

島崎証言が警告 するもの

平成29年7月18日

平成25年(ワ)第696号事件口頭弁論期日

原告ら代理人弁護士 井戸謙一

兵庫県南部地震後の地震学の発展

平成7年 地震調査研究推進本部設立

長期評価部会

- 2001年から海溝型地震及び活断層が起こす地震についての規模と発生確率を順次公表
- その後起こった内陸地殻内地震は、長期評価の対象とされていない断層の活動によるものばかりだった。

強震動評価部会

- 「震源断層を特定した強震動予測手法」(レシピ)の開発

地震モーメントの算出方法

(ア)の方法

(イ)の方法

初めて長期評価の対象であった断層が活動したのが熊本地震⇒長期評価の手法の妥当性が検証された。

長期評価と強震動評価

長期評価(個々の活断層ごとの予測)

- 個々の活断層調査
↓
- 個々の地震の規模(M、 M_o)の予測
- 発生確率の予測

強震動評価(一般的な手法の開発)

- 断層のパラメータ
↓
- 地震の規模(M、 M_o)の算定
↓
- 震動の予測

M(マグニチュード) 地震の規模
 M_o (地震モーメント) 地震運動のエネルギーの大きさ

強震動部会の提言による地震モーメントの算出方法

レシピ(イ)

断層の長さから算出する。
(松田式・武村式・島崎式)

- 断層の長さの設定
- 断層の長さに一定の係数を乗じてマグニチュードを算出する。
- マグニチュードに一定の係数を乗じて地震モーメントを算出する。
(地震モーメントから一定の係数を乗じて断層面積(断層の形状)を導き出す。)

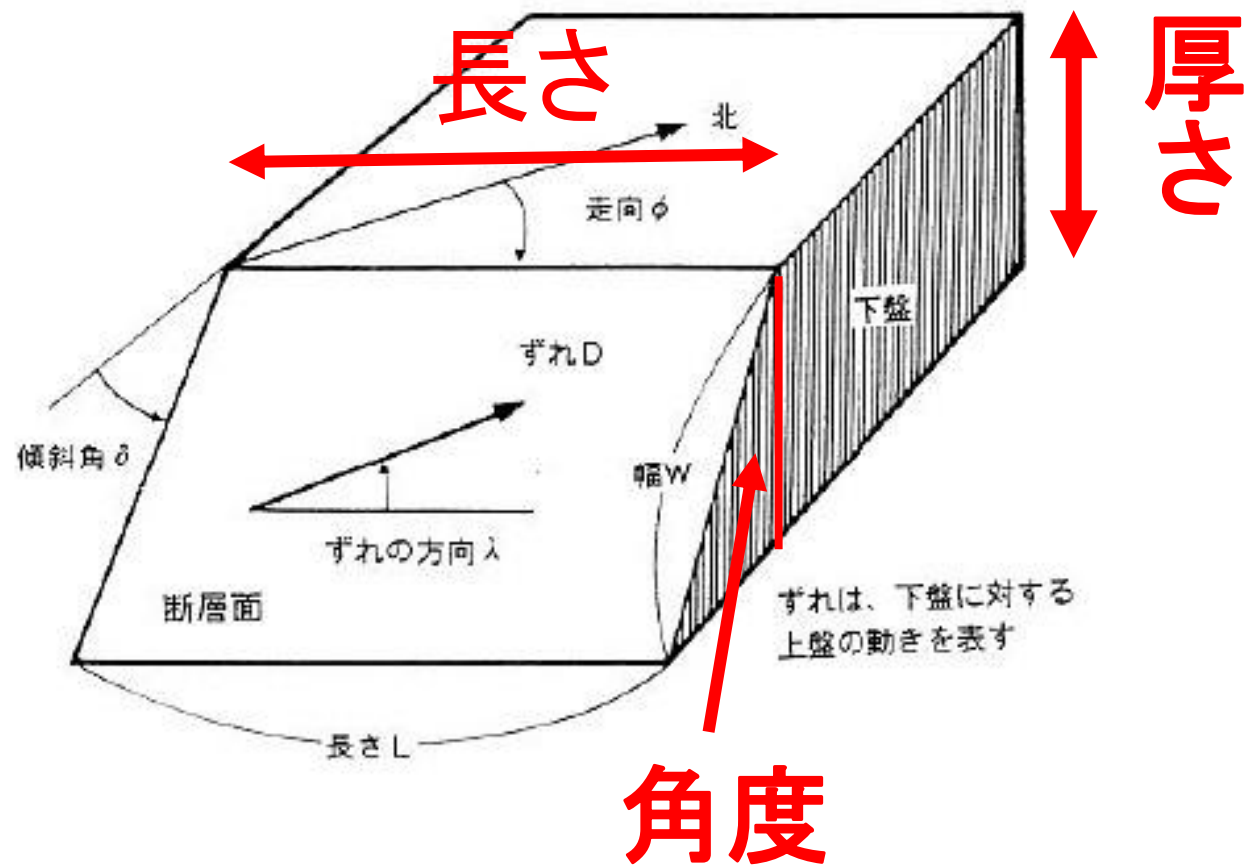
レシピ(ア)

断層の面積から算出する。
(入倉・三宅(2001)の式)

- 断層の長さの設定
- 断層の(厚さ)の設定
- 断層の角度の設定

断層面積に一定の係数を乗じて地震モーメントを算出する。

断層の長さ・ 厚さ・角度



入倉・三宅式
武村式
島崎式
地震調査委
の式

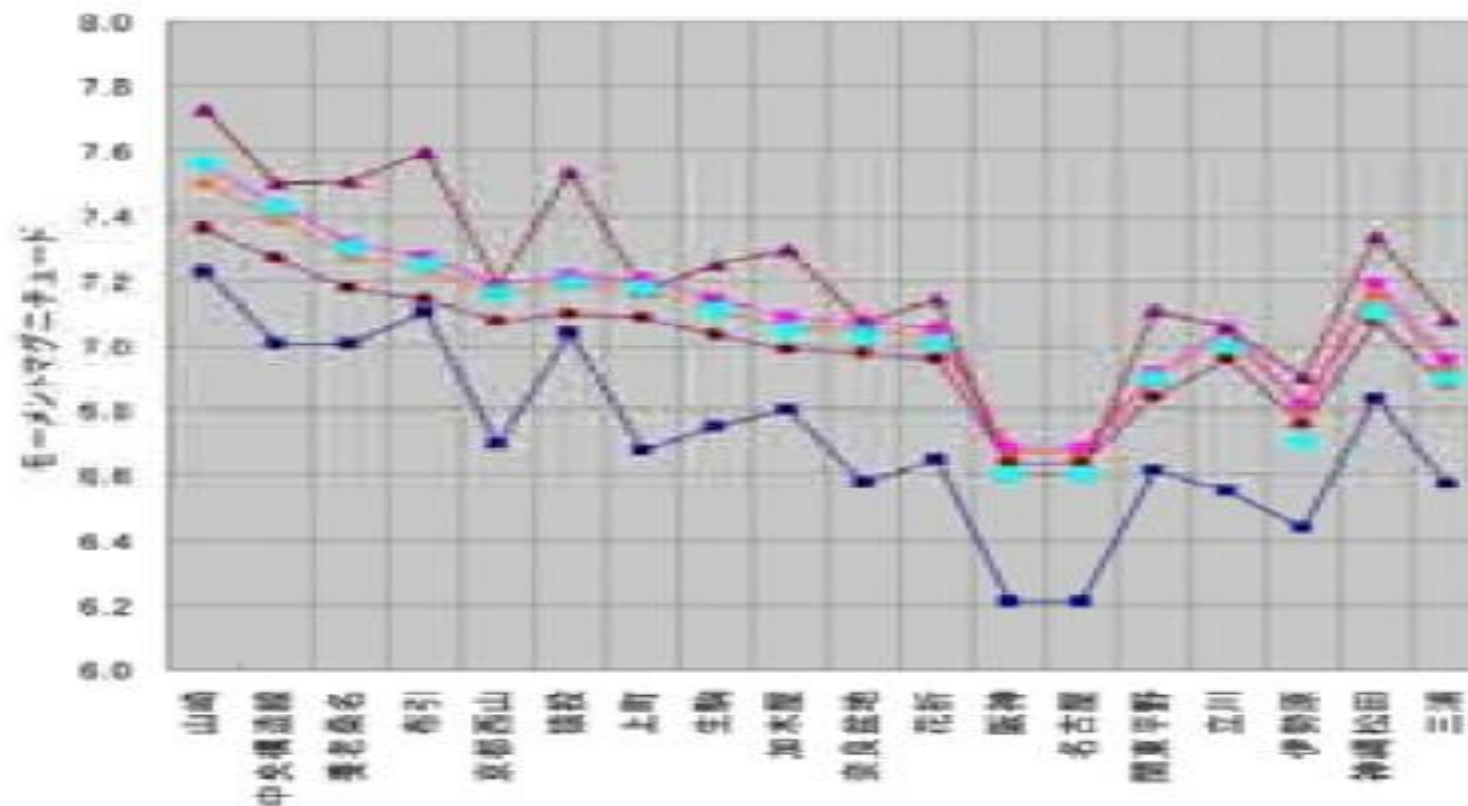


図1. 中央防災会議による日本の活断層帯に対する地震規模の評価
第26回 東南海、南海地震等に関する専門調査会「参考資料 中部圏・近畿圏の内陸地震の震度分布の検討



