

1. 基準地震動 S_s の策定の概要
 - 1.1 常陽の基準地震動 S_s 策定の概要
 - 1.2 常陽地点における地震動特性の分析
2. 敷地周辺の地震発生状況
3. 地下構造評価
 - 3.1 評価の方針
 - 3.2 敷地の解放基盤表面の設定
 - 3.3 敷地の地震基盤及び深部地盤の速度構造の検討
 - 3.4 敷地の地盤構造モデルの設定
 - 3.5 観測記録及び模擬入力波を用いた敷地地盤の振動特性評価
4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動
 - 4.1 プレート間地震
 - 4.2 海洋プレート内地震
 - 4.3 内陸地殻内地震
5. 震源を特定せず策定する地震動
6. 基準地震動 S_s の策定
7. 基準地震動 S_s の年超過確率の参照

参考資料

- 参考1 震源を特定せず策定する地震動(Mw6.5以上の地震に関する検討)
- 参考2 「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」に対する確認結果について
- 参考3 F3断層～F4断層におけるHTTR地点と常陽地点の等価震源距離の比較

参考文献



参考1 震源を特定せず策定する地震動(Mw6.5以上の地震に関する検討)

2008年岩手・宮城内陸地震の概要

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTRR
と同様

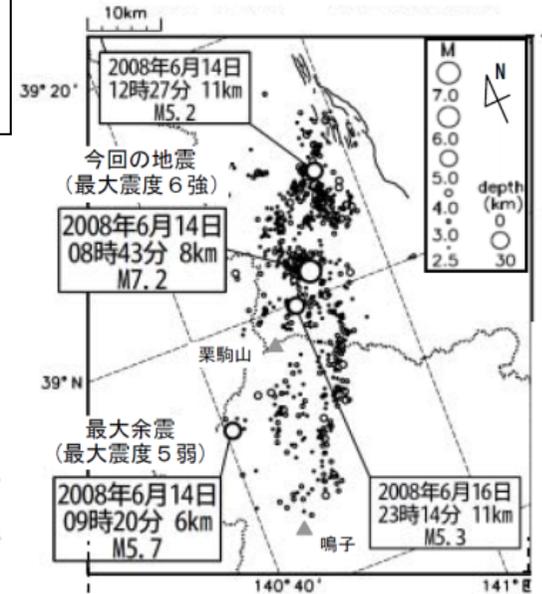
- 地震発生日時 (気象庁)
 - ・発生日時: 平成20年6月14日08時43分
 - ・地震規模: Mj7.2 (Mw6.9)
 - ・震源深さ: 8km
 - ・震源位置: 北緯39° 1.7', 東経140° 52.8'

- 各地の震度及び被害状況
各地の震度 (気象庁) は以下のとおり

 - ・震度6強: 岩手県 奥州市
宮城県 栗原市
 - ・震度6弱: 宮城県 大崎市
 - ・震度5強: 岩手県 北上市, 一関市, 金ヶ崎町, 平泉町
宮城県 仙台市, 名取市, 登米市, 利府町, 加美町, 涌谷町, 美里町
秋田県 湯沢市, 東成瀬村
 - ・地震による津波の発生はなし

- 地震発生メカニズム (気象庁)
 - ・発震機構解より, 西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型の地震である。
 - ・今回の地震の震央周辺では, M7以上の地震は1914年3月15日に発生したM7.1の地震以来約94年間発生していなかった。
 - ・この領域では, 1894年10月22日の庄内地震 (M7.0) から1914年3月15日の秋田仙北地震にかけての約20年間にM7以上の地震が4回発生するなど地震活動の活発な時期があった。

震央分布図
(2008年6月14日08時~26日06時、
M_{2.5}以上、深さ30km以内)



気象庁(2008)より抜粋

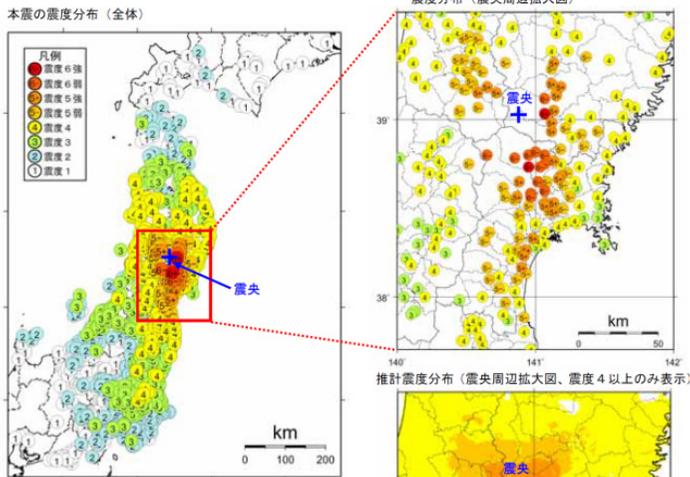
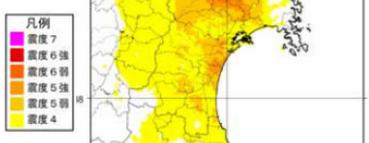


図4-1 「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震」の震度分布図

<推計震度分布図について>
地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地震の遠いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度異なることがある。
このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目されたい。



気象庁(2008)より抜粋

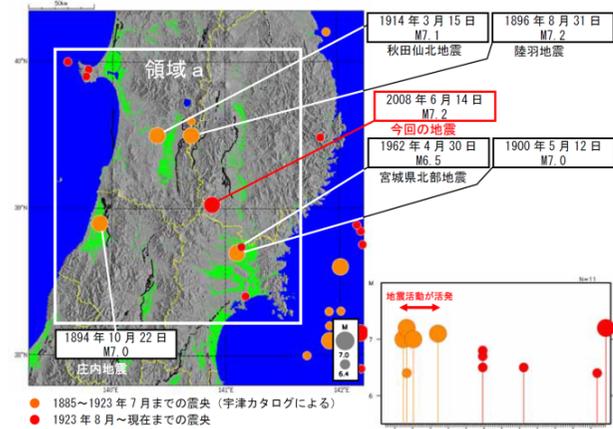
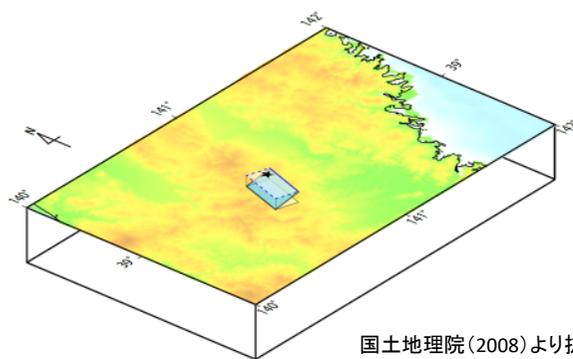


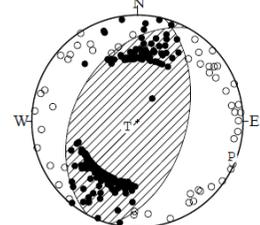
図2-7 震央分布図(左図)及び領域a内のM-T図(右図)
1885年1月1日~2008年6月30日の期間で、M6.4以上、深さ60kmより浅い地震を表示した。また、顕著な被害のある地震を吹き出しで示した。
気象庁(2008)より抜粋

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



国土地理院(2008)より抜粋

14 JUN. 2008 08:43:45.3
SOUTHERN IWATE PREF
39°01.7'N 140°52.8'E
H: 8KM M:7.2



STR DIP SLIP AZM PLG
NP1 209. 39. 101. P 111. 6.
NP2 15. 51. 81. T 242. 81.
N:275 SCORE 96% N 20. 7.

P波初動による発震機構解
気象庁(2008)より抜粋

●鈴木ほか(2010)

- ・震源近傍の強震記録を用いて、震源破壊過程のインバージョン解析を実施している。
- ・破壊開始点から地表断層の現れた浅い領域にかけてすべりの大きい領域が広がる。
- ・IWITH25(一関西)で観測された大加速度の地震動は、すべりの大きい領域から生成された可能性がある。

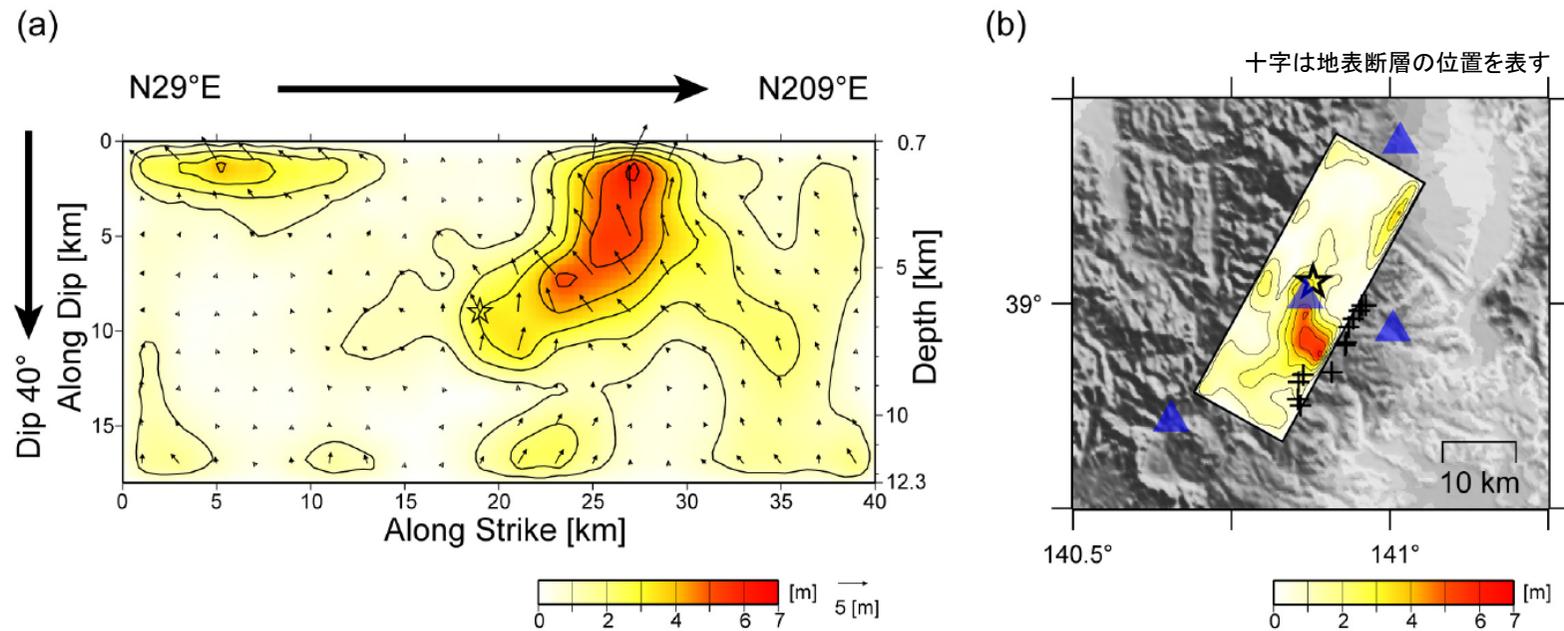


図 5 (a)断層面上および(b)地図上に投影した最終すべり量分布. 星印は破壊開始点, 矢印は上盤のすべりの向きと大きさを示す.

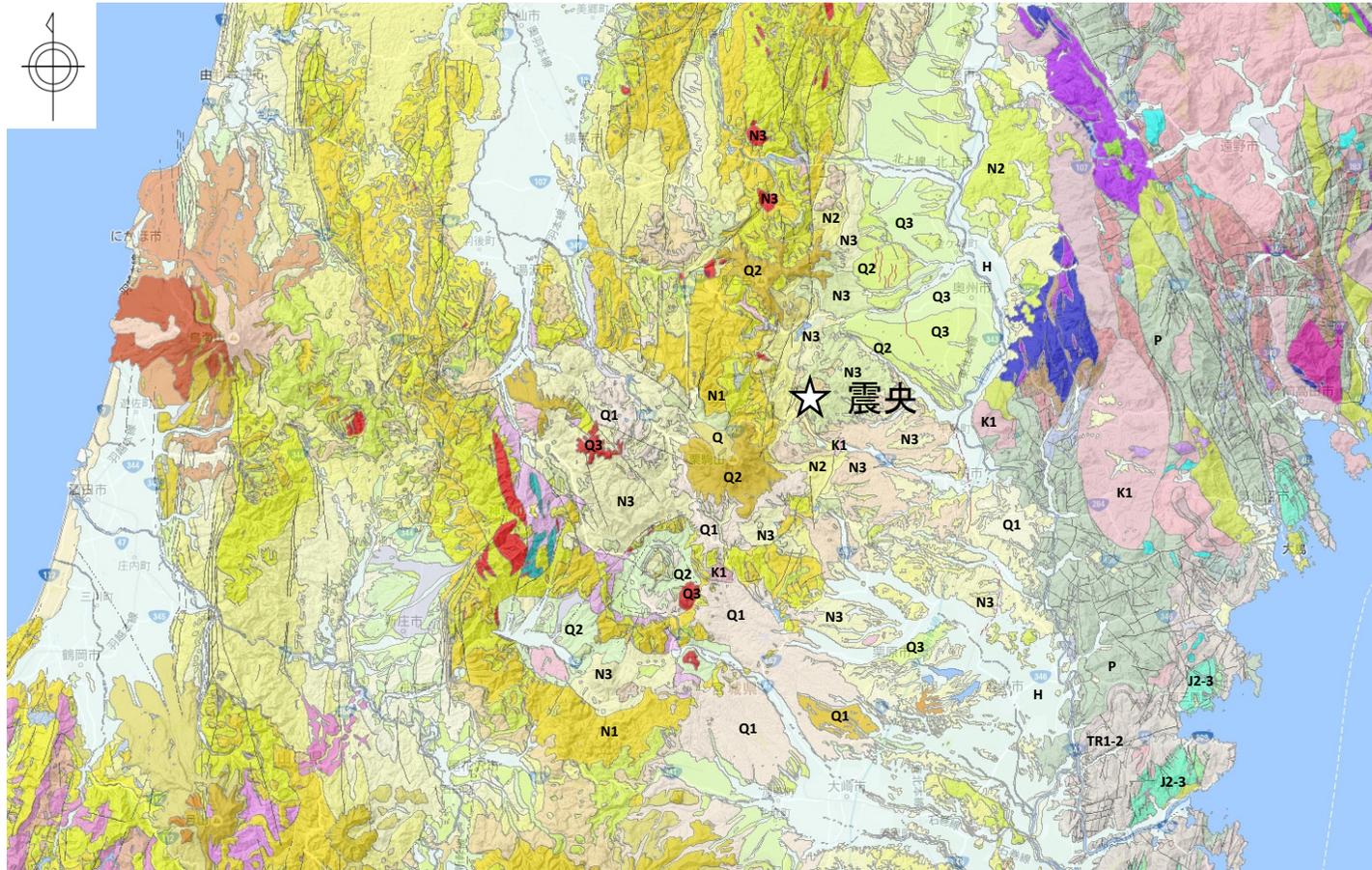
Fig. 5 (a) Slip distribution on the assumed fault plane and (b) its projection onto the map. The star indicates the rupture starting point. The arrows indicate the directions and amplitudes of the slip of the hanging wall.

地質 2008年岩手・宮城内陸地震 (1/2)

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3再掲

・震源域近傍には, 主に中新統から鮮新統の堆積岩・火山岩等, 第四系の火山岩類が分布する。

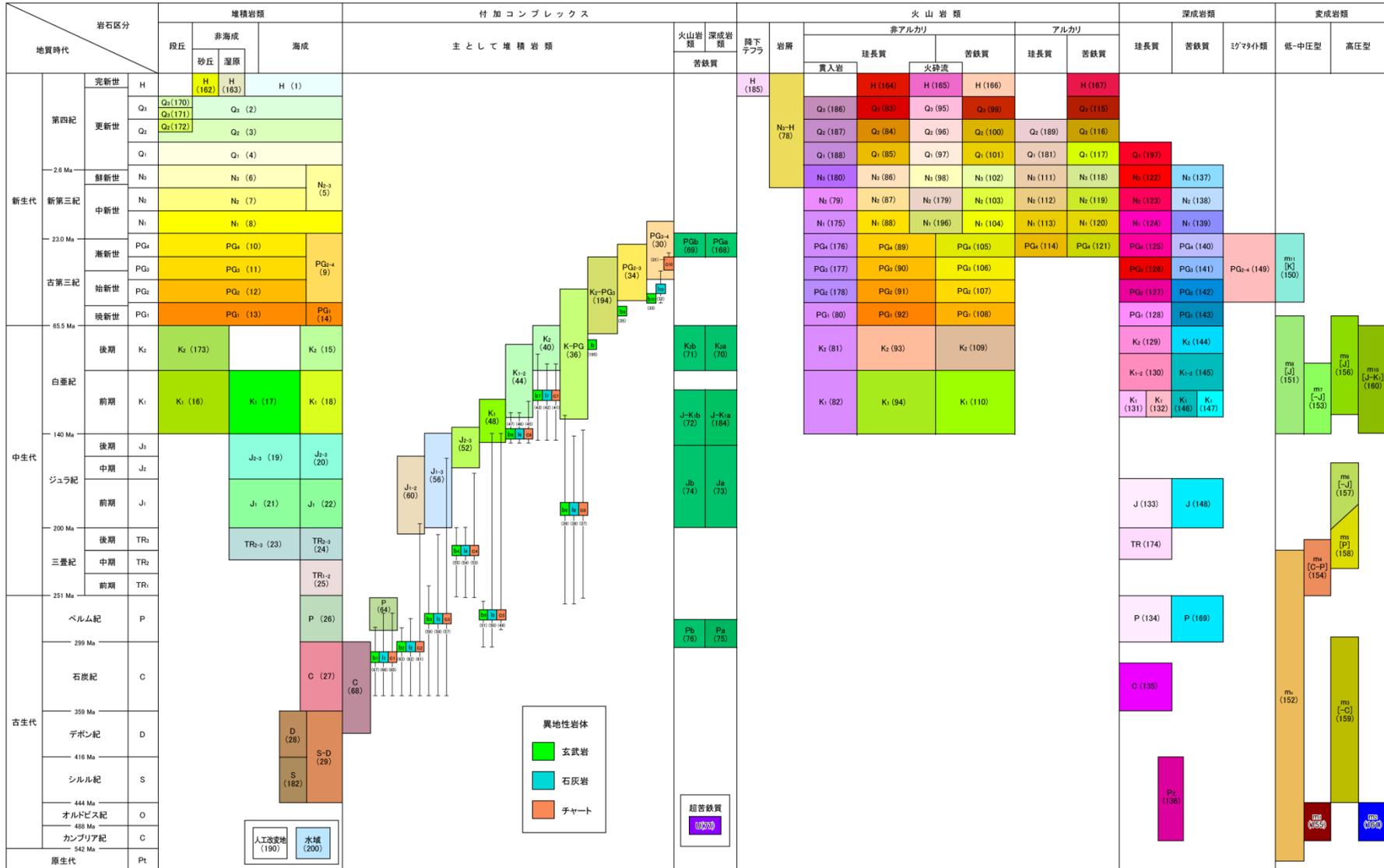


震源域周辺のシームレス地質図
(産業技術総合研究所, 地質図Navilに加筆)

0 30km

地質 2008年岩手・宮城内陸地震 (2/2)

Ma: 百万年



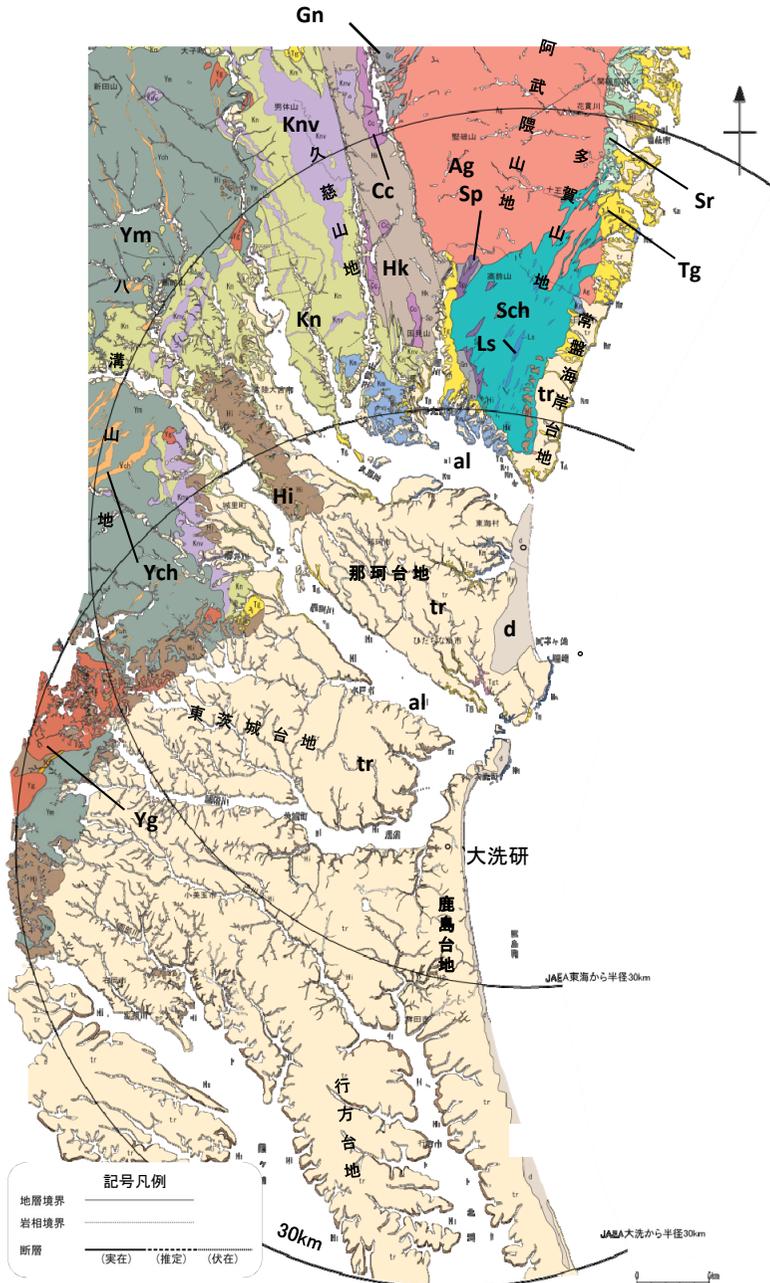
2015-05-14

20万分の1日本シームレス地質図 全国統一凡例
(産業技術総合研究所, 20万分の1シームレス地質図)

地質 敷地周辺の地質

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3 再掲



敷地周辺陸域の地質概要

地形	主に分布する地質
八溝山地	[北部]: 先新第三系の八溝層群 [南部]: 先新第三系の八溝層群, 新第三系中新統の堆積岩類・火山岩類・火山碎屑岩類
久慈山地	新第三系中新統の火山岩類・火山碎屑岩類
多賀山地	先新第三系の阿武隈花崗岩類, 日立変成岩類及び竹貴変成岩類
常磐海岸台地	新第三系中新統の多賀層群, 第四系更新統の段丘堆積物
那珂台地・東茨城台地	[丘陵地・台地]: 第四系更新統の段丘堆積物 [縁辺部]: 新第三系中新統の多賀層群, 鮮新統～第四系更新統の久米層

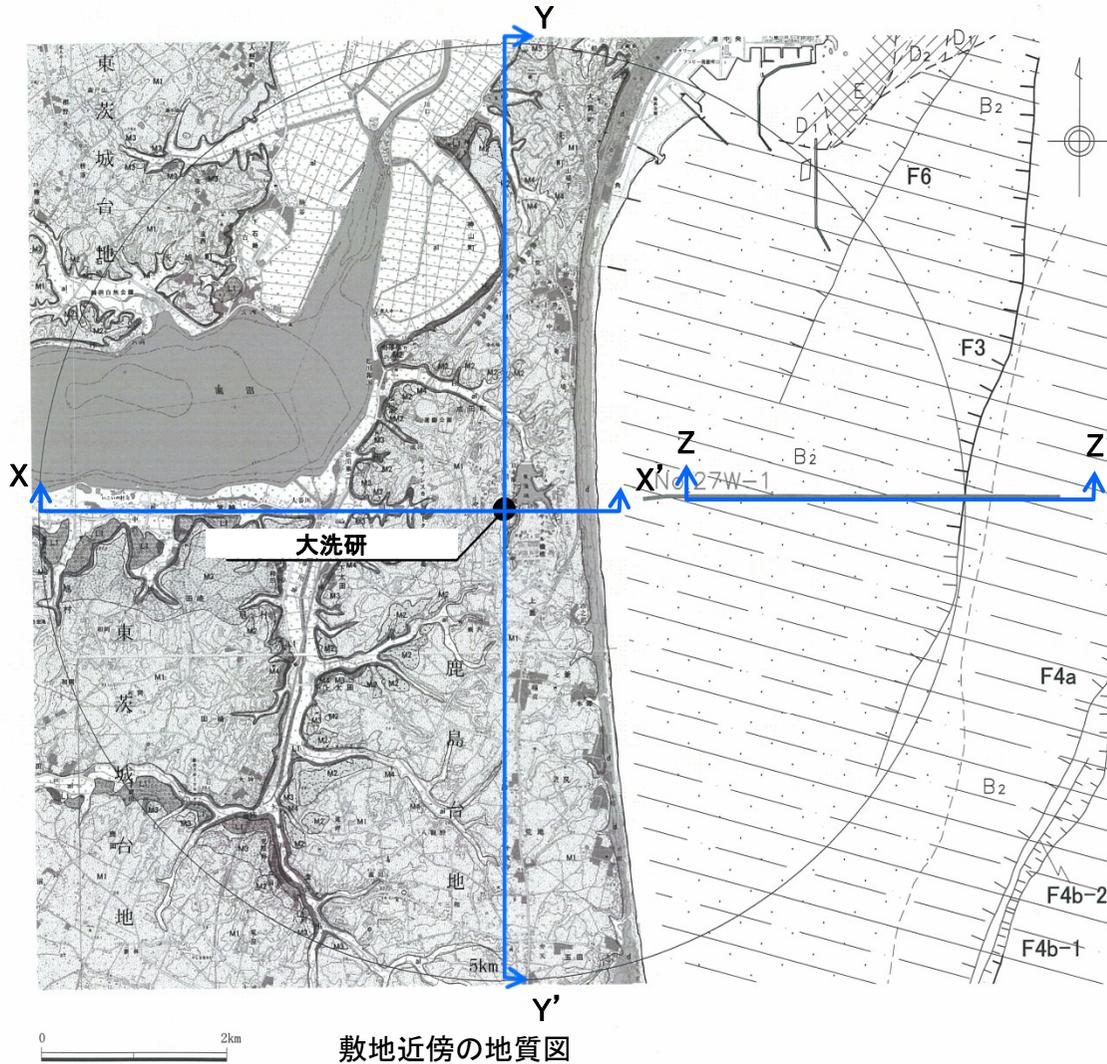
年代層序区分	八溝山地		久慈山地		多賀山地		那珂台地縁辺部	
	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相
第四系	完新統	[al] 沖積層 砂・シルト・礫	[al] 沖積層 砂・シルト・礫	[al] 沖積層 砂・シルト・礫	[al] 沖積層 砂・シルト・礫	[d] 砂丘砂層 砂	[al] 沖積層 砂・シルト・礫	
	更新統	[tr] 段丘堆積物 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 砂・シルト・礫	
		[Hi] 東茨城層群 砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群 砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群 砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群 砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群 砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群 砂・シルト・礫	
新第三系	鮮新統		[Km] 久米層 砂質泥岩	[Km] 久米層 砂質泥岩	[Hn] 離山層 軽石凝灰岩・凝灰質泥岩	[Km] 久米層 砂質泥岩	[Km] 久米層 砂質泥岩	
	中新統	[Kn] 金砂細層群 砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩・デイサイト・凝灰岩	[Tgt] 凝灰岩	[Tg] 多賀層群 砂質泥岩	[Tg] 多賀層群 砂質泥岩	[Tg] 多賀層群 砂質泥岩	[Tgt] 凝灰岩	
		[Knu] 火山岩類・火山碎屑岩類	[Hk] 東金砂山層 礫岩・砂岩	[Kn] 金砂細層群 砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩・デイサイト・凝灰岩	[Knu] 火山岩類・火山碎屑岩類	[Kn] 金砂細層群 泥岩・砂岩・礫岩		
古第三系	漸新統			[Sr] 白水層群 砂岩・泥岩・礫岩・石炭				
	始新統							
	暁新統	[Yg] 八溝花崗岩類	[Ag] 阿武隈花崗岩類	[Ag] 阿武隈花崗岩類	[Cc] カタクラサイト	[Nk] 那珂湊層群及び大洗層	泥岩・砂岩・礫岩	
白亜系		[Cc] カタクラサイト	[Cc] カタクラサイト					
ジュラ系	[Ym] 八溝層群 砂岩・頁岩・チャート			竹貴変成岩類	[Gn] 片麻岩類			
三畳系	[Ych] チャート			日立古生層(日立変成岩類)	[Sch] 片岩類			
ペルム系				[Ls] 石灰岩				
石炭系				[Sp] 蛇紋岩	[Gr] 花崗岩類			
カンブリア系								

