

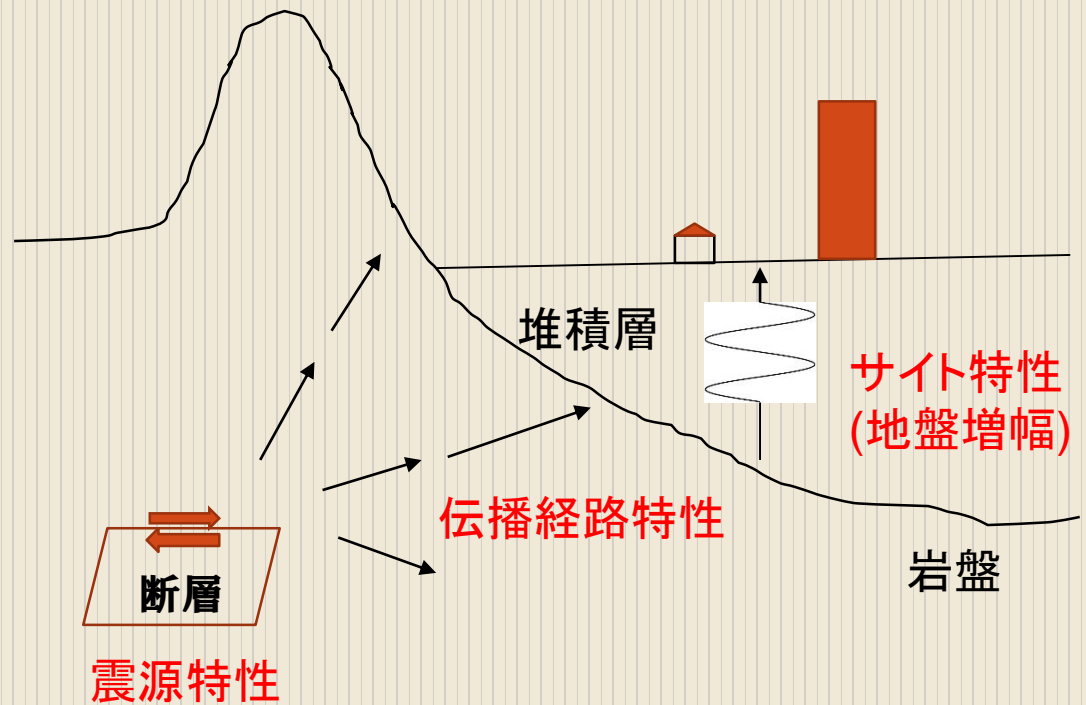
# 平成28年熊本地震における建物被害 と地盤増幅特性

呉 浩	ポスドク研究員
正木 和明	客員教授
倉橋 奨	講師

愛知工業大学  
地域防災研究センター

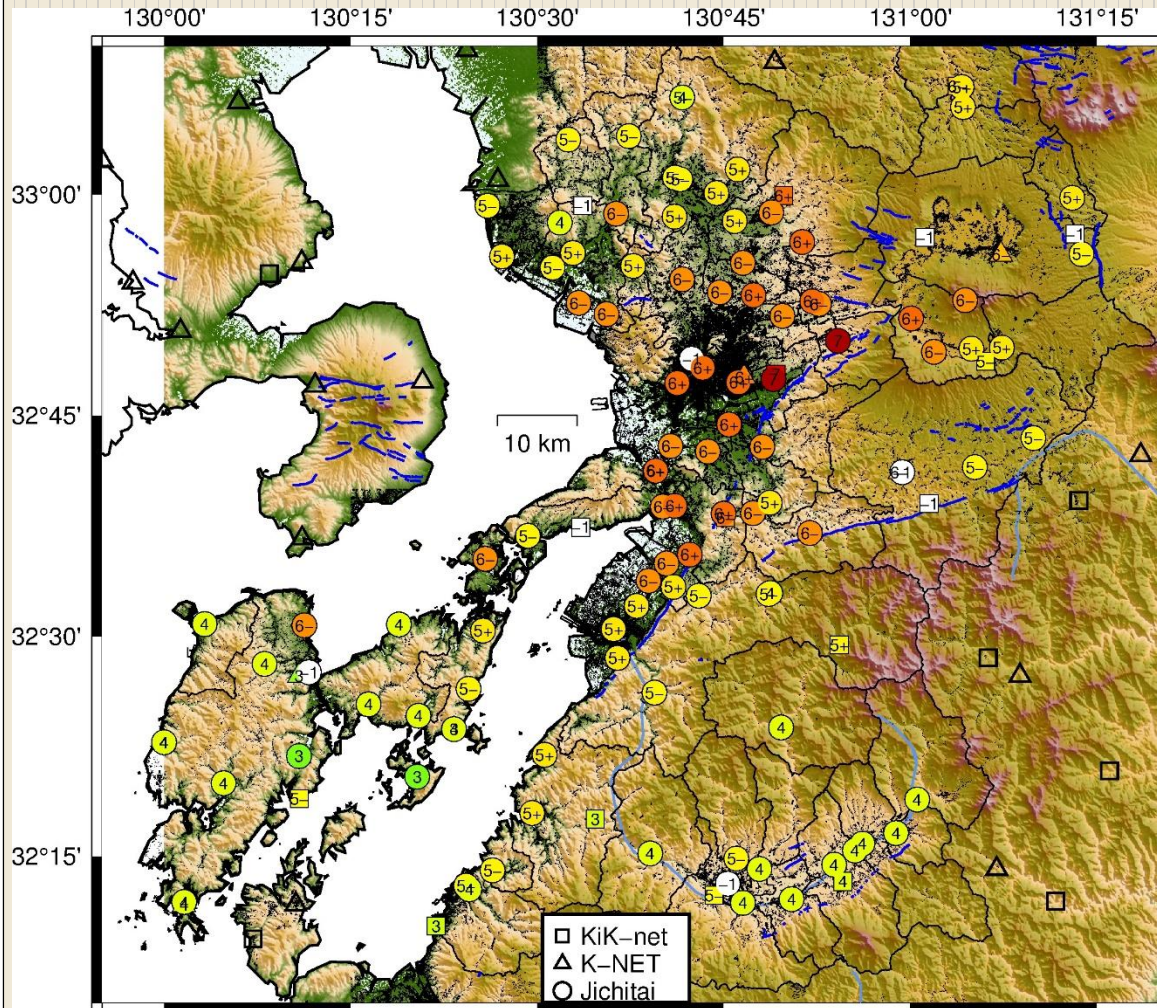
# 内容

- 地震動の概要
- 建物被害の概要
- 現地調査
- 地盤増幅特性

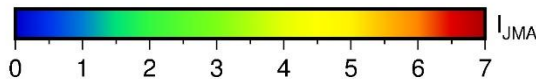


