

大間原発の耐震設計の問題点 (概論)



2015年10月6日
弁護士 只野 靖

本日の結論

大間原発の新基準地震動Ss650ガル
従来と同様の手法によって策定された
小出しに引き上げられているだけ
抜本的な考え方の見直しはされていない

- ① 活断層評価の誤り
北方海域活断層の指摘を無視
- ② 地震動評価
既往地震の平均像を基礎としている

基準地震動Ssとは

(平成18年新耐震指針)

「施設の耐震設計において基準とする地震動で、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学および地震工学的見地から、施設の供用期間中に**極めてまれではあるが**発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」

原発の基準地震動

原発サイトにおける地震動

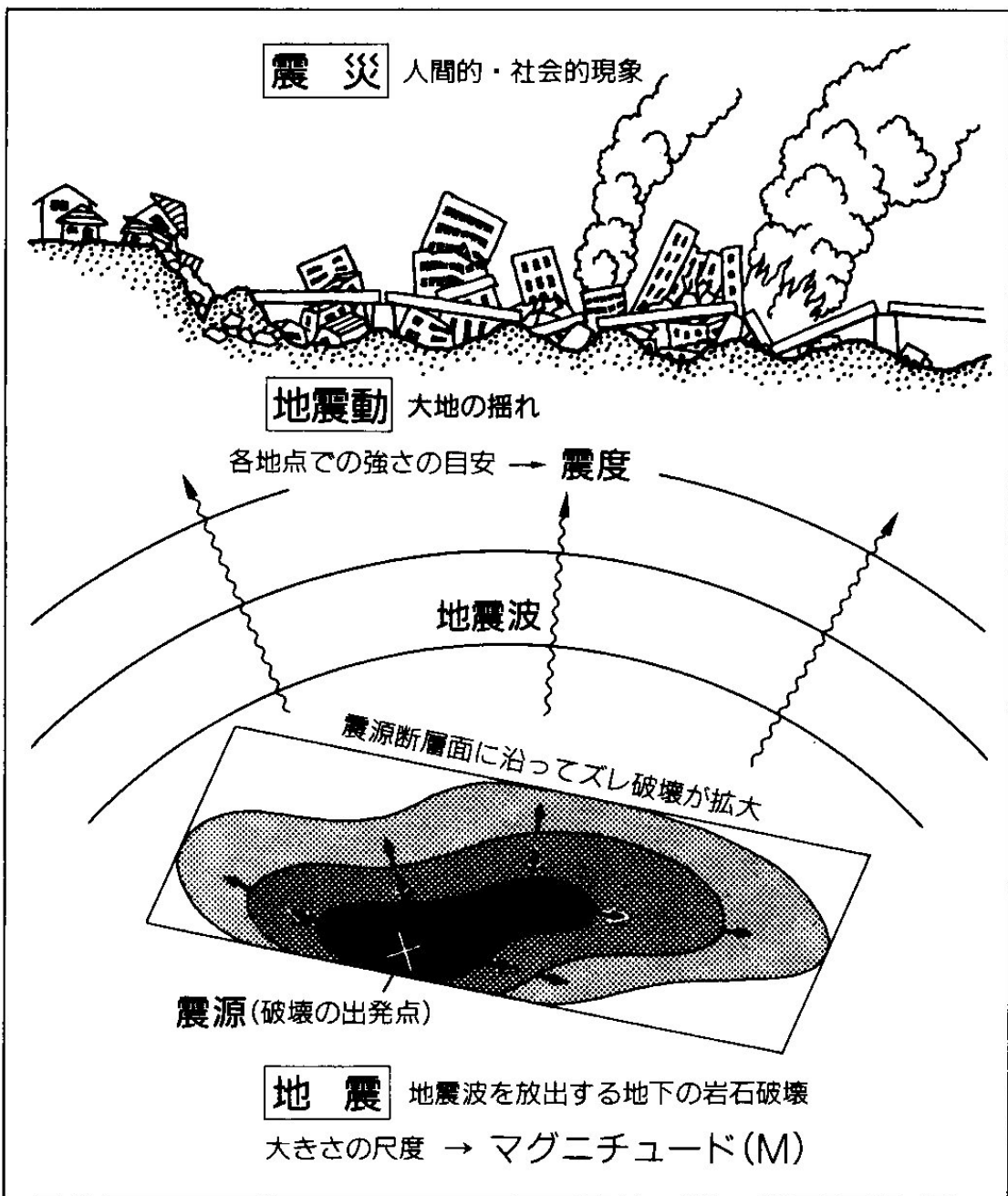
地震動

各地点での大地の揺れ(ガル)

地震

地下の岩石破壊

マグニチュード(M)



石橋克彦(1997)

電源開発プレスリリース 2014年12月16日

4.1 主な設計基準事故対策(地震(基準地震動))



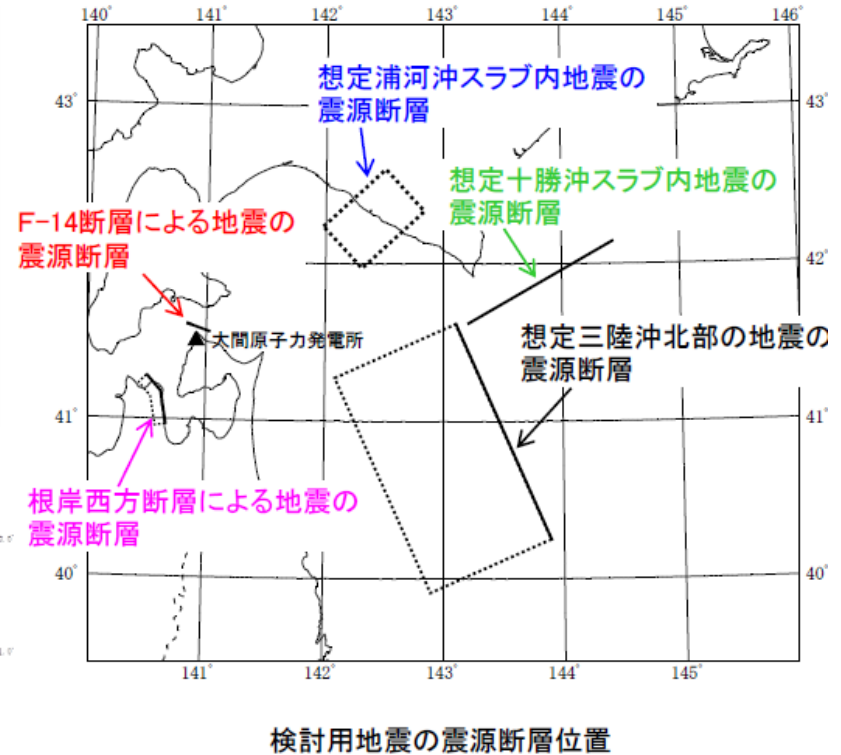
- 検討用地震
地震発生様式ごとに検討用地震を下記のとおり選定

地震発生様式	検討用地震	マグニチュード
プレート間地震	想定三陸沖北部の地震※1	Mw8.3
海洋プレート内地震	想定浦河沖スラブ内地震	M7.5
	想定十勝沖スラブ内地震	M8.2
内陸地殻内地震	根岸西方断層による地震※2	M7.5
	F-14断層による地震	M6.7