甲全176号証2-6頁の図

日本活断層学会 2015 年度秋季学術大会予稿（甲全382）

日本の陸域およびその周辺の地殻内浅発地震（マグニチュード7程度以上）について、断層長 L （m）と地震モーメント M_0 （Nm）との関係式をわかりやすさを重視して表現すると、前回の学会でお話したように、次のようになる。

$$(1) \quad M_0 = 4.37 \times 10^{10} \times L^2 \quad (\text{武村, 1998})$$

$$(2) \quad M_0 = 3.80 \times 10^{10} \times L^2 \quad (\text{Yamanaka \& Shimazaki, 1990})$$

$$(3) \quad M_0 = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95} \quad (\text{地震調査委, 2006})$$

(4) $M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$ （入倉・三宅, 2001で、厚さ14kmの地震発生層中の垂直な断層を仮定した場合）

入倉・三宅（2001）では地震モーメントと断層面積との関係式が提案されており、断層の傾斜角を60度とした場合には、係数が1.09ではなく1.45となる。(4)と他との差異は顕著で、推定される地震モーメントの値は、他にくらべて著しく小さい。

(比較のための換算式 島崎先生)

- (1) 武村式

$$M_0 = 4.37 \times 10^{10} \times L^2$$

- (2) 山中・島崎

$$M_0 = 3.80 \times 10^{10} \times L^2$$

- (3) 地震調査委採用式

$$M_0 = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95}$$

- (4) 入倉・三宅(2001)の式

(厚さ14kmの垂直な断層を仮定)

$$M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$$

同じ活断層長さで地震モーメントが小さいということは、ずれの量が小さいということ⇒ずれの量は地震動に直結する。(甲全374の18頁)

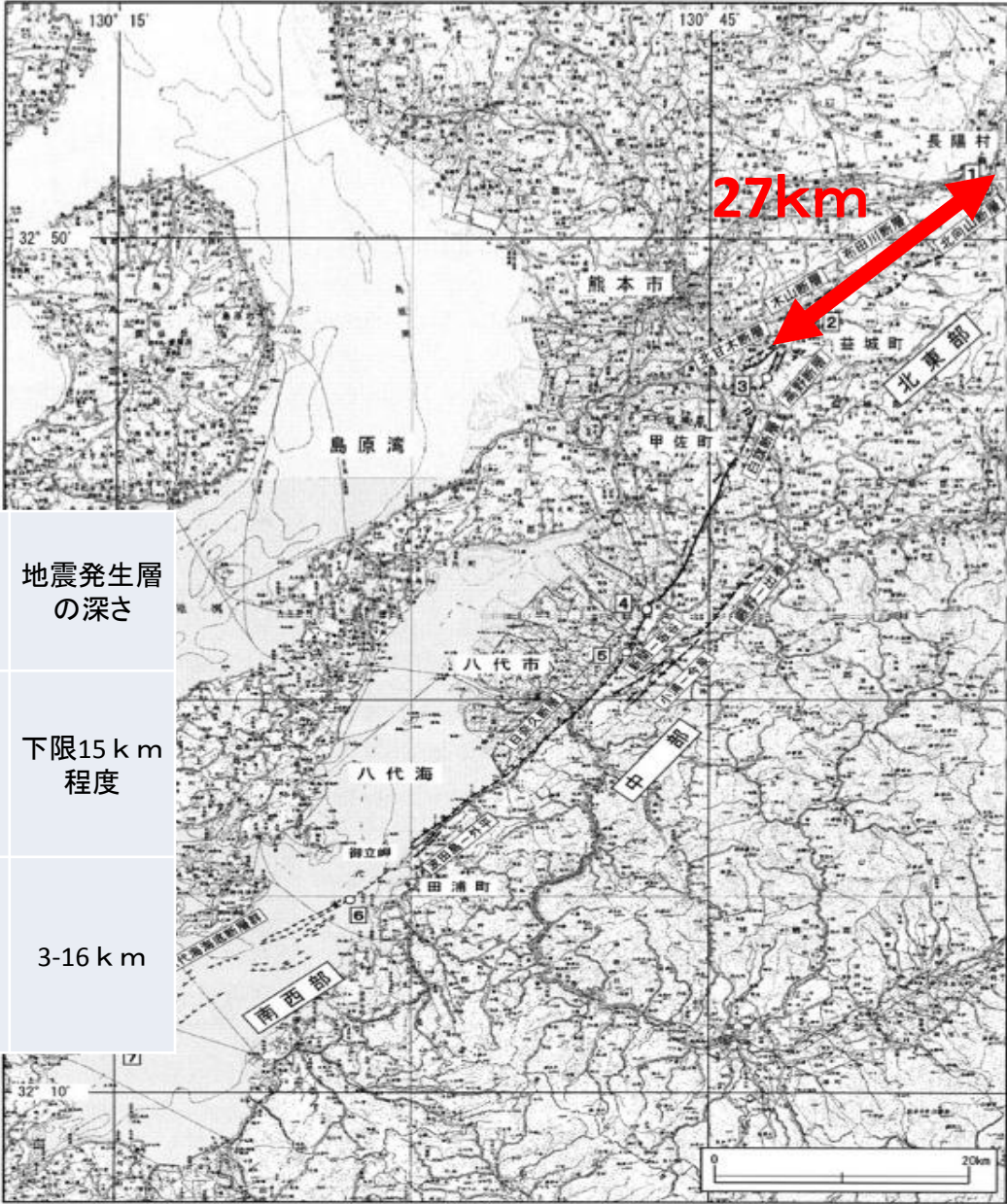
そこで簡単な例として、幅 W 14 km の場合を考えよう。ずれの量を示す(2)式, (4)式, (6)式は、それぞれ次のように(7)式, (8)式, (9)式と、皆同じ形に書き換えられる。‘地震の大きさ’の式も同様である。

$$u = 2.27 \times 10^{-2} \times L \quad \text{[入倉・三宅式]} \quad (7)$$

$$u = 9.04 \times 10^{-2} \times L \quad \text{[武村式]} \quad (8)$$

$$u = 7.91 \times 10^{-2} \times L \quad \text{[山中・島崎式]} \quad (9)$$

布田川・日奈久断層帯 の長期評価(H14.5.8) 【甲全374の25頁】



コード	断層名称	断層面のずれの向き		M	断層長さ	断層面の幅	断層面の傾斜角	地震発生層の深さ
9301	布田川・日奈久断層帯北東部	南東側隆起の上下成分を伴う右横ずれ断層	長期評価	Mj7.2程度	約27 km	不明	地表近傍では高角	下限15 km程度
			モデル化	Mw6.7	32 km	14 km	90度	3-16 km

布田川・日奈久断層帯の 長期評価(H25.2.1) 【甲全374の25頁】

コード	断層名称	断層面のずれの向き		M	断層長さ	断層面の幅	断層面の傾斜角	地震発生層の深さ
13001	布田川断層帯布田川区間	南東側隆起の右横ずれ断層(正断層成分伴う)(一部小規模な地溝帯形成)	長期評価	Mj7.0程度	約19 km	11-17 km程度	高角度(地表付近)北西傾斜	10-13 km程度
			モデル化	Mw6.5	24 km	14 km	北西傾斜90度	3-17 km

