

2018年度京都大学防災研究所公開講座〔第29回〕
「災害を知り、災害に備える ー九州の近年の災害とこれからー」
平成30年10月2日(火)@アクロス福岡 4階 国際会議場

「2016年熊本地震による 地震動と建物被害」



京都大学防災研究所
地震災害研究部門
教授 松島信一



平成28年(2016年)熊本地震 の諸元

- 4月14日21時26分以降に発生した熊本県を中心とする一連の地震活動
- 4月14日の M_{JMA} 6.5(いわゆる、前震)や4月16日の M_{JMA} 7.3(いわゆる、本震)などの地震を含む

- ひなぐ日奈久断層帯およびふたがわ布田川断層帯が震源断層
- 右横ずれ断層
 - 本震は正断層成分を含む
- 地表地震断層が出現
 - 日奈久断層帯では、高野ー白旗区間の北部約6km
 - 布田川断層帯では布田川区間をやや越える約28km

平成28年(2016年)熊本地震 による被害

• 人的被害

- 死者249名
 - 直接死 50名
 - 間接死196名
- 負傷者2,337名
 - 重傷1,184名
 - 軽傷1,606名

• 住家被害

- 全壊 8,674棟
- 半壊 34,563棟
- 一部破損
162,312棟

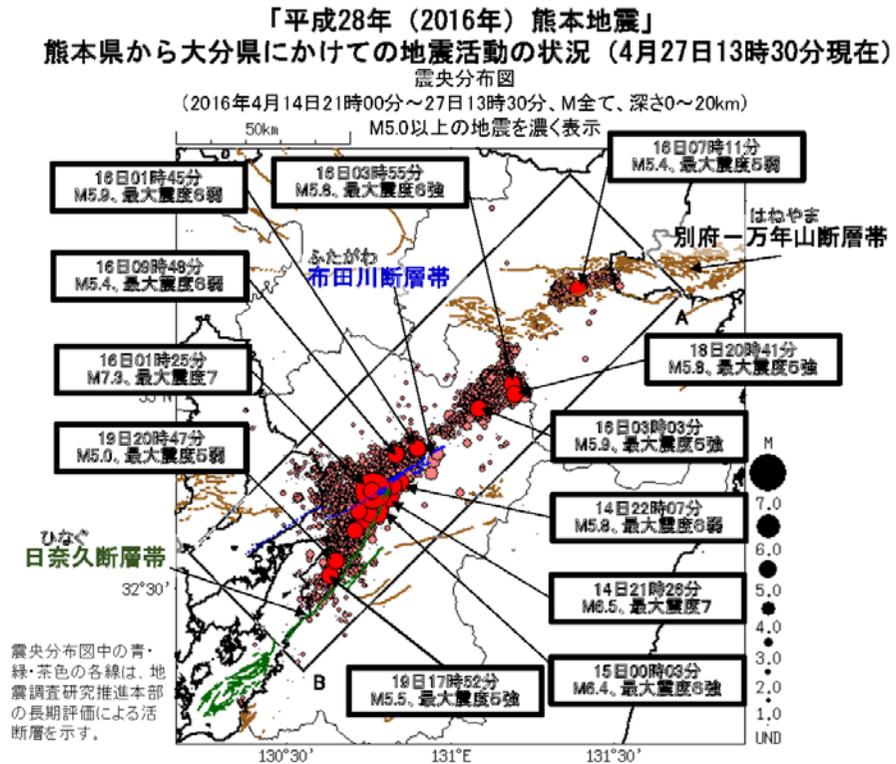
• 非住家被害

- 公共建物 439棟
- その他 11,123棟

• 火災 15棟

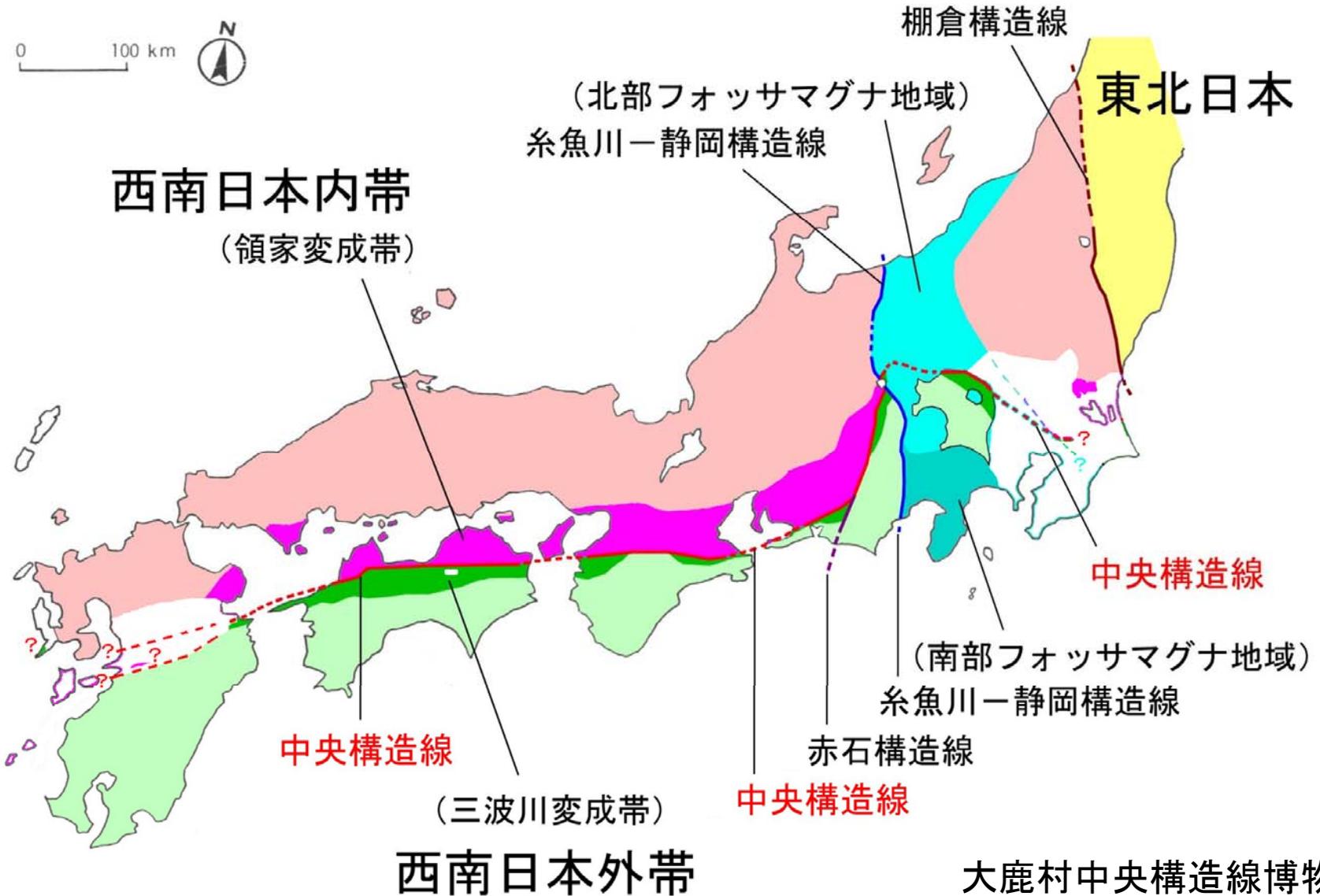
消防庁第107報(平成29年10月16日(月)11時00分)

平成28年(2016年)熊本地震 地震活動の状況



気象庁(第33報)

西日本の地殻構造・中央構造線



大鹿村中央構造線博物館

九州の地質構造と 活火山・活断層の分布

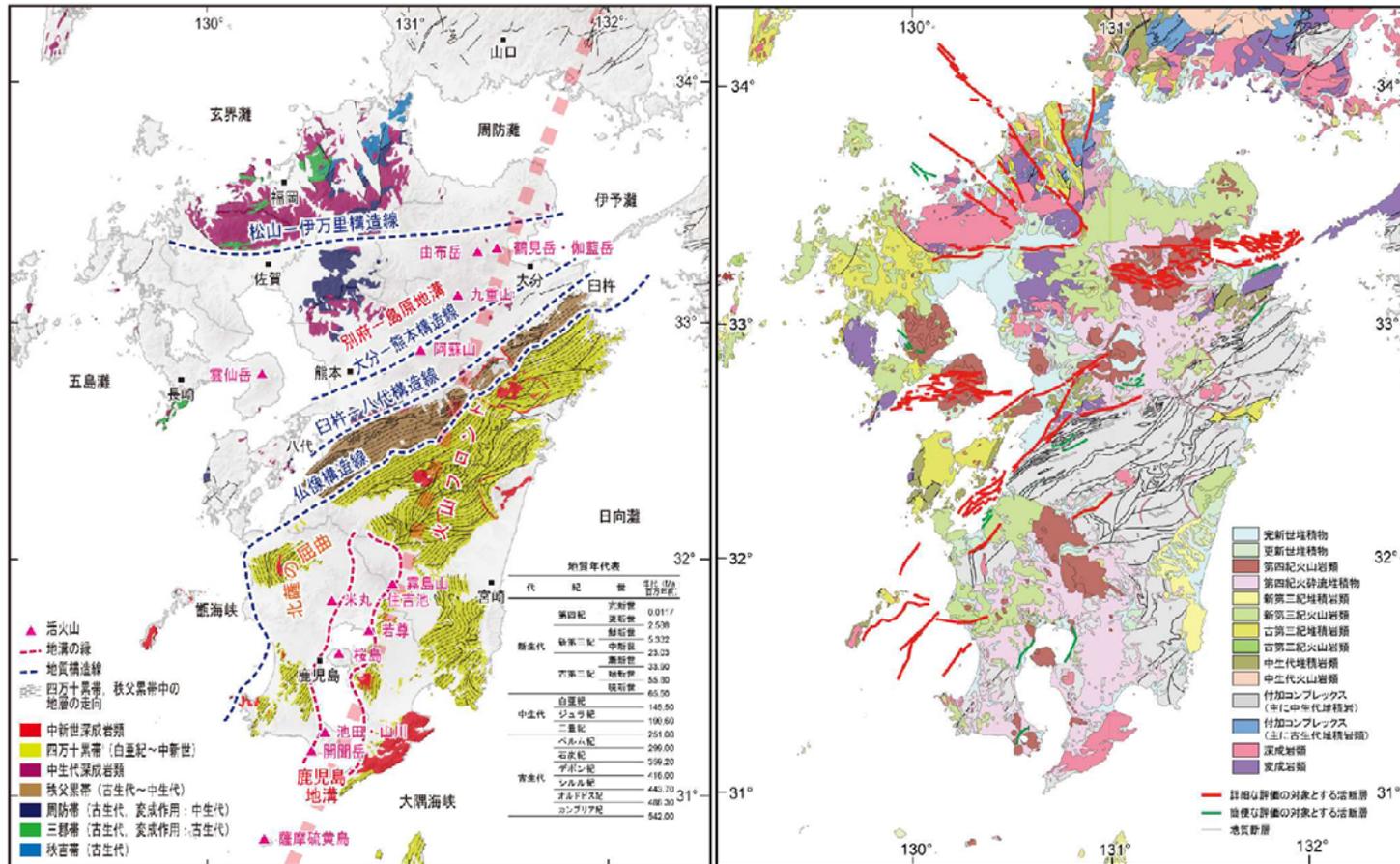
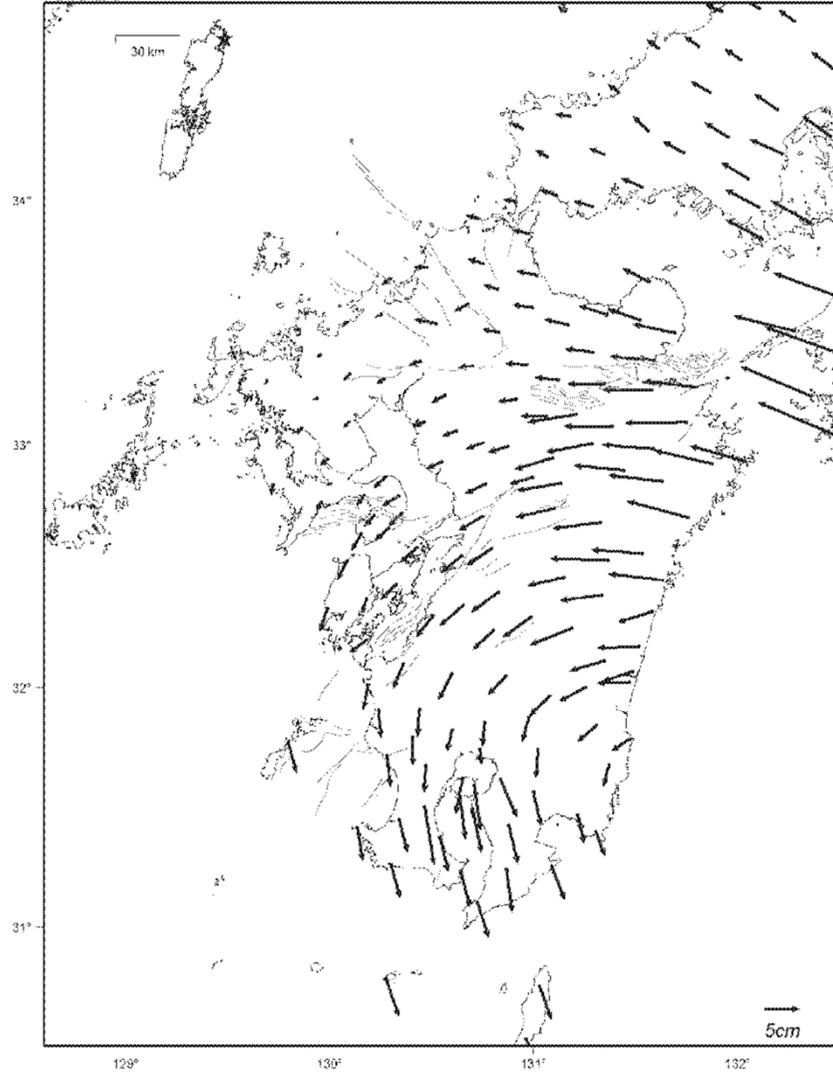


