

島根原子力発電所2号炉 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版) を踏まえた地震ハザード評価への影響について

令和5年3月22日
中国電力株式会社

目次

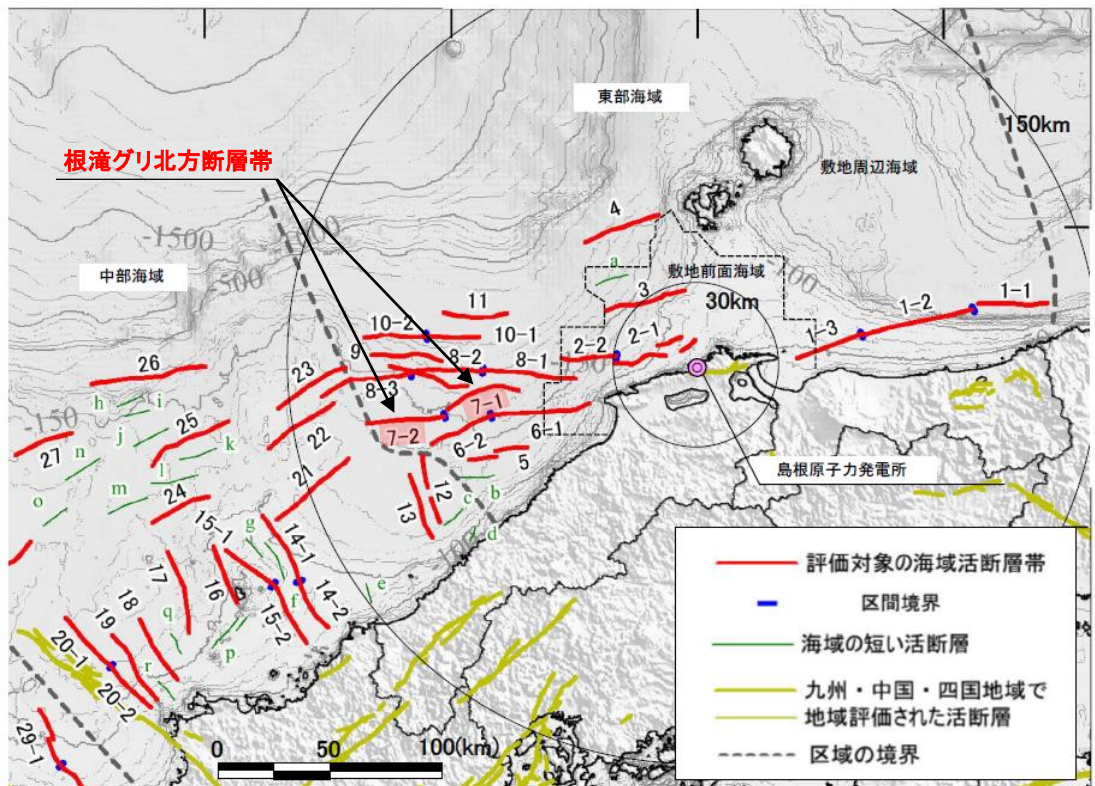
1. はじめに	2
2. 特定震源モデルの対象活断層	3
3. 主要な活断層による地震の震源モデル	4
4. 主要な活断層による地震の地震動伝播モデル及びロジックツリー	5
5. 主要な活断層による地震の地震ハザード評価結果	6

参考資料

・ 島根原子力発電所2号炉 日本海南西部の海域活断層の長期評価 (第一版)の影響について 令和4年12月9日	7
・ 島根原子力発電所 基準地震動の策定について(抜粋) 令和3年6月18日	47
・ 島根原子力発電所 基準地震動の策定について(補足説明資料)(抜粋) 令和3年6月18日	69

1. はじめに

- 島根原子力発電所では、地震調査研究推進本部による「日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）（以下「地震調査研究推進本部（2022）」という。）」を踏まえ、「根滝グリ北方断層帯」を既許可の評価から見直し、基準地震動への影響評価を実施した。（2022年12月9日審査会合）
- その結果、「根滝グリ北方断層帯による地震」の地震動は、既許可の検討用地震の地震動を上回らないことから、基準地震動への影響はないと評価している。（2022年12月9日審査会合）
- そこで、次ページ以降では、当該見直しが「基準地震動の年超過確率の参照」における地震ハザード評価へ与える影響について確認する。



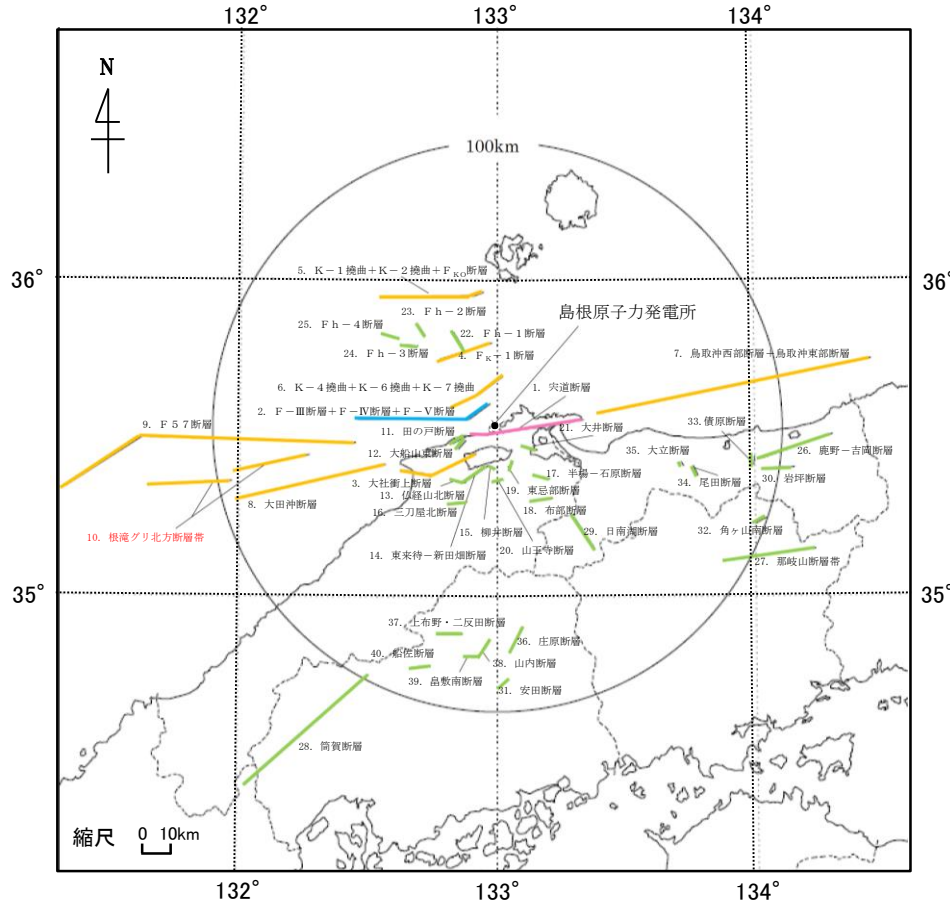
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| (東部) | (中部) |
| 1-1 : 伯耆冲断層帯 (東部区間) | 12 : 浜田冲断層 |
| 1-2 : 伯耆冲断層帯 (中部区間) | 13 : 三隅冲断層 |
| 1-3 : 伯耆冲断層帯 (西部区間) | 14-1 : 須佐冲断層帯 (北部区間) |
| 2-1 : 島根半島北方冲断層帯 (東部区間) | 14-2 : 須佐冲断層帯 (南部区間) |
| 2-2 : 島根半島北方冲断層帯 (西部区間) | 15-1 : モドロ岬冲断層帯 (北部区間) |
| 3 : 出雲冲断層 | 15-2 : モドロ岬冲断層帯 (南部区間) |
| 4 : 島前西方冲断層 | 16 : 見島近海断層 |
| 5 : 江津冲断層 | 17 : 卯持ノ瀬東方断層 |
| 6-1 : 日御碕冲断層帯 (東部区間) | 18 : 向津具冲断層 |
| 6-2 : 日御碕冲断層帯 (西部区間) | 19 : 角島冲東断層 |
| 7-1 : 根滝グリ北方断層帯 (東部区間) | 20-1 : 角島冲西断層帯 (北部区間) |
| 7-2 : 根滝グリ北方断層帯 (西部区間) | 20-2 : 角島冲西断層帯 (南部区間) |
| 8-1 : 十六島鼻西方冲断層帯 (東部区間) | 21 : 益田冲断層 |
| 8-2 : 十六島鼻西方冲断層帯 (中部区間) | 22 : 千里ヶ瀬南方断層 |
| 8-3 : 十六島鼻西方冲断層帯 (西部区間) | 23 : 千里ヶ瀬東方北断層 |
| 9 : 石見冲断層 | 24 : タツモチ東方断層 |
| 10-1 : 石見冲中断層帯 (東部区間) | 25 : ウマモチ北西断層 |
| 10-2 : 石見冲中断層帯 (西部区間) | 26 : 対馬海盆南方断層 |
| 11 : 石見冲北断層 | 27 : 長門はるか断層 |
| | 28 : 対馬北東断層 |

2. 特定震源モデルの対象活断層

- 特定震源モデルとしては、敷地から100km以内に位置する敷地周辺の地質調査結果に基づいて評価した活断層、地震調査研究推進本部(2016)に掲載されている活断層、「[新編]日本の活断層」に掲載されている確実度Ⅰ及びⅡの活断層及び地震調査研究推進本部(2022)による「根滝グリ北方断層帯」を対象に設定する。

対象活断層の一覧表

分類	No.	断層名	断層長さ (km)
検討用地震	1	宍道断層	39
	2	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層	48
主要な活断層 ※	3	大社衝上断層	28
	4	F _K -1断層	19
	5	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層	36
	6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲	19
	7	鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層	98
	8	大田沖断層	53
	9	F57断層	108
	10	根滝グリ北方断層帯	57
	11	田の戸断層	5
	12	大船山東断層	4
	13	仏経山北断層	5
	14	東米待-新田畑断層	11
	15	柳井断層	2
	16	三刀屋北断層	7
	17	半場-石原断層	5
	18	布部断層	8
	19	東忌部断層	3
	20	山王寺断層	3
	21	大井断層	5
	22	Fh-1断層	7
検討用地震以外 その他の活断層	23	Fh-2断層	5
	24	Fh-3断層	5.5
	25	Fh-4断層	4.5
	26	鹿野-吉岡断層	26
	27	那岐山断層帯	32
	28	筒賀断層	58
	29	日南湖断層	13
	30	岩坪断層	10
	31	安田断層	5
	32	角ヶ山南断層	6
	33	債原断層	3.3
	34	尾田断層	2.5
	35	大立断層	1
	36	庄原断層	10
	37	上布野・二反田断層	7
	38	山内断層	8
	39	島敷南断層	5
	40	船佐断層	6



【検討用地震の対象活断層】	【検討用地震以外の対象活断層】
<ul style="list-style-type: none"> 宍道断層 F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層 	<ul style="list-style-type: none"> 主要な活断層 その他の活断層

対象活断層の分布

※検討用地震の選定において対象とした活断層のうち、検討用地震及び孤立した短い活断層以外の活断層のことをいう。

3. 主要な活断層による地震の震源モデル

- 検討用地震以外の「主要な活断層による地震」の震源モデルについては、地質調査結果、地震調査研究推進本部(2022)及び[新編]日本の活断層に基づき設定する。
- 距離減衰式に用いる地震規模Mは、松田(1975)により断層長さから算出する方法、武村(1998)により断層長さから算出する方法、入倉・三宅(2001)により断層面積から算出した地震モーメントを用いて武村(1990)により算出する方法をロジックツリーの分岐として考慮する。
- 発生頻度は、地震調査研究推進本部(2022)及び[新編]日本の活断層に示される活動度を採用し、活動度が示されていないものはB級、C級に仮定して松田(1975)及び奥村・石川(1998)に基づき平均活動間隔を設定し、ポアソン過程に従い算定する。

No	震源断層	断層長さ(km)	地震規模 M			Xeq(km)	平均活動間隔 ^{※1} (活動度)
			松田(1975)	武村(1998)	入倉・三宅(2001)武村(1990)		
3	大社衝上断層	28	7.2	7.4	7.2	24.8	44,500年(C級)
4	F _K -1断層	19	7.0	7.1	6.9	31.5	6,300年(B級) 33,700年(C級)
5	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層 ^{※2}	36	7.4	7.5	7.4	52.8	11,000年(B級) 58,600年(C級)
6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲 ^{※2}	19	7.0	7.1	6.9	18.1	6,300年(B級) 33,700年(C級)
7	鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層 ^{※2}	98	8.2	8.3	8.1	71.0	33,300年(B級) 177,000年(C級)
8	大田沖断層	53	7.7	7.8	7.7	64.0	16,700年(B級) 88,700年(C級)
9	F57断層	108	8.2	8.3	8.2	90.0	33,300年(B級) 177,000年(C級)
10	根滝グリ北方断層帯	57	7.8	7.9	7.7	92.0	19,100年(B級) 101,800年(C級)

※1 一例として松田(1975)に基づき断層長さから求めたM(L→M)を用いて算定したすべり量D(M→D)及び奥村・石川(1998)に記載の平均変位速度Sから算出した平均活動間隔を記載。

※2 各断層の単独破壊も考えられるが、後述(65ページ参照)のとおり、ハザード全体に占める割合は宍道断層による地震と比較して小さく、規模の小さな各断層の単独破壊を考慮したとしても評価結果への影響はほとんどないと考えられる。

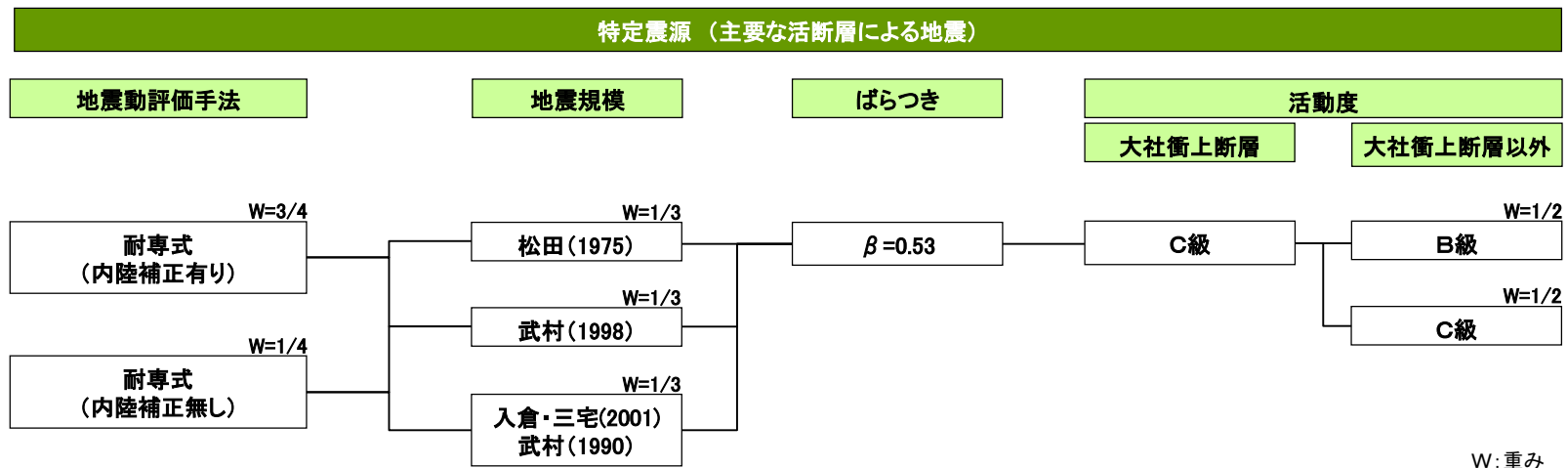
4. 主要な活断層による地震の地震動伝播モデル及びロジックツリー

■ 主要な活断層による地震の地震動伝播モデルは以下の通り。

- ・ 基本的に耐専式により評価し、内陸補正の有無を考慮する。その重みについては、島根原子力発電所の観測記録に基づき作成したサイト補正係数が、耐専式の内陸補正係数をかなり下回っており、また中国地方で発生した地震の短周期レベルは新潟県中越沖地震の短周期レベル(内陸補正無しが該当)に比べてかなり小さい傾向であることから、補正有りを3/4、補正無しを1/4として設定する。(72～73ページ参照)
- ・ 距離減衰式のばらつきは各式で評価されたばらつきを用い、打ち切り範囲は対数標準偏差の3倍とする。

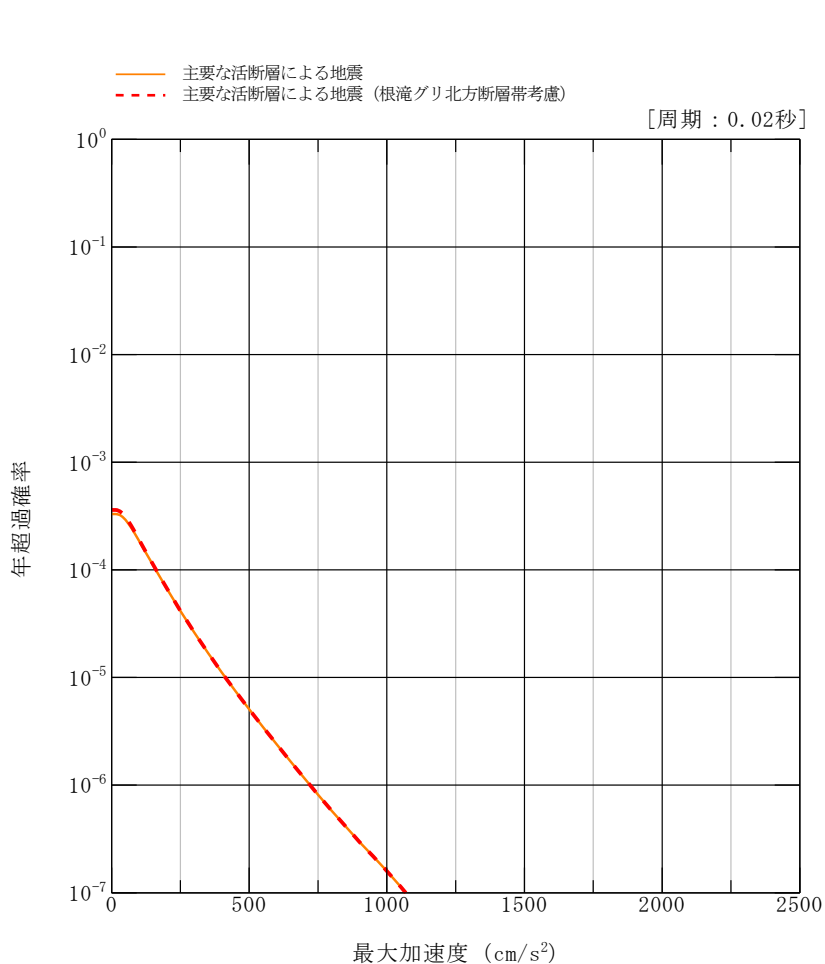
考慮する震源	評価手法	補正係数	ばらつき	ばらつきの打ち切り
主要な活断層による地震	耐専式	耐専式の内陸補正有り, 無し	0.53 [耐専式]	3 σ

■ 主要な活断層による地震のロジックツリーを以下に示す。



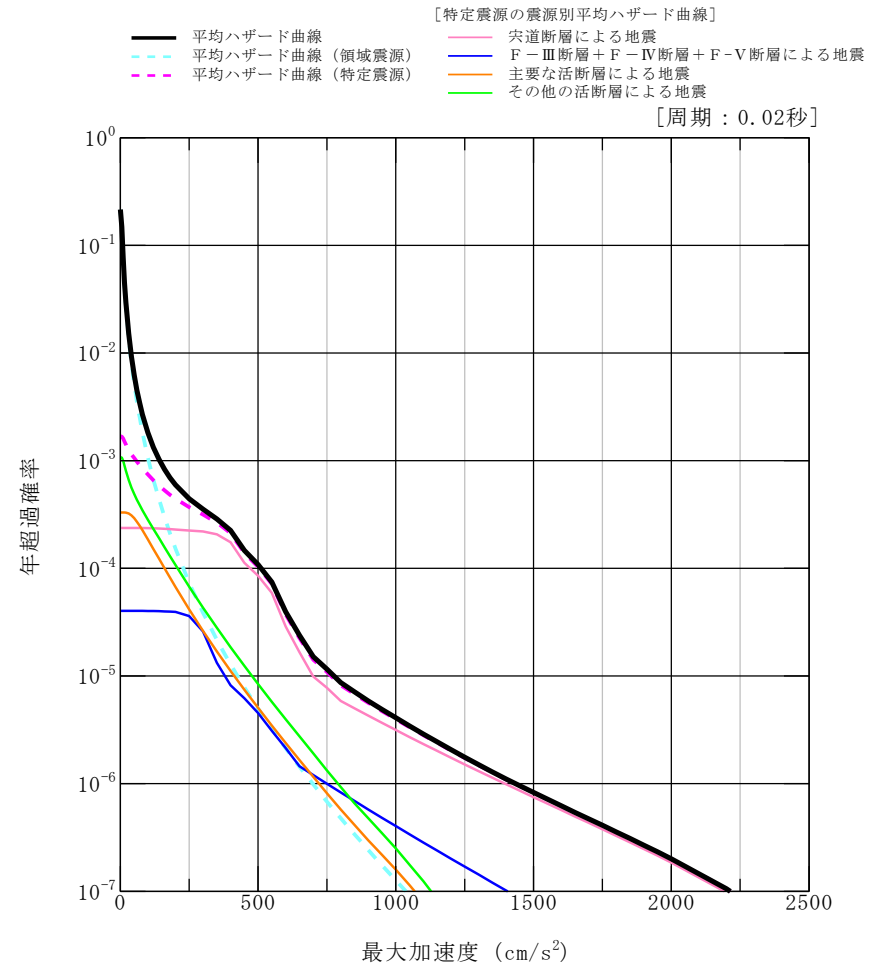
5. 主要な活断層による地震の地震ハザード評価結果

- 「根滝グリ北方断層帯」を考慮した場合の主要な活断層による地震の地震ハザード評価結果を左図に示す。「根滝グリ北方断層帯」を考慮した主要な活断層による地震のハザード曲線は、考慮しないハザード曲線とほぼ一致する。
- また、右図に示す通り、各震源別のハザード曲線を比較すると、主要な活断層による地震の影響は非常に小さい。
- 以上の結果から、「根滝グリ北方断層帯」の考慮が全体のハザード曲線に与える影響はないと判断した。



※ 凡例に特記がない場合は、根滝グリ北方断層帯を考慮しない結果とする

主要な活断層による地震のハザード曲線(水平方向)



※ 凡例に特記がない場合は、根滝グリ北方断層帯を考慮しない結果とする

震源別のハザード曲線(水平方向)

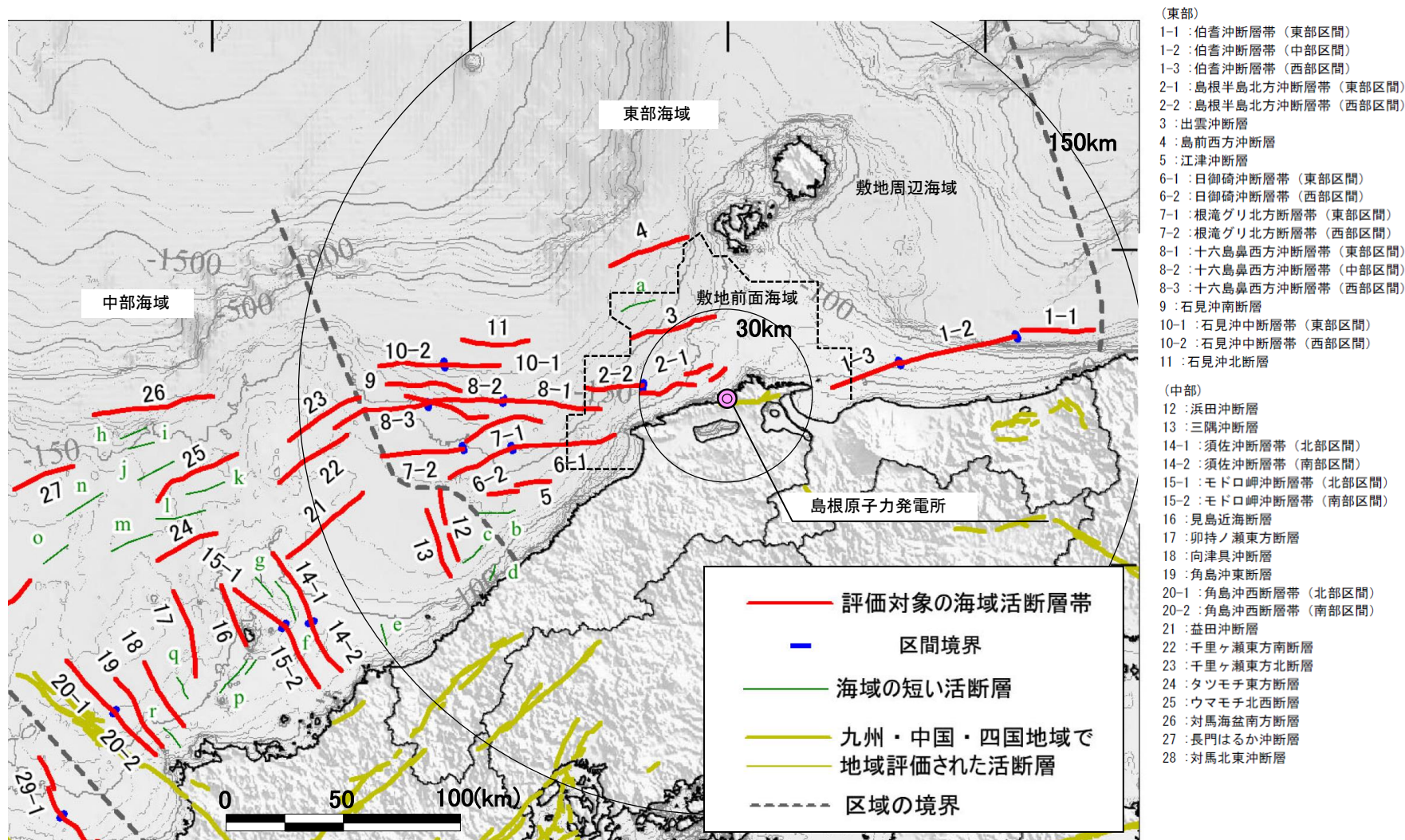
島根原子力発電所2号炉
日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)
の影響について

令和4年12月9日

1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)について

(1) 長期評価(第一版)の概要




・地震調査研究推進本部地震調査委員会(以下、地震本部(2022))は、日本海南西部の海域に分布する活断層のうち、マグニチュード(M)7.0程度以上の地震を発生させる可能性がある、長さ20km以上の活断層を主な対象として、これまでに行われた調査研究成果等に基づき評価対象海域の海域活断層の長期評価を初めて実施した。



1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)について

(2) 断層評価における長期評価(第一版)と当社評価の差異

- ・地震本部は、中国電力(2014)等で報告されている断層トレースに基づいて、利用可能な反射断面及び海底地形データを用いて海域活断層を選定している。
- ・なお、地震本部(2022)が参照している中国電力(2014)以外の文献については、当社の調査対象範囲外である、もしくは既許可評価以降の新たな知見がないことから、活断層評価に影響しないことを確認している。
- ・当社の既許可評価では地震本部(2022)に参照されている中国電力(2014)に加え、それ以降、音波探査等の追加調査により精度や信頼性のより高い評価を行っている。
- ・地震本部は、活断層の認定について、「原則として、海底直下の鮮新世以降の地層に5-10 m以上の上下変位をあたえる断層構造あるいは撓曲が複数の測線に連続して認められる場合に活断層と認定した。」としている。
- ・上記の差異を踏まえ、基準地震動及び基準津波への影響確認を実施する。

	地震本部	当社
反射断面及び海底地形データ	<ul style="list-style-type: none"> ・国立研究開発法人産業技術総合研究所(1985,1986)^{※1} ・「日本海地震・津波調査プロジェクト」 文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所(2021)^{※2} ・中国電力株式会社(2014)  ・九州電力株式会社(2013)^{※3} ・阿部ほか(2010a, 2010b)^{※3} ・松本・岡村(2011)^{※3} ・石油天然ガス・金属鉱物資源機構^{※4} ・「海域における断層情報総合評価プロジェクト」 文部科学省研究開発局・海洋研究開発機構(2020)^{※5} 	<ul style="list-style-type: none"> ・第95回審査会合(2014年3月19日) 中国電力株式会社(2014) 「島根原子力発電所 敷地周辺海域の活断層評価, 第95回審査会合資料3-1」  <ul style="list-style-type: none"> ・上記申請以降、複数の音源による追加の海上音波探査及び柱状採泥調査を実施。  <ul style="list-style-type: none"> ・第972回審査会合(2021年4月30日) 追加調査(海上音波探査)結果を踏まえた評価について、了承を得た。
海域活断層の認定	(抜粋) 原則として、海底直下の鮮新世以降の地層に5-10 m以上の上下変位をあたえる断層構造あるいは撓曲が複数の測線に連続して認められる場合に活断層と認定した。	後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない断層及び撓曲を活断層と認定した。

※1 当社の調査対象範囲内に含まれる音波探査記録については、既許可評価において解析しているため活断層評価に影響しない。

※2 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の結果を支持するものであり、既許可においては国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)を踏まえた評価を実施しているため活断層評価に影響しない。

※3 当社の調査対象範囲外のデータであることから、既許可における活断層評価に影響しない。

※4 既許可評価以降に新たな調査は実施されていないため、既許可における活断層評価に影響しない。

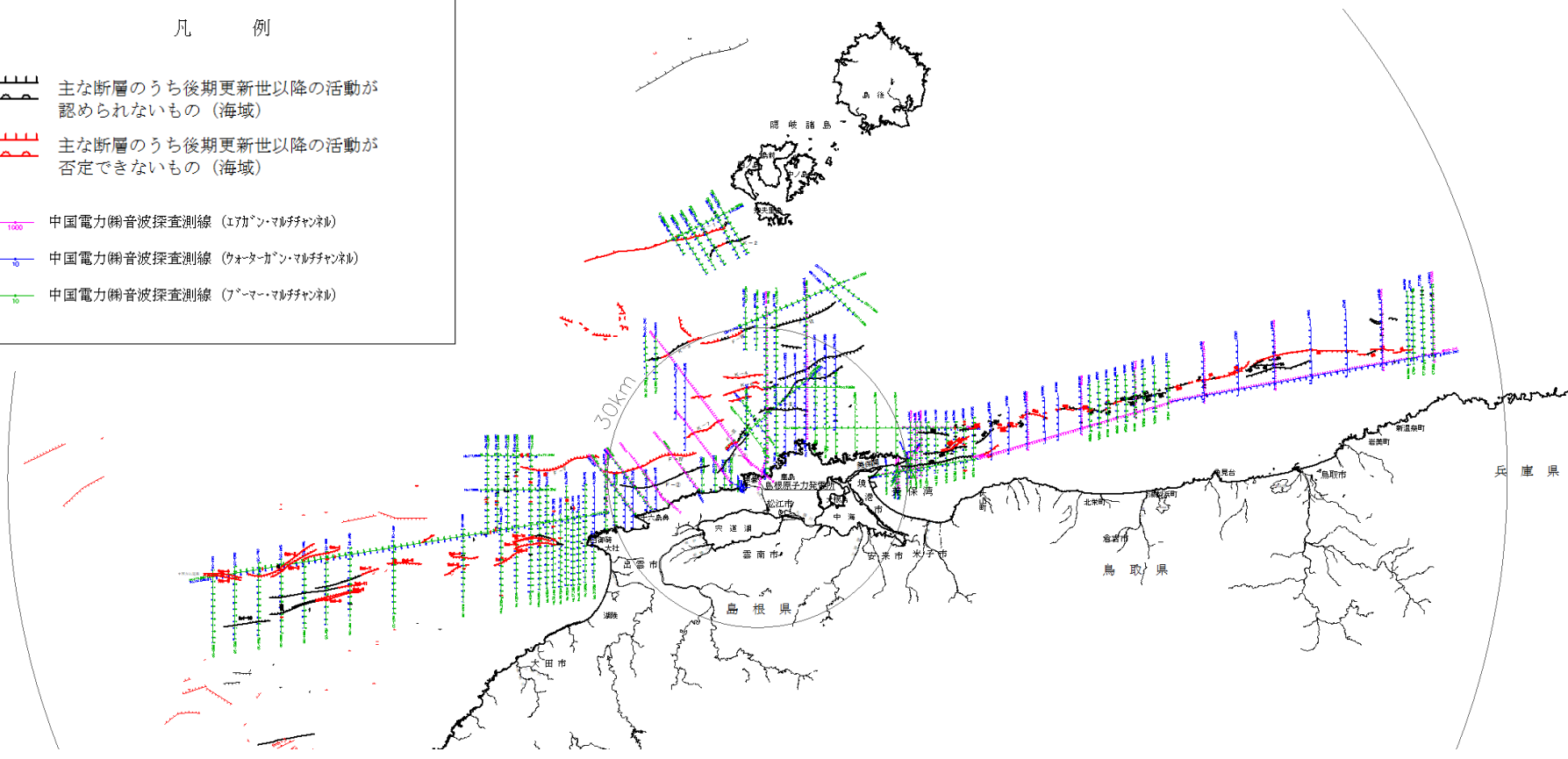
※5 日本海においては既許可評価以降に新たな評価は実施していないため、既許可における活断層評価に影響しない。

1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)について

(3) 当社追加調査の概要

凡 例

- 主な断層のうち後期更新世以降の活動が認められないもの(海域)
- 主な断層のうち後期更新世以降の活動が否定できないもの(海域)
- 中国電力(音波)探査測線(エアガン・マルチチャンネル)
- 中国電力(音波)探査測線(ウォーターガン・マルチチャンネル)
- 中国電力(音波)探査測線(ブーマー・マルチチャンネル)



当社が2014年以降に実施した音波探査測線

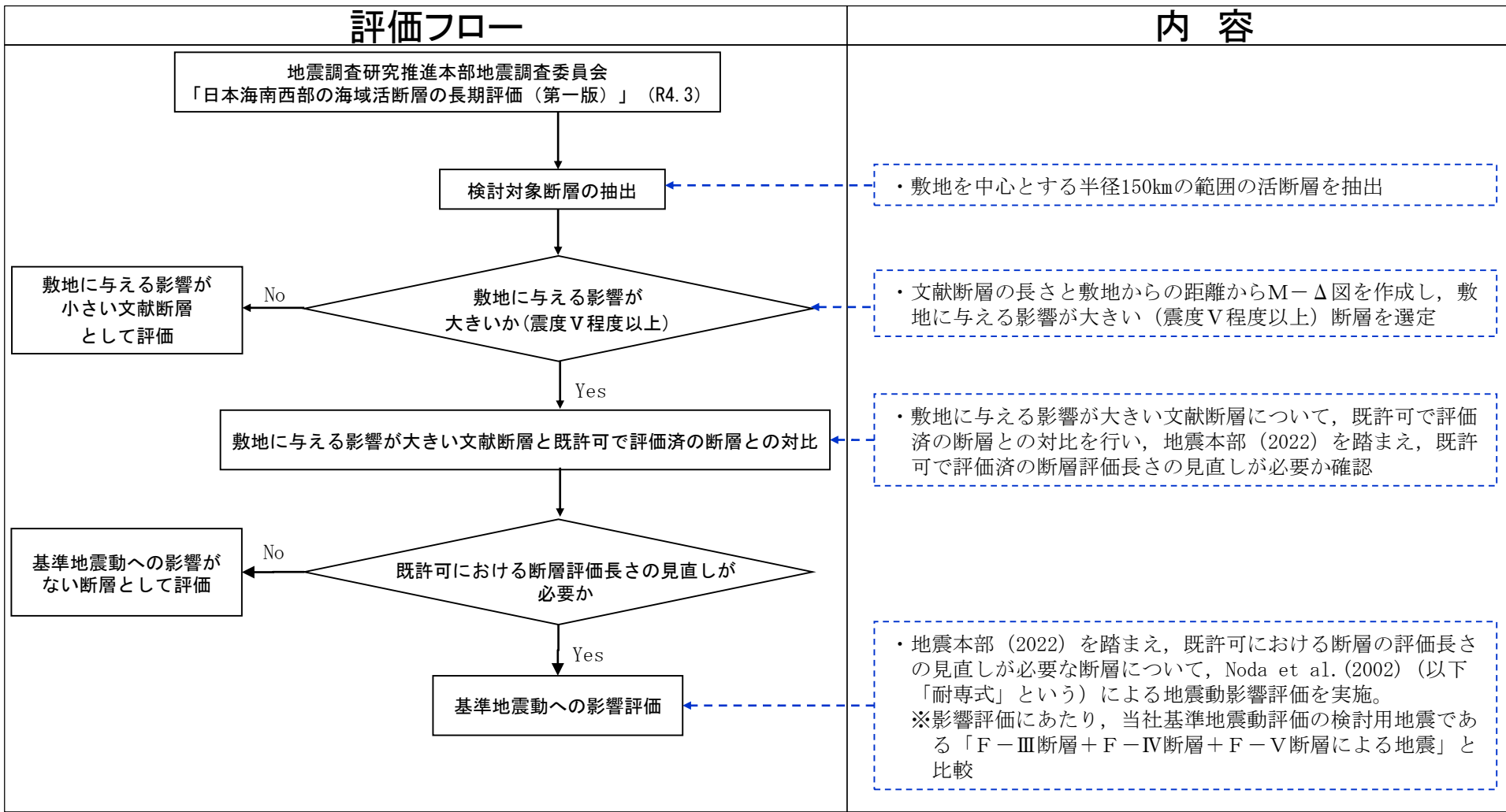
【中国電力(2014)以降に実施した追加調査】

- ・既許可評価では、地震本部(2022)により参照されている中国電力(2014)に加え、それ以降稠密な測線間隔で複数の音源による浅部から深部の地質構造を調査した以下の音波探査により、精度や信頼性のより高い評価を行っている。
- エアガン・マルチチャンネル: 27測線
- ウォーターガン・マルチチャンネル: 114測線
- ブーマー・マルチチャンネル: 100測線

2. 基準地震動への影響評価

(1) 長期評価を踏まえた基準地震動への影響評価フロー

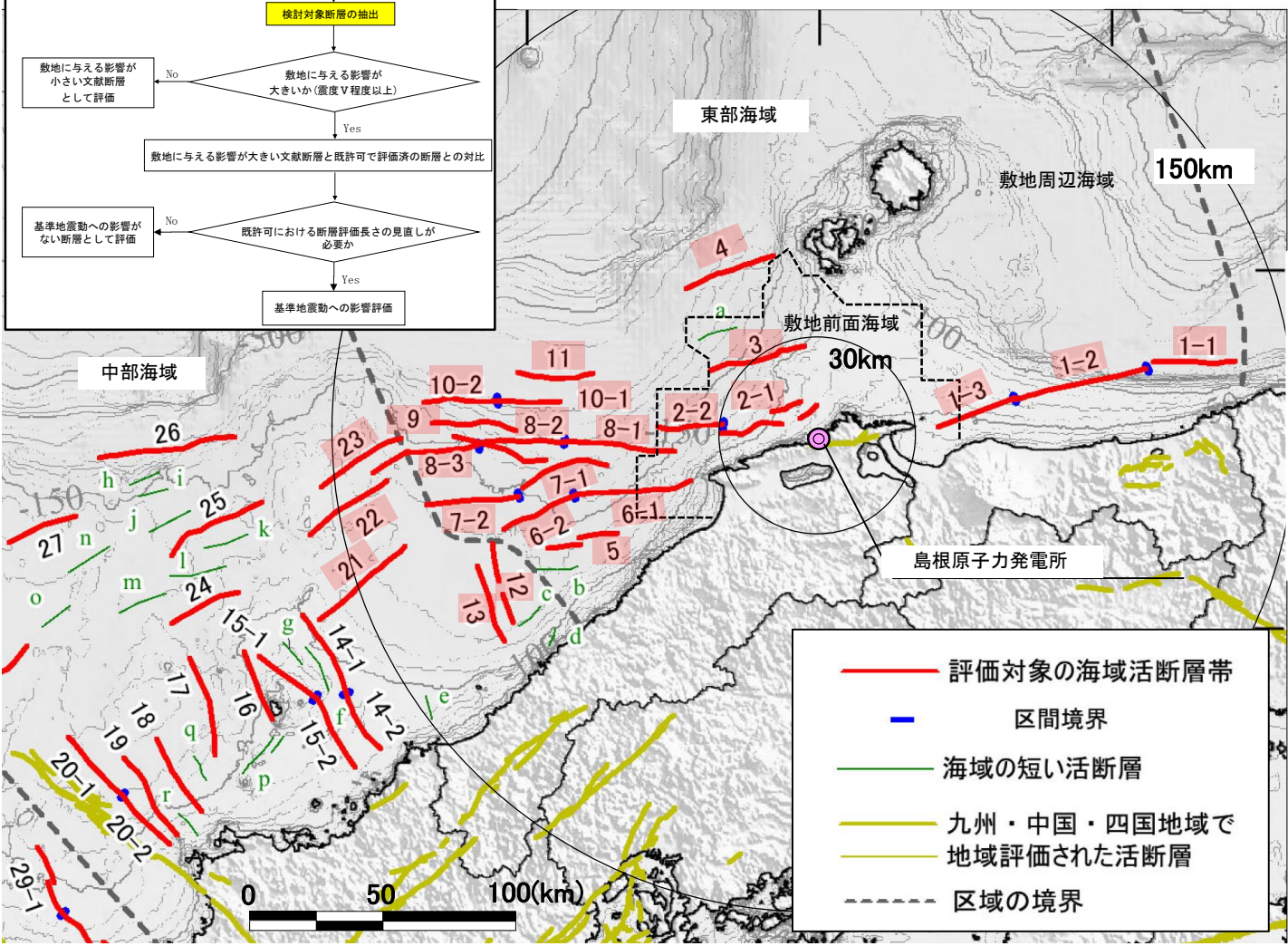
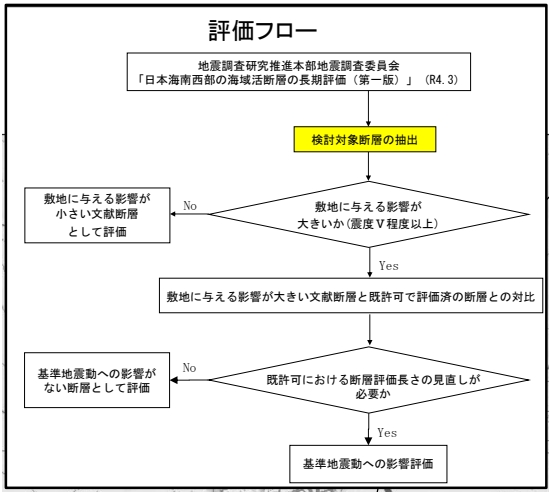
・地震本部が「日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)」を公表したことを踏まえ、下記評価フローに基づいて、既許可の断層評価長さの見直しが必要か確認を行い、その結果を踏まえた基準地震動への影響評価を実施する。



