

大間原子力発電所審査資料	
資料番号	OM1-CA183-R00
提出年月日	2022年12月8日

大間原子力発電所

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について

(コメント回答 その3)

(隆起再現断層による地震の地震動評価の方針)

2022年12月

電源開発株式会社

大間原子力発電所

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち

内陸地殻内地震について

(コメント回答その3)

(隆起再現断層による地震の地震動評価の方針)

2022年12月8日

電源開発株式会社

○「第615回審査会合」及び「第646回審査会合」での資料の誤りに関わる対応を踏まえ、本資料にて過去の審査会合資料を引用する際の注記を下記のとおりとする。

・右上の注記

再掲：過去の審査会合資料を、そのまま引用する場合

一部修正：過去の審査会合資料の内容を、一部修正する場合

誤りを修正：過去の審査会合資料の誤りを、正しい記載とする場合


・左下の注記

修正した誤りの内容を記載（誤りの修正がある場合）

○「大間原子力発電所 設置変更許可申請書添付書類六「5. 地震」における記載の誤りの原因と再発防止対策について（第983回審査会合 資料2-1）」にて説明した誤りに該当する記載がある場合、該当ページの左下に、該当する誤りの項目①～⑤を注記する。

指摘事項

- 本資料では、内陸地殻内地震のうち、隆起再現断層による地震の評価に係る下表の指摘事項について回答する。

 本資料でご説明

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所	関連した修正箇所
S4-9	隆起再現断層による地震	第1013回会合 (2021.11.5)	隆起再現断層の隆起域再現性評価の地殻変動計算に、Okada(1992)の方法を用いているが、Mansinha and Smylie等の知見を用いた事例もある。手法の違いによる地殻変動量の差異の有無、及び地震に伴う地殻変動を説明するために行われた数値シミュレーションの事例を説明すること。	次回以降説明予定	—
S4-10	隆起再現断層による地震	第1013回会合 (2021.11.5)	隆起再現断層の震源モデルの設定について、地質的に設定した地表トレース3条、補間的に設定した地表トレース2条に対して、例えば断層位置、傾斜角、アスペリティ位置といったパラメータが隆起再現性に及ぼす影響度や傾向を分析して図示するなど、隆起が説明できる領域について、代表性・網羅性の観点から妥当性を説明すること。	P.26, P.27 [※]	—
S4-11	隆起再現断層による地震	第1013回会合 (2021.11.5)	隆起再現断層の隆起域再現性の評価基準に関して、「規模・配置の再現性」の評価基準1と、「隆起速度分布の再現性」の評価基準2に対する重み付けの考え方、評価基準の閾値の考え方を説明すること。		
S4-12	隆起再現断層による地震	第1013回会合 (2021.11.5)	今回提示された隆起再現断層の地震動評価結果に関して、西部断層のアスペリティと東部断層のアスペリティの敷地における地震動評価に対する寄与率を提示すること。	次回以降説明予定	—

※：該当するページで回答する考え方については、P.(4)を参照のこと。

隆起再現断層による地震の第1013回審査会合からの主な変更点

隆起再現断層による地震に係る主な変更点(1/2)

【地震動評価の実施手順の変更】

○第1013回審査会合(2021年11月5日)

- 地震動評価の実施手順として、地形発達過程の再現性を判定した上で、基本ケースの震源モデルを選定した。
 - 審査ガイドに示される地形発達過程の検討として、「隆起再現断層の想定領域」に、その設定根拠とした古い地質構造等を考慮し、かつ、断層位置、断層傾斜角、及びアスペリティ位置の不確かさを組み合わせた複数の震源モデル候補を想定し、地形発達過程の再現性を確保することを目的に、これらの震源モデル候補に隆起シミュレーションを実施した。
 - 基本ケースの震源モデルは、隆起シミュレーション結果に基づき、想定した隆起域(大間付近の隆起域)における「地形発達過程の再現性あり」と評価する許容範囲内の震源モデル候補から設定することとした。
 - 上記の許容範囲内の震源モデル候補のうち、敷地の地震動レベルが最大となるものを選定し、「あらかじめ断層位置、断層傾斜角、及びアスペリティ位置の不確かさを考慮した基本ケースの震源モデル」とした。
- 不確かさケースの震源モデルの設定に当たっては、基本ケースの震源モデルに対し、短周期レベルの不確かさを考慮した。

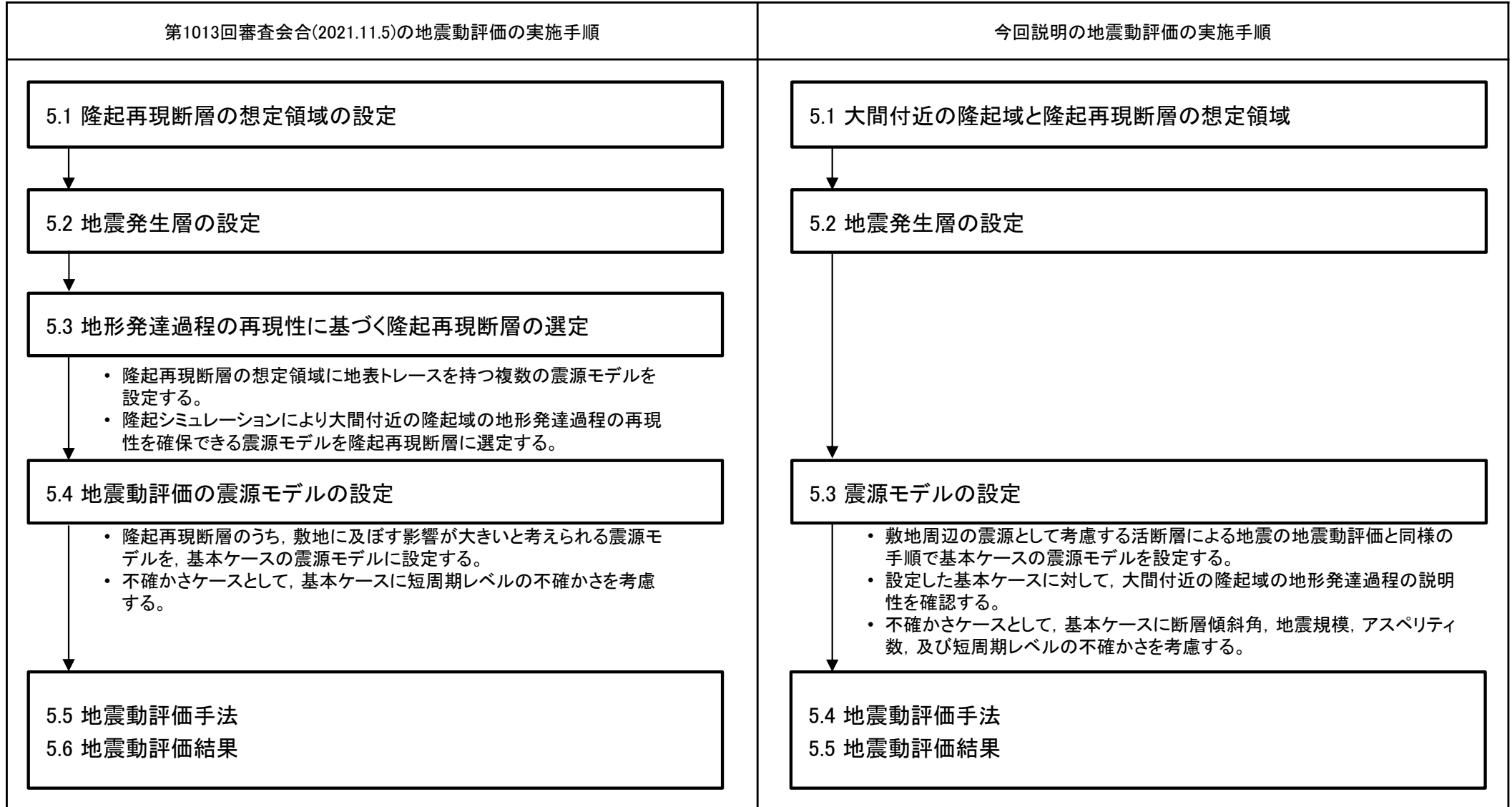
○今回説明

- 今回は、地形発達過程の再現性に係る判定基準を明確に示すことは困難と判断し、敷地周辺の震源として考慮する活断層による地震の地震動評価と同様の手順で基本ケースの震源モデルを設定する。
 - 基本ケースの震源モデルは、「隆起再現断層の想定領域」に、その設定根拠とした古い地質構造等を考慮した複数の震源モデル候補を想定し、地震動の敷地に及ぼす影響を検討の上、選定する。
 - 審査ガイドに示される地形発達過程の検討については、基本ケースの震源モデルに対し隆起シミュレーションを実施し、その結果が大間付近の隆起域の特徴から大きく外れていないことをもって確認する。
- 不確かさケースの震源モデルの設定に当たっては、基本ケースの震源モデルに対し、断層傾斜角、地震規模、アスペリティ数、及び短周期レベルの不確かさを考慮する。

隆起再現断層による地震の第1013回審査会合からの主な変更点

隆起再現断層による地震に係る主な変更点(2/2)

【地震動評価の実施手順の変更】



第1013回審査会合と今回説明の地震動評価の実施手順の比較

コメント回答の概要

コメントNo.S4-10, No.S4-11

No.	項目	指摘時期	コメント内容
S4-10	隆起再現断層による地震	第1013回会合 (2021.11.5)	隆起再現断層の震源モデルの設定について、地質的に設定した地表トレース3条、補間的に設定した地表トレース2条に対して、例えば断層位置、傾斜角、アスペリティ位置といったパラメータが隆起再現性に及ぼす影響度や傾向を分析して図示するなど、隆起が説明できる領域について、代表性・網羅性の観点から妥当性を説明すること。
S4-11	隆起再現断層による地震	第1013回会合 (2021.11.5)	隆起再現断層の隆起域再現性の評価基準に関して、「規模・配置の再現性」の評価基準1と、「隆起速度分布の再現性」の評価基準2に対する重み付けの考え方、評価基準の閾値の考え方を説明すること。

隆起再現断層による地震の地震動評価における地形発達過程の検討の位置付け

<本編資料 5章 隆起再現断層による地震の地震動評価>

隆起が説明できる領域(S4-10)、及び隆起域再現性の評価基準の閾値(S4-11)については、下記による地形発達過程の検討を行うことで回答する。

- 地形発達過程の再現性に係る判定基準を明確に示すことは困難であると判断し、隆起シミュレーションによる地形発達過程の再現性によって基本ケースの震源モデルを選定することを取りやめる。
- 審査ガイドに示される地形発達過程の検討については、基本ケースの震源モデルを設定した後に、隆起シミュレーションを実施し、その結果が大間付近の隆起域の特徴から大きく外れていないことをもって確認する方向で説明する。

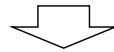
はじめに

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち本資料の説明範囲

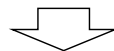
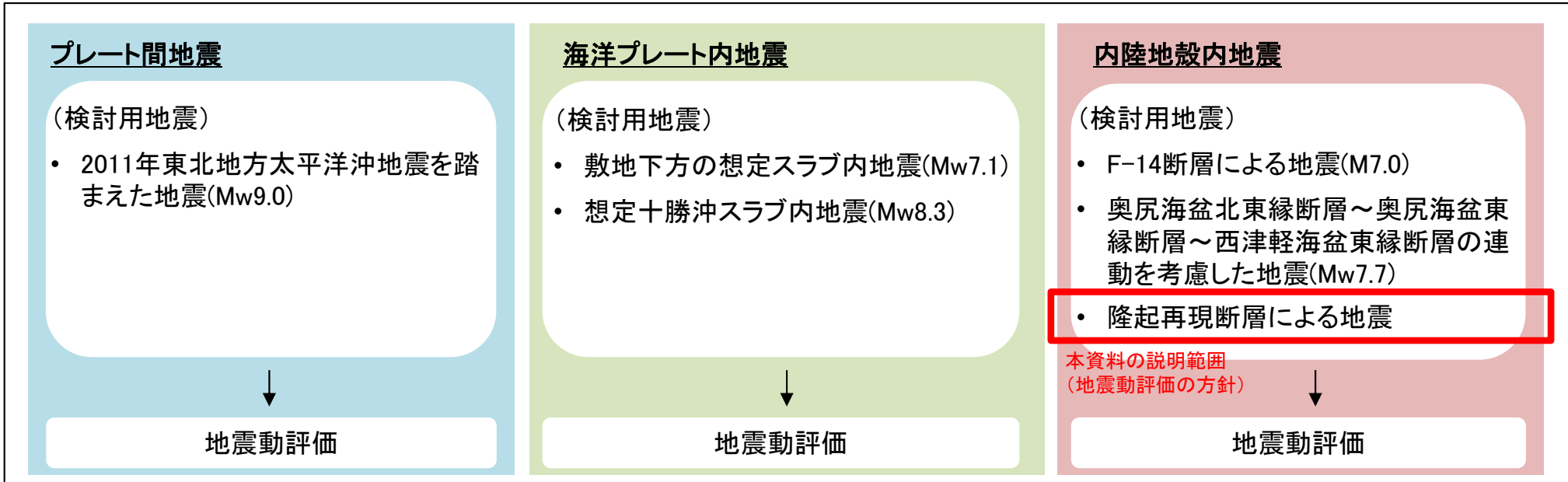
- 本資料では、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、内陸地殻内地震について説明する。

敷地周辺の地震発生状況

- 敷地周辺のプレートテクトニクス
- 敷地周辺の地震活動
- 敷地周辺における主な被害地震
- 敷地における揺れが震度5弱程度以上であると推定される地震



敷地ごとに震源を特定して策定する地震動



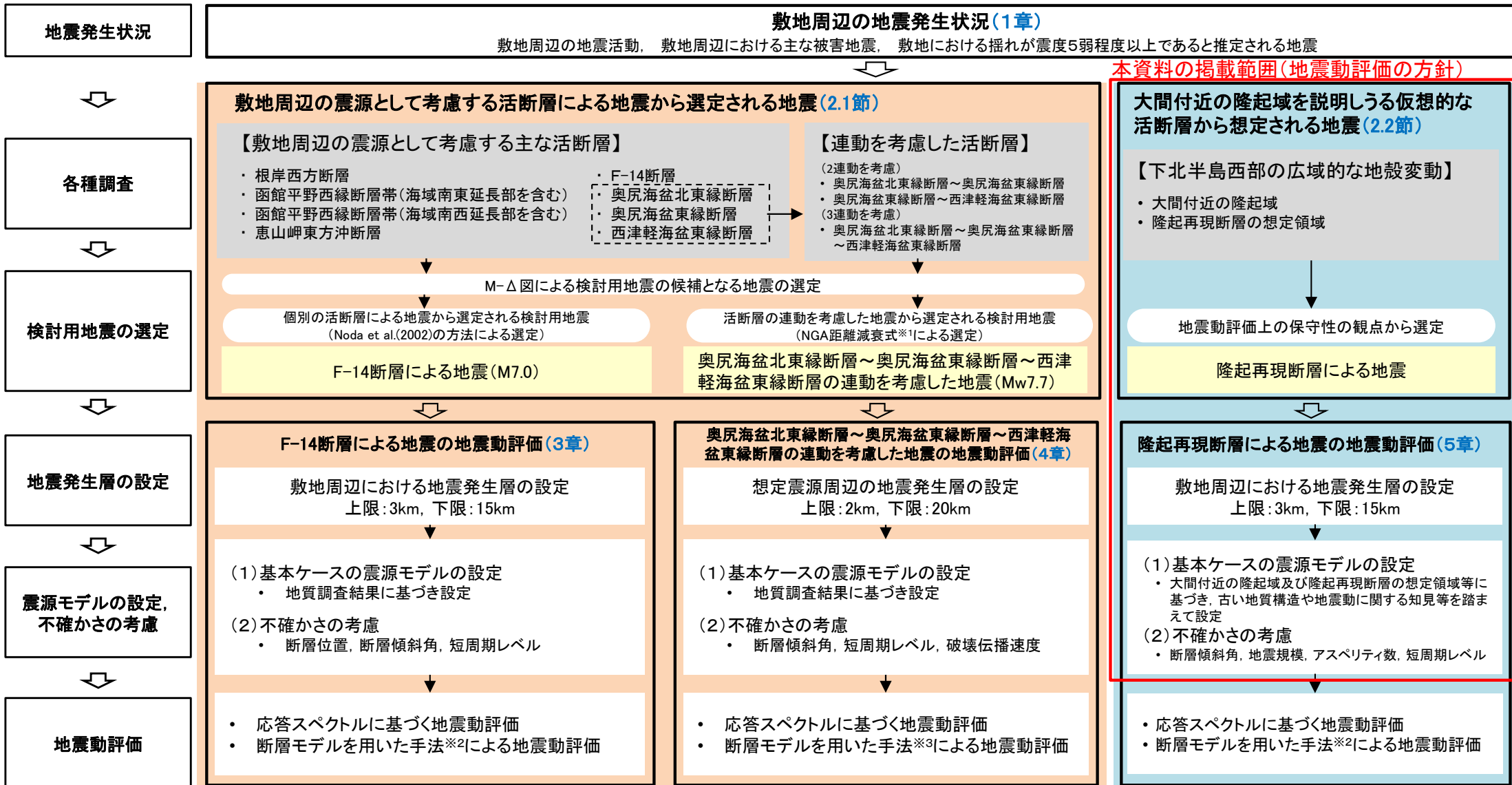
まとめ

- 検討用地震の地震動評価結果一覧

検討用地震の選定及び地震動評価の流れ



- ・ 内陸地殻内地震の地震動評価フローを示す。
- ・ 検討用地震として、敷地周辺の震源として考慮する活断層による地震から選定される地震に加え、大間付近の隆起域を説明しうる仮想的な活断層から想定される地震を選定する。



※1 : Abrahamson et al. (2014), Boore et al. (2014), Campbell and Bozorgnia (2014), Chiou and Youngs (2014), 及び Idriss (2014)。

※2 : 統計的グリーン関数法と理論的手法のハイブリッド合成法による。統計的グリーン関数法の波形合成は、入倉ほか(1997)、理論的手法はHisada(1994)を用いる。

※3 : 経験的グリーン関数法による。波形合成は入倉ほか(1997)を用いる。

第922回までの敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造に係る審査会合において審議済みであり、地震動の審査に引き継ぐ事項。

1. 敷地周辺の地震発生状況	
2. 検討用地震の選定	
2.1 敷地周辺の震源として考慮する活断層による地震から選定される地震	
2.2 大間付近の隆起域を説明しうる仮想的な活断層から想定される地震	
2.3 検討用地震の選定のまとめ	
3. F-14断層による地震の地震動評価	
3.1 地震発生層の設定	
3.2 震源モデルの設定	
3.3 地震動評価手法	
3.4 地震動評価結果	
4. 奥尻海盆北東縁断層～奥尻海盆東縁断層～西津軽海盆東縁断層の連動を考慮した地震の地震動評価	
4.1 地震発生層の設定	
4.2 震源モデルの設定	
4.3 地震動評価手法	
4.4 地震動評価結果	
5. 隆起再現断層による地震の地震動評価	P.4
5.1 大間付近の隆起域と隆起再現断層の想定領域	P.6
5.2 地震発生層の設定	P.7
5.3 震源モデルの設定	P.8
5.4 地震動評価手法	
5.5 地震動評価結果	
6. 地震動評価のまとめ	
<補足説明資料>	P.35
(補足1) 下北半島西部の広域的な地殻変動について	P.36
(補足2) 地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響の確認について	P.38
(補足3) 隆起再現断層による地震とF-14断層による地震の比較について	P.40
(参考) 隆起再現断層による地震の地震動と標準応答スペクトルを考慮した地震動の比較	P.44

