

1. はじめに
 - 1.1 基準地震動策定の全体フロー
 - 1.2 申請後に得られた知見の反映や先行炉の審査を踏まえた主な変更点
2. 震源を特定せず策定する地震動の検討概要
 - 2.1 審査ガイド等の記載事項を踏まえた震源を特定せず策定する地震動の検討方針
 - 2.2 震源を特定せず策定する地震動の検討フロー
3. 全国共通に考慮すべき地震動の評価
 - 3.1 2004年北海道留萌支庁南部地震における基盤地震動の知見を用いた検討
 - 3.1.1 2004年北海道留萌支庁南部地震に関する知見
 - 3.1.2 佐藤ほか(2013)による基盤地震動
 - 3.1.3 佐藤ほか(2013)以降の追加検討
 - 3.1.4 震源を特定せず策定する地震動の評価に反映する基盤地震動
 - 3.1.5 大間原子力発電所の地盤物性に応じた補正
 - 3.1.6 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動
 - 3.2 標準応答スペクトルに基づく検討
 - 3.2.1 標準応答スペクトル
 - 3.2.2 評価方針
 - 3.2.3 模擬地震波の作成
 - 3.2.4 代表波の選定
 - 3.2.5 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動
 - 3.3 全国共通に考慮すべき地震動の評価のまとめ
4. 地域性を考慮する地震動の評価
 - 4.1 地域性を考慮する地震動の選定
 - 4.2 2000年鳥取県西部地震の地域性の検討
 - 4.3 2008年岩手・宮城内陸地震の予見性
 - 4.3.1 震源周辺の評価
 - 4.3.2 敷地周辺の評価
 - 4.4 地域性を考慮する地震動の評価のまとめ
5. 震源を特定せず策定する地震動

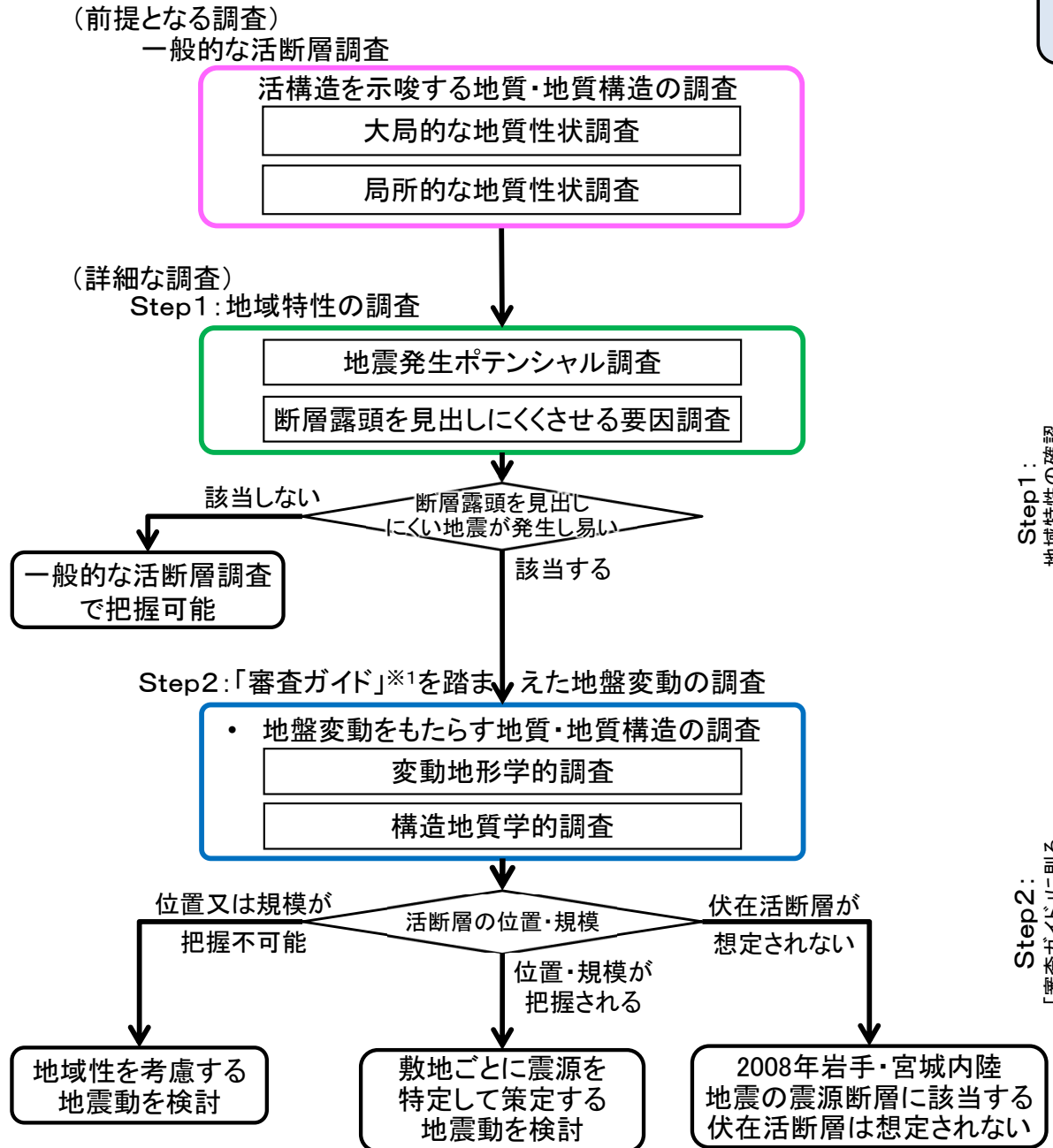
はじめに

- 「4.3.1 震源周辺の評価」により、2008年岩手・宮城内陸地震は、「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」に則る調査を実施していれば、地震発生前に震源として考慮する活断層の位置及び規模を想定可能な地震であり、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動(内陸地殻内地震)」の評価対象に分類されるため、震源周辺及び敷地周辺における地質構造や変動地形の類似性等の検討は不要と判断される。
- しかしながら、震源周辺及び敷地周辺が、同じ東北日本の奥羽脊梁山地に位置しており隆起傾向にあること、東日本火山帯の火山フロント付近に位置しており東西短縮変形や鮮新世以降のカルデラ火山が認められる等の大局的な類似性が認められることを考慮し、念のため、敷地周辺(下北半島西部)において、2008年岩手・宮城内陸地震の震源断層に該当する伏在活断層が想定されないことを、「4.3.1 震源周辺の評価」に準じた検討フローに基づいて以下に示す。

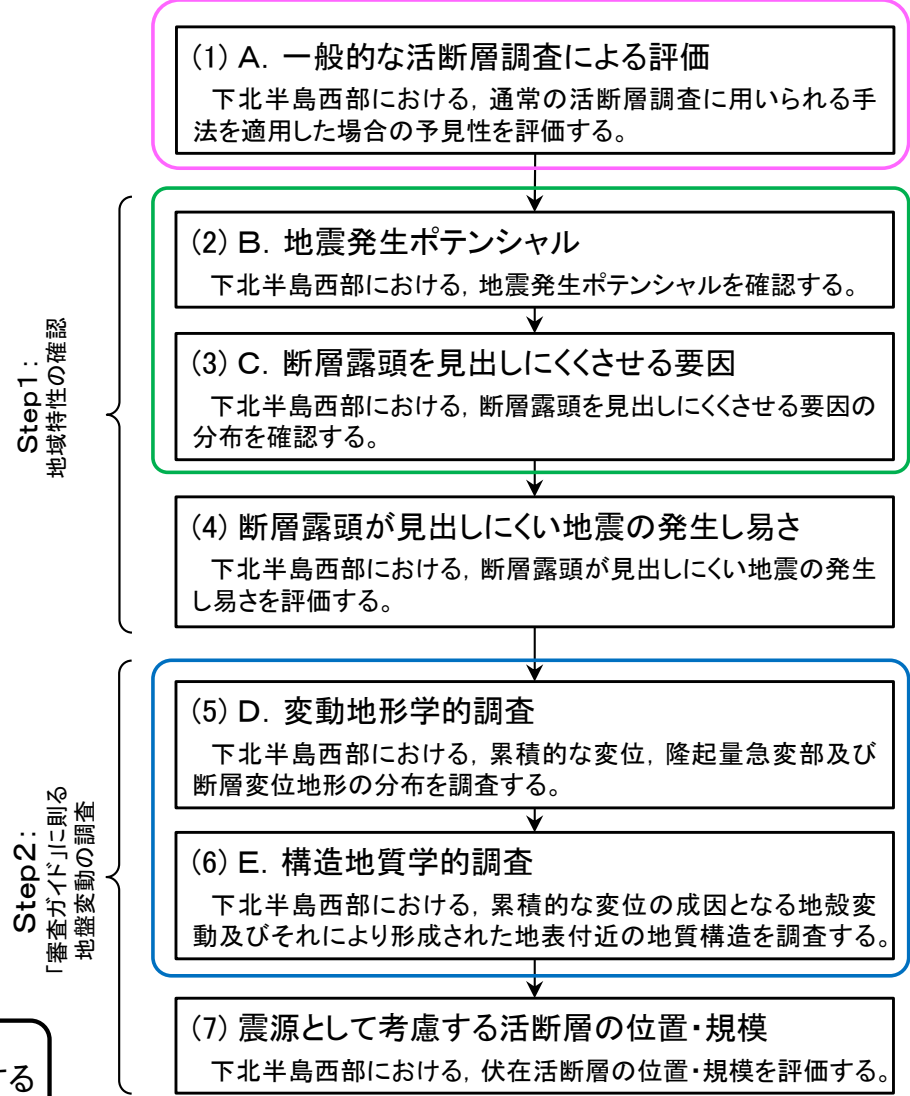


敷地周辺の伏在活断層の検討フロー

敷地周辺(下北半島西部)において、2008年岩手・宮城内陸地震の震源断層に該当する伏在活断層が想定されないことを、「4.3.1 震源周辺の評価」に準じた検討フローに基づいて以降に示す。



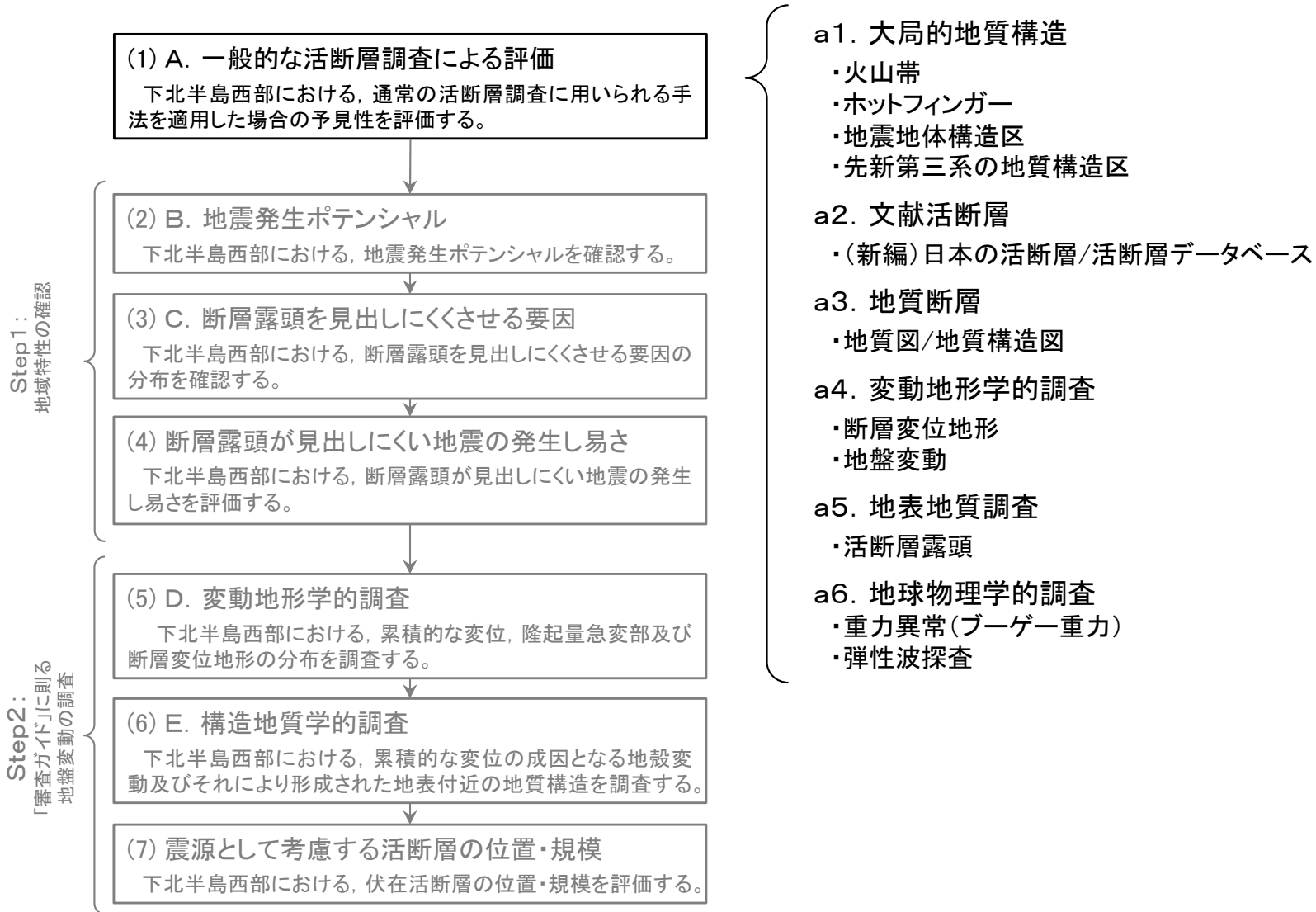
検討フローに基づく資料構成



※1 「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」

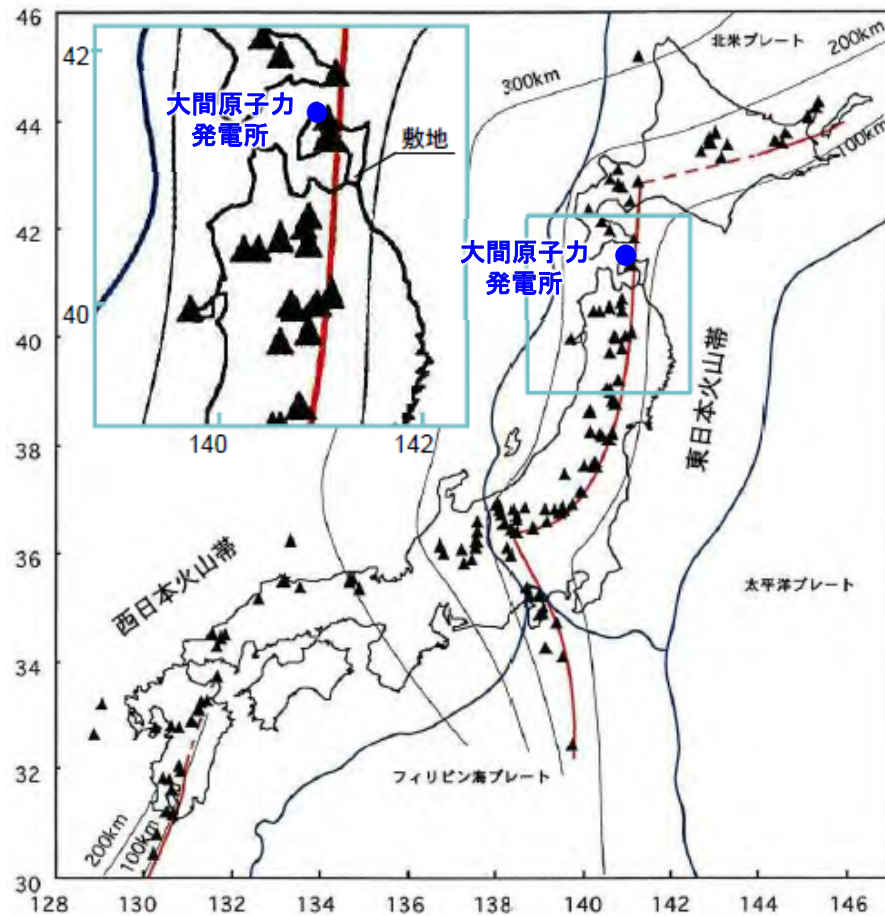


検討フローに基づく資料構成



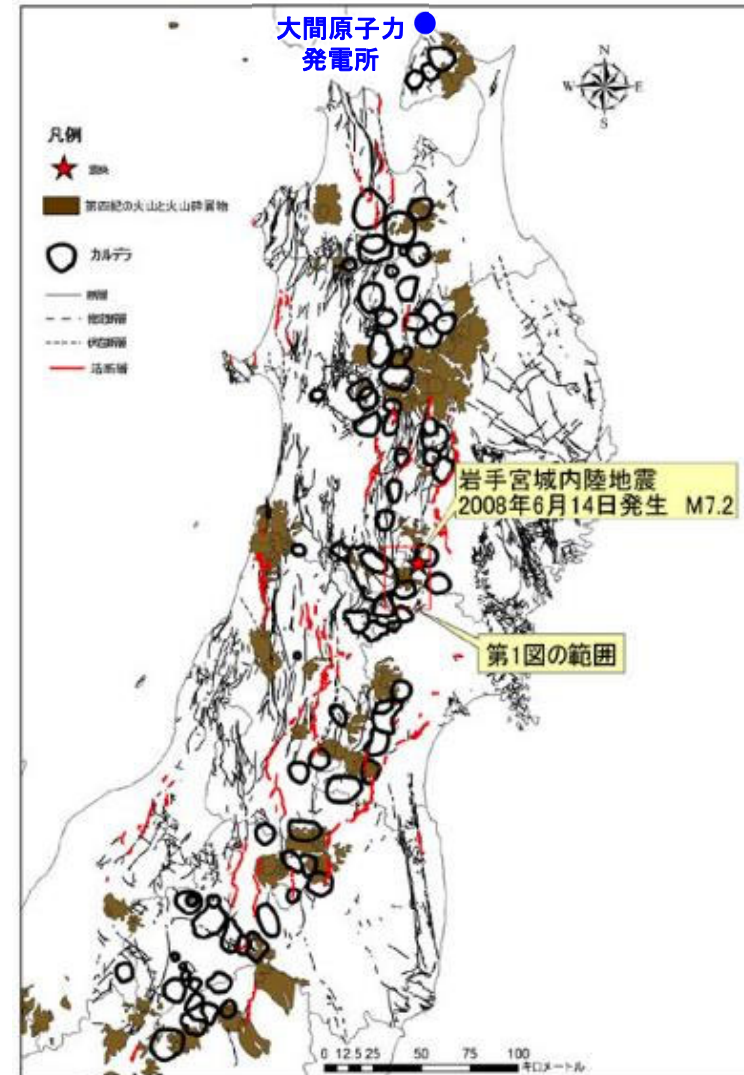


a1. 大局的地質構造(1/5):火山帯



(▲: 第四紀火山; - 火山フロント; - プレート境界; - 深発地震面の等深線)

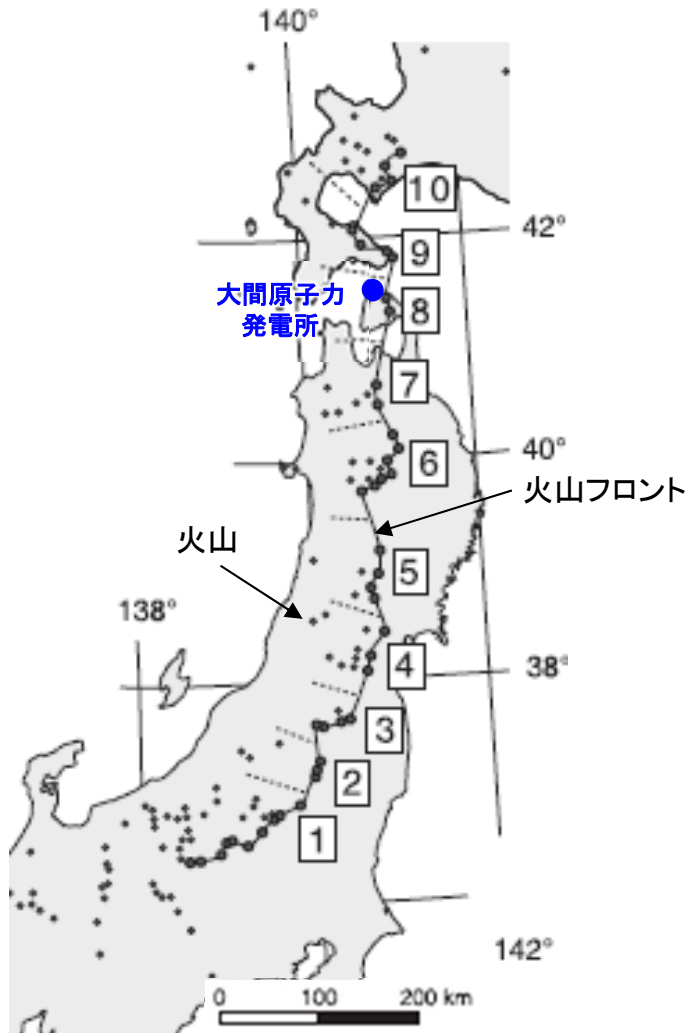
日本列島周辺の第四紀火山フロント
(核燃料サイクル開発機構, 1999)に加筆



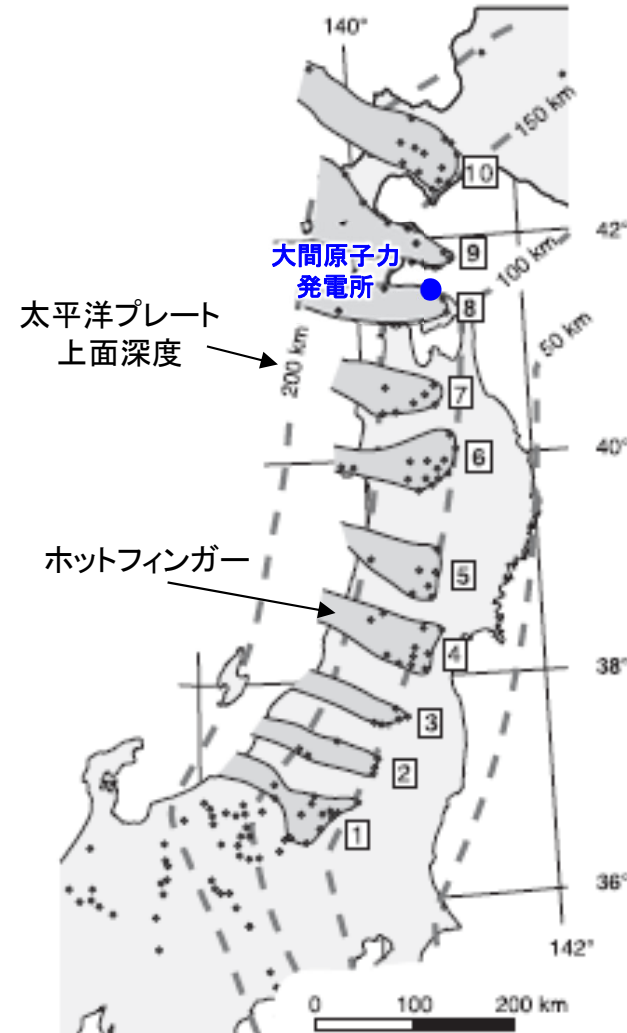
東北地方のカルデラと地質断層
(布原ほか, 2008)に加筆

- 下北半島西部は、「東日本火山帯」の火山フロント付近に位置し、カルデラも認められる。
- 火山フロント付近は、東西圧縮応力によって短縮変形が卓越する地域とされている。(長谷川ほか, 2004)

a1. 大局的地質構造(2/5):ホットフィンガー



東北日本の火山フロント
(Tamura et al., 2002)に加筆



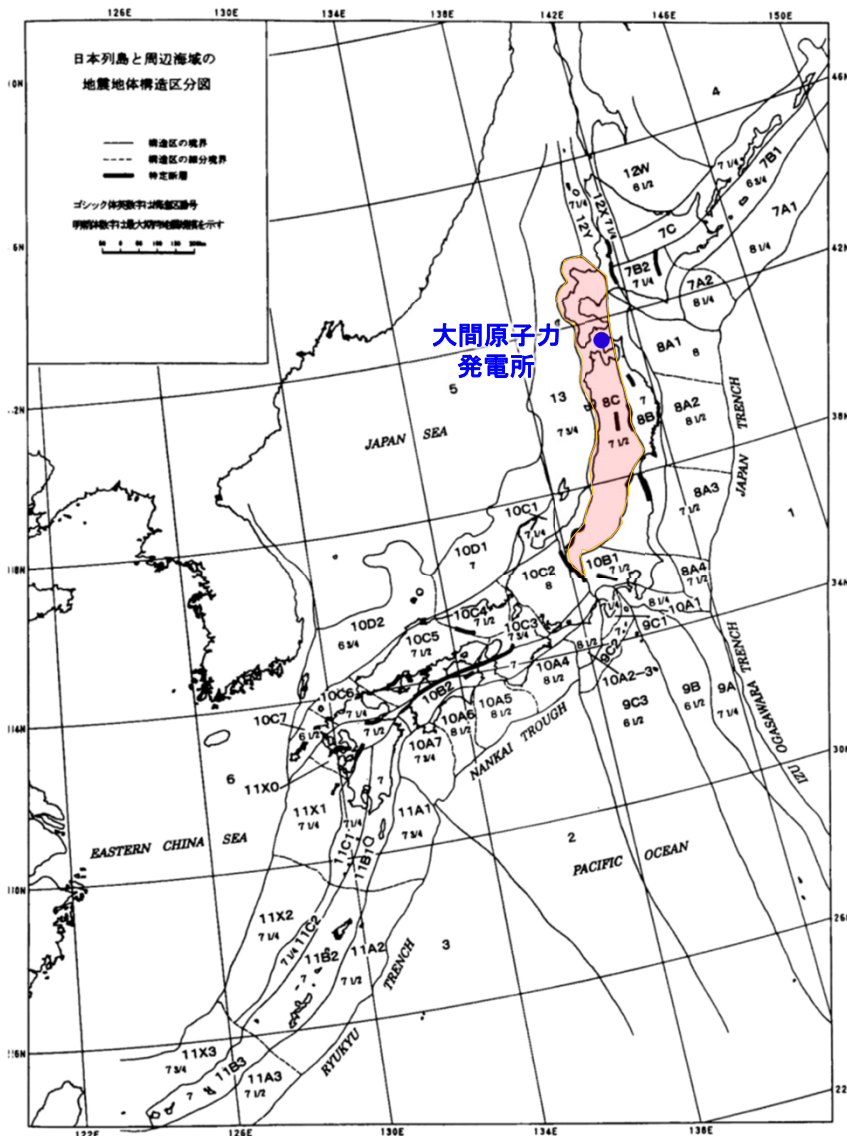
東北日本のマントルウェッジのホットフィンガー
(Tamura et al., 2002)に加筆

- 「東日本火山帯」の火山フロントを形成するマグマの上昇経路は、ホットフィンガーと呼ばれている。(Tamura et al., 2002)
- 下北半島西部は、南から8本目のホットフィンガーに位置しており、火山が卓越する地域である。
- 奥羽脊梁山地において火山が卓越する地域は、非弾性変形が卓越する地域とされている。(長谷川ほか, 2004)



a1. 大局的地質構造(3/5):地震地体構造区(1/2)

地震地体構造区の特徴



地震地体構造区分図
(垣見ほか, 2003)に加筆

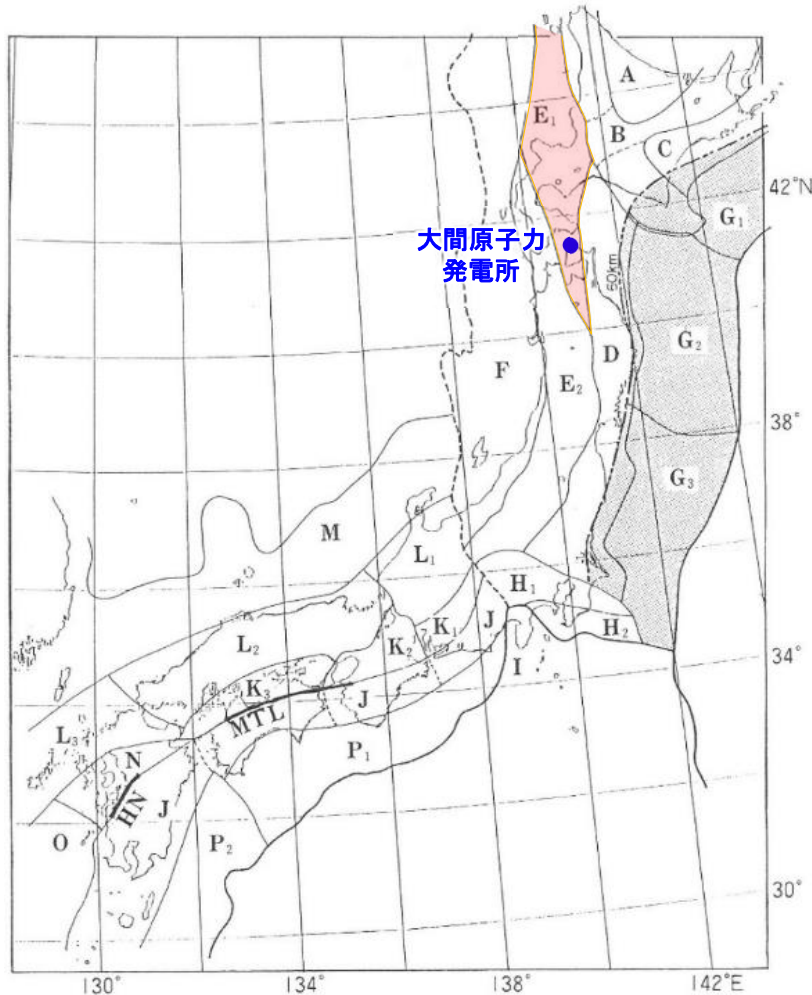
(1) 構造区	(2) 地形・地質	(3) 活断層の密度・長さ・活動度・新層型ほか 特徴と主な起震断層名 L (km) M _L	(4) 浅発大・中地震活動と主な地震名 M _h	(5) M _{max}	(6) 特定断層: 備考
8A3 常磐沖大断層	深海平坦面と海溝断層斜面	大, 長, A, 逆・正. 日本海溝に平行(逆), 大断層で正・ 海域のため評価せず	極高 プレート境界付近の大地震域 ・1938年福島県沖 ・1896年鹿島灘	7 1/2 7.5 7.3	
8A4 房総沖大断層	階段状平坦面をもつ海溝 断層斜面, 東西性海淵発達	中, 長, A?, 逆・正. 日本海溝に沿い(逆)および北東方向(正) ・海域のため評価せず	中 プレート境界付近の大地震域 ・1953年房総沖地震 (h=60km) ・1877年延宝 (M8) は不確実	7 1/2 7.4	
8B 東北日本弧外帯	外弧隆起帯, 安定域	極小, 短(長), C, 逆・横. ・三郡断層帯	低 ・1931年岩手県東部 ・1895年霞ヶ浦 (M7.2) および ・1902年三戸 (M7) はやや低い (s)	7 6.6	折爪断層 (40 km) 双葉断層 (84 km) 【福島県(1999)は北部の10数kmのみを評価】
8C 東北日本弧内帯	火山性内弧, 隆起優勢, 脊梁山地・出羽丘陵の火山帯 (隆起帯)とその間の盆地 (沈降帯), 島弧方向の 逆断層~褶曲発達	中, 中, B, 逆. 島弧と平行, 隆起帯基部に発達 ・関谷断層帯 ・会津盆地西縁断層帯 ・磐城山地西縁断層帯 ・長町-利府断層帯 ・能代断層帯 ・北由利断層帯 ・国置平野西縁断層帯	高 東西圧縮逆断層型 ・1766年津輕 ・830年出羽 ・1896年駿羽 ・1914年秋田山北 ・1704年羽後・津軽 ・1804年会津 ・1894年能代 ・1883年日光 ・1900年宮城県北部 ・1791年松本	7 1/2 7 1/4 7 ~ 7.5 7.2 7.1 7 ± 1/4 7 ± 0.1 7.0 7.0 6 3/4	福島盆地西縁断層帯 (47 km) 【福島県(1998)および宮城県(2001)は一括活動を想定] 横手盆地東縁断層帯 (58 km) 【分割型】 北上低地西縁断層帯 (79 km) 【岩手県(1998)は北部37 kmと南部24 kmを別々に評価, 推本(2001a)は一括活動を想定, 分割の可能性は今後の課題とした】
9A 伊豆小笠原海溝 大断層	海溝断層斜面, 北縁は本州 弧下へ斜め沈み込み	(未検討海域) ・海域のため評価せず	高 プレート境界付近の大地震域 ・1972年八丈島東方沖 (h=50 km) ・1916年八丈島東方	7 1/4 7.2 7.1	
9B 伊豆小笠原外帯	外弧隆起帯, 北縁は本州 弧下へ斜め沈み込み, 北部に 強い堆積や海淵発達	極小?, 短?, ?, 正. (北端部を除き未検討海域) ・海域のため評価せず	低 (1884年以前の記録なし)	6 1/2	
9C1 伊豆半島	火山性内弧・フィリピン海 プレート北端の衝突域, 東 縁と西縁は斜め沈み込み 帯	大, 中・短, A・B, 横. 南北(左)と東西(西), 北北西方向圧縮. 西部に短い正断層 ・丹原断層帯	高 南北圧縮横ずれ断層型 ・1930年北伊豆 ・1633年相模・駿河・伊豆 ・1978年伊豆大島近海 ・841年伊豆 ・1974年伊豆半島沖	7 1/4 7.3 7 ± 1/4 7.0 7.0 6.9	
9C2 鉄州海嶺	火山性内弧, 火山島列の北 東方向配列, 北方へ傾動	中, 中, ?, 横・逆? 南東斜面基部に顕著な横ずれ断層 ・海域のため評価せず	北部で高, その他は不明 (1884年以前の記録なし)	7 <7	
9C3 伊豆小笠原弧内帯 主	火山性内弧, 東縁に火山列 中央部に海盆列と海底火 山西部に海淵と凹地が層 行配列	大, 長, ?, 正. 北部で海盆縁に南北性断層 ・海域のため評価せず	中? (1884年以前の記録なし)	6 1/2	
10A1 相模トラフ大断層	海溝断層斜面, 半島部は地 震隆起海成段丘, 相模湾内 に隆起堆積	大, 長, A, 逆. 相模トラフと平行 ・鴨川低地断層帯 ・神護-国府津・松田断層帯 ・上記断層帯の海域部は評価せず	極高 プレート境界付近の大地震域 ・1703年元禄 ・1923年関東 ・1909年房総半島沖 ・1257年関東南部	8 1/4 7.9 ~ 8.2 7.9 7.5 7 ~ 7.5	

