

# 自由場強震網資料收集及分析－北部地區(V) (100年度)

陳國誠 周政達  
中央研究院地球科學研究所

XXX XXX  
中央氣象局地震測報中心

## 摘 要

本計畫之目的主要協助中央氣象局對於台北及宜蘭地區實施定期經常性之儀器檢測及地震資料的收集。在台北地區共設有135部自由場強震儀，宜蘭地區則有74部自由場強震儀。每四個月前往各個觀測站實施檢測，並將檢測結果、儀器作業狀況記錄，及蒐集的地震記錄篩選後，整理分類所得之地震資料送交中央氣象局地震測報中心。本年度(2011年)的第一次檢測共蒐集760筆地震記錄資料，第二次和第三次檢測分別各蒐集721和337筆地震記錄資料。本文分析2011年4月30日8點35分發生在宜蘭附近的地震，此地震規模為 $M_L5.8$  ( $M_w4.8$ )、震源深度75公里，中央氣象局推論此地震的震源機制為平移斷層。台北及宜蘭地區除了31個測站的電源或儀器問題之外，其餘共有178部(85.2%)自由場強震儀完整的記錄此地震資料，此次地震的垂直向、東西向和南北向之最大強地動加速度值(PGA)分別為11.6、60.9和92.8  $\text{cm}/\text{sec}^2$ 。

關鍵詞：台北、宜蘭、儀器檢測、地震資料收集、宜蘭地震

## ABSTRACT

This project performs the routine work for the instrument examination and data collection of the CWB Strong Motion Network in the Taipei and Ilan areas. There are 135 free-field strong motion stations in the Taipei area and 74 stations in the Ilan area. The collected strong motion data and the results of instrument examination have been sent to the Seismology Center, Central Weather Bureau after each field work in every four months. A total of 760, 721, and 337 waveforms were recorded and collected in the three field works, respectively, during this year. An earthquake with magnitude  $M_L5.8$  ( $M_w4.8$ ) and focal depth of 75 km occurred in the Ilan area at 8:35, 30 April 2011. The CWBSN reported that the focal mechanism of this event is strike-slip faulting. In

addition to 31 stations with instrument or power supply problem, a total of 178 stations (85.2%) in the Taipei and Ilan areas recorded this event completely. The maximum peak ground acceleration (PGA) of this earthquake for the vertical, east-west, and south-north directions are 11.6, 60.9 and 92.8 cm/sec<sup>2</sup>, respectively.

Keywords: Taipei, Ilan, instrument examination, earthquake data collection, Ilan earthquake

## 壹、前言

本計畫執行的重點在於地震記錄的蒐集及儀器的檢測，主要範圍包括大台北地區和宜蘭地區共有209部自由場強震儀，大台北地區設有135部強震觀測站（圖一），而宜蘭地區則設有74部強震觀測站（圖二）。每一個觀測站至少安裝一部強震儀，而強震儀的種類包括有A800、A900、A900A、CV-574、CV-575、ENTA、Smart24和Reftek等8種不同儀器，各觀測站的強震儀種類以不同的符號圖示於圖一和圖二。每一觀測站至少裝設有一部三向量、96dB動態範圍而且是16位元或24位元的強震監測儀器。本計畫主要工作項目包括：（1）維護站址環境的整潔；（2）電源設備的檢測；（3）儀器校時；（4）傳收資料；（5）儀器測試；（6）儀器作業狀況登錄；（7）儀器故障之排除與報修。儀器檢測參考Terra Technology Corp.（1992；1994）和Teledyne Geotech（1993；1993）公司之儀器操作及維護說明。電子技術人員以定期方式每四個月赴大台北地區和宜蘭地區的各強震觀測站，從事地震記錄的蒐集及儀器的檢測。每次實施檢測後，將檢測結果、儀器作業狀況記錄，及蒐集的地震記錄篩選後，立即將整理所得之地震資料及儀器檢測記錄裝訂成冊後送交中央氣象局地震測報中心。

## 貳、資料蒐集與儀器檢測

強地動資料蒐集和儀器檢測，以每四個月定期赴大台北地區和宜蘭地區的各強地動觀測站實施檢測一次。本年度三次例行檢測作業分別於 100 年 2 月、100 年 6 月及 100 年 9 月實施，本年度中三次蒐集各強地動觀測站的地震記錄、儀器作業狀況記錄表、各強地動觀測站的儀器或站房有問題的照片均分別燒錄於光碟中，並已送交中央氣象局地震測報中心。本年度中各強地動觀測站的儀器運轉狀況，如有儀器故障(表一)，均報送中央氣象局地震測報中心，請廠商儘速維修，以維持儀器正常運轉。大台北地區和宜蘭地區的儀器，除少數測站因為電源問題及儀器故障，導致儀器無法正常運轉外，大部分強地動觀測站的儀器均維持全年度完全正常運轉。

本年度(2011 年)電源問題報修的測站包括日新國小(TAP012)、國泰國小

(TAP037)、湖山國小(ILA015)、二城國小(ILA002)、師大分部(TAP029)、照安宮(ILA010)、埕公國中(TAP088)、北投國小(TAP095)。站房問題報修的測站包括湖山國小(ILA015)、牛鬥(ILA025)、照安宮(ILA010)、二城國小(ILA002)、建德國小(TAP058)。警報器報修的測站包括板橋站(TAP054)、竹子湖站(TAP056)、鞍部站(TAP066)、七堵車站(TRB011)、南澳車站(TRB044)等共 14 個測站，主要問題是警報器的大電池需更新。本年度三次例行檢測共蒐集 12210 筆檔案資料，其中的 1818 筆檔案資料確認為地震記錄，其餘資料則是測站附近人為所造成的雜訊，或儀器的假觸發啟動(false trigger) 所造成。第一次例行檢測共蒐集 760 筆地震記錄，第二次例行檢測共蒐集 721 筆地震記錄，第三次例行檢測共蒐集 337 筆地震記錄。各測站所蒐集的地震記錄和資料蒐集次數的統計分析，已送交中央氣象局地震測報中心。

## 參、初步資料分析

本年度(2011 年)於台北及宜蘭地區蒐集到相當多高品質的強地動記錄，然而有些記錄可能受到測站附近所造成的干擾，例如隆聖國小(TAP059)的強地動記錄(圖三)，由於測站附近改建工程進行施工，干擾雜訊振動造成垂直、東西和南北三分量的最大強地動加速度值高達  $10 \text{ cm/sec}^2$  以上，自 2011 年 1 月 24 日至 1 月 29 日該測站共蒐集到 62 筆雜訊。有些記錄則是儀器問題，例如雲海國小(TAP074)的強地動記錄(圖四)，其東西分量的記錄相當良好，但是其垂直分量和南北分量的記錄則是儀器故障而無法使用。有些 Smart24 的儀器校正訊號很正常(圖五)，但是時常會出現方形波訊號，例如海洋大學(NU)測站的儀器不斷的產生方形波訊號(圖六)，自 2010 年 11 月 26 日至 2011 年 3 月 1 日該測站共蒐集到 87 筆方形波訊號。由於磁碟記憶體容量很快就被這些方形波訊號佔滿，以致於地震來臨時無法蒐集到地震記錄。

仔細觀察分析方形波訊號幾乎都出現在整點時間，根據 Smart24 的儀器使用手冊研判，此方形波訊號可能是儀器每一個小時產生的計時校正訊號，但仔細檢查該測站儀器並沒有啟動計時校正訊號，更奇怪的是並非每一個小時都會出現方形波訊號，因此研判可能是儀器不正常的產生方形波訊號。除此之外，有些測站儀器的校正訊號不正常，例如金岳國小(ILA065)的強地動記錄(圖七)，該儀器的校正訊號在垂直分量和東西分量都正常，但是南北分量的校正訊號太小而且只有負值沒有正值。不正常的校正訊號顯示該儀器有問題，該儀器所記錄的強地動資料無法準確的顯示強地動加速度值，以致於無法使用該地震記錄。這些有問題的儀器都已經報修。

根據中央氣象局所發佈的地震資料，2011 年 4 月 30 日 8 時 35 分(台灣時間 4 月 30 日 16 時 35 分)在宜蘭附近發生規模  $M_L 5.8$  ( $M_w 4.8$ ) 的地震，此次地震

是今年度 1 月 1 日至 10 月 26 日發生在台灣地區的最大規模地震，此地震震央位於東經 121.81 度、北緯 24.65 度，而震源深度為 75 公里。中央氣象局推論此地震的震源機制為平移斷層。大多數台北及宜蘭地區的觀測站都蒐集到高品質的地震記錄，除了 31 個測站的電源或儀器問題之外，其餘共有 178 部自由場強震儀完整的記錄此地震資料，相當於 85.2% 的觀測站蒐集到高品質的地震記錄。此次地震造成宜蘭地區的最大震度為 4 級，苗栗以北包括台北地區的最大震度為 3 級，苗栗以南至台南地區的最大震度為 2 級，高雄和澎湖縣馬公市的最大震度為 1 級，沒有任何人員傷亡或建築物損害的報導。本文對於此次地震在台北及宜蘭地區所蒐集的強地動記錄做進一步分析。

圖八顯示 2011 年 4 月 30 日 8 時 35 分宜蘭附近地震震央位置、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈，以及其垂直、東西和南北三分量的最大強地動加速度值  $PGA(cm/sec^2)$  分佈圖。根據中央氣象局的寬頻地震網的地震資料，此次地震的震源機制解為平移斷層。圖八中的小正方形表示核一廠、核二廠和核四廠的位置，而實心三角形表示該測站記錄到此次地震資料，很明顯的宜蘭和台北地區絕大多數的測站均完整的記錄到此地震資料。此次地震以新南國小(ILA041)蒐集到最大的強地動加速度地震記錄(圖九)，其最大強地動加速度值分別為 11.6 (垂直向)，60.9 (東西向) 及  $92.8 cm/sec^2$  (南北向)。根據最大強地動加速度值  $PGA(cm/sec^2)$  分佈圖，靠近震央附近的宜蘭平原觀測站，其最大強地動加速度值並非最大，而是位於宜蘭平原中部的新南國小(ILA041)之最大強地動加速度值最為顯著。值得注意的是台灣北部海岸靠近核二廠附近的隆聖國小(TAP059) 之南北分量最大強地動加速度值相當顯著，此測站震央距離為 57.6 公里，而其垂直、東西和南北三分量的最大強地動加速度值分別為 12.8，46.4 及  $75.8 cm/sec^2$ 。

針對此次地震的最大強地動加速度值(PGA)相對於震源距離的關係圖(圖十)，東西向及南北向最大強地動加速度值分別用不同符號表示，圖中的粗虛線和細虛線分別表示 Lin and Lee (2008) 的強地動加速度衰減曲線和標準誤差曲線，絕大多數的最大強地動加速度值都位於衰減曲線標準誤差範圍以內。由於此次地震的震源深度為 75 公里，震源距離主要集中在宜蘭平原和台北盆地兩群區域，最大強地動加速度值隨著震源距離的增加而衰減，在台北盆地並沒顯示出顯著的震波放大作用。

## 肆、檢討與建議

本年度中儀器檢測時，各強地動觀測站的儀器如有故障，均報送中央氣象局地震測報中心，請廠商儘速維修，以維持儀器正常運轉。本計畫責任區的儀器包括:A800、A900、A900A、CV-574、CV-575、ENTA、Reftek 和 Smart24 等八

種不同種類的儀器共計 209 部，其中以 A900 型(A900 和 A900 A)的儀器數量共有 81 部佔最多(表二)，其次為 CV-574 和 CV-575 的儀器數量共有 43 部，ENTA 的儀器數量共有 36 部，Smart24 的儀器數量共有 48 部，其他種類的儀器數量則佔少數，全年度所有儀器平均報修率大約為 21%。IDSA 儀器使用至今年度已經完全拆除，A800 和 Reftek 的儀器數量使用至今年度只各剩一部，但都在報修中，A800 的儀器已經使用相當長久，如果報修後依然無法正常運轉，建議以新型儀器 Smart24 的強震儀更新。新型儀器 Smart24 的強震儀使用至目前為止還算穩定，今年度本計畫責任區的儀器平均報修率比去年度稍高，主要原因是有些 Smart24 的強震儀時常出現方形波而報修，絕大部份各測站的儀器都維持全年正常運轉，蒐集到相當多高品質的強地動記錄。

2011 年 4 月 30 日 8 時 35 分 (台灣時間 4 月 30 日 16 時 35 分)在宜蘭附近發生規模  $M_L5.8$  ( $M_w4.8$ )的地震，本計畫責任區包括大台北地區和宜蘭地區共有 209 部自由場強震儀，其中 178 部儀器完整的記錄此次地震資料，相當於 85.2% 的觀測站蒐集到高品質的地震記錄。仔細分析探討其餘 31 部自由場強震儀未記錄到此次地震資料的原因，主要包括有 10 部儀器報修、6 部儀器的記憶體記滿、6 部儀器的資料被維修人員收走、5 部儀器的電源報修、2 部儀器的站房報修、1 部儀器的電源被關掉以及 1 部儀器未紀錄地震資料。本計畫將會加強與維修人員聯繫，掌握瞭解儀器報修後的進展狀況，以提昇儀器維持全年度正常運轉率，當地震來臨時，期望每一部儀器都能蒐集到高品質的強地動記錄。

本年度各測站的儀器檢測結果分析，有些測站必須儘快處理：

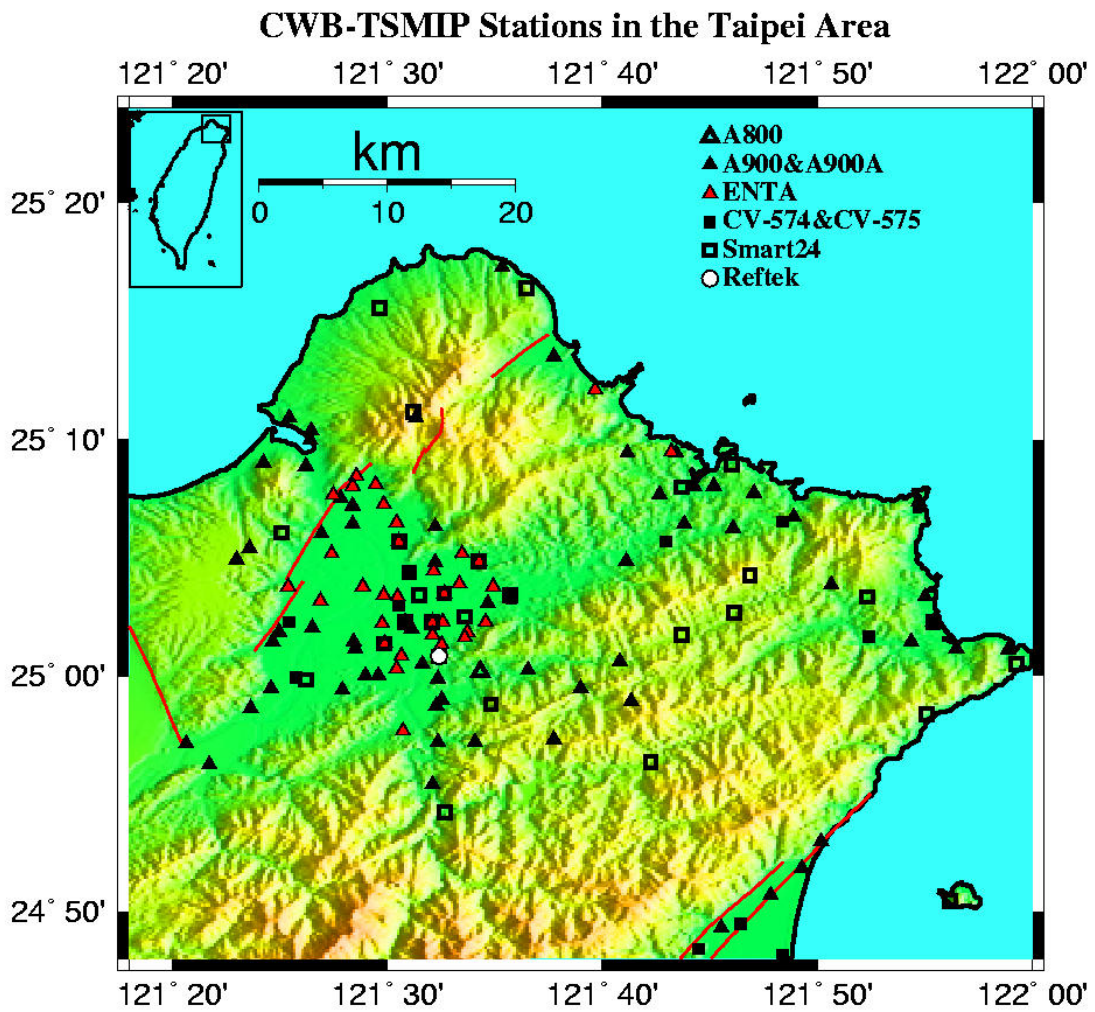
1. 有些 Smart24 的儀器校正訊號正常，但是時常會出現方形波訊號，例如海洋大學(NU) 測站的儀器不斷的產生方形波訊號，由於磁碟記憶體容量很快就被這些方形波訊號佔滿，以致於地震來臨時無法蒐集到地震記錄，儀器報修後儘可能儘快處理修復。
2. 儀器內有病毒，例如：三貂角(TWB1)和海洋大學(NU)，維修人員應注意自己的連線電腦是否有病毒，以免影響到儀器正常運轉和避免蒐集地震資料人員的電腦中毒。
3. 維修人員前往測站維修儀器時，非必要時不要清除或取走儀器內的資料。
4. 時間系統不正常，主因是 GPS 長時間未收到信號，或是內部計時器因程式所用計時器(軟體部分)計時次數需修正，也可能是零件的老化現象所導致(例如：桃源國小、頂溪國小)。
5. 大部分的警報器失靈，主要問題是警報器的大電池需更新。

## 伍、誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費（編號 MOTC-CWB-100-E-01），地震測報中心吳健復先生鼎力協助計畫之進行，特此誌謝。

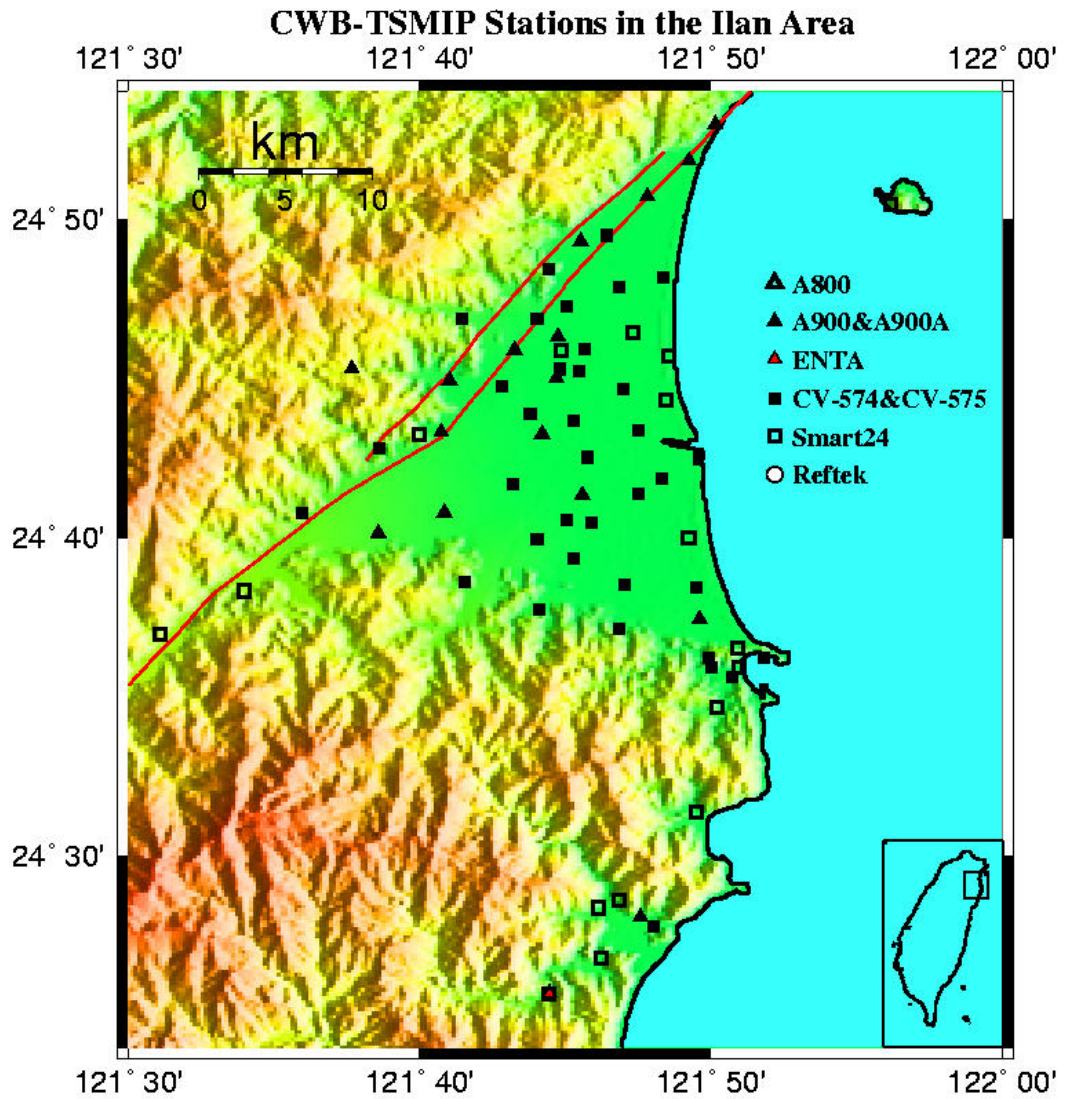
## 陸、參考資料

- Lin, P. S. and C. T. Lee, (2008). Ground-motion attenuation relationships for subduction-zone earthquakes in northeastern Taiwan. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **98**, 220-240.
- Terra Technology Corp. (1992). IDS-3602 Integrated Digital Seismograph.
- Terra Technology Corp. (1994). IDS-3602A 16 Bit Digital Seismograph.
- Terra Technology Corp. (1993). Accelerator III/A-900 Operation and Maintenance Manual.
- Terra Technology Corp. (1994). Accelerator III/A-900A Operation and Maintenance Manual.



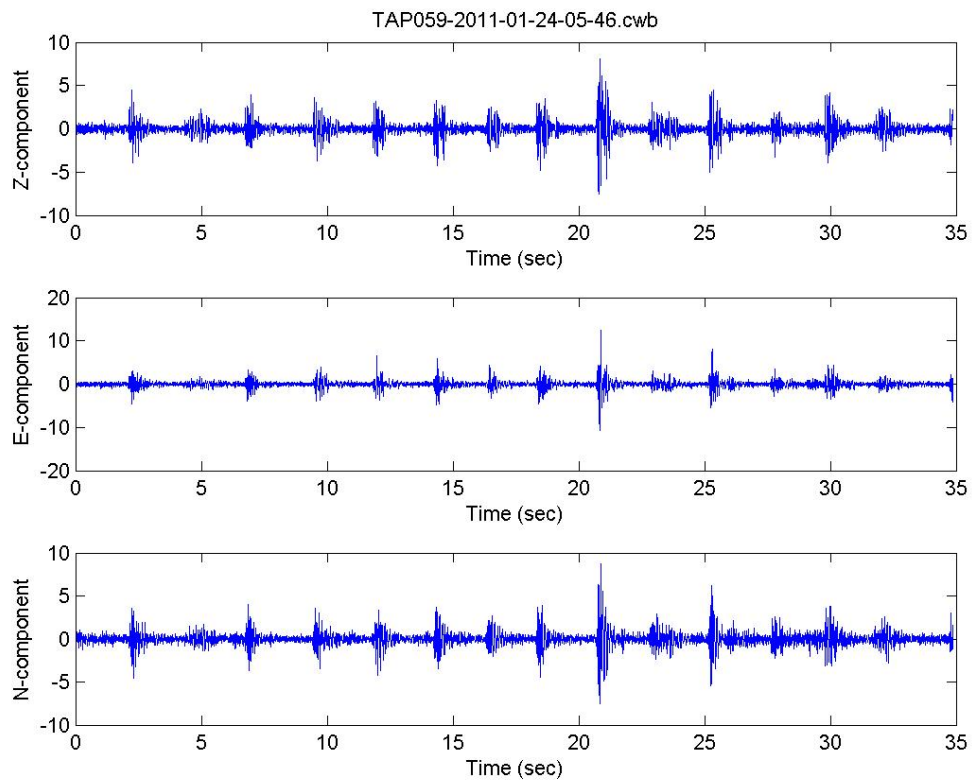
圖一、中央氣象局台北地區強地動觀測站分佈圖，各觀測站的強震儀種類以不同的符號表示。



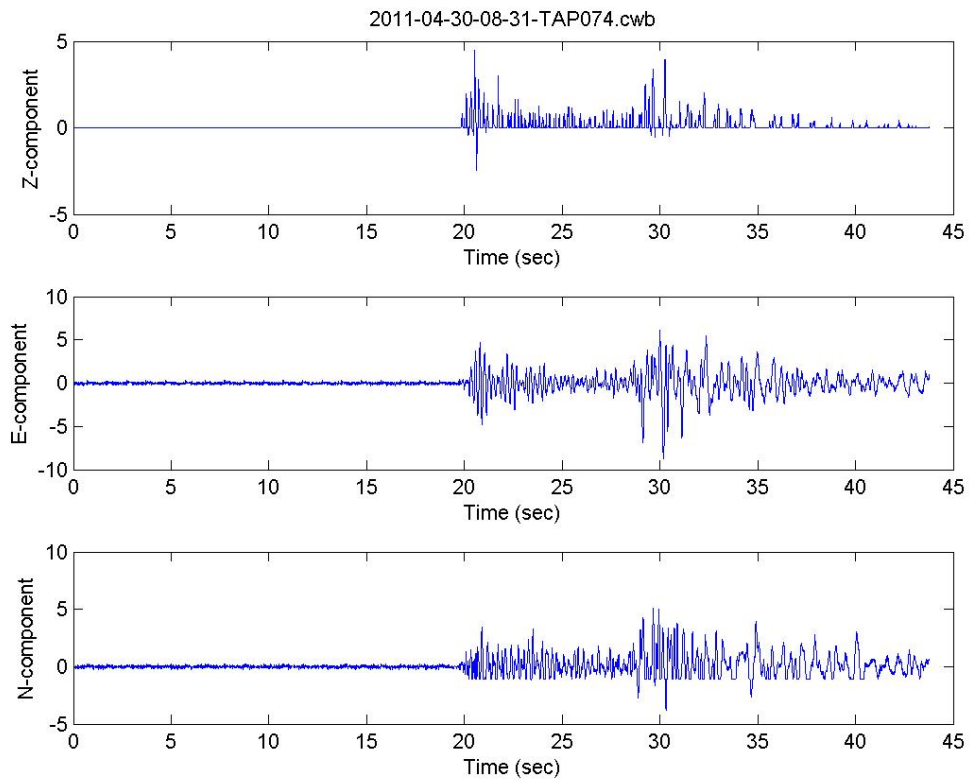


圖二、中央氣象局宜蘭地區強地動觀測站分佈圖，各觀測站的強震儀種類以不同的符號表示。

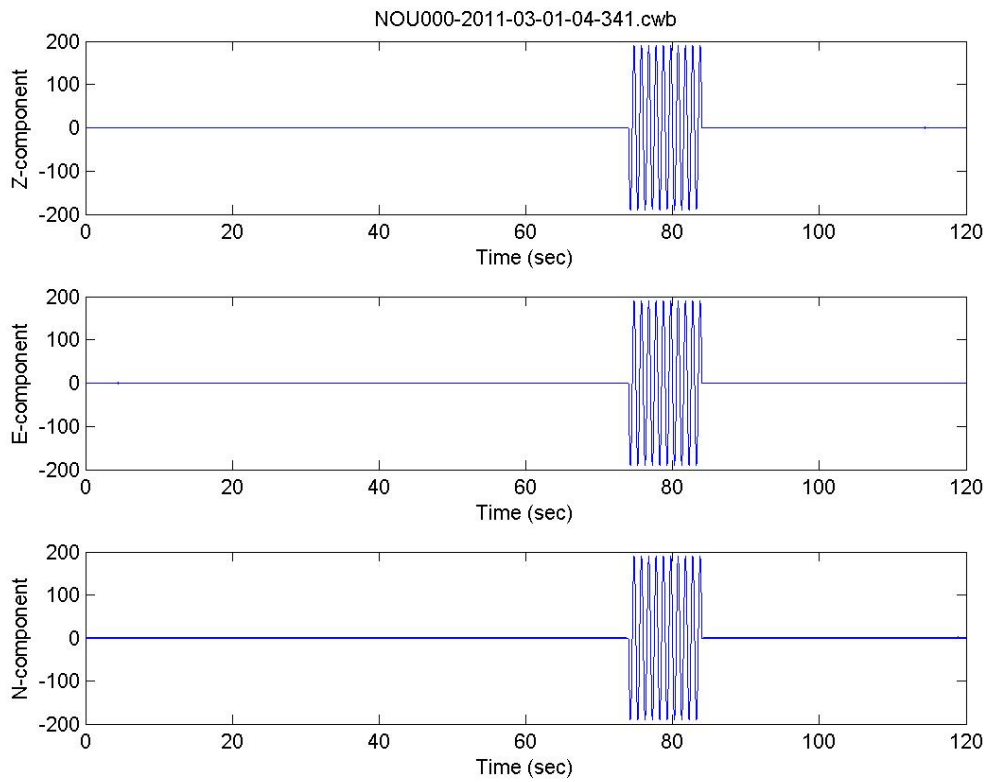




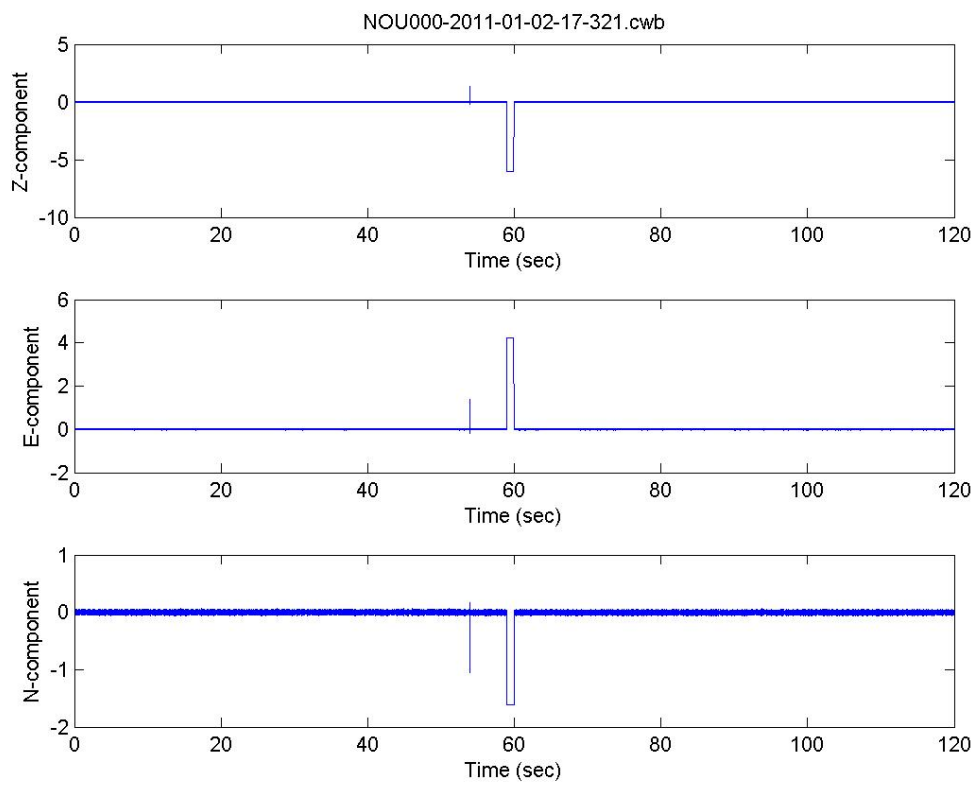
圖三、隆聖國小(TAP059)的強地動記錄，干擾雜訊振動造成垂直、東西和南北三分量的最大強地動加速度值高達 $10 \text{ cm/sec}^2$ 以上。



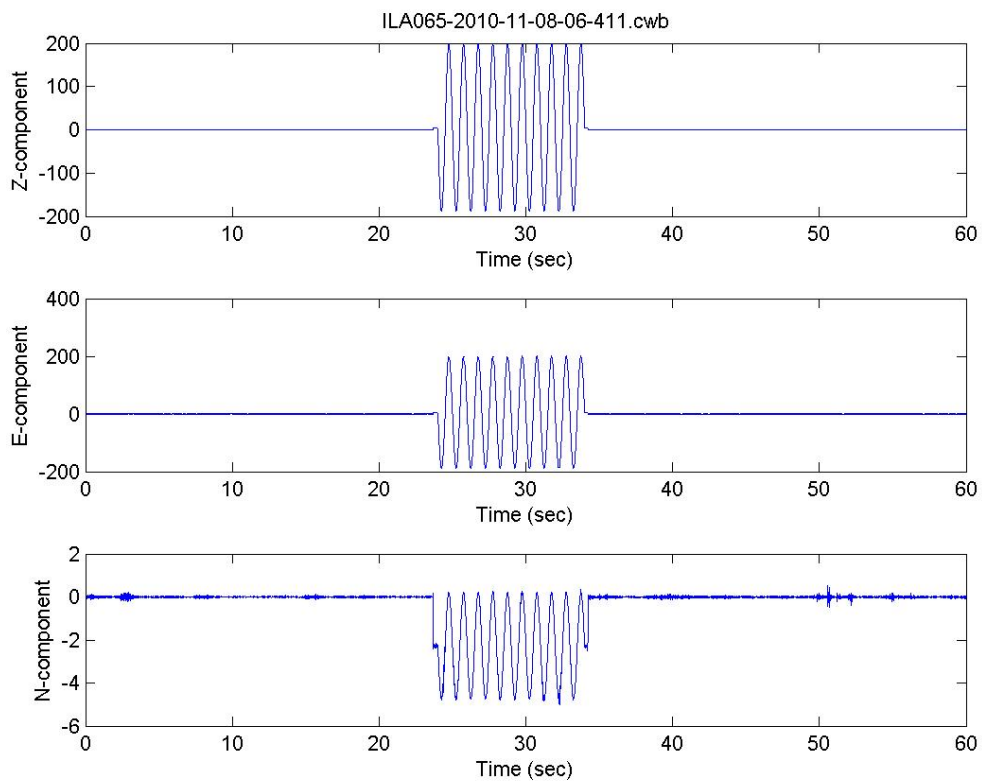
圖四、雲海國小(TAP074)的強地動記錄，其東西分量的記錄相當良好，但是其垂直分量和南北分量的記錄則是儀器故障而無法使用。



圖五、海洋大學(NOU)的強地動記錄，其垂直分量、東西分量和南北分量的校正訊號相當良好。

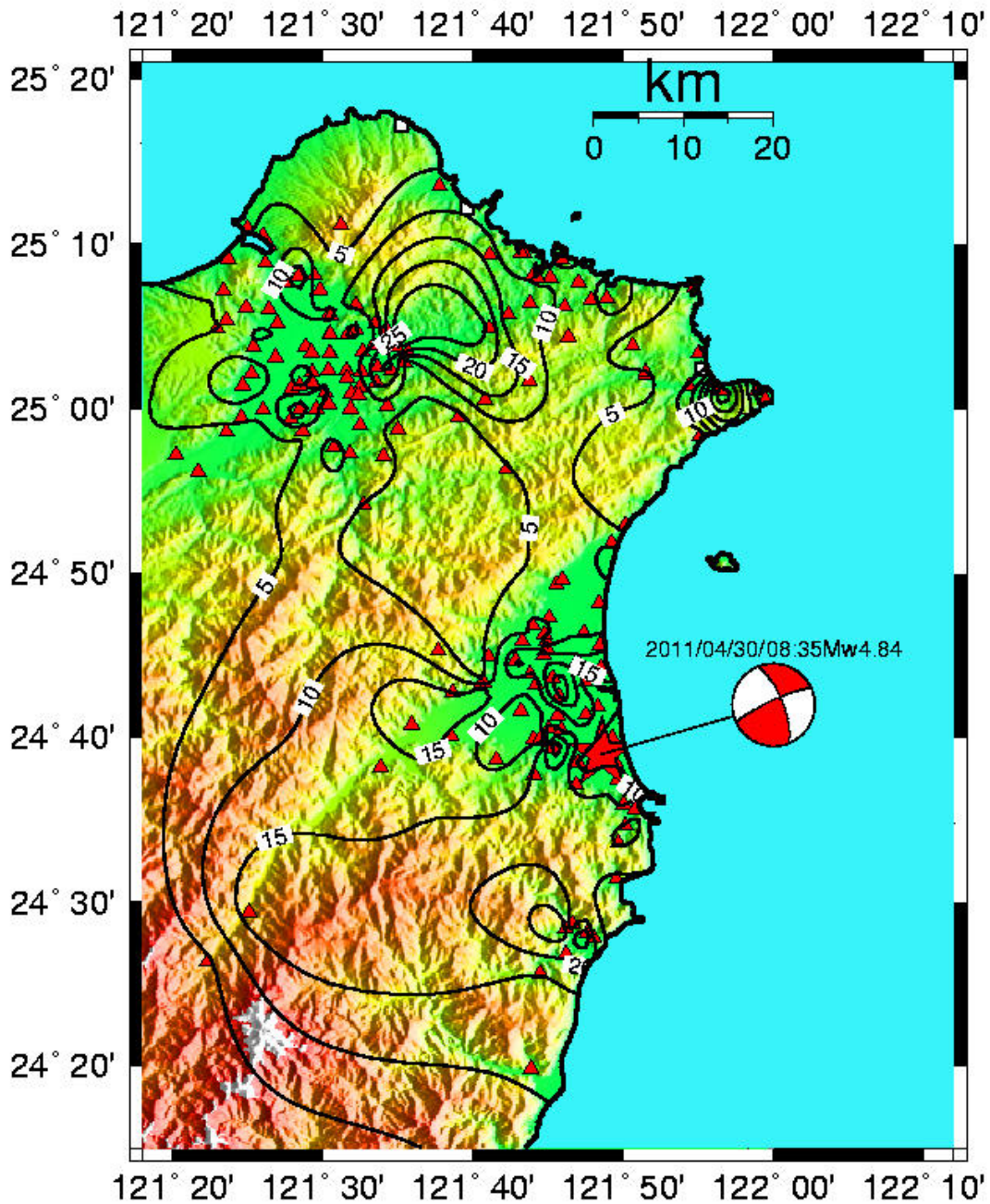


圖六、海洋大學(NOU)的強地動記錄，時常會出現方形波訊號。



圖七、金岳國小(ILA065) 測站儀器的校正訊號在垂直分量和東西分量都正常，但是南北分量的校正訊號太小而且只有負值沒有正值。

### PGA CONTOUR (Z) 2011/04/30/08:35 M4.8

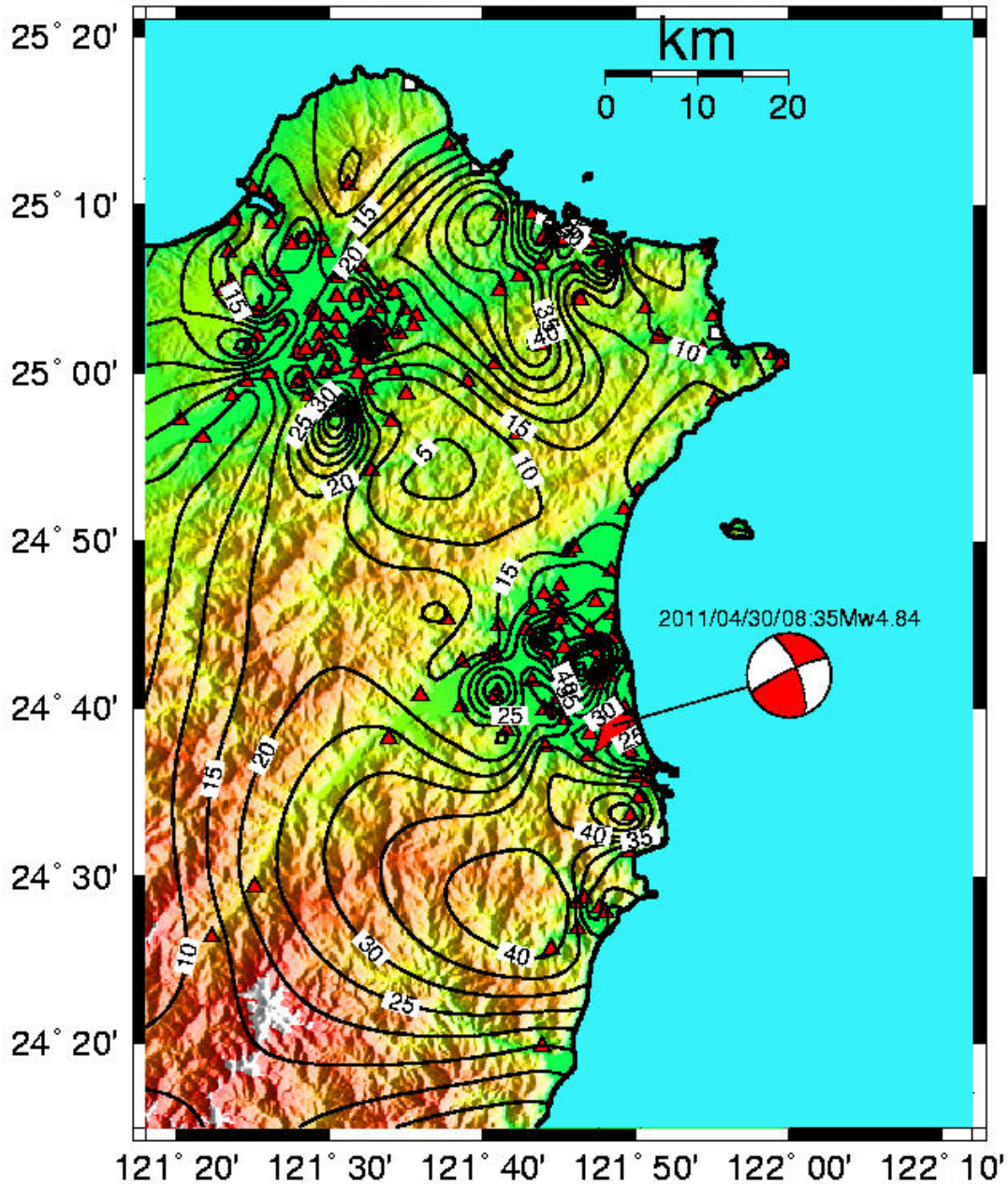


圖八a、2011年4月30日8時35分宜蘭地震( $M_L$ 5.8)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及垂直分量的PGA( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )分佈圖。



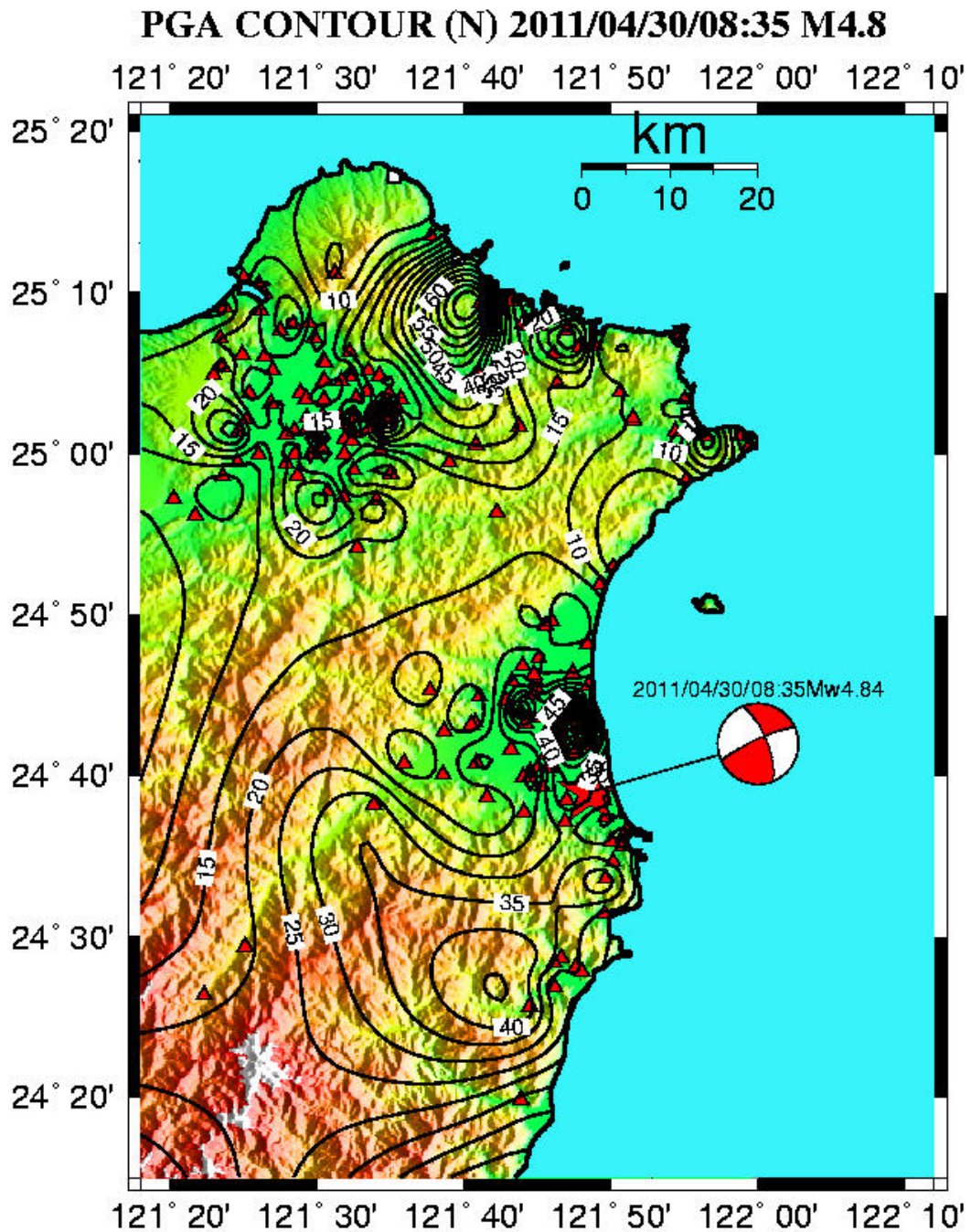
### PGA CONTOUR (E) 2011/04/30/08:35 M4.8

121° 20' 121° 30' 121° 40' 121° 50' 122° 00' 122° 10'

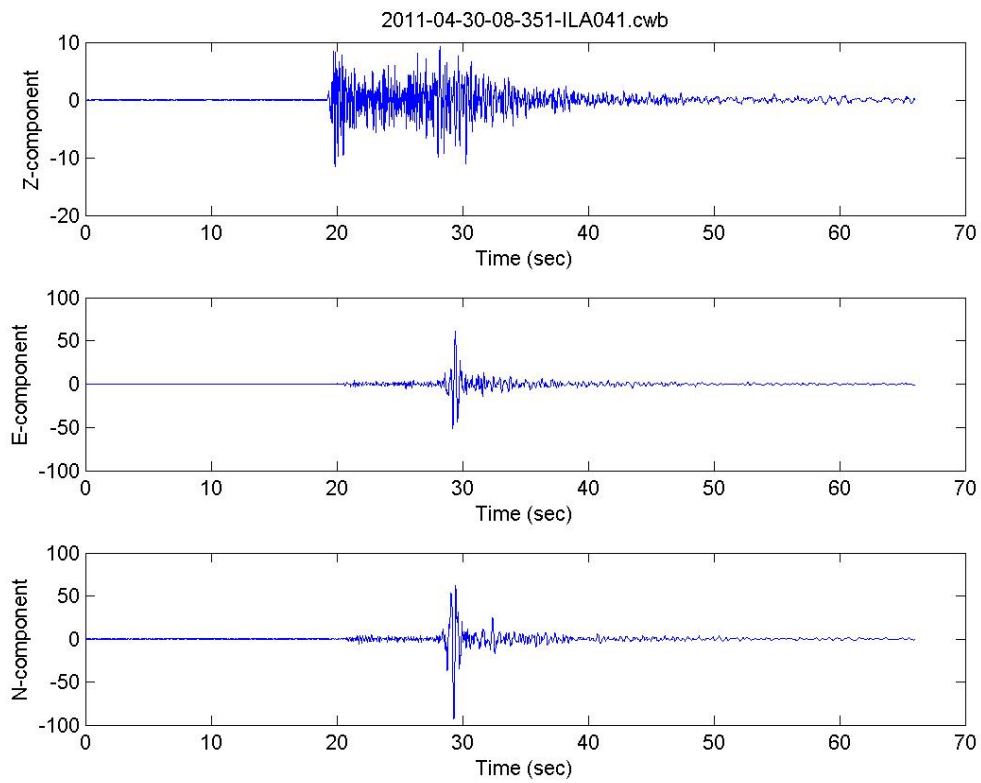


圖八b、2011年4月30日8時35分宜蘭地震( $M_L$ 5.8)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及東西分量的PGA( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )分佈圖。

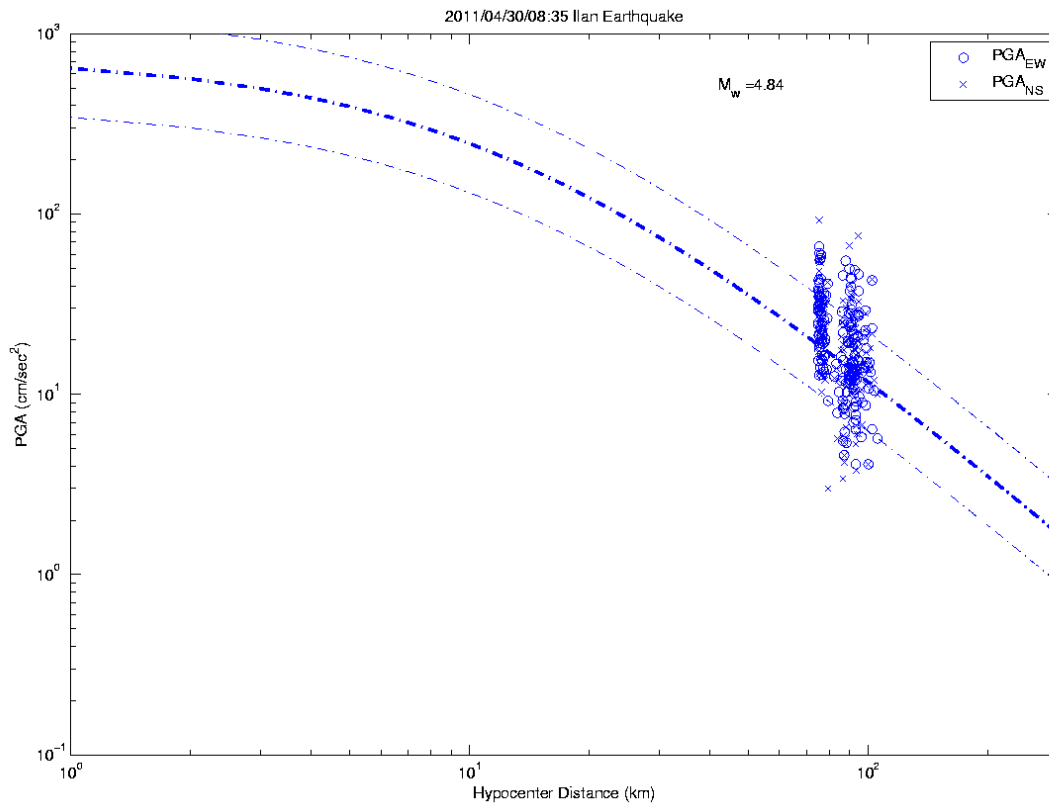




圖八 c、2011 年 4 月 30 日 8 時 35 分宜蘭地震( $M_L$ 5.8)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及南北分量的 PGA( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )分佈圖。



