

震源を特定せず策定する地震動について

平成25年3月22日

甲第 94号証 A

骨子(案)における要求事項

【基本的要求事項】

- 震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定すること。

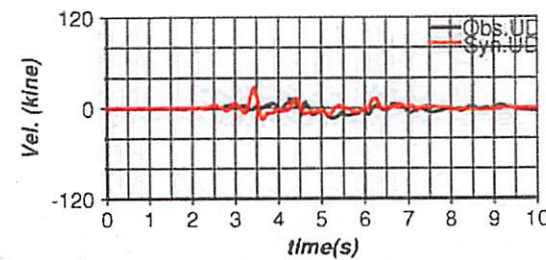
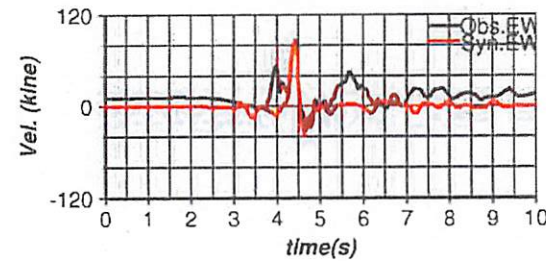
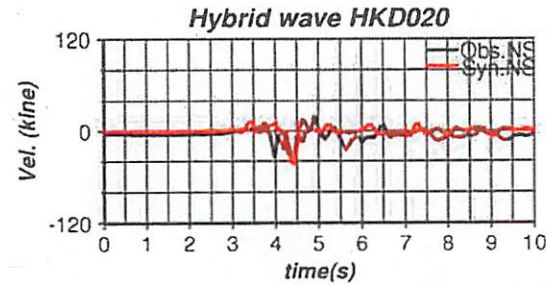
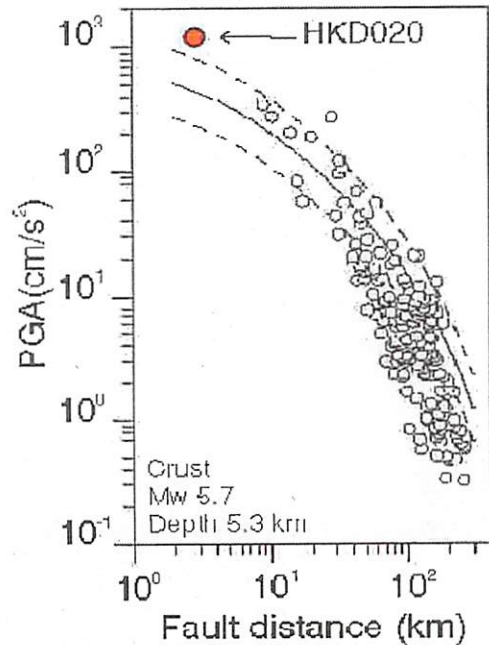
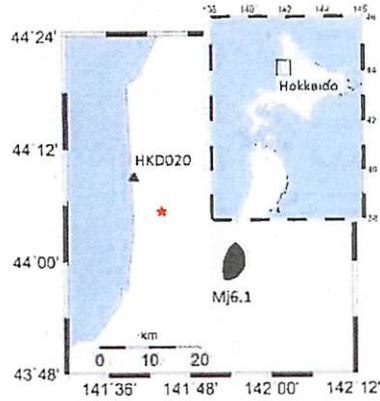
【要求事項の詳細】

- 解放基盤表面までの地震波の伝播特性を必要に応じて応答スペクトルの設定に反映するとともに、設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮すること。
- 策定された基準地震動の妥当性については、安全審査時における最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認すること。その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価を参考とすること。

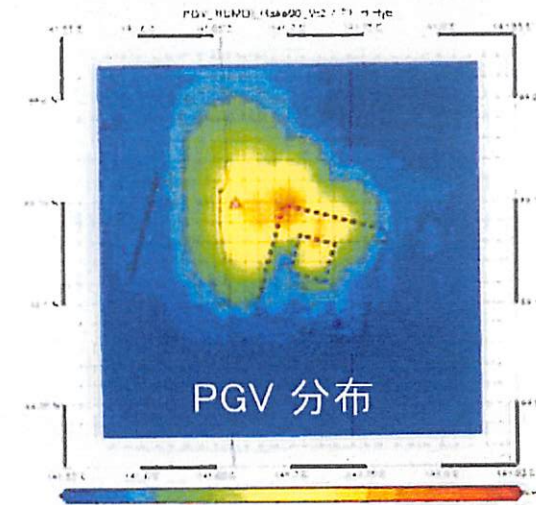
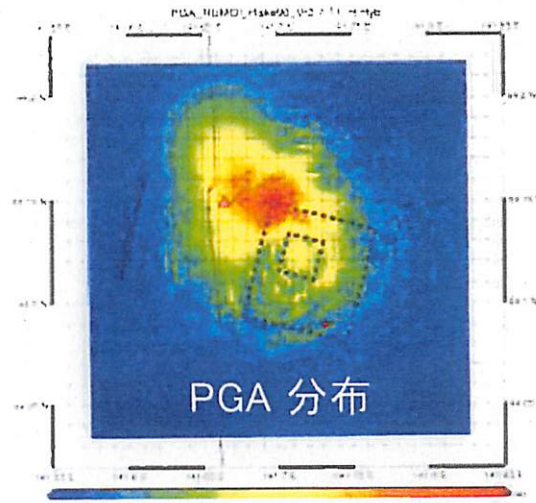
断層モデルによる検証方法の例

1. 震源を特定できない地震の最大規模の設定
 - ◆ 地震発生層の浅さ限界・深さ限界や断層傾斜角等の地域性を考慮
 - ◆ 孤立した長さの短い活断層による地震の震源像との連続性を考慮
 - ◆ 震源断層を予め特定しにくい地震の領域ごとの最大規模を参考
2. 震源断層モデルの設定
 - ◆ サイトごとの地震発生様式、地盤構造の考慮
 - ◆ 設定した最大規模に相当する面積(S)から、長さ(L)と幅(W)を設定
 - ◆ 必要に応じて地震発生層の下限を超えて幅(W)を設定
 - ◆ アスペリティ位置は、中央に設定
 - ◆ 破壊開始点は適切に設定
3. 地震動レベルの検証
 - ◆ 地震動レベルは震源近傍域でのスペクトルレベルの平均値
 - ◆ 震源近傍は震源での破壊過程の影響を受け、地震動レベルの結果に大きな変動が見られる範囲を設定
 - ◆ 震源近傍の破壊伝播効果(NFRD効果)の考慮

2004年北海道留萌支庁南部地震(Mw5.7)を対象にした ハイブリッド法による面的強震動計算結果

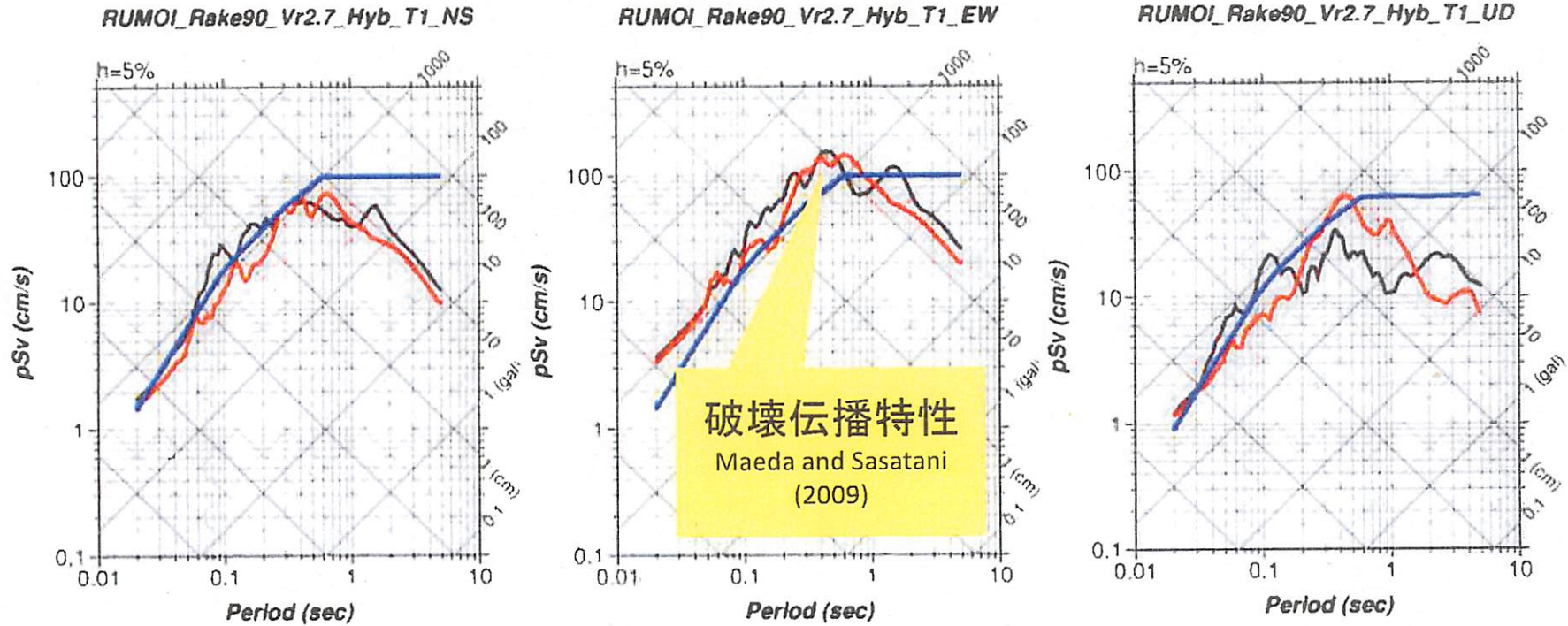


ハイブリッド波形(赤)と観測波形(黒)



(△:HKD020地点, ☆:破壊開始点)

2004年北海道留萌支庁南部地震(Mw5.7) の解析結果



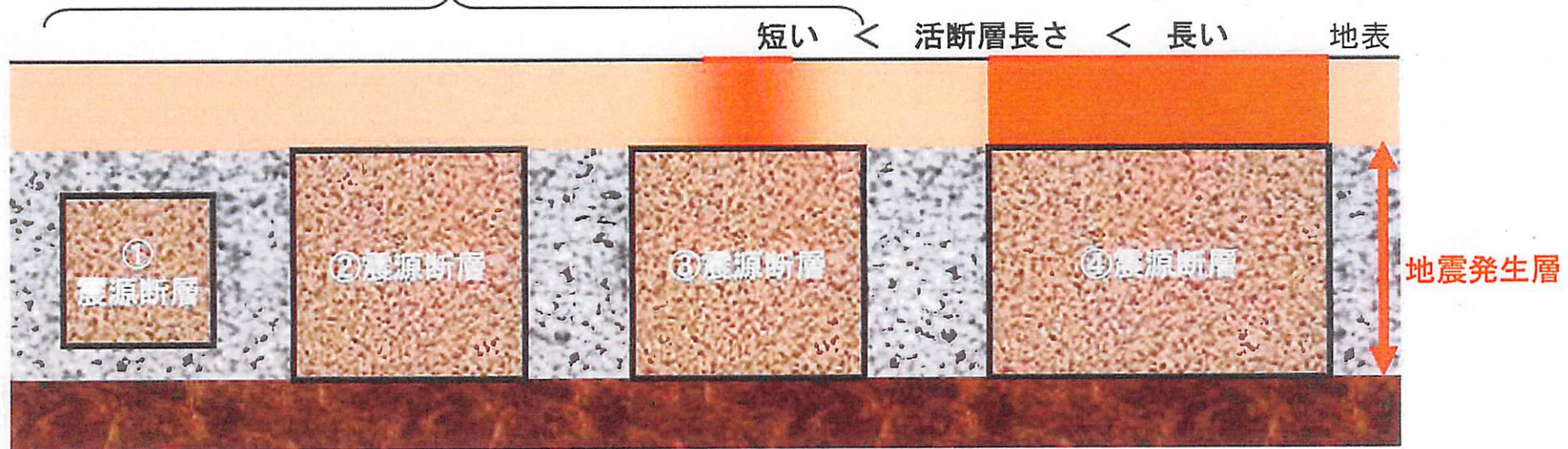
HKD020 におけるハイブリッド波形(赤)と観測波形(黒)による
疑似速度応答スペクトルの比較(青:加藤スペクトル)

既存資料の収集・整理方針

- ① 地震発生前・後の文献から、変動地形学的調査による活断層分布図、地質構造図、重力異常図、地震活動図、地震時の地表変位の詳細位置・形状・断層面の傾斜・1回の地震活動に伴う変位量分布等について収集し地震ごとに整理
- ② 活断層調査結果等の文献から得られた地震発生前・後の地表の活断層の位置や地震時の地表変位量分布等と、震源モデルから得られた地下の震源断層の長さ・幅・アスペリティの位置等の関係を整理
- ③ 震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震の考え方について、震源を特定できない地震と孤立した長さの短い活断層による地震の震源像の連続性を考慮して分類整理
- ④ 上記で分類された地震について、硬質地盤上の強震記録で地盤の非線形性の影響を受けていないものを対象に、経時特性の分析と震源を特定できない地震による水平方向及び鉛直方向の地震動レベルを検討

震源を予め特定しにくい地震の震源像

震源を予め特定しにくい地震



震源を特定できない地震

(地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層)

震源を特定する地震

(敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を考慮する際の地震)

- A) 震源を予め特定しにくい地震(①、②、③)
- 地表に明瞭な痕跡が見られない地震(①、②)【震源を特定できない地震】
 - 孤立した長さの短い活断層による地震(③)【一部の破壊が地表に達する地震】
- B) 震源を特定する地震(③、④)
【敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を考慮する際の地震】

震源を予め特定しにくい地震の検討

- 震源を予め特定しにくい地震の震源像としては、地震規模と震源断層の長さのスケールリングが一定の地震規模を境に変化することから、Shimazaki(1986)^①の考えに基づき、一定規模より大きい内陸地殻内の地震は、地表に何らかの痕跡を残すものと考ええる。
- 加藤・他(2004)^②では、「震源を事前に特定できない内陸地震による地震動レベル」は、上記の考えに基づき、国内のどこでも発生すると考えられる 7.5×10^{25} dyne-cm(Mw6.5相当)以下の地震と孤立した長さの短い活断層による地震の観測記録と同様の海外での観測記録を収集して設定されている。
- 震源を予め特定しにくい地震の震源像としては、基本的には上記の考えは適切と考える。
- ただし、Mw6.5相当以上の地震でも、地表で地震断層が認めにくい地震や地震規模に比べて著しく短い断層長しか特定できない地震が存在することから、地域的な特徴を踏まえて、対象となる地震の検討が必要と考える。

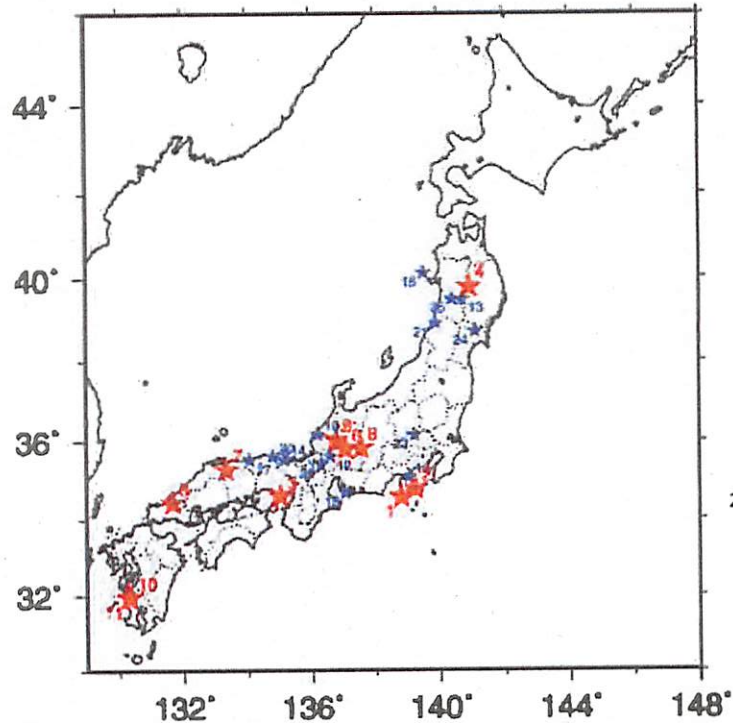
① Shimazaki, K.: Small and large earthquakes: The effect of the thickness of seismogenic layer and the free surface, Earthquake Source Mechanics, AGU Geophysical Monograph 37, 1986, pp209-216.

