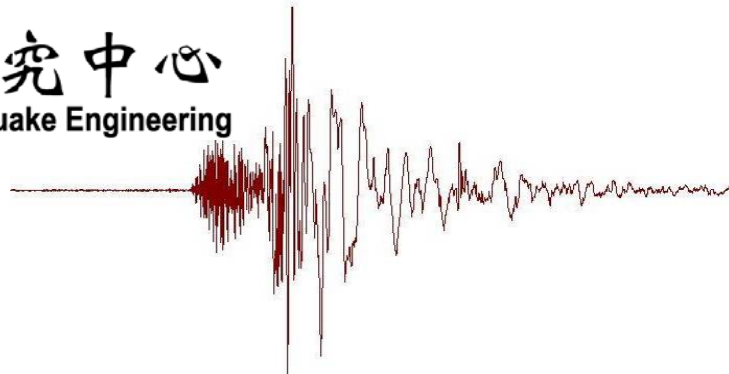
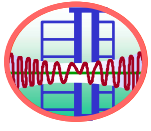


國家地震工程研究中心
National Center for Research on Earthquake Engineering



2010年3月4日高雄甲仙地震 地震震源特性與發生機制

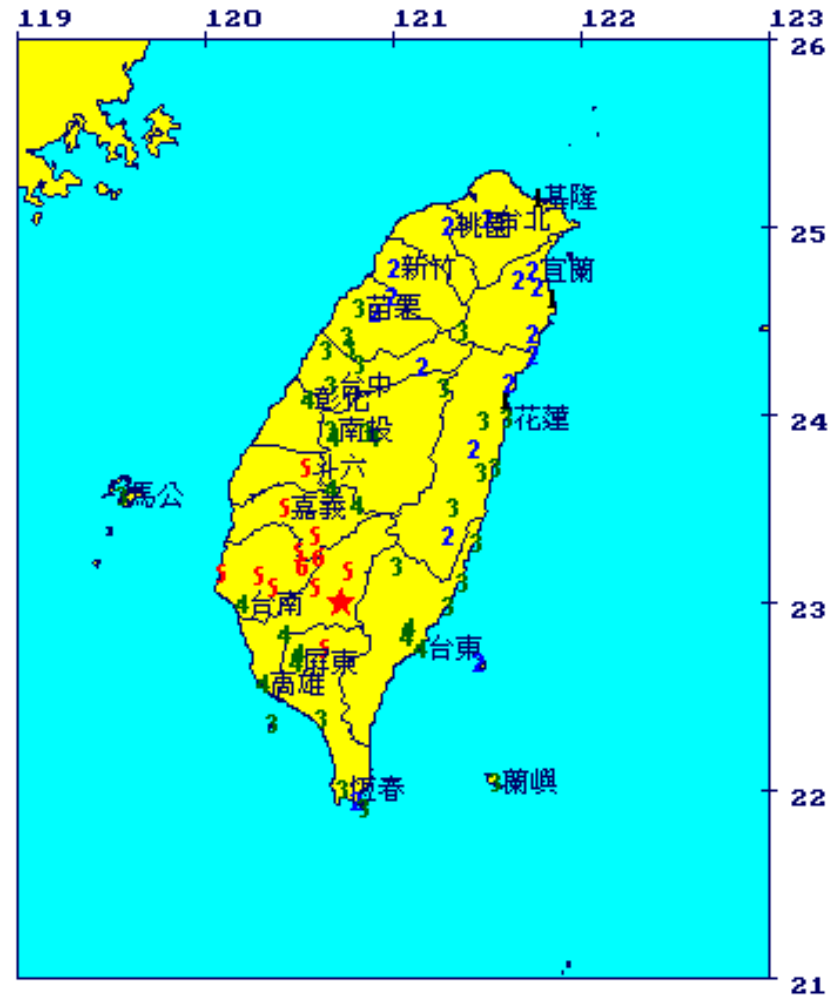
林哲民、張道明、張毓文、簡文郁、溫國樑



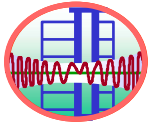
NCREE

2010.03.04 高雄甲仙地震

- 台灣時間2010年3月4日08時18分（世界時間0時18分）於台灣高雄甲仙地震站東偏南方17.0公里處發生一起芮氏規模 M_L 6.4之地震。
- 中央氣象局所公佈震央位置在北緯23.0度、東經120.73度，震源深度為5.0公里（氣象局後續修正為北緯22.97度、東經120.71度，深度為22.64公里）。
- 美國地質調查所USGS公佈之地震矩規模 $M_W=6.3$ ，北緯22.91度、東經120.78度，震源深度21公里
- 中研院地球所BATS網所定震源深度為18公里（中央氣象局）



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

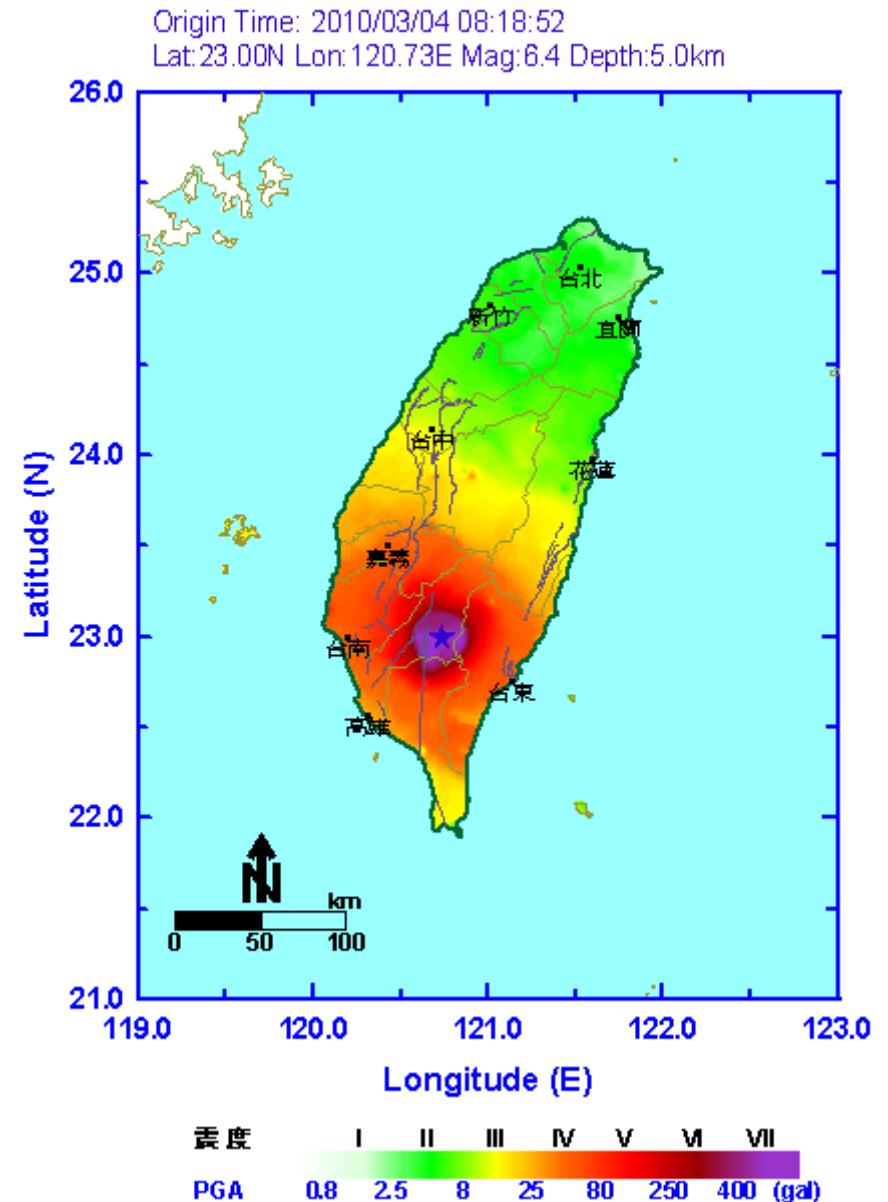


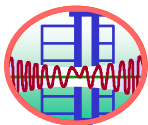
NCREE

等震度圖與PGA分佈圖

(中央氣象局)

- **最大震度 6級**發生在台南
楠西、新化、嘉義大埔
- 距離震央最近的高雄甲仙、
桃源則是5級
- 屏東、雲林地區最大震度也
達5級
- 台東、南投、彰化等地區最
大震度 4級
- 花蓮、台中、苗栗、澎湖、
宜蘭等地區最大震度3級
- 新竹、桃園、台北等地區最
大震度2級