- 垣見ほか(2003)は, 既往の知見を比較したうえで, 垣見ほか(1994)の区分図を, 各区の特徴, M_{max}, 特定断層などに関して, 最新のデータと知見に基づいて改定し, 新たな地震地体構造区分図を作成している。
- 下北半島西部は, 「(8C)東北日本弧内帯」に位置する。
- 「(8C)東北日本弧内帯」の地形・地質は, 火山性内弧, 隆起優勢, 脊梁山地であり, 逆断層~褶曲が発達し, 浅発大・中地震活動が「高」とされている。



a1. 大局的地質構造(4/5):地震地体構造区(2/2)

地震地体構造区の特徴



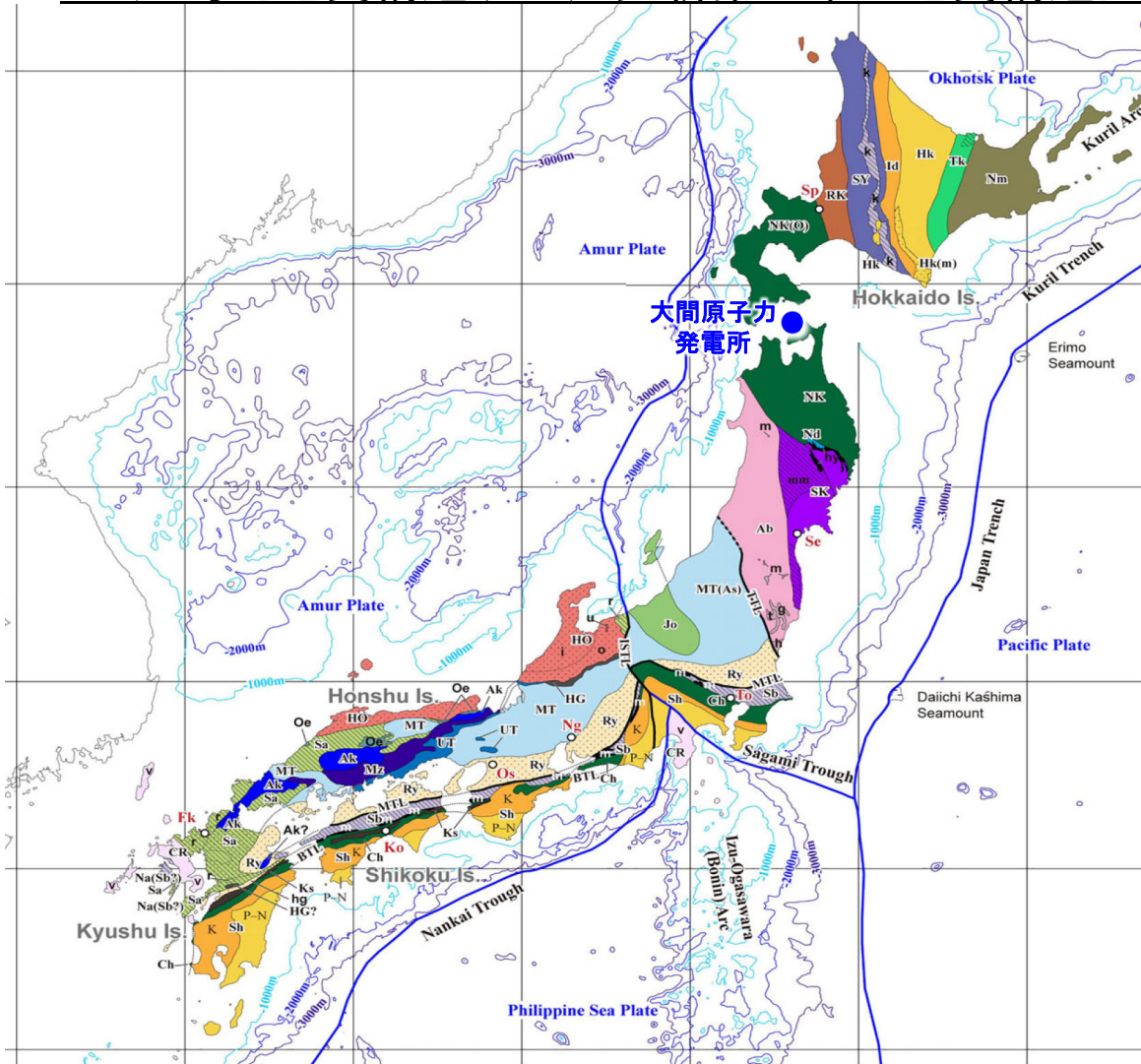
地震地体構造区分図
(萩原編, 1991)に加筆

地体区分	主な地震							主な活断層					Mの最大値 M _{max} M _L の最大値 M _{Lmax}		
	西暦 年月日	和暦 年	被害地または震央 地名	地震名	震源			マグニチュード M	位置(20万分の 1図幅名)	起震断層名	活動 度	断層 型		断層長さ L (km)	松田式による 地震マグニチ ュードM _L
A	M \geq 6の地震は起こっていない							特記すべき活断層はない							
B	1915. 3.18 1932.11.26 1982. 3.21	大正 4 昭和 7 昭和57	十勝沖 日高中部 日高沖		143.6 142.47 142.60	42.1 42.42 42.07	浅 20 40	7.0 7.0 7.1	天塩 旭川 広尾	横延断層 富良野断層帯 光地関断層	C B B	D D D	23 25 22	7.1 7.2 7.1	M _{max} =7.1 M _{Lmax} =8.0
C	1900.12.25 1973. 6.24	明治33 昭和48	根室沖 根室沖		146.0 146.43	43.0 43.29	浅 26	7.1 7.1	帯広-西部	十勝平野東縁断層帯	B B	D D	83	8.0	M _{max} =7.1 M _{Lmax} =8.0
D	1763. 3.11 1858. 7. 8 1895. 1.18	宝暦13 安政 5 明治28	八戸沖 八戸沖 茨城県南部		142.0 142.0 140.4	41.0 40.75 36.1	浅	-7 1/4 7.0-7.5 7.2	八戸 福島-東部	折爪断層 双葉断層 三都森付近	B B B	D DL D	44 70 15	7.6 7.9 6.8	M _{max} =7 1/4 (7.5) M _{Lmax} =7.9
E ₁	1947.11. 4	昭和22	留萌沖		141.02	43.82	0	6.7	野辺地-西部	野辺地断層帯	B	D	22	7.1	M _{max} =6.7 M _{Lmax} =7.1
E ₂	830. 2. 3 1683.10.20 1766. 3. 8 1896. 8.31 1900. 5.12 1914. 3.15	天長 7 天和 3 明和 3 明治29 明治33 大正 3	出羽 日光 津軽 秋田県東部 官城県北部 秋田県南部	陸羽地震 秋田仙北地震	140.1 139.7 140.5 140.7 141.1 140.4	39.8 36.9 40.7 39.5 38.7 39.5	極浅	7.0-7.5 7.0±1/4 7 1/4±1/4 7.2±0.2 7.0 7.1	岩内 青森 秋田 福島 新潟	黒松内断層帯 津軽山地西縁断層帯 横手盆地西縁断層帯 福島盆地西縁断層帯 会津盆地西縁断層帯	B B B B B	D D D D D	28 30 54 46 35	7.3 7.3 7.7 7.6 7.4	M _{max} =7 1/4 (7 1/4) M _{Lmax} =7.7
F	1833.12. 7 1847. 5. 8 1940. 8. 2 1964. 6.16 1983. 5.26	天保 4 弘化 4 昭和15 昭和39 昭和58	羽前・羽後・越後・ 佐渡 信濃北部・越後西 部 糠丹半島沖 新潟県沖 秋田県沖	青光寺地震 新潟地震 日本海中部地震	139.25 138.2 139.47 139.18 139.08	38.9 36.7 44.25 38.35 40.36	10 40 14	7.5 7.5 7.7	酒田 長岡 高田	庄内平野東縁断層帯 長岡西断層帯 信濃川断層帯	B BA AB	D D D	22 25 60	7.1 7.2 7.8	M _{max} =7.7 (7 1/4) M _{Lmax} =7.8
G ₁	1843. 4.25 1894. 3.22 1952. 3. 4 1973. 6.17	天保14 明治27 昭和27 昭和48	釧路・樺太 根室沖 十勝沖 根室沖	十勝沖地震 根室半島沖地震	146.0 146.0 144.13 145.95	42.0 42 1/2 41.80 42.97	浅 0 40	-7.5 7.9 8.2 7.4							M _{max} =8.2
G ₂	869. 7.13 1611.12. 2 1793. 2.17 1896. 6.15 1933. 3. 3 1968. 5.16	貞観11 慶長16 寛政 5 明治29 昭和 8 昭和43	三陸沿岸 三陸沿岸・北海道 東端 陸前・陸中・磐城 岩手県沖 岩手県沖 青森県東方沖	明治三陸地震 昭和三陸地震 十勝沖地震	143-145 144.4 144.5 144 144.52 143.58	37.5-39.5 39.0 38.5 39 1/2 39.23 40.73	浅 浅 0	8.3±1/4 ~8.1 8.0-8.4 8 1/2 8.1 7.9							M _{max} =8.3 (8.55)
G ₃	1677.11. 4 1936.11. 3 1938.11. 5 1978. 6.12	延宝 5 昭和11 昭和13 昭和53	磐城・常陸・安房・ 上総・下総 宮城県沖 福島県沖 宮城県沖	福島県東方沖地震 宮城県沖地震	142.0 142.13 142.18 142.17	35.5 38.15 37.33 38.15	40 40 30 40	7.5 7.5 7.5 7.4							M _{max} =8.0

- 萩原編(1991)は、過去の地震地体構造研究から、それぞれの地形・地質学的・地球物理学的な共通の特徴を抽出し、地震地体構造区分図を作成している。
- 下北半島西部は、(E1)東北日本内帯陸域に区分され、Mmax=6.7とされている。



a1. 大局的地質構造(5/5):先新第三系の地質構造区



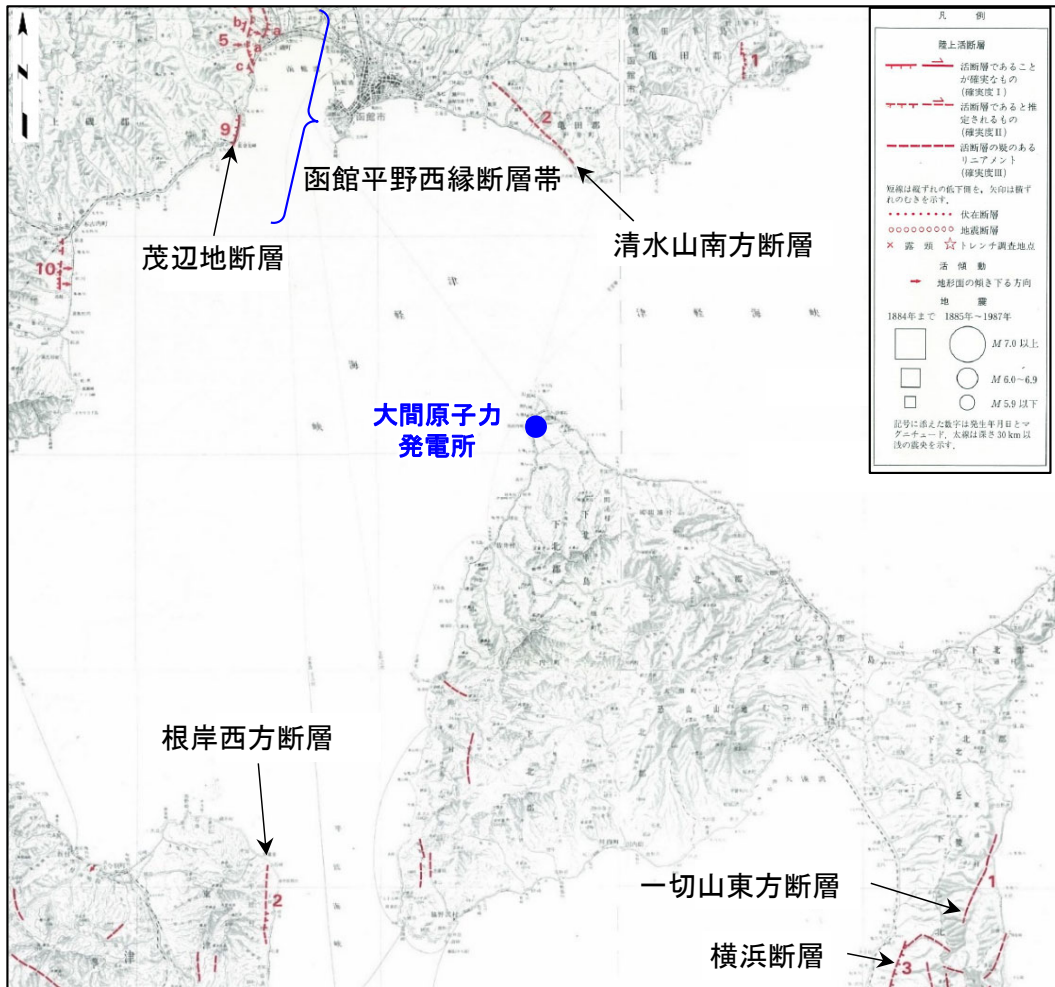
日本の地体構造区分図 (Wallis et al., 2020)に加筆

Geological Terranes	
Ab = Abukuma (m = undifferentiated metamorphics, h = Hitachi metamorphic unit, t = Takanuki metamorphic unit, g = Gosaisho metamorphic unit)	Na = Nagasaki (Sanbagawa?)
Ak = Akiyoshi	Nd = Nedamo
Ch = Chichibu	<u>NK = North Kitakami-Oshima (O)</u>
CR = Cenozoic rocks, basement unclear (v = volcanic, c = calcareous)	Nm = Nemuro
HG = Hida Gaien	RK = Rebun-Kabato
Hk = Hidaka (Hk(m) = Hidaka metamorphic unit)	Ry = Ryoke (including older Higo (hg) unit)
HO = Hida-Oki (i = inner Hida Gneiss complex, o = outer Hida Gneiss complex, u = Unazuki schist)	Sa = Sangun (including Oeyama ophiolite (Oe), Renge (r) and Suo units)
Id = Idonnappu (including Poroshiri ophiolite)	Sb = Sanbagawa (m = Mikabu ophiolite)
Jo = Joetsu	Sh = Shimanto (divided into Cretaceous (K) and Paleogene to Neogene (P-N) parts)
Ks = Kurosegawa	SK = South Kitakami (including Hayachine-Miyamori ophiolite (hy) and Matsugataira-Motai (mm) metamorphic unit)
Mz = Maizuru (including Yakuno ophiolite)	SY = Sorachi-Yezo (k = Kamuikotan unit with Horokanai ophiolite)
MT = Mino-Tanba-Ashio (As)	Tk = Tokoro
	UT = Ultra-Tanba
Metamorphism	
Low-P/T	
High-P/T	
Major Faults	
TTL = Tanakura, MTL = Median	
ISTL = Itoigawa-Shizuoka, BTL = Butsuzo	
(TL = Tectonic Line)	
Major Cities	
Sp = Sapporo, Se = Sendai, To = Tokyo,	
Ng = Nagoya, Os = Osaka, Ko = Kochi,	
Fk = Fukuoka	

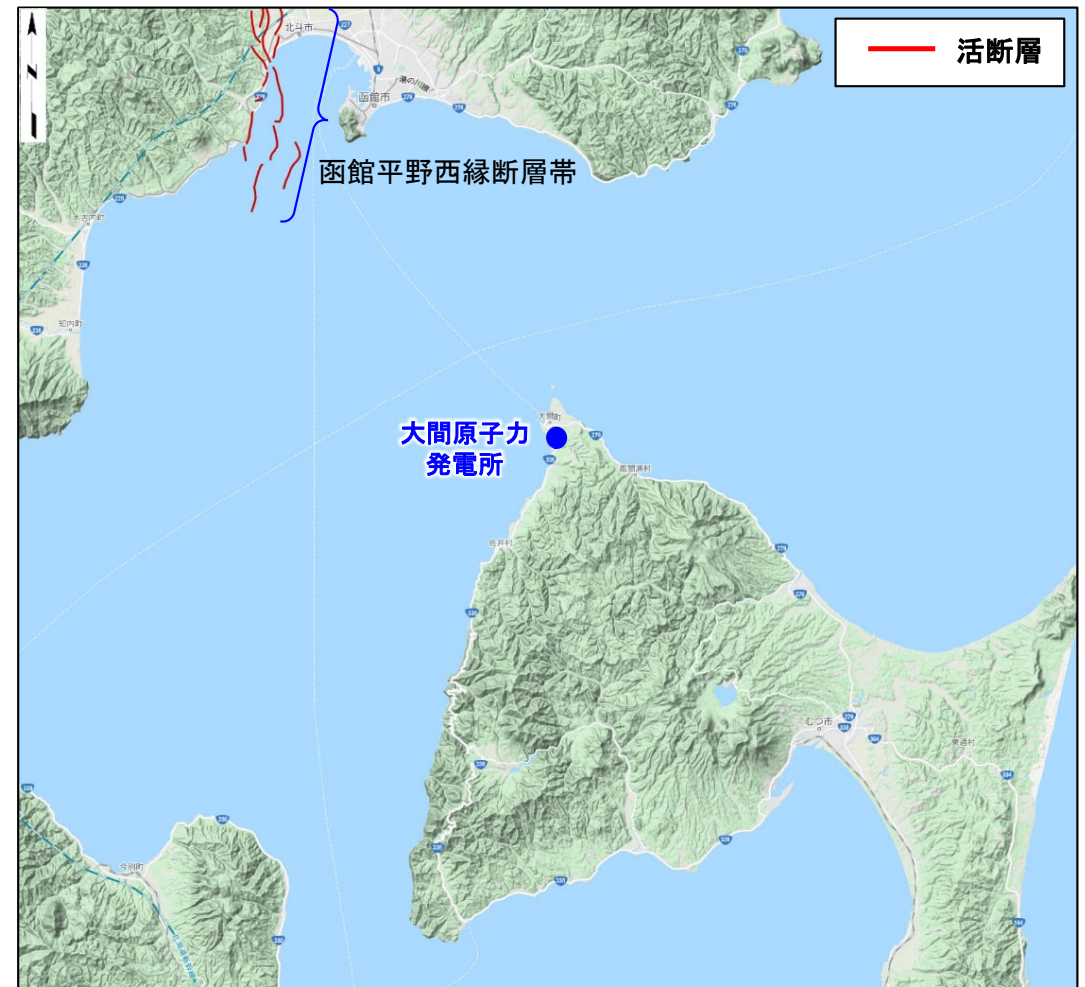
- Wallis et al.(2020)は、既往研究を参照し先新第三系の地帯構造区分を作成している。
- 下北半島西部の地質構造区は、「(NK)北部北上帯-渡島帯」に位置し、中生代ジュラ紀付加体を主体とされている。



a2. 文献活断層:新編 日本の活断層/活断層データベース



大間敷地近傍の活断層分布図 (活断層研究会, 1991)を抜粋, 加筆

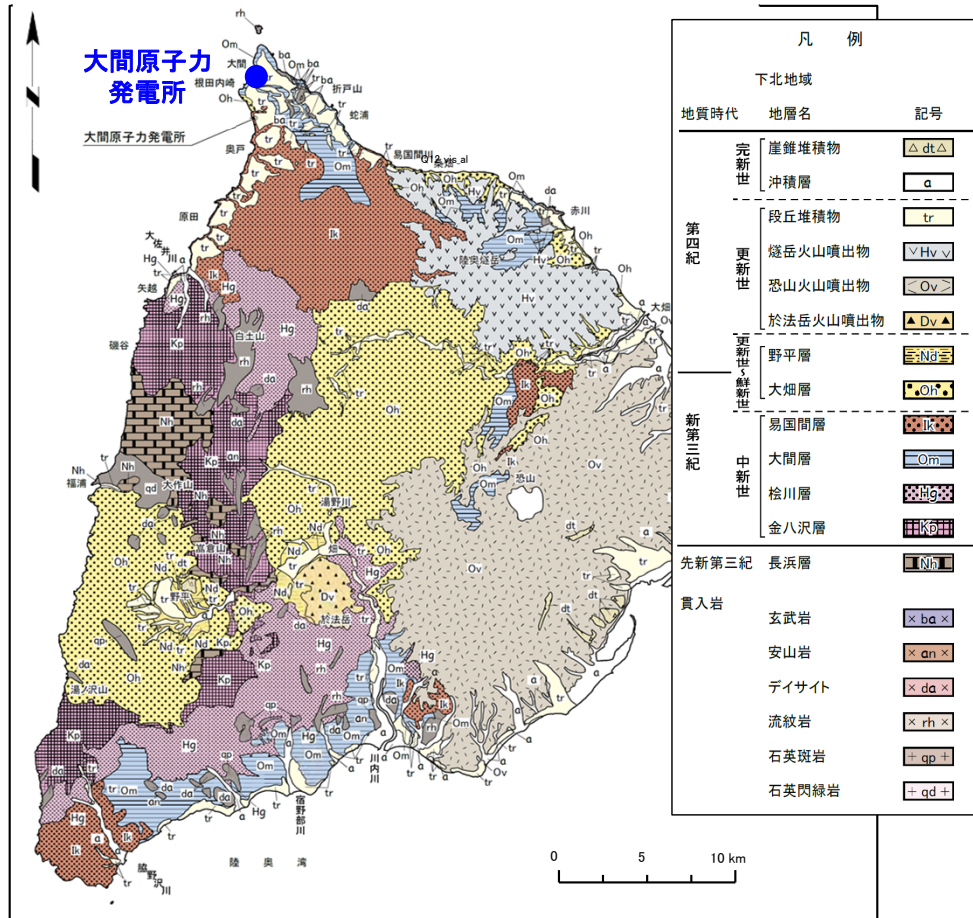


大間敷地近傍の活断層分布図 (産業技術総合研究所「活断層データベース」)に加筆

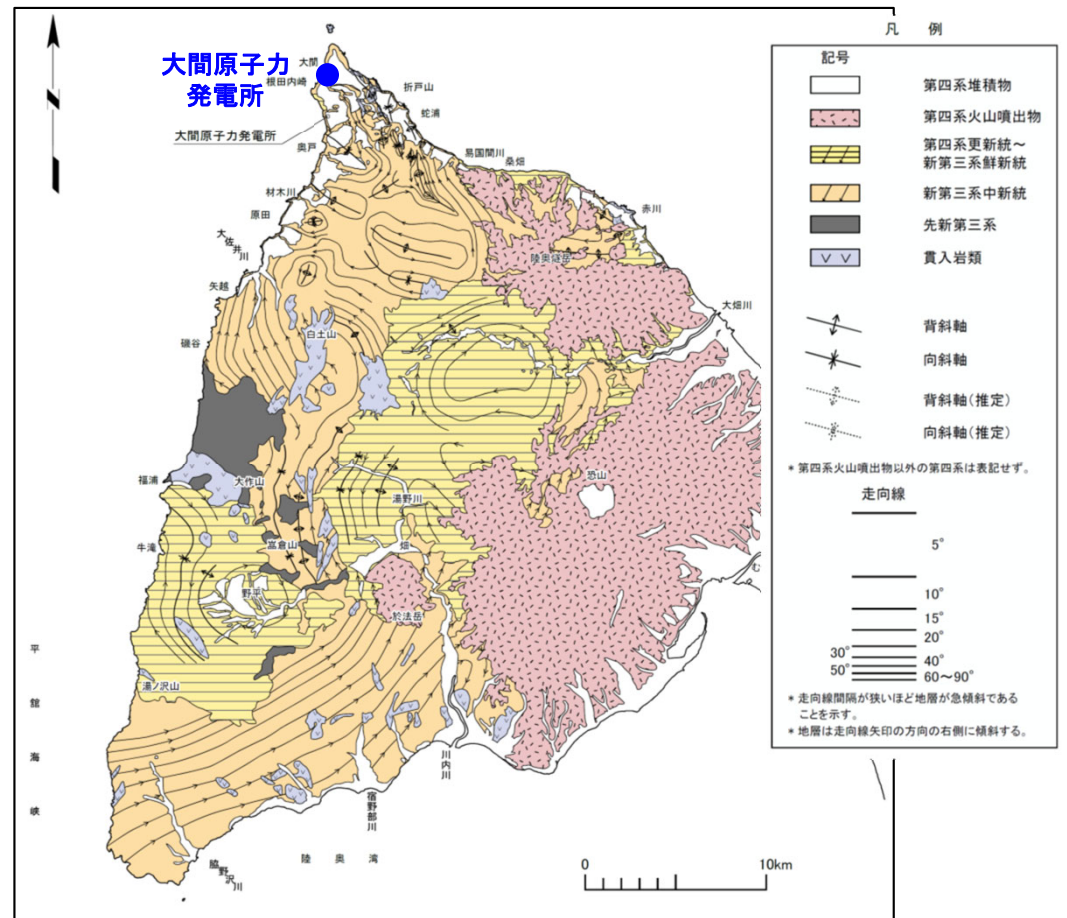
- 新編日本の活断層(活断層研究会編, 1991)では, 下北半島西部の南部に短い確実度Ⅲのリアメントが複数示されており, これらは断層の実体が無いあるいは後期更新世以降の活動が無いことを確認済みである。
- 産業技術総合研究所の「活断層データベース」には, 下北半島西部に活断層の記載はない。



a3. 地質断層:地質図/地質構造図



下北半島西部の地質図



下北半島西部の地質構造図

- 下北半島西部には活断層は認められず、図面に示す規模の地質断層も認められない。
- 西側海岸中央付近を中心とした新第三系の半ドーム状の構造と、それを不整合に覆う主に鮮新世のカルデラ火山噴出物と第四紀火山噴出物が分布する。
- 敷地近傍では海成段丘が発達し、変位基準が多い。



a4. 変動地形学的調査(1/2): 断層変位地形

「断層地形の可能性のある地形」

- Dランク
- Eランク

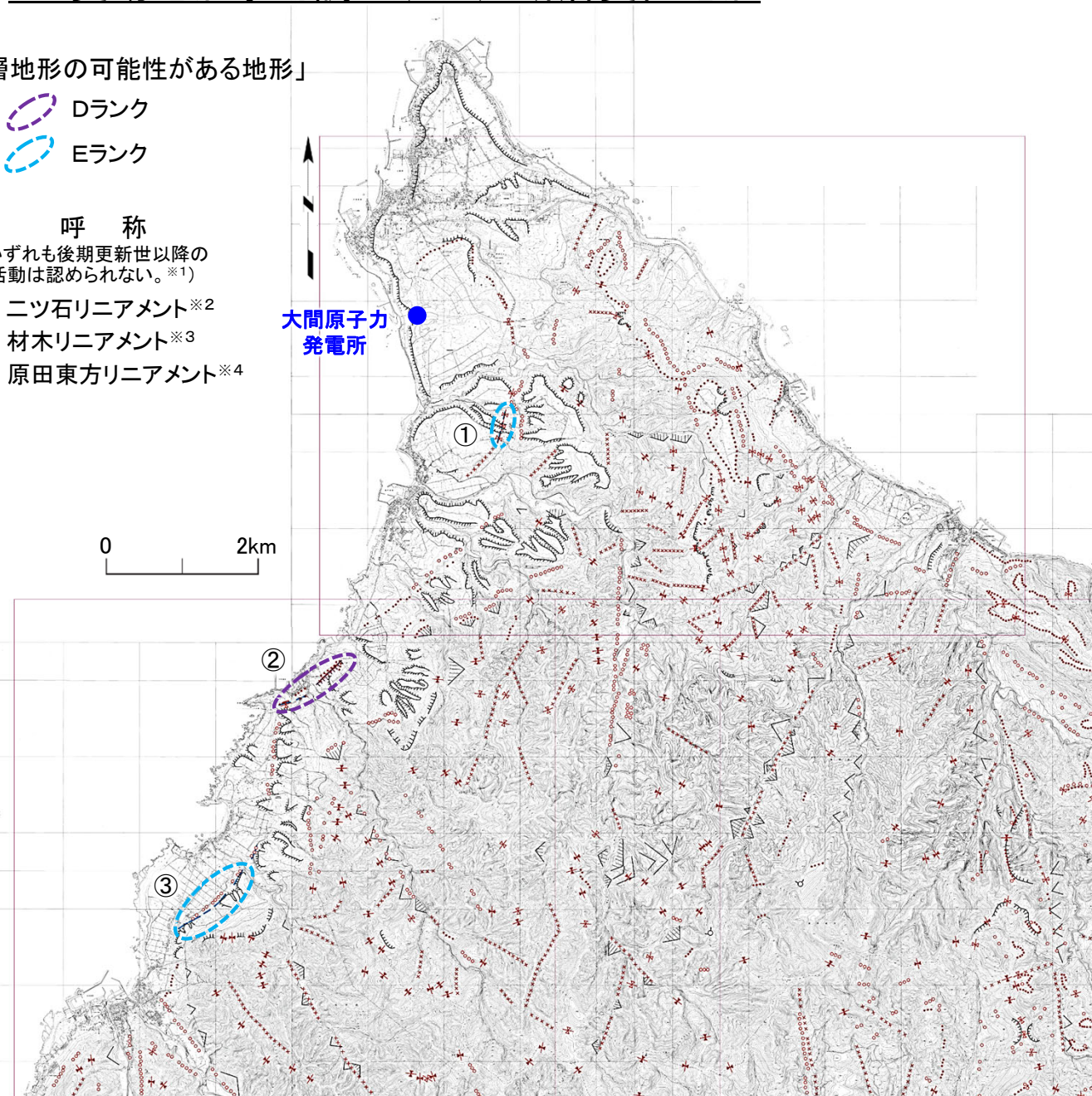
呼称

(いずれも後期更新世以降の活動は認められない。※1)

