

平成28年度 第2回技術研修会  
主催：(公財)佐賀県建設技術支援機構

平成28年9月7日

# 熊本地震から何を学ぶか

## －九州の視点で考える－

嘉瀬川防災施設さが水ものがたり館館長

佐賀大学名誉教授

荒牧 軍治

# 熊本地震から学ぶ課題

## 1. 地震の発生

阪神淡路大震災(1995年)→都市直下 構造物崩壊  
福岡県西方沖地震(2005年)→九州で直下型  
東日本大震災(2011年)→津波 原発被害  
熊本地震(2016年) → 震度7が2回

設問1. 九州でこんな大きな揺れが発生すると思っていたか

## 2. 建物の倒壊

阪神淡路大震災(1995年)  
→1981年基準適用建物はほとんど倒壊無し  
東日本大震災(2011年)→  
→津波による流出・倒壊は話題にならず  
熊本地震(2016年)  
→ 2回の震度7で2000年基準適用建物が倒壊

設問2. 建物設計基準を変更する必要があるか

# 熊本地震から学ぶ課題

## 3. 復旧・復興対策は

阪神淡路大震災(1995年)

→被害地域が狭く近隣からの支援体制が有効に機能

→減災対策が組織的に開始

東日本大震災(2011年)

→被災地域が広大 国家の組織的取組必要

熊本地震(2016年)

→これまでの学習効果で一定の成果

熊本地震の対応・復旧・復興の課題を探るには  
もう少し時間が必要

→ 今回の検討からは除外

# 熊本地震から学ぶ課題

## 4. 道路・橋梁は

阪神淡路大震災(1995年)

- 道路橋・鉄道橋が大きな被害
- 道路橋示方書を改訂(1996年)
- 橋脚補強を全国的に実施

東日本大震災(2011年)

- 津波による流出が主

熊本地震(2016年)

- 橋脚の倒壊皆無・シュー部に被害集中
- 火山堆積物の崩落と地割れで道路寸断

設問3. 橋梁被害が少なかった理由は

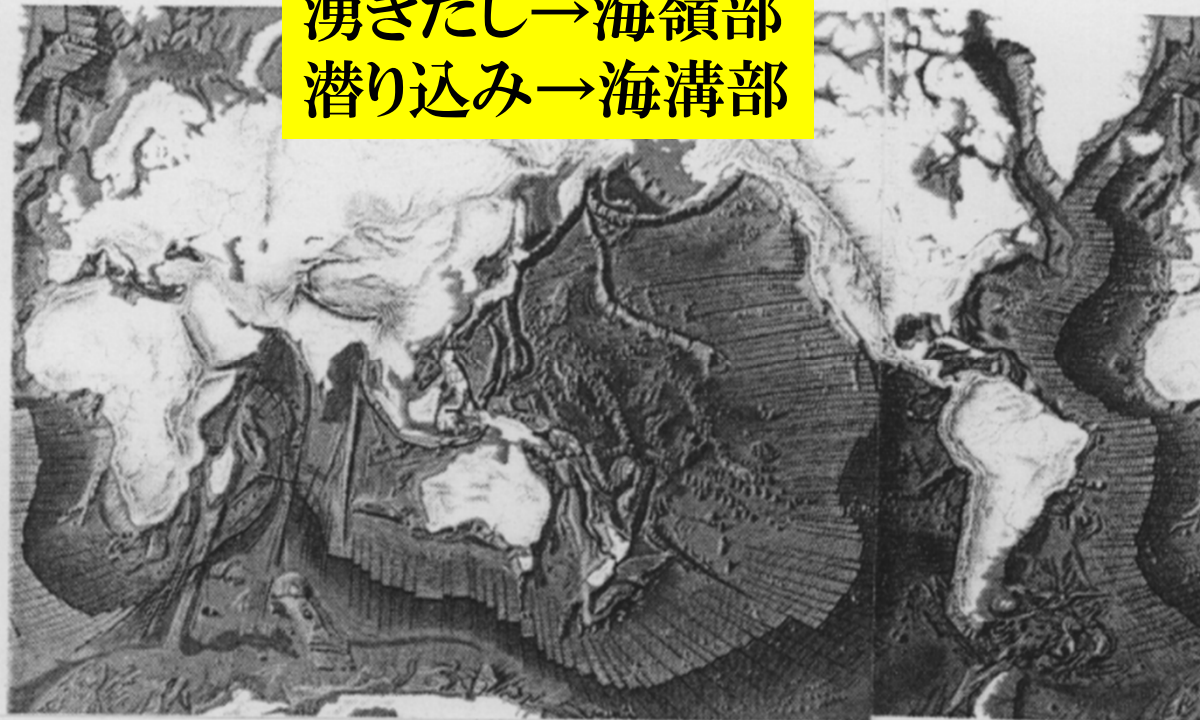
設問1. 九州でこんな大きな揺れが発生  
すると思っていたか

# 地震はどうして起こるのか

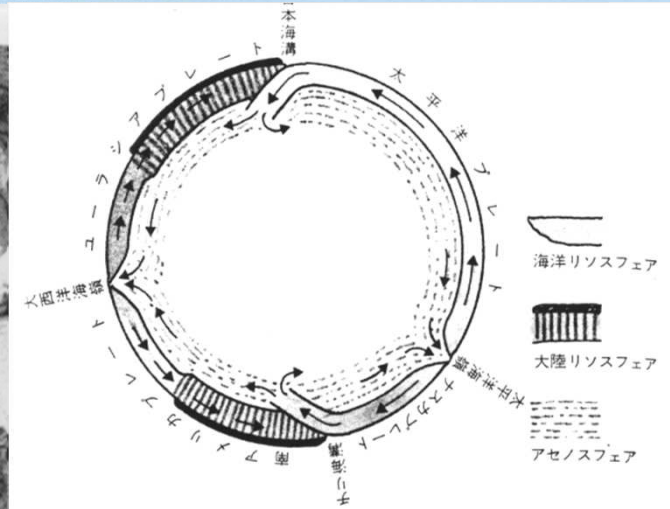
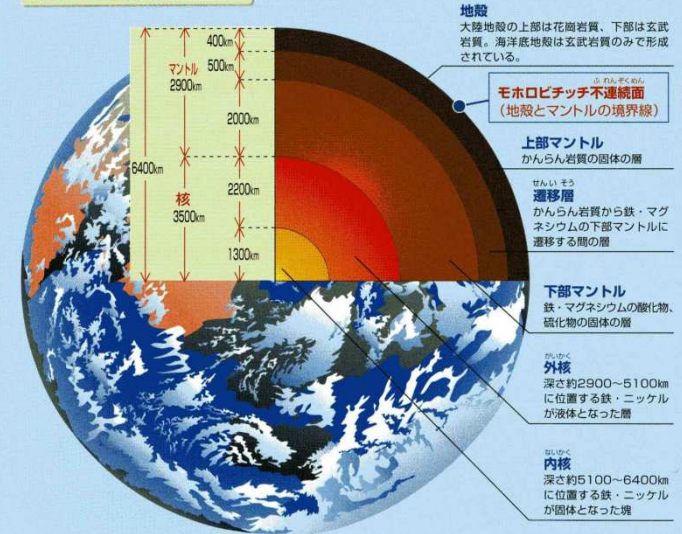
地震のエネルギーは地球の内部が6000°Cの高温  
であることにより生み出される。

輻射、伝導、対流 → マントル対流

湧きだし → 海嶺部  
潜り込み → 海溝部



## ●地球の内部構造



地球の「湧きだしと潜り込み」は、海洋リソスフェアと大陸リソスフェアが互いにぶつかりあっているプレートがある。2つのプレートの離れあうところが中央海嶺、近づきあうところが海溝だ

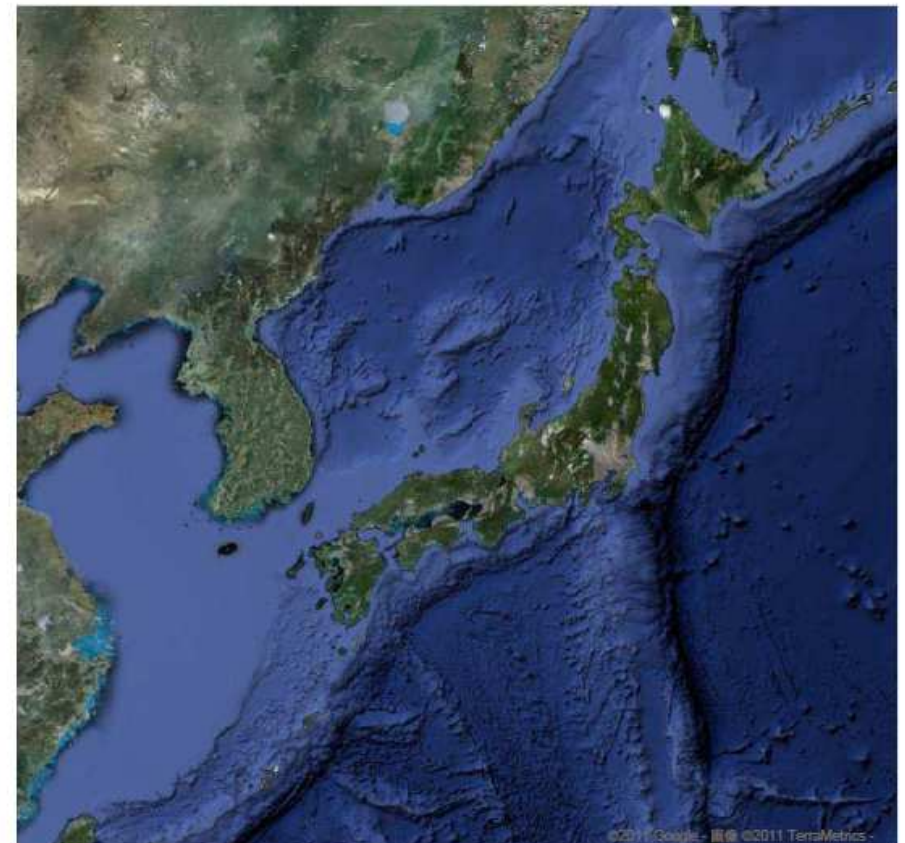
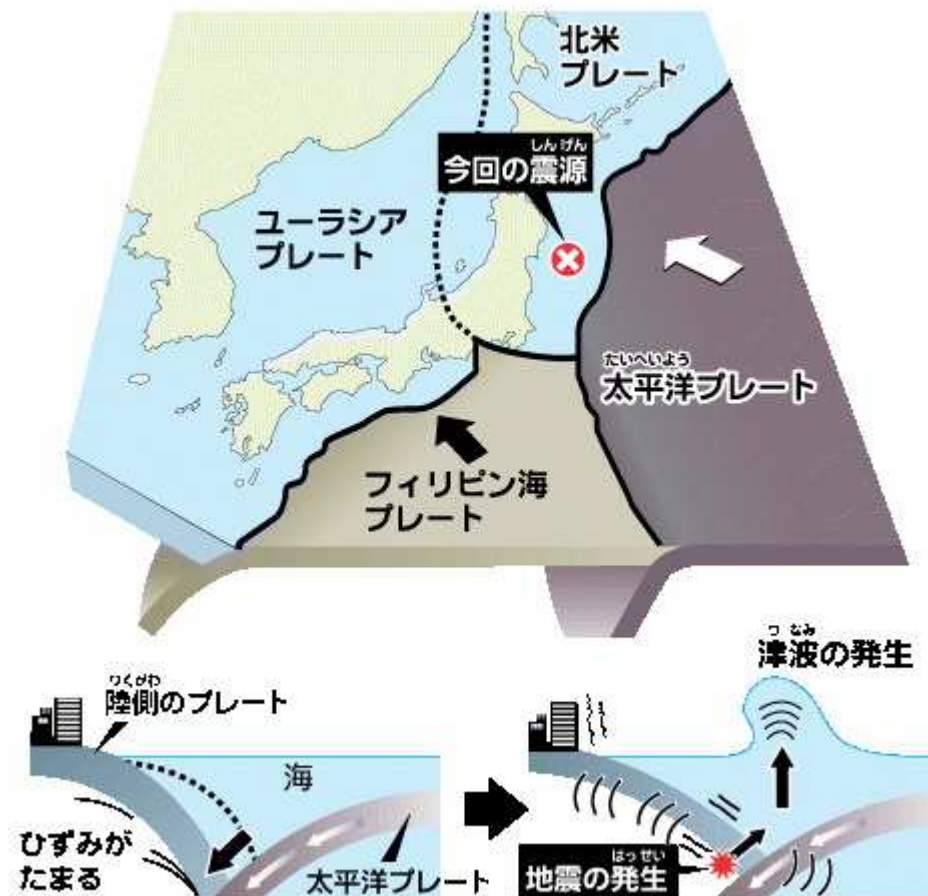
中央海嶺が海洋底の背骨のように見える



