

| | |
|--------------|---------------|
| 大間原子力発電所審査資料 | |
| 資料番号 | OM1-CA121-R00 |
| 提出年月日 | 2020年6月1日 |

大間原子力発電所
敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造
(コメント回答 その9)

2020年6月

電源開発株式会社

大間原子力発電所

敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造 (コメント回答 その9)

2020年6月1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」での誤記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）

指摘事項等

下表の指摘事項に対する回答として、敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造について説明する。

○ 本資料で回答する指摘事項：主に敷地周辺の断層の評価に関わる審査会合における指摘事項

| No. | 項目 | 指摘時期 | コメント内容 | 掲載箇所 | |
|-------|-----------|-------------------------|--|--|--------|
| | | | | 本編資料 | 補足説明資料 |
| S1-77 | 下北半島西部の隆起 | 第817回会合 (2019.12.20) | <p>審査ガイドでは、地表付近の断層の個別の痕跡等のみにとらわれることなく、当該地域の地形発達過程および地質構造を総合的に検討して評価することが求められており、地表付近の痕跡等とその起因となる地下深部の震源断層の活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないとされている。</p> <p>このことを念頭に以下の観点等を考慮のうえ、F-14断層を起点とした仮想的な断層として想定し得る領域を提示し説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北日本弧は東西圧縮の応力場であること。 ・リニアメント・大間崎背斜・大間海脚の走向から、この地域の地質・地質構造は北西－南東方向が卓越していること。 ・ブーゲー重力異常に関しては、検討ケース①は調和していること。 <p>また、「仮想的な断層」という名称について、震源を特定して策定する地震動であることを念頭に再考すること。</p> | <p>P.8-3～ P.8-69</p> <p>P.9-3～ P.9-6</p> | — |

下表の指摘事項に対する回答として、敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造について説明する。

○ 今後の資料で回答する指摘事項：主に敷地極近傍の断層の評価に関わる審査会合における指摘事項

| No. | 項目 | 指摘時期 | コメント内容 | 掲載箇所 |
|-------|-----|------------------------|--|----------|
| S1-78 | sF系 | 第856回会合 (2020.4.16) | <p>フィリップサイトは生成温度が低温であること、K-Ar法年代測定を適用した地質学的事例が無いと思われること等から、生成年代の評価に疑問が残る。</p> <p>このため、sF-1断層が震源として考慮する活断層であるか否かの評価については、地下深部への連続性の有無の検討が最重要で、次に多重逆解法を用いた応力場の検討で、鉱物脈法による検討については参考扱いと考えており、総合的な観点からの評価が必要であると考えている。このような審査の位置付けも含めて、整理のうえ説明すること。</p> | 今後の資料で回答 |
| S1-79 | sF系 | 第856回会合 (2020.4.16) | <p>sF-1断層の地下深部への連続性の有無の検討について、以下を考慮のうえ説明性を向上し、改めて説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下深部への連続性の有無の判断根拠として用いた鍵層AT-22について、確認深度、層厚、性状等の同定根拠を整理し説明するとともに、検討に用いたボーリング柱状図、ボーリングコア写真等のエビデンスを追加すること。 ・断層の長さと変位量の関係を示す文献を追加し反映すること。 ・本検討結果については、本編資料とすること。 | 今後の資料で回答 |
| S1-80 | sF系 | 第856回会合 (2020.4.16) | <p>多重逆解法を用いた断層形成に関わる応力場の検討について、以下を考慮のうえ改めて説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・審査資料に反映されていないボーリングデータ等を追加のうえ再解析すること。 ・解析に用いたボーリング孔名、確認深度等の情報を整理しリスト化し提示すること。 ・本検討結果については、本編資料とすること。 | 今後の資料で回答 |

下北半島西部の地殻変動に関わるコメント回答経緯の整理

【第218回審査会合(2015.4.10)】(初回説明)

- 下北半島西部の地殻変動について説明し、大間崎付近の尾根状隆起や背斜構造に関する地質データの拡充を求めるコメント、大間崎付近の尾根状の隆起が現在も継続しているというのであれば、これらが敷地に近いため発電所でのような設計を行うのかの考え方を説明する旨のコメントを受けた。



【第253回審査会合(2015.7.24)】(コメント回答その1)

- 下北半島西部の地殻変動に係る追加調査計画(案)を説明。



【第526回審査会合(2017.11.10)】(コメント回答その3)

- 追加調査の評価を含め、陸域の露頭再確認、海上音波探査記録の精査、重力構造の解析等から下北半島西部に陸域の隆起をもたらす活断層は認められないこと、M₁面旧汀線の分布標高の最大値が東北地方において活断層や地震性隆起の報告等のある地域の値と比べて明らかに低くなったこと等から下北半島西部は広域的な隆起のみが生じていると判断されること、奥羽脊梁山地の隆起メカニズムとの比較等から下北半島西部の広域的な隆起は断層を伴わない非弾性的な変形による隆起と判断していることを説明。これに対し、大間崎背斜の隆起に関わり大間崎周辺のブーゲー重力異常に関する検討等のコメント、更に渡辺ほか(2012)に関連した音波探査記録等に関するデータ提示のコメントを受けた。



【第579回審査会合(2018.6.1)】(コメント回答その5)

- 大間崎周辺のブーゲー重力異常に関する検討結果を提示し、大間崎背斜には後期更新世以降の活動が認められないことから、耐震設計上の考慮は不要と評価したことを説明。また、音波探査記録等を提示し、改めて渡辺ほか(2012)による活断層は認められないことを説明。これに対し、下北半島西部の西側海岸のM₁面段丘面内縁標高に段差状のギャップがあるように見えること、詳細重力解析(密度構造解析)から推定された長波長の褶曲構造と隆起・地形の高まりとがほぼ一致してみえること等から、大間崎付近の敷地に近い領域がローカルに隆起していると認められると考えるため調査結果等を踏まえて、震源断層を仮定することも一つの考え方である等のコメントを受けた。



【第732回審査会合(2019.6.21)】(コメント回答その6)

- 下北半島西部の西側海岸について、段丘面内縁標高より精度が高いM₁面の旧汀線に高度不連続は認められないこと、大間崎付近の隆起速度分布には大間崎背斜と同じ波長成分が認められず、大間崎背斜には後期更新世以降の活動はないことなどから、下北半島西部に陸域の隆起をもたらす活断層は認められず、また東北地方の隆起傾向との比較等によれば、下北半島西部にローカル隆起は認められず、広域的な隆起のみが生じていると判断される。しかしながら、この広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」が敷地に近いことから、F-14断層(孤立した短い活断層)の不確かさの一環として、「相対的に隆起が速い領域」を説明しうる仮想的な断層を想定し、耐震設計上の保守性を考慮することを説明。これに対し、F-14断層の不確かさの一環として設定した仮想的な断層の基本的な考え方については一定の理解をするもの、走向については任意性があると考えている。ブーゲー重力異常等の地下の構造、背斜・向斜等の地質・地質構造、リニアメント等の変動地形学の観点等から、仮想的な断層の走向を時計回りに回転させたケースについても検討し説明すること等のコメントを受けた。



【第817回審査会合(2019.12.20)】(コメント回答その7)

- F-14断層の走向(N107°E)で延長するケースに、走向を振ったケースを加えた地形シミュレーション結果から「相対的に隆起が速い領域」の再現性が良い等により、F-14断層の走向(N107°E)で延長する仮想的な断層は、「相対的に隆起が速い領域」を説明する断層として妥当と評価していることを説明。これに対し、広域応力場、リニアメント・大間崎背斜等の地質構造、ブーゲー重力異常等を考慮のうえ、F-14断層を起点とした仮想的な断層として想定し得る領域を提示し説明すること等のコメントを受けた。



今回の説明(コメント回答その9)

- 広域応力場、地形・地質構造、重力構造及び更新世の地形発達過程の検討を行い、F-14断層を起点とした累積的な変位を説明する仮想的な活断層及びそれを想定しうる領域を示すとともに、地震動評価で検討する震源モデルについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件を説明。

○ 主な変更内容

下北半島西部の隆起の評価について

下北半島西部の累積的な変位を説明する仮想的な活断層について、これまではF-14断層の不確かさの一環として、F-14断層を延長した孤立した短い活断層を想定していた。今回は、F-14断層を起点とした累積的な変位を説明する仮想的な活断層(以下「隆起再現断層」という。)として、その地下の構造(傾斜, アスペリティ)と、それを想定する領域を評価するとともに、地震動評価で検討する震源モデルについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理した。

(→第8章, 第9章)

○ 今回資料の説明骨子

下北半島西部の隆起の評価について

- 審査ガイドによる「震源として考慮する活断層」の要件に基づき、隆起再現断層による累積的な変位※¹と見なす領域を第四紀広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」とし、また隆起再現断層による地表付近の破壊※²の痕跡と見なす地質構造を「F-14断層」とした。この条件のもとで、隆起再現断層を以下に示す手順で評価した。
(→第8.1節)
- 最初に、広域応力場、地形・地質構造及び重力構造を総合的に検討し、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造を考慮するなどして、F-14断層を起点とした隆起再現断層の根拠となり得る構造の分布領域(以後、「地表出現領域の可能性のある領域」という。)を評価した。
(→第8.2節)
- 次に、地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を3条想定し、隆起シミュレーションのパラメータスタディによって、相対的に隆起が速い領域における更新世の地形発達過程の再現性を評価した。その結果、隆起再現断層案3条のうち2条において更新世の地形発達過程の再現性が認められることから、これら2条を隆起再現断層とし、それぞれの地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表トレースを想定し得る領域(以後、「地表出現領域」という。)を評価した。
(→第8.3節)
- 最後に、隆起再現断層の2条を地震動評価で検討する際の震源モデルについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件(断層長さ、断層傾斜角、断層面の位置及びその不確かさ、アスペリティ位置、アスペリティ比)を整理した。
(→第8.4節)
- 以上の検討により、活断層調査で評価した14条の活断層に加え、2条の隆起再現断層を、敷地周辺における震源として考慮する活断層とする。
(→第9章)

※¹ 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※² 「審査ガイド」2.1(5):“震源として考慮する活断層”とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

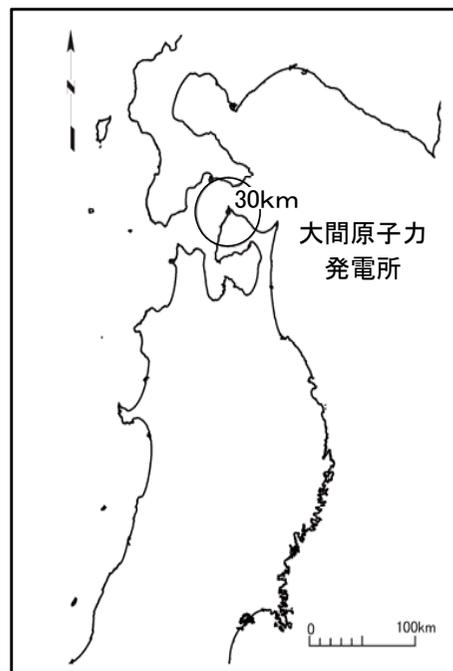
1. 敷地周辺の断層評価の概要 1.1 陸域の地形・地質・地質構造

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

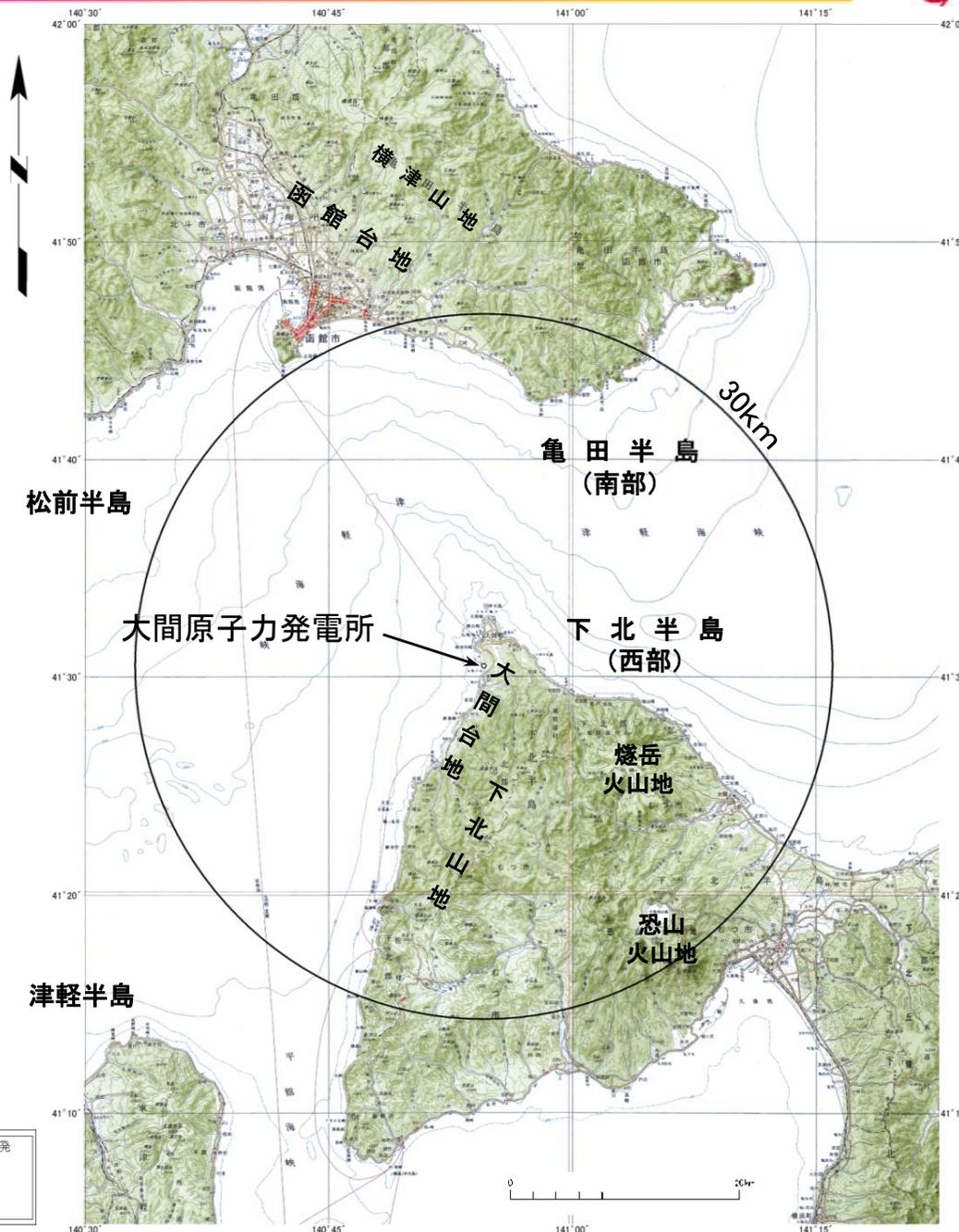
1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (1/9)

敷地周辺陸域の地形

- 下北半島西部は、下北山地、燧岳(ひうちだけ)火山地、恐山(おそれやま)火山地及び大間台地に大別される。
- 亀田半島南部は、横津(よこつ)山地及び函館(はこだて)台地にそれぞれ大別される。
- 敷地は、下北半島西部北端の津軽海峡に面した大間台地にあり、標高10m~40mの海成段丘面に位置する。



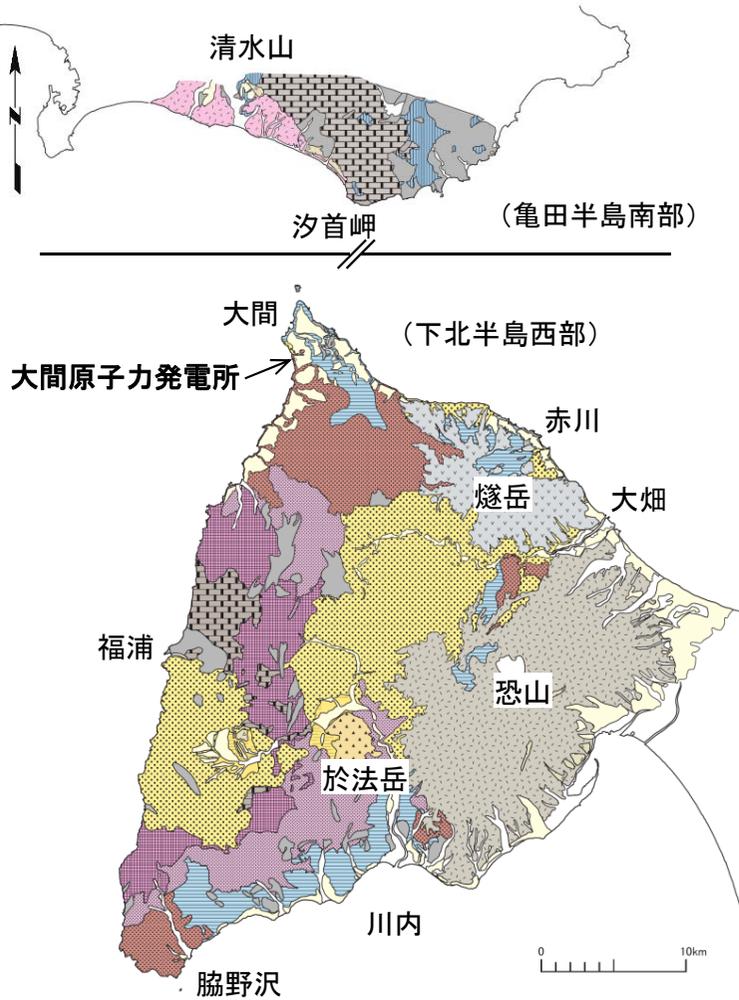
「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図を複製したものである。
(承認番号 平28情復 第389号)
なお、本図を第3者がさらに複製する場合には、国土地理院長の承認を得なければならない。」



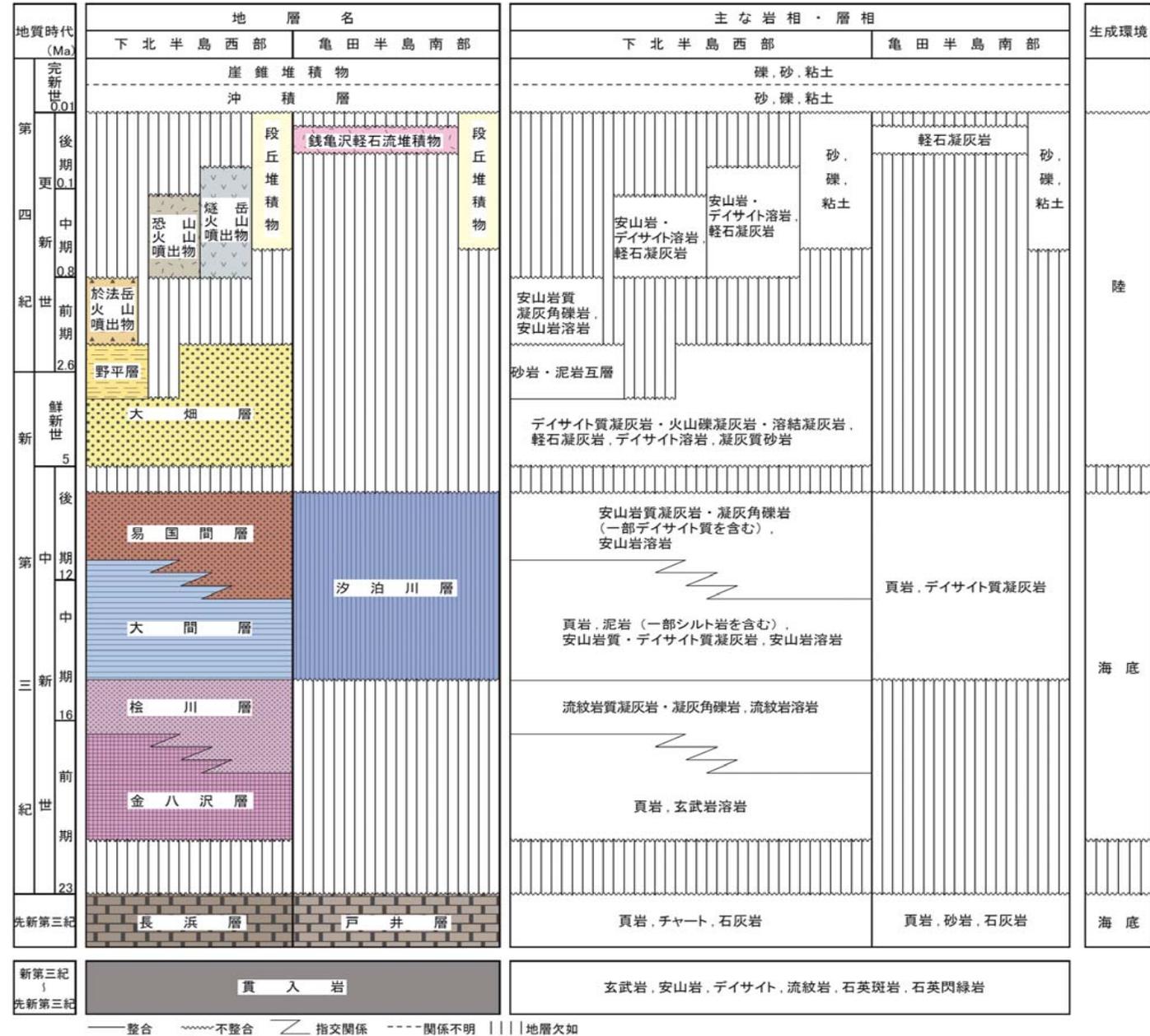


1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (2/9)

敷地周辺陸域の地質層序



- 下北半島西部では、中新統の海成層を主体とし、一部に先新第三系が認められ、これらの一部は鮮新世以降の火山噴出物に覆われる。
- 鮮新統はカルデラ噴火堆積物を主体とする。





1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (3/9)

敷地周辺陸域の地質時代の根拠

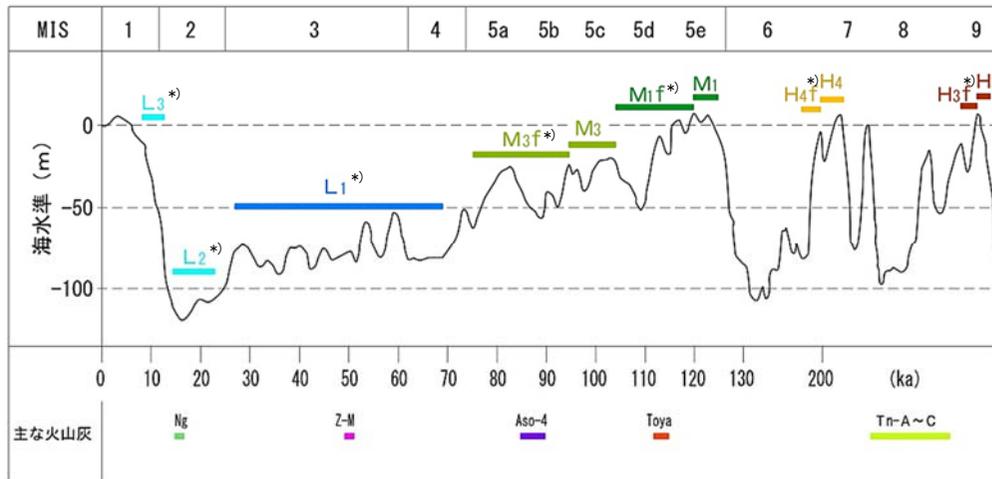
| 地質時代 | | 地層名 | | 主な岩相・層相・年代根拠 | | |
|-------|------|----------|---|---|--|---|
| | | 下北半島西部 | 亀田半島南部 | 下北半島西部 | 亀田半島南部 | |
| 第四紀 | 更新世 | 産錐堆積物 | | 礫, 砂, 粘土 | | |
| | 全新世 | 沖積層 | | 砂, 礫, 粘土 | | |
| | | 後期 | 段丘堆積物 | 段丘堆積物 | 砂, 礫, 粘土 | 軽石凝灰岩 >47220BP >49990BP (14C年代) 約 54 Ka (レスクロー/オクリー) |
| | | 中期 | 於法岳火山噴出物 | 錢亀沢軽石流堆積物 |  |  | 安山岩・デイサイト溶岩, 軽石凝灰岩 約 0.7 Ma (K-Ar年代)^{9)} 約 0.2 Ma (K-Ar年代)^{7)} 約 1.2 ~ 約 1.3 Ma (K-Ar年代)^{8)} 約 0.2 ~ 約 0.9 Ma (F-T年代) |
| 前期 | 野平層 | 於法岳火山噴出物 | 安山岩質凝灰岩・安山岩溶岩 約 1.3 ~ 約 1.6 Ma (K-Ar年代) 砂岩・泥岩互層 約 2 ~ 約 5 Ma (F-T年代) | | | |
| 第三紀 | 鮮新世 | 大畑層 | | デイサイト質凝灰岩・火山凝灰岩・溶結凝灰岩, 軽石凝灰岩, デイサイト溶岩, 凝灰質砂岩 約 2 ~ 約 5 Ma (カリウム・アルゴン年代及びフィッショントラック年代) 鮮新世(放射性年代) ¹⁰⁾ | | |
| | 中新世 | 中期 | 易国間層 | 安山岩質凝灰岩・凝灰角礫岩 (一部デイサイト質を含む), 安山岩溶岩 8Ma (カリウム・アルゴン年代) ¹⁾ Denticulopsis praedimorpha 帯 ~ Denticulopsis katayamae 帯 (珪藻化石) 約 7 ~ 約 13 Ma (カリウム・アルゴン年代及びフィッショントラック年代) | 頁岩, デイサイト質凝灰岩 約 7 ~ 約 13 Ma (フィッショントラック年代) ¹⁾ 約 8 ~ 約 13 Ma (フィッショントラック年代) | |
| | | 前期 | 大間層 | 頁岩, 泥岩 (一部シルト岩を含む), 安山岩質, デイサイト質凝灰岩, 安山岩溶岩 年代なし (有孔虫化石) ²⁾ Denticulopsis praedimorpha 帯 ~ Denticulopsis katayamae 帯 (珪藻化石) 約 7 ~ 約 14 Ma (フィッショントラック年代) | | |
| | 新第三紀 | 前期 | 金八沢層 | 流紋岩質凝灰岩・凝灰角礫岩, 流紋岩溶岩 約 15 ~ 約 18 Ma (フィッショントラック年代) | 頁岩, 玄武岩溶岩 年代なし (底生有孔虫化石) ³⁾ 前期中新世 (堆積時代のみ記載) ⁴⁾ 約 17 ~ 約 20 Ma (フィッショントラック年代) | |
| 後期 | | 長浜層 | 頁岩, チャート, 石灰岩 中期三疊紀 (コノドント化石) ¹⁾ | 頁岩, 砂岩, 石灰岩 後期三疊紀 (コノドント化石) ²⁾ | | |
| 先新第三紀 | 貫入岩 | | 玄武岩, 安山岩, デイサイト, 流紋岩, 石英斑岩, 石英閃緑岩 | | | |

—— 整合 ~~~~~ 不整合 / 指交関係 - - - - 関係不明 || || 地層欠如

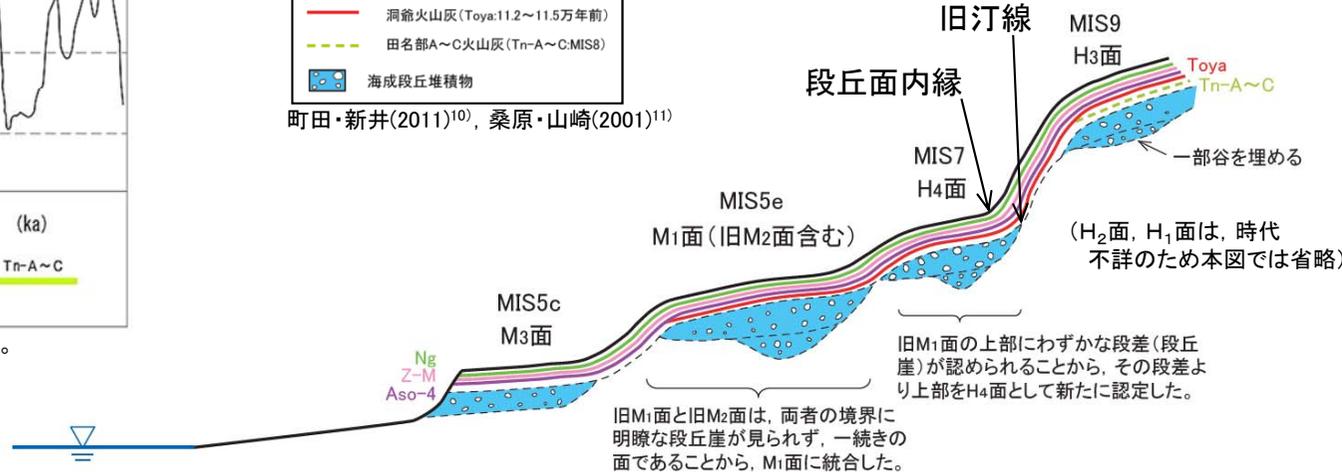
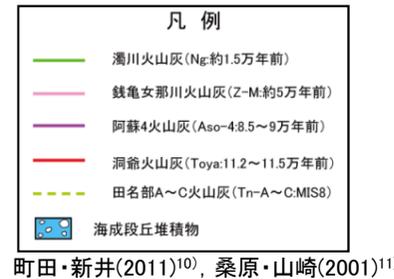
- 文献, 当社による年代測定及び地層の分布・累重関係の検討により, 各地層の時代を定めた。
- 年代測定の方法は, 先新第三系はコノドント化石, 新第三系は挟在される凝灰岩及び溶岩のフィッショントラック年代 (F・T年代) 測定及びカリウム・アルゴン年代 (K-Ar年代) 測定, 第四系火山噴出物はフィッショントラック年代測定またはカリウム・アルゴン年代測定であり, 錢亀沢軽石流堆積物では挟在する炭化木の放射性炭素年代 (¹⁴C年代) 測定等を用いた。

1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (4/9)

敷地周辺陸域の段丘面区分: 下北半島西部における海成段丘面の模式図



桑原・山崎(2001)¹¹⁾, Machida(1999)¹²⁾を基に作成 *：下流部の河成段丘面を含む。



下北半島西部における海成段丘面の模式断面図

海洋酸素同位体ステージと段丘面との対応

- 下北半島西部の海成段丘面は、上位より、高位段丘面のH₁面、H₂面、H₃面及びH₄面、中位段丘面のM₁面及びM₃面が判読される。
- M₁面は、海成段丘堆積物を覆うローム層下部に洞爺火山灰が認められることから、MIS5eに形成されたと判断され、M₃面は、段丘堆積物を覆うローム層下部に阿蘇4火山灰が認められることから、MIS5cに形成されたと判断される。

【H₄面の認定】

- 二枚橋(にまいばし)地域での法面観察^{※1}では、H₄面の海成段丘堆積物とM₁面の海成段丘堆積物との不整合が確認され、両者が洞爺火山灰(MIS5d)と田名部AまたはC火山灰(MIS8)とに挟まれることから、前者はMIS7に、後者はMIS5eに、それぞれ形成された海成段丘面と判断される。

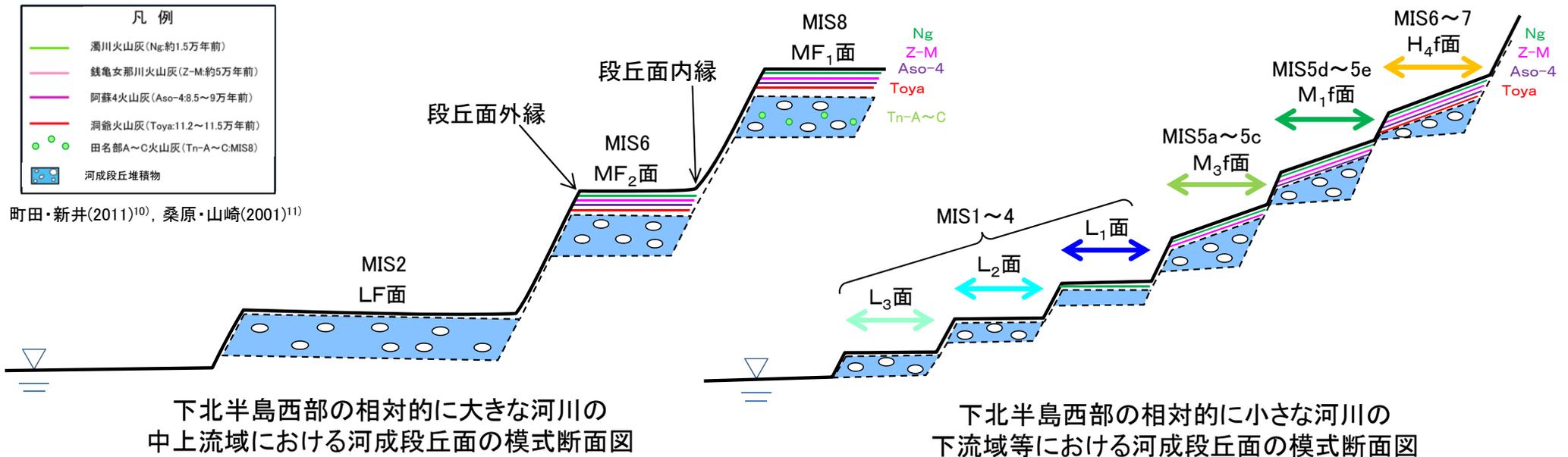
【M₁面及びM₂面の再認定】

- 地形判読では、旧M₁面と旧M₂面との間には段丘面の勾配の差や段丘崖は認められず、敷地の法面調査でも旧M₁面と旧M₂面の境界付近において基盤岩上面の形状及び段丘堆積物の分布・性状が連続的であることから、旧M₂面(MIS5e)をM₁面(MIS5e)に統合する。

※1 第732回審査会合資料2-2「7.4(4) 二枚橋地点のH₄」(P.7-81~P.7-86)を参照。

1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (5/9)

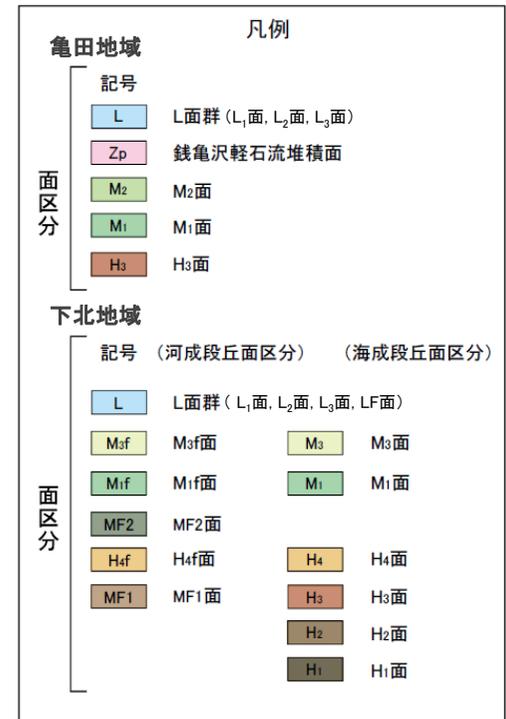
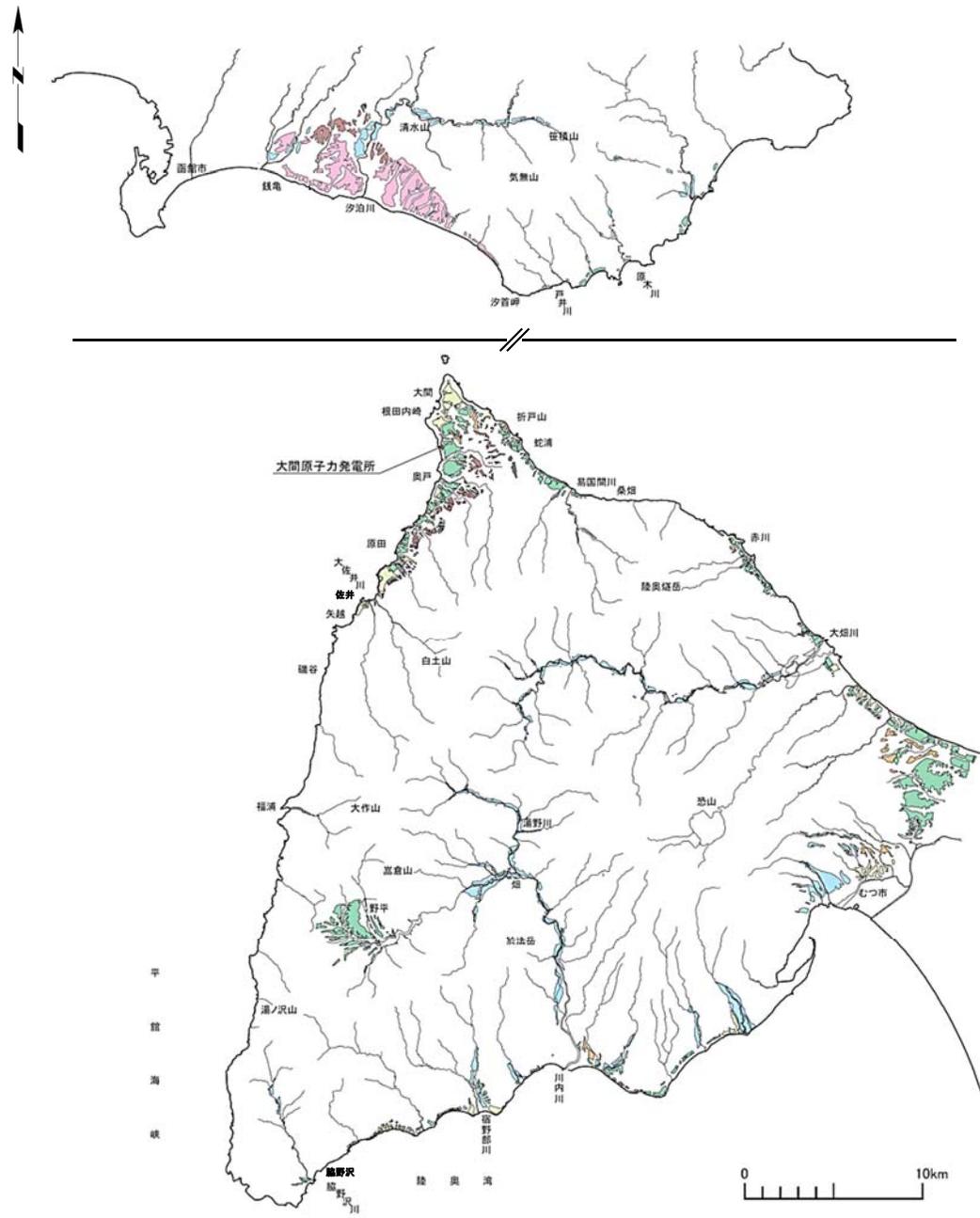
敷地周辺陸域の段丘面区分: 下北半島西部における河成段丘面の模式図



- 下北半島西部の相対的に大きな河川である大畑(おおはた)川及び川内(かわうち)川では、上流～中流域において3段の河成段丘面が認められる。
- 最上位のMF₁面は、大畑川の段丘堆積物中に桑原・山崎(2001)¹¹⁾で示されている田名部A～C相当のテフラ粒子が確認されたため、MIS8の時代に形成された河成段丘面であると判断される。
- MF₂面は、MF₁面と比較して低い標高に分布し、表面を覆うローム層も薄いので、MIS6の時代に形成された河成段丘面であると判断される。
- LF面は、上流～中流域に広く分布し、現河床の直上に分布する段丘面であるため、最終氷期であるMIS2の時代に形成された河成段丘面であると判断される。
- 一方、下北半島西部沿岸の相対的に小さな河川の下流域等では、前頁に示す海成段丘面が分布する標高付近で、3段の河成段丘面(L₁面、L₂面、L₃面)及び3段の扇状地性の河成段丘面(M₃f面、M₁f面、H₄f面)が認められる。この他、上流域の野平付近でも扇状地性の段丘面(M₁f面)が認められる。

1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (6/9)

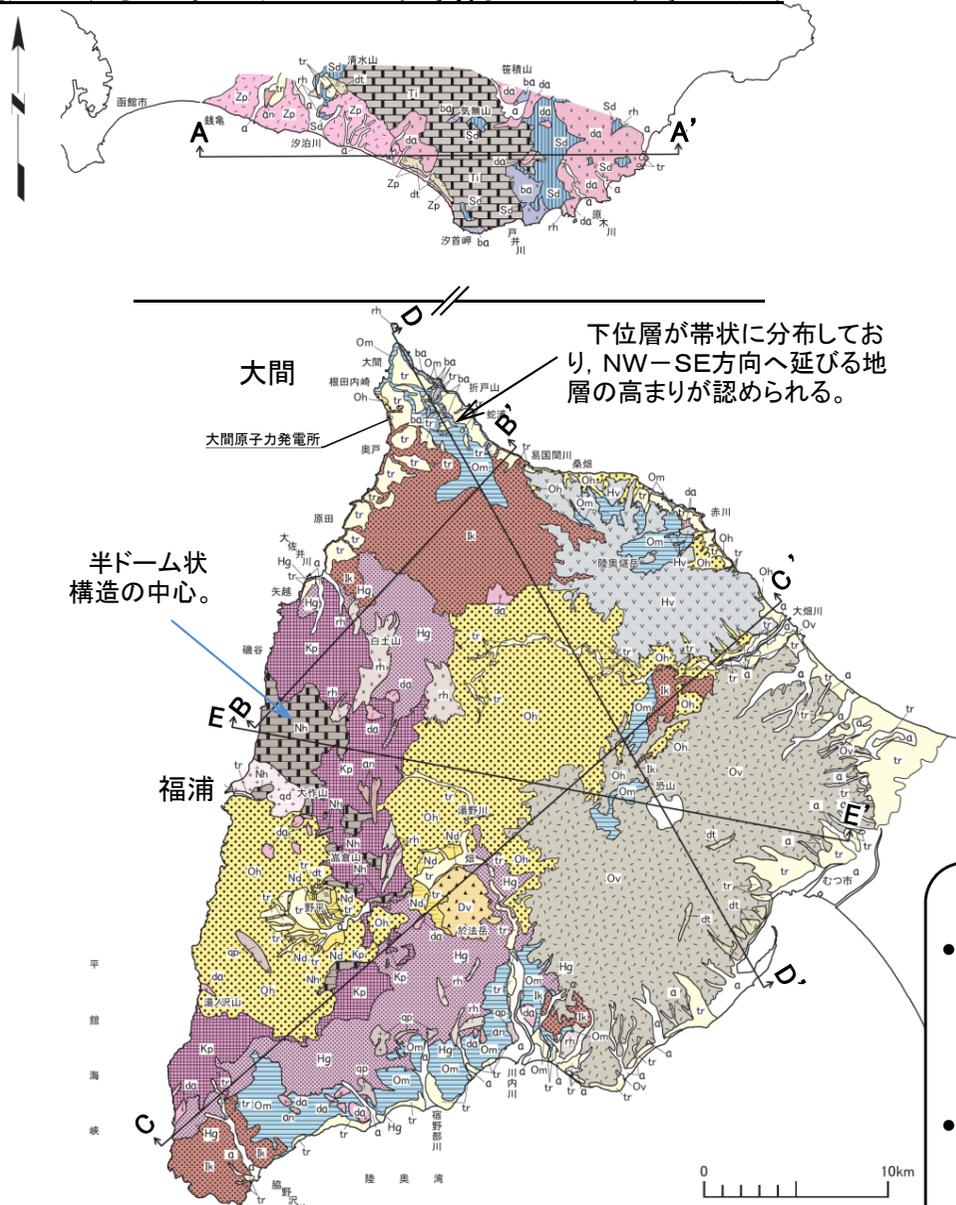
敷地周辺陸域の段丘面分布



空中写真による地形判読, 地表踏査, ボーリング調査等によれば, 下北半島西部沿岸では, 佐井(さい)~脇野沢(わきのさわ)の海岸を除く広い範囲において海成段丘面が認められ, 沿岸部及び内陸の河川沿いの低地において河成段丘面が認められる。

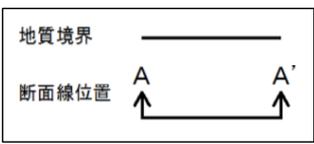


敷地周辺陸域の地質構造:地質平面



地質凡例

| 下北地域 | | 亀田地域 | | | |
|---------|----------|---------|-----------|--------|--------|
| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 地層名 | 記号 | |
| 第四紀 | 完新世 | 崖錐堆積物 | 崖錐堆積物 | △ dt △ | |
| | | 沖積層 | 沖積層 | a | |
| | 更新世 | 段丘堆積物 | 段丘堆積物 | tr | |
| | | 燧岳火山噴出物 | 銭亀沢軽石流堆積物 | ▽ Hv ▽ | |
| 恐山火山噴出物 | | | < Ov > | | |
| 更新世、鮮新世 | 於法岳火山噴出物 | | ▲ Dv ▲ | | |
| 新第三紀 | 野平層 | | | ■ Nb ■ | |
| | 大畑層 | | | ■ Oh ■ | |
| | 中新世 | 易国間層 | 汐泊川層 | | ■ Sa ■ |
| | | 大間層 | | | ■ Om ■ |
| | | 桧川層 | | | ■ Hg ■ |
| 先新第三紀 | 金八沢層 | | | ■ Kp ■ | |
| 長浜層 | 戸井層 | | | ■ Nh ■ | |
| 貫入岩 | 玄武岩 | 玄武岩 | | × ba × | |
| | 安山岩 | 安山岩 | | × an × | |
| | デイサイト | デイサイト | | × da × | |
| | 流紋岩 | 流紋岩 | | × rh × | |
| | 石英斑岩 | | | + qp + | |
| | 石英閃緑岩 | | | + qd + | |



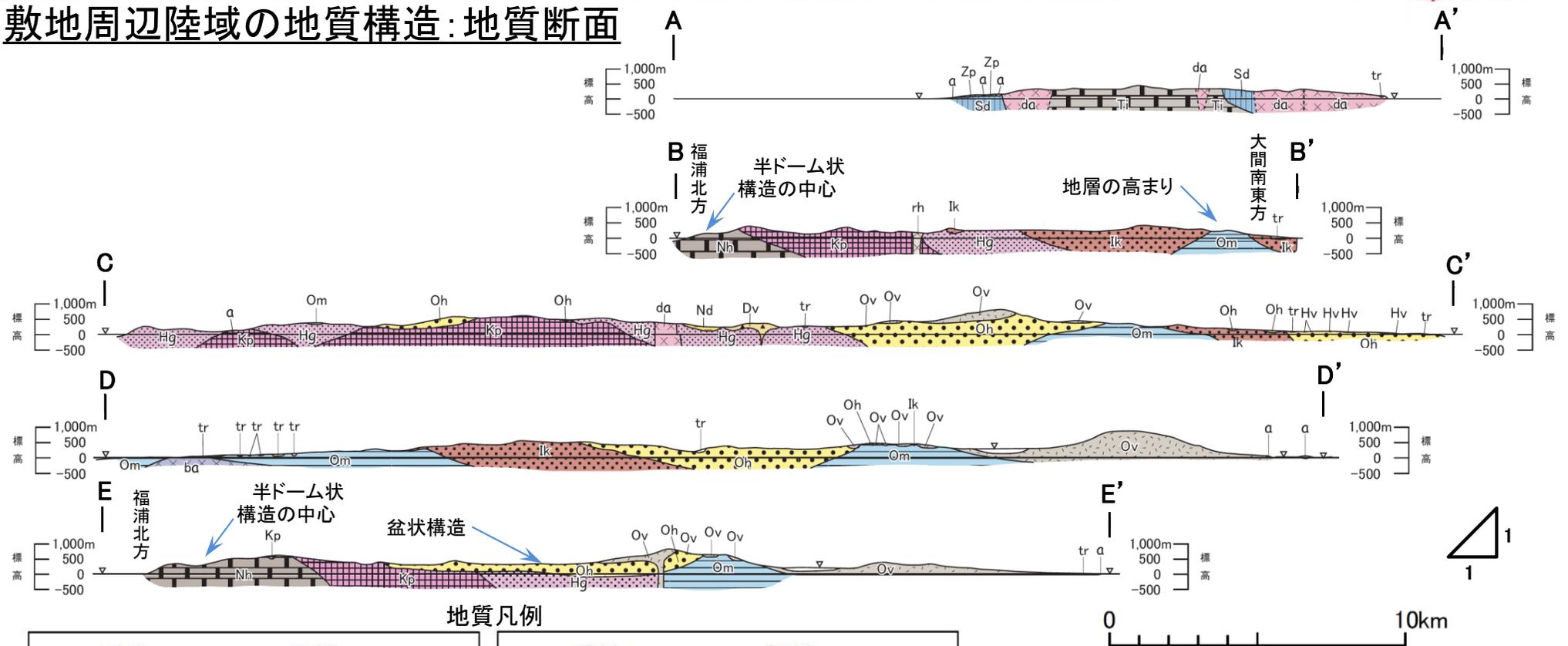
- 変動地形判読, 地表踏査, ボーリング調査等によれば, 以下の点が認められる。
- 地質調査所発行1/5万地質図幅「大間・佐井」¹³⁾, 「大畑」¹⁴⁾及び青森県土地分類基本調査「大間・佐井」の表層地質図¹⁵⁾が断層を図示している材木(ざいもく)川沿い, 奥戸(おこっぺ)川沿い, 易国間(いこくま)川沿い及び折戸山(おりとやま)付近の中新統には断層は認められない。*1
 - 新第三系中新統には, 福浦(ふくうら)付近の先新第三系を中心として外側に向かって順次新しい地層が分布する半ドーム状構造が認められる。
 - 新第三系鮮新統には, 半ドーム状構造を切って盆状構造が認められ, 半ドーム状構造は新第三系鮮新統以上には及んでいない。
 - 大間南東方の中新統には, 帯状に下位層が分布する地層の高まりが認められる。

*1 文献地質断層のうち折戸山付近の文献地質断層に関する調査の詳細は, 第732回審査会合資料2-2「1.1.1 折戸山付近の文献地質断層」を参照。材木川沿い, 奥戸川沿い及び易国間川沿いの文献地質断層に関する調査の詳細は, 第579回審査会合資料 資料1-1-2, 「1.3 文献地質断層」(P.35~P.76)を参照。



1.1 陸域の地形・地質・地質構造 (8/9)

敷地周辺陸域の地質構造:地質断面



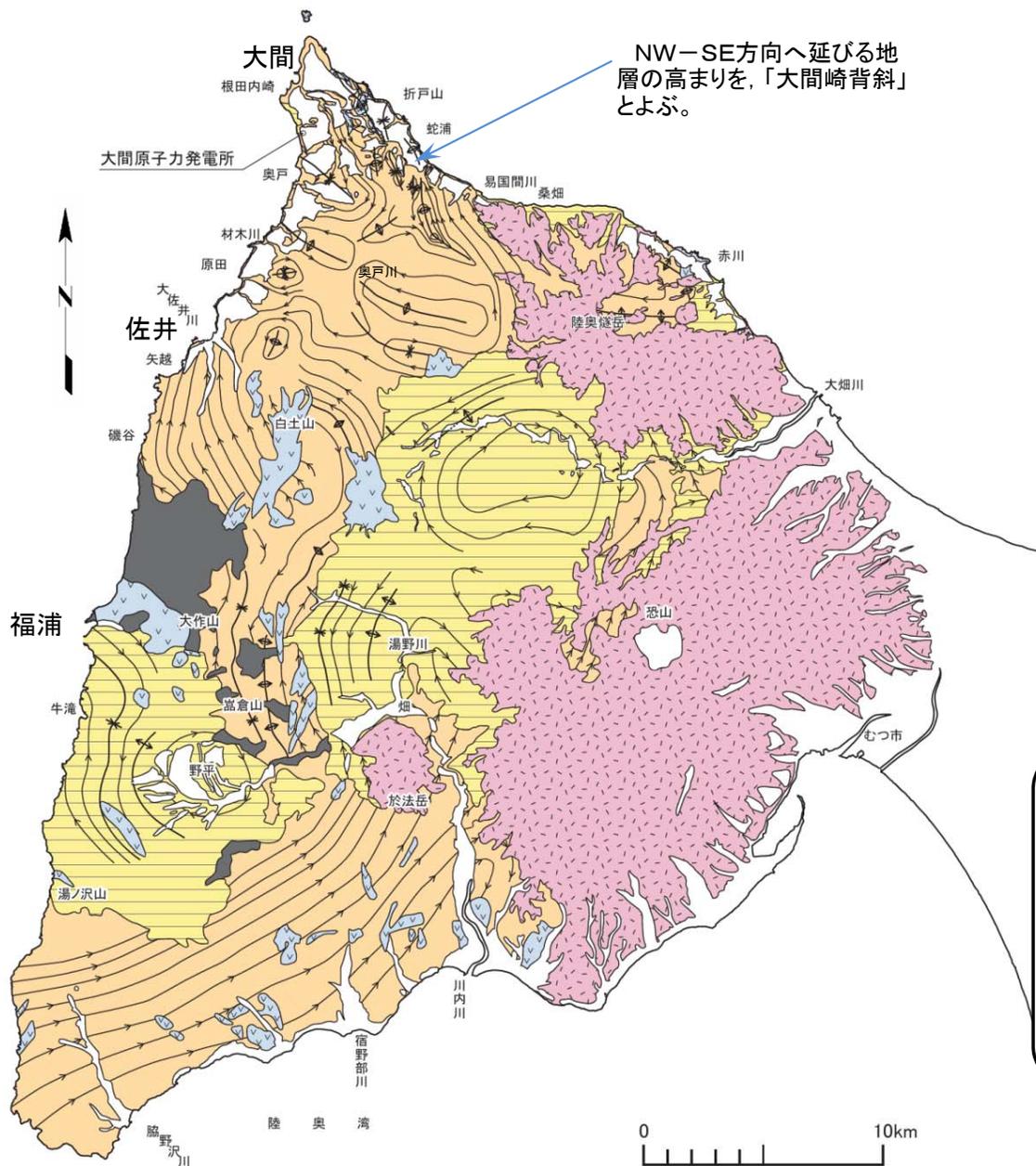
地質凡例

| 下北地域 | | 亀田地域 | | |
|---------|----------|-----------|-----------|------|
| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 地層名 | 記号 |
| 完新世 | 崖錐堆積物 | △dt△ | 崖錐堆積物 | △dt△ |
| | 沖積層 | a | 沖積層 | a |
| 第四紀 | 段丘堆積物 | tr | 段丘堆積物 | tr |
| | 燧岳火山噴出物 | ▽Hv▽ | 銭亀沢軽石流堆積物 | >Zp< |
| | 恐山火山噴出物 | ○V○ | | |
| | 於法岳火山噴出物 | ▲Dv▲ | | |
| 更新世・鮮新世 | 野平層 | ≡NB≡ | | |
| | 大畑層 | ●Oh● | | |
| 新第三紀 | 易国間層 | ■Zp■ | 汐泊川層 | ■Sd■ |
| | 大間層 | —Om— | | |
| | 松川層 | ■Ik■ | | |
| | 金八沢層 | ■Kp■ | | |
| 下北地域 | | 亀田地域 | | |
| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 地層名 | 記号 |
| 先新第三紀 | 長浜層 | ■Nh■ | 戸井層 | ■Tr■ |
| 貫入岩 | 玄武岩 | ×ba× | 玄武岩 | ×ba× |
| | 安山岩 | ×an× | 安山岩 | ×an× |
| | デイサイト | ×da× | デイサイト | ×da× |
| | 流紋岩 | ×rh× | 流紋岩 | ×rh× |
| | 石英斑岩 | +ap+ | | |
| | 石英閃緑岩 | +ad+ | | |
| 地層境界 | | ——— | | |
| 地質断層 | | - - - - - | | |

- 中新統以下の地層には、福浦北方を中心とした半ドーム状構造と大間南東方の地層の高まりが認められる。
- E-E'断面に示す通り、新第三系鮮新統の地層は、中新統以下の半ドーム状構造を切って盆状構造を示し、新第三系鮮新統以上には、半ドーム状構造は及んでいない。
- 半ドーム状構造をもたらした隆起は、中新世末期から鮮新世の初期にかけて活動し、鮮新世の早い時期に活動を終えたと判断される。



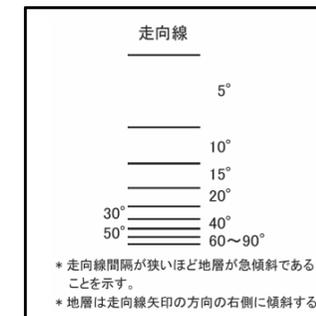
下北半島西部の地質構造: 走向線



凡例

| 記号 | |
|----|--------------------|
| | 第四系堆積物 |
| | 第四系火山噴出物 |
| | 第四系更新統～ 新第三系鮮新統 |
| | 新第三系中新統 |
| | 先新第三系 |
| | 貫入岩類 |
| | 背斜軸 |
| | 向斜軸 |
| | 背斜軸(推定) |
| | 向斜軸(推定) |

* 第四系火山噴出物以外の第四系は表記せず。



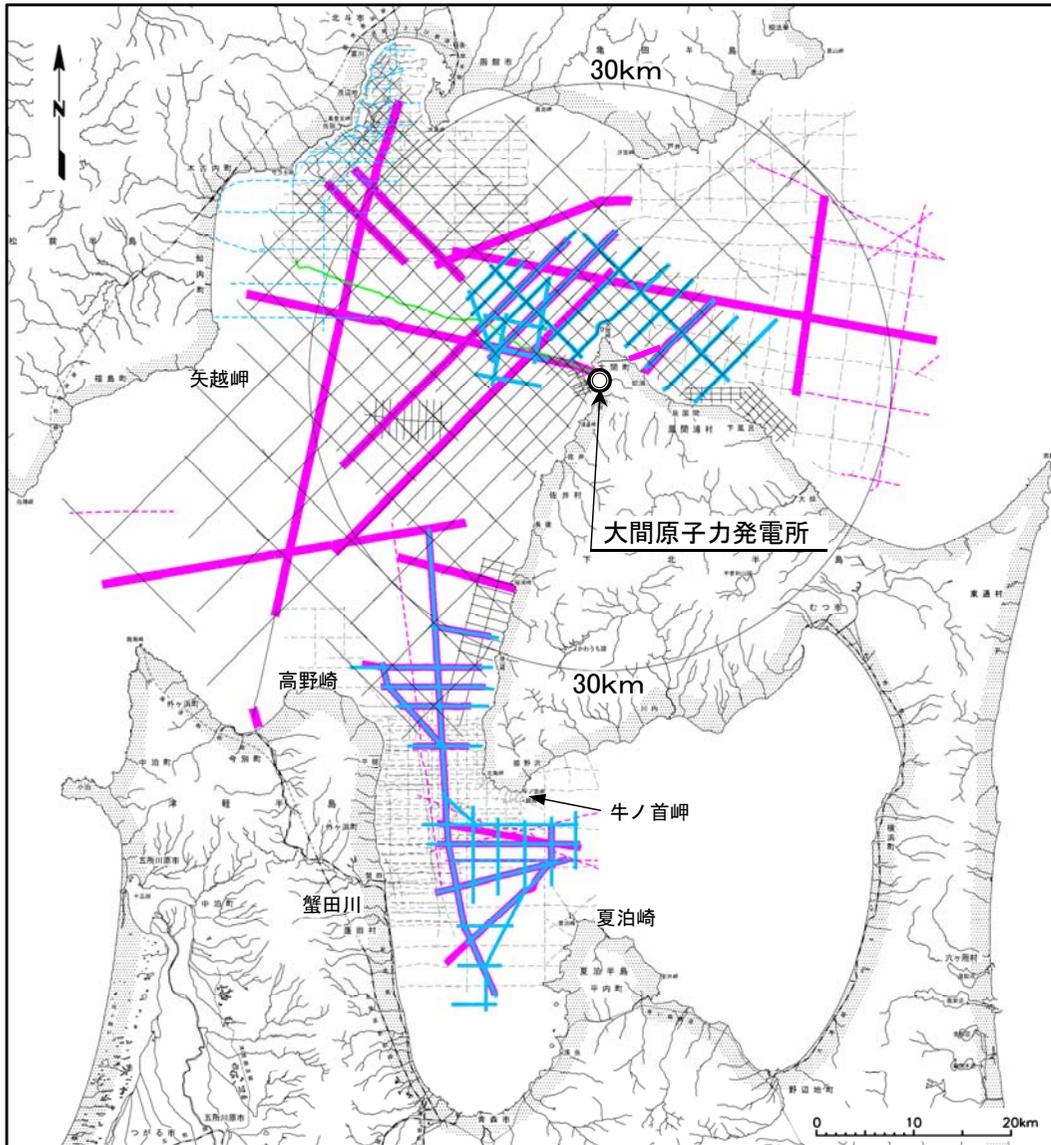
- 新第三系中新統は、福浦北方の先新第三系を中心とする半円状の走向、中心から外側へ向く傾斜を示し、地層分布から推定される半ドーム状構造と整合する。
- 北端付近のNW-SE方向へ延びる地層の高まりには背斜構造が認められる(以後、大間崎背斜とよぶ)。
- 鮮新統は、同心円状の走向、中心に向かってやや傾斜する、すり鉢状の盆状構造を示す。

1.2 海域の地形・地質・地質構造

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

1.2 海域の地形・地質・地質構造 (1/8)

敷地前面海域の海上音波探査測線



当社の海上音波探査※1

総延長：約3,400 km

- マルチチャンネル
(曳航式・定置式)
- 高分解能マルチチャンネル
- シングルチャンネル
- 屈折法探査

他機関の海上音波探査※1

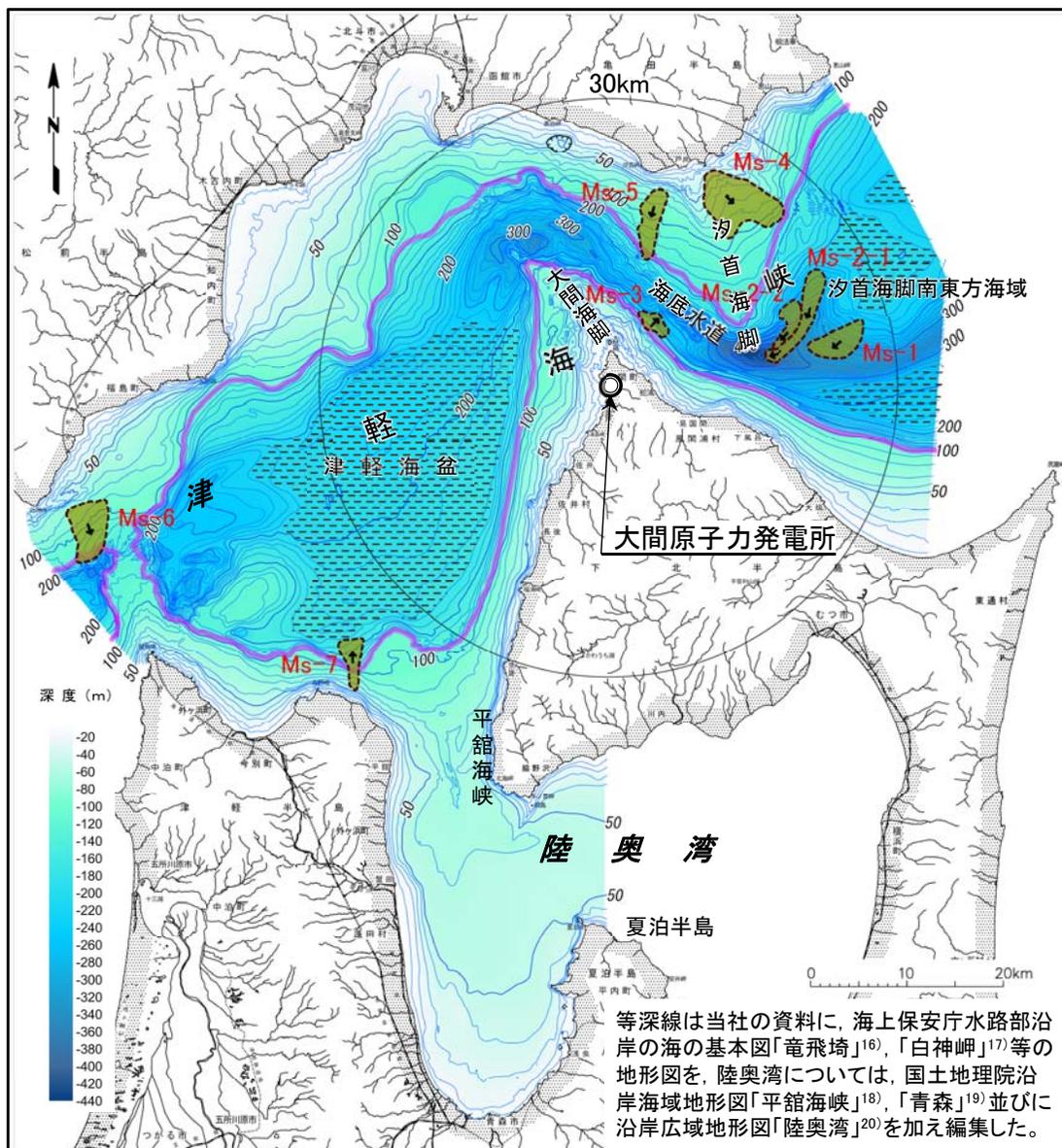
総延長：約2,700 km

- - - マルチチャンネル
東京電力㈱・東北電力㈱
石油公団(石油開発公団)
東京大学海洋研究所
電力中央研究所
- - - 高分解能マルチチャンネル
産総研・道総研
- - - シングルチャンネル
日本原子力船研究開発事業団
地質調査所
産業技術総合研究所(以下、「産総研」という)
産総研・東海大学
(以下、「産総研・東海大」という)
産総研・北海道立総合研究機構地質研究所
(以下、「産総研・道総研」という)
海上保安庁水路部
国土地理院

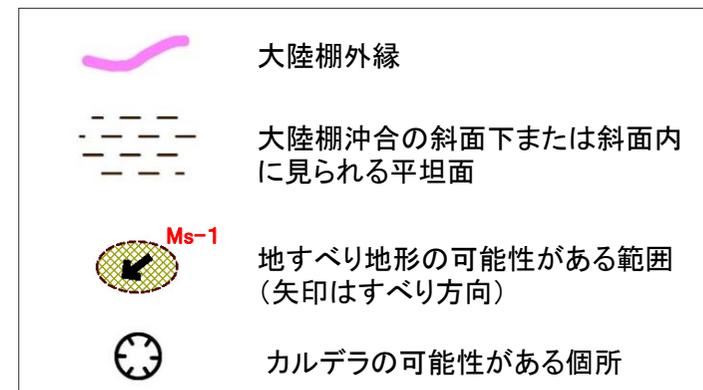
※1 海上音波探査の仕様は、第579回審査会合資料1-1-2「3.1 海上音波探査の諸元・数量」を参照。

半径30kmの範囲と、その西方海域及び南方海域に広げた領域を「敷地前面海域」とし、当社及び他機関の海上音波探査記録により、全域の地質構造を把握する。

敷地前面海域の海底地形図



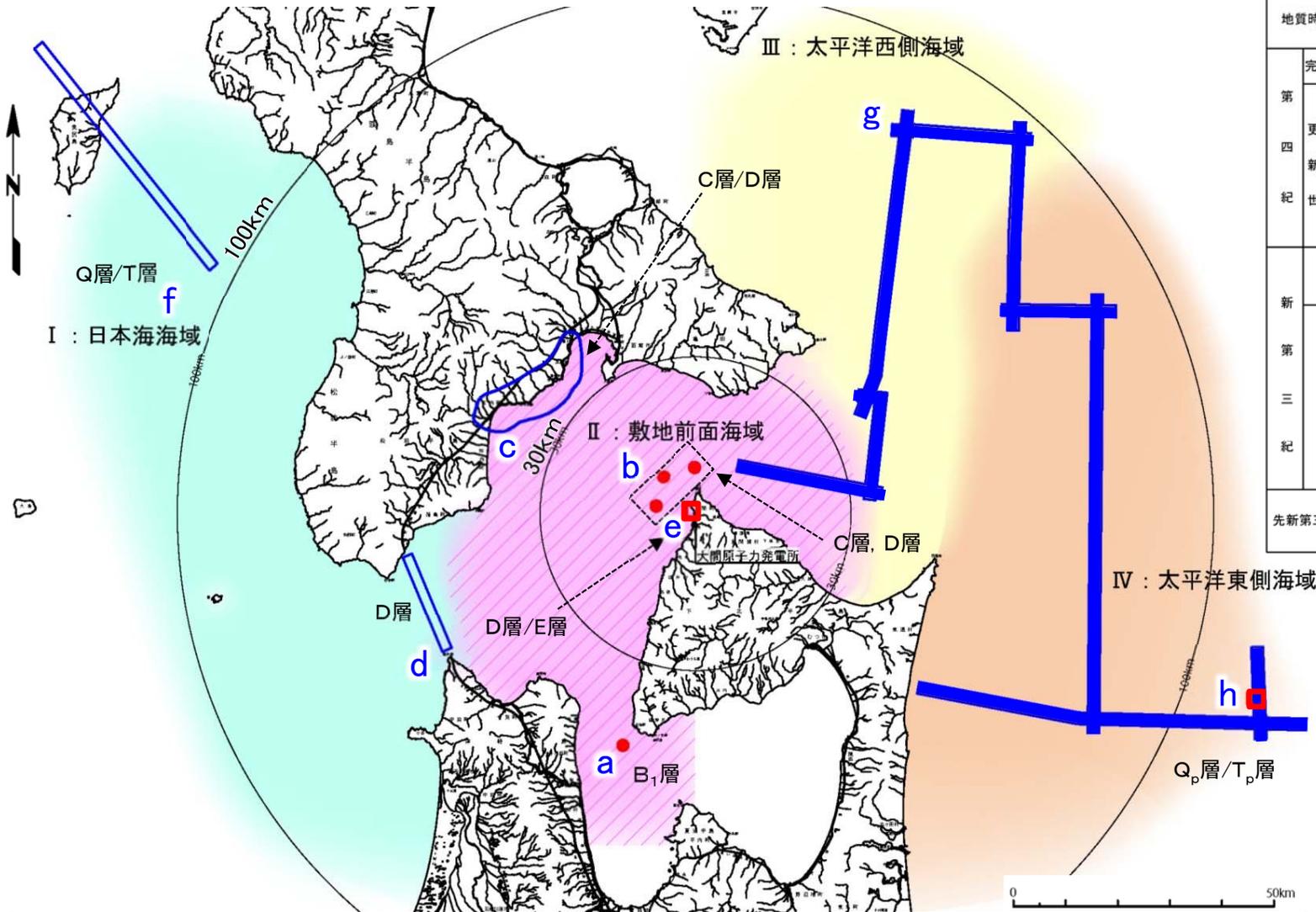
凡 例



- 敷地前面海域の海底地形は、水深約110m付近の傾斜変換部を境にして、沿岸側の大陸棚とその沖合側の大陸斜面とに区分される。
- 大陸棚は、海岸から沖合方向に約10/1,000～約30/1,000の比較的緩やかな勾配を示す。
- 大陸棚沖合の斜面は、その特徴から、大間海脚と汐首(しおくび)海脚とに挟まれた海域、及びこれに接する西側と東側との3海域に分けられる。
- 大間海脚と汐首海脚の間には海底水道があり、その両側は勾配が約50/1,000～約140/1,000を示す急斜面となっている。
- 海底水道の西側の海域には、水深約170m～約220mの起伏に乏しい平坦面(津軽海盆)が分布し、東側の汐首海脚南東方海域には、水深約210m～約250mの起伏に乏しい平坦面が分布する。
- 海底水道の斜面及び大陸棚の緩斜面には、海底地すべりを示唆する地形が7箇所(Ms-1～Ms-7)分布する。

1.2 海域の地形・地質・地質構造 (3/8)

敷地周辺海域の区分と地質層序 (1/2)



地層対比

| 地質時代 | 外側海域 | | 外側海域 | | | |
|------|-----------------------|-------------|--|--------------|------------------|------------------|
| | I : 日本海海域 | II : 敷地前面海域 | III : 太平洋西側海域 | IV : 太平洋東側海域 | | |
| 第四紀 | 完新世 後期 中期 前期 | Q層 | A層 B ₁ 層 B ₂ 層 B ₃ 層 | Q層 | Q _P 層 | |
| | | 第三紀 | T層 | C層 | T層 | T _P 層 |
| | | | | D層 | | |
| 先第三紀 | | E層 | | | | |

断層の活動性評価の基準面
不整合

凡例

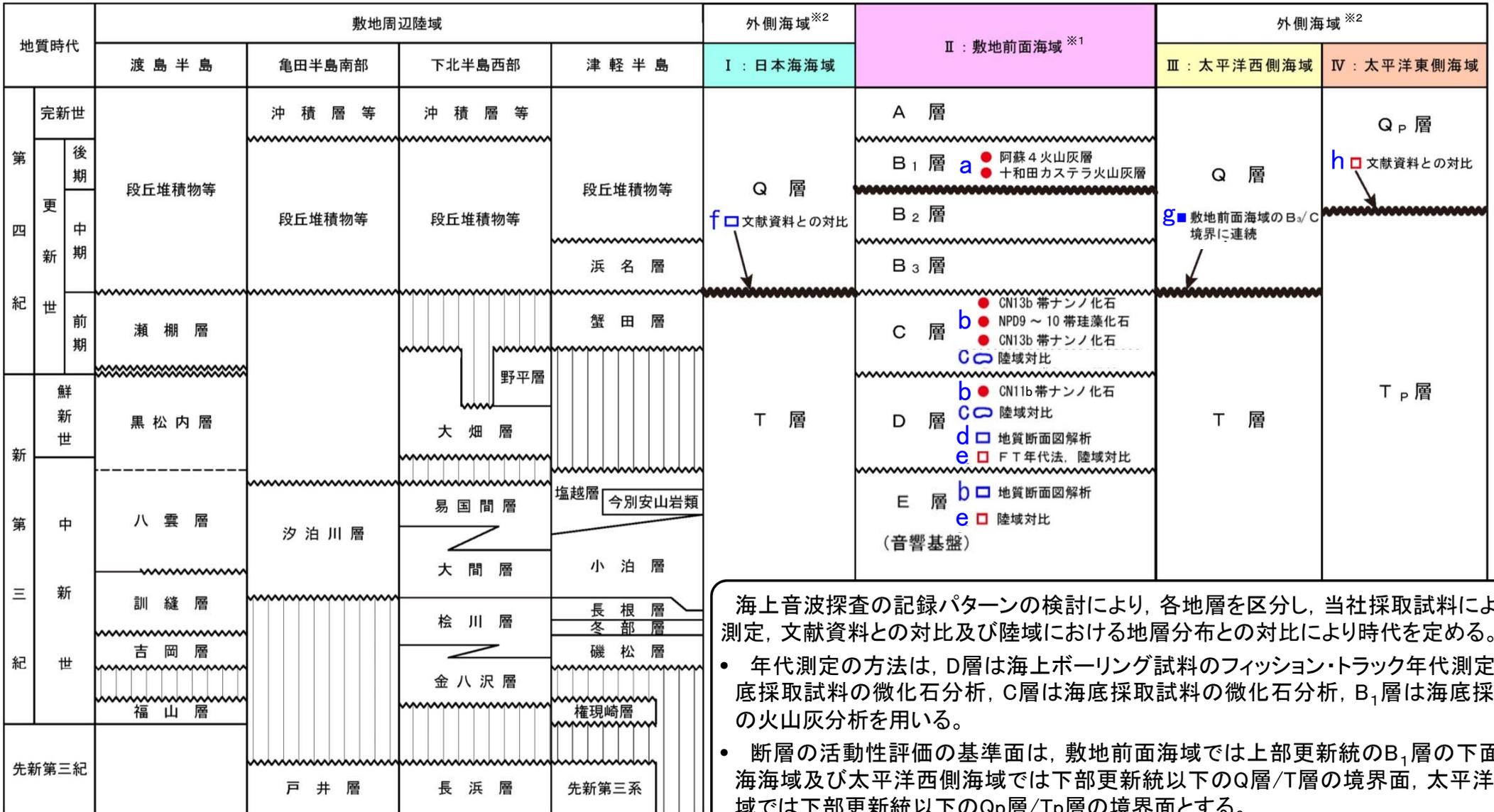
- 柱状採泥点
- 海上ボーリング地点
- 陸域の地層分布との対比位置
- 文献による地質断面図位置
- 地質断面図位置
- a~h 地層の年代を確認した地点名

- 敷地周辺海域を「敷地前面海域」と「外側海域」に分け、さらに「外側海域」を「日本海海域」、「太平洋西側海域」及び「太平洋東側海域」に細分し、計4つのエリアにおいて、それぞれ音波探査記録断面図の解析により地層区分を行う。
- 区分された地層の年代は、海上ボーリング及び海底採取試料の分析結果、文献資料との対比及び陸域における地層分布との対比により決定する。



1.2 海域の地形・地質・地質構造 (4/8)

敷地周辺海域の区分と地質層序 (2/2)



海上音波探査の記録パターンの検討により、各地層を区分し、当社採取試料による年代測定、文献資料との対比及び陸域における地層分布との対比により時代を定める。

- 年代測定の方法は、D層は海上ボーリング試料のフィッション・トラック年代測定及び海底採取試料の微化石分析、C層は海底採取試料の微化石分析、B₁層は海底採取試料の火山灰分析を用いる。
- 断層の活動性評価の基準面は、敷地前面海域では上部更新統のB₁層の下面、日本海海域及び太平洋西側海域では下部更新統以下のQ層/T層の境界面、太平洋東側海域では下部更新統以下のQ_p層/T_p層の境界面とする。

—— 整合 ~~~~~ 不整合 ——— 指交関係 - - - - 関係未詳 ||||| 地層欠如 ~~~~~ 断層の活動性評価の基準面

● 採泥分析 □ 海上ボーリング ○ 陸域の地層分布対比 □ 文献による地質断面図との対比 a~h 地層の年代を確認した地点名

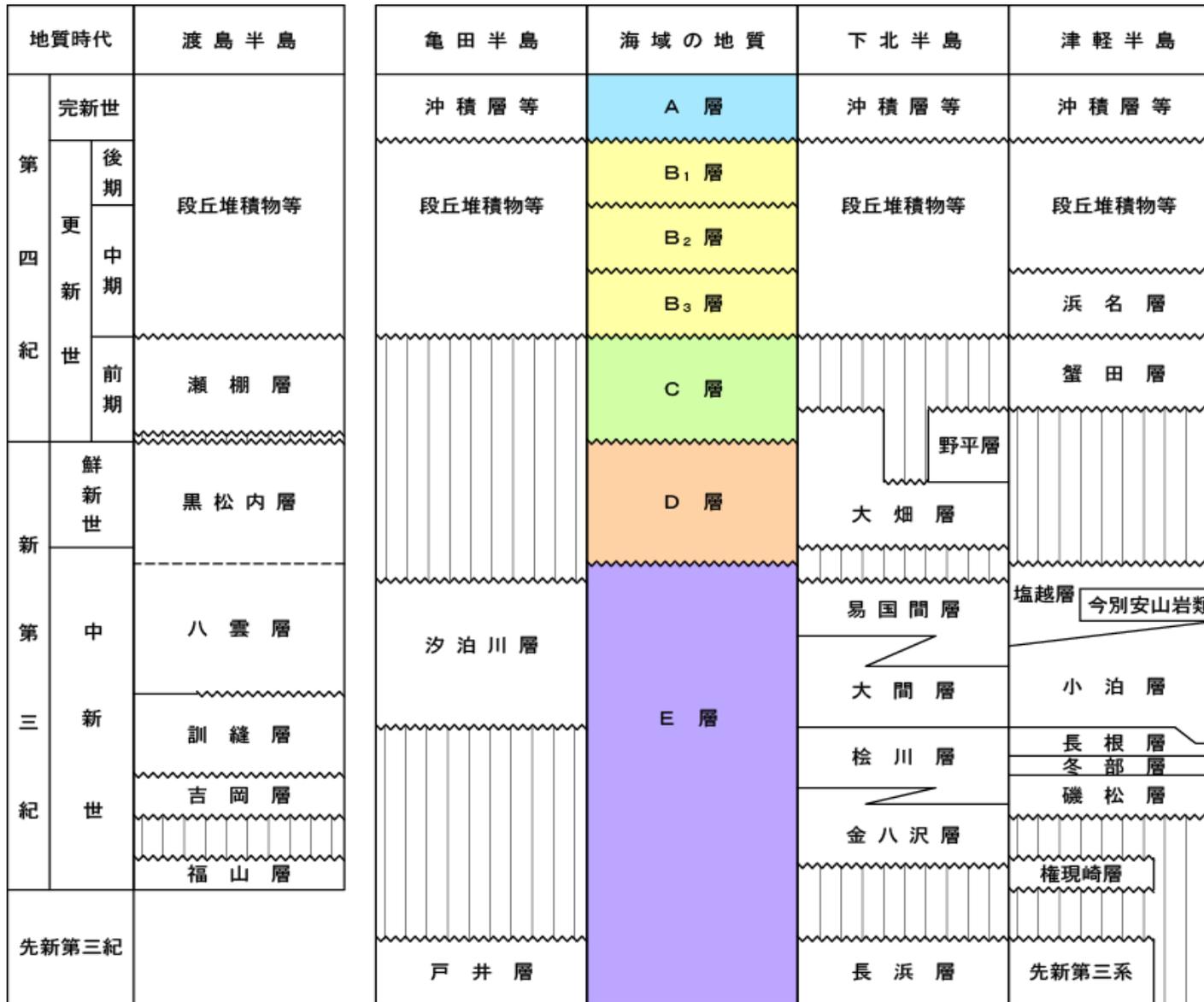
■ 音波探査断面の対比

※1 敷地前面海域における分析結果等については、第579回審査会合資料1-1-2「3.2 敷地前面海域の地層の年代評価」を参照。

※2 外側海域における分析結果等については、第579回審査会合資料1-1-2「3.3 外側海域の地層の年代評価」を参照。

1.2 海域の地形・地質・地質構造 (5/8)