1. 敷地周辺の地震発生状況
2. 検討用地震の選定
 - 2.1 敷地周辺の震源として考慮する活断層による地震から選定される地震
 - 2.2 大間付近の隆起域を説明する仮想的な活断層から想定される地震
 - 2.3 検討用地震の選定のまとめ
3. F-14断層による地震の地震動評価
 - 3.1 地震発生層の設定
 - 3.2 震源モデルの設定
 - 3.3 地震動評価手法
 - 3.4 地震動評価結果
4. 奥尻海盆北東縁断層～奥尻海盆東縁断層～西津軽海盆東縁断層の連動を考慮した地震の地震動評価
 - 4.1 地震発生層の設定
 - 4.2 震源モデルの設定
 - 4.3 地震動評価手法
 - 4.4 地震動評価結果
5. 隆起再現断層による地震の地震動評価
 - 5.1 大間付近の隆起域と隆起再現断層の想定領域
 - 5.2 地震発生層の設定
 - 5.3 震源モデルの設定
 - 5.4 地震動評価手法
 - 5.5 地震動評価結果
6. 地震動評価のまとめ



5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

評価方針

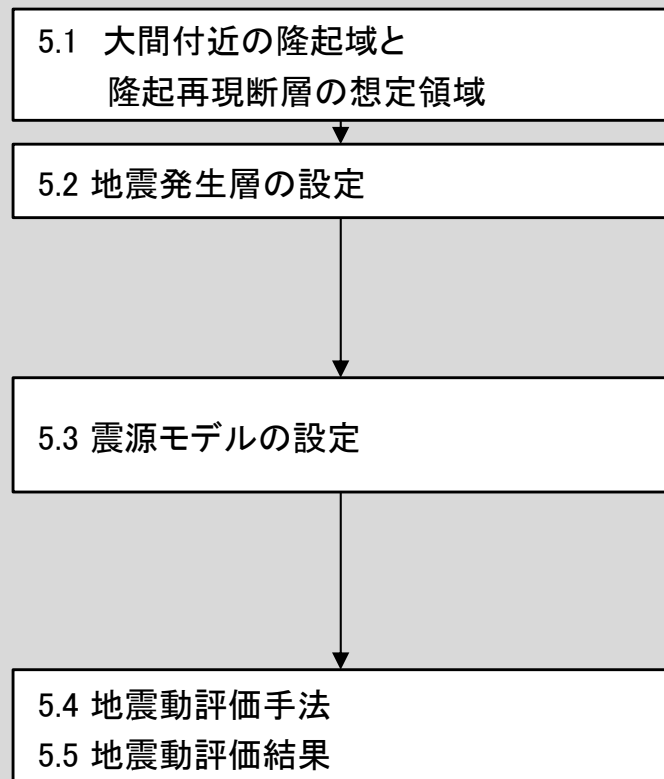
- 隆起再現断層による地震は、地質調査からは下北半島西部の広域的な地殻変動*をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等が認められないものの、相対的に隆起速度の速い領域(以下「大間付近の隆起域」という。)が敷地に近いため、地震動評価上の保守性の観点から検討用地震に選定し、地震動を評価するものである。
- 隆起再現断層による地震は、下北半島西部の広域的な地殻変動をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等が認められないことから、大間付近の隆起域を説明する仮想的な活断層の地表トレースを隆起再現断層の想定領域(F-14断層を起点とした地表トレースの想定領域)に想定し、地表地震断層が生じない規模の地震として評価する。

※：下北半島西部の広域的な地殻変動については、巻末の(補足1)参照。

実施手順

- 以下の実施手順により、隆起再現断層による地震の地震動を評価する。

実施手順



- 大間付近の隆起域と隆起再現断層の想定領域について整理する。
(第983回審査会合 資料2-4-1 8章参照)

- 「3. F-14断層による地震の地震動評価」と同じ地震発生層を設定する。

①基本ケースの震源モデル候補の設定

- 隆起再現断層の想定領域に、その設定根拠とした古い地質構造を考慮した基本ケースの震源モデル候補を複数設定する。

②基本ケースの震源モデルの選定

- 震源モデル候補の地震動の敷地に及ぼす影響を検討の上、基本ケースの震源モデルを選定する。

③地形発達過程の説明性の確認

- 基本ケースの震源モデルに対して、大間付近の隆起域の地形発達過程の説明性があることを確認する。

④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定

- 基本ケースの設定の考え方を踏まえ、考慮する不確かさを整理し、検討ケースを設定する。

⑤断層パラメータの設定

- 基本ケース、及び不確かさケースの震源モデルの断層パラメータを設定する。

- 地震動評価は、応答スペクトルに基づく手法及び断層モデルを用いた手法により行う。
(次回以降の審査会合にて説明する。)

5.1 大間付近の隆起域と隆起再現断層の想定領域

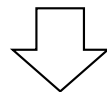
- 隆起再現断層による地震の評価条件となる、大間付近の隆起域と隆起再現断層の想定領域について下記のとおり整理する。

- 下北半島西部には、陸域から海域にわたる広域的な地殻変動が認められるが、その地殻変動をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等は認められない。

- 下北半島西部の広域的な地殻変動のうち、大間付近の隆起域(相対的に隆起速度が速い領域)が敷地に近いため、この領域が仮想的な活断層(隆起再現断層)によって生じているものと仮定し、「隆起再現断層の想定領域」を設定する。

【大間付近の隆起域】

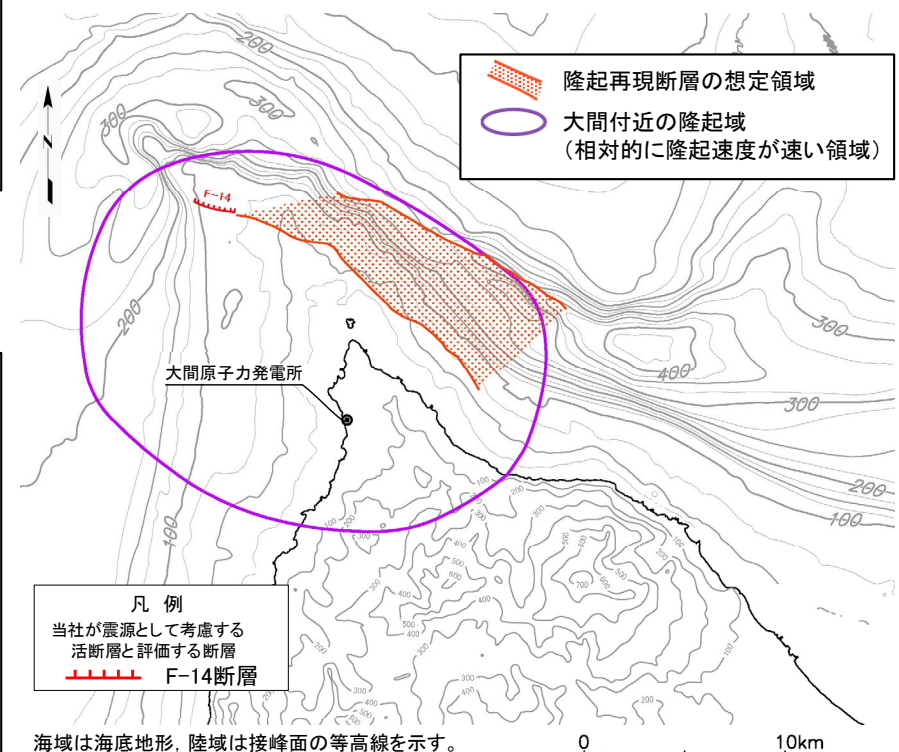
- 下北半島西部の広域的な地殻変動のうち、相対的に隆起速度が速い領域を「大間付近の隆起域」として設定する。
(第983回審査会合 資料2-4-1 P.8-23参照)



【隆起再現断層の想定領域】

- 「大間付近の隆起域」に分布する唯一の震源として考慮する活断層であるF-14断層を起点とした領域を「隆起再現断層の想定領域」と設定し、その領域において隆起再現断層の地表トレースを想定する。
- 「隆起再現断層の想定領域」は下記を踏まえ、設定する。
 - 「大間付近の隆起域」に唯一分布するF-14断層を起点とする。
 - 後期更新世以降の活動が認められない古い地形・地質構造及び重力異常に基づき領域を設定する。

(第983回審査会合 資料2-4-1 P.8-45参照)



(第983回審査会合 資料2-4-1 P.8-48参照)

5.2 地震発生層の設定



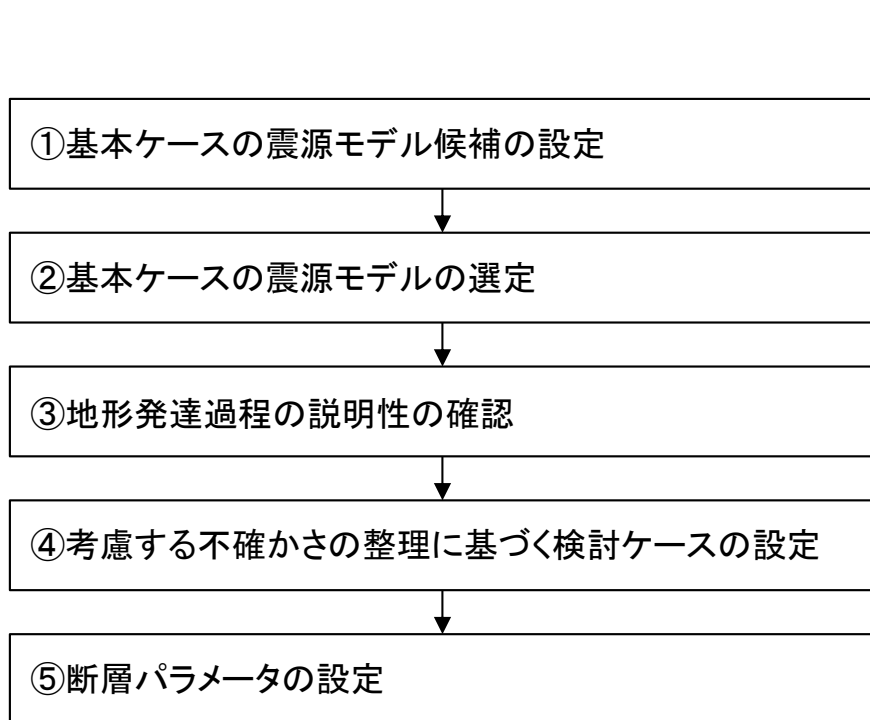
- 隆起再現断層による地震の地震発生層は、おおむね同位置に想定しているF-14断層による地震の地震発生層と同じく、上限深さを3km, 下限深さを15kmに設定する。

5.3 震源モデルの設定 (1 / 27)

震源モデルの設定の手順

- 震源モデルの設定手順を以下に示す。
 - ① 基本ケースの震源モデルの設定に当たり、隆起再現断層の想定領域にその設定根拠とした古い地質構造※から3条の屈曲した地表トレースが想定できることから、それらに基づく複数の震源モデルを基本ケースの震源モデル候補として設定する。
 - ② 設定した基本ケースの震源モデル候補の地震動の敷地に及ぼす影響を検討の上、基本ケースの震源モデルを選定する。
 - ③ 選定した基本ケースの震源モデルに対し、大間付近の隆起域の地形発達過程の説明性があることを確認する。
 - ④ 基本ケースの設定の考え方を踏まえ、考慮する不確かさを整理し、検討ケースを設定する。
 - ⑤ 検討ケースの震源モデルの断層パラメータを設定する。

※：後期更新世より前に形成された地形・地質構造であり、新第三系の地質構造等を指す。具体的内容をP.9～P.12に示す。



震源モデルの設定手順

- 下記の巨視的パラメータ及び微視的パラメータは、下北半島西部の広域的な地殻変動をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等が認められないため、地質調査結果から一義的に決めることができない。
- このため、大間付近の隆起域及び隆起再現断層の想定領域等に基づき、古い地質構造や地震動に関する知見等を踏まえて設定する。
- 設定の考え方をP.13～P.22に示す。

巨視的パラメータ

断層位置(地表トレース)	…P.13～P.16
断層傾斜角	…P.17
地震規模(断層長さ)	…P.18

微視的パラメータ

アスペリティ数	…P.20
アスペリティ位置	…P.21

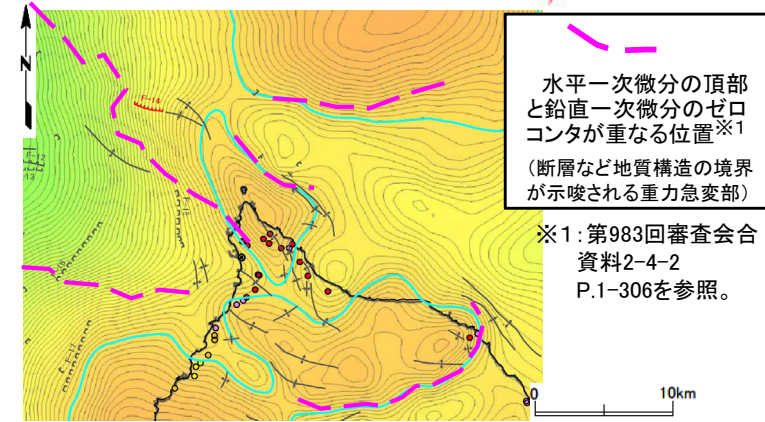
5.3 震源モデルの設定 (2/27)



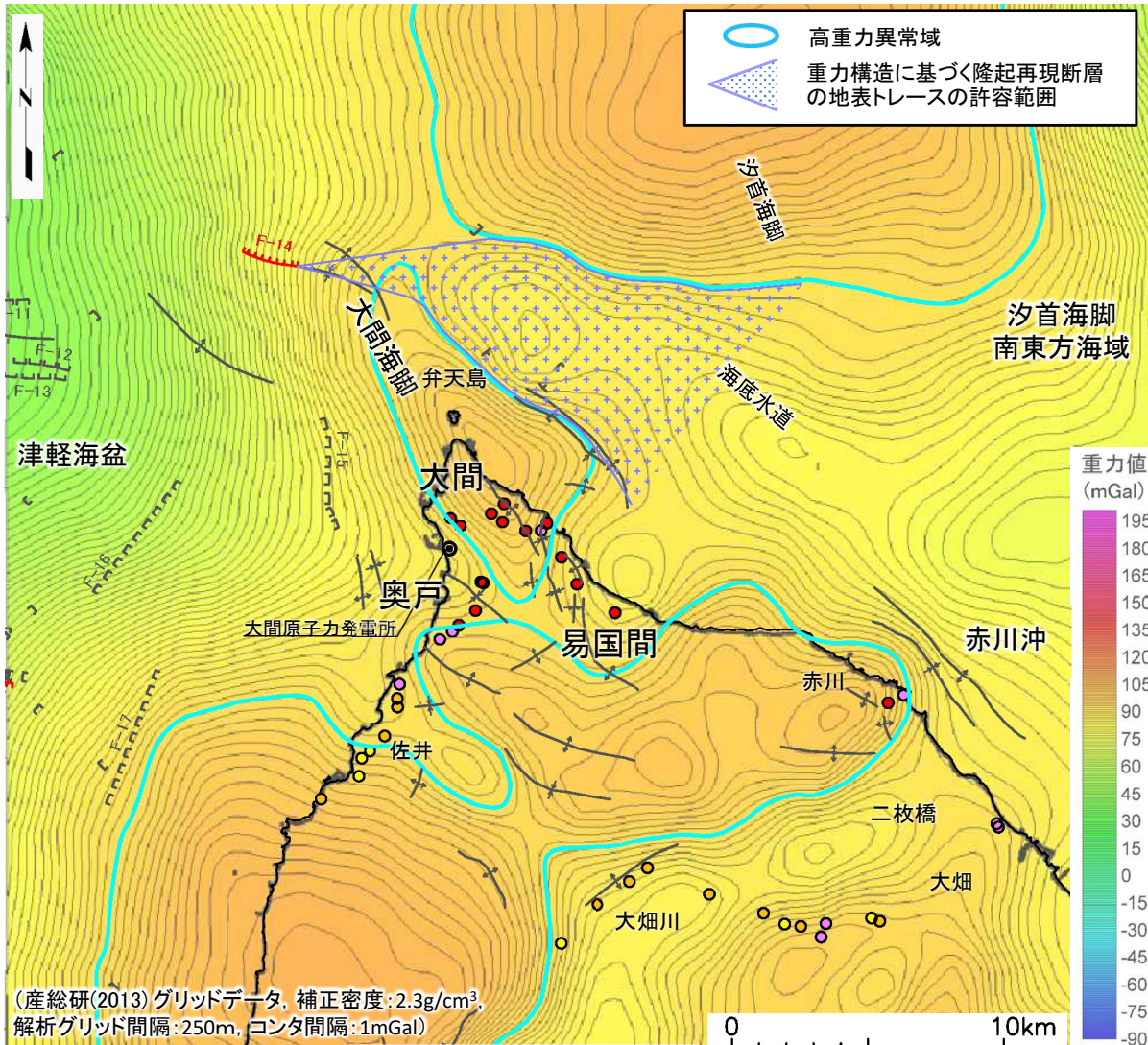
①基本ケースの震源モデル候補の設定 (1/15)

隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造 (1/4)

・隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造について、P.9~P.12に示す。



重力急変部の分布図



ブーゲー重力異常図

地質構造要素凡例	段丘の隆起速度調査結果
F-31 (赤) 断層 (伏在断層)	隆起速度 (m/ky)
⊔ 連続性のない断層	● 0.25-0.30
F-25 (赤) 震源として考慮する活断層	● 0.20-0.25
⇄ 背斜軸	● 0.15-0.20
⇄ 向斜軸	● 0.10-0.15
	● 0.00-0.10

- ・大間付近には断層を示唆する連続性の良い直線状の重力急変部が認められない。
- ・大間付近の高重力異常域は浅部の背斜構造を示す※2。

※2: 第983回審査会合 資料2-4-2 P.1-325~P.1-330を参照。



全ての高重力異常域を現在の隆起域と仮定する。

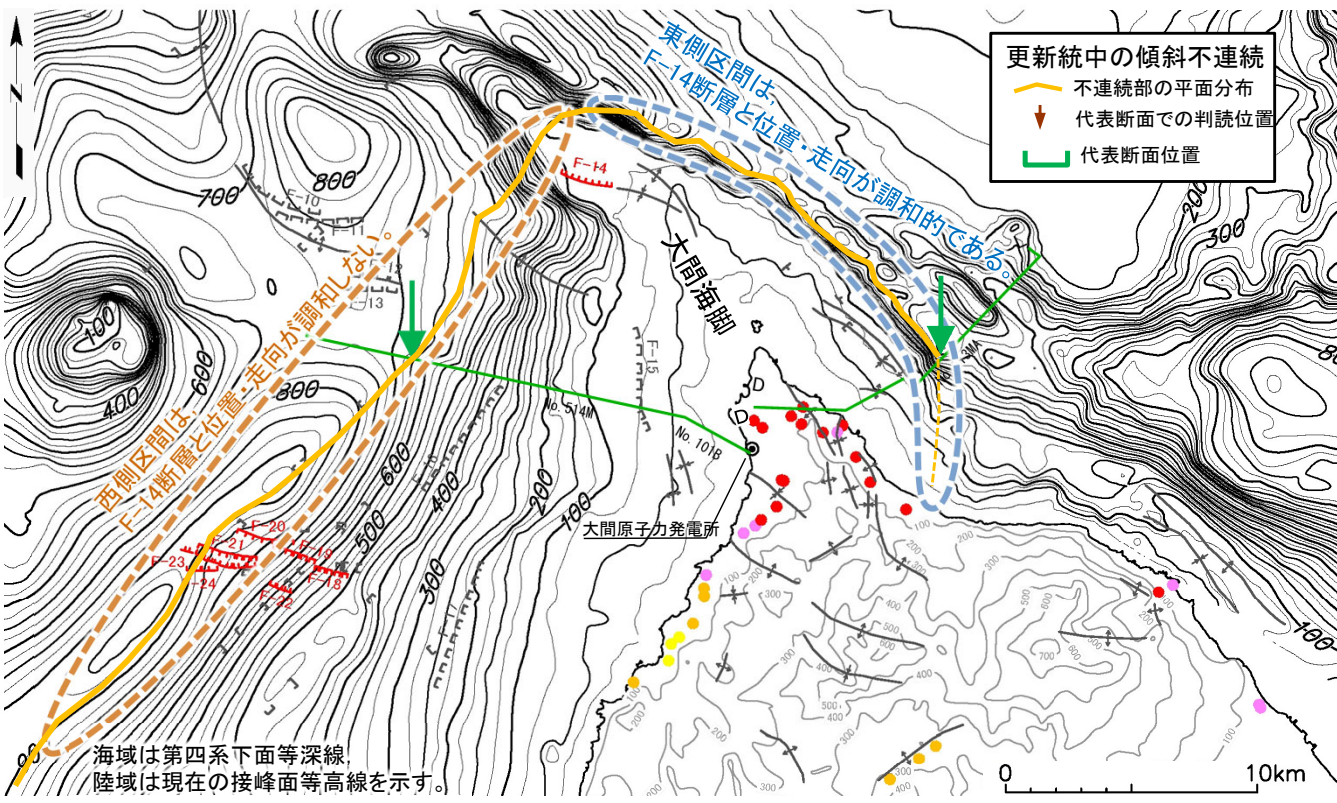
- ・F-14断層東方には低重力異常域を挟んで大間海脚及び夕首海脚の高重力異常域があり、これらの境界となる重力急変部がF-14断層と位置・走向が調和的であることから、この低重力異常域を、地表トレースを想定する許容範囲として設定する。