$$\text{地表地震動} = \text{震源特性} \times \text{伝播経路特性} \times \text{サイト特性}$$

# 地震動の概要



熊本県内



6強: 6+      5強: 5+  
6弱: 6-      5弱: 5-

震度6強以上を観測した自治体:  
益城町(7)、西原村(7)  
菊池市、熊本市、合志市、南阿蘇村、  
嘉島町、宇土市、宇城市

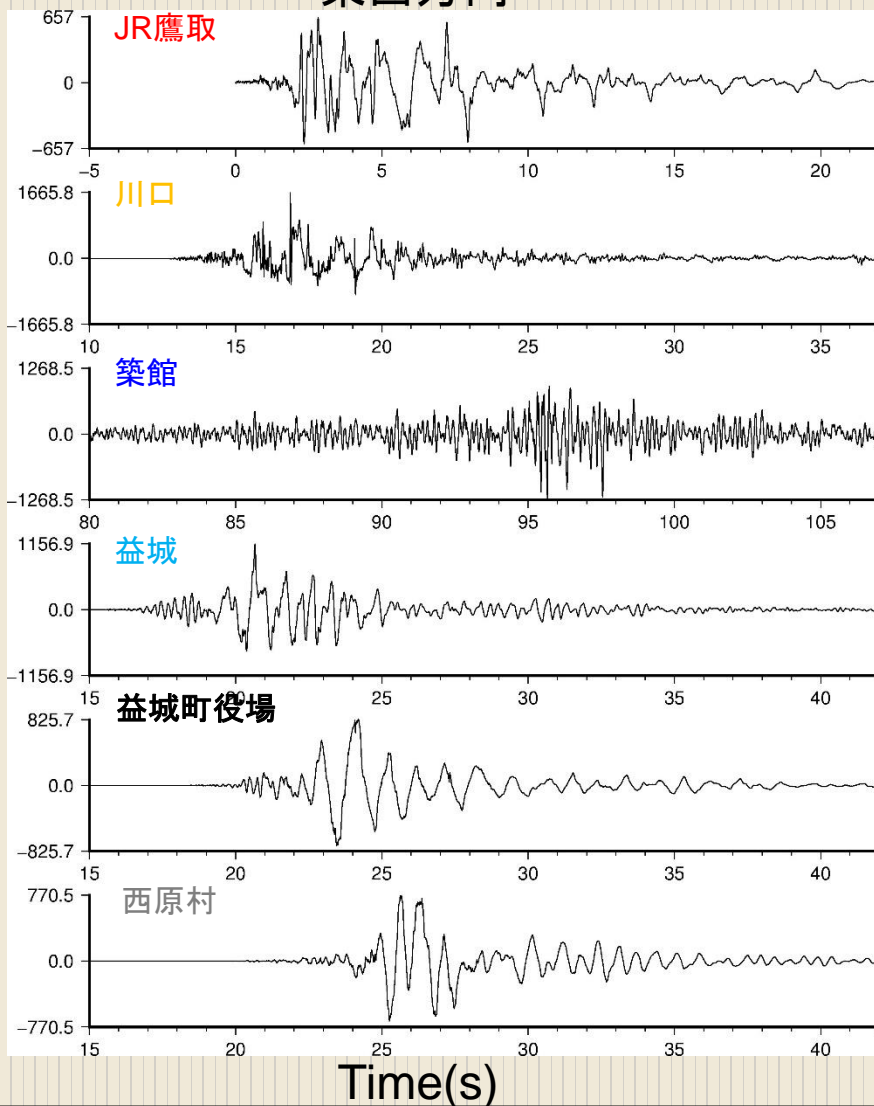
上記の自治体のほとんどは人口が多く、建物が集中した平野部にある。

気象庁: 震度データベース  
国土基盤図: 建築物の外周線  
