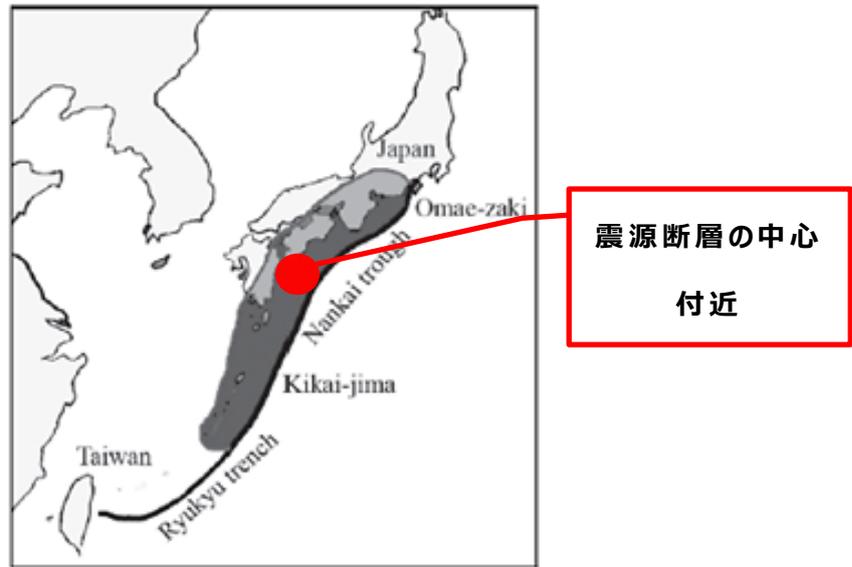
以上からすると、債務者は、東北地方太平洋沖地震と福島第一原発事故の教訓を踏まえ、南海トラフから琉球海溝まで連動することに伴い、すべり量が増加することを想定すべきである。すべり量が増加すれば、地震動の大きさや津波の高さは従来 of 想定を大幅に上回ることになる。

## (2) 等価震源距離について

広島事件において、債務者は、琉球海溝を含めた震源断層を考えるとによりサイトが震源断層の中心に近づき等価震源距離が短くなるとも考えられるという債権者らの主張に納得しないようなので（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）52頁），以下に図示する。



【甲A136の1「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）概要資料」4頁】



第2図 想定される超巨大地震の震源域  
Fig.2 The source region of the presumed hyper earthquake.

【甲A145「東海から琉球にかけての超巨大地震の可能性」】

以上の通り，震源断層の中心付近から伊方原発までの距離は，内閣府検討会等のMw9.0のモデルと古本宗充名古屋大学教授が示した超巨大地震モデルとで比較すると，後者が前者の概ね半分以下になり，ずっと伊方原発に近くなる。

無論これは具体的な等価震源距離の数値を示すものではないが，等価震源距離を求めるためには専門的な計算が必要であり，一般市民にとって容易なことではない。債務者は数多くの優秀な技術者を抱えるライフライン企業なのであるから，もし琉球海溝まで連動する場合に等価震源距離が長くなるとか，琉球海溝まで連動しても地震動は変わらないと主張したいのであれば，債務者において具体的数値を算定して示すべきである。

**(3) 超巨大地震の発生頻度と発生時期について**

推本の長期評価によると，M8.6の宝永地震クラスの再来期間は300年から600年に1回程度と評価され（甲A136の2・2頁），

「(最大クラスの地震の)発生頻度は100～200年の間隔で繰り返し起きていた大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる」とされている(同13頁, 甲A136の3・46頁)。これらから推測すると, 内閣府検討会や推本が最大クラスとしているM9.0の地震の平均発生間隔は, 数千年に1回程度と見られる。

これを前提に推認すると, 数万年に1回程度の頻度のプレート間地震を伊方原発の検討用地震とするならば, 南海トラフから琉球海溝まで連動する超巨大地震は当然想定しなければならないと言える。内陸地殻内地震については, 12, 3万年から40万年に1回の再来周期のものを活断層と認定<sup>20</sup>して検討用地震にしていることとの平仄を考えるならば, 数万年に1回程度のプレート間地震は当然考慮されなければならない。

古本宗充名古屋大学名誉教授は, 四国室戸岬の河岸段丘, 喜界島や御前崎の隆起から, 西南日本の超巨大地震の平均発生間隔を約1700年に1回と見ており, しかも最新活動時期がおおよそ1700年前という可能性を指摘している(甲A146「東海から琉球にかけての超巨大地震の可能性」)。推本の長期評価では, 宝永地震より巨大な津波が約2000年前に起きた可能性が指摘されており(甲A136の2・2頁), 測定誤差からしてこれは古本教授が指摘する1700年前の超巨大地震によるものであるとの考えも成り立つ。次の南海トラフ地震が西日本超巨大地震に当たってしまうことも十分考えられる。