※1:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震を踏まえ、三陸沖北部の領域と千島海溝沿いの十勝沖及び根室沖の領域の連動(Mw9.0)について、不確かさの考慮として評価を実施



※2:新たな調査結果に基づく断層評価の見直しにより、検討用地震として新たに考慮



従前は450ガル➡

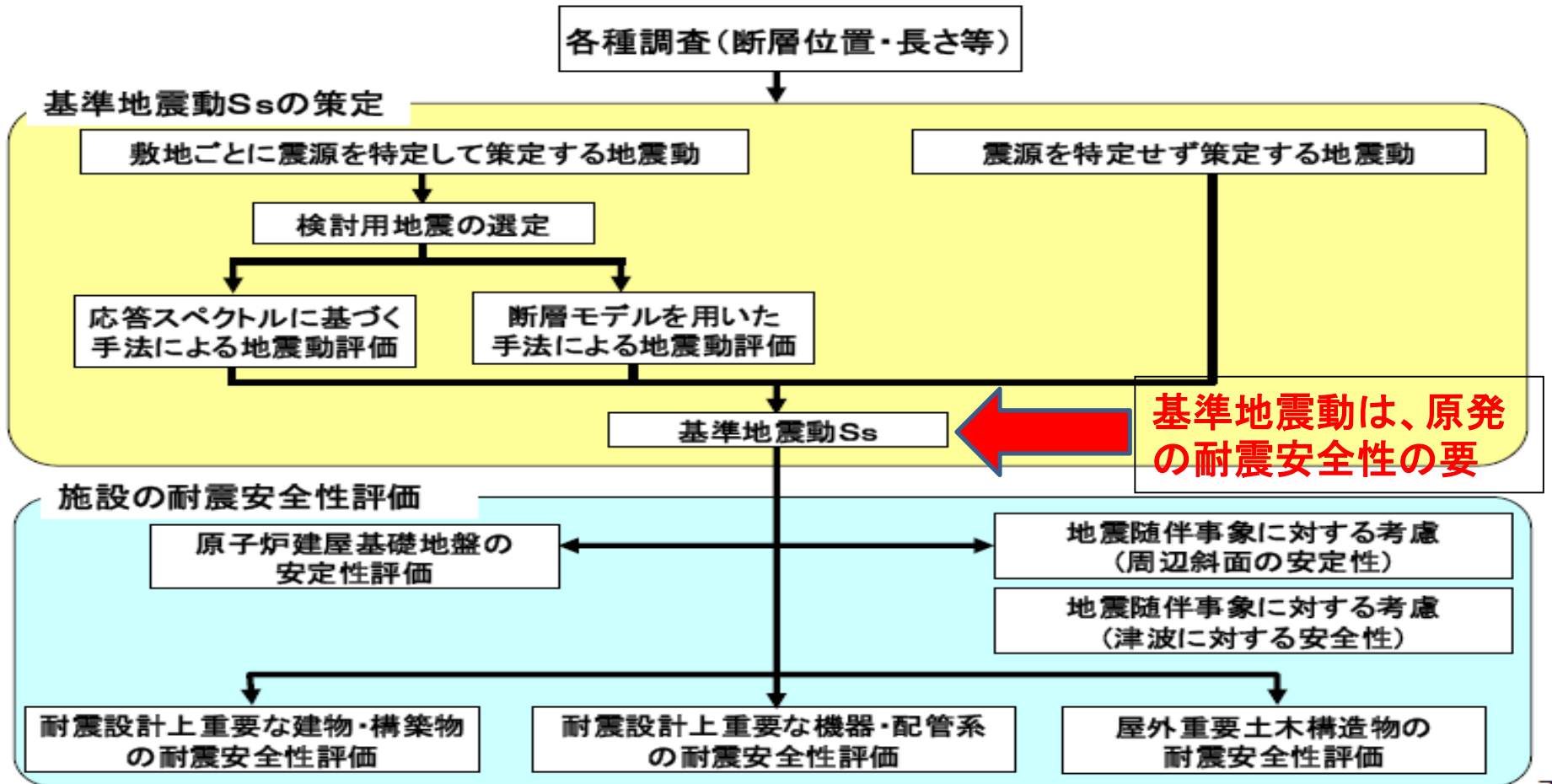
基準地震動(最大加速度) 水平動 650ガル
鉛直動 435ガル

原発耐震設計の手法の概説

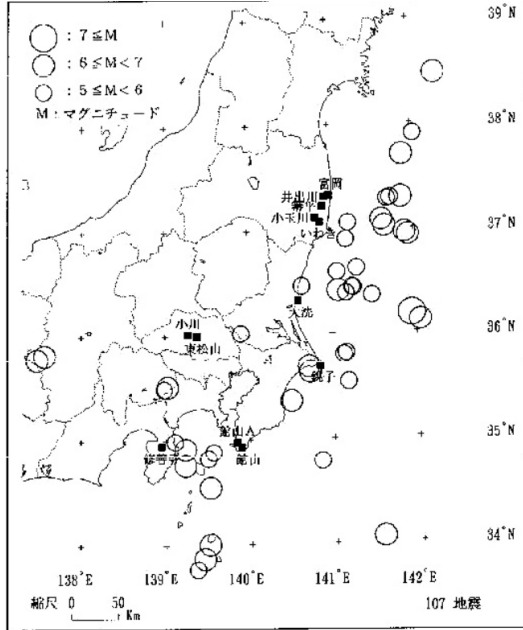
2. 耐震安全性評価の基本方針

2007. 4. 4
耐震・構造設計小委員会

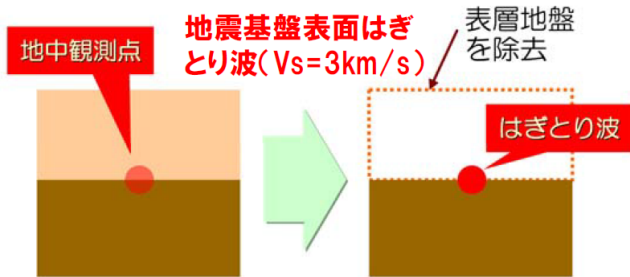
耐震安全性評価全体フロー



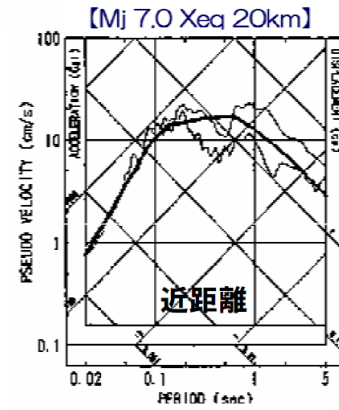
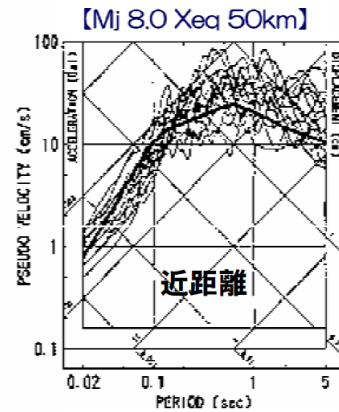
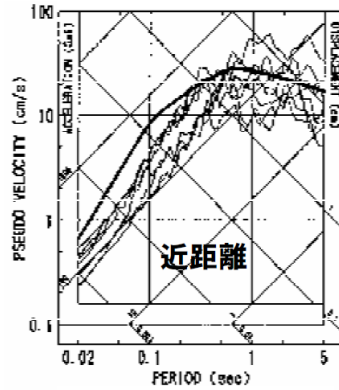
耐専スペクトル(地震規模と等価震源距離ごとにコントロールポイントを設定)



