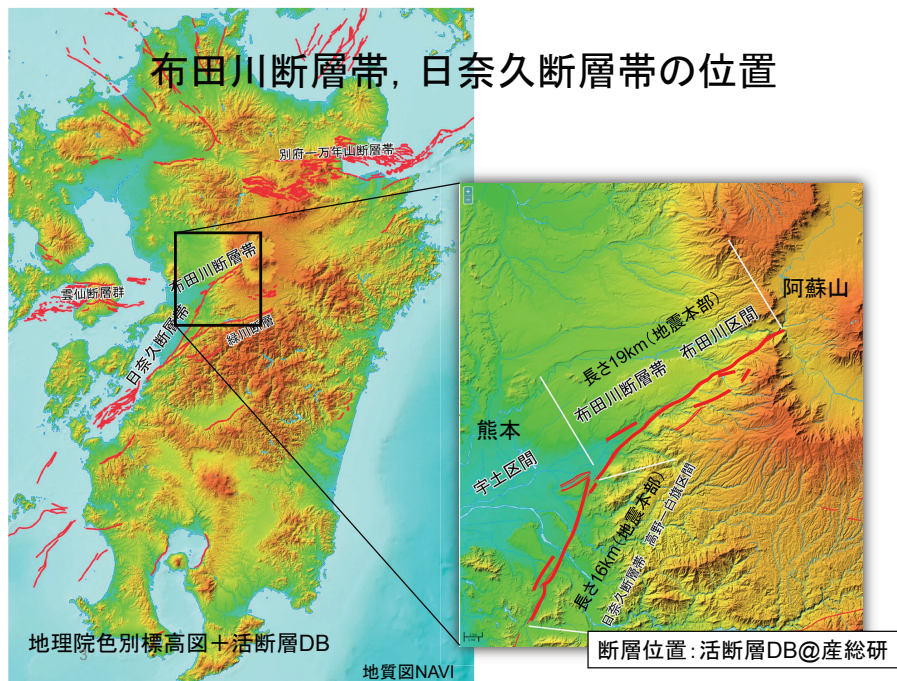


地震・地震断層・地震動

吉見雅行

(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)



報告書 1 章, 2 章目次

・ 1 章: 被災地域の概要

- ・ 1. 1: 地形と地質(大谷順 熊本大学)
- ・ 1. 2: 活断層の分布と評価(吉見雅行 産総研)
- ・ 1. 3: 既往の地震活動(吉見)
- ・ 1. 4: 2016年熊本地震の被害統計(吉見)



・ 2 章: 地震・地震断層・地震動

- ・ 2. 1: 地震活動の概要(三宅弘恵 東京大学)
- ・ 2. 2: 地震のメカニズム(三宅)
- ・ 2. 3: だいち2号が捉えた熊本地震の地殻変動(小林知勝 国土地理院)
- ・ 2. 4: 熊本地震の地表地震断層(吉見)
- ・ 2. 5: 地震動の特徴(後藤浩之 京大防災研)

2.1 地震活動の概要

2016年熊本地震

2016年4月14日21時26分以降の一連の地震活動のことを指す

布田川断層帯, 日奈久断層帯で発生

同一地点で震度7が2回観測された

- ・ 4/14の地震(前震): 益城町宮園
- ・ 4/16の地震(本震): 益城町宮園, 西原村小森

大分県で誘発地震が発生

- ・ 由布院, 別府の被害はこの地震に起因

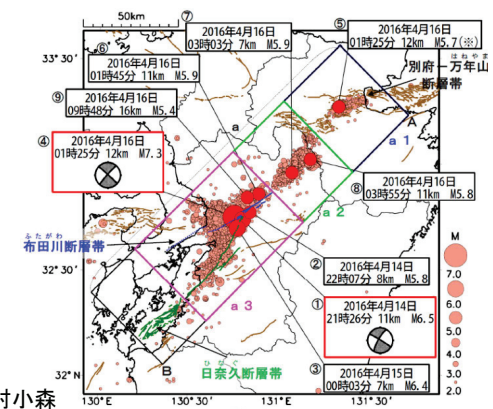


図2.1-1 2016年熊本地震の地震活動の状況(気象庁)

発生時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
2016 4/14 21時26分	熊本地方	6.5	7
22時07分	熊本地方	5.8	6弱
4/15 00時03分	熊本地方	6.4	6強
4/16 01時25分	熊本地方	7.3	7
01時45分	熊本地方	5.9	6弱
03時55分	阿蘇地方	5.8	6強
09時48分	熊本地方	5.4	6弱

