

平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用  
原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における  
検討に際しての意見の追加への対応に基づく報告について

## 1．はじめに

平成 23 年 4 月 28 日付け「平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応について」(平成 23・04・28 原院第 4 号)の指示に基づき、原子力発電所の耐震設計上考慮する必要がある断層に該当する可能性の検討に当たって必要な情報として、伊方発電所周辺において、既往の調査に基づき、耐震設計上考慮していない断層、変位地形・リニアメント等(以下、断層等という)に関する情報を平成 23 年 5 月 31 日に報告している。

平成 23 年 6 月 6 日付け「平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応について(追加指示)」(平成 23・06・03 原院第 1 号)の指示に基づき、以下の通り報告する。

## 2．検討の方法

伊方発電所周辺において耐震設計上考慮しないと評価している各々の断層等について、平成 23 年 3 月 11 日以降に発生した地震に伴って生じた地殻変動量及び地震の発生状況の調査を実施し、考慮すべき断層に該当する可能性について検討を行った。

検討フローを添付資料 1 に示す。

調査及び検討は公開されたデータに基づき実施し、国土地理院発表の GPS 観測結果、気象庁発表の震源分布、地震調査研究推進本部地震調査委員会の評価等を基にとりまとめた。

## 3．検討結果

地殻変動について、伊方発電所周辺において、東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動は小さく、4 月下旬以降には特段の変化は認められない(添付資料 2～4)。

地震発生状況について、東北地方太平洋沖地震の発生以降、伊方発電所周辺において顕著な地震活動は認められない(添付資料 5～6)。また、東北地方太平洋沖地震の発生前後で、伊方発電所周辺における地震活動の顕著な変化は認められない(添付資料 7)。東北地方太平洋沖地震の発生後に地震活動が変化した地域は応力変化の大きな地域と対応することが各種研究機関から報告されているが、伊方発電所周辺における応力の変化は小さい(添付資料 8)。

以上のように、伊方発電所周辺において、3 月 11 日以降に発生した地震に伴う地殻変動の影響は小さく、地震発生状況にも顕著な変化は認められない。伊方発電所周辺において耐震設計上考慮していない断層等について、5 月 31 日提出の報告書に示したとおり、リニアメントに対応する断層が認められないことも踏まえれば、新たに耐震設計上

考慮すべき断層はないと評価される。

なお，今後も，今回の地震に関する情報収集に努め，新たな知見については今後の評価に適切に反映していく。

添付資料 1 今回の追加指示に対する検討フロー

添付資料 2 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地殻変動】

添付資料 3 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地殻変動】

添付資料 4 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地殻変動】

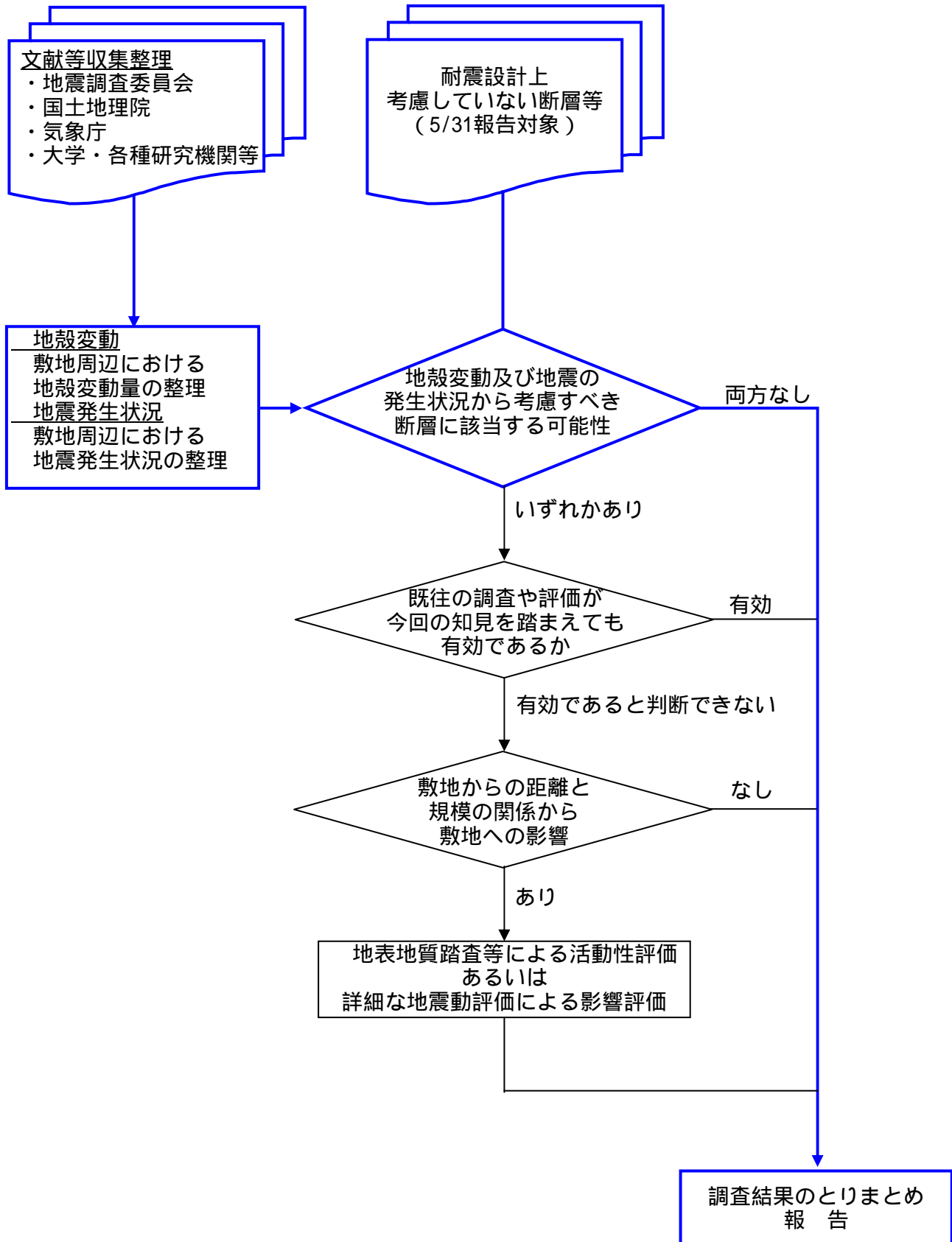
添付資料 5 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

添付資料 6 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

添付資料 7 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

添付資料 8 東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

以 上



東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地殻変動】

伊方発電所周辺において、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動は小さく、4月下旬以降には特段の変化は認められない。

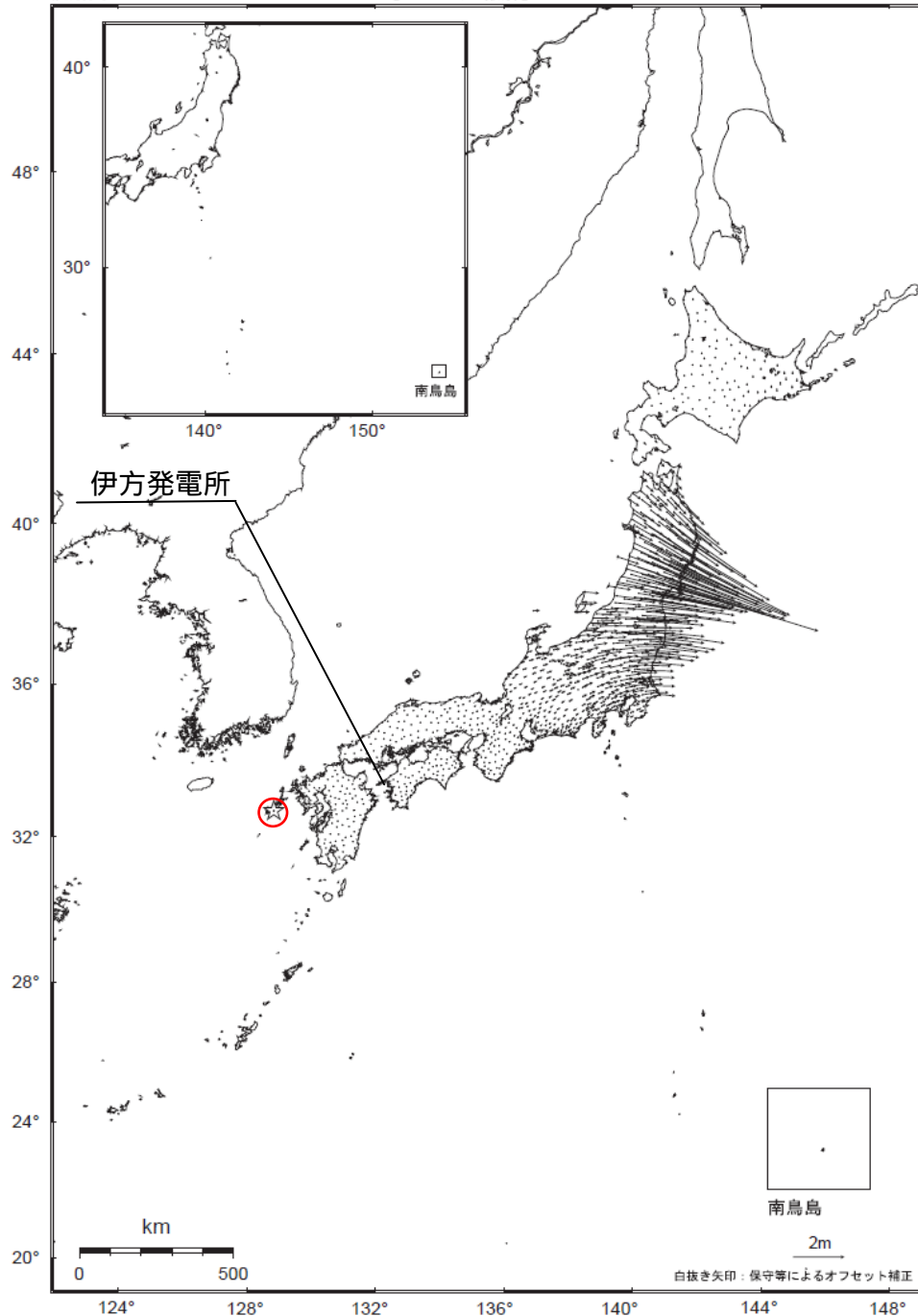
2月下旬～3月下旬の1ヶ月間

別紙 1

全国の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011.02.22～2011.02.28 [F3：最終解]

比較期間：2011.03.25～2011.03.31 [R3：速報解]



☆ 固定局：福江（950462）

・3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動が見られます。

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1（92110）が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては固定点を与論（950495）へ変更している。

国土地理院

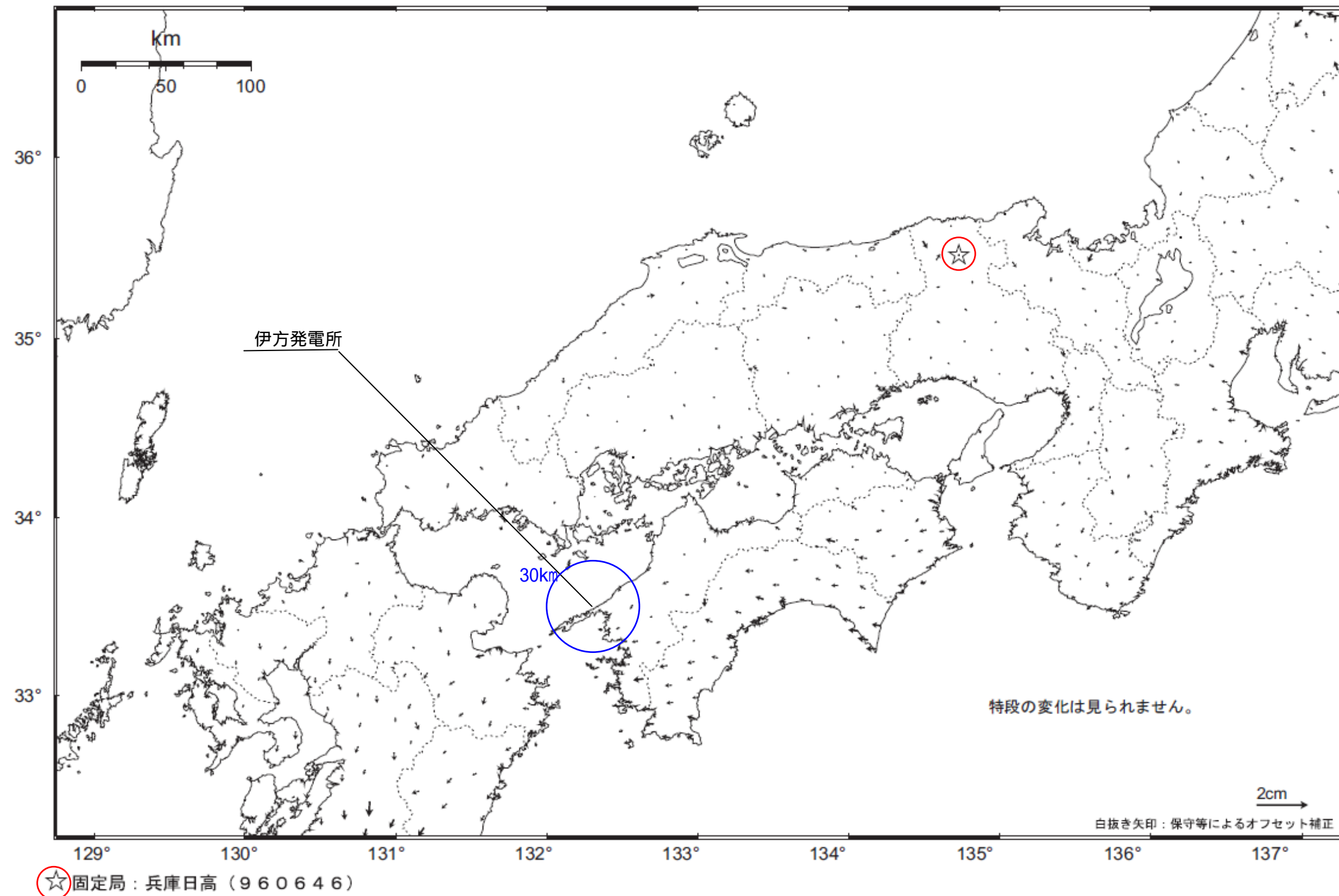


1月下旬～2月下旬の1ヶ月間

近畿・中国・四国地方の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011. 01. 20 ～ 2011. 01. 26 [ F 3 : 最終解 ]

比較期間：2011. 02. 20 ～ 2011. 02. 26 [ R 3 : 速報解 ]



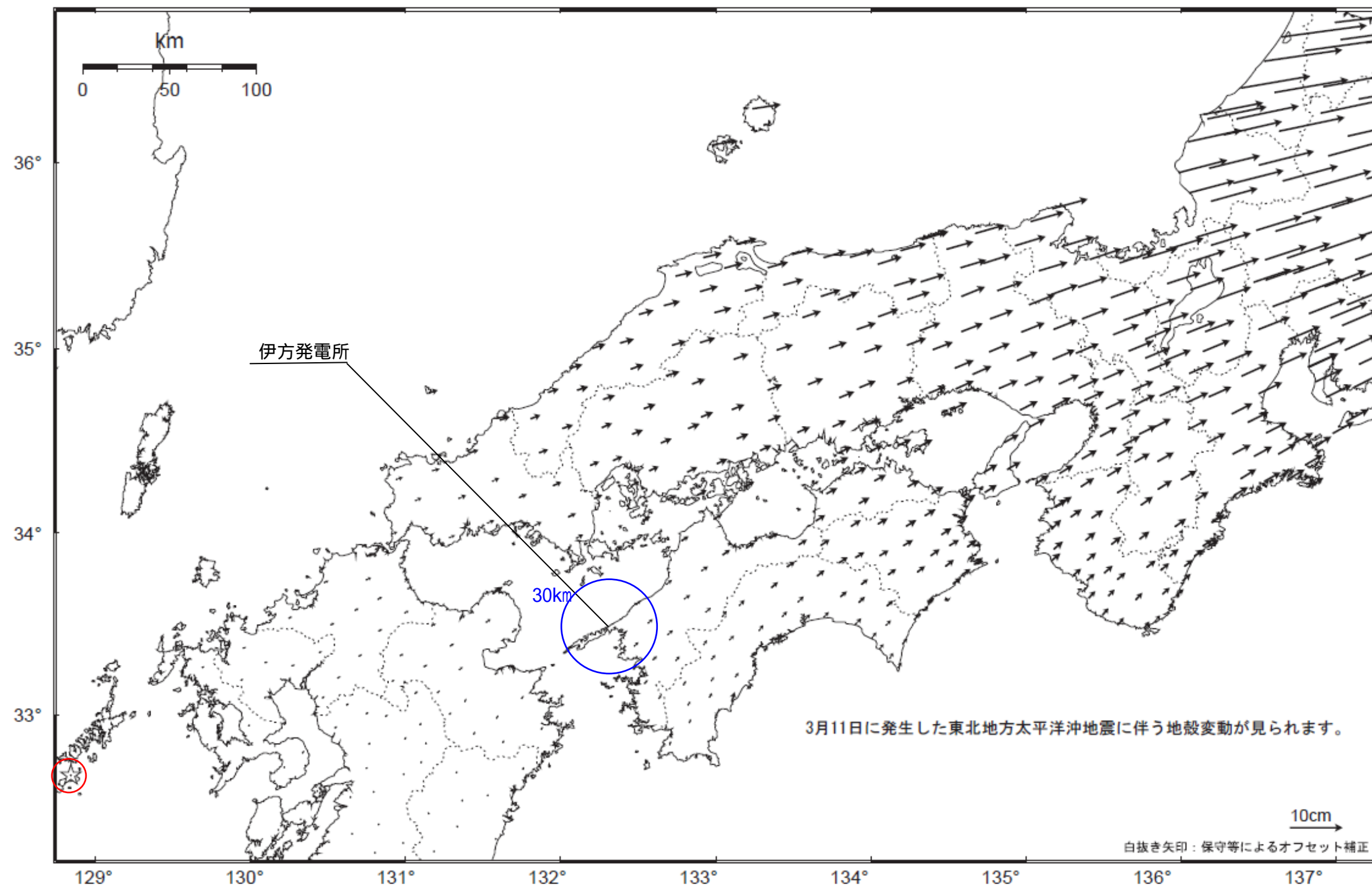
別紙 5  
国土地理院

2月下旬～3月下旬の1ヶ月間

### 近畿・中国・四国地方の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011.02.22 ～ 2011.02.28 [F3：最終解]

比較期間：2011.03.25 ～ 2011.03.31 [R3：速報解]



