

# 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 103 年度自由場強震網資料收集及分析－北部地區

計畫類別：氣象 海象 地震

計畫編號：MOTC-CWB-103-E-01

執行期間：103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

計畫主持人：陳國誠

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 103 年 11 月 15 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 103 年度自由場強震網資料收集及分析－北部地區		
計畫編號	MOTC-CWB-103-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	103 年度	執行期間	103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日
本期經費 (單位：千元)	1130 千元		
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 (%)
	1130	1130	100
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	陳國誠		周政達
報告頁數	26 頁	使用語言	中文
中英文關鍵詞	強地動觀測計畫、強地動、資料收集 TSMIP, Strong Motion, Data Collection		
研究目的	<p>本計畫之目的主要協助中央氣象局，對於大台北及宜蘭地區之強地動觀測網實施定期經常性之儀器檢測及資料收集工作，並於大地震發生後能在最短時間內，前往責任區之各測震站蒐集地震記錄。本計畫之責任區包括台北、基隆及宜蘭地區，另外兩處位於外島的彭佳嶼和龜山島，總共有210個強震儀觀測站。在大台北地區共設有135部自由場強震儀，宜蘭地區則有75部自由場強震儀。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。經常性之儀器檢測及地震資料的收集，以定期每四個月實施一次。除例行性工作之外，如遇有大地震發生時，將迅速前往責任區之各觀測站，完成地震資料收集及儀器檢測，以提供研究所需之強地動資料及確保儀器正常運轉。</p>		
研究成果	<p>本年度儀器檢測時，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：A900、A900A、CV-574、CV-575、ENTA、Smart24 和 Titan 等七種不同種類的儀器共計 219 部，其中以 Titan 的儀器數量共有 65 部佔最多(表二)，其次為 Smart24 的儀器數量共有 47 部，CV-574 和</p>		

	<p>CV-575 的儀器數量共有 43 部，ENTA 的儀器數量共有 32 部，A900 型(A900 和 A900 A)的儀器數量共有 32 部，唯一一部 Reftek 的儀器在第二期已經拆除不再使用。第一、二、三期的報修率分別為 12.5%、8.1% 和 7.8%(表二)，第一期例行儀器檢測期間發現 Titan 儀器報修量較多，主要原因是第一代 Titan 儀器內部之 Sandisk 8G CF 記憶卡故障，導致儀器停機而無法啟動。目前廠商已將損壞的 8G CF 記憶卡更換為 Delakin 8G CF 記憶卡，並更新韌體由 1.0.3 版改為 1.3.6 版，其中加入韌體內的新程式，可以改善儀器停機而無法啟動的問題。當 8G CF 卡壞掉時，可由 64G SD 虛擬一個類似 8G CF 卡記憶區提供儀器使用，以維持儀器正常工作。</p> <p>本計畫之責任區內今年度換裝 10 部第二代 Titan 儀器，其中台北地區有 9 部新型儀器測站，宜蘭地區則有 1 部新型儀器測站。對於第二代 Titan 強震儀是否已改善假觸發啟動(false trigger)，和重複記錄所造成數量非常龐大雜訊的問題，本計畫持續追蹤觀察，結果由第二、三期 Titan 儀器報修量變少的狀況，顯示更新韌體後儀器故障問題有明顯的改善。</p> <p>本年度第一期平均每部儀器所蒐集的地震記錄個數，以 Smart24 儀器平均每部儀器蒐集 5.0 個地震記錄最多，CV-574 儀器平均蒐集 3.2 個地震次之，而 Titan 儀器平均蒐集 1.6 個地震最少(表三)。而第二期和第三期平均每部儀器所蒐集的地震記錄個數，也是以 Smart24 儀器平均每部儀器分別蒐集 4.6 和 1.7 個地震記錄最多。分析檔案個數和地震記錄個數比值，可以很清楚的看出假觸發啟動雜訊的問題嚴重性，表三列出第一期 Smart24 儀器每蒐集 3.9 個檔案和 A900A 儀器每蒐集 3.8 個檔案當中有一個地震記錄最為理想，而第一、二、三期 Titan 儀器分別每 332.9、532.7、1066.5 個檔案個數才有一筆地震記錄個數，也就是說 Titan 儀器幾乎都是蒐集到雜訊檔案。Titan 儀器假觸發啟動的問題，依然需進一步改善，本計畫也將加強追蹤儀器報修後的運轉狀況，以提高地震記錄品質。</p>
<p>具體落實應用情形</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.定期派員前往測站收集地震資料及進行儀器初步調校，可減少中央氣象局人力負擔，同時提高學術界與中央氣象局強震觀測計劃之參與度。</li> <li>2.收錄資料經處理建檔後，可建置完整強震資料庫，對外提供地震研究、工程建設之耐震評估參考、各級防救災單位及社會大眾使用。</li> <li>3.定期檢測站房及儀器狀況，適時調整儀器參數，可協助中央氣象局掌握各站房及儀器現況，適時派工維修及保養，保持</li> </ol>

	站房及儀器之最佳狀態，提高儀器觸發地震比率及測站效能。
檢討與建議 (變更或落後 之因應對策)	

(以下接全文報告)



# 台灣地區103年度自由場強震網資料收集及分析—北部地區

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144部自由場強震儀，宜蘭地區則有75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(2014年)的第一次檢測共蒐集690筆地震記錄資料，第二次和第三次檢測分別各蒐集635和205筆地震記錄資料。本文分析2014年2月12日零點31分發生在台北市大屯火山地區的地震，此地震規模為 $M_L 4.0$ 、震源深度6.3公里。這次地震是自從1988年以來發生在大屯火山地區的最大地震，此次地震距離震央約4.9公里的測站(TAP056)之垂直向、東西向和南北向最大強地動加速度值(PGA)分別為100.7、93.4和66.6  $\text{cm/sec}^2$ 。最大強地動加速度值隨著震央距離的增加而快速的減小，顯示大屯火山地區的高衰減特性。垂直向與水平向的最大強地動加速度值比值隨著震央距離的增加而快速的減小，針對震央附近結構物的抗震設計，其垂直向最大強地動加速度值必須要列入考慮。東西向的最大強地動加速度值比南北向的最大強地動加速度值大，可能與此次地震的震源機制有關。

關鍵詞：台北、宜蘭、儀器檢測、地震資料收集、大屯火山地區

## 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 144 free-field strong motion stations in the Taipei area and 75 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 690, 635, and 205 waveforms were recorded and collected in the three field works, respectively, during this year. An earthquake with magnitude  $M_L 4.0$  and focal depth of 6.3 km occurred in the Tatun Volcano Group area at 16:31, 11 March 2014. This was the largest earthquake in the TVG area since 1988. The largest peak ground acceleration (PGA) values of 100.7, 93.4, and 66.6  $\text{cm/sec}^2$  in the vertical, EW, and NS directions, respectively, were recorded at station TAP056, about 4.9 km to the

northwest of the epicenter. The PGA decays fast with distance, indicating high attenuation in the Tatun volcanic area. The PGA ratio of vertical to horizontal ground motions decreases with increasing epicenter distance. The vertical motions in earthquake resistant design for civil structures in the near-source areas should be taken into consideration in the seismically active areas. The PGA values in the EW component are larger than those in the NS component. This might be associated with the focal mechanism of the earthquake.

Keywords: Taipei, Ilan, instrument examination, earthquake data collection, Tatun Volcano Group

## 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219部自由場強震儀，大台北地區設有144部強震觀測站（圖一），而宜蘭地區則設有75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A900、A900A、CV-574、CV-575、ENTA、Smart24、Reftek和Titan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103年2月、103年6月及103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。

本年度三次例行檢測共蒐集151623筆檔案資料，其中的1530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。今年蒐集到的雜訊數量和容量都比過去幾年顯著的減少，主要原因是Titan新型儀器的假觸發啟動(false trigger)和重複記錄已經大幅

改善。第一次例行檢測共蒐集 690 筆地震記錄，第二次例行檢測共蒐集 635 筆地震記錄，第三次例行檢測共蒐集 205 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

大台北地區和宜蘭地區總共有 65 部 Titan 新型儀器，47 部 Smart24 儀器，32 部 Enta 儀器，43 部 CV574&575 儀器，25 部 A900A 儀器和 7 部 A900 儀器。新型強震儀器 Titan 設計精小，資料儲存容量大，可以外接記憶卡(64Gb SD card)，可以設定濾波器範圍，也可以設定觸發啟動參數等多項功能，該儀器可同時連續記錄和觸發啟動記錄地震，資料記錄除了赴現場蒐集之外，也可以經由網路連線傳輸下載，資料記錄格式為 miniseed。本年度第一次例行檢測共蒐集 48797 筆檔案，其中有 690 筆判定為地震記錄，第二次例行檢測共蒐集 74822 筆檔案，其中有 635 筆判定為地震記錄，第三次例行檢測共蒐集 28004 筆檔案，其中只有 205 筆判定為地震記錄，其餘檔案資料絕大多數是 Titan 儀器的假觸發啟動(false trigger)所造成。

新型強震儀器(Titan)的地震記錄長度設定為 180 秒，地震啟動前有 60 秒記錄，可以很完整的記錄地震波動，圖三顯示 Titan 強震儀器在馬賽國小(ILA032)所蒐集的地震資料和其功率頻譜密度分析，地震資料的功率頻譜密度主要分布集中於頻率小於 20 Hz 範圍。雖然大多數裝設新型強震儀器(Titan)的測站，都可以蒐集到很完整的地震記錄，然而，對於比較吵雜的測站，假觸發啟動(false trigger)記錄非常龐大，而且地震記錄混雜在雜訊中，更增加判別是否是地震的困難度。圖四顯示 Titan 強震儀器在三星國小(ILA022)所蒐集的雜訊和其功率頻譜密度分析，雜訊的功率頻譜密度主要集中分布於頻率 30 至 90 Hz 範圍。