図3-2 九州の地質構造の概略と活火山の分布

図4 九州地域の地質図と評価の対象とする活断層(地質図は産業技術総合研究所地質調査総合センター編、2003を簡略化)

九州の地殻変動

基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10
比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10



☆固定点：上対馬 (950456)

図7-1-2 GNSS 連続観測による九州周辺の水平地殻変動速度分布に
2018/10/21 評価対象の活断層を表示したもの

基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10
比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10

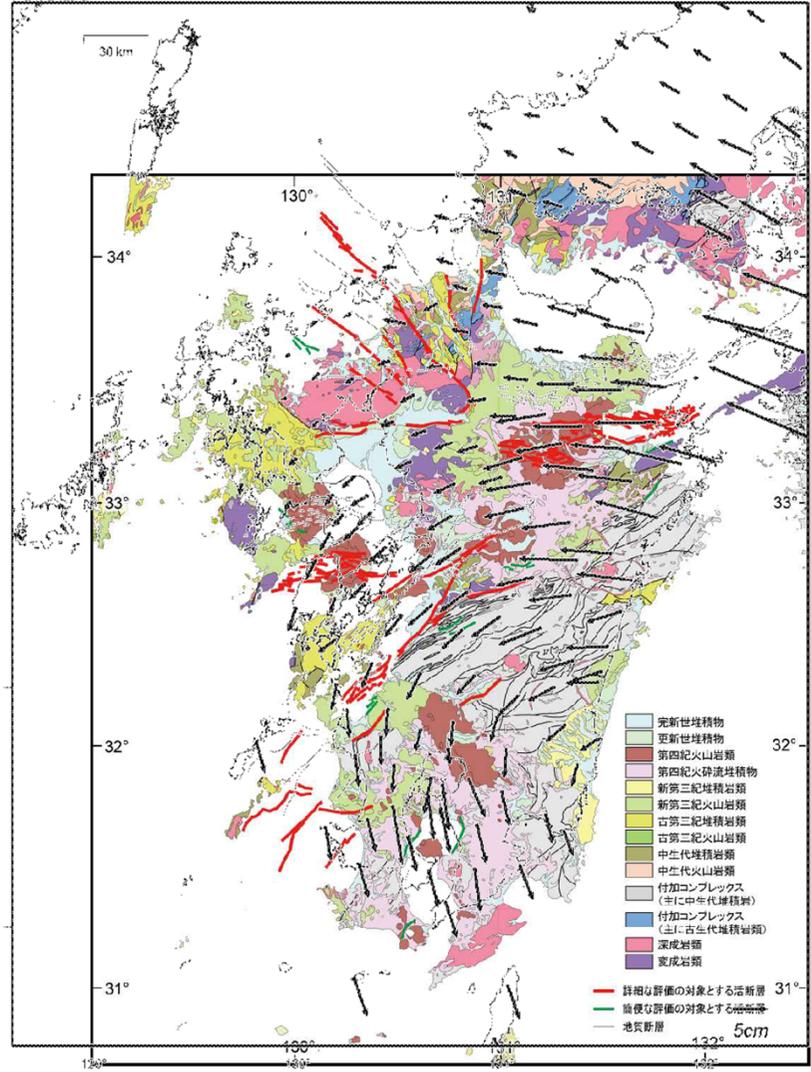
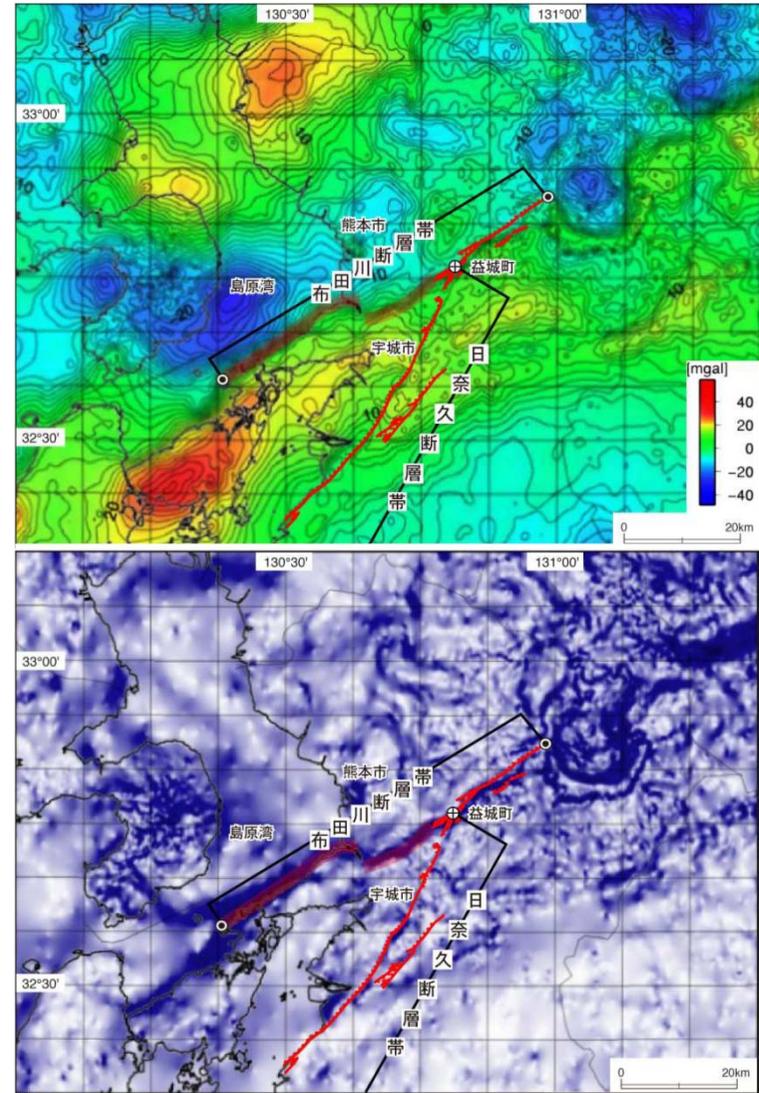
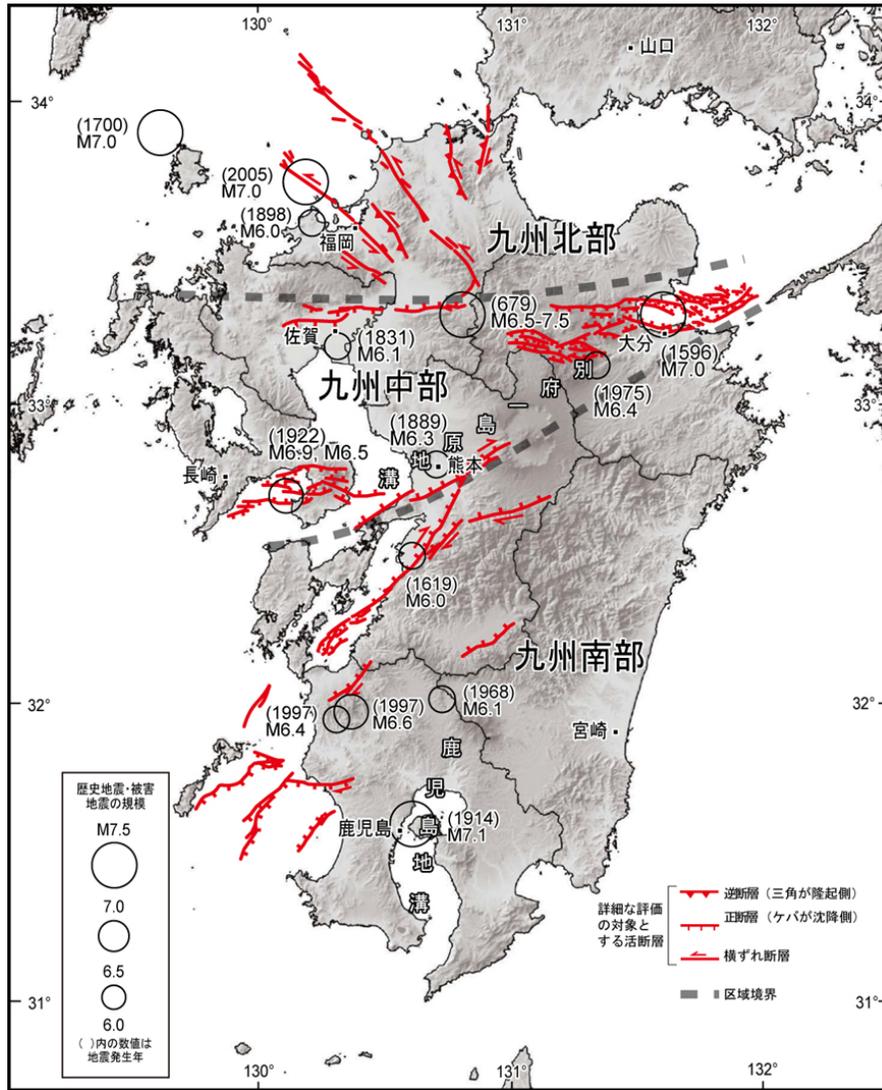


図4 九州地域の地質図と評価の対象とする活断層 (地質図は産業技術総合研究所 地質調査総合センター編, 2003を簡略化)

図7-1-2 GNSS 連続観測による九州周辺の水平地殻変動速度分布に
防災研公開講座 松島信一 評価対象の活断層を表示したもの

九州の主要活断層帯



http://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/regional_evaluation/kyushu-detail/