USGS: 標高データ  
防災科学研究所: 強震記録  
産総研: 活断層

# 地震動の概要

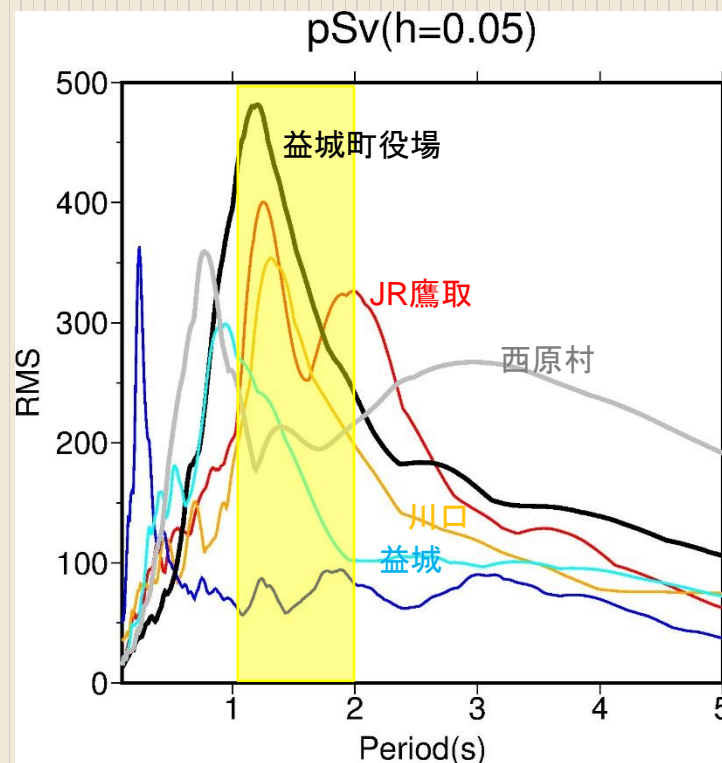
東西方向

加速度波形 (gal)



1995年兵庫県南部地震  
 2004年中越地震  
 2011年東北地方太平洋沖地震  
 2016年熊本地震

地点	震度
JR鷹取	6強
川口	7
築館	7
益城、西原	7

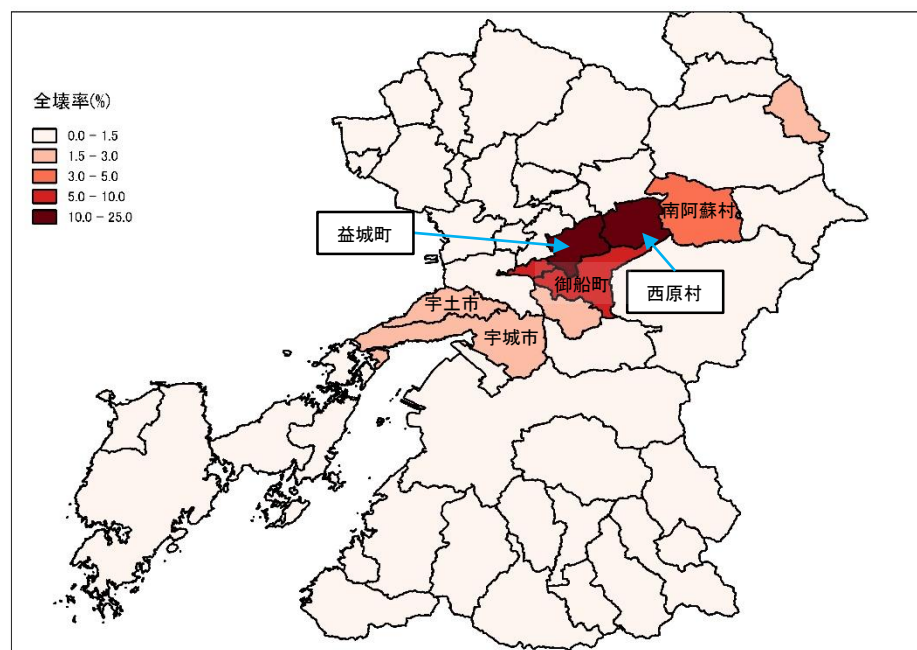
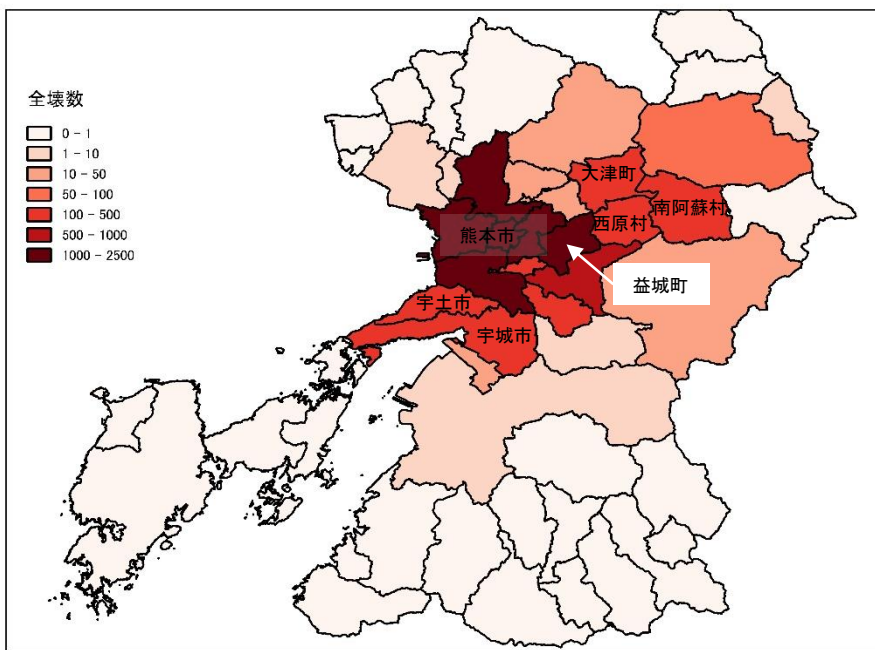




