

東通原子力発電所1号炉審査資料	
資料番号	A1-CA-0111(改1)
提出年月日	2023年4月17日

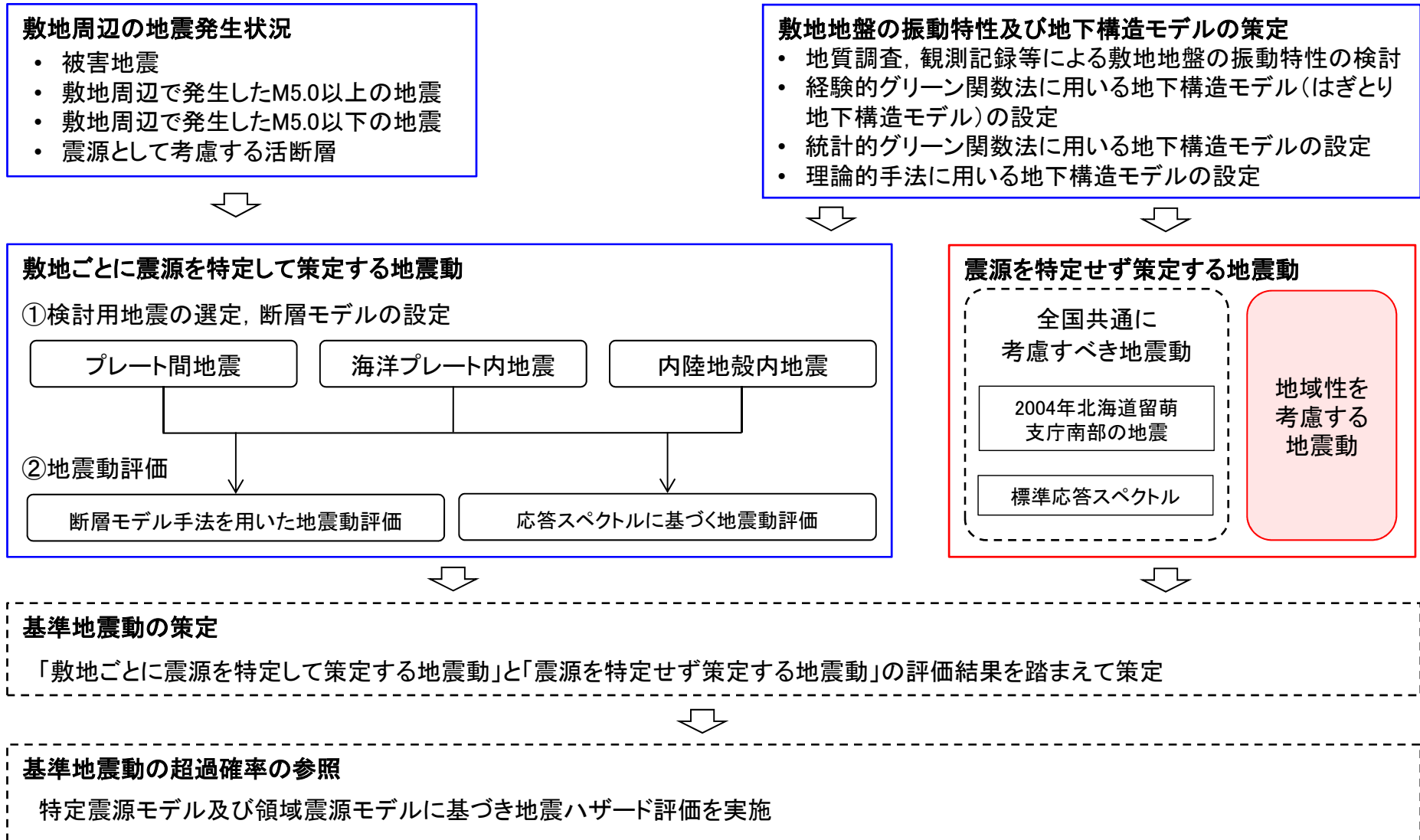
東通原子力発電所
震源を特定せず策定する地震動の評価について
(地域性を考慮する地震動)
(コメント回答)

2023年4月17日
東北電力株式会社

審査会合におけるコメント

No.	コメント時期	コメント内容	今回ご説明資料の 掲載箇所
S226	2022年10月7日 第1080回審査会合	岩手・宮城内陸地震について、新規制基準の考え方、規則解釈、ガイドを踏まえ、地域性を考慮する地震動として取り扱い、当該地震の震源域と敷地周辺の地域性を比較したうえで、観測記録収集の要否について判断すること。	p.3, p.6 p.18～p.170

基準地震動の策定全体フローと本資料の説明範囲



凡例

: 本資料の説明箇所

: 説明済の箇所

: 今後の説明箇所

2014年6月申請以降の審議等を踏まえた反映事項

S226

2014年6月申請内容	審議等を踏まえた反映事項
<ul style="list-style-type: none"> 加藤ほか(2004)による応答スペクトルにNoda et al.(2002)の方法により求めた地盤増幅特性を考慮して、震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトルを設定した。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 「地域性を考慮する地震動」について検討を行い、震源を特定せず策定する地震動を設定した。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 「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」について、2000年鳥取県西部地震及び2008年岩手・宮城内陸地震を対象に検討を行った。 ✓ 2000年鳥取県西部地震の震源域と敷地周辺は、地域差が認められることから、観測記録収集対象外とした。 ✓ 2008年岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地周辺は、地域差は認められるものの、一部類似点が認められるため、更なる安全性向上の観点から2008年岩手・宮城内陸地震を観測記録収集対象として選定した。 ✓ 2008年岩手・宮城内陸地震による栗駒ダム, KiK-net金ヶ崎, KiK-net一関東(水平)の観測記録に基づく基盤波の検討結果を踏まえて、保守性を考慮した地震動を震源を特定せず策定する地震動に考慮した。

目次

1. 検討概要	.....	5
2. 2000年鳥取県西部地震	.....	7
2. 1 震源域の地域性についての検討	.....	8
2. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討	.....	14
3. 2008年岩手・宮城内陸地震	.....	18
3. 1 震源域の地域性についての検討	.....	19
3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討	.....	32
3. 3 地震動に関する検討	.....	44
3. 3. 1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見	.....	47
3. 3. 2 地震観測記録の収集	.....	58
3. 3. 3 地震観測記録の分析・評価	.....	75
3. 3. 4 基盤波の選定	.....	158
3. 3. 5 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動	.....	160
4. 地域性を考慮する地震動の評価結果	.....	166
参考文献	.....	169

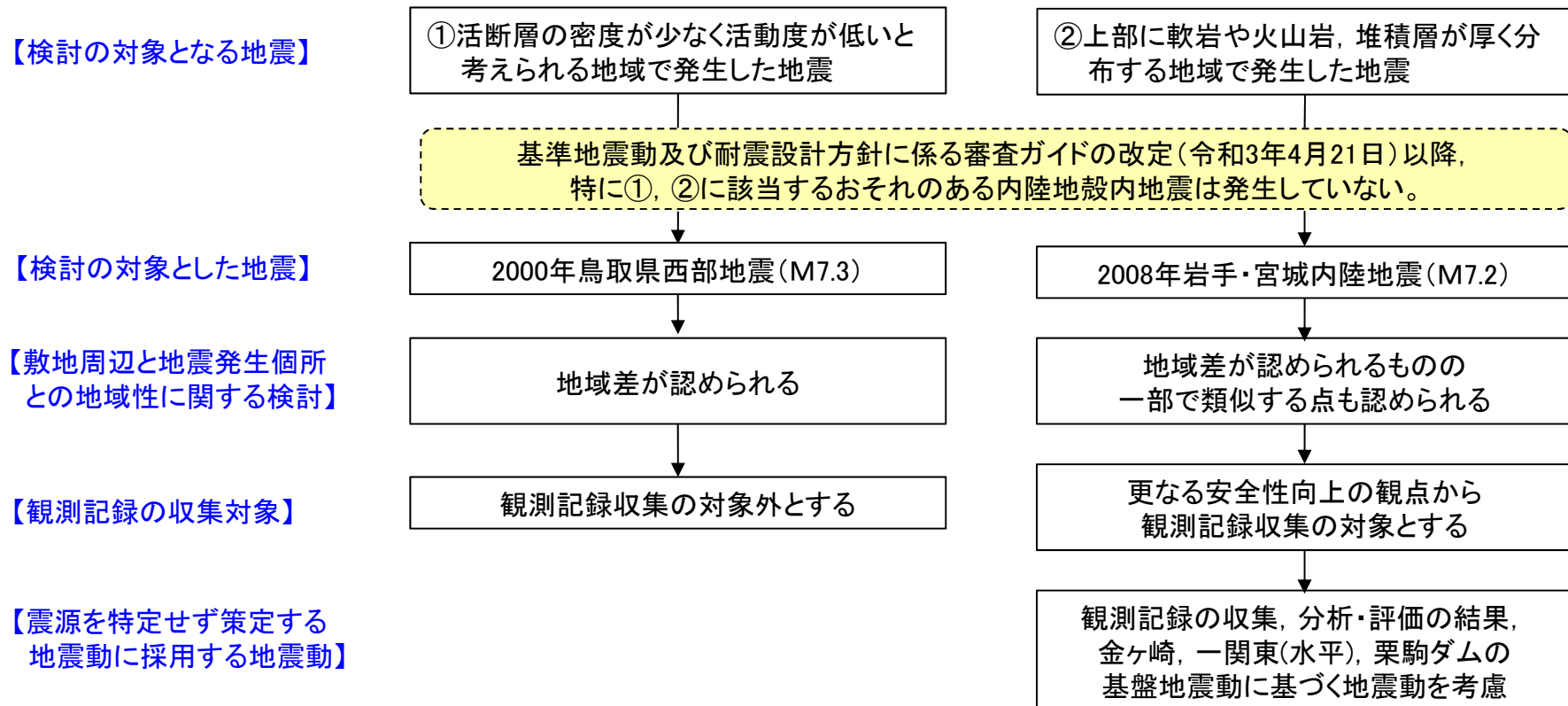
1. 検討概要

1. 検討概要

(1) 全体フロー

S226

- 「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」について、「①活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震」として2000年鳥取県西部地震を対象に、「②上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震」として2008年岩手・宮城内陸地震を対象に敷地周辺との地域差について検討を行った。
- 検討の結果、東通原子力発電所においては、2008年岩手・宮城内陸地震と敷地周辺には、地域差は認められるものの、地質・地質構造等に一部に類似点も認められるため、更なる安全性向上の観点から観測記録収集の対象として選定した。
- 2008年岩手・宮城内陸地震について、対象となる地震観測記録を収集し、分析・評価した結果、KiK-net金ヶ崎、KiK-net一関東(水平)、栗駒ダムの基盤地震動に基づく地震動を考慮する。



2. 2000年鳥取県西部地震

- 2. 1 震源域の地域性についての検討
- 2. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

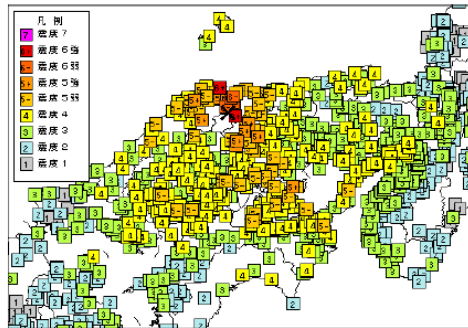
2.1 震源域の地域性についての検討 (1) 2000年鳥取県西部地震の概要

発生日時	2000/10/6 13:30
震央地名	鳥取県西部
緯度	35° 16.4' N
経度	133° 20.9' E
深さ	9km
規模	M7.3(Mw6.6)
震度	観測点名
6強	鳥取県 境港市, 日野町
6弱	鳥取県 泊町, 会見町, 岸本町, 日吉津村, 淀江町, 溝口町
5強	鳥取県 米子市, 岡山県 新見市, 香川県 土庄町他

(気象庁震度データベースによる)

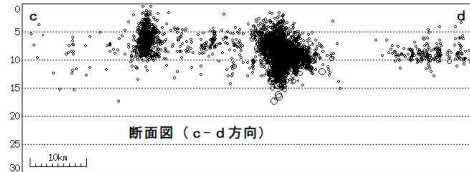
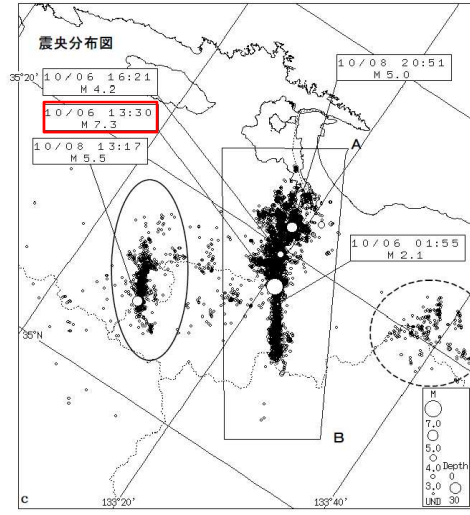
○ 地震概要

- ・負傷者 138名, 全壊家屋 371棟
- ・余震 北北西～南南東方向に約30km分布
- ・発震機構 東西方向圧縮軸 左横ずれ断層型
- ・1990年, 1997年に今回の余震域でM5クラスが発生
- ・1926年以降今回の震源近傍で3つ被害地震が発生



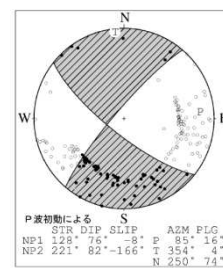
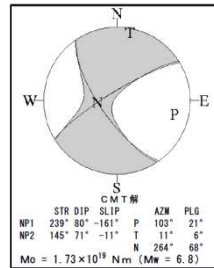
震度分布図

〔「平成12年(2000年)鳥取県西部地震」
概要及び被害状況(鳥取地方気象台)〕



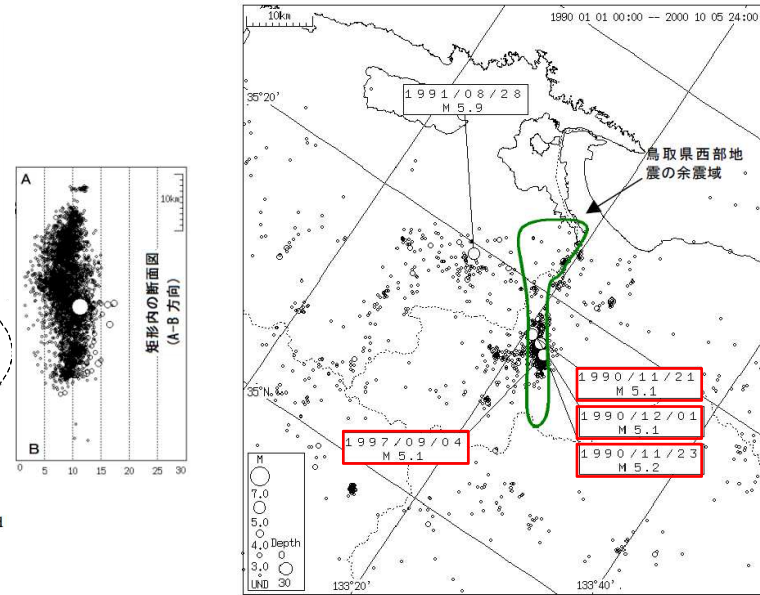
震央分布図

(2000年10月1日～10月31日)



発震機構

(CMT解及びP波初動による解)



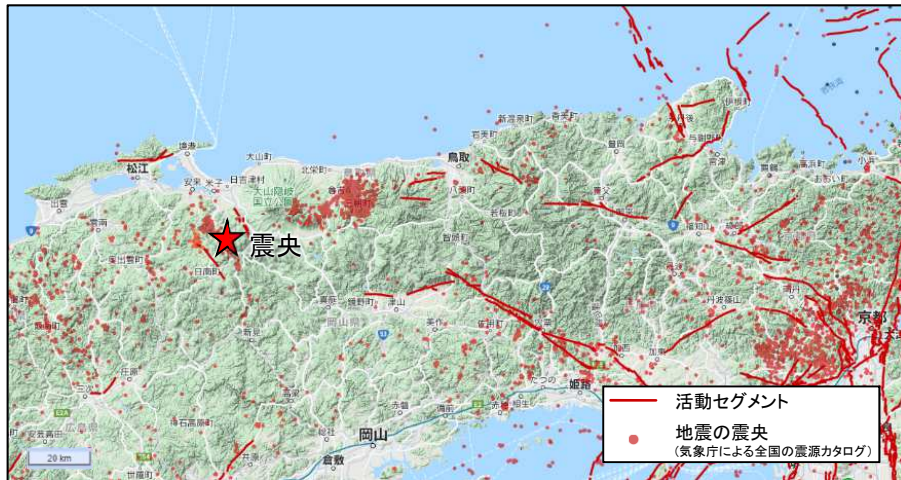
過去の被害地震(1926年～2000年)

〔気象庁 平成12年10月 地震・火山月報(防災編)に一部加筆〕

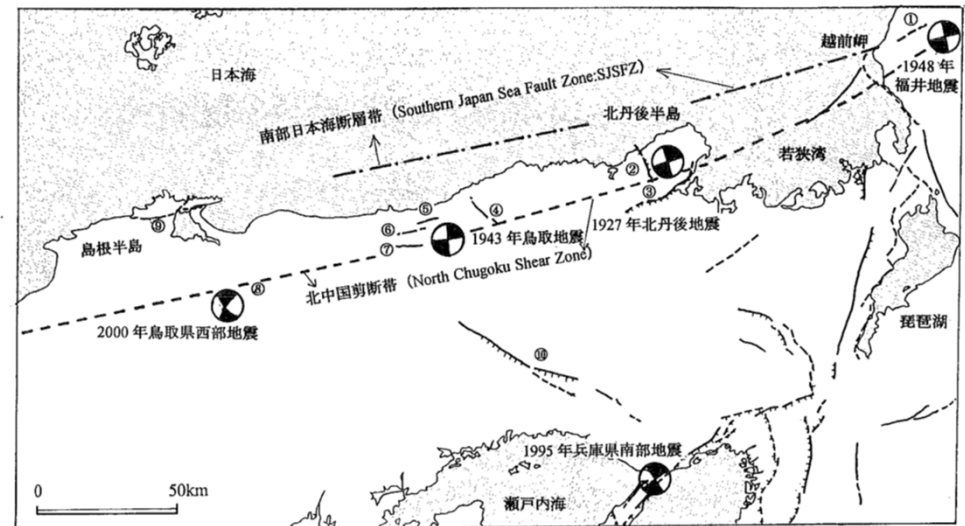
2.1 震源域の地域性についての検討 (2) 震源域周辺の活断層の特徴

【岡田(2002)要約】

- 文献では、震源域周辺に活断層は記載されていない。
- 震源域周辺を含む山陰地方は、WNW-ESE方向の圧縮場のもとでENE-WNWとNNW-SSEの方向の横ずれ断層が卓越するとされている。
- 活断層の発達過程でみると、初期の発達段階を示し、断層破碎帯幅も狭く、未成熟な状態とみなされる。



震源付近の活断層及び震央分布
〔産業技術総合研究所活断層データベースに一部加筆〕



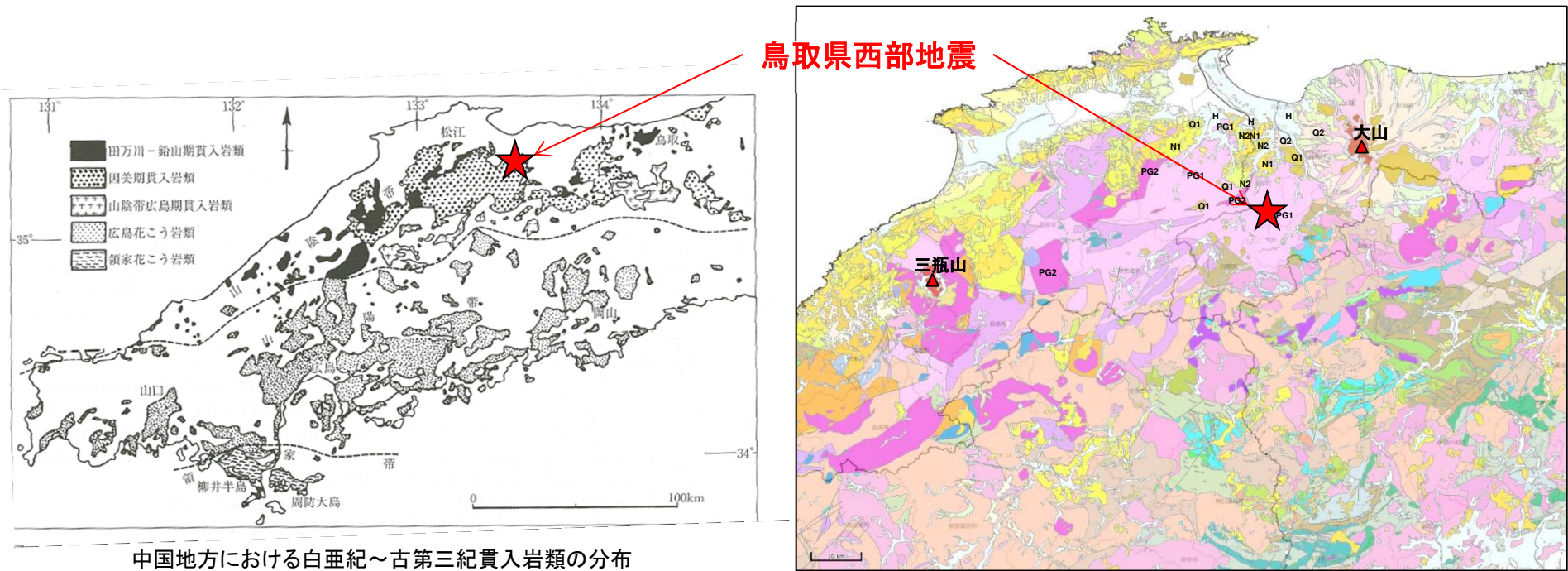
第1図 山陰地域の主な地震の発震機構解と活断層

主な活断層 ①更毛断層, ②郷村断層帯, ③山田断層帯, ④雨滝-釜戸断層帯, ⑤吉岡断層, ⑥鹿野断層, ⑦岩坪断層, ⑧鳥取県西部地震域の断層位置, ⑨鹿島断層, ⑩山崎断層帯, 内陸大地震(M7.3以下)の発震機構解(上半球投影)は地震断層を伴った1927年以降のみ示す. Gutscher and Lallemand (1999)の北中国剪断帯(North Chugoku Shear Zone), Itoh *et al.*(2002)の南部日本海断層帯(Southern Japan Sea Fault Zone:SJSFZ)の位置を図示.

