

知っておきたい地震の知識
～データセンターからエンジニアの
ご自宅まで～

大竹和生 (黒幕： 笹部哲郎)



**地震による被害が
なくなることが祈って**

Introduction

地震は珍しいもの？

日常起こっているもの

Q: 1年間に日本全国で人が感じるような地震は何回くらい？

1. 100回

2. 500回

3. 1500回

A: 3

2006年	1343回
2007年	2098回
2008年	1904回
2009年	1629回
2010年	1313回
2011年	9723回
2012年	3139回
2013年	2387回
2014年	2052回
2015年	1842回

平均: 5回/日

地震は珍しいもの？

日常起こっているもの

Q: 1年間に日本全国で人が感じるような地震は何回くらい？

では震度4以上は？(多くの人が恐怖感)

2006年	1343回
2007年	2098回
2008年	1904回
2009年	1629回
2010年	1313回
2011年	9723回
2012年	3139回
2013年	2387回
2014年	2052回
2015年	1842回

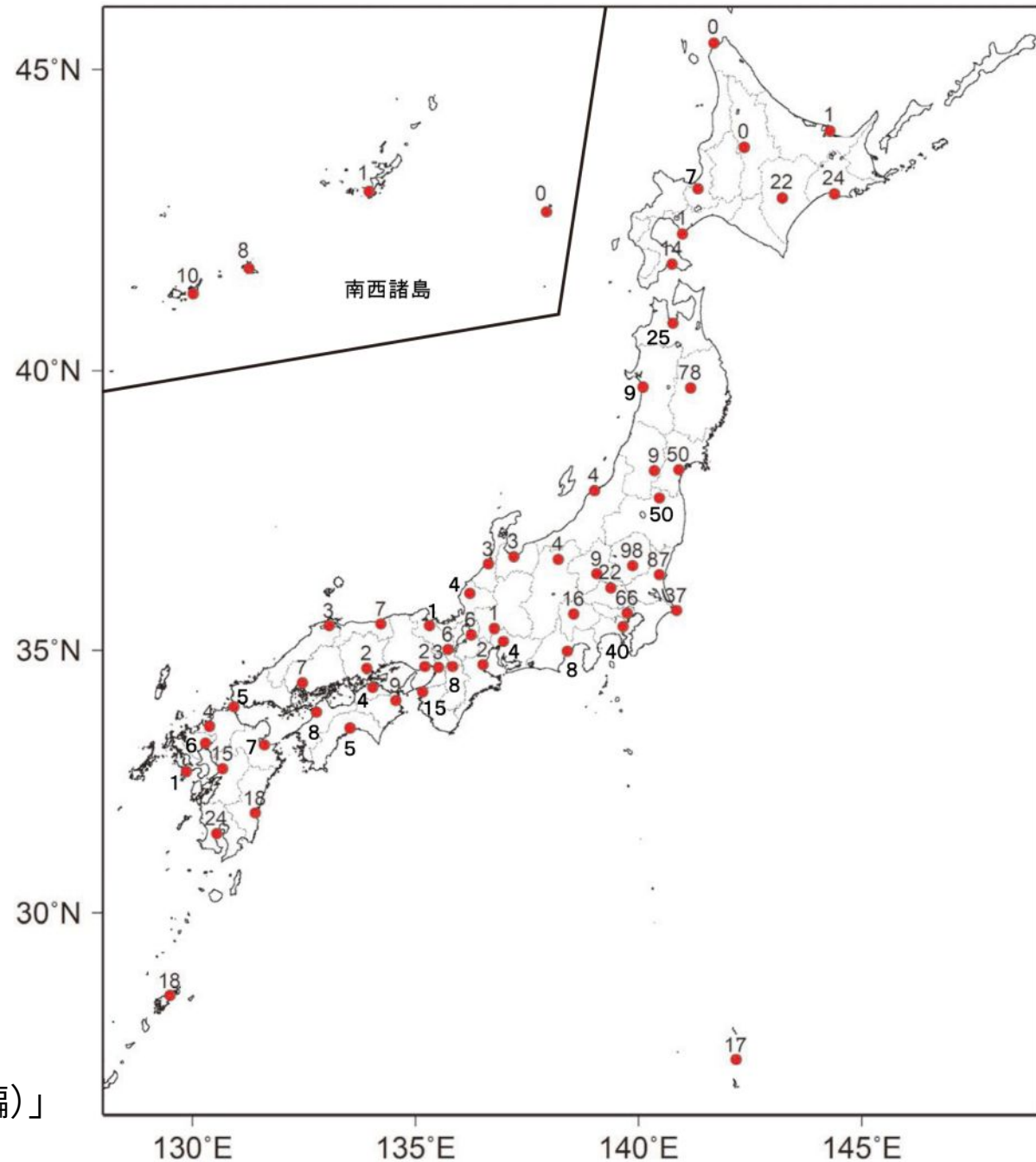
2006年	28回
2007年	57回
2008年	42回
2009年	40回
2010年	37回
2011年	316回
2012年	81回
2013年	64回
2014年	55回
2015年	44回

(震度1以上) 平均: 5回/日

平均: 1回/週

2015年に主な観測点で震度1以上を観測した回数分布

(主な観測点: 全国の主な気象官署(気象庁本庁、父島気象観測所、日本海海洋気象センター、管区気象台、沖縄気象台、地方気象台、測候所)で震度観測を行っている地点)



図は「平成 27 年 12 月 地震・火山月報(防災編)」
(気象庁)より

「地震」と「震災」は違う

- 関東大震災
 - 1923 年関東地震（大正関東地震）
- 阪神淡路大震災
 - 平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震
- 東日本大震災
 - 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震

気象庁の被害地震命名基準について

- 1 地震の規模が大きい場合
 - 陸域： M 7.0 以上（深さ 100km 以浅）かつ最大震度 5 弱以上
 - 海域： M 7.5 以上（深さ 100km 以浅）、かつ、最大震度 5 弱以上または津波 2m 以上
- 2 顕著な被害（全壊 100 棟程度以上など）が起きた場合
- 3 群発地震で被害が大きかった場合等



首相官邸



Prime Minister of Japan and His Cabinet

言語選択 ▶ English ▶ 中文

文字サイズの変更

中

大



総理大臣

記者会見

閣議

国の政策

歴代内閣

[首相官邸トップ](#) > [閣議](#) > [平成23年](#) > 平成23年4月1日(金)持ち回り閣議案件



平成23年4月1日(金)持ち回り閣議案件

印刷

一般案件

東北地方太平洋沖地震による災害の呼称について

(内閣官房)

震災は社会システムの 一番弱いところを狙う

- 関東大震災（大正関東地震）
 - 火災
- 阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）
 - 建物倒壊
- 東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）
 - 津波
- 次は？