- ① ニツ石リニアメント※2
- ② 材木リニアメント※3
- ③ 原田東方リニアメント※4

大間原子力発電所

0 2km



凡例

地形区分	空中写真で判読した地形要素	記号(不明瞭)
崖地形	傾斜変換点	遷急点 遷緩点
	崩壊地・地すべり	
	裸地のみられる急崖	
	三角状の急崖	
凹地形	直線谷・直線状の沢	
	鞍部	
	さい頭谷	
	谷中分水嶺	
凸地形	閉塞丘	
その他	台地状・緩斜面	
	断層地形の可能性のある地形	Dランク Eランク

※1 活動性評価の結果は、第983回審査会合資料2-4-1-1「1.4.2 陸域の活断層(概要)」(P.1-34~P.1-40)を参照。

※2 第983回審査会合資料2-4-2「4.1ニツ石リニアメント」(P.4-2~P.4-17)を参照。

※3 第983回審査会合資料2-4-2「4.2材木リニアメント」(P.4-20~4-33)を参照。

※4 第983回審査会合資料2-4-2「4.3原田東方リニアメント」(P.4-36~4-50)を参照。

注) 本図の範囲における文献地質断層について、第983回審査会合資料2-4-2「1.3文献地質断層」を参照。

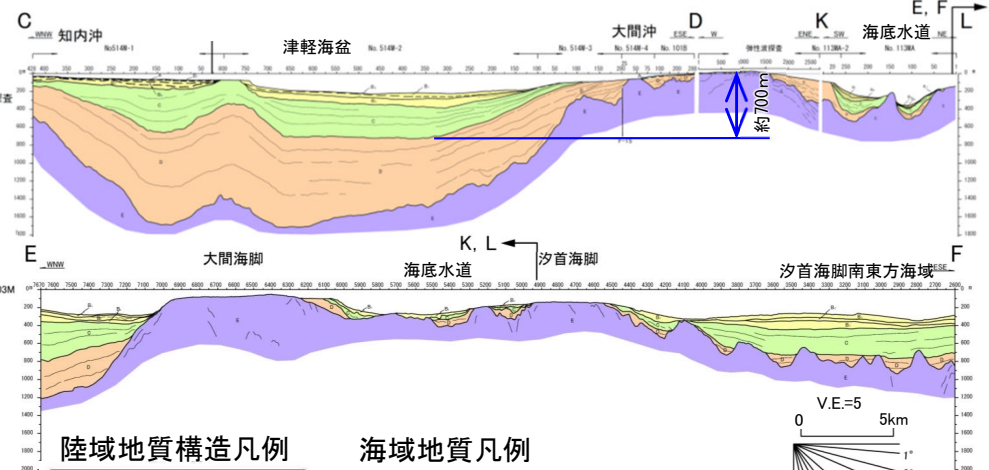
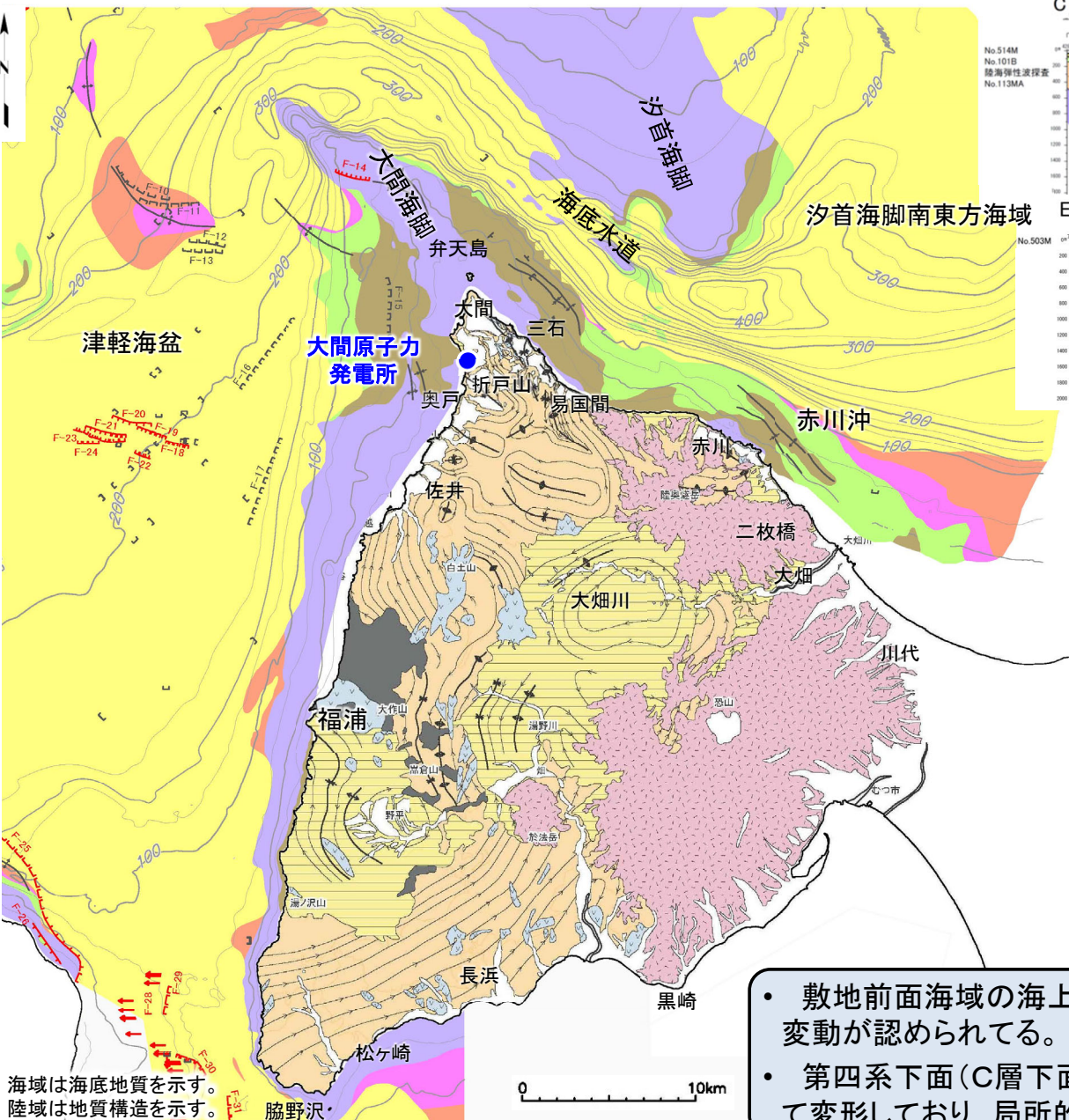
- 敷地近傍において、空中写真判読により地形要素を抽出し、断層地形の可能性のある地形を認定している。
- 断層地形の可能性のある地形には、2008年岩手・宮城内陸地震層相当の長さ(26km)のものはない。
- これら地形に対して地質構造調査を実施し、後期更新世以降の活動が認められないことを確認している。

4.3 2008年岩手・宮城内陸地震の予見性(71/101)

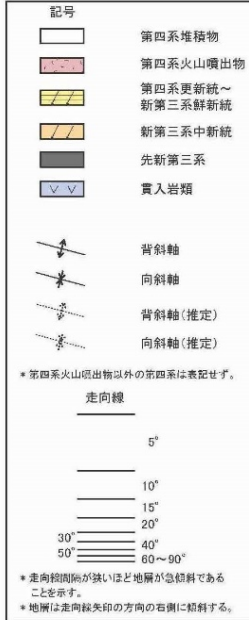
4.3.2 敷地周辺の評価(13/43)

(1)A. 一般的な活断層調査による評価(10/14)

a4. 変動地形学的調査(2/2): 地盤変動

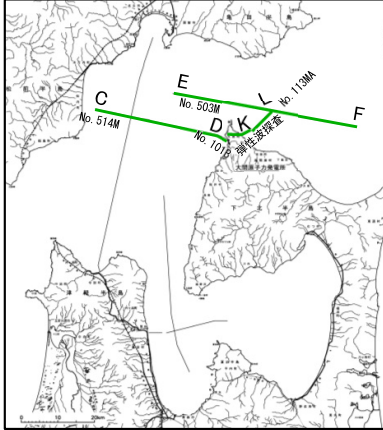
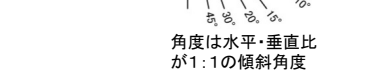
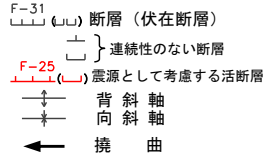


陸域地質構造凡例



海域地質凡例

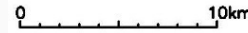
地質時代		敷地前面海域	
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
	鮮新世	前期	B ₃ 層
		C層	
新第三紀	鮮新世	D層	
	中新世	E層	
先新第三紀			



断面位置図

- 敷地前面海域の海上音波探査により, 中新世(E層)上面以上の地層に広域的な地盤変動が認められている。
- 第四系下面(C層下面)で700m以上の標高差となっているが, 地層は緩やかに連続して変形しており, 局所的な変化帯は認められない。

海域は海底地質を示す。
陸域は地質構造を示す。

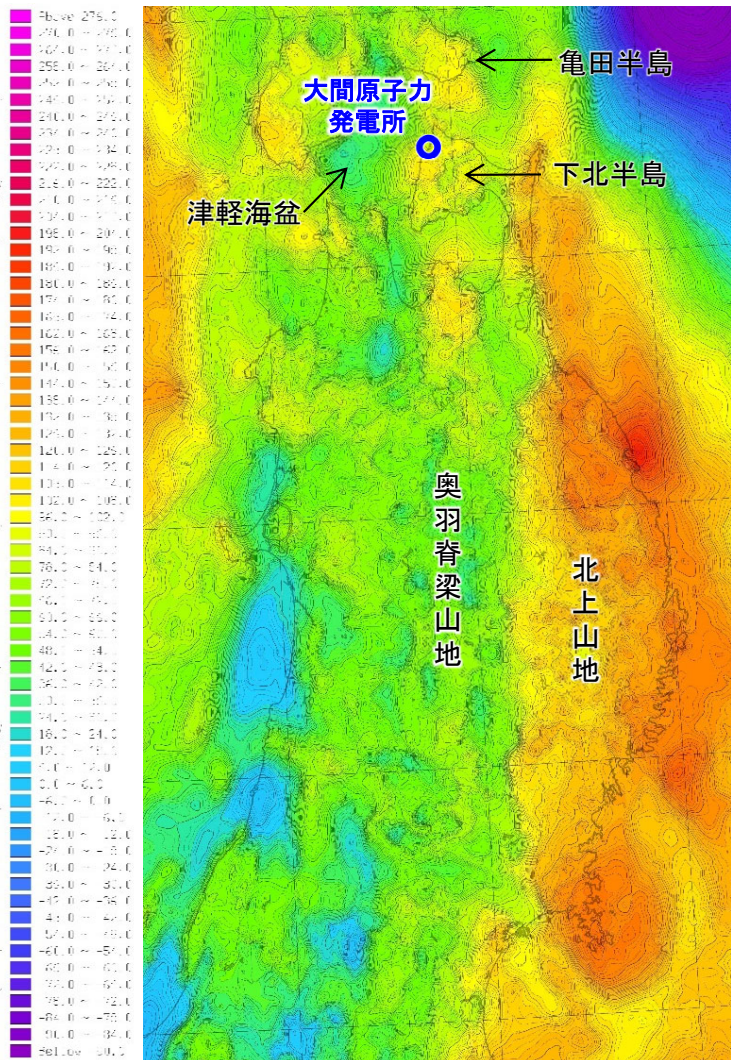


a5. 地表地質調査:活断層露頭

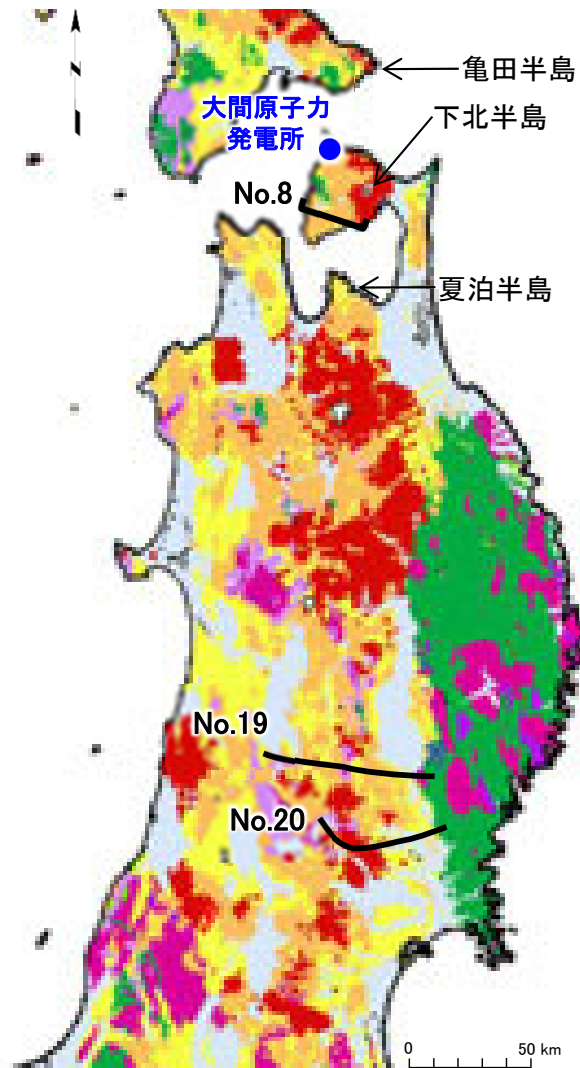
- 下北半島西部において、文献地質断層及び変動地形の可能性のある地形(リニアメント)を対象に地質構造調査を実施しており、活動性の有無を問わず、連続性のある断層露頭は認められていない。
- なお、小規模で変位のある割目はしばしば認められるが、これらは系統的な連続性が追跡できないもの、あるいは褶曲に伴う層内で閉じたものが主体であり、震源断層を想定するものは認められていない。



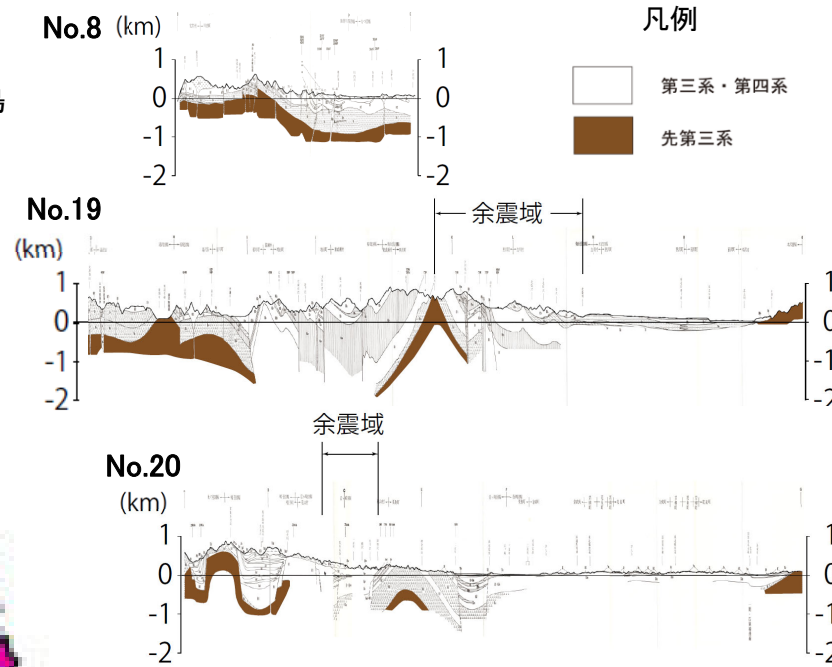
a6. 地球物理学的調査(1/2): 重力異常(ブーゲー重力)



ブーゲー重力異常図(補正密度 $2.3g/cm^3$) (産業技術総合研究所, 2013)に加筆



東北日本の地質図 (NUMO, 2004)に加筆



先新第三系基盤の深度分布図 (北村編, 1986)を編集

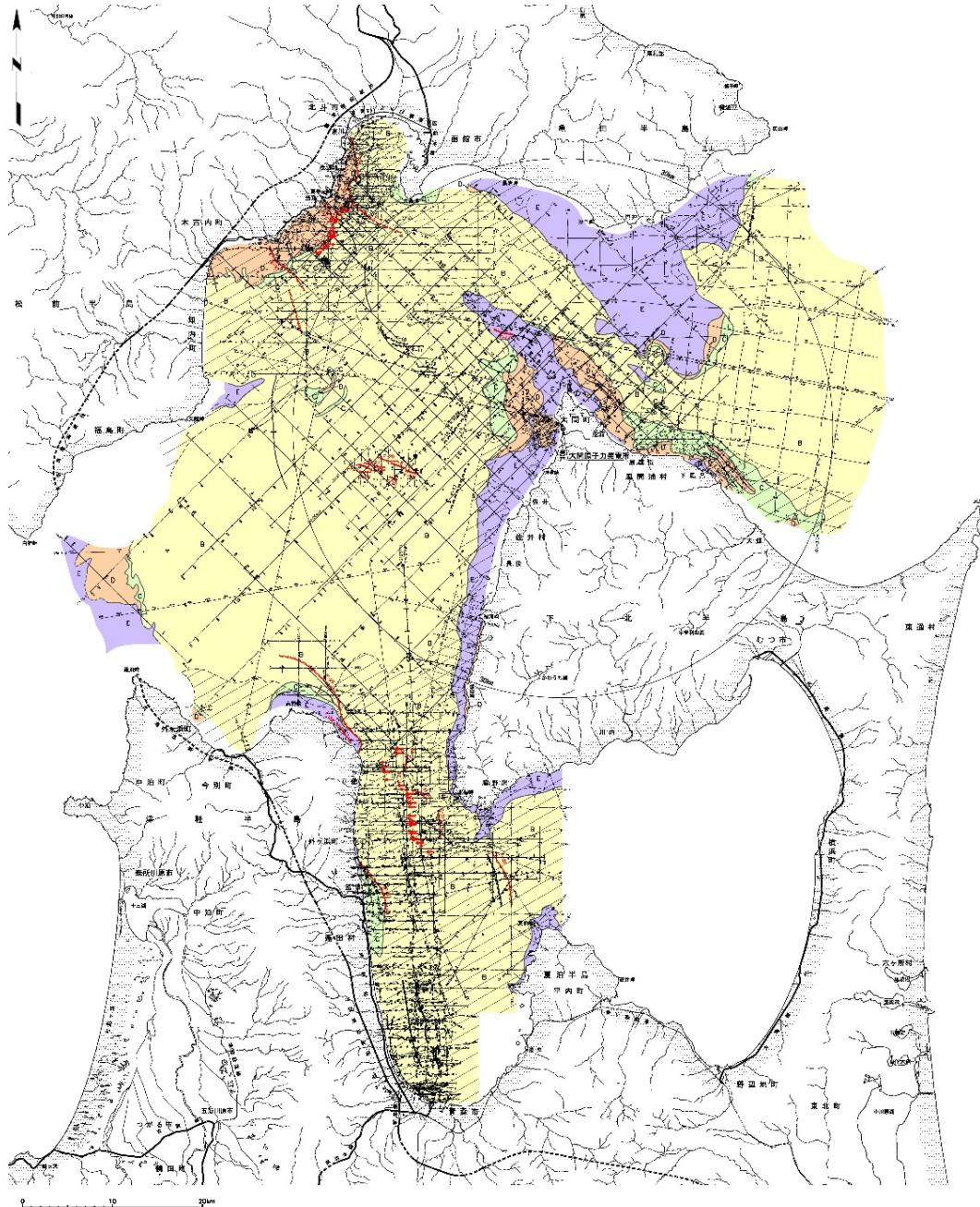
<地質図凡例>

	堆積岩類	火山岩類	深成岩類	変成岩類
第四紀	[Light Blue]	[Red]	[White]	[White]
新生代	新第三紀	[Orange]	[Pink]	[Light Blue]
	古第三紀	[Green]	[Purple]	[Dark Blue]
中生代	[Green]	[White]	[Pink]	[Dark Blue]
	[Green]	[White]	[Pink]	[Dark Blue]
	[Green]	[White]	[Pink]	[Dark Blue]
古生代	[Green]	[White]	[Pink]	[Dark Blue]
	[Green]	[White]	[Pink]	[Dark Blue]

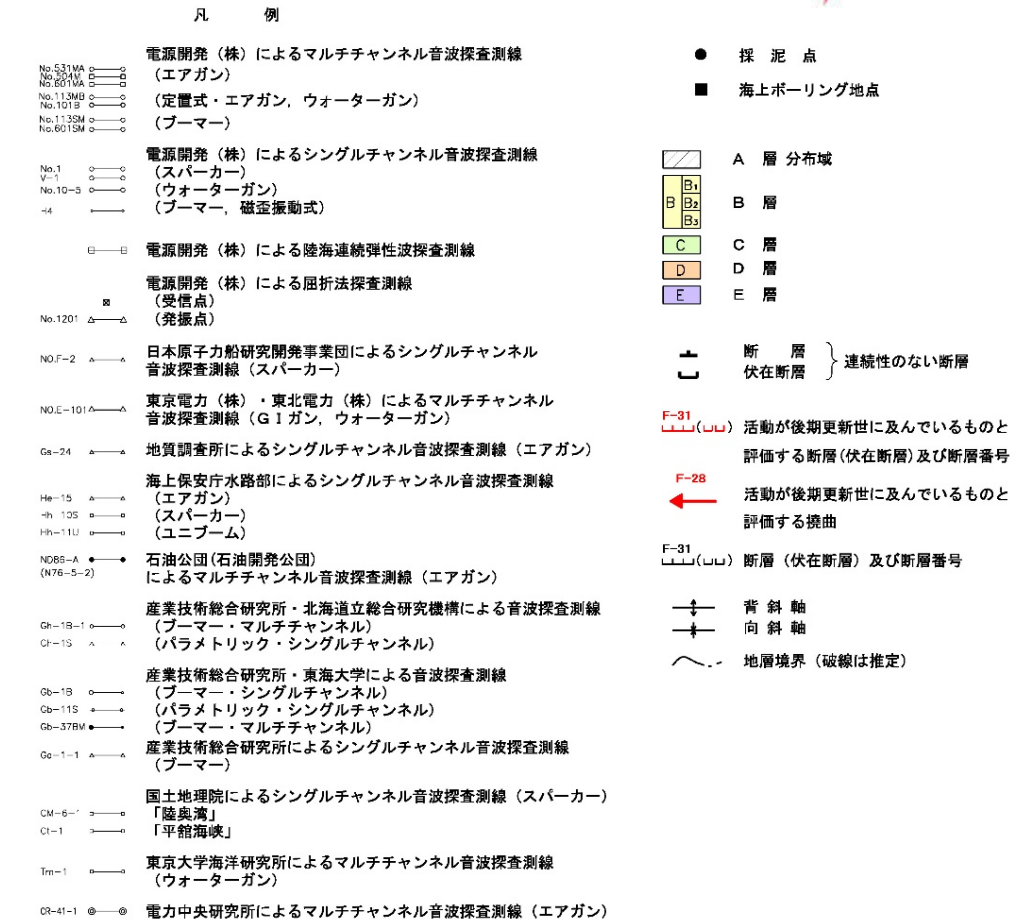
- 重力異常図が先古第三系の分布と相関が良いことから推察して、比較的中間的な重力異常域である下北半島西部は、古第三系・新第三系が薄く、先古第三系が浅いものと判断され、実際に一部地域では先古第三系が地表に露出している。
- また、下北半島西部には、震源周辺と同様に、明瞭な直線状の重力急変部は認められない。



a6. 地球物理学的調査(2/2): 弾性波探査



(1) A. 一般的な活断層調査による評価(13/14)



- 敷地前面海域において、他機関によるものも含め、図に示す測線の海上音波探査記録を判読し、断層を認定している。
- 判読された断層には、広域的な地盤変動の成因となるものは認められない。
- 敷地に近い活断層は、F-14断層、F-18断層～F-22断層(敷地西方沖断層)であるが、現在の東西圧縮応力場において逆断層として活動する走向ではない。



A. 一般的な活断層調査による評価

○:活断層の分布が強く示唆される, △:活断層の分布が疑われる, ×:活断層の兆候が無い

(参考)2008年岩手・宮城内陸地震の震源周辺

全国を一律に評価する文献

a1. 大局的地質構造		結果	予見性の評価
火山帯・ホットフィンガー		「東日本火山帯」の8本目のホットフィンガーに位置する。カルデラは敷地近傍から離れている。	△
地震地体構造区		「(8C)東北日本弧内帯」に位置し、逆断層～褶曲が発達し、浅発大・中地震活動が「高」とされている。	
先新第三系の地質構造区		「(NK)北部北上帯」(中生代ジュラ紀付加体が主体)	
a2. 文献活断層		結果	予見性の評価
(新編)日本の活断層活断層データベース		敷地近傍に活断層は示されていない。主要(長大)活断層帯からも離れている。	×
a3. 地質断層		結果	予見性の評価
地質図/地質構造図		図示する規模の地質断層は認められない。	×

全国を一律に評価する文献

予見性の評価	
△	火山フロントに位置し、プレート運動による東西圧縮応力で短縮変形する地域であり、活断層の分布が疑われる。一方で、火山帯に位置し、非弾性変形が卓越する地域でもある。
予見性の評価	
△	文献活断層は示されていないが、主要(長大)活断層帯の延長部に相当するため、震源断層の延長が疑われる。
予見性の評価	
△	震源断層である山地/低地境界の断層は示されていないが、付随して活動した「餅転-細倉構造線」は示されている。

下北半島西部での現地調査

a4. 変動地形学的調査		結果	予見性の評価
断層変位地形		震源規模に見合う規模の断層地形の可能性はある地形は判読されず、また判読される地形に活動性は認められない。	×
地盤変動		広域的で緩やかな地盤変動が認められるが、そこに局所的な変化帯は認められない。	×
a5. 地表地質調査		結果	予見性の評価
活断層露頭		活動性の有無を問わず、連続性のある断層露頭は認められていない。	×
a6. 地球物理学的調査		結果	予見性の評価
ブーゲー重力異常		先古第三系が浅いと判断される。明瞭な直線状の重力急変部は認められない。	×
弾性波探査		海上音波探査には広域的な隆起の成因となる活断層は認められない。	×

震源周辺を対象とした文献

予見性の評価	
×	断層変位地形は、地震直後でも不明瞭であり、単独での予見はできない。
○	胆沢川において下刻量の変化帯が認識されており、伏在(活)断層が強く示唆される。
予見性の評価	
△	既往地質図の地質断層にて現地調査を実施していれば、活動性が確認できた。
予見性の評価	
△	断層分布の可能性が認められる。
○	反射法地震探査では、震源断層となる伏在断層を捉えている。

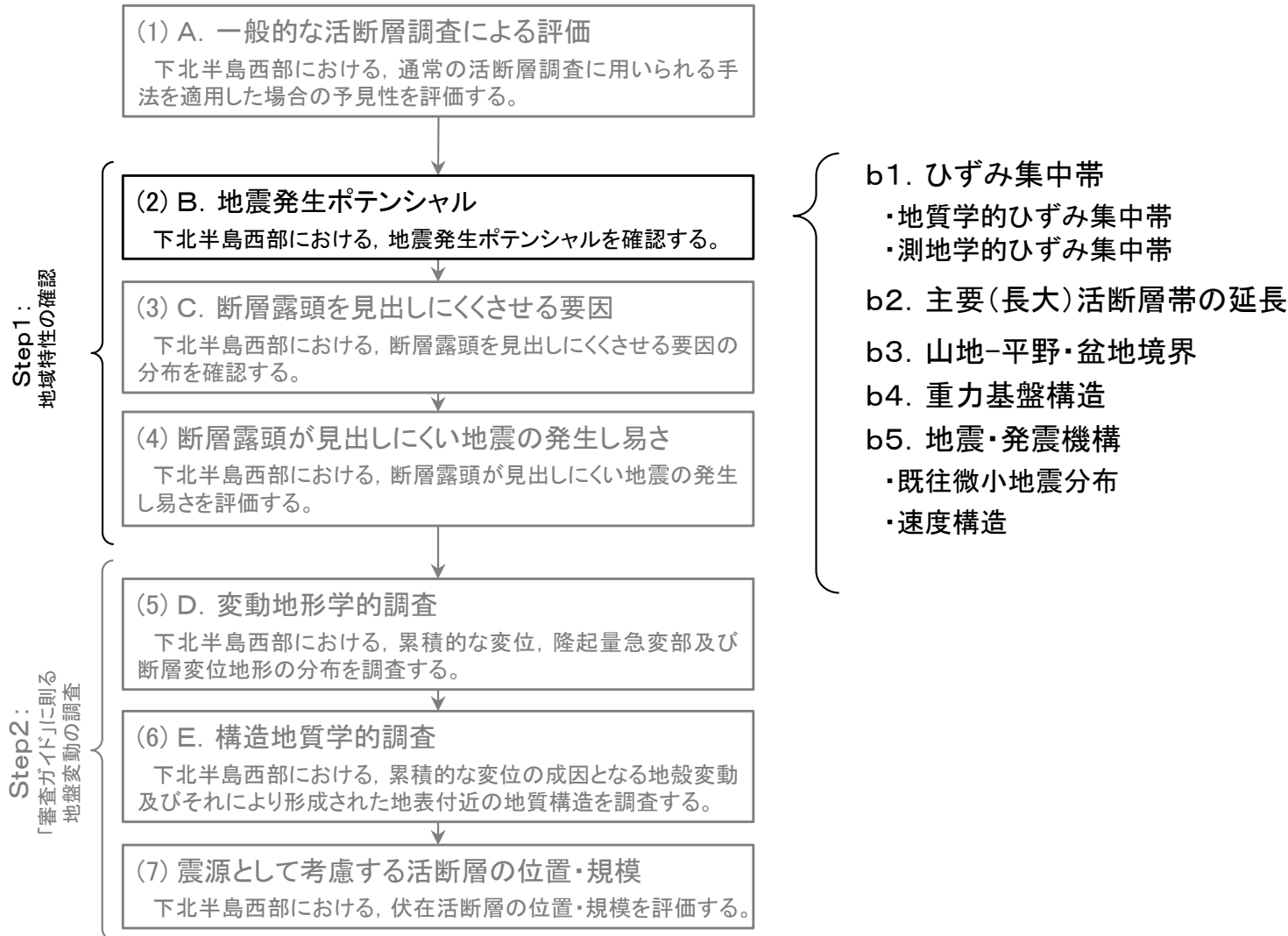
- 全国を一律に評価する文献からは、「a1.大局的地質構造」において活断層の分布が疑われるが、「a2.文献活断層」や「a3.地質断層」の分布図では活断層の兆候が無い。
- 下北半島西部を対象とした現地調査では、「a4.変動地形学的調査」、「a5.地表地質調査」及び「a6.地球物理学的調査」のいずれも、活断層の兆候が無い。