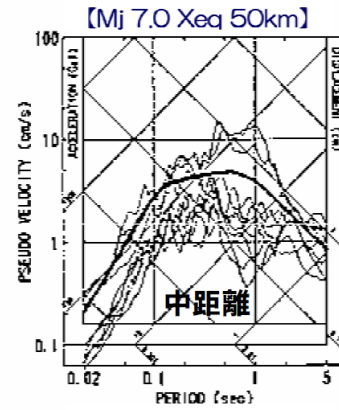
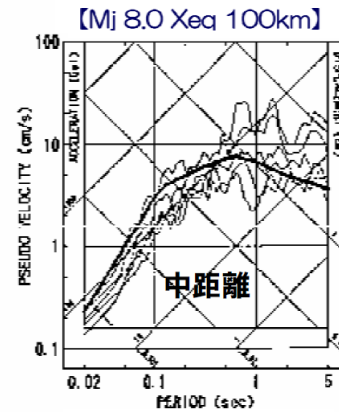
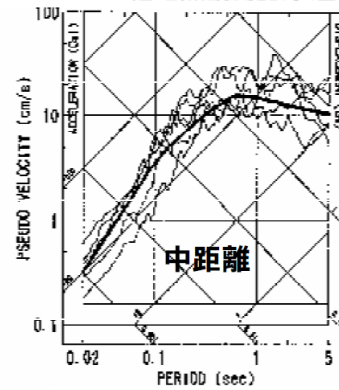
44地震・107地震観測記録
 プレート境界地震 32 (81記録)
 内陸地殻内地震 12 (26記録)



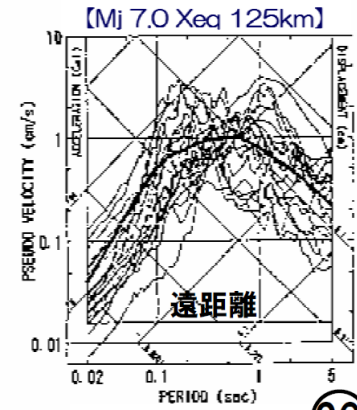
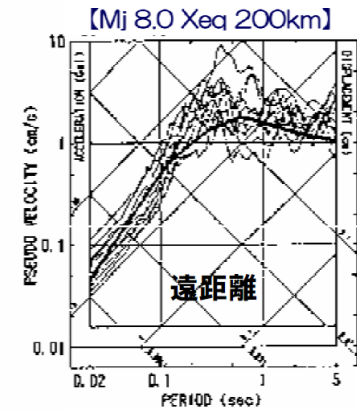
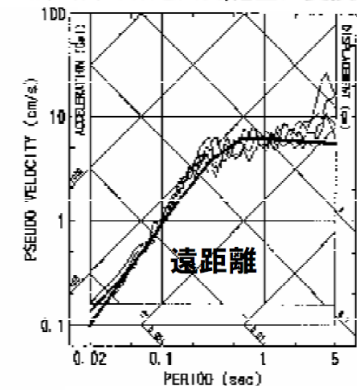
東京電力「耐専スペクトルの概要(1999年時点での内容)」および「耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」、原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会、資料第1-1号および1-2号(2009.5.22)



[Mj 6.0 Xea 8km]



[Mj 6.0 Xea 25km]



[Mj 6.0 Xea 78km]

—— 水平動の耐専スペクトル(地震基盤相当)

—— 他地点観測記録(各コントロールポイントのMとXea相当に変換)