「地震」には耐えたけど 「震災」に負けた？

- 地震の揺れによるデータセンターの被害はありませんでした
 - よかったよかった
- 電気は？水は？ネットワークは？発発の燃料は？
- オペレータは？



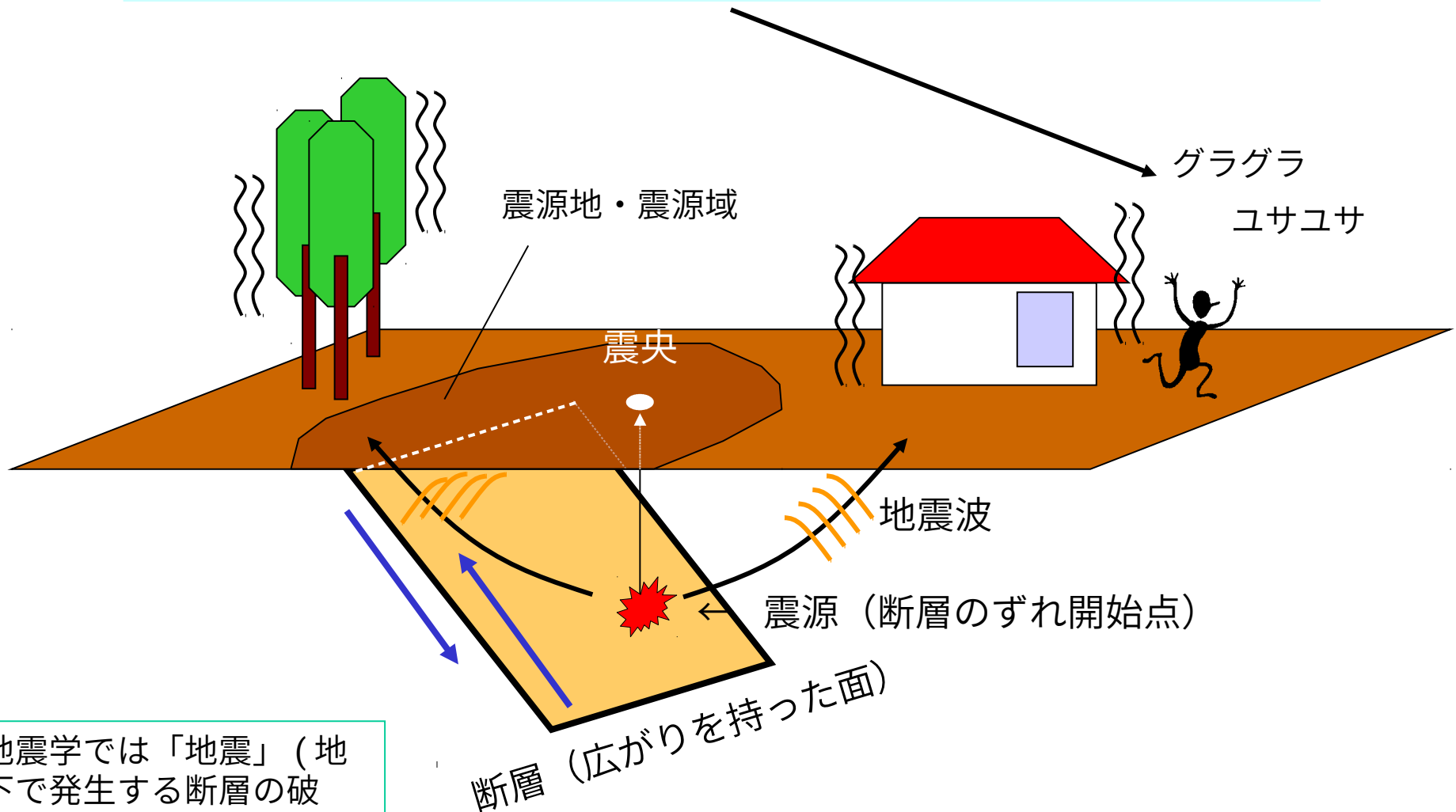
大

ふまは
ゆひ

も
し
ん
京

地震の基礎

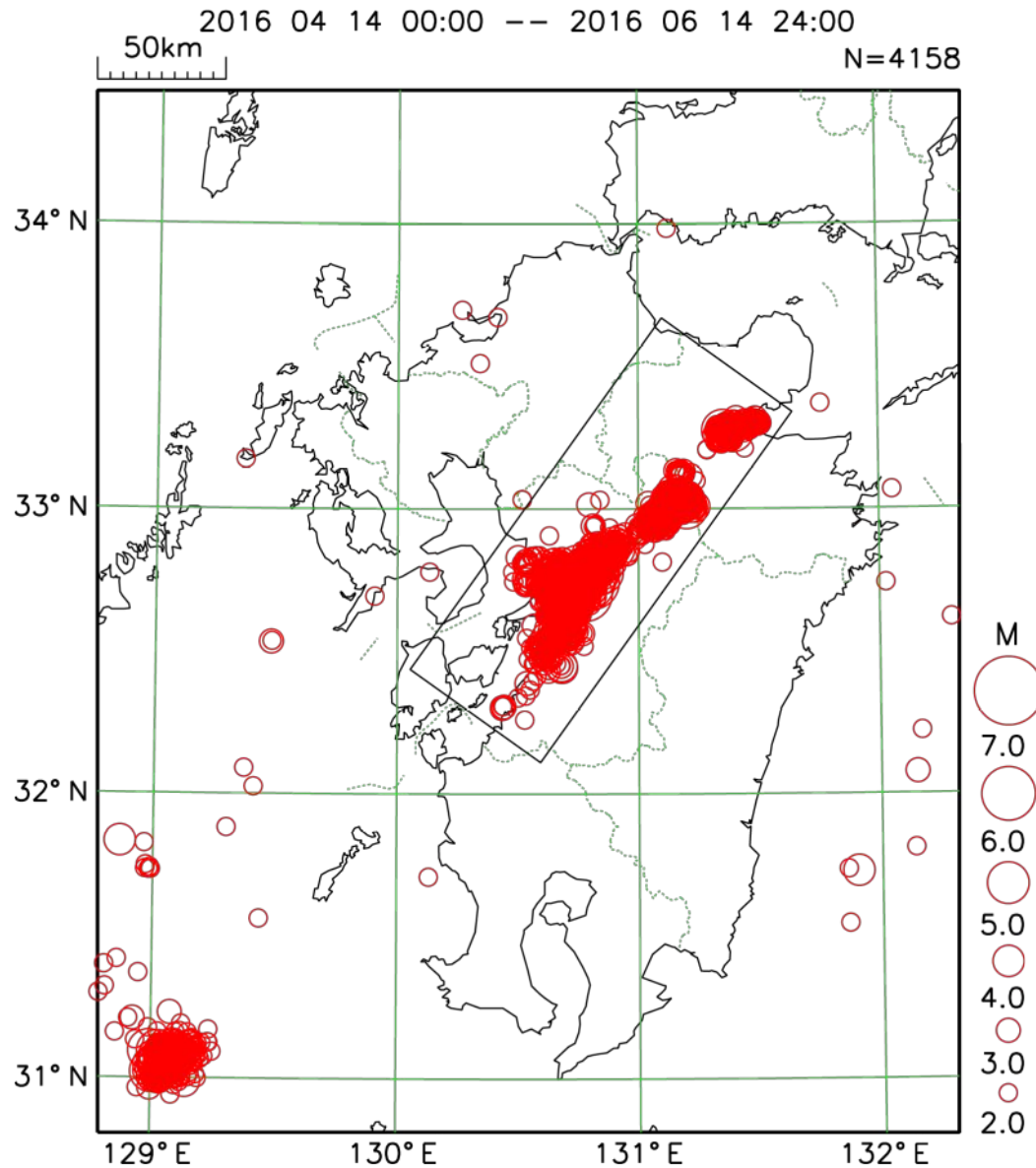
地震動 (地震動と地震は混同されることが多い)