活断層を示唆する具体的な地質性状が無い

Step1へ

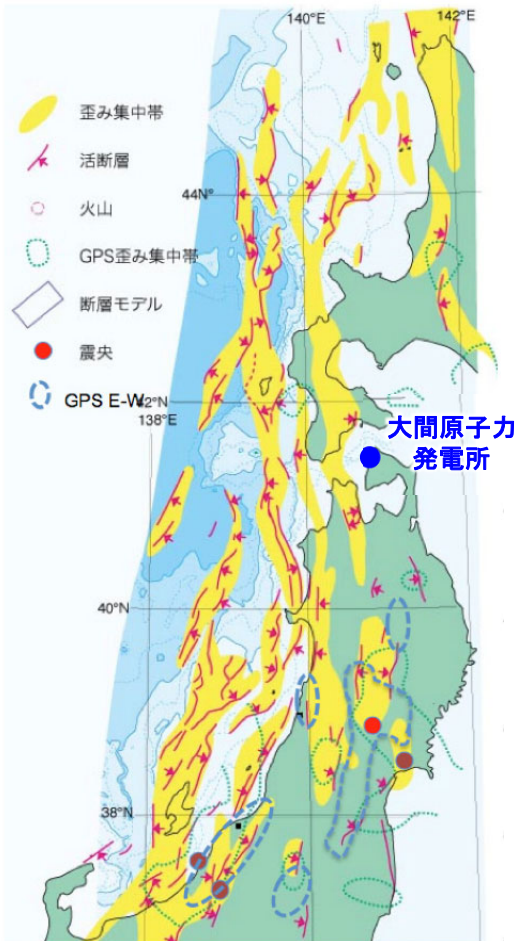


検討フローに基づく資料構成

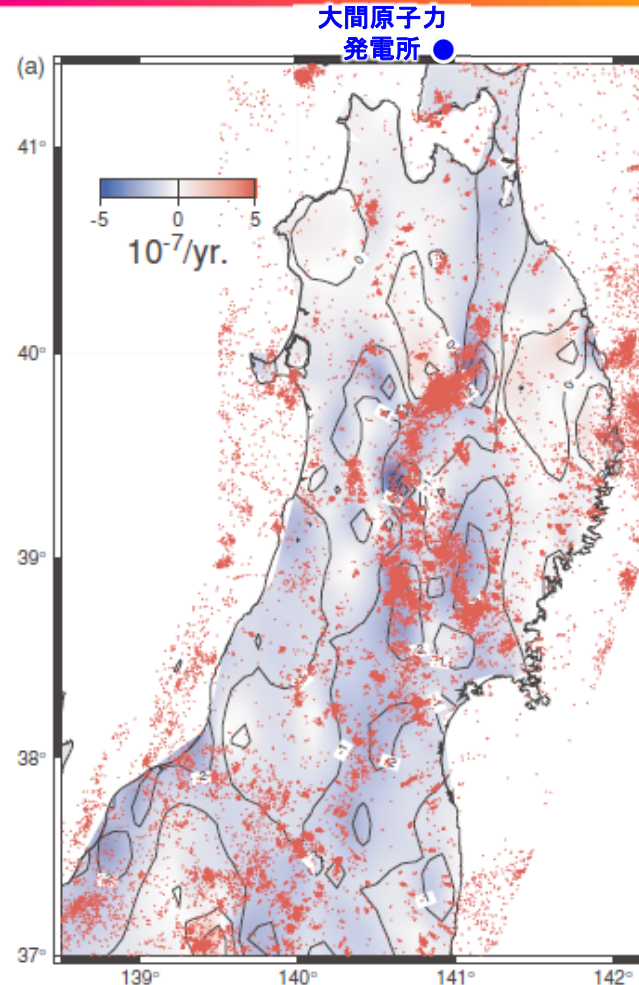




b1. ひずみ集中帯



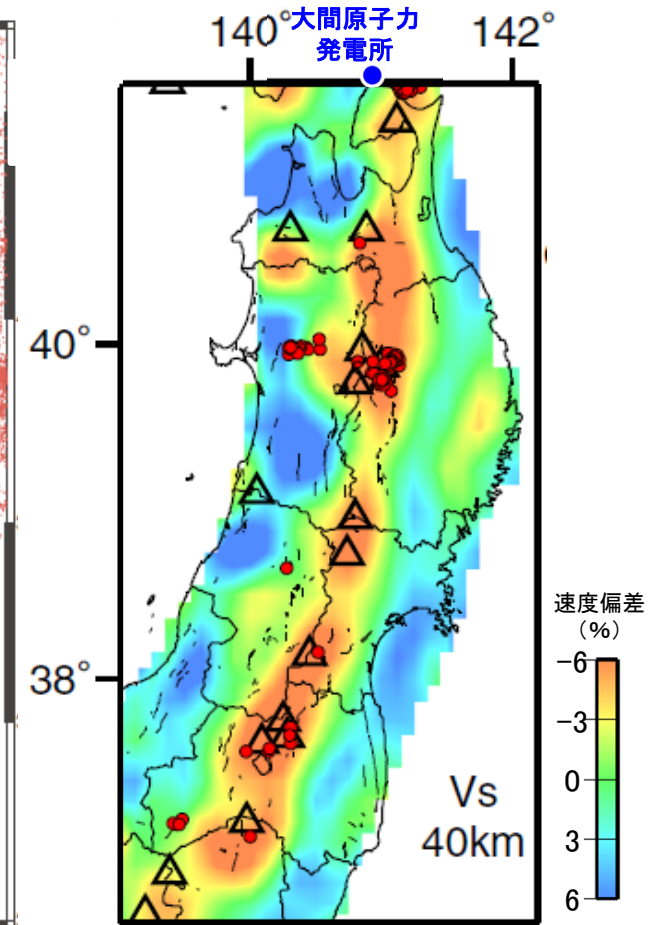
地質学的ひずみ集中帯等分布図
(産業技術総合研究所, 2009)に加筆



(a) 東西歪速度分布図
(Miura et al., 2004)に加筆

(a) GPSデータから求めた東西歪分布。期間は1997年～2001年。赤点は同じ期間に発生した深さ40 kmより浅い微小地震の震源を示す。陸地の細線は歪量の等値線。

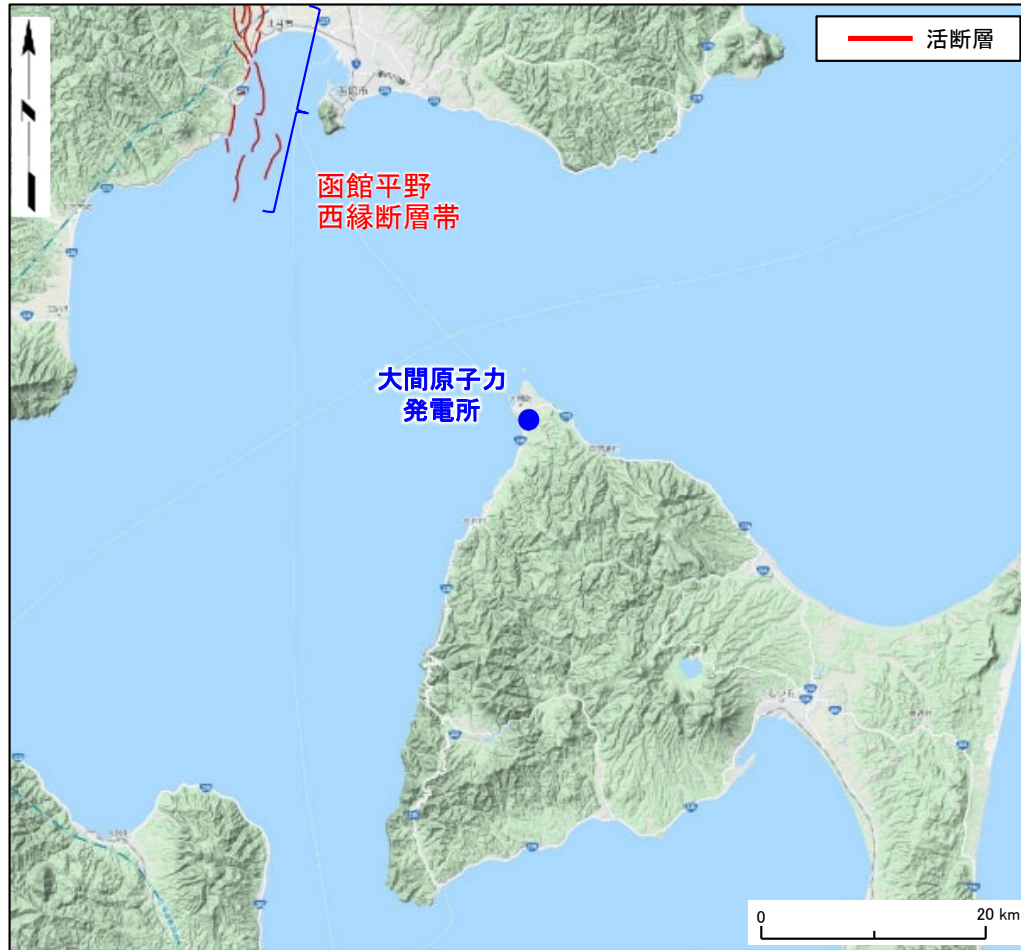
(b) 地震波トモグラフィーによる深さ40 kmでのS波速度偏差分布。(Nakajima et al., 2001)より。△は活火山。



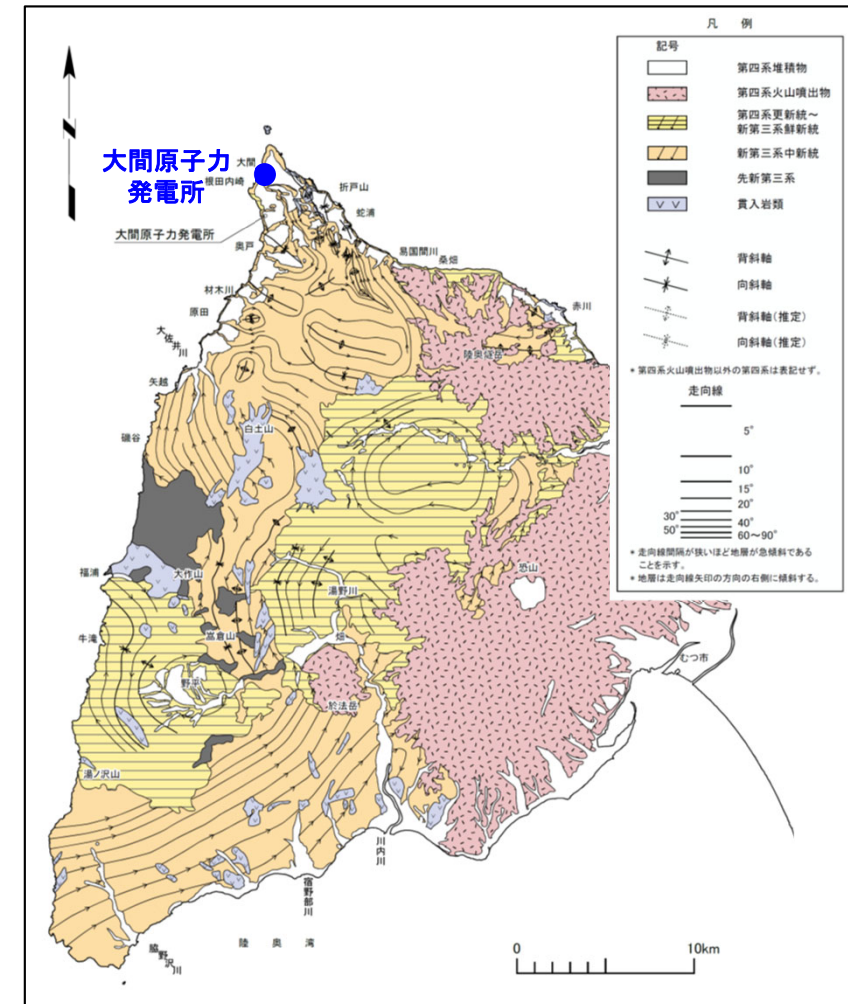
(b) S波速度構造
(Nakajima et al., 2001)に加筆

- 地質学的歪み集中帯は、最近200万年～300万年間の断層活動による歪みが蓄積したゾーンとされ(岡村, 2010), 測地学的ひずみ集中帯は、特定の観測期間での歪速度の大きい領域をカースケールで示すものである。
- 下北半島西部は、地質学的歪み集中帯には該当せず、測地学的なひずみは、全体に緩やかな東西短縮領域となっている。

b2.主要(長大)活断層帯の延長



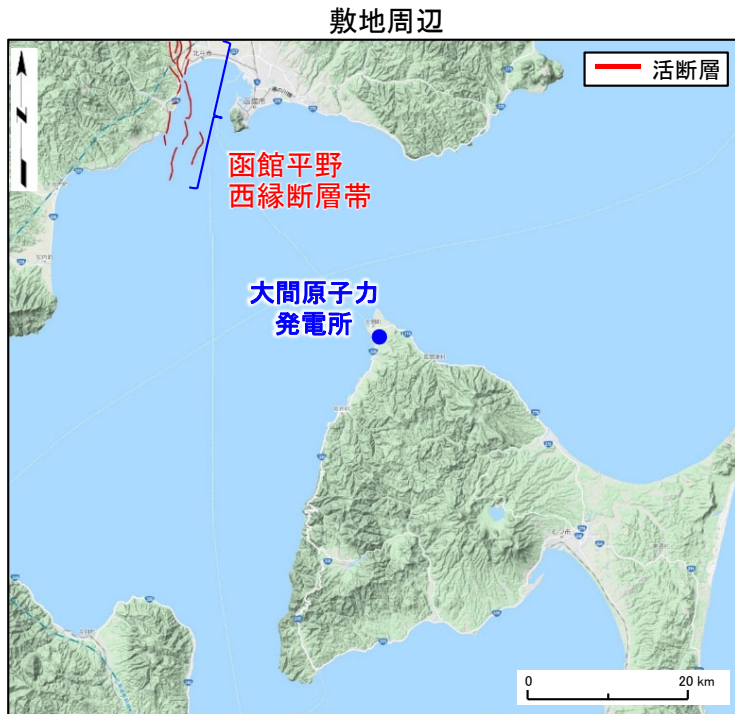
活断層分布図
(産業技術総合研究所「活断層データベース」に加筆)



下北半島西部の地質構造図

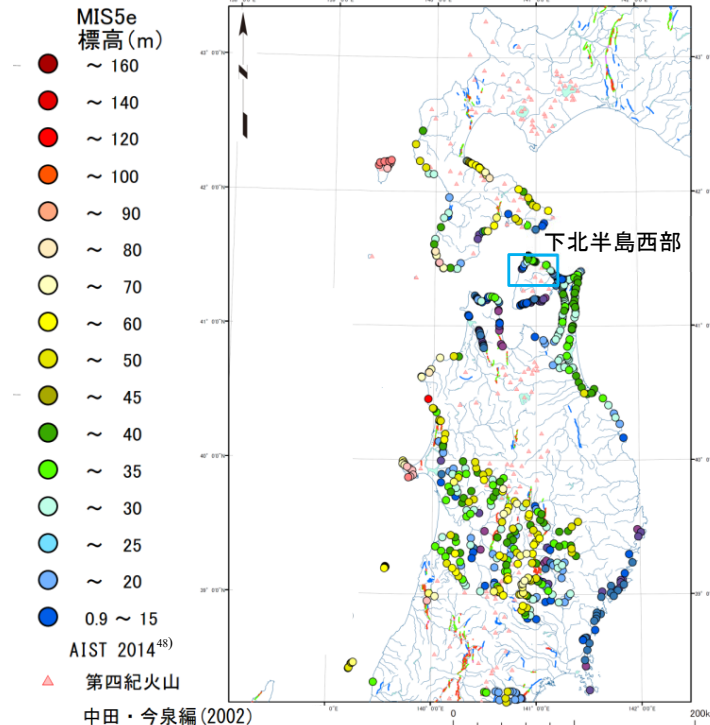
- 下北半島西部には主要(長大)活断層帯は分布しておらず、敷地に至近の函館平野西縁断層帯とは40km以上離れており、延長方向からも外れている。
- また、下北半島西部には、図示する規模の地質断層は認められない。

b3. 山地-平野・盆地境界



活断層分布図

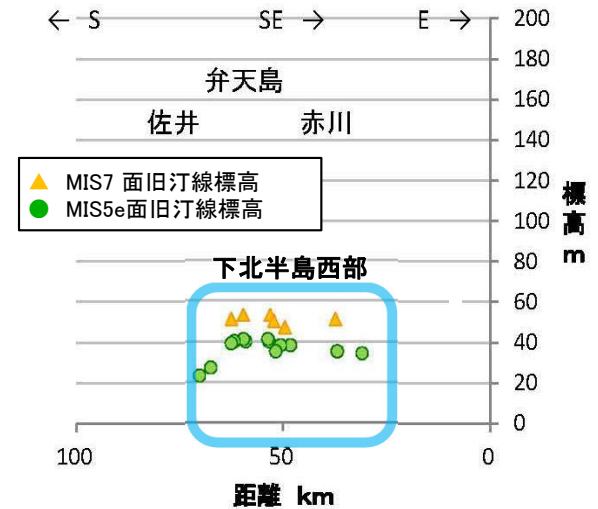
(産業技術総合研究所「活断層データベース」に加筆)



- MIS5e 標高(m)
- ~ 160
- ~ 140
- ~ 120
- ~ 100
- ~ 90
- ~ 80
- ~ 70
- ~ 60
- ~ 50
- ~ 45
- ~ 40
- ~ 35
- ~ 30
- ~ 25
- ~ 20
- 0.9 ~ 15
- ▲ AIST 2014⁽⁴⁸⁾
- ▲ 第四紀火山
- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)
- 伏在断層
- 推定活断層

海成段丘の出典:
 秋田県(2001)
 小池・町田(2001)
 小疇ほか(2003)
 東北電力(2011)
 東北電力(2014)
 Matsu'ura et al. (2014)

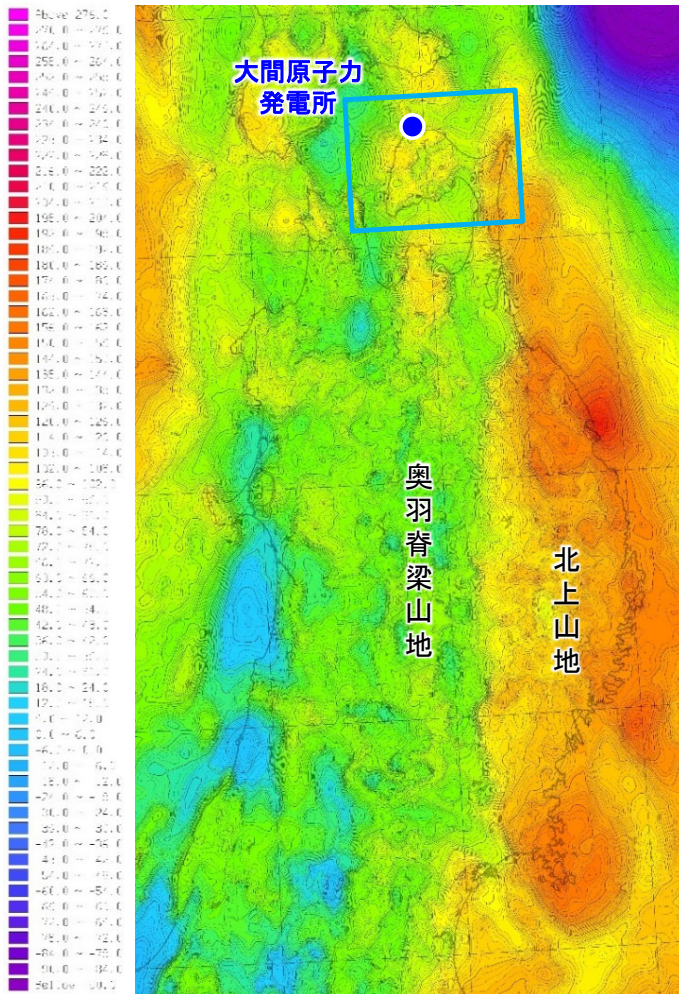
河成段丘の出典:
 田力・池田(2005)
 幡谷(2006)
 田力ほか(2009)



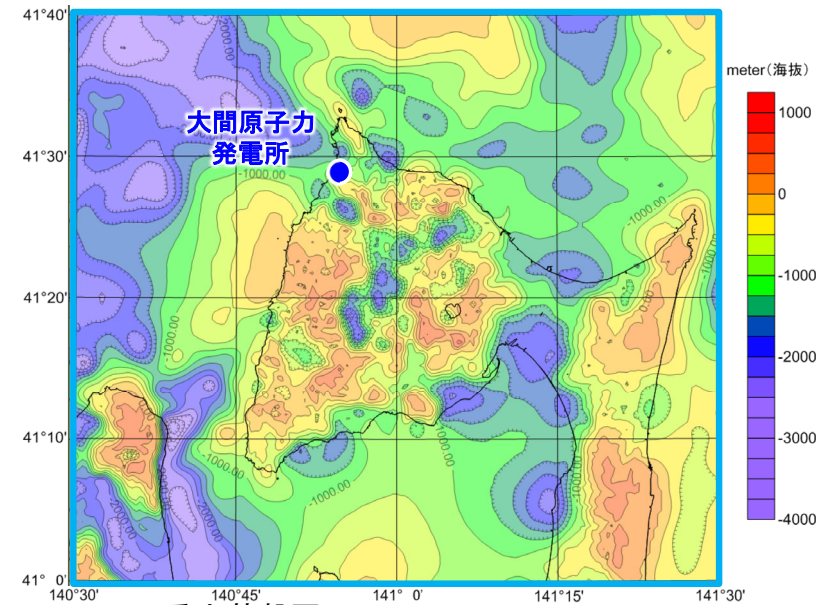
下北半島西部のMIS5e面旧汀線標高

- 敷地は山地西側の海成段丘面に位置し、その山地/台地境界は過去の侵食崖である。震源周辺と同様な山地/低地境界は山地の東縁にあり、変化は緩やかで明瞭なりニメントは判読されない。
- 海成段丘の標高を使った隆起量分布では、山地から低地へとなだらかに変化する。

b4.重力基盤構造



ブーゲー重力異常図(補正密度2.3g/cm³)
(産業技術総合研究所, 2013)に加筆



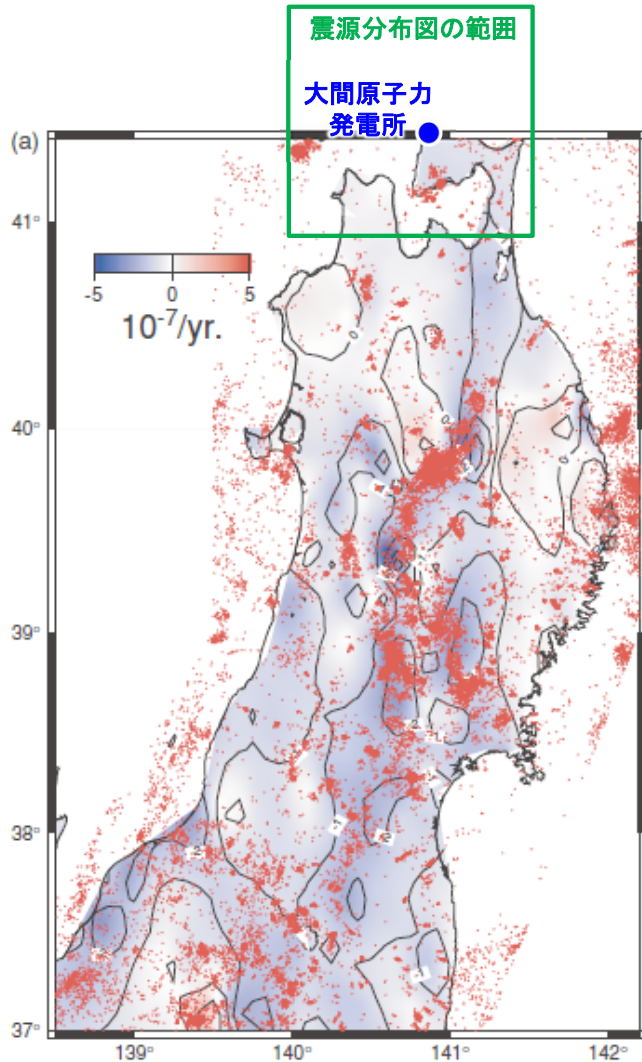
重力基盤図(基盤と表層の密度差を0.4g/cm³)

(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)を使用

- ブーゲー重力異常図によれば, 下北半島西部は古第三系・新第三系が薄く, 先古第三系が浅いものと判断される。
- 直線状の重力急変部は認められず, 重力基盤図には断層を示唆する構造は認められない。

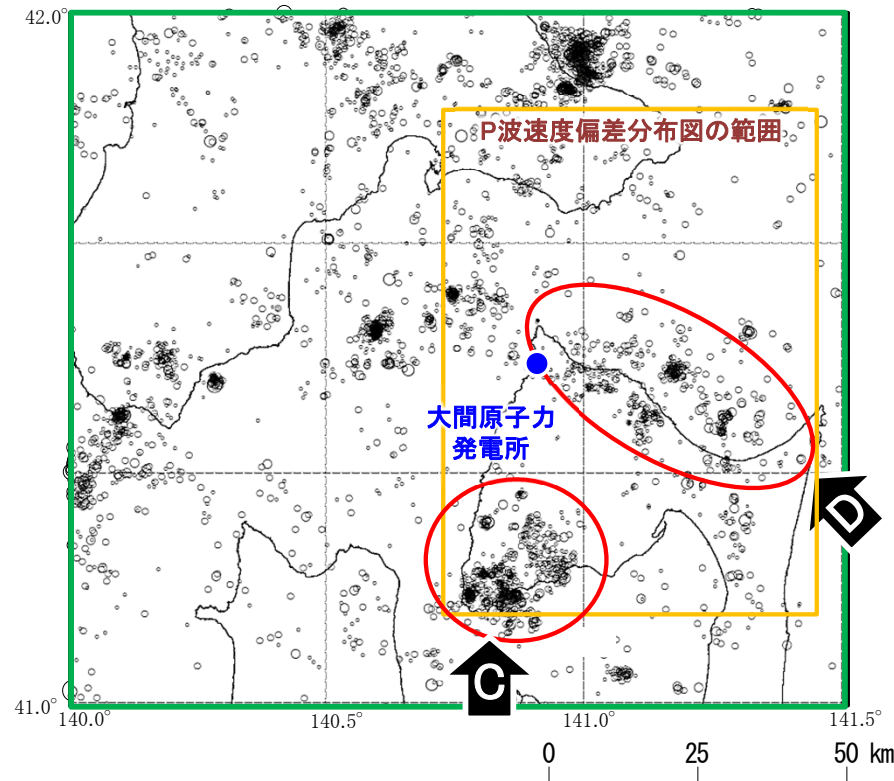


b5.地震・発震機構(1/2) : 既往微小地震分布



東西歪速度分布及び震源分布図(1997年~2001年)

(Miura et al., 2004)に加筆



2003年07月~2019年8月, M<5.0, 震源深さ0~20km

震源分布図(気象庁一元化震源:2003~2019年)を加工

- 下北半島西部では、南端付近(C)と北東沿岸(D)に、それぞれ地震活動帯が見られる。
- 東西の短縮歪みの顕著な領域は認められない。また、部分熔融域を示唆する地震波低速度帯との対応は不明瞭である。
- 下北半島西部は、広域的には低速度領域と判断される。

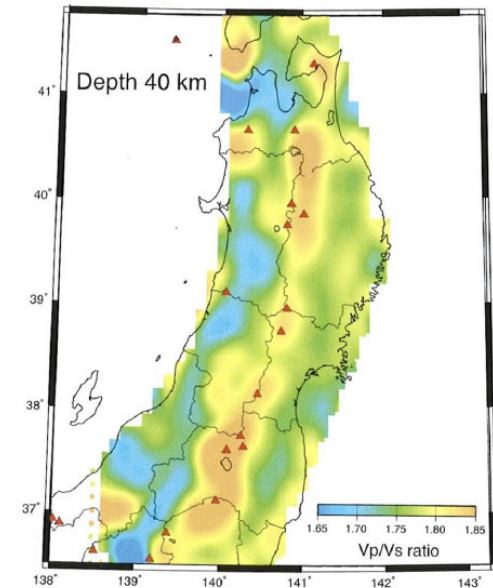
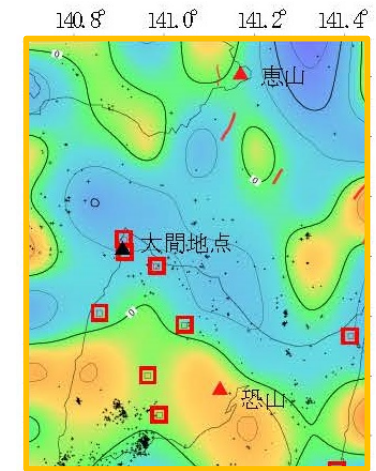


Fig. 5. V_p/V_s ratio at a depth of 40 km [Nakajima et al. (2001a)]. Red triangles show active volcanoes.