2. 基準地震動への影響評価

(2) 検討対象断層の抽出

・敷地を中心とする半径約150kmの範囲に示された断層を検討対象として抽出した。



- (東部)
- 1-1 : 伯耆沖断層帯 (東部区間)
 - 1-2 : 伯耆沖断層帯 (中部区間)
 - 1-3 : 伯耆沖断層帯 (西部区間)
 - 2-1 : 島根半島北方沖断層帯 (東部区間)
 - 2-2 : 島根半島北方沖断層帯 (西部区間)
 - 3 : 出雲沖断層
 - 4 : 島前西方沖断層
 - 5 : 江津沖断層
 - 6-1 : 日御碕沖断層帯 (東部区間)
 - 6-2 : 日御碕沖断層帯 (西部区間)
 - 7-1 : 根滝グリ北方断層帯 (東部区間)
 - 7-2 : 根滝グリ北方断層帯 (西部区間)
 - 8-1 : 十六島鼻西方沖断層帯 (東部区間)
 - 8-2 : 十六島鼻西方沖断層帯 (中部区間)
 - 8-3 : 十六島鼻西方沖断層帯 (西部区間)
 - 9 : 石見沖断層
 - 10-1 : 石見沖中断層帯 (東部区間)
 - 10-2 : 石見沖中断層帯 (西部区間)
 - 11 : 石見沖北断層
- (中部)
- 12 : 浜田沖断層
 - 13 : 三隅沖断層
 - 14-1 : 須佐沖断層帯 (北部区間)
 - 14-2 : 須佐沖断層帯 (南部区間)
 - 15-1 : モドロ岬沖断層帯 (北部区間)
 - 15-2 : モドロ岬沖断層帯 (南部区間)
 - 16 : 見島近海断層
 - 17 : 卯持ノ瀬東方断層
 - 18 : 向津具沖断層
 - 19 : 角島沖東断層
 - 20-1 : 角島沖西断層帯 (北部区間)
 - 20-2 : 角島沖西断層帯 (南部区間)
 - 21 : 益田沖断層
 - 22 : 千里ヶ瀬東方断層
 - 23 : 千里ヶ瀬東方北断層
 - 24 : タツモチ東方断層
 - 25 : ウマモチ北西断層
 - 26 : 対馬海盆南方断層
 - 27 : 長門はるか沖断層
 - 28 : 対馬北東沖断層
- ：検討対象断層

— 評価対象の海域活断層帯

— 区間境界

— 海域の短い活断層

— 九州・中国・四国地域で地域評価された活断層

- - - 区域の境界

2. 基準地震動への影響評価

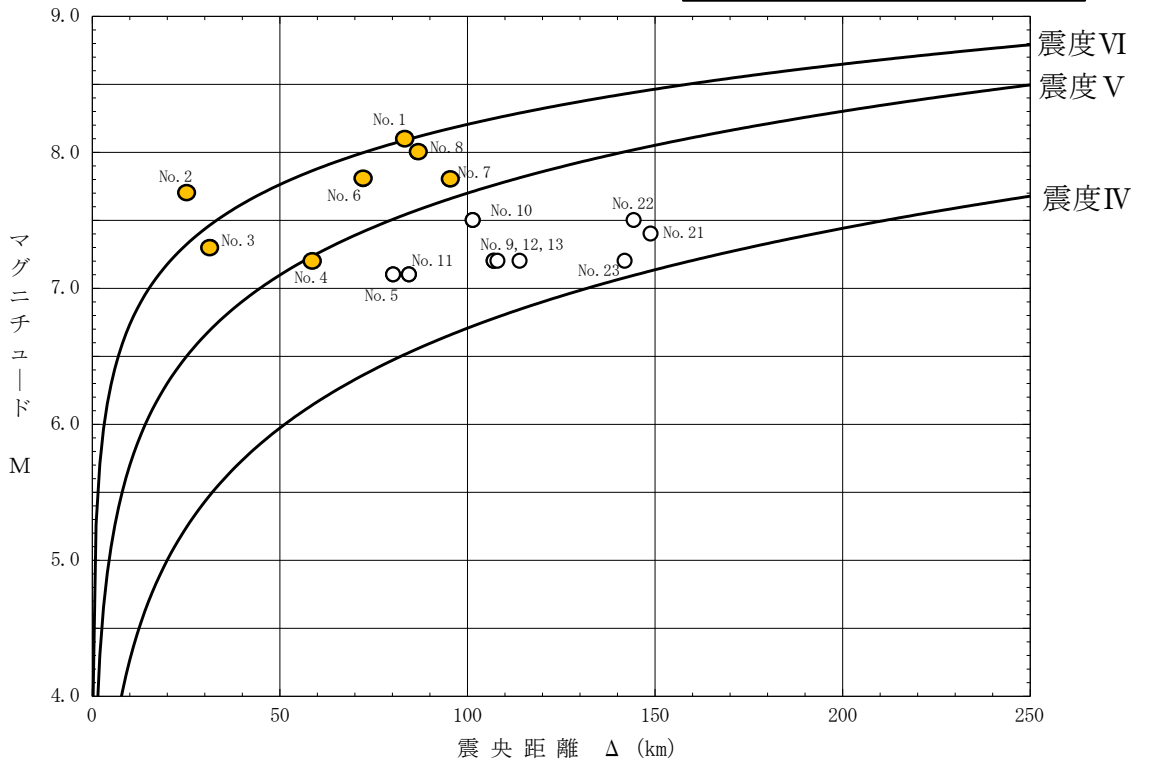
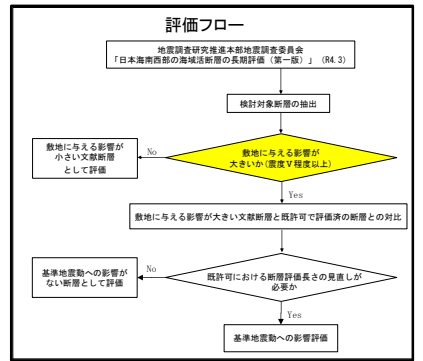
(3) 敷地に与える影響が大きい断層の選定

抽出した断層について、マグニチュード(M)と震央距離(Δ)から推定される震度の関係図(M-Δ図)に基づき、震度V程度以上となる「伯耆沖断層帯」、「島根半島北方沖断層帯」、「出雲沖断層」、「島前西方沖断層」、「日御碕沖断層帯」、「根滝グリ北方断層帯」、「十六島鼻西方沖断層帯」を敷地に与える影響が大きい断層として選定した。

No.	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード* M	震央距離** Δ (km)
1	伯耆沖断層帯	94	8.1	83.6
2	島根半島北方沖断層帯	49	7.7	25.1
3	出雲沖断層	31	7.3	31.6
4	島前西方沖断層	28	7.2	58.7
5	江津沖断層	22	7.1	80.3
6	日御碕沖断層帯	59	7.8	72.3
7	根滝グリ北方断層帯	57	7.8	95.4
8	十六島鼻西方沖断層帯	83	8.0	86.7
9	石見沖南断層	27	7.2	107.1
10	石見沖中斷層帯	42	7.5	101.5
11	石見沖北断層	23	7.1	84.5
12	浜田沖断層	25	7.2	108.1
13	三隅沖断層	25	7.2	114.0
21	益田沖断層	35	7.4	148.9
22	千里ヶ瀬東方南断層	40	7.5	144.4
23	千里ヶ瀬東方北断層	28	7.2	142.0

：震度V程度以上となる敷地周辺海域に分布する活断層

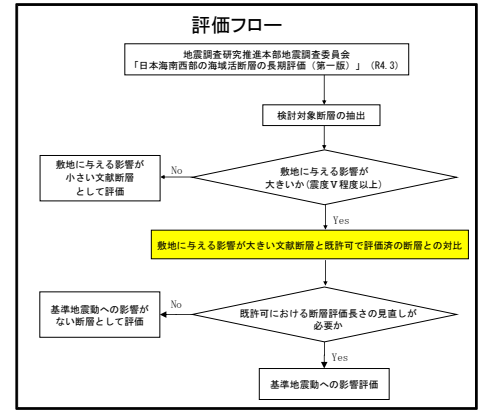
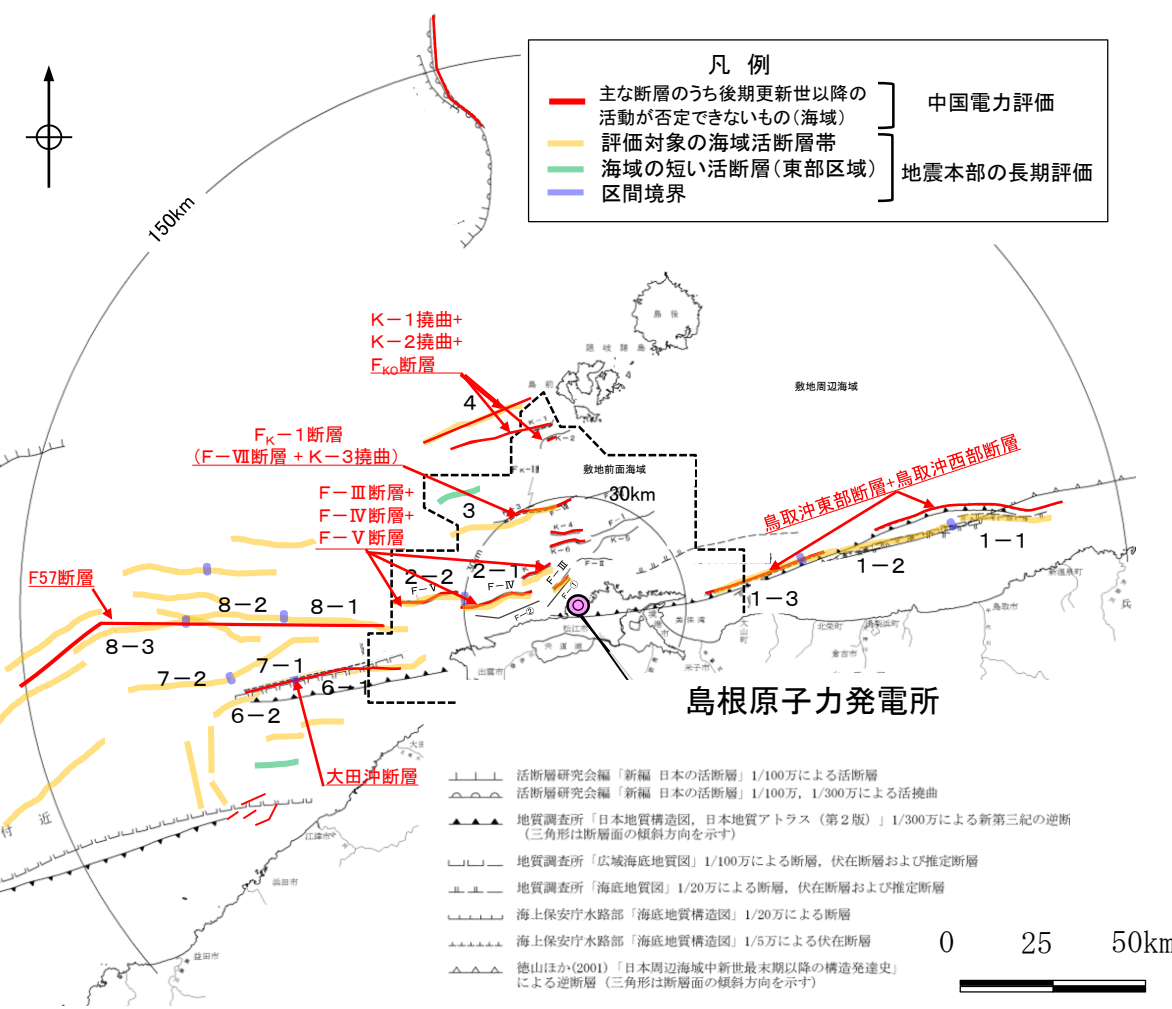
※断層位置に関する詳細なデータが公開されていないため、断層分布図より当社が読み取った端部座標に基づき算定



2. 基準地震動への影響評価

(4) 各断層の地震本部(2022)と中国電力の断層評価の比較

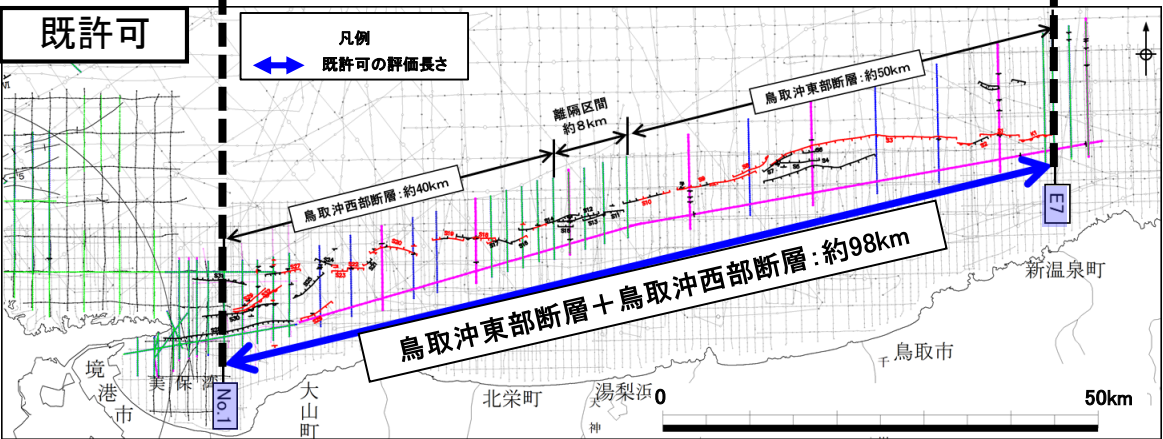
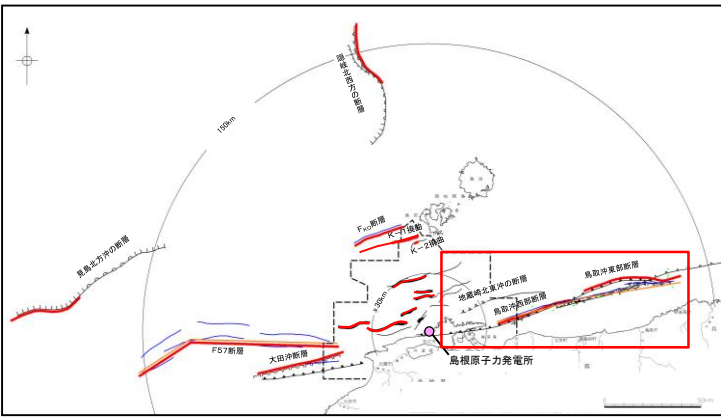
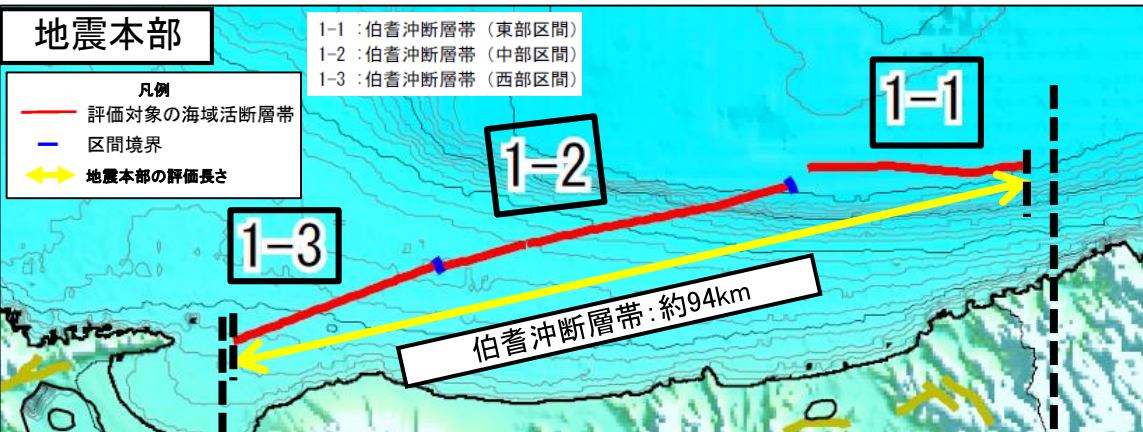
○地震本部(2022)が評価した活断層のうち、敷地に与える影響が大きい断層と既許可において評価した活断層を比較した結果、両者の断層位置は概ね対応するものの、評価長さに差異が認められた。
 ○以降では、両者の断層評価長さが異なる要因について、対応する断層毎に比較検討を実施した。



地震本部		既許可評価	
断層名	評価長さ	断層名	評価長さ
1-1: 伯耆冲断層帯(東部区間)	約94km (運動考慮)	鳥取沖東部断層 + 鳥取沖西部断層	約98km (運動考慮)
1-2: 伯耆冲断層帯(中部区間)			
1-3: 伯耆冲断層帯(西部区間)			
2-1: 鳥根半島北方冲断層帯(東部区間)	約49km (運動考慮)	F-III断層 + F-IV断層 + F-V断層	約48.0km (運動考慮)
2-2: 鳥根半島北方冲断層帯(西部区間)			
3: 出雲冲断層	約31km	F _{K-1} 断層 (F-VII断層 + K-3撓曲)	約19.0km
4: 島前西方冲断層	約28km	K-1撓曲 + K-2撓曲 + F _{K0} 断層	約36km (運動考慮)
6-1: 日御碕冲断層帯(東部区間)	約59km (運動考慮)	大田冲断層	約53km
6-2: 日御碕冲断層帯(西部区間)			
7-1: 根流グリ北方断層帯(東部区間)	約57km (運動考慮)	敷地に与える影響が小さい断層として評価	
7-2: 根流グリ北方断層帯(西部区間)			
8-1: 十六島鼻西方冲断層帯(東部区間)	約83km (運動考慮)		
8-2: 十六島鼻西方冲断層帯(中部区間)		F57断層	約108km
8-3: 十六島鼻西方冲断層帯(西部区間)			

2. 基準地震動への影響評価

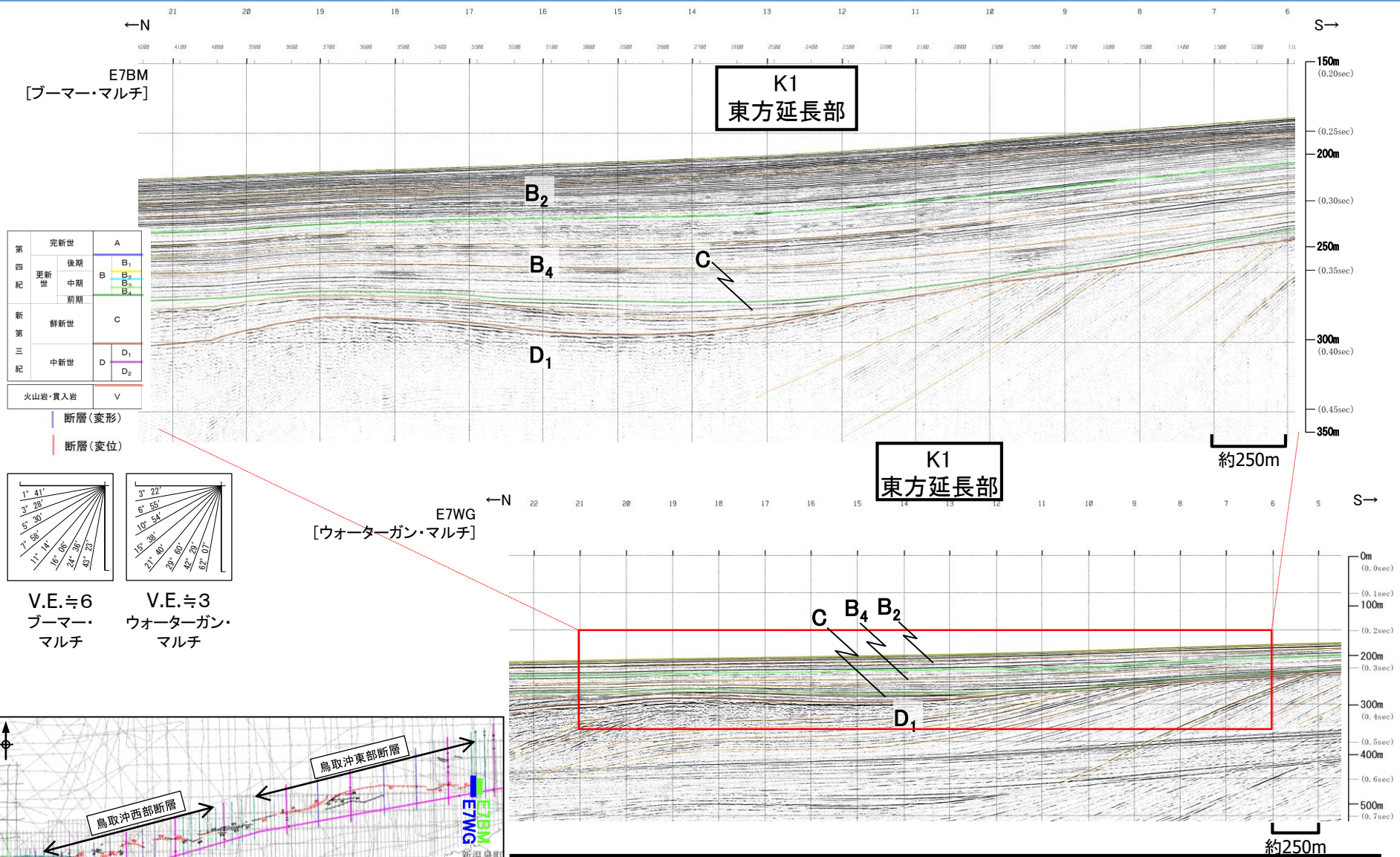
(5) 伯耆沖断層帯(鳥取沖東部断層+鳥取沖西部断層との比較)



- 凡例**
- Main active faults with activity since the late Pleistocene that cannot be confirmed (Red dashed line with wavy top)
 - Main active faults with activity since the late Pleistocene that cannot be denied (Red solid line with wavy top)
 - No. 10: China Electric Power Seismic Wave Exploration Line (S-wave)
 - W-10: China Electric Power Seismic Wave Exploration Line (Water-gate-sing'ul channel)
 - 1000: China Electric Power Seismic Wave Exploration Line (E-gate-mul channel)
 - 10: China Electric Power Seismic Wave Exploration Line (Water-gate-mul channel)
 - 10: China Electric Power Seismic Wave Exploration Line (P-wave-mul channel)

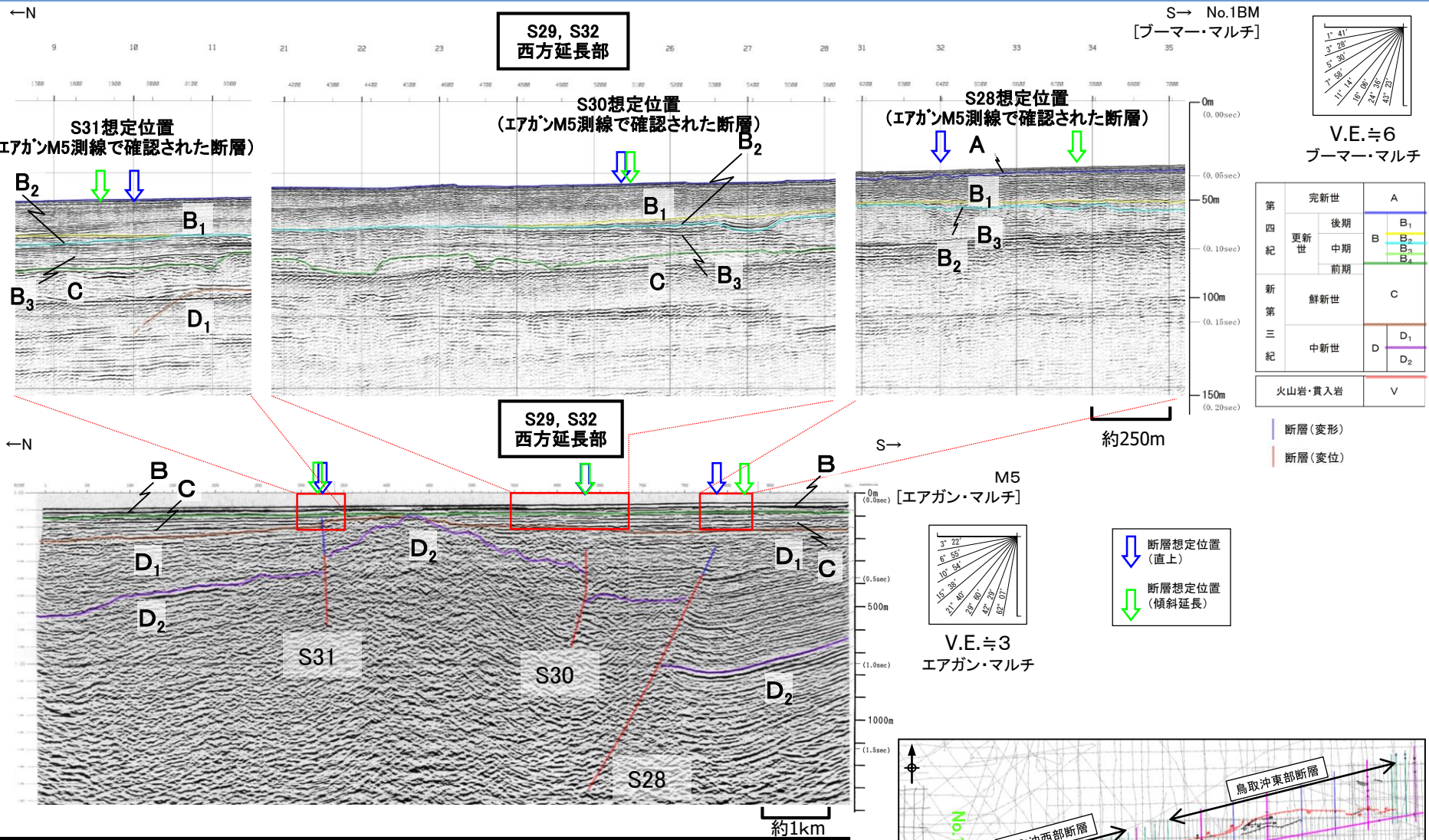
- 地震本部(2022)では、東部区間を約26km、中部区間を約42km、西部区間を約26km、合わせて約94kmの活断層として評価している。
- 地震本部(2022)では、西部区間について、「この区間は、産業技術総合研究所の調査範囲より西側まで連続することが中国電力株式会社(2014)によって示されており、その評価に従って西端を決めた」と記載されている。
- 既許可評価では、地震本部が参考とした中国電力(2014)以降に当社が実施した音波探査結果を踏まえ、後期更新世以降の断層活動が認められない測線を断層端部として、西端のNo.1測線から東端のE7測線までの約98kmを評価している。
- 鳥取沖東部断層+鳥取沖西部断層は、当社が実施した音波探査結果(追加調査含む)により、後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、地震本部(2022)を踏まえ、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価した。

2. (5) 伯耆沖断層帯(鳥取沖東部断層+鳥取沖西部断層との比較) 鳥取沖東部断層の東端(音波探査解析図)

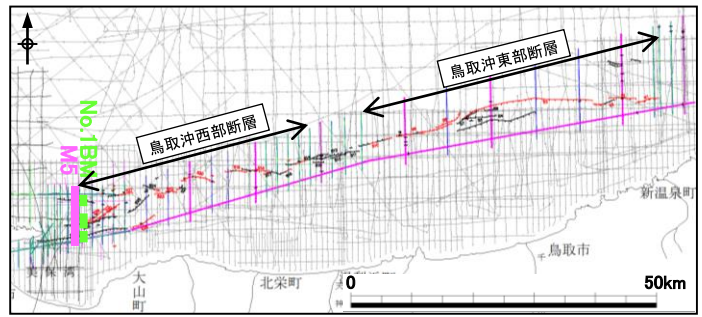


・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層の東端にあたるK1撓曲東方延長部において、C層以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (5) 伯耆沖断層帯(鳥取沖東部断層+鳥取沖西部断層との比較)
鳥取沖西部断層の西端(音波探査解析図)

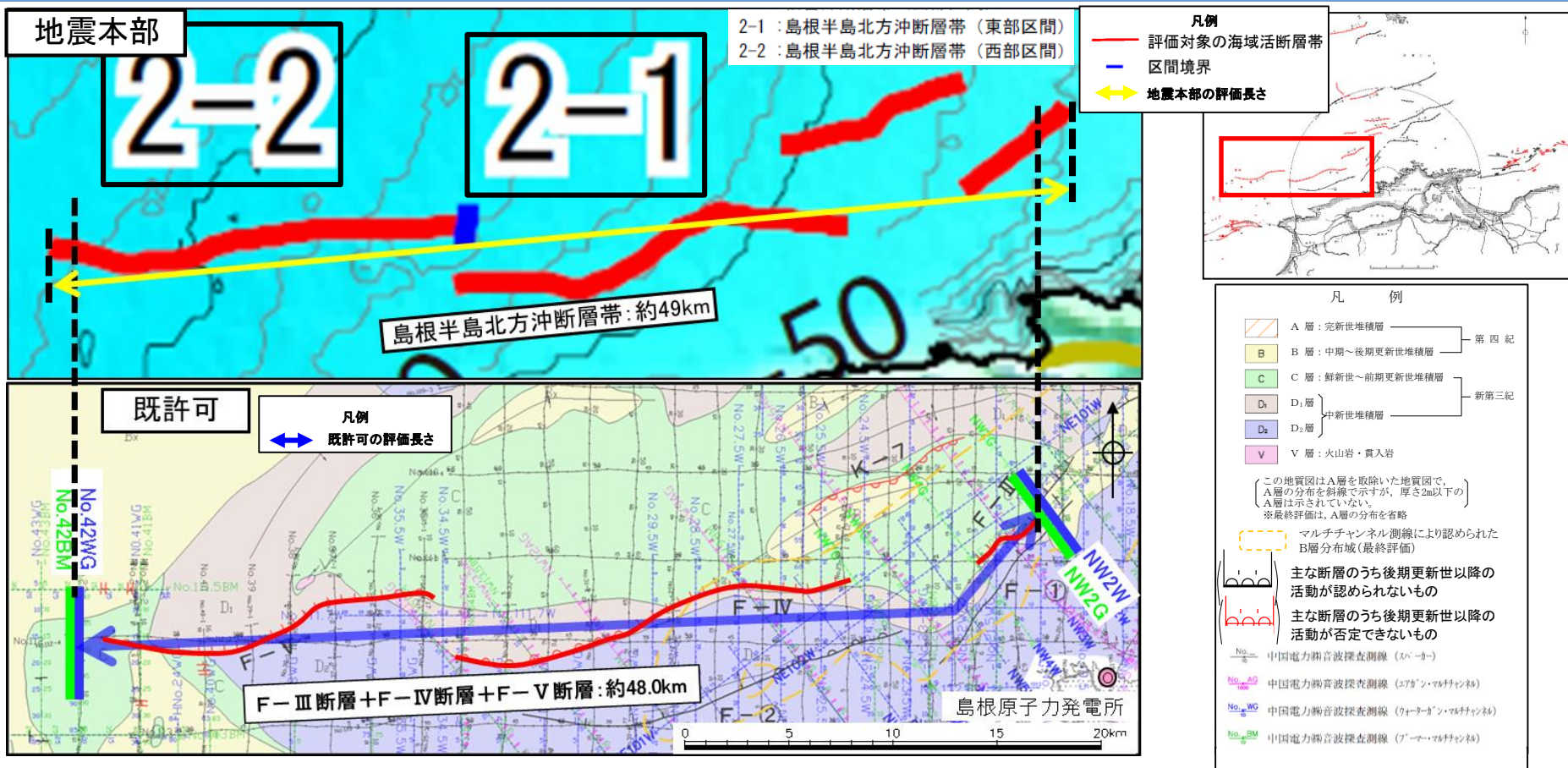


・エアガン記録において認められたS28断層, S30断層及びS31断層は, ブーマー記録においてB₃層以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。
・また, 当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると, 鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層の西端にあたるS29断層及びS32撓曲西方延長部において, C層以上に変位や変形は認められない。



2. 基準地震動への影響評価

(6) 島根半島北方沖断層帯(F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層との比較)



- ・地震本部(2022)では、東部区間を約30km、西部区間を約20km、合わせて約49kmの活断層として評価している。
- ・地震本部(2022)では、「中国電力株式会社によって活断層として評価されているため(中国電力株式会社, 2014), 評価対象とした。」と記載されている。
- ・既許可評価では、地震本部が参考とした中国電力(2014)以降に当社が実施した音波探査結果を踏まえ、後期更新世以降の断層活動が認められない測線を断層端部として、西端のNo.42測線から東端のNW2測線までの約48.0kmを評価している。
- ・F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の評価長さは島根半島北方沖断層帯よりもわずかに短いですが、当社が実施した音波探査結果(追加調査含む)により、後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、地震本部(2022)を踏まえ、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価した。

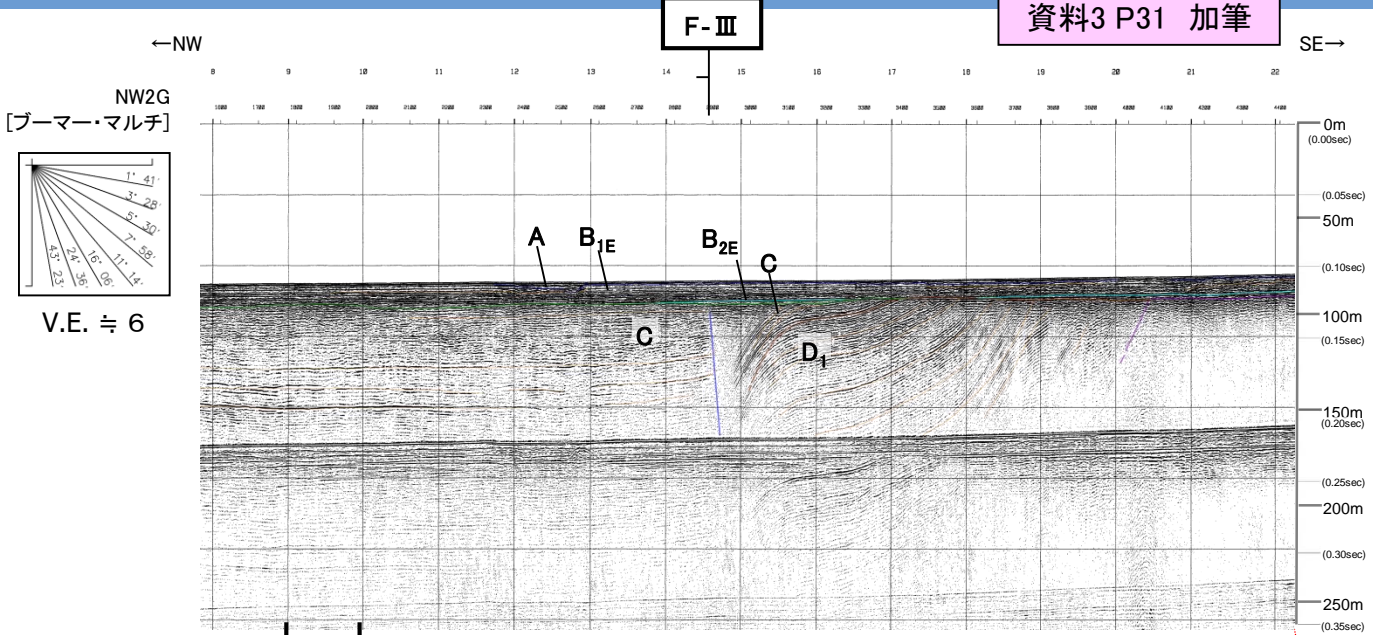
2. (6) 島根半島北方沖断層帯(F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層との比較)

F-Ⅲ断層の東端(音波探査解析図)

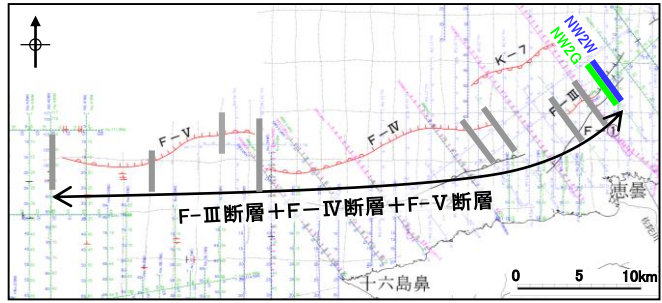
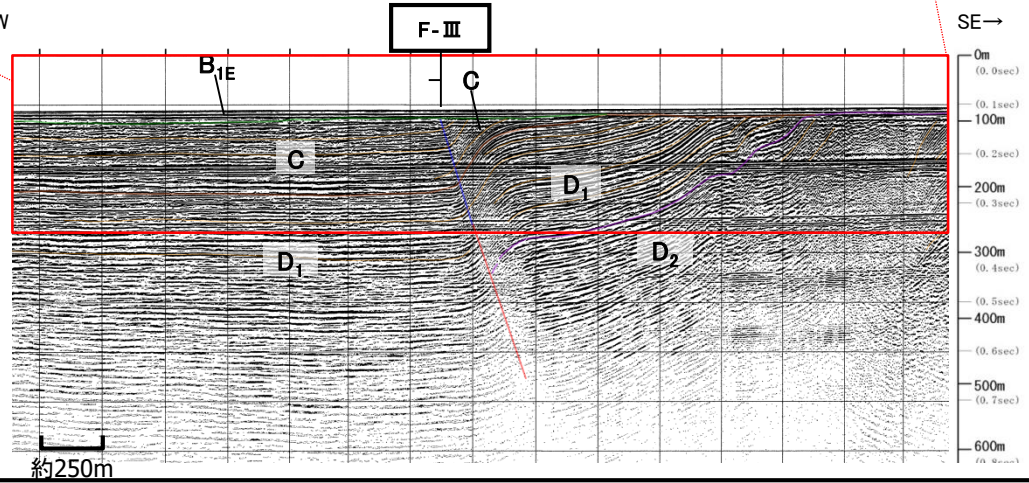
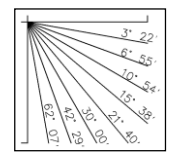
第972回審査会合
資料3 P31 加筆

第四紀	完新世	A
	更新世	後期 B _{1E}
		中期 B _{2E}
	新第三紀	鮮新世 C
中新世 D ₁ D ₂		
火山岩・貫入岩		V

断層(変形)
断層(変位)



NW2W [ウォーターガン・マルチ]

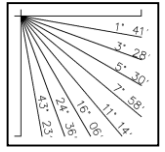


・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の東端にあたるF-Ⅲ断層は、D₂層に変位、D₁層及びC層に変形が認められるが、B_{2E}層以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (6) 島根半島北方沖断層帯(F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層との比較)

F-Ⅴ断層の西端(音波探査解析図)