地震学では「地震」(地下で発生する断層の破壊)と「地震動」(地震によって発生する地面の揺れ)を区別します。

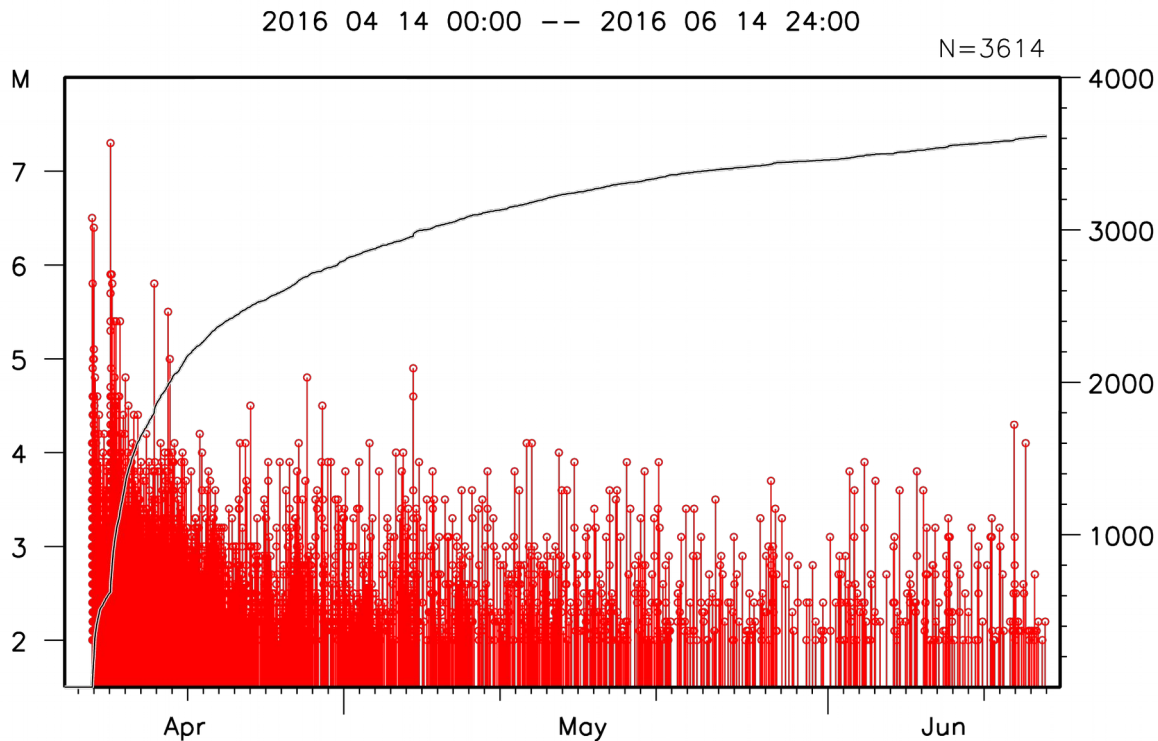
地震＝地下で発生する断層のずれ現象

典型的な地震活動



気象庁一元化震源を使用

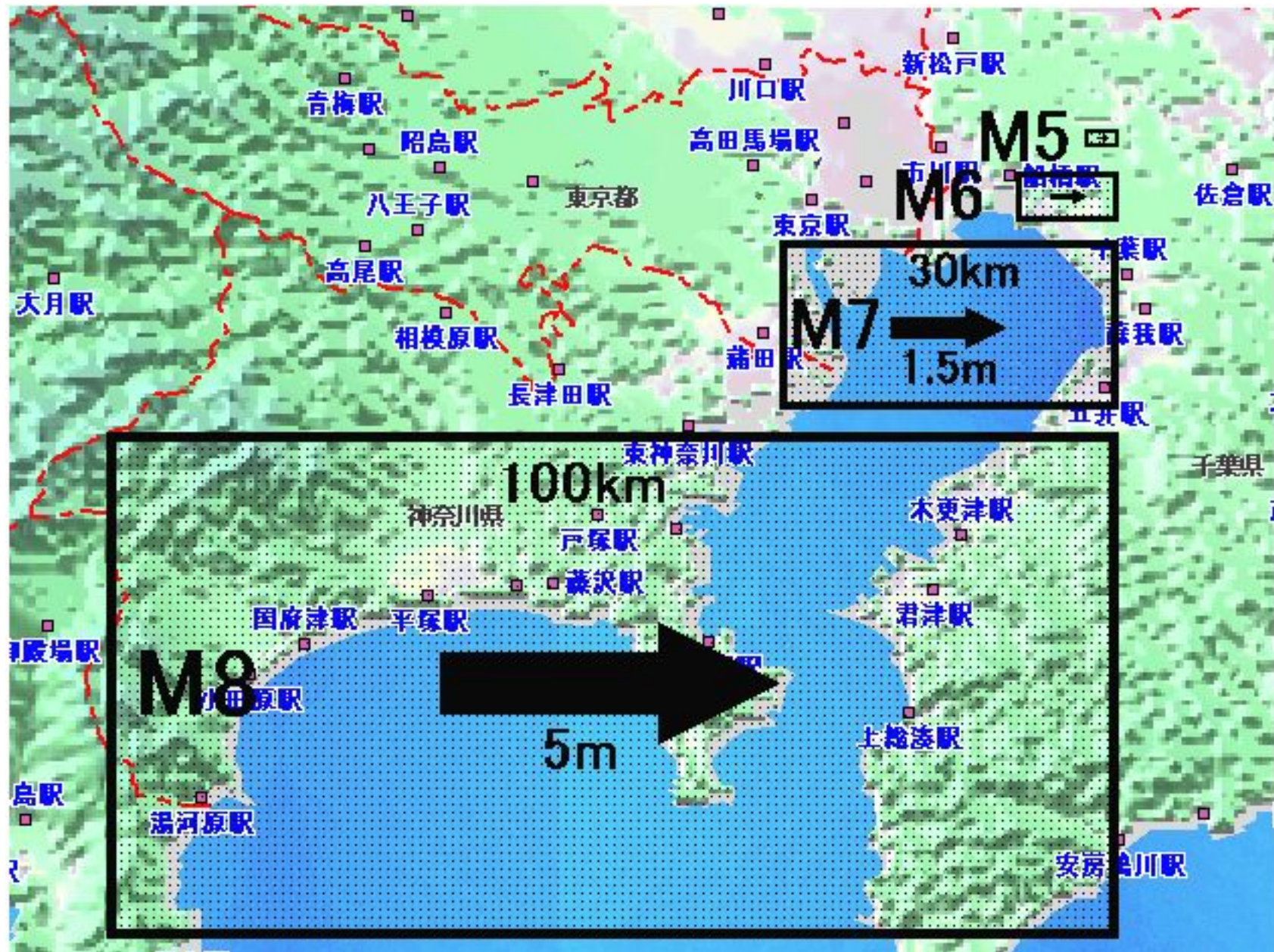
典型的な地震活動



大きな地震が発生した後は「余震」と呼ばれる小さめの地震が数多く発生します。

余震の数は徐々に少なくなっていくますが、そんな中でも規模の大きな地震が起きることもあります。

マグニチュード別の断層面の広がり



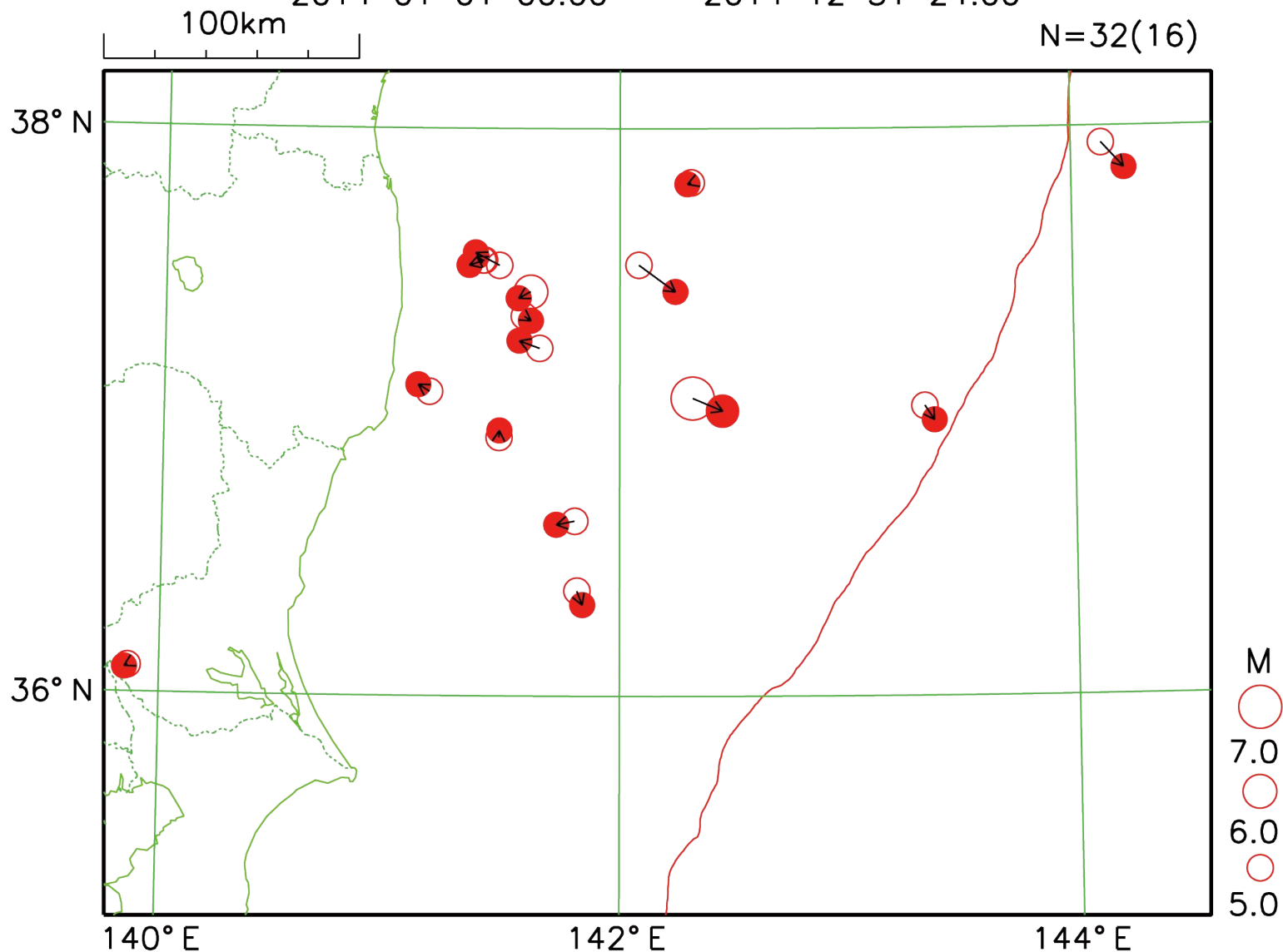
図は http://www.hinet.bosai.go.jp/about_earthquake/sec2.2.html より引用

震源の精度

ツイッターなどでは、公表された震源の位置をそのまま地図上に落とすことが行なわれているようです。たとえば 6 月 30 日に東京都 23 区で発生した地震の震央、北緯 35.7° 、東経 139.6° は西荻窪のある民家を指し示しています。この家の地下で何か起こっていると考えるのは正しいのでしょうか。

気象庁一元化震源と USGS の震源を比較

2014 01 01 00:00 -- 2014 12 31 24:00



○: 気象庁一元化震源, ●: USGS PDE 震源

震源の精度

- 使用する観測点・地下の速度構造などによって震源計算結果は変わる
- 「震源」は破壊開始点
 - M3.4 なら断層長は 0.7km くらい
 - 破壊開始点と、エネルギーを最も放出する場所は異なることが多い

よくある勘違い



WRONG WAY

実例を用いて、地震および震災に対する勘違いについて見ていきましょう。

公的団体の例を中心にお見せしますが、非難の意図はありません。むしろ当時の知見では無理もなかったと思われる。

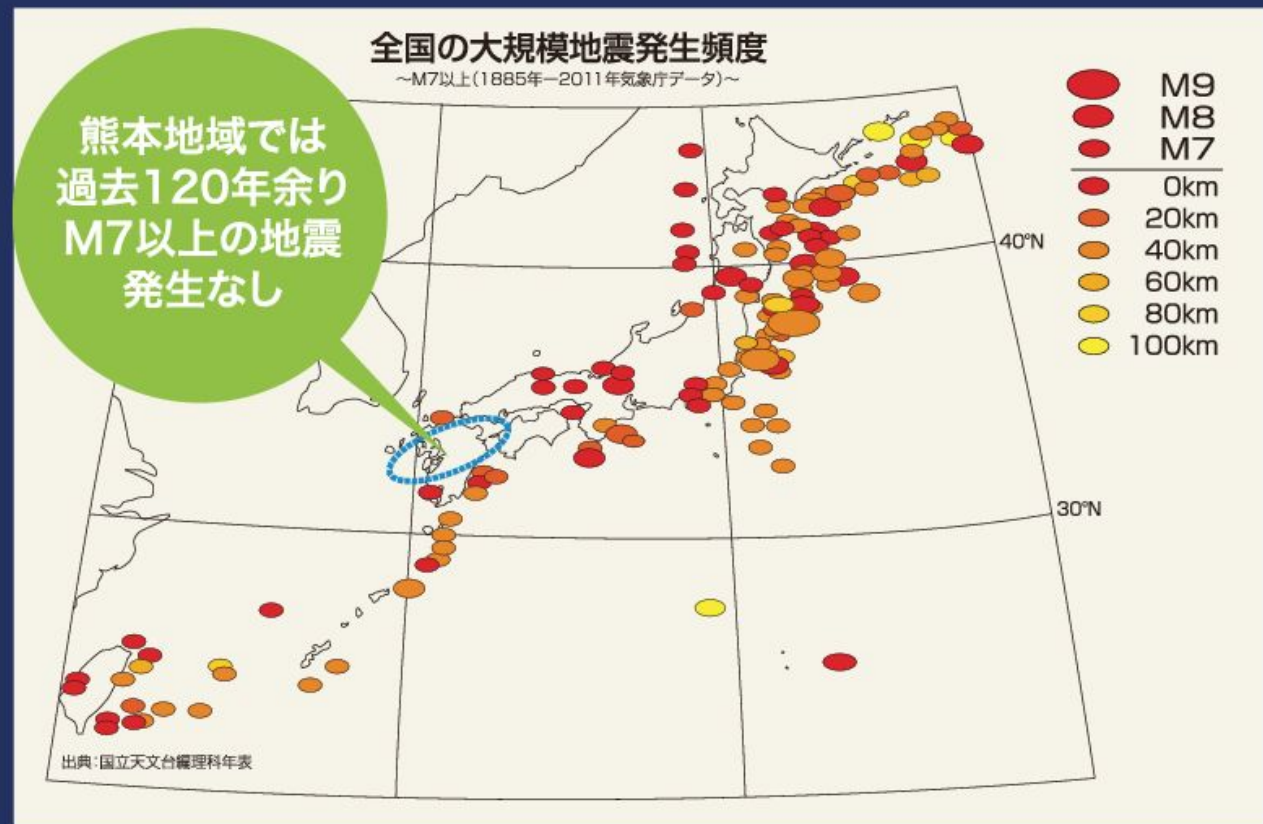
**「うちは過去に大きな地震
が起きたことがない」**

「うちは過去に大きな地震が起こったことがない」

大規模地震と無縁の土地柄

東日本大震災は、サプライチェーンの分断など、企業活動に大きな影響を与えました。熊本地域では過去120年余り、大規模地震(M7以上)の発生はありません。また、地震保険の保険料は全国的に最低価格のランクになっています。熊本は、企業にとって、安定的な操業体制を維持できる安全・快適な立地条件を備えています。

リスク管理やコスト面で
将来にわたる安心感が
得られます



「うちは過去に大きな地震が起こったことがない」

- 近代地震観測が始まってからまだ 100 年足らず
- 内陸の活断層では 1 万年に 1 回しか地震が起こらないようなものもあります
- 統計的には「この先も地震が起きない」ことにはならない