敷地前面海域の地質層序(敷地周辺陸域の地層との対比)



- 音響基盤であるE層は中新統以下に対比される。
- B₁層の年代は、阿蘇4火山灰層(8.5~9万年前)、十和田カステラ火山灰層(阿蘇4火山灰と洞爺火山灰(11.2~11.5万年前)の間)の挟在により認定される。
- 後期更新世以降の活動は、B₁層下面の変位・変形によって評価する。

—— 整合 ~~~~~ 不整合 ——— 指交関係 - - - - 関係未詳 ||||| 地層欠如

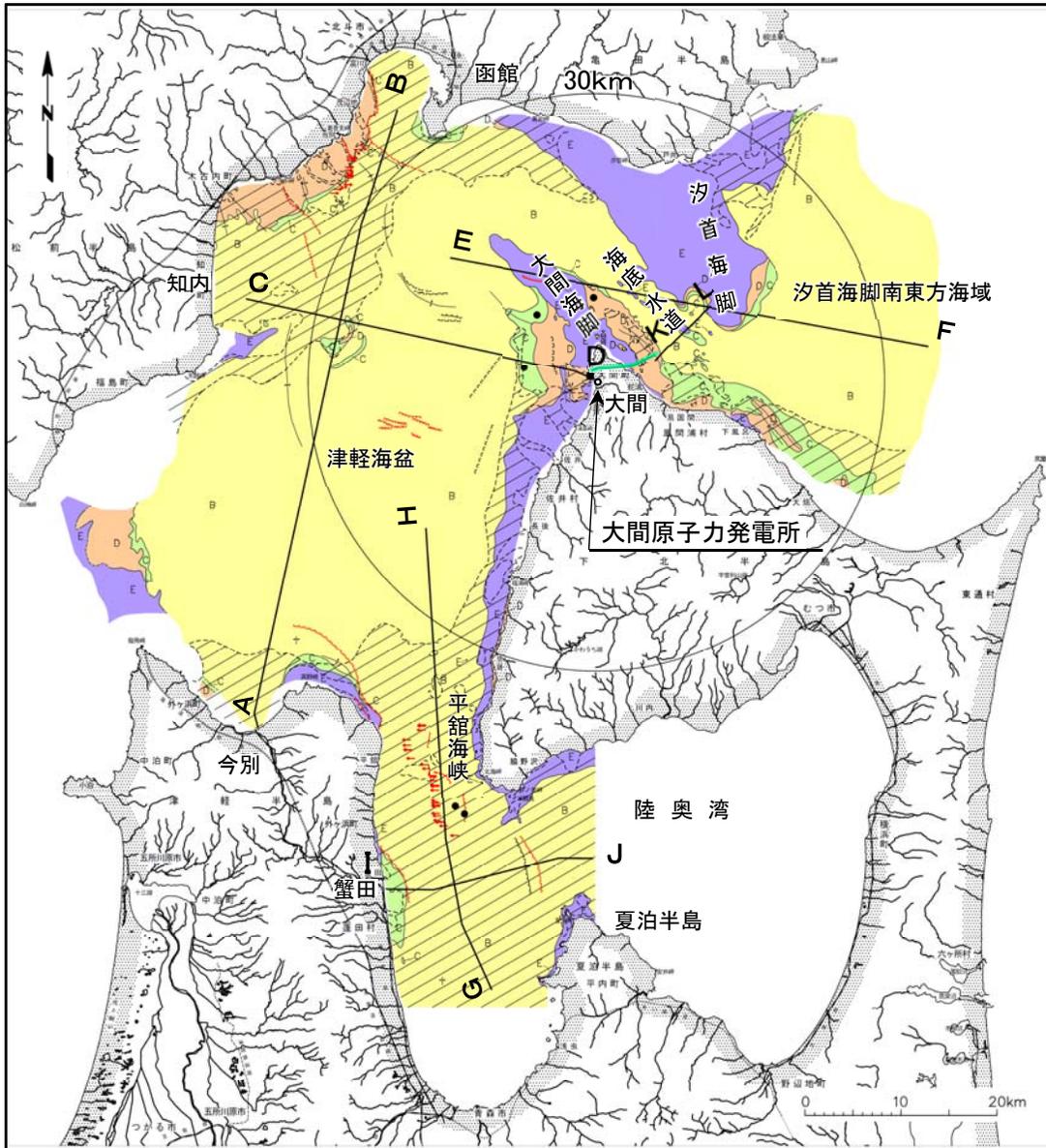
(余白)



1.2 海域の地形・地質・地質構造 (6/8)

敷地前面海域の地質平面

凡 例



| 地質時代 | | 海域の地質 | |
|------------------|-------------|-------|----------------|
| 第 四 紀 | 完新世 | A | |
| | 更 新 世 | 後期 | B ₁ |
| | | 中期 | B ₂ |
| | | 前期 | B ₃ |
| 新 第 三 紀 | 鮮新世 | D | |
| | 中新世 | E | |
| 先新第三紀 | | | |

- 活動が後期更新世に及んでいるものと評価する断層 (伏在断層)
- 断層 (伏在断層)
- 震源として考慮する撓曲
- 背斜軸 ※1
- 向斜軸 ※1
- 地層境界 (破線は推定)
- 採泥点
- 海上ボーリング地点
- 陸海連続弾性波探査 (追加調査にて実施)
- 海底地質断面図 (P.1-19, P.1-20) の位置

- 海上音波探査によれば、下北半島西部沿岸には、陸域の隆起をもたらす活断層は認められない。 ※2 ※3
- 中期～後期更新統に相当するB₁層～B₃層は、下北半島西部の敷地周辺海域に広く分布する。
- 新第三系中新統及び先新第三系に相当するE層は、汐首海脚、大間海脚、下北半島西部西岸及び夏泊(なつどまり)半島にかけての南北方向に、分布深度の浅い領域が連続する。

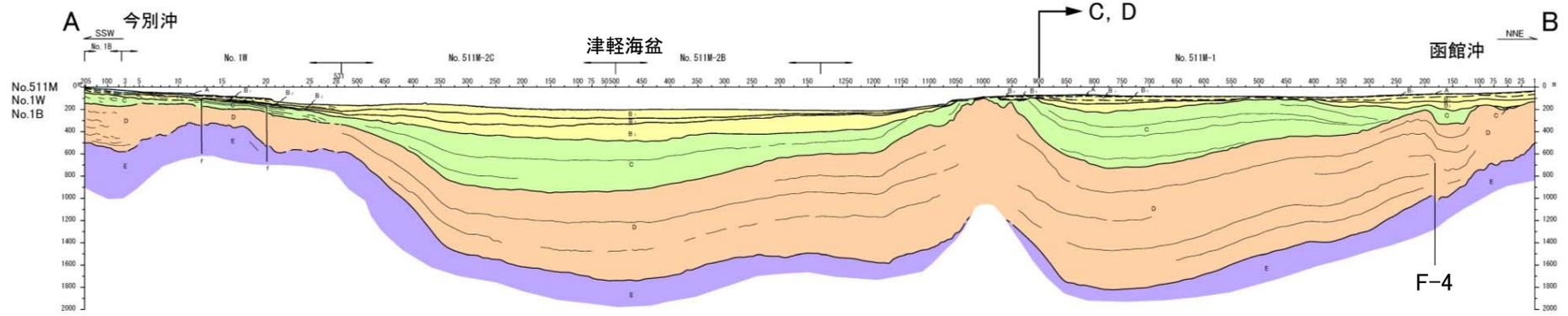
※1 海域の平面図に示す背斜軸・向斜軸は、次の4条件を満たすものを示している。1) 地層に成層構造が確認される、2) 系統的な変形構造が認められる、3) 変位量が多い、4) 2測線以上に連続する。

※2 「日本地方地質誌の東北地方」に示される文献地質断層については、第579回審査会合資料 資料1-1-2「1.4 文献による「黒松内-釜石沖構造線」」を参照。

※3 大間海脚西側の背斜構造については、第579回審査会合資料 資料1-1-2「1.6 大間海脚西側の背斜構造」を参照。

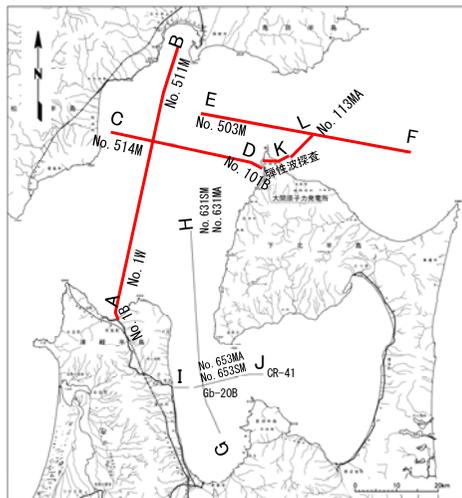
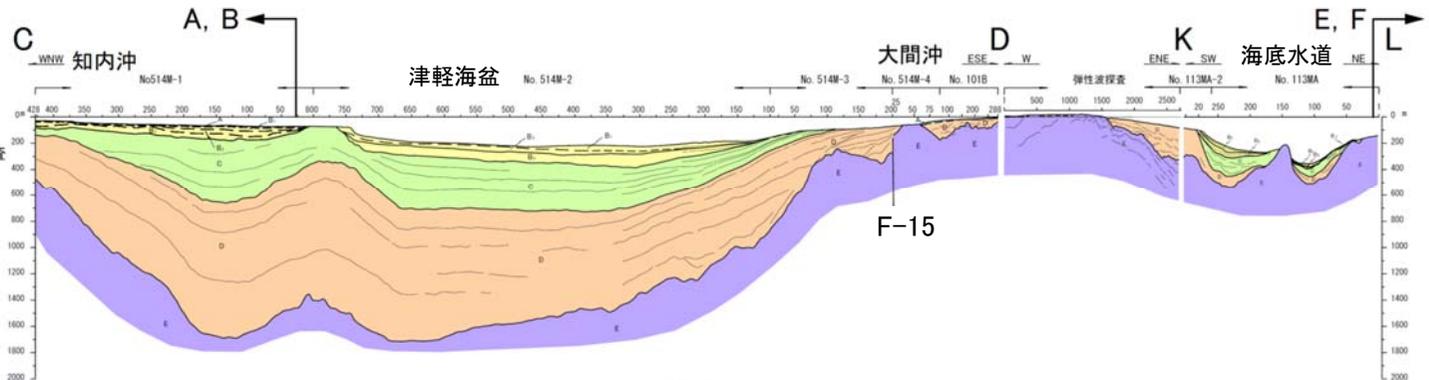
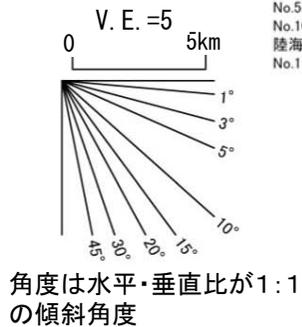
1.2 海域の地形・地質・地質構造 (7/8)

敷地前面海域の地質断面(1/2)



凡例

| 地質時代 | 海域の地質 |
|-------|-------------------|
| 完新世 | A |
| 更新世 | 後期 B ₁ |
| | 中期 B ₂ |
| | 前期 B ₃ |
| 新第三紀 | C |
| | D |
| 先新第三紀 | E |



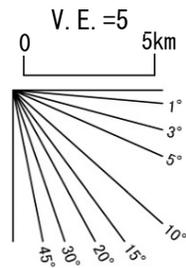
- E層は、大局的には大間海脚から汐首海脚が浅く、両側の津軽海盆(最深部-1,800m程度)と汐首海脚南東方海域(最深部-1,000m程度)が深い。被覆するD層以上には、深部に向かい地層が傾斜し層厚が増える傾向が認められることから、この大局的な変形をもたらす運動は、鮮新世以降に活動していると判断される。
- さらに大間海脚付近のE層には、波長の短い標高差200m~300m程度の凹凸の繰返しが認められる。この凹凸はD層下部に及ぶものの中部以上には及ばないことから、これら凹凸を形成した運動は、鮮新世の初期に活動を終えたと判断される。

1.2 海域の地形・地質・地質構造 (8/8)

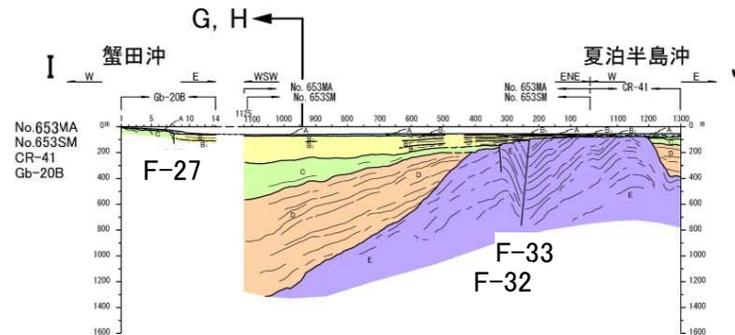
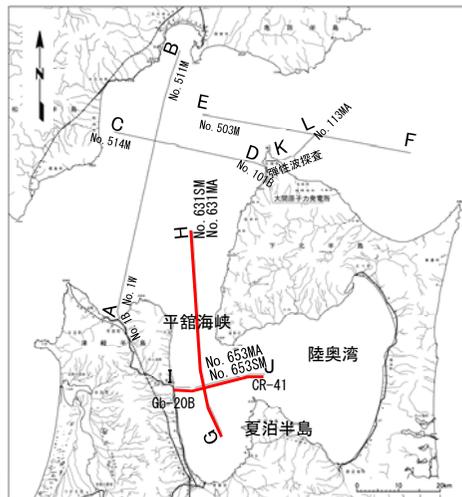
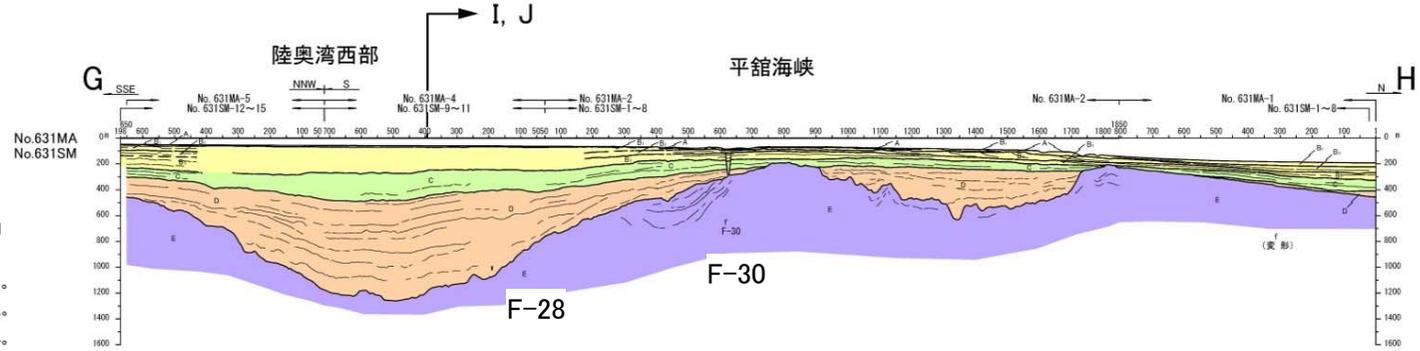
敷地前面海域の地質断面(2/2)

凡例

| 地質時代 | 海域の地質 | |
|-------|-------|----------------|
| 第四紀 | 完新世 | A |
| | 後期 | B ₁ |
| | 中期 | B ₂ |
| | 前期 | C |
| 鮮新世 | 鮮新世 | D |
| | 中新世 | E |
| 先新第三紀 | | |



角度は水平・垂直比が1:1の傾斜角度



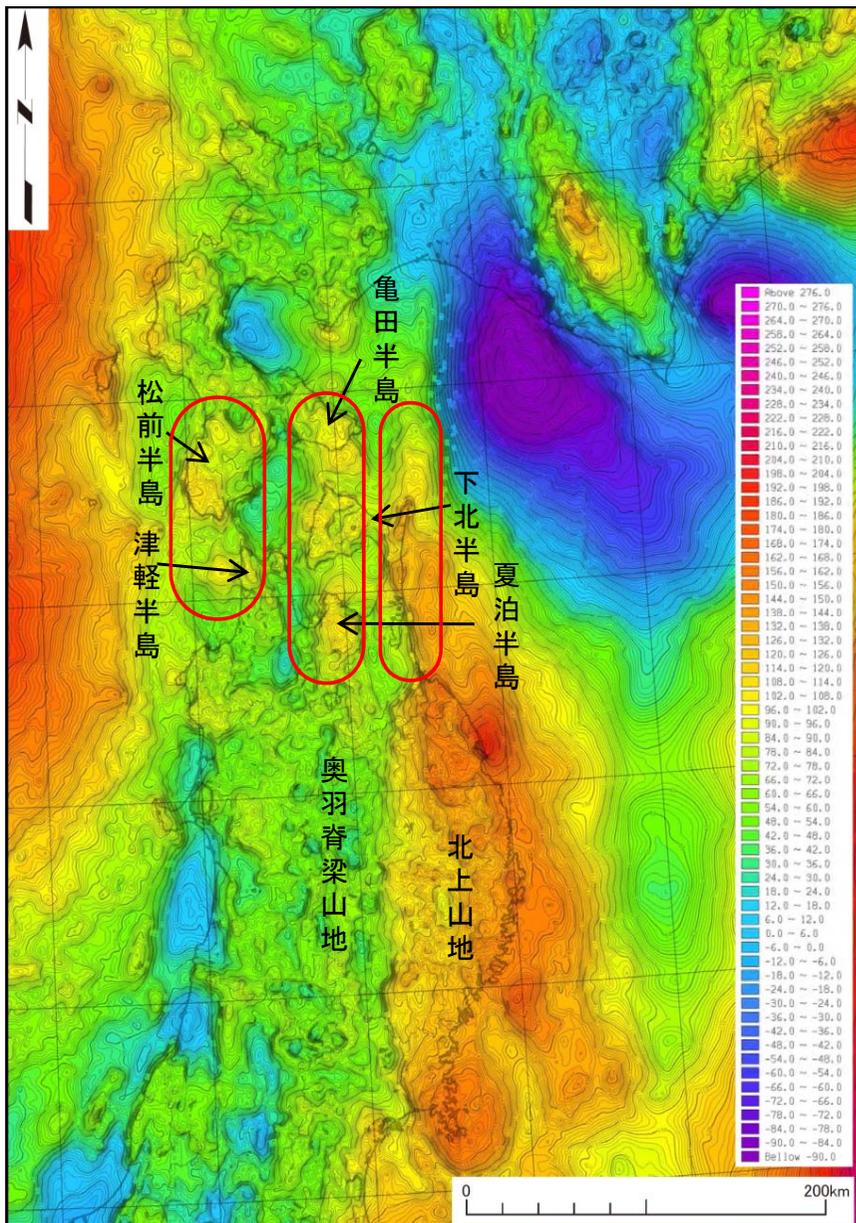
- I-J断面において、大局的にはE層は夏泊半島北方沖が浅く、両側の陸奥(むつ)湾西部(最深部-1,300m程度)と陸奥湾東部(最深部は調査範囲外)が深い。
- 夏泊半島沖のE層を被覆するD層及びC層には、深部に向かい地層が傾斜し層厚が増える傾向が認められることから、この大局的な変形をもたらす運動は、鮮新世以降に活動していると判断される。

1.3 陸域・海域の地球物理学的特性

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

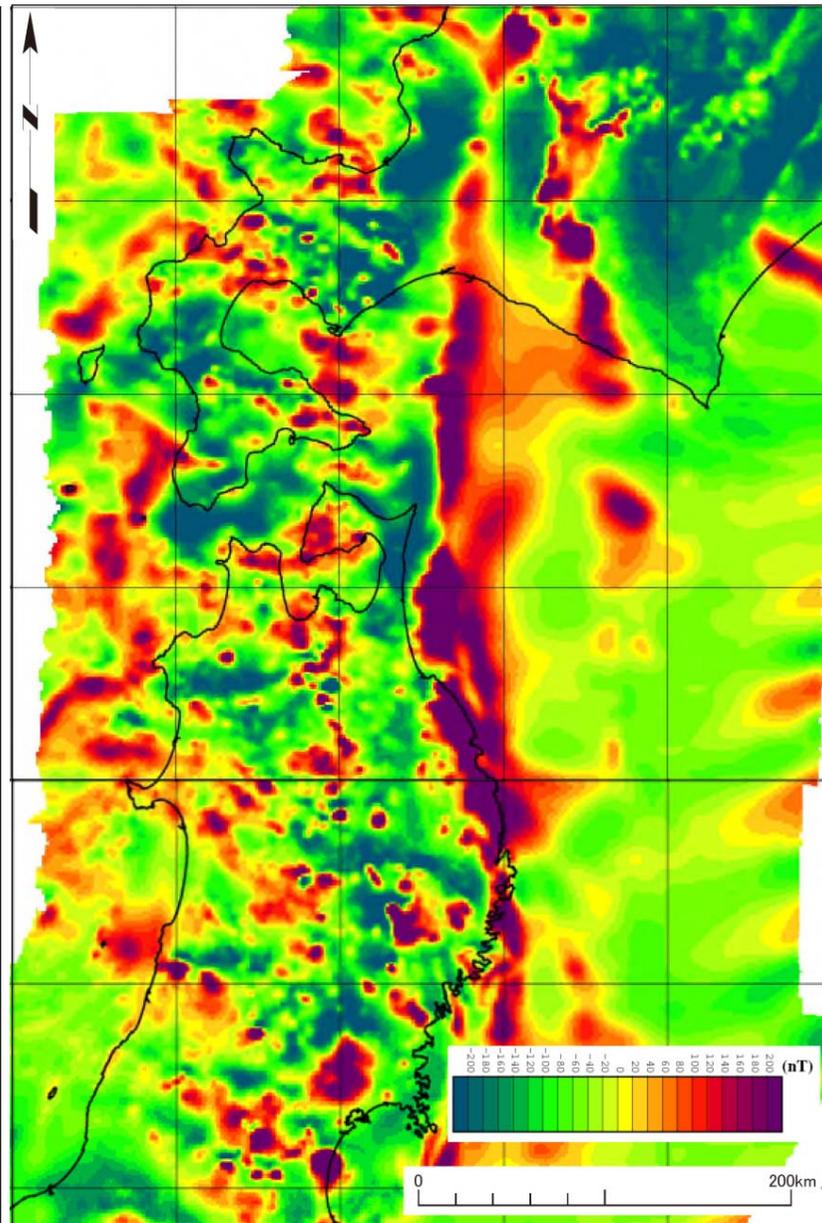
1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 (1/3)

広域のブーゲー重力異常分布及び磁気異常分布



ブーゲー重力異常図
(補正密度 $2.3g/cm^3$)

産総研(2013)²¹⁾



磁気異常図

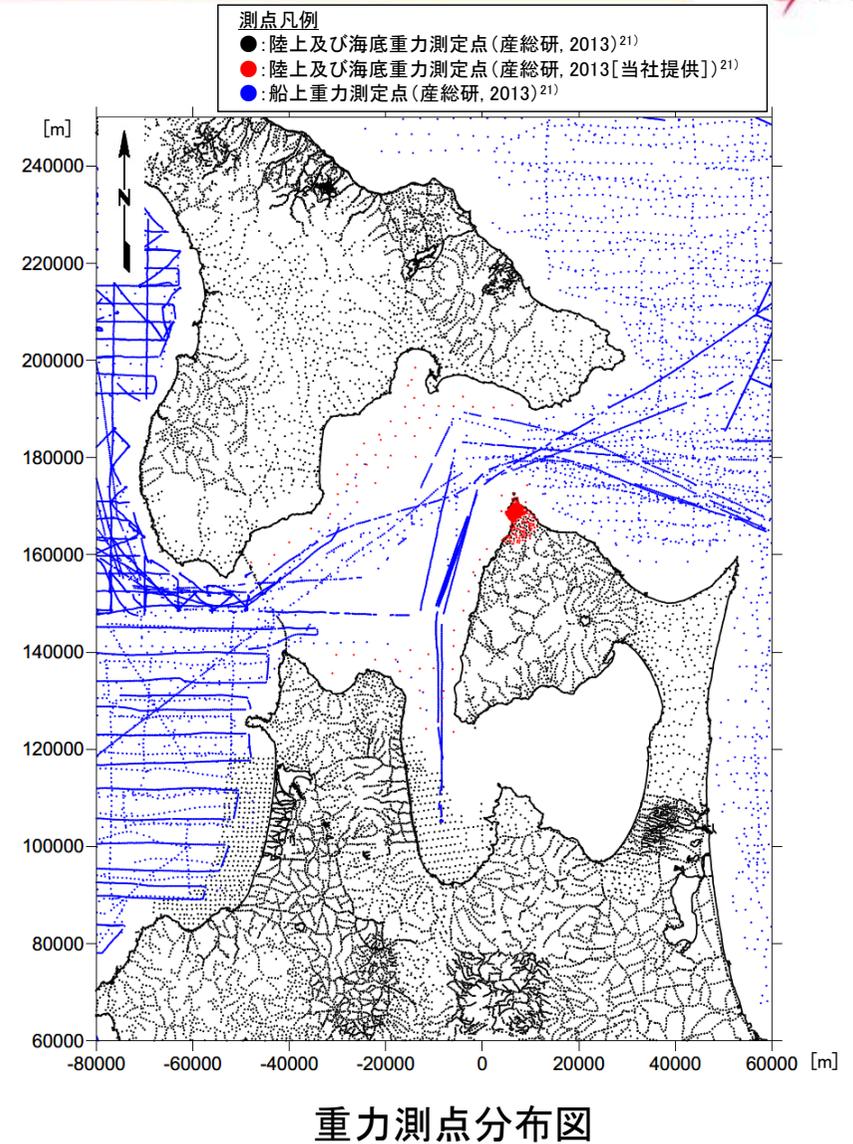
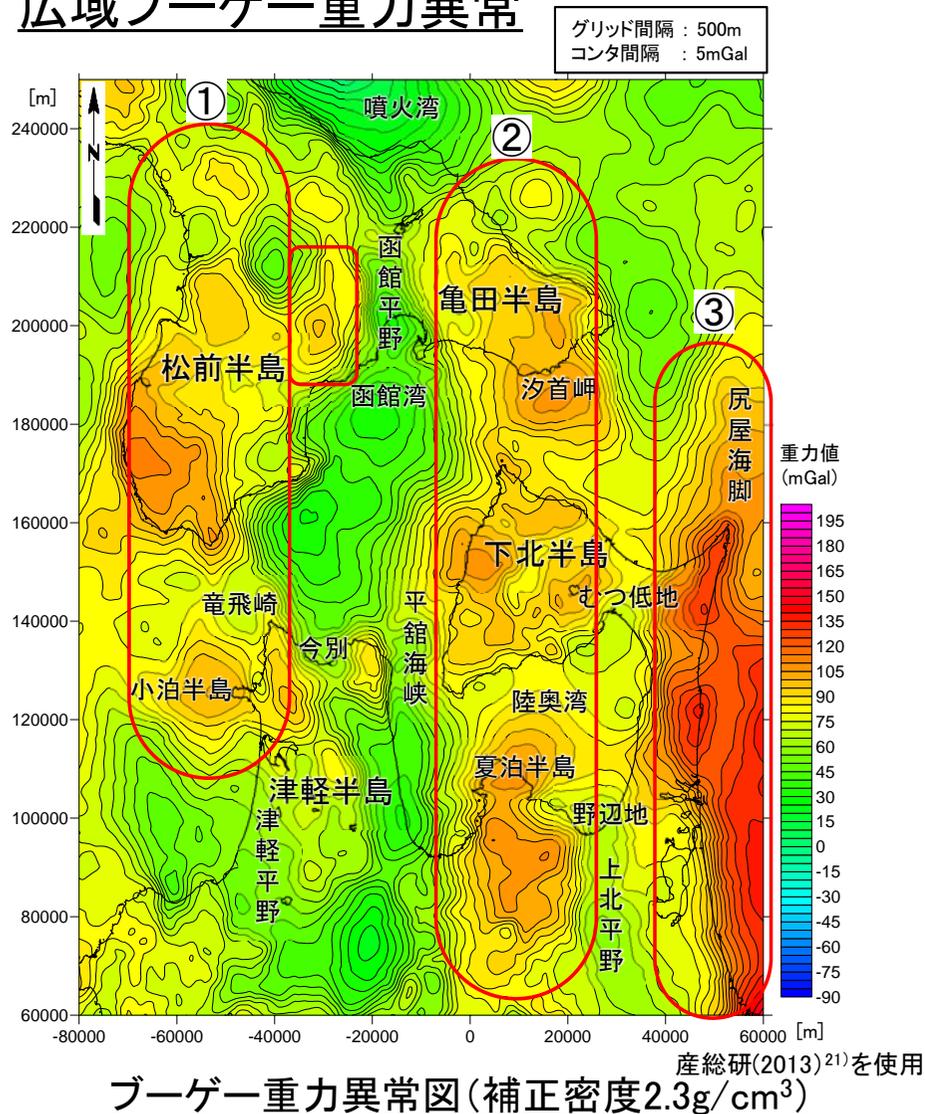
中塚・大熊(2009)²²⁾

- 東北日本の重力構造は、先古第三系の分布域と対応が良く、先古第三系が分布する北上山地、先古第三系が浅部に分布する下北半島、津軽半島、亀田半島、松前半島に高重力異常域が認められる。
- 松前半島から津軽半島にかけて、亀田半島から下北半島西部を通り夏泊半島にかけて及び下北半島東部では、各々の間に低重力異常域を挟んで南北方向に高重力異常域が連続している。
- 東北日本の磁気異常はブーゲー重力異常とは対応しておらず、太平洋側沖に南北方向の強い正の磁気異常の帯が認められる。
- 下北半島西部には津軽半島北端と連なる東西方向の正の磁気異常の帯が認められる。^{※1}

※1 磁気異常分布の詳細については、第579回審査会合資料 資料1-1-2 「2.2 磁気解析」を参照。



広域ブーゲー重力異常

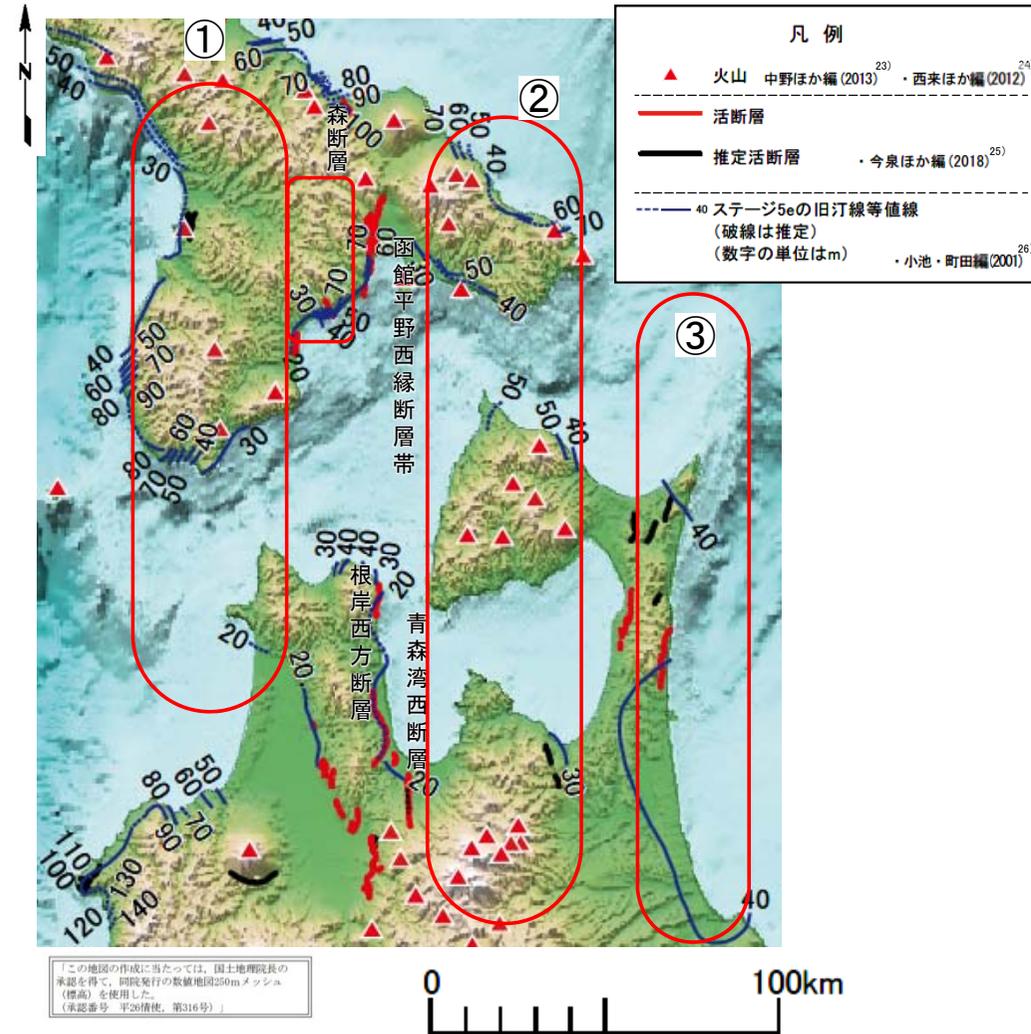
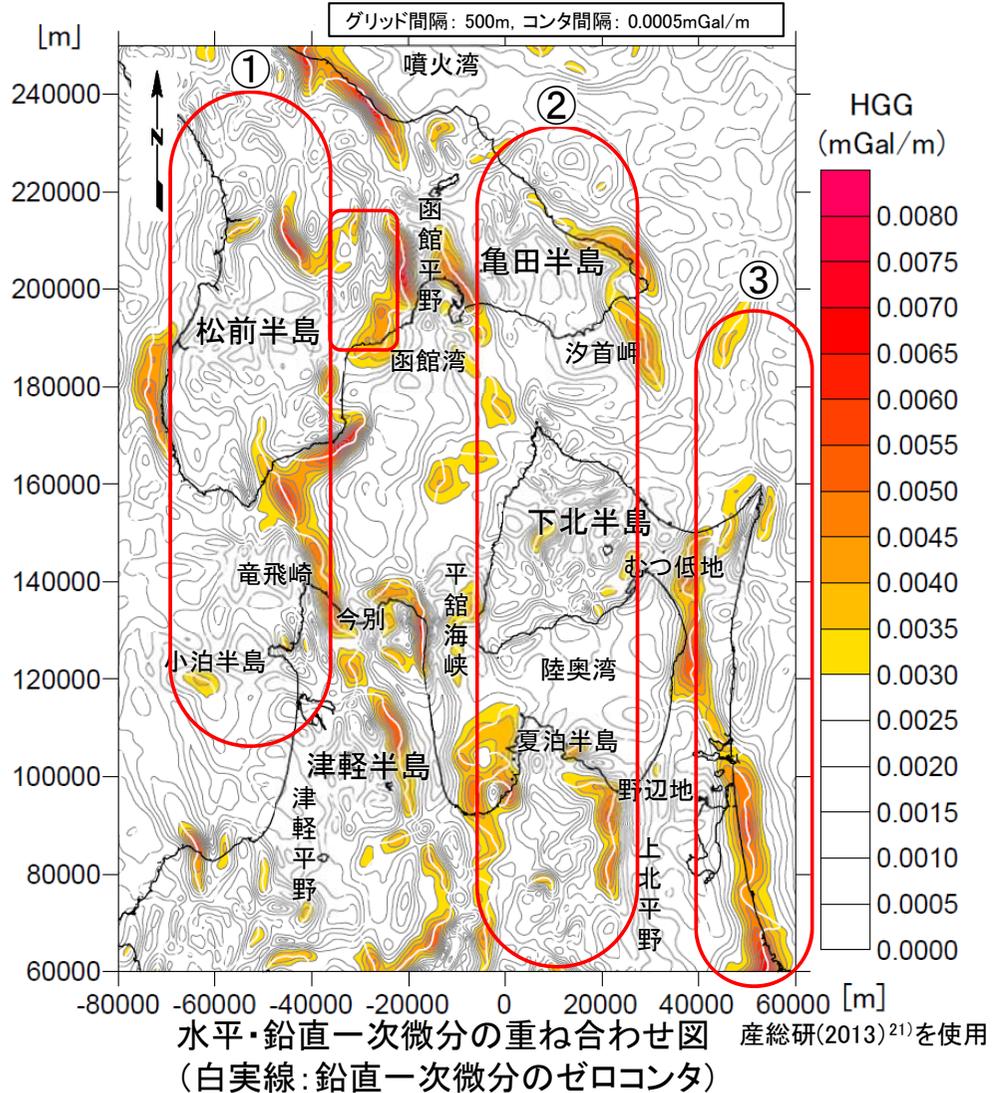


- 左図は、産総研(2013)²¹⁾のグリッドデータを用いて作成した、津軽海峡を中心とした広域のブーゲー重力異常図である。右図には、重力測点分布を示す。*1
- 本地域の重力構造は、おおむね南北走向を示し、西側から「①松前半島から津軽半島西部に延びる高重力異常域」、「②亀田半島から下北半島西部、夏泊半島に延びる高重力異常域」及び「③尻屋海脚から下北半島東部沿岸に延びる高重力異常域」が認められる。

*1 下北半島西部の重力構造の詳細検討結果については、第732回審査会合資料2-2「1.3.1 重力構造の詳細検討」を参照。

1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 (3/3)

広域ブーゲー重力異常の一次微分



- 重力急変部は、重力異常水平一次微分が大きく鉛直一次微分のゼロコンタが通過する区間として認識され、断層の存在が示唆される。
- 「①松前半島から津軽半島西部に延びる高重力異常域」では、東縁に分布する森断層、函館平野西縁断層帯及び青森湾西断層、さらに東側の根岸西方断層が明瞭な重力急変部として現れており、他にMIS5eの旧汀線標高の大きな松前半島西縁に重力急変部が現れている。
- 「②亀田半島から下北半島西部、夏泊半島に延びる高重力異常域」では、亀田半島及び夏泊半島の東縁及び西縁に短い重力急変部が現れているものの、下北半島西部では、明瞭な重力急変部は認められない。

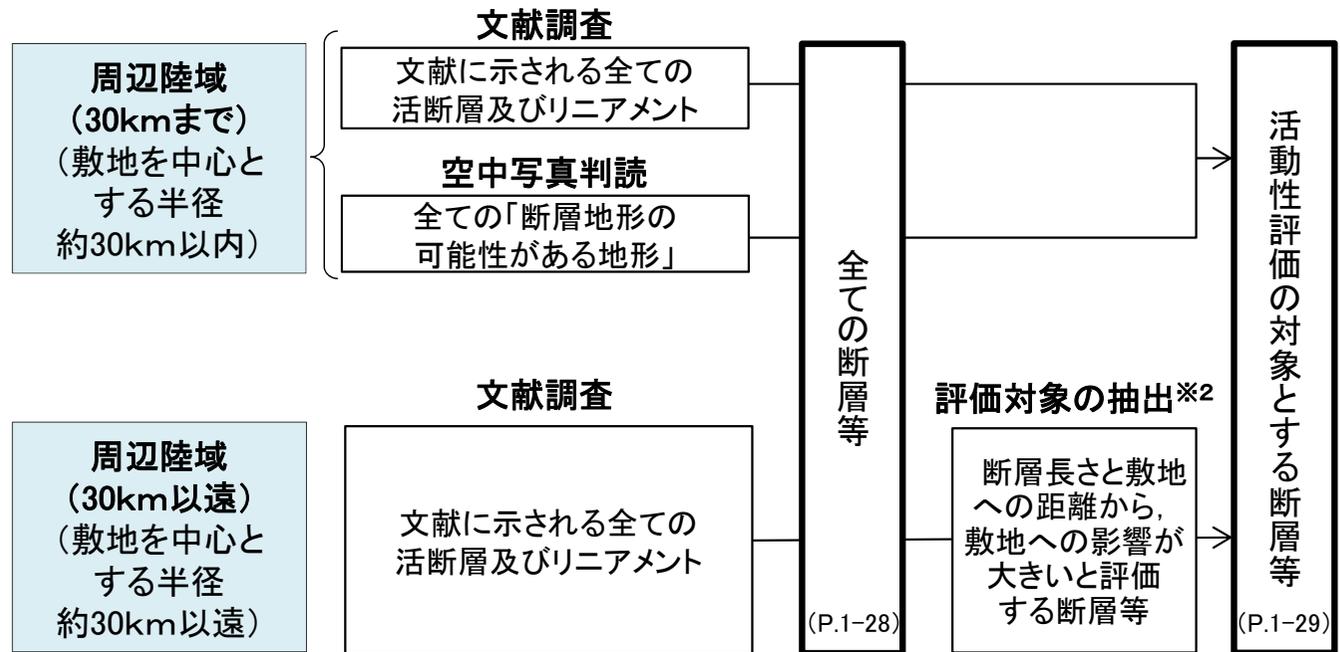
1.4 活断層調査 1.4.1 活断層調査の概要

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

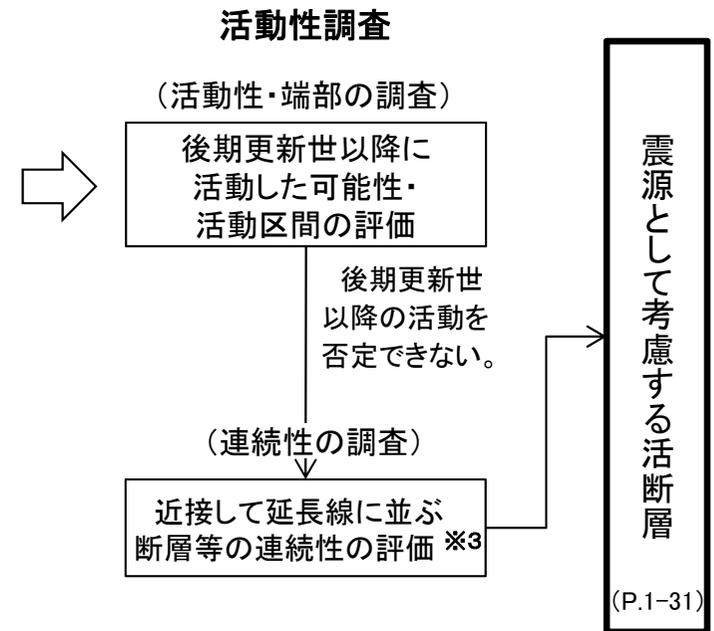
1.4.1 活断層調査の概要 (1/6)

陸域における活断層の抽出・評価フロー

【活動性評価の対象とする断層等※1の抽出】



【活動性評価】



※1 本資料では、「活断層」、「リニアメント」及び「断層地形の可能性がある地形」を総称して「断層等」と呼ぶものとする。

※2 周辺陸域(30km以遠)では、延長線に並ぶ同センスの断層の連続性を考慮した場合を含め、長さ20kmを越える断層等のうち、敷地に近いものを抽出する。

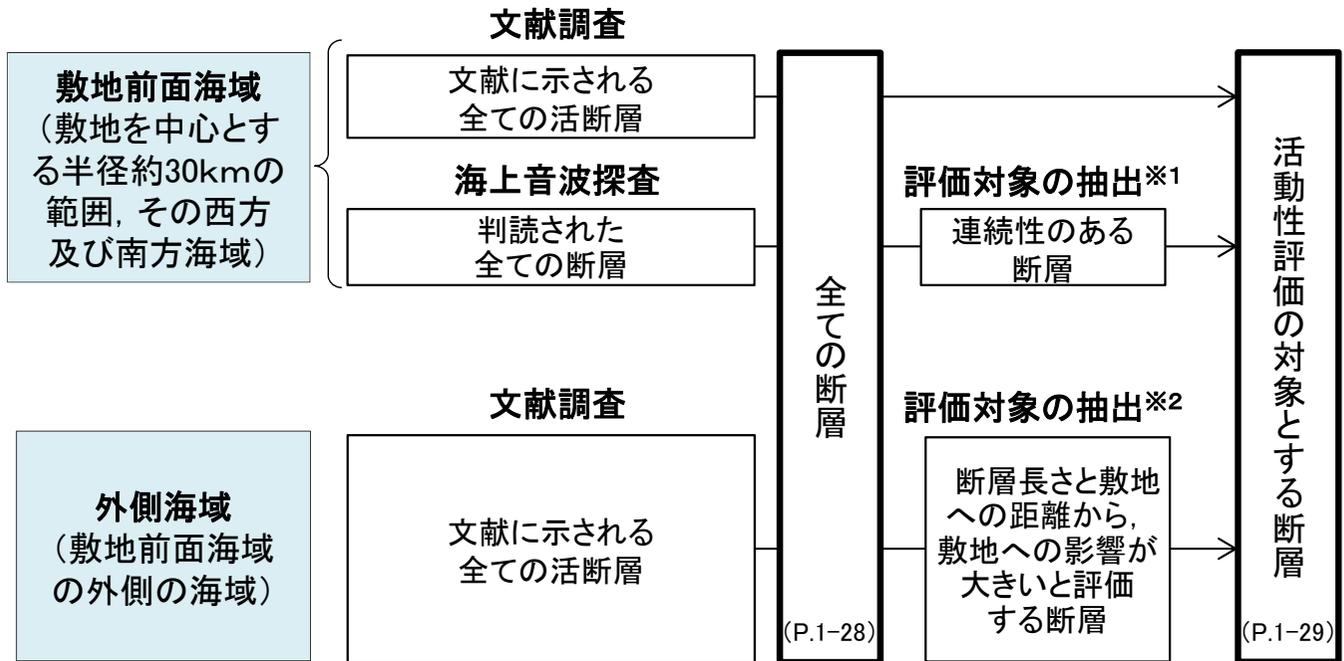
※3 近接して延長線に並ぶ断層等がある場合(地溝状配置、逆向き低崖等を含む)は、断層の走向・傾斜・変位センスが整合的であり、地質構造、重力構造等の連続性が認められる場合、一連の断層と評価する。

- 陸域の活断層調査においては、敷地からの距離約30km以内の周辺陸域と、敷地から約30km以遠の周辺陸域とで、活動性評価の対象とする断層等の抽出方法を変えている。
- 周辺陸域(30kmまで)では、文献調査及び空中写真判読等で抽出された全ての断層等を、活動性評価の対象とする。
- 周辺陸域(30km以遠)では、文献に示される全ての断層等について、連続性を考慮した場合を含め長さ20kmを越える断層等のうち敷地に近いものを抽出する。

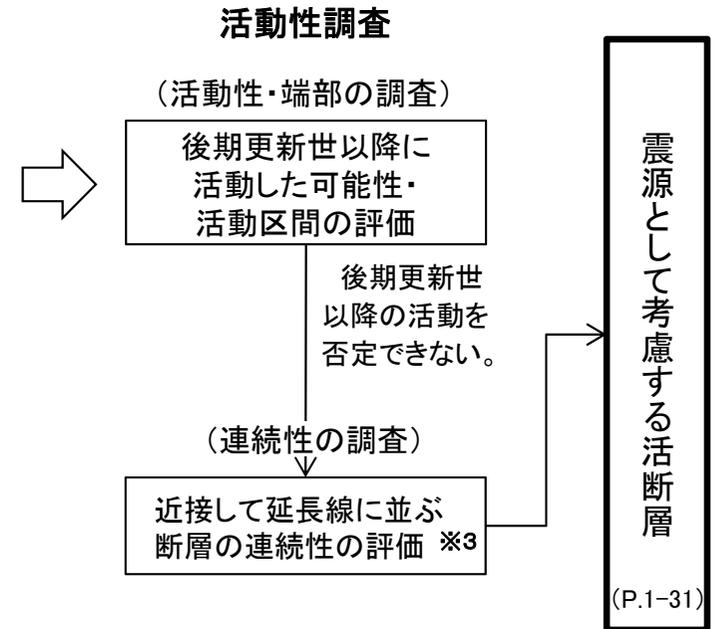
1.4.1 活断層調査の概要 (2/6)

海域における活断層の抽出・評価フロー

【活動性評価の対象とする断層の抽出】



【活動性評価】



※1 敷地前面海域では、複数の測線に連続する断層を「連続性のある断層」、連続しない断層を「連続性のない断層」とし、「連続性のある断層」を抽出する。「連続性のない断層」の詳細は、第579回審査会合資料1-1-2「6.3 連続性のない断層」及び第549回審査会合資料 机上配布資料の海上音波探査記録図集を参照。

※2 外側海域では、延長線に並ぶ同センスの断層の連続性を考慮した場合を含め、長さ20kmを越える断層のうち、敷地に近いものを抽出する。

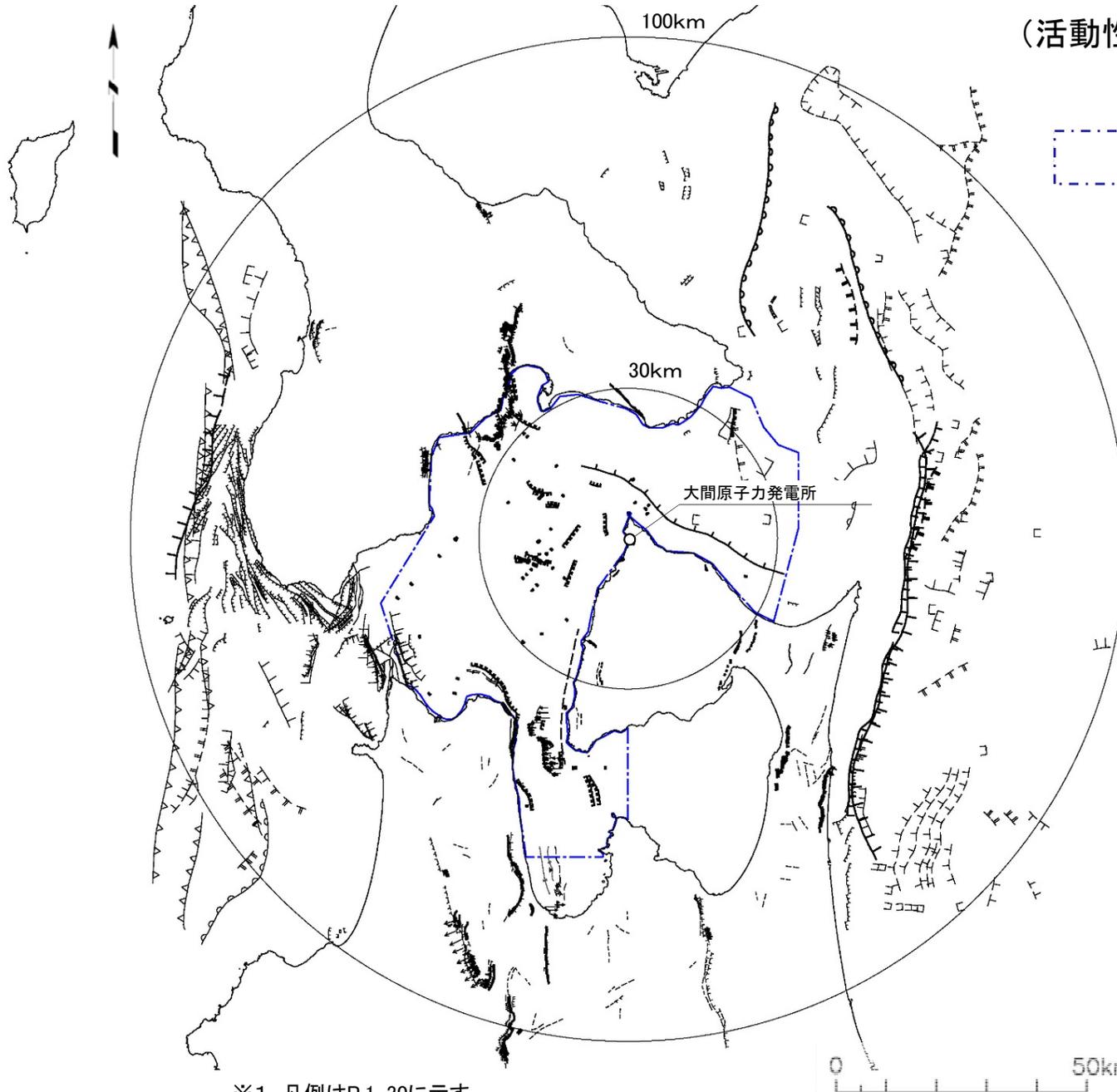
※3 近接して延長線に並ぶ断層がある場合(地溝状配置、逆向き低崖等を含む)は、断層の走向・傾斜・変位センスが整合的であり、地質構造、重力構造等の連続性が認められる場合、一連の断層と評価する。

- 海域の活断層調査においては、敷地からの距離約30kmを含む敷地前面海域とその外側海域とで、活動性評価の対象とする断層等の選定方法を変えている。
- 敷地前面海域では、文献に示される全ての活断層に加え、海上音波探査で判読された断層のうち、連続性のある断層を、活動性評価の対象とする。
- 外側海域では、文献に示される全ての断層等について、連続性を考慮した場合を含め長さ20kmを越える断層等のうち敷地に近いものを抽出する。

1.4.1 活断層調査の概要 (3/6)

文献調査, 空中写真判読及び海上音波探査により把握した全ての断層等※1

(活動性評価の対象とする断層等の抽出前)

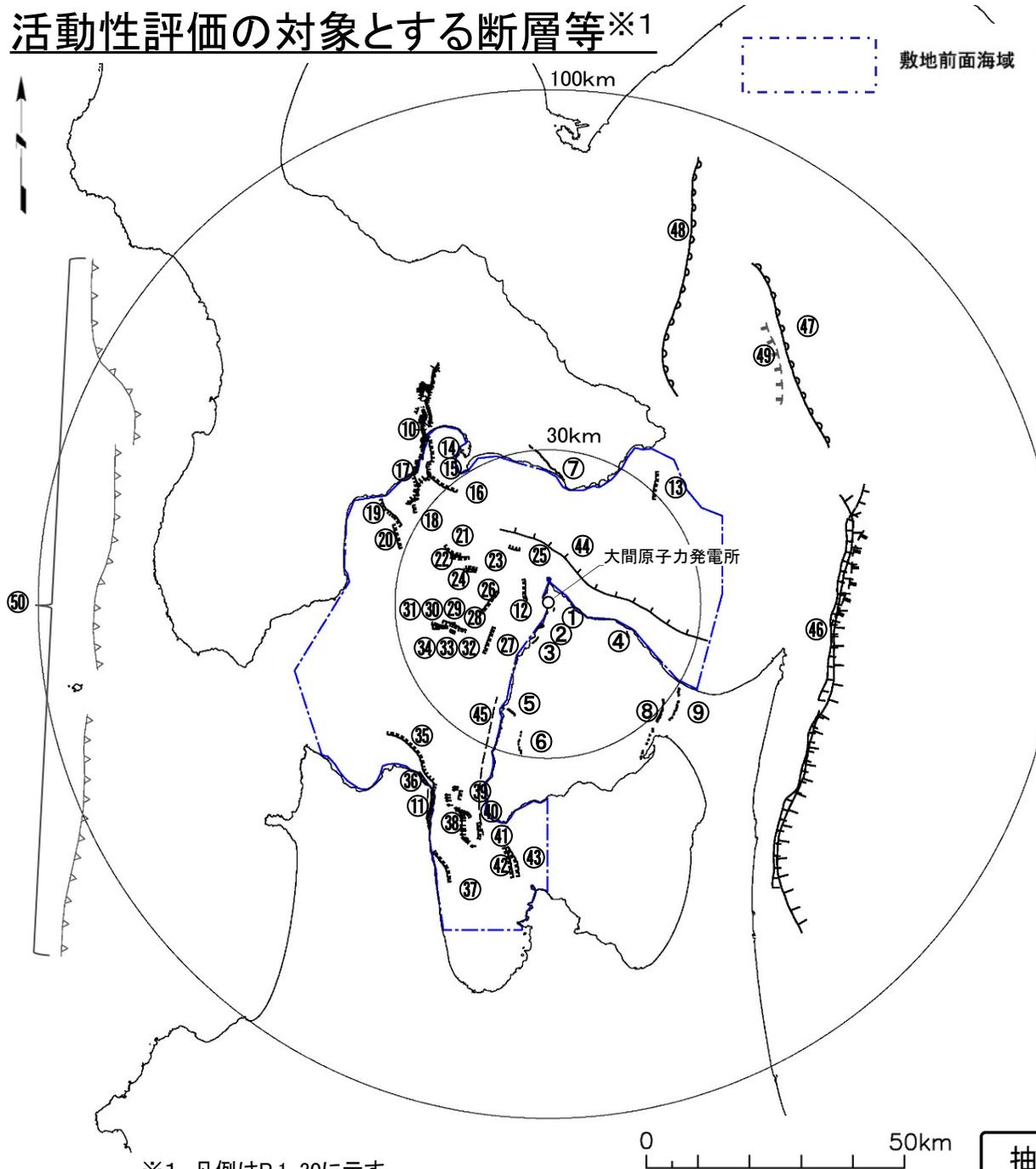


- 陸域については、100km内は文献調査により活断層及びリニアメントを把握し、さらに30km内は空中写真判読により、「断層地形の可能性のある地形」を判読した。
- 海域については、100km内は文献調査により活断層を把握し、さらに敷地前面海域では海上音波探査により判読された全ての断層を把握した。
- これらの中から、活動性評価の対象とする断層等を抽出した結果を次頁に示す。

※1 凡例はP.1-30に示す。

1.4.1 活断層調査の概要 (4/6)

活動性評価の対象とする断層等※1



※1 凡例はP.1-30に示す。

| | 断層名 | 記載箇所 | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------|-------|
| | | 本編資料 | 補足説明資料 | |
| 陸域 | ① ニッ石リニアメント | - | 3.2.1※2 | |
| | ② 材木リニアメント | - | 3.2.2※2 | |
| | ③ 原田東方リニアメント | - | 3.2.3※2 | |
| | ④ 赤川リニアメント | - | 3.2.4※2 | |
| | ⑤ 福浦リニアメント | - | 3.2.5※2 | |
| | ⑥ 野平リニアメント | - | 3.2.6※2 | |
| | ⑦ 清水山南方断層 | 3.2※2 | - | |
| | ⑧ 恐山東山麓リニアメント(西側) | - | 3.2.7※2 | |
| | ⑨ 恐山東山麓リニアメント(東側) | - | 3.2.7※2 | |
| | ⑩ 函館平野西縁断層帯(陸域) | 4.3.3※2 | - | |
| | ⑪ 根岸西方断層(陸域) | 4.2.3※2 | - | |
| 海域 | ⑫ F-15断層 | - | 5.3※2 | |
| | ⑬ F-1断層 | - | 5.3※2 | |
| | ⑭ F-2断層 | 函館平野西縁断層帯(海域) | 4.3.4※2 | - |
| | ⑮ F-3断層 | | | |
| | ⑯ F-4断層 | | | |
| | ⑰ F-5断層 |  |  |  | - | 5.3※2 |
| | ⑱ F-7断層 | - | 5.3※2 | |
| | ⑲ F-8断層 | - | 5.3※2 | |
| | ⑳ F-9断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉑ F-10断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉒ F-11断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉓ F-12断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉔ F-13断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉕ F-14断層 | 5.2 | - | |
| | ㉖ F-16断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉗ F-17断層 | - | 5.3※2 | |
| | ㉘ F-18断層 | 敷地西方冲断層 | 5.3※2 | - |
| | ㉙ F-19断層 | | | |
| | ㉚ F-20断層 | | | |
| | ㉛ F-21断層 | | | |
| | ㉜ F-22断層 | | | |
| | ㉝ F-23断層 | 根岸西方断層(海域) | 4.2.4※2 | - |
| | ㉞ F-24断層 | | | |
| | ㉟ F-25断層 | | | |
| | ㊱ F-26断層 | F-28~31断層 | - | 5.3※2 |
| | ㊲ F-27断層 | | | |
| | ㊳ F-28断層 | | | |
| | ㊴ F-29断層 | | | |
| | ㊵ F-30断層 | - | 5.3※2 | - |
| | ㊶ F-31断層 | - | 5.3※2 | - |
| | ㊷ F-32断層 | - | 5.3※2 | - |
| ㊸ F-33断層 | - | 5.3※2 | - | |
| ㊹ 渡辺ほか(2012) ²⁷⁾ の海底活断層 | - | 5.4 | - | |
| ㊺ 上村(1975) ²⁸⁾ の下北海岸断層 | - | 5.4 | - | |
| 外側海域 | ㊻ 大陸棚外縁断層 | - | 6.2※2 | |
| | ㊼ 恵山岬東方冲撓曲 | - | 6.3※2 | |
| | ㊽ 恵山岬北方冲撓曲 | - | 6.4※2 | |
| | ㊾ 恵山岬東方冲断層 | 6.2※3 | - | |
| | ㊿ 国交省(2014) ²⁹⁾ のF18断層 | 6.3~6.5 | - | |

※2 第579回審査会合資料 ※3 第732回審査会合資料

抽出された活動性評価の対象とする断層等を示す。

1.4.1 活断層調査の概要 (5/6)



凡 例

海 域

産総研(旧地質調査所)1/20万 海底地質図 ^{30) 31) 32)}

断層、推定断層、伏在断層

海上保安庁水路部1/20万 海底地質構造図 ^{33) 34) 35) 36) 37)}

断 層

海上保安庁水路部1/5万 海底地質構造図等 ^{16) 17) 38) 39) 40) 41) 42) 43)}

断層(推定断層)

撓 曲

活断層研究会編(1991)[新編]日本の活断層(1/100万) ⁴⁴⁾

活断層(確実、推定)

活撓曲(確実、推定)

徳山ほか(2001)「日本周辺海域の第四紀地質構造図」(1/200万) ⁴⁵⁾

逆断層

日本鉄道建設公団青函建設局(1989)「青函トンネル地質図」(1/5万) ⁴⁶⁾

断層

当社が活動性評価の対象とする断層

() 断層(伏在断層)

連続性のない断層

撓曲

産総研・道総研(2012) ⁴⁷⁾

海底活断層
ケバは低下側、矢印は撓曲を示す。

産総研・東海大(2012) ⁴⁸⁾

活断層(破線は伏在)

活撓曲(破線は位置不確定)

国土交通省(2014) ²⁹⁾

断層

渡辺ほか(2012) ²⁷⁾

活断層

上村(1975) ²⁸⁾

断層

陸 域

活断層研究会編(1991)による凡例 ⁴⁴⁾

陸上活断層

活断層であることが確実なもの
(確実度Ⅰ)

活断層であると推定されるもの
(確実度Ⅱ)

活断層の疑のあるリニアメント
(確実度Ⅲ)

短線は縦ずれの低下側を、矢印は横ずれのむきを示す。

活 傾 動

地形面の傾き下る方向

今泉ほか編(2018)による凡例 ²⁵⁾

活断層

推定活断層

活撓曲

傾動

活撓曲(向斜)

寒川ほか(1984)・山崎ほか(1986)による凡例 ^{49) 50)}

活断層(主として第四紀後期に活動したもの)

推定断層(同上)

上記の断層における変位の向き
(矢印は走向ずれの方向、ケバは落下側を示す)

第四紀後期層の背斜軸

第四紀後期層の撓曲

第四紀後期層の傾動方向

当社が活動性評価の対象とする断層等

断層等(Dランク)
(短線は縦ずれの低下側を示す。)

断層等(Eランク)

撓曲

1.4.1 活断層調査の概要 (6/6)

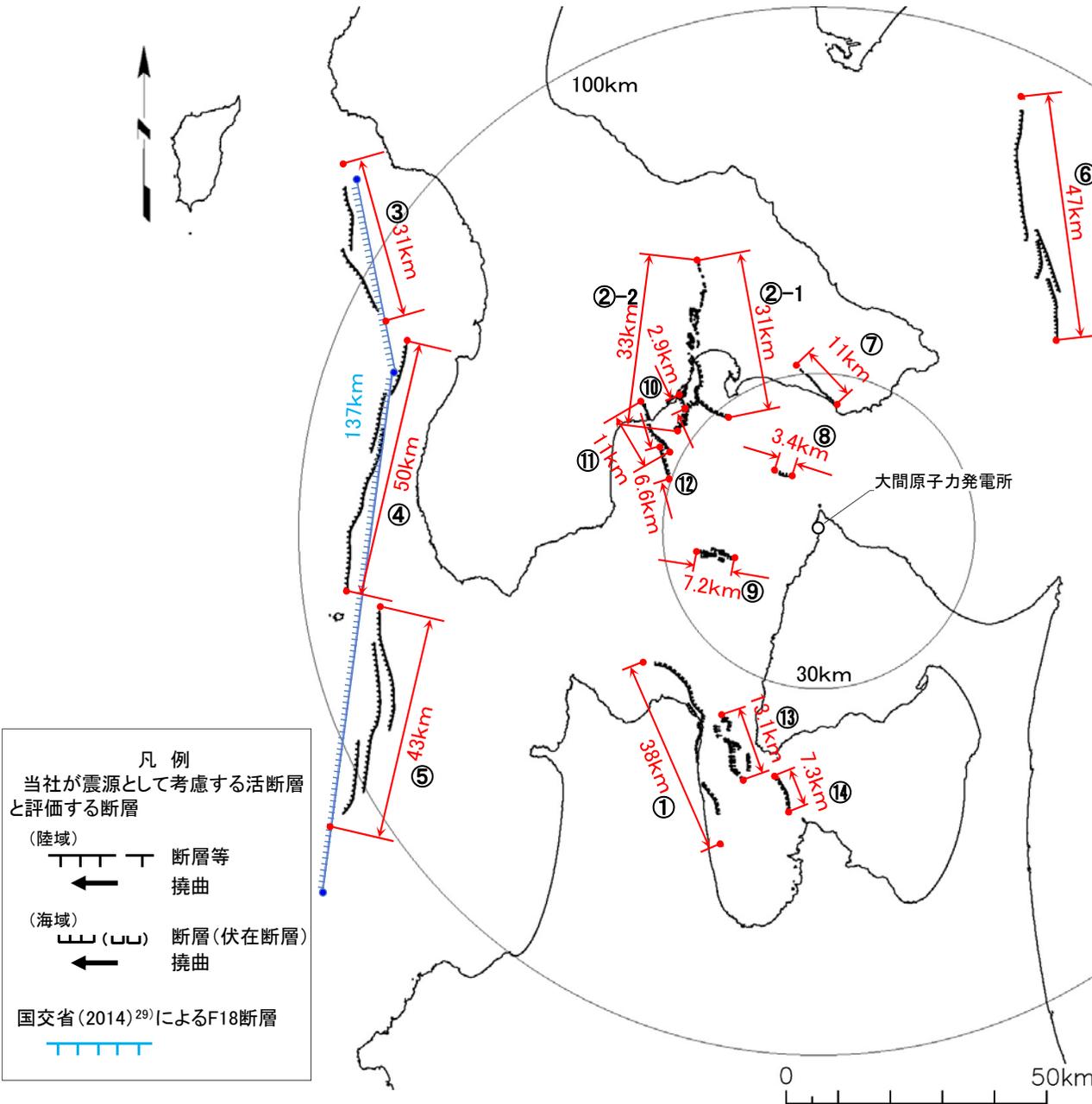
敷地周辺における震源として考慮する活断層

敷地周辺における
震源として考慮する活断層

| 断層名 | 評価長さ | 敷地からの距離 | 備考 |
|----------------|------------------------|----------------|---|
| ①根岸西方断層 | 約38km | 約50km | |
| ②函館平野西縁断層帯 | ②-1 約31km ②-2 約33km | 約42km 約43km | ②-1は海域南東延長部を含み、②-2は海域南西延長部を含む。 |
| ③奥尻海盆北東縁断層 | 約31km | 約103km | 同時破壊を否定できないものとし、国交省(2014) ²⁹⁾ によるF18断層の位置で評価する。(評価長さ137km)(距離 約92km) |
| ④奥尻海盆東縁断層 | 約50km | 約86km | |
| ⑤西津軽海盆東縁断層 | 約43km | 約96km | |
| ⑥恵山岬東方沖断層 | 約47km | 約73km | |
| ⑦清水山南方断層 | 約11km | 約28km | |
| ⑧F-14断層 | 約3.4km | 約12km | |
| ⑨敷地西方沖断層 | 約7.2km | 約20km | |
| ⑩F-5断層 | 約2.9km | 約35km | |
| ⑪F-8断層 | 約11km | 約37km | |
| ⑫F-9断層 | 約6.6km | 約32km | |
| ⑬F-28断層～F-31断層 | 約13.1km | 約44km | |
| ⑭F-33断層 | 約7.3km | 約50km | |

文献調査、空中写真判読及び海上音波探査により、活断層の可能性のある断層等を50条抽出し、活動性調査により14条を震源として考慮する活断層と評価した。※1

※1 下北半島西部の隆起への対応については、本編資料「8.下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮」を参照。



凡例
当社が震源として考慮する活断層と評価する断層

(陸域)
断層等
撓曲

(海域)
断層(伏在断層)
撓曲

国交省(2014)²⁹⁾によるF18断層

(余白)

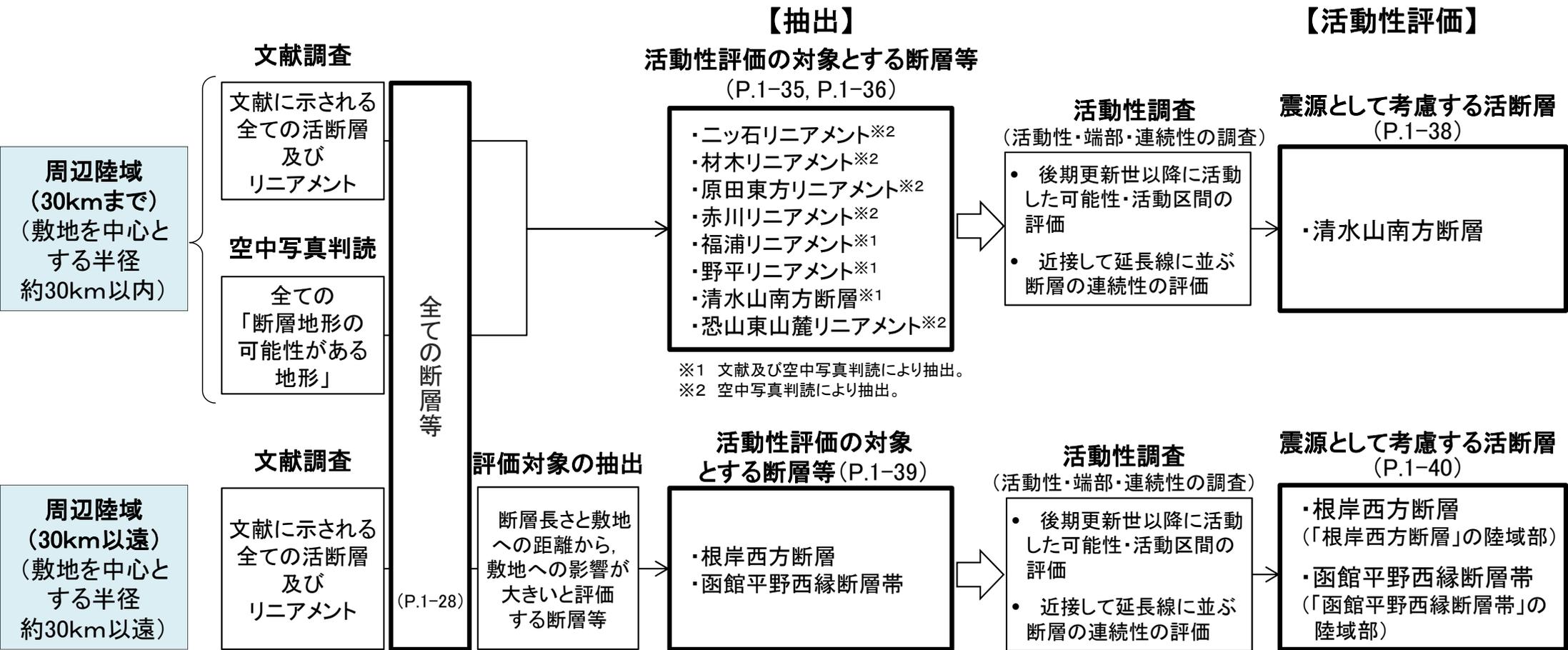
1.4.2 陸域の活断層(概要)

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



1.4.2 陸域の活断層(概要) (1/7)

陸域における活断層の抽出・評価結果



- ・ 周辺陸域(30kmまで)において震源として考慮する活断層は、「清水山南方断層」である。
- ・ 周辺陸域(30km以遠)において震源として考慮する活断層は、「根岸西方断層」及び「函館平野西縁断層帯」である。これら2条の断層は、海域へ連続する。



1.4.2 陸域の活断層(概要) (2/7)

周辺陸域(30kmまで)における活動性評価の対象とする断層等(1/2): 文献調査

活動性評価の対象とする断層等(文献調査)

| 番号 | 断層・リニアメント名 | 文献 ^{※2} による確実度 | 長さ | 敷地からの距離 |
|----|--------------------------|-------------------------|--------|---------|
| ① | 清水山南方断層 | Ⅲ | 約10km | 約27km |
| ② | (福浦リニアメント) ^{※1} | Ⅲ | 約2.5km | 約22km |
| ③ | (野平リニアメント) ^{※1} | Ⅲ | 約4.5km | 約28km |

※1 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾に名称なし。当社による呼称。
※2 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾。

活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾による活断層の諸元一覧表

| 断層番号 | 断層名 | 確実度 | 活動長さ km | 走向斜度 | 断層形態 | 変位基準 | 年代 10 ⁴ 年 | 断層変位 | | | 平均変位速度 m/10 ³ 年 | 備考 |
|------|-------|-----|---------|------|------|------|----------------------|-------------|---------|---------|----------------------------|----|
| | | | | | | | | 上下隆起側 m | 横ずれ成む m | 横ずれ分き m | | |
| ① | 清水山南方 | Ⅲ | 10 | WNW | 断層崖 | 山地斜面 | | NE(100~150) | | | | |

凡例

陸上活断層

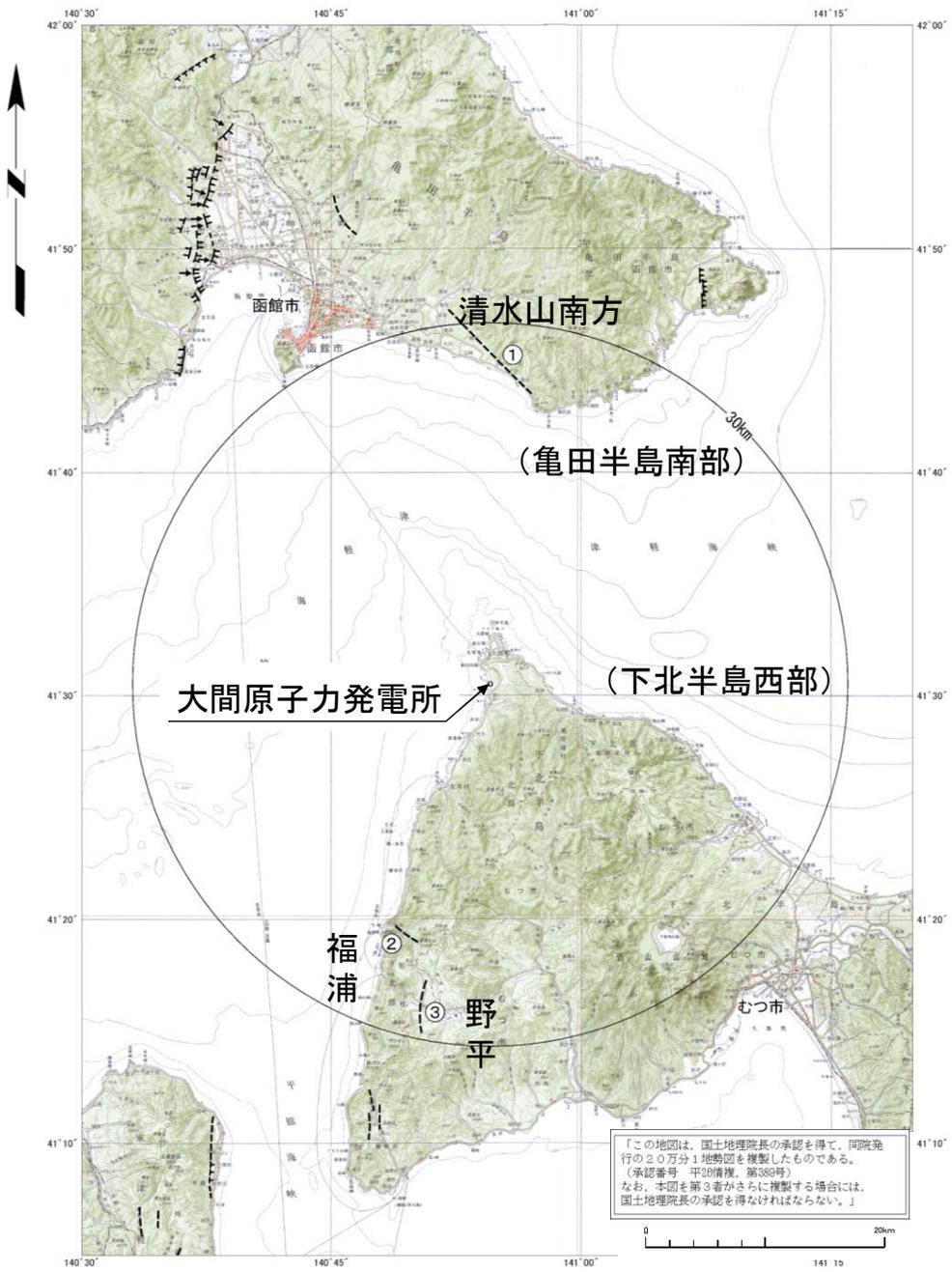
- ▶ 活断層であることが確実なもの(確実度Ⅰ)
- ▶ 活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)
- ▶ 活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)

短線は縦ずれの低下側を、矢印は横ずれのむきを示す。

活傾動

▶ 地形面の傾き下る方向

- 文献調査により、周辺陸域(30kmまで)において全ての活断層及びリニアメントを活動性評価の対象とする断層等として抽出した。
- 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾には、「清水山南方断層」、「福浦付近のリニアメント」及び「野平(のだい)付近のリニアメント」が示されており、いずれも「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」とされている。
- 寒川ほか(1984)⁴⁹⁾、山崎ほか(1986)⁵⁰⁾及び今泉ほか編(2018)²⁵⁾には、活断層あるいは推定活断層は示されていない。



1.4.2 陸域の活断層(概要) (3/7)

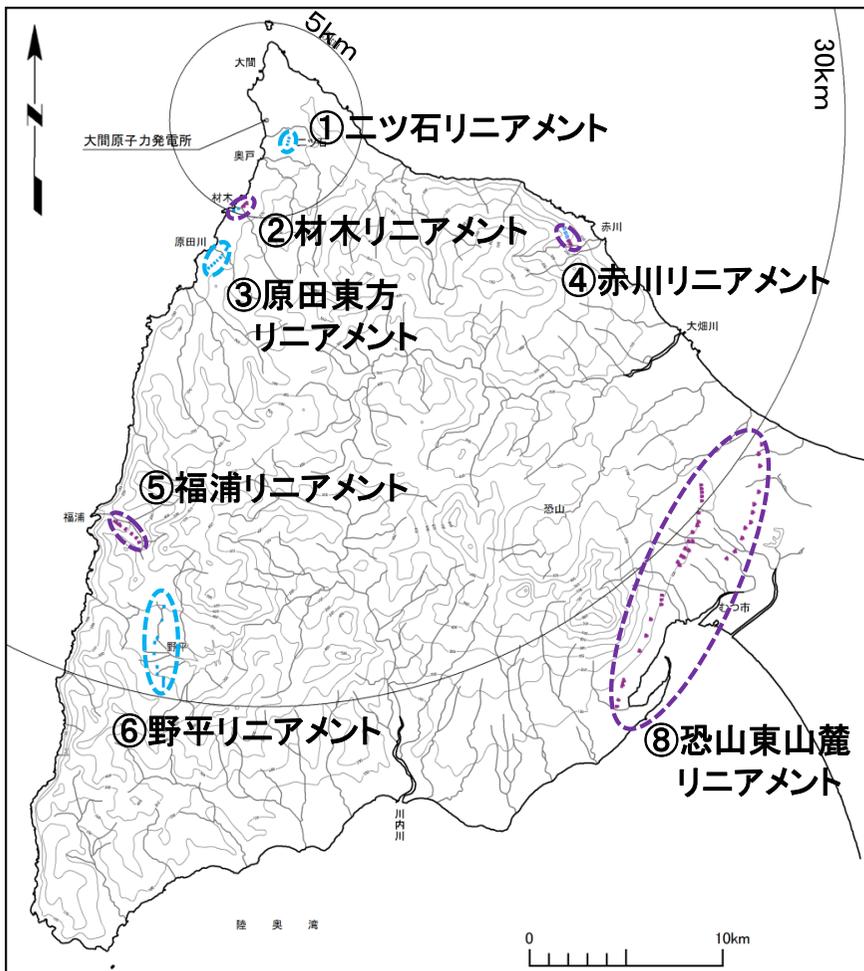
周辺陸域(30kmまで)における活動性評価の対象とする断層等(2/2):空中写真判読