# 地震はどうして起こるのか

世界の地震エネルギーの30%が  
日本近郊で放出されている

大陸移動説の重要な証拠 → 日本付近の海溝  
→ 日本付近の地震の起こり方



# 地震はどうして起こるのか

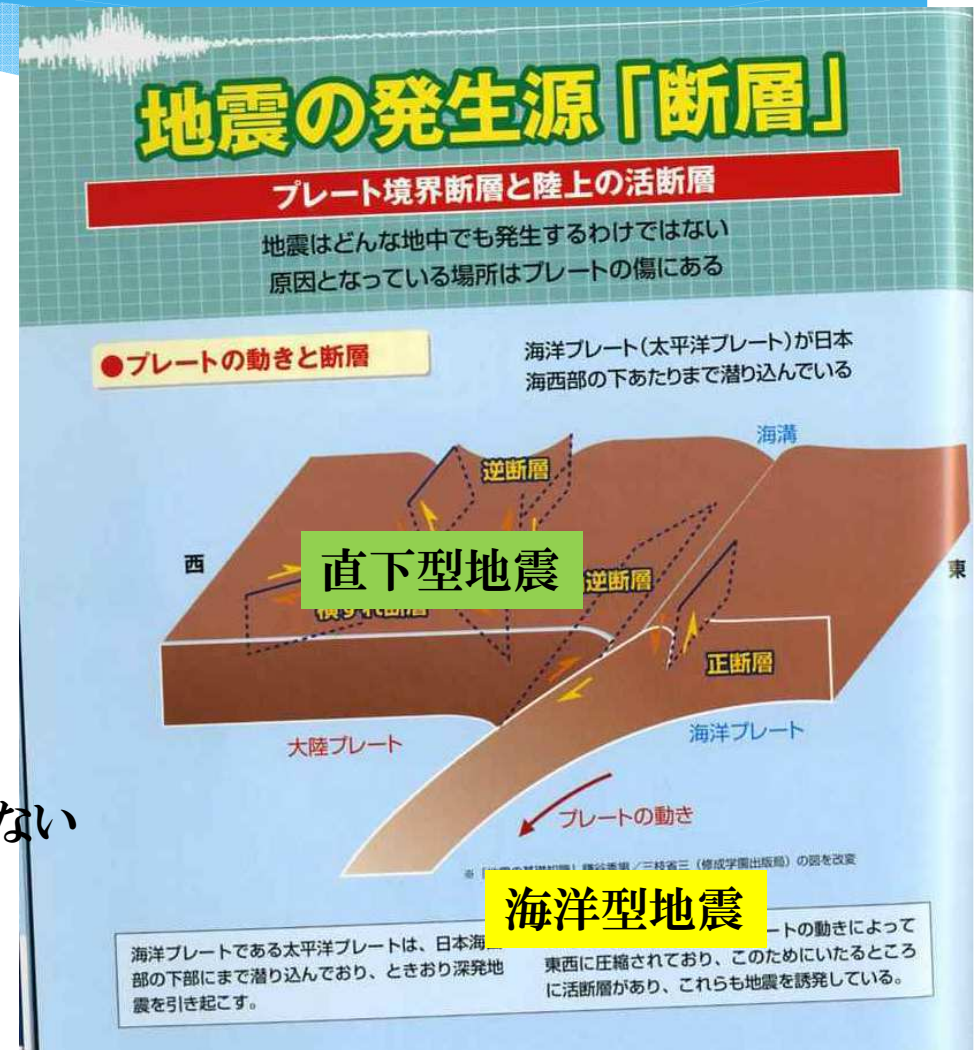
## 2つの異なる地震

### 海洋型地震

プレート境界で起こる地震  
佐賀はプレート境界から遠い

### 直下型地震

直下型地震の痕跡→**活断層**  
新たな活断層ができる可能性はある  
→が、今はそれほど力を受けていない  
→やわらかい土で隠れているかも  
(関東ローム、有明粘土など)



# 日本が最も緊張している地震

## 南海トラフ地震

政府が発表している  
最悪の被害想定

最大マグニチュード9.1  
死者最大33万人  
津波高さ最大32m  
経済被害220兆円  
廃棄物 東日本大震災の約12倍

## 東海・東南海・南海連結地震

## 首都直下型地震

個別地震は100年から150年周期

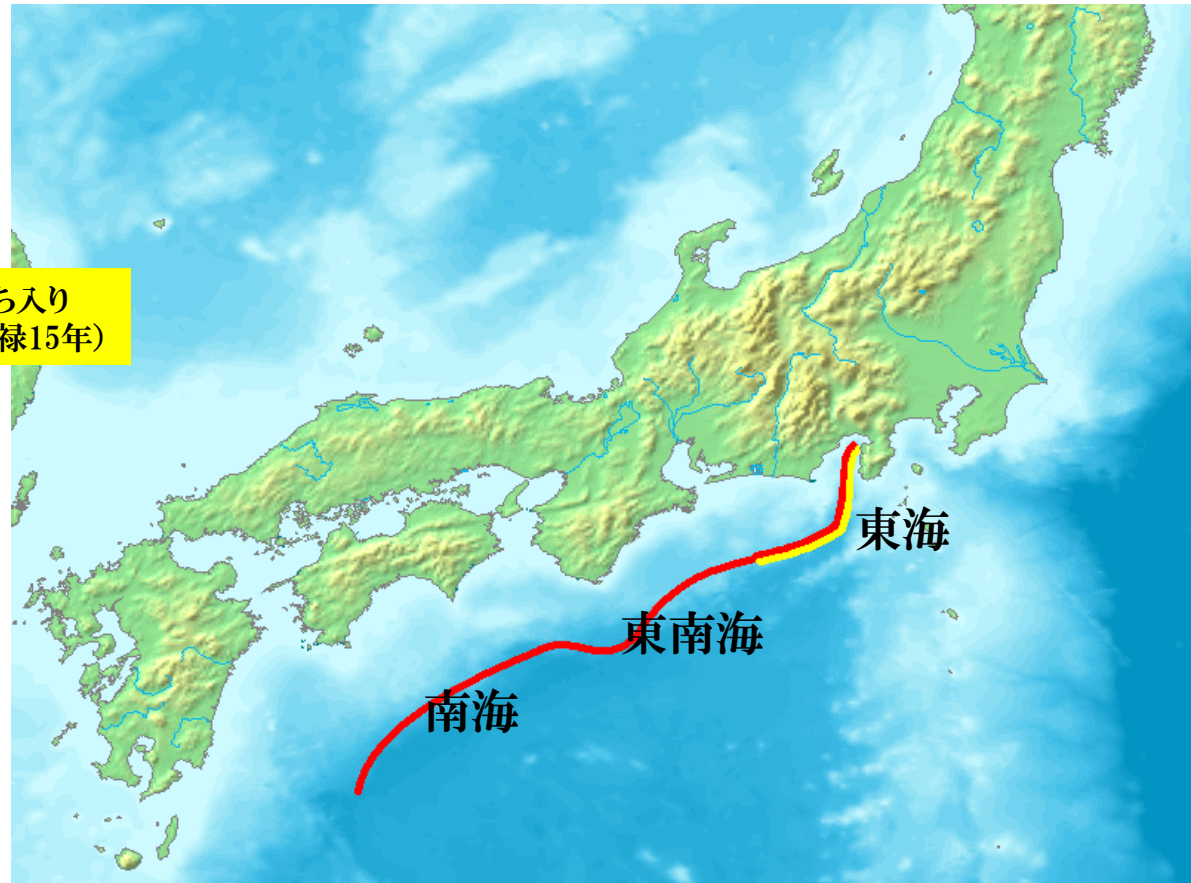
## 問題は連結地震

宝永地震(1707年)

赤穂浪士討ち入り  
1703年(元禄15年)

推定M 8.4~9.3

「東南海、南海地震等に関する専門調査会」  
東海・東南海・南海地震のモデルとされていた。





# 南海トラフ巨大地震の発生領域と発生時期

宝永地震はA(土佐海盆)の南西側に位置する日向海盆における日向灘地震も連動した可能性が指摘

- A(土佐海盆)
- B(室戸海盆)
- C(熊野海盆)
- D(遠州海盆)
- E(駿河湾)



南海トラフの地震の発生領域<sup>[26]</sup>

地震調査委員会(2013)の区分		Z 日向海盆	A 土佐海盆	B 室戸海盆	C 熊野海盆	D 遠州海盆	E 駿河湾	連動時の間隔
石橋(2002)による発生領域 ■: 確実 ■: 確実視 ■: 可能性がある ■: 説がある ■: 津波地震	684年白鳳地震		■	■	■	■	■	同時期 <sup>[27]</sup>
	887年仁和地震		■	■	■	■	■	同時期 <sup>[27]</sup>
	1096/1099年永長・康和地震		■	■	■	■	■	2年2カ月間隔 <sup>[27]</sup> あるいは同時 <sup>[28][29]</sup>
	1361年正平(康安)地震		■	■	■	■	■	同時期 <sup>[27][30]</sup> あるいは2日間隔 <sup>[31]</sup> など
	1498年明応地震		■	■	■	■	■	同時あるいは近い間隔 <sup>[32]</sup>
	1605年慶長地震		■	■	■	■	■	不明 <sup>[27][33]</sup>
	1707年宝永地震	■	■	■	■	■	■	同時 <sup>[34]</sup>
	1854年安政地震		■	■	■	■	■	32時間間隔 <sup>[35]</sup>
	1944/1946年昭和地震		■	■	■	■	■	2年間隔 <sup>[36]</sup>

# 九州で地震が起こる可能性は

今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率

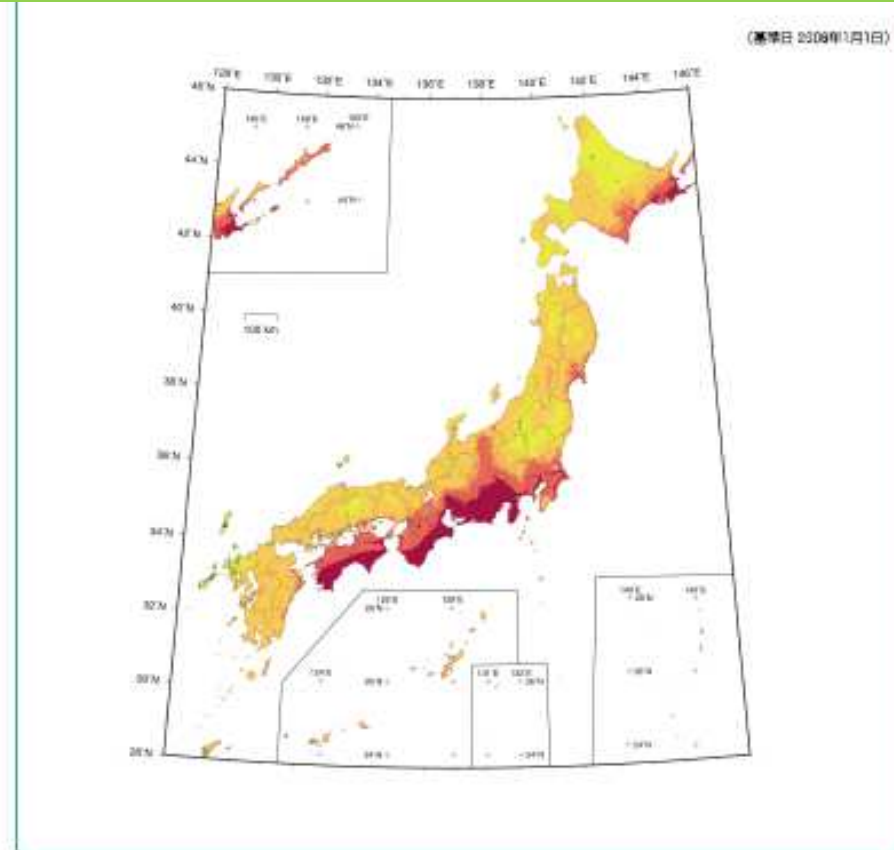
九州が30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率は？ **3%未満**

ほぼ心配しなくても良い程度？

## 疑問

東日本大震災は想定外の地震だったではないか

日本国中どこでも大地震が起こる危険性があるとマスコミは警鐘を鳴らしている



左記の数値は  
20% (1.0%) : 平均的に 約100年に1回  
8% (0.21%) : 平均的に 約500年に1回  
3% (0.10%) : 平均的に 約1,000年に1回  
0.1% (0.003%) : 平均的に約30,000年に1回  
であることを示す

※( )内の数値は今後30年間に発生する「30年発生確率」を1年間に発生する確率に換算したものの

# ショッキングな報告

富田克敏氏(菊池川自然塾主宰)

## 2-1. 中部九州の地体構造—九州リフトバレー(大地溝帯)—



- 中部九州にある小地溝群を総称して別府—島原地溝帯と呼ばれたが、大規模な地溝の性質を持っているから九州リフトバレーと呼ぶ(多田; 1993)
- 地溝帯内の浅発地震(M4.5以上)が線状に発生; 南北方向に張力軸をもつ正断層型
- (沈降速度2.5mm/年 拡大速度1.4cm/年)(1885—1985)