断層モデルを用いた手法

→ 様々なパラメータを組み合わせて、地震動を表現する

地震モーメント

応力降下量

アスペリティの面積

短周期レベルA

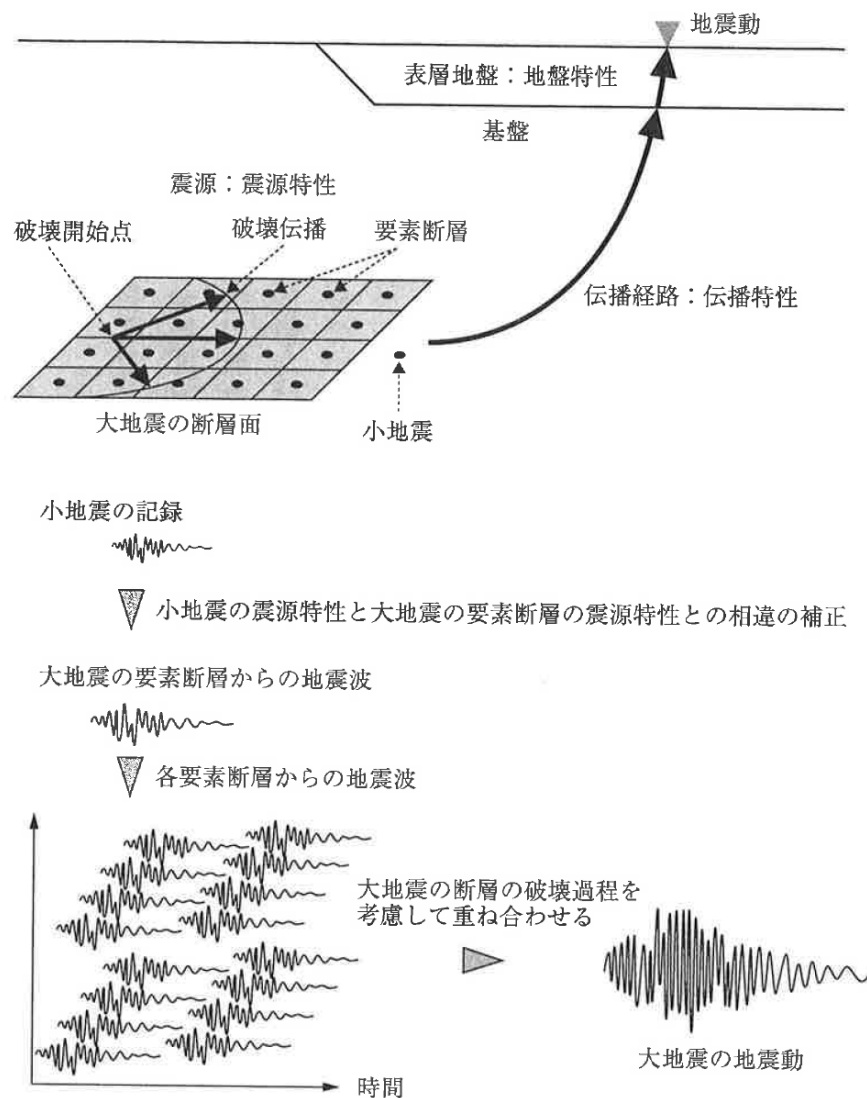


図 5-5 半経験的方法の模式図

電源開発プレスリリース 2014年12月16日

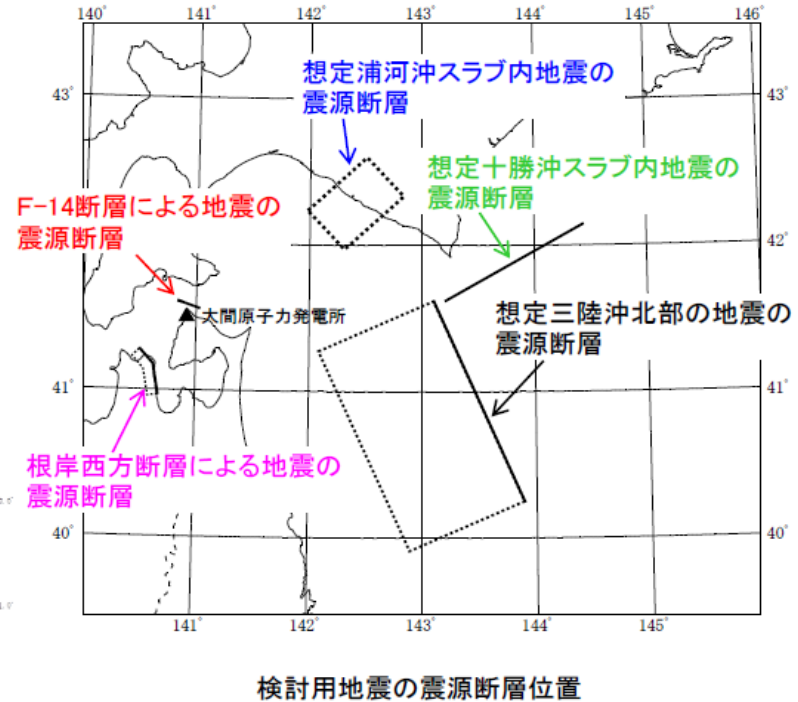
4. 1 主な設計基準事故対策(地震(基準地震動))



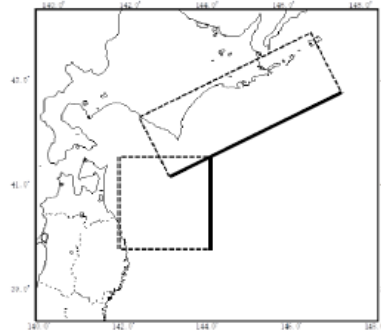
● 検討用地震

地震発生様式ごとに検討用地震を下記のとおり選定

地震発生様式	検討用地震	マグニチュード
プレート間地震	想定三陸沖北部の地震※1	Mw8.3
海洋プレート内地震	想定浦河沖スラブ内地震	M7.5
	想定十勝沖スラブ内地震	M8.2
内陸地殻内地震	根岸西方断層による地震※2	M7.5
	F-14断層による地震	M6.7



※1:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震を踏まえ、三陸沖北部の領域と千島海溝沿いの十勝沖及び根室沖の領域の連動(Mw9.0)について、不確かさの考慮として評価を実施