凡 例

| 断層地形の可能性が ある地形のランク | 記 号 |
|-----------------------|-----|
| Dランク | |
| Eランク | |

断層地形の可能性がある地形の分類は、断層地形の蓋然性が高いものからA～Eの5ランクとした。(次頁参照)
記号の短線は縦ずれの低下側を示す。



活動性評価の対象とする断層等(空中写真判読)

| 番号 | 断層・リニアメント名 | 当社による ランク※1 | 文献※2 による確実度 | 空中写真で 判読した長さ | 敷地からの 距離 |
|----|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| ① | ニツ石リニアメント | E | なし | 約0.4km | 約2km |
| ② | 材木リニアメント | D | なし | 約1km | 約5km |
| ③ | 原田東方リニアメント | E | なし | 約1.5km | 約8km |
| ④ | 赤川リニアメント | D | なし | 約1km | 約17km |
| ⑤ | 福浦リニアメント | D | Ⅲ | 約2km | 約22km |
| ⑥ | 野平リニアメント | E | Ⅲ | 約4.5km | 約28km |
| ⑦ | 清水山南方断層 | E | Ⅲ | 約10km | 約27km |
| ⑧ | 恐山東山麓リニアメント | D | なし | 約12km, 約6km | 約32km, 約32km |

※1 区間によりランクが異なる場合は、最大ランクを表示。
※2 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾。

- 空中写真判読により、周辺陸域(30kmまで)において判読された、全ての「断層地形の可能性のある地形」を活動性評価の対象とする断層等として平面図に示し、表にまとめた。
- 文献調査により抽出した、「清水山南方断層」、「福浦リニアメント」、「野平リニアメント」は、空中写真判読でも抽出された。



1.4.2 陸域の活断層(概要) (4/7)

「断層地形の可能性がある地形」の分類

断層地形の蓋然性が高い物からAランク～Eランクの5ランクに分類した。

| 分類 | 判読内容 | | |
|----|---|--|---|
| | 段丘面・扇状地等の平坦面の形状 | 山地・丘陵内 | 連続方向・連続性・高度不連続など |
| A | <ul style="list-style-type: none"> ひと続きであることが明瞭な面上の鮮明な崖、急傾斜面、溝状凹地、撓み状の地形等の連続の良い配列からなり、延長が長く、形成時代が異なる複数の面がある場合には、古い面ほど比高、撓み量、傾斜等が大きいもの。 | <ul style="list-style-type: none"> 鮮明な崖、鞍部等の連続の良い配列からなり、ひと続きであることが明瞭な両側の地形に一樣な高度不連続が認められ、かつ以下の1)又は2)が認められるもの。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 連続区間が長い 2) 延長上至近距離の段丘面等に左欄に該当する同方向の崖等が認められる 尾根・河川が長い区間で同方向に屈曲し、かつ以下の3)～5)のうち少なくとも二つが認められるもの。 <ol style="list-style-type: none"> 3) 屈曲が鮮明 4) 河川の規模と屈曲量との間に正の相関 5) 閉塞丘、風隙等の特異な地形 | <ul style="list-style-type: none"> 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向とは斜交あるいは直交する。 崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向と、崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向と、同方向であるが、明瞭な高度不連続が認められ比高が大きく一樣であり連続も良い場合を含む。 |
| B | <ul style="list-style-type: none"> ひと続きであると推定される面上のやや鮮明な崖、急傾斜面、溝状凹地、撓み状の地形等の連続の良い配列からなり、形成時代が異なる複数の面がある場合には、古い面ほど比高、撓み量、傾斜等が大きいもの。 | <ul style="list-style-type: none"> 崖、鞍部等の連続の良い配列からなり、両側の形態が類似する地形に一樣な高度不連続が認められ、かつ以下の1)又は2)が認められるもの。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 地形状態が鮮明 2) 延長上至近距離の段丘面等に左欄に該当する同方向の崖等が認められる 尾根・河川が同方向に屈曲し、かつ3)又は4)が認められるもの。 <ol style="list-style-type: none"> 3) 屈曲が長い区間に認められ、かつ以下のa)～c)のうち少なくとも一つが認められるもの <ol style="list-style-type: none"> a) 屈曲が鮮明 b) 河川の規模と屈曲量との間に正の相関 c) 閉塞丘、風隙等の特異な地形 4) 上のa)～c)の全てが認められるもの | <ul style="list-style-type: none"> 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向とは斜交あるいは直交する。 崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向と、崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向と、同方向であるが、明瞭な高度不連続が認められ比高が大きく一樣であり連続も良い場合を含む。 |
| C | <ul style="list-style-type: none"> 一部で不鮮明な崖、急傾斜面、溝状凹地、撓み状の地形等の連続的な配列からなり、形成時代が異なる複数の面がある場合には連続するもの。 | <ul style="list-style-type: none"> 崖、鞍部等の連続の良い配列からなり、両側の地形に一樣な高度不連続が認められるもの。 尾根・河川が同方向に屈曲し、かつ以下の1)又は2)が認められるもの。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 屈曲が長い区間に認められるもの 2) 以下のa)～c)のうち少なくとも二つが認められるもの <ol style="list-style-type: none"> a) 屈曲が鮮明 b) 河川の規模と屈曲量との間に正の相関 c) 閉塞丘、風隙等の特異な地形 | <ul style="list-style-type: none"> 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向とはやや斜交する。 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向と、崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向と、同方向であるが、高度不連続が認められ比高が大きく連続も良いが、一部で不明瞭となる場合を含む。 |
| D | <ul style="list-style-type: none"> 不鮮明な崖、急傾斜面、溝状凹地、撓み状の地形等の配列からなり、延長が短く断続することが多いもの。 | <ul style="list-style-type: none"> 不鮮明な崖、鞍部等の連続の良い配列からなり、両側の地形に高度不連続が認められるが不明瞭なもの。 尾根・河川が同方向に屈曲し、かつ以下の1)～3)のうち少なくとも一つが認められるもの。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 屈曲が鮮明 2) 河川の規模と屈曲量との間に正の相関 3) 閉塞丘、風隙等の特異な地形 | <ul style="list-style-type: none"> 高度不連続は不明瞭であり、崖等の配列方向は河川、海岸線の方向と、崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向と同方向あるいは斜交し、一部で寸断され断続する。 |
| E | <ul style="list-style-type: none"> 面上に崖、急傾斜面等は認められない。 | <ul style="list-style-type: none"> 不鮮明な崖、鞍部等の配列からなり、両側の地形に高度不連続が認められるが不明瞭なもの。 尾根・河川が同方向に屈曲しているもの。 | <ul style="list-style-type: none"> 高度不連続は認められても、不明瞭である。 崖等の配列方向は河川、海岸線の方向と、崖の向き、撓み状の地形の傾斜方向等は地形面の一般傾斜方向と同方向あるいは斜交し、しばしば切断され、断続的である。 |



1.4.2 陸域の活断層(概要) (5/7)

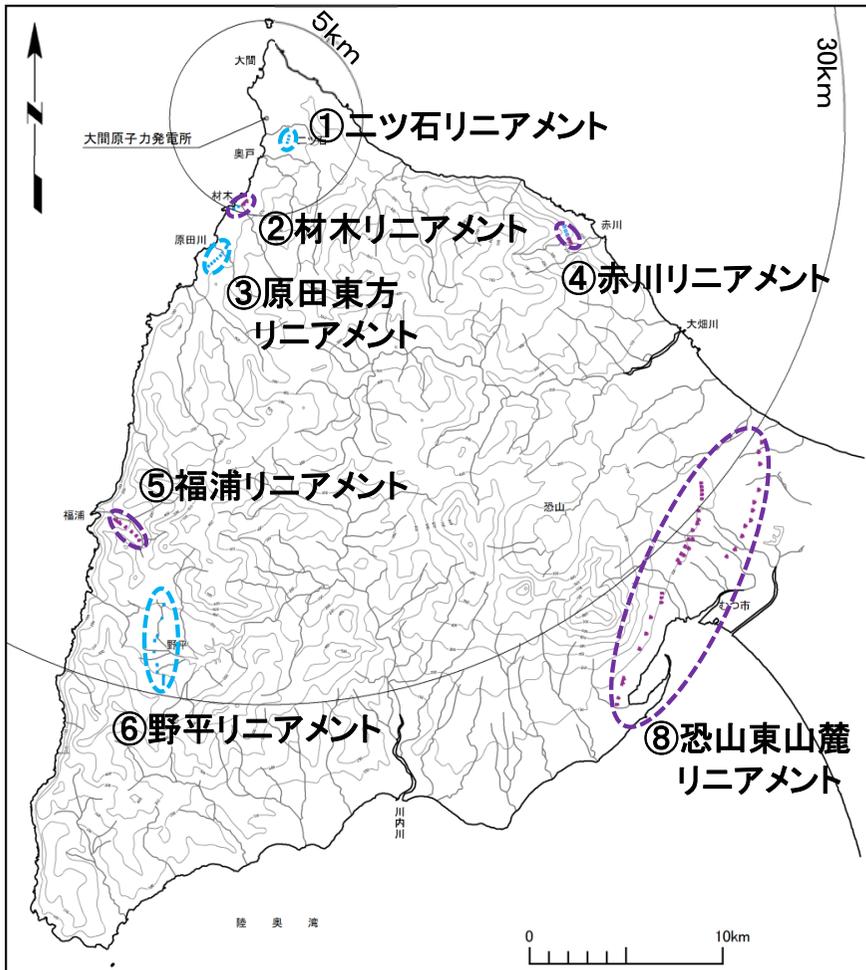
周辺陸域(30kmまで)における活動性評価の結果(概要)



凡 例

| 断層地形の可能性が ある地形のランク | 記 号 |
|-----------------------|-----|
| Dランク | |
| Eランク | |

断層地形の可能性がある地形の分類は、断層地形の蓋然性が高いものからA～Eの5ランクとした。
記号の短線は縦ずれの低下側を示す。



活動性評価の結果(概要)

| 番号 | 断層・リニアメント名 | 当社による ランク※1 | 文献※2 による確実度 | 評価長さ | 敷地からの 距離 | 活動性評価の結果 | |
|----|-------------|----------------|----------------|-------|-------------|----------|--|
| | | | | | | 活動性 | 評価の掲載箇所 |
| ① | ニツ石リニアメント | E | なし | - | - | × | 第579回審査会合 資料1-1-1, 2.2～2.4 (P.73～P.90) 第579回審査会合 資料1-1-2, 4.1～4.8 (P.339～P.445) |
| ② | 材木リニアメント | D | なし | - | - | × | |
| ③ | 原田東方リニアメント | E | なし | - | - | × | |
| ④ | 赤川リニアメント | D | なし | - | - | × | |
| ⑤ | 福浦リニアメント | D | Ⅲ | - | - | × | |
| ⑥ | 野平リニアメント | E | Ⅲ | - | - | × | |
| ⑦ | 清水山南方断層 | E | Ⅲ | 約11km | 約28km | ○ | |
| ⑧ | 恐山東山麓リニアメント | D | なし | - | - | × | |

: 震源として考慮する活断層 活動性評価の結果: ○あり, ×なし

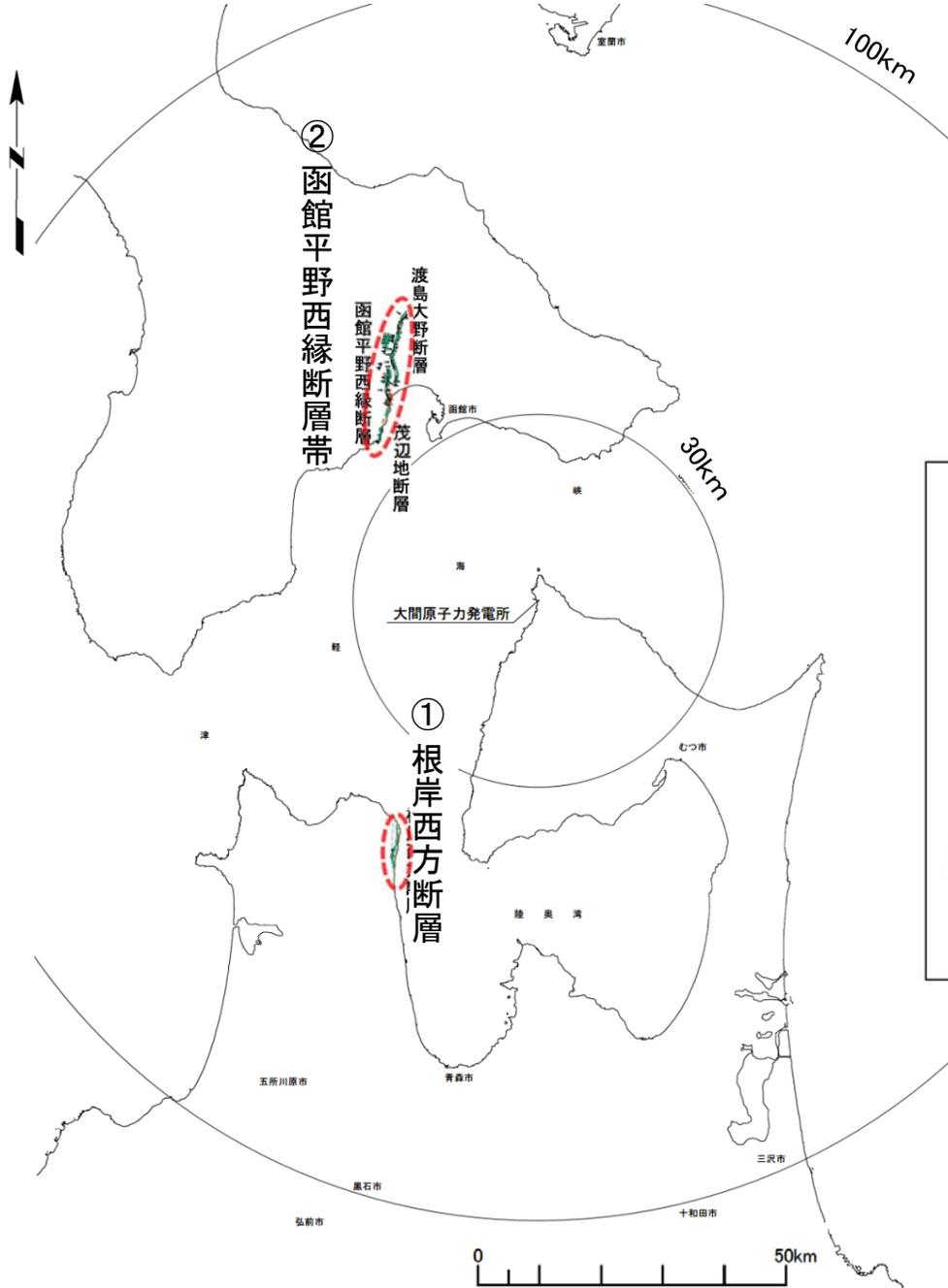
※1 区間によりランクが異なる場合は、最大ランクを表示。

※2 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾。

活動性調査によれば、赤字で示す「清水山南方断層」は後期更新世以降の活動が否定できない断層であり、文献調査結果よりも約1km延長した約11kmの区間を周辺陸域(30kmまで)における震源として考慮する活断層と評価する。

1.4.2 陸域の活断層(概要) (6/7)

周辺陸域(30km以遠)における活動性評価の対象とする断層等:文献調査



活動性評価の対象とする断層等

| 番号 | 断層・リニアメント名 | 文献 ^{※1} による確実度 | 長さ | 敷地からの距離 |
|----|-------------------------|-------------------------|-------|---------|
| ① | 根岸西方断層 | Ⅱ | 約7km | 約46km |
| ② | 函館平野西縁断層帯 ^{※2} | Ⅰ | 約14km | 約45km |

※1 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾。

※2 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾による「渡島大野断層」,「函館平野西縁断層」及び「茂辺地断層」は、近接して分布するため、断層の走向・傾斜・変位センス等の特徴を踏まえて、一連の断層として「函館平野西縁断層帯」とした。

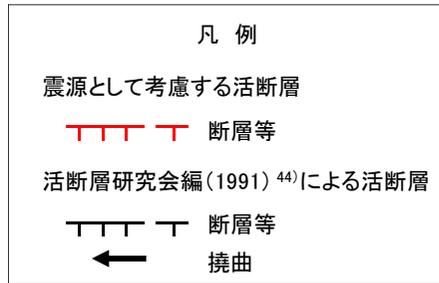
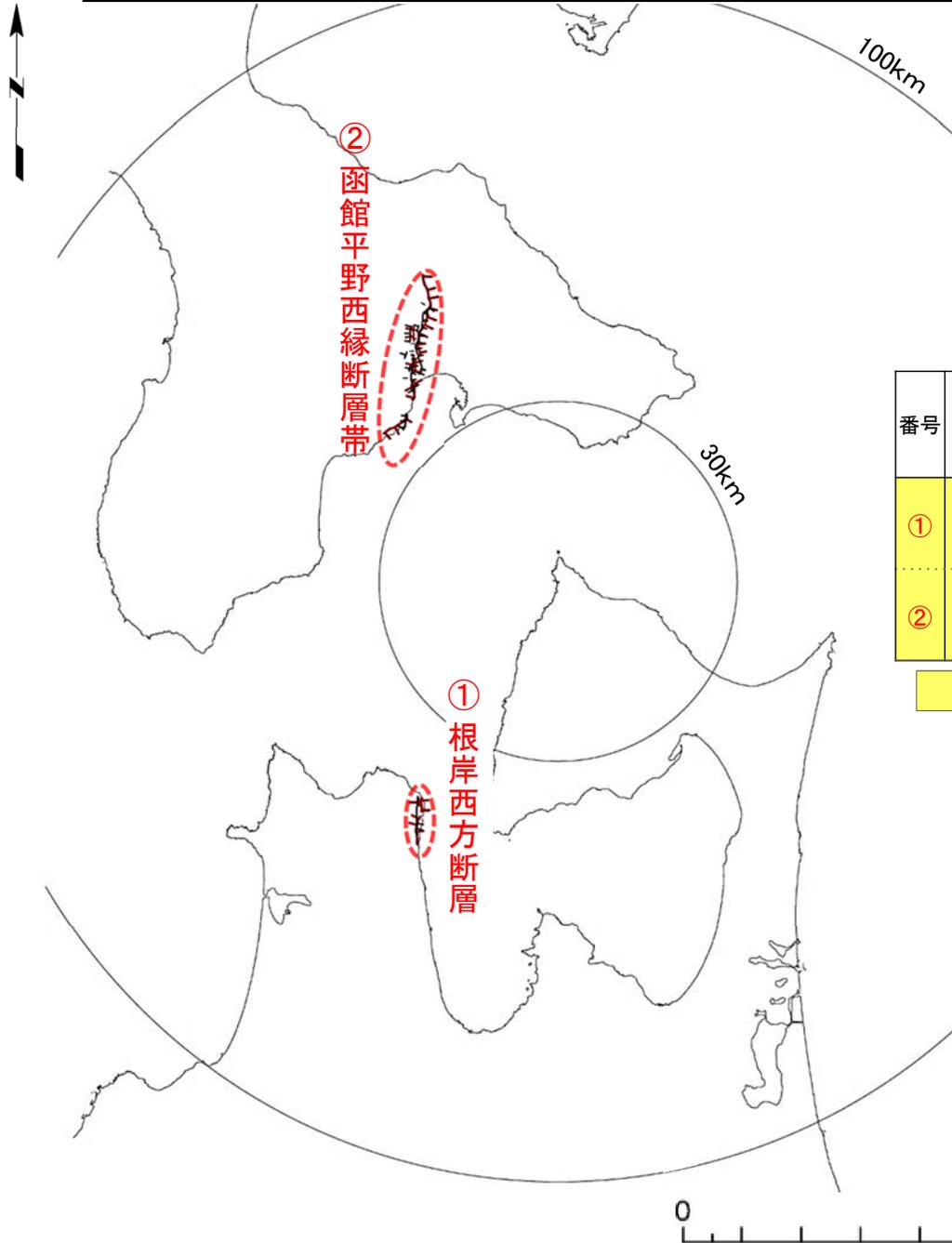
凡例

| | | |
|---|---|--|
| <p>・活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾による凡例</p> <p>陸上活断層</p> <p>———→ 活断層であることが確実なもの(確実度Ⅰ)</p> <p>---→ 活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)</p> <p>----- 活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)</p> <p>短線は縦ずれの低下側を、矢印は横ずれのむきを示す。</p> <p>活 傾 動</p> <p>→ 地形面の傾き下る方向</p> | <p>・寒川ほか(1984)⁴⁸⁾・山崎ほか(1986)⁵⁰⁾による凡例</p> <p>— 活断層(主として第四紀後期に活動したもの)</p> <p>- - - 推定断層(同上)</p> <p>↗↘ 上記の断層における変位のむき(矢印は走向ずれの方向、ケバは落下側を示す)</p> <p>↖↗ 第四紀後期層の背斜軸</p> <p>↗↗↗↗ 第四紀後期層の撓曲</p> <p>↗↗↗↗ 第四紀後期層の傾動方向</p> | <p>・今泉ほか編(2018)²⁵⁾による凡例</p> <p>— 活断層</p> <p>- - - 活撓曲</p> <p>→ 傾動</p> |
|---|---|--|

文献調査により、周辺陸域(30km以遠)において全ての活断層及びリニアメントを抽出し、敷地への影響を考慮して、「根岸西方断層」及び「函館平野西縁断層帯」を活動性評価の対象とする断層等として抽出した。

1.4.2 陸域の活断層(概要) (7/7)

周辺陸域(30km以遠)における活動性評価の結果(概要)



活動性評価の結果(概要)

| 番号 | 断層・リニアメント名 | 当社による ランク ^{※1} | 文献 ^{※2} による 確実度 | 評価長さ ^{※3} | 敷地からの 距離 | 活動性評価の結果 | |
|----|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------|----------|--|
| | | | | | | 活動性 | 評価の掲載箇所 |
| ① | 根岸西方断層 | C | II | 約38km | 約50km | ○ | 第579回審査会合 資料1-1-1, 3.1 (P.93~P.129) |
| ② | 函館平野西縁断層帯 ^{※4} | A | I | ②-1 約31km ②-2 約33km | 約42km 約43km | ○ | 第579回審査会合 資料1-1-1, 3.2 (P.131~P.164) |

: 震源として考慮する活断層 活動性評価の結果: ○あり, ×なし

※1 区間によりランクが異なる場合は、最大ランクを表示。

※2 活断層研究会編(1991)⁴⁴⁾。

※3 海域延長部を含む評価長さ。

※4 ②については、②-1を海域南東延長部を含む範囲、②-2を海域南西延長部を含む範囲とする。

- 活動性調査によれば、赤字で示す「根岸西方断層」及び「函館平野西縁断層帯」は後期更新世以降の活動が否定できない断層であり、周辺陸域(30km以遠)における震源として考慮する活断層と評価する。
- これら2条の断層は、海域へ連続するため、海域延長部を含めて活動性を評価する。

1.4.3 海域の活断層(概要)

| | | | |
|--------------------------|------------------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



1.4.3 海域の活断層(概要) (1/6)

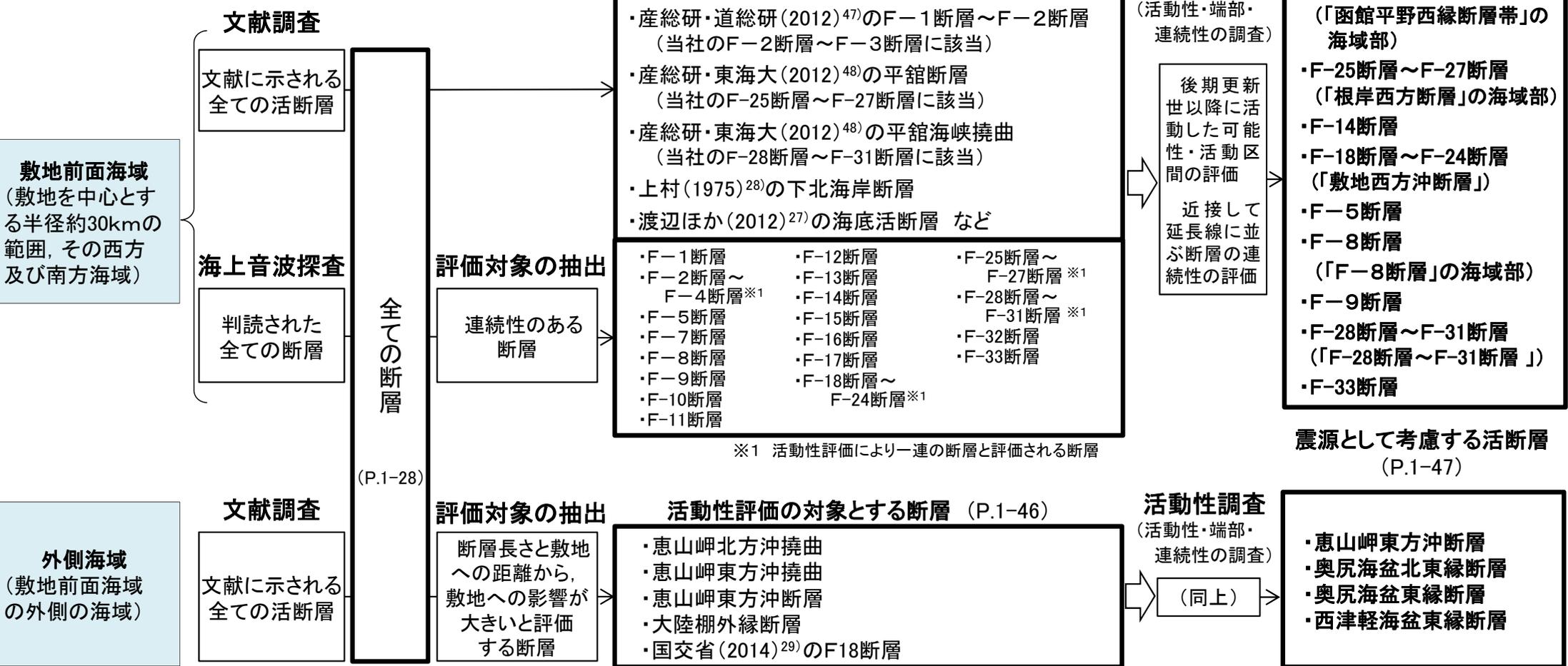
海域における活断層の抽出・評価結果

【抽出】

【活動性評価】

活動性評価の対象とする断層 (P.1-43, P.1-44)

震源として考慮する活断層 (P.1-45)

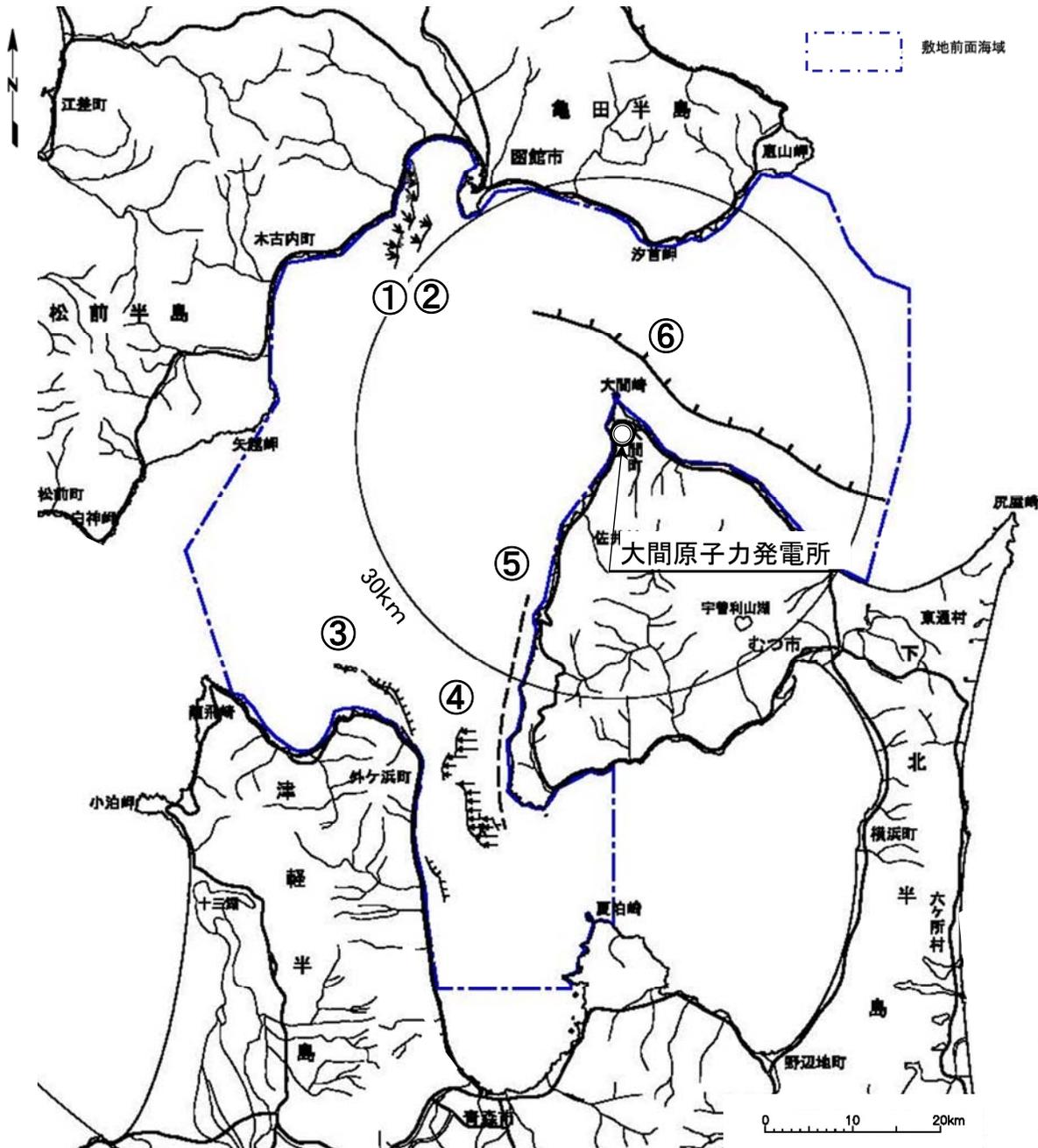


- 敷地前面海域における震源として考慮する活断層は、F-2断層~F-4断層(「函館平野西縁断層帯」の海域部)、F-25断層~F-27断層(「根岸西方断層」の海域部)、F-14断層、F-18断層~F-24断層(「敷地西方冲断層」)等、9条の断層である。
- 外側海域における震源として考慮する活断層は、「恵山岬東方冲断層」、「奥尻海盆北東縁断層」、「奥尻海盆東縁断層」及び「西津軽海盆東縁断層」の4条の断層である。
- なお、文献調査で抽出した、上村(1975)²⁸⁾による「下北海岸断層」及び渡辺ほか(2012)²⁷⁾による「海底活断層」は認められない。



1.4.3 海域の活断層(概要) (2/6)

敷地前面海域における活動性評価の対象とする断層(1/2): 文献調査



活動性評価の対象とする断層(文献調査)

- ① 海上保安庁水路部(2000)⁴³⁾のF-1断層~F-4断層
(当社のF-2断層~F-4断層に該当)
- ② 産総研・道総研(2012)⁴⁷⁾のF-1断層~F-2断層
(当社のF-2断層~F-3断層に該当)
- ③ 産総研・東海大(2012)⁴⁸⁾の平館断層
(当社のF-25断層~F-27断層に該当)
- ④ 産総研・東海大(2012)⁴⁸⁾の平館海峡撓曲
(当社のF-28断層~F-31断層に該当)
- ⑤ 上村(1975)²⁸⁾の下北海岸断層
(当社の海上音波探査では該当なし)
- ⑥ 渡辺ほか(2012)²⁷⁾の海底活断層
(当社の海上音波探査では該当なし) など

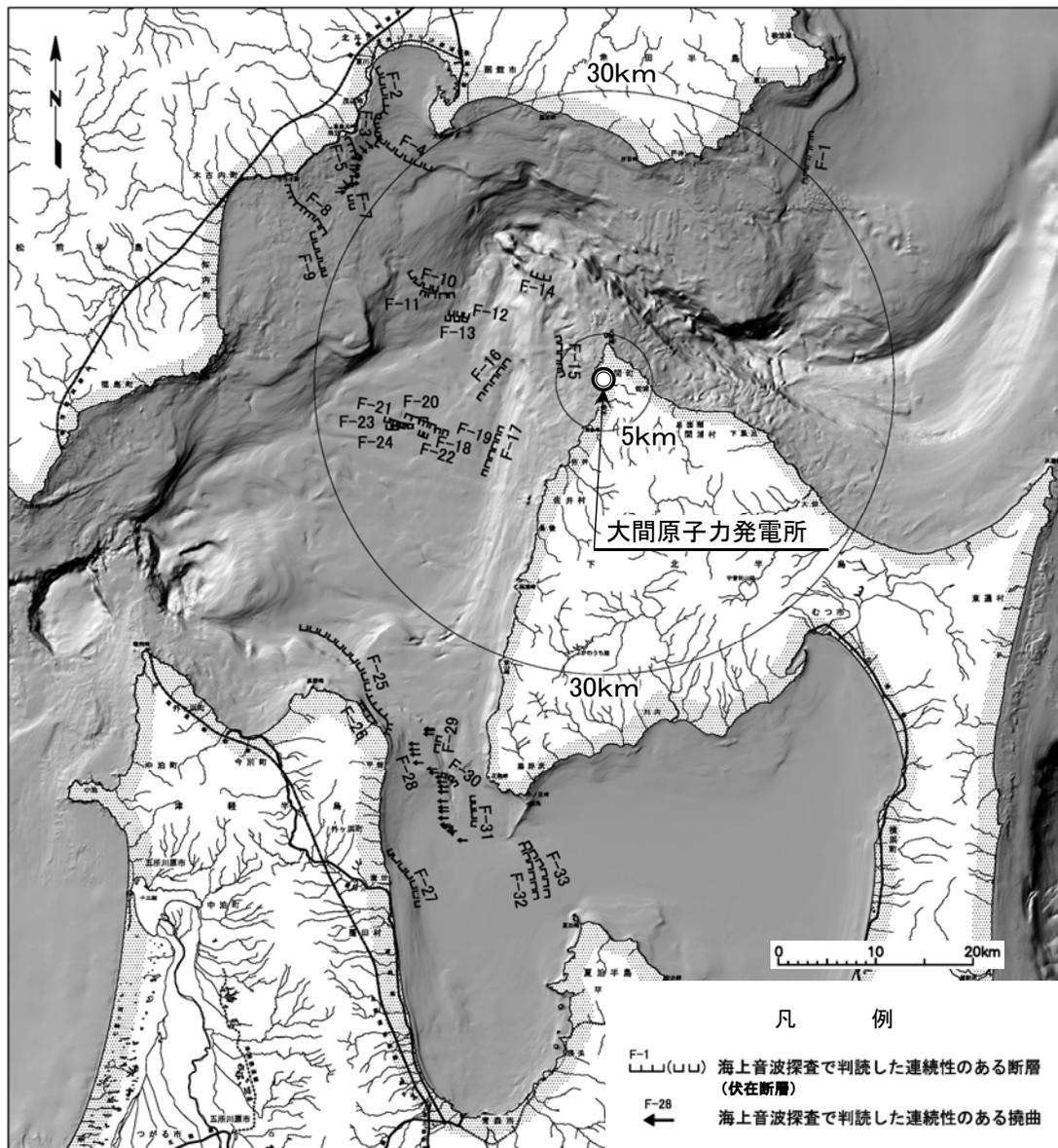
凡例

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 海上保安庁水路部1/5万 海底地質構造図等 ⁴³⁾ | |
| —+—+—+— | 断層(推定断層) |
| ~o~o~ | 撓曲 |
| 産総研・道総研(2012) ⁴⁷⁾ | |
| ---↓↓--- | 海底活断層 ケバは低下側, 矢印は撓曲を示す。 |
| 産総研・東海大(2012) ⁴⁸⁾ | |
| —+—+—+— | 活断層(破線は伏在) |
| ~+~+~+~ | 活撓曲(破線は位置不確定) |
| 上村(1975) ²⁸⁾ | |
| —+—+—+— | 断層 |
| 渡辺ほか(2012) ²⁷⁾ | |
| —+—+—+— | 活断層 |

文献調査により、敷地前面海域において全ての文献活断層を抽出し、6条の文献活断層を活動性評価の対象とする断層として抽出した。

1.4.3 海域の活断層(概要) (3/6)

敷地前面海域における活動性評価の対象とする断層(2/2): 海上音波探査



- 敷地前面海域において海上音波探査により判読された全ての断層のうち、連続性のある32条の断層を活動性評価の対象として平面図に示し、評価結果を次頁の表に示す※1。
- なお、文献調査(前頁)により抽出された①～④の断層は海上音波探査により認められるが、⑤上村(1975)²⁸⁾による「下北海岸断層」及び⑥渡辺ほか(2012)²⁷⁾による「海底活断層」などは、海上音波探査では認められない。

※1 海上音波探査記録は、第432回審査会合資料 机上配布資料を参照。

本海底地形陰影図は、(財)日本水路協会(2009)海底地形デジタルデータ M7006「津軽海峡東部」⁵¹⁾及び国土地理院 沿岸海域地形図「平館海峡」¹⁸⁾、「青森」¹⁹⁾、並びに沿岸域広域地形図「陸奥湾」²⁰⁾を基に編集した。陰影図の光源はNW→SE向きとした。

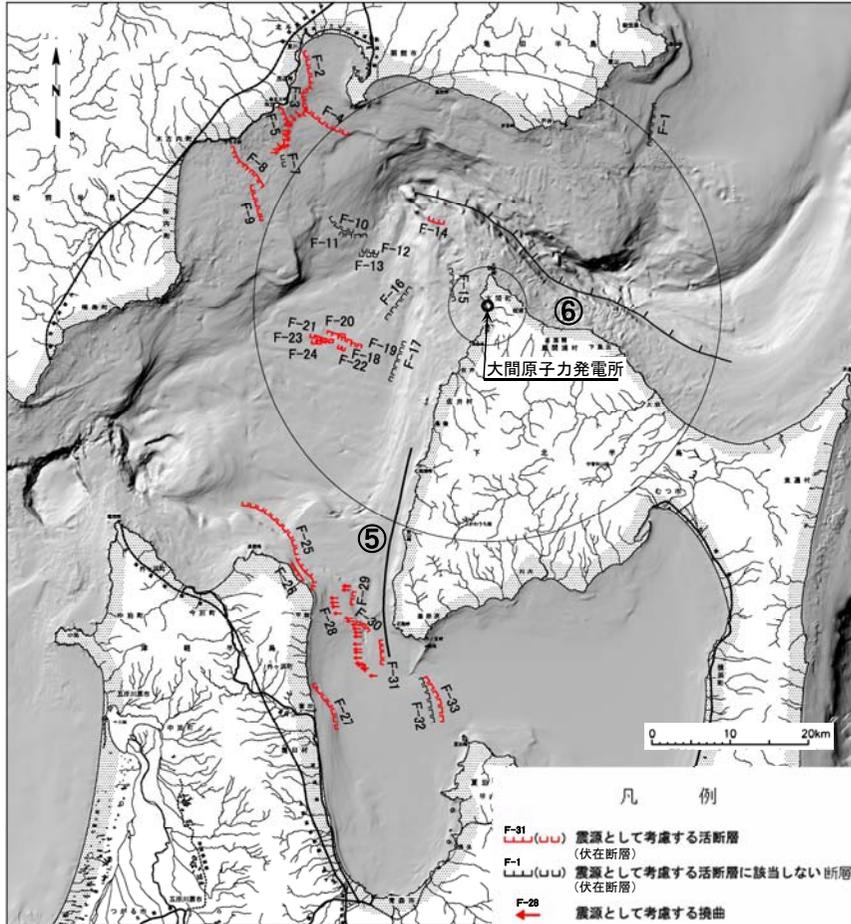


震源として考慮する活断層
活動性評価の結果：○あり，×なし

1.4.3 海域の活断層(概要) (4/6)

敷地前面海域における活動性評価の結果(概要)

活動性評価の結果(概要)



| 断層名 | 主な文献※1 | 単体の評価長さ | 敷地からの距離 | 活動性評価の結果 | |
|------|---------|---------|---------|----------|--|
| | | | | 活動性 | 評価の掲載箇所※2 |
| F-1 | - | 約7.0km | 約31km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.593~P.597) |
| F-2 | i ii | 約5.1km | 約38km | ○ | 「函館平野西縁断層帯」の海域部として評価 資料1-1-1, 3.2.4 (P.147~P.157) |
| F-3 | | 約3.5km | 約35km | ○ | |
| F-4 | | 約7.4km | 約30km | ○ | |
| F-5 | - | 約2.9km | 約35km | ○ | 資料1-1-2, 6.1 (P.598~P.600) |
| F-7 | - | 約1.9km | 約32km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.601~P.606) |
| F-8 | - | 約7.7km | 約35km | ○ | 「F-8断層」の海域部として評価 資料1-1-2, 6.1 (P.607~P.609) |
| F-9 | - | 約6.6km | 約32km | ○ | 資料1-1-2, 6.1 (P.610~P.614) |
| F-10 | - | 約5.1km | 約21km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.615~P.617) |
| F-11 | - | 約5.6km | 約19km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.618~P.620) |
| F-12 | - | 約3.8km | 約16km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.621~P.623) |
| F-13 | - | 約3.9km | 約16km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.624~P.626) |
| F-14 | - | 約3.4km | 約12km | ○ | 資料1-1-1, 4.2 (P.176~P.181) |
| F-15 | - | 約4.3km | 約5km | × | 資料1-1-1, 4.2 (P.170~P.175) |
| F-16 | - | 約7.1km | 約11km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.627~P.631) |
| F-17 | - | 約8.8km | 約14km | × | 資料1-1-2, 6.1 (P.632~P.633) |

| 断層名 | 主な文献※1 | 単体の評価長さ | 敷地からの距離 | 活動性評価の結果 | |
|----------------------------|--------|---------|---------|----------|--|
| | | | | 活動性 | 評価の掲載箇所※2 |
| F-18 | - | 約1.7km | 約17km | ○ | 「敷地西方沖断層」として評価 資料1-1-1, 4.2 (P.182~P.185) |
| F-19 | - | 約2.4km | 約18km | ○ | |
| F-20 | - | 約2.8km | 約19km | ○ | |
| F-21 | - | 約3.1km | 約21km | ○ | |
| F-22 | - | 約1.6km | 約19km | ○ | |
| F-23 | - | 約3.8km | 約21km | ○ | 「根岸西方断層」の海域部として評価 資料1-1-1, 3.1.4 (P.109~P.129) |
| F-24 | - | 約1.8km | 約22km | ○ | |
| F-25 | iii | 約15.6km | 約41km | ○ | |
| F-26 | | 約4.5km | 約41km | ○ | |
| F-27 | - | 約15.6km | 約56km | ○ | 「F-28断層～F-31断層」として評価 資料1-1-2, 6.1 (P.634~P.639) |
| F-28 | iii | 約13.1km | 約44km | ○ | |
| F-29 | | 約2.1km | 約40km | ○ | |
| F-30 | | 約3.2km | 約43km | ○ | |
| F-31 | - | 約3.7km | 約45km | ○ | 資料1-1-2, 6.1 (P.640~P.641) |
| F-32 | - | 約7.2km | 約51km | × | |
| F-33 | - | 約7.3km | 約50km | ○ | 資料1-1-2, 6.1 (P.642~P.647) |
| ⑤上村(1975) ²⁸⁾ | iv | - | - | × | 資料1-1-2, 1.5.1 (P.97~P.145) |
| ⑥渡辺ほか(2012) ²⁷⁾ | v | - | - | × | 資料1-1-2, 1.5.2 (P.147~P.195) |

凡例
 F-31(赤) 震源として考慮する活断層
 (伏在断層)
 F-1(黄) 震源として考慮する活断層に該当しない断層
 (伏在断層)
 F-28(赤) 震源として考慮する境目

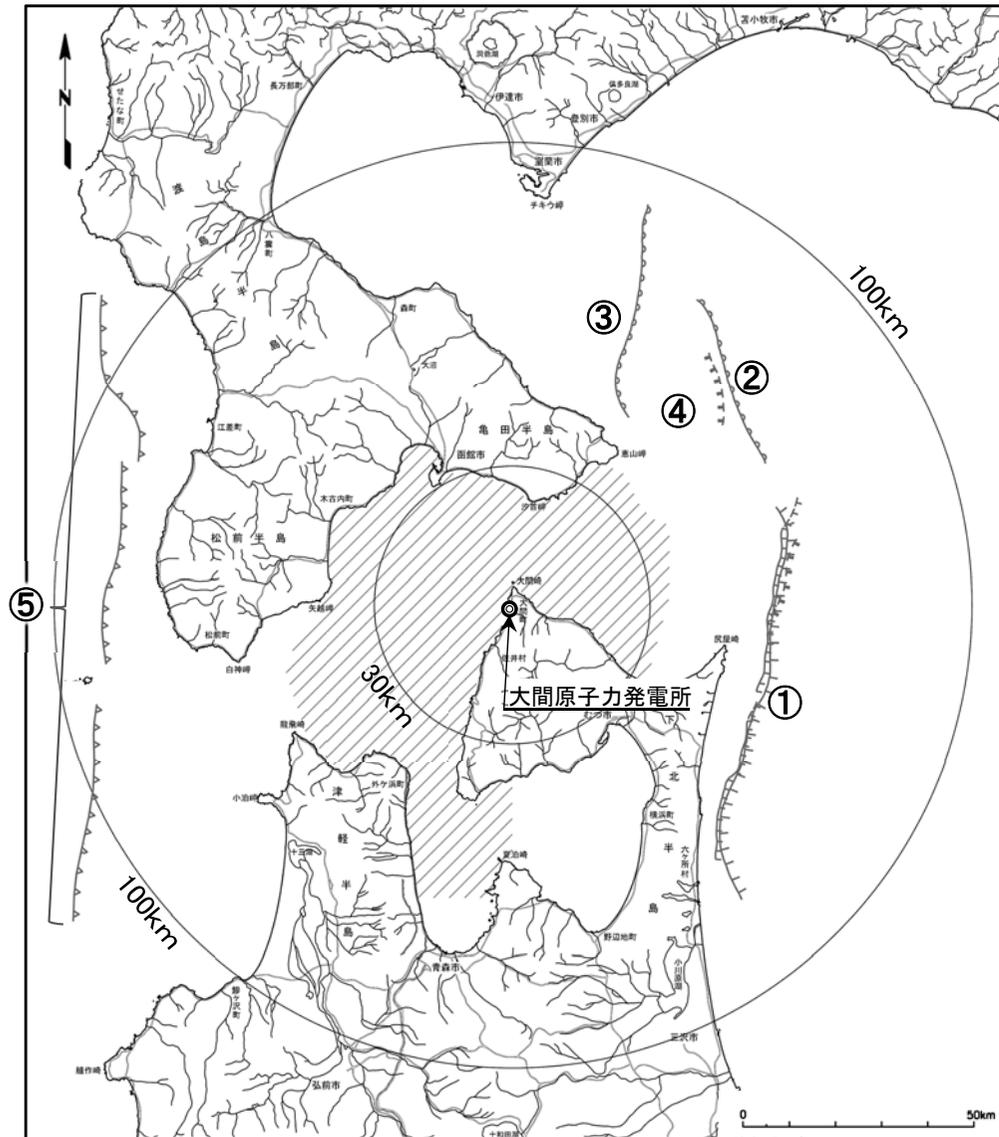
※1 i 海上保安庁水路部(2000)⁴³⁾
 ii 産総研・道総研(2012)⁴⁷⁾
 iii 産総研・東海大(2012)⁴⁸⁾
 iv 上村(1975)²⁸⁾
 v 渡辺ほか(2012)²⁷⁾

※2 第579回審査会合資料

- 活動性調査によれば、赤字で示す22条の断層は、後期更新世以降の活動が否定できない断層であり、敷地前面海域における震源として考慮する活断層と評価する。
- このうち、近接して分布するF-2断層～F-4断層(「函館平野西縁断層帯」の海域部)、F-25断層～F-27断層(「根岸西方断層」の海域部)、F-18断層～F-24断層(「敷地西方沖断層」)、「F-28断層～F-31断層」は、断層の走向・傾斜・変位センス等の特徴を踏まえて、それぞれ一連の断層と評価する。

1.4.3 海域の活断層(概要) (5/6)

外側海域における活動性評価の対象とする断層:文献調査

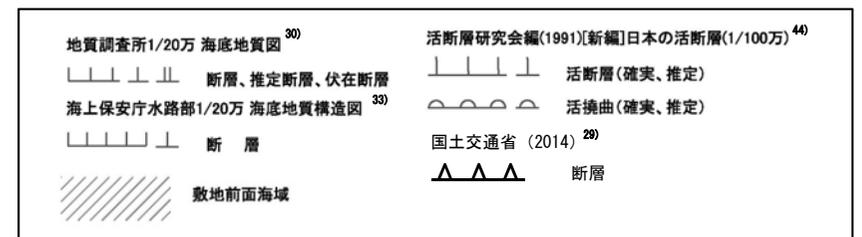


活動性評価の対象とする断層

| 番号 | 断層・リニアメント名 | 主な文献※1 | 長さ | 敷地からの距離 |
|----|-------------------------------------|--------|-------|---------|
| ① | 大陸棚外縁断層 | i | 約85km | 約57km |
| ② | 恵山岬東方沖撓曲 | i | 約39km | 約68km |
| ③ | 恵山岬北方沖撓曲 | i | 約46km | 約69km |
| ④ | 恵山岬東方沖断層 | ii | 約16km | 約64km |
| ⑤ | 国土交通省(2014) ²⁹⁾ によるF18断層 | iii | 137km | 約92km |

※1 i 活断層研究会編「[新編]日本の活断層」⁴⁴⁾
 ii 地質調査所「海底地質図」³⁰⁾
 iii 国土交通省²⁹⁾
 (断層長さは当該文献による。)

凡 例



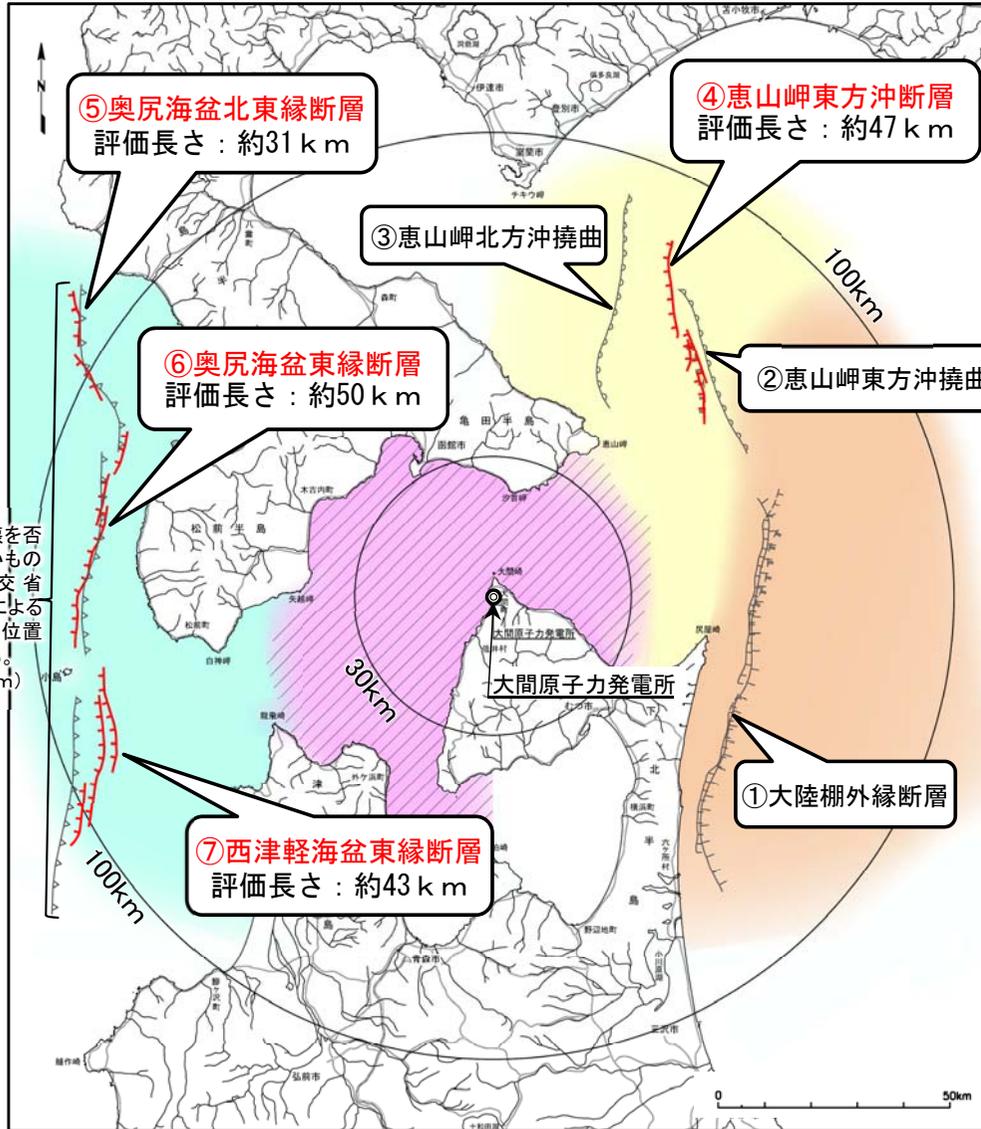
文献調査により、外側海域において全ての活断層を抽出し、敷地への影響を考慮して、5条の活断層を活動性評価の対象とする断層として抽出した。



1.4.3 海域の活断層(概要) (6/6)

外側海域における活動性評価の結果(概要)

活動性評価の結果(概要)



| 番号 | 断層名 | 主な文献※1 | 評価長さ | 敷地からの距離 | 活動性評価の結果 | | 備考 |
|----|-----------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|---|
| | | | | | 活動性 | 評価の掲載箇所 | |
| ① | 大陸棚外縁断層 | i | - | - | × | 資料1-1-2※2, 7.1 (P.667~P.670) | |
| ② | 恵山岬東方沖撓曲 | i | - | - | × | 資料1-1-2※2, 7.2 (P.673~P.676) | |
| ③ | 恵山岬北方沖撓曲 | i | - | - | × | 資料1-1-2※2, 7.3 (P.679~P.682) | |
| ④ | 恵山岬東方沖断層 | ii | 約47km | 約73km | ○ | 資料2-1※3 6.2 (P.6-6~P.6-9) | |
| ⑤ | 奥尻海盆北東縁断層 | iii | 約31km | 約103km | ○ | 本編資料 6.3 (P.6-2~P.6-5) | 同時破壊を否定できないものとし、国交省(2014) ²⁹⁾ によるF18断層の位置で評価する。(評価長さ137km) |
| ⑥ | 奥尻海盆東縁断層 | iii | 約50km | 約86km | ○ | 本編資料 6.4 (P.6-8~P.6-11) | (距離 92km) |
| ⑦ | 西津軽海盆東縁断層 | iii | 約43km | 約96km | ○ | 本編資料 6.5 (P.6-14~P.6-17) | 本編資料 6.6 (P.6-20~P.6-27) |

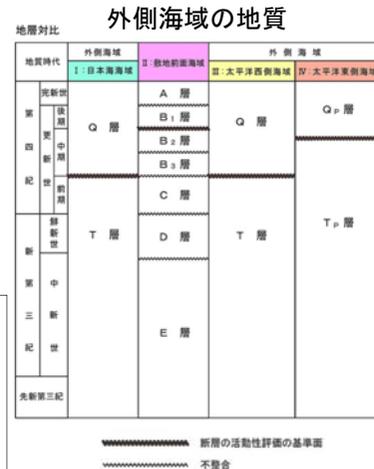
震源として考慮する活断層

活動性評価の結果: ○あり, ×なし

※1 i 活断層研究会編「[新編]日本の活断層」⁴⁴⁾
ii 地質調査所「海底地質図」³⁰⁾
iii 国土交通省²⁹⁾

※2 第579回審査会合資料

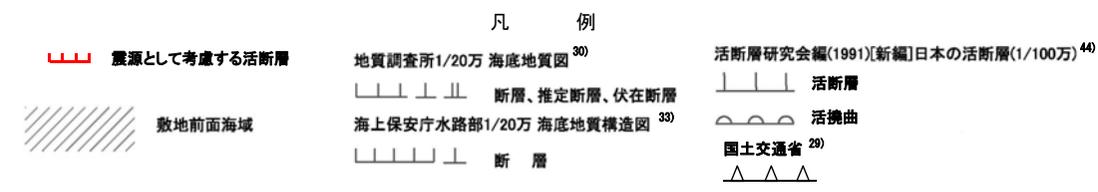
※3 第732回審査会合資料



• 活動性調査によれば、赤字で示す「恵山岬東方沖断層」、「奥尻海盆北東縁断層」、「奥尻海盆東縁断層」及び「西津軽海盆東縁断層」は後期更新世以降の活動が否定できない断層であり、外側海域における震源として考慮する活断層と評価する。

• なお、「奥尻海盆北東縁断層」、「奥尻海盆東縁断層」及び「西津軽海盆東縁断層」は、同時破壊を否定できないものとし、国交省(2014)²⁹⁾によるF18断層の位置で評価する。(長さ137km)

同時破壊を否定できないものとし、国交省(2014)²⁹⁾によるF18断層の位置で評価する。(長さ137km)



(余白)

1.4.4 活断層調査のまとめ

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

1.4.4 活断層調査のまとめ

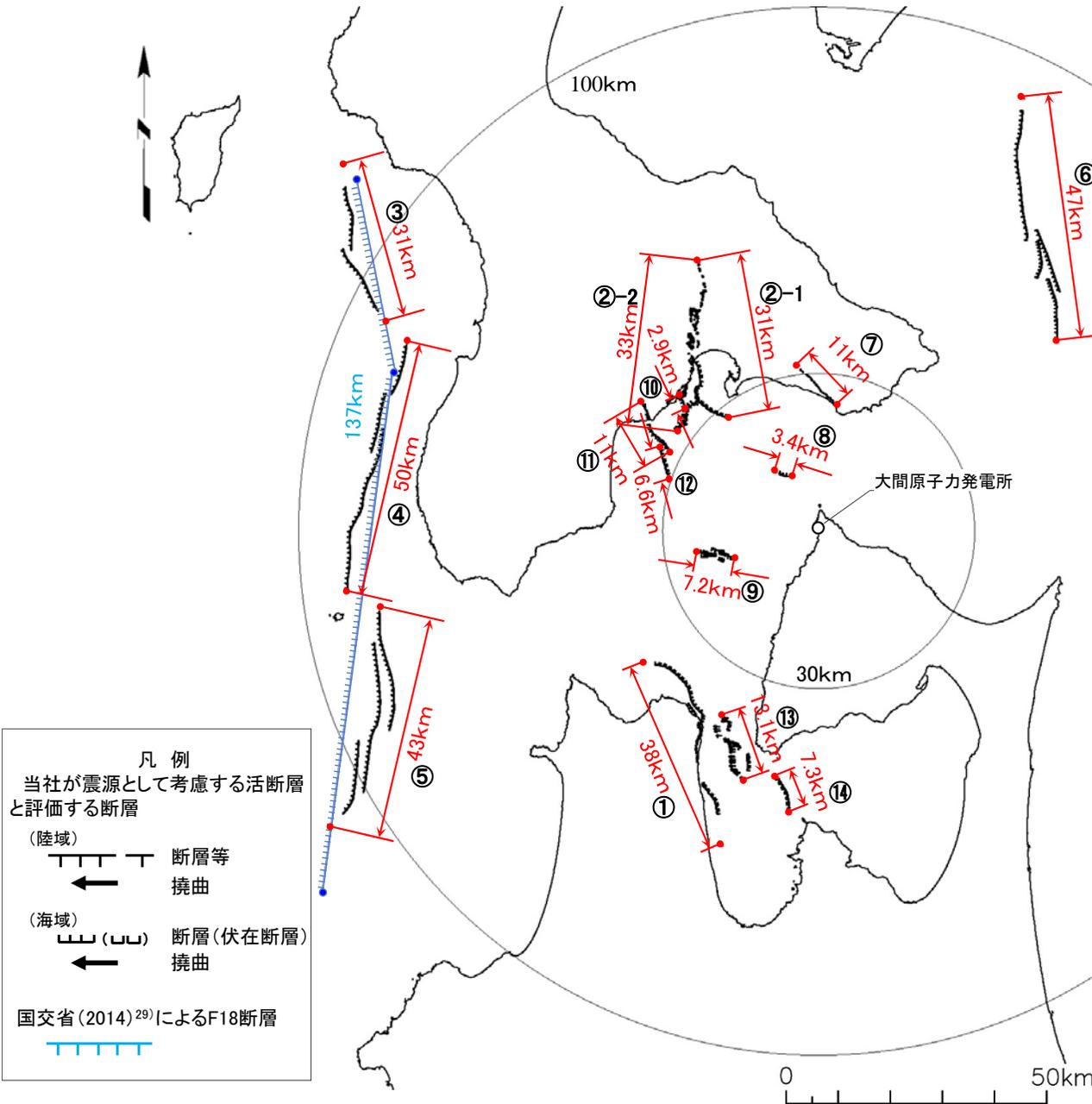
敷地周辺における震源として考慮する活断層

敷地周辺における
震源として考慮する活断層

| 断層名 | 評価長さ | 敷地からの距離 | 備考 |
|----------------|------------------------|----------------|---|
| ①根岸西方断層 | 約38km | 約50km | |
| ②函館平野西縁断層帯 | ②-1 約31km ②-2 約33km | 約42km 約43km | ②-1は海域南東延長部を含み、②-2は海域南西延長部を含む。 |
| ③奥尻海盆北東縁断層 | 約31km | 約103km | 同時破壊を否定できないものとし、国交省(2014) ²⁹⁾ によるF18断層の位置で評価する。(評価長さ137km)(距離 約92km) |
| ④奥尻海盆東縁断層 | 約50km | 約86km | |
| ⑤西津軽海盆東縁断層 | 約43km | 約96km | |
| ⑥恵山岬東方沖断層 | 約47km | 約73km | |
| ⑦清水山南方断層 | 約11km | 約28km | |
| ⑧F-14断層 | 約3.4km | 約12km | |
| ⑨敷地西方沖断層 | 約7.2km | 約20km | |
| ⑩F-5断層 | 約2.9km | 約35km | |
| ⑪F-8断層 | 約11km | 約37km | |
| ⑫F-9断層 | 約6.6km | 約32km | |
| ⑬F-28断層～F-31断層 | 約13.1km | 約44km | |
| ⑭F-33断層 | 約7.3km | 約50km | |

文献調査、空中写真判読及び海上音波探査により、活断層の可能性のある断層等を50条抽出し、活動性調査により14条を震源として考慮する活断層と評価した。※1

※1 下北半島西部の隆起への対応については、本編資料「8.下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮」を参照。



凡例
当社が震源として考慮する活断層と評価する断層

(陸域)
断層等
撓曲

(海域)
断層(伏在断層)
撓曲

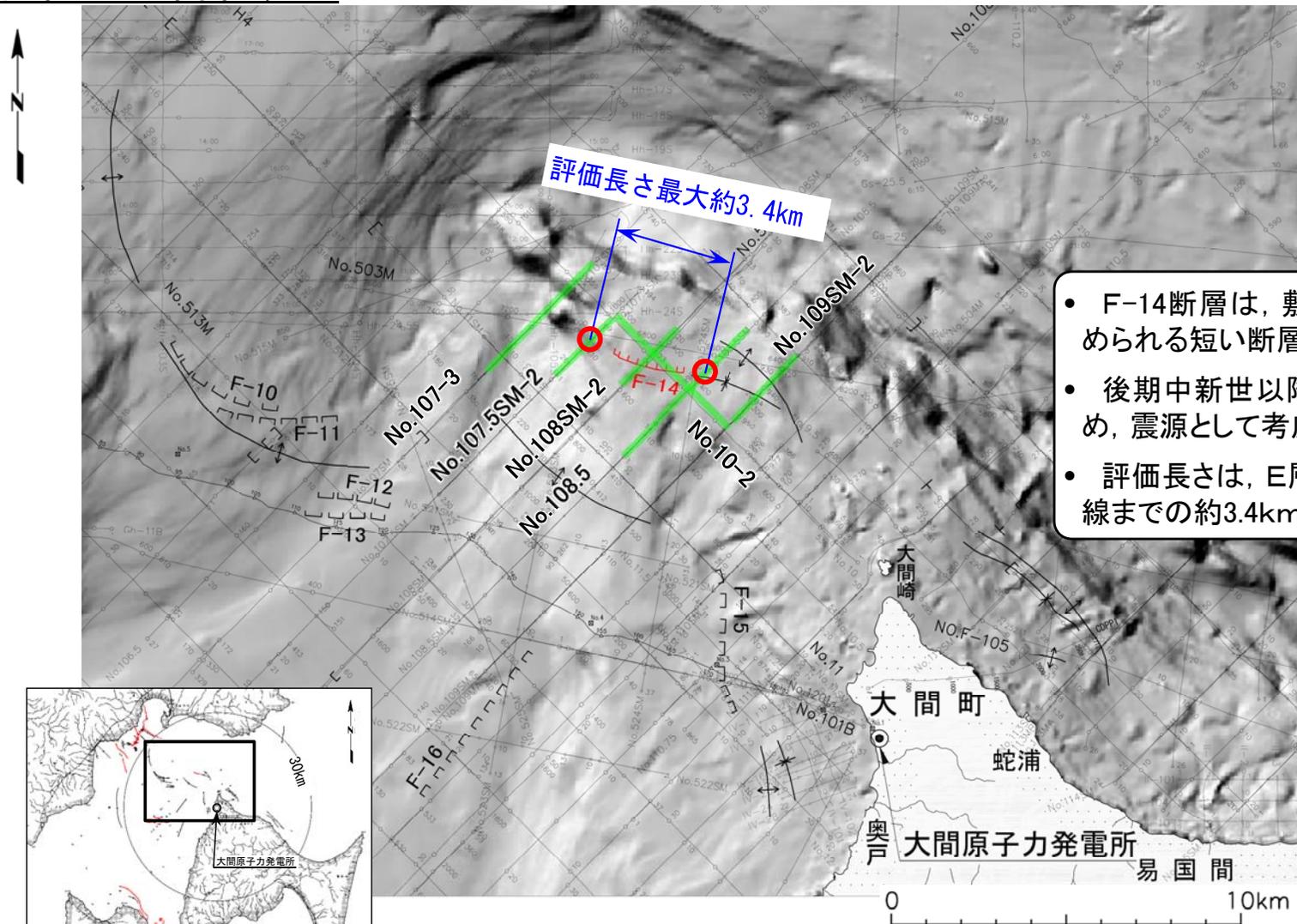
国交省(2014)²⁹⁾によるF18断層

5.2 F-14断層

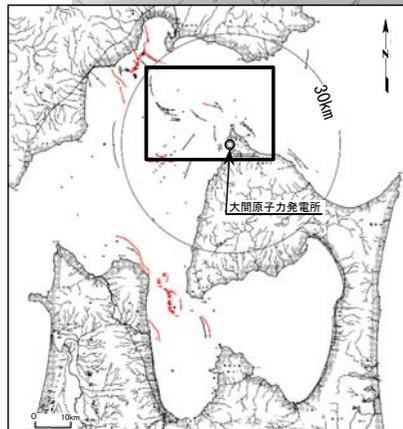
| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 |8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ |8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

5.2 F-14断層 (1/7)

断層位置及び評価長さ



- F-14断層は、敷地の北西方約12kmに認められる短い断層である。
- 後期中新世以降の地層が欠如しているため、震源として考慮する活断層と評価する。
- 評価長さは、E層に断層が認められない測線までの約3.4kmとする。



海域の断層

- F-2 (L) 活動が後期更新世に及んでいるものと評価する断層 (伏在断層) 及び断層番号
- F-7 (L) 断層 (伏在断層) 及び断層番号
- ┌ 断層 } 連続性のない断層
- └ 伏在断層
- ⇄ 背斜構造
- ⇆ 向斜構造

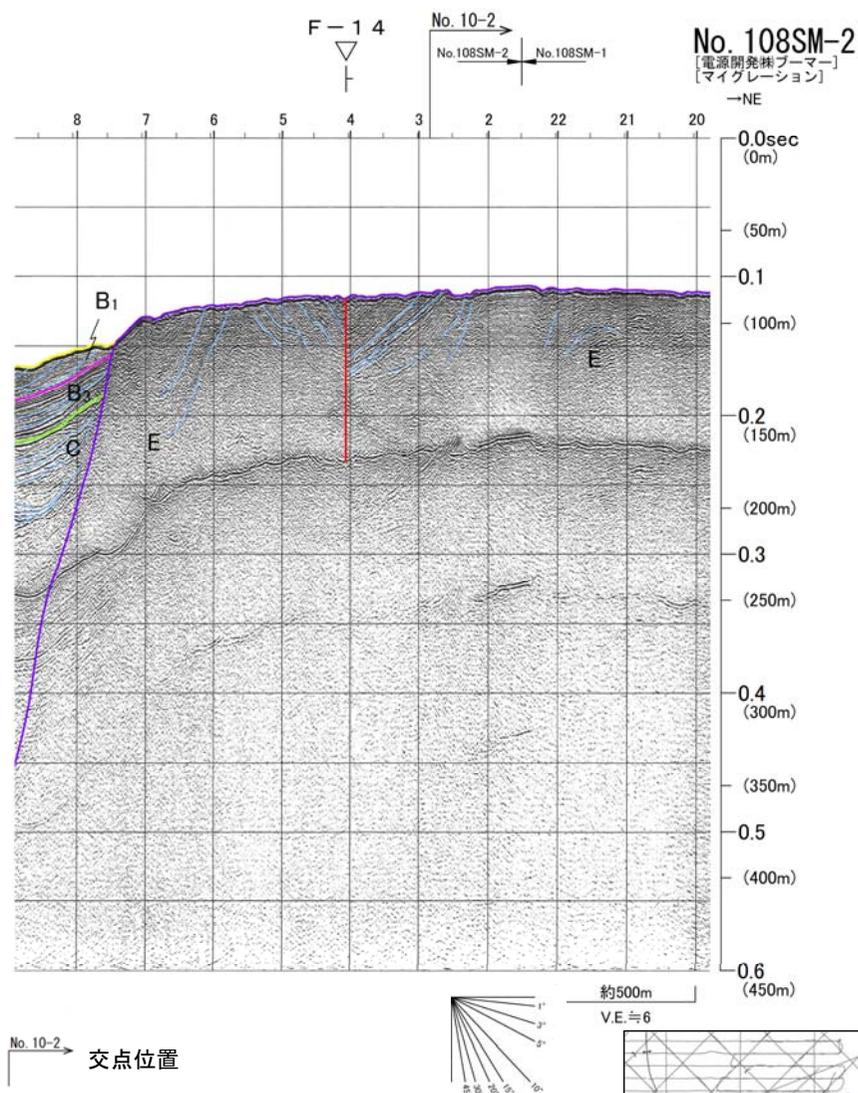
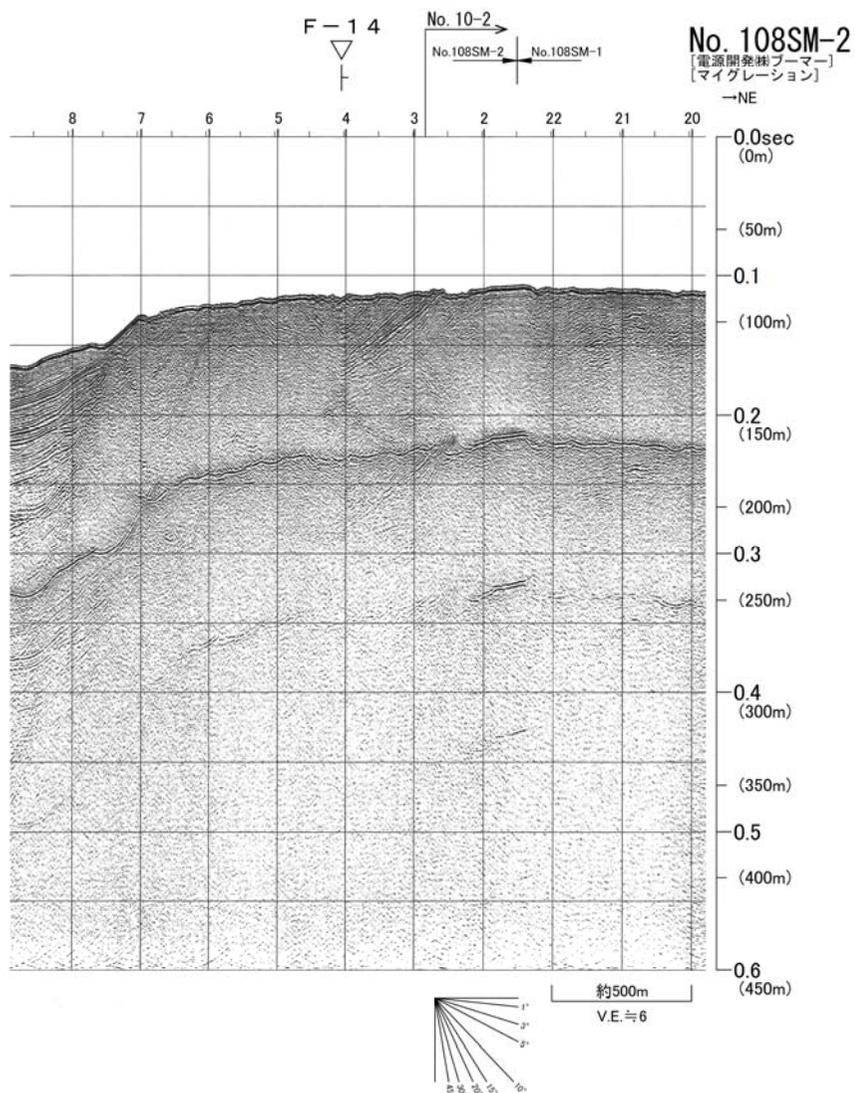
音波探査記録の添付範囲

○ F-14断層の東端及び西端

5.2 F-14断層 (2/7)



No.108SM-2測線(断層主部)



深度は、水中及び堆積層中での音波伝播速度を1500m/secと仮定して計算した。

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

- F-14断層による変位がE層に認められ、海底に達している。
- D層以上の地層が分布せず最終活動時期の判断ができないため、F-14断層は後期更新世以降の活動が否定できないと評価する。

- No.10-2 交点位置
- ▽() 解析結果による当該断層位置及び落下側 ()は他の断層
- || () 上部更新統以上に変位(変形)が及ぶ断層



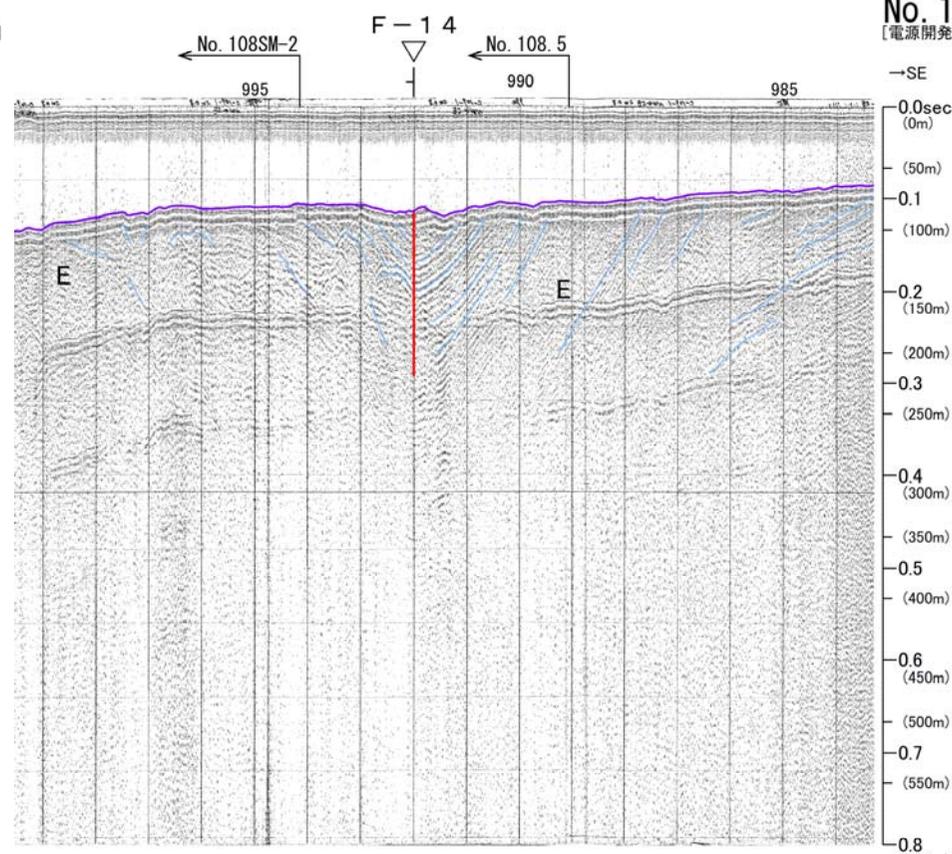
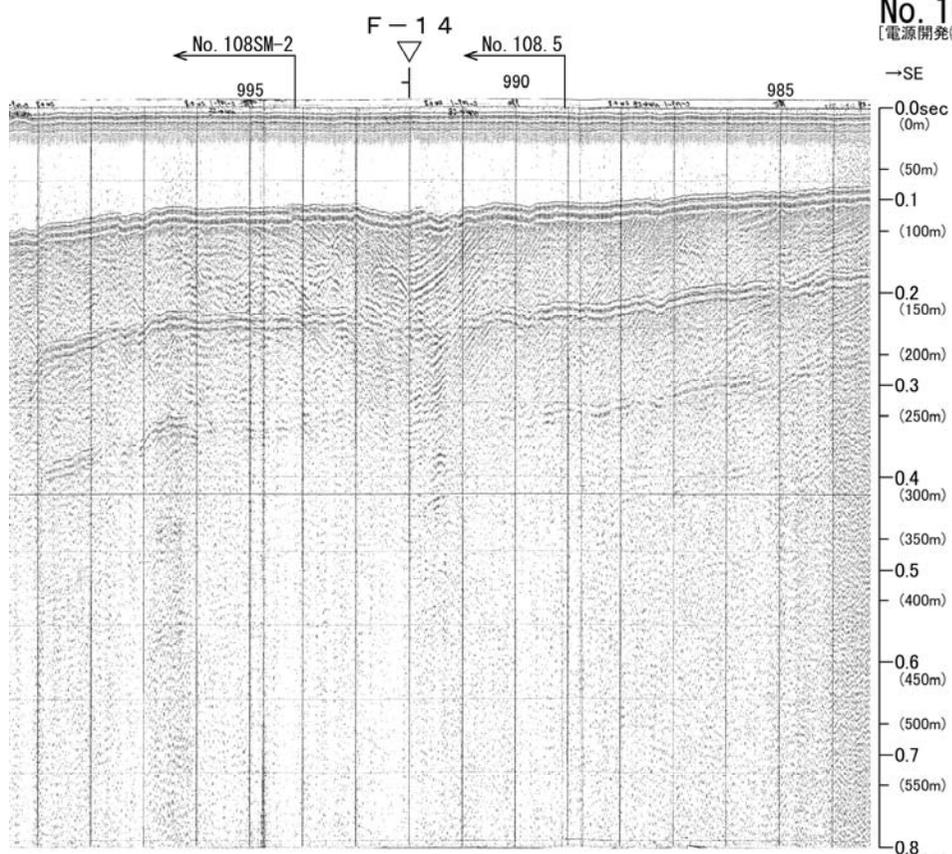
5.2 F-14断層 (3/7)



No.10-2測線(断層主部)

No. 10-2
[電源開発株式会社]

No. 10-2
[電源開発株式会社]



深度は、水中及び堆積層中の音波伝播速度を1500m/secと仮定して計算した。

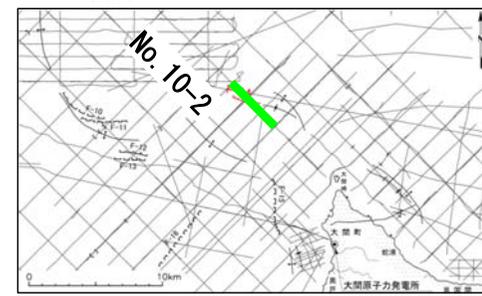
| 地質時代 | | 数地前面海域 | |
|-------|-----|--------|------------------|
| 第四紀 | 完新世 | A層 | |
| | 更新世 | 後期 | B ₁ 層 |
| | | 中期 | B ₂ 層 |
| | | 前期 | B ₃ 層 |
| 新第三紀 | 鮮新世 | D層 | |
| | 中新世 | E層 | |
| 先新第三紀 | | | |

