台湾・花蓮地震（2018年2月6日発生）

地震被害調査

土木学会地震工学委員会　地震被害調査小委員会

吉見雅行 （産業技術総合研究所）
清田　隆 （東京大学生産技術研究所）
池田隆明 （長岡技術科学大学）
上原子晶久 （弘前大学）

調査概要

日程:　2018年3月5日（月）～6日（火）

内容:　地表断層と関連被害の調査、構造物・橋梁の被害調査、微動計測

中国土木水利工程学会（CICHE）、国立地震工学研究センター（NCREE）との交流会

メモ

- ✓ 地震被害の分布は、花蓮市を南北に横切る断層（米崙断層）に沿う狭いエリアに限定
- ✓ ４棟のビル（７～１２階建て）が崩壊。本調査では、その他建物の顕著な被害は確認されず
- ✓ 調査時点（地震発生から1か月後）では、上記の崩壊したビルは既に解体・整地済み
- ✓ 断層に沿って道路被害が生じたが、市内中心部はほぼ復旧済み

倒壊ビル跡地は駐車場に

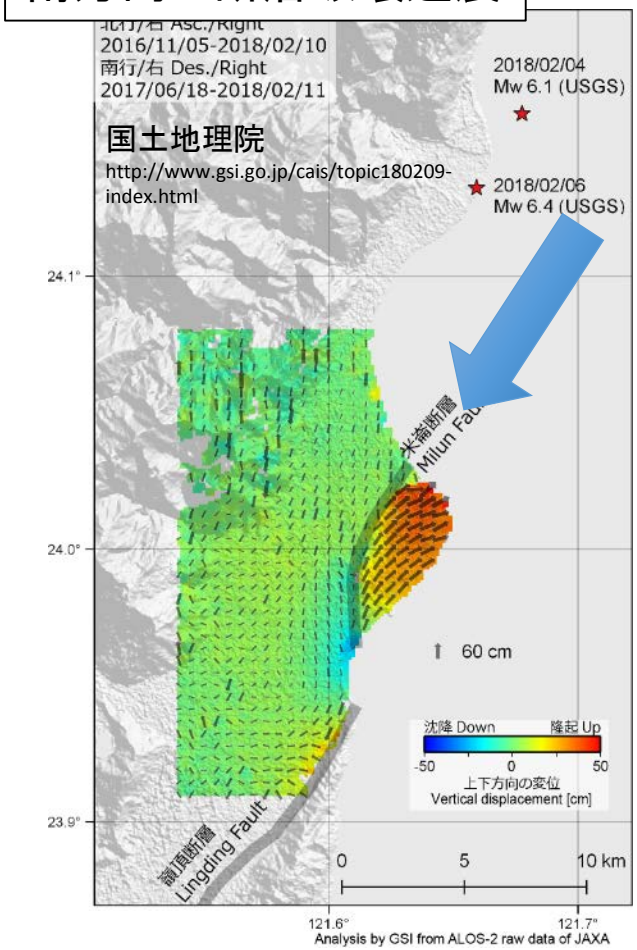
市内中心部の道路はほぼ復旧

花蓮地震の概要

2018年2月6日23時50分（現地時間）、震央　N24.14 E121.69、Mw: 6.4 (USGS)

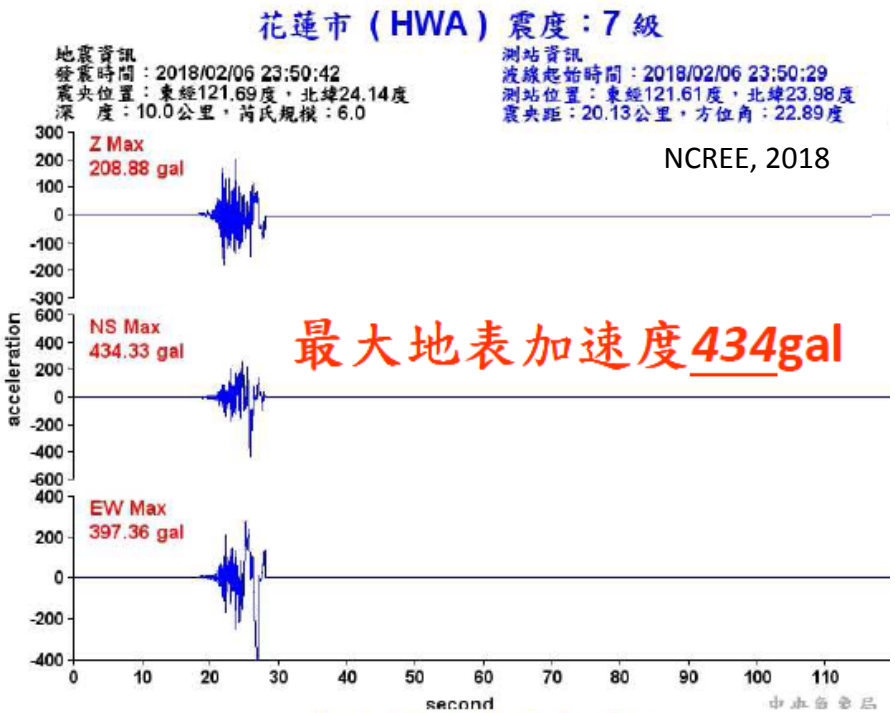
被害：　死者17名、重軽傷282名、被害戸数844 (中国土木水利工程学会)