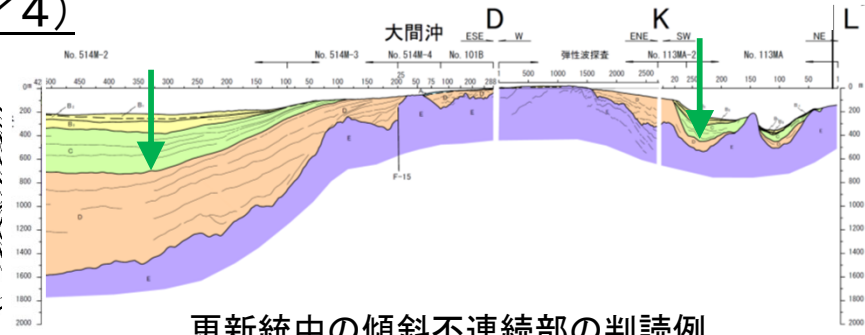
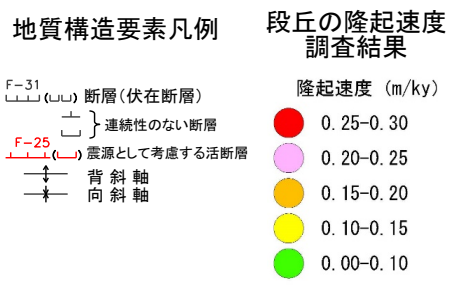
5. 隆起再現断層による地震の地震動評価
5.3 震源モデルの設定 (3/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定 (2/15)

隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造 (2/4)



更新統中の傾斜不連続部の平面分布



更新統中の傾斜不連続部の判読例 (代表断面)

海域地質凡例

地質時代	数地前面海域
第四紀	完新世 A層
更新世	後期 B層
	中期 B層
	前期 C層
新第三紀	鮮新世 D層
	中新世 E層
	先新第三紀

F-14断層の東方延長には断層が分布せず、後期更新世以降の活動がある断層以外の地質構造も認められない。

活動性の無い断層以外の地質構造が隆起再現断層に関連するものと仮定する。

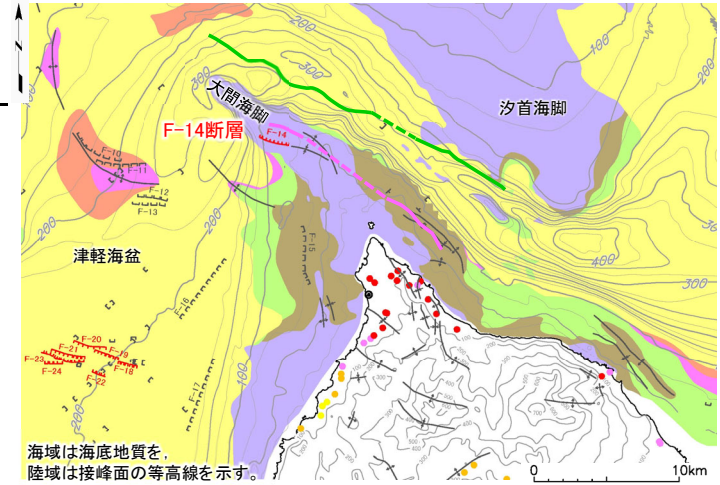
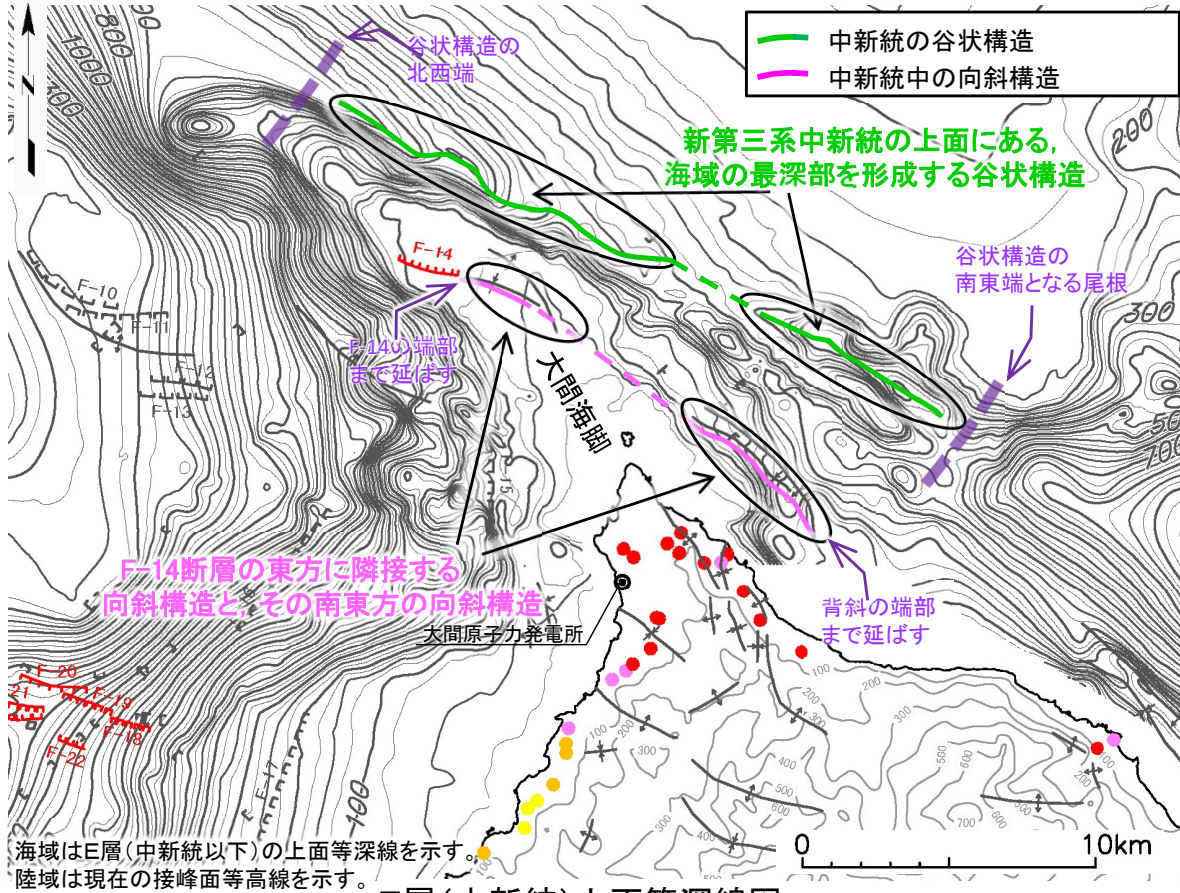
更新統中の傾斜不連続部のうち、大間海脚より東側の区間が、F-14断層と位置・走向が調和的であることから、この区間を、隆起再現断層に関連する地質構造として扱う。

5.3 震源モデルの設定 (4/27)



①基本ケースの震源モデル候補の設定 (3/15)

隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造 (3/4)



地質平面図

海域地質凡例

地質時代		敷地面海域
第四紀	完新世	A層
	後期	B ₁ 層
	中期	B ₂ 層
	前期	B ₃ 層
新第三紀	鮮新世	C層
	中新世	D層
先新第三紀		E層

海域はE層(中新統以下)の上面等深線を示す。陸域は現在の接峰面等高線を示す。

E層(中新統)上面等深線図

地質構造要素凡例

- F-31 (---) 断層(伏在断層)
- 連続性のない断層
- F-25 (---) 震源として考慮する活断層
- 背斜軸
- 向斜軸

段丘の隆起速度調査結果

- 隆起速度 (m/ky)
- 0.25-0.30
- 0.20-0.25
- 0.15-0.20
- 0.10-0.15
- 0.00-0.10

F-14断層の東方延長には断層が分布せず、後期更新世以降の活動がある断層以外の地質構造も認められない。

活動性の無い断層以外の地質構造が隆起再現断層に関連するものと仮定する。

中新統(E層)の谷状構造及び中新統中の向斜構造が、F-14断層と位置・走向が調和的であることから、これらを隆起再現断層に関連する地質構造として扱う。



5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

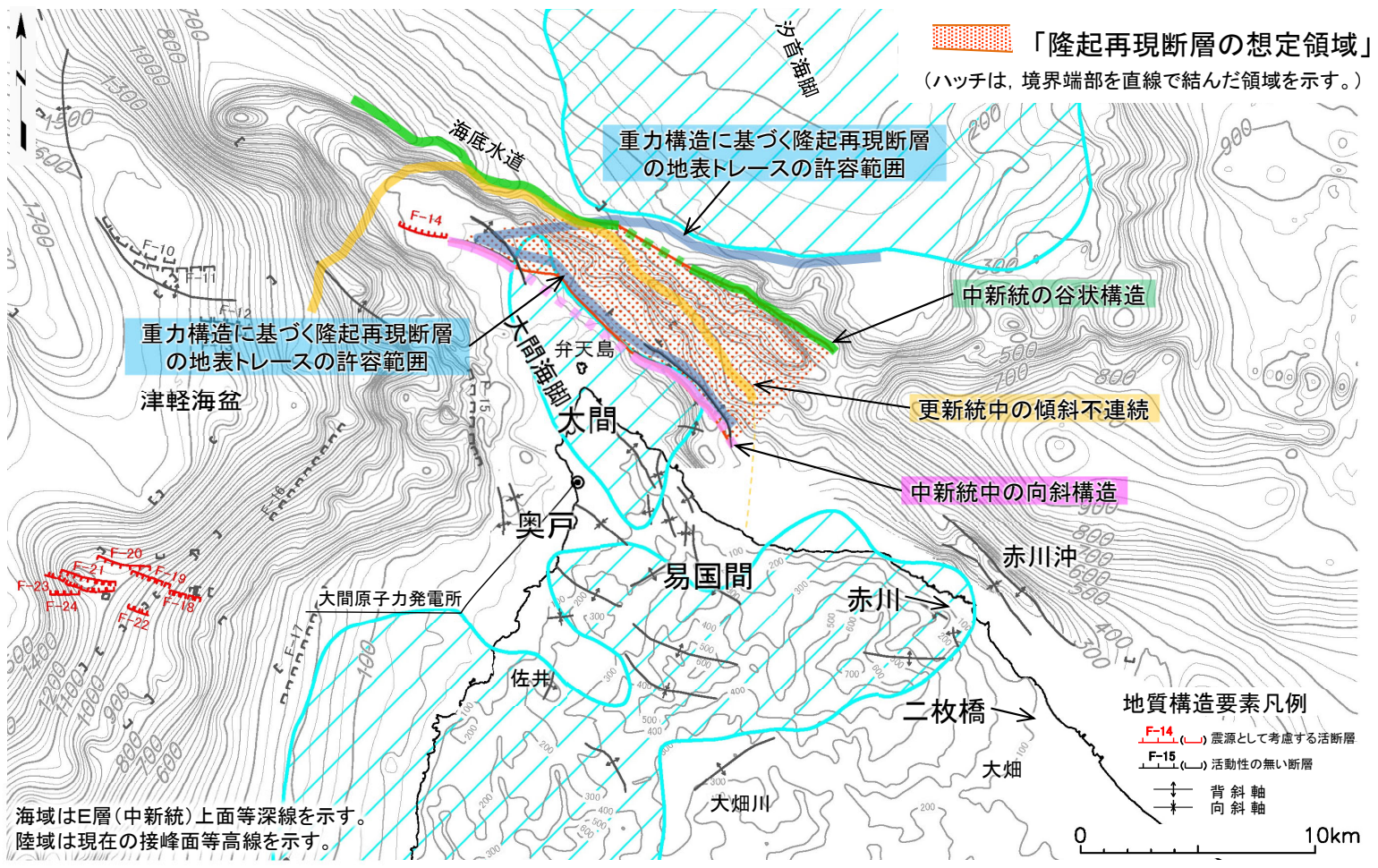
5.3 震源モデルの設定(5/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定(4/15)

隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造(4/4)

隆起再現断層は仮想的な断層であり地表付近に痕跡が存在しないため、下記を踏まえて隆起再現断層の地表トレースを想定する領域(隆起再現断層の想定領域)を設定し、その領域に基づいて3条の屈曲した地表トレースを設定する。

- 重力構造と震源断層の分布とを整合させるため、F-14断層と連続する低重力異常域を地表トレースの許容範囲として設定する。
- 大間付近の隆起域付近では、隆起域の西端にF-14断層が分布するため、これを領域西側のトレースの起点として設定する。
- 隆起域の東側には断層が分布せず、後期更新世以降の活動がある断層以外の地質構造も認められないため、隆起再現断層に想定される走向と調和的な古い地質構造である「中新統の谷状構造」「更新統中の傾斜不連続」「中新統中の向斜構造」を隆起再現断層に関連する地質構造とみなし、ここに地表トレースを設定する。



「隆起再現断層の想定領域」の設定において、考慮した地質構造

地質構造
(隆起再現断層と関連する構造として扱う地質構造)

- 中新統の谷状構造
(破線は内挿区間)
- 更新統中の傾斜不連続
(破線は不明瞭区間)
- 中新統中の向斜構造
(破線は内挿区間)

ブーゲー重力異常

- 低重力異常域
(地表トレースの許容範囲)
- 高重力異常域

5.3 震源モデルの設定 (6/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定 (5/15)

断層位置(地表トレース)の考え方 (1/4)

地表トレースの設定の基本的な考え方

- 隆起再現断層の仮想的な地表トレースは、隆起再現断層の想定領域に設定する。
- 基本ケースの震源モデル候補の地表トレースは、隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造に基づき設定することを基本とし、ここに敷地に及ぼす影響や隆起再現断層の想定領域に対する網羅性の観点から、地震動評価上は屈曲した形状を直線状に置き換えた地表トレースに設定する。

隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造
(P.9~12)

隆起再現断層の想定領域に
想定される地表トレース

古い地質構造に基づく屈曲した地表トレース(P.14)

- 古い地質構造に基づき3条の屈曲した地表トレースを設定。
- その内、敷地に及ぼす影響の観点から2条を抽出。

直線状に置き換えた地表トレース(P.15)

- 以下を踏まえ、屈曲した地表トレースを直線状に置き換える。
 - 地震本部の強震動評価では、活断層位置が湾曲している場合でも活断層を代表するような直線状の地表トレースに設定することが多い。
 - 直線状の方が地震規模が大きく、敷地までの距離も近くなることから敷地に及ぼす影響が大きくなる。

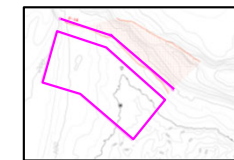
基本ケースの震源モデル候補の地表トレースの設定(P.16)

- 隆起再現断層の想定領域に対する網羅性の観点から、走向差が 10° 程度の間隔となるように、直線状に置き換えた地表トレースに1条の地表トレースを加える。
- 以上より、合計3条の地表トレースを設定。

地表トレースの設定フロー



北限屈曲



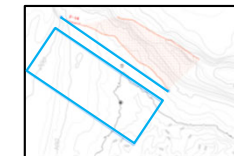
南限屈曲



中央屈曲



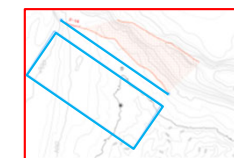
規模最大トレース



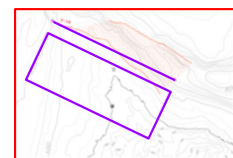
距離最短トレース



規模最大トレース



距離最短トレース



中間トレース

地表トレースと震源モデルのイメージ

5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

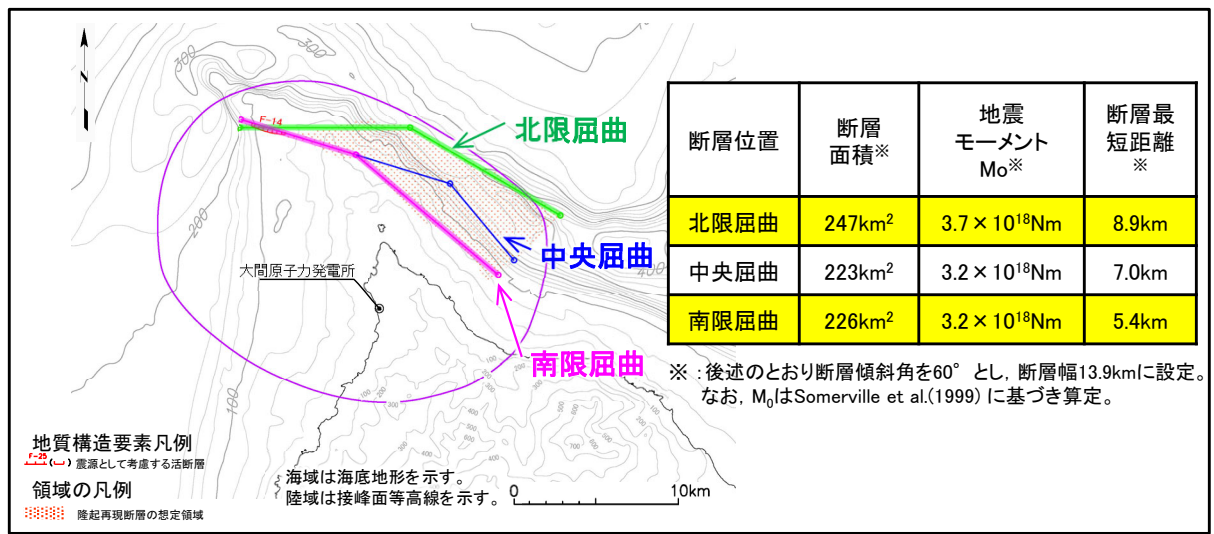
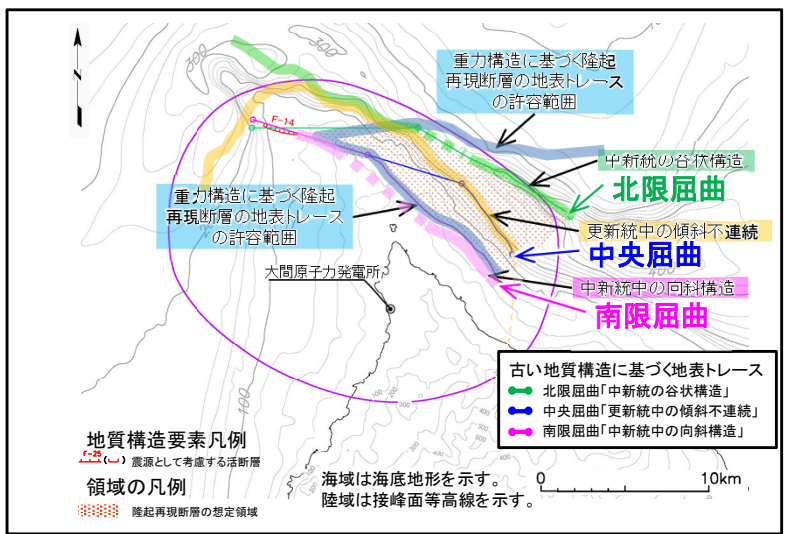
5.3 震源モデルの設定(7/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定(6/15)

