

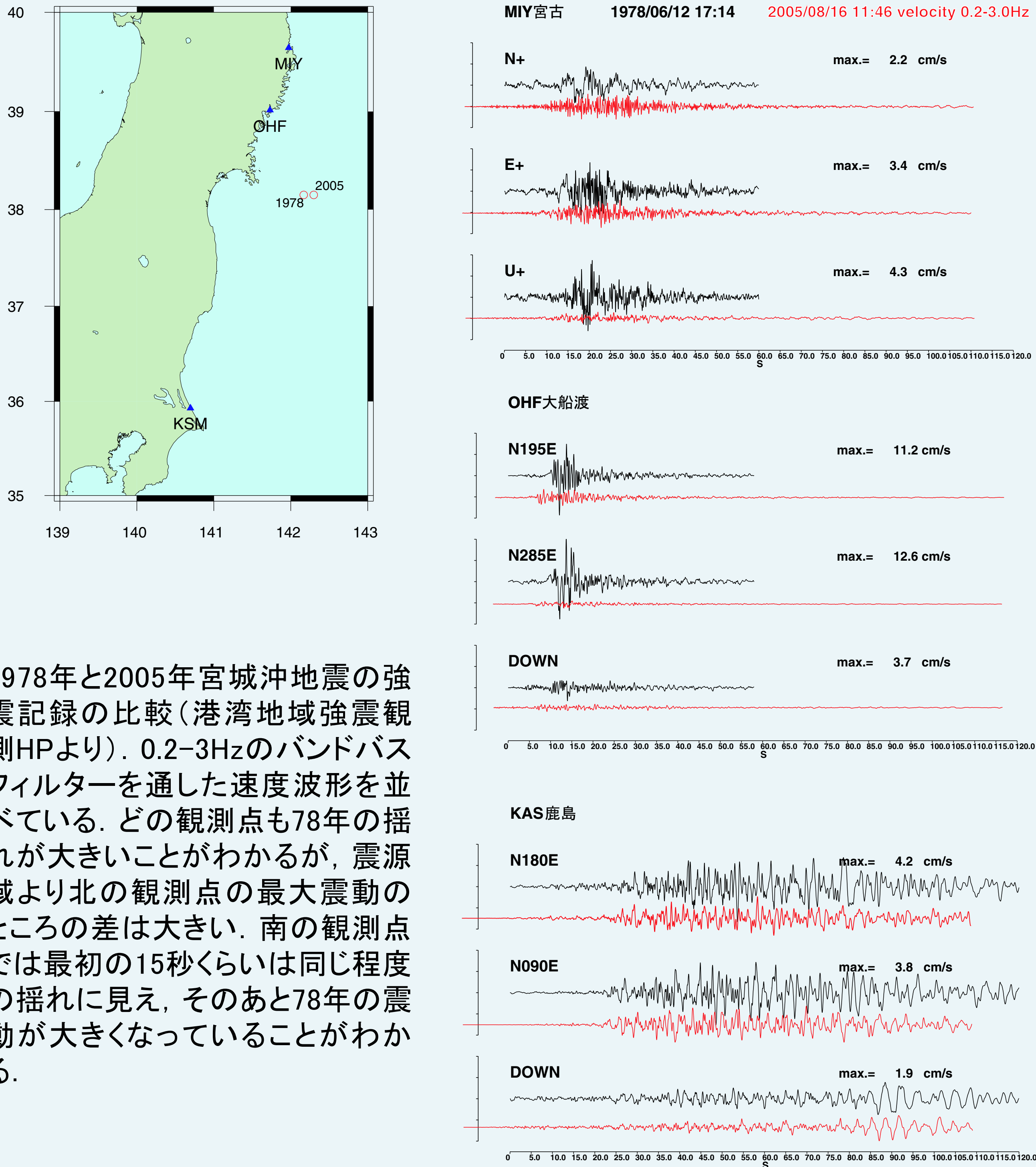
# 強震記録から推定した2005年宮城県沖の地震の震源過程

浅野公之・鈴木亘・岩田知孝（京都大学防災研究所）

## はじめに

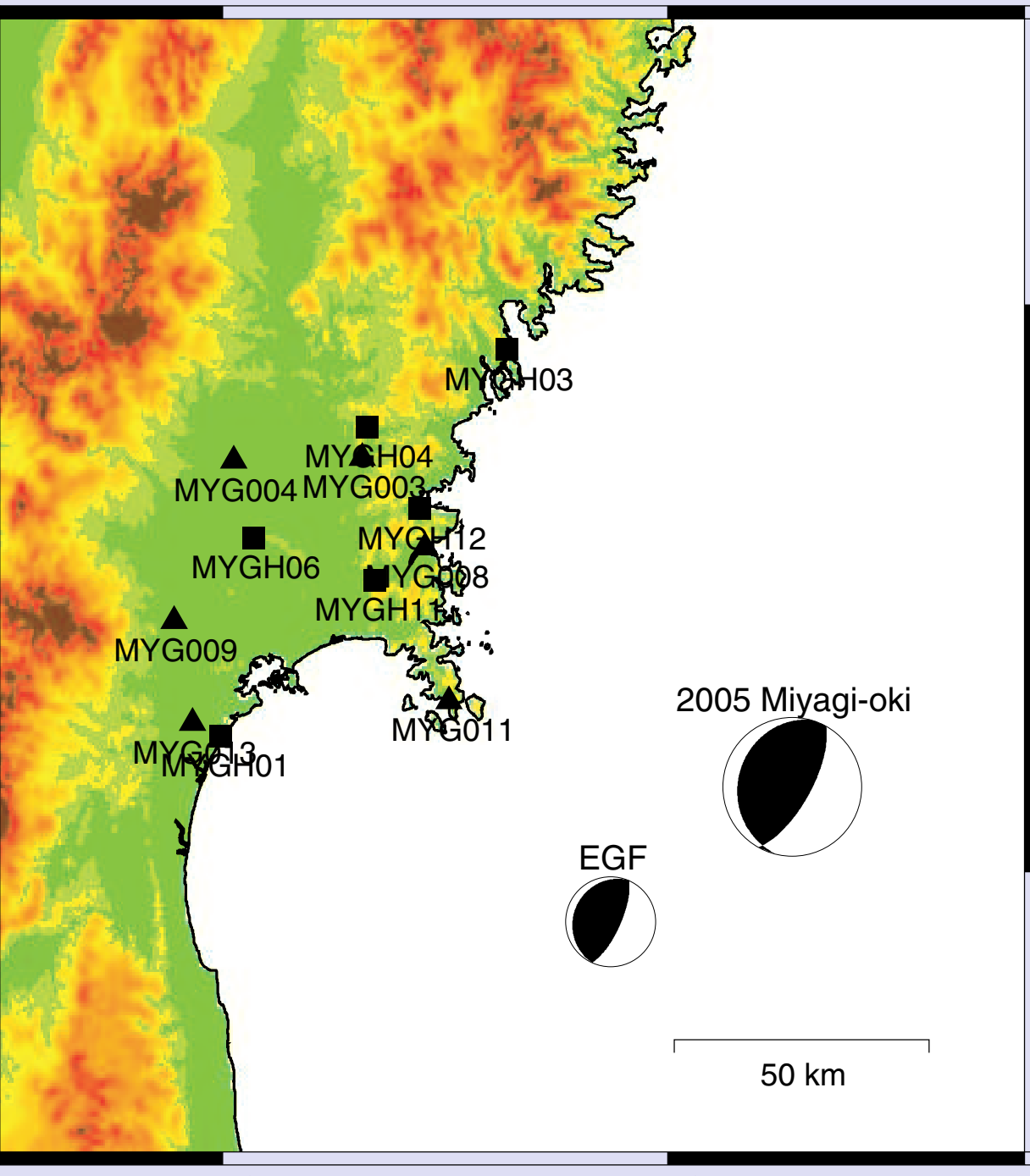
2005年8月16日11時46分に宮城県沖で発生したプレート境界地震(M<sub>J</sub>7.2)は、想定宮城県沖地震との関係が注目されており、その震源モデルを観測記録にもとづいて推定することは重要である。本報告では、1978年宮城県沖地震の強震記録との比較を行うとともに、運動学的線型波形インバージョン法