南方向に断層破壊進展



米崙断層から嶺頂断層北部にかけて地殻変動が生じた。

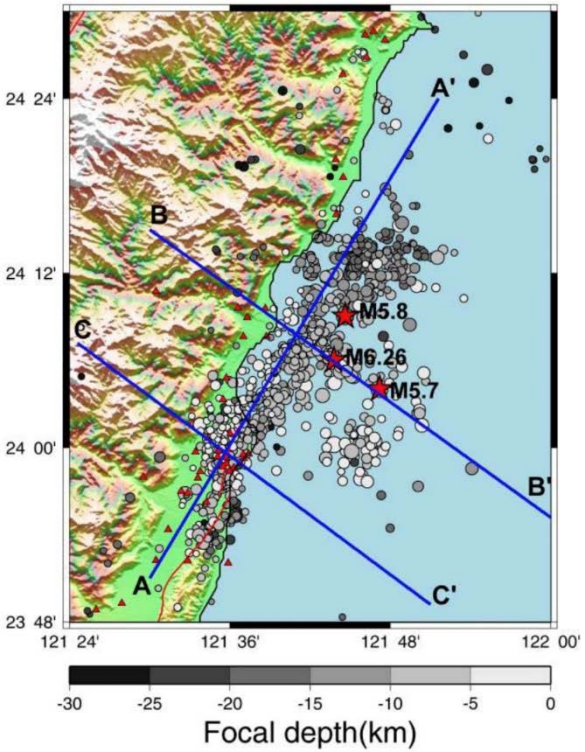
米崙断層の東側が隆起し、北東へ変位（左横ずれ断層）

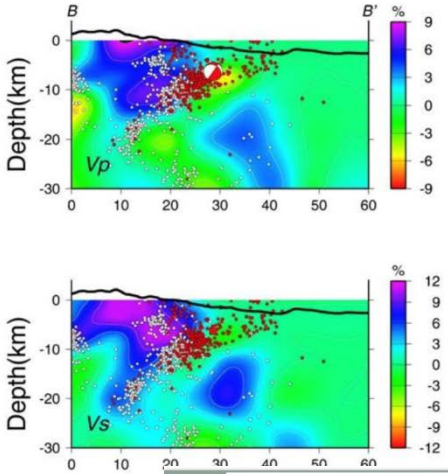


NCREE, 2018

余震分布

B-B’断面



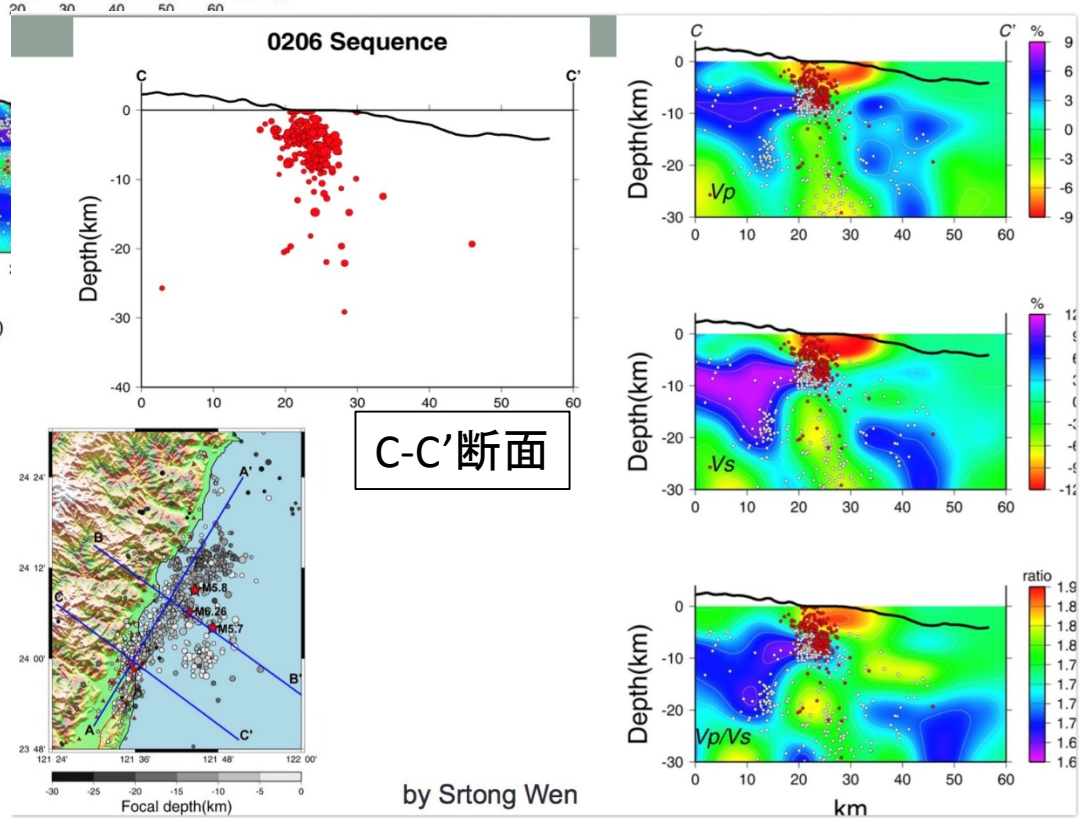


也震主震（星號）與餘震分布，右幅為 B-B’之地震投影剖面（溫怡瑛等，2018）

発震機構（初動解）は約60度北西傾斜

地上部の地殻変動を説明するのは高角度の断層

花蓮の北側と南側とで，断層面が異なる可能性が指摘されている



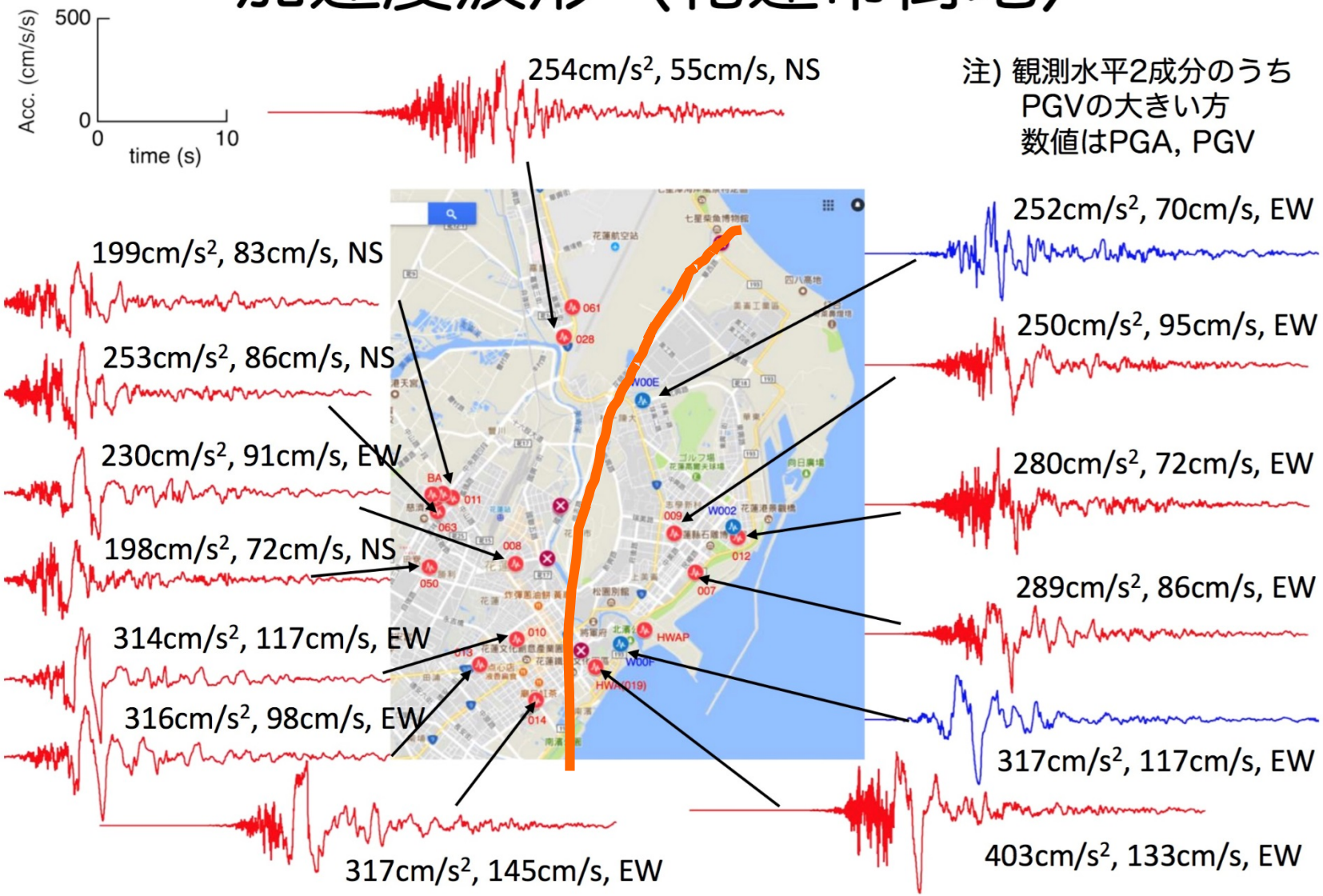
C-C’断面

地震動の特徴

東北大学大野晋先生の資料に地表断層位置を加筆
http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/earthquake/eq/20180313_ohno.pdf