# 建物被害の概要

## 全壊棟数

## 全壊率 = 全壊棟数 / 総棟数



被害棟数: 熊本県災害対策本部5月31日(構造別、年代別なし)

総棟数: 統計局平成25年住宅・土地統計調査

一部の自治体では総棟数の代わりに、総世帯数を使った。

# 現地調査

調査内容: 地表で微動観測と周辺建物被害状況

日程: 4/23-4/26

宿泊地: 佐賀県佐賀市

メンバー: 正木 客員教授、倉橋 講師、 呉

日程	調査地域
4/23午後	菊池市
4/24	益城町、西原村
4/25	嘉島町、宇土市、宇城市、 熊本市東区
4/26午前	熊本市中央区



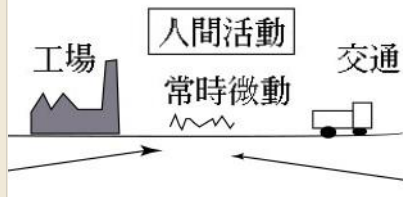
# 現地調査

調査地点	周辺被害状況（抜粋）
菊池市迫間、市役所	屋根の被害（瓦）は数件があった。
益城町辻の城	「危険」と判定された建物は多いが、倒壊はあまりなかった。
益城町宮園、木山	倒壊した建物は多数あった。
西原村役場	周りに大きな被害を受けた建物はなかった。
嘉島町役場	少し離れた場所で屋根の被害は数件があった。
宇城市役所	役所建物の地盤変状があり、周りに屋根の被害はあった。
宇城市豊野支所、小川支所	敷地にある石像が倒れた。建物廊下の塀が一部剥落した。周りに屋根の被害は数件があった。
宇土市役所	役所建物4階の柱が潰され、周りの古い家の倒壊や橋の損傷があった。
熊本市中央区消防署	RC建物で、壁にひびが入った。周りに屋根の被害があった。

各地点の調査写真は愛知工業大学地域防災研究センターのホームページ(調査報告)にて公開しています。

# 地盤増幅特性—微動観測

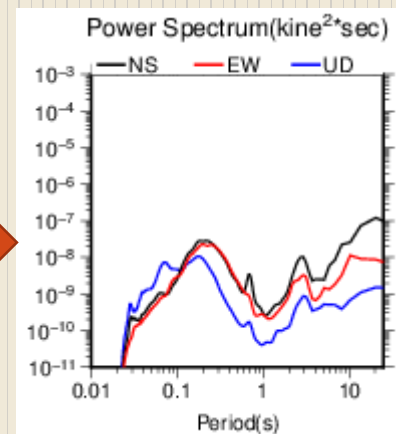
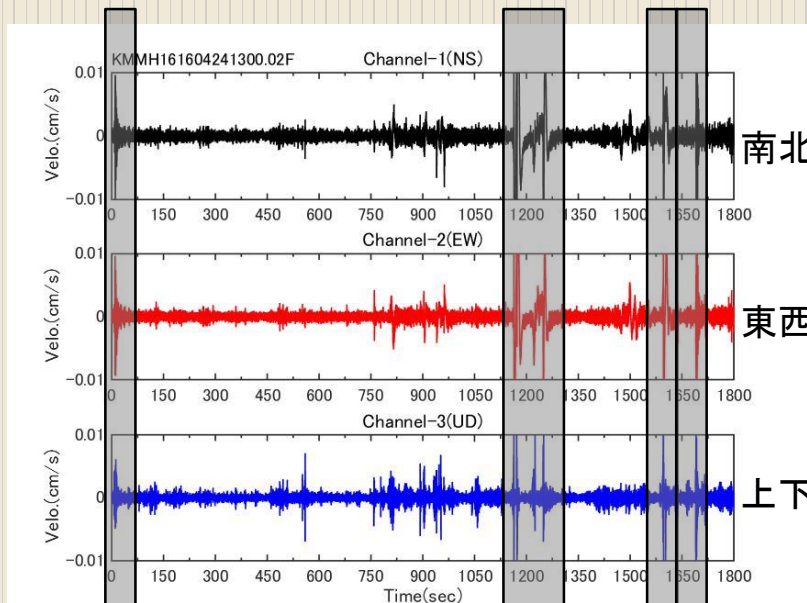
「強震動の基礎」により