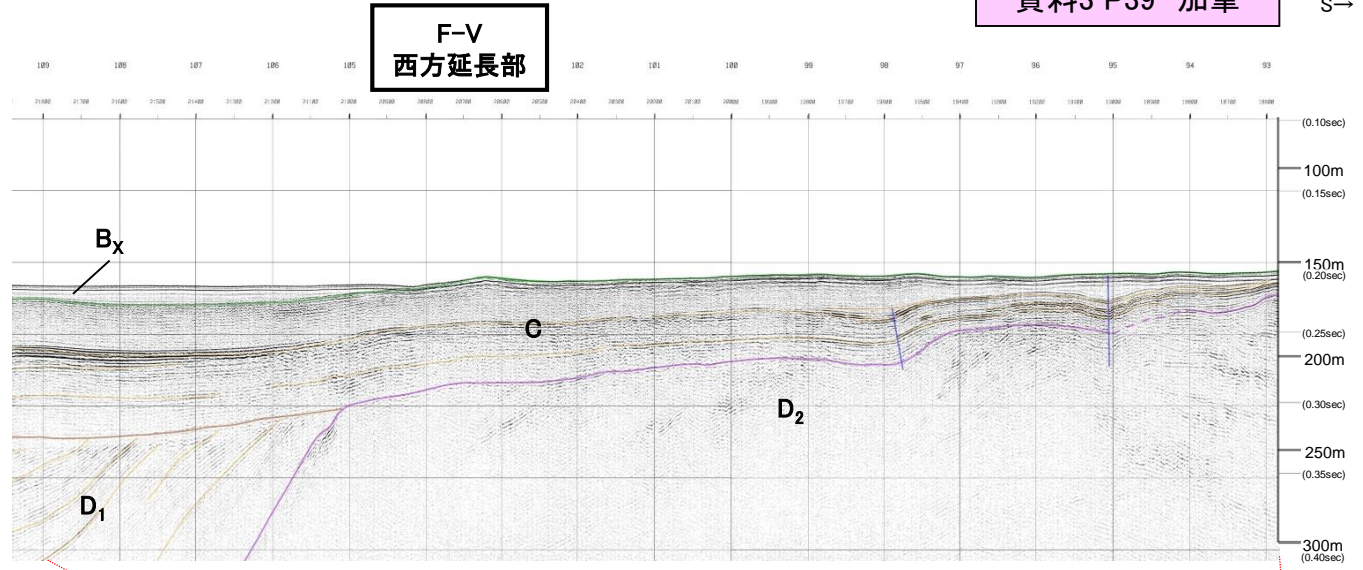
No.42BM
[ブーマー・マルチ]



V.E. ≒ 6

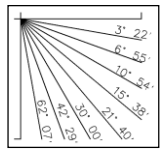
第四紀	完新世	A	
	更新世	後期	B _x
		中期	
新第三紀	鮮新世	C	
	中新世	D ₁	
		D ₂	
火山岩・貫入岩		V	

断層(変形)
断層(変位)

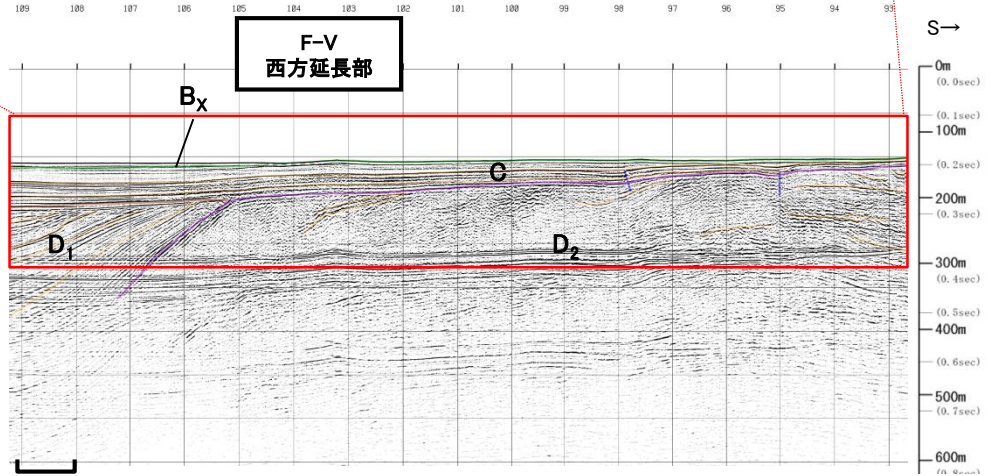


約250m

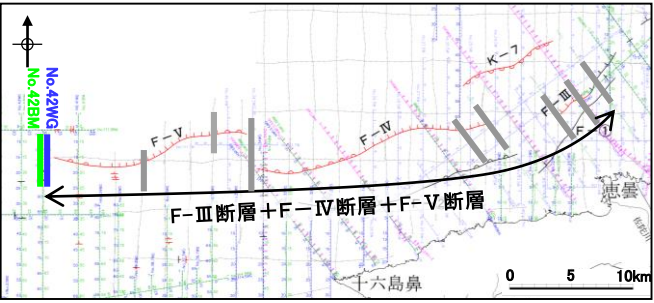
No.42WG
[ウォーターガン・マルチ]



V.E. ≒ 3



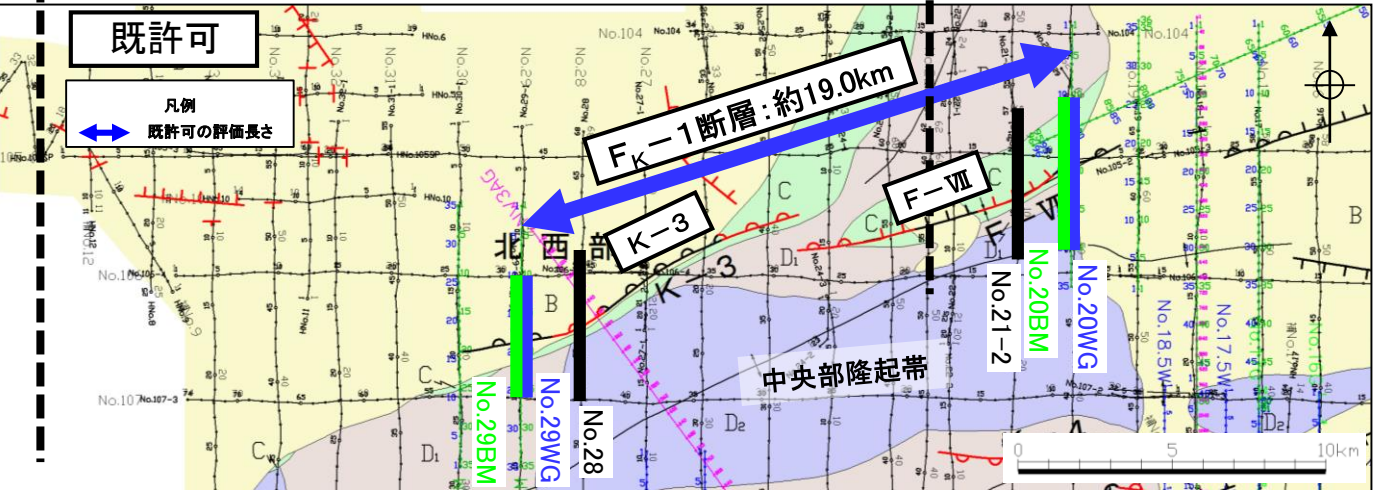
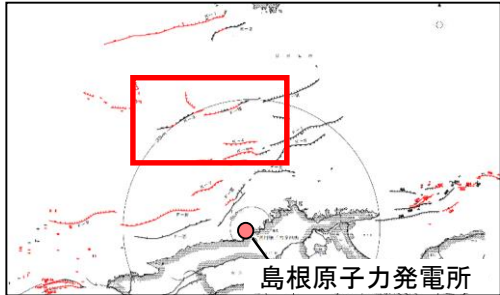
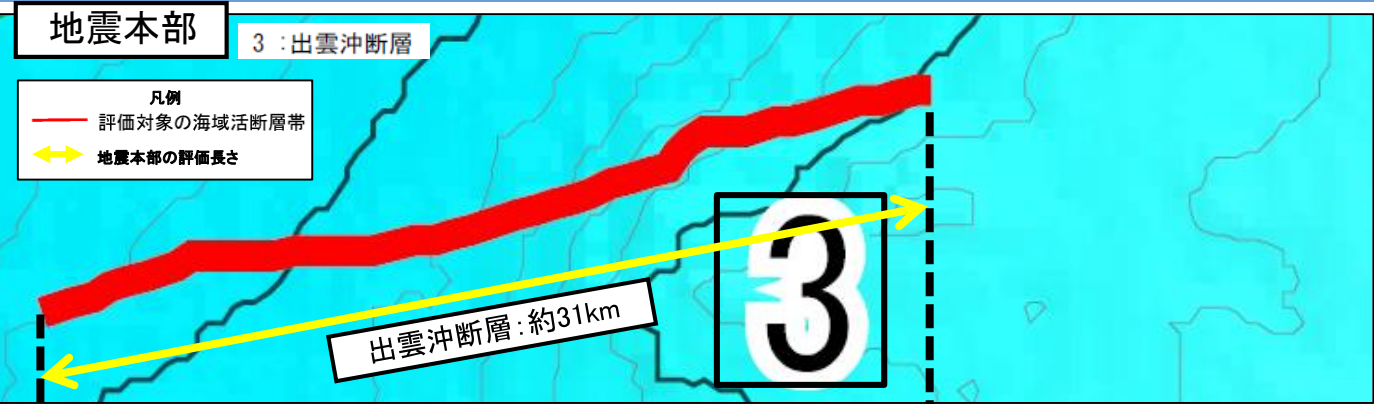
約250m



・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の西端にあたるF-Ⅴ断層西方延長部において、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. 基準地震動への影響評価

(7) 出雲沖断層(F_K-1断層(F-VII断層+K-3撓曲)との比較)



凡例

A層	完新世堆積層	第四紀
B層	中期～後期更新世堆積層	
C層	鮮新世～前期更新世堆積層	新第三紀
D ₁ 層	中新世堆積層	
D ₂ 層		
V層	火山岩・貫入岩	

この地質図はA層を取除いた地質図で、A層の分布を斜線で示すが、厚さ2m以下のA層は示されていない。
 ※最終評価は、A層の分布を省略

マルチチャンネル測線により認められたB層分布域(最終評価)

主な断層のうち後期更新世以降の活動が認められないもの

主な断層のうち後期更新世以降の活動が否定できないもの

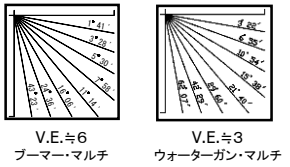
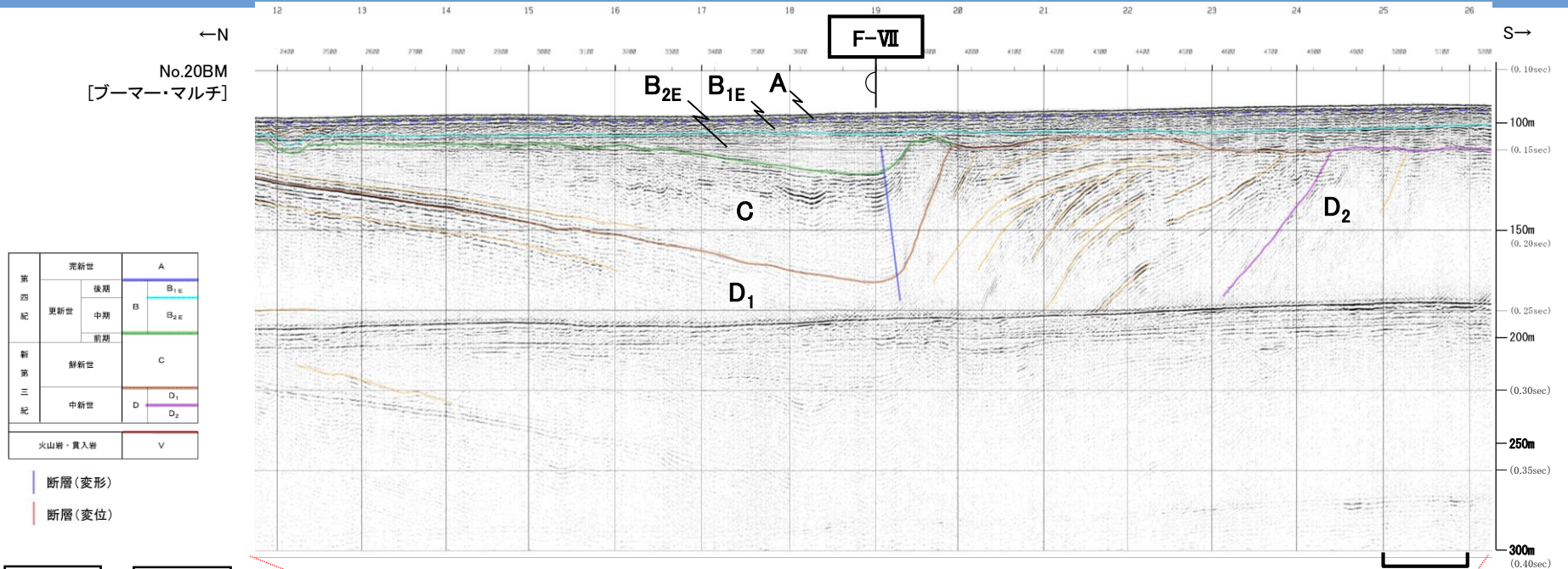
No_{AG} 中国電力誘音波探査測線 (エアガン・マルチチャンネル)

No_{WG} 中国電力誘音波探査測線 (ウォーターガン・マルチチャンネル)

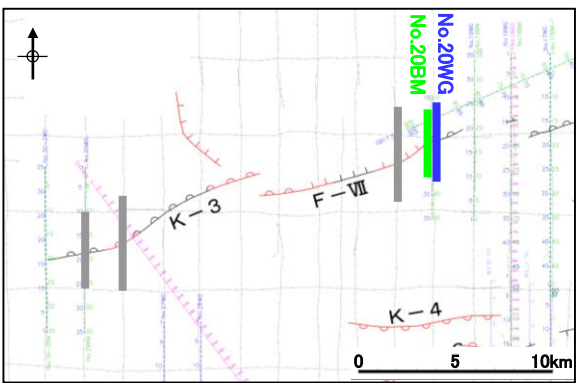
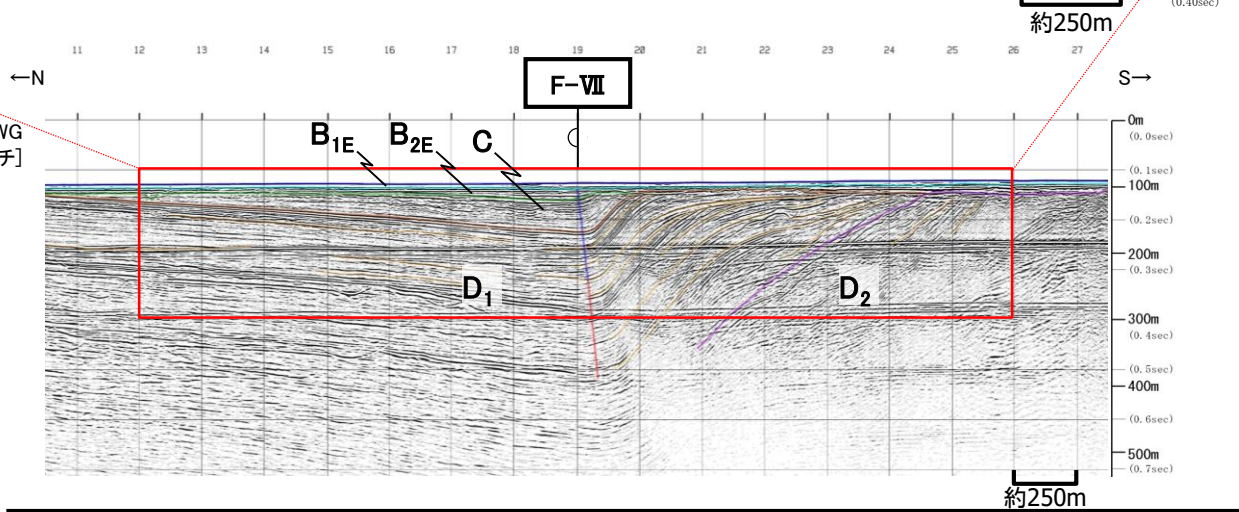
No_{BM} 中国電力誘音波探査測線 (ブーマー・マルチチャンネル)

- 地震本部(2022)では、約31kmの活断層として評価している。
- 地震本部(2022)では、「中国電力株式会社(2014)によって活断層として評価されている長さ約30kmの断層トレースを活断層とした」と記載されている。ただし、地震本部が参考とした中国電力(2014)においても、F_K-1断層は19kmと評価していることから、地震本部(2022)の評価の根拠の詳細は不明である。
- 既許可評価では、地震本部が参考とした中国電力(2014)以降に当社が実施した音波探査結果を踏まえ、後期更新世以降の断層活動が認められない測線を断層端部として、西端のNo.29測線から東端のNo.20測線までの約19.0kmを評価している。
- F_K-1断層の評価長さは出雲沖断層帯よりも短いですが、当社が実施した音波探査結果(追加調査含む)により、後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、地震本部(2022)を踏まえ、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価した。

2. (7) 出雲沖断層(F_K-1断層(F-VII断層+K-3撓曲)との比較) F_K-1断層の東端(音波探査解析図)

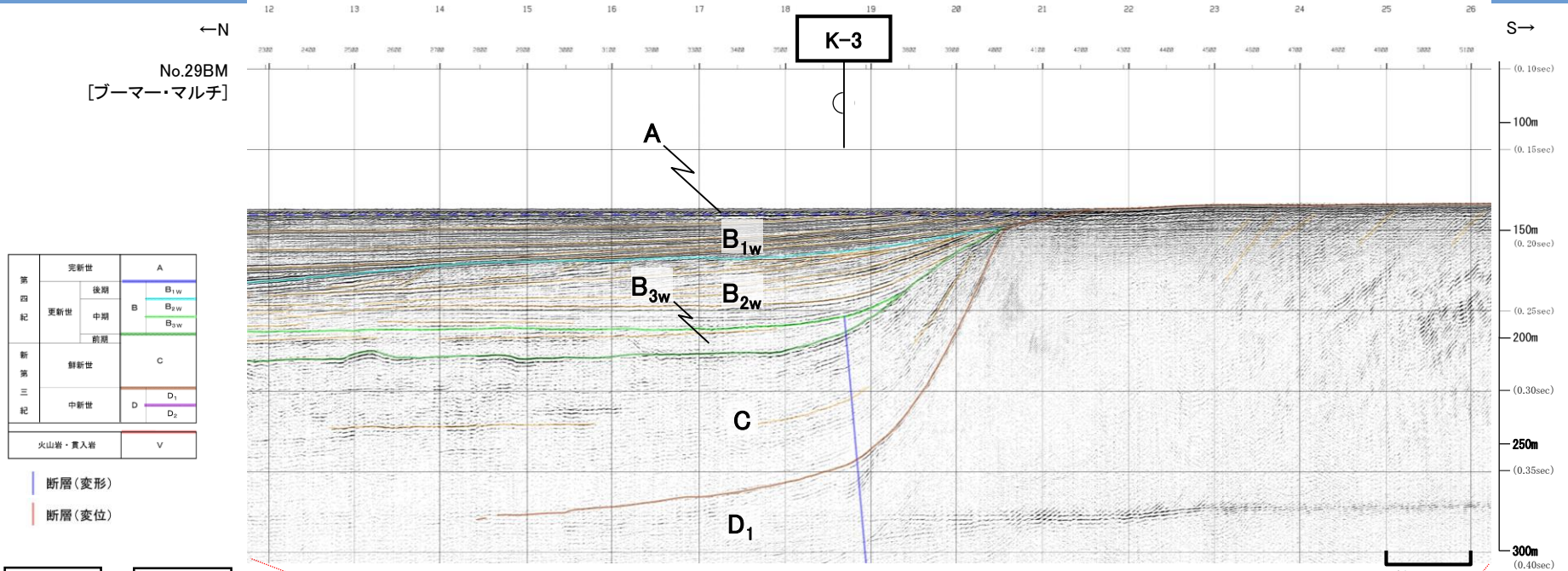


No.20WG
[ウォーターガン・マルチ]



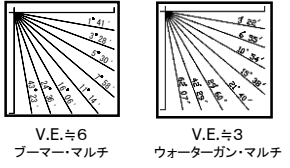
・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、F_K-1断層の東端にあたるF-VII断層は、B_{2E}層下部までに変形が認められるが、B_{2E}層上部以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (7) 出雲沖断層(F_K-1断層(F-VII断層+K-3撓曲)との比較) F_K-1断層の西端(音波探査解析図)

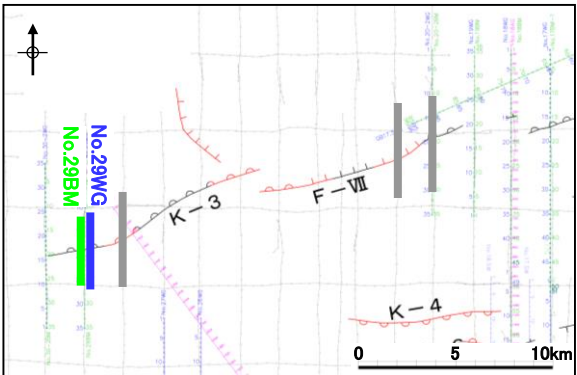
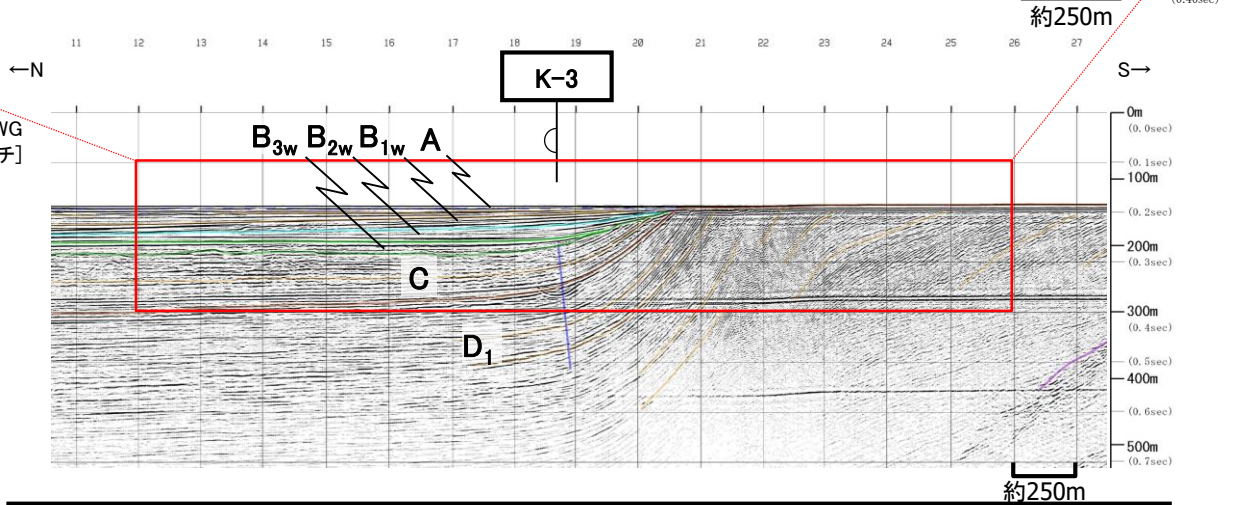


第四紀	更新世	後期	A
	更新世	中期	B _{1w} B _{2w} B _{3w}
		前期	C
	第三紀	鮮新世	D
中新世		D ₁ D ₂	
火山岩・貫入岩			V

断層(変形)
断層(変位)



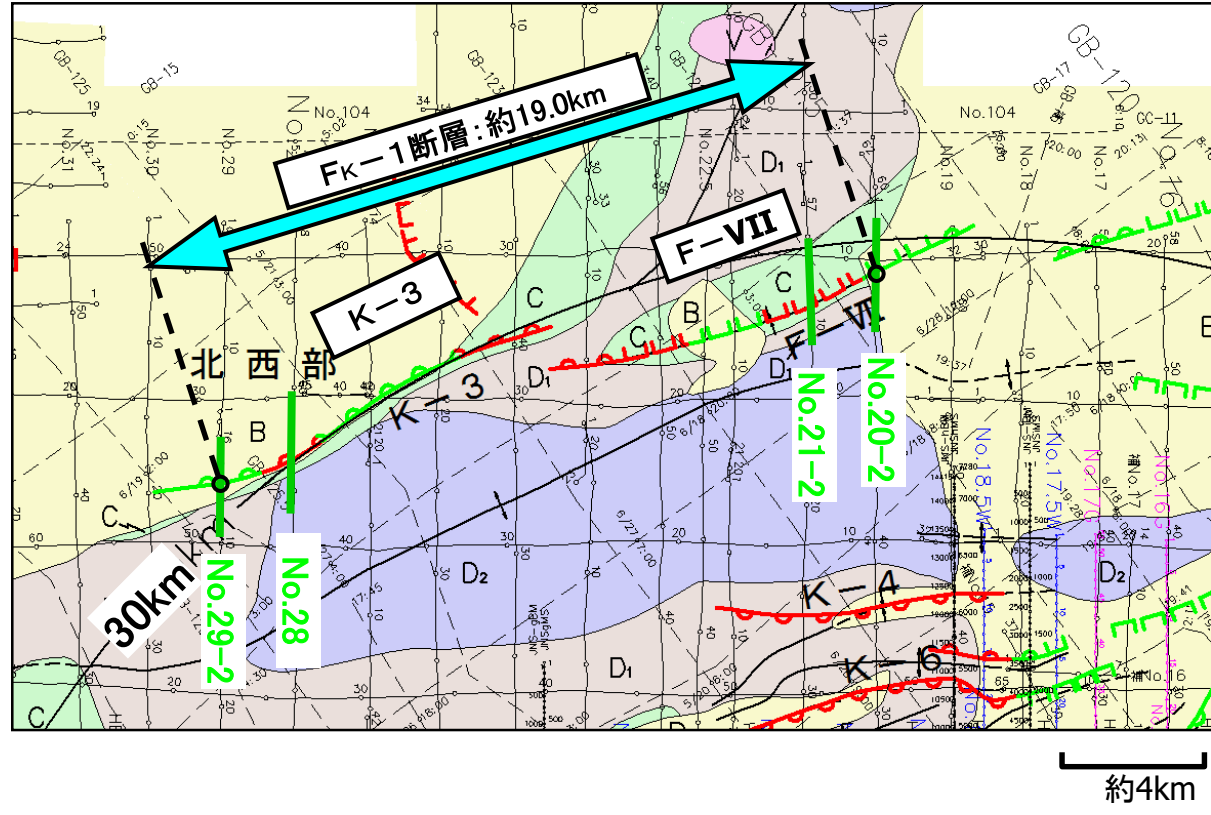
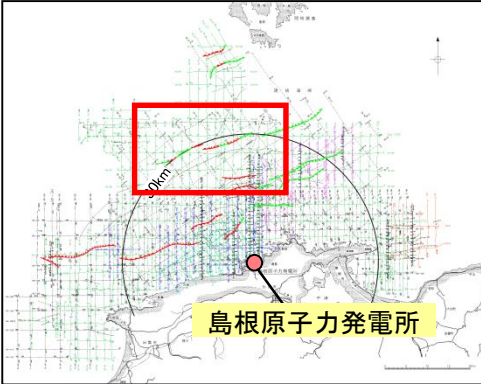
No.29WG
[ウォーターガン・マルチ]



・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、F_K-1断層の西端にあたるK-3撓曲は、B_{3w}層までに変形が認められるが、B_{2w}層以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (7) 出雲沖断層(F_K-1断層(F-VII断層+K-3撓曲)との比較)

【参考】F_K-1断層の評価結果



地質時代		地層名			
		全球	東部 海域	北西部 海域	その他 海域
第四紀	完新世	A			
	後期	B _{1E}	B _{1W}		
	中期	B _{2E}	B _{2W}	B _x	
	前期	C			
新第三紀	鮮新世				
	中新世	D ₁ D ₂			

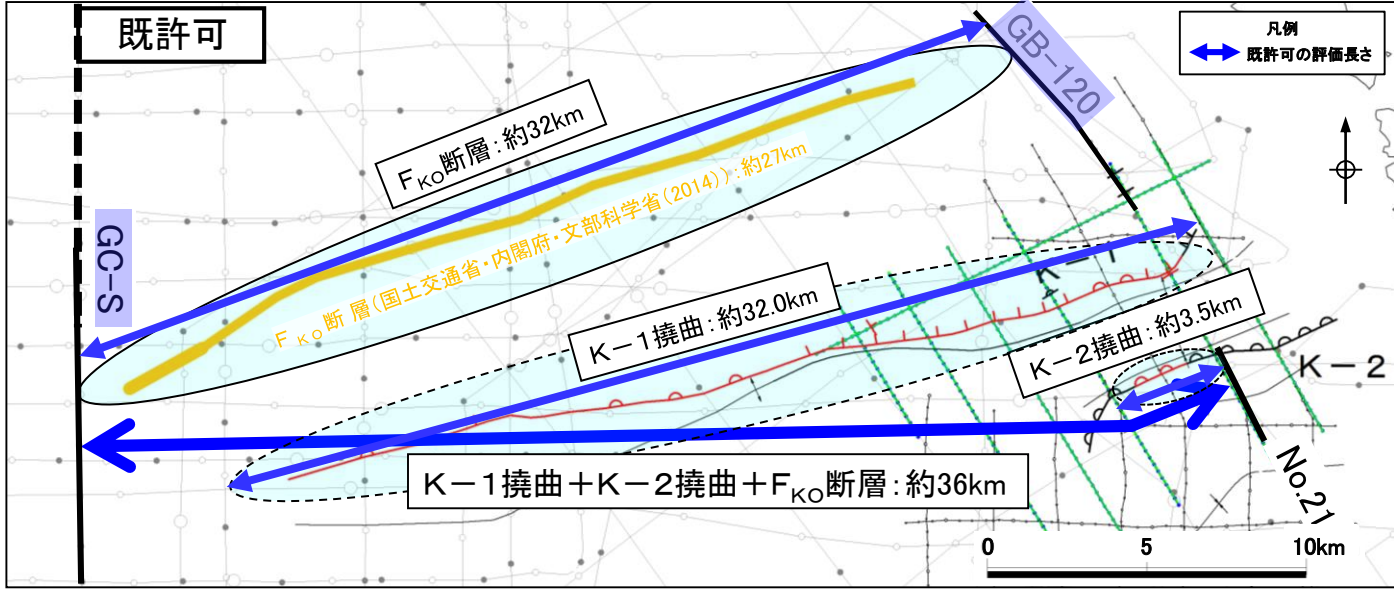
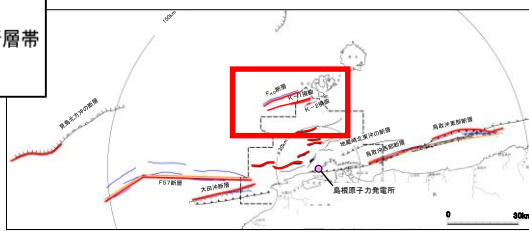
火山岩・貫入岩	V
---------	---

- 地層境界
- ┌─┴─┐ 断層および断層番号
- └─┬─┘ 伏在断層および断層番号
- ┌─┴─┐ 連続性のない断層
- └─┬─┘ 連続性のない伏在断層
- ⌒ 撓曲および撓曲番号
- ┌─┴─┐ 背斜 (破線は伏在)
- └─┬─┘ 向斜 (破線は伏在)

・F-VII断層+K-3撓曲は走向が概ね一致しており近接することから、一括して「F_K-1断層」と呼ぶ。
 ・F_K-1断層は、F-VII断層の東端からK-3撓曲の西端までの約19.0kmを評価した。

2. 基準地震動への影響評価

(8) 島前西方沖断層(K-1撓曲+K-2撓曲+F_{KO}断層との比較)



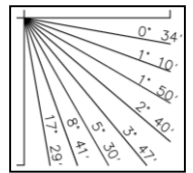
- 地震本部(2022)では、約28kmの活断層として評価している。
- 既許可評価では、島前西方沖断層に対応する位置にF_{KO}断層を評価しており、その評価長さは、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録に基づき、断層が認められなくなる測線を断層端部として西端のGC-S測線から東端のGB-120測線までの約32kmを評価している。
- 既許可評価は、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録より長さを設定しており、調査精度に差異はないが、F_{KO}断層は島前西方沖断層より長い。更に、既許可評価においてはF_{KO}断層の南東に近接するK-1撓曲及びK-2撓曲との連動も考慮した約36kmを評価していることから、地震本部(2022)より保守的な評価となっているため、地震本部(2022)を踏まえ、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価した。

2. (8) 島前西方沖断層(K-1撓曲+K-2撓曲+F_{KO}断層との比較)

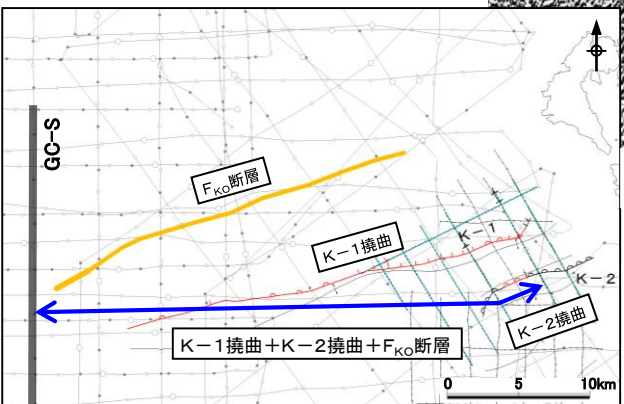
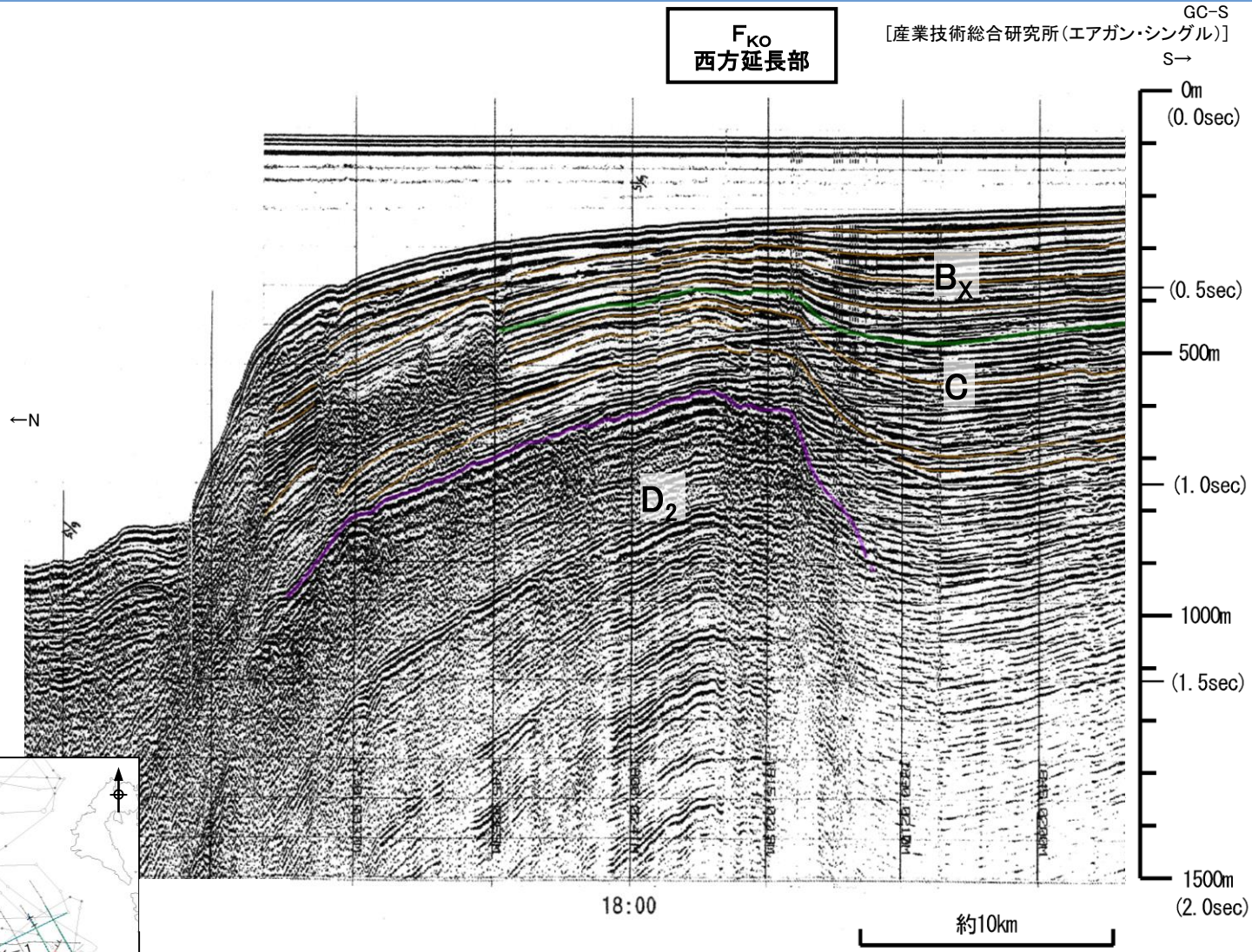
F_{KO}断層の西端(音波探査解析図)

第四紀	完新世	A
	更新世	B _x
	後期	
新第三紀	鮮新世	C
	中新世	D ₁
		D ₂
火山岩・貫入岩		V

断層(変形)
断層(変位)



V.E. ≒ 18



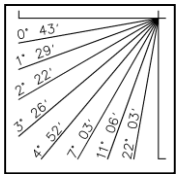
・K-1撓曲+K-2撓曲+F_{KO}断層の西端部にあたるF_{KO}断層西方延長部において、D₂層上面以上の明瞭な変位やフラワーストラクチャーは見られず、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (8) 島前西方沖断層(K-1撓曲+K-2撓曲+F_{KO}断層との比較)

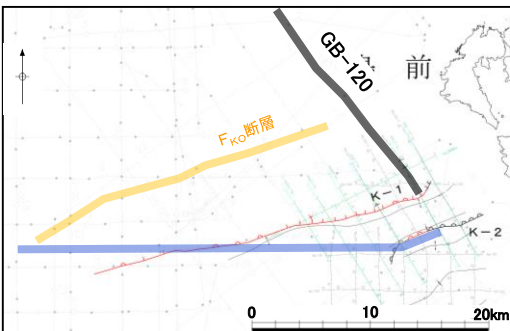
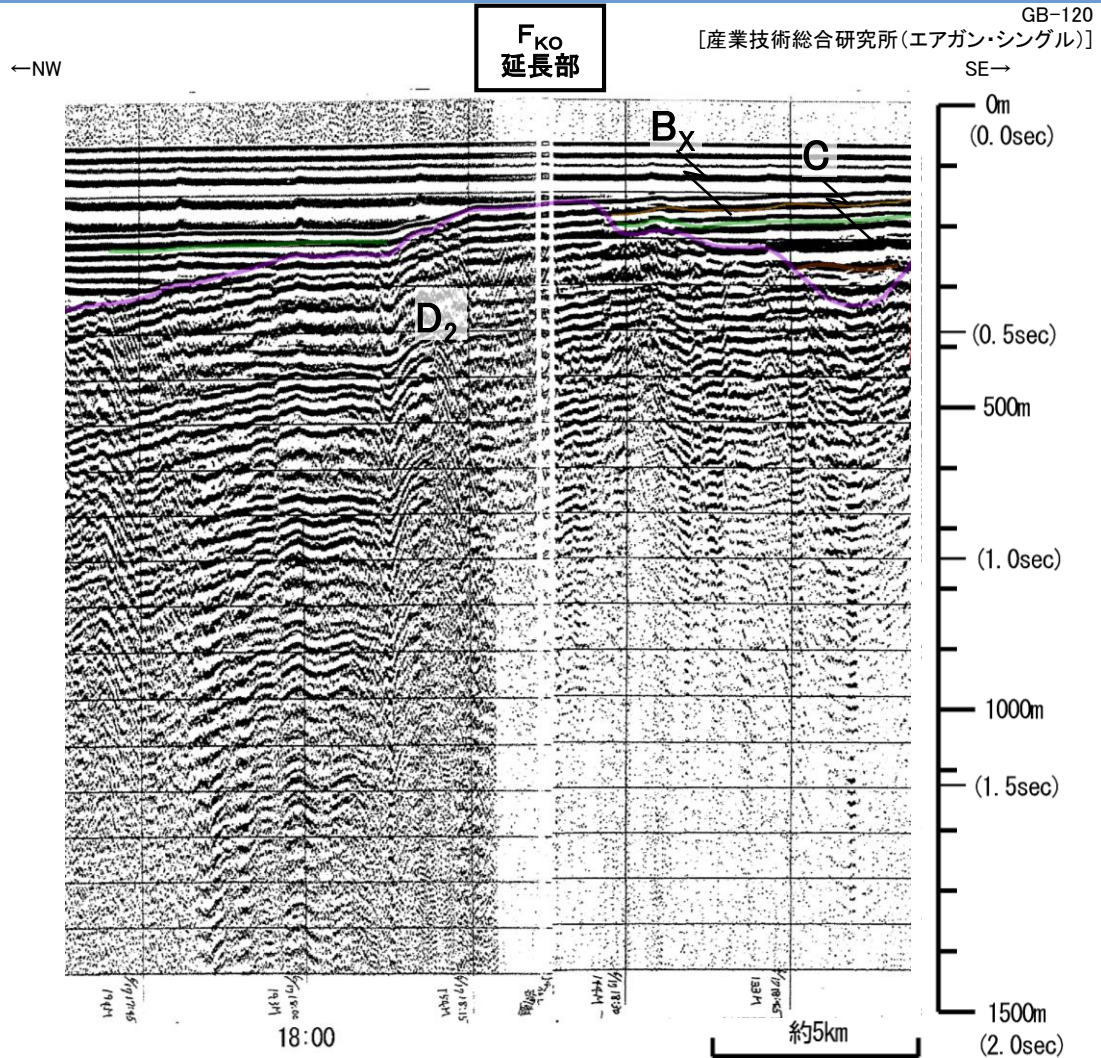
F_{KO}断層の東端(音波探査解析図)