← No. 108.5 交点位置

▽(+) 解析結果による当該断層位置及び落下側
()は他の断層

|| (---) 上部更新統以上に変位(変形)が及ぶ断層

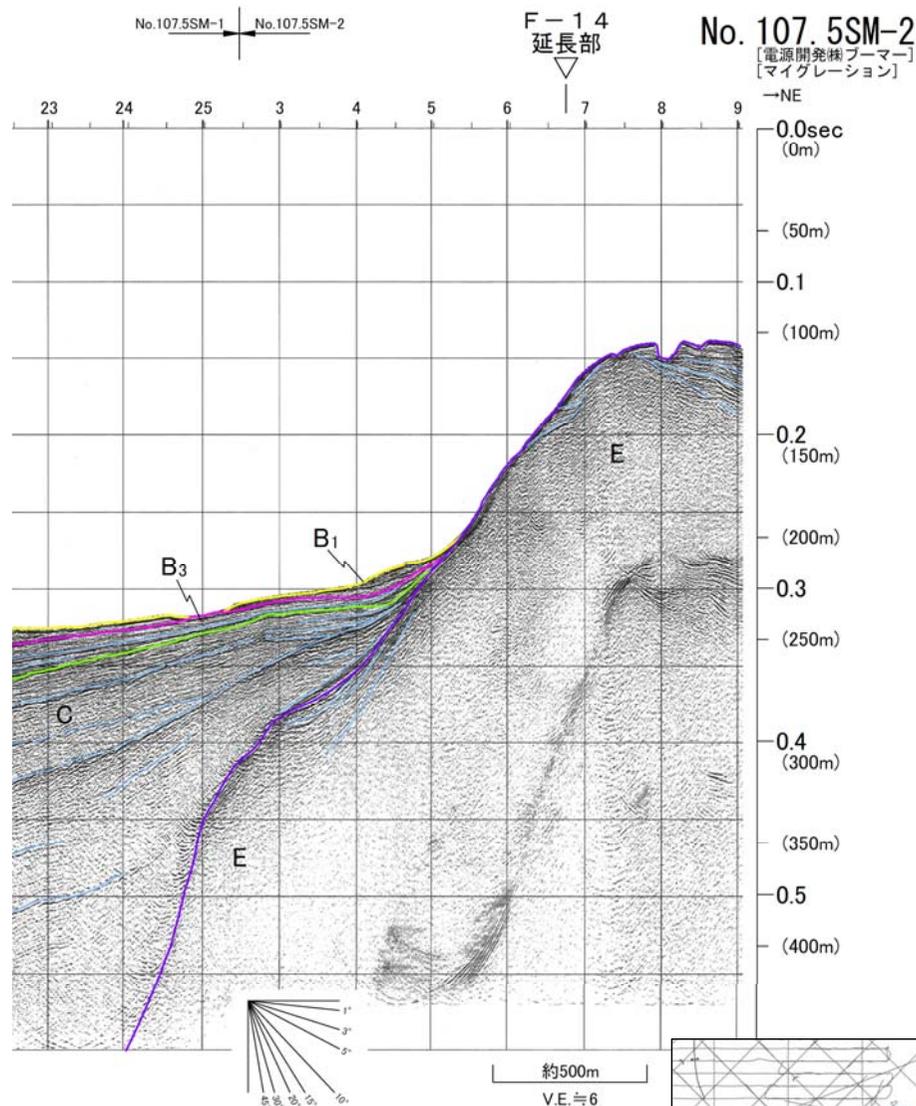
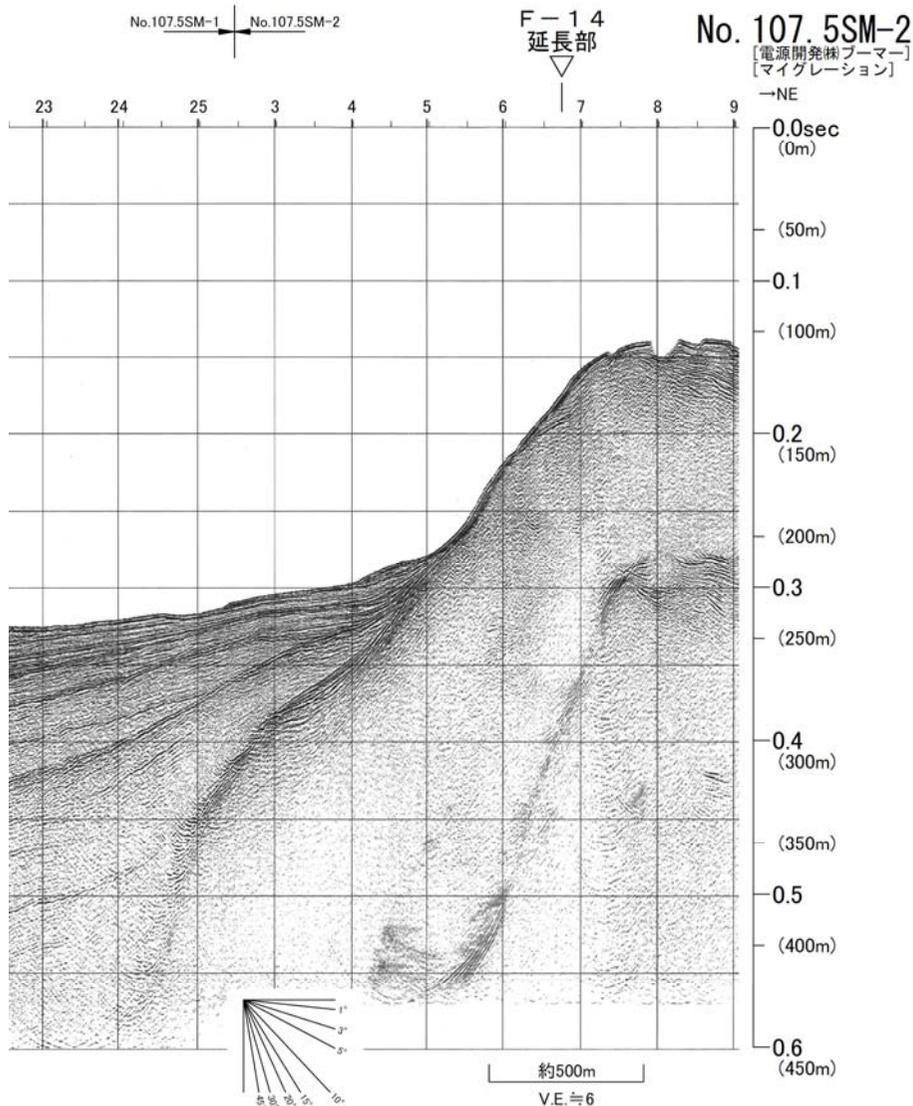
- F-14断層による変位がE層に認められ、海底に達している。
- D層以上の地層が分布せず最終活動時期の判断ができないため、F-14断層は後期更新世以降の活動が否定できないと評価する。



5.2 F-14断層 (4/7)



No.107.5SM-2測線(西方延長部)

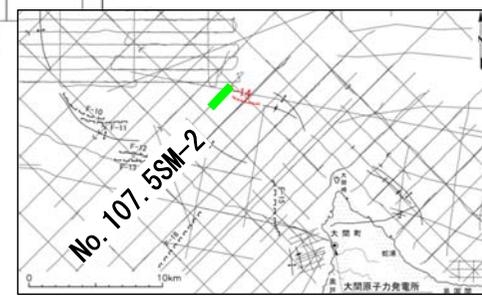


深度は、水中及び堆積層中での音波伝播速度を1500m/secと仮定して計算した。

| 地質時代 | | 敷地前面海域 | |
|------|-----|------------------|------------------|
| 第四紀 | 完新世 | A層 | |
| | 更新世 | 後期 | B ₁ 層 |
| | | 中期 | B ₂ 層 |
| | 前期 | B ₃ 層 | |
| 第三紀 | 鮮新世 | C層 | |
| | 中新世 | D層 | |
| | | 先中新世 | E層 |

- F-14断層西方延長部では、E層及び海底面に断層運動を示唆する変位・変形が認められない。
- 西方延長部では、F-14断層は分布しないと評価する。

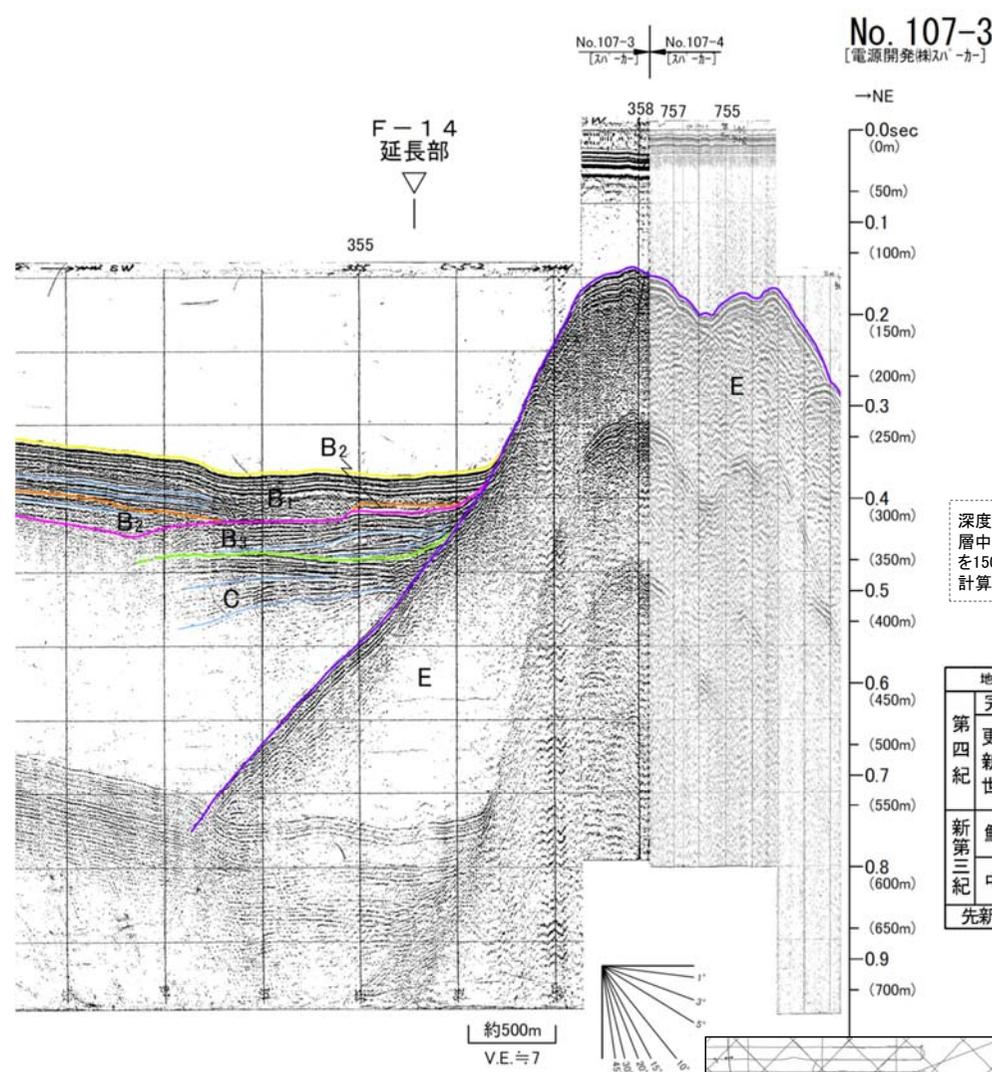
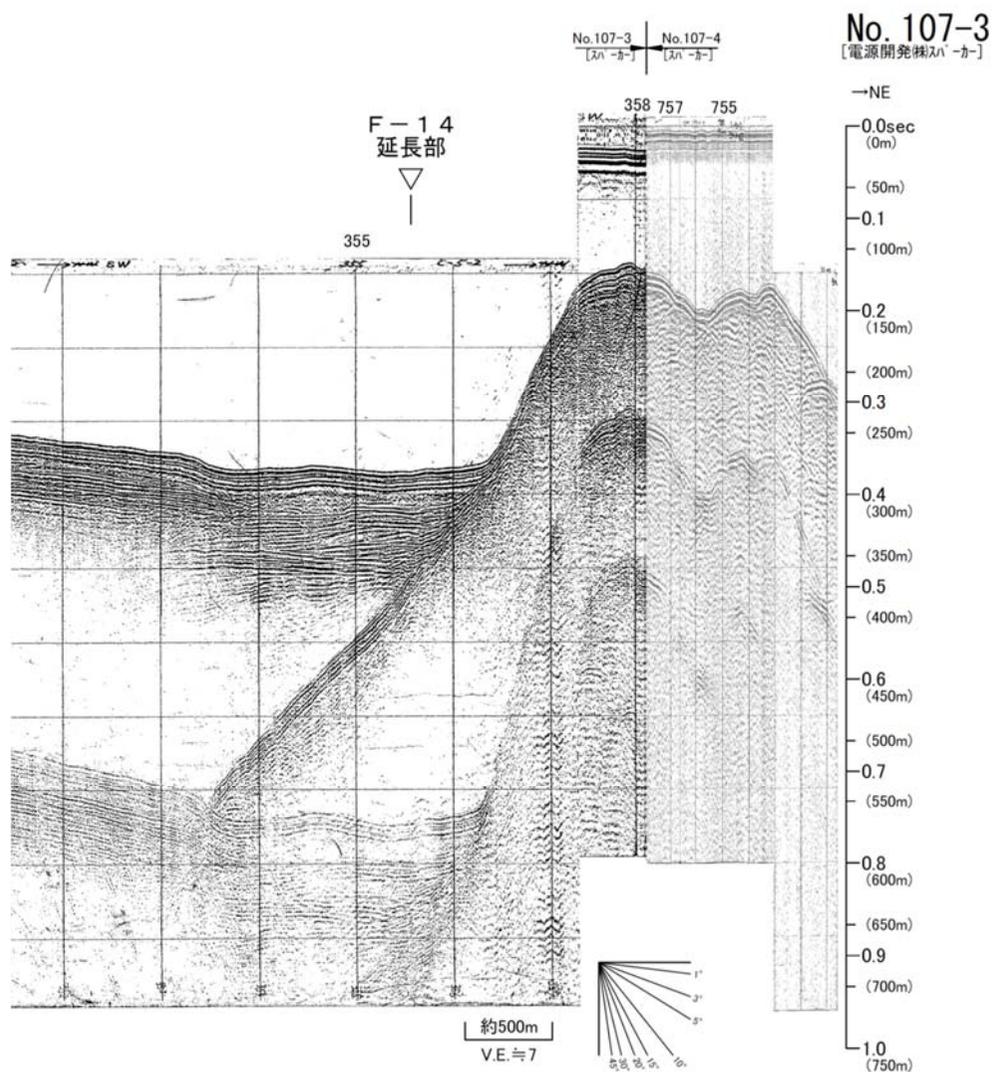
▽ 解析結果による当該断層の延長位置



5.2 F-14断層 (5/7)

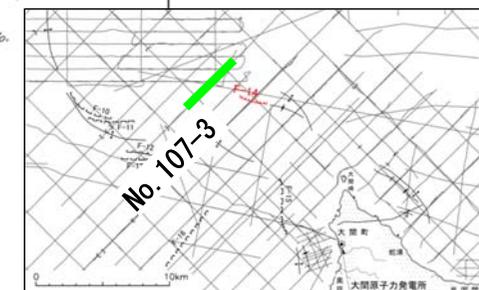


No.107-3測線(西方延長部)



- F-14断層西方延長部では、E層上面及びC層～B₁層に断層運動を示唆する変位・変形が認められない。
- 西方延長部では、F-14断層は分布しないと評価する。

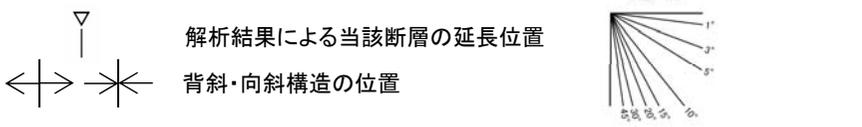
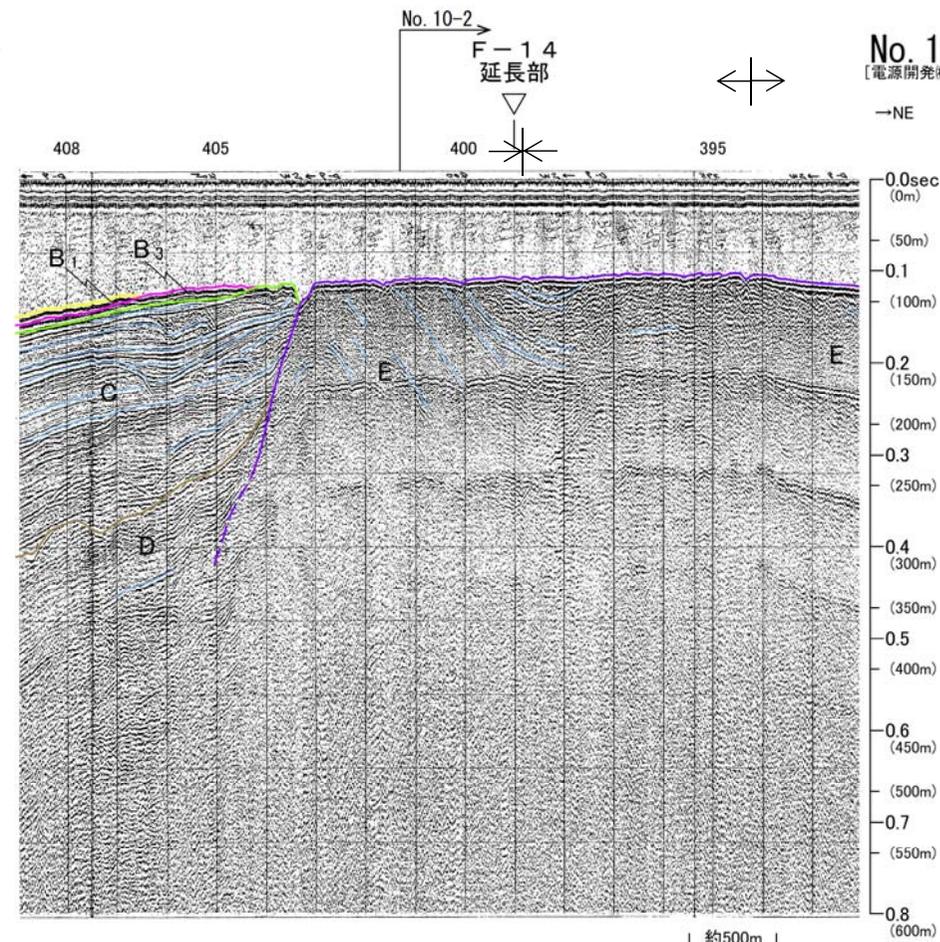
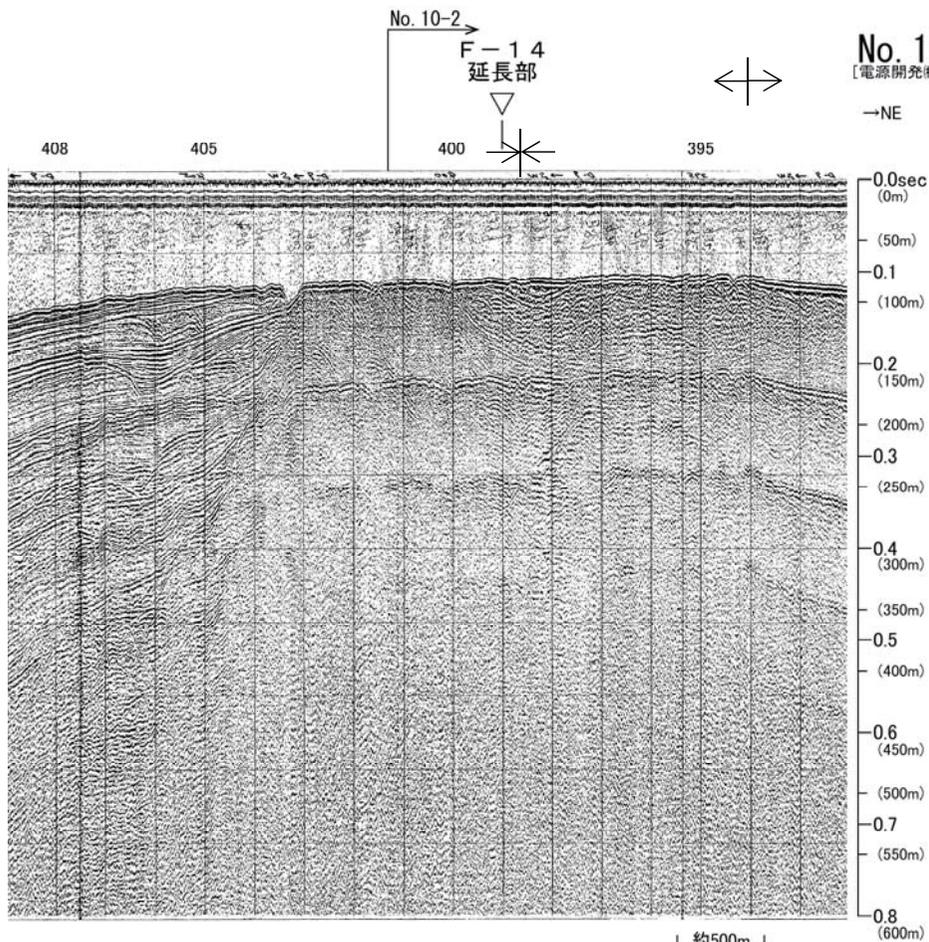
▽ 解析結果による当該断層の延長位置



5.2 F-14断層 (6/7)



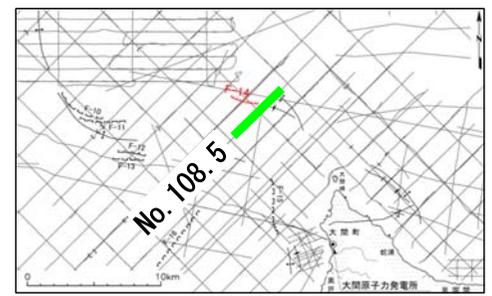
No.108.5測線(東方延長部)



No. 10-2 交点位置

深度は、水中及び堆積層中での音波伝播速度を1500m/secと仮定して計算した。

- F-14断層東方延長部では、E層及び海底面に断層運動を示唆する変位・変形が認められない。
- 東方延長部では、F-14断層は分布しないと評価する。

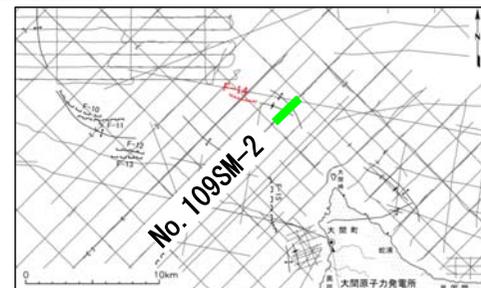
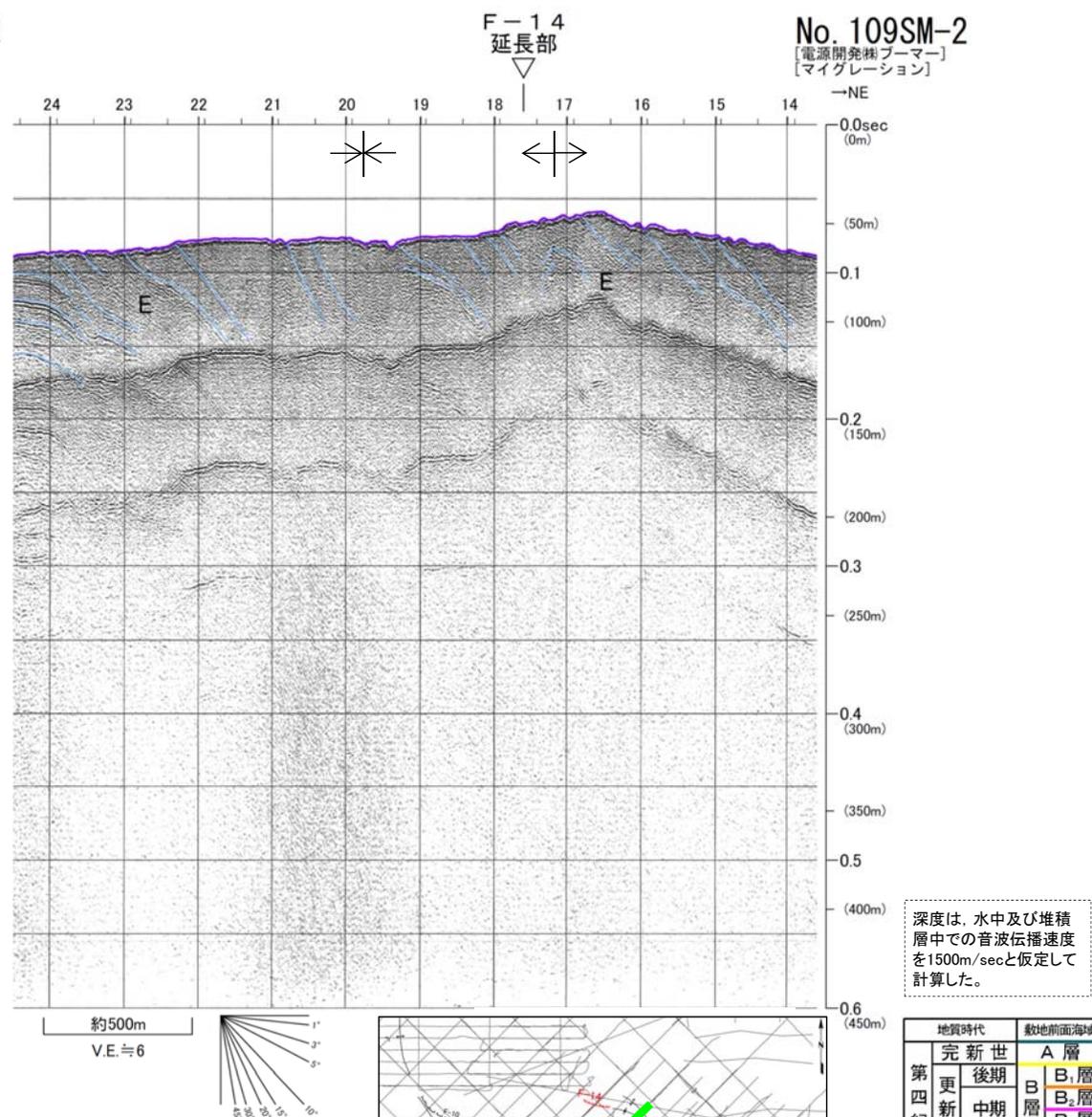
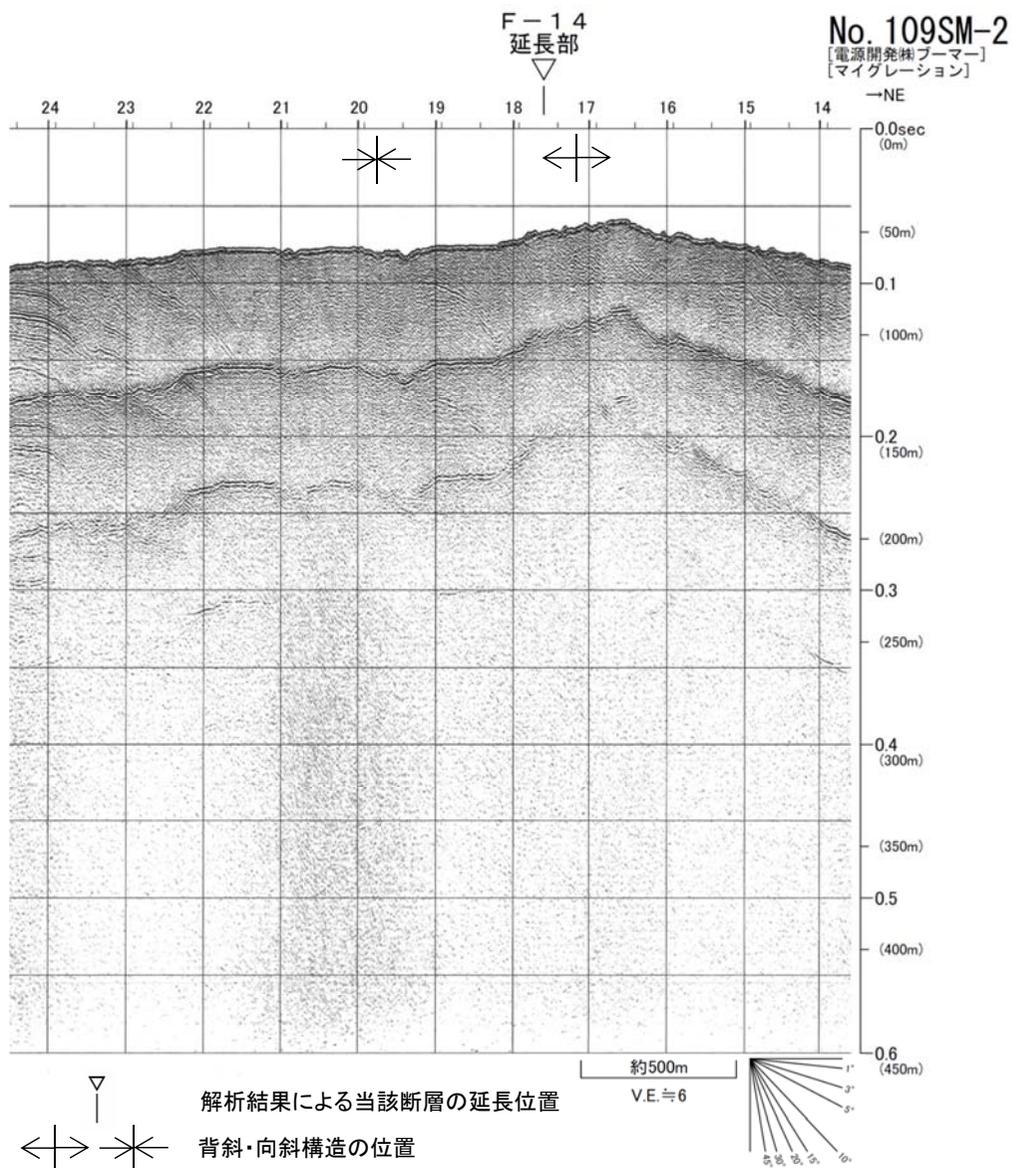


| 地質時代 | | 敷地前面海域 |
|-------|-----|------------------|
| 第四紀 | 完新世 | A層 |
| | 後期 | B ₁ 層 |
| | | B ₂ 層 |
| | 中期 | B ₃ 層 |
| 前期 | C層 | |
| 新第三紀 | 鮮新世 | D層 |
| | 中新世 | E層 |
| 先新第三紀 | | |

5.2 F-14断層 (7/7)



No.109SM-2測線(東方延長部)



- F-14断層東方延長部では、E層及び海底面に断層運動を示唆する変位・変形が認められない。
- 東方延長部では、F-14断層は分布しないと評価する。

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

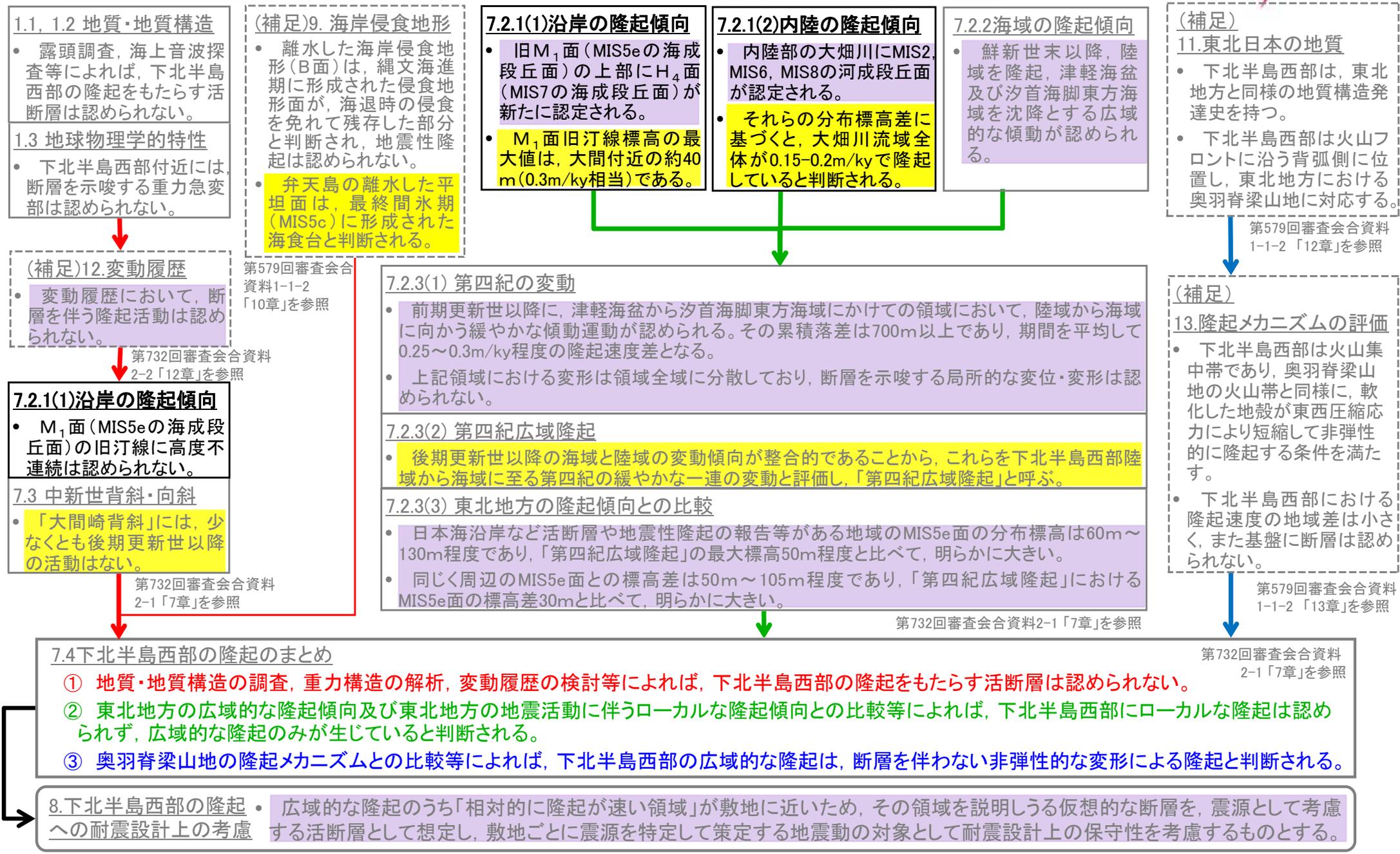
7.2 第四紀広域隆起 7.2.1 陸域の隆起傾向

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



7.2.1 陸域の隆起傾向(1/3)

評価の流れ図



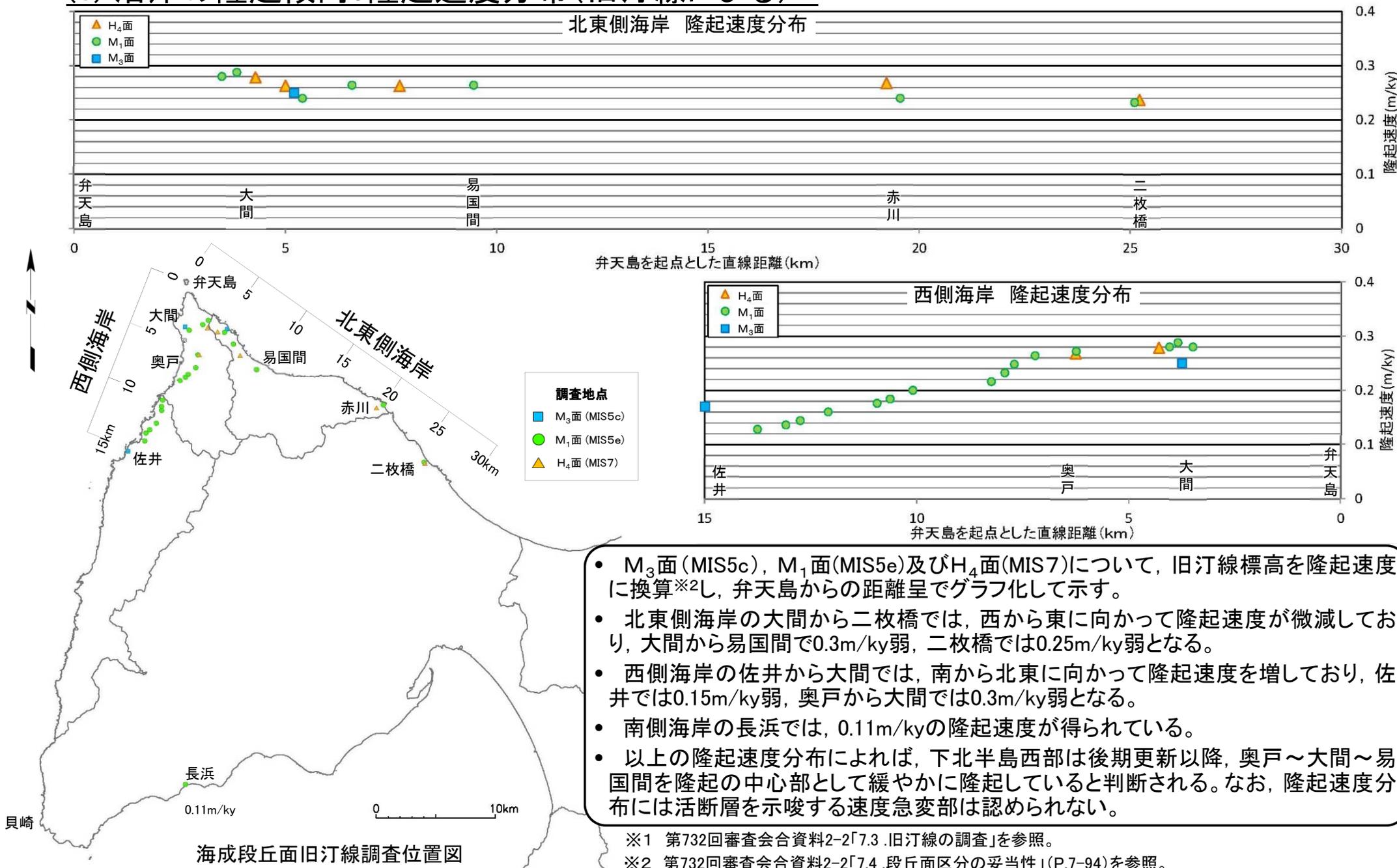
← 主要な情報の流れ
← 補足的な情報の流れ

申請時(「第218回審査会合資料2-2」以下同じ)と異なる評価
申請時には無い新たな評価
補足説明資料での説明部分

7.2.1 陸域の隆起傾向(2/3)



(1) 沿岸の隆起傾向: 隆起速度分布(旧汀線による)※1

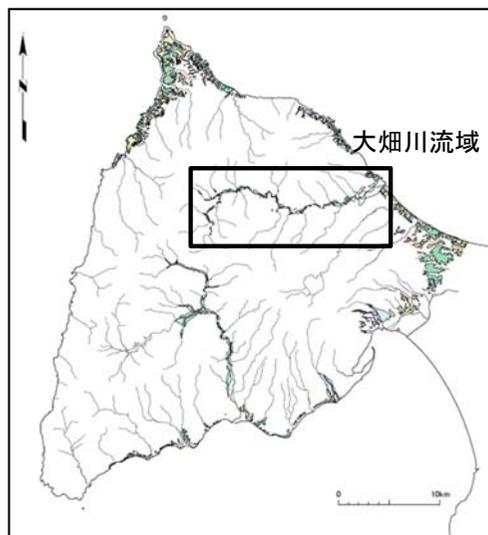


- M₃面 (MIS5c), M₁面 (MIS5e) 及び H₄面 (MIS7) について、旧汀線標高を隆起速度に換算※2し、弁天島からの距離呈でグラフ化して示す。
- 北東側海岸の大間から二枚橋では、西から東に向かって隆起速度が微減しており、大間から易国間で0.3m/ky弱、二枚橋では0.25m/ky弱となる。
- 西側海岸の佐井から大間では、南から北東に向かって隆起速度を増しており、佐井では0.15m/ky弱、奥戸から大間では0.3m/ky弱となる。
- 南側海岸の長浜では、0.11m/kyの隆起速度が得られている。
- 以上の隆起速度分布によれば、下北半島西部は後期更新以降、奥戸～大間～易国間を隆起の中心部として緩やかに隆起していると判断される。なお、隆起速度分布には活断層を示唆する速度急変部は認められない。

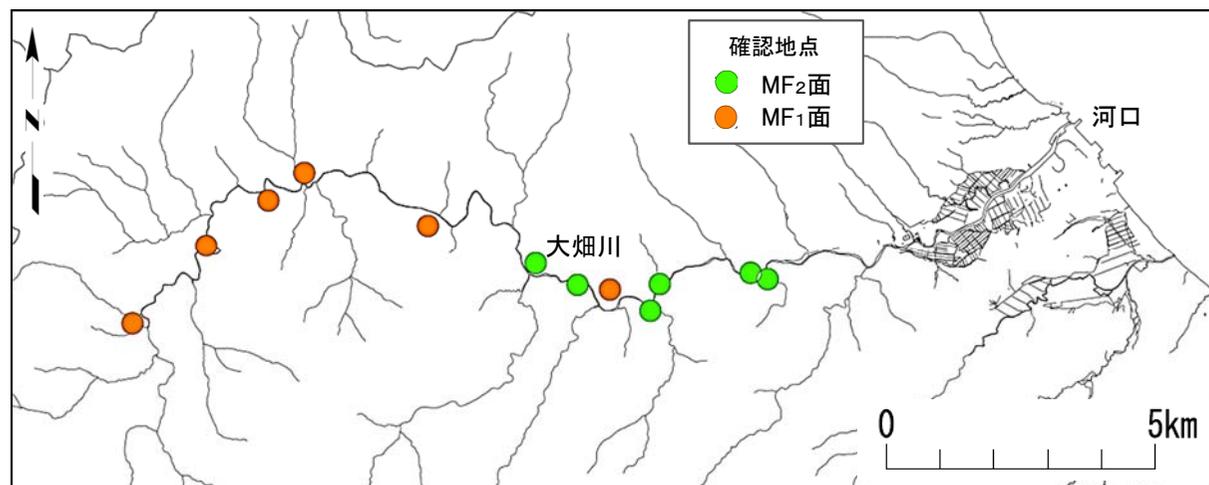
※1 第732回審査会合資料2-2「7.3.旧汀線の調査」を参照。
 ※2 第732回審査会合資料2-2「7.4.段丘面区分の妥当性」(P.7-94)を参照。

7.2.1 陸域の隆起傾向(3/3)

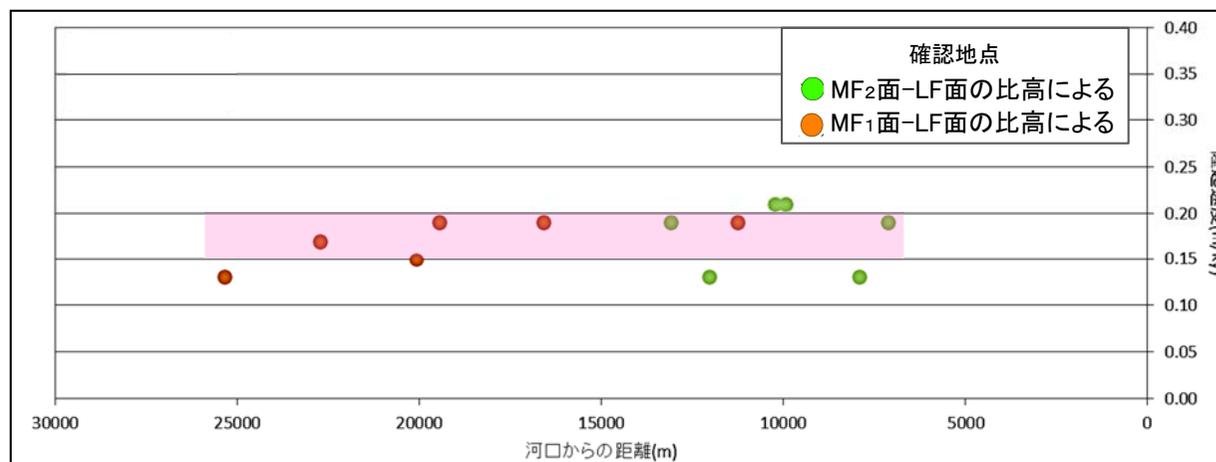
(2) 内陸の隆起傾向: 隆起速度分布(大畑川の河成段丘面による)^{※1}



段丘面分布図



隆起速度確認位置図



隆起速度分布図

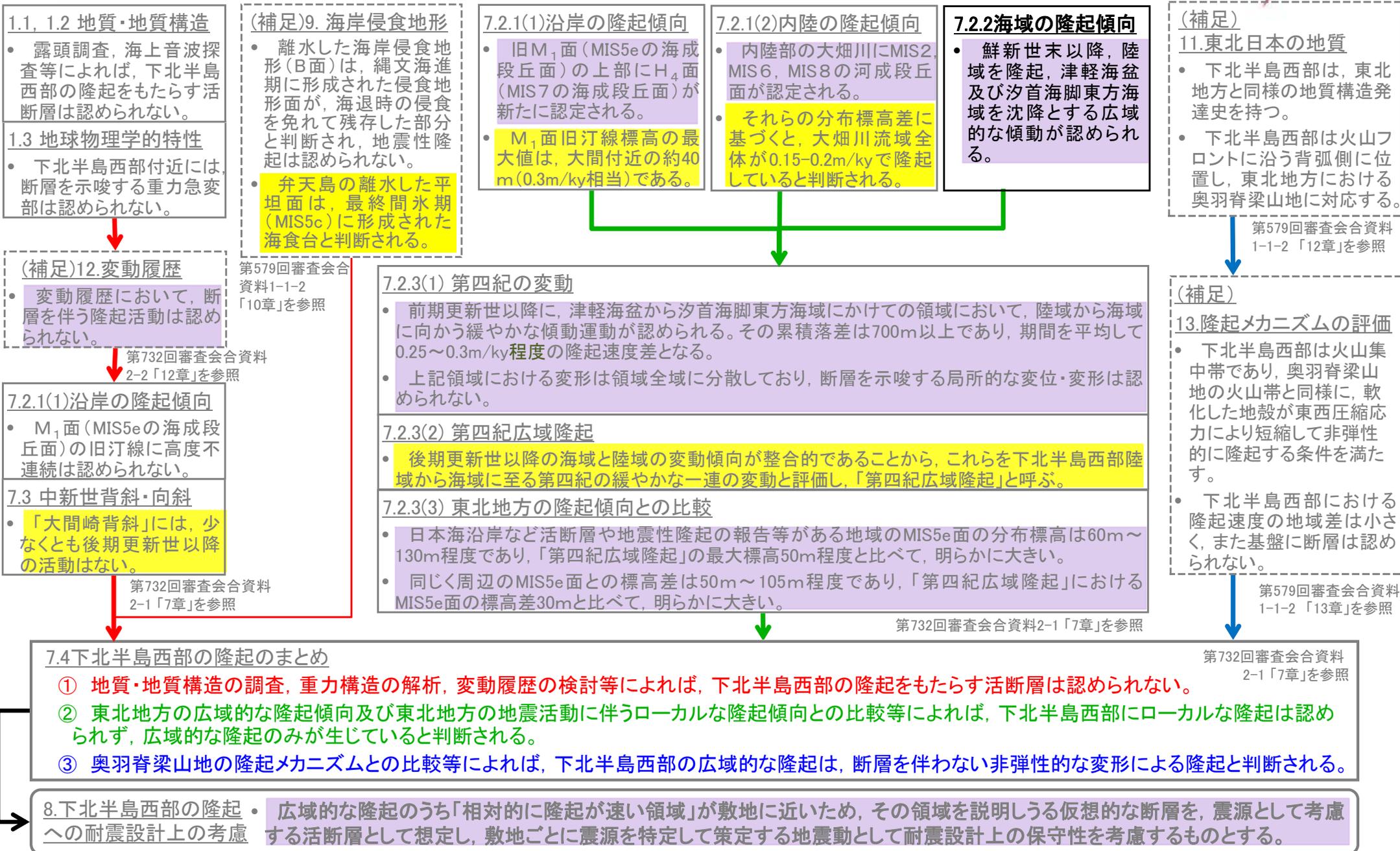
- MF₂面(MIS6)とLF面(MIS2)との比高及びMF₁面(MIS8)とLF面(MIS2)との比高を、その期間の隆起量とし、MF₂面(MIS6)とLF面(MIS2)間は約12万年^{※2}、MF₁面(MIS8)とLF面(MIS2)間は約23万年^{※2}として隆起速度を求めた。大畑川流域では、おおむね0.15m/ky~0.20m/kyの隆起速度を示し、流域全体が一定速度で隆起している。
- なお、隆起速度分布には、活断層を示唆する速度急変部は認められない。

※1 第579回審査会合資料 1-1-2「9.内陸の隆起傾向に関する調査」を参照

※2 小池・町田編(2001)¹⁾による。

7.2.2 海域の隆起傾向

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



← 主要な情報の流れ

← 補足的な情報の流れ

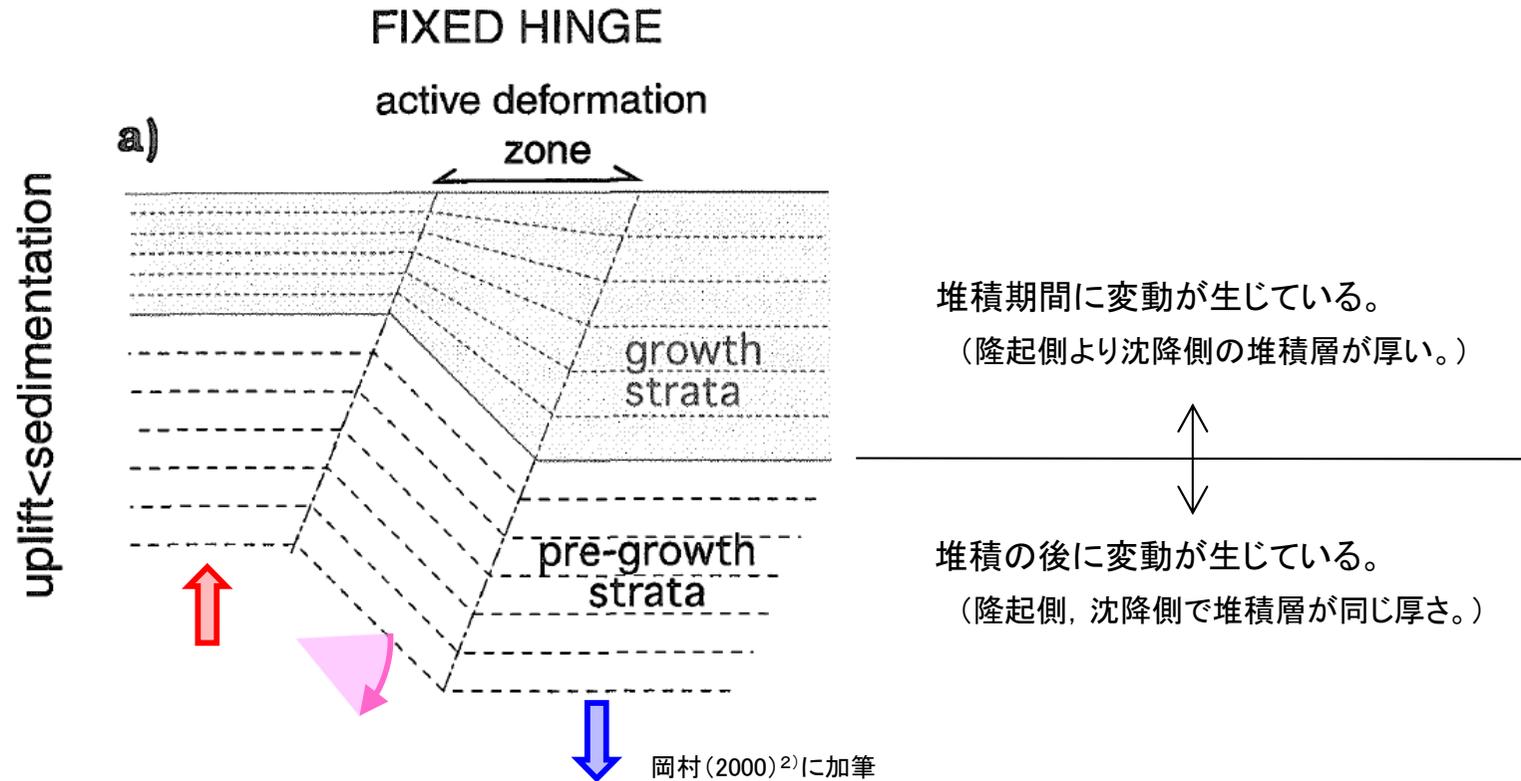
申請時(「第218回審査会合資料2-2」以下同じ)と異なる評価

申請時には無い新たな評価

補足説明資料での説明部分

7.2.2 海域の隆起傾向(2/5)

変動を示唆する反射面構造の判読方法



海底の隆起/傾動/沈降に伴うグロース堆積構造

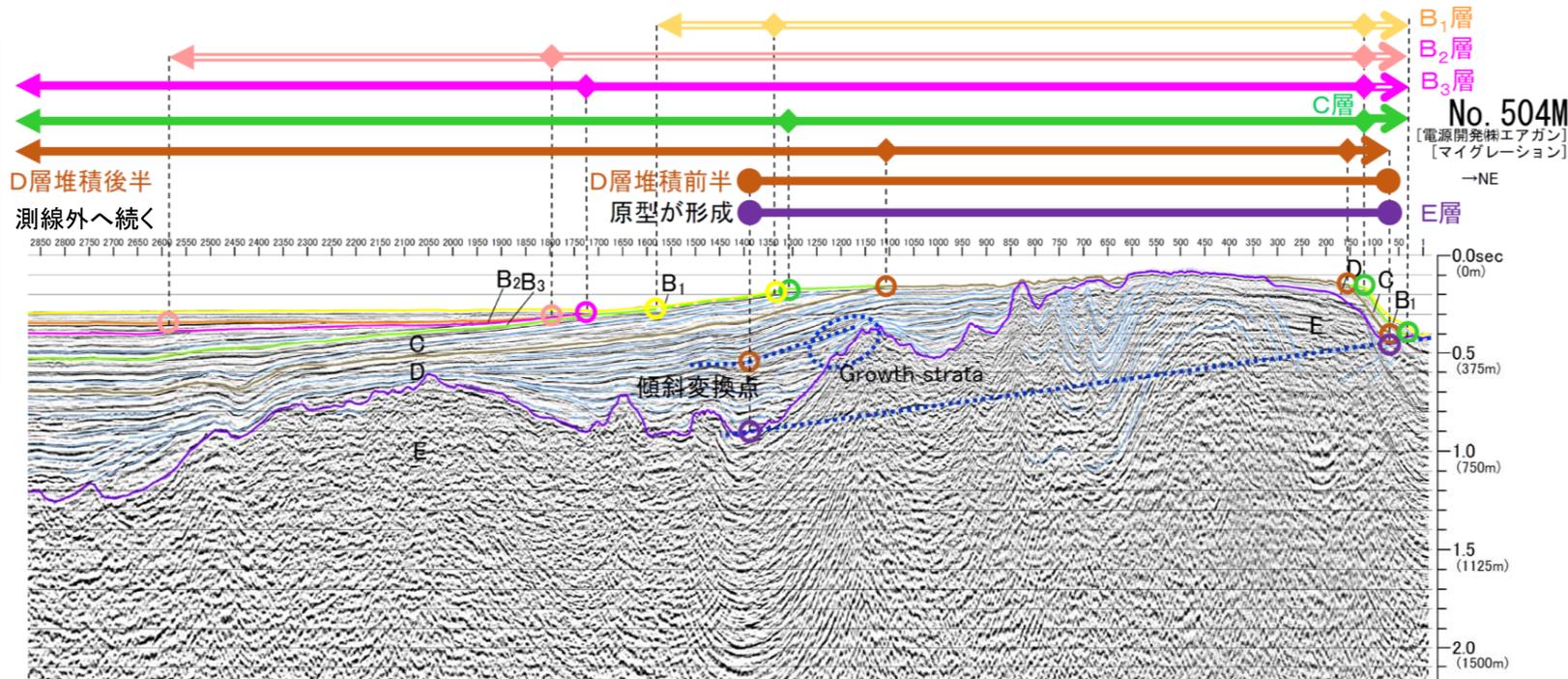
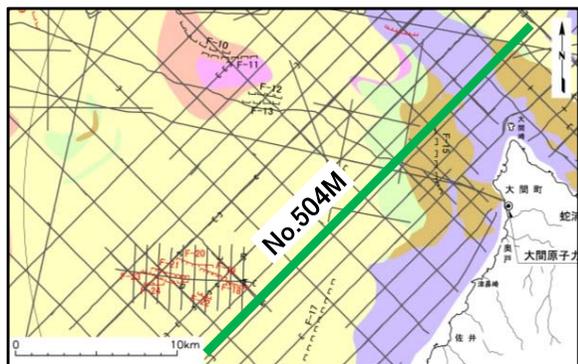
隆起傾向を等しく評価するため、海域内で縦横比を統一した反射断面図を作成し、下記条件で隆起/沈降/傾動の示唆される地層を判読した。

- 海底の地層においては、層厚の変化によって、傾動を判別する。
- 海底の地層において傾動の成因として、“隆起/沈降”の判別が困難な場合には、“傾動”とする。
- 判読結果は、地層毎(時代毎)の隆起域/沈降域/傾動域としてとりまとめる。

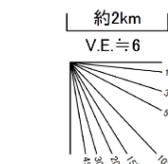
7.2.2 海域の隆起傾向(3/5)



変動判読図の例※1 (No.504M測線)



| 地質時代 | | 敷地前面海域 | |
|------|-----|--------|------------------|
| 第四紀 | 完新世 | A層 | |
| | 更新世 | 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 | |
| 先第三紀 | | E層 | |



- 隆起域
- ← 傾動部
- 読み取り位置 (二重線表示は推定)
- ◀ 相対的隆起部
- ← 漸移部
- (矢印の方向は相対的沈降方向)
- 補助線

深度スケールは、水中および堆積層中での音波伝播速度1500m/secと仮定して読取ったものである。

- 大間海脚では、E層が高まりを形成し、海底面に露出している。
- D層は、E層にアバットして堆積している。
- E層からC層上部にかけて傾動隆起に伴うものと考えられる撓み及び背斜構造が認められる。
- D層最下部の一部で growth strata が認められるが、それより上位のD層は、E層の高まりの西翼で一様に傾斜し、growth strata は認められない。
- C層及びB₃層の層理の傾きには growth strata が認められる。
- B₂層からB₁層は、確認できる範囲でほぼ水平であるが、分布が狭い。

- E層堆積末期に、大間海脚と背斜構造の原型が形成される。
- D層堆積初期に、隆起及び一部の背斜構造の形成が進行、中期頃に活動が収束し、後期頃に緩やかな傾動運動が開始する。
- C層堆積時に、E層の高まりの西翼が広く傾動する。
- B₃層堆積時にも、傾動の活動が継続する。
- B₂層及びB₁層堆積時の隆起運動は不明である。

※1 変動判読の結果は、第579回審査会合資料1-1-2「11.海域の変動履歴の評価」を参照。

7.2.2 海域の隆起傾向(4/5)



C層(前期更新世)堆積時の隆起域

【傾動している領域】

- U2: 大間海脚付近の傾動域
- U4: 西岸の傾動域
- U3': 赤川沖の傾動域

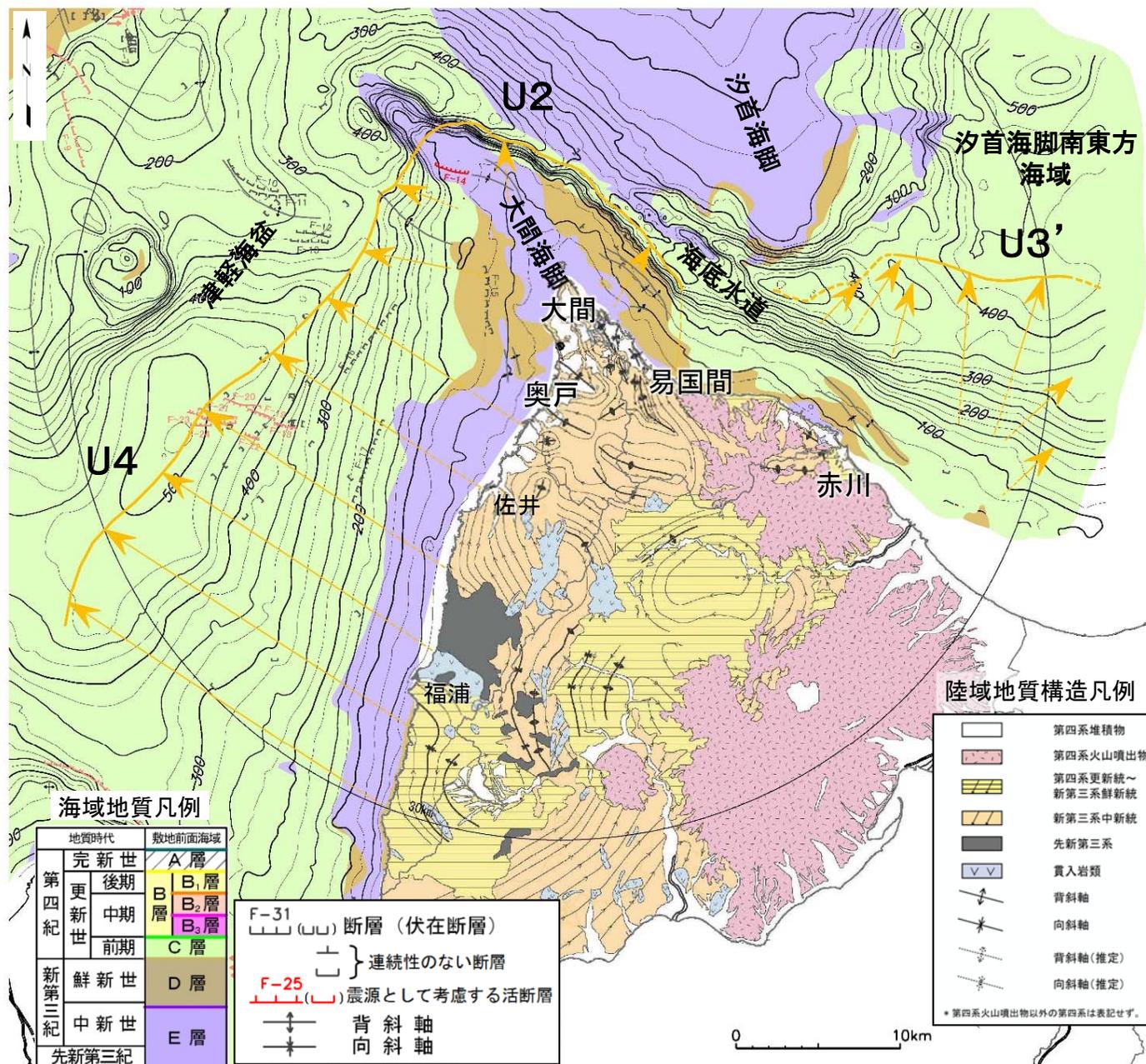
C層堆積時の変動域(破線は推定)

C層堆積時の沈降方向
(実線は確認区間, 破線は推定区間)

海上音波探査記録では、C層堆積時の傾動運動が、次の通り判読される。*1

- 大間海脚から西側海岸にかけての陸域から津軽海盆に向かい落下する傾動
- 大間海脚から易国間にかけての陸域から海底水道に向かい落下する傾動
- 北東側海岸の赤川沖の陸棚外縁付近から汐首海脚東方の海域に向かい落下する傾動

*1 第579回審査会合資料1-1-2「11.海域の変動履歴の評価」を参照



海域はC層より上位の地層を剥ぎ取った地質図にC層上面等深線を示す。陸域は地質構造を示す。

B₁層(後期更新世)堆積時の隆起域

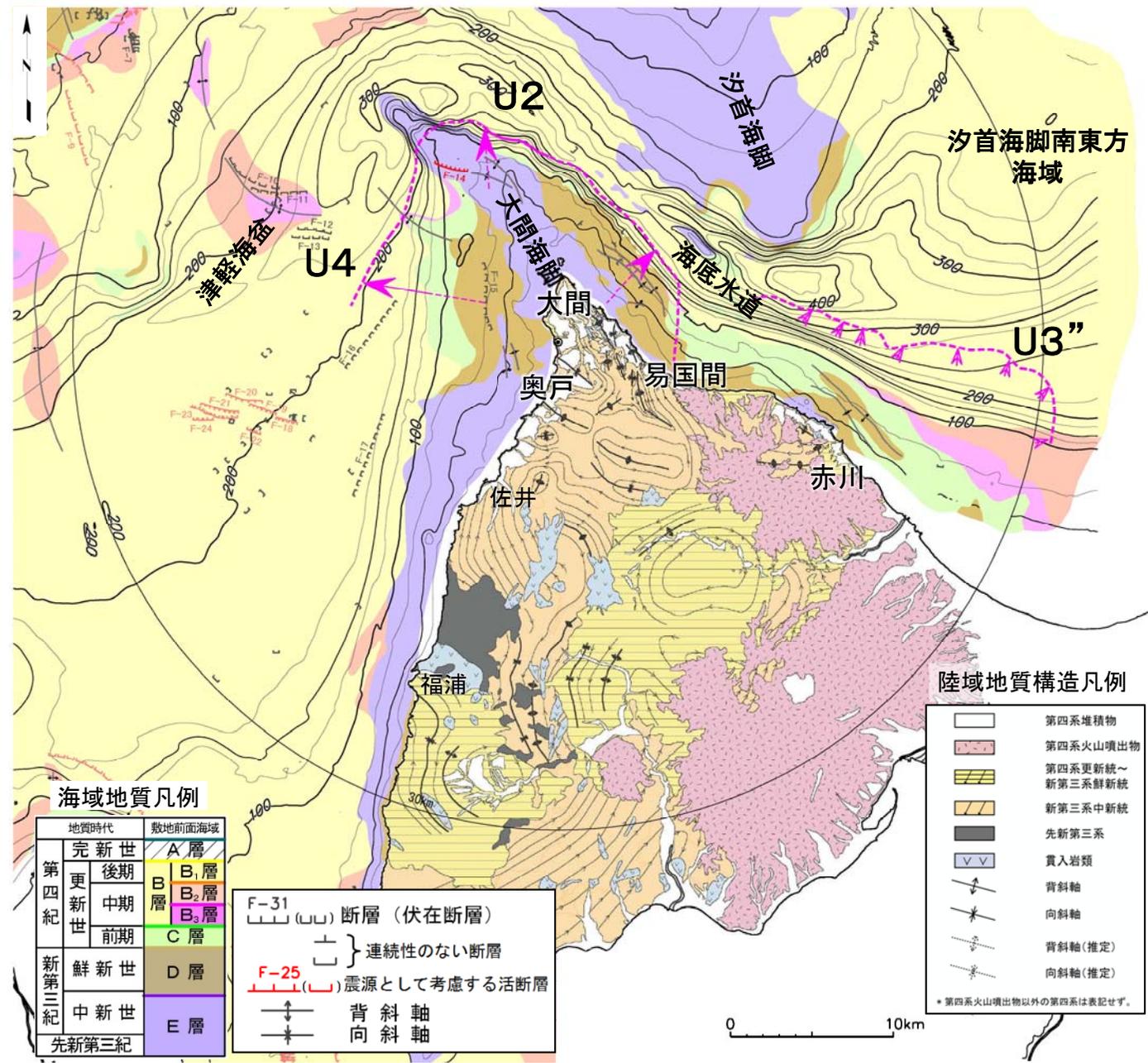
【傾動している領域】
 U2: 大間海脚付近の傾動域
 U4: 西岸の傾動域
 U3'': 赤川沖の傾動域(傾斜部)

-  B₁層堆積時の変動域(破線は推定)
-  B₁層堆積時の沈降方向(実線は確認区間, 破線は推定区間)
-  B₁層の傾斜方向(グロース不明な隆起域の境界)

海上音波探査記録では、B₁層堆積時の傾動運動が、次の通り判読される。※1

- 大間海脚から奥戸にかけての陸域から津軽海盆に向かい落下する傾動
- 大間海脚から易国間にかけての陸域から海底水道に向かい落下する傾動
- 赤川沖の陸棚外縁から汐首海脚東方の海域に向かい落下する不明瞭な傾動

※1 第579回審査会合資料1-1-2「11.海域の変動履歴の評価」を参照



海域地質凡例

| 地質時代 | 散地前面海域 |
|-------|---------------------|
| 第四紀 | 完新世 A層 |
| | 後期 B ₁ 層 |
| | 中期 B ₂ 層 |
| 鮮新世 | 前期 B ₃ 層 |
| | D層 |
| 中新世 | E層 |
| 先新第三紀 | |

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

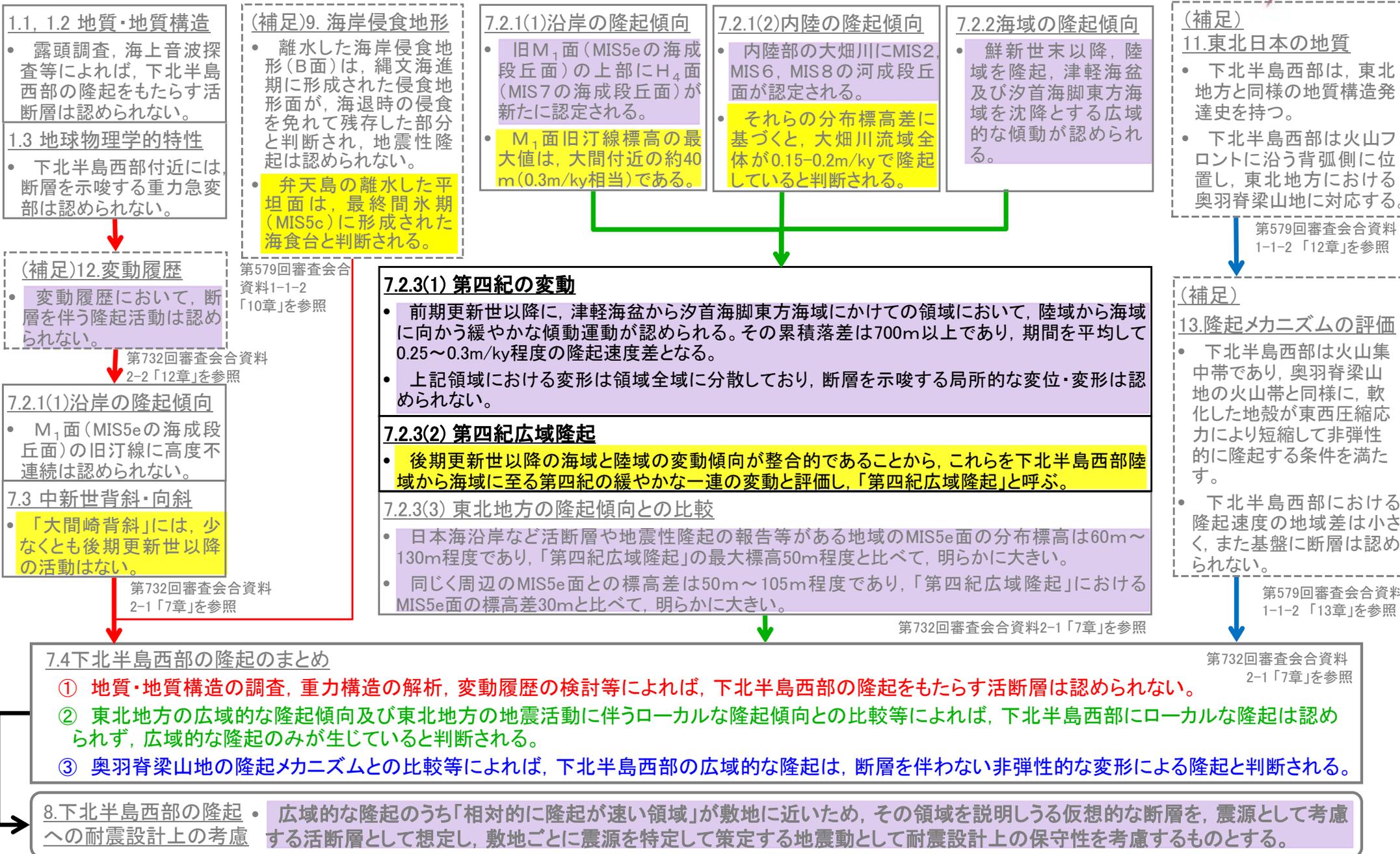
陸域地質構造凡例

-  第四系堆積物
 -  第四系火山噴出物
 -  第四系更新統~新第三系鮮新統
 -  新第三系中新統
 -  先新第三系
 -  貫入岩類
 -  背斜軸
 -  向斜軸
 -  背斜軸(推定)
 -  向斜軸(推定)
- * 第四系火山噴出物以外の第四系は表記せず。

海域: B₁層より上位のA層を剥ぎ取った地質図にB₁層上面等深線を示す。陸域は地質構造を示す。

7.2.3 第四紀の隆起傾向

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-63 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



← 主要な情報の流れ

← 補足的な情報の流れ

申請時(「第218回審査会合資料2-2」以下同じ)と異なる評価

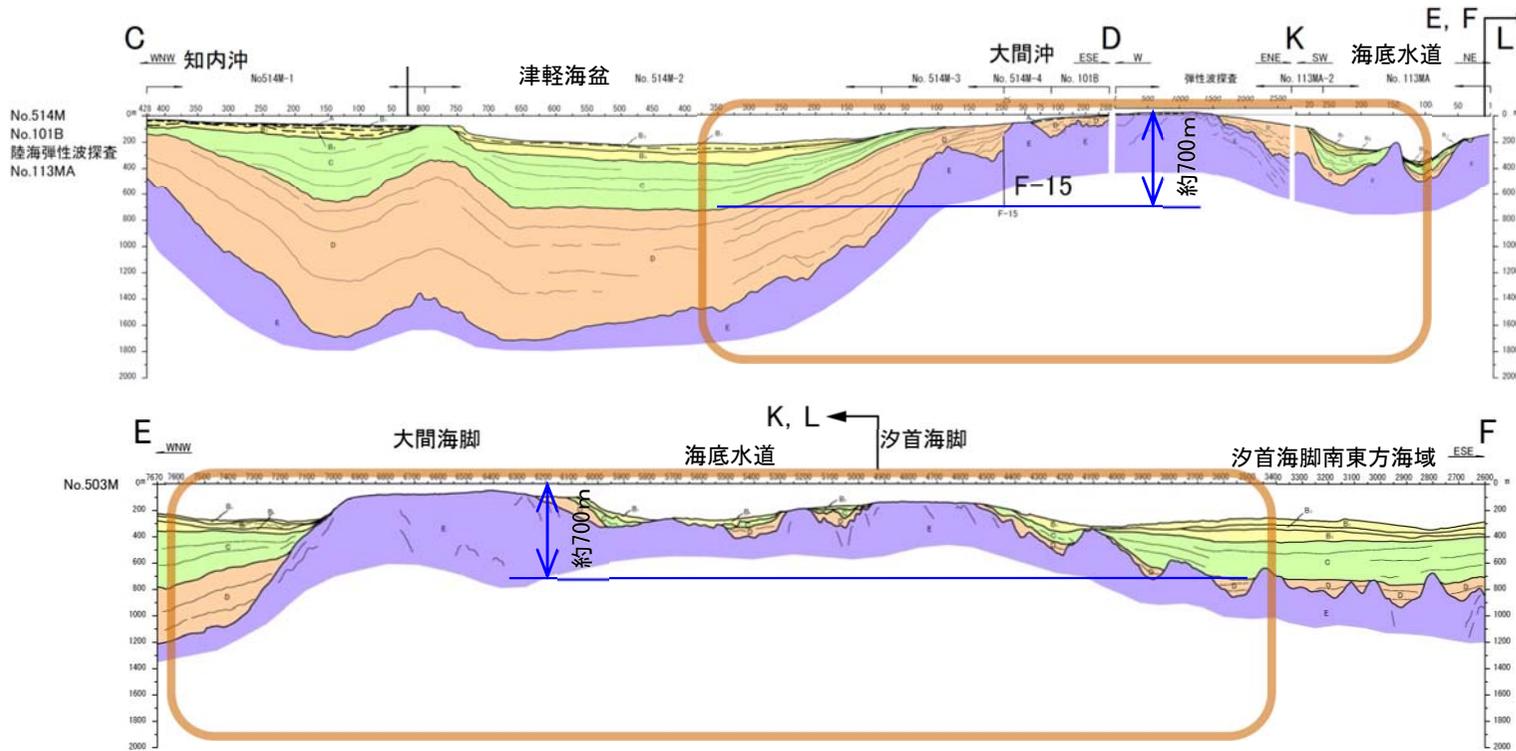
申請時には無い新たな評価

補足説明資料での説明部分

(余白)

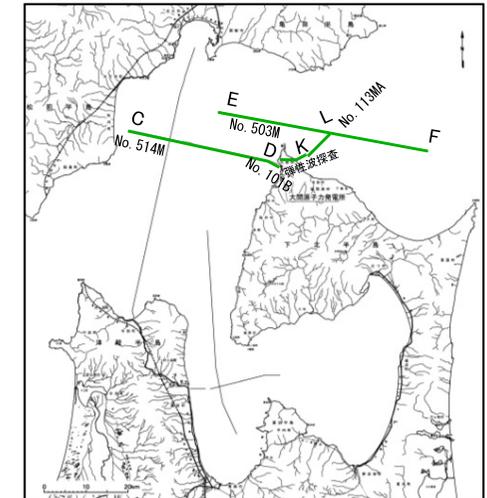
7.2.3 第四紀の隆起傾向(2/8)

(1) 第四紀の変動(1/2): 断面



海域の地質断面図

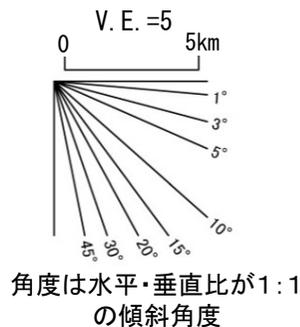
○ 第四紀の傾動が認められる領域



断面位置図

海域地質凡例

| 地質時代 | 海域の地質 | |
|-------|-------|----------------|
| 第四紀 | 完新世 | A |
| | 後期 | B ₁ |
| | 中期 | B ₂ |
| | 前期 | C |
| 新第三紀 | 鮮新世 | D |
| | 中新世 | E |
| 先新第三紀 | | |

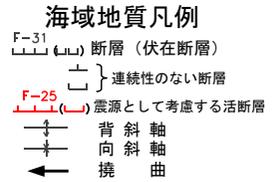


- 海底斜面に分布するC層(下部更新統)及びB層(中部～上部更新統)は、斜面下方に向かい地層が厚く変化しており、堆積期間において陸域の隆起及び海域の沈降による地盤の傾動が生じていたことが示唆される。
- 第四紀(C層堆積開始以降)の累積落差は700m以上であり、第四紀を通して平均し0.25～0.3m/ky程度の隆起速度差となる。(700m/2580ky≒0.27m/ky)
- 上記傾動においてC層下面及びB層下面はおおむね一定の勾配で傾斜しており、第四紀の傾動は領域全域に分散している。断層を示唆する局所的な変位・変形は認められない。



7.2.3 第四紀の隆起傾向(3/8)