根據中央氣象局所發佈的地震資料，2014 年 1 月至 10 月台灣地區共發生 17 次規模 5.0 以上的地震，其中只有 1 次規模 6.0 以上的地震，此最大的地震(規模  $M_L$ 6.0)於 2014 年 1 月 9 日發生在台灣東部外海，震源深度為 72.6 公里。另外有 16 次地震規模大於 5.0 小於 6.0 的地震，而台灣北部地區則以 2014 年 2 月 12 日發生在台北市大屯火山地區的地震(規模  $M_L$ 4.0)最為顯著 (Chen et al., 2014)。

本文對 2014 年 2 月 12 日零點 31 分發生在台北市大屯火山地區的地震，在台北地區所蒐集的強地動記錄做進一步分析。此地震規模為  $M_L$ 4.0、震央位於東經 121.57 度、北緯 25.13 度，而震源深度為 6.3 公里。這次地震是自從 1988 年以來發生在大屯火山地區的最大地震，大多數陽明山地區和台北盆地的觀測站都蒐集到高品質的地震記錄。圖五 a 和圖五 b 顯示震央附近堅硬岩石測站所蒐集的強地動資料，圖五 c 和圖五 d 則顯示台北盆地及基隆地區鬆軟地層所蒐集的強地動資料，由圖五可以很明顯的看出高頻震波在鬆軟地層很快的衰減。此次地震之最大強地動加速度值(PGA)位於距離震央約 4.9 公里的測站(TAP056)，其垂直向、東西向和南北向之最大強地動加速度值(PGA)分別為 100.7、93.4 和 66.6  $\text{cm}/\text{sec}^2$ 。

圖六顯示 2014 年 2 月 12 日零點 31 分發生在台北市大屯火山地區的地震震

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。圖六中的小正方形由西至東分別表示核一廠、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，很明顯的東西分量和南北分量的最大強地動加速度等值線分布比垂直分量的最大強地動加速度等值線分布寬廣，顯示水平分量的最大強地動加速度值大於垂直分量的最大強地動加速度值，而且垂直分量的最大強地動加速度值比水平分量衰減得快。

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(圖七)，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下限以下。很明顯的最大強地動加速度值隨著震央距離的增加而快速的減小，顯示大屯火山地區的高衰減特性。

圖八顯示東西向和南北向的最大強地動加速度值的比值分布，除了最西南側的兩個測站(TAP041和TAP042)之外，絕大多數測站的比值都大於1，表示東西向的最大強地動加速度值比南北向的最大強地動加速度值大，可能與此次地震的震源機制有關。圖九顯示垂直向與水平向的最大強地動加速度值比值分布，很明顯絕大多數測站的比值都小於1，表示垂直向的最大強地動加速度值比水平向的最大強地動加速度值小，而靠近震央附近測站的比值可達到1.26，比值隨著震央距離的增加而快速的減小，因此，針對震央附近結構物的抗震設計，其垂直向最大強地動加速度值必須要列入考慮。

## 肆、檢討與建議

本年度儀器檢測時，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：A900、A900A、CV-574、CV-575、ENTA、Smart24 和 Titan 等七種不同種類的儀器共計 219 部，其中以 Titan 的儀器數量共有 65 部佔最多(表二)，其次為 Smart24 的儀器數量共有 47 部，CV-574 和 CV-575 的儀器數量共有 43 部，ENTA 的儀器數量共有 32 部，A900 型(A900 和 A900 A)的儀器數量共有 32 部，唯一 1 部 Reftek 的儀器在第二期已經拆除不再使用。第一、二、三期的報修率分別為 12.5%、8.1% 和 7.8%(表二)，第一期例行儀器檢測期間發現 Titan 儀器報修量較多，主要原因是第一代 Titan 儀器內部之 Sandisk 8G CF 記憶卡故障，導致儀器停機而無法啟動。目前廠商已將損壞的 8G CF 記憶卡更換為 Delakin 8G CF 記憶卡，並更新韌體由 1.0.3 版改為 1.3.6 版，其中加入韌體內的新程式，可以改善儀器停機而無法啟動的問題。當 8G CF 卡壞掉時，可由 64G SD 虛擬一個類似 8G CF 卡記憶區提供儀器使用，以維持儀器正常工作。

本計畫之責任區內今年度換裝 10 部第二代 Titan 儀器，其中台北地區有 9 部新型儀器測站，宜蘭地區則有 1 部新型儀器測站。對於第二代 Titan 強震儀是否已改善假觸發啟動(false trigger)，和重複記錄所造成數量非常龐大雜訊的問題，本計畫持續追蹤觀察，結果由第二、三期 Titan 儀器報修量變少的狀況，

顯示更新韌體後儀器故障問題有明顯的改善。

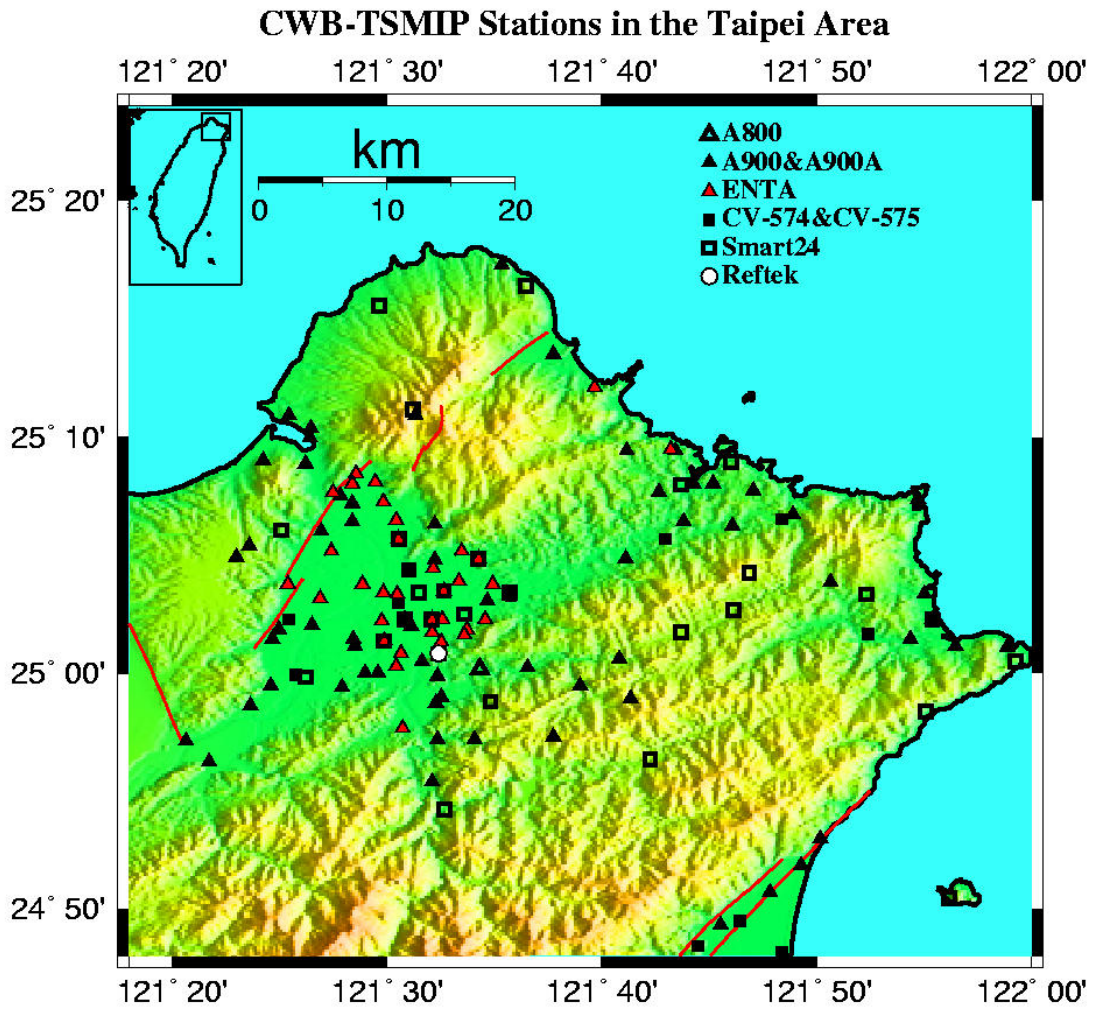
本年度第一期平均每部儀器所蒐集的地震記錄個數，以 Smart24 儀器平均每部儀器蒐集 5.0 個地震記錄最多，CV-574 儀器平均蒐集 3.2 個地震次之，而 Titan 儀器平均蒐集 1.6 個地震最少(表三)。而第二期和第三期平均每部儀器所蒐集的地震記錄個數，也是以 Smart24 儀器平均每部儀器分別蒐集 4.6 和 1.7 個地震記錄最多。分析檔案個數和地震記錄個數比值，可以很清楚的看出假觸發啟動雜訊的問題嚴重性，表三列出第一期 Smart24 儀器每蒐集 3.9 個檔案和 A900A 儀器每蒐集 3.8 個檔案當中有一個地震記錄最為理想，而第一、二、三期 Titan 儀器分別每 332.9、532.7、1066.5 個檔案個數才有一筆地震記錄個數，也就是說 Titan 儀器幾乎都是蒐集到雜訊檔案。Titan 儀器假觸發啟動的問題，依然需進一步改善，本計畫也將加強追蹤儀器報修後的運轉狀況，以提高地震記錄品質。