② 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大栄・上田圭一・壇一男: 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル—地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討—, 日本地震工学会論文集, 第4巻, 第4号, 2004

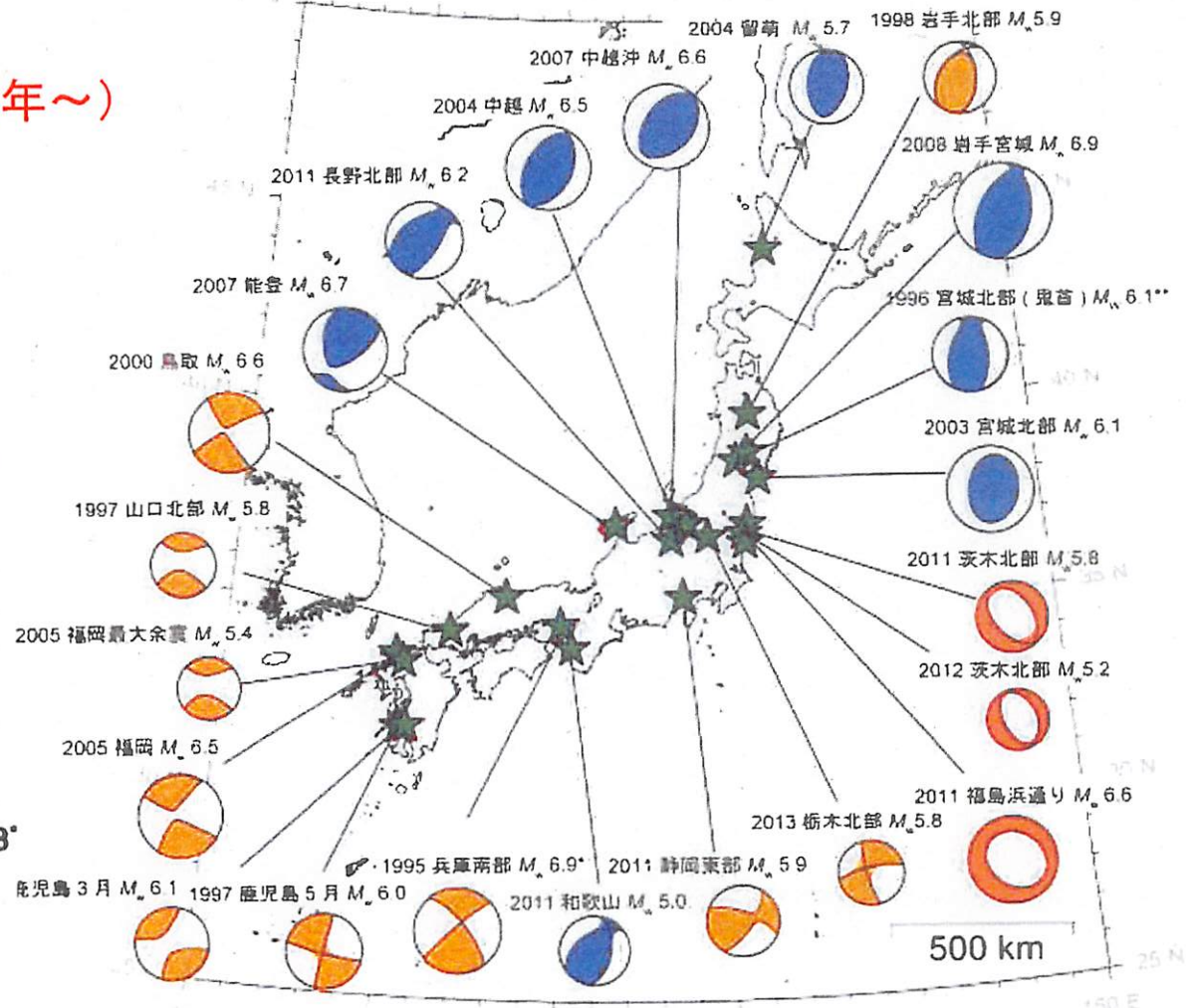
収集対象の内陸地殻内地震

国内の対象地震: 22個 (1995年~)

国内の対象地震: 11個 (6個: 1995年~)



加藤・他(2004)で用いた地震

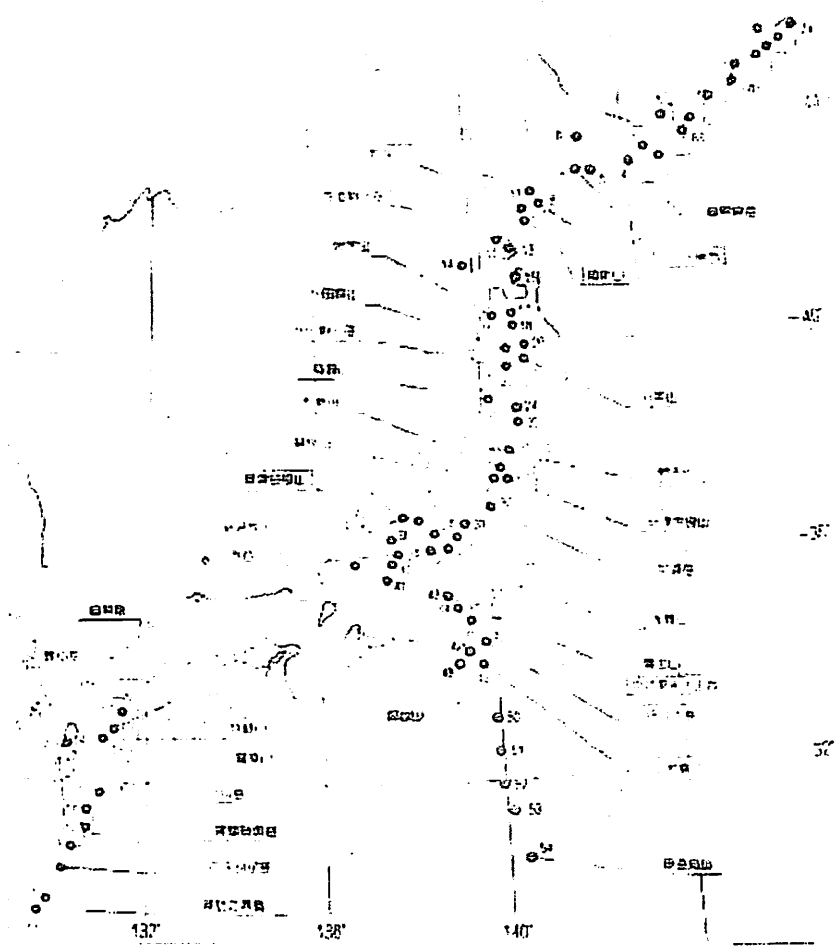


赤色: 正断層, 黄色: 逆断層, 青色: 逆断層

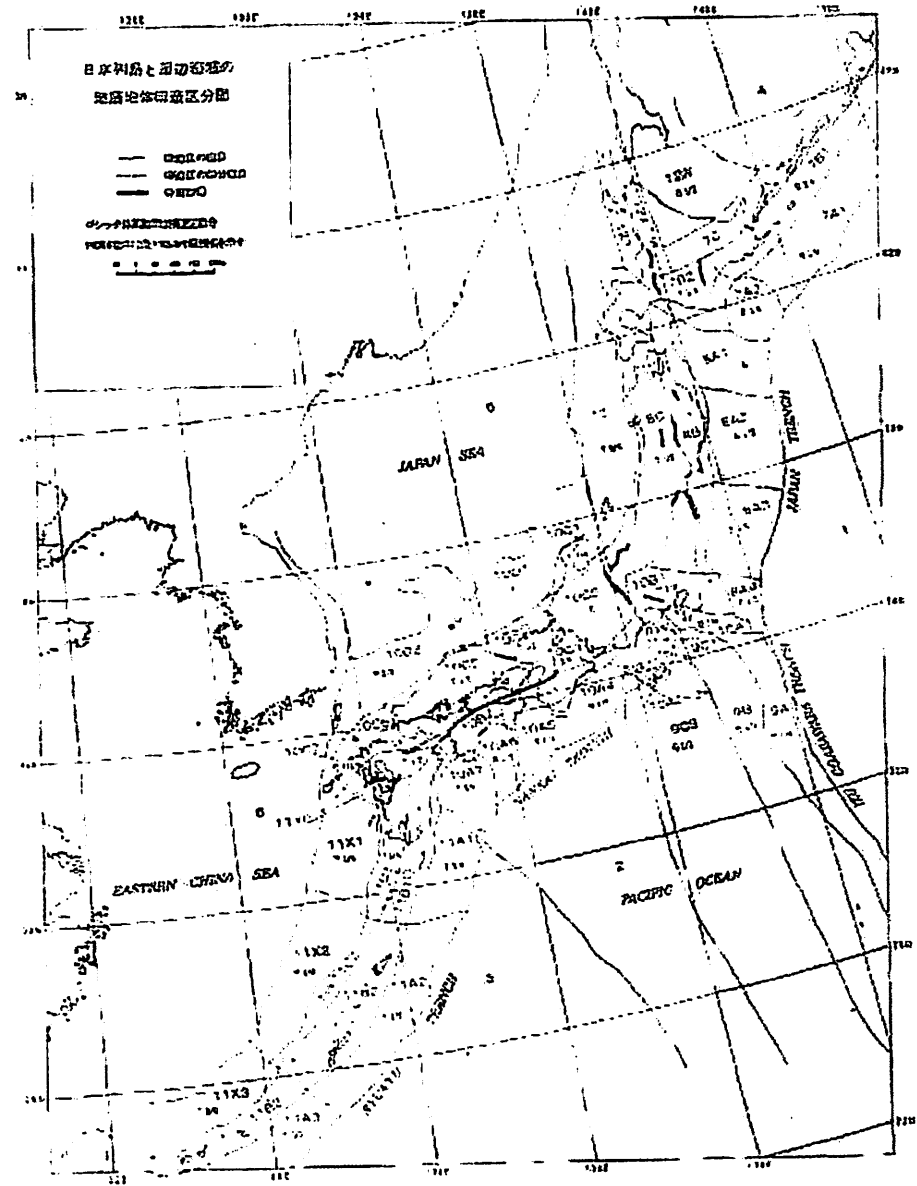
No	地震名	日時	規模	断層タイプ
1	1995年兵庫県南部地震	1995/01/17,05:46	Mw6.9	S
2	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11,03:12	Mw6.0	R
3	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26,17:31	Mw6.1	S
4	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13,14:38	Mw6.0	S
5	1997年山口県北部地震	1997/06/25,18:50	Mw5.8	S
6	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03,16:58	Mw5.9	R
7	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06,13:30	Mw6.6	S
8	2003年宮城県北部地震	2003/07/26,07:13	Mw6.1	R
9	2004年新潟県中越地震	2004/10/23,17:56	Mw6.6	R
10	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14,14:56	Mw5.7	R
11	2005年福岡県西方沖地震	2005/03/20,10:53	Mw6.6	S
12	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20,06:11	Mw5.4	S
13	2007年能登半島地震	2007/03/25,09:42	Mw6.7	R
14	2007年新潟県中越沖地震	2007/07/16,10:13	Mw6.6	R
15	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14,08:43	Mw6.9	R
16	2011年長野県北部地震	2011/03/12,03:59	Mw6.2	R
17	2011年静岡県東部地震	2011/03/15,22:31	Mw5.9	S
18	2011年茨城県北部地震	2011/03/19,18:56	Mw5.8	R
19	2011年福島県浜通り地震	2011/04/11,17:16	Mw6.6	N
20	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05,19:18	Mw5.0	R
21	2012年茨城県北部地震	2012/03/10,02:25	Mw5.2	N
22	2013年栃木県北部地震	2013/02/25,16:23	Mw5.8	S

Mw

No	地震名	日時	規模	断層タイプ
1	1995年兵庫県南部地震	1995/01/17,05:46	Mw6.9	S
2	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14,08:43	Mw6.9	R
3	2007年能登半島地震	2007/03/25,09:42	Mw6.7	R
4	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06,13:30	Mw6.6	S
5	2004年新潟県中越地震	2004/10/23,17:56	Mw6.6	R
6	2005年福岡県西方沖地震	2005/03/20,10:53	Mw6.6	S
7	2007年新潟県中越沖地震	2007/07/16,10:13	Mw6.6	R
8	2011年福島県浜通り地震	2011/04/11,17:16	Mw6.6	N
9	2011年長野県北部地震	2011/03/12,03:59	Mw6.2	R
10	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26,17:31	Mw6.1	S
11	2003年宮城県北部地震	2003/07/26,07:13	Mw6.1	R
12	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11,03:12	Mw6.0	R
13	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13,14:38	Mw6.0	S
14	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03,16:58	Mw5.9	R
15	2011年静岡県東部地震	2011/03/15,22:31	Mw5.9	S
16	1997年山口県北部地震	1997/06/25,18:50	Mw5.8	S
17	2011年茨城県北部地震	2011/03/19,18:56	Mw5.8	N
18	2013年栃木県北部地震	2013/02/25,16:23	Mw5.8	S
19	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14,14:56	Mw5.7	R
20	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20,06:11	Mw5.4	S
21	2012年茨城県北部地震	2012/03/10,02:25	Mw5.2	N
22	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05,19:18	Mw5.0	R



