

熊本地震の強震動と 震源過程

地震津波防災研究部門
地震津波火山ネットワークセンター

鈴木亘

「平成28年(2016年)熊本地震」報告会
～防災科学技術研究所 最初の3ヶ月間の取り組み～

強震動: 地震による強い揺れ

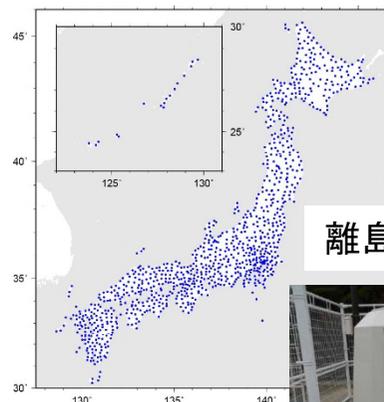
⇒ 確実に記録するための地震計 (強震計) のネットワーク

- K-NET (全国強震観測網)
- KiK-net (基盤強震観測網)

震源過程: 震源断層のずれの様子

⇒ 地震波形記録にその特徴が現れ、特に断層の近くで得られる強震動記録には詳細な情報が含まれる

K-NET (全国約1000点)

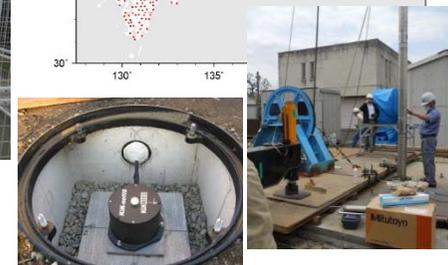
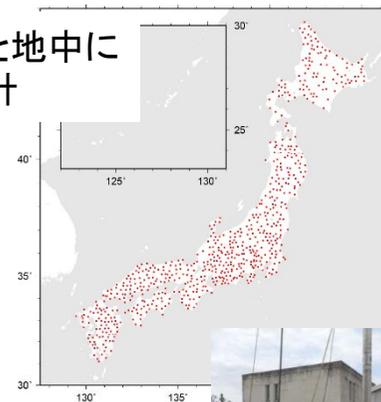


離島まで展開

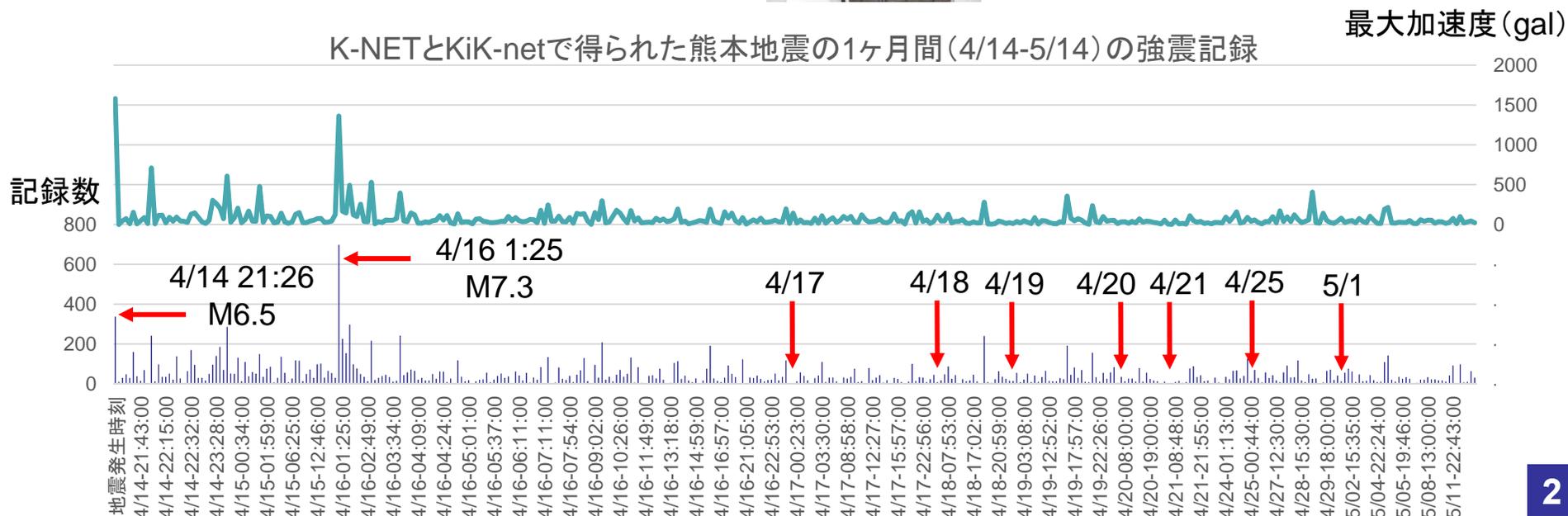


KiK-net (全国約700点)

地表と地中に地震計

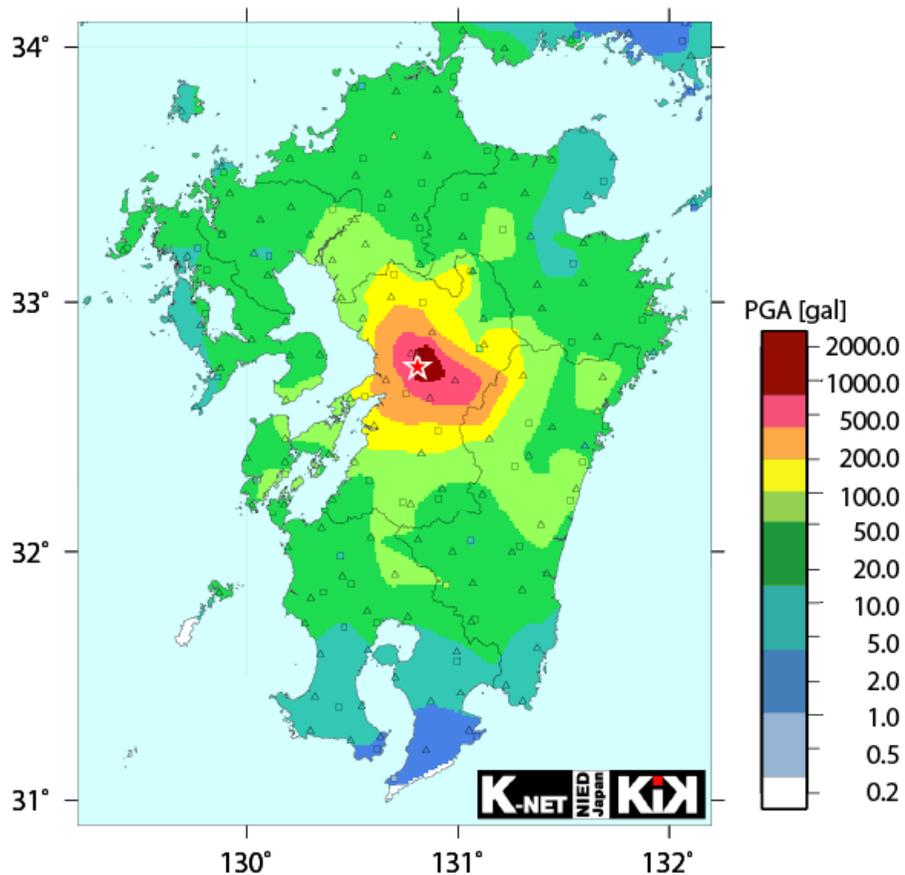


K-NETとKiK-netで得られた熊本地震の1ヶ月間(4/14-5/14)の強震記録



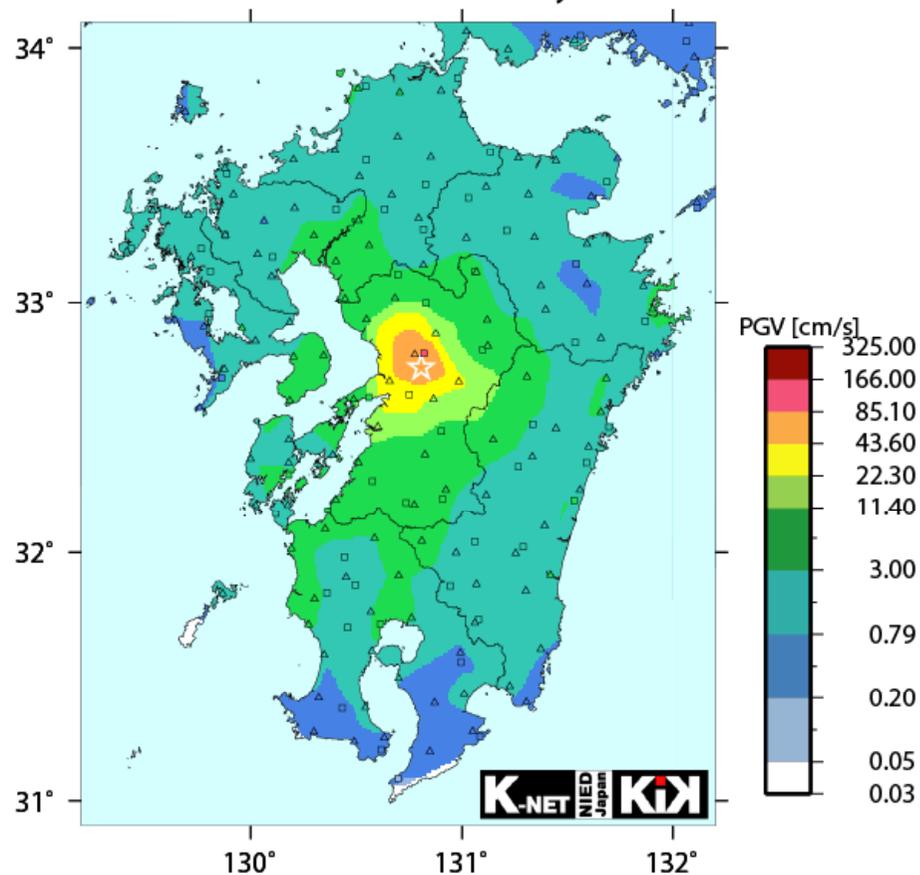
地表最大加速度

Peak Ground Acceleration



地表最大速度

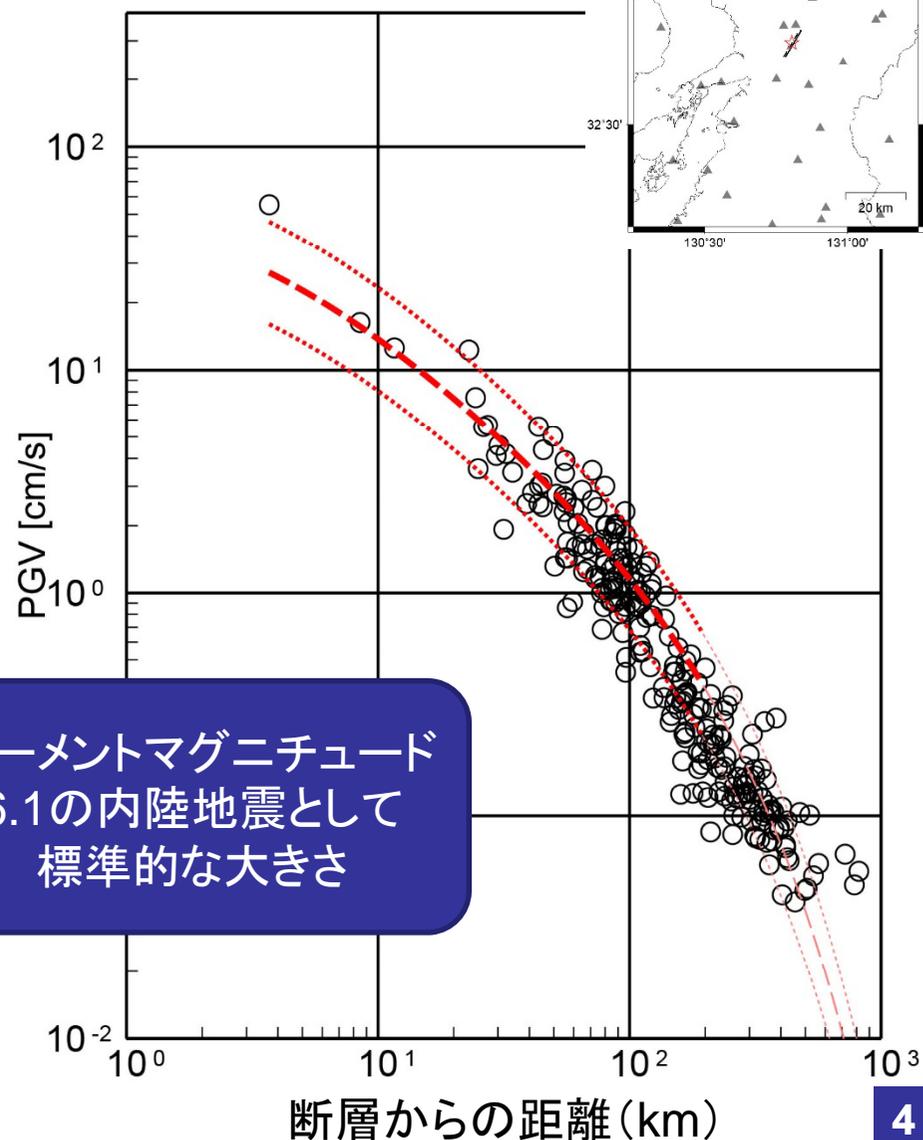
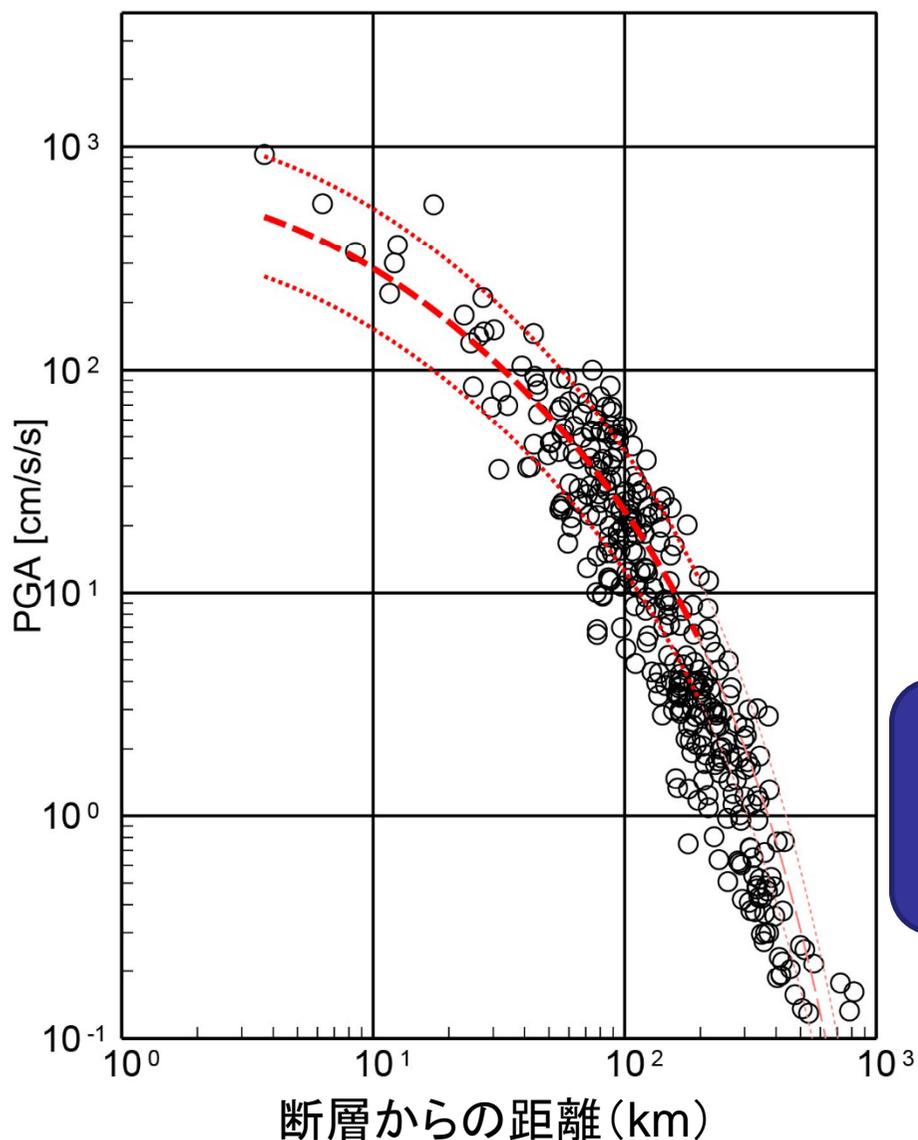
Peak Ground Velocity