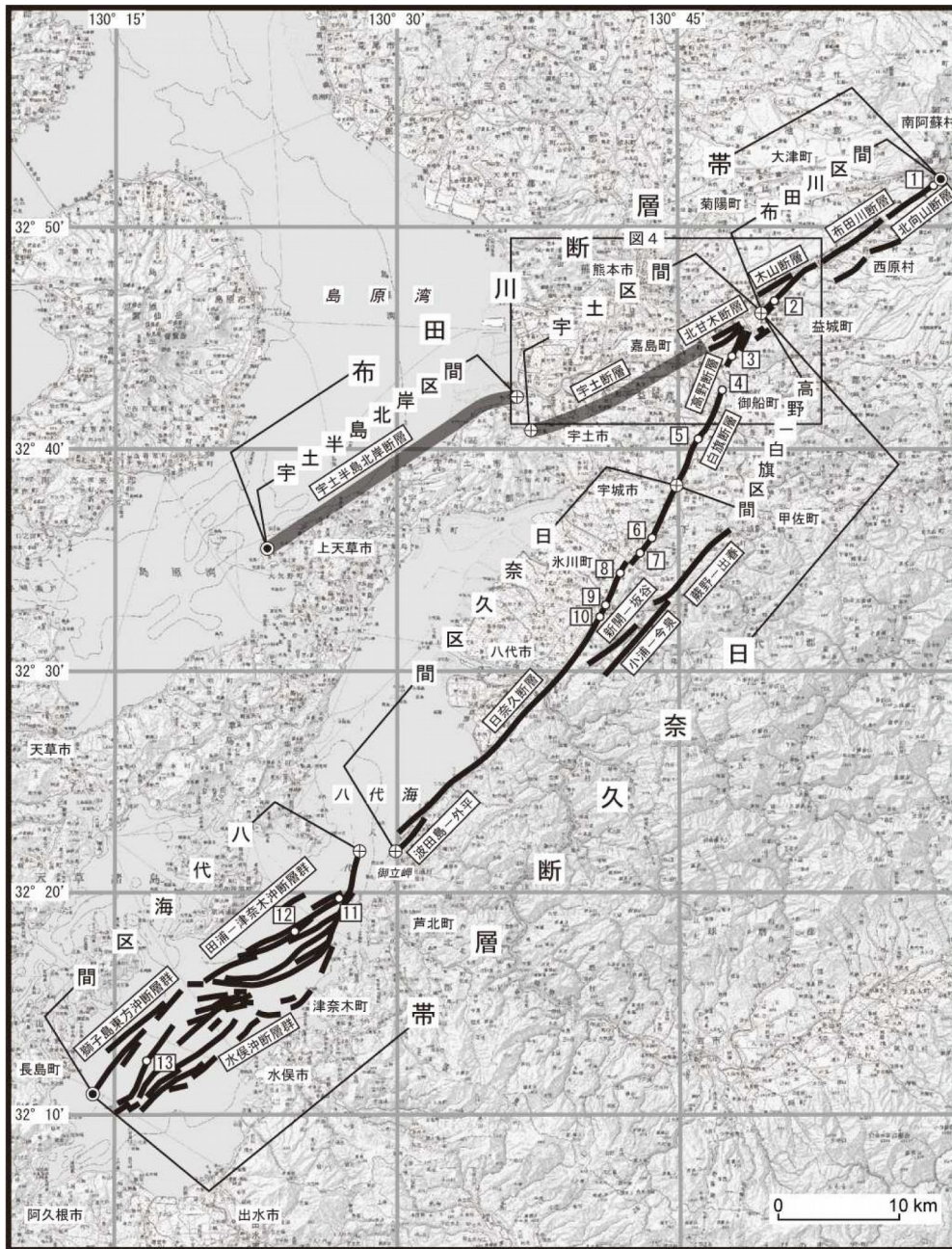
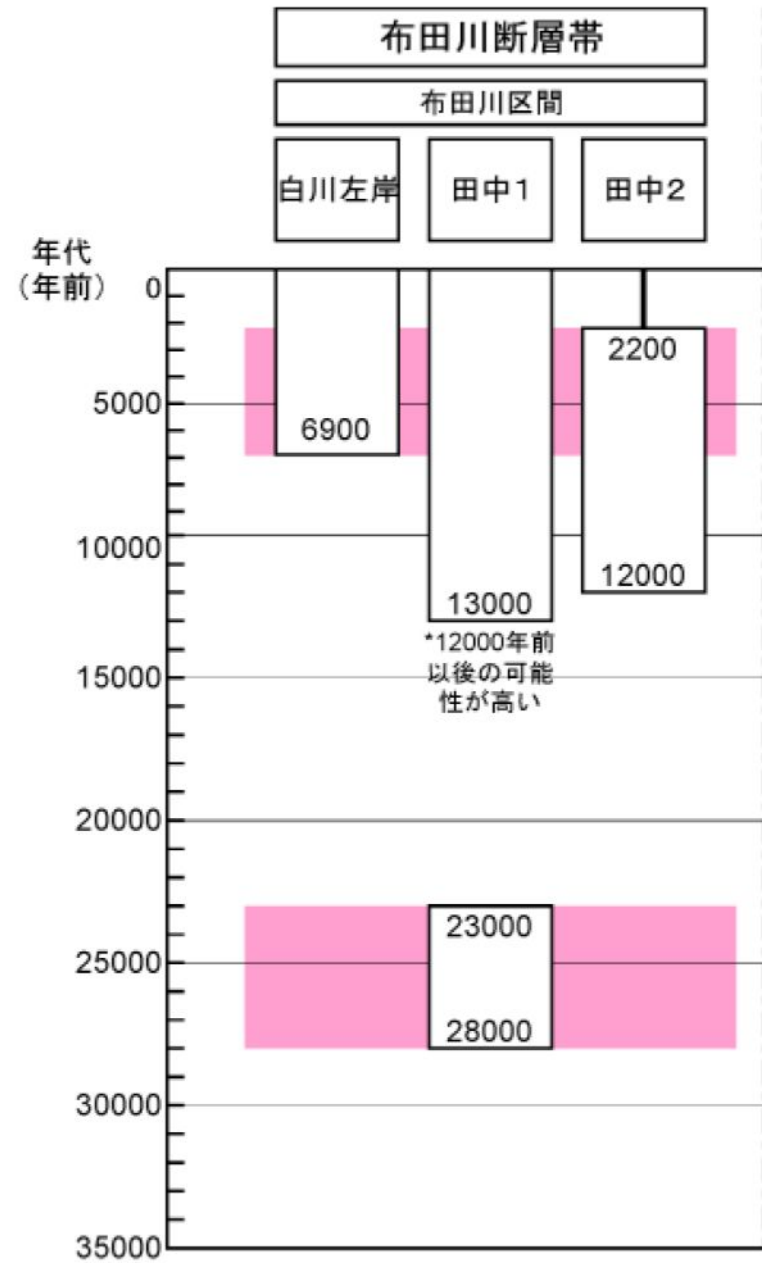


図2 布田川断層帯・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点



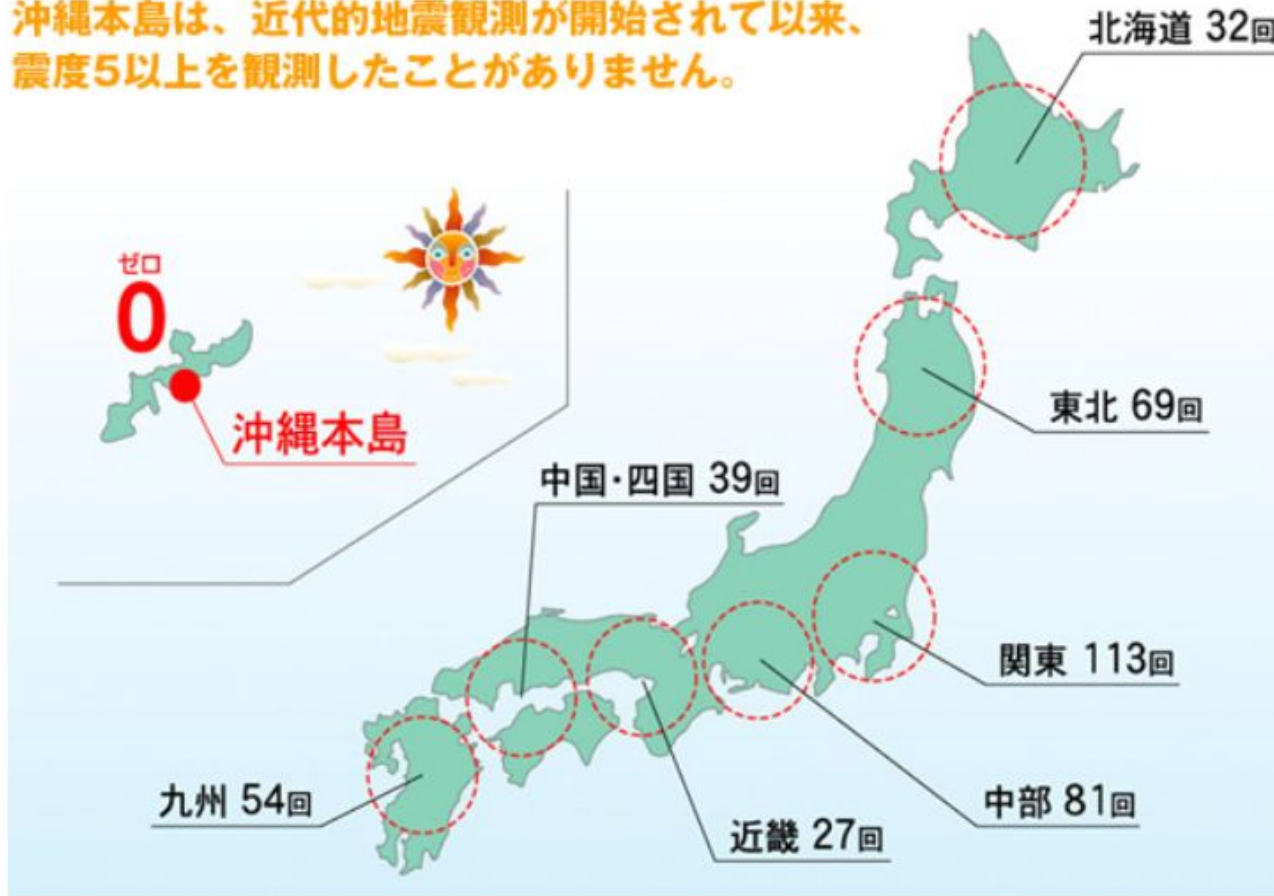
地震調査研究推進本部「布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂)」

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13feb_chi_kyushu/k_11.pdf より抜粋

理由2: 地震が無い

沖縄は、近代的地震観測以降最近まで、一度も震度5以上を計測したことがない日本唯一の地域でした。この部分を行政も高く評価しており、内閣府、経済産業省、総務省が基本情報の一部のバックアップ先として、沖縄にデータセンターを設置。また、NTT、Canonグループや、金融機関なども同様の施設を置いています。そして地震がないことに加え、本州から離れていることで災害復旧のスピードを高めることができる利点もあります。沖縄は、災害対策におけるシステムのバックアップや、デュアルセンター(同時運用のオペレーションセンター)として日本で最も理想的な場所と言えるでしょう。