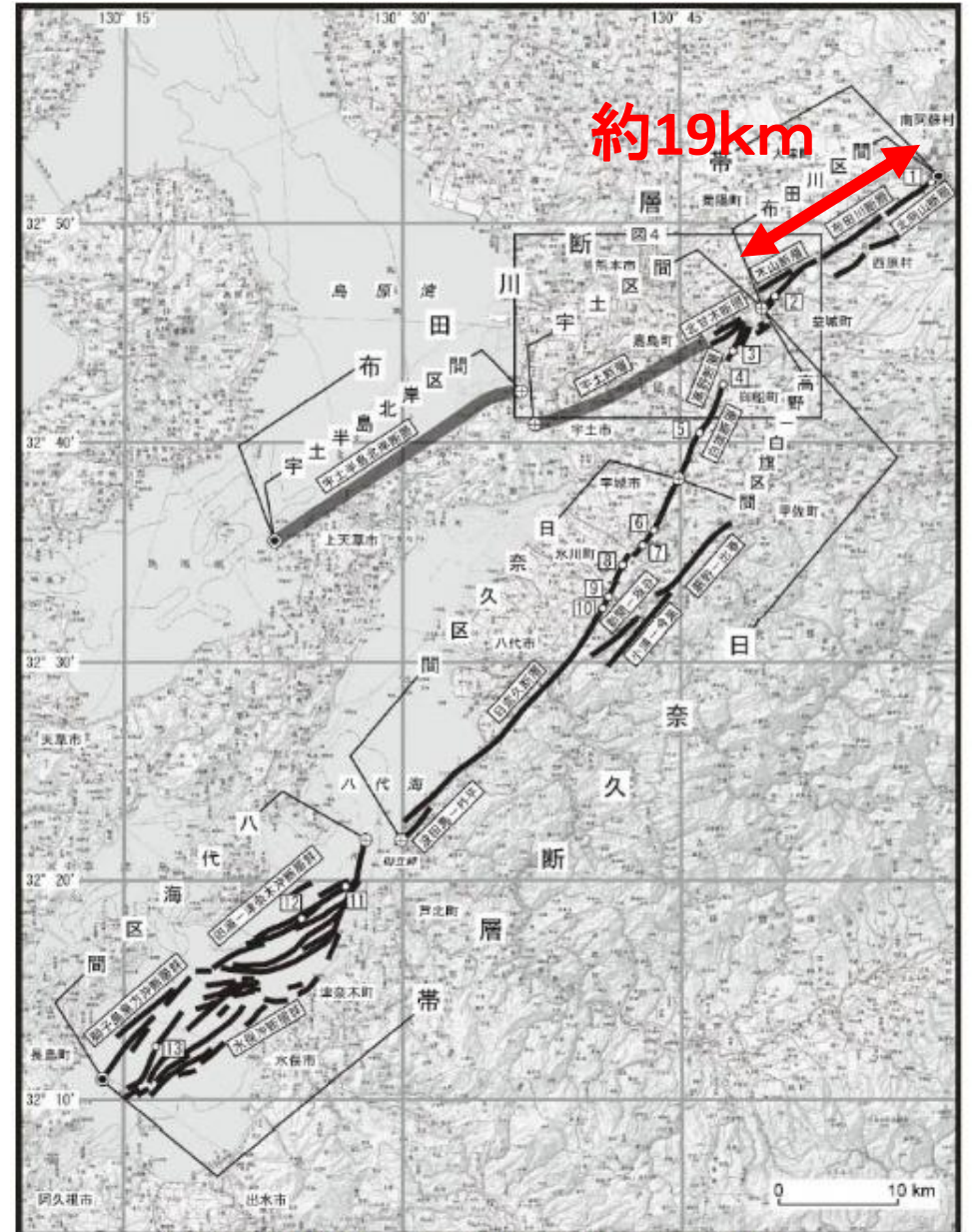


図2 布田川断層帯・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点

地表地震断層の長さ 広島大学大学院 教育研究科准教授 熊原康博氏 【甲全374の21頁】

31km

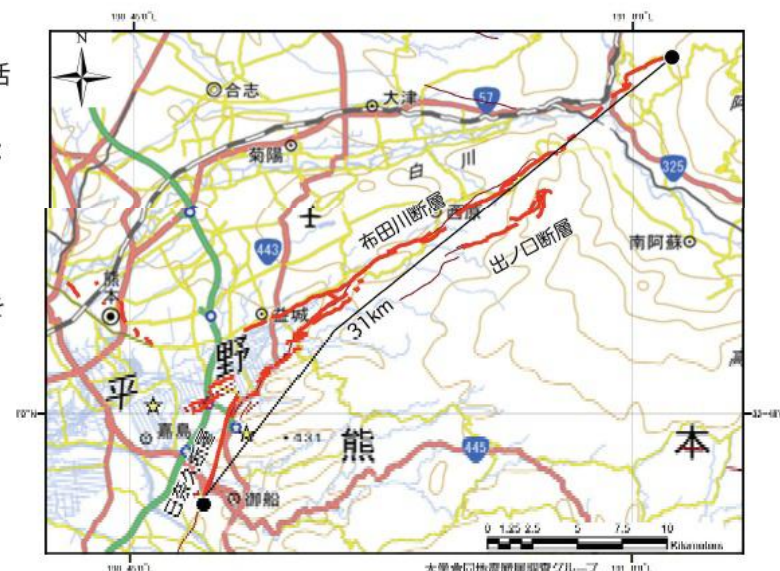
2016 年熊本地震の地表地震断層の分布とその特徴

広島大学大学院教育学研究科准教授 熊原康博

(くまはら・やすひろ)

発表の要旨

- ・ 14 日の地震（いわゆる前震）直後から 14 大学の教員・学生ら合計 23 名で継続的に調査。3700 点以上計測
- ・ 地表地震断層の長さは約 31km
- ・ 今回の活動は、布田川―日奈久断層帯北東部の再活動
- ・ 布田川―日奈久断層帯沿いの地表地震断層の変位：右横ずれ変位を主体
(最大変位量：右横ずれ変位約 2m, 上下変位 80cm 程度)
- ・ 出ノ口断層沿いの地表地震断層は、左横ずれ変位を伴う北落ちの正断層
(最大変位量：左横ずれ変位約 1 m, 上下変位 2m)
- ・ 変位量は震央から約 8km 北東に離れた地点から大きくなり、震源破壊過程モデルで推定されたすべり分布の傾向と調和的
- ・ 14 日の地震では、日奈久断層、布田川断層の一部にそって地表地震断層が生じており
- 16 日の地震に伴い、同じトレースで変位が拡大した
- ・ 熊本市内の断続的な開口亀裂は、地表地震断層である可能性が高い



熊本地震に伴う地表地震断層の分布
大学合同地震断層調査グループ

測地データに基づく震源断層モデル (国土地理院 暫定評価1) 均質震源モデル 甲全374号証27頁

27.1km

平成 28 年 4 月 16 日の熊本県熊本地方の地震 (Mj7.3)

震源断層モデル (暫定)

GNSS で観測された地殻変動から、東北東-西南西走向の北側に傾き下がる断層が右横ずれ的に動いたと推定される。

基準期間：2016/04/15 03:00 - 23:59 (Q3 解)

比較期間：2016/04/16 02:00 - 05:59 (S3 解)