活火山分布図



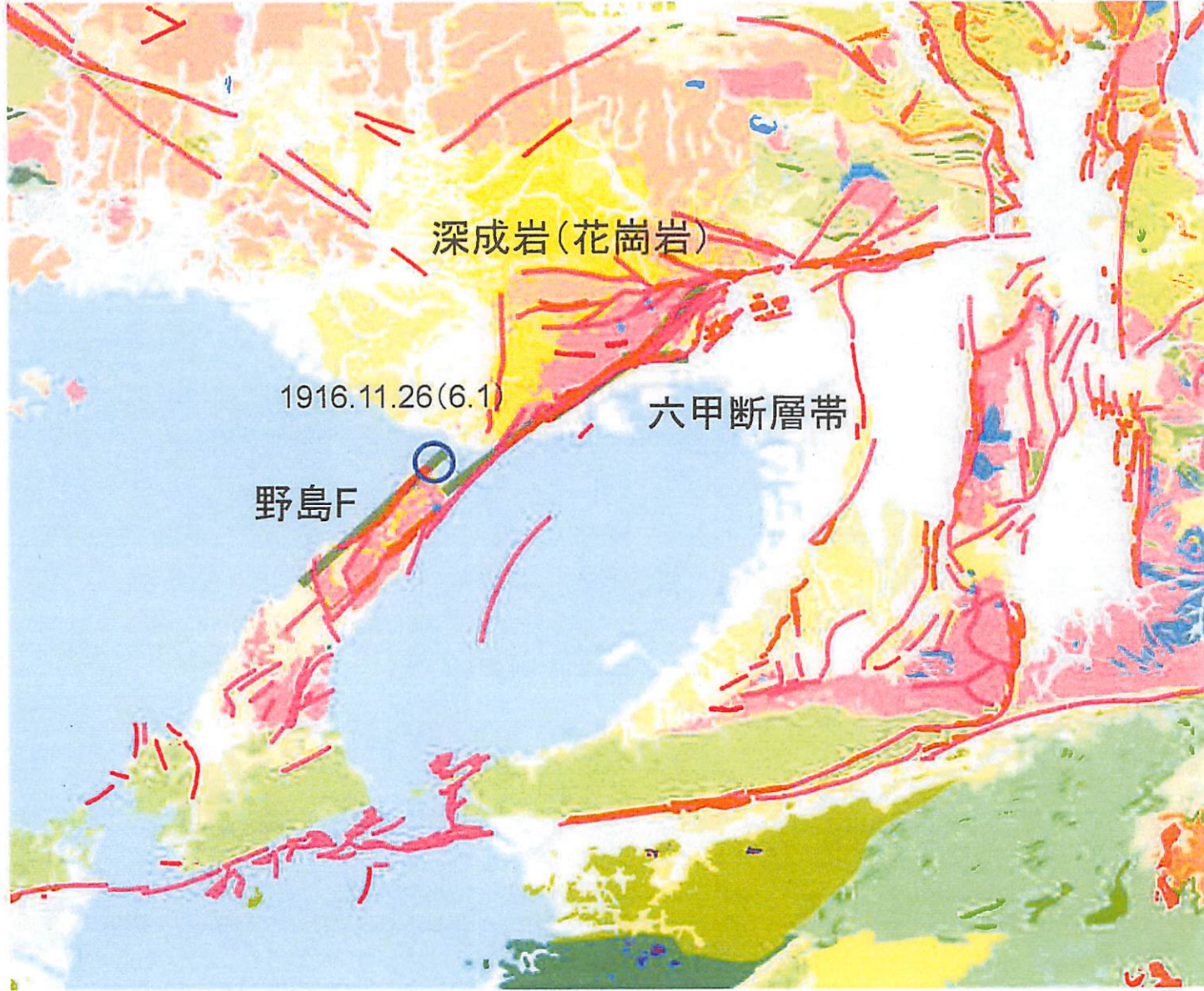
地震地体構造分布図 垣見他(2004)

活断層や地震断層の出現の要因

- 地域によって活断層の成熟度が異なる
⇒地帯構造区分などで表現
- 上部に軟岩や火山，堆積層が厚く分布
⇒地表への出現を妨げる
- 地質体の違い
⇒固結岩と未固結の違い
火山岩，堆積岩，付加体など

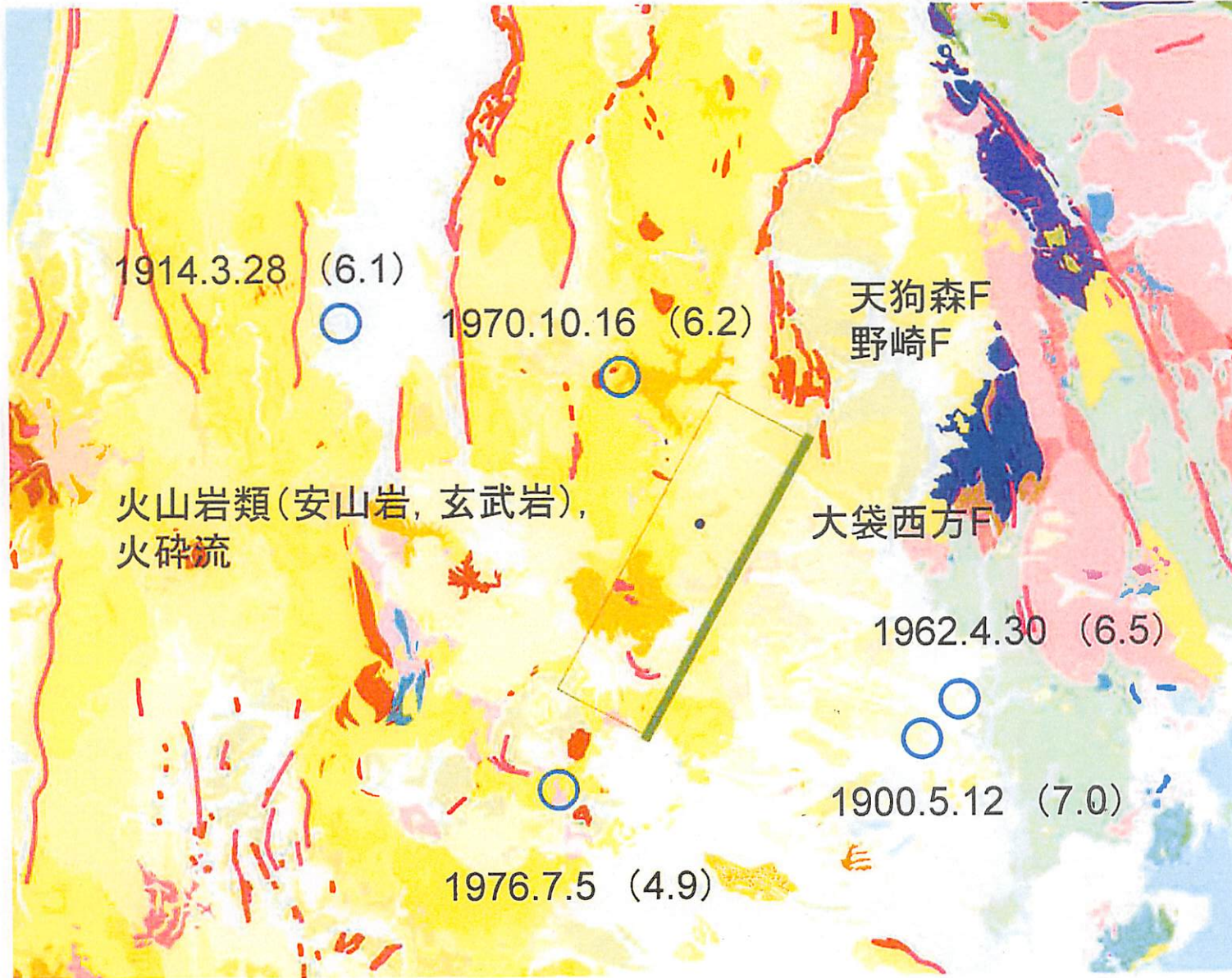
以上の地域差があることを念頭の上で，各対象地震に対して検討する

検討方法：地質体，地震断層出現の有無，活断層の分布，重力分布など

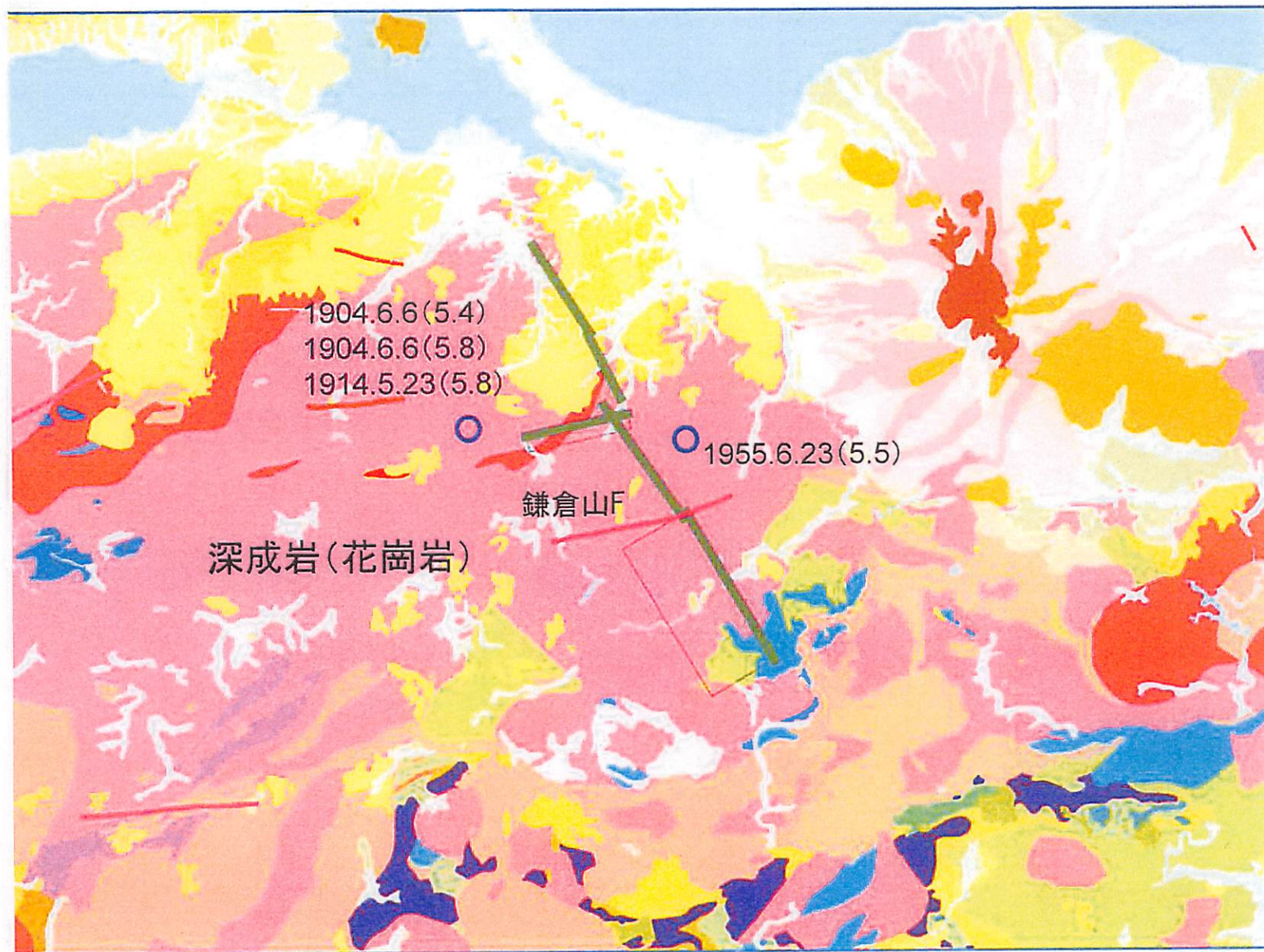


1995 兵庫県南部 (Mw6.9)

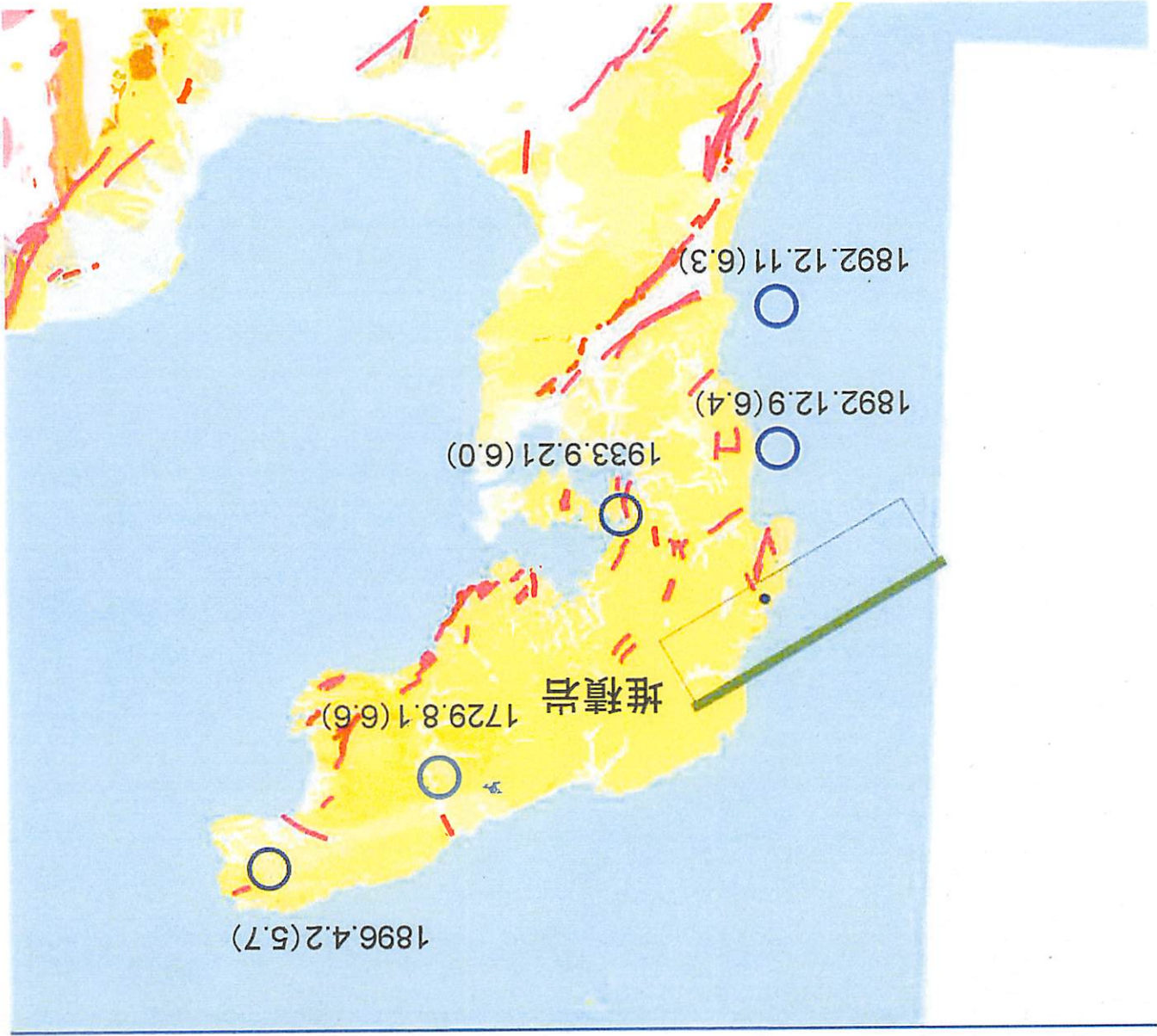
北上山地西縁断層帯



2008年岩手・宮城内陸 (Mw6.9)