九州の真ん中に地溝帯ができてつある

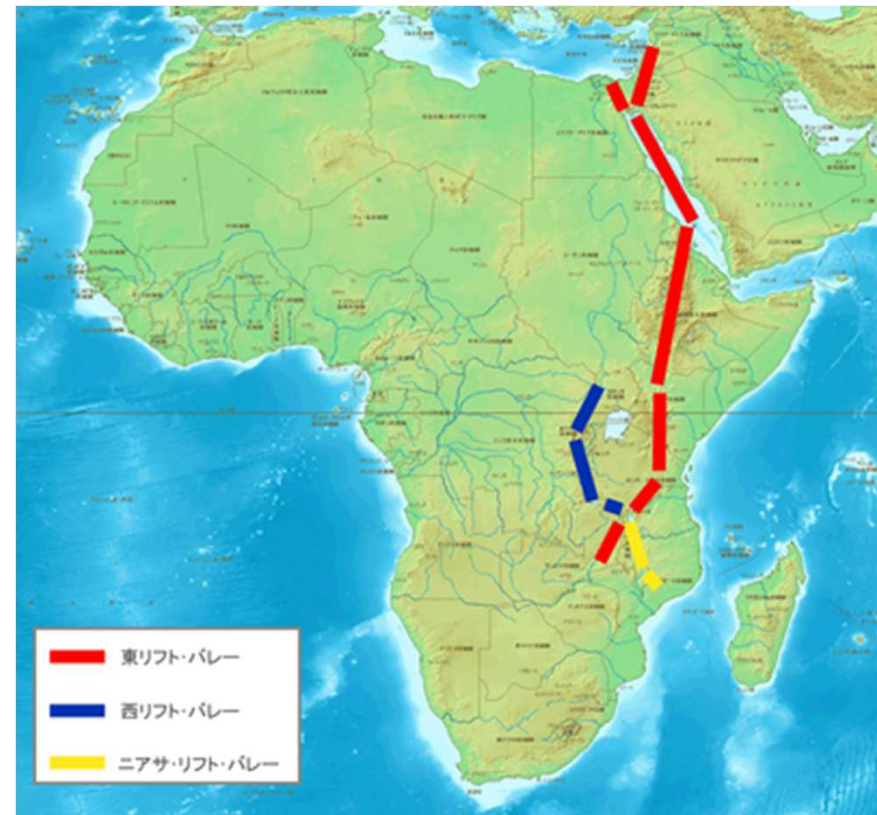
## 大地溝帯(グレート・リフト・バレー、Great Rift Valley)

主にアフリカ大陸を南北に縦断する巨大な谷で、プレート境界の一つである。大地溝帯の谷は、幅35 - 100km、総延長は7,000kmにのぼる。正断層で地面が割れ、落差100mを超える急な崖が随所にある。

約1,000万 - 500万年前から、大地溝帯の形成が始まったと考えられている。大地溝帯の形成は、地球内部のマントルの対流と関係がある。

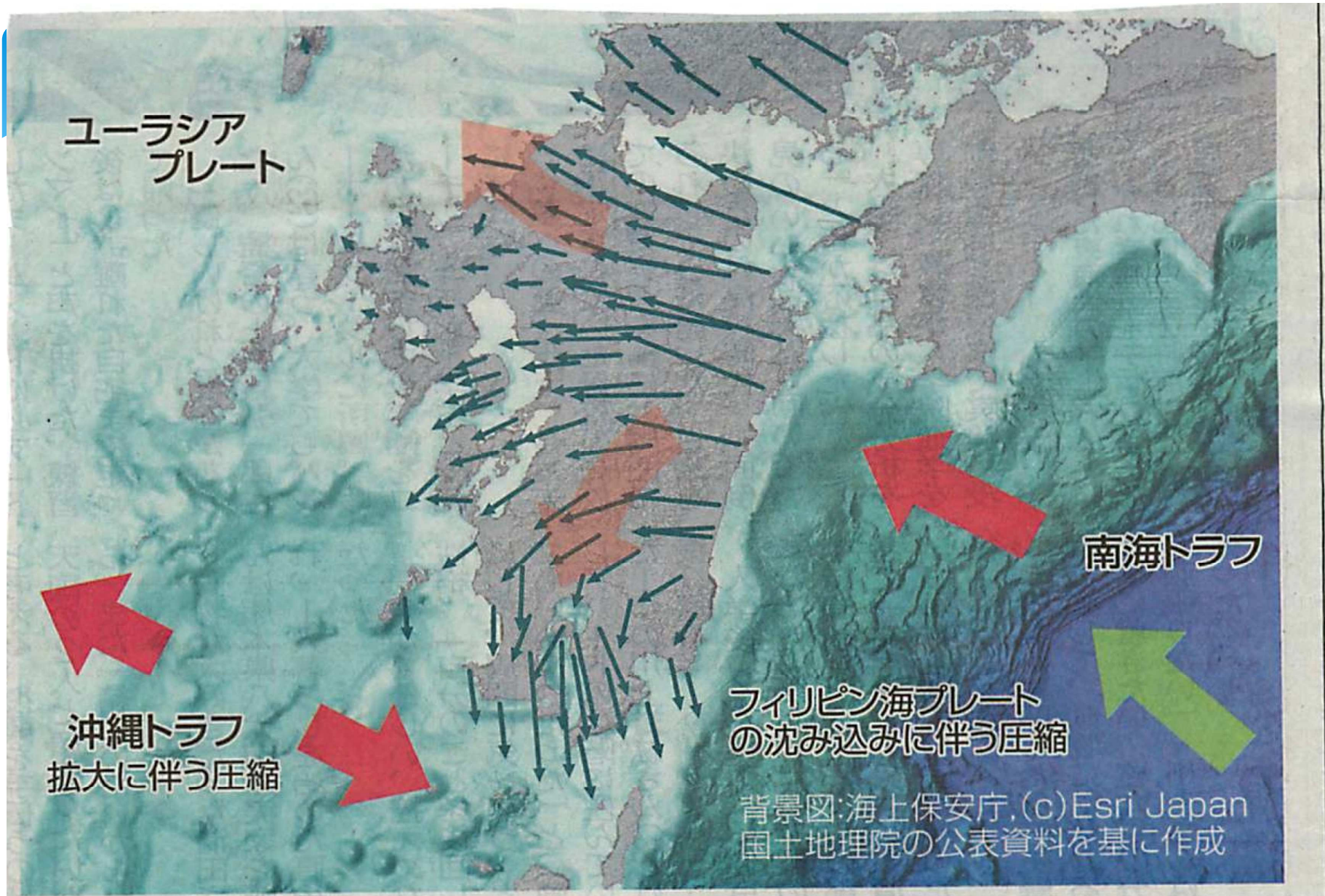
このマントル上昇流が全体として、大地溝帯周囲の地殻を押し上げ、さらに地殻に当たったマントル上昇流が東西に流れることで、アフリカ大陸東部を東西に分離する力につながっていると考えられている。このため、大地溝帯では、中央部に巨大な谷、周囲に高い山や火山を見ることができる。

今のままで行けば、数十万 - 数百万年後には大地溝帯でアフリカ大陸が分裂すると予想されている。



ウィキペディアより





北部九州(大分・福岡・佐賀・長崎)は北西へ

九州南部(宮崎・鹿児島)は南へ

# 九州の地殻変動ベクトル

国土地理院-九州地方測量部ホームページ

1997年4月～2015年3月(18年間)

伊方(愛媛) 35cm (1.94cm /年)

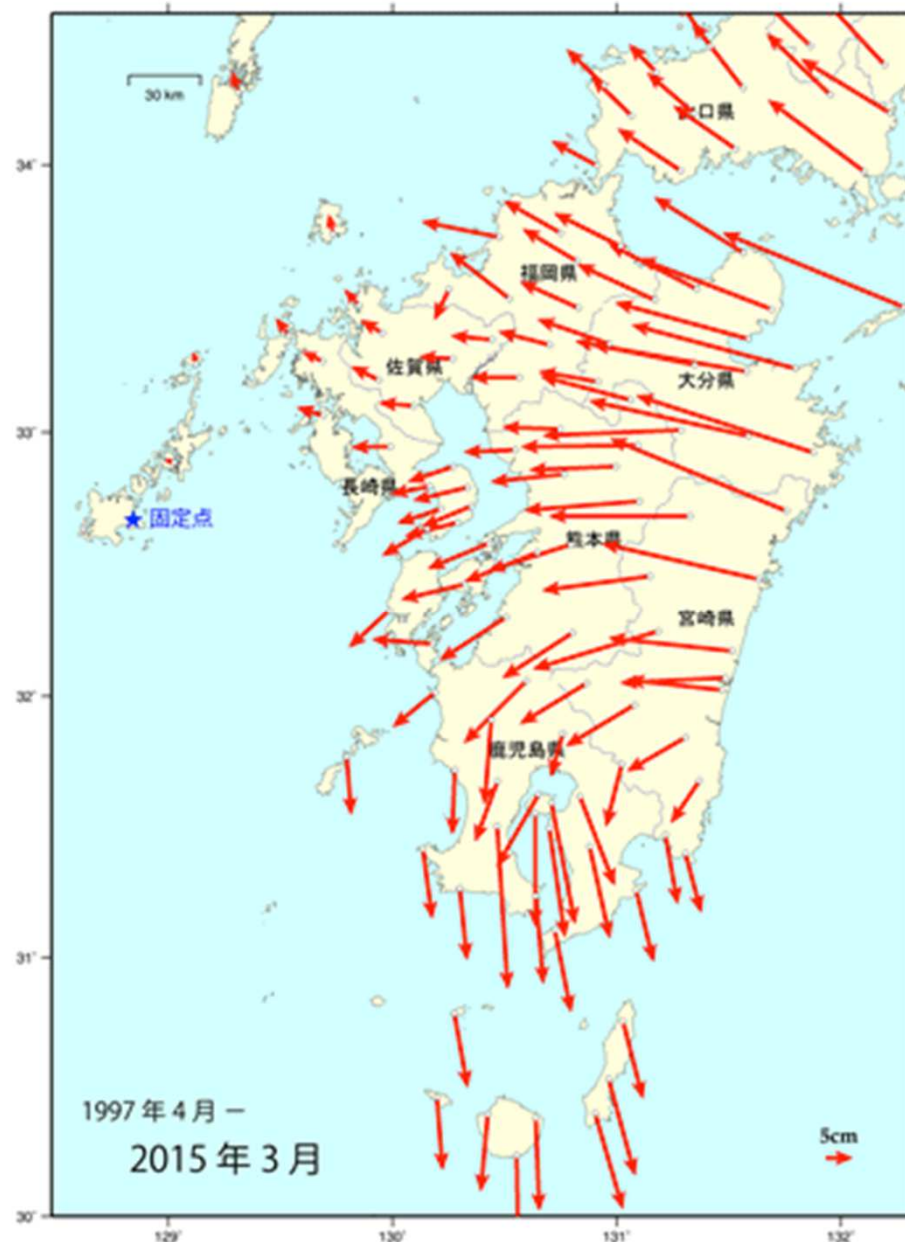
佐伯(大分) 33cm (1.83cm /年)

二日市(福岡) 8cm (0.44cm /年)

熊本(熊本) 13cm (0.72cm /年)

桜島(鹿児島) 25cm (1.39cm /年)

電子基準点が捉えた地殻変動ベクトル (水平)





# 九州地方の地殻ひずみ

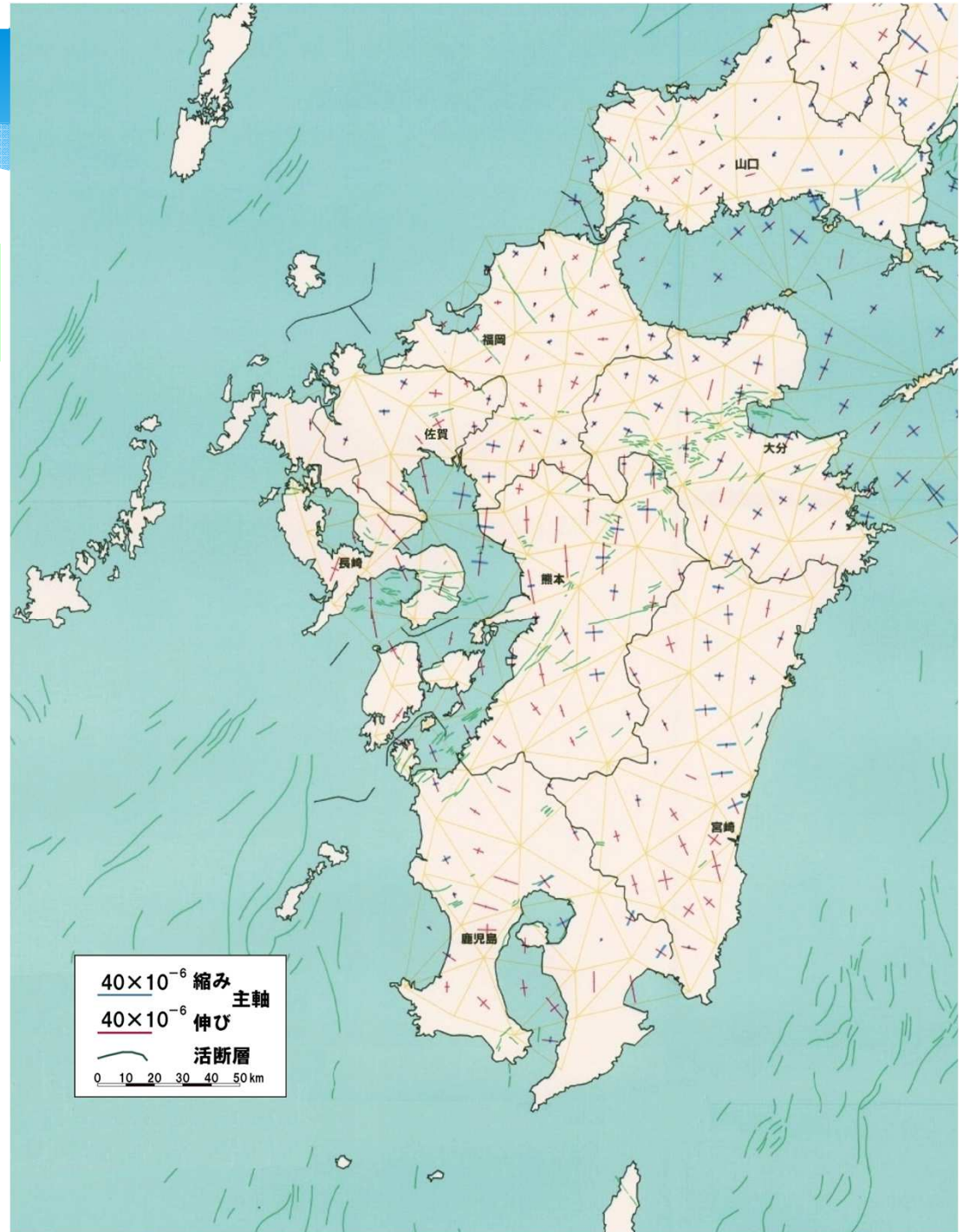
国土地理院

九州地方の地殻ひずみ  
(1883年～1994年の約100年間)