表2.1-1 震度6弱以上を記録した地震→

前震、本震の断層面に関する知見

■熊本地震報告書には記載していません

緑丸：前震(4/14 Mj6.5)～本震(4/16 Mj7.3)発生直前

青丸：本震発生後～4/21 23:59

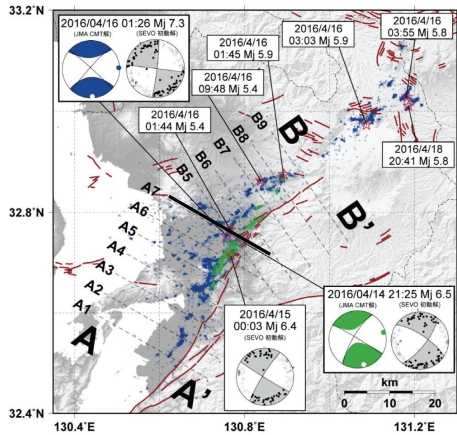


図4. 熊本地震発生から約1週間の高精度震源再決定結果。
緑点：4/14の前震から4/16の本震発生前まで
青点：本震発生後から4/21までの地震。
初動震源機構解は九州大学、CMT解は気象庁。赤線は活断層。

文部科学省・九州大学：平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査、平成28年度報告書

布田川・日奈久断層 junction部分 A7(日奈久)

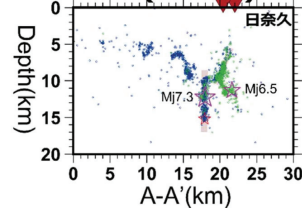


図5. 布田川・日奈久断層のジャンクション領域における深さ断面。日奈久断層の走向に投影。
赤逆三角形：活断層位置

布田川断層・日奈久断層の合流地点は複雑な断層構造をしている。

2.2 地震のメカニズム

九州中部の伸長場で発生：右横ずれ＋正断層

2016年熊本地震(本震)の震源破壊過程の特徴

- ・断層北東側(西原村～阿蘇大橋付近)の浅い部分に大きな断層すべり
- ・阿蘇カルデラ内部の断層すべりは小さい
- ・布田川断層帯布田川区間に加え、その延長部にもすべりが広がっている

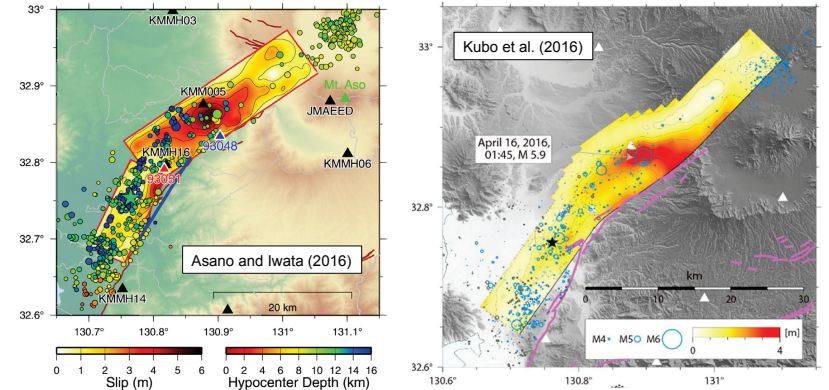


図2.2-1 2016年熊本地震の本震の震源破壊過程の例

2.3 だいち2号が捉えた熊本地震の地殻変動

だいち2号：JAXAが開発した合成開口レーダー（SAR）専用衛星（2014/5）

波長24cmのマイクロ波を採用：植生の透過率高く、地表面情報取得に有利

■報告書には干渉SAR解析に加え、ピクセルオフセット法による3成分変位推定値も掲載

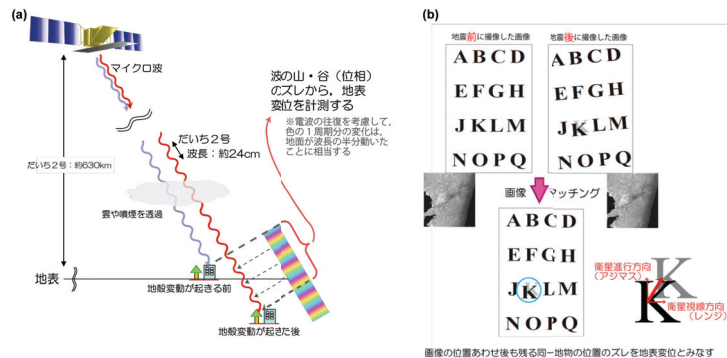


図2.3-1 (a)干渉SAR及び(b)ピクセルオフセットの原理(国土地理院ウェブサイト(http://www.gsi.go.jp/cais/pixel_offset.html))の図を一部改変)。