よって, 債務者において琉球海溝まで連動する超巨大地震を検討用地震として考慮しなくてよい理由はない。

---

<sup>20</sup> 設置許可基準規則3条3項, 同規則解釈別記1第3条3項等参照。

## 5 揺れの継続時間について

広島事件において、債務者は、セグメントの時間差連動については、長周期地震動の継続時間が長くなることを懸念したものであり、原発の施設への影響は小さいと主張する（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）52頁）が、その損壊が原子力発電所のリスクになる物は、固有周期が短周期の施設に限らない。長周期地震動は免震総合事務所<sup>21</sup>、石油タンク等を損壊するおそれがあり、使用済み核燃料プール（ピット）のスロッシングや地すべり、地盤の液状化をもたらす危険性もある（甲A64の1「佐藤暁意見書分冊I」29頁，甲A152「連想性を考慮した強震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究 成果報告書」58頁）。特に伊方原発については背後に急斜面が迫っていることから、地すべりによるリスクは看過できない。

また、長周期の長時間地震動は、直近のセグメントによってもたらされる短周期の強い揺れに引き続いてやってくる可能性があることにも注意が必要である。例えば、固定されて固有周期が短周期と設定されている配管も、短周期地震動によってサポートが外れれば、一気に固有周期は長周期に変化し得る。伊方原発背後の斜面も一部が崩れ始めたことをきっかけに固有周期が長周期に変わることも考えられる。

東北地方太平洋沖地震の際には、やや震源から離れた福島県の浜通り・中通り地方でも、震度4以上の揺れが2～3分ないしそれ以上続いた（甲B405「ふるさとの再生と帰還に向けて【初動編暫定版】」5頁）。基準地震動における揺れの継続時間の想定が109.7秒というのは、東北地方太平洋沖地震の経験からしても、セグメントの時間差連動によって言われている数十分という揺れの継続時間と比べても、余裕のある想定とは到底言えない。セグメント時間差連動等あらゆる可能性

---

<sup>21</sup> 債務者によると平成23年度に建設済みである。

を想定した継続時間を想定し直した上で、非安全系の設備等も含めた耐震安全性の総合的な評価が求められるというべきである。

## 6 「繰り返し地震」の想定の欠如について

### (1) 伊方原発は「繰り返し地震」<sup>22</sup>に耐えられないおそれがある

元・原子力安全委員会事務局技術参与の滝谷紘一氏作成の意見書（甲A572「滝谷意見書」5頁）によると、伊方原発の蒸気発生器伝熱管の基準地震動 $S_s$ による1次応力（膜応力＋曲げ応力）の発生値は440 MPaである（甲A575「工事計画認可申請書の一部補正について」）。この値は、 $S_s$ に関する評価基準値481 MPaを辛うじて満足しているが、弾性設計用評価基準値263 MPaを約1.7倍上回っている。すなわち、 $S_s$ ないしそれ未満の揺れに襲われた場合でも、弾性範囲を超えて塑性変形が生じている可能性がある。そこに再度基準地震動あるいはそれ未満でも激しい地震動に見舞われれば、その健全性が維持出来ず、周辺公衆に放射線被ばくを与える事故につながるおそれがある。

さらに、伊方原発の1次冷却材の循環設備のうち、基準地震動 $S_s$ による疲労累積係数の余裕が小さい部位として、下記が挙げられる。

---

<sup>22</sup> 2016年熊本地震で生じたような激しい地震動の繰り返しのこと（滝谷意見書2頁）。

表1 1次冷却材の循環設備のうち基準地震動 Ss による疲労累積係数が 0.5 以上の部位

評価部位	1次+2次応力		疲労累積係数	
	発生値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	発生値 (単位なし)	評価基準値
加圧器スプレイライン用管台(セーフエンド <sup>8)</sup> )	332	339	0.794	1
1次冷却材管 3B 安全注入管台	721	354	0.703	
1次冷却材設備配管本体	394	339	0.53492	

これらはいずれも疲労累積係数が 0.5 を超えていることから、やはり基準地震動 S s クラスの地震動に繰り返し襲われると、健全性が損なわれ原子炉冷却材喪失事故につながるおそれがある。

債務者は、広島事件において、南海トラフ地震によっても弾性設計用地震動 S d - 1 を若干超える周期帯があるものの短周期側では大きく S d - 1 を下回ると主張している（広島事件債務者準備書面（5）の補充書（2）55頁）が、南海トラフ地震により伊方原発を襲う地震動が債務者の想定を大幅に超えるおそれがあることは、これまで縷々指摘してきた通りである。