断層位置(地表トレース)の考え方(2/4)

古い地質構造に基づく屈曲した地表トレース

- 隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造に基づく地表トレースとして、下記の3条の地表トレースが設定できる。
- **北限屈曲**←「中新統の谷状構造」
 - 西部は、F-14断層を起点として、「重力構造に基づく隆起再現断層の地表トレースの許容範囲」の北限に沿って設定する。
 - 東部は、「中新統の谷状構造」に沿って設定する。
- **中央屈曲**←「更新統中の傾斜不連続」
 - 西部は、F-14断層を延長した直線とする。
 - 東部は、「更新統中の傾斜不連続」に沿って設定する。
- **南限屈曲**←「中新統中の向斜構造」
 - 西部は、F-14断層を延長した直線とする。
 - 東部は、「中新統中の向斜構造」及び「重力構造に基づく隆起再現断層の地表トレースの許容範囲」の南限に沿って設定する。
- 上述のとおり、これらの地表トレースの西部と東部は、異なる地質構造等から構成されるが、おおむね同一走向の構造に基づくものであること、及び想定される断層長さが20km程度と短いことから、1つの区間(セグメント)として活動するものとする。
- これらの地表トレースに対し、地表トレースによって敷地に及ぼす影響が変化するパラメータである“地震規模”と“断層から敷地までの距離”を比較すると、以下の傾向が確認できる。
 - 地震規模は、北限屈曲が最大となる。
 - 断層最短距離は、南限屈曲が最短となる。
 - 中央屈曲は、南限屈曲と比較して、地震規模が同程度で、敷地までの距離が遠い。
- したがって、古い地質構造に基づく地表トレースのうちの敷地に及ぼす影響が大きくなる地表トレースとして、北限屈曲と南限屈曲を抽出する。



5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

5.3 震源モデルの設定(8/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定(7/15)

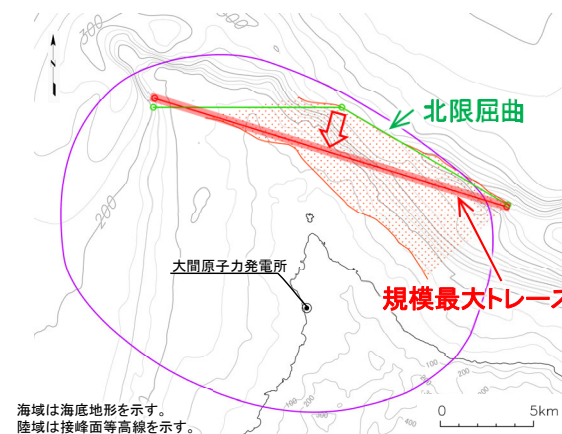
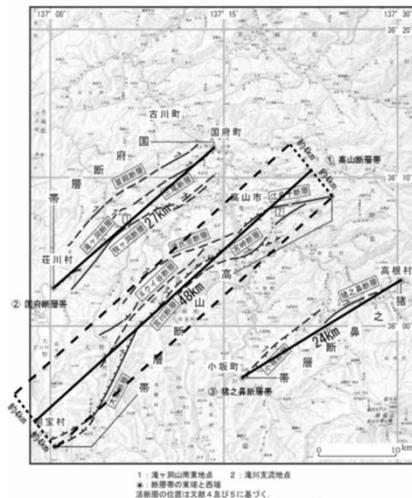
断層位置(地表トレース)の考え方(3/4)

直線状に置き換えた地表トレース

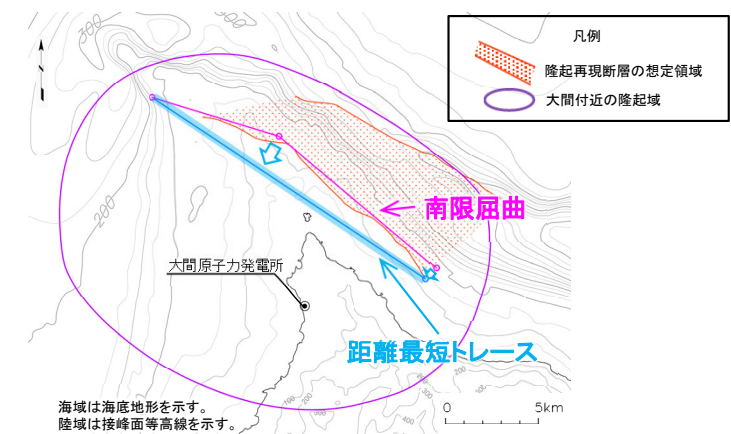
- 古い地質構造に基づく屈曲した地表トレースのうちの、地震規模が最大の北限屈曲と断層最短距離が最小の南限屈曲に対し、下記を踏まえ、直線状に置き換えて地表トレースを設定する。
 - 地震調査研究推進本部(以下「地震本部」という。)の強震動評価事例を確認すると、調査に基づく活断層位置が湾曲している場合や、複数の活断層群で構成される場合でも、震源断層モデルの地表トレースを設定する際は、活断層を代表するような直線状の地表トレースに設定することが多い。
 - ある程度傾斜した震源断層が、その傾斜方向に屈曲する場合、屈曲部の断層面が切り欠かれるため、同一端点を持つ直線状の地表トレースに比べて、地震動評価上重要な地震規模が小さく設定される。※1また、隆起再現断層の場合、敷地との位置関係から、同一端点を持つ直線状の地表トレースの方が敷地までの距離が近くなる。したがって、同一端点を持つ直線状の地表トレースの方が敷地に及ぼす影響が大きくなる。

※1：地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響の確認については、巻末の(補足2)参照。

- 北限屈曲及び南限屈曲を直線状に置き換えた地表トレースは、両端点が隆起再現断層の想定領域に収まるように、下記のとおり設定する。
 - 規模最大トレース：北限屈曲をベースとして、隆起再現断層の想定領域に想定される地表トレースのうち地震規模が最大となるように設定した直線状の地表トレース。西端はF-14断層の西端点とし、東端は断層長さが最長となるように想定領域の東端点に設定する。
 - 距離最短トレース：南限屈曲をベースとして、隆起再現断層の想定領域に想定される地表トレースのうち敷地までの距離が最短となるように設定した直線状の地表トレース。西端はF-14断層の西端点とし、東端は南限屈曲の東端点よりも敷地に近づく想定領域の南端点に設定する。



断層位置	断層面積 ※2	地震モーメント M_0 ※2	断層最短距離 ※2
北限屈曲	247km ²	3.7×10^{18} Nm	8.9km
規模最大トレース	277km ²	4.4×10^{18} Nm	7.3km



断層位置	断層面積 ※2	地震モーメント M_0 ※2	断層最短距離 ※2
南限屈曲	226km ²	3.2×10^{18} Nm	5.4km
距離最短トレース	247km ²	3.7×10^{18} Nm	4.4km

(a) 北限屈曲の規模最大トレースへの置き換え

(b) 南限屈曲の距離最短トレースへの置き換え

地震本部の強震動評価事例

地震本部(2004a)及び地震本部(2004b)

直線状に置き換えた地表トレース

※2：後述のとおり断層傾斜角を60°とし、断層幅13.9kmに設定。なお、 M_0 はSomerville et al.(1999)に基づき算定。

5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

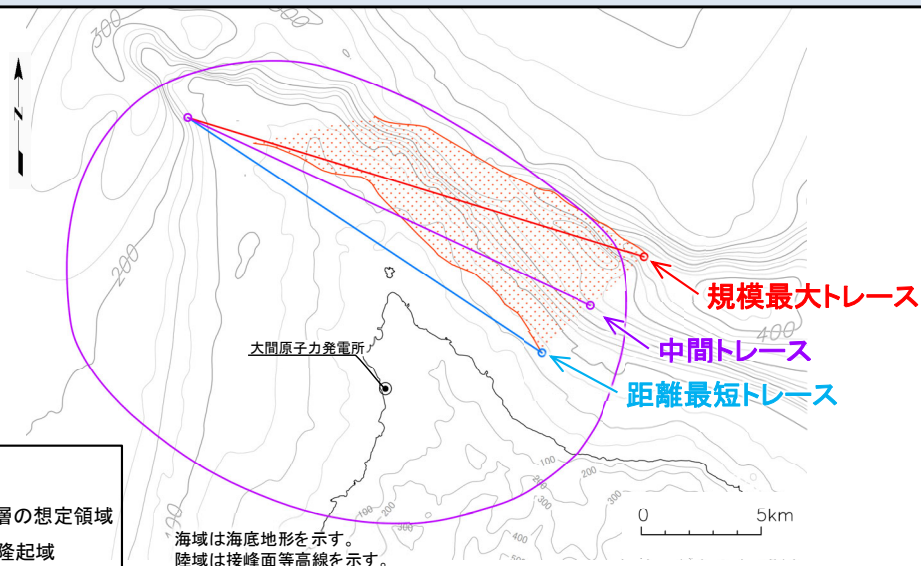
5.3 震源モデルの設定(9/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定(8/15)

断層位置(地表トレース)の考え方(4/4)

基本ケースの震源モデル候補の地表トレースの設定

- 基本ケースの震源モデル候補の地表トレースとして、直線状に置き換えた地表トレースである規模最大トレースと距離最短トレースの2条を設定する。
- さらに、両者の走向差が20°程度と比較的開いていることを踏まえ、隆起再現断層の想定領域に対する網羅性の観点から、両者の間に1条の地表トレース(以下「中間トレース」という。)を設定する。
- 以上より、基本ケースの震源モデル候補の地表トレースは、下記の3条に設定する。
 - 規模最大トレース:
北限屈曲をベースとして、隆起再現断層の想定領域に想定される地表トレースのうち地震規模が最大となるように設定した直線状の地表トレース。西端はF-14断層の西端点とし、東端は断層長さが最長となるように想定領域の東端点に設定する。
 - 距離最短トレース:
南限屈曲をベースとして、隆起再現断層の想定領域に想定される地表トレースのうち敷地までの距離が最短となるように設定した直線状の地表トレース。西端はF-14断層の西端点とし、東端は南限屈曲の東端点よりも敷地に近づく想定領域の南端点に設定する。
 - 中間トレース:
規模最大トレースと距離最短トレースの間を、走向差10°程度の間隔で補間するように設定した直線状の地表トレース。西端はF-14断層の西端点とし、走向は規模最大トレースと距離最短トレースの中間となるN115°Eに設定。



断層位置	走向	断層面積※	地震モーメント M_0 ※	断層最短距離※
規模最大トレース	N107° E	277km ²	4.4×10^{18} Nm	7.3km
中間トレース	N115° E	259km ²	3.9×10^{18} Nm	5.9km
距離最短トレース	N124° E	247km ²	3.7×10^{18} Nm	4.4km

※：後述のとおり断層傾斜角を60°とし、断層幅13.9kmに設定。
なお、 M_0 はSomerville et al.(1999)に基づき算定。

5.3 震源モデルの設定(10/27)

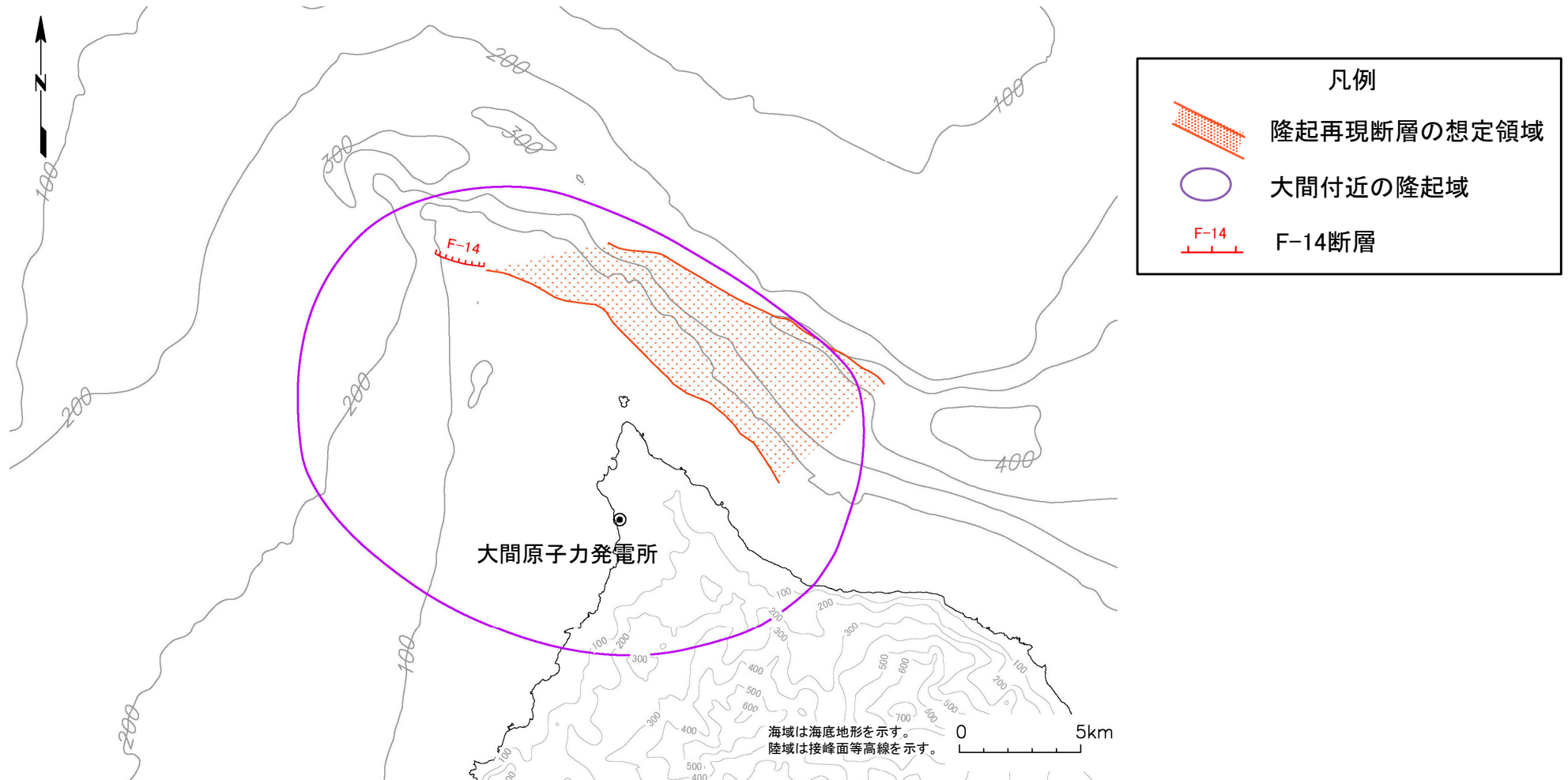


①基本ケースの震源モデル候補の設定(9/15)

断層傾斜角の考え方

- 隆起再現断層の想定領域の南側に大間付近の隆起域が広がっていることから、想定領域より南側を隆起させる断層として、南傾斜の逆断層を想定する。
- 断層傾斜角は、下記に示す地質構造の特徴等を踏まえ、 60° に設定する。
 - 下北半島を含む東北日本弧の活断層は正断層のインバージョンが主体であることから、高角な逆断層が卓越する。
 - 大間付近の隆起域に唯一認められる震源として考慮する活断層であるF-14断層の断層傾斜角は、地質調査によると鉛直または高角である。
 - 強震動予測レシピ※では、高角な断層の場合、断層傾斜角を 60° 以上としている。

※ :地震調査研究推進本部(2020)による震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(以下「強震動予測レシピ」という。)



5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

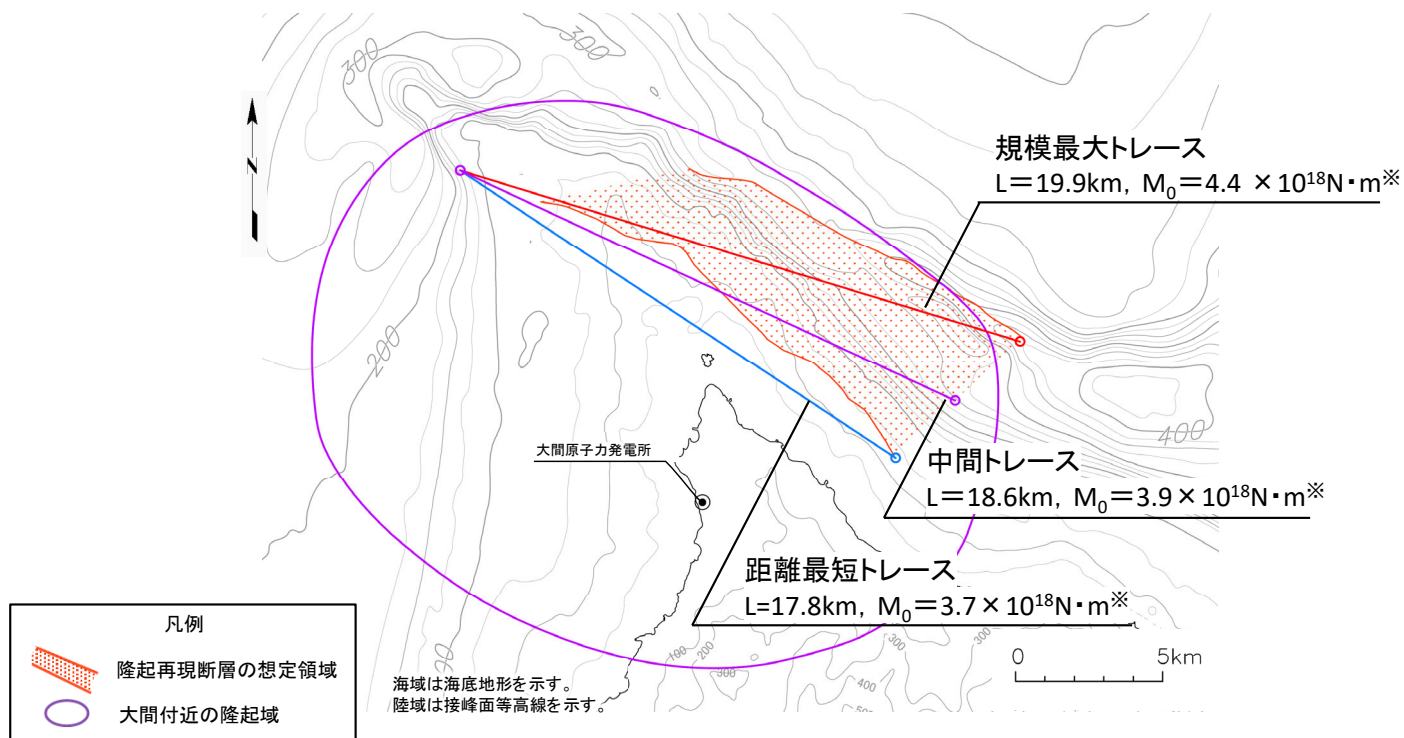
5.3 震源モデルの設定(11/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定(10/15)