第四紀	更新世	後期	A
	更新世	中期	B _x
		前期	C
新第三紀	鮮新世		D ₁
	中新世		D ₂
火山岩・貫入岩			V

断層(変形)
断層(変位)



V.E. ≒ 14



・F_{KO}断層延長部において、GC-U測線等で見られるF_{KO}断層に特徴的なD₂層上面以上の明瞭な変位やフラワーストラクチャーは見られず、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

第972回審査会合
資料3 P94 修正

28

2. (8) 島前西方沖断層(K-1撓曲+K-2撓曲+F_{K0}断層との比較)

【参考】F_{K0}断層の評価結果

F_{K0}断層: 約32km
 K-1撓曲: 約32.0km
 K-2撓曲: 約3.5km
 K-1撓曲+K-2撓曲+F_{K0}断層: 約36km

GC-S
 GB-120
 No.21

100km
 10km

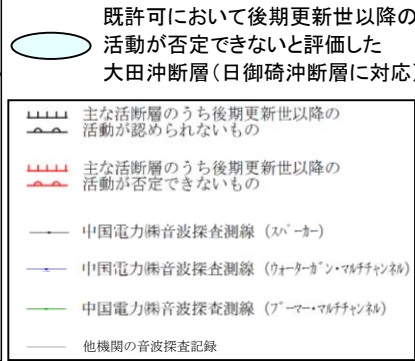
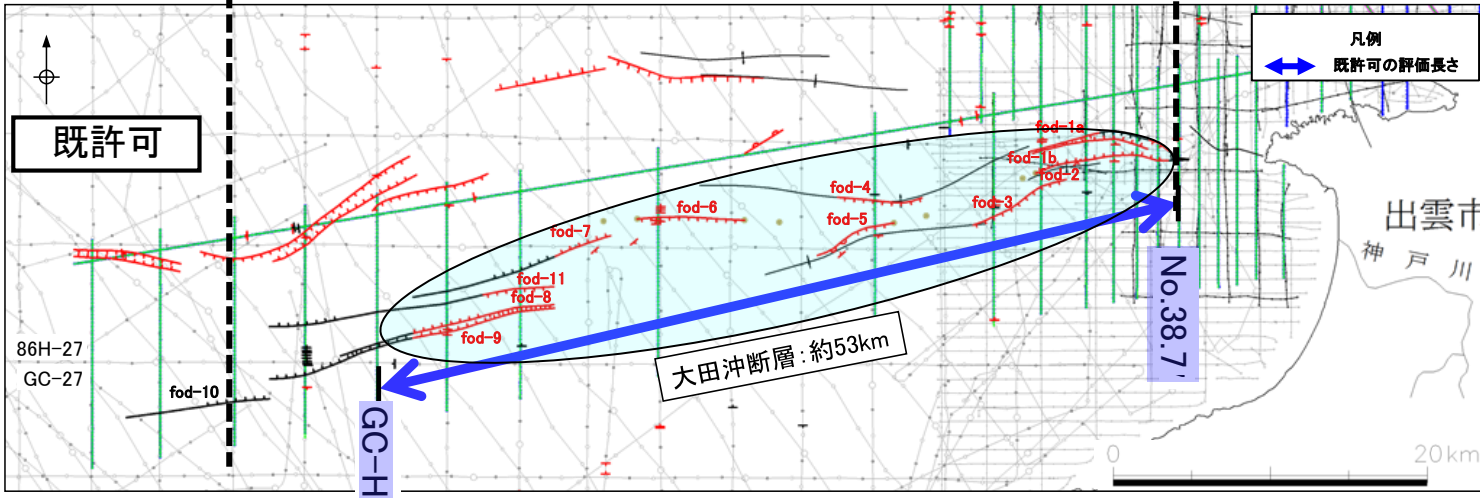
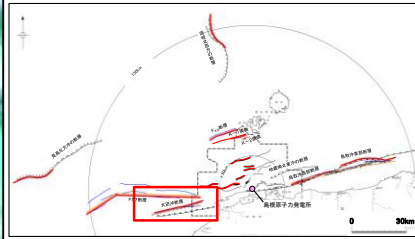
島前西方沖断層
 島前沖断層
 大田沖断層
 島根原子力発電所
 地蔵崎北東方沖断層

F_{K0}断層
 K-1撓曲
 K-2撓曲

中国電力横音波探査測線 (スーパー)
 中国電力横音波探査測線 (ウォークマン・マルチチャンネル)
 中国電力横音波探査測線 (ブーマー・マルチチャンネル)
 他機関の音波探査記録

- ・K-1撓曲及びK-2撓曲は、敷地前面海域北部に位置する2条の複背斜構造の北縁を形成する、東北東-西南西方向の走向、北落ちの断層であり、地質構造上の類似性が認められ、撓曲間の距離が近いことから、連動するものとして評価した。
- ・F_{K0}断層は、断層主部では国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の評価に基づき震源として考慮する活断層として取り扱い、後期更新世以降の断層活動が認められないGB-120測線からGC-S測線までを考慮し、最大約32.0kmを評価した。
- ・K-1撓曲及びK-2撓曲は北落ちの撓曲であることから南傾斜の断層面が想定され、一方、F_{K0}断層は音波探査記録から断層面はほぼ90°の傾斜であり、両断層は地下深部で会合しないことから、連動の可能性は低いと考えられるが、K-1撓曲に隣接して国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)にF_{K0}断層が記載されていることを踏まえ、K-1撓曲、K-2撓曲及びF_{K0}断層の連動を考慮した場合の最大約36kmを評価長さとした。

2. 基準地震動への影響評価 (9) 日御碕沖断層帯(大田沖断層との比較)



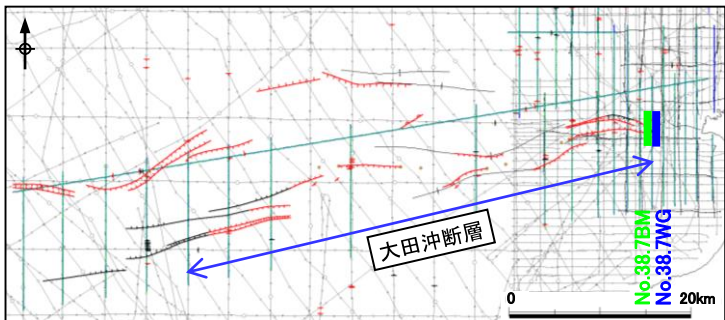
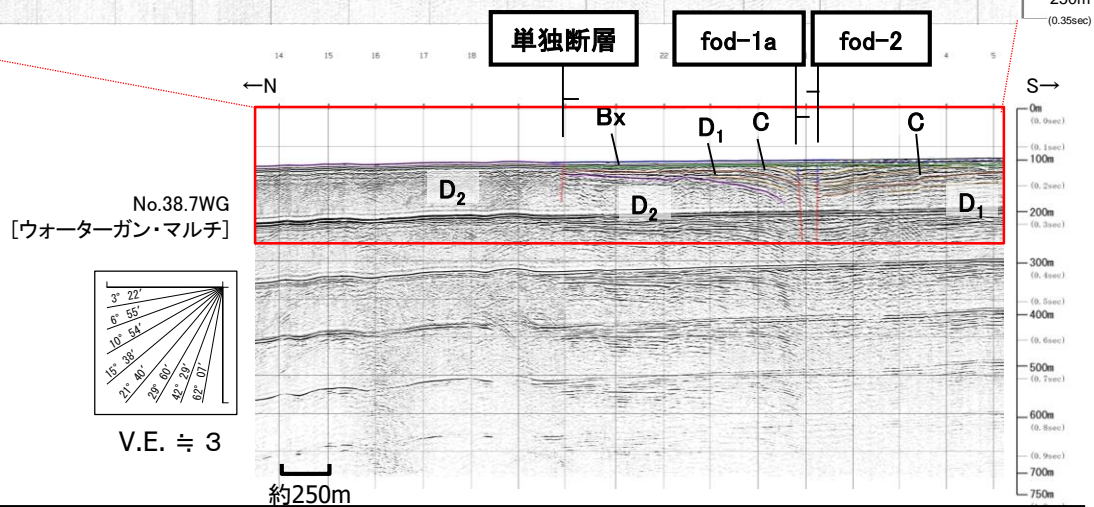
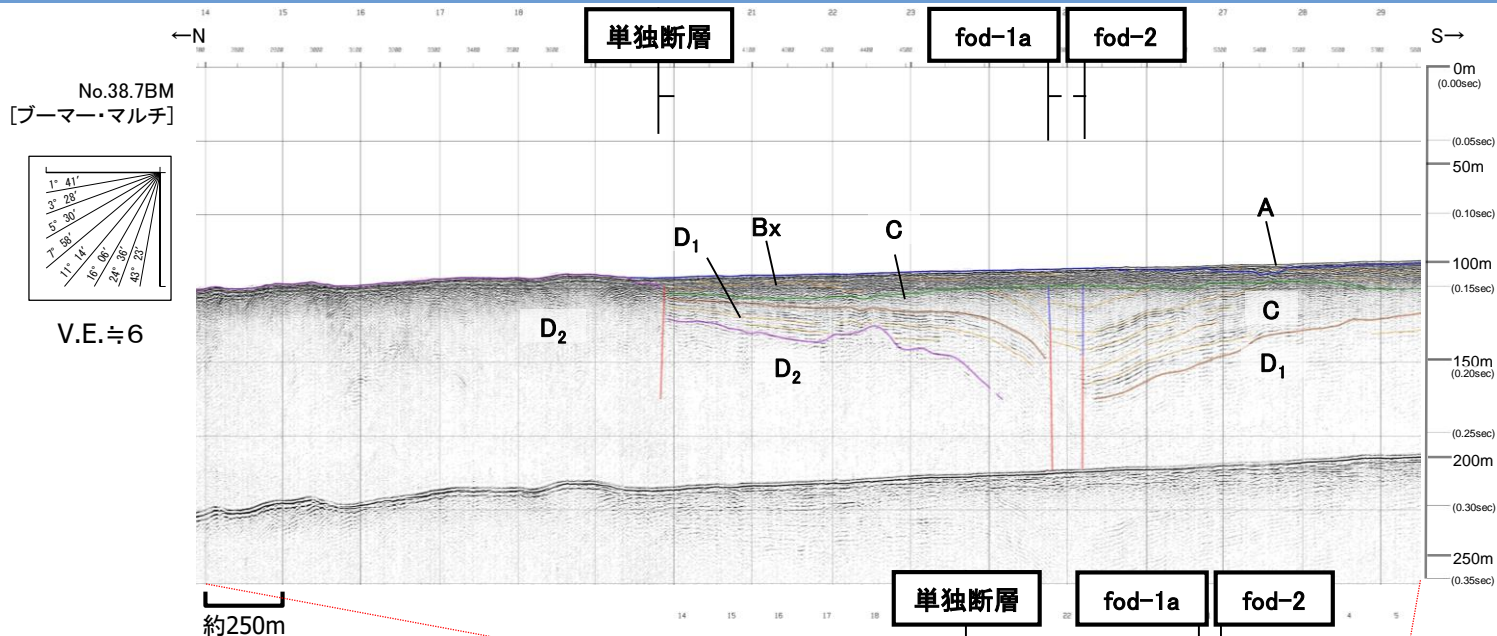
- ・地震本部(2022)では、東部区間を約35km、西部区間を約25km、合わせて約59kmの活断層として評価している。
- ・既許可評価では、地震本部が参考とした中国電力(2014)以降に当社が実施した音波探査結果を踏まえ、後期更新世以降の断層活動が認められない測線を断層端部として西端のGC-H測線から東端のNo.38.7測線までの約53kmを評価している。
- ・大田沖断層の評価長さは日御碕沖断層帯よりも短いですが、当社が実施した音波探査結果(追加調査含む)により、後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、地震本部(2022)を踏まえ、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価した。

2. (9) 日御碕沖断層帯(大田沖断層との比較)

大田沖断層の東端(音波探査解析図)

第四紀	完新世	A
	後期	B _x
	中期	C
第三紀	鮮新世	D
	中新世	D ₁
		D ₂
火山岩・貫入岩		V

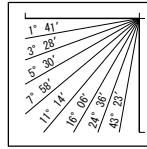
断層(変形)
断層(変位)



- ・大田沖断層の東端はfod-1a断層及びfod-2断層に相当する。
- ・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、fod-1a断層は、C層下部までに変位、C層上部に変形が認められるが、B_x層に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。
- ・また、fod-2断層は、C層下部までに変位、C層上部に変形が認められるが、B_x層に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (9) 日御碕沖断層帯(大田沖断層との比較) 大田沖断層の西端(音波探査解析図)

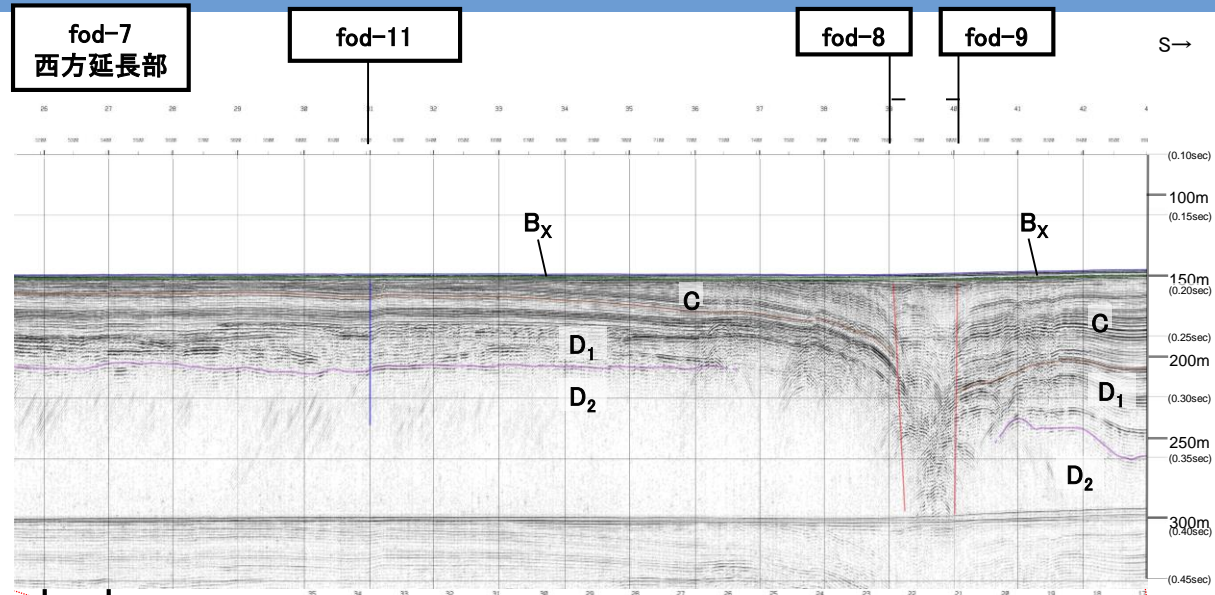
GC-HBM
[ブーマー・マルチ]



V.E. ≒ 6

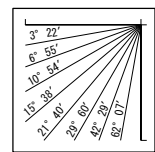
第四紀	完新世	A
	後期	B _x
	中期	
更新世	前期	C
第三紀	鮮新世	D ₁
	中新世	
	火山岩・貫入岩	V

断層(変形)
断層(変位)

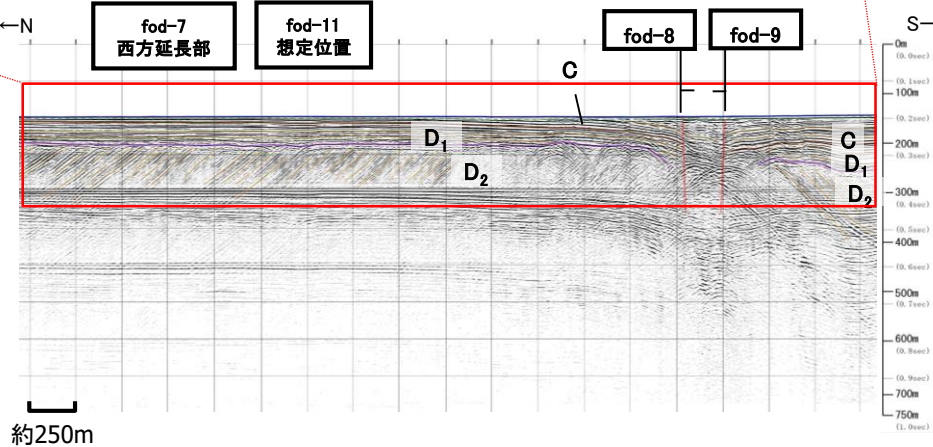


約250m

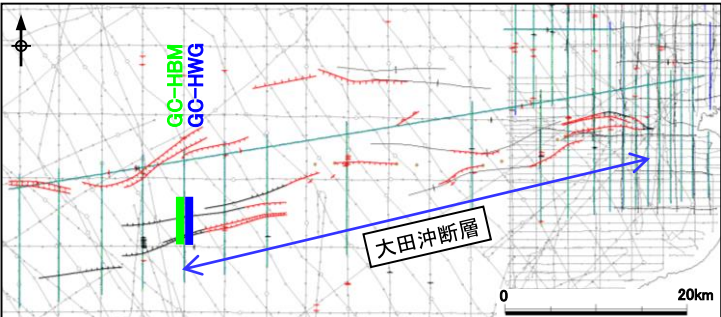
GC-HWG
[ウォーターガン・マルチ]



V.E. ≒ 3

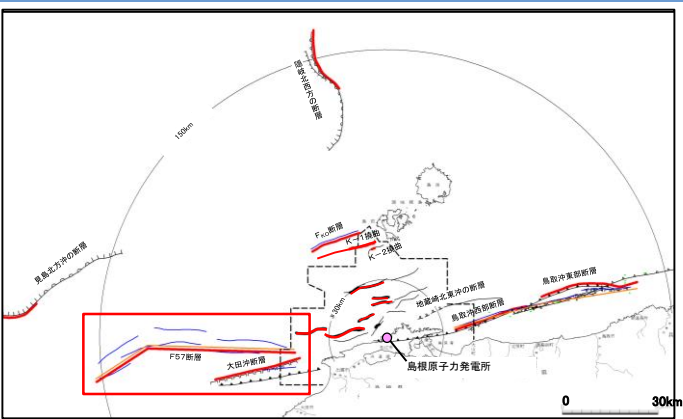
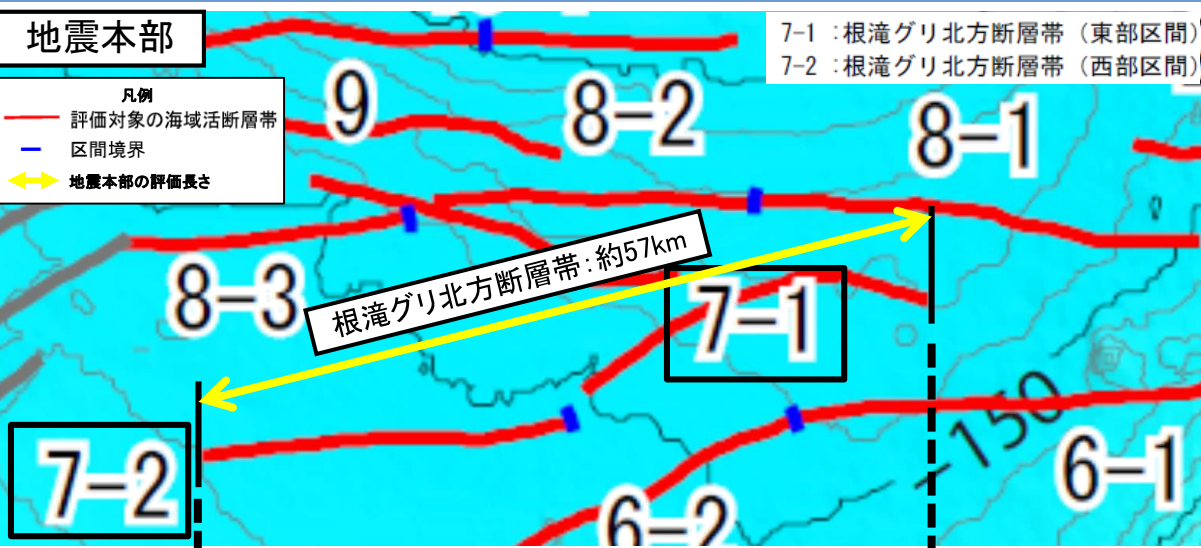


約250m

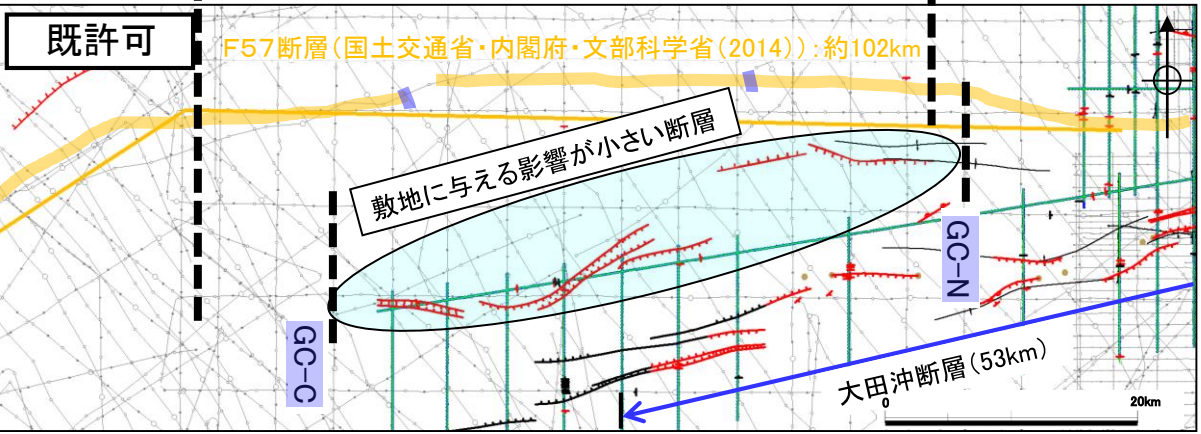


・大田沖断層の西端はfod-8断層及びfod-9断層に相当する。
 ・当社が実施した精度や信頼性の高い音波探査結果によると、fod-8断層及びfod-9断層はC層までに変位が認められるが、B_x層に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. 基準地震動への影響評価 (10) 根滝グリ北方断層帯(既許可評価との比較)



- 主な断層のうち後期更新世以降の活動が認められないもの
- 主な断層のうち後期更新世以降の活動が否定できないもの
- $\frac{No_{10}}{10}$ 中国電力(憐)音波探査測線 (スパーカー)
- $\frac{No_{10}}{10}WC$ 中国電力(憐)音波探査測線 (ウォーターガン・マルチチャンネル)
- $\frac{No_{10}}{10}BM$ 中国電力(憐)音波探査測線 (ブーマー・マルチチャンネル)
- 他機関の音波探査記録



- 評価対象の海域活断層帯 (東部区域)
- 海域の短い活断層 (東部区域)
- 区間境界
- 「日本海における大規模地震に係る調査検討会(2014)」に記載の断層トレース
- 地震本部(2022)による根滝グリ北方断層帯に対応する断層

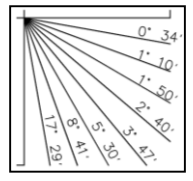
- ・地震本部(2022)では、東部区間を約26km、西部区間を約29km、合わせて約57kmの活断層として評価している。
- ・既許可評価では、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録及び地震本部が参考とした中国電力(2014)以降に当社が実施した音波探査結果を踏まえ、後期更新世以降の断層活動が否定できない区間が認められるがその分布は断続的であり、周辺の大田沖断面及びF57断層に比べて短いことから、敷地からの距離を考慮すると敷地に与える影響が小さい断層と評価していた。
- ・当該区間の断層については、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録により評価しており、調査精度に差異がないことから、地震本部(2022)の知見を踏まえ、長さ約57kmの「根滝グリ北方断層帯」として評価を見直す。

2. (10) 根滝グリ北方断層帯(既許可評価との比較) 敷地に与える影響が小さい断層の東端(音波探査解析図)

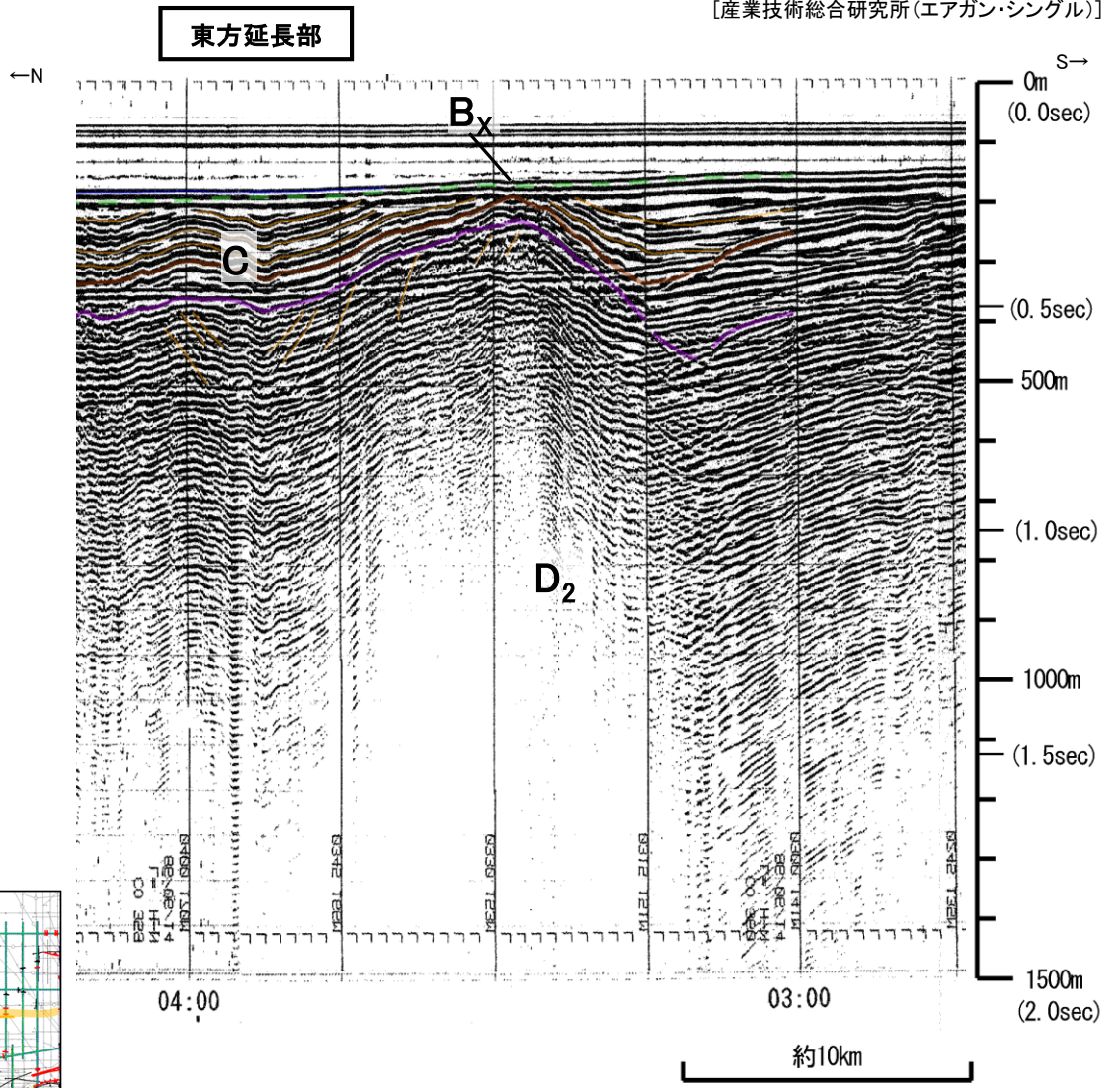
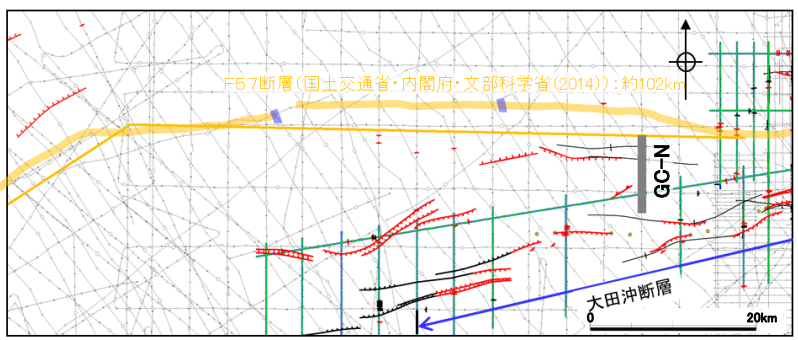
GC-N
[産業技術総合研究所(エアガン・シングル)]

第四紀	完新世	A
	更新世	B _x
	後期	
新第三紀	鮮新世	C
	中新世	D ₁
		D ₂
火山岩・貫入岩		V

断層(変形)
断層(変位)



V.E. ≒ 18



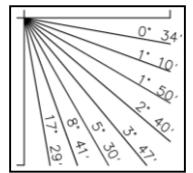
・断層東方延長部において、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. (10) 根滝グリ北方断層帯(既許可評価との比較) 敷地に与える影響が小さい断層の西端(音波探査解析図)

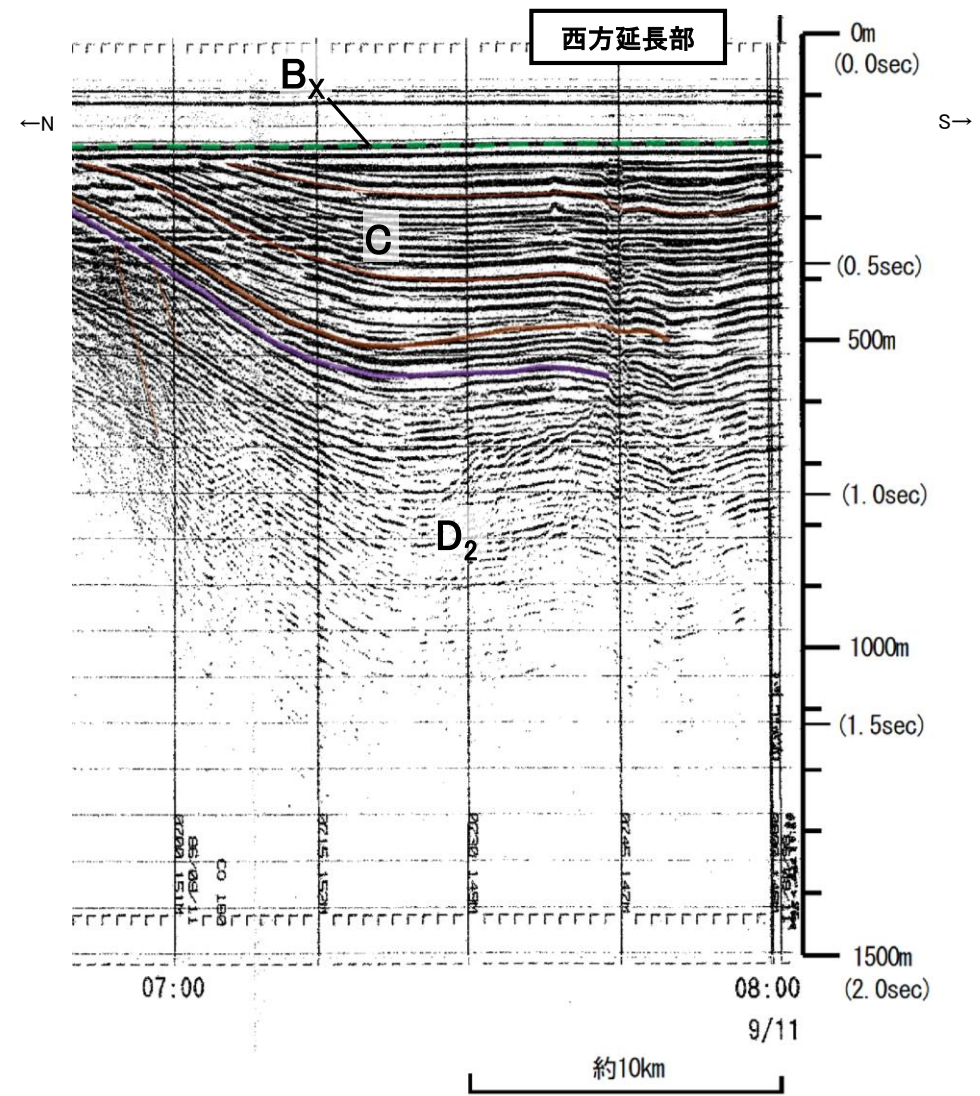
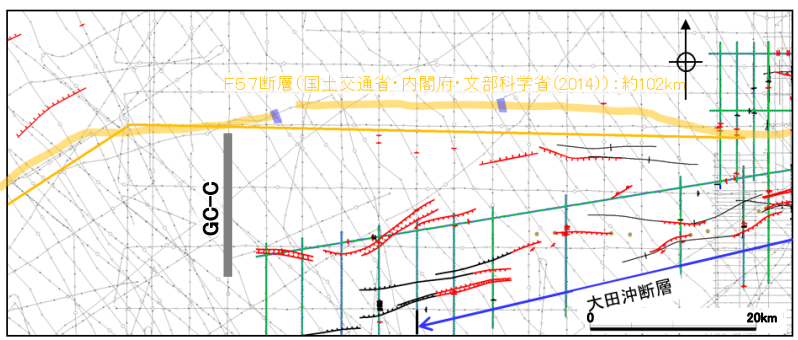
GC-C
[産業技術総合研究所(エアガン・シングル)]

第四紀	完新世	A
	後期	B _x
	中期	
更新世	前期	C
新第三紀	鮮新世	D
	中新世	
		D ₁ D ₂
火山岩・貫入岩		V

断層(変形)
断層(変位)

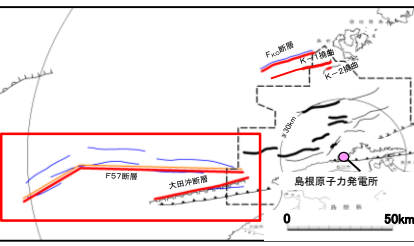
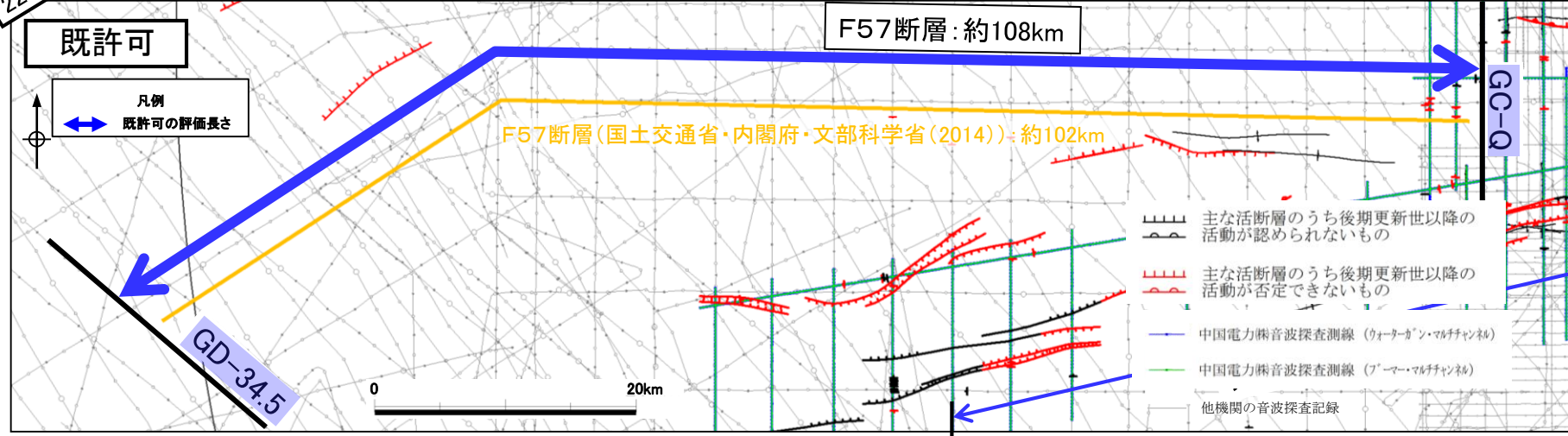
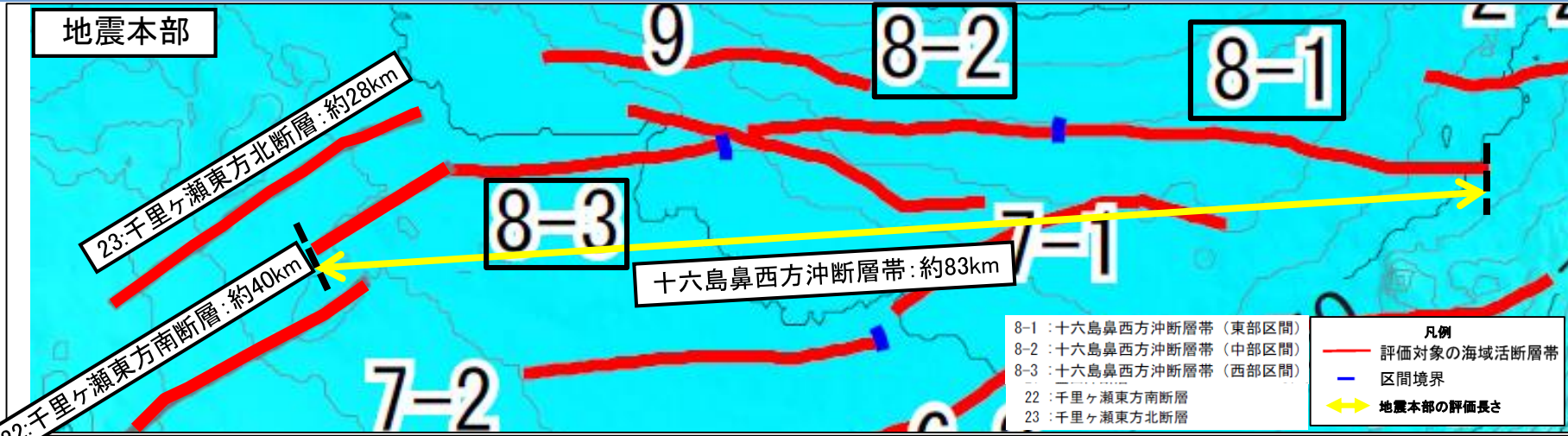


V.E. ≒ 18



断層西方延長部において、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. 基準地震動への影響評価 (11) 十六島鼻西方沖断層帯 (F57断層との比較)



- ・地震本部(2022)では、約83kmの活断層として評価している。
- ・地震本部(2022)では、「調査検討会(2014)※」におけるF57断層は、本断層帯と中部区域にある千里ヶ瀬東方南断層を合わせた断層に相当する。」と記載されている。また、西側の千里ヶ瀬東方南断層については、「走向が約30°異なり、ブーゲー重力異常にも不連続が認められることから別の断層帯と評価した」と記載されている。
- ・既許可評価では、国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)におけるF57断層を評価しており、その評価長さは、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録に基づき、断層が認められなくなる測線を断層端部として西端のGD-34.5測線から東端のGC-Q測線までの約108kmを評価している。
- ・既許可評価は、地震本部(2022)より保守的な評価となっていることから、地震本部(2022)を踏まえ、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価した。

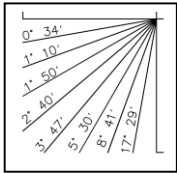
※国土交通省・内閣府・文部科学省(2014): 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書

2. (11)十六島鼻西方沖断層帯(F57断層との比較)