## (2) 過去の例からしても「繰り返し地震」のリスクは軽視できない

債務者は広島事件において、短時間のうちに基準地震動 S s をもたらず地震が複数回発生することはまず考えられない主張している（準備書面（5）の補充書（3）13頁）が、東北地方太平洋沖地震の際には、女川原発で平成23年3月11日の本震の際に基準地震動を超えただけでなく、その余震ないし誘発地震と言われる同年4月7日の海洋プレート内地震の際にも基準地震動を超えている（甲A71「平成23年東北地方太平洋沖地震の知見を考慮した原子力発電所の地震・津波の評価について～中間とりまとめ～（概要）」11頁）。青森県東通原発では、同じ4月7日の地震で、すべての非常用ディーゼル発電機が動作可能でな

い状態に陥っている（甲A576「非常用ディーゼル発電機に関する措置」）  
のであり、立て続けに発生する地震動に対し原発の設備は万全ではない。

南海トラフ地震については、1854年安政南海地震（M8.4）  
がその40時間後に海洋プレート内地震である豊予海峡地震（M7.4）  
を誘発したことが知られる（甲B73・192頁）。特に伊方原発  
の立地する地域については近い将来に高い確率で南海トラフ地震とプ  
レート内地震に襲われることが指摘されているのであり、プレート間  
地震と海洋プレート内地震とによる繰り返し起こる強い揺れを想定し  
なくてもよい理由はない。

さらに、南海トラフ地震が伊方原発敷地近傍において内陸地殻内地  
震を誘発させることも、東北地方太平洋沖地震の経験から十分あり得  
ることとして想定すべきである。東北地方太平洋沖地震の後には、震  
源から遠く離れた長野県と新潟県の県境でもM6.7の内陸地殻内地  
震が発生する等かなり広い範囲で誘発地震が発生した。平成23年4  
月11日には、当時東京電力が活動性を否定していた湯ノ岳断層がM  
7.0の地震を発生させた（甲A577『『活動しない』認定の断層，地震  
で動く 福島・いわき』）。特にM9クラスの巨大地震は地球全体で見  
てもデータが極めて少なく、その後何が起こるか現在の知見では十  
分に分からないのであるから、Mw9.0の南海トラフ巨大地震の震  
源域にある伊方原発においては、東北地方太平洋沖地震の経験を最大  
限活用し安全側の想定をすべきである。

以上は南海トラフ地震と他の種類の地震が連鎖することを述べたも  
のであるが、内陸地殻内地震だけが連鎖的に発生して伊方原発をSs  
クラスの揺れが繰り返し襲う可能性も否定できない。債務者は、広島  
事件において、内陸地殻内地震の場合、エネルギーやひずみが地震を

発生させるまで蓄積されるのに要する期間は、千年程度から数万年とも言われていることを主張している（広島事件債務者準備書面（５）の補充書（３）１４頁）が、実際に２０１６年熊本地震では重複する震源断層（甲Ａ４１６「２０１６年４月１４日・１６日熊本地震の震源過程」参照）の活動により立て続けに震度７の揺れに見舞われた地域があったのであり、現実の地震は杓子定規にはいかない。熊本地震を受けて、推本では、「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」を検討し、今後は地震発生直後から１週間程度、最初の大地震と同程度の地震への注意を呼び掛けることを基本とすることを発表している（甲Ａ５８９の１・４頁）通り、大地震の直後は同程度の地震のリスクはむしろ高まるというべきである。熊本地震は特異な例ではなく、熊本地震と同じことが敷地前面海域の断層でも起きない保証はない。

以上の通り、伊方原発では基準地震動クラスの繰り返しの強い揺れに見舞われることも十分考えられるのであり、これを想定してない伊方原発の基準地震動には不備がある。

### **(3) 地震・津波関連指針等検討小委員会の「とりまとめ」**

東北地方太平洋沖地震及び福島原発事故を踏まえ、原子力安全基準・指針専門部会の下に「地震・津波関連指針等検討小委員会」が設置され、平成２４年３月１４日付けで「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針及び関連指針類に反映させるべき事項について（とりまとめ）」（甲Ｂ３９９）が作成・公表されている。

ここにおいては、東北地方太平洋沖地震では地震の継続時間が長かったことや、東日本を中心に多くの余震や誘発地震が発生したことを踏まえ、長時間の揺れや繰り返し地震動に対する地盤や施設の非線形応答の永久ひずみ（変形）を考慮した検討の必要性が課題として挙げられている（甲Ｂ３９９・３，８頁）。

ところが、新規制基準ではこの課題が未解決のままである。債務者の主張内容を見ても、伊方原発が南海トラフ地震の震源域にあるにもかかわらず、東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえた長時間の揺れや繰り返し地震動への対策が出来ているとはとても言えない。