## 伍、誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費（編號 MOTC-CWB-103-E-01），地震測報中心許文偉先生鼎力協助計畫之進行，特此誌謝。

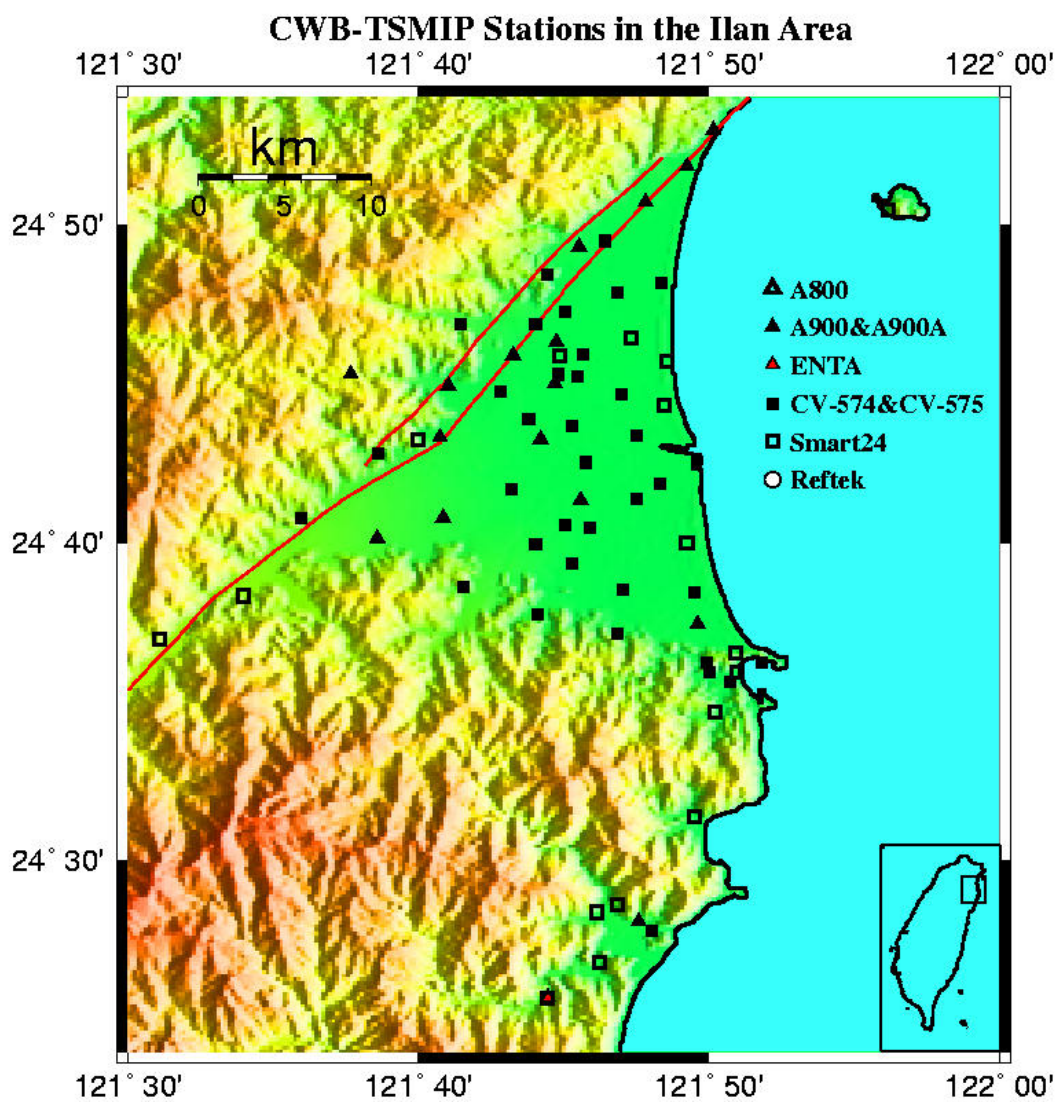
## 陸、參考資料

- Chen, K.C., J.H. Wang, K.H. Kim, and P.L. Leu, 2014: Strong Ground Motions Generated by the February 11, 2014 Tatanshan Earthquake in the Taipei Metropolitan Area, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 25(5), 709-718.
- 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.

