



2016年熊本地震における 液状化の調査速報

地震で亡くなられた方の御冥福をお祈り申し上げますとともに、
被災された方々に心よりお見舞い申し上げます

2016年5月

飛島建設株式会社



調査の概要

目的：・液状化発生地点の把握
・液状化の程度とそれに起因する被害の把握

方法：現地調査による液状化とその被害の確認

事前準備：

- ・新聞報道
- ・飛島建設九州支店の先行調査
- ・他機関の調査結果
- ・国土地理院の空中写真より噴砂の判読¹⁾，
Google Earthの空中写真から判読

(1)：村上・永瀬(村上哲，永瀬英生：地盤工学会熊本地震地盤災害説明会資料2016.04.27の方法
にならう)



調査地点

2016年5月8日(日):別府:晴れ, 熊本:曇りのち雨

- ・別府港周辺
- ・益城町(秋津川沿岸部:広崎, 惣領, 宮園)
- ・熊本市東区秋津町

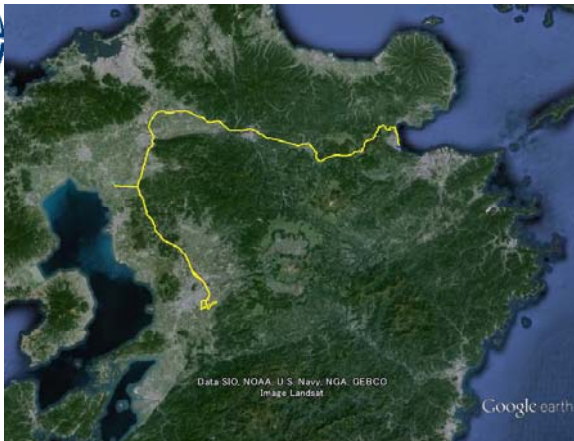
2016年5月9日 熊本:雨時々曇り

- ・八代市(日奈久, 八代港, 郡築十二番町, 昭和同仁町)
- ・嘉島町(矢形川, 御船川周辺)
- ・御船町小坂, ・甲佐町芝原, ・嘉島町
- ・熊本市東区(加勢川沿い)
- ・熊本市南区(元三町, 川尻, 八幡, 南高江, 合志, 苅草, 日吉, 近見)

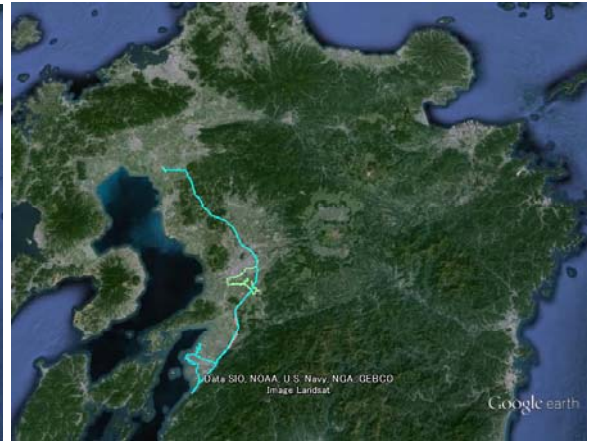
2016年5月10日 熊本:雨

- ・長洲町(長洲港・名石浜)
- ・玉名市(大正開漁港・玉名漁港・横島漁港)
- ・熊本市西区(河内町・河内漁港・塩谷漁港・百貫港)
- ・熊本市西区(小島・小島下町・中島町・新港)
- ・熊本市南区(八文字町, 孫代町)
- ・熊本市南区(四番漁港, 海路口漁港)
- ・熊本市東区(近見)

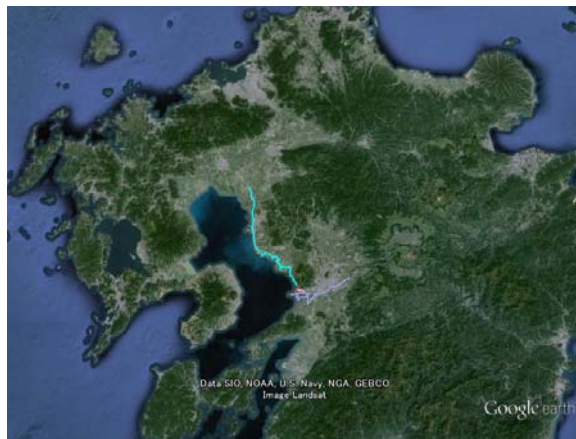
3



5月8日



5月9日



5月10日

調査ルート

4



地震の概要

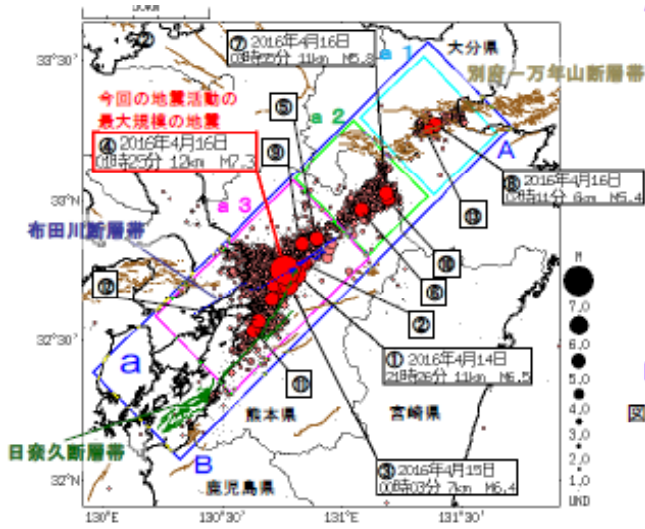


図2-1 震央分布図
(2016年4月14日～2016年5月12日09時30分、深さ0～20km、Mすべて)
M \geq 5.0以上または最大震度5以上の地震を濃く表示。
図中の青・緑・茶色の各線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

【前震】4月14日21時26分
深さ11km
Mj=6.5
日奈久断層高野-白旗区間

【本震】4月16日1時25分
深さ12km
Mj=7.3
布田川断層布田川区間

別府-万年山(はねやま)断層帯

地震調査推進本部平成28年(2016年)熊本地震の評価, 2016.05.13²⁾



震度分布

4月14日
21時26分

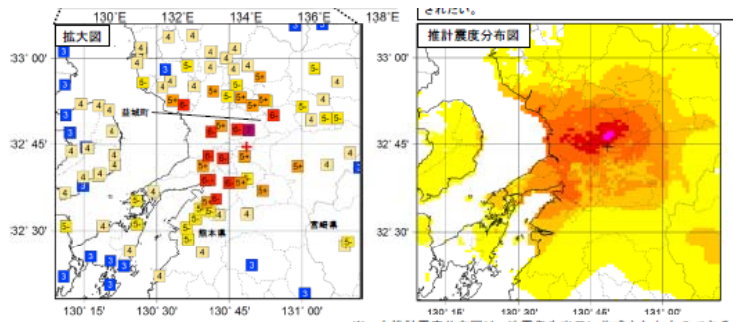
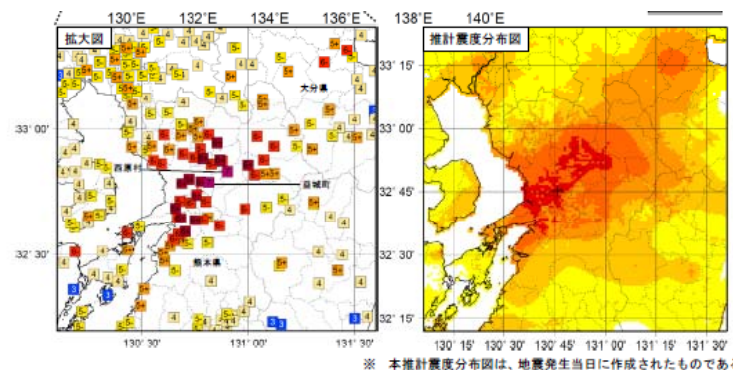