## 第6 海洋プレート内地震

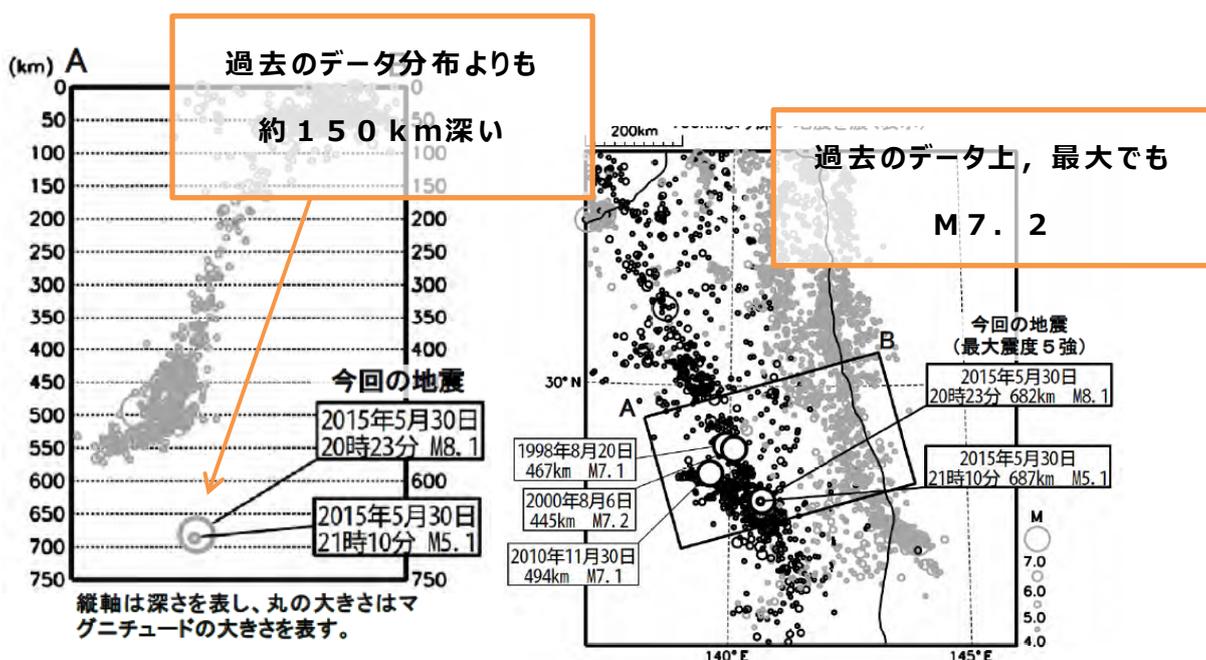
### 1 海洋プレート内地震の認識論的不確定性について

広島事件において、債務者は、推本において安芸灘～伊予灘～豊後水道のM7.6～8.0の地震については、80km×80kmの矩形断層面を想定しているが、敷地周辺のフィリピン海プレートの厚さは30～35kmであることから、このような断層面を設定することは不可能であり、斜めに沈み込むプレートと並行な断層面を仮定するとしても、力学的には想定し難いと主張する（準備書面（5）の補充書（2）58頁）。

しかし、原発の基準地震動想定で要求されていることは、数万年に1回という、現代の地震学による現実的な想定では到底及ばないような低頻度の地震をも想定して保守性を確保することである。地震観測の歴史は想定外の地震発生の観測の積み重ねであり、限られた知見から最大マグニチュードを低めに設定することが、たった600年に1回程度の東北地方太平洋沖地震（甲A332参照）を想定外にして福島第一原発事故を招来したことを想起すべきである。推本の「全国地震動予測地図2014年度版～全国の地震動ハザードを概観して～付録-1」（甲A92・386頁）に記載されているように、プレート内地震はプレート境界地震に比べると観測事例が少なく、これまでに得られたデータや知見が限られており、その発生様式も十分には明らかにされていない。推本もその点の不確定性に鑑み、長期評価からマグニ

チュード8.0を最大マグニチュードに設定したものである。

例えば、2015年5月31日に小笠原諸島西方沖で発生した震源の深さ692km，マグニチュード8.1の地震も，下記資料（甲A579「平成27年5月30日20時24分頃の小笠原諸島西方沖の地震の震源要素について」）から分かる通り，過去の地震の例からはまったく想定できない地震であった。このことも，前記推本の想定 of 正当性を裏付けるものである。