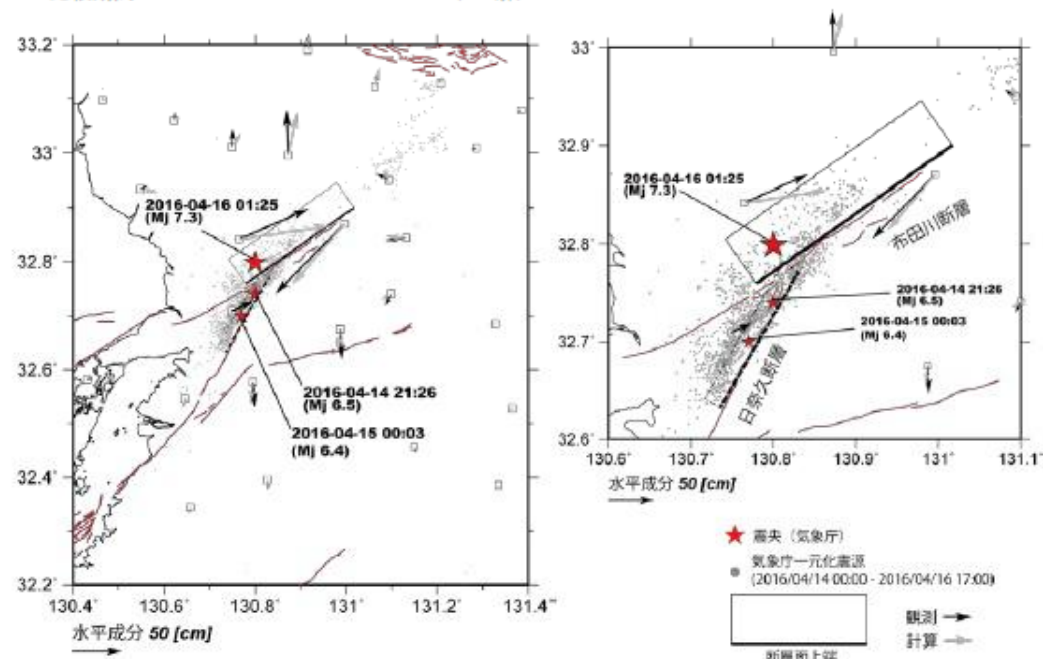


図1 震源断層モデル (左) 広域図 (右) 拡大図

※1 地殻変動には余震の影響も含まれる。

※2 点線で示す断層モデルは4月14日(Mj6.5)の地震で推定されたモデル

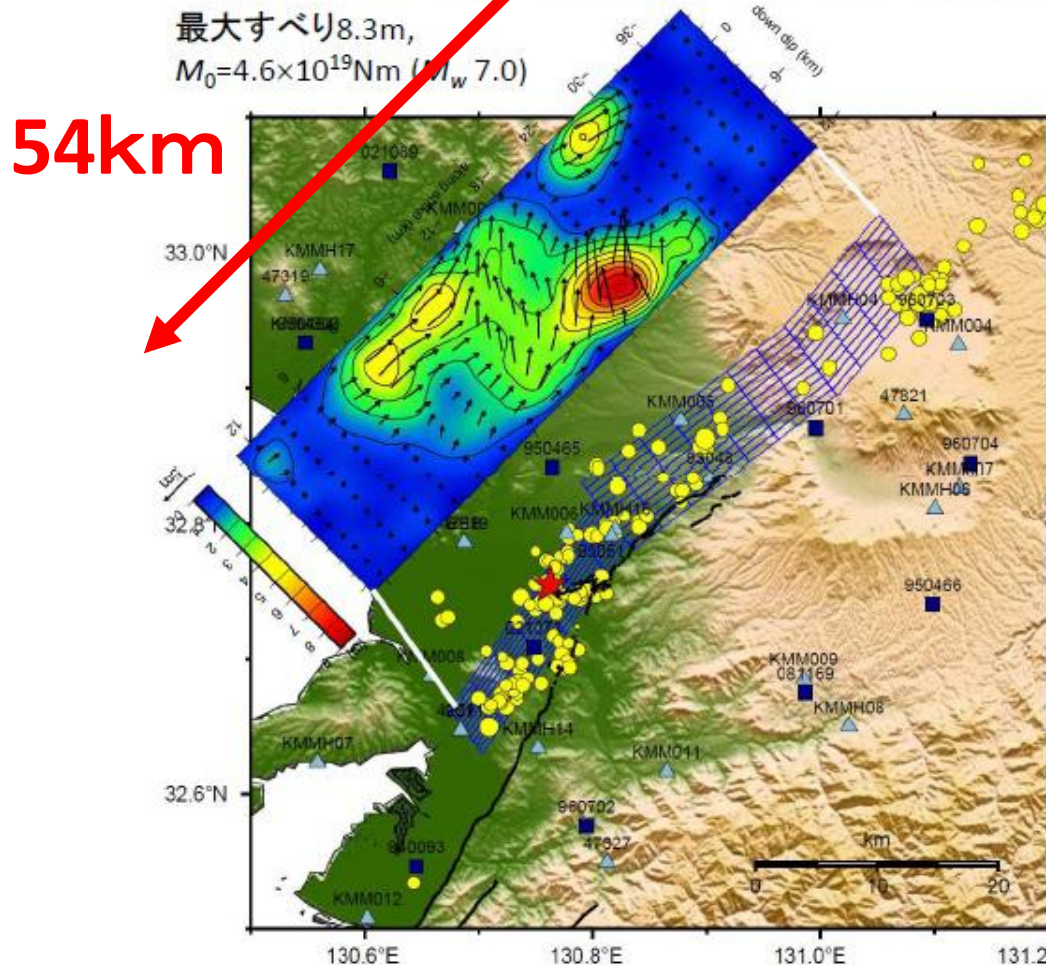
震源インバージョン結果(東大地震研究所)

東京大学地震研究所資料

甲全374の30頁

不均質震源モデル

強震・遠地・測地データのジョイントインバージョン結果

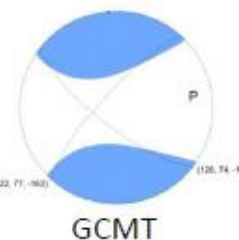


最終すべり量とそのベクトルの分布.

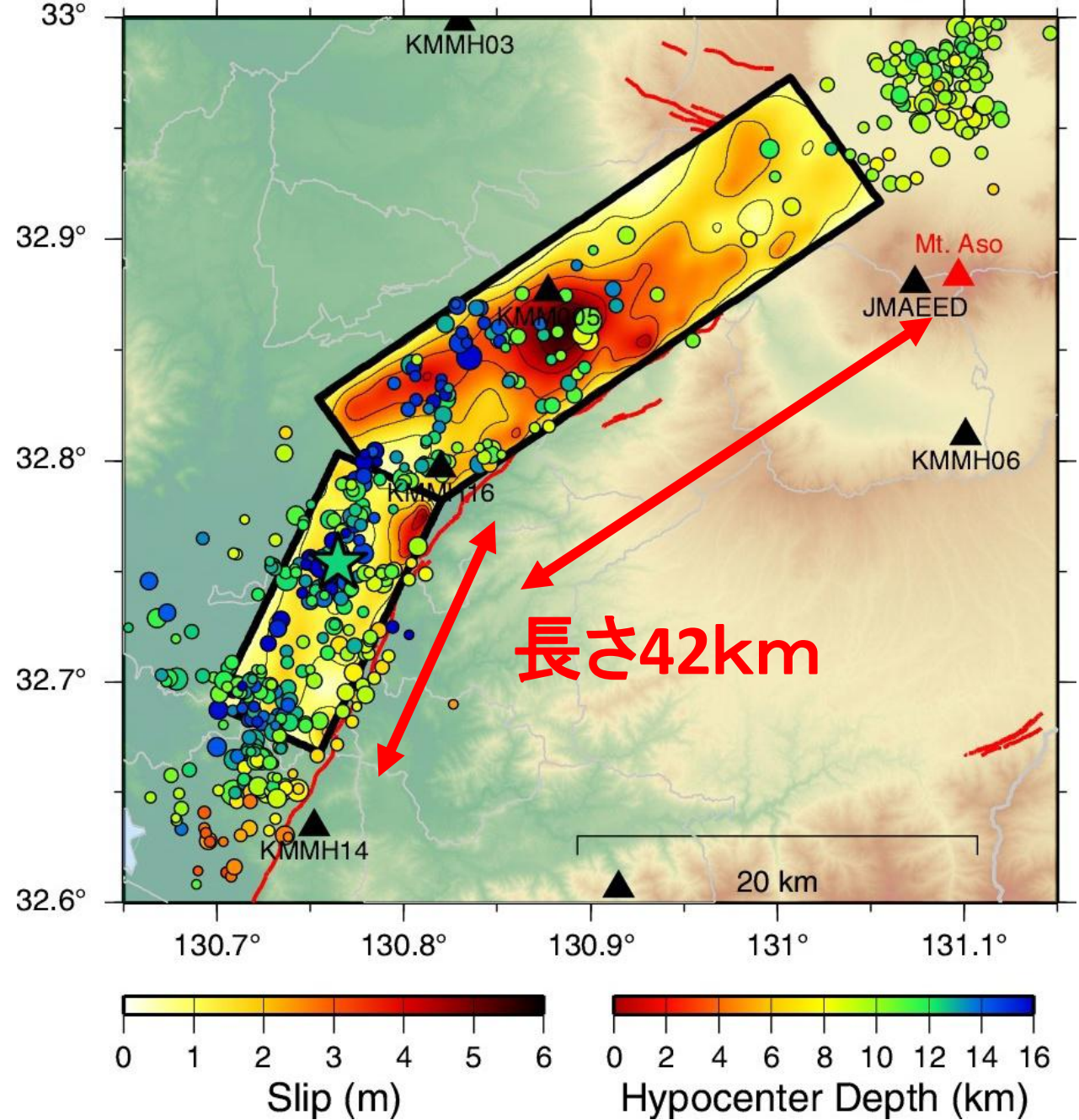
1. 大きなすべりは破壊開始点から阿蘇カルデラ入り口まで.
2. 特に大きなすべりは西原村付近の浅い部分.
3. 横ずれ成分だけでなく、かなりの正断層成分を持つ.
4. そのため、断層直交方向ではなく、斜交する方向の東西成分が大きな揺れとなった.