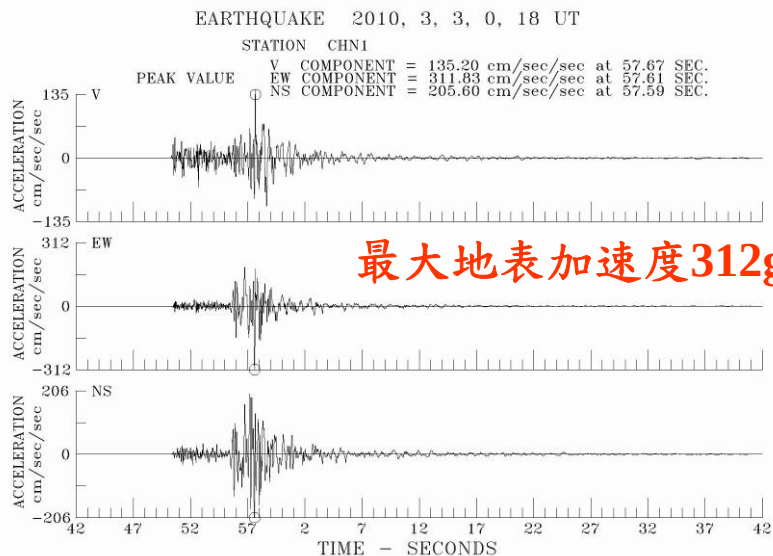




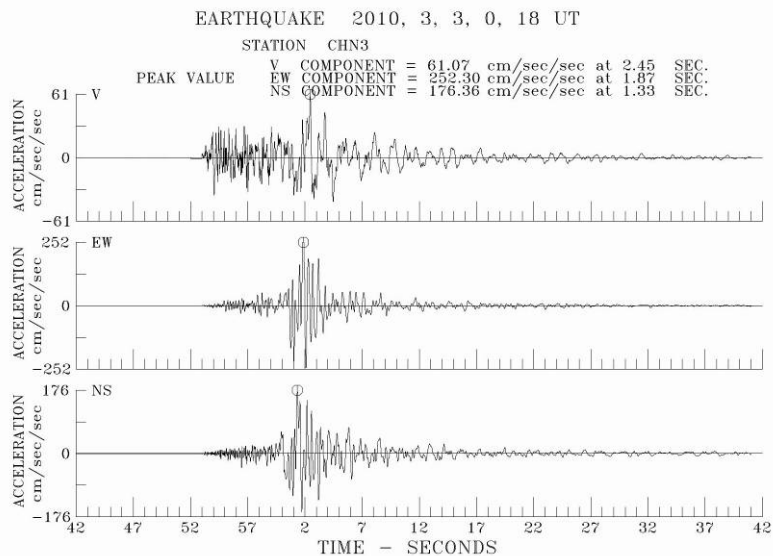
NCREE

近震源地震站即時波形

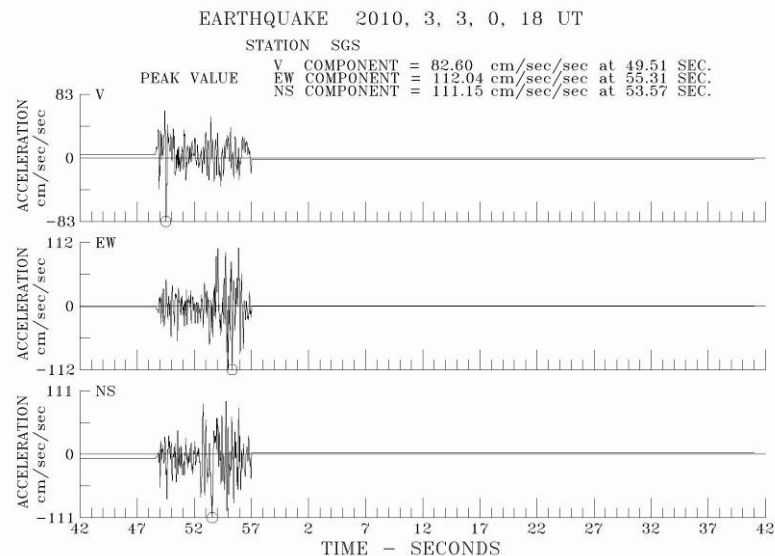
楠西CHN1 震度:6級 Dist:29.26km



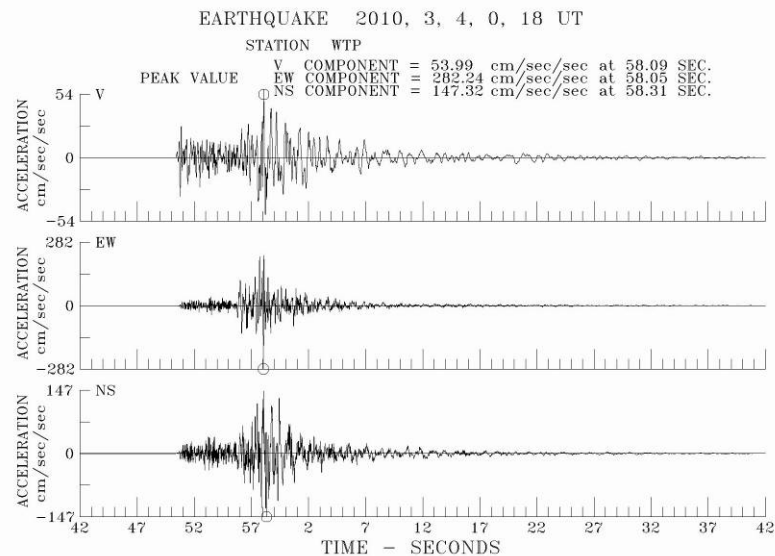
新化CHN3 震度:6級 Dist:40.98km

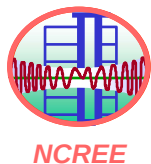


甲仙SGS 震度:5級 Dist:16.98km



大埔WTP 震度:6級 Dist:29.35km





PGA分佈 (最大地表加速度值)

Origin Time:2010/03/04 08:18:52

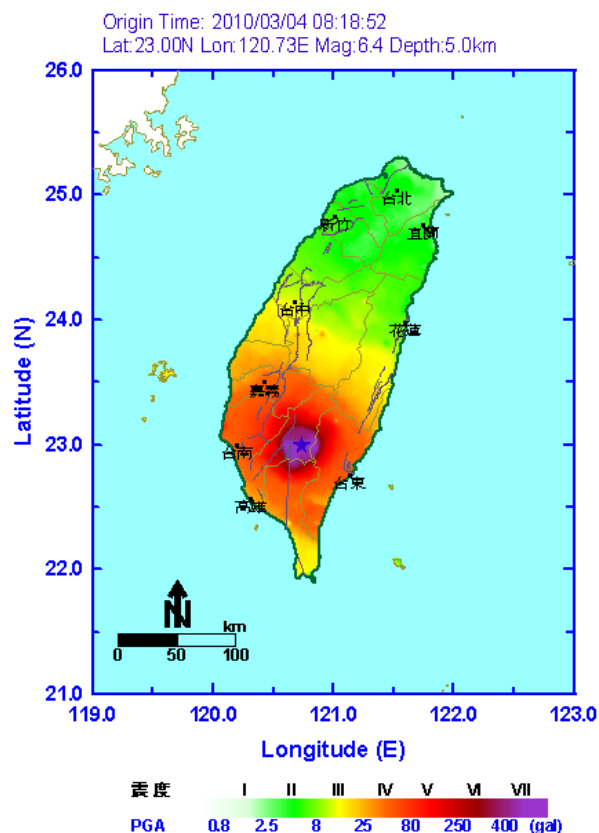
Lon:120.73° E

Lat:23.00° N

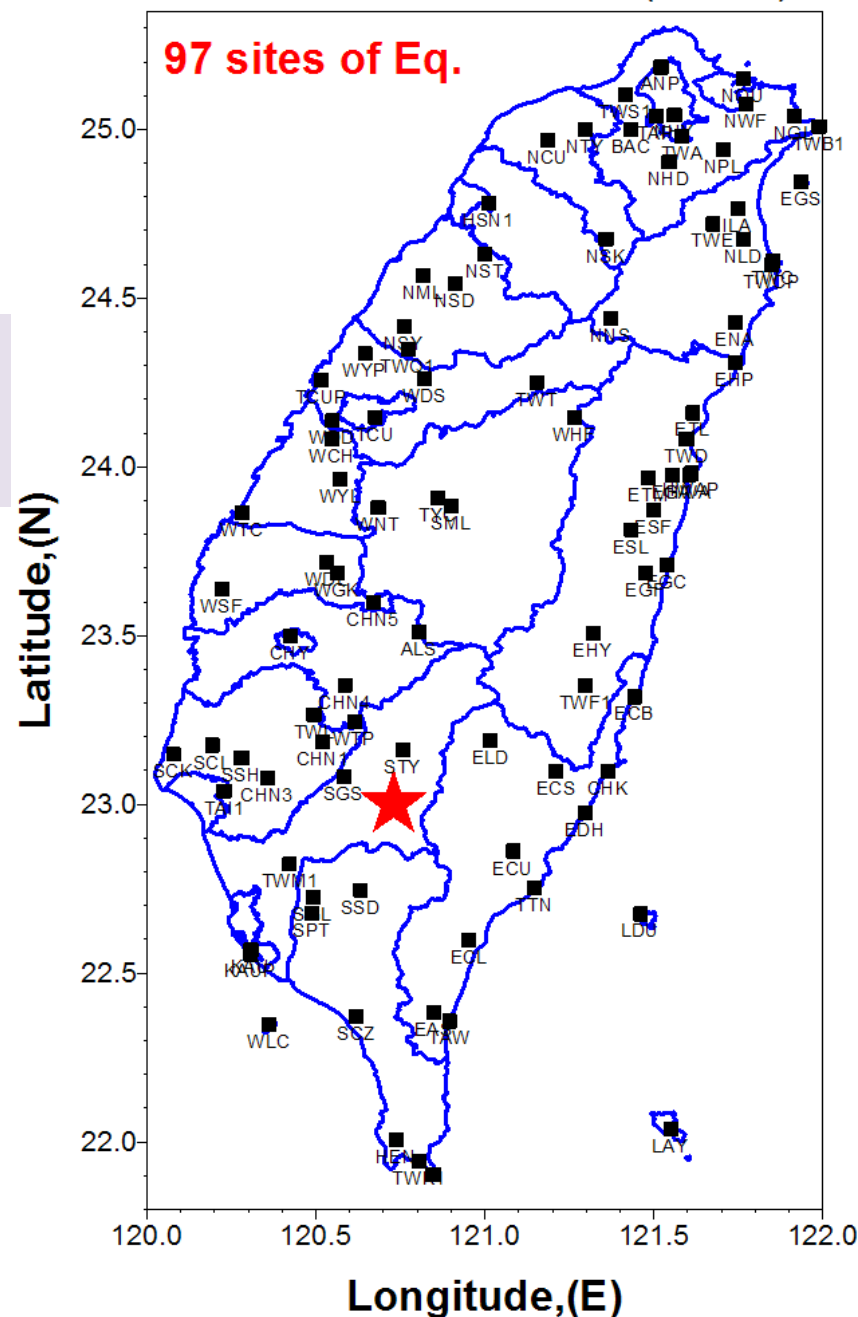
Depth:5.0km

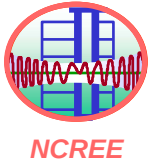
Mag:6.4

Station: 97 site
PGA_{Max} = 312gal
(楠西測站CHN1,PGA_EW)



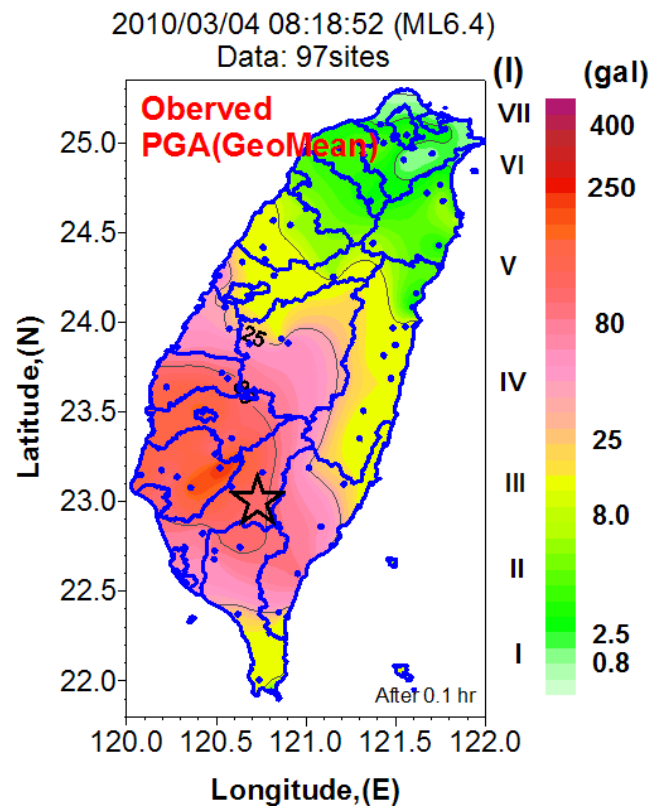
2010/03/04 08:18:52 (ML6.4)