〔岡田(2002)〕

2.1 震源域の地域性についての検討 (3) 震源域周辺の地質の特徴

- 震源域周辺は、白亜紀から古第三紀の花崗岩類が広く分布しており、新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻りに分布しており、これらの岩脈の特徴として、貫入方向が今回の震源断層に平行である北西-南東方向であることが挙げられる。〔井上ほか(2002)〕
- 震源域周辺は、明瞭な断層変位の少ない地域とされている。〔堤ほか(2000)〕



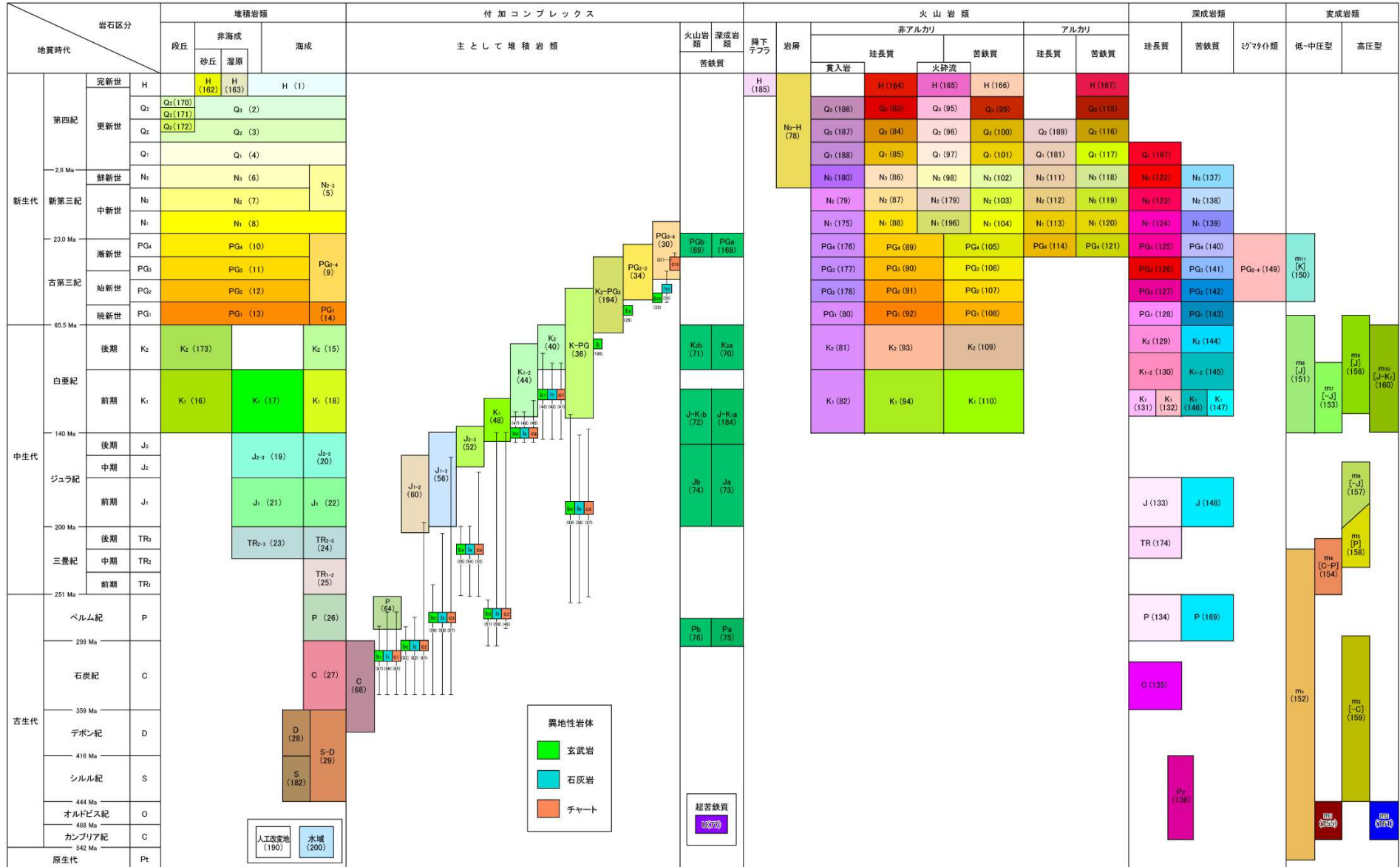
中国地方における白亜紀～古第三紀貫入岩類の分布
〔日本の地質増補版編集委員会編(2005)に一部加筆〕

震源周辺のシームレス地質図
〔産業技術総合研究所, 地質図Navilに一部加筆〕

2.1 震源域の地域性についての検討 (3) 震源域周辺の地質の特徴(シームレス地質図凡例)

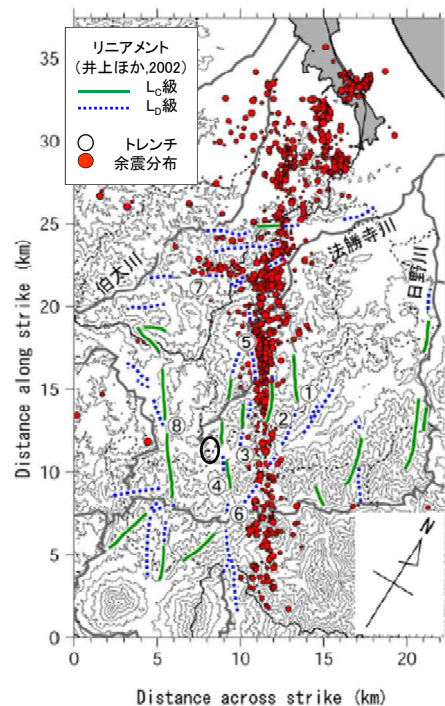
凡例：20万分の1日本シームレス地質図全国統一

Ma: 百万年

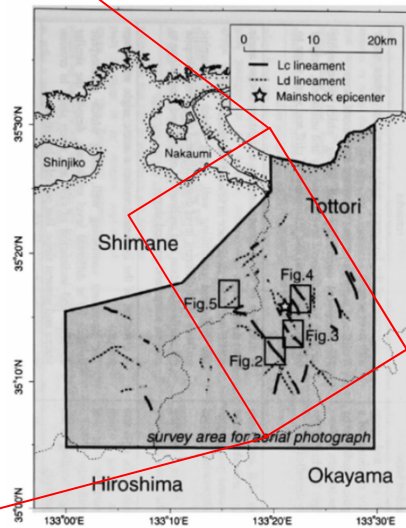


2. 1 震源域の地域性についての検討 (4) 震源域のリニアメントと余震分布

- 伏島ほか(2001)では、鳥取県西部地震により、長さ約6kmの地震断層が確認されたとしている。
- 堤ほか(2000)では、震源周辺で、地形に左ずれ屈曲を与えている2条の推定活断層と、最新の地質時代の断層変位地形が伴っていない長さ4km未満の北西-南東走向の複数のリニアメントを判読している。このうち、推定活断層に沿っては、花崗岩中に断層露頭を確認している。
- 井上ほか(2002)では、鳥取県西部地震の震源域周辺で、左横ずれを示唆する短く断続するリニアメント群が判読され、これらが震源断層の方向と一致するとされている。
- 堤(2009)では、鳥取県西部地震の震源域に、震源断層と同じ走向の推定活断層やリニアメントが高密度に分布することから、これらが地下の活断層の地表表現である可能性が高いとしている。
- 垣見(2010)では、堤ほか(2000)、井上ほか(2002)によるリニアメント分布の特徴から、鳥取県西部地震の震央域では若い未成熟な断層が並列的に現れ、その一部が地震断層として地表まで達したとされている。



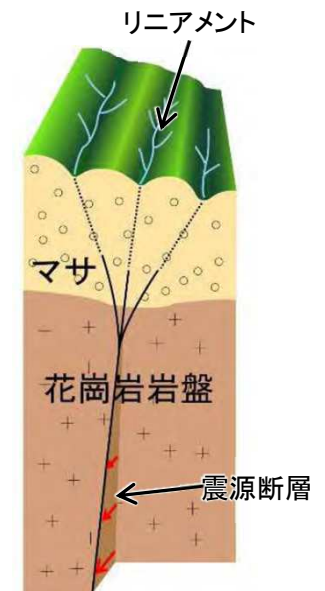
〔青柳ほか(2004)〕



〔井上ほか(2002)〕

〔井上ほか(2002)要約〕

- 鳥取県西部地震の震源周辺では、左横ずれを示唆する短く断続するリニアメント群が判読され、これらは想定されている震源断層の方向と一致している。
- リニアメント沿いで多くの断層露頭が確認され、これらの断層の一部は第四紀層を変位させている。
- これらの断層は、横ずれ断層に伴うフラワー構造を呈しており、地下では収斂し、震源断層になる。
- 若い未成熟な断層であり、地表近くまで破壊が進行したものの地表に明瞭な地震断層は出現しなかった。



2.1 震源域の地域性についての検討

(5) 2000年鳥取県西部地震の概要と特徴

震源域の概要

- 鳥取県西部地震は、北西－南東走向の横ずれ(左横ずれ)断層による地震とされている[(気象庁(2000))].
- 震源域周辺を含む山陰地方は、WNW-ESE方向の圧縮場のもとでENE-WNWとNNW-SSEの方向の横ずれ断層が卓越する[岡田(2002)].
- 活断層の発達過程でみると、初期の発達段階を示し、断層破碎帯幅も狭く、未成熟な状態とみなされる[岡田(2002)].
- 震源域周辺は、白亜紀から古第三紀の花崗岩を主体としており、新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻繁に分布している[井上ほか(2002)].また、明瞭な断層変位基準の少ない地域とされている[堤ほか(2000)].
- 鳥取県西部地震後に実施された堤ほか(2000)、井上ほか(2002)の調査では、鳥取県西部地震の震源周辺において、左横ずれを示唆する短く断続する推定活断層及びリニアメントを判読し、リニアメント周辺で断層露頭を確認している。

震源域の特徴

震源域周辺は活断層の発達過程でみると未成熟な状態であり、また、明瞭な断層変位基準の少ない地域とされていることから、活断層の認定が難しい地域と判断される。



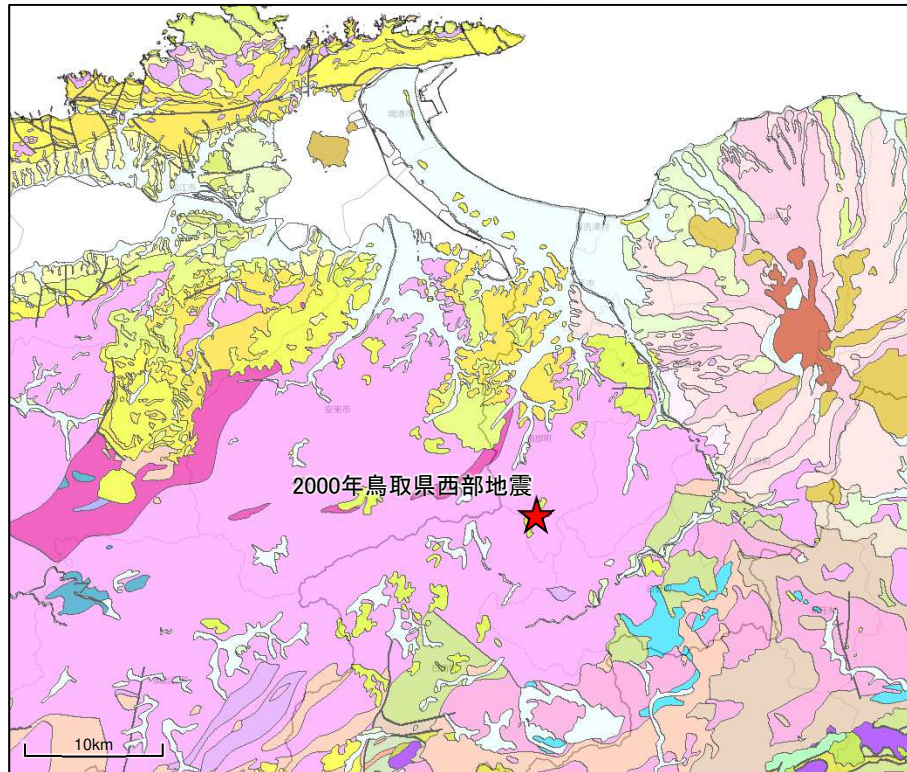
2000年鳥取県西部地震震源域の特徴を踏まえ、以下の観点から敷地周辺との地域差を比較・検討する。

- ①地質・地質構造
- ②第四系の分布・地形等
- ③地震地体構造
- ④ひずみ集中帯

2.2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

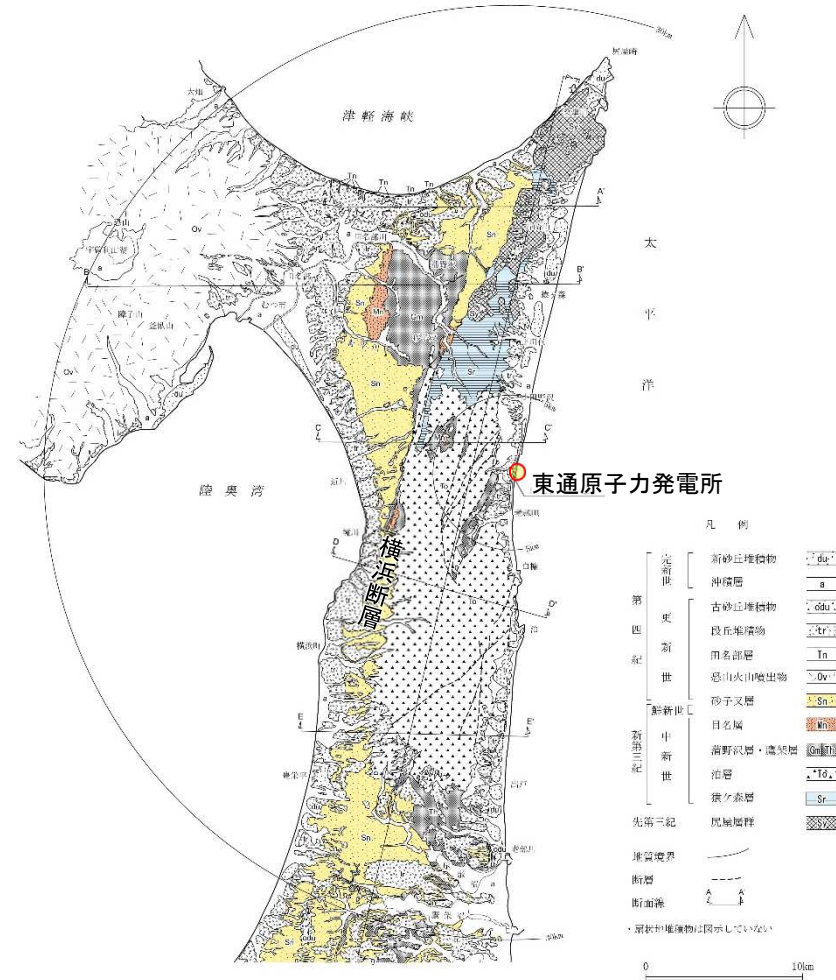
①地質・地質構造, ②第四系の分布・地形等による比較・検討

- 震源域周辺は、白亜紀から古第三紀の花崗岩を主体としており、新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻繁に分布している。山陰地域の活断層は「活断層の発達過程でみると、初期の発達段階を示し、断層破碎帯幅も狭く、未成熟な状態とみなされる。」とされている。また、明瞭な断層変位基準の少ない地域とされている。
- 敷地周辺は、主に新第三紀中新世の火山岩類や堆積岩類、第四紀中期～後期更新世の段丘堆積物等が分布し、大規模な岩脈の分布は認められない。敷地周辺には、主に中位段丘面及び高位段丘面が分布している。敷地周辺には、横浜断層(逆断層)等が認められる。



震源周辺のシームレス地質図

〔産業技術総合研究所, 地質図Nav!に一部加筆〕



敷地周辺陸域の地質図

2.2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

③地震地体構造による比較・検討

垣見ほか(2003)による地震地体構造区分

- 鳥取県西部地震の震源域は、(10C5)中国山地・瀬戸内海に区分される。北半部は安定隆起域で、活断層の密度は小さいが地震活動は比較的高く、東西圧縮の横ずれ断層型の卓越する地域とされている。
- 敷地周辺は、(8B)東北日本弧外帯に区分され、外弧隆起帯、安定域で活断層の密度が小さく、東西圧縮の逆断層型の地域とされている。

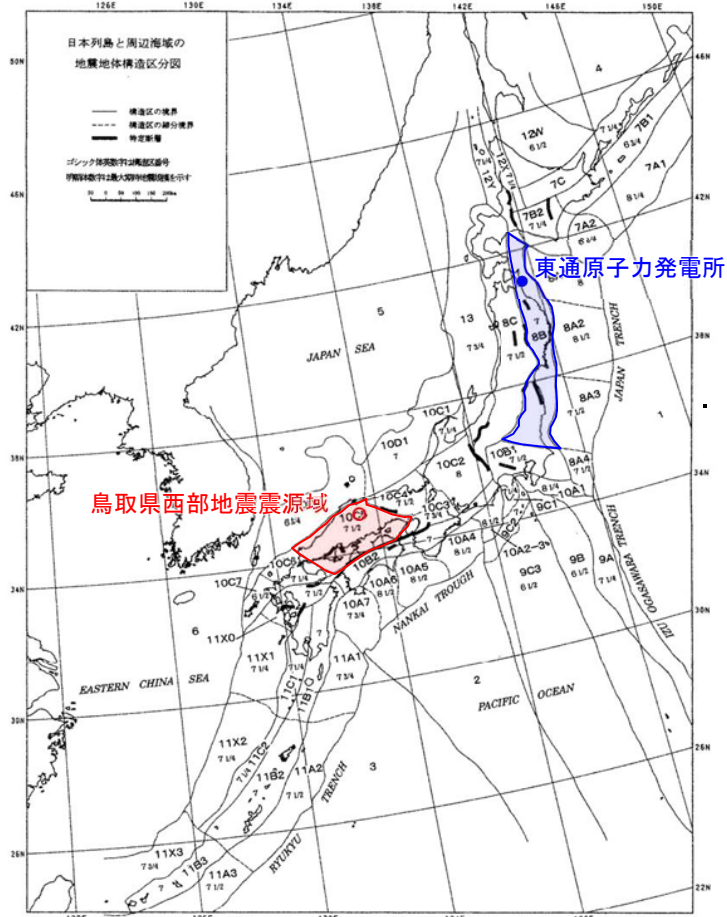


Fig. 1. Seismotectonic province map in and around the Japanese islands. Boldfaced sign is the symbol of province. Roman-type numeral represents the expected maximum earthquake magnitude (M_{max}) assigned to each province. Solid line: boundary between provinces. Broken line: boundary between subprovinces. Bar: the designated fault.