圖九、2011年4月30日8時35分宜蘭地震( $M_L$ 5.8)，新南國小(ILA041)蒐集到最大的強地動加速度地震記錄，垂直、東西和南北分量的最大強地動加速度值分別為11.6、60.9及92.8  $\text{cm}/\text{sec}^2$ 。



圖十、2011年4月30日8時35分宜蘭地震(M<sub>L</sub>5.8)的最大強地動加速度值(PGA)相對於震源距離的關係圖，東西向及南北向最大強地動加速度值分別用不同符號表示，圖中的粗虛線和細虛線分別表示Lin and Lee (2008)的強地動加速度衰減曲線和標準誤差曲線。

表一、台北和宜蘭地區自由場強震儀報修狀況表

儀器種類	站址編號	站址名稱	測站及狀況簡述	檢視日期
A800	TAP101	木柵機廠	儀器序號更換為 1280 Ch1,2,3 波形過小,儀器報修 時間不對更正,慢 20d1m12s	2/18
A900	TAP051	成州國小	GPS 不對重設,波峯過高及雜訊,儀器報修.	2/14
	TAP063	暖江國小	停機,重新啟動,無 GPS. 大電池需更新. 鋰電池需更新	3/2
	TAP045	瑞柑國小	儀器之連接頭,無法連線,儀器報修.	3/2
	TAP035	屈尺國小	重新開機,參數重設,鋰電池不足,儀器報修.	3/22
	TAP058	建德國小	F1,Fuse 座壞,儀器報修. 無 GPS	3/21
	TAP042	竹圍自強	無法連線,儀器報修.	6/20
	TAP100	中正紀念(2)	停機中,重新啟動.回復原場值,鋰電池不足,儀器報修.	6/14
	TAP058	建德國小	儀器無法啟動,儀器報修.	7/19
	TAP039	三峽國小	無 GPS 無法啟動,儀器報修.	10/12
	TAP045	瑞柑國小	EVENT 燈不亮,儀器報修, CH1.2.3OFFSET 值過大,儀器報修	10/6
	TAP121	深澳國小	ch3 過大,儀器報修	10/5
	TAP086	雙峰國小	儀器報修	10/25
	TAP059	隆聖國小	1.停機,重新啟動. 2.F2 Fuse 壞,更新 3.更換大電池 4.無法連線,儀器報修. 5.OFF Fset Null Screen 無顯示	10/26
ILA027	ILA062	南澳高中	停機重開,offset 值過高,儀器報修	2/23
	TAP056	竹子湖站	GPS 有問題,儀器報修	3/3
	ILA027	竹林國小	無法啟動,儀器報修.	3/18

A900 A	ILA032	馬賽國小	無 GPS,記滿. Ch1 波形略小,儀器報修.	3/16
	ILA070	宜蘭消防局	J=0 R=1 停機中,重新開機. F2 Fuse 座壞的,儀器報修. 大電池剩下 7V, 需更新.	3/17
	ILA070	宜蘭消防局	Ch2 offset 值過大.	6/30
	TAP117-3	台大大氣系 3	當機,重新開機,無法連線,儀器報修.	7/20
	TAP117-6	台大大氣系 6	電源供應器壞了,儀器報修.	7/20
	ILA018	萬富國小	1. ch2 offset 值過大. 2. ch1、ch3 offset 值過小,儀器報修	9/22
	TAP123	核一廠	Ch1 offset、Ch2,3 過小,儀器報修	10/24
	TAP074	雲海國小	儀器之 power supply,已壞.	10/25
CV-574& CV-575	ILA036	四結國小	時間慢 1h5m2s	2/21
	ILA007	士敏國小	儀器內部有異聲,儀器報修.	3/15
	ILA014	大洲國小	時間慢 8m46s	2/21
	ILA019	淋漓坑民宅	電池已拆除,儀器報修	2/24
	ILA005	孝威國小	記滿. 儀內有異音,內部有水氣,儀器報修.	7/7
	ILA003	玉田國小	記滿,card busy,儀器報修.重新啟動 card 格式化. Ch1 壞,不動作.	9/30
	ILA005	孝威國小	出現 Low power 關機,重開機,記滿.	9/29
ENTA	TAP025	東園國小	無法連線	2/11
	TAP031	大安國小	無法 GPS ON 11/10.時間慢 2m1s	2/8
	TAP012	日新國小	電源供應器,儀器報修.	6/16
	TAP022	信義國小	時間不對,改為 keyboard Time, GPS 接頭鬆脫,復歸. 儀器找不到 GPS.	6/8
	TAP026	頂溪國小	Offset 值過大.	6/10
	TAP002	關渡國小	1.cal 無法施作 2.Fuse 壞,更新,重新啟動 3.無法連線,儀器報修	10/17
	TAP005	文林國小	時間為 1980 年,GPS 壞,儀器報修.	10/19
	TAP008	大佳國小	1.cal 壞 2.無法連線,儀器報修	10/19

	TAP026	頂溪國小	1.儀器無法啟動,儀器報修. 2.電源供應器電壓僅 10.3V 過低	10/11
	TAP094	桃源國小	GPS 未 lock, 儀器報修, 時間慢 31y6M7d6h33m24s	10/17
Smart 24	TAP007	大龍國小	新更換,儀器無法抽拔記憶卡,儀器報修.A900A→smart24	2/8
	ILA063-1	英士國小	有方波,儀器報修	2/22
	ILA065	金岳國小	儀器序號 1361 改為 1491 有方波,儀器報修	2/23
	ILA066	武塔國小	儀器無法連線,有異聲,FRP 內部整理,有方波,儀器報修.	2/23
	TAP007	大龍國小	A900A→smart24 新增延長線及 power,新更換儀器,無法抽拔記憶卡,儀器報修.	2/8
	TAP009	內湖國小	A900A 更換為 smart24 sn :1203 GPS 未連線,儀器報修 Cal 無法施作	3/4
	TAP054	板橋站(BAC)	有方波,儀器報修.	3/3
	TAP065	海大(二)	方波過多,儀器報修。	3/1
	TAP090	東新國小	A900A sn:580 換成 smart24 sn :1162 有方波,儀器報修. 12/28 有人來保養	3/1
	TAP107	基隆氣象站	Sn:1344 改為 sn:1197 GPS 未能收到訊號	3/1
	TAP075	平溪國小	有方波,新增 power	3/7
	TAP078	雙溪國小	儀器無法啟動,儀器報修.	3/11
	ILA059	利澤國中	有方波無法連線,螢幕無法顯示,儀器報修.	3/16
	ILA068-1	蘇澳氣象站 1	有方波,儀器報修.	3/15
	ILA060	永樂國小	儀器內部有異聲(Relay 切換聲),有方波,儀器報修.	3/15
	TAP036	龜山國小	有 GPS,但沒收到,有方波(超多)	3/22
	TAP083	三芝國小	無法連線,儀器報修.有方波(很多)	3/23

	TAP013	長春國小	4/30 GPS 無 Lock,儀器報修. 按鍵,不太靈,尤其是操控記憶搬移.	6/14
	TAP020-2	幸安國小	900 卡抽不出,儀器報修. GPS 未 Lock	6/10
	ILA063-1	英士國小	Ch1 作 cal 無反應,儀器報修.	6/28
	TAP009	內湖國小	Smart24 儀器序號改為 1366,螢幕燈不亮,GPS 未 Lock,時間不對,差 4d3h21m 儀器報修.	7/13
	TAP065	海大((NOU)	方波過多,儀器報修.	7/11
	TAP006	士林商職	卡無法抽出,做出來的 cal 有問題,儀器報修.	7/20
	TAP078	雙溪國小	無法啟動,儀器報修.	7/18
	ILA067-2	南山國小	螢幕無顯示,儀器報修.	9/20
	TAP009	內湖國小	1.顯示器燈不亮 2.儀器序號改為 1366 3.附近在做生態魚池	10/19
	TAP014-2	民生國小	ch1 有問題,儀器報修	9/13
	TAP076	十分國小	方波嚴重,儀器報修	10/4
	TAP013	長春國小	ch1 有問題,儀器報修	9/13
	TAP105-1(NGL)	核四廠-1	顯示之螢幕看不清楚,儀器報修	10/13
	TAP065	海大(NOU)	資料檔有病毒,已清除。	10/5
REFT	TAP117-6	台大大氣系 6	電源供應器壞了,儀器報修.	7/20
EK	TAP117-6	台大大氣系 6	電源供應器壞了,第二次報修	10/20



表二、台北和宜蘭地區自由場強震儀報修率統計分析表

儀器型態	A800	A900	A900A	CV-574& CV-575	ENTA	REFTEK	Smart24	儀器 數量	儀器報 修率(%)
<b>第一期儀 器數量</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>208</b>	
第一期儀器 報修數量	1	8	6	4	15	1	26	61	29%
<b>第二期儀 器數量</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>209</b>	
第二期儀器 報修數量	0	6	3	1	6	1	13	30	14%
<b>第三期儀 器數量</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>209</b>	
第三期儀器 報修數量	0	10	3	4	10	1	13	41	19.6%

# 台灣中部地區自由場強震網資料收集及分析

王乾盈 郭炫佑  
國立中央大學地球物理研究所

呂佩玲 邱太乙  
中央氣象局地震測報中心

## 摘 要

中央氣象局地震測報中心自1992年起，於全島設置七百多部自由場強震儀，監測強地動情形。為維護儀器正常運作及資料蒐集方便，全省分成四個區域，分別由不同的大學與研究單位負責資料收集的工作。本所負責中部地區強震網(TCU網)，涵蓋面積約150公里 x 140公里，共計有182個強震站，範圍包括：桃園縣24站、新竹縣25站、苗栗縣29站、台中市50站、彰化縣30站、及南投縣24站。計畫主要的工作包含：1) 儀器維護 2) 資料收集 3) 基本資料分析與整理。目的是希望能夠收集高品質的強震資料，並使整個系統運作更為順暢，提高資料可信度。

經分析2009~2011年中部地區TCU網收到的地震PGA資料，發現：1) 整個TCU網的PGA值往西南增加，亦就是，彰化地區比桃竹地區高約3倍，2) 台中盆地(尤其台中市)及埔里盆地場址放大不明顯，近岩盤站特性，3) 有5個站異於常態，場址放大明顯。

The CWB earthquake center operates the TSMIP (Taiwan Strong Motion Instrumentation Program) to watch earthquake strong motions over the Taiwan island since 1992. A total amount of 773 instruments have been deployed on the free field to monitor the ground motion. In order to maintain the instrument and to collect the data, the system has been divided into 4 areas, and distributed among the universities or research institutes to share the load of data acquisition. Our research group is in charge of area of Central Taiwan (the TCU net) which has 182 stations including the counties of Taoyuan (24), Hsinchu (25), Miaoli (29), Taichung (50), Changhua (30), and Nantou (24), a total area of 150 km x 140 km. The task of this project includes: 1) instrument maintenance, 2) data acquisition, and 3) documentation and basic signal analysis. All of these efforts will direct toward collecting higher quality strong motion records and making the system operate more smoothly and reliably. We also analyse the performance of the TCU net using the PGA data collected during 2009 to 2011. Some interesting results are found.

## 壹、前言

TSMIP強震網儀器檢測及資料收集處理之工作，由本所負責中北部地區，包含桃竹苗中彰投等六縣市的自由場強震站；此測區涵蓋有150km×140km之面積，現有182個測站（表一、圖一），比起其他三個強震網測區，本區所涵蓋範圍最大。本所負責之工作主要包括：1) 儀器檢測，2) 資料收集，3) 基本資料分析與整理。

TSMIP自由場強震站除了少部份裝置於氣象站及地震觀測站外（13站），基於供電正常及測站安全的考量，大部分的測站都裝設於國小校園內。目前中北部地區強震網內的強震儀大部分為美國Teledyne公司出品的A900及A900A型強震儀（110部），少部份為日本東京測震公司出品的CV-574C及CV-575C型強震儀（29部），尚有從前年度開始更新之美國Geotech公司出品的SMART-24A型強震儀（43部）。除Teledyne公司出品的強震儀為16位元記憶體容量較小（6MB）之外，另外兩家公司出品的強震儀都已經提升到24位元及高容量（64或128MB），可以紀錄更多及解析更佳的強震資料。這些強震儀使用之感應器為三向量力平衡式加速度型感應器（FBA），最大可記錄至±2g的強地動；用以判定地震激發的方式為Level trigger型式，當儀器感應到某種程度以上的振動時，即激發開始記錄，直到振幅降至標準以下時才會停止，目前中部地區絕大部分測站皆以最大振幅的千分之二為起動標準（約3.92 gal）。大部分測站並安裝有全球定位系統（GPS），可接收衛星發出之訊號來做定位和定時，不過有些測站GPS訊號鎖定不是很理想，在時間控制上需小心檢定。

本報告亦利用這三年期間（2009～2011）年收到的地震紀錄之PGA值，分析本網的運作情形，發現各區域場址放大的大致分布情形，以及若干表現特殊的強震站。

## 貳、資料收集與儀器檢測

強震站資料固定每四個月收集一次，由工作人員攜帶筆記型電腦巡迴至各測站，將四個月內強震儀所記錄的資料傳輸至電腦內，再攜回本所整理，彙出完整的地震資料送至地震中心；由於大部分之測站皆位於汽車可到達之國小校園內，收錄作業尚稱順利，扣除一些如下雨無法作業的狀況外，收錄整個中北部強震網約需30個工作天。由於先前經過地震中心人員審慎的考量和選取場所，除了極少部份測站因儀器故障或電力供應有問題之外，其餘皆能正常運作、接收資料。中部網測站中有些在偏遠山區，例如合歡山、德基水庫與鯉魚潭水庫等，收集上較為困難，但其可收錄到品質良好之岩盤站資料，亦很值得。

每次強震站資料收集之同時，亦同時進行站址之維護及基本之儀器檢測。主要執行的工作項目包括：1) 站址環境整潔之維護、2) 電源設備之檢測、3) 儀器時間之校時、4) 儀器參數之檢視與測試、5) 地震資料之傳輸、6) 儀器故障之排除與報修。表二及圖二為本年度三次資料收集時所統計之正常運作、異常運作與故障之強震儀數目，並將本年度異常運作與故障之儀器狀況及數量統計成表三及圖三；大部分儀器異常運作之原因多為儀器較為老舊(A900型)，容易當機或是無法連線，或是部分儀器在停電後電力恢復時無法自動啟動觀測，這類情形都在每次資料收集結束時，將故障情形統計彙整報請地震中心人員處理。本網鐵路局多數SENSOR故障之測站已經獲得改善，但是其OFFSET值卻異常偏大，是否與設置在鐵軌旁，常常受到火車震動感應之訊號影響有關？本年度特別針對SMART24A儀器調查方波造成儀器啟動紀錄之情形，方波之記錄如圖四a所示，本年度有方波測站統計如表四，資料顯示有方波之測站有27站，本網SMART24A型儀器有43站，異常之比例佔有6成之多，雖然方波之情形沒有造成地震資料之汙染(圖四b)，但是卻影響著儀器的雜訊比，造成記憶體空間的浪費(TCU076(南投國小))，地震中心目前也已經積極要求儀器廠商找出造成此情形之解決方法。

## 參、資料分析

圖五為TCU強震網之測站分佈，共有182個測站，測站間距平均約5公里，其中在台中市較為密集。測站的分佈以平原區為主，山區較少。除了野外收集資料外，本計畫亦分析2009~2011年中部地區TCU網收錄到的PGA值之情形，用於評估本網運作之狀況，以找出缺點，加以改進。

因為地震有近有遠，大小也不相同，首先必須利用強地動衰減公式，來規一化強震PGA值，將所有資料都修正到距離100km及規模6.0(此時PGA約為10mgal)，才能進行比較分析。本年度採用之比較方法有：

a、蕭乃祺(2006)衰減公式(地震學理論形式)：

$$PGA = 1.657 \times e^{1.533 \times M} \times r^{-1.607}$$

b、簡文郁(2001)所做出的衰減公式(屬於Campbell形式)：

$$PGA = 0.00369 \times e^{1.75377 \times M} \times (d + 0.12220 \times e^{0.7832 \times M})^{-2.0564}$$

c、衰減公式並加上場址修正函數：

$$\ln(PGA_{obs}) = C_0 + C_1 \times \ln(PGA_{theo})$$

所得到的結果相互比較，比較結果如圖六，發現前二者結果很接近，但衰減公式加上場址修正函數，因為考慮到的情況較為周詳，其所得到的規一化結果比較容

易發現行為特殊的測站，故本報告將採用此套模式來分析三年來 TCU 強震網的運作狀況評估。

本報告呈現的 2009~2011 年紀錄的地震，全島 TSMIP 強震網有 816 站，共收到 23754 筆紀錄，來自 2155 個地震，即每個地震有 11.02 個測站收到 ( $23754/2155=11.02$ )，這段期間，本網共收到 396 個地震，紀錄有 4206 筆，平均每個地震有  $4206/396=10.62$  個測站收到，與全島平均差距不大。圖七為 2009~2011 年本網所收到的地震及其到達本網之波線分布。

圖八為 2009 年至 2011 年 TCU 強震網所有測站紀錄規一化後的平均 PGA 分佈。整體來看，除了埔里盆地的測站接近標準值外，其餘測站因為大都在平原區，都有某種程度的場址放大效應，尤其愈往西南地區，愈為嚴重，例如大肚溪以南的彰化平原，放大作用極為顯著。區域性的規一化後平均 PGA 分布反映出該區域場址的共同特性，可以作為標準，來挑出行為異常的測站。經過小心交叉比對之後，在圖九中，特別挑出五個測站，其放大效應比鄰近測站大許多，列為「行為特殊」的測站，此五個測站將在下一段中個別討論。

圖十之各分圖為各分區之測站表現，圖中之圓圈為規一化後的平均 PGA，測站地點上之小細線代表地震之方向，其長短為震央距離。圖十下方之表格表示每一測站收到的地震個數、平均規模及距離、平均水平動 PGA 及規一化後的平均 PGA (NPGA)。圖十 a 為桃園—新竹地區之測站表現，有一個「行為特殊」的測站：TCU095 (峨嵋國小)，此測站前幾年的報告中均有發現放大值偏高，且附近之測站在加入場址修正項後都有明顯改善，唯獨此測站卻還是維持偏高的型態，連續觀察五年都是如此之行為，建議在該校別處尋找較為適合之位置。圖十 b 為苗栗地區之測站表現，有一個「行為特殊」的測站：TRB005 (後龍變電站)，此測站在往年的平均 PGA 數值分析中，亦是在整個苗栗地區是屬於數值較大的，可能是因為此測站放置於鐵路局變電站內，測站位置變更不易，所以該測站之資料使用上尚須特別注意。圖十 c 為台中地區之測站表現，若干測站雖屬台中盆地，但場址並未明顯放大，此可能與盆地近地表為礫石堆積有關；但是在大肚台地西側至海邊的幾個測站表現，就有類似彰化地區的平原放大效應；有二個「行為特殊」的測站需特別注意：TCU059 (清水國小) 及 TCU070 (龍泉國小) 此二測站位在大肚台地西緣，前幾年的報告中雖然也有場址放大之情形，但與鄰近之測站相較下，放大值卻差不多；而此次分析中發現此二測站放大之情形較為顯著，故特別提出關注其後續情形。圖十 d 為彰化地區之測站表現，整個地區在濁水溪與大肚溪的沖積扇範圍，土質鬆軟，造成明顯的場址放大效應，在防災考慮上，是值得密切監視的地區。圖十 e 為南投地區之測站表現，除了 TCU129 (新街國小) 之外，表現都為岩盤站之特性，PGA 值接近標準值，此與該盆地地區地表為礫石堆積有關，造成場址放大效應不顯著。「行為特殊」的測站：TCU129 (新街國小)，Wen et al. (2001) 已解釋此測站接近坡界，地點不佳，今年度已經在坡界的下方處另

外建置一個新的站房並編列新站碼 (TCU166)，且原站址的儀器也沒有遷走，此二測站將可提供有趣的資料對比。

本報告利用規一化之平均 PGA 分佈，討論 TCU 強震網過去三年之表現，大概而言，TCU 強震網比全網表現略佳，其中又以台中彰化地區最佳。TCU 強震網中有五個「行為特殊」的測站，需特別加以注意。

## 肆、檢討與建議

- 一、本年度的 TCU 強震網表現大約維持在八十幾個百分比；異常運作的因素裏有儀器因為當機或者是斷電之後無法重新再啟動。SMAR24A 型號儀器方波造成之影響希望能夠獲得儀器廠商良好之解決方法；CV 系列的儀器大多以鐵路局測站為主，其中部分測站的 sensor 故障之問題雖已獲得改善，但是修繕後期 OFFSET 值卻異常偏高仍需密切關注。A900 及 A900A 類型儀器則多屬於儀器老舊，偶有當機或是無法連線之情形發生。
- 二、五個行為特殊測站中，TCU059 (清水國小)、TCU070 (龍泉國小)、TCU095 (峨眉國小)、TCU129 (新街國小) 以及 TRB005 (後龍變電站) 建議在校園及變電站內另尋場址較佳的位置。

## 伍、誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費 (編號 MOTC-CWB-100E-01) 進行。地震中心強震課、資料處理課同仁多年來密切的支援、協助，特表鄭重致謝。

## 陸、參考文獻

- Teledyne Geotech (1993). Accelerator III/A-900 Operation and Maintenance Manual.
- Teledyne Geotech (1994). Accelerator III/A-900A Operation and Maintenance Manual.
- Tokyo Sokushin (2002). PC Card Strong-motion Accelerograph CV-574C/575C Operation Manual.
- Wen, K. L., H. Y. Peng, Y. B. Tsai, K. C. Chen (2001). Wgy 1g was recorded at TCU129 site during the 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake? Sull. Seis. Soc. Am., 91, 1255-1266.
- 張毓文 (2002). 場址特性分析及最大加速度衰減模式校正，國立中央大學地球物

理研究所碩士論文，157 頁。

簡文郁 (2001). 考慮特徵地震與場址效應的地震危害度分析，國家地震工程研究中心報告，NCREE-01-036。

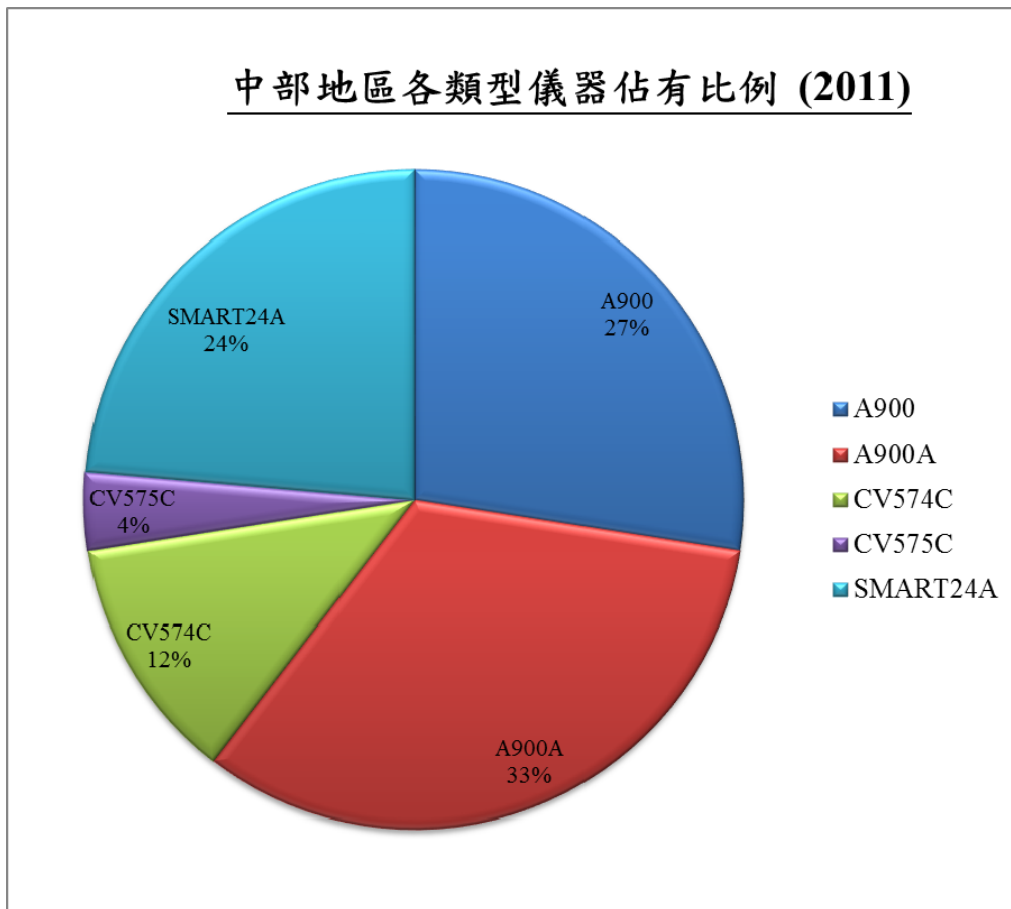
蕭乃祺 (2006). 台灣即時強地動觀測在地震預警之應用，國立中央大學地球物理研究所博士班第一次進度報告初稿，182 頁。

詹皓凱 (2008). 加速度地動潛勢預估，國立中央大學地球物理研究所碩士論文，114 頁。



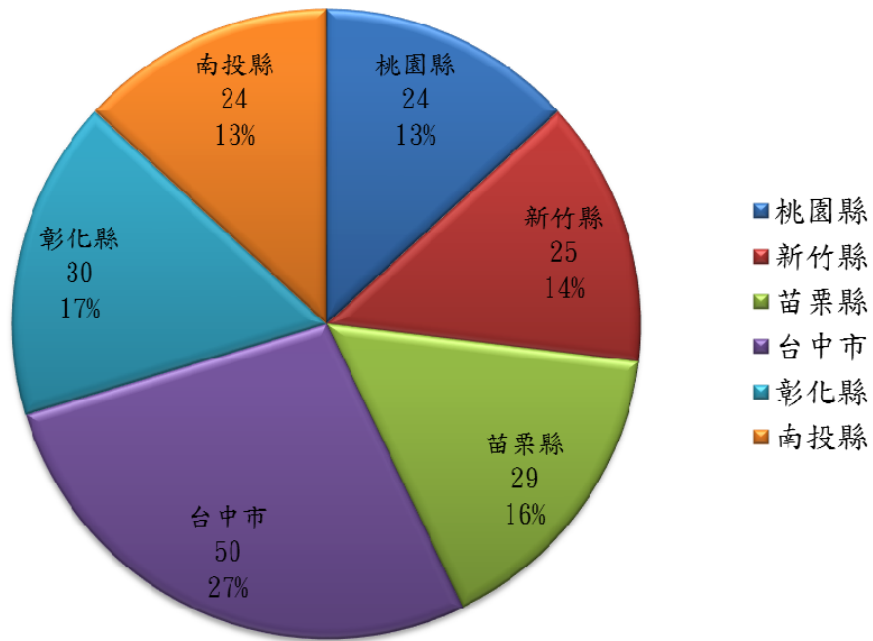
表一、中部地區各縣市儀器類型及數量統計表

縣市 儀器	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	台中市	彰化縣	南投縣	小計
A900	14	15	4	3	14	0	50
A900A	4	1	14	26	8	7	60
CV-574C	3	5	4	7	3	0	22
CV-575C	0	1	1	4	0	1	7
SMART-24A	3	3	6	10	5	16	43
小計	24	25	29	50	30	24	182



圖一 a、中部地區各縣市測站數分布比例。

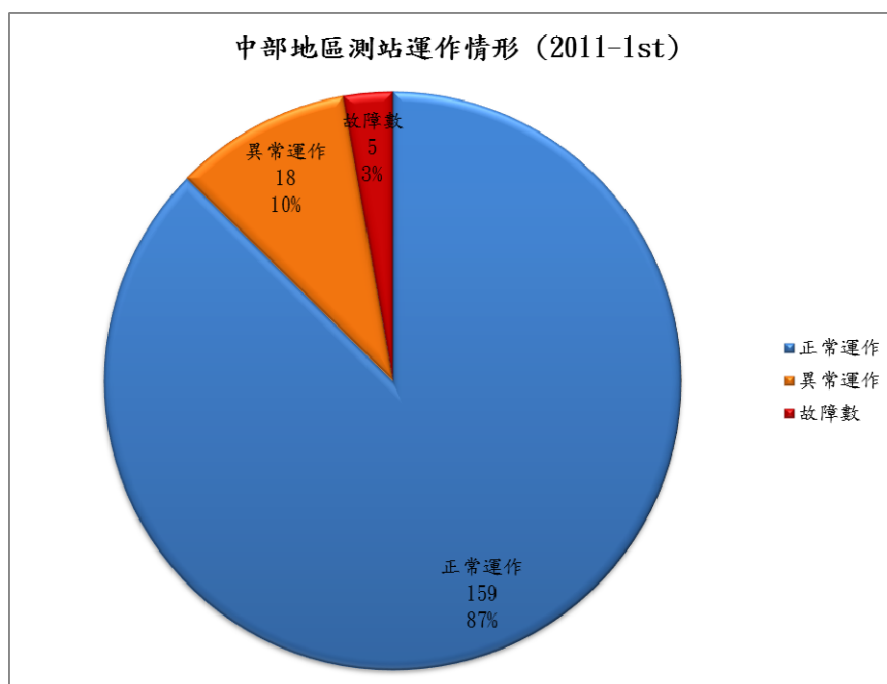
中部地區各縣市測站分布比例 (2011)



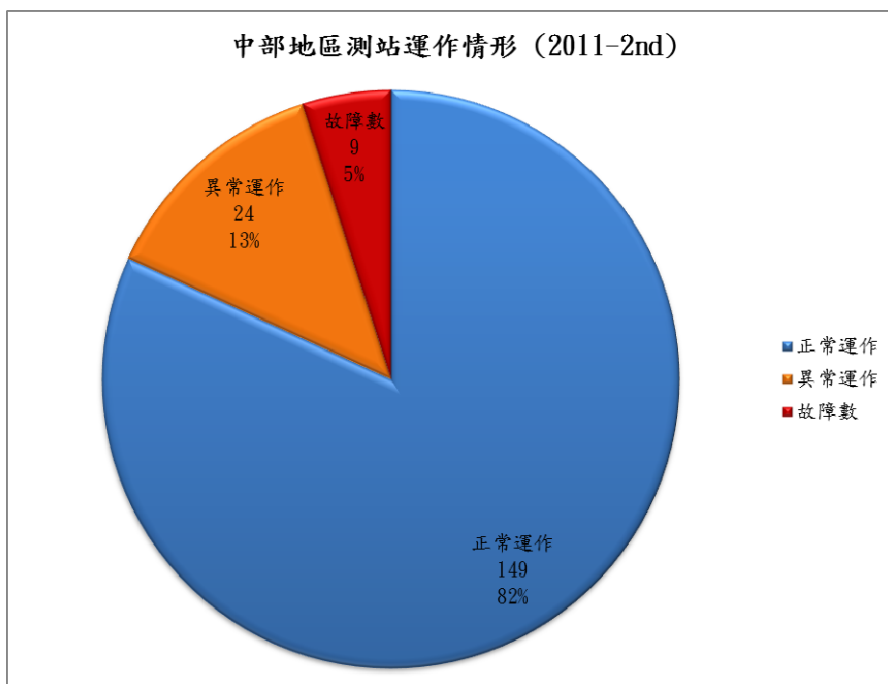
圖一 b、中部地區各類型儀器佔有比例。

表二、本年度強震儀運作情況統計表

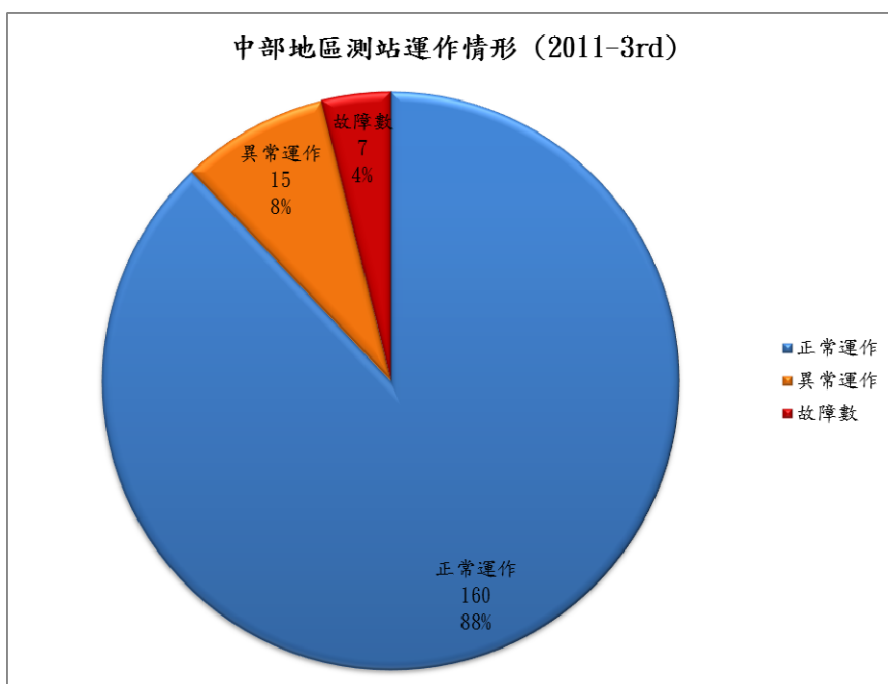
	2011-1st	2011-2nd	2011-3rd
正常運作數	159	149	160
異常運作數	18	24	15
故障數	5	9	7
總計	182	182	182



圖二 a、2011-1st 儀器運作情形百分比圖。



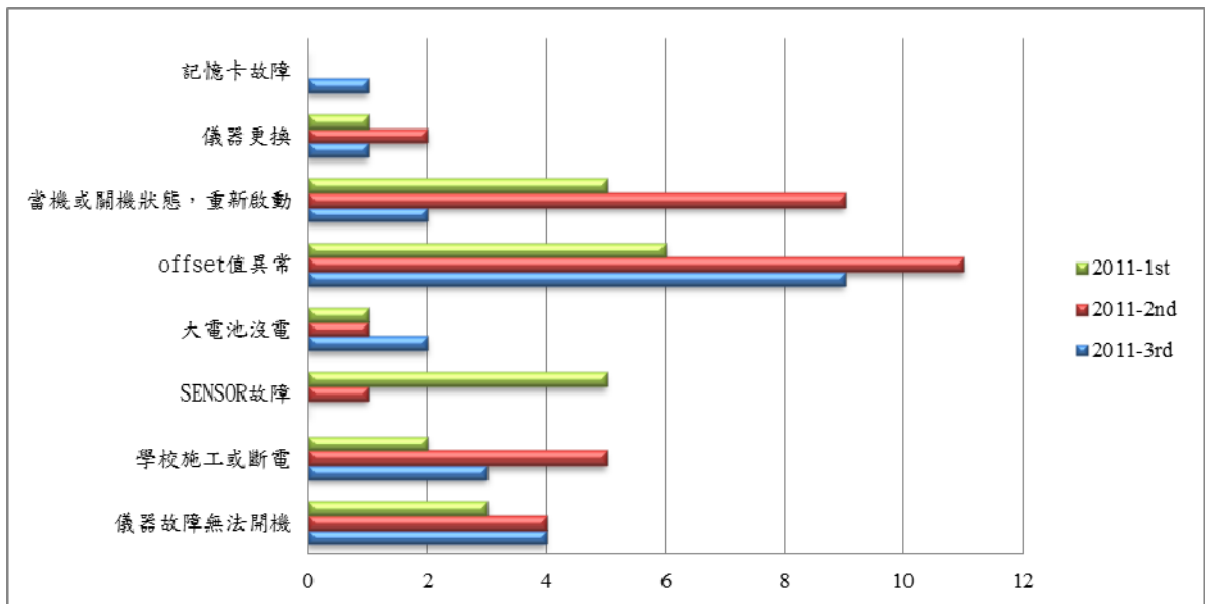
圖二 b、2011-2nd 儀器運作情形百分比圖。



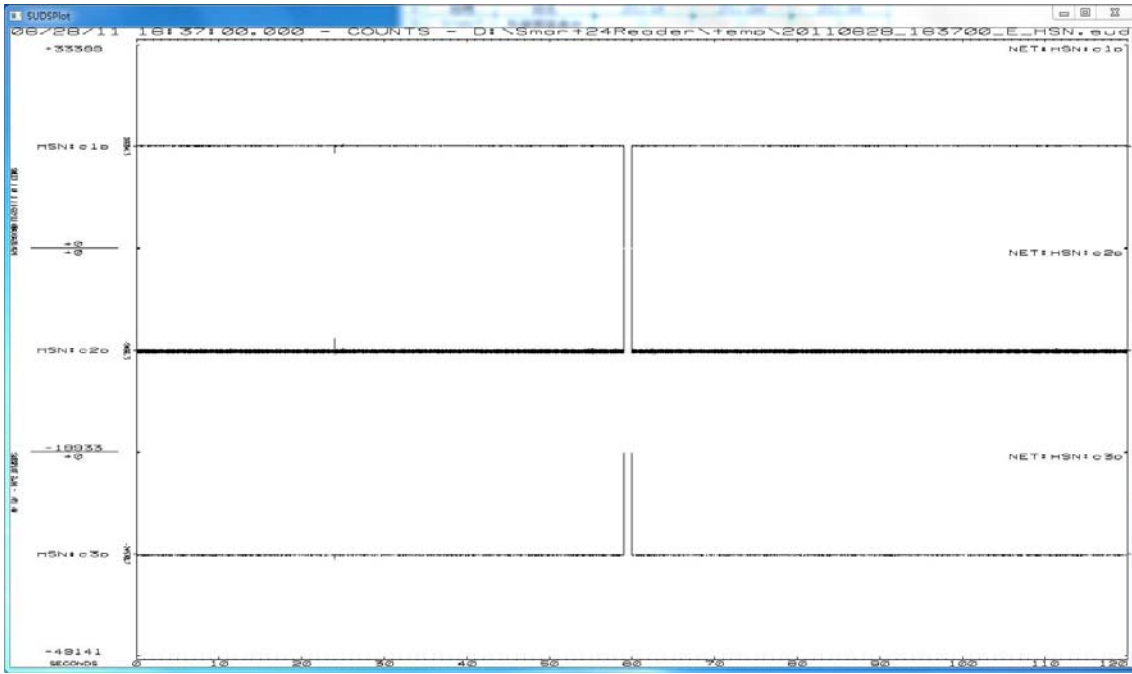
圖二 c、2011-3rd 儀器運作情形百分比圖。

表三、2011 年強震儀異常運作之狀況統計表

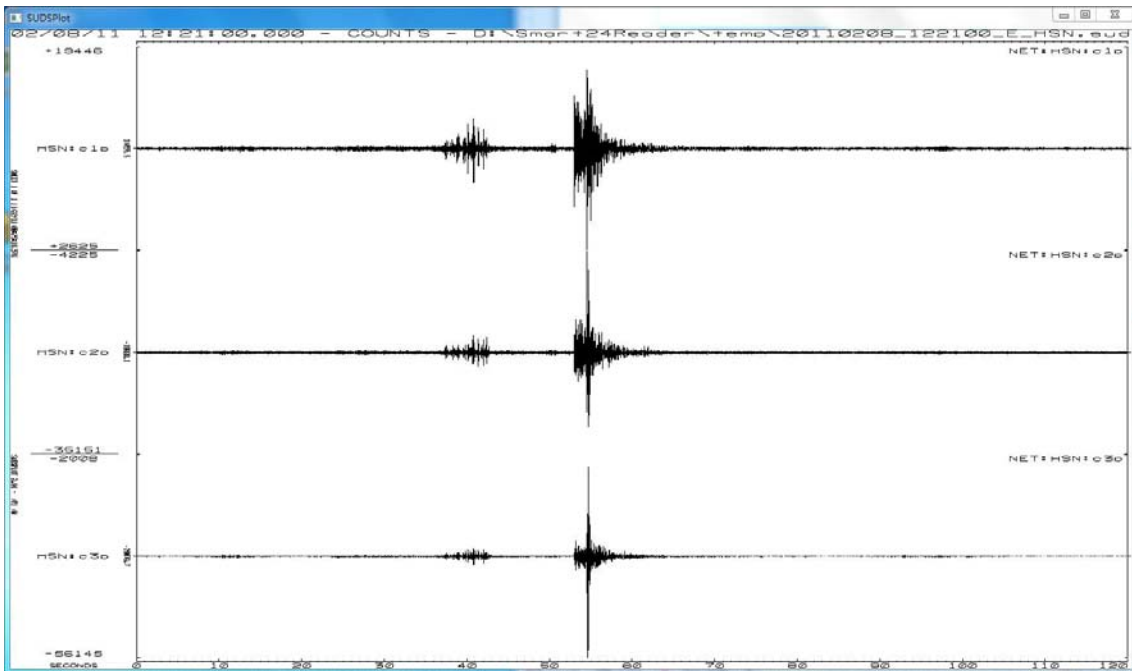
狀況 \ 月份	2011-1st	2011-2nd	2011-3rd
記憶卡故障	0	0	1
儀器更換	1	2	1
當機或關機狀態，重新啟動	5	9	2
offset 值異常	6	11	9
大電池沒電	1	1	2
SENSOR 故障	5	1	0
學校施工或斷電	2	5	3
儀器故障無法開機	3	4	4



圖三、2011 年強震儀異常運作之狀況統計圖。



圖四 a、SMART24A 型儀器方波狀況圖 (TCU017)。



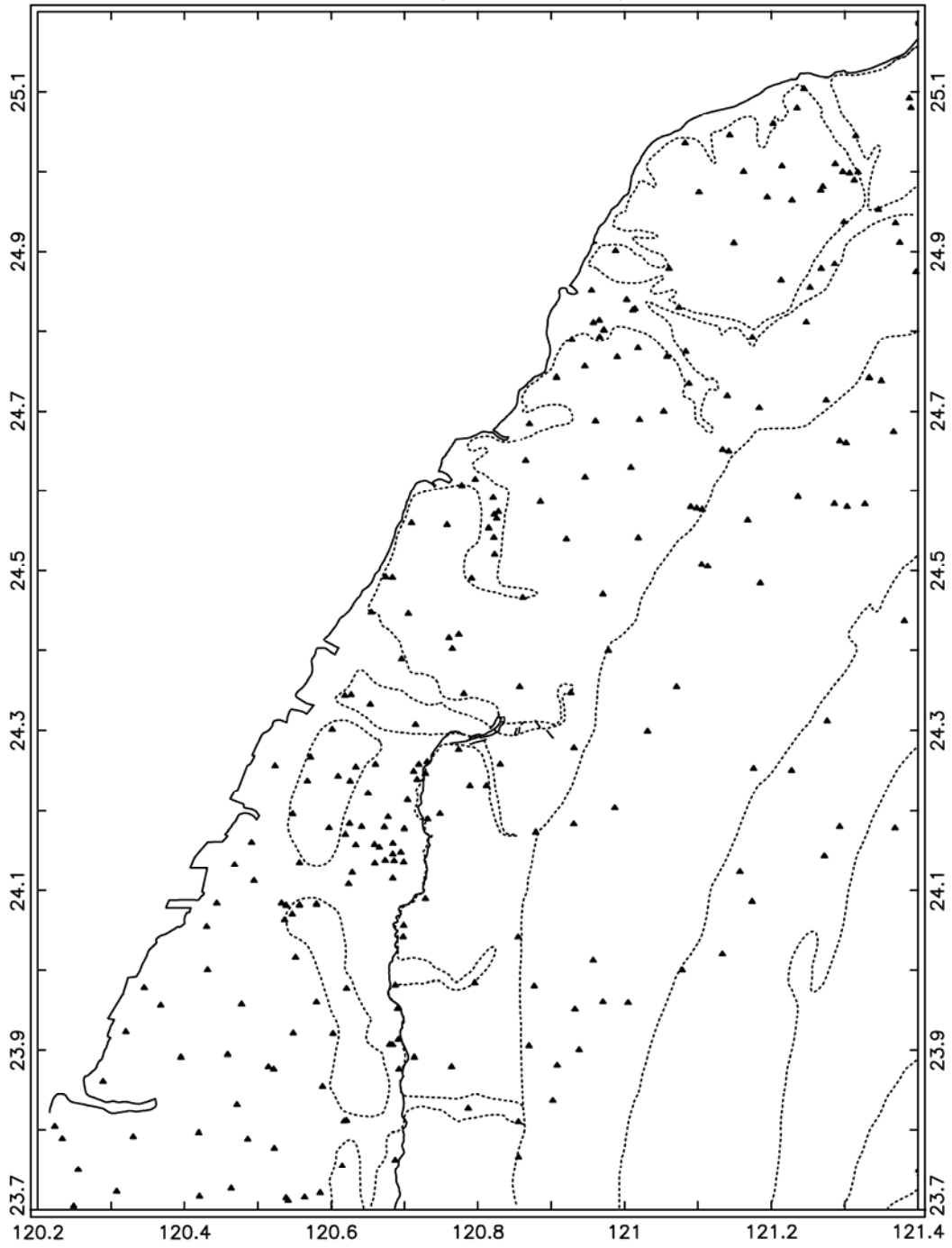
圖四 b、SMART24A 型儀器方波狀況並未影響地震資料 (TCU017)。

表四、2011 年 TCU 網 SMART24A 型儀器方波狀況統計表

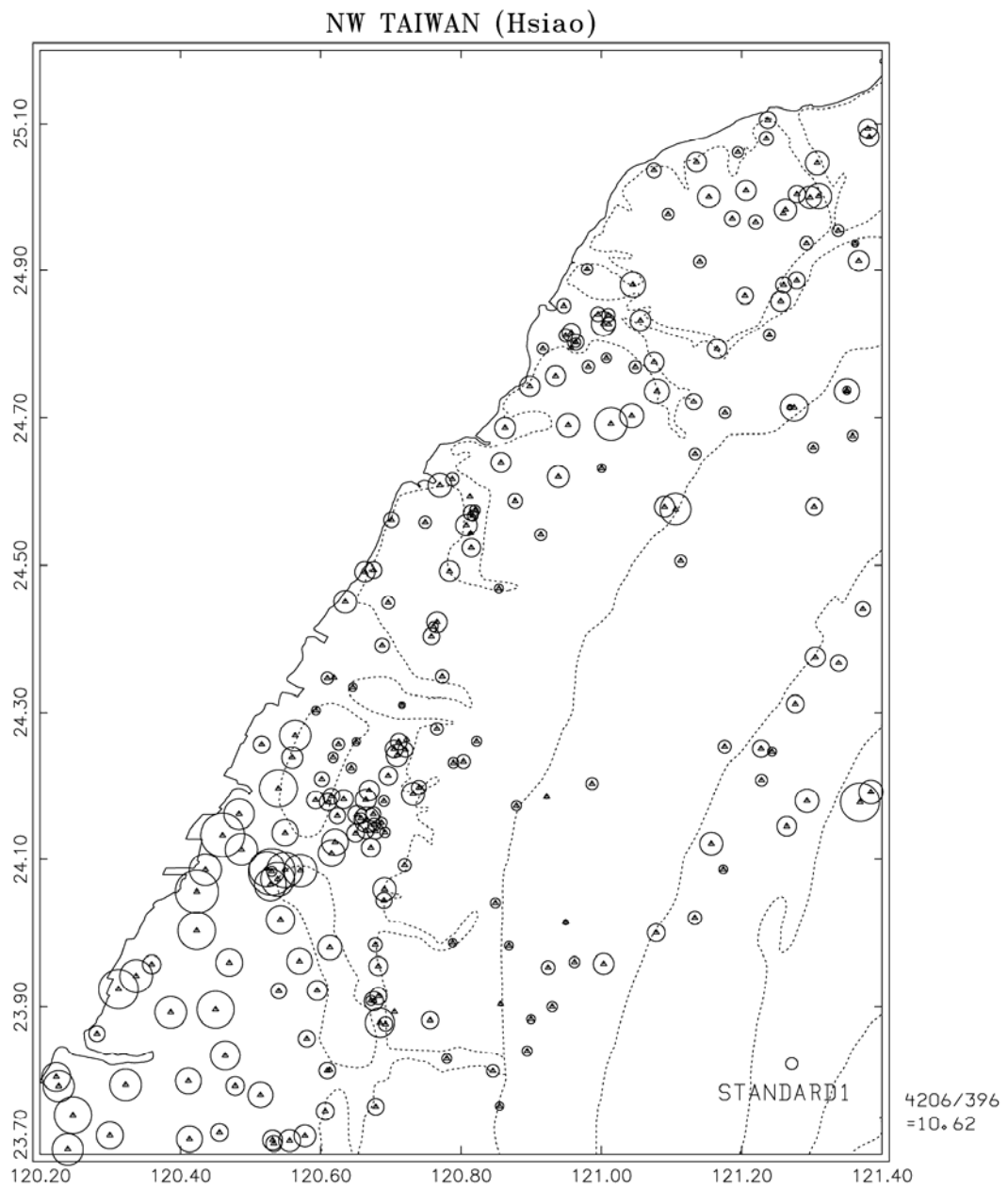
站碼	站名	2011-1st	2011-2nd	2011-3rd
TCU017	科學園區高中	11	11	3
TCU024	竹東國小	尚未安裝	尚未安裝	4
TCU033	竹南國小	尚未安裝	0	11
TCU038	台電通霄電廠	1	6	0
TCU045	獅潭國小	1	0	6
TCU048	東海大學	故障	0	5
TCU061	大忠國小	117	0	0
TCU063	烏日國小	53	90	60
TCU066	潭子國小	230	260	47
TCU071	雙冬國小	4	4	7
TCU072	國姓國小	0	5	1
TCU073	史港國小	4	2	6
TCU076	南投國小	10885	0	18
TCU077	集集國小	3	13	65
TCU078	水里國小	2	4	2
TCU079	頭社國小	1	8	66
TCU087	鯉魚潭	52	47	0
TCU104	公明國小	7	17	24
TCU110	員林國小	45	28	20
TCU122	二水國小	4	1	0
TCU126	竹山國小	7	9	故障
TCU127	田美國小	10	0	11
TCU129	新街國小	3	1	1
TCU131	建功國小	70	50	8
TCU145	新寶國小	5	1	3
TCU163	桃園縣消防局	15	3	3
TCU166	新街國小	0	3	0