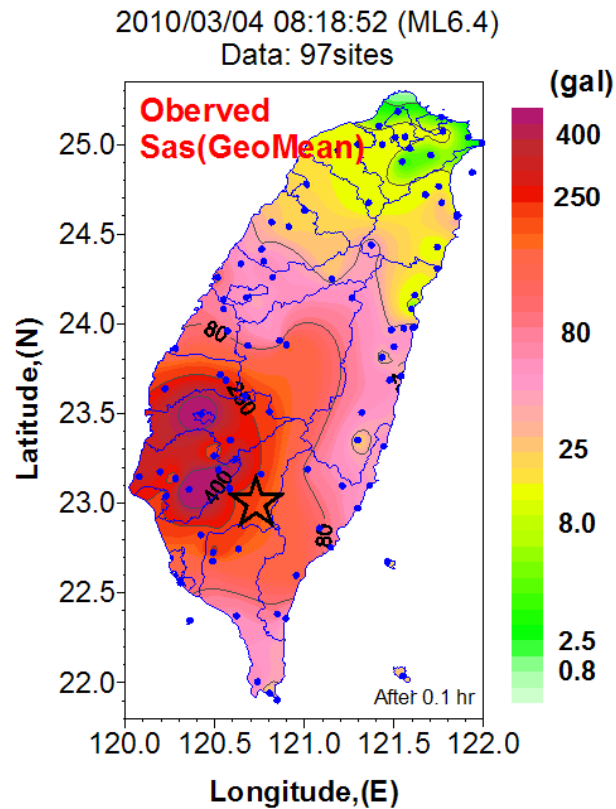


實測地震動分佈及反應譜分析

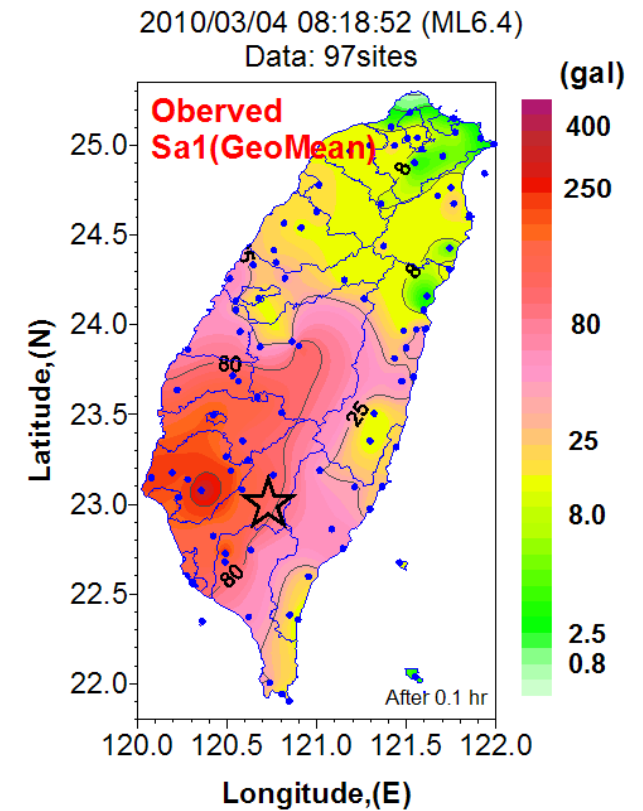
PGA
最大地表加速度



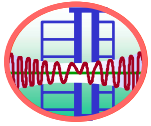
Sas
(0.3秒譜加速度值)



Sa1
(1.0秒譜加速度值)

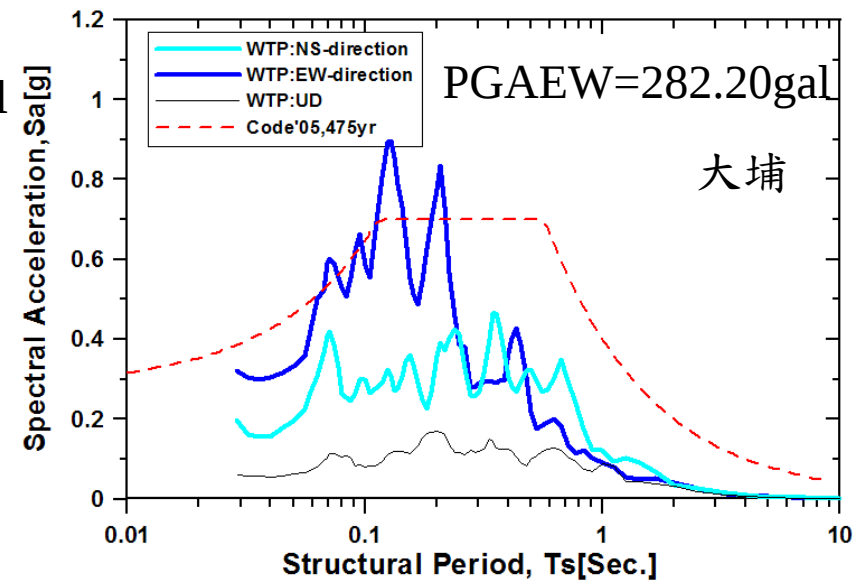
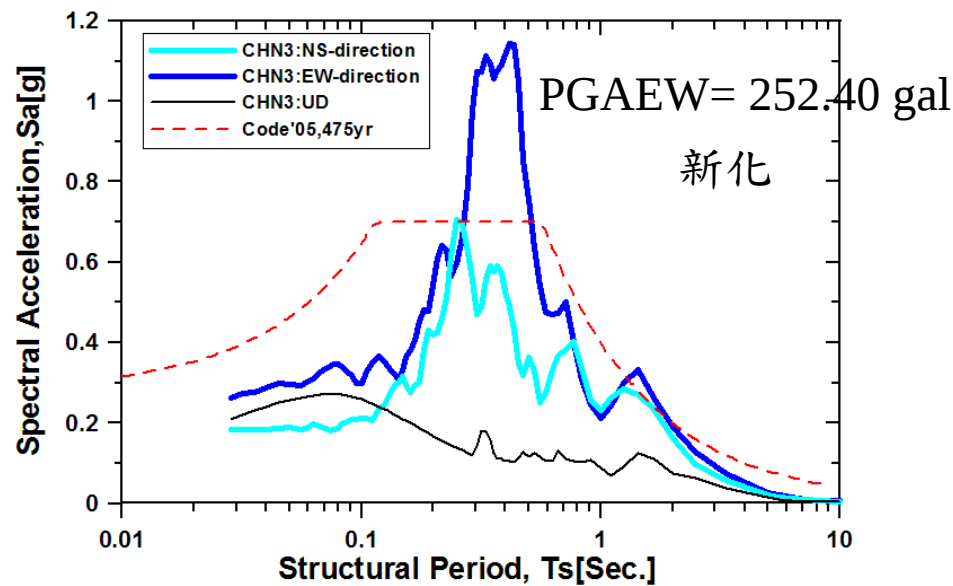
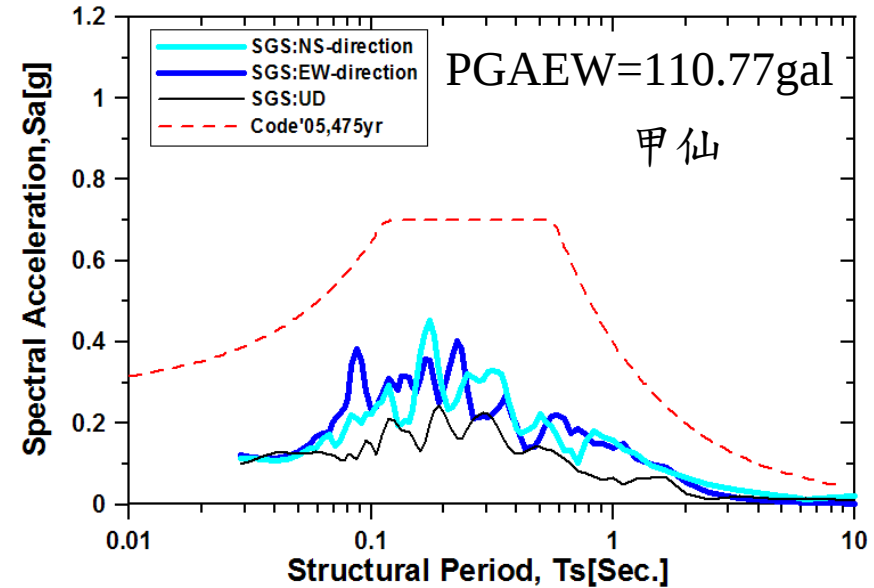
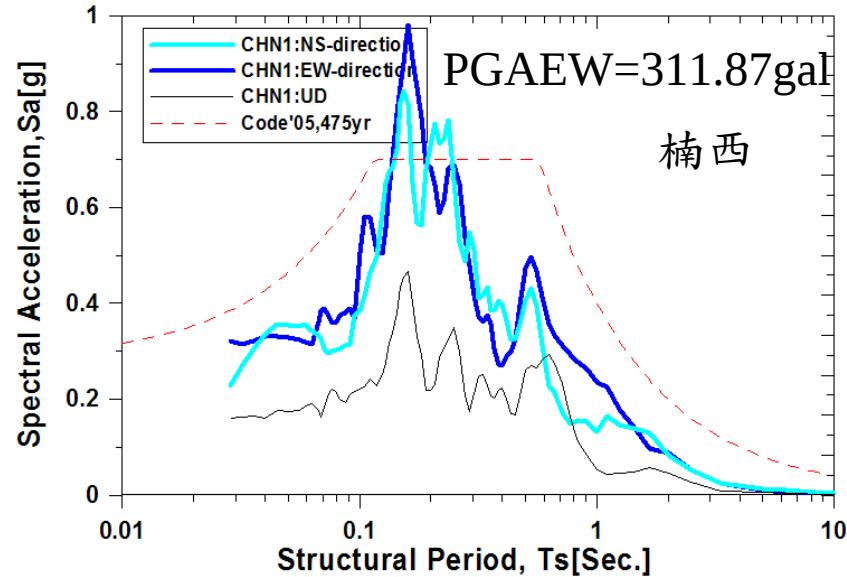


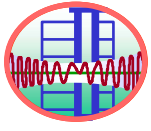
$$\text{GeoMean} = \sqrt{\text{PGA_EW} \times \text{PGA_NS}}$$



前四個PGA值較大的測站實測反應譜

NCREE



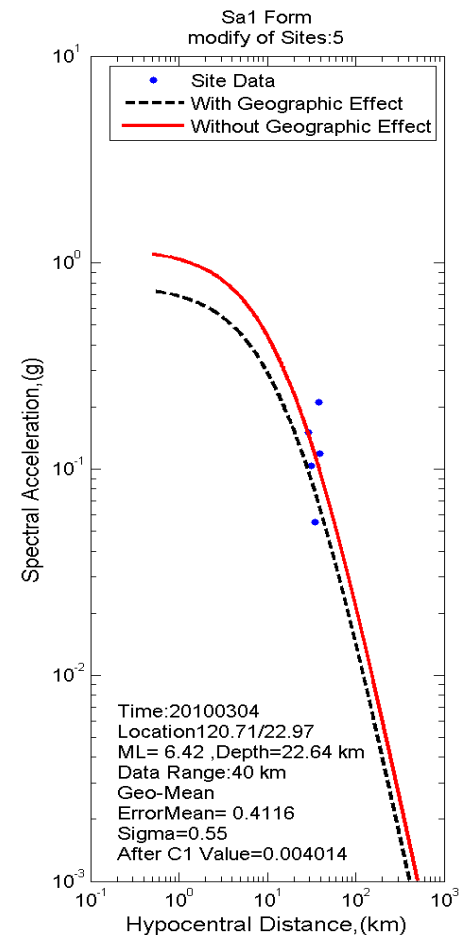
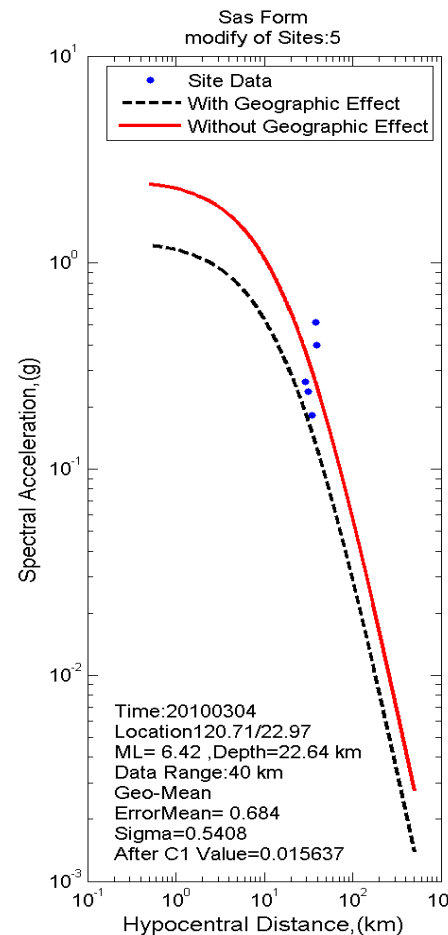
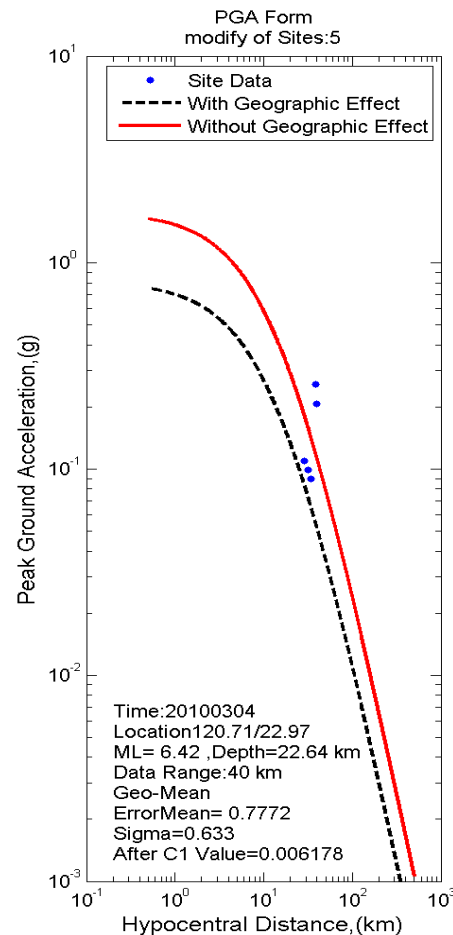