地表最大加速度

地表最大速度

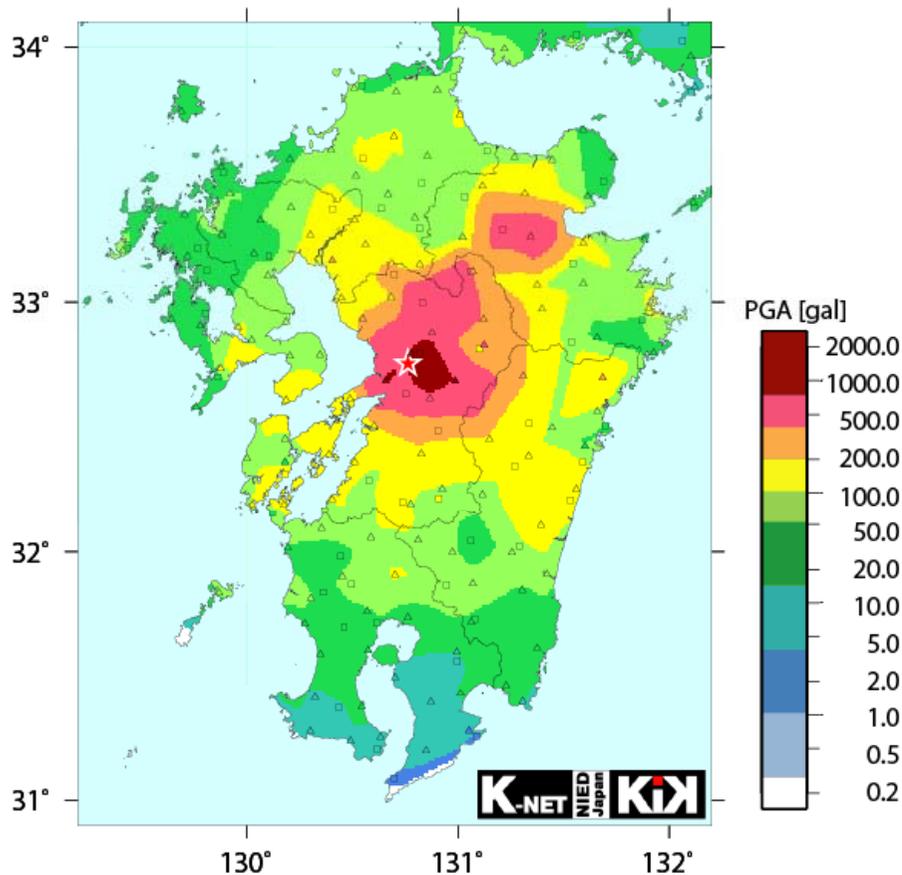
----- 司・翠川(1999)による内陸地殻内地震の経験的距離減衰関係式



モーメントマグニチュード
6.1の内陸地震として
標準的な大きさ

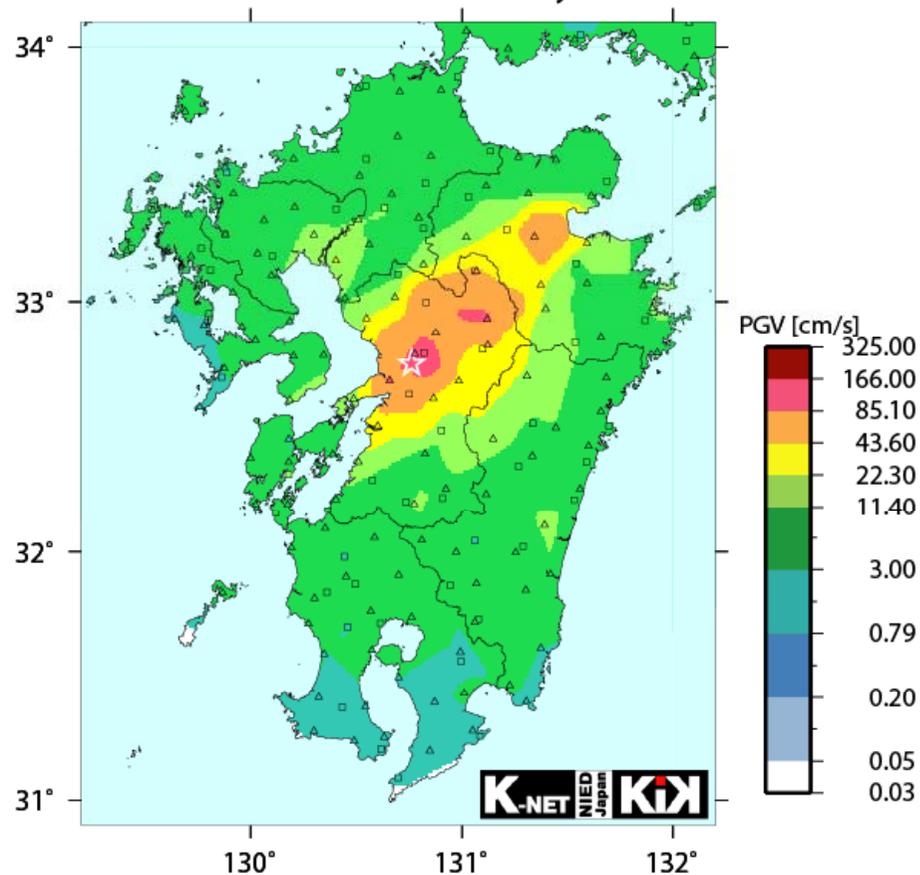
地表最大加速度

Peak Ground Acceleration

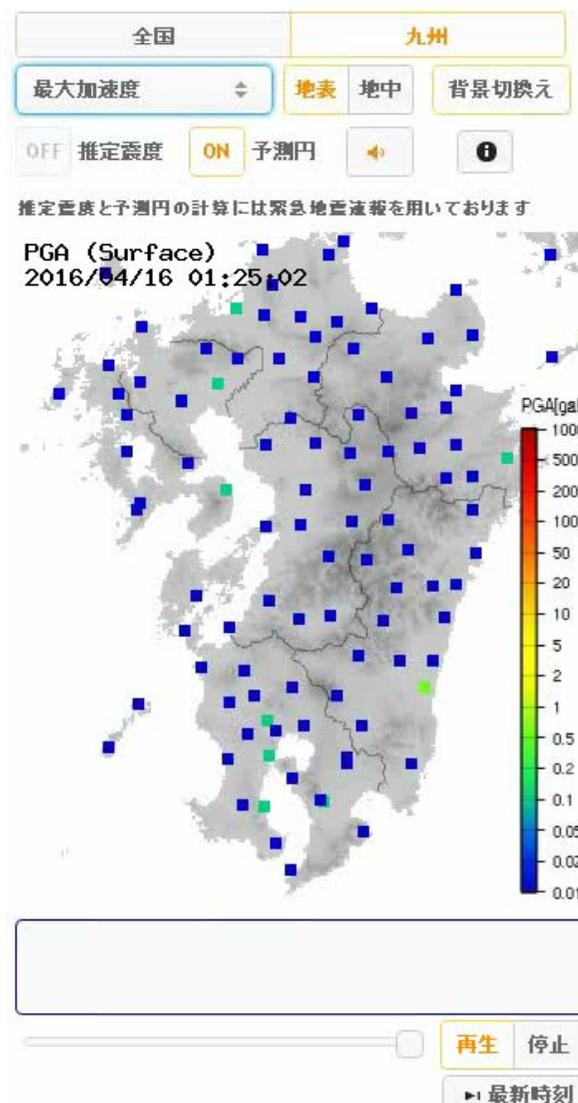
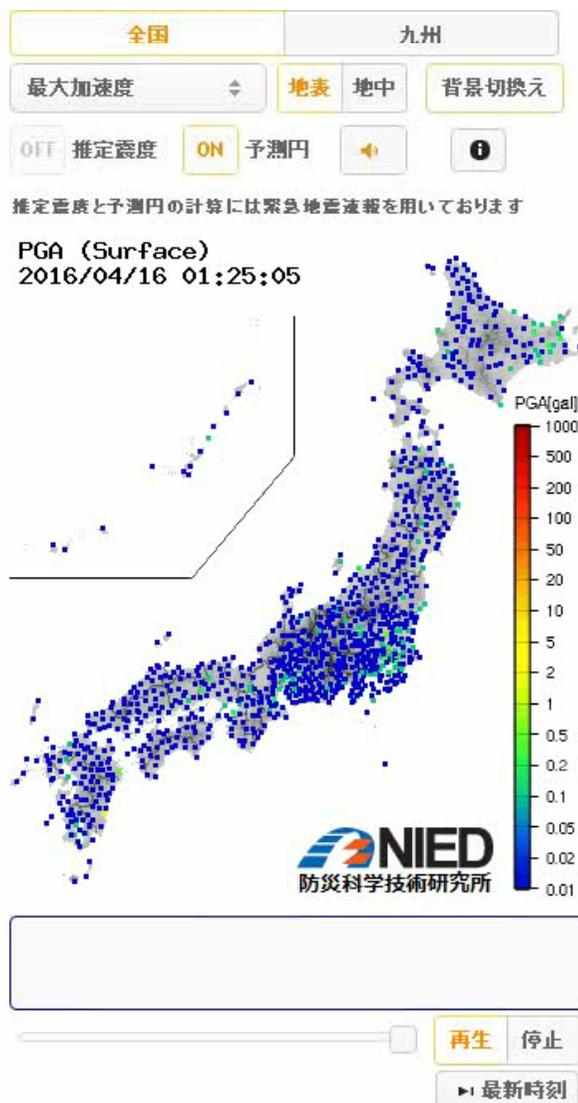


地表最大速度

Peak Ground Velocity



今の揺れをリアルタイムに可視化する新強震モニタ (<http://www.kmoni.bosai.go.jp/new/>)