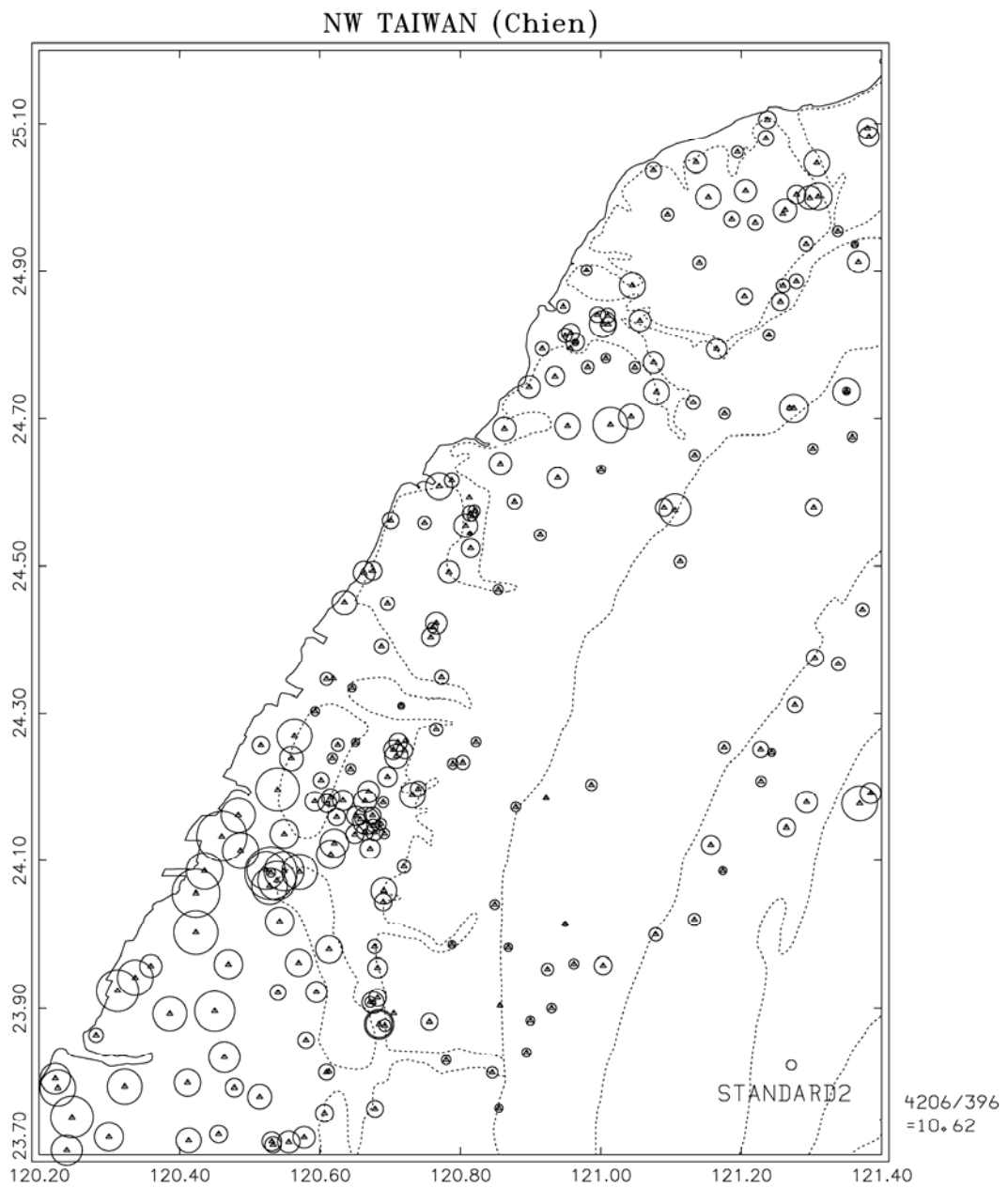
TSMIP (NW TAIWAN)



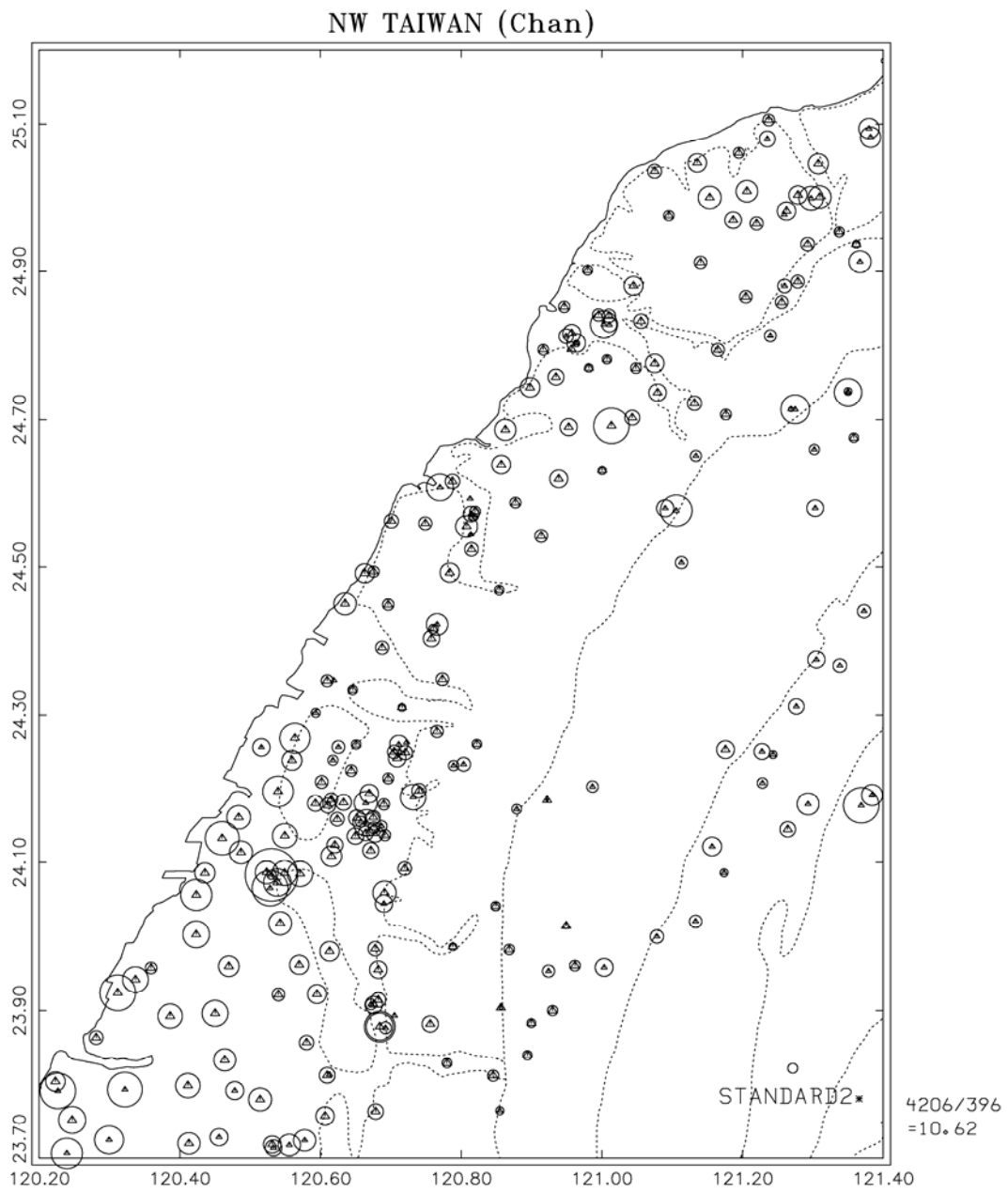
圖五、中部地區自由場強震儀測站分布圖。



圖六 a、採用蕭乃祺(2006)衰減公式規一化之結果。

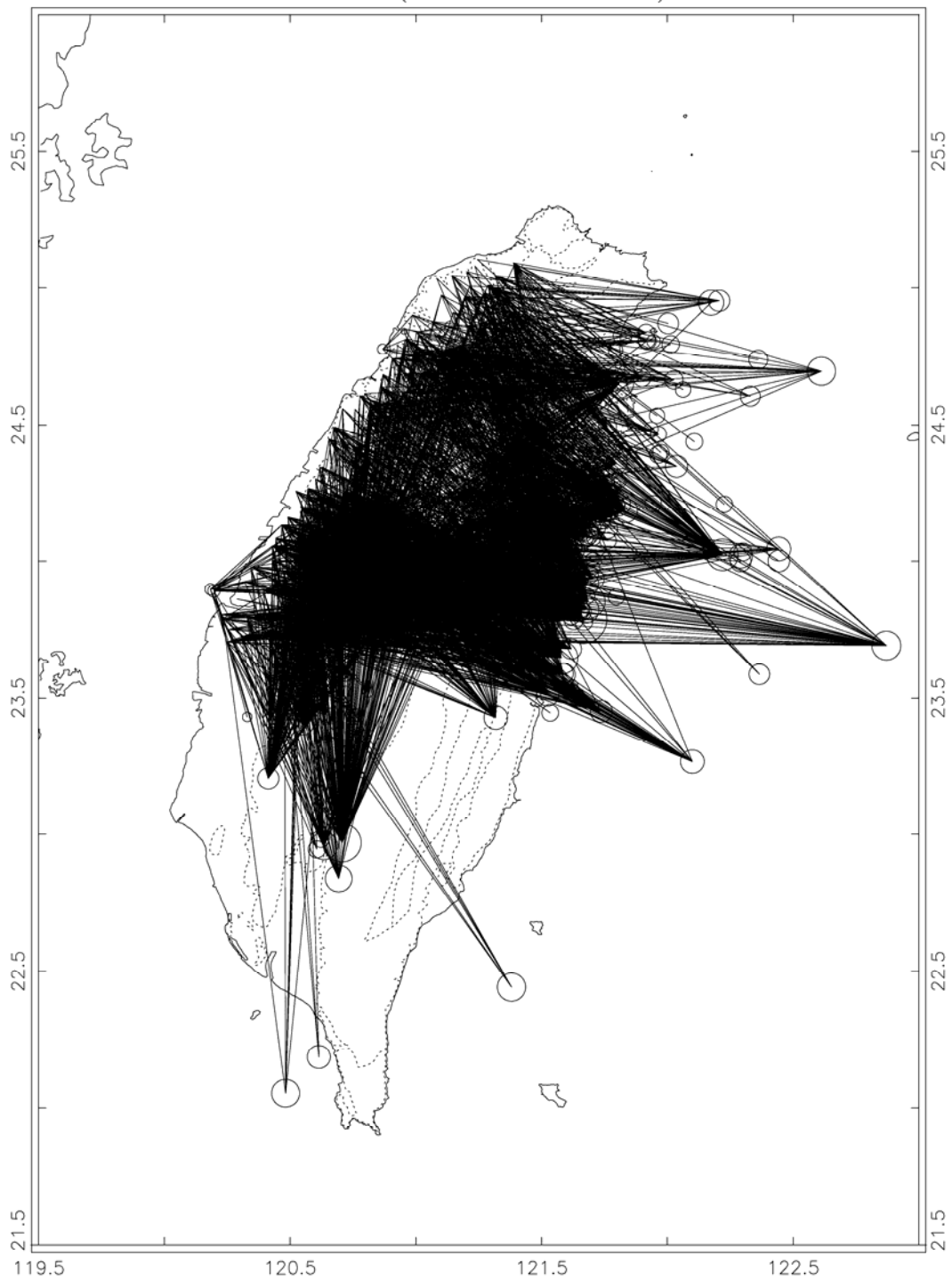


圖六 b、採用簡文郁(2001)衰減公式規一化之結果。

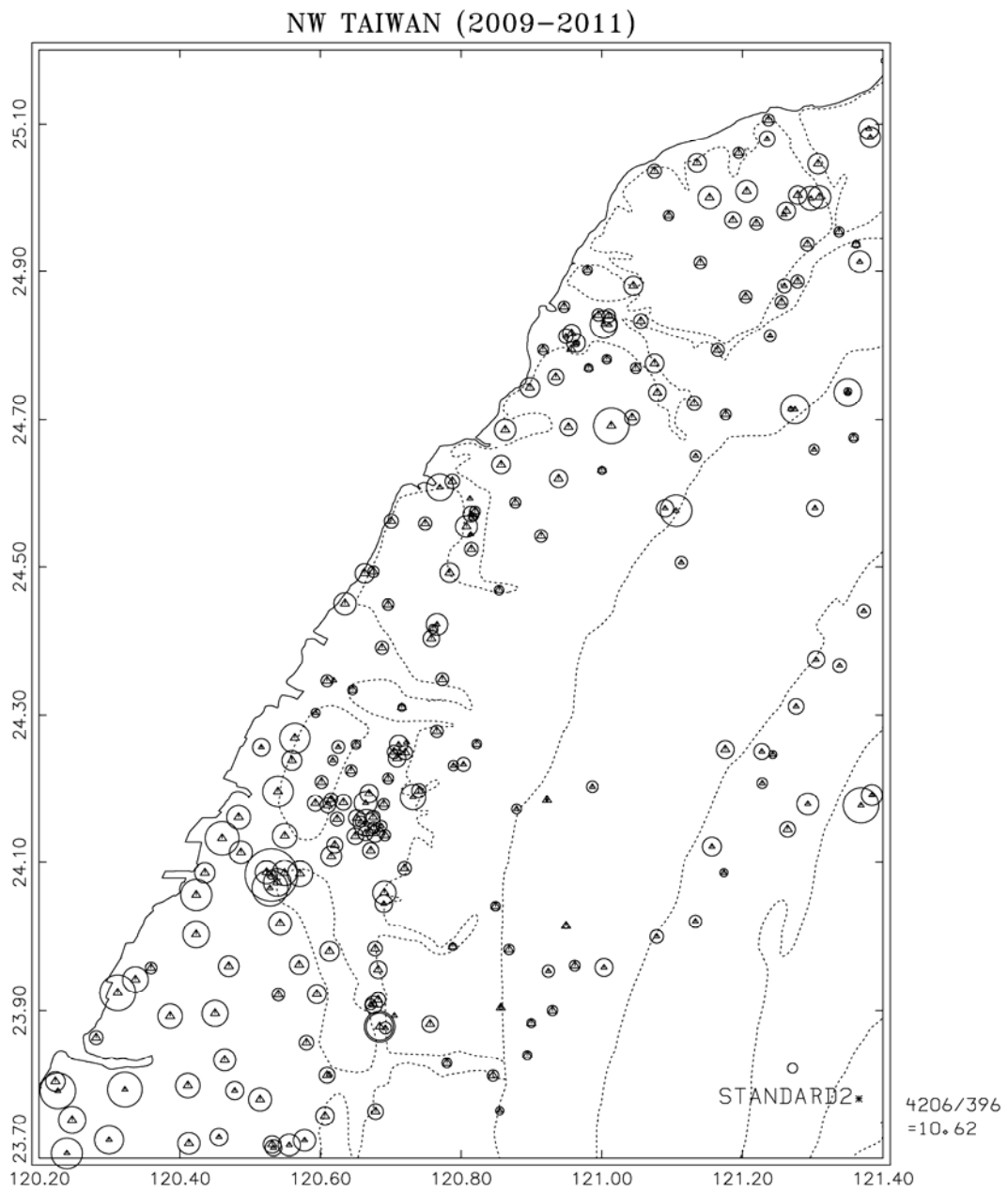


圖六 c、採用衰減公式搭配場址修正函數規一化之結果。

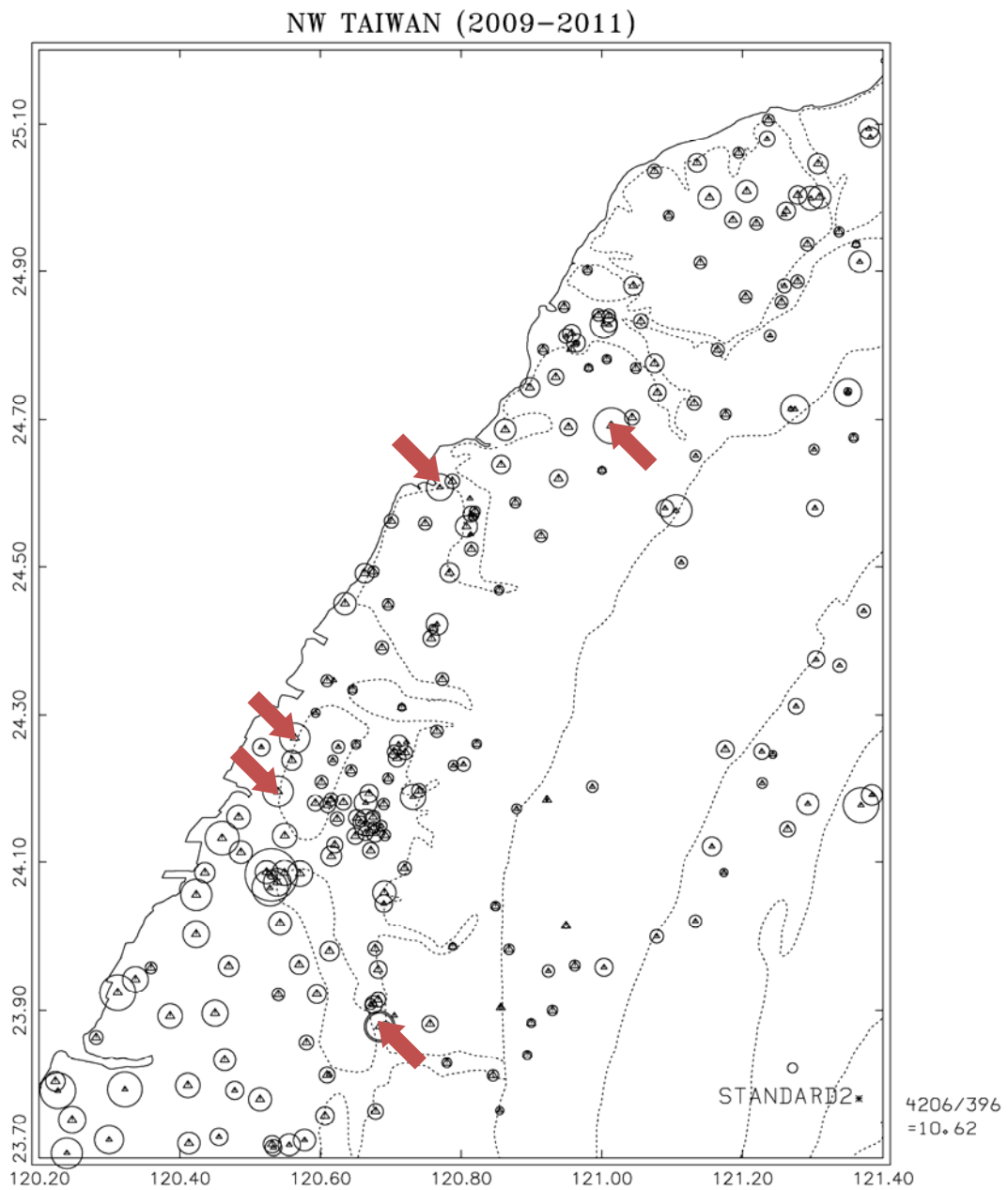
TSMIP (TCU 2009-2011)



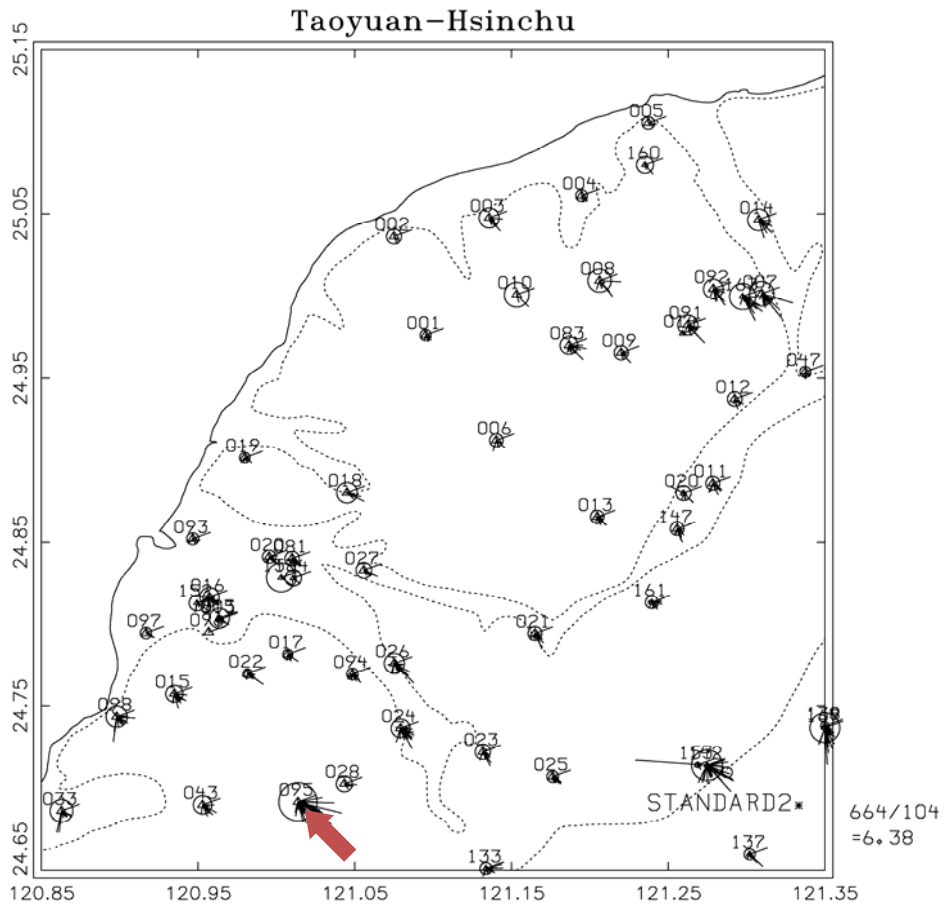
圖七、本網 2009-2011 年收到地震及波線分布。



圖八、本網 2009-2011 年各測站強震記錄規一化後的平均 PGA 分佈圖。



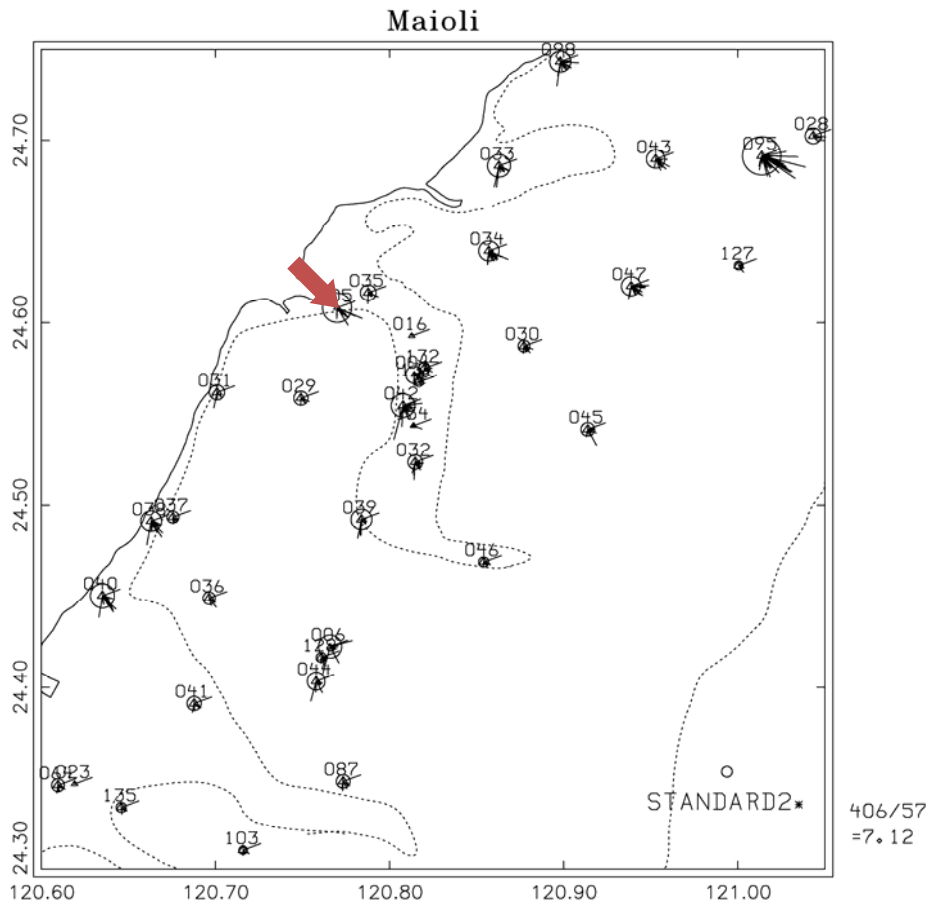
圖九、本網中五個「行為特殊」的測站，如箭頭所指。



STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA	STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA
TCU001	6	6.01	128.6	7.3	8.5	TCU043	15	5.17	125.2	6.2	14.1
TCU002	2	6.46	156.3	11.8	11.5	TCU081	14	5.97	171.3	6.6	11.0
TCU003	7	5.57	114.9	7.9	15.3	TCU083	15	5.37	109.6	6.9	13.7
TCU004	5	5.99	125.5	8.4	8.9	TCU091	12	5.78	131.2	10.4	15.2
TCU005	2	5.48	87.9	6.8	9.7	TCU092	14	5.71	129.2	7.6	15.1
TCU006	6	5.95	114.8	8.1	10.3	TCU093	5	4.58	65.7	11.2	9.3
TCU007	20	5.53	134.5	9.8	18.8	TCU094	15	5.07	100.3	8.6	8.8
TCU008	8	5.79	130.0	8.4	17.9	TCU095	32	5.30	122.9	12.4	29.4
TCU009	5	6.00	120.7	9.3	10.8	TCU096	1	6.09	142.3	0.0	0.0
TCU010	2	6.05	154.9	9.7	19.0	TCU097	3	6.39	233.7	4.4	8.7
TCU011	11	4.66	71.9	7.6	10.7	TCU098	19	5.69	140.8	11.3	16.2
TCU012	6	6.23	138.8	12.5	11.2	TCU147	16	4.80	79.4	7.8	10.5
TCU013	14	5.05	108.5	6.1	10.3	TCU152	5	6.25	146.2	9.4	11.9
TCU014	13	5.40	137.2	5.9	16.6	TCU153	1	6.00	152.3	10.3	22.4
TCU015	18	5.26	122.8	9.1	13.1	TCU160	2	6.46	152.0	11.5	13.0
TCU016	16	5.38	131.8	9.9	14.7	TCU161	14	5.13	98.4	6.3	9.7
TCU017	12	5.19	93.7	7.9	7.6	TCU163	15	5.17	112.0	6.1	20.0
TCU018	8	4.89	91.9	6.4	15.7	TCU164	2	5.94	159.4	5.2	12.4
TCU019	6	5.60	99.8	7.1	8.1	MTN133	22	4.78	72.0	7.7	9.1
TCU020	8	5.54	143.2	5.3	10.2	MTN137	19	5.03	62.8	8.6	8.4
TCU021	18	5.11	108.8	8.6	10.6	MTN138	20	5.33	83.5	4.9	6.3
TCU022	20	4.76	102.0	5.4	6.9	MTN142	43	5.35	109.6	10.3	23.7
TCU023	10	4.85	70.5	13.5	11.7	MTN153	6	5.53	62.2	8.8	3.8
TCU024	35	4.96	100.3	8.9	14.4	MTN169	16	5.68	139.0	13.1	22.8
TCU025	15	5.27	99.6	9.8	8.9	MNDO20	8	4.98	88.4	10.8	11.3
TCU026	19	5.22	118.3	9.4	15.4	TRB003	2	6.21	179.8	7.3	15.3
TCU027	6	5.42	99.5	7.1	12.0	TRB014	5	6.19	126.5	0.0	0.0
TCU028	4	4.81	74.5	8.8	12.3	TRB015	4	3.36	28.4	5.1	5.5

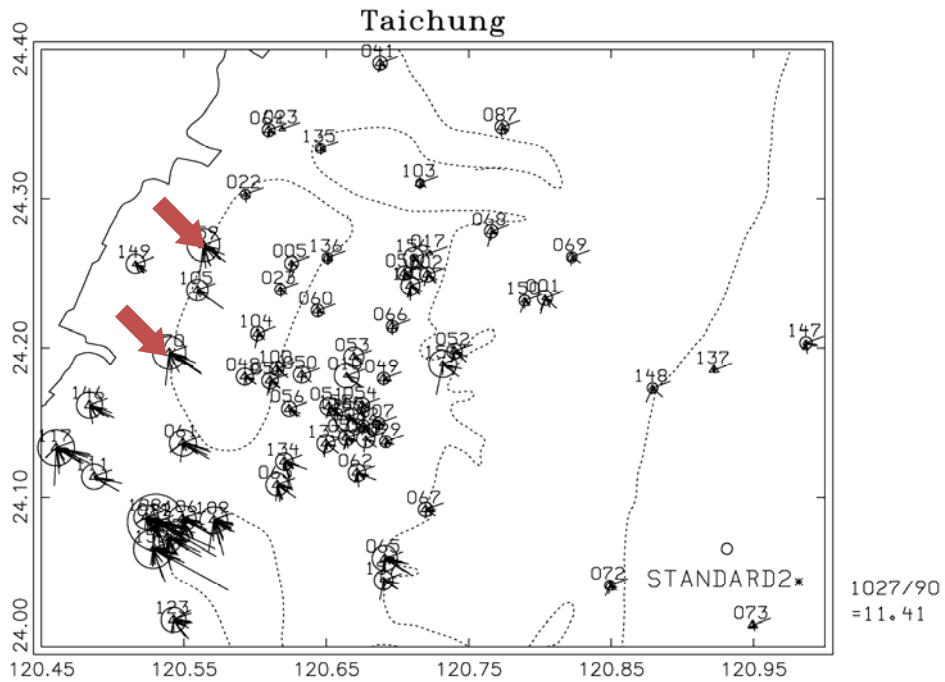
圖十 a、桃園－新竹地區規一化後的平均 PGA 分佈圖 (2009-2011)。





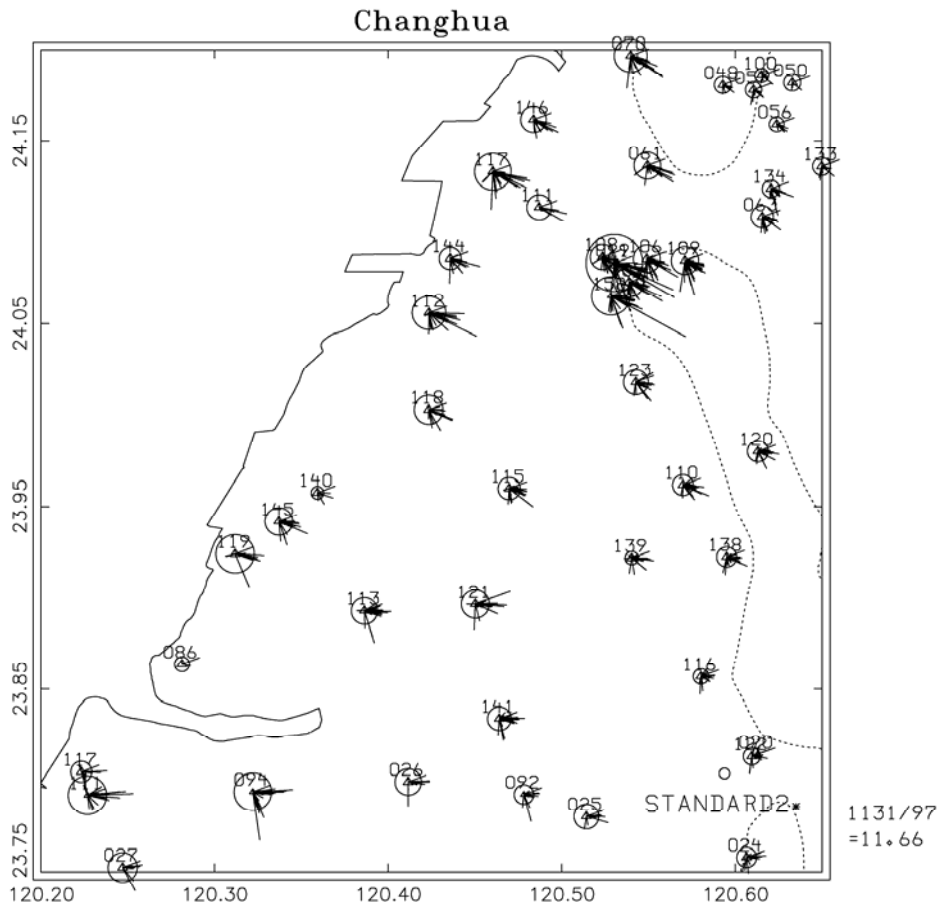
STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA	STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA
TCU029	5	6.33	155.2	12.1	10.8	TCU047	26	4.82	96.6	7.0	14.9
TCU030	13	5.79	132.5	8.0	9.0	TCU064	7	6.09	111.7	11.4	9.8
TCU031	7	5.81	116.8	8.3	11.6	TCU087	8	5.58	91.1	12.4	10.5
TCU032	14	5.22	104.6	9.4	11.2	TCU095	32	5.30	122.9	12.4	29.4
TCU033	12	5.99	161.8	10.8	17.5	TCU098	19	5.69	140.8	11.3	16.2
TCU034	21	5.80	155.9	9.2	15.4	TCU103	6	6.09	92.2	10.6	6.3
TCU035	9	6.28	174.7	9.1	12.0	TCU127	8	5.54	113.0	7.3	6.7
TCU036	5	5.73	116.8	5.0	9.3	TCU128	8	5.96	104.1	8.0	7.7
TCU037	5	5.86	131.8	7.0	9.2	TCU131	3	5.22	81.5	4.3	6.8
TCU038	22	5.47	128.4	7.9	15.9	TCU132	9	6.28	169.0	7.6	8.8
TCU039	9	5.85	110.2	14.4	16.0	TCU135	6	6.05	91.7	11.0	7.7
TCU040	14	5.34	121.9	7.4	18.5	TCU154	6	6.12	112.1	1.0	2.3
TCU041	8	5.71	99.7	11.9	10.8	TRB004	10	5.88	129.3	10.0	13.0
TCU042	23	5.57	131.1	9.0	18.1	TRB005	16	5.93	171.3	10.6	22.2
TCU043	15	5.17	125.2	6.2	14.1	TRB006	11	5.31	98.9	7.2	17.8
TCU044	9	6.00	117.6	11.3	13.6	TRB016	8	5.91	135.8	0.0	0.0
TCU045	14	5.52	105.1	7.8	10.4	TRB023	6	6.24	108.5	0.0	0.0

圖十 b、苗栗地區規一化後的平均 PGA 分佈圖 (2009-2011)。



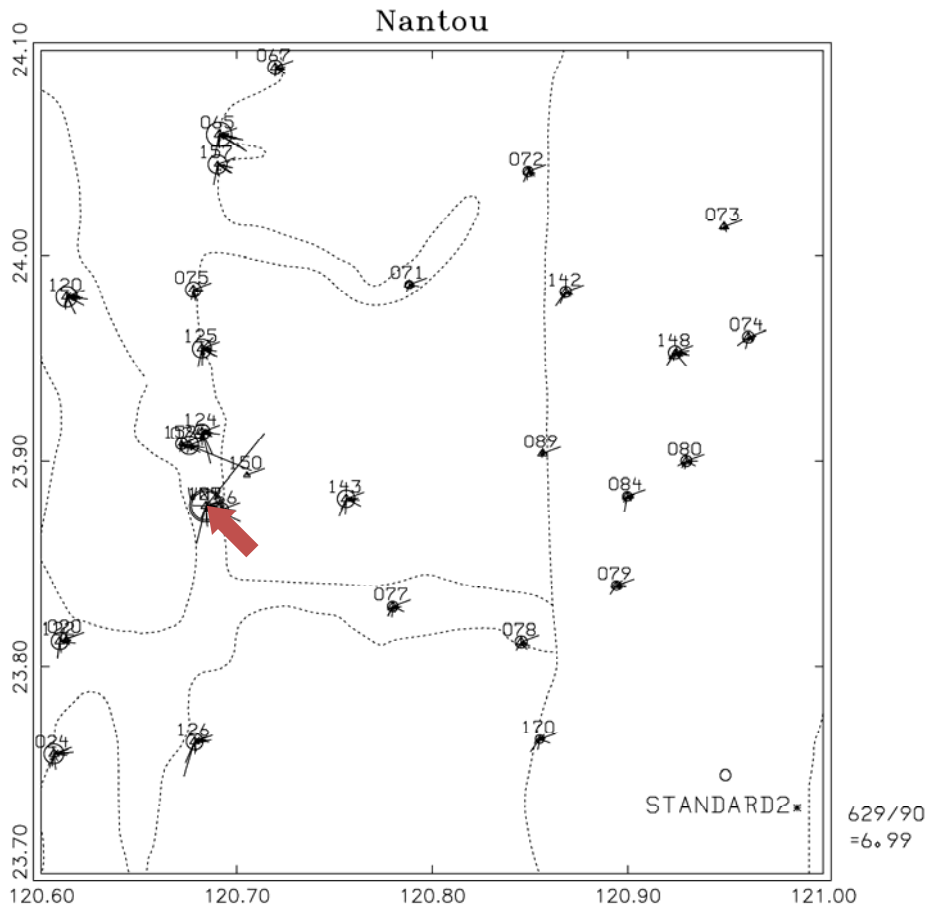
STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA	STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA
TCU048	11	5.76	125.0	11.7	13.1	TCU106	46	5.19	121.2	13.3	20.6
TCU049	8	6.00	87.9	14.5	9.4	TCU107	34	5.48	139.7	15.9	22.7
TCU050	3	5.54	113.2	6.2	13.0	TCU108	32	4.95	106.4	14.2	18.8
TCU051	14	5.64	106.3	12.7	13.6	TCU109	45	5.14	112.8	13.9	20.9
TCU052	22	5.65	123.5	10.1	11.8	TCU111	14	5.23	135.8	7.8	19.0
TCU053	2	5.71	112.7	9.1	15.2	TCU117	38	5.41	145.1	14.9	28.0
TCU054	3	6.02	185.1	6.5	11.6	TCU123	26	5.17	98.8	17.7	18.9
TCU055	15	5.61	98.4	13.5	12.1	TCU133	12	5.75	105.9	13.9	13.7
TCU056	12	5.72	114.6	11.3	11.3	TCU134	32	5.45	123.7	12.3	13.2
TCU057	13	5.69	101.3	10.5	12.6	TCU135	6	6.05	91.7	11.0	7.7
TCU058	13	5.82	119.2	10.9	10.9	TCU136	6	6.09	90.5	11.4	7.7
TCU059	22	5.74	150.3	18.3	25.0	TCU137	5	5.44	42.9	11.6	2.1
TCU060	7	6.10	91.5	15.3	9.5	TCU146	23	5.53	150.2	14.3	19.7
TCU061	26	5.42	116.9	15.0	20.5	TCU149	10	5.78	117.2	14.2	14.4
TCU062	19	5.71	127.1	14.2	13.3	TCU155	4	5.83	75.5	15.9	9.0
TCU063	29	5.25	108.0	13.7	17.1	TCU156	10	5.71	104.6	10.7	15.2
TCU064	7	6.09	111.7	11.4	9.8	TCU157	20	5.48	118.9	13.7	14.3
TCU065	30	5.49	122.2	14.0	19.3	TCU158	35	5.28	134.5	13.8	29.6
TCU066	4	5.46	99.3	7.3	9.0	TCU165	10	4.89	87.1	6.7	22.3
TCU067	18	5.66	119.5	15.2	11.1	MTN147	17	4.96	75.0	6.9	9.4
TCU068	8	6.05	103.3	11.8	10.3	MTN148	14	5.22	63.6	10.6	8.0
TCU069	13	5.49	74.3	8.8	7.7	MTN150	10	5.61	76.2	11.1	8.4
TCU070	30	5.47	138.4	15.0	25.3	MTN151	11	5.95	148.6	19.6	21.0
TCU072	16	5.24	84.3	9.0	7.6	MNDO01	16	5.38	79.3	9.9	11.4
TCU073	18	5.29	56.3	10.2	4.3	MNDO05	7	6.09	103.4	12.3	10.5
TCU082	13	5.65	101.6	10.9	9.7	MNDO07	8	5.98	86.5	14.5	9.0
TCU087	8	5.58	91.1	12.4	10.5	MNDO10	6	5.26	106.2	5.8	18.9
TCU099	7	5.85	79.1	13.8	9.3	MNDO23	7	6.10	94.1	13.3	8.3
TCU100	7	5.79	128.3	9.5	10.7	TRB017	6	6.03	92.9	0.0	0.0
TCU101	14	5.52	94.3	13.5	14.5	TRB018	7	5.79	99.3	13.4	14.0
TCU102	10	5.84	99.8	11.9	11.6	TRB019	13	5.45	153.4	2.6	7.4
TCU103	6	6.09	92.2	10.6	6.3	TRB021	30	5.48	133.9	20.0	43.5
TCU104	9	5.74	92.9	9.6	10.6	TRB022	6	6.24	106.2	11.1	7.3
						TRB023	6	6.24	108.5	0.0	0.0

圖十 c、台中地區規一化後的平均 PGA 分佈圖 (2009-2011)。



STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA	STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA
TCU050	3	5.54	113.2	6.2	13.0	TCU122	25	5.19	79.4	21.9	13.0
TCU056	12	5.72	114.6	11.3	11.3	TCU123	26	5.17	98.8	17.7	18.9
TCU057	13	5.69	101.3	10.5	12.6	TCU133	12	5.75	105.9	13.9	13.7
TCU061	26	5.42	116.9	15.0	20.5	TCU134	32	5.45	123.7	12.3	13.2
TCU063	29	5.25	108.0	13.7	17.1	TCU138	28	5.45	106.9	15.0	15.4
TCU070	30	5.47	138.4	15.0	25.3	TCU139	39	5.20	110.1	11.5	10.3
TCU086	2	5.17	47.0	12.6	11.3	TCU140	8	4.84	116.7	2.6	9.5
TCU100	7	5.79	128.3	9.5	10.7	TCU141	39	5.13	110.2	15.1	18.1
TCU106	46	5.19	121.2	13.3	20.6	TCU144	26	5.60	151.9	14.3	16.7
TCU107	34	5.48	139.7	15.9	22.7	TCU145	27	5.40	131.7	17.7	21.2
TCU108	32	4.95	106.4	14.2	18.8	TCU146	23	5.53	150.2	14.3	19.7
TCU109	45	5.14	112.8	13.9	20.9	TCU158	35	5.28	134.5	13.8	29.6
TCU110	36	5.23	114.0	14.5	15.9	CHY024	21	5.53	91.0	28.9	15.1
TCU111	14	5.23	135.8	7.8	19.0	CHY025	13	5.11	64.6	33.8	19.0
TCU112	43	5.21	129.9	13.6	25.8	CHY026	12	5.66	103.6	23.8	20.2
TCU113	39	5.36	124.5	14.0	20.2	CHY027	8	5.52	130.0	15.6	22.4
TCU115	36	5.22	117.1	14.1	17.0	CHY092	16	4.96	89.0	6.3	14.9
TCU116	37	5.08	81.6	12.5	11.9	CHY094	28	5.48	129.7	16.7	28.7
TCU117	38	5.41	145.1	14.9	28.0	CHY111	20	5.29	153.0	8.3	29.4
TCU118	19	5.32	164.0	6.4	22.0	CHY117	18	5.20	107.5	13.9	16.1
TCU119	11	5.28	127.7	15.4	29.5	TRB019	13	5.45	153.4	2.6	7.4
TCU120	28	5.54	142.4	15.8	16.1	TRB020	1	6.75	336.3	0.0	0.0
						TRB021	30	5.48	133.9	20.0	43.5

圖十 d、彰化地區規一化後的平均 PGA 分佈圖 (2009-2011)。



STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA	STA	#	MAG	DIST	PGA	NPGA
TCU065	30	5.49	122.2	14.0	19.3	TCU122	25	5.19	79.4	21.9	13.0
TCU067	18	5.66	119.5	15.2	11.1	TCU124	38	5.18	94.8	17.7	12.2
TCU071	12	5.41	71.5	15.0	6.3	TCU125	23	5.44	112.3	17.7	14.4
TCU072	16	5.24	84.3	9.0	7.6	TCU126	30	5.12	78.1	19.9	12.8
TCU073	18	5.29	56.3	10.2	4.3	TCU129	41	4.81	62.5	28.5	22.4
TCU074	17	5.13	44.5	23.7	8.8	TCU142	17	5.54	85.1	16.4	8.6
TCU075	12	5.73	87.9	28.2	11.8	TCU143	21	5.40	73.5	23.8	13.4
TCU076	17	5.02	66.1	17.1	14.4	TCU148	44	4.86	57.6	15.9	10.0
TCU077	26	5.23	59.8	22.3	7.9	TCU150	19	5.33	95.6	0.0	0.0
TCU078	8	4.76	57.9	4.8	9.2	TCU157	20	5.48	118.9	13.7	14.3
TCU079	22	5.01	49.0	20.7	7.4	TCU159	15	5.66	93.1	17.9	8.9
TCU080	18	5.32	63.5	23.2	8.4	TCU166	3	4.60	33.4	6.2	9.8
TCU084	26	5.49	75.9	14.2	7.1	CHY024	21	5.53	91.0	28.9	15.1
TCU089	11	5.52	38.7	18.4	2.9	MTN170	24	5.26	54.3	10.3	6.6
						TRB020	1	6.75	336.3	0.0	0.0

圖十 e、南投地區規一化後的平均 PGA 分佈圖 (2009-2011)。

# 自由場強震網資料收集及分析-西南地區

陳朝輝 高雁祥

國立中正大學地球與環境科學系

蔡俊雄 張先霖

中央氣象局地震測報中心

## 摘 要

中央氣象局之台灣強地動觀測計劃(TSMIP)，至 2011 年 12 月，於台灣西南部地區自由場，共設 188 座強地動觀測站，其中安裝 A-900 強震儀 3 站、A-900A 強震儀 66 站、CV-574C 強震儀 18 站、CV-575C 強震儀 34 站、SMART-24 強震儀 66 站及陣列 1 站。觀測站之布設，以均勻分布於此地區為原則，雲林縣 31 站、嘉義縣 37 站、嘉義市 8 站、澎湖縣 3 站、台南市 57 站及高雄市 52 站。

The Central Weather Bureau has set up 188 free-field accelerograph stations in southwestern area on Taiwan strong motion instrumentation program (TSMIP) until December 2011. The seismic instruments include three A-900 accelerographs, 66 A-900A accelerographs, 18 CV-574C accelerographs, 34 CV-575C accelerographs, 67 SMART-24 accelerographs and one raid accelerographs. An even distribution for the instrument deployment in this area is considered. There are 31 stations in Yun-Lin county, 37 stations in Chia-Yi county, eight stations in Chia-Yi city, three stations in Peng-Hu county, 57 stations in Tainan city and 52 stations in Kaohsiung city.

## 壹、測站概況

本年度台灣西南地區總計設有 188 座自由場強地動觀測站，包含雲嘉南高雄澎湖等縣市內裝設自由場強震站(表一)，行成西南地區強震網，測站主要分為四類別，CHY 代表位於雲嘉南澎湖地區，KAU 代表高雄地區，MND 與 TRB 是因應九二一地震後，由各單位申請加設之強地動觀測站，各類別的站碼分別以阿拉伯數字為測站編號。裝設強震儀之機型有 A-900、A-900A、CV-574C、CV-575C、SMART-24 及陣列。每部強震儀包含三座軸式加速度感震器，隨時記錄觸發值大於 4 gals 之地動加速度。強震儀之加速度感震器的溢滿值均為 $\pm 2$ g。激發強震儀記錄的方式為 Level trigger 型式，當儀器感應到某種程度以上的振動時，即激發開始記錄，並截取達觸發值之前 20 秒和之後 15 秒之垂直、南北、和東西三方向地動加速度為一記錄檔案，直到振幅降至標準以下時才會停止激發記錄。地動被轉換成類比電壓訊號後，通過 50Hz 低通的巴特伍茲(Butterworth)濾波器，再以數據化資料儲存至電池所後援的記憶體內，其中 A-900/A-900A 強震儀為 16 位元記憶體容量較小 6MB，CV-574C /575C 與 SMART-24 強震儀都已經提升到 24 位元及高容量(64MB、128MB 或者可依需求安裝更大的記憶卡)。地動記錄之取樣時間距，A-900、A-900A、CV-574C、CV-575C 與 SMART-24 強震儀均為每秒 200 點。大部分觀測站安裝有全球定位系統(GPS)，可隨時接收衛星發出來的訊號來做時間校正與定位，但有些觀測站雖然有安裝 GPS，由於接收衛星訊號不佳而無法進行校時與定位，在時間上仍需以人工方式來校正時間。台灣西南部地區強地動觀測站之分布示於圖四，實心方形為城市所在位置，三角形為測站位置，測站代號首位表示測站類別，3 為 CHY，4 為 KAU，8 為 MND，9 為 TRB，後三位為測站編號。測站以均勻分布為原則外，斗六市、嘉義市、新營市、臺南市和高雄市分別有較密集之測站。本年度儀器換為 A900A 強震儀的測站有：南師附小(CHY068)。測站原址異動的有：麥寮國小(CHY027)、北辰國小(CHY032)、布袋國小(CHY044)、德高國小(CHY070)、龍巖國小(CHY082) 及月眉國小(CHY039)。測站遷移新址的有：青山李園分校(CHY052)，儀器正常運作。

## 貳、資料收集和整理

強震站資料固定每四個月收集一次，由收集人員至各強地動觀測站，以筆記型電腦與地震儀連線後，讀取地震儀內記憶體儲存之強地動記錄資料，再將強地動記錄資料儲存至筆記型電腦，於每次巡迴完成後，將地震資料彙整後送至地震

中心。2011 年度三次之例行性強地動資料收集，第一次巡迴於 2 月至 3 月中，第二次巡迴於 6 月至 7 月初，第三次巡迴於 10 月至 11 月初分別完成。資料收集的主要工作項目有儀器校時、資料傳收及簡易維護。A-900 與 A-900A 型強震儀以傳輸線方式下載檔案。CV-574C 與 CV-575C 強震儀為讀卡方式下載地動記錄檔案。SMART-24 則以 USB 連接 D-DRIVER 下載檔案。至各個觀測站的資料收錄工作，包括檢測日期、收錄地動的檔案數目、儀器時間的誤差和校時狀況...等。時間校正以國際時間為標準，”+”代表儀器時間比標準時間快，”-”代表比標準時間慢。每次收回的地動記錄，同時實施資料處理。而儀器異常連續觸發或者是測站週邊施工，是造成非地震波資料過多與記憶體溢滿的主因。

## 參、儀器檢測

每次例行強地動記錄收集之同時，亦實施站址維護及儀器檢測，A-900 與 A-900A 以 Teledyne Geotech 使用手冊(1993,1994)，CV-574C 與 CV-575C 以東源科技工程有限公司 TS Terminal Pwave32 軟體操作手冊(2001)，SMART-24 以 Geotech Instruments,LLS (2004)使用者手冊之內容為實施要則。主要工作有站房環境維護、儀器參數檢視與設定、儀器測試、故障排除及報修。例如測站附近有工程施工、積水等現象，則登錄其狀況；停電、短路、參數異常、記憶體溢滿、電池更換等問題，則立即排除；保險絲燒斷、校準波形或補償效應異常、檔案過大、自動啟動故障等因素，則反應報修。在每次資料收集時，電源問題多為造成強震儀停擺原因之一。除了電源問題外，常見的問題有：波形異常、GPS 訊號不好或者故障無法校時、儀器和電腦無法連線。

## 肆、初步資料分析

檢視西南部地的 SMART24 強震儀所收錄到的強地動記錄，發現許多 SMART24 強震儀觀測站的強地動資料皆有方形波(圖五)的情形，有些觀測站在 3 次巡迴中所收錄的強地動資料皆有方形波的記錄，有幾站則是收錄到滿大次數的方形波。(表四)

檢視 CV 強震儀所收錄到的強地動記錄，幾站有波形異常的情形，CHY025(饒平國小)、CHY132(內甕國小)、MND018，皆有收錄到類似的異常波形(圖六)，且收錄到強地動記錄幾乎都是異常波形(圖六)。

檢視 A900 系列強震儀所收錄到的強地動記錄，嘉義縣消防局(CHY120)站的強地動記錄 CH3 有異常的波形，且收錄到強地動記錄幾乎都是異常波形(圖七)。九曲國小(KAU067)站異常的波形(圖八)。

## 伍、檢討與建議

重溪國小(CHY053)位於路邊易受車輛經過會震動而使強震儀觸發記錄，建議在校園另尋場址較佳的位置。

新高營區 (MND008)該站的警報器置放於營區放物品的房間，通常無人在房間內且會上鎖，無法達到發報警示之功用，建議另尋較佳的位置。

有關收錄異常波形之 SMART24 測站，應再與廠商共同詳細檢視發生原因及改進措施。

## 陸、誌謝

感謝中央氣象局計畫編號 MOTC-CWB-100-E-01 的資助，中央氣象局許文偉先生的諮詢，中正大學楊啟祥先生於資料收集的協助。

## 陸、參考文獻

Geotech Instruments, LLS (2004) . SMART-24 User's Manual, V2.