加速度波形（花蓮市街地）

CWB地震記録



注) 観測水平2成分のうち
PGVの大きい方
数値はPGA, PGV

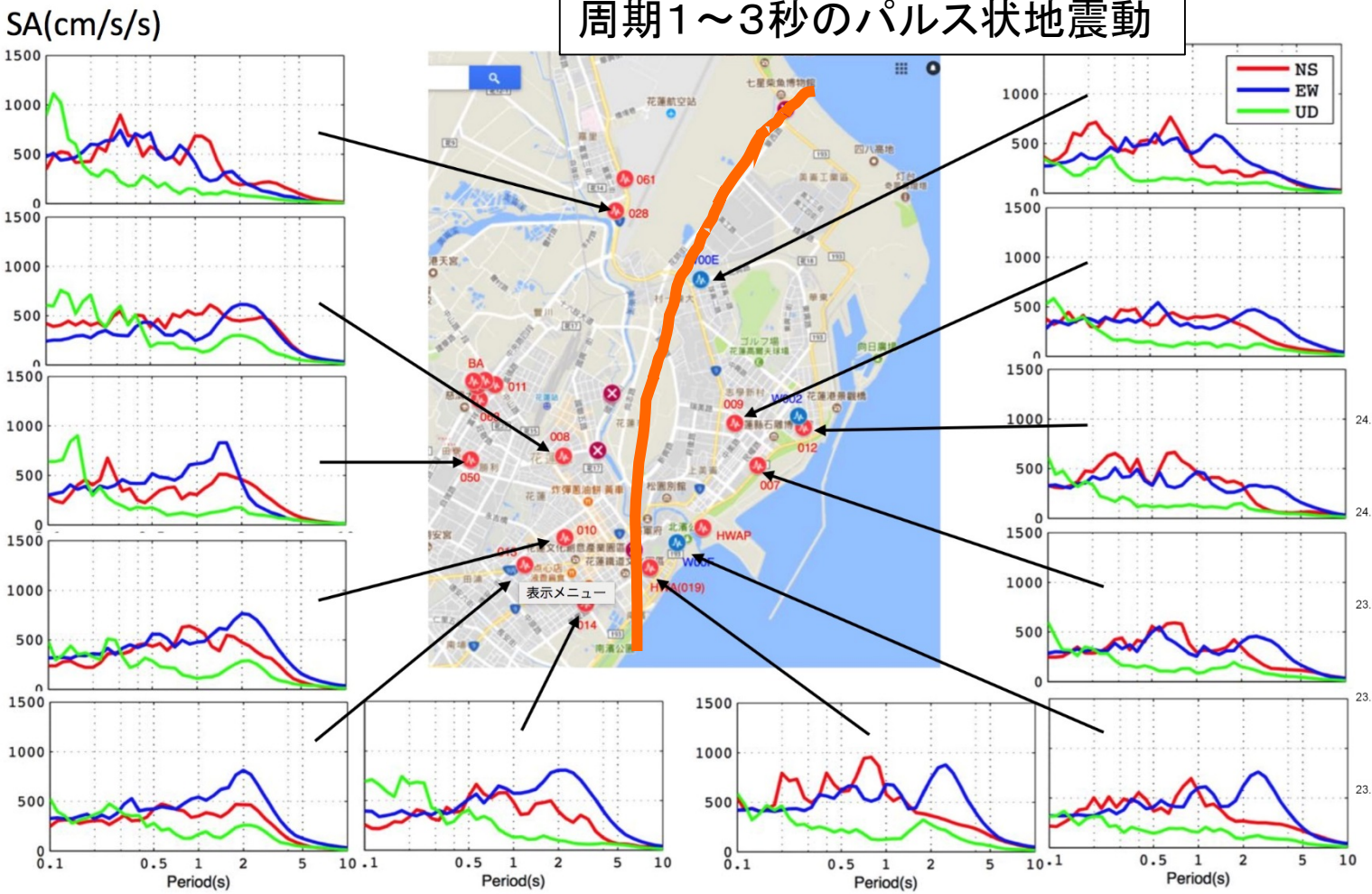
地震動の特徴

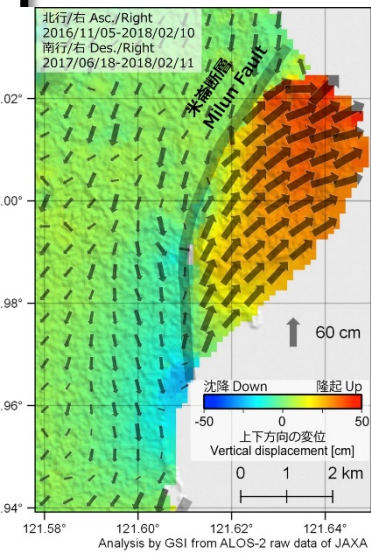
東北大学大野晋先生の資料に地表断層位置を加筆
http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/earthquake/eq/20180313_ohno.pdf