☆固定局：福江（950462）

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1（92110）が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては固定点を与論（950495）へ変更している。

国土地理院

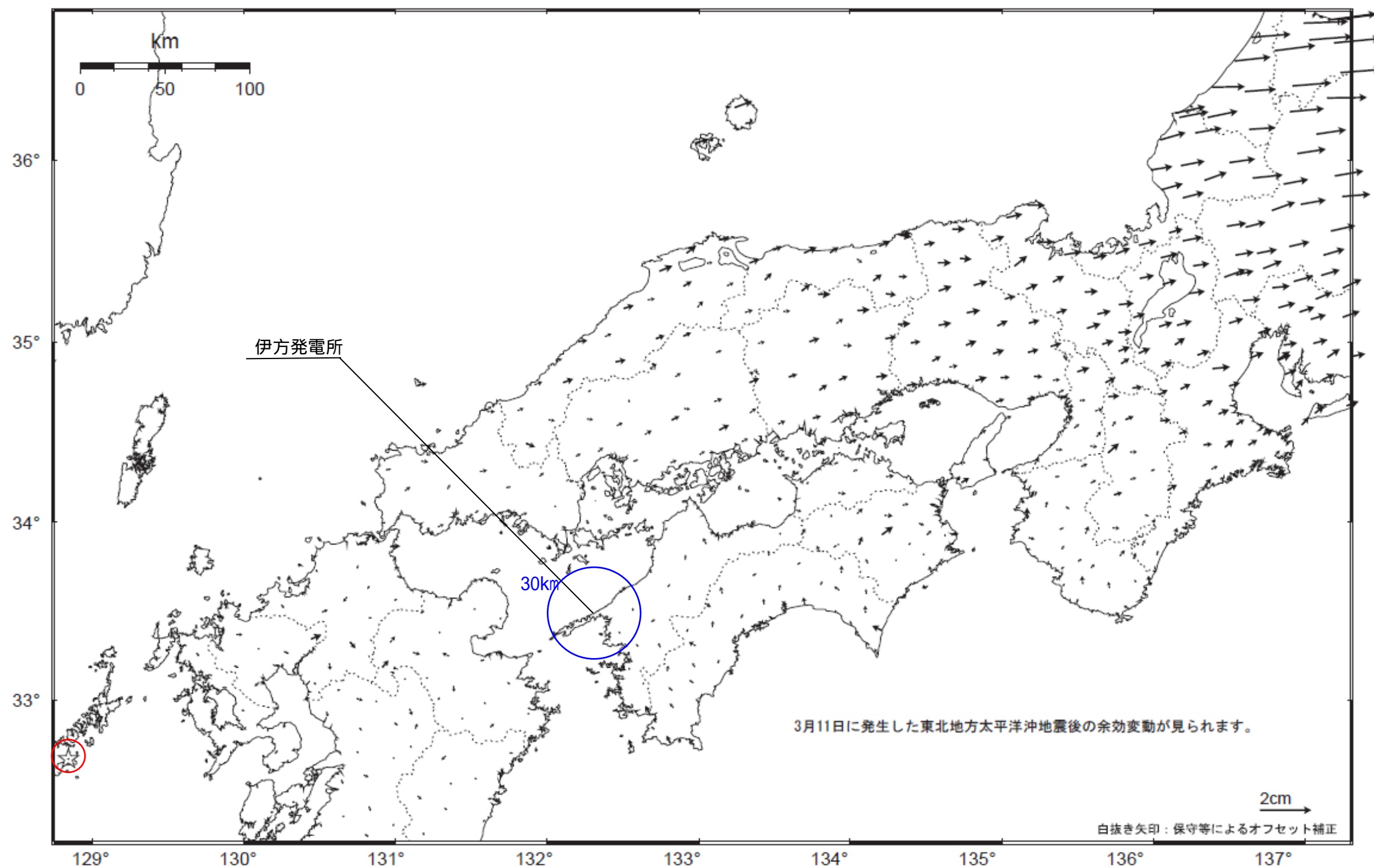
別紙5

3月下旬～4月下旬の1ヶ月間

近畿・中国・四国地方の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間： 2011/03/25 ～ 2011/03/31 [ F 3 : 最終解 ]

比較期間： 2011/04/24 ～ 2011/04/30 [ R 3 : 速報解 ]



☆ 固定局：福江（950462）

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1（92110）が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては解析時の固定点を与論（950495）へ変更している。

国土地理院

国土地理院 平成23年4月の地殻変動について（<http://www.gsi.go.jp/common/000060643.pdf>）に加筆

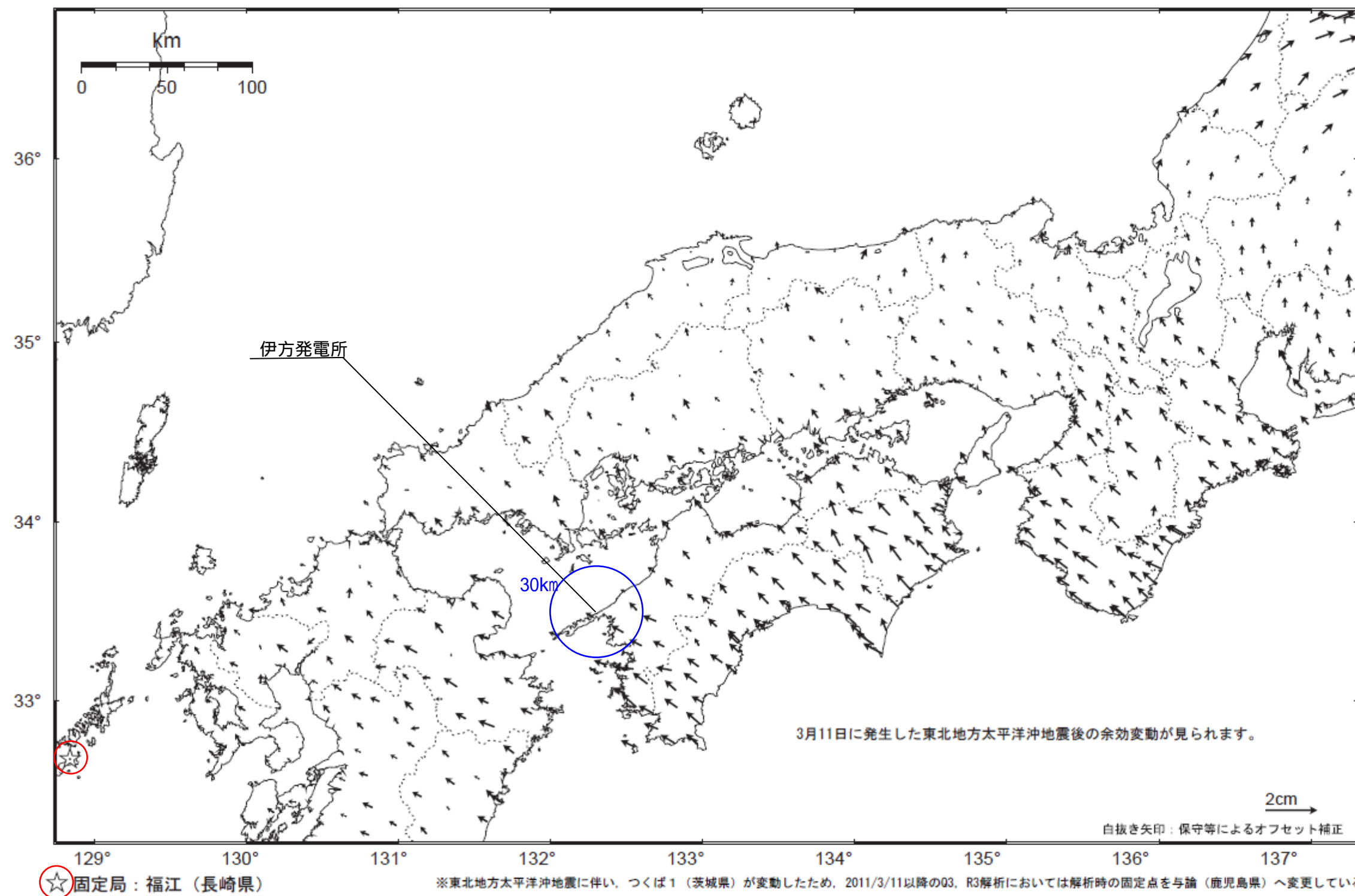


4月下旬～5月下旬の1ヶ月間

近畿・中国・四国地方の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011/04/24～2011/04/30 [F3：最終解]

比較期間：2011/05/25～2011/05/31 [R3：速報解]



別紙5

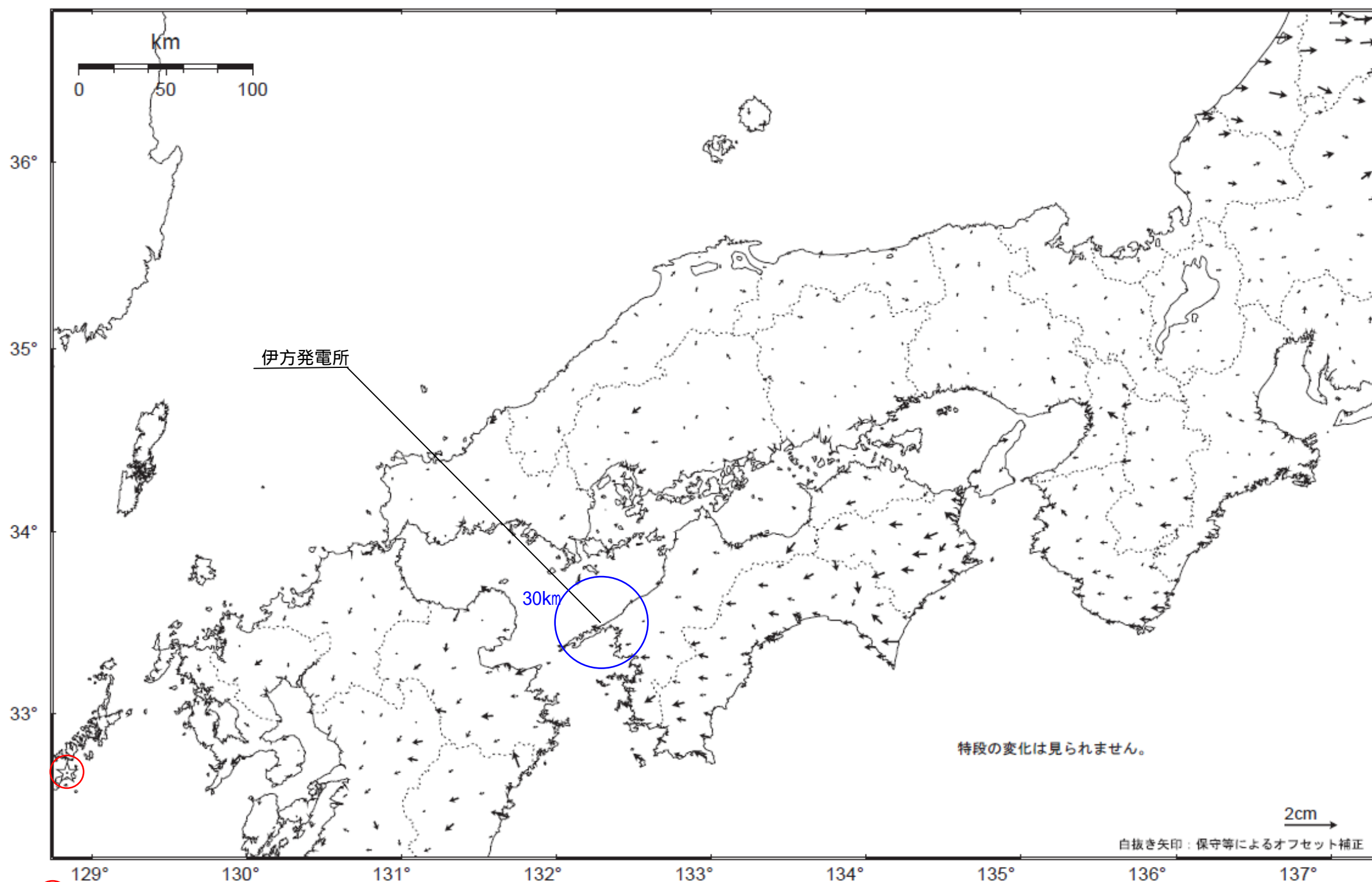
国土地理院

5月下旬～6月下旬の1ヶ月間

近畿・中国・四国地方の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間： 2011/05/25 ～ 2011/05/31 [F 3：最終解]

比較期間： 2011/06/24 ～ 2011/06/30 [R 3：速報解]



☆ 固定局：福江（長崎県）

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1（茨城県）が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては解析時の固定点を与論（鹿児島県）へ変更している。

国土地理院

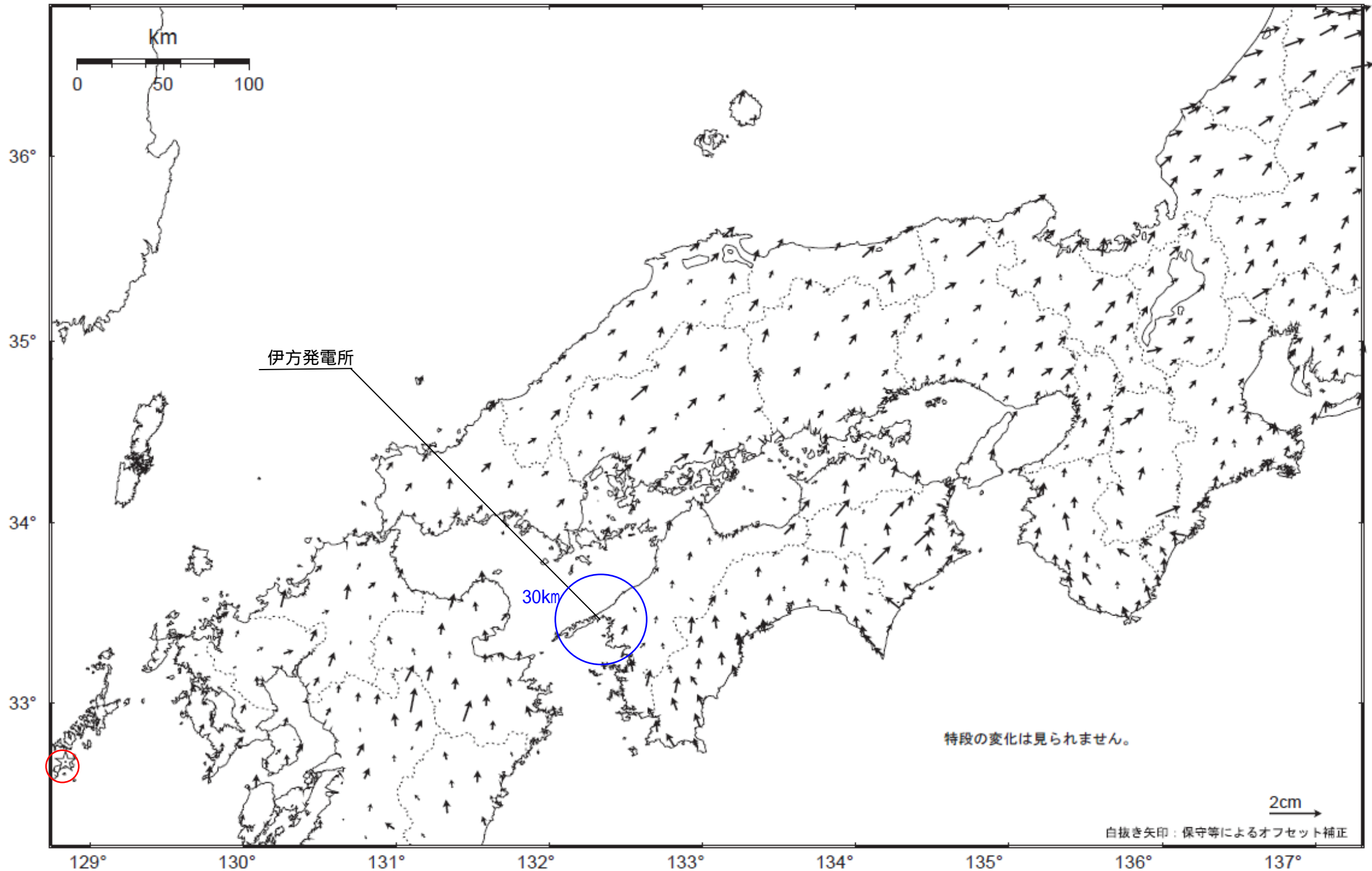
別紙5

6月下旬～7月下旬の1ヶ月間

近畿・中国・四国地方の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011/06/21～2011/06/27 [F3：最終解]