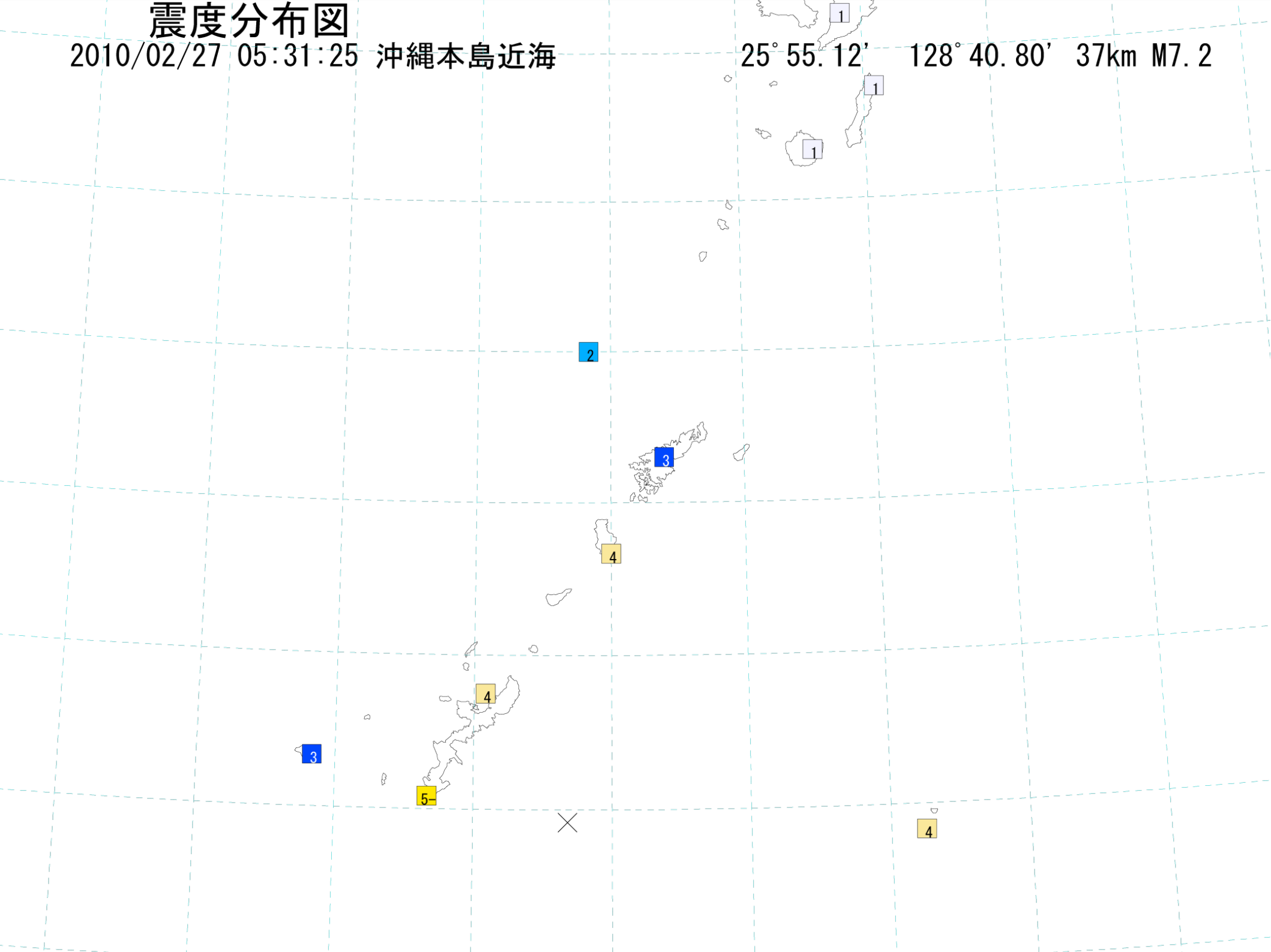
沖縄本島は、近代的地震観測が開始されて以来、震度5以上を観測したことがありません。



震度分布図

2010/02/27 05:31:25 沖縄本島近海

25° 55.12' 128° 40.80' 37km M7.2



「震度 5」が「5 強」になった…

地震が少なくリスク分散にも好適

沖縄本島においては近代的地震観測が開始されて以来、震度5強以上は観測されておらず、また日本本土と離れており同時被災の可能性も少ないため、災害リスク分散拠点としても期待できます。

■震度5強以上の発生回数



■各地域における震度5以上の回数

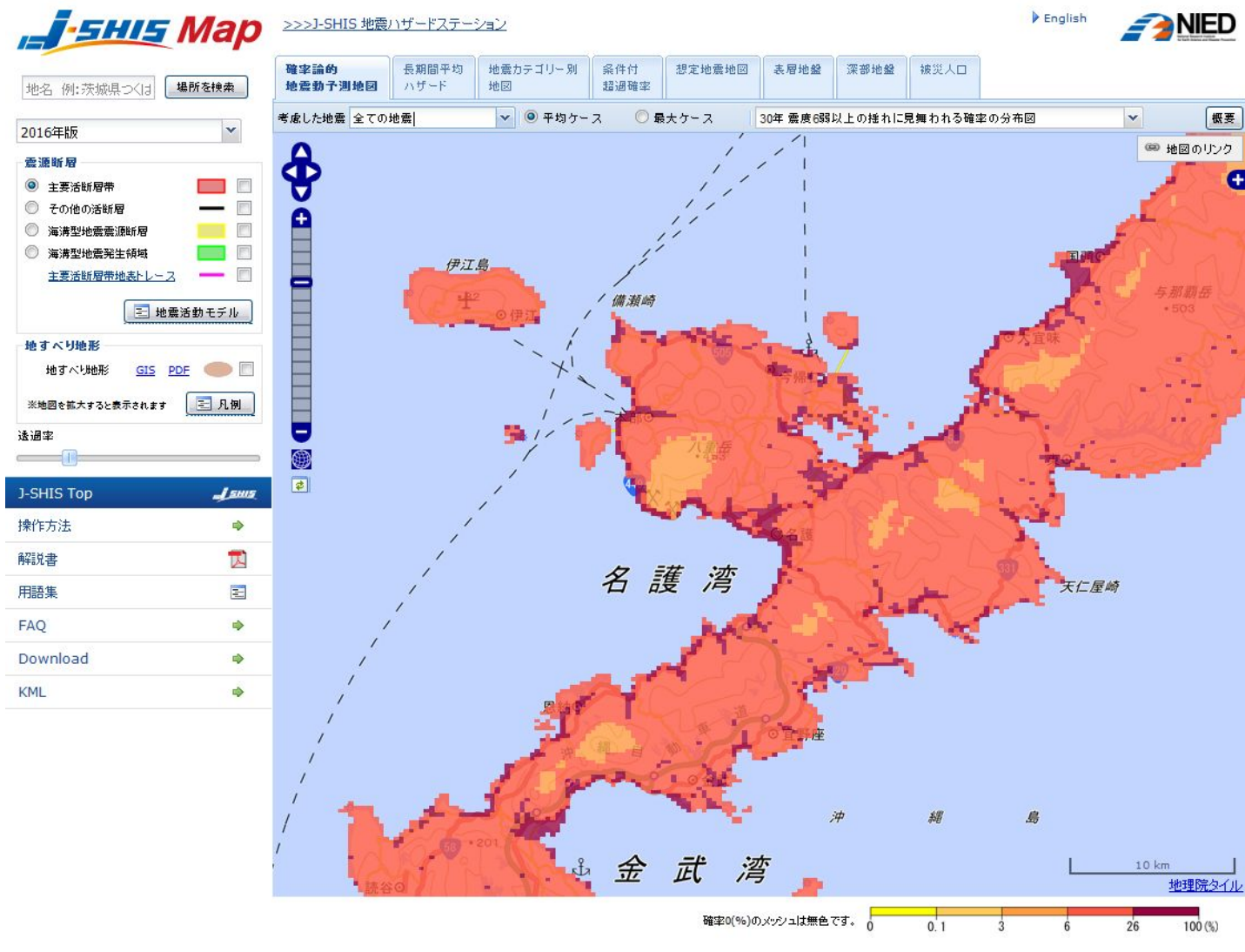
	震度5弱	震度5強以上
北海道	28回	11回
東北	117回	48回
関東	144回	44回
中部	93回	38回
近畿	37回	8回
中国・四国	36回	12回
九州	48回	11回
沖縄	13回	0回

事実かそうでないかではなく、

未来の指標として意味がないということ

**「うちは『地震発生確率』が
5% だから安心」**

「うちは『地震発生確率』が 5% だから安心」



J-SHISトップページ | 利用規約 | 本サイトに関するお問い合わせはj-shis@bosai.go.jpまでお願いします。

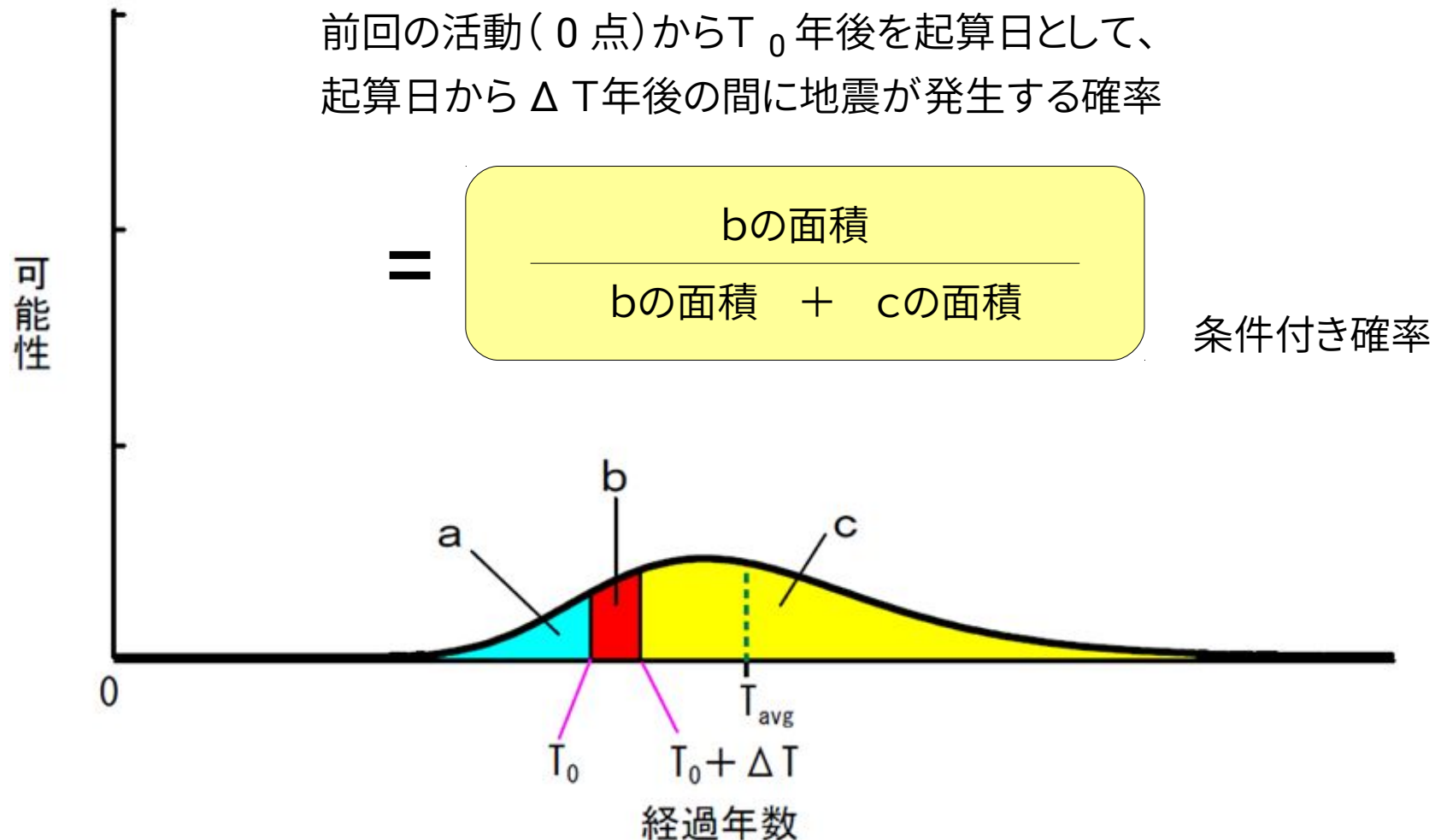
防災科学技術研究所 地震ハザードステーション

<http://www.j-shis.bosai.go.jp/> より確率論的地震動予測地図を表示

確率の解釈に問題あり

- 確率論的地震動予測地図（一定の期間内に、ある地点が、ある大きさ以上の揺れに見舞われる確率を求めたもの）、主要活断層の長期評価（ある活断層が一定の期間内に活動する確率を求めたもの）のいずれも確率の値としてはそれほど大きくなり（ことがある）。
- ただしそれは「安心」を意味するものではない。