80km×80kmという正方形の断層モデルにこだわらなければ現実的なM8.0の断層モデルを伊方原発直下に想定することは十分可能である。特に，四国付近のフィリピン海プレートはプレートの沈み込みの方向は北向きであるが，九州側では北西方向に変化しており，その境界付近に位置する伊方原発周辺の応力のかかり方は複雑であって，プレートが屈曲する部分では縦方向に割れることも考えられる。単に80km×80kmの矩形断層面がプレート内に収まり難いことをもって，M8クラスの地震発生の可能性を排除すべきではない。

## 2 1911年奄美大島近海の地震について

債務者は、「1911年奄美大島近海地震は、最新の研究ではプレート間地震と評価されている」と主張している（準備書面（5）84頁）が、当該地震がプレート間地震であるという定説がある訳ではなく、有力説に止まるというべきである。

例えば、国際地震センターが国際地震境界（IASPEI）などの協力を得てまとめている最新のカタログ（ISC-GEM）によれば、後藤（2013）を参考資料として参照しながらも、この地震の震源を奄美大島の北西沖深さ100kmとしており（甲A580）、海洋プレート内地震（スラブ内地震）であることが前提となっている。後述「日本被害地震総覧 599-2012」でも、この地震の震源の深さは約100kmとされており、やはりスラブ内地震であることが前提となっている（甲B407、264頁）。（なお、後藤（2013）で推定された震源の深さは約10kmである。）

地震の専門家の中で、未だ海洋プレート内地震なのかプレート間地震なのか定まっていないのであるから、基準地震動策定の上では、より安全側に、海洋プレート内地震という前提で、日本のフィリピン海プレートにおいても、M8.0の海洋プレート内地震は起こり得ると見なすべきである。

債務者は、仮に海洋プレート内地震であったとしても、琉球海溝のプレートと伊方原発周辺のプレートには厚さに差が見られることから、奄美大島近海の地震と同様の地震は発生しないと主張しているが、プレートの厚さがどの程度違い、その結果地震規模の想定がどの程度変わってくるのかという具体性のない主張である。一般的に、地震記録が限られている中で、地域差があるという曖昧な理由だけをもとに、周辺地域の大規模な地震記録を排除することは、耐震安全性の確保の

観点から望ましくない。I A E Aの技術文書では、同じ環太平洋帯に属するというだけで、福島第一原発の地震・津波の想定につき1960年のチリ地震（M9.5）を参考にすべきだったと述べていることを見習うべきである。

1911年の奄美大島近海の地震だけでなく、その他の伊方原発周辺での過去の海洋プレート内地震からしても、伊方原発直下で発生し得る海洋プレート内地震の最大潜在マグニチュードがM7.0ないし7.2では過小であることは明らかである。

### 3 「日本被害地震総覧 599-2012」について

債務者は、長期評価で1854年の豊予海峡地震がM7.4とされた根拠は宇佐美(2003)（「最新版 日本被害地震総覧 416-2001」）であり、その著者である宇佐美龍夫氏は神田ほか(2008)の共著者となっているから、宇佐美(2003)よりも神田ほか(2008)の方がより信頼性が高いと主張している（準備書面（5）85頁）。

だが、宇佐美(2003)は東電設計（株）の石井寿氏や名古屋大学教授となった武村雅行氏らを共著者に迎えて2013年9月に改訂されており、「日本被害地震総覧 599-2012」（宇佐美ほか(2013)）として出版されている。ここにおいては、1854年豊予海峡地震はM=7.3～7.5と記載されている（甲B407・174頁）。

このことからすると、宇佐美氏自身の見解が二転三転したと言うよりは、宇佐美氏は債務者ないし他の共著者との付き合いで神田ほか(2008)に名前を連ねただけで、神田ほか(2008)公表時にも豊予海峡地震を本気でM7.0だと考えていたわけではないと推認される。

宇佐美ほか(2013)の筆者である宇佐美氏、武村氏とも、債務者が既往地震のマグニチュード再評価に用いた神田ほか(2008)及び高橋ほか(2008)の共同執筆者となっている。

そこで、宇佐美ほか(2013)に記載された安芸灘～伊予灘～豊後水道における既往の海洋プレート内地震のマグニチュードを以下にまとめ、債務者の評価と対照させた。宇佐美ほか(2013)では、平成13年芸予地震以外のすべての地震で、債務者の評価は否定されているか、若しくは幅のある推定の低い方のレベルと理解されていることが分かる。債務者の既往地震のマグニチュードの評価が過小であることは明らかである。