長谷川ほか(2004)



(i) 深さ 10 km □: 観測点
平均速度 6.5km/s

P波速度偏差分布図



B. 地震発生ポテンシャルのまとめ

○:ポテンシャルが高い, △:ポテンシャルがある, ×:ポテンシャルが認められない
(参考)2008年岩手・宮城内陸地震の震源周辺

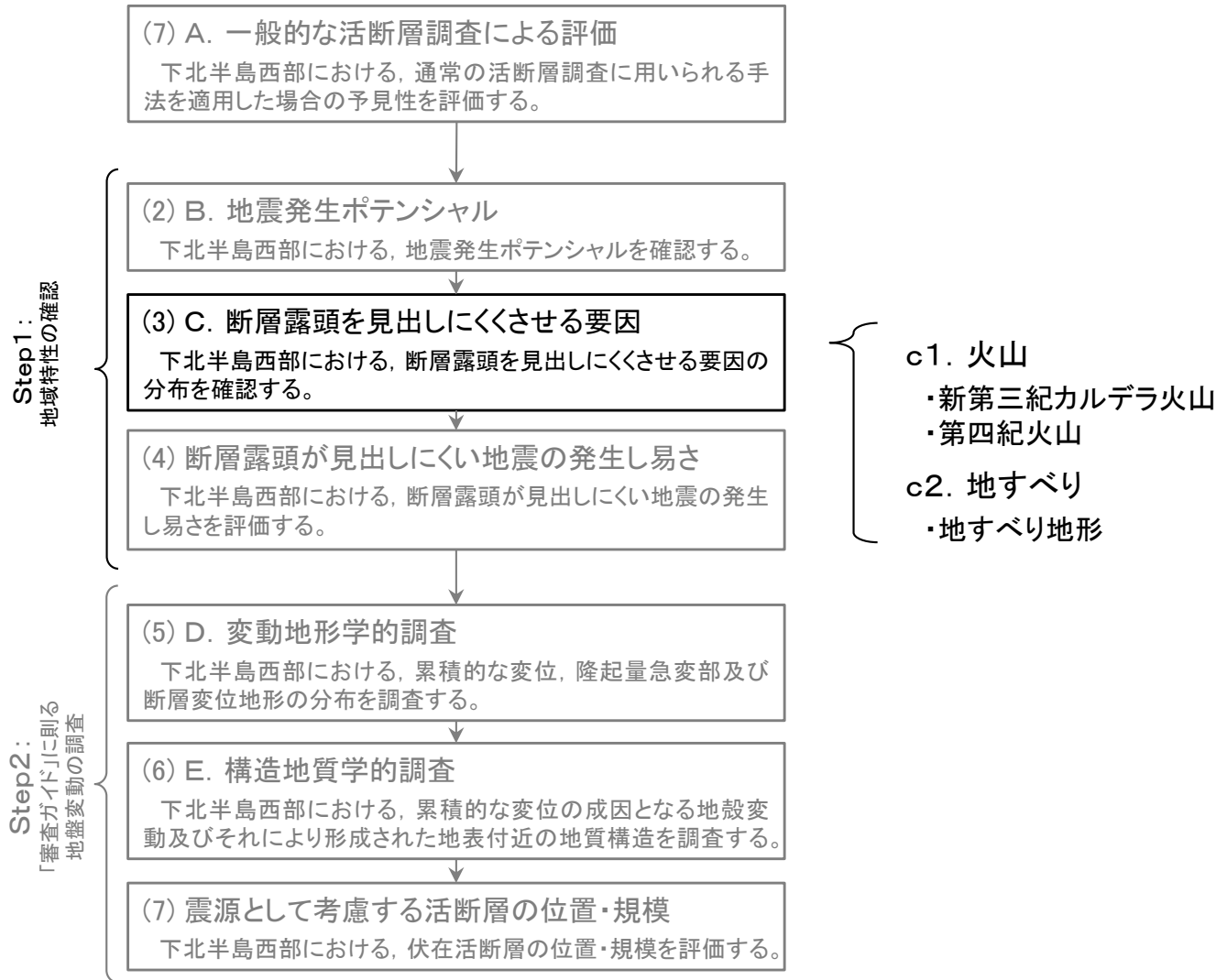
結果		地震発生ポテンシャルの評価	
b1. ひずみ集中帯			
地質学的歪み集中帯	地質学的歪み集中帯には該当しない。	×	地質学的にも測地学的にもひずみ集中帯には該当しない。
測地学的ひずみ集中帯	緩やかな東西短縮領域である。		
b2. 主要活断層帯の延長			
活断層データベース	主要(長大)断層帯から離れている。	×	主要(長大)活断層帯から離れており, 文献断層も分布しない。
地質図	図示する規模の地質断層は認められない。		
b3. 山地-平野・盆地の境界			
地形	敷地近傍は山地西側の海成段丘面に位置する。山地/低地境界は山地の東側にあり, 敷地近傍から離れており, 且つニアメントは判読されない。	×	敷地近傍は山地/低地境界から離れており, また隆起量分布には局所的な隆起が認められない。
隆起量分布	海成段丘の標高を使った隆起量分布では, 山地から低地へとなだらかに変化し, 変化量も小さい。		
b4. 重力構基盤構造			
重力異常(ブーゲー重力)	大局的に中間的な重力異常域にあり, 直線状の重力急変部は認められない。	×	重力構造には, 断層を示唆するものが無い。
重力基盤	断層を示唆する重力基盤構造は認められない。		
b5. 地震・発震機構			
既往微小地震分布	2つの地震活動帯が認められるが, 地震波低速度領域との対応は不明瞭である。	×	広域的には地震波低速度領域であるため, 非弾性変形が主体であると判断される。
速度構造	広域的には低速度領域である。		

地震発生ポテンシャルの評価	
○	数百万年間で蓄積された歪み域と最近数年での歪み域との双方に該当しており, 伏在活断層が分布する可能性が高い。
○	主要(長大)活断層帯の延長部にあり, また地質断層が多く認められていることから, 伏在活断層が分布する可能性が高い。
△	山地での局所的で累積的な隆起は明瞭であり, 伏在活断層が分布する可能性がある。
△	N-S方向に延びる重力変換部の上盤側で, 一部に局所的な落差構造があり, 伏在断層が分布する可能性がある。
△	非弾性的な地震波低速度領域に挟まれる地震波高速度領域にあるため, 弾性変形によるひずみエネルギーの蓄積が期待され, 地殻流体の供給も期待されることから, 断層が繰り返し活動する条件を満たしている。ただし, 詳細な地震波速度構造が不明な場合, 広域的には非弾性変形領域と判断される。

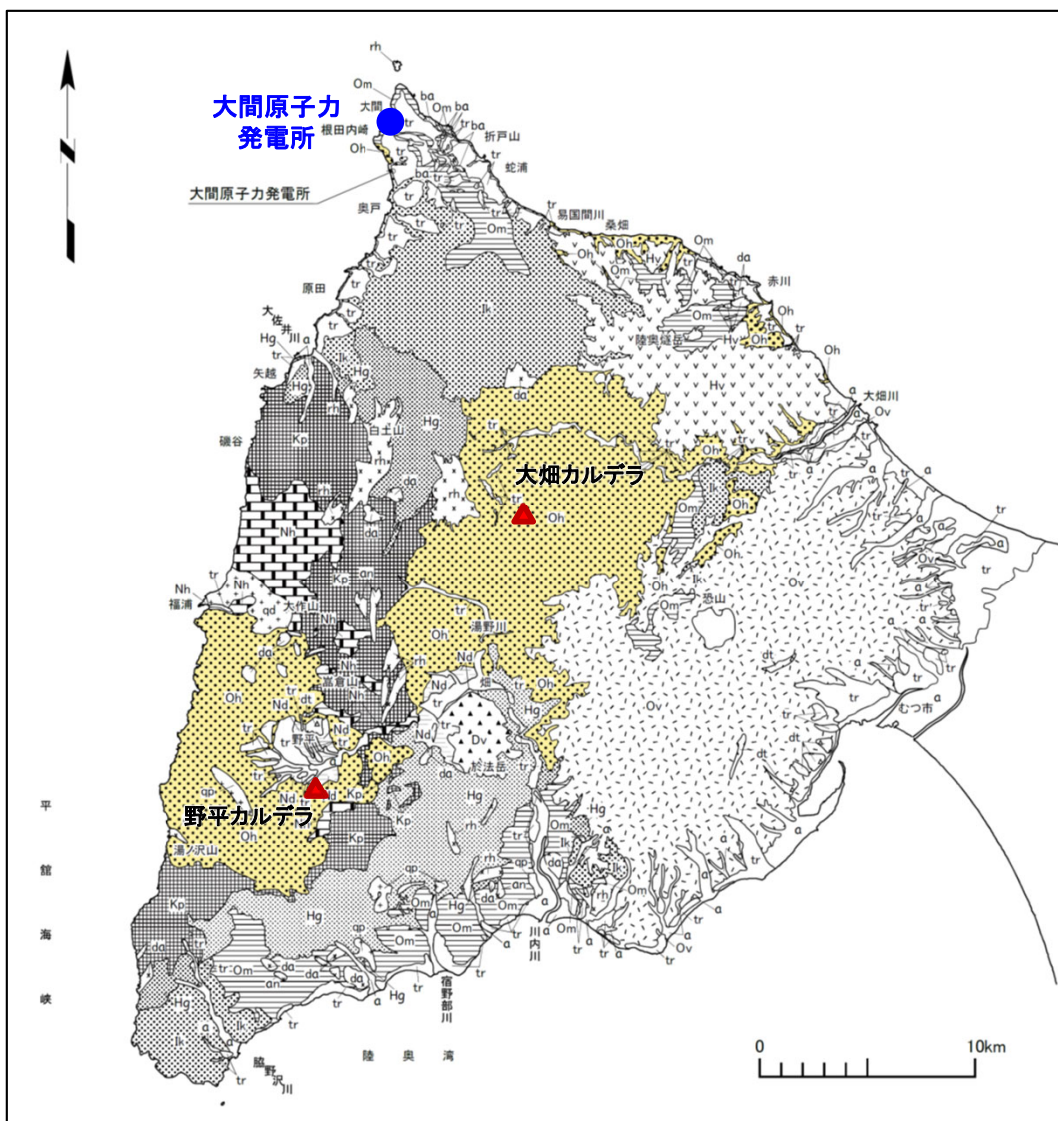
・ 下北半島西部の地盤変動は非弾性変形が主体であり, 伏在する活断層を示唆する兆候が無いいため, 地震発生ポテンシャルは認められない。



検討フローに基づく資料構成



c1.火山:新第三紀カルデラ火山



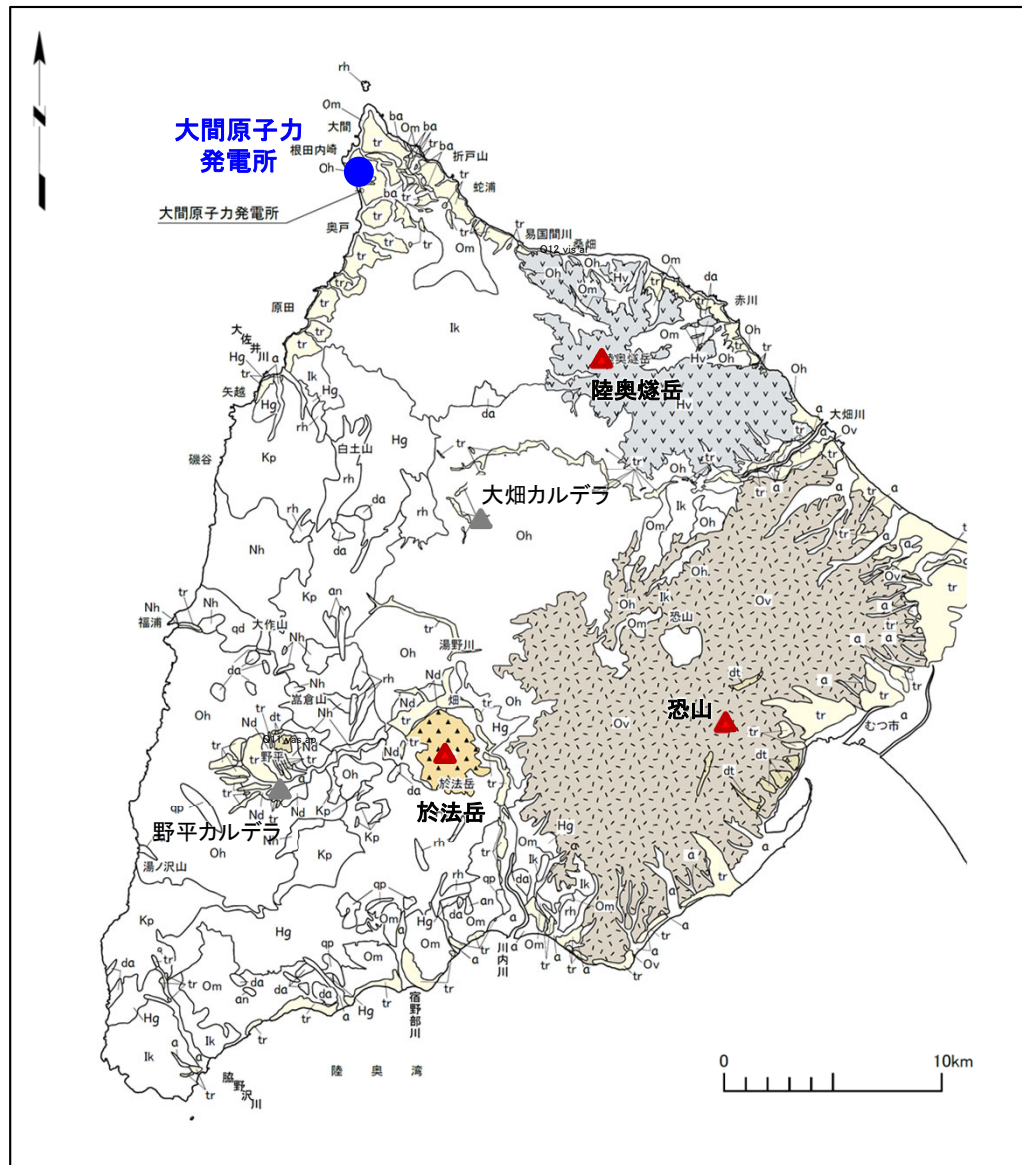
凡例			
下北地域			
地質時代	地層名	記号	
完新世	崖錐堆積物	△ dt△	
	沖積層	a	
第四紀	段丘堆積物	tr	
	燧岳火山噴出物	▽ Hv▽	
	恐山火山噴出物	< Ov >	
	於法岳火山噴出物	▲ Dv▲	
更新世・鮮新世	野平層	≡ Nd ≡	
	大畑層	● Oh ●	
新第三紀	易国間層	◻ Ik ◻	
	大間層	◻ Om ◻	
	桧川層	◻ Hg ◻	
中新世	金八沢層	◻ Kp ◻	
	先新第三紀	長浜層	◻ Nb ◻
	貫入岩	玄武岩	× ba ×
安山岩		× an ×	
デイサイト		× da ×	
流紋岩		× rh ×	
石英斑岩		+ qp +	
石英閃緑岩		+ qd +	

下北半島西部の新第三紀カルデラ噴出物の分布図

- 敷地近傍は、新第三紀のカルデラ火山から離れており、火砕流堆積物は到達していない。
- 敷地近傍の基盤は十分固結した新第三紀中新世の海成堆積層であり、震源断層のせん断変位は剪断面として地表に出現すると判断される。



c1.火山:第四紀火山



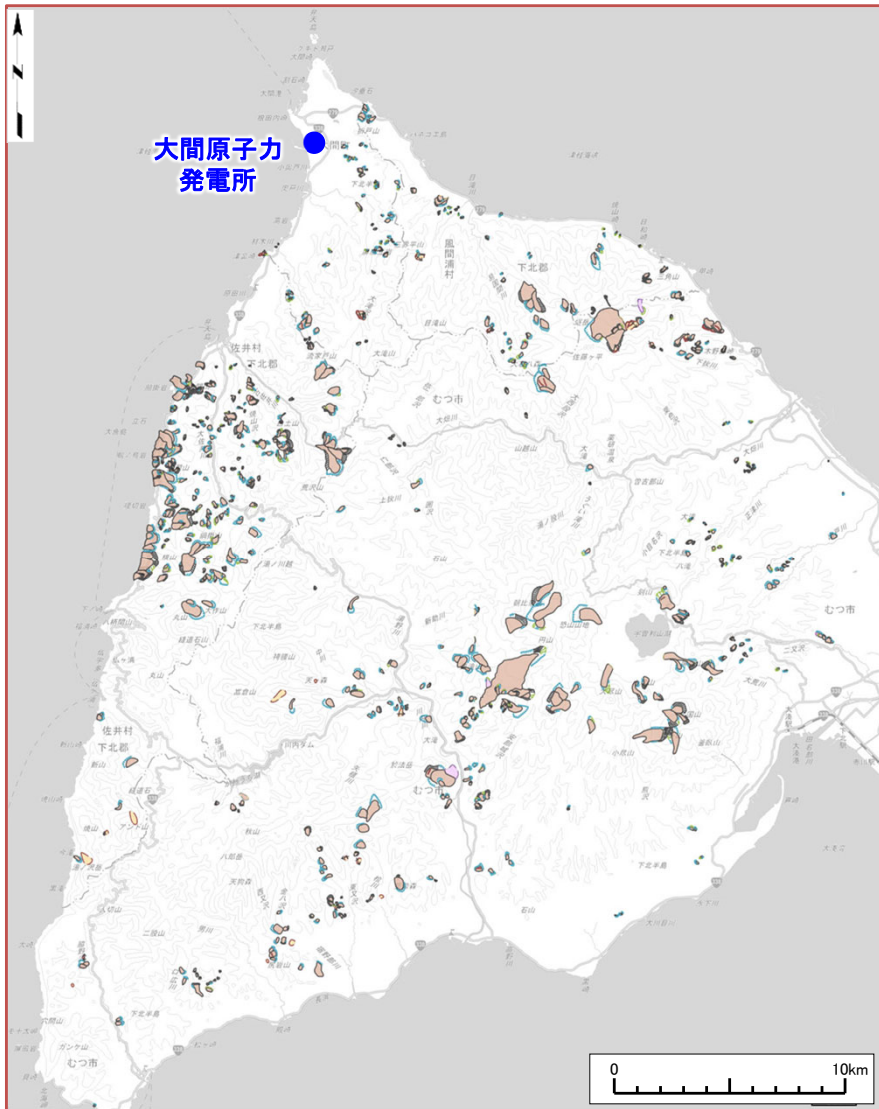
凡 例		
下北地域		
地質時代	地層名	記号
完新世	崖錐堆積物	△ dt △
	沖積層	a
第四紀	段丘堆積物	tr
	燧岳火山噴出物	▽ Hv ▽
	恐山火山噴出物	< Ov >
	於法岳火山噴出物	▲ Dv ▲
更新世	野平層	Nd
	大畑層	Oh
新第三紀	易国間層	lk
	大間層	Om
	桧川層	Hg
	金八沢層	Kp
先新第三紀	長浜層	Nh
貫入岩	玄武岩	ba
	安山岩	an
	デイサイト	da
	流紋岩	rh
	石英斑岩	ap
	石英閃緑岩	qd

下北半島西部の
第四紀火山噴出物の分布図

• 敷地近傍は、第四紀火山から離れており、火砕流堆積物は到達していない。

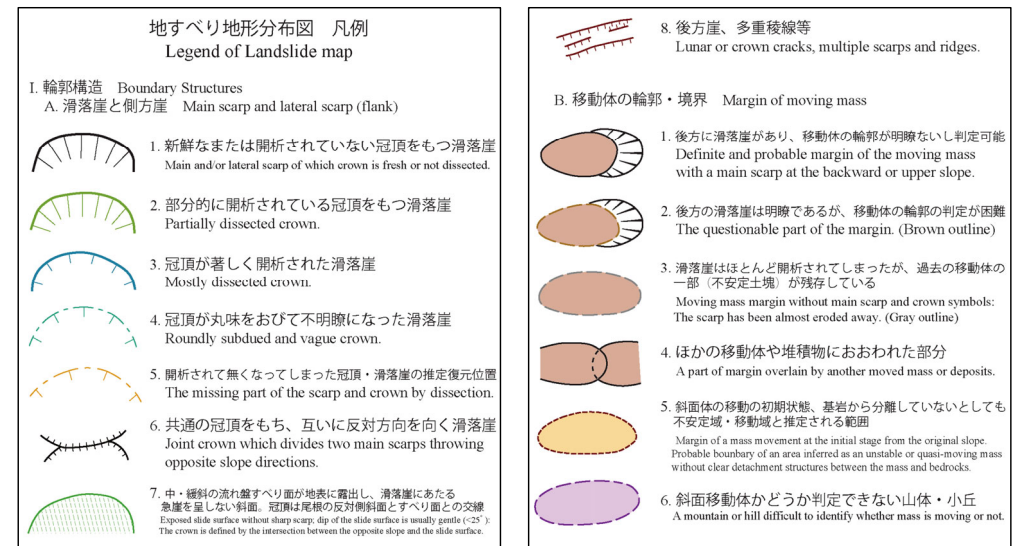


c2.地すべり:地すべり地形



地すべり分布図
 「防災科学研究所地すべり分布図」に加筆

※カルデラ分布は布原ほか(2008), 断層は産業技術総合研究所, 地質図navi による



- 下北半島西部では、地すべり地形は多くは認められない。
- 地形判読では、河谷による差別侵食が進行しており、地質構造が地形に現れやすいと判断される。
- なお、下北半島西部にすべり面となる地層は認められない。



C. 断層露頭を見出しにくくさせる要因のまとめ

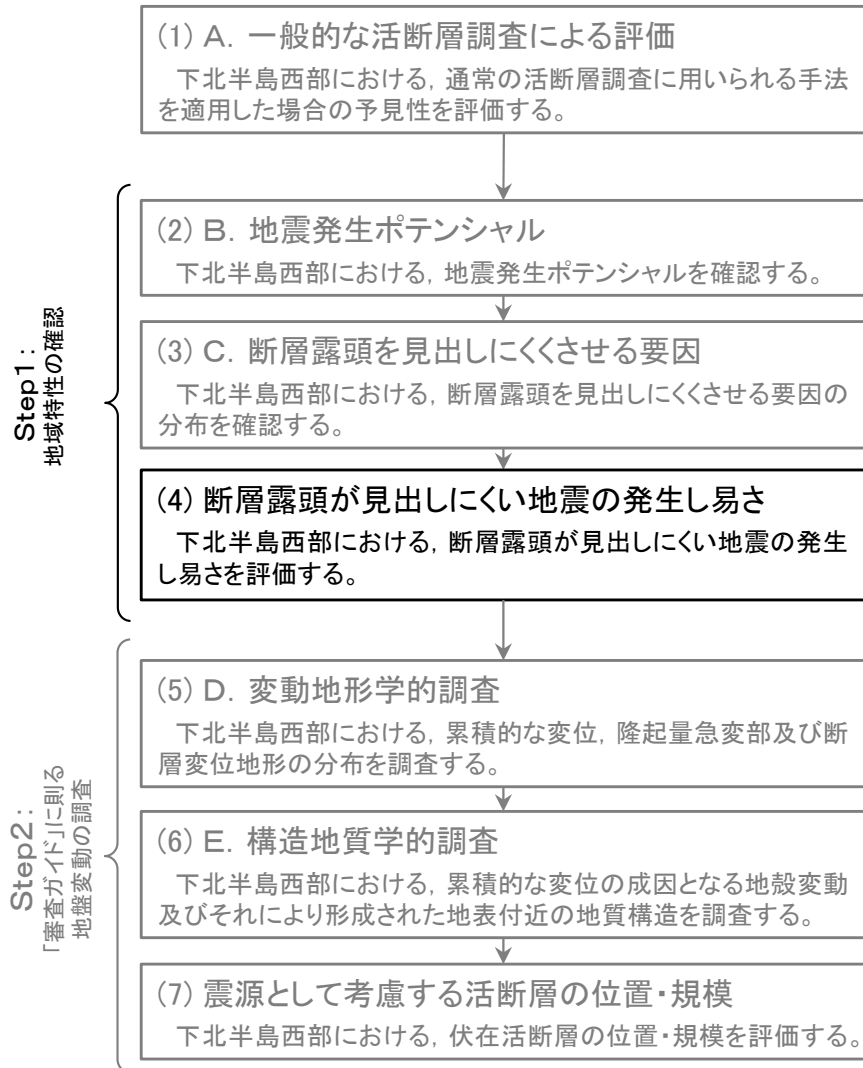
○:活断層が見出しやすい, △:どちらとも言えない, ×:活断層が見出しにくい
 (参考)2008年岩手・宮城内陸地震の震源周辺

(調査項目)	結果	活断層の見出しやすさの評価
c1. カルデラ	新第三紀から第四紀にかけてのカルデラ火山及び第四紀火山が分布するが、敷地近傍から大きく離れており、火砕流堆積物は到達していない。	○ 下北半島西部では、一部にカルデラがあるものの、厚くルーズな堆積層が分布しないため、せん断変位が吸収されて断層変位地形が見出しにくくなることはない。
c2. 地すべり	地すべり地形は少なく、また、広範囲の層面すべりは想定されない。	○ 地すべりが生じないため、変位地形が被覆され、断層変位地形が見出しにくくなることはない。

活断層の見出しやすさの評価	
×	一般に噴火による火砕流堆積物は空隙が多いルーズな堆積層を成し、さらにカルデラ噴火では大量に厚く堆積すると考えられるため、カルデラ火山等の火砕流堆積物に覆われる震源周辺は、せん断変位が吸収されて断層変位地形が見出しにくくなると判断される。
×	地震発生時の地表痕跡での鉛直変位量は50cm以下であり、広範囲の層面すべりに限らず、図示されない規模の地すべり移動体や崖錐などによっても、容易に変位地形が被覆され、断層変位地形が見出しにくくなると判断される。

• 下北半島西部では、一部にカルデラがあるものの、ルーズな火砕流堆積物が被覆せず、地すべり地形も少ないため、震源断層のせん断変位は、吸収または被覆されることなく地表痕跡や断層変位地形として地表に現れ、残存する環境にあるものと判断される。

検討フローに基づく資料構成



Step1: 地域特性の確認

A. 一般的な活断層調査

活断層を示唆する
具体的な地質性状が無い

Step1: 地域特性の確認

【B. 地震発生ポテンシャルの確認】

- 下北半島西部の地盤変動は非弾性変形が主体であり、伏在する活断層を示唆する兆候が無いため、地震発生ポテンシャルは認められない。

【C. 断層露頭を見出しにくくさせる要因の確認】

- 下北半島西部では、カルデラ内を除いてルーズな火砕流堆積物が被覆せず、地すべり地形が少ないため、震源断層のせん断変位は、吸収または被覆されることなく地表痕跡や断層変位地形として地表に現れ、残存する環境にあるものと判断される。



【断層露頭が見出しにくい地震の発生し易さの評価】

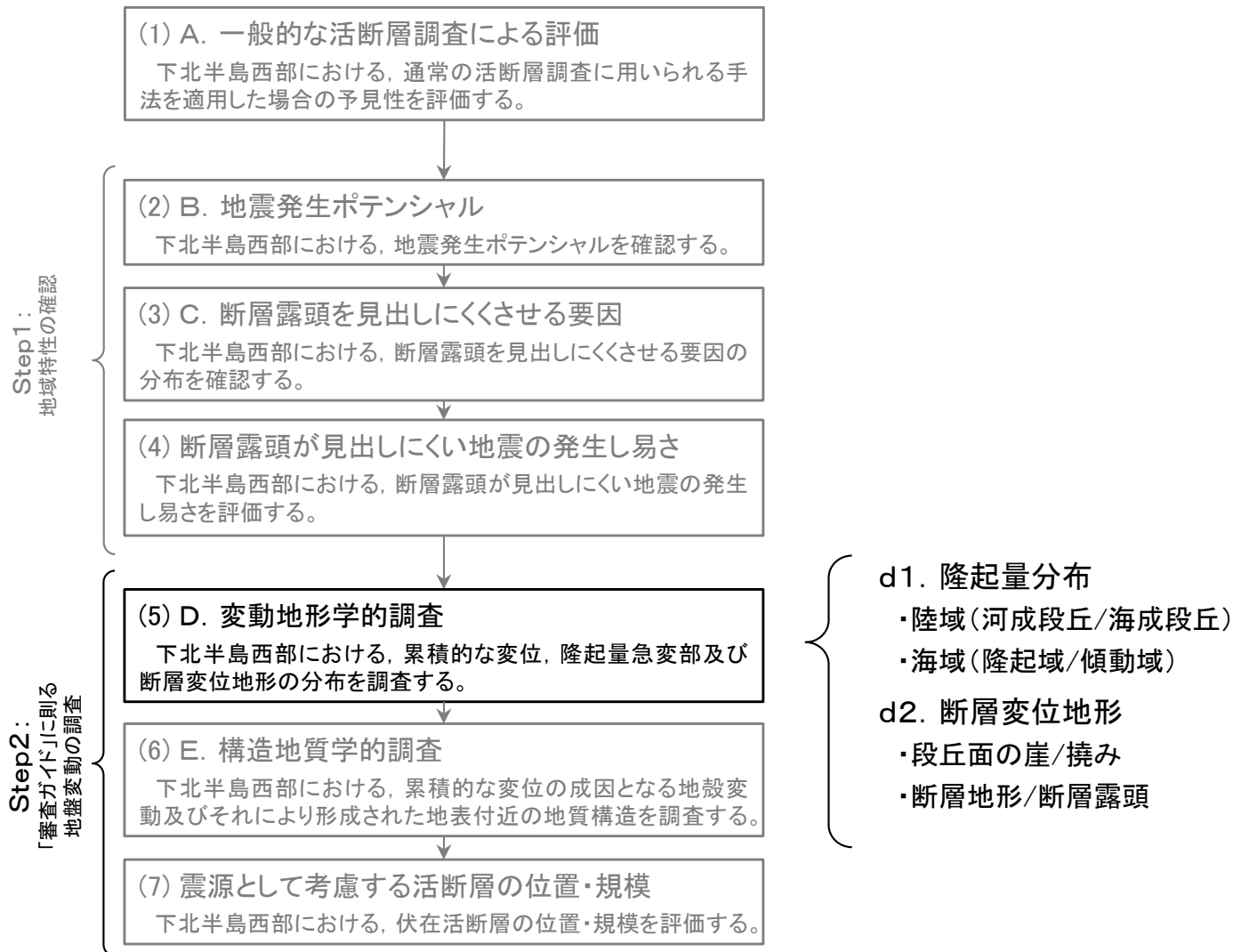
地震発生ポテンシャルは認められず、また断層露頭を見出しにくくさせる要因も無いため、「断層露頭の見出しにくい地震が発生し易い地域」には該当しないと評価される。