熊本・諫早付近で $40\mu$ 程度のひずみ

岩石の一軸引っ張り破壊ひずみ  
 $400\mu$ 程度

岩石の一軸圧縮破壊ひずみ  
 $4000\mu$ 程度



# 九州の活断層の分布

平成25年2月1日  
地震調査研究本部  
地震調査委員会

## 九州地域の活断層の長期評価(第一版)

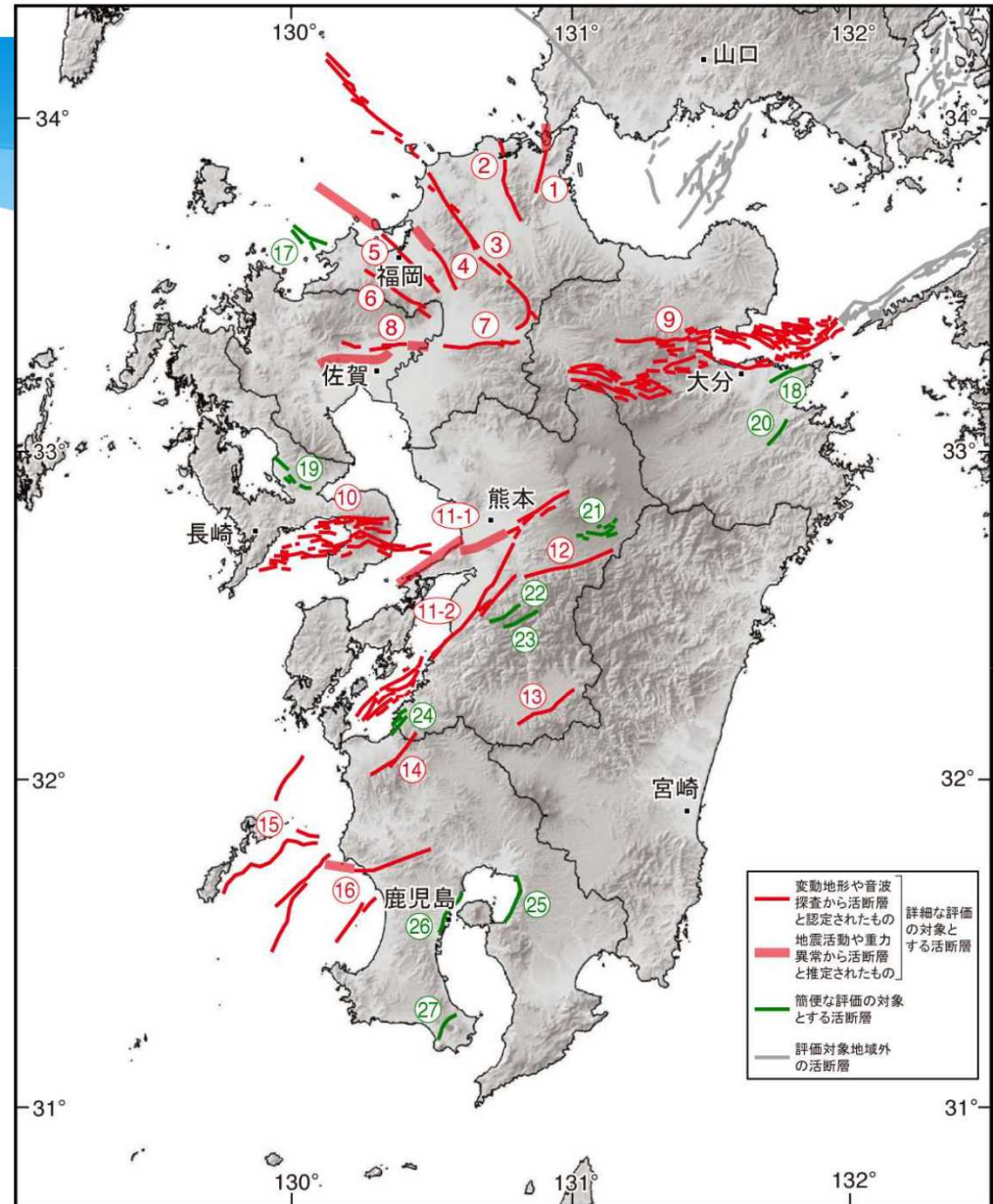
- ③西山断層帯 (M7.9-8.2程度)
- ⑤警固断層帯 (M7.7程度)
- ⑨別府湾-日出生断層帯 (M8.0程度)
- ⑬雲仙断層帯 (M7.5程度)
- ⑪-1布田川断層帯 (M8.0程度)
- ⑪-2日奈久断層帯 (M7.7-8.0程度)

### 活断層の定義

数十万年前以降に繰り返し活動し、  
将来も活動すると考えられる断層

日本では2千以上もの「活断層」が  
見つかっている。  
地下に隠れていて地表に現れてい  
ない「活断層」もたくさんある。

国土地理院



- |               |             |             |              |              |
|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1:小倉東断層       | 7:水鏡断層帯     | 12:緑川断層帯    | 17:糸島半島沖断層群  | 23:国見岳断層帯    |
| 2:福智山断層帯      | 8:佐賀平野北縁断層帯 | 13:人吉盆地南縁断層 | 18:佐賀関断層     | 24:水俣断層帯     |
| 3:西山断層帯       | 9:別府-万年山断層帯 | 14:出水断層帯    | 19:多良岳南西麓断層帯 | 25:鹿児島湾東縁断層帯 |
| 4:宇美断層        | 10:雲仙断層群    | 15:壱断層帯     | 20:福良木断層     | 26:鹿児島湾西縁断層帯 |
| 5:警固断層帯       | 11-1:布田川断層帯 | 16:市来断層帯    | 21:阿蘇外輪南麓断層群 | 27:池田湖西断層帯   |
| 6:日向峠-小笠木峠断層帯 | 11-2:日奈久断層帯 |             | 22:鶴木場断層帯    |              |