かなりの正断層成分を持つことは

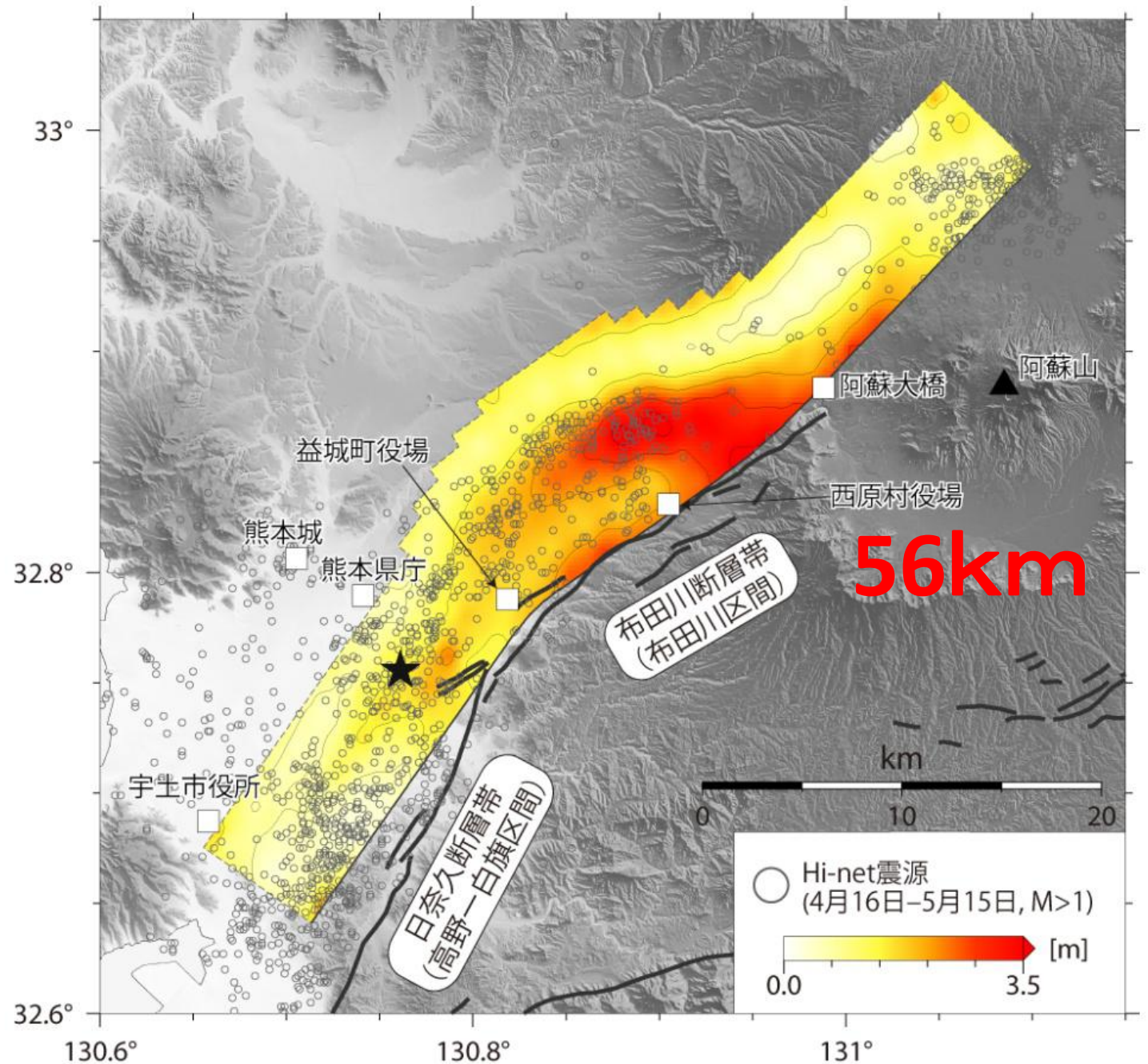
1. GCMTやUSGSのCMT解
2. 地表地震断層の一部
3. 余震メカニズムの一部と整合的である.



震源インバージョン
ン結果
(京都大学防災
研究所)
不均質震源
モデル
甲全374の31頁



震源インバージョン
結果
(防災科学技術
研究所)
不均質資源モデル
【甲全374の32頁】



熊本地震における地震モーメントの各式による違い

甲297号証、甲331号証をもとに原告ら代理人作成

甲全374の23頁

	観測 記録 10の18乗 Nm	断層長さ km	武村式	山中・ 島崎式	松田式 +武村 (1990)	入倉・ 三宅式	入倉・三宅/ 観測記録	断層 傾斜角
1891年 濃尾地震	180	69	210	180	130	52	0.29倍	90°
1930年 北伊豆地震	27	27	32	28	21	7.9	0.29倍	90°
2011年 福島県浜通り	11	19.5	17	14	11	5.5	0.5倍	60°
1927年 北丹後地震	46	33	48	41	31	12	0.26倍	90°
1943年 鳥取地震	36	30	39	34	25	9.8	0.27倍	90°
1945年 三河地震	10	21	19	17	13	19	1.9倍	30°
1995年 兵庫県南部地震	22	32	45	39	29	11	0.5倍	90°
2016年 熊本地震	47	31	42	37	27	13.7	0.29倍	60°