□ : 深成岩類及び変成岩類

地質 敷地近傍の地質

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3 再掲



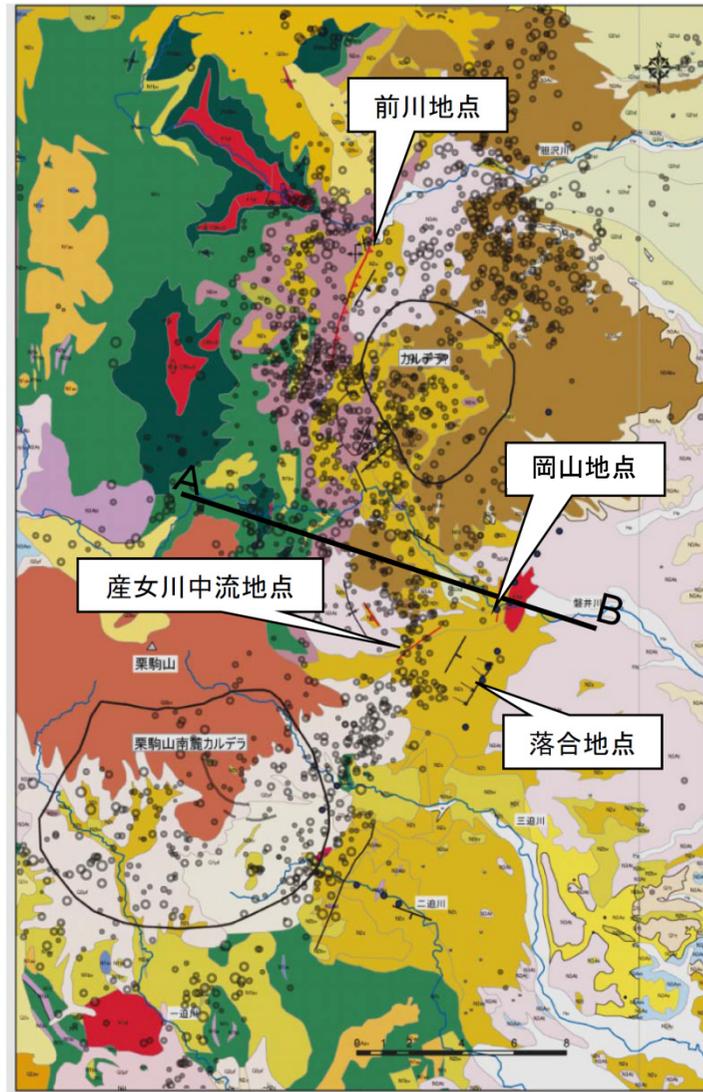
凡例	
年代層序区分	区分・地質
完新統	沖積層 a1 礫, 砂, シルト
	砂丘砂層 d 砂
第四系 更新統	L1段丘堆積層 L1 礫, 砂, シルト
	M4段丘堆積層 M4 礫, 砂
	M3段丘堆積層 M3 礫, 砂
	M2段丘堆積層 M2 礫, 砂
	M1段丘堆積層 M1 礫, 砂, シルト
東茨城層群 HI 礫, 砂, シルト	
x1 L' 地質断面図作成位置	

海域凡例	
A層	完新統
B ₂ 層	中部更新統
D ₁ 層	中新統
D ₂ 層	
E層	先中新統
---	地層境界
┆┆┆	断層
┆┆┆	伏在断層
No.27W	敷地近傍の海底地質断面図に示した範囲

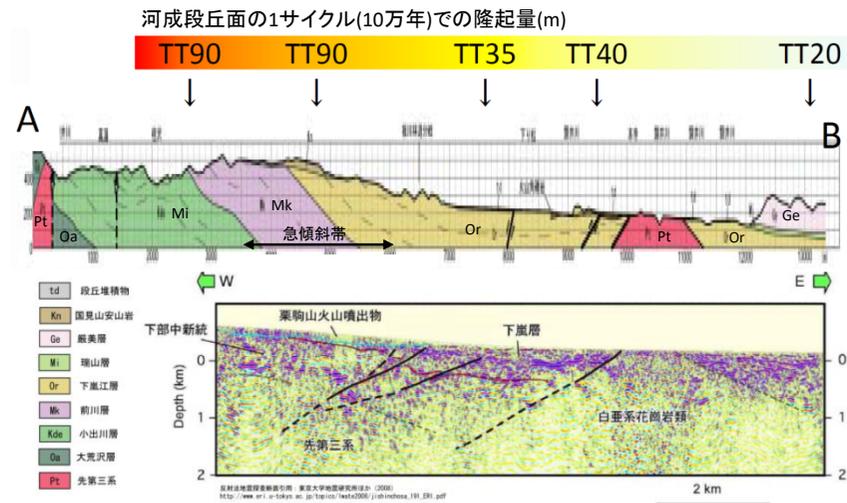
この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000(地図画像)及び数値地図25000(地図画像)を複製したものである。
(承認番号 平26情複、第337号) 及び
(承認番号 平26情複、第540号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

・敷地近傍には、中新統の堆積岩, 鮮新統の堆積岩, 更新統の段丘堆積物等, 完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。

地質構造 2008年岩手・宮城内陸地震



東北建設協会(2006)に加筆

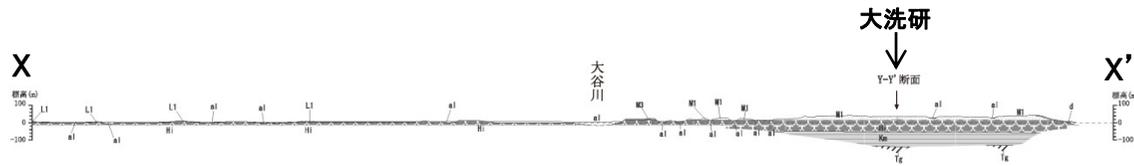


反射法地震探査断面引用:佐藤(2008), 加藤ほか(2010)

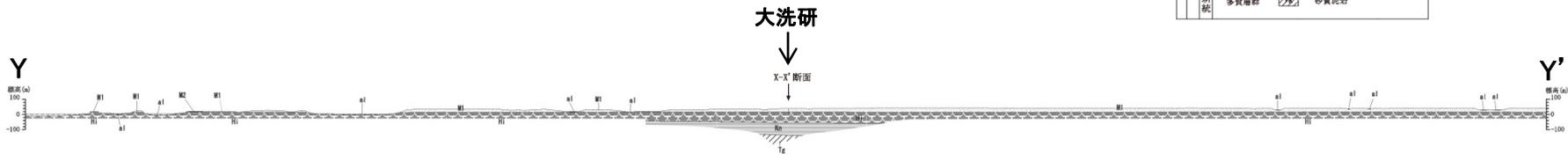
- 震源域近傍には、東翼側が急傾斜する中新世以降に形成された褶曲構造が認められる。
- 東西に分布する河成段丘面の高度分布から、震源断層の上盤側において長期的に隆起量が大きいことが示唆される。この位置は、隆起量の変化帯とも対応し、急傾斜帯を上端部とする西傾斜の逆断層の存在を示唆する。

- 震源域近傍にはカルデラが密集する。

地質構造 敷地周辺



X-X' 断面



Y-Y' 断面

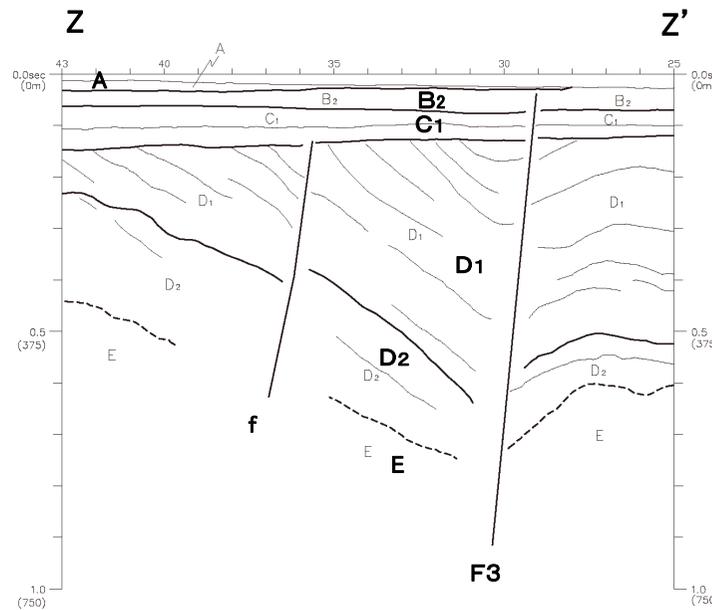
凡例

年代層序区分	区分・岩相
第四系更新統	沖積層 a1 礫、砂、シルト 砂丘砂 d 砂
	L1段丘堆積物 L1 礫、砂
	M3段丘堆積物 M3 礫、砂
	M2段丘堆積物 M2 礫、砂
第四系新統	M1段丘堆積物 M1 礫、砂、シルト
	東茨城層群 礫、砂、シルト
新第三系	久米層 Km 砂質泥岩
	多賀層群 砂質泥岩

海域凡例

地質時代	非褶層序区分
第四紀	完新世 A
	後期 B ₁
	中期 B ₂
第三紀	前期 B ₃
	鮮新世 C ₁
	中新世 D ₁
古第三紀	D ₂
	D ₃
先古第三紀	E

断層
 地層境界
 推定地層境界



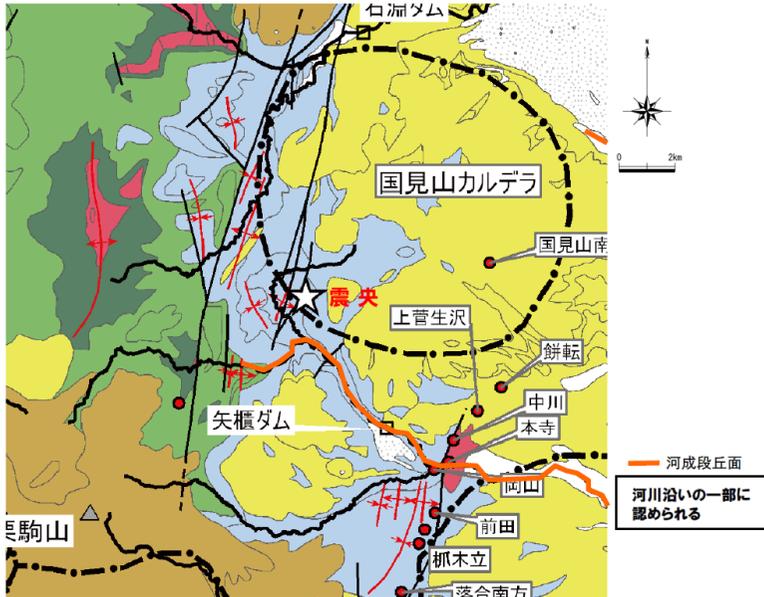
Z-Z' 断面

- 敷地近傍には、下位より新第三系中新統の多賀層群、新第三系鮮新統～第四系更新統の久米層、第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物並びに第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。
- 地質調査の結果、敷地近傍で広く分布する久米層は、ほぼ水平に分布している。また、久米層を不整合に覆う、東茨城層群、M1面及びM2面の段丘堆積物もほぼ水平に分布している。
- 敷地近傍の海域には、敷地前面海域の地層のうち、上位から、A層、B₂層、C₁層、D₁層、D₂層及びE層が分布する。
- 敷地近傍にカルデラは分布しない。

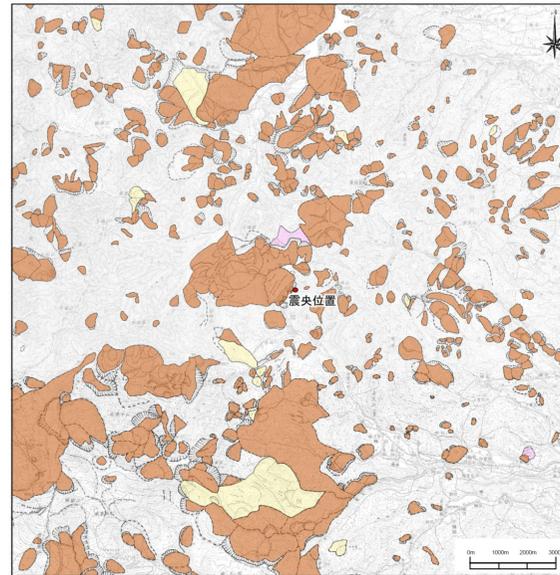
変動地形等 2008年岩手・宮城内陸地震 (1/4)

・震源域は山間部に位置し、河成段丘が一部認められる程度であり、変位基準となる地形面の分布が少ない。

・震源域近傍には大規模地滑りを含む地すべりが密集している。



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



凡例

- 輪郭構造**
滑落崖と側方崖
- 新鮮なまたは開析されていない冠頂をもつ滑落崖
 - 部分的に開析されている冠頂をもつ滑落崖
 - 冠頂が著しく開析された滑落崖
 - 冠頂が丸味をおびて不明瞭になった滑落崖
 - 開析されて無くなってしまった冠頂・滑落崖の推定復元位置
 - 共通の冠頂をもち、互いに反対方向を向く滑落崖
 - 中・緩斜の流れ壁すべり面が地表に露出し、滑落崖にあたる急崖を呈しない斜面、冠頂は尾根の反対側斜面とすべり面との交線である
 - 後方崖、多重稜線等
- 移動体の輪郭・境界**
- 後方に滑落崖があり、移動体の輪郭が不明瞭ない判定可能
 - 後方の滑落崖は明瞭であるが、移動体の輪郭の判定が困難
 - 滑落崖はほとんど開析されてしまったが過去の移動体の一部(不安定土塊)が残存している
 - ほかの移動体や堆積物におおわれた部分
 - 斜面体の移動の初期状態、基岩から分離していないとしても不安定域・移動域と推定される範囲
 - 斜面移動体かどうか判定できない山体・小丘
 - 節部線・削刺域下限
- 内部構造**
- 二次・小滑落崖、崖線の開析程度に応じて輪郭構造の場合と同様に表すサブユニットの境界、内部(二次)移動体輪郭
 - 移動体内の小尾根
 - 幅の広い溝状凹地、亀裂
 - 幅の狭い溝状凹地、亀裂
 - 二次・小滑落崖、崖線の開析程度に応じて輪郭構造の場合と同様に表すサブユニットの境界、内部(二次)移動体輪郭
 - 横行亀裂
 - 線状窪地・小谷底線 →は谷の出口または谷底の傾斜方向
 - 池
 - 水のない窪地
 - 膨隆地の前線
- 移動方向等**
移動体の主移動方向
- すべり
 - クリープ(匍行)
 - 流れ・押し出し
 - 落石など
 - 前方への移動または傾動を伴う移動とその方向
 - 元の斜面傾斜と逆方向へ傾動した斜面の傾斜方向
- その他**
- 選急線
 - 活断層(地すべりを変位させている顕著な断層)
 - 地層面等および節理・断裂の走向・傾斜

凡例

- カルデラ(Ma)**
- Hの堆積物
 - 3- Qの堆積物
 - 5-8 Q-Hの火山岩類
 - 8-12 N3の火山岩類+堆積岩類
 - N2の火山岩類+堆積岩類
 - N1の火山岩類+堆積岩類
 - PG4の火山岩類
 - 中生代以前の基盤岩
- ※地質年代**
PG4:漸新世~前期中新世, N1:前期中新世~中期中新世, N2:中期中新世~後期中新世
N3:後期中新世~鮮新世, Q:更新世, H:完新世
- 断層 活断層 活断層 推定活断層
活断層 推定活断層
活断層 推定活断層
背斜 向斜
平成20年岩手・宮城内陸地震震央
主な地表変位箇所
河成段丘面

震源域周辺の広域地質図
(東北建設協会(2006)に加筆)

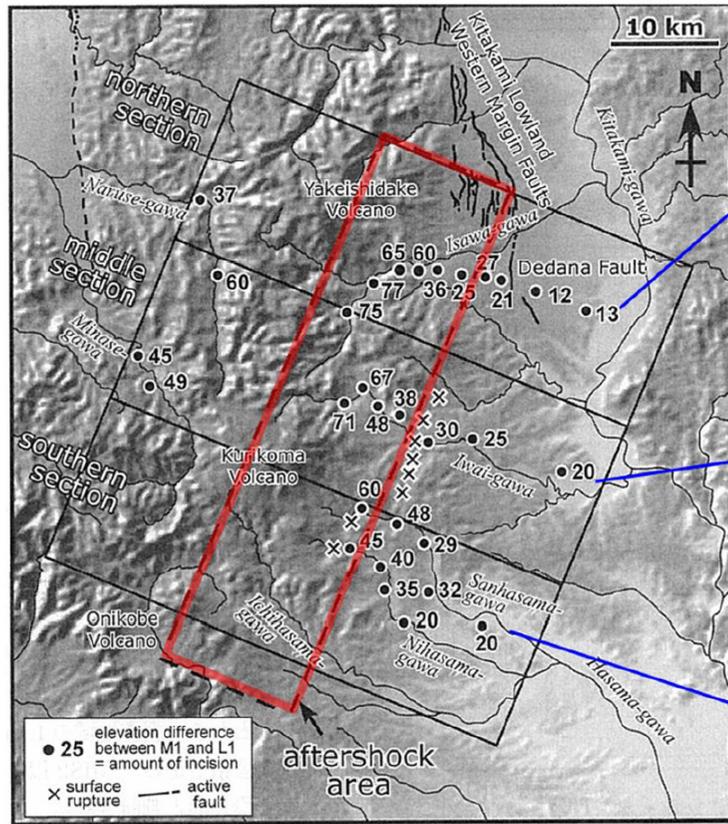
岩手・宮城内陸地震震央近傍の地すべり地形分布図
(防災科学技術研究所(1982)焼石岳, 栗駒山に加筆)

変動地形等 2008年岩手・宮城内陸地震 (2/4)

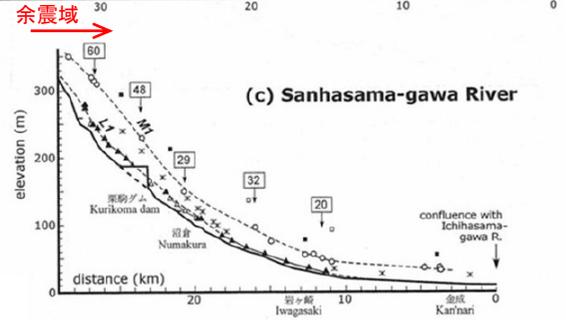
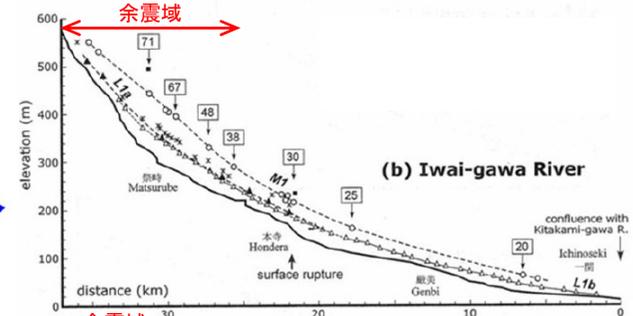
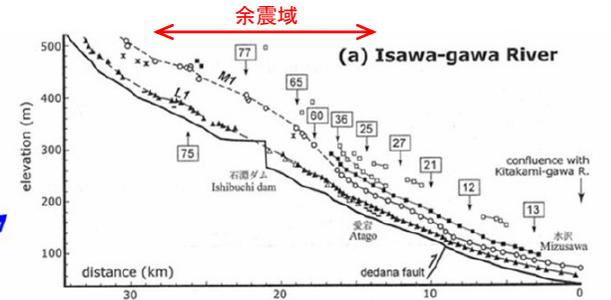
● 田力ほか(2009)



震央周辺の活断層分布図
(産業技術総合研究所:
活断層データベースに加筆)

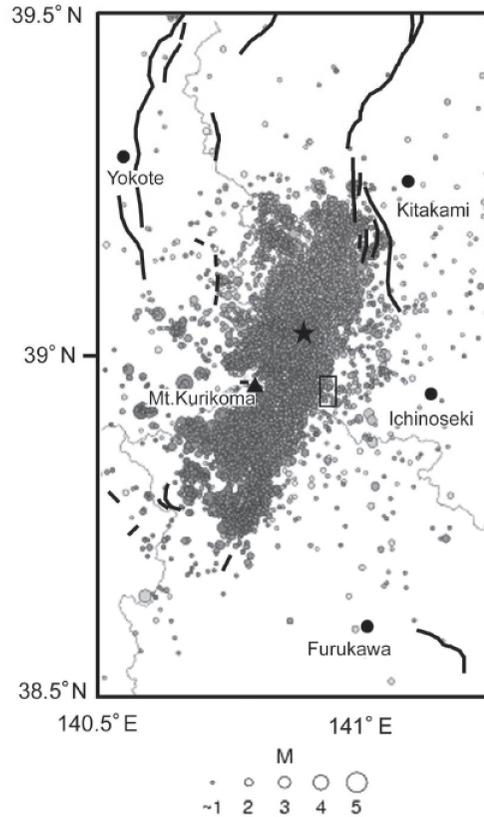


M1面とL1面の高度差(下刻量)分布, 田力ほか(2009)に加筆

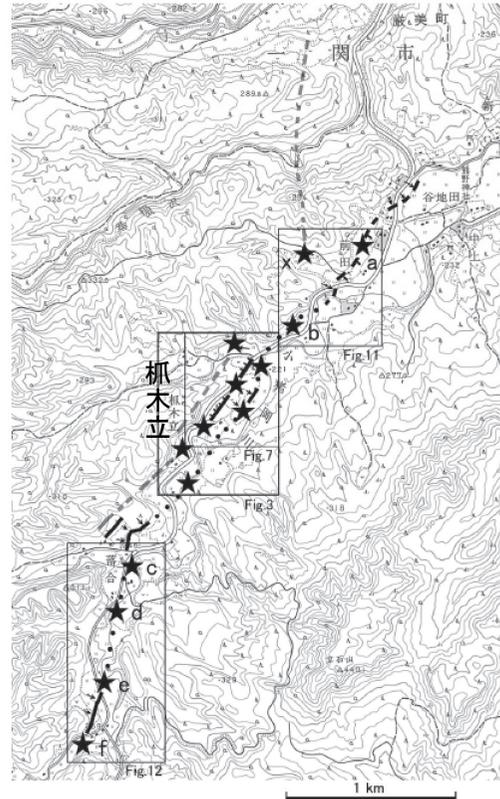


- 今回の地震の震源域は北上低地西縁断層帯の南方延長部にあたり, 山地と低地の境界が北方から連続していること, GPS観測データなどからひずみ集中域として認識されていること, 浅発微小地震が集中的に発生する地域であること, 及び河成段丘の高度から下刻量分布を明らかにすることにより, 活断層(伏在断層)の存在を推定することが可能であると考えられる。(田力ほか(2009))

変動地形等 2008年岩手・宮城内陸地震 (3/4)



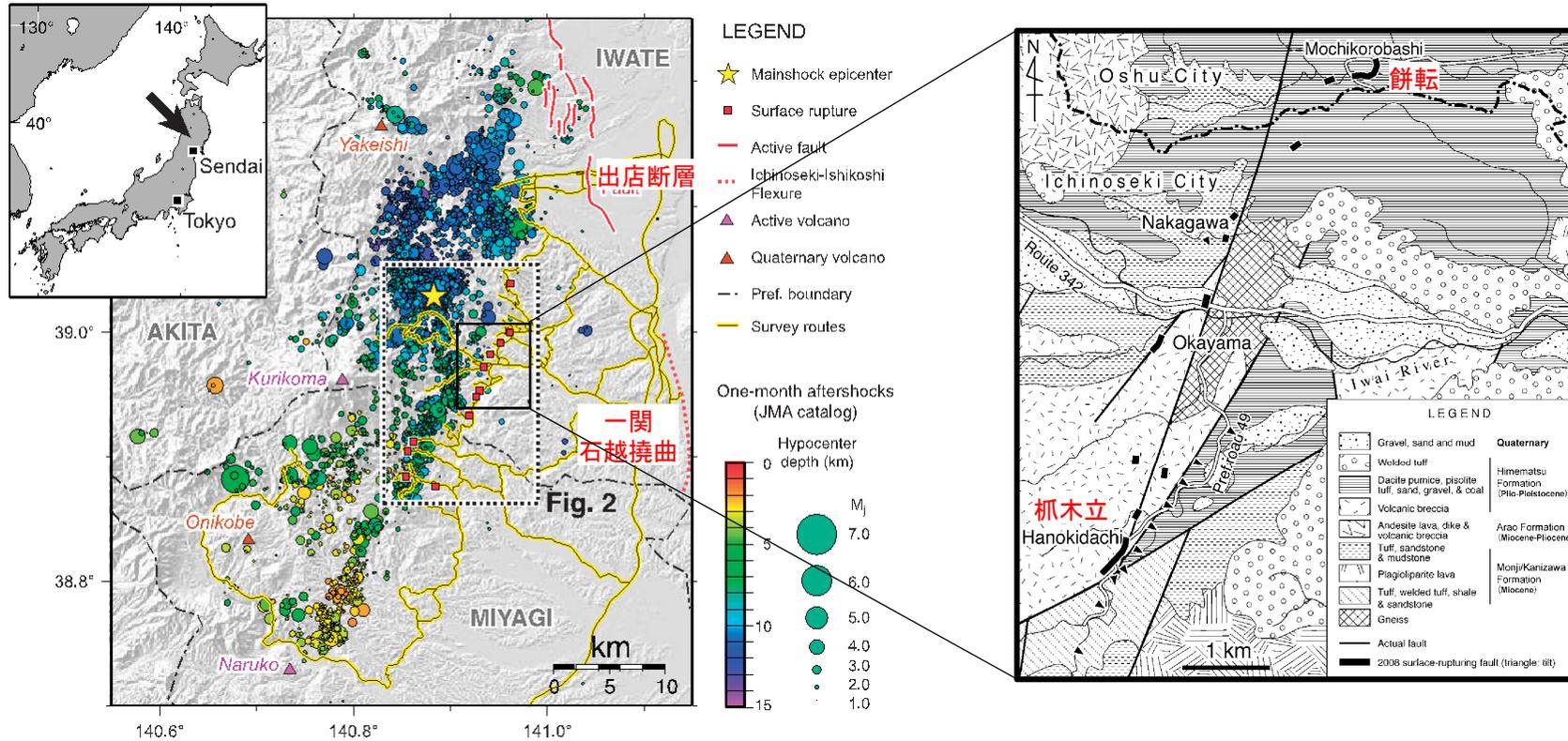
第1図 岩手・宮城内陸地震の本震・余震の震央と既知の活断層および本研究の調査地域
震央分布は防災科学技術研究所(2008a)による。観測期間は2008年6月14日～8月19日。★：本震，太線：既知の活断層，細線：県境，本研究の調査範囲は小さい四角の範囲。



第2図 岩手・宮城内陸地震震源域付近の活断層と地表変状位置図
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。★：主要な地表変状確認地点。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)；
- ・ 爪木立付近には短いながら明瞭な断層変位地形があり，低位段丘礫層堆積期以降に複数回，比較的活発な活動を繰り返していることが明らかとなった。
- ・ 岩手・宮城内陸地震の震源域に短くとも活断層が存在し，それが地震活動と密接な関係を有していることが明らかとなったことは，地震発生長期予測において極めて重要である。少なくとも活断層が全く存在しない地域に起きたわけではなく，震源断層の活動と深く関わる活断層は存在している。

変動地形等 2008年岩手・宮城内陸地震 (4/4)