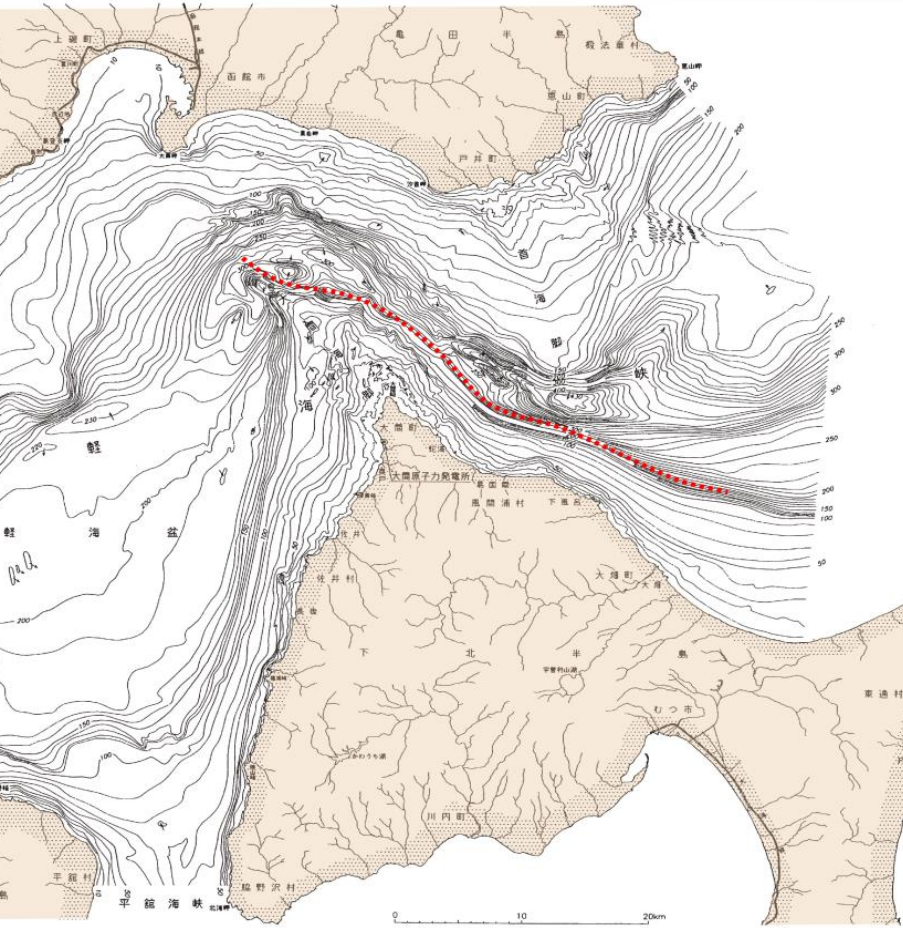


※2:新たな調査結果に基づく断層評価の見直しにより、検討用地震として新たに考慮

従前は450ガル➡

基準地震動(最大加速度) 水平動 650ガル
鉛直動 435ガル

大間北方海域の巨大活断層の無視

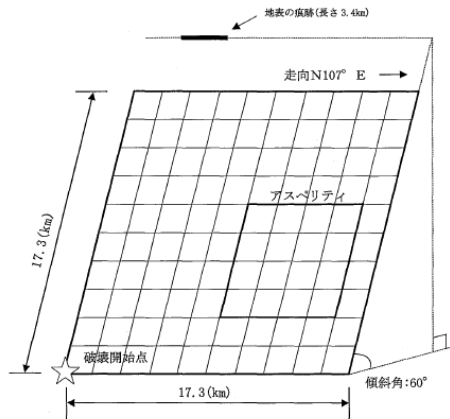


第3.2-29図 敷地前面海域の海底地形図

6-3-166

大間原子力発電所の北側近海海域
巨大な海底活断層が存在する可能性が指摘されている。
→この活断層は、耐震設計上、全く考慮されてこなかった。
→今回も無視

大間北方海域断層による地震動評価



*：活断層調査によっても震源断層パラメータの設定に必要な情報が十分得られないため震源断層が地震発生層の上限から下限まで広がっていると仮定

断層面積 約300km²

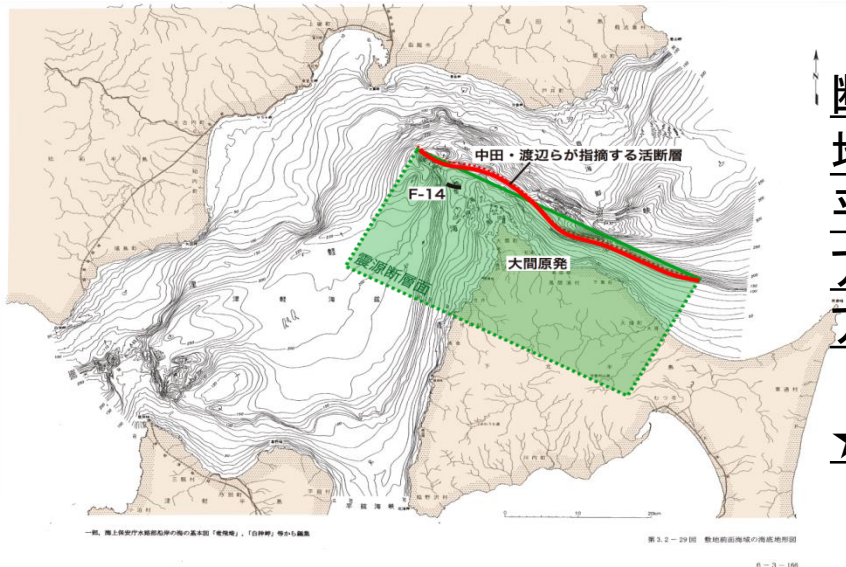
地震モーメント 5.01×10^{25} dyne - cm

平均応力降下量 2.35MPa

アスペリティの面積比 16%

アスペリティの応力降下量 15.5MPa

第 6.1-3 図(2) F-14 断層による仮想的な地震の震源モデル
(アスペリティ位置を敷地の下方に配置する場合)