Lee, W. H. K. and C. M. Valdes (1989). User manual for HYPO 71PC, IASPEI Software Library, *International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior*, 203-236.

Ou, G.-B. (2008). Seismological Studies for Tensile Faults, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.* **19**, 463-471.

Shin, T. C. (1993). The calculation of local maghitnde from the simulated Wood-Anderson seismograms of the short-period seismograms in the Taiwan area, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.* **4**, 155-170.

Teledyne Geotech (1993). Accelocorder III/A-900 Operation and Maintenance Manual.

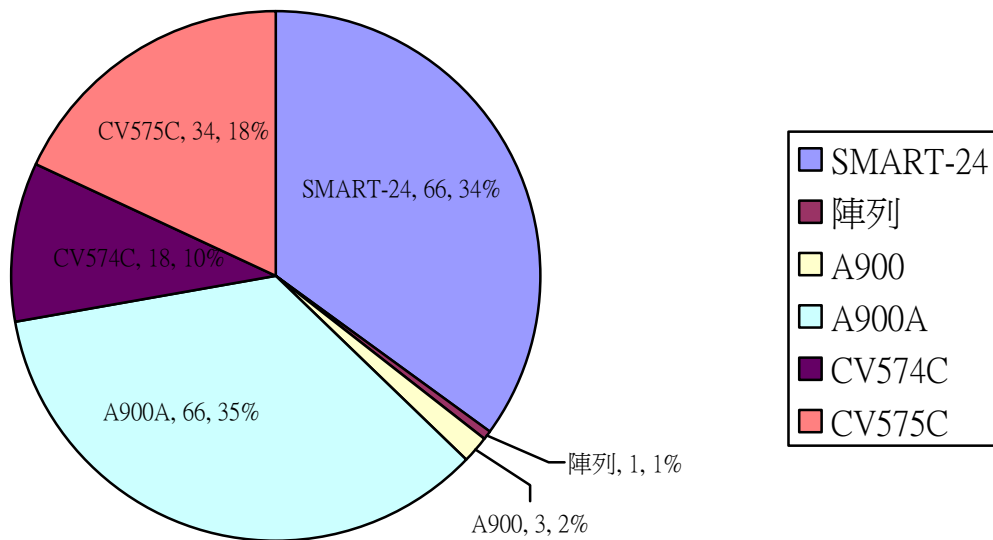


Teledyne Geotech (1994). Accelocorder III/A-900A Operation and Maintenance Manual.

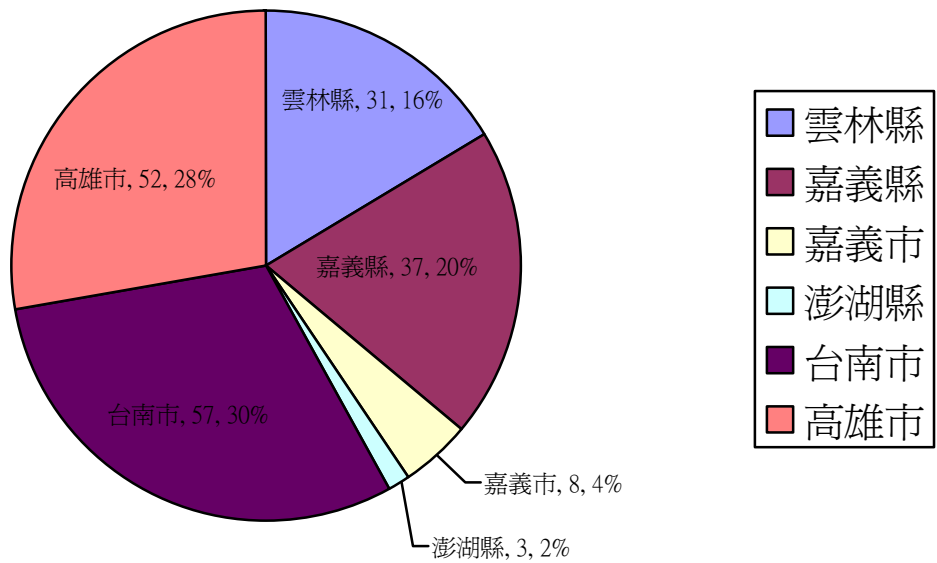
東源科技工程有限公司(2001). TS Terminal Pwave32 軟體操作手冊。

表一、台灣西南部地區各縣市強地動觀測站數及強震儀配置表

縣市 \ 儀器	A900	A900A	CV574C	CV575C	陣列	SMART-24	小計
雲林縣	0	6	3	11	0	11	31
嘉義縣	1	8	2	9	1	16	37
嘉義市	0	4	2	1	0	1	8
澎湖縣	0	1	0	0	0	2	3
台南市	2	15	6	13	0	21	57
高雄市	0	32	5	0	0	15	52
小計	3	66	18	34	1	66	188



圖一、西南部地區各類型儀器佔有比例



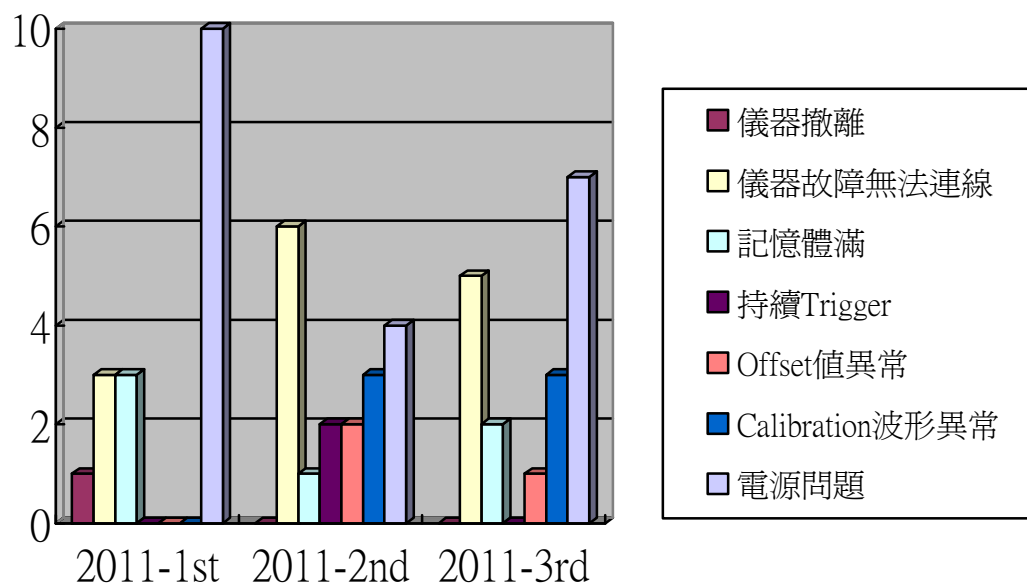
圖二、西南部地區各縣市測站分布比例

表二、本年度強震儀運作情況統計表

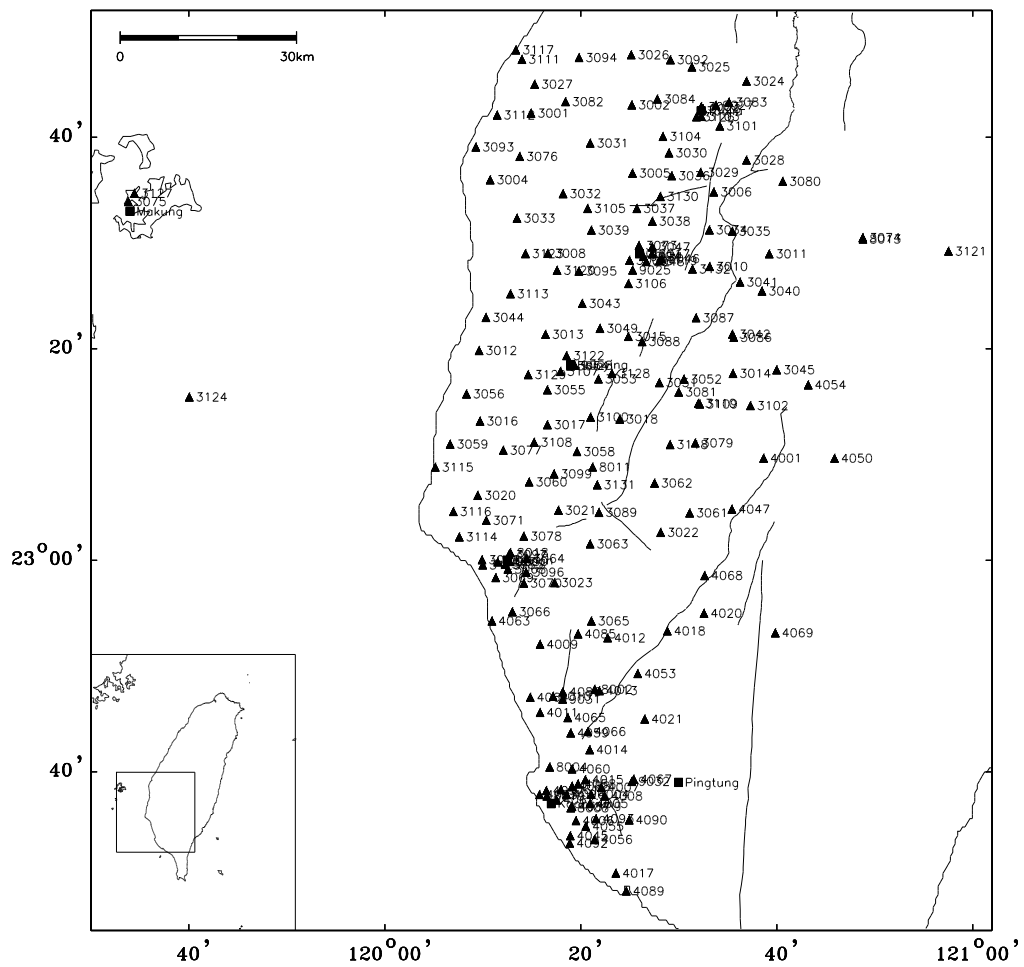
次別 運作情形	2011-1st	2011-2nd	2011-3rd
正常運作數	168	167	170
異常運作數	6	8	6
不運作數	11	10	12
小計	185	185	188

表三、本年度強震儀異常運作之狀況統計表

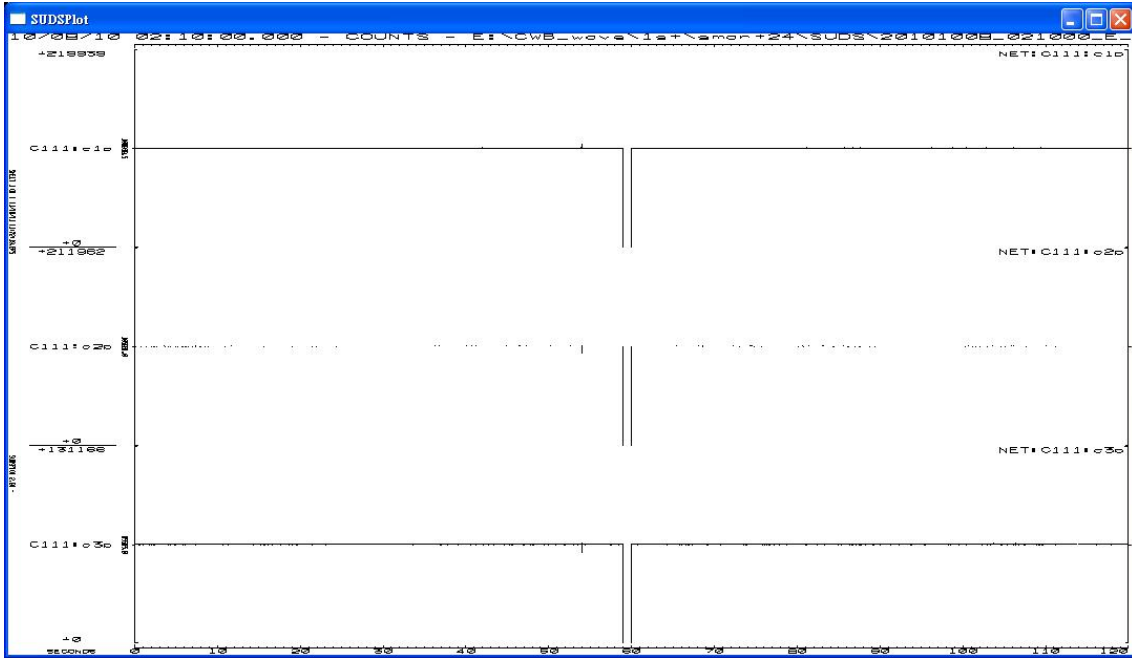
次別 狀況	2011-1st	2011-2nd	2011-3rd
儀器撤離	1	0	0
儀器故障無法連線	3	6	5
記憶體滿	3	1	2
持續Trigger	0	2	0
Offset值異常	0	2	1
Calibration波形異常	0	3	3
電源問題	10	4	7



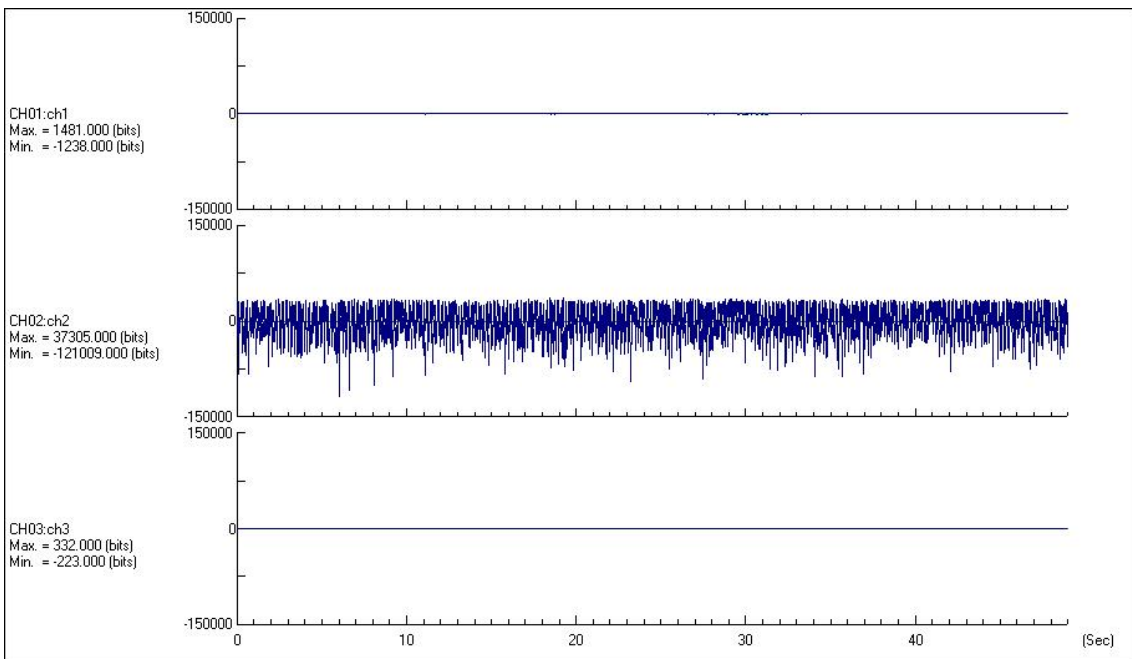
圖三、本年度強震儀異常運作之狀況統計圖



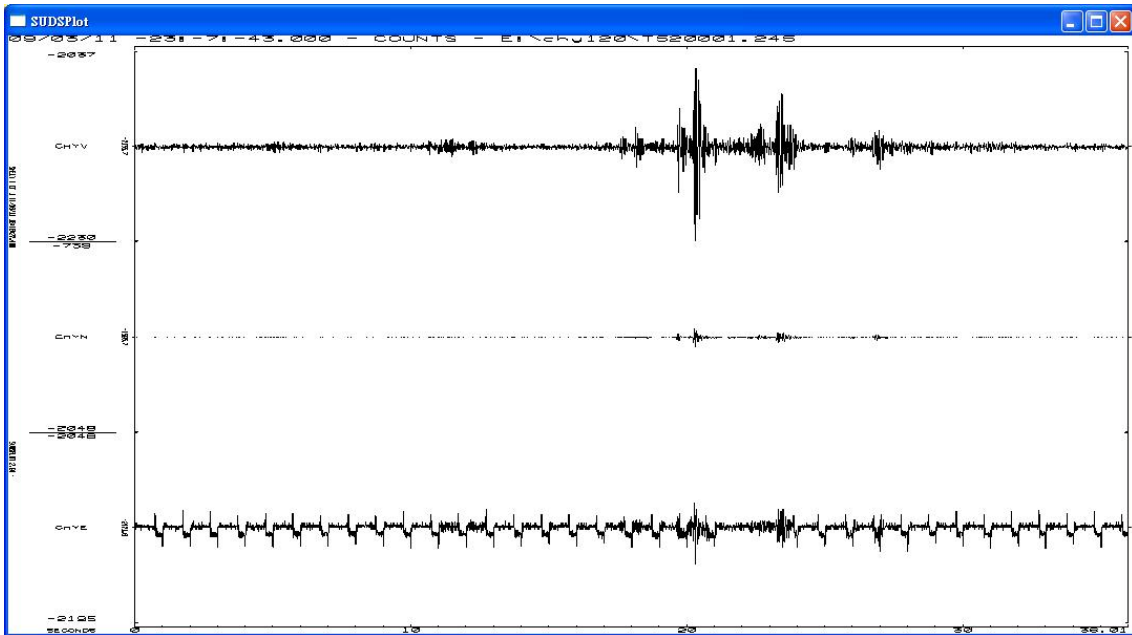
圖四、台灣西南地區強地動觀測站之分布。實心方形為城市所在位置。三角形為測站位置，測站代號首位表示測站類別，3 為 CHY，4 為 KAU，8 為 MND，9 為 TRB，後三位為測站編號。



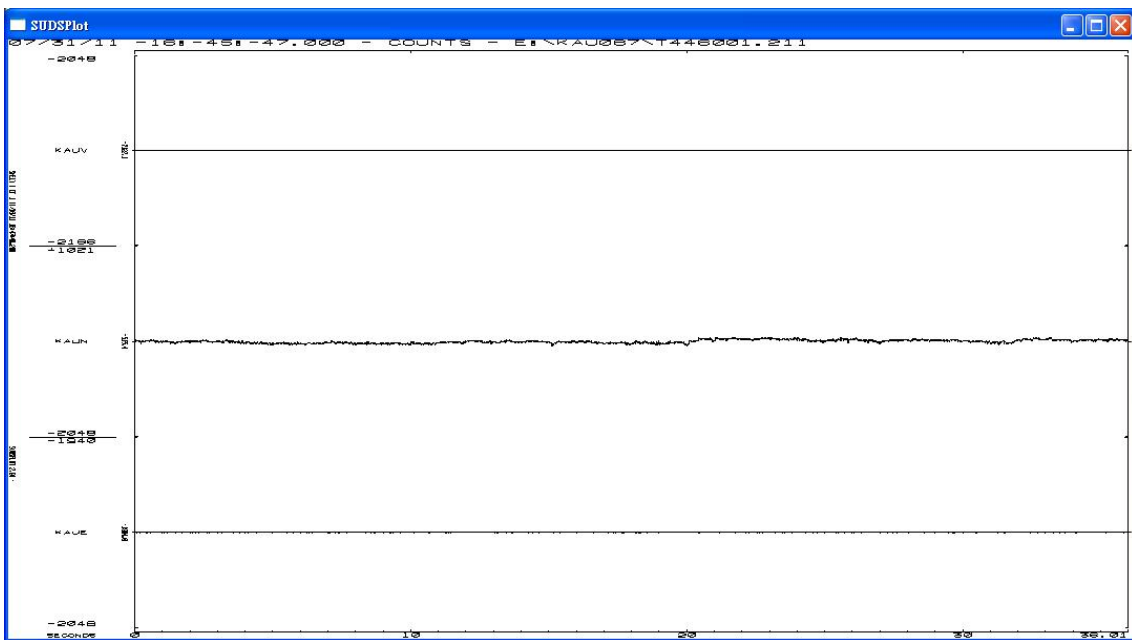
圖五、Smart24 方形波截圖



圖六、CV 系列異常波形



圖七、嘉義縣消防局(CHY120)異常波形



圖八、九曲國小(KAU067)異常波形

表四、SMART24 強震儀各站方波情形統計表(1/2)

站碼	中文站名	1st	2nd	3rd	備註
CHY001	安南國小			1	
CHY003	公誠國小				
CHY006	梅山國小	2	1	3	
CHY008	雙溪國小	23	36	26	
CHY010	民和國小	1		8	
CHY011	培英國小		1	1	
CHY012	新塢國小	20	21	10	
CHY014	大埔國小				
CHY015	白河國小				
CHY018	湖東國小	1	1	2	
CHY021	新市國小	71	42	34	
CHY022	南化國小	5	12	21	
CHY023	歸南國小				
CHY034	竹崎國小		2		
CHY052	青山李園分校		1	2	
CHY059	後港國小頂山分校	4	5	1	
CHY066	大甲國小				
CHY067	協進國小		2		
CHY073	嘉義氣象站				CHY
CHY074	阿里山氣象站				ALS
CHY075	澎湖氣象站				PNG
CHY076	四湖國小				
CHY077	子龍國小				SCL
CHY078	永康氣象站				TAI1
CHY079	楠西				CHN1
CHY080	草嶺-青山坪				WSF
CHY081	東山-仙公廟				TWL
CHY083	石榴國小	15	14	6	
CHY085	台南氣象站	107	181	92	TAI
CHY086	永興後山				CHN4
CHY087	澧水國小				
CHY089	豐德油庫			1	CHN3
CHY093	三崙國小	32	10	45	



表四、SMART24 強震儀各站方波情形統計表(2/2)

站碼	中文站名	1st	2nd	3rd	備註
CHY095	太保國小	2	1		
CHY097	延平國中	8	13	6	
CHY099	善化國小	1			SSH
CHY100	六甲國小		3	13	
CHY101	東和國小				WGK
CHY102	大埔國小坪林分校				WTP
CHY103	鎮南國小	2		10	
CHY104	僑真國小	1			
CHY108	麻豆國小	1		6	
CHY109	曾文水庫霸頂	1	1		
CHY111	豐安國小	3	14	4	
CHY115	七股氣象雷達站	121		8	SCK
CHY117	麥寮六輕	16	19	44	
CHY118	楠西國中				
CHY123	更寮國小				CHN7
CHY124	東吉島氣象站				WDG
CHY133	中油民雄油庫				CHN2
CHY134	義竹國小埤前分校				CHN8
KAU003	中山大學	2	1	4	
KAU007	鎮北國小			2	
KAU012	崇德國小	5	5	4	
KAU014	仁武國小	1	1		
KAU015	大華國小			2	
KAU020	美濃國小	22			
KAU021	佛光山(福慧家園)	2			
KAU045	高雄氣象站				KAU
KAU047	甲仙國中			1	SGS
KAU050	桃源國小				STY
KAU053	旗山中寮				TWM1
KAU054	民生國小		2	1	
KAU058	高雄應用科技大學	2	7	13	
KAU060	文藻外語學院		13	9	
KAU092	高雄港務局			1	KAUP

## 交通部中央氣象局

### 委託研究計畫(期中/期末)成果報告

#### 台灣地區自由場強震網資料收集及分析—台灣東部地區 自由場強震網資料收集及分析

計畫類別：氣象    海象    地震

計畫編號：MOTC-CWB-100-E-01

執行期間： 100 年 1 月 1 日至 100 年 12 月 31 日

計畫主持人： 劉忠智

執行機構： 中華民國地球科學學會

本成果報告包括以下應繳交之附件(或附錄)：

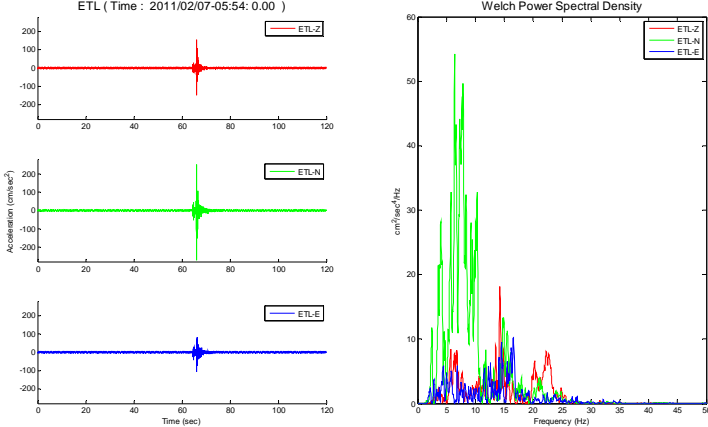
- 赴國外出差或研習心得報告 1 份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告 1 份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各 1 份

中華民國 100 年 11 月 22 日

## 政府研究計畫(期中/期末)報告摘要資料表

計畫中文名稱	台灣地區自由場強震網資料收集及分析—台灣東部地區自由場強震網資料收集及分析		
計畫編號	MOTC-CWB-100-E-01		
主管機關	交通部中央氣象局		
執行機構	中華民國地球物理學會		
年度	100	執行期間	100年1月1日至100年12月31日
本期經費 (單位：千元)	1330.408		
執行進度	預定(%)	實際(%)	比較(%)
	100	100	100
經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用率(%)
	1330.408	1330.408	100
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	劉忠智		曾淑華
			吳嘉龍
			溫錦富
報告頁數	41	使用語言	中文
中英文關鍵詞	自由場強震儀、儀器檢測， <b>free-field strong motion accalerographs, instrument examination</b>		
研究目的	<p>(簡述研究計畫之目的及意義，約 300 字。)</p> <p>中央氣象局地震測報中心推動之強地動觀測計畫，自民國八十年度起，以逐年設置儀器的方式，在台灣全島設置高品質的 16 或 24 位元數位式強震監測儀器。為改善監測網的效能，目前各區仍在進行汰舊換新及增設空乏區自由場強震儀的工作，儀器維護及資料蒐集是今後強震監測網的工作重點。本計畫之目的即在協助中央氣象局，對花蓮、台東及屏東地區之強地動觀測網(目前設有 179 座自由場強震儀)實施定期經常性之儀器檢測，並進行地震資料分析及站址、儀器參數之特性分析。除定期性的檢測工作外，在災害性地震發生後，本計畫也將在</p>		

	<p>最短時間內，派員前往責任區之各測站，蒐集其地震記錄，以便建立更完整的地震資料庫，提供研究工作所必需的強地動資料，促進地震研究及其在工程上之應用。</p>
<p>研究成果</p>	<p>(說明研究之具體成果，約 800~1000 字，並附一張圖說明。)</p> <p>儀器檢測與資料蒐集，以定期方式每四個月實施一次。本年度的例行檢測作業分別於年 2011 年 3 月、2011 年 7 月、2011 年 10 月實施完畢。每次作業均由兩位野外工作人員分別前往，並執行：(1) 站址環境的整潔維護；(2) 地震記錄之蒐集和整理；(3) 儀器參數檢視；(4) 儀器校時與測試；(5) 故障之排除與報修及 (6) 臨時事件之應變處理等工作。整理蒐集的原始記錄，剔除非地震波之記錄後，本年度蒐集的自由場強震資料中，可被認定為地震記錄的共有 2828 筆三軸向強地動記錄。宜蘭及花東地區仍為地震次數較為頻繁的地區，收錄的地震記錄，與前一年相較，減少許多。2011 年 2 月 7 日 13 時 55 分花蓮地區規模 4.6 地震及 2011 年 3 月 30 日 12 時 22 分花蓮壽豐地區規模 4.7 地震，地震深度分別為 13.8、19.2 公里，是本年發生於本區少數近距離且震度較為顯著的地震。震央附近部分測站測得的最大加速度超過 200gal。其中 2011/02/07 花蓮規模 4.6 地震，靠近震央的太魯閣國家公園管理處(HWA057)，Z、N、E 分量之 PGA 值分別為 157、272 及 106gal，為本年本區記錄到最為強烈的地震記錄(如附圖)。本年本區收錄的強地動資料已依測站燒錄成光碟，連同儀器維護記錄送交氣象局地震測報中心。各測站資料收錄的平均數為 16.2，中位數為 8，眾數為 5，且變異頗為明顯，部分花蓮北部的測站全年的記錄數大於 30，而屏東地區的測站則多為個位數，2011/07~2011/09 期間本區地震紀錄的眾位數為 0，有高達 48 個測站，在此期間未收錄到任何地震資料，且儀器均工作於正常狀態。統計本年測站或儀器工作不正常的主要原因有：(1)測站附近施工，導致外部電源中斷或故障；(2)內部電池不良，導致儀器不正常運作；(3)儀器本身工作不正常，不能連線；(4)時間系統不正常；(5)加速度計輸出偏離過大等。與 2010 年相較，儀器故障的總次數差異不大，雖然測試異常或波形異常的次數變少，但卻增加不少電源及環境因素引致的故障次數。寶桑國中</p>

	<p>(TTN006)即因電源問題全年未曾收錄任何地震紀錄。</p> 
<p>具體落實應用情形</p>	<p>(說明成果之價值與貢獻、技術移轉、應用推廣等情形，約 300 字。)</p> <p>本計畫為經常性之儀器維護工作，計畫之執行可使吾人能充分了解各測站之儀器狀況，提高儀器的使用效能，而工作中所蒐集的地震紀錄，更可由中央氣象局地震測報中心提供國內各研究及事業單位，進行地震學與地震工程學之相關研究及防災之應用。檢視本年各測站的的地震記錄及儀器校正信號，不正常的儀器數量已較上年度大幅降低，各測站大都能長時間正常運作並十分有效記錄的地震資料。這些資料在處理建檔後，可供建置更為完整的強震資料庫，並應用於地震研究及工程建設耐震評估，對各級防災單位及社會大眾將是十分重要的參考資料。</p>
<p>計畫變更說明</p>	<p>(若有)</p>
<p>落後原因</p>	<p>(若有)</p>
<p>檢討與建議 (變更或落後之因應對策)</p>	<p>A900 及 A900A 型強震儀已停止生產多年，廠商備品之供應將日趨困難，建議強震觀測網需未雨綢繆，及早因應並持續進行自由場強震儀的更新工作。另地震儀定向是地震儀安裝時非常重要的工作，最近的檢測結果顯示部分測站的的誤差十分明顯，須重新安裝調整其方向。</p>

# 台灣地區自由場強震網資料收集及分析—台灣東部地區自由場強震網資料收集及分析

劉忠智、吳嘉龍、溫錦富  
中央研究院地球科學研究所

蕭乃祺、洪敏琮  
中央氣象局地震測報中心

## 摘要

中央氣象局自由場強地動觀測網，至2011年9月底止，於花蓮、台東及屏東地區共設有179座自由場強震儀。強地動觀測網的數值式強震儀，動態範圍96~120db，能記錄高品質的強地動地震資料。儀器檢測與資料蒐集每四個月實施一次，自2010年10月至2011年9月止，本區共蒐集了2828筆三軸向自由場強震記錄。本區本年度較引人注目的地震有2011年2月7日13時55分花蓮地區規模4.6地震，2011年3月30日12時22分花蓮壽豐地區規模4.7地震，地震深度分別為13.8、19.2，兩者規模都不大，但震央附近部分測站測得的最大加速度超過200gal，震度分別高達五及六級。所有的地震記錄連同維護資料已於每次野外作業完成後，立即送交中央氣象局地震測報中心。

**關鍵詞：**強地動觀測網，自由場強震儀，儀器檢測

Under CWB's Taiwan Strong Motion Instrumentation Program(TSMIP), a total of 179 accelerographs had been installed in Hualian, Taitung and Pingtung area. This project perform routine instrument examination and data collection in this area. All accelerographs offer very high quality strong motion data with dynamic range from 96 to 120 db. Totally, 2828 three-component strong motion records had been collected during Oct. 2010 and Sept. 2011. These records include the data of several very

strong ground motion earthquakes, such as February 7, 2011  $M_L$  4.6 Hualian earthquake, March 30, 2011  $M_L$  4.7 Hualian Shoufong earthquake. The produced peak vertical ground accelerations or peak horizontal ground accelerations exceed 200 cm/sec/sec in some area. The collected strong motion data and the results of instrument examination had been sent to Seismology Center, Central Weather Bureau after each field work.

**Keywords** : Taiwan Strong Motion Instrumentation Program, accelerographs, instrument examination

## 一、測站與儀器

本區北起花蓮(北緯24.37度), 南訖屏東鵝鑾鼻(北緯21.9度), 包括花蓮、台東、屏東三縣, 涵蓋之面積約10900平方公里。至2011年10月底止, 包含鐵路局及國防部委託, 共設置了179座自由場強震儀(圖一及圖二), 較2010年新增一座。目前本區自由場強震儀大部分為美國Teledyne公司出產的A900(10座)、A900A型(72座)或SMART24A型(44座)強震儀、日本東京測振公司生產的CV-574強震儀(50座), 及為數甚少的美國Kinematics公司K2及Reftek公司的RT130A型強震儀。A900及A900A使用16位元類比數位轉換裝置, 而CV-574、SMART24A及其它型式的強震儀則都使用了24位元的類比數位轉換裝置。各型強震儀的感震器均為三向量大動態範圍的力平衡式加速度計(FBA), 最大記錄範圍 $\pm 2g$ , 取樣率每秒200點。其中CV-574、SMART24A、K2及RT130A全部都配置有GPS時間接收器, A900及A900A仍有近62座儀器未配置GPS時間接收器。配置GPS時間接收器的儀器, 其時間與全球定位系統的時間同步, 能獲致較高的時間準確度。六種儀器均以加速度信號的位準, 判定強震之發生與否, 目前大部分測站的觸發水準都設定在最大記錄範圍的0.2%(即4gal左右), 為獲得完整的地震記錄, 儀器進入觸發狀態前20秒、觸發狀態時及脫離觸發狀態後15秒的地震資料均一併寫入儲存資料的固態記憶體中。CV-574配有64或128M-Byte記憶卡, SMART24A使用128M-Byte快閃記憶體二者都能儲存大量的強震資料。本區配置的新一代SMART24A型強震儀共44座, 與去年度相同, 未再增加。其中部份SMART24A測站為6波道資料擷取系統, 除強震儀信號外, 同時擷取並傳送S13型短週期地震儀的信號。

## 二、儀器檢測與資料蒐集

儀器檢測與資料蒐集，以定期方式每四個月實施一次，每次實施後並將檢測結果，含所蒐集的地震記錄磁片及儀器作業狀況的記錄，送交中央氣象局地震測報中心。本年度的例行檢測作業分別於年2011年3月、2011年7月、2011年10月實施完畢。由於本責任區包含花蓮、台東、屏東三縣，幅員遼闊，每次作業均由兩位野外工作人員分別前往，並執行：(1) 站址環境的整潔維護；(2) 地震記錄之蒐集和整理；(3) 儀器參數檢視；(4) 儀器校時與測試；(5) 故障之排除與報修及(6) 臨時事件之應變處理等工作。

整理蒐集的原始記錄，剔除非地震波之記錄後，本年度蒐集的自由場強震資料中，可被認定為地震記錄的共有2828筆三軸向強地動記錄。2010年10月至2011年9月，臺灣地區有感地震的震央分佈如圖三，宜蘭及花東地區仍為地震次數較為頻繁的地區，收錄的地震記錄，與前一年相較，減少許多。圖四A及圖四B分別為2010年10月至2011年9月每月有感地震及花東屏地區每月蒐錄的強震記錄統計圖。本年本區規模超過6之地震極為稀少，是非常罕見的現象。本區全年僅發生過一次規模超過6之地震(2010/11/21/20:31花蓮規模6.1)。但仍然有為數可觀，規模大於或近於5之地震，發生於本區，並於震央附近產生震度4至6的強地動信號。除了2010/11/21/20:31的地震外，其餘尚有2011/02/07/13:52、2011/03/30/12:22、2011/05/22/09:34及2011/07/19/22:01等發生於花蓮地區的地震，記錄到較為明顯的地動加速度信號。本年本區收錄的強地動資料已依測站燒錄成光碟，連同儀器維護記錄送交氣象局地震測報中心。

### 三、資料處理與分析

附表一至表五分別為2010/11/21、2011/02/07、2011/03/30、2011/05/22及2011/07/19等五個地震在靠近震央部分自由場強震站，測錄到的最大加速度值。這些地震都發生於花蓮地區，圖五、七、九、十一及十三分別為該地震發生後中央氣象局地震測報中心發布的等震度圖。圖六、八、十、十二及十四則分別為部分測站於該地震測得的波形資料與功率譜密度圖。其中2011/02/07日13時55分，花蓮地震站北偏東方14.5公里處發生的規模4.6地震，震央深度13.8公里，花蓮太魯閣測得的震度5級，宜蘭南澳4級，花蓮市及南投合歡地區震度亦達3級，靠近震央的太魯閣國家公園管理處(HWA057, ETL)及富世國小(HWA046)，測得的Z、N、E分量之PGA值分別為157、272、106及145、211、190 gal。2011/03/30日12時22分，花蓮縣政府西偏南方15.6公里處發生的規模4.7地震，震央深度19.2公



里，花蓮壽豐測得的震度高達6，花蓮市及合歡山震度4，壽豐國小(ESF)及西林(ESL)兩測站，測得的Z、N、E分量之PGA值分別為110、204、255及54、146、179 gal。兩者雖然都僅為規模4.6或4.7的地震，但在靠近震央的測站測得的強地動加速度都超過了250gal，非常可觀。

表九列出了本年本區各測站資料收錄次數，其中若檢測時資料數為零，且環境或儀器運作於不正常狀態，則該方塊背景以陰影表示。各測站資料收錄的平均數為16.2，中位數為8，眾數為5，且變異頗為明顯，部分花蓮北部的測站全年的記錄數大於30，而屏東地區的測站則多為個位數，2011/07~2011/09期間本區地震紀錄的眾位數為0，有高達48個測站，在此期間未收錄到任何地震資料，且儀器均工作於正常狀態。

#### 四、檢討與建議

- 1、表六至表八為本年本區三次例行檢測儀器故障及處理情形，。統計本年測站或儀器工作不正常的主要原因（如表十）有：(1)測站附近施工，導致外部電源中斷或故障；(2)內部電池不良，導致儀器不正常運作；(3)儀器本身工作不正常，不能連線；(4)時間系統不正常；(5)加速度計輸出偏離過大。與2010年相較，儀器故障的總次數差異不大，雖然測試異常或波形異常的次數變少，但卻增加不少電源及環境因素引致的故障次數。寶桑國中(TTN006)即因電源問題全年未曾收錄任何地震紀錄，建議應積極改善其電源系統。
- 2、本年本區各縣市自由場強震儀的配置情形如表十一，其中A900及A900A型強震儀，佔全部儀器的45.8%，但因儀器老舊，本年於日常檢測時，發現異常的比率，與它型儀器相比，明顯偏高。而此二型強震儀，大部份(75%)都未配置GPS時間接收器，也因振盪晶體老化，其時間誤差已逐漸增加。本型儀器已停止生產多年，廠商備品之供應將日趨困難，建議強震觀測網需未雨綢繆，及早因應並持續進行自由場強震儀的更新工作。
- 3、檢視例行儀器檢測的資料，發現除了表六至表八列出的狀況外，尚有一些問題值得進一步討論與注意：
  - (1) 採用 A900A 及 SMART24A 兩種儀器的測站，其校正信號大小的設定並不一致。A900A 絕大部分設定為~1000gal，但有少數測站，其校正

信號，設定為 500 或 2000gal。SMART24A 絕大部分設定為~200gal，也有部分測站設定為 60gal，為免誤判，建議各站應予以統一。第一次檢測時部分 A900A 之校正信號設定 >2000gal，致使輸出波形失真(如圖十五)，此現象廠商已予以改善並於爾後兩次檢測時未再出現。

- (2) 檢視各測站的儀器校正信號，不正常的儀器數量已較上年度大幅降低，第一次日常維護的結果，僅餘墾丁氣象站(KAU091, SEB)、惠農國小(SGL)、賽嘉國小(SSD)、潮州國小(KAU035)等站的校正信號不正常。第三次日常維護後，SEB、TTN012 二站仍有疑慮，需再進一步檢測及確認。圖十六及圖十七為 TTN012 於七及十月兩次的校驗信號。
  - (3) 圖十八及圖十九為和平測站(EHP)，SMART24A 型強震儀記錄的地震資料，不同時間的地震記錄，其功率譜密度圖於 45Hz~50Hz 間都顯示有異常的能量分佈，經勘查其來源應為附近水泥廠的機械振動。
  - (4) 第一次例行儀器檢測時發現屏東長樂國小站(KAU041)之站房鑰匙被破壞，抽取式記憶卡遭偷竊，是本區首見之案例，已報請警方處理。測站的安全維護，恐亦是今後須注意與加強之處。
  - (5) 圖二十為設於花蓮港務局 SMART24A 強震儀記錄的地震波信號。其波道一於地震時有明顯直流偏移現象，另西林站(ESL)及秀林國中站(HWA047)等亦有此一現象，應請維護廠商注意檢修。
  - (6) HWA002 豐濱國小測站 CV574 強震儀，其 GPS 時間接收器已於 2009 年颱風吹襲時毀損。該站強震儀因無法校時，每季檢測都有數十秒的時間誤差(2011/10/07 為 1 分 33 秒)，其時間飄移現象至為明顯，近聞其已有備品在庫，卻因行政程序無法取用更換，建議中心能協助盡快處理。
- 5、花蓮 TWD 測站(HWA023)，除裝設有 SMART24A 強震儀外，另裝設有 K2 強震儀一台，其波道 1~3 連接內部之加速度計，波道 4~6 則外接至 R1 旋轉式地震儀。2010/07 之後，R1 已因故障送回原廠檢修。本年再因充電器及電池故障，K2 已無法繼續運作，整組儀器已於 2011/10 拆除。
- 6、地震儀定向是地震儀安裝時非常重要的工作，早期多半使用指北針找出磁北，再由地圖上查找該地區的磁偏角，然後將地震儀中某一水平分量定向於正北。此一方法易受安裝處所磁環境的影響，而產生相當大的誤差。最近幾年精密地震儀的定向，則多藉助於天文、GPS、電子羅盤，甚至於陀螺儀。尤其是電子羅盤和陀螺儀，量測時不受天候及遮蔽物影響，且可就近於儀器旁直接量測，是野外工作人員最易於應用的工具。地球所最近致力於旋轉量之量測，光纖陀螺儀亦是其使用的感測裝置之

一，由於選用之光纖陀螺儀其雜訊水準已低於地球自轉速度，也可將其應用於真北之尋找，初步的測試結果顯示其定向的準確度可小於 0.4 度 (林欽仁等，2011)。2011 年 9 月起，我們已開始在台灣寬頻網的測站，比較太陽尋北與陀螺儀尋北的結果，並檢測各測站地震儀定向的誤差情形。結果顯示有些測站的誤差十分明顯，須重新安裝調整其方向。

## 五、誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費(編號MOTC-CWB-100-E-01)，地震中心林昭儀、許文偉等先生鼎力協助計畫之進行，特此誌謝。

## 六、參考資料

Teledyne Geotech (1993). Accelerator III/A900 Operation and Maintenance Manual.

Tokyo Sokushin (2002). PC Card Strong-motion Accelerograph CV-574C/575C Operation Manual.

Teledyne Geotech (2005). SMART-24A Operation and Maintenance Manual.

Refraction Technology (2008). 130-01 System Startup manual.