図3-2 4月14日21時26分 熊本県熊本地方の地震(M6.5、深さ11km、最大震度7)の震度分布図
(+印は震央を示す。凡例は図3-1に等しい。)

4月16日
1時25分

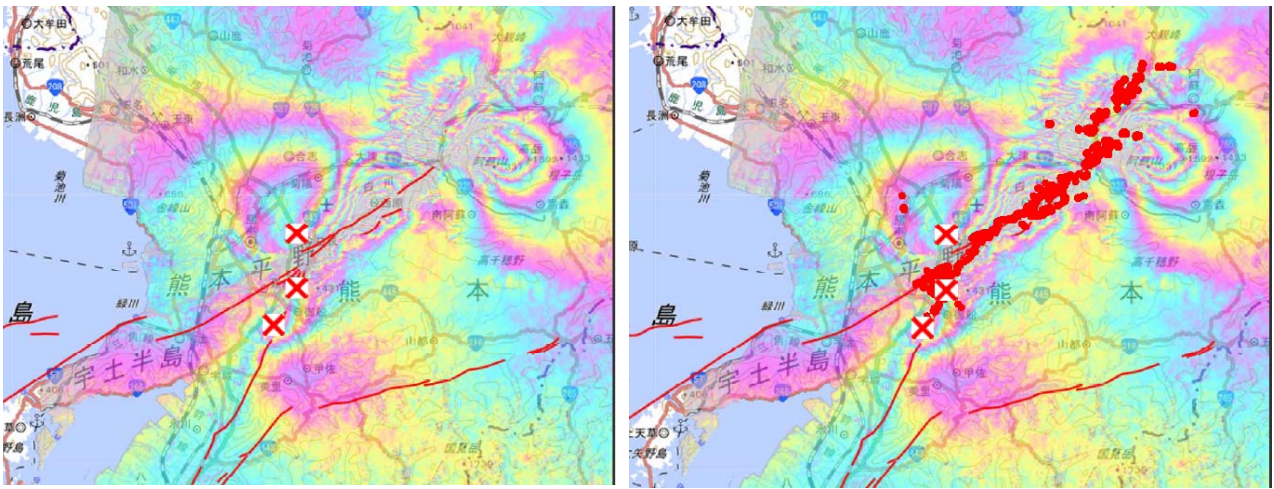


※ 本推計震度分布図は、地震発生当日に作成されたものである。

地震調査推進本部平成28年(2016年)熊本地震の評価, 2016.05.13²⁾

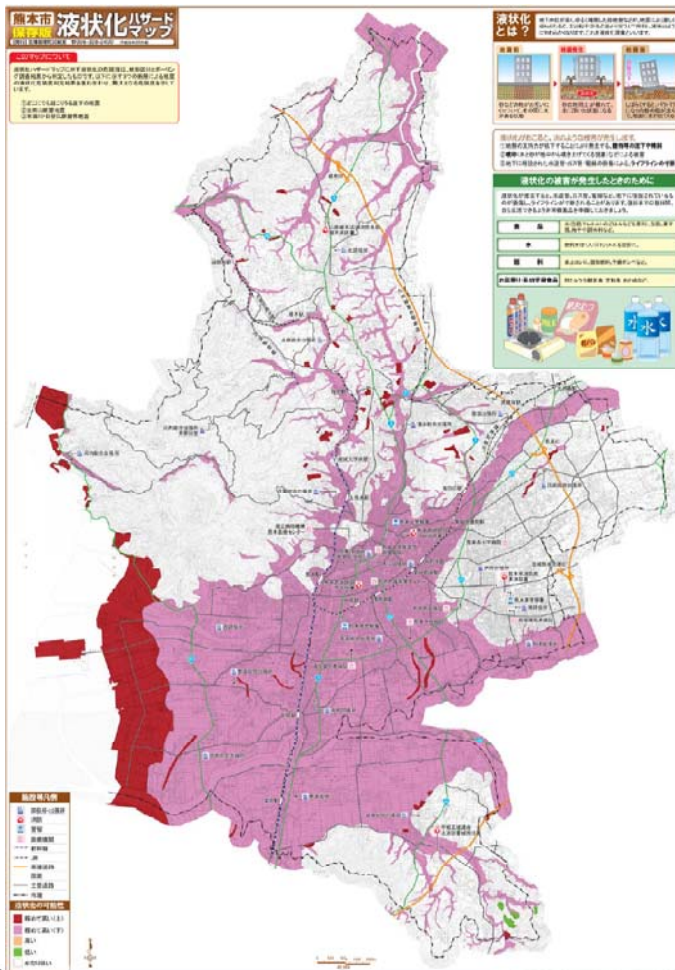


断層の位置，地表亀裂の位置



国土地理院：都市圏活断層図，地震による地表亀裂2016.05.13，
だいち2号干渉SARによる変動解析結果，2016.05.11.³⁾

7



熊本市 液状化 ハザード マップ

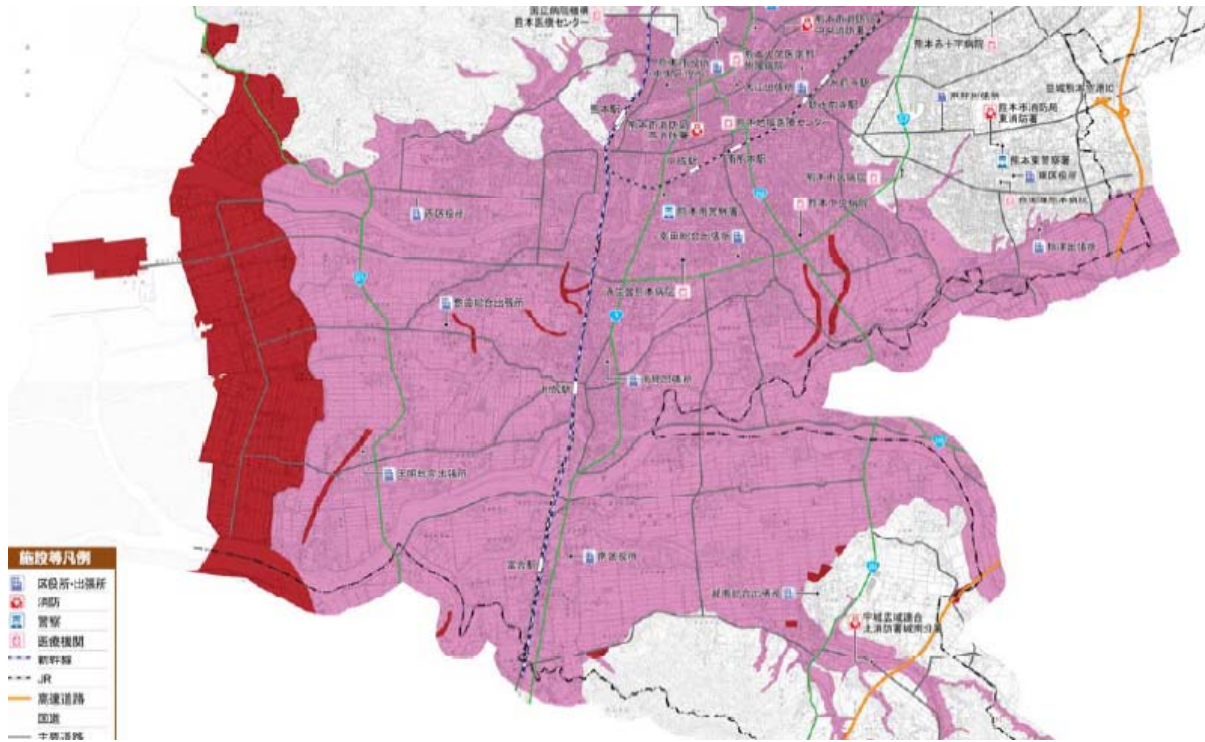
熊本市：熊本市液状化ハザード
マップ，2012.4.16.⁴⁾

8





熊本市液状化ハザードマップ(拡大)



9



液状化の特徴

熊本平野

- ・熊本平野の広範囲に分布(人工改変地:埋立, 干拓, 盛土..)
- ・河川や水路が多く存在し, 地下水位も高い
- ・旧河道と考えられる地点に連続的に液状化地点が分布
- ・埋立地・干拓地で液状化が発生しているが全域ではない
- ・住宅等小規模構造物の傾斜・沈下・変形
- ・河川堤防, 道路, 水路, 農地, 建物, 産業施設の被害
- ・港湾での液状化:熊本港
- ・再液状化(1899年熊本地震, 前震・本震)
- ・噴砂:火山灰質土が主体

広い範囲での強震動の影響:遠方でも液状化

- ・八代市干拓地:再液状化(1968日向灘地震, 前震・本震)