本震による地殻変動（3成分）：ピクセルオフセット法

布田川断層を挟んで北側と南側で変位に不連続

西側では日奈久断層に沿って不連続

- ・変位はすべて右横ずれ、上下変位は2mを超える場所もある

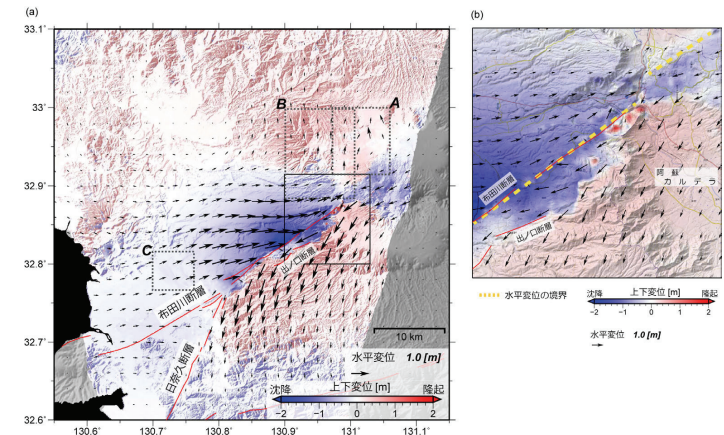


図2.3-3 (a)本震に伴う地殻変動。点線枠A、B、Cは、それぞれ図2.3-4(a)、(b)、(c)の範囲を示す。
(b)布田川断層東部の拡大図(図(a)の実線枠内)。

干渉SARで捉えられた熊本市内の微小地表変位

(c)

■現地写真例(報告書には掲載なし)

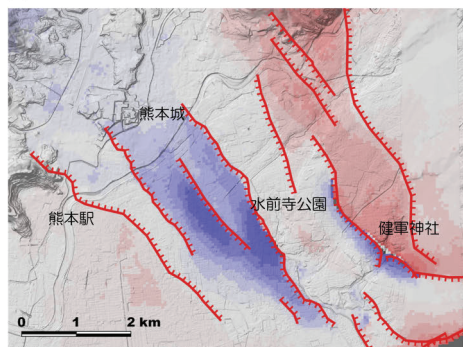
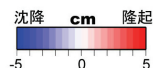


図2.3-4 (c)水前寺公園周辺の上下変位分布。Fujiwara et al. (2016)からの引用(一部改変)



市内に系統的な凹凸が見られる。

特に健軍神社南部では地形との相関高い。



引張性のクラック+わずかな上下変位

2017/9/14 吉見撮影

2.4 熊本地震の地表地震断層

ステップ、分岐を伴いながらも概ね既知の活断層線上に連続して分布

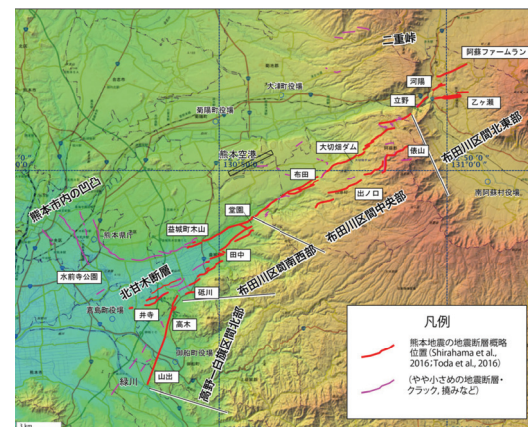


図2.4-2 地表地震断層と地形の対比(地理院地図使用)

地表地震断層の出現区間

- ・布田川断層帯沿い約28km
- ・日奈久断層帯約6km

最大変位

布田川断層帯

右横ずれ 約2.2m

北側低下 約2m

日奈久断層帯

右横ずれ 約0.75m.