比較期間：2011/07/21～2011/07/27 [R3：速報解]



☆固定局：福江（長崎県）

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1（茨城県）が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては解析時の固定点を与論（鹿児島県）へ変更している。

国土地理院

別紙5



東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地殻変動】

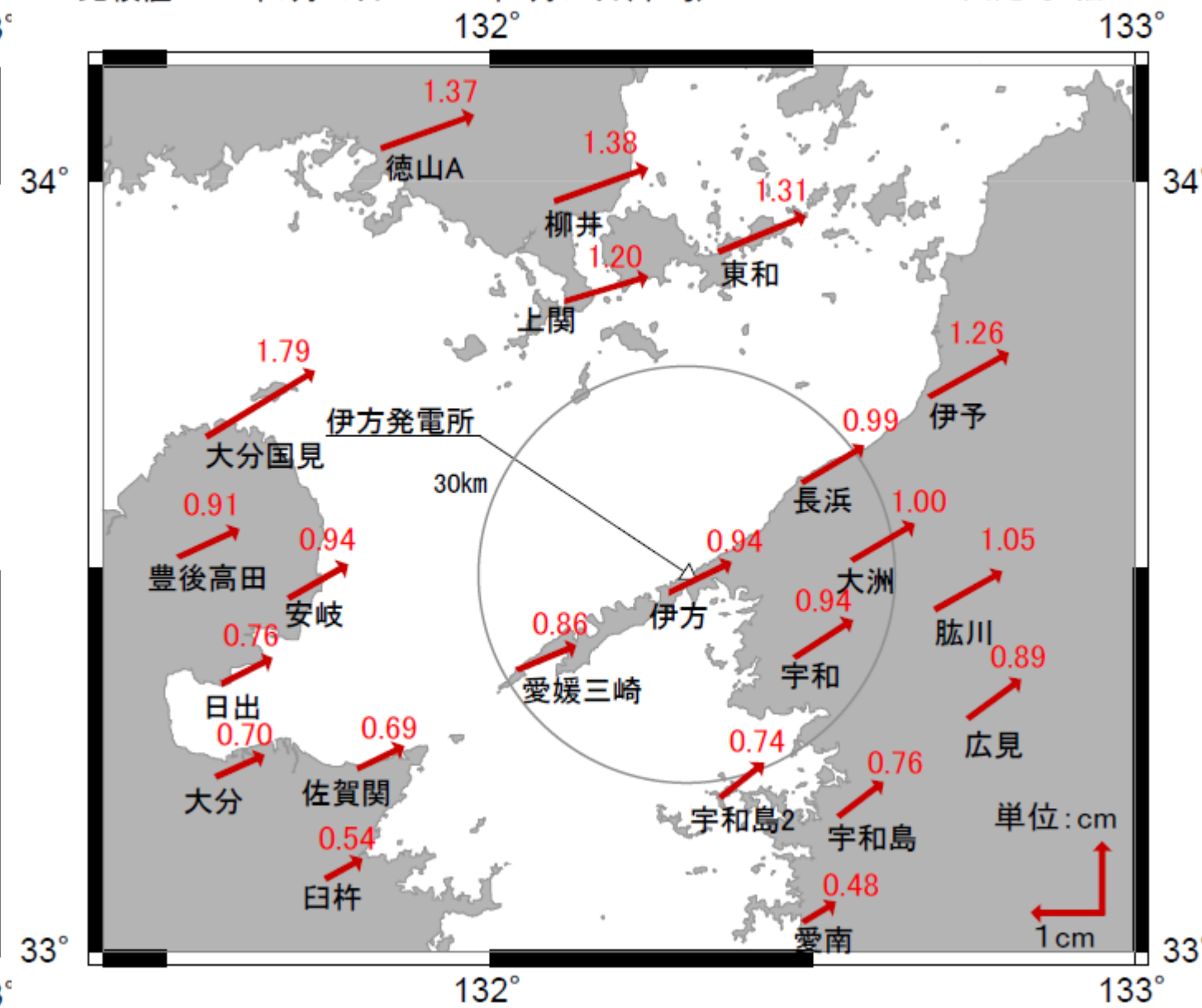
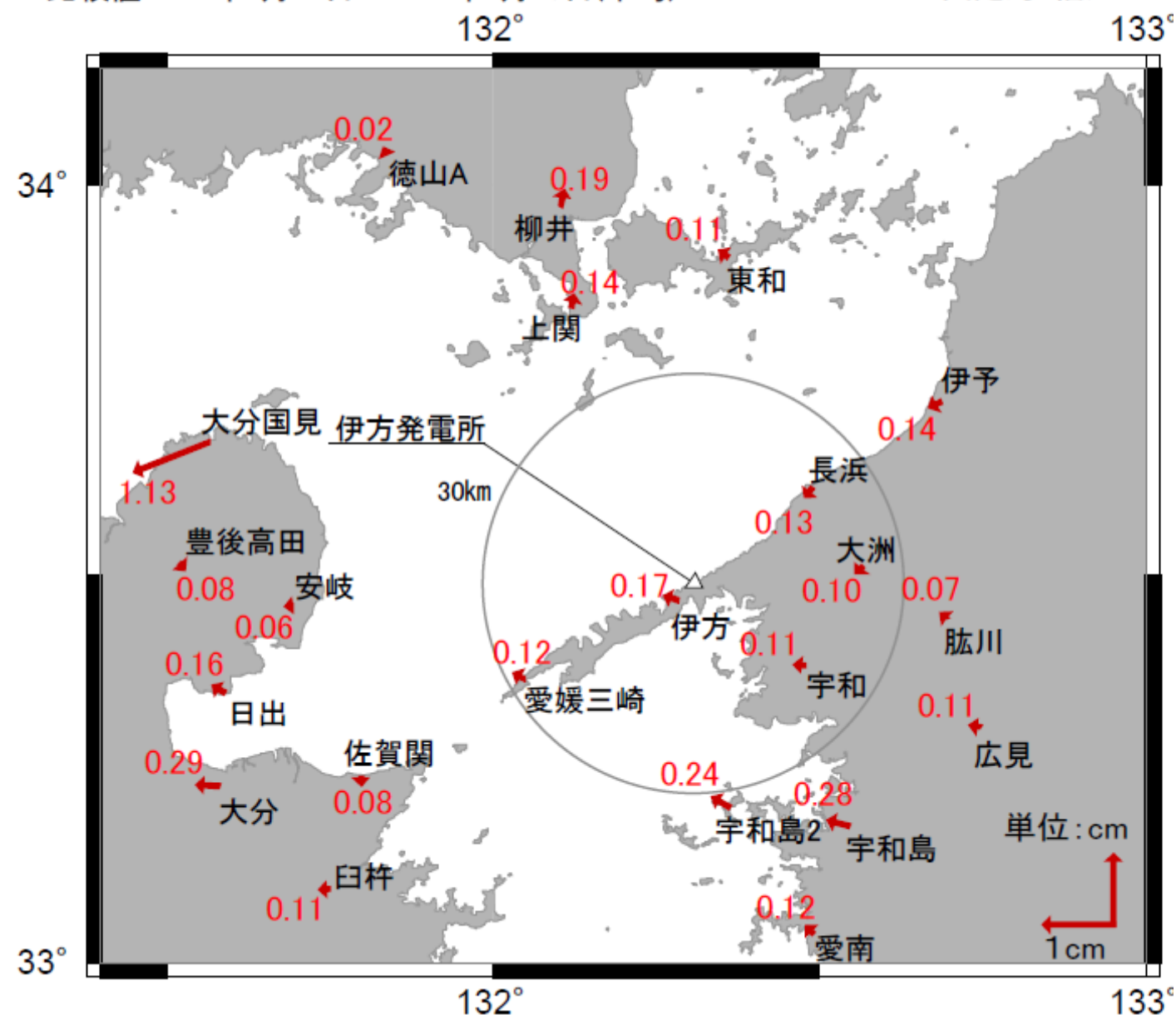
伊方発電所周辺において、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動は小さく、4月下旬以降には特段の変化は認められない。

1月下旬～2月下旬の1ヶ月間

2月下旬～3月下旬の1ヶ月間

基準値:2011年1月20日～2011年1月26日(平均)  
比較値:2011年2月20日～2011年2月26日(平均)

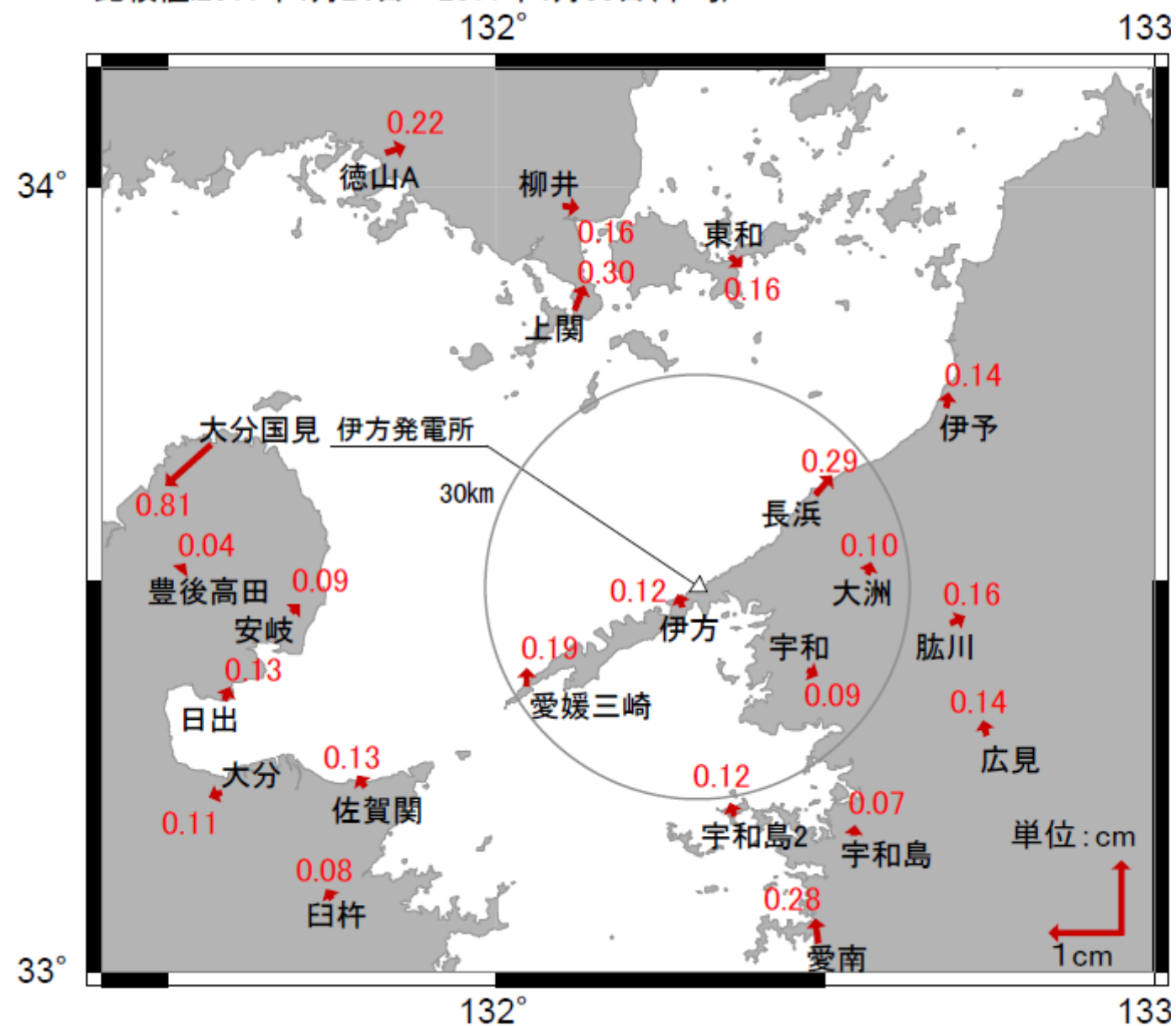
基準値:2011年2月22日～2011年2月28日(平均)  
比較値:2011年3月25日～2011年3月31日(平均)



3月下旬～4月下旬の1ヶ月間

基準値:2011年3月25日～2011年3月31日(平均)  
比較値:2011年4月24日～2011年4月30日(平均)

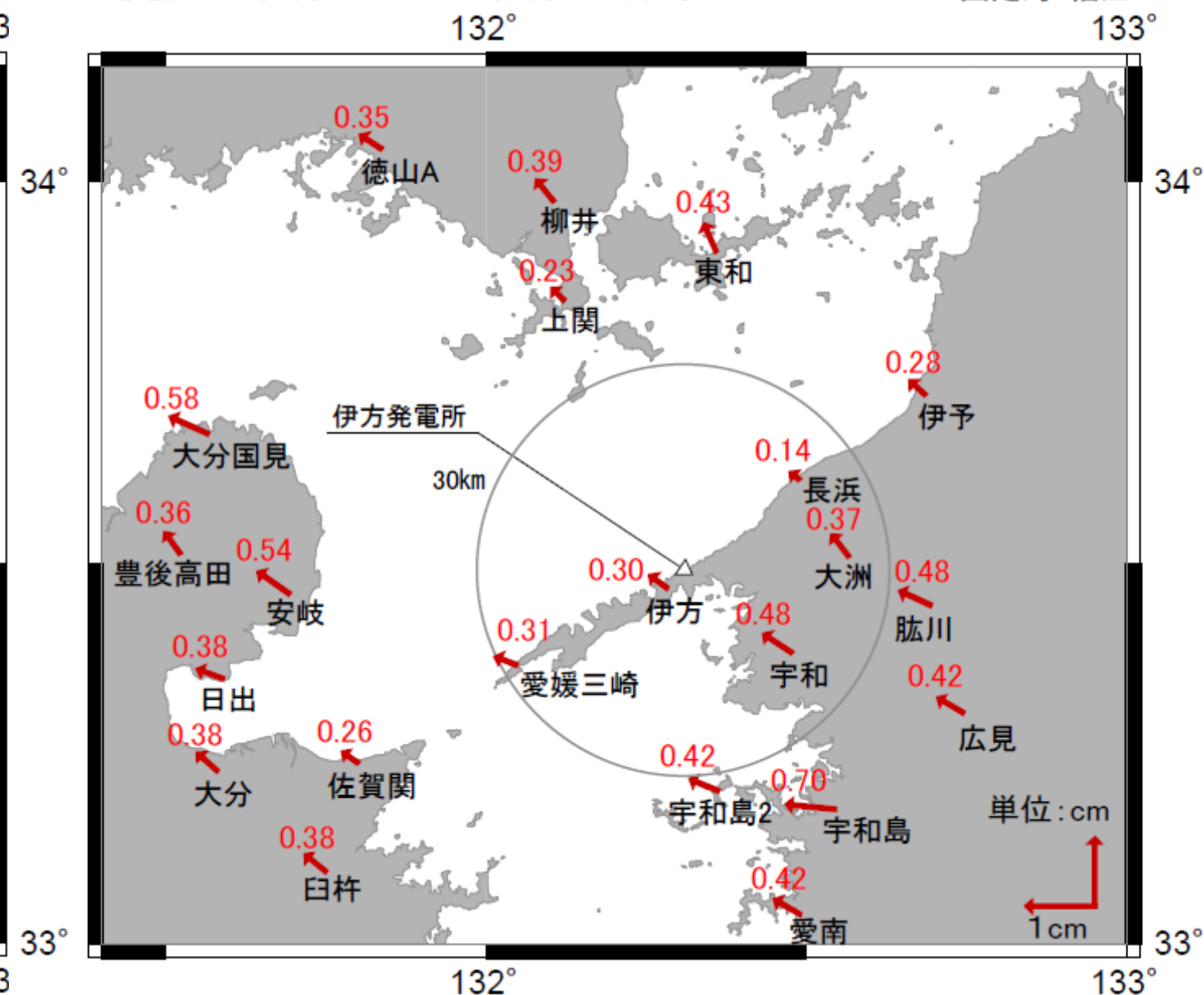
固定局:福江



4月下旬～5月下旬の1ヶ月間

基準値:2011年4月24日～2011年4月30日(平均)  
比較値:2011年5月25日～2011年5月31日(平均)