図2 九州地域(評価対象地域)において評価対象(注4)とする活断層の分布



# 九州北部の活断層の特性と想定される地震の規模

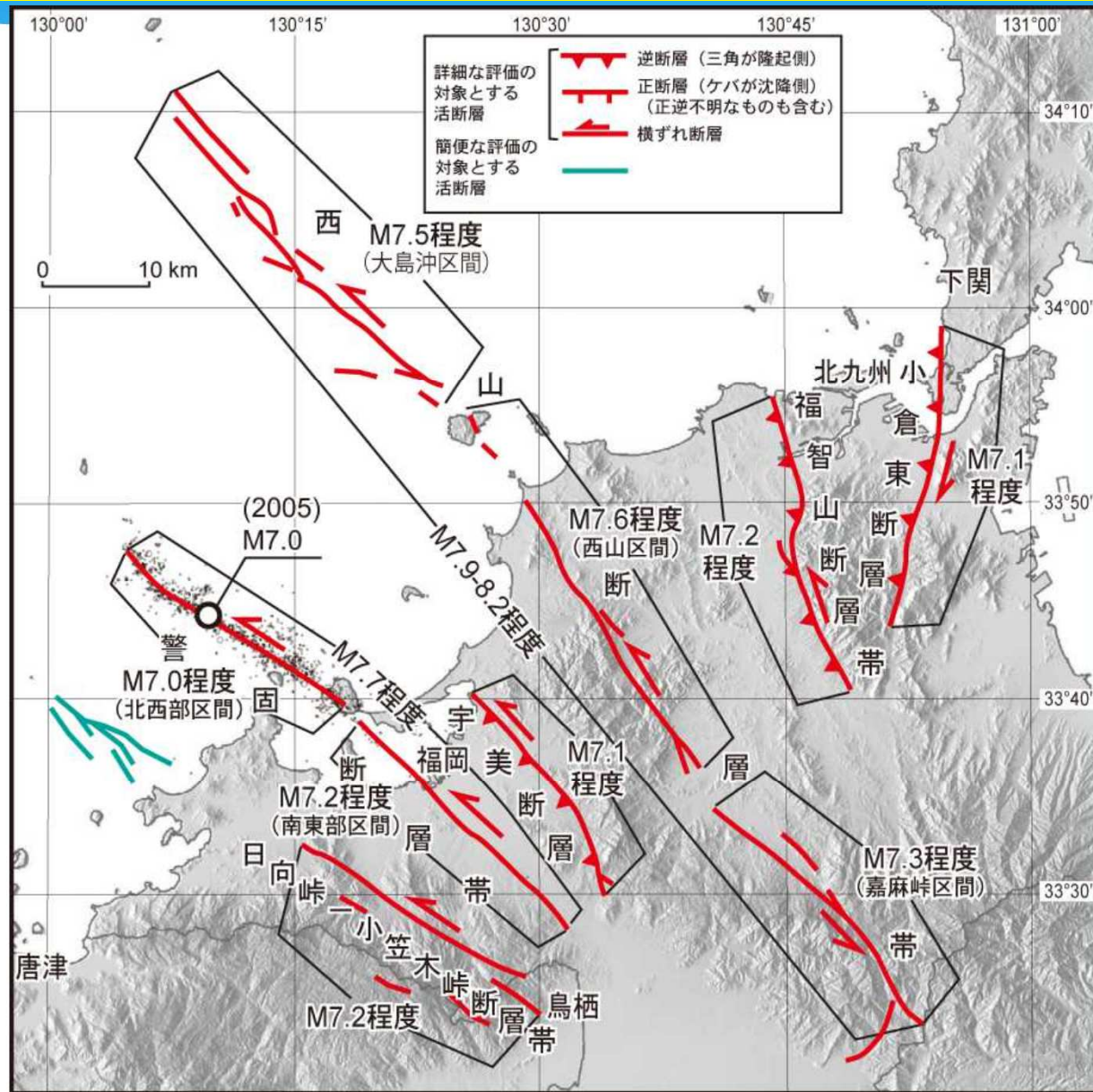


図 15 九州北部の活断層の特性と想定される地震の規模

# 九州中部の活断層の特性と想定される地震の規模

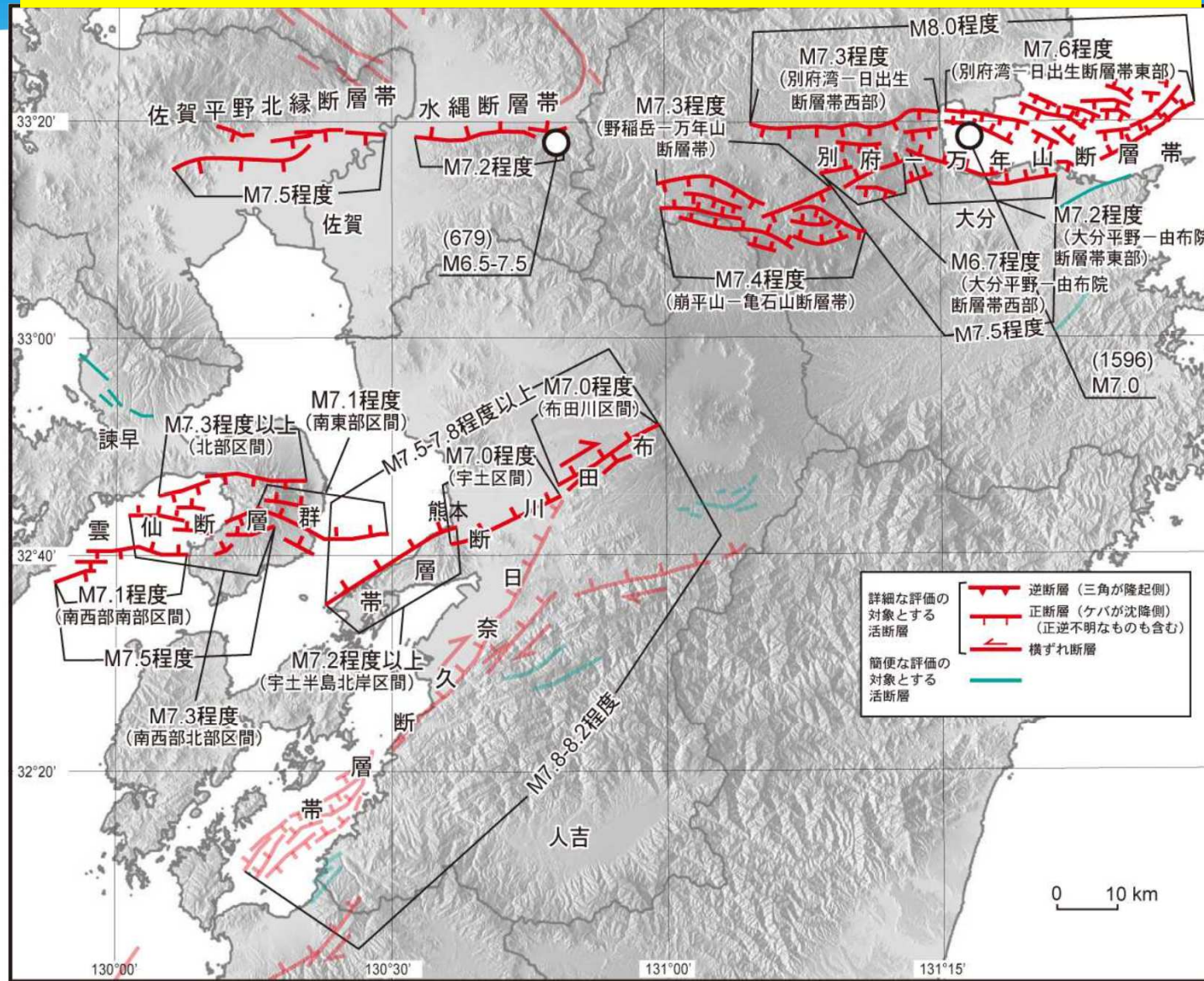


図 16 九州中部の活断層の特性と想定される地震の規模  
九州北部及び南部の活断層は薄色で示す。



# 九州南部の活断層の特性と想定される地震の規模

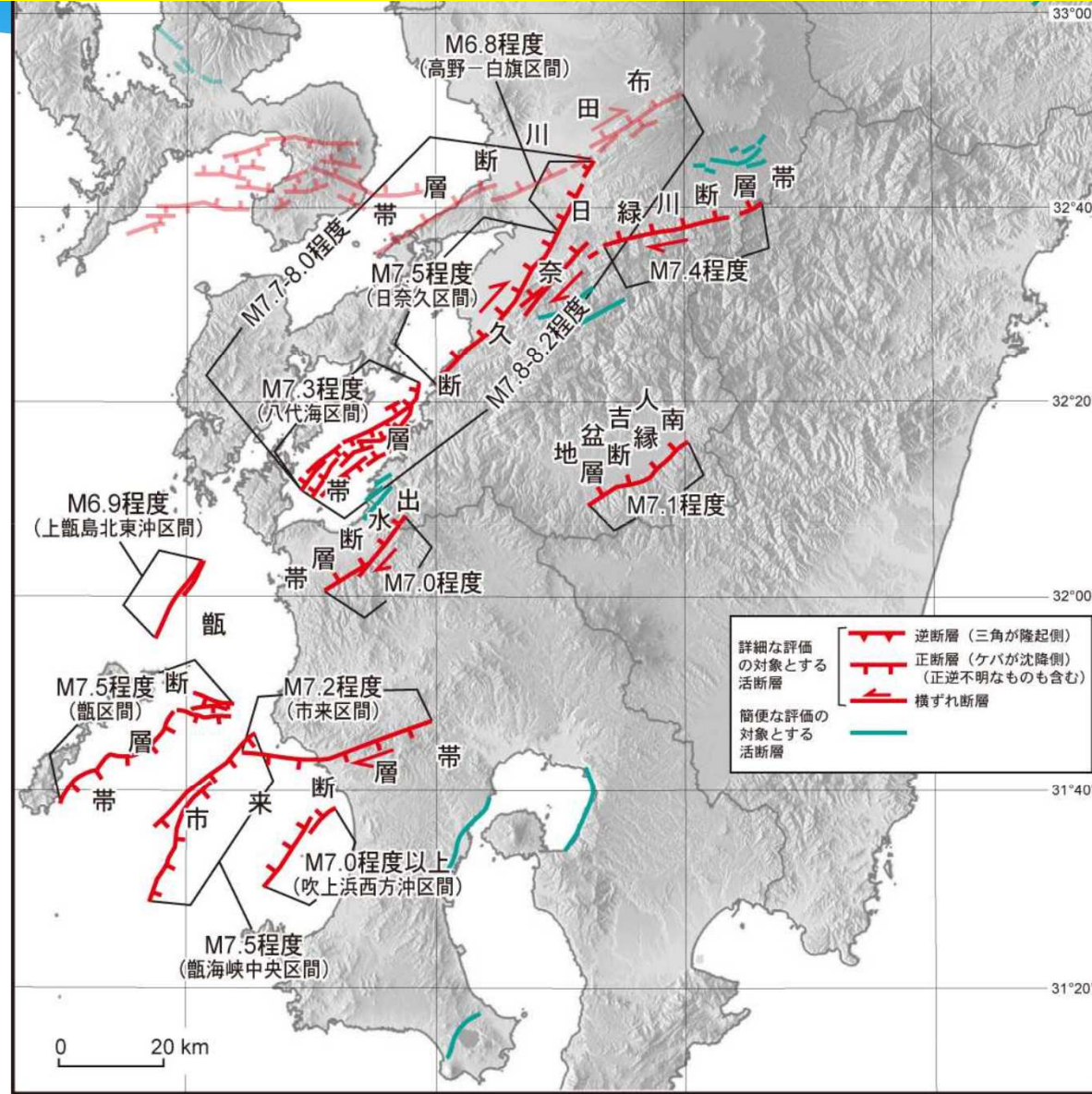


図 17 九州南部の活断層の特性と想定される地震の規模

九州中部の活断層は薄色で示す。

# 地震活動の震央分布図

宮崎・鹿児島太平洋沖  
→海溝型地震

その他九州全域  
→直下型地震

## 直下型地震の特徴

1. 一定の時間をおいて、繰り返し活動する
2. いつも同じ方向にずれる
3. ずれの早さは断層ごとに大きく異なる
4. 活動間隔は極めて長い  
1000年から数万年
5. 長い断層ほど大地震を起こす

国土地理院

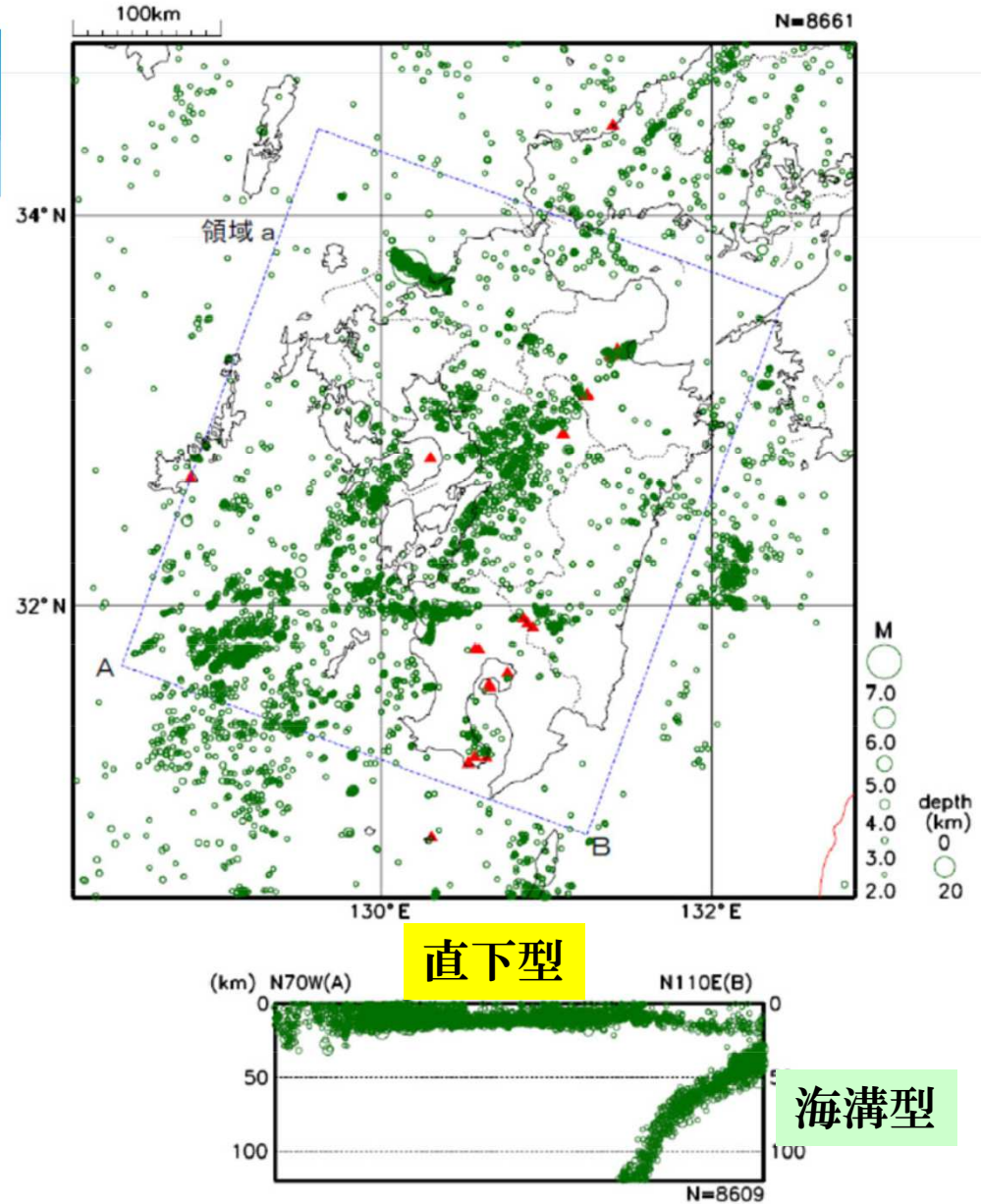


図8-1 九州地域の地震活動の震央分布図(深さ20 km以浅)と領域a内の断面図(深さ0-120 km、A-B面投影)(気象庁作成)

1997年10月1日-2010年12月31日、M $\geq$ 2.0。ただし、期間外の鹿児島県薩摩地方で発生した1997年3月26日の地震(M6.6)及び同年5月13日の地震(M6.4)の震央位置も示している(注11)。▲は活火山。



# 九州の地質構造

構造線で分けられる地質

別府-島原地溝

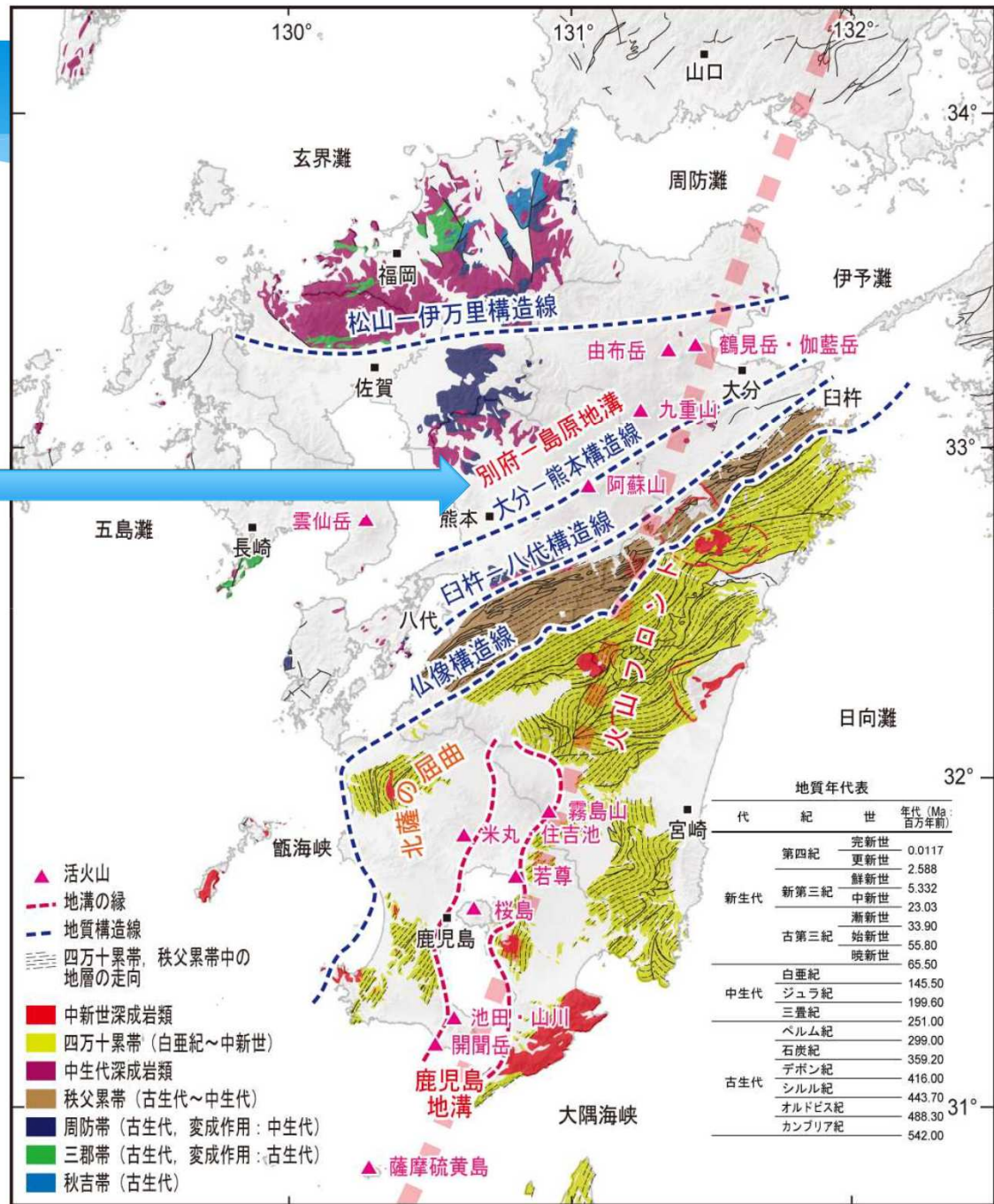


図3-2 九州の地質構造の概略と活火山の分布

# 佐賀でこれから地震が起こる可能性は

## 直下型地震

## 佐賀近郊の活断層

川久保断層(活断層の疑い)  
水縄(みなわ)断層(确实)