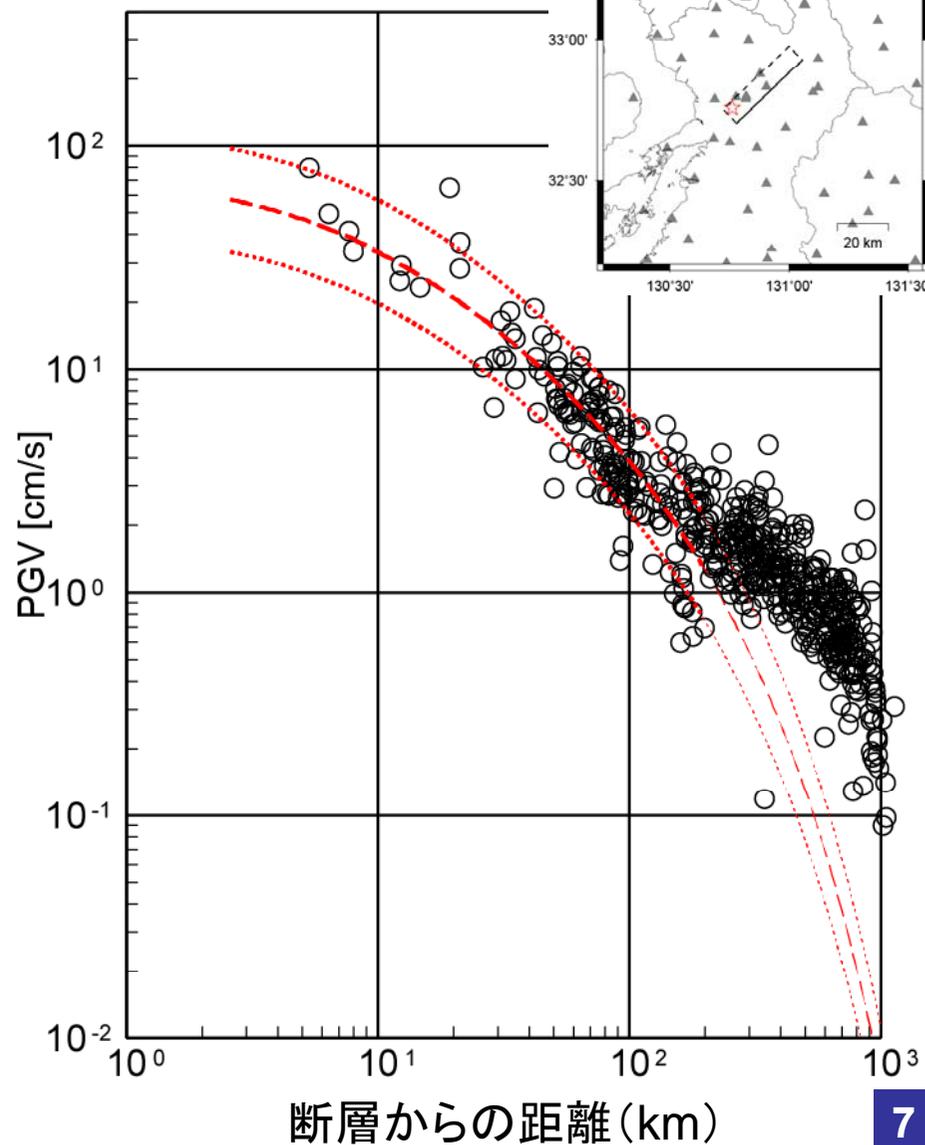
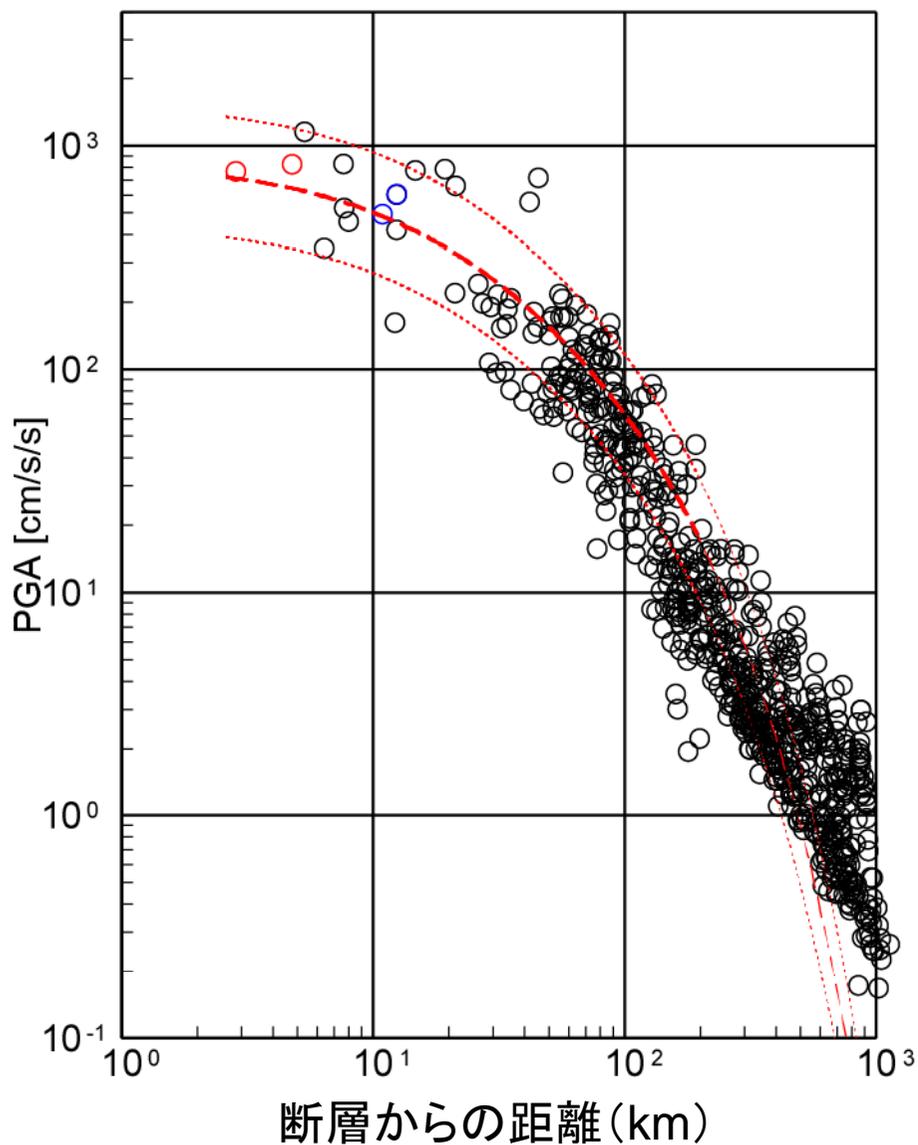