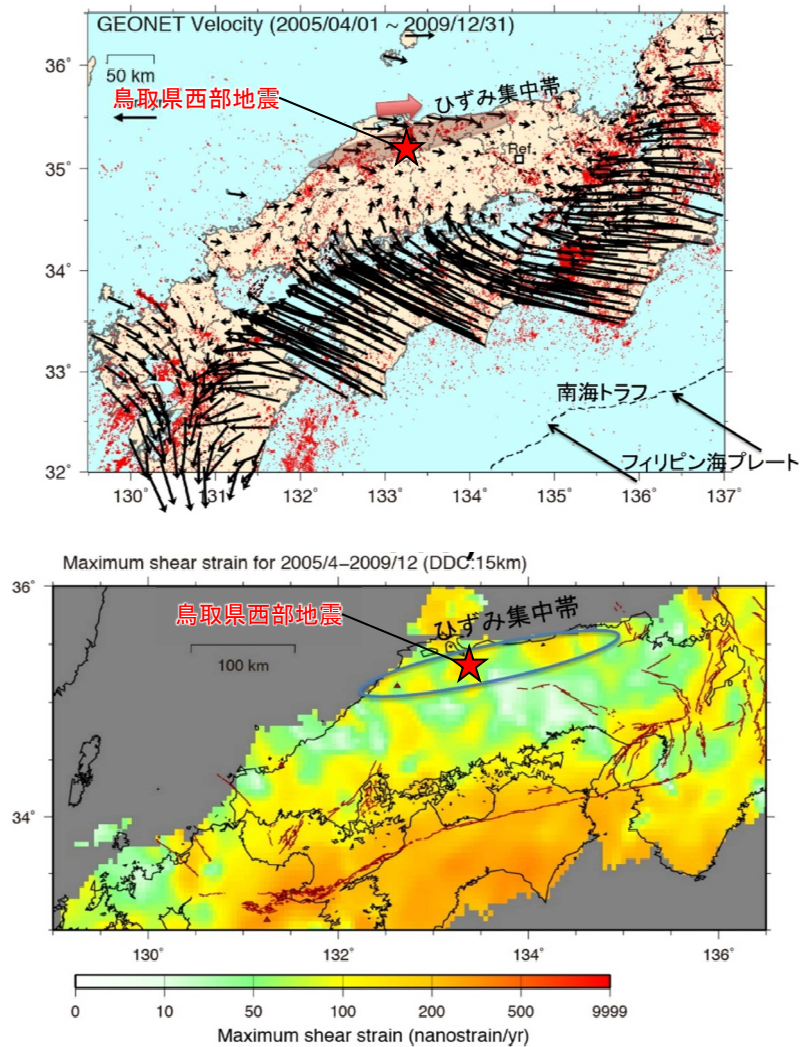
Table 1. Continued

(1) 構造区	(2) 地形・地質	(3) 活断層の密度・長さ・活動度・断層型ほか特徴と主な起震断層名 L (km) M L	(4) 逸発大・中地震活動と主な地震名 M _h	(5) M _{max}	(6) 特定断層：備考
8A3 常盤沖大断層	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)、大断層面で正 ・海溝のための評価せず	高 プレート境界付近の大地震域 ・1938年福島県沖 ・1896年福島	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 日本海溝沿い(逆)および北東方向(正) ・海溝のための評価せず	中 プレート境界付近の大地震域 ・1963年房総沖地震 (h=60 km) ・1677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 ・三節断層帯	低 ・1931年岩手県東部 ・1895年霞ヶ浦 (M7.2) および ・1902年三戸 (M7) はやや深い (s)	7 6.5	折爪断層 (40 km) 双葉断層 (84 km) [福島県(1999)は北部の10 kmのみを評価]
8C 東北日本弧内帯	火山性内弧、隆起優勢、奇巖山地・出羽丘陵の火山帯(隆起帯)とその間の盆地列(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 38 7.5 ・金峰盆地逆断層帯 38 7.5 ・蔵山山地西断層帯 31 7.3 ・長町-利府断層帯 38 7.5 ・能代断層帯 32 7.3 ・北由利断層帯 29 7.3 ・函館平野西断層帯 22 7.1	高 東西圧縮逆断層型 ・1765年津軽 ・830年出羽 ・1896年津羽 ・1914年秋田仙北 ・1704年羽後・津軽 ・1804年会津 ・1694年能代 ・1683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 7.0 6 3/4	福島盆地西断層帯 (47 km) [福島県(1998)および宮城県(2001)は一括活動を想定] 横手盆地東断層帯 (58 km) [分割型] 北上低地西断層帯 (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]
10C4 西近畿	若狭湾は沈降域、丹波高原は安定隆起域、北部に火山	中、中、B、横。 西北西方向(左)卓越 ・三峠-鳥山断層帯 52 7.7 ^a ・京都西山断層帯 17 6.9 ※三峠断層と鳥山断層帯を分割して評価	中 (1885年以降は北部で高) 西北西圧縮横ずれ断層型。 ・1927年北丹後 ・1943年鳥取 ・868年播磨・山城(山崎断層か)	7 1/2 7.3 7.2 >7.0	山崎断層帯 (85 km) [兵庫県(2001)は中・西部と東部を分割して評価]
10C5 中国山地・瀬戸内海	北半部は安定隆起域、南半部は沈降域、北部に火山	小、中(長)、B(A)、横・逆。 北東(右)、北西(左)が卓越、東西(逆)はやや古い、南端は中央構造線 ・那岐山断層帯 31 7.3 ・長尾断層帯 23 7.1 ・江知断層帯 23 7.1 ・五日市断層帯 20 7.0	中 (1885年以降は北部で高) 瀬戸内海でやや深い、東西圧縮横ずれ断層型 ・1857年安芸・伊予 ・1905年安芸灘 (s) ・1872年高田 ・1686年安芸・伊予 ・880年出雲 ・1649年安芸・伊予 ・2000年鳥取県西部	7 1/2 7 1/4 ± 0.5 7 1/4 7.1 ± 0.2 7 ~ 7.4 7.0 7.0 ± 1/4 7.3	中央構造線四国断層帯 (計200 km) [分割型] [本文参照] 岩国断層帯 (47 km) [分割型] [M2000は25 kmを図示]
10C6 北九州・岩崎	南部は隆起優勢、北部は沈降優勢の安定域	中、中・短、C?、横。 北北西(左)方向卓越 ・菊川断層帯 32 7.3 ・西山断層帯 30 7.3 ・小倉東断層帯 17 6.9 ・福知山断層帯 20 7.0 ・警因断層帯 19 7.0	低 ・1700年若狭対馬 ・1898年福岡県西部	7 1/4 7.0 6.0	観上にはなし

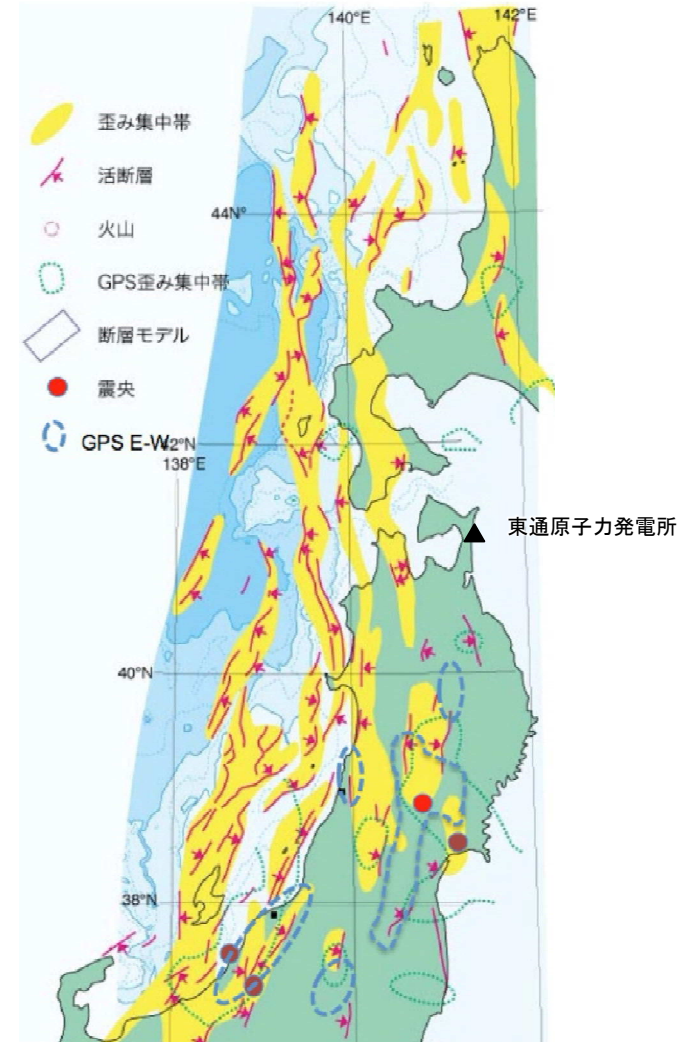
2.2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

④ひずみ集中帯による比較・検討

- 鳥取県西部地震の震源域は、西村(2014)においてひずみ集中帯と指摘されている。
- 敷地周辺は、地質学的ひずみ集中帯、測地学的ひずみ集中帯の領域外に位置し、地殻内微小地震の密集は認められない。



西村(2015)に一部加筆



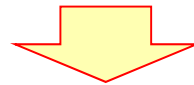
地質学的ひずみ集中帯等分布図
産業技術総合研究所(2009)に一部加筆

2.2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

(4) 2000年鳥取県西部地震震源域との地域性の比較・検討結果

[凡例] ○:類似性有り, △:類似性低い～一部有り, ×類似性なし

項目	類似性	鳥取県西部地震の震源域	東通原子力発電所敷地周辺
①地質・地質構造	×	<ul style="list-style-type: none"> • WNW-ESE方向の圧縮応力による横ずれ断層型。 • 白亜紀から古第三紀の花崗岩を主体としており, 新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻繁に分布。 	<ul style="list-style-type: none"> • 東西圧縮応力による逆断層型。 • 主に新第三紀の火山岩類, 堆積岩類や第四紀の段丘堆積物等が分布し, 大規模な岩脈の分布は認められない。
②第四系の分布・地形等	×	<ul style="list-style-type: none"> • 明瞭な断層変位基準の少ない地域である。 • 文献[岡田(2002)]では, 震源域周辺に活断層は記載されていない。 • 第四紀中期以降に新たな断層面が形成され活断層が発達しつつある(活断層の成熟度が低い)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 変位基準となる海成段丘面が広く認められる。 • 敷地周辺には横浜断層等が認められ, 地形-地質調査等から活断層の認定が可能。
③地震地体構造	×	<ul style="list-style-type: none"> • [内帯] 中国山地・瀬戸内海(10C5):安定隆起域 	<ul style="list-style-type: none"> • [外帯] 東北日本弧外帯(8B):外弧隆起帯の安定域
④ひずみ集中帯	×	<ul style="list-style-type: none"> • 地質学的ひずみ集中帯, 測地学的ひずみ集中帯の領域内に分布する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 地質学的ひずみ集中帯, 測地学的ひずみ集中帯の領域外に分布する。



2000年鳥取県西部地震は, その震源域と敷地周辺について, 地域差の観点で整理を実施した結果, 横ずれ断層型と逆断層型の違いや活断層の成熟度の違い等, 地域差が認められると判断されることから, 観測記録収集対象外の地震とする。

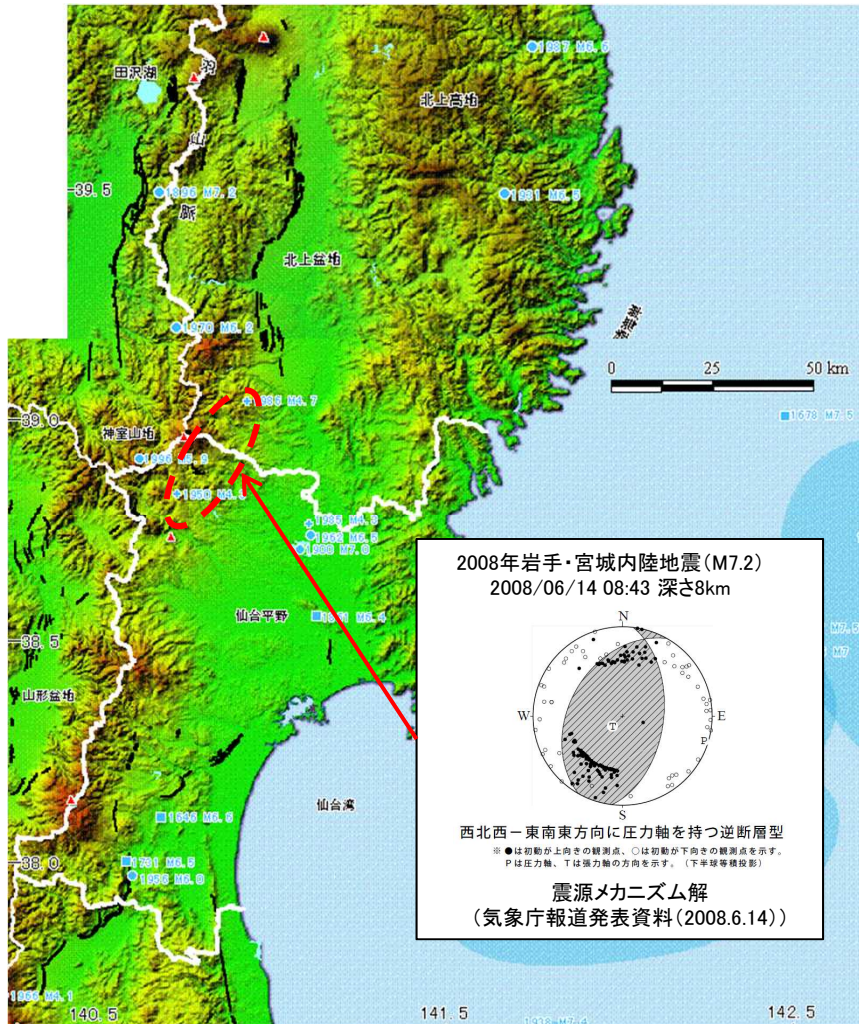
3. 2008年岩手・宮城内陸地震

- 3. 1 震源域の地域性についての検討
- 3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討
- 3. 3 地震動に関する検討
 - 3. 3. 1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見
 - 3. 3. 2 地震観測記録の収集
 - 3. 3. 3 地震観測記録の分析・評価
 - 3. 3. 4 基盤波の選定
 - 3. 3. 5 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動

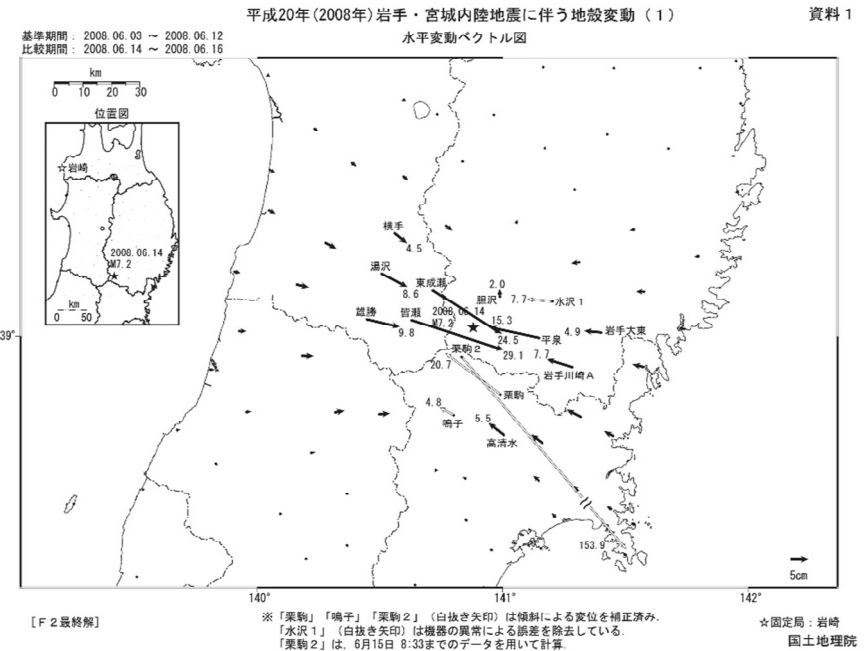
3.1 震源域の地域性についての検討

(1) 2008年岩手・宮城内陸地震の概要

- 岩手・宮城内陸地震は、2008年6月14日に奥羽山地東縁で発生した地震で、深さ8km、地震の規模は、M7.2とされている。
- この地震は、奥羽山地東縁から西側に傾斜する低角逆断層により発生したとされる。

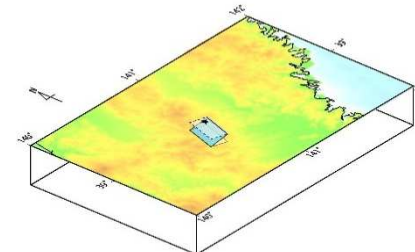


「日本の地震活動」[地震調査研究推進本部(1999)に一部加筆]



GPSで測定された水平変動[国土地理院(2008)]

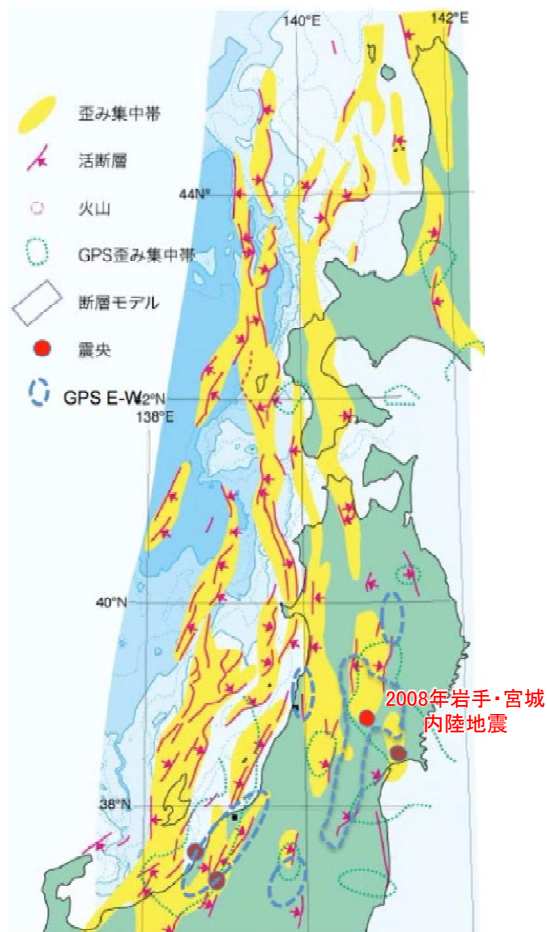
平成20年(2008年) 岩手・宮城内陸地震の震源断層モデルの概念図



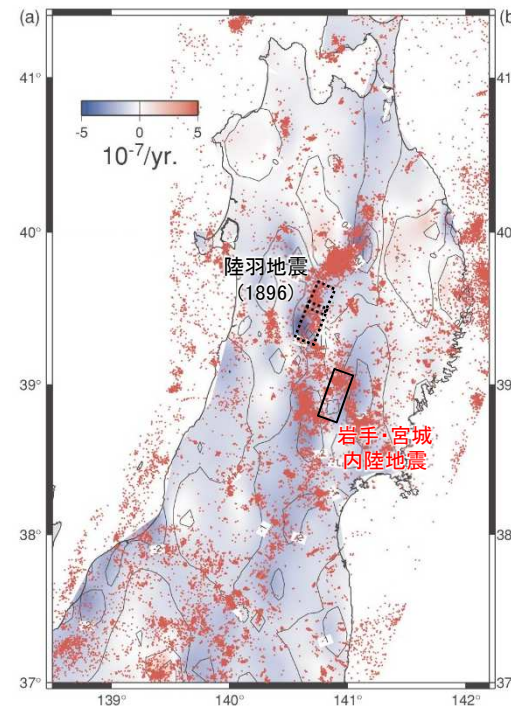
地殻変動から推定された断層モデル [国土地理院(2008)]