と経験的グリーン関数法の2つの手法で、この地震の震源モデルの推定を実施したので、それぞれの結果を報告する。

## 2005年と1978年の地震の強震波形の比較



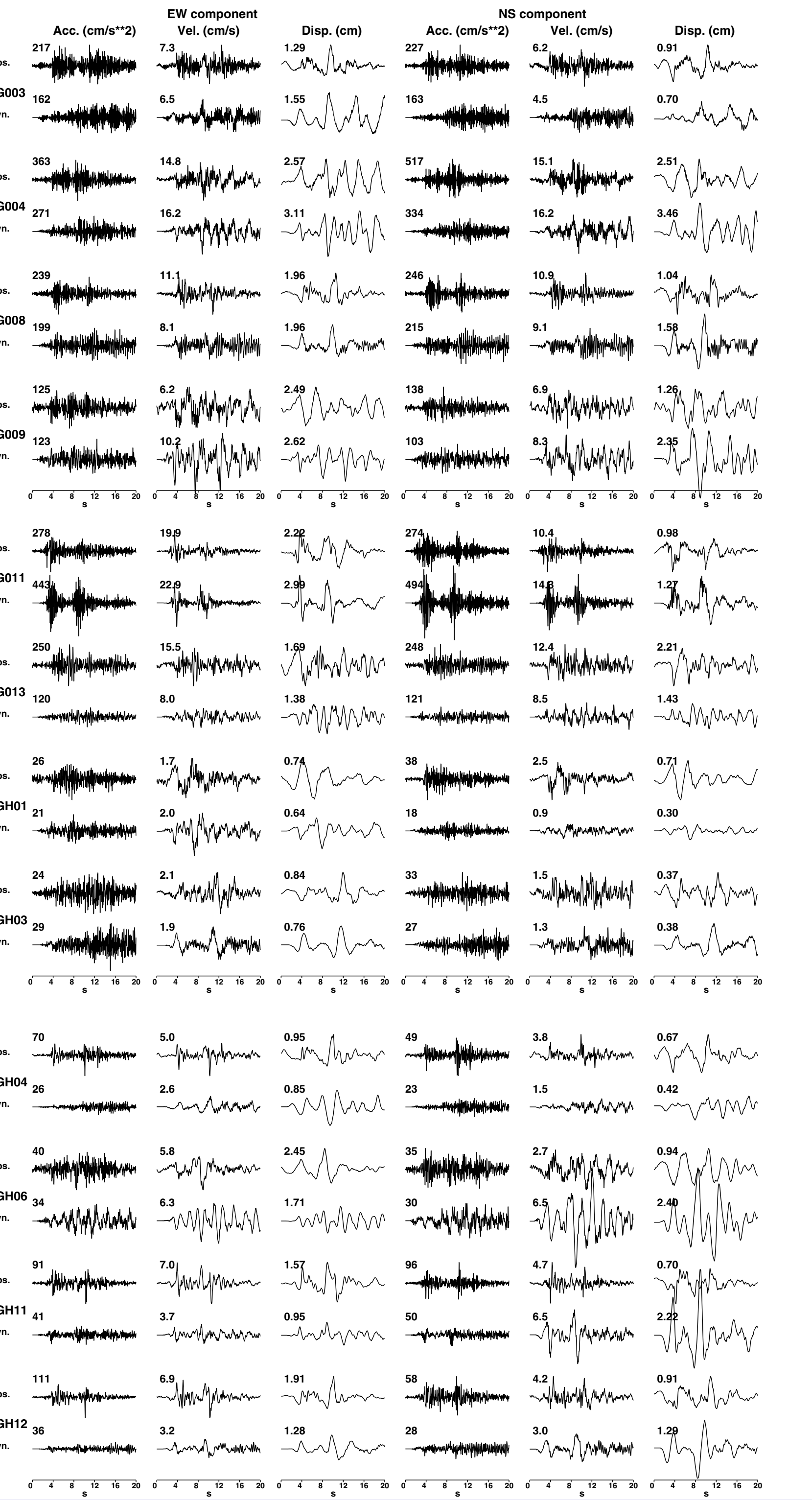
1978年と2005年宮城県沖地震の強震記録の比較（港湾地域強震観測HPより）。0.2–3Hzのバンドパスフィルターを通した速度波形を並べている。どの観測点も78年の揺れが大きいたことがわかるが、震源域より北の観測点の最大震動のところの差は大きい。南の観測点では最初の15秒くらいは同じ程度の揺れに見え、そのあと78年の震動が大きくなっていることがわかる。