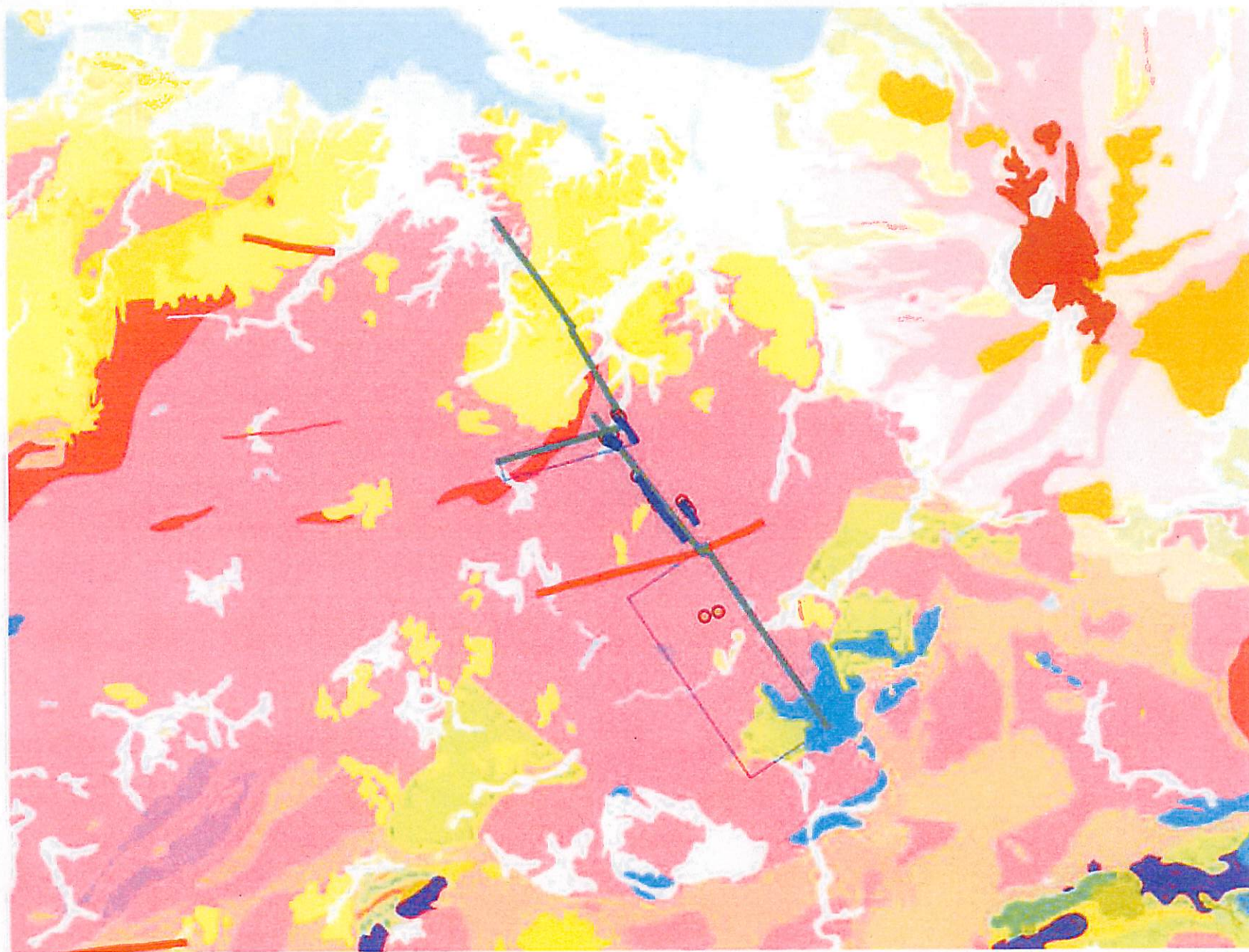
2000 鳥取県西部 (Mw6.6)



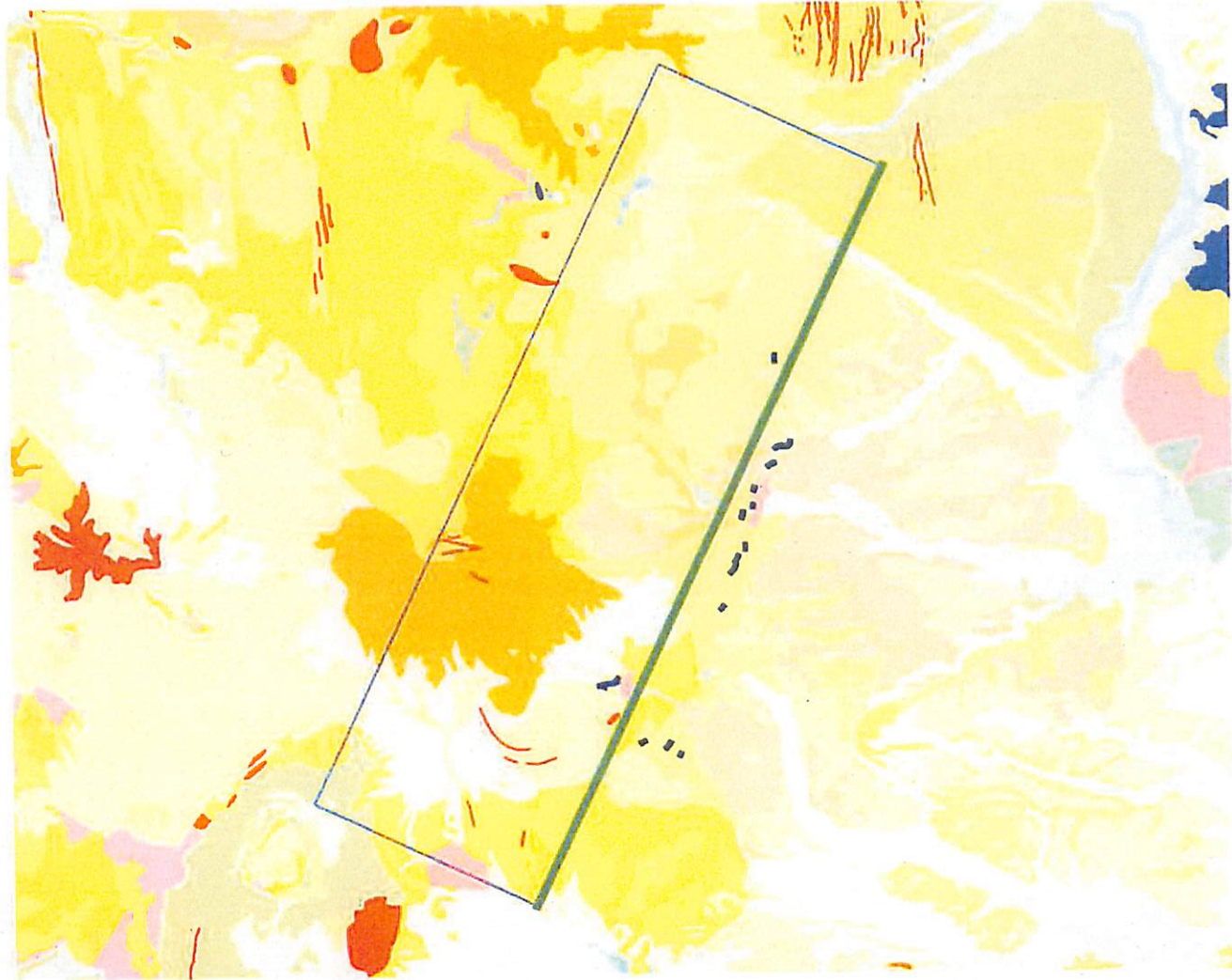
2007 能登半島 (Mw6.7)



1995 兵庫県南部 (Mw6.9)



2000 鳥取県西部 (Mw6.6)



2008 岩手宮城内陸 (Mw6.9)

地震断層は短いものが断続的に出現

地震規模小さくなる

対象地震	Mw	断層のタイプ	地震断層	活断層	地質体
1995年兵庫県南部	6.9	S	◎	◎	深成岩(花崗岩)
2008年岩手・宮城内陸	6.9	R	◎ △	△(数km)	火山岩類(安山岩, 玄武岩), 火砕流
2007年能登半島	6.7	R	◎	◎(海域)	堆積岩(中新世)
2000年鳥取県西部	6.6	S	○ △	△	深成岩(花崗岩)
2004年新潟県中越	6.6	R	○	△	堆積岩(軟岩層)
2005年福岡県西方沖	6.6	S	×	△(海域)	堆積岩(第三紀), 火山岩
2007年新潟県中越沖	6.6	R	×	△(海域)	堆積層, 堆積岩
2011年福島県浜通り	6.6	N	◎	◎	変成岩, 花崗岩
2011年長野県北部	6.2	R	△	△	堆積岩, 火山岩
1997年鹿児島県西北部(3月)	6.1	S	—		堆積岩(付加体コンプレックス)
2003年宮城県北部	6.1	R	△		堆積層
1996年宮城県北部(鬼首)	6.0	R	—	—	—
1997年鹿児島県西北部(5月)	6.0	S	—		堆積岩(付加体コンプレックス)
1998年岩手県内陸北部	5.9	R	△		火山岩類(安山岩, 玄武岩)
2011年静岡県東部	5.9	S	—	×	火山岩類(安山岩, 玄武岩)
1997年山口県北部	5.8	S	—	×	火山岩(デイサイト, 流紋岩)
2011年茨城県北部	5.8	N	—		深成岩(花崗岩)
2013年栃木県北部	5.8	S	—	×	火山岩(デイサイト, 流紋岩)
2004年北海道留萌	5.7	R	—	(海域)	堆積岩
2005年福岡県西方沖(余震)	5.4	S	×	△(海域)	堆積層, 堆積岩
2012年茨城県北部	5.2	N			深成岩(花崗岩)
2011年和歌山県北部	5.0	R		△	堆積岩(付加体コンプレックス)

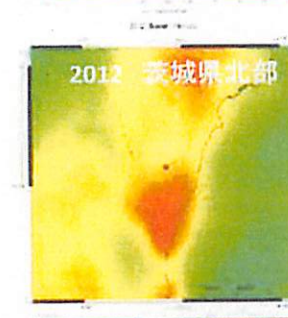
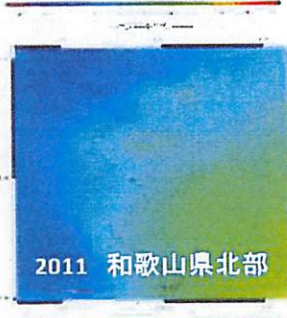
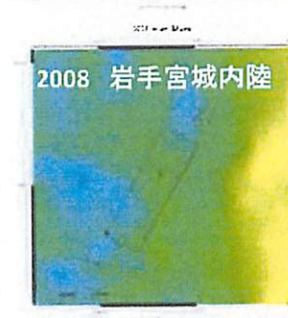
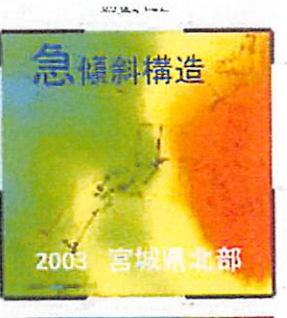
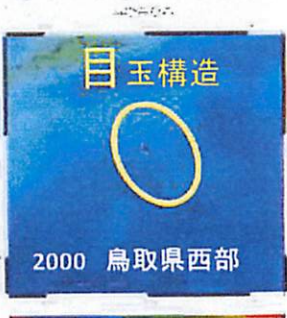
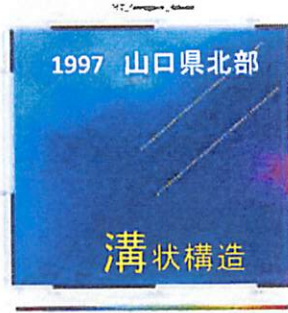
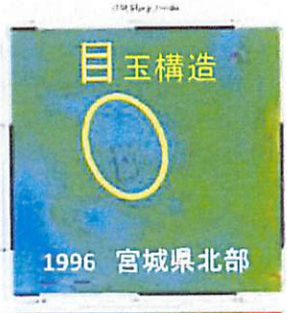
予察的検討:

火山岩類分布域は活断層が認識しづらい
 軟岩・付加体は断層地形より崩壊地形を作る
 Mw6.2以下では, 地震断層も活断層も確認が難しい などなど

既存情報から地震規模と断層長を特定できるか？

対象地震	Mw	断層のタイプ	地震断層	活断層	地質体	震源断層の表層部付近(10km)活断層の有無	関連する断層	過去の地震活動(日活から)
1995年兵庫県南部	6.9	S	◎	◎	深成岩(花崗岩)	有	並行 野島F, 六甲F	1916.11.26 M6.1
2008年岩手・宮城内陸	6.9	R	◎ △	△(数km)	火山岩類(安山岩, 玄武岩), 火砕流	有?	北上山地西縁断層帯の南端か? 爪木立F(1.5km)	1900.5.12 M7.0 1962.4.30 M6.5 1970.10.16 M6.2 1976.7.5 M4.9
2007年能登半島	6.7	R	◎	◎(海域)	堆積岩(中新世)	有(海域)	地震後の調査でAF確認	1892.12.9 M6.4 1933.9.21 M6.0
2000年鳥取県西部	6.6	S	○ △	△	深成岩(花崗岩)	有	斜交 中国地方は活断層が未成熟のためわからない?	1904.6.6 M5.4 1904.6.6 M5.8 14914.5.23 M5.8 1955.6.23 M5.5
2004年新潟県中越	6.6	R	○	△	堆積岩(軟岩層)	有?	未知のAF or 小平尾F	1933.10.4 M6.1 1904.5.8 M6.1
2005年福岡県西方沖	6.6	S	×	△(海域)	堆積岩(第三紀), 火山岩	有(海域南に警固F)	地震後の探査で海底に変化なし	1929.8.8 M5.1
2007年新潟県中越沖	6.6	R	×	△(海域)	堆積層, 堆積岩	有(海域)?	中田, 渡辺は有 岡村行は無	1847.5.13 M6.5程度
2011年福島県浜通り	6.6	N	◎	◎	変成岩, 花崗岩	有	並行 井戸沢F, 湯の岳F	-
2011年長野県北部	6.2	R	△	△	堆積岩, 火山岩	有?	斜交, 並行 信濃川断層帯の北端部か?	1738.1.3 M5.5 1886.7.23 M5.3 1905.7.23 M5.2 1951.8.2 M5.0 1971.2.26 M5.5
1997年鹿児島県北西部(3月)	6.1	S	-	-	堆積岩(付加体コンプレックス)	-	北に分布する出水(いずみ)断層とは無関係	-
2003年宮城県北部	6.1	R	△	-	堆積層	-	旭山撓曲と関係?(10km離隔あり並走)	1861.10.21 M6.4 1974.6.23 M4.7
1996年宮城県北部(鬼首)	6.0	R	-	-	-	-	-	-
1997年鹿児島県北西部(5月)	6.0	S	-	-	堆積岩(付加体コンプレックス)	-	北に分布する出水(いずみ)断層とは無関係	-
1998年岩手県内陸北部	5.9	R	△	-	火山岩類(安山岩, 玄武岩)	有	斜交	1986.8.23 M5.5程度
2011年静岡県東部	5.9	S	-	×	火山岩類(安山岩, 玄武岩)	-	-	-
1997年山口県北部	5.8	S	-	×	火山岩(デイサイト, 流紋岩)	-	-	-
2011年茨城県北部	5.8	N	-	-	深成岩(花崗岩)	-	-	-
2013年栃木県北部	5.8	S	-	×	火山岩(デイサイト, 流紋岩)	-	-	-
2004年北海道留萌	5.7	R	-	(海域)	堆積岩	有	斜交 力屋F延長?	1910.9.8 M5.3 1918.5.26 M5.8
2005年福岡県西方沖(余震)	5.4	S	×	△(海域)	堆積層, 堆積岩	有(海域南に警固F)	地震後の探査で海底に変化なし	1929.8.8 M5.1
2012年茨城県北部	5.2	N	-	-	深成岩(花崗岩)	-	-	-
2011年和歌山県北部	5.0	R	-	△	堆積岩(付加体コンプレックス)	-	仏像構造線沿い	-

地震前の既存情報



対象地震	Mw	断層のタイプ	地震断層	活断層	地質体	震源断層の表層部付近(10km)活断層の有無	重力の特徴
1995年兵庫県南部	6.9	S	◎	◎	深成岩(花崗岩)	有	並行 急傾斜帯
2008年岩手・宮城内陸	6.9	R	◎ △	△(数km)	火山岩類(安山岩、玄武岩)、火砕流	有?	?
2007年能登半島	6.7	R	◎	◎(海域)	堆積岩(中新世)	有(海域)	目玉構造
2000年鳥取県西部	6.6	S	○ △	△	深成岩(花崗岩)	有	斜交 目玉構造
2004年新潟県中越	6.6	R	○	△	堆積岩(軟岩層)	有?	急傾斜帯
2005年福岡県西方沖	6.6	S	×	△(海域)	堆積岩(第三紀)、火山岩	有(海城南に警固F)	目玉構造
2007年新潟県中越沖	6.6	R	×	△(海域)	堆積層、堆積岩	有(海域)?	?
2011年福島県浜通り	6.6	N	◎	◎	変成岩、花崗岩	有	並行 目玉構造
2011年長野県北部	6.2	R	△	△	堆積岩、火山岩	有?	斜交、 並行 急傾斜帯
1997年鹿児島県西北部(3月)	6.1	S	—	—	堆積岩(付加体コンプレックス)		目玉構造
2003年宮城県北部	6.1	R	△	—	堆積層		目玉構造
1996年宮城県北部(鬼首)	6.0	R	—	—	—		目玉構造
1997年鹿児島県西北部(5月)	6.0	S	—	—	堆積岩(付加体コンプレックス)		目玉構造
1998年岩手県内陸北部	5.9	R	△	—	火山岩類(安山岩、玄武岩)	有	斜交 目玉構造
2011年静岡県東部	5.9	S	—	×	火山岩類(安山岩、玄武岩)		急傾斜帯
1997年山口県北部	5.8	S	—	×	火山岩(デイサイト、流紋岩)		溝状構造
2011年茨城県北部	5.8	N	—	—	深成岩(花崗岩)		—
2013年栃木県北部	5.8	S	—	×	火山岩(デイサイト、流紋岩)		—
2004年北海道留萌	5.7	R	—	(海域)	堆積岩	有	斜交 目玉構造
2005年福岡県西方沖(余震)	5.4	S	×	△(海域)	堆積層、堆積岩	有(海城南に警固F)	目玉構造
2012年茨城県北部	5.2	N	—	—	深成岩(花崗岩)		—
2011年和歌山県北部	5.0	R	—	△	堆積岩(付加体コンプレックス)		—

傾斜構造の連続する部分や目玉構造の部分は活動のセグメントを制限する可能性がある。しかし、重力のデータには時間情報が入っていないため、活動の新旧とは無関係

地震の活動領域を予測することが可能か？

対象地震	Mw	断層のタイプ	地震断層	活断層	地質体	震源断層の表層部付近(10km)活断層の有無		事前情報からの予測は可能か？
1995年兵庫県南部	6.9	S	◎	◎	深成岩(花崗岩)	有	並行	可能(少なくとも一連の断層を一つとして)
2008年岩手・宮城内陸	6.9	R	◎ △	△(数km)	火山岩類(安山岩, 玄武岩), 火砕流	有?		活断層は非常に短い。活断層長の想定は難しい
2007年能登半島	6.7	R	◎	◎(海域)	堆積岩(中新世)	有(海域)		地震前の音速探査でも活断層を特定
2000年鳥取県西部	6.6	S	○ △	△	深成岩(花崗岩)	有	斜交	反射法探査では、構造が見られるが、事前に測線の設定は可能だろうか？
2004年新潟県中越	6.6	R	○	△	堆積岩(軟岩層)	有?		活断層長の想定は難しい
2005年福岡県西方沖	6.6	S	×	△(海域)	堆積岩(第三紀)、火山岩	有(海域南に警固F)		1995年の地震探査では、断層付近に僅かな変位あり。しかし、活断層とは特定できません
2007年新潟県中越沖	6.6	R	×	△(海域)	堆積層、堆積岩	有(海域)?		海域の物理探査を事前に実施すべき
2011年福島県浜通り	6.6	N	◎	◎	変成岩, 花崗岩	有	並行	位置は可能かも。長さは困難? 活動時期は海溝型に連動
2011年長野県北部	6.2	R	△	△	堆積岩, 火山岩	有?	斜交, 並行	活断層長の想定は難しい
1997年鹿児島県北西部(3月)	6.1	S	-		堆積岩(付加体コンプレックス)			困難
2003年宮城県北部	6.1	R	△		堆積層			困難
1996年宮城県北部(鬼首)	6.0	R	-	-	-			困難
1997年鹿児島県北西部(5月)	6.0	S	-		堆積岩(付加体コンプレックス)			困難
1998年岩手県内陸北部	5.9	R	△		火山岩類(安山岩, 玄武岩)	有	斜交	困難
2011年静岡県東部	5.9	S	-	×	火山岩類(安山岩, 玄武岩)			困難
1997年山口県北部	5.8	S	-	×	火山岩(デイサイト, 流紋岩)			困難
2011年茨城県北部	5.8	N	-		深成岩(花崗岩)			困難
2013年栃木県北部	5.8	S	-	×	火山岩(デイサイト, 流紋岩)			困難
2004年北海道留萌	5.7	R	-	(海域)	堆積岩	有	斜交	海域の物理探査を事前に実施すべき
2005年福岡県西方沖(余震)	5.4	S	×	△(海域)	堆積層, 堆積岩	有(海域南に警固F)		1995年の地震探査では、断層付近に僅かな変位あり。しかし、活断層とは特定できません
2012年茨城県北部	5.2	N			深成岩(花崗岩)			困難
2011年和歌山県北部	5.0	R		△	堆積岩(付加体コンプレックス)			仏像構造線沿いではある



そもそも活断層が無いと始まらない

活断層分布の地域性について(例:岩手宮城内陸地震)

地表断層＝震源断層とならない、短い活断層についても検討が必要
(島崎、2008)

地域性の存在
(断層の密度、成熟度、火山地域など)



活動性の異なる地域を地域区分(地震地体構造区分からの検討)

東北日本の内陸地域は、垣見ほか(2003)による地震地体構造区分では、東北日本弧内帯に属し、**火山性内弧地域**、松田(1990)による地震分帯図では、東北日本弧内帯で、**新生代後期の火山活動**が見られる。

岩手宮城内陸地震

⇒火山岩などの分布地域であることから特定が困難である

活断層分布の地域性について(例:鳥取県西部地震)

地表断層＝震源断層とならない、短い活断層についても検討が必要

(島崎、2008)

地域性の存在
(断層の密度、成熟度、火山地域など)



活動性の異なる地域を地域区分(地震地体構造区分からの検討)

中国地方日本海側は、垣見ほか(2003)による地震地体構造区分では、鳥取県西部地震の震源域は活断層密度が小さく、松田(1990)による地震分帯図では、中国地方の日本海側は明瞭な活断層が少なく活動度も低い。さらに隈元(2001)でも活断層データから震源断層をあらかじめ想定することのできないbackground seismicityの一つと考えたほうが合理的であるとしている。

**「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震」は、
地域の特徴を考慮して、個別に検討が必要と考える。**

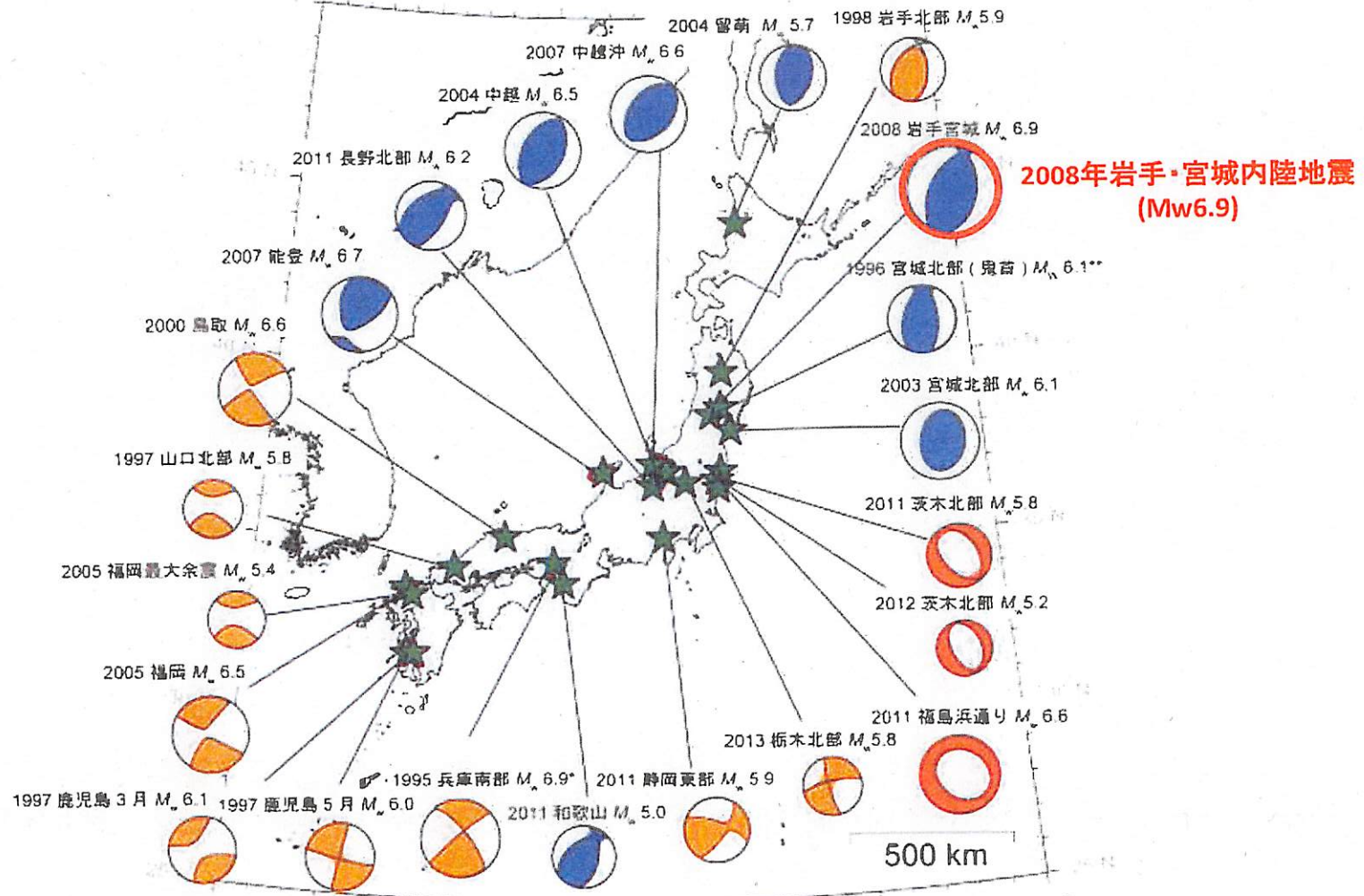
鳥取県西部⇒活断層密度・活動度が低い
岩手宮城内陸⇒火山岩などの分布地域

} であることから特定が困難である

震源を特定せず策定する地震動の策定時に考慮すべき地震(まとめ(案))