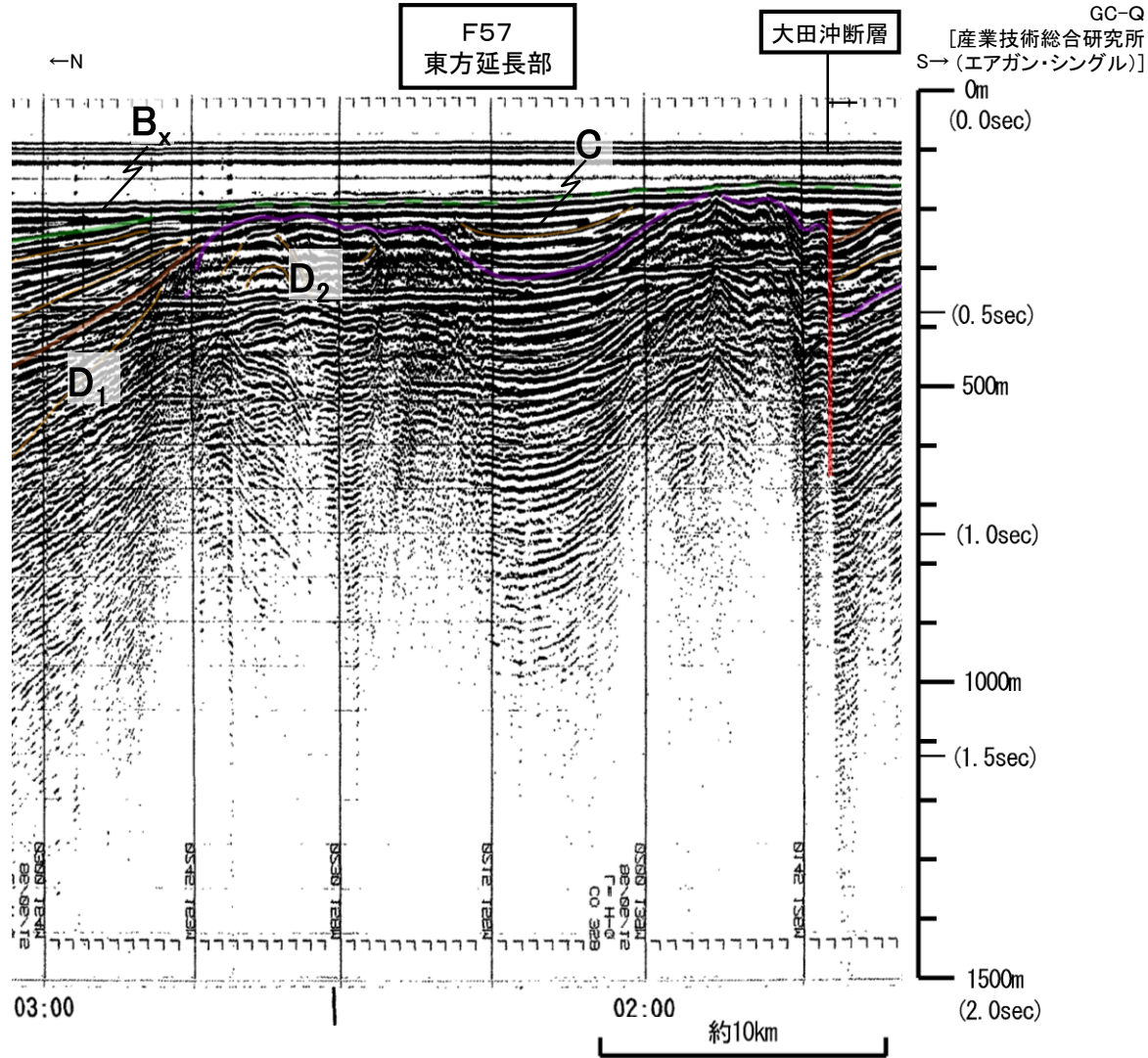
F57断層の東端(音波探査解析図)

第四紀	完新世	A	
	更新世	後期	B _x
		中期	
新第三紀	鮮新世	C	
	中新世	D ₁	
		D ₂	
火山岩・貫入岩		V	

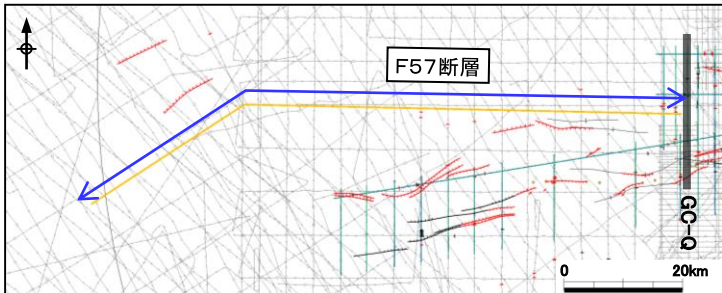
断層(変形)
断層(変位)



V.E. ≒ 18



・F57断層東方延長部において、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

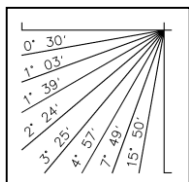


2. (11)十六島鼻西方沖断層帯(F57断層との比較)

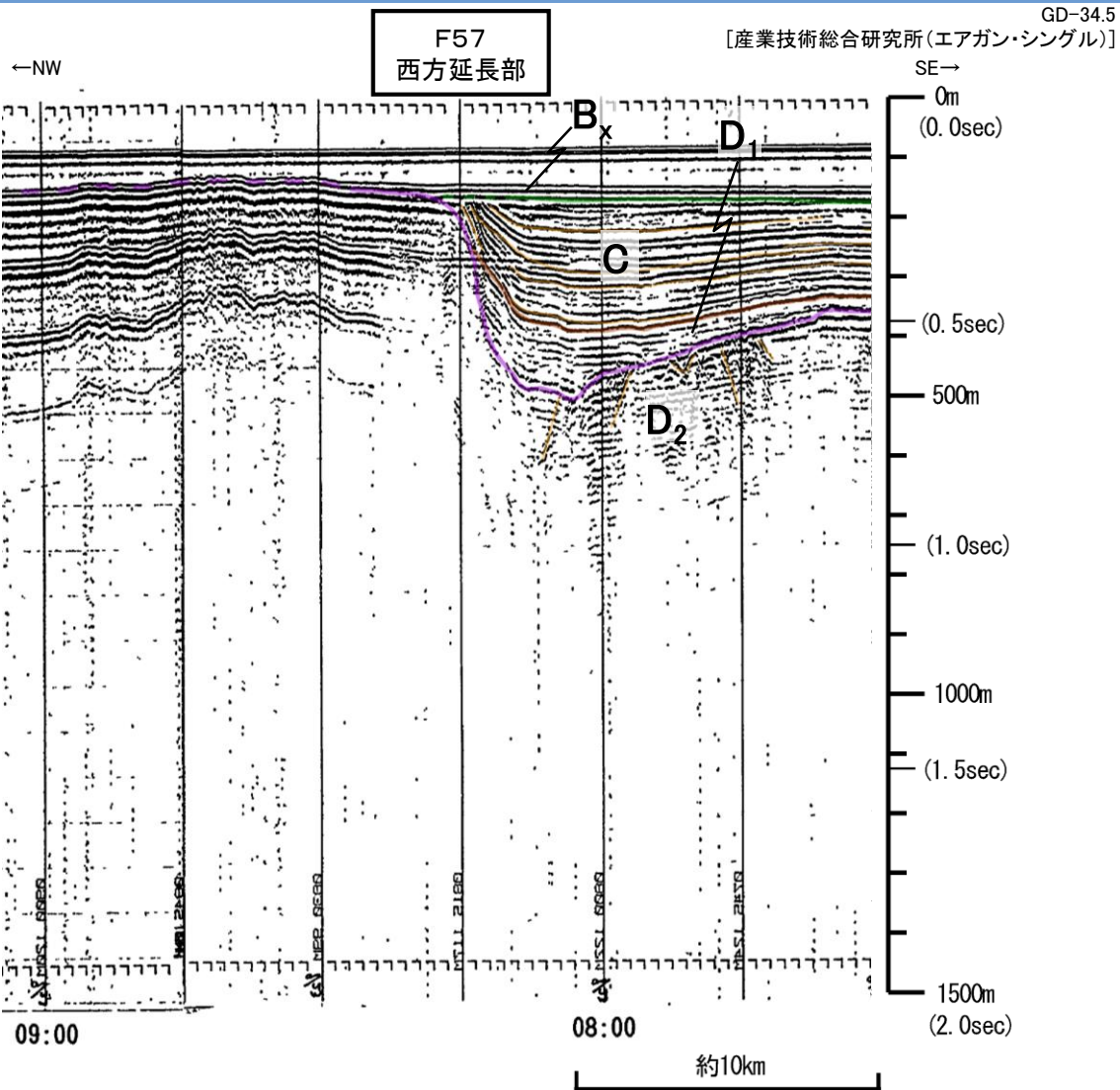
F57断層の西端(音波探査解析図)

第四紀	完新世	A
	後期	B _x
	中期	
更新世	前期	C
新第三紀	鮮新世	D ₁
	中新世	
	火山岩・貫入岩	

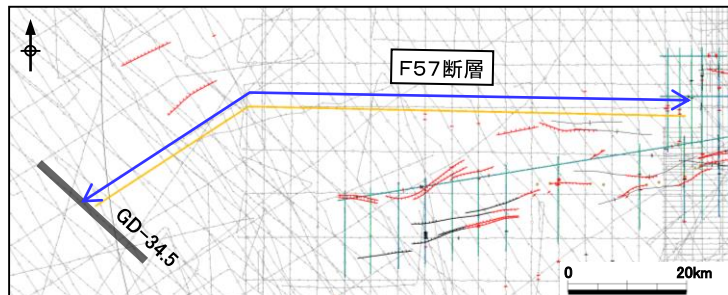
断層(変形)
断層(変位)



V.E. ≈ 20



GD-34.5
[産業技術総合研究所(エアガン・シングル)]



・F57断層西方延長部において、断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

2. 基準地震動への影響評価

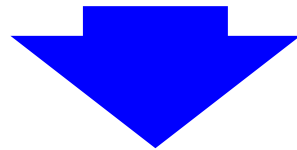
(12) 敷地に与える影響が大きい文献断層と既許可で評価済の断層との対比結果のまとめ(1/2)

地震本部(2022)		既許可評価		対比結果を踏まえた評価
断層名	評価長さ	断層名	評価長さ	
1. 伯耆沖断層帯	約94km	鳥取沖東部断層+鳥取沖西部断層	約98km	既許可評価では、地震本部(2022)が参考とした中国電力(2014)以降に実施した音波探査の結果を踏まえて後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価。
2. 島根半島北方沖断層帯	約49km	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層	約48.0km	既許可評価では、地震本部(2022)が参考とした中国電力(2014)以降に実施した音波探査の結果を踏まえて後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価。
3. 出雲沖断層	約31km	F _K -1断層 (F-Ⅶ断層 + K-3撓曲)	約19.0km	既許可評価では、地震本部(2022)が参考とした中国電力(2014)以降に実施した音波探査の結果を踏まえて後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価。
4. 島前西方沖断層	約28km	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{K0} 断層	約36km	既許可評価では、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録より長さを設定しており、調査精度に差異はないが、既許可評価の方が保守的な評価となっていることから既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価。
5. 日御碕沖断層帯	約59km	大田沖断層	約53km	既許可評価では、地震本部(2022)が参考とした中国電力(2014)以降に実施した音波探査の結果を踏まえて後期更新世以降の活動が確実に評価できていることから、既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価。
6. 根滝グリ北方断層帯	約57km	敷地に与える影響が 小さい断層として評価	—	既許可評価では、後期更新世以降の断層活動が否定できない区間が認められるがその分布は断続的であり、周辺の大田沖断面及びF57断層に比べて短いことから、敷地からの距離を考慮すると敷地に与える影響が小さい断層と評価していたが、当該区間の断層については、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録により評価しており、調査精度に差異はないことから、地震本部(2022)を踏まえ、長さ約57kmの断層として評価を見直す。
7. 十六島鼻西方沖断層帯	約83km	F57断層	約108km	既許可評価では、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録より長さを設定しており、調査精度に差異はないが、既許可評価の方が保守的な評価となっていることから既許可における断層評価長さを見直す必要はないと評価。

2. 基準地震動への影響評価

(12) 敷地に与える影響が大きい文献断層と既許可で評価済の断層との対比結果のまとめ(2/2)

- 地震本部(2022)は、中国電力(2014)の評価も含めた各機関のデータをもとに鮮新世以降の地層に変位を与える断層・撓曲を活断層と認定している。一方、既許可では、伯耆沖断層帯、島根半島北方沖断層帯、出雲沖断層、日御碕沖断層帯については、2014年以降に当社が実施した追加調査を踏まえた精度や信頼性のより高い結果をもとに、後期更新世以降の活動が認められない音波探査測線を断層端部として評価している。
- 島前西方断層及び十六島鼻西方沖断層帯については、2014年以降に当社が実施した追加調査範囲外であるが、近接する断層や撓曲の連動も考慮し、既許可評価の方が地震本部(2022)よりも保守的な評価となっている。
- 根滝グリ北方沖断層帯については、既許可評価では後期更新世以降の断層活動が否定できない区間が認められるがその分布は断続的であり、周辺の大田沖断面及びF57断層に比べて短いことから、敷地からの距離を考慮すると敷地に与える影響が小さい断層と評価していたが、当該区間の断層については、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録により評価しており、調査精度に差異がないことから、地震本部(2022)の知見を踏まえ、長さ約57kmの「根滝グリ北方断層帯」として評価を見直す。



上記の敷地に与える影響が大きい検討対象断層のうち、既許可の断層評価長さを見直した「根滝グリ北方断層帯」について、基準地震動評価への影響を確認する。

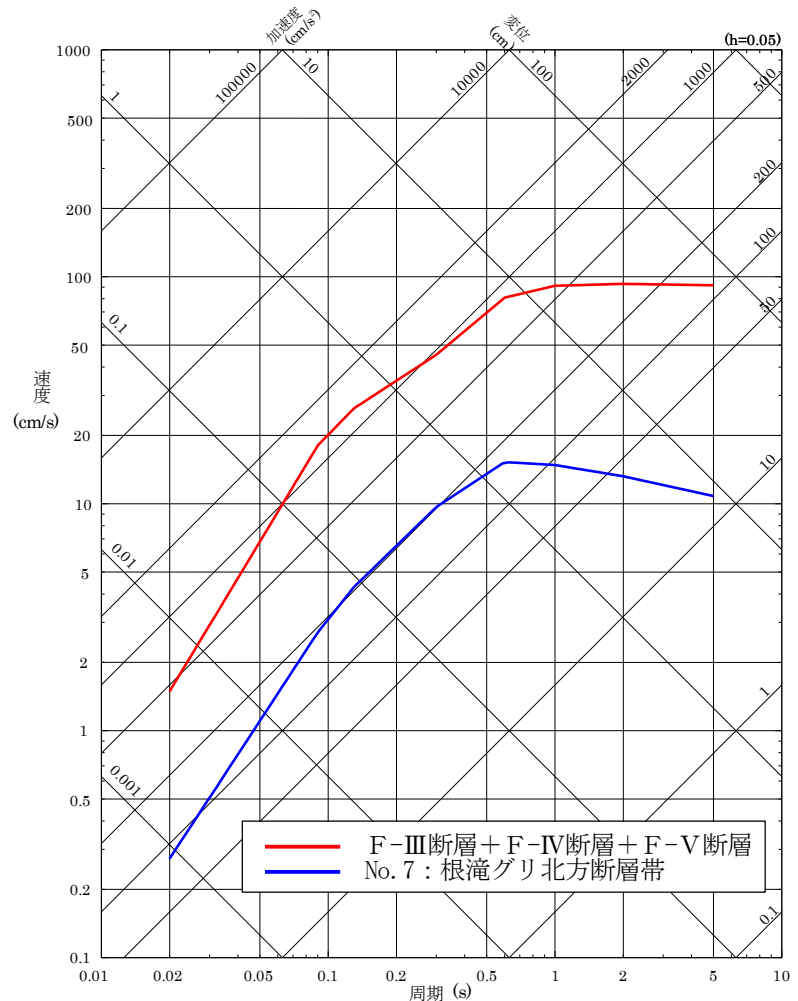
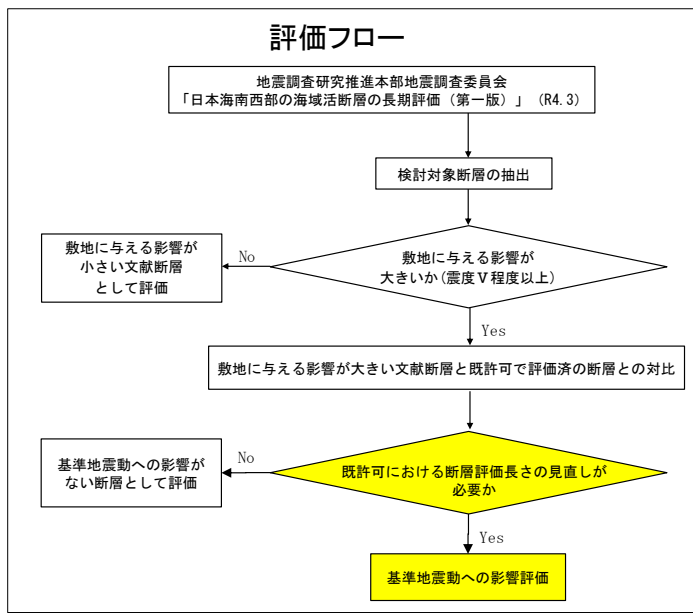
2. 基準地震動への影響評価

(13)「根滝グリ北方断層帯」の基準地震動評価への影響について

- 地震本部(2022)を踏まえ、既許可の断層評価長さを見直した「根滝グリ北方断層帯」により発生する地震と、既許可の検討用地震である「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」を耐専式に基づく地震動評価により比較した。
- その結果、「根滝グリ北方断層帯による地震」の地震動評価結果は、「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」の地震動評価結果を上回らないことから、基準地震動への影響はないことを確認した。

No.	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq(km)※	備考
	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層	48	7.6	19.4	検討用地震として選定
7	根滝グリ北方断層帯	57	7.8	92.0	

※地震本部記載の活断層については、「ほぼ垂直:90°，高角:60°，中角を45°」に基づき断層傾斜角の矩形断層を仮定してXeqを設定



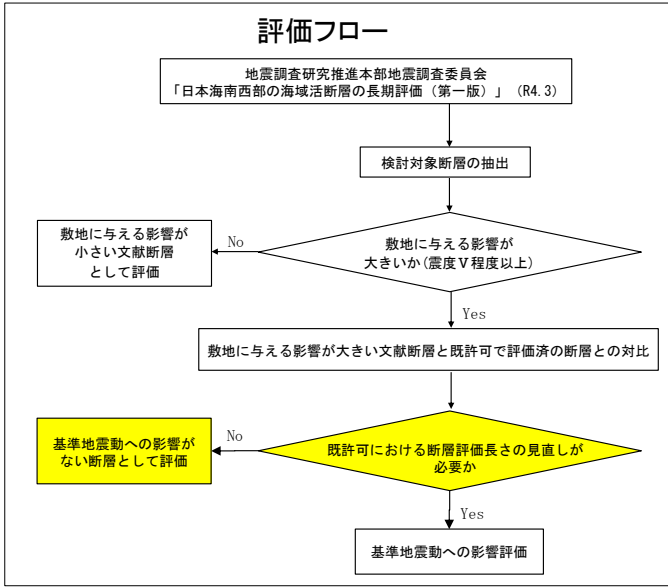
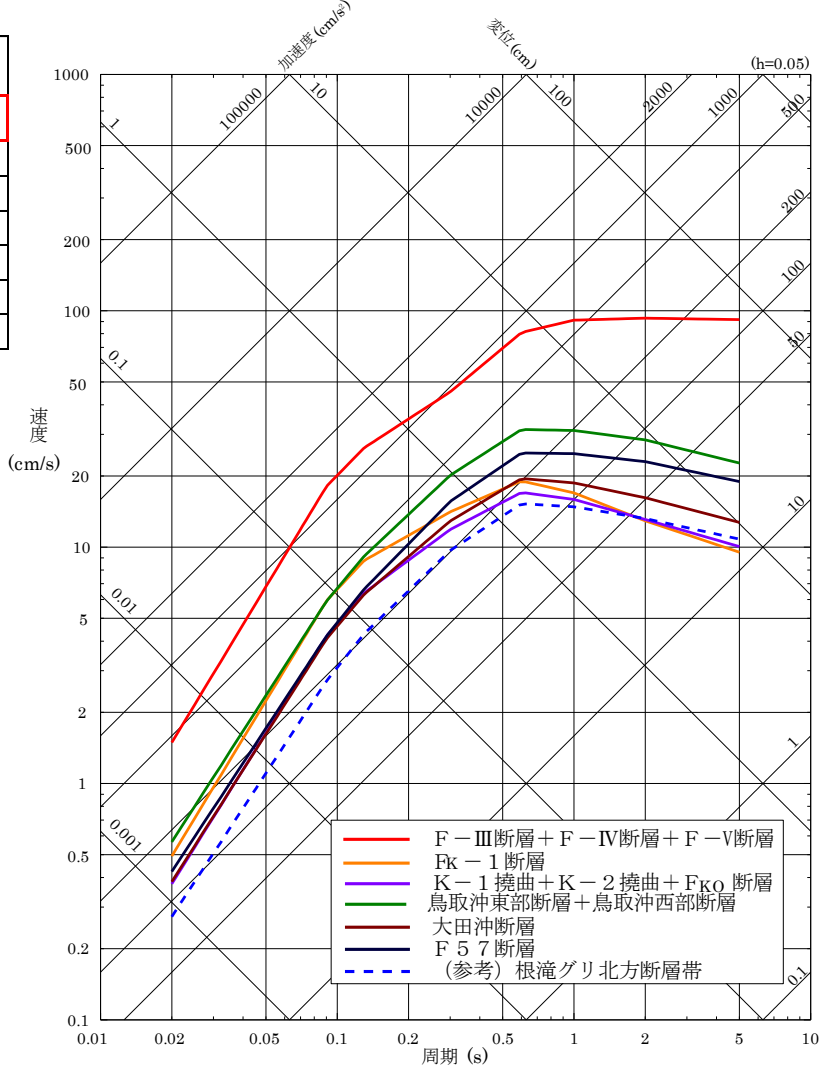
2. 基準地震動への影響評価

【参考】「根滝グリ北方断層帯」以外の対応する既許可の当社断層評価による検討用地震との関係

■ 地震本部(2022)の敷地に影響を与える影響が大きい検討対象断層のうち、「根滝グリ北方断層帯」以外の各断層について、それらに対応する既許可の断層の耐専式による地震動評価結果を検討用地震である「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」の評価結果と比較して以下に示す。

断層名	断層長さ (km)	マグニチュード M ^{※1}	等価震源距離 Xe _q (km) ^{※2}	備考
F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層	48	7.6	19.4	検討用地震として選定 No.2: 島根半島北方断層帯に対応
F _K -1断層	19	7.0	28.2	No.3: 出雲沖断層帯に対応
K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層	36	7.4	49.4	No.4: 島前西方冲断層帯に対応
鳥取沖東部断層+鳥取沖西部断層	98	8.2	71.1	No.1: 伯耆冲断層帯に対応
大田冲断層	53	7.7	63.8	No.6: 日御碕冲断層帯に対応
F57断層	108	8.2	89.8	No.8: 十六島鼻西方冲断層帯に対応
(参考)根滝グリ北方断層帯	57	7.8	92.0	

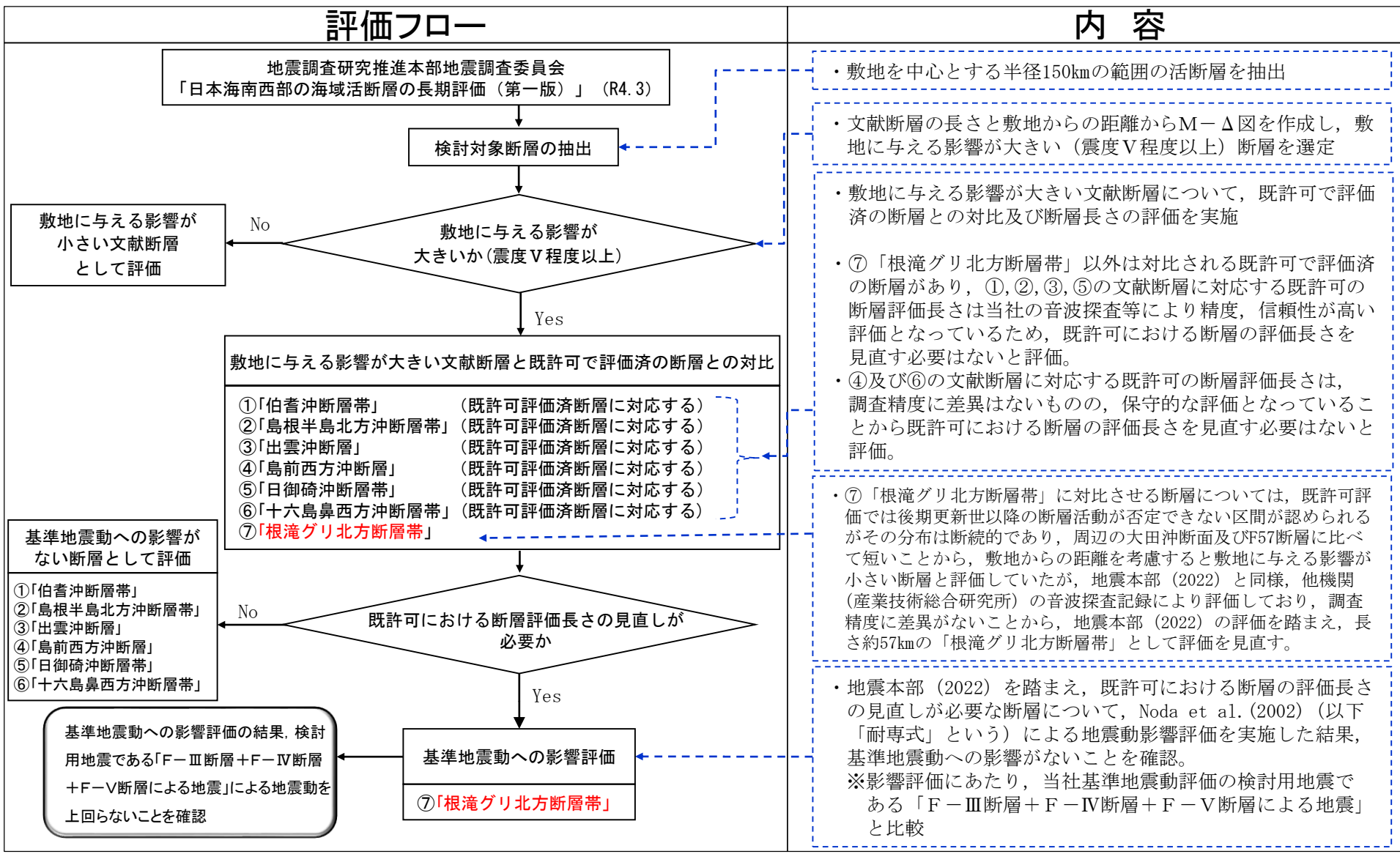
※1 松田(1975)による断層長さ L と M の関係式により算定
 ※2 既許可評価における活断層は断層傾斜角 70° の矩計断層を仮定して設定
 地震本部記載の活断層は、「ほぼ垂直: 90° , 高角: 60° , 中角: 45° 」に基づき断層傾斜角の矩形断層を仮定して設定



2. 基準地震動への影響評価

(14) 基準地震動への影響評価(まとめ)

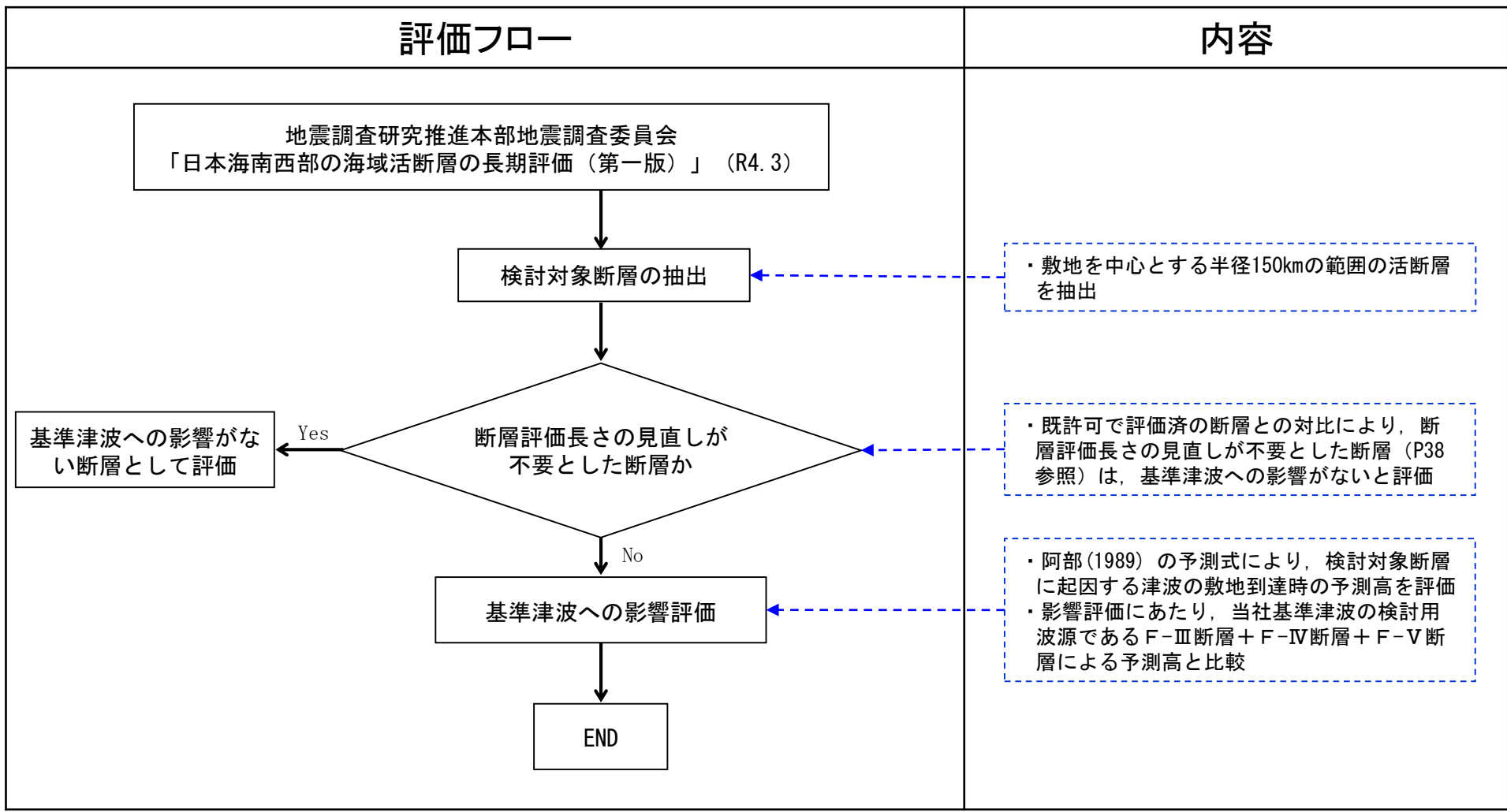
・地震本部の「日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)」を踏まえた基準地震動への影響評価のまとめを下記に示す。



3. 基準津波への影響評価

(1) 長期評価を踏まえた基準津波への影響評価フロー

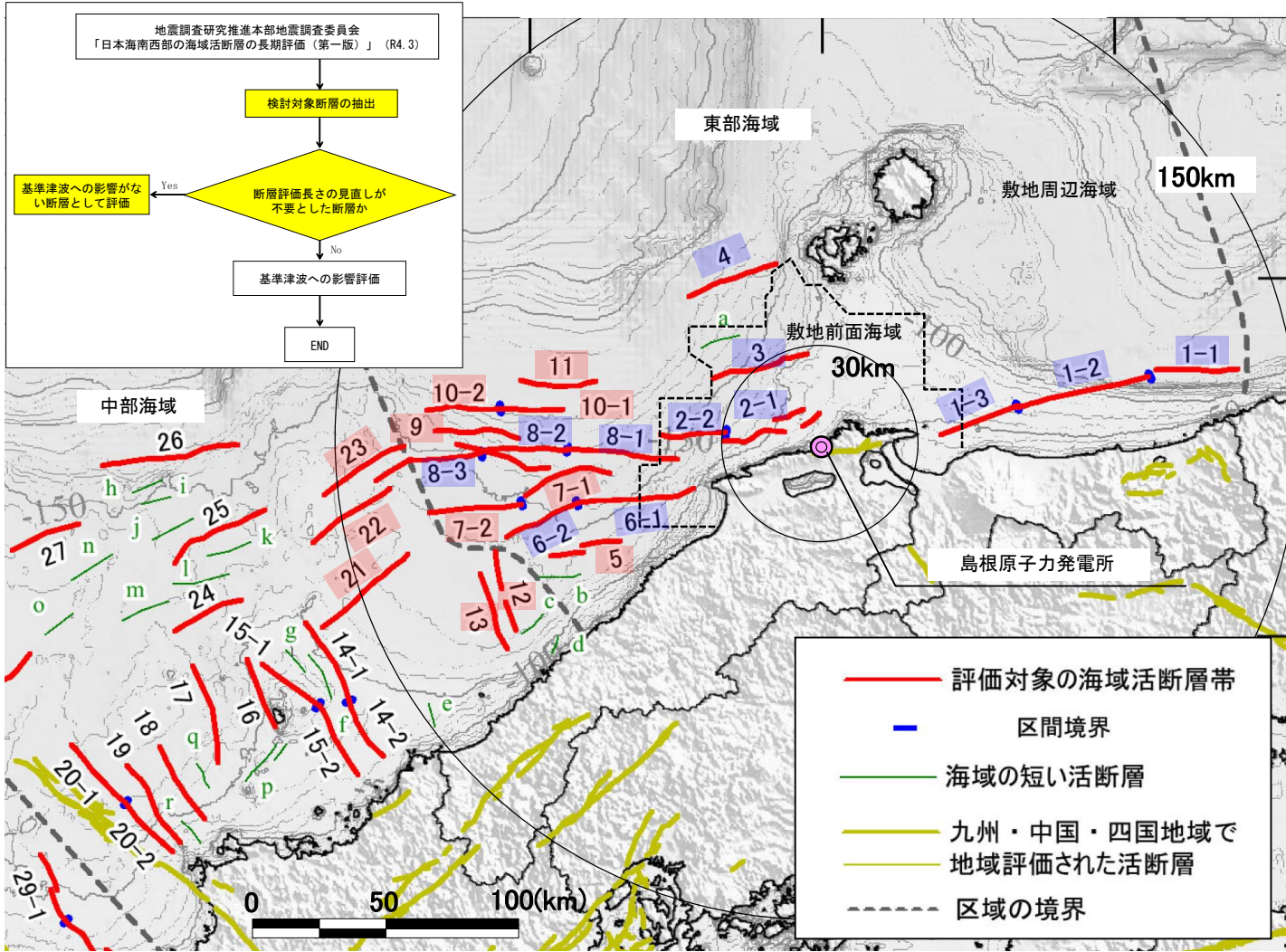
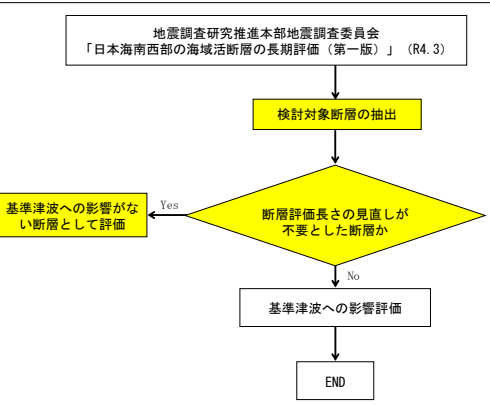
・地震本部が「日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)」を公表したことを踏まえ、下記評価フローに基づいて、基準津波への影響評価を実施する。



3. 基準津波への影響評価

(2) 検討対象断層の抽出

- ・敷地を中心とする半径約150kmの範囲に示された断層を検討対象として抽出した。
- ・上記のうち、基準地震動への影響評価において、既許可で評価済の断層との対比により、断層の評価長さの見直しが不要とした断層は、基準津波への影響がないと評価した。



- | | |
|------|-------------------------|
| (東部) | 1-1 : 伯耆沖断層帯 (東部区間) |
| | 1-2 : 伯耆沖断層帯 (中部区間) |
| | 1-3 : 伯耆沖断層帯 (西部区間) |
| | 2-1 : 島根半島北方冲断層帯 (東部区間) |
| | 2-2 : 島根半島北方冲断層帯 (西部区間) |
| | 3 : 出雲冲断層 |
| | 4 : 島前西方冲断層 |
| | 5 : 江津冲断層 |
| | 6-1 : 日御碕冲断層帯 (東部区間) |
| | 6-2 : 日御碕冲断層帯 (西部区間) |
| | 7-1 : 根滝グリ北方断層帯 (東部区間) |
| | 7-2 : 根滝グリ北方断層帯 (西部区間) |
| | 8-1 : 十六島鼻西方冲断層帯 (東部区間) |
| | 8-2 : 十六島鼻西方冲断層帯 (中部区間) |
| | 8-3 : 十六島鼻西方冲断層帯 (西部区間) |
| | 9 : 石見冲断層 |
| | 10-1 : 石見冲断層帯 (東部区間) |
| | 10-2 : 石見冲断層帯 (西部区間) |
| | 11 : 石見冲北断層 |
| (中部) | 12 : 浜田冲断層 |
| | 13 : 三隅冲断層 |
| | 14-1 : 須佐冲断層帯 (北部区間) |
| | 14-2 : 須佐冲断層帯 (南部区間) |
| | 15-1 : モドロ岬冲断層帯 (北部区間) |
| | 15-2 : モドロ岬冲断層帯 (南部区間) |
| | 16 : 見島近海断層 |
| | 17 : 卯持ノ瀬東方断層 |
| | 18 : 向津具冲断層 |
| | 19 : 角島冲東断層 |
| | 20-1 : 角島冲西断層帯 (北部区間) |
| | 20-2 : 角島冲西断層帯 (南部区間) |
| | 21 : 益田冲断層 |
| | 22 : 千里ヶ瀬東方南断層 |
| | 23 : 千里ヶ瀬東方北断層 |
| | 24 : タツモチ東方断層 |
| | 25 : ウマモチ北西断層 |
| | 26 : 対馬海盆南方断層 |
| | 27 : 長門はるか冲断層 |
| | 28 : 対馬北東冲断層 |
- : 検討対象断層
 : 検討対象断層のうち、断層評価長さの見直しが不要とした断層

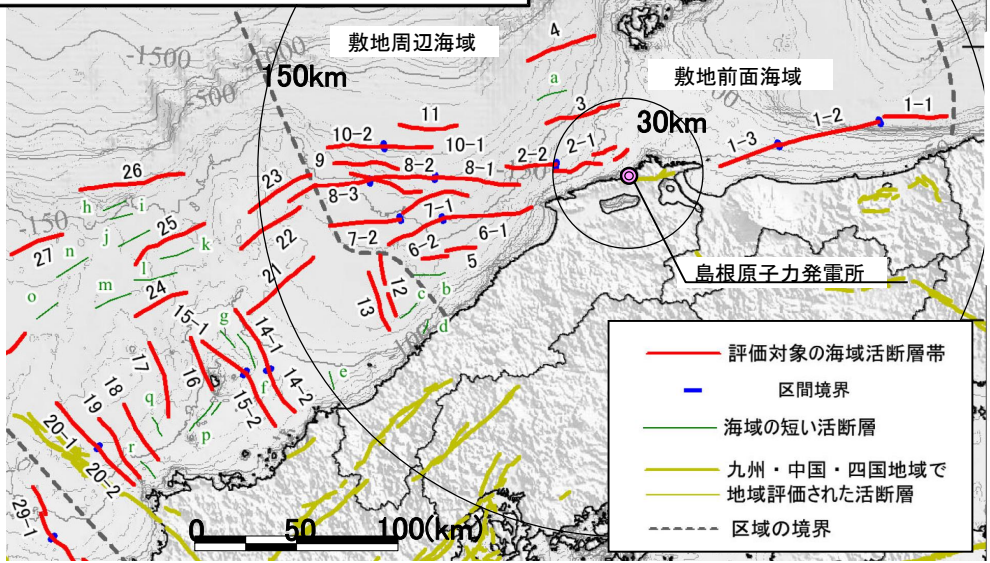
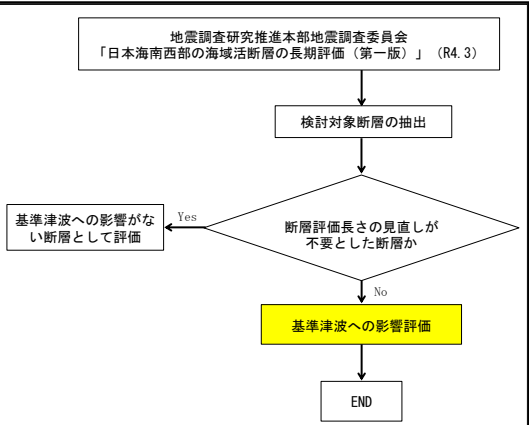
地震本部(2022)の長期評価に一部加筆

3. 基準津波への影響評価

(3) 簡易予測式による津波高さの検討

・阿部(1989)* の予測式により、検討対象断層の津波の予測高を算定した結果、当社基準津波の検討用波源であるF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による予測高より低いことを確認した。

・以上のことから、地震本部(2022)による基準津波への影響がないと評価する。



阿部(1989)の予測式による予測高の算定結果

断層(図中の番号)	断層長さ L (km)	津波の伝播距離 Δ (km)	Mw	予測高 H (m)
F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層	48	24	7.3	3.6
江津冲断層 (5)	22	80	6.8	0.4
根滝グリ北方断層帯 (7-1, 7-2)	57	96	7.4	1.2
石見冲南断層 (9)	27	106	6.9	0.3
石見冲中断層帯 (10-1, 10-2)	42	101	7.2	0.7
石見冲北断層 (11)	23	84	6.8	0.3
浜田冲断層 (12)	25	108	6.9	0.3
三隅冲断層 (13)	25	114	6.9	0.3
益田冲断層 (21)	35	148	7.1	0.4
千里ヶ瀬東方南断層 (22)	40	144	7.2	0.5
千里ヶ瀬東方北断層 (23)	28	141	7.0	0.3