BPT 分布を用いた 地震発生確率の求め方



$\Delta T=30$ 年、 T_{avg} (平均繰り返し間隔)=数千~数万年 \Rightarrow 確率値が小さくなる

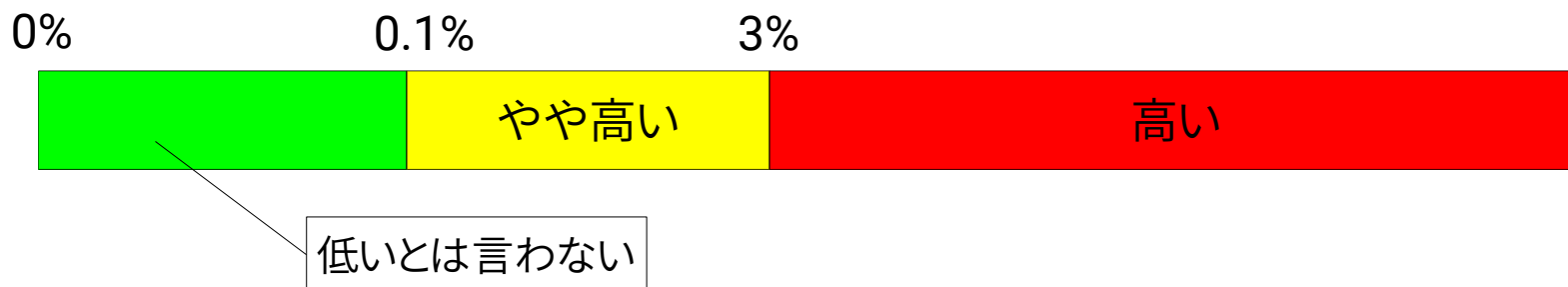
身近な確率と比較

2015 年の交通事故死者数 4117 人

→ 1 年間に交通事故で死ぬ確率 = 0.003 %

→ 30 年間に交通事故で死ぬ確率 = 0.097 %

活断層で発生する地震のグループ分け



1995 年兵庫県南部地震の地震発生直前の 30 年確率値は 0.02 ~ 8% だった

確率小 × 被害大をどう考えるか

- 許されるなら、数値化（被害者数、被害金額、etc.）して比較する
- 誤差が大きくなりがちなので意味のある議論をするのが難しい

「うちは『地震発生確率』が 5% だから安心」

- 確率の解釈に問題あり
- 確率小 × 被害大をどう考えるか
- 確率の高いところから順に起きるわけではない
- まだ知られていない断層があるかも

強固な地盤で大きな地震が少ない、安全・安心なビジネスステージ

With firm geological foundations and major earthquakes rare, FUKUSHIMA is a safe and secure place to do business

福 島県は、地震や台風による災害が少ないことで知られており、企業のリスクマネジメント上において国内屈指の環境と高い評価を受けています。

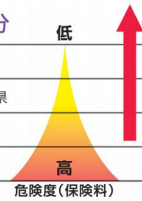
今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率は極めて低いとされ、特に阿武隈高地の地盤は堅固で活断層も少なく、地震に対する安全性が極めて高いと言われています。

Fukushima is remembered as being low risk in having natural disasters such as earthquake and typhoon, and receives one of the highest reputations in corporate risk management.

The probability that Fukushima suffering from an earthquake of magnitude 6 or less within the next 30 years is extremely low. The ground of Abukuma Mountains is solid and there aren't many active faults. Therefore, it's often said that safety from earthquake is very high.

■ 地震保険の都道府県区分

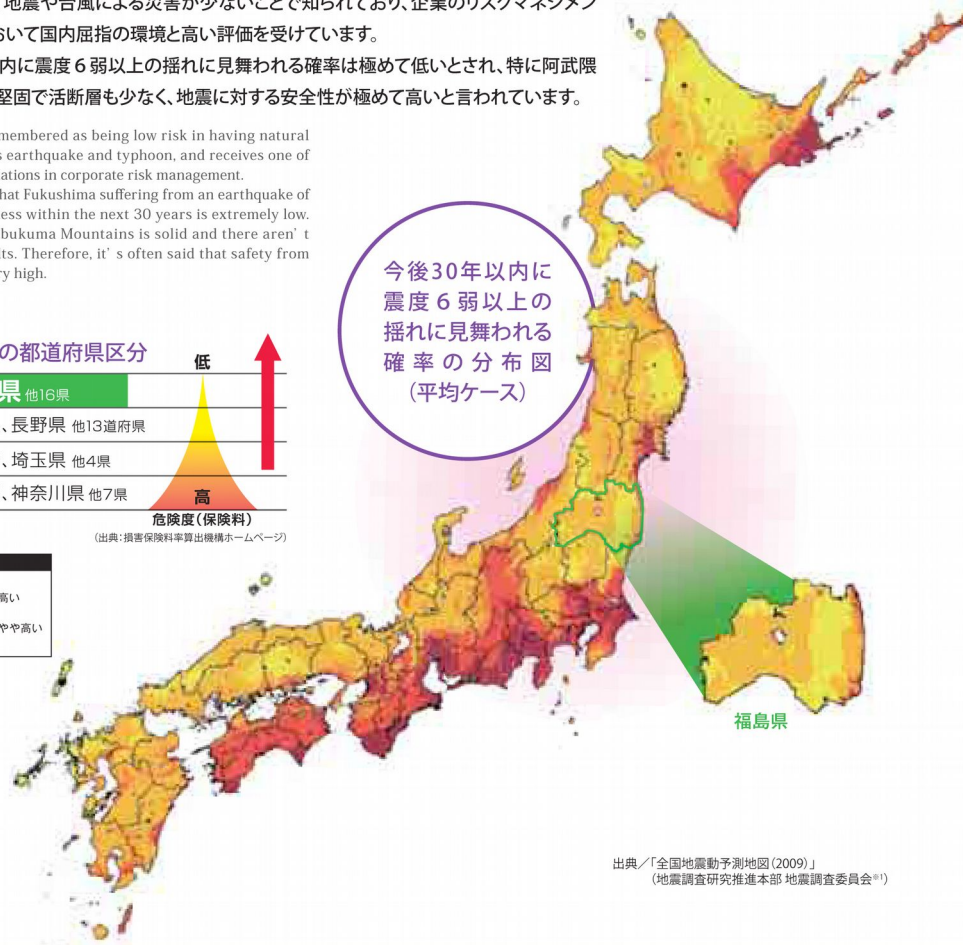
- 1等地 福島県 他16県
- 2等地 宮城県、長野県 他13道府県
- 3等地 大阪府、埼玉県 他4県
- 4等地 東京都、神奈川県 他7県



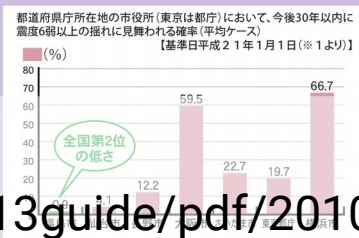
(出典:損害保険料率算出機構ホームページ)

確率	
26%以上	高い
6%~26%	
3%~6%	やや高い
0.1%~3%	
0.1%未満	未測

今後30年以内に
震度6弱以上の
揺れに見舞われる
確率の分布図
(平均ケース)



出典/「全国地震動予測地図(2009)」
(地震調査研究推進本部 地震調査委員会*)



「福島県企業立地ガイド」

<http://www4.pref.fukushima.jp/investment/13guide/pdf/2010-sogo.pdf> より (リンク切れ)

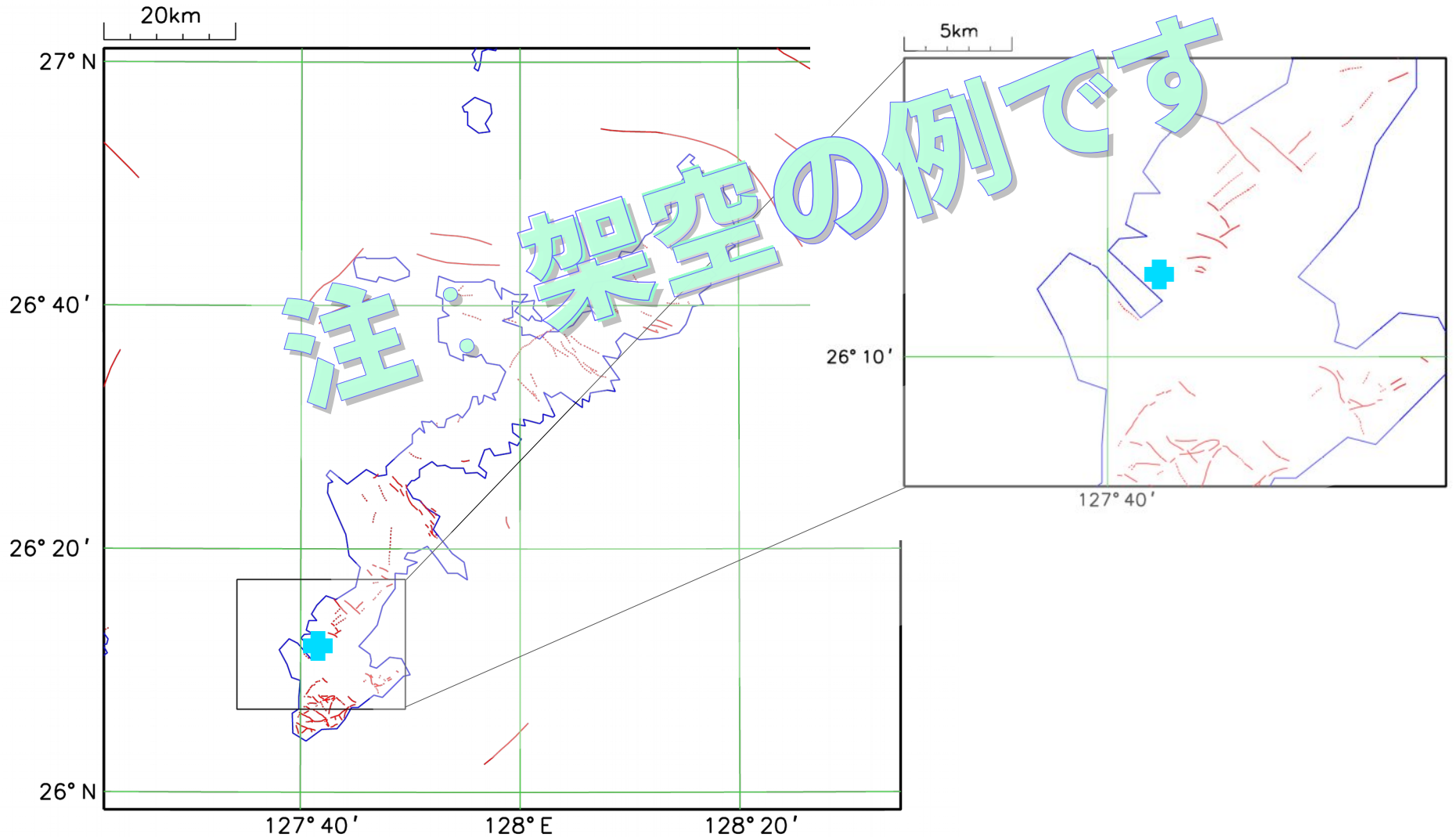
予測の限界

福島県で 2011 年 4 月 11 日にマグニチュード 7.0 の地震を引き起こした「井戸沢断層」「湯ノ岳断層」は当時の知見では『確実度 II』であった。活動時期や引き起こす地震の規模についても不明であった。