2018/10/2

地震調査研究推進本部(2013) 布田川断層帯・日奈久断層帯長期評価

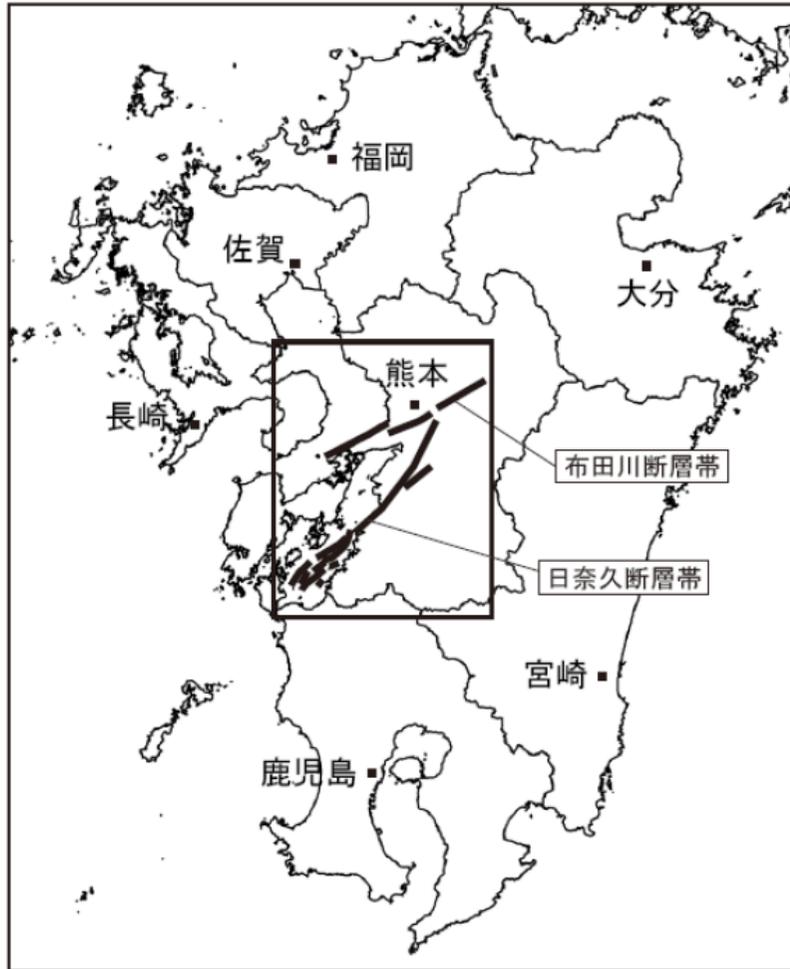


図1 布田川断層帯・日奈久断層帯の概略位置図

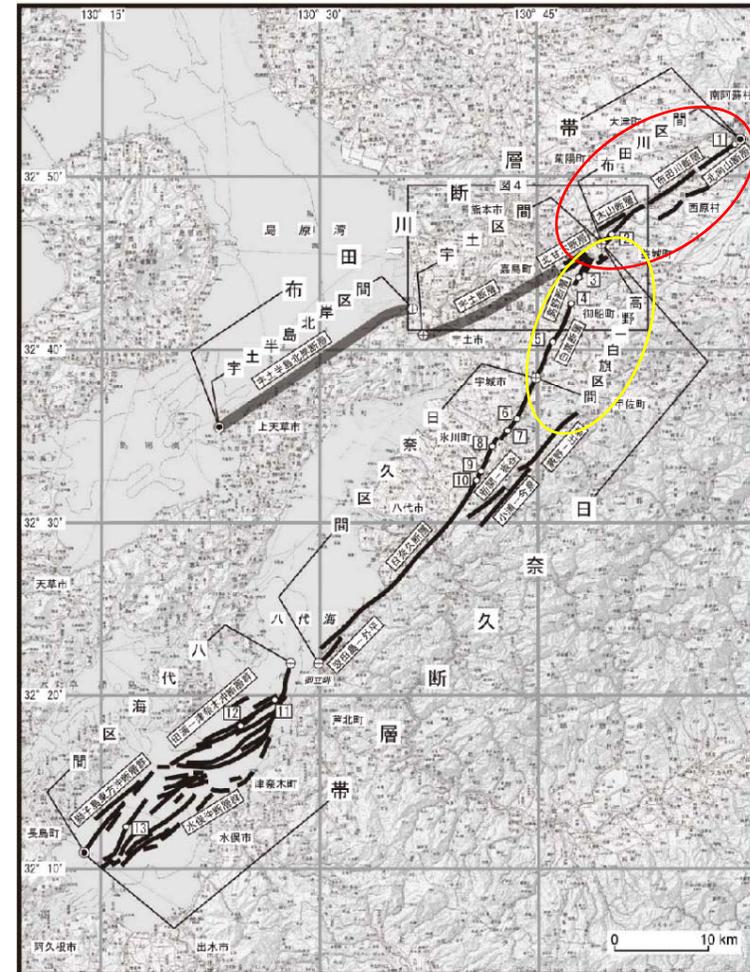
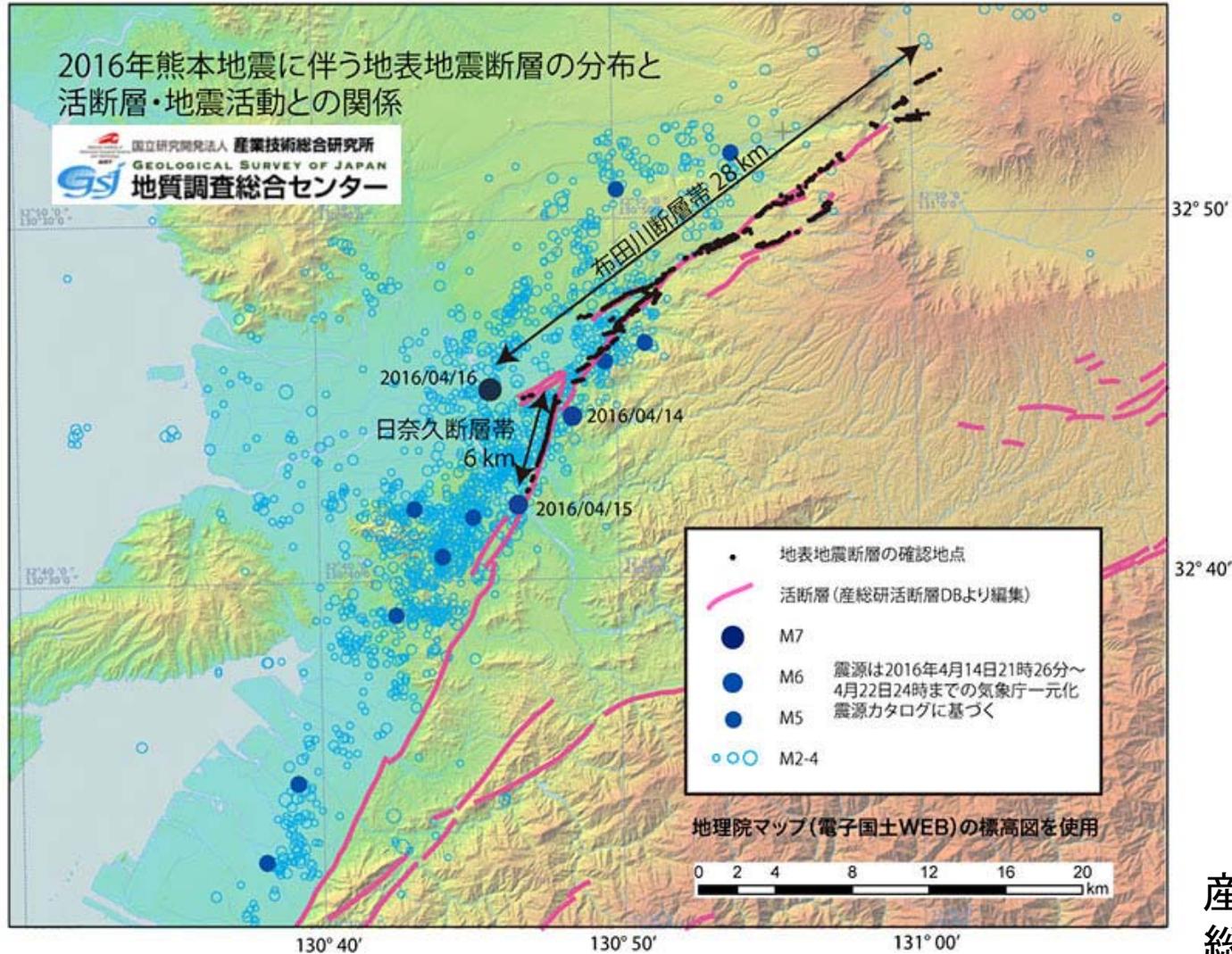
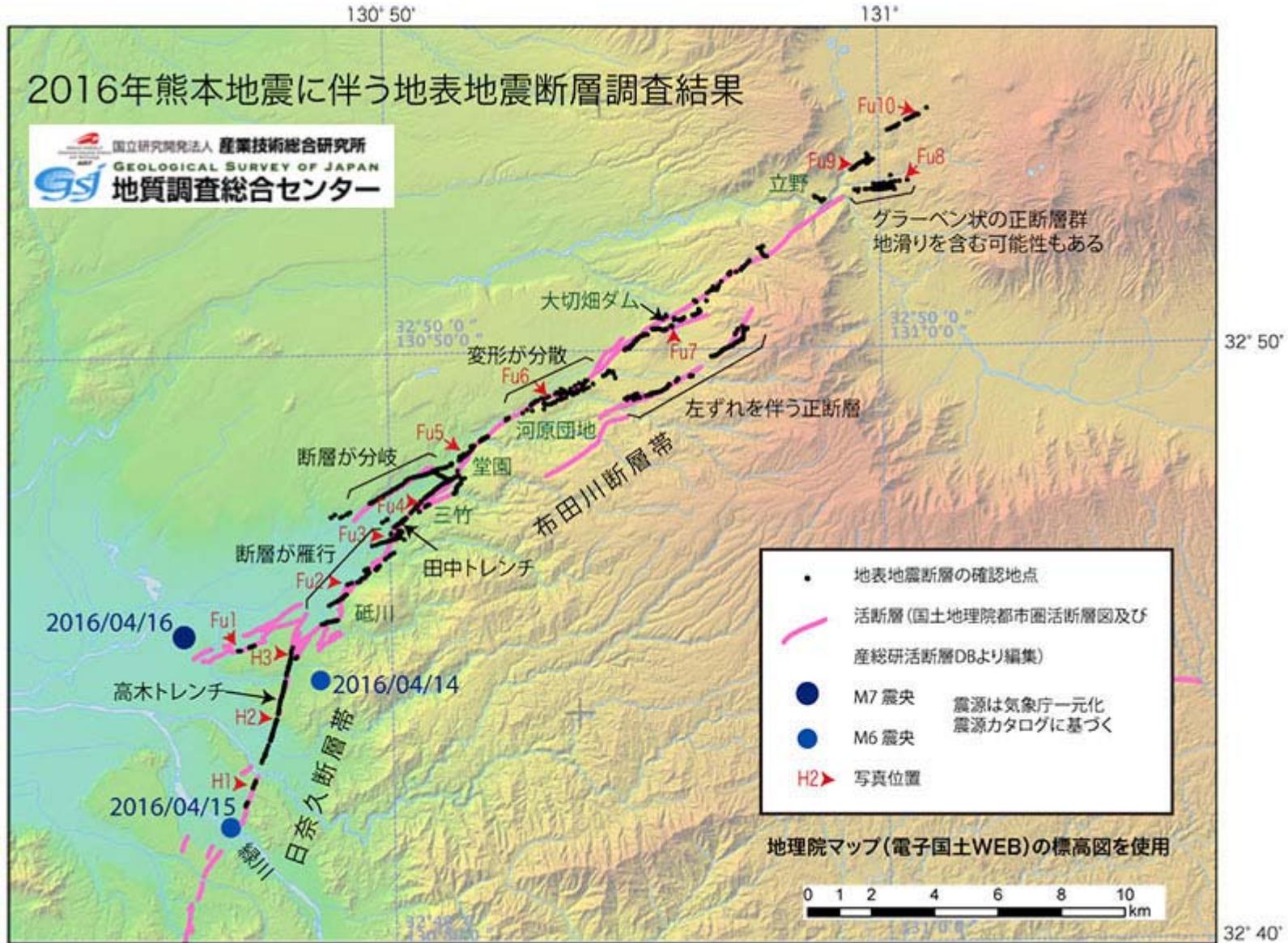


図2 布田川断層帯・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点

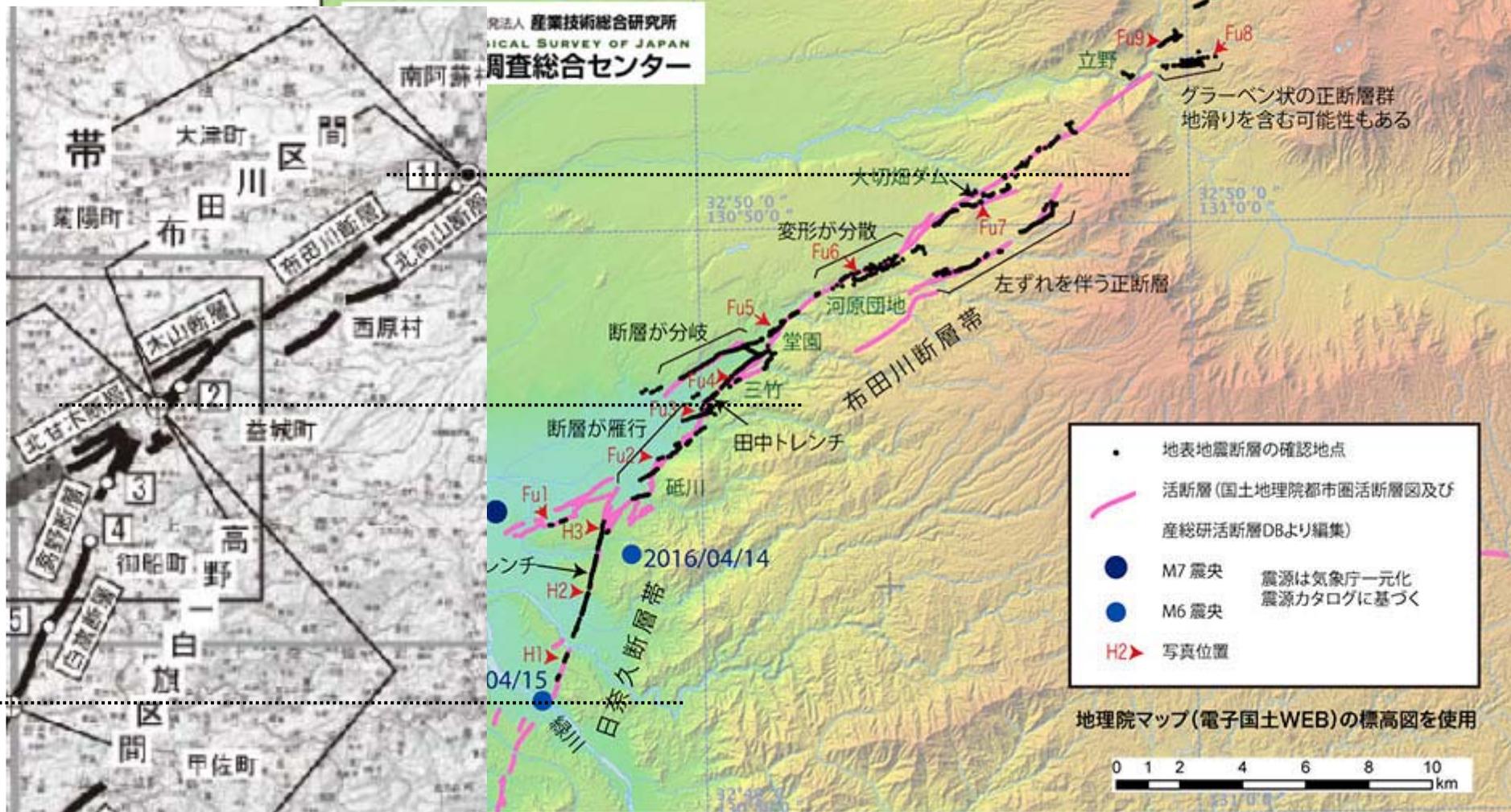
地表地震断層と 活断層・地震活動との関係





産業技術総合研究所

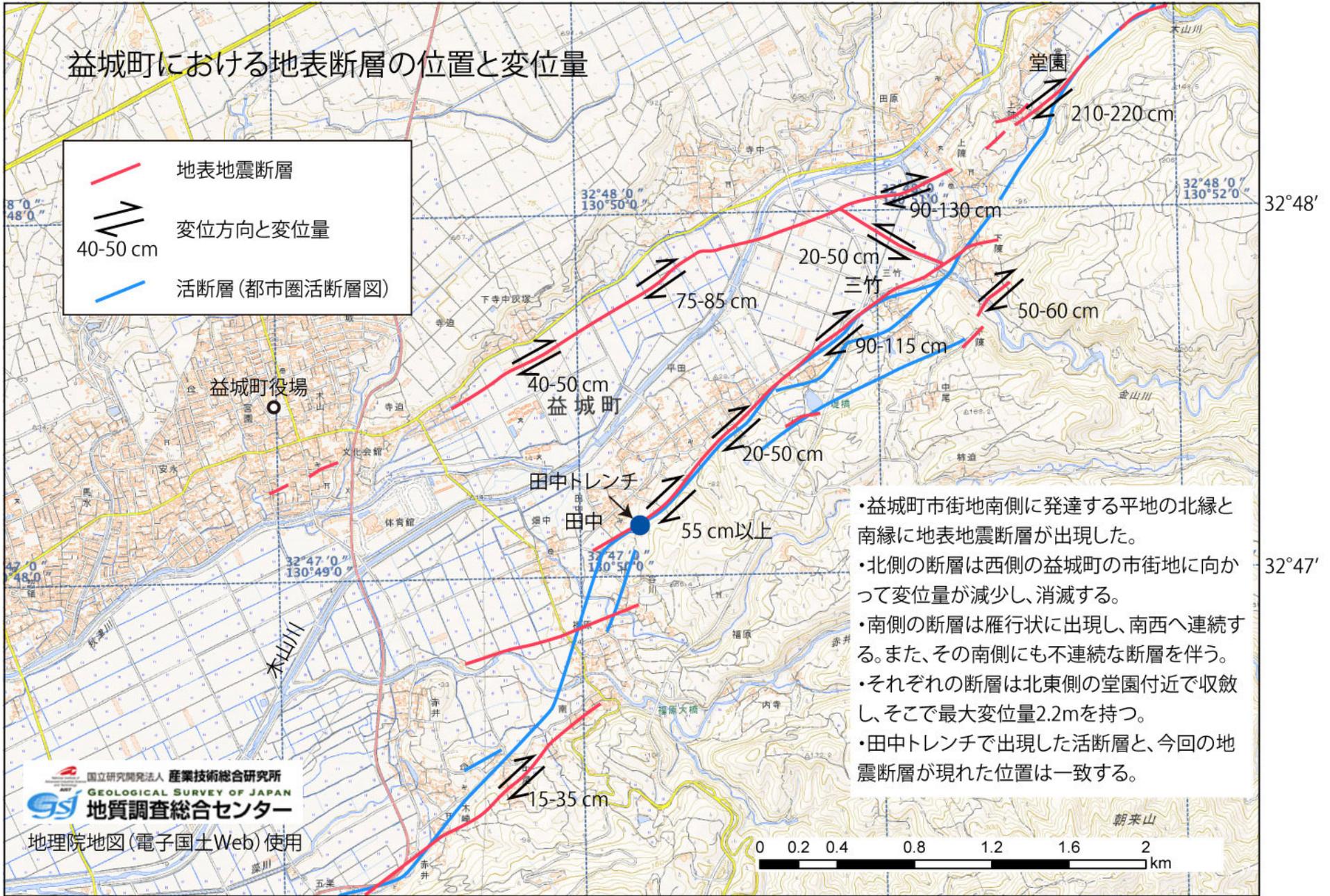
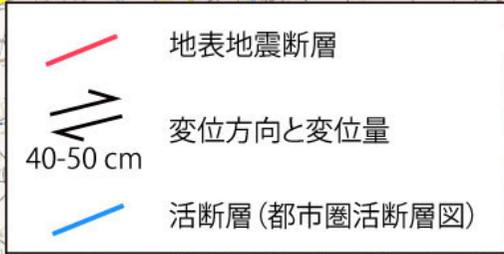
2016年熊本地震に伴う地表地震断層調査結果