- ・別府市沿岸部

10



大分県別府市

- ①別府市中央浄化センター
護岸の亀裂・移動
グラウンドの亀裂・噴砂
建物周囲の沈下



沿岸部での液状化

- ②別府港フェリーターミナル
駐車場での亀裂・噴砂
岸壁の段差



11



八代市(調査地点)



12



八代市郡築十二番町

(ぐんちくじゅうにばんちょう)

干拓地の液状化

確認した液状化地点の南限
農地内の噴砂・亀裂・段差
道路のわずかな段差



13



八代市昭和同仁町

(しょうわどうじんまち)

干拓地の液状化

1968年日向灘地震で液状化した地点³⁾の再液状化

農地の液状化

水路の損壊, 噴砂で埋まる

民家周囲の沈下・亀裂, 浄化槽の浮き上がり

道路の亀裂・水路へのはらみ出し



若松 加寿江: 日本の液状化履歴
マップ 745-2008, 2011.3⁵⁾



再液状化



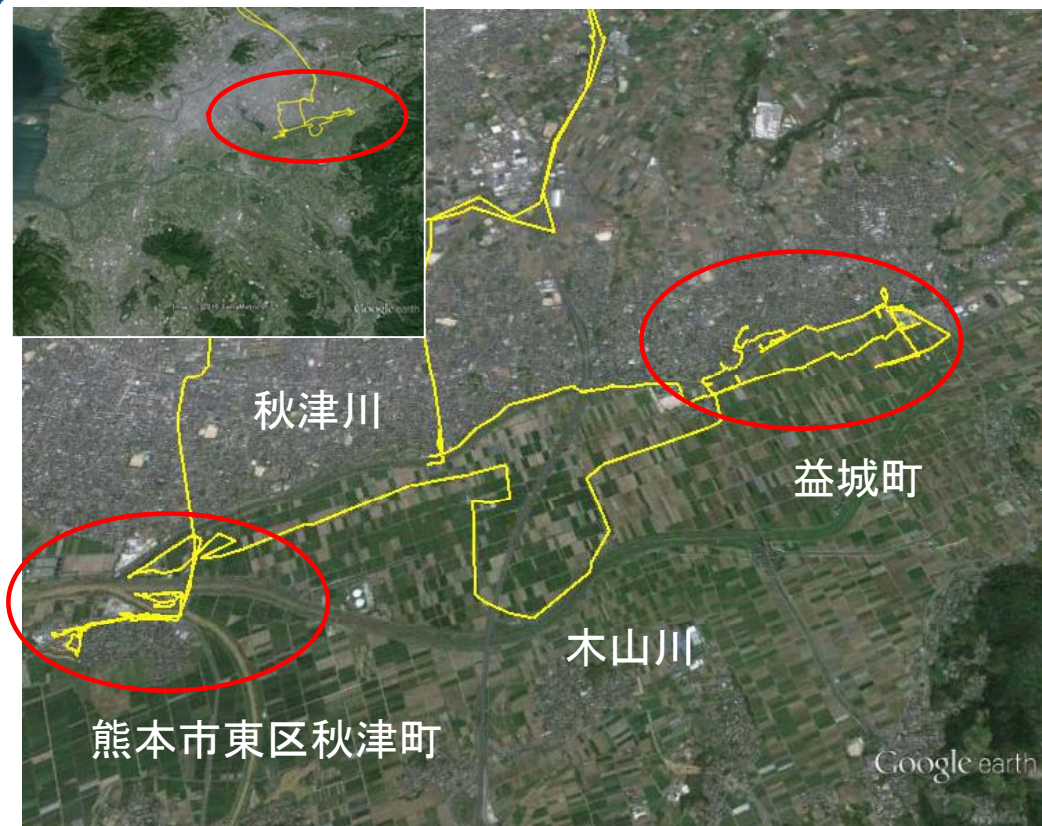
熊本市と周辺の調査地域



15



益城町・熊本市東区秋津町



16



益城町

(ましきまち)

河川近傍の低地での液状化

秋津川左岸(南側)は秋津川より標高が低い農耕地帯
噴砂・亀裂・沈下・斜面の移動が多数, 電柱傾斜
マンホールは相対的に浮上, 水路の損傷
町民グラウンド東側, 南側道路は下水管路沿いに沈下



惣領地区

地震動の被害が大きい
電柱の沈下・傾斜,
下水管路沿いの沈下
河川への地盤の流動
(噴砂は確認できず)



17

飛島建設株式会社



熊本市東区秋津町秋田間島団地

(あきつまちあきた)

河川近傍の液状化

護岸の移動による住宅の移動・沈下・傾斜
宅地内の亀裂・噴砂(水田を盛り土造成)