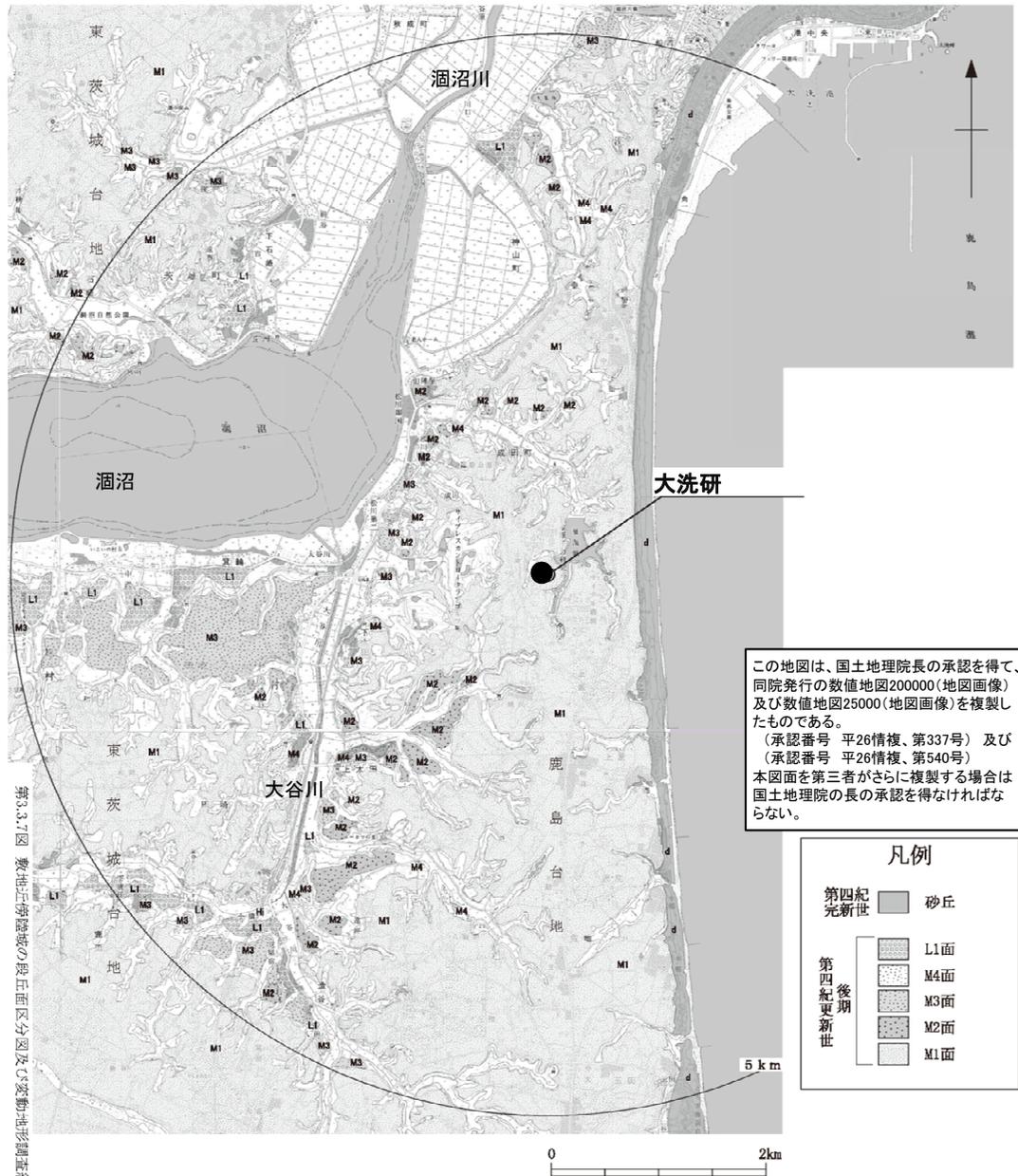
遠田ほか(2010)に加筆

- 遠田ほか(2010);
 - ・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。
 - ・余震域北端は出店断層の深部想定延長部にかかっており、その南延長に一関-石越撓曲が記載されていたが、同撓曲に第四紀後期の活動は認められていない。
 - ・一方、地質図上には新第三系を切る北北東及び北東走向の断層が餅転から爪木立にかけて記載されている。これらの断層は、いわゆる「餅転-細倉構造帯」という東北日本を縦断する大構造の一部を構成すると考えられている。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、今回の地震は大局的には餅転-細倉構造帯上で発生したと解釈できる。

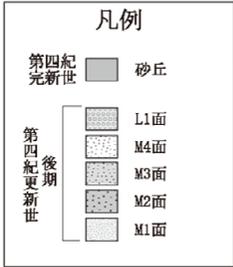
変動地形等 敷地周辺 (陸域)

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3再掲



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000(地図画像)及び数値地図25000(地図画像)を複製したものである。
(承認番号 平26情複、第337号)及び(承認番号 平26情複、第540号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。



- 敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなり、敷地は鹿島台地北部に位置する。
- 台地を構成する段丘は高位からM1面、M2面、M3面、M4面、L1面に区分される。
- M1面は敷地近傍の鹿島台地や東茨城台地に広く分布する。
- M2面、M3面、M4面、L1面は敷地南西方のIwazawa Marsh、Iwazawa River、大谷川沿岸等に断片的に分布する。
- 変動地形学的調査の結果、リニアメントは判読されない。

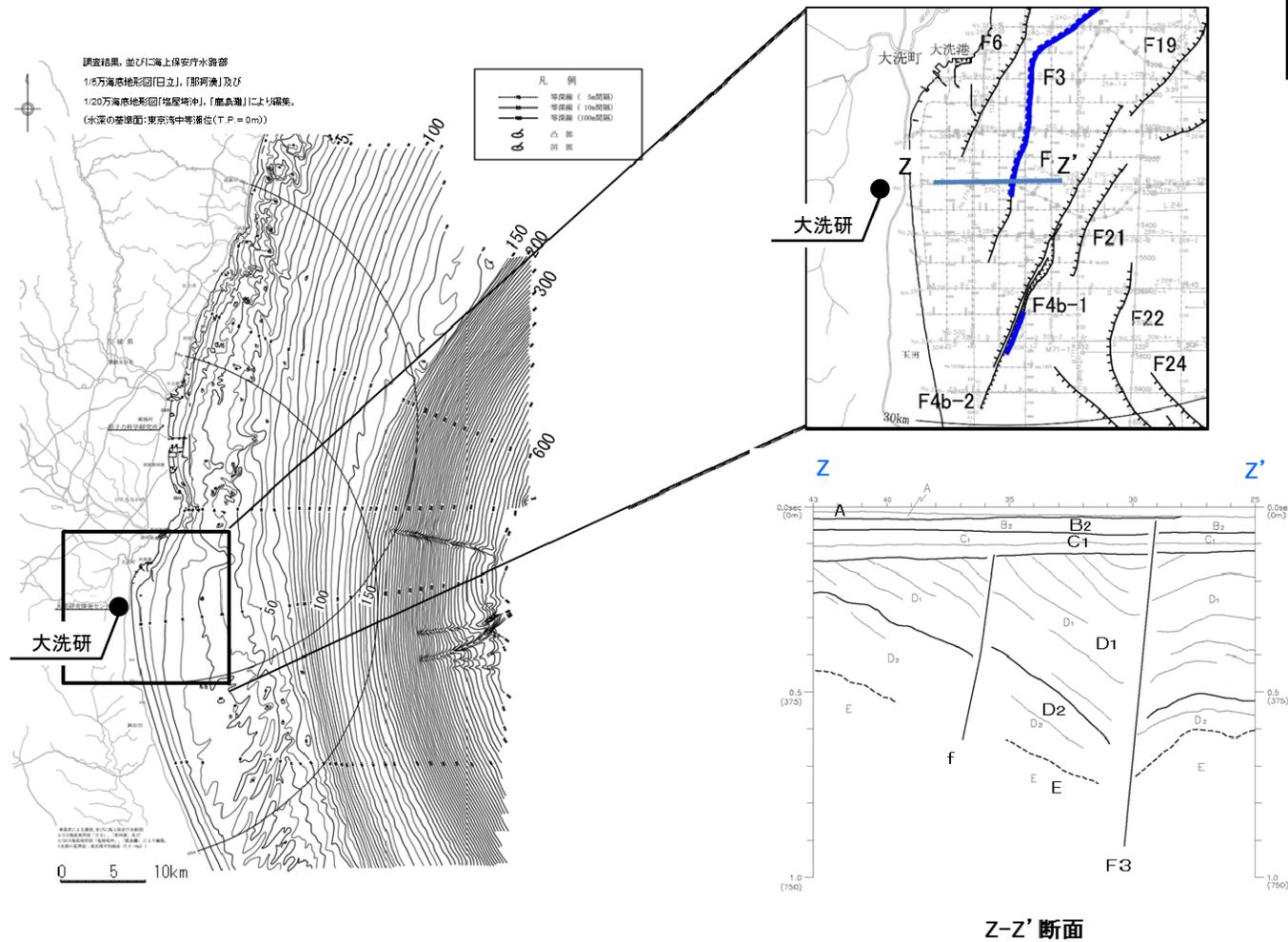
第3.3.7図 敷地近傍陸域の段丘面区分図及び変動地形調査結果図

敷地近傍陸域の変動地形調査結果図

変動地形等 敷地周辺 (海域)

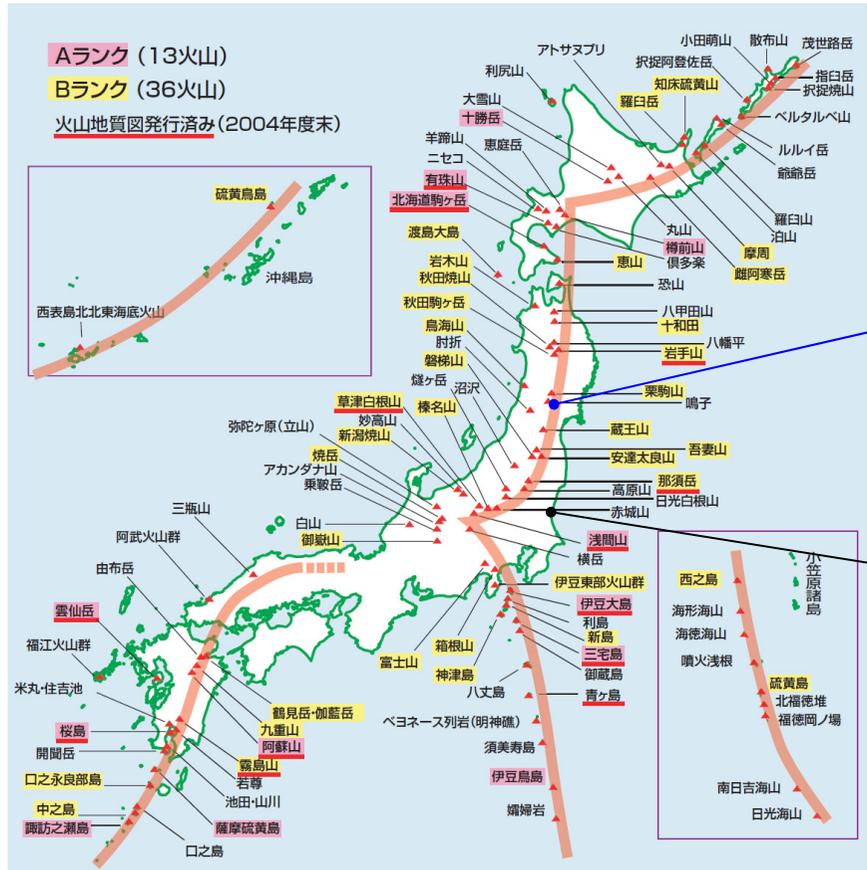
HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3再掲



- ・敷地前面海域の海底地形は、水深約130m～約150m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5/1,000程度の勾配で傾斜しており、全体的には起伏に乏しい単調な海底地形を示している。
- ・各種海上音波探査を実施しており、敷地近傍の海域では詳細な地質構造を把握するため、密な測線配置としている。
- ・敷地近傍の海域には、敷地前面海域の地層のうち、上位から、A層、B₂層、C₁層、D₁層、D₂層が水平に広く分布しており、いずれも反射面が認められる堆積層であり、変位・変形の確認は十分に可能である。

火山



2008年岩手・宮城内陸地震

大洗研

日本列島の活火山分布図
活動度により3段階にランク分けされている。もっとも活動度の高いAランクは13、Bランクは36、Cランクは36火山。海底火山や北方領土の火山はランク分けの対象外になっている。
今後の調査で新たに活火山と追加認定される火山もある。
橙色の太いラインが火山フロント。

火山フロント
産業技術総合研究所(2004)に一部加筆

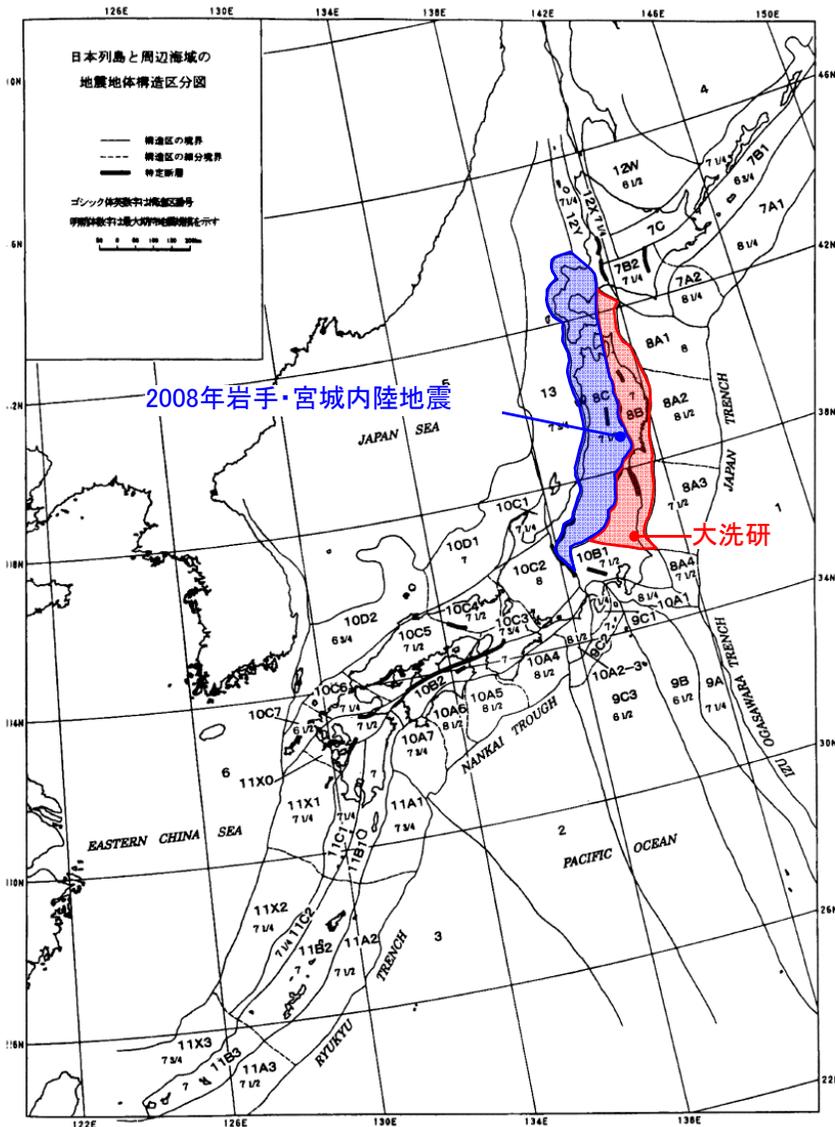
- ・2008年岩手・宮城内陸地震の震源域は火山フロントに近接する。
- ・大洗研は火山フロントから外れた地域に位置する。

地震地体構造区分

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTTR
と同様

●垣見ほか(2003)



垣見ほか(2003)に一部加筆

地域		2008年 岩手・宮城内陸地震	大洗研
構造区		8C 東北日本弧内帯	8B 東北日本弧外帯
地形・地質		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	外弧隆起帯, 安定域
活断層	密度	中	極小
	長さ	中	短(長)
	活動度	B	C
	断層型	逆	逆・横
	その他	島弧と平行 隆起帯基部に発達	—
浅発大・中 地震活動		高 東西圧縮逆断層型	低

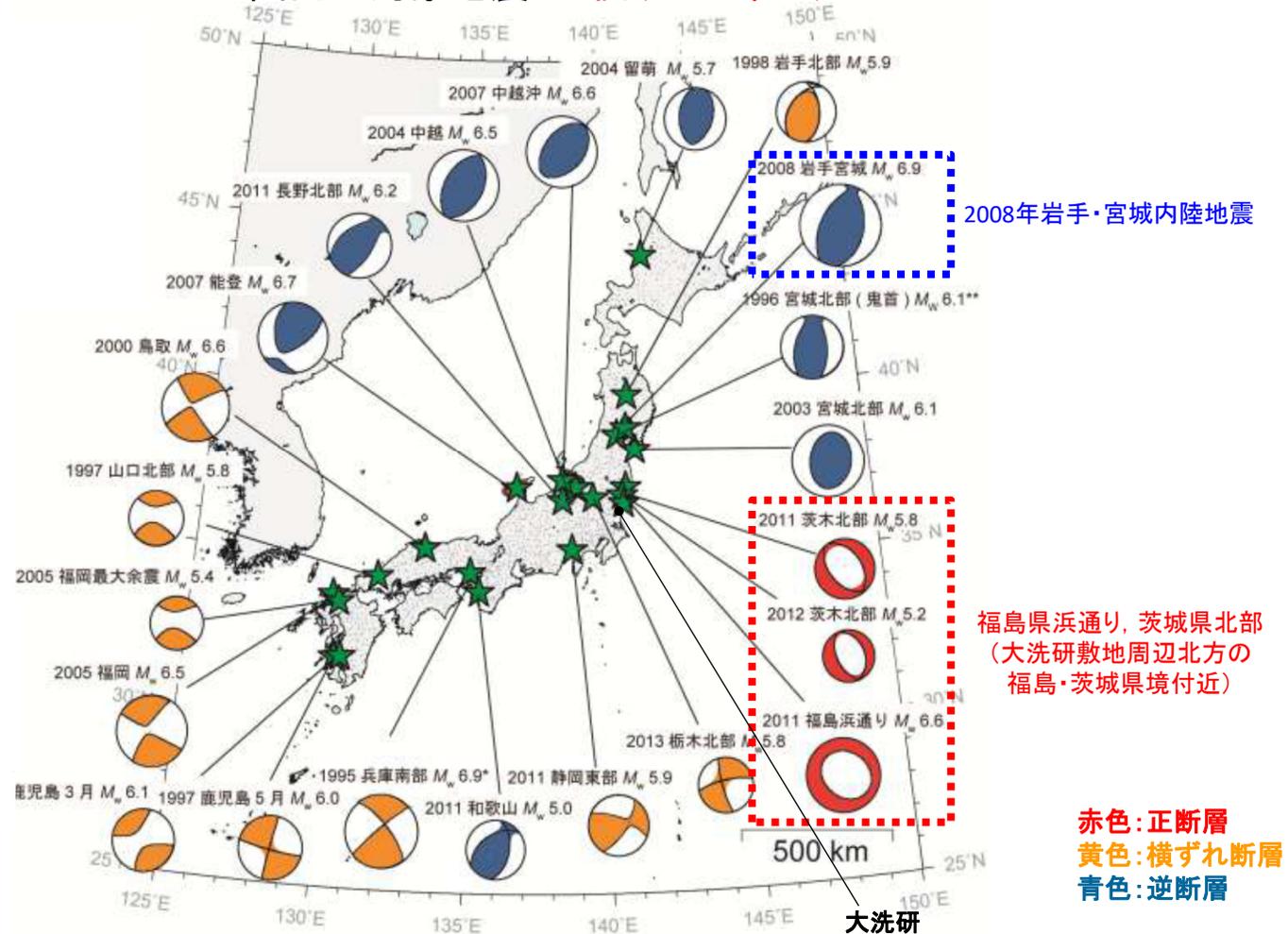
2008年岩手・宮城内陸地震の震源域は、大洗研と異なる構造区である。

震源メカニズム

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTTR
と同様

国内の対象地震: 22個(1995年~)



国内の内陸地殻内地震の震源メカニズム

新安全設計基準に関する検討チーム(2013)に加筆

- 2008年岩手・宮城内陸地震およびその周辺では、逆断層型の地震が発生している。
- 大洗研敷地周辺北方の福島県浜通り、茨城県北部においては、南西—北東引張の正断層型の地震が発生している。

2008年岩手・宮城内陸地震震源域の応力場

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTTR
と同様

●行竹ほか(2012)

- 2004年1月～2011年1月の地震(内陸域, 深さ<30km, $M \geq 2$)を対象に, P波初動極性データ及び, P波とSH波の振幅情報を用いてメカニズム解を推定
- 推定したメカニズム解に基づき, 応力インバージョン法にて日本内陸域の広域的な応力場の空間分布を推定

※大洗研敷地周辺では地震数が少ないため応力場が推定されていない(0.2度間隔のグリッド内に8個のメカニズム解データがある領域に対して応力場の推定がなされている)。

2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺は、概ね東西圧縮の逆断層型の応力場である。

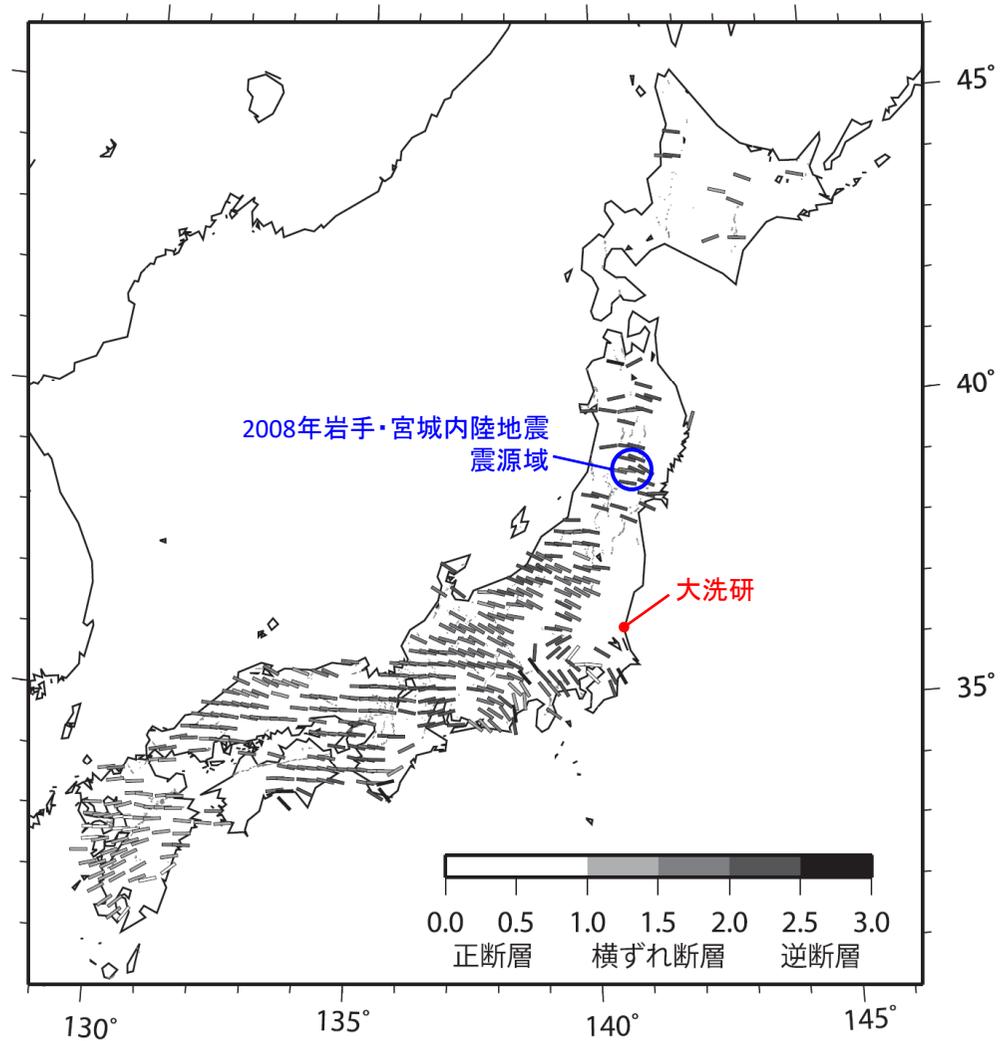


図6 応力インバージョン法により推定された水平最大圧縮軸 (σ_{max}) 方向の空間分布。バーの色は Simpson (1997) の定義により分類された応力場の種類を示す。灰色線は、主要活断層の地表トレース (活断層研究会、1991)。

行竹ほか(2012)に一部加筆

敷地周辺の応力場 (1/2)

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTTR
と同様

●Imanishi et al.(2012)

- 東北地方太平洋沖地震発生前の2003年から2010年の間に、福島・茨城県境周辺で発生した、 $M_j 1.5$ 以上、深さ20km以浅の微小地震のうち、26地震のメカニズム解を推定
- 応力テンソルインバージョン結果から、福島・茨城県境付近の応力場が正断層型であると指摘

大洗研敷地周辺の福島・茨城県境付近は、東北地方太平洋沖地震発生前から、正断層型の地震が発生しやすい地域である。

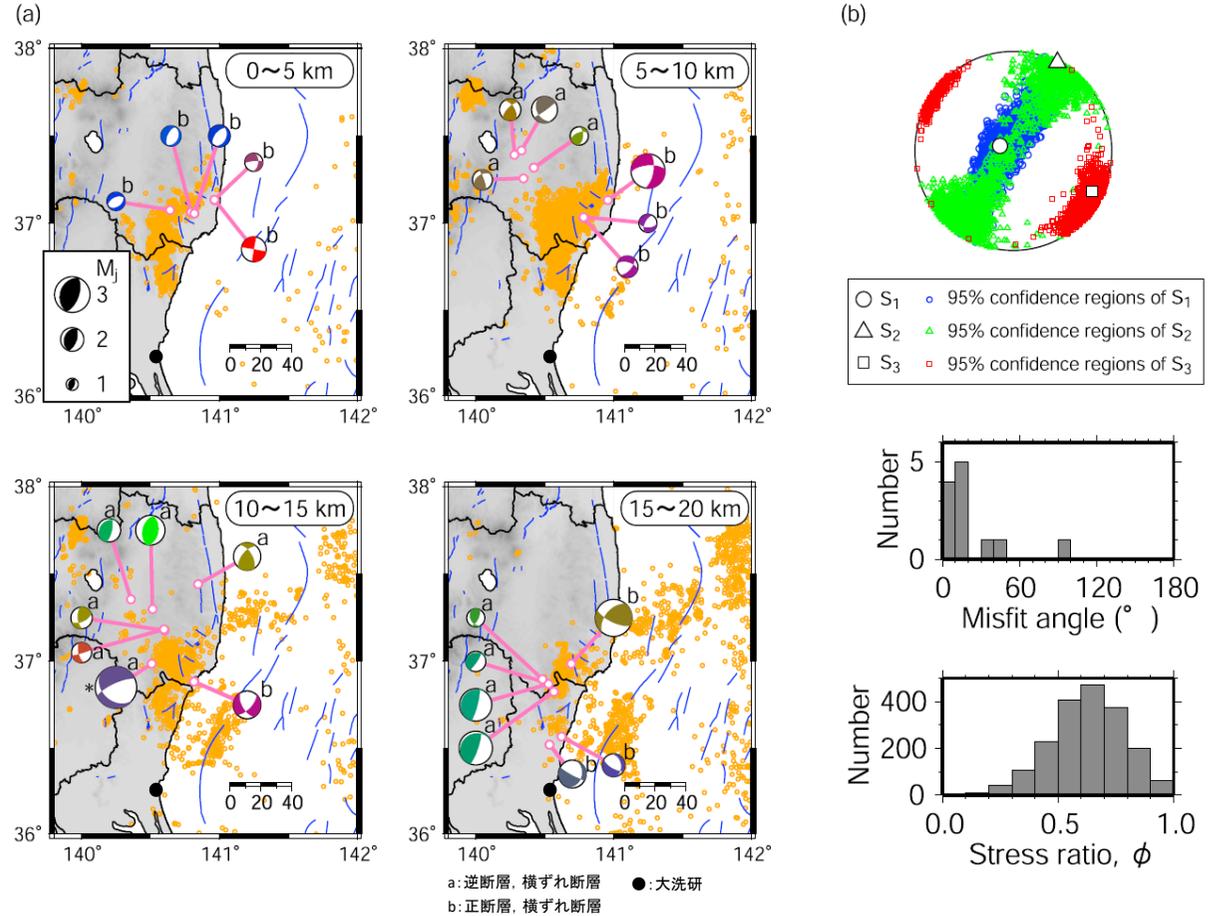


Figure 3. (a) Focal mechanism solutions of microearthquakes determined in the present study that occurred before the 2011 Tohoku earthquake (lower hemisphere, equal-area projection). The same triangle diagram as that of Figure 1 is used to differentiate faulting types. A mechanism marked with asterisk is also listed in the JMA catalogue; this is almost the same as that determined by JMA. The alphabetical letters “a” or “b” denote events which are outside or within the source area of the normal-faulting earthquake sequence. (b) Stress tensor inversion result. (top) Principal stress axes with their 95% confidence regions plotted on lower hemisphere stereonets. (middle) Misfit angle for the data with respect to the best stress tensor determined by the stress tensor inversion. Here, the misfit angle represents the angle between the tangential traction predicted by the best solution and the observed slip direction on each plane determined from the focal mechanism. (bottom) Histogram of stress ratio $\phi = (S_2 - S_3)/(S_1 - S_3)$ that belongs to the 95% confidence region.