## 経験的グリーン関数法による広帯域強震動シミュレーション

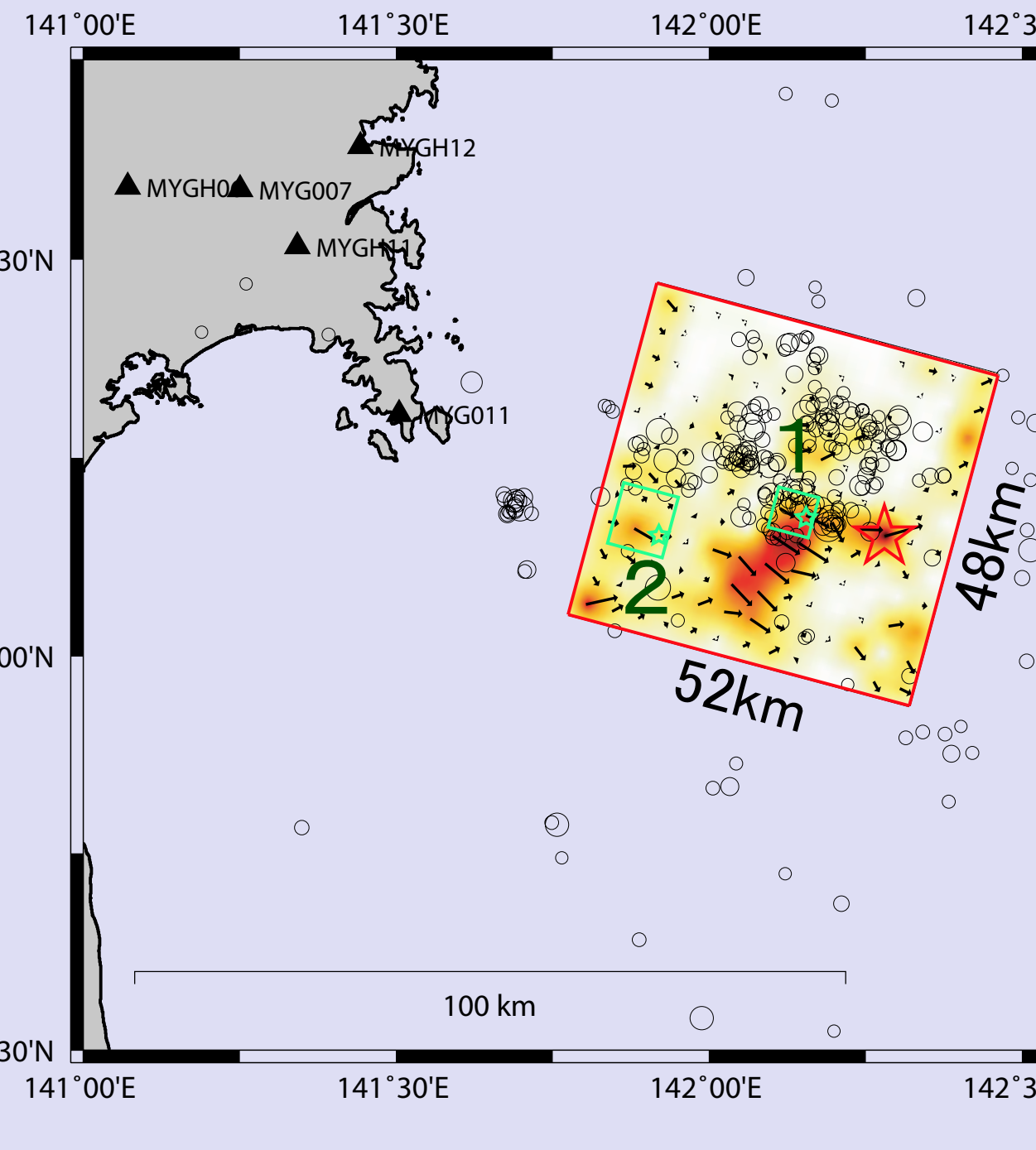


Irikura(1986)の経験的グリーン関数法を用いて2005年宮城県沖地震の広帯域強震動シミュレーションを行った。2004年7月5日に発生したM<sub>J</sub>4.7の地震の記録を経験的グリーン関数として用いた。解析周波数帯域は0.2–10Hzである。いくつかの観測点に見られる2つのパルス波を説明するために2つの強震動生成領域を仮定した。すべり分布を参考に強震動生成領域の位置、大きさ、ライズタイム、破壊伝播方向、応力降下量を試行錯誤的に推定した。推定された2つの強震動生成領域のパラメータを表に、位置を波形インバージョンのすべり分布に重ね書きしている。いくつかの観測点でのパルス波の特徴や時間差を説明している。