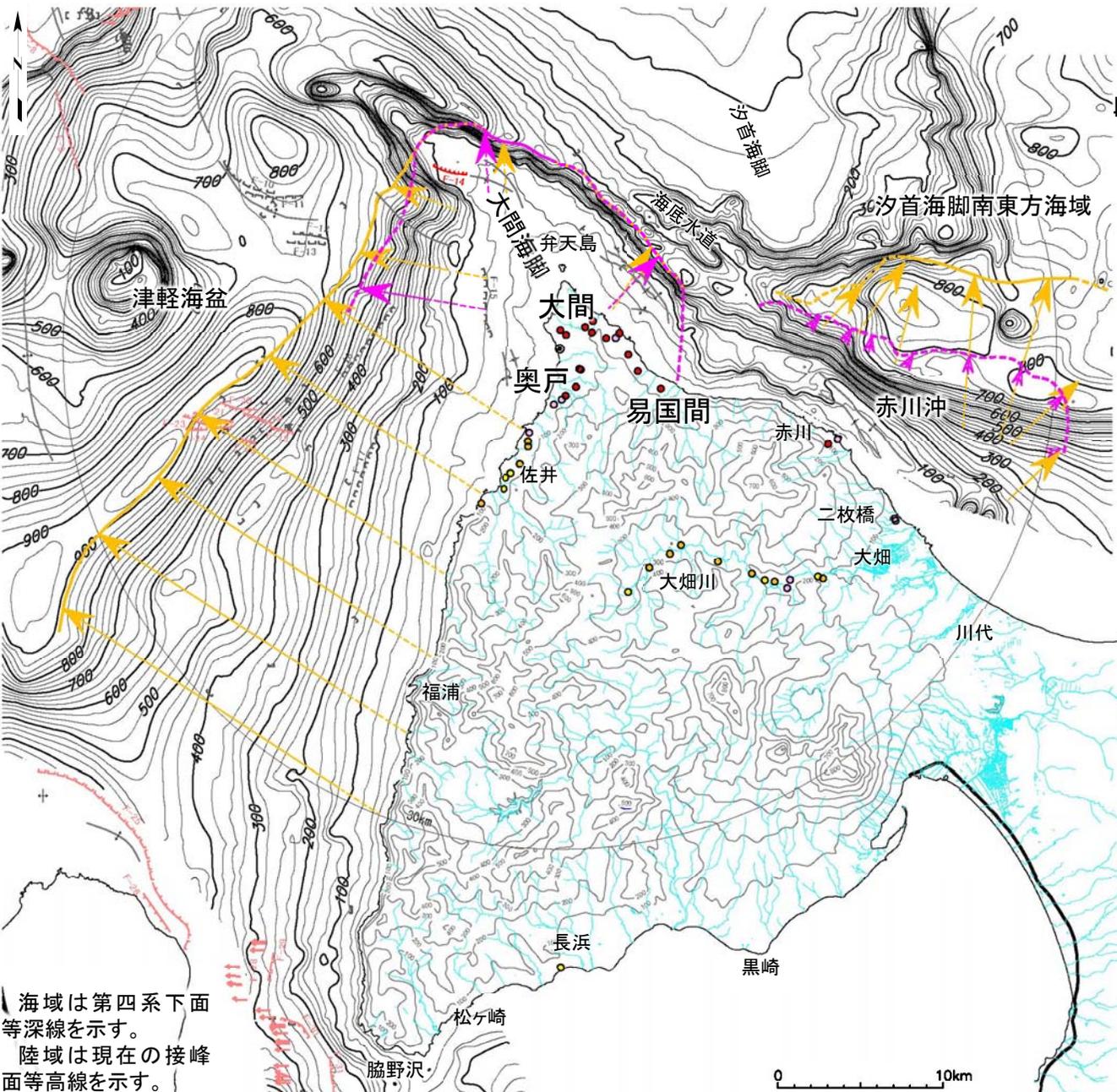
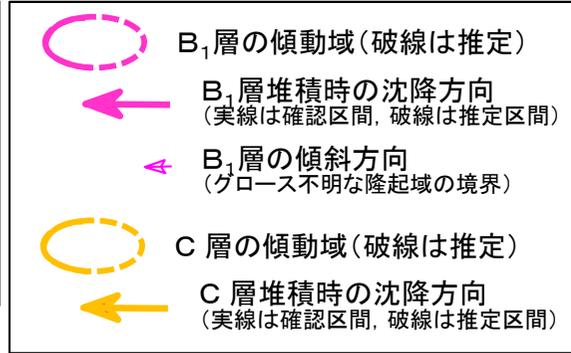
(1) 第四紀の変動(2/2): 平面



段丘の隆起速度調査結果



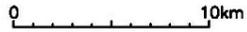
第四紀の変動が認められる領域※1



海域は第四系下面等深線を示す。
陸域は現在の接峰面等高線を示す。

- 前頁の海域の地質断面図に示す第四紀の傾動は、本図におけるC層(下部更新統)の傾動域に相当する。
- C層の傾動域は、西側海岸～大間海脚～易国間の沖合及び北東側海岸の赤川の沖合に、東西約60kmに渡り認められる。
- B₁層(上部更新統)の傾動域は、奥戸～大間海脚～易国間の沖合に認められ、赤川の沖合では傾動が不明瞭になっている。
- B₁層に認められる傾動領域は、相対的に傾動が大きく、音波探査断面で判読可能な傾動が比較的短期間で蓄積される領域を示すものと考えられる。
- この相対的に傾動が大きい領域の陸側は、奥戸～大間～易国間に該当し、陸域における後期更新世以降の隆起の中心部と合致する。※2

※1 第579回審査会合資料1-1-2「11.海域の変動履歴の評価」を参照。
※2 本編資料「7.2.1(1)沿岸の隆起傾向」を参照。





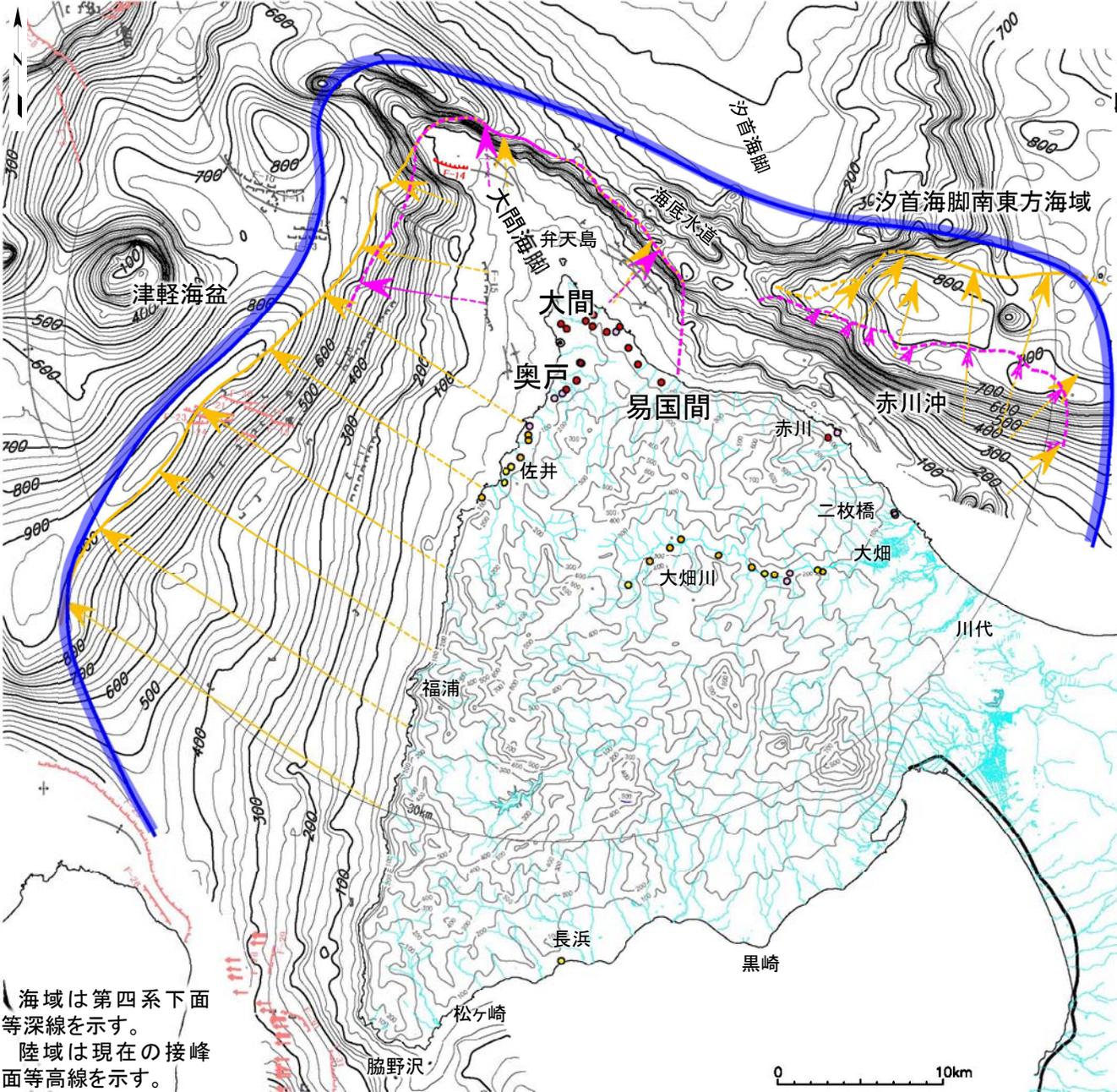
隆起の分類

○ 第四紀広域隆起

海域地質凡例

F-3 () 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
 ← 撓曲

(2) 第四紀広域隆起



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

第四紀の変動が認められる領域※1

- B₁層の傾動域(破線は推定)
- ← B₁層堆積時の沈降方向 (実線は確認区間, 破線は推定区間)
- ◀ B₁層の傾斜方向 (グロス不明な隆起域の境界)
- C層の傾動域(破線は推定)
- ← C層堆積時の沈降方向 (実線は確認区間, 破線は推定区間)

- 前頁に述べる通り、陸域における後期更新世以降の隆起の中心部である奥戸～大間～易国間の沖合は、第四紀の海域の傾動のうち相対的に傾動が大きい領域に相当する。
- 後期更新世以降の海域と陸域の変動傾向が整合的であることから、これらを一連の変動と評価し、「第四紀広域隆起」と呼ぶ。
- 第四紀広域隆起は、奥戸～大間～易国間にかけての領域における0.25-0.3m/kyの隆起速度を最大として、西側沿岸から南側沿岸で0.1-0.15m/ky、内陸で0.15-0.2m/kyへと低下し、さらに海域においても津軽海盆及び汐首海脚南東方海域に向かい低下が連続しており、陸域の隆起域から海域の沈降域へと緩やかに変化する東西約60kmに渡る広域的な地殻変動である。

海域は第四系下面等深線を示す。
陸域は現在の接峰面等高線を示す。

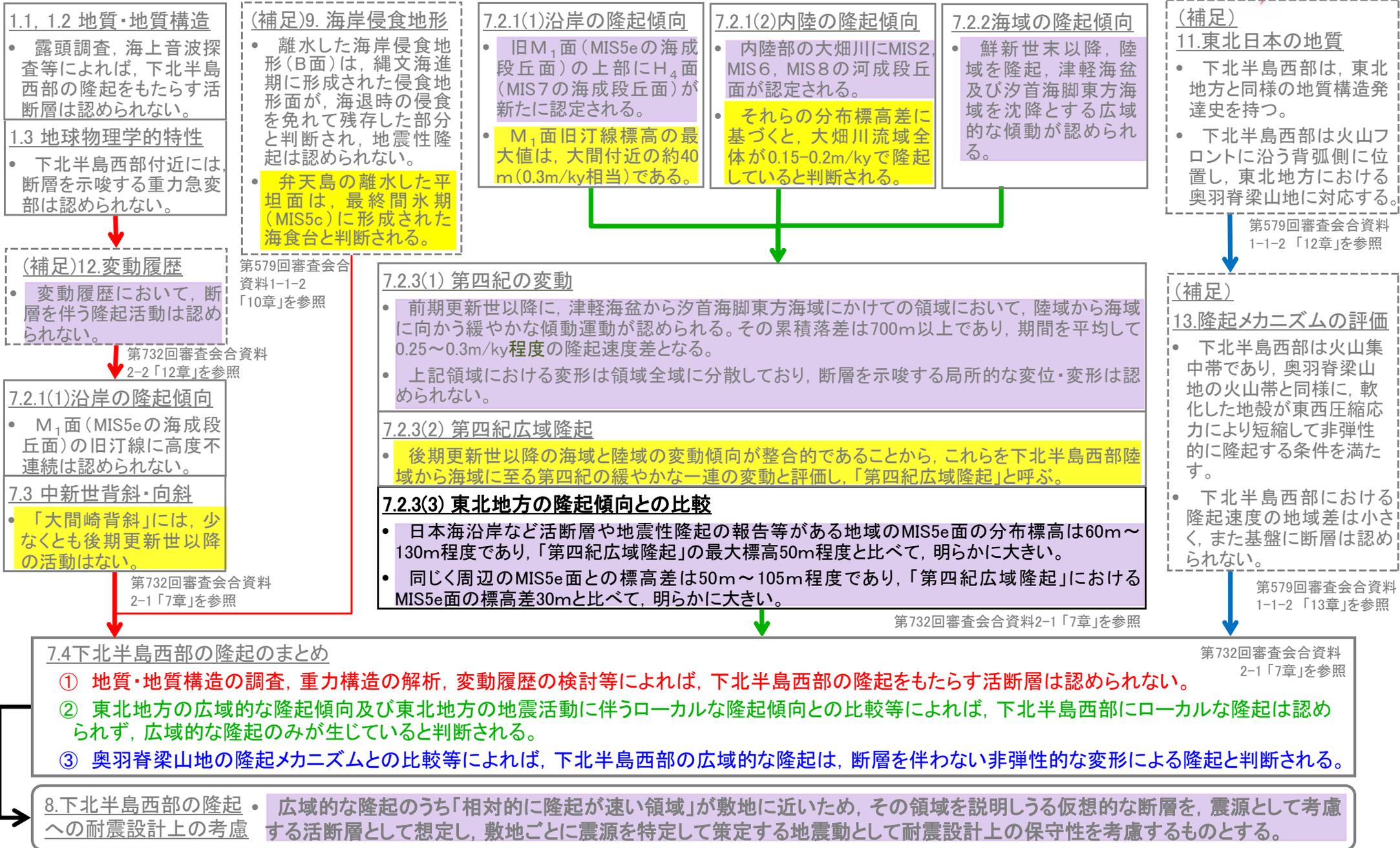
※1 第579回審査会合資料1-1-2「11.海域の変動履歴の評価」を参照。





7.2.3 第四紀の隆起傾向 (5/8)

評価の流れ図



第732回審査会合資料2-2「12章」を参照

第732回審査会合資料2-1「7章」を参照

第579回審査会合資料1-1-2「10章」を参照

第579回審査会合資料1-1-2「12章」を参照

第579回審査会合資料1-1-2「13章」を参照

第732回審査会合資料2-1「7章」を参照

第732回審査会合資料2-1「7章」を参照

← 主要な情報の流れ
← 補足的な情報の流れ

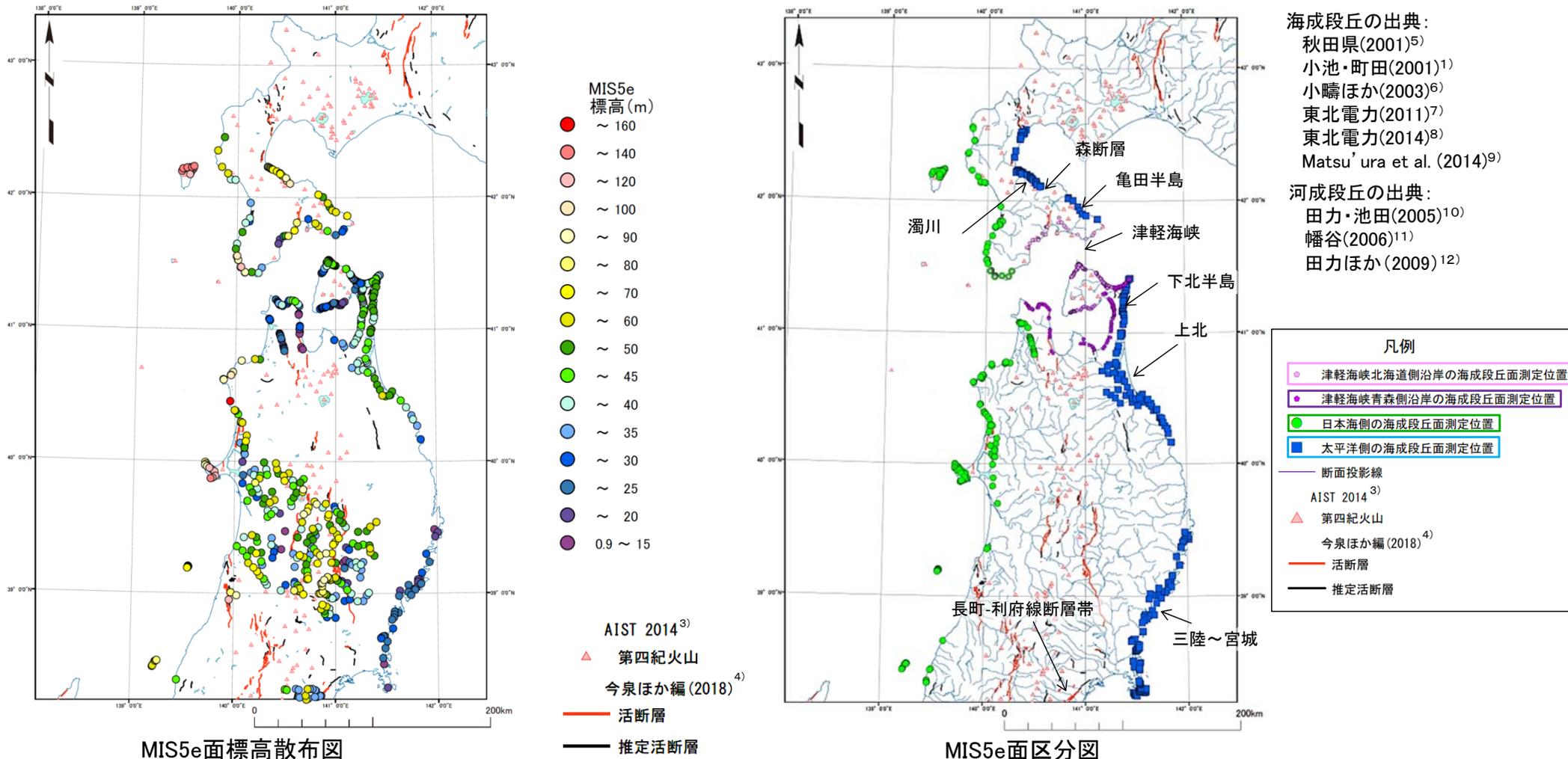
申請時(「第218回審査会合資料2-2」以下同じ)と異なる評価

申請時には無い新たな評価

補足説明資料での説明部分

7.2.3 第四紀の隆起傾向(6/8)

(3) 東北地方の隆起傾向との比較(1/2): MIS5eの海成段丘面標高データ分布



- 文献および下北半島西部における当社の調査により、東北地方を対象にMIS5eに形成された海成段丘面の高度分布図を作成し、地質構造と隆起傾向との相関を検討する。
- 内陸部においては、文献による河成段丘のTT値を、MIS5eの海成段丘面旧汀線の標高に変換※¹⁾して用いる。
- 下北半島西部のMIS5eの海成段丘面標高は、文献によるデータとの整合をとるため、M₁面の段丘面内縁標高を用いる。

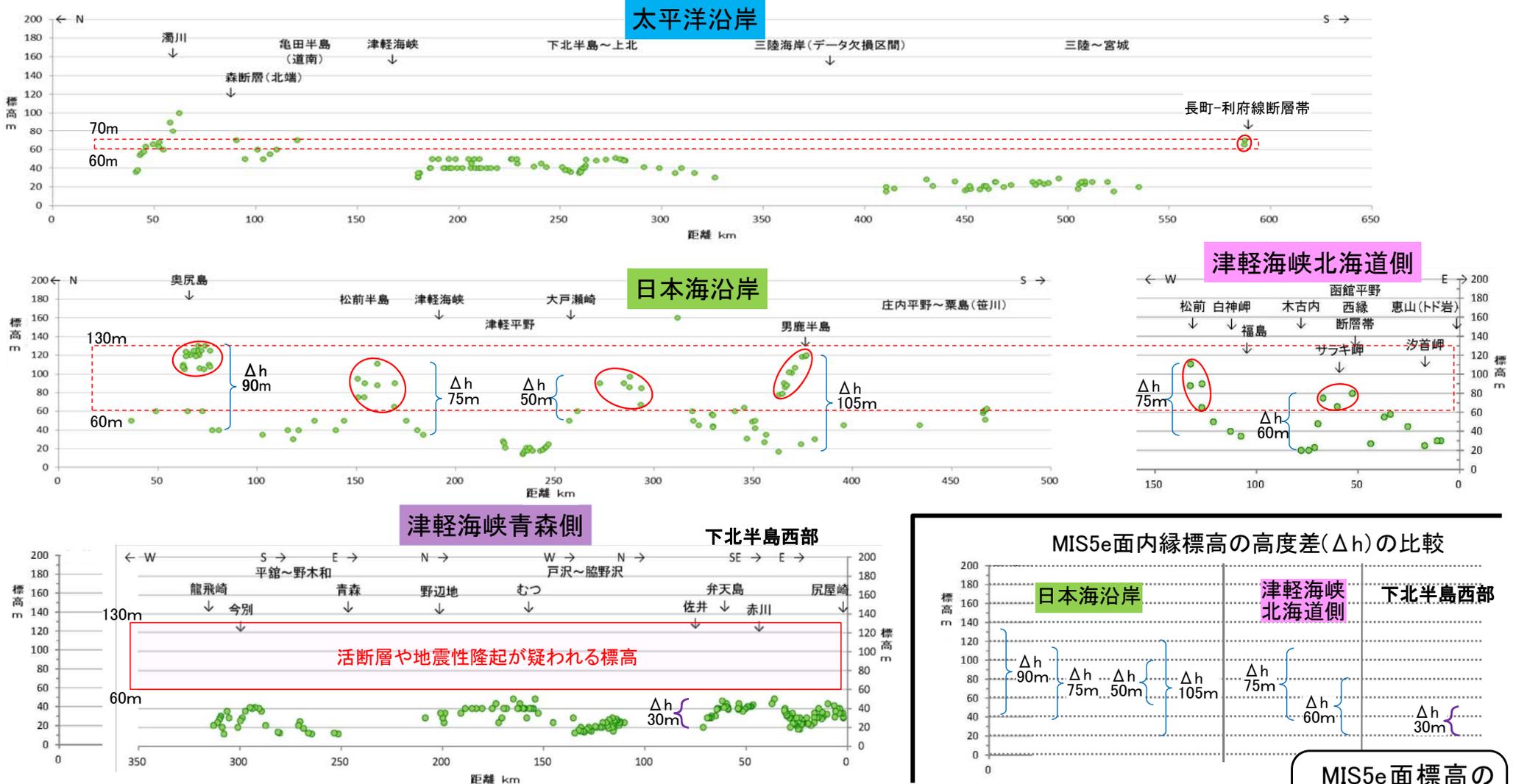
※1 TT値のMIS5e面旧汀線標高(TTmis5e)への換算式は、TTmis5e(m)=(TT値×125/120)+5とした。



7.2.3 第四紀の隆起傾向(7/8)

(3) 東北地方の隆起傾向との比較 (2/2): MIS5eの海成段丘面高度分布

(平面図は前頁を参照。)



- 凡例
- 文献によるMIS5e面内縁の分布標高
 - 活断層や地震性隆起の報告がある地域のMIS5e面内縁標高
 - } MIS5e面内縁標高の高度差

MIS5eの海成段丘面標高によって下北半島西部の第四紀広域隆起と東北地方の隆起傾向とを比較すると、次の通り評価される。

- 日本海沿岸など活断層や地震性隆起の報告等がある地域のMIS5e面の分布標高は60m～130m程度であり、「第四紀広域隆起」の最大標高50m程度と比べて、明らかに大きい。
- 同じく活断層や地震性隆起の報告等がある地域のMIS5e面の高度差は50m～105m程度であり、「第四紀広域隆起」における高度差30mと比べて、明らかに大きい。

MIS5e面標高の東北地方との比較によれば、下北半島西部には、活断層等による局所隆起は想定されない。

7.2.3 第四紀の隆起傾向(8/8)

まとめ

第四紀全期間の変動

(海域)

- C層(下部更新統)の堆積構造により、大間海脚から西側海岸における陸域から津軽海盆に向かい落下する傾動と、北東側海岸の赤川沖の陸棚外縁付近から汐首海脚南東方の海域に向かい落下する傾動が認められる。
- 累積落差は700m以上であり、第四紀を通して平均し0.25-0.3m/ky程度の隆起速度差となる。(700m/2580ky \div 0.27m/ky)
- 上記領域においてC層下面はおおむね一定の勾配で傾斜しており、第四紀の変動は領域全域に分散している。断層を示唆する局所的な変位・変形は認められない。

後期更新世以降の変動

(海域)

- B₁層(上部更新統)の堆積構造により、奥戸～大間海脚～易国間の海域に比較的傾動の大きい領域が認められる。
- 上記領域におけるB₁層(上部更新統)下面はおおむね一定の勾配で傾斜しており、後期更新世の変動は領域全域に分散している。活断層を示唆する局所的な変位・変形は認められない。

(陸域)

- 海成段丘の標高(旧汀線による)及び河成段丘面の標高差により、奥戸～大間～易国間における0.25～0.3m/kyの隆起速度を最大として、下北半島西部全域の隆起が認められる。
- 海成段丘及び河成段丘による隆起速度は緩やかに変化しており、活断層を示唆する隆起速度急変部は認められない。

後期更新世以降の下北半島西部全域の隆起傾向と海域の傾動傾向とが整合的であることから、これらを緩やかな一連の変動と評価し、「第四紀広域隆起」と呼ぶ。

東北地方の隆起傾向との比較

- 日本海沿岸など活断層や地震性隆起の報告等がある地域のMIS5e面の分布標高は60m～130m程度であり、「第四紀広域隆起」による最大標高50m程度と比べて、明らかに大きい。
- 同じく活断層や地震性隆起の報告等がある地域のMIS5e面の高度差は50m～105m程度であり、「第四紀広域隆起」による高度差30mと比べて、明らかに大きい。

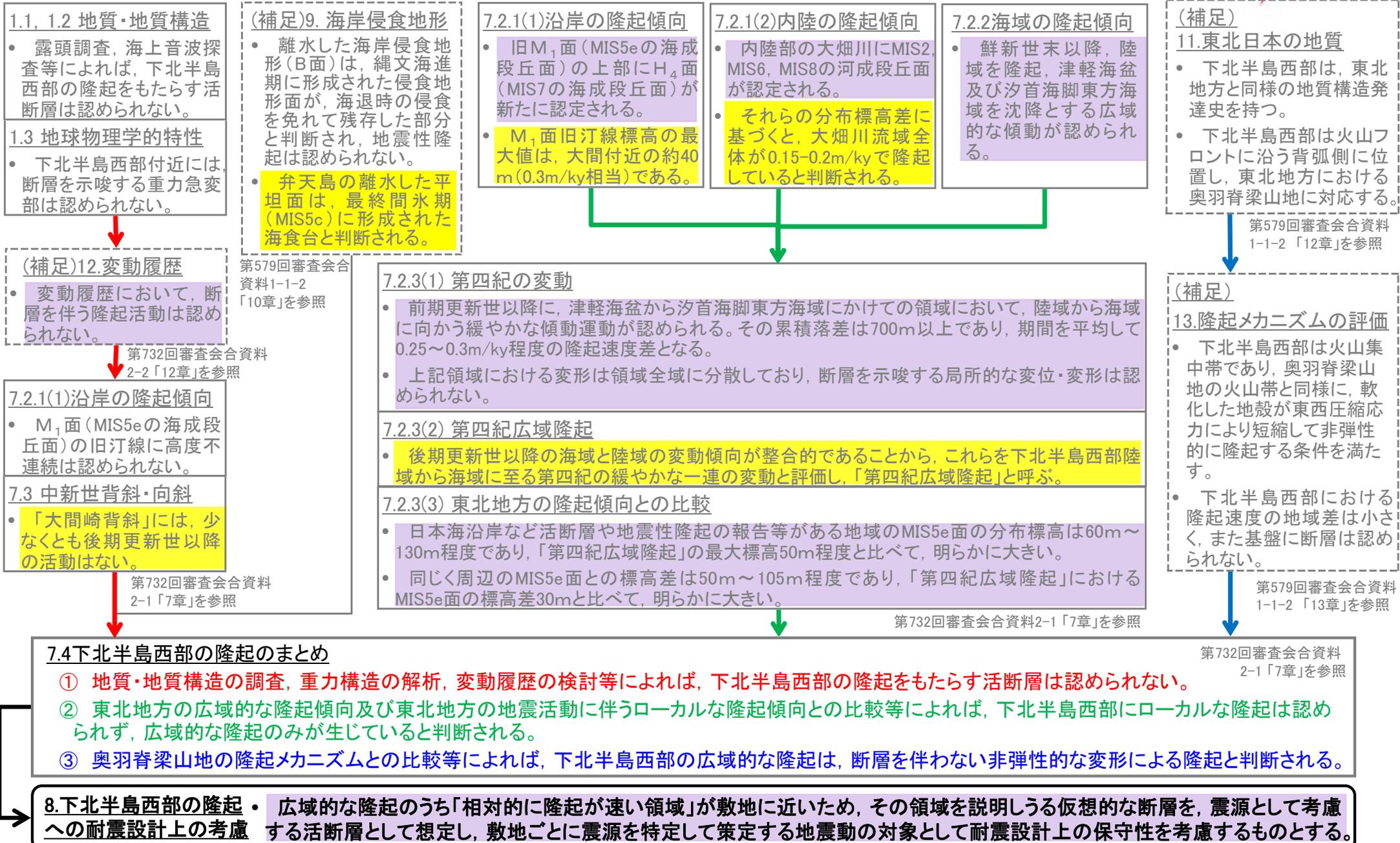
東北地方の隆起傾向との比較等によれば、下北半島西部にローカルな隆起は認められず、広域的な隆起(第四紀広域隆起)のみが生じていると判断される。

8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 (1/5) 評価の流れ図



← 主要な情報の流れ

← 補足的な情報の流れ

申請時(「第218回審査会合資料2-2」以下同じ)と異なる評価

申請時には無い新たな評価

[] 補足説明資料での説明部分

仮想的な断層を想定する位置付け

- 下北半島西部の地殻変動について、第218回審査会合[2015.4.10]の審議を踏まえて詳細な地質調査を追加実施し、下記の評価を第526回審査会合[2017.11.10]で説明し、審議された。
 - 1) 下北半島西部の周辺に、陸域の隆起をもたらす活断層は認められない。
 - 2) 下北半島西部は、広域的な隆起のみが生じていると判断される。
 - 3) 下北半島西部の広域的な隆起は、断層を伴わない非弾性的な変形による隆起と判断される。
- しかしながら、続く第579回審査会合[2018.6.1]において、原子力規制庁より、「大間崎付近がローカルに隆起していると考えている。調査結果等を踏まえて、震源断層を仮定することも一つの考え方」とのコメントを受けた(第732回審査会合[2019.6.21]、及び第817回審査会合[2019.12.20]にて継続審議)。
- このコメントの趣旨を考慮し、東北地方太平洋沖地震を踏まえると、自然現象には不確かさが残るため、想定し得る以上の事態にも備えて可能な限りの設計上の対策を講じることとした。
- そこで、大間原子力発電所の耐震設計上の保守性を考慮する一環として、下記1)~3)により仮想的な活断層について検討することとした。
 - 1) 詳細な地質調査の結果から大間崎付近にはローカルな隆起は認められないが、広域的な隆起の中に、「相対的に隆起が速い領域」を設定する。
 - 2) 「相対的に隆起が速い領域」が敷地に近いことから、この領域を対象に、隆起の起因となる活断層を、「相対的に隆起が速い領域」付近の唯一の活断層であるF-14断層を地表付近の痕跡と見なして、仮想的に想定する。
 - 3) 地下深部の震源断層は、地表付近の痕跡と活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないことを念頭に、地形・地質構造、更新世の地形発達過程等を総合的に検討して、F-14断層を起点とした累積的な変位を説明する仮想的な活断層として、その地下の構造(傾斜、アスペリティ)と、それを想定しうる領域を評価するとともに、地震動評価で検討する震源モデルについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理した。
- 以下では、これらの検討について示す。

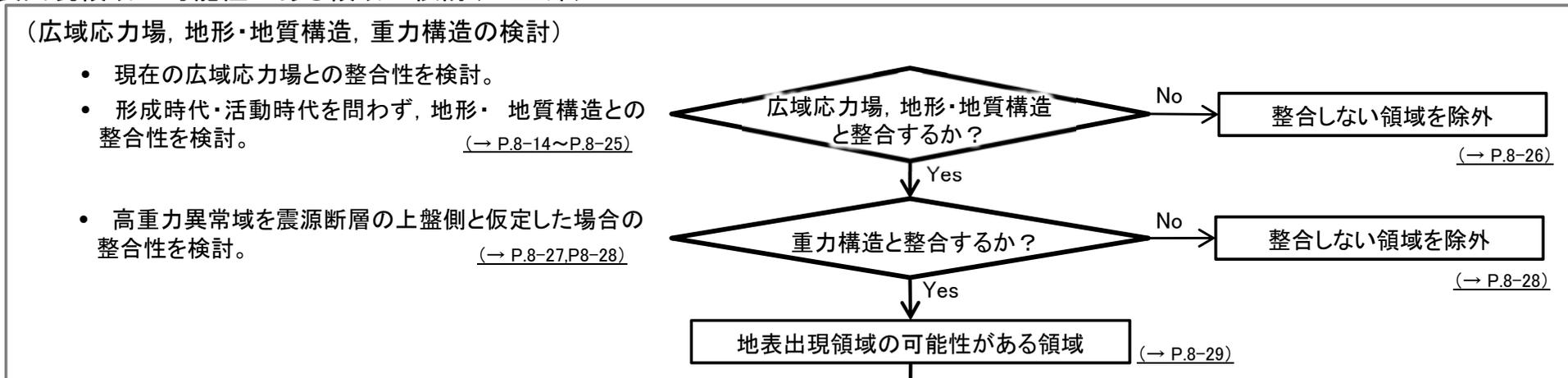
8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮(3/5)



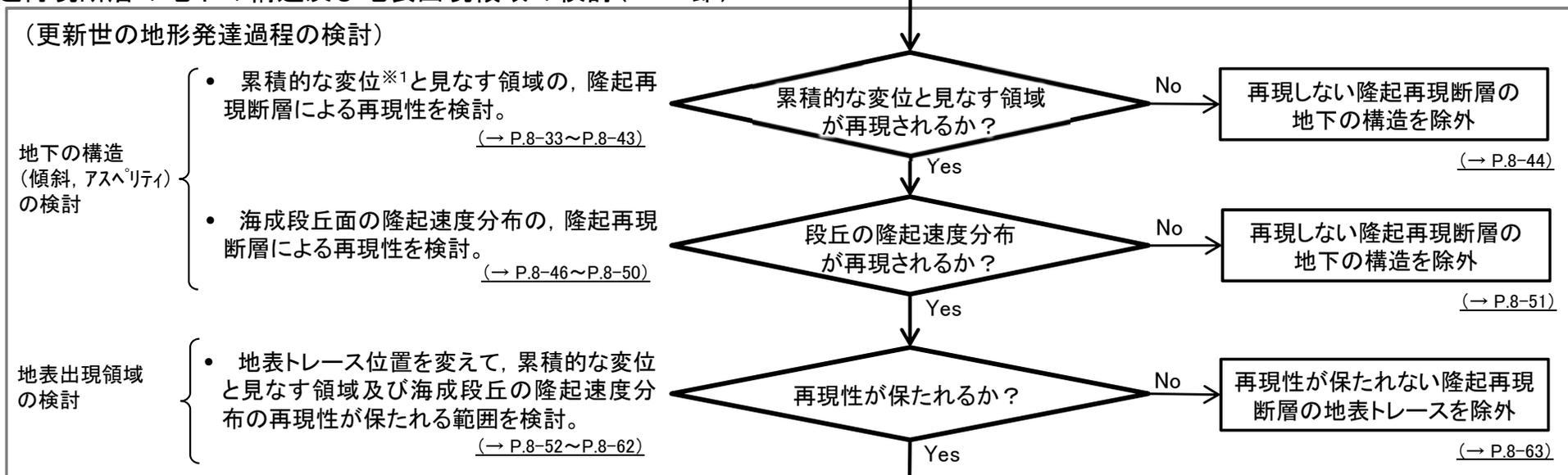
F-14断層を起点とした仮想的な断層として想定し得る領域の策定手順

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

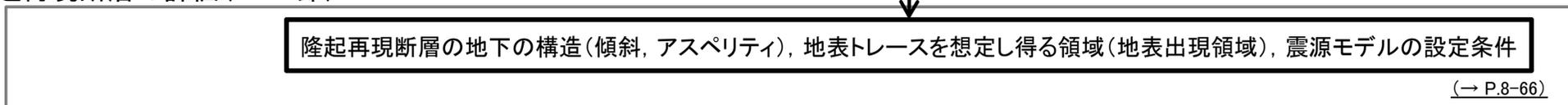
地表出現領域の可能性のある領域の検討(→8.2節)



隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討(→8.3節)



隆起再現断層の評価(→8.4節)





審査会合における指摘事項

| No. | 項目 | 指摘時期 | コメント内容 |
|-------|-----------|---------------------|--|
| S1-77 | 下北半島西部の隆起 | 第817回会合(2019.12.20) | <p>審査ガイドでは、地表付近の断層の個別の痕跡等のみにとらわれることなく、当該地域の地形発達過程および地質構造を総合的に検討して評価することが求められており、地表付近の痕跡等とその起因となる地下深部の震源断層の活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないとされている。</p> <p>このことを念頭に以下の観点等を考慮のうえ、F-14断層を起点とした仮想的な断層^{※1}として想定し得る領域^{※2}を提示し説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北日本弧は東西圧縮の応力場であること。 ・リニアメント・大間崎背斜・大間海脚の走向から、この地域の地質・地質構造は北西－南東方向が卓越していること。 ・ブーゲー重力異常に関しては、検討ケース①は調和していること。 <p>また、「仮想的な断層」という名称について、震源を特定して策定する地震動であることを念頭に再考すること。</p> |

※1 「F-14断層を起点とした隆起を再現する仮想的な断層」とし、以下文中では「隆起再現断層」という。

※2 以下文中では「地表出現領域」という。また、地表出現領域の候補として検討する領域を、以下文中では「地表出現領域の可能性のある領域」という。

各節の検討内容(1/2)

- 8.1節 隆起に関する調査結果からは、後期更新世以降に活動する地下深部の震源断層を特定することができないため、審査ガイドによる「震源として考慮する活断層」の要件に基づき、隆起再現断層による累積的な変位^{※3}と見なす領域及び隆起再現断層による地表付近の破壊^{※4}の痕跡と見なす地質構造を選定し、この条件のもとで、隆起再現断層を評価することとする。
- 8.2節 地表付近の破壊の痕跡と地下深部に想定する震源断層の活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないことを念頭に、広域応力場、地形・地質構造及び重力構造を総合的に検討し、F-14断層を起点とした隆起再現断層の根拠となり得る構造の分布領域(地表出現領域の可能性のある領域)を評価する。なお、地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造の延長部には後期更新世以降の活動が認められる地形・地質構造が分布しないため、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造を考慮するなどして、地表出現領域の可能性のある領域を評価することとする。
- 8.3節 地表出現領域の可能性のある領域において、地形・地質構造に基づく隆起再現断層案を複数想定し、それら断層による隆起シミュレーションのパラメータスタディによって、累積的な変位と見なす領域における更新世の地形発達過程が再現される隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び隆起再現断層の地表トレースを想定し得る領域(地表出現領域)を評価する。
- 8.4節 隆起再現断層について、地震動評価で検討する際の震源モデルについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

※3 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※4 「審査ガイド」2.1(5):“震源として考慮する活断層”とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位※1の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位※1と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊※2の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレス位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレスを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位^{※1}の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位^{※1}と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊^{※2}の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレス位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレスを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

8.1 隆起再現断層の根拠の検討(2/4)

コメントNo. S1-77

第817回審査会合
資料1-1P.8-3 一部修正

8-9



①累積的な変位※1の評価

隆起の分類

- 第四紀広域隆起
- 相対的に隆起が速い領域

海域地質凡例

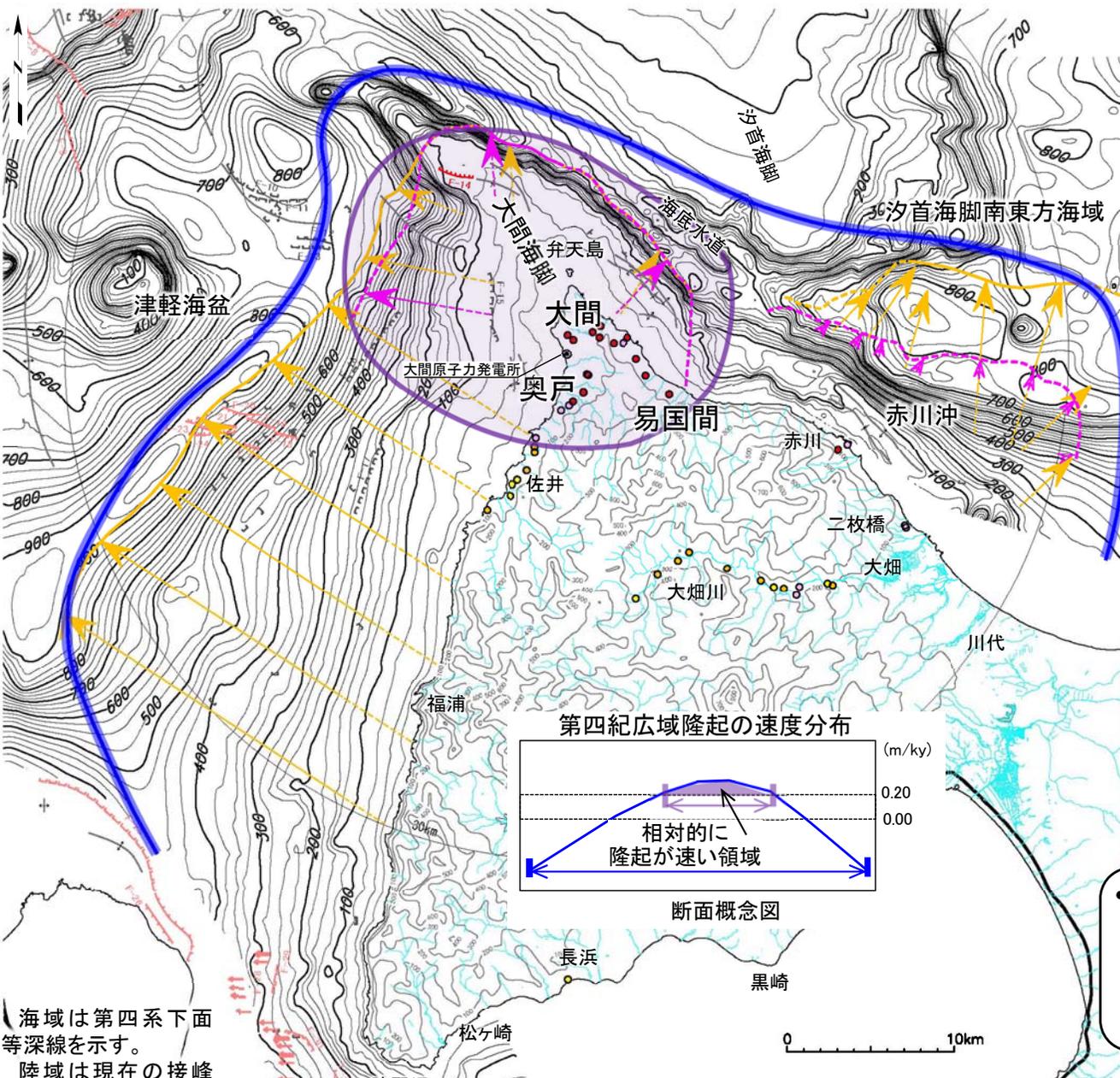
- F=3 (北) 断層 (伏在断層)
- 連続性のない断層
- F=25 (北) 震源として考慮する活断層
- 背斜軸
- 向斜軸
- 撓曲

段丘の隆起速度調査結果



第四紀の変動が認められる領域

- B₁層の傾動域(破線は推定)
- B₁層堆積時の沈降方向
(実線は確認区間, 破線は推定区間)
- B₁層の傾斜方向
(クロス不明な隆起域の境界)
- C層の傾動域(破線は推定)
- C層堆積時の沈降方向
(実線は確認区間, 破線は推定区間)

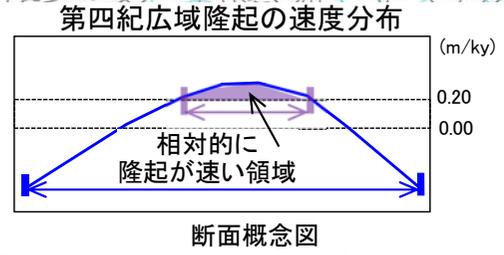


● 第四紀広域隆起は海域の沈降と陸域の隆起を包含する東西約60kmに渡る広域的で緩やかな変動であり、局所的な変位・変形及び隆起速度急変部は認められない。

● 東北地方で相対的に隆起の遅い火山フロント前弧側における隆起速度が0.15~0.20m/kyである※2ことから、これを超える領域を、陸域において隆起が速い領域とする。

● 陸域において隆起が速い領域と海域のB₁層に傾動が判読される領域との連続性が良いため、これらを包含する領域を、第四紀広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」とする。

● 「相対的に隆起が速い領域」が敷地に近いため、この領域を、隆起再現断層による累積的な変位※1が生じる領域と見なし、この領域を説明する仮想的な隆起再現断層を、震源として考慮する活断層として想定し、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の対象として耐震設計上の保守性を考慮するものとする。



海域は第四系下面等深線を示す。
陸域は現在の接峰面等高線を示す。

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)「顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。」

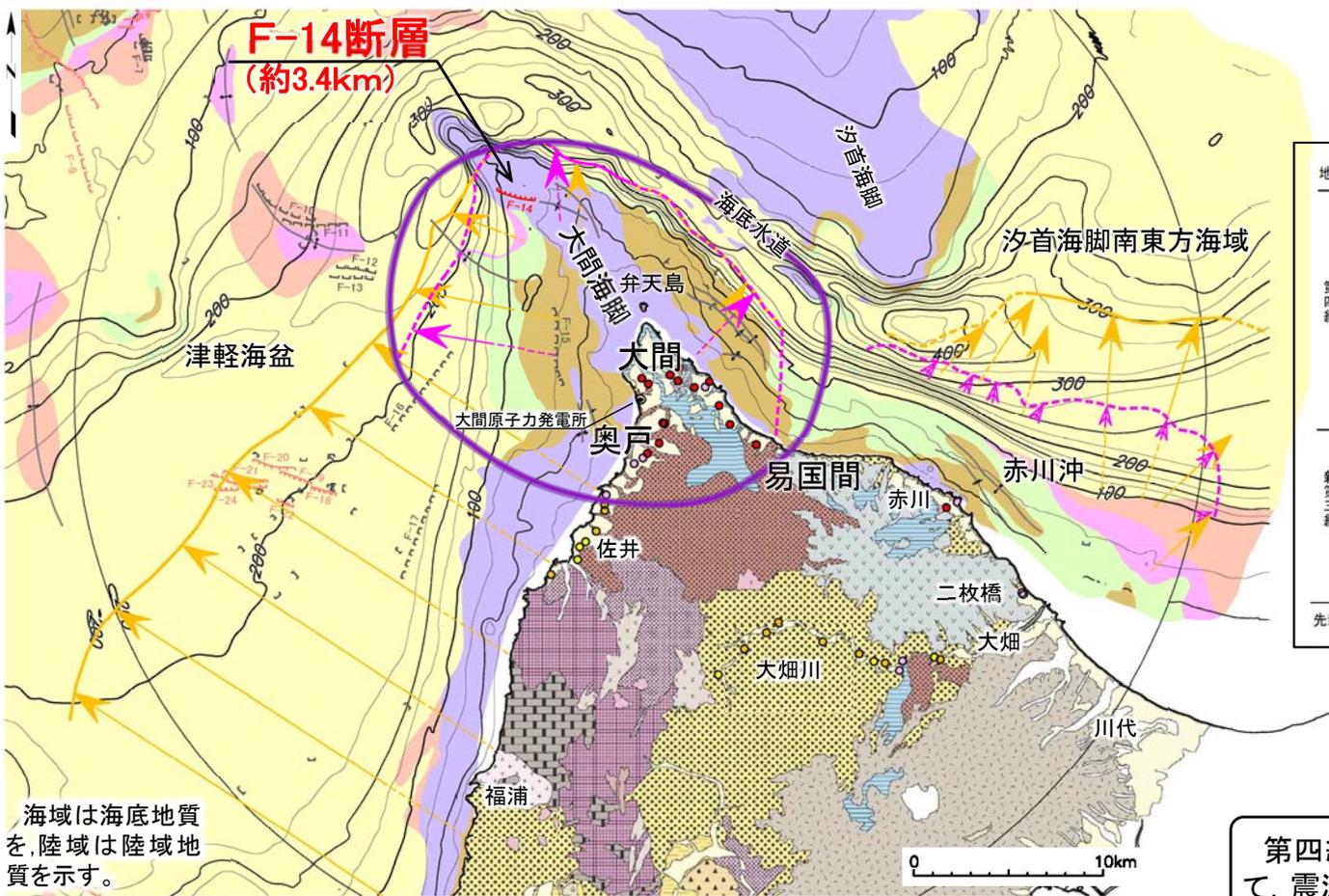
※2 第579回審査会合資料1-1-1「6.4.1 東北地方の隆起速度」を参照。(本編資料P.8-12参照)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討(3/4)

コメントNo. S1-77

第817回審査会合
資料1-1P.8-4 一部修正

②地表付近の破壊※1の痕跡の評価



隆起の分類
 相対的に隆起が速い領域

陸域地質凡例

| 地質時代 | 地層名 | 記号 |
|------------|----------|--------|
| 完新世 | 礫堆積物 | △ dt △ |
| | 沖積層 | a |
| 第四紀 更新世 | 段丘堆積物 | tr |
| | 燧岳火山噴出物 | ▽ Hv ▽ |
| | 恐山火山噴出物 | ◁ Ov ▷ |
| | 於法岳火山噴出物 | ▲ Dv ▲ |
| 更新世・鮮新世 | 野平層 | ■ N8 ■ |
| | 大畑層 | ■ O1 ■ |
| 新第三紀 | 易国間層 | ■ YK ■ |
| | 大間層 | ■ Om ■ |
| | 松川層 | ■ M ■ |
| 先新第三紀 | 長浜層 | ■ LN ■ |

海域地質凡例

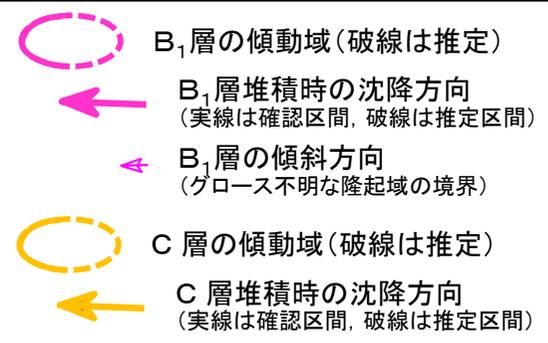
| 地質時代 | 敷地面層 | 記号 |
|-------|------------------|--------------------|
| 完新世 | A層 | ■ A ■ |
| | B ₁ 層 | ■ B ₁ ■ |
| | B ₂ 層 | ■ B ₂ ■ |
| 更新世 | 中期 | ■ B ₃ ■ |
| | 前期 | ■ C層 ■ |
| 鮮新世 | D層 | ■ D ■ |
| | 中新世 | E層 | ■ E ■ |
| 先新第三紀 | | |

海域は海底地質を、陸域は陸域地質を示す。

段丘の隆起速度調査結果



海域の隆起調査結果

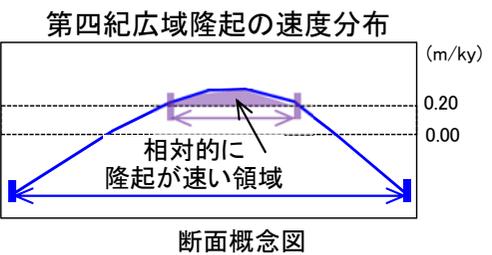
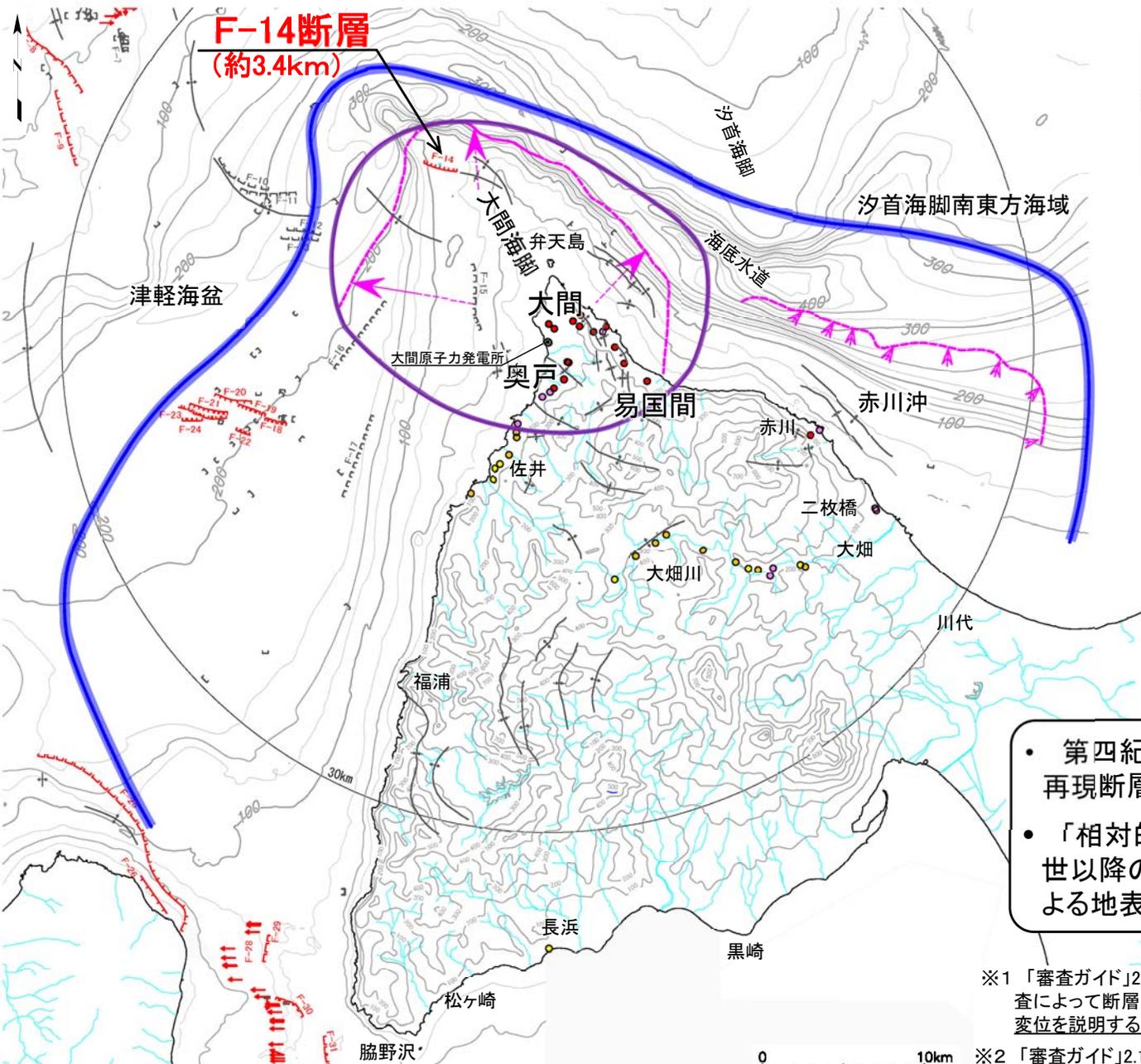


第四紀広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」付近において、震源として考慮する活断層は、F-14断層が唯一認められる。

F-14断層が、仮想的な隆起再現断層による地表付近の破壊※1の痕跡であると仮定し、「相対的に隆起が速い領域」を説明する仮想的な隆起再現断層を想定するものとする。

※1 「審査ガイド」2.1(5):“震源として考慮する活断層”とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

まとめ



- 第四紀広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」を、隆起再現断層による累積的な変位※1が生じる領域と見なす。
- 「相対的に隆起が速い領域」の境界付近に分布し、後期更新世以降の活動が否定されない「F-14断層」を、隆起再現断層による地表付近の破壊※2の痕跡と見なす。

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)「顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。」

※2 「審査ガイド」2.1(5)：“震源として考慮する活断層”とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”



海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

東北地方の隆起速度 : まとめ

文献調査により、東北地方の隆起速度として以下の値が得られた。

- 下北半島東部 : MIS5e海成段丘の旧汀線により,
0.09~0.25m/ky
MIS5e海成段丘の旧汀線標高の最大値は,
27.0~28.5 m
- 奥羽脊梁山地東縁(胆沢川) : TT値により,
0.15~0.19±0.07m/ky
- 奥羽脊梁山地東縁(磐井川) : TT値により,
0.15~0.18 m/ky



- 文献調査により得られた隆起速度は、おおむね 0.15~0.2m/kyであり、これらは全て火山フロント前弧側に形成された低地あるいは台地の隆起速度である。
- 一方、下北半島西部を含む火山フロントに沿う背弧側には奥羽脊梁山地が形成されており、前弧側に比べて、より大きな隆起速度を示すと予想される。

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位※1の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位※1と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊※2の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレス位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレスを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

(→ P.8-68,69)

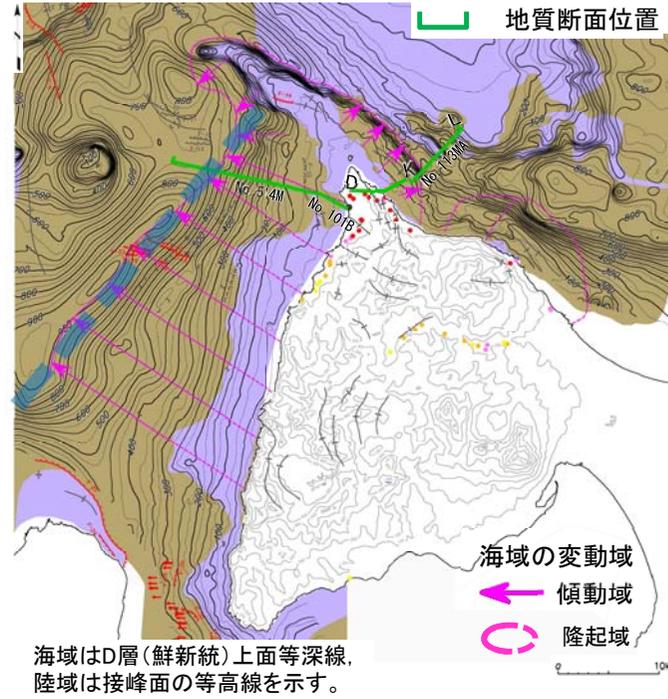
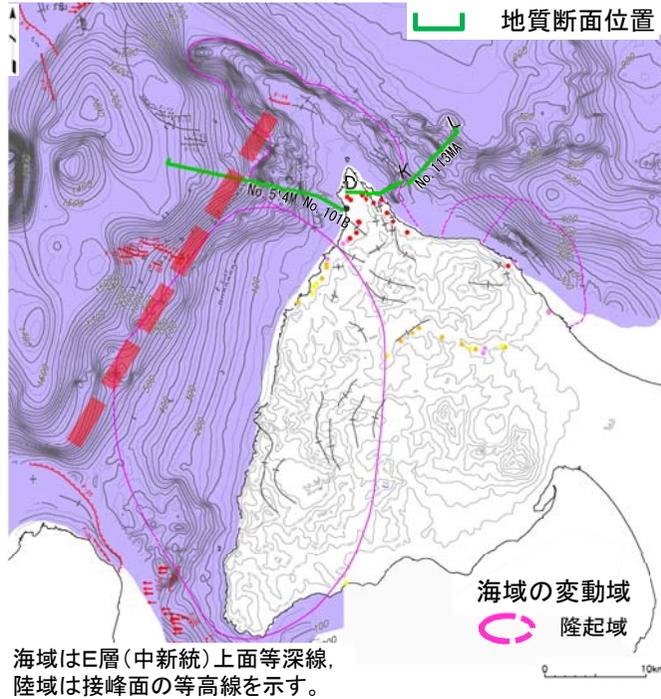
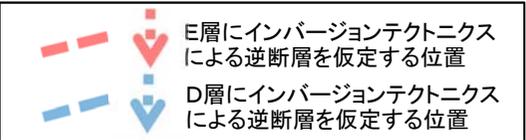
※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”



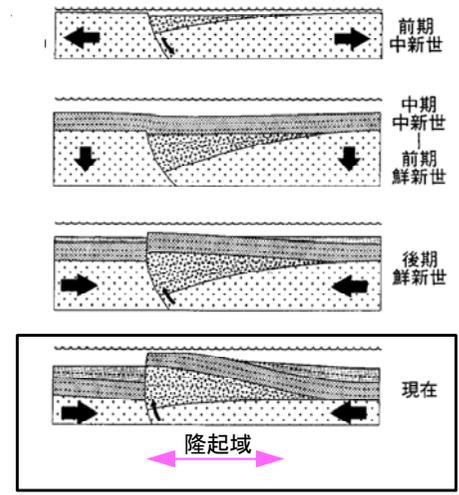
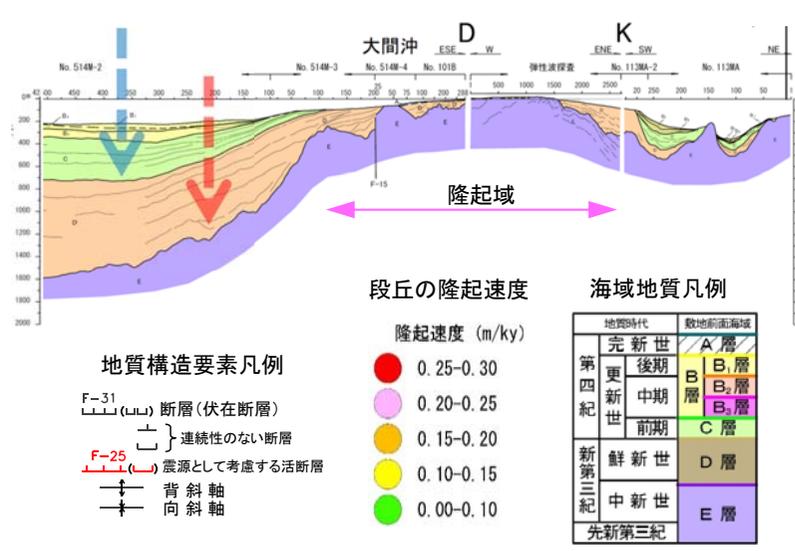
広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価：インバージョンテクトニクス



(平面図)

- インバージョンテクトニクスとは、中新世のリフト期に活動したN-S走向の正断層が、更新世以降のE-W圧縮場への変化に応じて、逆断層として再活動しているもの。
 - したがって、インバージョンテクトニクスが生じているならば、更新世までに堆積した中新統、鮮新統には、逆断層運動による明瞭な変位・変形が生じることとなる。
 - そこで、海域の中新統(E層)及び鮮新統(D層)の等深線図により、インバージョンテクトニクスにより形成された変位・変形を判読する。
- ↓
- E層及びD層の等深線図には断層を示唆する変位・変形が認められないため、NE-SW走向の傾斜不連続部にインバージョンテクトニクスによる逆断層を仮定し、妥当性を評価する。



インバージョンテクトニクスによる逆断層の模式図 (岡村ほか(1992)¹⁾に左右反転し加筆)

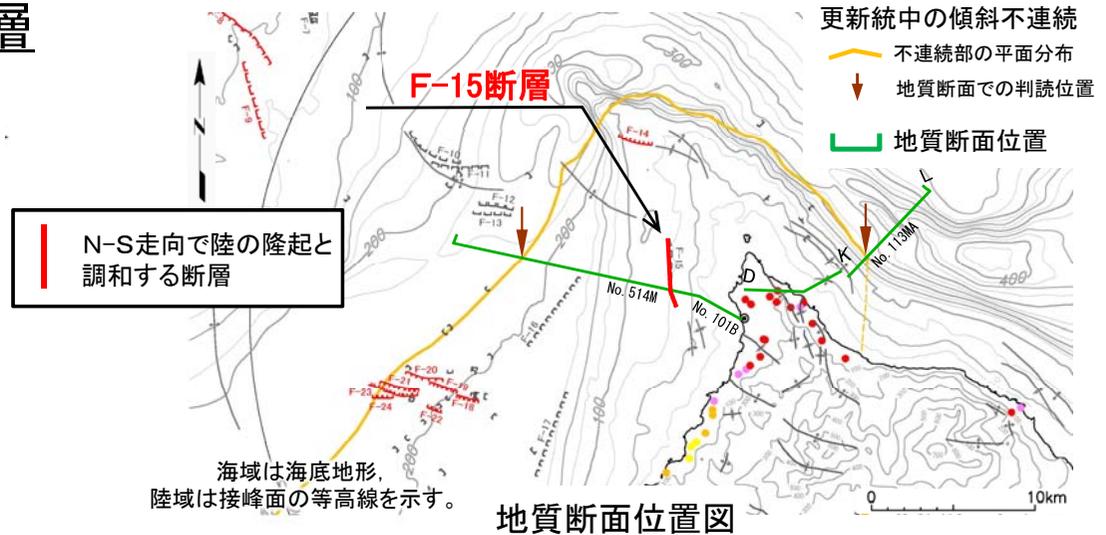
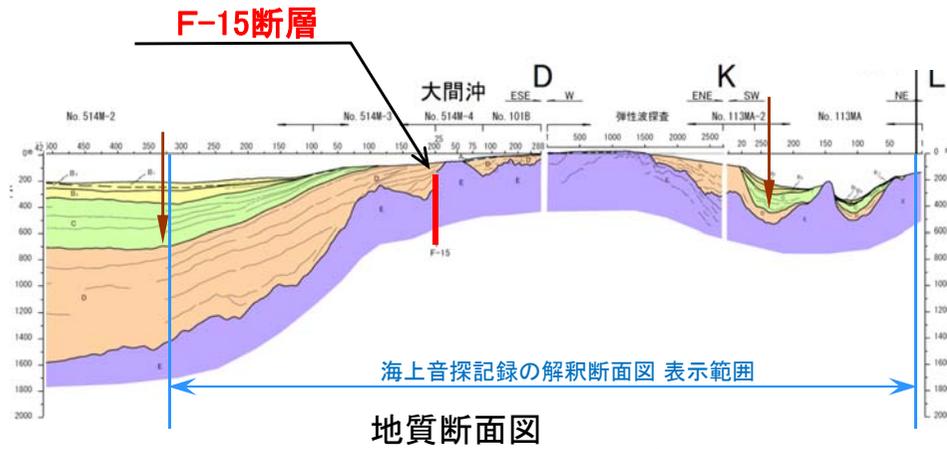
(断面図)

- 海上音波探査による地質断面図のとおり、断層を仮定する傾斜不連続部において、E層及びD層に逆断層運動を示唆する変位は認められない。
 - インバージョン逆断層に特徴的な、隆起域に厚い堆積層が分布する傾向は認められない。
 - 西側海岸には、これら傾斜不連続部と平行に海成段丘面が分布しており、海成段丘面の隆起が逆断層運動によってもたらされているのであれば、それらの隆起速度は等しくなるはずであるが、実態は海岸線方向に変化しており、矛盾している。
- ↓
- インバージョンテクトニクスによる逆断層は想定できない。



広域応力場の検討

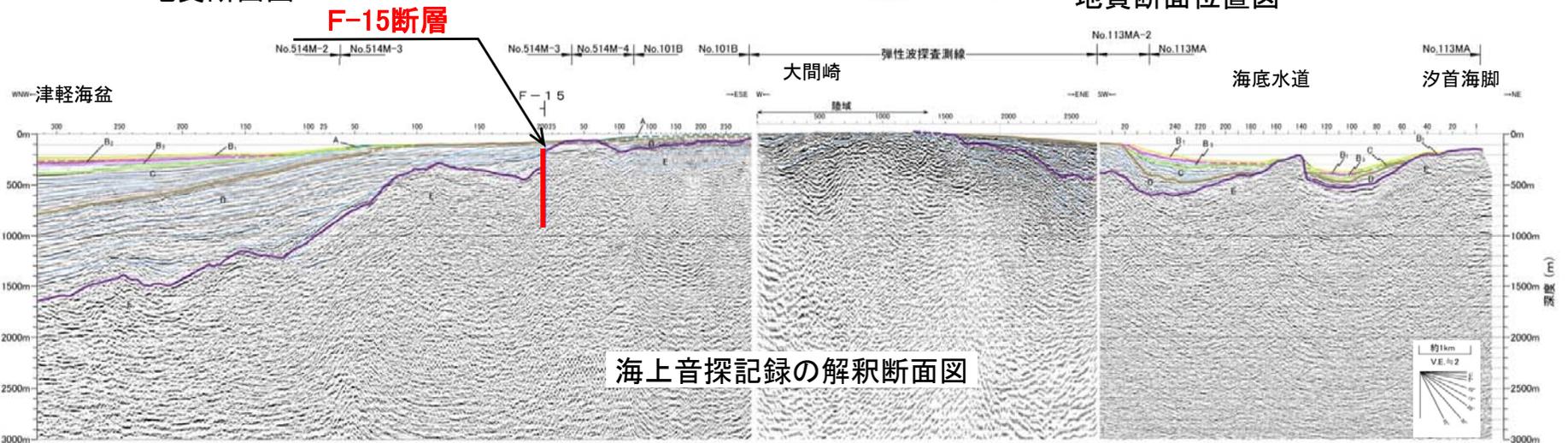
③応力場と整合する断層の評価：F-15断層



海域地質凡例

| 地質時代 | 数地前産層域 |
|--------|--------|
| 第四紀 | 完新世 A層 |
| 更新世 | 後期 B層 |
| 中期 B層 | |
| 前期 B層 | |
| 新第三紀 | 鮮新世 D層 |
| 中新世 E層 | |
| 先新第三紀 | |

深度は、水中および堆積層中の音波伝播速度を1500m/secと仮定して計算した。



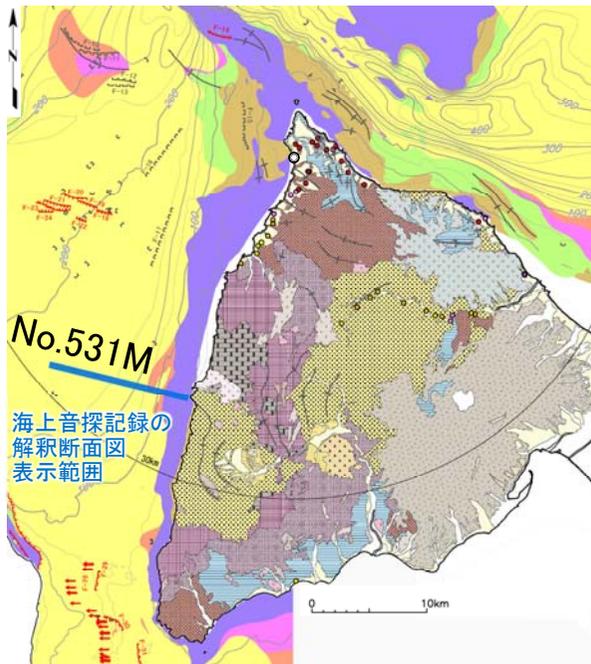
- 西側海域北部において、N-S走向で陸側隆起の断層は、F-15断層が唯一認められる。
- F-15断層は鮮新世で活動を終えている。

- F-15断層はほぼ鉛直の断層であり、東西圧縮場において陸域の隆起を生じない。
- F-15断層の走向はF-14断層と90°以上ずれており、断層のステップを考慮しても一連の構造とは考え難く、隆起再現断層の地表出現領域には適さない。
- F-15断層は、広域応力場と整合的なN-S走向の隆起再現断層とはならない。



広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価：下北海岸断層



No.531M
海上音探記録の
解釈断面図
表示範囲

陸域地質凡例

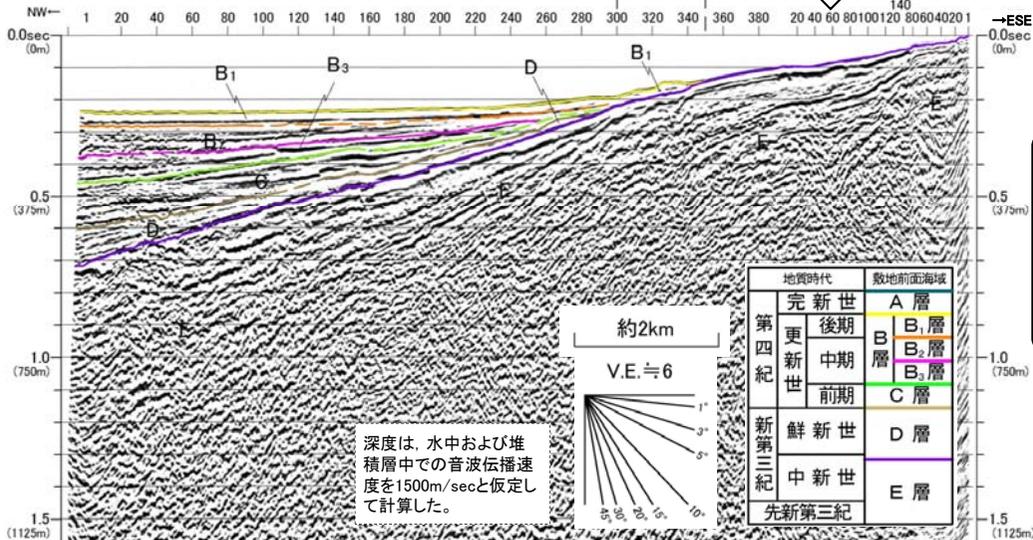
| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 地質時代 | 地層名 | 記号 |
|---------|----------|------|------|-------|------|
| 完新世 | 礫堆積物 | △dt△ | 貫入岩 | 玄武岩 | ×ba× |
| | 沖積層 | a | | 安山岩 | ×an× |
| 第四紀 | 段丘堆積物 | tr | | デイサイト | ×da× |
| 更新世 | 燧岳火山噴出物 | ▽Hv▽ | | 流紋岩 | ×rh× |
| 更新世 | 恐山火山噴出物 | △Ov△ | | 石英斑岩 | +ap+ |
| 更新世・鮮新世 | 於法岳火山噴出物 | △Dv△ | | 石英閃緑岩 | +qd+ |
| | 野平層 | △NB△ | | | |
| 更新世・鮮新世 | 大畑層 | △OH△ | | | |
| 新第三紀 | 易国間層 | △E△ | | | |
| | 大間層 | △Om△ | | | |
| 中新世 | 桧川層 | △H△ | | | |
| | 金八沢層 | △K△ | | | |
| 先新第三紀 | 長浜層 | △L△ | | | |

海域地質凡例

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

上村(1975)²⁾により
図示された断層位置

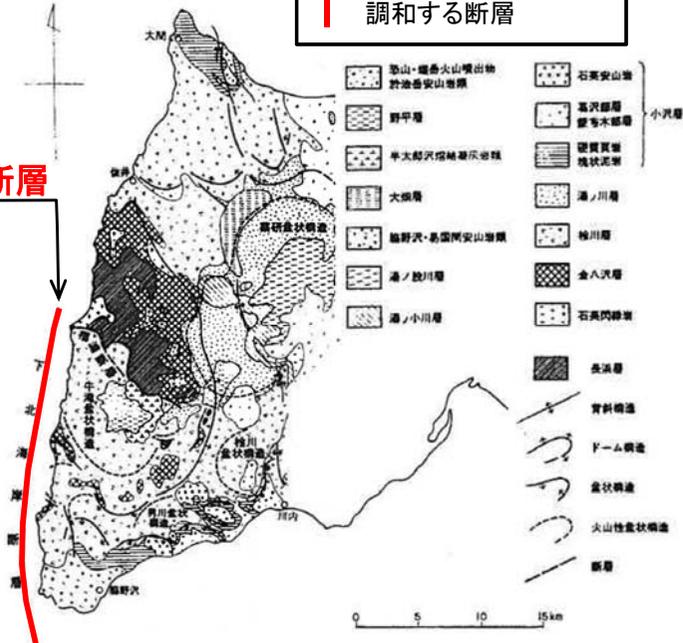
No. 531M
[電源開発㈱エアガン]
[マイグレーション]



深度は、水中および堆積層中の音波伝播速度を1500m/secと仮定して計算した。



下北海岸断層



N-S走向で陸の隆起と調和する断層

上村(1975)²⁾により図示された断層※1

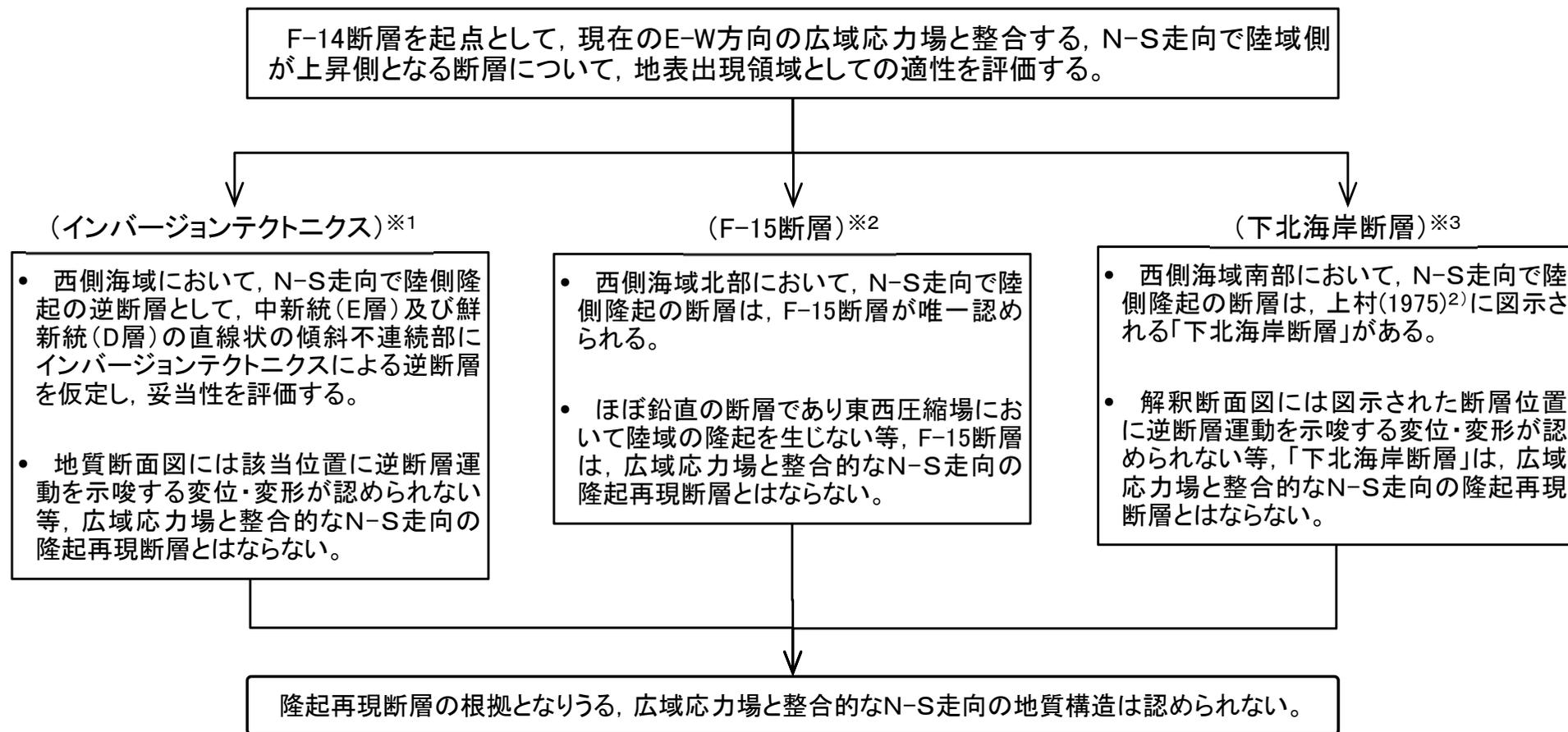
西側海域南部において、N-S走向で陸側隆起の断層は、上村(1975)²⁾に図示される「下北海岸断層」がある。

- 海上音波探査による解釈断面図のとおり、図示された断層位置において、E層に逆断層運動を示唆する変位・変形は認められない※1。
- 隆起域から離れており、仮に活動があっても隆起を再現できない。
- 「下北海岸断層」の走向はF-14断層と90°以上ずれており、断層のステップを考慮しても一連の構造とは考え難く、隆起再現断層の地表出現領域には適さない。
- 「下北海岸断層」は、広域応力場と整合的なN-S走向の隆起再現断層とはならない。

※1 第579回審査会合資料1-1-2「1.5 敷地前面海域の文献断層」(P.97~P.145) 参照

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価：まとめ



現在のE-W方向の広域応力場と整合するN-S走向で陸域側が上昇側となる断層には、隆起再現断層としての適性が認められない。そのため、広域応力場からは、隆起再現断層の地表出現領域を特定することはできない。

※1 本編資料「8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討」(P.8-15) 参照
 ※2 本編資料「8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討」(P.8-16) 参照
 ※3 本編資料「8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討」(P.8-17) 参照



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位※1の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位※1と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊※2の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレース位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレースを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