18

飛島建設株式会社





熊本市東区秋津町

秋津レークタウン・秋津団地

河川近傍の液状化

県道238号沿いの噴砂

秋津団地内の建物周囲の沈下と下水被害, レークタウンは変状なし

河川沿いに噴砂 (Google Earth, 国土地理院空中写真で確認)



19



嘉島町上六嘉, 北甘木,

井寺

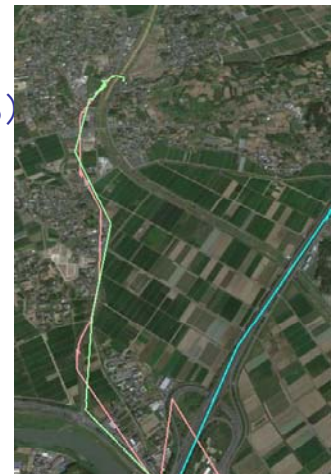
(かしままちかみろつか, きたあまぎ, いてら)

県道226号沿い

国道への取り付け盛り土の沈下はらみ出し

農地の液状化

河川堤防の地割れ



20



嘉島町上島, 鯨 (うえじま, なまず)

大型ショッピングセンター駐車場の噴砂・沈下と建物の不同沈下
住宅地での液状化
旧河道沿いの液状化



21



御船町小坂

(みふねまち おさか)

地震動強度も大きかった
: 墓石がほぼ転倒, 家屋の倒壊
水路底板の盛り上がり
建物周囲の沈下



22



熊本市東区御幸木部町

(みゆききべまち)

農地の大規模な液状化

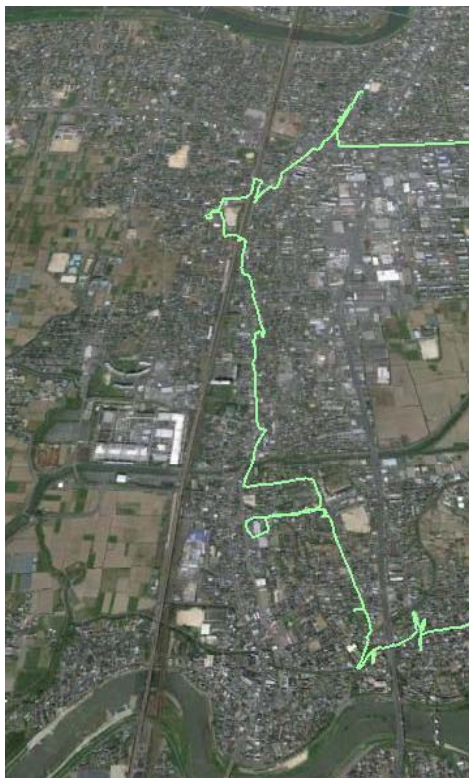
農地内での亀裂・噴砂
護岸近傍の亀裂・移動



(国土地理院: 空中写真2016.04.15~16⁶⁾を加工)



液状化の帯



(Google Earth)



液状化の帯

(村上, 永瀬: 地盤工学会
熊本地震地盤災害説明会資料,
2016.4.27¹⁾)

旧河道ではないか との分析

(記事と図の出典:
朝日新聞デジタル
5月4日⁷⁾)



熊本市南区元三町, 八幡

(もとみまち) (やはた)



水路護岸の損傷, 水路の損傷, 建物外構の傾斜,
建物周囲の沈下

25



熊本市南区八幡(やはた)

比較的新しい戸建住宅の沈下傾斜



26



熊本市南区南高江, 合志

(みなみたかえ, ごうし)



建物の傾斜, 周囲の沈下
水路損傷, 電柱沈下・傾斜
地割れ

27



熊本市南区苅草 (かりくさ)



新幹線高架橋の下の
地盤の亀裂
在来線側方の地盤
の亀裂・噴砂
新しい住宅の傾斜,
電柱の傾斜

28



熊本市南区苅草 (かりくさ)



住宅等の沈下・傾斜,
電柱の沈下・傾斜

29



熊本市南区近見 (ちかみ)

住宅等の沈下・傾斜,
電柱の沈下・傾斜



30



熊本市南区近見

(ちかみ)

住宅等の沈下・傾斜,
電柱の沈下・傾斜



31



熊本市南区近見

(ちかみ)

住宅等の沈下・傾斜,
電柱の沈下・傾斜



32



熊本市南区八分字町，孫代町

(はぶじまち)

(まごだいまち)



テニスコートを貫く亀裂・噴砂が住宅地内に連続
ブロック塀の亀裂，沈下も連続

33



熊本市西区小島(おしま)



橋梁橋脚部の亀裂・段差・噴砂
公園(河川と旧流路の間)の液状化：
堤防端部の亀裂と大量の噴砂，水路の損傷
堤防上の建物の周囲の沈下

34



熊本市西区小島下町 (おしましもまち)



干拓地の液状化
住宅の沈下・傾斜, 建物周囲の沈下,
道路の亀裂・目地の開き, 電柱の傾斜

35



熊本市西区中島町 (なかしままち)

(なかしままち)



亀裂・噴砂が連続し, その間の地盤が沈下
住宅の沈下・傾斜, 建物周囲の沈下,
道路の亀裂・目地の開き, 電柱の傾斜

36

治水地形分類図⁸⁾との比較



旧河道と考えられる地点における液状化

国土地理院: 治水地形分類図(更新版), 2007~⁸⁾に加工

治水地形分類図⁸⁾との比較

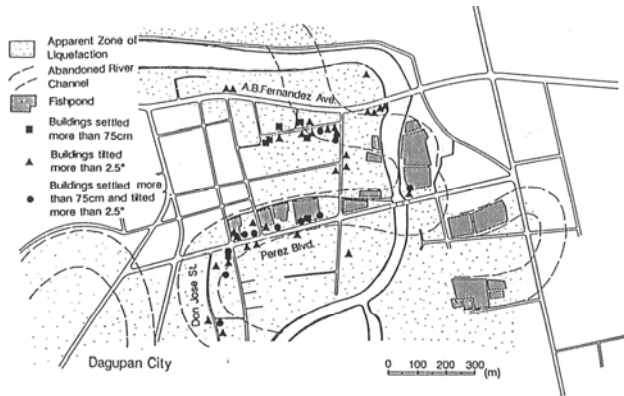
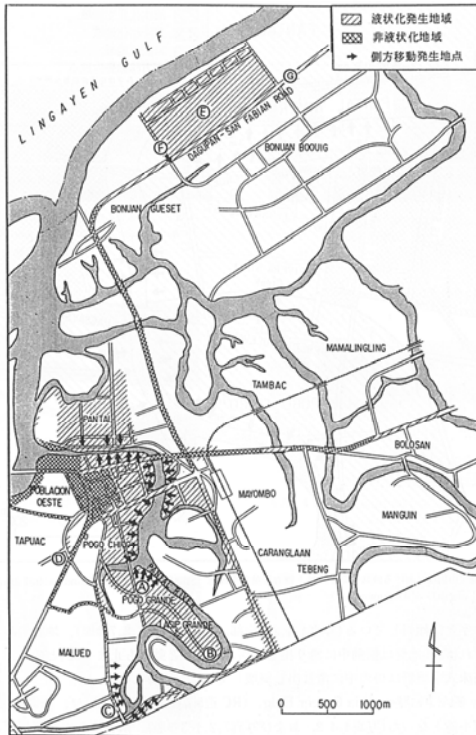