3.1 震源域の地域性についての検討 (2) ひずみ集中帯

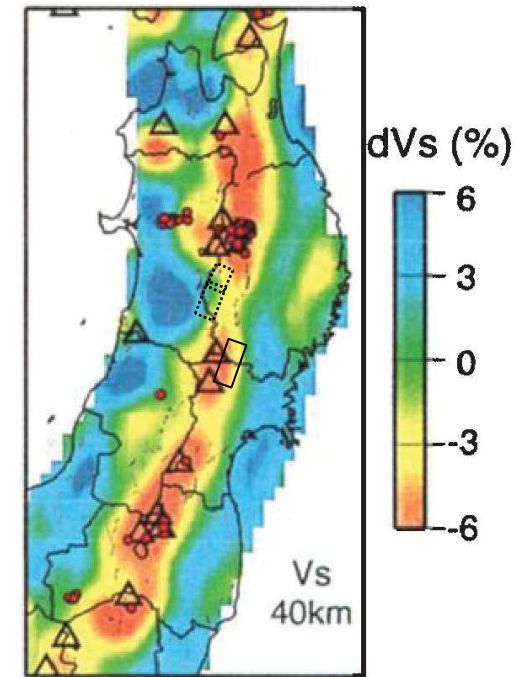
- 東北日本弧の第四紀テクトニクスは、東西圧縮応力による逆断層の活動に特徴づけられる。
- 産業技術総合研究所(2009)では、岩手・宮城内陸地震は、地質学的ひずみ集中帯と、測地学的ひずみ集中帯の重なったところで発生するとしている。



地質学的ひずみ集中帯等分布図
〔産業技術総合研究所(2009)に一部加筆〕



(a)東西ひずみ速度分布図
〔Miura et al.(2004)に一部加筆〕



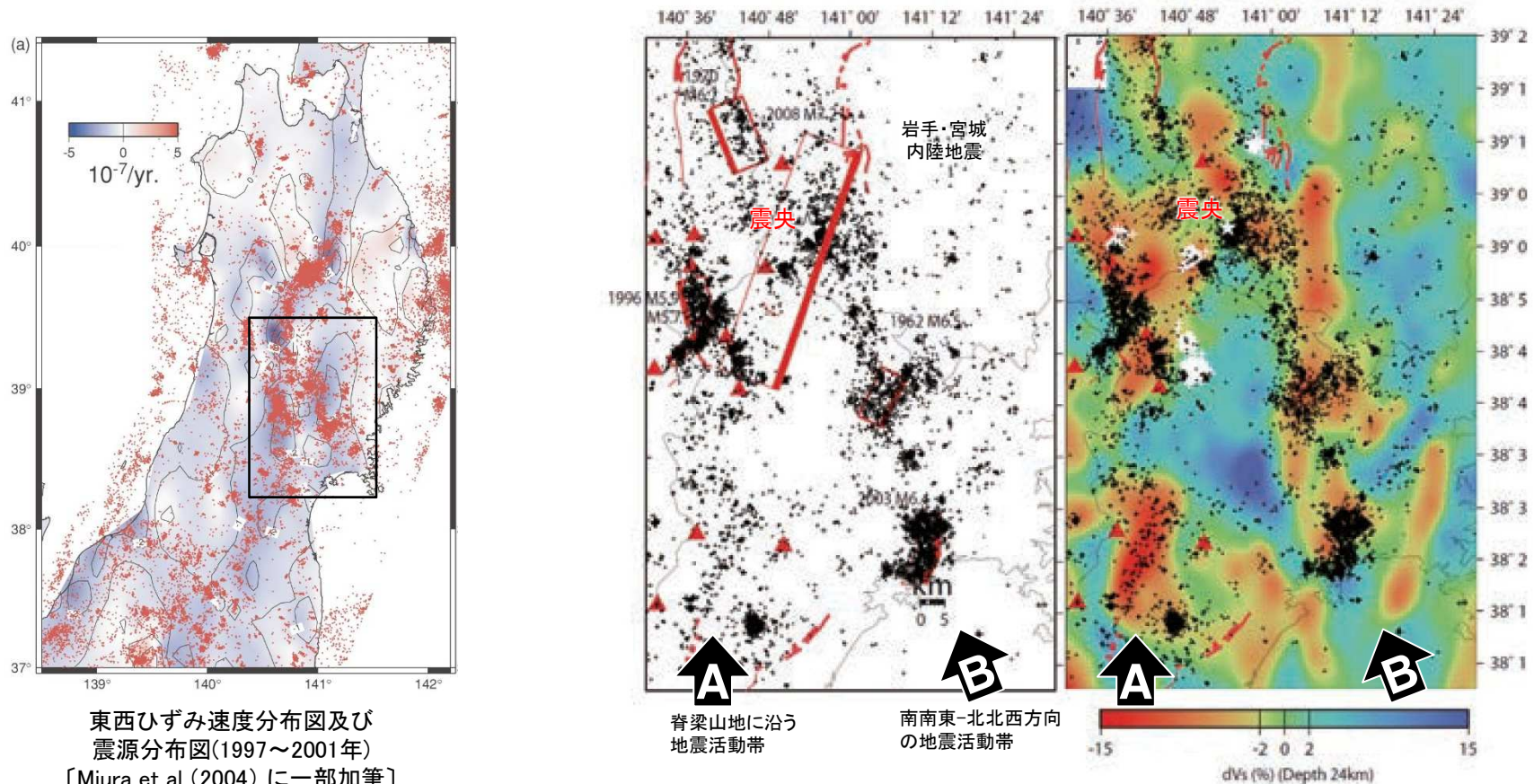
(b)S波速度構造
〔Nakajima et al.(2001)に一部加筆〕

- (a)GPSデータから求めた東西ひずみ速度分布。期間は1997年～2001年。実線の口は岩手・宮城内陸地震の余震域を示す。赤点は同じ期間に発生した長さ40kmより浅い微小地震の震源を示す。陸地の細線はひずみ速度の等値線。
(b)地震波トモグラフィーによる深さ40kmでのS波速度偏差分布。△は活火山。

3.1 震源域の地域性についての検討 (3) 地震活動と地震波速度構造

【岡田ほか(2008)要約】

- これまでも活発な地震活動が見られた東北脊梁山地ひずみ集中帯で発生した。
- 東北脊梁山地ひずみ集中帯では, 1896年陸羽地震(M7.2), 1970年秋田県南東部地震(M6.2)など規模の大きな地震, さらには微小地震も集中して発生している。
- 今回の地震の断層面上の本震震源付近では, 1999年から2000年にかけて先駆的な地震活動がみられた。



東西ひずみ速度分布図及び
震源分布図(1997~2001年)
〔Miura et al.(2004) に一部加筆〕

脊梁山地に沿う
地震活動帯 南南東-北北西方向
の地震活動帯

震源分布図(1997~2008年)

深さ24kmのS波速度偏差分布図

〔岡田ほか(2008)に一部加筆〕

3.1 震源域の地域性についての検討

(4) 2008年岩手・宮城内陸地震の震源断層の概要

- 岩手・宮城内陸地震は、奥羽脊梁山地のうち栗駒山火山を中心とする火山帯で発生した大規模地震であり、それまで活断層が認定されていなかった地域で発生した内陸地殻内地震とされている。〔堤ほか(2010), 遠田ほか(2010)〕
- この地震は「山地境界断層」, 「餅乾-細倉構造線」など活断層として認識されていなかった中新世のリフト期の複数の正断層が、東西圧縮応力場で逆断層として再活動したものとされている。〔東京大・東北大・岩手大(2008), 佐藤ほか(2008)〕

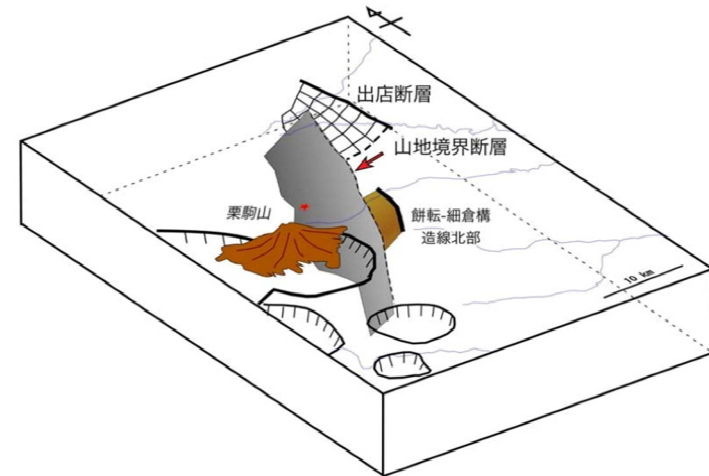
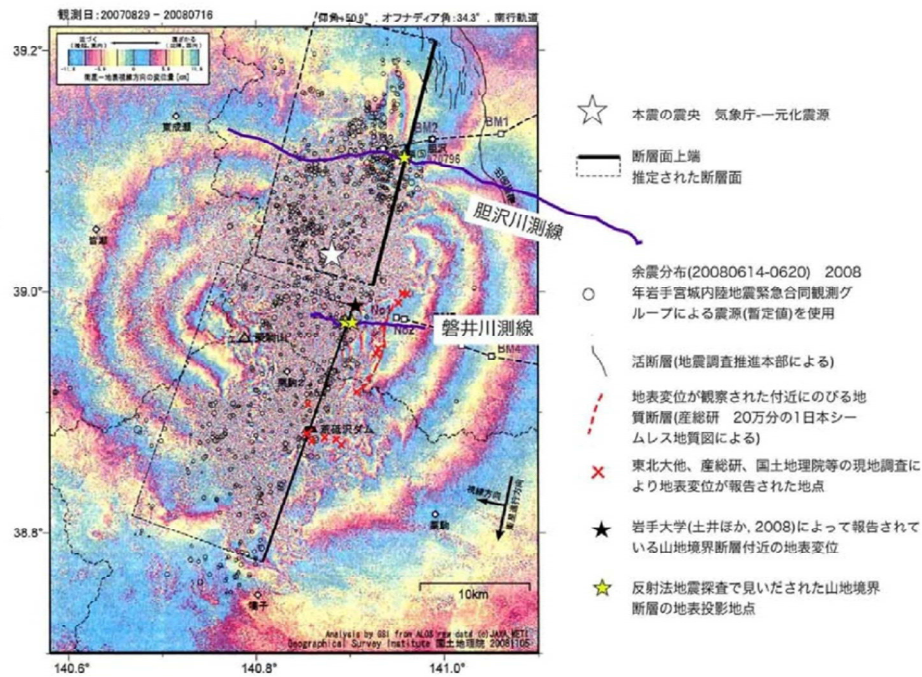


図5. 震源域の地殻構造概念図。

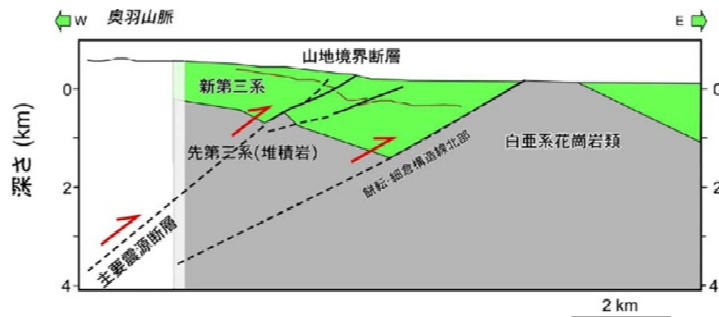
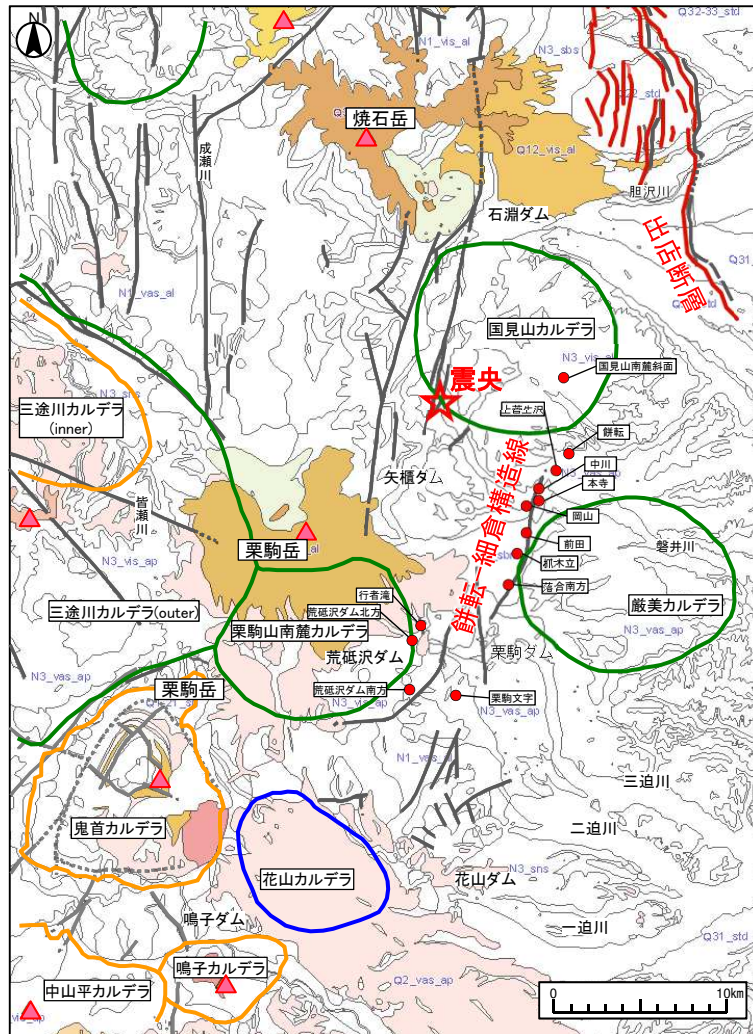


図3. 磐井川測線沿いの断層形状概念図。

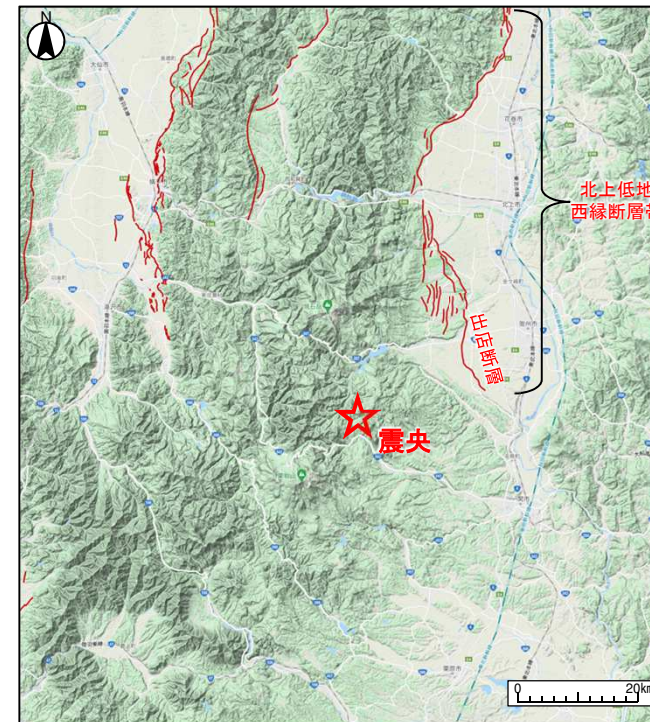
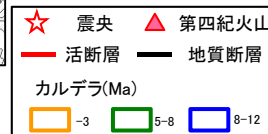
〔東京大・東北大・岩手大(2008)〕

3.1 震源域の地域性についての検討 (5) 活断層の分布

- 余震域東縁の北方延長には、北上低地西縁断層帯が認められており、本地震は、主要(長大)活断層帯の延長部で発生している。
- また、震源周辺には餅転-細倉構造線のほか、多くの地質断層が認められている。



2008年岩手・宮城内陸地震震源周辺の地質構造図
〔布原ほか(2008)のカルデラ分布, 遠田ほか(2010)の断層痕跡分布(●)を
産業技術総合研究所「20万分1シームレス地質図」に一部加筆〕

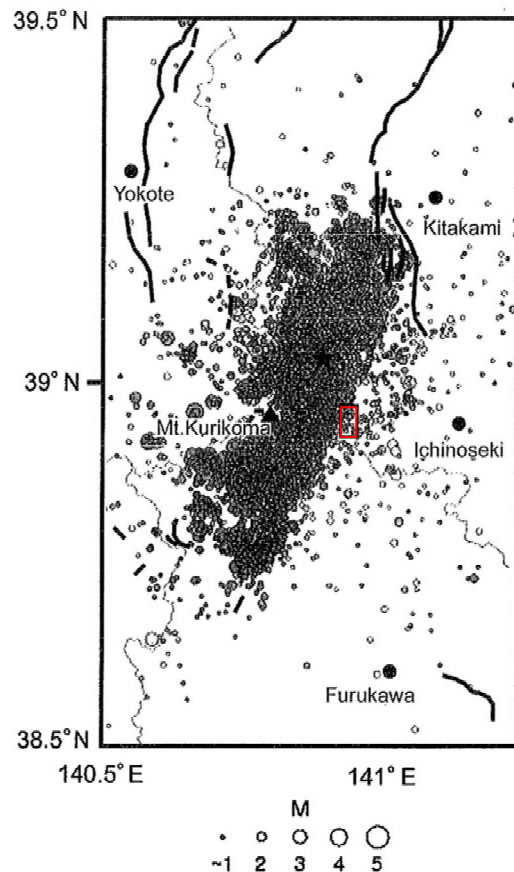


活断層分布図
〔産業技術総合研究所「活断層データベース」に一部加筆〕

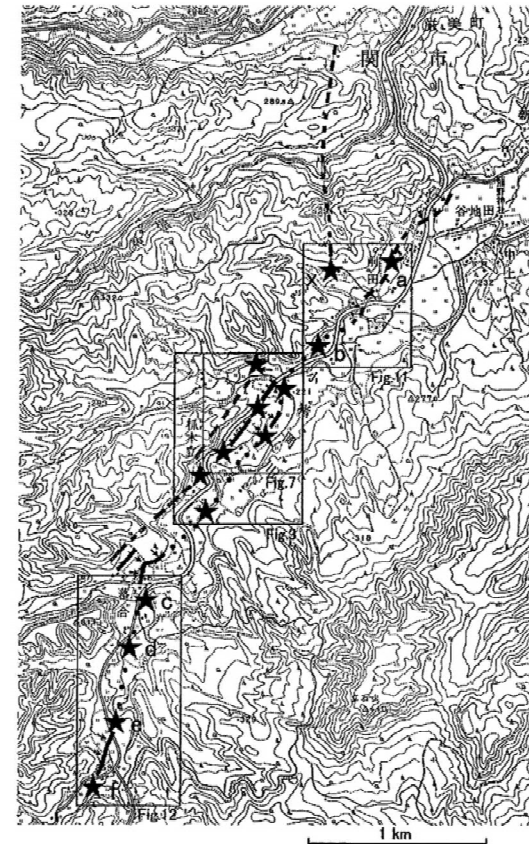
3.1 震源域の地域性についての検討 (6) 変位地形①

【鈴木ほか(2008)要約】

- 地震前に撮影された大縮尺の航空写真の判読により、地震断層にほぼ対応する3~4km程度の区間に活断層変位地形が見出されたとしている。
- また、柞木立地点におけるトレンチ調査の結果、約5千年前以降の複数回の活動が明らかになったとしている。