*阿部勝征(1989): 地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64

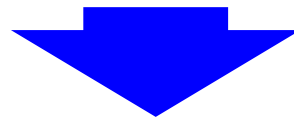
4. まとめ

■ 基準地震動への影響評価

- ・「根滝グリ北方断層帯」については、既許可評価では後期更新世以降の断層活動が否定できない区間が認められるがその分布は断続的であり、周辺の大田沖断面及びF57断層に比べて短いことから、敷地からの距離を考慮すると敷地に与える影響が小さい断層と評価していたが、当該区間の断層については、地震本部(2022)と同様、他機関(産業技術総合研究所)の音波探査記録により評価しており、調査精度に差異がないことから、地震本部(2022)の知見を踏まえ、長さ約57kmの「根滝グリ北方断層帯」として評価を見直した。
- ・敷地に与える影響が大きい文献断層のうち、「根滝グリ北方断層帯」以外の文献断層については、対応する既許可で評価済の断層との対比の結果、既許可の断層評価長さを見直す必要はないと評価した。
- ・既許可における断層評価長さを見直した「根滝グリ北方断層帯」について、耐専式による地震動評価を実施した結果、「根滝グリ北方断層帯による地震」の地震動は既許可の検討用地震である「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」の地震動を上回らないことから、基準地震動への影響はないと評価した。

■ 基準津波への影響評価

- ・地震本部(2022)において、敷地を中心とする半径約150kmの範囲に示された断層を対象に、阿部(1989)の予測式により検討対象断層の津波の予測高を算定した結果、当社基準津波の検討用波源であるF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による予測高より低いことを確認したことから、基準津波への影響はないと評価した。



以上のことから、地震本部(2022)の知見を踏まえても、基準地震動及び基準津波への影響はないことを確認した。

島根原子力発電所
基準地震動の策定について(抜粋)

令和3年6月18日

確率論的地震ハザードの評価方針

■ 基本方針

一般社団法人日本原子力学会「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(以下「地震PRA実施基準」という):2015※1」に基づき、専門家活用水準1※2として地震ハザード評価を実施し、基準地震動の応答スペクトルがどの程度の年超過確率に相当するかを確認する。

■ 震源モデルの設定

震源モデルとしては、特定震源モデルと領域震源モデルを設定する。モデルの設定においては、敷地周辺の地質調査結果及び各種知見を参考にする。また、地震発生層については地震調査研究推進本部(2017)による地震発生層の設定値(上限深さ:2km, 下限深さ:15km)、片尾・吉井(2002)による2000年鳥取県西部地震(余震)の震源鉛直分布(上限深さ:約3km, 下限深さ:約12km)等の知見より上限深さは2km, 下限深さは15kmと考えられるが、参考の位置付けの文献である地震調査研究推進本部(2016)による地震発生層の下限深さD90(15~20km)等の知見を踏まえ、決定論と同様に上限深さは2km, 下限深さは安全側に20kmに設定する。

震源モデル		モデルの設定	
特定震源	検討用地震	突道断層による地震	地質調査結果, 地震調査研究推進本部(2016), [新編]日本の活断層, 今泉ほか(2018)に基づき設定
		F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震	地質調査結果, 防災科学技術研究所の広帯域地震観測網(F-net)に基づき設定
	検討用地震以外	主要な活断層※3による地震	地質調査結果, [新編]日本の活断層に基づき設定
		その他の活断層による地震	地質調査結果, 地震調査研究推進本部(2016), [新編]日本の活断層に基づき設定
領域震源	領域区分		萩原(1991), 垣見ほか(2003)に基づき設定
	最大マグニチュード		領域区分内で発生した既往最大
	発生頻度		気象庁カタログのデータに基づきG-R式により算定

■ 地震動伝播モデルの設定

特定震源モデルのうち「突道断層による地震」及び「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」は、断層モデルを用いた手法と距離減衰式の両者を用い、それ以外の震源モデルは距離減衰式を用いる。距離減衰式としては、基本的に耐専式を用いるが、震源が敷地に近く耐専式の適用範囲外となる「突道断層による地震」はAbrahamson et al.(2014)を用いる。

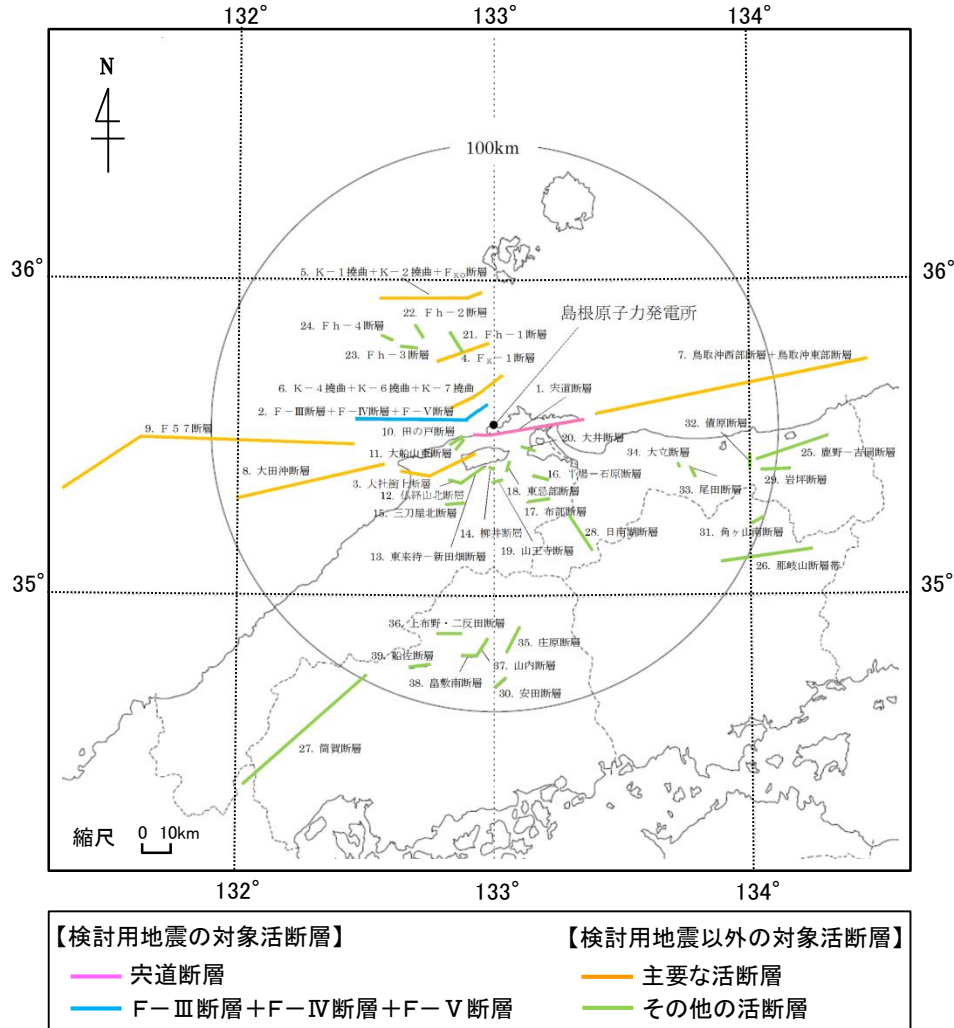
■ ロジックツリーの作成

震源モデル及び地震動伝播モデルにおいて、地震ハザード評価に大きな影響を及ぼす認識論的不確実さを選定し、ロジックツリーを作成する。

- ※1 審査ガイドにおいて、地震ハザード評価に関する知見の代表例として地震PRA実施基準2007年版が示されているが、2015年版において、サイト周辺の深部地下構造のモデル化の影響を考慮することや巨大地震(海溝型地震)に伴う大きな余震及び誘発地震を考慮すること等の改定がなされていることから、最新の2015年版を用いる。なお、島根原子力発電所の地震ハザード評価において、改定内容のうちサイト周辺の深部地下構造の影響については検討し、特異な増幅がないことを把握した上で考慮せず、また、敷地に影響を及ぼす海溝型地震については存在しないことから考慮していない。
- ※2 地震ハザードの不確実さへの影響が比較的小さい水準を想定し、TI(Technical Integrator, ロジックツリーの技術的な纏め役)が文献レビュー及び自らの経験に基づきコミュニティ分布(科学的集団が総合的に評価するその時点での不確実さの客観的分布)を評価し、ロジックツリーを作成する。
- ※3 検討用地震の選定において対象とした活断層のうち、検討用地震及び孤立した短い活断層以外の活断層のことをいう。

対象活断層

■ 特定震源モデルとしては、敷地から100km以内に位置する敷地周辺の地質調査結果に基づいて評価した活断層、地震調査研究推進本部(2016)に掲載されている活断層及び「[新編]日本の活断層」に掲載されている確実度 I 及び II の活断層を対象に設定する。



対象活断層の分布

対象活断層の一覧表

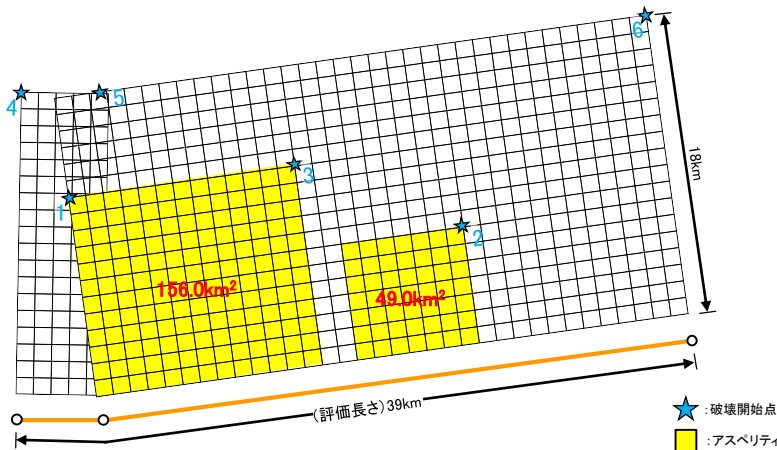
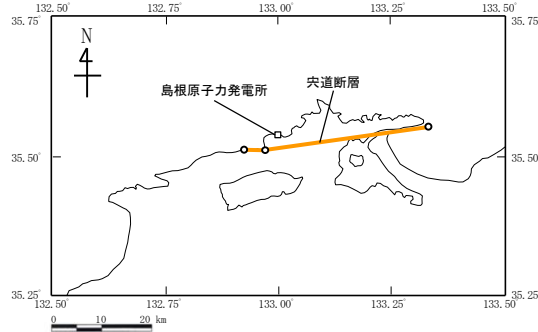
分類	No.	断層名	断層長さ (km)
検討用地震	1	矢道断層	39
	2	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層	48
主要な活断層	3	大社衝上断層	28
	4	F _K -1断層	19
	5	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層	36
	6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲	19
	7	鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層	98
	8	大田沖断層	53
	9	F57断層	108
	10	田の戸断層	5
	11	大船山東断層	4
検討用地震以外 その他の活断層	12	仏経山北断層	5
	13	東来待-新田畑断層	11
	14	柳井断層	2
	15	三刀屋北断層	7
	16	半場-石原断層	5
	17	布部断層	8
	18	東忌部断層	3
	19	山王寺断層	3
	20	大井断層	5
	21	Fh-1断層	7
	22	Fh-2断層	5
	23	Fh-3断層	5.5
	24	Fh-4断層	4.5
	25	鹿野-吉岡断層	26
	26	那岐山断層帯	32
	27	筒賀断層	58
	28	日南湖断層	13
	29	岩坪断層	10
	30	安田断層	5
	31	角ヶ山南断層	6
	32	債原断層	3.3
	33	尾田断層	2.5
	34	大立断層	1
	35	庄原断層	10
	36	上布野・二反田断層	7
	37	山内断層	8
	38	畠敷南断層	5
	39	船佐断層	6

宍道断層による地震 1/2

■ 検討用地震のうち「宍道断層による地震」の震源モデルについては、決定論による「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価において基本震源モデル及び認識論的不確かさとして考慮した以下の評価ケースをロジックツリーの分岐として考慮する。なお、アスペリティ位置の不確かさについては、感度解析を行った結果、その不確かさを考慮した場合と考慮しない場合の宍道断層による地震の平均ハザード曲線は同程度であり、地震ハザード評価に大きな影響を及ぼさないことから、ロジックツリーの分岐として考慮しない。
(74～76ページ参照。)

■ 距離減衰式に用いる地震規模Mwは、入倉・三宅(2001)により断層面積から算出する方法及び武村(1998)により断層長さから算出する方法をロジックツリーの分岐として考慮する。

宍道断層による地震の地震動評価ケース



※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

宍道断層による地震の断層モデル図(基本震源モデル)

特定震源	評価ケース	地震規模Mw	
		入倉・三宅(2001)	武村(1998)
宍道断層による地震	基本震源モデル※1	6.9	7.1
	断層傾斜角(70°)	6.9	7.1
	破壊伝播速度(0.87Vs)	—※2	
	すべり角(150°)	—※2	
	アスペリティ(一塊:正方形)	—※2	
	アスペリティ(一塊:縦長)	—※2	
	短周期の地震動レベル(1.5倍)	—※2	
	断層傾斜角(70°)+破壊伝播速度(0.87Vs)	—※2	
	断層傾斜角(70°)+短周期の地震動レベル(1.25倍)	—※2	
	破壊伝播速度(0.87Vs)+短周期の地震動レベル(1.25倍)	—※2	

黄色 : 不確かさを考慮したケース 紫色 : 不確かさの組合せケース

※1 基本震源モデルの断層パラメータ
断層長さ(39km), 断層傾斜角(90°), 破壊伝播速度(0.72Vs), すべり角(180°), アスペリティ(2個), 短周期レベル(レシビ)
※2 距離減衰式の評価ケースとしては微視的パラメータ等であることから考慮せず, 断層モデルを用いた手法のみ考慮。

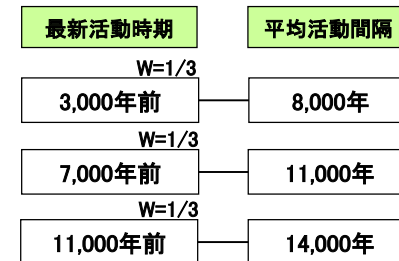
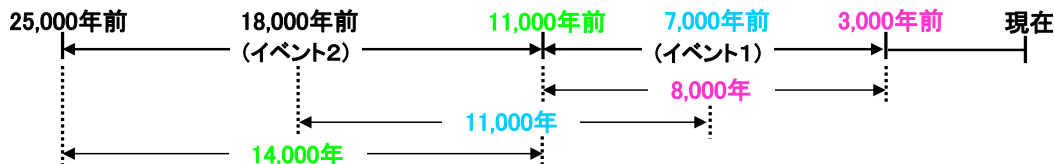
6. 基準地震動の年超過確率の参照 6.2 特定震源モデル

宍道断層による地震 2/2

- 発生頻度は、地質調査結果、地震調査研究推進本部(2016)及び[新編]日本の活断層等に基づき以下のとおり設定し、ロジックツリーの分岐として考慮する。

【地質調査結果】

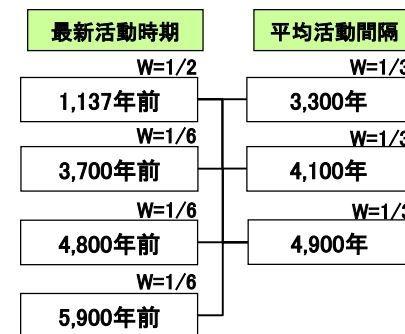
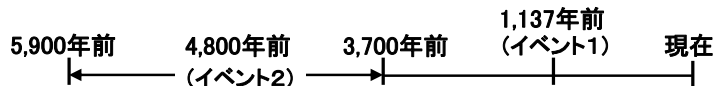
- 地質調査結果(南講武におけるトレンチ調査結果)により、宍道断層は約25,000年前以降に2回の活動があり、最新活動時期としては約3,000~11,000年前の期間であることを推定。
- 上記より、3,000~11,000年前を「イベント1」、11,000~25,000年前を「イベント2」として、以下に示すように、最新活動時期は、イベント1期間の(新)3,000年前、(中間)7,000年前、(古)11,000年前に設定し、それぞれの最新活動時期についての平均活動間隔は、それぞれのイベント期間の(新)3,000年前と11,000年前[8,000年]、(中間)7,000年前と18,000年前[11,000年]、(古)11,000年前と25,000年前[14,000年]を対応させた間隔に設定し、BPT分布に従い発生頻度を算定。



地質調査結果に基づく発生頻度のロジックツリー

【地震調査研究推進本部(2016)】

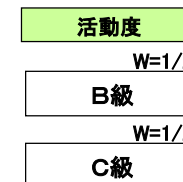
- 地震調査研究推進本部(2016)によると、宍道(鹿島)断層の活動時期は奈良時代~鎌倉時代、約3,700~5,900年前、約7,300~11,000年前とされ、最新活動時期は約3,700~5,900年前であった可能性があるとされている。また、平均活動間隔は約3,300年~約4,900年とされている。
- 渡辺ほか(2006)では、鹿島断層の奈良時代~鎌倉時代の最新活動は、出雲の地震に対応する可能性が高いとされている。
- 上記より、出雲の地震に対応する1,137年前を「イベント1」、3,700~5,900年前を「イベント2」として、最新活動時期はイベント1の1,137年前、イベント2期間の(新)3,700年前、(中間)4,800年前、(古)5,900年前に設定し、平均活動間隔は地震調査研究推進本部(2016)に示される間隔より(短)3,300年、(中間)4,100年、(長)4,900年に設定し、それぞれの最新活動時期毎に3つの間隔を対応させてBPT分布に従い発生頻度を算定。



地震調査研究推進本部(2016)に基づく発生頻度のロジックツリー

【[新編]日本の活断層, 今泉ほか(2018)】

- [新編]日本の活断層において、宍道断層に該当する法田, 高尾山, 森山, 宍道断層[北][南], 古浦東方の活動度はC級とされており、今泉ほか(2018)では、宍道(鹿島)断層帯の活動度はB~C級とされていることから、宍道断層の活動度をB, C級と仮定。
- 上記の活動度から松田(1975)及び奥村・石川(1998)に基づき平均活動間隔を設定※し、ポアソン過程に従い発生頻度を算定。



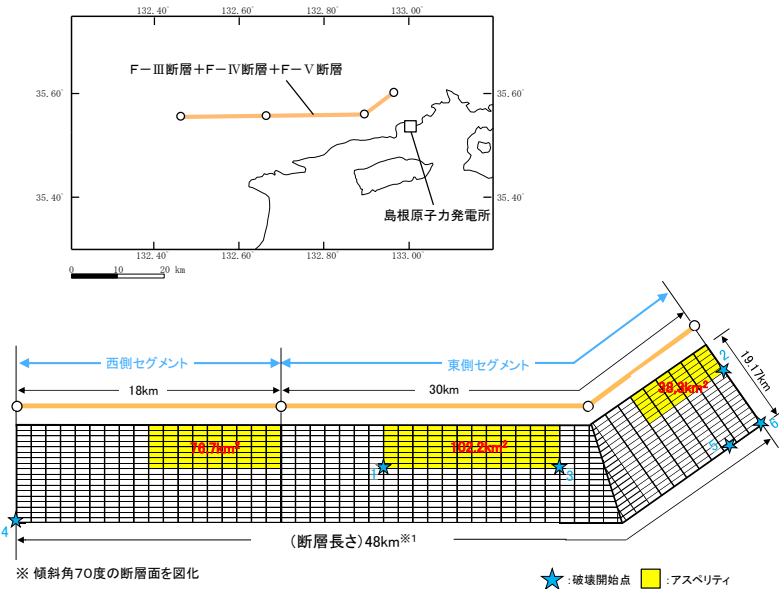
[新編]日本の活断層, 今泉ほか(2018)に基づく発生頻度のロジックツリー

※ 松田(1975)に基づき断層長さから求めた $M[\log L=0.6M-2.9]$ を用いて算定したすべり量 $D(m)[\log D=0.6M-4.0]$ 及び奥村・石川(1998)に記載の平均変位速度 $S(mm/年)$ [B級:0.25, C級:0.0047]から、平均活動間隔 $T(年)[T=1000D/S]$ を算出。

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震

- 検討用地震のうち「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」の震源モデルについては、決定論による「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価において基本震源モデル及び認識論的不確かさとして考慮した以下の評価ケースをロジックツリーの分岐として考慮する。
- 距離減衰式に用いる地震規模Mは、松田(1975)により断層長さから算出する方法及び入倉・三宅(2001)により断層面積から算出した地震モーメントを用いて武村(1990)により算出する方法をロジックツリーの分岐として考慮する。
- 発生頻度は、参考にできる地質調査結果や知見がないことから、活動度をB, C級に仮定して松田(1975)及び奥村・石川(1998)に基づき平均活動間隔を設定し、ポアソン過程に従い算定する。

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の地震動評価ケース



F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図(基本震源モデル)

※1 各断層の単独破壊も考えられるが、後述(65ページ参照)のとおり、ハザード全体に占める割合は突道断層による地震と比較して小さく、規模の小さな各断層の単独破壊を考慮したとしても評価結果への影響はほとんどないと考えられる。

特定震源	評価ケース	地震規模M ^{※3}		X _{eq} (km)	平均活動間隔 ^{※6} (活動度)
		松田(1975)	入倉・三宅(2001) 武村(1990)		
F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震	基本震源モデル ^{※2}	7.6	7.7	17.3	14,500年(B級) 77,300年(C級)
	断層傾斜角(35°)	7.6	— ^{※4}	16.7	
	破壊伝播速度(0.87Vs)		— ^{※5}		
	すべり角(150°)		— ^{※5}		
	アスペリティ(一塊:横長)		— ^{※4}		
	アスペリティ(一塊:縦長)		— ^{※4}		
	短周期の地震動レベル(1.5倍)		— ^{※5}		
	断層位置(F-①断層+F-②断層+F-Ⅴ断層, 断層長さ53km)		— ^{※4}		16,700年(B級) 88,700年(C級)

■ : 不確かさを考慮したケース

- ※2 基本震源モデルの断層パラメータ
断層長さ(48km), 断層傾斜角(70°), 破壊伝播速度(0.72Vs), すべり角(180°), アスペリティ(3個), 短周期レベル(レシピ)
- ※3 武村(1998)についてはMとX_{eq}の関係から、距離減衰式として用いる耐専式の適用範囲外となるため考慮しない。
- ※4 該当の評価ケースについてはMとX_{eq}の関係から、距離減衰式として用いる耐専式の適用範囲外となるため考慮しない。
- ※5 距離減衰式の評価ケースとしては微視的パラメータ等であることから考慮せず、断層モデルを用いた手法のみ考慮。
- ※6 一例として松田(1975)に基づき断層長さから求めたM(L→M)を用いて算定したすべり量D(M→D)及び奥村・石川(1998)に記載の平均変位速度Sから算出した平均活動間隔を記載。

主要な活断層による地震

- 検討用地震以外の「主要な活断層による地震」の震源モデルについては、地質調査結果及び[新編]日本の活断層に基づき設定する。
- 距離減衰式に用いる地震規模Mは、松田(1975)により断層長さから算出する方法、武村(1998)により断層長さから算出する方法、入倉・三宅(2001)により断層面積から算出した地震モーメントを用いて武村(1990)により算出する方法をロジックツリーの分岐として考慮する。
- 発生頻度は、[新編]日本の活断層に示される活動度を採用し、活動度が示されていないものはB級、C級に仮定して松田(1975)及び奥村・石川(1998)に基づき平均活動間隔を設定し、ポアソン過程に従い算定する。

No	震源断層	断層長さ (km)	地震規模 M			Xeq (km)	平均活動間隔 ^{※1} (活動度)
			松田 (1975)	武村 (1998)	入倉・三宅(2001) 武村(1990)		
3	大社衝上断層	28	7.2	7.4	7.2	24.8	44,500年(C級)
4	F _K -1断層	19	7.0	7.1	6.9	31.5	6,300年(B級) 33,700年(C級)
5	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層 ^{※2}	36	7.4	7.5	7.4	52.8	11,000年(B級) 58,600年(C級)
6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲 ^{※2}	19	7.0	7.1	6.9	18.1	6,300年(B級) 33,700年(C級)
7	鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層 ^{※2}	98	8.2	8.3	8.1	71.0	33,300年(B級) 177,000年(C級)
8	大田沖断層	53	7.7	7.8	7.7	64.0	16,700年(B級) 88,700年(C級)
9	F57断層	108	8.2	8.3	8.2	90.0	33,300年(B級) 177,000年(C級)

※1 一例として松田(1975)に基づき断層長さから求めたM(L→M)を用いて算定したすべり量D(M→D)及び奥村・石川(1998)に記載の平均変位速度Sから算出した平均活動間隔を記載。

※2 各断層の単独破壊も考えられるが、後述(65ページ参照)のとおり、ハザード全体に占める割合は突道断層による地震と比較して小さく、規模の小さな各断層の単独破壊を考慮したとしても評価結果への影響はほとんどないと考えられる。

その他の活断層による地震

- 検討用地震以外の「その他の活断層による地震」の震源モデルについては、地質調査結果、地震調査研究推進本部(2016)及び[新編]日本の活断層に基づき設定する。
- 距離減衰式に用いる地震規模Mは、文献に記載がある活断層についてはその値を採用することとし、孤立した短い活断層については震源断層が地震発生層(深さ2~20km)の上限から下限まで広がっているものと仮定し、その断層幅は18km、断層長さも断層幅と同等の18kmでモデル化し、松田(1975)に基づきM6.9として設定する。
- 発生頻度は、地震調査研究推進本部(2016)または[新編]日本の活断層に示される最新活動時期、平均活動間隔及び活動度を採用し、示されていないものは活動度をC級に仮定する。活動度を用いる場合は、松田(1975)及び奥村・石川(1998)に基づき平均活動間隔を設定する。なお、1943年鳥取地震の震源断層として活動した鹿野一吉岡断層はBPT分布、それ以外の活断層はポアソン過程に従い発生頻度を算定する。

分類	No	震源断層	断層長さ (km)	地震規模 M	Xeq (km)	平均活動間隔 (活動度)
地質調査結果	10	田の戸断層	5	6.9	16.0	29,400年(C級) ^{※1}
	11	大船山東断層	4	6.9	16.1	29,400年(C級) ^{※1}
	12	仏経山北断層	5	6.9	26.2	29,400年(C級) ^{※1}
	13	東来待一新田畑断層	11	6.9	20.2	29,400年(C級) ^{※1}
	14	柳井断層	2	6.9	18.3	29,400年(C級) ^{※1}
	15	三刀屋北断層	7	6.9	32.1	29,400年(C級) ^{※1}
	16	半場一石原断層	5	6.9	25.7	29,400年(C級) ^{※1}
	17	布部断層	8	6.9	32.1	29,400年(C級) ^{※1}
	18	東忌部断層	3	6.9	17.3	29,400年(C級) ^{※1}
	19	山王寺断層	3	6.9	22.2	29,400年(C級) ^{※1}
	20	大井断層	5	6.9	16.0	29,400年(C級) ^{※1}
	21	Fh-1断層	7	6.9	34.3	29,400年(C級) ^{※1}
	22	Fh-2断層	5	6.9	44.2	29,400年(C級) ^{※1}
	23	Fh-3断層	5.5	6.9	43.2	29,400年(C級) ^{※1}
24	Fh-4断層	4.5	6.9	50.4	29,400年(C級) ^{※1}	

分類	No	震源断層	断層長さ (km)	地震規模 M	Xeq (km)	平均活動間隔 (活動度)
地震調査研究推進本部(2016)	25	鹿野一吉岡断層	26	7.2	105.8	6,900年 ^{※2}
	26	那岐山断層帯	32	7.3	100.3	38,500年 ^{※2}
	27	筒賀断層	58	7.8	123.1	12,000年
	28	日南湖断層	13	6.9	48.5	20,000年
	29	岩坪断層	10	6.9	101.0	20,000年
	30	安田断層	5	6.9	90.5	20,000年
[新編]日本の活断層	31	角ヶ山南断層	6	6.9	99.1	29,400年(C級) ^{※1}
	32	債原断層	3.3	6.9	91.9	29,400年(C級) ^{※1}
	33	尾田断層	2.5	6.9	72.4	29,400年(C級) ^{※1}
	34	大立断層	1	6.9	67.3	29,400年(C級) ^{※1}
	35	庄原断層	10	6.9	75.5	29,400年(C級) ^{※1}
	36	上布野・二反田断層	7	6.9	75.2	29,400年(C級) ^{※1}
	37	山内断層	8	6.9	78.5	29,400年(C級) ^{※1}
	38	畠敷南断層	5	6.9	82.0	29,400年(C級) ^{※1}
	39	船佐断層	6	6.9	89.0	29,400年(C級) ^{※1}

※1 松田(1975)に基づき断層長さから求めたM(L→M)を用いて算定したすべり量D(M→D)及び奥村・石川(1998)に記載の平均変位速度Sから平均活動間隔を算出。

※2 地震調査研究推進本部(2016)に記載の平均活動間隔の中央値。

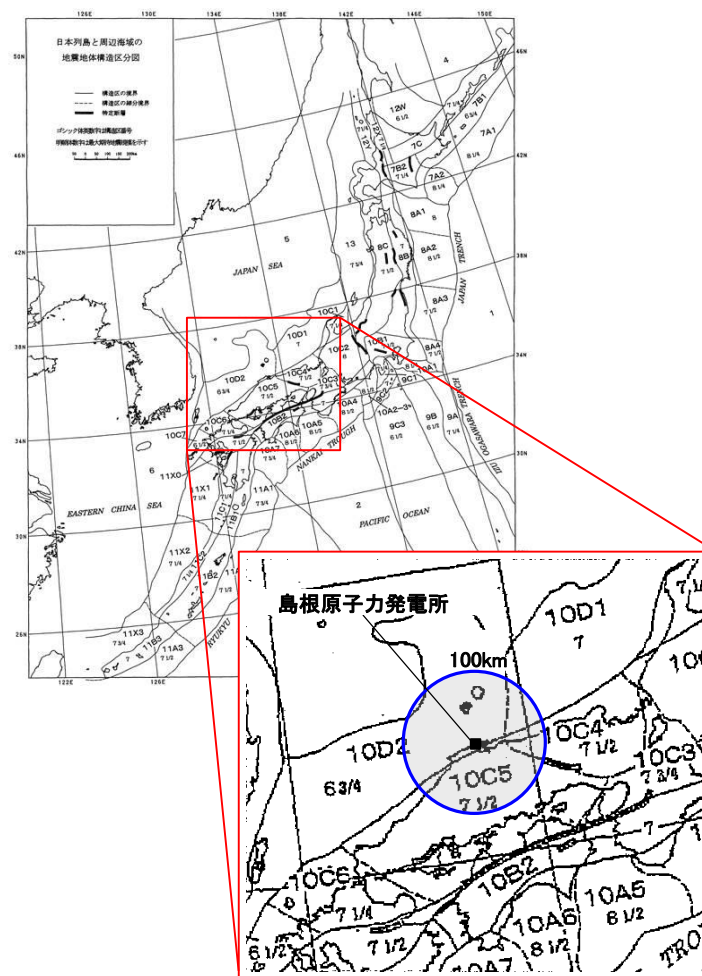
領域震源モデル 1/2

- 領域震源モデルとしては、萩原(1991)及び垣見ほか(2003)の領域区分における敷地から100km以内に位置する領域を対象とする。



[萩原(1991)に一部加筆。]

萩原(1991)に基づく対象領域



[垣見ほか(2003)に一部加筆。]

垣見ほか(2003)に基づく対象領域

領域震源モデル 2/2

- 領域震源の最大マグニチュードは、各領域で過去に発生した地震のうち、活断層と関連づけることが困難な地震の最大規模とする。また、下表に示す文献に記載されている地震の最大マグニチュードに幅がある場合には、その中央値、上限値、下限値をロジックツリーの分岐として考慮する。
- 発生頻度は、気象庁カタログの1923年1月～2016年3月のデータ※1に基づきG-R式により算定する。
- 震源深さは、地震発生層内(深さ2～20km)で一様分布するものとしてモデル化する。

文献	対象領域	最大M	根拠となる歴史地震	b値	震源深さ
萩原(1991)	L ₂ ※2	7.3	2000年鳥取県西部地震	0.872	地震発生層内 (深さ2～20km)で 一様分布
	M※3	6.6, 6.8, 7.0	1729年能登の地震	0.811	
		6.9	2007年能登半島地震		
垣見ほか(2003)	10C4	7.0	868年播磨・山城の地震	0.701	
	10C5	7.3	2000年鳥取県西部地震	1.002	
	10D1	6.6, 6.8, 7.0	1729年能登の地震	0.824	
	10D2	6.6	1940年島根県沖の地震	1.448	

※1 最新データ(～2019年8月)に更新した場合の影響について70～71ページに示す。

※2 萩原(1991)のL₂領域における最大Mは1872年浜田地震による7.1±0.2であるが、萩原(1991)以降に起こった2000年鳥取県西部地震のMは7.3であり、1872年浜田地震のM以上となることから、最大Mを7.3に設定。

※3 萩原(1991)のM領域における最大Mは1729年能登の地震による6.6～7.0であるが、萩原(1991)以降に起こった2007年能登半島地震のMは6.9であり、1729年能登の地震のMの中央値より大きく、上限値より小さいことから、それぞれの地震を考慮して最大Mを設定。

地震動伝播モデル

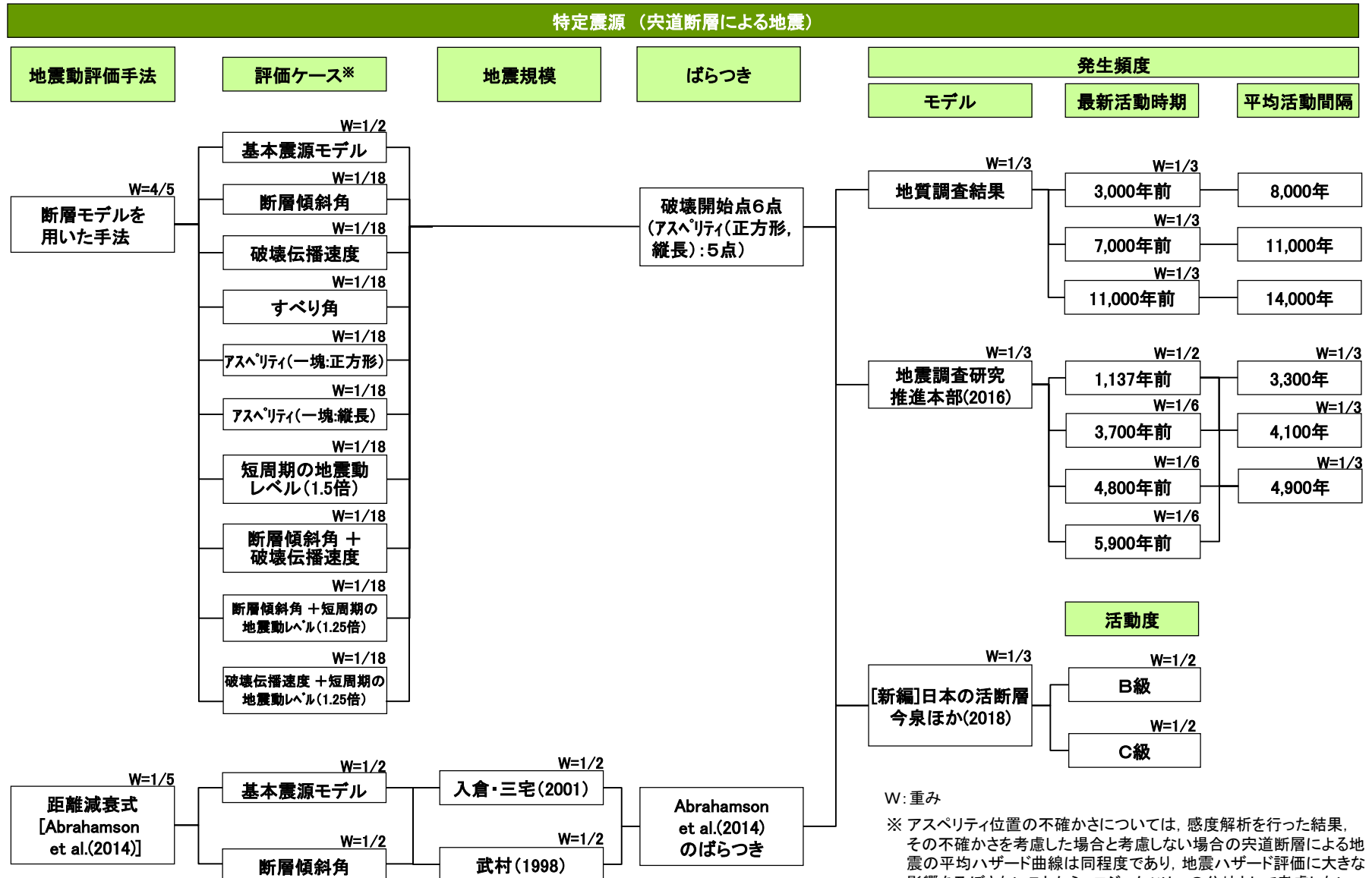
- 地震動伝播モデルとしては、特定震源モデルのうち「宍道断層」は敷地の極近傍に位置しており、また「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層」については評価ケースにおいて、耐専式の適用範囲外となるケースがあり、敷地に比較的近いことから、断層モデルを用いた手法と距離減衰式の両者を用いる。その重みについては、震源が敷地に近い地震は断層モデルを用いた手法を重視するという観点から、断層モデルを用いた手法を4/5、距離減衰式を1/5として設定する。
- その他の震源モデルは距離減衰式を用い、基本的に耐専式により評価し、内陸補正の有無を考慮する。その重みについては、島根原子力発電所の観測記録に基づき作成したサイト補正係数が、耐専式の内陸補正係数をかなり下回っており、また中国地方で発生した地震の短周期レベルは新潟県中越沖地震の短周期レベル(内陸補正無しが該当)に比べてかなり小さい傾向であることから、補正有りを3/4、補正無しを1/4として設定する。(72~73ページ)また、震源が敷地に近く耐専式の適用範囲外となる「宍道断層による地震」はAbrahamson et al.(2014)による距離減衰式※を用いる。
- 距離減衰式のばらつきは各式で評価されたばらつきを用い、打ち切り範囲は対数標準偏差の3倍とする。断層モデルを用いた手法のばらつきは6点の破壊開始点(アスペリティの不確かさは5点)により考慮する。

考慮する震源		評価手法	補正係数	ばらつき	ばらつきの打ち切り	
特定震源	検討用地震	断層モデル	—	破壊開始点6点 [アスペリティ(正方形, 縦長):5点]	—	
		Abrahamson et al.(2014)	—	0.65~0.88 [Abrahamson et al.(2014)]	3 σ	
		F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層 +F-Ⅴ断層による地震	断層モデル	—	破壊開始点6点 [アスペリティ(横長, 縦長):5点]	—
			耐専式	耐専式の内陸補正 有り, 無し	0.53 [耐専式]	3 σ
	検討用地震以外	主要な活断層による地震	耐専式	耐専式の内陸補正 有り, 無し	0.53 [耐専式]	3 σ
		その他の活断層による地震	耐専式	耐専式の内陸補正 有り, 無し	0.53 [耐専式]	3 σ
領域震源		耐専式	耐専式の内陸補正 有り, 無し	0.53 [耐専式]	3 σ	

※ 地震PRA実施基準2007年版において、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代表例として、Abrahamson and Silva(1997)が示され、また2015年版ではAbrahamson et al.(2014)を含むNGAプロジェクトで提案されている距離減衰式などがあるとされていることから、距離減衰式としてはAbrahamson and Silva(1997)を更新した最新版のAbrahamson et al.(2014)を用いる。