Imanishi et al.(2012)に一部加筆

敷地周辺の応力場 (2/2)

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTTR
と同様

- 大洗研敷地周辺は、2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺と異なり、東北地方太平洋沖地震の発生前後ともに地震活動度は低く、震源メカニズム解が得られていない。
- 大洗研敷地周辺の茨城県北部では、南西-北東方向を引張軸とする正断層型の地震が卓越している。
- GNSS観測データに基づくひずみ変化は、茨城県北部の正断層が卓越する領域と大洗研敷地周辺ともに東西引張側のひずみ変化となっている。

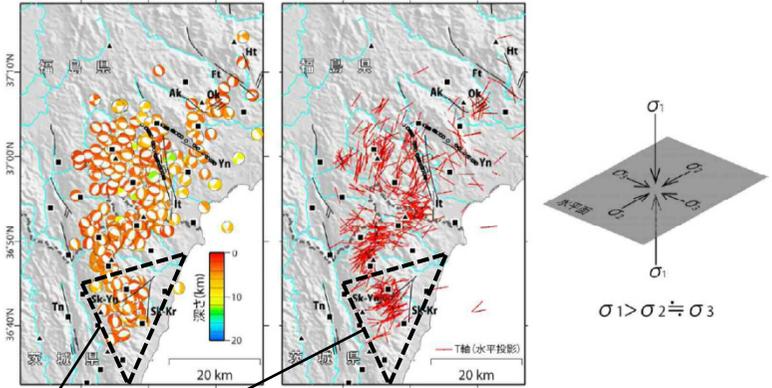
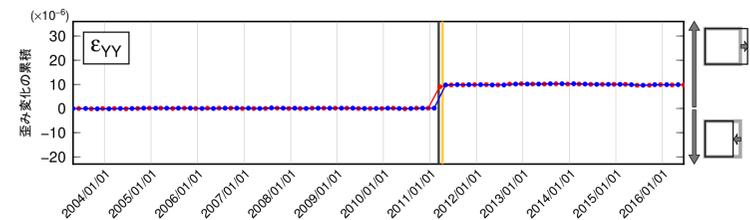
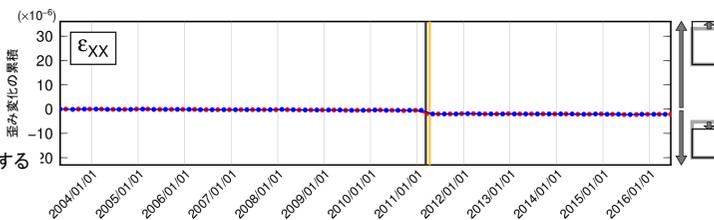
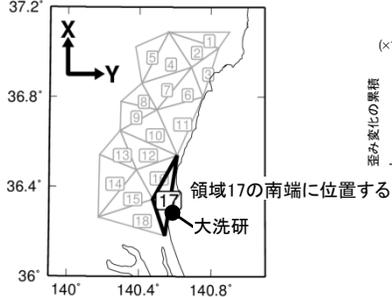
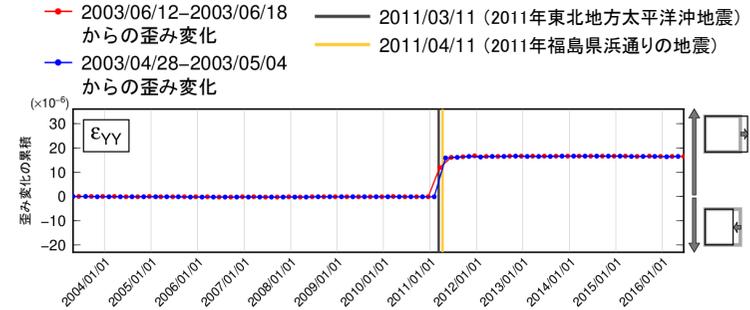
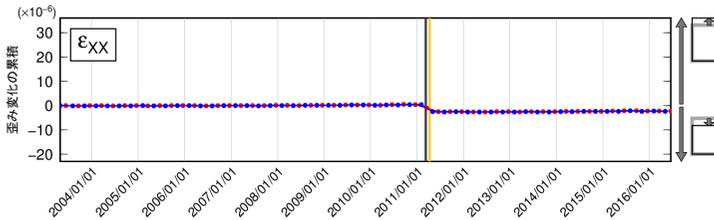
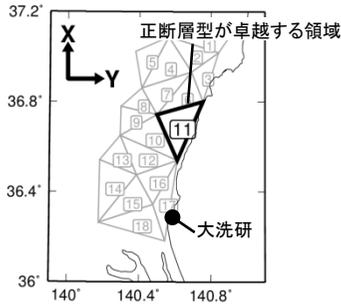


図11 得られたメカニズム解とT軸の分布
左：下半球投影のメカニズム解。深さで色分けした。井戸沢断層(It)と湯ノ岳断層(Yn)の地表面震断層 (Mizoguchi et al. in preparation) を○で示す。中：メカニズム解のT軸方位 (水平投影)。右：推定される応力場の概念図。
青柳・上田(2012)に一部加筆

●GNSS観測データに基づく検討

国土地理院によるGNSS観測点で三角形要素を構築し、各要素内の平均的な歪み変化(2003年5月時点とを0と仮定)を評価



ひずみ変化の累積(大洗研敷地周辺)

ひずみ集中帯

第370回審査会合
資料1-3 再掲

HTTR
と同様

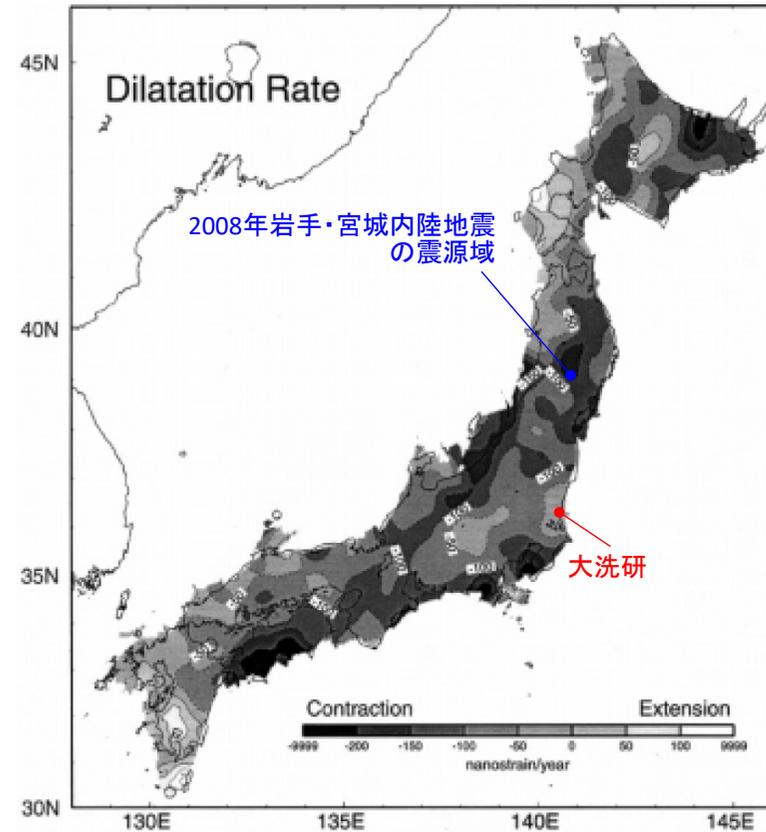
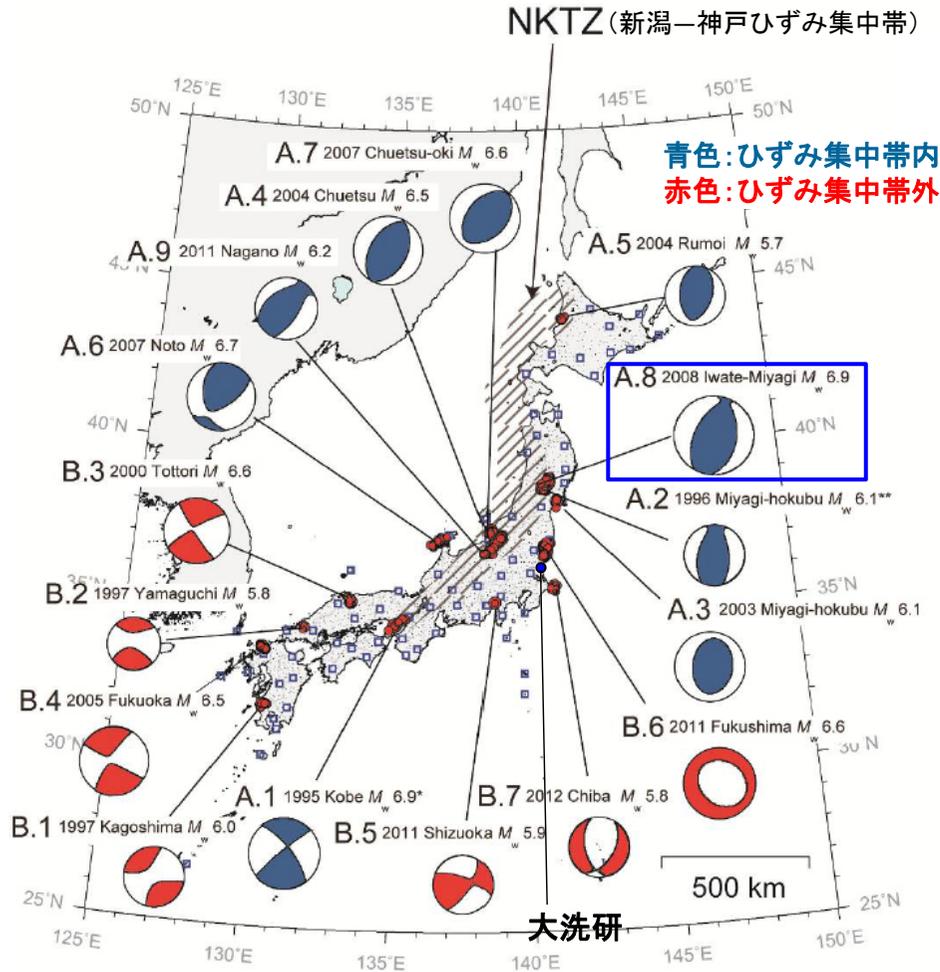


Figure 4
Estimated distribution of dilatational strain rate.
Sagiya et al.(2000)に一部加筆

図1 本研究で解析した地震群の本震震央位置と本震のCMT解。ハッチの部分かひずみ集中帯。

防災科学技術研究所(2013)に一部加筆

- 2008年岩手・宮城内陸地震の震源域は、防災科学技術研究所(2013)において、ひずみ集中帯と指摘されている。
- 大洗研敷地周辺をひずみ集中帯と指摘している文献はない。

2000年鳥取県西部地震の概要 (震源モデルの一例)

●池田ほか(2002)

- ・関口・岩田(2001)の震源破壊過程に基づき, 最適震源モデルを評価している。
- ・結果として, アスペリティはすべり量の大きい浅い部分と深い部分の2箇所を設定されている。

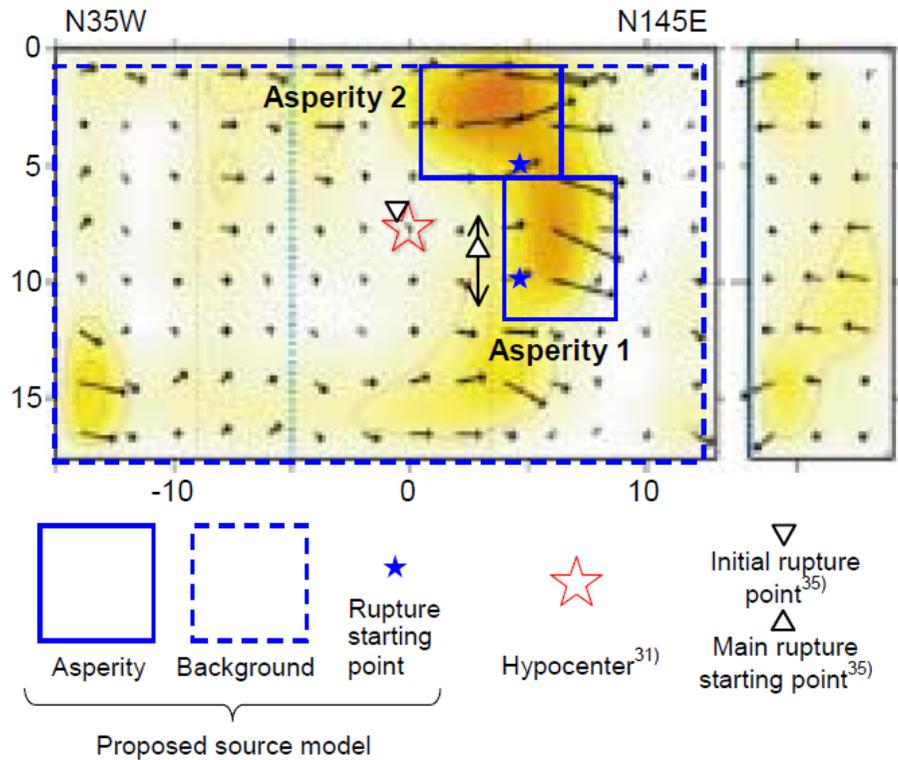
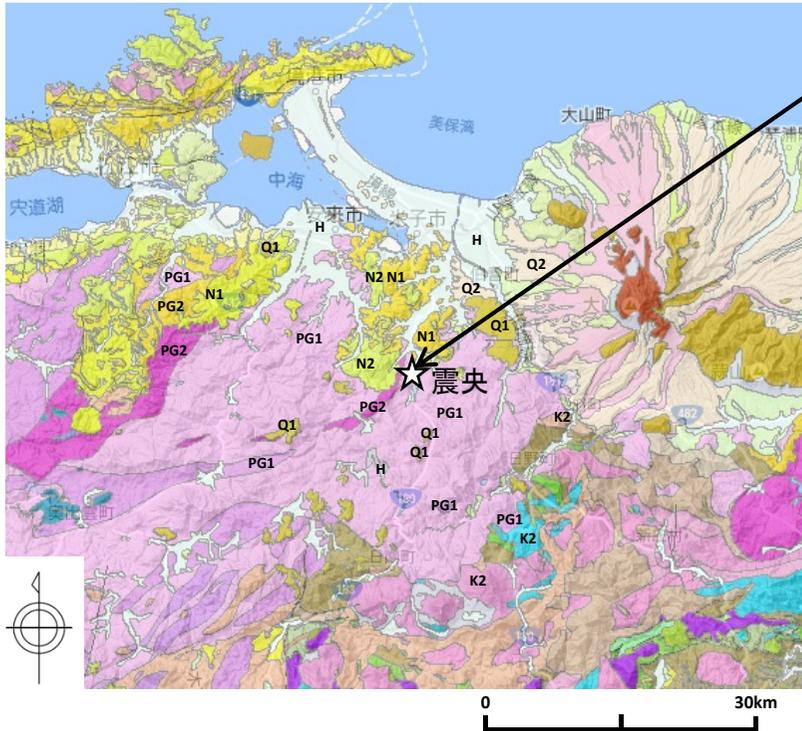


図1 提案する鳥取県西部地震の最適震源モデル
(関口・岩田³¹⁾に加筆・修正)

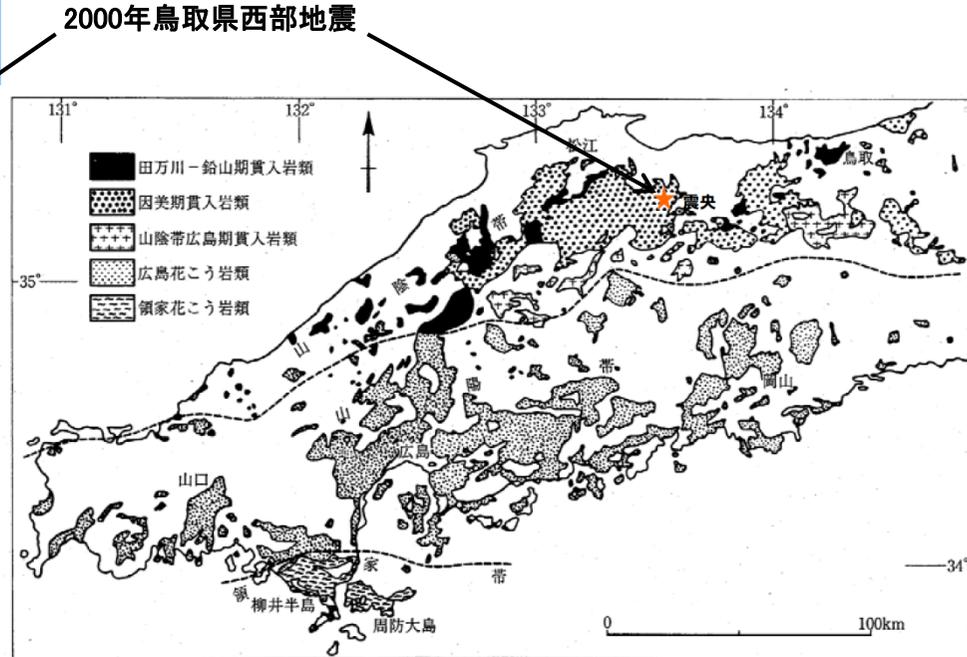
表2 最適震源モデルのパラメータ

震源位置 ⁴³⁾	35.26937N, 133.35669E		
Strike, Dip, Slip deg.	145, 90, 0		
震源深さ ⁴³⁾ km	7.8		
地震モーメント ⁴⁵⁾ Nm	9.6×10^{18}		
破壊域の面積 km ²	464		
せん断波速度 km/s	3.5		
	アスペリティ		背景領域
	1 (下部)	2 (上部)	
面積 km ²	28.8 (4.8km×6.0km)	28.8 (6.0km×4.8km)	410.4
重ね合わせ数 ($N_L \times N_W \times N_T$)	4×5×5	5×4×5	282×17 $N_L \times N_W \times N_T$
上端深さ km	5.6	0.8	0.8
地震モーメント Nm	1.99×10^{18}	0.99×10^{18}	6.62×10^{18}
応力降下量 MPa	28.0	14.0	2.8
破壊伝播速度 km/s	2.5	3.0	2.5
ライズタイム s	0.6	0.6	2.04

地質 2000年鳥取県西部地震 (1/2)



震源域周辺のシームレス地質図
(産業技術総合研究所, 地質図Navilに加筆)

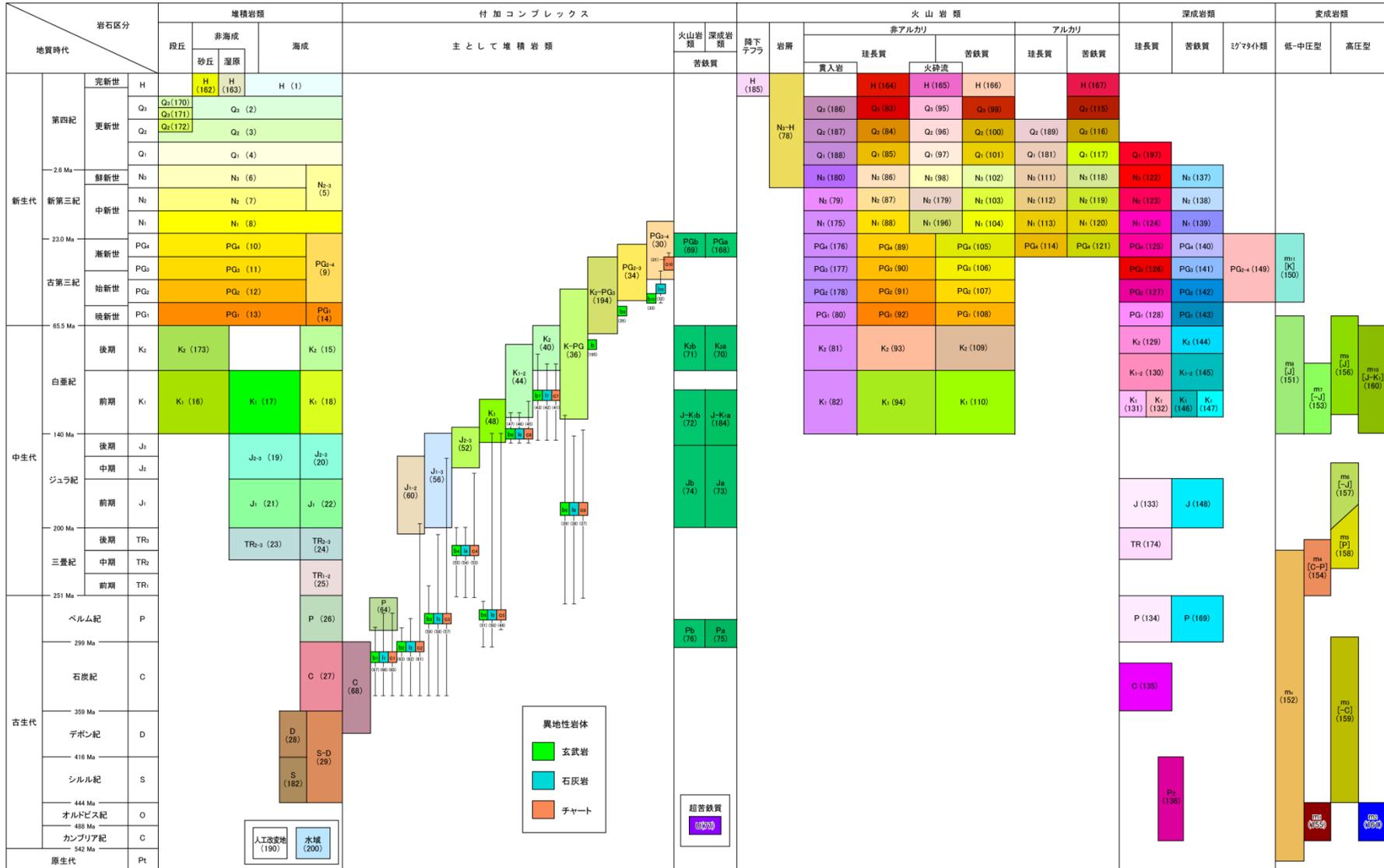


中国地方における白亜紀～古第三紀貫入岩類の分布
(日本の地質増補版編集委員会編(2005)に加筆)

- 震源域近傍の地質は主に白亜紀～古第三紀の花崗岩を主体としており, 中新世に貫入した安山岩～玄武岩の岩脈が頻繁に分布している。(井上ほか(2002))

地質 2000年鳥取県西部地震 (2/2)

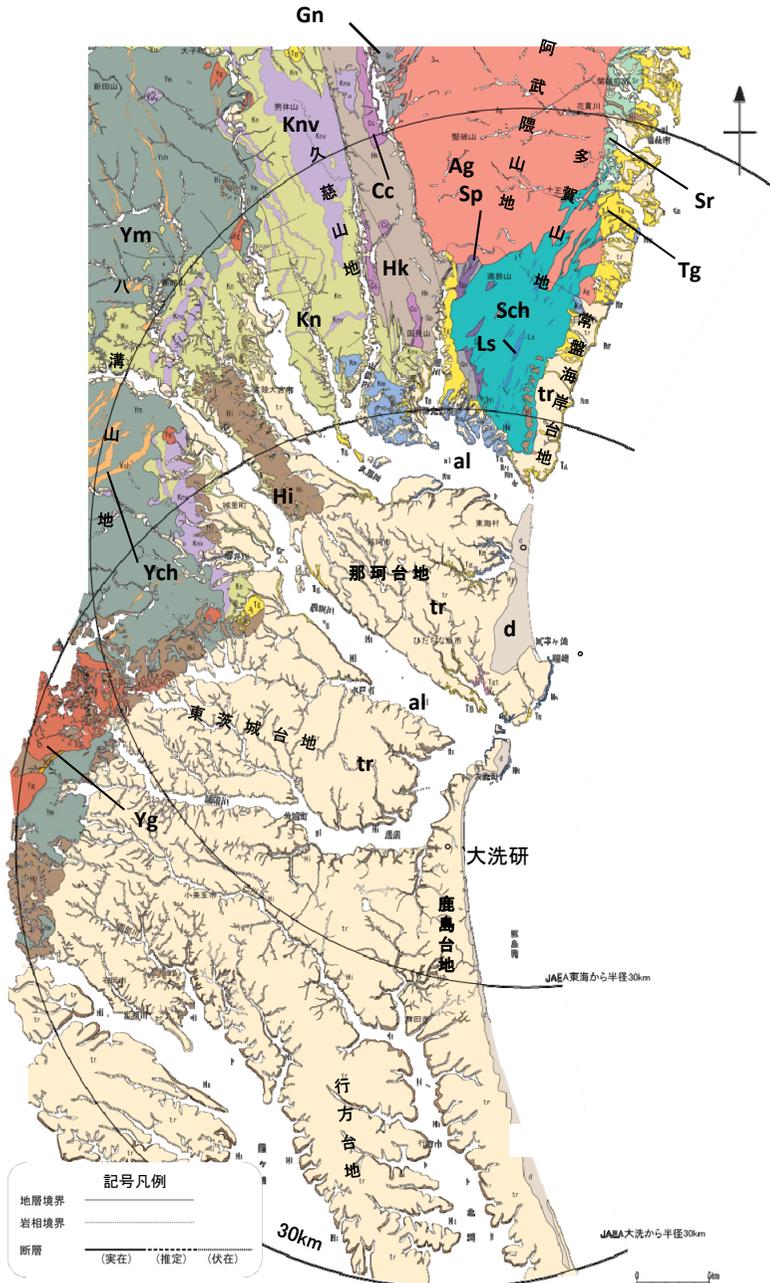
Ma: 百万年



20万分の1日本シームレス地質図 全国統一凡例
(産業技術総合研究所, 20万分の1シームレス地質図)

2015-05-14

地質 敷地周辺の地質



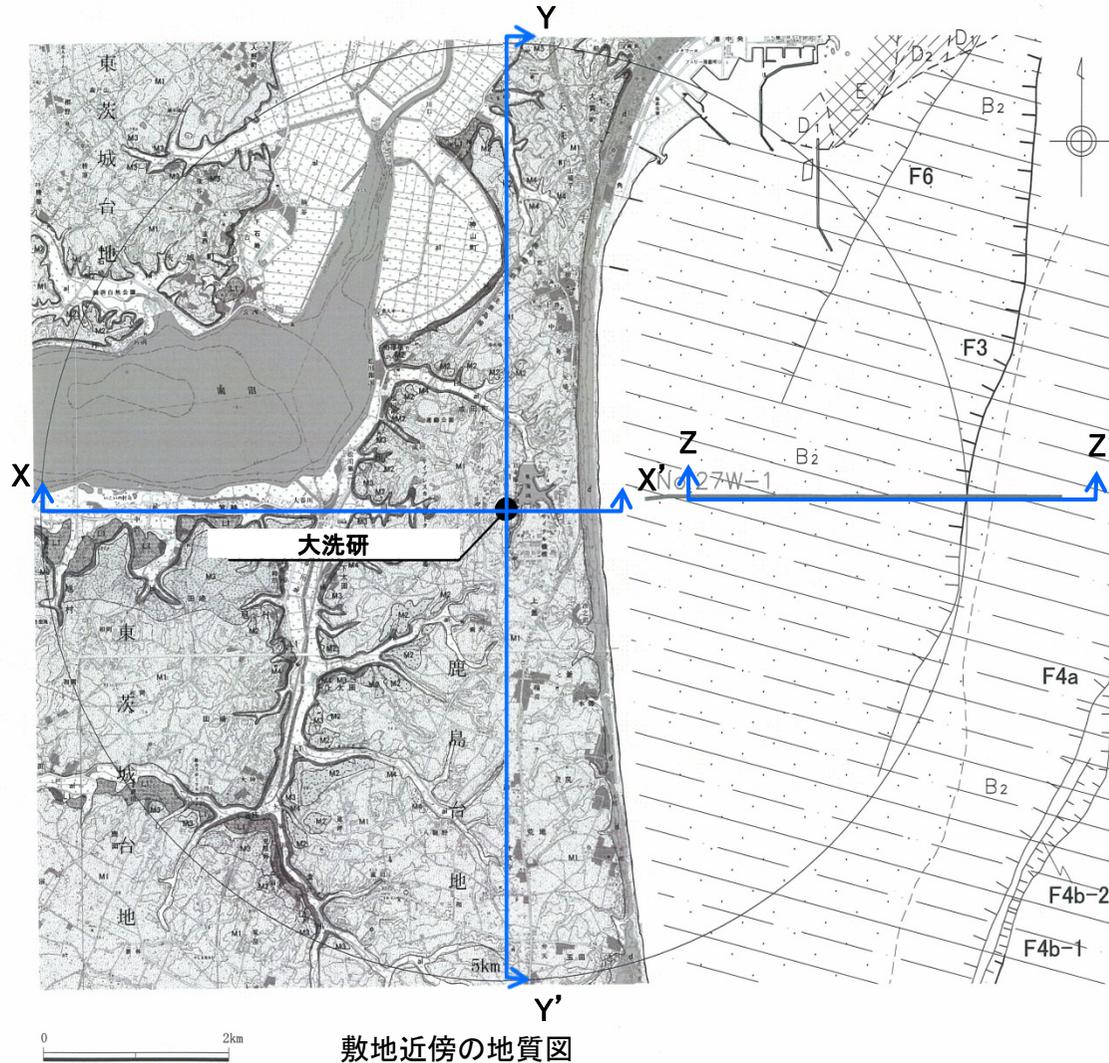
敷地周辺陸域の地質概要

地形	主に分布する地質
八溝山地	[北部]: 先新第三系の八溝層群 [南部]: 先新第三系の八溝層群, 新第三系中新統の堆積岩類・火山岩類・火山碎屑岩類
久慈山地	新第三系中新統の火山岩類・火山碎屑岩類
多賀山地	先新第三系の阿武隈花崗岩類, 日立変成岩類及び竹貫変成岩類
常磐海岸台地	新第三系中新統の多賀層群, 第四系更新統の段丘堆積物
那珂台地・東茨城台地	[丘陵地・台地]: 第四系更新統の段丘堆積物 [縁辺部]: 新第三系中新統の多賀層群, 鮮新統～第四系更新統の久米層