地震調査研究推進本部(2013)

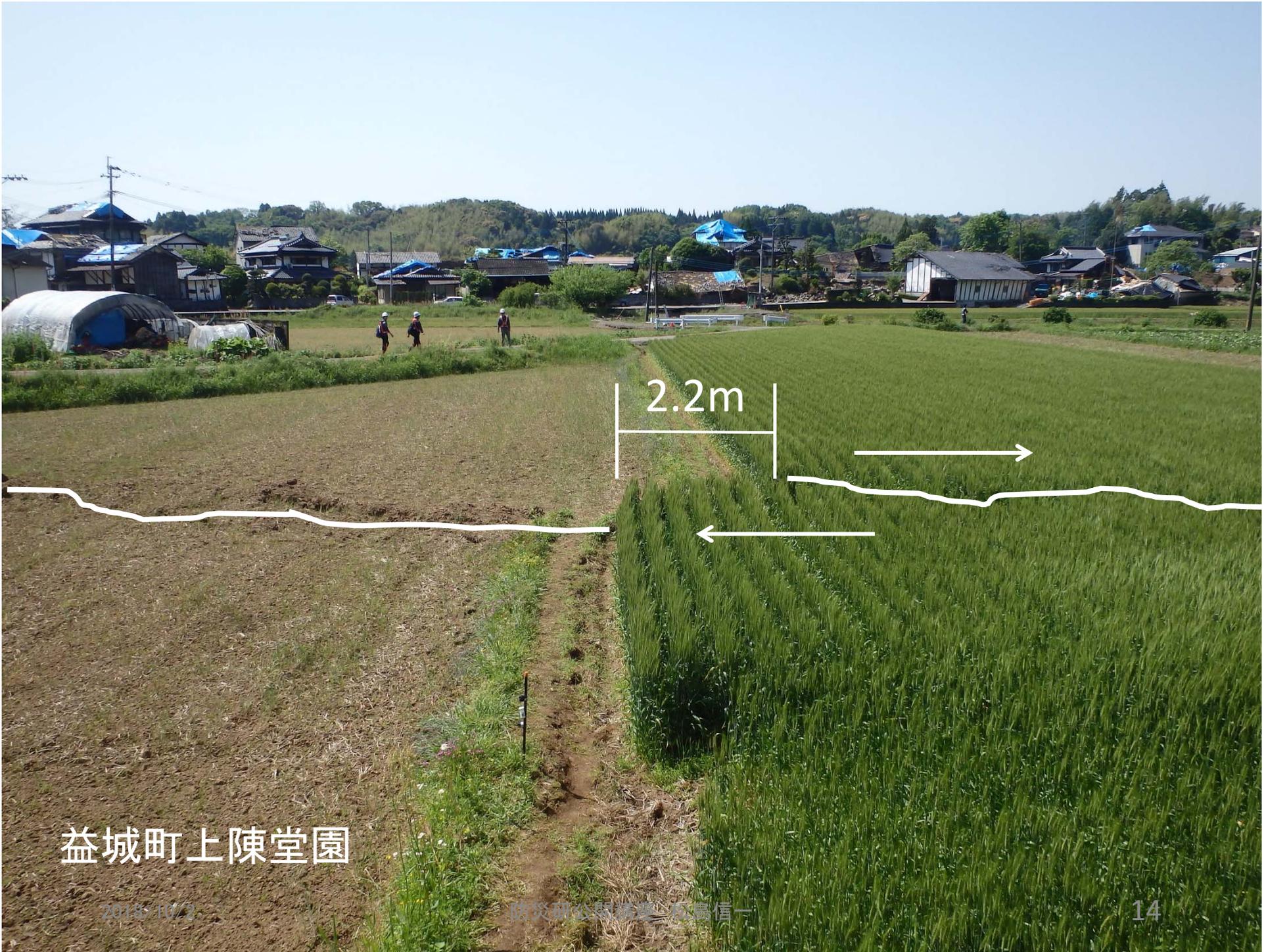
産業技術総合研究所

益城町における地表断層の位置と変位量



- 益城町市街地南側に発達する平地の北縁と南縁に地表地震断層が出現した。
- 北側の断層は西側の益城町の市街地に向かって変位量が減少し、消滅する。
- 南側の断層は雁行状に出現し、南西へ連続する。また、その南側にも不連続な断層を伴う。
- それぞれの断層は北東側の堂園付近で収斂し、そこで最大変位量2.2mを持つ。
- 田中トレンチで出現した活断層と、今回の地震断層が現れた位置は一致する。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
 GEOLICAL SURVEY OF JAPAN
 地質調査総合センター
 地理院地図(電子国土Web)使用

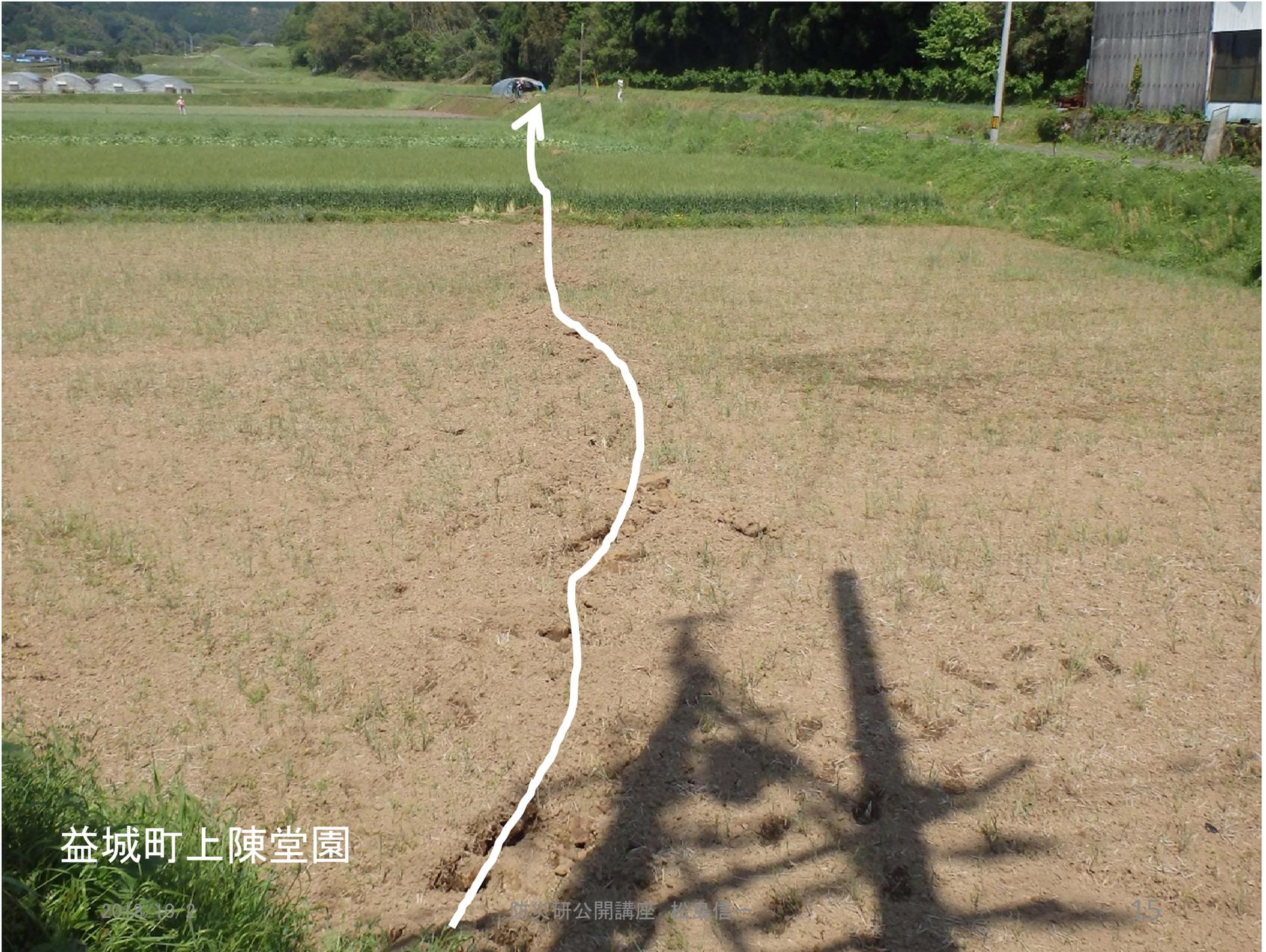


益城町上陳堂園

2018/10/2

防災研公開講座 萩島信一

14



益城町上陳堂園

2018/10/2

防災研公開講座 松島信一

15

平成28年(2016年)熊本地震 震度6弱以上を観測した地震

報道発表資料
平成28年4月27日15時30分
気象庁

「平成28年(2016年)熊本地震」について(第33報)

地震の概要

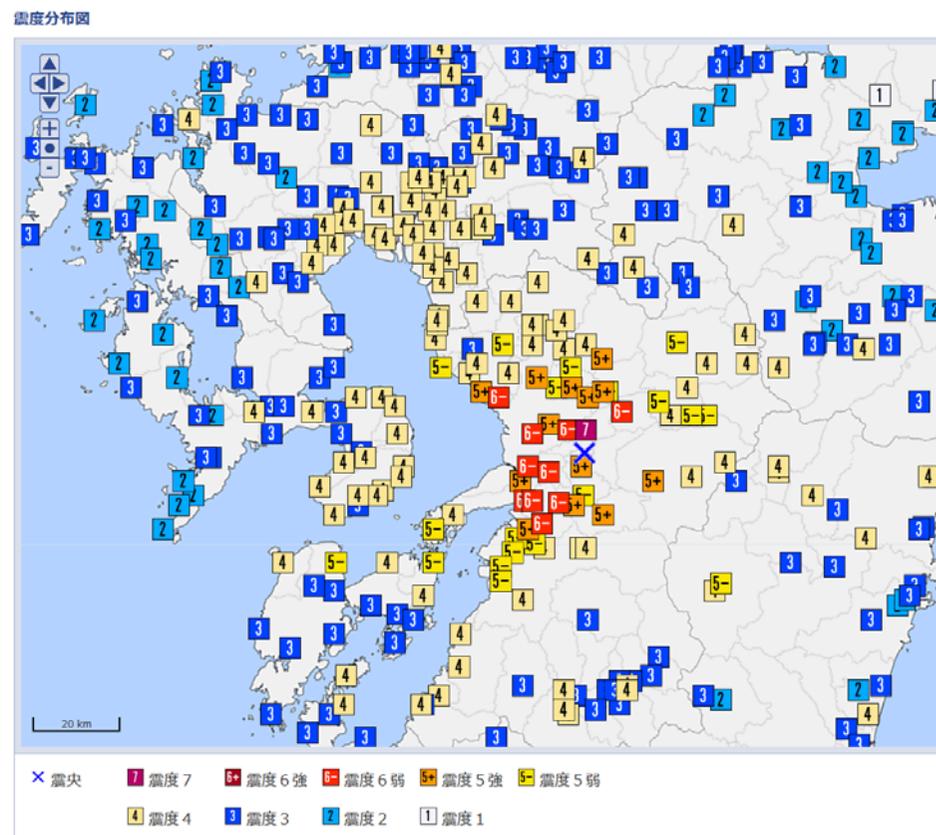
4月14日21時26分以降に発生した震度6弱以上を観測した地震
(4月27日15時現在)

発生時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
4月14日 21時26分	熊本県熊本地方	6.5	7
4月14日 22時07分	熊本県熊本地方	5.8	6弱
4月15日 00時03分	熊本県熊本地方	6.4	6強
4月16日 01時25分	熊本県熊本地方	7.3	7
4月16日 01時45分	熊本県熊本地方	5.9	6弱
4月16日 03時55分	熊本県阿蘇地方	5.8	6強
4月16日 09時48分	熊本県熊本地方	5.4	6弱