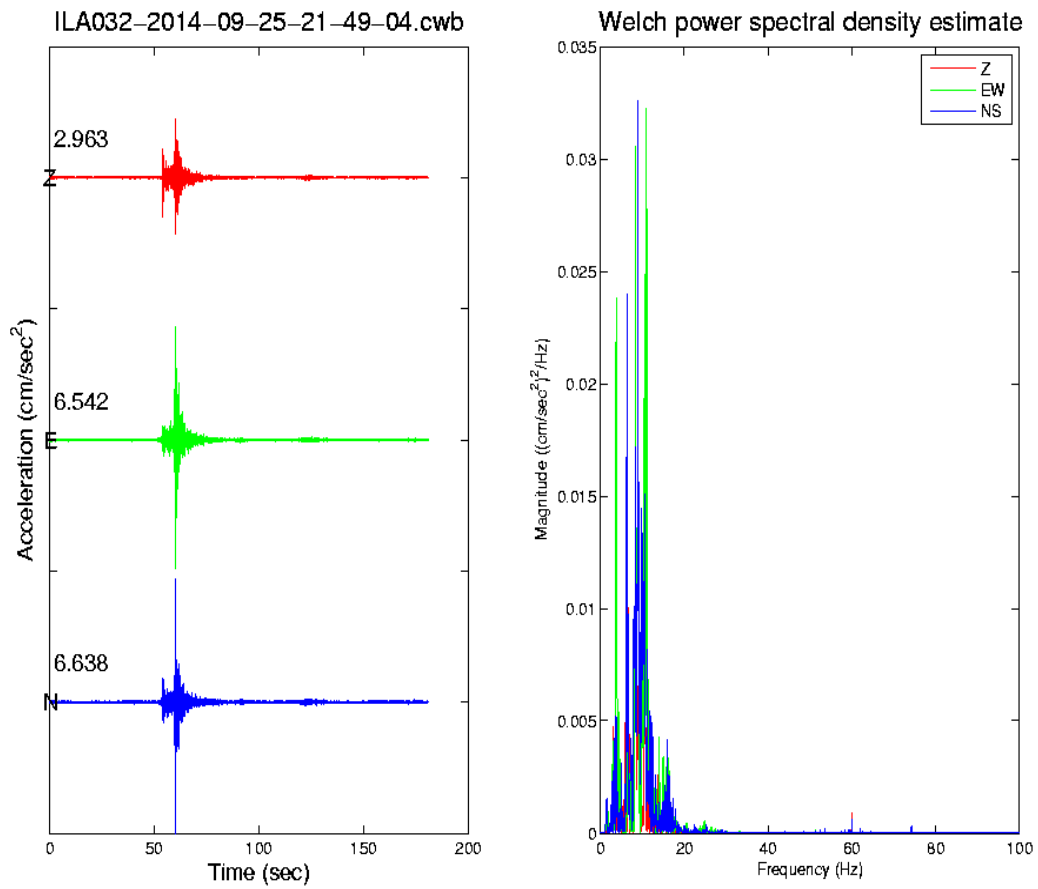


圖一、中央氣象局台北地區強地動觀測站分佈圖，各觀測站的強震儀種類以不同的符號表示。



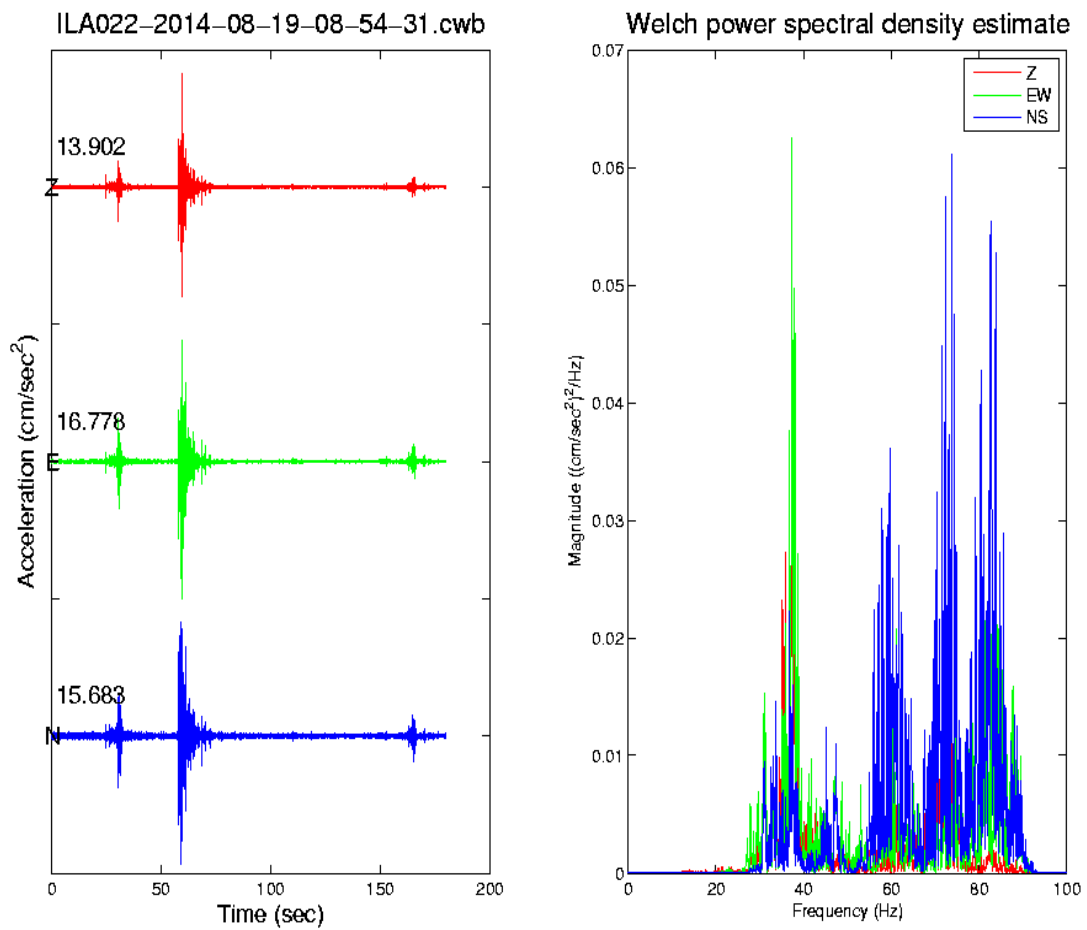


圖二、中央氣象局宜蘭地區強地動觀測站分佈圖，各觀測站的強震儀種類以不同的符號表示。

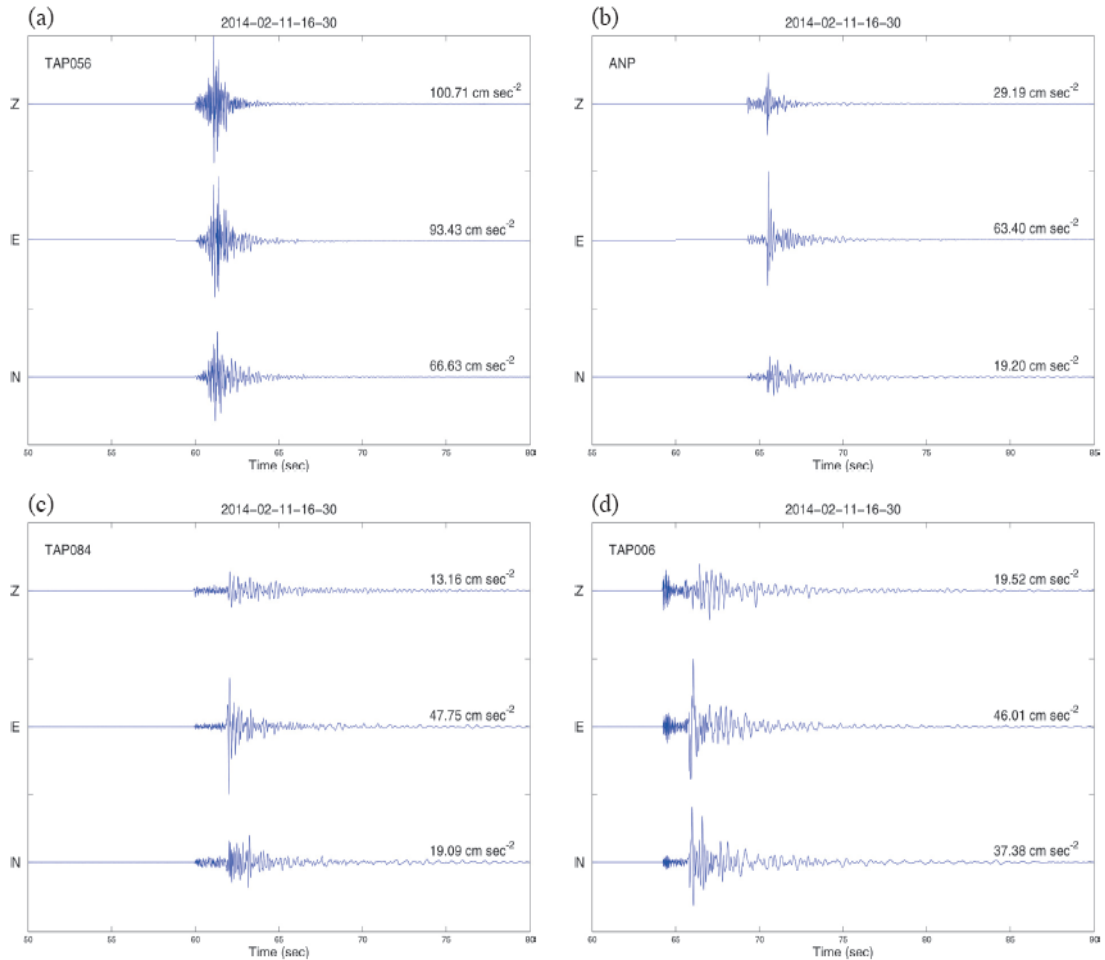


圖三、新型強震儀器(Titan)在馬賽國小(ILA032)所蒐集的地震資料和其功率頻譜密度分析。

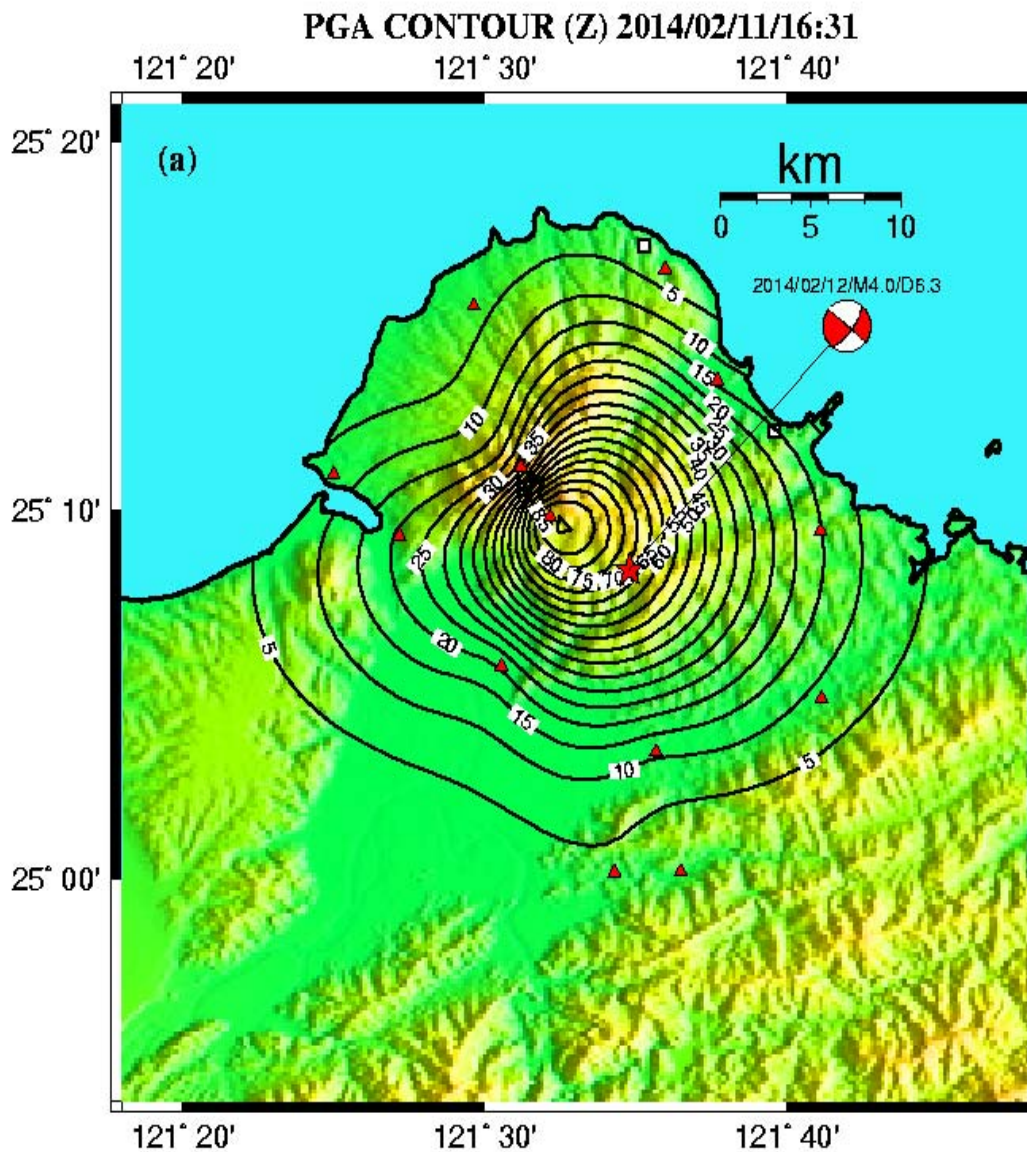




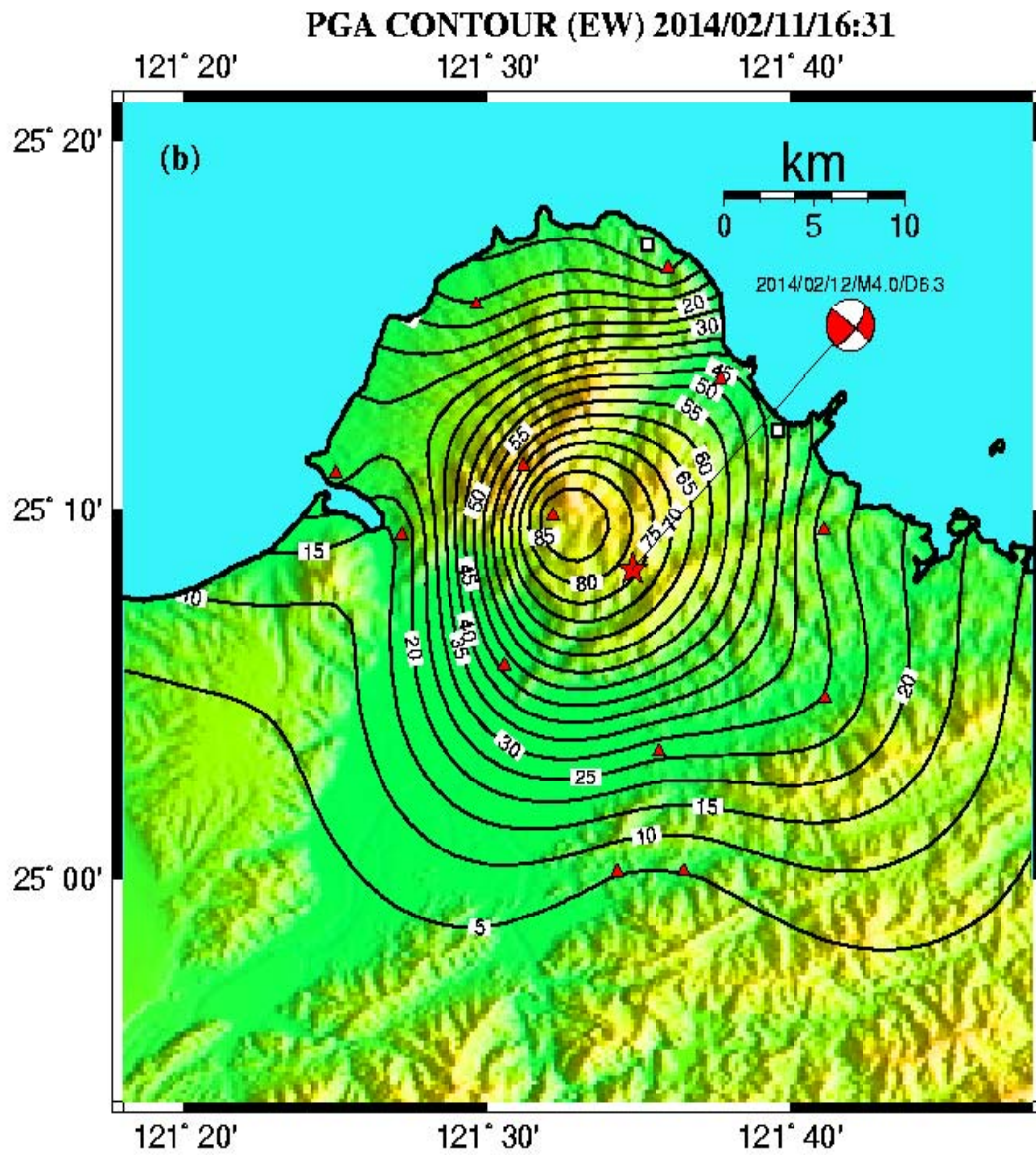
圖四、新型強震儀器(Titan)在三星國小(ILA022)所蒐集的雜訊和其功率頻譜密度分析。