年代層序区分	八溝山地		久慈山地		多賀山地		那珂台地周辺部		
	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	
第四系	完新統	[al] 沖積層	砂・シルト・礫	[al] 沖積層	砂・シルト・礫	[al] 沖積層	砂・シルト・礫	[d] 砂丘砂層	砂
	更新統	[tr] 段丘堆積物	砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物	砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物	砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物	砂・シルト・礫
		[Hi] 東茨城層群	砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群	砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群	砂・シルト・礫	[Hi] 東茨城層群	砂・シルト・礫
新第三系	鮮新統		[Km] 久米層	砂質泥岩	[Km] 久米層	砂質泥岩	[Km] 久米層	砂質泥岩	
	中新統	[Kn] 金砂細層群	砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩	[Tgt] 凝灰岩	砂質泥岩	[Tgt] 凝灰岩	砂質泥岩	[Tgt] 凝灰岩	砂質泥岩
		[Knu] 火山岩類・火山碎屑岩類	砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩・デイサイト・凝灰岩	[Hk] 東金砂山層	礫岩・砂岩	[Tg] 多賀層群	砂質泥岩	[Tg] 多賀層群	砂質泥岩
古第三系	漸新統				[Sr] 白水層群	砂岩・泥岩・礫岩・石炭			
	始新統								
	暁新統	[Yg] 八溝花崗岩類							
白亜系			[Ag] 阿武隈花崗岩類		[Ag] 阿武隈花崗岩類		[Nk] 那珂湊層群及び大洗層	泥岩・砂岩・礫岩	
ジュラ系	[Ym] 八溝層群	砂岩・頁岩・チャート	[Cc] カタクラサイト		[Cc] カタクラサイト				
三畳系	[Ych] チャート								
ペルム系									
石炭系									
カンブリア系									

□ : 深成岩類及び変成岩類

地質 敷地近傍の地質



年代層序区分		区分・地質	
完新統	沖積層	a1	礫, 砂, シルト
	砂丘砂層	d	砂
第四系 更新統	L1段丘堆積層	L1	礫, 砂, シルト
	M4段丘堆積層	M4	礫, 砂
	M3段丘堆積層	M3	礫, 砂
	M2段丘堆積層	M2	礫, 砂
	M1段丘堆積層	M1	礫, 砂, シルト
東灰城層群		HI	礫, 砂, シルト
No.27W		地質断面図作成位置	

海域凡例	
A	A層 完新統
B ₂	B ₂ 層 中部更新統
D ₁	D ₁ 層 } 中新統
D ₂	
E	E層 先中新統
---	地層境界
┆┆┆	断層
┆┆┆	伏在断層
No.27W	敷地近傍の海底地質断面図に示した範囲

この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000(地図画像)及び数値地図25000(地図画像)を複製したものである。
(承認番号 平26情複、第337号) 及び
(承認番号 平26情複、第540号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

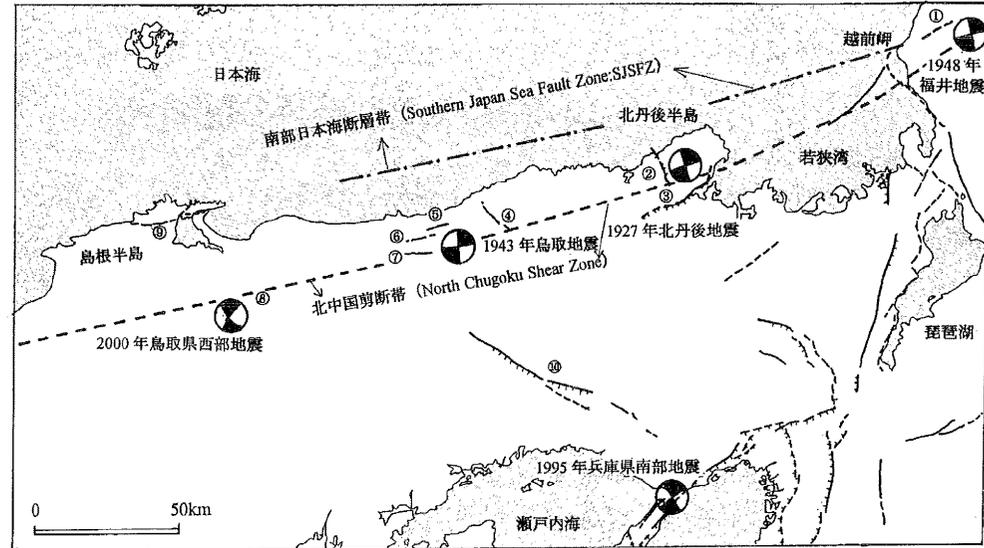
・敷地近傍には、中新統の堆積岩, 鮮新統の堆積岩, 更新統の段丘堆積物等, 完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。

地質構造・変動地形等 2000年鳥取県西部地震

●岡田(2002):

丹後半島から島根半島までの山陰地域にみられる活断層について、共通する特徴を以下にまとめる。

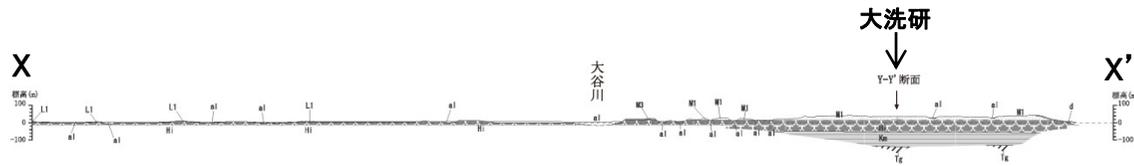
- 1) 変位地形は全体として不明瞭であり、累積変位量はいずれも数百m以下と少ない。
- 2) ENE-WNWとNNW-SSEの方向の横ずれの地域までに、こうした活断層の分布が限られている。
- 3) 数本の活断層が雁行状に連続する断層線も長さは25km以下と相対的に短い。
- 4) 断層破碎帯の発達は顕著でなく、既存の大断層が再活動した形跡はない。ほとんどの活断層は新たに破断面を形成しつつあるので、破碎帯の幅は数十cm程度とごく限られているようである。
- 5) 第四紀中期以降に新たな断層面を形成して、断層が発達しつつあり、活断層の発達過程としては初期ないし未成熟な段階にある。
- 6) WNW-ESE方向からの圧縮場のもとで活断層が発現しており、不鮮明なりニアメントでも活断層の可能性があるので、注意して調査する必要がある。
- 7) 1900年代は千年振りに訪れた地震活動の活動期にあたり、大地震の起こった周辺域は注目すべき時期にあたる。



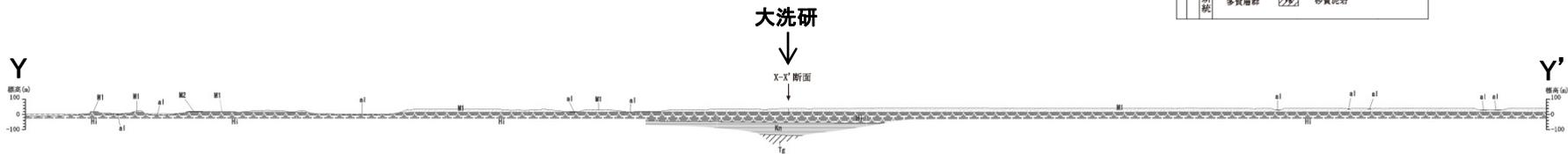
山陰地方の主な地震の発震機構と活断層

- 岡田(2002)において、「鳥取県西部地震はまだ地表には一連の活断層として姿を現していない(到達していない)地下深部の断層による活動とみなされ」、「第四紀中期以降に新たに断層面を形成して、断層が発達しつつあり、活断層の発達過程としては初期ないし未成熟な段階にある」とされている。
- また、山陰地域は「日本列島の中でも特異な地域」で「西南日本弧の日本海側変動帯に組み込まれつつあり、第四紀中期以降から地殻運動が徐々に活発化しているとみなされ」、当地域にはWNW-ESE方向の圧縮場のもとでENE-WSWとNNW-SSEの方向の横ずれ活断層が発現しているとされている。

地質構造 敷地周辺



X-X' 断面



Y-Y' 断面

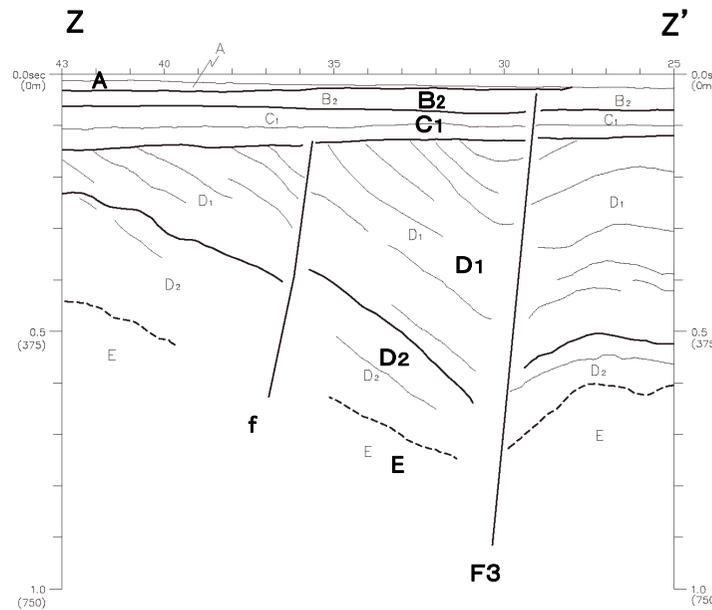
凡例

年代層所 区分	区分・岩相
第四系 更新統	沖積層 a1 礫、砂、シルト 砂丘砂 a2 砂
	L1段丘堆積物 L1 礫、砂
	M3段丘堆積物 M3 礫、砂
	M2段丘堆積物 M2 礫、砂
第四系 新統	M1段丘堆積物 M1 礫、砂、シルト
	東茨城層群 礫、砂、シルト
新第三系 中新統	久米層 Km 砂質泥岩
	多賀層群 砂質泥岩

海域凡例

地質時代	非褶層区分
第四紀	完新世 A
	後期 B ₁
	中期 B ₂
新第三紀	前期 D ₃
	中期 D ₂
	後期 D ₁
古第三紀	D ₃
	E

断層
 地層境界
 推定地層境界

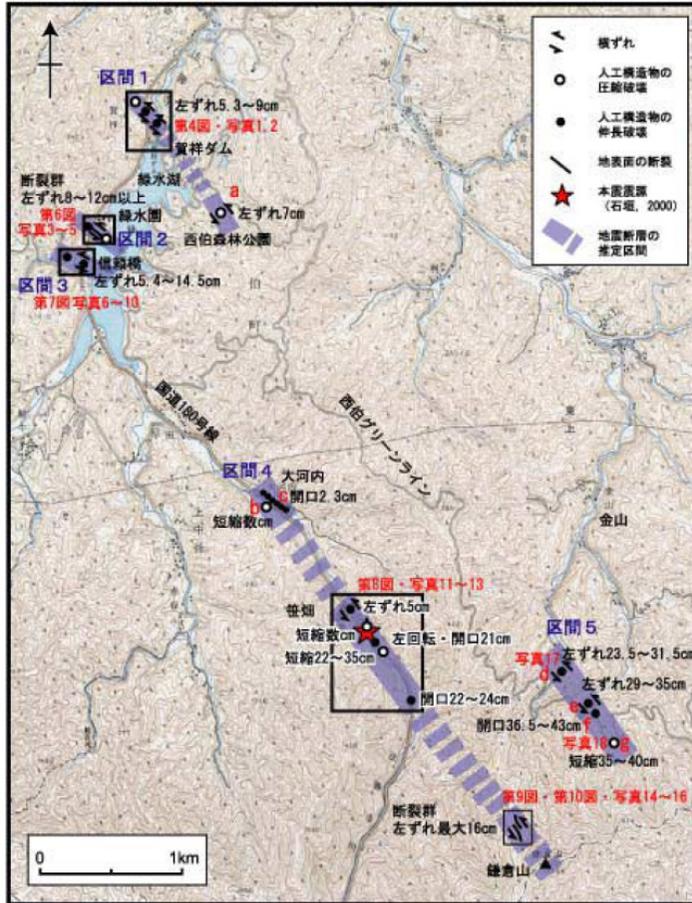


Z-Z' 断面

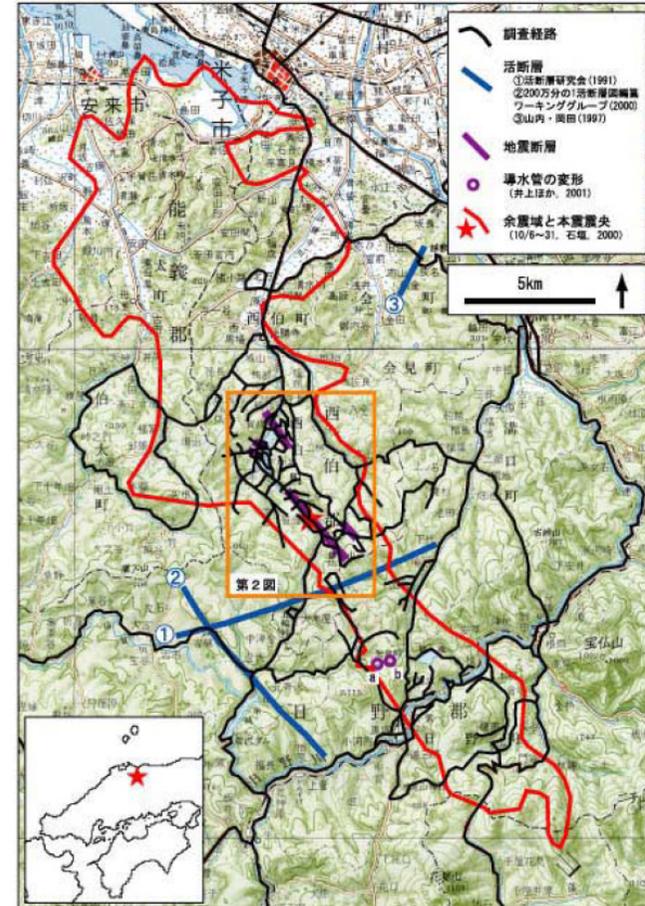
- 敷地近傍には、下位より新第三系中新統の多賀層群、新第三系鮮新統～第四系更新統の久米層、第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物並びに第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。
- 地質調査の結果、敷地近傍で広く分布する久米層は、ほぼ水平に分布している。また、久米層を不整合に覆う、東茨城層群、M1面及びM2面の段丘堆積物もほぼ水平に分布している。
- 敷地近傍の海域には、敷地前面海域の地層のうち、上位から、A層、B₂層、C₁層、D₁層、D₂層及びE層が分布する。
- 敷地近傍にカルデラは分布しない。

変動地形等 2000年鳥取県西部地震 (1/3)

- 伏島ほか(2001);
 - 地表面の断裂や構造物の破壊・変形が発見された地点は、本震中央の北西側約4km, 南東側約2kmに及ぶ。これらの地点は、ほぼ北西-南東方向の、ほぼ平行する複数の直線に沿って並んでいる。
 - 地震断層長さ(地震断層の出現が確認された帯状地域の長さ)は約6kmであった。



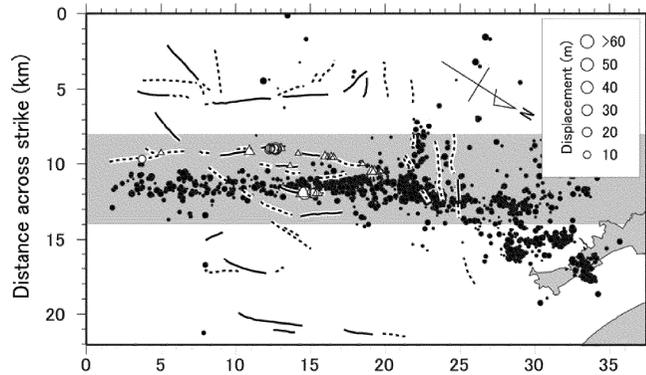
調査結果の概要



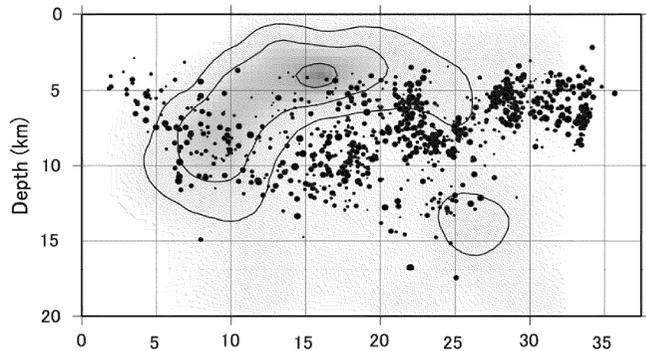
調査地域の概要と調査経路

変動地形等 2000年鳥取県西部地震 (2/3)

- 青柳ほか(2004);
 - ・すべり量の大きい場所は、震源域南部の平行リニアメント群の分布域によく一致する。特に浅部に大きなすべりを生じた横軸10~20kmの間では、密にリニアメントが分布している。



余震の震央分布とリニアメント沿いの累積変位量分布
○: 確実性の高いもの △ 確実性の低いもの
実線: LC級リニアメント 点線: LD級リニアメント



余震分布と断層面上のすべり量分布
コンター間隔は1m

- 本多ほか(2002);
 - ・ブーゲー異常の変化部は単なる地質構造の境界でなく基盤の断層構造、すなわち地殻内の弱線構造を反映していると考えられる。
 - ・2000年鳥取県西部地震は中国地方に多く発達するこのようなトレンドの中でも、北北西-南南東方向の地殻内の弱線を利用して発生したと考えられる。
 - ・震源断層の南北には西南日本特有海溝軸に沿った大規模な地質構造が存在するため、震源断層サイズは弱線構造のサイズ、つまり南端の花崗岩地域以北までに制限されていた可能性が考えられる。

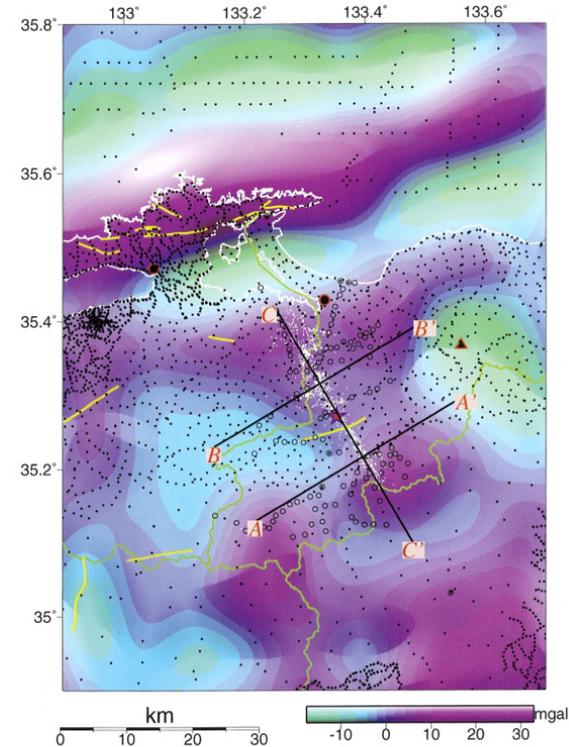
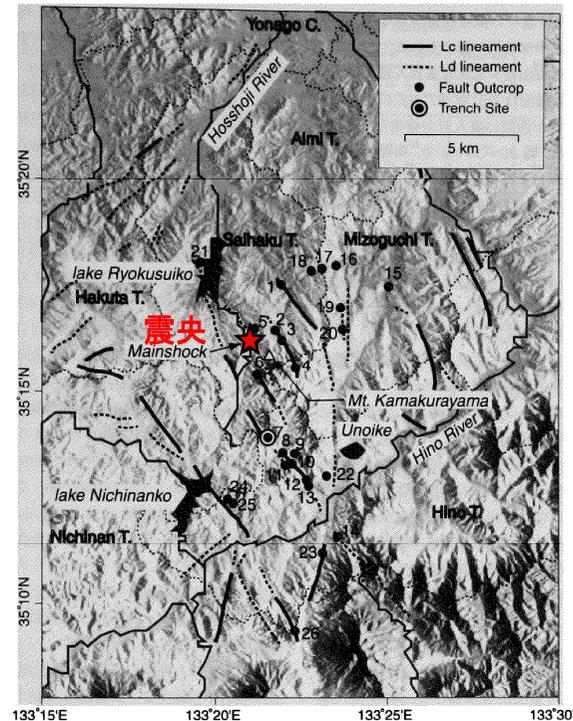


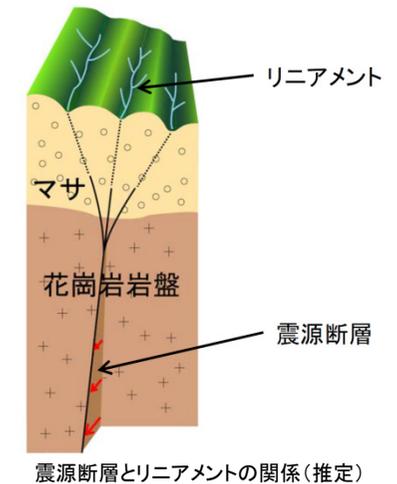
Fig. 2. Band-pass filtered (wavelength of 20~80 km) Bouguer anomaly map overlaid with epicenters of aftershocks (white dots) and locations of existed (black dots) and new (open circles) gravity stations. Density for reduction is assumed to be 2.67 g/cm³. White, green and yellow solid lines indicate the coastline, prefectural boundary and active faults, respectively. Black lines are the lines where subsurface structures are analyzed.

● 井上ほか(2002);

- ・今回の地震の震源域周辺での詳細な空中写真判読により、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る。これらは、想定されている震源断層の方向とほぼ一致している。
- ・地表踏査により、これらのリニアメント沿いで多くの断層露頭が確認され、断層面には水平から水平に近い条線が認められる。これらの断層の一部は第四紀層を変位させている。したがって、これらのリニアメントは断層活動によって形成されたことが考えられる。
- ・これらの断層群の分布状況、反射法地震探査結果[阿部ほか(2001)], 微小地震観測結果[青柳ほか(2001)]などから、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いることが推定される。また、このフラワー構造の下部では、断層が1本に収斂しており、これが震源断層と推定される。さらに、上田・谷(1999), Ueta et al.(2000)の断層模型実験や地震の特徴などから、これらは若い未成熟な断層であることが推定される。このため、今回の地震では、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が出現しなかったことが考えられる。
- ・各断層露頭の性状やトレンチ調査結果などから、この地震の震源断層は過去に繰り返し活動したことが考えられる。
- ・震源断層の活動によって、地表まで破壊が進行する断層はその都度異なることが考えられるものの、震源断層としての活動間隔は比較的小さいものと推定される。
- ・これらの調査は地震後の調査であるが、仮に地震前にこれらの詳細な調査を実施していれば、事前にある程度の規模の地震発生のポテンシャルがあることが推定可能であったことが考えられる。

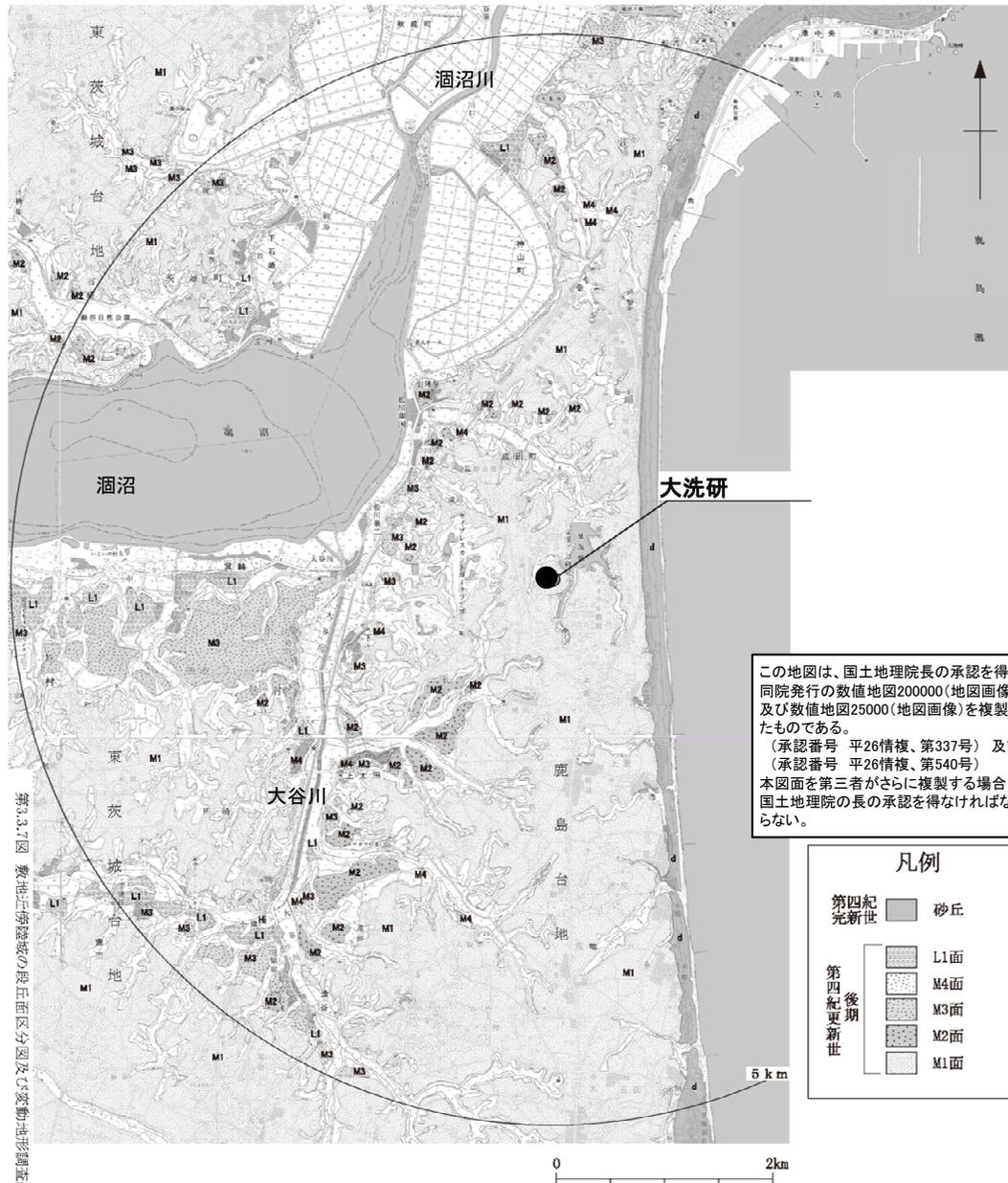


井上ほか(2002)に加筆

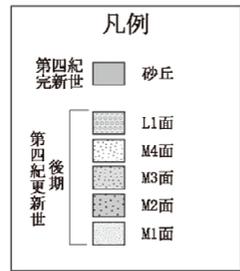


- ・ 井上ほか(2002)によると、2000年鳥取県西部地震震源域に震源断層の方向とほぼ一致する短く断続するリニアメント群が判読されるとともにリニアメント沿いで水平に近い条線をもつ断層露頭が多く確認され、これらの断層は横ずれ断層に伴うフラワー構造を呈して地下では1本の断層に収斂すると推測されている。
- ・ また、これらは若い未成熟な断層であることが推定されており、詳細な調査を実施していれば、事前にある程度の規模の地震発生のポテンシャルがあることが推定可能であったと考えられている。