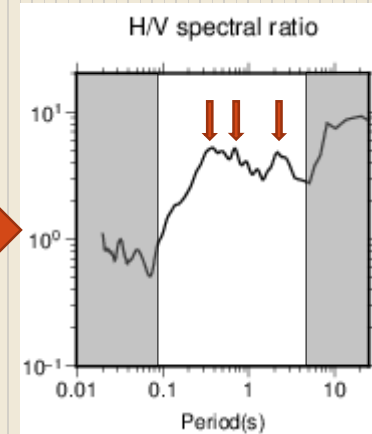
常時微動: 地表は地震でなくとも常に微小な振幅で揺れている。振動源は地表に数多く存在する。



常時微動の振動の様子は場所によって異なり、その特性を利用して地震時の地盤の揺れ易さを推定することができる。



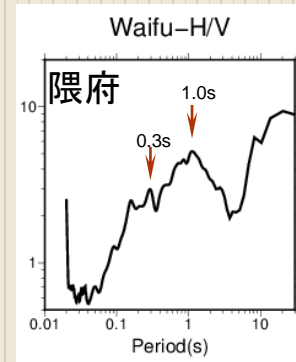
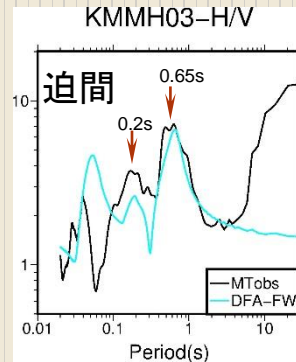
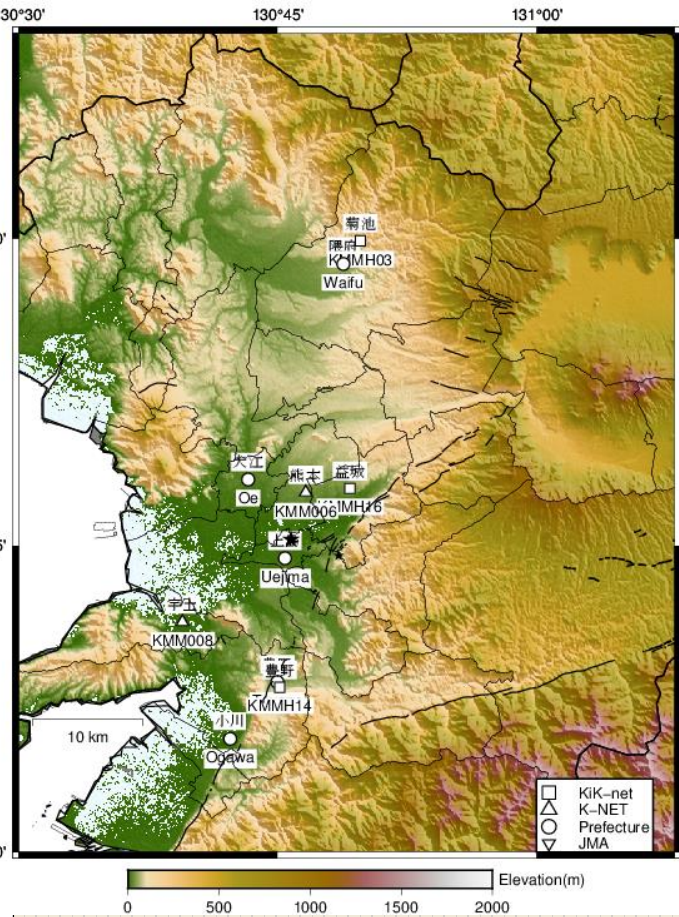
パワースペクトル



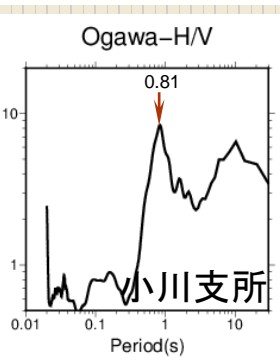
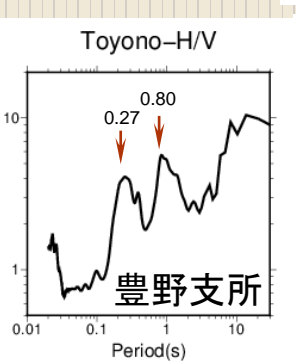
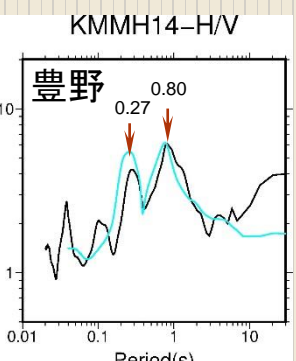
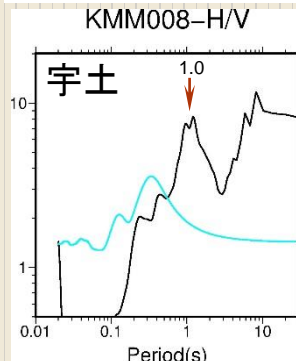
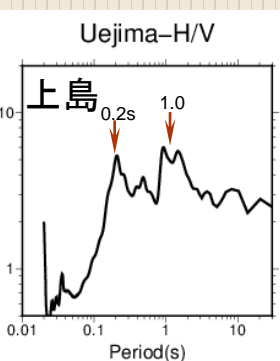
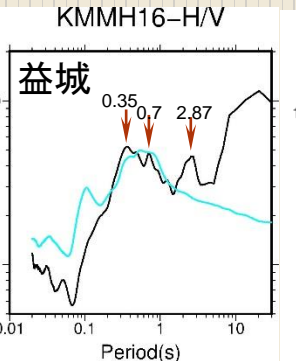
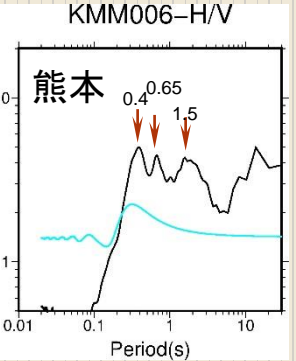
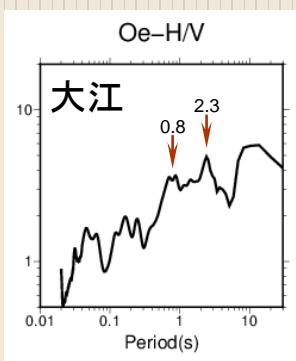
H/Vスペクトル比