熊本地震以降の九州地域での地震活動の活発化を受けて4月18日に九州拡大画面を追加

地表最大加速度

地表最大速度

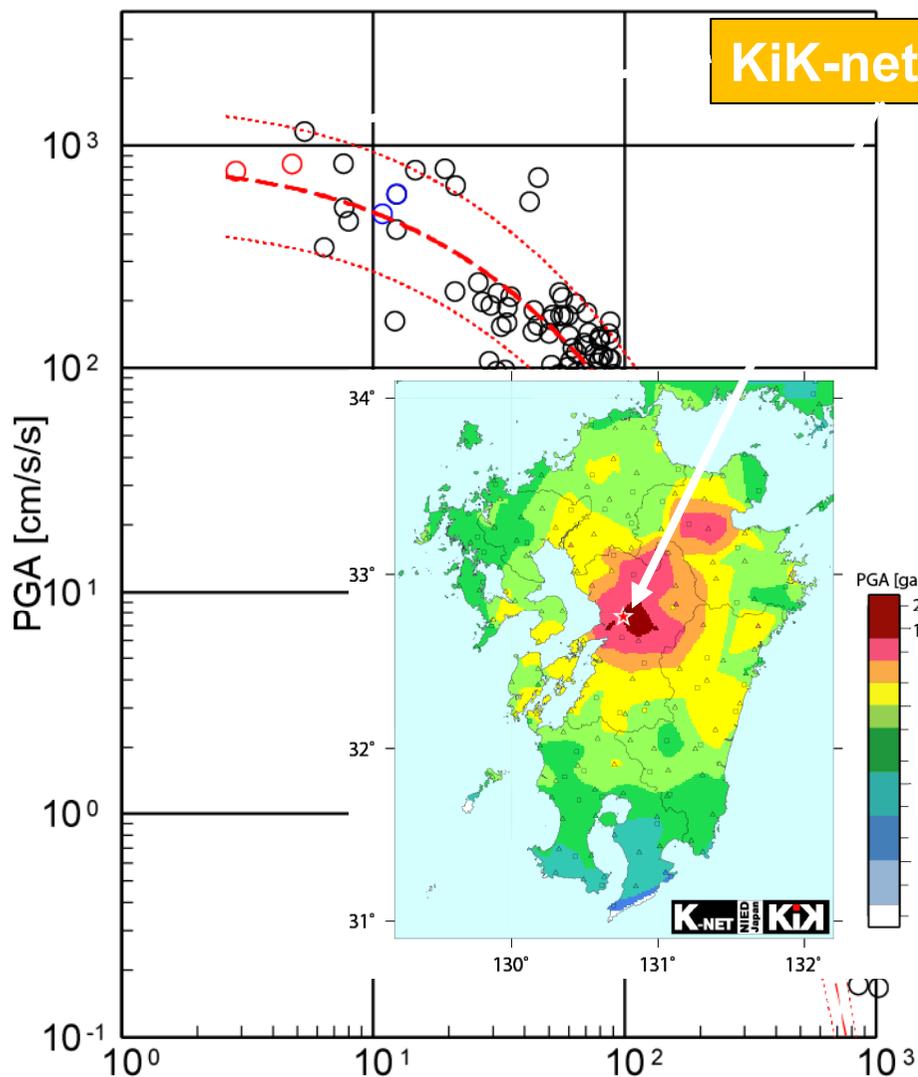
----- 司・翠川(1999)による内陸地殻内地震の経験的距離減衰関係式



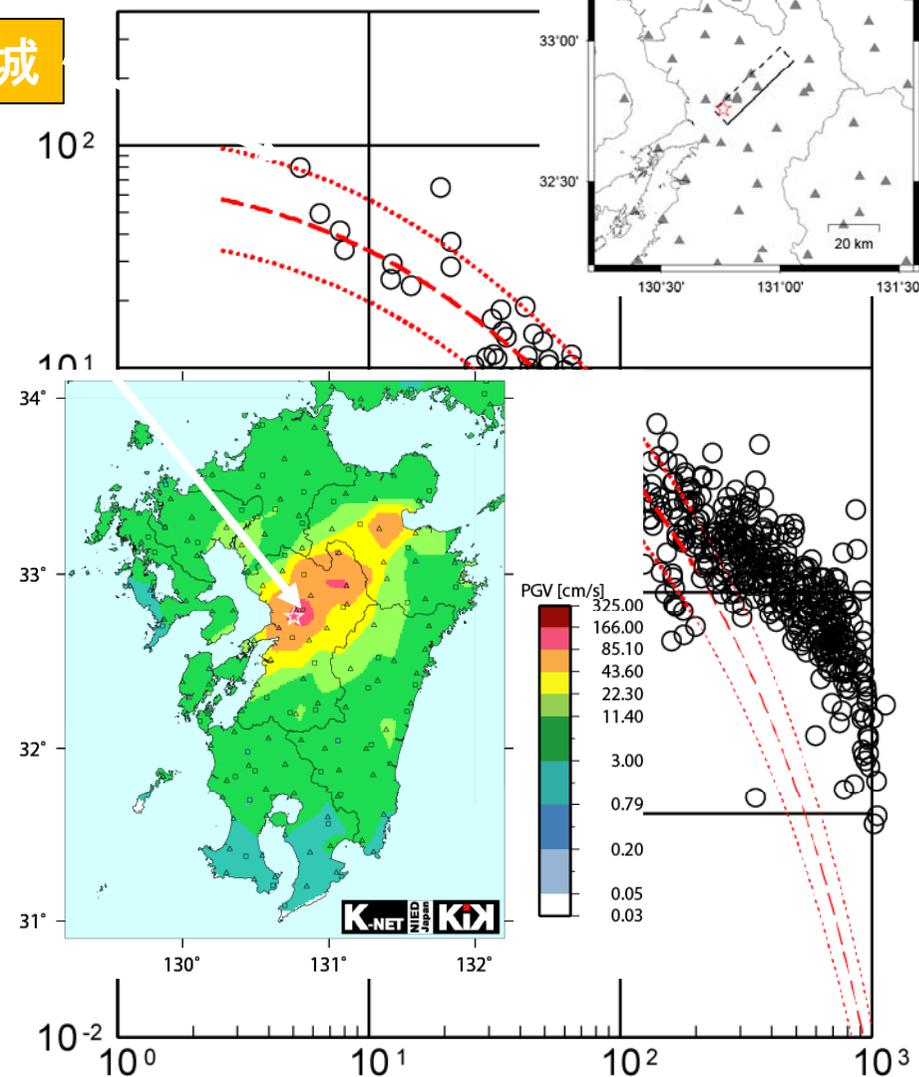
地表最大加速度

地表最大速度

----- 司・翠川(1999)による内陸地殻内地震の経験的距離減衰関係式

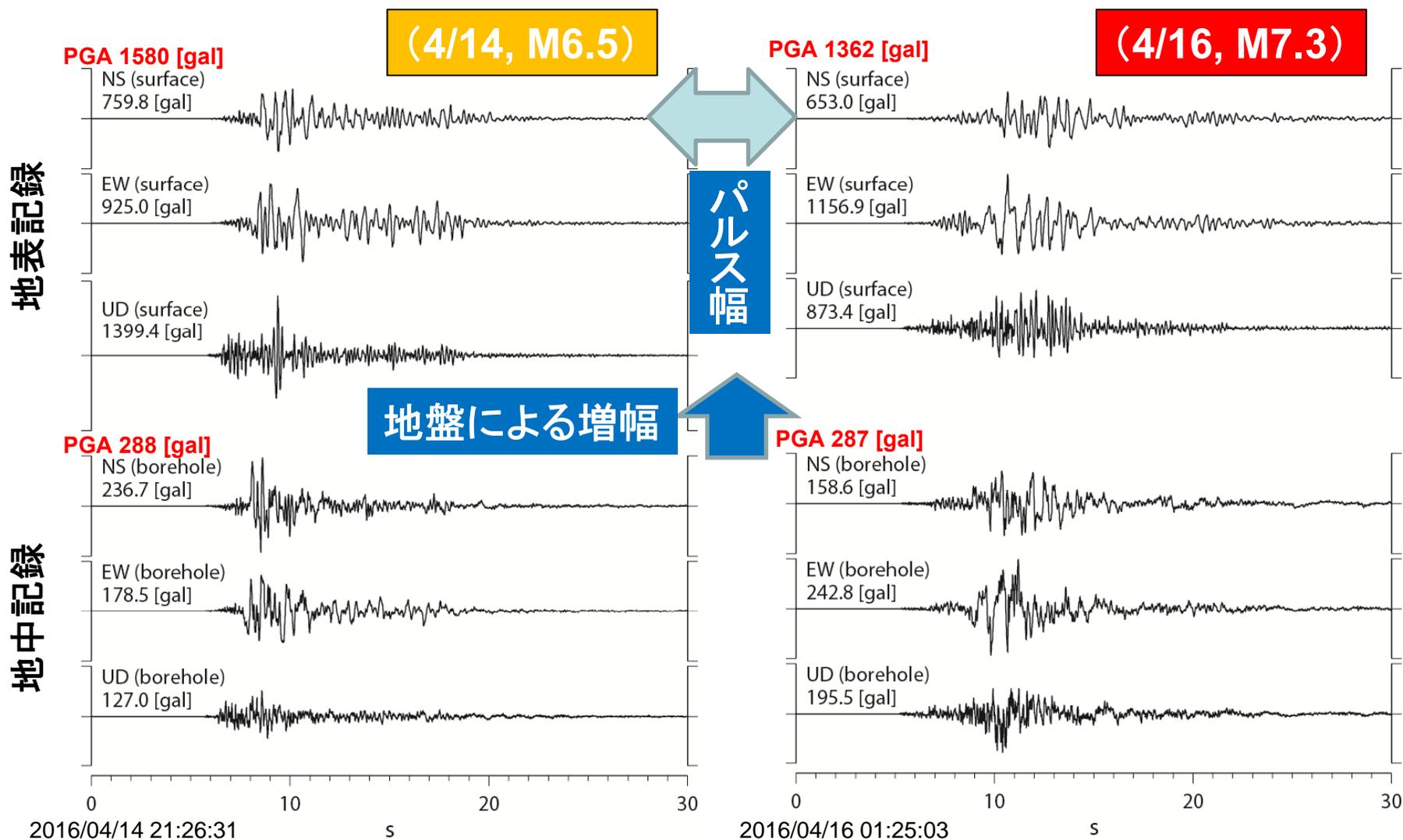


断層からの距離 (km)



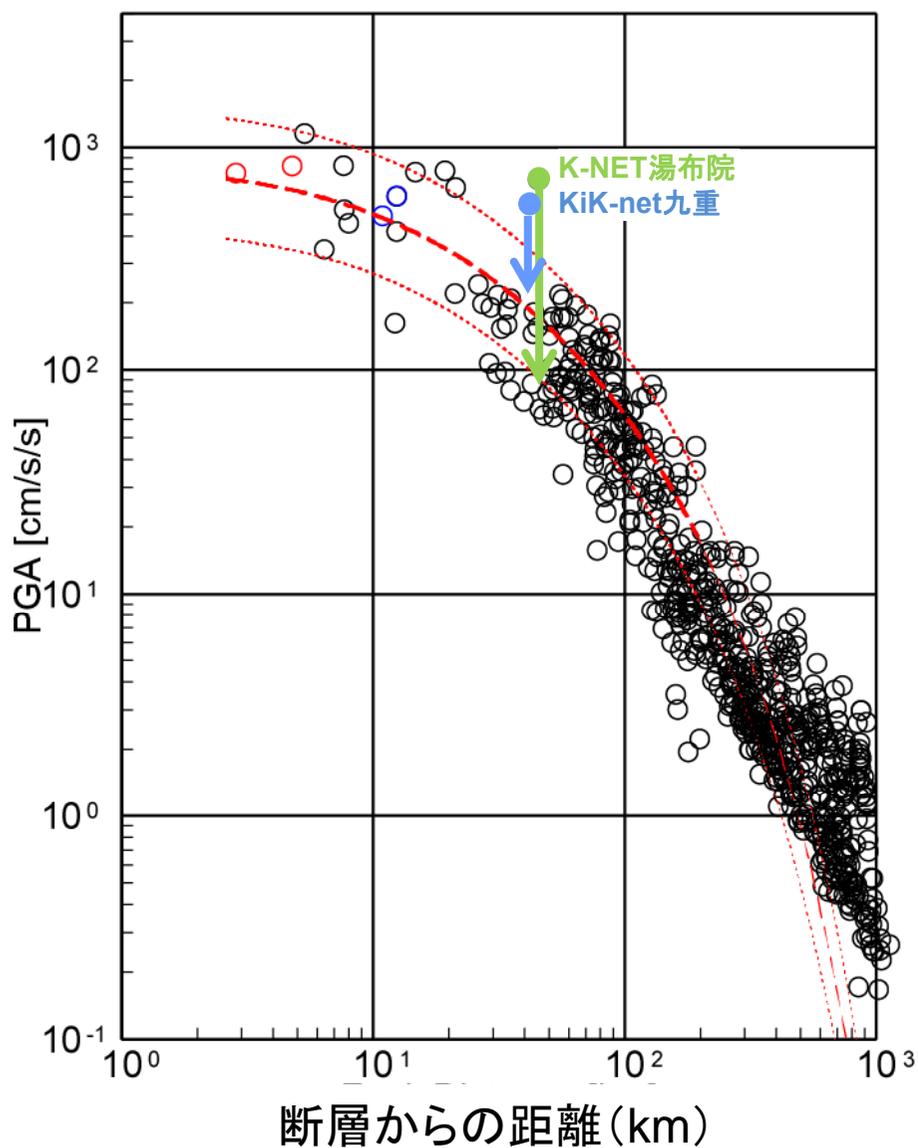
断層からの距離 (km)

4/14 M6.5の地震と4/16 M7.3の地震双方でK-NET・KiK-net観測点の中で最大の加速度を記録したKiK-net益城観測点(熊本県益城町)での加速度波形記録

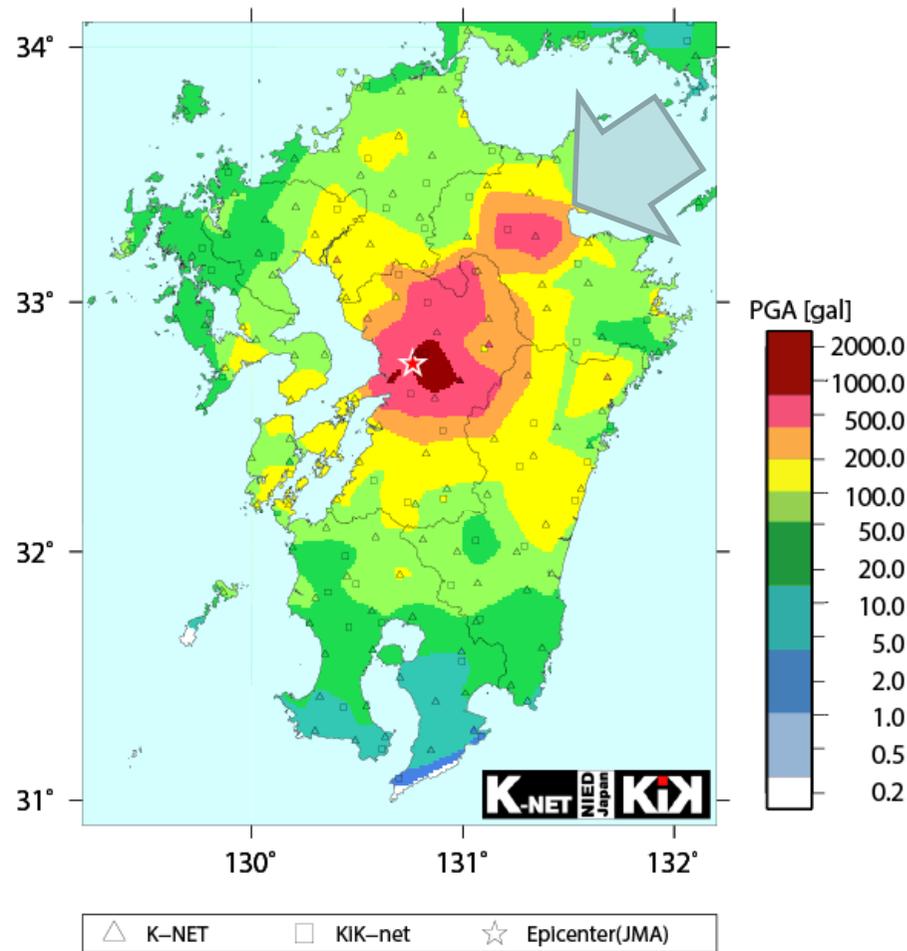


地表最大加速度

----- 司・翠川(1999)による内陸地殻内地震の経験的距離減衰関係式



地表最大加速度

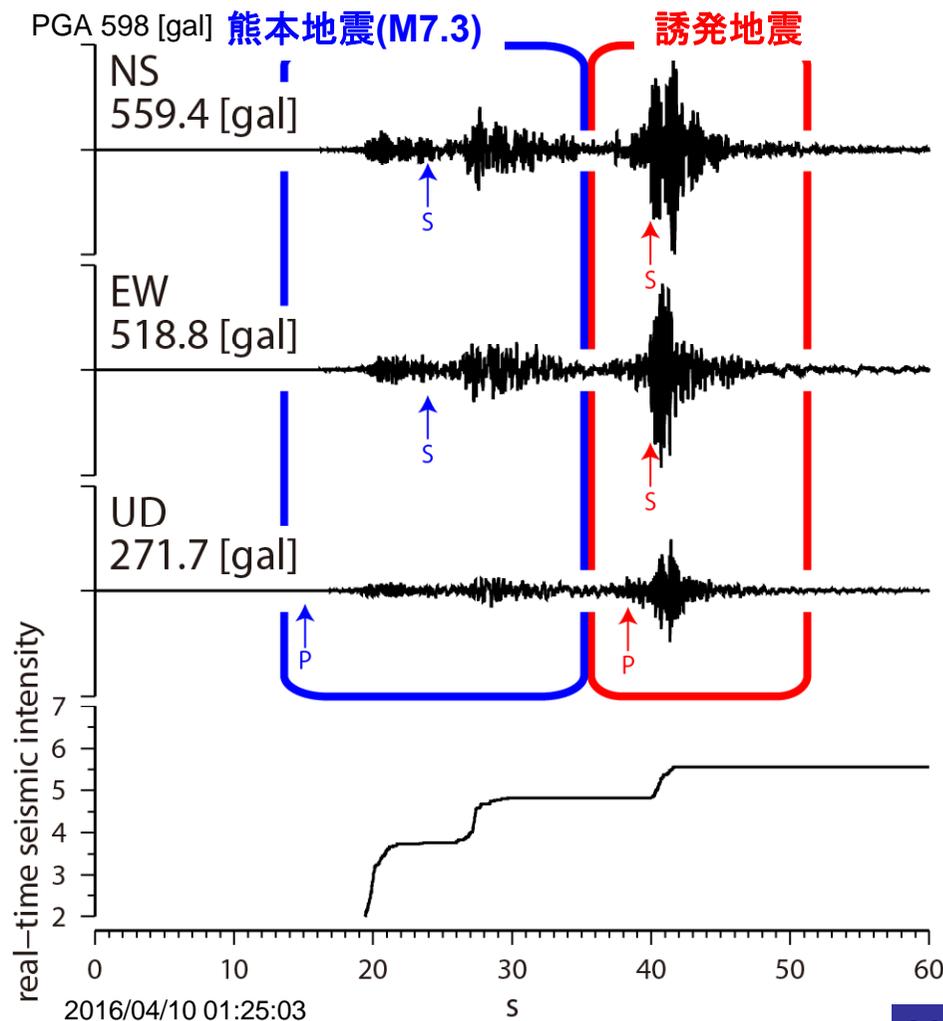
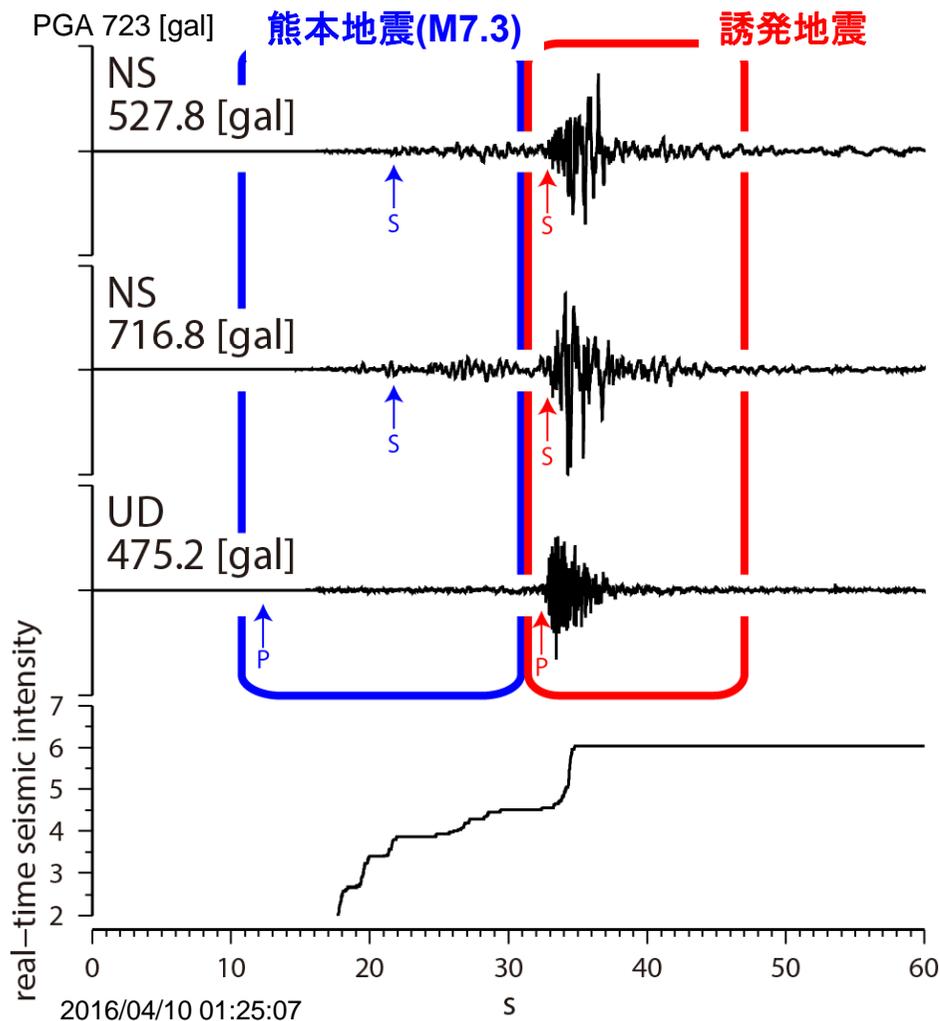