変動地形等 敷地周辺 (陸域)



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000(地図画像)及び数値地図25000(地図画像)を複製したものである。
(承認番号 平26情複、第337号)及び(承認番号 平26情複、第540号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

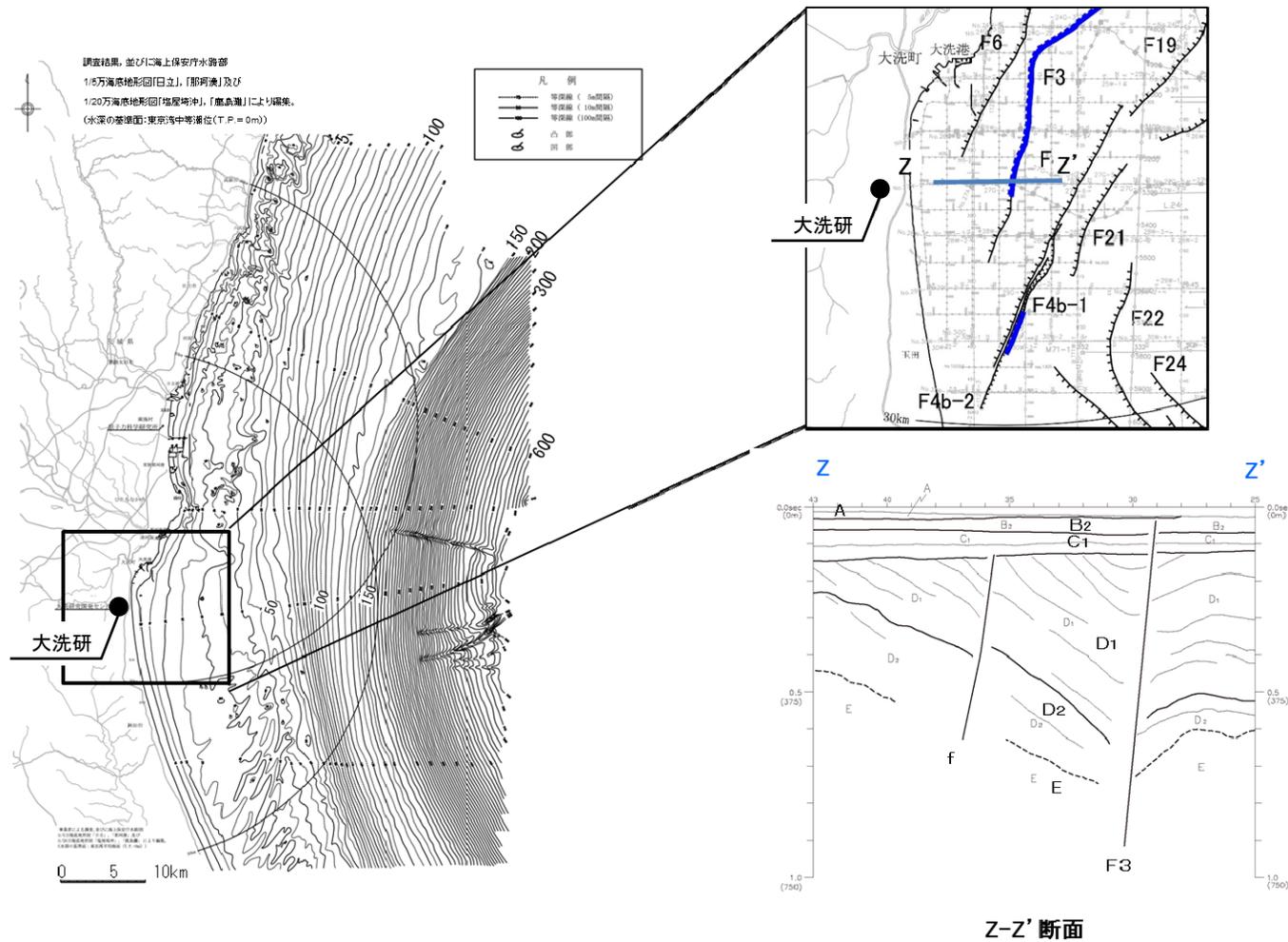


- 敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなり、敷地は鹿島台地北部に位置する。
- 台地を構成する段丘は高位からM1面、M2面、M3面、M4面、L1面に区分される。
- M1面は敷地近傍の鹿島台地や東茨城台地に広く分布する。
- M2面、M3面、M4面、L1面は敷地南西方の潤沼、潤沼川、大谷川沿岸等に断片的に分布する。
- 変動地形学的調査の結果、リニアメントは判読されない。

第3.7.7図 敷地近傍陸域の段丘面区分図及び変動地形調査結果図

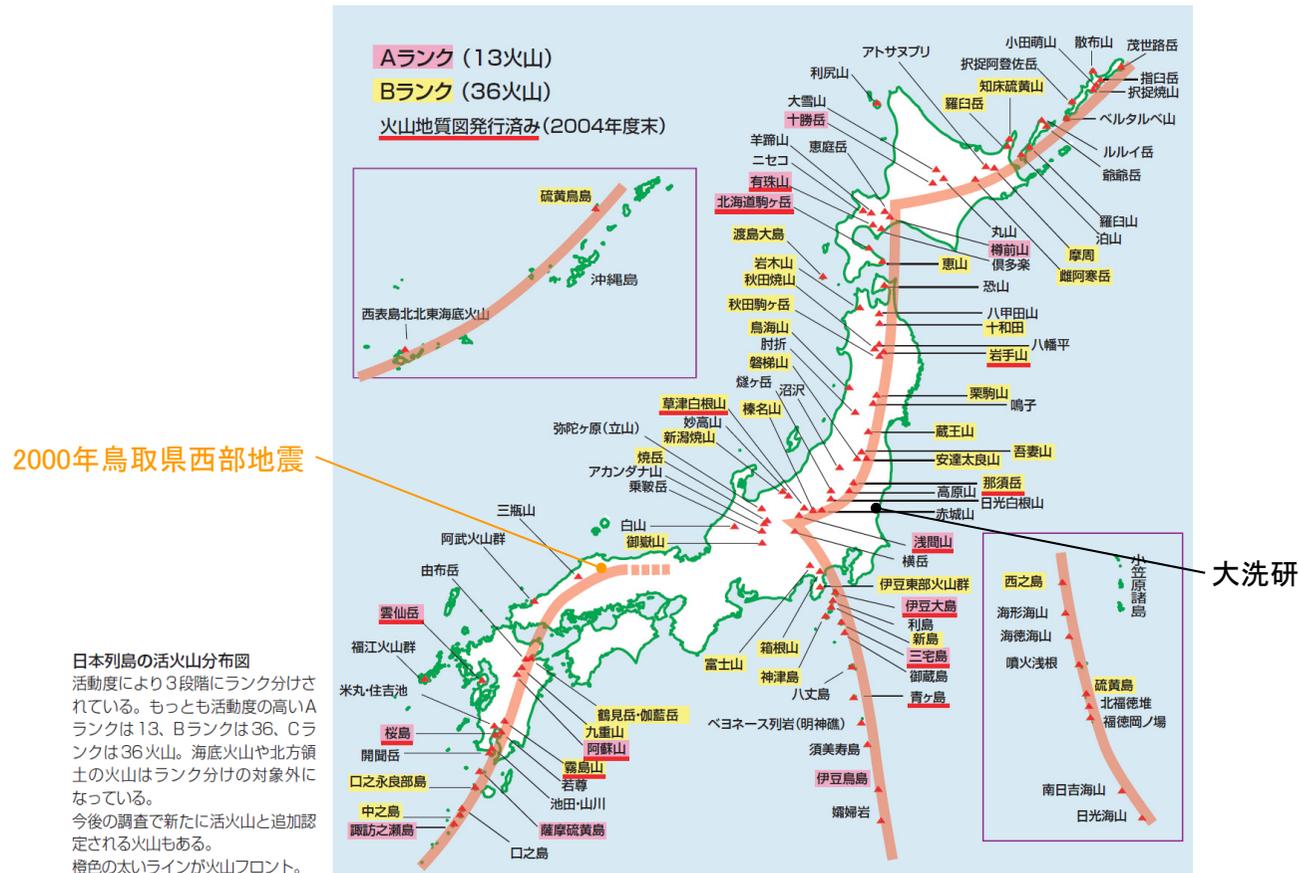
敷地近傍陸域の変動地形調査結果図

変動地形等 敷地周辺 (海域)



- ・敷地前面海域の海底地形は、水深約130m～約150m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5/1,000程度の勾配で傾斜しており、全体的には起伏に乏しい単調な海底地形を示している。
- ・各種海上音波探査を実施しており、敷地近傍の海域では詳細な地質構造を把握するため、密な測線配置としている。
- ・敷地近傍の海域には、敷地前面海域の地層のうち、上位から、A層、B₂層、C₁層、D₁層、D₂層が水平に広く分布しており、いずれも反射面が認められる堆積層であり、変位・変形の確認は十分に可能である。

火山

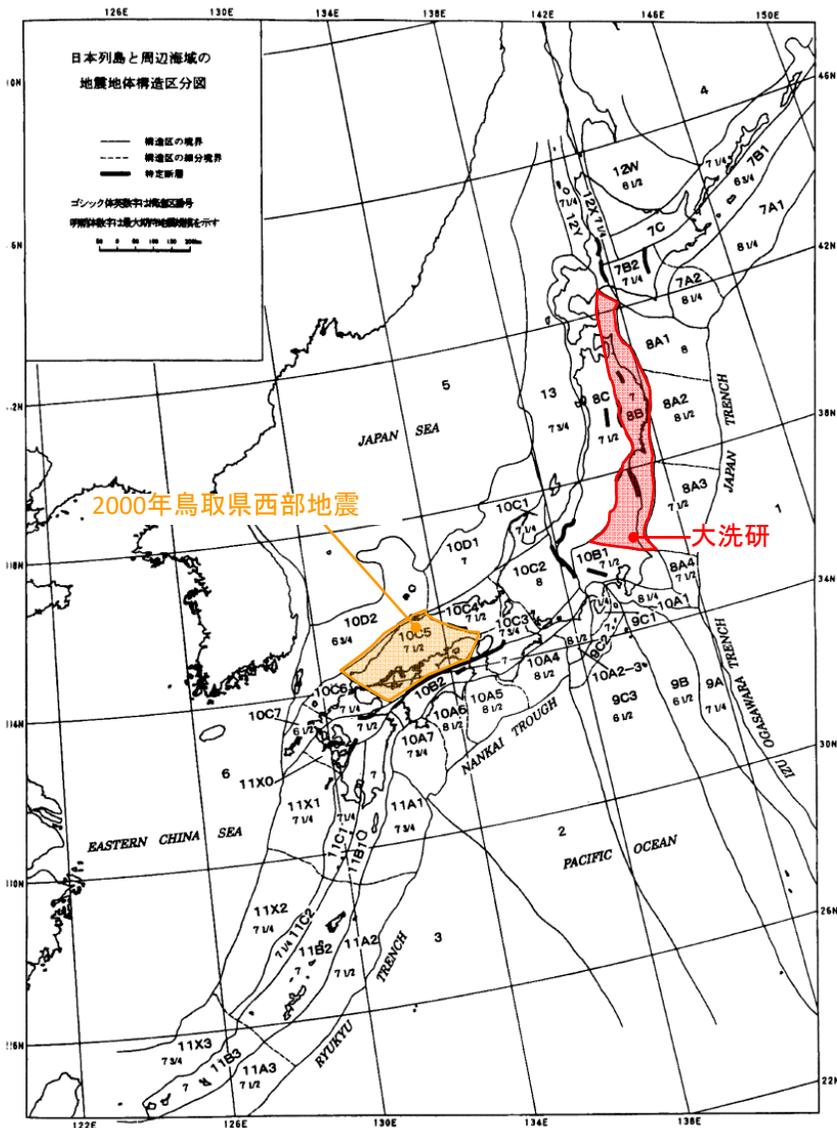


火山フロント
産業技術総合研究所(2004)に一部加筆

- ・2000年鳥取県西部地震の震源域は火山フロントに近接する。
- ・大洗研は火山フロントから外れた地域に位置する。

地震地体構造区分

●垣見ほか(2003)



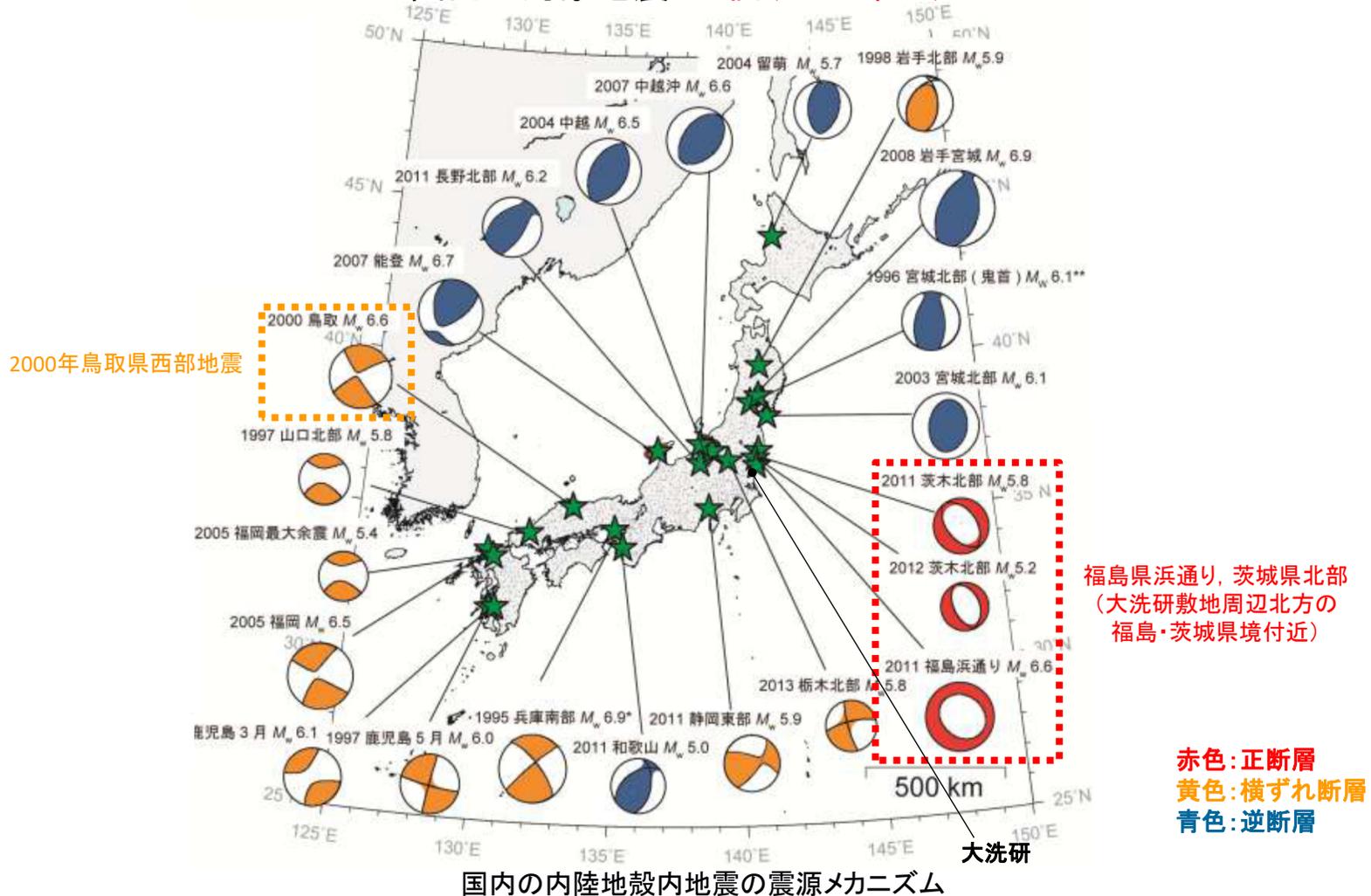
垣見ほか(2003)に一部加筆

地域	2000年 鳥取県西部地震	大洗研	
構造区	10C5 中国山地・瀬戸内海	8B 東北日本弧外帯	
地形・地質	北半部は安定隆起域, 南半部は沈降域, 北部に火山	外弧隆起帯, 安定域	
活断層	密度	小	極小
	長さ	中(長)	短(長)
	活動度	B(A)	C
	断層型	逆・横 北東(右), 北西(左)が卓越, 東西(逆)はやや古い	逆・横
	その他	南端は中央構造線	—
浅発大・中 地震活動	中(1885年以降は北部で高) 瀬戸内地域でやや深い, 東西圧縮横ずれ断層型	低	

2000年鳥取県西部地震の震源域は, 大洗研と異なる構造区である。

震源メカニズム

国内の対象地震: 22個(1995年~)



新安全設計基準に関する検討チーム(2013)に加筆

- 2000年鳥取県西部地震を含む西南日本地域では, 横ずれ断層型の地震が発生している。
- 大洗研敷地周辺の福島県浜通り, 茨城県北部においては, 南西—北東引張の正断層型の地震が発生している。

2000年鳥取県西部地震震源域の応力場

●行竹ほか(2012)

- 2004年1月～2011年1月の地震(内陸域, 深さ<30km, $M \geq 2$)を対象に, P波初動極性データ及び, P波とSH波の振幅情報を用いてメカニズム解を推定
- 推定したメカニズム解に基づき, 応力インバージョン法にて日本内陸域の広域的な応力場の空間分布を推定

※大洗研敷地周辺では地震数が少ないため応力場が推定されていない(0.2度間隔のグリッド内に8個のメカニズム解データがある領域に対して応力場の推定がなされている)。

2000年鳥取県西部地震の震源域周辺は, 概ね北西-南東圧縮の横ずれ断層型の応力場である。

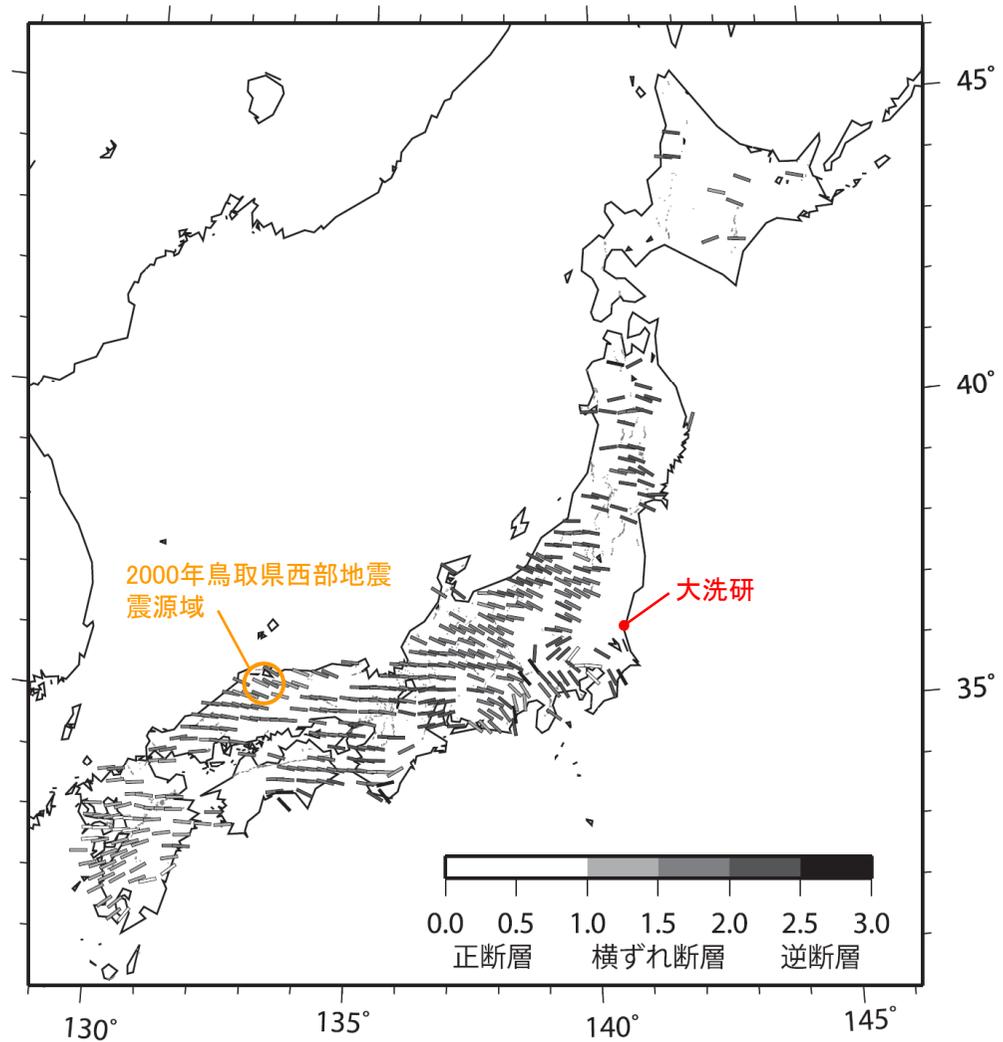


図6 応力インバージョン法により推定された水平最大圧縮軸 (σ_{max}) 方向の空間分布。バーの色は Simpson (1997) の定義により分類された応力場の種類を示す。灰色線は、主要活断層の地表トレース (活断層研究会、1991)。

行竹ほか(2012)に一部加筆

敷地周辺の応力場 (1/2)

●Imanishi et al.(2012)

- 東北地方太平洋沖地震発生前の2003年から2010年の間に、福島・茨城県境周辺で発生した、 $M_j 1.5$ 以上、深さ20km以浅の微小地震のうち、26地震のメカニズム解を推定

- 応力テンソルインバージョン結果から、福島・茨城県境付近の応力場が正断層型であると指摘

大洗研敷地周辺の福島・茨城県境付近は、東北地方太平洋沖地震発生前から、正断層型の地震が発生しやすい地域である。

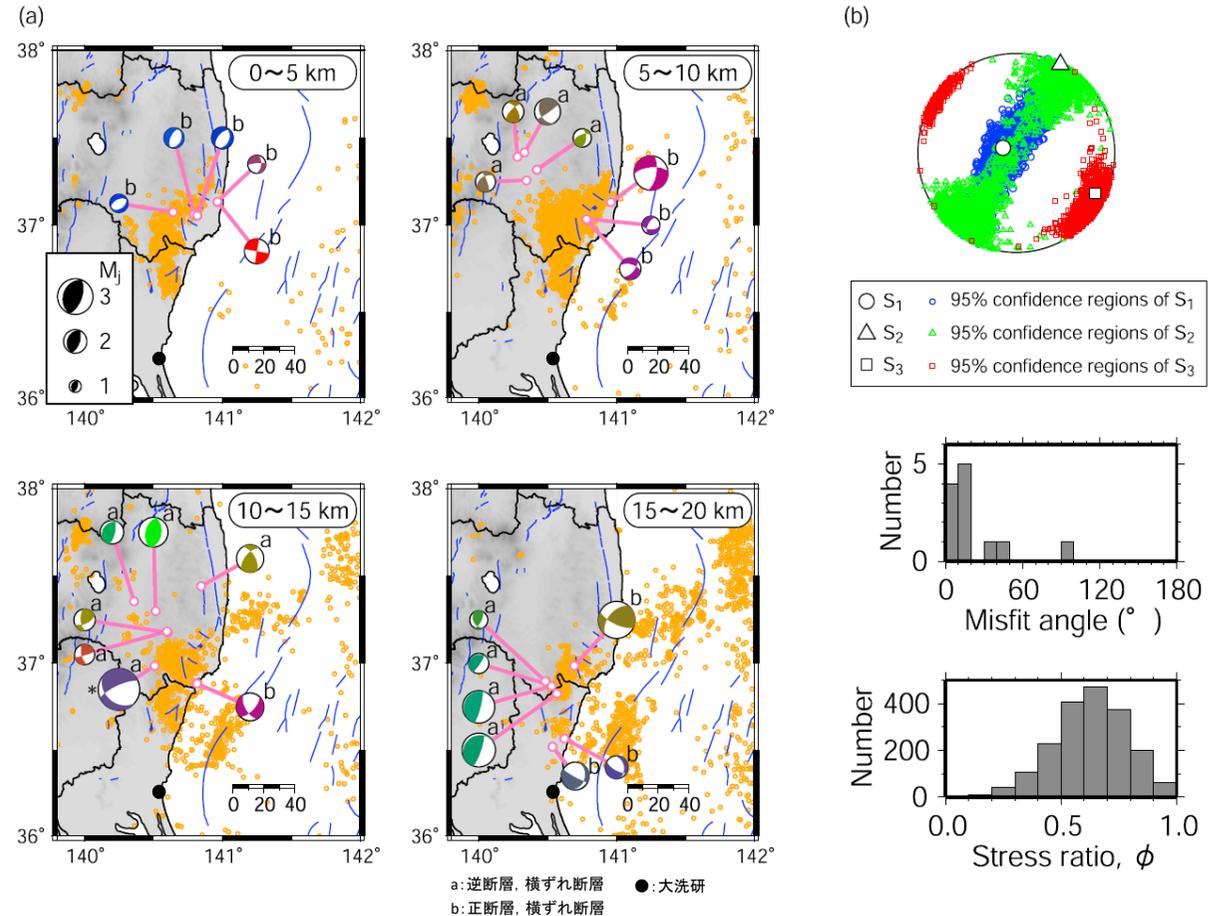


Figure 3. (a) Focal mechanism solutions of microearthquakes determined in the present study that occurred before the 2011 Tohoku earthquake (lower hemisphere, equal-area projection). The same triangle diagram as that of Figure 1 is used to differentiate faulting types. A mechanism marked with asterisk is also listed in the JMA catalogue; this is almost the same as that determined by JMA. The alphabetical letters “a” or “b” denote events which are outside or within the source area of the normal-faulting earthquake sequence. (b) Stress tensor inversion result. (top) Principal stress axes with their 95% confidence regions plotted on lower hemisphere stereonets. (middle) Misfit angle for the data with respect to the best stress tensor determined by the stress tensor inversion. Here, the misfit angle represents the angle between the tangential traction predicted by the best solution and the observed slip direction on each plane determined from the focal mechanism. (bottom) Histogram of stress ratio $\phi = (S_2 - S_3)/(S_1 - S_3)$ that belongs to the 95% confidence region.