水縄断層は、動く間隔が1万2千年程度と非常に長く、最新活動時期は1300年前(西暦679年;筑紫地震)と推測され、断層活動による大規模な地震(マグニチュード7程度)の差し迫った発生の可能性は小さいとの調査結果が発表されています

(佐賀県庁ホームページ)





2016年 4月14日  
21時26分頃

震源地: 熊本県熊本地方  
M6.5 最大震度: 7

# 前震



- 震度 7
- 震度 6強
- 震度 6弱

# 布田川・日奈久断層帯



2016年 4月16日  
1時25分頃

震源地: 熊本県熊本地方  
M7.3 最大震度: 6強

# 本震



- 震度 7
- 震度 6強
- 震度 6弱
- 震度 5強
- 震度 5弱
- 震度 4
- 震度 3
- 震度 2
- 震度 1
- × 震央

# 「2016年熊本地震」(気象庁命名)

1016年4月14日(木)21時26分

震源地:熊本県熊本地方

規模:マグニチュード6.5

震度7:熊本県益城町

震度6弱:玉名市 西原村 宇城市 熊本市東区 熊本市西区 熊本市南区

震度5強:菊池市 宇土市 大津町 菊陽町 御船町 美里町 山都町 氷川町

合志市 熊本市中央区 熊本市北区

震度5弱:高森町 阿蘇市 南阿蘇村 八代市 長洲町 甲佐町 和水町 上天草市

**前震**

1016年4月16日(土)1時25分

震源地:熊本県熊本地方

規模:マグニチュード7.3(兵庫県南部沖地震と同規模)

震度6強:南阿蘇村 熊本中央区 熊本東区 熊本西区 菊池市 宇土市 宇城市

合志市 大津町 嘉島町

震度6弱:阿蘇市 熊本南区 熊本北区 八代市 玉名市 熊本美里町 和水町

菊陽町 御船町 山都町 氷川町 上天草市 天草市 別府市 由布市

震度5強:久留米市 柳川市 大川市 みやま市 佐賀市 神崎市 上峰町 南島原

市 南小国町 熊本小国町 産山村 熊本高森町 山鹿市 玉東町 長洲町

甲佐町 芦北町 豊後大野市 日田市 竹田市 九重町 椎葉村 宮崎美郷

町 高千穂町

**本震**



# 熊本県は地震が発生することを予測していたか

## 熊本県地域防災計画 (地震・津波災害対策編)平成26年度修正

布田川・日奈久断層帯  
連動 M7.9  
単独中部 M7.6  
単独南西部 M7.2

熊本県は十分に予測していた

### (5) 対象地震

本県への被害が大きいと想定される以下の地震を対象に調査を行った。

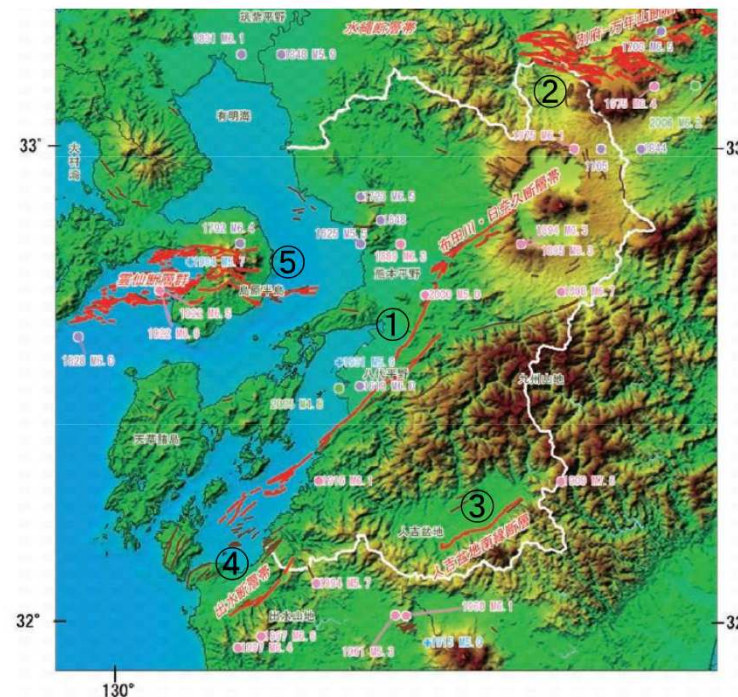
検討対象断層帯等	地震規模	30年以内発生確率
① 布田川・日奈久断層帯 中部・南西部 連動 <参考> 上記震源域単独時：(中部) ：(南西部)	M7.9 (M7.6) (M7.2)	不明 (ほぼ0~6%) (不明)
② 別府・万年山断層帯	M7.3	ほぼ0~3% (最大2.6%)
③ 人吉盆地南縁断層	M7.1	1%以下
④ 出水断層帯	M7.0	ほぼ0~1%
⑤ 雲仙断層群 南東部 津波検討追加： 南西部北部・南西部南部 連動	M7.1 M7.5	不明 不明

地震調査研究推進本部 地震調査委員会 発表

⑥ 南海トラフ (最大値)	M9.0	極めて低い
---------------	------	-------

内閣府 中央防災会議 発表

熊本県周辺の主要活断層 (図面上の丸数字は上表の検討対象地震)



# 被害想定

**布田川・日奈久断層連動型 M7.9**  
**タイプ 活断層**  
**県内の最大想定震度 震度7**  
**津波波高 1.2m**  
**全壊棟数 揺れ 11,700**  
**急傾斜地崩壊 250**  
**津波 39,000**  
**半壊棟数 揺れ 37,500**  
**道路 落橋・倒壊 50橋**  
**亀裂・損傷 110橋**

## 実際の被害

**布田川・日奈久断層単独型 M6.5 M7.3**  
**タイプ 活断層**  
**県内の最大想定震度 震度7**  
**全壊棟数 揺れ 6,905**  
**半壊棟数 揺れ 19,877**  
 (毎日新聞西部朝刊6月2日)  
**道路 跨道橋・阿蘇大橋落橋**  
**段差 多数**

**想定より小さな地震小さな被害**

### 3. 被害想定結果

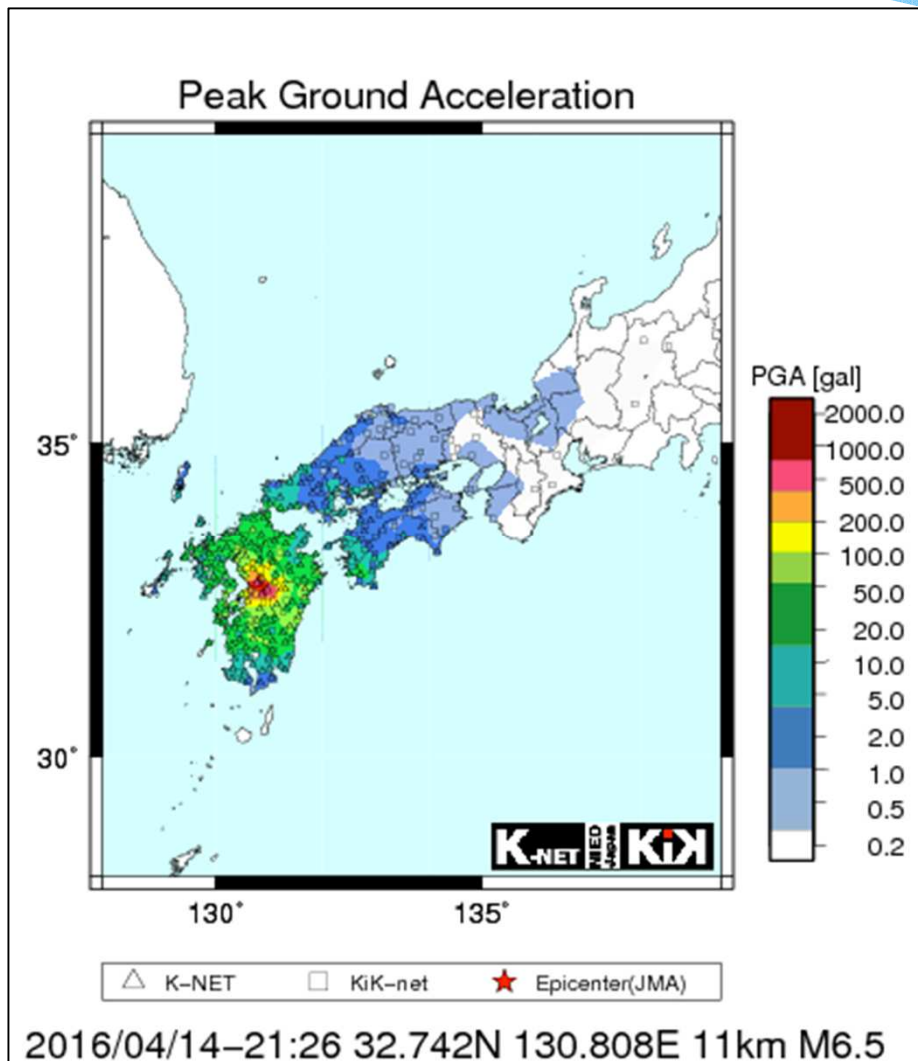
この調査により想定された被害は、次のとおりである。

項目	布田川・日奈久断層帯 中部・東西部断層型 (注1)	別府・万年山断層帯 (注5)	人吉岩地南断層帯	出水断層帯	豊后断層帯 南東部断層	南海トラフ 最大値		
地震の規模 及びタイプ等	規模	マグニチュード7.9	マグニチュード7.3	マグニチュード7.1	マグニチュード7.0	マグニチュード9.0		
	タイプ	活断層	活断層	活断層	活断層	プレート型		
	県内の最大想定震度	震度7	震度6強	震度7	震度6強	震度6弱		
	津波	津波高(TP:m)	3.4 TP:m	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	3.5 TP:m	
	津波波高(m)	1.2 m	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	2.0 m		
建物被害 (一般建物)	全壊棟数	計	28,000 棟	410 棟	5,400 棟	560 棟	11,500 棟	16,900 棟
		浸伏化	3,600 棟	230 棟	780 棟	480 棟	1,100 棟	3,300 棟
		倒れ	11,700 棟	160 棟	4,300 棟	50 棟	20 棟	20 棟
		急傾斜地崩壊	250 棟	10 棟	20 棟	10 棟	- 棟	30 棟
		津波	12,400 棟	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	10,300 棟	15,000 棟
	地震火災	120 棟	10 棟	270 棟	10 棟	- 棟	50 棟	
	半壊棟数	計	82,300 棟	1,400 棟	11,400 棟	1,200 棟	40,900 棟	55,900 棟
		浸伏化	5,200 棟	290 棟	1,200 棟	720 棟	1,700 棟	5,000 棟
		倒れ	37,500 棟	1,000 棟	10,200 棟	420 棟	470 棟	3,200 棟
		急傾斜地崩壊	540 棟	30 棟	30 棟	10 棟	- 棟	70 棟
津波		39,000 棟	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	38,700 棟	47,600 棟	
建物被害 (建群施設)	全壊棟数	20 棟	- 棟	- 棟	- 棟	10 棟	20 棟	
	半壊棟数	100 棟	- 棟	10 棟	- 棟	70 棟	100 棟	
交通・輸送施設	道路	大被害(落橋・倒壊)	50 橋	10 橋	40 橋	- 橋	- 橋	
		中小被害(亀裂・損傷)	110 橋	10 橋	70 橋	- 橋	- 橋	
		浸水道路延長	3,000 km	0 km	0 km	0 km	930 km	1,100 km
	鉄道	大被害(落橋・倒壊)	10 橋	- 橋	- 橋	- 橋	- 橋	
		中小被害(亀裂・損傷)	40 橋	- 橋	- 橋	- 橋	- 橋	
		浸水道路延長	20 km	0 km	0 km	0 km	20 km	30 km
	海岸・港湾	(沿岸)被害岸数	540 岸壁	- 岸壁	- 岸壁	40 岸壁	40 岸壁	海岸出(注3)岸壁
		(港湾)被害岸数	280 岸壁	- 岸壁	- 岸壁	30 岸壁	30 岸壁	海岸出(注3)岸壁
	上水道	断水人口(震災直後)	789,800 人	16,000 人	60,400 人	6,700 人	16,400 人	海岸出(注3)人
		浸水施設数	30 施設	0 施設	0 施設	0 施設	20 施設	20 施設
下水道	断水人口	28,200 人	690 人	3,100 人	250 人	2,100 人	18,200 人	
	浸水施設数	20 施設	0 施設	0 施設	0 施設	20 施設	20 施設	
電力	停電軒数	61,500 軒	610 軒	7,700 軒	790 軒	22,700 軒	37,600 軒	
	浸水施設数	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	
電話・通信	不通戸数	1,100 本	20 本	200 本	20 本	420 本	700 本	
	浸水施設数	20 施設	0 施設	0 施設	0 施設	10 施設	20 施設	
都市ガス	供給停止戸数	25,100 戸	- 戸	- 戸	- 戸	- 戸	- 戸	
	浸水施設数	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	
LPガス	供給停止戸数	1,800 戸	40 戸	200 戸	- 戸	10 戸	40 戸	
	災害後搬入の発生量	5,502,100 t	82,200 t	820,300 t	74,900 t	2,542,200 t	3,755,300 t	
危険物・コンピート施設	被災施設数	0 施設	- 施設	- 施設	- 施設	- 施設	- 施設	
	浸水施設数	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	0 施設	
人的被害	死者数	計	960 人	10 人	200 人	- 人	110 人	120 人
		倒れ	730 人	10 人	280 人	- 人	- 人	- 人
		急傾斜地崩壊	20 人	- 人	- 人	- 人	- 人	- 人
		津波	140 人	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	110 人	120 人
		地震火災	70 人	- 人	20 人	- 人	- 人	- 人
	重傷者数	計	4,700 人	60 人	750 人	10 人	1,300 人	1,800 人
		倒れ	3,200 人	60 人	740 人	10 人	- 人	- 人
		急傾斜地崩壊	20 人	- 人	- 人	- 人	- 人	- 人
		津波	1,500 人	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	1,300 人	1,800 人
		地震火災	10 人	- 人	- 人	- 人	- 人	- 人
負傷者数	計	22,700 人	290 人	2,900 人	70 人	5,500 人	5,700 人	
	倒れ	18,200 人	280 人	2,900 人	70 人	240 人	1,300 人	
	急傾斜地崩壊	30 人	- 人	- 人	- 人	- 人	- 人	
	津波	3,500 人	対象外(注2)	対象外(注2)	対象外(注2)	3,200 人	4,400 人	
	地震火災	20 人	- 人	10 人	- 人	- 人	- 人	
災害時要援護者の死者数(注4)	420 人	10 人	140 人	- 人	80 人	50 人		
避難者数	避難生活者数	198,000 人	3,400 人	15,100 人	2,300 人	11,000 人	17,200 人	
	避難者数	84,000 人	1,800 人	8,100 人	1,200 人	5,900 人	9,300 人	
	帰宅困難者数	90,700 人	24,400 人	9,800 人	1,200 人	5,900 人	90,300 人	