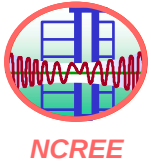
NCREE

地震動分佈估算流程

- 藉由實際觀測資料建立event-specific衰減律
- 估算各強震網測站可能的強地動值
- 加入實際觀測資料取代該站估算值繪製SHAKEMAP

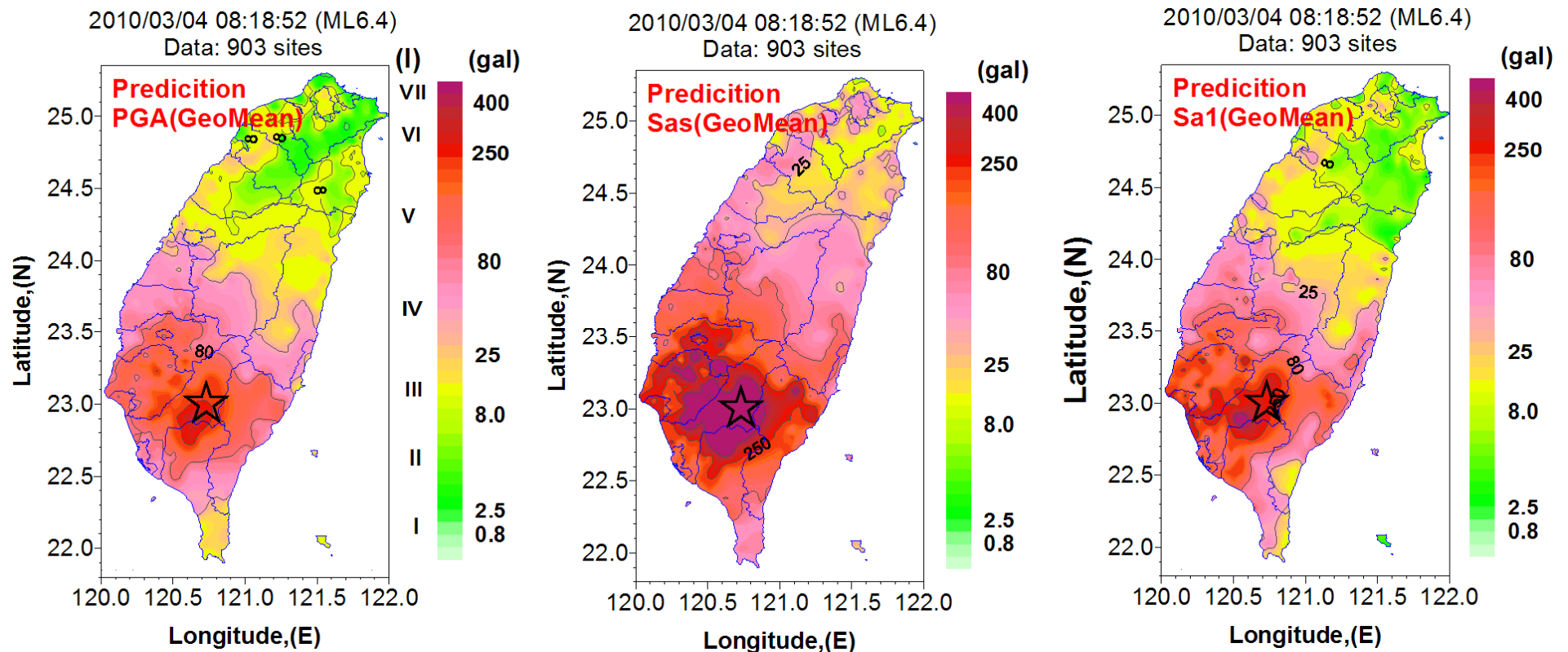
經選用40公里內的即時站資料進行修正後建立的event-specific衰減律(紅色線)





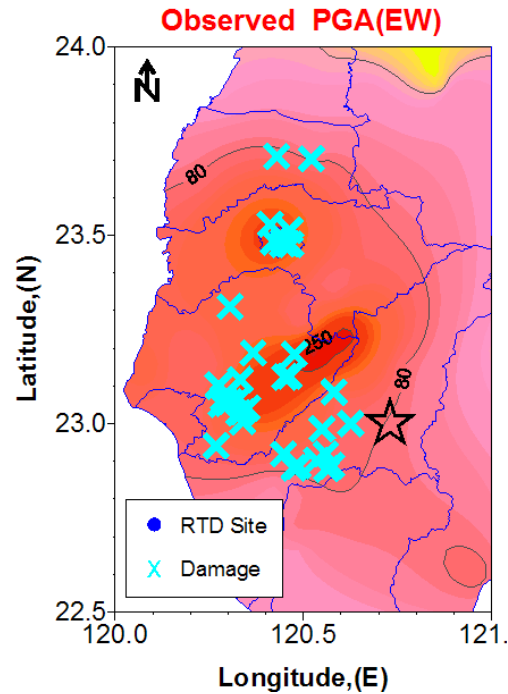
地震動分佈估算(903 sites)

- 以中央氣象局地震網為參考，共計903站進行地震動估算

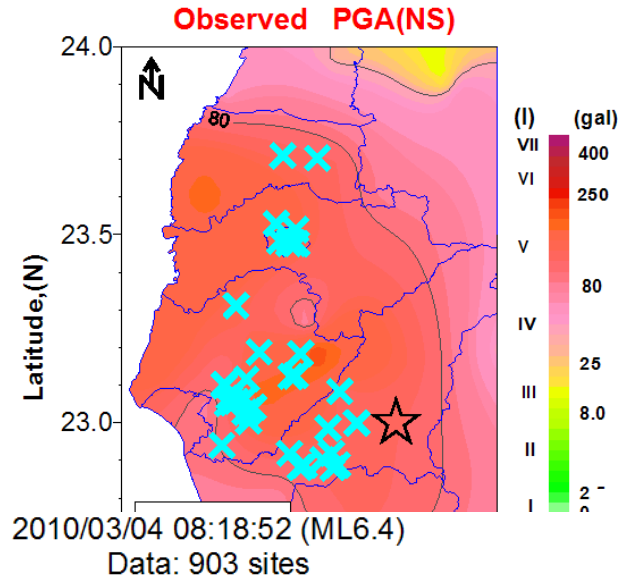


勘災地點 地震動預估

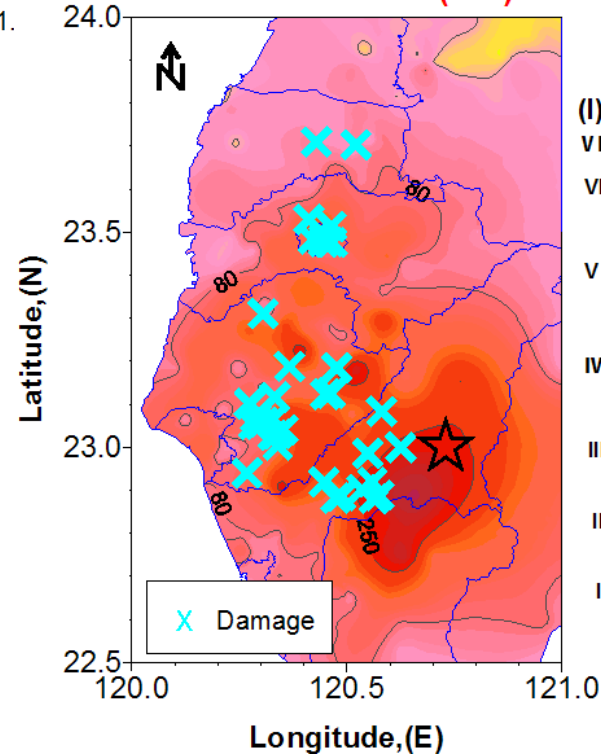
2010/03/04 08:18:52 (ML6.4)
Data: 97 sites



2010/03/04 08:18:52 (ML6.4)
Data: 97 sites

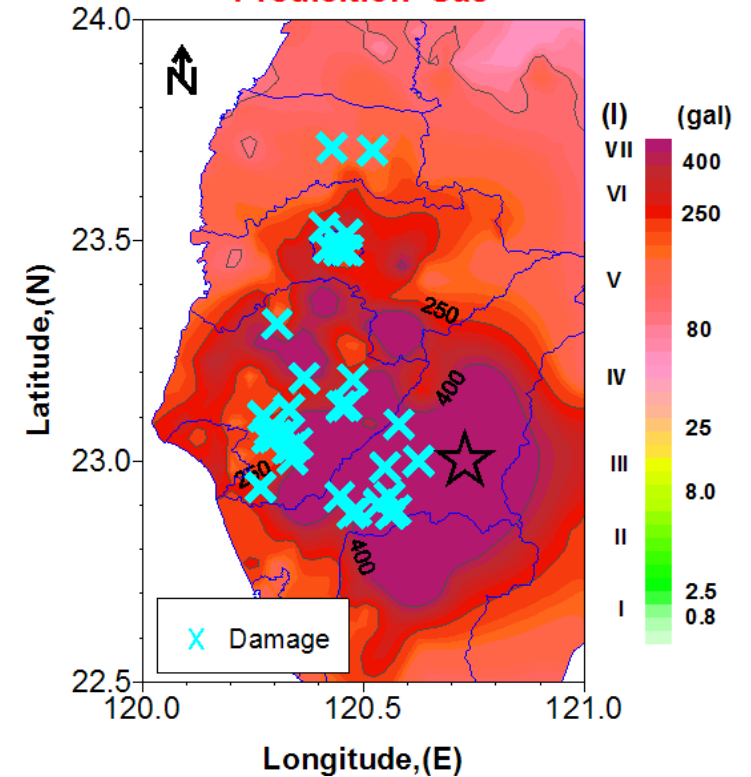


Prediction PGA(EW)



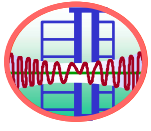
2010/03/04 08:18:52 (ML6.4)
Data: 903 sites