第1図 岩手・宮城内陸地震の本震・余震の震央と既知の活断層および本研究の調査地域
震央分布は防災科学技術研究所(2008a)による。観測期間は2008年6月14日~8月19日。★:本震、太線:既知の活断層、細線:県境、本研究の調査範囲は小さい四角の範囲。
〔鈴木ほか(2008)に一部加筆〕

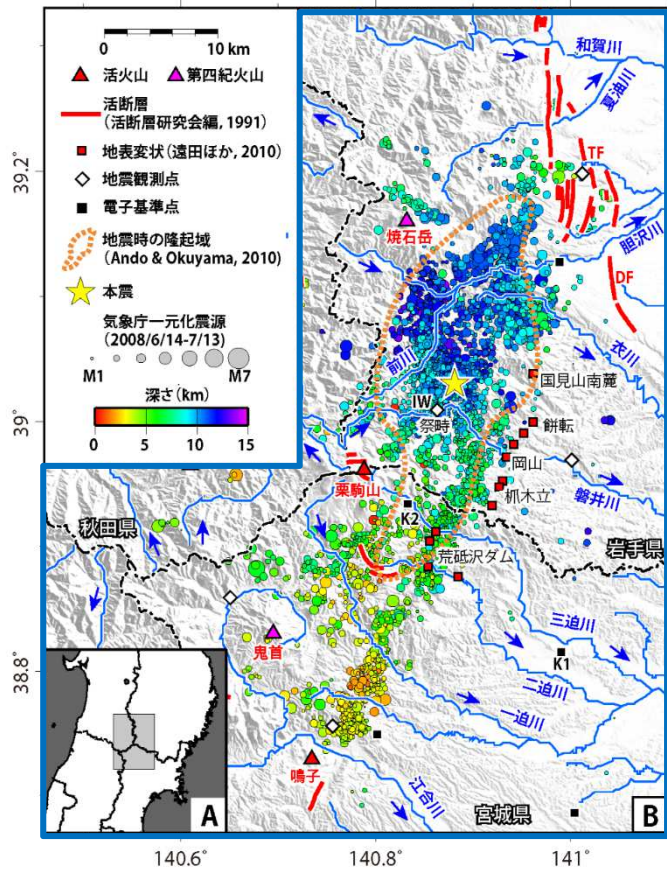


第2図 岩手・宮城内陸地震震源域付近の活断層と地表変位位置図
黒およびグレーの線は推定活断層。黒は確実度が高い。実線:位置明瞭、破線:位置不明瞭、点線:地震前には変位地形が残存していなかった伏在部。★:主な地表変位確認地点。基図として国土地理院2.5万分の1地形図「本寺」図幅の一部を使用。

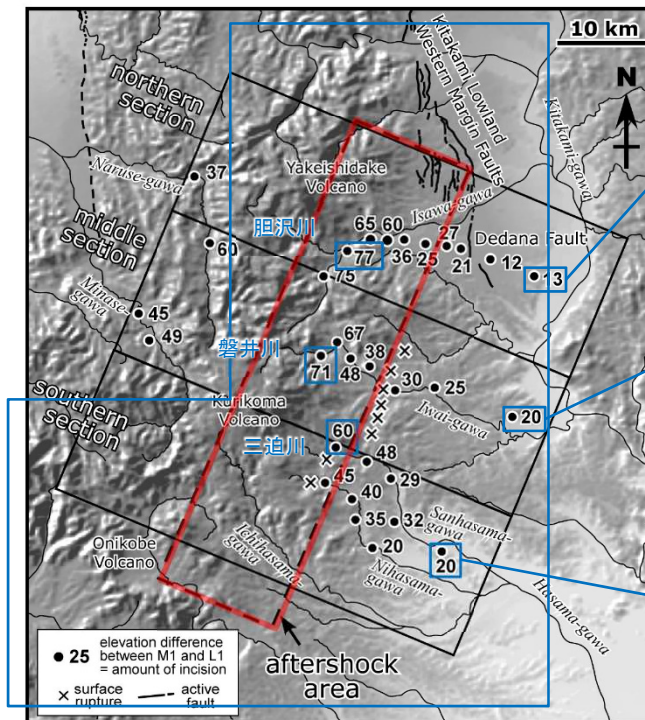
〔鈴木ほか(2008)〕

3. 1 震源域の地域性についての検討 (7) 変位地形②

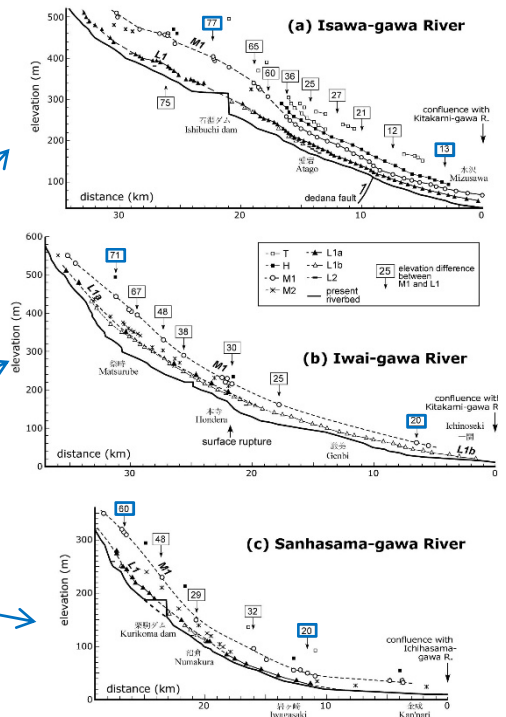
➤ 田力ほか(2009)によれば、震源域には、河成段丘の変化帯が存在し、この変化帯は岩手・宮城内陸地震の震源断層の活動に関連するとしている。また、震源断層付近で求められる垂直変位速度(0.5mm/yr)は、北方の北上低地西縁断層帯の垂直変位速度[池田ほか(2002)]にほぼ等しいとしている。



余震分布, 地表痕跡の分布 地震時の隆起域
[柳田ほか(2020)に一部加筆]



震源付近の河床及び段丘縦断面と下刻量
[田力ほか(2009)に一部加筆]



3.1 震源域の地域性についての検討 (8) 余震分布と地表地震断層

【遠田ほか(2010)要約】

- 北北東-南南西トレンドの長さ約40kmの震源断層のうち、中央部の約20kmが地震断層として断続的に地表に現れた。それらは西傾斜の震源断層(逆断層)の地表延長部にあたる。

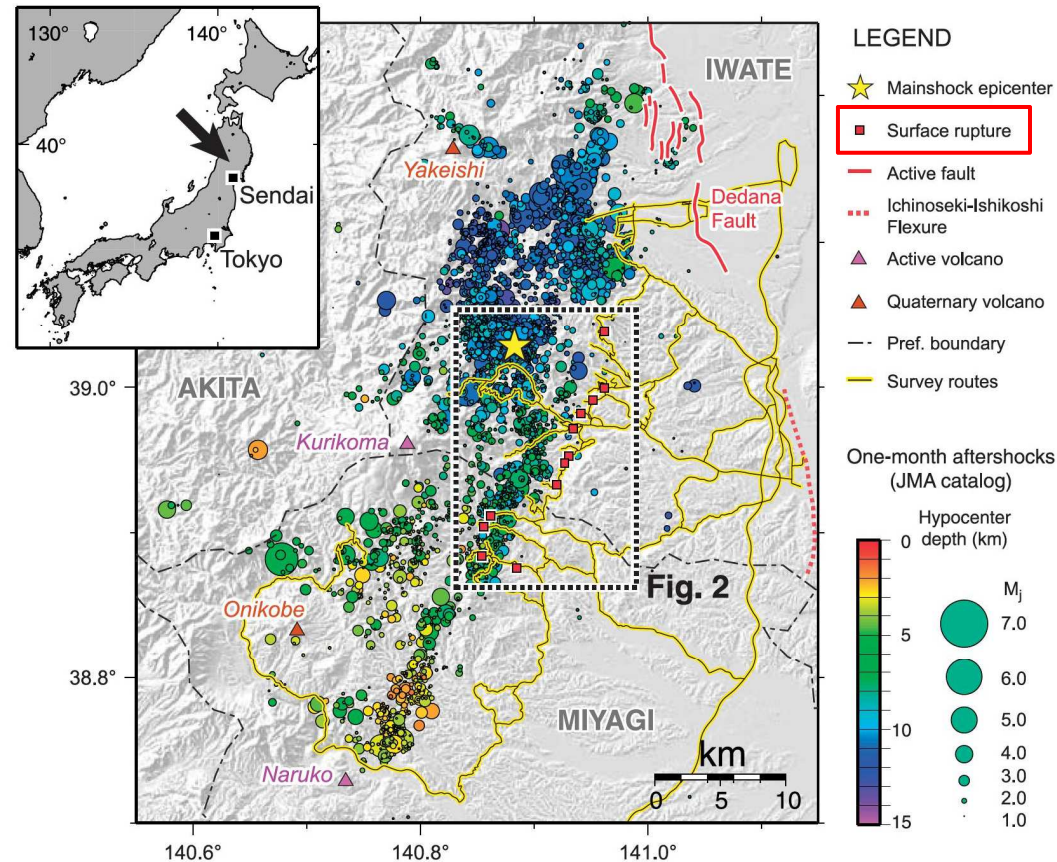


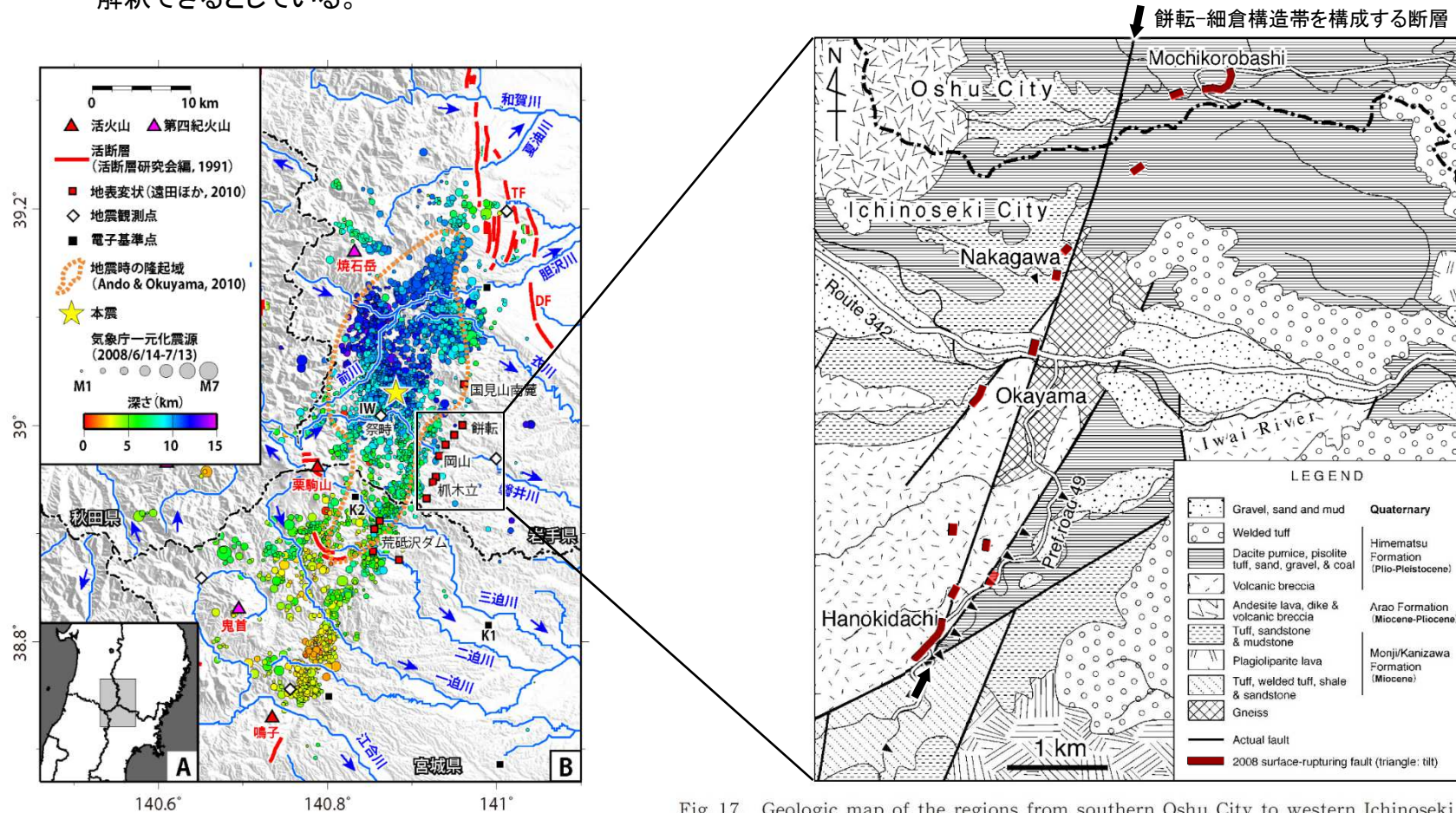
Fig. 1. Locations of the surface ruptures (red squares) associated with the 2008 $M_w=6.9$ Iwate-Miyagi Nairiku earthquake on the distribution of observed aftershocks. Detail distribution of the ruptures in the broken-line box is displayed in Fig. 2.

【遠田ほか(2010)に一部加筆】

3.1 震源域の地域性についての検討 (9) 地質断層と地表地震断層

【遠田ほか(2010)要約】

- 地震断層の一部は、餅転—細倉構造帯に沿うように分布している。したがって今回の地震は餅転—細倉構造帯上で発生したと解釈できるとしている。



余震分布, 地表痕跡の分布 地震時の隆起域
〔柳田ほか(2020)に一部加筆〕

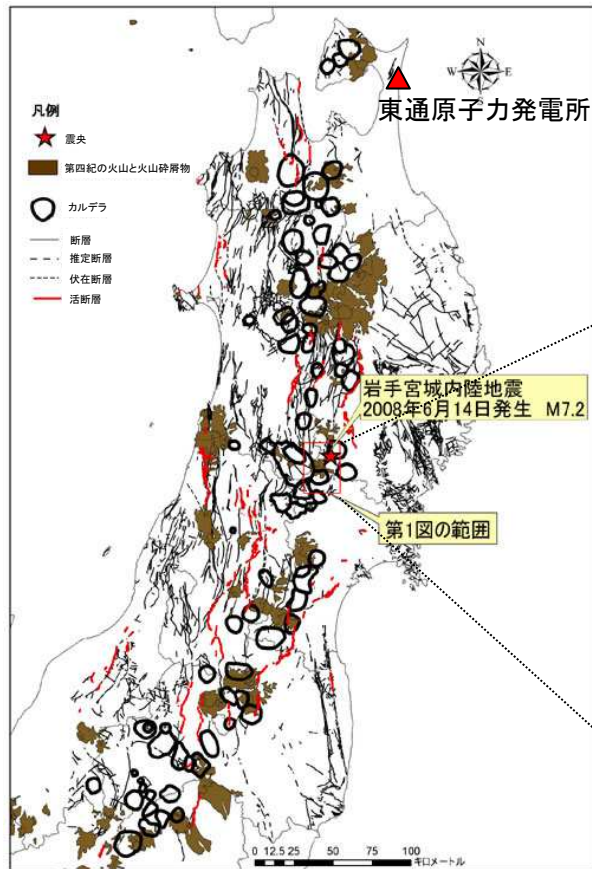
Fig. 17. Geologic map of the regions from southern Oshu City to western Ichinoseki City (Katayama and Umezawa, 1958) and locations of the surface ruptures associated with the 2008 Iwate–Miyagi Nairiku earthquake. Rivers and major roads are extracted from 1:25,000 topographical map “Hondera” published by Geographical Survey Institute.

〔遠田ほか(2010)に一部加筆〕

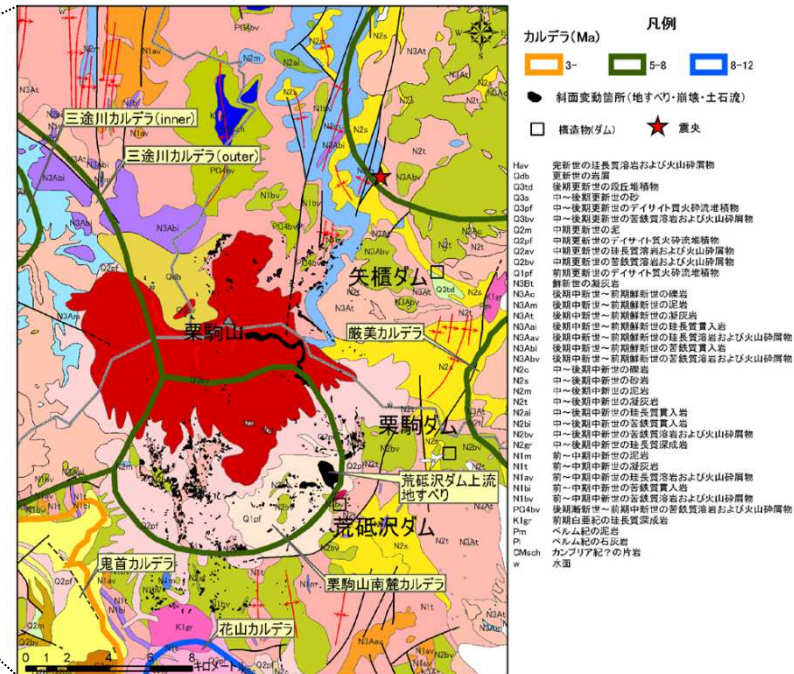
3.1 震源域の地域性についての検討 (10) 第四紀火山と後期新生代カルデラの分布

【布原ほか(2008)要約】

- 脊梁山地には12Ma以降に形成されたカルデラが南北に配列している。とりわけ、栗駒火山周辺にはカルデラが密集している。
- 今回の地震断層は、マントルから下部地殻にかけて低速度体が発達し、地震発生層が薄い脊梁火山列分布域の海溝側肩部(火山フロント)に沿っている。
- 主に後期中新世から鮮新世にかけて形成されたカルデラについては、栗駒地域同様、第四紀火山噴出物に広く覆われ詳細が不明な場合が多い。



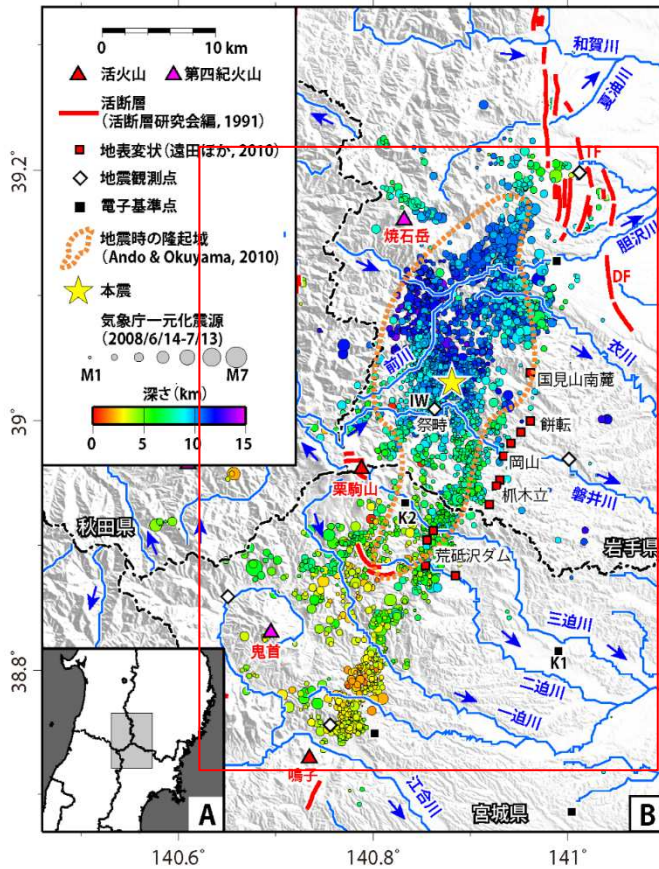
東北地方のカルデラと地質断層、第四紀火山の分布状況
【布原ほか(2008)に一部加筆】