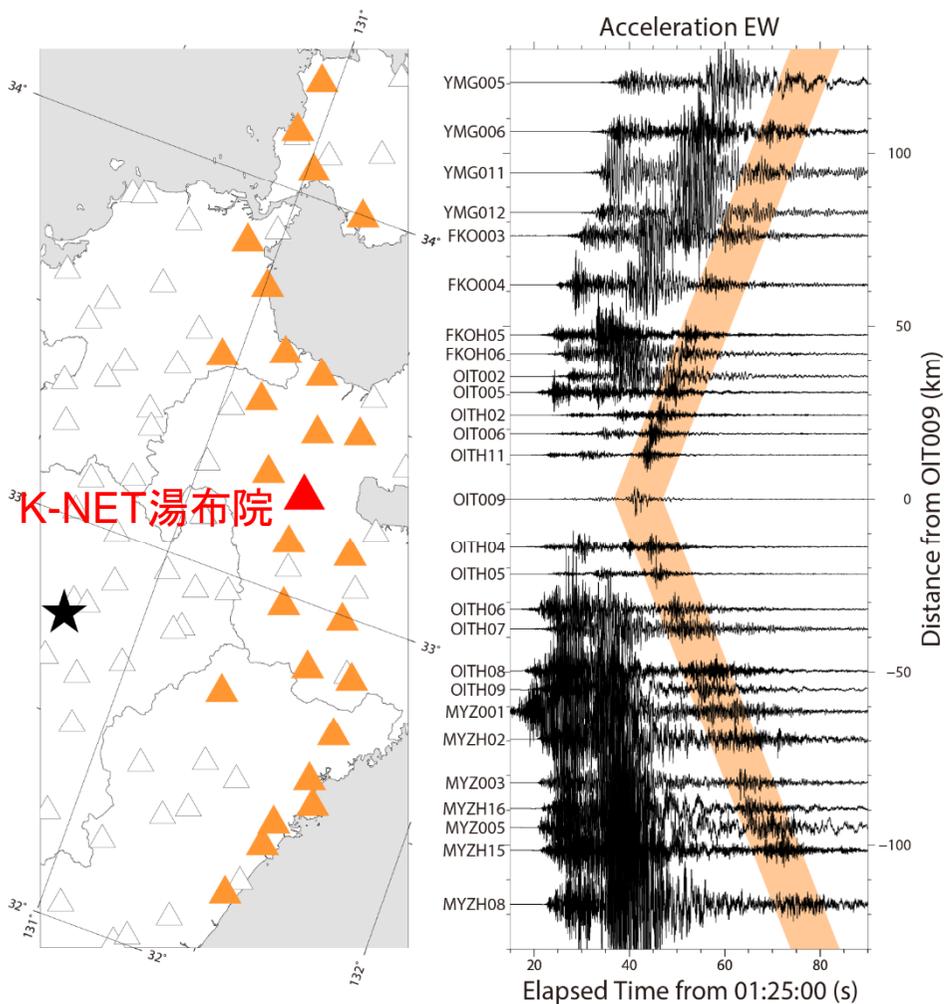
最大加速度: 90gal → 723gal
 震度: 4.4(震度4) → 6.0(震度6強)

K-NET湯布院 (OIT009、大分県由布市湯布院町)

最大加速度: 245gal → 598gal
 震度: 4.8(震度5強) → 5.5(震度6弱)

KiK-net九重 (OITH11、大分県玖珠郡九重町)





