

地震動・地盤震動

2016年4月27日

大阪大学 大学院工学研究科
地球総合工学専攻 社会基盤工学部門
秦 吉弥 (はた よしや)

速報内容 (秦)

➤本日ご報告させていただく内容

➤『地震動』

- 主要観測点で得られた強震動の特徴
 - 後藤浩之准教授(京都大学防災研究所)
 - <http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20160414/report.html>

➤『地盤震動』

- (公社)土木学会 平成28年熊本地震 先遣隊
 - 平成28年4月15日(朝)～16日
 - 臨時地震観測により得られた結果
 - ①益城町内の街地
 - ②九州新幹線脱線地点

速報内容 (秦)

➤本日ご報告させていただく内容

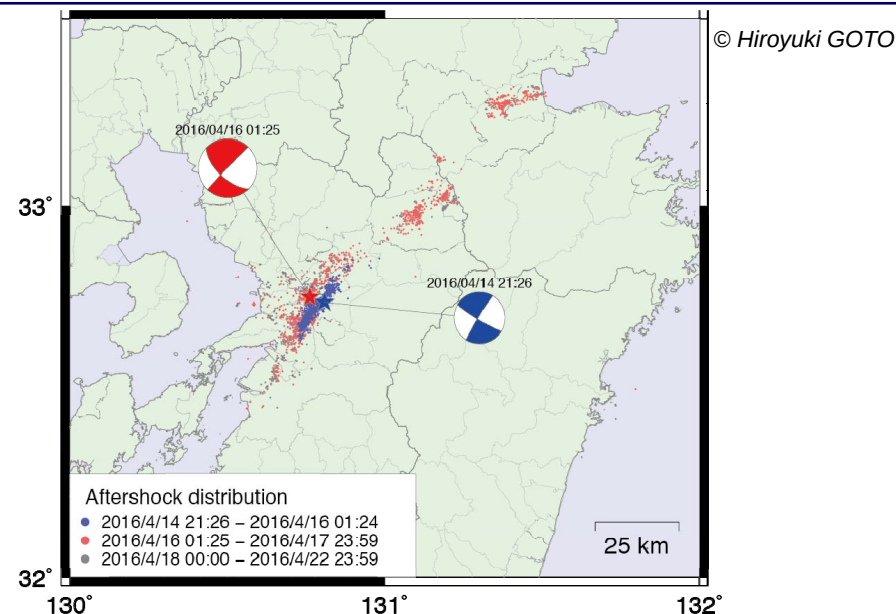
➤『地震動』

- 主要観測点で得られた強震動の特徴
 - 後藤浩之准教授(京都大学防災研究所)
 - <http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20160414/report.html>

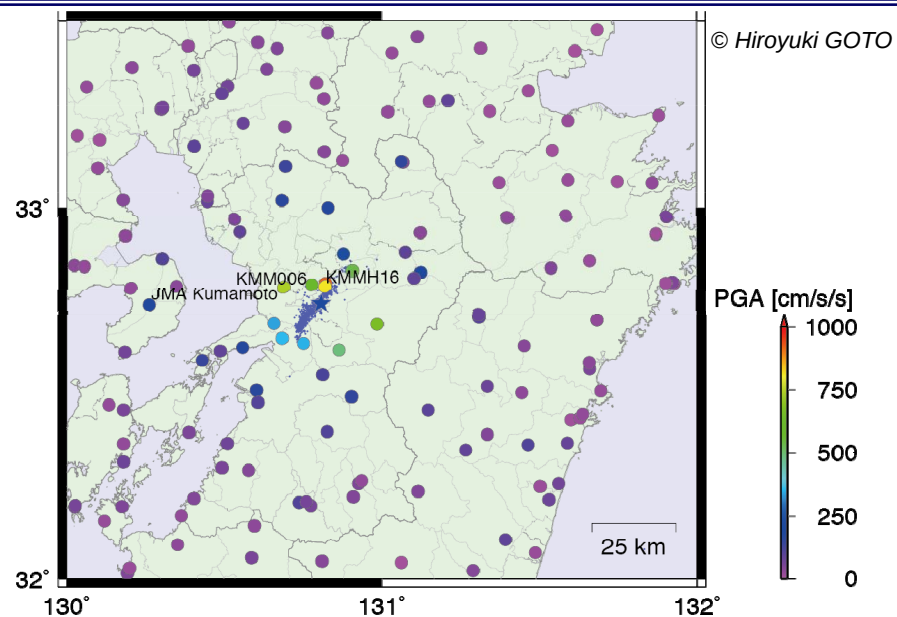
➤『地盤震動』

- (公社)土木学会 平成28年熊本地震 先遣隊
 - 平成28年4月15日(朝)～16日
 - 臨時地震観測により得られた結果
 - ①益城町内の街地
 - ②九州新幹線脱線地点