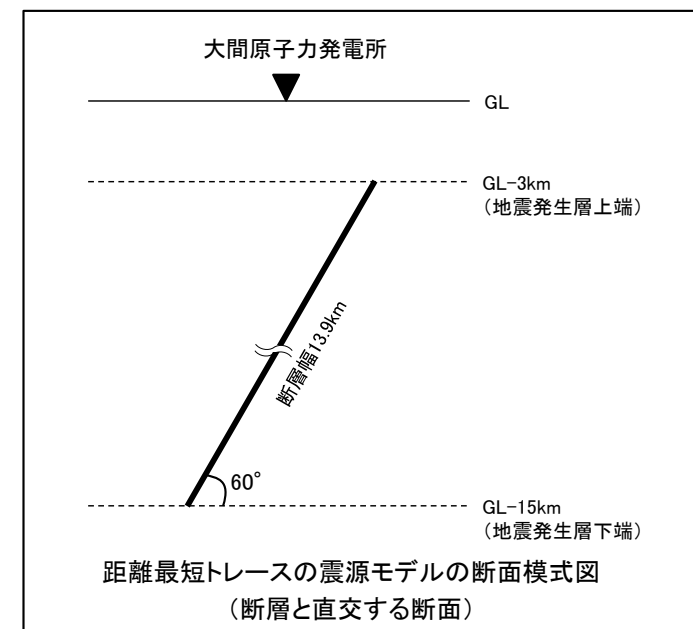
地震規模(断層長さ)の考え方

- 隆起再現断層による地震は、下北半島西部の広域的な地殻変動をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等が認められないため、地表地震断層が生じない規模の地震であり、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まると考えられる。
- したがって、断層幅は地震発生層を飽和する断層幅未満に設定することが考えられるが、保守的に断層傾斜角が 60° の場合の地震発生層を飽和する断層幅13.9kmまで考慮する。
- 断層長さは、強震動予測レシピに基づく L (断層長さ) $=W$ (断層幅)の震源モデルとなるように13.9kmに設定することが考えられるが、地震動評価上の保守性を考慮し、地震発生層を飽和する断層幅(13.9km)よりも長い、隆起再現断層の想定領域に設定した地表トレースの長さ(17.8km~19.9km)に設定する。
- 上記の設定では、地震発生層を飽和する断層幅を考慮しているものの、地震モーメント M_0 は最大でも $M_0=4.4 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}^*$ となり、Shimazaki(1986)、武村(1998)、入倉(2007)に基づく地表地震断層が生じる地震規模とされる $M_0=7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$ よりも小さい。

※ :地震モーメント M_0 は、地震発生層を飽和する断層幅を設定していることから、強震動予測レシピに準じ、入倉・三宅(2001)に基づき算定することが考えられるが、Somerville et al.(1999)に基づき算定した値の方が大きくなるため、地震動評価上の保守性の観点からSomerville et al.(1999)に基づき算定。



基本ケースの震源モデル候補の断層長さ L と地震モーメント M_0



5.3 震源モデルの設定(12/27)



①基本ケースの震源モデル候補の設定(11/15)

巨視的パラメータの設定

- 基本ケースの震源モデル候補について、巨視的パラメータの設定に関する考え方を以下に示す。

基本ケースの震源モデル候補の巨視的パラメータの考え方

パラメータ		調査等に基づく震源パラメータの評価		基本ケースの震源モデル候補の設定
		設定根拠	調査等に基づく評価	
巨視的 パラメータ	断層位置 (地表トレース)	地質調査結果	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域に想定することが考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域に想定される地表トレースのうち、敷地に及ぼす影響や隆起再現断層の想定領域に対する網羅性の観点を考慮し、規模最大トレース、距離最短トレース、及び中間トレースの3つの地表トレースを設定する。
	断層傾斜角	地質調査結果	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域の南側に大間付近の隆起域が広がっている。 大間付近の隆起域に唯一認められる震源として考慮する活断層であるF-14断層の断層傾斜角は、地質調査によると鉛直または高角である。 	<ul style="list-style-type: none"> 大間付近の隆起域を説明できるように、南傾斜の逆断層を設定する。 断層傾斜角については、下記に示す地質構造の特徴等を踏まえ、60°に設定する。 <ul style="list-style-type: none"> 下北半島を含む東北日本弧では高角な逆断層が卓越する。 大間付近の隆起域に唯一認められる震源として考慮する活断層であるF-14断層の断層傾斜角は、地質調査によると鉛直または高角である。 強震動予測レシピでは、高角な断層の場合、断層傾斜角を60°以上としている。
	地震規模 (断層長さ)	地質調査結果	<ul style="list-style-type: none"> 下北半島西部の広域的な地殻変動をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等が認められないことから、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まっていると考え、地震発生層を飽和する断層幅未満の断層長さに設定することが考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震動評価上の保守性を考慮し、地震発生層を飽和する断層幅よりも長い、隆起再現断層の想定領域に設定した地表トレースの長さ(17.8km~19.9km)に設定する。
	断層上端深さ, 断層下端深さ	微小地震分布, 速度構造データ等	<ul style="list-style-type: none"> 微小地震分布、速度構造データ等に基づく地震発生層は、上限深さ3km、下限深さ15kmである。 	<ul style="list-style-type: none"> 断層幅は、断層傾斜角60°とした場合の地震発生層を飽和する断層幅13.9kmに設定する。(上端深さ3km、下端深さ15km)

：あらかじめ不確かさを考慮するパラメータ

5.3 震源モデルの設定 (13/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定 (12/15)

アスペリティ数の考え方

- 隆起再現断層による地震のアスペリティ数は、アスペリティに関する下記知見を踏まえて設定する。
 - 過去の内陸地殻内地震の震源インバージョン結果を整理したSomerville et al.(1999), 入倉・三宅(2001)及び糸井ほか(2009)のデータセットによると、 $M_0=1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ ($1 \times 10^{26} \text{dyne} \cdot \text{cm}$) よりも小さい地震規模ではアスペリティはおおむね1つである。
- 隆起再現断層の想定領域に想定される地震規模は最大で $M_0=4.4 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$ ($4.4 \times 10^{25} \text{dyne} \cdot \text{cm}$) であり、 $M_0=1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ ($1 \times 10^{26} \text{dyne} \cdot \text{cm}$) よりも小さい。
- したがって、基本ケースの震源モデル候補のアスペリティは、上記のアスペリティ数に関する知見に基づき、1つに設定する。

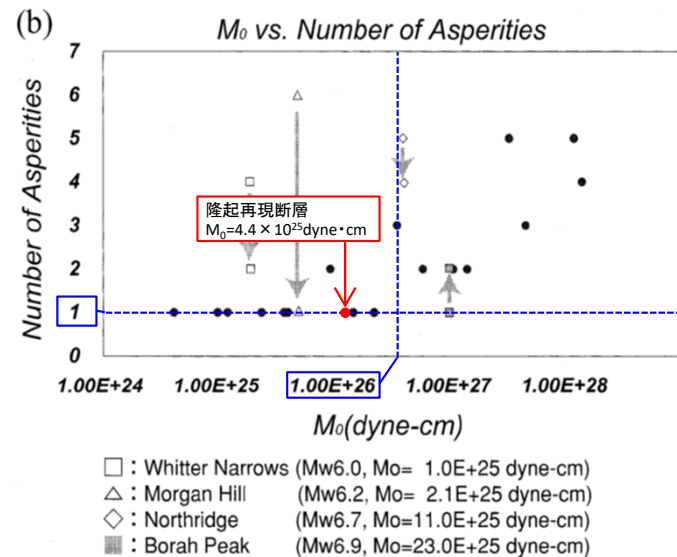


図 10 Somerville et al. (1999) によるアスペリティの抽出結果に基づき Kagawa and Miyakoshi (2000 私信) が整理した (a) アスペリティの個数と断層長さの関係と (b) アスペリティの個数と地震モーメントの関係。

アスペリティの個数と地震モーメントの関係

入倉・三宅(2001)に加筆

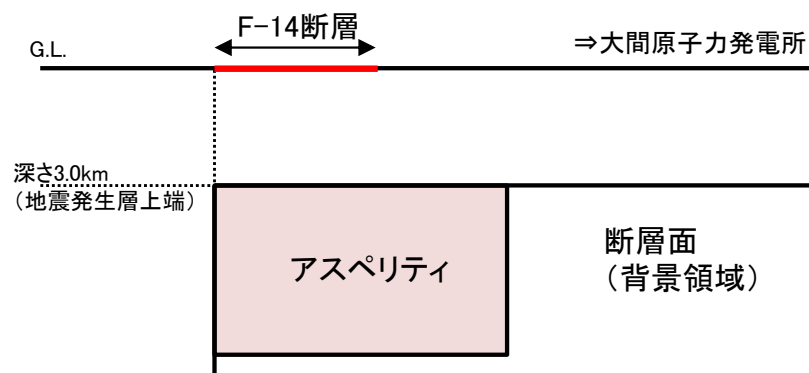
5.3 震源モデルの設定(14/27)



①基本ケースの震源モデル候補の設定(13/15)

アスペリティ位置の考え方

- 隆起再現断層による地震のアスペリティ位置は、アスペリティに関する下記知見を踏まえて設定する。
 - 杉山ほか(2002)及び強震動予測レシピによると、地表地震断層の変位量分布は、震源断層浅部のすべり量分布とよく対応しているとしている。
 - 中田(2008)によると、近年の大地震に伴って出現した地震断層でも、地表の断層沿いの変位量分布と、地震学的に推定される地下の活断層のアスペリティの分布が一致する例が数多く報告されており、活断層に沿った変位量分布を基に地震発生以前に地下のアスペリティの位置や大きさある程度推定することが可能としている。
- 下北半島西部の広域的な地殻変動をもたらすような活断層や活断層を示唆する地下深部の段差構造等が認められないため、アスペリティ位置を一義的に設定することができない。
- したがって、上記知見を踏まえ、大間付近の隆起域に唯一認められる活断層であるF-14断層の位置をすべり量の大きい領域と仮定し、アスペリティはF-14断層位置に設定する。
- 具体的には、F-14断層による地震のアスペリティ位置の設定に準じ、F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて設定する。



アスペリティの設定イメージ図(断面)

5.3 震源モデルの設定(15/27)




①基本ケースの震源モデル候補の設定(14/15)

微視的パラメータ等の設定

- 基本ケースの震源モデル候補について、微視的パラメータ等の設定に関する考え方を以下に示す。

基本ケースの震源モデル候補の微視的パラメータの考え方

パラメータ		調査等に基づく震源パラメータの評価		基本ケースの震源モデル候補の設定
		設定根拠	調査等に基づく評価	
微視的 パラメータ	アスペリティ	数	—	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域に想定される地震規模を踏まえて、Somerville et al.(1999)等の知見に基づき、アスペリティは1つ設定する。
		位置	地質調査結果	<ul style="list-style-type: none"> 大間付近の隆起域には、震源として考慮する活断層としてF-14断層が唯一認められる。 杉山ほか(2002)等の知見を踏まえ、大間付近の隆起域に唯一認められる活断層であるF-14断層の位置をすべり量の大きい領域と仮定し、アスペリティはF-14断層位置に設定する。 具体的には、F-14断層による地震のアスペリティ位置の設定に準じ、F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて設定する。
		短周期レベル (応力降下量)	—	<ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺の内陸地殻内地震の短周期レベル(応力降下量)に関する知見は得られていない。
その他の パラメータ	破壊開始点	—	<ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺の内陸地殻内地震の破壊開始点に関する知見は得られていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地に及ぼす影響が大きくなるように、敷地に破壊が向かう破壊開始点を複数設定する。

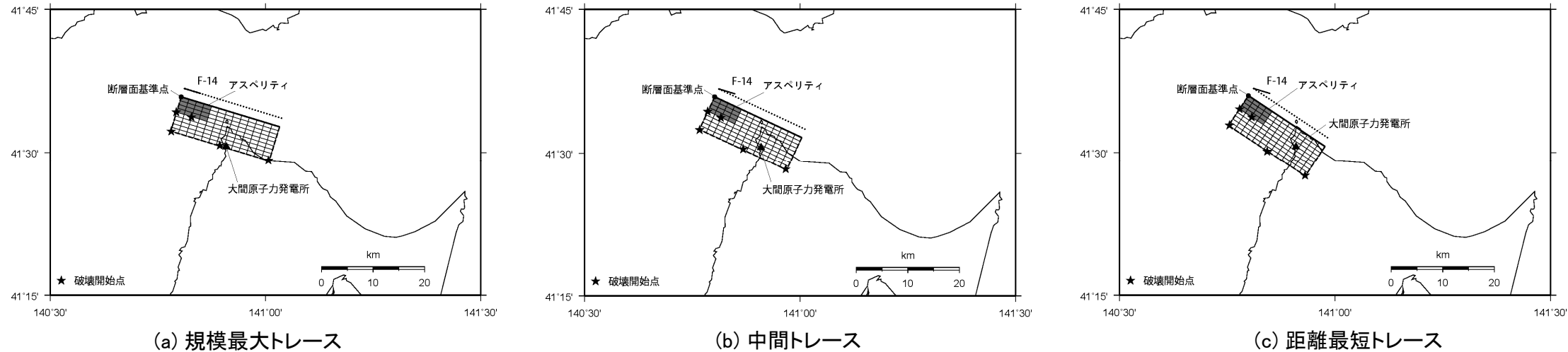
 : あらかじめ不確かさを考慮するパラメータ

5.3 震源モデルの設定(16/27)

①基本ケースの震源モデル候補の設定(15/15)

基本ケースの震源モデル候補

- 前述の巨視的パラメータ及び微視的パラメータ等を踏まえ、下図の3つの基本ケースの震源モデル候補を設定する。
- 3つの基本ケースの震源モデル候補の諸元を下表に示す。



基本ケースの震源モデル候補のモデル図

基本ケースの震源モデル候補の諸元

地表トレース	走向	断層傾斜角	断層長さ	断層幅	地震規模 M_0 ※	アスペリティ数	アスペリティ位置	アスペリティの短周期レベル(応力降下量)	破壊開始点
規模最大トレース	N107° E	60°	19.9km	13.9km	$4.4 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	強震動予測レシピ	複数設定
中間トレース	N115° E	60°	18.6km	13.9km	$3.9 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	強震動予測レシピ	複数設定
距離最短トレース	N124° E	60°	17.8km	13.9km	$3.7 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	強震動予測レシピ	複数設定

※ :地震モーメント M_0 は、地震発生層を飽和する断層幅に設定していることから、強震動予測レシピに準じ、入倉・三宅(2001)に基づき算定することが考えられるが、Somerville et al.(1999)に基づき算定した値の方が大きくなるため、地震動評価上の保守性の観点からSomerville et al.(1999)に基づき算定。

5.3 震源モデルの設定(17/27)



②基本ケースの震源モデルの選定(1/2)

- 地表トレースが異なる3つの基本ケースの震源モデル候補の地震規模と敷地までの距離を下表に示す。
- 3つの基本ケースの震源モデル候補は、北側の震源モデルほど地震規模が大きく、南側の震源モデルほど敷地までの距離が近くなっており、地震規模と敷地までの距離から基本ケースの震源モデルを1条に選定することが困難である。
- これを踏まえ、断層モデルによる地震動評価を実施し、地震動の敷地に及ぼす影響を検討の上、基本ケースの震源モデルを選定する。

基本ケースの震源モデル候補の地震規模及び敷地までの距離※1

地表トレース	走向	地震規模	距離		
		地震モーメント M_0 ※2	等価震源距離	断層最短距離	アスペリティ 最短距離
規模最大トレース	N107° E	<u>$4.4 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$</u>	10.9km	7.3km	8.9km
中間トレース	N115° E	$3.9 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$	10.5km	5.9km	<u>8.8km</u>
距離最短トレース	N124° E	$3.7 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$	<u>10.2km</u>	<u>4.4km</u>	<u>8.8km</u>

※1 : 表中の下線は、地震モーメント M_0 の最大値、及び距離の最短値を示す。

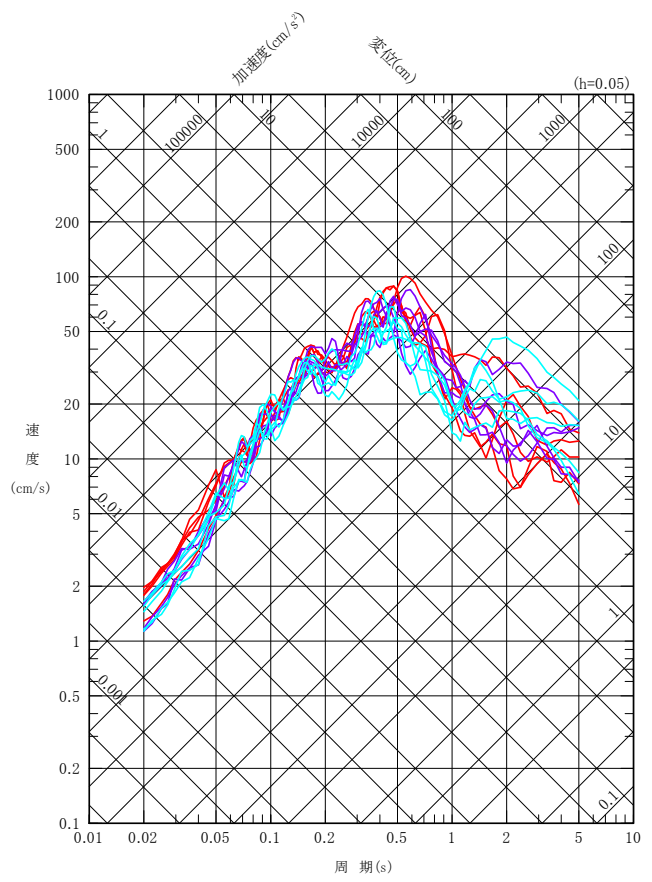
※2 : 地震モーメント M_0 は、地震発生層を飽和する断層幅に設定していることから、強震動予測レシピに準じ、入倉・三宅(2001)に基づき算定することが考えられるが、Somerville et al.(1999)に基づき算定した値の方が大きくなるため、地震動評価上の保守性の観点からSomerville et al.(1999)に基づき算定。

5.3 震源モデルの設定(18/27)

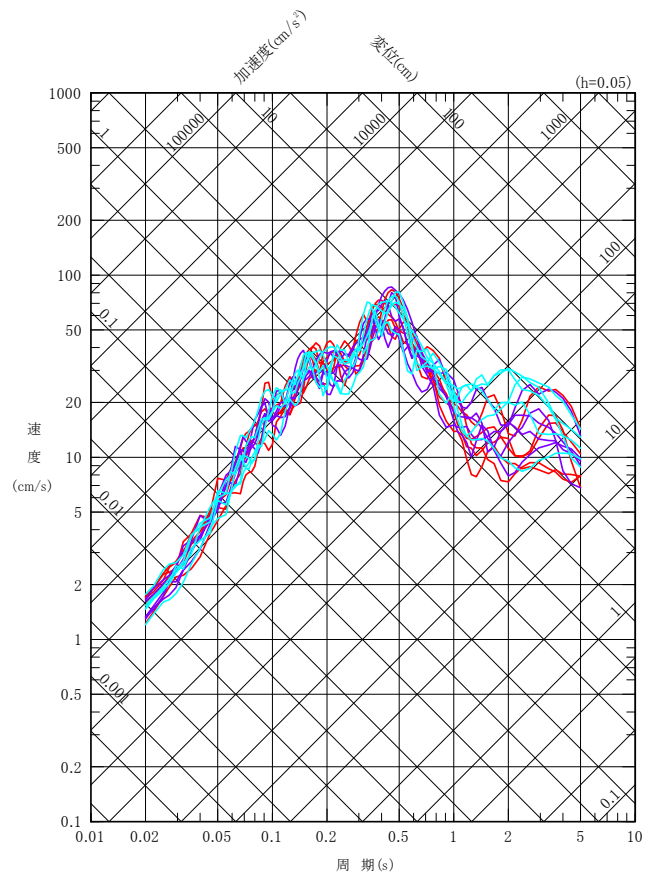


②基本ケースの震源モデルの選定(2/2)