林欽仁、劉忠智 (2011), 光纖陀螺尋北儀的研究，中華民國地球物理學會與中華民國地質學會100年年會及學術研討會，2011/05台北。

表一、2010年11月21日20時31分花蓮規模6.1地震近震央測站之PGA值

站 碼	站 名	儀器序號	日 期	時 間	PGA_Z	PGA_N	PGA_E
HWA043	新社磯崎分校	1516	2010/11/21	12:31:00	59.5	175.0	147.6
HWA001	水璉國中	394	2010/11/21	12:31:34	49.1	149.4	108.5
HWA044	新社國小	423	2010/11/21	12:31:38	33.6	119.3	120.3
TTN031	三間國小	304	2010/11/21	12:31:38	26.3	114.0	62.6
HWA005	花蓮糖廠	531	2010/11/21	12:31:36	43.6	104.7	108.5
TRB038	光復車站	34	2010/11/21	12:31:36	44.7	85.2	65.5
HWA033	太巴塑國小	1331	2010/11/21	12:31:00	32.6	74.1	61.1
HWA059	壽豐國小	1544	2010/11/21	12:31:00	44.4	68.5	78.7
HWA051	月眉國小	117	2010/11/21	12:31:35	43.6	66.4	79.7
HWA032	長橋國小	414	2010/11/21	12:31:37	37.3	65.1	64.1
HWA037	春日國小	430	2010/11/21	12:31:37	30.0	64.5	59.7
HWA020	西林(ESL)	1494	2010/11/21	12:31:00	28.2	59.3	55.1
TTN043	信義國小	93	2010/11/21	12:31:55	12.0	58.0	49.2
HWA029	光華國小	364	2010/11/21	12:31:32	25.1	52.5	72.0
HWA060	花蓮東管處	1538	2010/11/21	12:31:00	31.9	52.3	69.0
MND025	佳山	575	2010/11/21	12:31:34	40.9	52.1	80.4
TTN002	東河國小	128	2010/11/21	12:31:56	14.9	52.1	42.8
TTN014	成功(CHK)	1246	2010/11/21	12:31:00	19.7	49.8	37.2
MND006	花蓮機場	497	2010/11/21	12:31:22	29.3	48.7	33.0
HWA030	鳳仁南平分校	373	2010/11/21	12:31:34	23	47.9	27.3
HWA003	豐濱鄉衛生所	123	2010/11/21	12:31:42	16.1	46.7	28.4
HWA058	銅門國小	1532	2010/11/21	12:31:00	43.0	45.9	55.9
HWA017	南華國小	134	2010/11/21	12:31:34	34.0	44.2	65.7
HWA019	花蓮(HWA)	192	2010/11/21	12:31:35	12.6	43.5	50.7
HWA035	鳳信國小	390	2010/11/21	12:31:37	36.7	43.0	32.4
HWA015	吉安國小	1337	2010/11/21	12:31:00	35.7	42.9	70.5
TRB042	花蓮車站	25	2010/11/21	12:31:35	18.5	42.1	43.1
HWA048	國福國小	121	2010/11/21	12:31:35	24.9	40.5	66.5
HWA013	忠孝國小	133	2010/11/21	12:31:35	20.1	40.3	45.9
HWA052	溪口國小	129	2010/11/21	12:31:35	29.2	40.3	37.5

表二、2011年2月7日13時52分花蓮規模4.6地震近震央測站之PGA值

站 碼	站 名	儀器序號	日 期	時 間	PGA_Z	PGA_N	PGA_E
HWA057	太管處(ETL)	1320	2011/02/07	05:54:00	156.7	272.4	106.1
HWA046	富世國小	574	2011/02/07	05:54:44	144.8	211.1	189.7
MND006	花蓮機場	497	2011/02/07	05:53:19	118.3	181.9	105.9
HWA061	北埔	124	2011/02/07	05:54:46	113.9	145.9	52.2
HWA047	秀林國中	140	2011/02/07	05:54:45	123.7	87.7	92.2
HWA028	嘉里國小	360	2011/02/07	05:54:43	159.3	74.8	55.5
HWA025	崇德國小	361	2011/02/07	05:54:47	51.9	69.0	82.8
HWA026	秀林國小	424	2011/02/07	05:54:34	130.5	68.4	91.7
TRB042	花蓮車站	25	2011/02/07	05:54:46	88.6	68.0	70.6
MND025	佳山基地	575	2011/02/07	05:54:45	32.2	63.9	47.3
HWA011	明廉國小	131	2011/02/07	05:54:47	50.6	59.4	54.0
HWA058	銅門國小	1532	2011/02/07	05:54:00	28.8	46.5	20.1
HWA050	北昌國小	118	2011/02/07	05:54:47	21.2	35.5	38.1
HWA063	花蓮縣消防局	537	2011/02/07	05:54:45	37.9	35.2	54.6
HWA023	花蓮1(TWD)	1488	2011/02/07	05:54:00	46.0	34.4	29.7
HWA008	花蓮商職	122	2011/02/07	05:54:47	21.3	31.6	36.7
HWA013	忠孝國小	133	2011/02/07	05:54:47	16.7	28.7	29.1
HWA009	花師附小	132	2011/02/07	05:54:47	21.8	27.5	32.3
HWA048	國福國小	121	2011/02/07	05:54:46	30.3	26.9	37.4
HWA049	太昌國小	126	2011/02/07	05:54:47	18.4	25.3	26.9
HWA015	吉安國小	1337	2011/02/07	05:54:00	31.4	23.4	25.2
HWA010	明義國小	135	2011/02/07	05:54:48	13.2	21.1	13.8
HWA012	明恥國小	137	2011/02/07	05:54:47	20.4	20.7	23.8
HWA016	稻香國小	127	2011/02/07	05:54:47	38.7	19.9	19.9
HWA019	花蓮(HWA)	192	2011/02/07	05:54:47	11.1	19.9	15.2
HWA019	花蓮(HWA)	1675	2011/02/07	05:54:00	11.5	19.7	15.2
HWA045	和平國小	1309	2011/02/07	05:54:00	10.2	19.6	20.0
HWA029	光華國小	364	2011/02/07	05:54:38	15.6	19.1	21.8
HWA059	壽豐國小	1544	2011/02/07	05:54:00	7.7	19.0	14.0
HWA014	信義國小	136	2011/02/07	05:54:50	13.1	17.5	24.0

表三、2011年3月30日12時22分花蓮規模4.7地震近震央測站之PGA值

站 碼	站 名	儀器序號	日 期	時 間	PGA_Z	PGA_N	PGA_E
HWA059	壽豐國小	1544	2011/03/30	04:22:00	110.1	203.5	255.0
HWA020	西林	1494	2011/03/30	04:22:00	53.7	146.3	179.1
HWA058	銅門國小	1532	2011/03/30	04:22:00	115.7	151.2	164.4
HWA052	溪口國小	129	2011/03/30	04:22:17	56.9	101.1	130.7
HWA051	月眉國小	117	2011/03/30	04:22:17	79.7	146.3	100.1
HWA030	鳳仁南平分校	373	2011/03/30	04:22:14	44.2	61.2	75.1
HWA015	吉安國小	1337	2011/03/30	04:22:00	45.7	60.0	71.5
HWA018	志學國小	111	2011/03/30	04:22:16	80.1	105.6	70.6
HWA032	長橋國小	414	2011/03/30	04:22:17	36.4	68.1	62.0
HWA017	南華國小	134	2011/03/30	04:22:16	40.5	61.9	58.7
HWA049	太昌國小	126	2011/03/30	04:22:17	30.4	61.9	55.7
TRB038	光復車站	34	2011/03/30	04:22:19	37.9	41.5	52.7
HWA031	中興國小	451	2011/03/30	04:22:15	31.1	72.4	50.7
HWA063	花蓮縣消防局	537	2011/03/30	04:22:16	37.4	59.0	50.2
HWA057	太管處	1320	2011/03/30	04:22:00	40.7	44.3	50.1
HWA035	鳳信國小	390	2011/03/30	04:22:16	32.5	59.5	47.5
HWA005	花蓮糖廠	531	2011/03/30	04:22:18	21.3	41.2	42.6
HWA006	光復國中	130	2011/03/30	04:22:19	27.0	26.3	36.0
HWA011	明廉國小	131	2011/03/30	04:22:17	39.1	32.4	35.2
HWA009	花師附小	132	2011/03/30	04:22:18	35.8	28.5	32.2
HWA001	水璉分部	394	2011/03/30	04:22:17	12.2	38.5	31.9
HWA016	稻香國小	127	2011/03/30	04:22:17	31.8	31.6	31.5
HWA060	花蓮東管處	1538	2011/03/30	04:22:00	18.9	37.7	30.2
HWA048	國福國小	121	2011/03/30	04:22:17	16.5	24.2	29.7
HWA050	北昌國小	118	2011/03/30	04:22:17	22.2	26.0	29.4
HWA029	光華國小	364	2011/03/30	04:22:14	43.8	48.0	27.6
HWA028	嘉里國小	360	2011/03/30	04:22:18	26.8	20.6	27.5
HWA010	明義國小	135	2011/03/30	04:22:19	19.3	33.9	26.0
HWA013	忠孝國小	133	2011/03/30	04:22:17	27.8	30.9	25.1
TRB042	花蓮車站	25	2011/03/30	04:22:21	11.6	14.3	25.1

表四、2011年5月22日9時34分花蓮規模5.0地震近震央測站之PGA值

站 碼	站 名	儀器序號	日 期	時 間	PGA_Z	PGA_N	PGA_E
MND006	花蓮機場	497	2011/05/22	01:30:58	40.7	128.7	67.8
HWA057	太管處	1320	2011/05/22	01:33:00	70.2	111.3	73.9
HWA047	秀林國中	140	2011/05/22	01:33:56	46.6	105.1	70.3
HWA046	富世國小	574	2011/05/22	01:33:55	59.3	82.8	54.0
HWA027	佳民國小	402	2011/05/22	01:32:39	26.4	79.4	79.2
HWA064	佳山	575	2011/05/22	01:33:57	28.8	62.3	46.2
HWA028	嘉里國小	360	2011/05/22	01:33:58	19.0	53.8	48.8
TRB042	花蓮車站	25	2011/05/22	01:34:00	11.8	49.7	67.4
HWA061	北埔	124	2011/05/22	01:33:59	16.1	45.6	33.9
HWA025	崇德國小	361	2011/05/22	01:33:57	33.0	44.4	51.6
HWA026	秀林國小	424	2011/05/22	01:33:49	33.6	43.5	45.2
HWA009	花師附小	132	2011/05/22	01:33:59	15.8	40.0	33.2
HWA011	明廉國小	131	2011/05/22	01:34:00	11.8	37.0	39.3
HWA050	北昌國小	118	2011/05/22	01:34:01	18.8	35.4	31.2
HWA012	明恥國小	137	2011/05/22	01:33:58	11.8	34.1	35.5
HWA063	花蓮縣消防局	537	2011/05/22	01:33:59	19.4	33.6	28.0
HWA045	和平國小	1309	2011/05/22	01:33:00	20.5	28.2	21.4
HWA048	國福國小	121	2011/05/22	01:33:58	15.9	27.6	49.3
HWA008	花蓮商職	122	2011/05/22	01:34:01	10.2	25.6	21.2
HWA056	合流	330	2011/05/22	01:33:57	13.5	24.0	18.6
HWA062	花蓮港務局	1675	2011/05/22	01:34:00	8.1	23.4	17.2
HWA010	明義國小	135	2011/05/22	01:34:03	8.9	22.7	20.3
HWA058	銅門國小	1532	2011/05/22	01:33:00	12.1	21.6	14.2
HWA014	信義國小	136	2011/05/22	01:34:02	10.5	20.6	33.3
HWA019	花蓮	1499	2011/05/22	01:33:00	8.1	19.5	22.5
HWA019	花蓮(CV574)	192	2011/05/22	01:34:00	7.4	19.3	23.2
HWA013	忠孝國小	133	2011/05/22	01:34:02	8.9	19.2	30.7
HWA059	壽豐國小	1544	2011/05/22	01:34:00	6.7	19.2	15.5
HWA016	稻香國小	127	2011/05/22	01:34:03	14.8	18.6	15.1
HWA049	太昌國小	126	2011/05/22	01:34:02	12.7	18.1	30.8

表五、2011年7月19日22時1分花蓮規模4.8地震近震央測站之PGA值

站 碼	站 名	儀器序號	日 期	時 間	PGA_Z	PGA_N	PGA_E
HWA049	太昌國小	126	2011/07/19	14:00:54	183.3	127.7	81.8
HWA063	花蓮縣消防局	537	2011/07/19	14:00:53	109.6	88.5	91.4
HWA011	明廉國小	131	2011/07/19	14:00:54	105.0	56.1	35.7
HWA015	吉安國小	1337	2011/07/19	14:00:00	93.4	67.8	48.1
HWA057	太管處	1320	2011/07/19	14:00:00	80.0	99.9	70.3
HWA017	南華國小	134	2011/07/19	14:00:54	63.1	43.2	45.3
HWA028	嘉里國小	360	2011/07/19	14:00:54	61.0	61.9	42.1
HWA064	佳山	575	2011/07/19	14:00:53	59.8	51.3	37.7
HWA059	壽豐國小	1544	2011/07/19	14:00:00	59.6	45.0	43.9
HWA026	秀林國小	424	2011/07/19	14:00:52	53.8	45.8	48.7
HWA050	北昌國小	118	2011/07/19	14:00:54	43.8	46.6	21.3
HWA016	稻香國小	127	2011/07/19	14:00:54	43.4	37.3	26.5
MND006	花蓮機場	497	2011/07/19	14:00:14	40.0	51.5	33.2
HWA027	佳民國小	402	2011/07/19	14:00:32	39.2	44.9	40.1
HWA029	光華國小	364	2011/07/19	14:00:54	37.0	23.1	34.9
HWA048	國福國小	121	2011/07/19	14:00:54	33.8	21.1	16.9
HWA061	北埔	124	2011/07/19	14:00:54	28.8	50.5	28.4
HWA046	富世國小	574	2011/07/19	14:00:54	27.9	44.9	31.5
HWA010	明義國小	135	2011/07/19	14:00:54	27.4	36.3	25.7
MND016	花蓮後備	60	2011/07/19	14:00:55	27.1	18.0	15.2
HWA008	花蓮商職	122	2011/07/19	14:00:54	25.8	27.4	21.6
HWA009	花師附小	132	2011/07/19	14:00:54	24.0	19.5	22.8
HWA056	合流	330	2011/07/19	14:00:54	22.3	48.6	26.9
HWA013	忠孝國小	133	2011/07/19	14:00:54	20.8	48.0	31.6
HWA062	花蓮港務局	1675	2011/07/19	14:00:00	20.1	24.3	16.8
HWA018	志學國小	111	2011/07/19	14:00:54	18.7	18.1	14.8
TRB042	花蓮車站	25	2011/07/19	14:00:54	18.3	39.8	25.9
HWA034	富源國中	379	2011/07/19	14:01:06	16.7	9.1	5.4
HWA012	明恥國小	137	2011/07/19	14:00:56	15.8	18.1	14.3
HWA032	長橋國小	414	2011/07/19	14:00:59	14.7	17.9	15.7



表六、2011 年第 1 次故障及處置

花蓮、台東、屏東地區強地動觀測網測站之故障及處理

儀器種類	測站及狀況簡述	檢視日期
SMART24	1. 屏師國小 D022 GPS 跳掉，更改後正常。	100. 3. 5
	2. 賽嘉分校 D049 Ch 3 故障，請查修。。	100. 2. 22
	3. 長樂國小 D041 站房鑰匙被打開，抽取式記憶卡遭偷竊	100. 2. 24
	，已報警處理。N 22' 04' 30.6 E 120' 49' 41.4	
4. 花蓮港務 HWA062 警報器通信故障，Gps 未 Lk。	100. 3. 15	
A900A	1. 海豐國小 KAU026 電池太低，建議更換。	100. 2. 22
	2. 崇文國小 KAU072 電被關，重開後正常。	100. 2. 22
	3. 南州國小 KAU075 電池太低，建議更換。	100. 2. 25
	4. 霧台國小 KAU077 電池太低，建議更換。	100. 2. 22
	5. 核三廠 KAU098 新設站，最裡面停車場旁房子內。	100. 2. 24
	6. 佳民國小 HWA027 需更換大電池，已更換。	100. 3. 3
	7. 中興國小 HWA031 儀器故障，已修復。	100. 3. 5
	8. 富源國中 HWA034 Ch1, 2 故障，已修復。	100. 3. 7
	9. 古風國小 HWA042 當機重開後正常。	100. 3. 8
CV574C	1. 台東消防局 TTN054 警報器無法連線，請查修。資料無法存取。	100. 3. 2
	2. 古莊車站 TRB037 CH 1, 3 故障，請查修。	100. 3. 3
	3. 屏東車站 TRB007 CH 3 故障，請查修。	100. 3. 5
	4. 枋寮車站 TRB008 資料卡無法儲存故障，請查修。	100. 3. 7
	5. 埔乾營區 MND012 GPS 訊號不收到，請查修。	100. 2. 23
	6. 豐源國小 TTN049 校舍施工中。	100. 3. 2
	7. 新武國小 TTN041 卡故障已更換，請廠商勿換為舊卡。	100. 3. 9
電源問題及 站房問題	1. 寶桑國中 TTN006 沒電，請報修。	100. 3. 2
	2. 賓朗國小 TTN027 校舍施工，校方建議遷站，用地已取得同意	100. 3. 2
	3. 賓茂國中 TTN037 沒電，請報修。	100. 3. 1
	4. 明義國小 HWA010 插頭脫落，已接回固定。	100. 3. 15
	5. 合流 HWA056 開關箱外電被關，已貼單勿關電。	100. 3. 3
	6. 新社、月眉、東河 站房更換新位置。	

表七、2011 年第 2 次故障及處置

花蓮. 台東. 屏東地區強地動觀測網測站之故障及處理

儀器種類	測站及狀況簡述	檢視日期
A900	1. 寶桑國中 TTN006 儀器故障, 無法連線, 請查修。	100. 7. 5
	2. 新生國小 TTN012 當機, 重開後正常。	100. 7. 5
	3. 馬蘭國小 TTN013 儀器故障, 無法連線, 請查修	100. 7. 5
	4. 。	
SMART24	1. 仙吉國小 D032 Ch 2, 3 故障, 請查修。校園施工。	100. 6. 29
	2. 花蓮東管處 HWA060 無法存入 HD, 報修已正常。	100. 6. 28
	3 利稻國小 TTN051 有水氣無法做 Cal, 報修已正常。	100. 7. 4
A900A	1. 高樹國小 KAU028 當機, 重開後正常。	100. 7. 1
	2. 以栗國小 KAU033 當機, 重開後正常。無法做 CAL	100. 6. 29
	3. 里港國小 KAU070 儀器故障, 無法連線, 請查修。	100. 7. 10
	4. 橋勇國小 KAU081 儀器故障, 無法連線, 請查修。	100. 7. 11
	5. 水璉國中 HWA001 Cal 異常已修復。	100. 6. 28
	6. 富源國中 HWA034 Power 板故障已修復。	100. 7. 3
	7. 新社國小 HWA044 不明原因 False Trig, 持續觀察。	100. 6. 28
CV574C	1. 枋寮車站 TRB008 資料卡無法儲存故障, 請查修。	100. 7. 7
	2. 中科院警 MND022 警報器無法連線,	100. 7. 6
	3. 古莊車站 TRB037 CH 1, 3 故障, 請查修。	100. 7. 6
	4. 豐濱國小 HWA002 無 GPS	100. 6. 28
	5. 新武國小 TTN041 Flash 故障請查修。	100. 7. 4
電源問題及 站房問題	1. 佳平分校 KAU078 校園施工沒電, 請報修。	100. 7. 11
	2. 豐里國小 TTN010 校園施工沒電, 請報修。	100. 7. 11
	3. 豐源國小 TTN049 校園施工沒電, 請報修。	100. 7. 4
	4. 台東消防局 TTN054 校園施工沒電, 請報修。	100. 7. 5
	5. 加灣 HWA023 K2 Power Supply 故障, 電池須更換。	100. 6. 29
	6. 花蓮高中 HWA007 站台須加高請速聯絡學校。	100. 7. 2

表八、2011 年第 3 次故障及處置

花蓮. 台東. 屏東地區強地動觀測網測站之故障及處理

儀器種類	測站及狀況簡述	檢視日期
A900	1. 復興國小 TTN009 儀器故障, 無法連線, 請查修。	100. 10. 3
	2. 豐里國小 TTN010 當機, 重開後正常。	100. 10. 3
	3.	
	4. 。	
SMART24	1. 屏師附小 D022 儀器故障, 請查修。	100. 10. 10
	2. 花蓮東管處 HWA060 Gps 10 天未 LK, 請查修。	100. 10. 17
	3 花蓮港務 HWA062 無按鍵, 請查修。	100. 10. 24
	4. 萬安國小 TTN022 False Trig 太多, 請查修。	100. 10. 19
	5.	
A900A	1. 佳平國小 KAU079 儀器故障, 無法連線, 請查修。	100. 10. 10
	2. 舞鶴國小 HWA038 施工電源斷電, 已接通正常。	100. 10. 23
	3. 新社國小 HWA044 施工電源斷電, 已接通正常。	100. 10. 17
	4. 花蓮加灣 HWA023 K2 故障已拆回。	100. 10. 13
	5. 三民國小 HWA054 站房需遷移並加高。	100. 10. 23
CV574C	1. 台東消防局 TTN054 儀器故障, 請報修。	100. 10. 4
	2. 豐濱國小 HWA002 Gps 被颱風毀損, 請查修。	100. 10. 17
電源問題及 站房問題	1. 仙吉國小 D032 遷站, 廚房後面。	100. 9. 27
	2. 賽嘉分校 D049 站房施工換鎖。	100. 9. 28
	3. 寶桑國中 TTN006 沒電, 請查修。	100. 10. 4
	4. 豐源國小 TTN049 校園施工沒電, 請報修。	100. 10. 3
	5. 北葉國小 KAU078 站房 FRP 老舊, 請更換。	100. 9. 30
	6. 佳平國小 KAU079 站房 FRP 老舊, 請更換。	100. 10. 10
	7. 射寮國小 KAU080 站房會淹水, 請查修。	100. 9. 29

表九、2011年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計

站 碼	測 站	2011年3月	2011年7月	2011年10月	年記錄數	備 註
HWA001	水璉分部	7	14	14	35	
HWA002	豐濱國小	2	3	2	7	
HWA003	港口村衛生所	2	0	2	4	
HWA004	富里國小	5	3	1	9	
HWA005	花蓮糖廠	5	12	7	24	
HWA006	光復國中	2	3	5	10	
HWA007	花蓮高中	6	2	1	9	
HWA008	花蓮商職	7	11	10	28	
HWA009	花師附小	8	11	6	25	
HWA010	明義國小	5	11	9	25	
HWA011	明廉國小	12	15	15	42	
HWA012	明恥國小	5	9	8	22	
HWA013	忠孝國小	7	12	7	26	
HWA014	信義國小	5	12	10	27	
HWA015	吉安國小*	7	14	11	32	
HWA016	稻香國小	5	7	7	19	
HWA017	南華國小	5	11	6	22	
HWA018	志學國小	4	8	6	18	
HWA019	花蓮(HWA)*	12	36	31	79	
HWA020	西林(ESL)*	5	15	9	29	
HWA021	紅葉(EHY)*	4	4	1	9	
HWA022	和中(EHC)*	0	0	0	0	測站拆除
HWA023	花蓮1(TWD)*	8	4	7	19	
HWA024	玉里(TWF1)*	1	1	0	2	
HWA025	崇德國小	23	17	15	55	
HWA026	秀林國小	27	22	27	76	
HWA027	佳民國小	9	13	19	41	
HWA028	嘉里國小	12	19	19	50	
HWA029	光華國小	6	11	8	25	
HWA030	鳳仁南平分校	3	6	6	15	

表九、2011年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2011年3月	2011年7月	2011年10月	年記錄數	備 註
HWA031	中興國小	0	13	12	25	故障
HWA032	長橋國小	7	9	13	29	
HWA033	太巴塑國小	3	11	10	24	
HWA034	富源國中	3	8	3	14	
HWA035	鳳信國小	5	7	7	19	
HWA036	瑞穗國小	3	5	1	9	
HWA037	春日國小	6	9	4	19	
HWA038	舞鶴國小	2	2	0	4	
HWA039	高寮國小	2	4	1	7	
HWA040	玉里國小	0	0	0	0	測站拆除
HWA041	東里國小	5	4	1	10	
HWA042	古風國小	1	4	0	5	
HWA043	新社磯崎分校	5	14	11	30	
HWA044	新社國小	1	2	3	6	
HWA045	和平國小	41	35	34	110	
HWA046	富世國小	53	41	36	130	
HWA047	秀林國中	11	10	11	32	
HWA048	國福國小	7	10	7	24	
HWA049	太昌國小	5	10	6	21	
HWA050	北昌國小	7	13	10	30	
HWA051	月眉國小	6	14	10	30	
HWA052	溪口國小	3	3	4	10	
HWA053	太平國小	2	3	1	6	
HWA054	三民國小	2	4	1	7	
HWA055	樂合國小	3	3	1	7	
HWA056	合流	0	13	16	29	電源
HWA057	太管處*	47	33	41	121	
HWA058	銅門國小*	11	19	11	41	
HWA059	壽豐國小*	8	17	14	39	
HWA060	鹽寮村中心*	7	16	15	38	

表九、2011年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2011年3月	2011年7月	2011年10月	年記錄數	備 註
HWA061	北埔	11	12	18	41	
HWA062	花蓮港務局	6	8	5	19	
HWA063	花蓮縣消防局	10	15	13	38	
HWA064	佳山基地	16	22	22	60	
HWA065	玉里國小	5	4	1	10	
TRB034	玉里車站	2	4	1	7	
TRB038	光復車站	3	8	6	17	
TRB042	花蓮車站	8	12	11	31	
TRB043	和平車站	7	8	13	28	
MND006	花蓮機場	13	18	21	52	
MND016	花蓮後備	5	8	7	20	
TTN001	長濱國小	4	5	4	13	
TTN002	東河國小	2	4	2	8	
TTN003	大王國中	2	2	4	8	
TTN004	鹿野國小	2	2	0	4	
TTN005	東師附小	3	4	1	8	
TTN006	寶桑國中	0	0	0	0	電源故障
TTN007	寶桑國小	3	4	0	7	
TTN008	仁愛國小	2	2	0	4	
TTN009	復興國小	3	2	0	5	故障
TTN010	豐里國小	3	2	0	5	當機
TTN011	卑南國小	4	6	2	12	
TTN012	新生國小	2	0	0	2	當機，沒電
TTN013	馬蘭國小	2	1	0	3	
TTN014	成功(CHK)*	7	5	1	13	
TTN015	台東(TTN)*	3	1	0	4	
TTN016	大武(TAW)*	0	1	6	7	
TTN017	蘭嶼(LAY)*	12	43	7	62	
TTN018	台東1(TWG)*	3	5	0	8	
TTN019	大武1(TWJ1)*	0	0	0	0	測站拆除

表九、2011年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2011年3月	2011年7月	2011年10月	年記錄數	備 註
TTN020	福原國小	2	2	0	4	
TTN021	海端國小	8	6	4	18	
TTN022	萬安國小	7	3	3	13	
TTN023	關山國小	4	2	1	7	
TTN024	武陵國小	9	5	1	15	
TTN025	桃源國中	9	8	1	18	
TTN026	初鹿國小	4	4	0	8	
TTN027	賓朗國小	4	6	2	12	
TTN028	利嘉國小	5	4	2	11	
TTN029	建和國小	3	5	1	9	
TTN030	溫泉國小	3	4	2	9	
TTN031	三間國小	8	10	8	26	
TTN032	寧埔國小	12	7	6	25	
TTN033	博愛國小	13	9	6	28	
TTN034	隆昌國小	10	8	11	29	
TTN035	都蘭國小	7	7	9	23	
TTN036	富崗國小	1	1	0	2	
TTN037	賓茂國中	3	1	6	10	
TTN038	大溪國小	2	3	7	12	
TTN039	綠島(TWH)	0	0	0	0	測站拆除
TTN040	廣原國小	1	3	0	4	
TTN041	初來新武分校	0	0	4	4	卡故障
TTN042	泰源國小	8	5	7	20	
TTN043	信義國小	10	5	7	22	
TTN044	電光國小	3	3	0	6	
TTN045	瑞源國中	1	0	0	1	施工沒電
TTN046	尚德國小	3	4	1	8	
TTN047	利吉國小	3	3	1	7	
TTN048	豐田國中	14	5	2	21	
TTN049	豐源國小	2	0	0	2	

表九、2011年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2011年3月	2011年7月	2011年10月	年記錄數	備 註
TTN050	三和國小	3	3	1	7	
TTN051	利稻國小(ELD)*	6	8	1	15	
TTN052	嘉蘭國小(ECL)	7	8	11	26	
TTN053	安朔新化(EAS)	3	2	7	12	
TTN054	台東縣消防局	1	3	0	4	故障
TTN055	綠島國小(LDU)	5	3	0	8	
TRB033	太麻里車站	1	0	4	5	
TRB035	關山車站	3	2	1	6	
TRB036	台東車站	3	3	1	7	
TRB037	古庄車站	0	0	9	9	故障
KAU022	屏師附小	2	2	0	4	故障
KAU023	仁愛國小*	0	2	0	2	
KAU024	鶴聲國小	2	3	0	5	
KAU025	勝利國小	2	3	0	5	
KAU026	海豐國小	2	0	0	2	
KAU027	歸來國小	3	3	0	6	
KAU028	高樹國小	2	0	0	2	當機
KAU029	鹽埔國小	0	0	0	0	
KAU030	內埔國小	2	3	0	5	
KAU031	萬丹國小	2	3	0	5	
KAU032	仙吉國小	2	1	0	3	
KAU033	以栗國小	0	0	0	0	當機
KAU034	古樓國小	0	1	0	1	
KAU035	潮州國小	2	2	0	4	
KAU036	新埤國小	2	2	1	5	
KAU037	枋山國小	2	1	2	5	
KAU038	楓港國小	1	0	0	1	
KAU039	溫泉國小	0	3	2	5	
KAU040	牡丹旭海分校	0	0	0	0	測站拆除
KAU041	長樂國小	0	0	0	0	卡遭竊



表九、2011年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

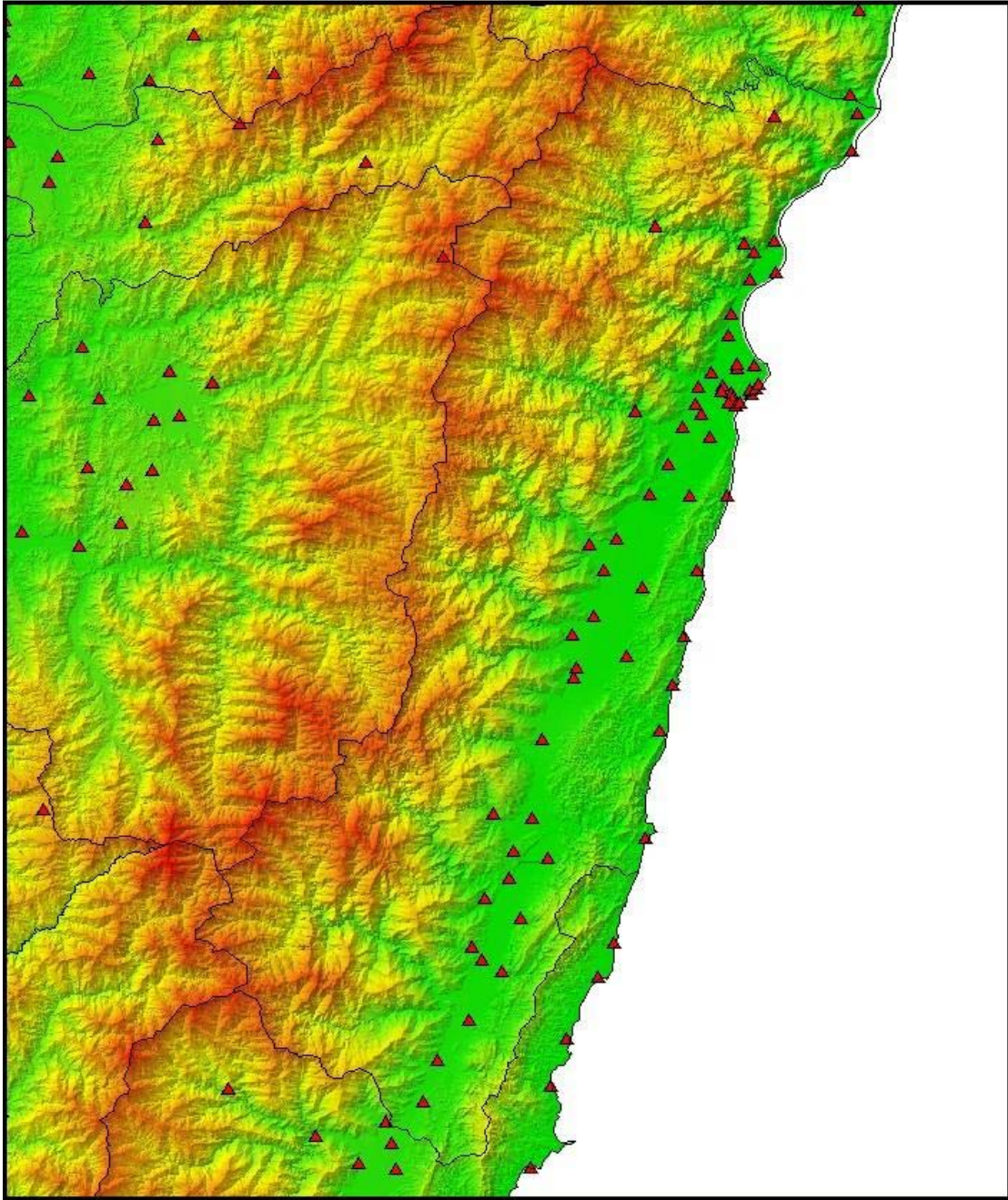
站 碼	測 站	2011年3月	2011年7月	2011年10月	年記錄數	備 註
KAU042	滿州國小	1	1	1	3	
KAU043	鵝鑾分校	3	4	1	8	
KAU044	仁和國小	2	4	2	8	
KAU046	恒春(HEN)	2	1	1	4	
KAU048	惠農國小(SGL)	1	0	0	1	
KAU049	口社賽嘉(SSD)	5	3	0	8	施工
KAU051	春日國小(SCZ)	1	1	1	3	
KAU052	恒春1(TWK1)	1	0	1	2	
KAU070	里港國小	2	0	0	2	故障
KAU071	麟洛國小	2	3	0	5	
KAU072	崇文國小	0	1	0	1	
KAU074	萬巒國小	2	3	1	6	
KAU075	南州國小	2	1	1	4	
KAU076	玉光國小	2	2	2	6	
KAU077	霧台國小	5	1	1	7	
KAU078	北葉國小	7	7	1	15	
KAU079	武潭佳平分校	1	0	0	1	沒電，故障
KAU080	射寮國小	1	1	1	3	
KAU081	僑勇國小	0	4	1	5	
KAU082	水泉國小	2	0	1	3	
KAU083	皇源聖殿	1	2	0	3	
KAU084	全德國小(WLC)	1	0	0	1	
KAU091	墾丁氣象站	2	0	1	3	
KAU095	屏東消防局	2	3	0	5	
KAU097	牡丹國小	1	4	5	10	
KAU098	核三廠	2	6	1	9	
TRB007	屏東車站	1	2	0	3	
TRB008	枋寮車站	0	0	1	1	故障
MND012	埔乾營區	1	2	1	4	
MND022	鵬園營區	1	2	2	5	

表十、2011年花、東、屏地區自由場強震儀故障統計

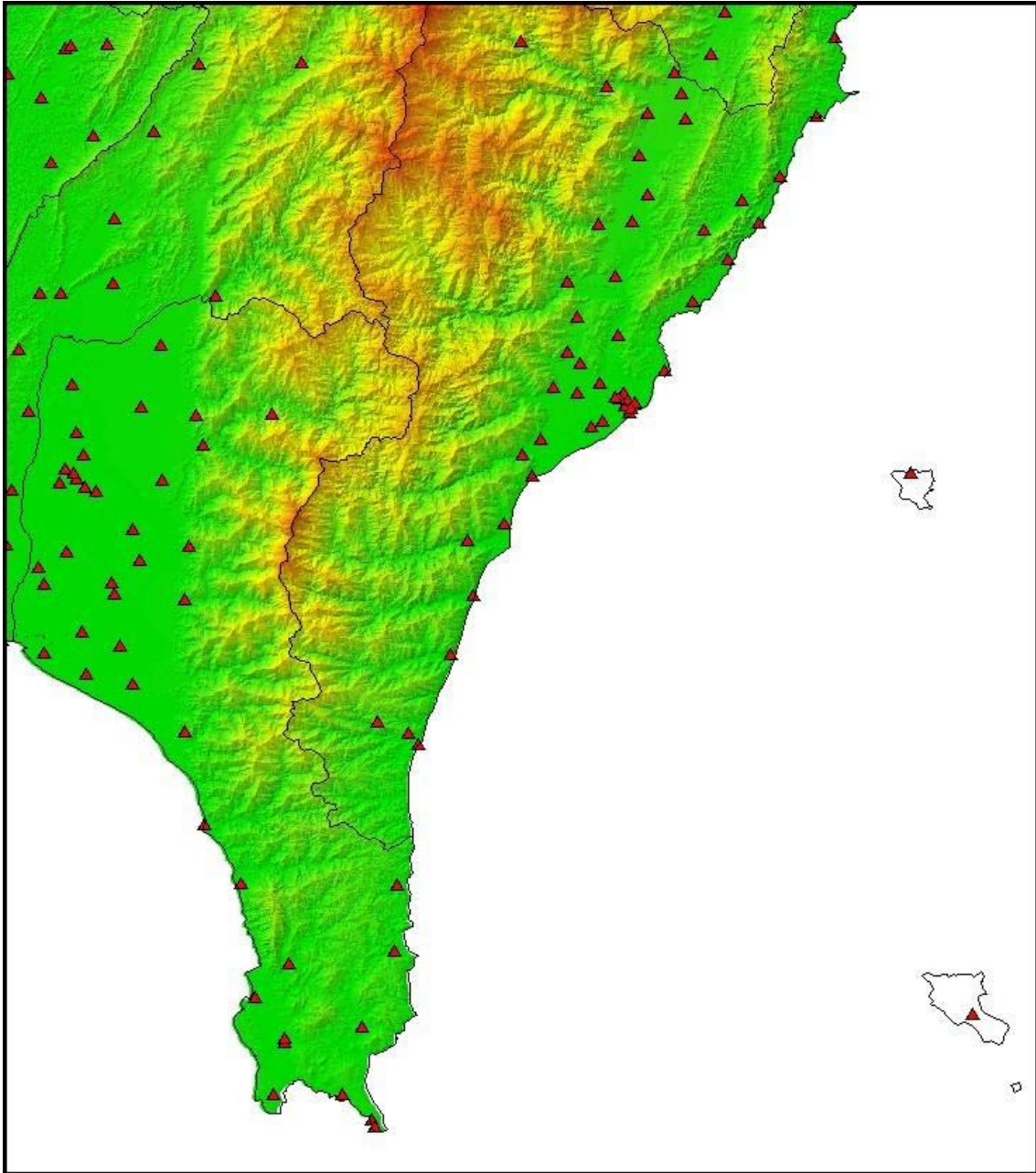
	測站電源			站房環境			測試異常			波形異常			GPS			警報器			計
	3	7	10	3	7	10	3	7	10	3	7	10	3	7	10	3	7	10	
A900	1	2	2	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
A900A	3	4	2	1	0	2	4	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	22
CV574C	1	0	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	0	1	1	1	0	16
SMART24	0	0	0	0	0	2	0	2	3	2	0	0	2	0	1	1	0	0	13
小計	5	6	5	2	1	5	6	8	5	6	2	1	3	0	2	2	1	0	60

表十一、2011年10月花、東、屏地區自由場強震儀配置情形

儀器	K2&RT130	A900	A900A	CV574	SMART24	GPS	Alarm
花蓮縣	3	0	26	30	14	51	10
屏東縣	0	0	26	4	19	29	7
台東縣	0	10	20	16	11	37	9
合計	3	10	72	50	44	117	26

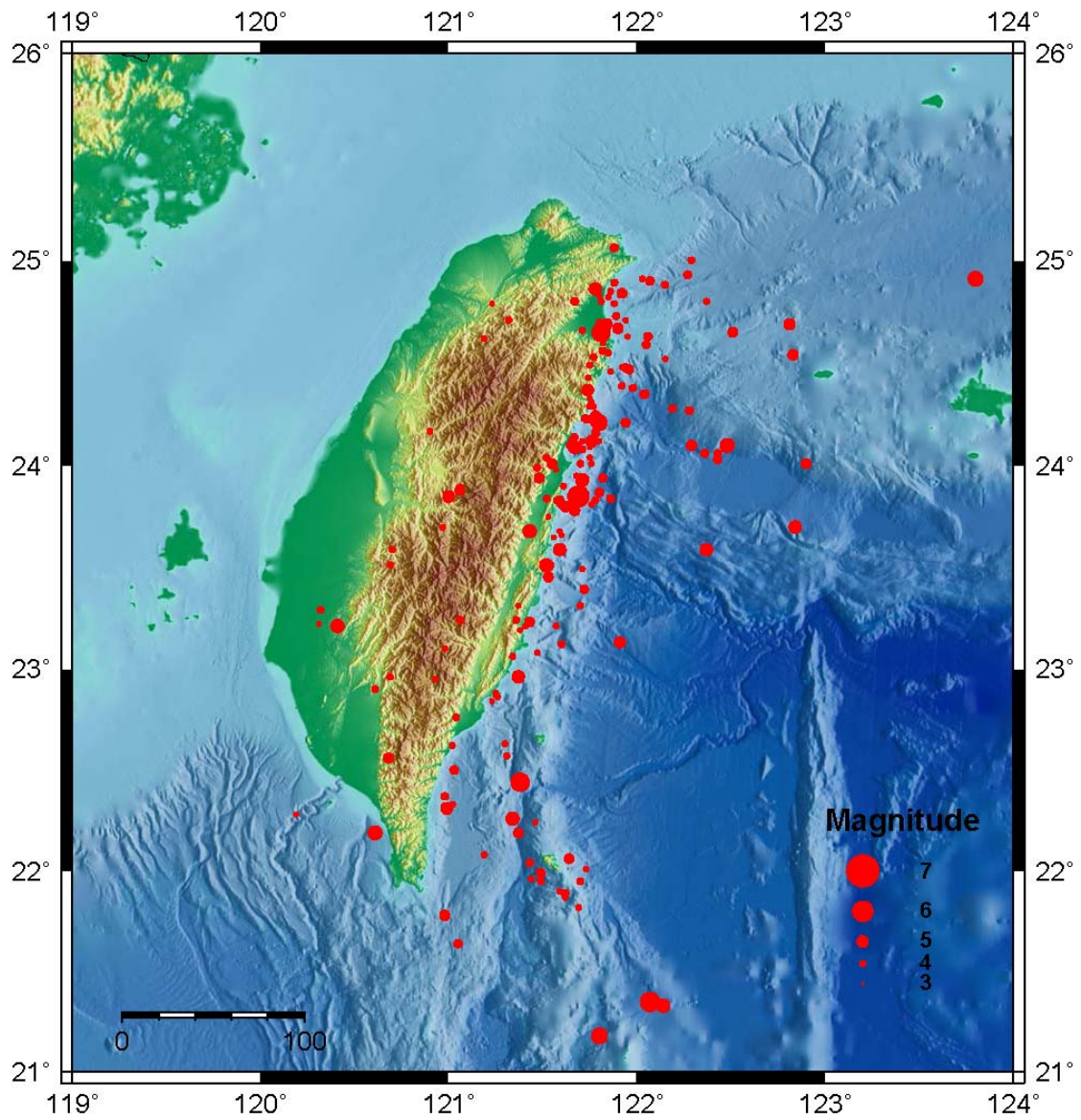


圖一、中央氣象局花蓮地區自由場強震儀測站分佈圖

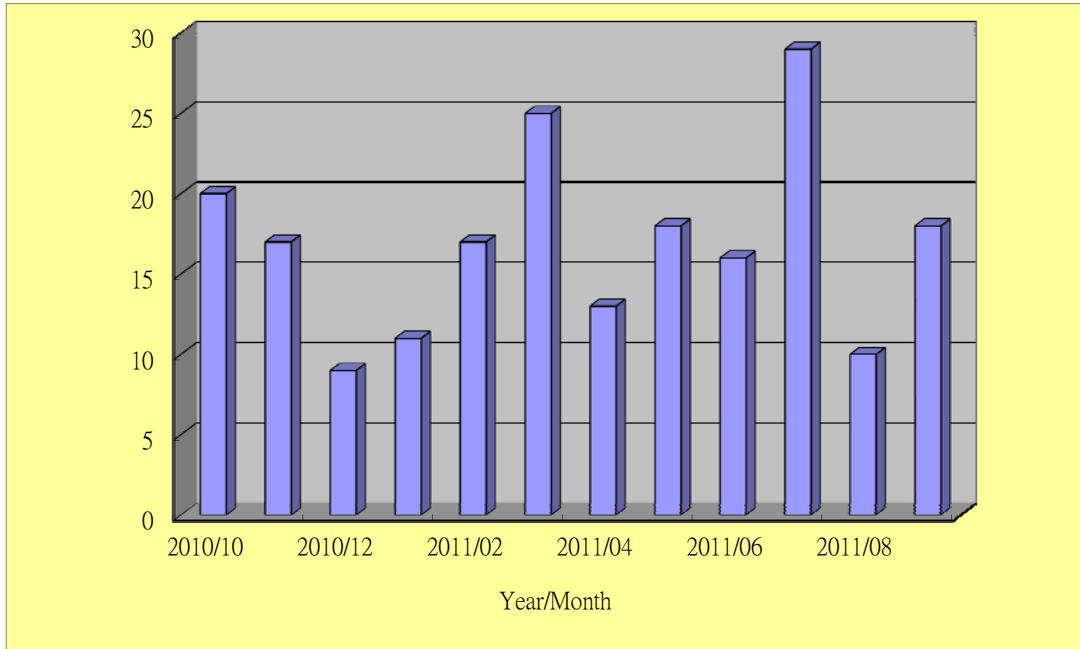


圖二、中央氣象局台東、屏東地區自由場強震儀測站分佈圖

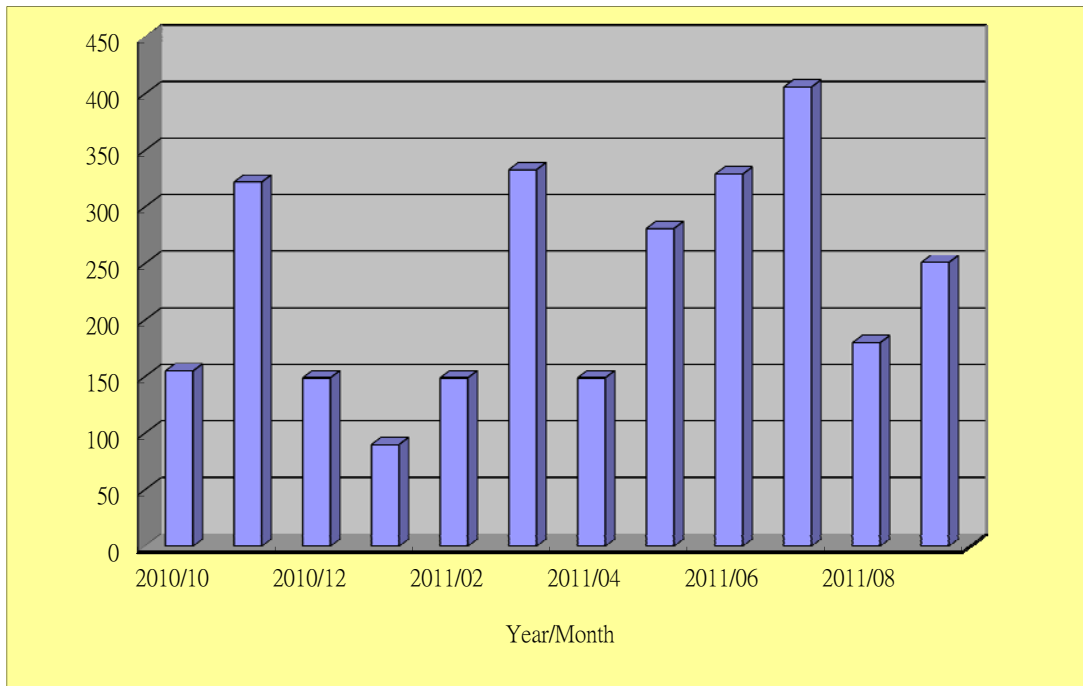




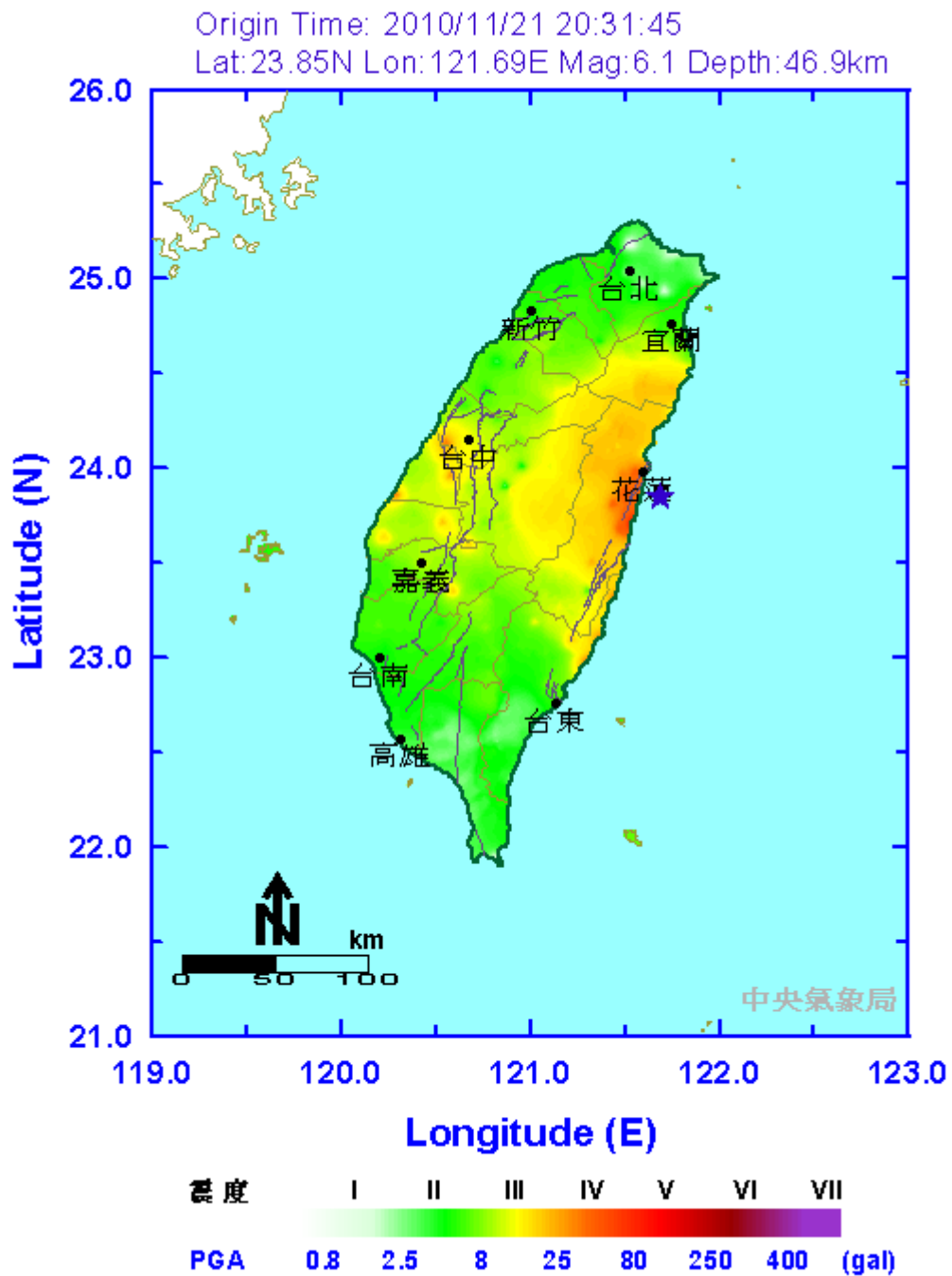
圖三、2010/10~2011/09臺灣地區有感地震震央分佈圖



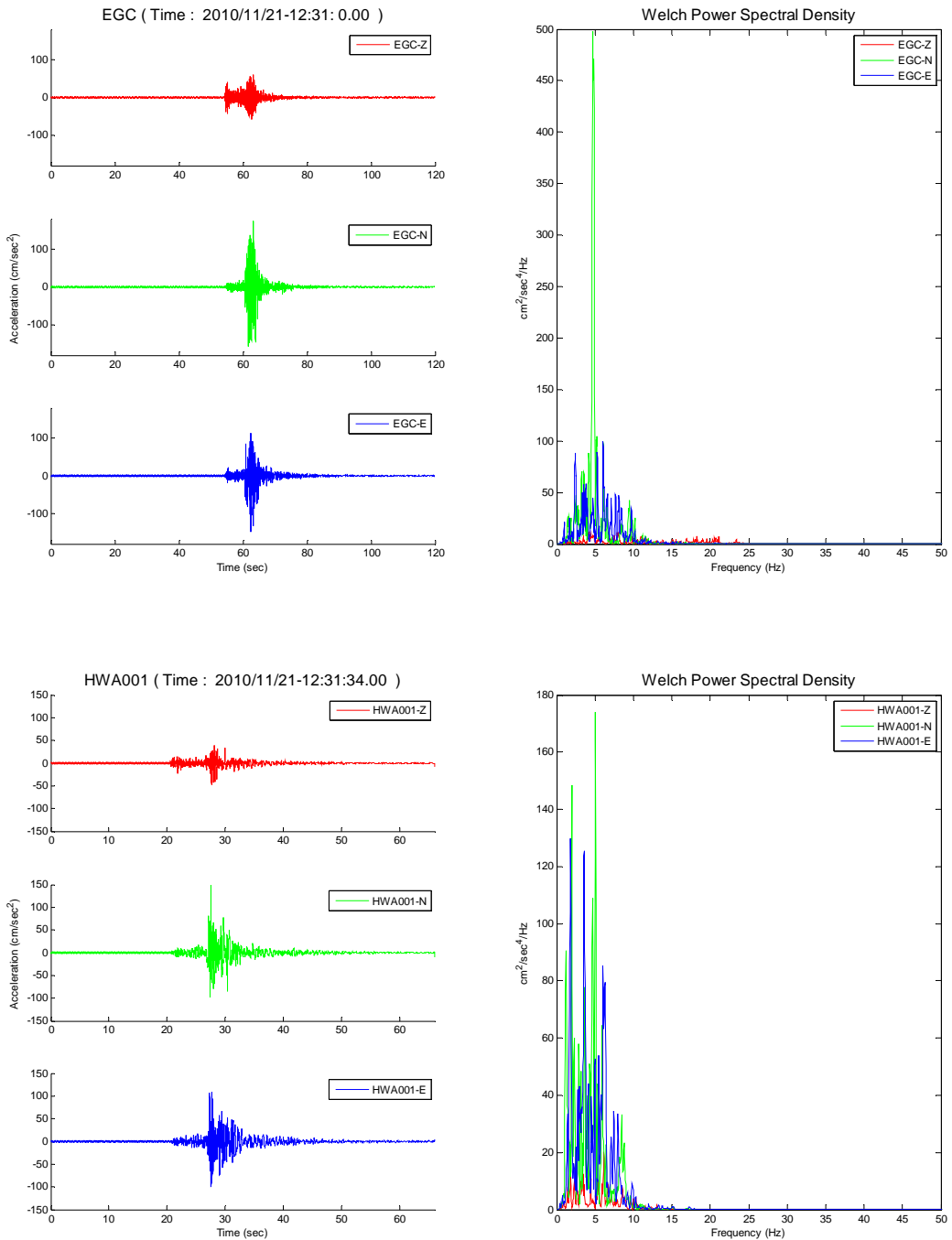
圖四A、本年有感地震統計圖



圖四B、本年花東屏地區每月蒐錄的強震記錄統計圖

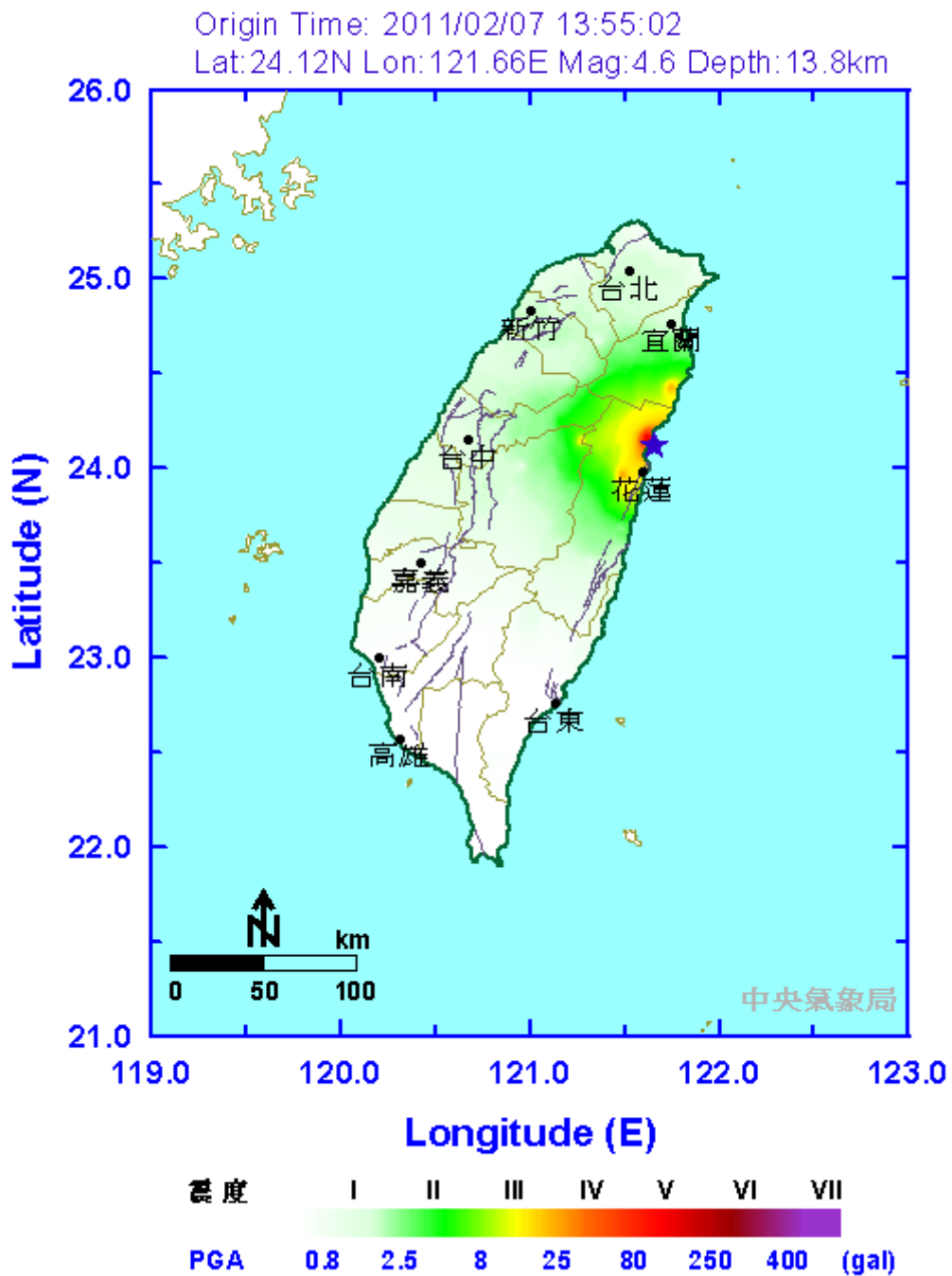


圖五、2010/11/21 日 20 時 31 分，花蓮地震站南偏東 15.5 公里處規模 6.1 地震，震央深度 46.9 公里，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，花蓮磯崎震度 5 級。