旧河道と考えられる地点における液状化

国土地理院: 治水地形分類図(更新版), 2007~⁸⁾に加工



1990年フィリピン・ルソン島地震 におけるダグバン市の液状化



類似性
低地での河川の蛇行，
旧河道上の建物の液状化被害

図の出典：日本建築学会
：1990年フィリピン地震被害調査報告，1991⁹⁾



1990年フィリピン・ルソン島地震 におけるダグバン市の液状化



類似性
低地での河川の蛇行，
旧河道上の建物の液状化被害

写真の出典：
三輪滋他：1990年フィリピン・ルソン島地震被害調査（その2：液状化による被害）¹⁰⁾，
とびしま技報（建築）No.24, pp111-127, 1991
飛島建設，竹中工務店：フィリピン地震地盤閉
連調査結果速報，1990¹¹⁾



前震での液状化と本震での液状化による噴砂の程度を比較できる



空中写真の比較

4月15日撮影

地理院地図
GIS Maps



4月16日撮影

(国土地理院: 空中写真2016.04.15~16⁶⁾)

41



前震での液状化と本震での液状化による噴砂の程度を比較できる

地理院地図
GIS Maps



空中写真の比較

4月15日撮影



4月16日撮影

(国土地理院: 空中写真2016.04.15~16⁶⁾)

42



港湾・漁港

熊本港では、大規模な液状化
道路の沈下

フェリーターミナル建物周囲の沈下

駐車場の亀裂・噴砂

別府港では、フェリーターミナル駐車場で亀裂・噴砂、

近傍の岸壁で、亀裂・段差

八代港・長洲港

漁港

・八代市: 日奈久漁港

・玉名市: 大正開漁港, 玉名漁港, 横島漁港

・熊本市西区: 河内漁港, 塩屋漁港, 百貫港

・熊本市南区: 四番漁港, 海路口漁港

いくつかの漁港(赤字で表示)で岸壁の沈下, 道路の亀裂,
目地の開きが生じていたが, 噴砂は確認できなかった。



調査した港湾・漁港





熊本港 熊本市西区新港 (しんみなと)

埋立地の液状化
建物周囲の沈下, 施設の沈下・傾斜
道路の沈下, 岸壁の亀裂



45



漁港



塩屋漁港 熊本市西区河内町河内: 岸壁の沈下, 段差, 目開き, 道路の亀裂
(かわちまちかわち)

百貫港

熊本市西区松尾町近津
(まつおまちこうづ)
岸壁の沈下・段差・目開き



海路口漁港(うじくじ)

熊本市南区海路口町(うじくじまち)
岸壁の目開き
岸壁背後地盤の亀裂・沈下

46



沿岸部の構造物



熊本市西区
河内町白浜
(かわちまちしらはま)
農村運動場横の水門
建物周囲の沈下・地盤亀裂
旧水門構造物の亀裂



熊本市西区
河内町白浜
護岸構造物の損傷
座屈している

47



検討課題

- ・旧地形と被害の関係
- ・液状化した砂の特徴
- ・地震動強度との関係
- ・地盤構造との関係
- ・液状化ハザードマップとの関係
- ・本震・前震の影響度
- ・対策の提唱

謝辞

調査にあたり、準備に多くの方々の情報を参考にさせていただきました。

参考文献や調査の準備に参考とさせていただいた資料に記載いたします。

ここに厚く御礼申し上げます。

48



お悔みとお見舞い

地震で亡くなられた方の御冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

調査の結果を少しでも復興に役立させていただきたいと存じます。

謝辞

調査にあたり、準備に多くの方々の情報を参考にさせていただきました。

参考文献や調査の準備に参考とさせていただいた資料に記載いたします。

ここに厚く御礼申し上げます。

49



参考文献

- 1) 村上哲, 永瀬英生: 地盤工学会熊本地震地盤災害説明会資料; 液状化被害, 2016.4.27.
- 2) 地震調査推進本部平成28年(2016年)熊本地震の評価, 2016.05.13.
- 3) 国土地理院: 都市圏活断層図, 地震による地表亀裂2016.05.13, だいち2号干渉SARによる変動解析結果, 2016.05.11.
- 4) 熊本市: 熊本市液状化ハザードマップ, 2012.4.16.
- 5) 若松 加寿江: 日本の液状化履歴マップ 745-2008, 2011.3.
- 6) 国土地理院: 空中写真, 2016.04.15~16.
- 7) 朝日新聞デジタル, 熊本内陸部に「液状化の帯」 全長5キロ、「旧河道」か, 2016.5.4.
- 8) 国土地理院: 治水地形分類図(更新版), 2007~.
- 9) 日本建築学会: 1990年フィリピン地震被害調査報告, 1991.
- 10) 三輪滋, 戸早孝幸, 森伸一郎, 関真一: 1990年フィリピン・ルソン島地震被害調査(その2: 液状化による被害), とびしま技報(建築)No.24, pp111-127, 1991.
- 11) 飛島建設, 竹中工務店: フィリピン地震地盤関連調査結果速報, 1990.⁵⁰



調査の準備で参考とさせていただいた資料 (その1)

地盤工学会 熊本地震地盤災害説明会(2016.04.27)

石藏良平:河川堤防等の被害

村上哲, 永瀬英生:液状化被害

平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会(2016.04.27)

清田隆, 池田隆明, 内村太郎, 小長井一男:2016年熊本地震地盤被害調査 Ver3.1
内藤, 竹信, 野津:平成28年熊本地震(M7.3)による熊本港・熊本空港における被害
に関する調査速報

松田 泰治:土木学会西部支部・調査報告

安田進, 石川敬祐, 基礎地盤コンサルタンツ株式会社:2016年4月16日 熊本地震
の現地被害状況(速報), 2016.04.20.

小山 拓志:平成 28 年(2016年)熊本地震の被害報告:液状化現象の発生況と被害
について【速報】, 2016.04.22.

原忠:平成28年(2016年)熊本地震初動調査(速報版), 2016.05.03.

若松 加寿江:日本の液状化履歴マップ 745-2008, 2011.3.

熊本市:熊本市液状化ハザードマップ, 2012.4.16.

国土地理院:空中写真, 2016.04.15~16.

51



調査の準備で参考とさせていただいた資料 (その2)

気象庁:「平成28年(2016年)熊本地震」について(第33報),
2016.04.27.

国土交通省:熊本県熊本地方を震源とする地震について(第21報),
2016.04.25.

農林水産省:平成28年熊本地震に関する農林水産省緊急自然災害
対策本部(第4回会合), (第5回会合)(資料), 2016034.22,
2016.04.26.

朝日新聞デジタル:熊本内陸部に「液状化の帯」全長5キロ、「旧河
道」か, 2016.5.4.

NHK NEWS WEB:熊本・甲佐町で地面から大量の水 液状化現象か,
2016.04.15 9時25分

NHK NEWS WEB:熊本の液状化被害 少なくとも数十か所,
2016.04.17 20時11分

テレ朝ニュース:熊本市内で液状化 震度7で避難所の小学校,
2016.04.15 01:03.