Prediction Sas



● 較為精細之
地震動分析



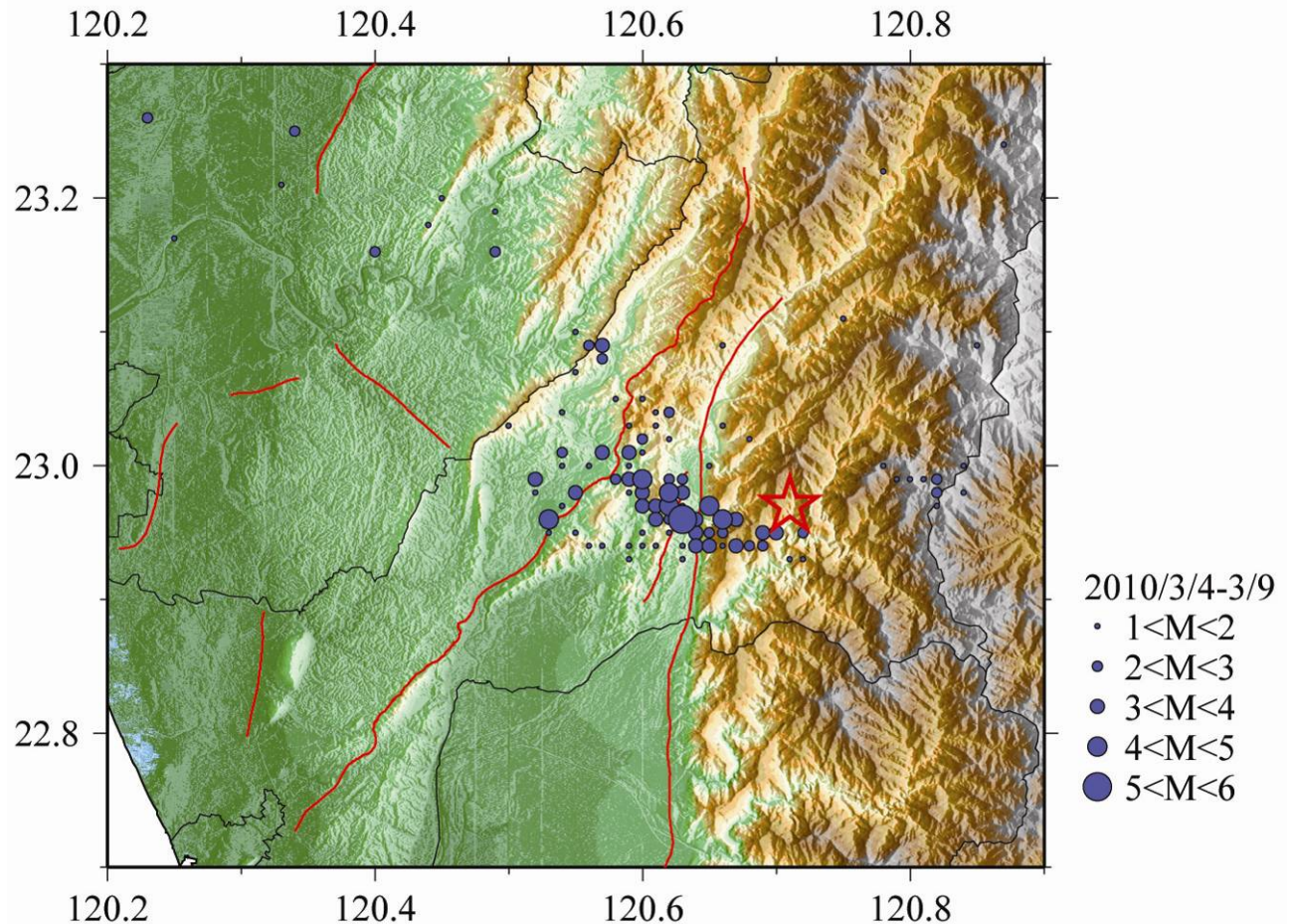
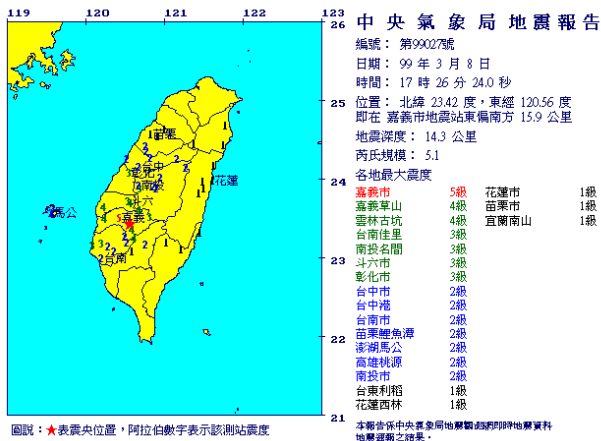


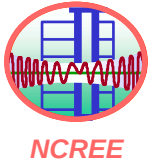
NCREE

餘震活動

- 主震發生二天內，有感及無感餘震累計有300多起
- 五天內，於震央附近，氣象局共發佈了25起有感餘震
- 最大規模 $M_L 5.7$ 之餘震發生於3/4 16:16
- 餘震大部分由主震震央呈西北-東南向分佈

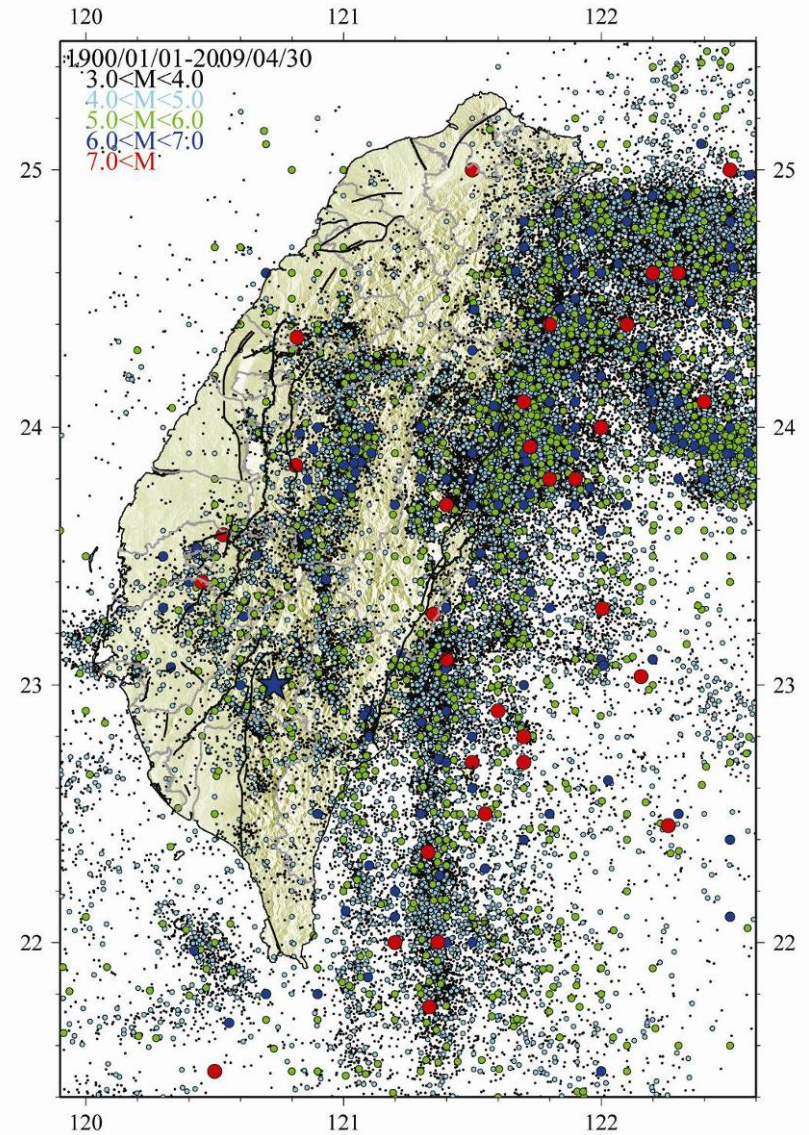
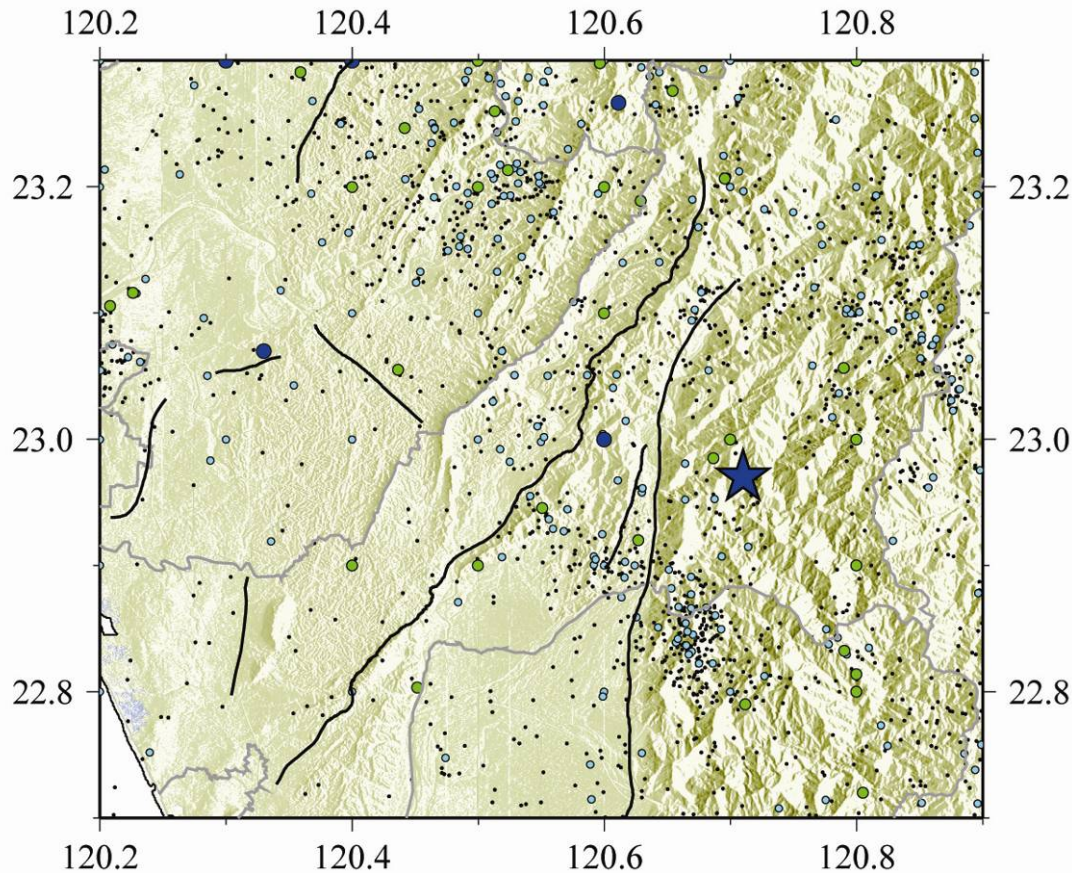
- 此外，3/8 17:26在嘉義市東偏南15.9公里處發生一起 $M_L 5.1$ 地震