### 観測波形(上)と合成波形(下)の比較 (0.2–10Hz)



### 推定した強震動生成領域



緑の矩形領域が強震動生成領域、☆が各強震動生成領域の破壊開始点である

|         | 1         | 2         |
|---------|-----------|-----------|
| 面積      | 6km × 6km | 8km × 8km |
| 地震モーメント | 4.3E+18Nm | 1.0E+19Nm |
| 応力降下量   | 48MPa     | 48MPa     |
| ライズタイム  | 0.3秒      | 0.4秒      |
| 破壊時刻    | 3秒後       | 10秒後      |

## まとめ

- 2005年宮城県沖の地震の震源過程を強震記録にもとづいて分析した。
- 破壊は陸に向かって進み、すべりの大きい領域は破壊開始点から西南西に広がる10km × 20km程度の領域と、それよりさらに15kmほど西の2つの領域と考えられる。
- 経験的グリーン関数法による広帯域強震動シミュレーションでも、2つの強震動生成領域の存在を支持している。
- これらの結果と1978年宮城県沖地震の強震記録との比較から、2つの地震の1つめの破壊は似ているが、2つめの破壊領域が異なる(1978年の2つめの強震動生成領域は2005年のものより北にあり、大きい)ことを示しているのかもかもしれない。

## 参考文献

Bouchon (1981). *Bull. Seism. Soc. Am.*, **71**, 959–971.  
Hartzell and Heaton (1983). *Bull. Seism. Soc. Am.*, **71**, 1553–1583.  
Irikura (1986). *Proc. 7th Japan Earthq. Eng. Symp.*, 151–156.  
Iwasaki *et al.* (1994). *J. Geophys. Res.*, **99**, 22187–22204.  
Kennett and Kerry (1979). *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, **57**, 557–583.  
Sekiguchi *et al.* (2000). *Bull. Seism. Soc. Am.*, **90**, 117–133.

## 謝辞

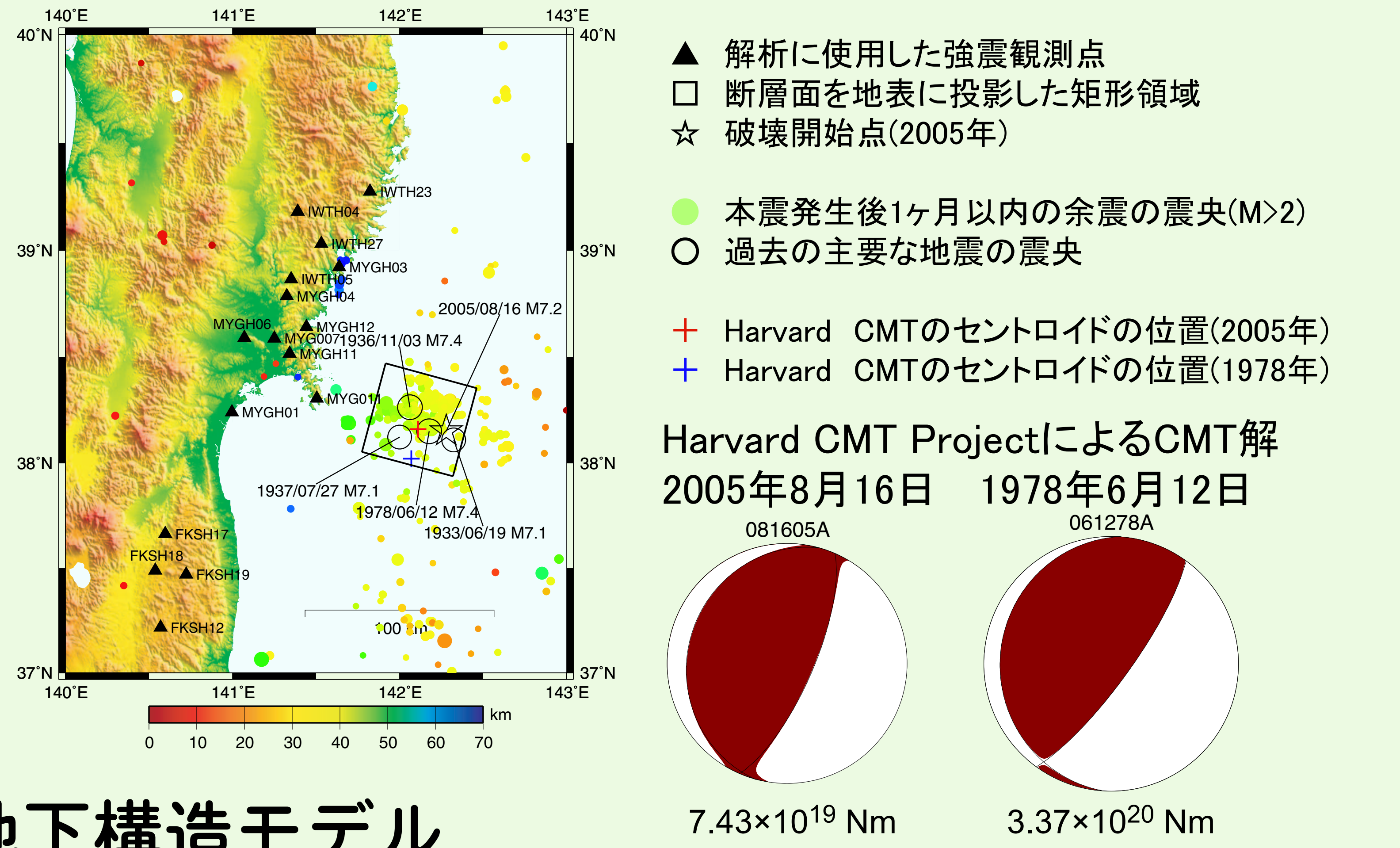
本研究の実施にあたり、独立行政法人防災科学技術研究所による強震観測網(K-NET)、基盤強震観測網(KiK-net)及び港湾地域強震観測システムの強震記録、気象庁と文部科学省が協力してデータを処理した結果(一元化震源カタログ)、Harvard CMT ProjectのCMT解を使用しました。これら観測網の運営・維持に関われる皆様の不断の努力に感謝いたします。また、解析に使用したプログラムの一部は、独立行政法人産業技術総合研究所活断層研究センターの関口春子博士により作成されたものです。多くの図の作成にはGMT4.0を使用しています。