固定局:福江

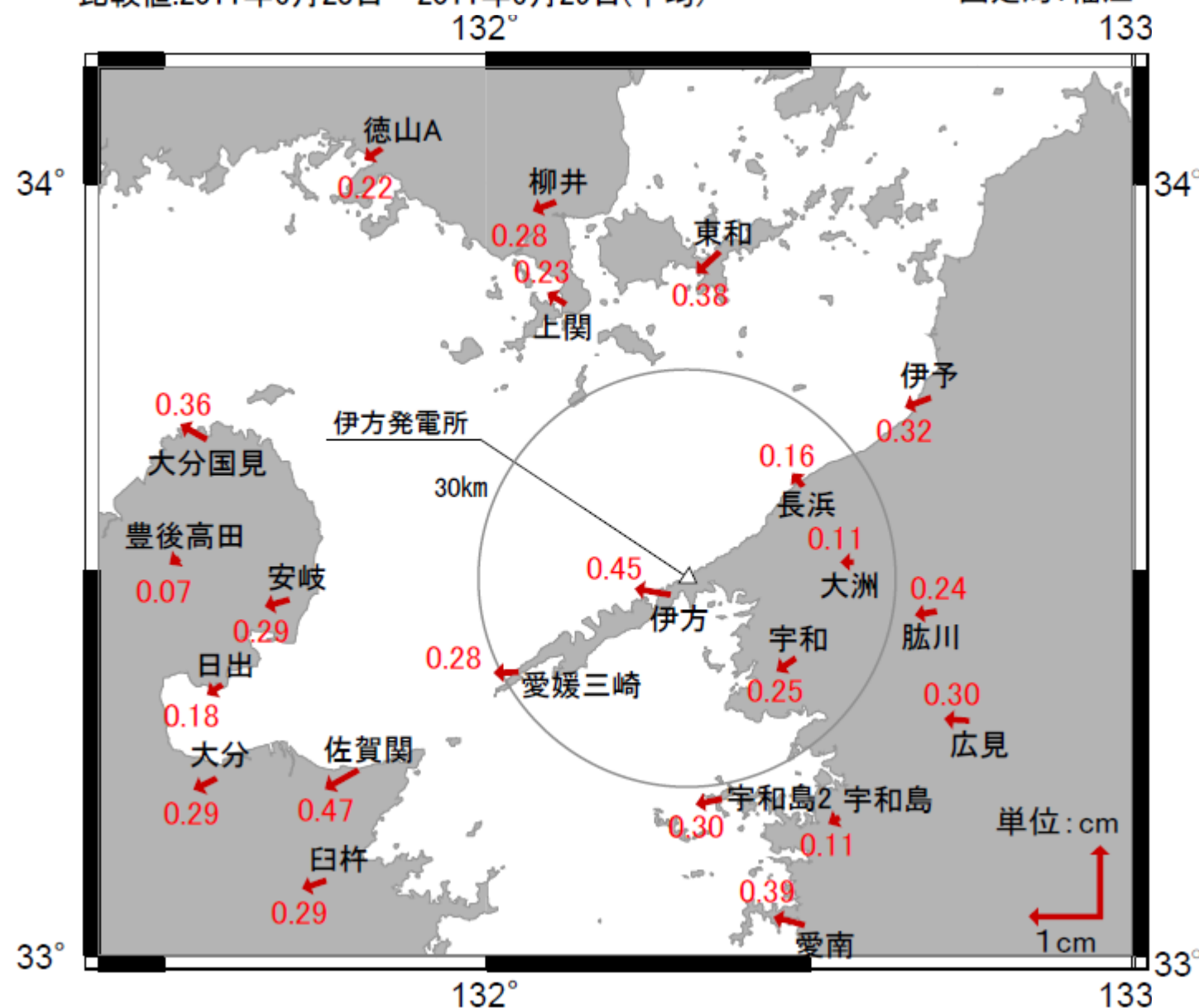




5月下旬～6月下旬の1ヶ月間

基準値:2011年5月25日～2011年5月31日(平均)  
比較値:2011年6月23日～2011年6月29日(平均)

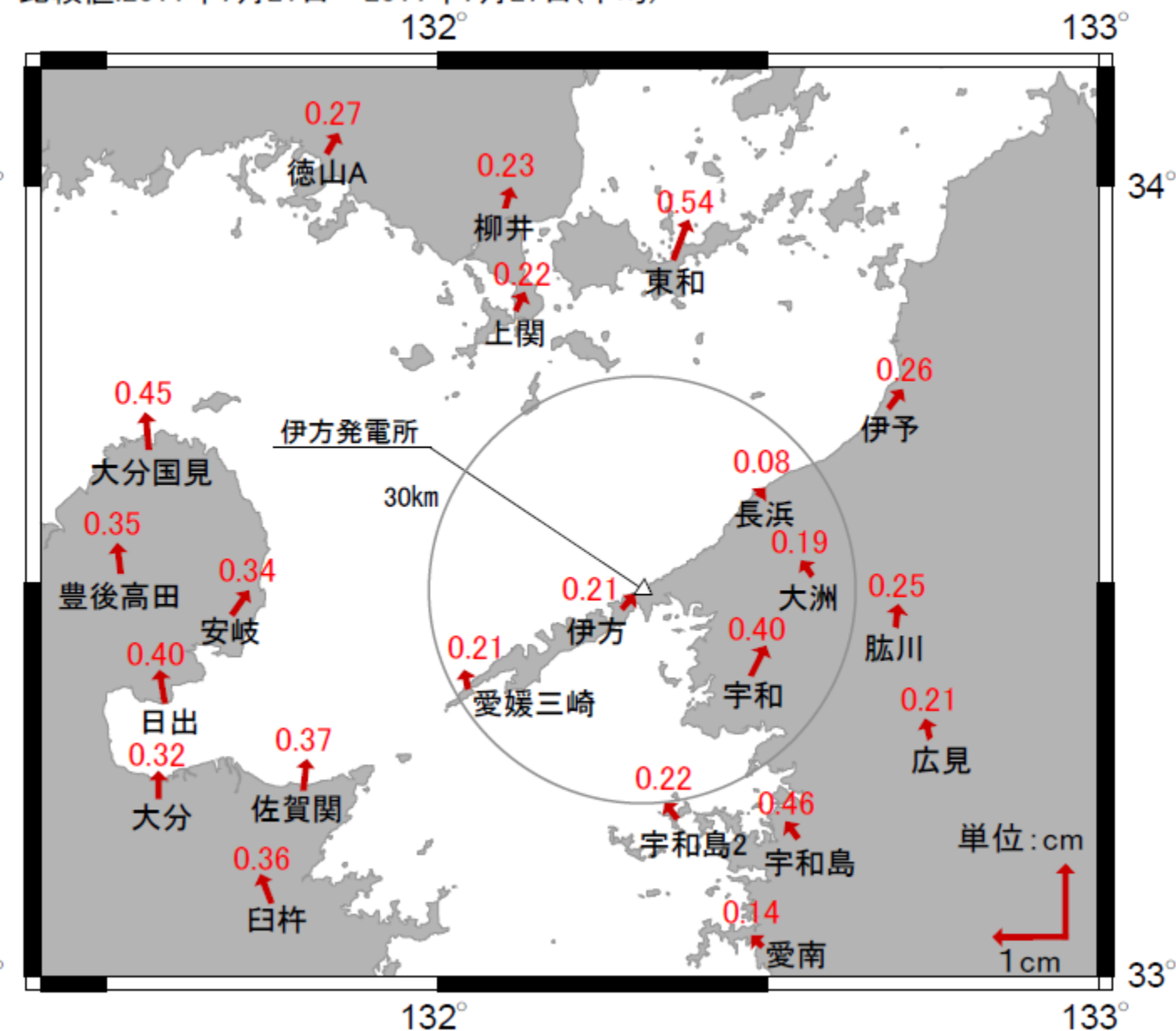
固定局:福江



6月下旬～7月下旬の1ヶ月間

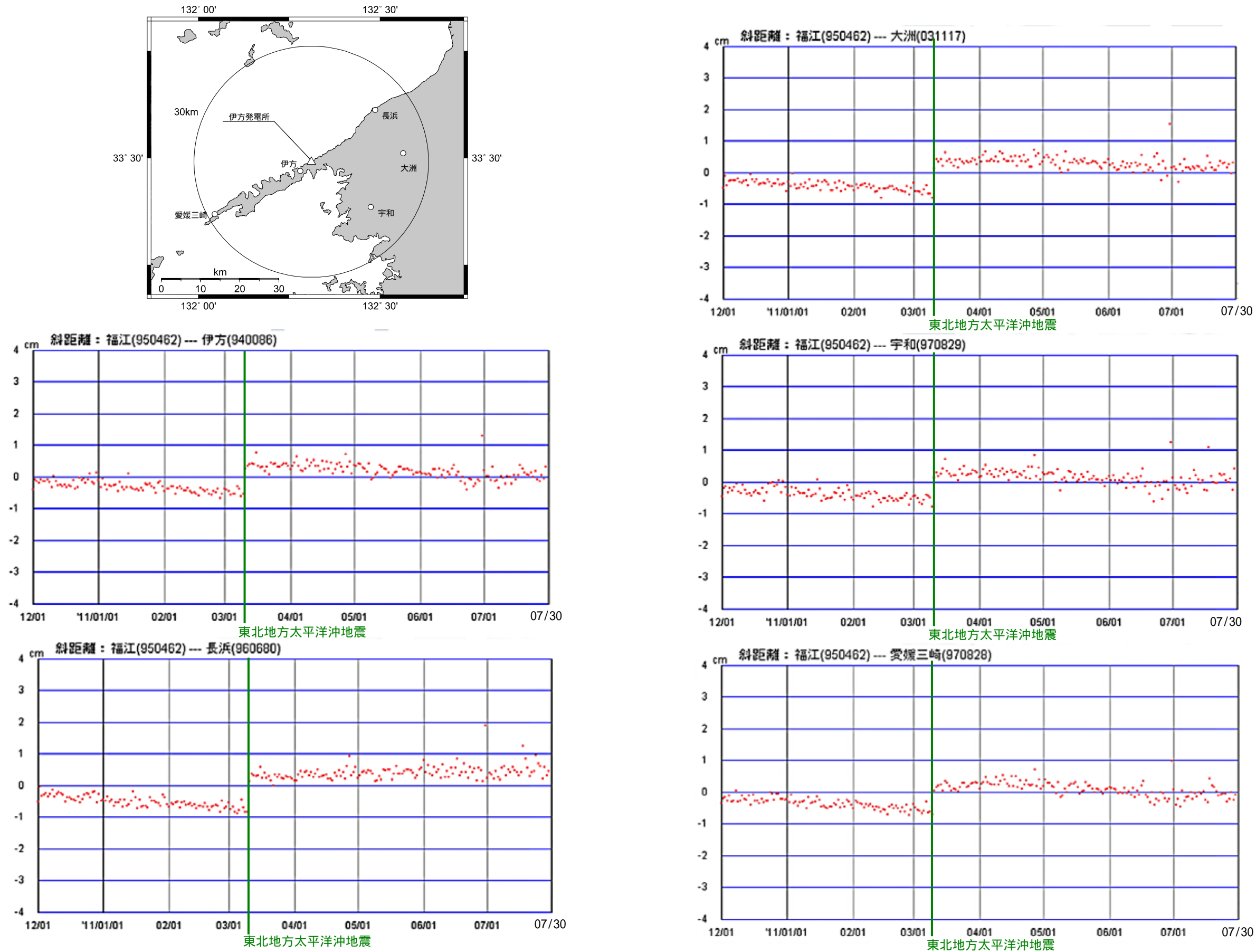
基準値:2011年6月21日～2011年6月27日(平均)  
比較値:2011年7月21日～2011年7月27日(平均)

固定局:福江

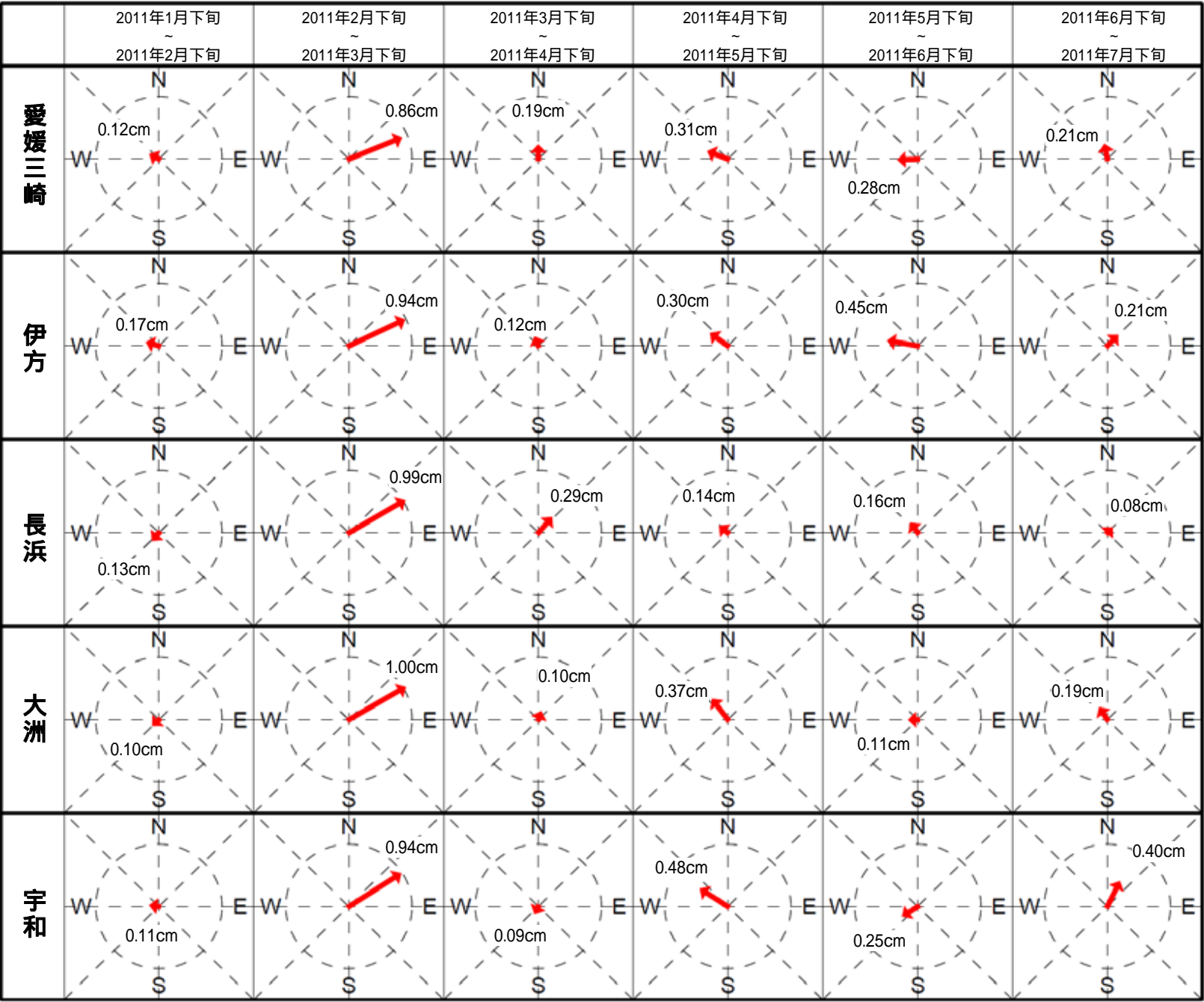
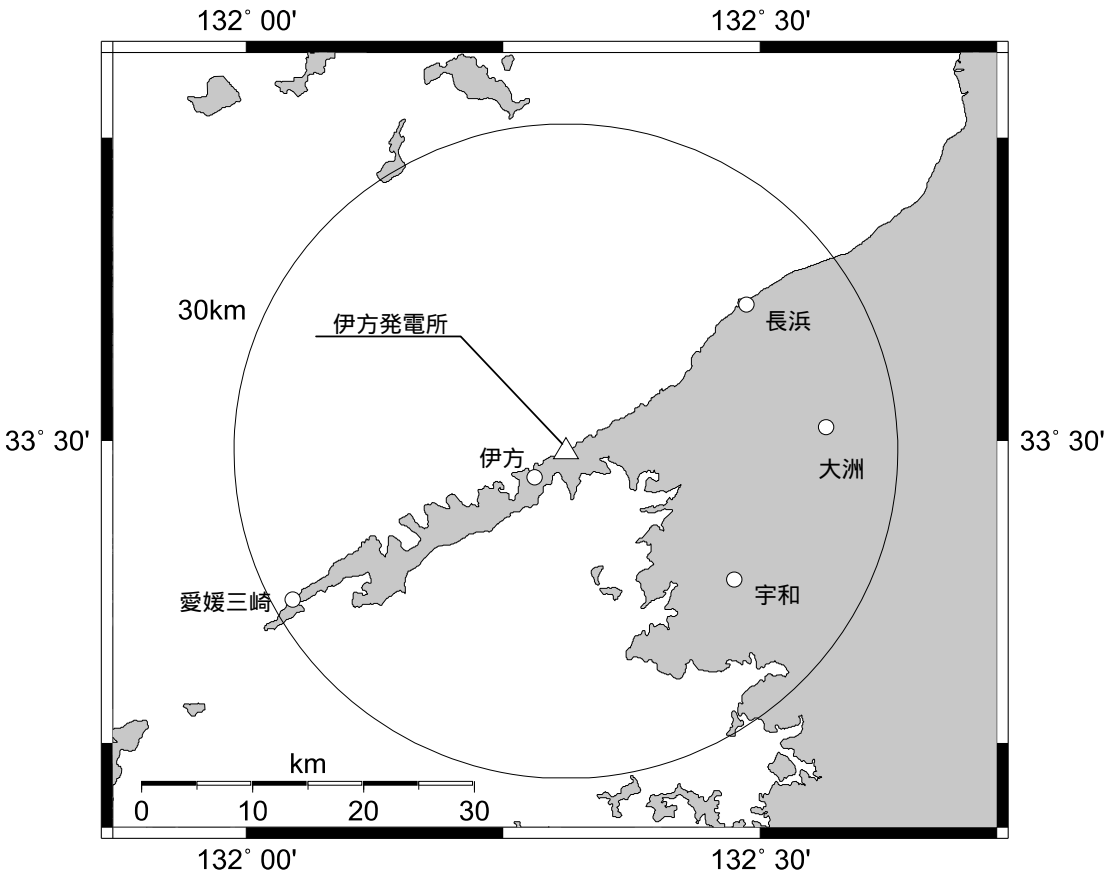