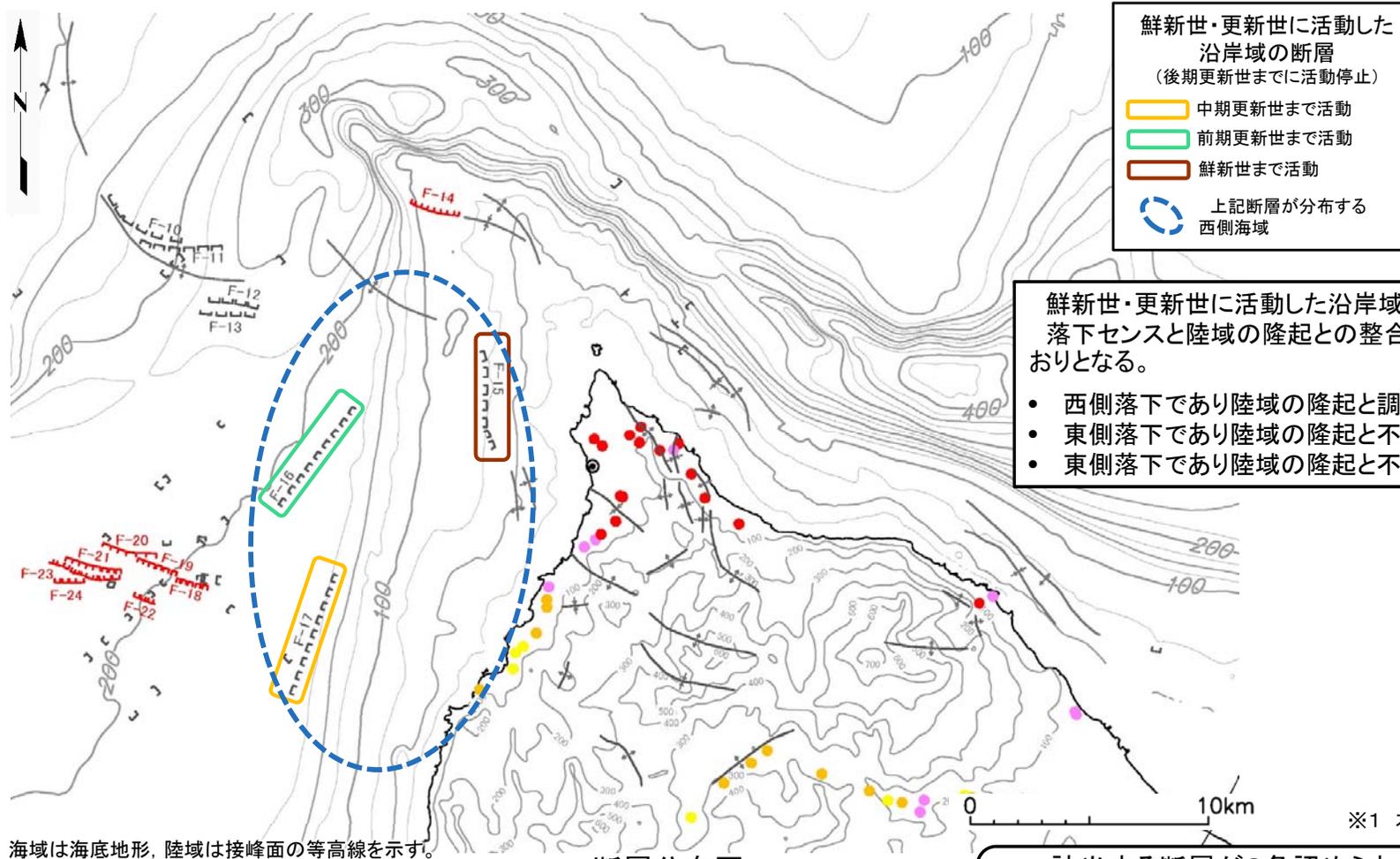
(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価



鮮新世・更新世に活動した沿岸域の断層が3条認められる※1。
 落下センスと陸域の隆起との整合性、F-14断層との走向のずれは以下のとおりとなる。

- 西側落下であり陸域の隆起と調和的、F-15断層: 走向に90°以上のずれ
- 東側落下であり陸域の隆起と不調和、F-16断層: 走向に90°以上のずれ
- 東側落下であり陸域の隆起と不調和、F-17断層: 走向に90°以上のずれ

海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

断層分布図

※1 本編資料「1.4.3 海域の活断層(概要)」(P.1-45) 参照

| 地質構造要素凡例 | 段丘の隆起速度調査結果 |
|-----------------------|-------------|
| F-31 (U) 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 (L) 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 |

鮮新世及び更新世に活動が及ぶ沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

• 該当する断層が3条認められる※1ものの、これら断層の走向はF-14断層と90°以上ずれており、断層のステップを考慮しても一連の構造とは考え難く、更に、これらのうちF-16断層及びF-17断層は、陸域の隆起と落下センスが不調和である。これらの断層が分布する西側海域は、隆起再現断層の地表出現領域には適さないと判断される。

• なお、これら3条の断層はいずれも後期更新世以降の活動はなく、沿岸海域においてN-S系の断層は全て後期更新世以降の活動がないことを確認している。※1

地形・地質構造の検討

⑤更新統中の断層類似事象の評価(陸域)

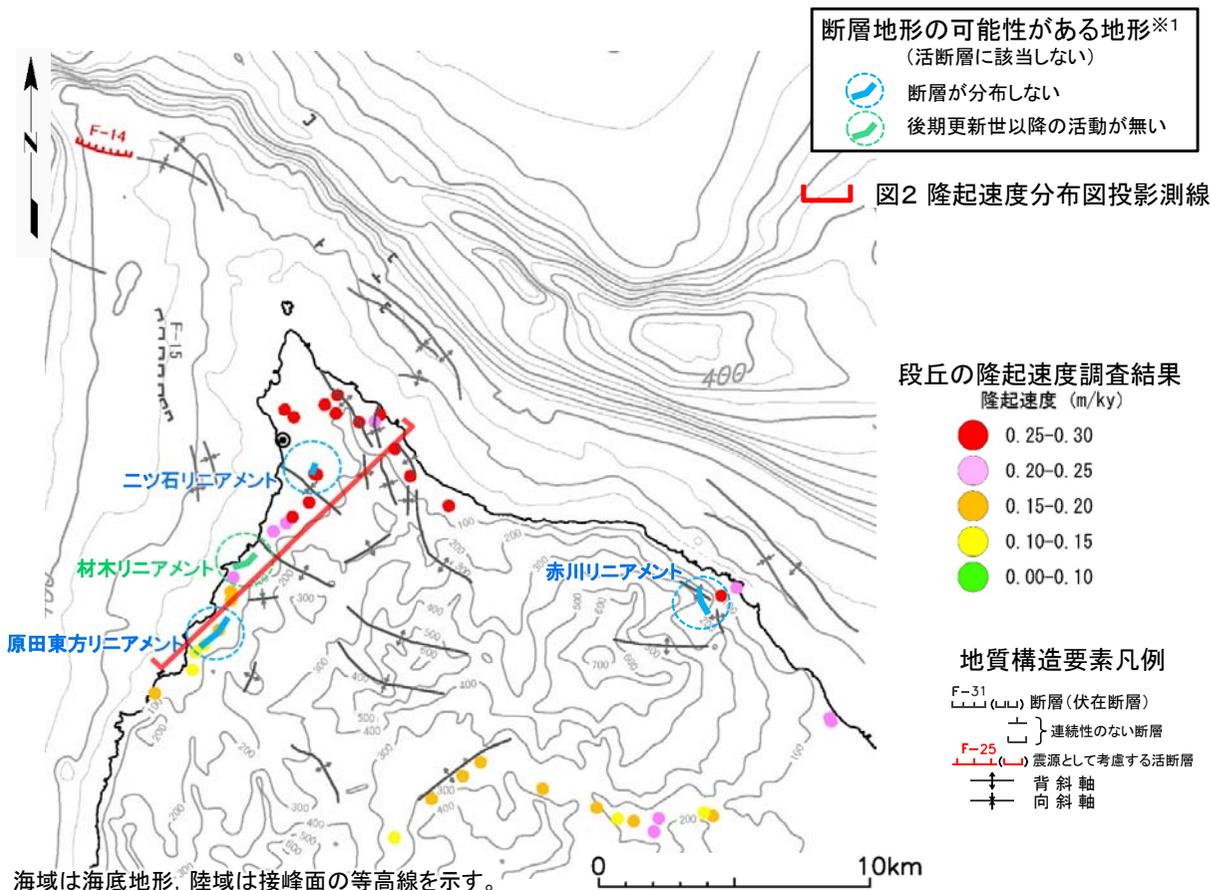


図1 断層地形の可能性のある地形分布図※1

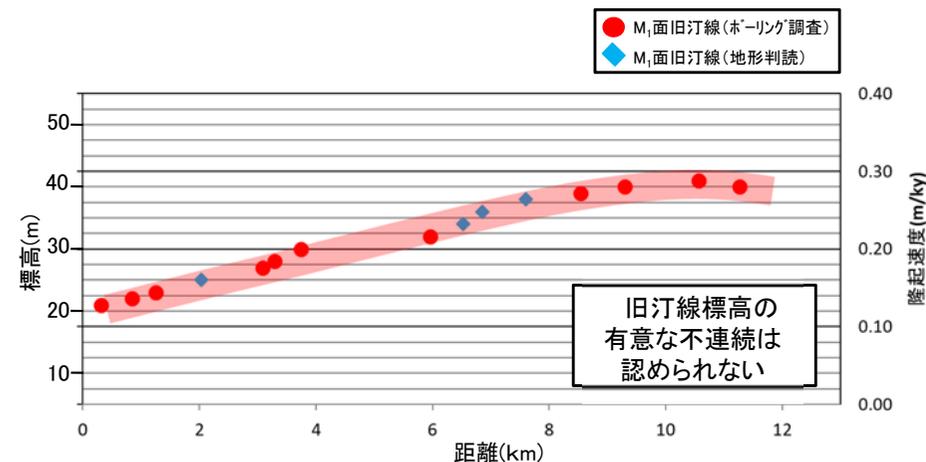


図2 隆起速度分布図(M₁面旧汀線標高※2による)

※1 本編資料「1.4.2 陸域の活断層(概要)」(P.1-38) 参照

※2 第732回審査会合資料2-2「7.3 旧汀線の調査」(P.7-30~P.7-48) 参照

陸域における更新世の活動を示唆する、

- 断層地形の可能性のある地形(図1)
- 海成段丘面の隆起速度(図2)

の分布に基づいて、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

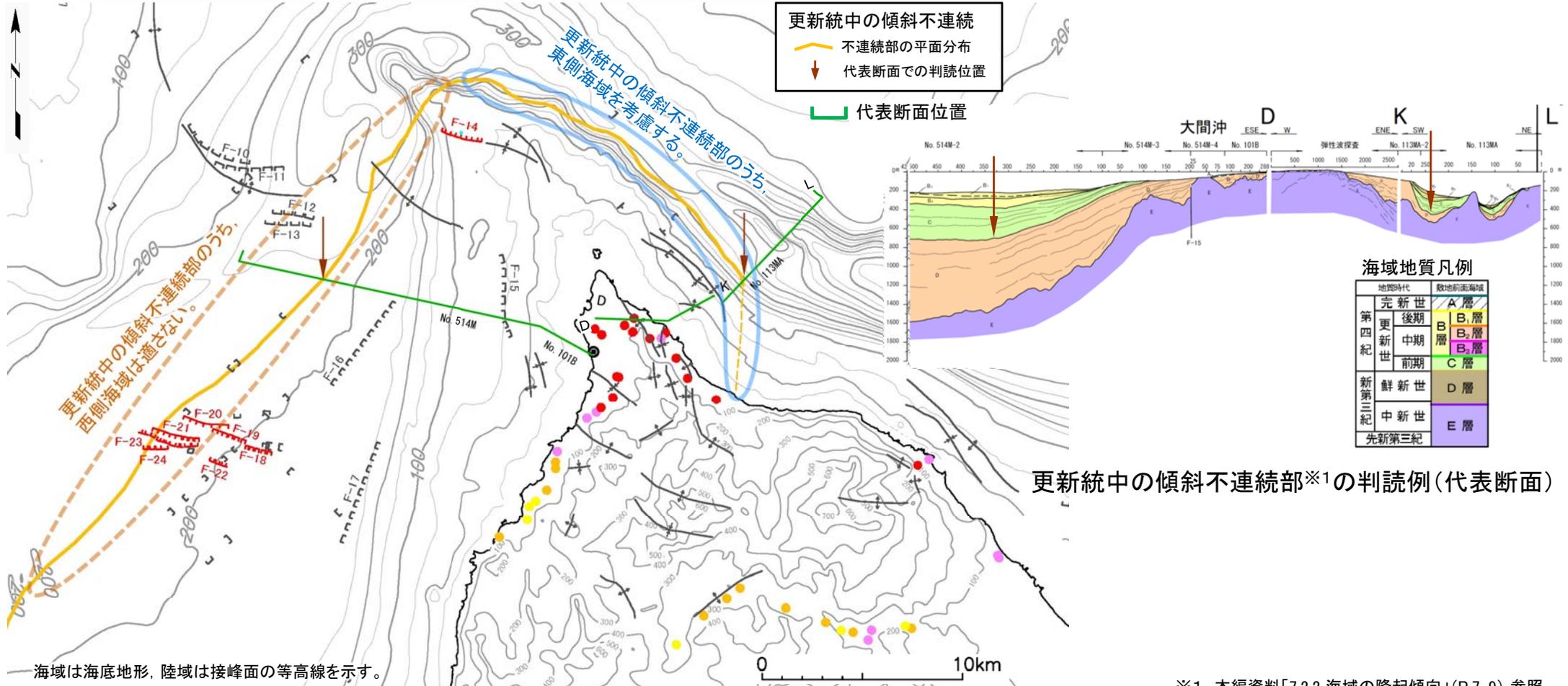


図1) 断層地形の可能性のある地形は3条あるものの、いずれも隆起の中心付近に分布し隆起域の再現が不可能であり、かつF-14断層の走向と大きく異なるため、隆起再現断層の根拠には適さないと判断される。

図2) 海成段丘面の隆起速度分布には、震源断層の上盤側(隆起側)と下盤側(沈降側)との境界となるような有意な隆起速度不連続は認められず、隆起再現断層の根拠には適さない。

地形・地質構造の検討

⑤更新統中の断層類似事象の評価 (海域)



更新統中の傾斜不連続部※1の平面分布



海域における更新世の活動を示唆する、「更新統中の傾斜不連続部※1」の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

- 西側海域での傾斜不連続部の走向は、F-14断層の走向と90°以上ずれており、断層のステップを考慮しても一連の構造とは考え難く、隆起再現断層の根拠には適さない。
- 東側海域での傾斜不連続部は、F-14断層の位置・走向と調和的であり、F-14断層を起点とした隆起再現断層の根拠の候補とする。

※1 本編資料「7.2.2 海域の隆起傾向」(P.7-9) 参照

地形・地質構造の検討

⑥中新統中の断層の評価

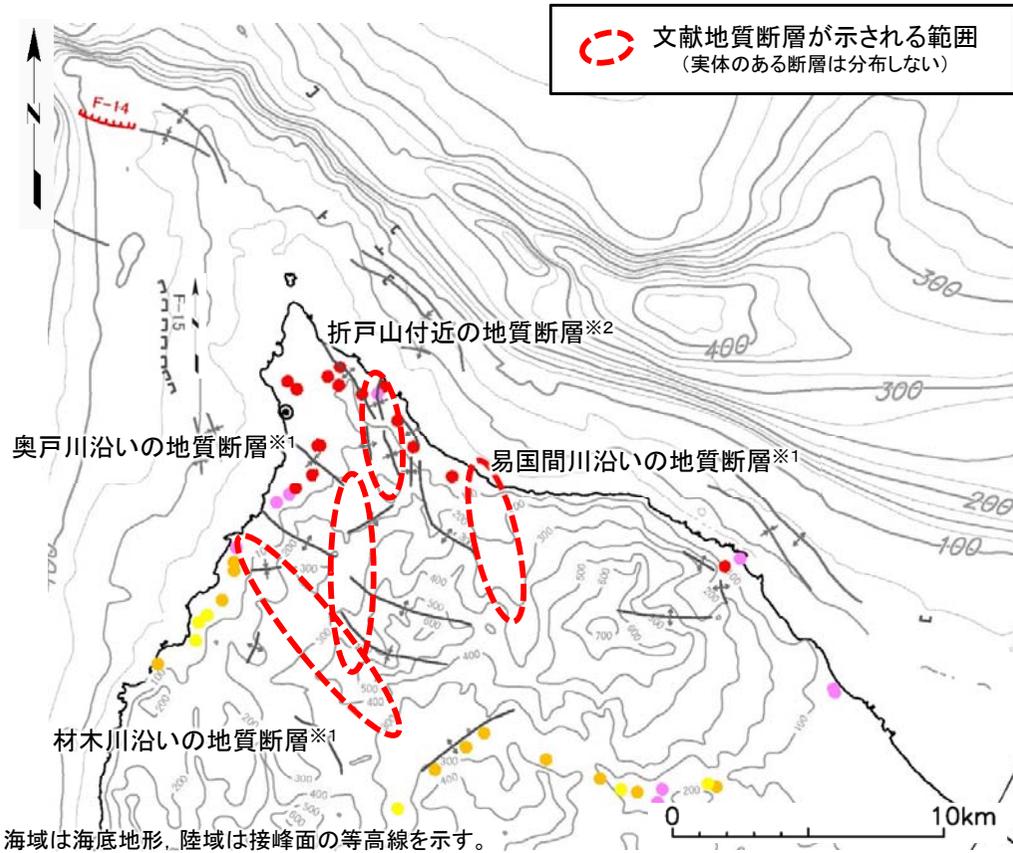


図1 文献による地質断層の位置図

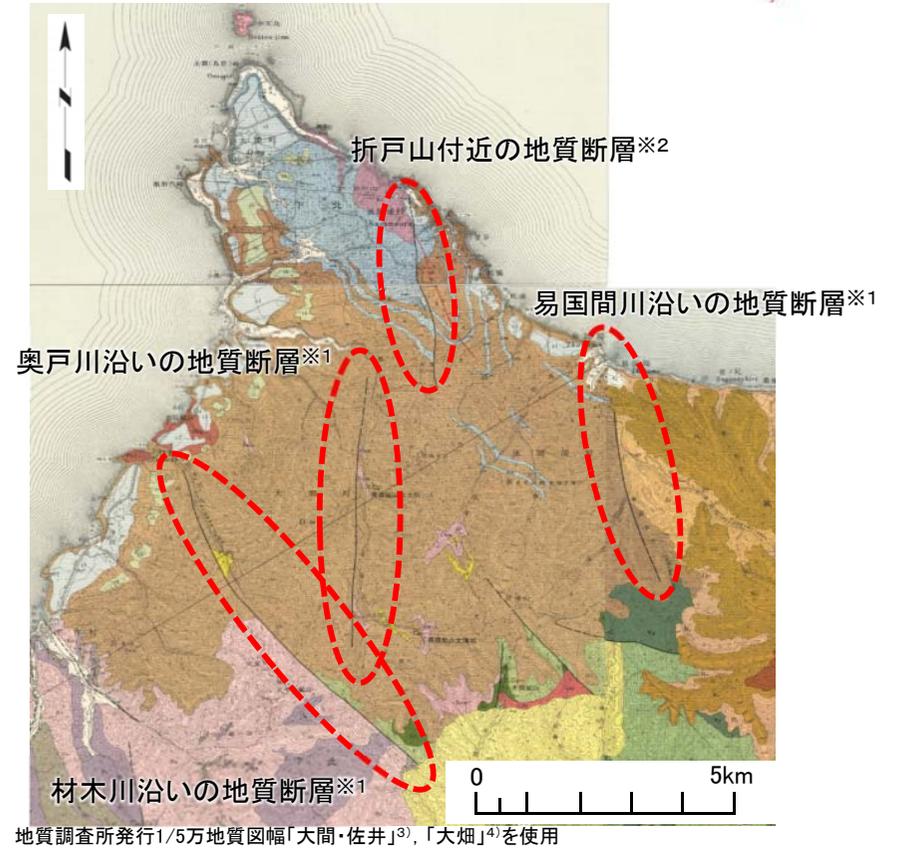


図2 文献による地質図

※1 第579回審査会合資料1-1-2「1.3 文献地質断層」(P.35~P.88) 参照

※2 第732回審査会合資料1-1-2「1.1.1 折戸山付近の文献地質断層」(P.1-2~P.18) 参照

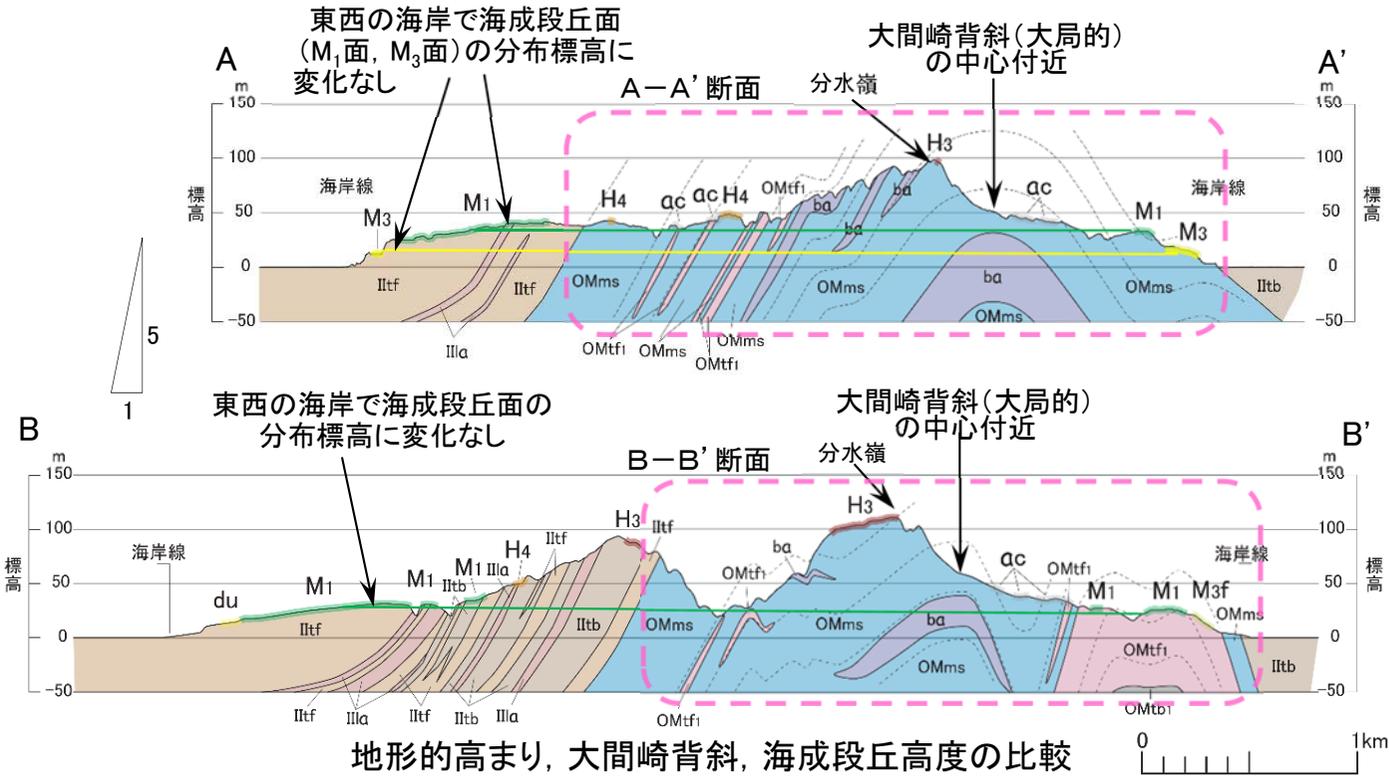
陸域の中新統中に示される文献地質断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

- 既往文献では、中新統の分布域に比較的規模の大きなN-S走向及びNW-SE走向の地質断層が4条示されるものの、いずれも隆起の中心付近に分布し隆起域の再現が不可能であり、かつF-14断層の走向と大きく異なるため、隆起再現断層の根拠には適さない。
- なお、これらの断層はいずれも地表踏査によって実態のある断層が分布しないことを確認している。
 - ✓ 易国間川沿いの文献地質断層、奥戸川沿いの文献地質断層及び材木川沿いの文献地質断層は、連続露頭により断層が存在しないことを確認している。※1
 - ✓ 折戸山付近の文献地質断層は、文献が示す断層位置の複数地点での露頭観察により、整合的な地層境界であることを確認している。※2

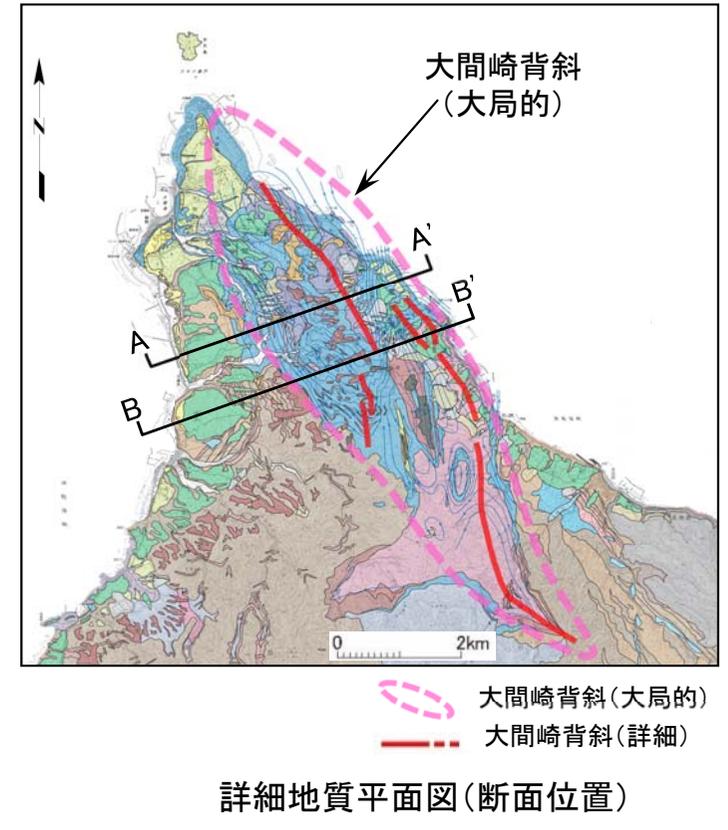
8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討(11/16)

地形・地質構造の検討

⑦中新統中の断層類似事象の評価(陸域)



地形的高まり, 大間崎背斜, 海成段丘高度の比較



詳細地質平面図(断面位置)

| | | | | |
|-----|---------|-----|---------------|-------|
| 更新世 | 沖積錐 | ac | 安山岩溶岩 | Illa |
| | 砂丘砂層 | du | 安山岩質凝灰角礫岩 | Iltb |
| 中新世 | M3f面堆積物 | M3f | 火山礫凝灰岩, 軽石凝灰岩 | Iltf |
| | M3面堆積物 | M3 | 泥岩, 頁岩 | OMms |
| | M1面堆積物 | M1 | デイサイト質軽石凝灰岩 | OMtfl |
| | H4面堆積物 | H4 | 玄武岩 | ba |
| | H3面堆積物 | H3 | | |

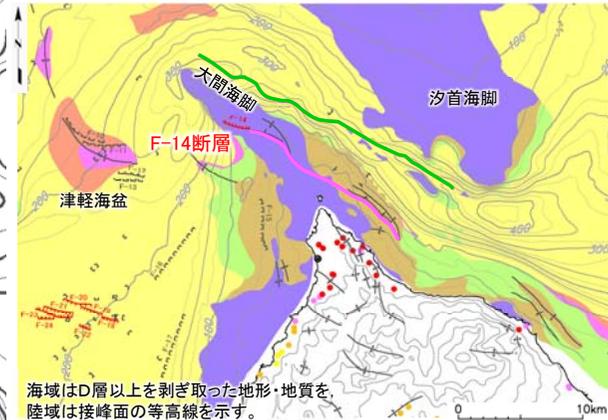
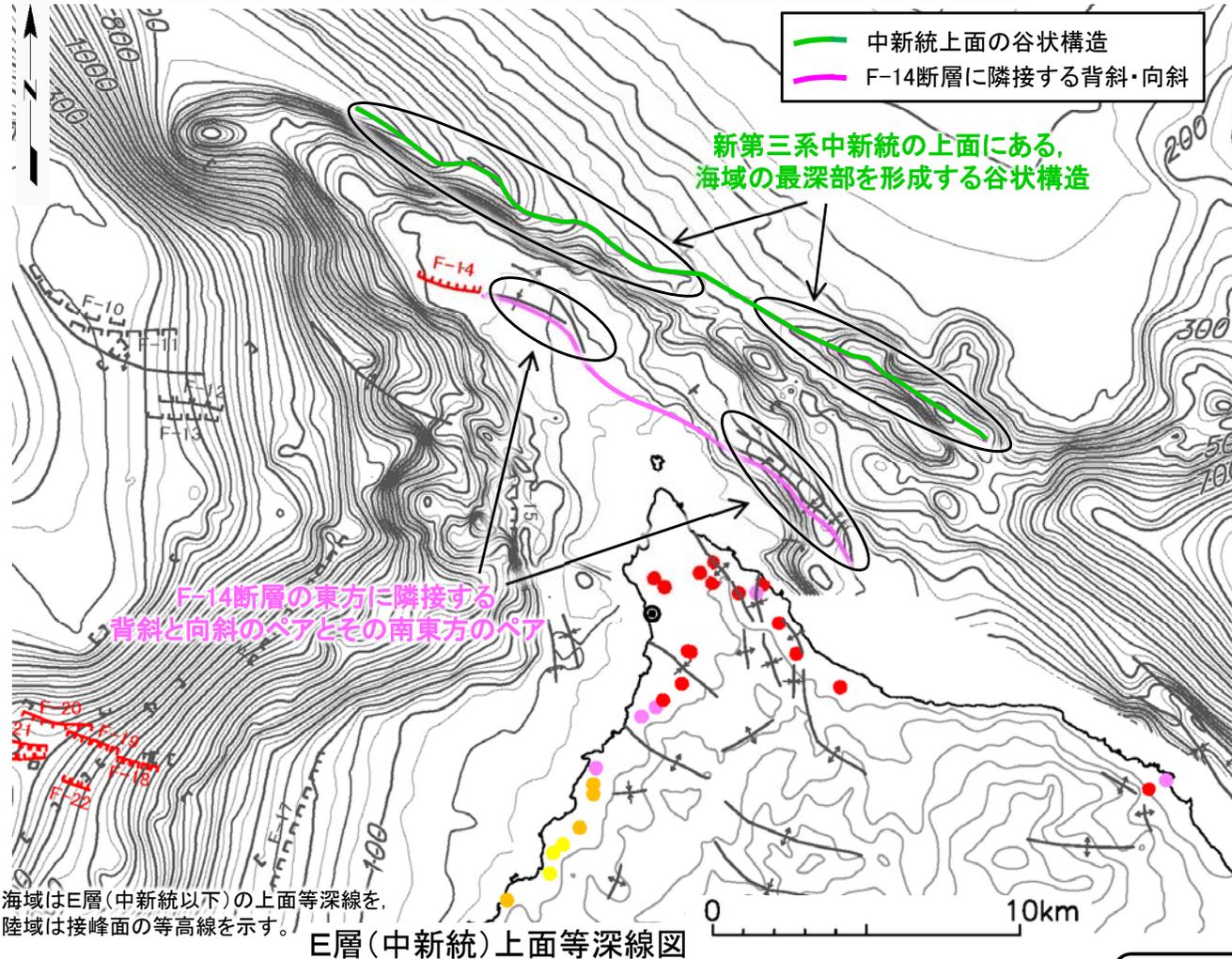
※1 補足説明資料「1.中新世背斜・向斜」(P.8) 参照
※2 補足説明資料「1.中新世背斜・向斜」(P.17) 参照

陸域の中新統中に認められる「大間崎付近の複背斜構造(大間崎背斜)」の分布範囲について, 隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

- 大間崎背斜は, 中新統の分布域に認められる比較的規模の大きな複背斜構造であるものの, 隆起の中心付近に分布し隆起域の再現が不可能であり, かつF-14断層の走向と大きく異なるため, 隆起再現断層の根拠には適さない。
- なお, 大間崎背斜には少なくとも後期更新世以降の活動がないことを確認している。
 - ✓ 断面図に示すとおり, 中位海成段丘面(M₁面, M₃面)の分布標高において, 大間崎背斜の変形領域内と変形領域外との間に, 有意な高度差が認められない。
 - ✓ 大間崎背斜の波長は短く, 海岸隆起の長い波長とは大きく異なっている。※1
 - ✓ 大間崎背斜付近の河谷の発達において, 大間崎背斜が後期更新世以降に活動した場合の規制が認められない。※2

地形・地質構造の検討

⑦中新統中の断層類似事象の評価 (海域)



地質平面図



D層以上を剥ぎ取った地質平面図

海域地質凡例

| 地質時代 | 数地前海面 |
|--------|--------|
| 第四紀 | 完新世 A層 |
| | 後期 B層 |
| | 中期 B層 |
| 新第三紀 | 前期 C層 |
| | 鮮新世 D層 |
| 中新世 E層 | |
| 先新第三紀 | |

地質構造要素凡例

- F-31 (U) 断層(伏在断層)
- (U) 連続性のない断層
- F-25 (L) 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

地質構造要素凡例 段丘の隆起速度調査結果

- F-31 (U) 断層(伏在断層)
- (U) 連続性のない断層
- F-25 (L) 震源として考慮する活断層
- ⇄ 背斜軸
- ⇆ 向斜軸
- 0.25-0.30
- 0.20-0.25
- 0.15-0.20
- 0.10-0.15
- 0.00-0.10

海域の中新統中に認められる、

- 1) 中新統上面の谷状構造
- 2) F-14断層に隣接する背斜・向斜の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

- 1) 中新統上面等高線図には、海域の最深部を形成する谷状構造が認められ、その走向はF-14断層の走向と調和的であり、F-14断層を起点とした隆起再現断層の根拠の候補となりうる。
- 2) F-14断層の東側に隣接して、F-14断層の走向とおおむね等しい方向に延びる背斜と向斜のペアが分布しており、同様の背斜と向斜のペアは、南東方向にも認められる。この構造をつなぐ走向はF-14断層の走向と調和的であり、F-14断層を起点とした隆起再現断層の根拠の候補となりうる。

地形・地質構造及び広域応力場の検討

③～⑦の統合化

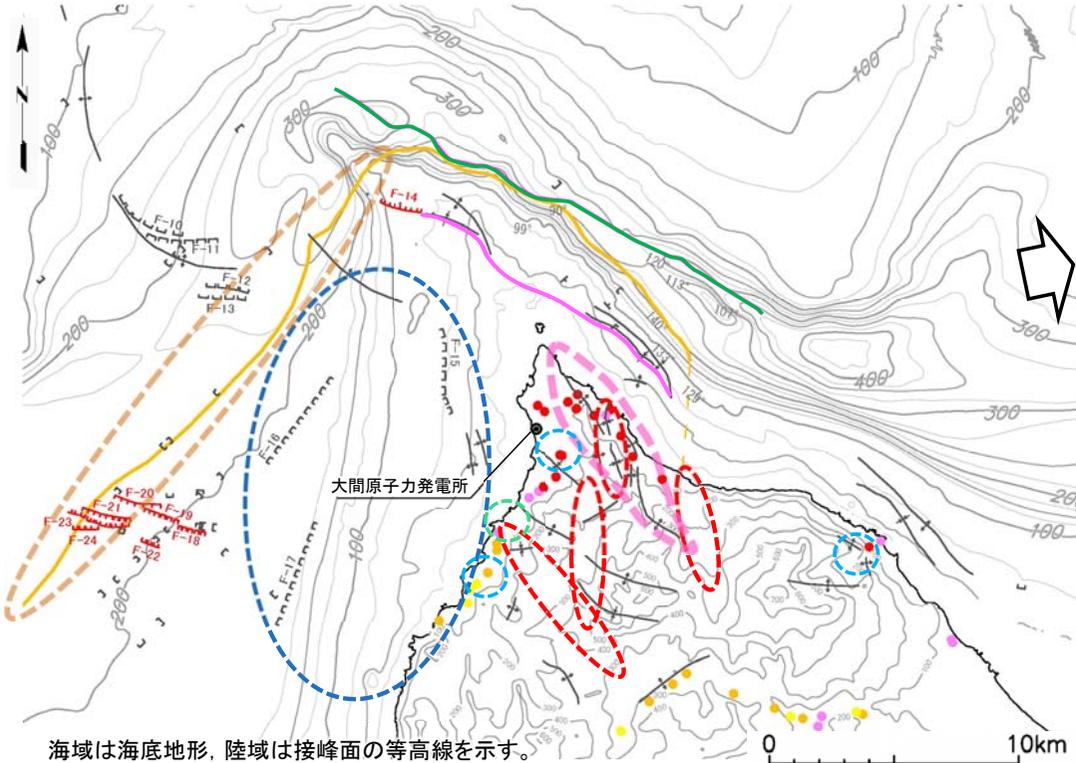


図1 地表出現領域の検討に供した地形・地質構造の分布図

隆起傾向又はF-14断層と不調和な地形・地質構造

- 鮮新世・更新世に活動した断層が分布する範囲 (後期更新世までに活動停止)
- 断層地形の可能性のある地形 (断層がない又は後期更新世以降の活動がない)
- 更新統中の傾斜不連続部のうち、想定領域に適さない区間
- 文献地質断層が示される範囲 (実体のある断層が分布しない)
- 大間崎背斜 (後期更新世以降の活動がない)

隆起再現断層の根拠とする地形・地質構造

- 更新統中の傾斜不連続部
- 中新統上面の谷状構造
- F-14断層に隣接する背斜・向斜

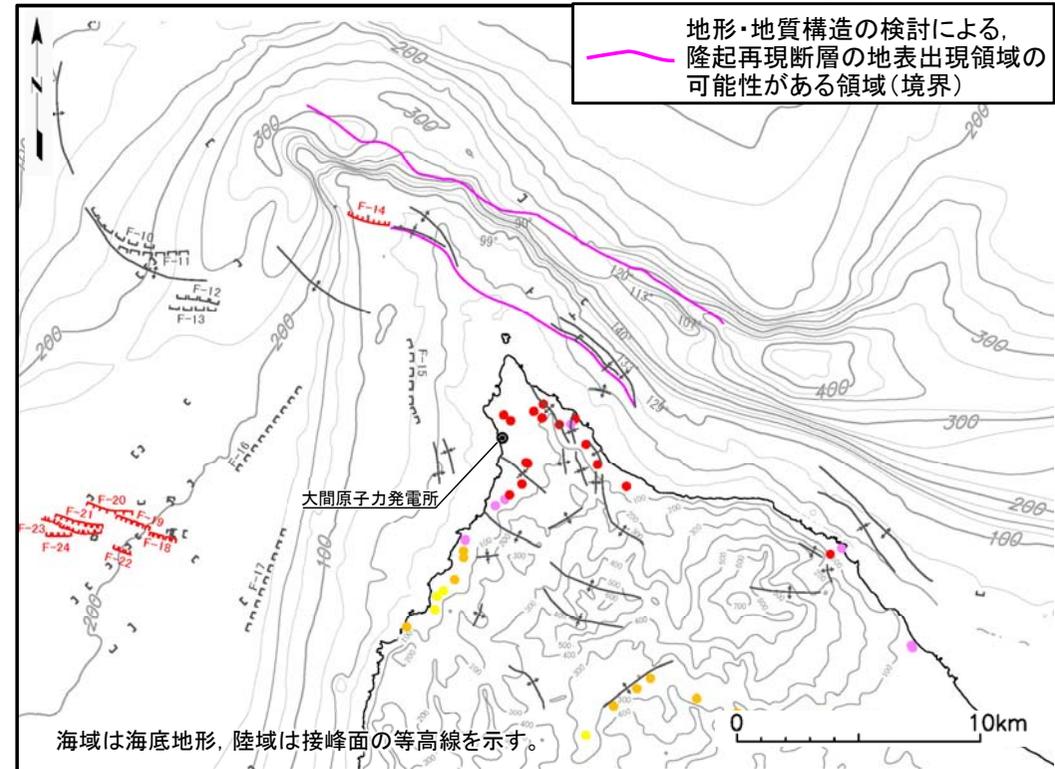


図2 地質構造に基づく地表出現領域の可能性のある領域

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

- 隆起再現断層の地表出現領域の可能性のある領域を定めるため、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造を排除せず、それぞれの隆起再現断層の根拠としての適性を評価した。(図1)
- 下北半島西部の隆起傾向やF-14断層と非調和な地形・地質構造を除くと、隆起再現断層の根拠となるのは、④更新統中の断層類似事象である「更新統中の傾斜不連続部の東側」、⑥中新統中の断層類似事象である「中新統上面の谷状構造」及び「F-14断層に隣接する背斜・向斜」となる。これらを包含する領域を、地形・地質構造の検討による隆起再現断層の地表出現領域の可能性のある領域とする。(図2)



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位※1の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位※1と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊※2の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレス位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレスを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

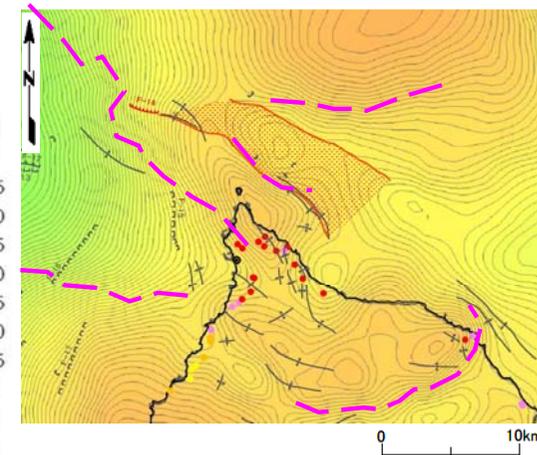
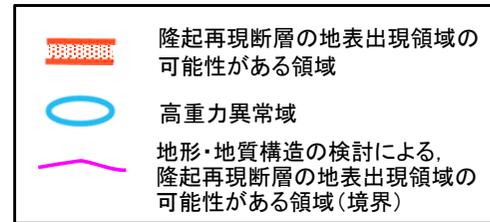
(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

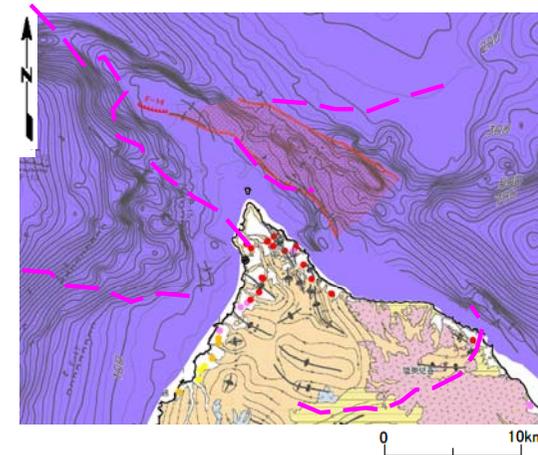
※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

重力構造との整合性の検討

⑧ ブーゲー重力異常の評価



ブーゲー重力異常図
(産総研(2013) 5) グリッドデータ, 補正密度: 2.3g/cm³,
解析グリッド間隔: 250m, コンタ間隔: 1mGal)



D層以上を剥ぎ取った地質図
水平一次微分の頂部と鉛直一次微分のゼロコンタが重なる位置*1
(断層など地質構造の境界が示唆される重力急変部)

| 地質構造要素凡例 | 段丘の隆起速度調査結果 |
|---------------------|-------------|
| F-31 (UU) 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 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 |

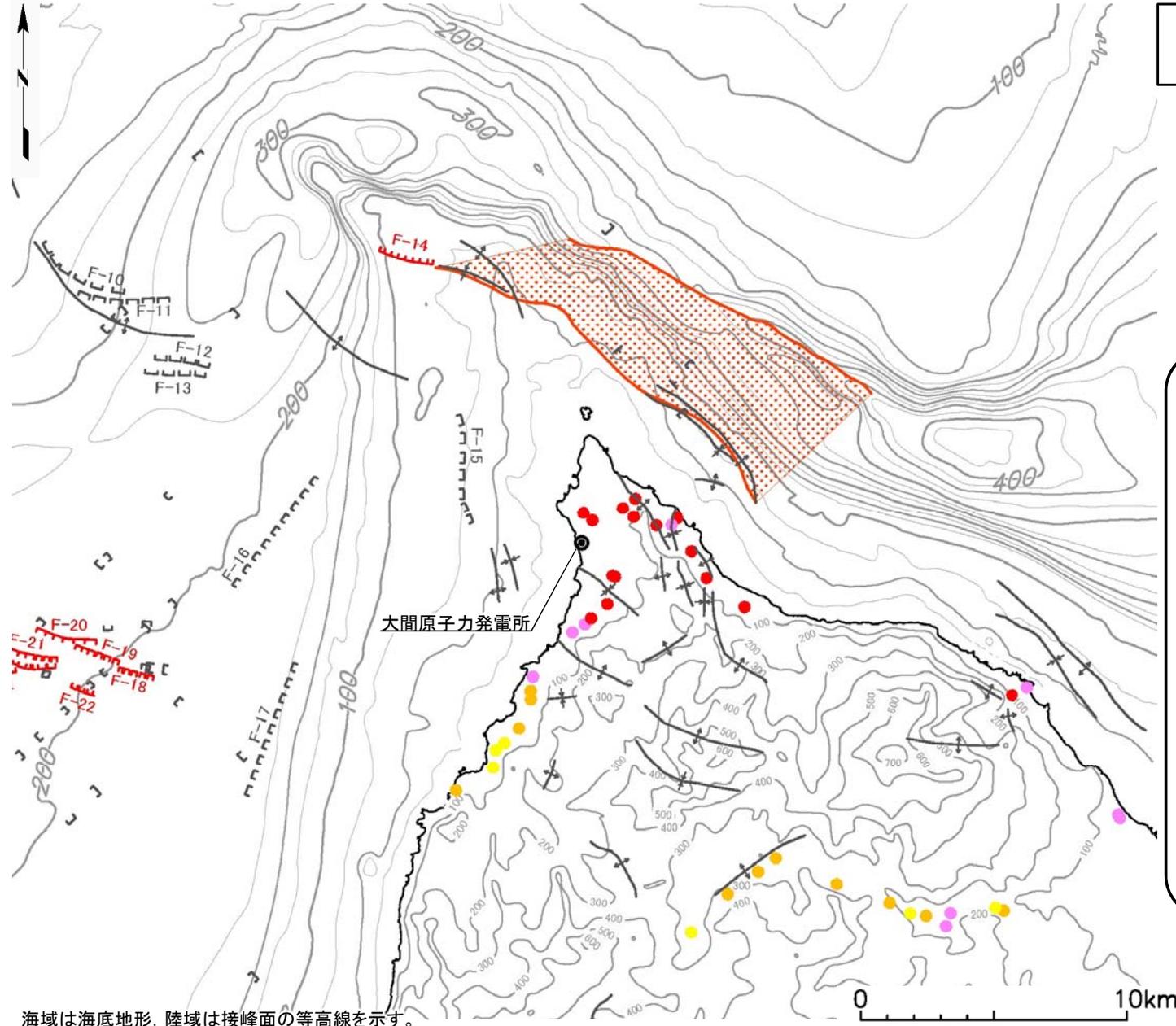
地形・地質構造の検討により抽出された地表出現領域の可能性のある領域について、重力構造との整合性を評価する。

- 南側境界は、大間崎付近の高重力異常域*1を、隆起再現断層の上盤側が高重力異常として現れているものと仮定し、重力急変部(水平一次微分の頂部と鉛直一次微分のゼロコンタが重なる位置)に掛らない様子を除外し、地表出現領域の可能性のある領域を補正する。
- 北側境界は、重力構造の谷が明瞭な区間に合わせて地表出現領域の可能性のある領域を補正する。
- なお、大間崎付近の高重力異常域は深部に続くものではなく、深度5km以浅の地質構造を反映するものであることを確認している*1。

*1 第579回審査会合資料1-1-2「2.1 重力構造の詳細検討」(P.287) 参照



まとめ



隆起再現断層の地表出現領域の可能性のある領域

地質構造要素凡例

- F-31 (山) 断層 (伏在断層)
- ┌┐ } 連続性のない断層
- F-25 (山) 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」を隆起再現断層による地表付近の破壊※1の痕跡と見なし、隆起再現断層の地表出現領域の可能性のある領域を評価した。
- 現在のE-W方向の広域応力場と整合するN-S走向で陸域側が上昇側となる断層には、隆起再現断層としての適性が認められないため、広域応力場からは、隆起再現断層の地表出現領域を特定することはできない。
- F-14断層の東方延長部には、後期更新世以降の活動が認められる地形・地質構造が分布しないため、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造及びその地質構造を反映した重力構造を総合的に検討し、「更新統中の傾斜不連続部」、「中新統上面の谷状構造」及び「F-14断層に隣接する背斜・向斜」によって、隆起再現断層の地表出現領域の可能性のある領域を評価した。

海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

※1 「審査ガイド」2.1(5):「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。」

(余白)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

更新世の地形発達過程の検討

方針

隆起再現断層の「地表出現領域の可能性のある領域」は、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造及びその地質構造を反映した重力構造によって設定されており、後期更新世以降の地殻変動を反映した現在の地形発達過程を考慮したものではない。

従って、F-14断層を起点として地表出現領域の可能性のある領域に地表トレースを持つのみでは、後期更新世以降の地殻変動により形成された累積的な変位^{※1}を説明する適切な隆起再現断層にはならない。

一方、後期更新世以降の地殻変動により形成された累積的な変位は、更新世の地形発達過程として、陸域においては海成段丘面の隆起速度分布^{※2}として定量的に把握され、また海域においては上部更新統の傾動構造^{※3}により変動傾向が把握されている。その結果、地殻を断切る震源断層によって生じるような局所的で急激な隆起域は存在せず、海域の相対的沈降から陸域の相対的隆起へと緩やかに変化する広域的な地殻変動が生じていることが明らかとなっている^{※4}。したがって、局所的な隆起域を持たない後期更新世以降の広域的な地殻変動と整合するような隆起再現断層を特定することはできない。

そこで、後期更新世以降の地殻変動のうち「相対的に隆起が速い領域^{※5}」を隆起再現断層による累積的な変位^{※1}と見なし、この領域の更新世の地形発達過程との対比により、隆起再現断層を検討するものとする。具体的には、地形・地質構造に基づく隆起再現断層案を複数想定し、それらの隆起シミュレーションのパラメータスタディによって、相対的に隆起が速い領域の規模・配置及び海成段丘面の隆起速度分布が再現される隆起再現断層の地下の構造(傾斜, アスペリティ)及び地表トレースを想定し得る領域(地表出現領域)を評価する。

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 本編資料「7.2.1 陸域の隆起傾向」(P.7-3～P.7-4) 参照

※3 本編資料「7.2.2 海域の隆起傾向」(P.7-10) 参照

※4 本編資料「7.2.3 第四紀の隆起傾向」(P.7-14～P.7-20) 参照

※5 本編資料「8.1 隆起再現断層の根拠の検討」(P.8-10) 参照



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位※1の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位※1と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊※2の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレース位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレースを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

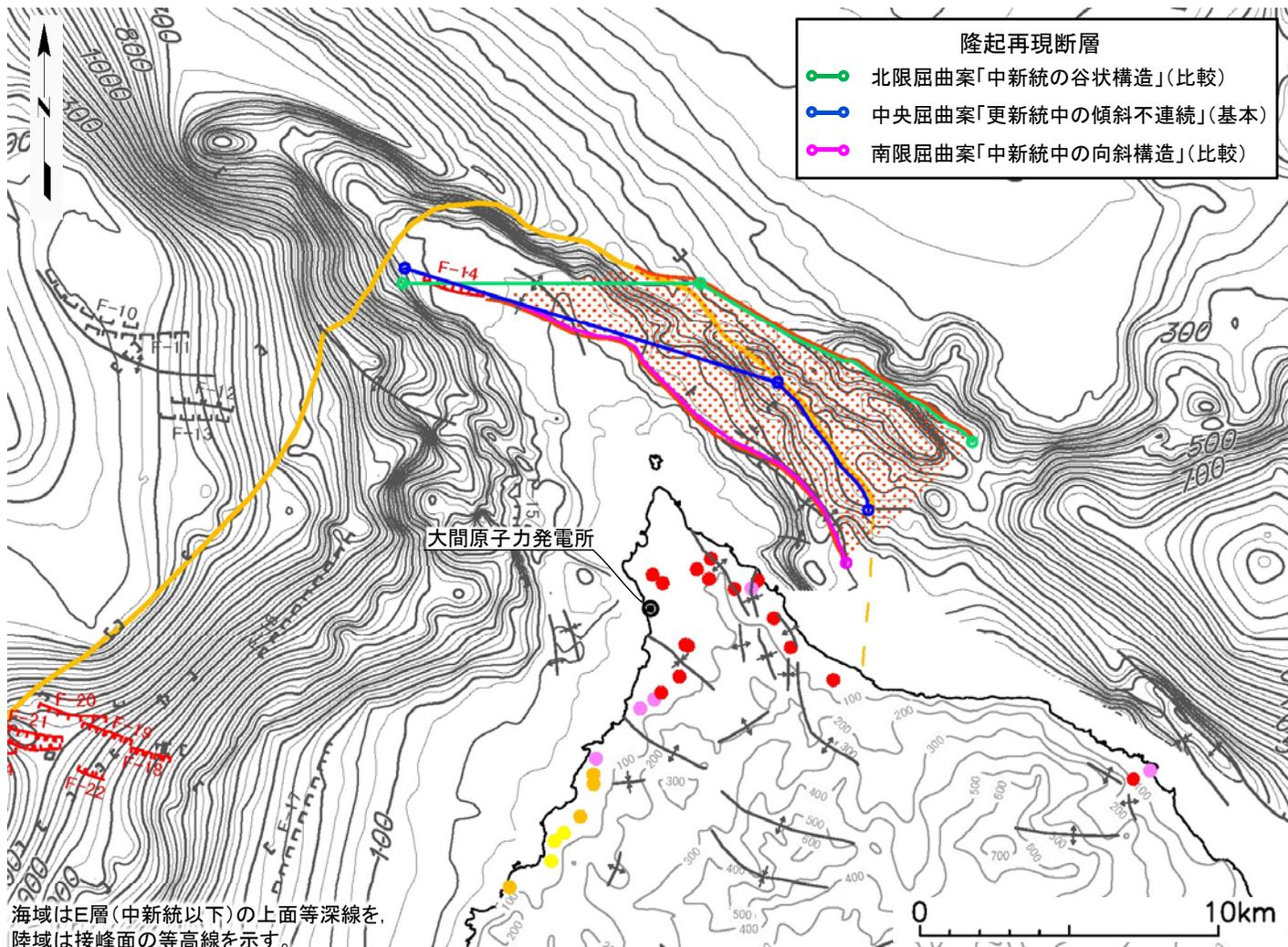
8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

更新世の地形発達過程の検討 条件(1/3)：隆起再現断層案の設定



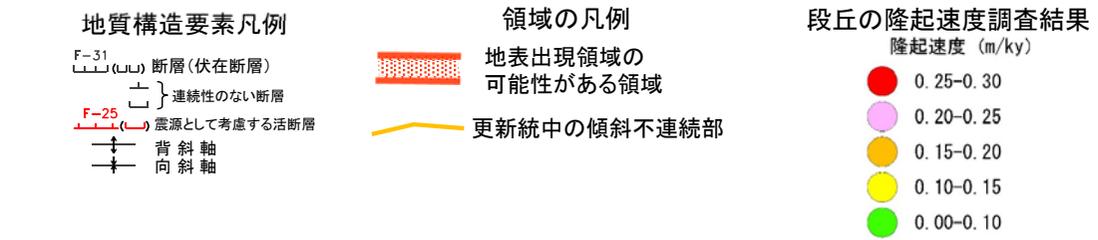
『隆起再現断層案の設定』

隆起再現断層は、震源を特定して策定する地震動の対象として考慮するため、その配置が地形・地質構造に基づいて想定される必要がある。地表出現領域の可能性のある領域内には後期更新世以降の活動が認められる地形・地質構造が分布しないため、ここでは地表出現領域の検討時に考慮した、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造に基づいて、F-14断層を起点とした隆起再現断層案を設定することとする。

- ・「中新統の谷状構造」⇒北限屈曲案
地質調査で走向・傾斜が確認されたF-14断層の位置のみを固定し、走向を反時計回りに回転したE-Wとして延長し、中新統の谷状構造に沿って曲げる。
- ・「更新統中の傾斜不連続」⇒中央屈曲案
地質調査で走向・傾斜が確認されたF-14断層を延長し、更新統中の傾斜不連続線に沿って曲げる。
- ・「中新統中の向斜構造」⇒南限屈曲案
地質調査で走向・傾斜が確認されたF-14断層を延長し、中新統中の向斜構造及び重力急変部に沿って曲げる。

(3案の位置付け)

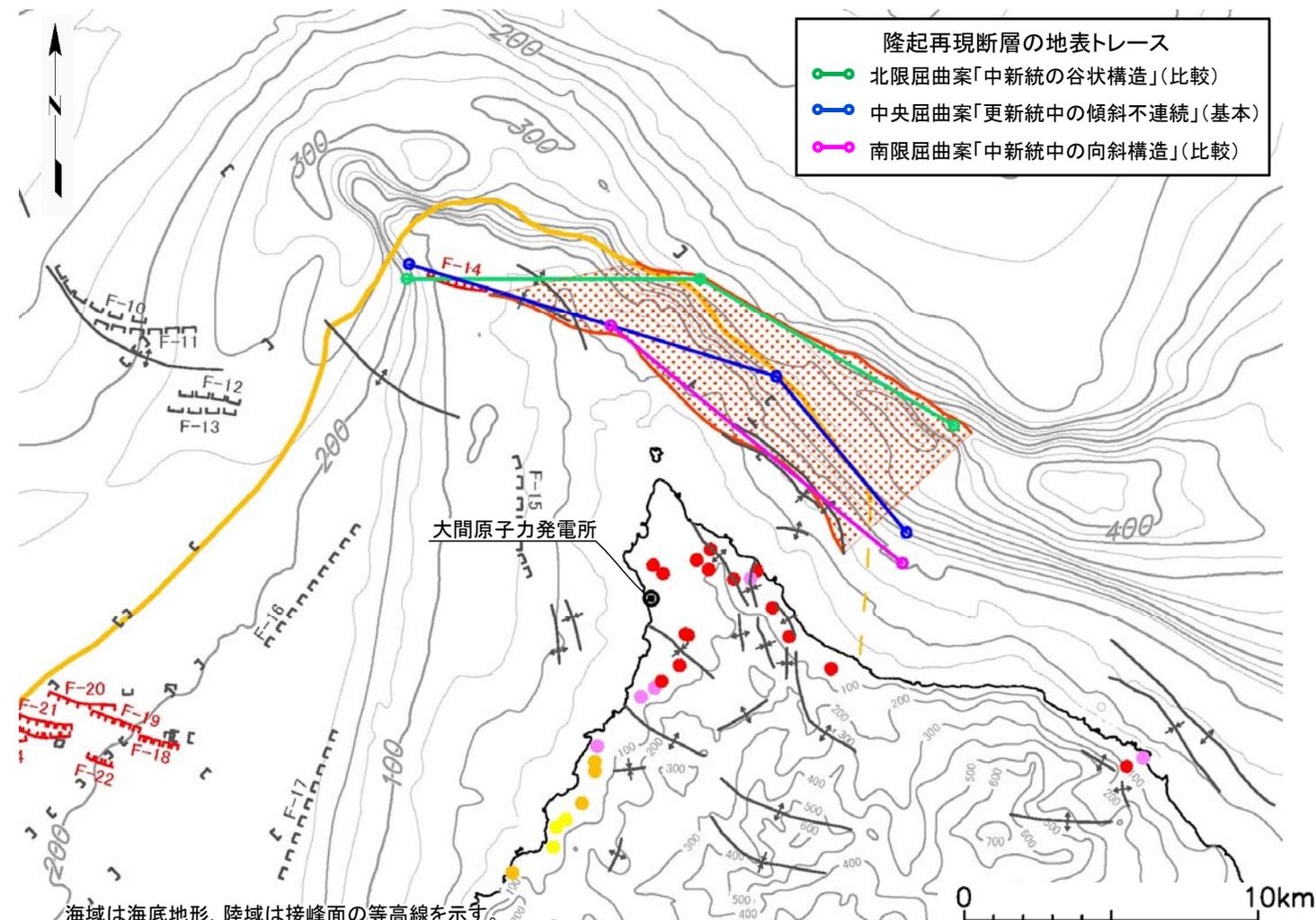
- ・北限屈曲案「中新統の谷状構造」(比較案)
中新世から鮮新世に形成された古い構造を反映する隆起再現断層案であることから、(比較案)とする。
- ・中央屈曲案「更新統中の傾斜不連続」(基本案)
三案の中では後期更新世に最も近い時代に形成された構造を反映する隆起再現断層案であることから、(基本案)とする。
- ・南限屈曲案「中新統中の向斜構造」(比較案)
中新世から鮮新世に形成された古い構造を反映する隆起再現断層案であることから、(比較案)とする。



海域はE層(中新統以下)の上面等深線を、陸域は接峰面の等高線を示す。



更新世の地形発達過程の検討 条件(2/3)：地表トレースの設定



『地表トレースの設定』

隆起再現断層案の各長さが約18km～約20km程度の範囲であることから、長さが20kmの活断層として隆起シミュレーションを行う。隆起シミュレーションのため、各隆起再現断層案を直線で構成される屈曲断層に置き換えることとする。各隆起再現断層案に対応する地表トレースは図に示すとおりである。

- 北限屈曲案「中新統の谷状構造」(比較案)

F-14断層を西端とする西部区間はE-W走向とし、東側区間は中新統の谷状地形方向に直線で延ばす。
- 中央屈曲案「更新統中の傾斜不連続」(基本案)

F-14断層を西端とする西部区間はF-14断層の走向とし、東側区間は更新統中の傾斜不連続線方向に直線で延ばす。
- 南限屈曲案「中新統中の向斜構造」(比較案)

F-14断層を西端とする西部区間はF-14断層の走向とし、東側区間は中新統中の向斜と高重力異常域により設定された領域南限方向に直線で延ばす。

海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

地質構造要素凡例

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

領域の凡例

- 地表出現領域の可能性のある領域
- 更新統中の傾斜不連続部

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



更新世の地形発達過程の検討 条件(3/3) : 地下の構造(傾斜, アスペリティ)の設定

| | | |
|-----------------------|---------------|---------------|
| ○北限屈曲案「中新統の谷状構造」(比較案) | | 上端深さ: 4km |
| | 西部(F-14断層) | 東部(陸域隆起) |
| ・長さ | 10.0 km | 10.0 km |
| ・幅(傾斜角) | 15.0 km (60°) | 15.0 km (60°) |
| | 18.4 km (45°) | 18.4 km (45°) |
| ・走向 | N 90° E | N120° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 下端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |

| | | |
|-------------------------|---------------|---------------|
| ○中央屈曲案「更新統中の傾斜不連続」(基本案) | | 上端深さ: 4km |
| | 西部(F-14断層) | 東部(陸域隆起) |
| ・長さ | 13.1 km | 6.9 km |
| ・幅(傾斜角) | 15.0 km (60°) | 15.0 km (60°) |
| | 18.4 km (45°) | 18.4 km (45°) |
| ・走向 | N 107° E | N140° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 下端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |

| | | |
|------------------------|---------------|---------------|
| ○南限屈曲案「中新統中の向斜構造」(比較案) | | 上端深さ: 4km |
| | 西部(F-14断層) | 東部(陸域隆起) |
| ・長さ | 7.2 km | 12.8 km |
| ・幅(傾斜角) | 15.0 km (60°) | 15.0 km (60°) |
| | 18.4 km (45°) | 18.4 km (45°) |
| ・走向 | N 107° E | N129° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 下端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |

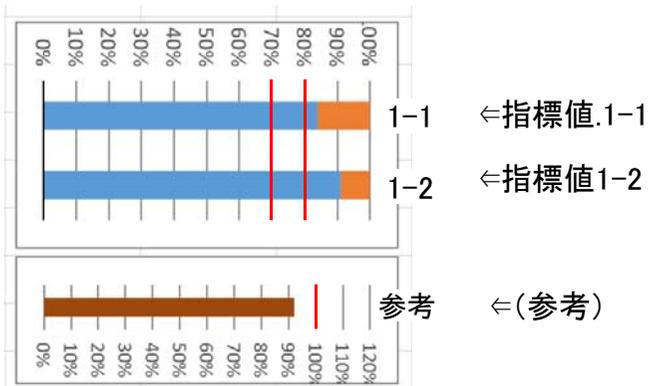
『地下の構造の設定』

- ・ 隆起再現断層の地下の構造は、F-14断層のある西部の断層と、地質構造等によって設定される東部の断層とを合成して設定する。
- ・ 断層の傾斜は、地質調査で確認されたF-14断層の傾斜が90°であるが、隆起を再現するため、陸域を隆起側とする60°傾斜を考慮する。また、念のため45°傾斜と比較する。
- ・ アスペリティについては、地表付近の破壊の痕跡と見なすF-14断層に置くことが基本となるが、西部と東部を合成する断層であるため、東部にも等しく配置することとする。
- ・ 西部の断層のアスペリティ位置は、F-14断層まで破壊が及んでいると見なすことから、F-14断層直下の地下の構造の上端に配置することとする。
- ・ 東部の断層のアスペリティ位置は、海底に隆起再現断層によるせん断破壊の痕跡が確認されず、位置が特定できないことから、地下の構造の中央とする。また、念のため下端に配置した場合と比較する。
- ・ なお、隆起再現断層の一回の活動による鉛直変位量分布の計算は、Steketee(1958)⁶⁾の「食い違い弾性論」に基づくOkada(1992)⁷⁾のプログラムを用いて計算する。計算パラメータのうち左表に示す以外は、地震調査研究推進本部(2017)⁸⁾に基づく。

更新世の地形発達過程の検討

⑨ 累積的な変位の再現性の評価(1/8) : 評価方法

棒グラフの見方



累積的な変位の再現性の評価基準

指標値 1-1の評価:

再現性良い ○: 「相対的に隆起が速い領域」において、活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域と重なる部分が80%を超える。

再現性有り △: (同上) 70%を超える。

再現性無し ×: (同上) 70%以下。

指標値 1-2の評価:

再現性良い ○: 活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域において、「相対的に隆起が速い領域」と重なる部分が80%を超える。

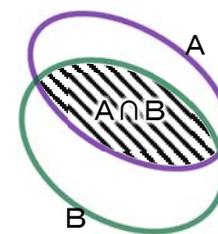
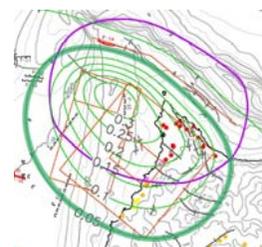
再現性有り △: (同上) 70%を超える。

再現性無し ×: (同上) 70%以下。

(参考):

「相対的に隆起が速い領域」に対する鉛直変位量0.05m以上の領域の面積。

- 後期更新世以降の累積的な変位が生じていると見なす「相対的に隆起が速い領域」について、先に設定した隆起再現断層案の地下の構造による隆起シミュレーションによって生じる隆起域が、①規模として妥当であるか、②配置として妥当であるかを確認し、再現性の無い(以下に示す指標で70%以下)ものを除外することとする。
- 「食い違い弾性論」⁽⁶⁾⁷⁾を用いた計算による隆起域は無限に広がってしまうため、一回の活動で0.05m以上の鉛直変位量となる領域を、「相対的に隆起が速い領域」との比較に用いることとする。なお、鉛直変位量0.05mは、コンタ間隔が疎から密へと変わる境界となっている。
- ①規模及び②配置の再現性は、次の二つの指標値によって判断する。



- A 相対的に隆起が速い領域
- B 活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域
- A∩B 「相対的に隆起が速い領域」と震源断層による鉛直変位量0.05m以上の領域とが重なる領域

指標値 1-1: $S(A \cap B) / S(A)$, $S(\cdot)$: 領域の面積

「相対的に隆起が速い領域」と震源断層による鉛直変位量0.05m以上の領域とが重なる部分が、「相対的に隆起が速い領域」に占める割合。

指標値 1-2: $S(A \cap B) / S(B)$

「相対的に隆起が速い領域」と震源断層による鉛直変位量0.05m以上の領域とが重なる部分が、鉛直変位量0.05m以上の領域に占める割合。

参考値: $S(B) / S(A)$

鉛直変位量0.05m以上の領域と「相対的に隆起が速い領域」との比率。

- 隆起シミュレーションによる隆起域が①規模として妥当、②配置として妥当の双方を満足しているならば、指標値1-1及び指標値1-2の双方で再現性が良い又は有りとなる。したがって、どちらかの指標値で再現性無しとなるならば、該当する地下の構造は、「相対的に隆起が速い領域」の再現性が無いものとして除外する。

更新世の地形発達過程の検討

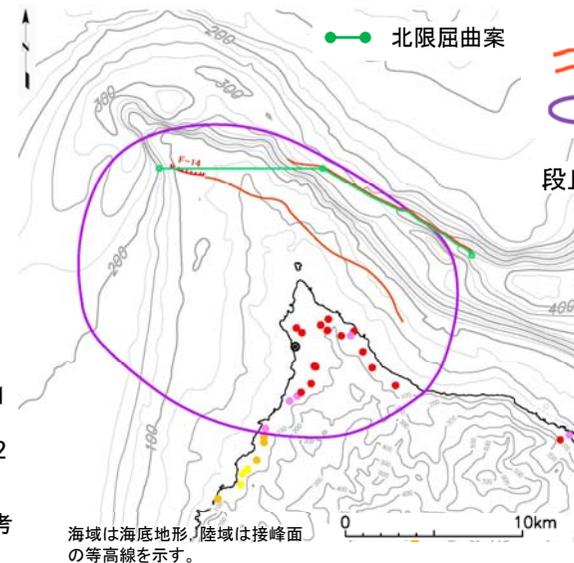
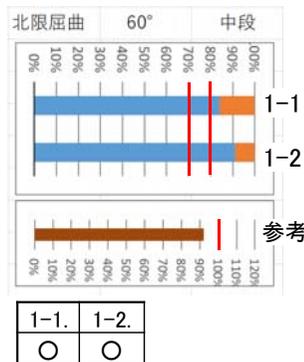
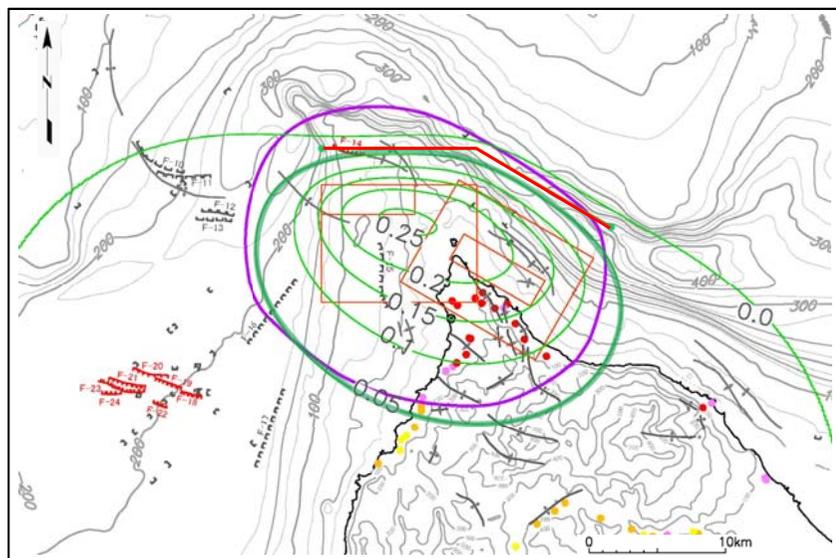
⑨累積的な変位の再現性の評価(2/8):北限屈曲案(60°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

M0=4.93 E+18

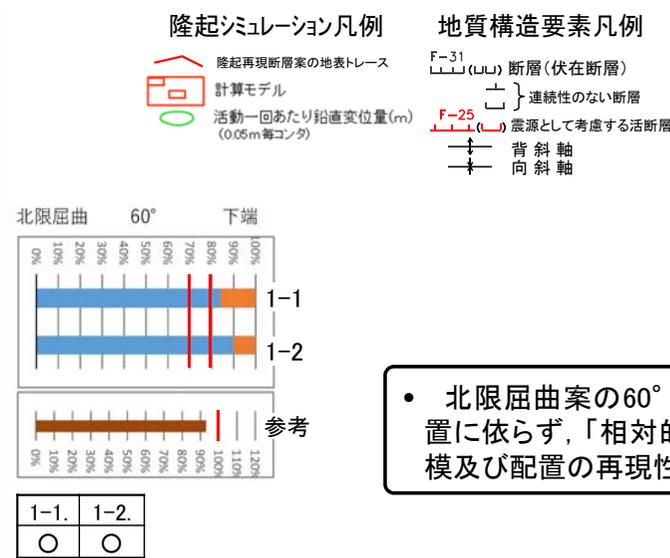
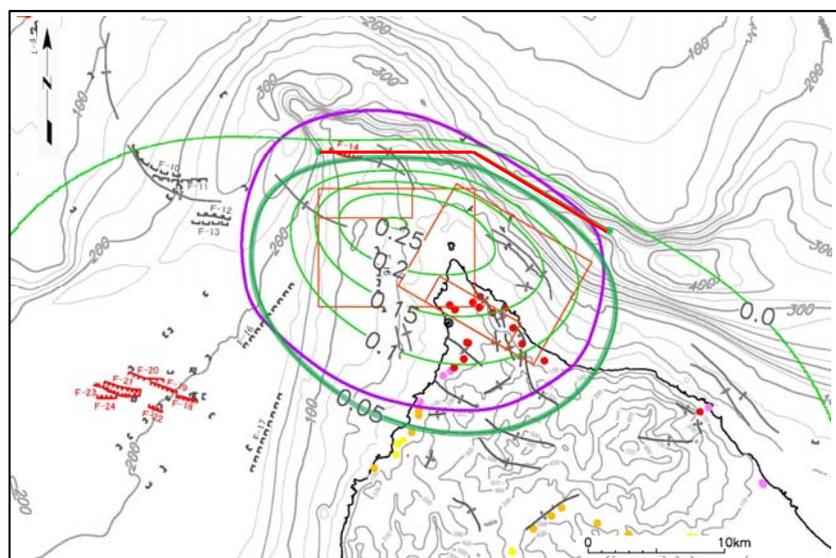
アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)



海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

(上端, 下端)



• 北限屈曲案の60° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず、「相対的に隆起が速い領域」の規模及び配置の再現性が良い。

更新世の地形発達過程の検討

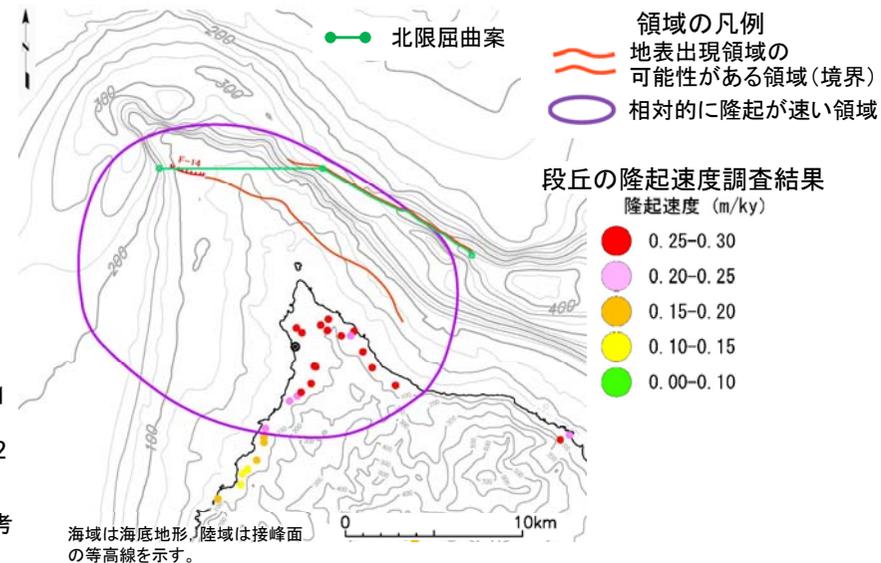
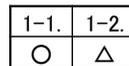
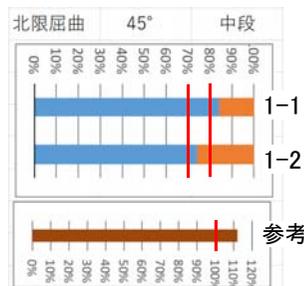
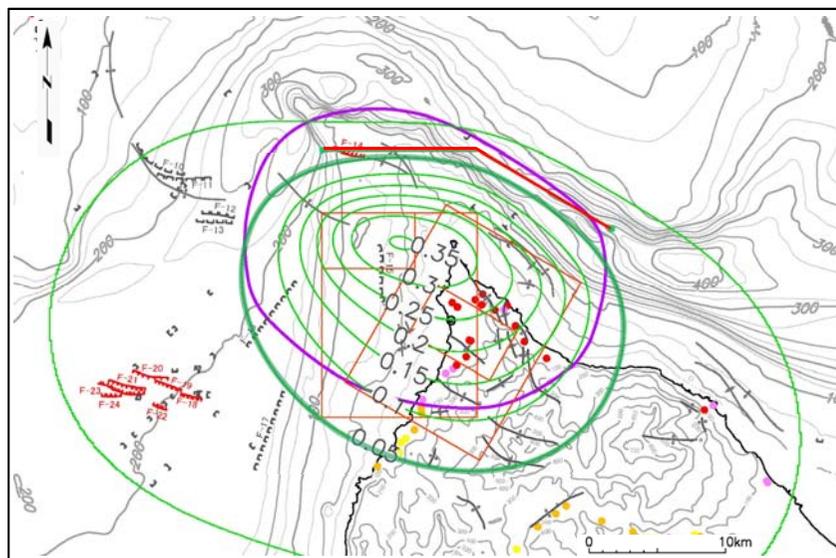
⑨ 累積的な変位の再現性の評価(3/8) : 北限屈曲案 (45°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

M0=6.70 E+18

(上端, 中段)

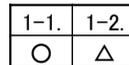
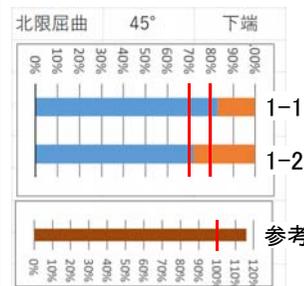
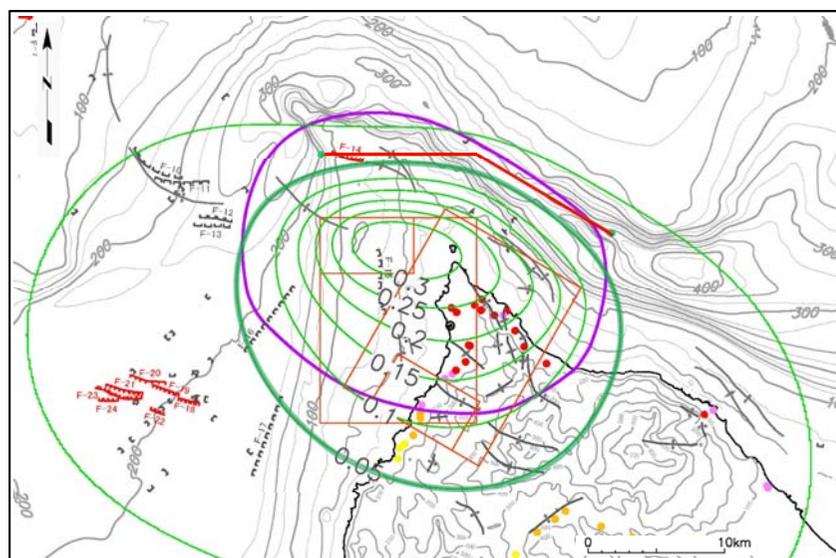


段丘の隆起速度調査結果
隆起速度 (m/ky)

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

海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

(上端, 下端)



隆起シミュレーション凡例

- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)

地質構造要素凡例

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

• 北限屈曲案の45° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず、規模が大きく、配置がややずれているものの、「相対的に隆起が速い領域」が再現されている。