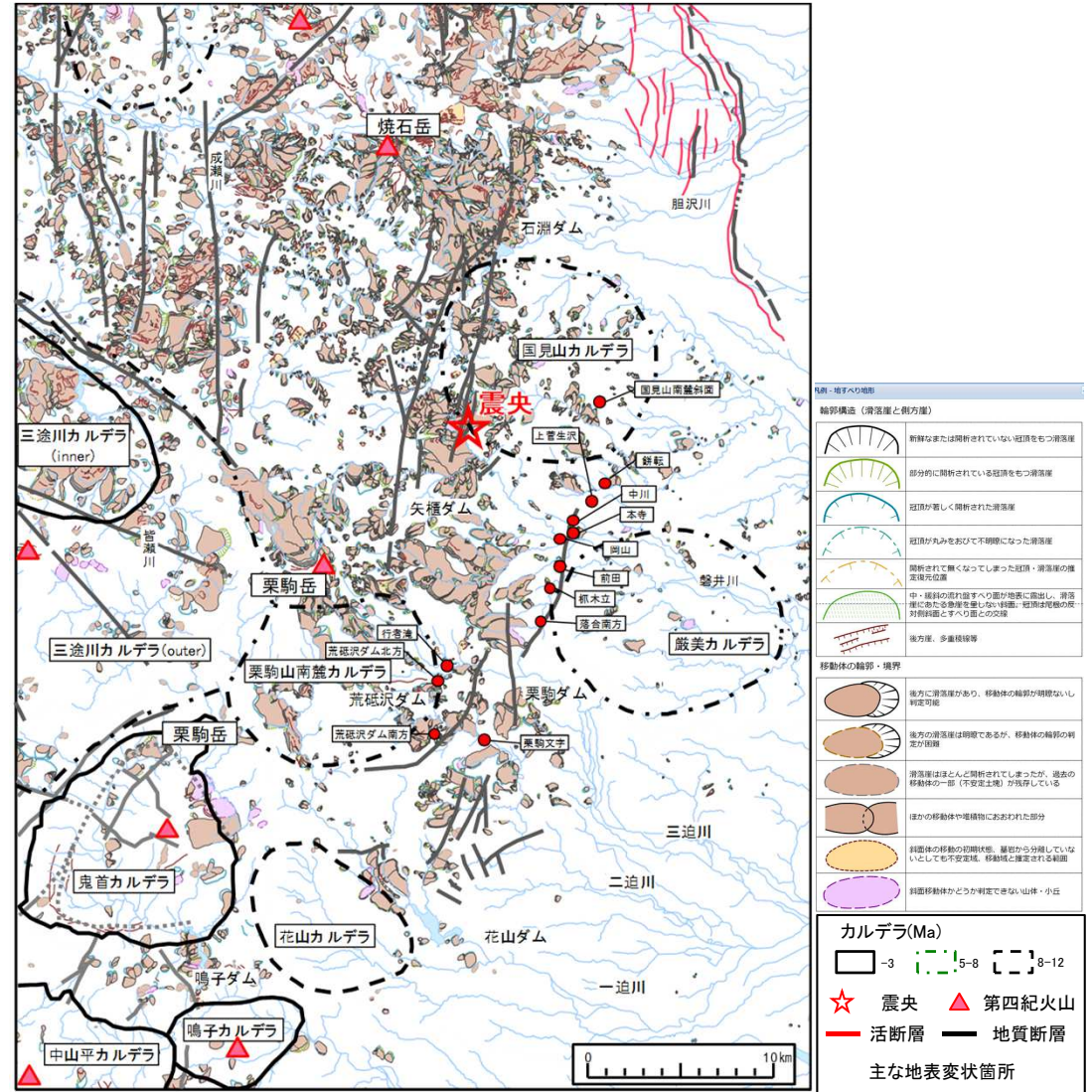
栗駒山周辺の地質図とカルデラ構造及び土砂災害発生位置
【布原ほか(2008)】

3.1 震源域の地域性についての検討 (11)地すべりの分布

➤ 震源域付近の焼石岳南麓～栗駒山東斜面の範囲では大規模地すべりが密集している。



余震分布, 地表痕跡の分布 地震時の隆起域
〔柳田ほか(2020)に一部加筆〕



地すべり地形分布図

〔「防災科学技術研究所 地すべり分布図」に一部加筆, カルデラ分布は布原ほか(2008), 断層痕跡分布(●)は遠田ほか(2010), 断層は「産業技術総合研究所 地質図navi」による。〕

3.1 震源域の地域性についての検討 (12) 変動地形学・構造地質学による検討

[柳田ほか(2020)]

- 岩手・宮城内陸地震の震源域は地表にブロードな変形をもたらしたとし、奥羽脊梁山地を横断する複数の河川に沿って河成段丘面の比高(TT値)を整理し、幅広い変形帯(WT)や隆起急変部(HL)が分布することを明らかにし、新第三系の褶曲帯を併せ、これらの地形・地質学的特徴は、WTを伴う伏在断層の地表表現であるとし、その構造が連続的に認められる区間を約30kmと評価している。

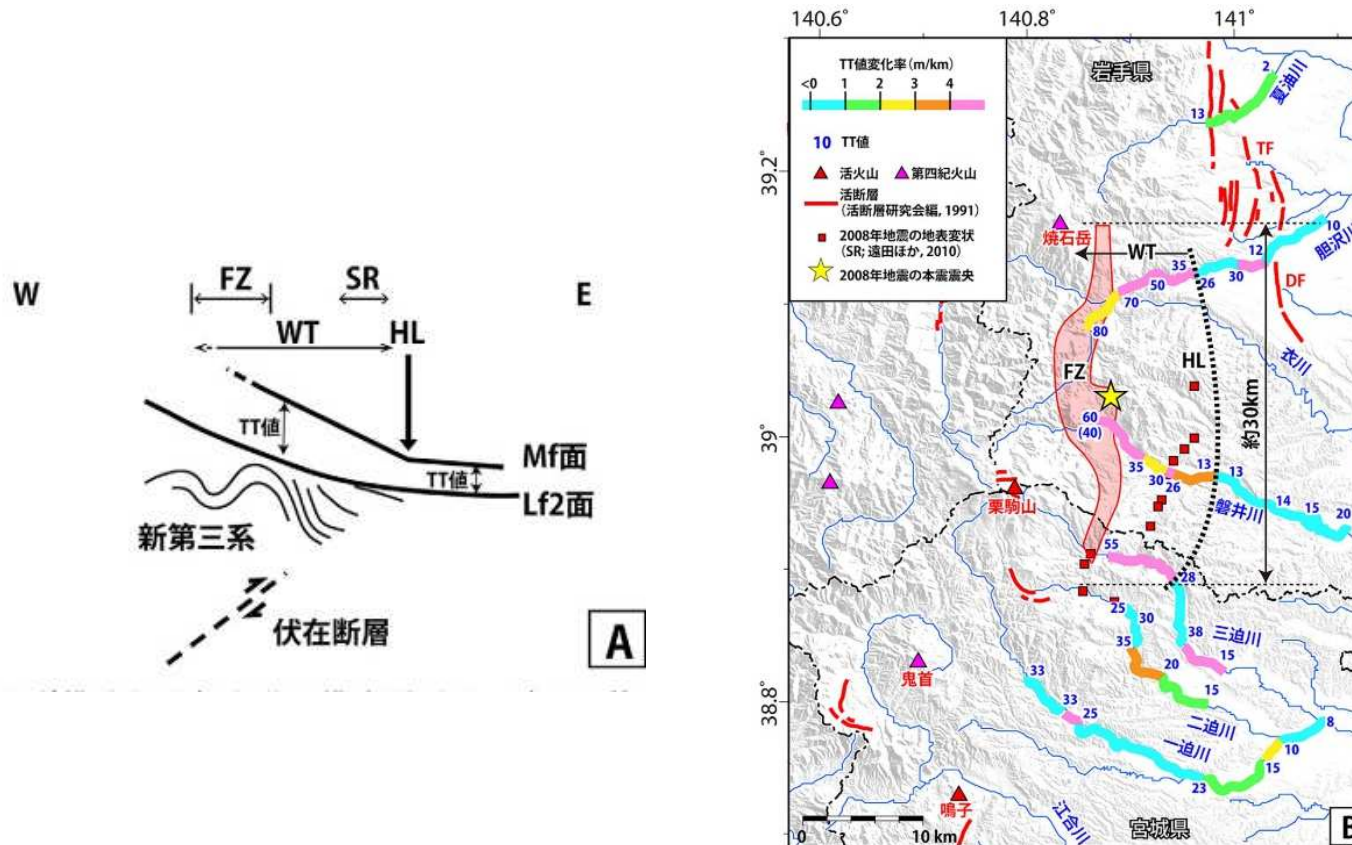


図 15 調査結果のまとめ図。A) 調査地域の地質構造と地殻変動の模式断面図。B) TT 値の分布と各河川沿いの変化率。FZ: 新第三系の褶曲帯, SR: 2008 年岩手・宮城内陸地震の地表地震断層, 地表変状, WT: 幅広い変形帯, HL: 山麓の隆起急変部, DF: 出店断層, TF: 天狗森断層群。

Fig. 15 Summary of this study. A) Schematic profile of geological structure and crustal deformation of survey area. B) Distribution and increase rate of TT value along each river. FZ: folded zone of Neogene stratum, SR: surface rupture associated with 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, WT: wide tilting of fluvial terraces, HL: hinge line along foothill, DF: Dedana fault, TF: Tengumori fault group.

[柳田ほか(2020)]

3.1 震源域の地域性についての検討

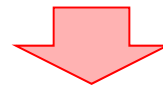
(15)2008年岩手・宮城内陸地震の特徴等に関するまとめ

震源域の概要

- 活発な地震活動が見られた東北脊梁山地ひずみ集中帯で発生した。〔岡田ほか(2008)〕
- 今回の地震の断層面上の本震震源付近では、1999年から2000年にかけて先駆的な地震活動がみられた。〔岡田ほか(2008)〕
- 地震前に撮影された大縮尺の航空写真の判読により、地震断層にほぼ対応する3~4km程度の区間に活断層変位地形が見出されたとしている。〔鈴木ほか(2008)〕
- 地表地震断層のトレースは、概ね片山・梅沢(1958)が記載している「餅転-細倉構造帯」と一致する。〔遠田ほか(2010)〕
- 脊梁山地には12Ma以降に形成されたカルデラが南北に配列している。とりわけ、栗駒火山周辺には、カルデラが密集している。〔布原ほか(2008)〕
- 今回の地震断層は、マントルから下部地殻にかけて、低速度帯が発達し、地震発生層が薄い脊梁火山列分布域の海溝側肩部(火山フロント)に沿っている。〔布原ほか(2008)〕
- 主に後期中新世から鮮新世にかけて形成されたカルデラについては、栗駒地域同様、第四紀火山噴出物に広く覆われ詳細が不明な場合が多い。〔布原ほか(2008)〕
- 震源域付近には大規模地すべりが密集している。〔井口ほか(2010)〕
- 岩手・宮城内陸地震の震源域は地表にブロードな変形をもたらしたとし、伏在断層の地表表現であるとし、その構造が連続的に認められる区間を約30kmと評価している。〔柳田ほか(2010)〕

震源域の特徴

- ひずみ集中帯であること、先駆的な地震活動がみられること、長大活断層の延長部にあること、大縮尺の航空写真判読により部分的にリニアメント・変動地形が判読されること等から、活断層の存在の可能性が示唆される地域である。
- 一方で、震源域周辺はカルデラが密集し、第四紀火山噴出物に広く覆われること、大規模地すべりが密集することなどから、活断層の認定が難しい地域である。



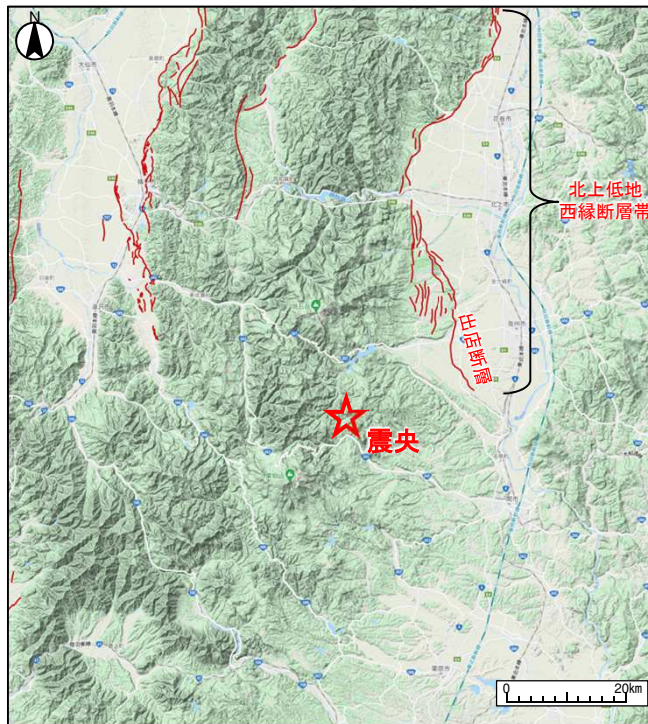
2008年岩手・宮城内陸地震震源域の特徴を踏まえ、以下の観点から敷地周辺との地域差を比較・検討する。

- ①地質・地質構造
- ②第四系の分布・地形等
- ③地震地体構造
- ④ひずみ集中帯
- ⑤火山フロントとの位置関係
- ⑥震源断層の伏在による地表変形の広範囲化

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

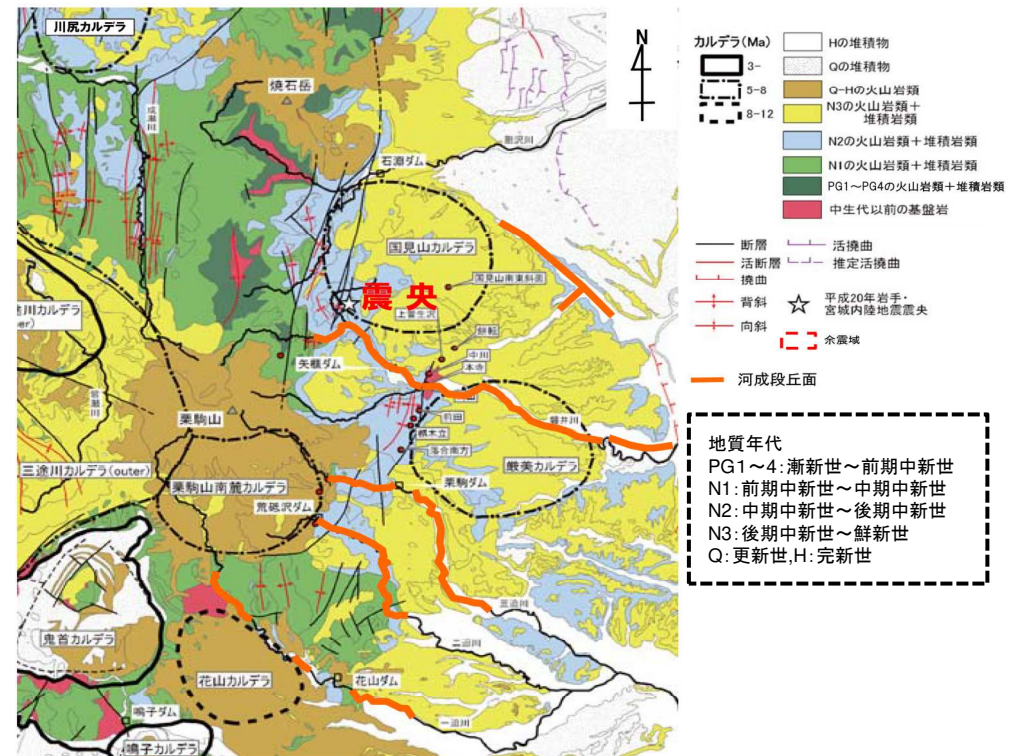
① 地質・地質構造による比較・検討(岩手・宮城内陸地震震源域)

- 震源域は山間部に位置し、変位基準となる地形面の発達が少ない。
- 震源北東には、北上低地西縁断層帯が分布しており、その南方延長上に位置する。
- 震源域には、主に新第三紀以降の火山岩類及び堆積岩類が分布し、褶曲構造の分布が認められる。
- 震源断層は、西北西－東南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型と推定されている。



活断層分布図

〔産業技術総合研究所「活断層データベース」〕に一部加筆



引用 地質図:東北建設協会(2006)を一部修正
カルデラ分布:吉田ほか(2005)の重力図を基に修正

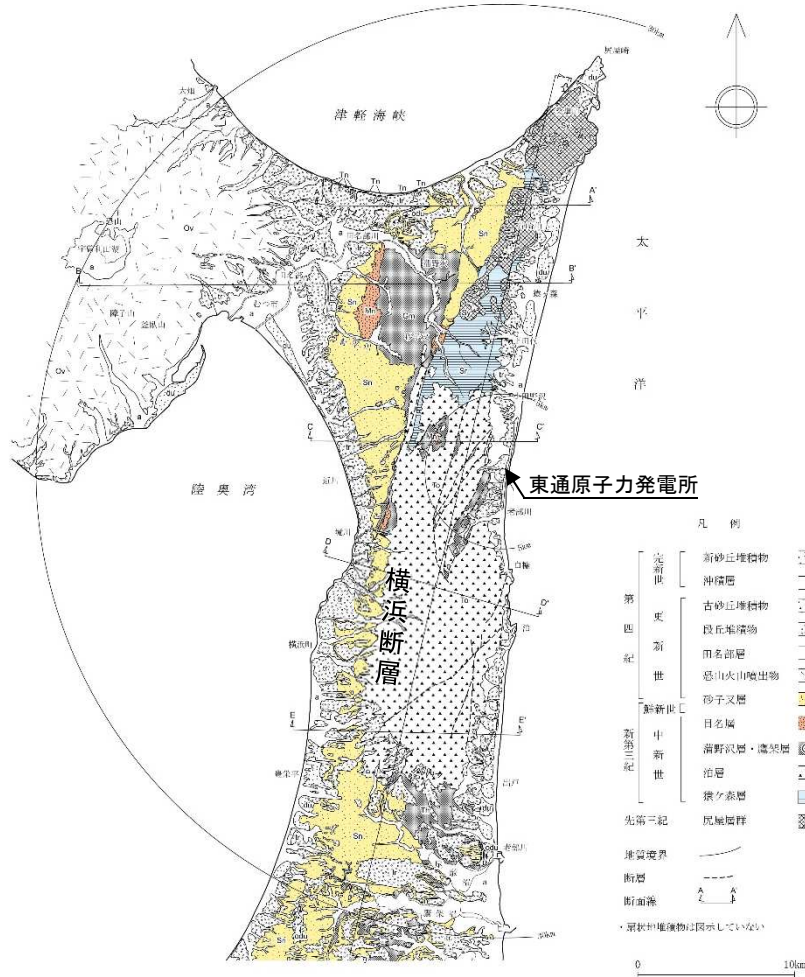
震源域周辺の広域地質図

〔社団法人東北建設業協会監修(2006)〕に一部加筆

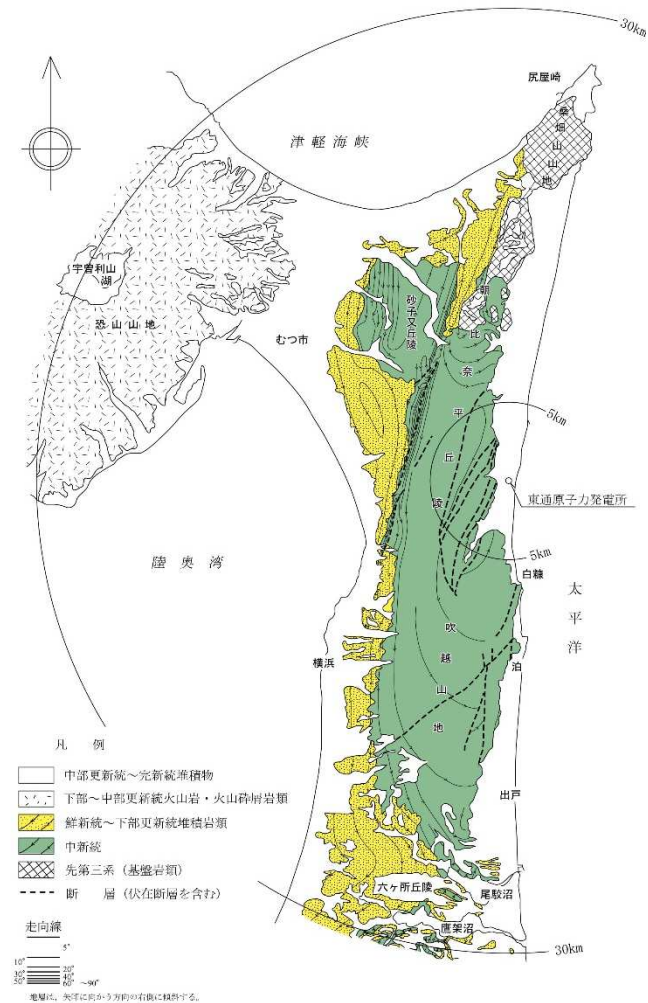
3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