52



参考資料 地震動記録

■ 益城町の記録

- ・1995年兵庫県南部地震の震災の帯の近傍で観測された地震動と同等かあるいは上回るの地震動レベル
- ・周期1秒から2秒程度が卓越

■ 熊本市

- ・熊本市内の記録でも大きな加速度, 応答スペクトル
- ・1995年兵庫県南部地震の神戸海洋気象台の記録と同等に近い応答スペクトル強度

※熊本地震の強震記録については

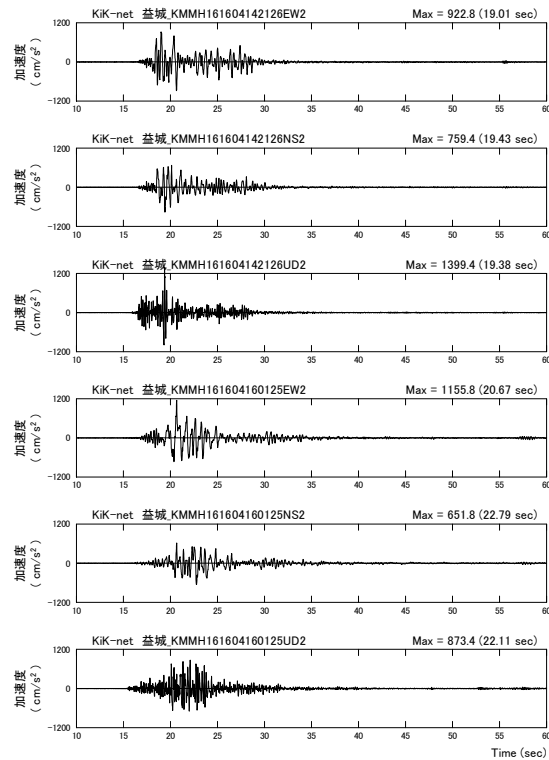
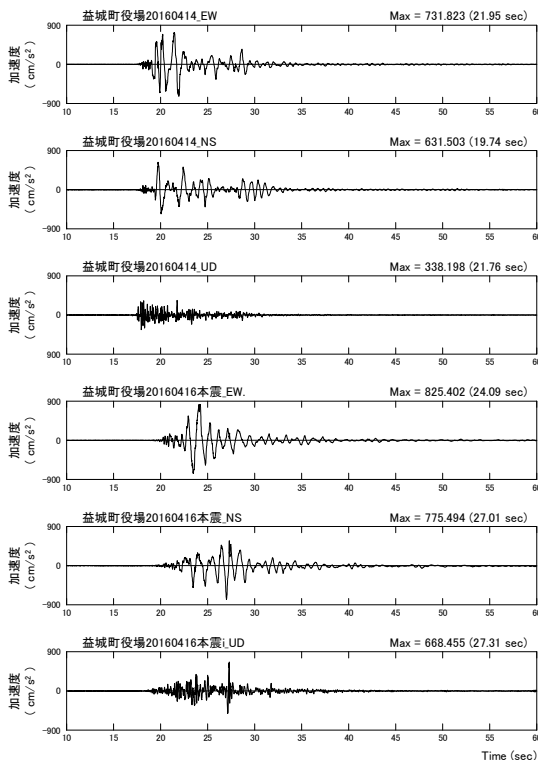
- ・防災科学技術研究所:K-NET,KiK-netの記録
 - ・気象庁及び熊本県の記録
- を使用させていただきました。

1995年兵庫県南部地震の記録では, 気象庁神戸海洋気象台, JR鷹取の記録を使用させていただきました。

53



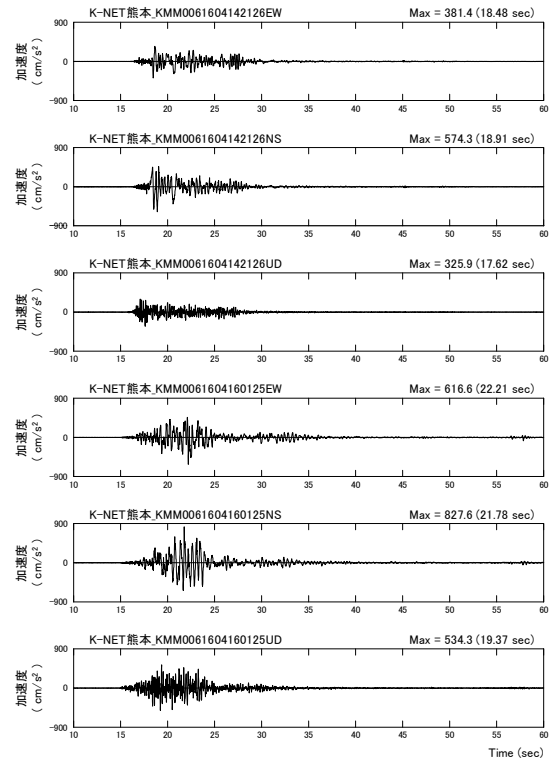
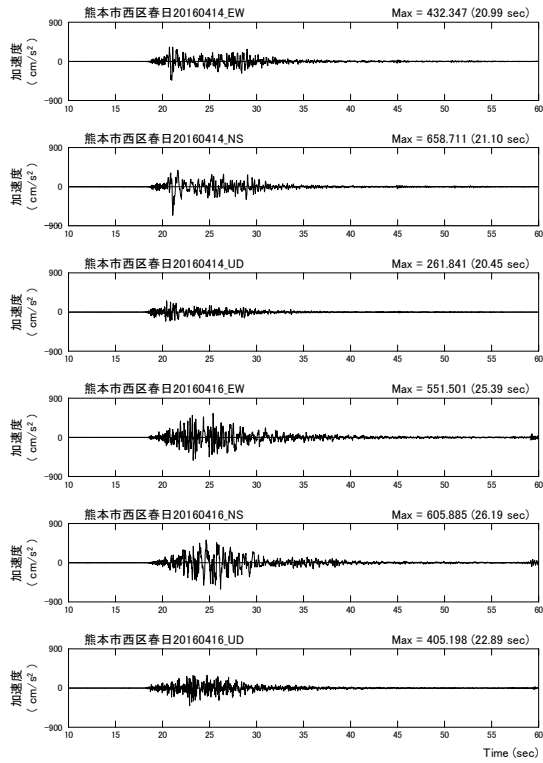
地震動(益城町役場, KiK-net益城)



54



地震動(熊本市西区春日, K-NET熊本)