1. 断層破壊領域が地震発生層の内部にとどまり、国内のどこでも発生すると考えられる
 7.5×10^{25} dyne-cm(Mw6.5相当)以下の地震
2. 事前に活断層の存在が指摘されていなかった場所において発生した、断層破壊領域が地震発生層を超えた地震を個別に検討
なお、個別に検討する地震の例
 - 孤立した長さの短い活断層による地震
 - 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
 - 上部に軟岩や火山、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震

Mw6.6以上の地震の例



赤色：正断層，黄色：偏すべり断層，青色：逆断層

地震動データ取得の条件

- 断層最短距離 (Xsh) : **20km以内**の観測点
- 硬質地盤 : **AVS30**が**500m/s以上**の観測点

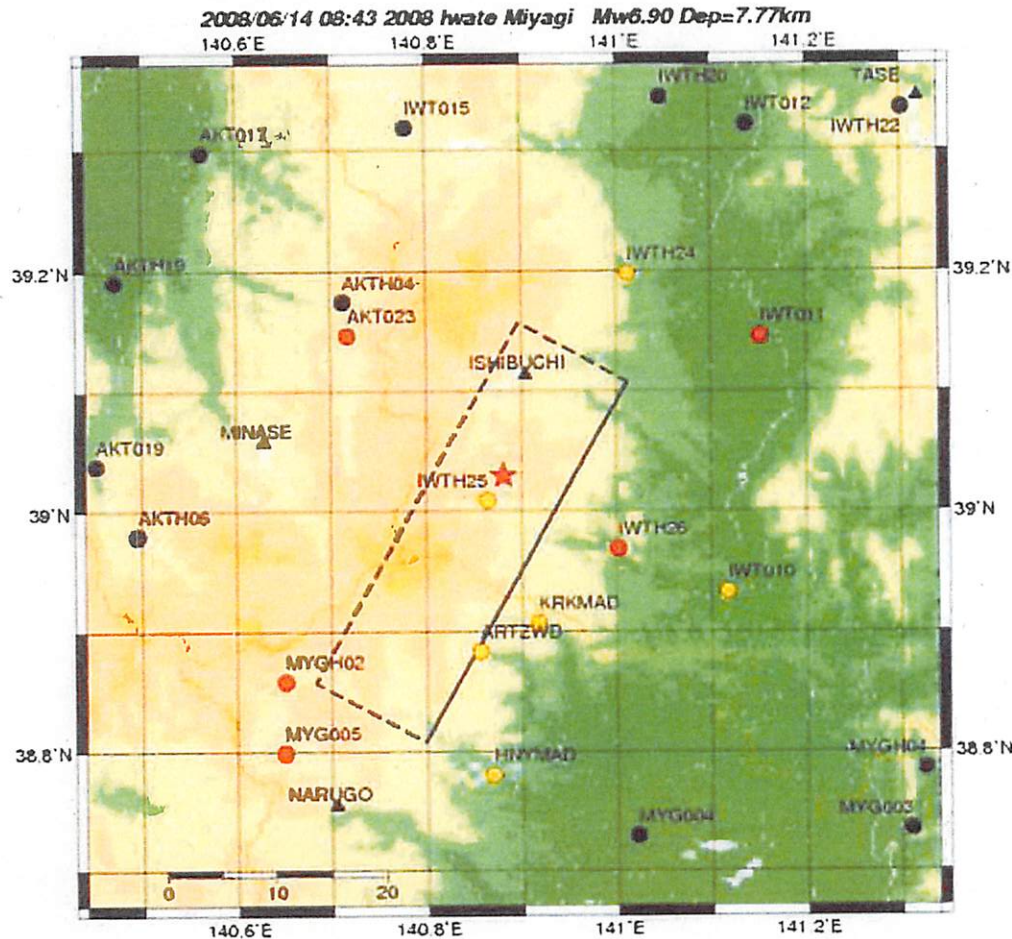
※加藤・他(2004): 岩盤のS波速度Vsが約500m/s以上で上層とのVsの差が比較的大きい層の上端を解放基盤表面に相当する岩盤位置。

表3 強震観測点のVs構造 [Fumal et al (1987), Kinoshita (1998)に基づき作成]

深さ (m)	SBC		G1		G6		ADD		CA		AKT022	
	層厚 (m)	Vs (m/s)	層厚 (m)	Vs (m/s)	層厚 (m)	Vs (m/s)	層厚 (m)	Vs (m/s)	層厚 (m)	Vs (m/s)	層厚 (m)	Vs (m/s)
0	6.0	640	6.0	640	6.0	640	6.0	640	6.0	640	6.0	640
5	5.0	260	7.0	781	2.5	312	2.5	363	8.0	260	2.0	170
10					12.5	435					11.0	300
15	21.0	630	12.0	3240			25.1	543	16.0	580		
20					20.0	691						
25												
30							10.6	386				
35												
解放基盤 V _{自由面}		630		781		625		543		500		500
γ _{自由面}		0.08				0.03		0.02		0.11		0.05

加藤・他(2004)

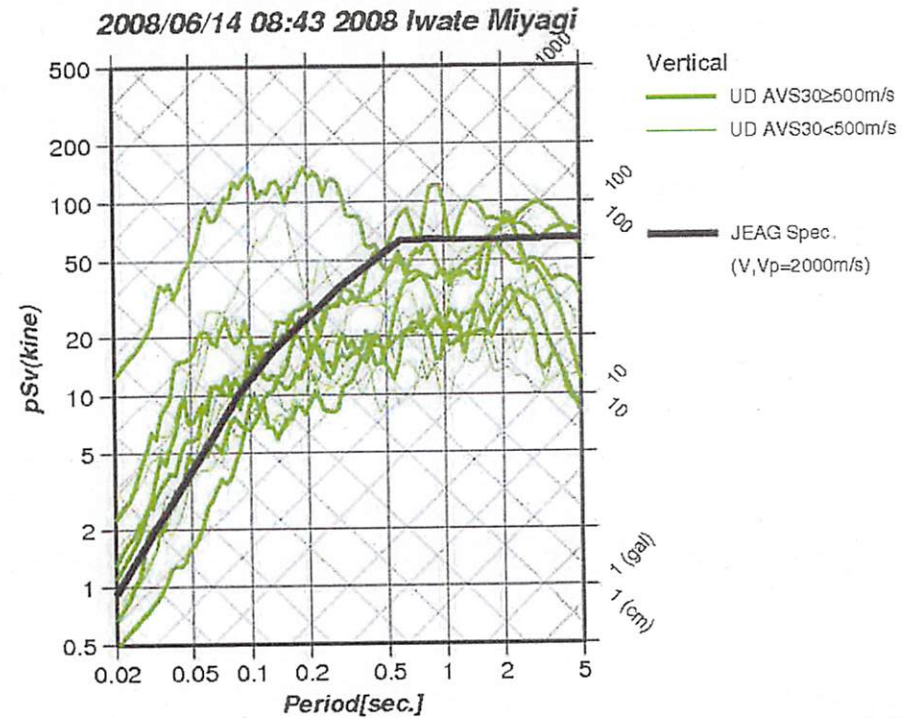
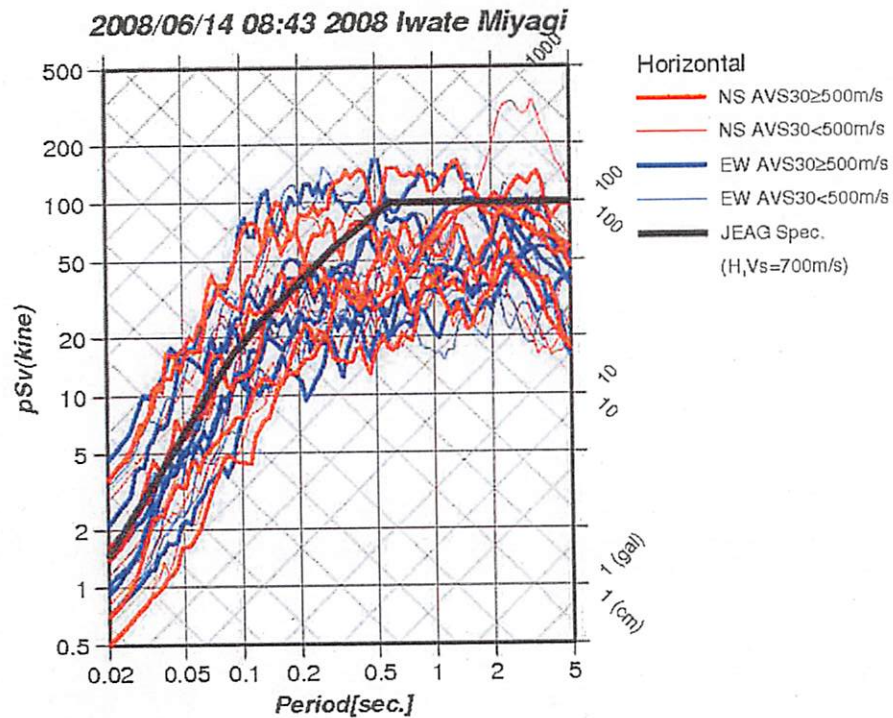
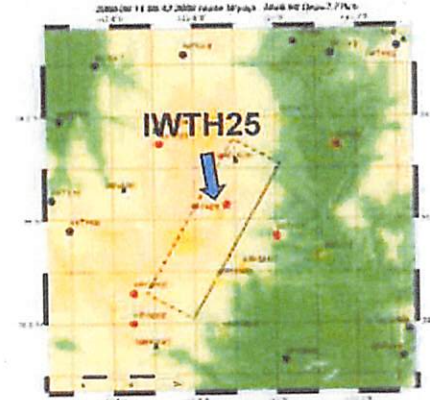
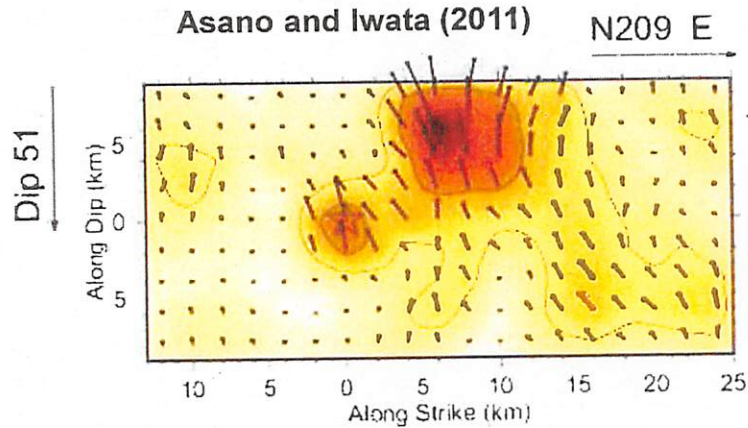
2008年岩手・宮城内陸地震 (Mw6.9)



観測点の選定条件

- 断層最短距離: 20km以内
AVS30 < 500m/s以下
- 断層最短距離: 20km以内
AVS30 > 500m/s以上

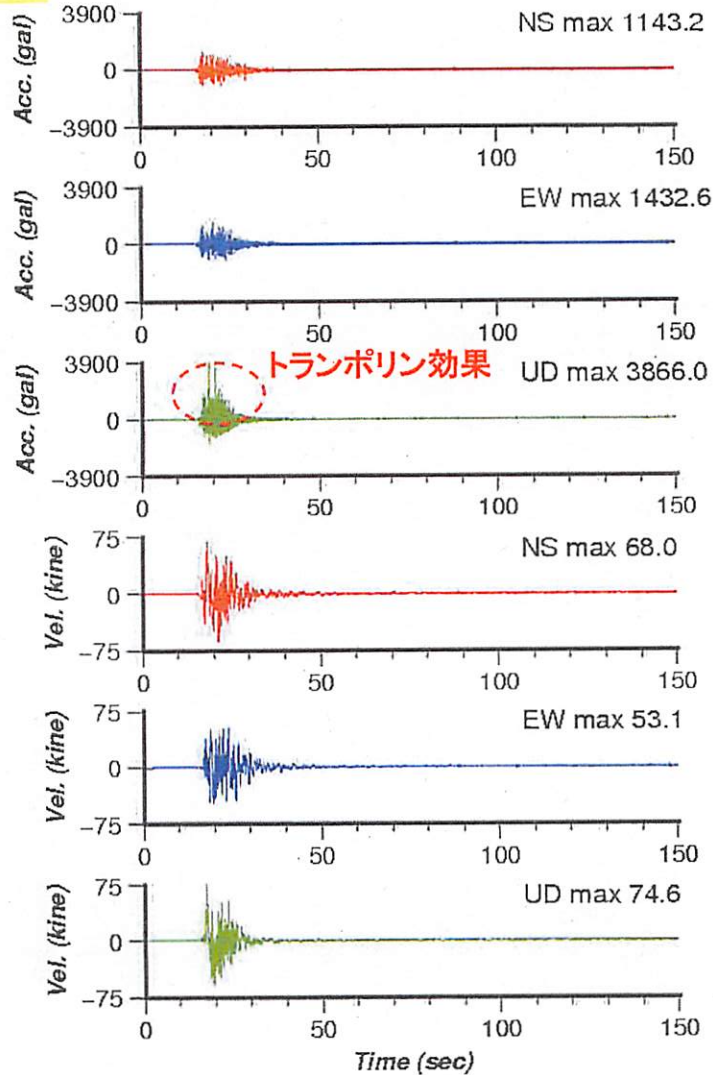
2008年岩手・宮城内陸地震 (Mw6.9)



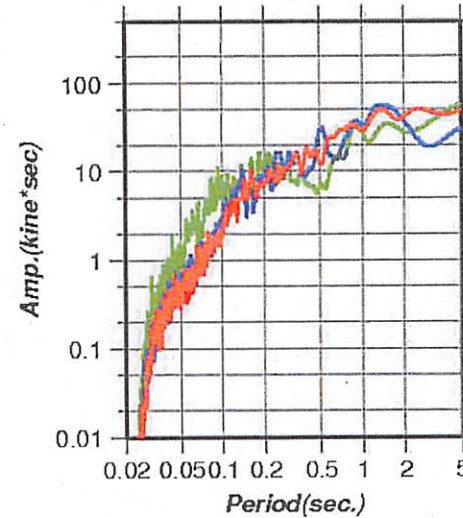
2008年岩手・宮城内陸地震 (Mw6.9)