特定震源: 宍道断層による地震

■ 宍道断層による地震のロジックツリーを以下に示す。

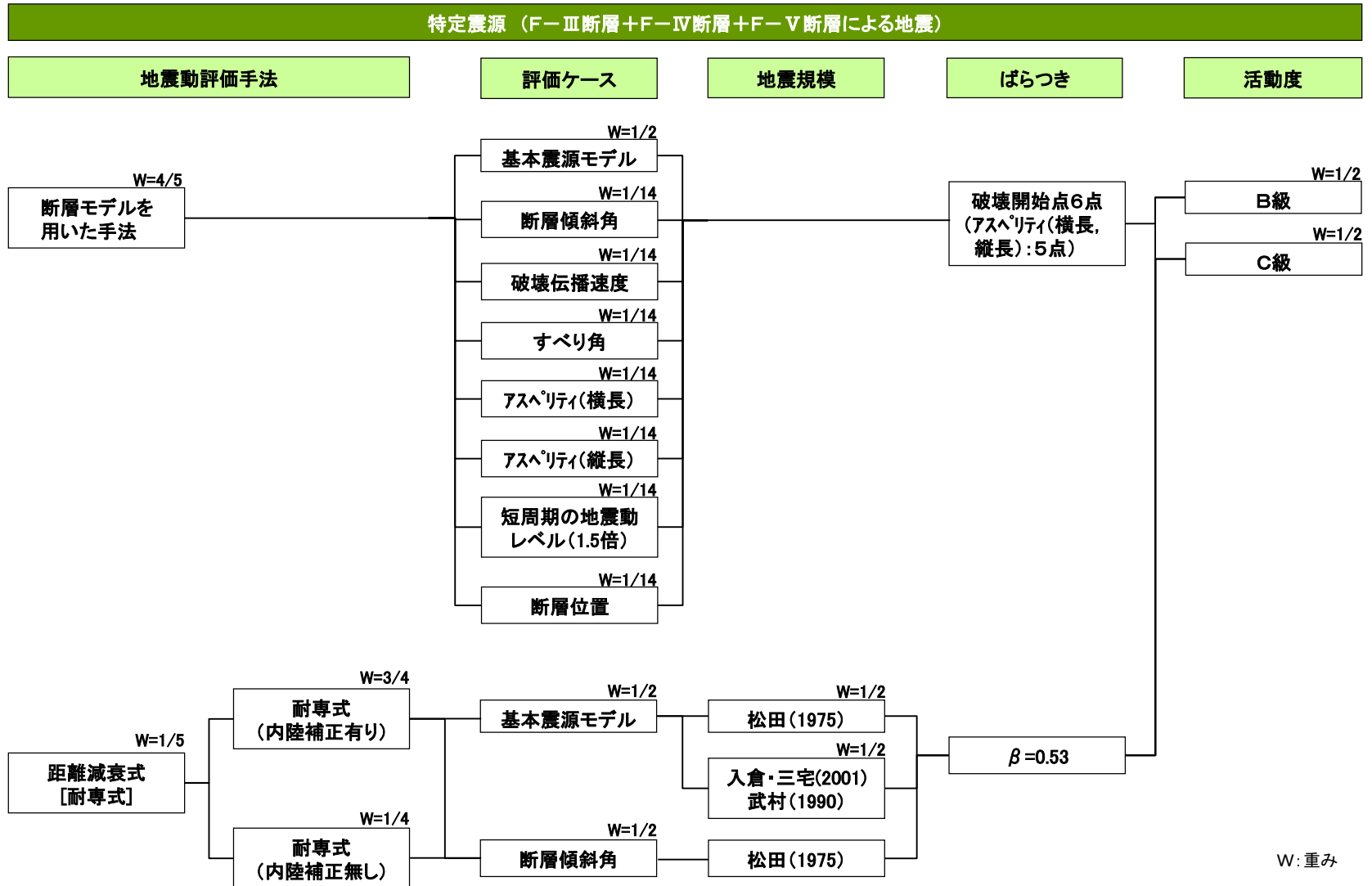


W: 重み

※ アスペリティ位置の不確かさについては、感度解析を行った結果、その不確かさを考慮した場合と考慮しない場合の宍道断層による地震の平均ハザード曲線は同程度であり、地震ハザード評価に大きな影響を及ぼさないことから、ロジックツリーの分岐として考慮しない。(74~76ページ参照。)

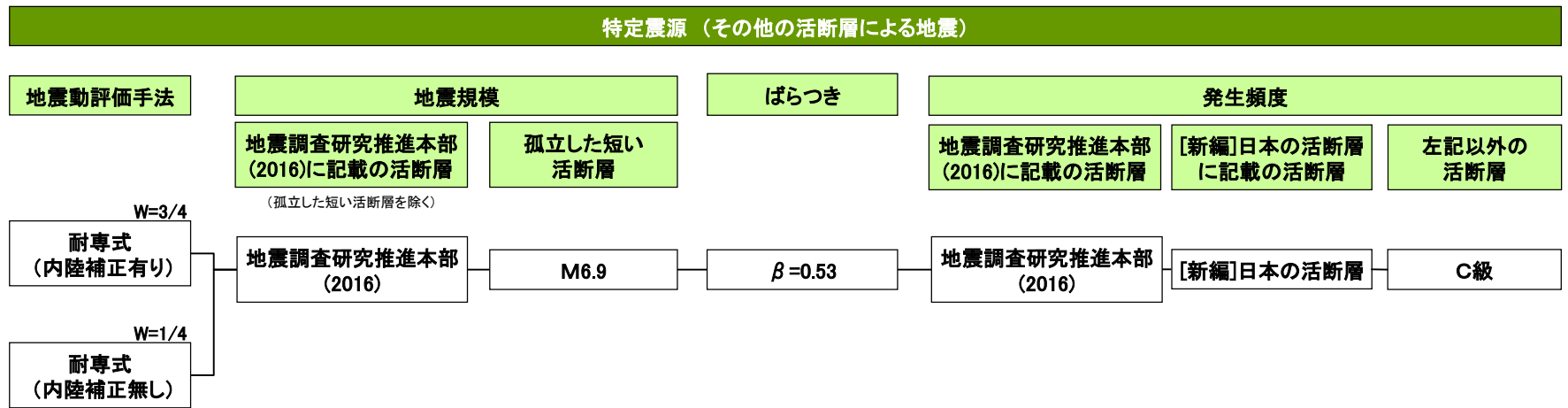
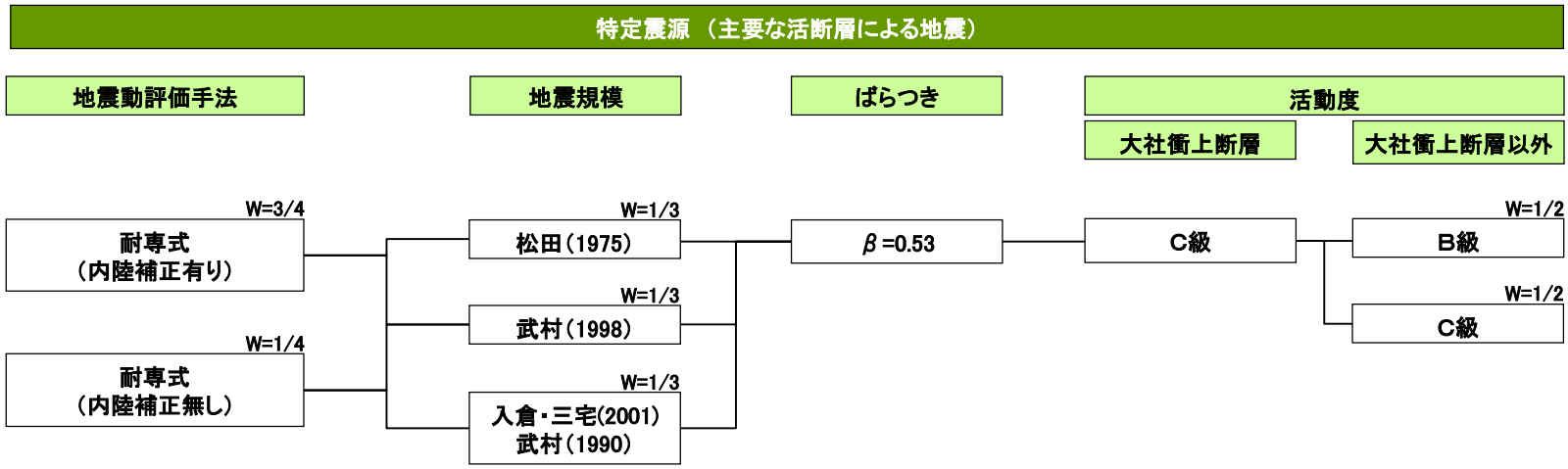
F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震のロジックツリーを以下に示す。



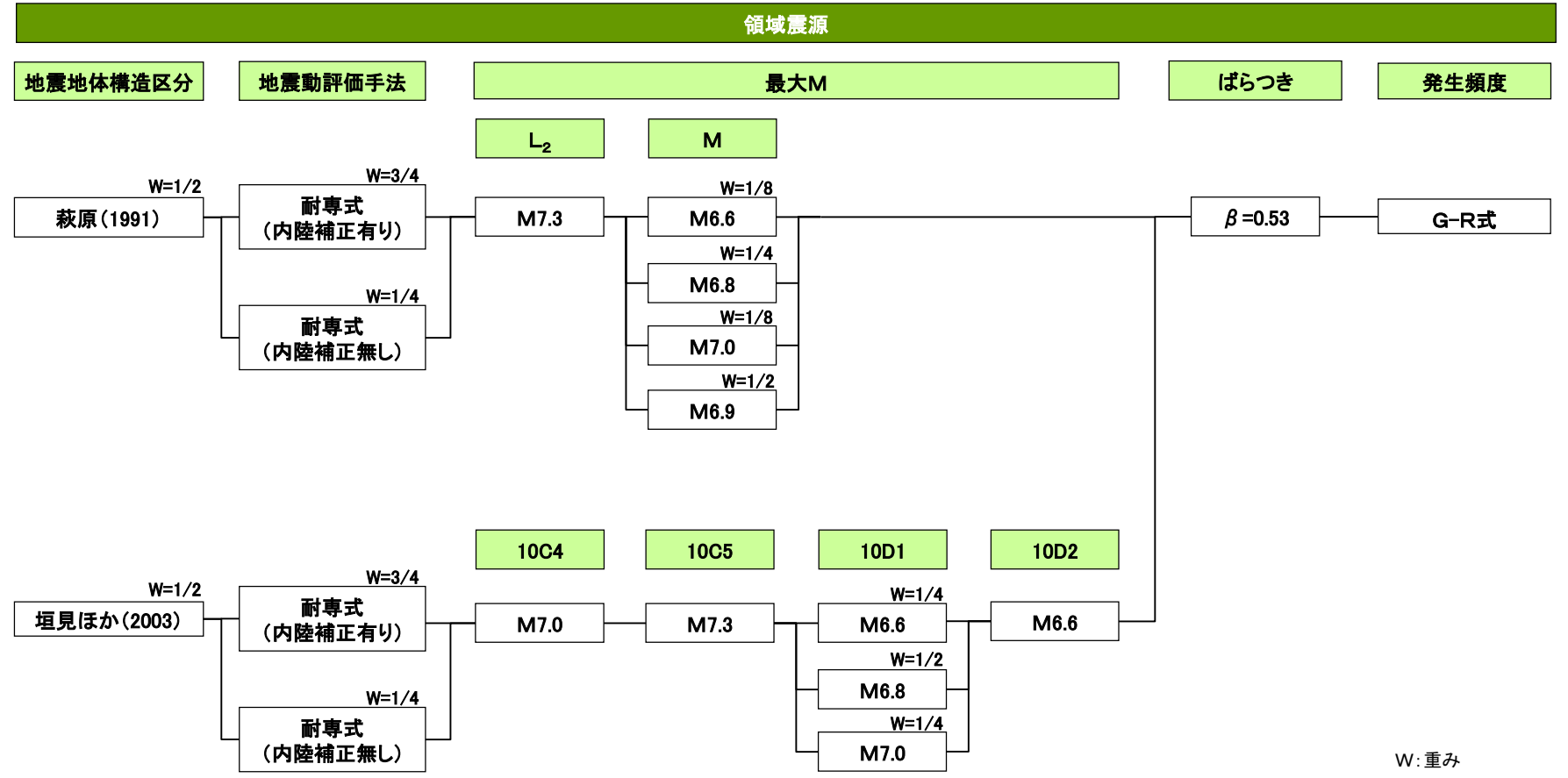
特定震源：主要な活断層による地震, その他の活断層による地震

- 主要な活断層及びその他の活断層による地震のロジックツリーを以下に示す。



領域震源

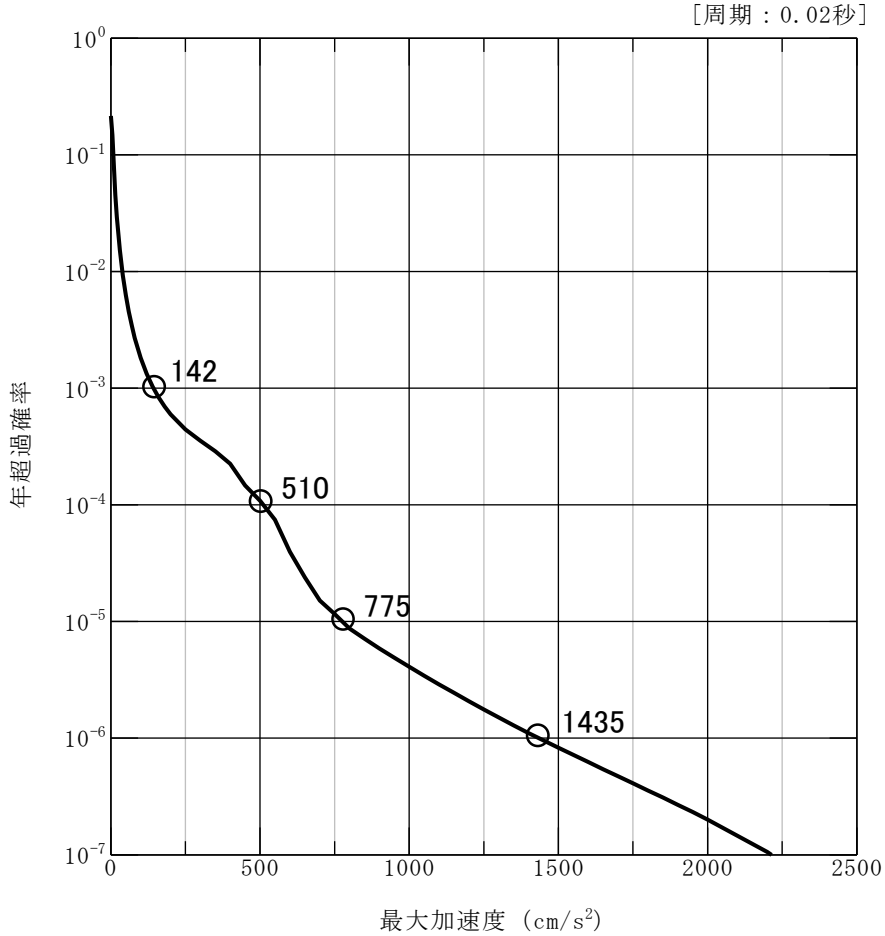
■ 領域震源のロジックツリーを以下に示す。



平均ハザード曲線

■ ロジックツリーに基づき、以下の平均ハザード曲線を評価した。

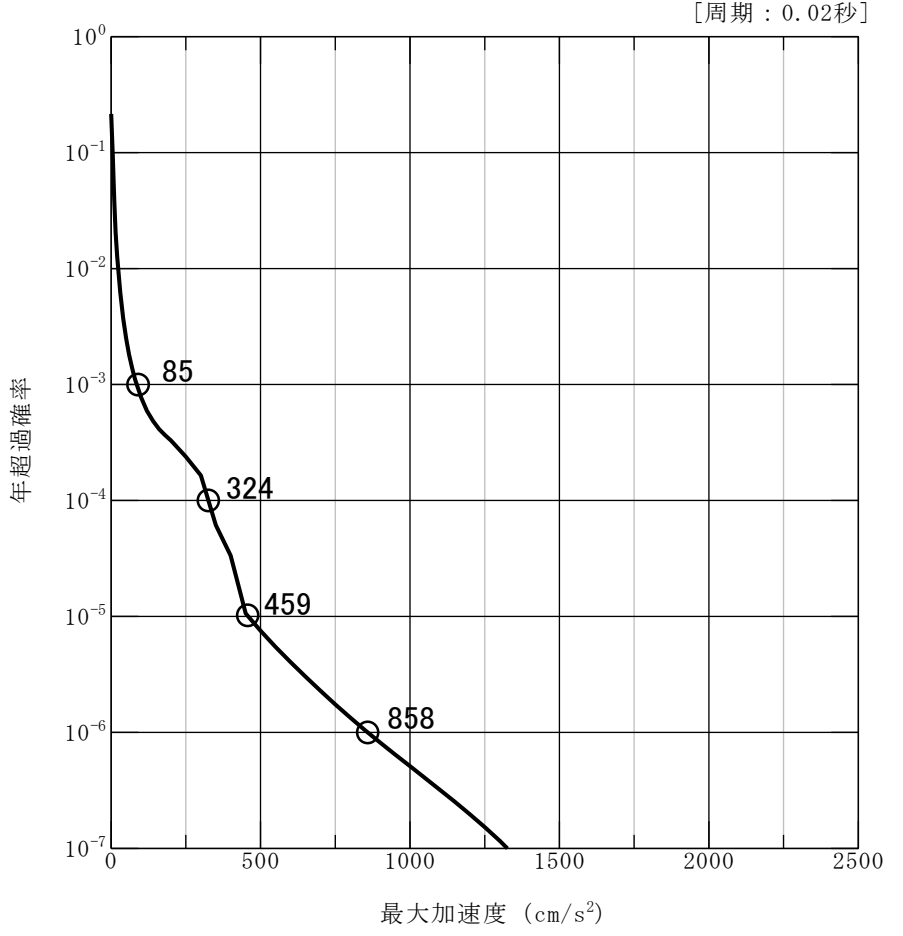
— 平均ハザード曲線



最大加速度 (cm/s²)

水平方向

— 平均ハザード曲線



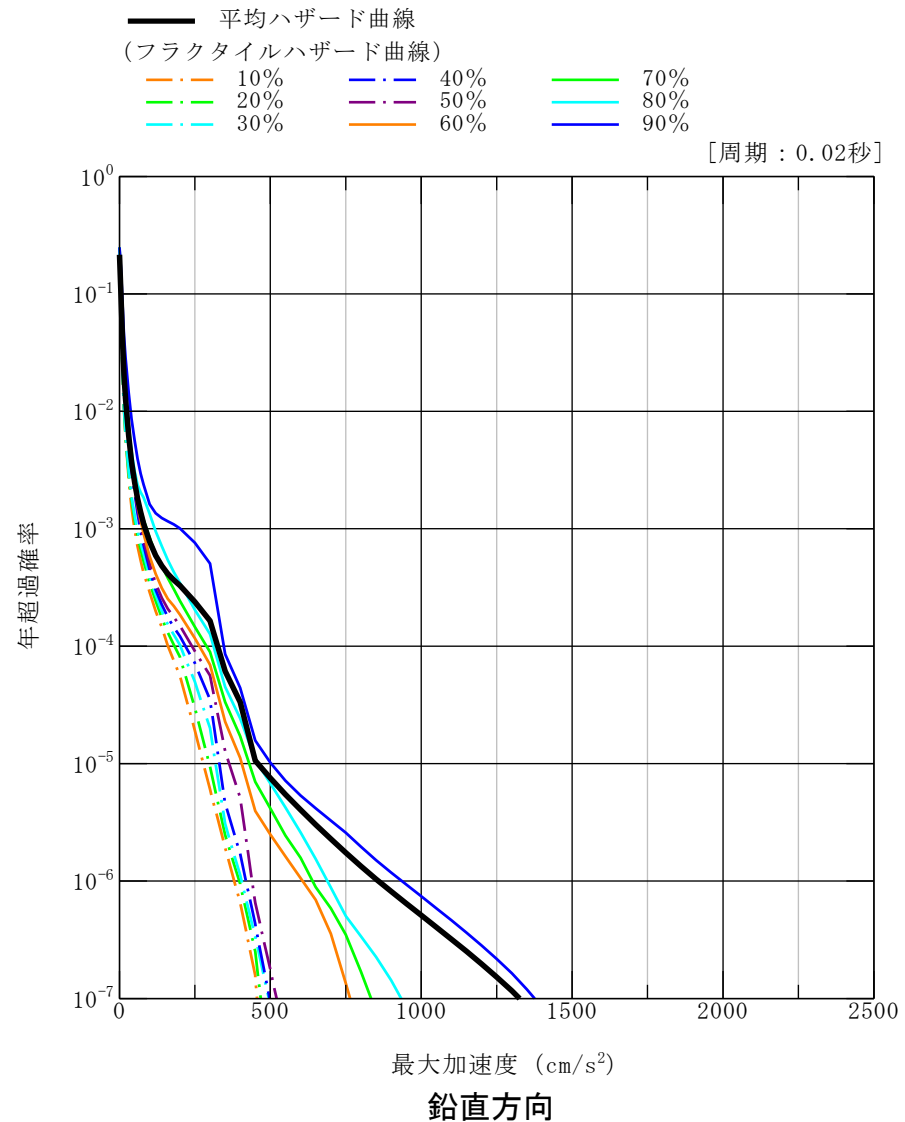
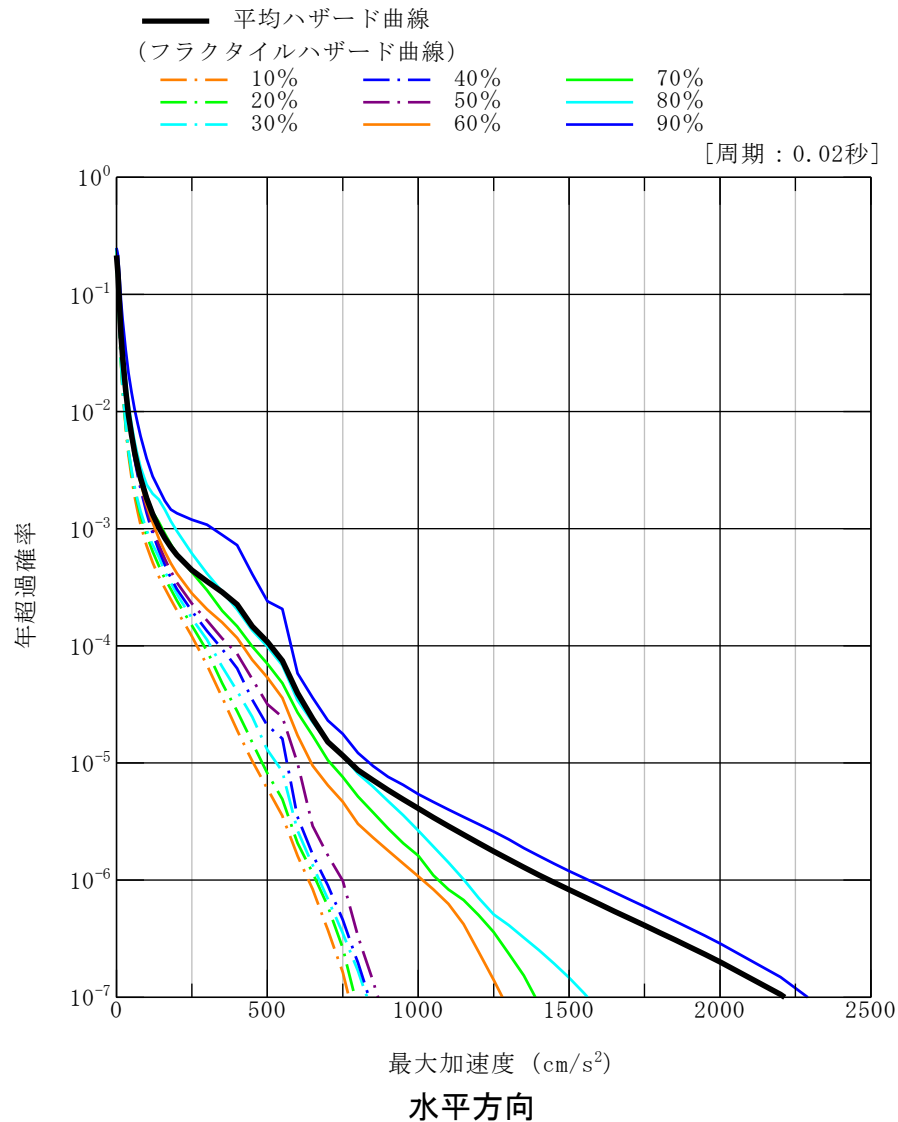
最大加速度 (cm/s²)

鉛直方向

平均ハザード曲線

フラクタイルハザード曲線

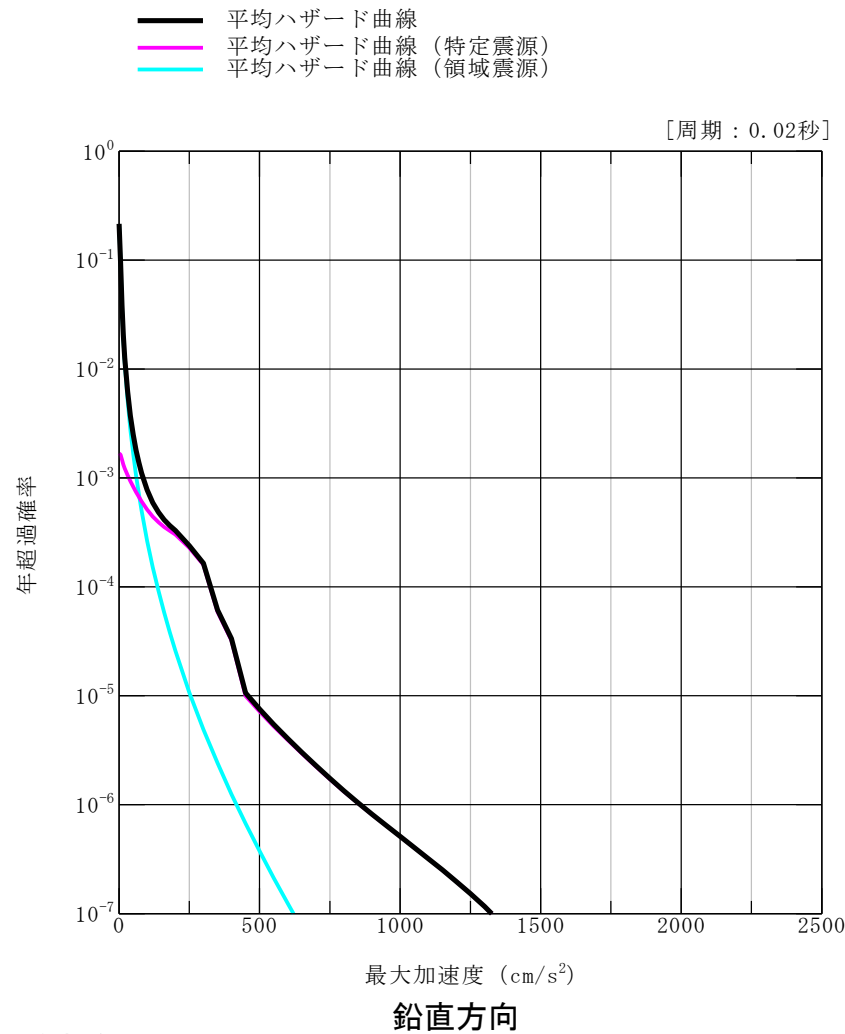
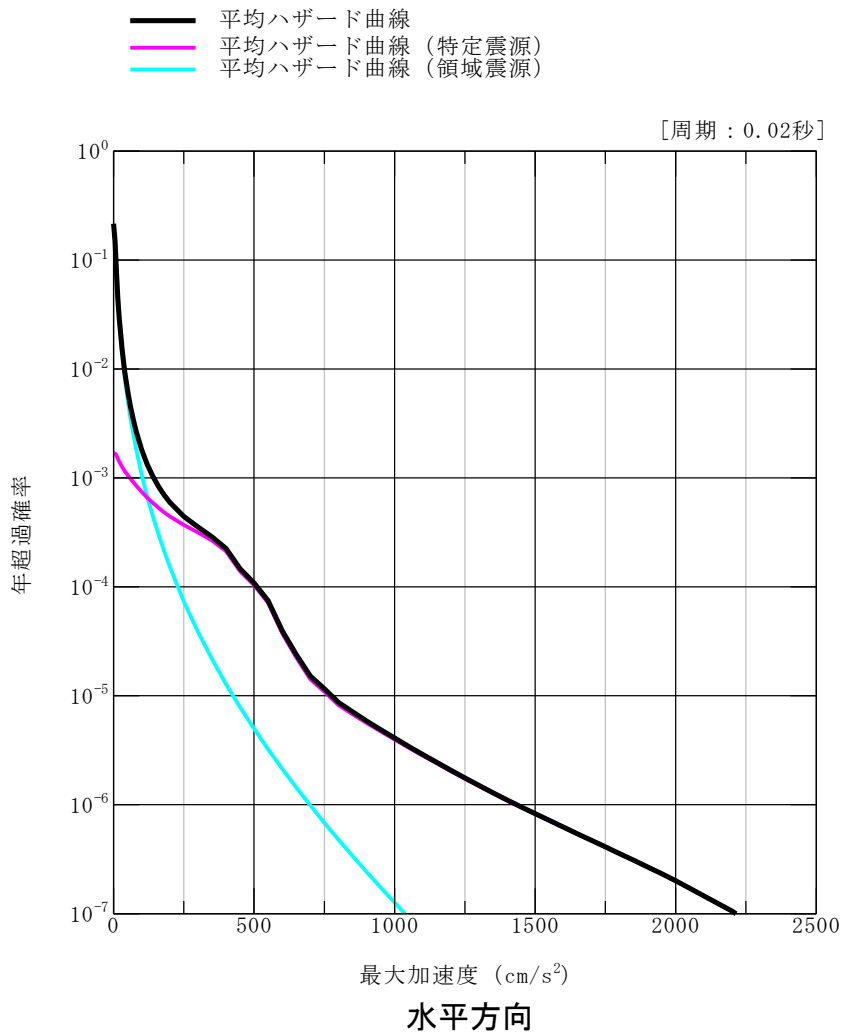
■ ロジックツリーに基づき、以下のフラクタイルハザード曲線を評価した。



フラクタイルハザード曲線

震源別ハザード曲線

■ 特定震源と領域震源の震源別のハザード曲線を比較すると、年超過確率が 10^{-4} 程度より低い範囲では特定震源の影響が大きい。



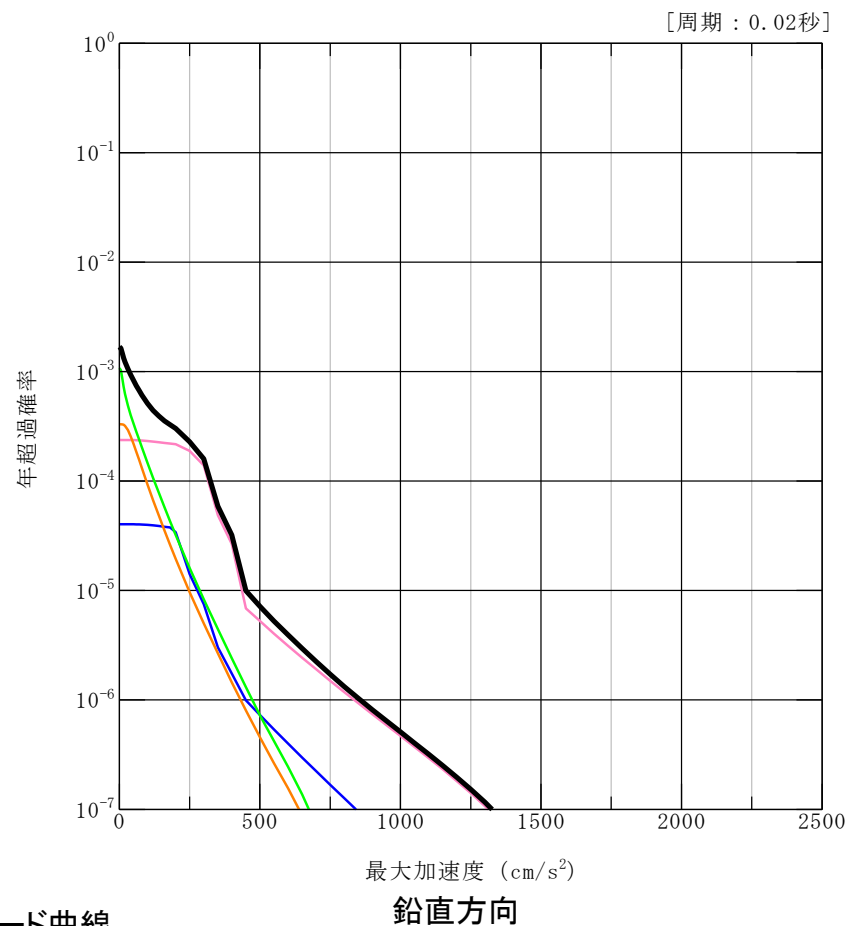
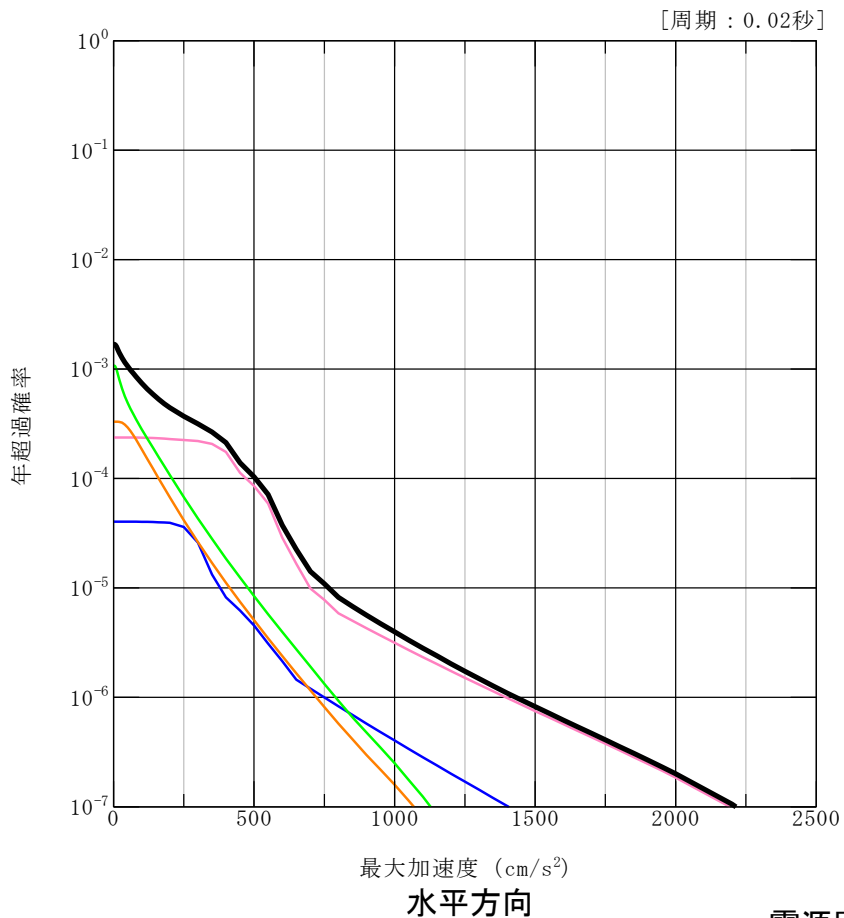
震源別ハザード曲線

特定震源の震源別ハザード曲線

■ 特定震源の各震源別のハザード曲線を比較すると、宍道断層による地震の影響が大きい。

- 平均ハザード曲線（特定震源）
- 宍道断層による地震
- F-III断層 + F-IV断層 + F-V断層による地震
- 主要な活断層による地震
- その他の活断層による地震

- 平均ハザード曲線（特定震源）
- 宍道断層による地震
- F-III断層 + F-IV断層 + F-V断層による地震
- 主要な活断層による地震
- その他の活断層による地震



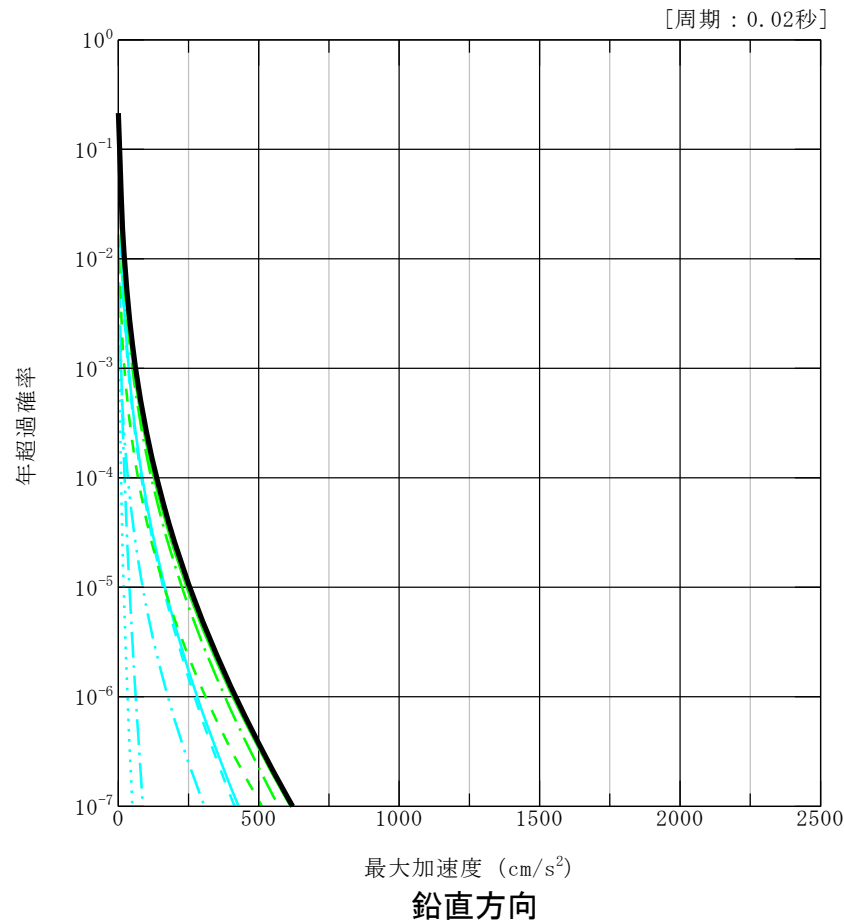
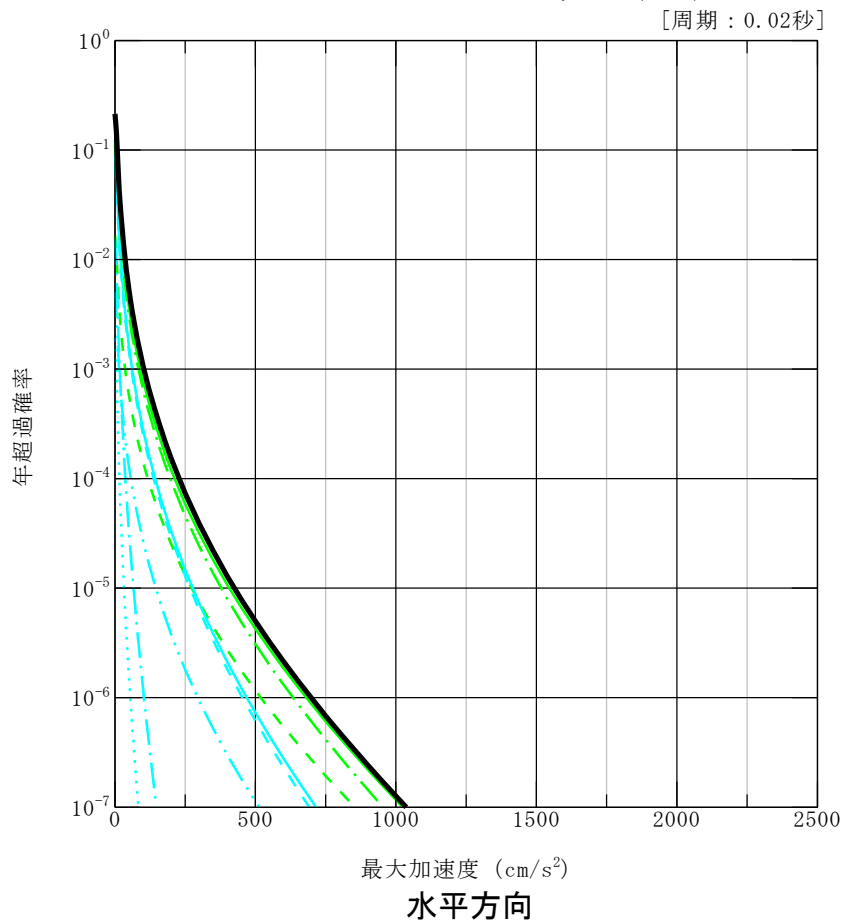
震源別ハザード曲線

領域震源の領域別ハザード曲線

■ 領域震源の領域別のハザード曲線を比較すると、萩原(1991)におけるL₂領域の影響が大きい。

- 平均ハザード曲線 (領域震源)
- 萩原(1991)全体
- - 萩原(1991) L₂
- - 萩原(1991) M
- 垣見ほか(2003)全体
- - 垣見ほか(2003)10C4
- - 垣見ほか(2003)10C5
- ... 垣見ほか(2003)10D1
- ... 垣見ほか(2003)10D2