# 地盤増幅特性—地盤の卓越周期

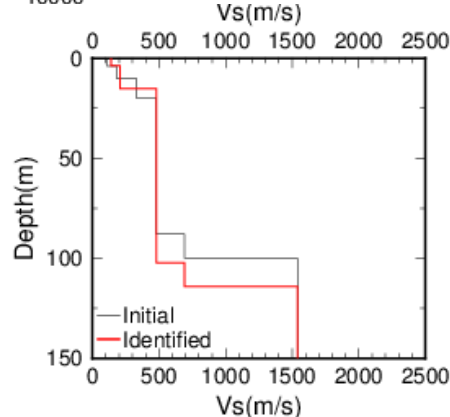
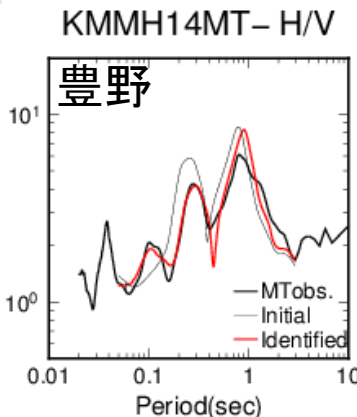
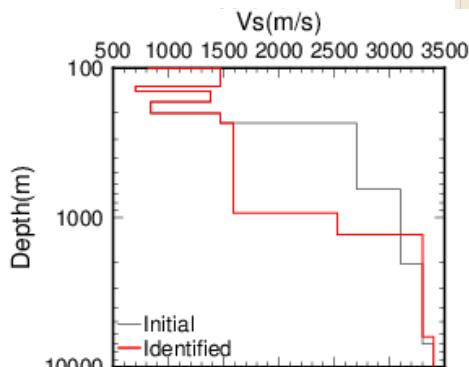
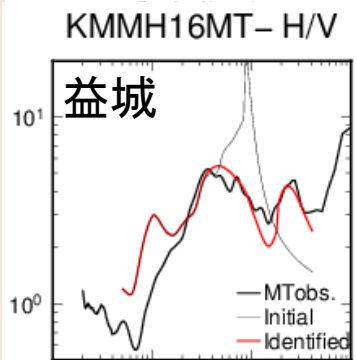
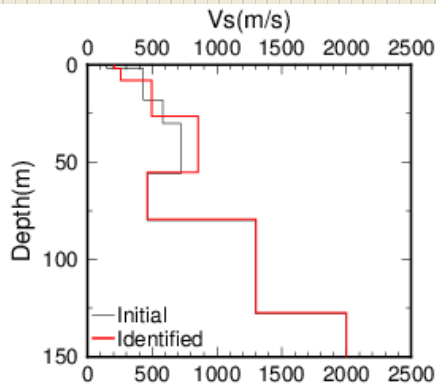
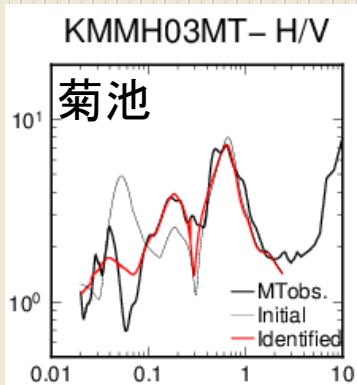


- 1.多くの観測点の地盤は**1秒弱**の卓越周期を持つ。
- 2.熊本中央区、東区、益城町の地盤は**1秒~3秒**の卓越周期をも持つ



$$T=4H/Vs$$

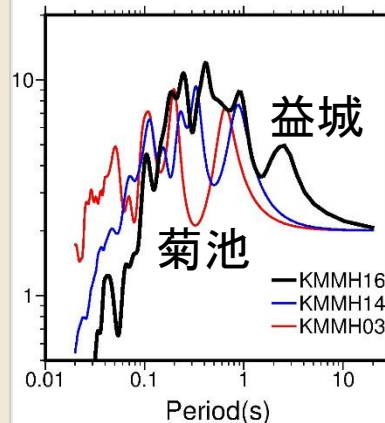
# 地盤増幅特性—地盤構造の同定



微動(3次元、表面波、**DFA-SW**)

$$\frac{H}{V} = \sqrt{\frac{(\sum_m A_{Rm} \chi_m^2 + \sum_n A_{Ln})/2}{(\sum_m A_{Rm})/2}}$$

S-wave transfer func.