## 強震記録の波形インバージョン解析

震源過程の推定を強震記録を用い、マルチタイムウィンドウ線型波形インバージョン法(Hartzell and Heaton, 1983; Sekiguchi *et al.*, 2000)により実施した。

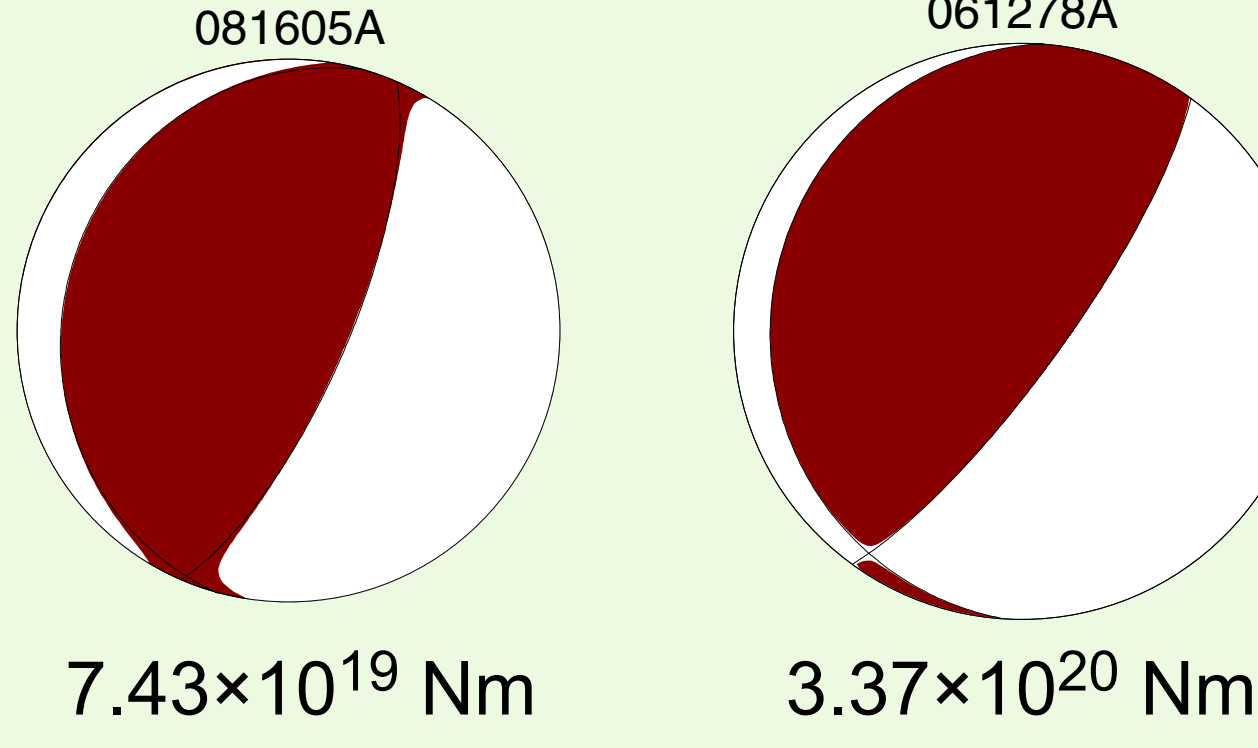
震源から観測点までのGreen関数は、下に示す次元地下構造モデルを仮定し、離散化波数積分法(Bouchon, 1981)及び透過・反射係数行列(Kennett and Kerry, 1979)により計算した。

データは、震源域周辺のK-NET及びKiK-net(地中)観測点における加速度強震記録を速度波形に積分し、0.05–0.5 Hzの帯域通過フィルターを適用したものを使用した。解析区間はS波到達1秒前から30秒間とした。観測点を選ぶ際は、観測波形とボーリング情報から判断し、比較的硬質な地盤の観測点を使用している。



- ▲ 解析に使用した強震観測点
- 断層面を地表に投影した矩形領域
- ☆ 破壊開始点(2005年)
- 本震発生後1ヶ月以内の余震の震央(M>2)
- 過去の主要な地震の震央
- + Harvard CMTのセントロイドの位置(2005年)
- + Harvard CMTのセントロイドの位置(1978年)