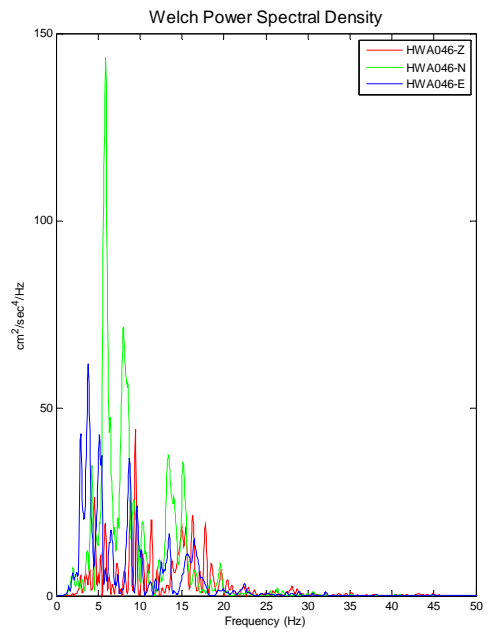
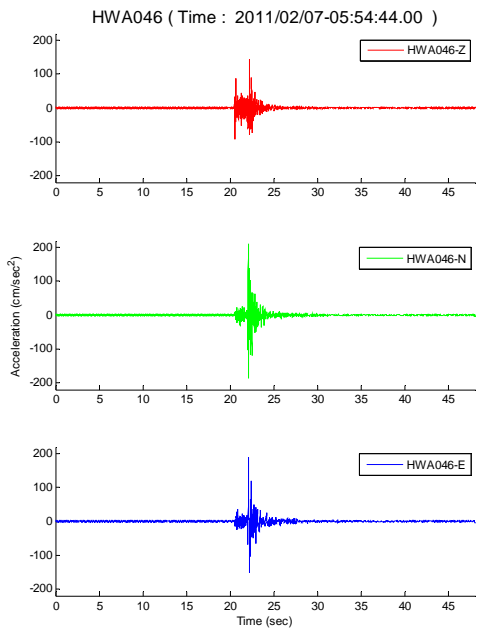
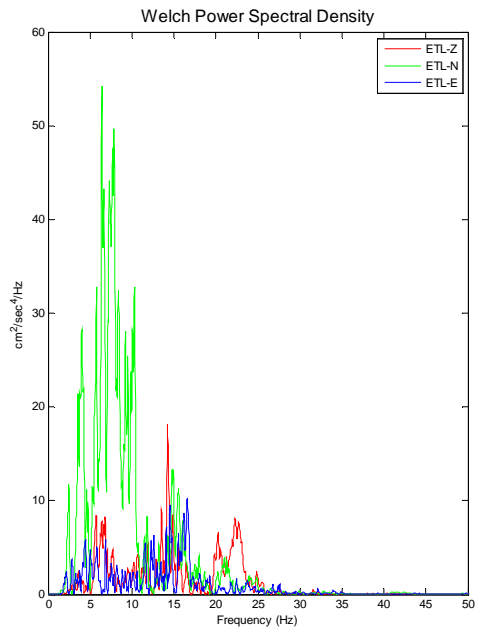
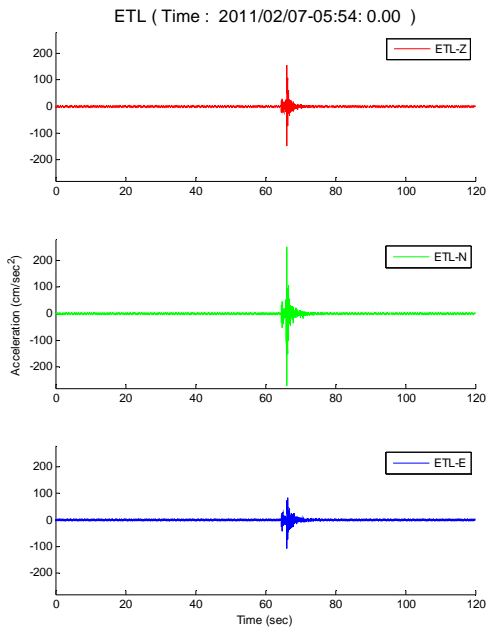


圖六、2010/11/21 日 20 時 31 分，花蓮規模 6.1 地震，新社磯崎分校(HWA043, EGC)及水璉國中(HWA001)的地震資料

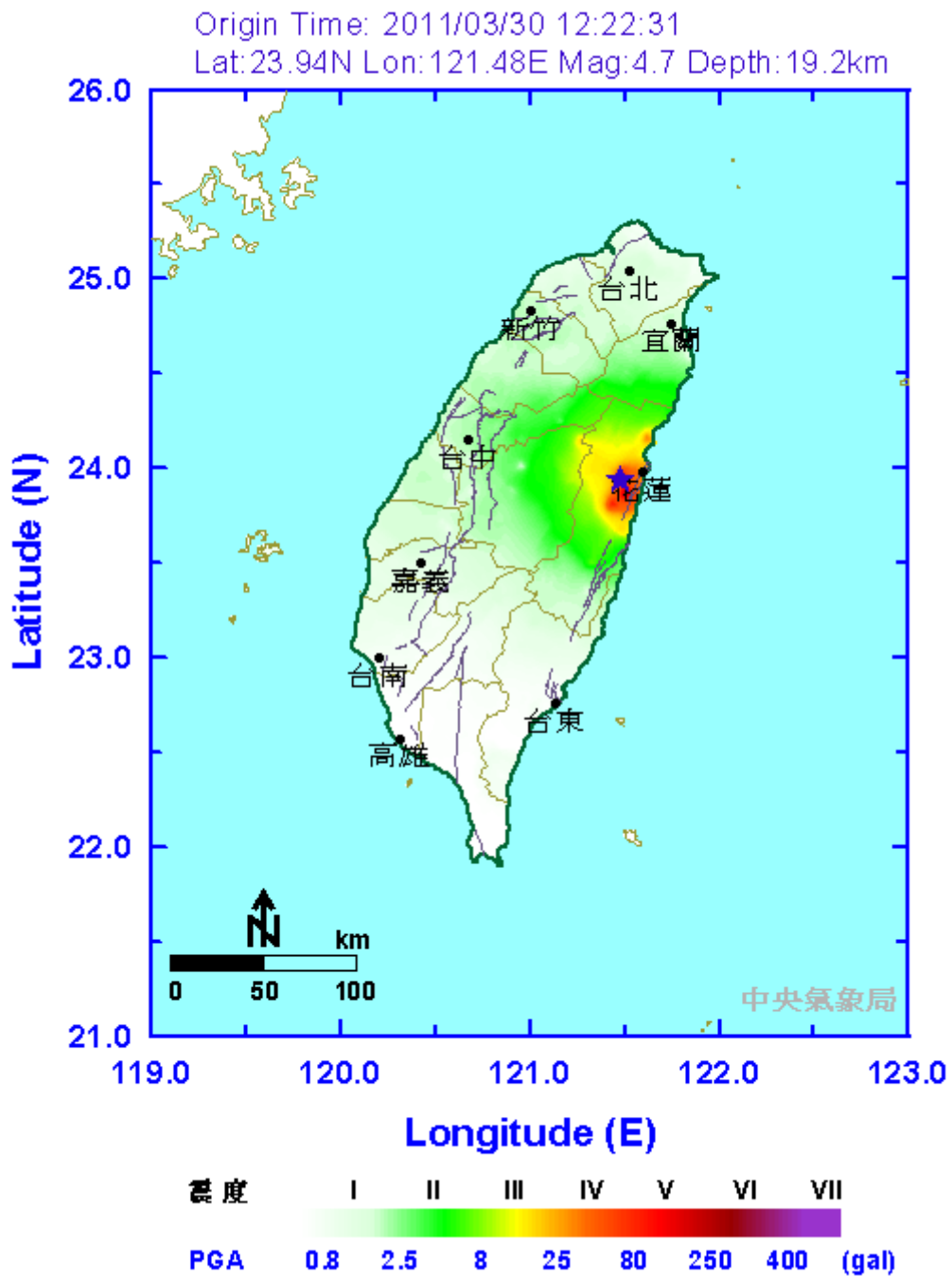




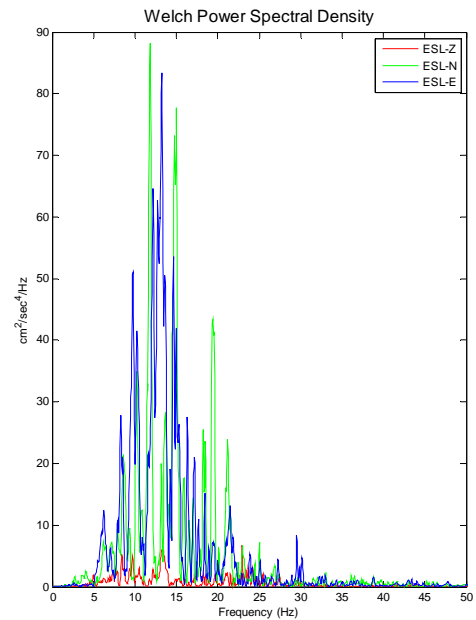
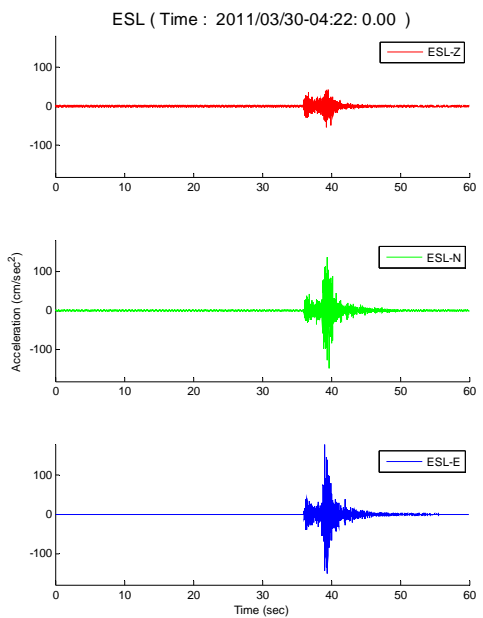
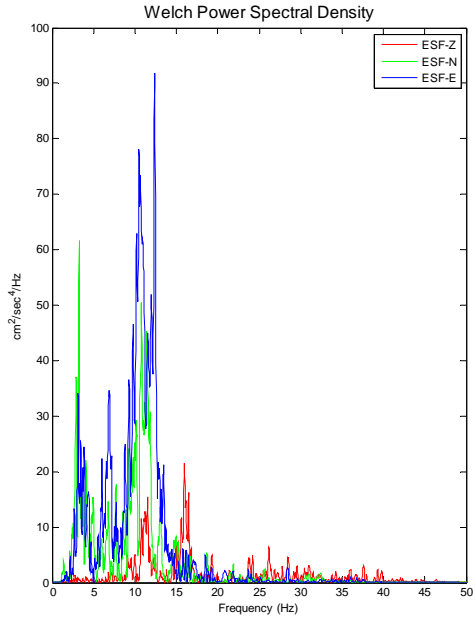
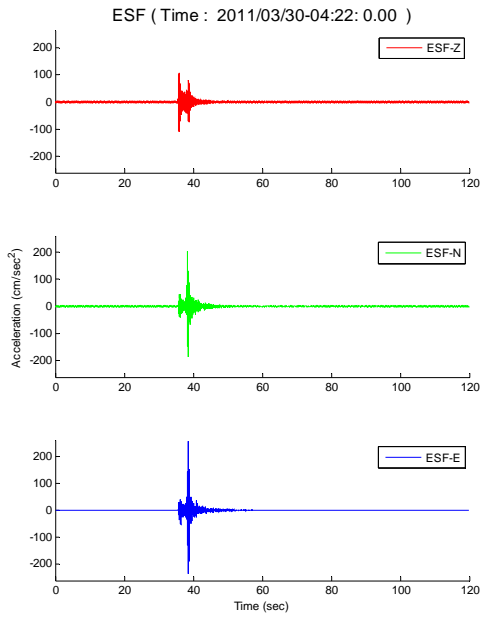
圖七、2011/02/07 日 13 時 55 分，花蓮地震站北偏東方 14.5 公里處規模 4.6 地震，震央深度 13.8 公里，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，太魯閣國家公園震度 5 級。



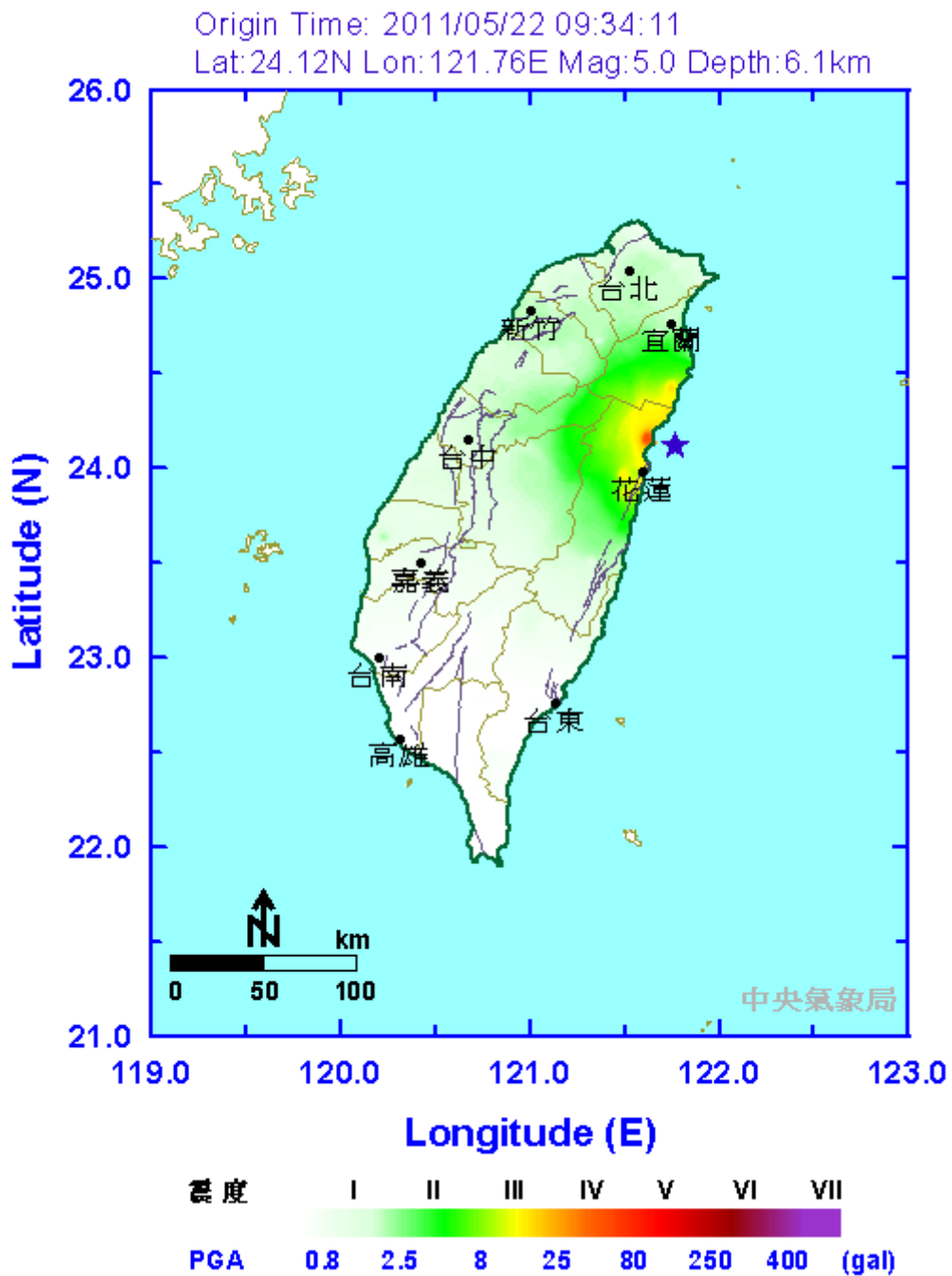
圖八、2011/02/07 日 13 時 55 分，花蓮規模 4.6 地震，太管處 (HWA057, ETL)及富世國小(HWA046)的地震資料



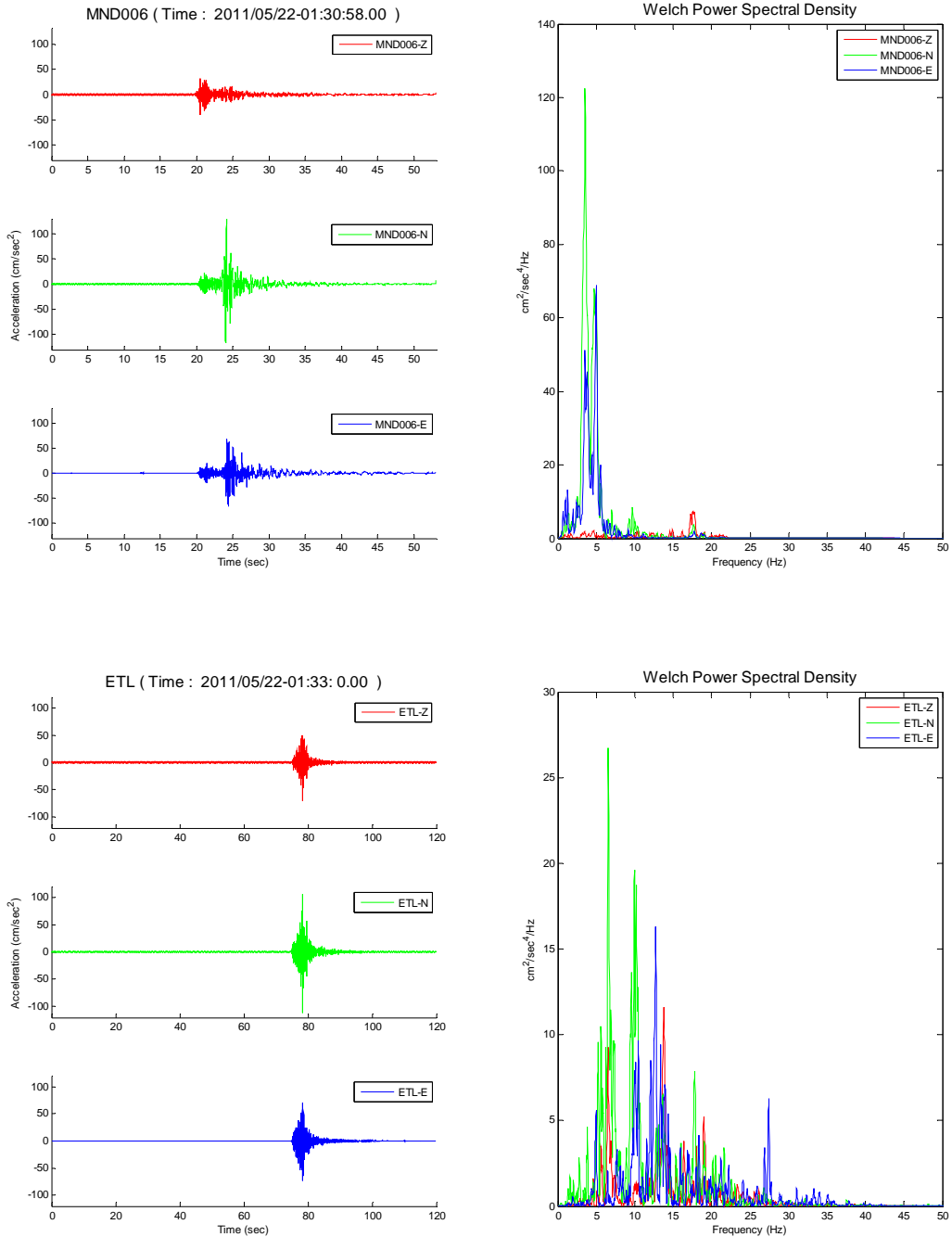
圖九、2011/03/30 日 12 時 22 分，花蓮縣政府西偏南方 15.6 公里處發生規模 4.7 地震，震央深度 19.2 公里，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，花蓮壽豐震度 6 級。



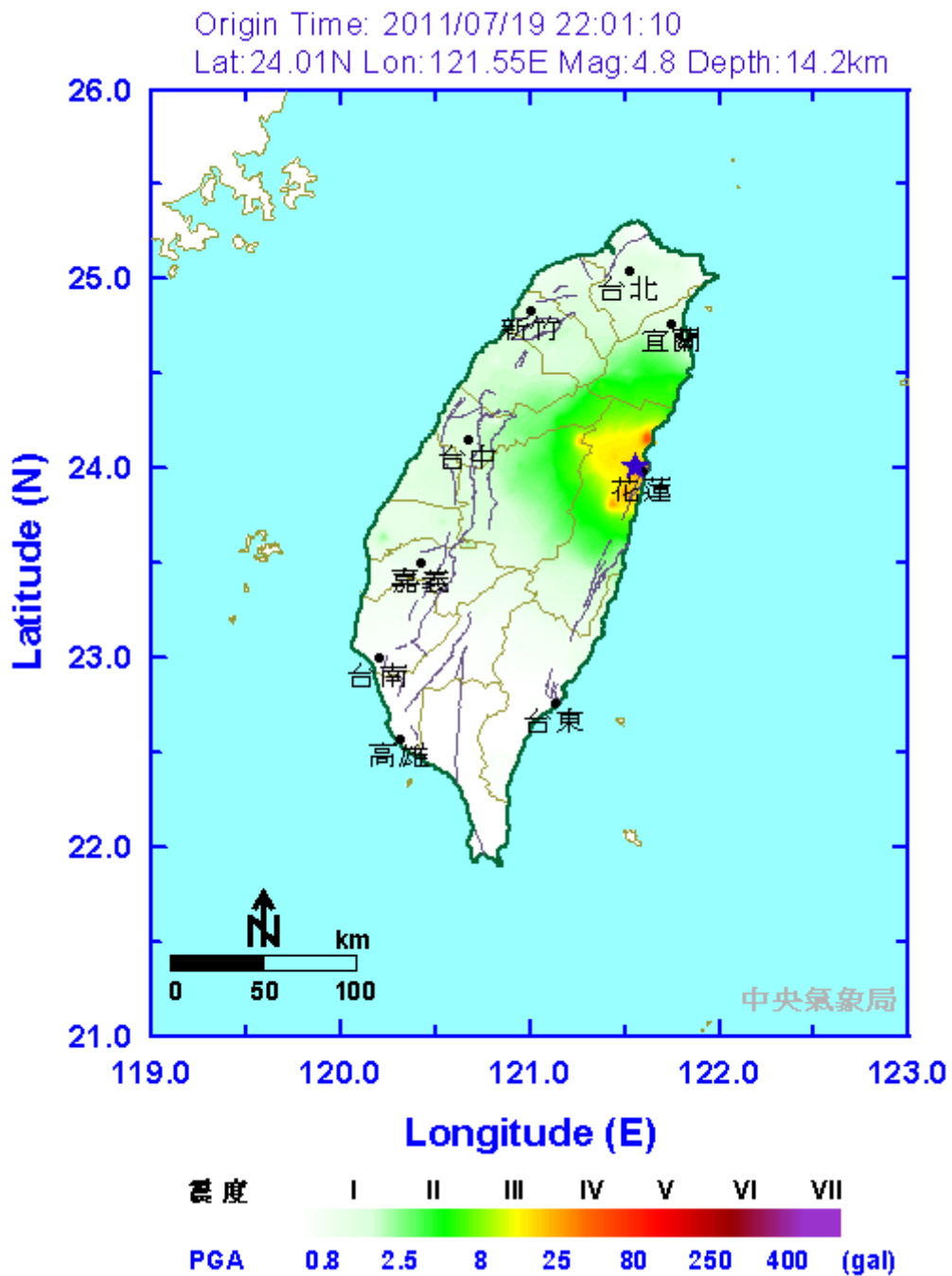
圖十、2011/03/30 日 12 時 22 分，花蓮規模 4.7 地震，壽豐國小(HWA059, ESF)及西林(HWA020, ESL)的地震資料



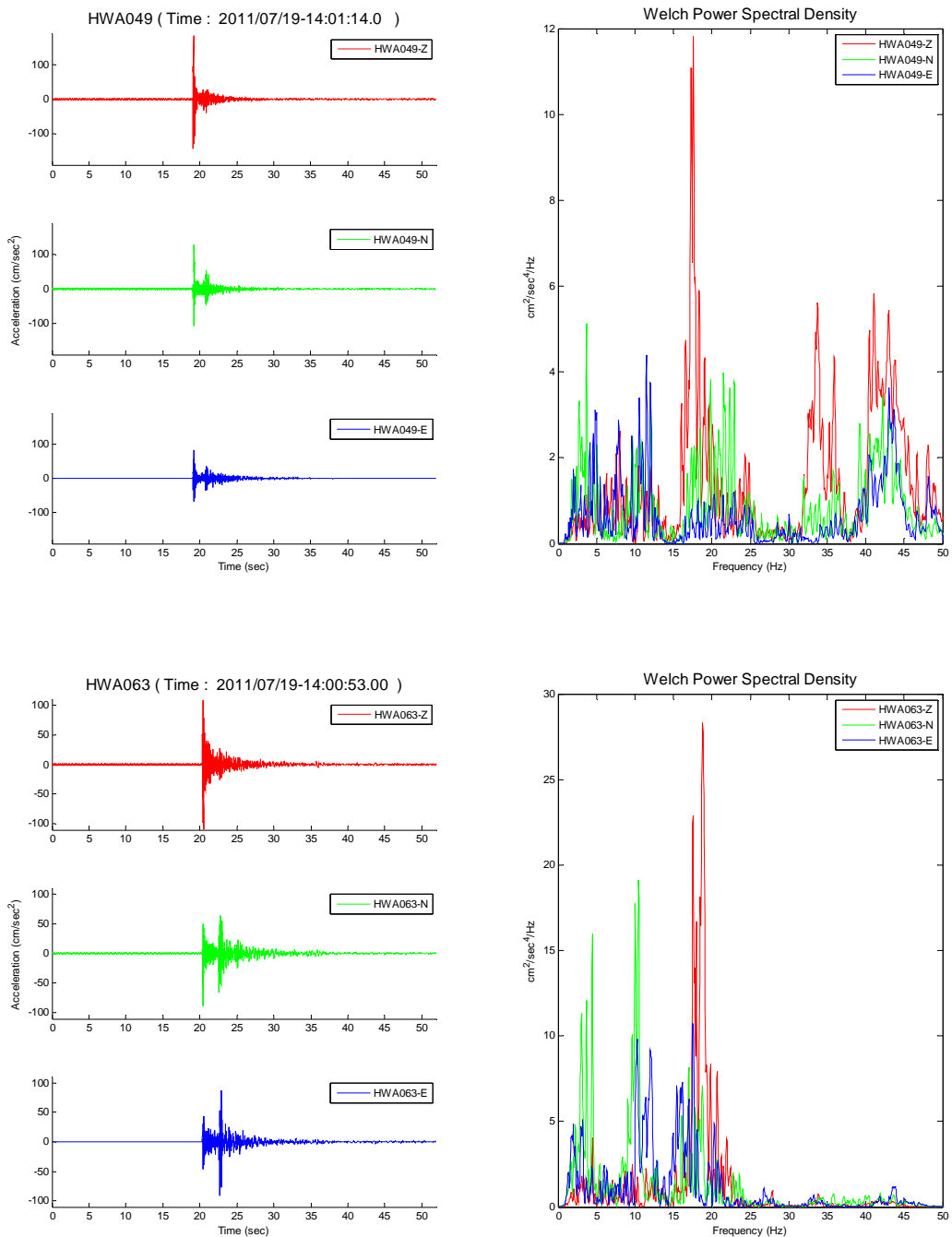
圖十一、2011/05/22 日 9 時 34 分，花蓮縣政府東北方 20.3 公里處發生規模 5.0 地震，震央深度 6.1 公里，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，太魯閣國家公園管理處震度 5 級



圖十二、2011/05/22 日 9 時 34 分, 花蓮規模 5.0 地震, 花蓮機場(MND006)及太管處(HWA057, ETL)的地震資料

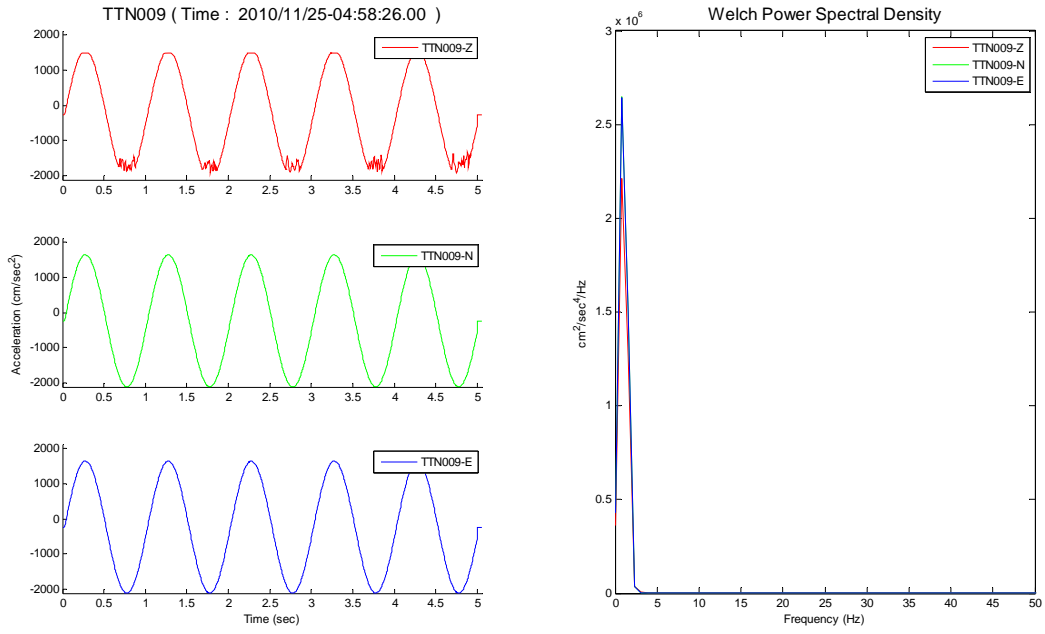


圖十三、2011/07/19 日 22 時 1 分，花蓮縣政府西偏北 7.3 公里處發生規模 4.8 地震，震央深度 14.2 公里，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，花蓮市、吉安、合歡山等震度 4 級

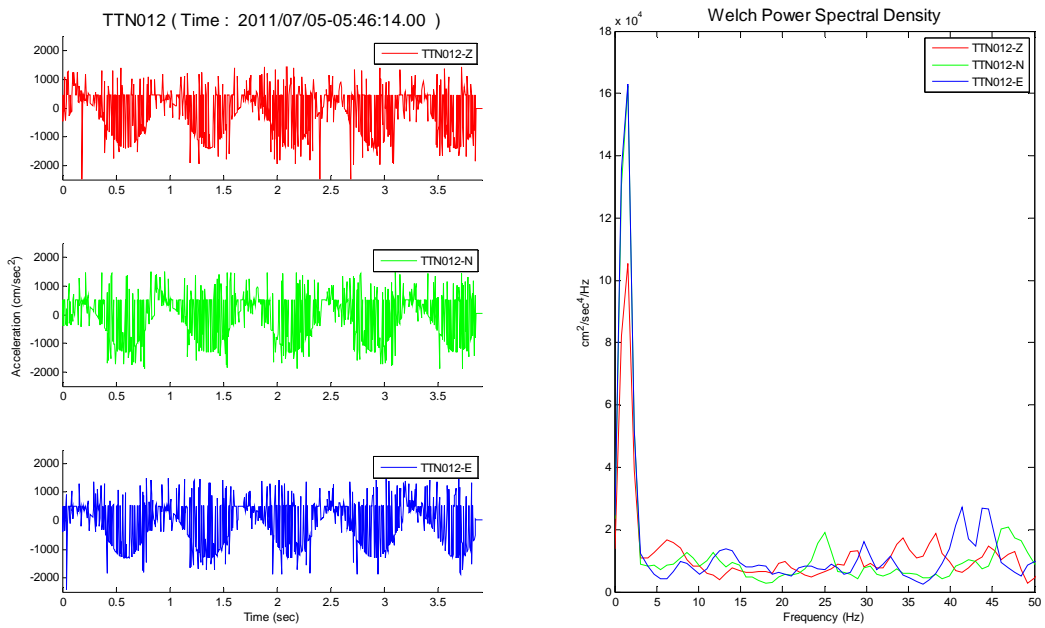


圖十四、2011/07/19 日 22 時 1 分, 花蓮規模 4.8 地震, 花蓮太昌國小(HWA049)及花蓮縣消防局(HWA063)的地震資料

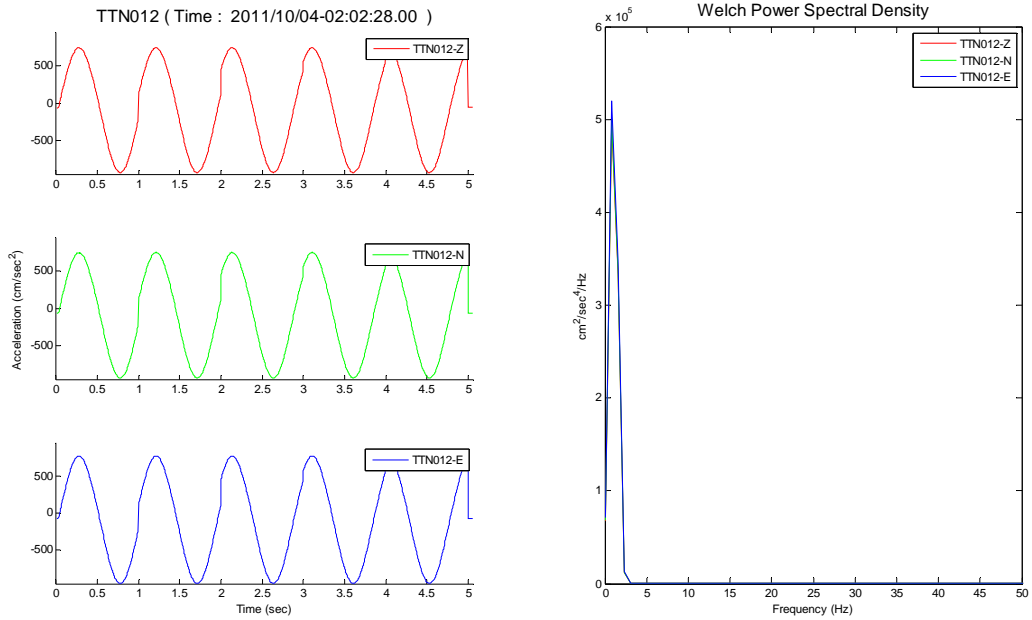




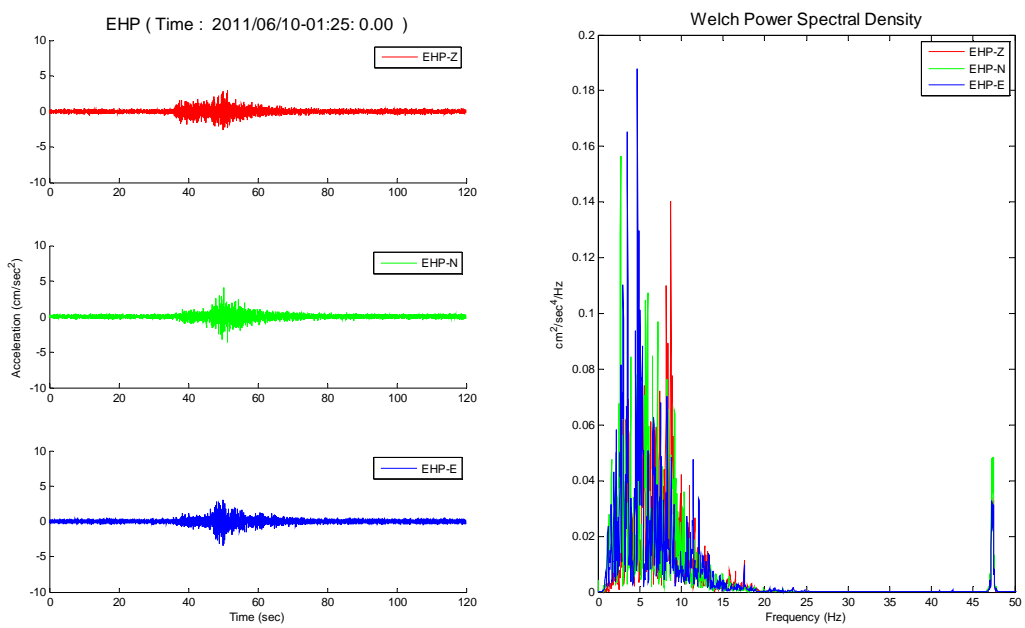
圖十五、TTN009 測站的 A900A 強震儀的校正信號



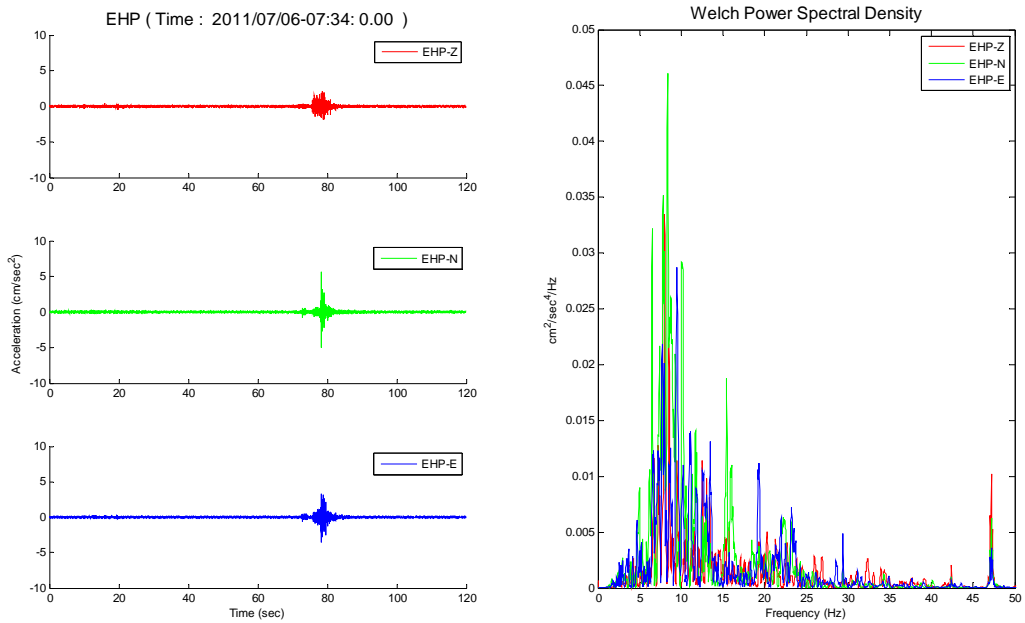
圖十六、TTN012 測站 A900A 強震儀 2011/07/05 的校正信號



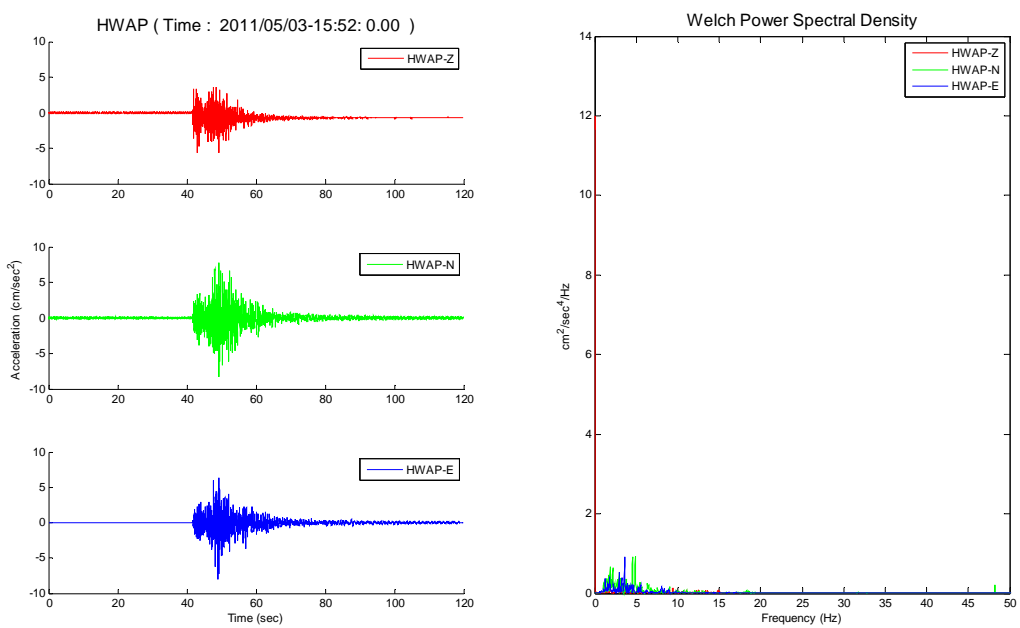
圖十七、TTN012 測站 A900A 強震儀 2011/10/04 的校正信號



圖十八、花蓮和平國小(EHP)測站的地震記錄



圖十九、花蓮和平國小(EHP)測站的地震記錄



圖二十、花蓮港務局(HWAP)SMART24A 的地震記錄

交通部中央氣象局  
委託研究計畫期末成果報告

台灣山區自由場強震站建置及資料收集分析

計畫類別：氣象    海象    地震

計畫編號：MOTC-CWB-100-E-01

執行期間：100 年 01 月 01 日至 100 年 12 月 31 日

計畫主持人：黃柏壽

執行機構：中華民國地球物理學會

本成果報告包括以下應繳交之附件(或附錄)：

- 赴國外出差或研習心得報告 1 份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告 1 份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各 1 份

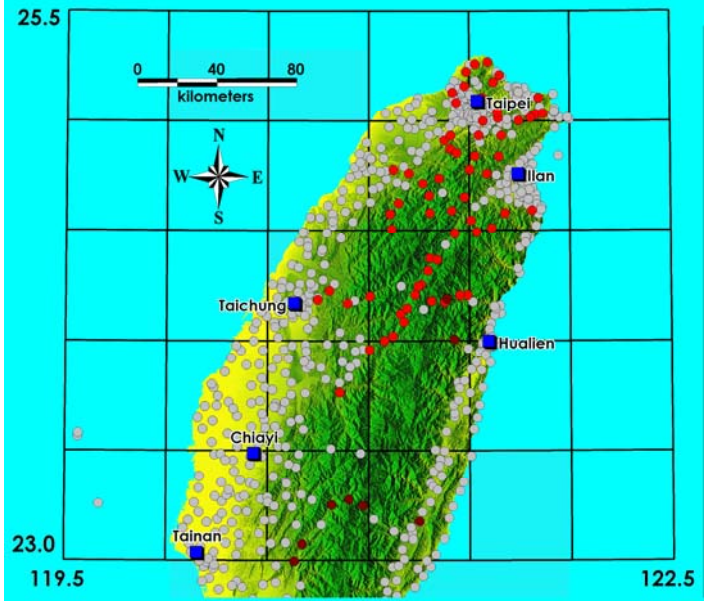
中華民國 100 年 11 月 日

## 政府研究計畫期末報告摘要資料表

計畫中文名稱	台灣山區自由場強震站建置及資料收集分析		
計畫編號	MOTC-CWB-100-E-01		
主管機關	交通部中央氣象局		
執行機構	中華民國地球物理學會		
年度	100	執行期間	100年1月1日起至100年12月31日止
本期經費 (單位：千元)	1429.448		
執行進度	預定(%)	實際(%)	比較(%)
	100	100	0
經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用率(%)
	1429.448	1429.448	1429.448
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	黃柏壽	黃文紀	葉仁傑(專)
			史旻弘(兼)
報告頁數	29	使用語言	中文
中英文關鍵詞	山區自由場強震網、3向量加速度紀錄 Free-field Strong Motion Network in the Mountain Area、three-component accelerograms		
研究目的	為執行台灣地區強地動觀測計畫，中央氣象局地震測報中心於1991年起，陸續在全島各地區設置新一代的數位式強震儀，目前強震站的數量已超過700部。這些強震站的地點大都位在平原都會地區；反觀，佔台灣總面積約三分之二的山區，強震站數目則相當有限。根據過去的經驗，由於受到山區地形與地物的影響，地震站場址的選擇和設置較為困難，但其對了解該區的地震波傳播過程與各種重要建設，確是十分重要。有鑑於此，2006年起地震測報中心與中研院地球科學研究所共同合作開始建構台灣山區強震觀測網。此項工作是由地球所負責站址的規劃、勘查、興建與儀器設置，目前已完成70個以上的山區地震站。所收集的資料除供學術界作為地震的		

研究外，並可作為台灣地震基礎資料以支援國家重大建設與震災評估。
---------------------------------

研究成果	<p>本計畫在過去 5 年(2006 年至 2010 年)已於台灣山區設置 65 個測站(如圖紅色實心圓), 2011 共新增 9 個地震站(如圖深棕色實心圓), 各年完成之測站簡述如下:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) 2006 年: 完成設置 16 個地震觀測站, 其分佈大致位於台北盆地的外圍包括大屯山區與烏來以南的地區。</li><li>(2) 2007 年: 完成設置 16 個測站, 將觀測網的涵蓋區域範圍擴及宜蘭縣與新竹縣山區。</li><li>(3) 2008 年: 完成設置 12 個測站, 除了北部 2 站外, 其餘是分佈在新竹縣、宜蘭縣與台中縣。</li><li>(4) 2009 年: 完成設置 10 個測站, 其地點是在桃園縣、台中縣、苗栗縣、宜蘭縣、南投縣、花蓮縣。</li><li>(5) 2010 年: 完成設置 11 個測站, 其地點是分佈在台中縣、南投縣。</li><li>(6) 2011 年: 完成設置 9 個測站, 其地點是分佈在南部與東部山區。</li></ol> <p>本年度(2011 年)山區強震觀測網目前共整理出觸發測站數目大於 3 個以上的 49 個地震, 計有 545 筆三分量加速度紀錄。這些地震的規模(<math>M_L</math>)介於 3.1 至 6.1 之間, 震源深度最淺 5 公里, 最深 92 公里。地震大部份的地震發生於花東外海, 而少部份規模介於 3 至 4 間的地震發生於中部山區。其中較重要的地震有: 2010 年 10 月 2 日的南澳地震(<math>M_L=5.1</math>)、12 月 21 日的花蓮地震(<math>M_L=6.1</math>)、2011 年 2 月 1 日花蓮地震(<math>M_L=5.5</math>)、3 月 30 日宜蘭地震(<math>M_L=4.7</math>)、4 月 30 日宜蘭地震(<math>M_L=5.8</math>)、5 月 3 日花蓮地震(<math>M_L=5.2</math>)、6 月 14 日花蓮地震(<math>M_L=4.2</math>)、6 月 26 日南投地震(<math>M_L=5.0</math>)、7 月 19 日花蓮地震(<math>M_L=4.8</math>)。上列地震中, 2010 年 12 月 21 日的花蓮地震收錄有最多測站的數目(52 個), 顯示山區強震網隨著測站分佈的日趨完整已逐漸發揮其功能。</p>
------	---





具體落實 應用情形	依計畫內容已完成超過 70 個以上山區強震站的設置，並每年定期赴各強震觀測站進行資料蒐集及儀器的檢測的工作。並將檢測結果及蒐集的地震資料，送交中央氣象局地震測報中心建檔。
計畫變更 說明	
落後原因	
檢討與建 議(變更或 落後之因 應對策)	

## 目 錄

	頁次
目錄 .....	I
表目錄 .....	II
圖目錄 .....	III
中英文摘要 .....	IV
一、前言 .....	1
二、山區強震觀測網的建置 .....	2
三、強震儀維護 .....	3
四、地震資料收集 .....	4
五、地震資料處理 .....	5
六、結果與討論 .....	6
七、結論與建議 .....	6
誌謝 .....	7
參考文獻 .....	7

## 表 目 錄

	頁次
表一、台灣山區強震網地震觀測站之各項參數 .....	8
表二、本年度山區強震觀測網所收錄地震之震源參數 .....	10
表三、2011年山區強震觀測網維護表 .....	11
表四、山區強震站MTN158之儀器檢測維護記錄表 .....	12

## 圖 目 錄

頁次

圖1(a)、2006年至2011年台灣山區強震網之測站位置 .....	13
圖1(b)、山區強震網規劃之測站位置 .....	13
圖2、本年度台灣山區強震網6個新建站房 .....	14
圖3 (a)、MTN167地震站的外觀 .....	15
圖3 (b)、MTN167站房中強震儀器與寬頻感震器的擺設 .....	15
圖4、2010年10月至2011年9月台灣山區強震網收錄的地震之震央 ...	16
圖5、2010年11月2日、2011年1月14日、2011年1月25日、 2011年3月10日、2011年4月11日、2011年4月17日、 2011年4月27日、2011年5月22日、2011年6月26日 發生於山區地震的震央 .....	17
圖 6、2006 年至 2010 年山區強震觀測網之地震站數、收錄地震個數 與三分量加速度紀錄數目 .....	18
圖7、2011年1月14日與2011年4月27日山區地震的東西向加速度紀錄	19
圖8、山區寬頻站在2011年6月26日13時至16時所收錄的垂直向 速度紀錄 .....	20
圖9、2010年10月2日南澳地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	21
圖10、2010年12月21日花蓮地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 ....	22
圖11、2011年2月1日花蓮地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	23
圖12、2011年3月30日花蓮地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	24
圖13、2011年4月30日宜蘭地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	25
圖14、2011年5月3日花蓮地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	26
圖15、2011年6月14日花蓮地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	27
圖16、2011年6月26日南投地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	28
圖17、2011年7月19日花蓮地震收錄之垂直與東西向加速度紀錄 .....	29

# 台灣山區自由場強震網測站建置及資料收集分析

黃柏壽 黃文紀 葉仁傑 史閔弘  
中央研究院地球科學研究所

何美儀 陳燕玲  
中央氣象局地震測報中心

張振生  
台灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處

## 中文摘要

2006 年起中央氣象局地震測報中心委託中央研究院地球科學研究所共同合作執行「台灣山區自由場強震網建置、資料收集與分析」計畫，目的是在台灣山區廣泛的進行場址勘察與設置自由場強震站，地球所主要是負責地震站的規劃、選址、興建、儀器安裝、地震站維護與資料收集的工作，作為分析山區強地動特性的依據。

在過去 5 年，我們已依計畫內容與實際研究需求在台灣山區設立了 65 個自由場強震站，設置的地點主要是分佈在大台北、新竹、宜蘭、花蓮、台中與南投等地山區，近兩年更試圖將觀測網的範圍延伸至南部與台東山區。本年度(2011 年)強震站的地點觸及至南部山區，共完成了 9 個新增設的地震站。因此本計畫目前共設置了 74 個山區強震站。在計畫的執行過程中，2011 年 4 月我們也嘗試選擇場址條件較佳的山區增設 8 個寬頻地震站，測站大致是以南北排列的方式佈設於南投以北山區，為了能蒐集微小地震訊號，寬頻地震儀是採時間同步，以全天候連續的測錄的方式來監測山區的微震活動，加強山區地震監測的能力。

本年度(2010 年 10 月至 2011 年 9 月)山區自由場強震網共整理出觸發站數超過 3 個以上的 49 個地震，計有 545 筆 3 向量加速度紀錄。這些地震的規模( $M_L$ )介於 3.1 到 6.1 之間；震源深度最淺 5.0 公里，最深 92 公里。本報告除說明新建測站、儀器維護與資料收集外，並繪出重要地震的垂直與東西向加速度歷時紀錄，提供參各界參考。

關鍵詞：山區自由場強震網、寬頻地震站、3 向量加速度紀錄

## **Abstract**

In 2006, the Institute of Earth Sciences (IES) of Academia Sinica was contracted by the Central Weather Bureau (CWB) to execute a project entitled “Construction, Collection and Data Analysis of Free-field Strong Motion Network in Taiwan Mountain Area”. The IES is responsible for the planning of site selection, housing, instrument installation, data collection and maintaining.