Imanishi et al.(2012)に一部加筆

敷地周辺の応力場 (2/2)

- 大洗研敷地周辺は、2000年鳥取県西部地震の震源域周辺と異なり、東北地方太平洋沖地震の発生前後ともに地震活動度は低く、震源メカニズム解が得られていない。
- 大洗研敷地周辺の茨城県北部では、南西-北東方向を引張軸とする正断層型の地震が卓越している。
- GNSS観測データに基づくひずみ変化は、茨城県北部の正断層が卓越する領域と大洗研敷地周辺ともに東西引張側のひずみ変化となっている。

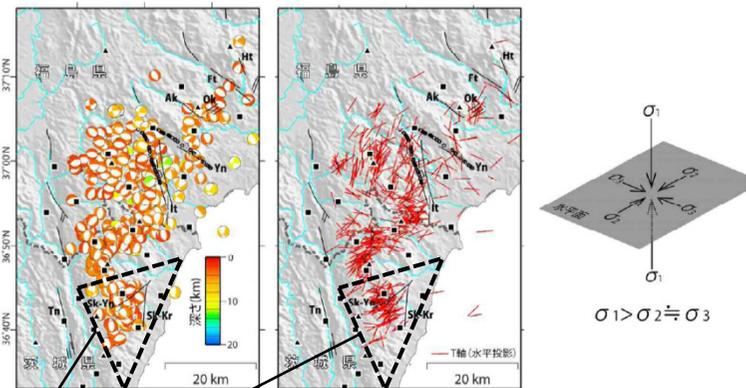


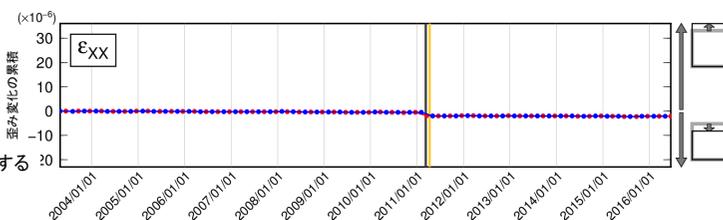
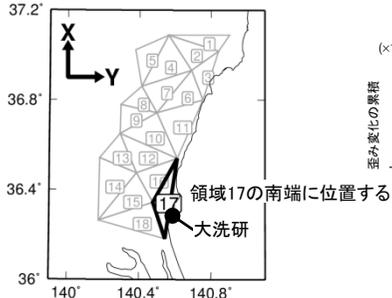
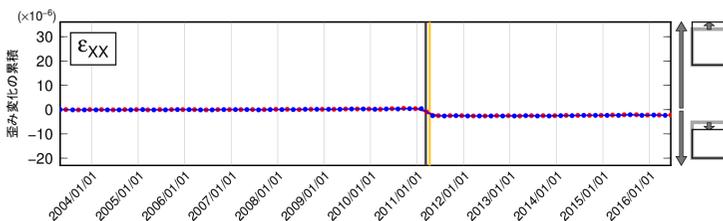
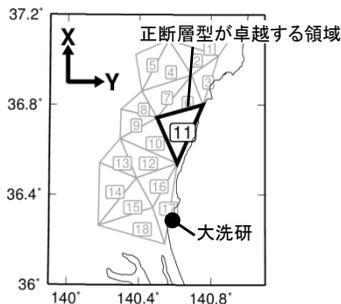
図11 得られたメカニズム解とT軸の分布

左：下半球投影のメカニズム解。深さで色分けした。井戸沢断層(It)と湯ノ岳断層(Yn)の地表地震断層 (Mizoguchi et al., in preparation) を○で示す。中：メカニズム解のT軸方位 (水平投影) を示す。右：推定される応力場の概念図。

青柳・上田(2012)に一部加筆

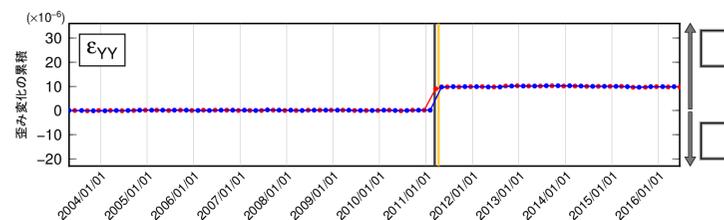
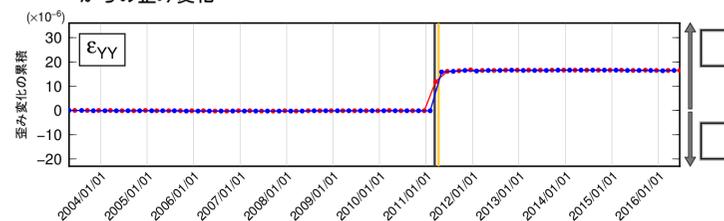
●GNSS観測データに基づく検討

国土地理院によるGNSS観測点で三角形要素を構築し、各要素内の平均的な歪み変化(2003年5月時点を0と仮定)を評価



2003/06/12-2003/06/18 からの歪み変化 (2011/03/11 (2011年東北地方太平洋沖地震)からの歪み変化)

2003/04/28-2003/05/04 からの歪み変化 (2011/04/11 (2011年福島県浜通りの地震)からの歪み変化)

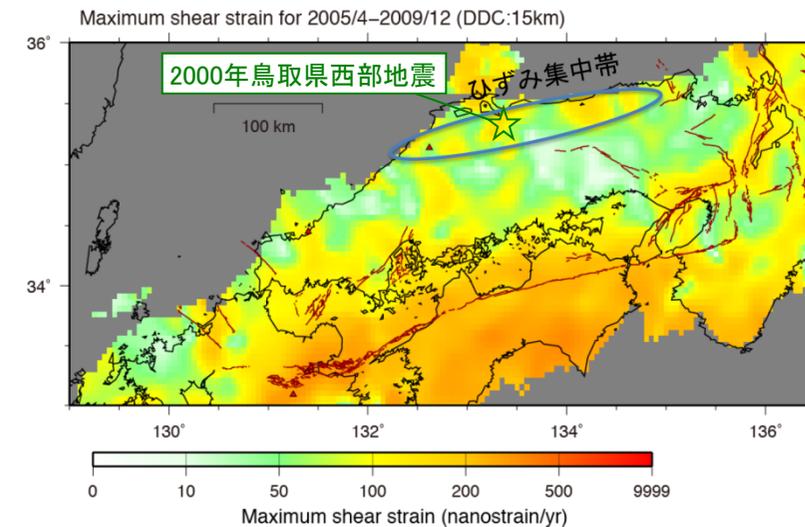
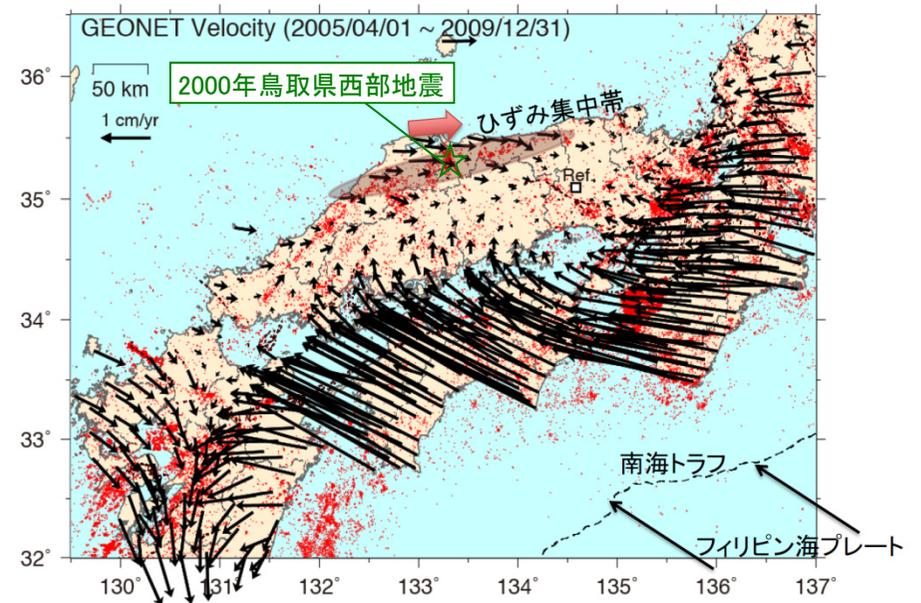


ひずみ変化の累積(大洗研敷地周辺)

ひずみ集中帯

■西村(2014, 2015)

- 2002年のGNSS観測網増強等による観測データの蓄積と、詳細な解析によって、山陰地方の東部(島根県東部から鳥取県)において、海岸線に平行な地震帯(地震の活発な帯)に沿ってひずみ集中帯が存在することを指摘している。
 - 過去に山陰地方で発生した内陸地震(1943年鳥取地震, 2000年鳥取県西部地震)については、ひずみ集中帯で発生した地震と考えることにより合理的に説明できると指摘している。
- 2000年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。
 - 大洗研敷地周辺をひずみ集中帯と指摘している文献はない。



西村(2015)に一部加筆

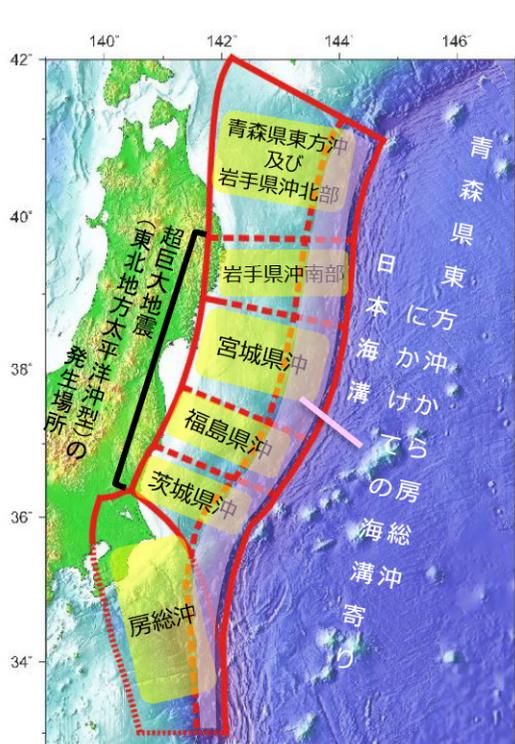


参考2 「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」(平成31年2月26日公表)の影響の確認について

地震本部(2019)の検討について

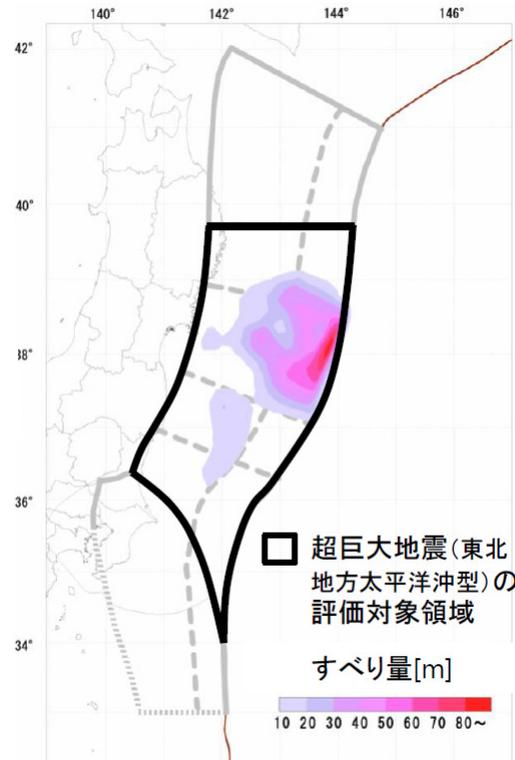
- 地震調査研究推進本部(以下、地震本部という。)では、日本海溝沿いで発生する地震を対象に長期評価を行っており、2011年に「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)」を公表しているが、2011年の長期評価以降の新しい知見の取り込み等を行い、2019年に「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」を公表した。
- 下記が改訂のポイントとして挙げられている。
 - ①評価対象領域・地震を再編
 - ②津波堆積物から超巨大地震(東北地方太平洋沖型)を再評価
 - ③東北地方太平洋沖地震を受けて、将来発生する地震を再評価
- これらの改訂ポイントについて敷地における地震動評価への影響を確認した。

第370回審査会合
資料1-3 再掲



地震本部(2019)

①評価対象領域・地震



地震本部(2019)

②超巨大地震の評価対象領域

評価対象地震	場所	規模	本評価#	(参考)第二版#
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部～茨城県沖	M9.0程度	I	I
プレート間巨大地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部	M7.9程度	III	III
	宮城県沖	M7.9程度	II注1)	I
プレート間地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部	M7.0～7.5程度	III	III
	岩手県沖南部	M7.0～7.5程度	III	—
	宮城県沖	M7.0～7.5程度	III注1)	—
	宮城県沖の陸寄り(宮城県沖地震)	M7.4前後	III	X
	福島県沖	M7.0～7.5程度	III	II
	茨城県沖	M7.0～7.5程度	III注1)	III
海溝寄りのプレート間地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総沖にかけての海溝寄り	Mt注2)8.6～9.0	III注1)	III
沈み込んだプレート内の地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖	M7.0～7.5程度	III注1)	—
海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	II注1)	II

注1) 本評価で評価対象領域・地震を再編したため、場所と規模の範囲が異なり、厳密には第二版と対応しない
注2) Mtは津波マグニチュード

30年以内の地震発生確率 2019年1月1日時点
IIIランク: 26%以上 IIランク: 3～26%未満 Iランク: 3%未満 Xランク: 不明

地震本部(2019)

③将来発生する地震の場所・規模・確率

①「評価対象領域・地震を再編」による影響について

■ 地震本部(2019)の検討

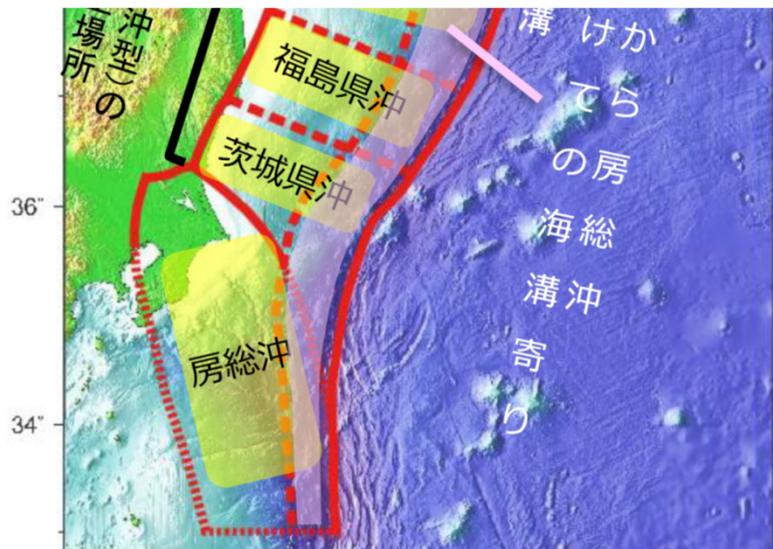
評価対象領域は、「地形(幾何形状)の変化, 力学条件の変化, 既往の巨大地震の震源域, 現在の地震活動等」から定義され, このうち茨城県沖と房総沖の領域の境界は, 「太平洋プレートが接するプレートの違いによって, 太平洋プレート上面で起きる地震の発震機構は異なる」ことから, Uchida et al.(2009)のフィリピン海プレートの北東端を基に見直されている。

■ 敷地における地震動評価

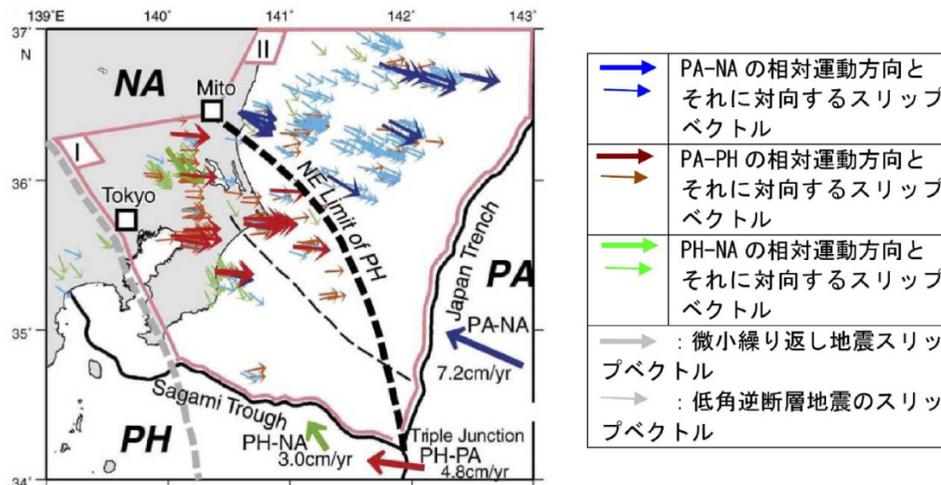
プレート間地震の検討用地震としている2011年東北地方太平洋沖型地震の震源域の南限の設定にあたり, フィリピン海プレート北東端を境に地震のすべり方向が異なることを示したUchida et al.(2009)等の知見を考慮している。

■ 確認結果

地震本部(2019)が茨城県沖と房総沖の領域の設定に用いたUchida et al.(2009)の知見は, 2011年東北地方太平洋沖型地震の震源域の南限の設定において既に考慮していることから, 地震動評価を見直す必要はないと判断した。また, 地震ハザード評価では, フィリピン海プレートと太平洋プレートを区別せず海溝型地震として評価しており, 評価対象領域の見直しによる影響はないことから, 地震ハザード評価を見直す必要はないと判断した。



地震本部(2019)



プレート上面における微小繰り返し地震・低角逆断層のすべり角とプレートの運動方向 (Uchida et al., 2009)

NA: 陸側のプレート PA: 太平洋プレート PH: フィリピン海プレート

地震本部(2019)

②「津波堆積物から超巨大地震(東北地方太平洋沖型)を再評価」による影響について

■ 地震本部(2019)の検討

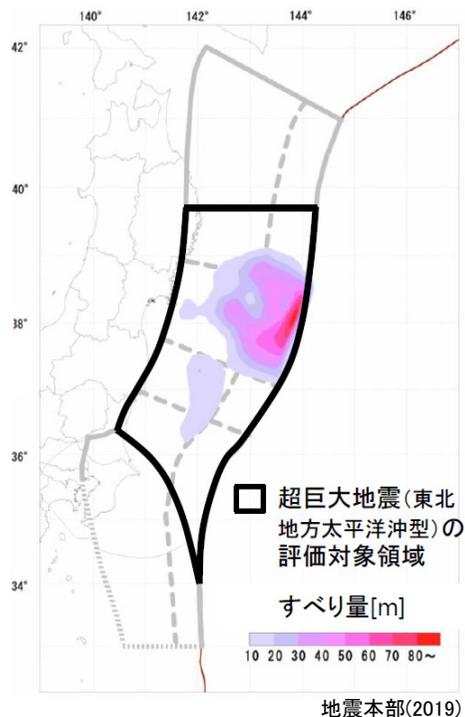
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)については、「東北地方太平洋沖地震の知見から、震源域は宮城県沖を必ず含み、隣接するいずれかの領域(岩手県沖南部または福島県沖)の少なくとも一方にまたがり、場合によっては茨城県沖まで破壊が及ぶ超巨大地震であると評価」、地震の規模については、津波堆積物調査結果を踏まえ、「最も信頼性の高い東北地方太平洋沖地震を代表値として、M9.0程度」とされている。また、地震発生確率はほぼ0%とされている。

■ 敷地における地震動評価

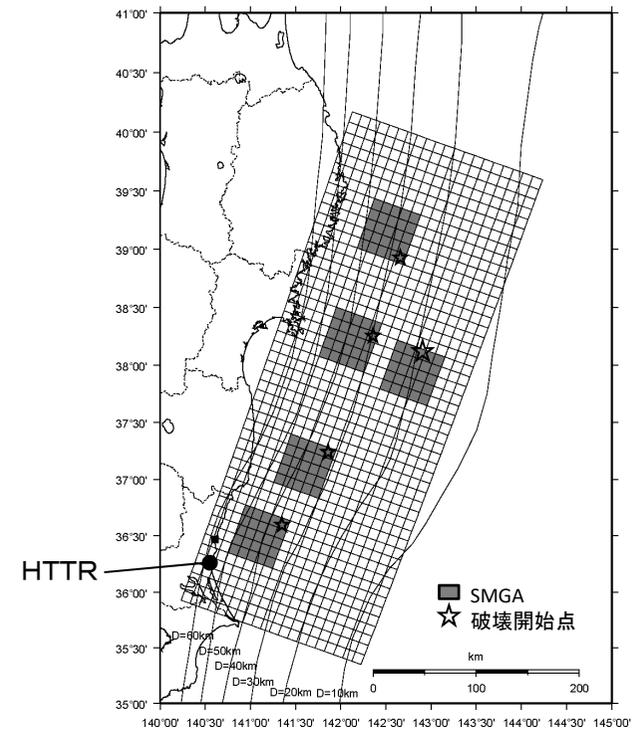
プレート間地震の検討用地震として、震源域を岩手県沖から茨城県沖、地震規模をMw9.0とする2011年東北地方太平洋沖型地震を考慮している。

■ 確認結果

地震本部(2019)と同様の領域・規模を設定した地震を検討用地震としており、地震動評価を見直す必要はないと判断した。また、地震本部(2019)と同様、地震発生確率をほぼ0%としており、地震ハザード評価も見直す必要はないと判断した。



地震本部(2019)
超巨大地震の評価対象領域



HTTR
SMGA
破壊開始点
東北地方太平洋沖型地震の基本震源モデル

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3 再掲

③「東北地方太平洋沖地震を受けて、将来発生する地震を再評価」による影響について

■ 地震本部(2019)の検討

東北地方太平洋沖地震を受けて、将来発生する地震を再評価し、ひとまわり小さいプレート間地震として茨城県沖でM7.0~7.5の地震、沈み込んだプレート内の地震として青森県東方沖及び岩手県沖北部~茨城県沖でM7.0~7.5の地震が想定されている。また、地震発生確率を第二版と比較すると、福島県沖等の一部の領域で地震発生確率が上がっている。

■ 敷地における地震動評価

プレート間地震として2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)、太平洋プレート内の地震としてM7.3を考慮している。

■ 確認結果

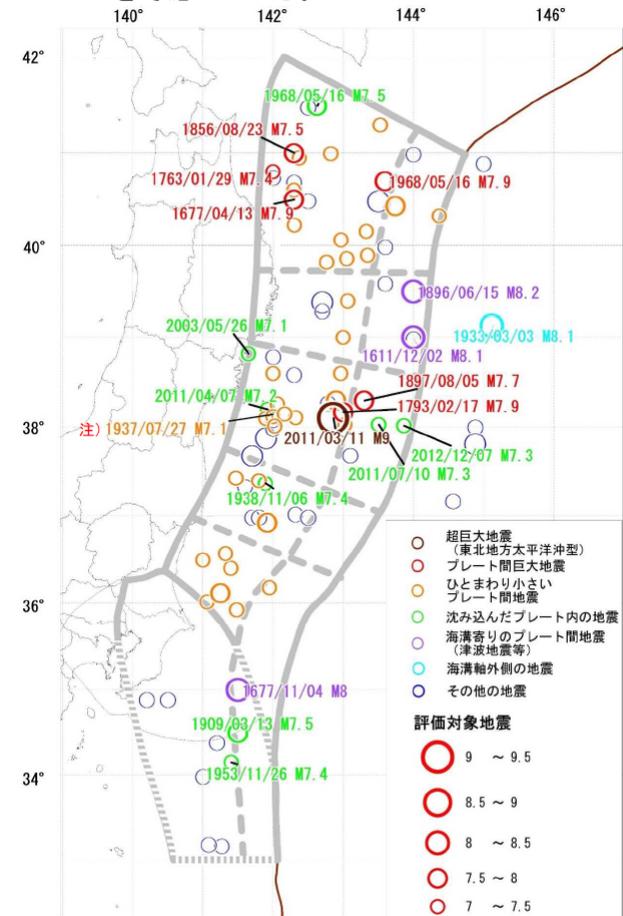
- ・プレート間地震については、地震本部(2019)で想定されている地震規模M7.0~7.5を上回るMw9.0の2011年東北地方太平洋沖型地震を検討用地震として考慮しているため、地震動評価を見直す必要はないと判断した。
- ・プレート内地震については、右図によると、茨城県沖では過去にM7.0を超える沈み込んだプレート内の地震は発生しておらず、茨城県沖にM7.3の地震を想定したプレート内地震の評価を見直す必要はないと判断した。
- ・地震ハザード評価については、プレート間地震とプレート内地震を区別せず海溝型地震として考慮し、敷地への影響が大きい福島県沖、茨城県沖で発生する地震の上限規模については、ロジックツリーでM7.6~8.3の地震規模を考慮しており、地震ハザード評価を見直す必要はないと判断した。

将来発生する地震の場所・規模・確率

評価対象地震	発生領域	規模	地震発生確率	評価に使用した地震	地震後経過率 ^{注2}	第二版の評価
超巨大地震 (東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部~ 茨城県沖	M9.0程度	ほぼ0%	過去約3000年間の5回	0.01	ほぼ0%
プレート間 巨大地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.9程度	5~30%	1677年以降の4回	0.52	5~30%
	宮城県沖	M7.9程度	20%程度 ^{注4}	1793年以降の3回 ^{注1}	-	ほぼ0%
ひとまわり小さい プレート間地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.0~7.5程度	90%程度以上	1923年以降の10回 ^{注1}	-	90%程度
	岩手県沖南部	M7.0~7.5程度	30%程度	1923年以降の1回 ^{注1}	-	確率未計算
	宮城県沖	M7.0~7.5程度	90%程度 ^{注4}	1923年以降の6~7回 ^{注1}	-	本評価で 領域を統合
	宮城県沖の陸寄り (宮城県沖地震)	M7.4前後	50%程度	1897年以降の4回	0.21	不明
	福島県沖	M7.0~7.5程度	50%程度	1923年以降の2回 ^{注1}	-	10%程度
茨城県沖	M7.0~7.5程度	80%程度 ^{注4}	1923年以降の5回 ^{注1}	-	90%程度以上	
海溝寄りのプレート間 地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総 沖にかけての海溝寄り	Mt8.6~9.0 ^{注3}	30%程度 ^{注4}	1600年以降の4回 ^{注1}	-	30%程度
沈み込んだプレート内 の地震	青森県東方沖及び岩手 県沖北部~茨城県沖	M7.0~7.5程度	60~70% ^{注4}	1923年以降の3~4回 ^{注1}	-	確率未計算
海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	7% ^{注4}	1600年以降の1回 ^{注1}	-	4~7%

^{注1} 東北地方太平洋沖地震より後の期間は除いた
^{注2} 地震後経過率=最新発生時期からの経過時間÷平均発生間隔
 -は時間が経過しても地震の起こりやすさが変わらないと仮定した地震
^{注3} Mtは津波マグニチュード
^{注4} 本評価で評価対象領域・地震を再編したため、場所と規模の範囲が異なり、厳密には第二版と対応しない

Ⅲランク(高い) : 26%以上
 IIランク(やや高い) : 3~26%未満
 Iランク : 3%未満
 Xランク : 不明



注) 沈み込んだプレート内の地震の可能性もある。

地震本部(2019)

日本海溝周辺で発生したM7以上の地震の震央分布図

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3再掲



参考2 「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」(平成31年2月26日公表)の影響の確認について

地震の平均発生間隔の見直しによる地震ハザード評価への影響について

■ 地震本部(2019)の検討

超巨大地震(東北地方太平洋沖型)については、地震の規模は津波堆積物調査結果を踏まえ、「最も信頼性の高い東北地方太平洋沖地震を代表値として、M9.0程度」とされている。平均発生間隔は約550~600年とされ、これに基づく今後30年以内の発生確率はほぼ0%とされている。

ひとまわり小さいプレート間地震については、茨城県沖でM7.0~7.5の地震が想定され、今後30年以内の発生確率は80%程度とされている。

■ 敷地における地震動評価

地震ハザード評価では、特定震源として2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)を考慮し、平均発生間隔600年の更新過程としており、今後30年以内の発生確率を算定するとほぼ0%となる。

また、領域震源である推本参考モデル(海溝型地震)の茨城県沖におけるG-R式からM7.0~M7.5の地震の今後30年以内の発生確率を算定すると73%であり、特定震源である茨城県沖の地震(繰り返し発生する地震)(M7.0)を含めて考慮すると93%である。

■ 確認結果

2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)については、地震本部(2019)と同様、発生確率はほぼ0%であり、また、茨城県沖のひとまわり小さいプレート間地震についても、地震本部(2019)と同等の発生確率であることから、地震ハザード評価を見直す必要がないと判断した。

地震本部(2019)の将来発生する地震の場所・規模・発生確率

評価対象地震	発生領域	規模	地震発生確率	評価に使用した地震	地震後経過率 ^{注2}	第二版の評価
超巨大地震 (東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部~ 茨城県沖	M9.0程度	ほぼ0%	過去約3000年間の5回	0.01	ほぼ0%
プレート間 巨大地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.9程度	5~30%	1677年以降の4回	0.52	5~30%
	宮城県沖	M7.9程度	20%程度 ^{注4}	1793年以降の3回 ^{注1}	-	ほぼ0%
ひとまわり小さい プレート間地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.0~7.5程度	90%程度以上	1923年以降の10回 ^{注1}	-	90%程度
	岩手県沖南部	M7.0~7.5程度	30%程度	1923年以降の1回 ^{注1}	-	確率未計算
	宮城県沖	M7.0~7.5程度	90%程度 ^{注4}	1923年以降の6~7回 ^{注1}	-	本評価で 領域を統合
	宮城県沖の陸寄り (宮城県沖地震)	M7.4前後	50%程度	1897年以降の4回	0.21	不明
	福島県沖	M7.0~7.5程度	50%程度	1923年以降の2回 ^{注1}	-	10%程度
茨城県沖	M7.0~7.5程度	80%程度 ^{注4}	1923年以降の5回 ^{注1}	-	90%程度 以上	
海溝寄りのプレート間 地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総 沖にかけての海溝寄り	M18.6~9.0 ^{注3}	30%程度 ^{注4}	1600年以降の4回 ^{注1}	-	30%程度
沈み込んだプレート内 の地震	青森県東方沖及び岩手 県沖北部~茨城県沖	M7.0~7.5程度	60~70% ^{注4}	1923年以降の3~4回 ^{注1}	-	確率未計算
海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	7% ^{注4}	1600年以降の1回 ^{注1}	-	4~7%

^{注1} 東北地方太平洋沖地震より後の期間は除いた
^{注2} 地震後経過率=最新発生時期からの経過時間÷平均発生間隔
 -は時間が経過しても地震の起こりやすさが変わらないと仮定した地震
^{注3} M1は津波マグニチュード
^{注4} 本評価で評価対象領域・地震を再編したため、場所と規模の範囲が異なり、厳密には第二版と対応しない

Ⅲランク(高い) :26%以上
 Ⅱランク(やや高い) :3~26%未満
 Iランク :3%未満
 Xランク :不明

地震ハザード評価の茨城県沖の海溝型地震の発生確率

評価対象地震	今後30年以内の発生確率
2011年東北地方太平洋沖型地震	ほぼ0%
推本参考モデル(海溝型地震)茨城県沖	73%
推本参考モデル(海溝型地震)茨城県沖 +茨城県沖の地震(繰り返し発生する地震)	93%