① 地質・地質構造による比較・検討(敷地周辺)

- 敷地近傍は主として台地からなり、海成の段丘堆積物が分布する。
- 敷地周辺は新第三紀の火山岩類及び堆積岩類が分布し、顕著な褶曲構造は認められない。
- 敷地周辺は東西圧縮応力場であり、横浜断層等のNNE-SSW走向の逆断層が認められる。



敷地周辺陸域の地質図

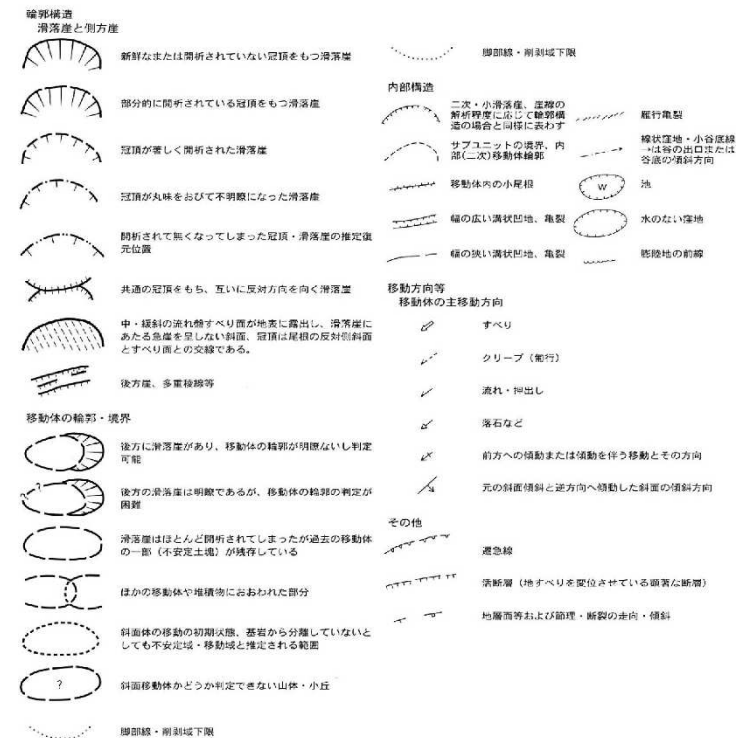
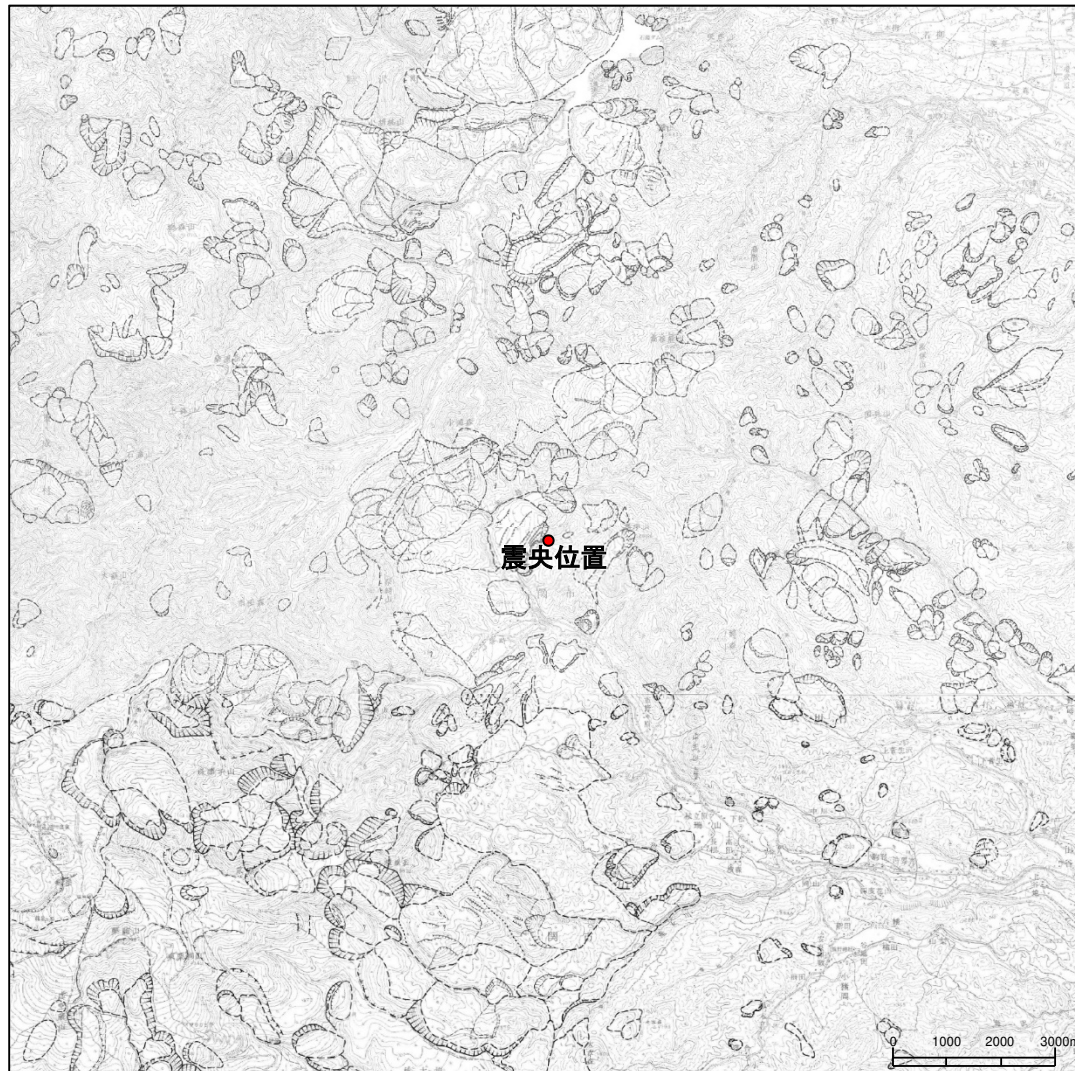


下北半島東部の地質構造図

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

② 第四系の分布・地形による比較・検討(地すべり地形の特徴)(岩手・宮城内陸地震震源域)

■ 震央の周辺には大規模地すべり地形が密集している。

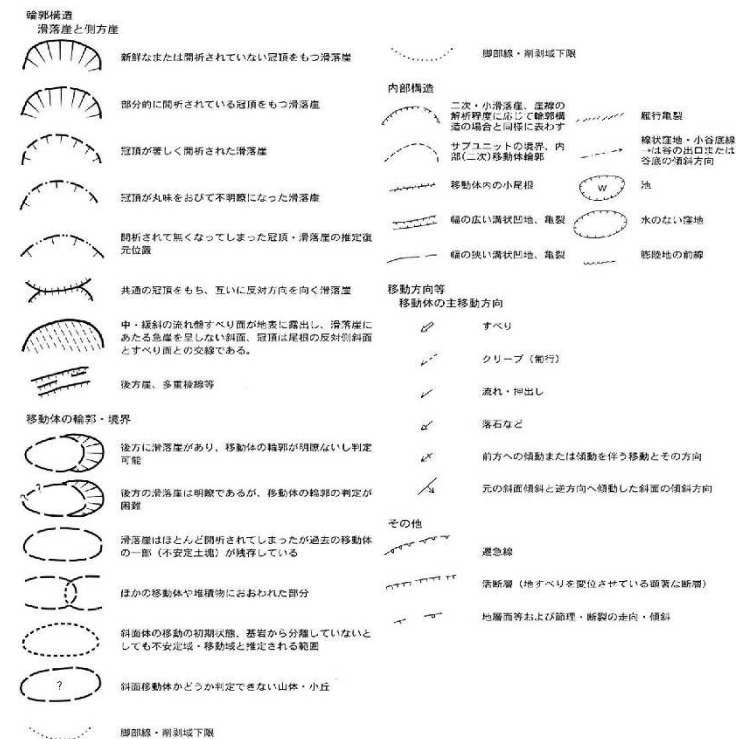


[防災科研 地すべり分布図(焼石岳(1982), 栗駒山(1982))]に一部加筆]

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

② 第四系の分布・地形による比較・検討(地すべり地形の特徴)(敷地周辺)

□ 敷地周辺には大規模な地すべり地形の密集は認められない。



[防災科研 地すべり分布図[近川(2009), 横浜(2009)]に一部加筆]

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

③ 地震地体構造による比較・検討

- 震源域周辺は、(8C)東北日本弧内帯に区分され、火山性内弧、隆起優勢、脊梁山地で、逆断層～褶曲が発達、浅発大・中地震活動では「高」とされている。
- 敷地周辺は、(8B)東北日本弧外帯に区分され、外弧隆起帯、安定域、浅発大・中地震活動では「低」とされている。

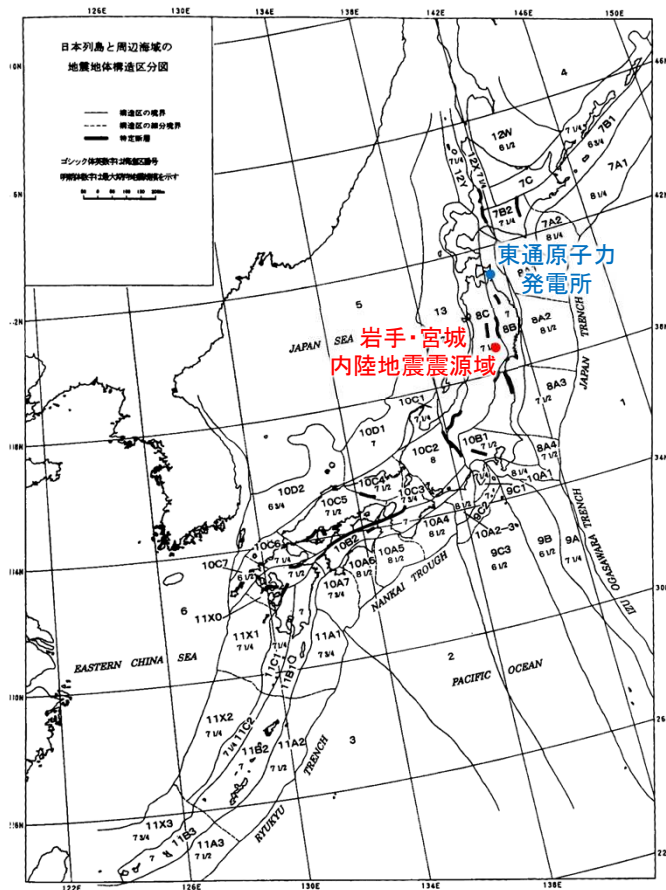


Fig. 1. Seismotectonic map in and around the Japanese islands. Boldfaced sign is the symbol of province. Roman-type numeral represents the expected maximum earthquake magnitude (M_{max}) assigned to each province. Solid line: boundary between provinces. Broken line: boundary between subprovinces. Bar: the designated fault.

地震地体構造区分図
〔垣見ほか(2003)に一部加筆〕

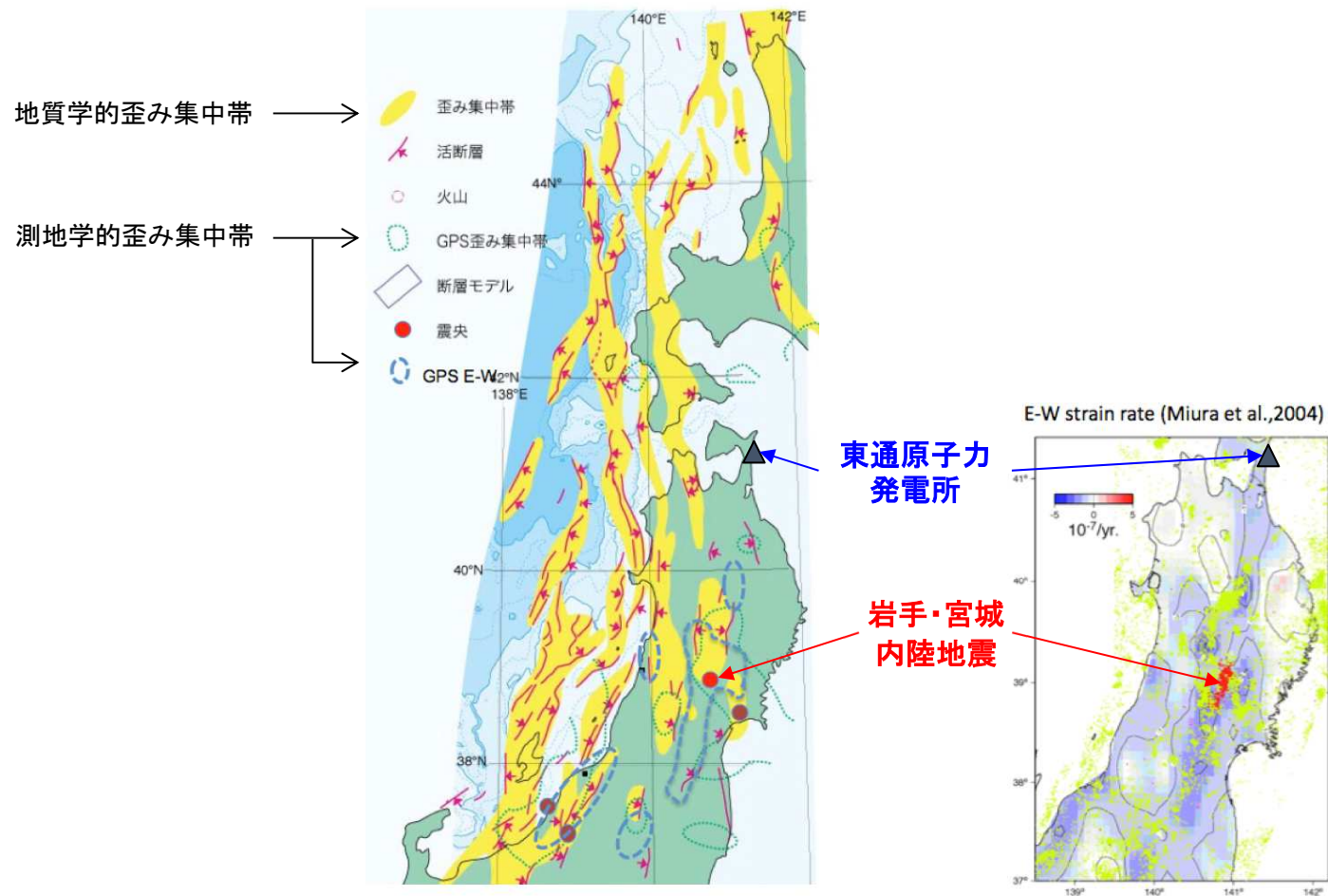
各地震地体構造区の特徴

(1) 構造区	(2) 地形・地質	(3) 活断層の密度・長さ・活動度・断層型ほか特徴と主な地震断層名	(4) 浅発大・中地震活動と主な地震名 L (km) M _L M _n	(5) M _{max}	(6) 特 定 断 層 : 備 考
8 A 3 常陸沖大断層斜面	浜海平組面と海溝断層斜面	大, 長, A, 逆・正。 日本海溝に平行(逆), 大断層面以正・海城のため評価せず	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 ・1896年鹿島	7 1/2	
8 A 4 房総沖大断層斜面	階段状平組面をもつ海溝断層斜面。東西性海溝発達	中, 長, A?, 逆・正。 日本海溝に沿い(逆)および北東方向(正)・海城のため評価せず	中 プレート境界付近の大地震域 ・1953年房総沖地震 (h=60 km) ・1677年延宝 (M8) は不確実	7 1/2	
8 B 東北日本弧外帯	外弧隆起帯, 安定域	極小, 短(長), C, 逆・横。 ・三部断層帯	低 ・1931年岩手県東部 ・1896年豊ヶ浦 (M7.2) および ・1902年三戸 (M7) はやや狭い(s)	7	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〕
8 C 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)とその間の盆地列(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 ・常陸山地西縁断層帯 ・長門-利府断層帯 ・鹿代断層帯 ・北虫利断層帯 ・国府平野西縁断層帯	高 東西比確定断層型 ・1766年津越 7 1/4 ・830年出羽 7 ~ 7.5 ・1896年隆羽 7.2 ・1914年秋田山北 7.1 ・1704年羽後・津軽 7 ± 1/4 ・1804年会津 7 ± 0.1 ・1694年鶴代 7.0 ・1683年日光 7.0 ・1900年宮城県北部 7.0 ・1791年松本 6 3/4	7 1/2	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) 【分断型】 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。後本(2001a)は一括活動を想定。分割の可能性は今後の課題とした〕
9 A 伊豆小笠原海溝 大断層斜面	海溝断層斜面。北縁は本州弧下へ斜め沈み込み	(未検討海城) ・海城のため評価せず	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) 7.2 ・1916年八丈島東方 7.1	7 1/4	
9 B 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。北部に浅い堆や海底谷発達	極小?, 短?, ?, 正。 (北縁部を除き未検討海城) ・海城のため評価せず	低 (1884年以前の記録なし)	6 1/2	
9 C 1 伊豆半島	火山性内弧・フィリピン海プレート北縁の衝突域。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 ・丹那断層帯	高 南北圧縮横ずれ断層型 ・1930年北伊豆 7.3 ・1633年相模・駿河・伊豆 7 ± 1/4 ・1978年伊豆大島近海 7.0 ・841年伊豆 7.0 ・1974年伊豆半島沖 6.9	7 1/4	
9 C 2 銚州海嶺	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 ・海城のため評価せず	北部で高, その他は不明 (1884年以前の記録なし)	7	
9 C 3 伊豆小笠原弧内帯 主要部	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溝と凹地が発達配列	大, 長, ?, 正。 北部で海盆縁に南北性断層 ・海城のため評価せず	中? (1884年以前の記録なし)	6 1/2	
10 A 1 相模トラフ大断層斜面	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 ・鶴川低地断層帯 ・神崎-国府津・松田断層帯 ・上記断層帯の海城部は評価せず	極高 プレート境界付近の大地震域 ・1703年元禄 7.9 ~ 8.2 ・1923年関東 7.9 ・1909年房総半島沖 7.5 ・1257年関東南部 7 ~ 7.5	8 1/4	

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

④ ひずみ集中帯による比較・検討

- 震源域は、地質学的ひずみ集中帯、測地学的ひずみ集中帯の領域内に位置し、地殻内微小地震の震源近傍における密集が認められる。
- 一方、敷地周辺は地質学的ひずみ集中帯、測地学的ひずみ集中帯の領域外に位置し、地殻内微小地震の密集は認められない。