益城KMMH16で地盤の増幅率は  
0.2s~1.0sにほかの地点より大きい。  
2.0s~3.0sに地盤の増幅は益城  
KMMH16しかない。

# その他

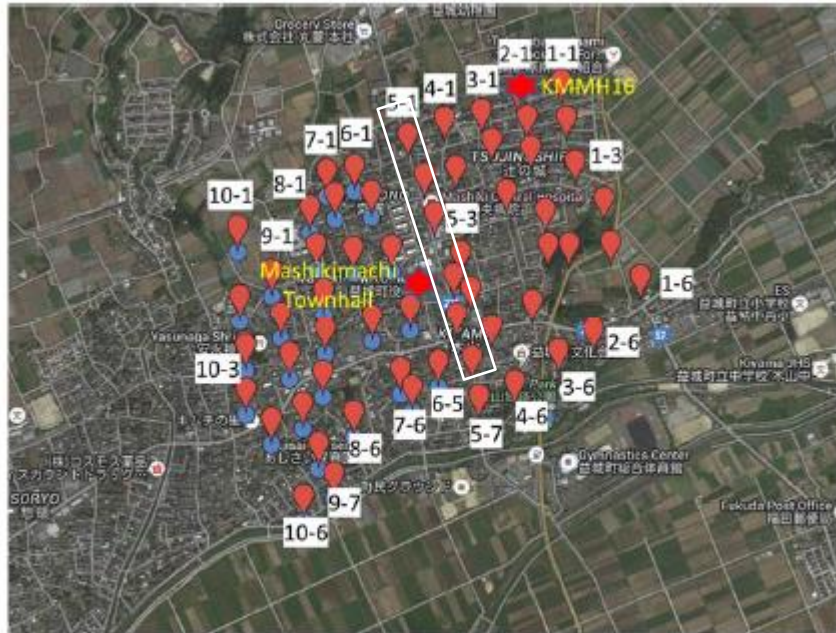


図1 益城町被害中心部における微動観測地点の分布

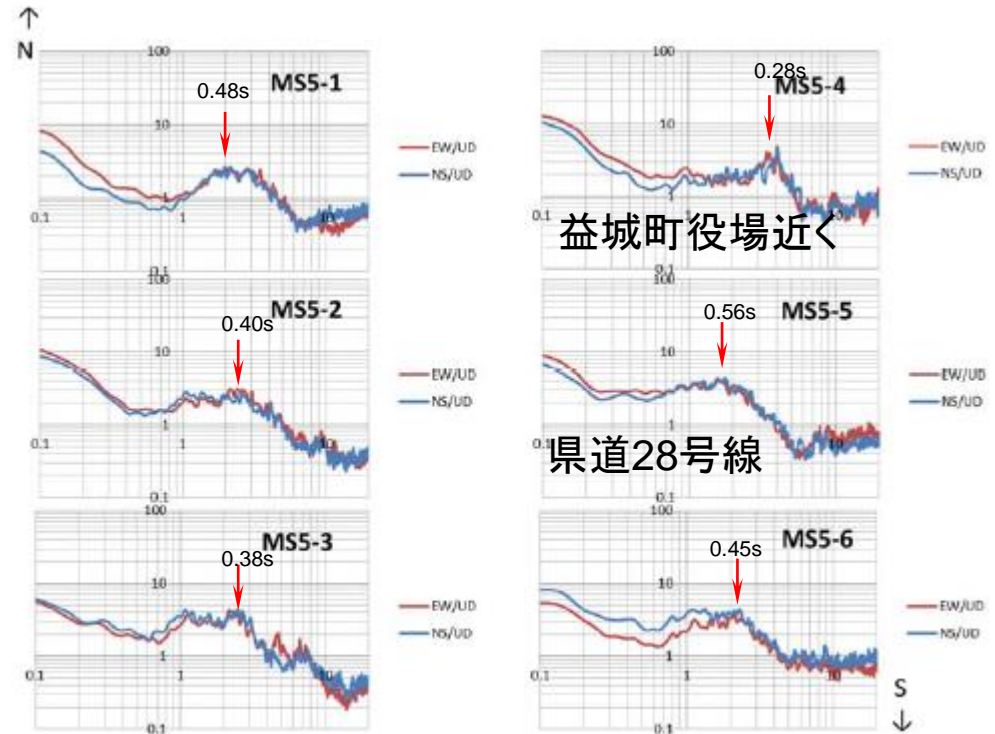


図2 益城町役場を通る南北測線での観測微動の水平・上下比 MHVR

参考: 京都大学防災研究所 川瀬・松島グループ



# その他

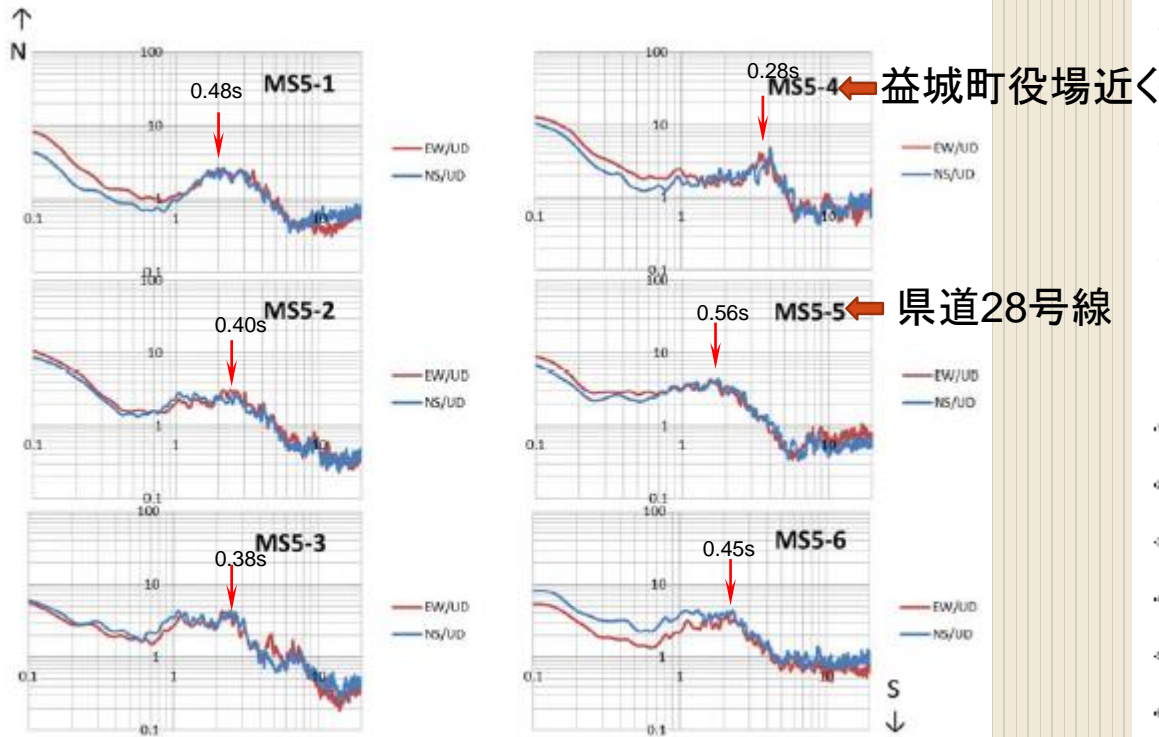


図2 益城町役場を通る南北測線での観測微動の水平・上下比 MHVR

参考: 京都大学防災研究所 川瀬・松島グループ