圖五、2014年2月12日零點31分發生在台北市大屯火山地區的地震震央附近所蒐集的強地動資料。此次地震之最大強地動加速度值(PGA)位於距離震央約4.9公里的測站(TAP056)，其垂直向、東西向和南北向之最大強地動加速度值(PGA)分別為100.7、93.4和66.6 cm/sec<sup>2</sup>

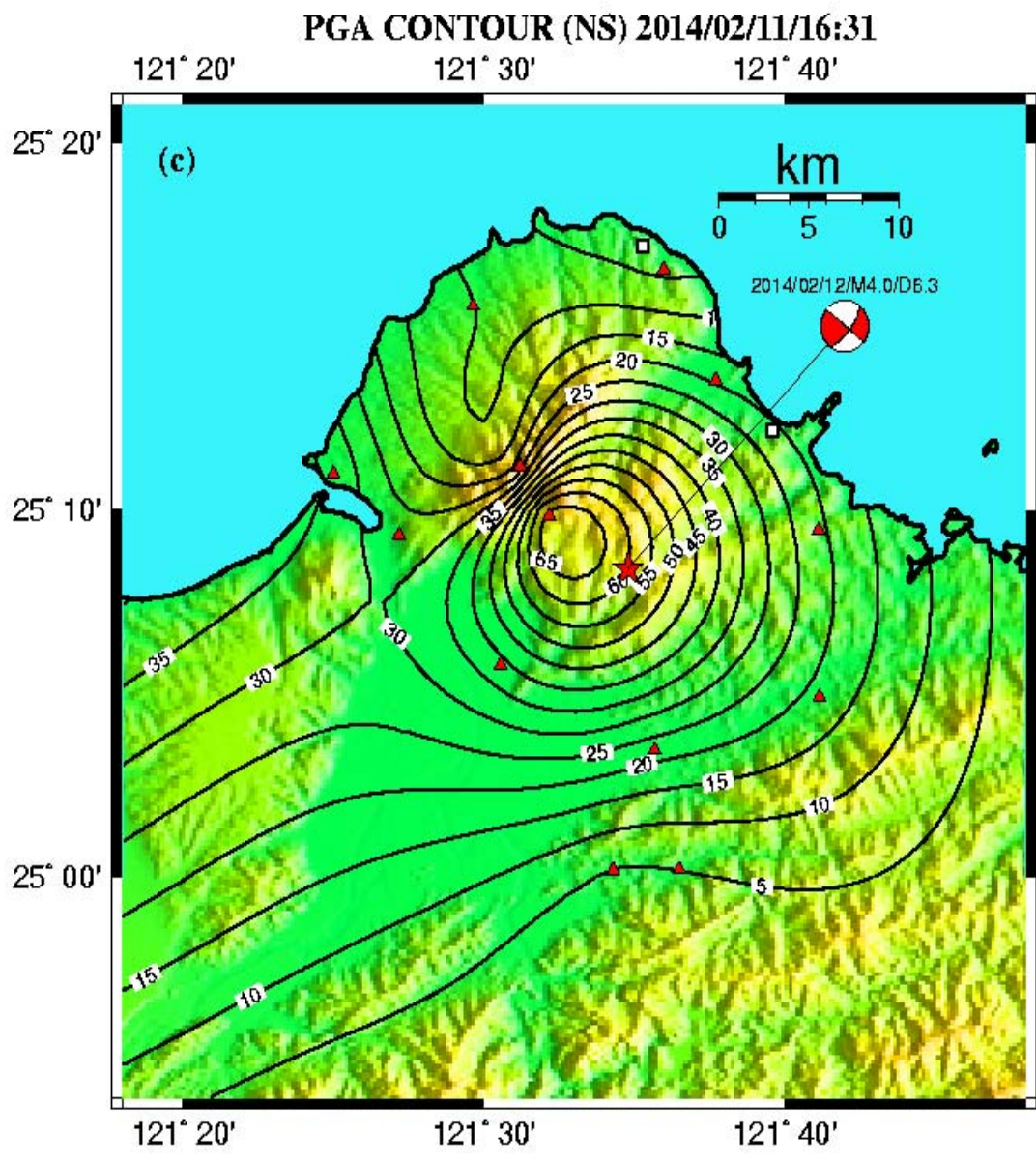


圖六a、2014年2月12日零點31分發生在台北市大屯火山地區的地震(M<sub>L</sub>4.0)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及垂直分量的PGA(cm/sec<sup>2</sup>)分佈圖。

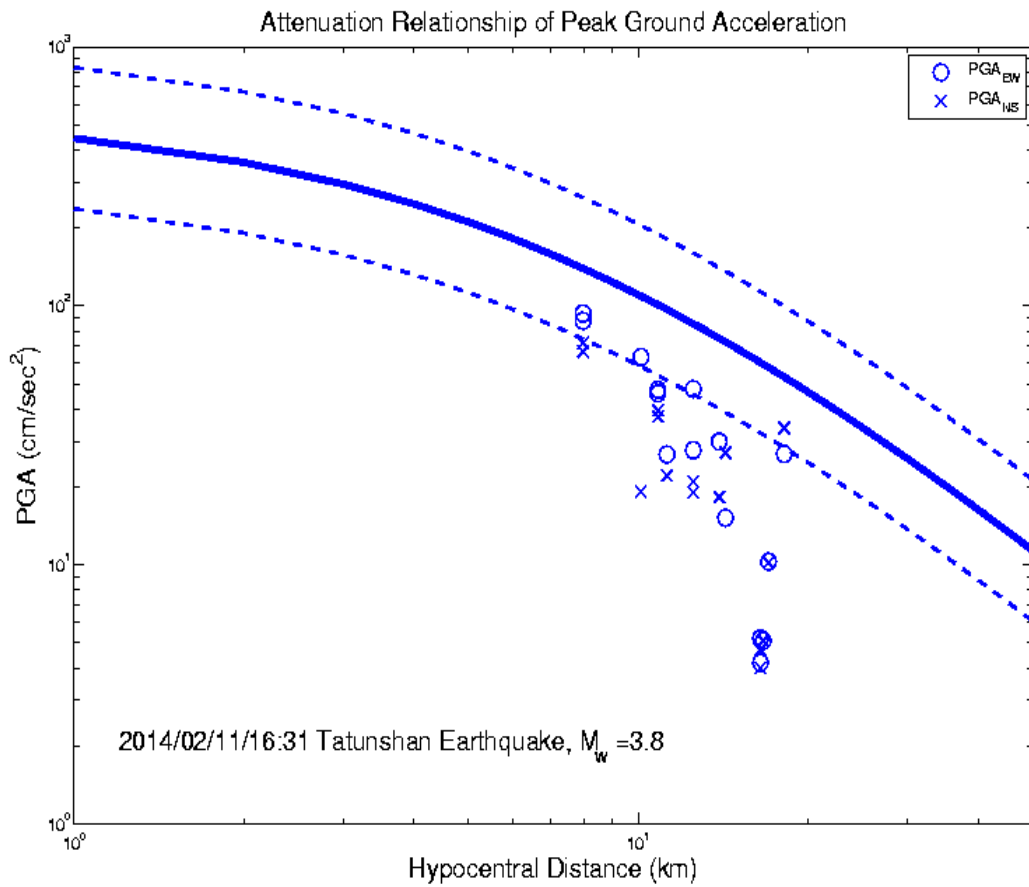


圖六b、2014年2月12日零點31分發生在台北市大屯火山地區的地震(M<sub>L</sub>4.0)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及東西分量的PGA(cm/sec<sup>2</sup>)分佈圖。