(注1) ここでは、冬の夜(午前3時)、風速1m/秒の際の被害を記載。  
 (注2) 別府・万年山断層帯、人吉岩地南断層帯、出水断層帯では、津波による被害は想定対象としていない。  
 (注3) 被害想定に必要な条件が中央防災会議より公表されなかったためで推定していない。  
 (注4) 災害時要援護者の死者数は全体の半数である。  
 (注5) 布田川・日奈久断層帯 中部・東西部断層型と、別府・万年山断層帯では、項目ごとに被害が最大となるケースの被害数を記載している。  
 (注6) 地震・津波被害想定は、想定した地震や津波が発生すると、どのような被害が発生するか確率、統計と過去のデータから推定したものである。

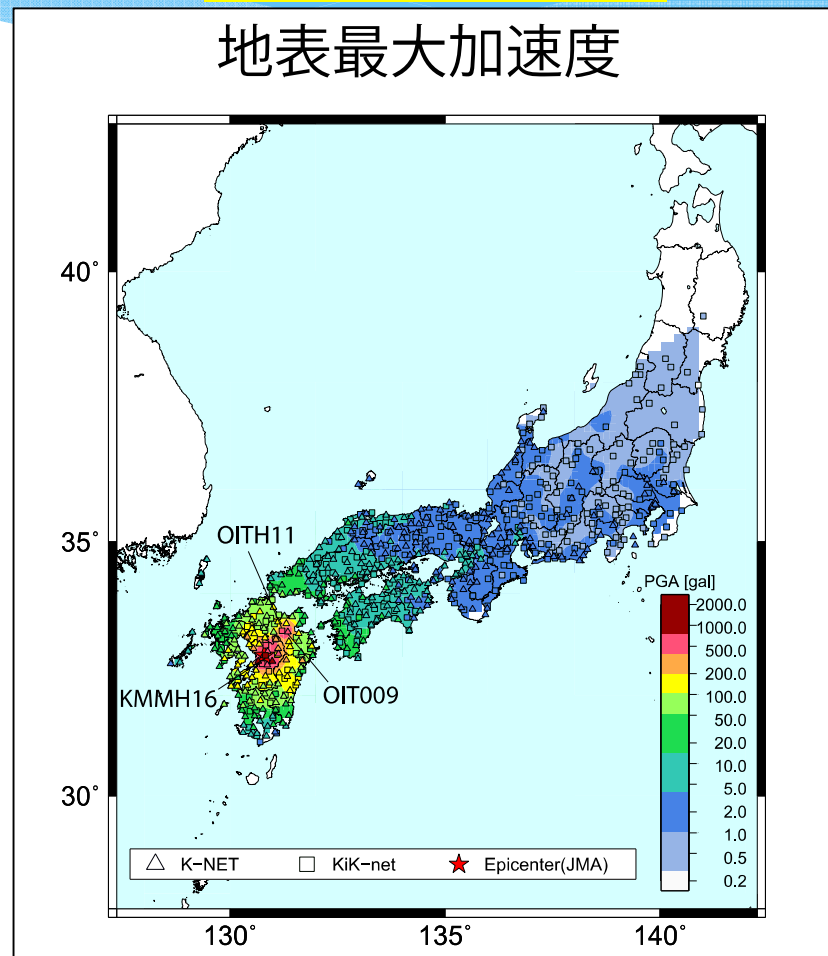
# 熊本地震地震加速度

前震：4月14日 M6.5



最大加速度1580gal(3成分合成)

前震：4月14日 M7.3



最大加速度1362gal(3成分合成)



## 設問2. 建物設計基準を変更する必要があるか

これまでの災害から学んできたこと

常識が覆されてきた歴史→学習し→備える

### 建築設計

1968年 十勝沖地震M7.5

鉄筋コンクリート建造物の**崩壊**

関東大震災 レンガ, 木造 **崩壊**  
鉄筋コンクリート **安全**

1978年 宮城県沖地震M7.4 同じ事象



1981年 建築基準法施行令大改正

現在も同じ設計法: 阪神淡路大震災にも耐えたと言語

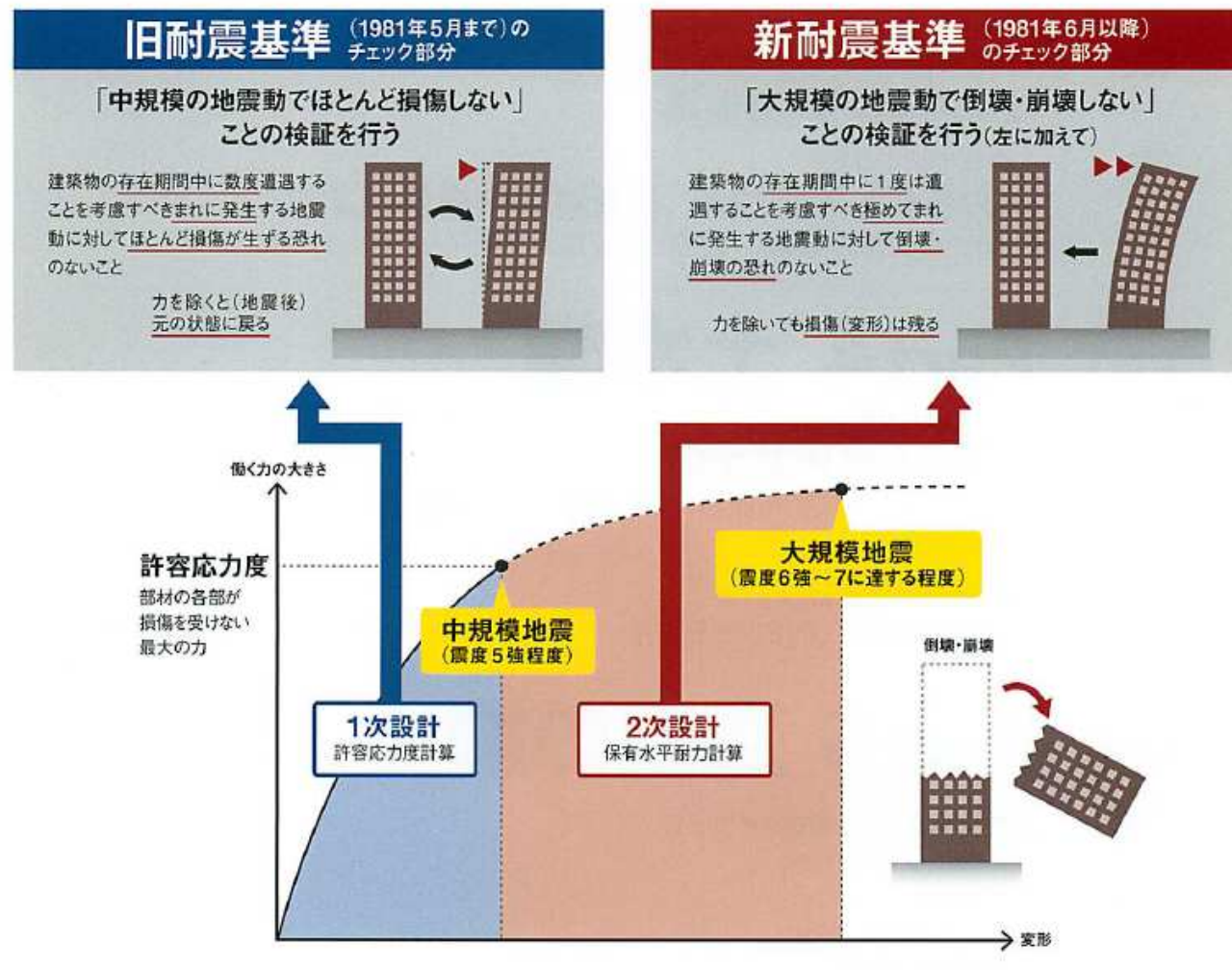


レベル I : 壊れない  
そのまま使える

レベル II : 倒壊しない  
使えなくなることを覚悟

### 1 新耐震基準と旧耐震基準

1981年に構造設計が大転換

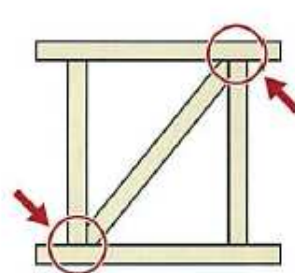


## 2 木造住宅の「2000年基準」

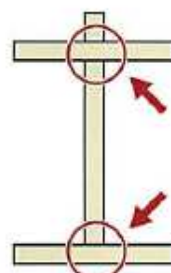
### 阪神大震災受け木造の接合部を強化

1995年の阪神・淡路大震災による建物の被災状況を踏まえ、2000年には木造住宅の耐震性に大きく影響を与える建築基準法の法令改正があった。木造住宅に関する仕様規定が大幅に強化され、「2000年基準」とも呼ばれる。

その代表例が継ぎ手・仕口の接合方法だ。継ぎ手・仕口は、それまでも建築基準法施行令に規定があった。しかし、どのような部位にどのような方法で緊結するのかを具体的に定めていない、いわば「あいまいな」規定だった。2000年基準では、そうした規定を主に告示で強化した。具体的に規定された部位は、筋かいの端部、軸組の柱脚と柱頭の仕口。構造計算が例示仕様のどちらかによる方法を選べる形



筋かいの端部



柱脚と柱頭の仕口



AとBの壁量のつり合いをよくする

だ。例示仕様では、例えば筋かいの仕様に合わせてクギやかすがい、接合金物などを使った接合方法を定める。

2000年基準では、耐力壁の配置方法も明確化した。軸組（耐力壁）については建築基準法施行令で「つり合いよく配置しなければならない」と示されていたもの

の、改正前はその「つり合いのよさ」を確認する方法を規定していなかったからだ。つり合いのよさを確認する2種類の方法を定めた。1つは構造計算によって偏心率が0.3以下であることを確認する方法。もう1つが簡単な計算で側端部分の壁量のつり合いをチェックする方法だ。

## アイエス 3 Is値

### 「0.6以上」が安心の目安

鉄骨造や鉄筋コンクリート造などの建築物で、耐震性能を表す指標として「Is値」がある。地震力に対する建物の強度やじん性（変形能力や粘り強さ）が大きいほど、Is値も大きくなる。つまり、耐震性能が高くなるといえる。

Is値は既存建物の耐震診断を行うこと

$I_s < 0.3$

地震に対して倒壊または崩壊する**危険性が高い**

$0.3 \leq I_s < 0.6$

地震に対して倒壊または崩壊する**危険性がある**

$0.6 \leq I_s$

地震に対して倒壊または崩壊する**危険性が低い**

で算出できる。補強が必要な場合の目安としても検討される数値だ。Is値が低くなるのは、建物の強度が低く粘り強さも弱い場合だけではない。建物形状やバランスが悪い場合や、建物の劣化が激しい場