断層露頭の見出しにくい地震
が発生し易い地域に該当しない

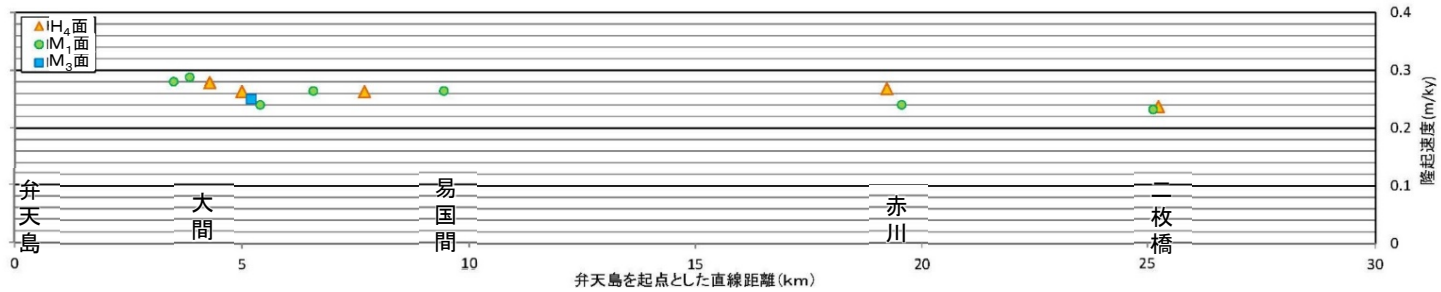
一般的な活断層調査
で把握可能

検討フローはこれで終了となるが、
念のためStep2に進む。

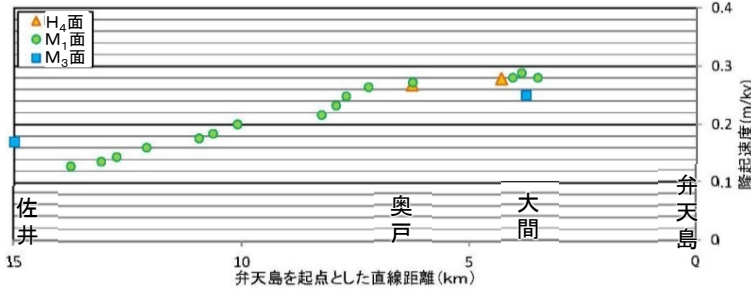
検討フローに基づく資料構成



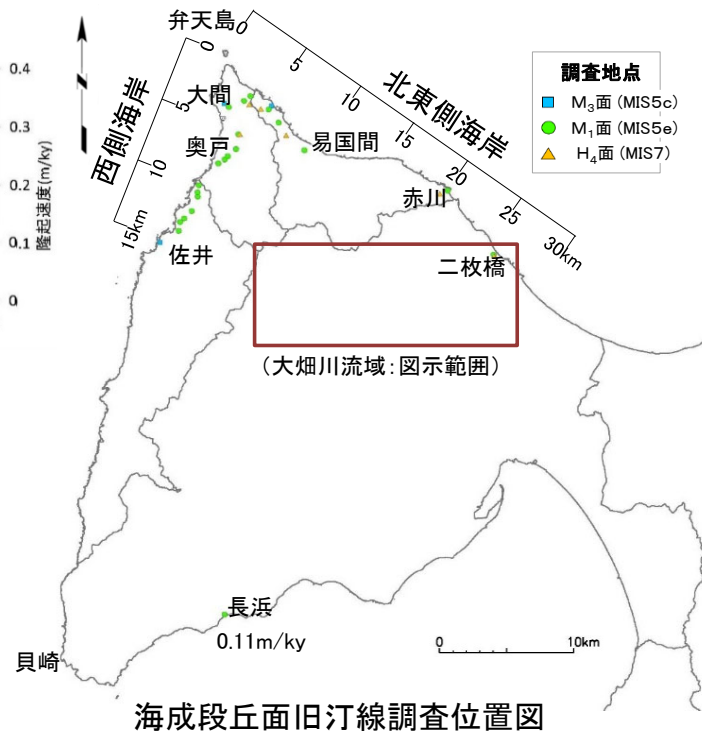
d1.隆起量分布(1/2):陸域(河成段丘/海成段丘)



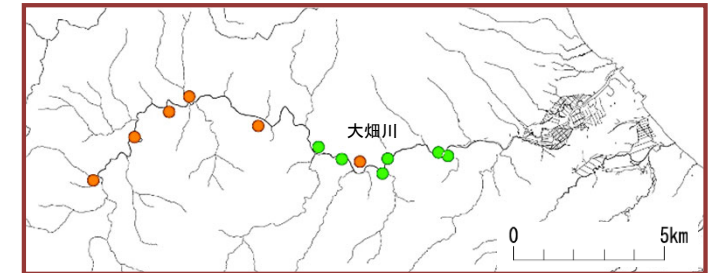
北東側海岸 隆起速度分布



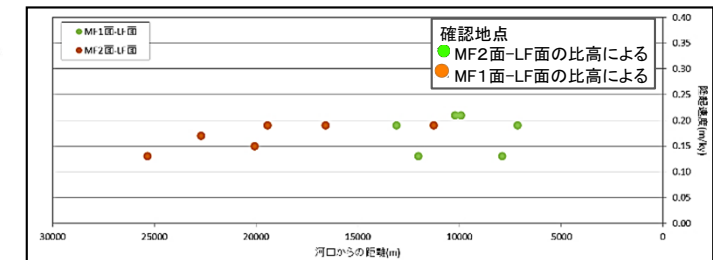
西側海岸 隆起速度分布図



海成段丘面旧汀線調査位置図



河成段丘面調査位置図



河成段丘面による隆起速度分布図

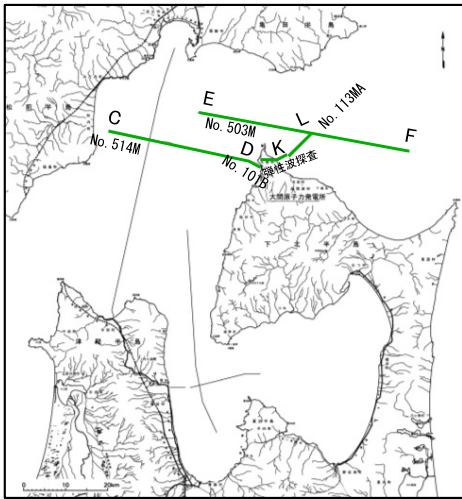
- 敷地近傍では海成段丘面が広く発達しており、旧汀線標高によって隆起速度分布を精度よく把握できる。調査の結果、隆起速度分布の変化が緩やかで、南西方向に向かい概ね一定の勾配で速度が低下し、海域に至ることを確認している。
- 内陸の大畑川では河成段丘の比高を用いて隆起速度分布を把握し、流域に隆起速度の変化帯が無いことを確認している。



d1.隆起量分布(2/2): 海域(隆起域/傾動域)

隆起の分類

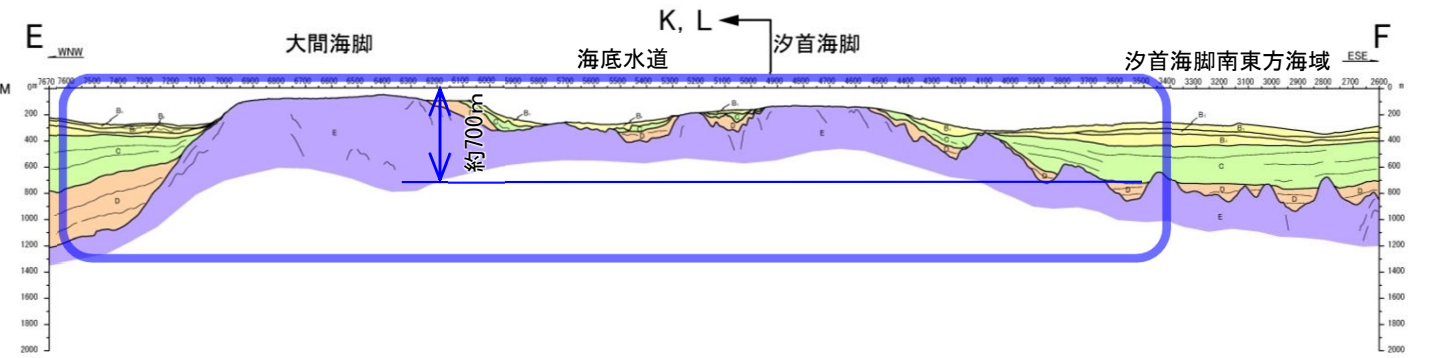
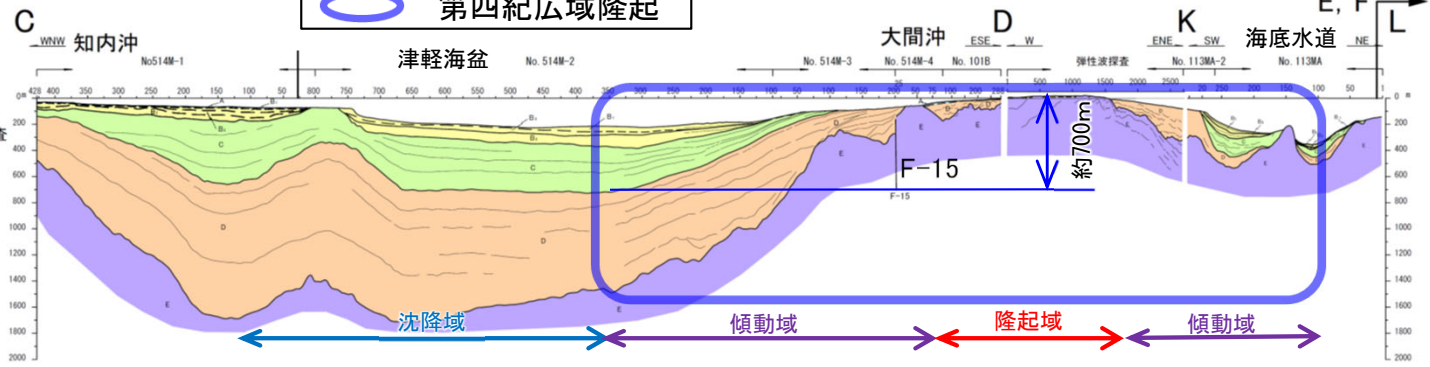
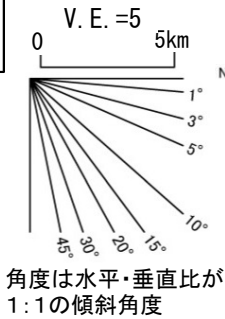
○ 第四紀広域隆起



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	
	更新世	後期	B ₁
		中期	B ₂
		前期	C
第三紀	鮮新世	D	
	中新世	E	
先第三紀			



敷地前面海域における堆積構造の解析によって、鮮新世以降の地盤変動を把握している。

- 図中の傾動域において、C層(下部更新統)には明瞭な“growth strata”が認められ、D層(鮮新統)には“pre-growth strata”が認められることから、前期更新世に活動を開始していることが分かる※1。
- 第四紀(C層堆積開始以降)の累積落差は700m以上であり、平均0.25~0.3m/ky程度の隆起速度差となる。(700m/2580ky≒0.27m/ky)
- この700mの累積落差をもたらす地殻変動において、E層(中新統)には新たな断層は形成されておらず、全体の緩やかな変形により落差を吸収している。

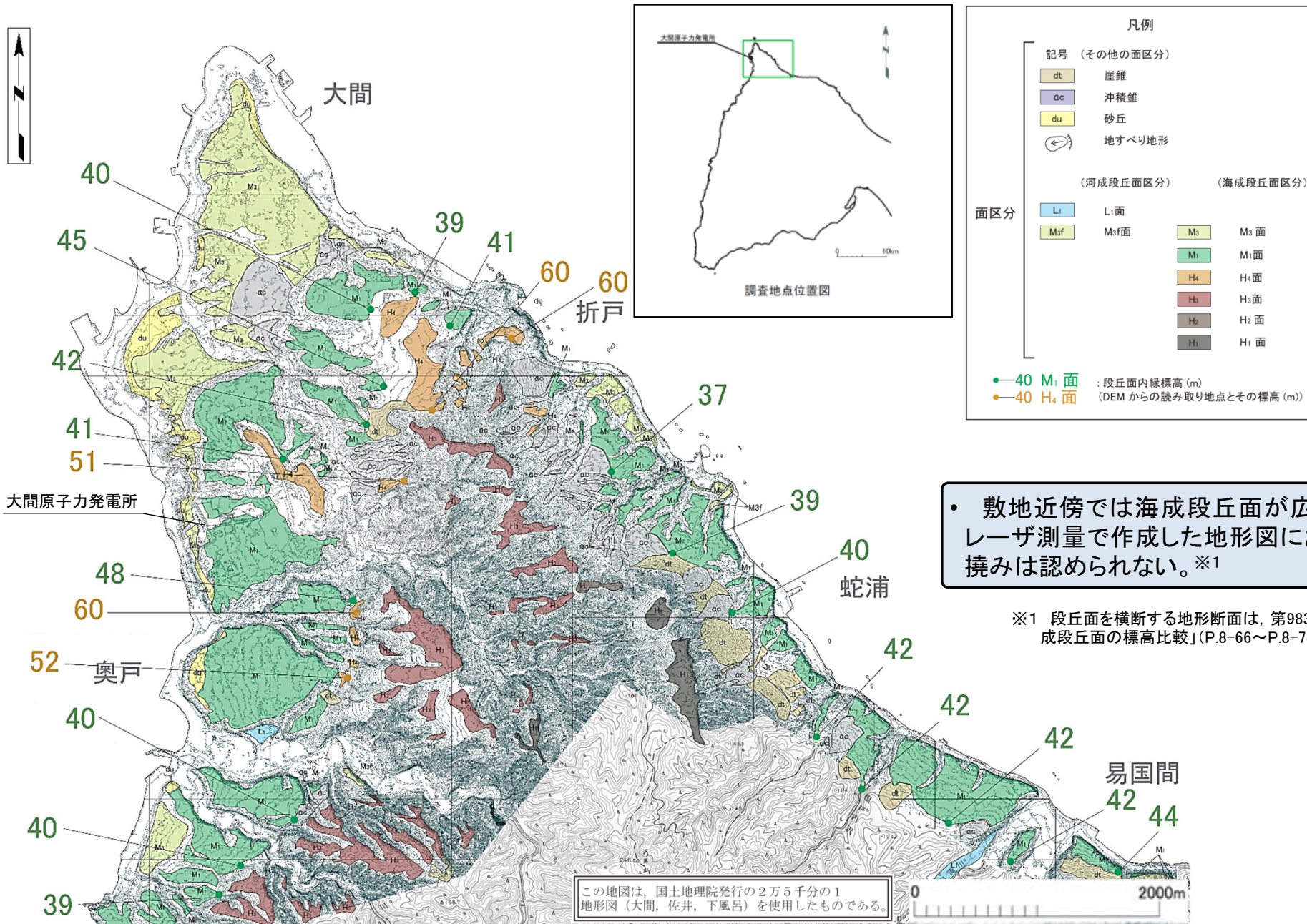
※1 第983回審査会合資料2-4-1「7.2.2 海域の隆起傾向」(P.7-15)を参照。



- 下北半島西部に更新世以降に生じている海域(津軽海盆, 汐首海脚南東方海域)の沈降と陸域の隆起ならびにそれらを繋ぐ沿岸部の傾動を「第四紀広域隆起」と呼称する。
- 沈降域を除いても東西約60kmに渡る広域的で緩やかな地殻変動であり、傾動部は一定の傾斜を示し、断層を示唆する局所的な変位・変形及び隆起速度急変部は認められない。



d2.断層変位地形(1/2):段丘面の崖/撓み

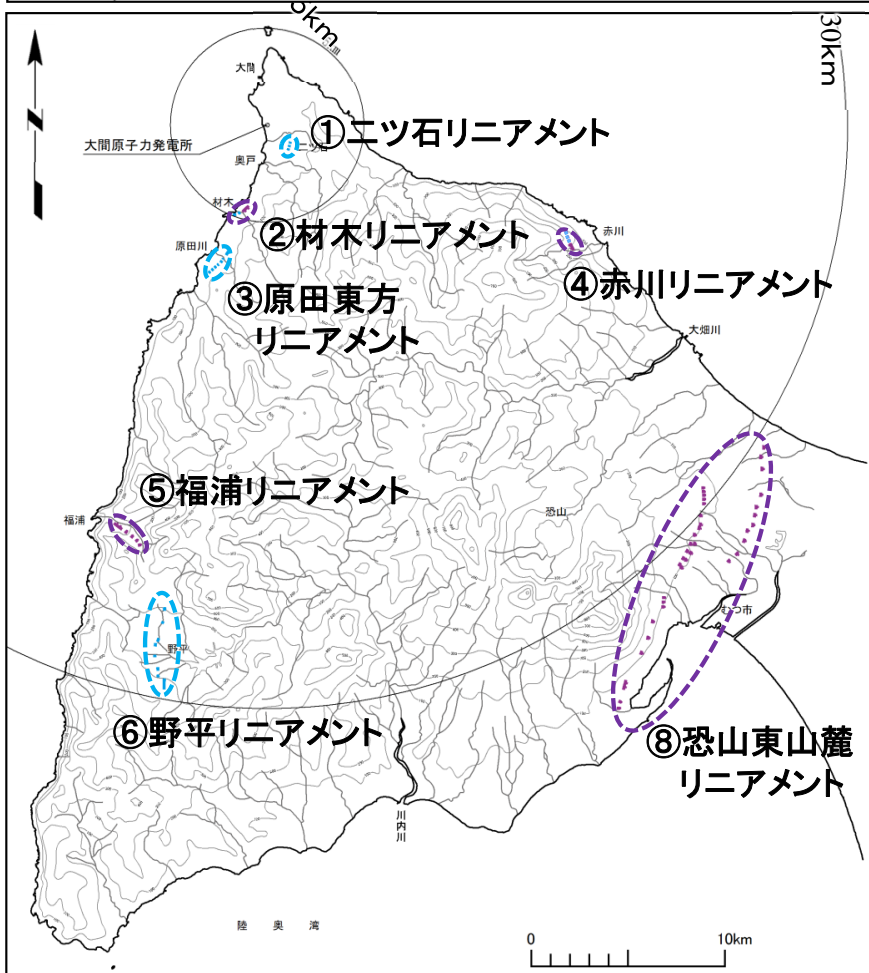


敷地近傍では海成段丘面が広く発達している。航空レーザ測量で作成した地形図において、段丘面に崖や撓みは認められない。*1

*1 段丘面を横断する地形断面は、第983回審査会合資料2-4-2「8.4(1)海成段丘面の標高比較」(P.8-66~P.8-74)を参照



d2.断層変位地形(2/2):断層地形/断層露頭



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	TTTT T
Eランク	————

断層地形の可能性がある地形の分類は、断層地形のポテンシャルが高いものから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 (第983回審査会合)
①	ニツ石リニアメント	E	なし	-	-	×	補足説明資料, 4.1～4.6
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	○	本編資料, 3.2 補足説明資料, 4.7
⑧	恐山東山麓リニアメント	D	なし	-	-	×	補足説明資料, 4.8

黄色背景: 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⁾。

- 敷地周辺に分布する断層地形の可能性のある地形を判読し、活動性評価を実施している。下北半島西部には、活断層は認められない。
- また、下北半島西部の地表踏査によれば、連続性のある規模の大きな断層露頭は認められない。



D. 変動地形学的調査のまとめ

○:活動性及び位置・規模が把握される, △:活動性, 位置または規模が把握される, ×:活動性, 位置及び規模の把握が困難
 —:評価対象となる伏在断層が想定されない

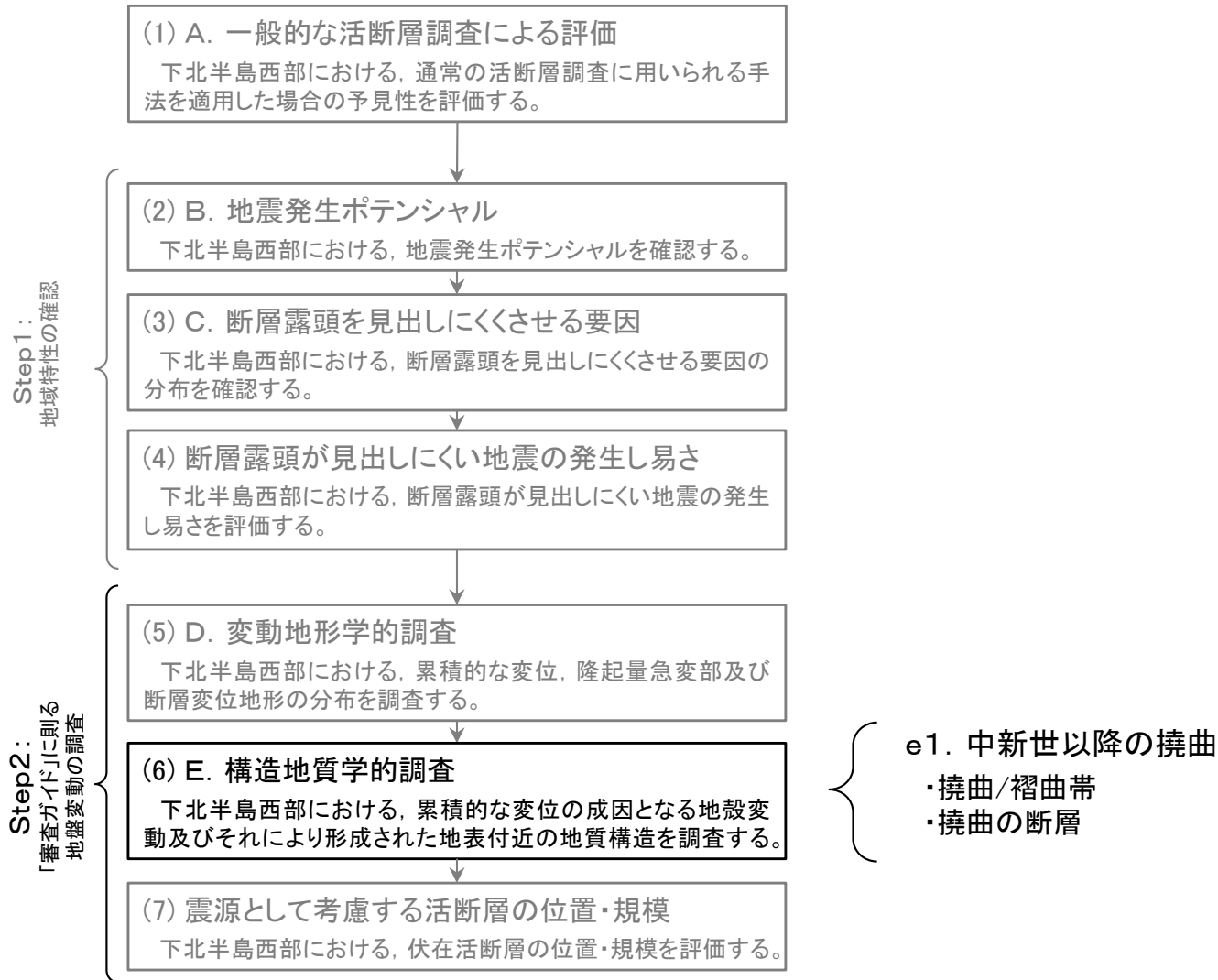
(参考)2008年岩手・宮城内陸地震の震源周辺

d1. 隆起量分布	結果	位置・規模の評価
陸域	河成段丘面の比高分布によれば, 下北半島西部の内陸の隆起速度は概ね一定であり, 隆起速度の急変部は無い。 海成段丘の高度分布によれば, 海岸の隆起速度の変化は緩やかで, 北部から南西方向の海域に向かい概ね一定の勾配で速度が低下しており, 隆起速度の急変部は認められない。	内陸の河成段丘面の比高(TT値)分布に加え, 海岸の海成段丘面の標高, 海域の堆積構造により, 広範囲の地盤変動を精度よく把握しており, 局所的な変形帯や隆起量急変部が存在しないことを確認している。 したがって, 評価対象となる伏在活断層が想定されない。
海域	海域の堆積構造の解析によれば, 津軽海盆及び汐首海脚南東方海域に沈降域があり, ここから下北半島西部陸域の隆起域との間に一定の勾配で傾動域が形成されており, 隆起量の急変部は認められない。	
d2. 断層変位地形	結果	位置・規模の評価
段丘面の崖・撓み	敷地近傍には海成段丘面が広く分布するが, 航空レーザ測量で作成した地形図において, 段丘面に崖や撓みは認められない。	高精度の地形図や現地調査によって, 断層変位地形及び断層露頭を把握しており, 活動性のあるものは認められていない。 したがって, 評価対象となる伏在活断層が想定されない。
断層地形・断層露頭	断層地形の可能性のある地形について, 活構造ではないことを確認している。また, 下北半島西部には連続性のある規模の大きな断層露頭は認められない。	

位置・規模の評価	
○	河成段丘面の比高(TT値)分布により後期更新世以降に活動した変形帯(WT)が把握され, その東縁となる隆起量急変部(HL)によって, 伏在する活断層の存在及び地表延長位置が推定される。また, 変形帯(WT)が地震時の隆起域と同程度に広がることから, 変形帯(WT)の規模(約30km)によって, 伏在する活断層の規模の推定が可能であると判断される。
	(データなし)
位置・規模の評価	
△	震源断層に付随して活動した「餅転-細倉構造線」の断層に沿って断層変位地形が出現しており, それらの出現範囲は隆起域に比べて狭い。しかしながら, トレンチ調査を実施することにより, 過去の地震活動履歴が明らかとなっている。

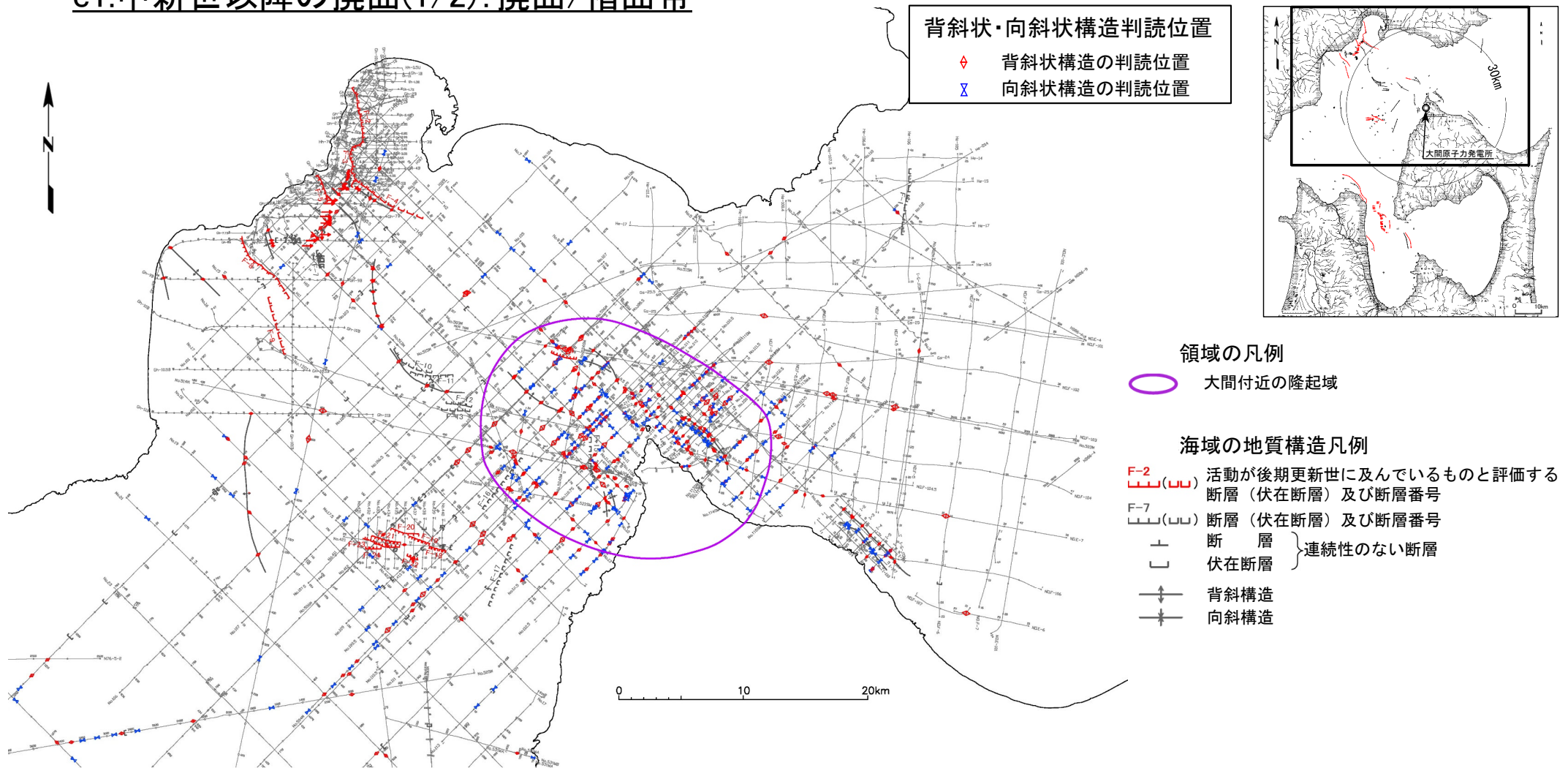
• 下北半島西部では, 河成段丘の比高(TT値)に加え, 海成段丘の高度分布及び海域の堆積構造により広範囲の地盤変動を精度よく把握し, 広域的な隆起は認められるが, 後期更新世に活動した30kmにわたる局所的な変形域や隆起量急変部が存在しないことを確認しており, 評価対象となる伏在活断層が想定されない。