地震本部(2019)

HTTR
と同様

第370回審査会合
資料1-3再掲



参考3 F3断層～F4断層におけるHTTR地点と常陽地点の等価震源距離の比較

■HTTRと常陽の震源距離の比較

- ・敷地に最も近く影響の大きいF3断層～F4断層について、等価震源距離を比較した。
- ・比較の結果、HTTRと常陽の震源距離の差は100m程度であり、有意な差はないことを確認した。

常陽とHTTRの等価震源距離

検討用地震	評価ケース	等価震源距離		
		常陽 (km)	HTTR (km)	サイト間 距離の差 (km)
F3断層～F4断層	基本震源モデル	10.0	10.1	-0.1
	アスペリティ位置の 不確かさモデル	9.3	9.3	0.0
	断層傾斜角の 不確かさモデル	10.8	10.7	+0.1
	短周期レベルの 不確かさモデル	10.0	10.1	-0.1

1. 基準地震動 S_s の策定の概要
 - 1.1 常陽の基準地震動 S_s 策定の概要
 - 1.2 常陽地点における地震動特性の分析
2. 敷地周辺の地震発生状況
3. 地下構造評価
 - 3.1 評価の方針
 - 3.2 敷地の解放基盤表面の設定
 - 3.3 敷地の地震基盤及び深部地盤の速度構造の検討
 - 3.4 敷地の地盤構造モデルの設定
 - 3.5 観測記録及び模擬入力波を用いた敷地地盤の振動特性評価
4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動
 - 4.1 プレート間地震
 - 4.2 海洋プレート内地震
 - 4.3 内陸地殻内地震
5. 震源を特定せず策定する地震動
6. 基準地震動 S_s の策定
7. 基準地震動 S_s の年超過確率の参照

参考資料

- 参考1 震源を特定せず策定する地震動(Mw6.5以上の地震に関する検討)
- 参考2 「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」に対する確認結果について
- 参考3 F3断層～F4断層におけるHTTR地点と常陽地点の等価震源距離の比較

参考文献

- Zhao, D., S. Horiuchi and A. Hasegawa(1992): Seismic velocity structure of the crust beneath the Japan Islands, *Tectonophysics*, vol.212, pp.289-301.
- Zhao, D., A. Hasegawa and S. Horiuchi(1992): Tomographic Imaging of P and S Wave Velocity Structure Beneath Northeastern Japan, *J. Geophys. Res.*, vol.97, No.B13, pp.19,909-19,928.
- Aki, K. and W. H. K. Lee (1976) : Determination of Three-dimensional Velocity Anomalies under a Seismic Array Using First P Arrival Times from Local Earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 81, pp.4381-4399.
- 防災科学技術研究所: 日本列島三次元地震波速度構造表示ソフトウェア(2014/7/22更新版), http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/software.php
- Masayoshi Yoshimura, Seishi Fujii, Kenji Tanaka, and Ken Morita (1982): On the relationship between P and S-wave velocities in soft rock, *SEG Expanded Abstracts* 1, 143.
- Ludwig, W. J., J. E. Nafe, and C.L. Drake (1970): Seismic Refraction, in “The Sea, Vol.4”, edited by A.E. Maxwell, Wiley Interscience, New York, pp.53-84.
- 佐藤智美, 川瀬博, 佐藤俊明(1994): 表層地盤の影響を取り除いた工学的基盤波の統計的スペクトル特性: 仙台地域のボアホールで観測された多数の中小地震記録を用いた解析, *日本建築学会構造系論文集*, 第462号, pp.79-89.
- Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl (1991): Traveletimes for global earthquake location and phase identification, *Geophys. J. Int.*, 105, pp.429-465.
- 池浦友則(2009): 鉛直アレー観測点間で相関する地震動成分の地盤伝達関数, *日本地震工学論文集*, 9, pp.65-82.
- 日野幹雄(1977): スペクトル解析, 朝倉書店, 300pp.
- 石田寛(1992): 4 地震観測記録を用いた伝達関数の評価手法に関する検討(構造), *日本建築学会, 研究報告集.構造系*, 63, pp.13-16
- Lawson, C. L. and R. J. Hanson (1974): *Solving Least Square Problems.*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 340pp.
- 大崎順彦(1996): *建築振動理論*, 彰国社, pp.157-158.
- 中央防災会議(2004): *地震ワーキンググループ報告書. 中央防災会議首都直下地震対策専門調査会(第12回)*, 26pp.
- 吉田望, 篠原秀明, 澤田純男, 中村晋(2005): 設計用地震動の設定における工学的基盤の意義, *土木学会地震工学論文集*, 28, Paper No.170.

プレート間地震 (1 / 2)

- 気象庁:地震・火山月報(カタログ編)2013年3月 ほか
- 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧599-2012, 東京大学出版会
- 気象庁・消防庁(2009):震度に関する検討会報告書, 平成21年3月
- 村松郁栄(1969):震度分布と地震のマグニチュードとの関係, 岐阜大学教育学部研究報告, 自然科学, 第4巻, 第3号, p.168-176
- 勝又譲・徳永規一(1971):震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応, 験震時報, 第36巻, 第3, 4号, p.1-8
- 地震調査研究推進本部(2012):「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について」, 平成24年2月9日変更
- Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide 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
- 諸井孝文・広谷浄・石川和也・水谷浩之・引間和人・川里健・生玉真也・釜田正毅(2013):標準的な強震動レシピアに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現, 日本地震工学会第10回年次大会梗概集, p.381-382
- 佐藤智美(2010):逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則, 日本建築学会構造系論文集, 第75巻, 第651号, p.923-932
- 片岡正次郎・佐藤智美・松本俊輔・日下部毅明(2006):短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式, 土木工学会論文集A, Vol.62, No.4, p.740-757
- 長谷川昭・中島淳一・内田直希・弘瀬冬樹・北佐枝子・松澤暢(2010):日本列島下のスラブの三次元構造と地震活動, 地学雑誌119(2), 190-204, 2010
- Naoki Uchida, Toru Matsuzawa, Junichi Nakajima, and Akira Hasegawa (2010):Subduction of a wedge-shaped Philippine Sea plate beneath Kanto, central Japan, estimated from converted waves and small repeating earthquakes, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B07309, doi:10.1029/2009JB006962, 2010
- 佐竹健治(2013):第197回地震予知連絡会 重点検討課題「世界の巨大地震・津波」概要, 地震予知連絡会 会報 第89巻
- 西村卓也(2013):測地データから推定された環太平洋地域のプレート間カップリング, 地震予知連絡会 会報 第89巻
- Thorne Lay, Hiroo Kanamori, Charles J. Ammon, Keith D. Koper, Alexander R. Hutko, Lingling Ye, Han Yue, and Teresa M. Rushing(2012): Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 117, B04311, doi:10.1029/2011JB009133, 2012
- 東日本大震災合同調査報告書編集委員会(2014):東日本大震災合同調査報告, 共通編1, 地震・地震動
- Koketsu, K., Y. Yokota, N. Nishimura, Y. Yagi, S. Miyazaki, K. Satake, Y. Fujii, H. Miyake, S. Sakai, Y. Yamanaka, and T. Okada(2011): A unified source model for the 2011 Tohoku earthquake, Earth and Planetary Science Letters, Volume 310, Issues 3-4, pp.480-487, doi:10.1016/j.epsl.2011.09.009.
- 内閣府(2012):南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告)巻末資料, 南海トラフの巨大地震モデル検討会
- Kenji Satake, Yushiro Fujii, Tomoya Harada, and Yuichi Namegaya(2013): Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveform Data, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2B, pp. 1473-1492, doi: 10.1785/0120120122
- Asano, K. and T. Iwata (2012): Source model for strong ground motion generation in the frequency range 0.1-10 Hz during the 2011 Tohoku earthquake, Earth Planets Space, 64, 1111-1123.

- Susumu Kurahashi and Kojiro Irikura (2013) : Short-Period Source Model of the 2011 Mw 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2B, pp. 1373-1393, May 2013, doi: 10.1785/0120120157
- 川辺秀憲・釜江克宏(2013) : 2011年東北地方太平洋沖地震の震源のモデル化, 日本地震工学会論文集 第13巻, 第2号(特集号), 2013
- 佐藤智美(2012) : 経験的グリーン関数法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデルプレート境界地震の短周期レベルに着目して - 日本建築学会構造系論文集 第77巻 第675号, 695-704
- Chihiro Hashimoto, Akemi Noda, Takeshi Sagiya and Mitsuhiro Matsu'ura (2009) : Interplate seismogenic zones along the Kuril-Japan trench inferred from GPS data inversion, NATURE GEOSCIENCE, VOL. 2, FEBRUARY 2009
- Loveless, J. P. and B. J. Meade (2015) : Kinematic Barrier Constraints on the Magnitudes of Additional Great Earthquakes Off the East Coast of Japan, 202 Seismological Research Letters Volume 86, Number 1 January/February 2015, doi: 10.1785/0220140083
- 釜江克宏・川辺秀憲(2011) : 2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)の震源のモデル化(強震動生成域), 日本地球惑星科学連合2011年大会
- 入倉孝次郎・倉橋奨(2011) : 2011年東北地方太平洋沖地震の強震動生成域のための震源モデル, 日本地球惑星科学連合2011年大会
- 中央防災会議(2012) : 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告)
- 文部科学省 科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会(2013) : 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成24年度 年次報告(成果の概要)
- 海洋研究開発機構(2012) : 東北地方太平洋沖地震, 震源域南限の地下構造, プレスリリース.
- Shinohara, M., T. Yamada, K. Nakahigashi, S. Sakai, K. Mochizuki, K. Uehira, Y. Ito, R. Azuma, Y. Kaiho, T. No, H. Shiobara, R. Hino, Y., Murai, H. Yakiwara, T. Sato, Y. Machida, T. Shinbo, T. Isse, H. Miyamachi, K. Obana, N. Takahashi, S. Kodaira, Y. Kaneda, K. Hirata, S., Yoshikawa, K. Obara, T. Iwasaki, and N. Hirata (2011) : Aftershock observation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake by using ocean bottom seismometer network, Earth Planets Space, 63, pp.835-840.
- Naoki Uchida, Junichi Nakajima, Akira Hasegawa, Toru Matsuzawa (2009) : What controls interplate coupling?: Evidence for abrupt change in coupling across a border between two overlying plates in the NE Japan subduction zone, Earth and Planetary Science Letters 283 (2009) 111-121
- 長谷川昭・中島淳一・内田直希・海野徳仁(2013) : 東京直下に沈み込む2枚のプレートと首都圏下の特異な地震活動, 地学雑誌, 122(3)398-417, 2013, doi:10.5026/jgeography.122.398
- 中央防災会議(2013) : 首都直下地震モデル検討会「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」, 平成25年12月
- 田島礼子・松元康広・司宏俊・入倉孝次郎(2013) : 内陸地殻内および沈み込みプレート境界で発生する巨大地震の震源パラメータに関するスケーリング則の比較研究, 地震, 第2輯, 第66巻(2013), p. 31-45
- 中央防災会議(2012) : 南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)強震断層モデル編 - 強震断層モデルと震度分布について -, 平成24年8月29日
- 壇一男・石井やよい・宮腰淳一・高橋広人・護雅史・福和伸夫(2014) : マグニチュード9クラスのプレート境界地震による強震動と津波の予測のための統一断層モデルの設定方法, 第14回日本地震工学シンポジウム(2014)
- 入倉孝次郎(2012) : 海溝型巨大地震の強震動予測のための震源モデルの構築, 第40回地盤震動シンポジウム(2012)

海洋プレート内地震

- 気象庁:地震・火山月報(カタログ編)2013年3月 ほか
- 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧599-2012, 東京大学出版会
- 気象庁・消防庁(2009):震度に関する検討会報告書, 平成21年3月
- 村松郁栄(1969):震度分布と地震のマグニチュードとの関係, 岐阜大学教育学部研究報告, 自然科学, 第4巻, 第3号, 168-176
- 勝又譲・徳永規一(1971):震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応, 験震時報, 第36巻, 第3, 4号, 1-8
- 中央防災会議(2004):首都直下地震対策専門調査会(第12回)「地震ワーキンググループ報告書」, 平成16年11月17日
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009):「全国地震動予測地図」
- Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide 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
- 佐藤智美(2000):観測記録に基づく地震波放射特性の周波数依存性の分析とモデル化に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 157-158
- Toshimi Satoh(2002): Empirical Frequency-Dependent Radiation Pattern of the 1998 Miyagiken-Nanbu Earthquake in Japan, Bull.Seismol.Soc.Am, Vol.92, No.3, p.1032-1039
- 佐藤智美(2003):中小地震の応力降下量の断層タイプ・震源深さ依存性及び地域性に関する研究, 土木学会地震工学論文集, 2003年12月
- 長谷川昭・中島淳一・内田直希・弘瀬冬樹・北佐枝子・松澤暢(2010):日本列島下のスラブの三次元構造と地震活動, 地学雑誌119(2), 190-204 2010
- Naoki Uchida, Toru Matsuzawa, Junichi Nakajima, and Akira Hasegawa (2010): Subduction of a wedge-shaped Philippine Sea plate beneath Kanto, central Japan, estimated from converted waves and small repeating earthquakes, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B07309, doi:10.1029/2009JB006962, 2010
- 中央防災会議(2013):首都直下地震モデル検討会「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」, 平成25年12月
- 東京大学地震研究所, (独)防災科学技術研究所, 京都大学防災研究所(2012):文部科学省委託研究 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 総括成果報告書, 平成24年3月
- 萩原尊禮(1982):古地震-歴史史料と活断層からさぐる-
- 熊原康博(2013):関東平野北部の活断層“太田断層”の認定と周辺の古地震・地盤災害との関係, 2013年 日本地理学会春季学術大会公開シンポジウム
- 田中広明(2014):弘仁地震の被害と復興, そして教訓, 学術の動向 2014年 09月
- 地震調査研究推進本部(2015):関東地域の活断層の長期評価(第一版), 平成27年4月24日
- 長谷川昭・中島淳一・内田直希・海野徳仁(2013):東京直下に沈み込む2枚のプレートと首都圏下の特異な地震活動, 地学雑誌, 122(3)398-417, 2013, doi:10.5026/jgeography.122.398
- 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦(2009):南関東で発生したM7級地震に対する既往研究とデータの収集-1921年茨城県南部の地震, 1922年浦賀水道付近の地震および1987年千葉県東方沖地震-, 地震研究所彙報, Vol.84(2009), pp.183-212
- 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭(2008):Double-Difference Tomography法による関東地方の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, 地震第2輯, 第60巻(2008)123-138頁
- 笹谷努・森川信之・前田宜浩(2006):スラブ内地震の震源特性, 北海道大学地球物理学研究報告, Geophysical Bulletin of Hokkaido University, Sapporo, Japan, No. 69, March 2006, pp. 123-134

内陸地殻内地震 (1 / 2)

- 地震調査研究推進本部(2016):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
- 地震調査研究推進本部(2009):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
- 気象庁:地震年報2012年版他
- 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧599-2012, 東京大学出版会
- 気象庁・消防庁(2009):震度に関する検討会報告書, 平成21年3月
- 村松郁栄(1969):震度分布と地震のマグニチュードとの関係, 岐阜大学教育学部研究報告, 自然科学, 第4巻, 第3号, 168-176
- 勝又譲・徳永規一(1971):震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応, 駿震時報, 第36巻, 第3, 4号, 1-8
- 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, p.269-283
- Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide 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
- 原子力安全基盤機構(2004):地震記録データベースSANDEL のデータ整備と地震発生上下限層深さの評価に関する報告書(平成15年度), JNES/SAE04-017
- 三浦誠一・小平秀一・仲西理子・鶴哲郎・高橋成実・金田義行(2000):エアガンー海底地震計データによる日本海溝・福島沖前弧域の地震波速度構造, JAMSTEC深海研究, 第16号
- Dapeng Zhao, Shigeki Horiuchi, Akira Hasegawa(1992):Seismic velocity structure of the crust beneath the Japan Islands, Tectonophysics 212
- Akio Katsumata(2010):Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by travelttime analysis, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.115, B04303, doi:10.1029/2008JB005864, 2010
- Akiko Tanaka, Yuzo Ishikawa(2005):Crustal thermal regime inferred from magnetic anomaly data and its relationship to seismogenic layer thickness: The Japanese islands case study, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 152
- 青柳恭平・上田圭一(2012):2011年東北地方太平洋沖地震による阿武隈南部の正断層型誘発地震の特徴ー臨時余震観測に基づく震源分布と速度構造ー, 電力中央研究所報告N11048, 平成24年4月
- Aitaro Kato, Toshihiro Igarashi, Kazushige Obara, Shinichi Sakai, Tetsuya Takeda, Atsushi Saiga, Takashi Iidaka, Takaya Iwasaki, Naoshi Hirata, Kazuhiko Goto, Hiroki Miyamachi, Takeshi Matsushima, Atsuki Kubo, Hiroshi Katao, Yoshiko Yamanaka, Toshiko Terakawa, Haruhisa Nakamichi, Takashi Okuda, Shinichiro Horikawa, Noriko Tsumura, Norihito Umino, Tomomi Okada, Masahiro Kosuga, Hiroaki Takahashi, Takuji Yamada(2013): Imaging the source regions of normal faulting sequences induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 40, 1-6, doi:10.1002/GRL.50104, 2013
- 芝良昭・野口科子(2012):広帯域地震動を規定する震源パラメータの統計的特性ー震源インバージョン解析に基づく検討ー, 電力中央研究所報告, 研究報告N11054
- 引間和人(2012):2011年4月11日福島県浜通りの地震(Mj7.0)の震源過程ー強震波形と再決定震源による2枚の断層面の推定ー, 地震, 第2輯, 第64巻(2012)243-256頁
- Miho Tanaka, Kimiyuki Asano, Tomotaka Iwata, Hisahiko Kubo(2014):Source rupture process of the 2011 Fukushima-ken Hamadori earthquake: how did the two subparallel faults rupture?, Earth, Planets and Space 2014, 66:101
- Aitaro Kato, Shin'ichi Sakai, and Kazushige Obara(2011):A normal-faulting seismic sequence triggered by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake: Wholesale stress regime changes in the upper plate, Earth Planets Space, 63, 745-748, 2011

- Kazutoshi Imanishi, Ryosuke Ando, and Yasuto Kuwahara (2012) Unusual shallow normal-faulting earthquake sequence in compressional northeast Japan activated after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 39, L09306, doi:10.1029/2012GL051491, 2012
- 気象庁(2016):4月11日福島県浜通りの地震ー近地強震波形による震源過程解析(暫定)ー, 気象庁ホームページ, 2016/01/15更新
- Hemphill-Haley, M.A. and R. J. Weldon II (1999) : Estimating prehistoric earthquake magnitude from point measurements of surface rupture, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 89 no. 5, pp. 1264-1279.
- I. Manighetti , M. Campillo, C. Sammis, P. M. Mai, G. King (2005): Evidence for self-similar, triangular slip distributions on earthquakes: Implications for earthquake and fault mechanics, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.110, B05302, doi:10.1029/2004JB003174, 2005
- 糸井達哉・翠川三郎・鬼頭順三・三浦弘之・内山泰生・坂本成弘(2009):統計的グリーン関数法で評価した地殻内地震の応答スペクトルのバラツキ, 日本地震工学会論文集 第9巻, 第1号, 2009
- 平田直・佐藤比呂志(2007):2007年能登半島地震の意味 防災のための活断層の考え方, 科学, 2007年6月号
- 佐藤智美・堤英明(2012):2011年福島県浜通り付近の正断層の地震の短周期レベルと伝播経路・地盤増幅特性, 日本地震工学会論文集 第12巻, 第7号, 2012
- 岩切一宏・川添安之・長谷川嘉臣(2014):地震波形を用いた気象庁の震源過程解析ー解析方法と断層すべり分布のスケーリング則ー, 験震時報 第78巻, 65~91頁, 2014
- 入倉孝次郎, 三宅弘恵(2001):シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110(6), 849-875
- Kanno T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara and Y. Fukushima (2006) : A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.96, No.3, 879-897
- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H.K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima and Y.Fukushima(2006) :Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period, Bulletin of the Seismological Society of America,Vol.96,No.3,898-913
- 内山泰生, 翠川三郎(2006):震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第606号, 81-88
- 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊介, 日下部毅明(2006):短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式, 土木学会論文集A, Vol.62, No4, 740-757
- Norman A. Abrahamson, Walter J. Silva and Ronnie Kamai(2014) :Summary of the ASK14 Ground Motion Relation for Active Crustal Regions, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, 1025-1055
- David M. Boore, Jonathan P. Stewart, Emel Seyhan, and Gail M. Atkinson(2014) :NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, 1057-1085
- Kenneth W. Campbell and Yousef Bozorgnia(2014) :NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, 1087-1115
- Brian S.-J. Chiou and Robert R. Youngs(2014) :Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, 1117-1153
- I. M. Idriss(2014) :An NGA-West2 Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, 1155-1177
- 日本電気協会(2016):原子力発電所耐震設計技術指針

震源を特定せず策定する地震動（1 / 3）

- 原子力規制委員会(2013): 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド
- 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.
- 日本電気協会(2008): 原子力発電所耐震設計技術指針
- 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, Oct. 16-18, Istanbul.
- 気象庁(2008): 平成20年6月地震・火山月報(防災編), 特集「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震」について
- 気象庁(2008): 地震月報(カタログ編), 資料, 地震, 主な地震の初動発震機構解, 2008年6月
- 国土地理院(2008): 平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動(第2報), <http://www.gsi.go.jp/johosystem/johosystem60032.html>
- 鈴木亘・青井真・関口春子(2010): 強震記録から見た平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の震源過程, 防災科学技術研究所主要災害調査, 第43号, pp.11-18.
- 気象庁(2000): 平成12年10月地震・火山月報(防災編), 特集2.平成12年(2000年)鳥取県西部地震
- 気象庁: 震度データベース, <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>
- 国土地理院(2000): 平成12年10月6日鳥取県西部地震の断層運動を解明, <http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2000-1007-2.htm>
- 池田隆明・釜江克宏・三輪滋・入倉孝次郎(2002): 経験的グリーン関数法を用いた2000年鳥取県西部地震の震源のモデル化と強震動シミュレーション, 日本建築学会構造系論文集, 第561号
- 産業技術総合研究所: 地質図Navi
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(編)(2012): 20万分の1日本シームレス地質図
- 新安全設計基準に関する検討チーム(2013)
- 防災科学技術研究所(1982): 5万分の1地すべり地形分布図第1集「新庄・酒田」図集, 防災科学技術研究所研究資料, 第69号
- (社)東北建設協会(2006): 東北地方デジタル地質図GIS版
- 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
- 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): 2008年岩手・宮城内陸地震に関わる活断層とその意義—関市巖美町付近の調査速報—, 活断層研究, 29号, pp.25-34
- 遠田晋次・丸山正・吉見雅行・金田平太郎・粟田泰夫・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—震源過程及び活断層評価への示唆—, 地震第2輯, 第62巻, pp.153-178

震源を特定せず策定する地震動（2 / 3）

- 日本の地質増補版編集委員会(2005):日本の地質 増補版
- 岡田篤正(2002):山陰地方の活断層の諸特徴, 活断層研究, 22, (松田時彦先生古稀記念号), pp.17-32
- 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
- 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・地質との関係ー内陸地震のアスペリティ予測に向けてー, 研究報告:N04009, 電力中央研究所報告
- 本多亮・平松良浩・河野芳輝(2002):2000年鳥取県西部地震震源域の重力異常とそれから見た震源断層の特徴, 地震第2輯, 第55巻, pp.83-88
- 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
- 産業技術総合研究所(2004):AIST Today, Vol.4, No.12, 特集 火山 噴火と恵み
- 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
- Imanishi, K., R. Ando, and Y. Kuwahara(2012):Unusual shallow normal-faulting earthquake sequence in compressional northeast Japan activated after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Geophysical Research Letters, Vol. 39, L09306.
- 防災科学技術研究所(2013):ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 総括成果報告書, 平成25年5月
- Sagiya, T., S. Miyazaki, and T. Tada(2000):Continuous GPS Array and Present-day Crustal Deformation of Japan, Pure appl. geophys., 157, pp.2303-2322.
- 西村卓也(2014):山陰地方のGNSSデータに認められるひずみ集中帯, 日本地球惑星科学連合2014年大会, SSS31-06
- 西村卓也(2015):山陰地方のひずみ集中帯, 鳥取県地震防災調査研究委員会第1回被害想定部会, 資料1
- 行竹洋平・武田哲也・吉田明夫(2012):P 波初動極性と実体波振幅値を用いた日本内陸域における微小地震メカニズム解決定, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第44 巻, pp.39-46
- 青柳恭平・上田圭一(2012):2011年東北地方太平洋沖地震による阿武隈南部の正断層型誘発地震の特徴ー臨時余震観測に基づく震源分布と速度構造ー, 電力中央研究所研究報告N11048, 平成24年4月
- 気象庁(2004):2004年12月14日14時56分の留萌支庁南部の地震について, 報道発表資料, 平成16年12月14日
- 気象庁(2005):平成16年12月の地震活動及び火山活動について, 報道発表資料, 平成17年1月11日
- 地震調査研究推進本部:平成17年1月12日,2004年12月の地震活動の評価,12月14日留萌支庁南部の地震,
<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05jan/p04.htm>
- 司宏俊・翠川三郎(1999):断層タイプおよ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, pp.63-70

震源を特定せず策定する地震動（3 / 3）

- 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, Vol.9, No.3, pp.1-17
- 気象庁報道発表資料,平成23年3月19日20時40分,「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第22報)
- 気象庁(2011):平成23年3月地震・火山月報(防災編)
- 気象庁(2013):平成25年2月25日16時23分頃の栃木県北部の地震について, 報道発表資料, 平成25年2月25日
- 気象庁:平成25年2月地震・火山月報(防災編)
- 引間和人(2015):2013年栃木県北部の地震の震源域におけるKiK-net観測点を用いたサイト・伝播特性に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2分冊, pp.51-52
- 気象庁(2011):平成23年7月5日19時18分頃の和歌山県北部の地震について, 報道発表資料, 平成23年7月5日
- 気象庁(2011):平成23年7月, 地震・火山月報(防災編)
- 和歌山県(2015):地域防災計画基本計画編(平成27年度修正)
- 気象庁(2011):平成23年3月12日03時59分頃の長野県北部の地震について, 報道発表資料, 平成23年3月12日
- 気象庁(2011):平成23年3月, 地震・火山月報(防災編)
- 廣内大助・松多信尚・杉戸信彦・竹下欣宏(2012):3月12日長野県北部の地震に伴う地変と栄村周辺地域の活断層, 信州大学山岳科学総合研究所, 長野県北部地震災害調査研究報告書, 2012年1月27日
- Boore, D. M.(2016):Determining Generic Velocity and Density Models for Crustal Amplification Calculations, with an Update of the Boore and Joyner (1997) Generic Site Amplification for $V_s(Z)=760\text{m/s}$, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.106, No.1, pp.316-320
- Ludwig, W. J., J. E. Nafe, and C. L. Drake (1970): Seismic refraction, in The Sea, Vol.4, edited by A. E. Maxwell, Wiley-Interscience, New York, pp.53-84.

基準地震動Ssの策定

- 原子力規制委員会(2013):基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド
- 中央防災会議(2013):首都直下地震モデル検討会「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」,平成25年12月
- 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ー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ー,日本地震工学会論文集,第4巻,第4号,pp.46-86.
- 日本電気協会(2008):原子力発電所耐震設計技術指針
- S. Noda, 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, Oct. 16-18, Istanbul.
- 司宏俊・瀨瀨一起・三宅弘恵・翠川三郎(2011):超巨大地震への地震動最大値距離減衰式の適用について-2011年東北地震と海外の超巨大地震の観測データに基づく検討-,日本地震学会講演予稿集,2011年,p.63
- 中央防災会議(2012):南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告),平成24年3月31日
- 気象庁(2012):気象庁技術報告,第133号

- 日本原子力学会(2015):日本原子力学会標準, 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準: 2015.
- 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層, 東京大学出版会.
- 地震調査研究推進本部(2012):「今後の地震動ハザード評価に関する検討～2011年・2012年における検討結果～」.
- 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.
- Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide 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.
- 佐藤良輔 編著(1989):日本の地震断層パラメーター・ハンドブック, 鹿島出版会.
- 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会.
- 地震調査研究推進本部(2009a):「全国地震動予測地図」, 技術報告書.
- 地震調査研究推進本部(2011):三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について.
- 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.269-284.
- 奥村俊彦・石川裕(1998):活断層の活動度から推定される平均変位速度に関する検討, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集, 第I部(B), pp.554-555.
- 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.
- 地震調査研究推進本部(2009b):三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価の一部改訂について