このような例が他にもないとは限らない。

**「うちの DC は活断層から
2km も離れています」**

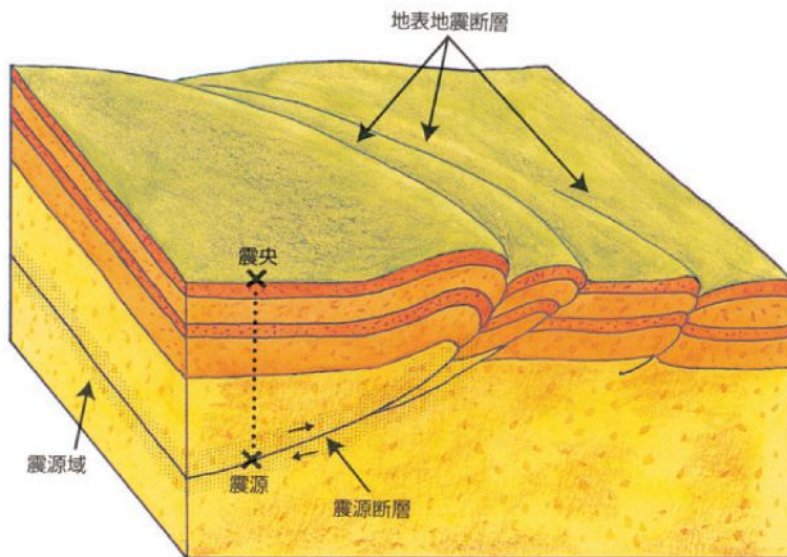
「うちの DC は活断層から 2km も 離れています」



活断層データは「新編日本の活断層」より

そもそも活断層とは

先に述べたように地震は地下の岩盤がずれる破壊現象です。このずれ(断層)のうち、最近(～数十万年)繰り返し地震を引き起こし、将来も活動すると考えられるものを「活断層」と呼んでいます。活断層には地表に顔を出しているものもあれば、そうでないものもあります。地表に現れていない活断層は発見しにくい。



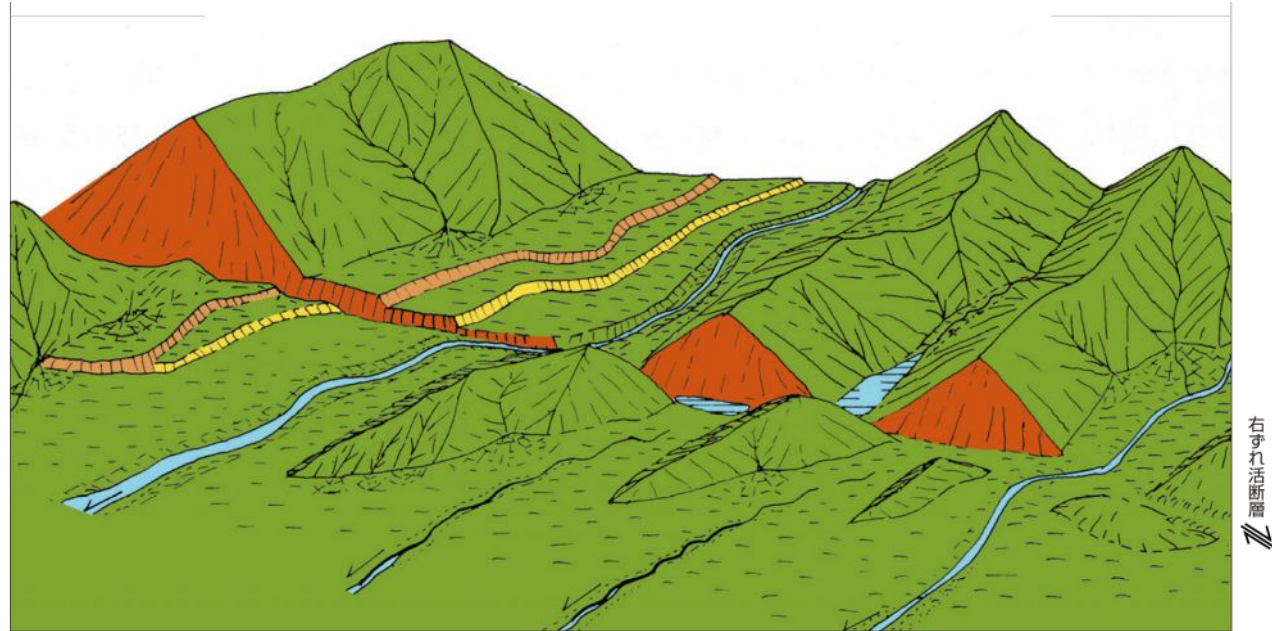
図は文部科学省パンフレット「日本の地震防災 活断層」
<http://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/katsudanso/katsudanso.pdf> より引用

震源、震央、震源域、震源断層、地表地震断層の模式図

活断層はどうやって見つけるの？

断層が繰り返し動くことで、地形にくいちがいが生じることがあります。これを断層変位地形と呼びます。断層変位地形には図に示すようなさまざまなタイプがあり、また明瞭なものもそうでないものもあります。

空中写真によって断層変位地形の候補を見つけ出して精査し、地震が原因であって、今後も活動を繰り返す可能性があると考えられるようなら活断層と判断します。近年は重力異常など他の手法を用いることもあります。



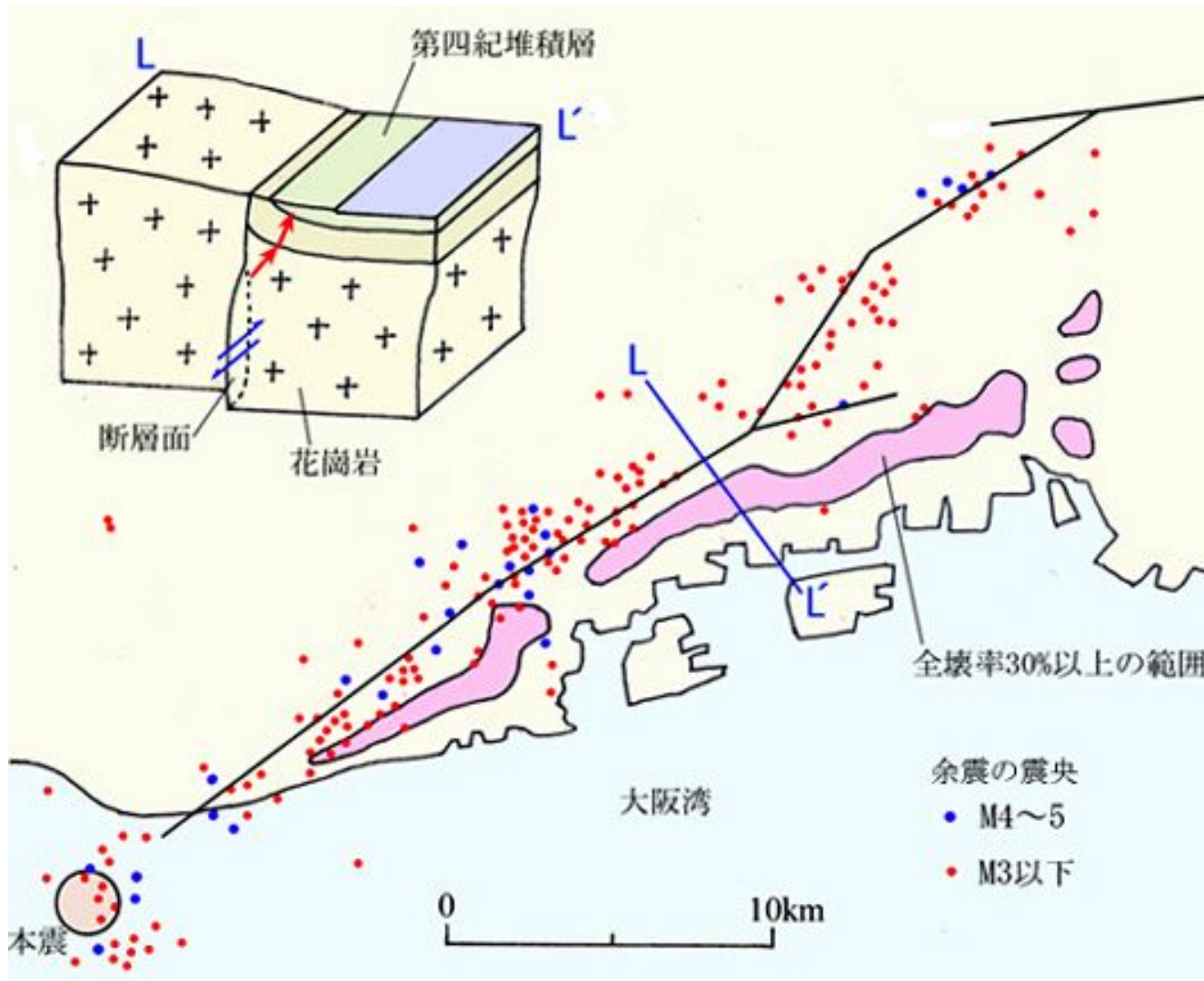
活断層のずれによってできた地形

「新編日本の活断層」(活断層研究会編、1991年)より

図は文部科学省パンフレット「日本の地震防災 活断層」

<http://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/katsudanso/katsudanso.pdf> より引用