検討フローに基づく資料構成





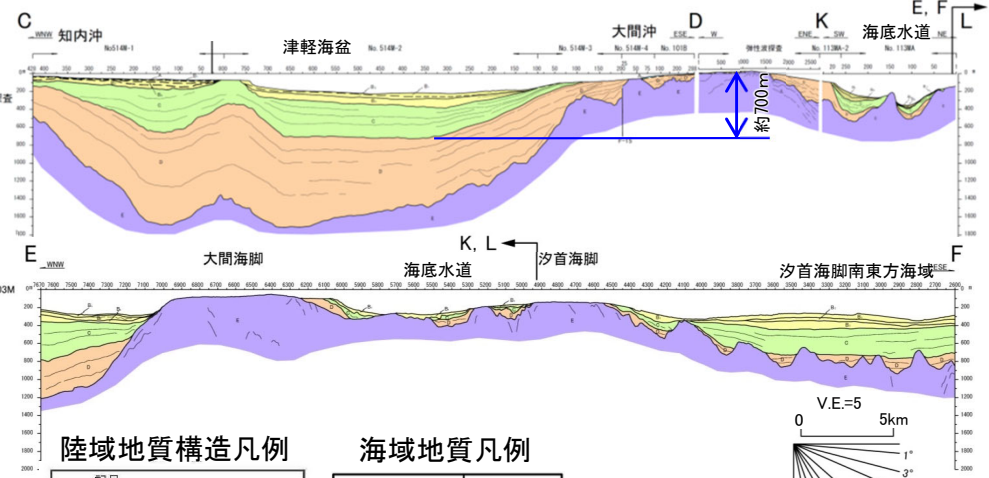
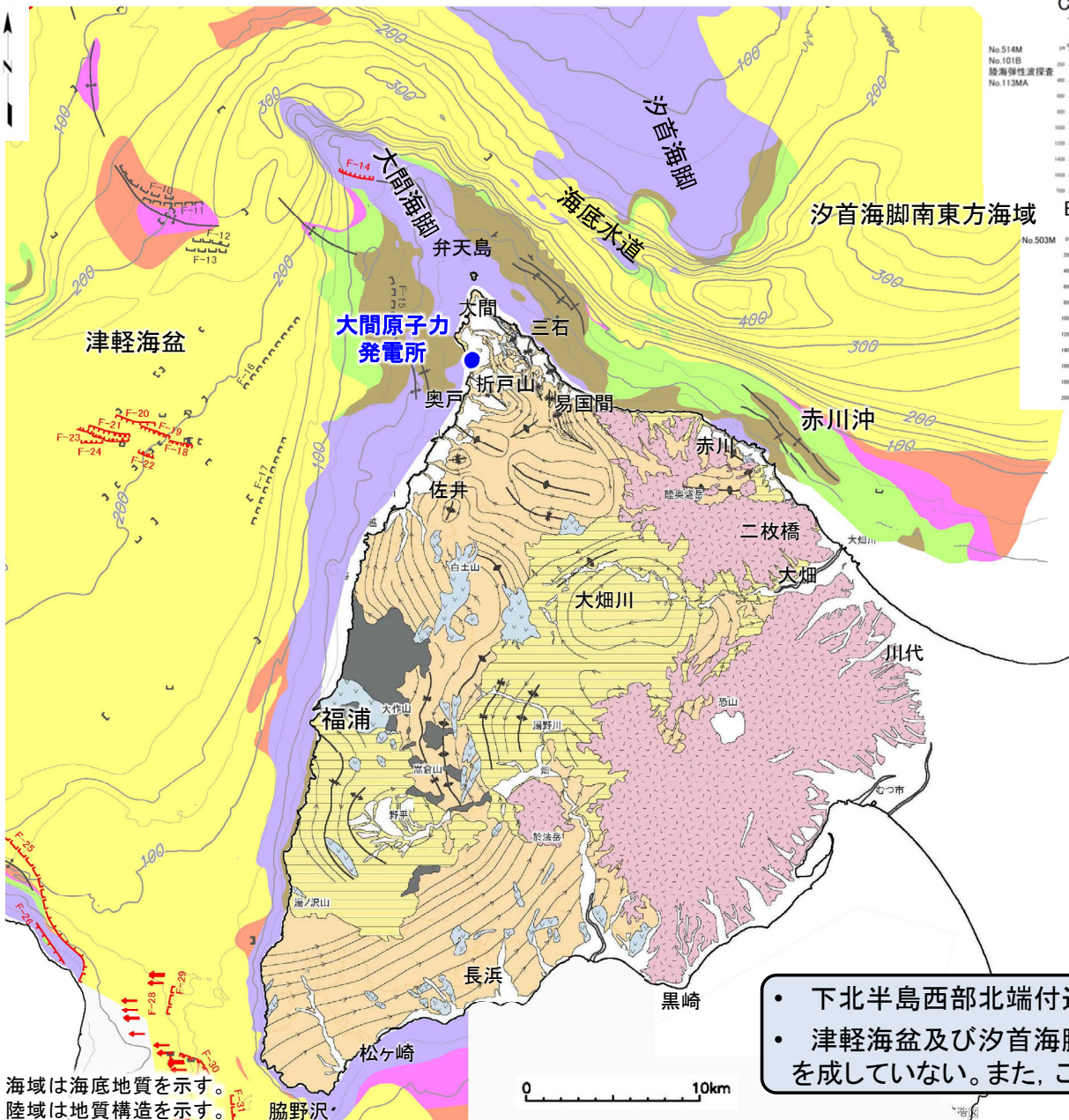
e1.中新世以降の撓曲(1/2):撓曲/褶曲帯



褶曲帯の詳細については、第983回審査会合資料2-4-2「1.8 海域の背斜状・向斜状構造」(P.1-280~P.1-299)を参照

- 下北半島西部北端付近の中新統には連続性の無い小規模な背斜状構造、向斜状構造が多数発達する褶曲帯が認められる。鮮新統上部以上で変形が極端に小さくなり、一部は複数の構造を包含して波長の長い緩やかな変形へと変化し、撓曲構造を成していない。
- E層(中新統)堆積末期に広く水平短縮が生じ複背斜状の構造が形成され、この活動はD層(鮮新統)堆積の前半まで続き、後半以降は陸域から海域に向かう傾動運動に伴う変形に変化したと判断される。いずれも断層運動に関わるものではない。

e1.中新世以降の撓曲(2/2):撓曲の断層



陸域地質構造凡例

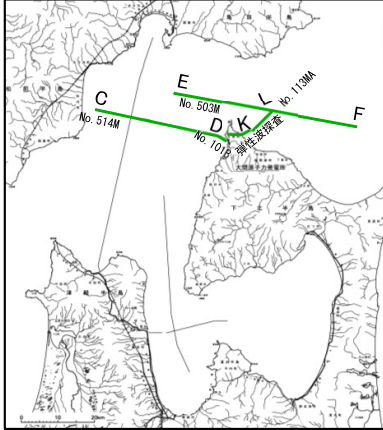
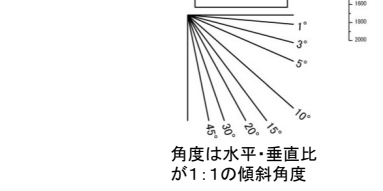
記号	説明
[Symbol]	第四系堆積物
[Symbol]	第四系火山噴出物
[Symbol]	第四系更新統～新第三系鮮新統
[Symbol]	新第三系中新統
[Symbol]	先新第三系
[Symbol]	貫入岩類
[Symbol]	背斜軸
[Symbol]	向斜軸
[Symbol]	背斜軸(推定)
[Symbol]	向斜軸(推定)
[Symbol]	走向線
[Symbol]	5°
[Symbol]	10°
[Symbol]	15°
[Symbol]	20°
[Symbol]	30°
[Symbol]	40°
[Symbol]	50°
[Symbol]	60~90°

* 第四系火山噴出物以外の第四系は表記せず。
* 走向線間隔が狭いほど地層が急傾斜であることを示す。
* 地層は走向線矢印の方向の右側に傾斜する。

海域地質凡例

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
新第三紀	鮮新世	D層
	中新世	E層
先新第三紀		

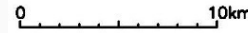
F-31 (L) 断層 (伏在断層)
 (L) 連続性のない断層
 F-25 (L) 震源として考慮する活断層
 背斜軸
 向斜軸
 撓曲



断面位置図

• 下北半島西部北端付近の褶曲帯を横断する地質断面図を示す。
 • 津軽海盆及び汐首海脚東方海域の沈降に伴う広域的な地盤変動が認められるが、撓曲構造を成していない。また、この変形の起因となる断層は認められない。

海域は海底地質を示す。
陸域は地質構造を示す。





E. 構造地質学的調査のまとめ

○:活動性及び位置・規模が把握される, △:活動性, 位置または規模が把握される, ×:活動性, 位置及び規模の把握が困難
 —:評価対象となる伏在断層が想定されない

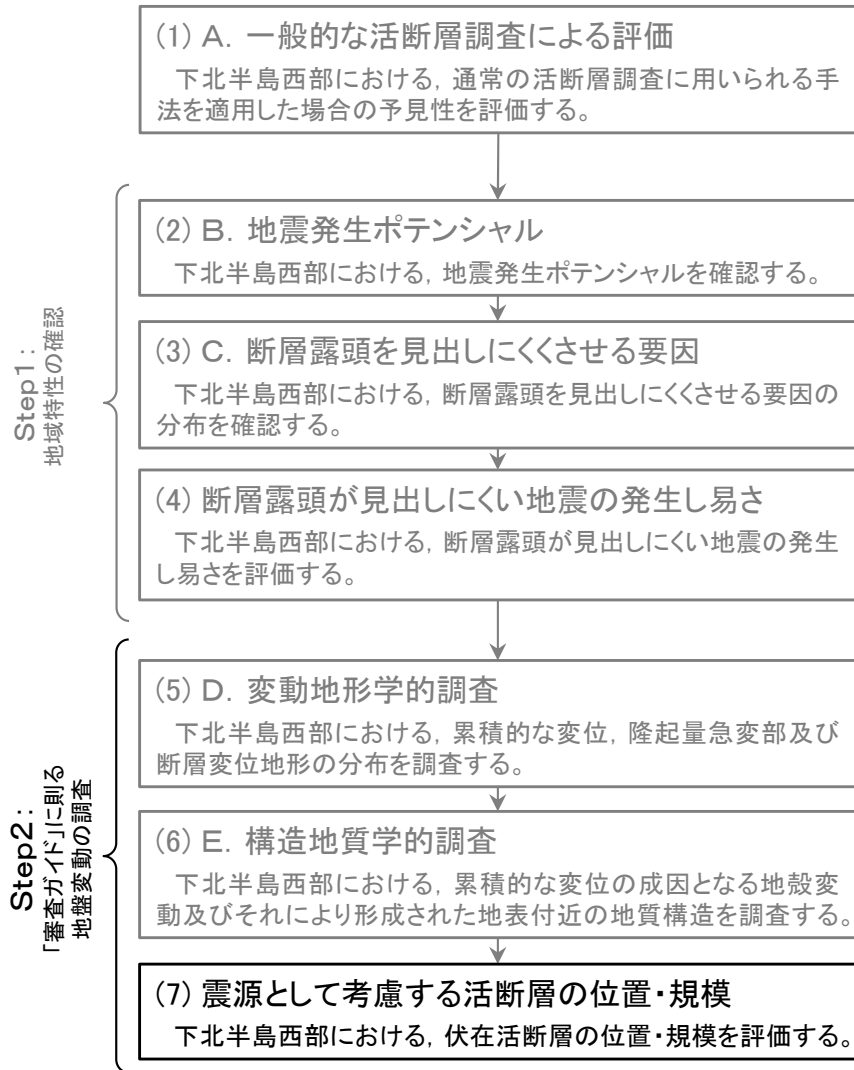
(参考)2008年岩手・宮城内陸地震の震源周辺

e1. 中新世以降の撓曲	結果	位置・規模の評価
褶曲帯・撓曲帯	<p>下北半島西部北端付近に, 中新世末期から鮮新世の前期にかけて水平方向の短縮変形により形成された褶曲帯が認められる。</p> <p>海上音波探査による地質断面では, 褶曲帯は海域の沈降に伴う広域的な地盤変動と調和しており, 撓曲構造を成していない。</p>	<p>下北半島西部北端付近に褶曲帯が認められる。過去の短縮変形構造と判断され, 全体は第四紀の広域隆起と調和しており, 撓曲構造にはなっていない。海上音波探査では, 褶曲帯の深部に成因となる断層は認められない。</p> <p>したがって, 評価対象となる伏在活断層が想定されない。</p>
撓曲帯の断層	<p>褶曲帯を横断する海上音波探査による地質断面には, この変形の起因となる断層は認められない。</p>	

	位置・規模の評価
○	<p>河成段丘面の比高(TT値)分布により把握された変形帯(WT)の西部に褶曲帯(FZ)が認められ, 且つ地表全体が東傾斜のブロードな撓曲構造となることから, 西傾斜の逆断層の伏在が示唆され, 反射法地震探査では, 直下に震源断層である「山地境界断層」及び付随する断層が確認されている。</p> <p>褶曲帯(FZ)及びブロードな撓曲構造は, 「山地境界断層」及び付随する断層により形成されたと判断され, 反射法地震探査によって位置が, 褶曲帯(FZ)の長さによって規模の推定が可能であると判断される。</p>

・ 下北半島西部では, 北端付近に褶曲帯が認められる。過去の短縮変形構造と判断され, 全体は第四紀の広域隆起と調和しており, 撓曲構造を成していない。また, 海上音波探査では褶曲帯の深部に成因となる断層は認められておらず, 評価対象となる伏在活断層が想定されない。

検討フローに基づく資料構成



Step2:「審査ガイド」に則る地盤変動の調査:結果

Step1:地域特性の確認

断層露頭の見出しにくい地震
が発生し易い地域に該当しない

一般的な活断層調査
で把握可能

検討フローはこれで終了となるが、
念のためStep2に進む。

(念のための検討)

Step2:「審査ガイド」に則る地盤変動の調査

【D. 変動地形学的調査】

- 下北半島西部では、河成段丘の比高(TT値)に加え、海成段丘の高度分布及び海域の堆積構造により広範囲の地盤変動を精度よく把握し、広域的な隆起は認められるが、後期更新世に活動した30kmにわたる局所的な変形域や隆起量急変部が存在しないことを確認しており、評価対象となる伏在活断層が想定されない。

【E. 構造地質学的調査】

- 下北半島西部では、北端付近に褶曲帯が認められる。過去の短縮変形構造と判断され、全体は第四紀の広域隆起と調和しており、撓曲構造を成していない。また、海上音波探査では褶曲帯の深部に成因となる断層は認められておらず、評価対象となる伏在活断層が想定されない。



【震源として考慮する活断層の位置・規模の評価】

変動地形学的調査によれば、後期更新世以降に活動した局所的な変形領域や隆起量急変部が分布しないため、伏在する活断層は想定されない。

構造地質学的調査によれば、撓曲構造やその成因となる深部の断層が分布しないため、伏在する活断層は想定されない。

(伏在活断層が想定されない。)

下北半島西部は、一般的な活断層調査によって活断層が把握可能と判断され、さらに、2008年岩手・宮城内陸地震の伏在する震源断層の位置及び規模を推定可能とする調査と同等以上の調査が実施されている。その結果、下北半島西部には広域的な隆起は認められるが、後期更新世に活動した30kmにわたる局所的な変形域や隆起量急変部は認められず、少なくとも2008年岩手・宮城内陸地震の震源断層に該当するような伏在する活断層は想定されない。

4. 地域性を考慮する地震動の評価

4.4 地域性を考慮する地震動の評価のまとめ

1. はじめに
 - 1.1 基準地震動策定の全体フロー
 - 1.2 申請後に得られた知見の反映や先行炉の審査を踏まえた主な変更点
2. 震源を特定せず策定する地震動の検討概要
 - 2.1 審査ガイド等の記載事項を踏まえた震源を特定せず策定する地震動の検討方針
 - 2.2 震源を特定せず策定する地震動の検討フロー
3. 全国共通に考慮すべき地震動の評価
 - 3.1 2004年北海道留萌支庁南部地震における基盤地震動の知見を用いた検討
 - 3.1.1 2004年北海道留萌支庁南部地震に関する知見
 - 3.1.2 佐藤ほか(2013)による基盤地震動
 - 3.1.3 佐藤ほか(2013)以降の追加検討
 - 3.1.4 震源を特定せず策定する地震動の評価に反映する基盤地震動
 - 3.1.5 大間原子力発電所の地盤物性に応じた補正
 - 3.1.6 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動
 - 3.2 標準応答スペクトルに基づく検討
 - 3.2.1 標準応答スペクトル
 - 3.2.2 評価方針
 - 3.2.3 模擬地震波の作成
 - 3.2.4 代表波の選定
 - 3.2.5 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動
 - 3.3 全国共通に考慮すべき地震動の評価のまとめ
4. 地域性を考慮する地震動の評価
 - 4.1 地域性を考慮する地震動の選定
 - 4.2 2000年鳥取県西部地震の地域性の検討
 - 4.3 2008年岩手・宮城内陸地震の予見性
 - 4.4 地域性を考慮する地震動の評価のまとめ
5. 震源を特定せず策定する地震動

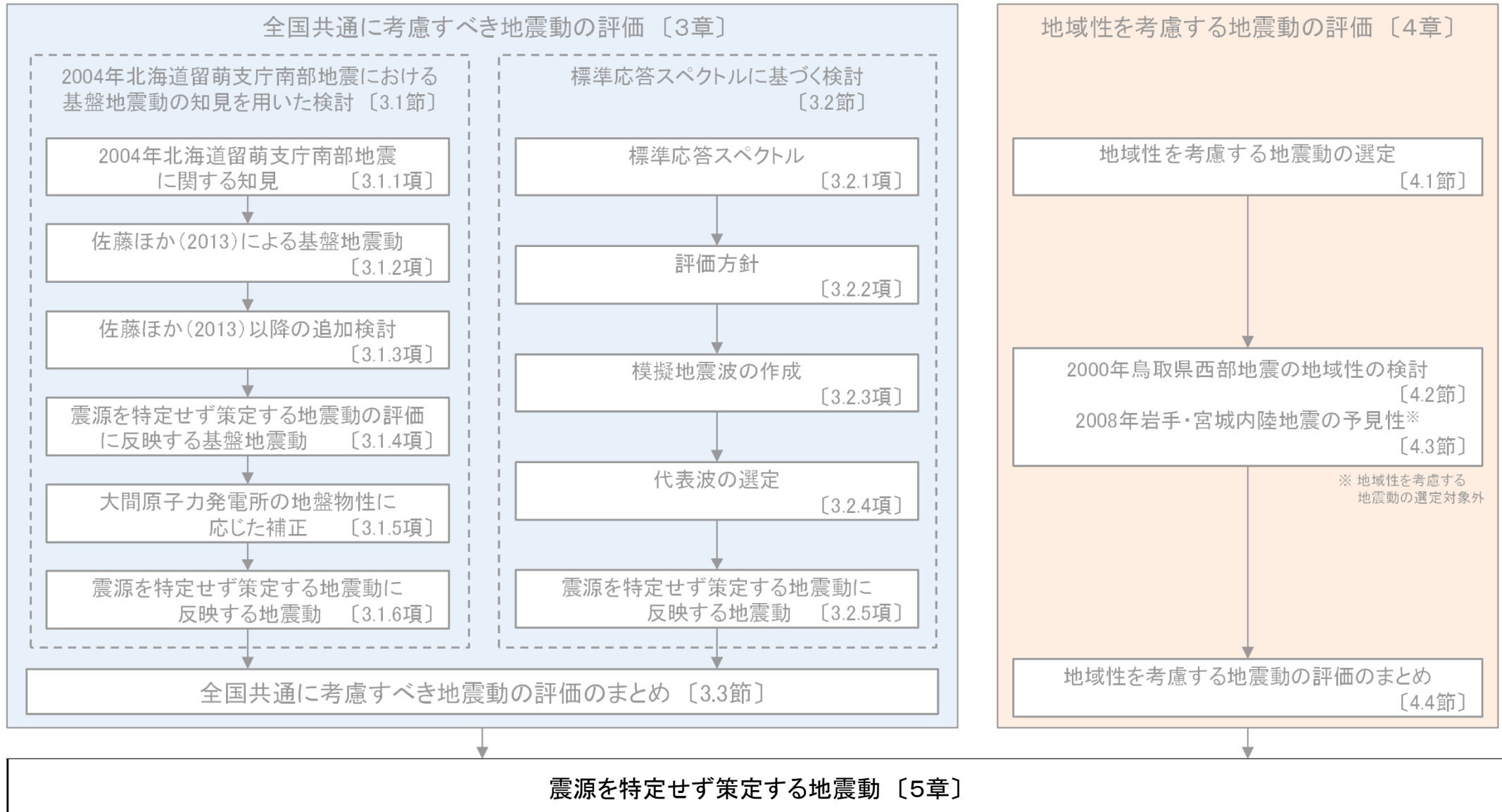
- 事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震として、「2000年鳥取県西部地震」及び「2008年岩手・宮城内陸地震」が抽出・分類される。
- 「2000年鳥取県西部地震」は、震源周辺及び敷地周辺における地質構造や変動地形の類似性が認められないため、地域性を考慮する地震動の検討対象地震として選定しない。
- 「2008年岩手・宮城内陸地震」は、「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」に則る調査を実施していれば、地震発生前に震源として考慮する活断層の位置及び規模を想定可能な地震であり、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動(内陸地殻内地震)の評価対象に分類されるため、地域性を考慮する地震動の検討対象地震として選定しない。
- 敷地周辺(下北半島西部)は、一般的な活断層調査によって活断層が把握可能と判断され、さらに、2008年岩手・宮城内陸地震の伏在する震源断層の位置及び規模を推定可能とする調査と同等以上の調査が実施されている。その結果、下北半島西部には広域的な隆起は認められるが、後期更新世に活動した30kmにわたる局所的な変形域や隆起量急変部は認められず、少なくとも2008年岩手・宮城内陸地震の震源断層に該当するような伏在する活断層は想定されない。

1. はじめに
 - 1.1 基準地震動策定の全体フロー
 - 1.2 申請後に得られた知見の反映や先行炉の審査を踏まえた主な変更点
2. 震源を特定せず策定する地震動の検討概要
 - 2.1 審査ガイド等の記載事項を踏まえた震源を特定せず策定する地震動の検討方針
 - 2.2 震源を特定せず策定する地震動の検討フロー
3. 全国共通に考慮すべき地震動の評価
 - 3.1 2004年北海道留萌支庁南部地震における基盤地震動の知見を用いた検討
 - 3.1.1 2004年北海道留萌支庁南部地震に関する知見
 - 3.1.2 佐藤ほか(2013)による基盤地震動
 - 3.1.3 佐藤ほか(2013)以降の追加検討
 - 3.1.4 震源を特定せず策定する地震動の評価に反映する基盤地震動
 - 3.1.5 大間原子力発電所の地盤物性に応じた補正
 - 3.1.6 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動
 - 3.2 標準応答スペクトルに基づく検討
 - 3.2.1 標準応答スペクトル
 - 3.2.2 評価方針
 - 3.2.3 模擬地震波の作成
 - 3.2.4 代表波の選定
 - 3.2.5 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動
 - 3.3 全国共通に考慮すべき地震動の評価のまとめ
4. 地域性を考慮する地震動の評価
 - 4.1 地域性を考慮する地震動の選定
 - 4.2 2000年鳥取県西部地震の地域性の検討
 - 4.3 2008年岩手・宮城内陸地震の予見性
 - 4.4 地域性を考慮する地震動の評価のまとめ
5. 震源を特定せず策定する地震動

5. 震源を特定せず策定する地震動

本章の説明箇所

- 本章において、「震源を特定せず策定する地震動」について説明する。



5. 震源を特定せず策定する地震動

震源を特定せず策定する地震動(1/3)

- 全国共通に考慮すべき地震動
 - 「2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動」及び「標準応答スペクトルを考慮した地震動」を考慮する。
- 地域性を考慮する地震動
 - 2000年鳥取県西部地震(Mw6.6)については、震源周辺及び敷地周辺における地質構造や変動地形の類似性が認められないため、地域性を考慮する地震動の検討対象地震として選定しない。
 - 2008年岩手・宮城内陸地震(Mw6.9)については、地震発生前に震源として考慮する活断層の位置及び規模を想定可能な地震であり、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価対象に分類されるため、地域性を考慮する地震動の検討対象地震として選定しない。

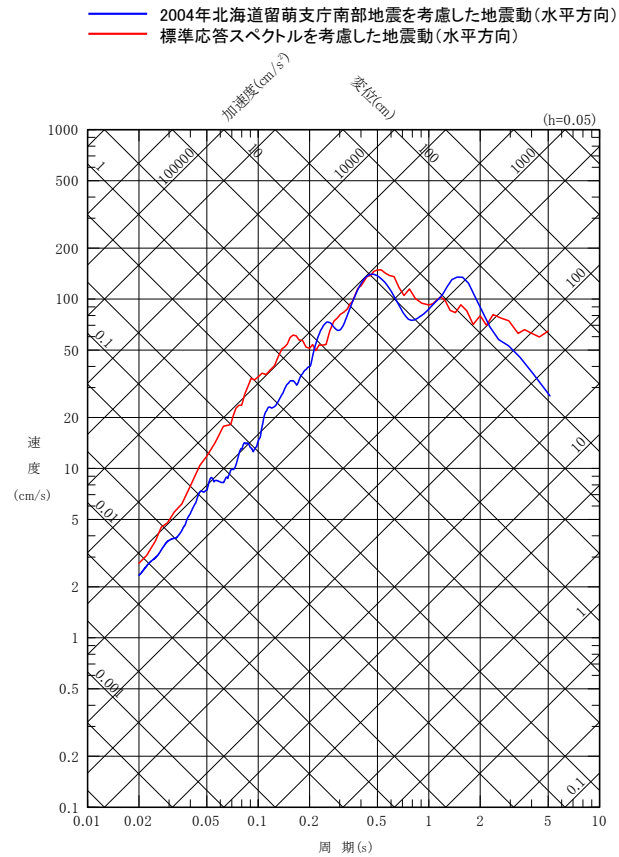
大間原子力発電所において震源を特定せず策定する地震動として考慮する地震動

地震動	最大加速度 (cm/s ²)	
	水平方向	鉛直方向
2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	734.1	376.0
標準応答スペクトルを考慮した地震動	867.7	597.4

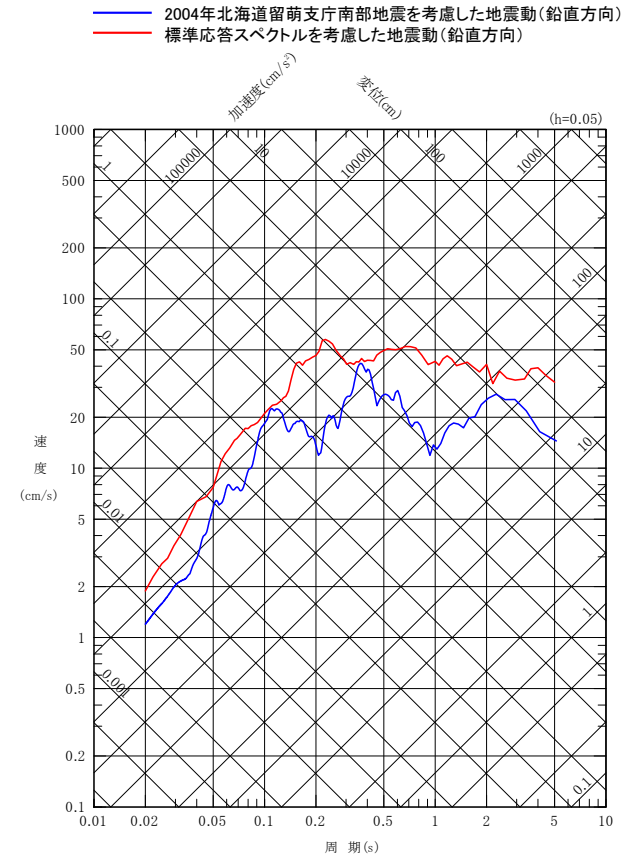
5. 震源を特定せず策定する地震動

震源を特定せず策定する地震動(2/3)

震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトルを示す。



水平方向



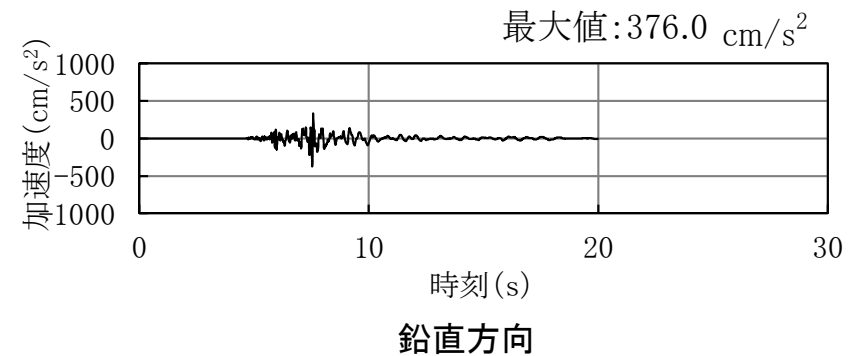
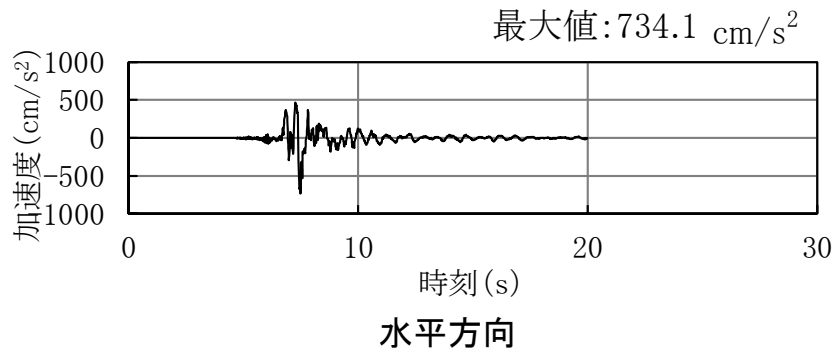
鉛直方向

応答スペクトル

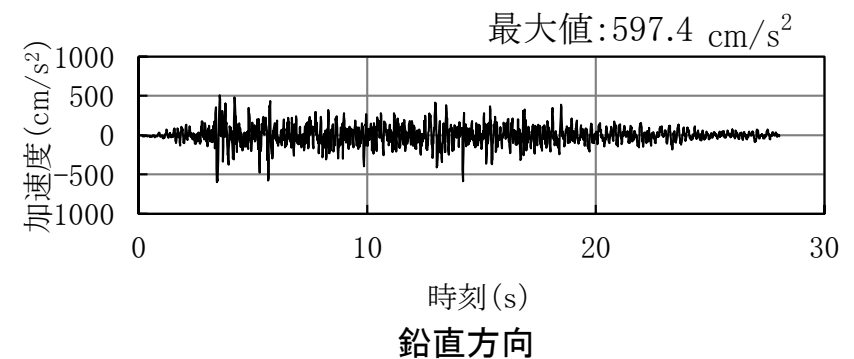
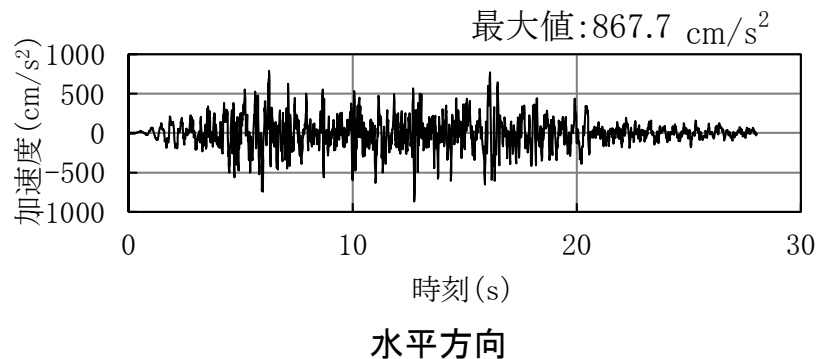
5. 震源を特定せず策定する地震動

震源を特定せず策定する地震動(3/3)

震源を特定せず策定する地震動の加速度時刻歴波形を示す。



2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動



標準応答スペクトルを考慮した地震動

加速度時刻歴波形

(余白)