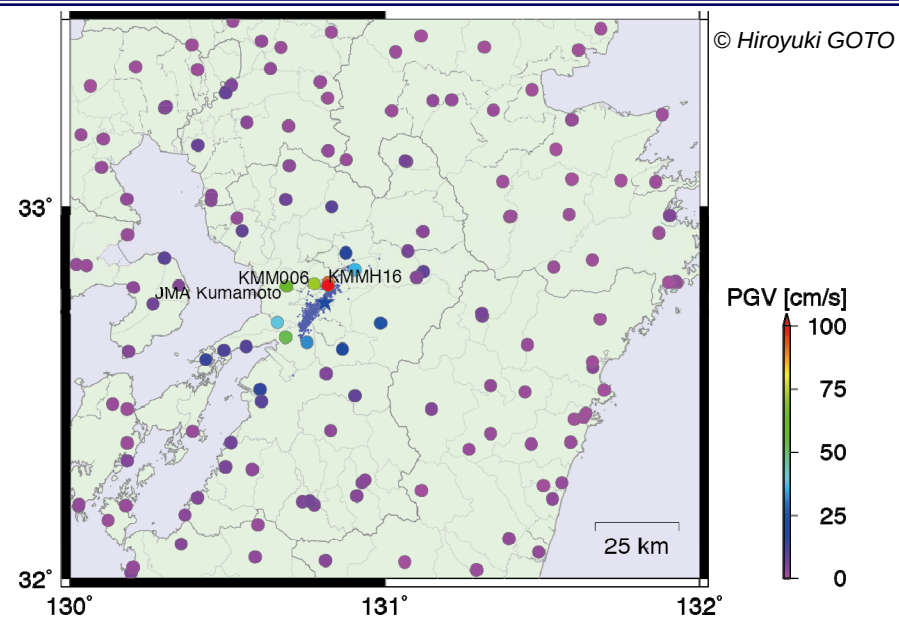
震央の分布【前震(4/14) vs 本震(4/16)】



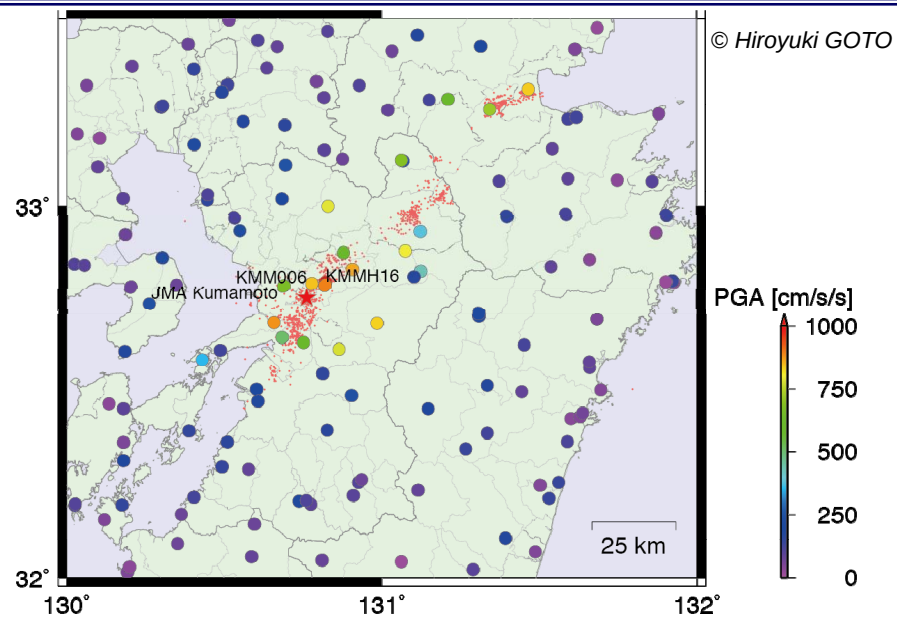
最大加速度PGAの分布【前震(4/14)】



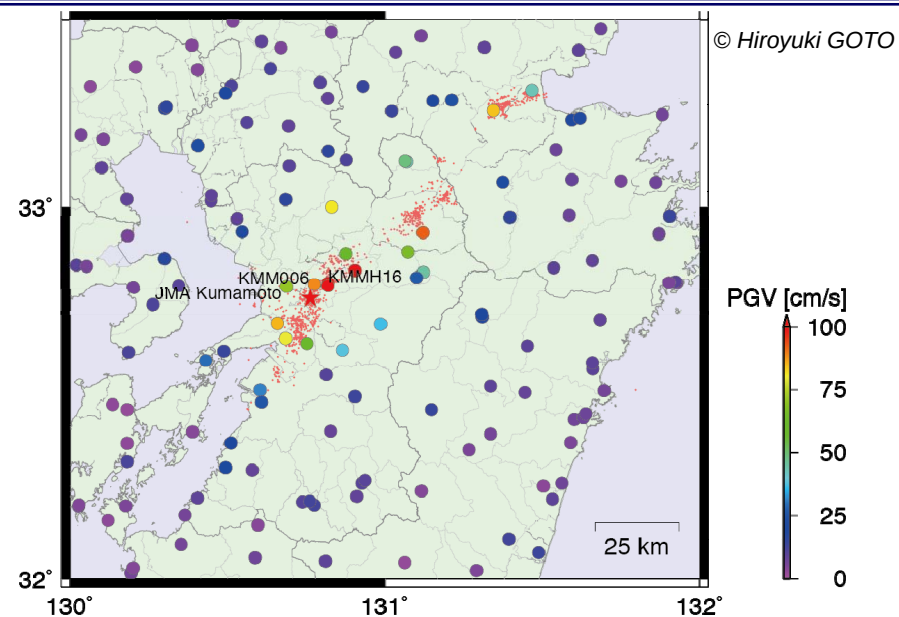
最大速度PGVの分布【前震(4/14)】



最大加速度PGAの分布【本震(4/16)】



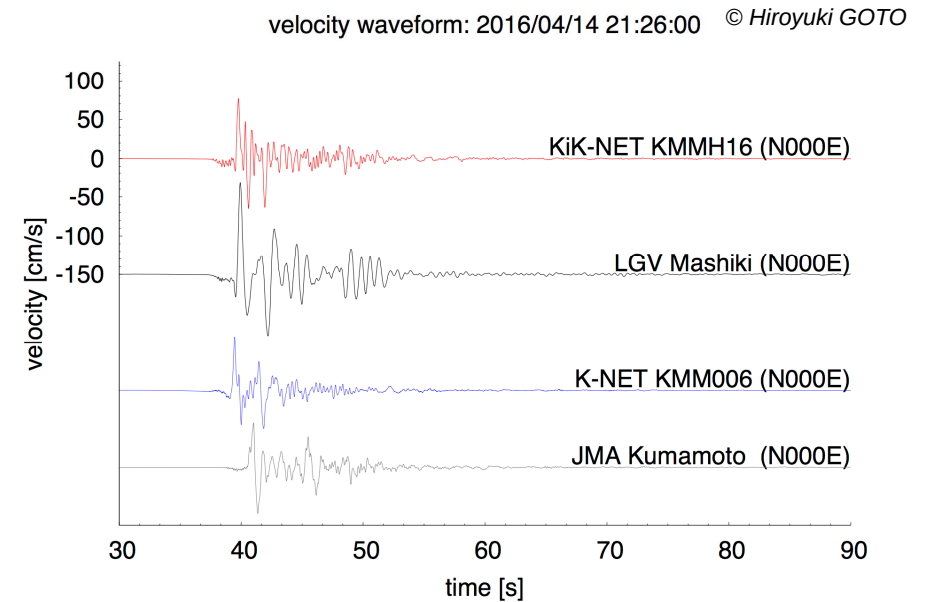
最大速度PGVの分布【本震(4/16)】



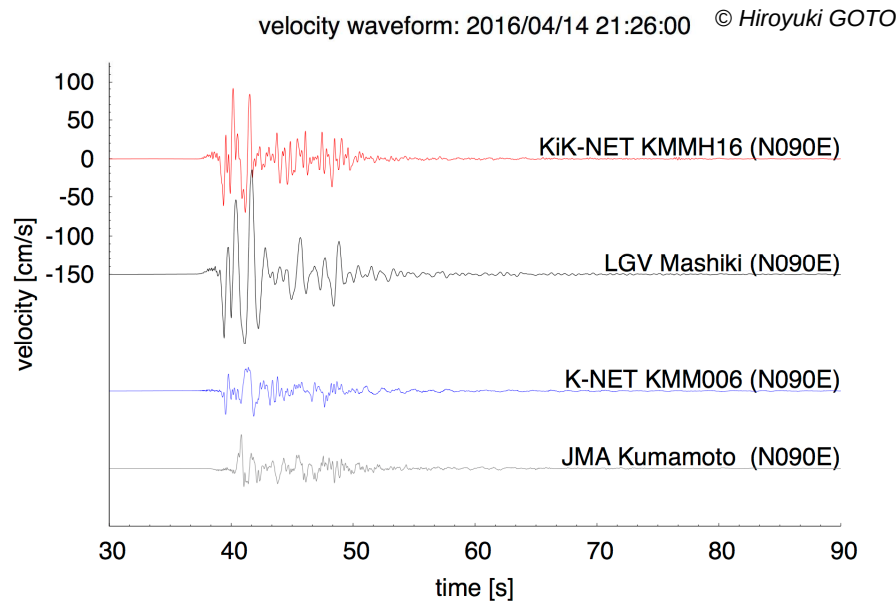
着目する4つの既存強震観測点(自治体を除く)