Harvard CMT ProjectによるCMT解  
2005年8月16日 1978年6月12日

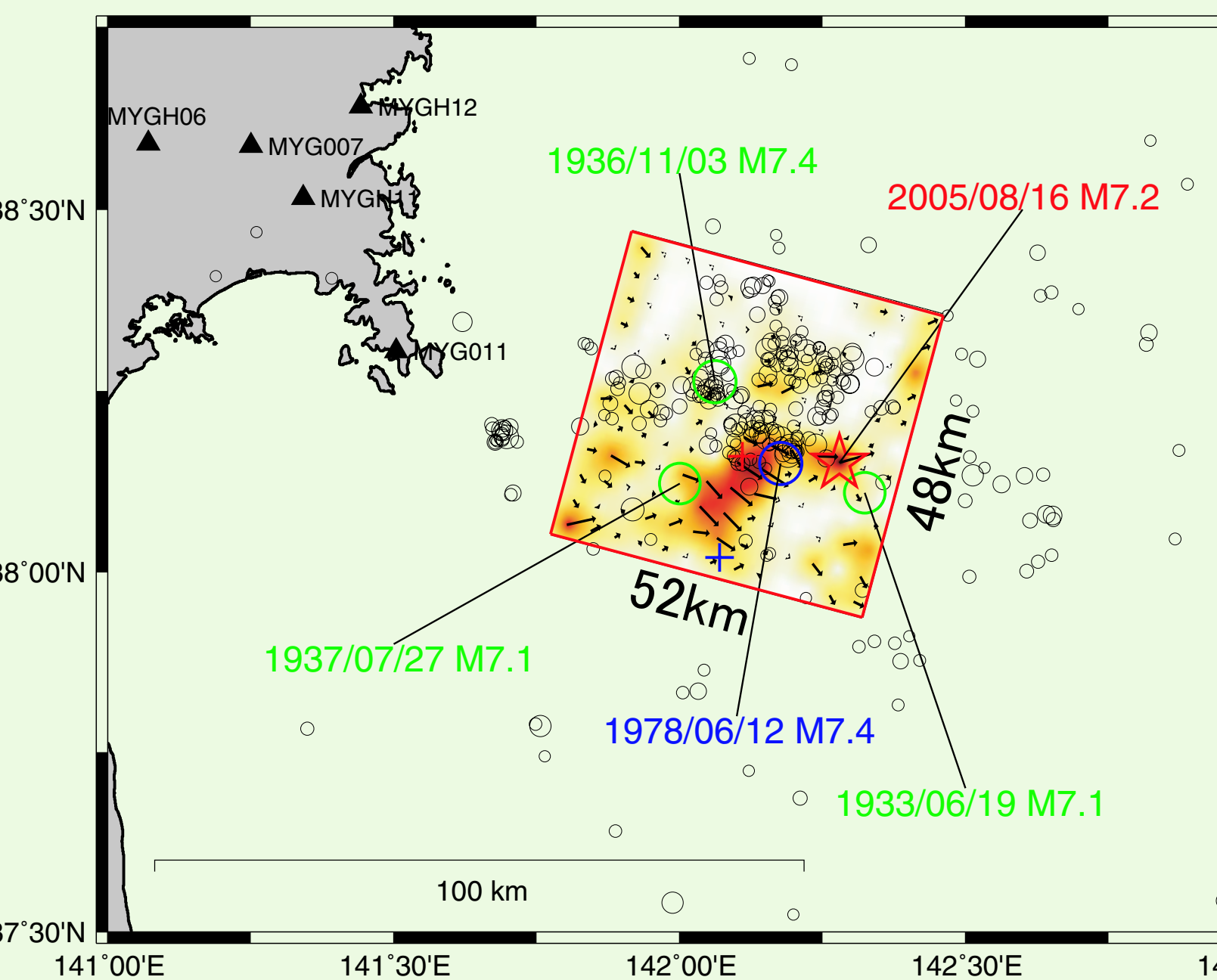


## 地下構造モデル

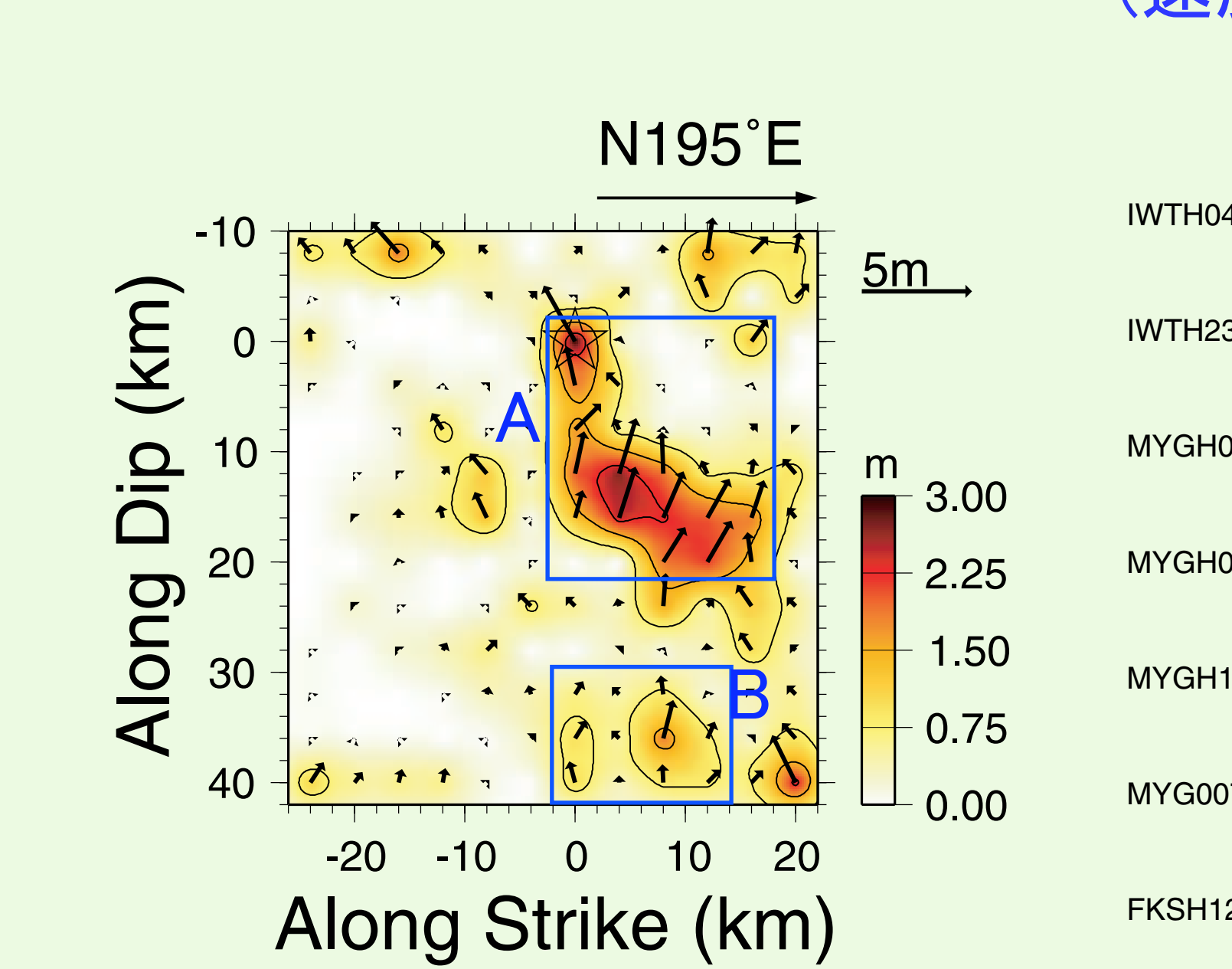
Iwasaki *et al.* (1994)が屈折法地震探査によって推定したP波・S波速度構造モデルを参照し、次元地下構造モデルを仮定した。ただし、表層付近の構造は、検層結果を参考に観測点ごとに変えている。