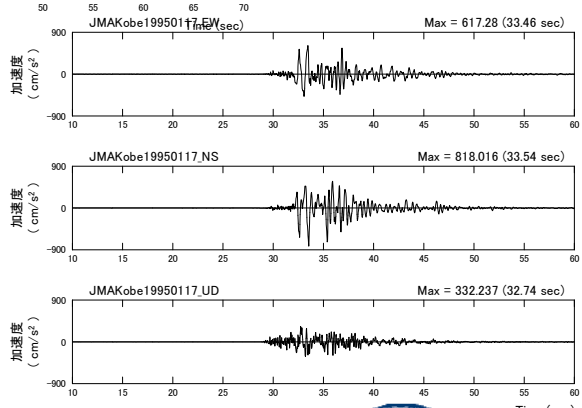
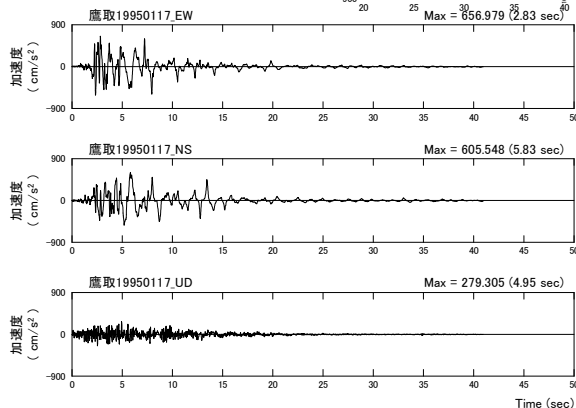
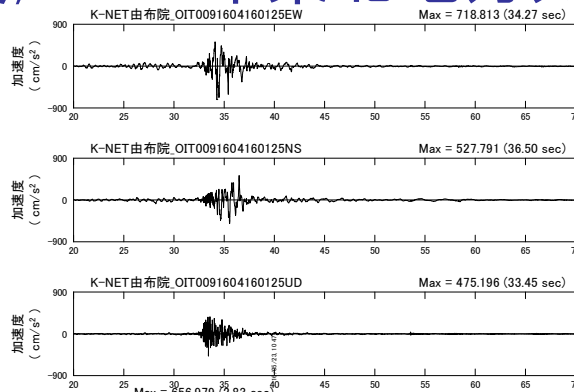


時刻歴図

時刻歴図

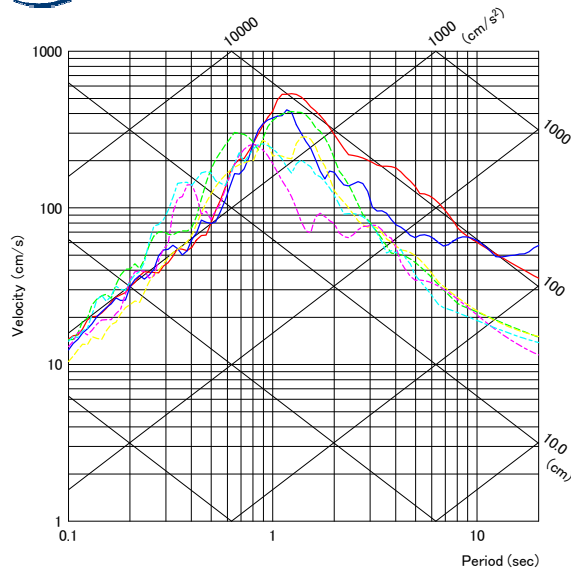


地震動(K-NET由布院, 1995年兵庫県南部地震, 2011年東北地方太平洋沖地震)

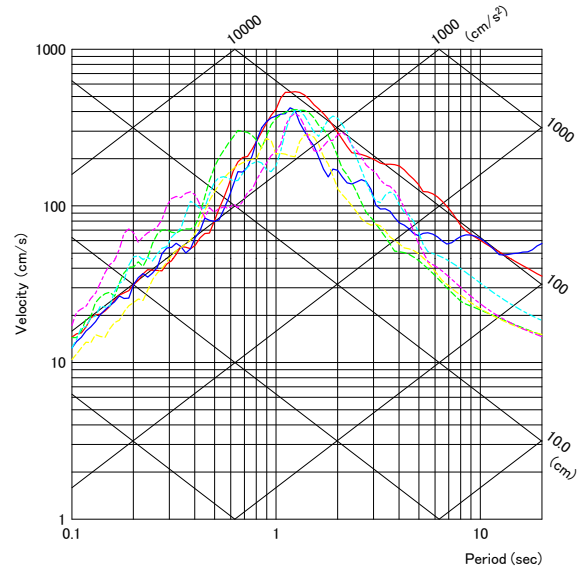




疑似速度応答スペクトル



線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	益城町役場20160416本震_EW (h=9%)	3005	536	115
—	益城町役場20160416本震_NS (h=9%)	2418	423	183
—	益城町役場20160414_EW (h=9%)	2930	413	91
—	益城町役場20160414_NS (h=9%)	1885	285	67
—	JMAKobe19950117_EW (h=9%)	2309	254	40
—	JMAKobe19950117_NS (h=9%)	2630	257	45



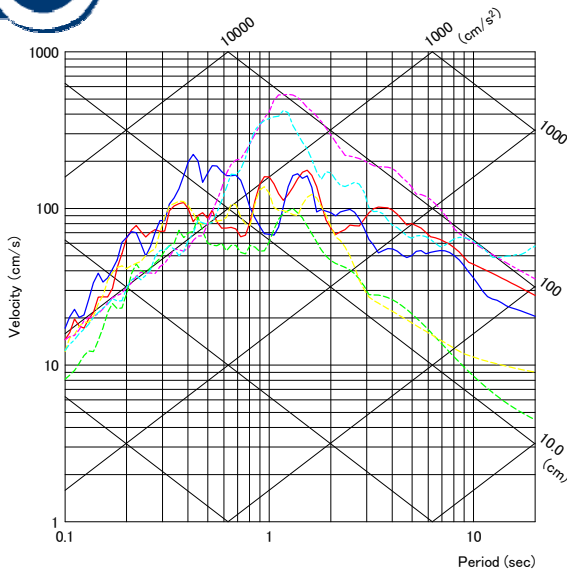
線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	益城町役場20160416本震_EW (h=9%)	3005	536	115
—	益城町役場20160416本震_NS (h=9%)	2418	423	183
—	益城町役場20160414_EW (h=9%)	2930	413	91
—	益城町役場20160414_NS (h=9%)	1885	285	67
—	震取19950117_EW (h=9%)	2359	391	99
—	震取19950117_NS (h=9%)	2071	408	116

トリパタイト応答スペクトル

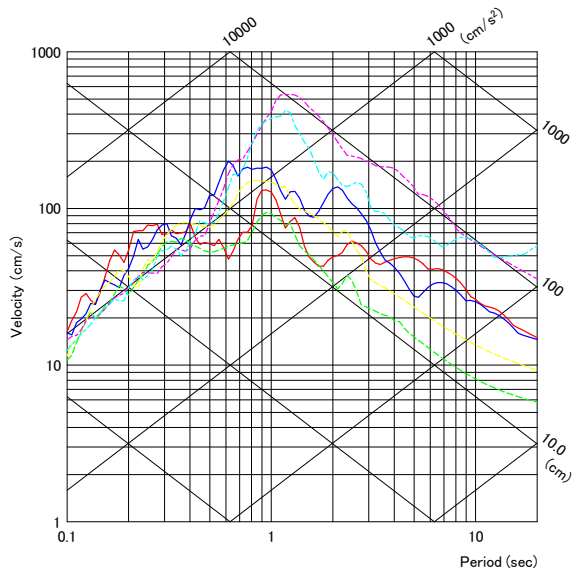
トリパタイト応答スペクトル



疑似速度応答スペクトル



線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	K-NET熊本_KMM0061604180125EW (h=9%)	2194	175	89
—	K-NET熊本_KMM0061604180125NS (h=9%)	3279	221	65
—	K-NET熊本_KMM0061604142126EW (h=9%)	1265	100	21
—	K-NET熊本_KMM0061604142126NS (h=9%)	2018	138	32
—	益城町役場20160416本震_EW (h=9%)	3005	536	115
—	益城町役場20160416本震_NS (h=9%)	2418	423	183