2011/6/30 のデータは不具合があるとされているため、比較値として2011/6/23～2011/6/29の平均値を採用した。

伊方発電所周辺において，3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動は小さく，4月下旬以降には特段の変化は認められない。



福江を固定局とする地殻変動量の時系列変化（国土地理院の地殻変動観測データを用いて作成）



福江を固定局とする地殻変動量の月別変化（国土地理院の地殻変動観測データを用いて作成）



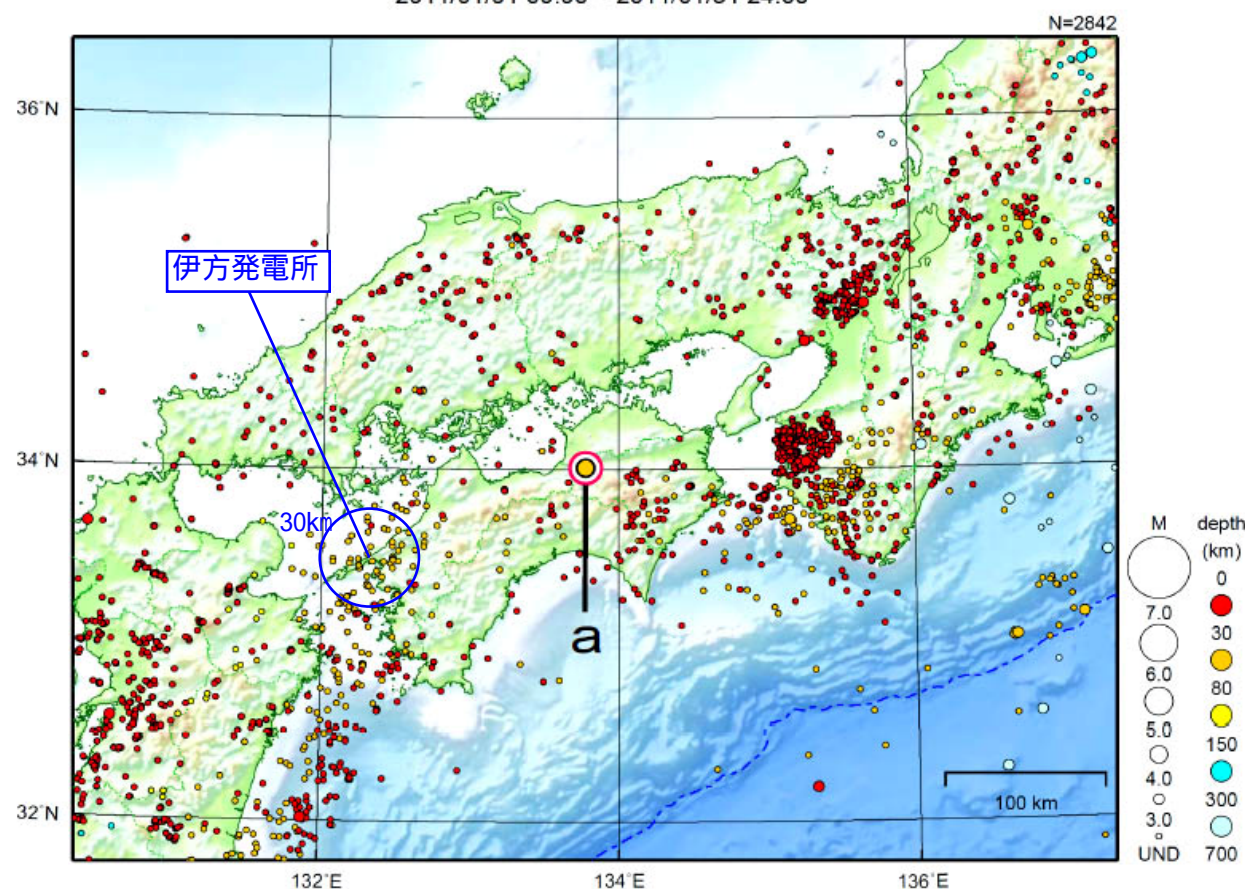
東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

伊方発電所周辺において発生している地震の多くは深さ30km以深の海洋プレート内地震であり、内陸地殻内地震はほとんど発生していない。3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生以降、伊方発電所周辺において**顕著な地震活動は認められない**。

平成23年1月

近畿・中国・四国地方

2011/01/01 00:00 ~ 2011/01/31 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOP030、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

a) 1月16日に徳島県北部でM4.5の地震(最大震度3)が発生した。

[上述の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

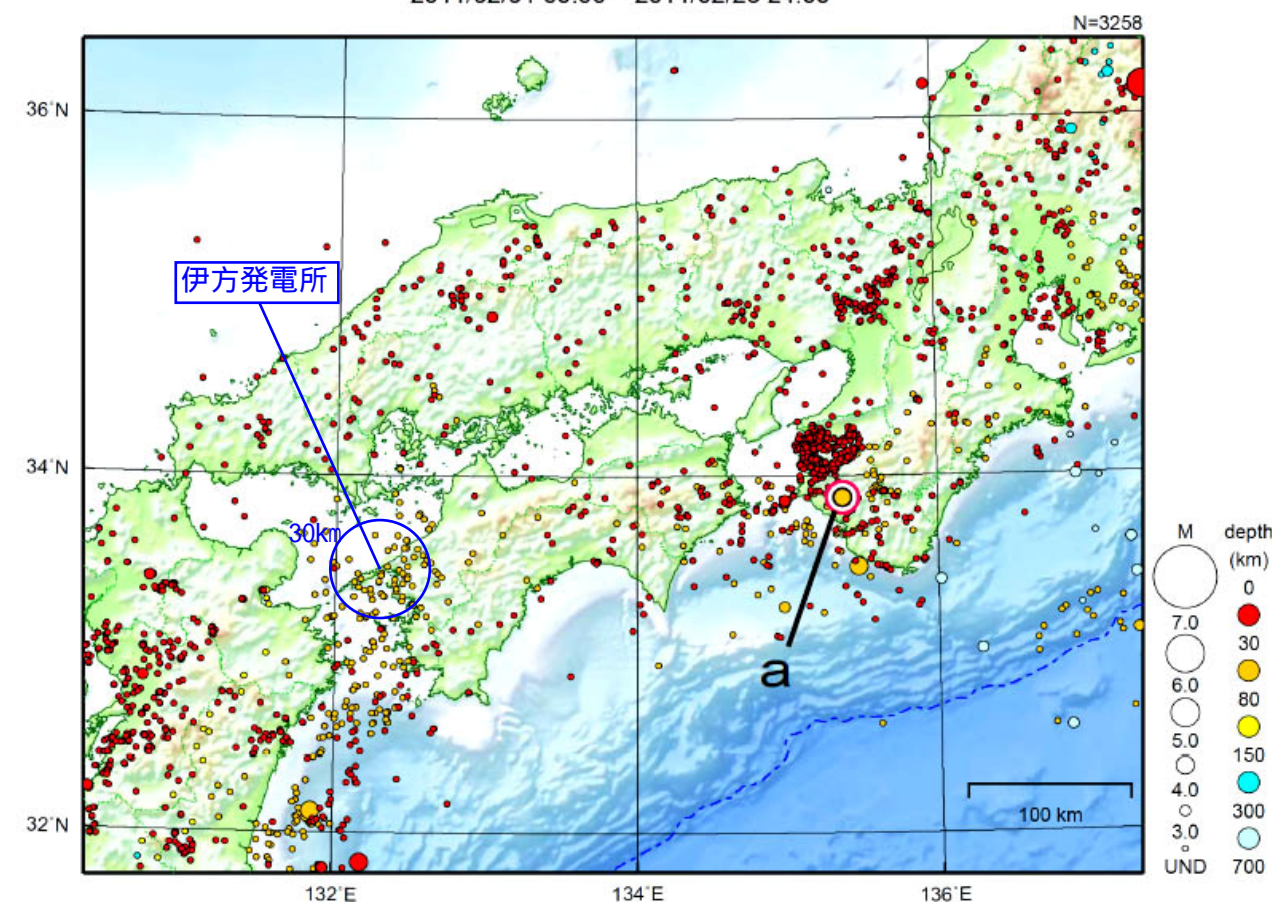
気象庁・文部科学省

<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11feb/p14.htm>

平成23年2月

近畿・中国・四国地方

2011/02/01 00:00 ~ 2011/02/28 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOP030、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

a) 2月21日に和歌山県北部でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。

気象庁はこの地震に対して[和歌山県南部]で情報発表した。

[上述の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

気象庁・文部科学省

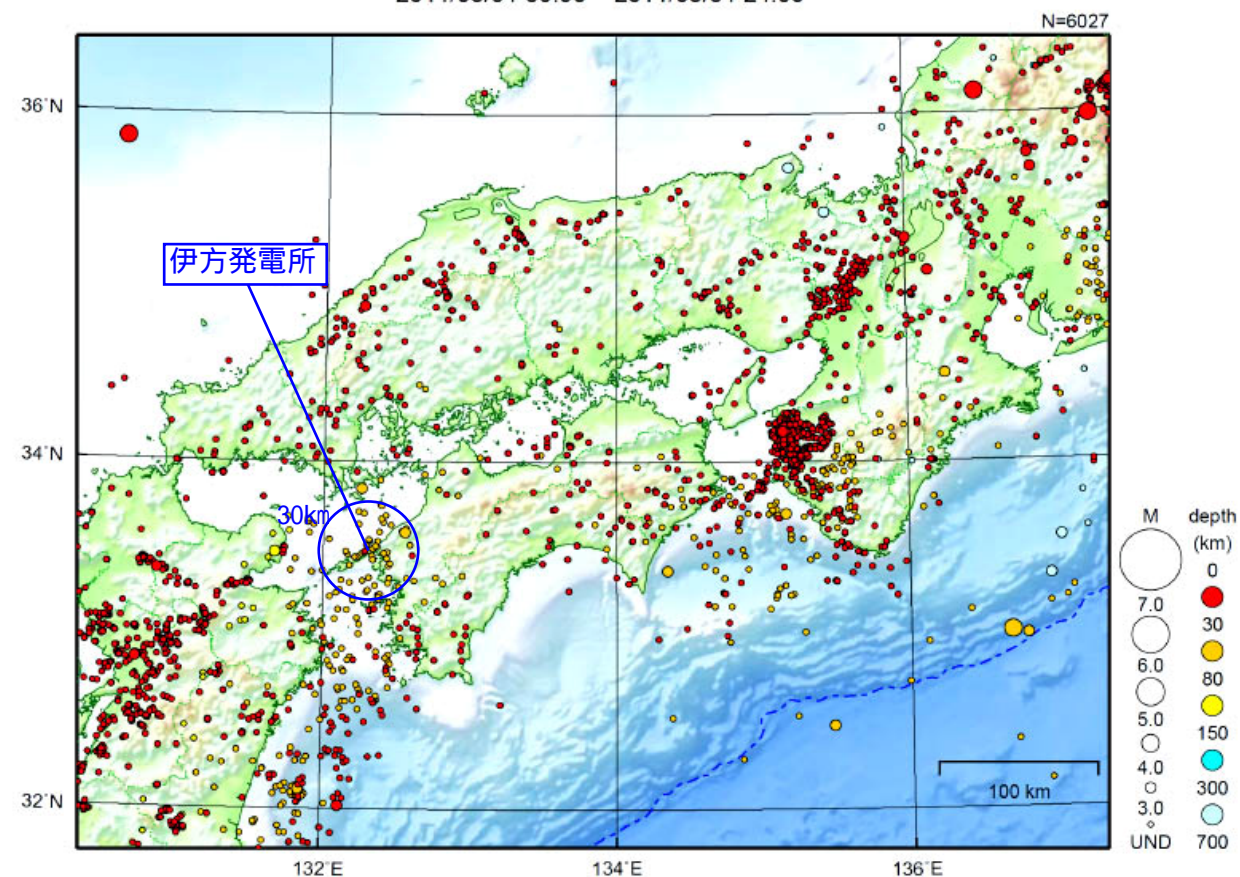
<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11mar/p13.htm>



平成23年3月

## 近畿・中国・四国地方

2011/03/01 00:00 ~ 2011/03/31 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOP030、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

特に目立った活動はなかった。

[上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

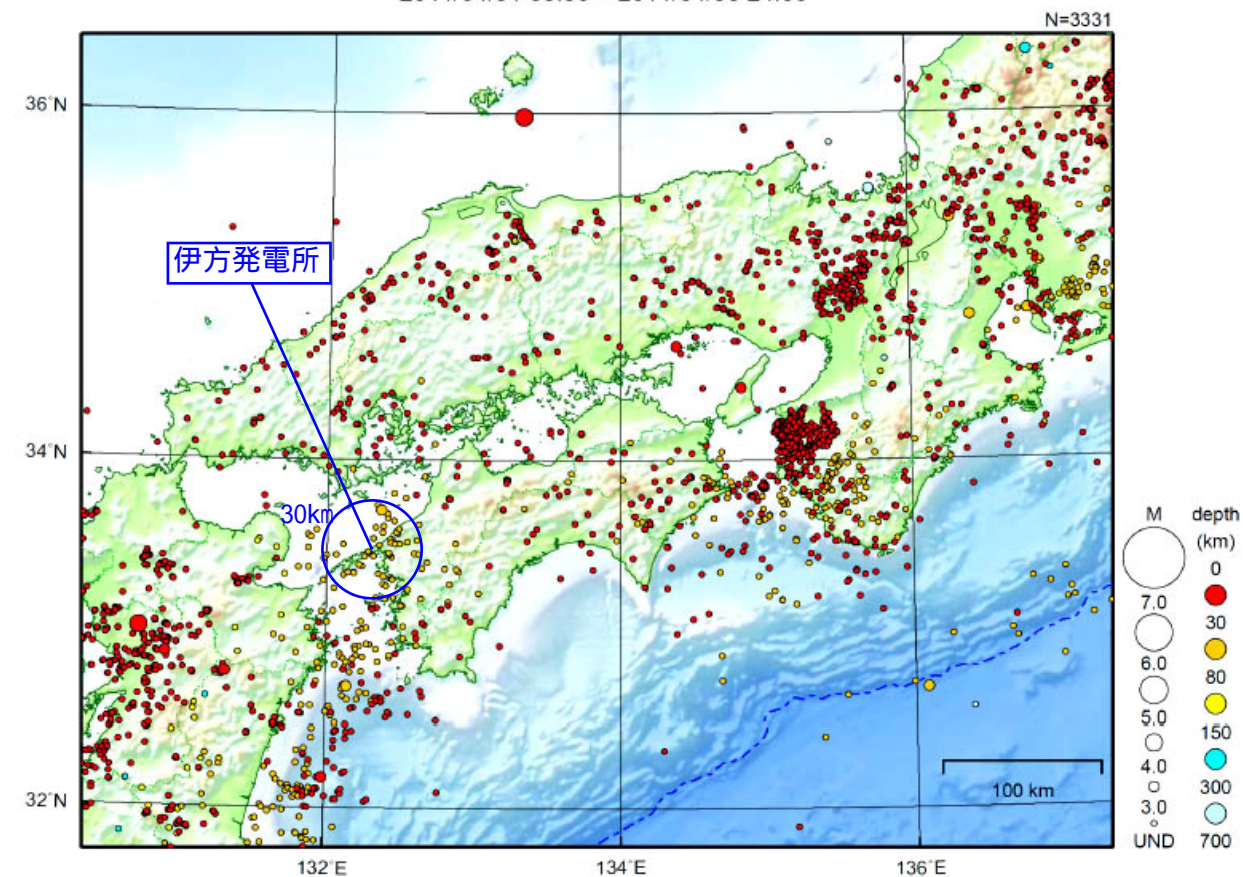
気象庁・文部科学省

<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11apr/p30.htm>

平成23年4月

## 近畿・中国・四国地方

2011/04/01 00:00 ~ 2011/04/30 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOP030、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