M_{JMA} 7.3 平成7年(1995年)兵庫県南部地震、平成12年(2000年)鳥取県西部地震

4/14(木) 21:26 $M_{JMA}6.5$ 熊本県熊本地方

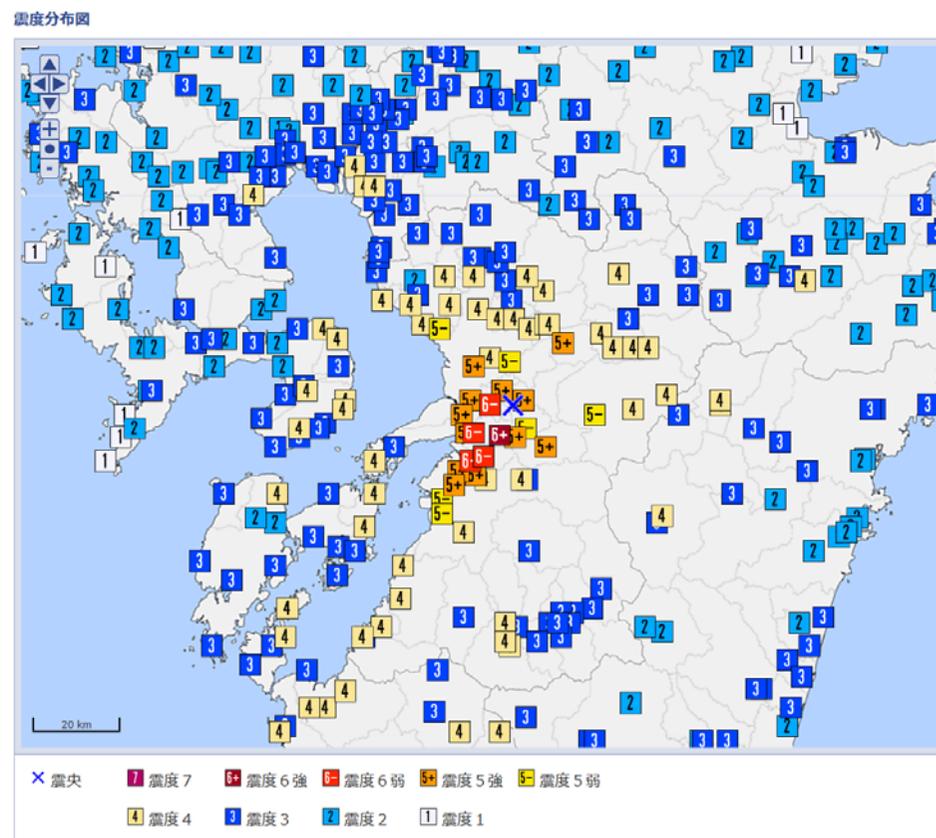
- $32^{\circ}44.5'N$ 、 $130^{\circ}48.5'E$
- 深さ11km
- 最大震度7
 - 震度7
 - 益城町宮園
 - 震度6強
 - なし
 - 震度6強相当
 - KiK-net益城(KMMH16)



気象庁

4/15(金) 00:34 M_{JMA} 6.4 熊本県熊本地方

- $32^{\circ}42.0'N$ 、 $130^{\circ}46.6'E$
- 深さ7km
- 最大震度6強
 - 震度6強
 - 宇城市豊野町

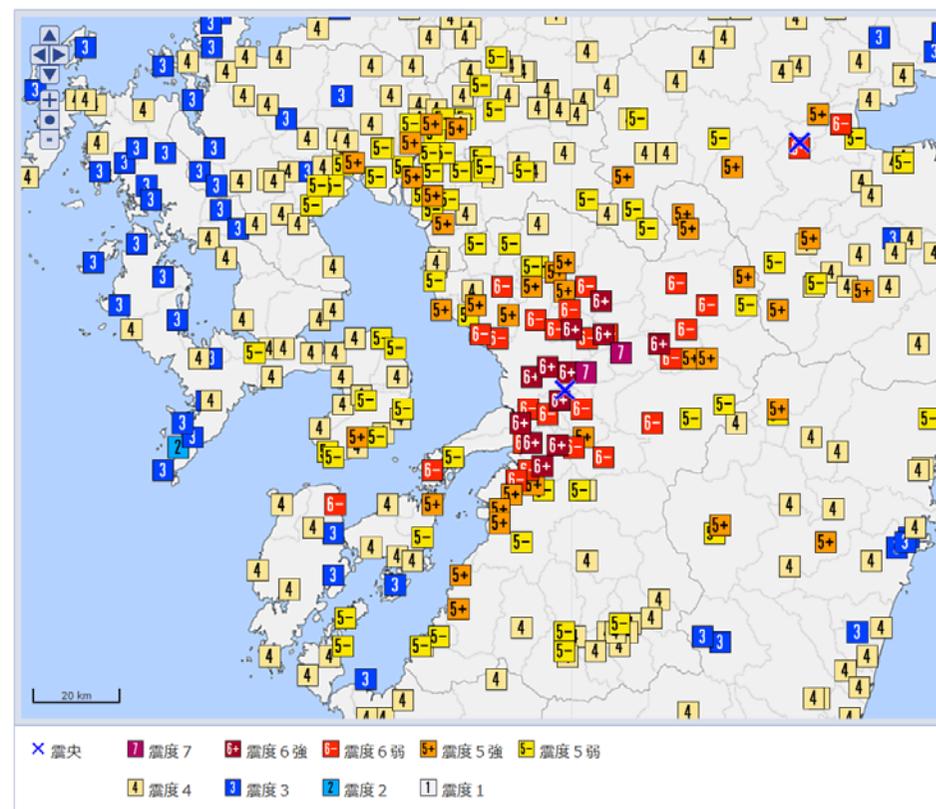


気象庁

4/16(土) 01:25 M_{JMA} 7.3 熊本県熊本地方
 4/16(土) 01:25 M_{JMA} 5.7 大分県中部

- $32^{\circ}45.2'N$ 、 $130^{\circ}45.7'E$
- 深さ12km
- $33^{\circ}16.4'N$ 、 $131^{\circ}21.1'E$
- 深さ12km
- 最大震度7
 - 震度7
 - 西原村小森
 - 益城町宮園
 - 震度6強
 - 12地点

震度分布図



気象庁

地震調査研究推進本部(2013) 布田川断層帯・日奈久断層帯長期評価

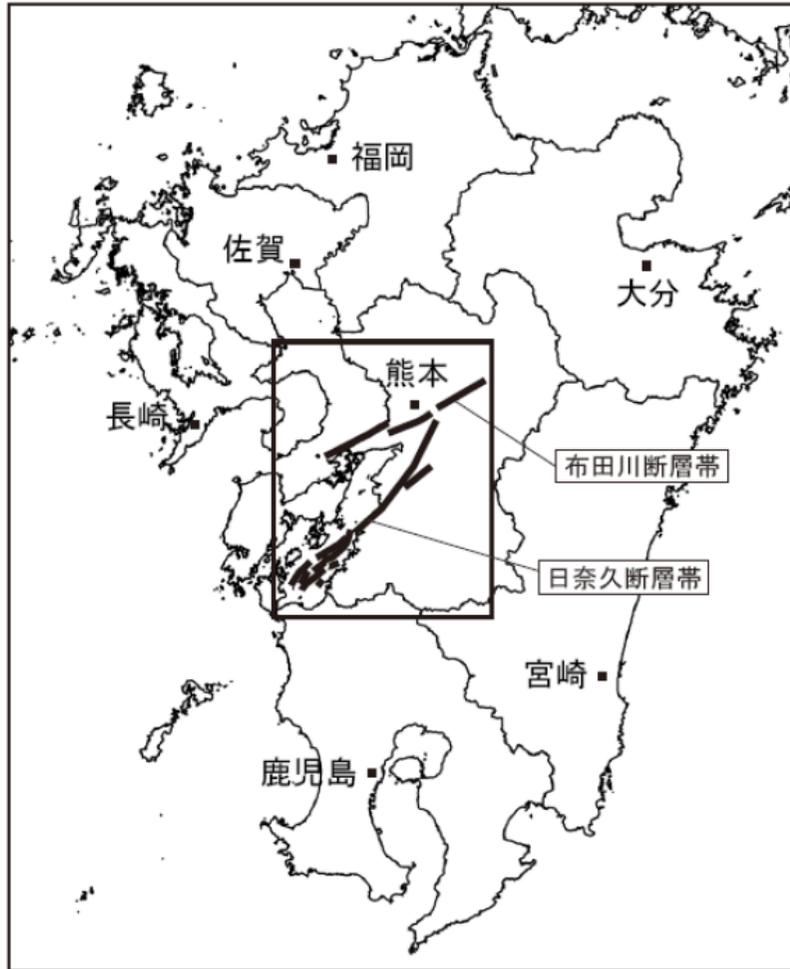


図1 布田川断層帯・日奈久断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

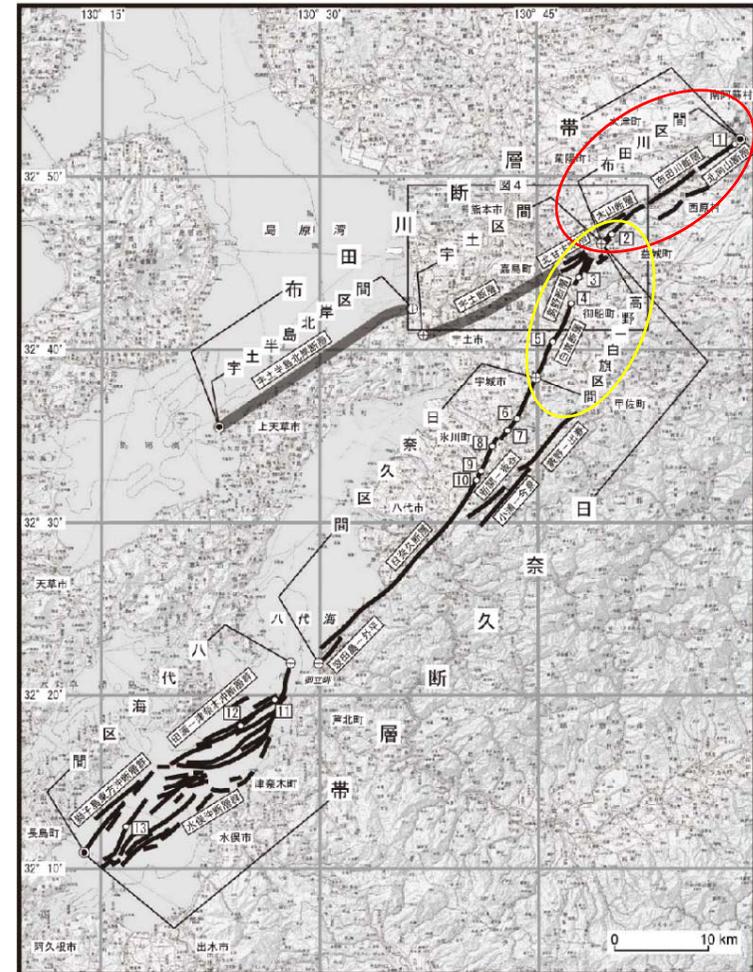


図2 布田川断層帯・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点

地震調査研究推進本部(2013) 布田川断層帯・日奈久断層帯長期評価

布田川断層帯 (ほぼ0%~0.9%)

区間	長さ(km)	最大すべり量(m)	M _{JMA}
全体	約64以上		M7.5~ M7.8程度 以上
布田川	約19	2程度	M7.0程度
宇土	約20	2程度	M7.0程度
宇土半島北岸	約27以上	3程度以上	M7.2程度

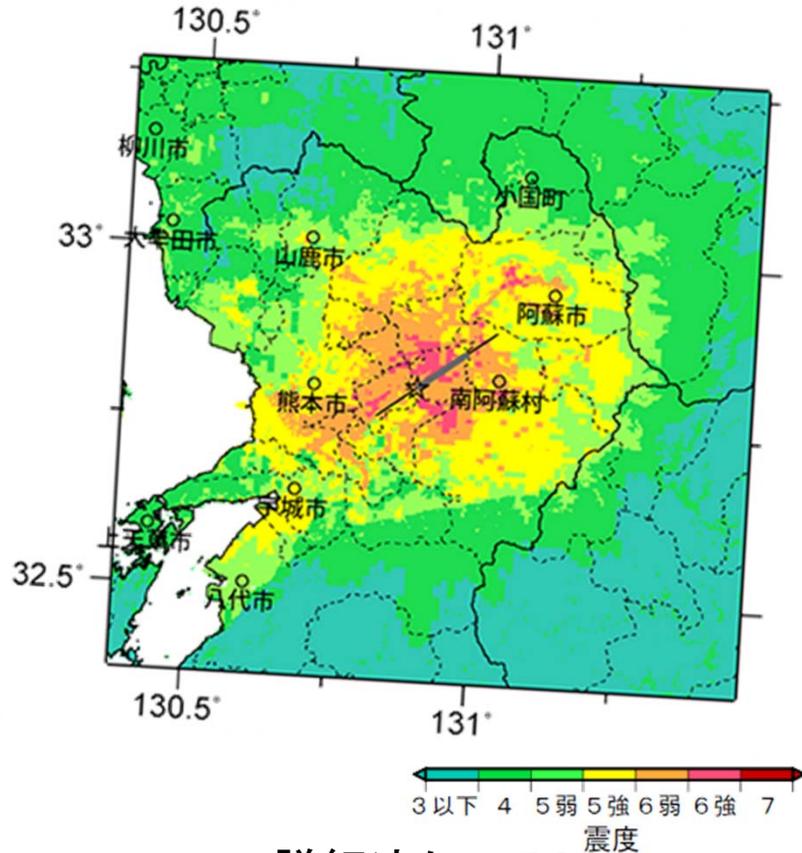
日奈久断層帯 (ほぼ0%~6%)

区間	長さ(km)	最大すべり量(m)	M _{JMA}
全体	約81		M7.7~ M8.0程度 以上
高野一白旗	約16	2程度	M6.8程度
日奈久	約40	3程度	M7.5程度
八代海	約30	3程度	M7.3程度

布田川区間と日奈久断層帯全体が同時に活動する場合:M7.8~M8.2程度
 布:右横ずれが主体(宇土、宇土半島北岸は南東側隆起の上下成分を伴う)
 日:横ずれが主体(ずれ量が不明な部分が多い)