	地震通称名	債務者M	宇佐美ほか(2013)M	宇佐美ほか(2013)掲載頁
1649. 3. 17	慶安芸予地震	6. 9	7. 0 ± 1 / 4	6 2 頁
1686. 1. 4	貞享芸予地震	6. 9	7. 0 ~ 7. 4	6 9 頁
1854. 12. 26	豊予海峡地震	7. 0	7. 3 ~ 7. 5	1 7 4 頁
1857. 10. 12	安政芸予地震	6. 8	7 1/4 ± 0. 5	1 9 3 頁
1905. 6. 2	芸予地震	6. 7	7. 2	2 5 5 頁
2001. 3. 24	平成 13 年芸予地震	6. 7	6. 7	5 5 6 頁

#### 4 検討用地震の根拠が不明

広島事件において、債務者は、敷地直下で発生する海洋プレート内地震として、検討用地震は1649年慶長伊予地震(M6.9(高橋ほか(2008)))ないし1854年豊予海峡地震(M7.0(神田ほか(2008)))を選定し、不確かさの考慮でもM7.2までしか想定していないが、決定論的な観点から地震動評価を行ったと主張している(準備書面(5)の補充書(2)58頁)。

だが、IAEAの安全基準からしても、原子力規制委員会が掲げる安全目標からしても、債務者自身が主張する基準地震動の超過確率からしても、あるいは推本の長期評価に記載された地震規模からしても、

検討用地震の地震規模がM6.9で良い理由や、不確かさの考慮が+0.2ないし0.3程度で良い理由は見出し難い。地震については知見が限られているのだから、認識論的不確定性を軽視し根拠が不明な「決定論」を採用することが危険であることは、我々が福島原発事故で学んだ通りである。

## 第7 震源を特定せず策定する地震動について

### 1 将来起こりうる地震動を包含するモデル構築の必要性

防災科学技術研究所の藤原広行氏は、函館地裁で実施された書面尋問において、「震源を特定せず策定する地震動」の「各種不確かさ」の扱いにつき、以下のように証言している（甲B401「質問回答書1」3,4頁）。

敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮することができるように、実際に観測された地震動記録の位置づけを確認したうえで、将来起こりうる地震動を包含するようなハザードモデルを構築し、地震動レベルの設定を行う必要があると考えます。

上記藤原氏の証言から分かるように、「震源を特定せず策定する地震動」は、本来、地震観測記録を直接用いるものではなく、将来起こりうる地震動を包含するハザードモデルの構築を求めるものである。

藤原氏は現在の原子力実務に影響が出ることを避けるため「長期的な課題」と付言しているものの、これを先延ばしにしても、次の深刻な原発事故が発生しない限り、「将来起こりうる地震動を包含するハザードモデル」が今後構築されることは、ほとんどあり得ない。JNESの「震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書」

(甲A95)等現在の知見に基づいてもそのようなハザードモデルを構築することは十分可能であり、ただ基準地震動を切り詰めるために債務者がこれを怠っているだけである。

司法においてこのような状況を改めさせるべきである。

## 2 鳥取県中部地震の観測記録

平成28年10月21日、鳥取県中部でMj6.6 (Mw6.1)の地震が発生した(甲A581「2016年10月21日鳥取県中部の地震の評価」)。ウラン濃縮施設がある日本原子力研究開発機構の人形峠環境技術センター(岡山県鏡野町)では、一時外部電源が失われ、非常用電源が起動している。推本は臨時会を開き、この地震がこれまで知られていない断層によって起きたとする見解を示した(甲A582「鳥取県中部の地震 未知の断層が原因 政府調査委見解」)。すなわち、現在のガイドの枠組みからすると、この地震は「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震」であり「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」として、全国共通に考慮しなければならない地震である(審査ガイドI.4.2.1参照)。

この地震によって観測された最大の加速度は、K-NET倉吉(TTR005)で観測された1381ガル(東西方向)とされている(甲B356「2016年10月21日鳥取県中部の地震による強震動」)。この地震ははざと解析を行えば、債務者の「震源を特定せず策定する地震動」を超える可能性が十分にある。

審査ガイドの16地震が選定されて以降も、例えば、2013年4月13日淡路島付近の地震(Mj6.3, 最大加速度はHYG026の574ガル(東西方向))、2016年6月16日内浦湾の地震(Mj5.3, 最大加速度はHKD157の870ガル(東西方向))など、「震源を特定

せず策定する地震動」となり得るそれなりに大きな観測記録が得られているが、今回の鳥取県中部の地震の TTR005 の地震動記録は、これらよりも遥かに大きな数値であり、重要な観測記録となり得る。

だが、これまでのように、原子力事業者が積極的に調査せず、信頼できる地盤情報がないと審査会合で言えば、規制当局はこれを漫然と許容することになるであろう。つまり現状では、包括的なハザードモデルの構築はおろか、貴重な観測記録の調査・検討すら事業者には期待できない状況なのである。このような悪しき慣例も、放っておけば、次に日本で深刻な原発事故が発生するまで改められない。