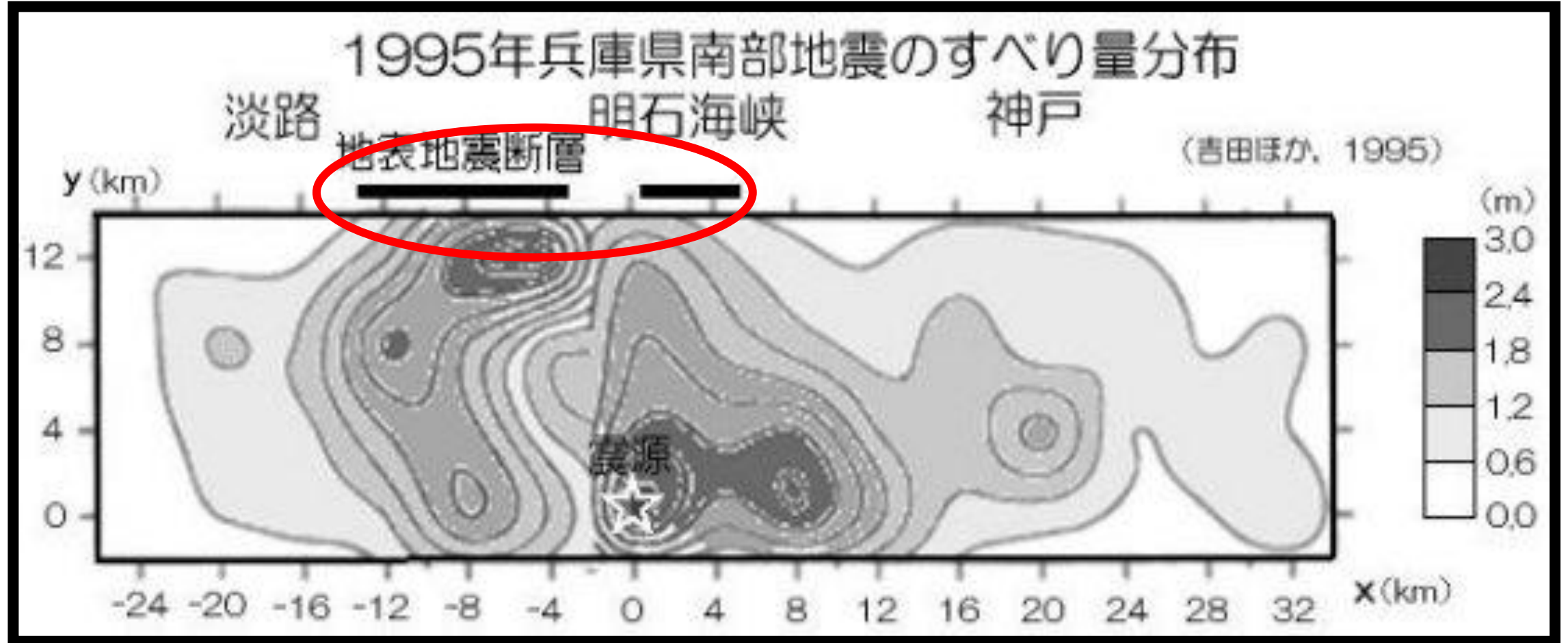
結論

- 震源インバージョンによる不均質な断層モデルを前提に、入倉・三宅(2001)の式で計算すると、現実の地震モーメントに近い数字になる。
- 地表地震断層の長さ(あるいは均質な断層モデルの長さ)を前提に、武村式や松田式で計算すると、現実の地震モーメントに近い数字になる。
- 地表地震断層の長さ(あるいは均質な断層モデルの長さ)を前提に、入倉・三宅(2001)の式で計算すると、地震モーメントは大幅な過小評価になる。

- 震源断層 > 地表地震断層 > 活断層

- 地表地震断層⇒地震によって地表に現れる断層面の痕跡
- 活断層⇒現在確認できる断層面の痕跡(時の経過によって地表地震断層よりも短くなる)

阪神大震災の震源断層



震源断層長

原告準備書面(2)28頁

大切なのは、「ポストディクション」の考え方【地震発生後の情報ではなく、地震発生前の情報を用いて予測をすること】

2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデルのポストディクション Postdiction of Source Model for the 2011 Tohoku Earthquake

三宅 弘恵^{1*}, 額綱 一起¹
MIYAKE, Hiroe^{1*}, KOKETSU, Kazuki¹

¹ 東大地震研

¹ Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

これまで、過去の地震について強震動評価を行い、強震動予測手法の適用可能性を確認し、将来の地震について強震動予測を行う研究が多数なされている。本発表では、地震後に、地震前の知見を利用して強震動予測を行う方法をポストディクション (postdiction = prediction after the fact) と定義し、2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデルがどの程度、事後予測可能であったのかを検討する。また、経験的グリーン関数法等を用いて、観測波形に対するポストディクションを行う。

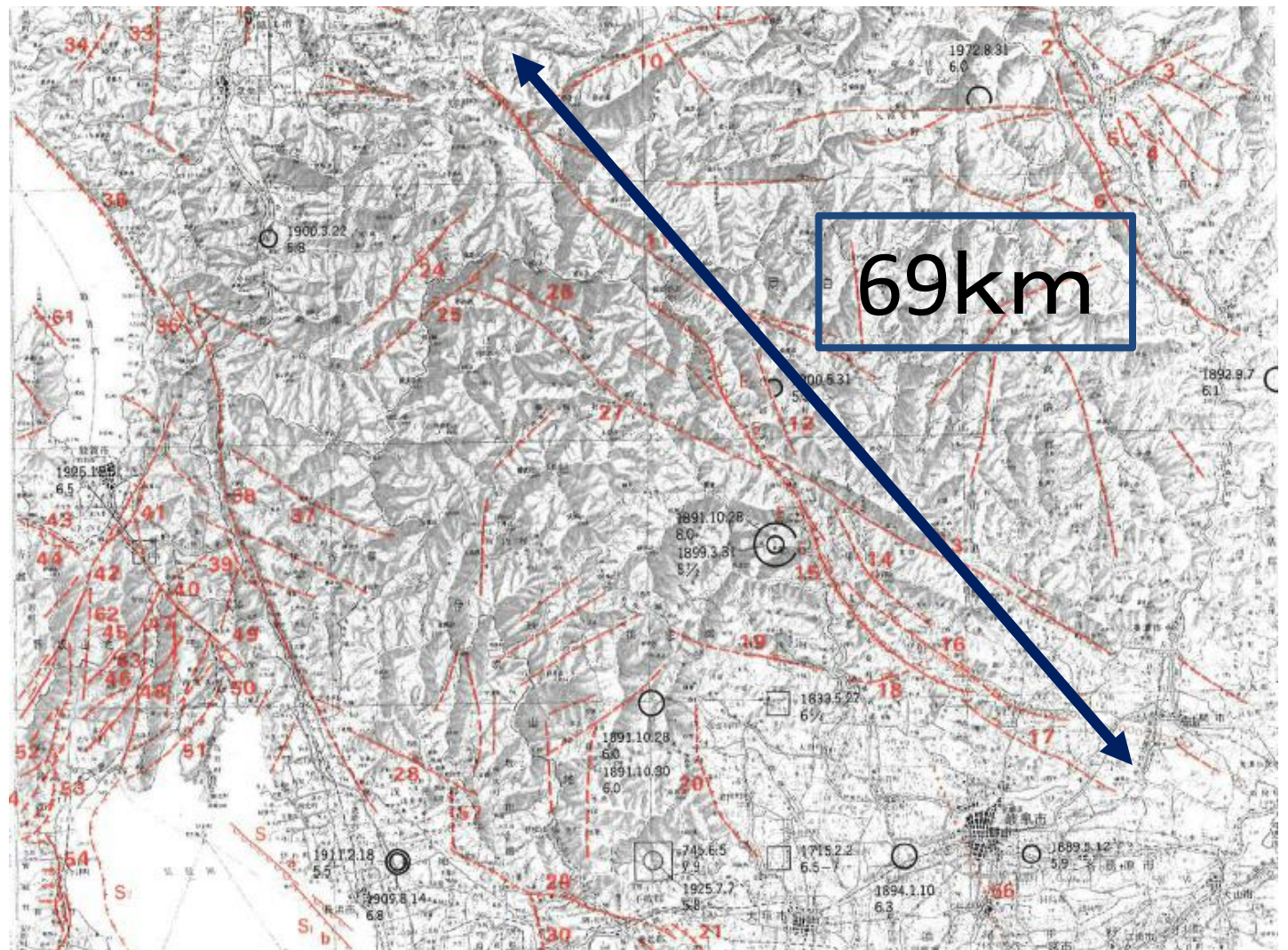
<地震前に設定可能と仮定するパラメータ>

断層面は、南海トラフ等に倣い、長期評価されている複数のセグメントである、宮城県沖・三陸沖南部海溝寄り・福島県沖・茨城県沖がプレート境界の逆断層地震として同時破壊すると仮定する。三陸沖中部は非地震性すべり域として、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りは津波地震あるいは正断層型の領域と考え、断層面を設定しない。この場合、想定さ