In accordance with the plans indicated of this project, fifty-four seismic stations have installed since the past four years. Most of the stations are located in the mountain areas of Taipei, Ilan and Hsinchu counties. In January 2011, IES began to perform the new site selections for the seismic stations. The selected sites extend through the northern part of Taiwan into southern part of Taiwan. With significant efforts, the housing and installation for nine new seismic stations were completed in November 2011. The strong-motion network in Taiwan mountain area was increased to seventy-four stations. In addition, 8 broadband seismic stations also deployed along the N-S direction in Mountain area. The purpose is for observing seismic activity at the study areas.

During the period of October 2010 to September 2011, forty-nine earthquakes were recorded by the seismic network as a result of triggering more than three stations. Their magnitudes are in the range of 3.1 to 6.1. The focal depths vary from 5.0 to 92 km. A total number of 545 three-component recordings were accumulated. This report is to describe the installation, maintain and data collection of the seismic network. The accelerograms of vertical and east-west components for some significant earthquakes were shown here.

**Key words:** Free-field Strong Motion Network in Taiwan Mountain Area · Broadband seismic station · three-component accelerograms

## 一、前言

台灣處於歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊擠壓帶上，地殼活動激烈，地震活動相當頻繁，經常有破壞性的地震發生。由於近年來經濟發達及人口的成長，國內各種大型公共工程如橋樑、水壩、電廠等快速增加，及民間的商業大樓也快速的成長，使得地震災害的潛在危險性更甚於以往。為配合國家建設，加強台灣地區之強地動觀測，提升相關領域之研究工作，以減輕地震所造成的災害，交通部中央氣象局於1991年初起責成該局地震測報中心在台灣地區進行強地動觀測計畫(Taiwan Strong Motion Instrumentation Program, 簡稱TSMIP)，此計畫的重點即在台灣地區廣泛、密集的裝設新一代高性能的數位式強震儀，設置地點除了人口聚集的都會區外，也涵蓋了地震災害潛能較高的斷層區域。自此之後，台灣的強地動資料蒐集在質與量上均有了顯著的改善，不僅可以提供國家建設之依據，亦可為全世界強震研究建立完整之資料庫。

在1994年底止TSMIP已在全省各地完成了600多部自由場強震儀及40餘座結構物陣列安裝工作(辛, 1993)，並開始了資料蒐集的工作；同時也逐年繼續擴增地震站，至2006年已增加到超過700部的自由場強震站，形成一密度極高的強震觀測網(測站間距平均約3公里)。TSMIP自由場強震站的裝設地點都選擇位在沖積平原上地狹人稠的都會地區，其目標是為蒐集都會區的地表的強地動，作為研究人員探討地震波對地盤的影響所需的基礎資料，以提供政府各部門推動各種重要建設場址選擇的依據。TSMIP在強震觀測上所付出的努力，在1999年的921集集大地震( $M_L=7.3$ )中有了重大成果，該次地震收錄了相當豐富的近斷層強地動資料，引起全世界地震學者的注意，對地震學的研究作出具體貢獻。

相較於人口密集的都會平原地區，佔台灣總面積約三分之二的高山及丘陵地區所裝設的地震儀數目則相當則明顯不足。山區之強地動資料對了解地震波的傳播過程與興建山區的各種重要建設(如水庫、水利及防洪設施的設置等)格外重要。然受限於山區地形與地物的影響，地震站場址的選擇和設置以及日後的維護和資料收集較為困難，因此山區的強地動資料在過去一直相當的缺乏。1990年初期，中央研究院地球科學研究所(以下簡稱本所)曾因研究的需求在台灣山區裝設了若干強震儀，測站主要分佈於東西橫貫公路、南部橫貫公路與北部橫貫公路所經過的中央山脈沿線地區，但受到經費的限制與維修不易，所設的強震站數量並不多。但這些測站所收錄的強地動紀錄，在1999年的921集集大地震中填補了缺乏山區地震資料的缺憾，並廣為使用。

有鑑於此，2006年起中央氣象局地震測報中心與本所作採逐年進行的方式開始建構台灣山區強震觀測網，此項工作是由本所負責站址的規劃、勘查與興建，利用地震測報中心所提供之強震儀完成儀器的設置。工作內容包含下列幾項：(1)地震站的選址與興建；(2)儀器維護；(3)資料收集；(4)資料整理與基本分析。透過此計畫的執行希望能夠收集高品質的強震資料，擴大TSMIP的資料量，使其運作更臻完備。該網設置的主要目的有二：(1)了解中央山脈地區的地震源特性；(2)試

圖探討震波行經中央山脈地區之傳遞演化過程。就工程應用而言然，山區地震站所記錄的強地動資料對於當地的公共建設有相當的幫助，所蒐集的資料除供學術界探討地震成因與震源特性外，並將併入台灣地震基礎資料以支援國家重大建設與震災評估。

本年度(2011年)已邁入計畫的第6年，整個地震觀測網涵蓋高雄以北的山區，測站的空間分佈日趨完整，對區域性地震應可蒐集更豐富的地動資料。本報告除繪出顯著地震之加速度振動歷時外，同時說明儀器維護的情形。

## 二、山區強震觀測網的建置

本計畫的工作是以數年的時間進行場址勘查並設立地震站為主，由於地震站地點都位在山區，需倚重熟悉台灣山區路況、地震儀器操作以及認真負責執行野外工作的人員參與。借重本所過去的經驗，我們逐年洽適宜地點來興建地震站。雖然山區路況不佳往返耗時，且儀器常受天候影響導致異常，維護工作相當不易。但若能維持這些測站的正常運轉，當可以獲得品質極佳的資料，並有效增加 TSMIP 在空間上之涵蓋範圍，以提高強震網的實用功能。

過去5年(2006年至2010年)本計畫已完成設置65個測站(黃柏壽等人，2010，2009)，簡述如下：

- (1) 2006年：完成設置16個地震觀測站，其分佈大致位於台北盆地的外圍包括大屯山區與烏來以南的地區。
- (2) 2007年：完成設置16個測站，除了增設若干位於台北盆地的外圍山區的測站外，也將觀測網的範圍擴展至宜蘭縣與新竹縣山區。
- (3) 2008年：完成設置12個測站，除了北部2站外，其餘是分佈在新竹縣、宜蘭縣與台中縣。
- (4) 2009年：完成設置10個測站，其地點是在桃園縣、台中縣、苗栗縣、宜蘭縣、南投縣、花蓮縣。
- (5) 2010年：完成設置11個測站，其地點是在台中縣與南投縣。

考量2010年甲仙地震時震央附近山區缺少的觀測資料，本年度我們將強震站的地點著重於南部山區，共規劃了9個擬新增設地震站的地點。站址的勘查於年初開始進行，接洽的單位有學校、行政院農業委員會林務局與當地的警察局。至2011年11月已完成此9個測站之建站與儀器安裝。測站地點如下：

- 高雄縣：六龜國小、荖濃國小與樟山國小
- 台東縣：關山分局向陽派出所
- 花蓮縣：慈恩派出所、銅門村龍澗電廠隧道內外(2個測站)與富里國中



圖一(a)是 2006 年起至 2011 年間年山區強震觀測網的分佈狀況，本年度新建地震站以深棕色實心圓表示，新建站房相片之 6 例則示於圖二，表一是歷年來各測站之參數。本年度有 2 個測站遷移重設需另覓地點重設，一是仁澤山莊測站(MTN136)由於位處地熱區，常因地溫過高導致儀器當機無法正常運轉，該站已獲林務局同意將遷移至距 MTN136 約 1.6 公里的太平山事業區第 98 林班(蘭台)重設；二是碧綠神木測站(MTN144)由於附近出入人員較頻繁，已遷移至花蓮縣警局慈恩派出所。

此外在本年度的工作中，我們也嘗試在場址條件較佳的山區加裝寬頻地震儀，所使用的儀器為加拿大 Nanometrics 公司生產之 Trillium 三軸向力平衡式速度地震計和美國 Kinemetrics 公司出產的 Quanterra Q330 數位式記錄器。Trillium 可記錄的頻率範圍為 0.025 (40 秒)至 50 Hz，可記錄的最大範圍為 1.3 公分/20 伏特；Quanterra Q330 數位型記錄器設有微電腦，其內部有著容量 8 Giga-bytes 的記憶體，並配備有 GPS 時間接收器，其採樣率為每秒鐘 100 個點，並以 24 位元之數位式記錄儲存下來，配合 Baler 智慧型硬碟亦可將資料直接儲存於近端。為了避免在監測過程中漏失任何有用的資訊，這些寬頻地震採連續的記錄方式來監測山區的微震活動，待收集若干資料後，可作為增設寬頻站的依據。目前共選擇 8 個寬頻站的地點(圖一中黑色方塊所示)，其分佈是沿著南北向的山區設置。圖三是裝設於 MTN167(南投私立光明仁愛之家)站房內之一例，為了避免人為因素的干擾與安全性的考量，其感應器是埋設於 80 公分的地表下進行測記，以提高訊號與雜訊比。

目前新建構完成的地震站已加入 TSMIP 的運作，由圖一(a)可知山區地震網經數年的努力已形成一北起北縣瑞芳南至南投水里的地震網，日後對發生於中央山脈地區的地震源特性、地震成因與發生於台灣東北部的地震其震波行經中央山脈地區至西部沖積平原之傳遞演化過程將有相當大的幫助。圖一(b)則是未來山區強震觀測網規畫中之預設站址(粉紅色實心圓)，主要是補強苗栗山區的地震站數目，結合 TSMIP 與山區的現有測站(含寬頻站)，屆時將形成更綿密的地震觀測網。

### 三、強震儀維護

山區強震觀測網所使用的儀器是地震測報中心所提供由 Teledyne Geotech 公司出品的 A900 數位式三軸向力平橫式加速度地震儀(triaxial force-balanced accelerometer)。A900 的自然頻率(natural frequency)為 50Hz，阻尼值(damping value)為 70% 臨界阻尼(critical damping)。儀器響應在 DC 至 50Hz 的頻率範圍，振幅相當平坦，且相位(phase)也接近線性，因此對大部份的加速度紀錄而言，波形紀錄不致有顯著的扭曲。A900 可記錄的加速度範圍為  $\pm 2g$  ( $1g=980 \text{ gals}$ ,  $1 \text{ gal}=1 \text{ cm/sec}^2$ )，訊號之採樣率(sampling rate)為每秒鐘 200 點，並以 16 位元(16-bit)之數字式紀錄儲存下來，最大計數(count)範圍為 +32768 至 -32767，即  $2g$  等於 32768 計數，也就是說其解析度約為  $0.0598 \text{ gal/conut}$ ，因此對僅數 gals 的地振動，均能記錄到良好的波形。

此外，A900強震儀均有震前記憶(pre-event memory)裝置，此種設計的優點是可避免地震初達波的漏失，以確保紀錄的完整性。

地震紀錄的蒐集及儀器的檢測是本計畫除了地震站的選址與興建外的另一項執行重點工作，良好的檢測與維護才能確保收錄資料的正確性與完整性。根據中央氣象局地震測報中心所擬定之「強震儀維護檢測記錄表」，儀器檢測主要項目包括：

- (1) 維護站址環境的整潔。
- (2) 電源設備的檢測。
- (3) 儀器校時。
- (4) 傳收資料。
- (5) 儀器參數檢視與設定。
- (6) 儀器作業狀況登錄。
- (7) 人工敲擊測試。
- (8) 儀器故障之排除與報修。

由於目前觀測網涵蓋區域日廣，因此紀錄的蒐集及儀器的檢測的工作是採分區的方式進行，定期親赴各強震觀測站進行，以確保野外儀器的正常運轉。在實施檢測後，將檢測結果、儀器作業狀況紀錄，及蒐集的地震資料，送交中央氣象局地震測報中心建檔。本年度的維護日期如表三所列，表四是維護紀錄之一例，各項檢測均依表列項目確實登錄。除了定期例行性的儀器檢測外，在發生較大規模地震時[四級以上(含四級)]，將依氣象局所發佈之地震訊息，機動性的收取資料，並交予中央氣象局地震測報中心集中彙整，統一由該中心提供給國內各研究及事業單位使用。

本計畫在 2010 年 10 月與 2011 年 11 月共進行了 6 次的強震觀測站的資料蒐集及儀器的檢測。為便於儲存與日後追蹤測站的運轉歷史，這些維護紀錄表均掃描建檔，並連同收錄的地震資料一併交付中央氣象局地震測報中心存查。

#### 四、地震資料收集

2010 年 10 月至 2011 年 9 月山區強震觀測網共收錄有觸發測站數目大於 3 個以上的 49 個地震，計有 545 筆三分量加速度紀錄，其震源參數(發震時間、震央位置、震源深度、地震規模)、觸發站數與震央分佈分別列於表二與繪於圖四。由表二可知地震的規模( $M_L$ )介於 3.1 至 6.1 之間；震源深度最淺 5.0 公里，最深 92 公里。這些地震大部份發生於花東外海，而少部份規模介於 3 至 4 間的地震發生於中部山區。其中較重要的地震有：

2010 年 10 月 2 日的南澳地震( $M_L=5.1$ )

12 月 21 日的花蓮地震( $M_L=6.1$ )

- 2011年2月1日花蓮地震( $M_L=5.5$ )
- 3月30日宜蘭地震( $M_L=4.7$ )
- 4月30日宜蘭地震( $M_L=5.8$ )
- 5月3日花蓮地震( $M_L=5.2$ )
- 6月14日花蓮地震( $M_L=4.2$ )
- 6月26日南投地震( $M_L=5.0$ )
- 7月19日花蓮地震( $M_L=4.8$ )

上列地震中，2010年12月21日的花蓮地震收錄有最多測站的數目(52個)，顯示山區強震網隨著測站分佈的日趨完整已逐漸發揮其功能。而若干個發生於山區的地震則示於圖五，這些地震的震央附近是 TSMIP 測站較為缺乏的區域。

本報告將繪出山區小規模地震所收錄的紀錄，並檢視新增寬頻地震儀的功能，同時整理本年度山區地震網在所蒐集的資料，只要測站兩個水平分量的PGA值大於10 gals，便繪出其垂直與東西向加速度紀錄，以供參考。

## 五、地震資料處理

野外所收集的地震記錄，首先必需先經過解碼(decode)的步驟，並轉換成地動值後，才能作進一步的資料處理。在此我們所敘述的資料處理流程是由已經解碼之後的原始記錄開始。

一般地震記錄的修正包含儀器修正(instrument correction)和基線修正(baseline correction)兩種。根據Rihn, et al. (1972)，力平衡式加速度地震儀亦相當於一種彈簧-質量系統(spring-mass system)，只是使用不同的換能器(transducer)，其記錄的地動可表示為擬似單一質點之阻尼運動，即

$$a(t) = -\ddot{x}(t) - 2h\omega_n\dot{x}(t) - \omega_n^2x(t) \quad (1)$$

其中， $h$ 為系統阻尼(system damping)， $\omega_n (=2\pi f_n)$ 為系統自然頻率(system natural frequency)。在(1)式中因為 $\omega_n^2x(t) \gg \ddot{x}(t) + 2h\omega_n\dot{x}(t)$ ，因此 $\omega_n^2x(t) \approx -a(t)$ ，所以儀器的記錄可視為真正的地動加速度，僅需作靈敏度(sensibility)的修正。

基線的修正，一般包括基線平移與旋轉的修正，可採用最小二乘方法(least square method)求其線性偏移再去除之。根據Iwan et al. (1985)之研究，力平衡式的加速度地震儀由於有似磁滯現象(hysteretic like)，基線會有不一致的偏移(offset)，此種基線的不一致偏移，相當於在時間域加上了一階梯函數(step function)，在將加速度記錄積分成速度與位移時，會引進低頻的誤差，因此前述可能的不一致偏移，我們以高通濾波器(high-pass filter)來修正，其切除的截止頻率(cut-off frequency)目前暫定於0.1Hz。地震紀錄在經過基線修正後，便可將加速度歷時繪出。

## 六、結果與討論

圖六說明 2006 年至 2011 年山區強震觀測網累計設置之地震站數目、每年收錄之地震個數與三分量加速度紀錄數目，已提供 TSMIP 超過 2,500 筆三向加速度資料。隨著測站數目繼續增加與施測區域日廣，希望本觀測網對區域性的較大地震能蒐錄山區過去缺乏的資料。

圖七是 2011 年 1 月 14 日(規模 3.3)與 2011 年 4 月 27 日(規模 3.7)發生於東部與中部山區的兩個地震(見圖五)所收錄東西向的加速度紀錄。由於規模較小，所觸發的地震站僅限震央附近，但記錄品質十分良好，並保持完整的時間歷時，相當程度的提供了山區地震的近場資訊，並適時的彌補此一資料的空白區可提供作為地震定位，山區地震源研究的基本資料。

2011 年發生於山區的最大地震是 6 月 26 日南投地震( $M_L=5.0$ )，在近震央區 MTN171 測站所紀錄的最大水平加速度值可達約 58 公分/秒<sup>2</sup>。圖八是擷取新增三個寬頻站在 13 時至 16 時所收錄的垂直向速度波形，由圖上可知這些測站均能捕捉到主震，其中距 MTN171 約 8 公里外的寬頻站測站也能記錄到數十起較小的地震，這些較小的地震的訊號均十分清晰；相較震央附近的測站，其它兩個寬頻站且距離震央遠，較小的地震的訊號並不明顯。這些小地震受到波傳路徑(幾何與非彈性衰減)的影響最小，保有足夠的高頻地動訊號來探討地震源的特性。配合計畫中的測站與環繞於其外圍的測站，這些寬頻站將對地震定位和地震斷層面解的工作上應可獲得相當良好的控制。

圖九至圖十七分別是 2010 年 10 月 2 日南澳地震( $M_L=5.1$ )、12 月 21 日花蓮地震( $M_L=6.1$ )、2011 年 2 月 1 日花蓮地震( $M_L=5.5$ )、4 月 30 日宜蘭地震( $M_L=5.8$ )、5 月 3 日花蓮地震( $M_L=5.2$ )、6 月 14 日花蓮地震( $M_L=4.2$ )、6 月 26 日南投地震( $M_L=5.0$ )、7 月 19 日花蓮地震( $M_L=4.8$ )的紀錄經過基線修正後所繪出的東西向(T)加速度紀錄，每一時間的歷時紀錄均個別規一劃(normalized)，各分量的 PGA 值亦標示於圖上。結果顯示 V、T 與 L 分量所收錄的最大 PGA 值在 2010 年 10 月 2 日的南澳地震為(34.60、103.83、79.95) gals；12 月 21 日的花蓮地震為(41.47、37.74、42.71) gals；2011 年 2 月 1 日的花蓮地震為(13.26、15.04、18.67) gals；4 月 30 日的宜蘭地震為(18.56、56.67、33.31) gals；5 月 3 日的花蓮為(19.16、35.06、32.94) gals；6 月 14 日的花蓮地震為(26.97、27.54、38.66) gals；6 月 26 日的南投地震為(18.42、58.49、42.99)；7 月 19 日的花蓮地震為(63.67、59.64、49.66)公分/秒<sup>2</sup>。

## 七、結論與建議

山區強震觀測網在 2010 年 10 月至 2011 年 9 月的強地動觀測，共有觸發測站數目大於 3 個以上的 49 個地震，計有 545 筆三分量加速度紀錄。我們挑選出兩個水平分量最大向加速度值大於 10gals 的 9 個地震，繪出其垂直與東西向加速度紀錄以供查

閱。

針對2011年1月14日(規模3.3)與2011年4月27日(規模3.7)發生於東部與中部山區的較小地震，這是TSMIP過去資料缺乏的地區，結果顯示近本計畫在震央區週圍的測站都能有品質良好的紀錄。這些資料對山區的地震源特性研究、地震定位與斷層面解的特性提供新的資訊。而安裝於山區的寬頻地震站也提供地震學者另一項研究的選擇，透過其儀器的特性，不僅能加強山區微震活動的監測能力，也能提供微地動的資訊。結合強震站能達到大地震不飽合與小地震不漏失的功能。

本計畫目前所使用的強震儀大部份是氣象局提供的 A900，穩定性降低與修護校正費時，為避免因儀器老舊導致有資料記錄漏失的情形，本所除將規劃汰換部份儀器外，也建議測報中心能提供新式強震儀(如 SMART-24)安裝於適當地點。

## 誌謝

本研究計畫承中央氣象局贊助(計劃編號: MOTC-CWB-100-E-01)，特此致謝。行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處新城工作站、羅東林區管理處太平山工作站、新竹林區管理處竹東工作站與林業試驗所福山研究中心、行政院國軍退除役官兵輔導委員會武陵與福壽山農場、台灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處、花蓮縣警察局新城分局在地震站場址會勘與建站上鼎力相助，在此一併致謝，同時也感謝中央研究院地球科學研究所工作人員紀宗志先生在建站、資料收集與處理的協助。

## 參考文獻

- Iwan, W. A., M. A. Moser, C. Y. Peng (1985). Some observations on strong motion earthquake measurement using a digital accelerometer, B.S.S.A., 75, 1225-1246.
- Nigam, N. C. and P. C. Jennings (1986). Digital calculation of response spectra from strong-motion earthquake records. Earthquake Research Laboratory, EERL68-77. California Institute of Technology, Pasadena.
- Rihn, W. J. (1972). Magnetic taperecording and processing of strong motion data, Application note, No. 14, Kinematics.
- 辛在勤 (1993) 台灣地區強地動觀測計畫，台灣地區強地動觀測計畫研討會論文摘要，1-10。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、何美儀、陳燕玲 (2009)。台灣山區自由場強震網測站建置及資料收集分析(III)。中央氣象局地震技術報告彙編，51，109-133。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、何美儀、陳燕玲 (2010)。台灣山區自由場強震網測站建置及資料收集分析(IV)。中央氣象局地震技術報告彙編，121-156



表一、台灣山區強震網地震觀測站之各項參數

測站 編碼	測站位置		標高 (公尺)	儀器 序號	測站地點	測站地址
	東經	北緯				
MTN101	121.5927	25.2680	190	207	乾華國小	台北縣石門鄉茂林社區 74 號
MTN102	121.5302	25.2584	117	110	橫山國小	台北縣三芝鄉橫山村大坑 86 號
MTN103	121.4846	25.2242	176	60	中泰國小	台北縣淡水鎮中和里北勢子五號
MTN104	121.5641	25.1079	243	106	雙溪國小	台北市士林區中社路二段 66 號
MTN105	121.5285	25.1058	210	51	信賢國小	台北縣烏來鄉娃娃谷 41 號
MTN106	121.8321	25.0292	66	162	上林國小	台北縣雙溪鄉上林村內平林 60 號
MTN107	121.8671	25.0334	32	213	雙溪國小	台北縣雙溪鄉東榮街 54 號
MTN108	121.8043	25.0156	245	187	柑林國小	台北縣雙溪鄉長源村柑腳 3 號
MTN109	121.3760	24.9114	71	137	民義國小	台北縣三峽鎮白雞路 40 號
MTN110	121.4079	24.9327	39	117	辭修高中	台北縣三峽鎮溪東路 251 號
MTN111	121.4053	24.8722	156	107	插角國小	台北縣三峽鎮插角里 39 號
MTN112	121.6604	24.9343	173	175	永安(直潭)	台北縣石碇鄉北宜路五段坑內巷 1 號
MTN113	121.6515	25.2082	14	13	大鵬國小	台北縣萬里鄉大鵬加投路 14 號
MTN114	121.6207	25.1753	446	212	大坪國小旁	台北縣萬里鄉大坪路 1 號
MTN115	121.8448	25.1050	424	25	欽賢國中	台北縣瑞芳鎮崙頂路 3-1 號
MTN116	121.7471	25.0016	271	5	東勢國小	台北縣平溪鄉平溪街 56 號(平溪國小代管)
MTN117	121.4769	25.1585	241	204	國華高球場	台北縣淡水鎮坪頂里 23 之 1 號
MTN118	121.4176	25.1294	364	258	觀音山	台北縣石門鄉德茂村下員坑 33 之 6 號
MTN120	121.4360	25.0822	65	111	五股國中	台北縣五股鄉成泰路二段 49 巷 15 號
MTN121	121.6411	25.0379	225	262	白雲分校	台北縣汐碇路 373 號(汐止分局管轄)
MTN122	121.4370	24.8538	250	15	有木國小	台北縣三峽鎮有木里 131 號
MTN123	121.5475	24.9337	177		花園新城	台北縣新店市金興路 40 號之 1
MTN124	121.5024	24.7774	403	172	福山國小	台北縣烏來鄉福山村李茂岸 56 號
MTN125	121.6481	24.8375	435	209	烏來桶後	台北縣烏來鄉溫泉街 86 巷 20 號
MTN126	121.6330	25.0144	111	111	石碇國中	台北縣石碇鄉隆盛村八分寮 45 號
MTN127	121.4118	24.5905	1703	160	鴛鴦湖	宜蘭縣大同鄉橫貫公路獨立山黑帽 15 號
MTN128	121.6113	24.5103	1860	91	翠峰山莊	宜蘭縣大同鄉橫貫公路獨立山黑帽 15 號
MTN129	121.4266	24.4878	808	29	四季國小	宜蘭縣大同鄉四季村和勳巷 1 號
MTN130	121.6762	24.5779	369	6	古魯駐在所	宜蘭縣冬山鄉中山村新寮 2 路 269 號
MTN131	121.8109	24.5911	87	76	武荖坑檢查	宜蘭縣政府警察局(宜蘭市中山路 2 段 167 號)
MTN132	121.1058	24.5754	545	74	桃山國小	新竹縣五峰鄉桃山村 15 鄰 243 號
MTN133	121.1485	24.6251	460	72	竹林國小	新竹縣五峰鄉竹林村羅山 15 號
MTN134	121.3034	24.5798	1650	186	新光國小	新竹縣尖石鄉秀巒村 8 鄰 17 號
MTN135	121.5875	24.7598	692	62	福山植物園	行政院農委會林業試驗所福山研究中心
MTN136	121.1131	24.5059	2080	31	觀霧山莊	行政院農委會林務局新竹林管處

表一：(續)

MTN137	121.3011	24.6600	750	102	玉峰國小	新竹縣尖石鄉玉峰村5鄰59號
MTN138	121.3500	24.7379	520	80	榮華壩	台灣省石門水庫管理局
MTN139	121.4748	24.6514	1916	68	太平山莊	宜蘭縣大同鄉橫貫公路獨立山黑帽15號
MTN140	121.5361	24.4935	1150	172	明池山莊	宜蘭縣大同鄉橫貫公路獨立山黑帽15號
MTN141	121.2935	24.3176	1607	144	平等國小	臺中縣和平鄉平等村中興路三段環山三巷35號
MTN142	121.1230	24.7771	623	235	飛鳳農場	新竹縣關西鎮新力里下橫坑七80號
MTN143	121.1997	24.7598	546	207	老爺高爾夫	新竹縣關西鎮玉山里一鄰赤柯山1號
MTN144	121.3769	24.1762	2189	72	碧綠神木	宜蘭縣員山鄉深溝村惠民路267巷50號
MTN145	121.3124	24.1810	2598	218	合歡派出所	花蓮林管處新城工作站管轄，合歡派出所租用
MTN146	121.2599	24.2557	2052	173	梨山國小	台中縣和平鄉梨山村福壽路10號
MTN147	121.0065	24.2022	755	225	博愛谷關分校	台中縣和平鄉博愛村谷分校巷29號
MTN148	120.8959	24.1705	559	124	和平國小	台中縣和平鄉南勢村東關路3段54號
MTN149	121.4901	24.2084	620	218	溪床民宅	花蓮縣秀林鄉富世村天祥路46號
MTN150	120.8054	24.2268	472	180	種苗繁殖場	台中縣新社鄉大南村興中街46號
MTN151	120.7480	24.1851	262	188	利巴嫩山莊	台中市東山里清水巷7號
MTN152	121.5686	24.9995	71	182	萬芳國小	台北市文山區116萬和街1號
MTN153	121.2688	24.7141	739	203	不老居農場	新竹縣尖石鄉新樂村10鄰煤源61號
MTN154	120.6330	22.9960	261	67	六龜國小	高雄縣六龜鄉義賓村光復路40號
MTN155	120.6730	23.0734	402	18	荖濃國小	高雄縣鳳山市五甲二路424號
MTN156	120.8197	23.2526	790	150	樟山國小	高雄縣桃源鄉樟山村12號
MTN157	120.9025	23.2770	2250	49	天池工作站	花蓮縣卓溪鄉卓清村83-3號
MTN158	120.9861	23.2483	2325	161	向陽派出所	台東縣海端鄉向陽1號
MTN159	121.2499	23.1763	263	75	富里國中	花蓮縣富里鄉永安路173號
MTN160	121.4516	24.2070	1157	64	洛韶派出所	花蓮縣秀林鄉富世村洛韶17號
MTN161	121.1335	24.0210	1143	205	仁愛國小	南投縣仁愛鄉大同村山農巷5號
MTN162	121.1739	24.0860	2160	20	梅峰農場	南投縣仁愛鄉大同村仁和路215號
MTN163	121.4240	24.0067	393	201	龍澗隧道外	花蓮縣秀林鄉銅門村
MTN164	121.4160	24.0078	393	158	龍澗隧道內	花蓮縣秀林鄉銅門村
MTN165	121.5085	24.5454	262	3	仁澤山莊	宜蘭縣大同鄉太平村燒水巷25號
MTN166	121.1572	24.1231	1016	13	發祥國小	南投縣仁愛鄉發祥村光復巷24號
MTN167	121.0050	23.9599	455	407	光明仁愛之家	南投縣南投市民族路617號
MTN168	121.3841	24.1919	2189	202	慈恩派出所	花蓮縣秀林村富士村關原2號
MTN169	121.1892	24.1481	1525	260	力行國小	南投縣仁愛鄉力行村新望洋67號
MTN170	120.8556	23.7659	455	407	興隆國小	南投縣水里鄉興隆村林朋巷105號
MTN171	121.0789	24.0006	763	718	南豐國小	南投縣仁愛鄉南豐村楓林路3號
MTN172	121.2442	24.2476	2203	225	福壽山農場	台中縣和平鄉福壽路29號
MTN173	121.2296	24.2097	2484	32	華崗農場	台中縣和平鄉福壽路29號
MTN174	121.3050	24.3760	1956	213	武陵農場	台中縣和平鄉武陵路3號
MTN175	121.3391	24.3682	2902	165	勝光	台中縣和平鄉武陵路3號

註：黑色為2006年至2010年設置，紅色2011年設置



表二、2010年10月至2011年9月間山區強震觀測網所收錄地震之震源參數

發震時間 (UT) 年 月 日 時 分	震央		規模 ( $M_L$ )	深度 (公里)	收錄 站數
	經度	緯度			
201010021923	121.8000	24.3600	19.4	5.1	29
201010120828	121.8800	24.7900	9.5	4.0	5
201010291530	121.7300	24.2300	13.7	4.4	18
201011021503	121.0600	24.5300	5.0	3.7	4
201011081301	120.4100	23.2100	17.5	5.2	7
201011091830	121.8200	24.5600	8.3	4.3	8
201011181813	121.8500	24.5500	9.2	4.1	7
201011211231	121.6900	23.8500	46.9	6.1	52
201011261513	121.8000	24.2000	13.5	4.8	10
201012060214	121.4300	23.6800	24.8	5.2	16
201101102241	122.0500	24.5900	13.3	4.4	8
201101142019	121.4500	24.3900	6.7	3.3	6
201101251222	120.8998	24.1698	10.4	4.0	3
201101290743	122.0208	24.9150	11.4	3.3	3
201101312053	121.7943	24.2055	15.6	4.9	4
201102010816	121.8000	24.2100	18.3	5.5	26
201102021732	121.5535	25.1462	7.5	3.1	6
201102070555	121.6600	24.1200	13.8	4.6	12
201103100533	121.2007	24.6638	6.5	3.1	3
201103182156	121.9400	24.4800	18.4	4.3	9
201103201649	121.4800	23.9500	19.8	3.9	5
201103250719	121.9157	24.8365	92.6	4.7	13
201103300422	121.4800	23.9400	19.2	4.7	11
201104111213	121.4355	24.7940	7.5	3.3	5
201104161248	121.7353	24.4347	7.5	3.9	7
201104171334	120.9415	24.4303	5.0	3.5	4
201104271140	121.2125	24.2772	10.0	3.7	8
201104300835	121.8085	24.6503	75.0	5.8	48
201105031552	121.7053	23.9345	41.2	5.2	34
201105070835	121.9647	24.4655	13.5	4.6	24
201105220134	121.7638	24.1175	6.0	5.0	10
201105222107	121.0600	23.8805	19.3	4.7	15
201105231951	121.8897	24.7278	86.6	4.3	4
201106090438	121.9367	24.4698	19.8	3.9	4
201106100125	121.5855	23.5893	34.9	5.1	11
201106142117	121.5163	24.0380	20.6	4.2	17
201106191018	121.8377	24.6855	74.6	4.9	12
201106261319	120.9972	23.8450	14.8	5.0	15
201106302247	121.7973	23.8688	50.0	4.6	3
201107020722	121.4700	23.9900	22.7	4.2	2
201107031230	121.9000	24.6700	68.0	4.8	3
201107061158	121.7900	24.2300	17.6	4.9	5
201107061755	121.7800	24.2300	18.9	4.2	4
201107071552	121.7600	24.2300	15.7	4.3	4
201107121117	121.5200	23.5100	31.2	5.3	16
201107142113	121.7800	24.2500	17.4	3.5	3
201107171845	121.5900	23.8300	25.9	4.6	4
201107191401	121.5500	24.0100	14.2	4.8	14
201108112207	121.6200	23.8000	32.4	4.8	4

表三、2011年山區強震觀測網維護日期

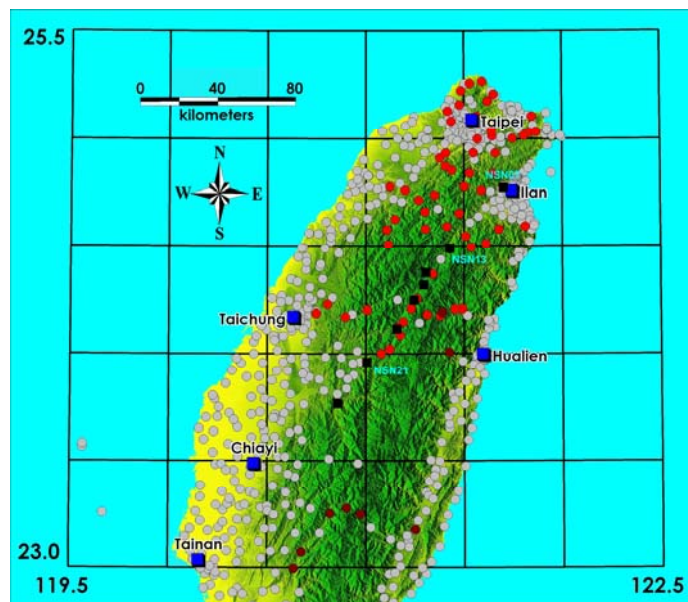
日期 (年.月)	維護區域
99.10	北部、嘉義、高雄地區地區
99.11-12	南橫地區
100.03	新竹、苗栗、宜蘭與台中地區
100.06-100.07	新竹、苗栗、宜蘭地區
100.09	花東、南投、嘉義、高雄地區桃竹苗地區
100.11	桃竹苗、宜蘭地區

表四、山區強震測站 MTN158 之儀器檢測維護記錄表

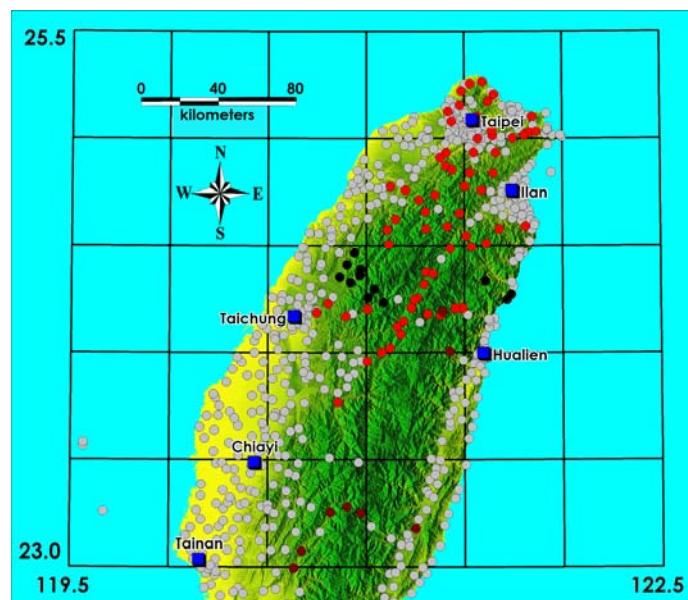
中央氣象局強震測站儀器檢測維護記錄表

站名：向陽派出所 站碼：MTN158 設備清單：■強震儀 □GPS □警報器  
 強震儀：■A900□A900A□IDS3602□IDS3602A□CV574C□CV575C□ETNA□K2□其他\_\_\_\_  
 強震儀序號：161 警報器序號：\_\_\_\_\_ 維護人員：紀、傑 100 年 9 月 15 日

項目	作業狀況及處理方法	備註	
1 站房及電源	(1) 清潔站房內部地面 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (2) FRP 外罩良好 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(3) 外部四週環境適當 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (4) 潤滑鎖頭及膨脹螺絲 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(5) 電源設備： <input checked="" type="checkbox"/> 正常供電 <input type="checkbox"/> 被關重開 <input type="checkbox"/> 插座故障 <input type="checkbox"/> 被挖斷沒電 <input type="checkbox"/> 無熔絲開關故障 <input type="checkbox"/> 學校停電 <input type="checkbox"/> 強震儀充電器故障 <input type="checkbox"/> 不明原因沒電 <input checked="" type="checkbox"/> 停電記錄：0 次 <input checked="" type="checkbox"/> 電壓：120 V		
2 時間	GPS： <input checked="" type="checkbox"/> 正常接收校時 <input type="checkbox"/> 故障需報修		
	<input type="checkbox"/> 人工手動校時 (校時當時儀器時間： 年 月 日 時 分 秒) 快： 時 分 8 秒 慢： 時 分 秒	UT	
3 儀器參數檢視及設定	<b>強震儀參數</b> <input type="checkbox"/> 故障 (以下免填) (1) <input checked="" type="checkbox"/> 正常顯示 <input type="checkbox"/> 回復儀器預設值 SITE (STATION NAME)：MTN158 經度：E120° 59' 10.1" 緯度：N 23° 14' 53.7" 高程：2388 M tri CH1 0.2% offset 62 tri CH2 0.2% offset 158 tri CH3 0.2% offset 6 OFFSET 單位： <input type="checkbox"/> mv <input type="checkbox"/> count <input type="checkbox"/> gal pre-event time：20 秒 post-event time：40 秒 (2) <input type="checkbox"/> 亂碼 <input type="checkbox"/> 空白 (3) RTD <input type="checkbox"/> 正常輸出 <input type="checkbox"/> 故障 參數需重新設定 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	<b>警報器參數</b> <input type="checkbox"/> 故障 (以下免填) 通訊速率：_____ 取樣速度：_____ 濾波範圍：____-____ 觸發準位 1：_____ 觸發準位 2：_____ 視窗長度：_____ 進紙 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 卡紙 <input type="checkbox"/> 無紙 背光 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障 串列資料燈 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 無閃爍 敲擊測試 <input type="checkbox"/> 正常警報 <input type="checkbox"/> 故障 參數需重新設定 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	4	Calibration <input checked="" type="checkbox"/> 是檔 L161001.258 <input type="checkbox"/> 否 記憶體滿? <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 ( <input type="checkbox"/> 附近施工 <input type="checkbox"/> 1 個記滿 ) 人工敲擊測試 <input type="checkbox"/> 成功記錄 檔名 _____ <input type="checkbox"/> 否 傳收資料 (Events) <input checked="" type="checkbox"/> 原有 7 個, 傳收 7 個 <input type="checkbox"/> 否	
	重要紀事	<input type="checkbox"/> 強震儀故障, 無法連線 <input type="checkbox"/> 無法連線, 重開機後正常 <input type="checkbox"/> 位置不佳, 建議遷站或升高 <input type="checkbox"/> 建議更換大電池 <input type="checkbox"/> 本次已更換大電池 <input type="checkbox"/> 鋰電池電壓過低, 建議更換 <input type="checkbox"/> 參數重新設定值：強震儀：_____ 警報器：_____ <input type="checkbox"/> 其他	



(a)



(b)

圖一、(a)台灣山區強震網之測站位置分佈，紅色實心圓為2006年至2010年已設之測站，深棕色實心圓為本年度(2011年)新增之測站，灰色實心圓是TSMIP的測站，黑色方塊是2011年4月起設置的寬頻地震站(NSN序列站碼)；(b)山區強震網未來規劃之測站位置(黑色實心圓)，餘符號同圖(a)。



天池工作站地震站



慈恩派出所地震站



高雄縣鳳山市荖濃國小



高雄縣六龜鄉六龜國小



高雄縣桃源鄉樟山國小



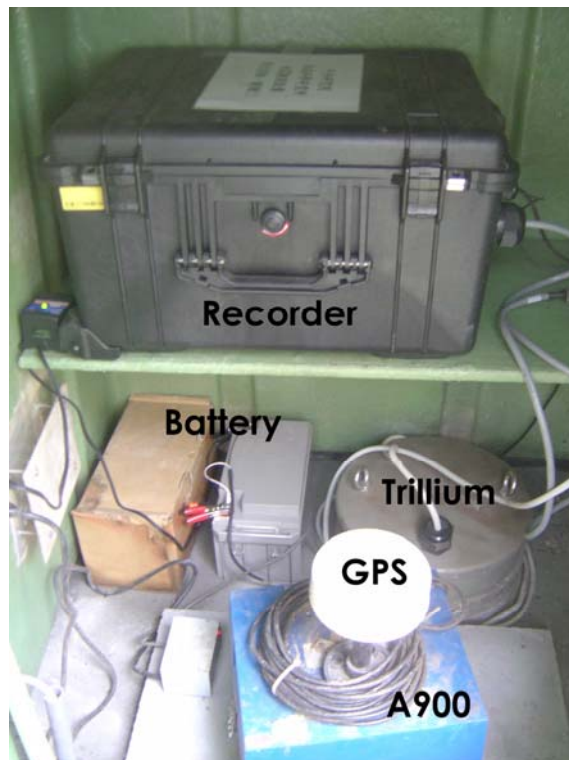
台東縣海端鄉向陽派出所

圖二、本年度台灣山區強震網6個新建站房。



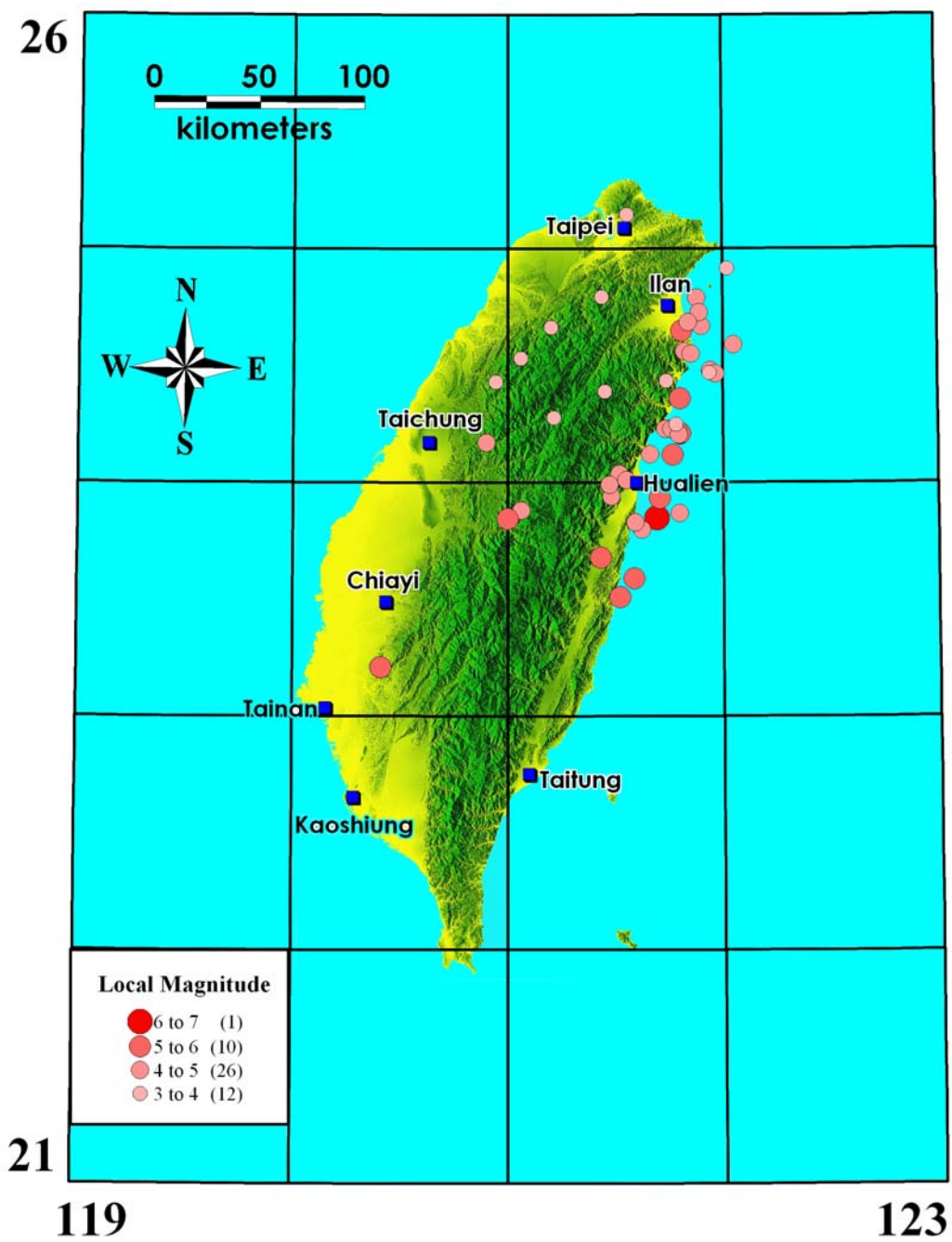


(a)



(b)