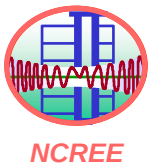


震央位置背景地震

- 此次地震發生在過去地震目錄上相對平靜的區域

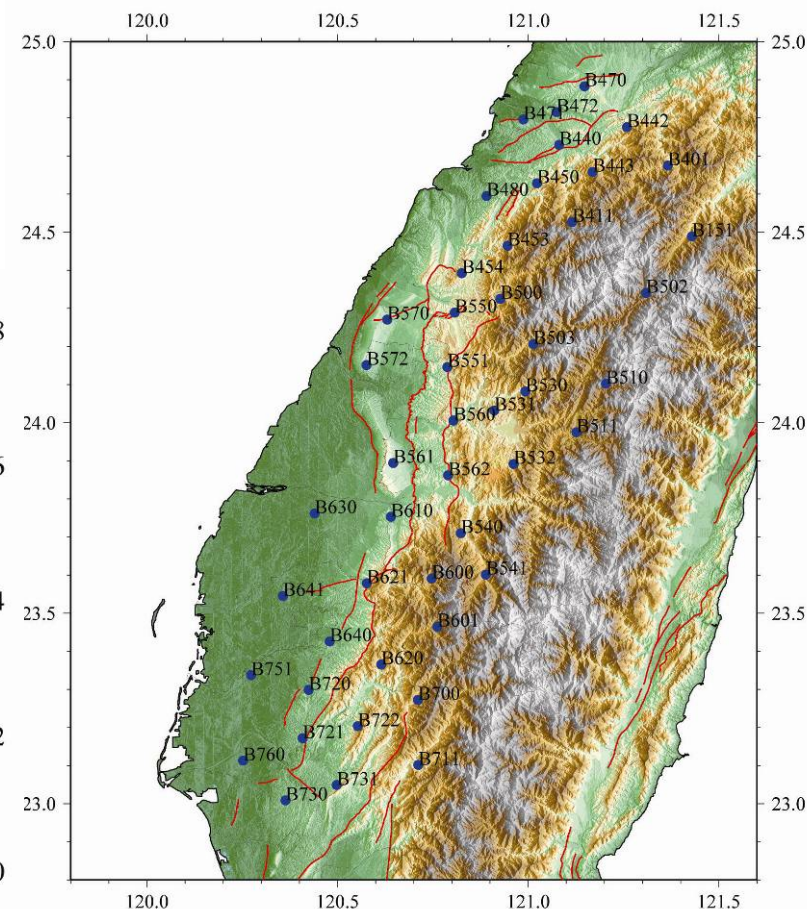
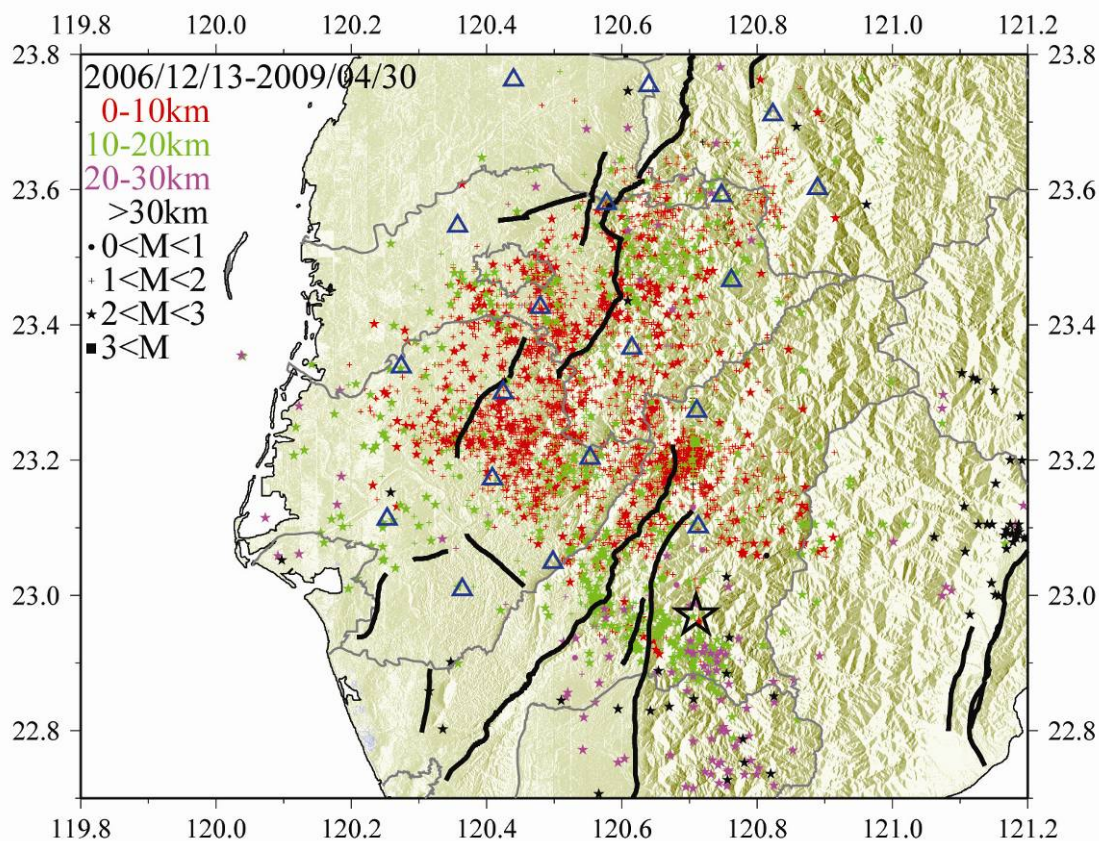


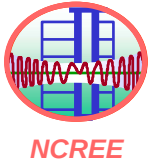
1946年12月5日 **新化地震**，規模6.1，深度5公里，造成74人死亡，1954棟房屋全毀
1964年1月18日 **白河地震**，規模6.3，深度18公里，造成106人死亡，10924房屋全毀



震央位置微震活動

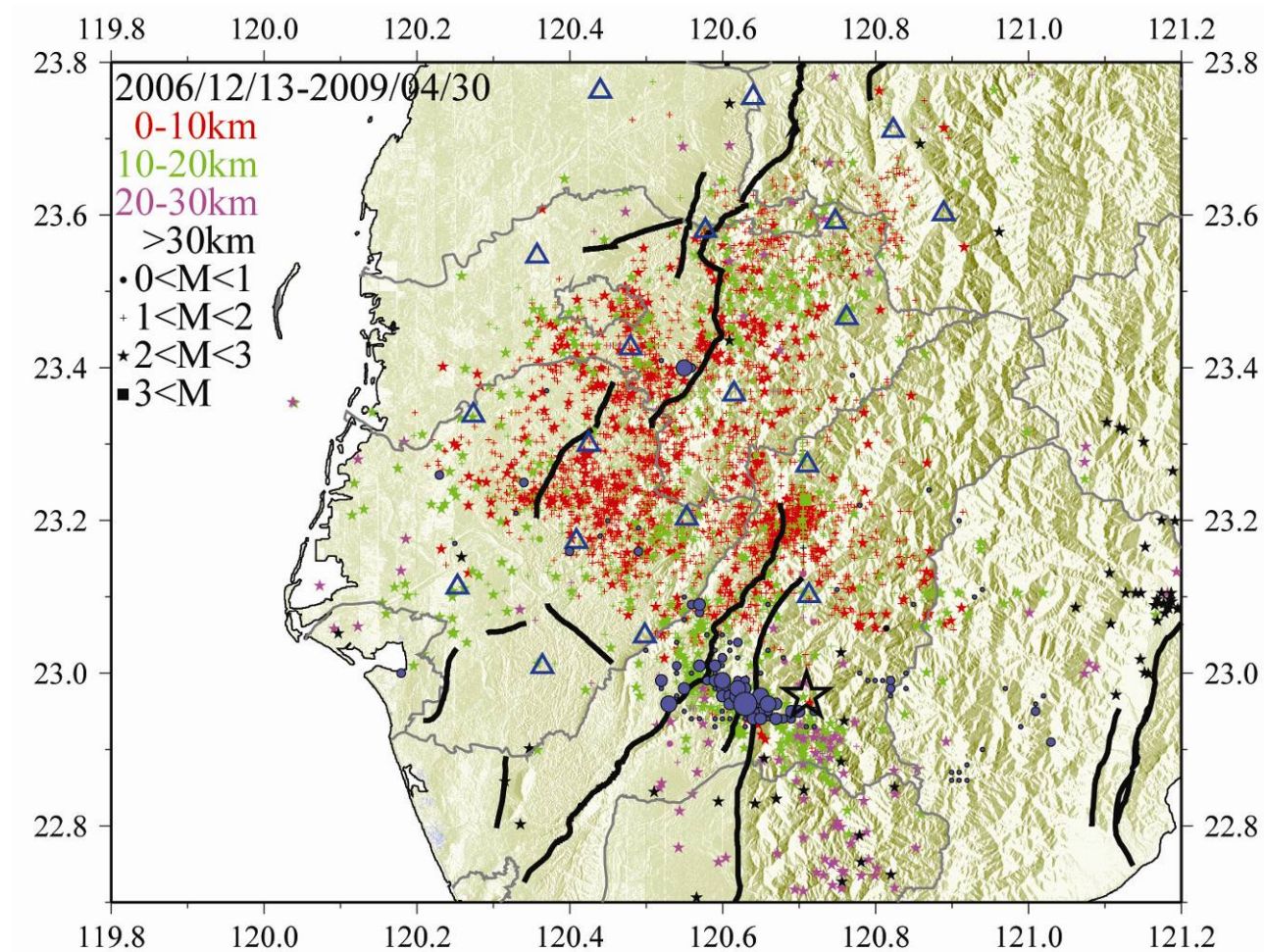
- 國震中心針對三大科學園區以密集寬頻地震儀建立活動斷層微震監測網
- 2006年起陸續建置共47個測站，持續地觀察微震之活動及分佈，監測與斷層有關之異常地震活動