断層面積 1045km²

地震モーメント 5.18×10^{26} dyne - cm

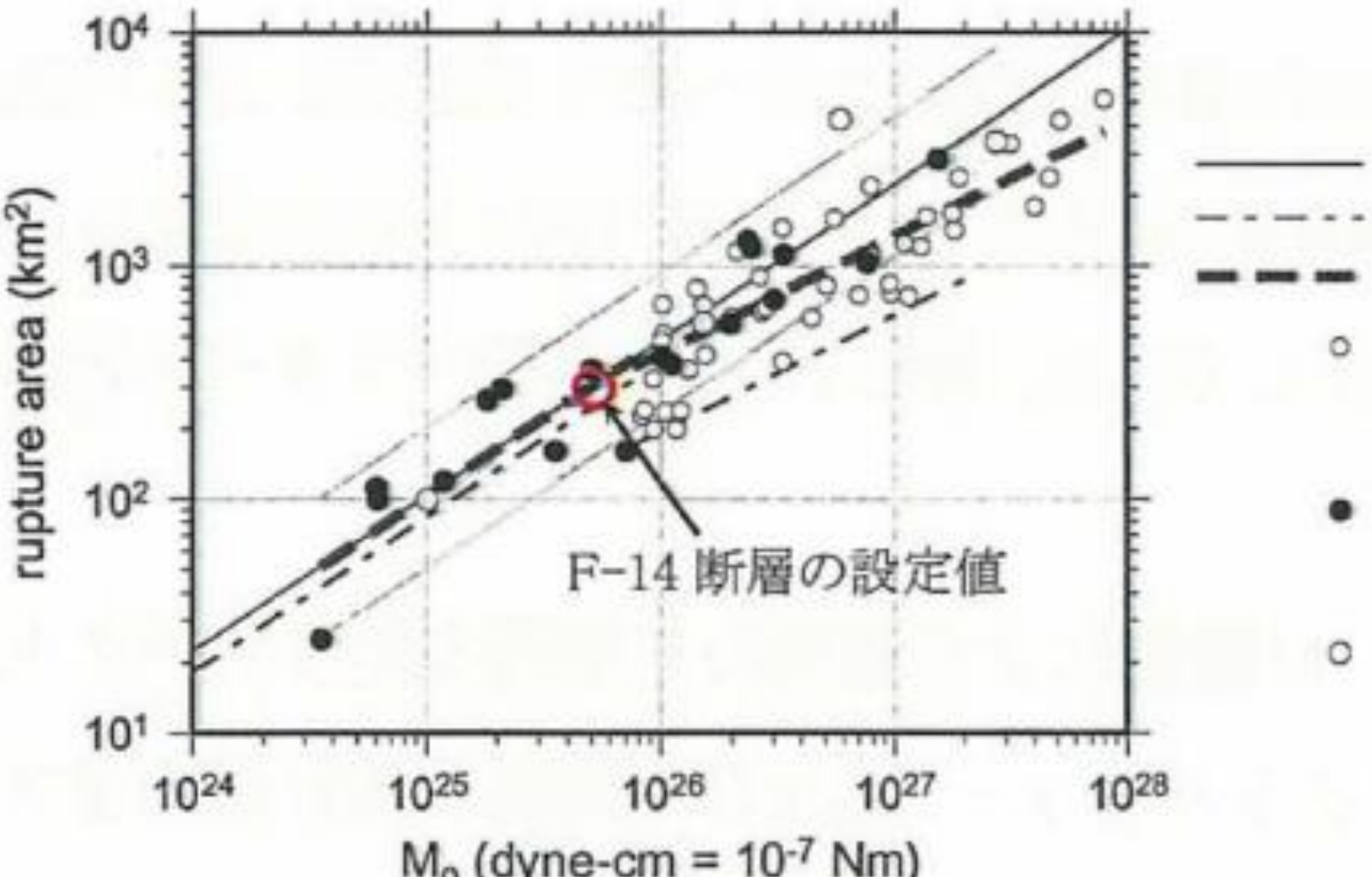
平均応力降下量 3.7MPa

アスペリティの面積比 22(16)(11)%

アスペリティの応力降下量 17(23.1)(33.6)Mpa

★ただし、この地震モーメントは平均像。

震源断層面と地震モーメントのスケーリング則



大飯 福井地裁判決 2014年5月21日

従来と同様の手法によって策定された基準地震動では、これを超える地震動が発生する危険がある。

4つの原発に5回にわたり想定した基準地震動を超える地震が平成17年以後10年足らずの間に到来しているという事実を重視すべきである。これは、地震という自然の前における人間の能力の限界を示すもの。

基準地震動を超える地震が大飯原発に到来しないというのは、根拠のない楽観的見通しである。

活断層の長さから推定する地震モーメント Predicted seismic moment based on the length of active fault

島崎 邦彦^{1*}
SHIMAZAKI, Kunihiko^{1*}

¹ 東京大学
¹University of Tokyo

地震モーメントを活断層の長さから予測する場合、過小評価となる可能性があり注意が必要である。予測には、震源断層の長さ(あるいは面積)と地震モーメントとの関係式が使われるが、地震発生前に使用できるのは活断層の情報であって、震源断層のものではない。地震モーメントは断層モデルの基本物理量であり、その予測値は、将来発生する地震の揺れや津波の高さなどの予測に使われることが多い。このため地震モーメントの過小予測は、災害の過小想定につながりかねない。

日本の陸域およびその周辺の地殻内浅発地震(マグニチュード7程度以上)について、断層長 L (m)と地震モーメント M_0 (Nm)との関係式をわかりやすさを重視して表現すると次のようになる。

- (1) $M_0 = 4.37 \times 10^{10} \times L^2$ (武村, 1998)
- (2) $M_0 = 3.80 \times 10^{10} \times L^2$ (Yamanaka & Shimazaki, 1999)
- (3) $M_0 = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95}$ (地震調査委, 2006)
- (4) $M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$ (入倉・三宅, 2001)

なお、入倉・三宅(2001)では地震モーメントと断層面積との関係式が提案されているが、厚さ14kmの地震発生層中の垂直な断層を仮定し(4)を導いた。断層の傾斜角を60度とした場合には、係数が1.09ではなく1.45となる。(4)と他との差異は顕著で、同じ断層長で比較すると、地震モーメントは4倍程度異なる。一方、同じ震源モーメントで比べれば、断層長が2倍程度異なる。

上記の関係式中の L として、活断層の長さを用いた場合の地震モーメントの予測値と、活断層で発生した地震の地震モーメントの観測値とを1891年濃尾地震、1930年北伊豆地震、2011年4月11日福島県浜通りの地震で比較し、さらに1943年鳥取地震、1945年三河地震、1978年兵庫県南部地震で検討した。例は少ないが(4)を用いると地震モーメントが過小評価される傾向が明らかとなった。

地震本部の強震動予測では、いわゆる改正レシビが使われており、(3)によって地震モーメントが予測され、(4)のもとなる入倉・三宅(2001)の式から断層面積が推定されている。昨年9月に発表された国土交通省の日本海における大規模地震に関する調査検討会の報告書では、日本海の「最大クラス」の地震による津波想定において、入倉・三宅(2001)の式により地震モーメントが推定されている。一方、原子力発電所の津波推定では(1)が使われている。

キーワード: 地震モーメント, 活断層, 震源断層, 予測, ハザード, 津波

Keywords: seismic moment, active fault, seismic fault, prediction, hazard, tsunami

元原子力規制委員会委員島崎邦彦氏

地震モーメントを活断層の長さから予測する場合、過小評価となる可能性があり注意が必要である。予測には、震源断層の長さ(あるいは面積)と地震モーメントとの関係式が使われるが、地震発生前に使用できるのは活断層の情報であって、震源断層のものではない。地震モーメントは断層モデルの基本物理量であり、その予測値は、将来発生する地震の揺れや津波の高さなどの予測に使われることが多い。このため地震モーメントの過小予測は、災害の過小想定につながりかねない。

新規制基準の策定に関わった藤原広行氏

「実際の地震では(計算による)平均値の2倍以上強い揺れが全体の7%程度あり、3倍、4倍の揺れさえも観測されている」
「平均から離れた強い揺れも考慮すべきだ」
「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがちだ」
「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。」

特集ワイド:「忘災」の原発列島 再稼働は許されるのか 政府と規制委の「弱点」
毎日新聞 2015年05月07日 東京夕刊

◇二つの地震仮処分決定で浮かび上がる---政府と規制委の「弱点」

「運転禁止」と「請求却下」---。原発の再稼働中止を求める仮処分申請に対して、二つの地震は先月、正反対の判断を示した。結果だけを見れば原告と被告、どちらの立場からも1勝1敗。だが両決定文を読み比べれば、原子力規制委員会や政府の「弱点」がくっきりと浮かび上がるのだ。【高木昭午】

◇判断分かれた「基準地震動」の合理性 実態は「平均より少し強い」だけ

「原発の耐震審査が行政の裁量任せになってしまった部分に問われた」。二つの決定を受け、規制委で耐震ルール作りに関わった藤原広行・防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長は残念がる。