地表

2008/06/14 08:43 IWTH25 avs=510m/s



Fourier spectrum

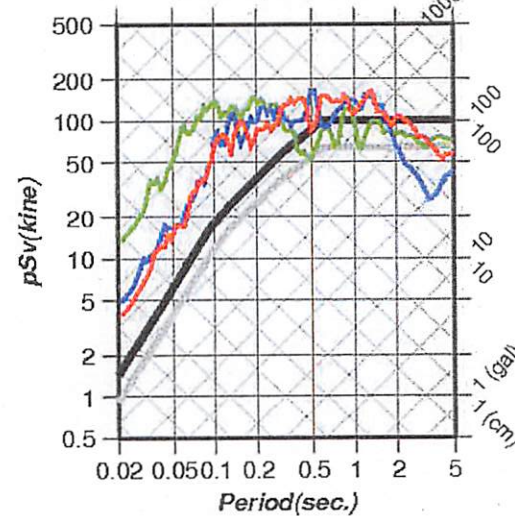


— NS
— EW
— UD

大きな上下動:トランポリン効果

青井・他 (2009)

pSv spectrum

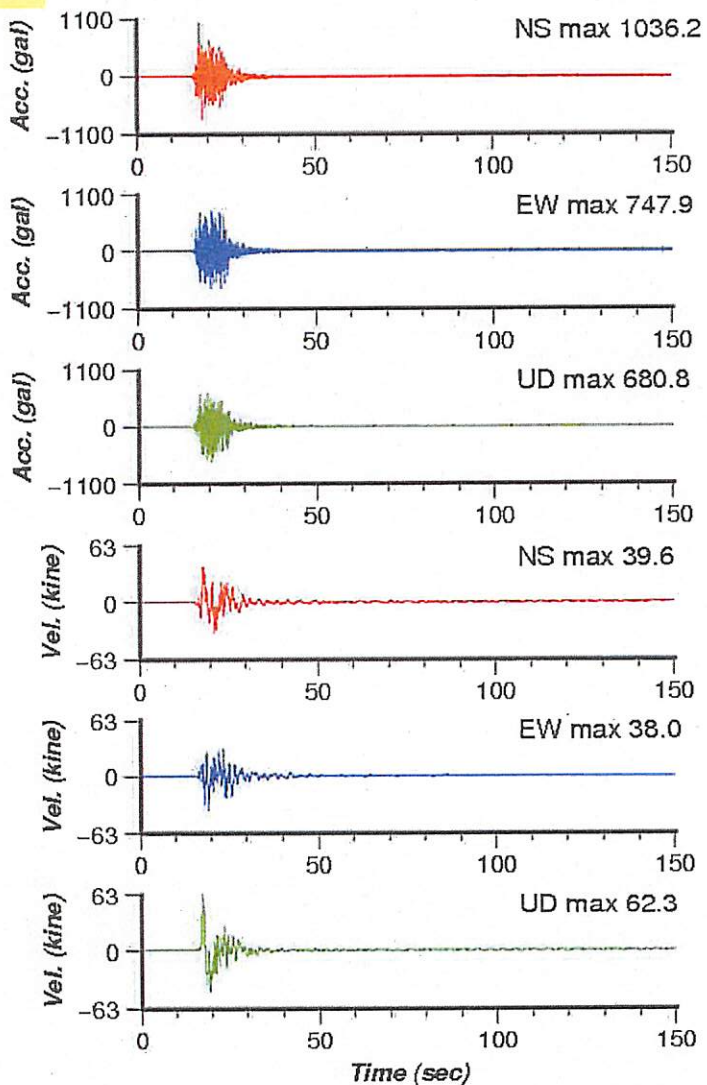


— JEAG Spec.
(H, Vs=700m/s)
--- JEAG Spec.
(V, Vp=2000m/s)
— NS
— EW
— UD

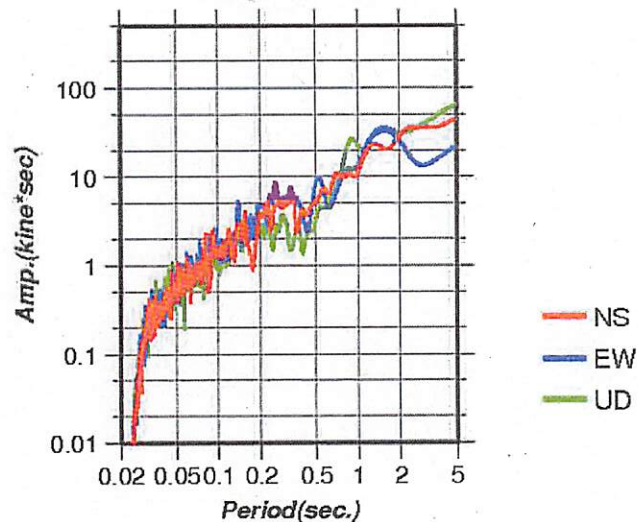
2008年岩手・宮城内陸地震 (Mw6.9)

地中

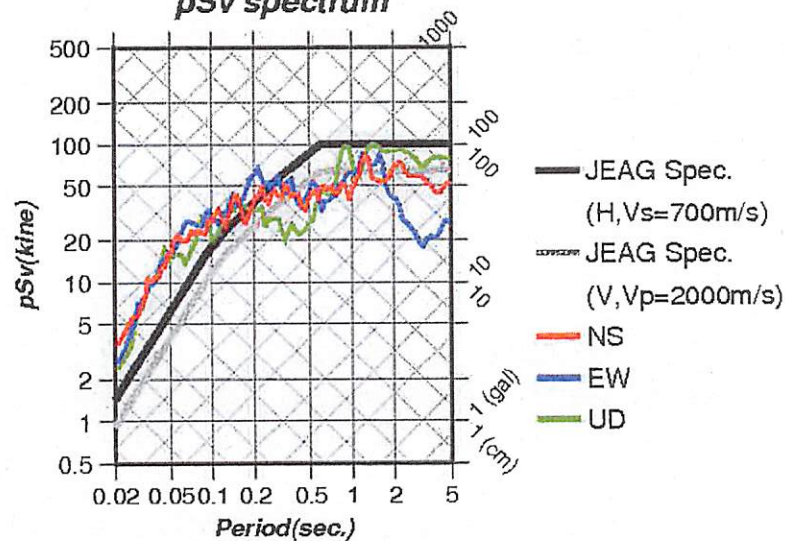
2008/06/14 08:43 IWTH25 Vs=1810m/s



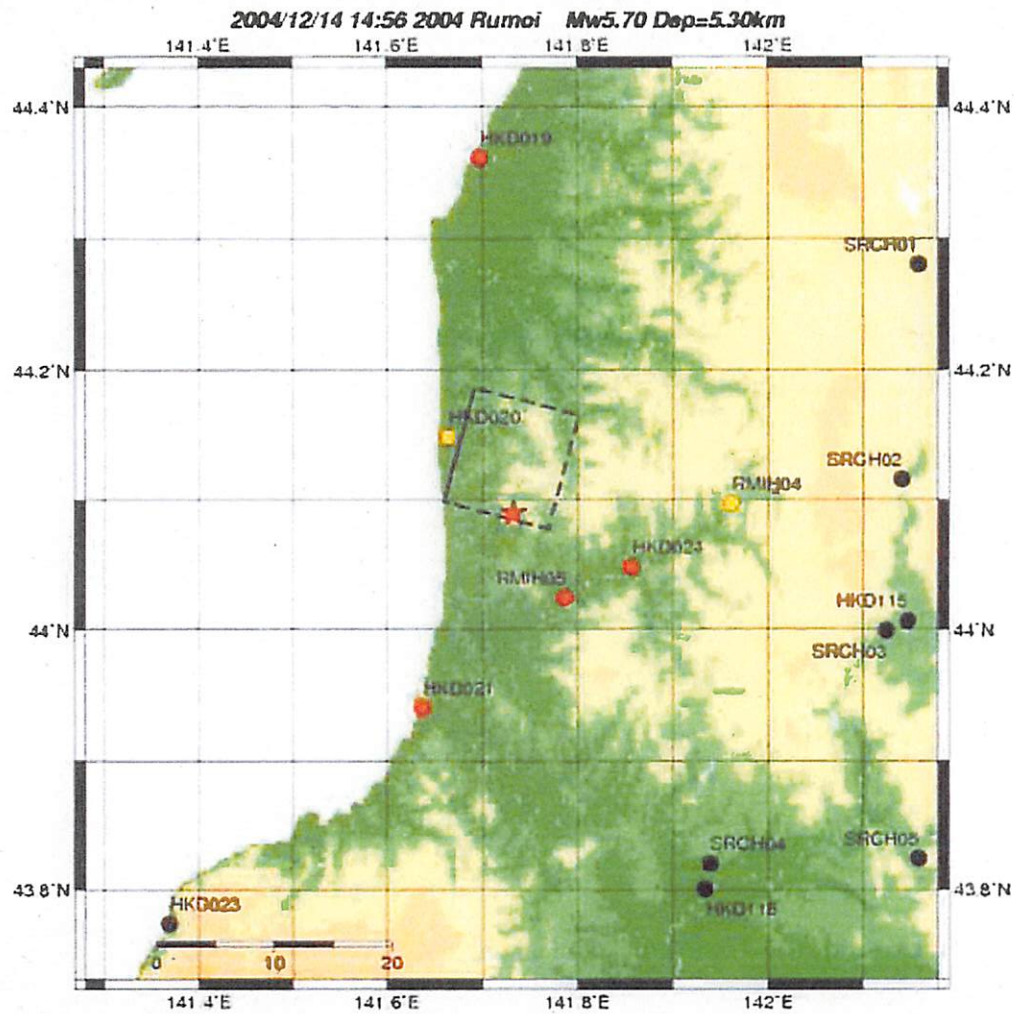
Fourier spectrum



pSv spectrum



2004年北海道留萌支庁南部地震 (Mw5.7)

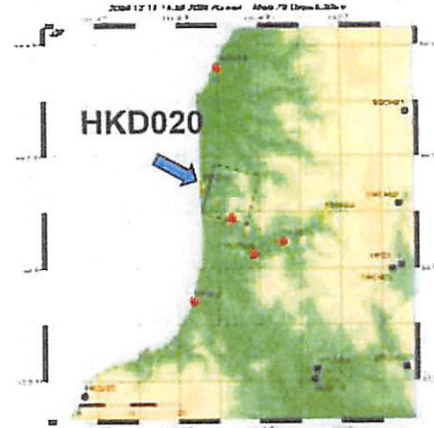
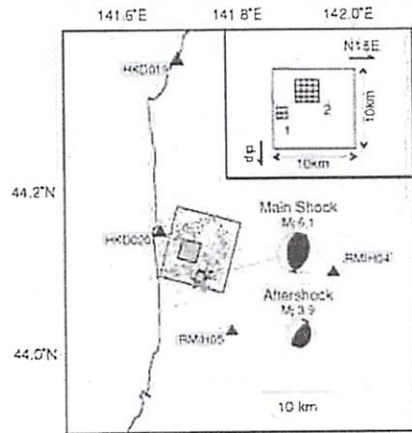


観測点の選定条件

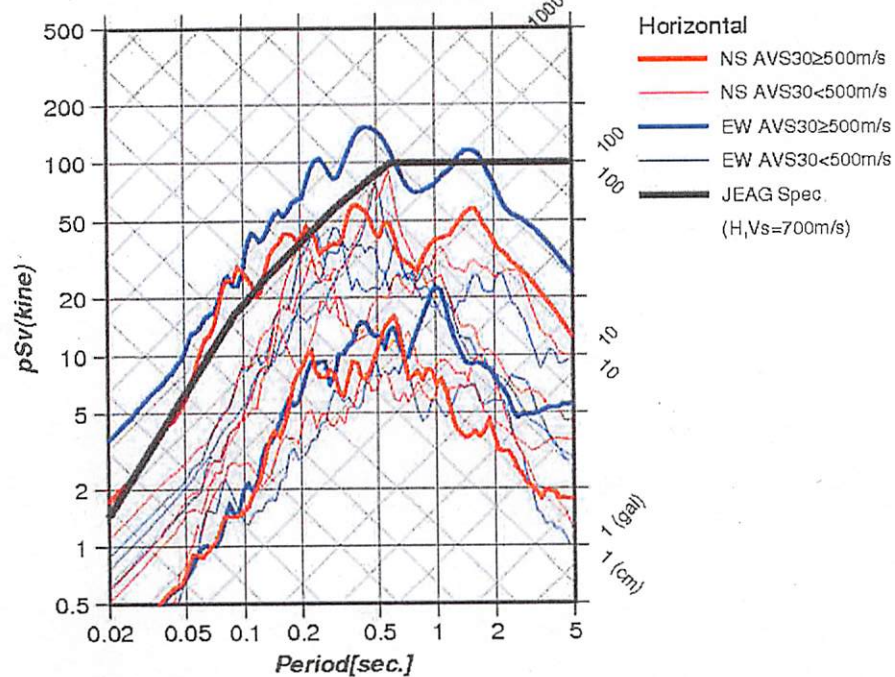
- 断層最短距離: 20km以内
AVS30 < 500m/s以下
- 断層最短距離: 20km以内
AVS30 > 500m/s以上

2004年北海道留萌支庁南部地震 (Mw5.7)

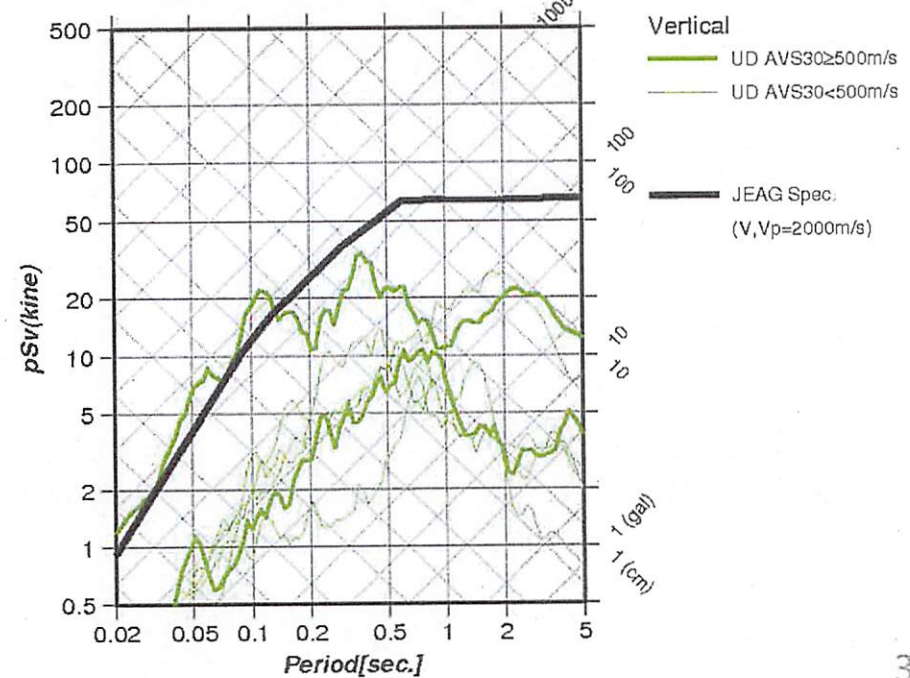
Maeda and Sasatani (2009)