兵庫県南部地震での被害



神戸市内では
(地下の)断層の
位置と被害の大き
かった場所が異
なっている

図は「防災基礎講座：基礎知識編」防災科学技術研究所

http://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/shindou/quake.htm

より引用

真上でなければ安全？

- 活断層の直上に建物を建てるのは論外として、
- 揺れは足元の地盤構造の影響の方が大きい場合がある
- そもそもその活断層の位置の精度は？

「地震地域係数」の考え方

「地震地域係数」の考え方

当社のデータセンターについて

地震活動度の相対的な大きさを示す地震地域係数は 0.7 と日本一低い値になっており、1.0 の東京に比べて安全です。

注：架空の例です



地震地域係数って？

建築基準法において、
地域ごとに標準的な地震
耐力から割引をかけて
している



図は「地震動予測の研究」地震動予測研究会
昭和 56 年度報告，損害保険料率算定会 (1982)

より引用

地震地域係数の考え方

過去の地震活動から、来たるべき地震の揺れを予測

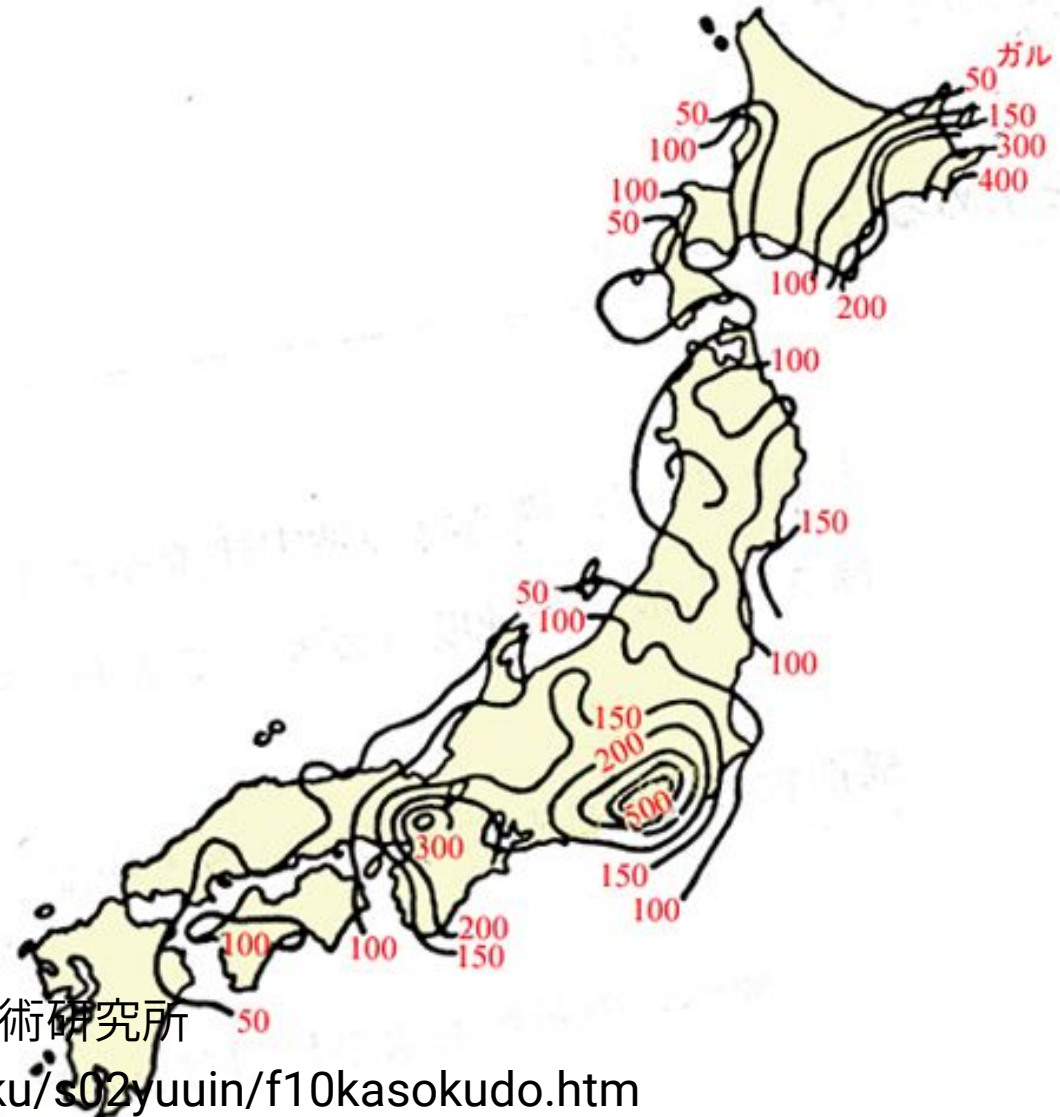
→ 地域ごとに地震の頻度あるいは規模が異なっているという仮定

→ 地域ごとに備えるべき揺れを限定

→ 地震地域係数を小さくしよう

「来たるべき地震の揺れ」

Kawasumi(1951) による
いわゆる「河角マップ」と
呼ばれているもので、歴
史地震の推定震度から
標準地盤での最大加速
度の 75 年期待値を求め
た。



図は「防災基礎講座：災害予測編」防災科学技術研究所

http://dil.bosai.go.jp/workshop/03kouza_yosoku/s02yuuin/f10kasokudo.htm

より引用

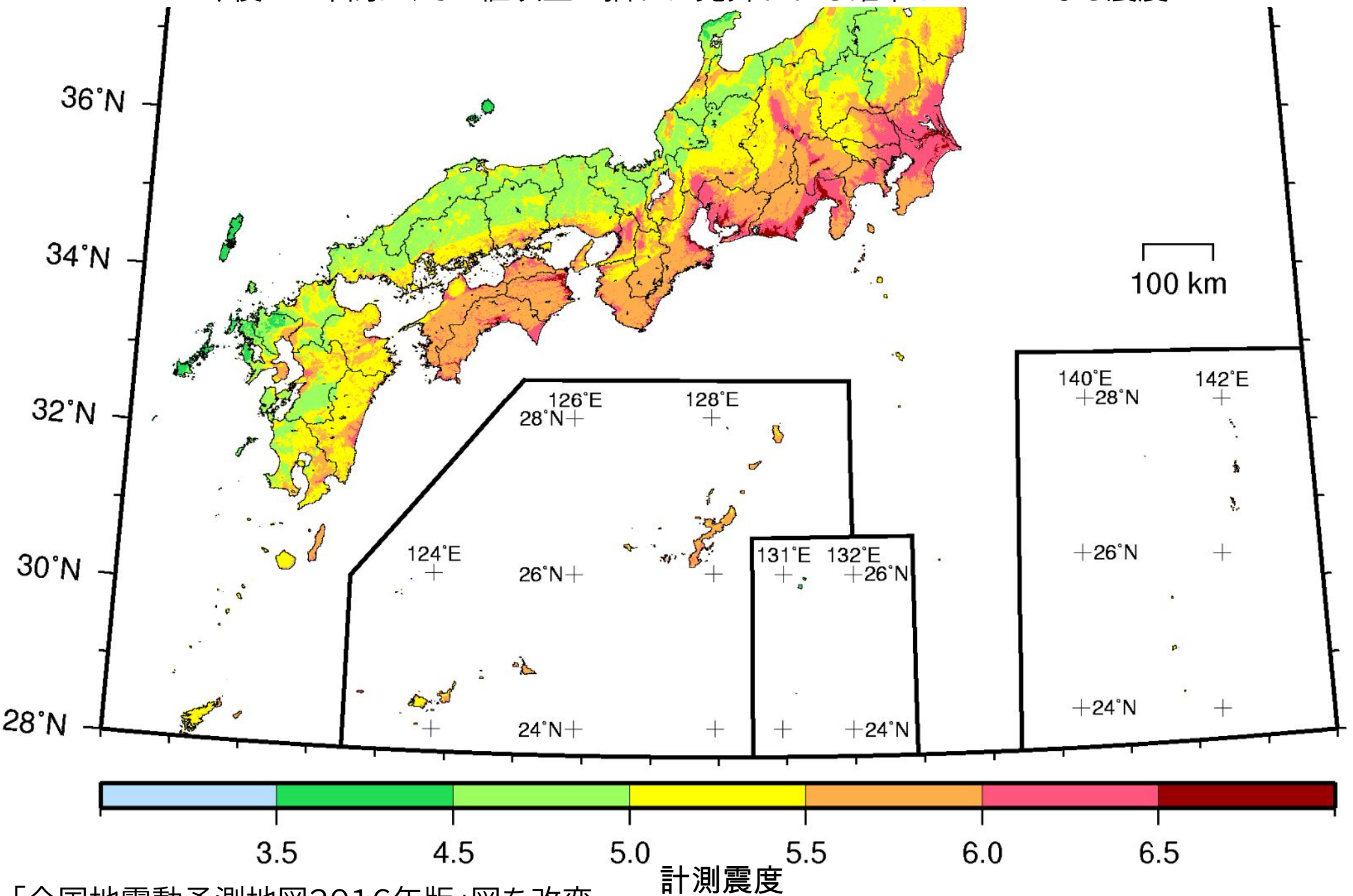
河角マップの問題点

- 歴史地震のリストに抜け・ムラがあるため、全国一律の基準を作るには問題がある
- 活断層の知見が入っていない
- 固有地震についての知見が入っていない
 - 無限に長い時間を取れば、際限なく大きな揺れがくる仮定
- これらは当時の科学水準からは仕方のないことであり、Kawasumi(1951)の価値を減じるものではない

地域地震係数の問題

- 地震学については学問上の進展があったのに、地域地震係数は改訂されなかった
- 沖縄の 0.7 という値はそもそも意味がないらしい
 - 施行当時は沖縄は占領下
 - 「地域係数の謎」
(<http://www.structure.jp/columns/column13.html>) などで考察されている

今後 50 年間に、その値以上の揺れに見舞われる確率が 10 %となる震度



「全国地震動予測地図2016年版」図を改変

http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2016/

地域地震係数をどう扱うべきか

「沖縄の地域地震係数は 0.7 だから安全です」

VS

「東京と同じ基準で作っているので安心です」

まとめ

- 『どこが地震が少ない』とかいうのはほとんど誤差の範囲でしかないことが分かってきた
- ある地域での地震の起こり方の「くせ」を知っておくと役に立つかもしれない
 - 活断層が近くにあるとか、プレート境界の地震が起きやすいとか。でも裏切られるかもしれない
- どこでも同じように地震に備えるのが重要

情報源など

- 地震調査研究推進本部
 - <http://www.jishin.go.jp/>
 - 「全国地震動予測地図」、「活断層の地域評価」、「日本の地震活動」など興味深いコンテンツが載ってる
- 地震ハザードステーション
 - <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>

謝辞

本発表ではいわゆる「一元化震源」を使用しました。これは気象庁が国立大学法人や国立研究開発法人防災科学技術研究所などの関係機関 (*) から地震観測データの提供を受け、文部科学省と協力して処理を行って決定した震源データです。

* 平成 27 年 7 月末現在:

国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所、横浜市、国立研究開発法人海洋研究開発機構、IRIS。