地震発生前に
地震規模を予測
できないのか？

➡今の地震学
ではできない。

濃尾地震は事前に
設定できた断層長さ
は69km



濃尾地震の断層 長さ→ 現実には 122km

島崎名誉教授

事前に断層が2列に分かれるという設定はできない。また、④について、いまだにどの断層か議論がある

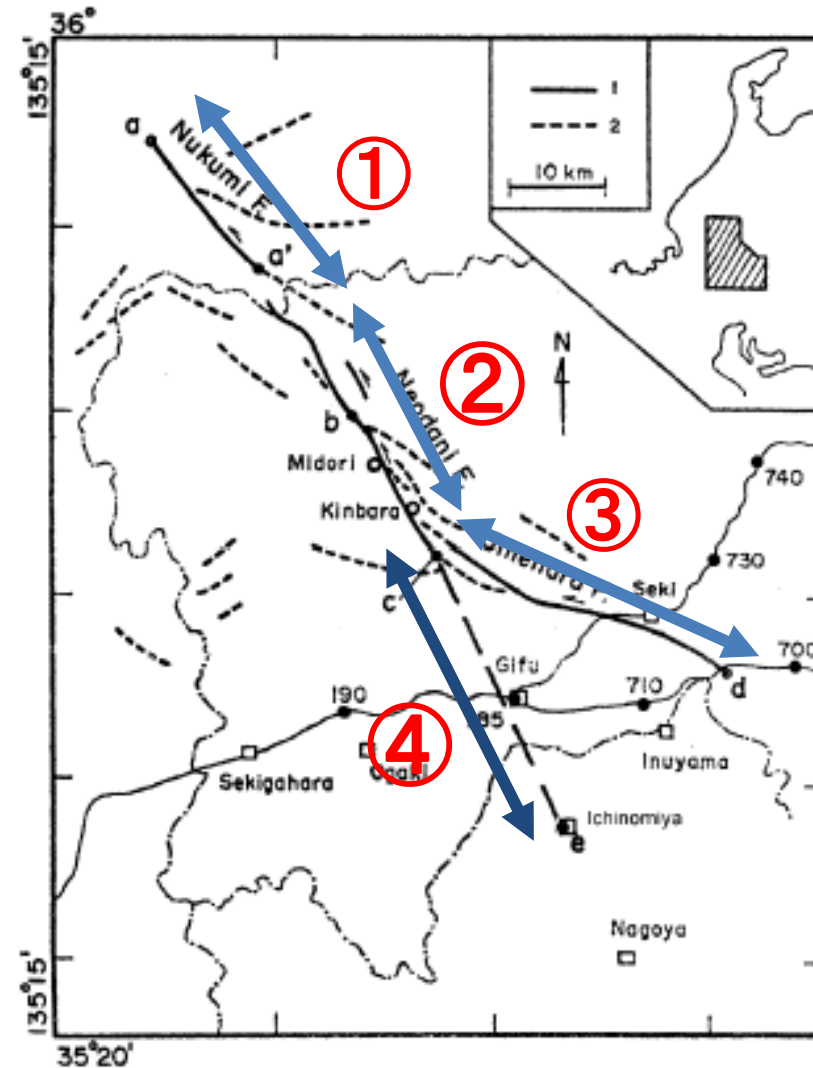


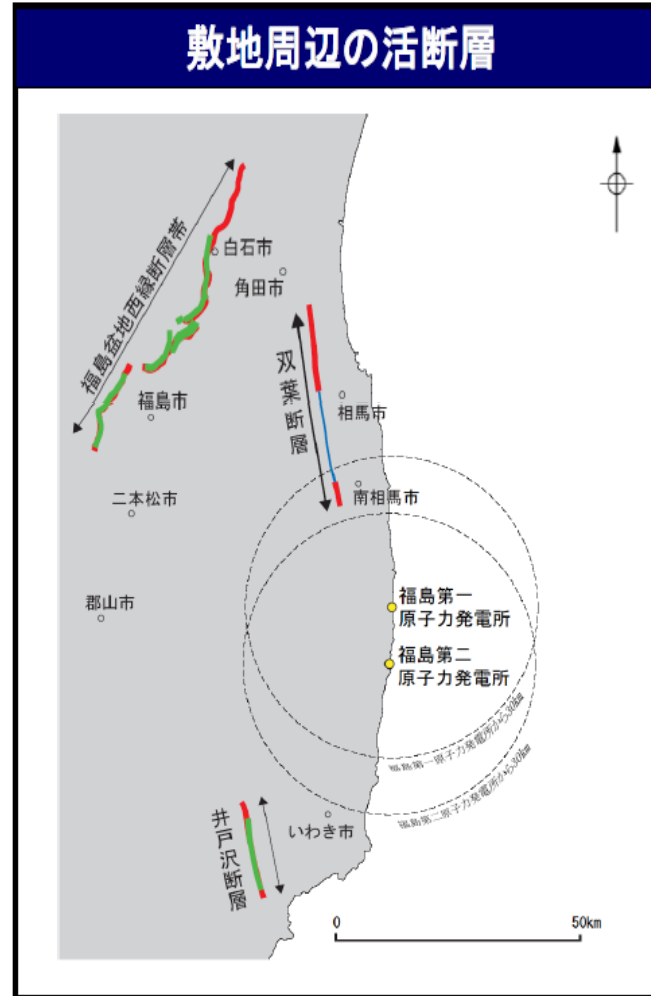
Fig. 6. Fault traces (thick solid lines) during the 1891 earthquake (Matsuda, 1974), and an assumed buried fault (dotted line) along the Gifu-Ichinomiya line (Mikumo and Ando, 1976).

2011年福島県 浜通りの地震

井戸沢断層について、事前の東電の評価は、19.5kmだった。

【甲全374の13頁】

活断層の評価(まとめ)



双葉断層及び敷地前面海域に認められる断層等を主に検討するとともに、畑川断層、大坂―芦沢リニアメント、福島盆地西縁断層帯及び井戸沢断層等についても一通り検討した上で、**敷地周辺の陸域及び海域の活断層の評価は、妥当なものと判断した。**

	新耐震指針における評価			設置許可申請書記載の断層長さ
	断層名	長さL	M	
陸域	① 双葉断層	37 km	7.4	18 km
	② 福島盆地西縁断層帯	57 km	7.8	— (※1)
	③ 井戸沢断層	19.5 km	7.0	— (※2)

※1) 地震地体構造上想定する地震とし、M7.5の地震を想定

※2) 断層の長さと敷地からの距離を考慮すると敷地への影響は小さいと評価

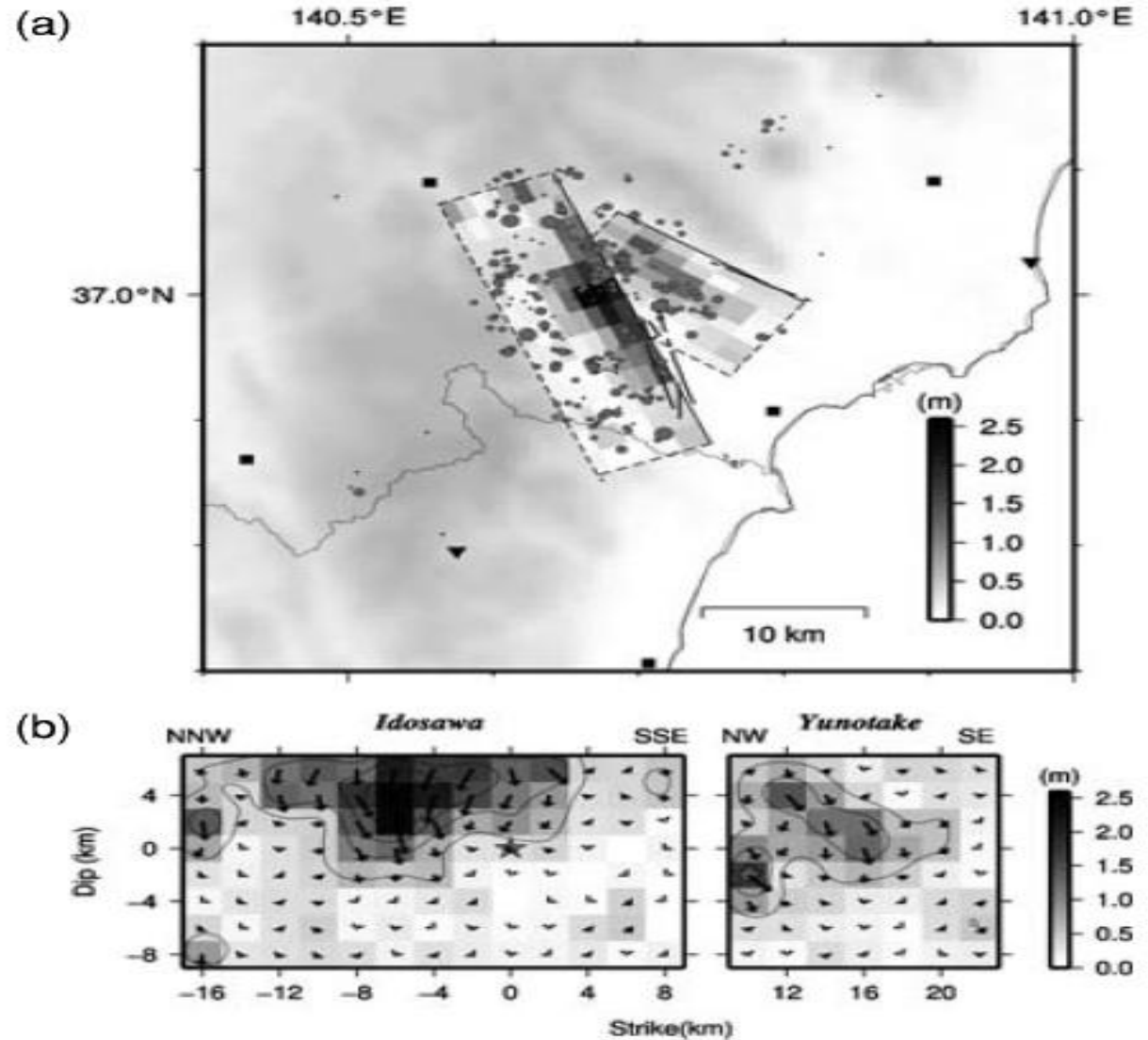
- 従来評価※ (地質調査に基づく評価)
- 従来評価※ (文献調査に基づく評価)
- 新耐震指針に照らした評価