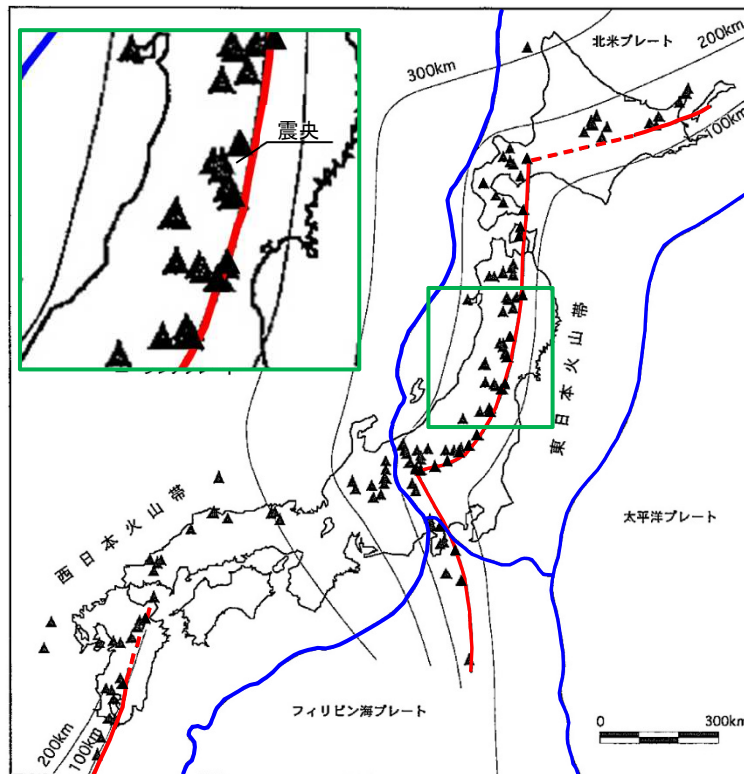
ひずみ集中帯分布図

[産業技術総合研究所(2009)に一部加筆]

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

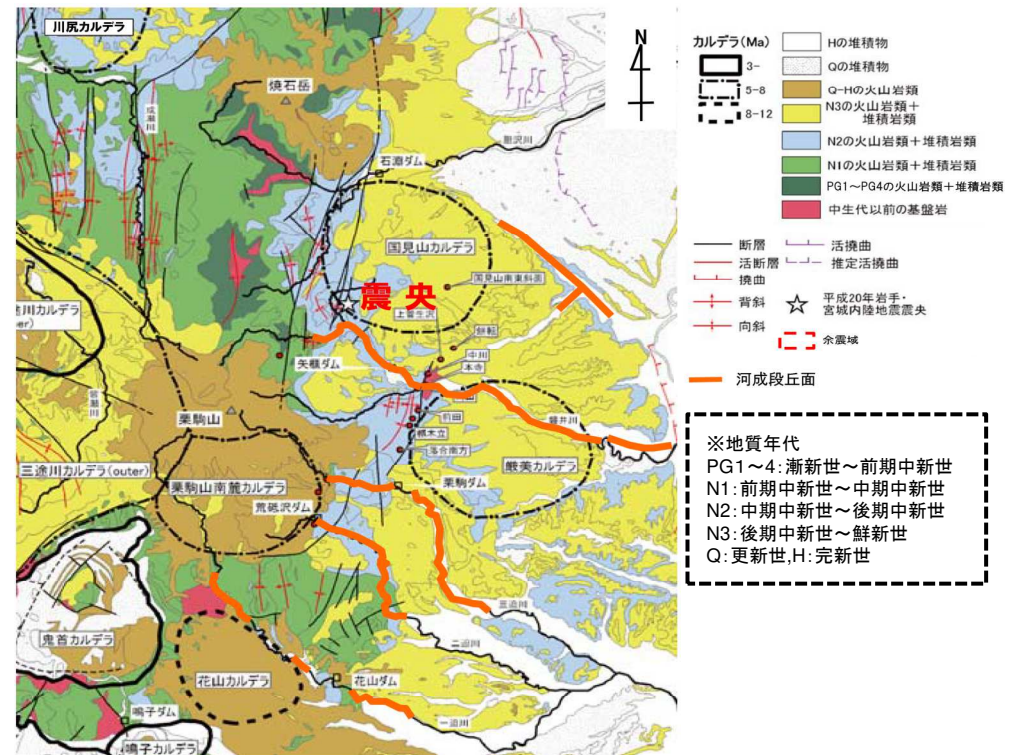
⑤ 火山フロントとの位置関係による比較・検討(岩手・宮城内陸地震震源域)

- 震源域は、火山フロントに位置しており、火山体(栗駒山など)及びカルデラ(厳美カルデラなど)の分布が多く、多数のカルデラに囲まれ、第四紀火山噴出物に覆われている。



(▲: 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
〔核燃料サイクル機構(1999)に一部加筆〕



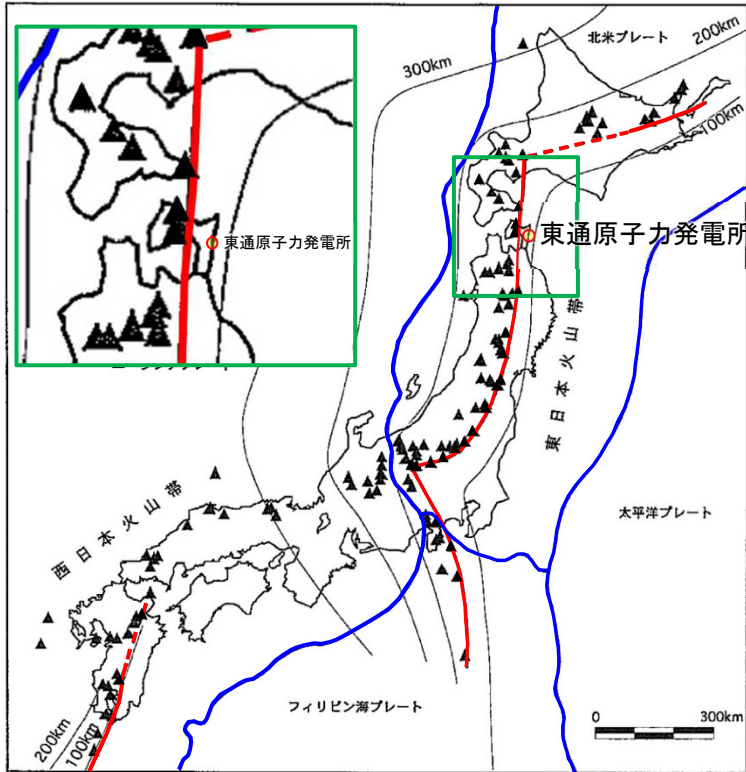
引用 地質図: 東北建設協会(2006)を一部修正
カルデラ分布: 吉田ほか(2005)の重力図を基に修正

震源域周辺の広域地質図
〔社団法人東北建設業協会監修(2006)に一部加筆〕

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

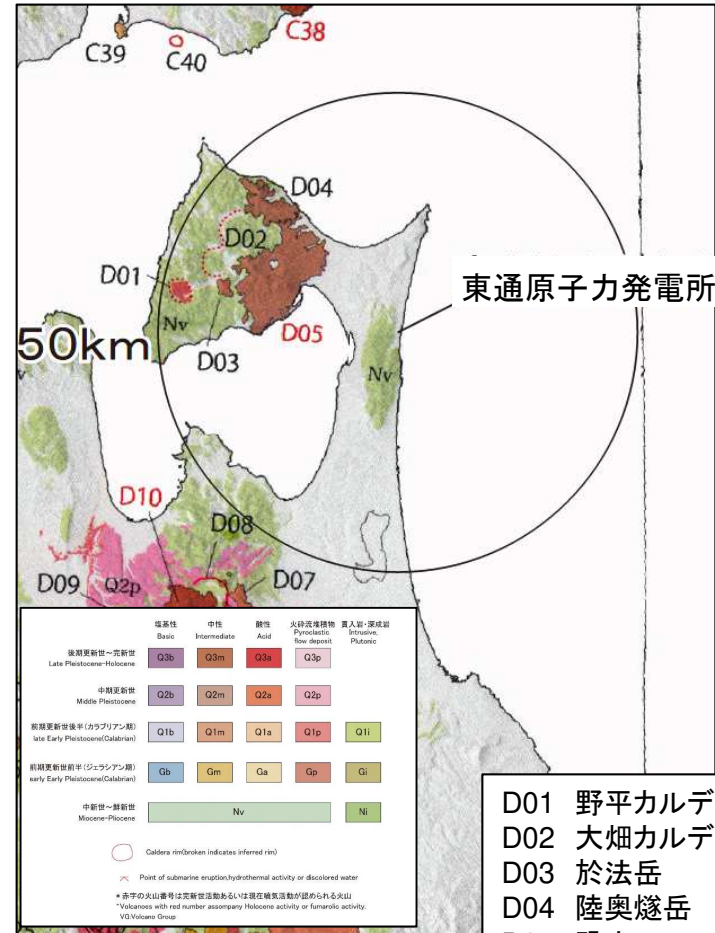
⑤ 火山フロントとの位置関係による比較・検討(敷地周辺)

- ❑ 敷地は火山フロントの海溝側に位置し、付近にはカルデラなどは認められない。
- ❑ 第四紀火山噴出物は敷地近傍には認められず、敷地の北西方向に分布する。



(▲：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
〔核燃料サイクル機構(1999)に一部加筆〕



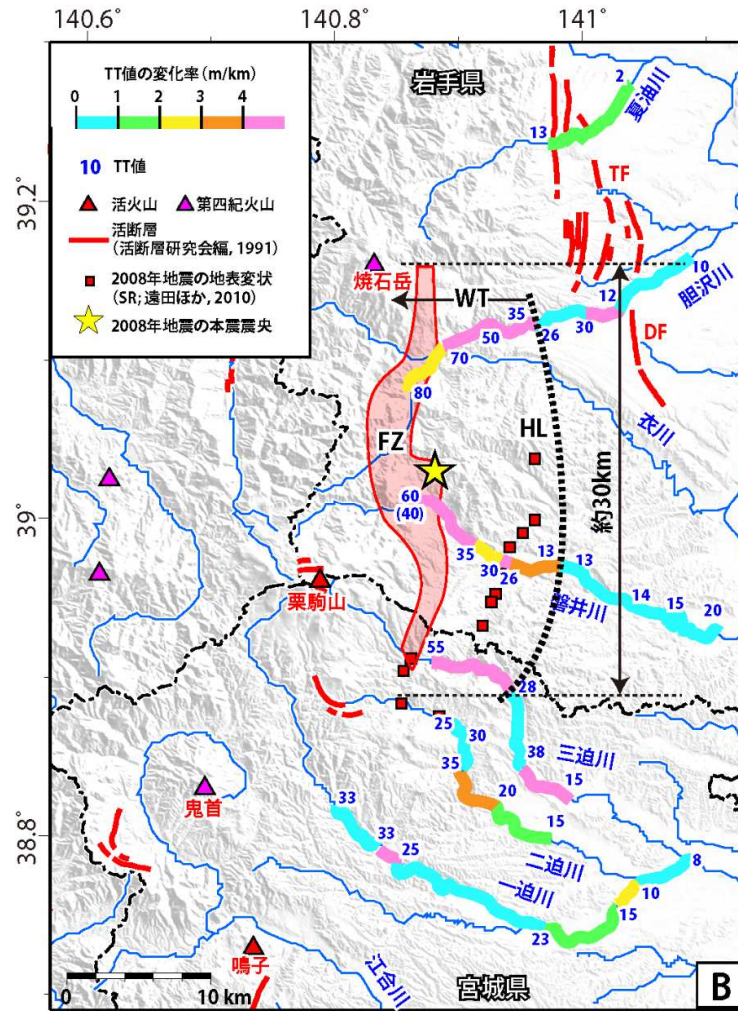
- D01 野平カルデラ
- D02 大畑カルデラ
- D03 於法岳
- D04 陸奥燧岳
- D05 恐山

敷地周辺の火山地質図
〔中野ほか編(2013)に一部加筆〕

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

⑥ 震源断層の伏在による地表変形の広範囲化による比較・検討(岩手・宮城内陸地震震源域)

- 震源域全体に西側が相対的に隆起する西傾斜の逆断層が伏在することを示唆する, 地表付近のブロードな幅広い変形帯が見られる。



[柳田ほか(2020)]

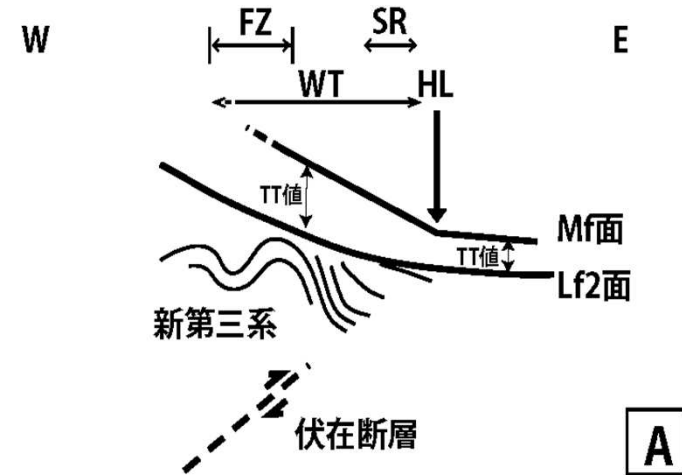


図 15 調査結果のまとめ図。A) 調査地域の地質構造と地殻変動の模式断面図, B) TT 値の分布と各河川沿いの変化率。FZ: 新第三系の褶曲帯, SR: 2008 年岩手・宮城内陸地震の地表地震断層, 地表変状, WT: 幅広い変形帯, HL: 山麓の隆起量急変部, DF: 出店断層, TF: 天狗森断層群。

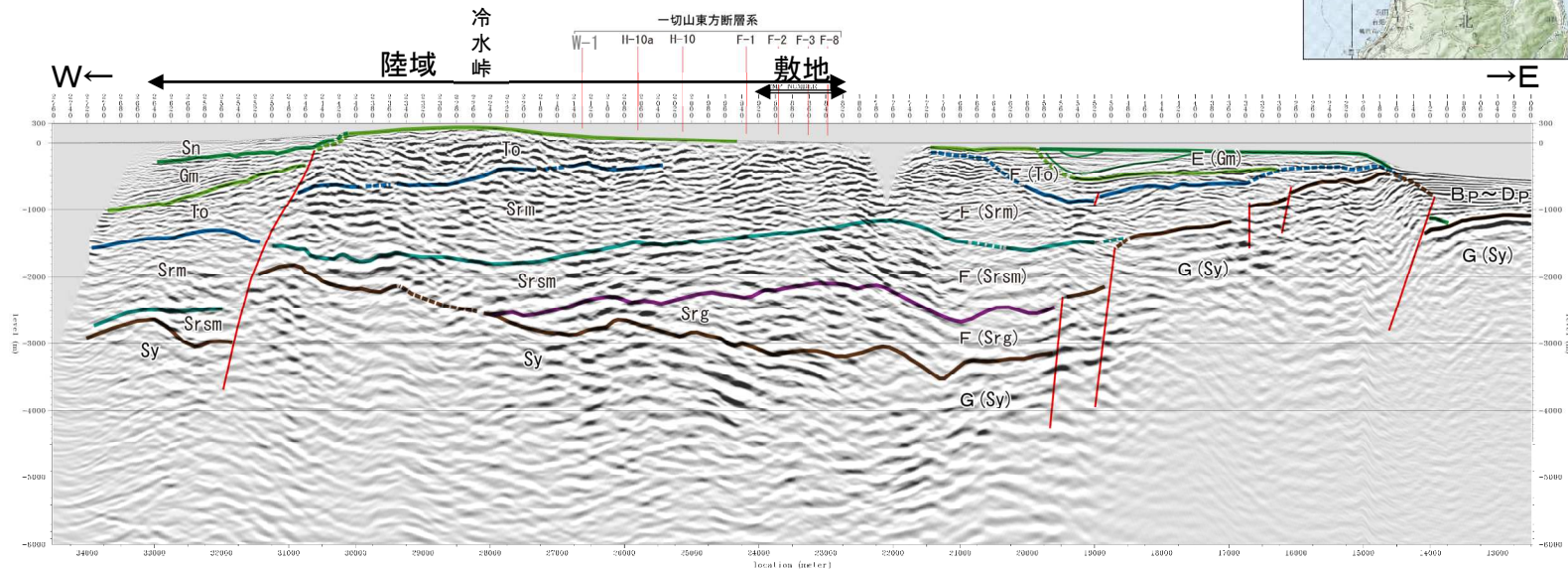
Fig. 15 Summary of this study. A) Schematic profile of geological structure and crustal deformation of survey area. B) Distribution and increase rate of TT value along each river. FZ: folded zone of Neogene stratum, SR: surface rupture associated with 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, WT: wide tilting of fluvial terraces, HL: hinge line along foothill, DF: Dedana fault, TF: Tengumori fault group.

[柳田ほか(2020)]

3. 2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

⑥ 震源断層の伏在による地表変形の広範囲化による比較・検討(敷地周辺)

□ 敷地周辺は、地下深部に伏在する震源断層を示唆するような変形は認められない。



地質時代	陸域	海域
第 四 紀	新砂丘堆積物	A層
	沖積層	
更 新 世	段丘堆積物	B層
		C層
	砂子又層	D層
新 鮮 世		Sn
	目名層	Mn
	蒲野沢層	Gm
	泊層	To
	泥岩層	Srm
紀 前 期	猿ヶ森層 砂岩泥岩交互層	Srsm
	換炭泥岩層	Srg
先 新 第 三 紀	炭層群	Sy
		G層

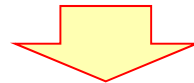
敷地～敷地近傍の地下深部地質構造(H24海陸統合調査測線)

3.2 震源域と敷地周辺との地域性の比較・検討

2008年岩手・宮城内陸地震震源域との地域性の比較・検討結果

[凡例] ○:類似性有り, △:類似性低い～一部有り, × 類似性なし

項目	類似性	岩手・宮城内陸地震震源域	東通原子力発電所敷地周辺
①地質・地質構造	△	<ul style="list-style-type: none"> 東西圧縮応力による逆断層型 山間部に位置する 主に新第三紀以降の火山岩類及び堆積岩類が分布し、褶曲構造の分布が認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> 東西圧縮応力による逆断層型 主として台地からなる。 主に新第三紀の火山岩類及び堆積岩類が分布し、顕著な褶曲構造の分布は認められない。
②第四系の分布・地形等	×	<ul style="list-style-type: none"> 第四系の分布は限られており河川沿いに河成段丘面等が分布する。 大規模地すべり地形が密集している。 	<ul style="list-style-type: none"> 変位基準となる海成段丘面が広く認められる。 大規模な地すべり地形の密集は認められない。
③地震地体構造垣見ほか(2003)	×	<ul style="list-style-type: none"> (8C)東北日本弧内帯 火山性内弧, 隆起優勢, 脊梁山地 	<ul style="list-style-type: none"> (8B)東北日本弧外帯 外弧隆起帯の安定域
④ひずみ集中帯	×	<ul style="list-style-type: none"> 地質学的ひずみ集中帯, 測地学的ひずみ集中帯の領域内に位置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地質学的ひずみ集中帯, 測地学的ひずみ集中帯の領域外に分布する。
⑤火山フロントとの位置関係	×	<ul style="list-style-type: none"> 火山フロントに位置しており, 多数のカルデラに囲まれ, 第四紀火山噴出物に覆われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 火山フロントの海溝側に位置しており, 付近にカルデラは認められず, 顕著な火山噴出物は認められない。
⑥震源断層の伏在による地表変形の広範囲化	×	<ul style="list-style-type: none"> 震源域全体に西側が相対的に隆起する西傾斜の逆断層が伏在し, 地表付近はブロードな幅広い変形帯となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下深部に伏在する震源断層を示唆するような変形は認められない。



- 2008年岩手・宮城内陸地震震源域と敷地周辺について、地域性の比較・検討を実施した結果、地域差は認められるものの、東西圧縮応力による逆断層型であることや新第三系の火山岩類及び堆積岩類が分布する等、一部で類似点も認められる。
- 更なる安全性向上の観点から、2008年岩手・宮城内陸地震を観測記録収集対象として選定する。