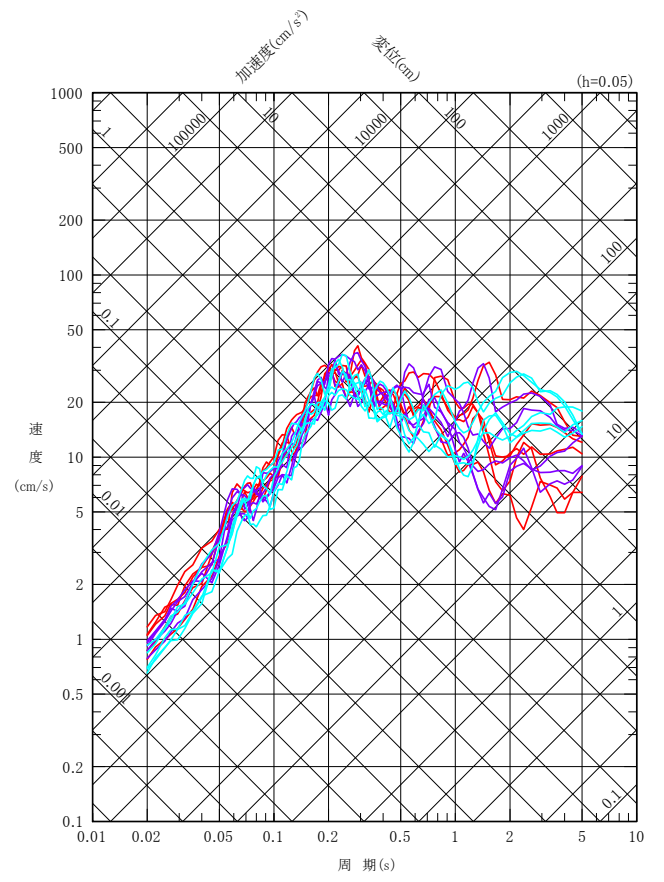
- 地表トレースが異なる3つの基本ケースの震源モデル候補の断層モデルによる地震動評価結果を以下に示す。
- 地震動レベルは、どの震源モデル候補でも同程度であり、周期によって地震動レベルの大小関係が入れ替わることから、基本ケースの震源モデルとして、震源モデル候補の3つ全てを選定する。



NS成分



EW成分



UD成分

5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

5.3 震源モデルの設定(19/27)

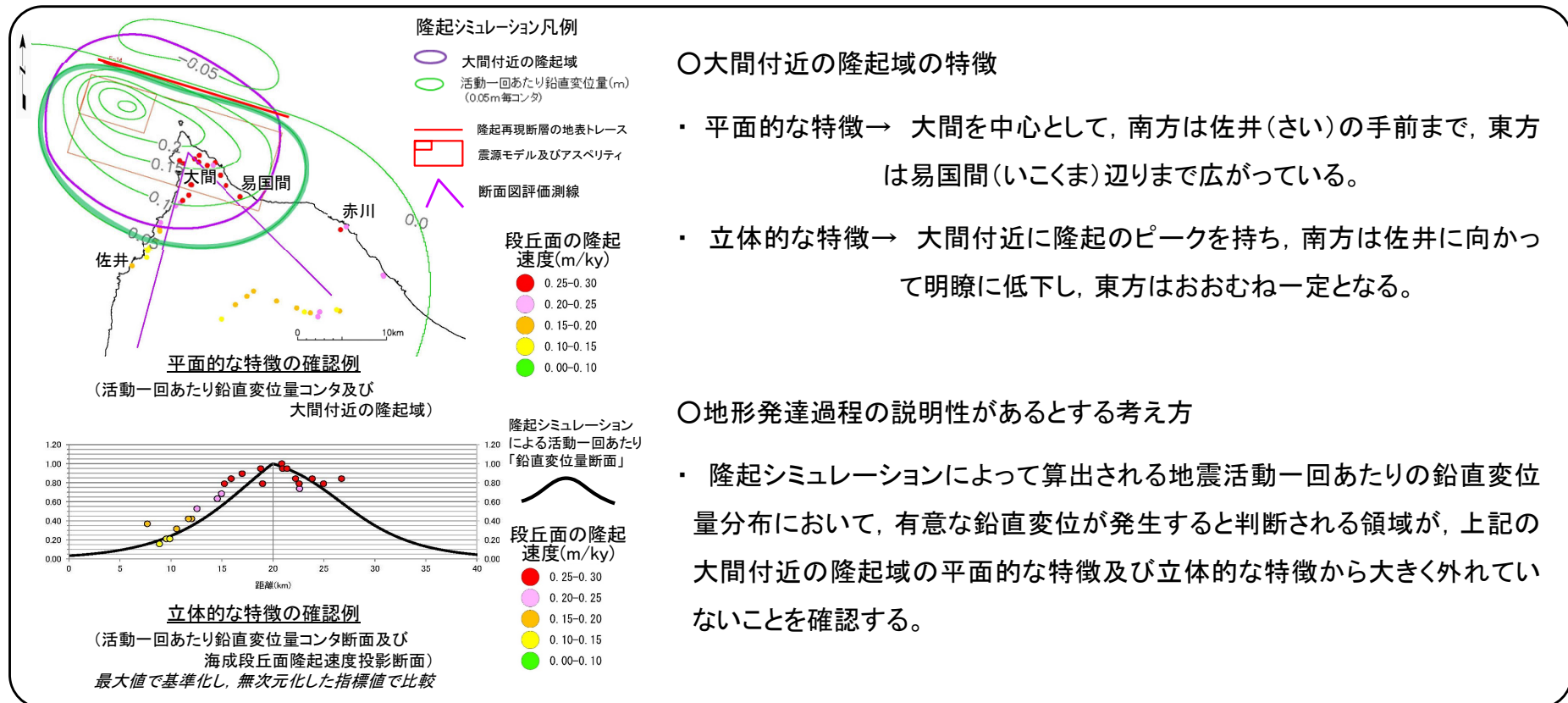
③地形発達過程の説明性の確認(1/2)

コメントNo.S4-10, S4-11

- 基本ケースとして選定された震源モデルについて、大間付近の隆起域における後期更新世以降の地形発達過程の説明性を確認する。
- 震源モデルによる地形発達過程の説明性は、隆起シミュレーション※によって算出される地震活動一回あたりの鉛直変位量分布が、大間付近の隆起域の特徴と大きく外れていないことをもって確認する。

※：隆起シミュレーションは、国立研究開発法人防災科学技術研究所がOkada(1992)に基づいて作成した「断層モデルによる地殻変動計算プログラムDC3D0/DC3D」を使用する。

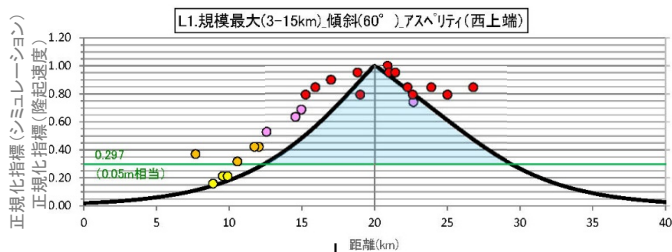
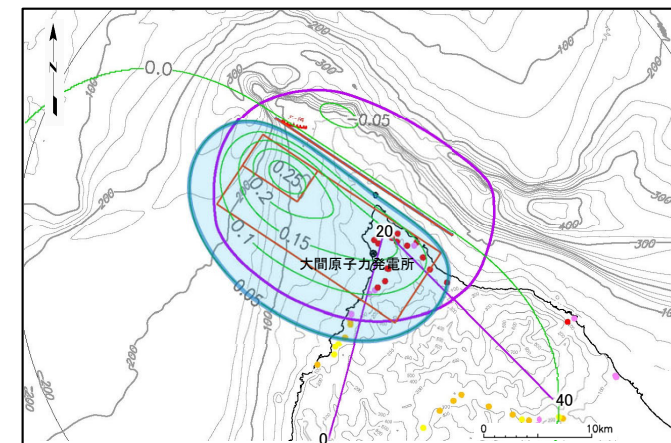
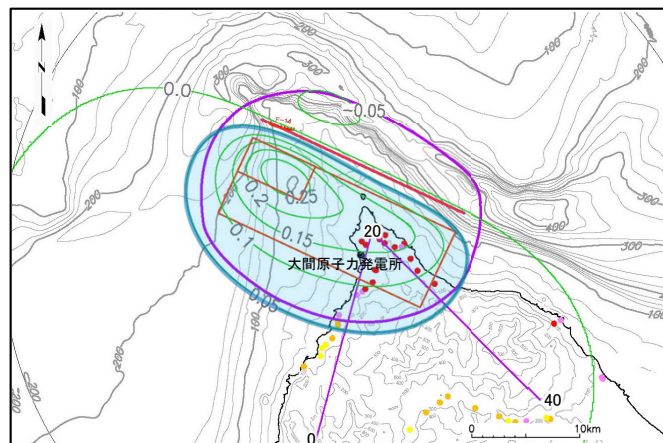
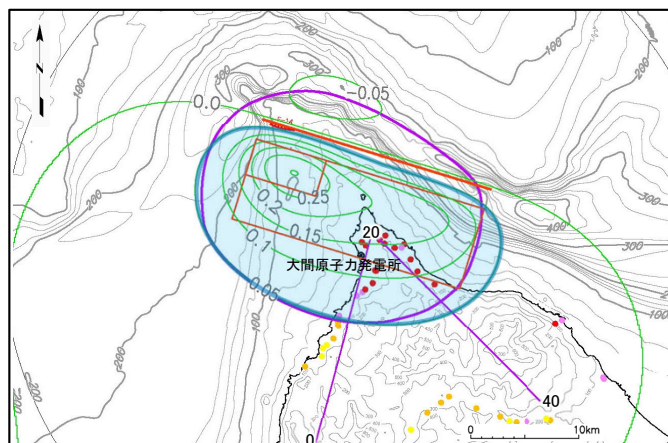
地形発達過程の説明性の確認方法



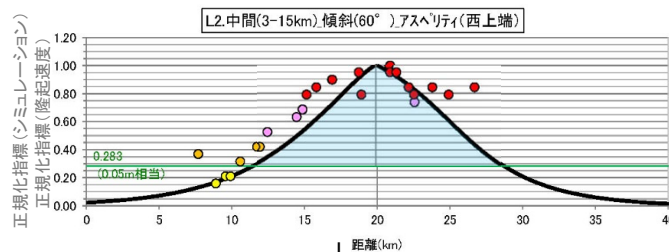
③地形発達過程の説明性の確認 (2/2)

コメントNo.S4-10, S4-11

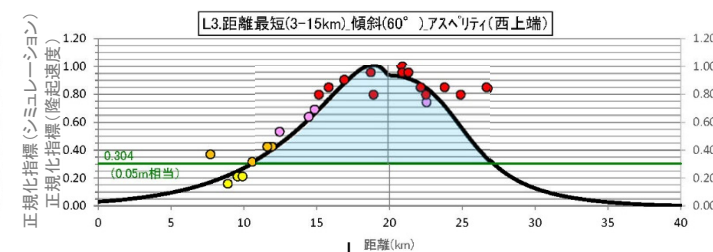
- 基本ケースとして選定された震源モデルについては、隆起シミュレーションによって算出される地震活動一回あたりの鉛直変位量分布が、下記の目安により、大間付近の隆起域における後期更新世以降の地形発達過程を説明可能であることが確認される。
- (目安)地震活動一回あたりの鉛直変位量0.05mコンタ(有意な鉛直変位が発生すると判断される領域の境界となっている)に着目し、大間付近の隆起域の平面的な特徴及び断面的な特徴から大きく外れていないこと。



(a) 規模最大トレース



(b) 中間トレース



(c) 距離最短トレース

隆起速度 (m/ky)

- 0.25-0.30
- 0.20-0.25
- 0.15-0.20
- 0.10-0.15
- 0.00-0.10

段丘の隆起速度調査結果



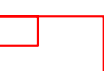
大間付近の隆起域



活動一回あたり鉛直変位量コンタ断面位置
兼、海成段丘面隆起速度投影断面位置



地表トレース



震源モデル及びアスペリティ



隆起シミュレーションによる
「活動一回あたり鉛直変位量コンタ」(m/回)



(鉛直変位量0.05(m/回)以上の領域)



隆起シミュレーションによる
「活動一回あたり鉛直変位量コンタ断面」



(鉛直変位量0.05(m/回)以上の領域)

5.3 震源モデルの設定 (21 / 27)



④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定 (1 / 6)

地震動評価における不確かさの考慮について、基本的な考え方を以下に示す。

- 不確かさについて、「**認識論的不確かさ**」と「**偶然的な不確かさ**」に分類する。
- 事前の調査や経験則等から設定できる「**認識論的不確かさ**」について、それぞれ独立して不確かさを考慮する。
- 事前の調査や経験則等から設定が困難な「**偶然的な不確かさ**」は、「**認識論的不確かさ**」とともに考慮する。

不確かさを考慮するパラメータ

- ①断層傾斜角
- ②地震規模(断層長さ)
- ③短周期レベル
- ④アスペリティ数

認識論的不確かさに分類されるもの
(事前の調査や経験則等から設定できるもの)

- ⑤アスペリティ位置
- ⑥破壊開始点


偶然的な不確かさに分類されるもの
(事前の調査や経験則等から設定が困難なもの)

④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定(2/6)

- 隆起再現断層による地震の地震動評価にあたり、基本ケースの震源モデル、及び不確かさの考慮について下表のとおり整理する。

震源モデルの設定の考え方と不確かさの整理

不確かさの種類	パラメータ	基本ケースの震源モデルの設定	不確かさの考慮
認識論的 不確かさ	断層傾斜角	<ul style="list-style-type: none"> 大間付近の隆起域を説明できるように、南傾斜の逆断層を設定する。 断層傾斜角については、下記に示す地質構造の特徴等を踏まえ、60°に設定する。 <ul style="list-style-type: none"> 下北半島を含む東北日本弧では高角な逆断層が卓越する。 大間付近の隆起域に唯一認められる震源として考慮する活断層であるF-14断層の断層傾斜角は、地質調査によると鉛直または高角である。 強震動予測レシピでは、高角な断層の場合、断層傾斜角を60°以上としている。 	<ul style="list-style-type: none"> 強震動予測レシピを踏まえ、より低角な45°を考慮する。
	地震規模 (断層長さ)	<ul style="list-style-type: none"> 地震動評価上の保守性を考慮し、地震発生層を飽和する断層幅よりも長い、隆起再現断層の想定領域に設定した地表トレースの長さ(17.8km~19.9km)に設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 更なる不確かさとして、Shimazaki(1986)、武村(1998)、入倉(2007)に基づく地表地震断層が生じる地震規模$M_0=7.5 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$となる断層長さ26.5kmを考慮する。(基本ケースの震源モデルの両端を均等に拡張する。)
	アスペリティの 短周期レベル (応力降下量)	<ul style="list-style-type: none"> 強震動予測レシピに基づき設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、強震動予測レシピの1.5倍を考慮する。
	アスペリティ数	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域に想定される地震規模を踏まえて、Somerville et al.(1999)等の知見に基づき、アスペリティは1つ設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 大間付近の隆起域が敷地付近まで広がっていること、Somerville et al.(1999)等の知見では$M_0=1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ ($1 \times 10^{26} \text{dyne} \cdot \text{cm}$)よりも小さい地震規模でもアスペリティが2つの事例があること、及び強震動予測レシピではアスペリティの個数は1セグメントあたり1個か2個に設定するとされていることを踏まえ、アスペリティを2つ設定した場合を考慮する。 アスペリティ面積比は、強震動予測レシピに基づき2:1とし、敷地に近くなるアスペリティの面積を大きく設定する。
偶然的 不確かさ	アスペリティ位置	<ul style="list-style-type: none"> 杉山ほか(2002)等の知見を踏まえ、大間付近の隆起域に唯一認められる活断層であるF-14断層の位置をすべり量の大きい領域と仮定し、アスペリティはF-14断層位置に設定する。 具体的には、F-14断層による地震のアスペリティ位置の設定に準じ、F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本ケースの震源モデルの段階で既に、敷地に対する影響が大きくなるような位置にアスペリティを配置している。
	破壊開始点	<ul style="list-style-type: none"> 敷地に及ぼす影響が大きくなるように、敷地に破壊が向かう破壊開始点を複数設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本ケースの震源モデルの段階で既に、複数の破壊開始点を考慮している。

 :基本ケースの震源モデルにあらかじめ不確かさを考慮するパラメータ

 :基本ケースの震源モデルに対して不確かさを考慮するパラメータ

5. 隆起再現断層による地震の地震動評価


5.3 震源モデルの設定(23/27)

④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定(3/6)

- 隆起再現断層による地震の地震動評価の検討ケースを以下に示す。
- 地震モーメント M_0 は、地震発生層を飽和する断層幅に設定していることから、強震動予測レシピに準じ、入倉・三宅(2001)に基づき算定することを基本とする。ただし、Somerville et al.(1999)に基づき算定した値の方が大きい場合は、地震動評価上の保守性の観点からSomerville et al.(1999)に基づき算定する。
- アスペリティ数の不確かさケースにおいて、1つ目のアスペリティ(以下「西部アスペリティ」という。)位置は、基本ケースと同様、F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置する。2つ目のアスペリティ(以下「東部アスペリティ」という。)位置は、地表に活断層が認められない位置に配置することとなるため、地表地震断層の変位量分布が震源断層浅部のすべり量分布とよく対応しているとする杉山ほか(2002)等の知見に基づけば震源断層浅部に位置するとは考え難い。したがって、震源断層深部にあるものと仮定し、震源断層深部の中で敷地に近づくように敷地下方の断層中央に配置する。

検討ケース一覧

断層位置 (地表トレース)	検討ケース	地震規模	断層傾斜角	アスペリティの 短周期レベル (応力降下量)	アスペリティ 数	アスペリティ位置	破壊開始点
規模最大 トレース	基本ケース	M6.8 ($M_0=4.4 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	断層傾斜角の不確かさケース	M6.9 ($M_0=6.4 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	45°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	地震規模の不確かさケース	M7.0 ($M_0=7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	短周期レベルの不確かさケース	M6.8 ($M_0=4.4 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ × 1.5倍	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	アスペリティ数の不確かさケース	M6.8 ($M_0=4.4 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	2つ	西部:F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置 東部:敷地下方の断層中央に配置	複数設定
中間 トレース	基本ケース	M6.7 ($M_0=3.9 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	断層傾斜角の不確かさケース	M6.9 ($M_0=5.6 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	45°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	地震規模の不確かさケース	M7.0 ($M_0=7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	短周期レベルの不確かさケース	M6.7 ($M_0=3.9 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ × 1.5倍	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	アスペリティ数の不確かさケース	M6.7 ($M_0=3.9 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	2つ	西部:F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置 東部:敷地下方の断層中央に配置	複数設定
距離最短 トレース	基本ケース	M6.7 ($M_0=3.7 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	断層傾斜角の不確かさケース	M6.8 ($M_0=5.1 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	45°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	地震規模の不確かさケース	M7.0 ($M_0=7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	短周期レベルの不確かさケース	M6.7 ($M_0=3.7 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ × 1.5倍	1つ	F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置	複数設定
	アスペリティ数の不確かさケース	M6.7 ($M_0=3.7 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$)	60°	強震動予測レシピ	2つ	西部:F-14断層位置の断層上端に敷地に寄せて配置 東部:敷地下方の断層中央に配置	複数設定

 :基本ケースの震源モデルにあらかじめ不確かさを考慮するパラメータ

 :基本ケースの震源モデルに対して不確かさを考慮するパラメータ

④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定 (4/6)