繰り返しになるが、このような状況であるからこそ、司法による厳正な判断が強く求められている。

## 第 8 超過確率について

### 1 基準の運用が問題

広島事件において、債務者は、原子力学会の 2007 年実施基準を用いることは不合理とは言えないと主張する(準備書面(5)の補充書(2) 64 頁)。

百歩譲って基準は問題ないとしても、その運用が適切に行われなければ、妥当な超過確率の算定はできない。だが、平成 27 年 1 月 30 日の適合性審査会合での債務者の説明によると、債務者は原子力学会の実施基準の「専門家活用水準」の 1 および 2 を適用したと言いながら、自ら T I (Technical Integrator) を務めてロジックツリーを作成し、改めて専門家の意見聴取等をするわけでもなく、平成 18 年頃からの耐震バックチェックでの意見聴取会での議論や規制委員会でのヒアリング及び審査会合をもって専門家の意見としたということである(甲 590 の 1 議事録 18 頁)。つまり、これまでの審査状況を債務

者が勝手にまとめただけで、「専門家を活用した」と言っているに等しい。

2007年の原子力学会の実施基準でも、専門家活用水準2では、専門家を選定基準に従って選定した上、その意見をアンケート、インタビュー、専門家間の意見交換又はこれらを併用する方法によって抽出することが規定されており、例として距離減衰式の選定とばらつきの設定につき、5人の専門家で3回のアンケートと1回のグループ討議が行われた事案等が記載されている（甲B406「日本原子力学会標準原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2007」47，251頁）。債務者のように、従前の審査状況を事業者が専門家の意見として勝手に取り纏めるという手法は、原子力学会の実施基準で予定されたものとは到底言えない。その結果、南傾斜ケースや69kmケースといった、債務者の想定でも大きな地震動を導く分岐がロジックツリーから消滅してしまっている。このような申請内容でも審査に通ってしまうのが規制委員会の現状である。

審査書上も、「なお、申請者は、『敷地ごとに震源を特定して策定する地震動』 $S_s - 1$ 及び $S_s - 2$ の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度、『震源を特定せず策定する地震動』 $S_s - 3$ の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-7}$ 程度としている」（乙13 審査書20頁）、「なお、申請者は、弾性設計用地震動の年超過確率は $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度としている。」（同22頁）とされているだけであり、超過確率について実質的な審査がなされていないことがよく分かる。

SSG-9の5.1では、「地震動ハザードは、確率論的および決定論的地震ハザード解析手法の両方によって評価することが望ましい」とされているが、日本は地震大国であるにもかかわらず、地震動についての確率論的な評価を行っていないも同然である。これでは、国際

的な水準に合わせた確率論的なリスク評価も、安全目標の達成の確認も、永遠に不可能である。

## 2 五反田断層による超過確率

債務者は、五反田断層をM7.4としても敷地前面海域の断層群の地震による地震動を上回らないと主張する。

だが、債権者らの主張は、あくまで超過確率の算定の話である。

五反田断層をM7.4とし、傾斜角について厳しい地震動想定となるような分岐を設け、距離減衰式等のばらつきを2015年実施基準にしたがい3σないし5σを見込めば、超過確率に影響すると言える。

## 3 南海トラフ地震に伴う誘発地震について

平成27年3月20日付けの適合性審査資料（甲A97の1・126頁）を見る限り、債務者は敷地前面海域断層（5.4kmケース単独ケース）につき、最新活動時期は不明としてポアソン過程を適用している。伊予灘沖の中央構造線断層帯の最新活動時期は不明なのであるから、そのことを前提として誘発地震の確率を検討すべきである。

また、実施基準2015では、プレート間地震がスラブ内地震（海洋プレート内地震）を誘発することについての評価も記載されている（甲A86・297頁）ところ、周辺海域で過去にプレート間地震が誘発されたと見られている伊方原発でこれを考慮しなくてよい理由はない。

## 第9 終わりに

### 1 基準の明確化の必要性

これまで縷々指摘してきた通り、債務者の基準地震動の策定過程において、検討用地震の選定と不確かさの考慮については、なぜそれで

安全が確保できると言えるのか根拠が不明な点が多い。岡村眞高知大学特任教授は、「電力会社はあるひとつの論文に書かれていることをまるで真実のように扱い、都合のよい結論を導き出そうとする。この『わからなさ』を排除した態度は科学になじまない」「（債務者の不確かさ考慮は）不確実性の積み重ねでしかなく、実際はザル勘定である」（甲B325「岡村スライド」19, 30頁）と厳しく批判している。

その大きな原因は、地震・津波検討チームで基準の定量化の必要性が共通認識となっていたにもかかわらず、規制委員会がその本来の職務を怠り、定量的な基準の策定をしなかったことにある（債権者ら準備書面（5）補充書2・22頁参照）。