福井地裁は先月14日、関西電力高浜原発3、4号機（福井県高浜町）の再稼働を差し止める仮処分決定を出した。その8日後、鹿児島地裁が九州電力川内原発1、2号機（鹿児島県薩摩川内市）の再稼働差し止めの仮処分請求を却下した。両地裁の決定を分けた重要な論点に、電力会社が想定する「基準地震動」がある。福井地裁は関電の想定を「合理性がない」と切り捨て、鹿児島地裁は九電の想定を「不合理な点はない」とした。

基準地震動とは、原発周辺の活断層などが起こし得る揺れの強さを指す。「それ以下の揺れなら大事故は起こさない」という設計の目安だ。「原発を襲い得る最強の地震」と言われもするが、これから説明するように実態は違う。

関電は、高浜原発から平均約19キロ離れた三つの断層（長さ計約63キロ）が運動した際に原発を襲う揺れの強さを計算した。この計算は、活断層が起こし得るさまざまな揺れの中で平均的な値を導くもの。結果は約630ガル（ガルは揺れの大きさを示す加速度の単位）。関電はこれを少し強めた700ガルを基準地震動と決めた。同様の決め方は、他の原発でも広く使われてきた。

だが、福井地裁はこの決め方は「信頼性を失っている」と断定。平均的な揺れより少し強い程度の想定では「万一の事故に備えるべき」原発で不合理とし、基準地震動の大幅な引き上げを求めた。05~11年に5回、各地の原発で基準地震動を超える揺れが観測された事実も指摘した。

関電は「（揺れの強さに影響する）複数のパラメーター（要素）が、同時に極端に揺れを大きくする方向に動くとは考えにくい」（地裁への陳述書）と想定を正当性を主張したが、ほぼ一蹴された。

藤原さんも「実際の地震では（計算による）平均値の2倍以上強い揺れが全体の7%程度あり、3倍、4倍の揺れさえも観測されている」と、関電の主張の問題点を指摘。「平均から離れた強い揺れも考慮すべきだ」と訴える。

似た司法判断は昨年11月にもあった。関電高浜・大飯原発の運転差し止め仮処分請求。大津地裁は却下したが決定文で「地震の平均像を基にすることに、どのような合理性があるのか」と疑問を投げかけ、「最大級の地震」を基準にすべきだとした。

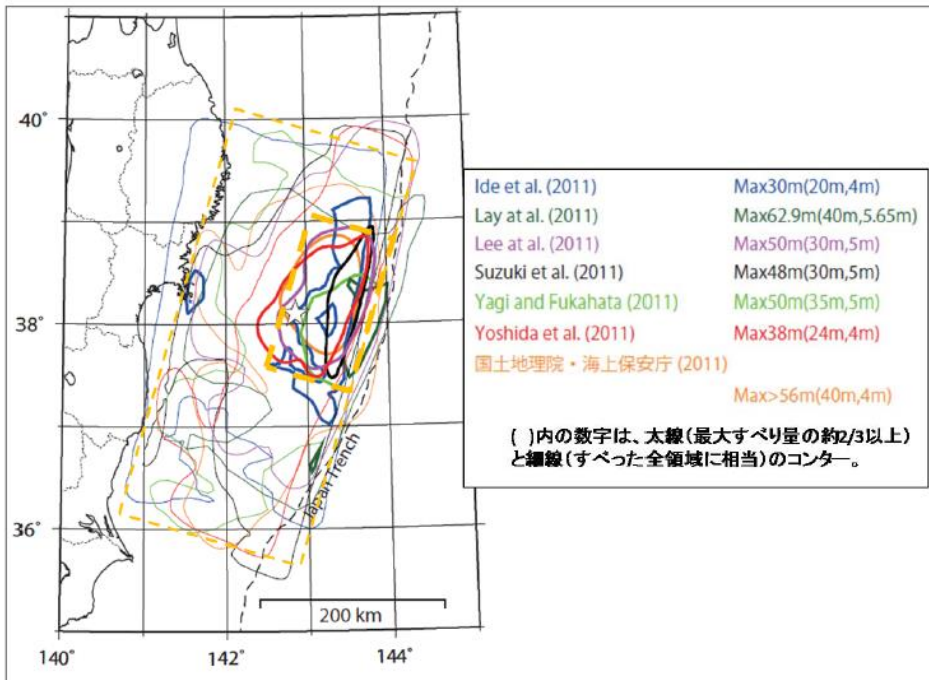
実は川内原発も、基準地震動の決め方は高浜と同様だ。鹿児島地裁がそれを容認したのは「（同じ長さの断層でみると揺れが小さめになりやすい南九州の）地域的特性を踏まえ、平均像を用いた分析も合理的」との判断からだ。

素朴な疑問は「世界で最も厳しい」と政府が自賛する新規制基準で、なぜ「平均より少し強い」だけの基準地震動が審査を通ってしまうのか、である。藤原さんが明かす。「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがちだ」。電力会社の主張があっさり通るわけだ。運転禁止決定は、この審査体制の不備を突いた格好だ。



関西電力高浜原発3、4号機の再稼働差し止めの仮処分が決まり、垂れ幕を掲げる人々=福井地裁前で2015年4月14日、古谷信志撮影

東北地方太平洋沖地震



図IV.10 東北地方太平洋沖地震の地震波形及び地殻変動による震源過程解析結果 (関係論文をもとに気象庁気象研究所作成)