- 規模最大トレースの各検討ケースの震源モデルを以下に示す。

規模最大トレースの震源モデル一覧

	基本ケース (短周期レベルの不確かさケース)	断層傾斜角の不確かさケース	地震規模の不確かさケース	アスペリティ数の不確かさケース																								
震源モデル図																												
断面模式図	<p>A 大間原子力発電所 A'</p> <p>断層最短距離 7.3km</p> <p>断層幅 13.9km</p> <p>傾斜角 60°</p> <p>GL-15km</p>	<p>A 大間原子力発電所 A'</p> <p>断層最短距離 6.0km</p> <p>断層幅 17.0km</p> <p>傾斜角 45°</p> <p>GL-15km</p>	<p>A 大間原子力発電所 A'</p> <p>断層最短距離 7.3km</p> <p>断層幅 13.9km</p> <p>傾斜角 60°</p> <p>GL-15km</p>	<p>A 大間原子力発電所 A'</p> <p>断層最短距離 7.3km</p> <p>断層幅 13.9km</p> <p>傾斜角 60°</p> <p>GL-15km</p>																								
距離	<table border="1"> <tr> <td>等価震源距離</td> <td>10.9km</td> </tr> <tr> <td>断層最短距離</td> <td>7.3km</td> </tr> <tr> <td>アスペリティ最短距離</td> <td>8.9km</td> </tr> </table>	等価震源距離	10.9km	断層最短距離	7.3km	アスペリティ最短距離	8.9km	<table border="1"> <tr> <td>等価震源距離</td> <td>9.9km</td> </tr> <tr> <td>断層最短距離</td> <td>6.0km</td> </tr> <tr> <td>アスペリティ最短距離</td> <td>7.2km</td> </tr> </table>	等価震源距離	9.9km	断層最短距離	6.0km	アスペリティ最短距離	7.2km	<table border="1"> <tr> <td>等価震源距離</td> <td>11.2km</td> </tr> <tr> <td>断層最短距離</td> <td>7.3km</td> </tr> <tr> <td>アスペリティ最短距離</td> <td>8.1km</td> </tr> </table>	等価震源距離	11.2km	断層最短距離	7.3km	アスペリティ最短距離	8.1km	<table border="1"> <tr> <td>等価震源距離</td> <td>10.5km</td> </tr> <tr> <td>断層最短距離</td> <td>7.3km</td> </tr> <tr> <td>アスペリティ最短距離</td> <td>西部: 10.3km 東部: 8.3km</td> </tr> </table>	等価震源距離	10.5km	断層最短距離	7.3km	アスペリティ最短距離	西部: 10.3km 東部: 8.3km
等価震源距離	10.9km																											
断層最短距離	7.3km																											
アスペリティ最短距離	8.9km																											
等価震源距離	9.9km																											
断層最短距離	6.0km																											
アスペリティ最短距離	7.2km																											
等価震源距離	11.2km																											
断層最短距離	7.3km																											
アスペリティ最短距離	8.1km																											
等価震源距離	10.5km																											
断層最短距離	7.3km																											
アスペリティ最短距離	西部: 10.3km 東部: 8.3km																											

④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定 (5/6)

- 中間トレースの各検討ケースの震源モデルを以下に示す。

中間トレースの震源モデル一覧

	基本ケース (短周期レベルの不確かさケース)	断層傾斜角の不確かさケース	地震規模の不確かさケース	アスペリティ数の不確かさケース	
震源モデル図					
断面模式図					
距離	等価震源距離	10.5km	9.8km	10.8km	9.8km
	断層最短距離	5.9km	4.8km	5.9km	5.9km
	アスペリティ最短距離	8.8km	7.4km	7.4km	西部: 10.4km 東部: 7.5km

④考慮する不確かさの整理に基づく検討ケースの設定 (6/6)

- 距離最短トレースの各検討ケースの震源モデルを以下に示す。

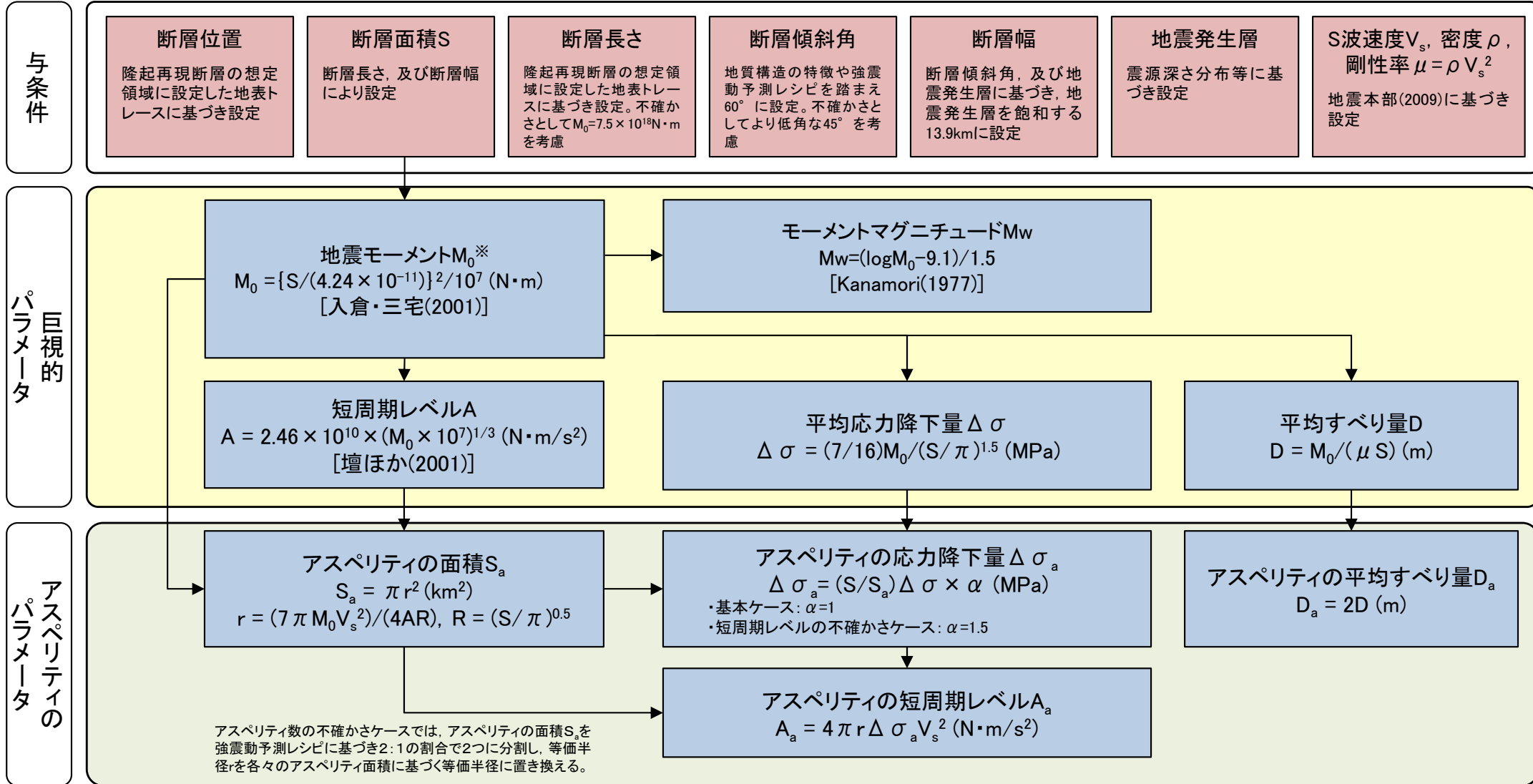
距離最短トレースの震源モデル一覧

	基本ケース (短周期レベルの不確かさケース)	断層傾斜角の不確かさケース	地震規模の不確かさケース	アスペリティ数の不確かさケース				
震源モデル図								
断面模式図								
距離	等価震源距離	10.2km	等価震源距離	9.9km	等価震源距離	10.5km	等価震源距離	9.4km
	断層最短距離	4.4km	断層最短距離	3.6km	断層最短距離	4.4km	断層最短距離	4.4km
	アスペリティ最短距離	8.8km	アスペリティ最短距離	7.7km	アスペリティ最短距離	6.9km	アスペリティ最短距離	西部: 10.5km 東部: 7.1km



⑤断層パラメータの設定: 断層パラメータの設定フロー

- 断層パラメータは、強震動予測レシピに基づき設定する。
- 各検討ケースの断層パラメータの設定については次回以降の審査会合にて説明する。



※: 地震モーメント M_0 は、地震発生層を飽和する断層幅に設定していることから、強震動予測レシピに準じ、入倉・三宅(2001)に基づき算定することを基本とする。ただし、Somerville et al.(1999)に基づき算定した値の方が大きい場合は、地震動評価上の保守性の観点からSomerville et al.(1999)に基づき算定する。

断層パラメータの設定フロー

与条件とした項目
 強震動予測レシピを用いて設定

<補足説明資料>

(補足1) 下北半島西部の広域的な地殻変動について

(補足2) 地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響の確認について

(補足3) 隆起再現断層による地震とF-14断層による地震の比較について

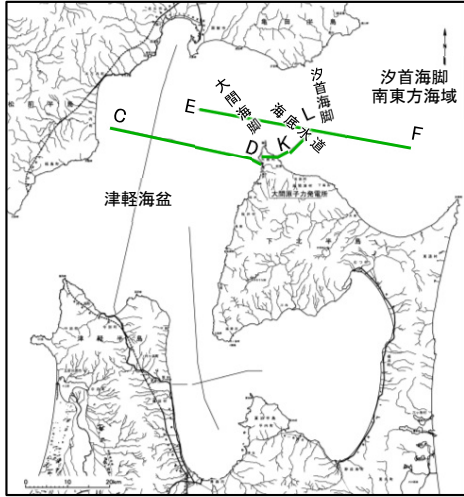
(参考) 隆起再現断層による地震の地震動と標準応答スペクトルを考慮した地震動の比較

(補足1)下北半島西部の広域的な地殻変動について(1/2)

下北半島西部の広域的な地殻変動について

- 下北半島西部の広域的な地殻変動の実態を示し、「大間付近の隆起域」が、広域的な隆起の一部分であることを示す。

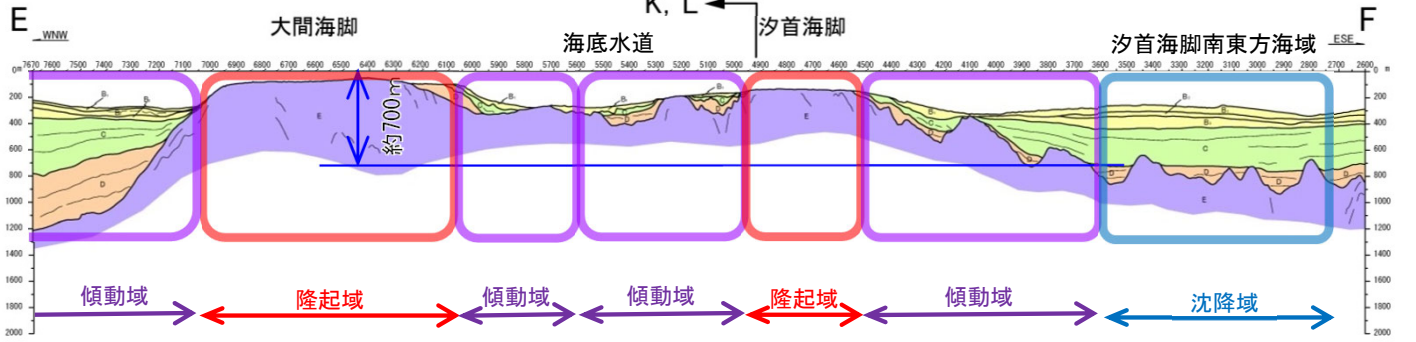
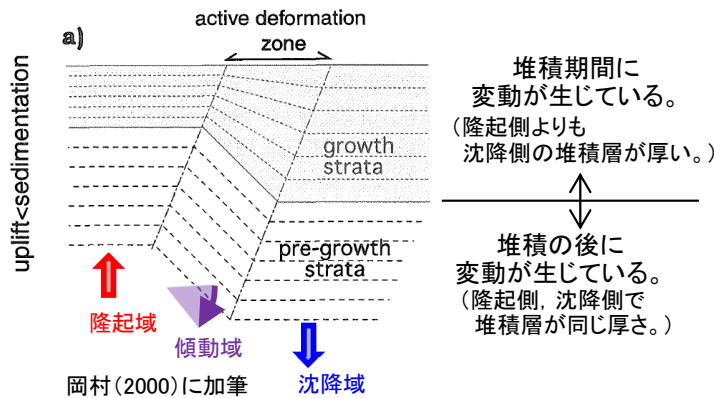
(補足1) 下北半島西部の広域的な地殻変動について(2/2)



断面位置図

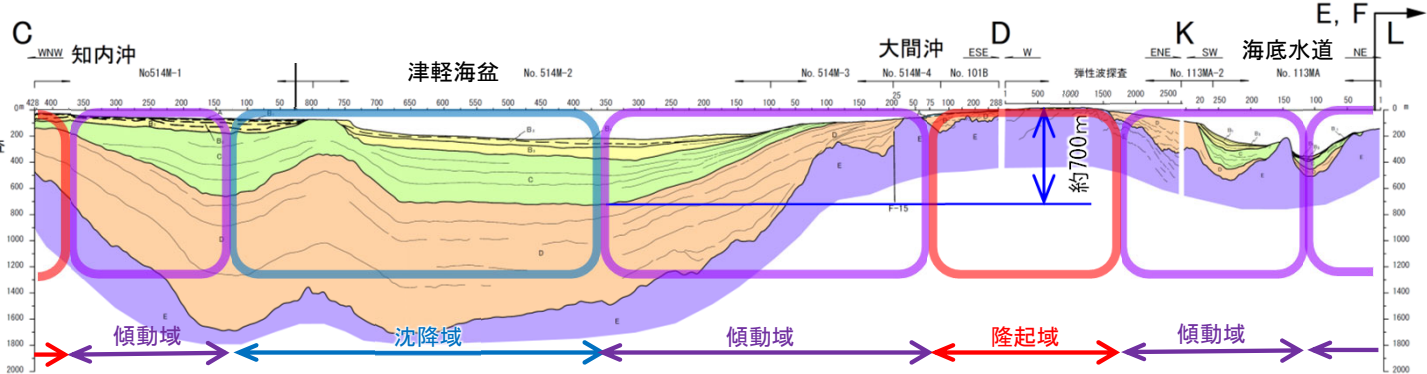
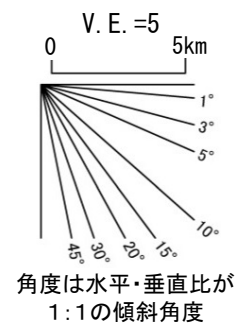
下北半島西部の広域的な地殻変動は、更新世以降に生じている海域(津軽海盆, 汐首海脚南東方海域)の沈降と陸域(大間海脚, 汐首海脚を含む)の隆起並びにそれらを繋ぐ沿岸部の傾動として認められる。その概要を以下に示す。

- 傾動域において, C層(下部更新統)には明瞭な“growth strata”が認められ, D層(鮮新統)には“pre-growth strata”が認められることから, 広域的な地殻変動が前期更新世に活発な活動を開始していることが分かる。
- 第四紀(C層堆積開始以降)の累積落差は700m以上であり, 平均0.25~0.3m/ky程度の隆起速度差となる。(700m/2580ky≒0.27m/ky)
- この700mの累積落差をもたらす地殻変動において, E層(中新統)及びD層(鮮新統)には新たな断層は形成されておらず, 全体の緩やかな変形により落差を吸収している。



海域地質凡例

地質時代	海域の地質
第 完新世	A
更 新 世	後期 B ₁
	中期 B ₂
	前期 B ₃
新 鮮 世	C
	D
新 中 世	E
先新第三紀	



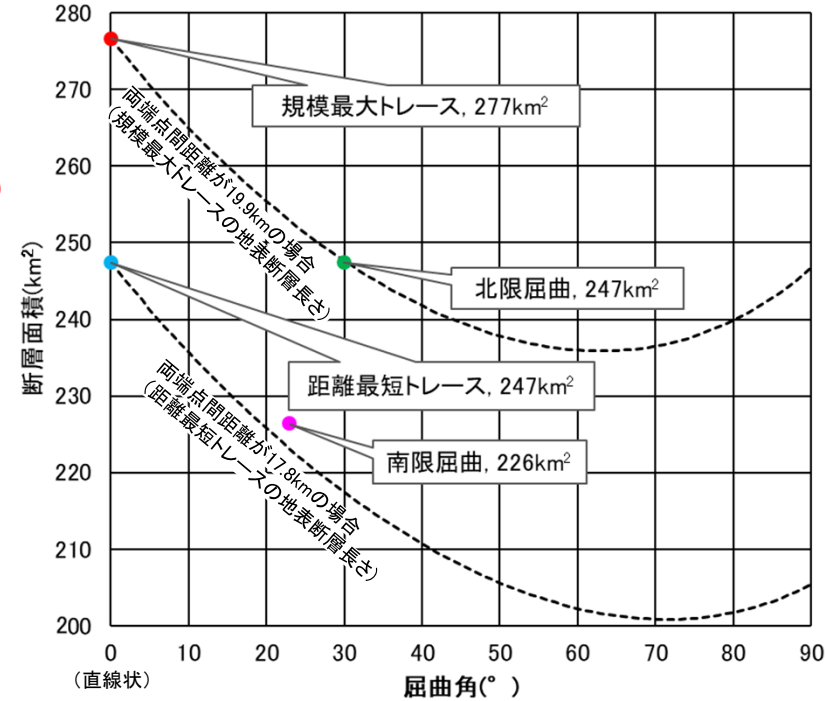
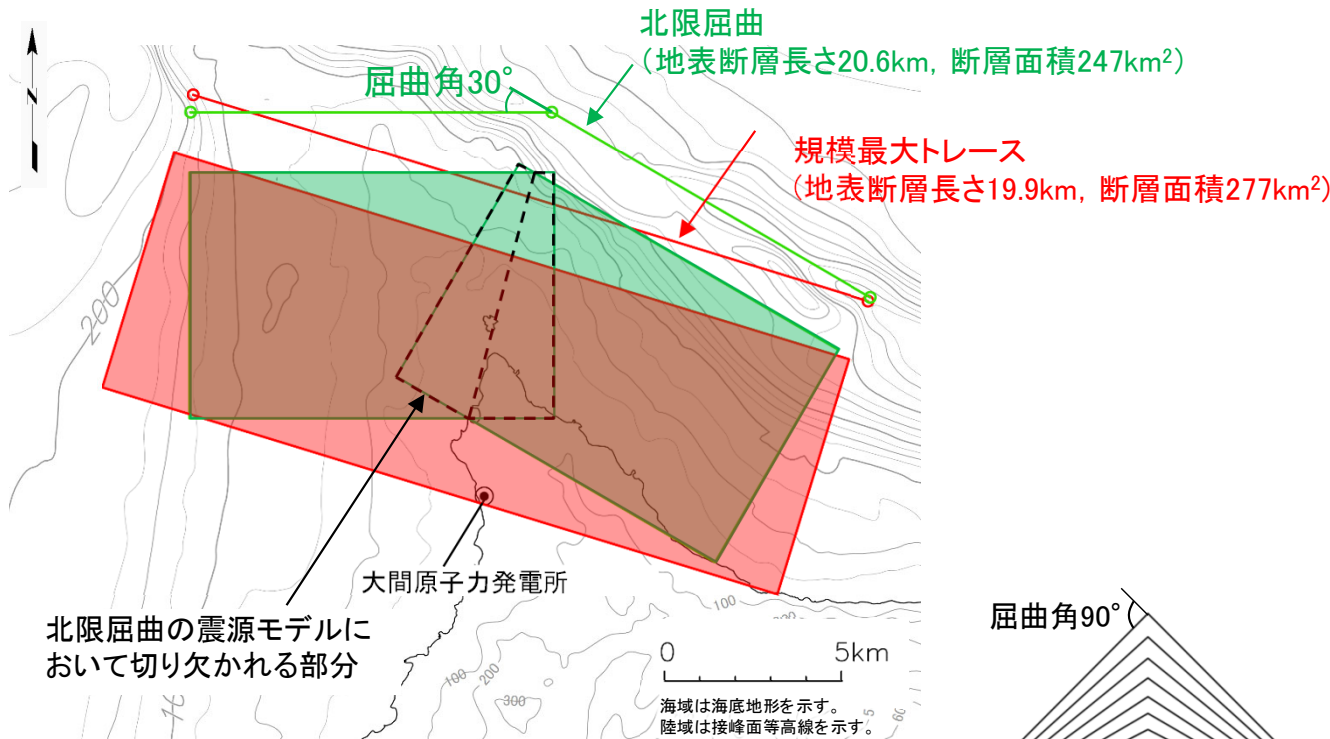
(補足2) 地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響の確認について(1/2)