補足説明資料・参考資料

(補足) 検討に用いる地震観測記録の選定

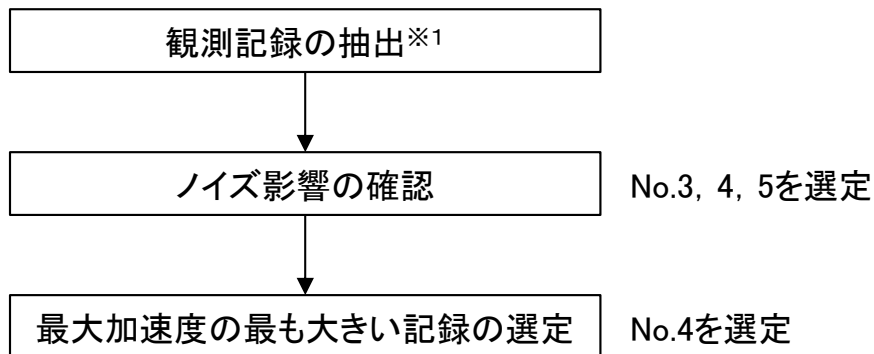
- 3.2.3項の検討のうち、「②実観測記録位相を用いる方法」に用いる観測記録の選定に関する詳細説明。

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

- 標準応答スペクトルを考慮した地震動と、隆起再現断層による地震の地震動評価結果との比較。



抽出された地震観測記録に対して、ノイズ影響のない観測記録の中から最大加速度が最も大きい記録である、2004年9月8日の地震を選定した。



※1: 抽出条件

- 観測点 : サイト内鉛直アレイ観測点
- 観測期間 : 1989年8月～2019年12月
- 震央距離 : 30km以内
- 震源深さ : 0～20km
- メカニズム : 指定なし
- M : 4.0程度以上※2

※2: M4.0以上の地震は1地震のみのため、Mの範囲を拡張し、上位5地震を抽出した。

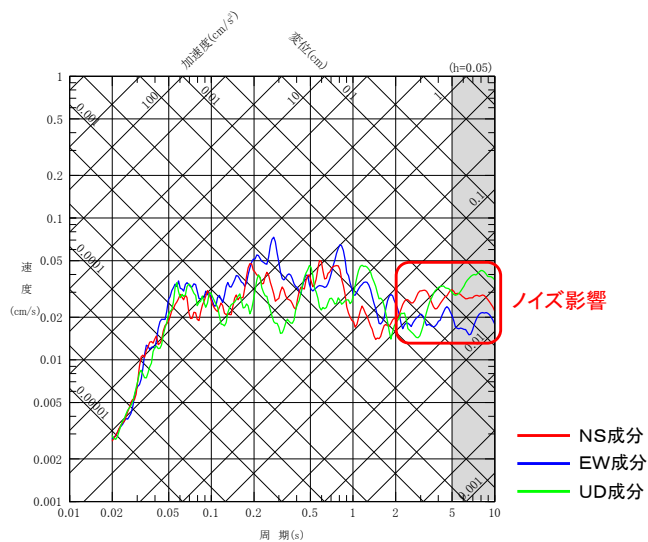
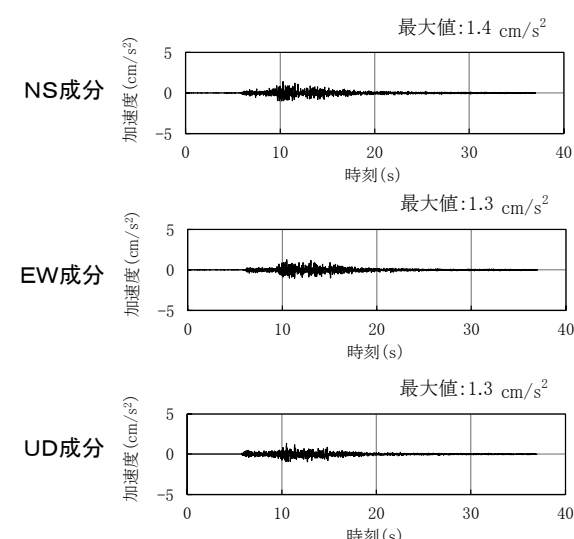
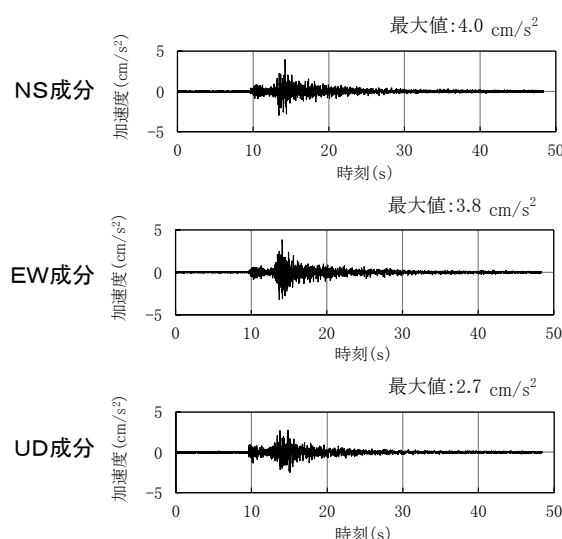
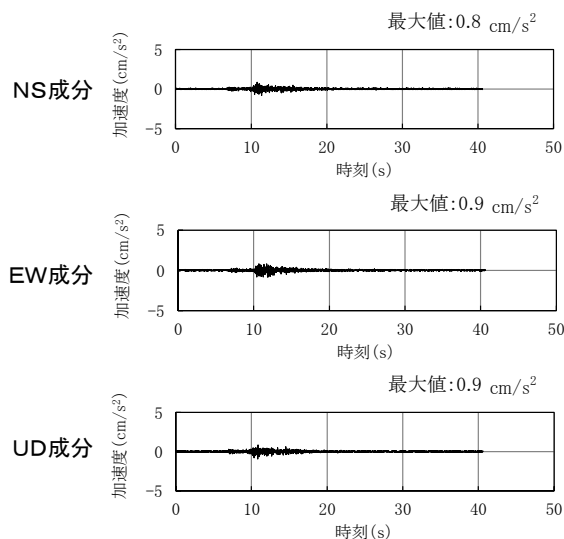
観測記録の選定フロー

抽出された地震観測記録

No.	発生日時	震央位置		M	震央距離 (km)	震源深さ (km)	NS成分 最大値 (cm/s ²)	EW成分 最大値 (cm/s ²)	UD成分 最大値 (cm/s ²)	選定
		北緯(°)	東経(°)							
1	1993.02.11 03:51	41.263	140.955	3.7	28	13	0.8	0.9	0.9	
2	1998.10.18 01:08	41.266	140.910	4.1	27	12	4.0	3.8	2.7	
3	2004.09.04 11:18	41.262	140.816	3.8	29	14	1.4	1.3	1.3	
4	2004.09.08 20:59	41.261	140.817	3.7	29	12	2.3	2.0	1.8	○
5	2016.09.25 13:03	41.553	140.608	3.7	26	13	1.4	1.2	0.9	

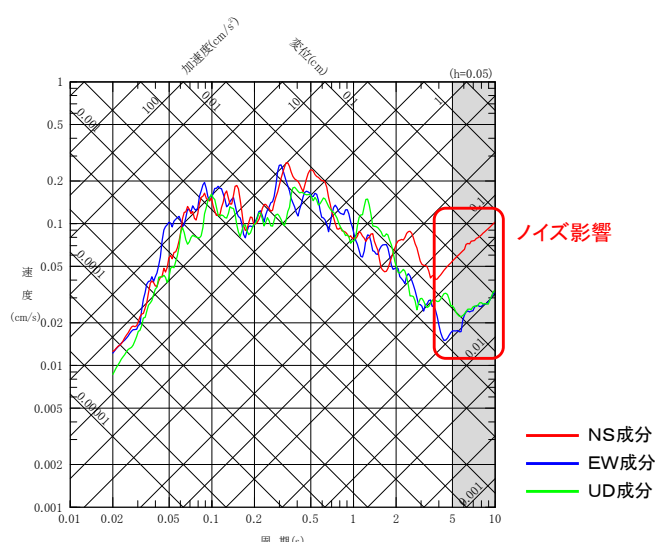


- No. 1, No. 2の観測記録は、長周期側でノイズ影響が見られる。
- No. 3の観測記録は、No. 4の観測記録と比較して最大加速度が小さい。



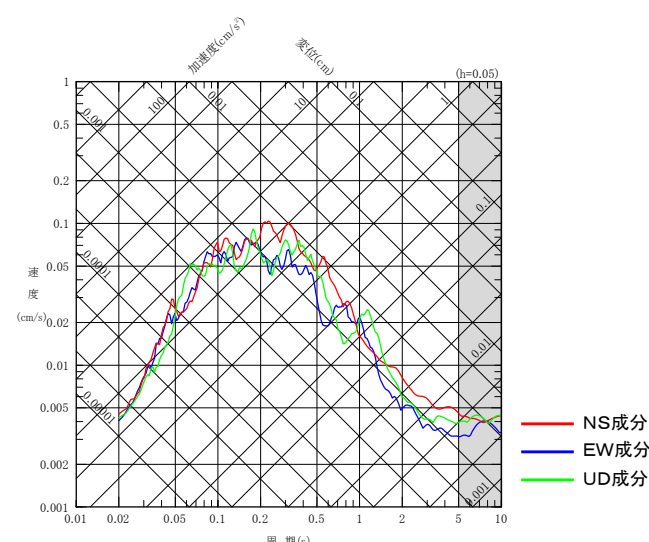
応答スペクトル(T.P. -207.5m)※

No.1 1993/2/11 03:51 M3.7



応答スペクトル(T.P. -207.5m)※

No.2 1998/10/18 01:08 M4.1



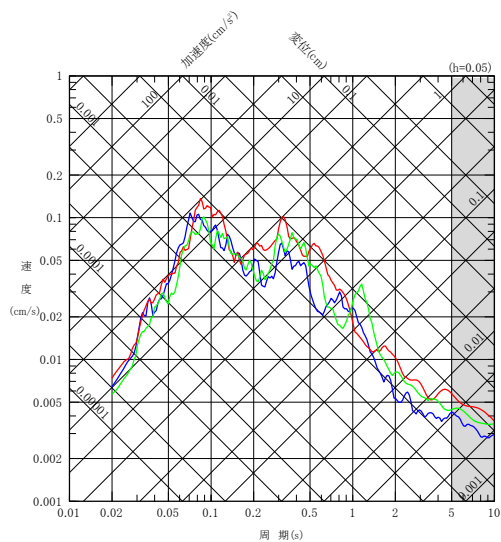
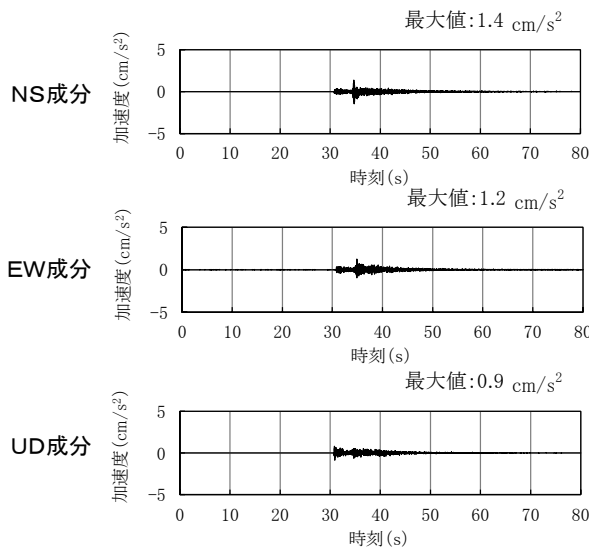
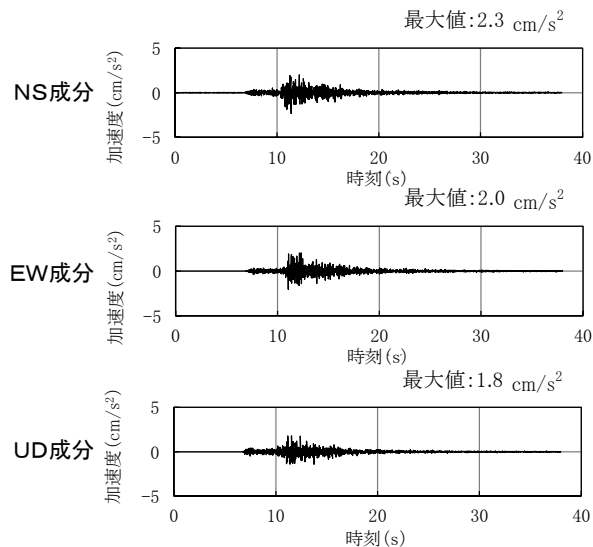
応答スペクトル(T.P. -207.5m)※

No.3 2004/9/4 11:18 M3.8

※: 応答スペクトルの周期5秒以上は、地震計の感度がやや低下するが、ノイズ影響を見やすくするために参考として示す。

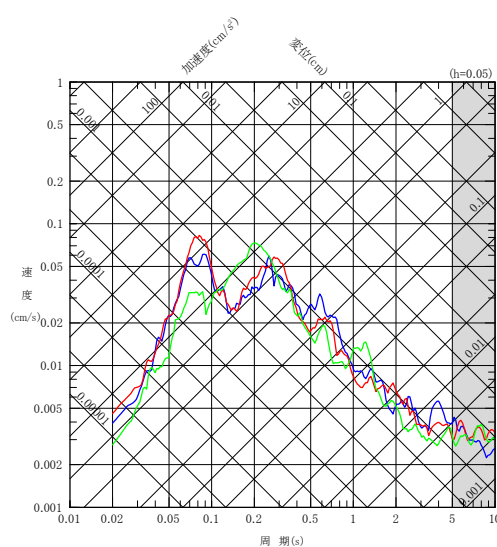


• No. 5の観測記録は, No. 4の観測記録と比較して最大加速度が小さい。



応答スペクトル(T.P. -207.5m)※

No.4 2004/9/8 20:59 M3.7



応答スペクトル(T.P. -207.5m)※

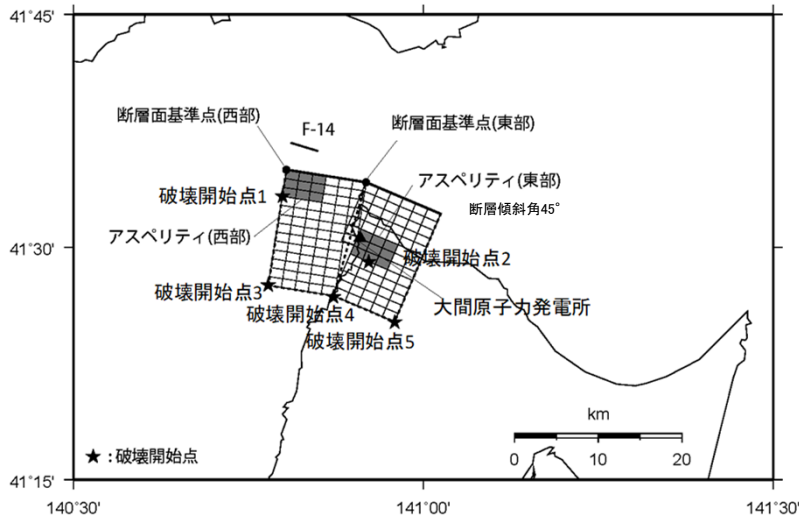
No.5 2016/9/25 13:03 M3.7

※: 応答スペクトルの周期5秒以上は, 地震計の感度がやや低下するが, ノイズ影響を見やすくするために参考として示す。



・ 標準応答スペクトルを考慮した地震動と隆起再現断層による地震の地震動評価結果※を比較して示す。

※:第1013回審査会合 資料1-1 「5.6 地震動評価結果」を参照。

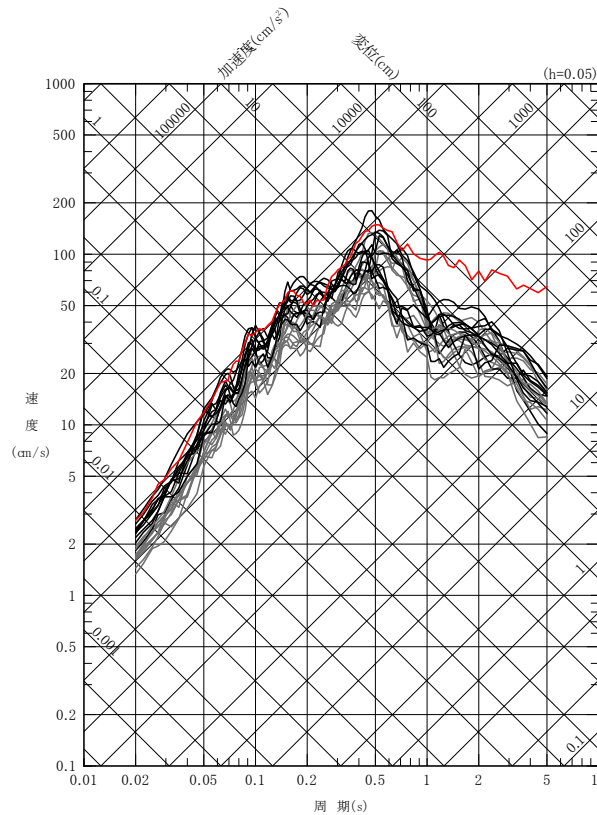


隆起再現断層による地震の震源モデル
(基本ケース, 短周期レベルの不確かさケース)

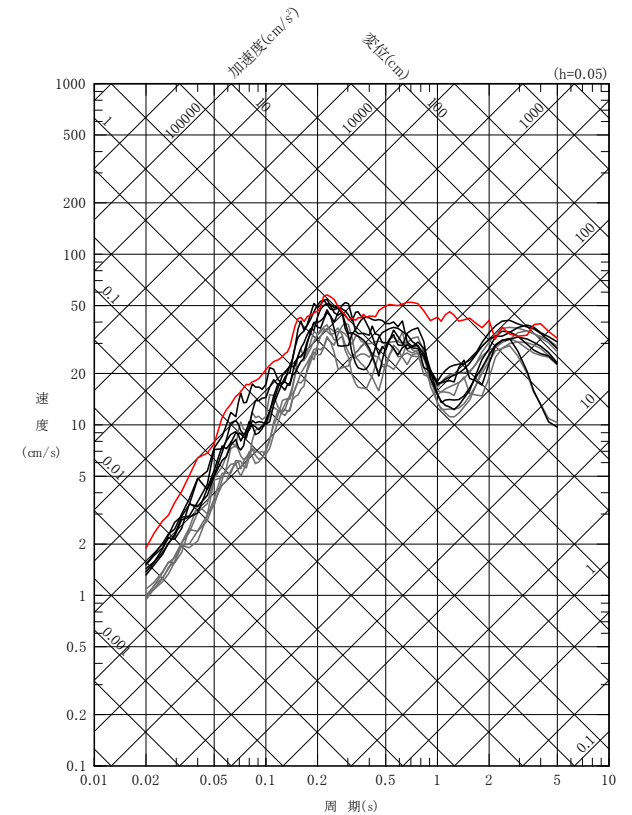
隆起再現断層による地震の主な諸元

地震規模	等価震源距離	断層最短距離
M6.9	10.3km	6.7km

— 隆起再現断層による地震(基本ケース)
 — 隆起再現断層による地震(短周期レベルの不確かさケース)
 — 標準応答スペクトルを考慮した地震動



水平方向



鉛直方向

標準応答スペクトルを考慮した地震動と隆起再現断層による地震の地震動との比較

参考文献

1. はじめに

1.2 申請後に得られた知見の反映や先行炉の審査を踏まえた主な変更点

- 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大栄・上田圭一・壇一男(2004): 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル—地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討—, 日本地震工学会論文集, 第4巻, 第4号, 2004
- 佐藤浩章・芝良昭・東貞成・功刀卓・前田宜浩・藤原広行(2013): 物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点(HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価, 電力中央研究所報告, N13007, 2013

3. 全国共通に考慮すべき地震動の評価

3.1 2004年北海道留萌支庁南部地震における基盤地震動の知見を用いた検討

- 気象庁(2004): 平成16年12月 地震・火山月報(防災編)
- 気象庁: 震度データベース <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html>
- 狐崎長琅・後藤典俊・小林芳正・井川猛・堀家正則・斉藤徳美・黒田徹・山根一修・奥住宏一(1990): 地震動予測のための深層地盤P・S波速度の推定, 自然災害科学, 9-3, 1-17, 1990
- 笹谷努・前田宜浩・高井伸雄・重藤迪子・堀田淳・関克郎・野本真吾(2008): Mj6.1内陸地殻内地震によって大加速度を観測したK-NET(HKD020)地点でのS波速度構造の推定, 物理探査学会第119回, 学術講演会講演論文集, 25-27, 2008
- 司宏俊・翠川三郎(1999): 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集 第523号, 63-70, 1999

3.2 標準応答スペクトルに基づく検討

- Noda, S., K.Yashiro, K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and T.Watanabe(2002): Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis. Oct. 16-18, Istanbul
- 日本電気協会(2015): 原子力発電所耐震設計技術指針, JEAG4601-2015.

参考文献

4. 地域性を考慮する地震動の評価

4.1 地域性を考慮する地震動の選定

- F-net:地震のメカニズム情報 <https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php>.
- 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大栄・上田圭一・壇一男(2004):震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル—地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討—, 日本地震工学会論文集, 第4巻, 第4号, pp.46—86, 2004.
- 地震調査研究推移本部:地震活動の評価 <https://www.jishin.go.jp/evaluation/>.

4.2 2000年鳥取県西部地震の地域性の検討

- J. Nakajima, T. Matsuzawa, A. Hasegawa(2001): Three-dimensional structure of V_p , V_s , and V_p/V_s beneath northeastern Japan—Implications for arc magmatism and fluids, J. of Geophysical Research, vol.106, no.B10, pp.21,843–21,857.
- S. Miura, T. Sato, A. Hasegawa, Y. Suwa, K. Tachibana, S. Yui(2004): Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, Earth Planets Space, 56, pp.1347–1355.
- 青柳恭平・阿部信太郎・宮腰勝義・井上大栄・津村紀子(2004): 2000年鳥取県西部地震の余震分布と地形・地質との関係—内陸地震のアスペリティ予測に向けて—, 電力中央研究所報告, N04009, p.28.
- 井上大栄・宮腰勝義・上田圭一・宮脇明子・松浦一樹(2002): 2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査, 地震第2輯, 第54巻, pp.557–573.
- 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003): 日本列島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震第2輯, 第55巻, pp.389–406.
- 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.
- 気象庁(2000): 鳥取県西部の地震活動の評価, 地震調査研究推進本部, 地震調査委員会平成12年11月8日.
- 気象庁地震予知情報課(2001): 平成12年(2000年)鳥取県西部地震の活動概要, 地震予知連会報, 65, pp.525–535.
- 原子力発電環境整備機構(2004): 概要調査地区選定上の考慮事項の背景と技術的根拠—「概要調査地区選定上の考慮事項」の説明資料—, NUMO-TR-04-02, p.285.
- 堤浩之・隈元崇・奥村晃史・中田高(2000): 鳥取県西部地震震源域の活断層(活断層研究—そのフロンティア—), 月間地球/号外, 31, pp.81–86.
- 鷺谷威・西村卓也・畑中雄樹・福山英一(2002): 2000年鳥取県西部地震に伴う地殻変動と断層モデル, 地震第2輯, 第54巻, pp.523–534.
- 産業技術総合研究所(2009): 地質学的歪みと測地学的歪みの集中域と地震との関係, 地震予知連会報, 81, p.98.
- 産業技術総合研究所: 20万分の1シームレス地質図V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/>.
- 産業技術総合研究所: 活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>.
- 武村雅之(1998): 日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—, 地震第2輯, 第51巻, pp.211–228.
- 西村卓也(2017): GNSSデータから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, 活断層研究, 46号, pp.33–39.
- 発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チーム(2013): 震源を予め特定しにくい地震について(震基11-2-2)(事業者説明資料), 第11回会合.

参考文献

- 伏島祐一郎・井村隆介・森野道夫・杉山雄一・水野清秀(2002):2000年鳥取県西部地震のトレンチ掘削調査, 活断層・古地震研究報告, No.2, pp.183-208.
- 伏島祐一郎・吉岡敏和・水野清秀・宍倉正展・井村隆介・小松原琢・佐々木俊法(2001):2000年鳥取県西部地震の地震断層調査, 活断層・古地震研究報告, No.1, pp.1-26.
- 松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震第2輯, 第28巻, pp.269-283.
- 茂木清夫(2001):2000年鳥取県西部地震, 地震予知連会報, 65, pp.518-524.

4.3 2008年岩手・宮城内陸地震の予見性

- J. Nakajima, T. Matsuzawa, A. Hasegawa(2001):Three-dimensional structure of V_p , V_s , and V_p/V_s beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids, J. of Geophysical Research, vol.106, no.B10, pp.21,843-21,857.
- 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.
- N. Kato, H. Sato, N. Umino(2006): Fault reactivation and active tectonics on the fore-arc side of the back-arc rift system, NE Japan, Journal of Structural Geology, 28, pp.2011-2020.
- R. Ando, S. Okuyama(2010): Deep roots of upper plate faults and earthquake generation illuminated by volcanism, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 37, p.5.
- R. Wallis, K. Yamaoka, H. Mori, A. Ishiwatari(2020): The basement geology of Japan from A to Z, Island Arc, 30p..
- S. Miura, T. Sato, A. Hasegawa, Y. Suwa, K. Tachibana, S. Yui(2004): Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, Earth Planets Space, 56, pp.1347-1355.
- Y. Takada, T. Kobayashi, M. Furuya, M. Murakami(2009): Coseismic displacement due to the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake detected by ALOS/PALSAR: preliminary results, Earth Planets Space, 61, pp.e9-e12.
- Y. Tamura, Y. Tatsumi, D. Zhao, Y. Kido, H. Shukuno(2001): Distribution of Quaternary volcanoes in the Northeast Japan arc: geologic and geophysical evidence of hot fingers in the mantle wedge, Proc. Japan Acad., 77, pp.135-139.
- 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..
- 安藤亮輔(2009):2008年岩手・宮城内陸地震と内陸活断層の物理モデル, 活断層研究センターニュース, No.85, pp.1-8.
- 井口 隆・大八木規夫・内山庄一郎・清水文健(2010):2008年岩手・宮城内陸地震で起きた地すべり災害の地形地質的背景, 防災科学技術研究所主要災害調査, 第43号, pp.1-10.
- 雨貝知美・鈴木啓・和田弘人・藤原みどり(2008):干渉合成開口レーダーを用いた平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動の検出, 国土地理院時報, No.117, pp.15-20.
- 海野徳仁(2009):平成20年度(2008年)岩手・宮城内陸地震(2008年6月14日M7.2), 地震予知連絡会40年のあゆみ, 国土地理院, pp.212-218.
- 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003):日本列島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震第2輯, 第55巻, pp.389-406.
- 楮原京子(2014):財団法人国土地理協会 平成24年度助成研究 研究成果報告書, 平成26年度, 山口大学教育学部, p.30.

参考文献

- 核燃料サイクル開発機構(1999):わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—総論レポート, JNC TN1400 99-020.
- 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.
- 気象庁一元化震源:気象庁地震月報(カタログ編), <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/hypo.html>.
- 地震調査研究推進本部(2008):平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の評価, 地震調査委員会平成20年6月26日.
- 北村信編(1986):新生代東北本州孤地質資料集.宝文堂
- 気象庁(2008):平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の評価, 地震調査研究推進本部, 地震調査委員会平成20年6月26日.
- 気象庁(2009):平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震について, 地震予知連会報, 81, pp.101-131.
- 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..
- 国土地理院(2008):平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の震源断層モデルの概念図, 平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動(第2報), 資料-2.
- 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..
- 後藤憲央・佐々木俊法(2019):河成段丘面の比高分布から推定される伏在断層の活動性—2008年岩手・宮城内陸地震震源域直上の磐井川を例に—, 第四紀研究, 58, pp.315-331.
- 佐藤比呂志・加藤直子・阿部進(2008):2008年岩手・宮城内陸地震の地質学的背景, 東京大学地震研究所, https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/TOPICS_OLD/Iwate2008/geol/.
- 産業技術総合研究所(2009):岩手・宮城内陸地震震源域の重力構造, 地震予知連会報, 81, pp.137-138.
- 産業技術総合研究所(2009):地質学的歪みと測地学的歪みの集中域と地震との関係, 地震予知連会報, 81, p.98.
- 産業技術総合研究所:20万分の1シームレス地質図V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/>.
- 産業技術総合研究所:活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013):数値地質図P-2, 日本重力データベース DVD版, 独立行政法人産業技術総合研究所.
- 地震調査研究推進本部(1999):日本の地震活動, <https://www.hp1039.jishin.go.jp/eqchr/eqchrfrm.htm>.
- 鈴木康弘・渡辺満久・中田高・小岩直人・杉戸信彦・熊原康博・廣内大助・澤祥・中村優太・丸島直史・島崎邦彦(2008):活断層研究, 29号, pp.25-34.
- 武村雅之(1998):日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—, 地震第2輯, 第51巻, pp.211-228.
- 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, 44, pp.229-245.
- 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, 第62巻, pp.1-11.
- 堤浩之・杉戸信彦・越谷信・石川達也・今泉敏文・丸島直史・廣内大輔(2010):岩手県奥州市・一関市に出現した2008年岩手・宮城内陸地震の地震断層, 地学雑誌, 119, pp.826-840.
- 遠田晋次・丸山正・吉見雅行・金田平太郎・栗田泰夫・吉岡敏和・安藤亮輔(2010):2008年岩手・宮城内陸地震に伴う地表地震断層—震源過程および活断層評価への示唆—, j地震第2輯, 第62巻, pp.153-178.
- 遠田晋次・丸山正・吉見雅行・小俣雅志・郡谷順英(2011):2008年岩手・宮城内陸地震を引き起こした活断層の累積変位量—岩手県一関市巖美町岡山地区ボーリング調査—, 活断層研究, 34号, pp.23-30.

参考文献

- 東京大学地震研究所・地球科総合研究所・岩手大学工学部(2008): 2008年岩手宮城内陸地震震源域北部の稠密アレイ観測による余震分布と地殻構造, 地震調査委員会, 191回, 4p..
- 東京大学地震研究所・東北大学大学院理学研究科・岩手大学工学部(2008): 2008年岩手宮城内陸地震震源域磐井川沿いの反射法地震探査結果, 地震調査委員会, 191回, p.4.
- 東北森林管理局(2018): 岩手・宮城内陸地震に係る山地災害対策検討会 分科会資料(荒砥沢地すべり), 平成20年12月, 101p..
- 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.
- 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.
- 萩原尊礼編(1991): 日本列島の地震 地震工学と地震地帯構造, 鹿島出版会, 215p..
- 長谷川昭・中島淳一・海野徳仁・三浦哲・諏訪謡子(2004): 東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式, 地震第2輯, 56, pp.413-424.
- 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..
- 布原啓史・吉田武義・山田亮一(2008): 地理情報システムを用いた地震災害とカルデラ構造との関連の検討, 地質学会H.P., 地質災害調査-活動状況-関連情報-2008年.
- 防災科学技術研究所: J-SHIS地震ハザードステーション(地すべり地形), <https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>.
- 松田時彦(1975): 活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震第2輯, 第28巻, pp.269-283.
- 柳田誠・青柳恭平・下釜耕太・岡崎和彦・佐々木俊法(2020): 2008年岩手・宮城内陸地震の震源域における活構造評価, 地学雑誌, 129, pp.89-122.