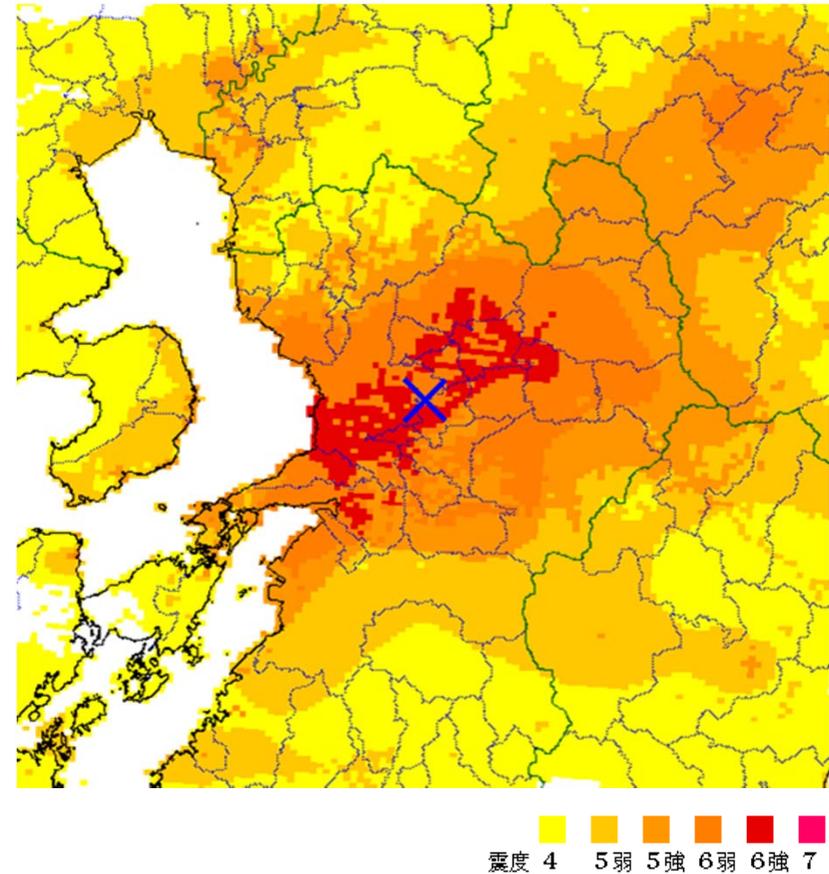
地震本部の強震動予測による震度分布と 熊本地震本震の推定震度分布との比較

布田川断層帯(布田川区間)



詳細法ケース2

地震本部(2013)



気象庁(2016)

益城町における被害の様子



日本建築学会九州支部熊本地震災害調査委員会による益城町における悉皆調査

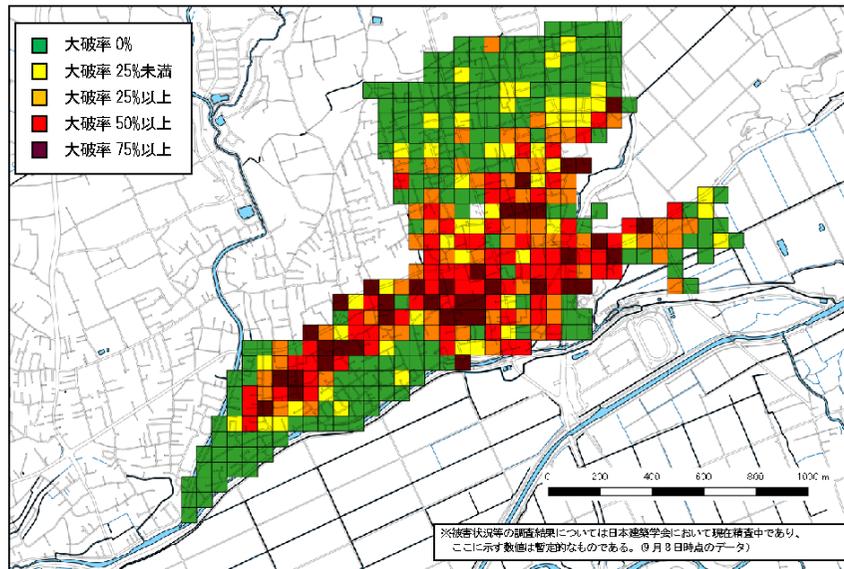


図 5. 2-1 悉皆調査結果による大破率の分布 (国土地理院地図を編集)

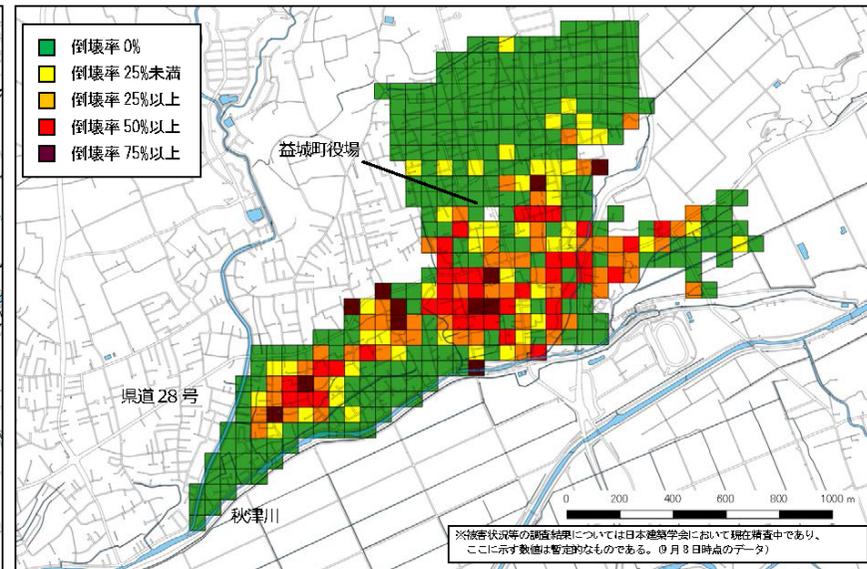


図 5. 2-2 悉皆調査結果による倒壊率の分布 (国土地理院地図を編集)

大破率
D4

倒壊率
D5/D6

約57×57mメッシュごと

国総研・建研資料(2016)

倒壊の有無と 治水地形分類図との比較

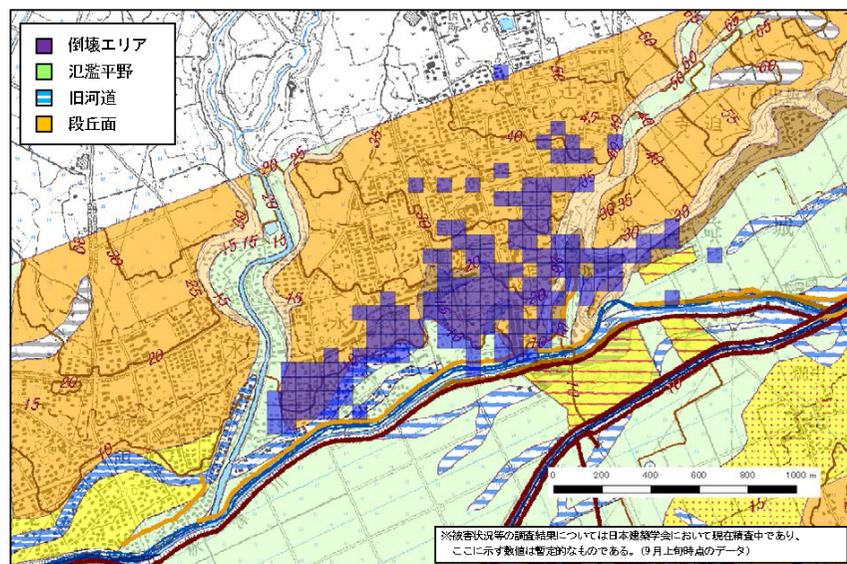


図 5.2-3 治水地形分類図（国土地理院）と倒壊建物が存在するエリア

倒壊エリア

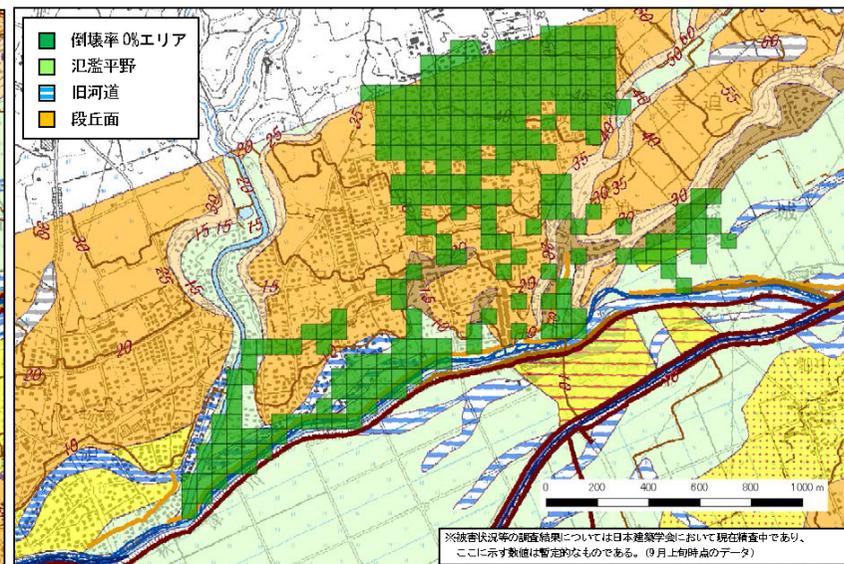


図 5.2-4 治水地形分類図（国土地理院）と倒壊率 0%のエリア

倒壊率0%エリア

倒壊の有無と 宅地図との比較

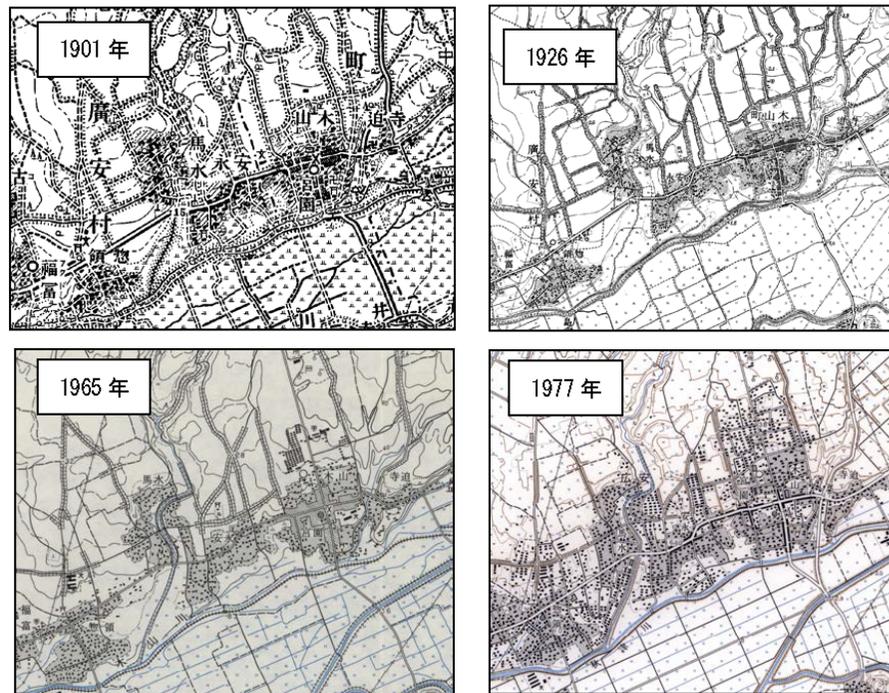


図 5.2-5 益城町中心部における宅地の変化 (国土地理院地形図)

国総研・建研資料(2016)