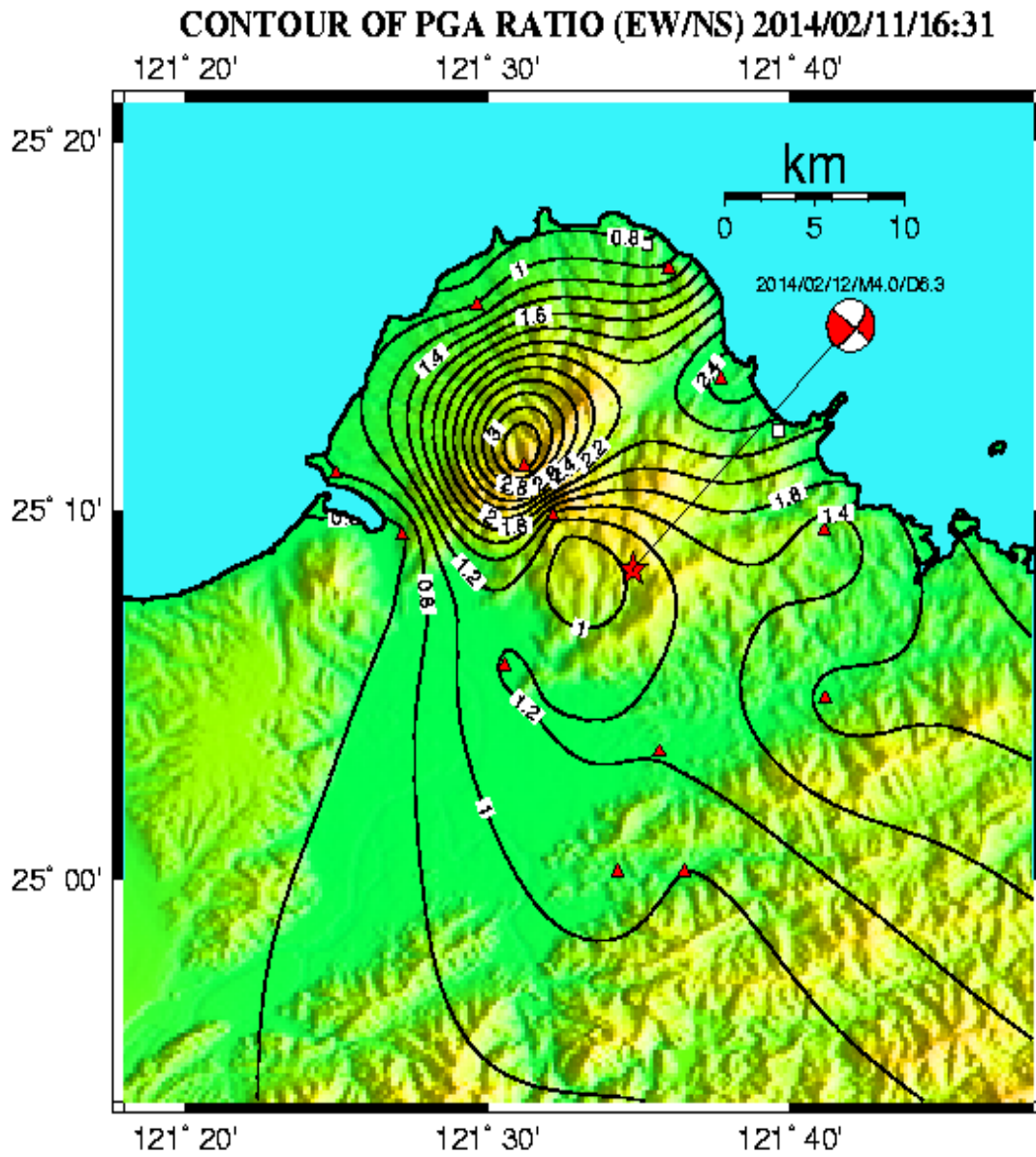




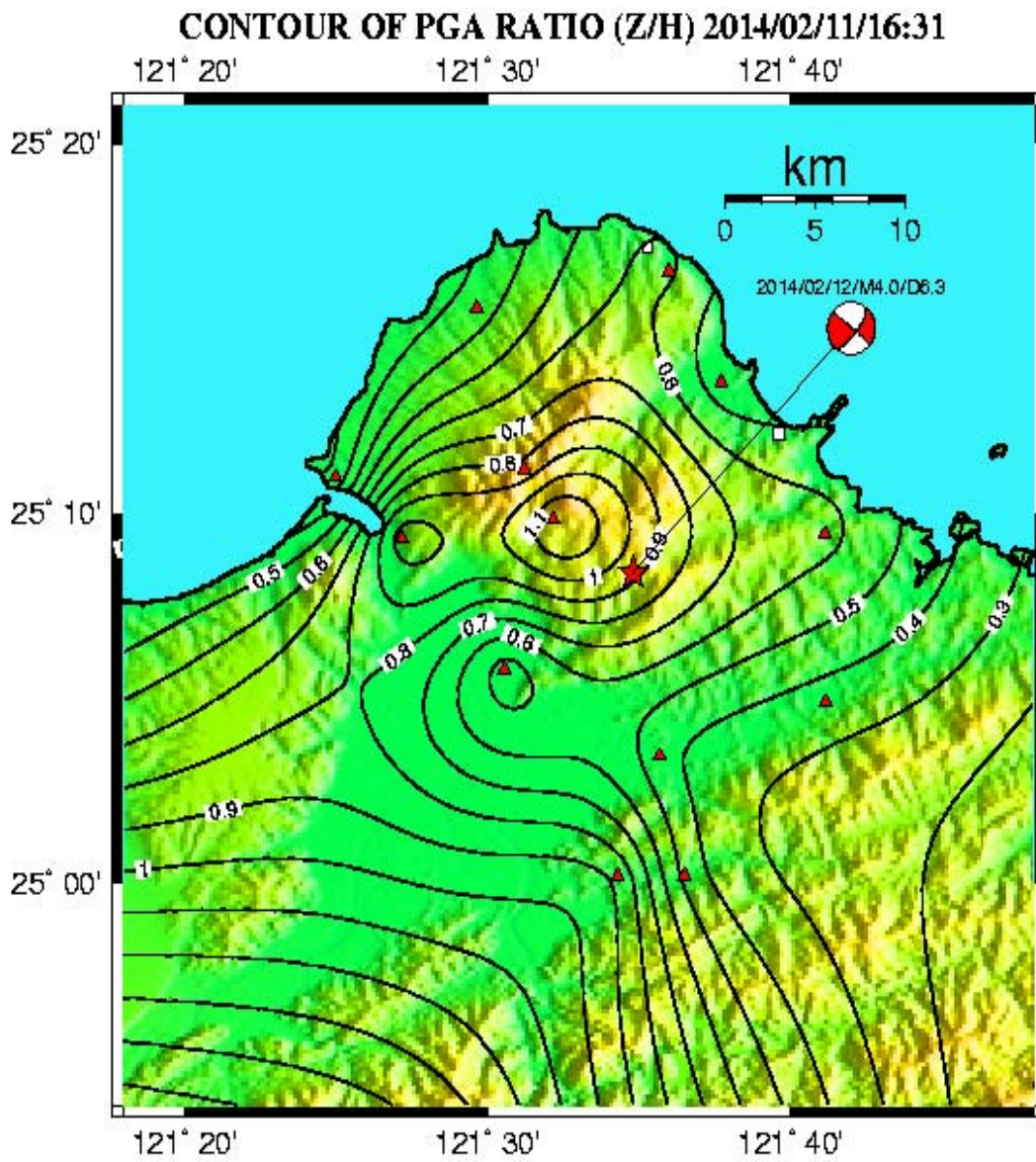
圖六 c、2014 年 2 月 12 日零點 31 分發生在台北市大屯火山地區的地震(M<sub>L</sub>4.0)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及南北分量的 PGA(cm/sec<sup>2</sup>)分佈圖。



圖七、2014年2月12日零點31分發生在台北市大屯火山地區的地震(M<sub>w</sub> 4.0)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。



圖八、東西向和南北向的最大強地動加速度值的比值分布



圖九、垂直向與水平向的最大強地動加速度值比值分布



表一、台北和宜蘭地區自由場強震儀報修狀況表

儀器種類	測站及狀況簡述			檢視日期	報修次數
A900	TAP101	木柵機廠	Ch1 cal 過大	2/12	
	TAP119	消防署	ch 偏移過大	6/16	
A900A	TAP029	師大分部	無法啟動, 大電池需更新	1/27	
	TAP024-2	埔墘國小 2	未固定	2/5	3
	ILA062	南澳國 (高)中	資料中有干擾波	2/19	
	ILA027	竹林國小	時差 1T22m23s)	3/7	
	MND026	大福兵試場	無法啟動	9/29	
	ILA027	竹林國小	無法連線	10/3	
	TAP111	基隆消防局	無法連線	10/8	
	TAP056-2	竹子湖站-2	Ch3 過大	2/6 ; 2/13	4
CV-574&5	ILA021	化育國小	螢幕看不清楚, Cal 時 Ch2 不動	2/18	
	ILA028	中山國小	無法啟動	3/6	
	ILA057	玉清宮	記滿, 滅蟻. 儀器記錄至記憶卡有問題	6/27	
	ILA058	北成國小	螢幕無法顯示	7/2	
	ILA005	孝威國小	cal 偏移過大	7/3	
	ILA003	玉田國小	Ch3 壞	9/29	
	ILA005	孝威國小	Cal 施作後不會記錄至卡中	10/1	2
	ILA004	壯圍國小	Ch3 壞	10/2	
ENTA	TAP025-1	東園國小	GPS 未收到	1/28	5
	TAP095	北投國小	徧移過大, offset	2/13	
	TAP106	國立藝術學院	無法連線	3/10	
	TAP010-2	二重國小-2	未固定	3/13	3
	TAP020-1	幸安國小 1	未開機, 乾燥包已被清空	6/6	
	TAP016-2	泰山國小-2	時間不對	6/12	
	TAP025-1	東園國小	GPS 只能收到 1980 年	6/17	6