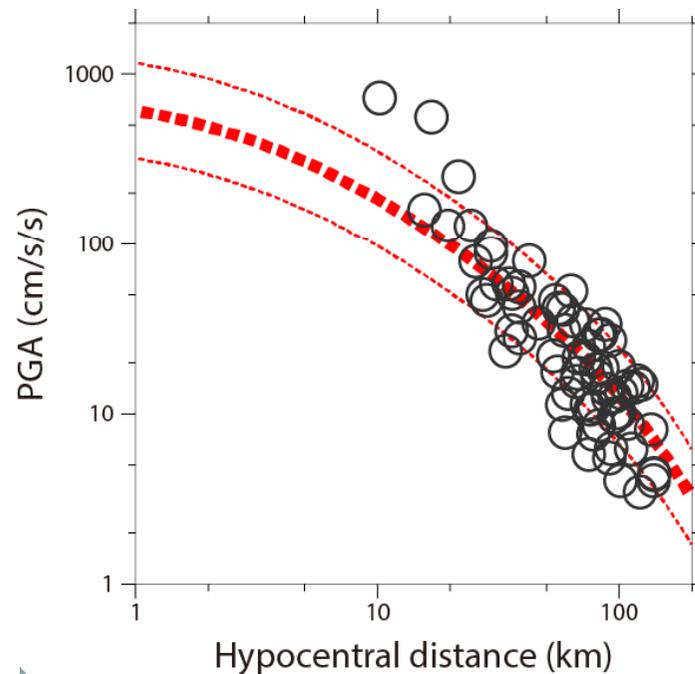
K-NET湯布院

K-NET湯布院観測点を先頭に地震波が伝播している

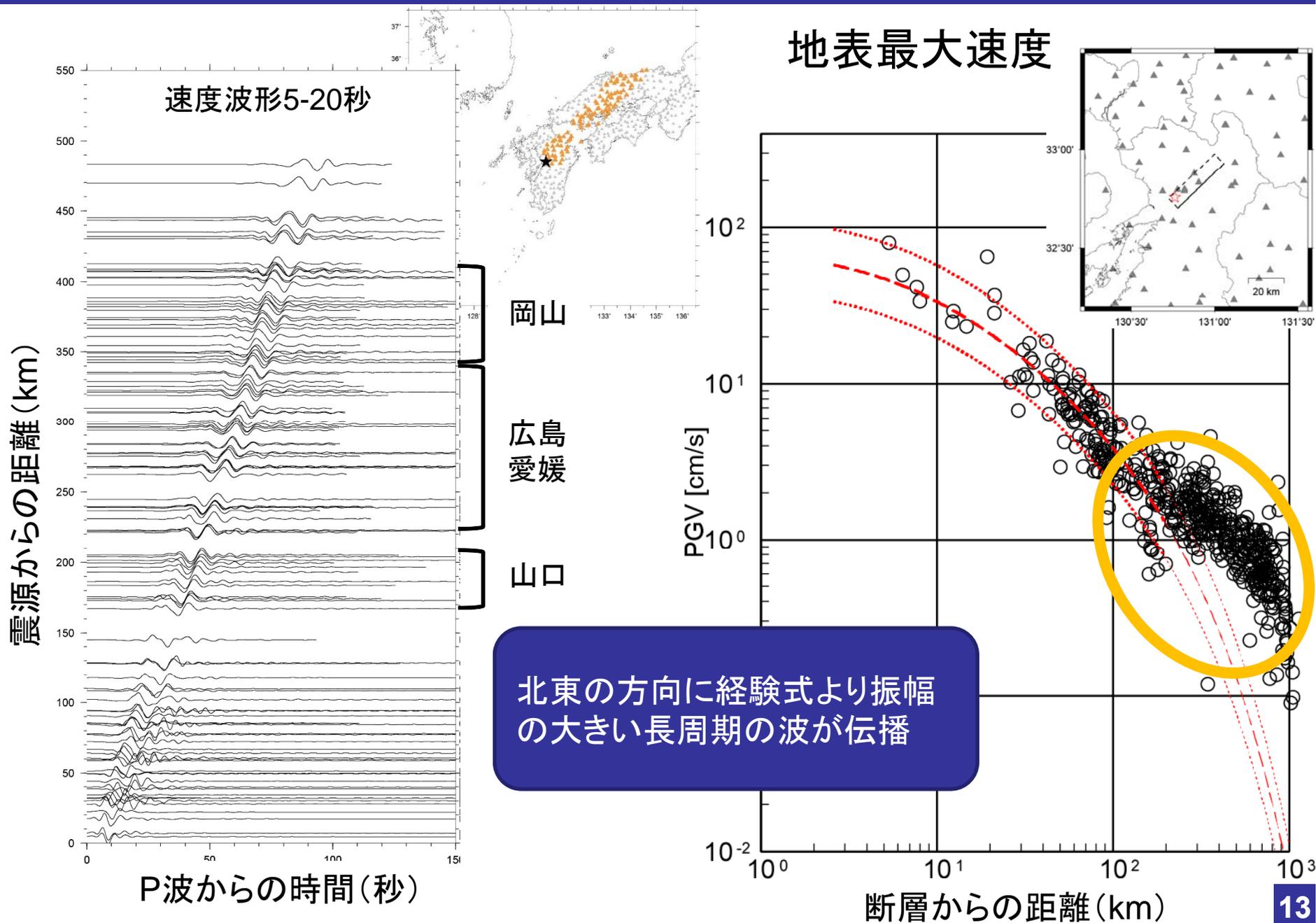
➡ 多数の記録より発生位置を推定

誘発された地震は
 ・K-NET湯布院観測点の近傍
 (北北東約6km)で発生
 ・マグニチュード5.5
 と推定される

Morikawa & Fujiwara (2013)による
 内陸地殻内地震の経験的距離減衰関係式



➡ 減衰関係式に合うように規模を推定



地表最大加速度

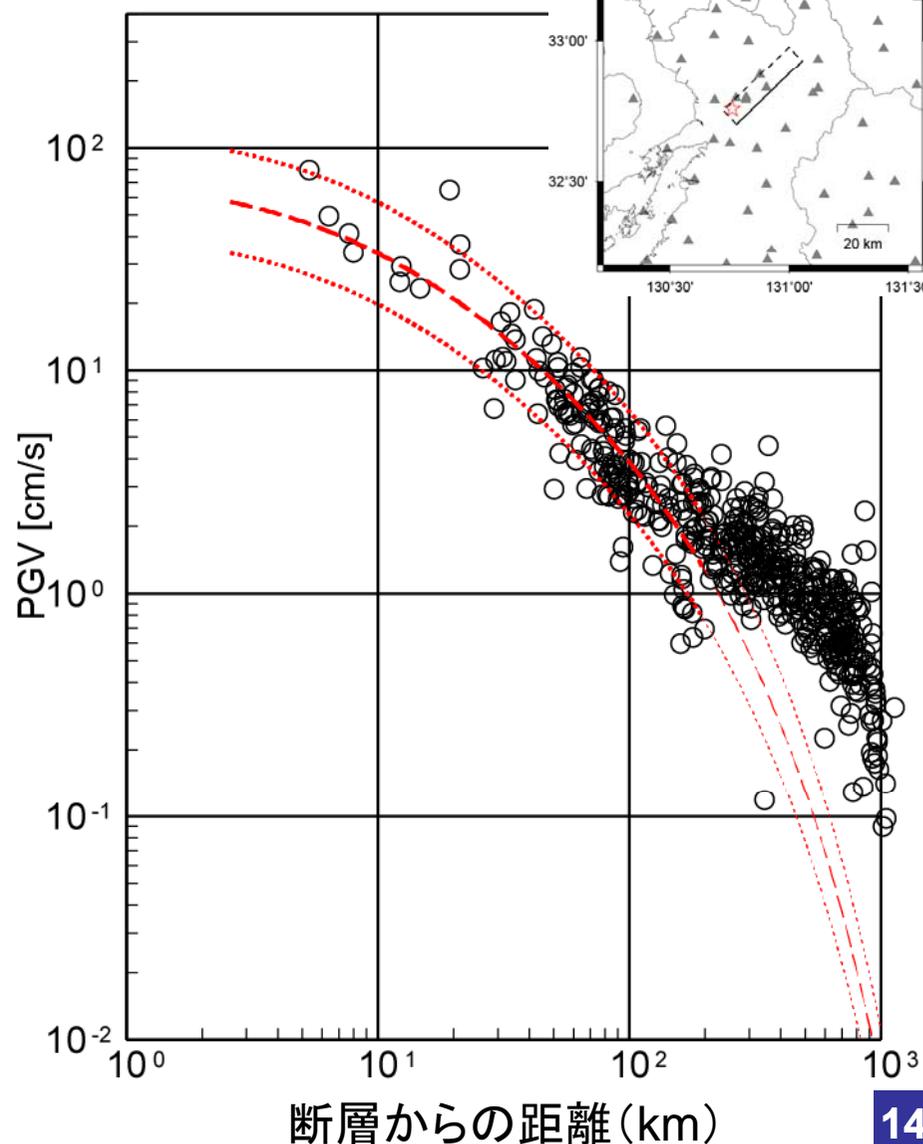
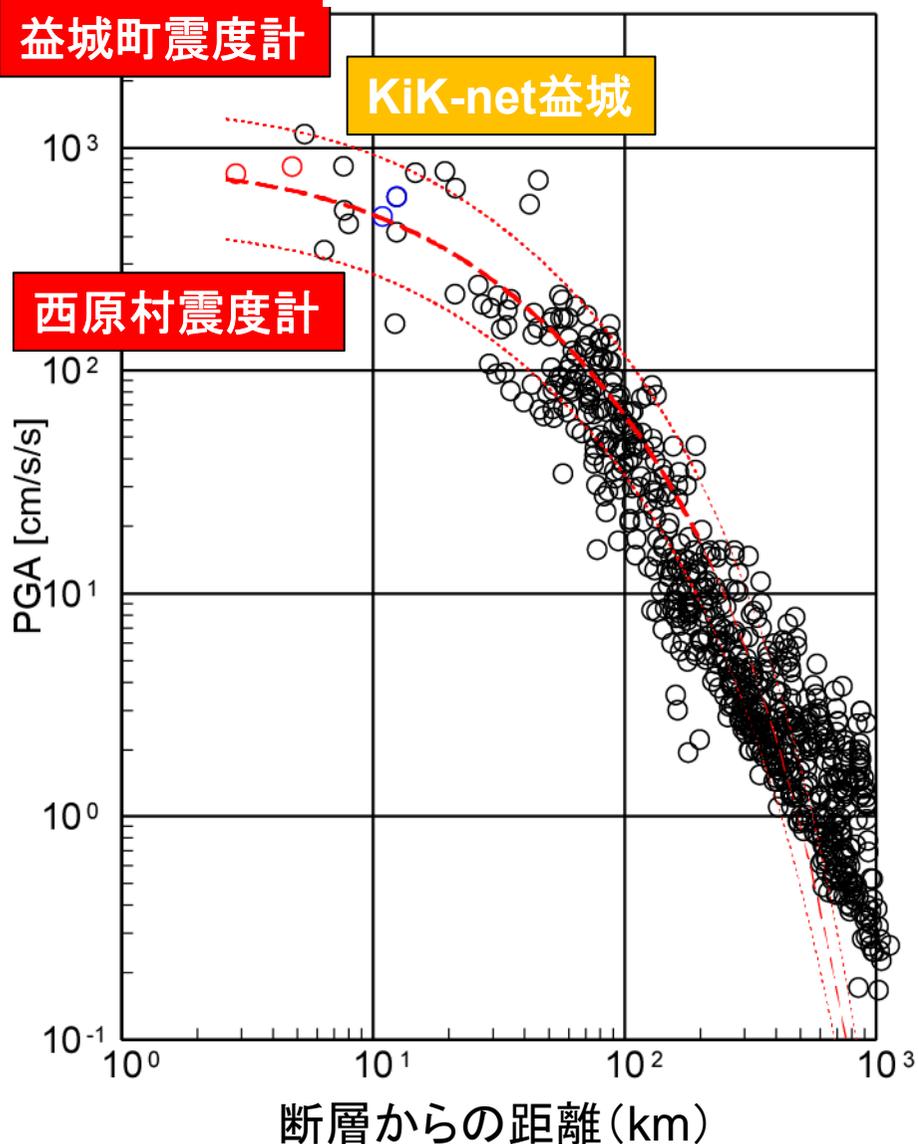
地表最大速度

----- 司・翠川(1999)による内陸地殻内地震の経験的距離減衰関係式

益城町震度計

KiK-net益城

西原村震度計



2016 Kumamoto 熊本 (M7.3)
KMMH16 KiK-net Mashiki益城
EW

2016 Kumamoto 熊本 (M7.3)
Mashiki 益城町震度計
EW

2016 Kumamoto 熊本 (M7.3)
Nishihara 西原村震度計
EW

2016 Kumamoto 熊本 (M6.5)
KMMH16 KiK-net Mashiki益城
EW

2016 Kumamoto 熊本 (M6.5)
Mashiki 益城町震度計
EW

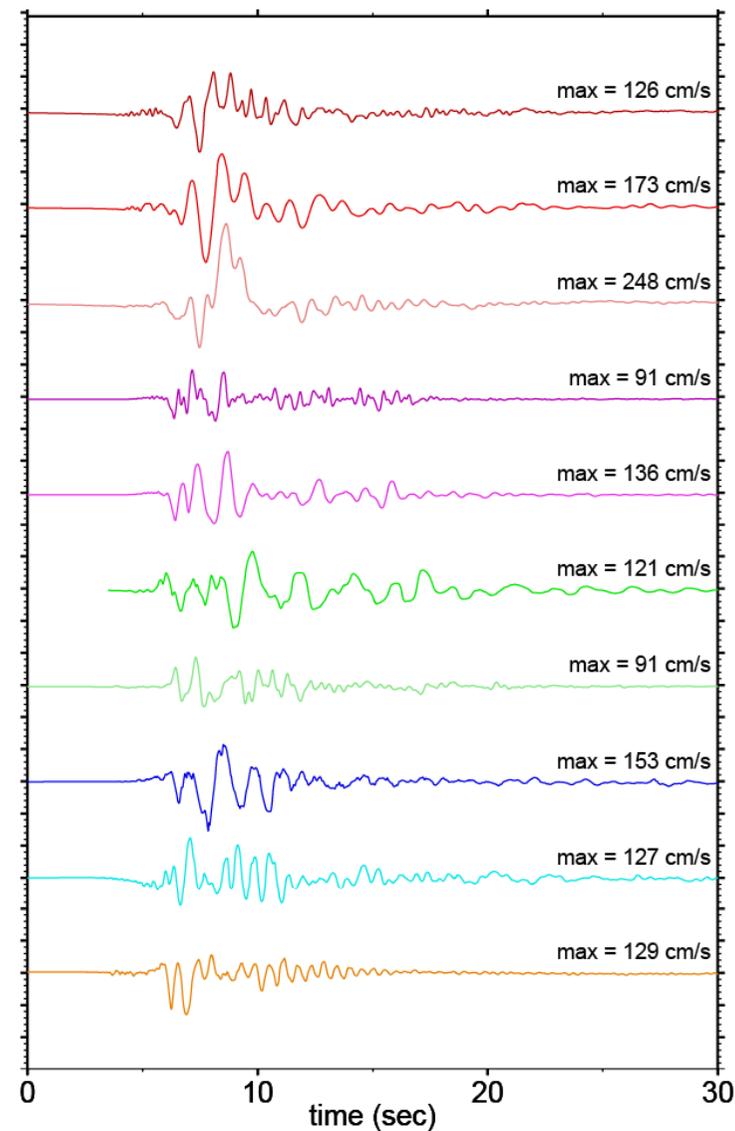
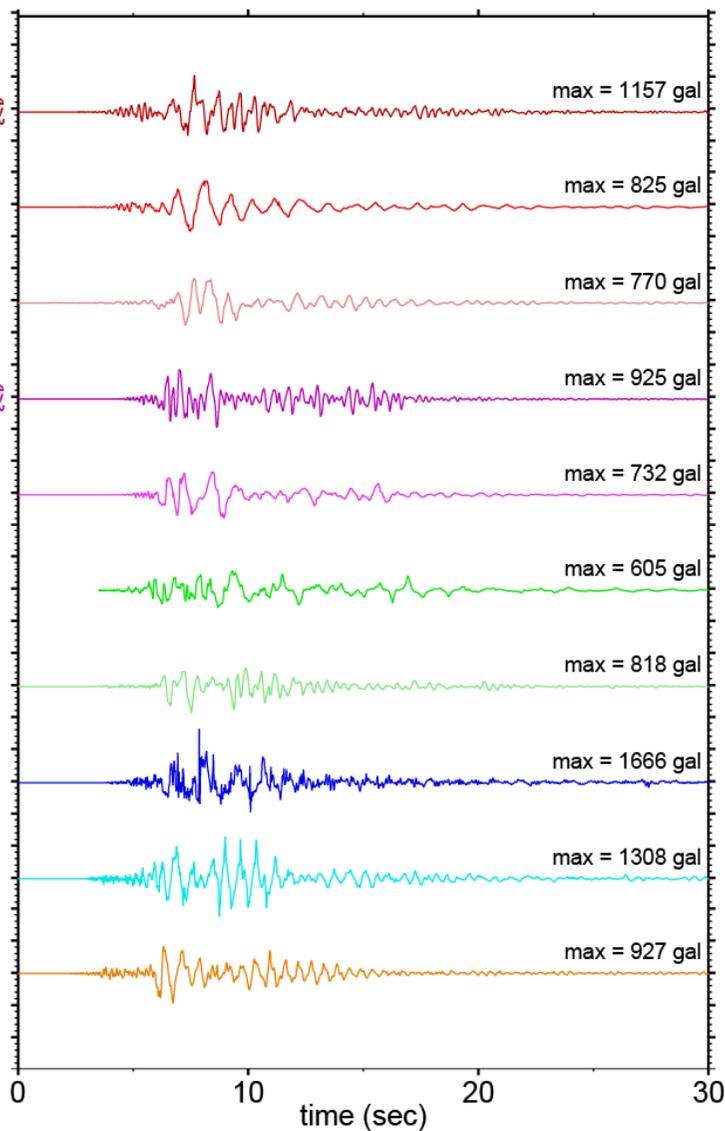
1995 Kobe 兵庫県南部
JR Takatori JR鷹取
NS

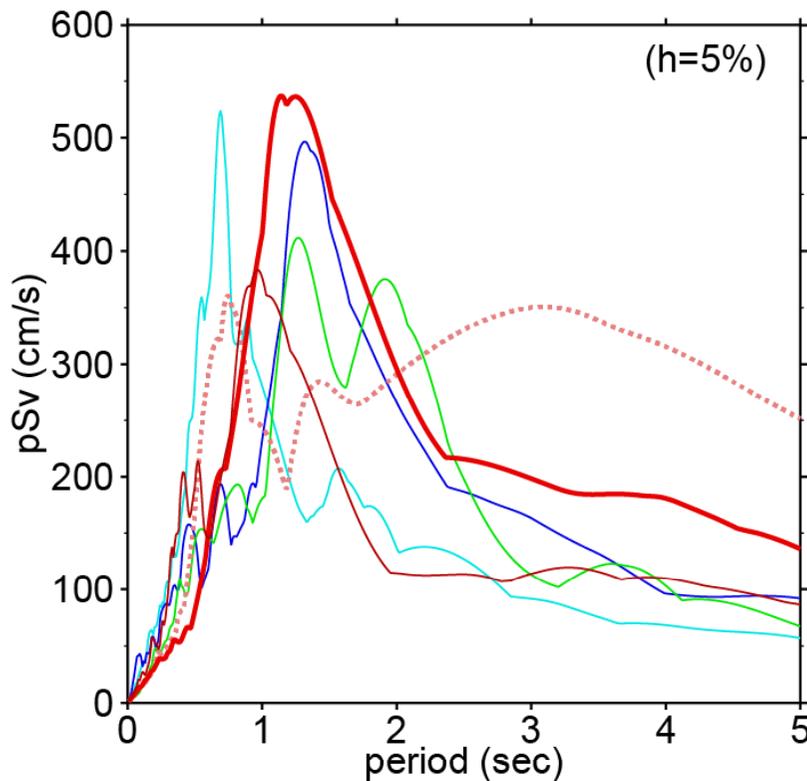
1995 Kobe 兵庫県南部
JMA Kobe JMA神戸
EW

2004 Chuetsu 新潟県中越
Kawaguchi 川口町震度計
EW

2004 Chuetsu 新潟県中越
NIG019 K-NET Ojiya小千谷
EW

2000 Tottori 鳥取県西部
TTRH02 KiK-net Hino日野
NS



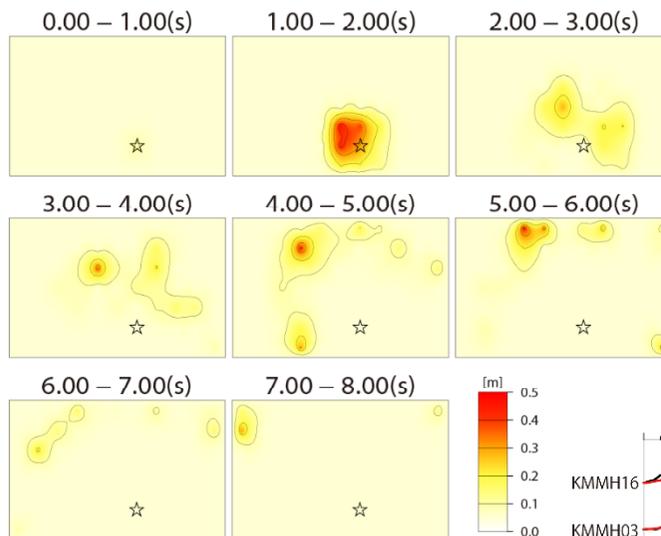
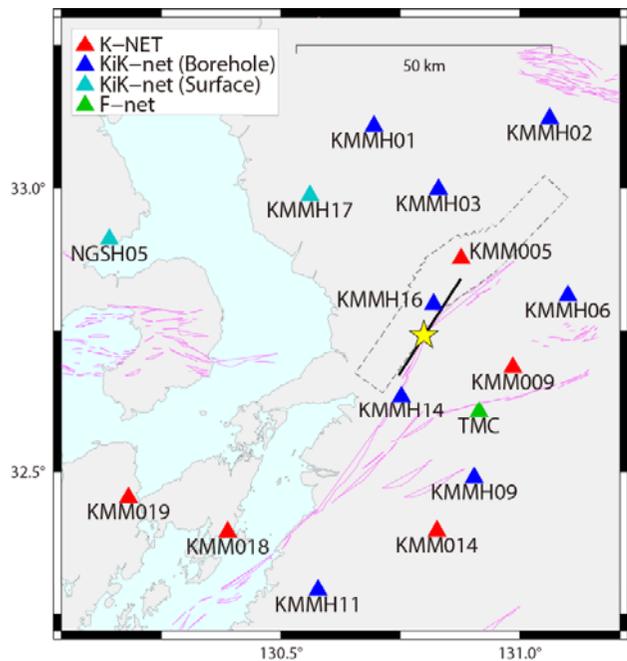