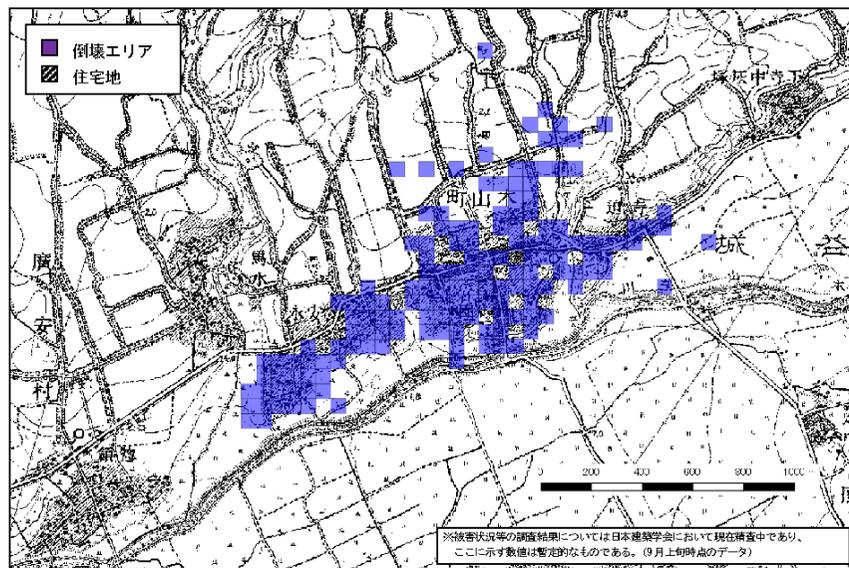


図 5.2-6 1926年の地形図 (国土地理院) と倒壊建物が存在するエリア

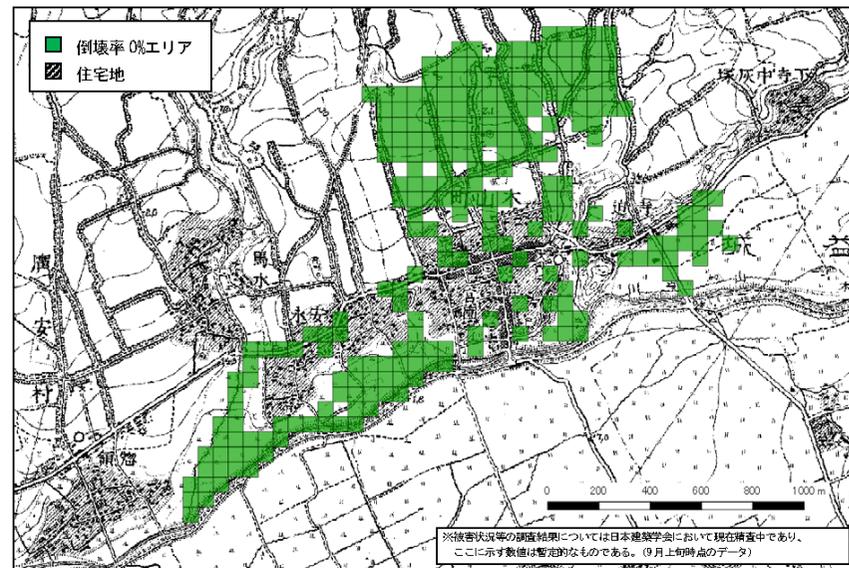
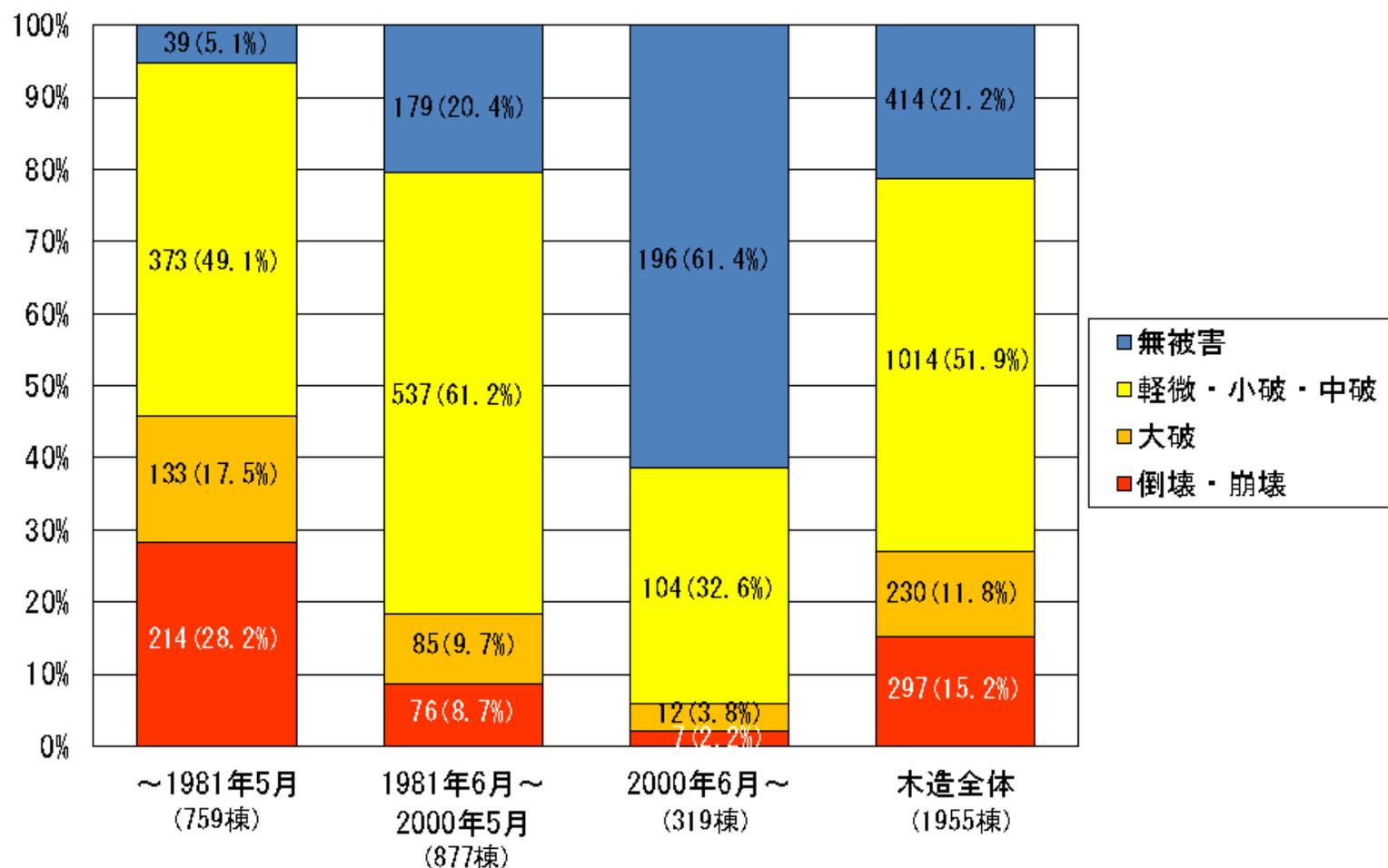


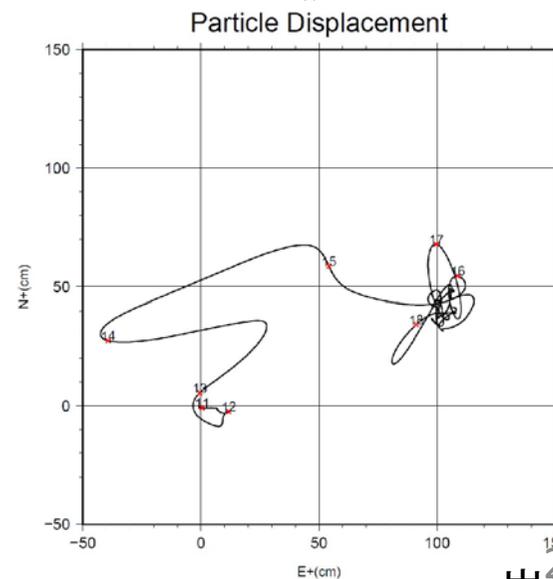
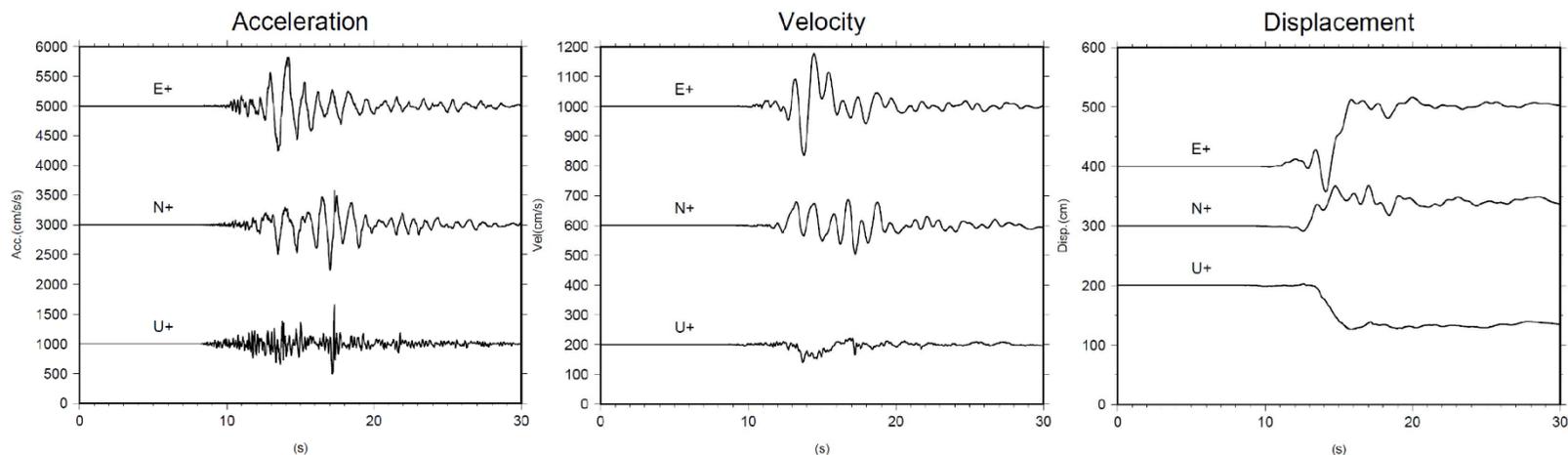
図 5.2-7 1926年の地形図 (国土地理院) と倒壊率0%のエリア

木造建物の建築時期別の被害状況



国総研・建研資料(2016)

4/16 本震 益城町役場の震度計観測記録

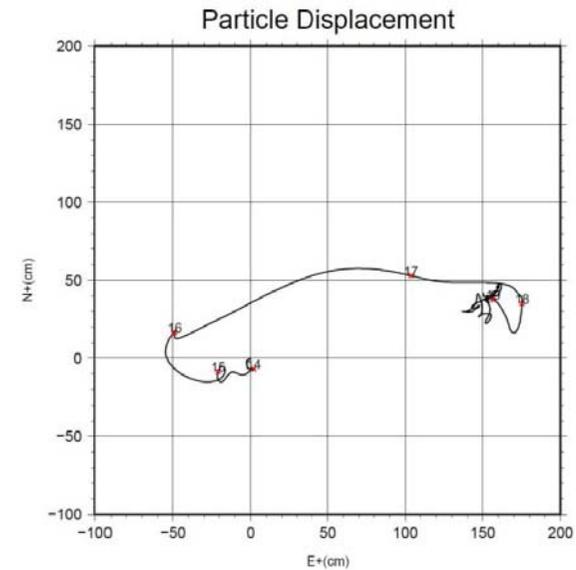
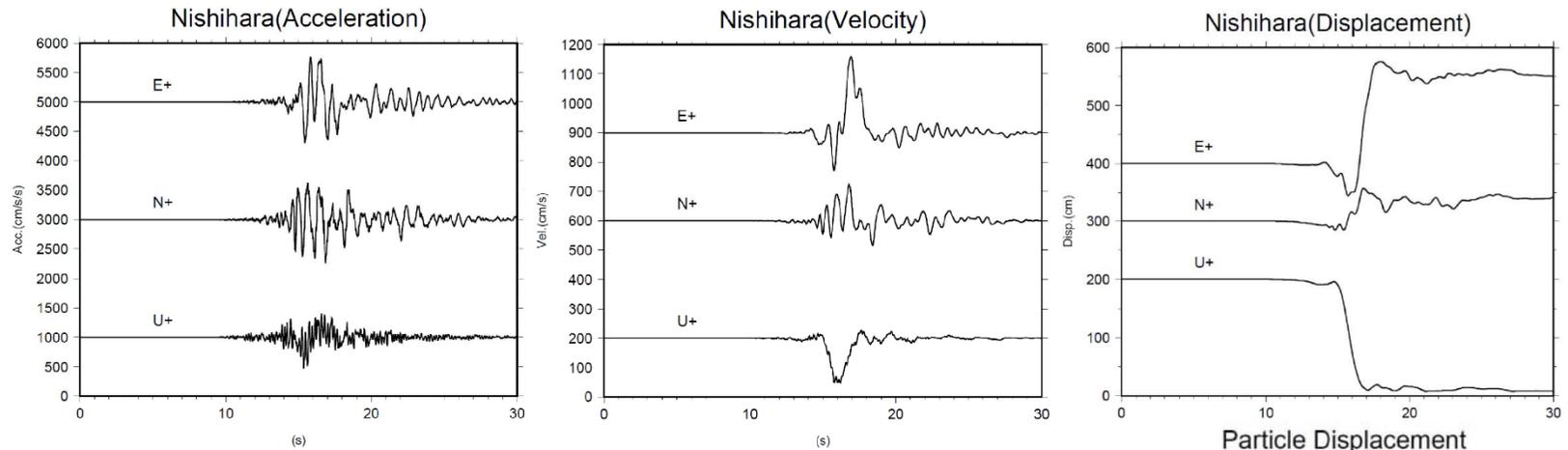


2018/10/2

防災研公開講座 岩田信一

28
岩田(2016)