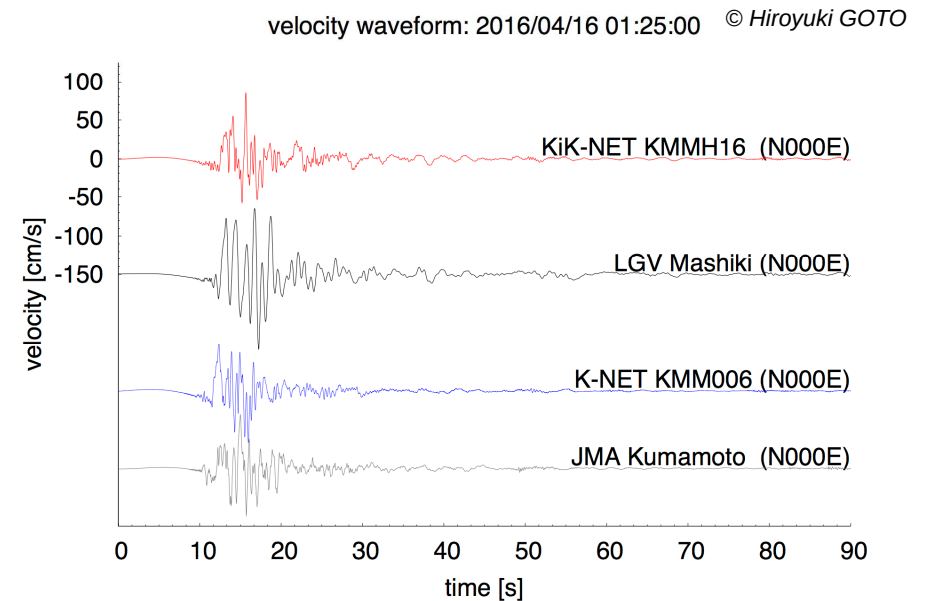
速度波形の時刻歴(N-S成分)【前震(4/14)】



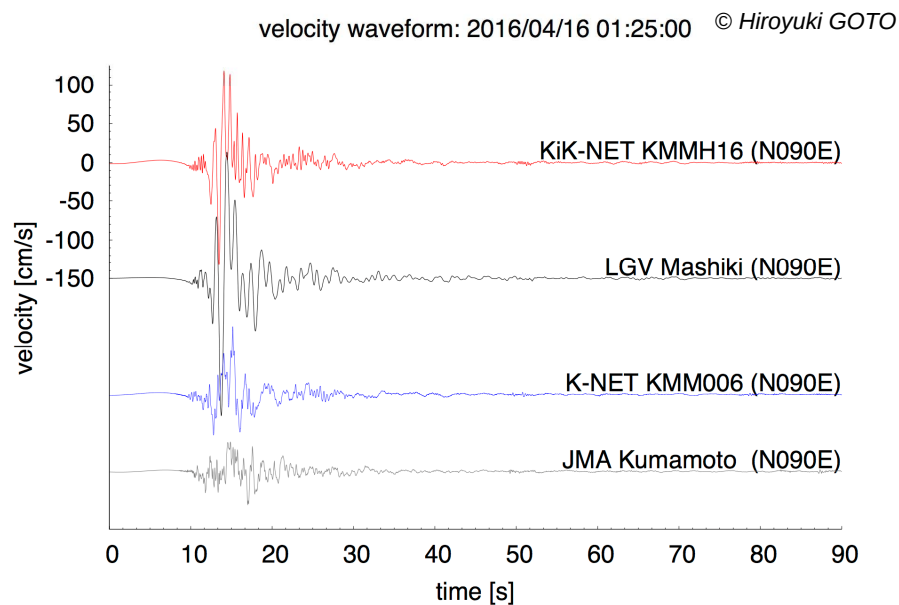
速度波形の時刻歴(E-W成分)【前震(4/14)】



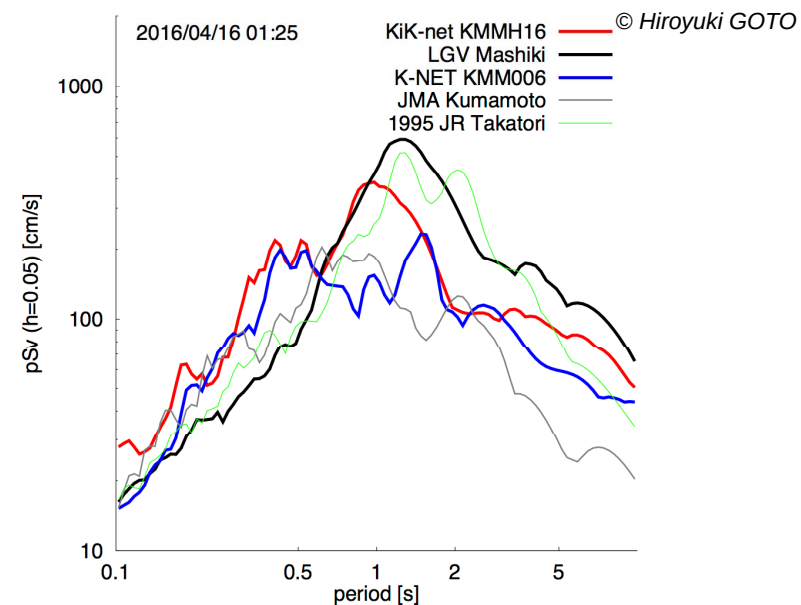
速度波形の時刻歴(N-S成分)【本震(4/14)】



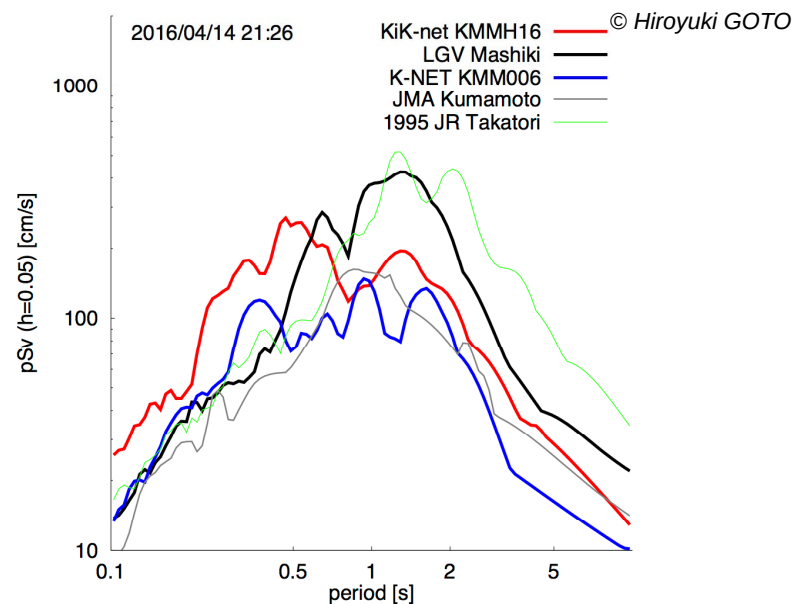
速度波形の時刻歴 (E-W成分) 【本震(4/14)】



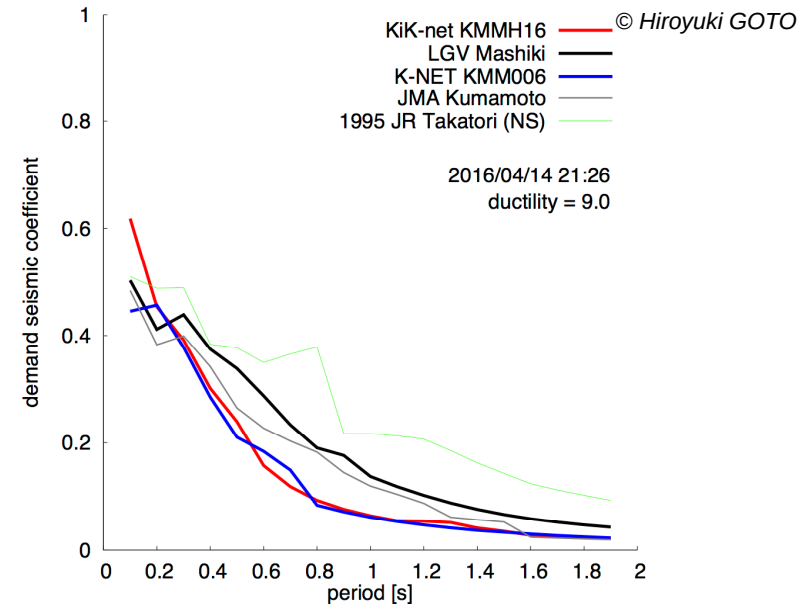
疑似速度応答スペクトル (5%) 【前震(4/14)】



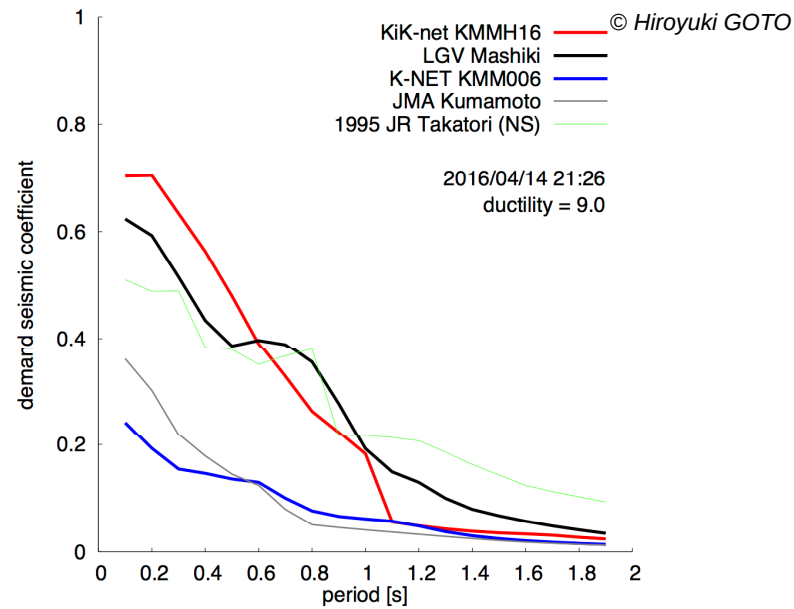
疑似速度応答スペクトル (5%) 【本震(4/16)】



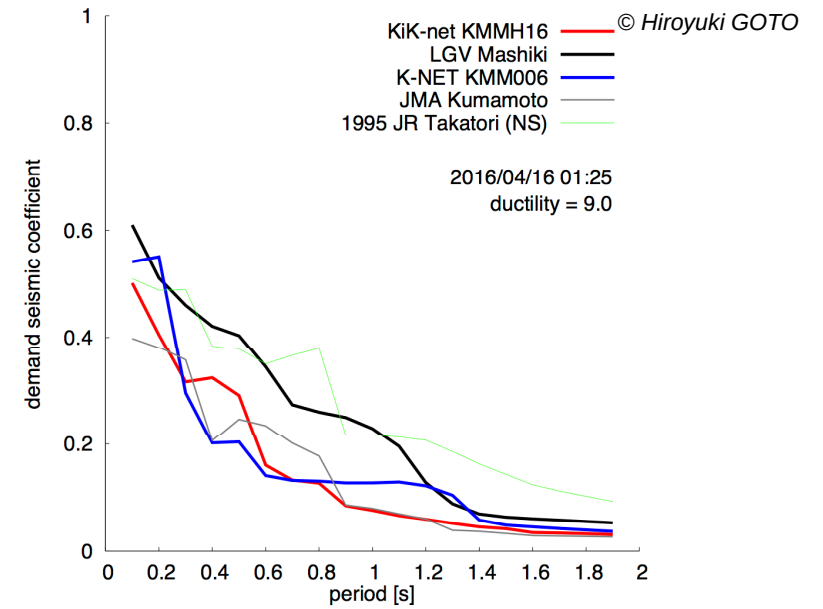
必要強度スペクトル (N-S成分) 【前震(4/14)】



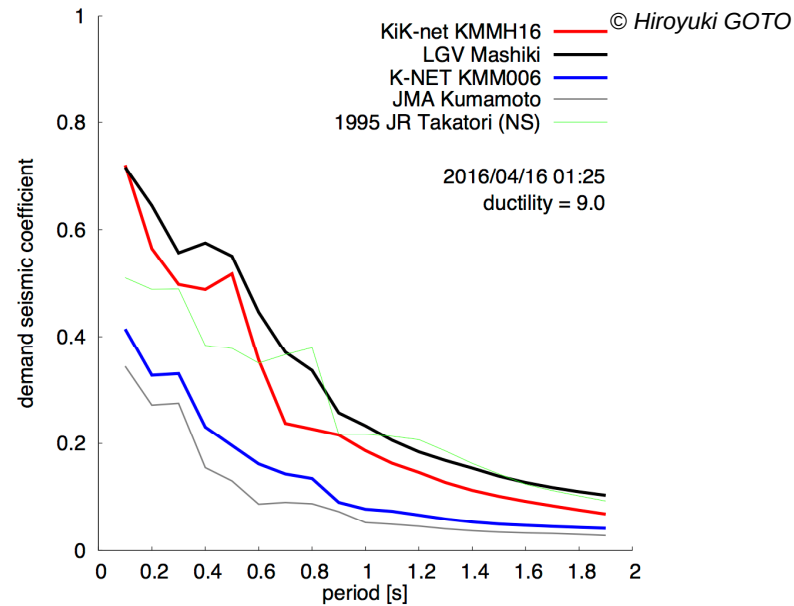
必要強度スペクトル (E-W成分) 【前震 (4/14)】



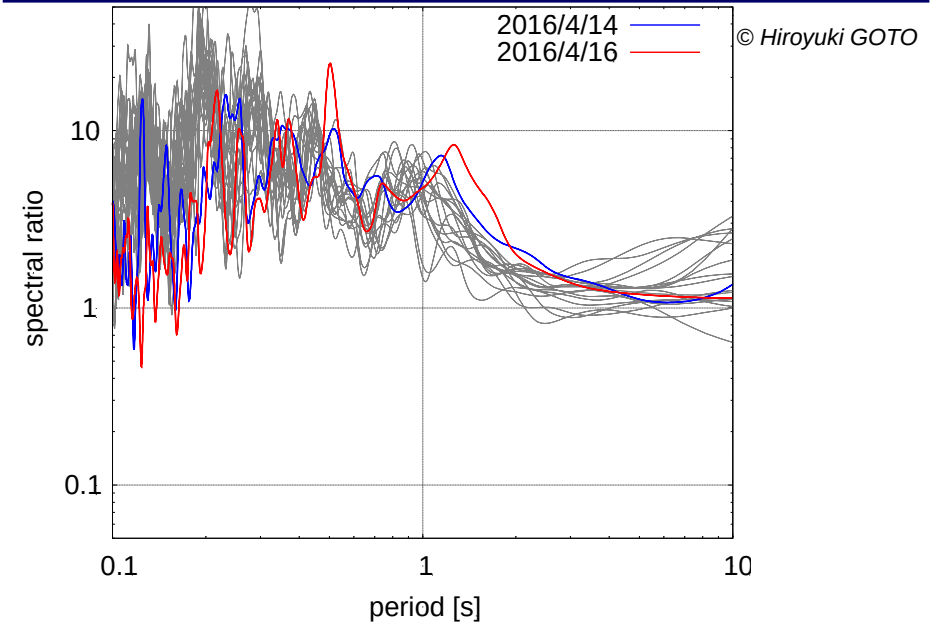
必要強度スペクトル (N-S成分) 【本震 (4/16)】



必要強度スペクトル (E-W成分) 【本震 (4/16)】



伝達関数 (地表/地中) @ KiK-net益城 (E-W成分)



まとめ(1/2)『地震動』

- 観測地震動の分布(非常に強い地震動の範囲)
 - 前震(4/14): 熊本市～益城町; 限られた範囲