特に目立った活動はなかった。

[上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

気象庁・文部科学省

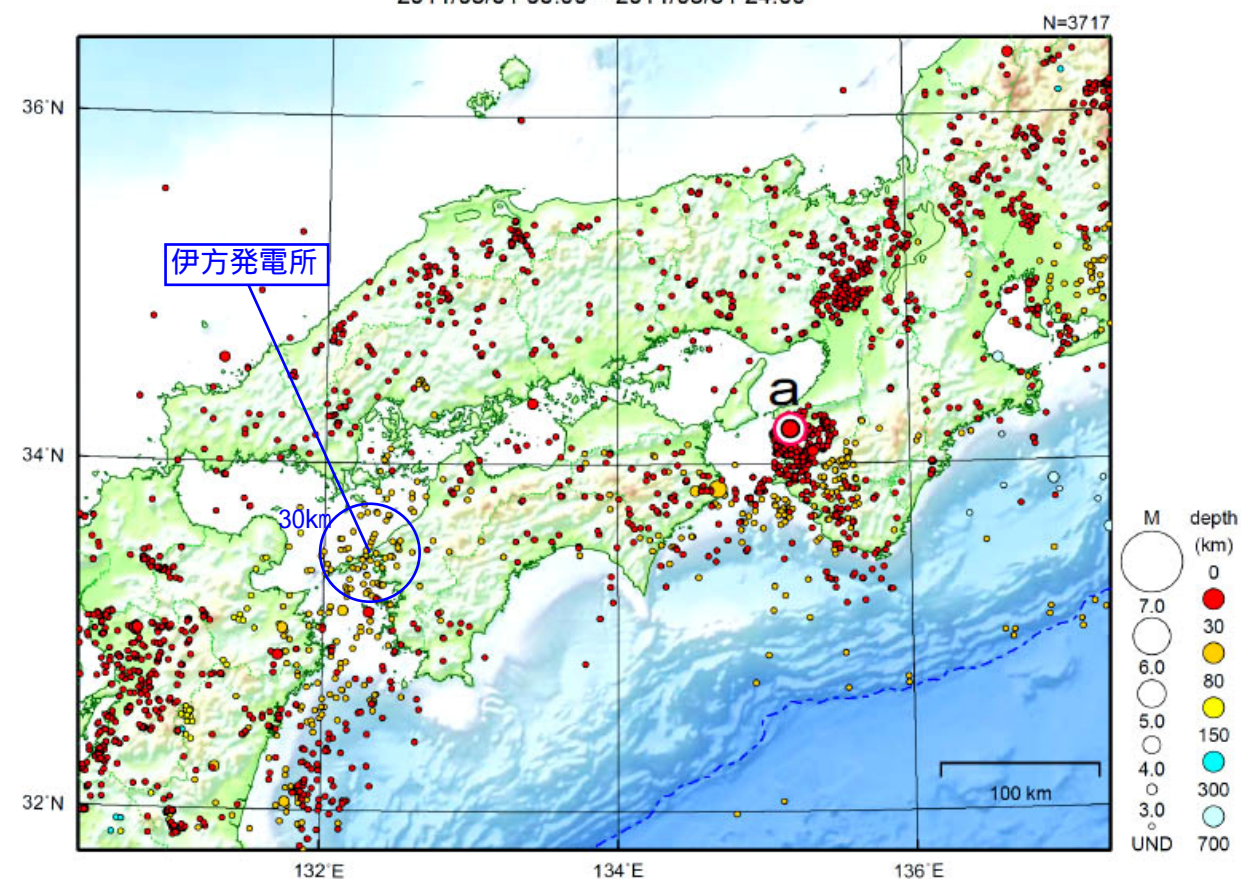
<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11may/p29.htm>



平成23年5月

## 近畿・中国・四国地方

2011/05/01 00:00 ~ 2011/05/31 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOP030、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

a) 5 月 10 日に和歌山県北部で M4.2 の地震（最大震度 4）が発生した。

（上記期間外）

6 月 4 日に島根県東部で M5.2 の地震（最大震度 4）が発生した。

〔上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。〕

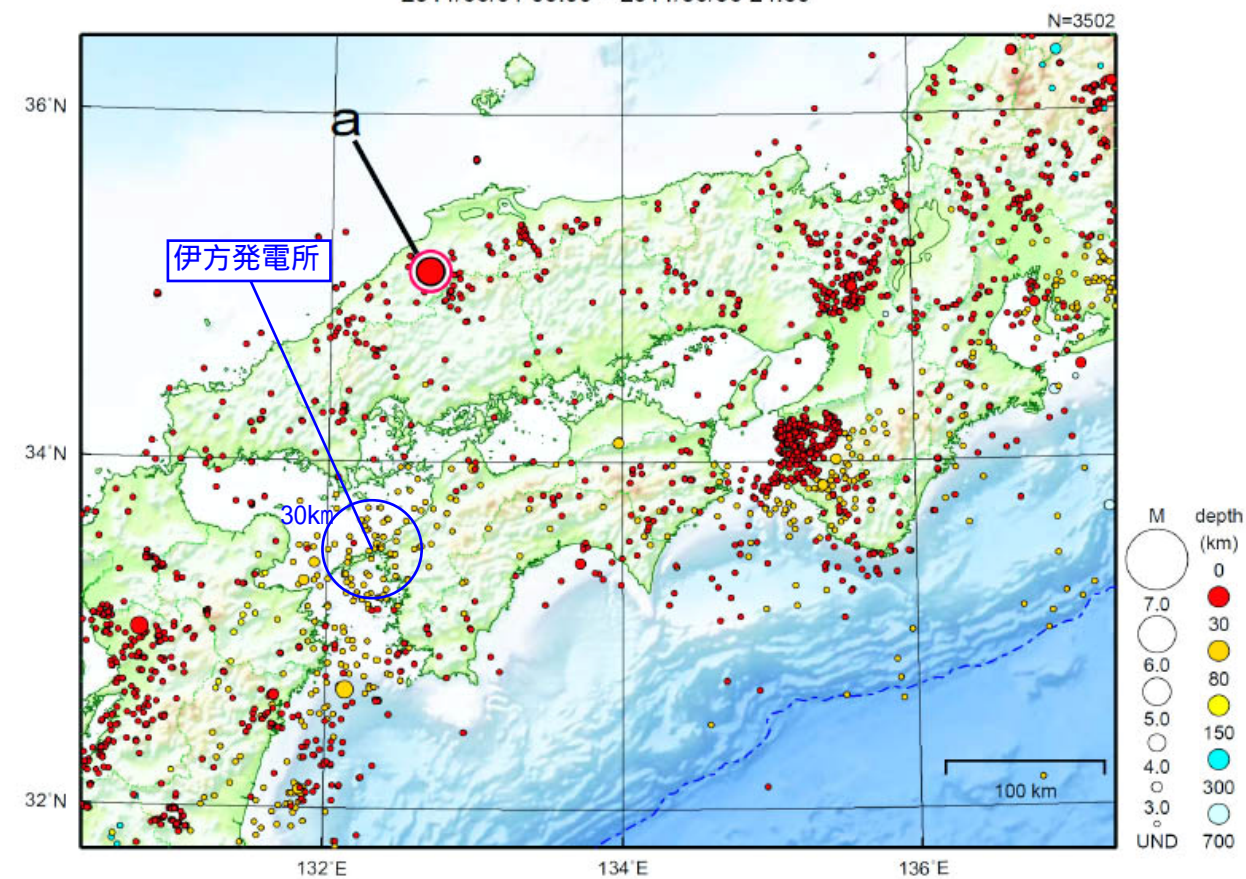
気象庁・文部科学省

<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11jun/p18.htm>

平成23年6月

## 近畿・中国・四国地方

2011/06/01 00:00 ~ 2011/06/30 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOP030、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

a) 6 月 4 日に島根県東部で M5.2 の地震（最大震度 4）が発生した。

（上記期間外）

7 月 5 日に和歌山県北部で M5.5 の地震（最大震度 5 強）が発生した。この地震の後、同日に M4.5 の地震（最大震度 4）が発生した。

〔上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。〕

気象庁・文部科学省

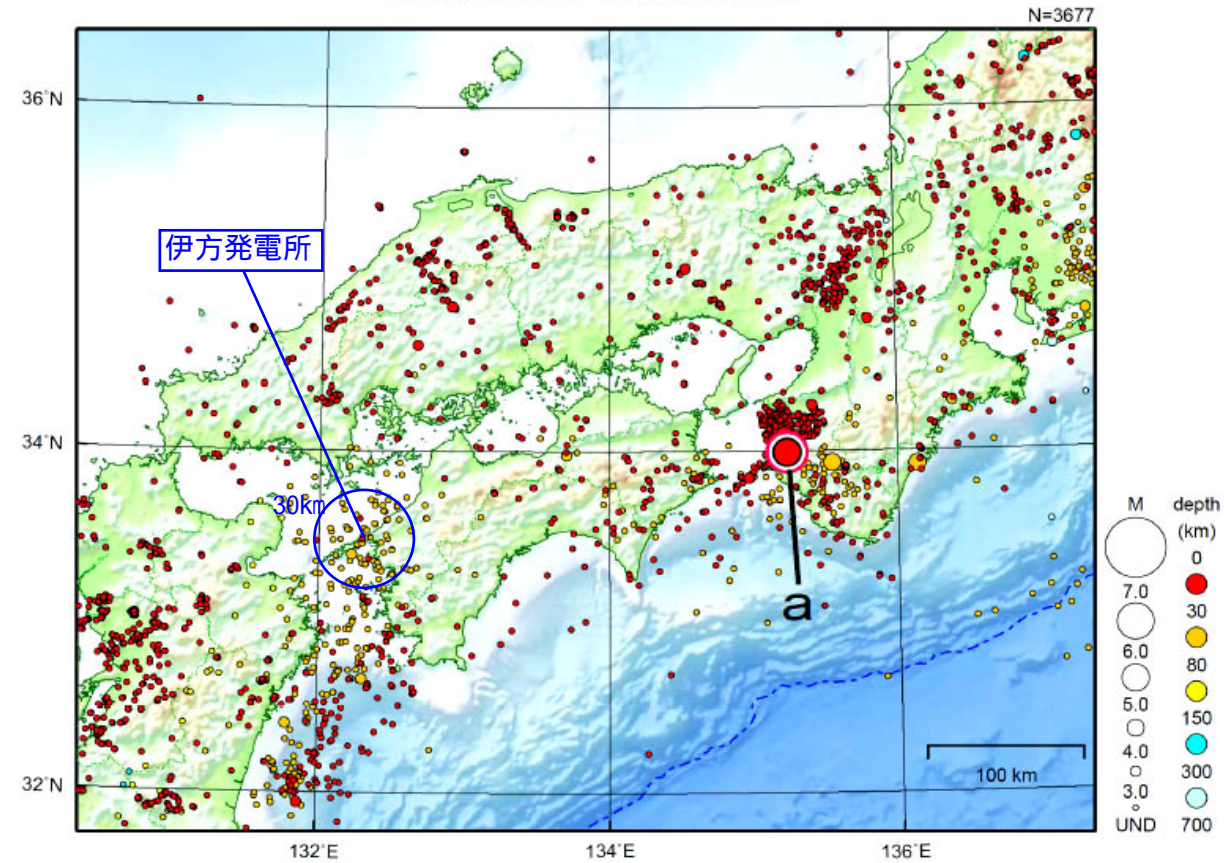
<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11jul/p26.htm>



平成23年7月

## 近畿・中国・四国地方

2011/07/01 00:00 ~ 2011/07/31 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

a) 7月5日に和歌山県北部で M5.5 の地震（最大震度5強）が発生した。この地震の最大余震は同日に発生した M4.5 の地震（最大震度4）である。

〔上述の地震は M6.0 以上または最大震度4以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度3以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。〕

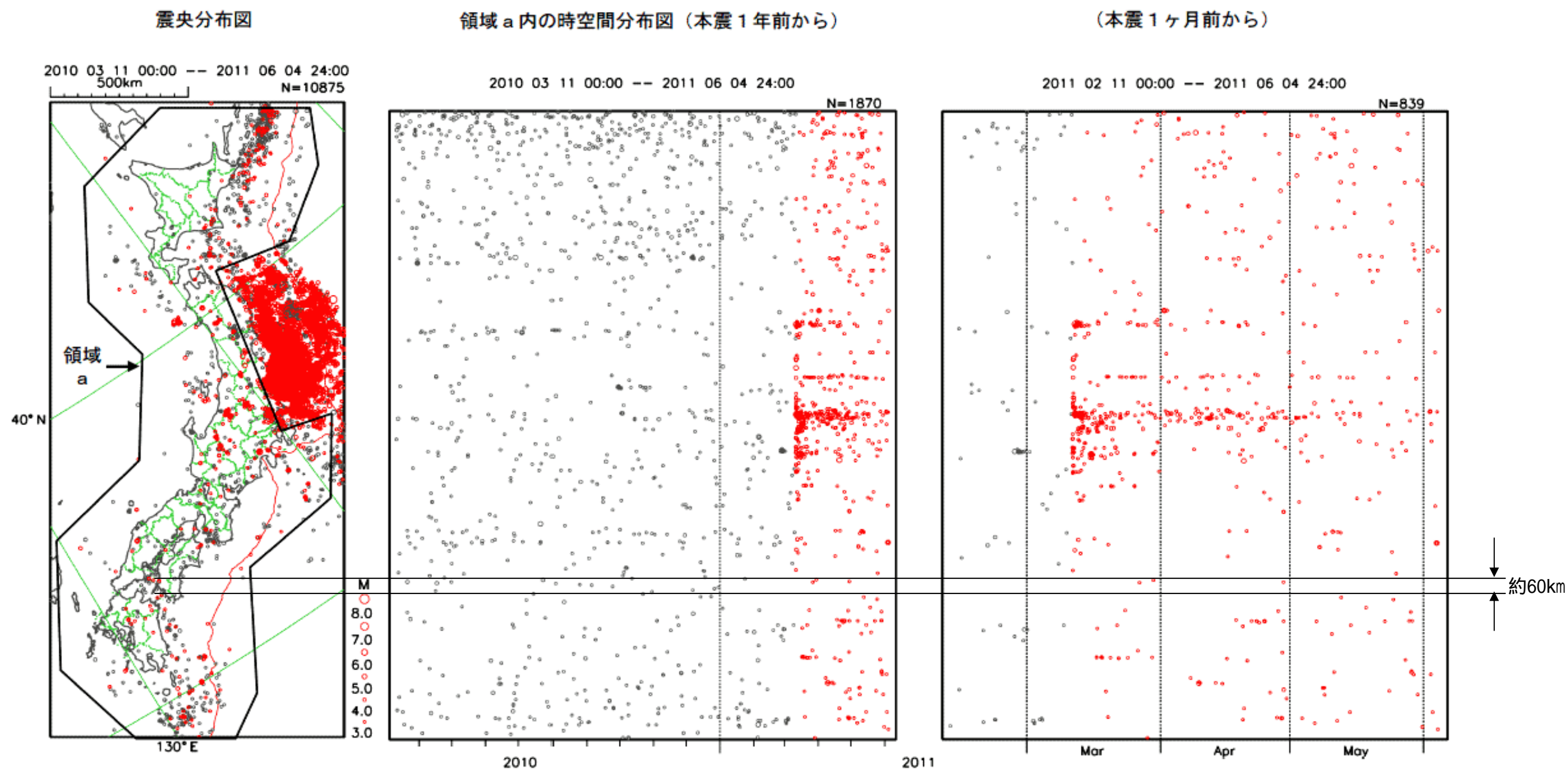
気象庁・文部科学省

<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11aug/p20.htm>

東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生以降、伊方発電所を含む地域において**顕著な地震活動は認められない。**

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」前後の  
地震活動状況（深さ 0 ～ 90km、 $M \geq 3.0$ ）

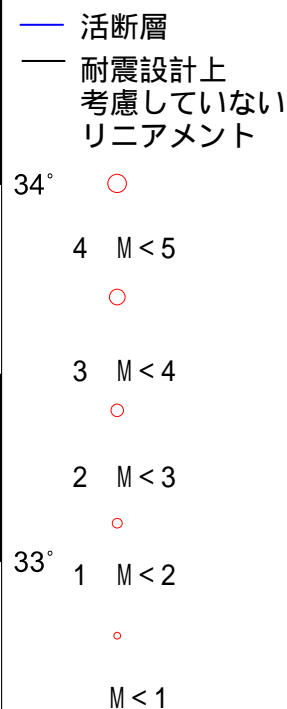


本震発生以降の地震を赤色で示した

気象庁作成



東北地方太平洋沖地震の発生前（3ヶ月間）  
データ：気象庁一元化処理 震源リスト  
期間：H22.12.11 ~ H23.3.11 14:46まで  
震源深さ：20km以内