CWB地震記録

加速度応答スペクトル（花蓮市街地）

周期1～3秒のパルス状地震動

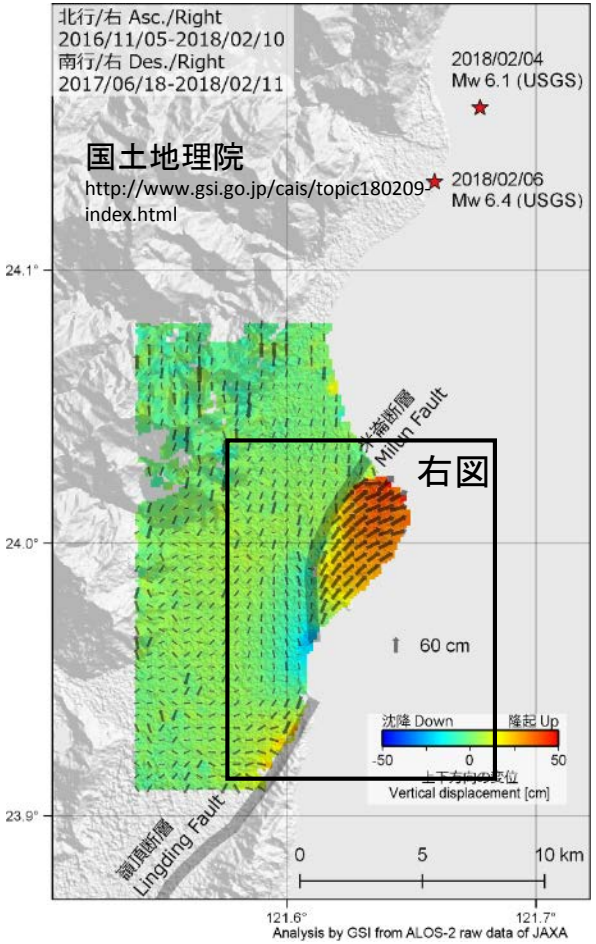


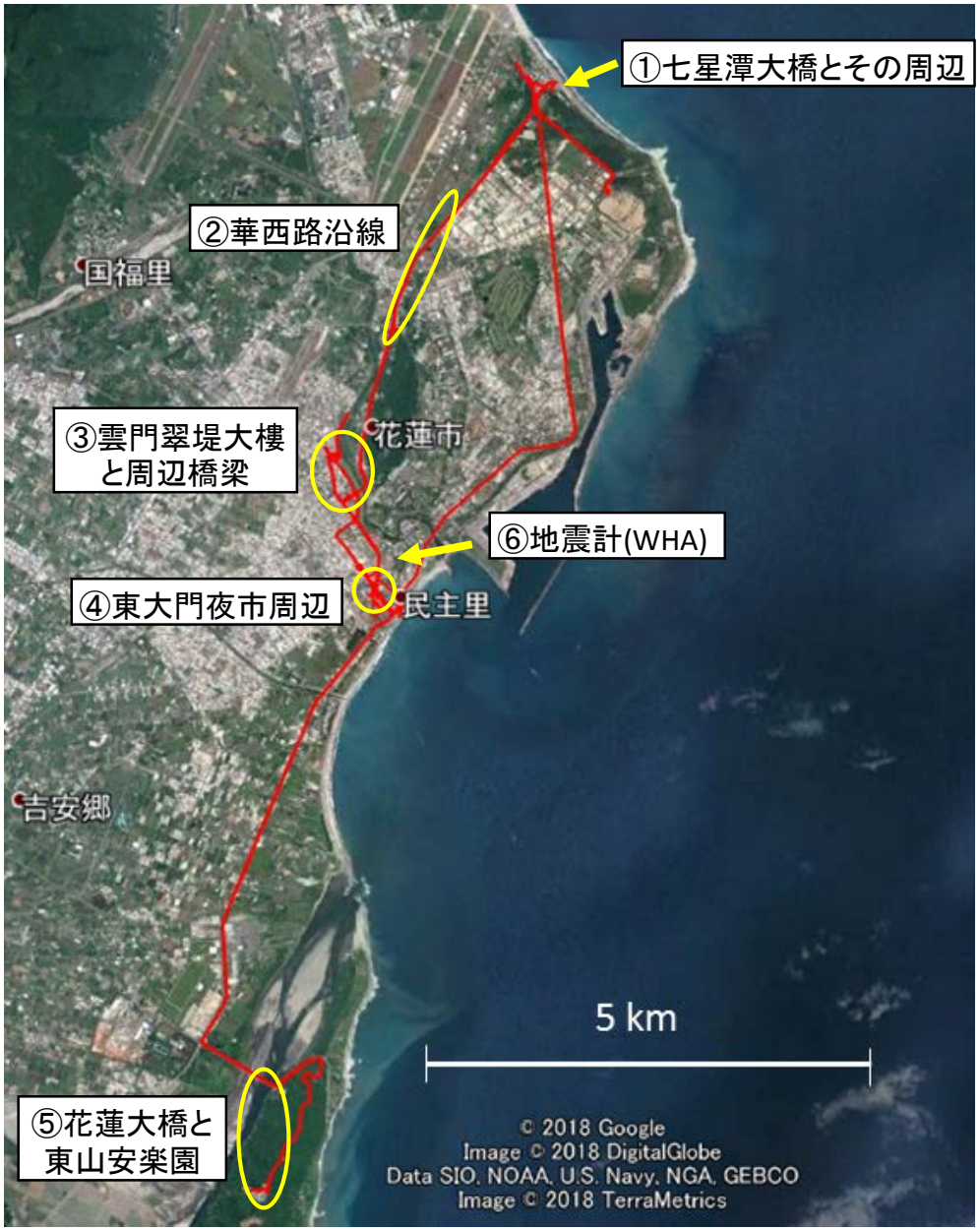


＃震源過程，断層との位置関係を考慮した考察が必要

調査ルート

米崙断層に沿って、断層の痕跡と関連被害を調査

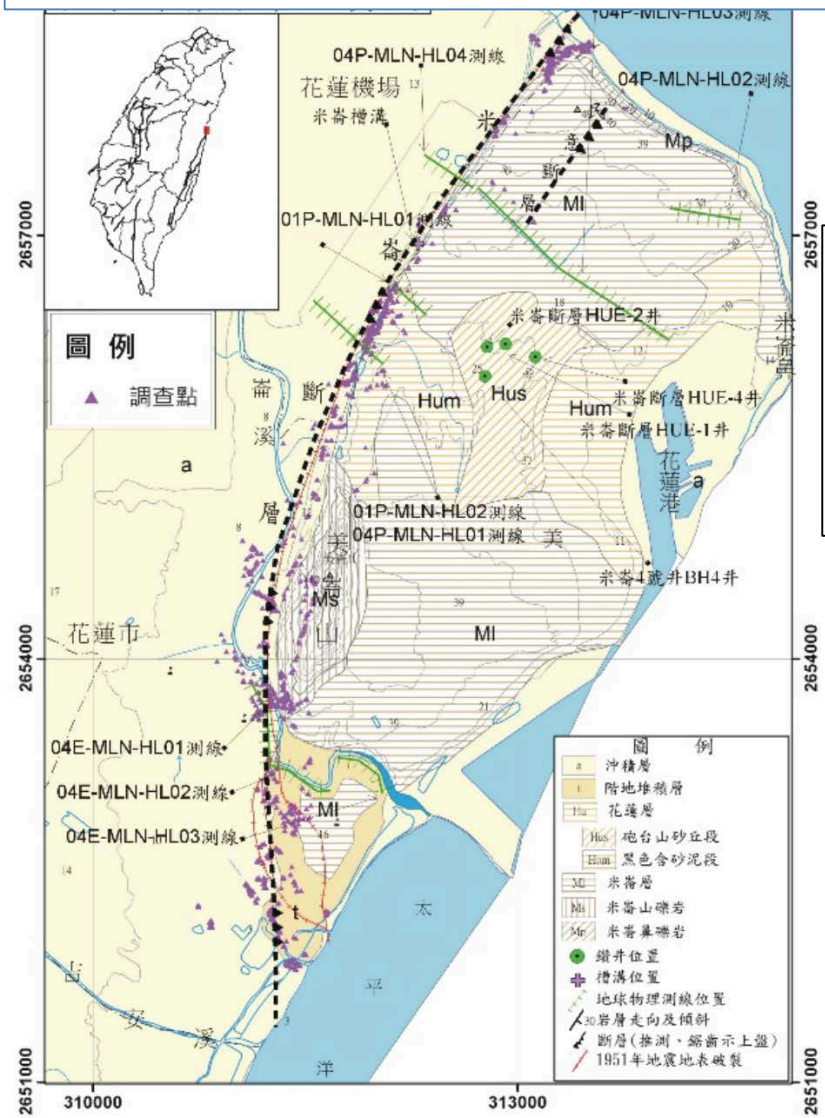




1951年花蓮一台東地震(M7.3)と2018年花蓮地震の地震断層分布

1951年地震時の地表地震断層とほぼ同じ位置に地盤変状が出現

台湾地質調査所(2018)



1-1-2-1、米崙斷層沿線的調查成果(地質底圖引用自林啟文等,2009)。

地質敏感区(断層変位の影響範囲:2016年発行図)の近傍に2018年花蓮地震の地盤変状が集中

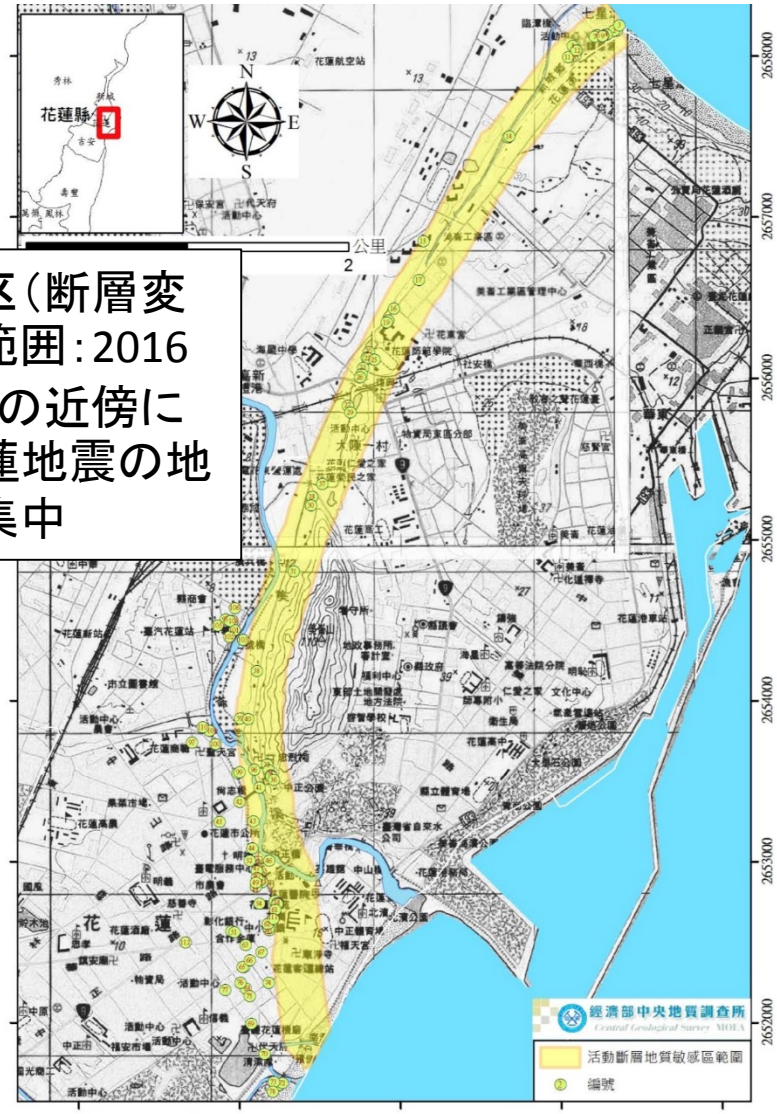
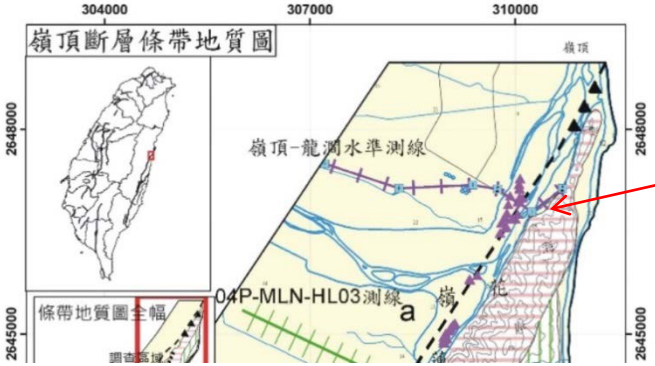