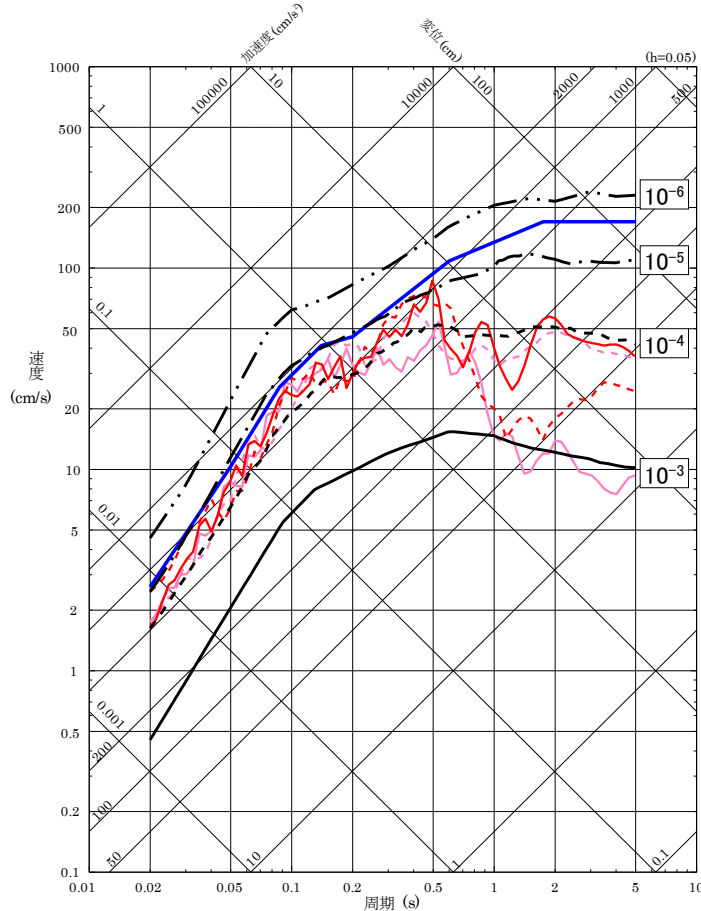
- 平均ハザード曲線 (領域震源)
- 萩原(1991)全体
- - 萩原(1991) L₂
- - 萩原(1991) M
- 垣見ほか(2003)全体
- - 垣見ほか(2003)10C4
- - 垣見ほか(2003)10C5
- ... 垣見ほか(2003)10D1
- ... 垣見ほか(2003)10D2



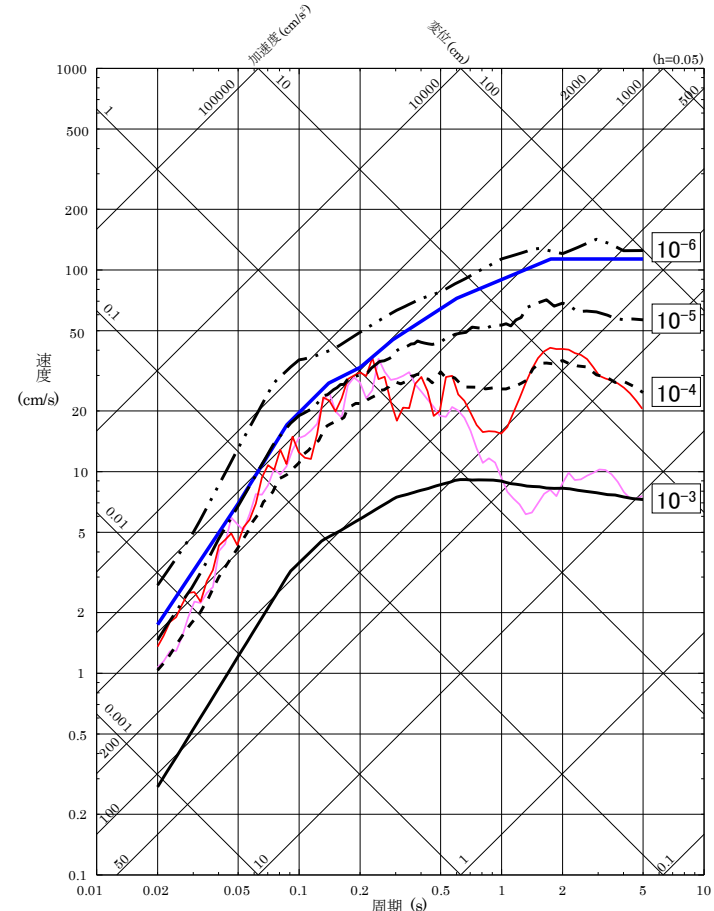
領域別ハザード曲線

一様ハザードスペクトルと基準地震動S_sの比較

- 一様ハザードスペクトルと基準地震動S_sの応答スペクトルを比較すると、基準地震動S_s-Dの年超過確率は、周期0.2秒より短周期側では $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度、それより長周期側では $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度である。また、基準地震動S_s-F1及びS_s-F2は基準地震動S_s-Dに包絡されており、それらの年超過確率は周期0.5秒より短周期側では $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度、それより長周期側では $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 程度である。



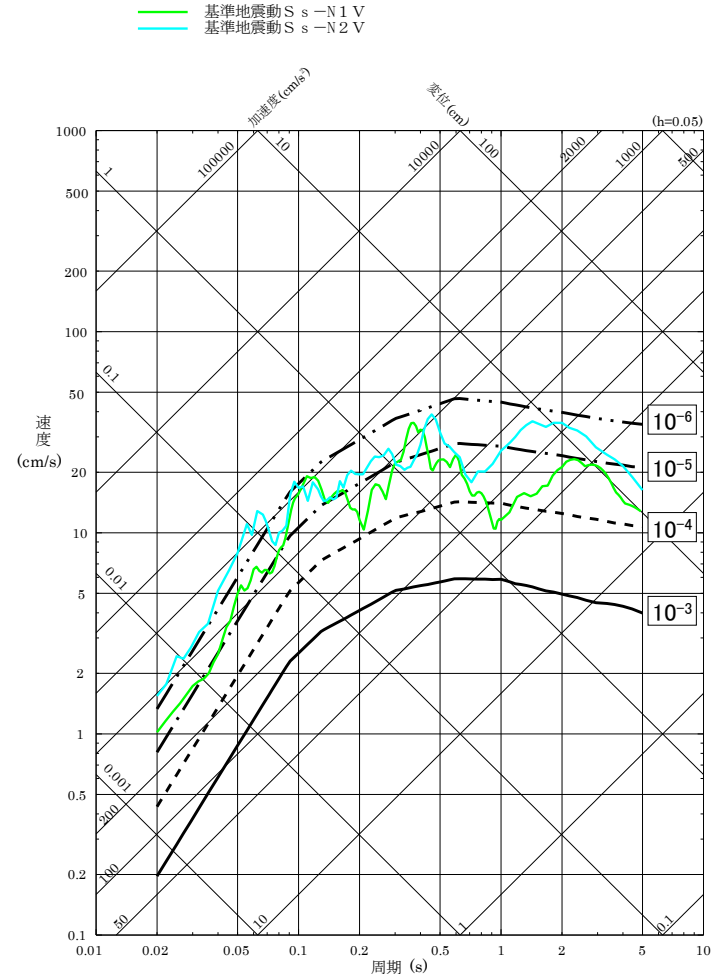
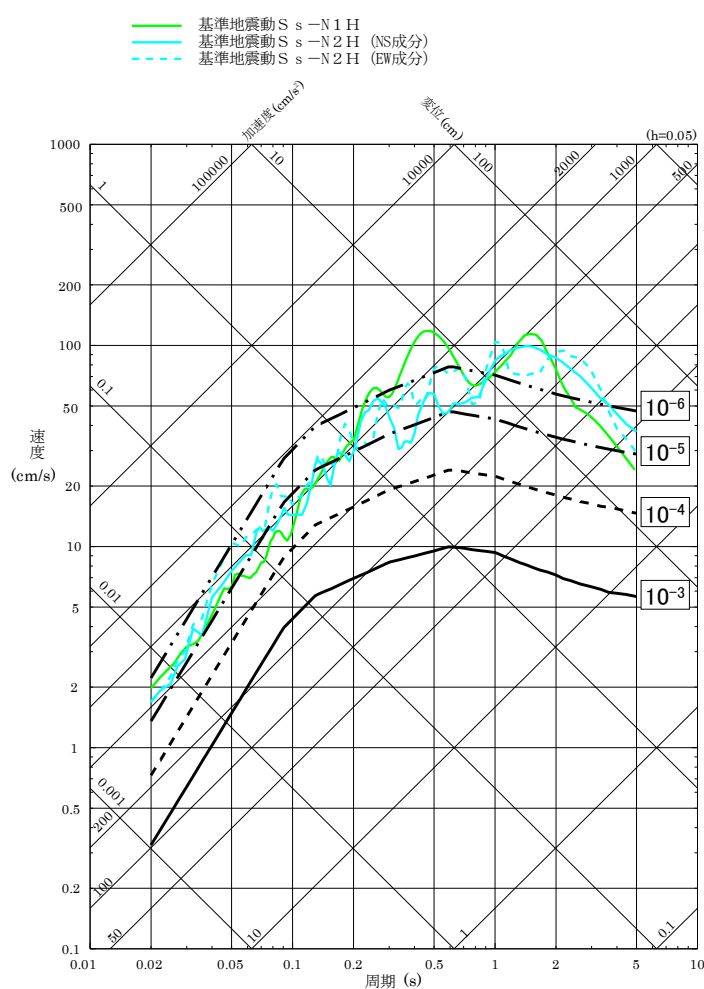
水平方向



鉛直方向

一様ハザードスペクトルと基準地震動 S_s-N の比較

■ 領域震源のみの一様ハザードスペクトルと「震源を特定せず策定する地震動」による基準地震動 S_s-N1 及び S_s-N2 の応答スペクトルを比較すると、基準地震動 S_s-N1 及び S_s-N2 の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度である。



水平方向

鉛直方向

基準地震動 S_s-N 及び領域震源の一様ハザードスペクトル

島根原子力発電所
基準地震動の策定について
(補足説明資料)(抜粋)

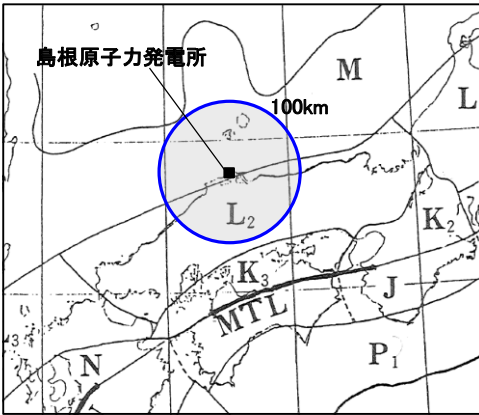
令和3年6月18日

6. 基準地震動の年超過確率の参照

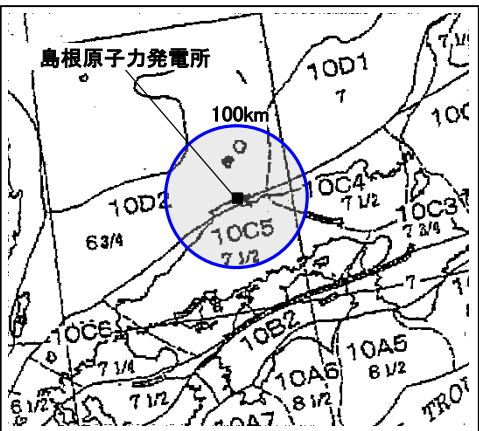
地震データ更新の影響(領域震源の諸元)

- 最新の地震データ(～2019年8月)を用いた場合の領域震源の諸元を以下に示す。
- 各領域において最大Mの値は変わらないが、萩原(1991)のL₂領域, 垣見ほか(2003)の10C4, 10C5領域においてb値が若干変化する。

領域震源の諸元の比較



萩原(1991)の領域区分



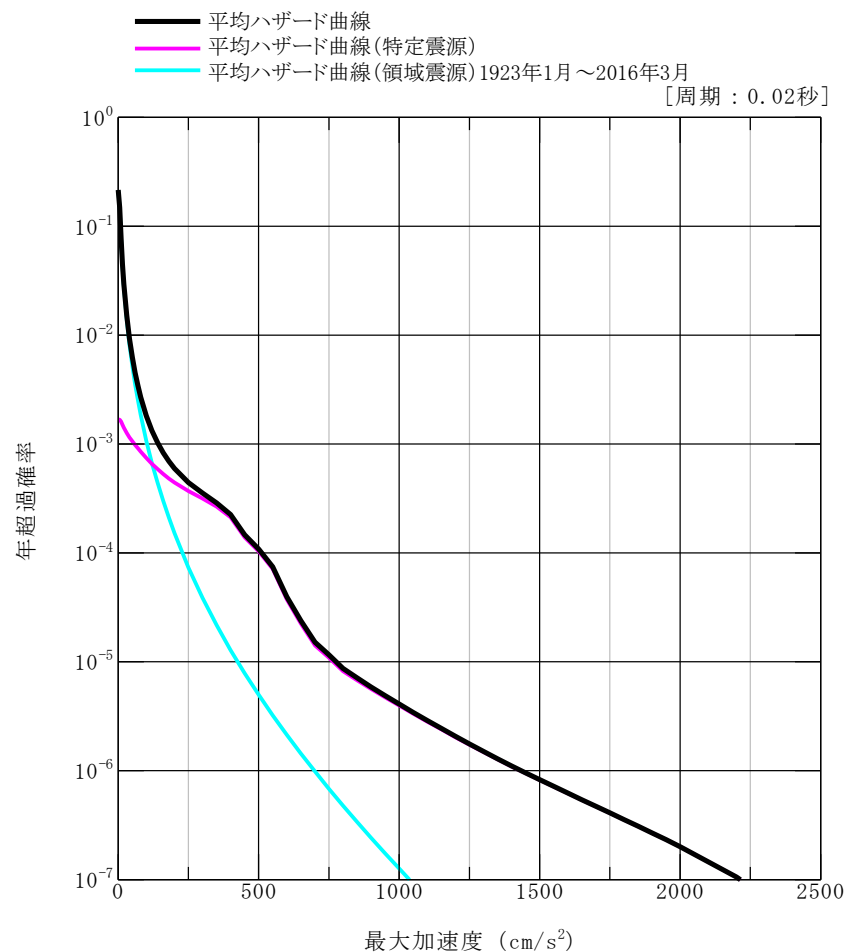
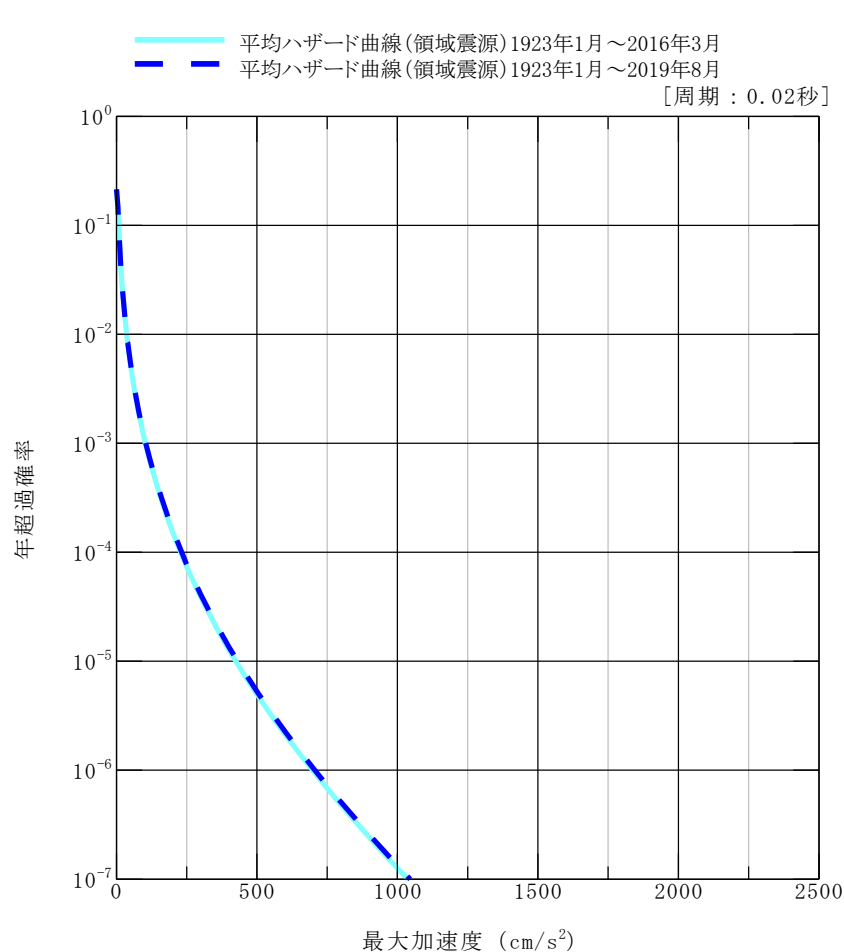
垣見ほか(2003)の領域区分

文献	対象領域	対象期間:1923年1月～2016年3月		対象期間:1923年1月～2019年8月	
		最大M	b値	最大M	b値
萩原(1991)	L ₂	7.3	0.872	7.3	0.845
	M	6.6, 6.8, 7.0	0.811	6.6, 6.8, 7.0	0.811
6.9		6.9			
垣見ほか(2003)	10C4	7.0	0.701	7.0	0.686
	10C5	7.3	1.002	7.3	0.990
	10D1	6.6, 6.8, 7.0	0.824	6.6, 6.8, 7.0	0.824
	10D2	6.6	1.448	6.6	1.448

赤字:地震データ更新に伴い変化が生じた数値

地震データ更新の影響(領域震源の地震ハザード評価)

- 最新の地震データ(～2019年8月)を用いた場合の領域震源の地震ハザード評価結果を左図に示す。最新の地震データ(～2019年8月)を用いた領域震源のハザード曲線は、年超過確率が 10^{-3} ～ 10^{-4} より高い範囲において2016年3月までのデータを用いたハザード曲線とほぼ一致する。
- また、右図に示す通り特定震源と領域震源の震源別のハザード曲線を比較すると、年超過確率が 10^{-4} 程度より低い範囲では特定震源の影響が大きい。
- 以上の結果から、地震データの更新が全体のハザード曲線に与える影響はないと判断した。

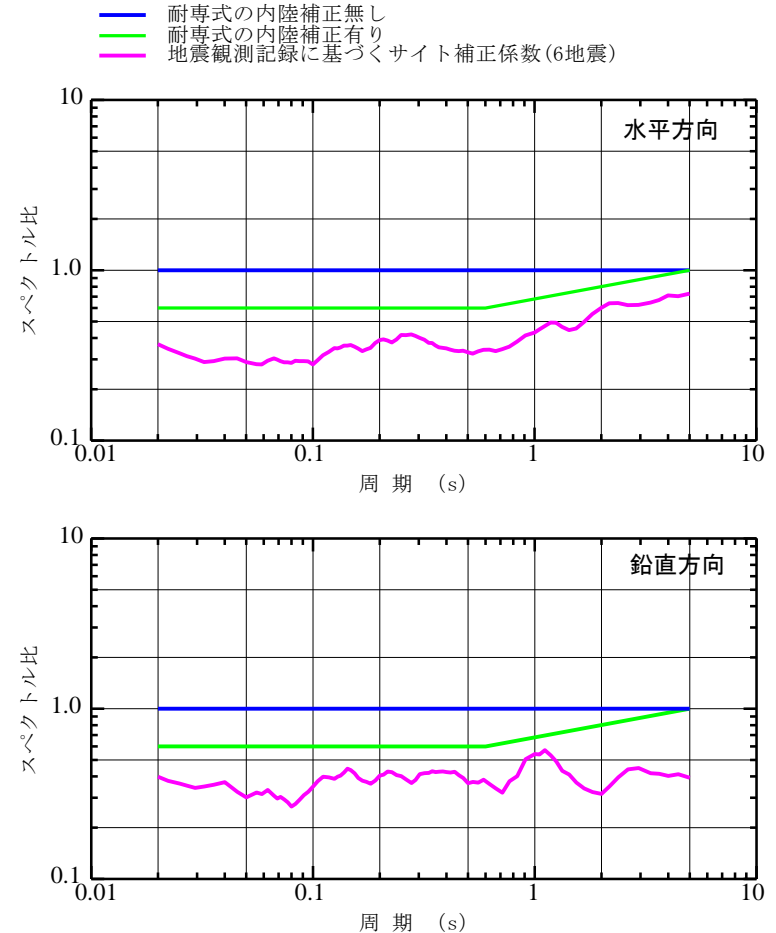


耐専式における内陸補正の有無の重みの設定 1/2

- 島根原子力発電所の敷地地盤で得られた耐専式のデータベース範囲内の地震観測記録に基づき評価したサイト補正係数[観測記録／耐専式(補正なし)の平均]と、耐専式の内陸補正係数を比較すると、サイト補正係数がかなり下回っている。

サイト補正係数の算定に用いた地震

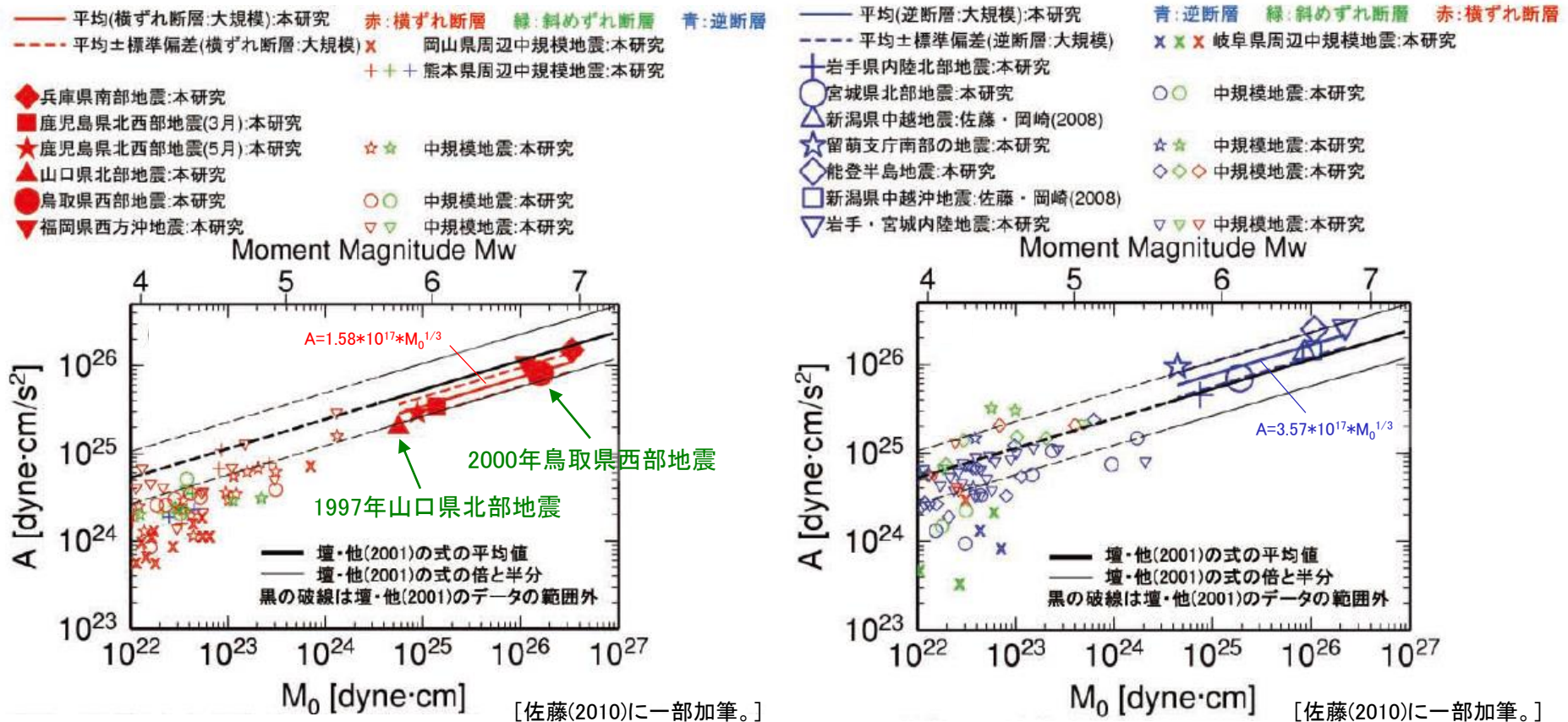
No.	地震 (年月日)	マグニ チュード	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)
1	2000年鳥取県 西部地震 (2000.10.6)	7.3	9	43.2
2	鳥取県西部の 地震 (2000.10.8)	5.6	7	45.8
3	兵庫県北部の 地震 (2001.1.12)	5.6	11	135.6
4	鳥取県東部の 地震 (2002.9.16)	5.5	10	69.8
5	鳥取県中部の 地震 (2016.10.21)	6.6	11	79.9
6	島根県西部の 地震 (2018.4.9)	6.1	12	54.0



地震観測記録に基づくサイト補正係数と内陸補正係数の比較

耐専式における内陸補正の有無の重みの設定 2/2

■ 佐藤(2010)におけるスペクトルインバージョン解析に基づく地震モーメントと短周期レベルの関係によると、中国地方で発生した横ずれ断層の1997年山口県北部地震及び2000年鳥取県西部地震等(下図(a)参照)の短周期レベルは、逆断層の新潟県中越沖地震(下図(b)参照)の短周期レベルに比べてかなり小さい傾向である。



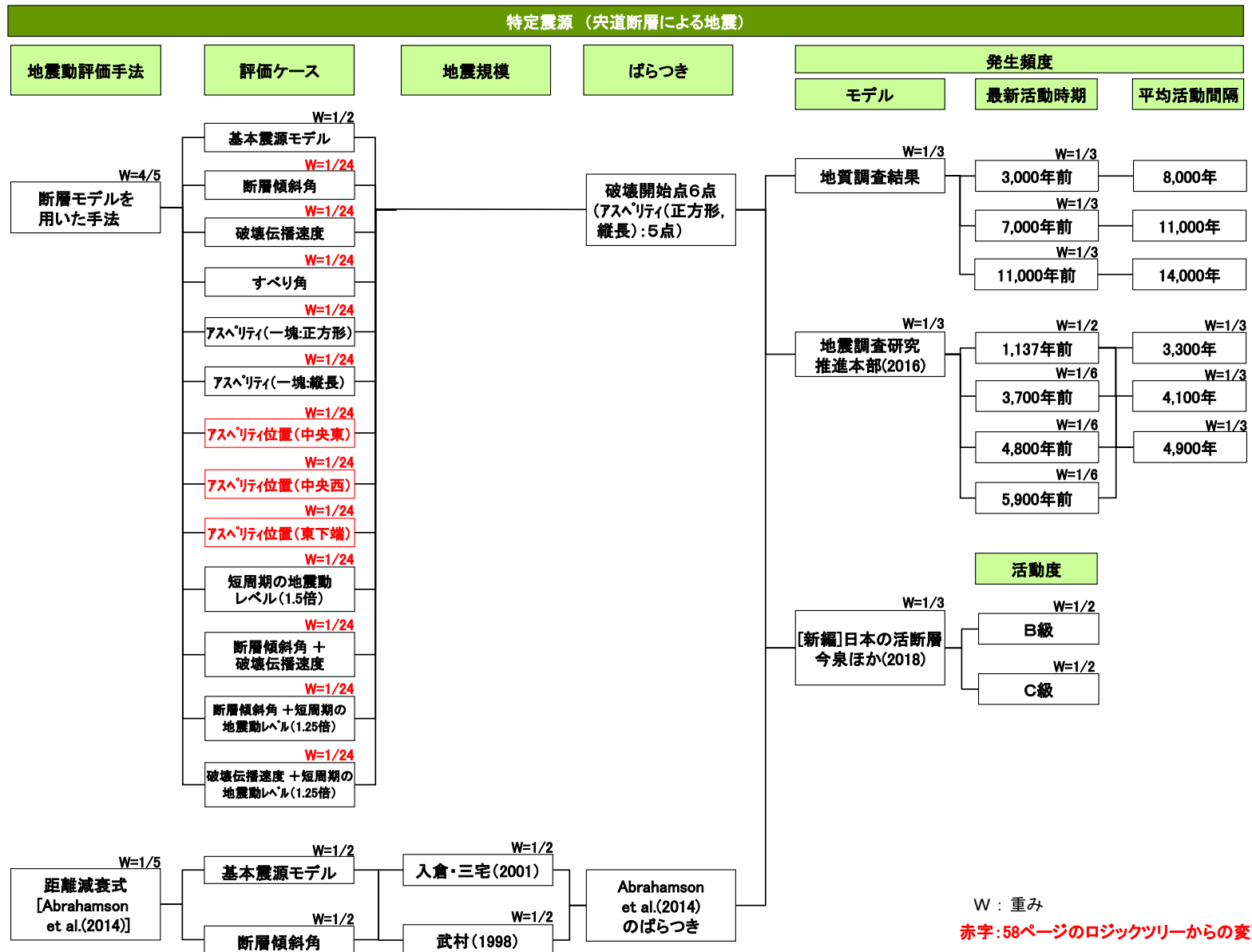
(a) 横ずれ断層の大規模地殻内地震とその周辺の地震

(b) 逆断層の大規模地殻内地震とその周辺の地震

スペクトルインバージョンに基づく内陸地殻内地震の短周期レベルと地震モーメントの関係

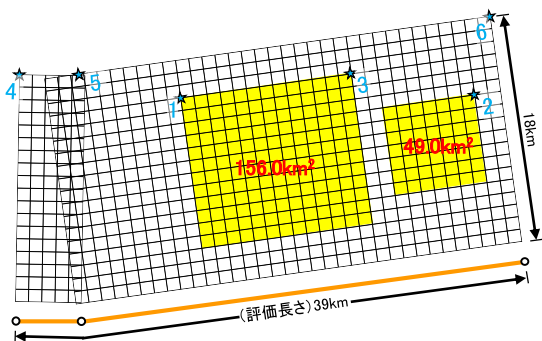
突道断層による地震のアスペリティ位置の不確かさの感度解析 1/3

■ 突道断層による地震のアスペリティ位置の不確かさの感度解析ケースのロジックツリーを以下に示す。

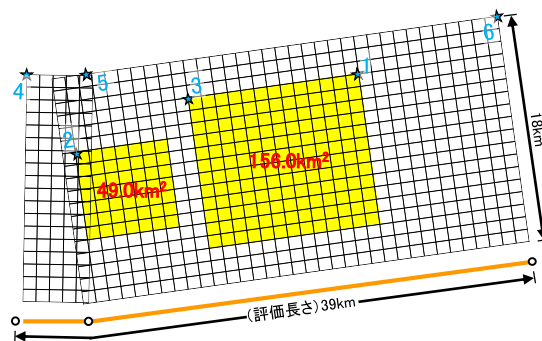


宍道断層による地震のアスペリティ位置の不確かさの感度解析 2/3

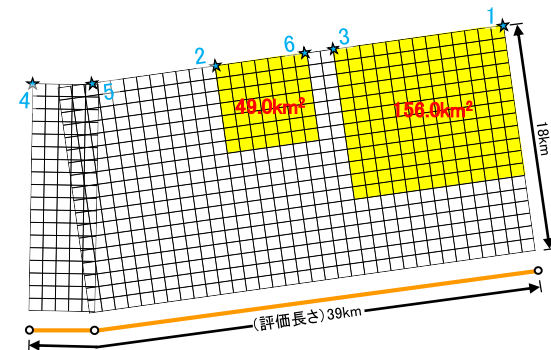
■ 宍道断層による地震のアスペリティ位置の不確かさを考慮したケースの断層モデル図を以下に示す。



アスペリティ位置の不確かさ(中央東)を考慮したケース
[第一アスペリティを断層中央に配置し、第二アスペリティをその東側に配置]



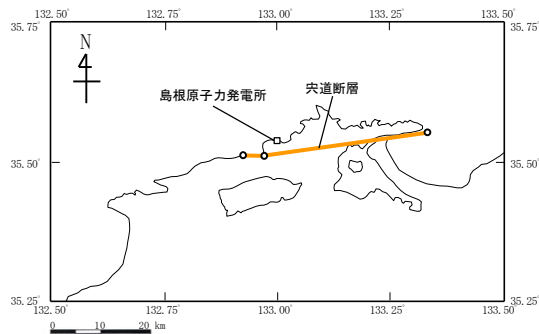
アスペリティ位置の不確かさ(中央西)を考慮したケース
[第一アスペリティを断層中央に配置し、第二アスペリティをその西側に配置]



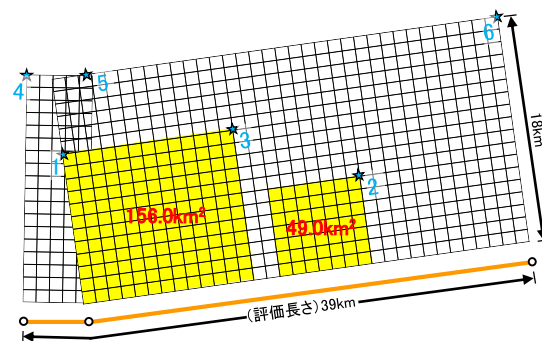
アスペリティ位置の不確かさ(東下端)を考慮したケース
[第一アスペリティを断層東下端に配置し、第二アスペリティをその西側に配置]

★ : 破壊開始点
■ : アスペリティ

※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化



断層位置図

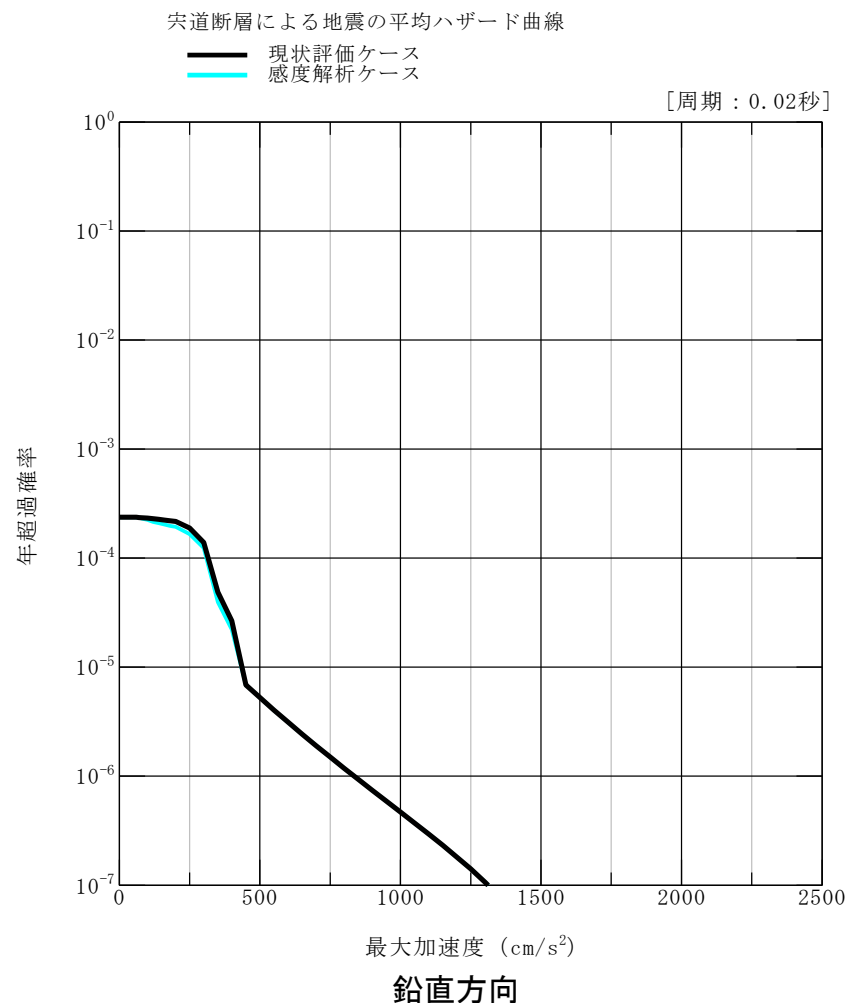
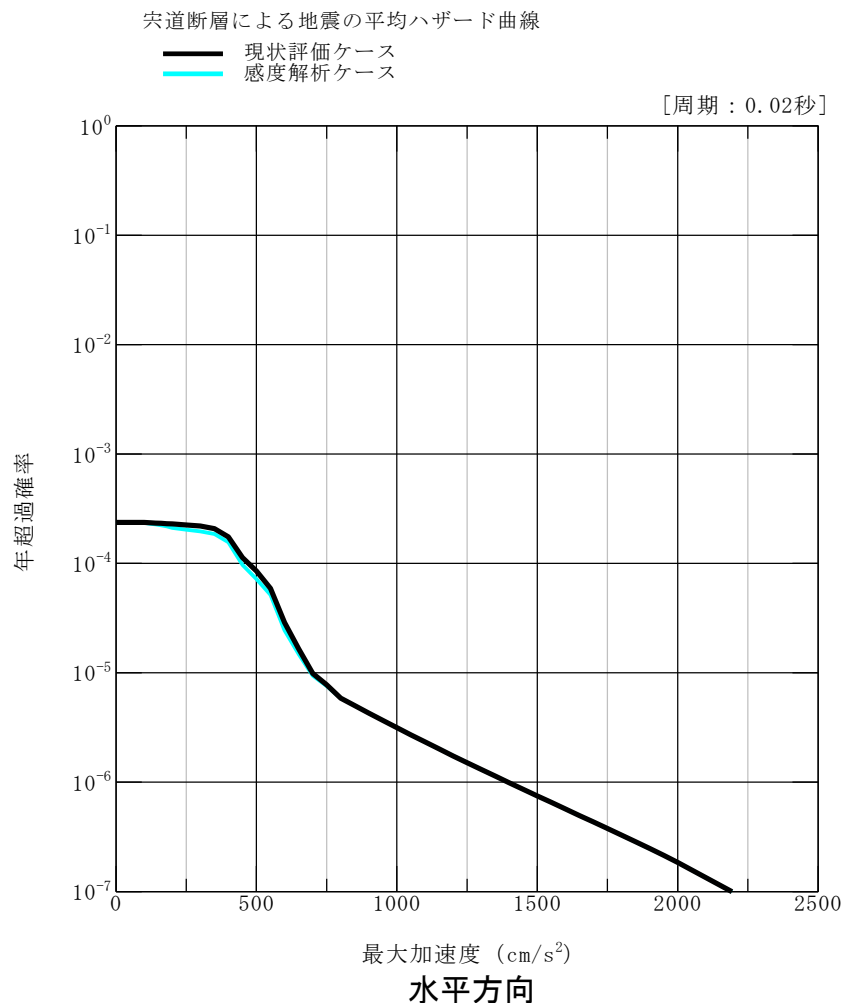


(参考) 基本震源モデル

アスペリティ位置の不確かさを考慮したケースの断層モデル図及び断層位置図

宍道断層による地震のアスペリティ位置の不確かさの感度解析 3/3

- 宍道断層による地震のアスペリティ位置の不確かさの感度解析ケースと現状評価ケース(58ページ)について平均ハザード曲線を比較すると、両ケースのレベルは同程度である。
- 以上より、アスペリティ位置の不確かさについては、感度解析を行った結果、地震ハザード評価に大きな影響を及ぼすものではないことを確認した。



宍道断層による地震の平均ハザード曲線

参考文献

1. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2022):日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版) —九州地域・中国地域北方沖—
2. 日本原子力学会(2015):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:2015
3. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017):「全国地震動予測地図2017年版」
4. 片尾浩・吉井弘治(2002):緊急観測によって得られた鳥取県西部地震直後の余震分布, 地震, 第2輯, 第54巻, pp.581-585
5. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2016):中国地域の活断層の長期評価(第一版)
6. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層分布図と資料, 東京大学出版会
7. 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高編(2018):活断層詳細デジタルマップ[新編], 東京大学出版会
8. 独立行政法人防災科学技術研究所:広帯域地震観測網(F-NET), <http://www.fnet.bosai.go.jp/top.php>
9. 萩原尊禮編(1991):日本列島の地震地震工学と地震地体構造, 鹿島出版会
10. 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003):日本列島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震第2輯, 第55巻, pp.389-406
11. 気象庁:地震年報2012年, 地震月報(カタログ編), <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/index.html>
12. Noda, S.・K. Yashiro・K. Takahashi・M. Takemura・S. Ohno・M. Tohdo・T. Watanabe(2002):RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations Between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct.16-18 Istanbul,pp.399-408
13. Abrahamson, N. A.・W. J. Silva・R. Kamai(2014): Summary of the ASK14 ground motion relation for active crustal regions, Earthquake Spectra Vol.30, No.3, pp.1025-1055a
14. 原子力規制委員会(2013):基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド
15. 日本原子力学会(2007):日本原子力学会標準, 原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準:2007
16. 入倉孝次郎・三宅弘恵(2001):シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, Vol.110, No.6, pp.849-875
17. 武村雅之(1998):日本列島における地殻内地震のスケーリング則地震断層の影響および地震被害との関連, 地震第2輯, 第51巻, pp.211-228
18. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2020):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
19. 渡辺満久・中田高・奥村晃史・熊原康博・後藤秀昭・隈元崇・今泉俊文・徳岡隆夫・吹田歩(2006):鹿島断層(島根半島)東部におけるトレンチ調査, 日本地震学会秋季大会講演予稿集, pp.50
20. 松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震, 第2輯, 第28巻, pp.269-283
21. 奥村俊彦・石川裕(1998):活断層の活動度から推定される平均変位速度に関する検討, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集, 第1部(B), pp.554-555
22. 武村雅之(1990):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, 地震, 第2輯, 第43巻, pp.257-265
23. Abrahamson, N. A.・W. J. Silva(1997): Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes, Seismological Research Letters, Vol.68, No.1, pp.94-127
24. 佐藤智美(2010):逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則, 日本建築学会構造系論文集, 第75巻, 第651号, pp.923-932