- 2016 Kumamoto (M7.3) KMMH16
KiK-net Mashiki益城EW
- 2016 Kumamoto (M7.3) Mashiki 益城町震度計 EW
- ⋯ 2016 Kumamoto (M7.3) Nishihara 西原村震度計 EW
- 1995 Kobe JR Takatori 鷹取 NS
- 2004 Chuetsu Kawaguchi 川口町震度計 EW
- 2004 Chuetsu NIG019 K-NET小千谷 EW

・益城町役場の熊本県震度計の強震動記録は周期1-2秒の揺れの強さが過去の代表的な被害地震の記録によるレベルと同程度かそれ以上
 ・KiK-net益城観測点でも、益城町役場の記録には及ばないものの1秒にピークを持つ大きな値

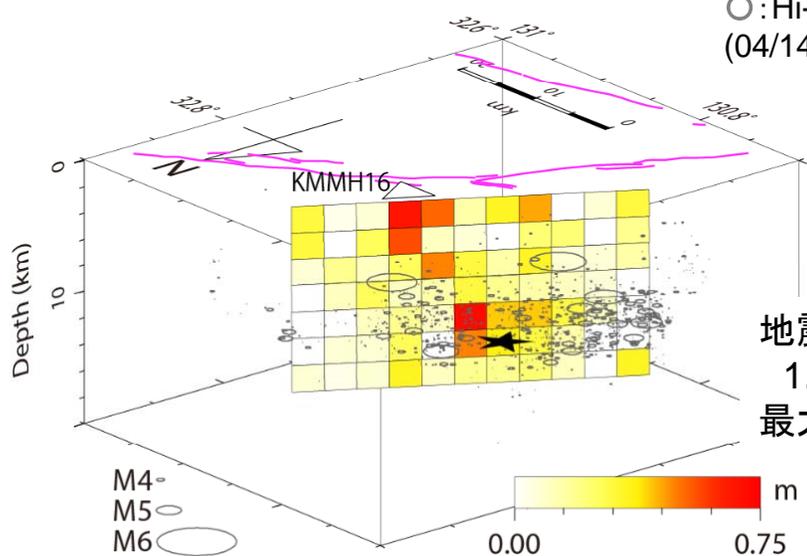


KiK-net益城観測点

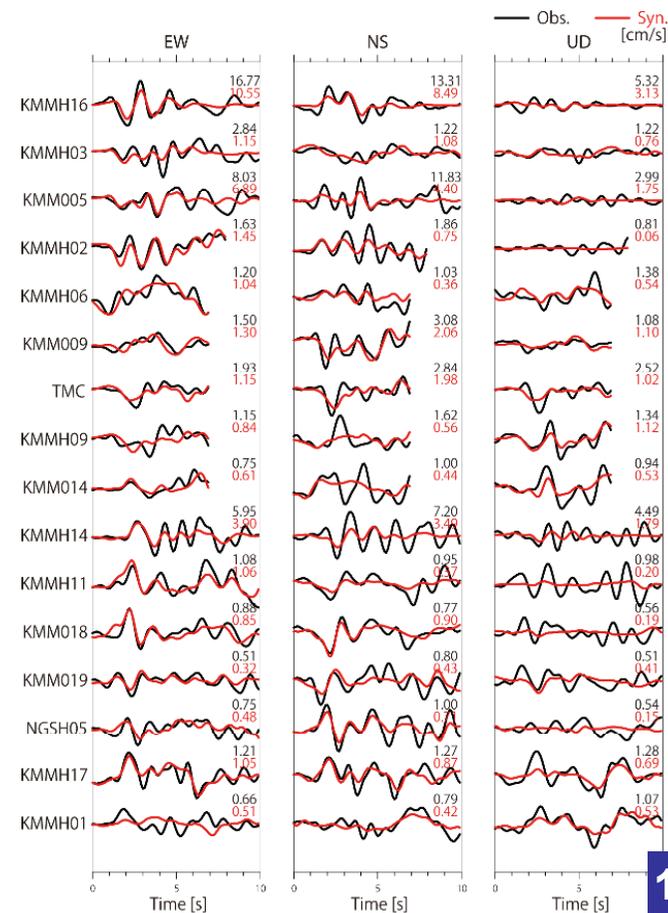


2箇所のずれの大きな領域が見られ、波形の特徴と対応している

○: Hi-netによる震源分布 (04/14 21:26 - 04/16 01:25)

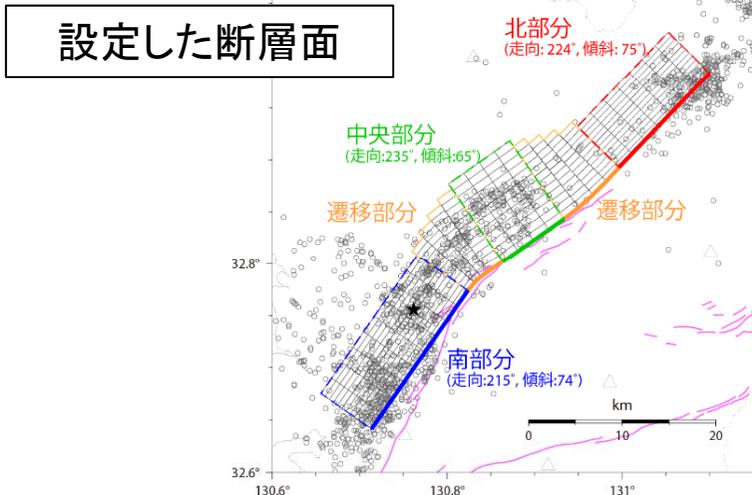
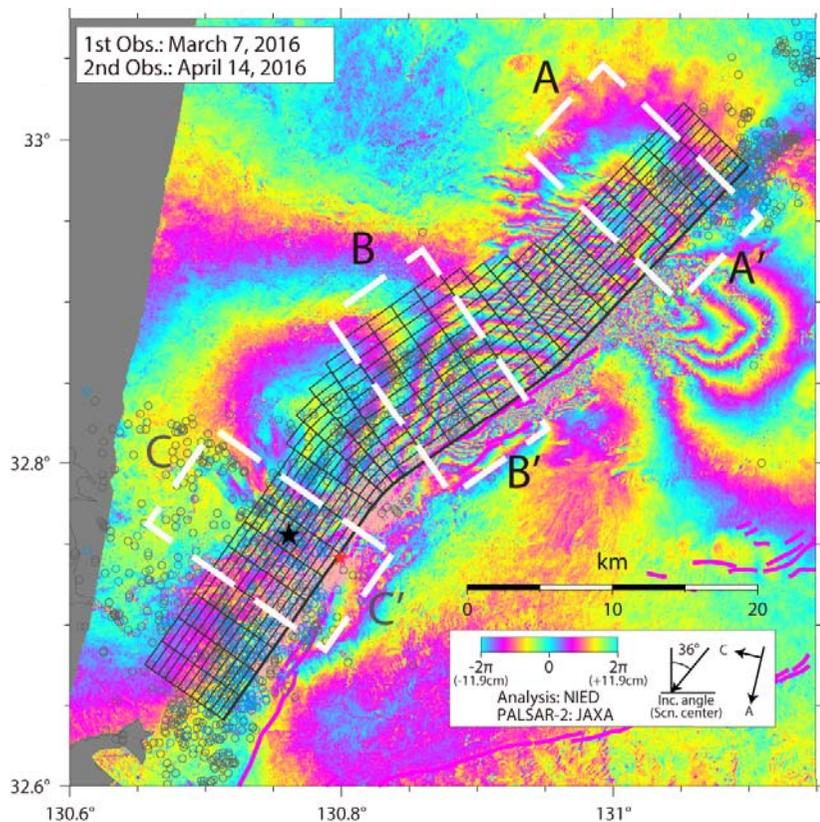


地震モーメント:
 1.7×10^{18} Nm (Mw:6.1)
 最大すべり量: 0.7 m

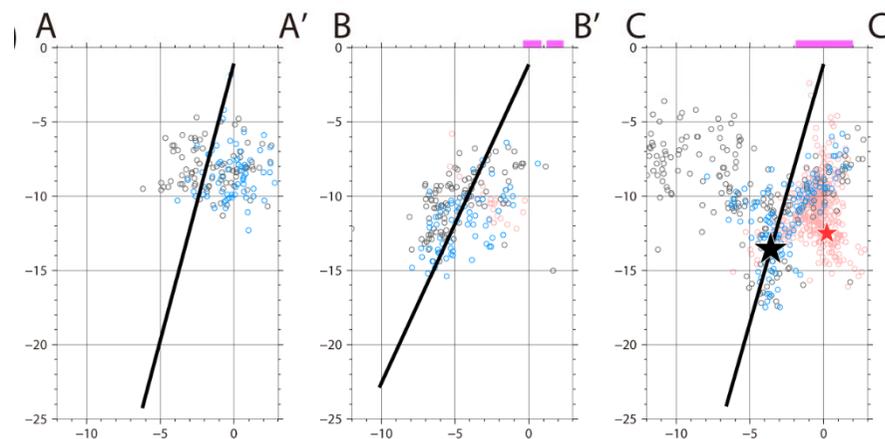


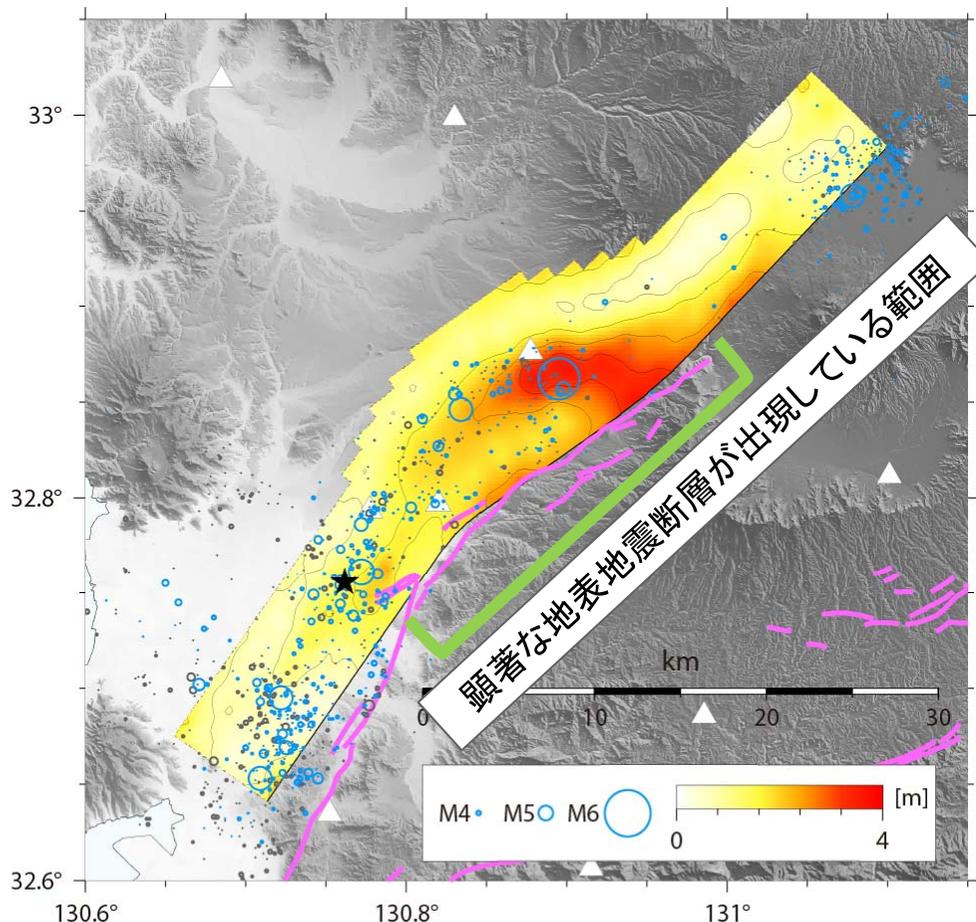
4/16 M7.3の地震の震源断層は、日奈久断層から布田川断層にまたがり、複雑な形状をしていると考えられる

InSARによって観測された地殻変動



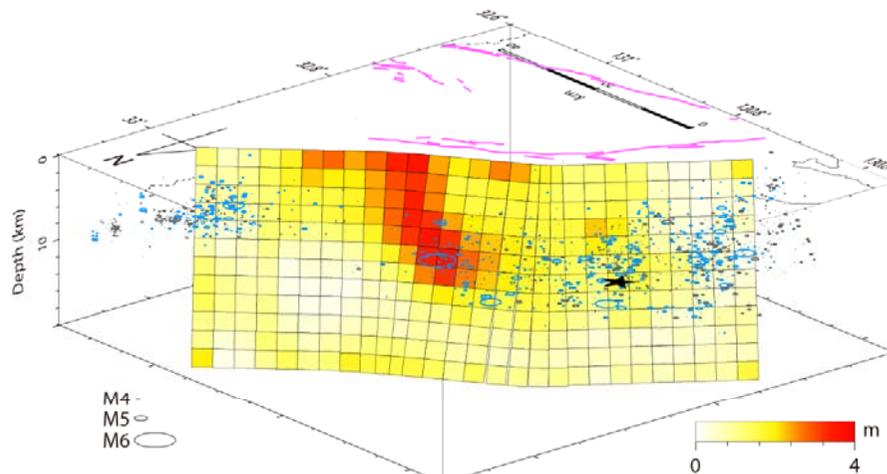
熊本地震による震源の深さ分布
 赤: M6.5の地震以降M7.3の地震の直前まで
 青: M7.3の地震から1日間
 灰: M7.3の地震から1ヶ月間