圖 A-1、調查照片點位分佈圖-米崙區

1-1-2-1、米崙斷層沿線的調查成果（地質底圖引用自林啟文等，2009）。

事前に断層位置が知られていた地点に断層変位



①七星潭大橋とその周辺

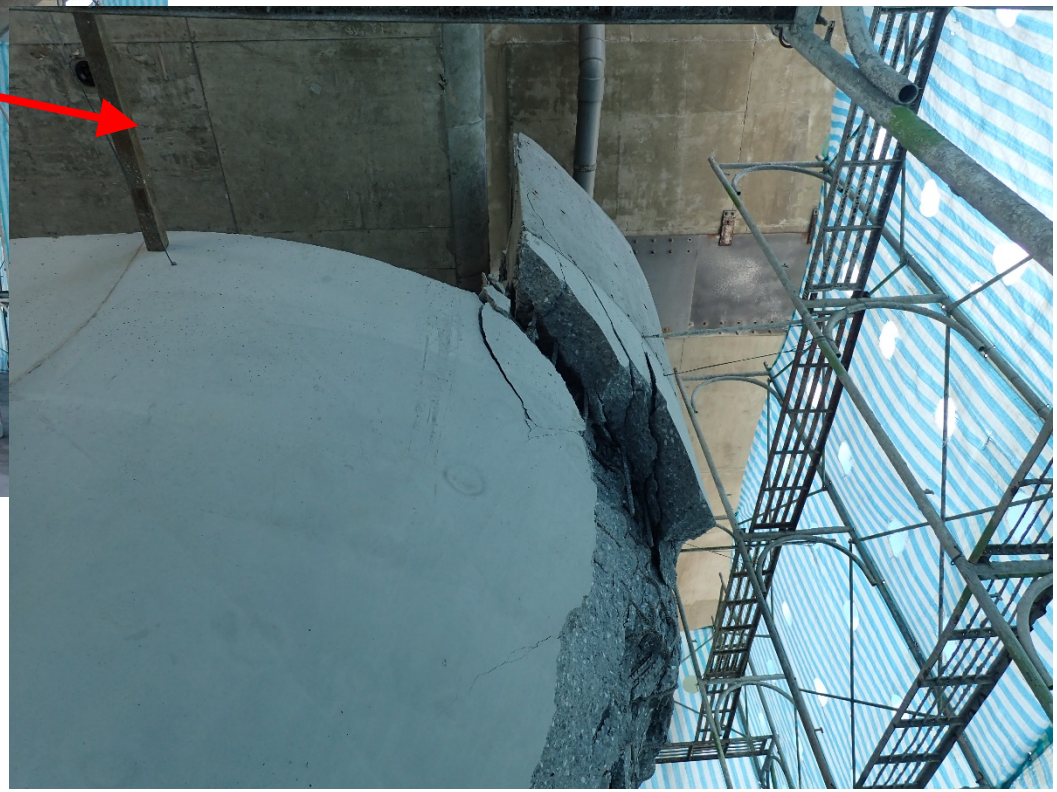
七星潭大橋　上部工の被害状況

応急復旧のため，大型車を規制

桁間ジョイントのずれによる損傷

①七星潭大橋とその周辺

七星潭大橋　下部工の被害状況

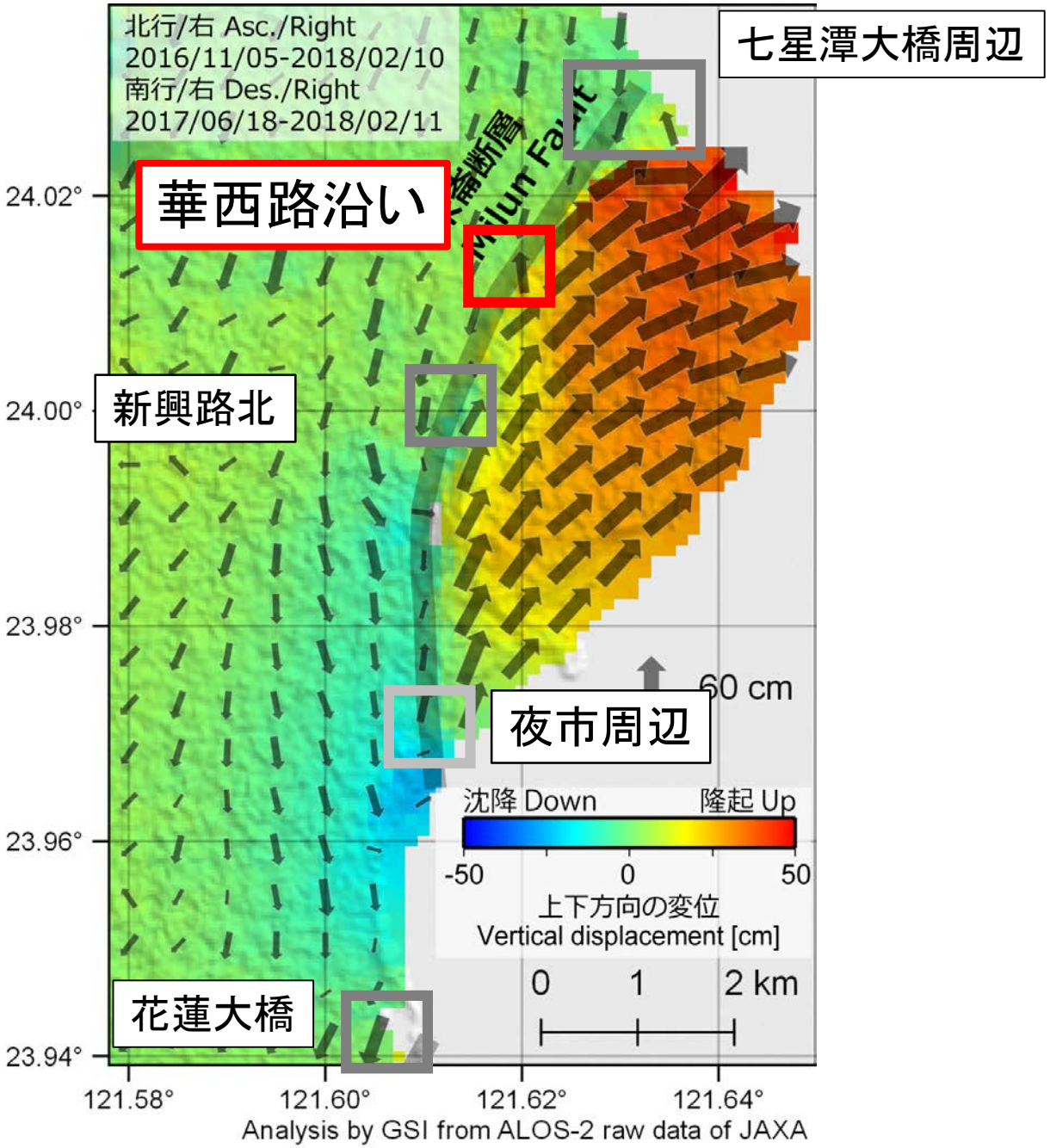


桁衝突により移動制限用の
部材が破壊されている

七星潭大橋の北東側

七星潭大橋の北東側
左横ずれ，南東上がり
（台湾地質調査所報告では変位70cm）

華西路沿線
・道路に沿う引張クラック



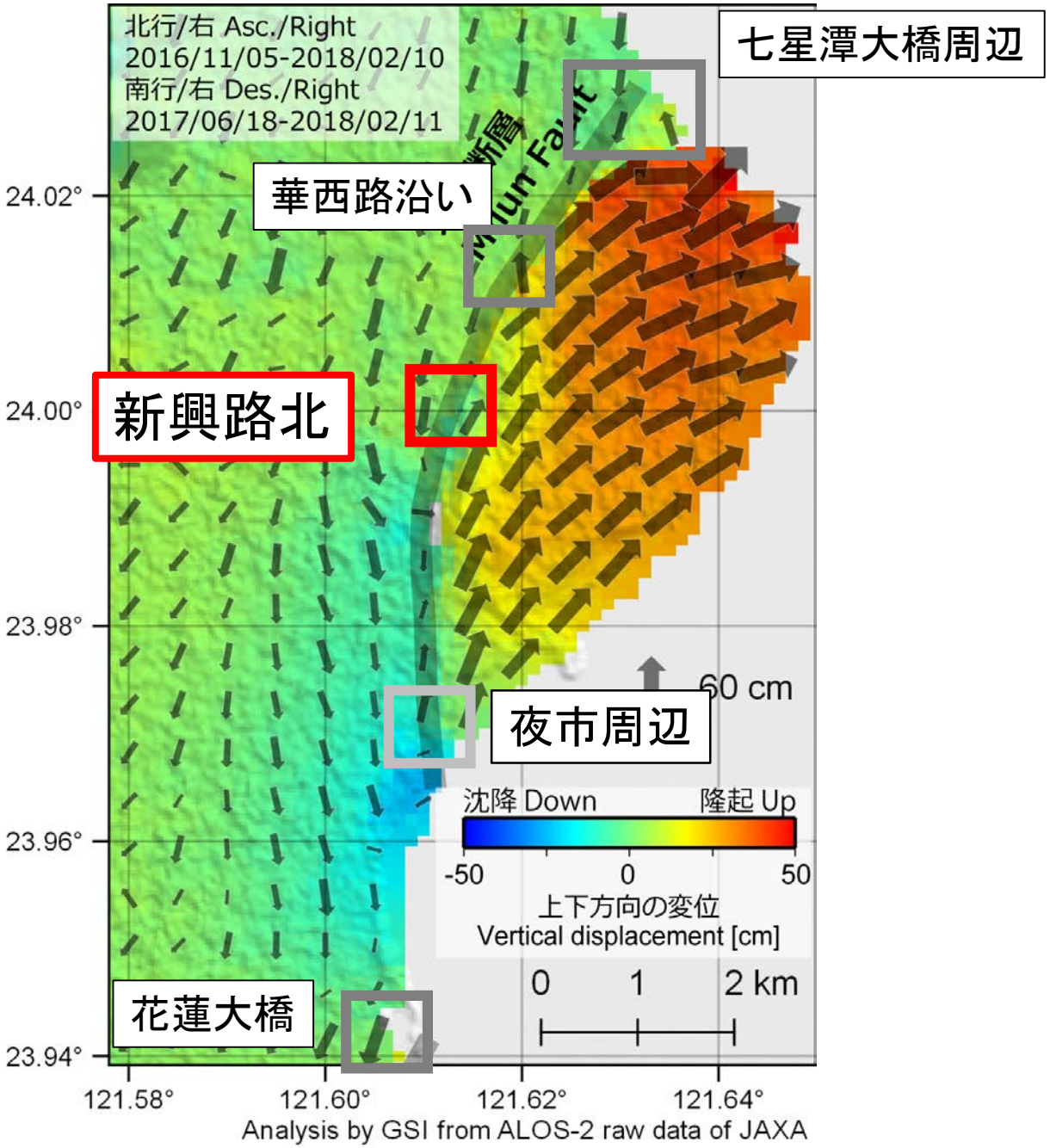
②華西路沿線

華西路沿いに道路修復跡，擁壁の伸張クラック
→道路を低角に切る断層

N
道路方向の伸び

N
道路方向の伸び

新興路の北


北行/右 Asc./Right
2016/11/05-2018/02/10
南行/右 Des./Right
2017/06/18-2018/02/11
七星潭大橋周辺
華西路沿い
新興路北
夜市周辺
花蓮大橋
60 cm
沈降 Down
隆起 Up
-50
0
50
上下方向の変位
Vertical displacement [cm]
0
1
2 km
24.02°
24.00°
23.98°
23.96°
23.94°
121.58°
121.60°
121.62°
121.64°
Analysis by GSI from ALOS-2 raw data of JAXA