| 深さ (m) | V <sub>p</sub> (m/s) | V <sub>s</sub> (m/s) | ρ (kg/m <sup>3</sup> ) | Q <sub>p</sub> | Q <sub>s</sub> |
|--------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------|----------------|
| 0      | 5400                 | 3120                 | 2600                   | 600            | 300            |
| 1000   | 6200                 | 3520                 | 2700                   | 700            | 350            |
| 4500   | 6300                 | 3600                 | 2700                   | 700            | 350            |
| 9000   | 6400                 | 3620                 | 2800                   | 700            | 350            |
| 14000  | 6500                 | 3670                 | 2800                   | 700            | 350            |
| 20000  | 6950                 | 3950                 | 2800                   | 800            | 400            |
| 35000  | 7900                 | 4560                 | 2900                   | 1000           | 500            |

## 推定された震源過程

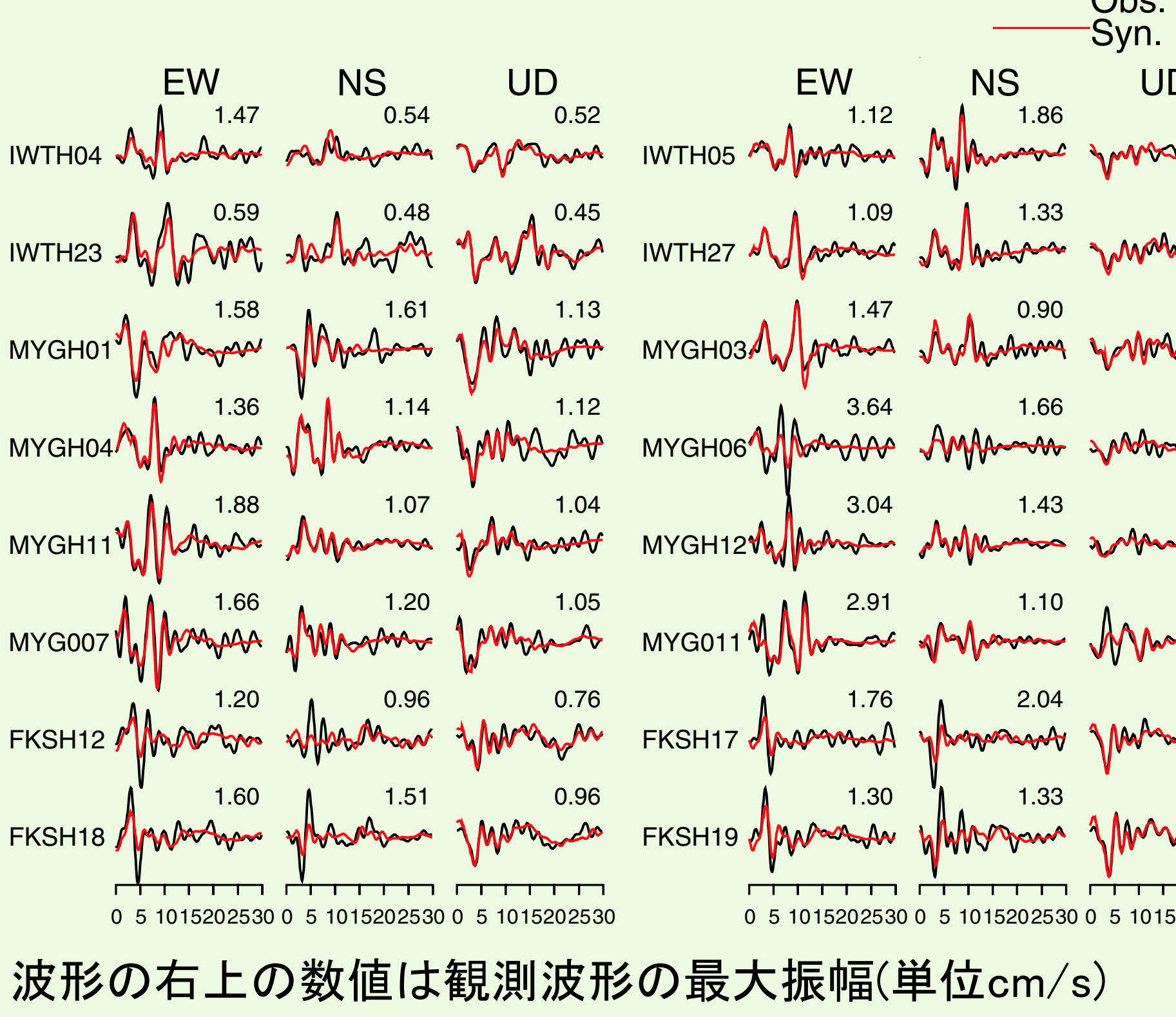


### 最終すべり量分布



コンターの間隔は0.75mである。☆が破壊開始点。

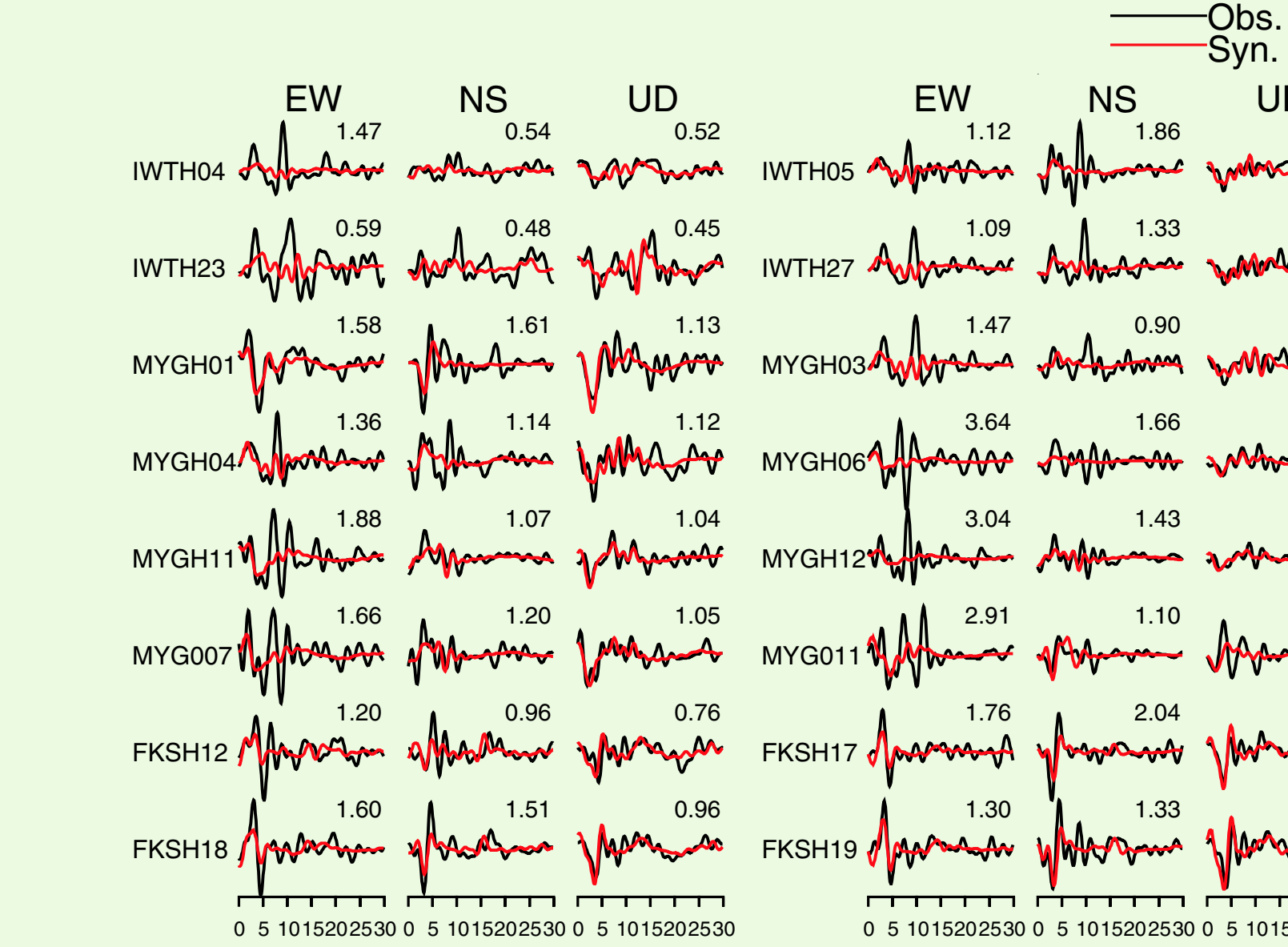
### 観測波形(黒)と合成波形(赤)の比較 (速度波形, 0.05–0.5Hz)



波形の右上の数値は観測波形の最大振幅(単位cm/s)

震源域周辺の多くの観測点で、2つのパルス波が観察されている。断層面上のすべりが観測波形に対し、どのように寄与しているかを調べるため、上のすべり分布に示された領域A及び領域Bによる合成波形をそれぞれ計算し、観測波形と比較した。これによると、必ずしも明瞭ではないが、1つめのパルスは領域Aにおいて、2つめのパルスは領域Bにおいて生成されているように見える。

### 領域Aの寄与



### 領域Bの寄与