地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響の確認について

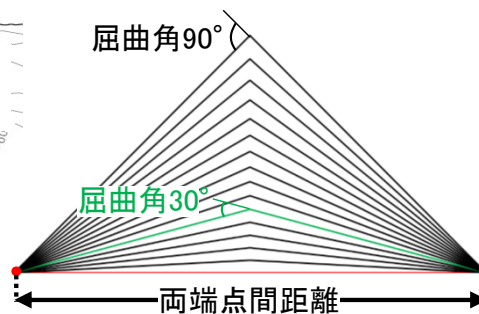
- 隆起再現断層は、屈曲する形状の地表トレースより、同位置に両端点を持つ直線状の形状の地表トレースに設定する方が断層面積が大きくなり、地震動評価上重要な地震規模が大きく設定される。
- ここでは、地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響について詳細に確認する。

(補足2) 地表トレースの形状が地震規模に及ぼす影響の確認について(2/2)

- 地表トレースの形状が、地震規模に及ぼす影響について確認する。
- 震源断層の傾斜方向に屈曲する形状の地表トレースは、同位置に両端点を持つ直線状の地表トレースよりも、地表断層長さは長くなる。
- 一方で、ある程度断層が傾斜する場合、想定される断層面積及び地震規模は、屈曲部の断層面が切り欠かれることにより、同位置に両端点を持つ直線状の地表トレースより小さくなる。
- この傾向について、両端点がおおむね同位置の北限屈曲と規模最大トレースを例に挙げて確認すると、地表トレースが屈曲する北限屈曲は、規模最大トレース(地表断層長さ19.9km, 断層面積277km²)と比較して、地表断層長さは20.6kmと長いものの、断層面積は247km²と小さくなっている。
- さらに、地表トレースの両端点間距離を固定し、地表トレースの中央を屈曲させた場合の、地表トレースの屈曲する角度(以下「屈曲角」という。)と断層面積の関係を確認すると、右図の破線で示す傾向となる。
- 屈曲角が0° ~90° の範囲では、屈曲角0° の直線状の地表トレースの断層面積が最大となることがわかる。



屈曲角と断層面積の関係
(断層傾斜角が60° の場合)



隆起再現断層による地震とF-14断層による地震の比較について

- 隆起再現断層による地震の震源モデルを, F-14断層による地震の震源モデルと比較して示す。

(補足3) 隆起再現断層による地震とF-14断層による地震の比較について(2/4)

- 隆起再現断層による地震の基本ケースの震源モデルの考え方を、F-14断層による地震の基本ケースの震源モデルの考え方と比較して下記に示す。
- 両者の主な違いとしては、下記が挙げられる。
 - 隆起再現断層は、地質調査から活断層が認められるF-14断層とは異なり、地質調査から活断層等が認められないが、地震動評価上の保守性の観点から、隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造に基づき想定する仮想的な断層である。
 - 隆起再現断層は、南傾斜の逆断層として評価するため、左横ずれ断層として評価するF-14断層よりも敷地までの距離が近くなる。

基本ケースの震源モデルの考え方の比較

	隆起再現断層による地震	F-14断層による地震
考え方	<ul style="list-style-type: none"> 地質調査からは活断層等が認められない。 地震動評価上の保守性の観点から、大間付近の隆起域を説明しうる仮想的な断層を、隆起再現断層の想定領域の設定根拠とした古い地質構造等に基づき想定し、地表地震断層が生じない規模の地震として評価する。 大間付近の隆起域を説明できるように南傾斜の逆断層(断層傾斜角60°)として評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地質調査によって活断層が認められる。 孤立した短い活断層として$M_0=7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$相当の断層面を考慮する。 走向と応力場の関係から左横ずれ断層(断層傾斜角90°)として評価する。
基本ケースの地表トレース	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域に設定。 	<ul style="list-style-type: none"> 調査結果により得られている地表の断層の midpoint を基準として均等に配置。
基本ケースの震源モデルの断面模式図及び距離	<p>断面模式図※ ※: 敷地をとり、各々の断層に垂直な断面を重ねて示す。</p>	<p>断面模式図</p>
	<p>等価震源距離 距離最短トレース: 10.2km 中間トレース: 10.5km 規模最大トレース: 10.9km</p> <p>断層最短距離 距離最短トレース: 4.4km 中間トレース: 5.9km 規模最大トレース: 7.3km</p> <p>アスペリティ最短距離 距離最短トレース: 8.8km 中間トレース: 8.8km 規模最大トレース: 8.9km</p>	<p>等価震源距離 13.9km</p> <p>断層最短距離 9.0km</p> <p>アスペリティ最短距離 9.3km</p>

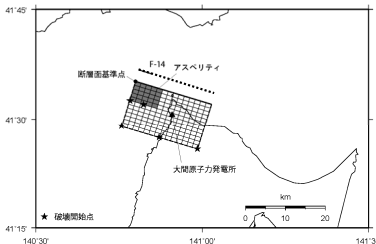
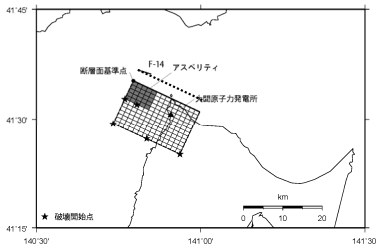
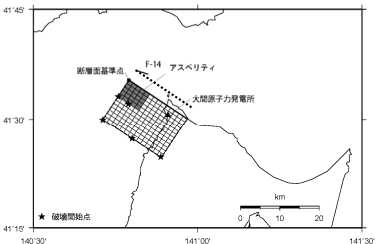
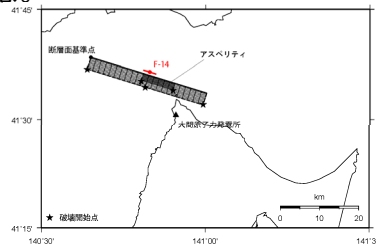
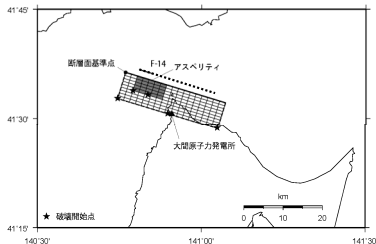
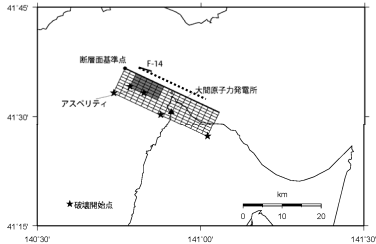
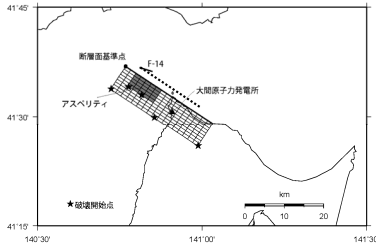
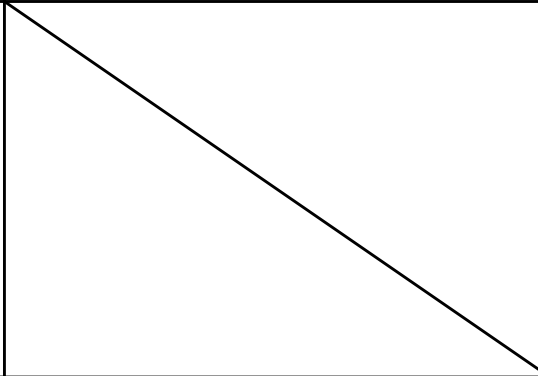
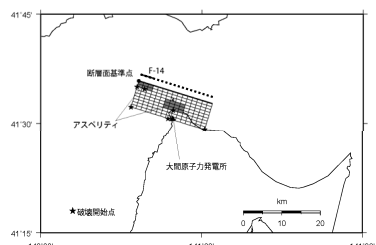
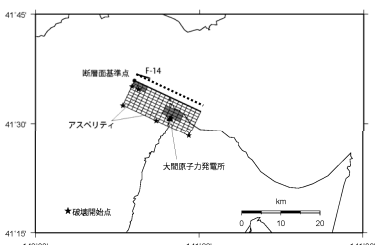
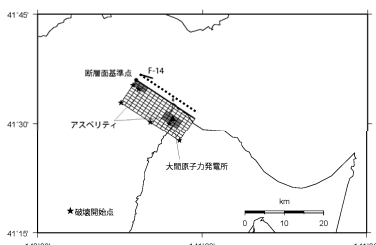
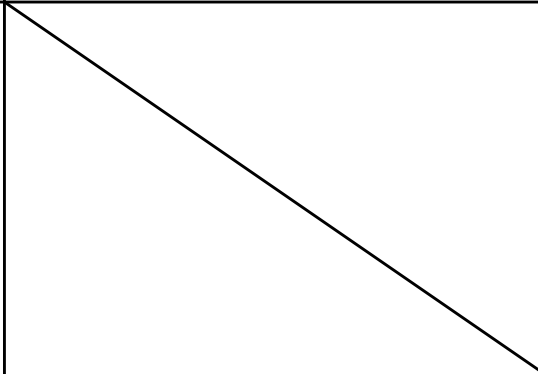
(補足3) 隆起再現断層による地震とF-14断層による地震の比較について(3/4)

- 隆起再現断層による地震の各検討ケースの震源モデルをF-14断層による地震の各検討ケースの震源モデルと比較して示す。
- 両者の主な違いとしては、下記が挙げられる。
 - 隆起再現断層による地震は、隆起再現断層の想定領域に複数の地表トレースが想定できることから、想定領域の設定根拠とした古い地質構造に基づき、3つの基本ケースを設定する。
 - 仮想的な断層を想定していること、及び大間付近の隆起域が敷地付近まで広がっていることを踏まえ、F-14断層による地震とは異なる不確かさとして、隆起が生じるような断層傾斜角の不確かさ(45°)や、地震規模及びアスペリティ数の不確かさを考慮する。
 - 特にアスペリティ数の不確かさケースにおいては、地震動評価上重要なアスペリティを敷地下方の断層中段にも配置する。

各検討ケースの震源モデルの比較(1/2)

検討ケース	隆起再現断層による地震	F-14断層による地震
基本ケース及び短周期レベルの不確かさケース	<ul style="list-style-type: none"> 隆起再現断層の想定領域には複数の地表トレースが想定できることから、想定領域の設定根拠とした古い地質構造に基づき、3つの基本ケースを設定。 短周期レベルの不確かさケースでは、3つの基本ケースに対し短周期レベルを1.5倍した場合を考慮。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="302 662 638 885"> <p>規模最大トレース</p> </div> <div data-bbox="649 662 985 885"> <p>中間トレース</p> </div> <div data-bbox="996 662 1332 885"> <p>距離最短トレース</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 地質調査結果から走向が定まるため、基本ケースを1つ設定。 短周期レベルの不確かさケースでは、基本ケースに対し短周期レベルを1.5倍した場合を考慮。 <div data-bbox="1624 662 1960 885"> </div>
断層位置の不確かさケース		<ul style="list-style-type: none"> 断層位置の設定に自由度があることを踏まえ、基本ケースに対し、断層位置を敷地に寄せた4つの配置を考慮。 <div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr;"> <div data-bbox="1444 1029 1780 1252"> <p>不確かさケース(a)</p> </div> <div data-bbox="1803 1029 2139 1252"> <p>不確かさケース(b)</p> </div> <div data-bbox="1444 1300 1780 1524"> <p>不確かさケース(c)</p> </div> <div data-bbox="1803 1300 2139 1524"> <p>不確かさケース(d)</p> </div> </div>

各検討ケースの震源モデルの比較(2/2)

検討ケース	隆起再現断層による地震	F-14断層による地震
断層傾斜角の不確かさケース	<p>3つの基本ケースに対し、断層傾斜角45°を考慮。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>規模最大トレース</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>中間トレース</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>距離最短トレース</p> </div> </div>	<p>基本ケースに対し、断層傾斜角75°を考慮。</p> <div style="text-align: center;">  </div>
地震規模の不確かさケース	<p>3つの基本ケースに対し、$M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$を考慮。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>規模最大トレース</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>中間トレース</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>距離最短トレース</p> </div> </div>	
アスペリティ数の不確かさケース	<p>3つの基本ケースに対し、アスペリティを2つ配置した場合を考慮。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>規模最大トレース</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>中間トレース</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>距離最短トレース</p> </div> </div>	

隆起再現断層による地震の地震動と
標準応答スペクトルを考慮した地震動の比較

- 隆起再現断層による地震の地震動と第1035回審査会合で示した震源を特定せず策定する地震動のうちの標準応答スペクトルを考慮した地震動を比較した結果を示す。

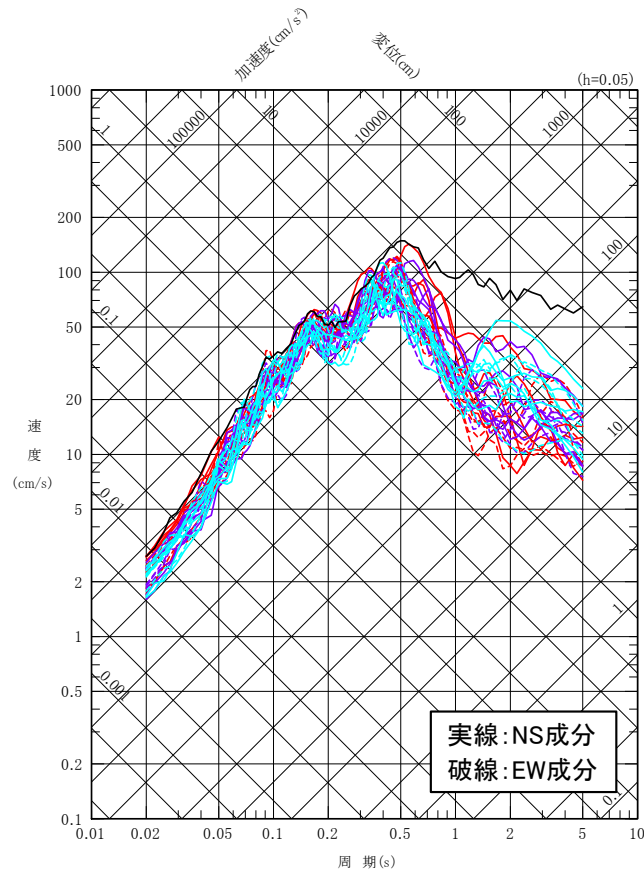
(参考)隆起再現断層による地震の地震動と標準応答スペクトルを考慮した地震動の比較(2/2)



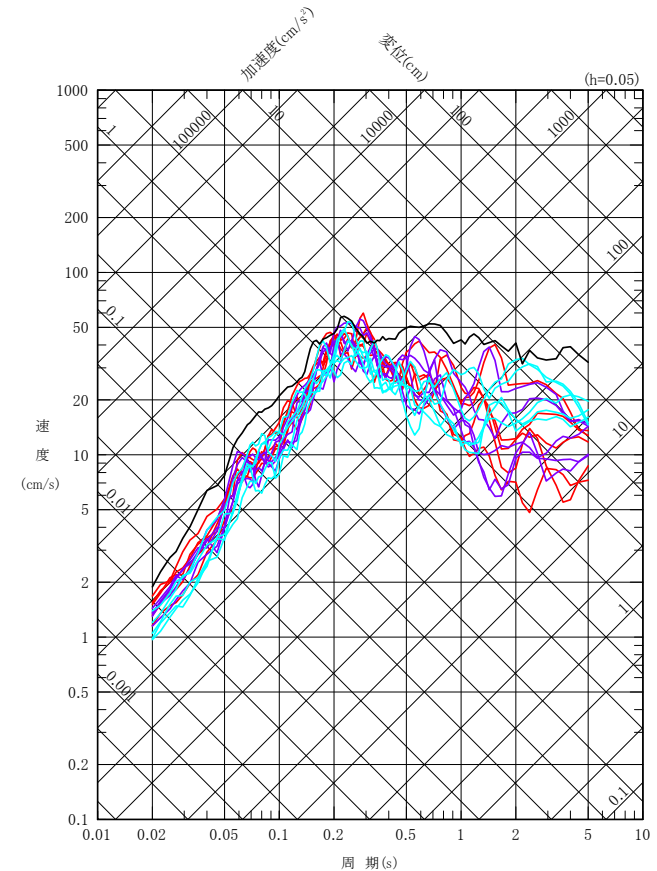
- 隆起再現断層による地震の地震動のうち敷地に及ぼす影響が最も大きくなると想定される短周期レベルの不確かさケースの地震動と、第1035回審査会合で示した震源を特定せず策定する地震動のうちの標準応答スペクトルを考慮した地震動を比較した結果を示す。
- 両者の地震動レベルは、おおむね同程度である。

隆起再現断層による地震の地震動(短周期レベルの不確かさケース)

— 規模最大トレース
 — 中間トレース
 — 距離最短トレース
 — 標準応答スペクトルを考慮した地震動



水平成分



鉛直成分

参考文献

検討用地震の選定及び地震動評価の流れ

- Abrahamson, N. A., W. J. Silva and R. Kamai (2014) : Summary of the ASK14 Ground Motion Relation for Active Crustal Regions, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3
- Boore, D. M., J. P. Stewart, E. Seyhan and G. M. Atkinson (2014) : NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3
- Campbell, K. W. and Y. Bozorgnia (2014) : NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3
- Chiou, B. S.-J. and R. R. Youngs (2014) : Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3
- Hisada, Y. (1994) : An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5
- Idriss, I. M. (2014) : An NGA-West2 Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3
- Noda, S., K.Yashiro, K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and 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 Analysis. Oct. 16-18, Istanbul
- 入倉孝次郎・香川敬生・関口春子 (1997) : 経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良, 日本地震学会講演予稿集, No.2, B25

5. 隆起再現断層による地震の地震動評価

- Kanamori, H. (1977) : The Energy Release in Great Earthquakes, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.82, No.20
- Okada, Y. (1992) : Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.82, No.2
- Shimazaki, K. (1986) : Small and large earthquakes: The effects of the thickness of seismogenic layer and the free surface, Earthquake Source Mechanics, Am. Geophys. Union Geophys. Monogr., 37
- Somerville, P. G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada (1999), "Characterizing Crustal Earthquake slip Models for the prediction of strong ground motion, Seismological Research Letters, Volume 70
- 糸井達哉・翠川三郎・鬼頭順三・三浦弘之・内山泰生・坂本成弘 (2009) : 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
- 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, 110
- 入倉孝次郎 (2007) : 原子力発電所の耐震設計のための基準地震動, 日本地震工学会誌, No.5
- 岡村行信 (2000) : 音波探査プロフィールに基づいた海底活断層の認定—fault related fold, growth strata及びgrowth triangleの適用—, 地質調査所月報, vol.51, No.2/3, pp.59-77
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2013) : 数値地質図P-2 日本重力データベース DVD版, 独立行政法人産業技術総合研究所
- 地震調査研究推進本部 (2004a) : 琵琶湖西岸断層帯の地震を想定した強震動評価について, 平成16年6月
- 地震調査研究推進本部 (2004b) : 高山・大原断層帯の地震を想定した強震動評価について, 平成16年9月
- 地震調査研究推進本部 (2009) : 全国地震動予測地図, 平成21年7月
- 地震調査研究推進本部 (2020) : 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」), 令和2年(2020年)3月, <https://www.jishin.go.jp/main/chousa/17_yosokuchizu/recipe.pdf>
- 杉山雄一・関口春子・粟田泰夫・伏島祐一郎・下川浩一 (2002) : 活断層情報と不均質震源特性との関係, 平成13年度科学振興調整費「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」研究成果報告書
- 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被害地震との関連—, 地震第2輯, 第51巻
- 壇一男・渡辺基史・佐藤俊明・石井透 (2001) : 断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化, 日本建築学会構造系論文集, 第545号
- 中田高 (2008) : 活断層研究の将来について, 活断層研究 28号