 - 本震(4/16): 熊本県～大分県; 非常に広範囲
- 益城町役場 vs **KiK-net益城** vs **K-NET熊本** vs JMA熊本
 - (a) 速度波形
 - キラーパルスの確認; 特に益城町役場など
 - (b) 疑似速度応答スペクトル
 - 周期0.6～1.8sの範囲で鷹取波を上回る
 - (c) 必要強度スペクトル
 - 周期0.2～0.5sで鷹取波を上回る**
 - ほぼ全周期帯域で鷹取波を包絡or超過

速報内容(秦)

➤本日ご報告させていただく内容

➤『地震動』

- 主要観測点で得られた強震動の特徴
- 後藤浩之准教授(京都大学防災研究所)
 - <http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20160414/report.html>

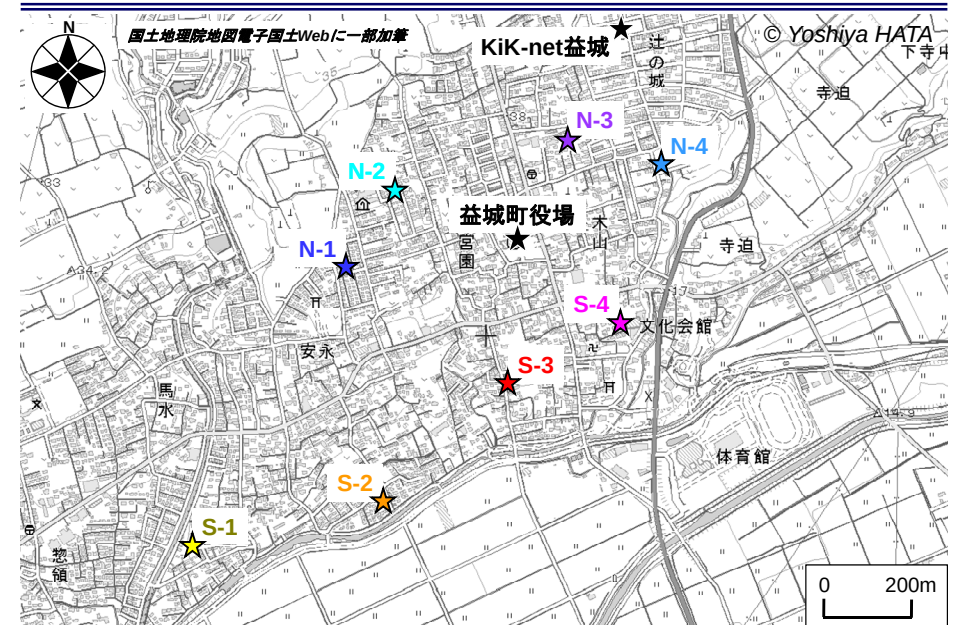
➤『地盤震動』

- (公社)土木学会 平成28年熊本地震 先遣隊
 - 平成28年4月15日(朝)～16日
 - 臨時地震観測により得られた結果
 - ①益城町内の街地
 - ②九州新幹線脱線地点

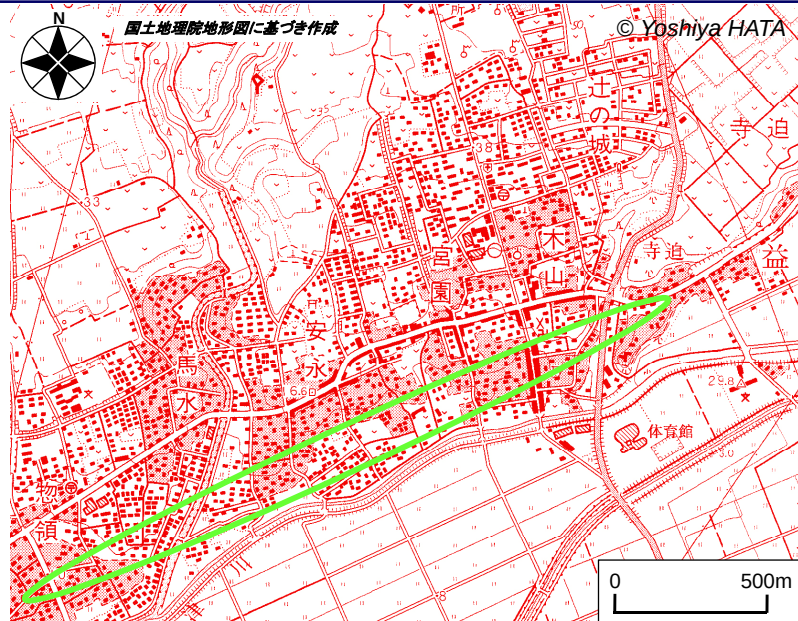
調査概要

- 調査日程
 - 4月15～16日(2日間)
 - 伊丹空港⇒熊本空港(4/15早朝便; 9時着)
- 調査人員
 - 秦 吉弥(大阪大学 助教)
 - 湊 文博(大阪大学 博士課程前期2年)
- 主な調査箇所
 - 益城町内の街地, 九州新幹線脱線地点**
 - その他(熊本市内の被災地点など)
- 主な調査内容
 - 上記調査箇所での**臨時地震観測**
 - 前震後の余震～本震(4/16)～本震後の余震