	TAP095	北投國小	cal 無法施作	6/18	2
	TAP053	檢校中心	插座上方有兩孔壞, 無法使用	6/19	
	ILA050-2	金洋國小 2	時間不對,慢 4H1m	6/25	
	TAP028	永和國小	無法連線	7/9	
	TAP025-1	東園國小	時間不對,8/11 參數 被改為 0.2 2	9/16	7
	TAP093	西湖國小	GPS 收不到,時間差 33Y12M29D54H39m	9/17	
	TAP096	立農國小	無法連線	9/19	
	TAP106	國立藝術學院	無法連線,一直在重 新啟動.	9/19	2
	TAP096	立農國小	無法啟動	6/18 ; 7/21	
Smart24	ILA060	永樂國小	螢幕反白	3/4	
	TAP066	鞍部 (ANP)*	有方波	7/7	2
	TAP036	龜山國小 (NHD)*	有方波	7/18	
	TAP117-1	台大大氣系 1	5/18 以後故障,無法 啟動	7/21	
	TAP066	鞍部 (ANP)*	Ch1 有問題	10/14	3
	TAP066	鞍部 (ANP)*	有方波	2/6 ; 2/13	
Titan1&2&xp6	TAP027	中和國小	File Eilla 找不到 下載點	2/5	
	TAP016-1	泰山國小-1	無法啟動	2/11	
	TAP052	林口國小	無法啟動	2/11	
	TAP040	淡水國小	SD 卡有問題	2/13	
	TAP125	汐止國小	10/31 因 power supply 壞	2/25	
	TAP061	東信國小	無法啟動	2/26	
	TAP045	瑞柑國小	無法啟動	2/27	
	TAP046-1	瑞亭國小 1	無法啟動	2/27	
	TAP034-1	新店國小	無法啟動	3/10	
	TAP035	屈尺國小	無法啟動	3/10	2
	TAP038	裕民國小	SD 卡有問題,無法讀 取	3/13	

	TAP051	成州國小	無法啟動	3/13	
	TAP074-1	雲海國小 1	無法啟動	3/14	
	TAP121	深澳國小	無法更新	7/7	
	TAP060	德和國小	儀器下方底座會產生振動, 請將底座拆除	7/10	
	ILA001	頭城外澳分校	無法連線	7/16	
	TAP071-1	深坑國小 1	Power supply 壞	9/18	
	TAP063	暖江國小	無法連線	10/8	
	TAP056-1	竹子湖站-1	Stauts. error, 內部記憶卡有問題, 站碼錯更正.	10/14	
	TAP040	淡水國小	無法連線	10/21	
	TAP070	鼻頭國小	power supply 壞	10/24	
	TAP003-1	成功國小-1	power supply 壞	10/27	
站房問題	ILA052-1	蘇澳 1 (TWC)*	水泥屋頂裂縫漏水	3/4	
	TAP015	松山國小	門扣母頭已遺失, 暫以鐵絲成圈暫代	6/11	
	TAP015	松山國小	門扣母頭已遺失, 暫以鐵絲成圈暫代	6/11	2
	TAP026-1	頂溪國小 1	FRP 底部縫隙過大, 請改善	7/9	
	TAP026-1	頂溪國小 1	FRP 底部縫隙過大, 請改善	7/9	2
	TAP060	德和國小	門鈕之鎖釘已脫落多支	7/10	
	TAP060	德和國小	門鈕之鎖釘已脫落多支	7/10	2
	TAP104	協和電廠	站址前方有土黃蜂窩, 已請電廠請消防局處理, 請追蹤, 謝謝	7/10	
	ILA025	牛鬥 3(ENT)	上山的路已無法通行, 被刺藤佔據了, 如附圖, 請負責的廠商負責一下, 謝謝	9/24	2

	ILA071	冬山高爾夫練習場	門鈕銹蝕嚴重	10/1	
	TAP060	德和國小	門鈕故障	10/7	2
	TAP026-1	頂溪國小 1	FRP 底部縫隙過大	10/9	2
	TAP081	福連國小	站址附近鋪地磚, 站址已成附近最低處, 建議升高	10/24	
	ILA025	牛鬥 3(ENT)	上山的路已無法通行, 被刺藤佔據了, 如附圖, 請負責的廠商負責一下, 謝謝		
電源問題	TAP026-1	頂溪國小 1	無電源	2/5	
	TAP026-2	頂溪國小 2	無電源	2/5	
	TAP028	永和國小	無電源	2/5	
	TAP040	淡水國小	無電源	2/13	
	TAP038	裕民國小	請將插座升高, 離開地面, 不然常常跳電	3/13	
	TAP038	裕民國小	無電, 遇雨沒電(插座過低)	6/12	2
	TRB001	台北車站	沒電	6/17	
	TAP040	淡水國小	沒電	7/14	2
	ILA017	內城國小	電源已被挖斷	9/26	
	ILA021	化育國小	電源已被颱風壓斷線	9/26	
	ILA022	三星國小	校園圍牆整建電線已挖斷, 沒電	9/26	
	ILA012	龍潭國小	FRP 四支固定腳已斷, 電源線已斷	10/3	

表二、台北和宜蘭地區自由場強震儀報修率統計分析表

2014 儀器型態	A900	A900A	CV-574&5	ENTA	REFTEK	Smart24	Titan	總數	儀器報修率 (%)
第一期儀器數量	7	35	43	34	1	46	58	224	
(報修數量)	1	5	2	4	1	2	13	28	12.5%
第二期儀器數量	7	30	43	33	0	47	61	221	
(報修數量)	1	0	3	8	0	3	3	18	8.1%
第三期儀器數量	7	25	43	32	0	47	65	219	
(報修數量)	0	3	3	4	0	1	6	17	7.8%

表三、台北和宜蘭地區自由場強震儀蒐集地震記錄分析表

2014	第一期檔案個數和地震記錄個數比值	第一期地震記錄個數和儀器個數比值
A900	7.8	1.7
A900A	3.8	2.3
CV-574&5	8.5	3.2
ENTA&k2	4.2	2.6
Smart24	3.9	5.0
Titan1&2&xp3	332.9	1.6

2014	第二期檔案個數和地震記錄個數比值	第二期地震記錄個數和儀器個數比值
A900	6.6	2.7
A900A	11.1	1.5
CV-574&5	9.1	2.4
ENTA&k2	4.1	3.5
Smart24	4.0	4.6
Titan1&2&xp3	532.7	2.2

2014	第三期檔案個數和地震記錄個數比值	第三期地震記錄個數和儀器個數比值
A900	0.0	0.0
A900A	15.4	1.1
CV-574&5	76.5	1.0
ENTA&k2	4.4	1.1
Smart24	8.3	1.7
Titan1&2&xp3	1066.5	0.3

# 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 103 年度自由場強震網資料收集及分析－中部地區

計畫類別：氣象    海象    地震

計畫編號：MOTC-CWB-103-E-01

執行期間：103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

計畫主持人：王乾盈

執行機構：國立中央大學地球物理研究所

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    103    年    11    月    17    日

## 政府研究計畫期末報告摘要資料表

計畫中文名稱	台灣地區 103 年度自由場強震網資料收集及分析－中部地區		
計畫編號	MOTC-CWB-103-E-01		
主管機關	交通部中央氣象局		
執行機構	國立中央大學地球物理研究所		
年度	103 年度	執行期間	103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日
本期經費 (單位：千元)	1130 千元		
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 (%)
	1130	1130	100
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	王乾盈		郭炫佑
報告頁數	20 頁	使用語言	中文
中英文關鍵詞	強地動觀測計畫、強地動、資料收集 TSMIP, Strong Motion, Data Acquisition		
研究目的	本計畫之目的在協助中央氣象局，對桃、竹、苗、中、彰、投等地區之強地動觀測網（約 188 座自由場強震儀）實施定期之儀器檢測及資料收集，並進行地震資料分析及站址效能、儀器參數之特性分析，並於災害性地震發生後最短時間內，前往責任區域之各地震測站，收集地震紀錄。		
研究成果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.定期收集桃、竹、苗、中、彰、投等地區之強地動觀測網資料，並於篩選後，繳交中央氣象局建檔，以提供各界使用。</li> <li>2.定期實施強震站站房及儀器（含地震震度警報器）之初步檢測，協助站房及儀器遷移及站址會勘工作，提出書面報告及表格，供中央氣象局進行維護改善，使站房及儀器保持最佳的使用狀態。</li> <li>3.提供桃、竹、苗、中、彰、投等地區收錄之災害性地震資料、一般強震資料及站址特性基本分析。</li> <li>4.評估各站站址效應、效能與儀器（含地震震度警報器）參數之相關性，提高強震資料之有效接收率。</li> <li>5.災害性地震發生後，盡速到達測站收集地震資料，立即提供防救災單位參考使用。</li> </ol>		
具體落實應用情形	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.定期派員前往測站收集地震資料及進行儀器初步調校，可減少中央氣象局人力負擔，同時提高學術界與中央氣象局強震觀測計劃之參與度。</li> <li>2.收錄資料經處理建檔後，可建置完整強震資料庫，對外提供地震研究、工程建設之耐震評估參考、各級防救災單位及社會大眾使用。</li> <li>3.定期檢測站房及儀器狀況，適時調整儀器參數，可協助中央氣象局掌握各站房及儀器現況，適時派工維修及保養，保持站房及儀器最佳狀態，提高儀器觸發地震比率及測站效能。</li> </ol>		



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)	

(以下接全文報告)

# 台灣地區自由場強震網資料收集及分析一

## 中部地區

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188個強震站，範圍包括：桃園縣26站、新竹縣25站、苗栗縣29站、台中縣52站、彰化縣30站、及南投縣26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。