更新世の地形発達過程の検討

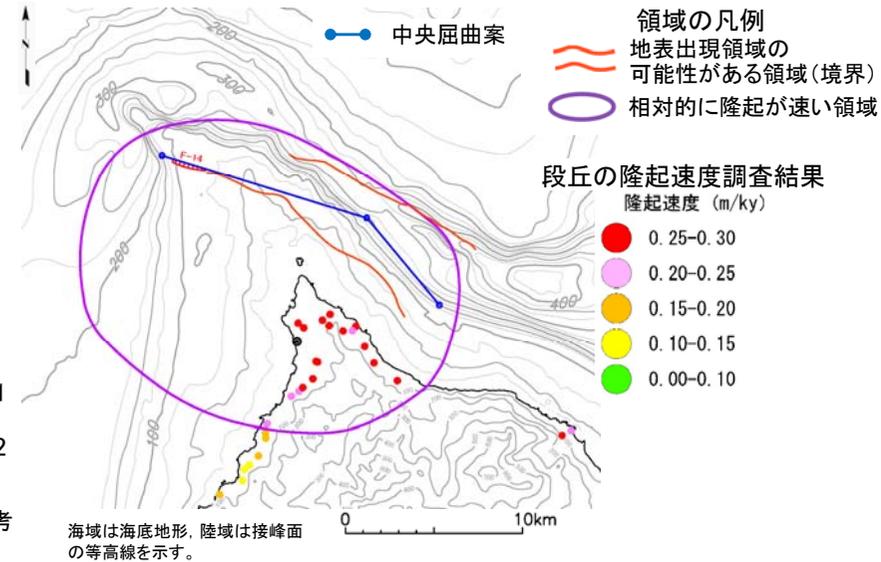
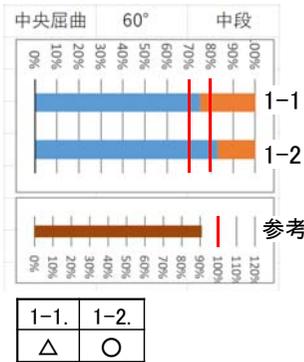
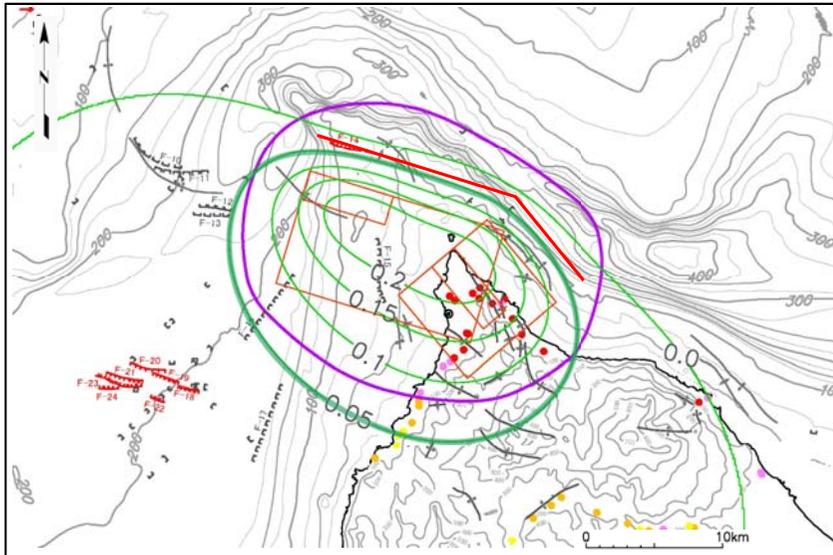
⑨累積的な変位の再現性の評価(4/8): 中央屈曲案 (60°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

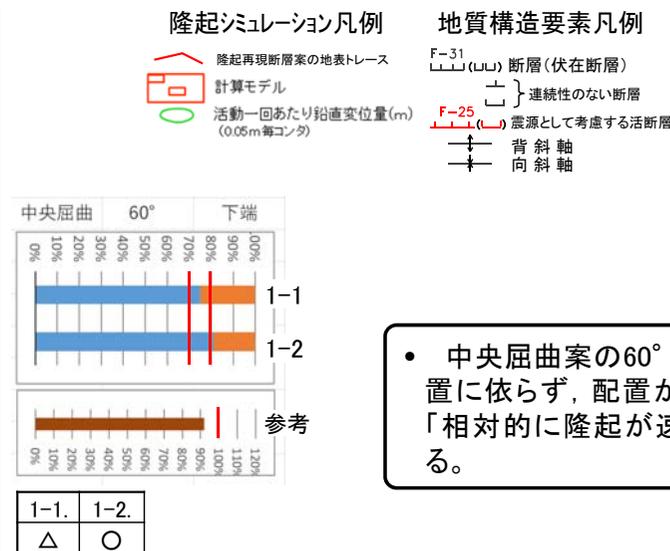
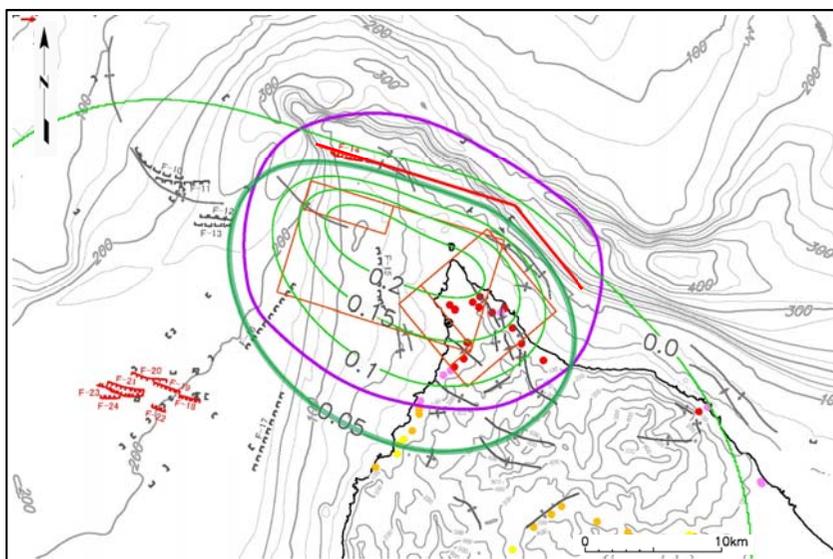
M0=4.93 E+18

アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)



(上端, 下端)



• 中央屈曲案の60° 傾斜では, アスペリティ位置に依らず, 配置がややずれているものの, 「相対的に隆起が速い領域」が再現されている。



更新世の地形発達過程の検討

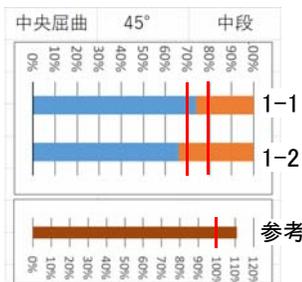
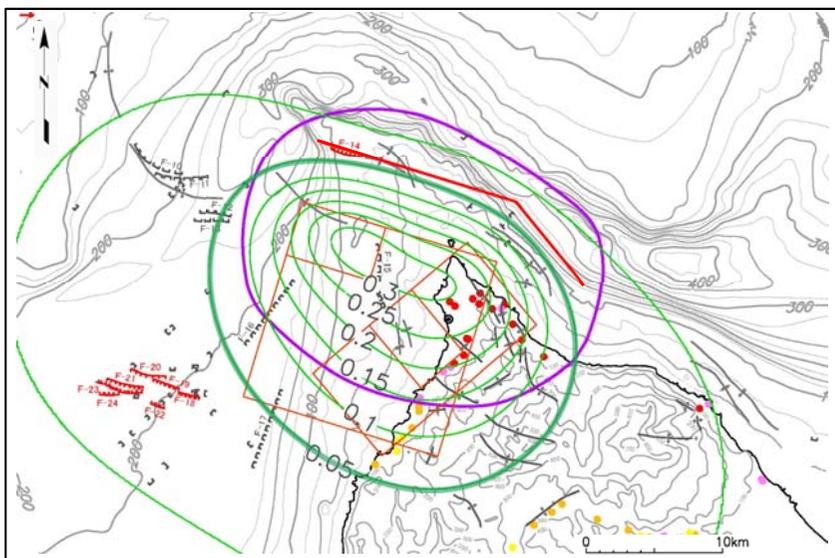
⑨累積的な変位の再現性の評価(5/8): 中央屈曲案(45°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

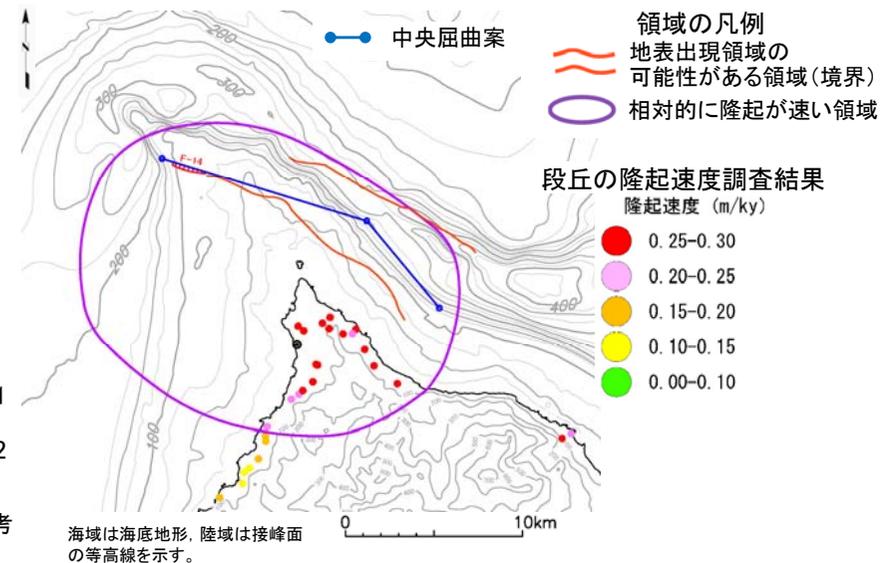
アスペリティ位置
(西部, 東部)

M0=6.70 E+18

(上端, 中段)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| △ | × |

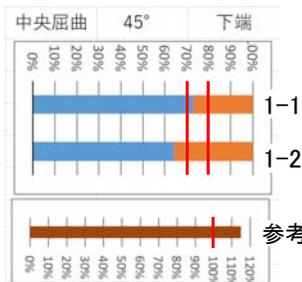
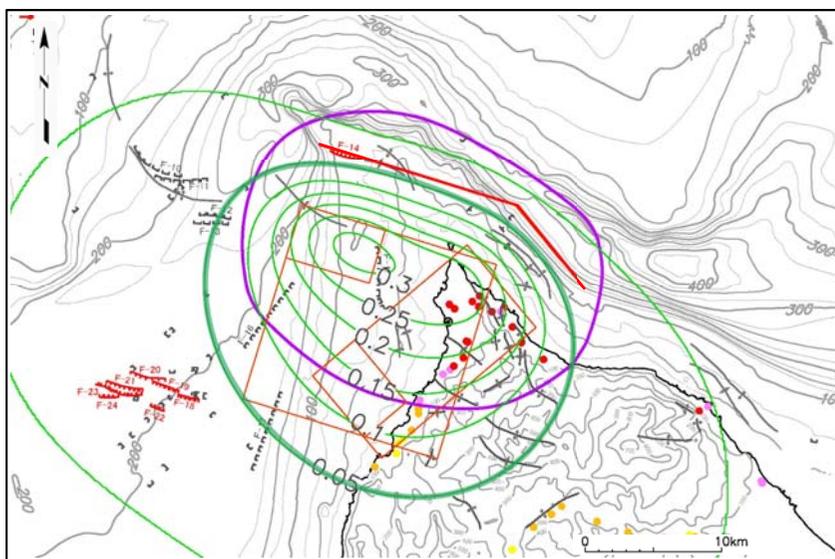


領域の凡例
 地表出現領域の
 可能性がある領域(境界)
 相対的に隆起が速い領域

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

(上端, 下端)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| △ | × |

隆起シミュレーション凡例

- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m)
(0.05m毎コンタ)

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

● 中央屈曲案の45° 傾斜では, アスペリティ位置に依らず, 「相対的に隆起が速い領域」より規模が大きく, 配置がずれており, 再現性が無い。



更新世の地形発達過程の検討

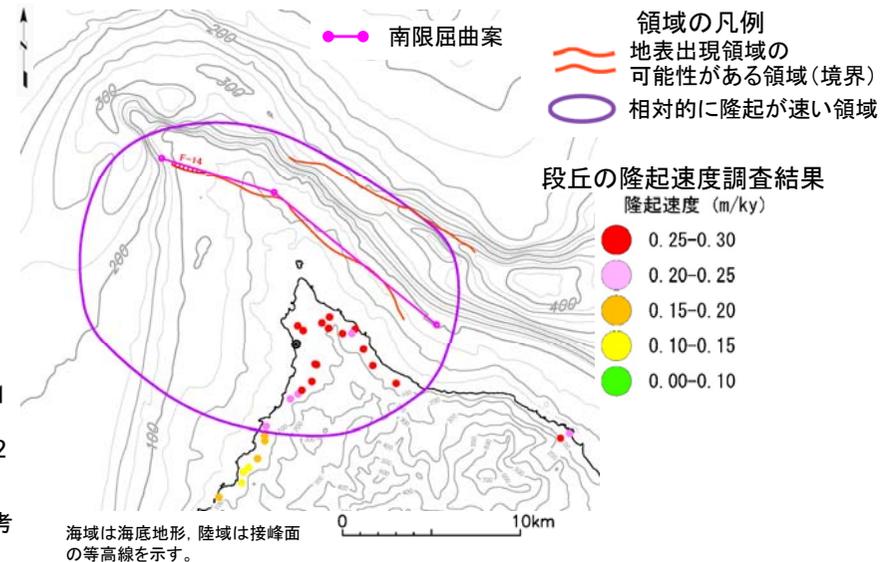
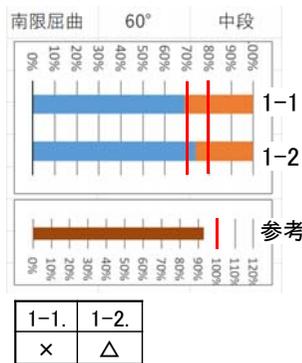
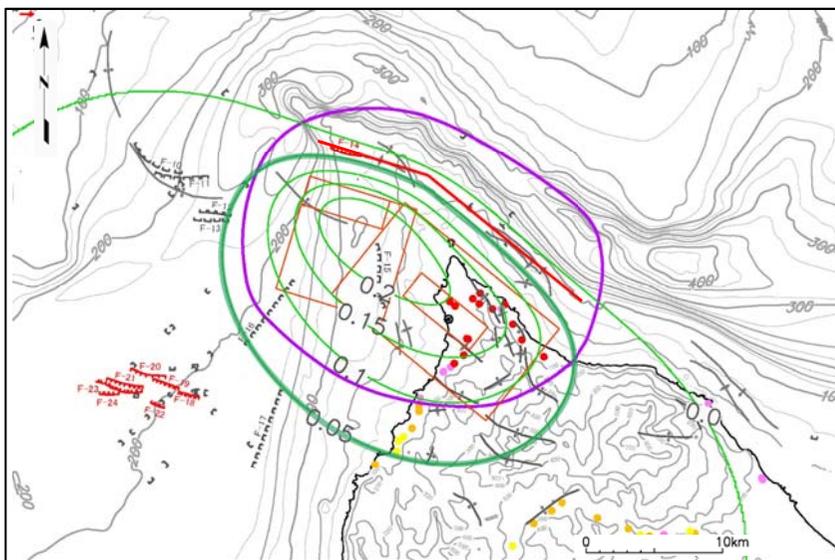
⑨累積的な変位の再現性の評価(6/8):南限屈曲案(60°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

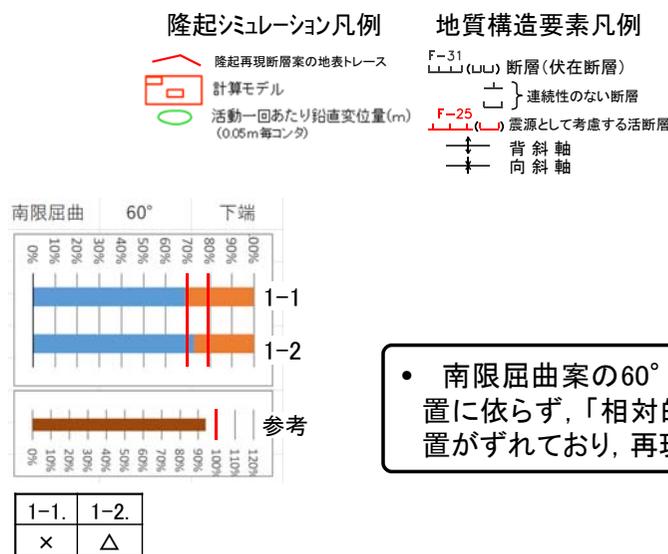
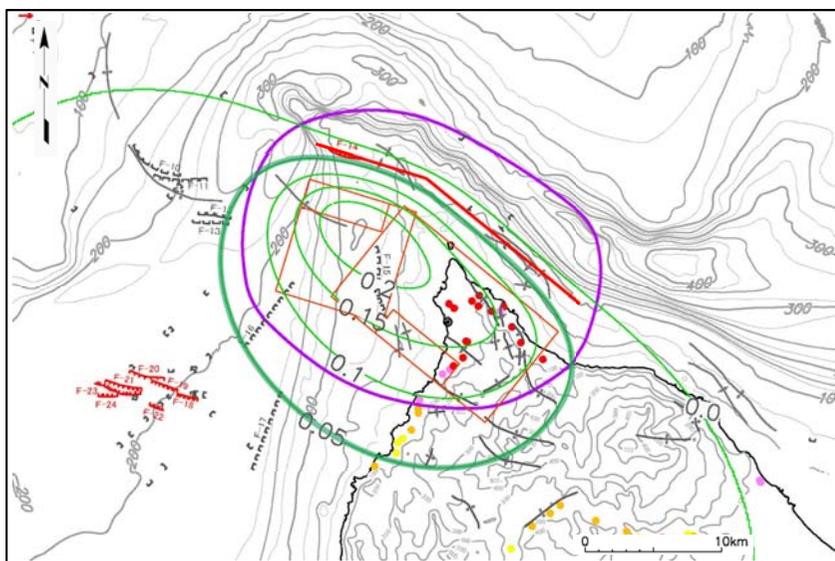
アスペリティ位置
(西部, 東部)

M0=4.93 E+18

(上端, 中段)



(上端, 下端)



• 南限屈曲案の60° 傾斜では, アスペリティ位置に依らず, 「相対的に隆起が速い領域」と配置がずれており, 再現性が無い。



更新世の地形発達過程の検討

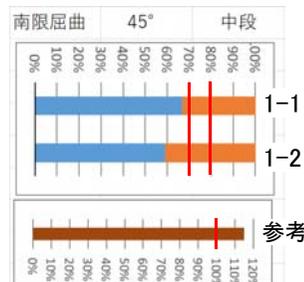
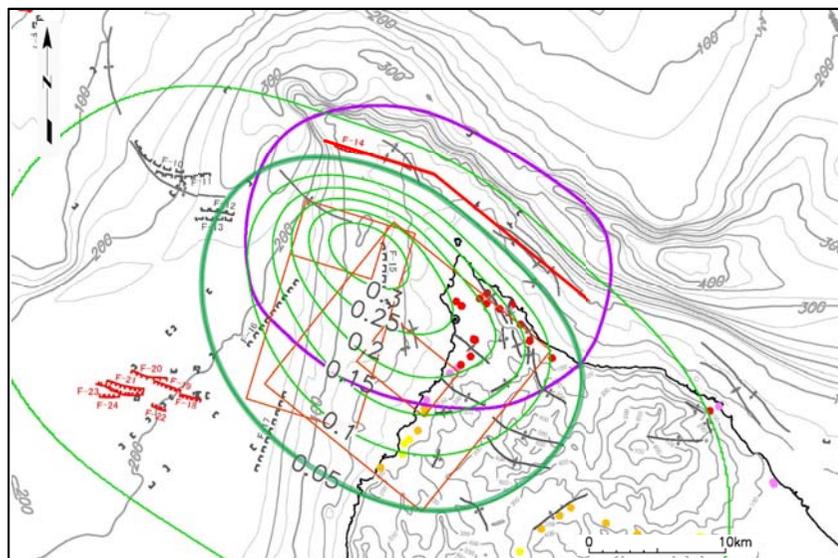
⑨累積的な変位の再現性の評価(7/8):南限屈曲案(45°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

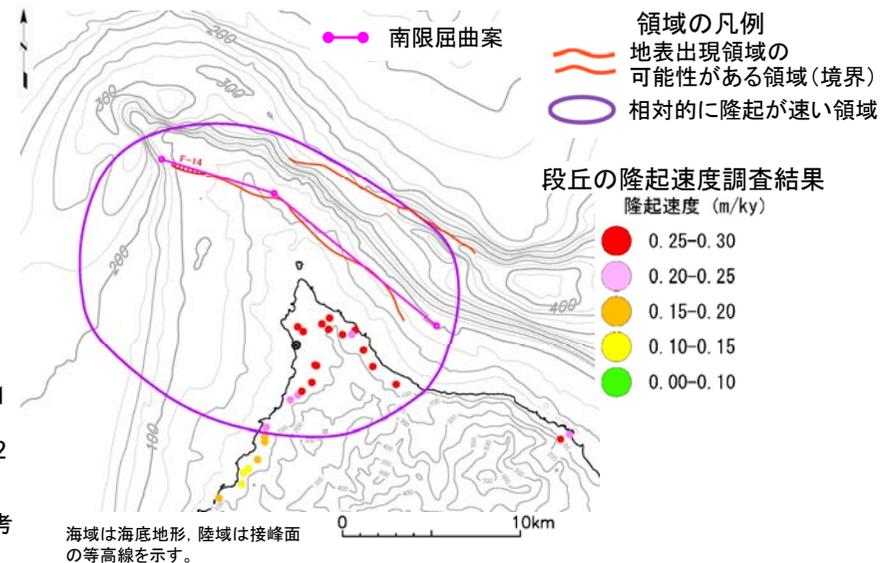
アスペリティ位置
(西部, 東部)

M0=6.70 E+18

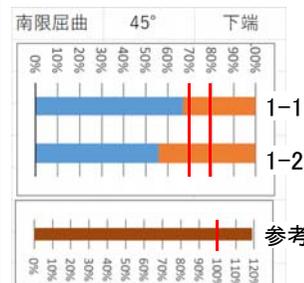
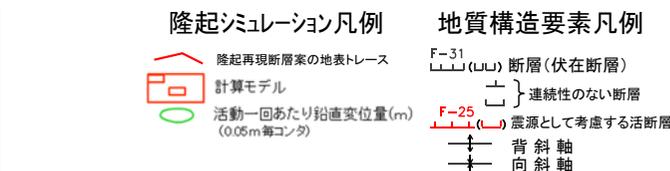
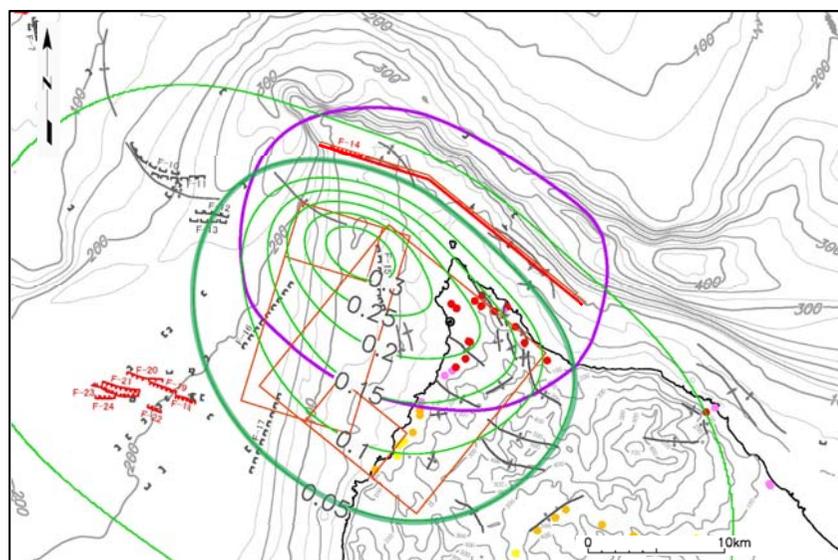
(上端, 中段)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| X | X |



(上端, 下端)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| X | X |

• 南限屈曲案の45° 傾斜では, アスペリティ位置に依らず, 「相対的に隆起が速い領域」より規模が大きく, 配置がずれており, 再現性が無い。



更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価(8/8):まとめ

累積的な変位の再現性の評価基準

指標値 1-1の評価:

再現性良い ○: 「相対的に隆起が速い領域」において、活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域と重なる部分が80%を超える。

再現性有り △: (同上) 70%を超える。

再現性無し ×: (同上) 70%以下。

指標値 1-2の評価:

再現性良い ○: 活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域において、「相対的に隆起が速い領域」と重なる部分が80%を超える。

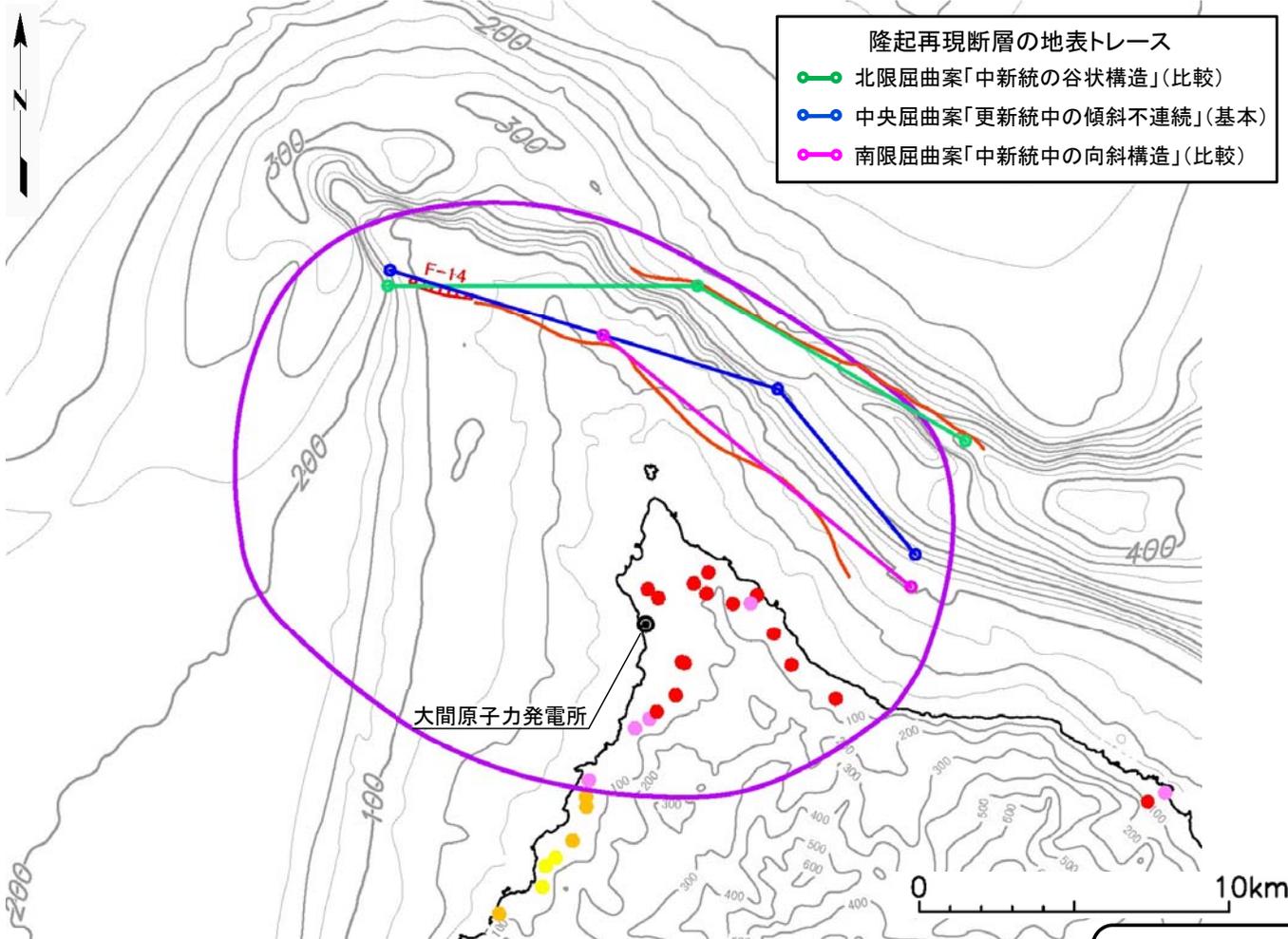
再現性有り △: (同上) 70%を超える。

再現性無し ×: (同上) 70%以下。

評価結果 「断層長さ20km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1)」

| アスペリティ位置 | | 北限屈曲案 (比較) | | 中央屈曲案 (基本) | | 南限屈曲案 (比較) | |
|----------|----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
| 西部 | 東部 | 60° | | 60° | | 60° | |
| | | 1-1 | 1-2 | 1-1 | 1-2 | 1-1 | 1-2 |
| 上端 | 中段 | ○ | ○ | △ | ○ | × | △ |
| 上端 | 下端 | ○ | ○ | △ | ○ | × | △ |
| | | 45° | | 45° | | 45° | |
| | | 1-1 | 1-2 | 1-1 | 1-2 | 1-1 | 1-2 |
| 上端 | 中段 | ○ | △ | △ | × | × | × |
| 上端 | 下端 | ○ | △ | △ | × | × | × |

どちらかの指標値で再現性無し(×)となるならば、該当する地下の構造は、「相対的に隆起が速い領域」の再現性が無いものとして除外する。



海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

- 領域の凡例
- 地表出現領域の可能性のある領域(境界)
 - 相対的に隆起が速い領域

- 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

- 北限屈曲案は、45° 傾斜、60° 傾斜の双方で「相対的に隆起が速い領域」の再現性があり、60° 傾斜の方が再現性が良い。
- 中央屈曲案は、60° 傾斜で再現性があるが、45° 傾斜では規模が大きく、配置がずれており、再現性がない。
- 南限屈曲案は、傾斜に関わらず配置がずれており、再現性がない。
- 再現性の無い3種の地下の構造を除外し、残る3種の地下の構造について、海成段丘面の隆起速度分布の再現性を評価する。

(余白)



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位^{※1}の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位^{※1}と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊^{※2}の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜, アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜, アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレース位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレースを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜, アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

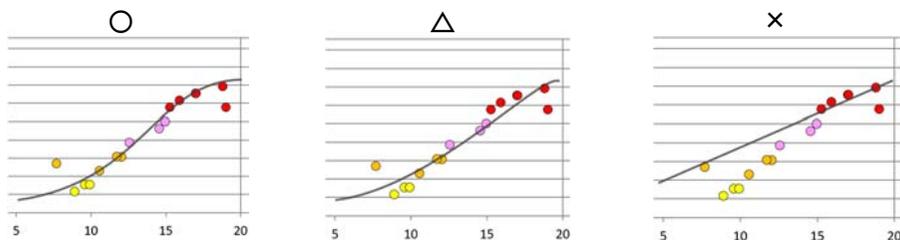


更新世の地形発達過程の検討

⑩隆起速度分布の再現性の評価(1/5): 評価方法

隆起速度分布の再現性の評価基準

着目点 2-1 の評価:

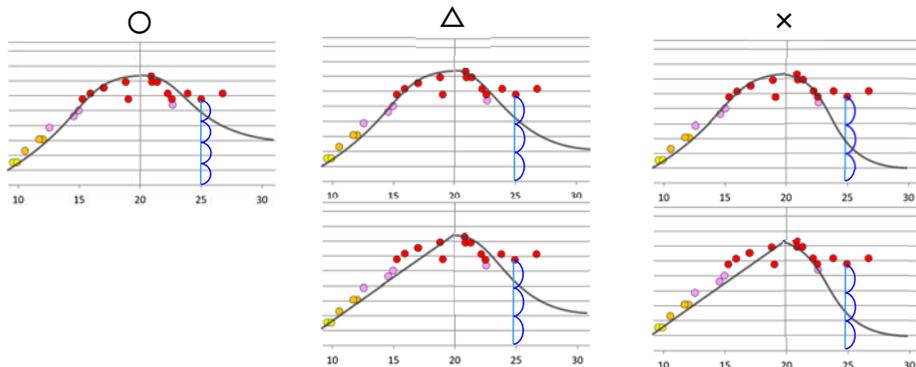


再現性良い○: 西側海岸に沿う隆起速度が0.25(m/ky)付近より下では直線状, 超えると「上に凸」となる分布形状が再現され, 位置がおおむね一致する。

再現性有り△: 直線状から「上に凸」への変化の再現性は明瞭でないが, 位置がおおむね一致する。

再現性無し×: 位置の乖離が大きい。

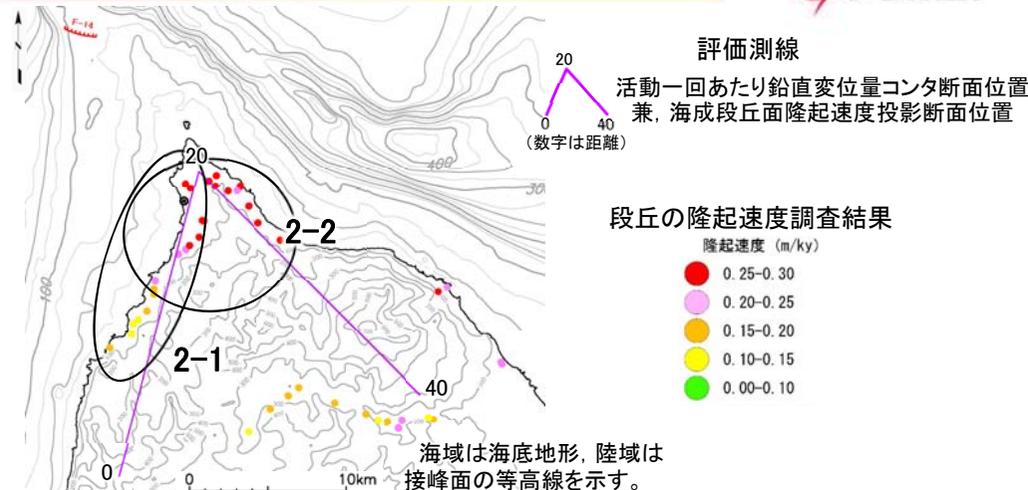
着目点 2-2 の評価:



再現性良い○: 広く起伏の少ない頂部が再現され, 東側海岸における乖離の最大が1/4未満。

再現性有り△: 広く起伏の少ない頂部が再現される, または尖った頂部となるものの, 東側海岸における乖離の最大が1/3未満。

再現性無し×: 広く起伏の少ない頂部が再現される, または尖った頂部となり, 東側海岸における乖離の最大が1/3以上。



- 後期更新世以降の地殻変動により形成された海成段丘面は海岸に沿って離散的に分布するため, 図に示す西側海岸測線(2-1)の20kmと東側海岸測線(2-2)の20kmを合わせた海岸沿いの評価測線に, 海成段丘面の隆起速度を投影して示し, そこへ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を重ね合わせ, 両者の整合性を確認する。

- 両者は異なる次元を持つことから直接的な比較ができないため, それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。

- 海成段丘面の隆起速度分布には, 西側沿岸において隆起速度が0.25(m/ky)付近より下では直線状, 超えると「上に凸」となり, 東側海岸においては, 北端部にかけて隆起速度がおおむね一定となる傾向が認められることから, 下記の点に着目して両者の整合性を確認する。

着目点 2-1: 西側海岸

西側海岸に沿う南から北に向かう隆起速度の上昇傾向の特徴が再現されること。

着目点 2-2:

東側海岸から北端部にかけて隆起速度がおおむね一定となる傾向が再現されること。

- 着目点2-1及び着目点2-2は, どちらも実測された地殻変動の特徴を示すものであり, どちらかの着目点で再現性無しとなるならば, 該当する地下の構造は, 隆起速度分布の再現性が無いものとして除外する。



更新世の地形発達過程の検討

⑩隆起速度分布の再現性の評価(2/5):北限屈曲案(60°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

評価測線(北端付近)
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

北限屈曲案

領域の凡例
地表出現領域の
可能性がある領域(境界)

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

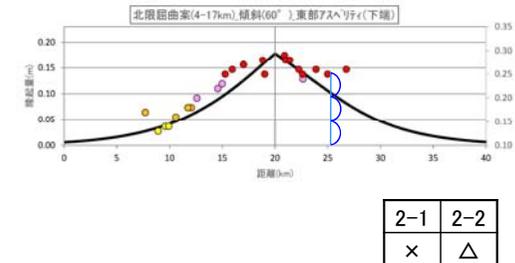
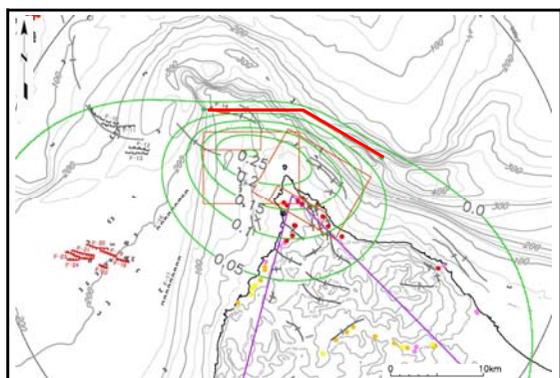
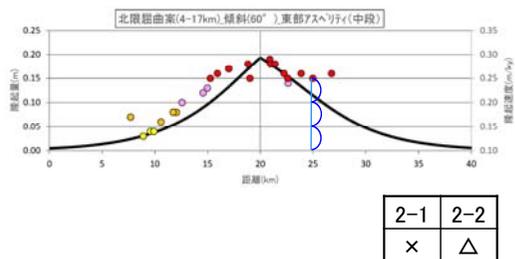
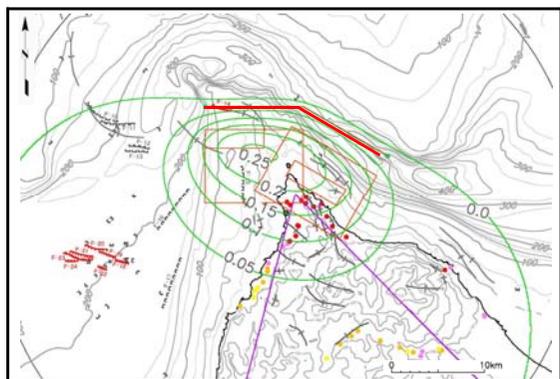
海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

- | | |
|--|--|
| 隆起シミュレーション凡例 | 地質構造要素凡例 |
| <ul style="list-style-type: none"> — 隆起再現断層案の地表トレース □ 計算モデル ○ 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ) | <ul style="list-style-type: none"> F-31 (L) 断層(伏在断層) — 連続性のない断層 F-25 (L) 震源として考慮する活断層 ⇄ 背斜軸 ⇄ 向斜軸 |

● 北限屈曲案の60° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸における乖離が大きく、再現性が無い。

アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)



(上端, 下端)

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。



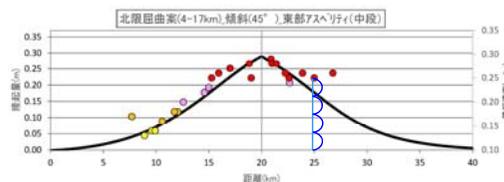
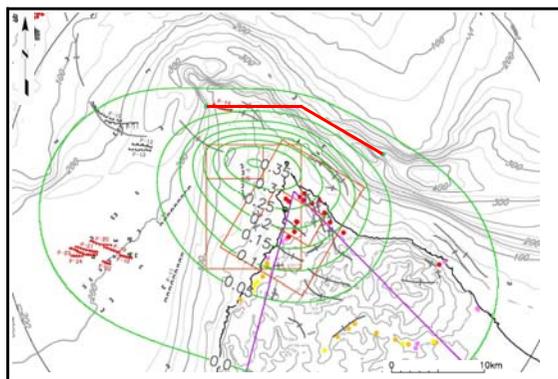
更新世の地形発達過程の検討

⑩隆起速度分布の再現性の評価(3/5):北限屈曲案(45°)

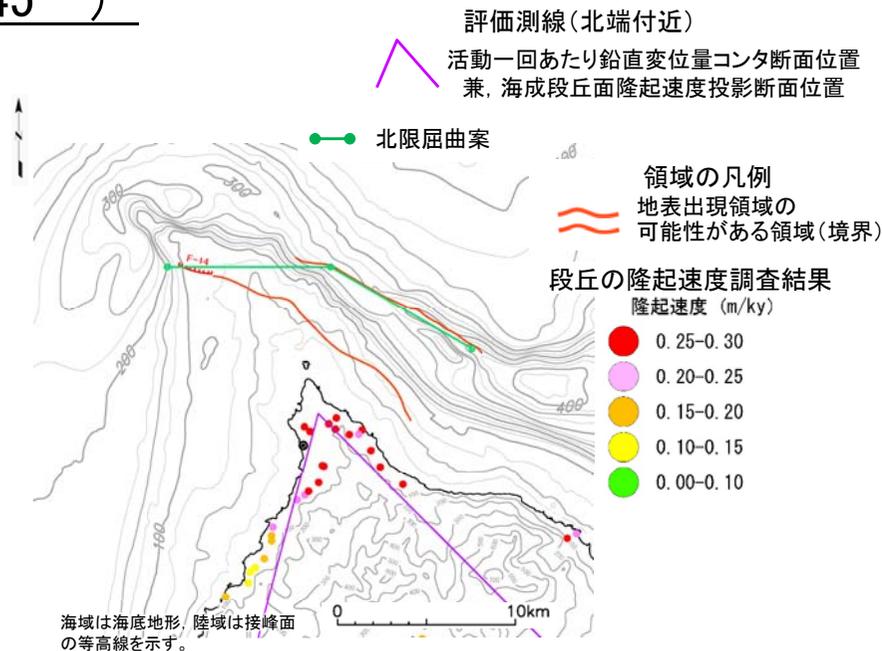
断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

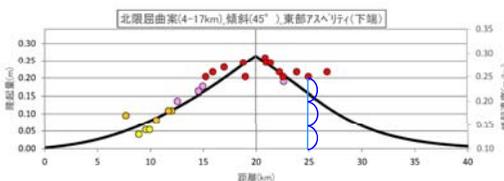
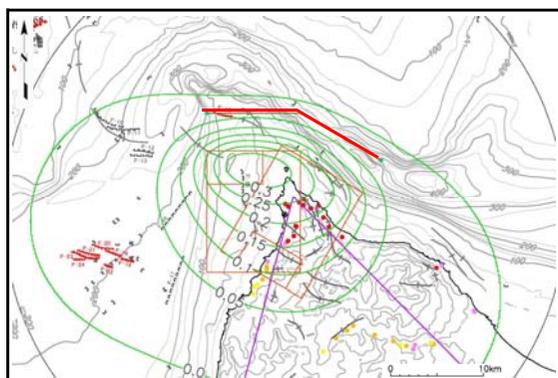
(上端, 中段)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | ○ |



(上端, 下端)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | △ |

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 隆起シミュレーション凡例 | 地質構造要素凡例 |
| 隆起再現断層案の地表トレース | F-31 (L,U) 断層(伏在断層) |
| 計算モデル | 連続性のない断層 |
| 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ) | F-25 (L) 震源として考慮する活断層 |
| | 背斜軸 |
| | 向斜軸 |

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。

• 北限屈曲案の45° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸及び東側海岸の隆起速度分布がおおむね再現される。



更新世の地形発達過程の検討

⑩隆起速度分布の再現性の評価(4/5): 中央屈曲案(60°)

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

評価測線(北端付近)

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



中央屈曲案

領域の凡例

地表出現領域の可能性がある領域(境界)

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

海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

隆起シミュレーション凡例

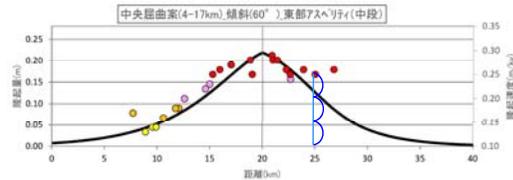
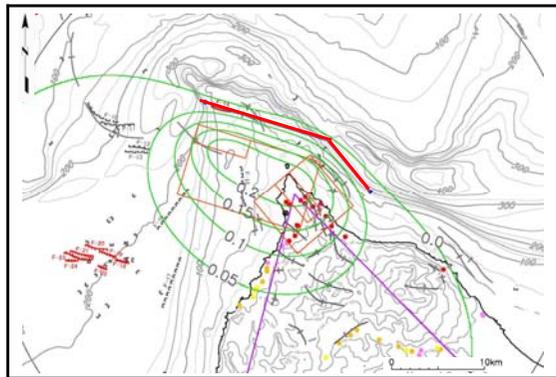
- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)

地質構造要素凡例

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

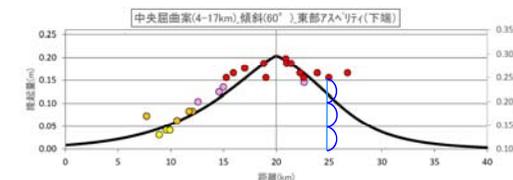
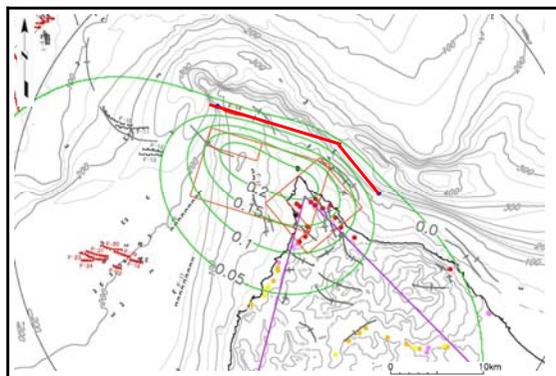
アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | △ |

(上端, 下端)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | △ |

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。

● 中央屈曲案の60° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸及び東側海岸の隆起速度分布がおおむね再現される。



更新世の地形発達過程の検討

⑩隆起速度分布の再現性の評価(5/5):まとめ

隆起速度分布の再現性の評価基準

着目点 2-1の評価:

再現性良い○: 西側海岸に沿う隆起速度が0.25(m/ky)付近より下では直線状, 超えると「上に凸」となる分布形状が再現され, 位置がおおむね一致する。

再現性有り△: 直線状から「上に凸」への変化の再現性は明瞭でないが, 位置がおおむね一致する。

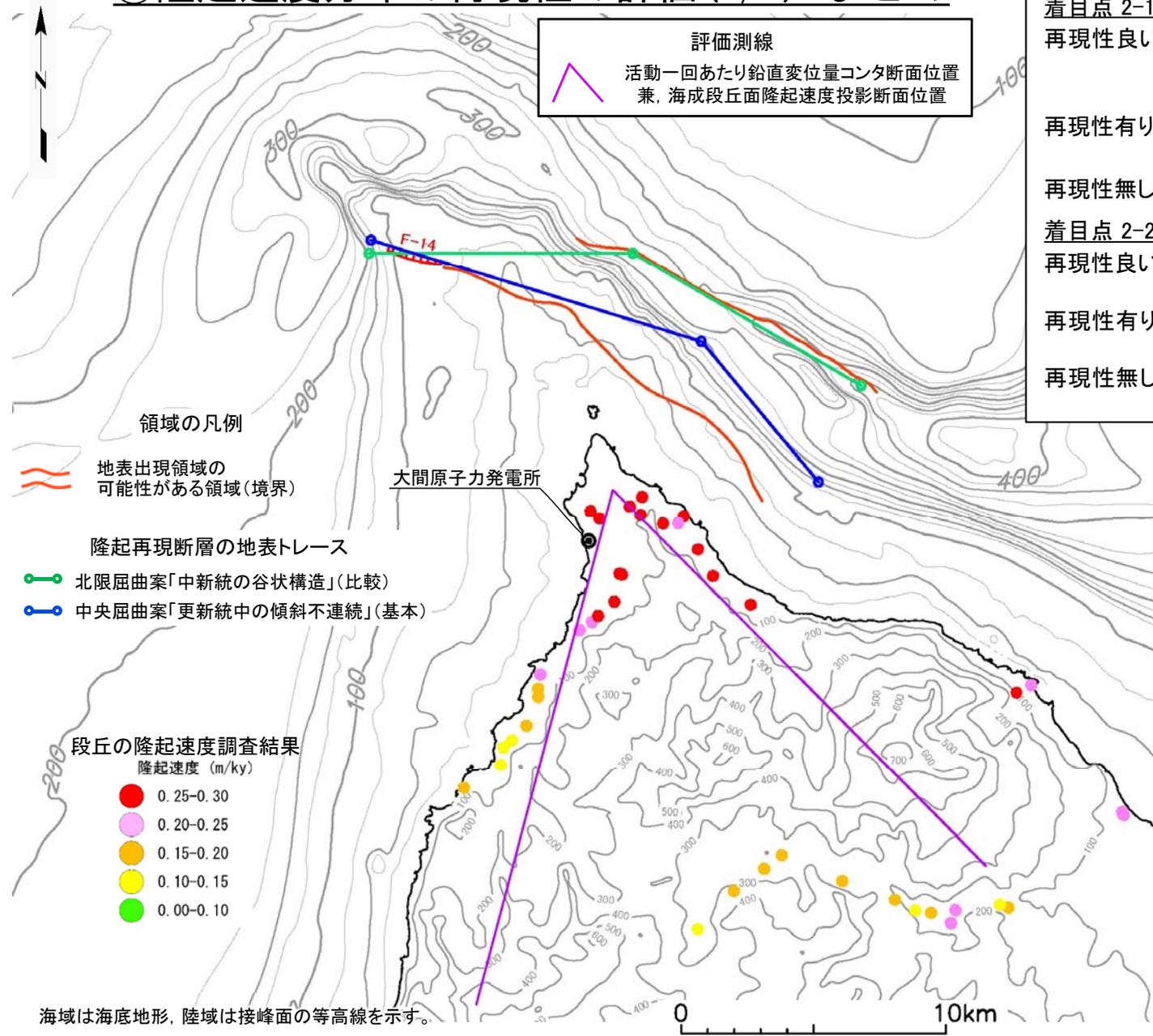
再現性無し×: 位置の乖離が大きい

着目点 2-2の評価:

再現性良い○: 広く起伏の少ない頂部が再現され, 東側海岸における乖離の最大が1/4未満。

再現性有り△: 広く起伏の少ない頂部が再現される, または尖った頂部となるものの, 東側海岸における乖離の最大が1/3未満。

再現性無し×: 広く起伏の少ない頂部が再現される, または尖った頂部となり, 東側海岸における乖離の最大が1/3以上。



評価結果 「断層長さ20km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1)」

| アスペリティ位置 | | 北限屈曲案 | | 中央屈曲案 | |
|----------|----|-------|-----|-------|-----|
| 西部 | 東部 | (比較) | | (基本) | |
| | | 60° | | 60° | |
| | | 2-1 | 2-2 | 2-1 | 2-2 |
| 上端 | 中段 | × | △ | △ | △ |
| 上端 | 下端 | × | △ | △ | △ |
| | | 45° | | | |
| | | 2-1 | 2-2 | | |
| 上端 | 中段 | △ | ○ | | |
| 上端 | 下端 | △ | △ | | |

どちらかの着目点で再現性無しとなるならば, 該当する地下の構造は, 隆起速度分布の再現性が無いものとして除外する。

- 北限屈曲案の60° 傾斜は, 西側海岸に沿う隆起速度分布の再現性が悪いため除外する。
- 残る北限屈曲案の45° 傾斜及び中央屈曲案の60° 傾斜の地下の構造を, 更新世の地形発達過程の再現性があると評価する。この2種の地下の構造について, 更新世の地形発達過程の再現性が保たれるような, 地表トレースを想定し得る領域を評価する。



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位※1の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位※1と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊※2の痕跡の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレース位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレースを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

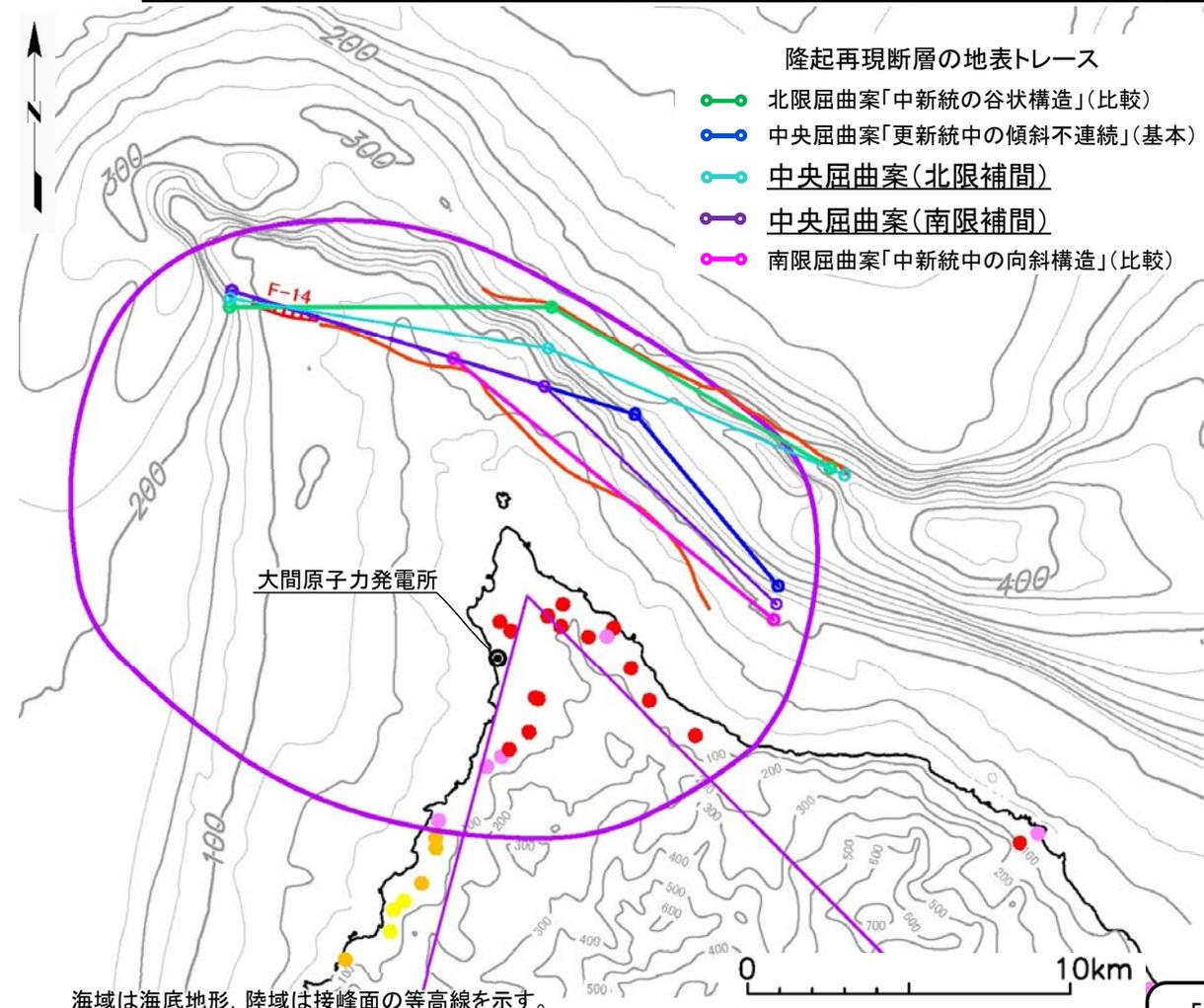
※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”



更新世の地形発達過程の検討

①再現性が保たれる領域の評価(1/11):補間案の設定

『地下の構造の設定』



○中央屈曲案(北限補間) 上端深さ:4km

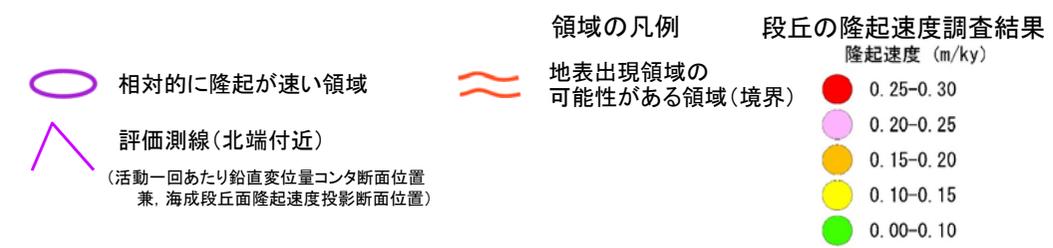
| | | |
|------------|---------------|---------------|
| 西部(F-14断層) | : | 東部(陸域隆起) |
| ・長さ | 10.0 km | 10.0 km |
| ・幅(傾斜角) | 15.0 km (60°) | 15.0 km (60°) |
| | 18.4km (45°) | 18.4km (45°) |
| ・走向 | N 99° E | N113° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 下端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |

○中央屈曲案(南限補間) 上端深さ:4km

| | | |
|------------|---------------|---------------|
| 西部(F-14断層) | : | 東部(陸域隆起) |
| ・長さ | 10.15 km | 9.85 km |
| ・幅(傾斜角) | 15.0 km (60°) | 15.0 km (60°) |
| | 18.4 km (45°) | 18.4 km (45°) |
| ・走向 | N 107° E | N133° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 下端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |

「断層長さ20km,断層深度4~17km, アスペリティ(1:1)」

| アスペリティ位置 | 北限屈曲案 | | 中央屈曲案 | | 南限屈曲案 | | |
|----------|-------|----|-------|------|-------|------|------|
| | 西部 | 東部 | (比較) | 北限補間 | (基本) | 南限補間 | (比較) |
| | | | 60° | 60° | 60° | 60° | 60° |
| 上端 | 中段 | | 除外 | | 可 | | 除外 |
| 上端 | 下端 | | 除外 | | 可 | | 除外 |
| | | | 45° | 45° | 45° | 45° | 45° |
| 上端 | 中段 | | 可 | | 除外 | | 除外 |
| 上端 | 下端 | | 可 | | 除外 | | 除外 |



・「⑨累積的な変位の再現性の評価」及び「⑩隆起速度分布の再現性の評価」により、更新世の地形発達過程の再現性があると評価された北限屈曲案の45°傾斜及び中央屈曲案の60°傾斜の地下の構造について、地表トレース位置を変えた隆起シミュレーションにより、更新世の地形発達過程の再現性が保たれるような、地表トレースを想定し得る領域を評価する。

・検討のための地表トレースは、中央屈曲案と北限屈曲案との間に中央屈曲案(北限補間)を、同じく南限屈曲案との間に中央屈曲案(南限補間)を設定する。



更新世の地形発達過程の検討

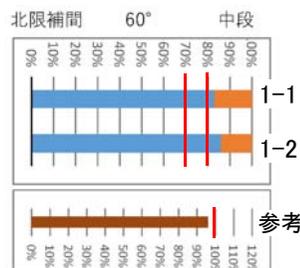
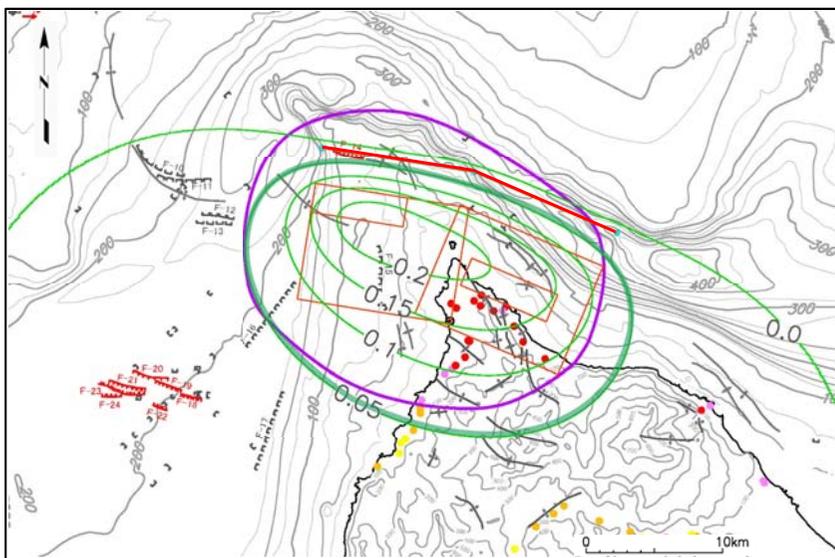
①再現性が保たれる領域の評価(2/11): 中央屈曲案(北限補間)(60°)(1/2) 累積的な変位の再現性

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

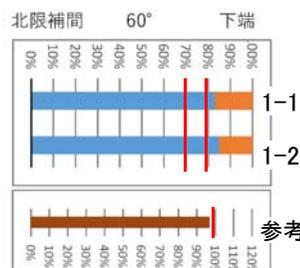
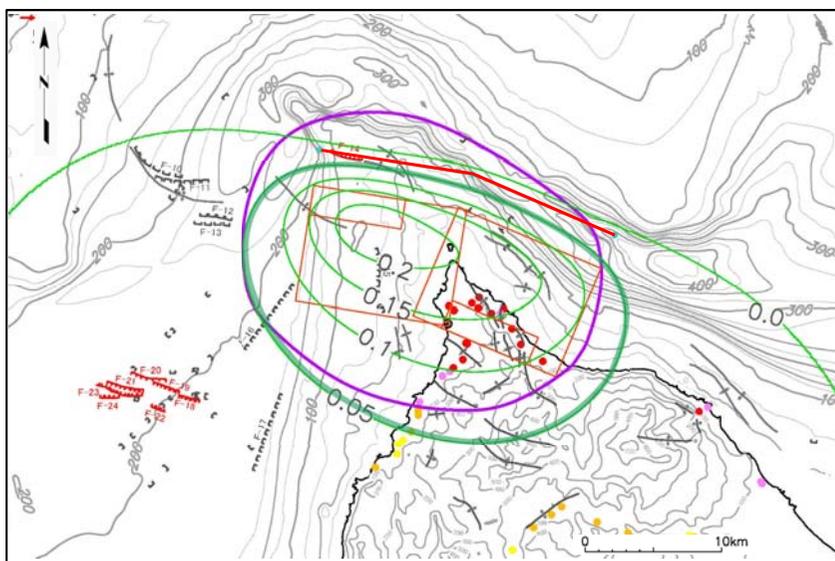
M0=4.93 E+18

(上端, 中段)

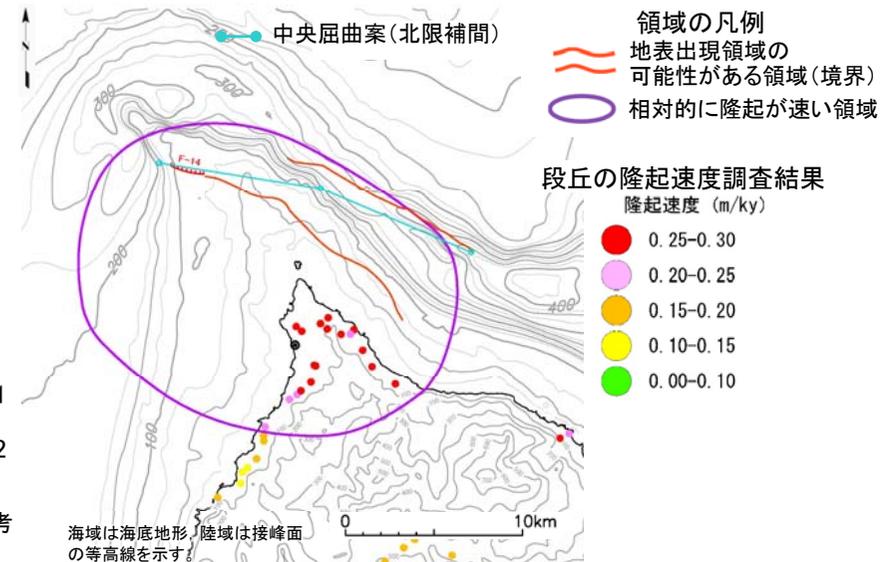


| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| ○ | ○ |

(上端, 下端)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| ○ | ○ |



隆起シミュレーション凡例

- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)

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

- 中央屈曲案(北限補間)は, 中央屈曲案と北限屈曲案とを補間した配置としている。
- 中央屈曲案(北限補間)の60°傾斜では, アスペリティ位置に依らず, 「相対的に隆起が速い領域」の規模及び配置の再現性が良い。



更新世の地形発達過程の検討

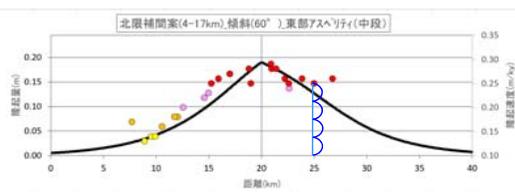
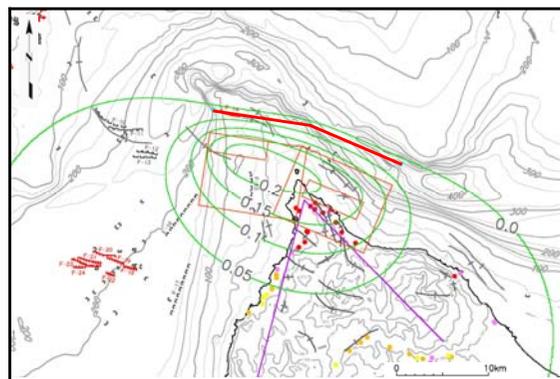
①再現性が保たれる領域の評価(3/11): 中央屈曲案(北限補間)(60°)(2/2)

海成段丘面の隆起速度分布の再現性

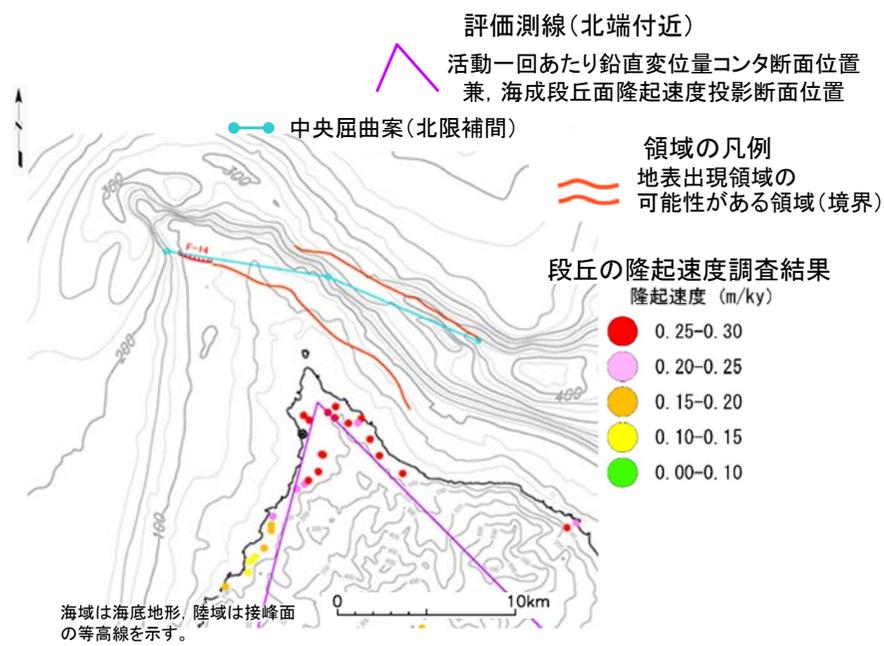
断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

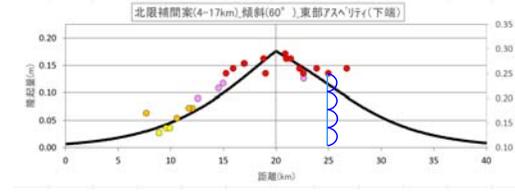
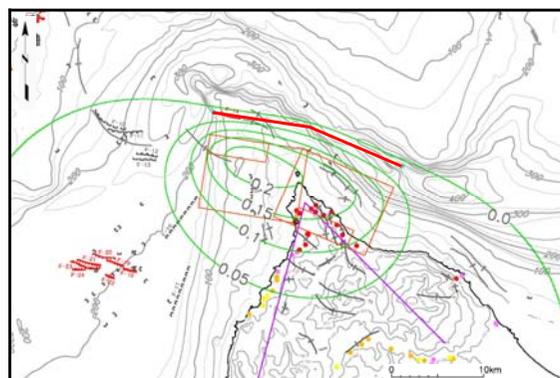
(上端, 中段)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | ○ |



(上端, 下端)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | ○ |

- 隆起シミュレーション凡例
- 隆起再現断層案の地表トレース
 - 計算モデル
 - 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)
- 地質構造要素凡例
- F-31 (UU) 断層(伏在断層)
 - 連続性のない断層
 - F-25 (LL) 震源として考慮する活断層
 - 背斜軸
 - 向斜軸

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。

中央屈曲案(北限補間)の60°傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸及び東側海岸の隆起速度分布がおおむね再現される。



更新世の地形発達過程の検討

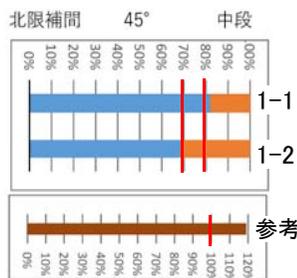
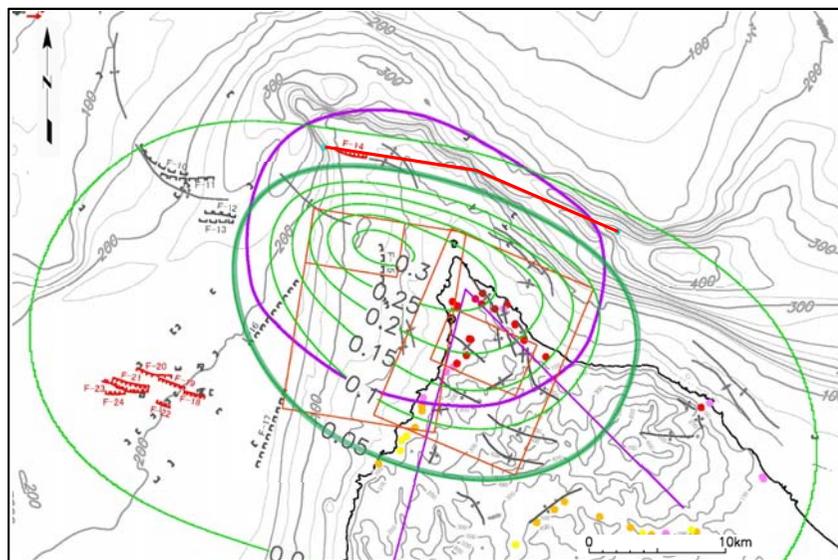
①再現性が保たれる領域の評価(4/11): 中央屈曲案(北限補間)(45°)(1/2) 累積的な変位の再現性

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

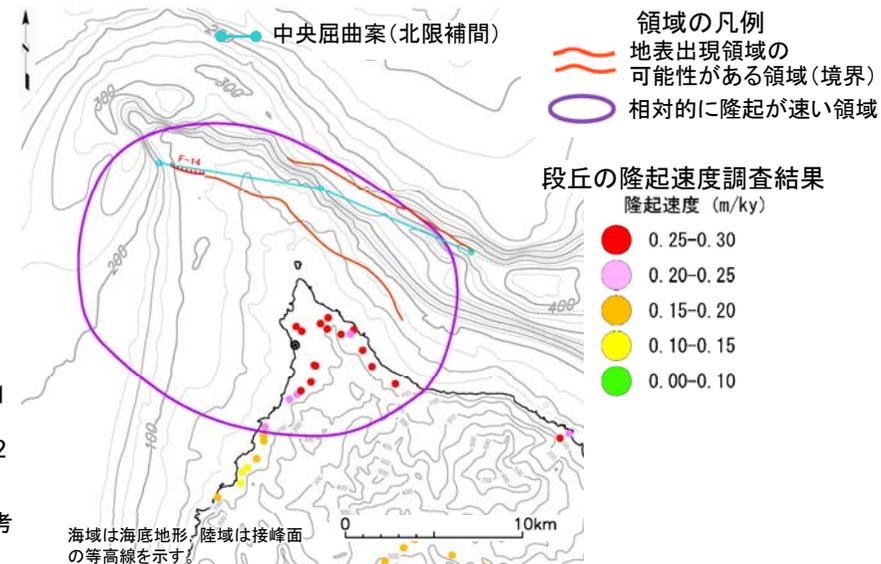
アスペリティ位置
(西部, 東部)

M0=6.70 E+18

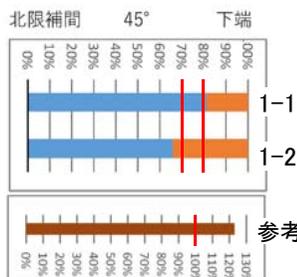
(上端, 中段)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| ○ | × |

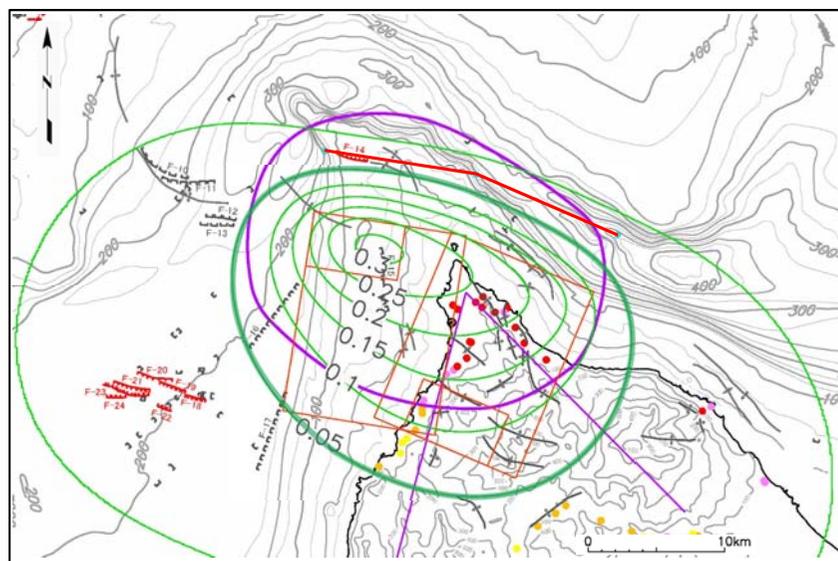


- 隆起シミュレーション凡例**
- 隆起再現断層案の地表トレース
 - 計算モデル
 - 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)
- 地質構造要素凡例**
- F-31 (UU) 断層(伏在断層)
 - 連続性のない断層
 - F-25 (LL) 震源として考慮する活断層
 - 背斜軸
 - 向斜軸



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| ○ | × |

(上端, 下端)



- 中央屈曲案(北限補間)は、中央屈曲案と北限屈曲案とを補間した配置としている。
- 中央屈曲案(北限補間)の45° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず、「相対的に隆起が速い領域」より規模が大きく、配置がずれており、再現性が無い。



更新世の地形発達過程の検討

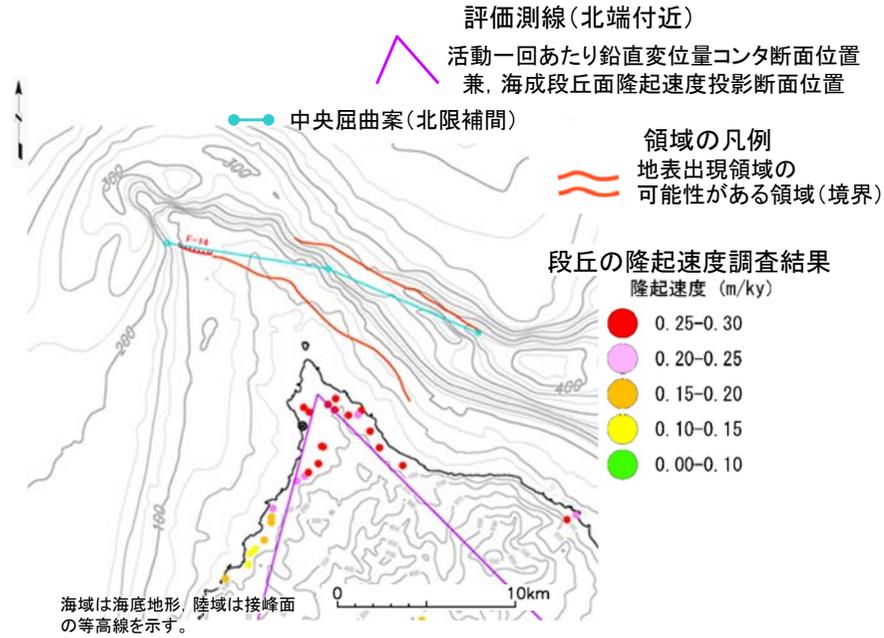
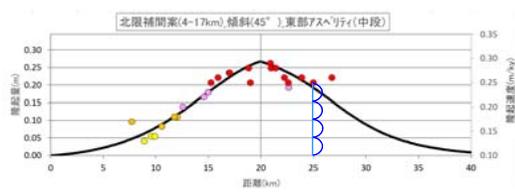
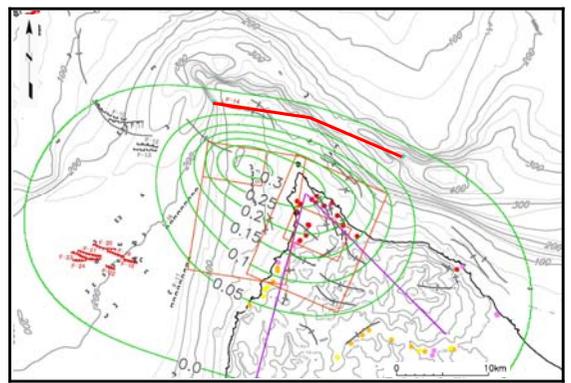
⑪再現性が保たれる領域の評価(5/11): 中央屈曲案(北限補間)(45°)(2/2)

海成段丘面の隆起速度分布の再現性

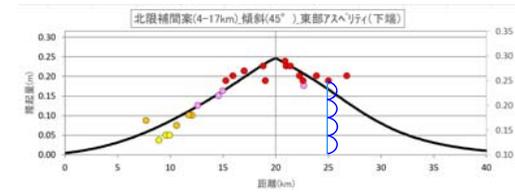
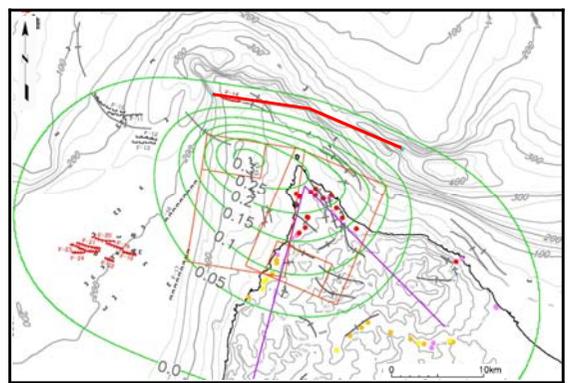
断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)



(上端, 下端)



- 隆起シミュレーション凡例**
- Red line: 隆起再現断層案の地表トレース
 - Red box: 計算モデル
 - Green circle: 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)
- 地質構造要素凡例**
- F-31 (UU): 断層(伏在断層)
 - Red dashed line: 連続性のない断層
 - F-25 (LL): 震源として考慮する活断層
 - Blue arrow: 背斜軸
 - Red arrow: 向斜軸

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。

• 中央屈曲案(北限補間)の45° 傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸及び東側海岸の隆起速度分布がおおむね再現される。



更新世の地形発達過程の検討

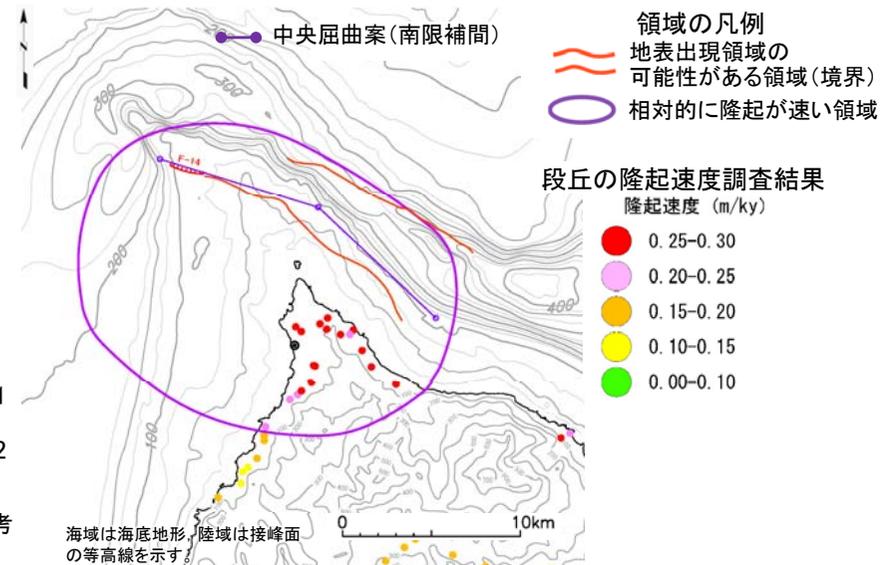
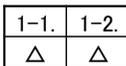
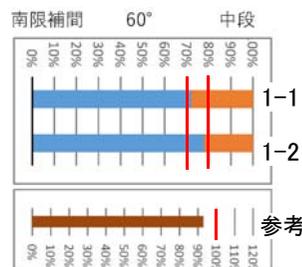
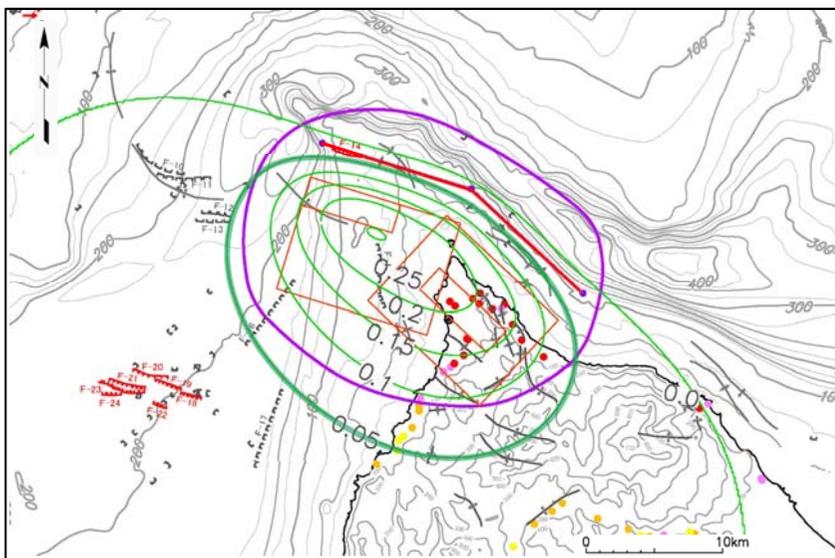
①再現性が保たれる領域の評価(6/11): 中央屈曲案(南限補間)(60°)(1/2) 累積的な変位の再現性