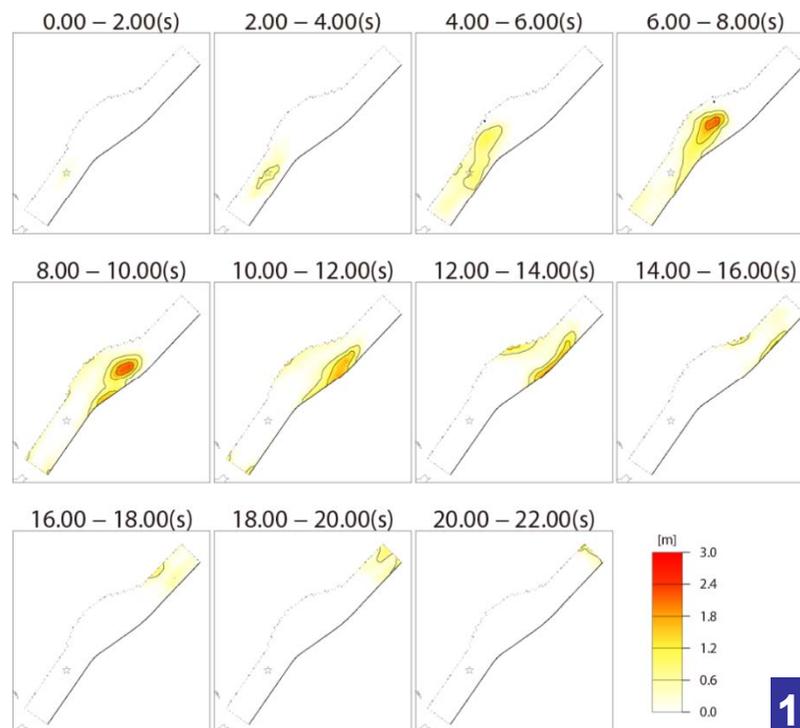


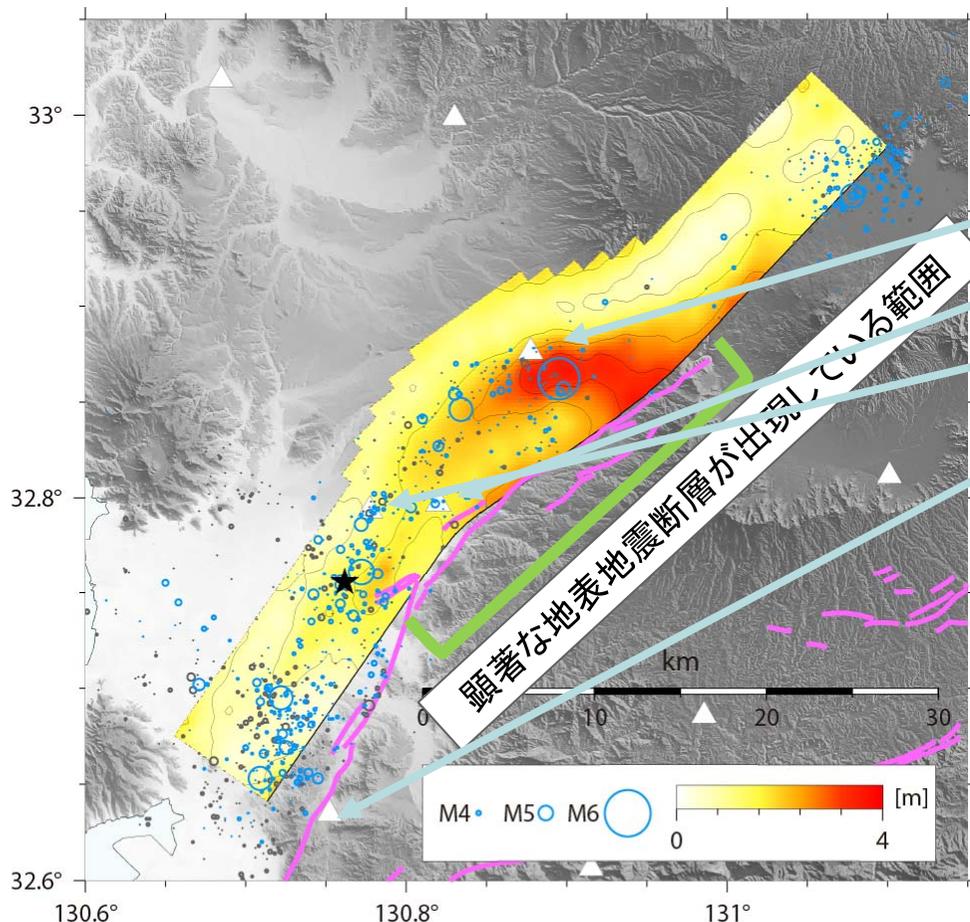
- : Hi-netで捉えられた地震活動 (04/16 01:25 – 04/17 01:25)
- : Hi-netで捉えられた地震活動 (04/16 01:25 – 04/30 01:25)

ずれの大きな領域は震央(ずれが始まった位置)の北東約10-30kmの領域に広がる。大きなずれは地震発生から4-16秒後に生じている。



地震モーメント: 5.5×10^{19} Nm (Mw:7.1)
 最大すべり量: 3.8 m

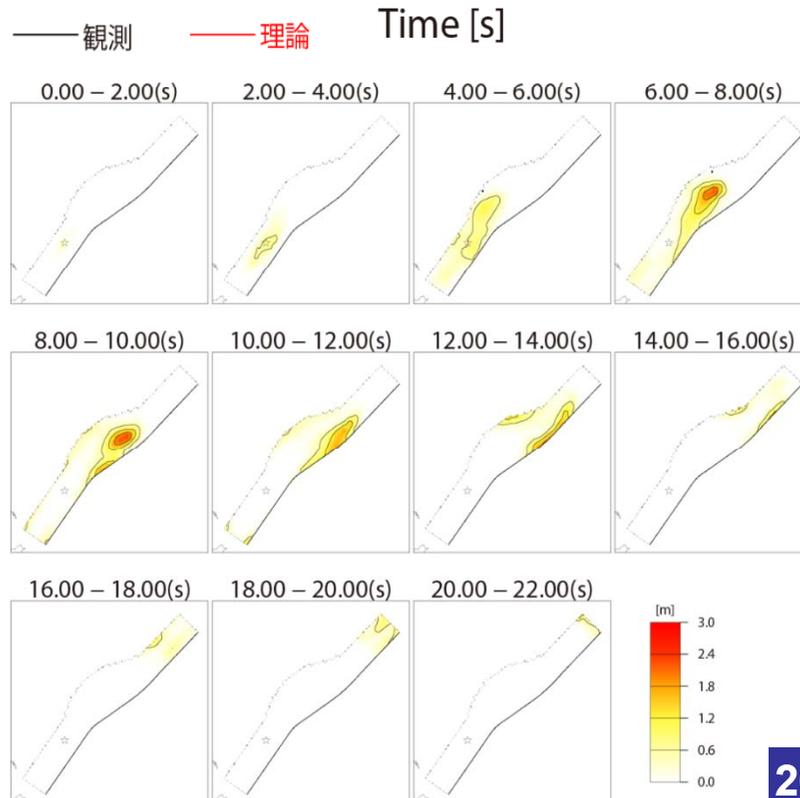
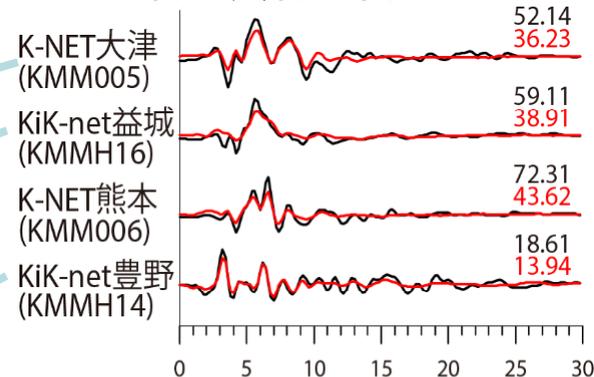




- : Hi-netで捉えられた地震活動 (04/16 01:25 - 04/17 01:25)
- : Hi-netで捉えられた地震活動 (04/16 01:25 - 04/30 01:25)

ずれの大きな領域は震央(ずれが始まった位置)の北東約10-30kmの領域に広がる。大きなずれは地震発生から4-16秒後に生じている。

強震動波形(東西成分)の 合い具合の例



断層浅部のずれの分布は確認された地表地震断層の位置と対応

益城町堂園付近の地表地震断層



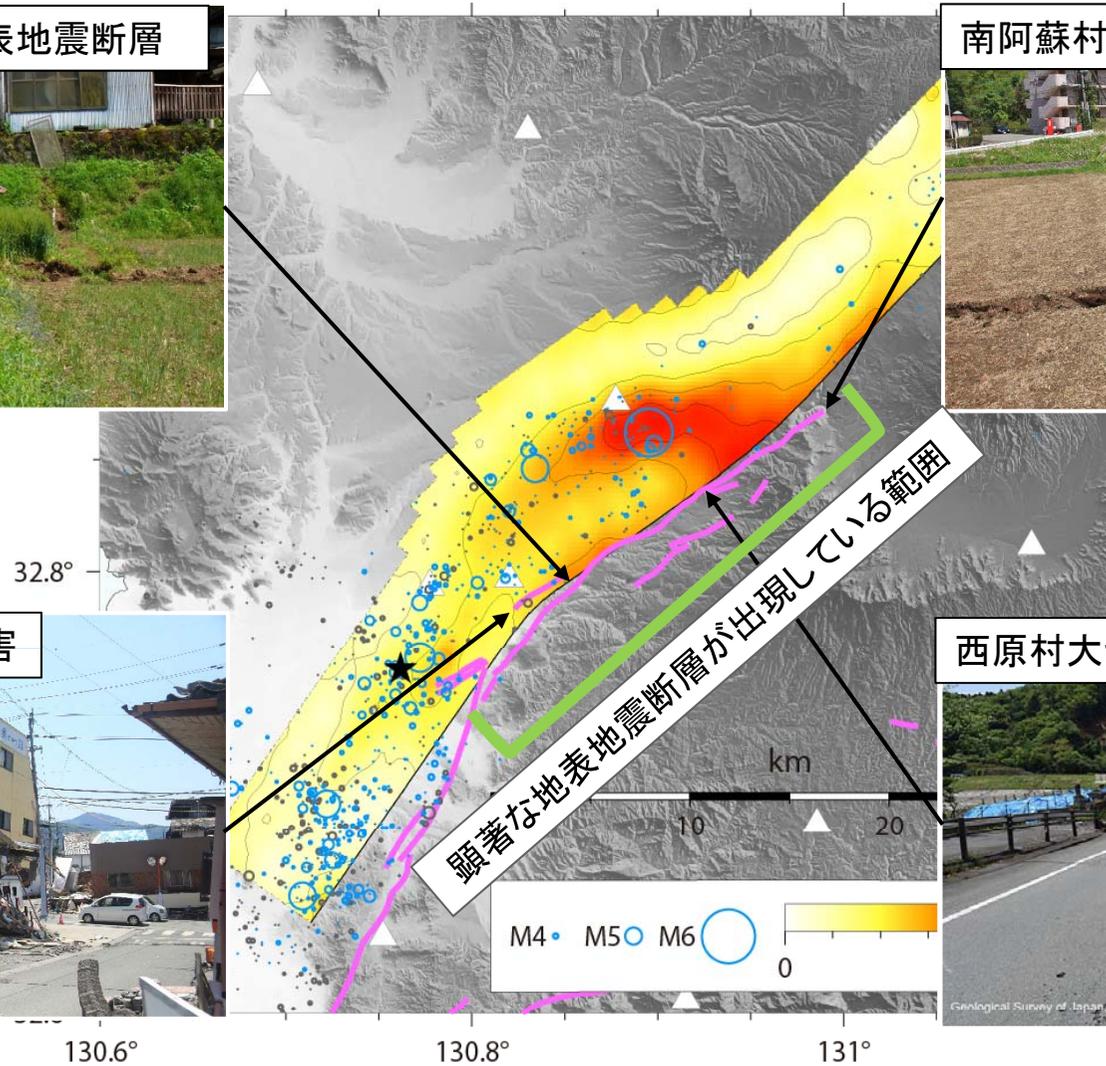
南阿蘇村河陽付近



益城町宮園付近の被害



西原村大切畑ダム



産業技術総合研究所「第四報」緊急現地調査報告より

- 気象庁、JR、新潟県自治体震度計、熊本県自治体震度計のデータを使用しました。
- 「地理院地図」(国土地理院) (<http://maps.gsi.go.jp>) をもとに作成した図を使用しました。
- 平成28年(2016年)熊本地震の調査を目的として、陸域観測技術衛星「だいち2号」のPALSAR-2による緊急観測が行われ、その観測データは宇宙航空研究開発機構(JAXA)が進める防災利用実証実験地震WGを通じて提供されました。PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAが有しています。