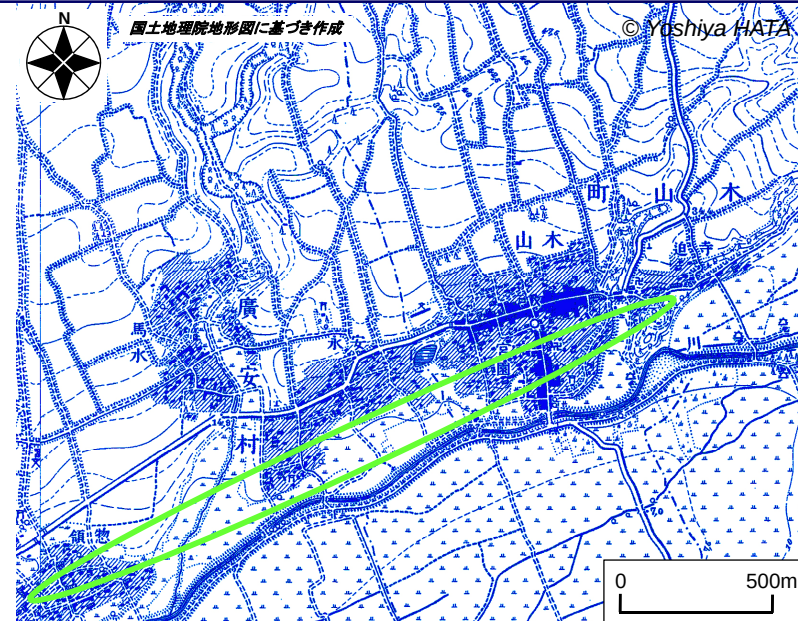
臨時地震観測(4/15昼間)【益城町内の街地】



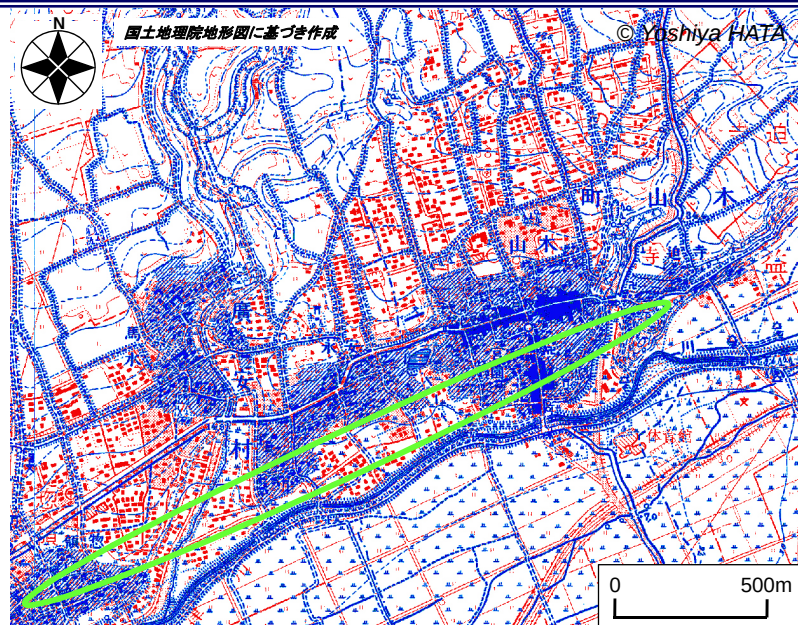
地形状況(現在)【益城町内の街地】



地形状況(1901年)【益城町内の街地】



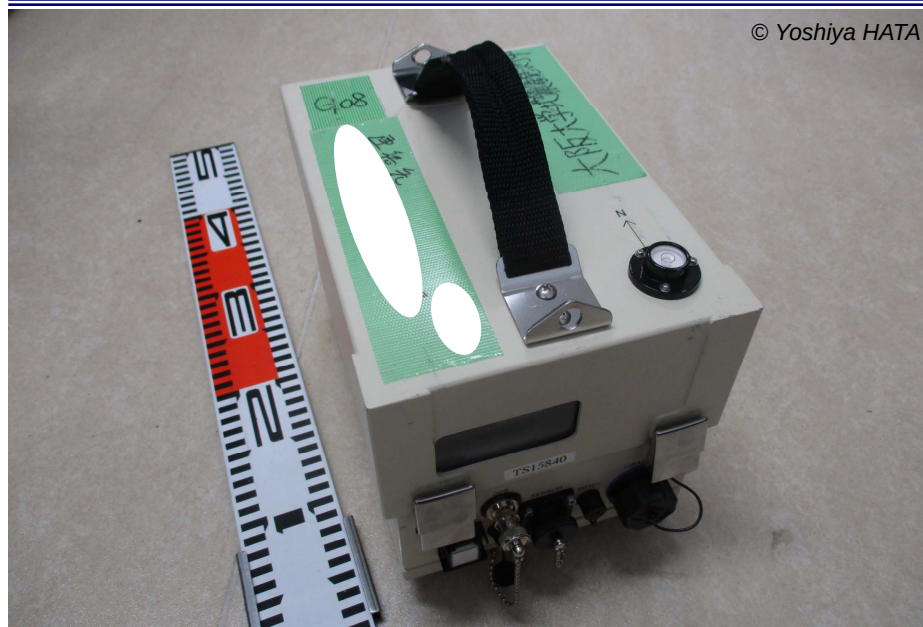
地形状況(2016vs1901)【益城町内の街地】



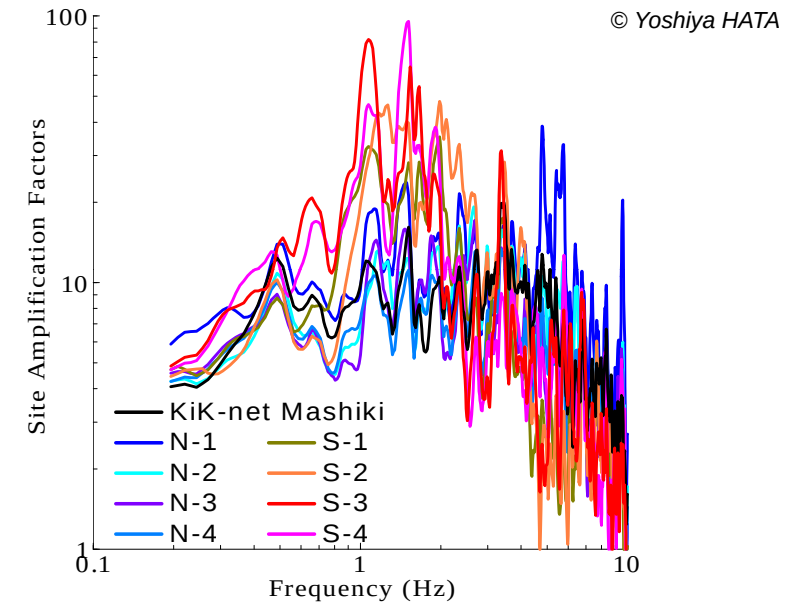
臨時地震観測状況(S-3サイトでの一例)



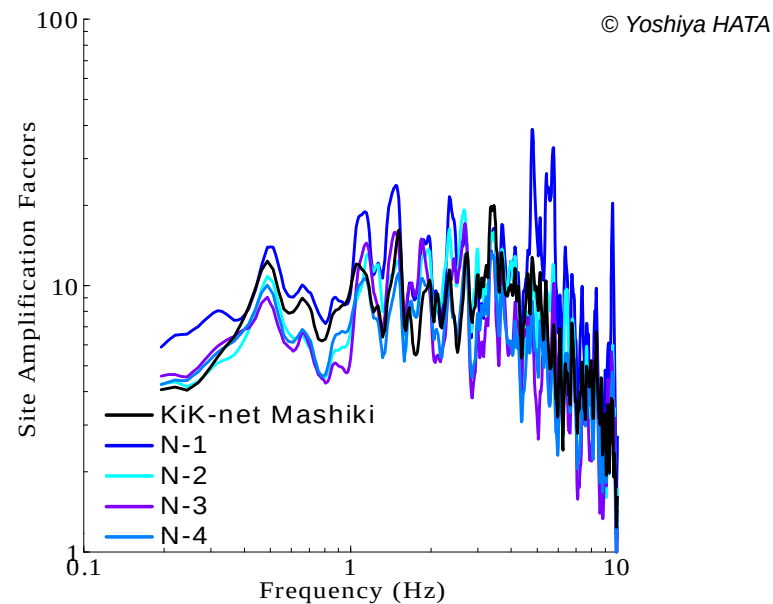
観測に使用した地震計(各サイト共通)



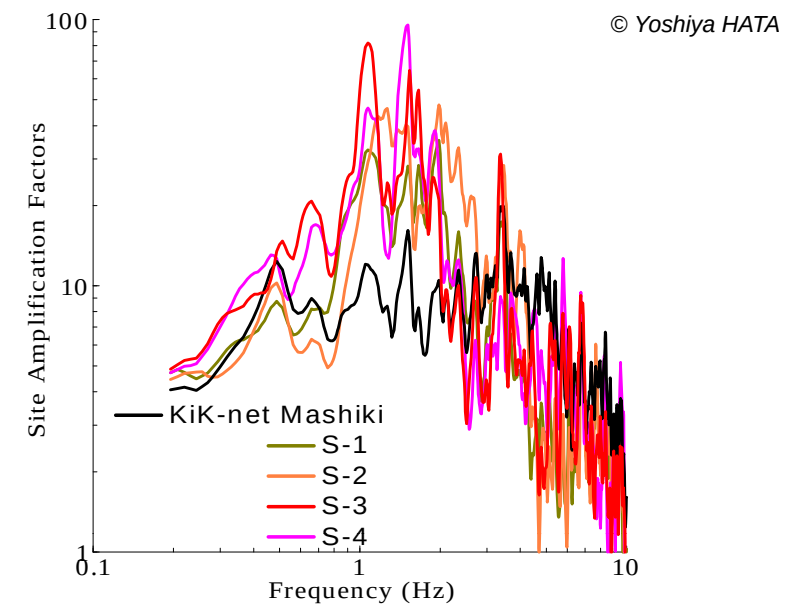
サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較