2018/3/5 9:32
2018/3/5 16:55
9
16
尚志路
新興路
912
913
Image © 2018 DigitalGlobe
Google Earth
画像取得日: 2017/9/15 24°00'00.48" N 121°37'00.01" E 標高 21 m 高度 889 m

黄色線（1本）の幅は10cm
→40cm程度の左横ずれ

撮影：吉見

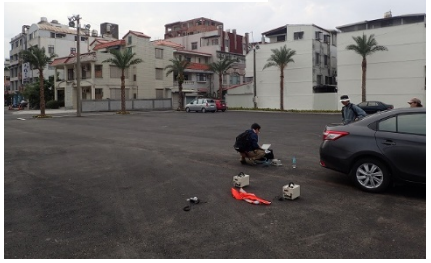
S
低崖沿いに変状出現
地震翌日の写真（住民提供）

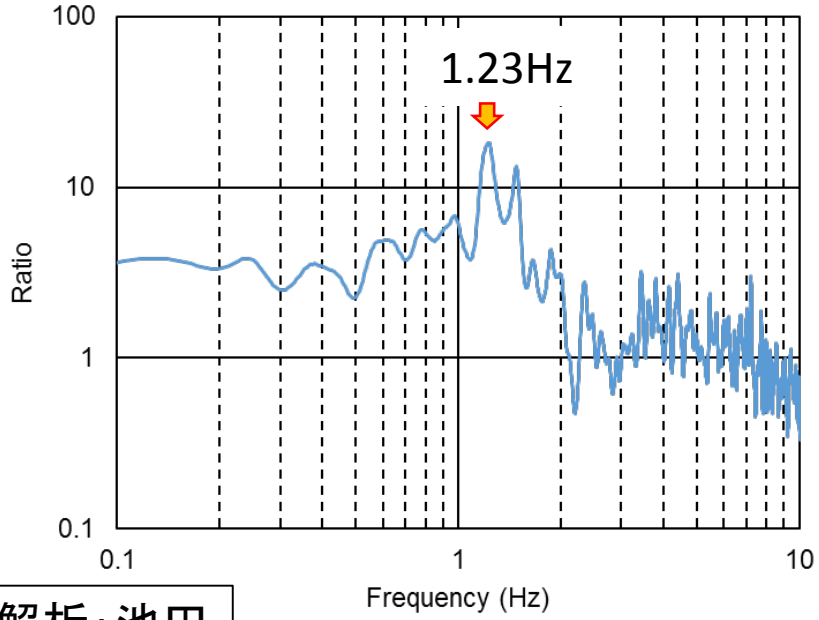
③雲門翠堤大樓と周辺橋梁

雲門翠堤大樓の建設地点は旧河川に位置する（日治官有林野圖，1914）（23度59分19.9秒，121度36分20.6秒）

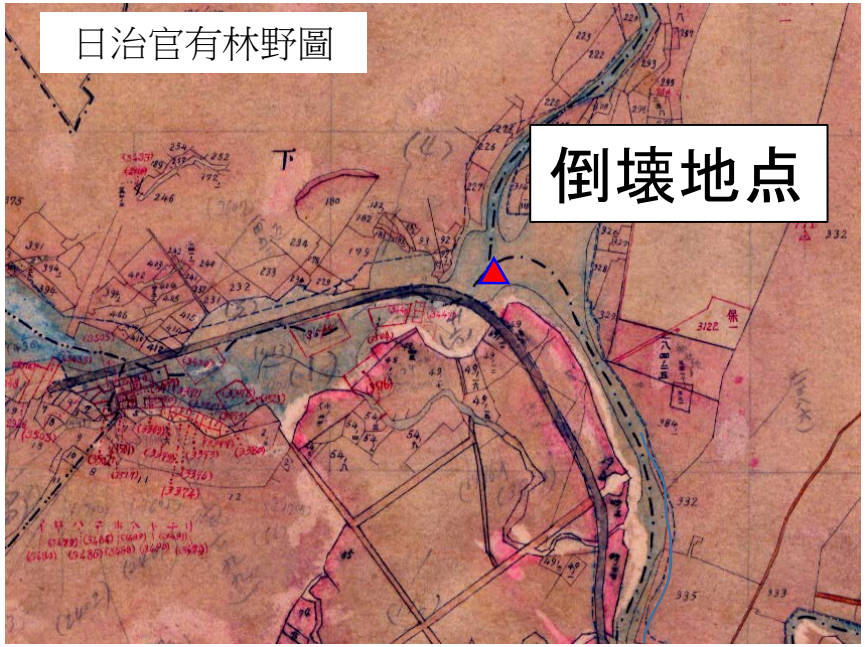
http://www.setn.com/News.aspx?NewsID=345917