合も、Is値は低くなる。

Is値の目安としては、0.6以上ならば地震に対して倒壊または崩壊する危険性が低い。逆に0.3未満だとそうした危険性が高い建物だと判断される。



## 震度7が2回連続したことの異様さ

前震で外装が剥がれ、  
本震で1階が崩壊

この異様さに備えるか？



十分に耐えた建物がある

徹底的に調査する必要

- 2000年基準でも倒壊(最大17棟)
- 前震で耐えるも本震で倒壊
- 筋交い破断と柱の引き抜きが多発
- 盛土と川沿いで顕著な被害

→ 施工不良の割合は





# 建築基準法施行令第88条

## 地震係数

その地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度及び地震活動の状況  
その他地震の性状に応じて一・〇から  
〇・七までの範囲内において国土交通大臣が定める数値

地震の少ない地域は地震力を小さくして良い

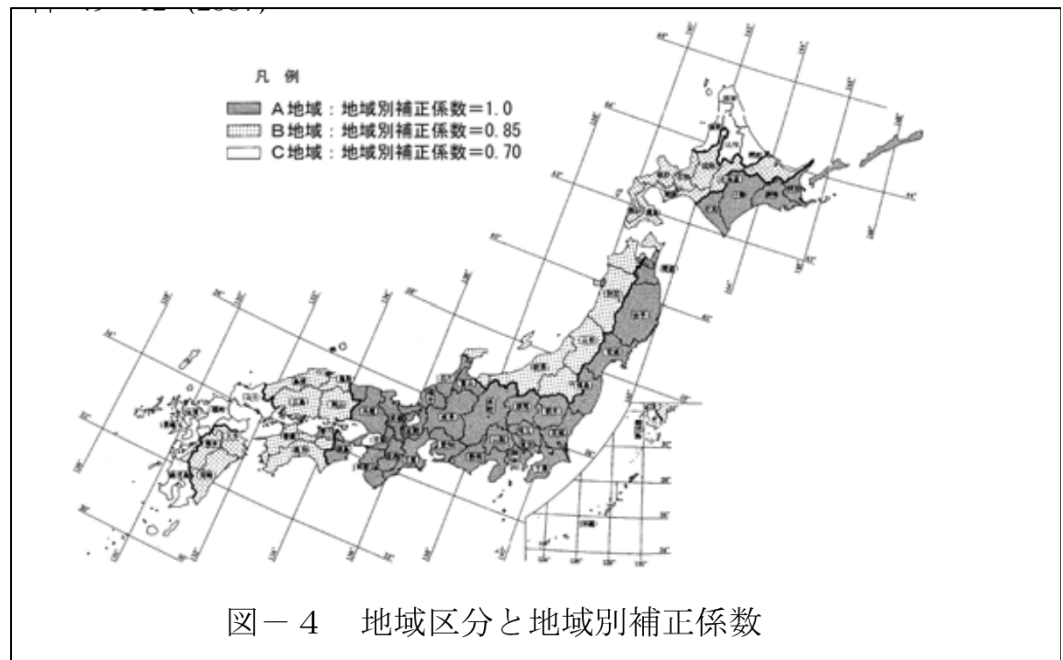
## 改訂される可能性あり

震度7が来る可能性が高い  
ところでは変更する必要→  
非常に局所的→県単位で  
決めることが適当か

## 同じ考え方

## 道路橋示方書

九州は0.85と0.7



## 設問3. 橋梁被害が少なかった理由は

### 橋梁耐震の流れ

1995年 阪神淡路大震災M7.3

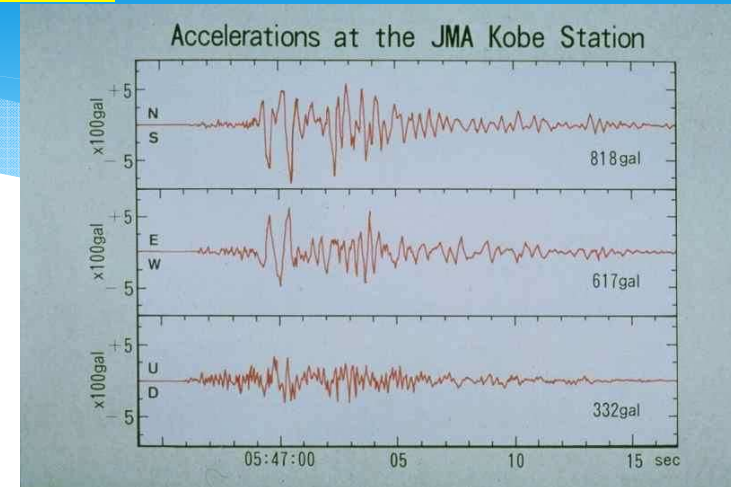
直下型地震が都市を襲う

想定外 加速度**800ガル超**

道路橋**大崩壊**

2002年 道路橋示方書の大改訂

- 3つの想定地震
- 構造物の一生に一度は出会う  
全く被害を起こさせない
  - 出会うと壊滅的な被害が起こる  
直下型地震  
海洋型地震  
修復すれば使用可能  
または 倒壊して第三者を傷つけない





# 阪神淡路大震災：橋脚が破壊



橋脚が完全破壊



鉄道橋も崩落



崩落の危険性



落橋



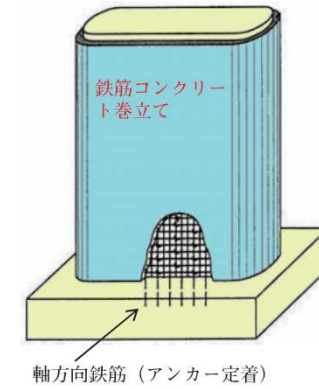
# 阪神淡路大震災以降： 全ての橋脚を補強



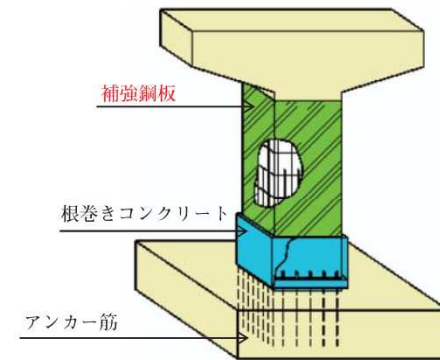
鉄筋コンクリート巻立て



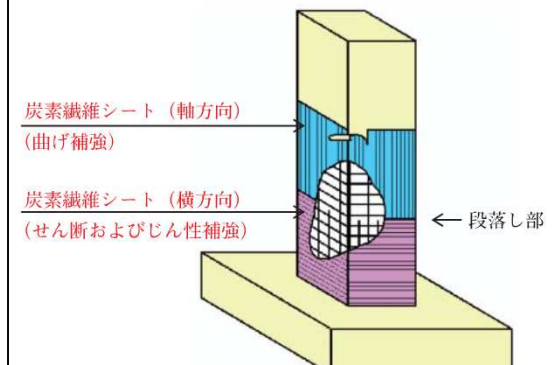
落橋防止装置



鉄筋コンクリート巻立て工法



鋼板巻立て工法



繊維材巻立て工法

# 道路・橋梁被害情報速報

平成28年4月17日5:00現在

熊本地震道路被害状況		平成28年4月17日5:00現在	
種別	路線名	区間名	被災状況
高速道路	九州自動車道	植木IC～八代IC	路面陥没、路面段差、路面隆起、路面クラック等多数発生 橋梁ジョイント部段差 4橋 緑川PA付近で跨道橋(熊本県道)落橋
	大分自動車道	日田IC～大分IC	湯布院IC～日出JCTで土砂崩落 4月16日20:00通行止め解除
直轄国道	国道3号線	松橋跨線橋	20cm段差
	国道57号線	南阿蘇村	土砂崩落等
		立野跨線橋	50cm段差
		宇土跨線橋	30cm段差
		江津斉藤橋	7cm段差
国道210号線	天瀬町～玖珠町	落石の恐れ	
補助国道	国道445号	御船町	法面崩壊
	国道443号	益城町	路面陥没
	国道442号	大分市木上	落石
	国道212号	日田市大山町	落石
	国道325号	阿蘇村川陽	落橋
	その他多数		落石、法面崩壊、ボックス段差、壁面崩壊、坑口部異常、陥没、亀裂
熊本県道		82区間通行止め	落石22、橋梁段差15、路面亀裂6、路面段差10、路面陥没1、法面崩落11 路肩亀裂2、トンネル崩落1、落橋1、橋台ずれ1 その他
大分県道		20区間通行止め	落石13、法面崩落1、路面亀裂2、路面陥没1、電柱倒壊1、家屋崩壊2
宮崎県道		6区間通行止め	落石6
福岡県道		1区間通行止め	落石1
熊本市道		23区間通行止め	橋梁段差9、法面崩壊2、路面陥没5、路面段差1、橋梁ずれ1、落石1など 赤字：橋梁が原因と考えられる通行止め

橋脚破壊による通行止めは1例も無し



# 今回は話題にならなかった液状化

1964年 新潟地震M7.5

砂上の楼閣→砂地盤は強い→液状化現象  
直接基礎



阪神淡路大震災でも東日本大震災でも今回も繰り返された液状化





# 緩詰めめの砂地盤はどこでも液状化の可能性がある

液状化は砂が緩く堆積している地盤で起こる

佐賀でも起こったことがある

佐賀平野の東側では砂層があるので液状化の可能性はある

有明粘土地盤では液状化は発生しない

玄海灘側は  
嚴重に注意  
すべき

白砂青松の地  
唐津、福岡、海ノ中道

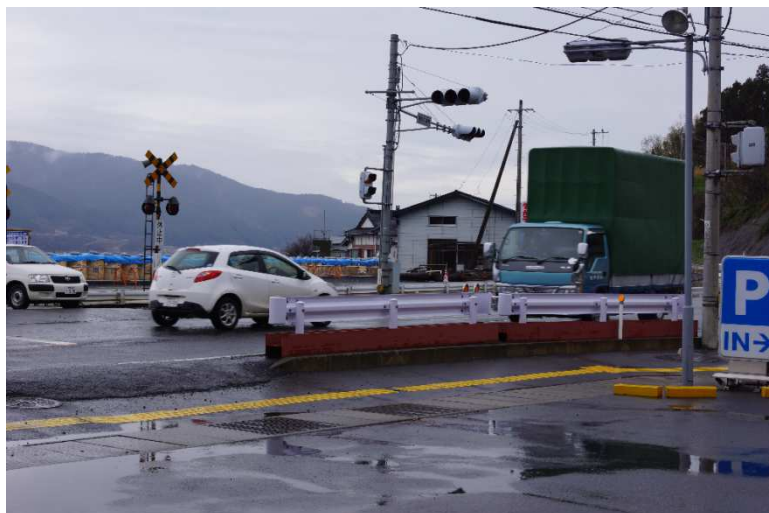
## 液状化のメカニズム



# 佐賀では津波の心配はないの？

心配ない

- ①津波の発生源から遠い
- ②有明海は湾口が小さい



湾口が狭くて無傷だった浜(宮城県石巻市万石浦)



極めて特異な津波

1792年 島原大変・肥後迷惑

雲仙眉山崩壊

土砂に流出5000人死亡

津波10000人死亡

高潮防潮堤で守れる

# 熊本地震の特異性

これまで考えてきた地震とは違う変なやつ！

- 九州で震度7が起こるとは考えていなかった  
地域係数：建築0.8、道路橋0.7(せいぜい震度6弱)
- 本震と思われた地震の後に、本物の本震が来た  
後で大きな地震がくるとは考えていない。エネルギー16倍
- 余震の恐怖心が人々の動きを決めた  
前震の時の避難者数1万 本震のとき10万超、車中泊
- 震度7を2回受けるような耐震設計法はない  
前震の震度7で持ちこたえた建物が本震の震度7で倒壊
- 建築基準法施行令1981以降の建物も倒壊  
マイナーチェンジをやった2000年以降も同様



# 熊本地震から分かったこと

## これまでの耐震補強の取り組みは有効だった

- 橋脚の破壊はほぼゼロ

橋梁被害はシューに集中、地盤は予測不能

- 倒壊した家屋は非常に狭い幅の中

震度6強ではほぼ倒壊していない(ただし住めない家が多い)

2000年基準で倒壊した家屋は数百mの狭い帯状に分布

## 想定以上の被害も数多く起こった

- 水道被害が大きかったのが最も痛かった

埋設管の耐震化遅れ 水がなくて避難した人が多数

- 地盤の移動(断層線と斜面崩壊)で大きな被害が発生

地盤被害は予測困難 復旧は地元力で可能

# 今後検討すべき課題

## 熊本地震から本当に学ぶべきことは

### ★災害が発生する前の準備(減災対策)

- どのような災害を想定するか
- 災害が発生したときになすべきことのシミュレーション  
発生から復旧まで→タイムライン
- 行政と住民協働の「防災訓練」

### ★熊本地震では有効に機能したか

- どのような想定外が発生したか
- 防災計画の検証と見直し
- 他都市・他地域における防災計画の見直し

当事者(被災者・行政)が作業に入るにはもう少し時間が必要



ご清聴ありがとうございました