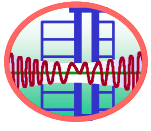




震央位置微震活動

- 主震震央位置微震活動極少
- 餘震分佈區域持續有微震活動，每月平均約15~20次



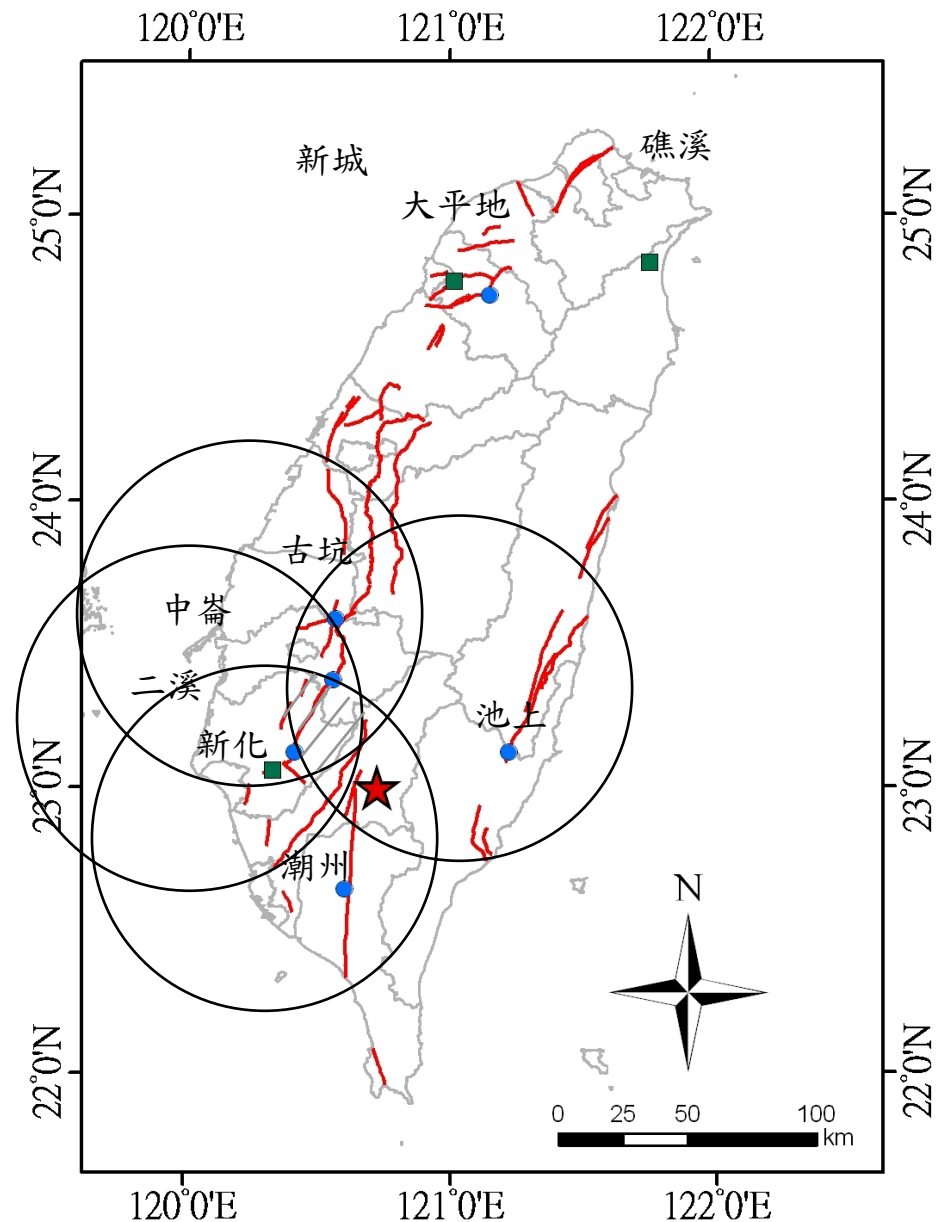


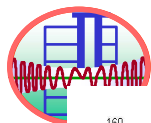
NCREE

甲仙地震氣體異常前兆現象

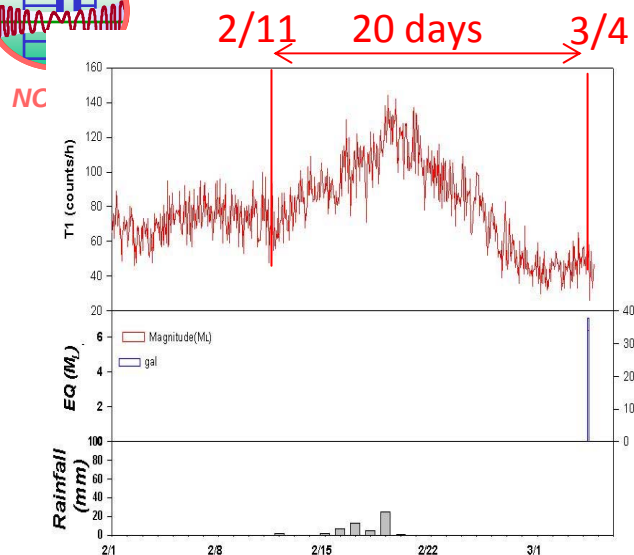
站名	所屬單位
竹科	NCREE
大平地	NTU,CGS
古坑	NTU,CGS
中崙	NTU,CGS
二溪	NTU,CGS
新化	NCREE
潮州	NTU,CGS
池上	NTU,CGS
礁溪	NCREE

- 依照過去幾年來的觀測經驗，觀測站對於方圓60公里內規模大於5的地震有敏感反應。
- 此次甲仙地震震央剛好落在四個觀測站的敏感反應區，故而四個觀測站皆能於1-2週前偵測異常變化。

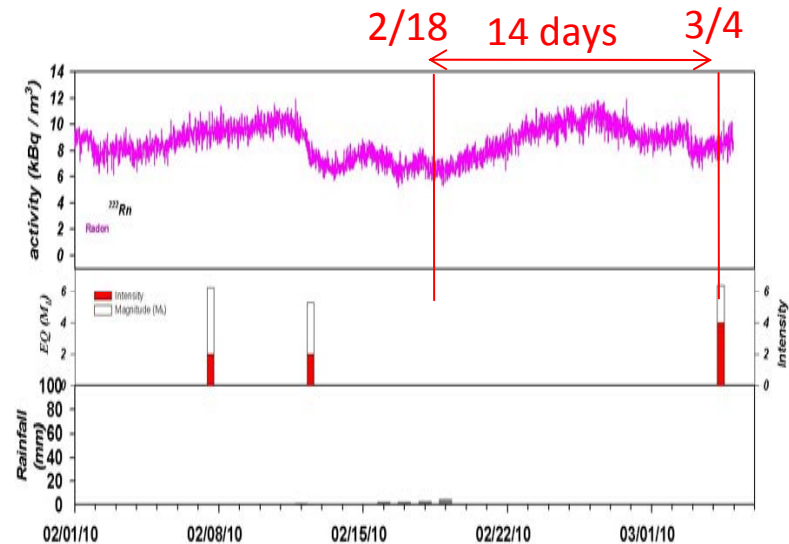




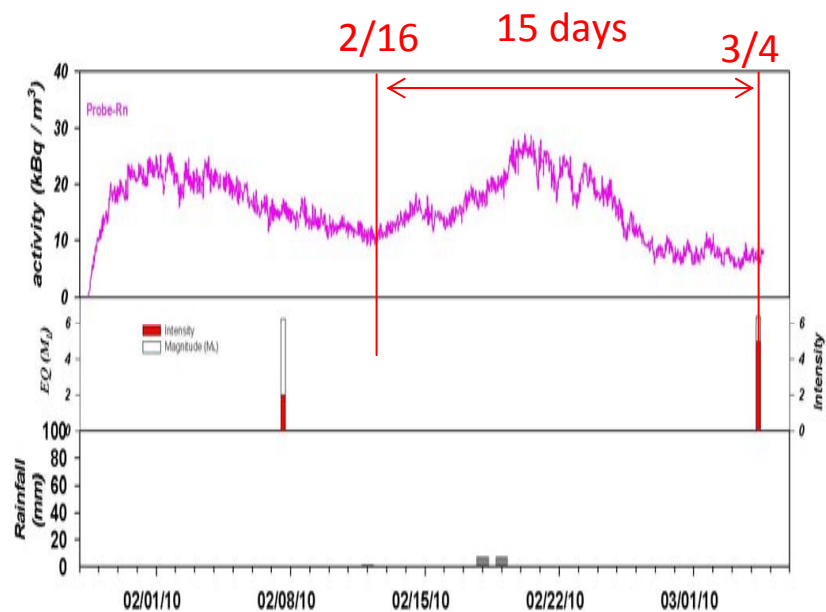
中崙站



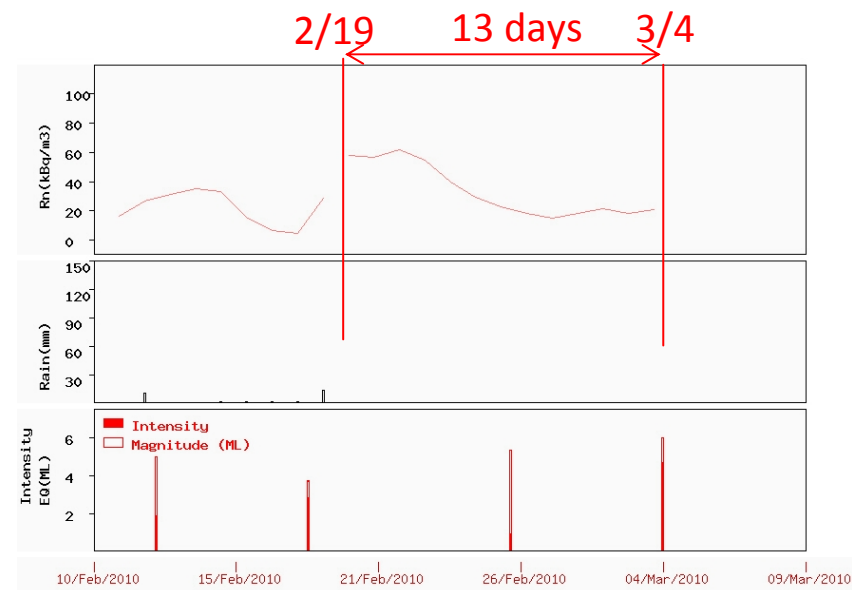
池上站

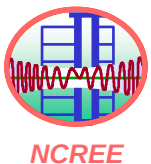


潮州站



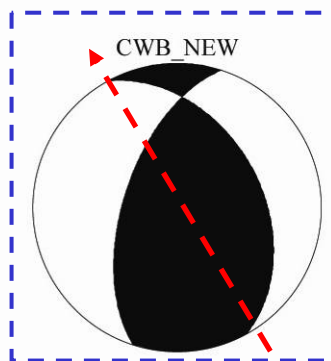
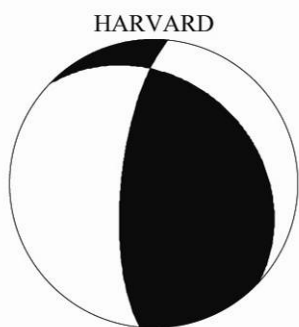
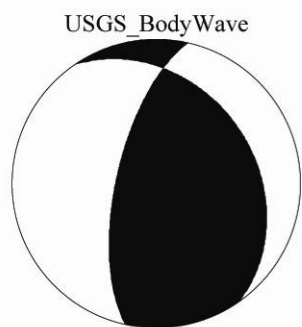
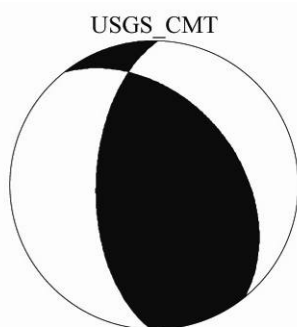
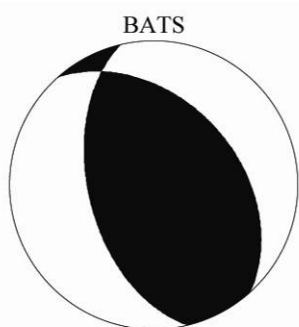
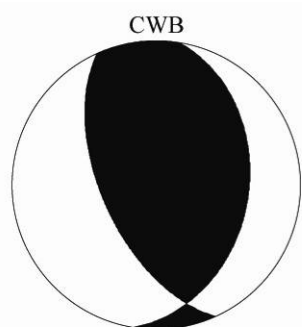
新化站



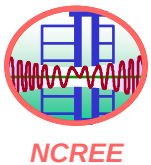


震源機制解

- 破裂面走向上呈正南北向或西北-東南方向，**西北-東南方向之破裂面解向東北傾**，傾角約在**40度**，南北向解則向西傾，傾角較大
- 此地震屬於台灣常見的**逆衝斷層機制**，並帶有部分左滑分量