サイト増幅特性の比較【北側 4 地点】

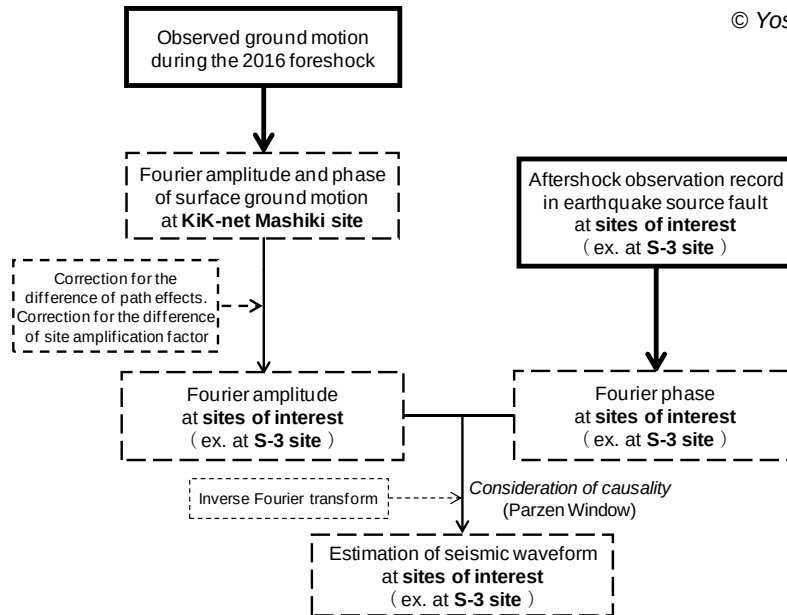


サイト増幅特性の比較【南側 4 地点】



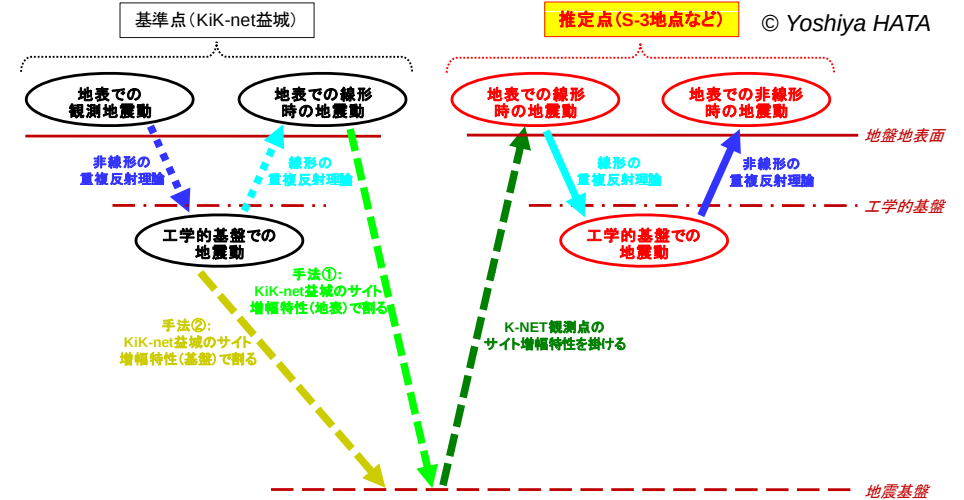
地震動推定フロー【前震(4/14)】

© Yoshiya HATA



サイト特性置換手法の適用【前震(4/14)】

推定点(S-3地点など) © Yoshiya HATA

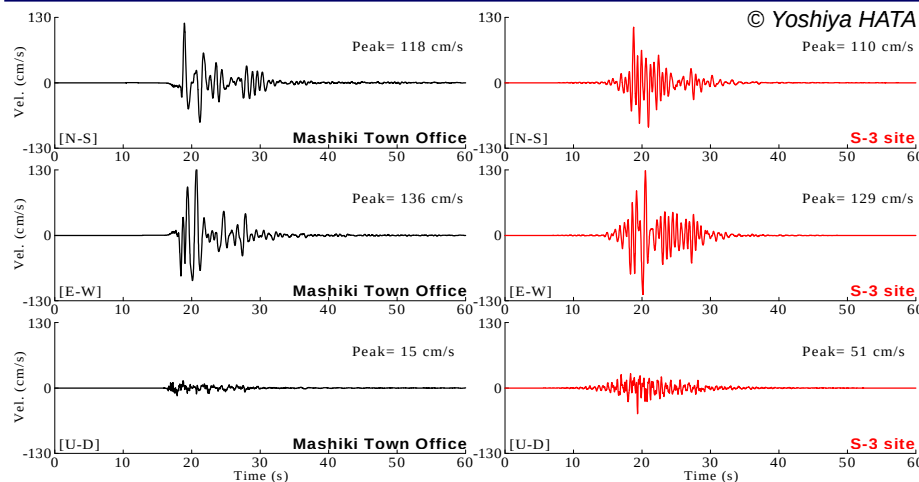


■ サイト特性置換手法

Hata, Y., Nozu, A. and Ichii, K.: A practical method to estimate strong ground motions after an earthquake based on site amplification and phase characteristics, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.101, No.2, pp.688-700, 2011.
 秦吉弥, 片岡正次郎, 野津厚: 2011年東北地方太平洋沖地震による観測記録を用いた他地点での地震動推定に関する精度評価, *日本地震工学会論文集*, Vol.16, No.4, pp.195-214, 2016.

推定地震動(S-3サイトでの例)【前震(4/14)】

© Yoshiya HATA

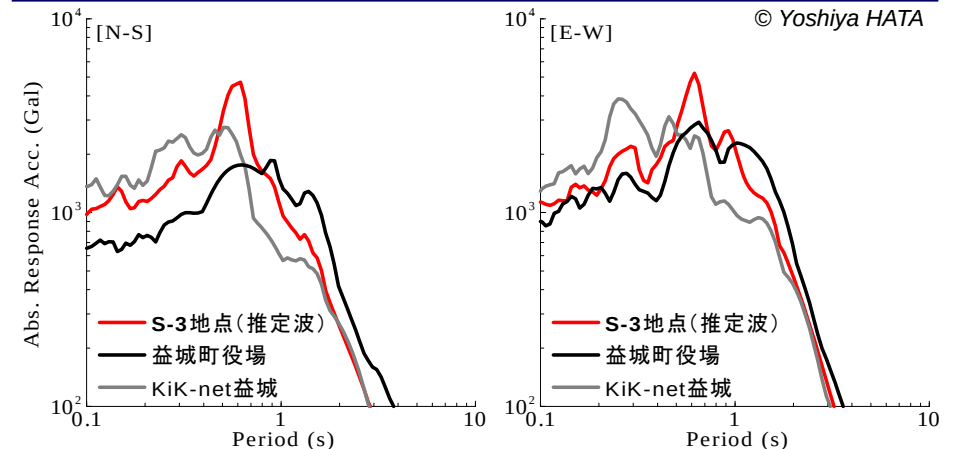


■ 気象庁計測震度の比較【前震】

・KiK-net益城: 6.4(6.48) ・益城町役場: 6.6(6.62) ・S-3地点: 6.7(6.73)
 同じ益城町内においても震度等の地震動指標値に有意な差異を確認

加速度応答スペクトルの比較【前震(4/14)】

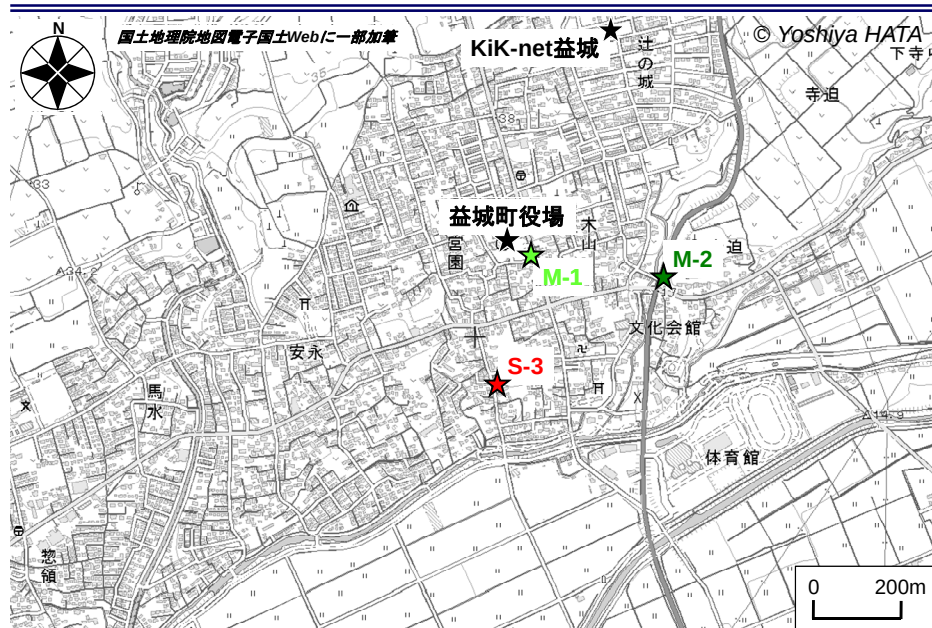
© Yoshiya HATA



■ 絶対加速度応答スペクトル(減衰定数:5%)の比較【前震】

・0.1~0.4s付近: KiK-net益城 > S-3地点(推定波) > 益城町役場
 ・0.4~0.8s付近: S-3地点(推定波) > 益城町役場 ≒ KiK-net益城
 ・0.8~5s付近: 益城町役場 > S-3地点(推定波) ≒ KiK-net益城

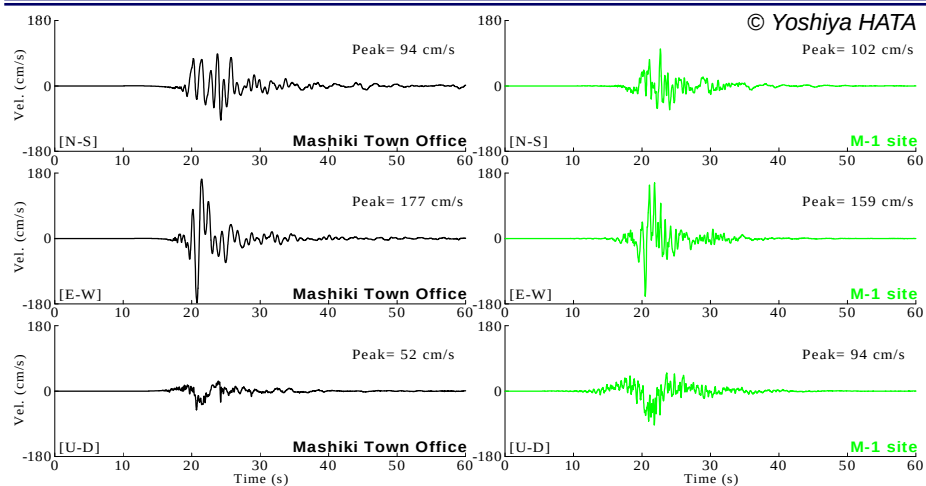
臨時地震観測(4/15夜～)【益城町内の街地】



臨時地震観測状況(M-1サイトでの一例)