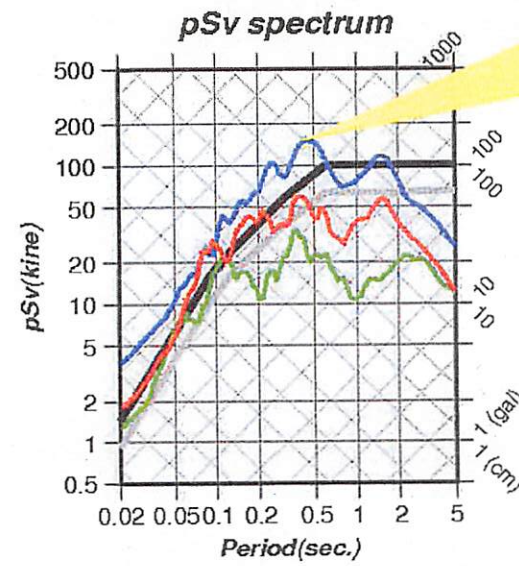
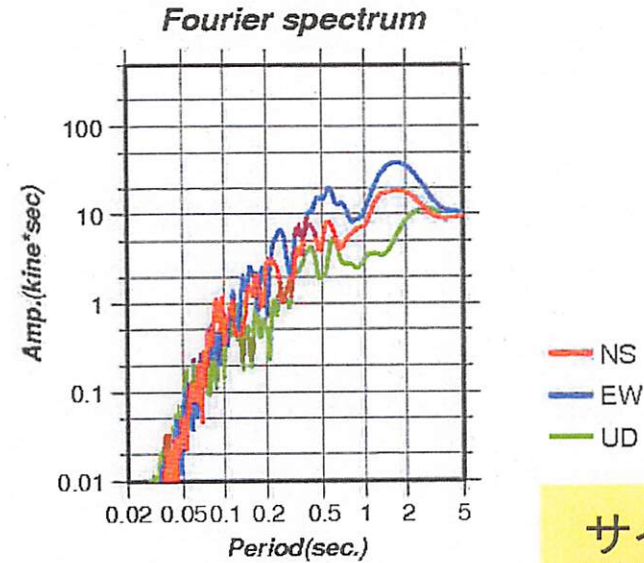
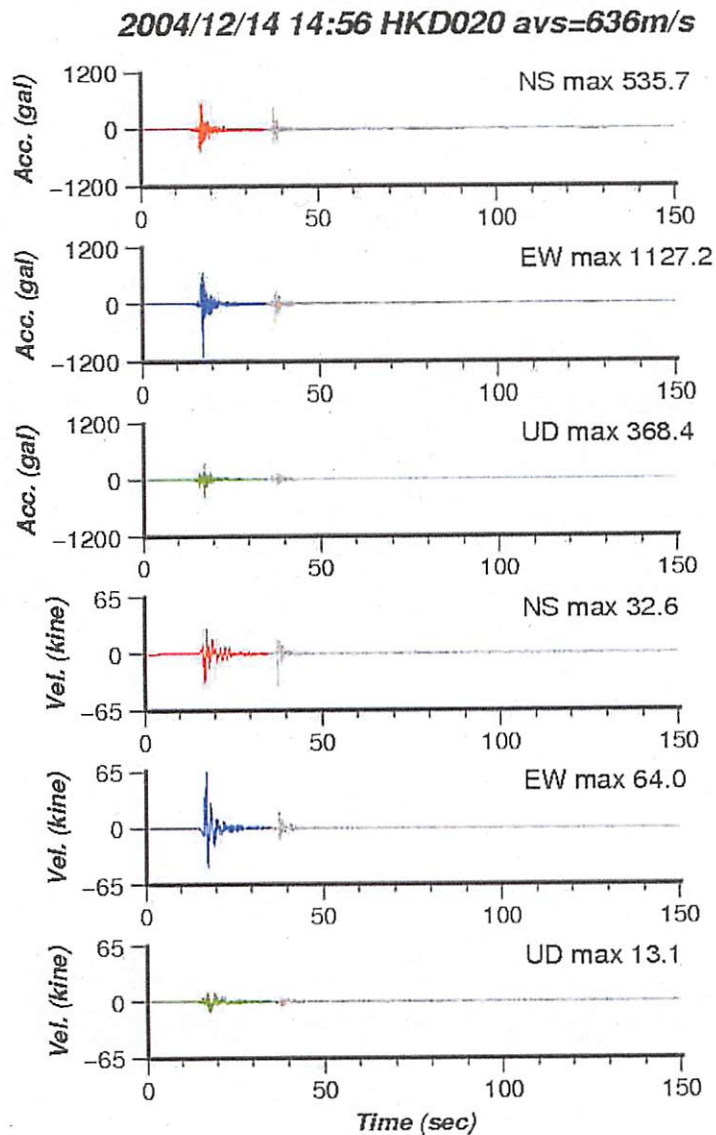
2004/12/14 14:56 2004 Rumoi



2004/12/14 14:56 2004 Rumoi



2004年北海道留萌支庁南部地震 (Mw5.7)



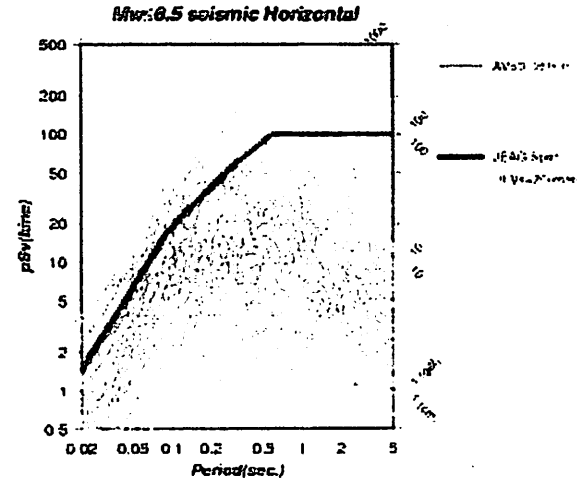
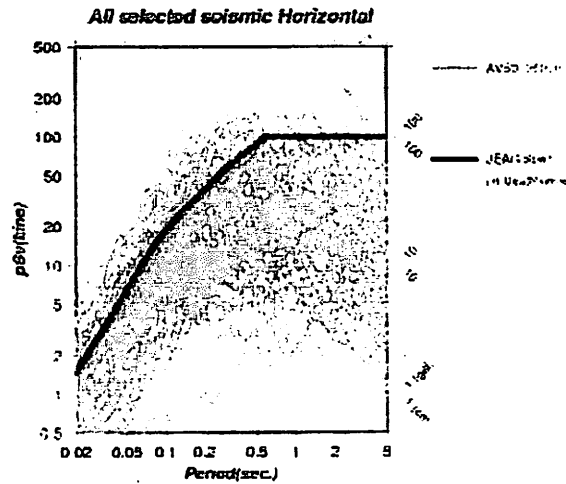
サイト増幅の影響は小さい
Maeda and Sasatani (2009)

疑似速度応答スペクトルの重ね書き(地表)

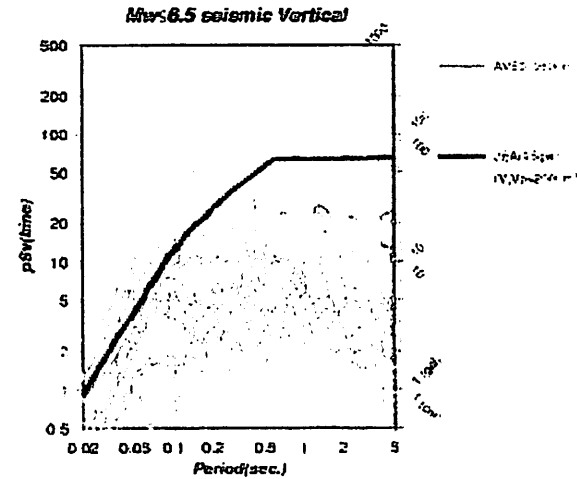
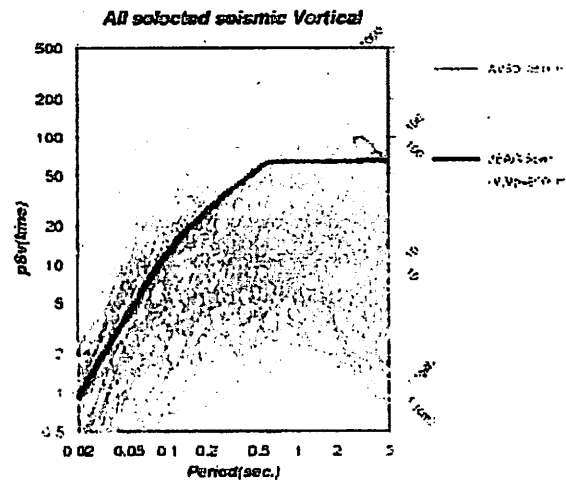
全地震(Mw5.0-6.9)

Mw6.5以下

水平



上下



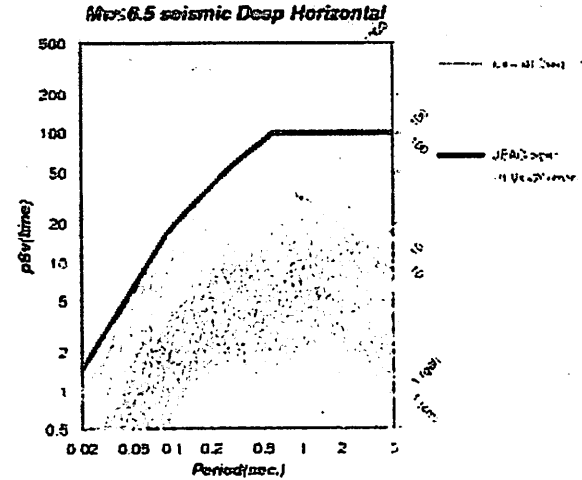
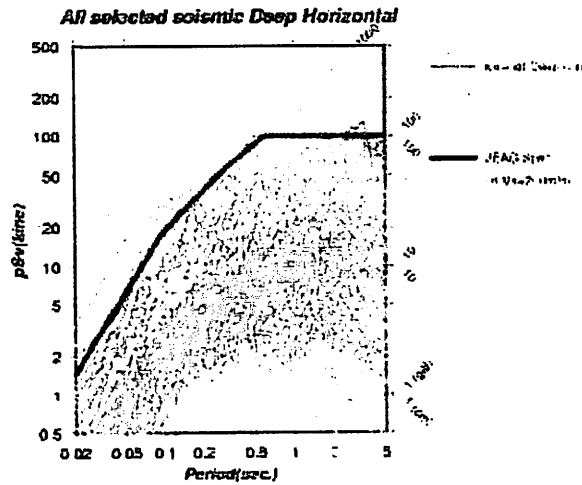
※ 観測記録について、大加速度・大速度がサイト特性か震源特性か既存文献のみで、十分に検討できていません。最終報告までに更なる検討を行う予定です。

疑似速度応答スペクトルの重ね書き(地中)

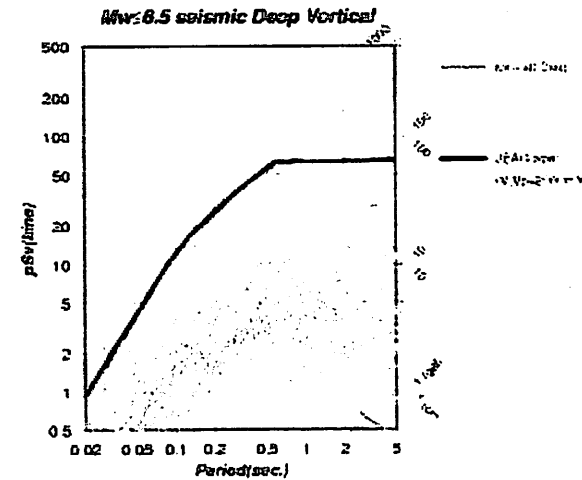
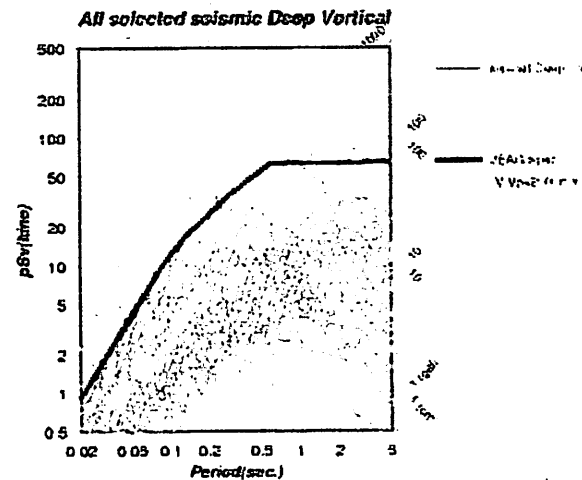
全地震(Mw5.0-6.9)

Mw6.5以下

水平



上下



※ 観測記録について、大加速度・大速度がサイト特性か震源特性か既存文献のみで、十分に検討できていません。最終報告までに更なる検討を行う予定です。

応答スペクトルの設定(まとめ(案))

- 対象となる地震に関する震源近傍の観測記録、地盤情報等を収集
- 必要に応じて、地盤情報等を用いて観測記録から観測点における解放基盤波を策定
- これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定
- 解放基盤表面までの地震波の伝播特性を必要に応じて応答スペクトルの設定に反映

震源を特定せず策定する地震動の策定 (まとめ(案))

1. 震源を特定せず策定する地震動の策定に際しては、以下の地震による震源近傍の地盤による非線形性の影響がない観測記録を収集する。
 - ① 断層破壊領域が地震発生層の内部にとどまり、国内のどこでも発生すると考えられる地震
 - ② 上記の他、事前に活断層の存在が指摘されていなかった場所において発生した、断層破壊領域が地震発生層を超えた地震を個別に検討
2. 震源を特定せず策定する地震動は、以下により策定する。
 - ① 必要に応じて、地盤情報等を用いて観測記録から観測点における解放基盤波を策定
 - ② これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定
 - ③ 解放基盤表面までの地震波の伝播特性を必要に応じて応答スペクトルの設定に反映
3. 策定された地震動の妥当性は、安全審査時における最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認する。