## 2 藤原氏の証言

防災科学技術研究所の藤原広行氏は、函館地裁における書面尋問において、「地震・津波検討チーム」で自身の意見が反映されていないところとして「表現が定性的で定量化されていない部分が残っているところ」であるとした上、検討用地震の選定の妥当性判断のための基準として、以下のような意見を述べている（甲B401「質問回答書1」2頁）。

…地震動に関するハザード評価の部分については、認識論的不確定性の扱いと偶然的ばらつきの扱いを体系的に明確化し、判断の前提となる地震動のハザードについて確率論的なモデルを構築した上で、安全目標に照らし、超過確率等の定量的な指標に基づき基準が定められるべきと考えます。

また、「不確かさの考慮」に関しては、以下のような意見を述べている（同3頁）。

認識論的不確定性の扱いと偶然的ばらつきの扱いを体系的に明確化した上で、偶然的ばらつきに関しては確率変数としてハザード計算を行い、認識論的不確定性についてはロジックツリーなど用いたモデルを構築することが望ましいと考えます。

以上に藤原氏が証言するような分析的で論理的なアプローチは、「想定外」の地震・津波で福島原発事故を発生させた後も、この地震大国・日本で原子力発電所を運転したいのであれば、絶対必要なものであるはずが、債務者が策定した基準地震動は、まったくそのレベルに達しておらず、根拠が曖昧なままである。

### 3 福島原発事故の反省を活かせていない

東京電力は、自社に都合のよい基準をオーソライズするために土木学会に津波評価部会を立ち上げて新たな基準を作らせ、推本の長期評価にしたがった対策を先延ばしにし、確率論を恣意的に使ってきたことが、福島原発事故という大惨事につながった（詳しくは甲B59「原発と大津波 警告を葬った人々」参照）。

債務者において自社に都合の良い研究発表を従業員にさせ、推本の長期評価やレシピア改訂を無視し、手前勝手な超過確率を算出しているところは、事故前の東京電力を彷彿とさせる。現在、全国数多くの損害賠償訴訟で東京電力と国の過失責任が問われ、刑事裁判では東京電力の役員3名が業務上過失致死傷の罪に問われている。

現状を考えれば、もし伊方原発において基準地震動を超える地震動に襲われ大事故につながった場合、債務者らの過失責任が問われることは必至である。

だが、原発事故による被害は、事後に金銭等で償えるものではない。

そうであるからこそ、危険が現実化する前に原子炉の運転を止めさせるという、予防的措置が必要になる。

#### 4 明日にも訪れるかもしれない危機

東京電力は、福島原発事故後、「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」を作成し、「安全担当部門は、原子力の安全設計において一般に無視して良い事象の発生頻度は100万年に1回以下であるのに対し、建設直前の1960年に発生した津波を最大と想定したことを課題と認識」しなかったことや、「（推本の長期評価について）真摯に提言に耳を傾ける姿勢が旧原子力経営層に不足した」こと、「津波という不確かさが大きな自然事象に慎重に対処するという謙虚さが不足した」こと等につき、不十分ながらも反省の意を示している（甲A585・18頁）。

東京電力の常務である姉川尚史氏も、「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おります。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わけです。」と述べている（甲A586「原発を続ける資格：東京の原子力技術者トップ、姉川常務にインタビュー」）。

推本は平成23年1月に福島第一原発で震度6以上の地震が今後30年間に起こる確率を0.0%と見積もり（甲B137「30年以内に震度6強以上の地震が起きる確率」）、東京電力は平成18年7月、13mの津波が福島第一原発事故を襲う確率を500万年に1回と見積もった論文を発表していた（甲B408“Development of Probabilistic Tsunami Hazard Analysis in Japan”6頁）が、その地震動や津波が平成23年3月11日には福島第一原発を襲った。地震については不確定性が大き

いため、仮に今は非常に低頻度だと思われても、その危険はすぐ間近に迫っているかもしれない。だからこそ、謙虚に安全側の想定をすることが原発の耐震設計には必要なのである。

ところが、債務者は、東京電力の失敗を他山の石とせず、基準地震動の審査基準が厳しくならなかったことをいいことに、3.11前からたった80ガルしか変わらない地震動想定に未だにしがみついたまま、伊方原発を再稼働させている。中央構造線、南海トラフ地震、海洋プレート内地震と、3つの高い地震リスクが重なった伊方原発では、現在の限られた知見からしても、100万年に1回よりも遥かに高い確率で基準地震動やクリフエッジを超過する。福島原発事故を経た現在、そのような危険は最早社会的に受け入れられない。

速やかな差止めの裁判を望む。

以上