圖三、(a) MTN167(南投私立光明仁愛之家)地震站的外觀與(b)站房中儀器的擺設，其中寬頻感震器是裝置於深度約 80 公分的圓柱型桶內。

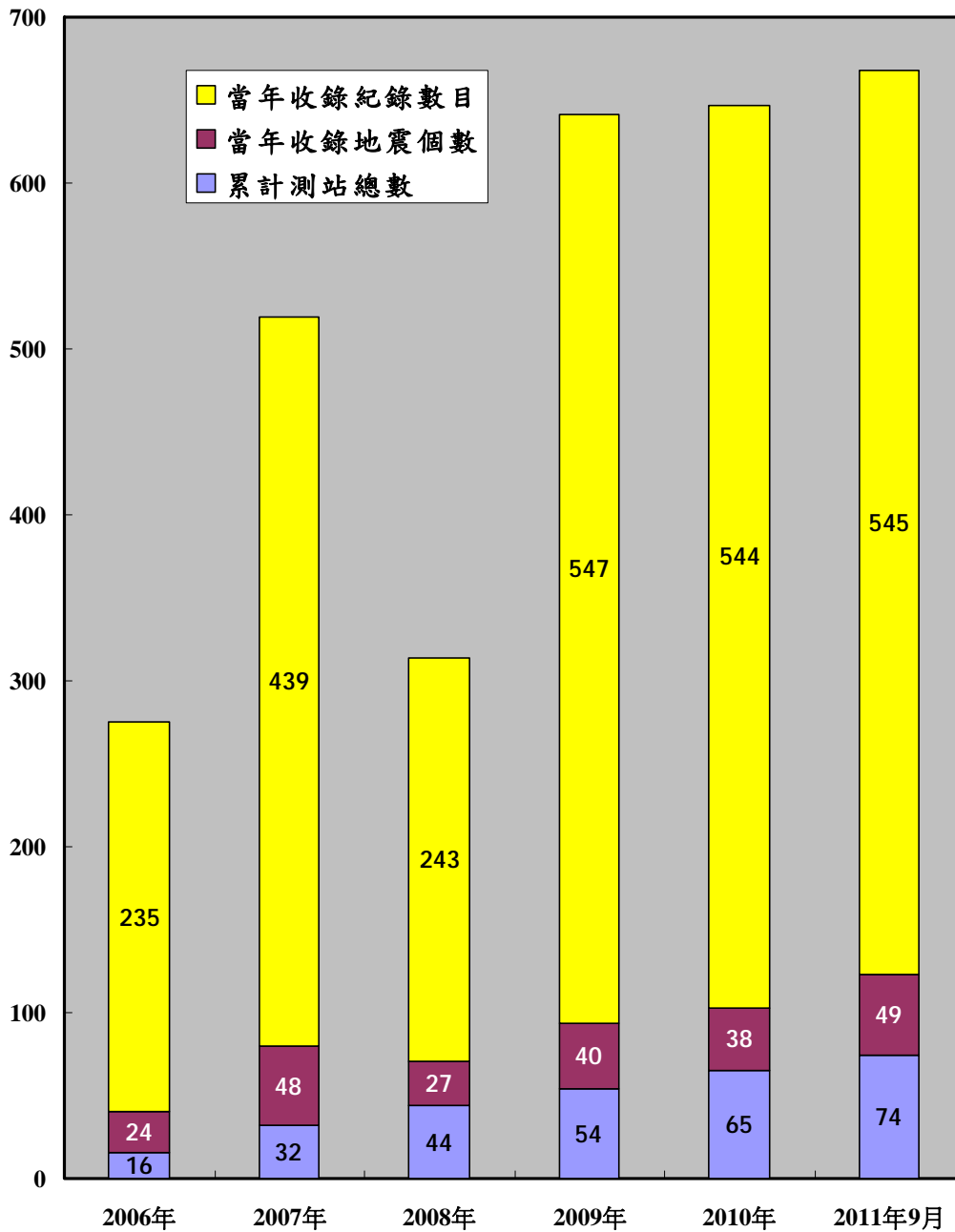


圖四、2010年10月至2011年9月台灣山區強震網收錄地震之震央分佈圖。

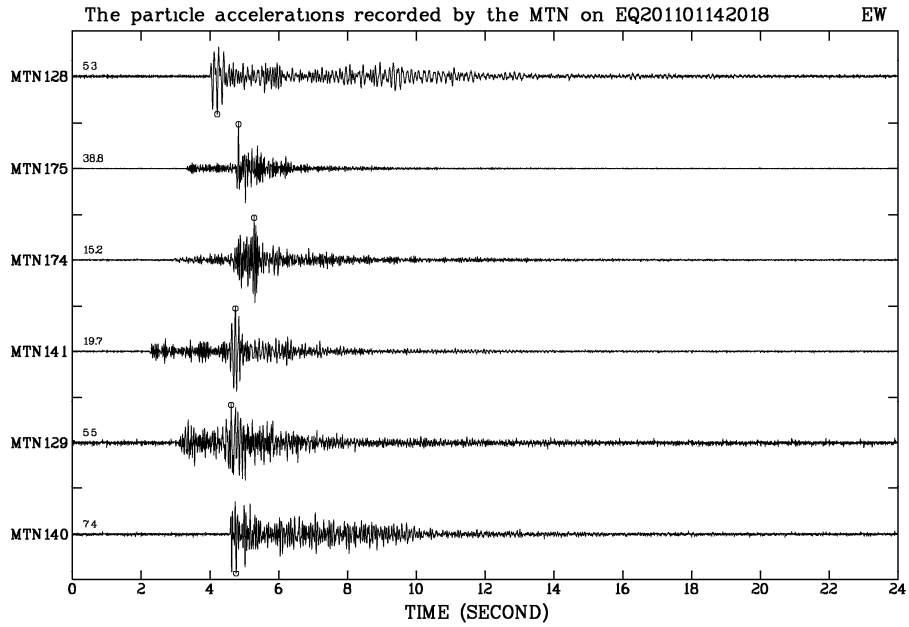


圖五、發生於 2010 年 11 月 2 日(規模 3.7)、2011 年 1 月 14 日(規模 3.3)、2011 年 1 月 25 日(規模 4.0)、2011 年 3 月 10 日(規模 3.1)、2011 年 4 月 11 日(規模 3.3)、2011 年 4 月 17 日(規模 3.5)、2011 年 4 月 27 日(規模 3.7)、2011 年 5 月 22 日(規模 3.7)、2011 年 6 月 26 日地震(規模 5.0)山區地震的震央分佈(粉紅色星號)，餘符號同圖一(a)。

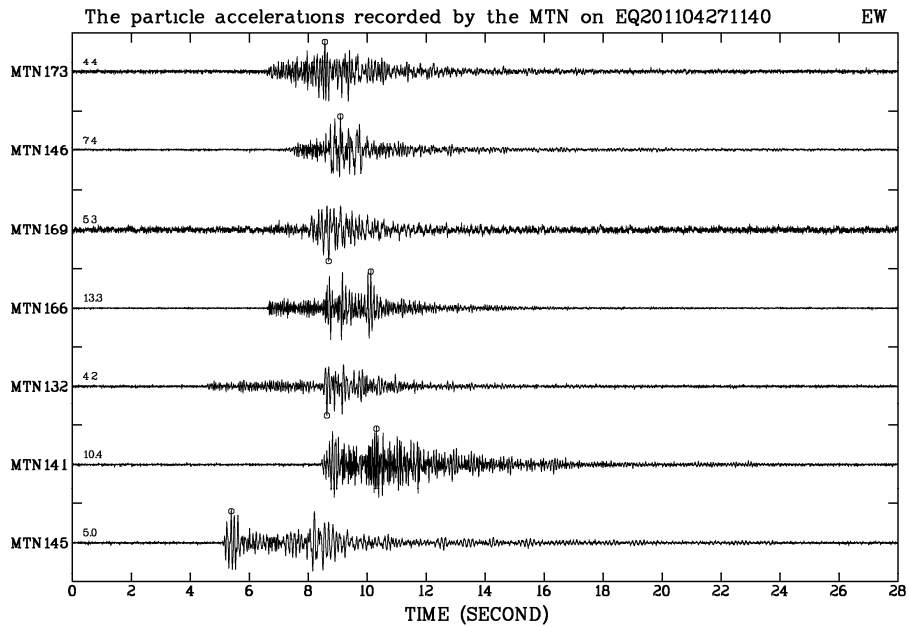




圖六、山區強震觀測網自 2006 年至 2011 年累積的地震站數目、每年所收錄地震個數與三分量加速度紀錄數目。



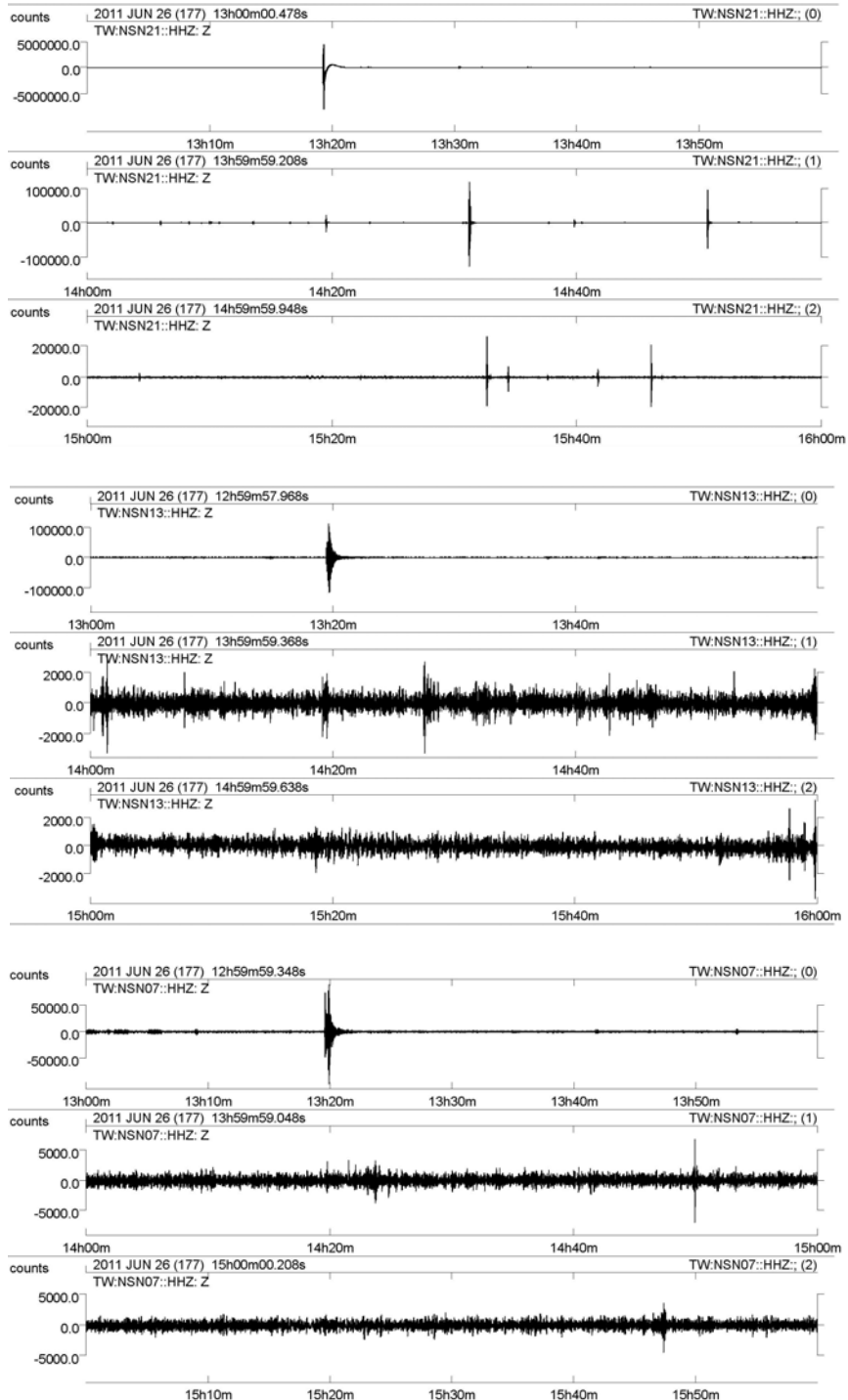
(a)



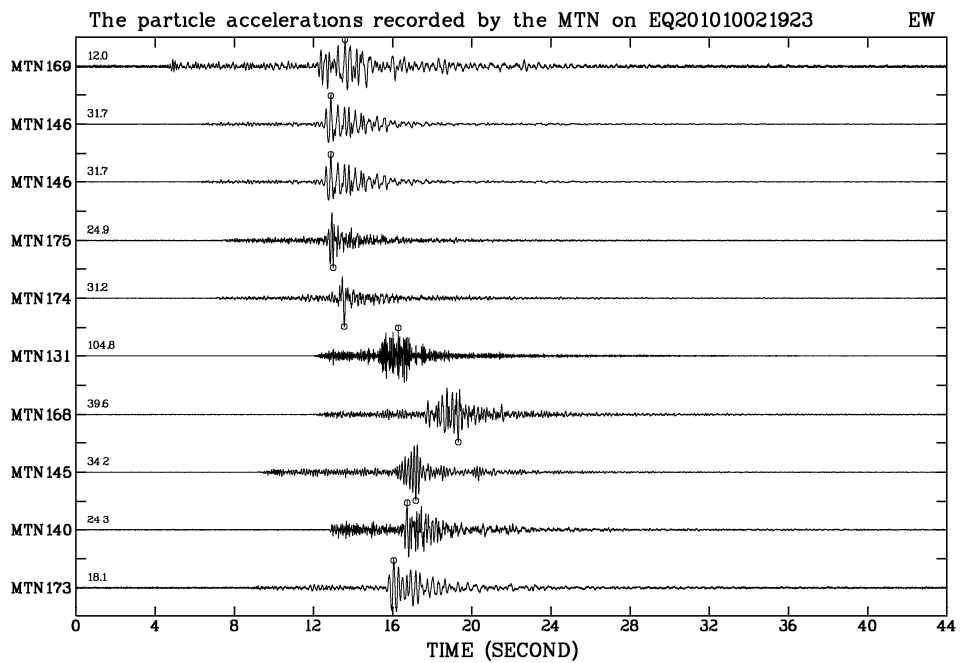
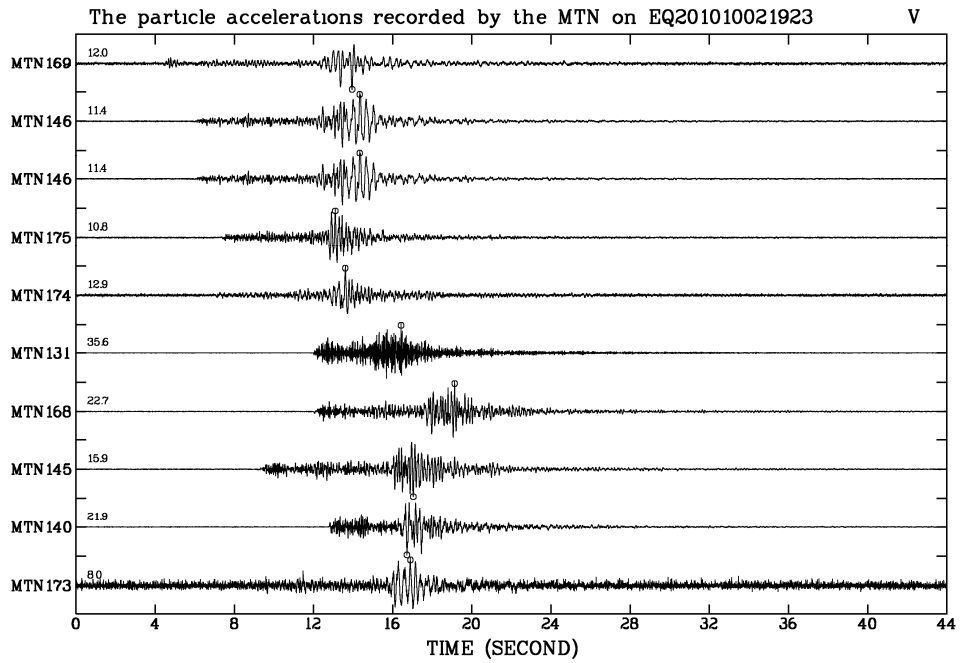
(b)

圖七、圖五中發生於(a)2011年1月14日(規模3.3)與(b)2011年4月27日(規模4.7)的山區小地震在震央附近強震站的所收錄的東西向加速度紀錄。

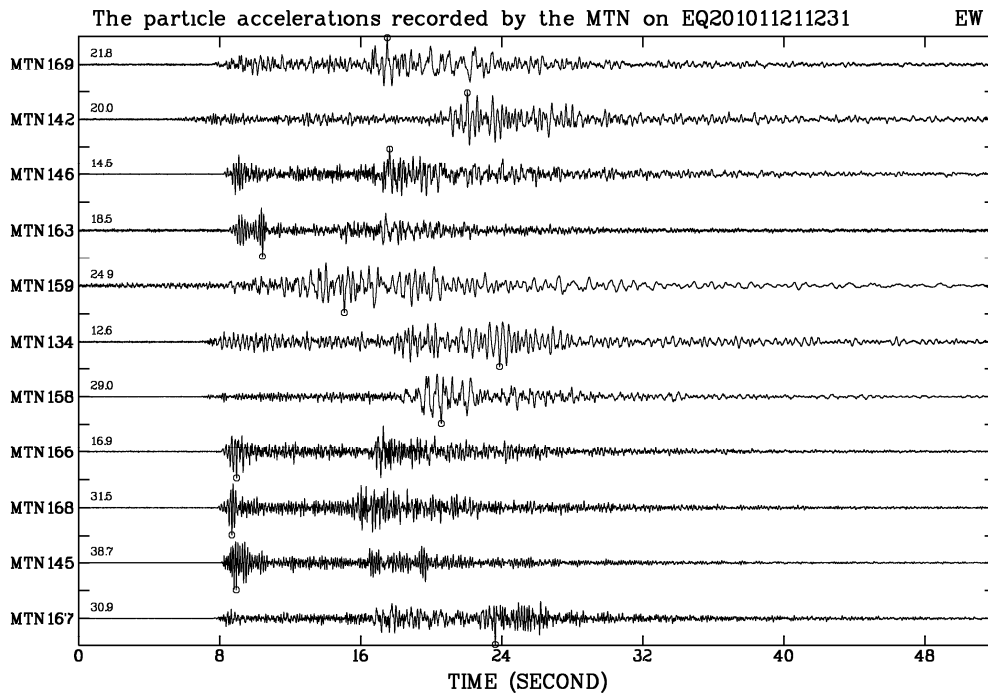
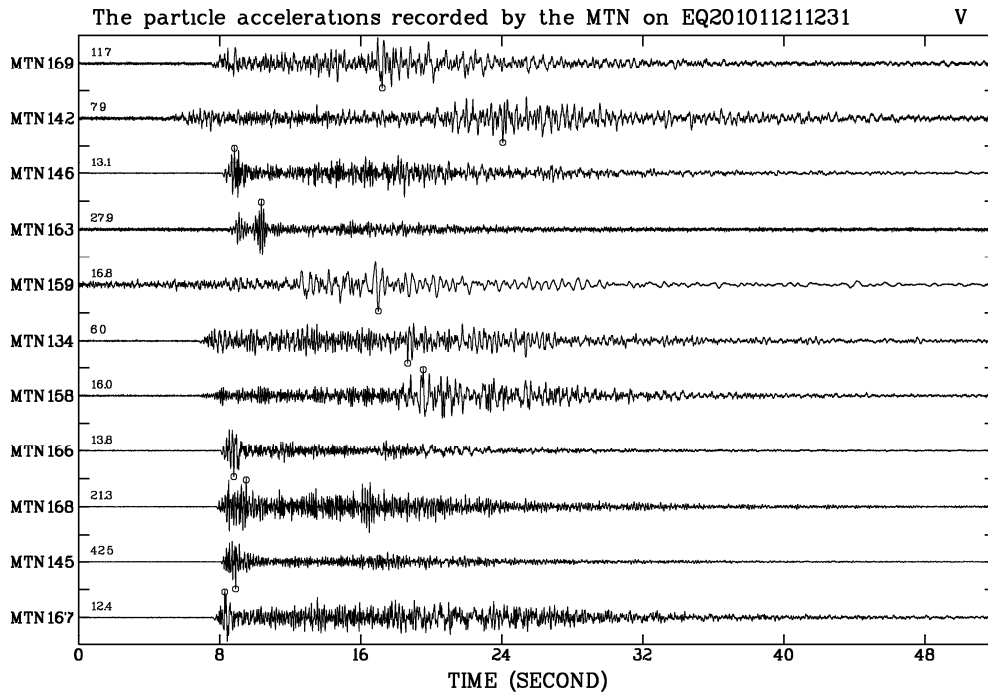
### MTN167(南投私立光明仁愛之家)



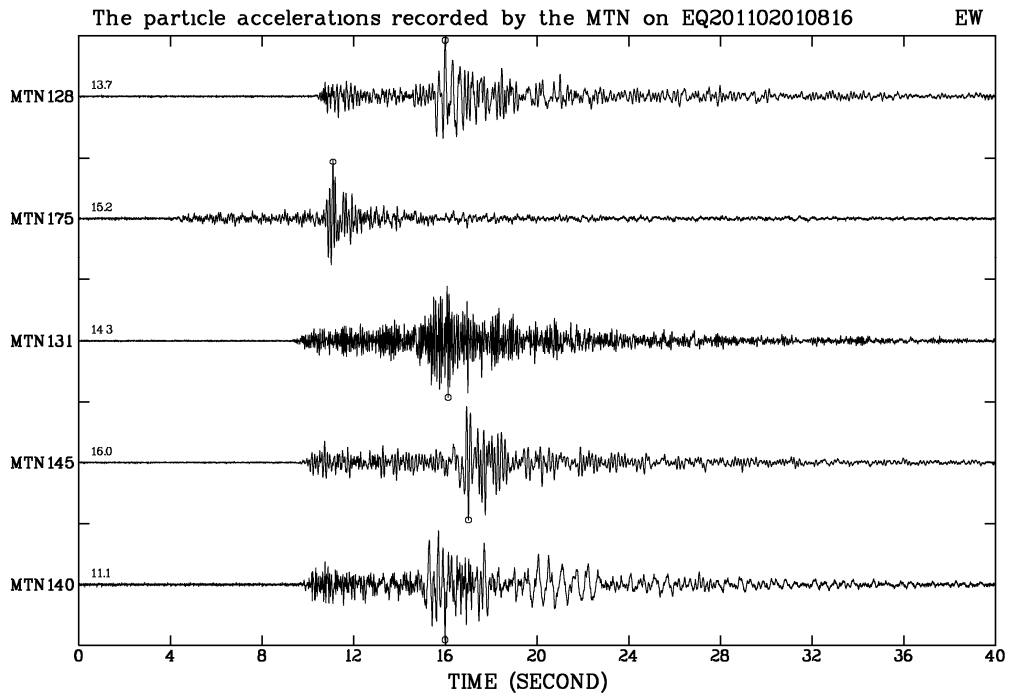
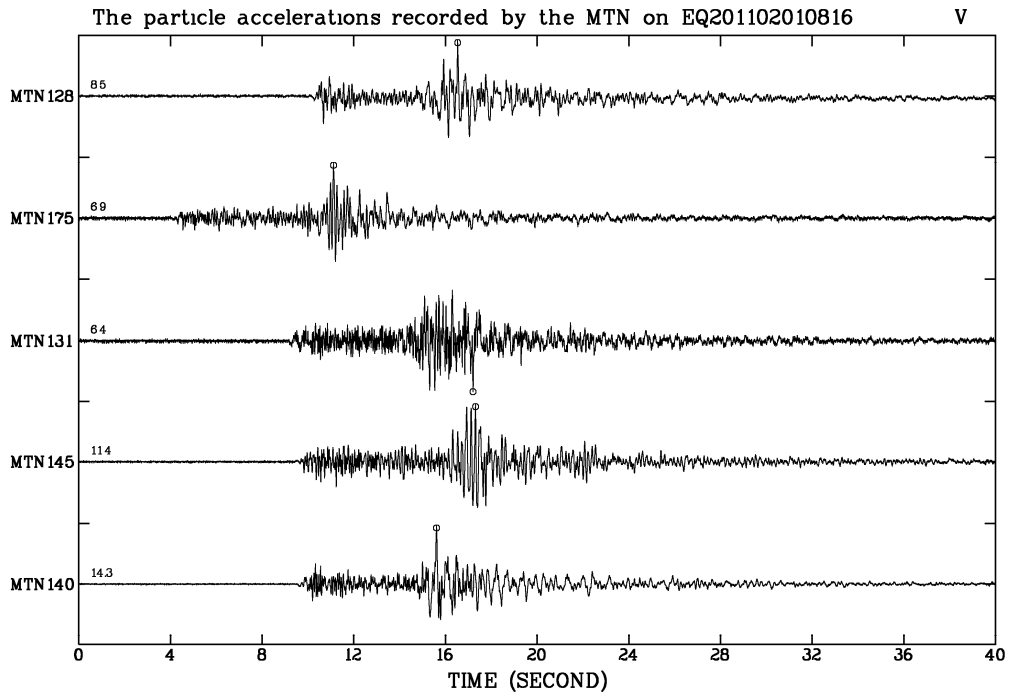
圖八、2011年6月26日南投地震，3個山區寬頻站在13時至16時所收錄的垂直向速度連續紀錄。



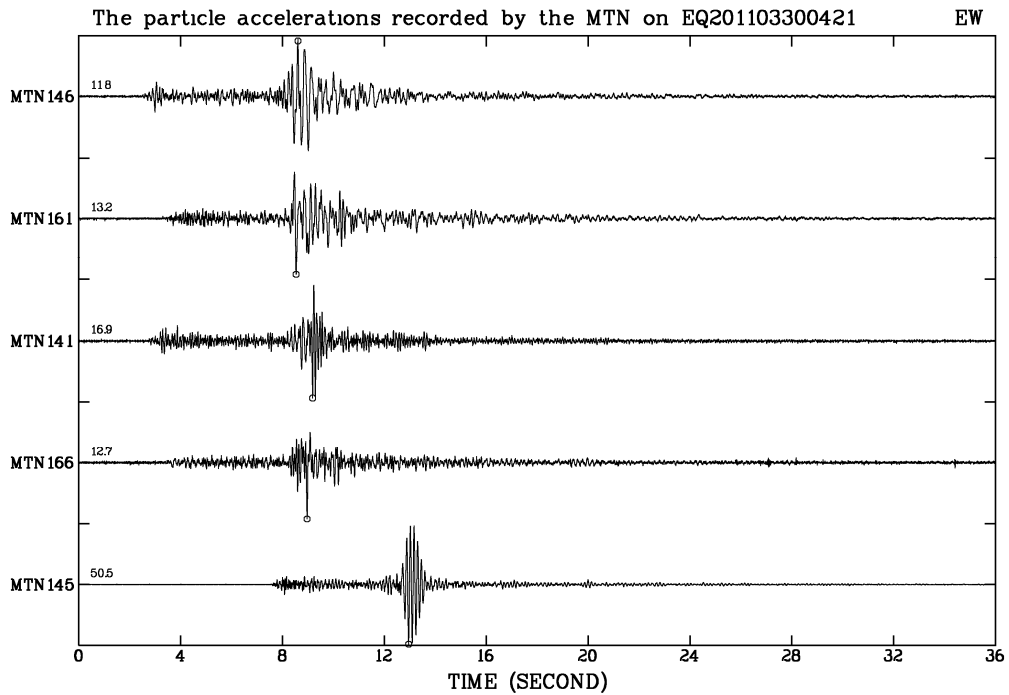
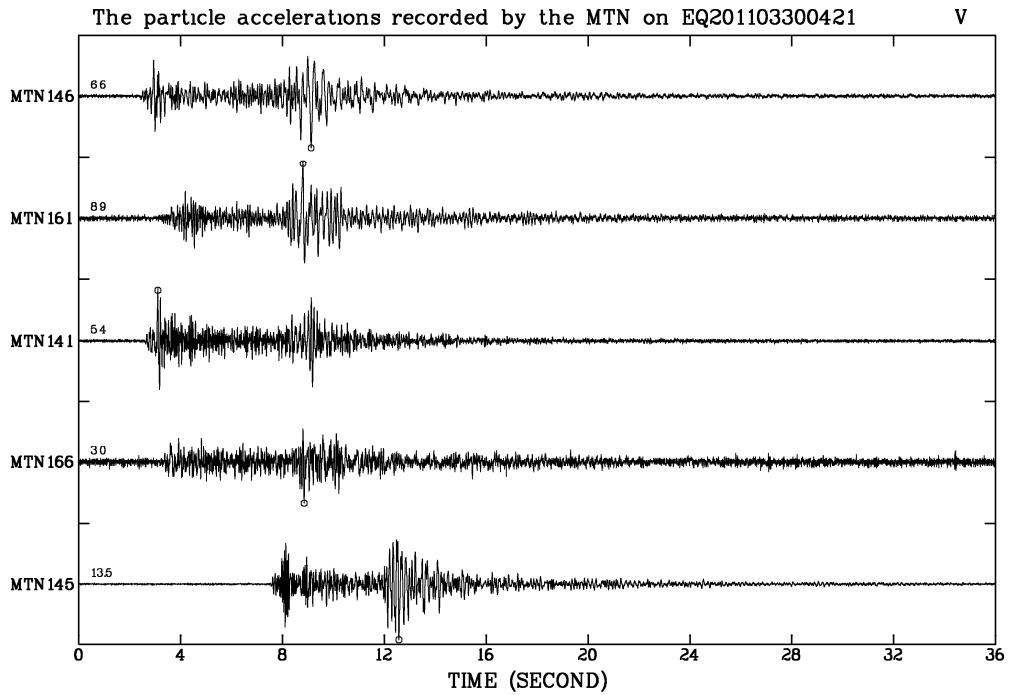
圖九、2010年10月2日南澳地震( $M_L=5.1$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。



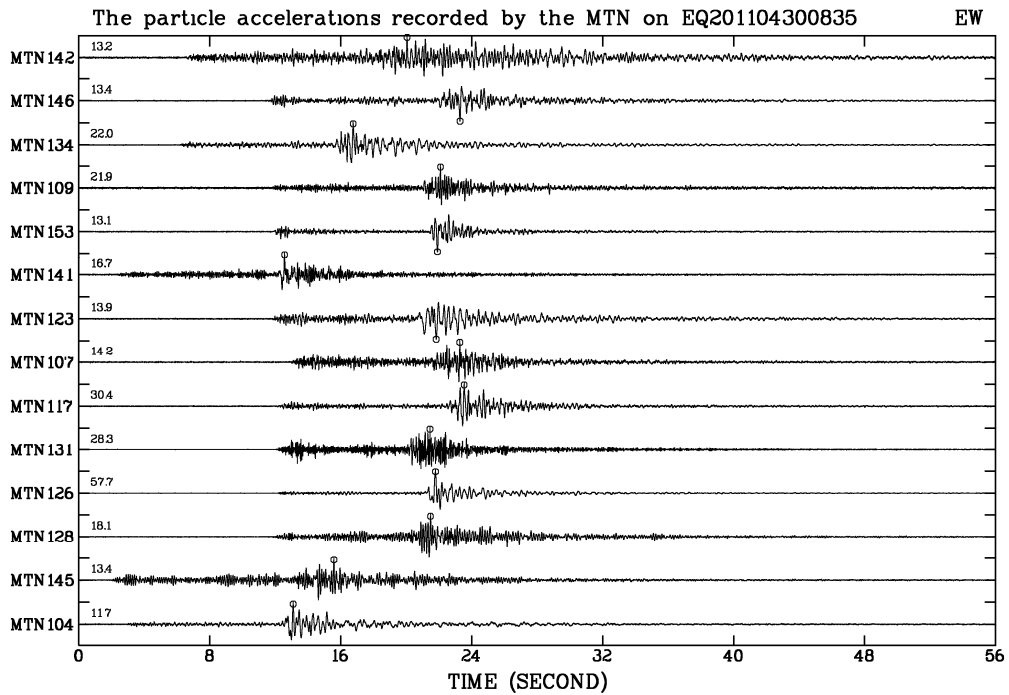
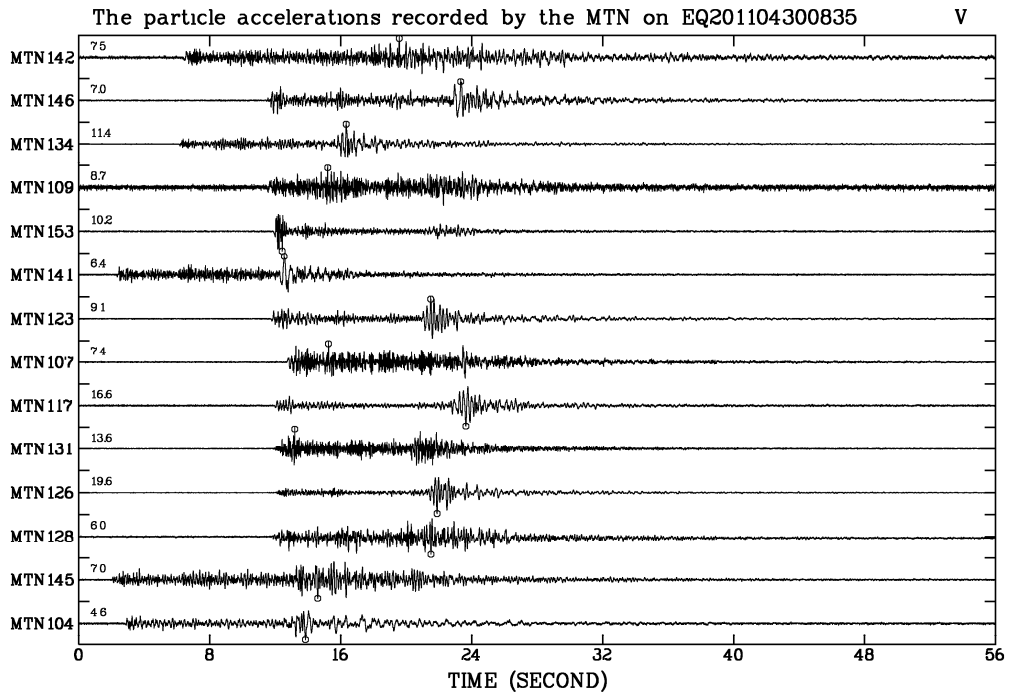
圖十、2010年12月21日花蓮地震( $M_L=6.1$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。



圖十一、2011年2月1日花蓮地震( $M_L=5.5$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。

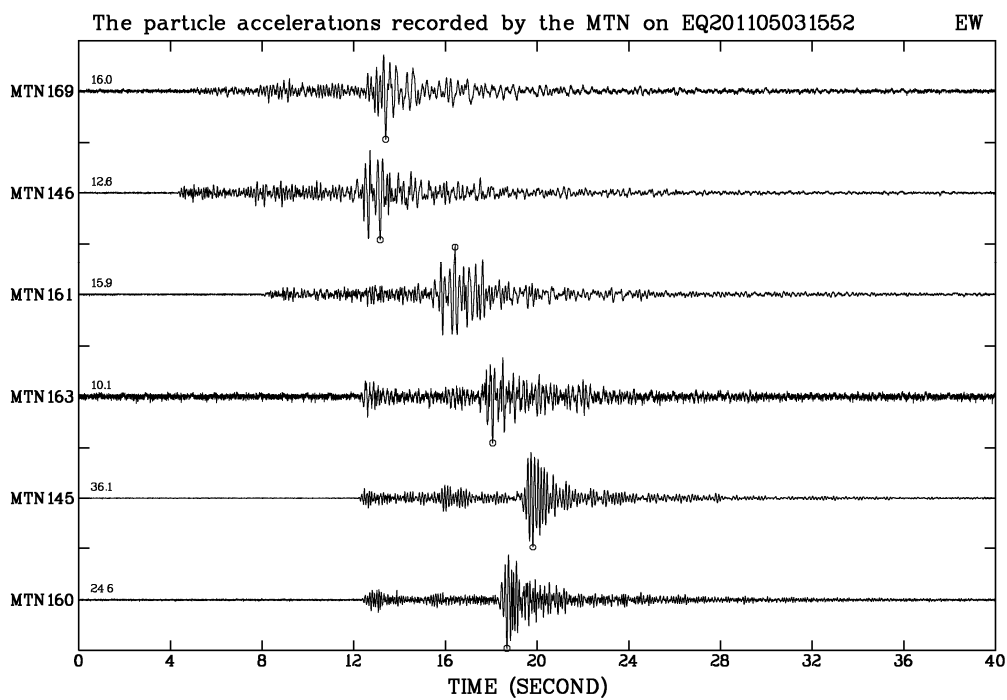
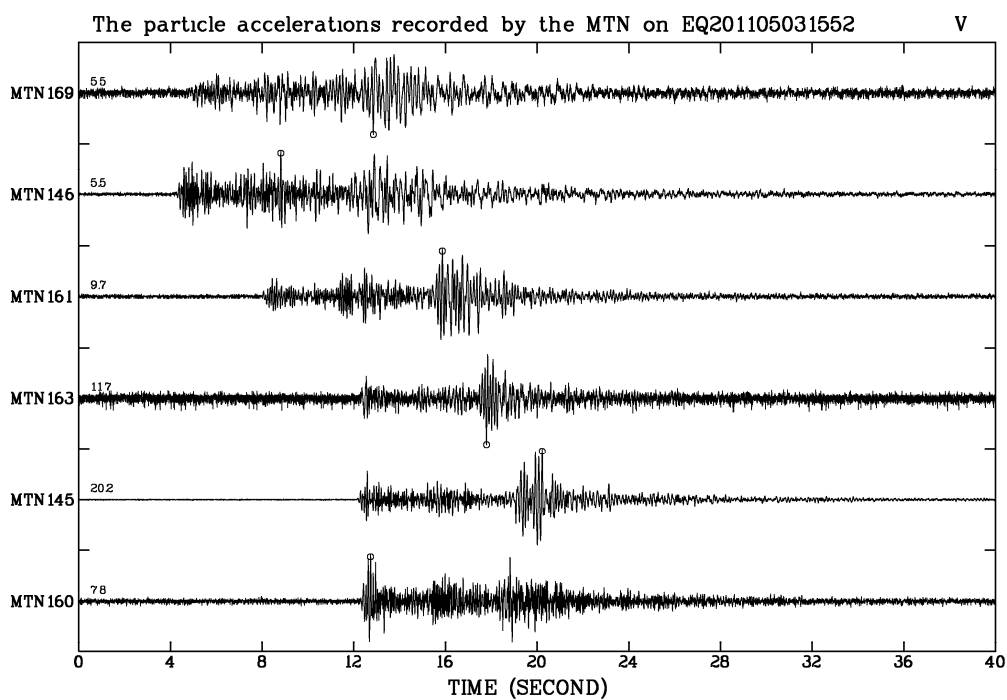


圖十二、2011年3月30日花蓮地震( $M_L=4.7$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。

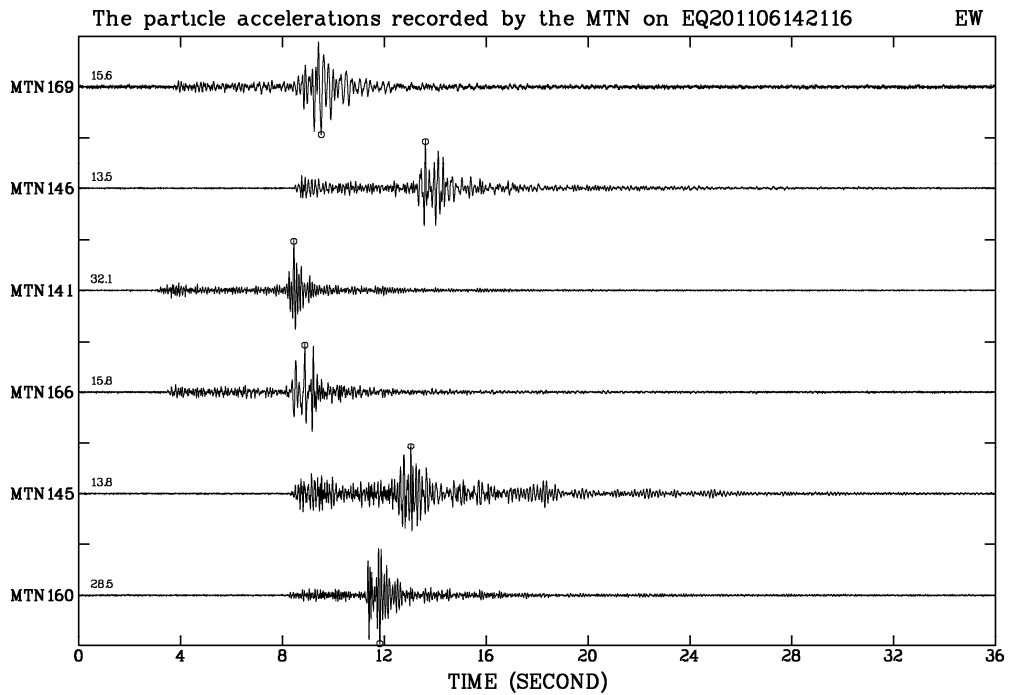
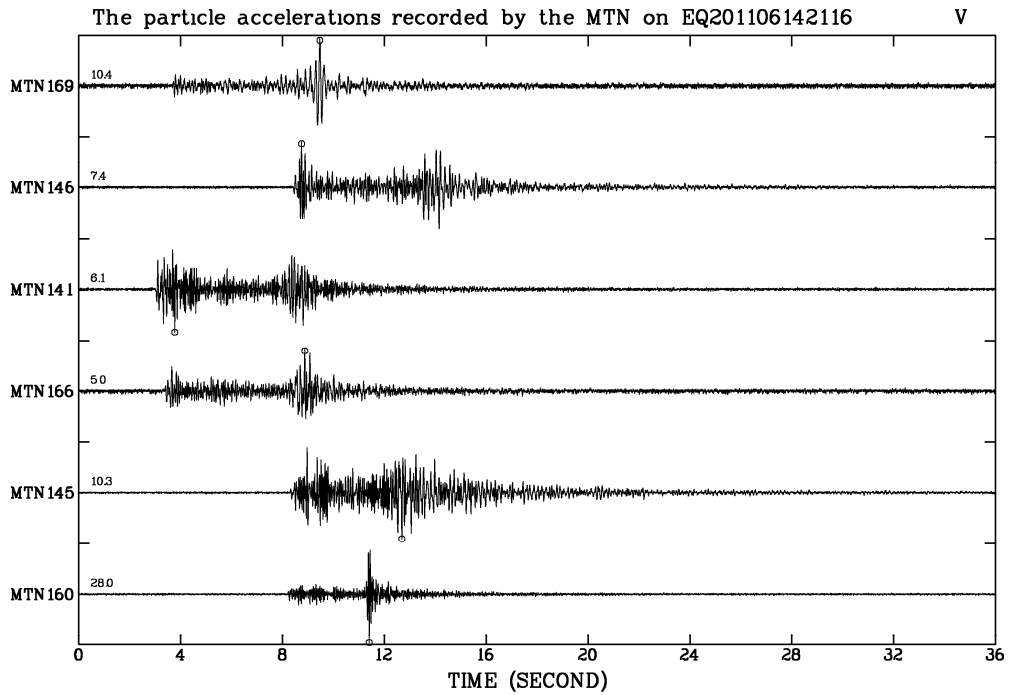


圖十三、2011年4月30日宜蘭地震( $M_L=5.8$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。

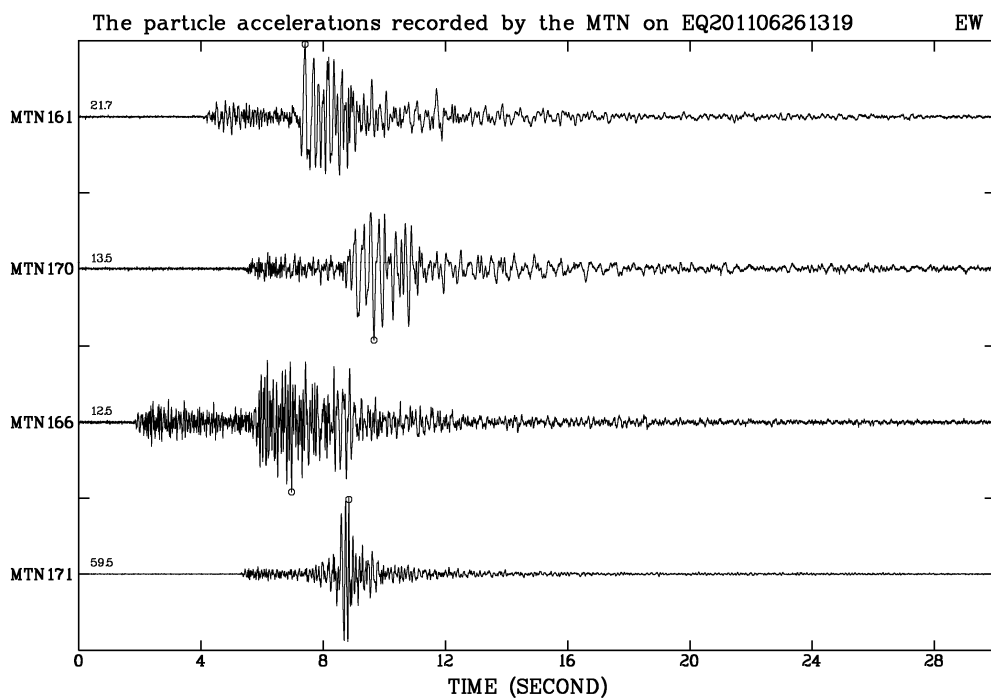
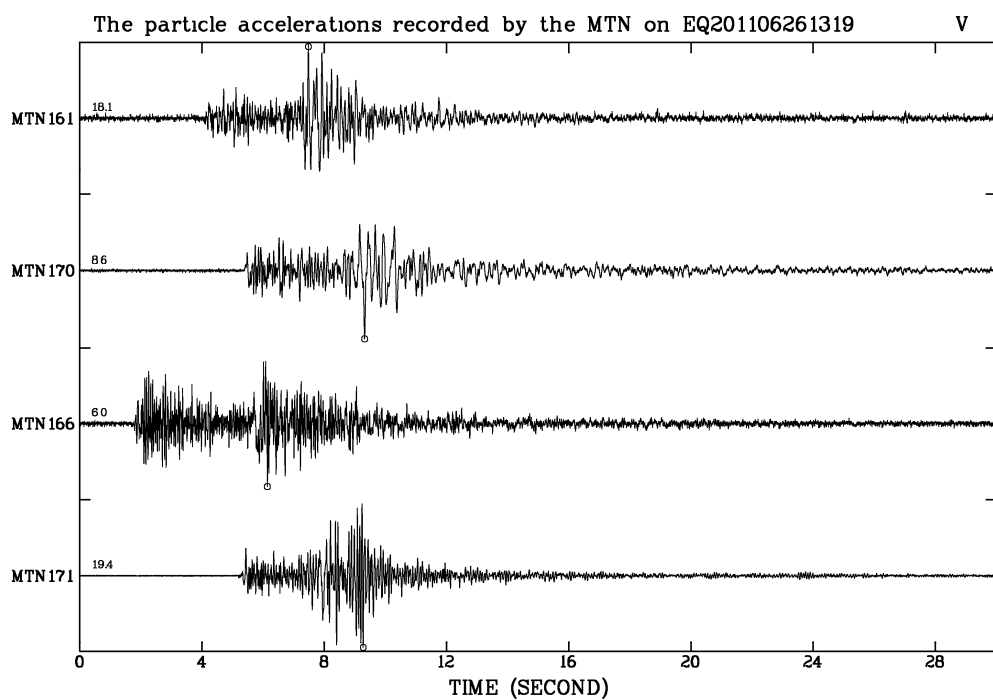




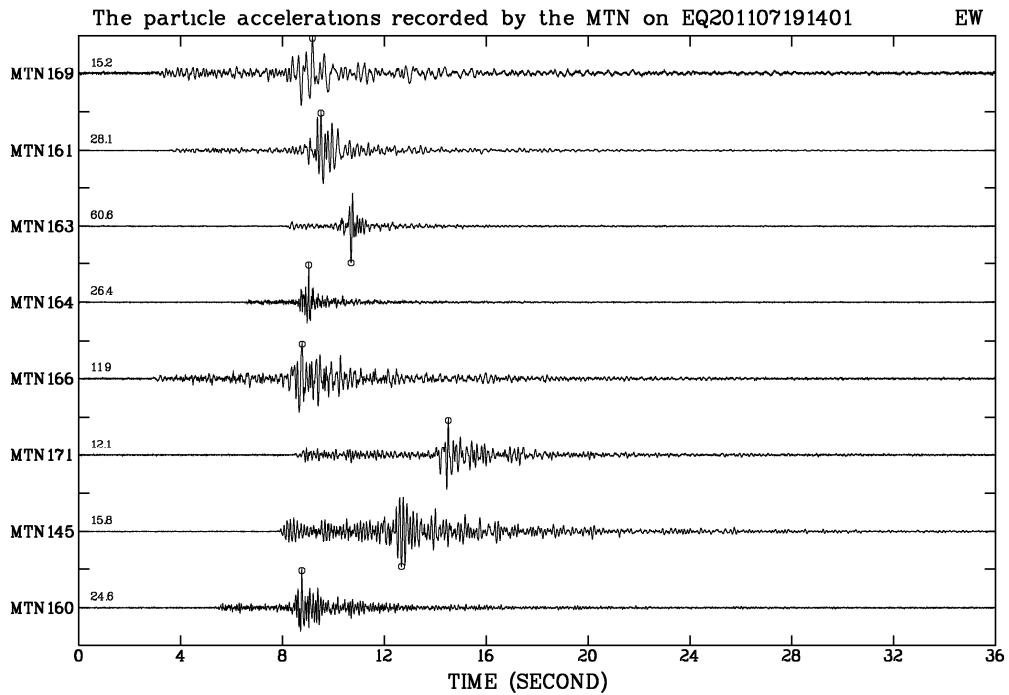
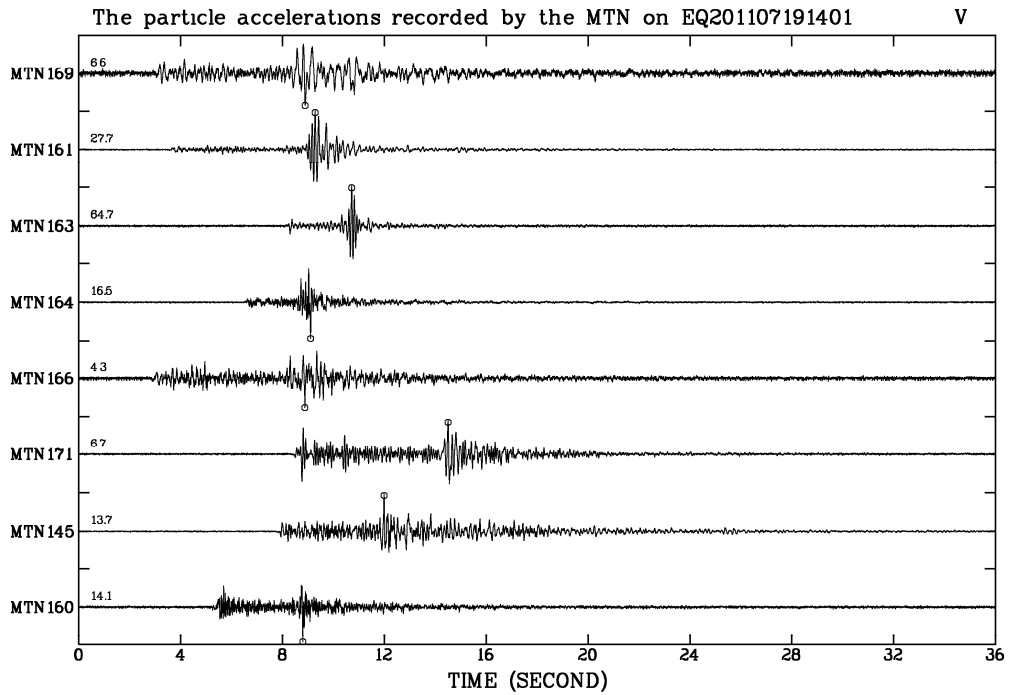
圖十四、2011年5月3日花蓮地震( $M_L=5.2$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。



圖十五、2011年6月14日花蓮地震( $M_L=4.2$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。



圖十六、2011年6月26日南投地震( $M_L=5.0$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。



圖十七、2011年7月19日花蓮地震( $M_L=4.8$ )山區強震站收錄之垂直與東西向加速度紀錄。