小さめの地震断層が延長に存在

地形境界に存在: 繰り返し変位

両断層帯の会合部付近では

前震に伴わずれが、本震で拡大

2.4.3 地表地震断層と土木構造物

熊本地震の地震断層は、多くの土木構造物の直下もしくは極近傍を通過

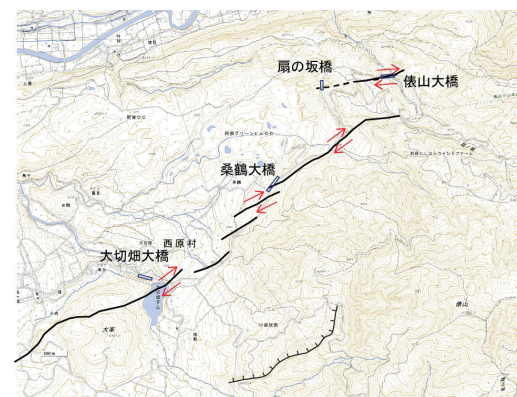


図2.4-5 県道28号線俵山バイパス付近の地震断層通過位置と主要土木構造物

県道28号線俵山バイパス: 断層崖に沿って道路が敷設されており、多くの橋梁近傍に地震断層が認められた。

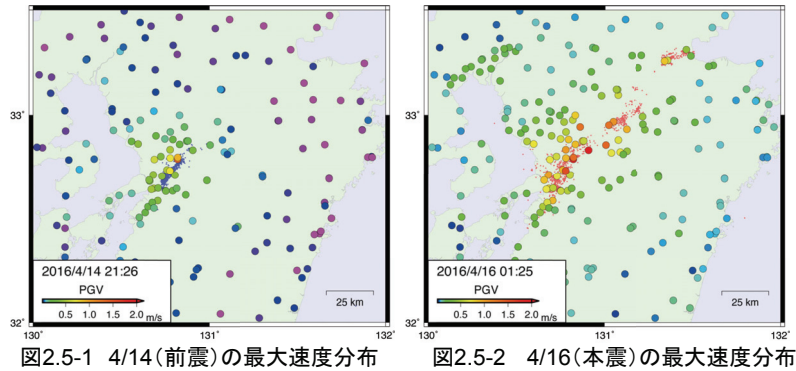


2.5 地震動の特徴

強い地震動(PGA 5.0m/s², PGV 0.5m/s超)の範囲

前震:震源断層近傍から熊本平野

本震:熊本平野から大分県中部
#大分県中部は、本震直後の誘発地震による



最大加速度・最大速度値

前震

観測点	最大加速度 (cm/s ²)	観測点	最大速度 (cm/s)
KiK-net益城	925	益城町宮園	138
益城町宮園	815	KiK-net益城	92
熊本西区春日	736	K-NET熊本	72
K-NET矢部	669	熊本西区春日	61
熊本北区植木町	640	宇城市松橋町	53

本震

観測点	最大加速度 (cm/s ²)	観測点	最大速度 (cm/s)
大津町大津	1,754	西原村小森	256
KiK-net益城	1,314	益城町宮園	182
南阿蘇村河陽	1,292	南阿蘇村河陽	139
熊本北区植木町	937	KiK-net益城	133
南阿蘇村河陰	921	菊池市旭志	129
菊池市旭志	920	阿蘇市内牧	108

980 gal超, 100 cm/s超の地震動が多数観測された

震源近傍におけるパルスの地震動

西原村小森:
パルス幅2秒程度の大速度波形
(永久変位約2m)
→断層極近傍、近地項の影響も要検討

南阿蘇村河陽:
南北成分に明瞭なパルス
→断層破壊+S波放射特性

阿蘇市内牧:大規模地盤変状の影響も要検討
一の宮:後続位相はカルデラの盆地効果か

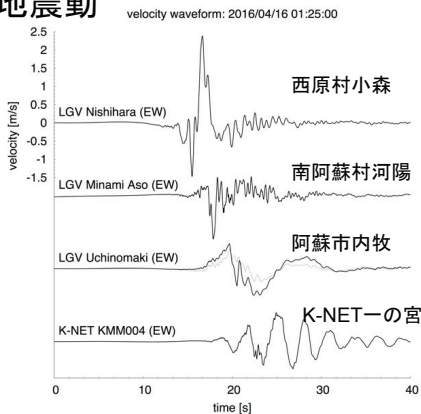
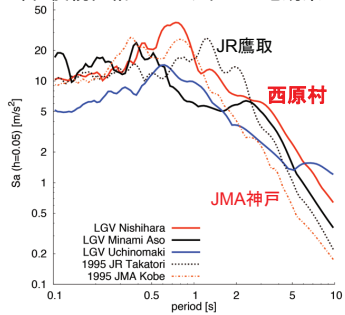


図2.5-16 本震の速度波形(東西成分)

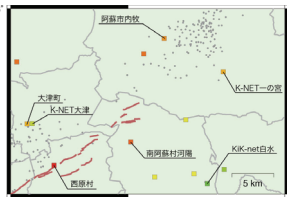


図2.5-14 阿蘇地区の地震観測点位置(灰点は余震震央)

まとめ

■内容豊富で一部しか伝えきれません。詳細は報告書を御覧ください。

- 2016年熊本地震は、既知の断層沿いで発生
 - 九州中部の伸長場に対応したメカニズムの地震(右横ずれ+正断層)
 - 詳細余震分布に基づく、断層構造は複雑
- 布田川断層北東部の浅い領域に大滑り
 - 断層すべり速度関数には深さ依存性がありそう
- だいち2号により、詳細な地殻変動が観測された。
 - 微小な地殻変動が主断層の延長・周辺に存在。既存地形と対応。
- 既知の活断層に沿って地表地震断層が出現
 - 多くの土木構造物に断層変位が影響
- 前震、本震ともに強い地震動
 - 大きな永久変位を伴う断層極近傍の地震動は、今後の地震動評価にとって重要