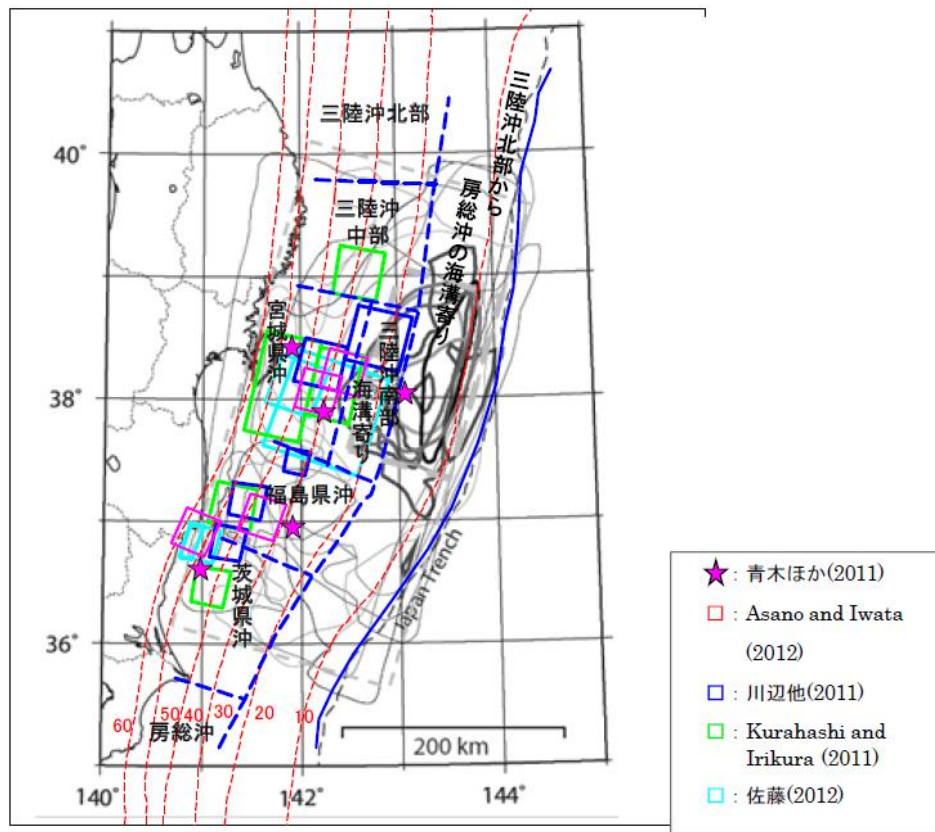


図6. ○ 東北地方太平洋沖地震の地震波形及び地殻変動による震源過程解析結果と強震動生成域

現に発生し観測された地震ですら、見解は大きく分かれている。まして将来発生する地震の予測には、大きな誤差がある。

想定を超える地震が襲った場合

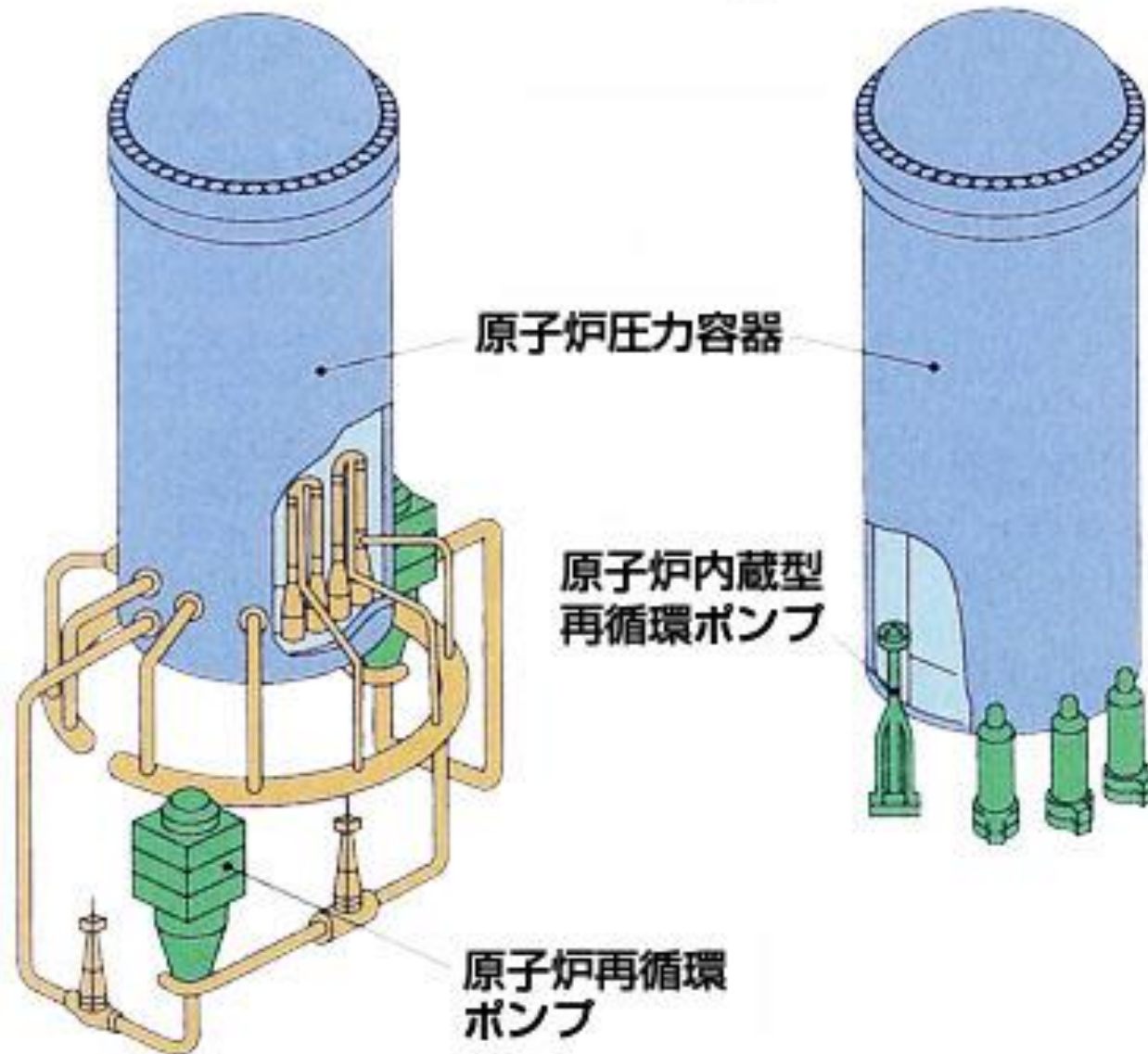
表4 原子炉圧力容器の発生応力と許容値との比 (単位：MPa)

評価機器	弾性設計評価			安全機能評価		
	①発生応力 (Sd)	②許容値	比 (②/①)	①発生応力 (Ss)	②許容値	比 (②/①)
原子炉圧力容器 本体	169	282	1.7	290	481	1.7
原子炉圧力容器 支持スカート	33	454	13.8	44	490	11.1
原子炉圧力容器 スタビライザ	94	172	1.8	264	513	1.9
制御棒駆動機構 ハウジング	77	99	1.3	86	124	1.4
制御棒駆動機構 ハウジング レストレントビーム	70	241	3.4	99	289	2.9
原子炉冷却材 再循環ポンプ モータケーシング	129	165	1.3	180	207	1.2
主蒸気流量制限器	95	454	4.8	96	481	5.0

注：中性子束計測ハウジングについては、中性子束計測案内管の結果に含まれる。

●従来型 BWR

●ABWR



大地震の危険に晒された大間原子力発電所

地震は、その規模によっては原子力発電所に甚大、深刻な被害を与え、重大事故に繋がる危険性は否定できない。

一旦重大事故が発生した場合は、大間町周辺だけでなく、原告函館市及び道南に居住する多くの住民らが計り知れない損害を被る。

それどころか、事故の規模によっては日本全土に甚大な被害が及ぶものである。

本件原子炉設置許可処分は直ちに取り消されるべきであり、かつ、大間原発の諸施設の建設は直ちに差し止められるべきである。