活断層  
耐震設計上  
考慮していない  
リニアメント

34°

4 M < 5

3 M < 4

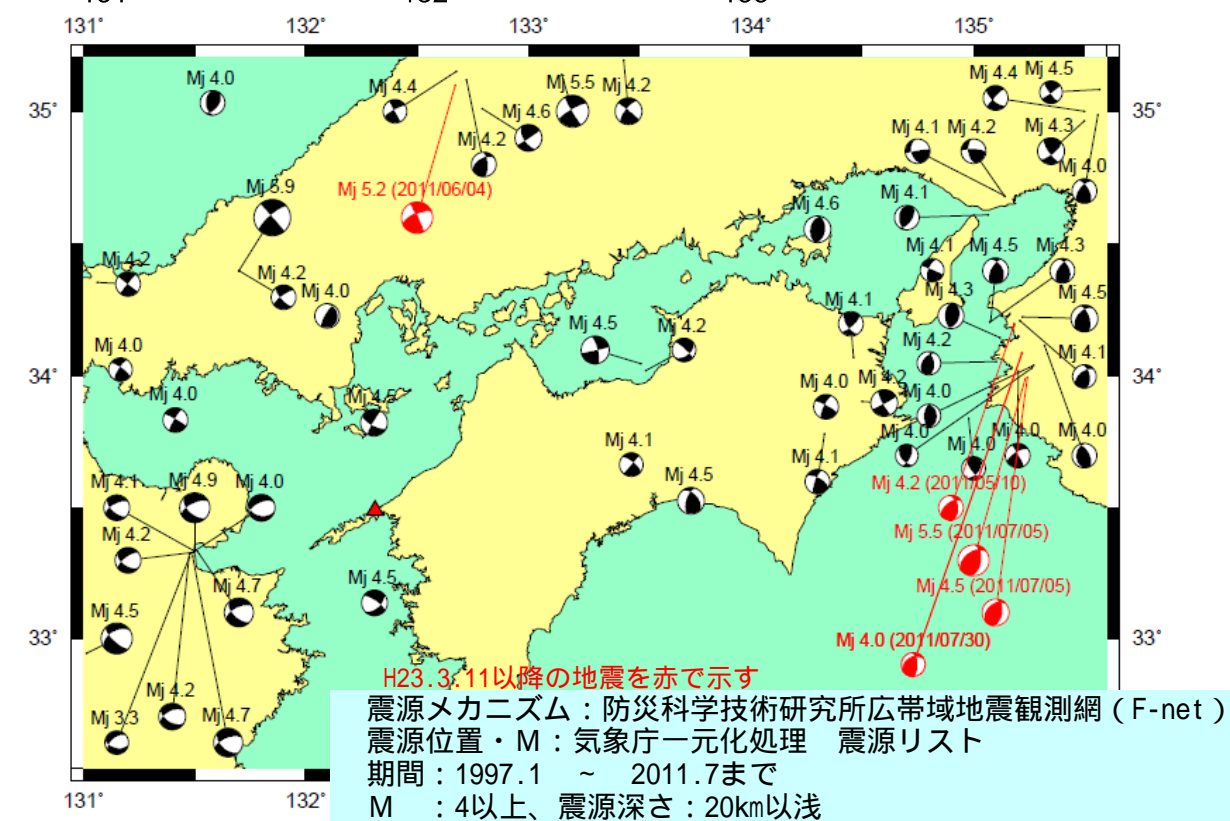
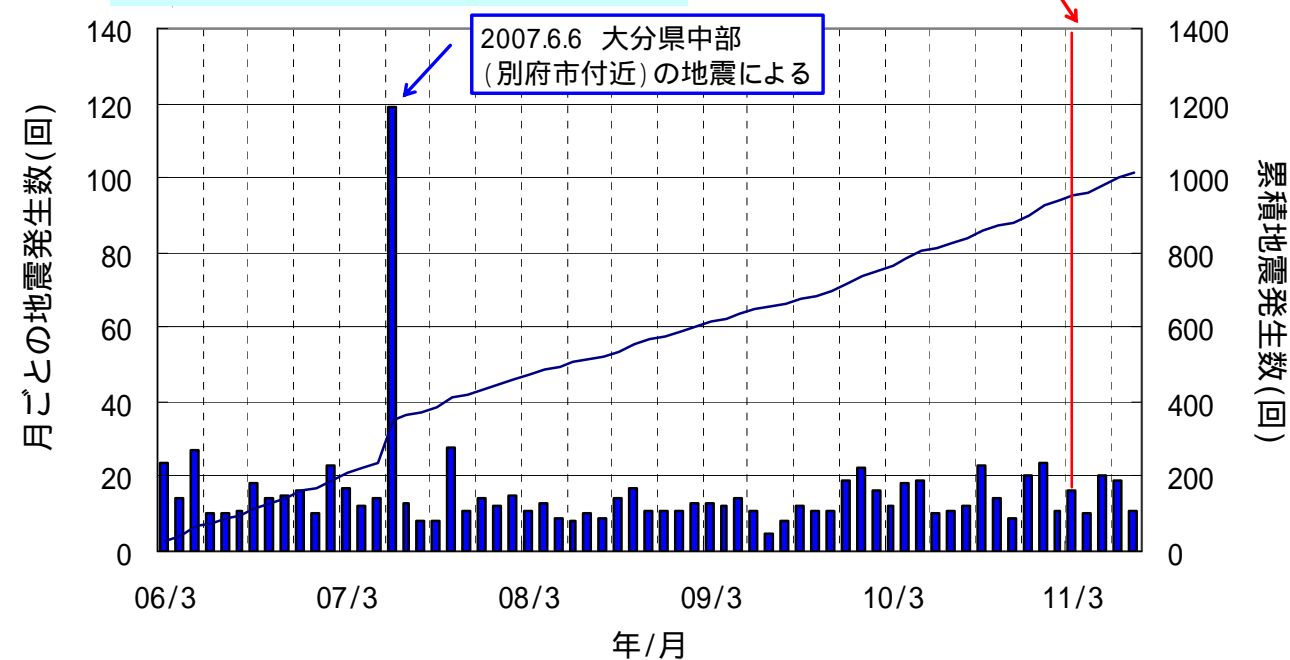
2 M < 3

33°

1 M < 2

M < 1

東北地方太平洋沖地震



東北地方太平洋沖地震の伊方発電所への影響【地震発生状況】

3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生後に地震活動が変化した地域は応力変化の大きな地域と対応するが、伊方発電所周辺における**応力の変化は小さい**。

< 名古屋大学大学院環境学研究科(2011)より抜粋 >

誘発地震の発生場所

東北地方太平洋沖地震の発生後に以下の地域で地震活動が顕著に活発になっている(図1)。

- ・秋田県中央部(北部と南部の活動が繋がりそう)
- ・福島県西部(他の地域と比べて活動開始が遅い)
- ・福島県東部
  - (本震M6.0; 本震のメカニズムが東西引張の正断層型; 他の地域に比べて活動開始が遅い; 本領域には含まないが、隣接する海域の余震は正断層型が多い)
- ・茨城県北部(他の地域と比べて活動開始が遅い)
- ・群馬・栃木県境
- ・長野県北部(本震M6.7)
- ・松本・黒姫(松本周辺と黒姫周辺の活動が繋がりそう)
- ・下呂・栃尾・焼岳・富山・長野県境
  - (当初は個別の地域で発生し、次第に繋がるように見える; 富山・長野県境へ進展; 栃尾周辺では2月27日から地震活動あり)
- ・静岡県東部(本震M6.4)
- ・箱根・丹那断層(当初は箱根のみで、後に丹那断層へ延びる)
- ・伊豆大島・新島・神津島

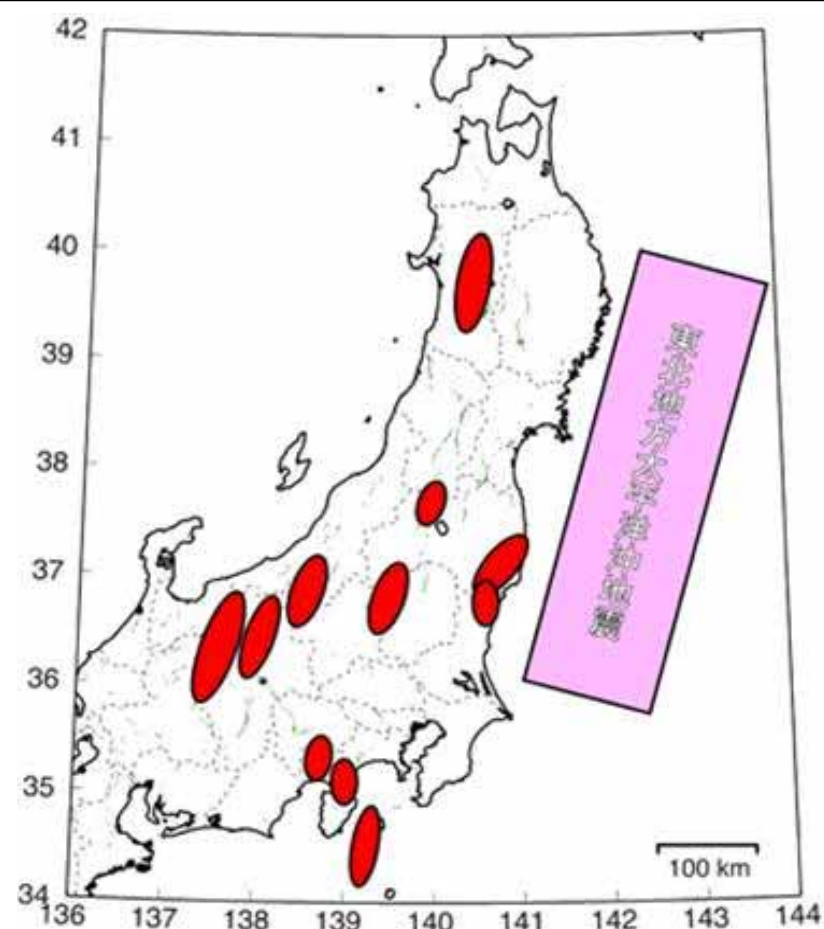


図1：東北地方太平洋沖地震の発生以降に見られる誘発地震活動域。赤楕円で囲んだ領域に地震が並んでいる。気象庁一元化震源データをもとに作成。

< 名古屋大学大学院環境学研究科(2011)より抜粋 >

東北地方太平洋沖地震によって加わったN20°E方向の鉛直な面に対する法線応力を計算すると、図2のようになる。東北地方太平洋沖地震によって、中部地方から東日本にかけて仮定した面を引っ張るような力が加わったことが分かる。

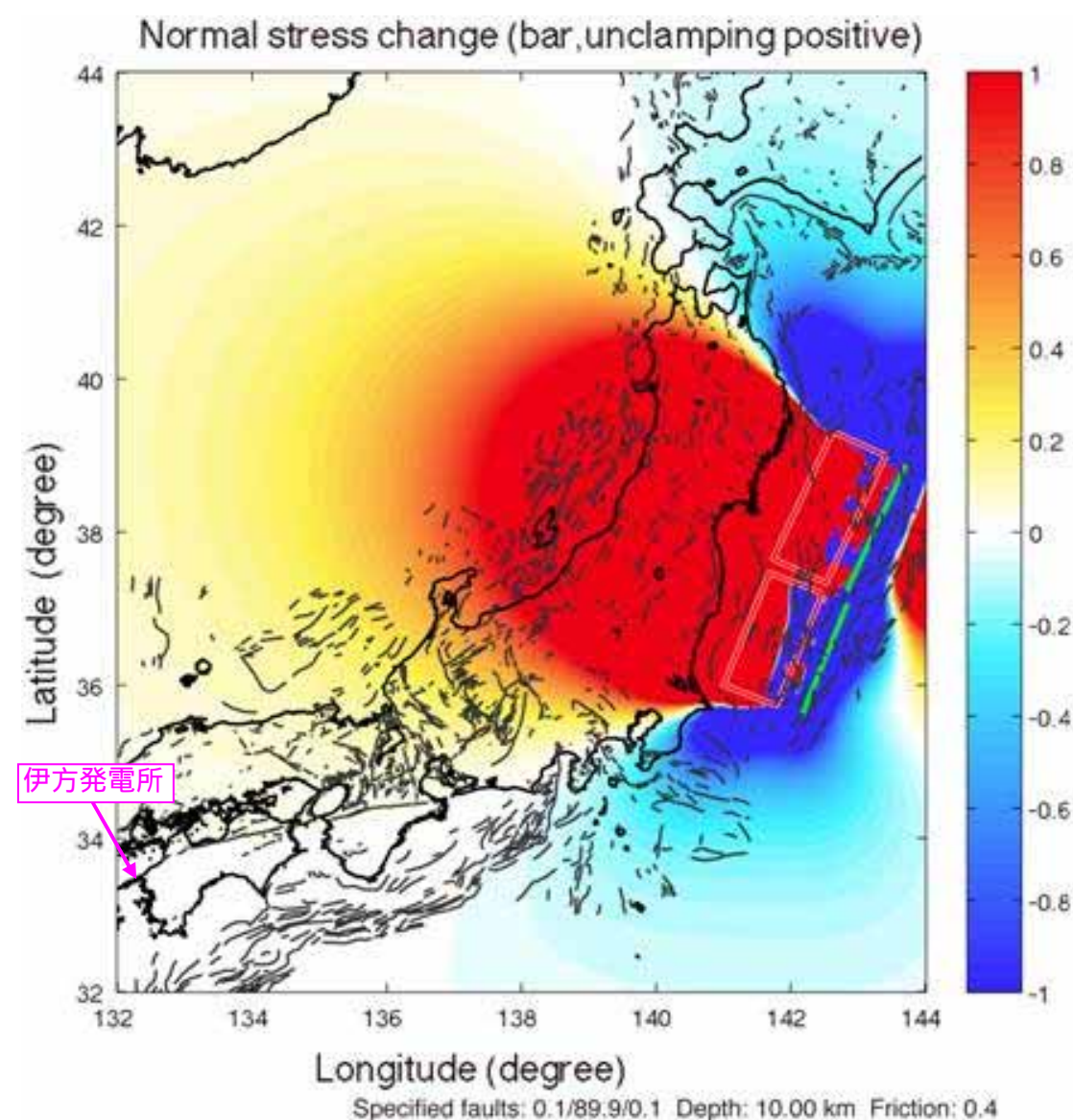
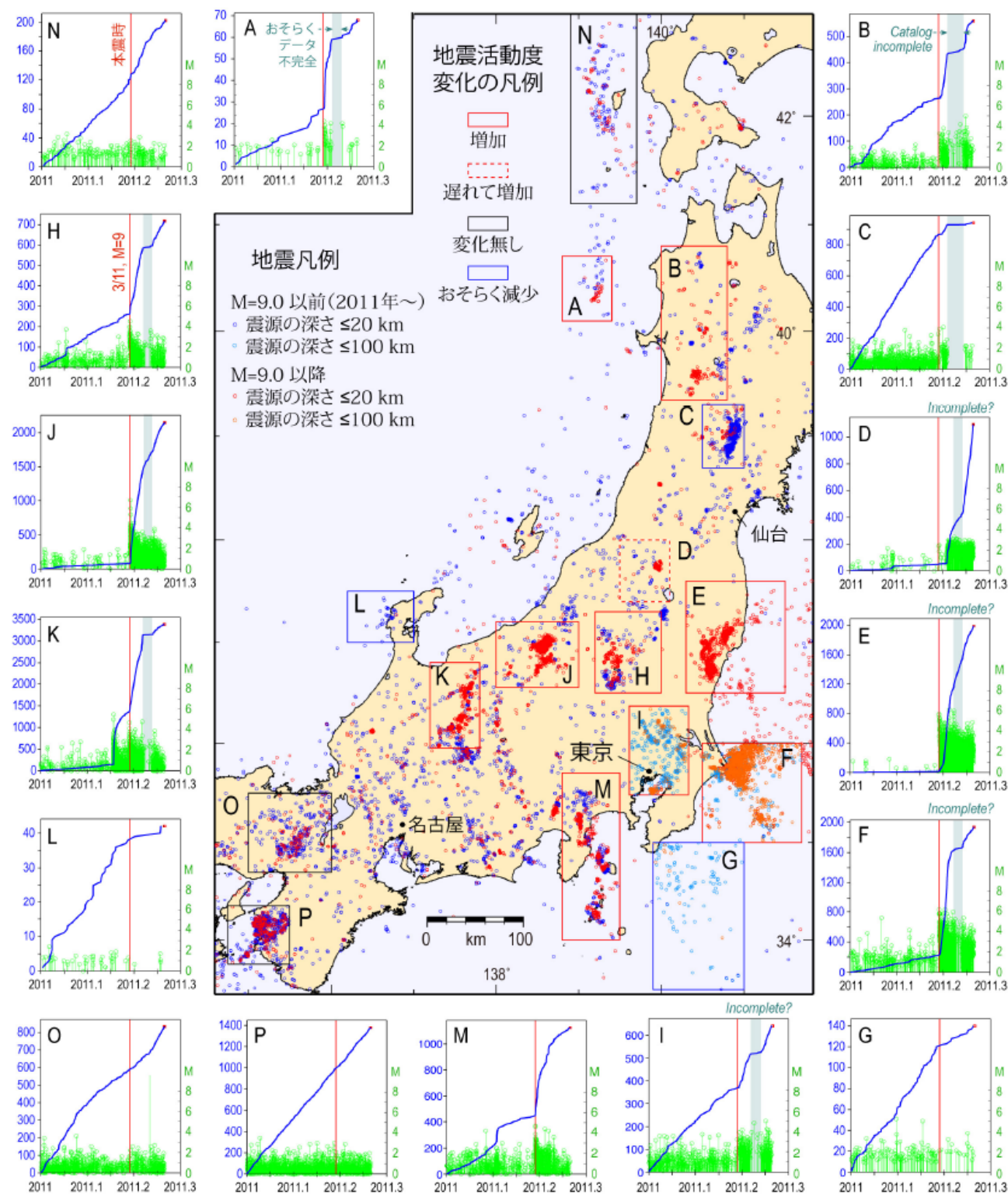