※福島第一原子力発電所1～6号炉施設変更許可時

2011年福島県 浜通りの地震

しかし、井戸沢断層
26kmと湯の岳断層
14kmが同時に動き、
事後の断層長さは
40kmとなった。

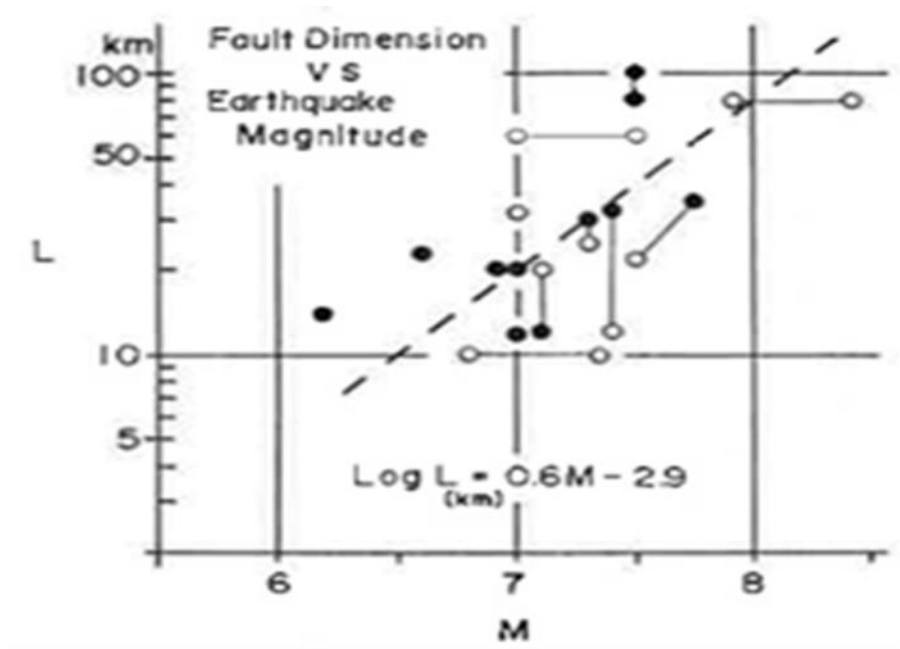
【甲全374の15頁】



何故、入倉式と他の式に違いが生じるか

松田式

- 基礎データ



入倉・三宅(2001)の式

- 基礎データ

Somerville et al(1999)のデータ
震源インバージョンによる不均質モデルを前提としている。【甲全383】

○は地表地震断層の長さ
●は均質震源モデル

【乙全105】

地震発生前に我々に与えられている情報は何か

ポストディクシオン

- 活断層の長さの情報のみ
幅は分からない(瀬瀬教授 甲全374の53頁)
角度も分からない。
震源断層の長さも分からない。
∴ 断層面積は分からない。入倉・三宅(2001)の式を使う前提条件がない。

H28.12.9レシピ修正

(ア)の方法

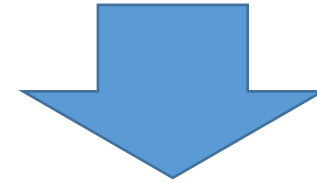
過去の地震記録などに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合



過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合

(イ)の方法

地表の活断層の情報をもとに簡便化した方法で震源断層を推定する場合



長期評価された地表の活断層長さ等から地震規模を設定し震源断層モデルを設定する場合

今後、過去の地震記録のない場合は、(ア)の方法ではなく、
(イ)の方法を使わなくてはならない。

疑問点

- 原発の敷地では詳細な調査をするから、布田川・日奈久断層について分かっていたことよりももっと詳細な情報がわかるのではないか？
- 被告は、断層の長さを保守的に設定しているのではないか？
- 被告は地震発生層の厚さを保守的に15kmと設定したと主張しているが？
- 被告は傾斜角75度のケースを考慮したと主張しているが。
- 被告は短周期レベルを1.5倍したのが保守的取扱いと主張しているが
- 被告は三連動を認めたことを保守的取りs使いと主張しているが。

島崎名誉教授の回答

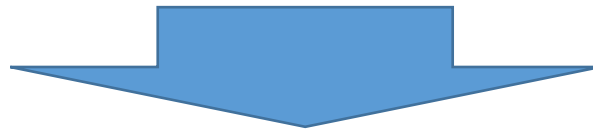
- 布田川・日奈久断層では詳細な調査が行われており、原発敷地の調査に勝るとも劣らない。(甲373-1 18頁)
- 地震発生層は地下3～15kmなのだから、海底下200～300mを調査しても正確な震源断層の規模は分からない。(同22～24頁)
- その程度のことをしても入倉・三宅(2001)の式を使えば過小評価になることに変わりはない。(同24頁)
- その程度の保守的考慮では意味がない。(同24頁)
- 中越沖地震の教訓から1.5倍するのは原則である。(同24～25頁)
- 三連動を認めたことによって強震動は8%大きくなった。計算式を代えれば80%も大きくなる。(同28頁)

地震動の予測には(イ)の方法を用いるべき

- **島崎氏**「(過去の地震記録がないのに)詳細な調査結果に基づいて震源断層を推定して(ア)の手法を使うという道は閉ざされたんです。」(甲全373-1 32頁)
- **同** 「審査ガイドには、レシピを例にあげ、『最新の研究成果を考慮し』と書かれています。既にレシピは変わっていますので、これを無視することは審査として必要なステップを抜かしているものと思います。」(同33頁)
- **瀬瀬氏**「詳細な活断層調査を行っても震源断層の幅の推定は困難であるので、活断層の地震の地震動予測には(イ)の方法を用いるべきであることを確認した。」(甲全374の53頁)

結論

- 大飯原発の基準地震動856ガルは過小評価である。
- 大飯原発は必要な審査が行われておらず、許可をすべきでない。
- 大飯原発以外でも、考慮すべき活断層が垂直あるいは垂直に近い横ずれ断層の場合、入倉・三宅(2001)の式の問題点が最も顕著に現れる。



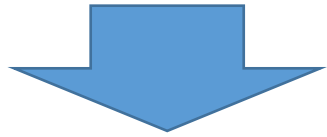
高浜原発も美浜原発も同じ問題を抱えている。

いずれの原発も、(イ)の方法を使用して基準地震動の再審査がなされない限り、基準地震動は過小評価であり、運転が許されてはならない。

高浜仮処分大阪高裁決定・ 玄海仮処分佐賀地裁決定の誤り

大阪高裁決定

- 調査・評価により、震源断層の長さ、幅、傾斜角等の詳細な情報が得られる⇒(イ)の方法ではなく、(ア)の方法を用いるのが合理的



- 震源断層の長さ、幅、傾斜角が正しく把握できていると判断している。

佐賀地裁決定

- 入倉・三宅(2001)の式はレシピの一部をなすものとして合理性を有する。武村(1998)の式はデータセットが古く、データが不十分なもの⇒関係式としての正確性が乏しい。



- 震源断層長が正確に把握できると認定はしていないが、その前提に立っている。