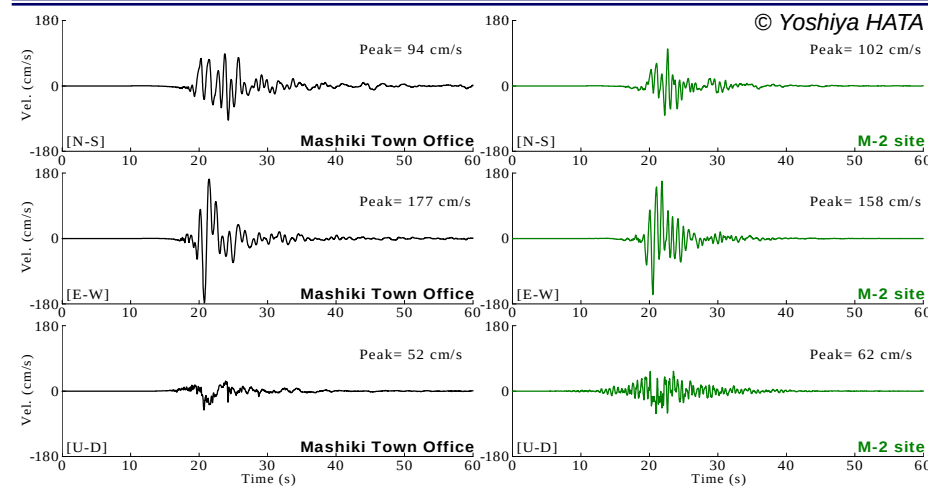
本震観測記録の比較(vs M-1)【本震(4/16)】



■ 気象庁計測震度の比較【本震】

・KiK-net益城: 6.4(6.49) ・益城町役場: 6.7(6.78)
 ・M-1地点: 6.6(6.67) ・M-2地点: 6.7(6.77) ・S-3地点: 6.9(6.90)

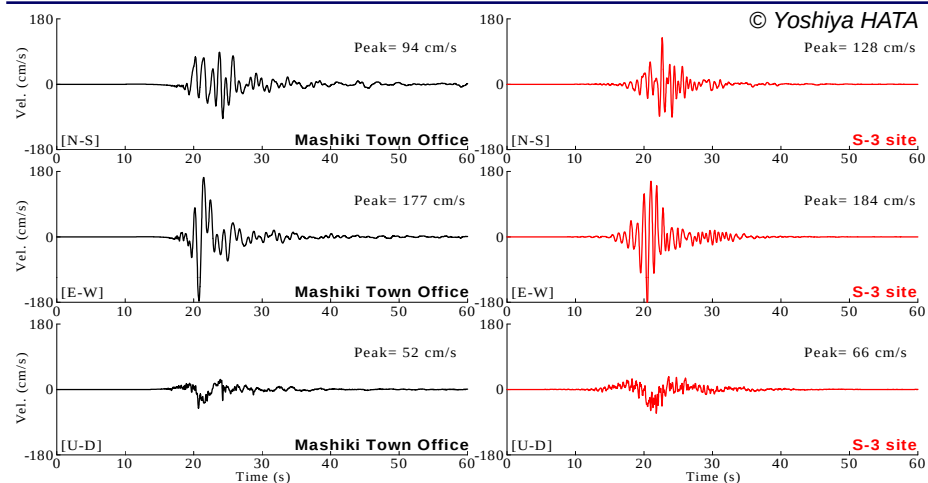
本震観測記録の比較(vs M-2)【本震(4/16)】



■ 気象庁計測震度の比較【本震】

・KiK-net益城: 6.4(6.49) ・益城町役場: 6.7(6.78)
 ・M-1地点: 6.6(6.67) ・M-2地点: 6.7(6.77) ・S-3地点: 6.9(6.90)

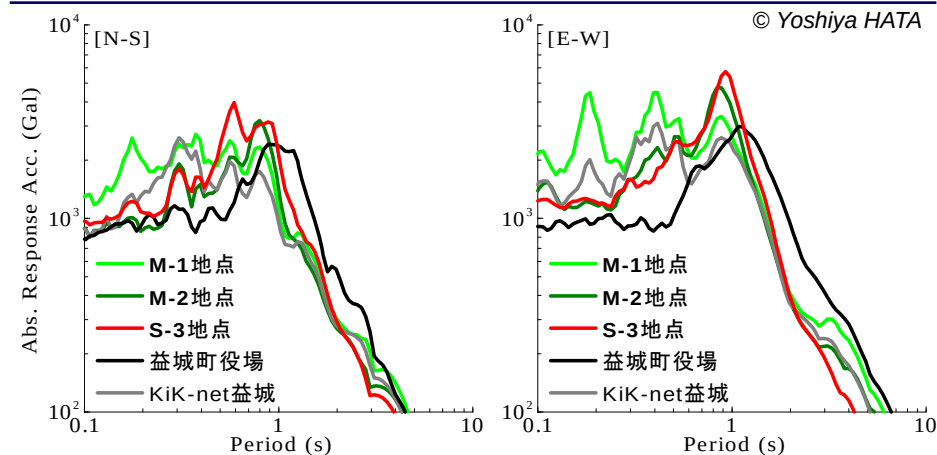
本震観測記録の比較 (vs S-3) 【本震(4/16)】



■ 気象庁計測震度の比較【本震】

- ・KiK-net益城: 6.4 (6.49) ・益城町役場: 6.7 (6.78)
- ・M-1地点: 6.6 (6.67) ・M-2地点: 6.7 (6.77) ・S-3地点: 6.9 (6.90)

加速度応答スペクトルの比較【本震(4/16)】



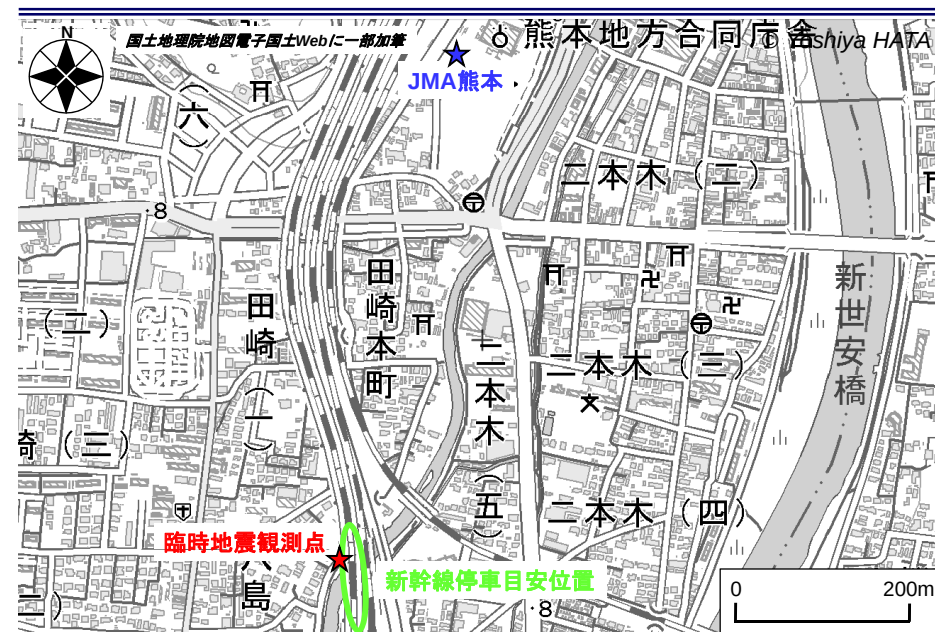
■ 絶対加速度応答スペクトル(減衰定数:5%)の比較【本震】

- ・益城町役場: 初期周期での応答小, 周期1秒付近での応答大
- ・M-1, M-2地点: 益城町役場よりも, むしろKiK-net益城と調和的
- ・S-3地点: 周期1秒弱付近において, 非常に大きな応答加速度