微動観測状況





微動のH/Vスペクトル比



http://gissrv4.sinica.edu.tw/gis/hualien.aspx

観測・解析：池田

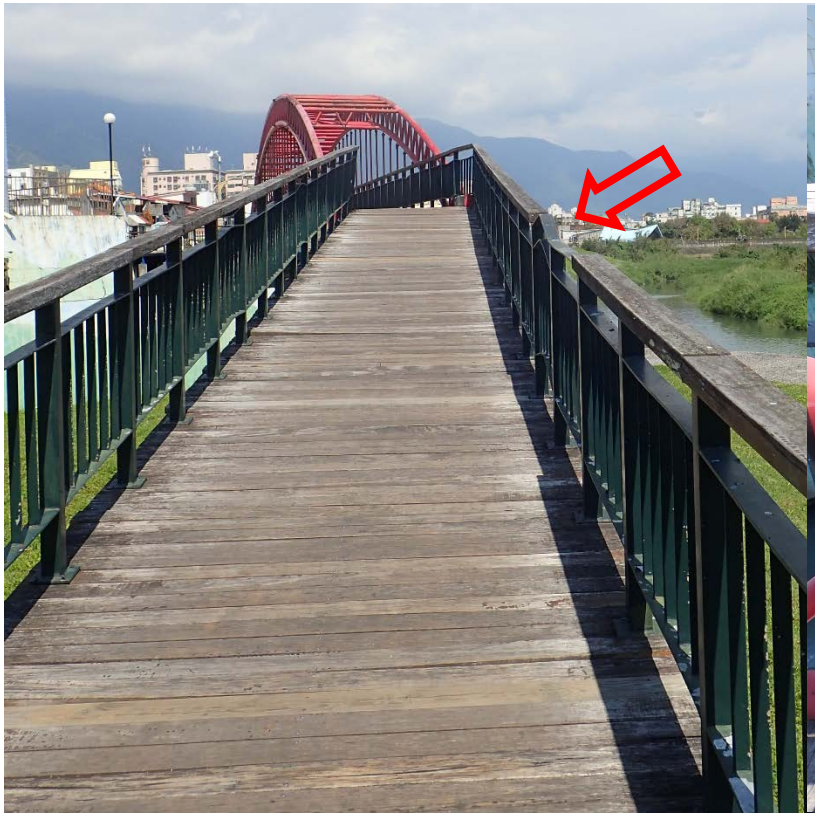
③雲門翠堤大樓と周辺橋梁

歩道・自転車用の橋梁被害

撮影：上原子

③雲門翠堤大樓と周辺橋梁

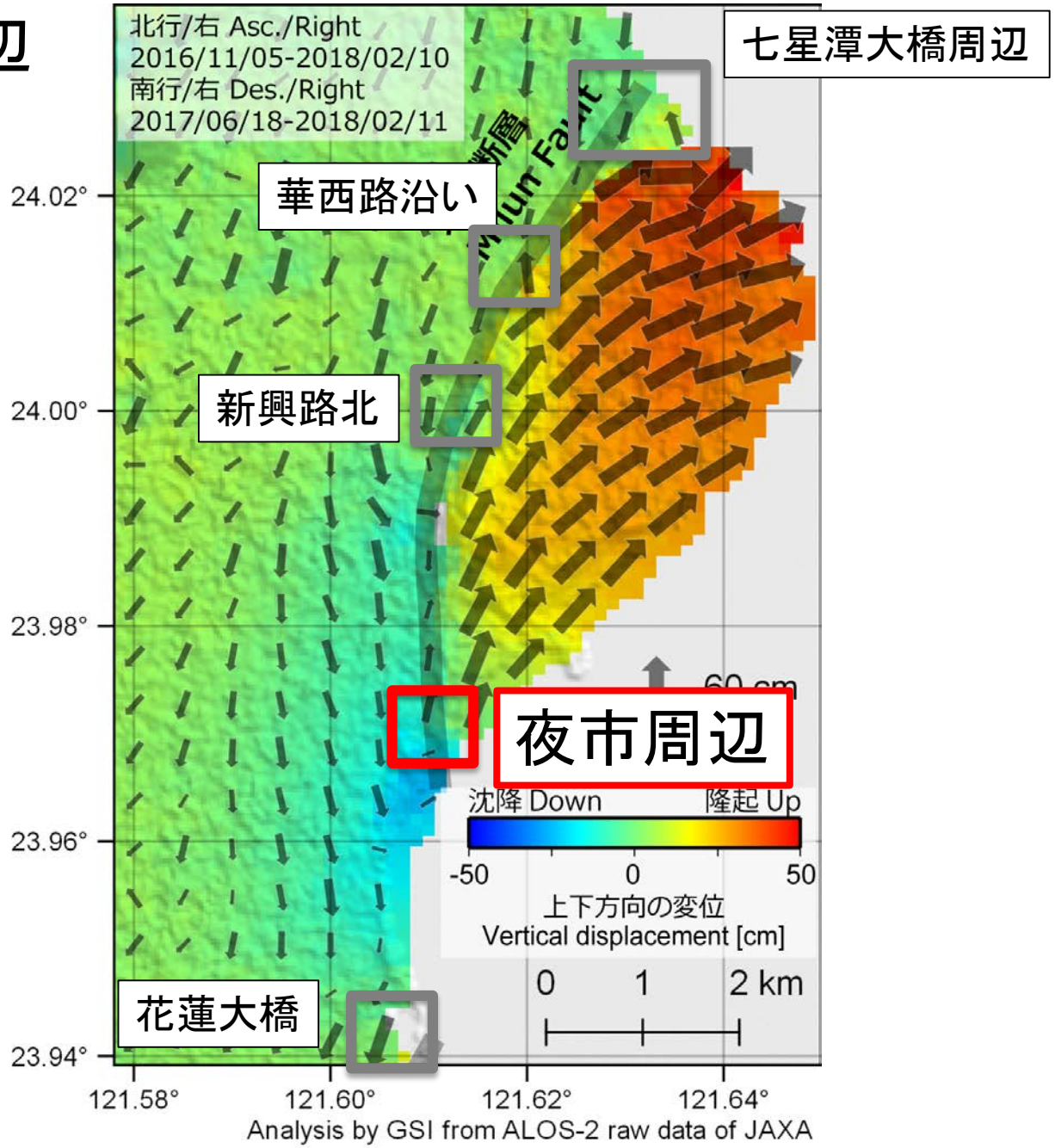
歩道・自転車用の橋梁被害



撮影：上原子

取付道路，および橋梁本体の高欄が座屈している

④東大門夜市周辺


北行/右 Asc./Right
2016/11/05-2018/02/10
南行/右 Des./Right
2017/06/18-2018/02/11
七星潭大橋周辺
華西路沿い
新興路北
夜市周辺
花蓮大橋
24.02°
24.00°
23.98°
23.96°
23.94°
121.58°
121.60°
121.62°
121.64°
沈降 Down
隆起 Up
-50
0
50
上下方向の変位
Vertical displacement [cm]
0
1
2 km
Analysis by GSI from ALOS-2 raw data of JAXA