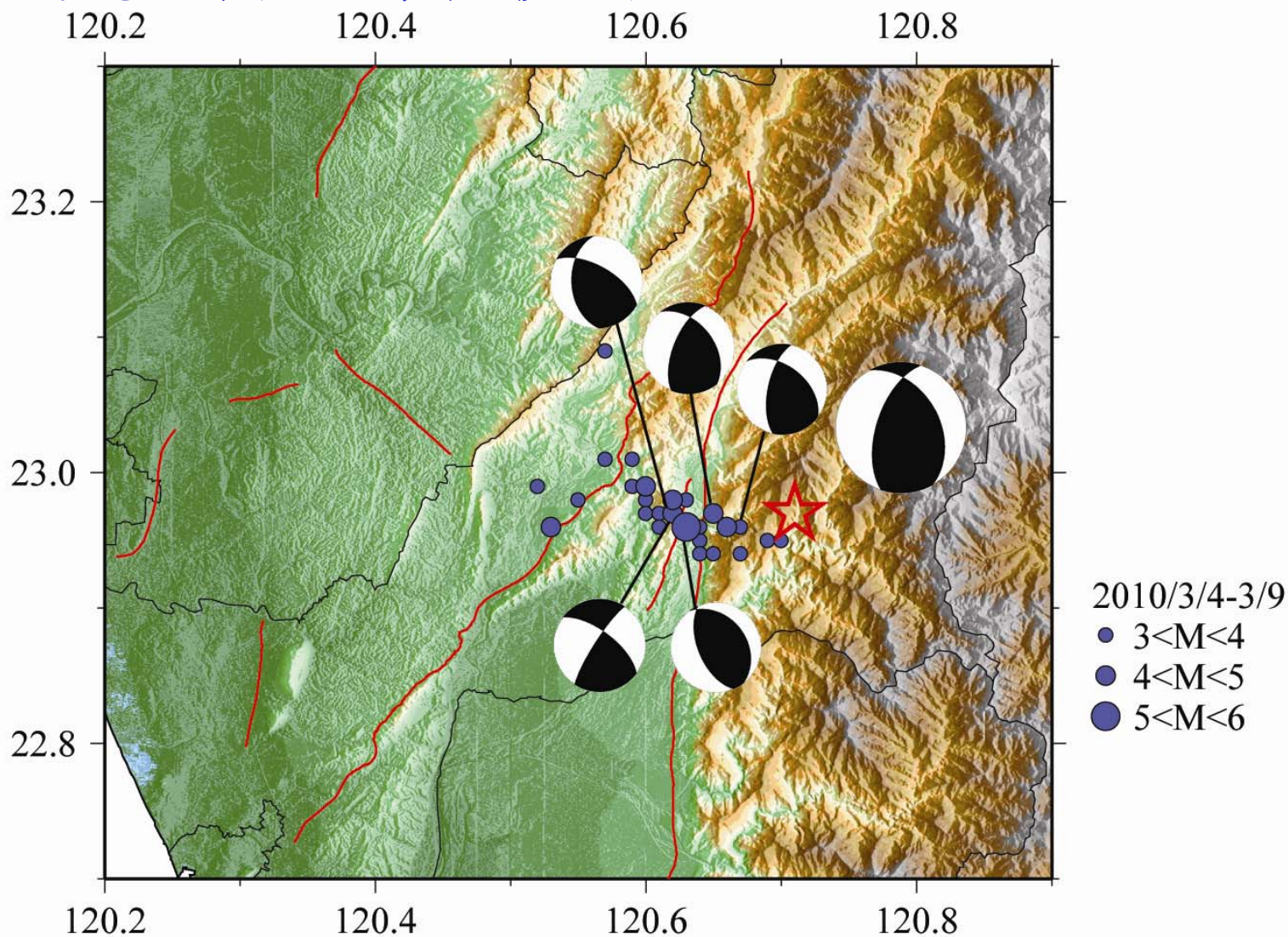


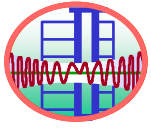
解算單位及方法	走向 strike	傾角 dip	滑移角 slip
CWB Centroid Moment Tensor	9	36	118
	155	59	71
BATS Centroid Moment Tensor	318	41	68
	167	52	109
USGS Centroid Moment Tensor	321	41	57
	182	56	116
USGS Body-Wave Moment Tensor	325	32	47
	192	67	113
HARVARD Centroid Moment Tensor	313	29	41
	185	71	113
CWB_NEW	331	41	61
	187	55	113



主、餘震震源機制解

- 餘震震源機制同樣顯示以西北-東南走向、向東北傾之破裂面；破裂型態上則介於逆衝到左移之間

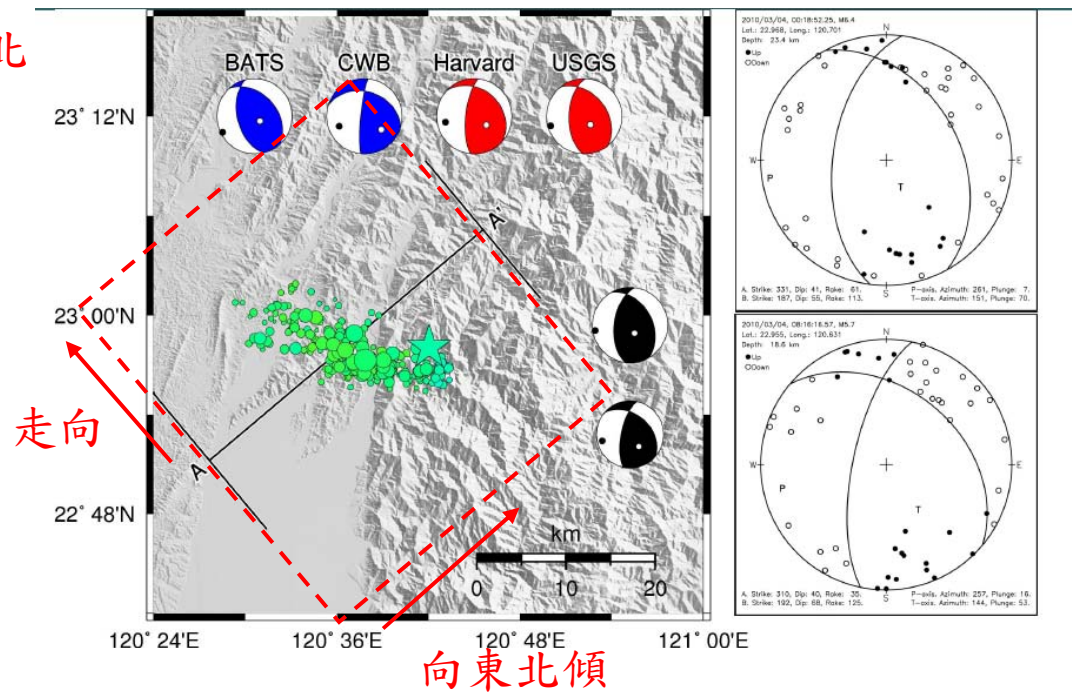
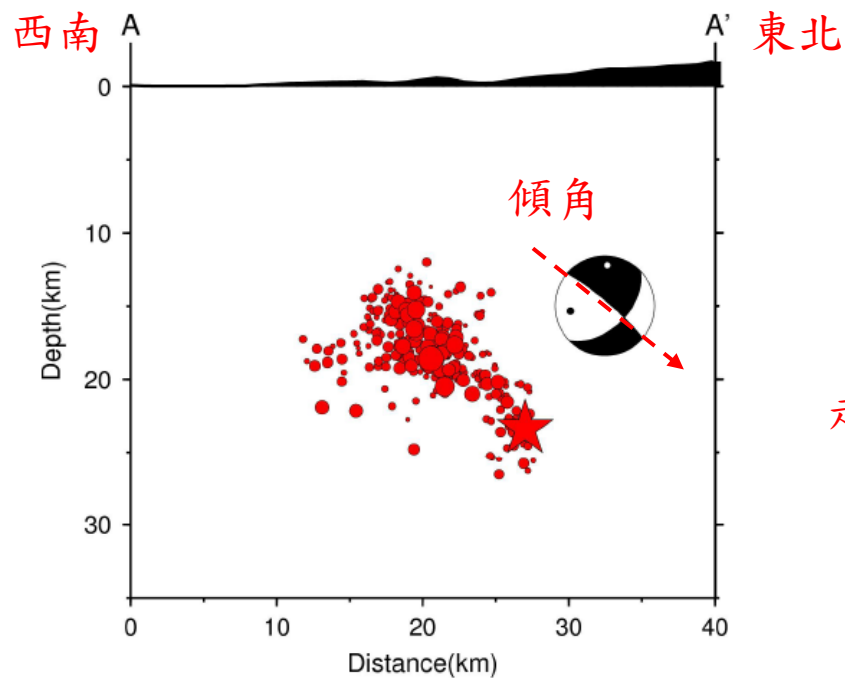




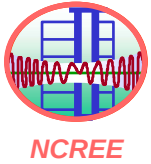
NCREE

震源破裂面型態

- 配合餘震深度剖面分佈，更可判斷走向為西北-東南，向東北傾之破裂面解。
- 帶左移分量之逆斷層機制。走向：331度，傾角：41度，滑移角61度

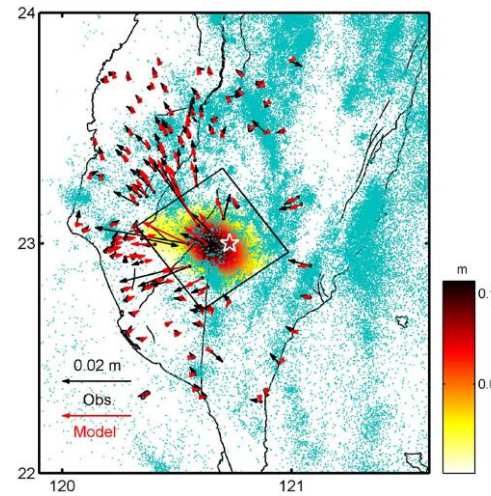


(中央氣象局 張建興)

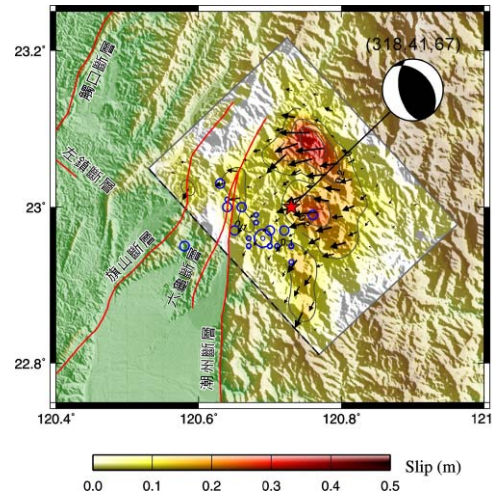


學界初步成果與推測

- 根據GPS同震位移及遠震波形逆推結果，目前學者普遍認為此次地震破裂面機制應呈西北-東南走向，向東北傾斜

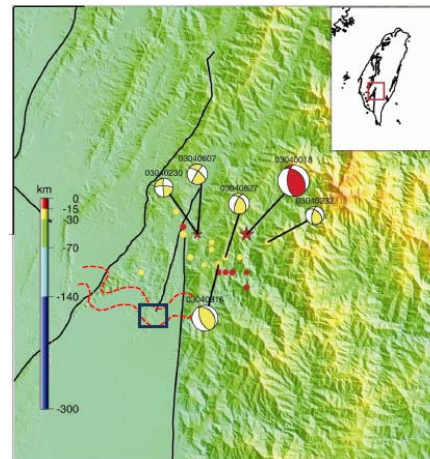


(中研院 許雅儒)

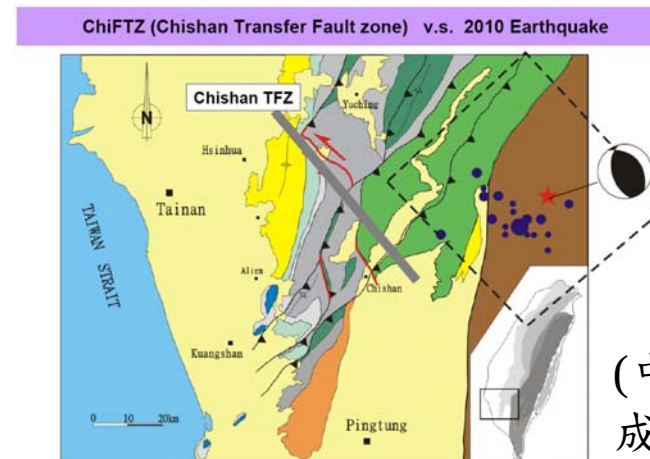


(中研院 李憲忠)

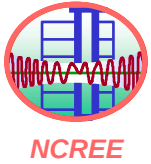
- 根據所推測震源破裂面所對應地表位置，有學者提出未知斷層或旗山轉換斷層帶等概念



(中大 張中白)



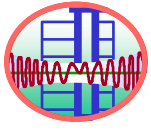
(中研院 李建成；
成大 饒瑞鈞)



國震中心勘災說明

- 橋樑損傷：高雄高美大橋龜裂，引道下陷
- 民宅建物結構物：高雄紫竹寺、台南高爾夫球場房屋倒塌等
- 校舍結構物：甲仙國中、旗美高中等多所學校
- 非結構物：學校、醫院、圖書館內之非結構災害





NCREE

■ 土壤液化：新化一帶農田液化噴砂