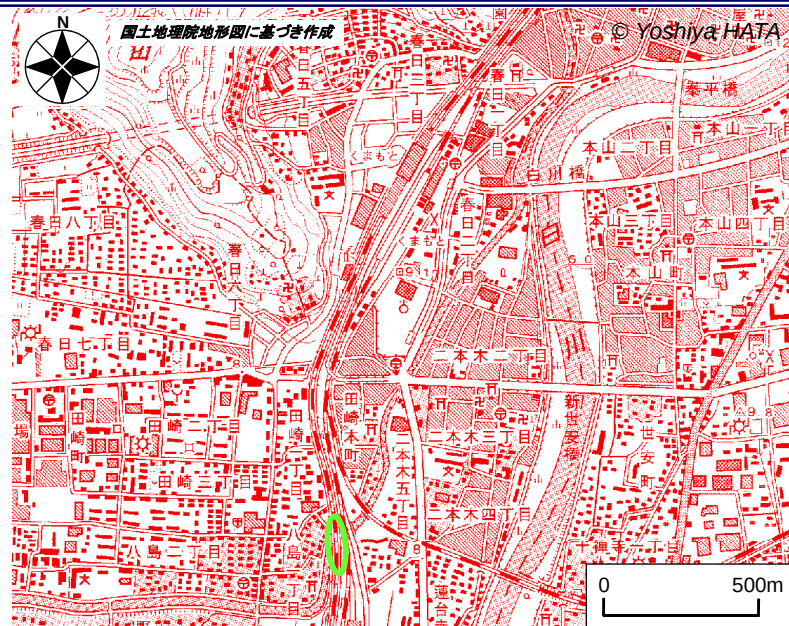
脱線に伴う九州新幹線の停車状況



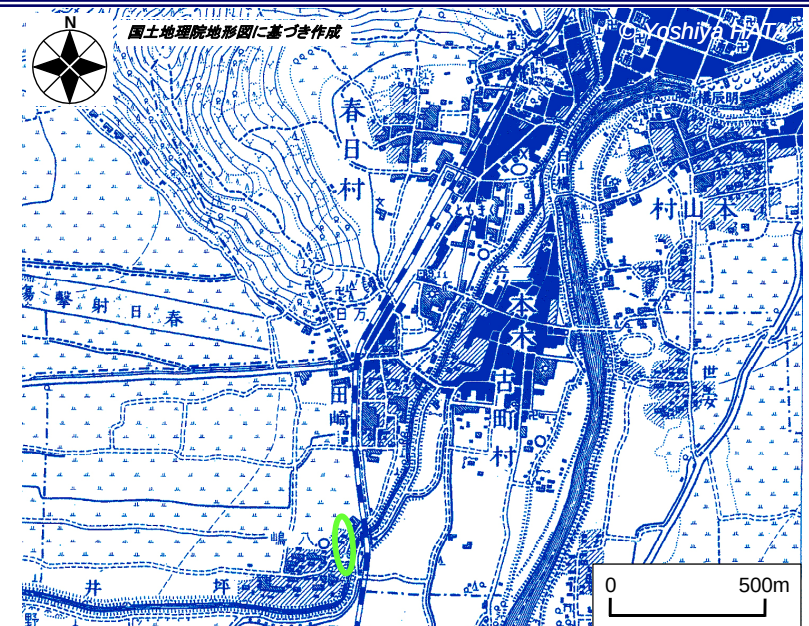
臨時地震観測(4/15夜~)【新幹線脱線地点】



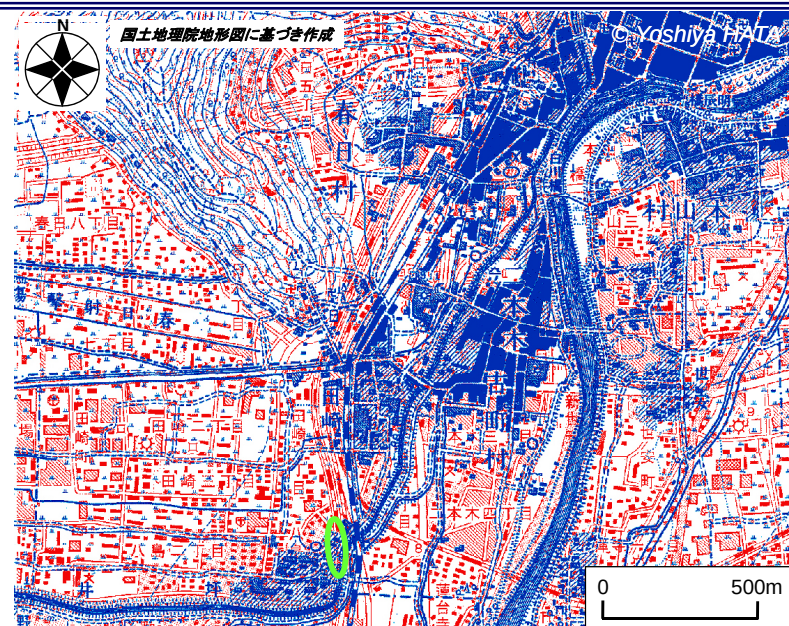
地形状況(現在)【新幹線脱線地点】



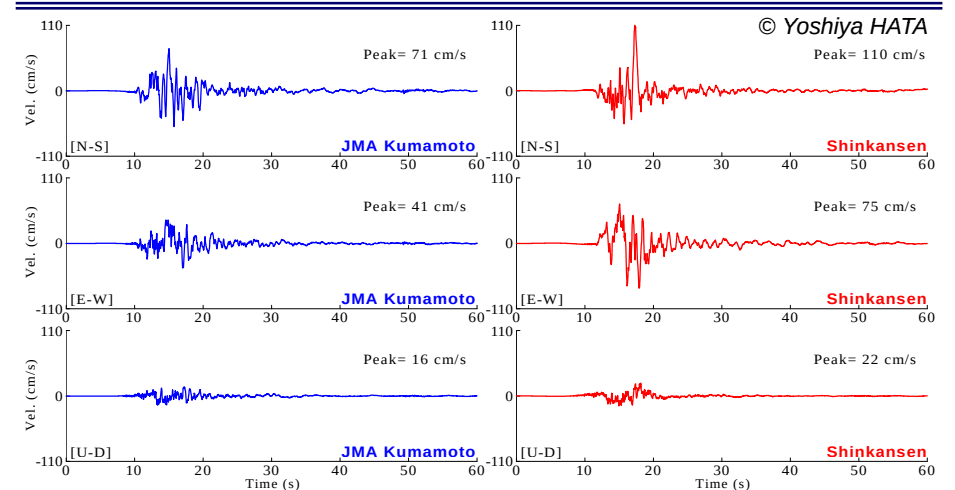
地形状況(1901年)【新幹線脱線地点】



地形状況(2016vs1901)【新幹線脱線地点】



本震観測記録の比較(新幹線)【本震(4/16)】



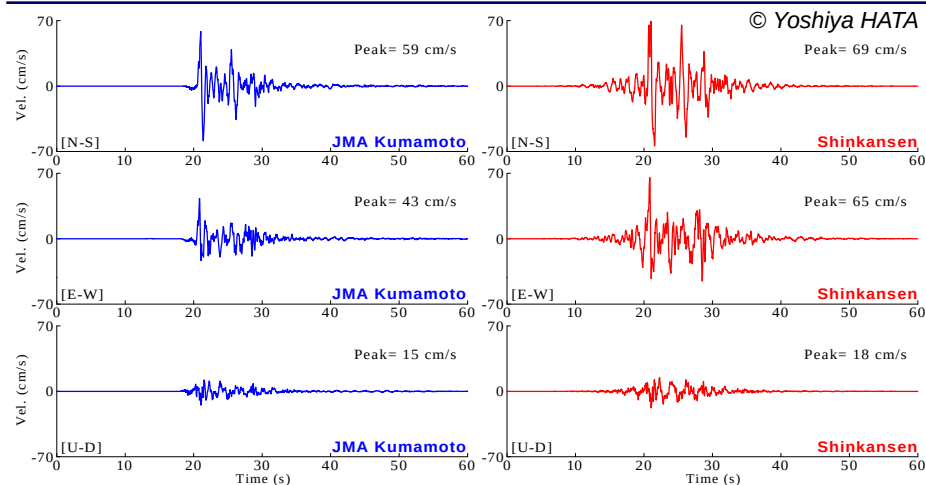
■ 気象庁計測震度の比較【本震】

・JMA熊本:6.0(6.00)

・新幹線脱線地点付近:6.1(6.19)

比較的近い二地点間においても地震動指標の値に有意な差異を確認

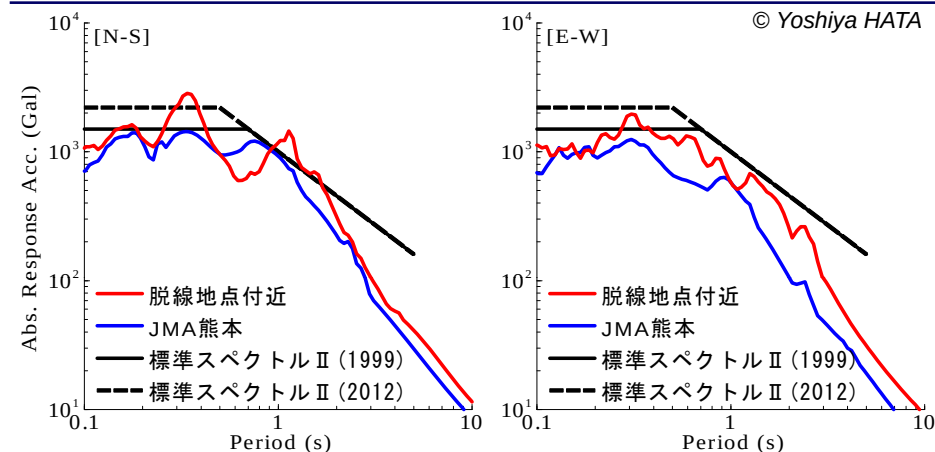
記録(JMA)と推定地震動(新幹線)【前震(4/14)】



■ 気象庁計測震度の比較【前震】

- ・JMA熊本: 5.9(5.92)
 - ・新幹線脱線地点付近: 6.1(6.17)
- 本震と同等程度の大きさの強震動が前震時に作用した可能性

加速度応答スペクトルの比較【前震(4/14)】



■ 絶対加速度応答スペクトル(減衰定数:5%)の比較【前震】

- ・周期帯によっては、新幹線脱線地点付近 > JMA熊本
- ・標準スペクトルは、観測地震動および推定地震動を概ね包絡
- ・当該地点における高架橋自体の被災(無被災)実績と調和的

まとめ(2/2)『地盤震動』

➤ 益城町内の街地

➤ 臨時地震観測記録に基づくサイト増幅特性

➤ 北側4サイト ≡ KiK-net益城

➤ 南側4サイト >> KiK-net益城; やや短周期帯域

➤ (4/14)前震による強震動の事後推定(試算)

➤ S-3サイト > 益城町役場 > KiK-net益城

➤ (4/16)本震観測記録の計測震度(3つに大別比較)

➤ (6.9程度): S-3サイト

➤ (6.6~6.7程度): 益城町役場, M-1サイト, M-2サイト

➤ (6.5程度): KiK-net益城

➤ 九州新幹線脱線地点

➤ (4/14)前震による強震動の事後推定(試算)

➤ 脱線地点付近 > JMA熊本; 標準スペクトル程度

ご清聴ありがとうございました。

一日でも早い被災地の復旧をお祈り申し上げます。