4/16 本震 西原村役場の震度計観測記録

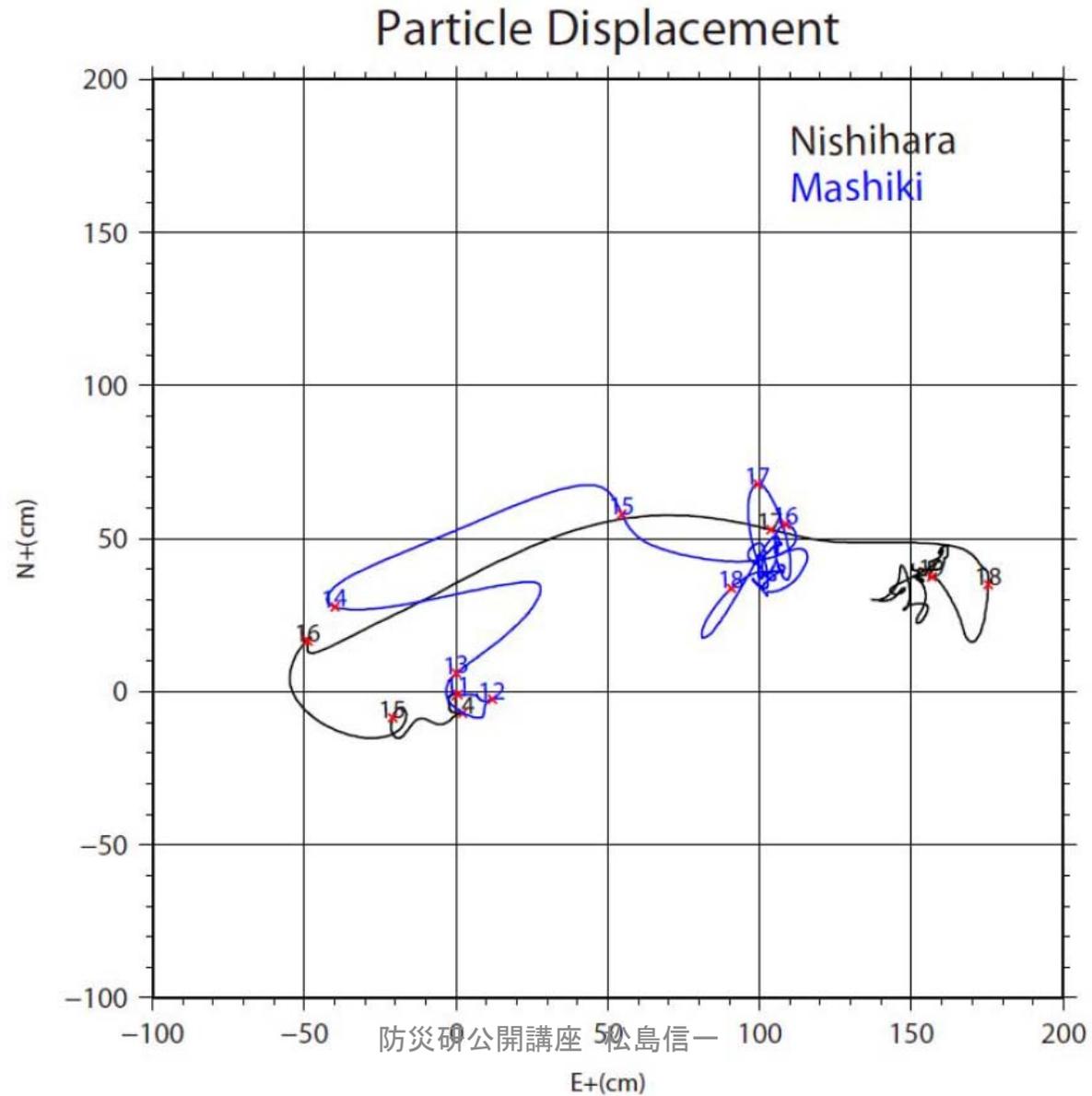


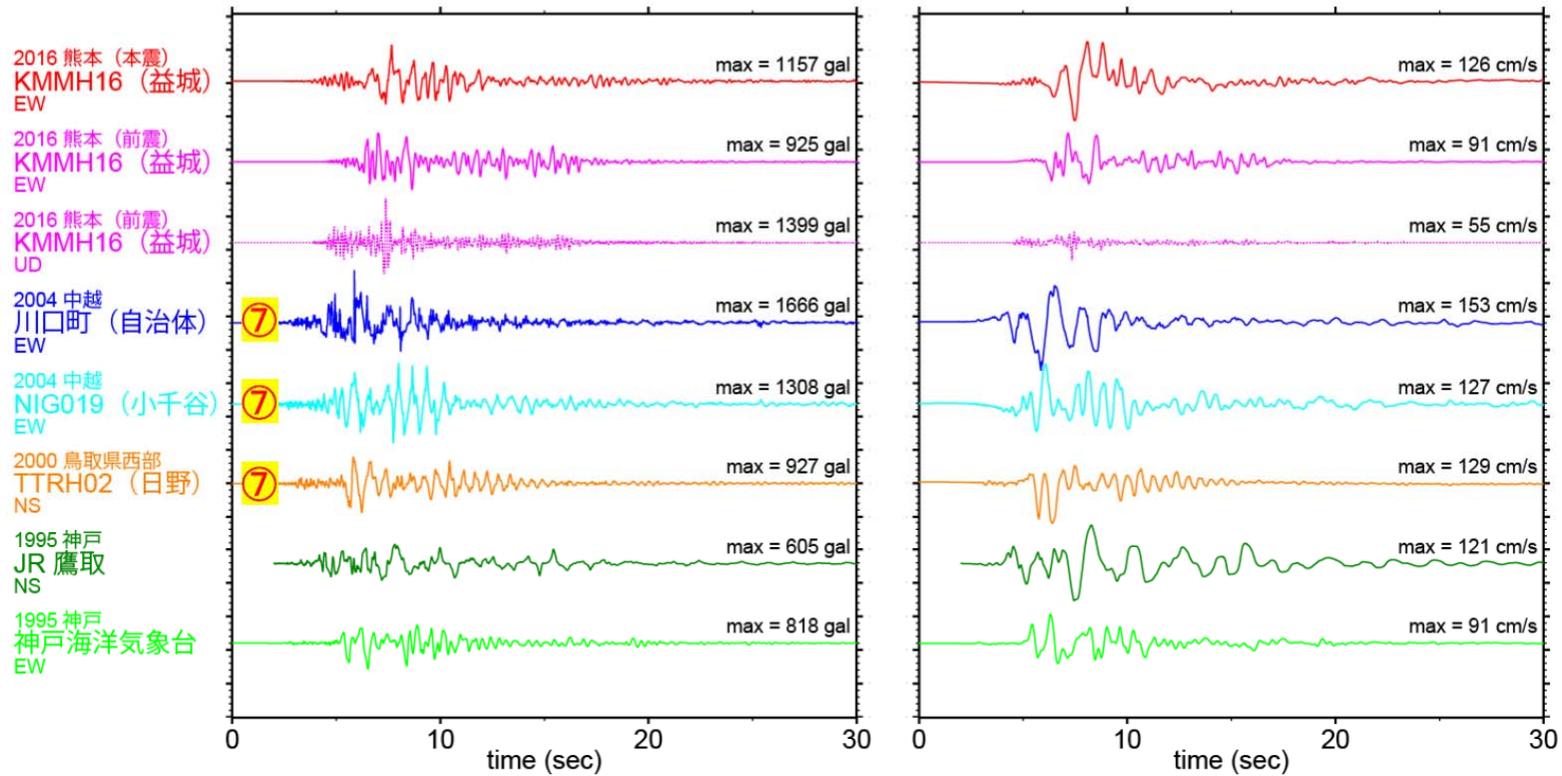
2018/10/2

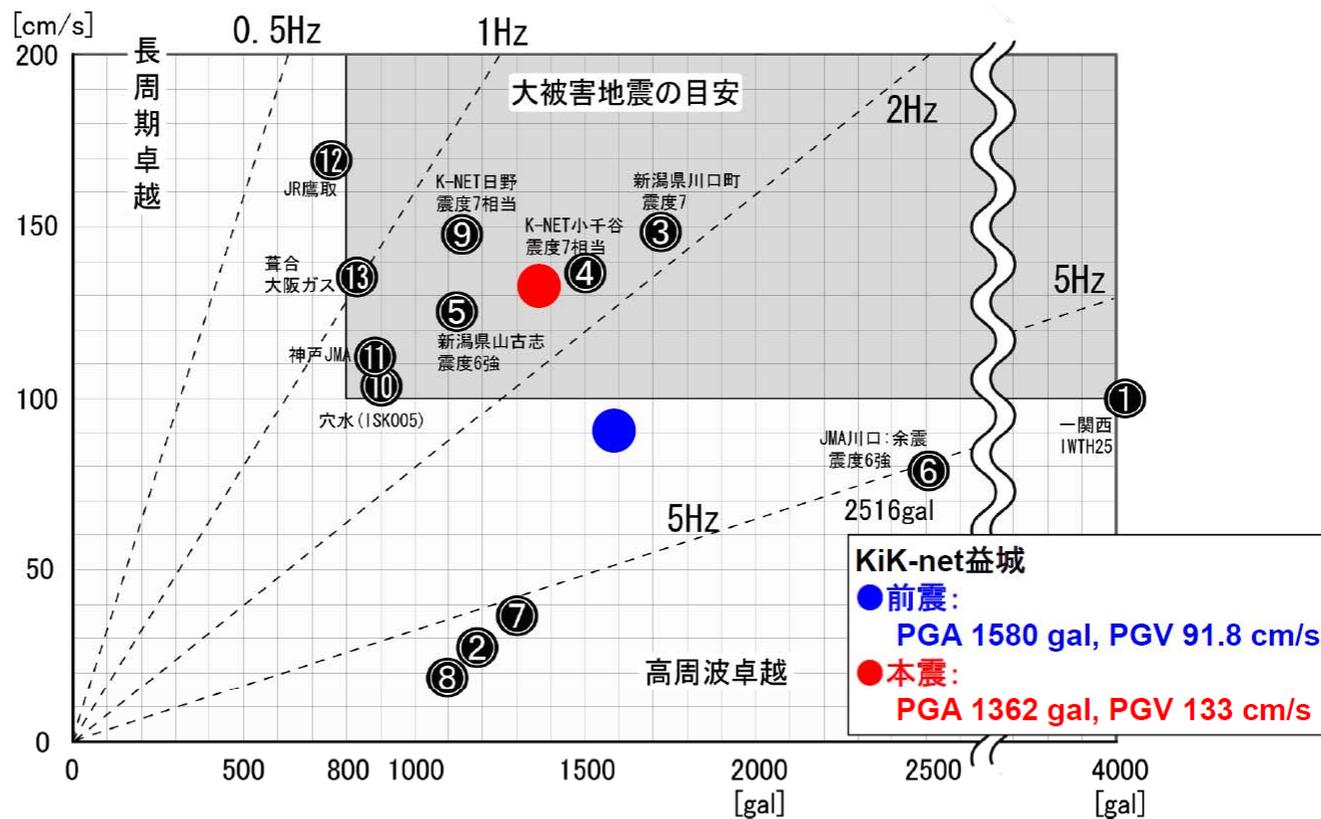
防災研公開講座 松島信一

29
岩田(2016)

水平面内変位の比較

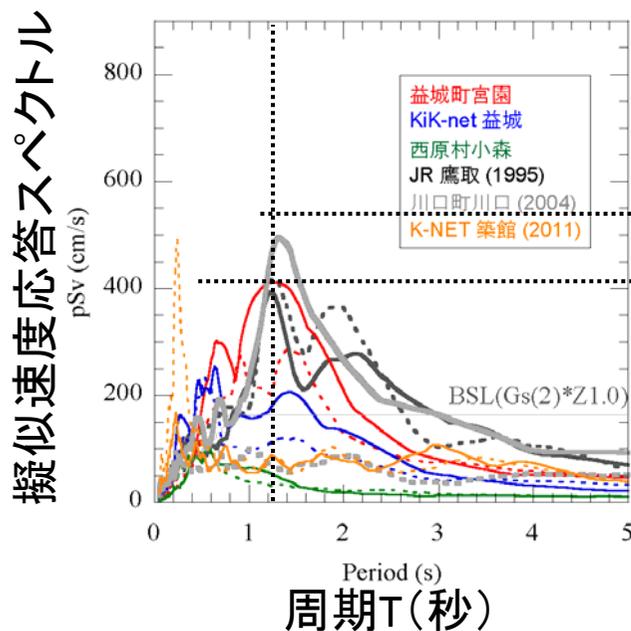
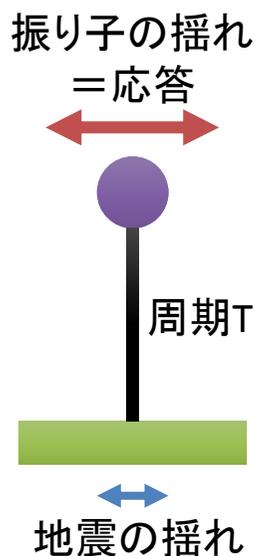




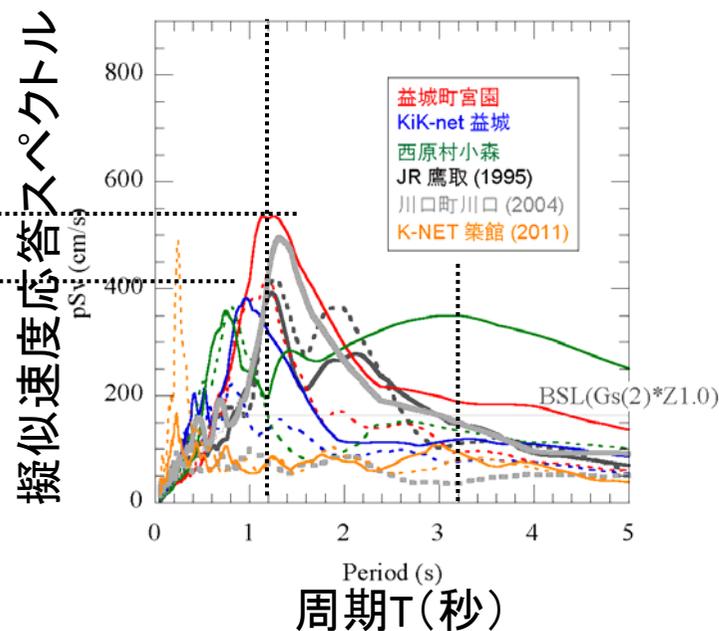


2008年岩手・宮城内陸地震(①KiK-net一関西: IWTH25)、2008年岩手県沿岸北部の地震(②KiK-net玉山: IWTH02)、2004年新潟県中越地震(③新潟県自治体震度計川口町、④K-NET小千谷: NIG019、⑤新潟県自治体震度計山古志村)、2004年新潟県中越地震最大余震(⑥新潟県自治体震度計川口町)、2003年宮城県沖地震(⑦KiK-net住田: IWTH04、⑧KiK-net陸前高田: IWTH27)、2000年鳥取県西部地震(⑨KiK-net日野: TTRH02)、2007年能登半島地震(⑩K-NET穴水: ISK005)、1995年兵庫県南部地震(⑪神戸海洋気象台(JMA)、⑫JR鷹取、⑬葦合(大阪ガス))。グレーのハッチで示したのは最大速度が100cm/s以上かつ最大加速度が800gal以上の領域で、川瀬(1998)が提案した構造物に対し大きな被害がでる目安である。点線は、等価卓越周波数(最大加速度/最大速度/2π)が0.5, 1.0, 2, 5Hzである線を示す。

前震・本震と過去の地震の震源近傍での観測強震動の擬似速度応答スペクトルの比較



前震 (2016年4月14日21:26)



本震 (2016年4月16日01:25)

国土技術政策総合研究所 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会

何故周期1秒の揺れが危ないのか？ 構造物の力と変形の関係

- 力、すなわち加速度が大きくなると降伏しない
- 降伏しないと変形は大きくなる
- 降伏後は、どれだけ変形するかは入力するエネルギー量(速度の大きさ)によって決まる



- 加速度も速度も大きくなると構造物が倒壊するほどの大きな変形にはならない
- 加速度も速度も大きくなるのは、周期1秒前後の揺れ