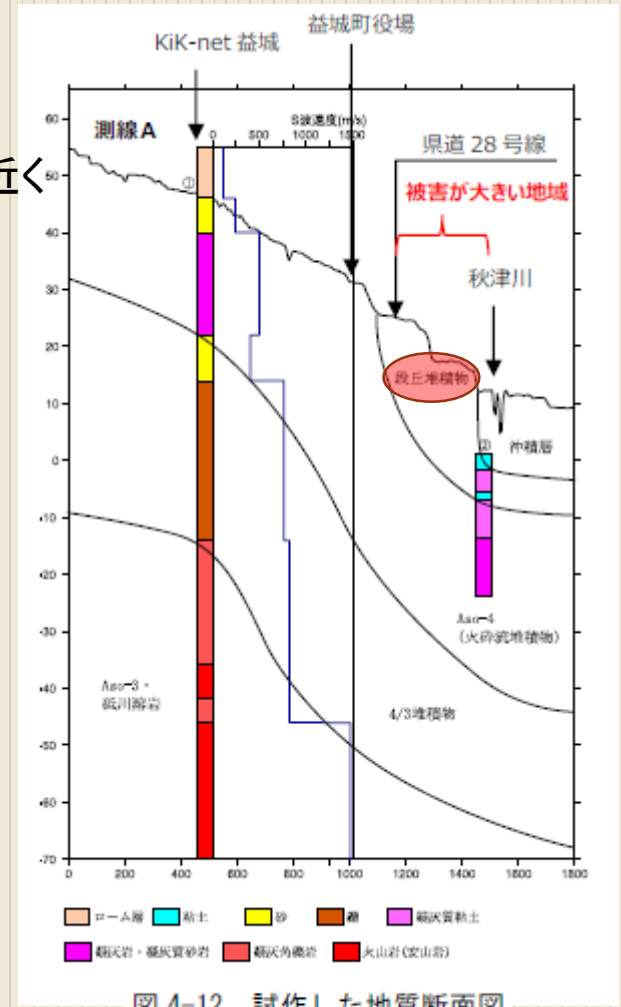


図4-12 試作した地質断面図



# まとめ

1. 平成28年熊本地震の本震により、震度7となる地震動は三つの観測点で記録された。過去の地震で大きな被害を受けた観測点の擬似速度応答スペクトルに比べると、益城町役場のほうは1秒~2秒が一番大きかった。
2. 建物の被害は益城町に集中したが、地区別で被害の様子は違いがある。辻の城で倒壊に至った建物は見当たらなかった。宮園、木山で倒壊した建物は多数を確認した。宮園より、木山のほうで被害が大きかった。
3. 多くの観測点の地盤は**1秒弱**の卓越周期を持つが、熊本地方(熊本中央区、東区、益城町)の地盤は**1秒~3秒**の卓越周期をも持つ。熊本地方の地盤が深い地盤構造により増幅される可能性はある。

ご清聴ありがとうございます