1951年の地表地震断層は，市街地で3条に分岐

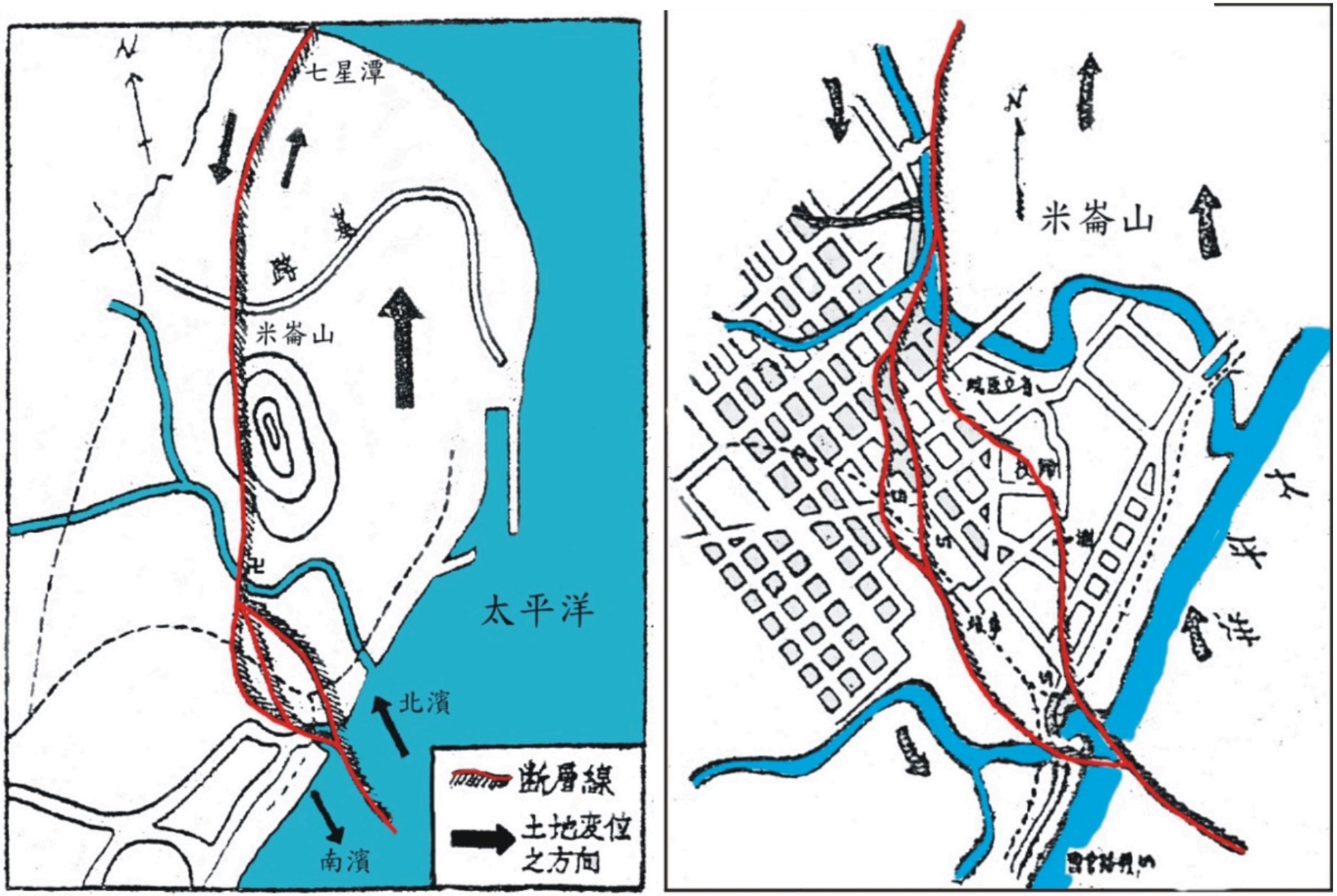


圖 1-1-2-2、1951 年地震米崙斷層的地表破裂圖。地震當時報紙所報導花蓮市的地表破裂分布圖（林啟文等，2009）。

2018年の市街地の地表変状

夜市周辺

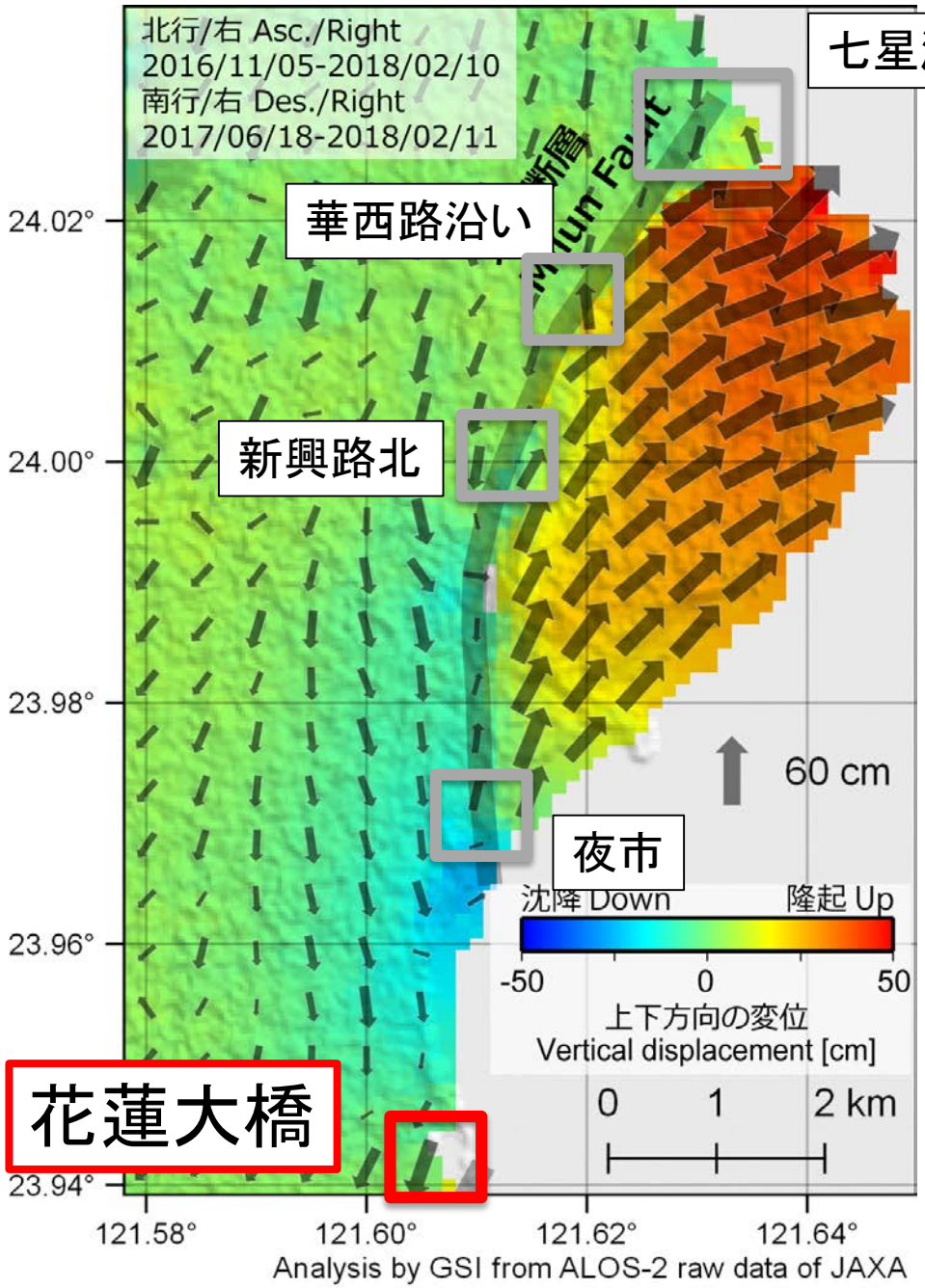
わずかな伸張クラック，路面圧縮，上下変位分散している印象

明瞭な断層変位は確認できなかった（台湾地質調査所報告には掲載有り）

短縮があった場所
道路は修復されており痕跡は確認できなかった.
地震翌日の写真

N
麗翔
麗翔
台灣東大門
太平洋戰爭
花蓮有GO巡主燈
花蓮有GO巡主燈
連続するクラック修復痕
やや東側隆起

⑤花蓮大橋


北行/右 Asc./Right
2016/11/05-2018/02/10
南行/右 Des./Right
2017/06/18-2018/02/11
七星潭大橋周辺
華西路沿い
新興路北
夜市
花蓮大橋
60 cm
沈降 Down
隆起 Up
-50
0
50
上下方向の変位
Vertical displacement [cm]
0
1
2 km
24.02°
24.00°
23.98°
23.96°
23.94°
121.58°
121.60°
121.62°
121.64°
Analysis by GSI from ALOS-2 raw data of JAXA

2018/3/5 9:32
2018/3/5 16:55
9
16
花蓮大橋
916
915
914
Image © 2018 TerraMetrics
Image © 2018 CNES / Airbus
Image © 2018 DigitalGlobe
1984 m
Google Earth
ツアーガイド
2005
23°55'43.09" N 121°38'07.51" E 標高 -111 m 高度 8.96 km

2018/3/5 9:32
2018/3/5 16:55
9
16
花蓮大橋
916
915
左横ずれ発生地点
50cm程度
207 m
Image © 2018 DigitalGlobe
Google Earth
ツアーガイド
2005
画像取得日: 2017/9/15 23°55'25.75" N 121°36'00.96" E 標高 3 m 高度 889 m

北東
花蓮市街地
断層線
花蓮大橋
撮影:吉見

撮影:吉見

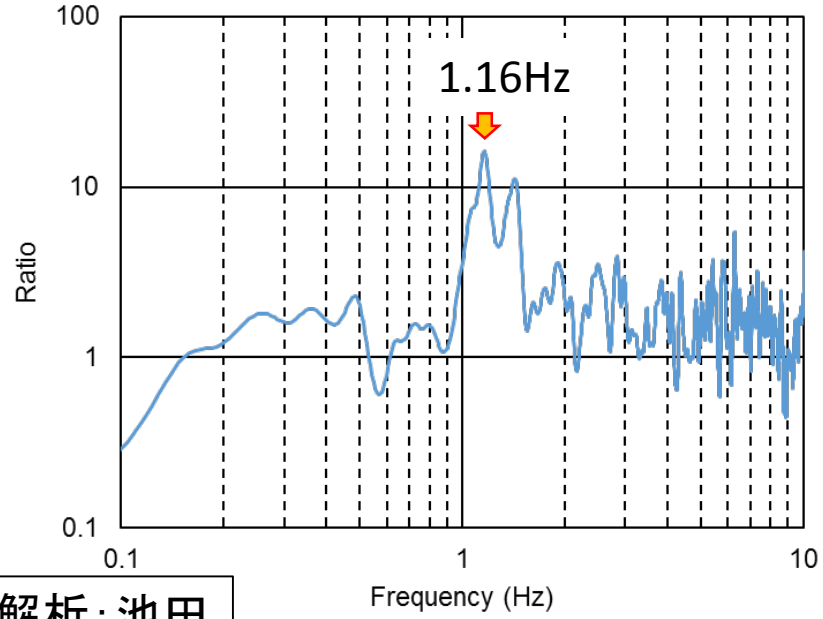
撮影：吉見

50-70cm程度の左横ずれ

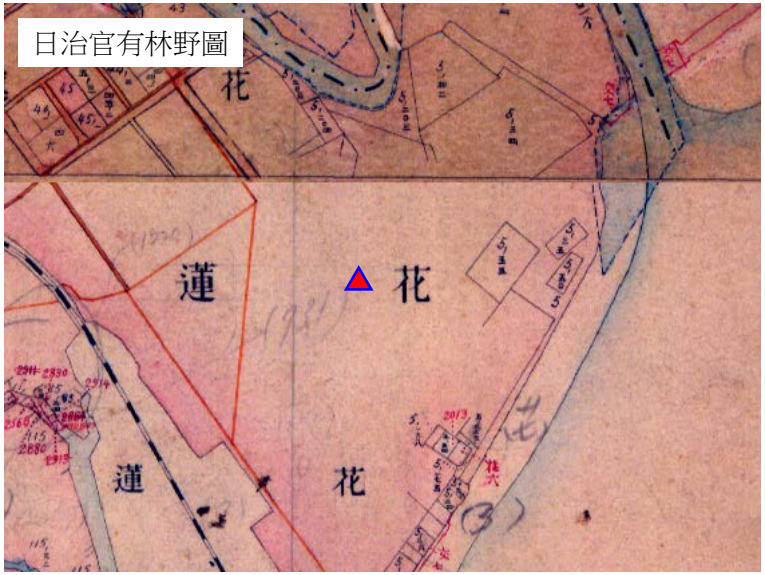
⑥地震計（WHA）

WHA観測点と考えられる地震計
花崗国中学校
（23度58分34.9秒，121度36分49.1秒）

【注意】
中央気象局の発表資料では
WHAの位置は東経121.61度，
北緯23.98度であり，本地点とは異なる
https://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/rtd_eq.htm



微動のH/Vスペクトル比



http://gissrv4.sinica.edu.tw/gis/hualien.aspx

観測・解析：池田

中国土木水利工程学会（CICHE）、国立地震工学研究センター（NCREE）との交流会

台湾側の参加者
Mr. Wang (president of CECI and CICHE)
Ms. Kerwin (Secretary General of CICHE)
Prof. Sung (National Taipei Univ., NCREE)
Mr. Chiang (Technical manager of CECI)
Dr. Su (NCREE)
Mr. Su (Senior engineer of CECI)

- ✓ 花蓮地震被害に関する情報交換
- ✓ CICHE学会誌の花蓮地震特集の紹介
- ✓ 強震データの入手
- ✓ その他