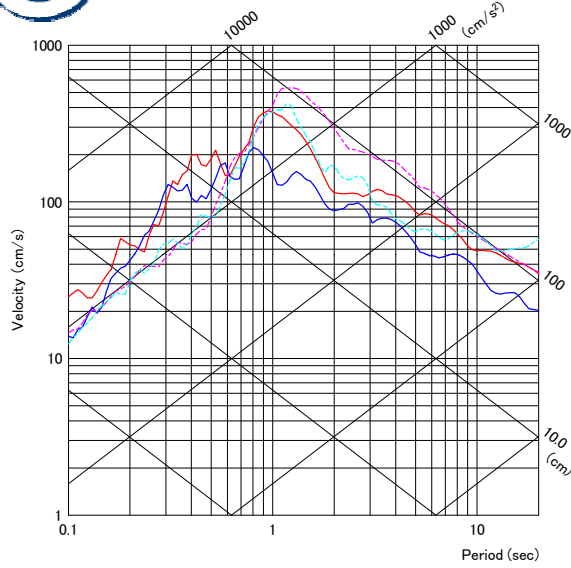
線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	熊本市西区春日20160416_EW (h=9%)	2121	131	48
—	熊本市西区春日20160416_NS (h=9%)	2044	201	47
—	熊本市西区春日20160414_EW (h=9%)	1246	94	19
—	熊本市西区春日20160414_NS (h=9%)	1431	151	30
—	益城町役場20160416本震_EW (h=9%)	3005	536	115
—	益城町役場20160416本震_NS (h=9%)	2418	423	183

トリパタイト応答スペクトル

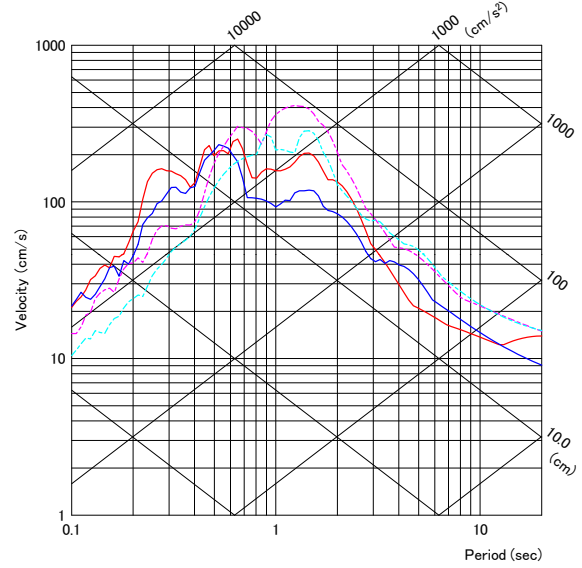
トリパタイト応答スペクトル



疑似速度応答スペクトル



線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	KIK-net 益城_KMMH16160416012SEWZ (h=9%)	3115	381	111
—	KIK-net 益城_KMMH16160416012SNSZ (h=9%)	2640	223	65
---	益城町役場20160416本震_EW (h=9%)	3005	536	115
---	益城町役場20160416本震_NS (h=9%)	2418	423	183



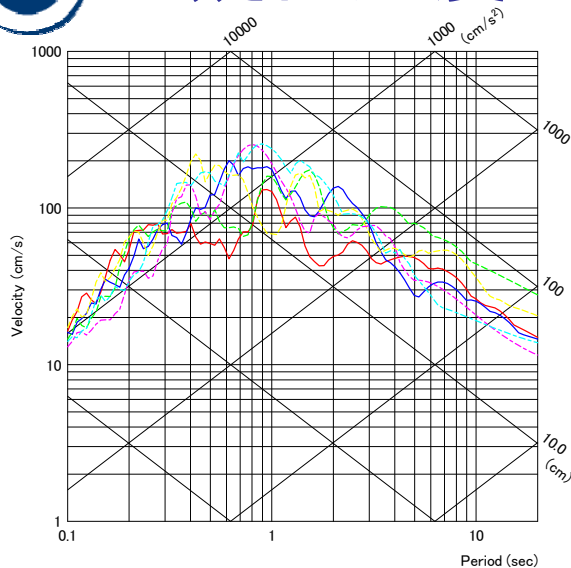
線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	KIK-net 益城_KMMH16160414212SEWZ (h=9%)	3857	252	48
—	KIK-net 益城_KMMH16160414212SNSZ (h=9%)	2776	232	29
---	益城町役場20160414_EW (h=9%)	2930	413	91
---	益城町役場20160414_NS (h=9%)	1885	285	67

トリパタイト応答スペクトル

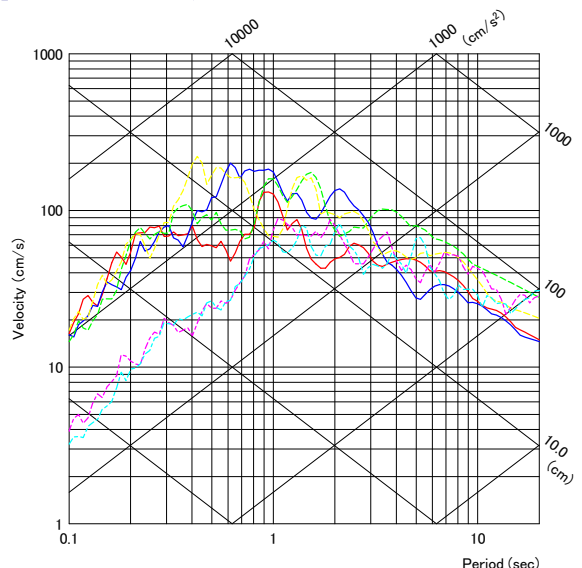
トリパタイト応答スペクトル



疑似速度応答スペクトル



線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	熊本市西区春日20160416_EW (h=9%)	2121	131	48
—	熊本市西区春日20160416_NS (h=9%)	2044	201	47
---	K-NET熊本_KMM006160416012SEW (h=9%)	2194	175	89
---	K-NET熊本_KMM006160416012SNS (h=9%)	3279	221	65
---	JMAKobe19950117_EW (h=9%)	2309	254	40
---	JMAKobe19950117_NS (h=9%)	2630	257	45



線種	地震波	A (cm/s ²)	V (cm/s)	D (cm)
—	熊本市西区春日20160416_EW (h=9%)	2121	131	48
—	熊本市西区春日20160416_NS (h=9%)	2044	201	47
---	K-NET熊本_KMM006160416012SEW (h=9%)	2194	175	89
---	K-NET熊本_KMM006160416012SNS (h=9%)	3279	221	65
---	K-NET清安_CHB008110311144GEW (h=9%)	531	89	91
---	K-NET清安_CHB008110311144GNS (h=9%)	422	83	98

トリパタイト応答スペクトル

トリパタイト応答スペクトル