図2：N20°E方向の鉛直な面に対する法線応力の変化



図3 東北地方太平洋沖地震の前後での地震活動変化(地域ごとの累積曲線)



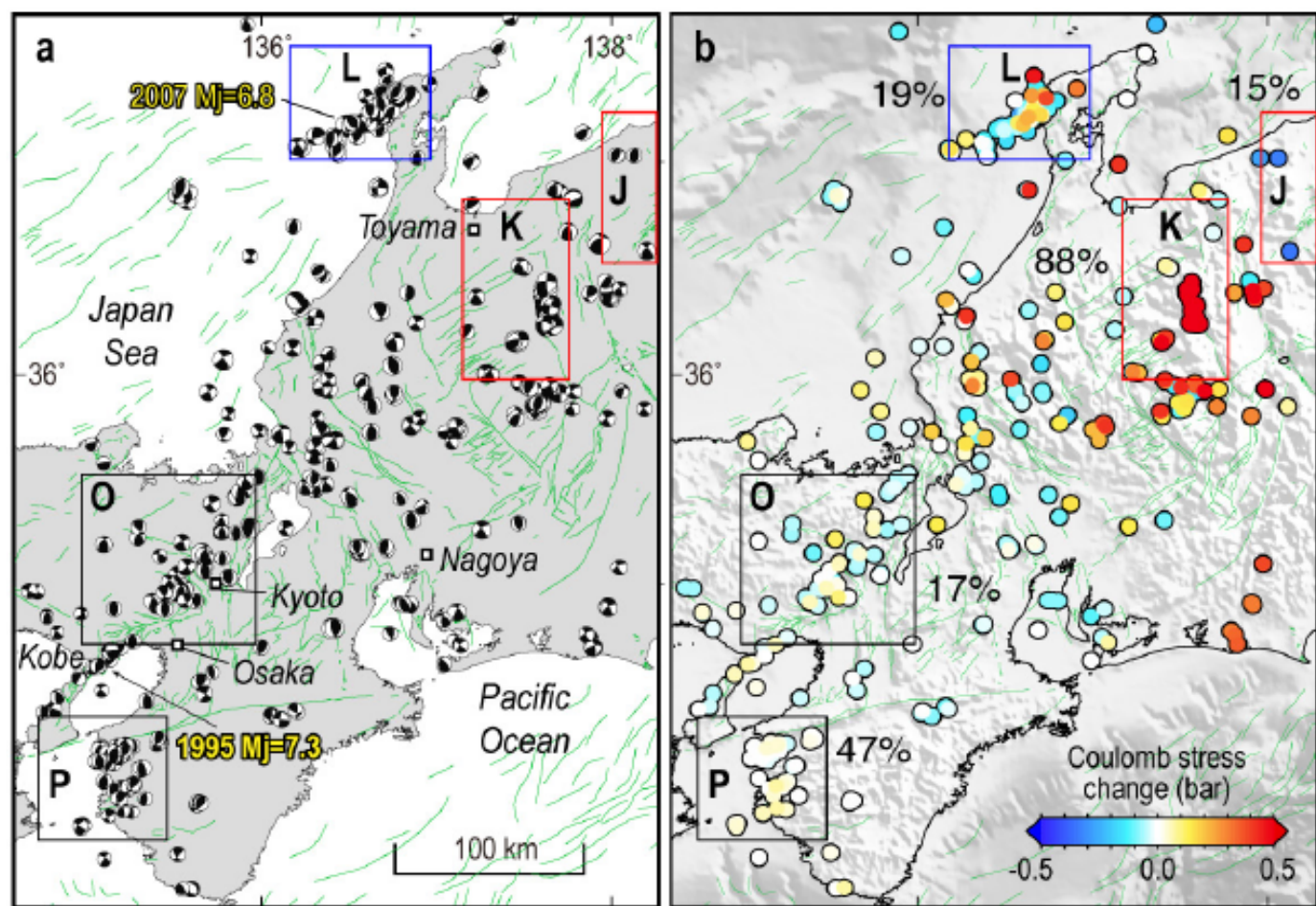
2011年1月からの注目地域での地震数(M $\geq$ 0.0)以上の積算曲線。緑のステムプロットは個々の地震とそのマグニチュードを示す。浅部地殻内地震を主として扱ったが、関東周辺だけは深さ100kmまでの地震を考慮した。被害を受けた地震計や停電など種々の影響によりカタログは不完全であると考えられるが、多くの地域で太平洋沖地震から地震数増加に転じていることに疑いはない。一部活動が低下している可能性のある地域もある。近畿地方の丹波、和歌山には顕著な影響は及んでいない。  
謝辞: 気象庁一元化暫定データ(4/9ダウンロード)を使用させていただいた。(文責: 京大防災研 遠田晋次)

< 遠田(2011)より抜粋 >

M9 本震後すぐに地震活動が活発化した地域が複数あり、長野県北部(M6.7)、秋田沖(M6.4)、静岡県東部(M6.4)など目立った規模の地震も発生した。また、茨城県北部～いわき市付近での群発的な正断層型地震も活発である。これらの地域は、必ずしもこれまで常時地震活動が高かった地域ではなく、むしろきわめて地震活動が低かった地域もあり、M9 地震を境に地震活動域の分布が大きく変化した。一部例外も考えられるが、これらはおおよそ静的クーロン応力変化で説明できる。首都圏直下でも応力増加傾向と地震活動増加傾向がある。一方で、関西エリアには地震活動に目立った変化はなく、応力変化量も概ね0.1 bar (10kPa)以下である。

図5 太平洋沖地震によって各地域のメカニズム解節面にかかる応力変化(その2)

DCFFを解くレーンパ断層の地域性の問題を解決するため、過去の地震のメカニズム解へDCFFを解いた。左(a)は1997年以降M9本震前のメカニズム解(P-netデータ: 黒ビーズボールは深さ0-20km)。右は個々の地震2節面に解いたDCFFの最大値側の分布。%は各地域での正のDCFF分布の割合を示す。%が高いほど、地震活動が活発になると予測される(観測結果との対応は、地震積算数の図と比較されたい。地域赤枠: 活動活発化、赤破線: 遅れて活発化、青枠: 活動低下の可能性、黒枠: ほとんど変化無し)。震源断層モデルはWei & Sladen (2011)を用いた。





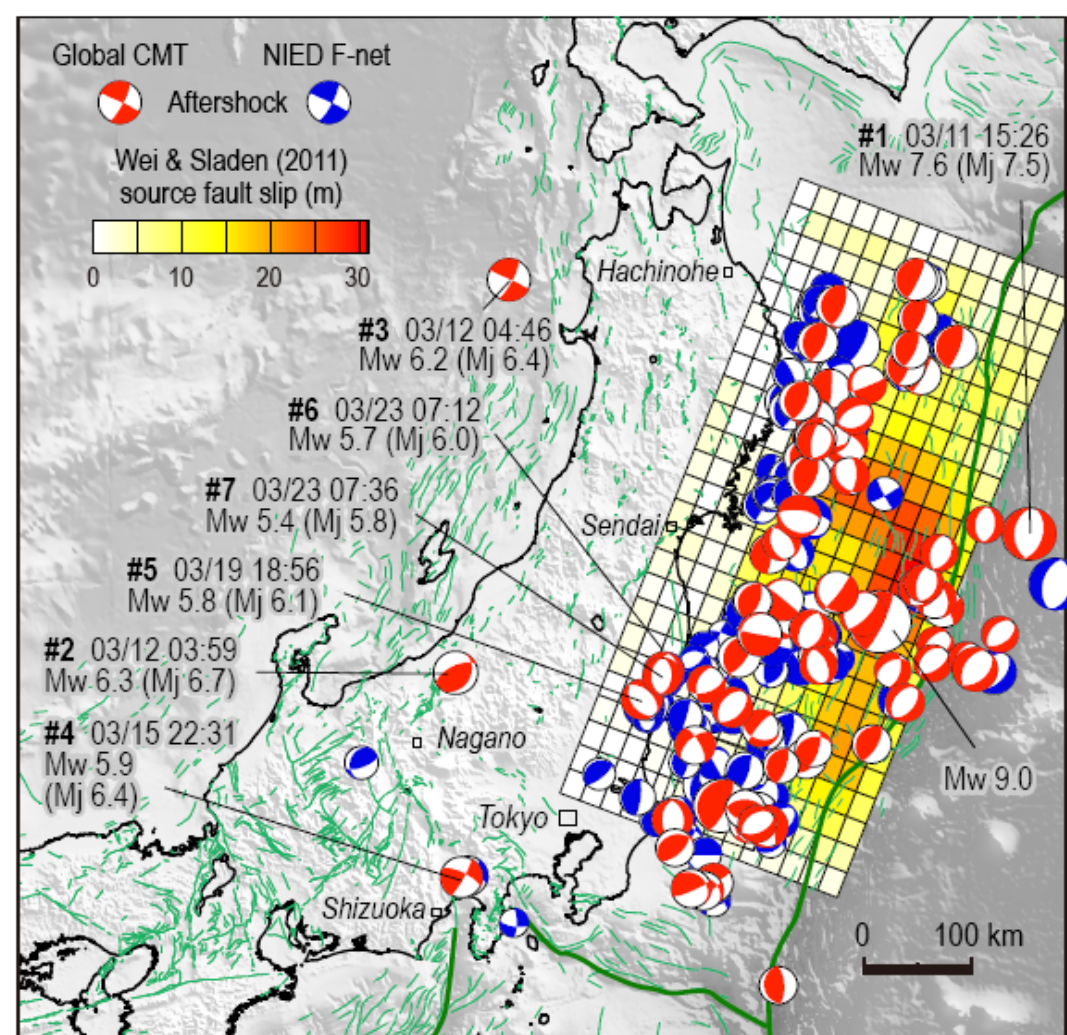


Fig.2

< Toda et al. (2011)より抜粋 (和訳) >

Figure 2. 2つのカタログによる2011年東北地方太平洋沖地震の余震の震源メカニズム解を応力変化 (Table 2) を検討した主要な余震とともに示す。本震は節面や摩擦に関係なく7つのうち5つのイベントを促進しており、残る2つのイベント (#1-2) では1つの節面のみ促進されている (Table 2参照)。本震より東方の全ての余震は海溝外側の正断層型イベントだが、東京 - 仙台間の沿岸部にも正断層型イベントが認められる。

Table 2. 2011年東北地方太平洋沖地震の遠方での大きな余震に伝達したクーロン応力。地震の番号はFig.2参照。#2以外の余震では少なくとも1つの節面で破壊しやすい方向へ0.3bar以上の応力変化が認められる。

Table 2

#	Occurrence time (local time)	Lon. (°)	Lat. (°)	Depth (km)	Mw	Mj	strike (°)	dip (°)	rake (°)	normal stress (bar)	shear stress (bar)	Coulomb stress $\mu=0.4$ (bar)	Coulomb stress $\mu=0.8$ (bar)	strike (°)	dip (°)	rake (°)	normal stress (bar)	shear stress (bar)	Coulomb stress $\mu=0.4$ (bar)	Coulomb stress $\mu=0.8$ (bar)
1	2011.3.11 15:26	144.63	38.27	21.1	7.6	7.5	182	42	-100	-9.3	2.2	-1.5	-5.2	15	49	-81	4.9	2.2	4.1	6.1
2	2011.3.12 3:59	138.59	37.08	12.0	6.3	6.7	28	33	58	0.7	-0.3	0.0	0.3	244	63	109	0.1	-0.3	-0.3	-0.2
3	2011.3.12 4:46	139.15	40.4	12.0	6.2	6.4	27	78	-177	1.9	0.5	1.2	2.0	296	87	-12	0.0	0.5	0.5	0.5
4	2011.3.15 22:31	138.65	35.29	17.7	5.9	6.4	296	70	172	0.7	0.4	0.6	0.9	29	82	20	-0.1	0.4	0.3	0.3
5	2011.3.19 18:56	140.55	36.85	12.0	5.8	6.1	146	44	-81	3.2	3.9	5.1	6.4	314	47	-98	3.3	3.9	5.2	6.5
6	2011.3.23 7:12	140.78	37.09	12.0	5.7	6.0	15	37	-92	5.4	6.6	8.8	11.0	197	53	-89	9.0	6.6	10.2	13.8
7	2011.3.23 7:36	140.76	37.05	12.4	5.4	5.8	182	42	-92	6.4	7.1	9.7	12.3	5	48	-88	8.3	7.1	10.4	13.8

Wei & Sladen (2011) plus the Mw=7.9 aftershock model from this study are used as sources. NP1 = Nodal Plane 1, etc.  $\mu$  = friction coefficient.

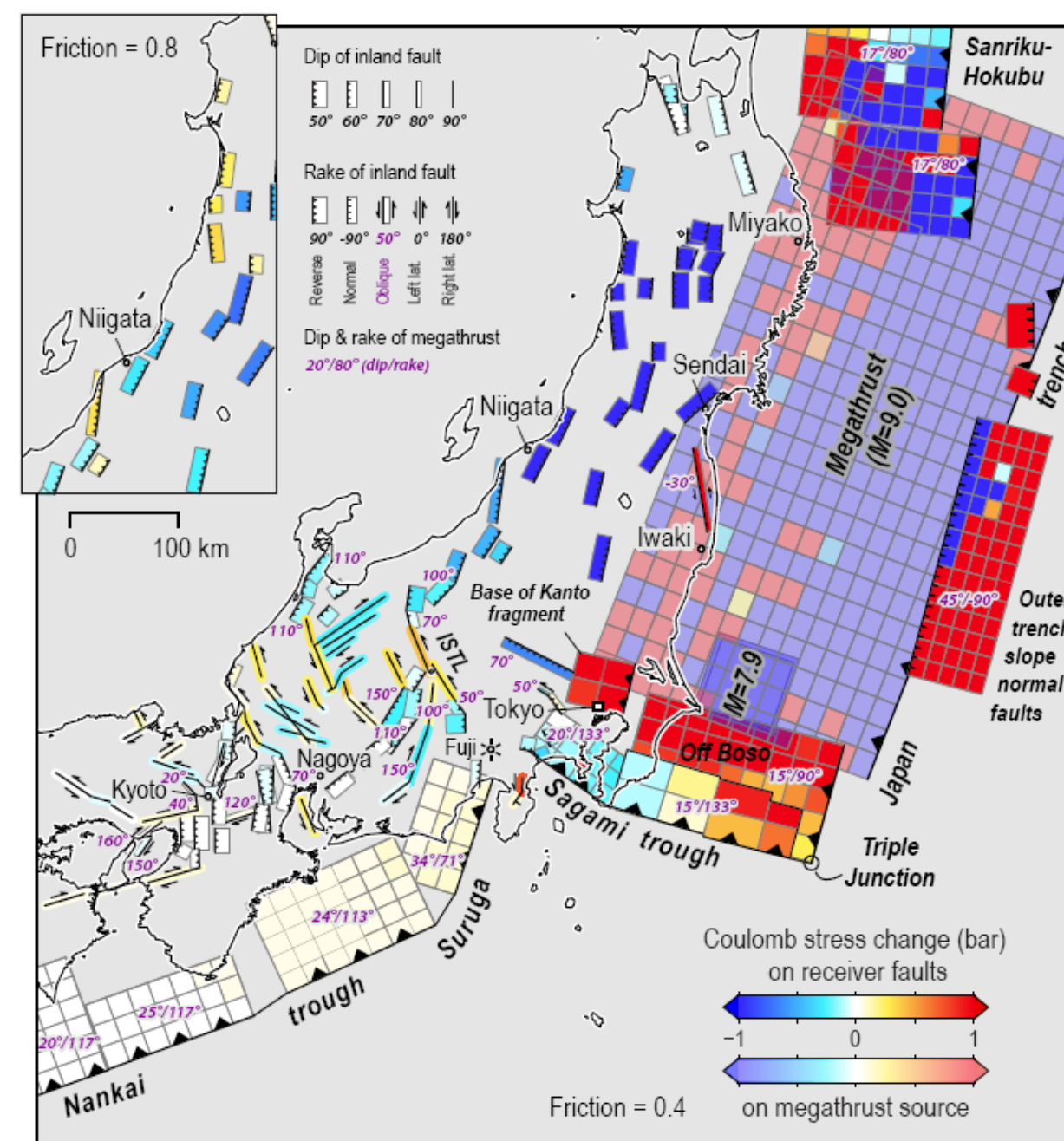


Fig.3

< Toda et al. (2011)より抜粋 (和訳) >

Figure 3. Wei and Sladen (2011) の震源モデルとM7.9余震により周辺の活断層 (活断層研究会 (1991); 地震調査研究推進本部 (2011)) へ推定されるすべり方向に応じて伝達した応力を示す。大部分の活断層の上端および下端の深度を0km、15kmとした。

Shinji Toda, Jian Lin, and Ross S. Stein (2011 in press):

「Using the 2011 M=9.0 Tohoku earthquake to test the Coulomb stress triggering hypothesis and to calculate faults brought closer to failure」  
([http://www.terrapub.co.jp/journals/EPS/inp/inpress\\_tohoku2011.html](http://www.terrapub.co.jp/journals/EPS/inp/inpress_tohoku2011.html), In press, Tohoku Earthquake Special Issue of Earth, Planets and Space) より抜粋