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

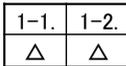
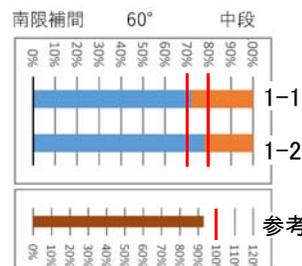
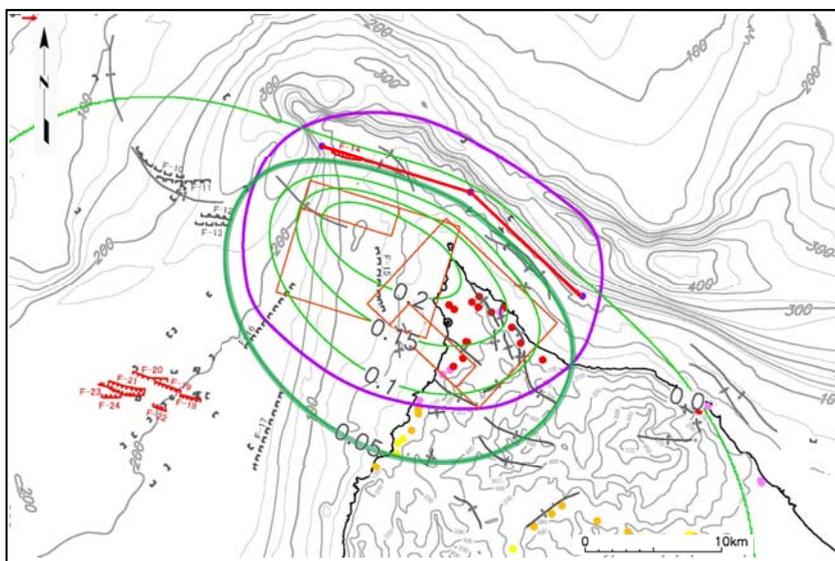
アスペリティ位置
(西部, 東部)

M0=4.93 E+18

(上端, 中段)



(上端, 下端)



隆起シミュレーション凡例

- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)

地質構造要素凡例

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

- 中央屈曲案(南限補間)は、中央屈曲案と南限屈曲案とを補間した配置としている。
- 中央屈曲案(南限補間)の60°傾斜では、アスペリティ位置に依らず、「相対的に隆起が速い領域」の規模及び配置がおおむね再現される。



更新世の地形発達過程の検討

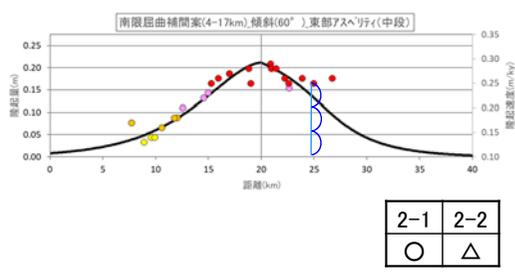
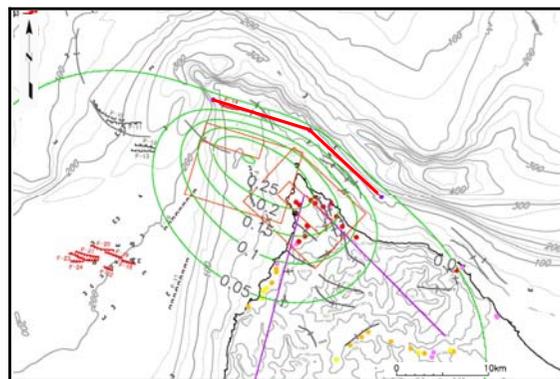
⑪再現性が保たれる領域の評価(7/11): 中央屈曲案(南限補間)(60°)(2/2)

海成段丘面の隆起速度分布の再現性

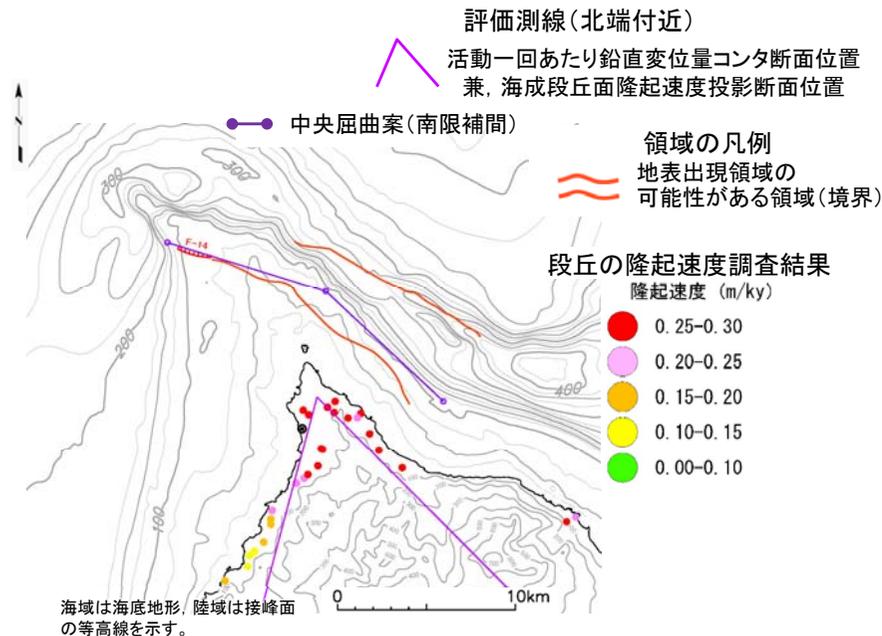
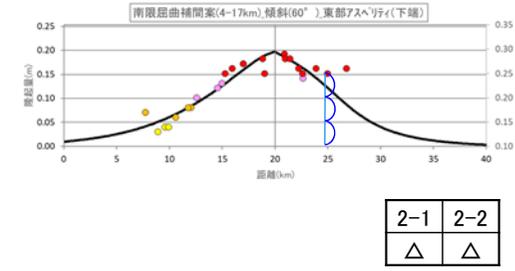
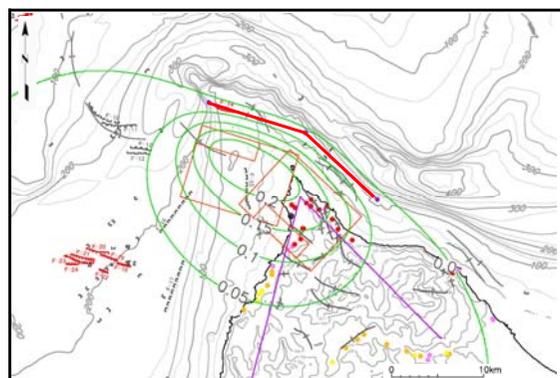
断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:60°, 東部:60°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)



(上端, 下端)



海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

- 隆起シミュレーション凡例
- 隆起再現断層案の地表トレース
 - 計算モデル
 - 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)
- 地質構造要素凡例
- F-31 (UU) 断層(伏在断層)
 - 連続性のない断層
 - F-25 (LL) 震源として考慮する活断層
 - 背斜軸
 - 向斜軸

中央屈曲案(南限補間)の60°傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸及び東側海岸の隆起速度分布がおおむね再現される。

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。



更新世の地形発達過程の検討

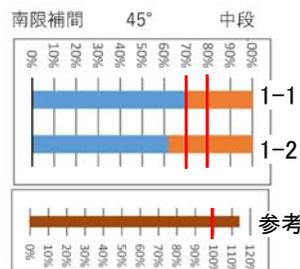
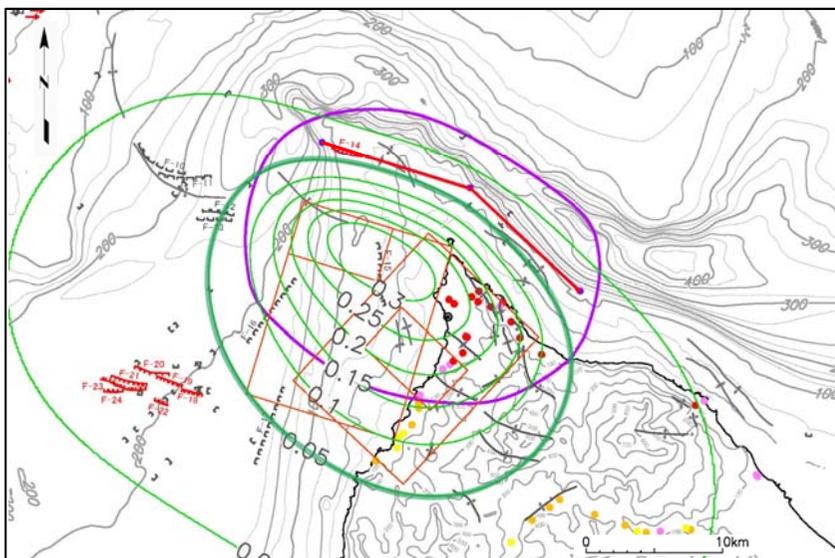
①再現性が保たれる領域の評価(8/11): 中央屈曲案(南限補間)(45°)(1/2) 累積的な変位の再現性

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

アスペリティ位置
(西部, 東部)

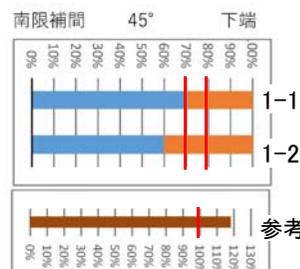
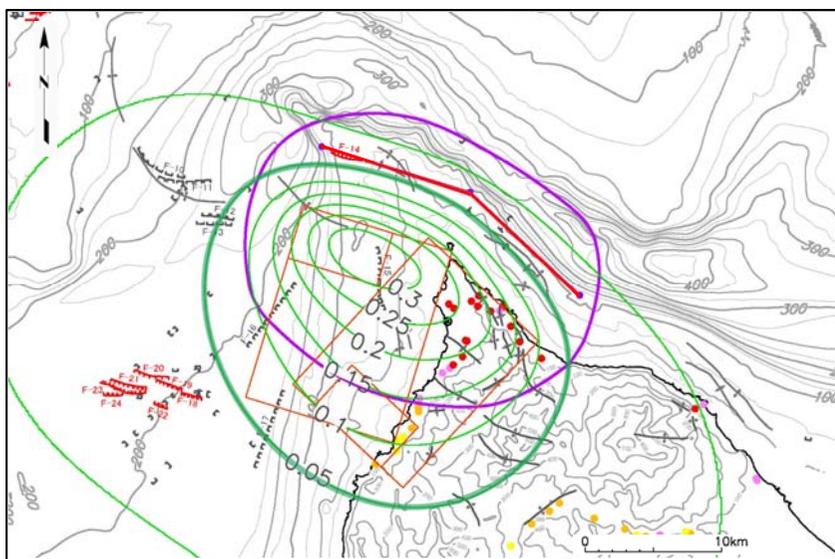
M0=6.70 E+18

(上端, 中段)

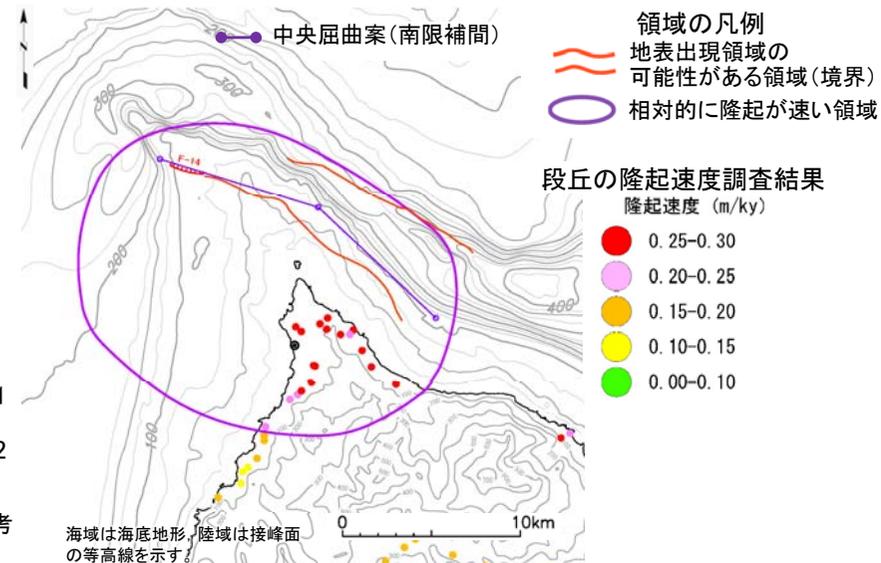


| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| X | X |

(上端, 下端)



| | |
|------|------|
| 1-1. | 1-2. |
| X | X |



隆起シミュレーション凡例

- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)

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

- 中央屈曲案(南限補間)は, 中央屈曲案と南限屈曲案とを補間した配置としている。
- 中央屈曲案(南限補間)45° 傾斜では, アスペリティ位置に依らず, 「相対的に隆起が速い領域」より規模が大きく, 配置がずれており, 再現性が無い。



更新世の地形発達過程の検討

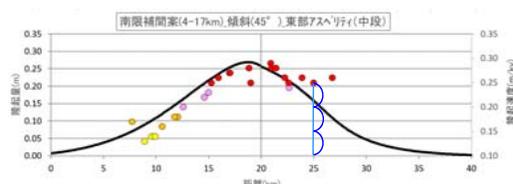
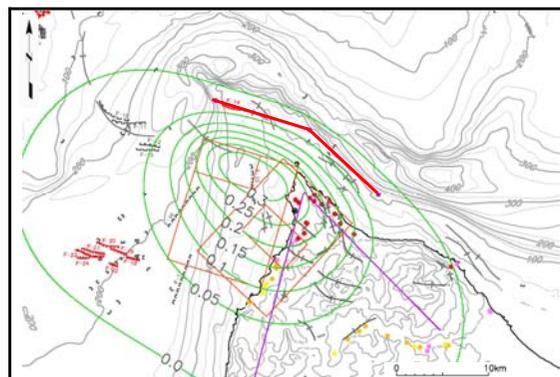
⑪再現性が保たれる領域の評価(9/11): 中央屈曲案(南限補間)(45°)(2/2)

海成段丘面の隆起速度分布の再現性

断層長さ20.0km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1), 傾斜(西部:45°, 東部:45°)

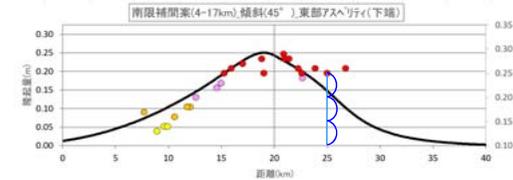
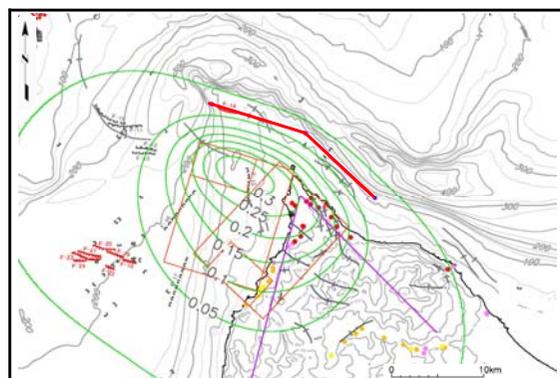
アスペリティ位置
(西部, 東部)

(上端, 中段)

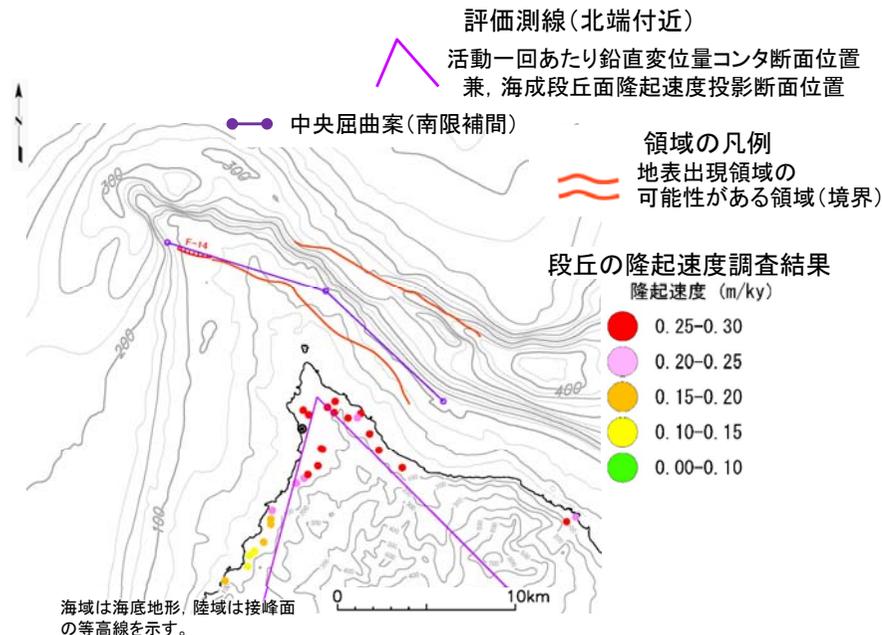


| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | △ |

(上端, 下端)



| | |
|-----|-----|
| 2-1 | 2-2 |
| △ | △ |



隆起シミュレーション凡例

- 隆起再現断層案の地表トレース
- 計算モデル
- 活動一回あたり鉛直変位量(m) (0.05m毎コンタ)

地質構造要素凡例

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

「海成段丘面の隆起速度」と「シミュレーションによる鉛直変位量」とは、異なる次元を持つことから直接的な比較ができない。そのため、それぞれの最大値が同じ位置となる様に誇張率を調整して重ね合わせることにする。

中央屈曲案(南限補間)の45°傾斜では、アスペリティ位置に依らず西側海岸及び東側海岸の隆起速度分布がおおむね再現される。



更新世の地形発達過程の検討

①再現性が保たれる領域の評価(10/11):補間案の評価

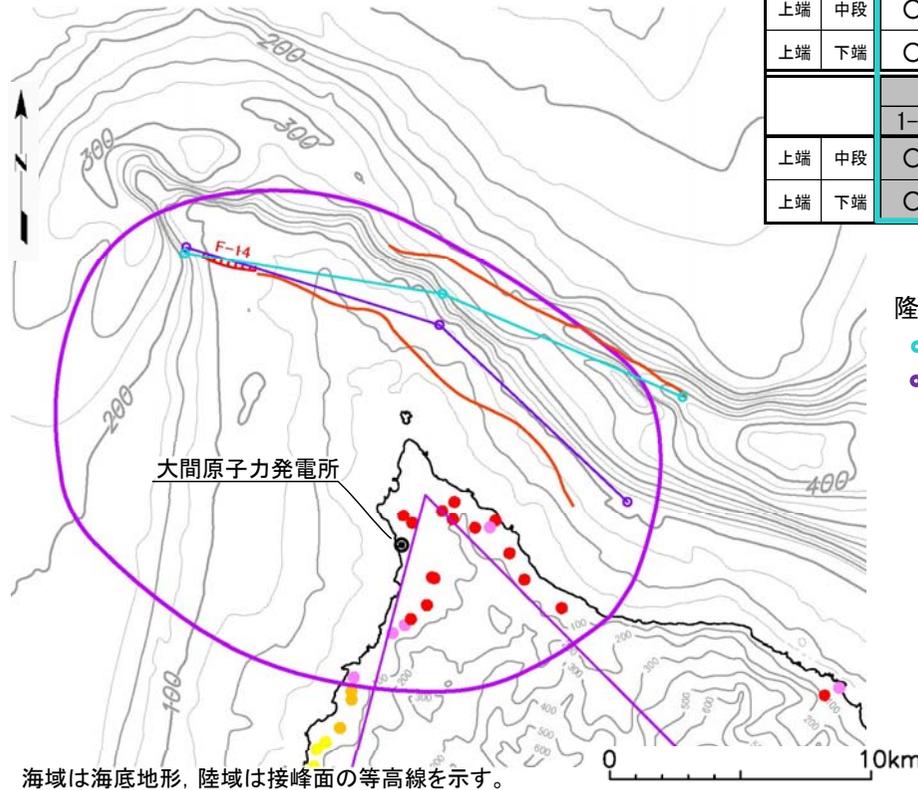
評価結果 「断層長さ20km,断層深度4~17km, アスペリティ(1:1)」

| アスペリティ位置 | | 中央屈曲案 | | | | | | | |
|----------|----|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 西部 | 東部 | 北限補間 | | | | 南限補間 | | | |
| | | 60° | | | | 60° | | | |
| | | 1-1 | 1-2 | 2-1 | 2-2 | 1-1 | 1-2 | 2-1 | 2-2 |
| 上端 | 中段 | ○ | ○ | △ | ○ | △ | △ | ○ | △ |
| 上端 | 下端 | ○ | ○ | △ | ○ | △ | △ | △ | △ |
| | | 45° | | | | 45° | | | |
| | | 1-1 | 1-2 | 2-1 | 2-2 | 1-1 | 1-2 | 2-1 | 2-2 |
| 上端 | 中段 | ○ | × | △ | ○ | × | × | △ | △ |
| 上端 | 下端 | ○ | × | △ | ○ | × | × | △ | △ |

累積的な変位の再現性の評価基準

指標値 1-1の評価:
 再現性良い○: 「相対的に隆起が速い領域」において、活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域と重なる部分が80%を超える。
 再現性有り △: (同上) 70%を超える。
 再現性無し ×: (同上) 70%以下。

指標値 1-2の評価:
 再現性良い○: 活動一回当たり鉛直変位量0.05m以上の領域において、「相対的に隆起が速い領域」と重なる部分が80%を超える。
 再現性有り △: (同上) 70%を超える。
 再現性無し ×: (同上) 70%以下。



隆起再現断層の地表トレース
 ● 中央屈曲案(北限補間)
 ● 中央屈曲案(南限補間)

隆起速度分布の再現性の評価基準

着目点 2-1の評価:
 再現性良い○: 西側海岸に沿う隆起速度が0.25(m/ky)付近より下では直線状、超えると「上に凸」となる分布形状が再現され、位置がおおむね一致する。
 再現性有り△: 直線状から「上に凸」への変化の再現性は明瞭でないが、位置がおおむね一致する。
 再現性無し×: 位置の乖離が大きい

着目点 2-2の評価:
 再現性良い○: 広く起伏の少ない頂部が再現され、東側海岸における乖離の最大が1/4未満。
 再現性有り△: 広く起伏の少ない頂部が再現される、または尖った頂部となるものの、東側海岸における乖離の最大が1/3未満。
 再現性無し×: 広く起伏の少ない頂部が再現される、または尖った頂部となり、東側海岸における乖離の最大が1/3以上。

○ 相対的に隆起が速い領域
 ▲ 評価測線(北端付近)
(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)

領域の凡例
 〰 地表出現領域の可能性のある領域(境界)

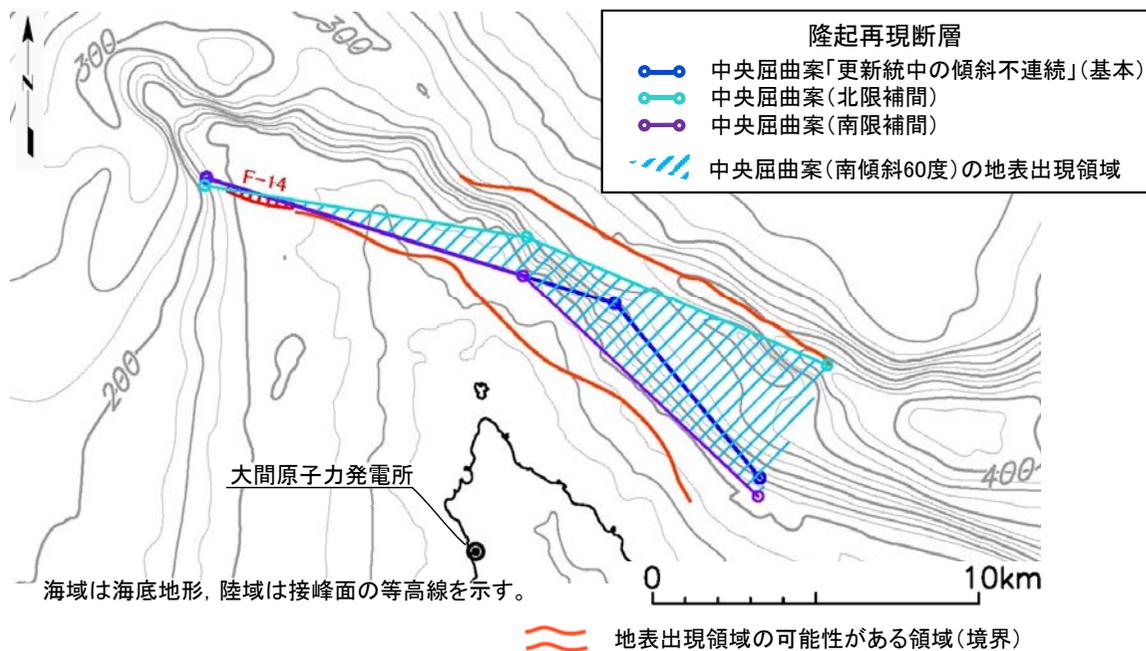
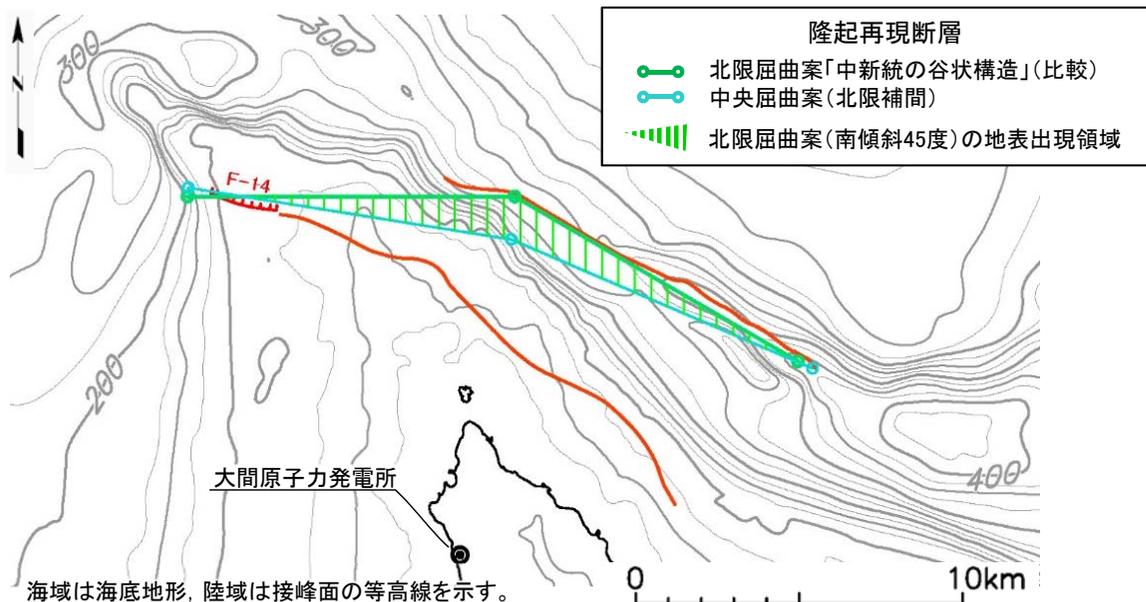
段丘の隆起速度調査結果
 隆起速度 (m/ky)
 ● 0.25-0.30
 ● 0.20-0.25
 ● 0.15-0.20
 ● 0.10-0.15
 ● 0.00-0.10

- 中央屈曲案(北限補間)は、60° 傾斜では更新世の地形発達過程の再現性があるが、45° 傾斜では再現性がない。
- 中央屈曲案(南限補間)は、60° 傾斜では更新世の地形発達過程の再現性があるが、45° 傾斜では再現性がない。



更新世の地形発達過程の検討

①再現性が保たれる領域の評価(11/11):まとめ



評価結果 「断層長さ20km, 断層深度4~17km, アスペリティ(1:1)」

| アスペリティ位置 | | 北限屈曲案 | 中央屈曲案 | | 南限屈曲案 | |
|----------|----|-------|--------|------|--------|------|
| 西部 | 東部 | (比較) | (北限補間) | (基本) | (南限補間) | (比較) |
| | | 60° | 60° | 60° | 60° | 60° |
| 上端 | 中段 | 除外 | 可 | 可 | 可 | 除外 |
| 上端 | 下端 | 除外 | 可 | 可 | 可 | 除外 |
| | | 45° | 45° | 45° | 45° | 45° |
| 上端 | 中段 | 可 | 除外 | 除外 | 除外 | 除外 |
| 上端 | 下端 | 可 | 除外 | 除外 | 除外 | 除外 |

(本図では省略)

- 地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションのパラメータスタディにより累積的な変位と見なす領域における更新世の地形発達過程が再現される地下の構造(傾斜, アスペリティ)及びその地表トレースを想定し得る領域(地表出現領域)を評価する。
- 上記の再現性が認められる地下の構造は、北限屈曲案の45°傾斜及び直線屈曲案の60°傾斜となるため、これらが隆起再現断層となる。
- 北限屈曲案の45°傾斜の地表出現領域は、中央屈曲案(北限補間)において再現性が無くなることから、北限屈曲案の地表トレース極近傍と考えられるが、ここでは中央屈曲案(北限補間)までの領域とする。
- 中央屈曲案の60°傾斜の地表出現領域は、再現性が保たれる中央屈曲案(北限補間)から中央屈曲案(南限補間)までの領域とする。

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |



各節の検討内容(2/2)

8.1 隆起再現断層の根拠の検討

第四紀広域隆起の検討

①累積的な変位^{※1}の評価

第四紀広域隆起のうち、隆起再現断層による累積的な変位^{※1}と見なす領域を選定する。

(→ P.8-9)

海域活断層の検討

②地表付近の破壊の痕跡^{※2}の評価

隆起再現断層による隆起域と見なす領域付近において、隆起再現断層による地表付近の破壊の痕跡と見なす地質構造を選定する。

(→ P.8-10)

8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討

広域応力場の検討

③応力場と整合する断層の評価

現在の広域応力場と走向・傾斜が整合する断層について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-18)

地形・地質構造の検討

④鮮新世・更新世の断層の評価

鮮新世及び更新世に活動した沿岸域の断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-20)

⑤更新統中の断層類似事象の評価

更新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-21,22)

⑥中新統中の断層の評価

中新統中に認められる断層の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-23)

⑦中新統中の断層類似事象の評価

中新統中に認められる活動を示唆する地形・地質構造の分布範囲について、隆起再現断層の根拠としての適性を評価する。

(→ P.8-24,25)

重力構造の検討

⑧ブーゲー重力異常の評価

広域応力場の検討及び地形・地質構造の検討により抽出された範囲について、ブーゲー重力異常との整合性を評価する。

(→ P.8-28)

8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討

更新世の地形発達過程の検討

⑨累積的な変位の再現性の評価

地形・地質構造に基づき隆起再現断層案を複数定め、隆起シミュレーションにより累積的な変位と見なす領域の規模・配置が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-44)

⑩隆起速度分布の再現性の評価

同様に、隆起再現断層案について、隆起シミュレーションにより海成段丘面の隆起速度分布が再現される地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価する。

(→ P.8-51)

⑪再現性が保たれる領域の評価

隆起再現断層案の地表トレース位置を変えた隆起シミュレーションにより、上記2種の再現性が保たれるような、地表トレースを想定し得る領域を評価する。

(→ P.8-63)

8.4 隆起再現断層の評価

⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件

隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)及び地表出現領域を定め、地震動評価で検討する震源モデルの地質・地質構造の検討に基づく設定条件を整理する。

(→ P.8-66)

8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ

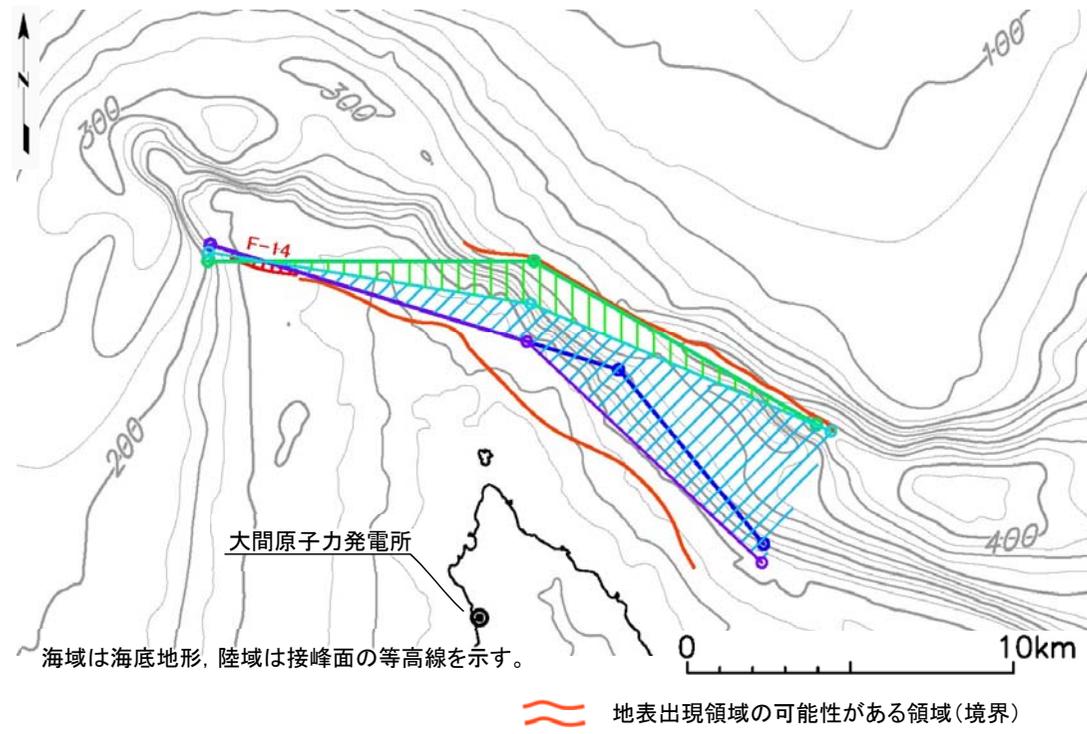
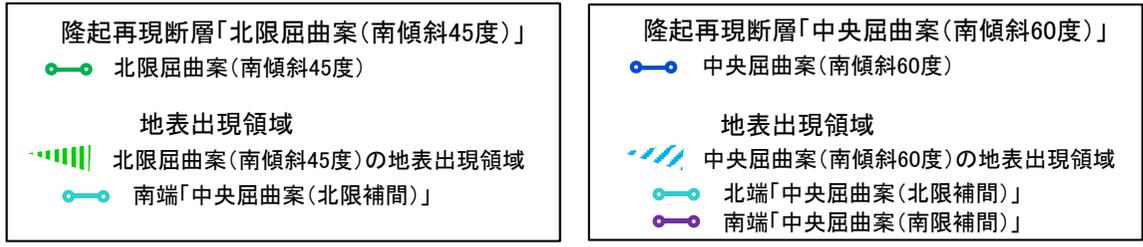
(→ P.8-68,69)

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”



⑫地質・地質構造に基づく隆起再現断層の設定条件



隆起再現断層の設定条件「北限屈曲案(南傾斜45度)」

| | | |
|-------------------------|--------------|--------------|
| 地下の構造「北限屈曲案(南傾斜45度)」 | | 上端深さ: 4km |
| | 西部(F-14断層) | 東部(陸域隆起) |
| ・断層長さ | 10.0 km | 10.0km |
| ・幅(傾斜角) | 18.4 km(45°) | 18.4 km(45°) |
| ・走向 | N 90° E | N120° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 下端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |
| 地表出現領域(南端)「中央屈曲案(北限補間)」 | | |
| | 西部 | 東部 |
| ・長さ | 10.0 km | 10.0 km |
| ・傾斜角 | 45° | 45° |
| ・走向 | N99° E | N113° E |

隆起再現断層の設定条件「中央屈曲案(南傾斜60度)」

| | | |
|-------------------------|--------------|--------------|
| 地下の構造「中央屈曲案(南傾斜60度)」 | | 上端深さ: 4km |
| | 西部(F-14断層) | 東部(陸域隆起) |
| ・断層長さ | 13.1 km | 6.9 km |
| ・幅(傾斜角) | 15.0 km(60°) | 15.0 km(60°) |
| ・走向 | N 107° E | N140° E |
| ・アスペリティ位置 | 上端 | 中段, 上端 |
| ・アスペリティ面積比 | 1 | 1 |
| 地表出現領域(北端)「中央屈曲案(北限補間)」 | | |
| | 西部 | 東部 |
| ・長さ | 10.0 km | 10.0 km |
| ・傾斜角 | 60° | 60° |
| ・走向 | N99° E | N113° E |
| 地表出現領域(南端)「中央屈曲案(南限補間)」 | | |
| | 西部 | 東部 |
| ・長さ | 10.15 km | 9.85 km |
| ・傾斜角 | 60° | 60° |
| ・走向 | N107° E | N133° E |

- 隆起再現断層は、北限屈曲案(南傾斜45度)、中央屈曲案(南傾斜60度)の2条となる。
- 北限屈曲案の45°傾斜の地表出現領域は、北限屈曲案の地表トレースから中央屈曲案(北限補間)までの領域とする。
- 中央屈曲案の60°傾斜の地表出現領域は、中央屈曲案(北限補間)から中央屈曲案(南限補間)までの領域とする。
- これら隆起再現断層のアスペリティは、屈曲した地下の構造の西部と東部に均等に分割し、西部ではF-14断層直下の地下の構造の上端、東部では地下の構造の中央又は下端に配置するものとする。

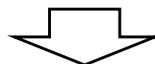
8.5 下北半島西の隆起への耐震設計上の考慮まとめ



| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

第8.1節 隆起再現断層の根拠

- 第四紀広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」を、隆起再現断層による累積的な変位^{※1}が生じる領域と見なした。
- 「相対的に隆起が速い領域」の境界付近に分布し、後期更新世以降の活動が否定されない「F-14断層」を、隆起再現断層による地表付近の破壊^{※2}の痕跡と見なした。



第8.2節 地表出現領域の可能性のある領域

- 現在のE-W方向の広域応力場と整合するN-S走向で陸域側が上昇側となる断層には、隆起再現断層としての適性が認められない。そのため、広域応力場からは、隆起再現断層の地表出現領域を特定することはできない。
- F-14断層の東方延長部には、後期更新世以降の活動が認められる地形・地質構造が分布しないため、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造及びその地質構造を反映した重力構造を総合的に検討し、「更新統中の傾斜不連続部」、「中新統上面の谷状構造」及び「F-14断層に隣接する背斜・向斜」によって、隆起再現断層の地表出現領域の可能性のある領域を評価した。



第8.3節 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域

- 隆起再現断層は、地表出現領域の可能性のある領域の検討時に考慮した「更新統中の傾斜不連続部」、「中新統上面の谷状構造」及び「F-14断層に隣接する背斜・向斜」に基づいて、それぞれ中央屈曲案、北限屈曲案及び南限屈曲案の3条を想定し、隆起シミュレーションにより、相対的に隆起が速い領域における更新世の地形発達過程が再現される隆起再現断層の地下の構造(傾斜、アスペリティ)を評価し、北限屈曲案の45°傾斜及び中央屈曲案の60°傾斜が得られた。
- これらを補間する中央屈曲案(北限補間)及び中央屈曲案(南限補間)の2条の隆起シミュレーションを実施し、北限屈曲案の45°傾斜及び中央屈曲案の60°傾斜について、更新世の地形発達過程の再現性が保たれる地表トレースを想定し得る領域を評価した。



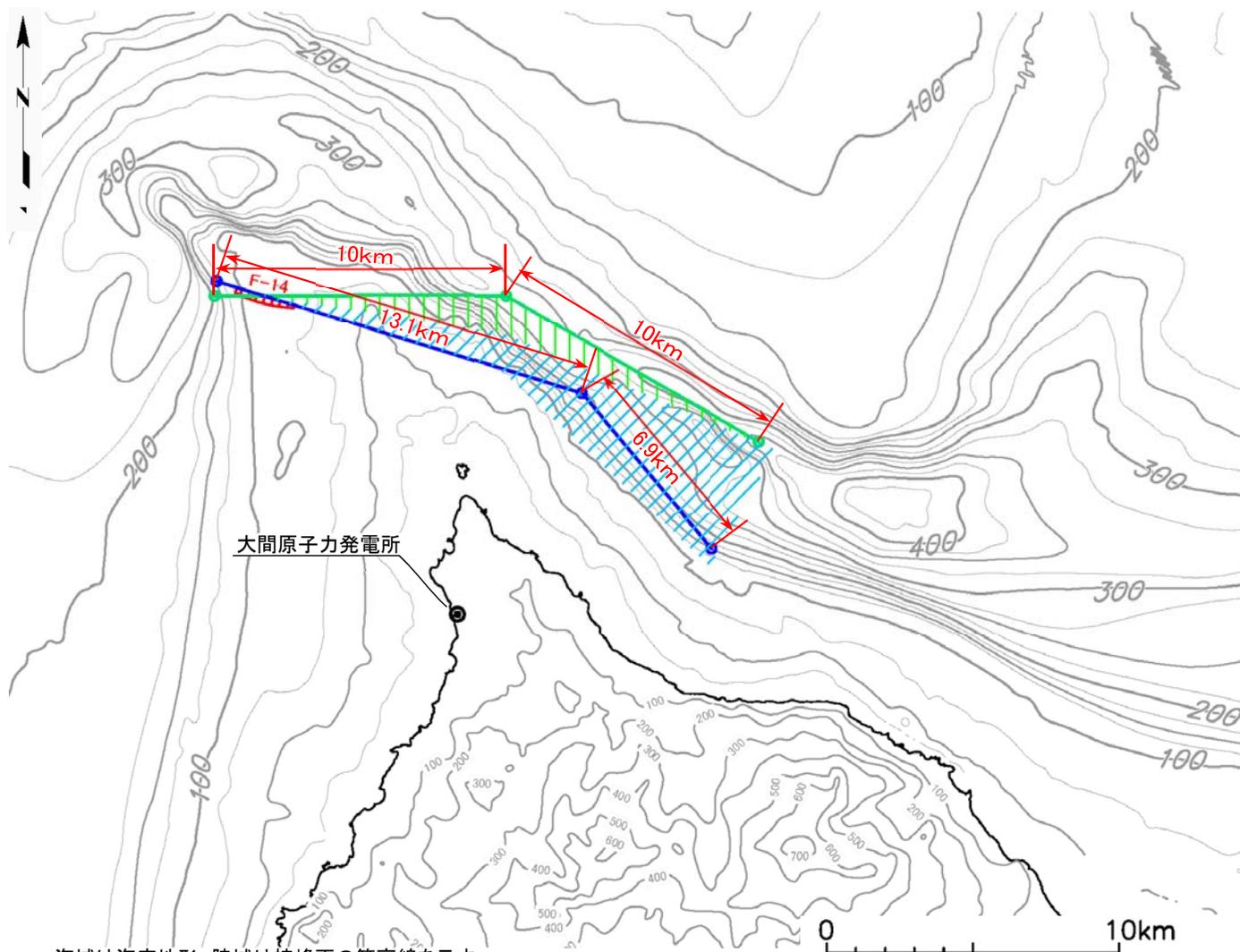
第8.4節 隆起再現断層の評価

- 隆起再現断層は、北限屈曲案の45°傾斜及び中央屈曲案の60°傾斜の2条となる。
- 北限屈曲案の45°傾斜については、中央屈曲案(北限補間)の地表トレースまでの領域を地表出現領域とする。
- 中央屈曲案の60°傾斜については、中央屈曲案(北限補間)の地表トレースから中央屈曲案(南限補間)の地表トレースまでの領域を地表出現領域とする。
- これら隆起再現断層のアスペリティは、屈曲した地下の構造の西部と東部に均等に分割し、西部ではF-14断層直下の地下の構造の上端、東部では地下の構造の中央又は下端に配置するものとする。

※1 「審査ガイド」2.2解説(5)“顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。”

※2 「審査ガイド」2.1(5):“震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。”

震源として考慮する隆起再現断層と地表出現領域



海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

| 隆起再現断層 | |
|---------------|----------------------|
| | 北限屈曲案(南傾斜45度) |
| | 中央屈曲案(南傾斜60度) |
| 隆起再現断層の地表出現領域 | |
| | 北限屈曲案(南傾斜45度)の地表出現領域 |
| | 中央屈曲案(南傾斜60度)の地表出現領域 |

- 隆起再現断層は、北限屈曲案(南傾斜45度)、中央屈曲案(南傾斜60度)の2条であり、図に示す地表出現領域を考慮する。
- これら隆起再現断層のアスペリティは、屈曲した地下の構造の西部と東部に均等に分割し、西部ではF-14断層直下の地下の構造の上端、東部では地下の構造の中央又は下端に配置するものとする。

(余白)

9. 敷地周辺の断層評価のまとめ

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. 敷地周辺の断層評価の概要 |1-1 | 4.3.4 海域・南端の調査 | ..... |
| 1.1 陸域の地形・地質・地質構造 |1-1 | 4.3.5 連続性の調査 | ..... |
| 1.2 海域の地形・地質・地質構造 |1-11 | 4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ | ..... |
| 1.3 陸域・海域の地球物理学的特性 |1-21 | 4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ | ..... |
| 1.4 活断層調査 |1-25 | 5. 敷地前面海域の活断層 | ..... |
| 1.4.1 活断層調査の概要 |1-25 | 5.1 概要 | ..... |
| 1.4.2 陸域の活断層(概要) |1-33 | 5.2 F-14断層 |5-1 |
| 1.4.3 海域の活断層(概要) |1-41 | 5.3 F-18断層～F-24断層 | ..... |
| 1.4.4 活断層調査のまとめ |1-49 | 5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ | ..... |
| 2. 敷地極近傍の断層 | ..... | 6. 外側海域の活断層 | ..... |
| 2.1 概要 | ..... | 6.1 概要 | ..... |
| 2.2 sF断層系 | ..... | 6.2 恵山岬東方沖断層 | ..... |
| 2.2.1 sF-1断層 | ..... | 6.3 奥尻海盆北東縁断層 | ..... |
| 2.2.2 sF-2断層系 | ..... | 6.4 奥尻海盆東縁断層 | ..... |
| 2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ | ..... | 6.5 西津軽海盆東縁断層 | ..... |
| 3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層 | ..... | 6.6 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続性の評価 | ..... |
| 3.1 概要 | ..... | 6.7 外側海域の断層評価まとめ | ..... |
| 3.2 清水山南方断層 | ..... | 7. 下北半島西部の隆起 | ..... |
| 3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ | ..... | 7.1 概要 | ..... |
| 4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層 | ..... | 7.2 第四紀広域隆起 |7-1 |
| 4.1 概要 | ..... | 7.2.1 陸域の隆起傾向 |7-1 |
| 4.2 根岸西方断層 | ..... | 7.2.2 海域の隆起傾向 |7-5 |
| 4.2.1 概要 | ..... | 7.2.3 第四紀の隆起傾向 |7-11 |
| 4.2.2 断層等の抽出 | ..... | 7.3 中新世背斜・向斜 | ..... |
| 4.2.3 陸域の調査 | ..... | 7.4 下北半島西部の隆起のまとめ | ..... |
| 4.2.4 海域の調査 | ..... | 8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮 |8-1 |
| 4.2.4.1 北西端の調査 | ..... | 8.1 隆起再現断層の根拠の検討 |8-7 |
| 4.2.4.2 南端の調査 | ..... | 8.2 地表出現領域の可能性のある領域の検討 |8-13 |
| 4.2.5 連続性の調査 | ..... | 8.3 隆起再現断層の地下の構造及び地表出現領域の検討 | ...8-31 |
| 4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ | ..... | 8.4 隆起再現断層の評価 |8-64 |
| 4.3 函館平野西縁断層帯 | ..... | 8.5 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮まとめ | ...8-67 |
| 4.3.1 概要 | ..... | 9. 敷地周辺の断層評価のまとめ |9-1 |
| 4.3.2 断層等の抽出 | ..... |  |  |
| 4.3.3 陸域・北端の調査 | ..... |  |  |

9. 敷地周辺の断層評価のまとめ (1/5)

敷地周辺における活断層の抽出・評価のまとめ

【抽出】

活動性評価の対象とする断層等

周辺陸域
(30kmまで)

周辺陸域
(30km以遠)

敷地前面
海域

外側海域

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--|---------|---------|--|---------|--|--|
| 空中写真判読 | <ul style="list-style-type: none"> ・ニッソリニアメント ・福浦リニアメント ・材木リニアメント ・野平リニアメント ・原田東方リニアメント ・清水山南方断層 ・赤川リニアメント ・恐山東山麓リニアメント | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 文献調査 | <ul style="list-style-type: none"> ・根岸西方断層 ・函館平野西縁断層帯 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 文献調査 | <ul style="list-style-type: none"> ・海上保安庁水路部(2000)¹⁾のF-1断層～F-4断層 (当社のF-2断層～F-4断層に該当) ・産総研・道総研(2012)²⁾のF-1断層～F-2断層 (当社のF-2断層～F-3断層に該当) ・産総研・東海大(2012)³⁾の平館断層 (当社のF-25断層～F-27断層に該当) ・産総研・東海大(2012)³⁾の平館海峡撓曲 (当社のF-28断層～F-31断層に該当) ・上村(1975)⁴⁾の下北海岸断層 ・渡辺ほか(2012)⁵⁾の海底活断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 海上音波探査 | <table border="0"> <tr> <td>・F-1断層</td> <td>・F-12断層</td> <td>・F-25断層</td> </tr> <tr> <td>・F-2断層</td> <td>・F-13断層</td> <td>～F-27断層</td> </tr> <tr> <td>～F-4断層</td> <td>・F-14断層</td> <td>・F-28断層</td> </tr> <tr> <td>・F-5断層</td> <td>・F-15断層</td> <td>～F-31断層</td> </tr> <tr> <td>・F-7断層</td> <td>・F-16断層</td> <td>・F-32断層</td> </tr> <tr> <td>・F-8断層</td> <td>・F-17断層</td> <td>・F-33断層</td> </tr> <tr> <td>・F-9断層</td> <td>・F-18断層</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・F-10断層</td> <td>～F-24断層</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・F-11断層</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | ・F-1断層 | ・F-12断層 | ・F-25断層 | ・F-2断層 | ・F-13断層 | ～F-27断層 | ～F-4断層 | ・F-14断層 | ・F-28断層 | ・F-5断層 | ・F-15断層 | ～F-31断層 | ・F-7断層 | ・F-16断層 | ・F-32断層 | ・F-8断層 | ・F-17断層 | ・F-33断層 | ・F-9断層 | ・F-18断層 | | ・F-10断層 | ～F-24断層 | | ・F-11断層 | | |
| ・F-1断層 | ・F-12断層 | ・F-25断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-2断層 | ・F-13断層 | ～F-27断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ～F-4断層 | ・F-14断層 | ・F-28断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-5断層 | ・F-15断層 | ～F-31断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-7断層 | ・F-16断層 | ・F-32断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-8断層 | ・F-17断層 | ・F-33断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-9断層 | ・F-18断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-10断層 | ～F-24断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ・F-11断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 文献調査 | <ul style="list-style-type: none"> ・恵山岬北方冲撓曲 ・恵山岬東方冲撓曲 ・恵山岬東方冲断層 ・大陸棚外縁断層 ・国交省(2014)⁶⁾によるF18断層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



【評価】

震源として考慮する活断層
(領域ごと)

震源として考慮する活断層
(連続性評価後)

| | |
|-------|---|
| 活動性調査 | <ul style="list-style-type: none"> ・清水山南方断層 ・根岸西方断層 ・函館平野西縁断層帯 ・F-25断層～F-27断層 (根岸西方断層の海域部) ・F-2断層～F-4断層 (函館平野西縁断層帯の海域部) ・F-14断層 ・F-18断層～F-24断層 (敷地西方冲断層) ・F-5断層 ・F-8断層 (F-8断層の海域部) ・F-9断層 ・F-28断層～F-31断層 (一連の断層として評価) ・F-33断層 ・恵山岬東方冲断層 ・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 |
|-------|---|



| | |
|--------|---|
| 連続性評価後 | <ol style="list-style-type: none"> ① 根岸西方断層 ② 函館平野西縁断層帯 ③ 奥尻海盆北東縁断層 ④ 奥尻海盆東縁断層 ⑤ 西津軽海盆東縁断層 ⑥ 恵山岬東方冲断層 ⑦ 清水山南方断層 ⑧ F-14断層 ⑨ 敷地西方冲断層 ⑩ F-5断層 ⑪ F-8断層 ⑫ F-9断層 ⑬ F-28断層～F-31断層 ⑭ F-33断層 |
|--------|---|

- ・ 文献調査, 空中写真判読及び海上音波探査により, 活動性調査の対象とする断層等を50条抽出した。
- ・ 活動性調査により, 根岸西方断層及び函館平野西縁断層帯の陸域～海域へ連続する断層を評価した上で, 14条を震源として考慮する活断層と評価した。

9. 敷地周辺の断層評価のまとめ (2/5)

コメントNo. S1-77

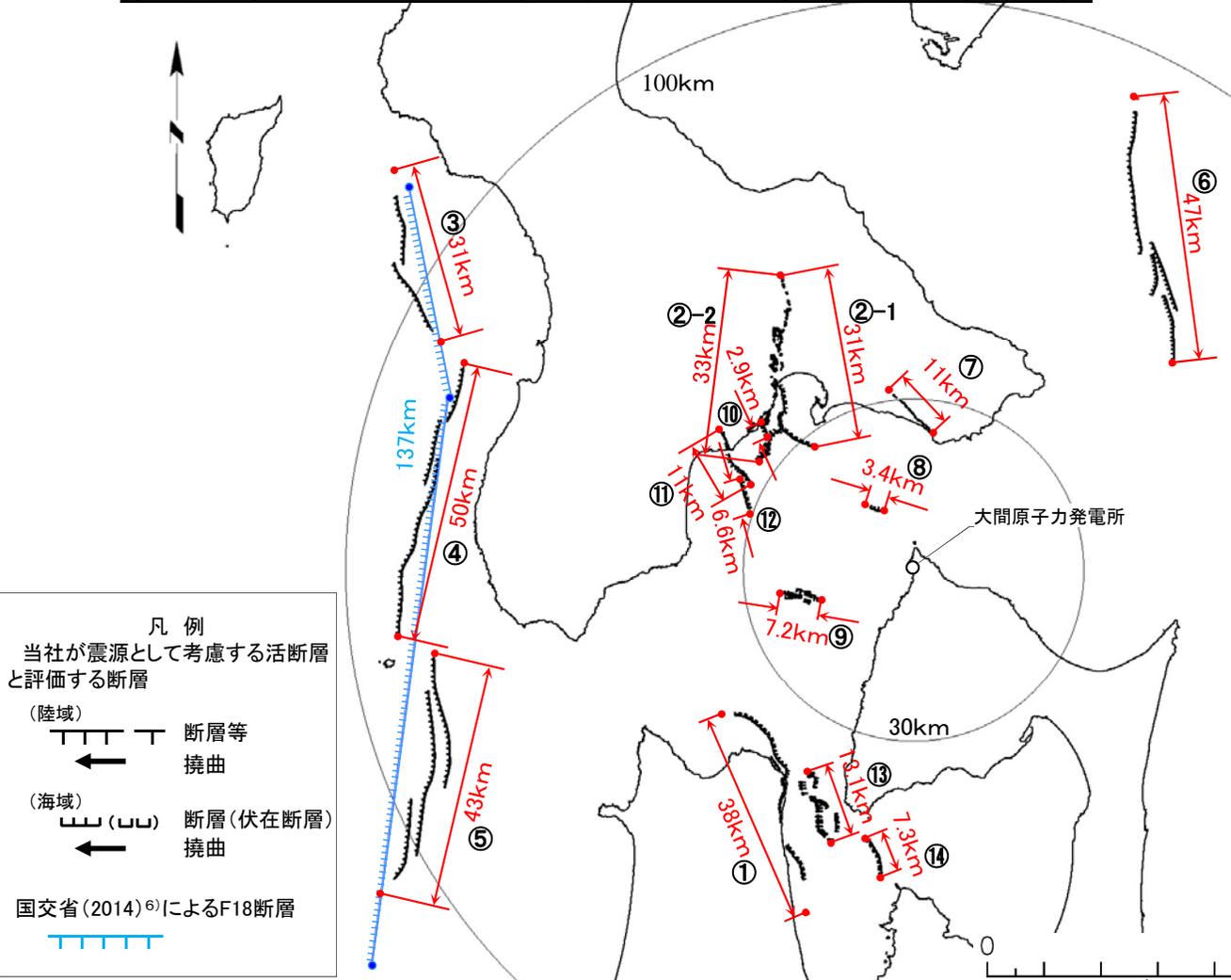
第817回審査会合
資料1-1P.9-3 一部修正



敷地周辺における震源として考慮する活断層

敷地周辺における震源として考慮する活断層

| 断層名 | 評価長さ | 敷地からの距離 | 備考 |
|----------------|------------------------|----------------|---|
| ①根岸西方断層 | 約38km | 約50km | |
| ②函館平野西縁断層帯 | ②-1 約31km ②-2 約33km | 約42km 約43km | ②-1は海域南東延長部を含み、②-2は海域南西延長部を含む。 |
| ③奥尻海盆北東縁断層 | 約31km | 約103km | 同時破壊を否定できないものとし、国交省(2014) ⁶⁾ によるF18断層の位置で評価する。 |
| ④奥尻海盆東縁断層 | 約50km | 約86km | (評価長さ137km)(距離 約92km) |
| ⑤西津軽海盆東縁断層 | 約43km | 約96km | |
| ⑥恵山岬東方冲断層 | 約47km | 約73km | |
| ⑦清水山南方断層 | 約11km | 約28km | |
| ⑧F-14断層 | 約3.4km | 約12km | |
| ⑨敷地西方冲断層 | 約7.2km | 約20km | |
| ⑩F-5断層 | 約2.9km | 約35km | |
| ⑪F-8断層 | 約11km | 約37km | |
| ⑫F-9断層 | 約6.6km | 約32km | |
| ⑬F-28断層～F-31断層 | 約13.1km | 約44km | |
| ⑭F-33断層 | 約7.3km | 約50km | |



凡例
当社が震源として考慮する活断層と評価する断層

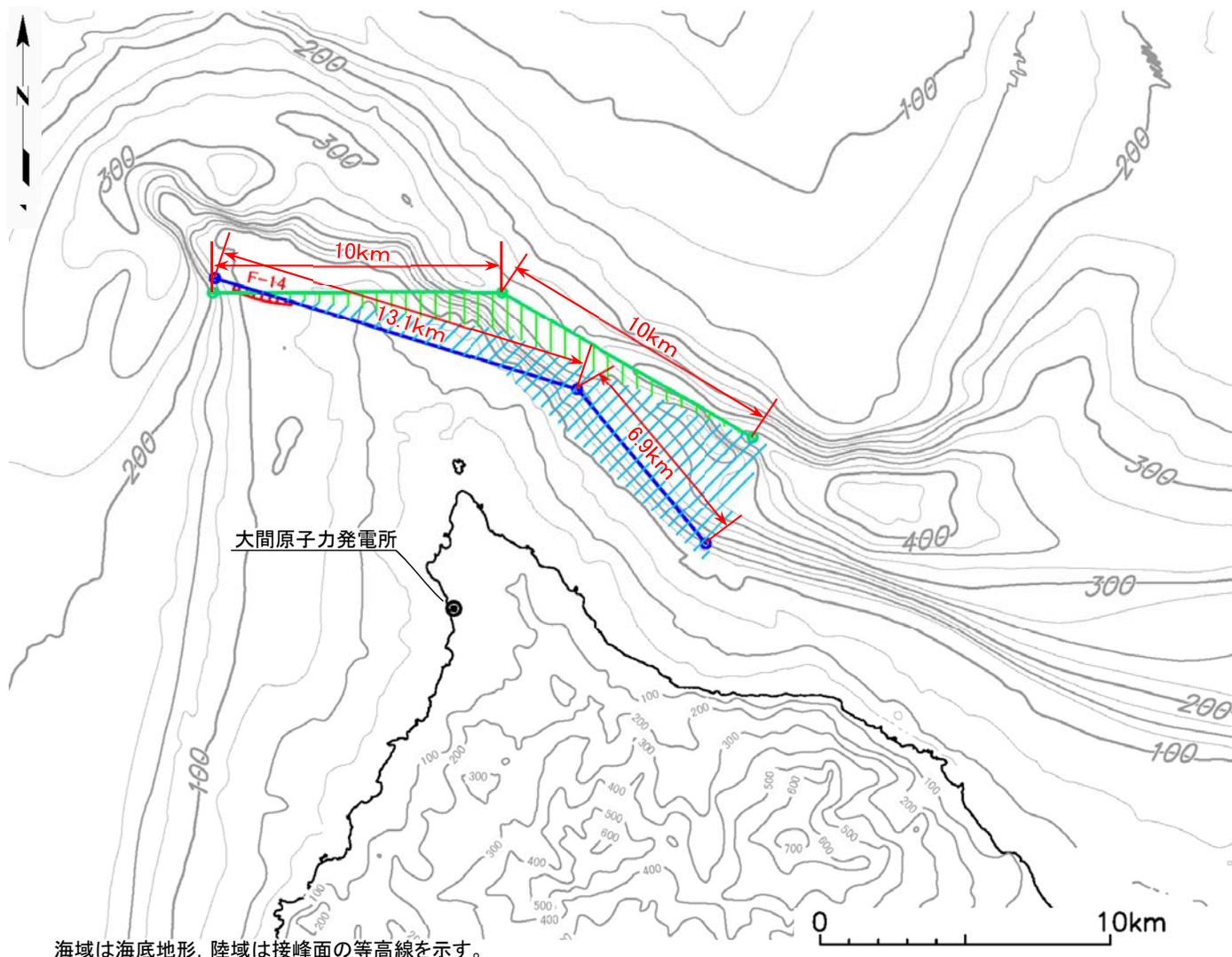
(陸域)
断層等
← 撓曲

(海域)
断層(伏在断層)
← 撓曲

国交省(2014)⁶⁾によるF18断層

- 文献調査、空中写真判読及び海上音波探査により活断層の可能性のある断層等を50条抽出し、活動性調査により14条を震源として考慮する活断層と評価した。
- なお、下北半島西部の隆起には、ローカルな隆起は認められず、広域的な隆起のみが生じていると判断される(この隆起を「第四紀広域隆起」という。)。しかしながら、第四紀広域隆起のうち「相対的に隆起が速い領域」が敷地に近いことから、その領域を説明しうる仮想的な隆起再現断層を、震源として考慮する活断層として想定し、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の対象として耐震設計上の保守性を考慮するものとする。
- 隆起再現断層は、「相対的に隆起が速い領域」付近に唯一認められる活断層であるF-14断層を起点とした仮想的な活断層として、その地下の構造(傾斜、アスペリティ)及びその地表出現領域を評価する(P.9-4参照)。

震源として考慮する隆起再現断層と地表出現領域 (1/2)



海域は海底地形、陸域は接峰面の等高線を示す。

| 隆起再現断層 | |
|---------------|----------------------|
| | 北限屈曲案(南傾斜45度) |
| | 中央屈曲案(南傾斜60度) |
| 隆起再現断層の地表出現領域 | |
| | 北限屈曲案(南傾斜45度)の地表出現領域 |
| | 中央屈曲案(南傾斜60度)の地表出現領域 |

- 隆起再現断層は、広域応力場、地形・地質構造、重力構造及び更新世の地形発達過程の総合的な検討により、後期更新世以降の活動が否定される過去の地質構造を考慮するなどして、北限屈曲案(南傾斜45度)及び中央屈曲案(南傾斜60度)の2条を評価する。
- 隆起再現断層は、地震動評価において地表出現領域内での位置の不確かさを考慮する。
- 2条の隆起再現断層及びそれら地表出現領域の諸元を次頁(P.9-5)に示す。

9. 敷地周辺の断層評価のまとめ (4/5)

コメントNo. S1-77



震源として考慮する隆起再現断層と地表出現領域 (2/2)

北限屈曲案(南傾斜45度)

| 隆起再現断層 (基本モデル) | 断層長さ | 断層傾斜角 | 断層面の位置 (走向) | アスペリティ位置 | | アスペリティ面積比 (西部: 東部) | 前頁(P.9-4)の図 との対応 |
|-------------------|--------------------------|--------|----------------------------|---|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| | 西部: 10.0km 東部: 10.0km | 45° | 西部: N 90° E 東部: N120° E | (西部) 水平位置: F-14断層の直下 深度位置: 地下の構造の上端 | (東部) 地表トレース中央 地下の構造の中段 | 1:1 | 緑線「北限屈曲案(南傾斜45度)」 に相当 |
| 地表出現領域 | 境界線長さ | 境界面傾斜角 | 境界線の位置 (走向) | — | | — | 前頁(P.9-4)の図 との対応 |
| | 西部: 10.0km 東部: 10.0km | 45° | 西部: N 90° E 東部: N120° E | — | | — | 緑線「北限屈曲案(南傾斜45度)」 に相当 |
| | 西部: 10.0km 東部: 10.0km | | 西部: N 99° E 東部: N113° E | — | | — | 緑縦ハッチと青斜ハッチの境界 「中央屈曲案(北限補間)」に相当 |

中央屈曲案(南傾斜60度)

| 隆起再現断層 (基本モデル) | 断層長さ | 断層傾斜角 | 断層面の位置 (走向) | アスペリティ位置 | | アスペリティ面積比 (西部: 東部) | 前頁(P.9-4)の図 との対応 |
|-------------------|---------------------------|--------|----------------------------|---|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| | 西部: 13.1km 東部: 6.9km | 60° | 西部: N107° E 東部: N140° E | (西部) 水平位置: F-14断層の直下 深度位置: 地下の構造の上端 | (東部) 地表トレース中央 地下の構造の中段 | 1:1 | 青線「中央屈曲案(南傾斜60度)」 に相当 |
| 地表出現領域 | 境界線長さ | 境界面傾斜角 | 境界線の位置 (走向) | — | | — | 前頁(P.9-4)の図 との対応 |
| | 西部: 10.0km 東部: 10.0km | 60° | 西部: N 99° E 東部: N113° E | — | | — | 緑縦ハッチと青斜ハッチの境界 「中央屈曲案(北限補間)」に相当 |
| | 西部: 10.15km 東部: 9.85km | | 西部: N107° E 東部: N133° E | — | | — | 青斜ハッチの南限境界 「中央屈曲案(南限補間)」に相当 |

- 2条の隆起再現断層を地震動評価で検討する際の基本モデルについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件(断層長さ、断層傾斜角、断層面の位置、アスペリティ位置、アスペリティ比)及び断層面の位置の不確かさとして地表出現領域の境界を整理して示す。
- 東部のアスペリティ位置については、地下の構造の中段または下端と評価されるが、敷地への影響が大きい中段を基本モデルとする。



隆起再現断層による地震の地震動評価における検討ケースと 地質・地質構造の検討に基づく設定条件

■北限屈曲案45° 傾斜を基本震源モデルとした場合の検討ケース

| 項目 | 断層長さ (km) | 断層幅 (km) | 断層傾斜角 (°) | 短周期レベル | 断層面の位置 (走向) | アスペリティ位置 | | アスペリティ面積比 (西部:東部) | 破壊 開始点 | |
|------------------|-------------------------------|-------------|--------------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|----------------------|-----------|------|
| | | | | | | 西部 | 東部 | | | |
| 基本震源モデル | 20.0 | 18.4 | 45 | レシピ | 西部:N90° E 東部:N120° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 | |
| 不 確 か さ | 短周期レベルの不確かさ | 20.0 | 18.4 | 45 | レシピ × 1.5 | 西部:N90° E 東部:N120° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 |
| | 断層位置の不確かさ | 20.0 | 18.4 | 45 | レシピ | 西部:N99° E 東部:N113° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 |
| | 短周期レベルと断層位置の 不確かさを重畳させたケース | 20.0 | 18.4 | 45 | レシピ × 1.5 | 西部:N99° E 東部:N113° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 |

(太枠内は、地質・地質構造の検討に基づく設定条件)

(太枠内は、地質・地質構造の検討に基づく設定条件)

■中央屈曲案60° 傾斜を基本震源モデルとした場合の検討ケース

| 項目 | 断層長さ (km) | 断層幅 (km) | 断層傾斜角 (°) | 短周期レベル | 断層面の位置 (走向) | アスペリティ位置 | | アスペリティ面積比 (西部:東部) | 破壊 開始点 | |
|------------------|-------------------------------|-------------|--------------|--------|--------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|-----------|------|
| | | | | | | 西部 | 東部 | | | |
| 基本震源モデル | 20.0 | 15.0 | 60 | レシピ | 西部:N107° E 東部:N140° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 | |
| 不 確 か さ | 短周期レベルの不確かさ | 20.0 | 15.0 | 60 | レシピ × 1.5 | 西部:N107° E 東部:N140° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 |
| | 断層位置の不確かさ | 20.0 | 15.0 | 60 | レシピ | 西部:N107° E 東部:N133° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 |
| | 短周期レベルと断層位置の 不確かさを重畳させたケース | 20.0 | 15.0 | 60 | レシピ × 1.5 | 西部:N107° E 東部:N133° E | F-14断層直下 断層上端 | 地表トレース中央 断層中段 | 1:1 | 複数設定 |

(太枠内は、地質・地質構造の検討に基づく設定条件)

(太枠内は、地質・地質構造の検討に基づく設定条件)

隆起再現断層による地震の地震動評価における検討ケースについて、地質・地質構造の検討に基づく設定条件を踏まえ、以下のとおり設定する。

- ・ 基本震源モデルは、前頁(P.9-5)に示す隆起再現断層の基本モデルの諸元で設定する。
- ・ 断層長さ、断層傾斜角、アスペリティ位置、アスペリティ面積比については、地質・地質構造の検討に基づき設定しており、不確かさを考慮しない。
- ・ 断層面の位置(走向)については、地質・地質構造の検討に基づき、地表出現領域のそれぞれの南端まで不確かさを考慮する。
- ・ 短周期レベルの不確かさは、新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、経験式の1.5倍を考慮する。
- ・ 敷地からの距離が近いことから、断層面の位置(走向)の不確かさと短周期レベルの不確かさととの重畳を考慮する。

- ## 1章
1. 豊原富士夫・植杉一夫・木村敏雄・伊藤谷生・村田明広・岩松暉(1980):北部北上山地―渡島半島の地向斜,日本列島北部における地向斜および構造帯区分の再検討(総研A報告書), pp.27-36.
 2. 吉田尚・青木ちえ(1972):北海道松前半島の古生層と渡島半島南部のコノドントの産出について,地質調査所月報, Vol.23, pp.635-646.
 3. 通商産業省(1970):昭和44年度広域調査報告書 下北地域, 38p.
 4. 北村信 編(1986):新生代東北本州弧地質資料集, 宝文堂.
 5. 資源エネルギー庁(1993):平成4年度広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域, 318p.
 6. 鷹澤好博(1992):西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理,地質学論集, Vol.37, pp.11-23.
 7. 新エネルギー総合開発機構(1986):地熱開発促進調査報告書 No.9下北地域, 688p.
 8. 資源エネルギー庁(1994):平成5年度広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域, 92p.
 9. 伴雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄(1992):青麻―恐火山列,陸奥燧岳,恐山,七時雨および青麻火山のK-Ar年代―東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期―,岩鉱, Vol.87, pp.39-49.
 10. 町田洋・新井房夫(2011):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺](新編第2刷),東京大学出版会, 336p.
 11. 桑原拓一郎・山崎晴雄(2001):テフラから見た最近45万年間の恐山火山の噴火活動史,火山,Vol.46,pp.37-52.
 12. Machida Hiroshi(1999):Quaternary Widespread Tephra Catalog in and around Japan : Recent Progress, 第四紀研究, No.38, vol.3, pp.194-201.
 13. 上村不二雄(1962):5万分の1地質図幅「大間」・「佐井」及び同説明書,地質調査所, 46p.
 14. 上村不二雄・斉藤正次(1957):5万分の1地質図幅「大畑」及び同説明書,地質調査所, 40p.
 15. 根本直樹・鎌田耕太郎(2000):5万分の1土地分類基本調査(表層地質図),青森県農林部農地計画課編「土地分類基本調査―大間・佐井」, <http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F3/data/G/0228G.jpg>
 16. 海上保安庁水路部(1976):沿岸の海の基本図(5万分の1)「竜飛埼」,海底地形図,海底地質構造図及び調査報告, 35p.
 17. 海上保安庁水路部(1977):沿岸の海の基本図(5万分の1)「白神岬」,海底地形図,海底地質構造図及び調査報告, 39p.
 18. 国土地理院(1983):1:25,000 沿岸海域地形図「平館海峡」.
 19. 国土地理院(1983):1:25,000 沿岸海域地形図「青森」.
 20. 国土地理院(1982):1:100,000 沿岸域広域地形図「陸奥湾」.
 21. 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.
 22. 中塚正・大熊茂雄(2009):日本空中磁気DBによる対地1,500m平滑面での磁気異常分布データの編集,地質調査総合センター研究資料集, No.516, 24p+CD-ROM1枚,独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
 23. 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013):日本の火山(第3版)概要及び付表,200万分の1地質編集図, No.11,独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
 24. 西来邦章・伊藤順一・上野龍之 編(2012):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報, No.60,独立行政法人 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
 25. 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, 141p.

- 1章
26. 小池一之・町田洋 編(2001):日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会, 122p.
 27. 渡辺満久・中田高・鈴木康弘・小岩直人(2012):下北半島北西端周辺の地震性隆起海岸地形と海底活断層, 活断層研究, No.36, pp.1-10.
 28. 上村不二雄(1975):地域地質研究報告5万分の1図幅「陸奥川内地域の地質」, 地質調査所, 47p.
 29. 国土交通省(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, http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/
 30. 奥田義久(1993):下北半島沖海底地質図(20万分の1)及び同説明書, 海洋地質図39号, 地質調査所, 25p.
 31. 奥田義久・盛谷智之・細野武男(1987):西津軽海盆海底地質図(20万分の1)及び同説明書, 海洋地質図30号, 地質調査所, 25p.
 32. 辻野匠・井上卓彦(2012):日高舟状海盆海底地質図(CD-ROM)(20万分の1), 海洋地質図77号, 地質調査総合センター.
 33. 海上保安庁水路部(1975):大陸棚の海の基本図(20万分の1)「下北半島沖」, 海底地質構造図.
 34. 海上保安庁水路部(1975):大陸棚の海の基本図(20万分の1)「日高舟状海盆」, 海底地質構造図.
 35. 海上保安庁水路部(1975):大陸棚の海の基本図(20万分の1)「室蘭沖」, 海底地質構造図.
 36. 海上保安庁水路部(1975):大陸棚の海の基本図(20万分の1)「奥尻海盆」, 海底地質構造図.
 37. 海上保安庁水路部(1975):大陸棚の海の基本図(20万分の1)「西津軽海盆」, 海底地質構造図.
 38. 海上保安庁水路部(1981):沿岸の海の基本図(5万分の1)「恵山岬」, 海底地形図, 海底地質構造図及び調査報告, 41p.
 39. 海上保安庁水路部(2001):沿岸の海の基本図(5万分の1)「鹿部」, 海底地形図, 海底地質構造図及び調査報告, 58p.
 40. 海上保安庁水路部(1998):沿岸の海の基本図(5万分の1)「尻屋埼」, 海底地形図, 海底地質構造図及び調査報告, 60p.
 41. 海上保安庁水路部(1982):沿岸の海の基本図(5万分の1)「むつ小川原」, 海底地形図, 海底地質構造図及び調査報告, 33p.
 42. 海上保安庁水路部(1997):沿岸の海の基本図(5万分の1)「深浦」, 海底地形図, 海底地質構造図及び調査報告, 57p.
 43. 海上保安庁水路部(2000):函館湾の断層分布, 地震予知連絡会会報, Vol.63, pp.18-22.
 44. 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, 437p.
 45. 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壯・阿部寛信・坂井眞一・向山建二郎(2001):日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, Vol.13, pp.27-53.
 46. 日本鉄道建設公団青函建設局(1989):青函トンネル地質図(5万分の1).
 47. 産業技術総合研究所地質調査総合センター・北海道立総合研究機構地質研究所(2012):沿岸海域における活断層調査, 函館平野西縁断層帯(海域部)成果報告書, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_hakodate.pdf, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_hakodate_fig.pdf
 48. 産業技術総合研究所地質調査総合センター・東海大学(2012):沿岸海域における活断層調査, 青森湾西岸断層帯(海域部)成果報告書, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_aomori.pdf, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_aomori_fig.pdf
 49. 寒川旭・衣笠善博・垣見俊弘(1984):50万分の1活構造図「札幌」, 地質調査所.
 50. 山崎晴雄・栗田泰夫・加藤碩一・衣笠善博(1986):50万分の1活構造図「青森」, 地質調査所.
 51. 一般財団法人日本水路協会(2009):海底地形デジタルデータM7000シリーズ M7006Ver.2.1.津軽海峡東部.

- 7章**
1. 小池一之・町田洋 編(2001):日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会, 122p.
 2. 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.
 3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2014):第四紀噴火・貫入活動データベース, 産総研地質調査総合センター, https://gbank.gsj.jp/quaternary/index_qvir.php.
 4. 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, 141p.
 5. 秋田県(2001):平成12年度 地震関係基礎調査交付金 能代断層に関する調査成果報告書, 160p.
 6. 小疇尚・野上道男・小野有五・平川一臣 編(2003):日本の地形(2)北海道, 東京大学出版会, 359p.
 7. 東北電力(2011):東通原子力発電所敷地周辺の地質・地質構造(コメント回答), 平成23年1月21日, 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会 地震・津波、地質・地盤 合同WG 第20回 Bサブグループ会合.
 8. 東北電力(2014):女川原子力発電所敷地周辺陸域の活断層評価について(補足説明資料), 平成26年3月26日, 第99回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合.
 9. Matsu'ura Tabito, Kimura Haruo, Komatsubara Junko, Goto Norihisa, Yanagida Makoto, Ichikawa Kiyoshi and Furusawa Akira(2014), Late Quaternary uplift rate inferred from marine terraces, Shimokita Peninsula, northeastern Japan: A preliminary investigation of the buried shoreline angle, *Geomorphology* 209, pp.1-17.
 10. 田力正好・池田安隆(2005):段丘面の高度分布からみた東北日本弧中部の地殻変動と山地・盆地の形成, 第四紀研究, vol.44, pp.229-245.
 11. 幡谷竜太(2006):河成段丘を用いた第四紀後期の隆起量評価手法の検討(3) -過去10万年間の隆起量分布により明らかにされる内陸部の地殻運動-, 電力中央研究所, N05017, 21p.
 12. 田力正好・池田安隆・野原壯(2009):河成段丘の高度分布から推定された, 岩手・宮城内陸地震の震源断層, 地震, 第2輯, vol.62, pp.1-11.
- 8章**
1. 岡村行信・佐藤幹夫・渡辺真人・山本博文(1992):日本海南東部のインバージョン・テクトニクス, 構造地質, vol.38, pp.47-58.
 2. 上村不二雄(1975):地域地質研究報告5万分の1図幅「陸奥川内地域の地質」, 地質調査所, 47p.
 3. 上村不二雄(1962):5万分の1地質図幅「大間」・「佐井」及び同説明書, 地質調査所, 46p.
 4. 上村不二雄・斎藤正次(1957):5万分の1地質図幅「大畑」及び同説明書, 地質調査所, 40p.
 5. 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.
 6. J.A.Steketee(1958):Some geophysical applications of the elasticity theory of dislocations, *Canadian Journal of Physics*, vol.36, No.9, pp.1168-1198.
 7. Okada Yoshimitsu(1992):Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol.82, No.2, pp.1018-1040.
 8. 地震調査研究推進本部(2017):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」), https://www.jishin.go.jp/main/chousa/17_yosokuchizu/recipe.pdf
- 9章**
1. 海上保安庁水路部(2000):函館湾の断層分布, 地震予知連絡会会報, Vol.63, pp.18-22.
 2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター・北海道立総合研究機構地質研究所(2012):沿岸海域における活断層調査, 函館平野西縁断層帯(海域部)成果報告書, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_hakodate.pdf, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_hakodate_fig.pdf
 3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター・東海大学(2012):沿岸海域における活断層調査, 青森湾西岸断層帯(海域部)成果報告書, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_aomori.pdf, http://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/engankaiiki/h23/h23_aomori_fig.pdf
 4. 上村不二雄(1975):地域地質研究報告5万分の1図幅「陸奥川内地域の地質」, 地質調査所, 47p.
 5. 渡辺満久・中田高・鈴木康弘・小岩直人(2012):下北半島北西端周辺の地震性隆起海岸地形と海底活断層, 活断層研究, No.36, pp.1-10.
 6. 国土交通省(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, http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/