利用記錄到的地震個數與PGA值的大小，計算出四種評比類別，進行測站各評比類別權重加總的評分，係為檢視測站行為表現的有效方法。

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 188 stations including the counties of Taoyuan (26), Hsinchu (25), Miaoli (29), Taichung (52), Changhua (30), and Nantou (26), 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 analyze the performance of the TCU net using the event and PGA data collected during 1993 to 2013. 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150kmx140km之面積，現有188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。目前中部地區強震網內運作的強震儀共有四種款式,分別為美國Teledyne公司出品的A900及A900A型強震儀(52部)、日本東京測震公司出品的CV-574C及CV-575C型強震儀(29部)、美國Geotech公司出品的SMART-24A型強震儀(43部)以及加拿大Nanometrics公司出品的TITAN型強震儀(64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,另外三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或64GB),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。

本報告利用1993年到2013年間記錄到的地震個數與PGA值的大小,計算出四種評比類別,進行測站行為表現權重加總的評分,快速的檢視出歷年來行為表現較不良之測站,並搭配測站歷年來的報修紀錄來篩選,挑選出有那些測站需要做進一步的改善。

## 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筆記型電腦內,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、接收地震資料。中部網測站中有些在偏遠山區,例如合歡山、德基水庫、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、異常運作與故障不運作之強震儀數量,並將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(A900A型),容易當機停止運作,以及停電後電力恢復時無法自動啟動觀測,在本年度的第三次資料收集時發現,有此情形之儀器數量有顯著的增加,建議將A900A型儀器列為優先汰舊換新之測站。在時間方面,部分老舊的A900A型儀器內部時鐘陸續出現故障,或是提供校時的GPS發生故障之情況,也是造成儀器容易當機之情況之一; Offset值異常的情況,則每次資料收集時都會遭遇,部分儀器數值偏大,報修調整後也都已經改善。故障不運作之原因主要有:1)校園電力線老舊,常常斷電找不到原因,必須要重新配置電路或是更換新的無熔絲開關;2)較為老舊的A900A型儀器發生內部設定的參數消失空白、無法連線檢測或是無法開機,亦有部分SMART24A型

的儀器內部機件有問題無法開機；3) Titan型地震儀已經在本網運作2年了，最常發生的情況為無法連線檢視儀器狀況，之後確認是為儀器內部暫存的CF記憶卡故障，造成儀器故障停止運作；但是在新版的韌體進行更新之後，即便暫存的CF記憶卡故障，儀器還是會持續運作並將記錄直接寫入儲存之SD記憶卡內，不會造成紀錄的缺失，但是暫存的CF記憶卡故障的情形還是會發生；從2013年初到2014年底，CF記憶卡故障報修之儀器有26部，其中有3部是重複報修，本網目前有64部Titan型儀器，故障比例為36%，多達三分之一數量之儀器都已經報修過，需密切注意該類新購儀器的穩定性。

## 參、資料分析

TSMIP 強震網 1992 年開始設立，1993 年 1 月 5 日收到第一筆紀錄，至 2013 年底屆滿 20 年，測站數由最早 500 多站，至今已增至 900 多站。二十年來總共收到 2 萬 2 千多個地震，17 萬 3 千多筆三分量紀錄。利用這二十年資料，可以客觀評估 TSMIP 每一測站的紀錄情形，以進行測站調整，提高未來 TSMIP 強震網的運作品質。圖四為 TCU 強震網之測站分佈，共有 188 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。

本 TSMIP 測站採用的評估方法分為兩方面：1、紀錄到的地震個數，2、記錄到的 PGA 值大小，方法描述如下：

### 1、記錄到的地震個數

利用氣象局標準 PGA 衰減公式，計算此 2 萬 2 千多個地震到達每一測站的理論 PGA 值，若理論 PGA 值高於 2 gal，且該測站已設立，則視為該測站應該被激發，如此得到第 x 測站應有的有效地震個數 (AVAIL)： $N_x$ 。統計該 x 測站收到的地震個數 (TRIG)： $P_x$ 。檢查此  $N_x$  紀錄是否在該激發的名單中 (GOOD)： $Q_x$ 。 $R_x = P_x - Q_x$  為不該被激發但卻收到紀錄的地震個數 (WEIRD)，代表此測站容易被激發的情形。

### 2、記錄到的 PGA 值大小

利用氣象局標準 PGA 衰減公式，計算  $Q_x$  地震中第 q 個地震到達測站 x 的理論 PGA 值，並與觀測到的 PGA 值比較，得放大倍率 (MAG)： $MAG_{qx} = (\text{觀測 PGA}) / (\text{理論 PGA})$ 。就此  $Q_x$  紀錄做統計，得 x 測站的平均放大倍率 ( $MAG_x$ ) 及其標準偏差 (DEV)，並將之規一化： $DEV_x = (DEV) / (MAG_x)$ 。

針對每一個測站，可以計算得出四種評比類別：

- 1) 漏失率 (FAIL) =  $1 - Q_x / N_x$ ，代表該測站漏接地震的情形。
- 2) 反常率 (WEIRD) =  $R_x / Q_x$ ，代表該測站不當被激發的情形。
- 3) 放大偏差率 (SITE) =  $DEV_x$ ，代表該測站 PGA 放大不穩定的情形。
- 4) 放大率 (MAG) =  $MAG_x$ ，代表該測站 PGA 放大的情形。

分別對所有測站之四種類別，進行評分。以漏失率為例，將所有測站的漏失

率平均，得平均數，並以之算出標準偏差，再以（標準偏差 / 2）為級距，設平均數為 5 分，左右各 5 級分，故分數為 0 分至 10 分之間，分數愈高，代表該測站的漏失率愈高。將該測站四種評比類別的分數，經權重後加總，得最後分數。採用的權重可以為：漏失率 3、反常率 2、放大偏差率 5、放大率 2。所有測站的每一站之最後分數，再經平均及標準偏差，分出 A、B、C、D 四級，A 為最佳測站，D 為最差測站，D 級測站可以考慮調整。圖五為本網所有測站經類別評比權重加總後所得之圖形，有 25 個測站評比為 D 級測站，其中以中彰投地區的數量較多。

圖六之各分圖為本網各分區之測站評比結果，圖六 a 為桃園—新竹地區測站評比結果，此區有 4 個 D 級測站，分別為大園國小(TCU004)、大坑國小(TCU014)、新竹教育大學(TCU096)、新竹火車站(TRB003)，此 4 個測站的放大偏差率值(SITE)都較高，除了大坑國小外，其他 3 個測站的漏失率值(FAIL)也是偏高，故評比為 D 級測站；圖六 b 為苗栗地區評比結果，此區沒有 D 級測站，但是有幾個漏失率值偏高的 C 級測站值得觀察；圖六 c 為台中地區評比結果，此區有 9 個測站評比為 D 級，分別為光正國小(TCU052)、潭子國小(TCU066)、育英國中(TCU099)、豐南國中(TCU101)、內埔國小(TCU103)、台中市消防局舊址(TCU155)、台中市消防局現址(TCU165)、陸軍 34 化學群(MND023)、大甲火車站(TRB023)，此 9 測站的放大偏差率值較高，而且部分測站的漏失率值也是屬於偏高的，故評比為 D 級之測站；有趣的現象的是台中市消防局該測站，因為台中市升格為直轄市，所以消防局的地址跟隨著搬遷，而 TCU155 及 TCU165 這兩個測站編碼則是代表著同一部強震儀，分別在不同的位置進行觀測，卻都得到 D 級測站的評比，值得討論；圖六 d 為彰化地區評比結果，此區有 7 個 D 級測站，分別為西港國小(TCU086)、彰化師範大學(TCU106)、忠孝國小(TCU108)、北斗國小(TCU114)合興國小(TCU121)、永靖國小(TCU139)、大同國小(TCU146)，此 7 個測站的放大率(MAG)與反常率(WEIRD)數值都相當高，故評比為 D 級之測站。比較特別的是彰化地區的 D 級測站是屬於放大率與反常率這兩種類別的權重加總較高之測站表表現，與其他各分區是屬於放大偏差率與漏失率這兩種類別權重加總偏高的表現完全不同，反映出彰化地區場址容易放大，但儀器放大不是很穩定的現象；圖六 e 為南投地區評比結果，此區有 5 個 D 級測站，分別為草屯國小(TCU075)、魚池站(TCU089)、光華國小(TCU125)、新街國小(WNT)、千秋國小(TCU150)，該分區除了新街國小的表現與彰化地區相同之外，其他 4 個測站皆為放大偏差率值較高與漏失率值次之屬性；新街國小亦為一值得注意之測站，在學校的崖坡上方的測站編碼為 TCU129 與 WNT，得到的測站評比分別為 C 級與 D 級表現；崖坡下方的測站編碼 TCU166 之行為表現卻完全不同，得到 A 級測站之評比，代表移站(或近旁好址設站)確可改進收錄品質。

本報告利用記錄到的地震個數與 PGA 值的大小，計算出四種評比類別，進行測站行為表現權重加總的評分，可以快速的檢視出歷年來行為表現較不良之測站，再搭配這些測站歷年來的報修紀錄來篩選，挑選出那些測站是否要改善或撤離觀測網，係為檢視測站的有效方法。

## 肆、檢討與建議

一、本年度的 TCU 強震網的表現大約維持在 85 個百分比左右；建議優先淘汰一些比較有問題的 A900A 型儀器；部分儀器因為當機或者是斷電之後無法重新

再啟動亦需要盡快修復，期許能夠將整個強震網運作維持在九十個百分比以上。

二、Titan 型強震儀為新採購之儀器，二年內在本網之故障率達 36%，儀器之穩定性值得注意。

三、利用記錄到的地震個數與 PGA 值的大小，計算出四種評比類別，進行測站各評比類別權重加總的評分，係為檢視測站行為表現的有效方法。

## 伍、誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費（編號 MOTC-CWB-103-E-01）進行。地震中心強震課、資料處理課多年來密切的支援、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。

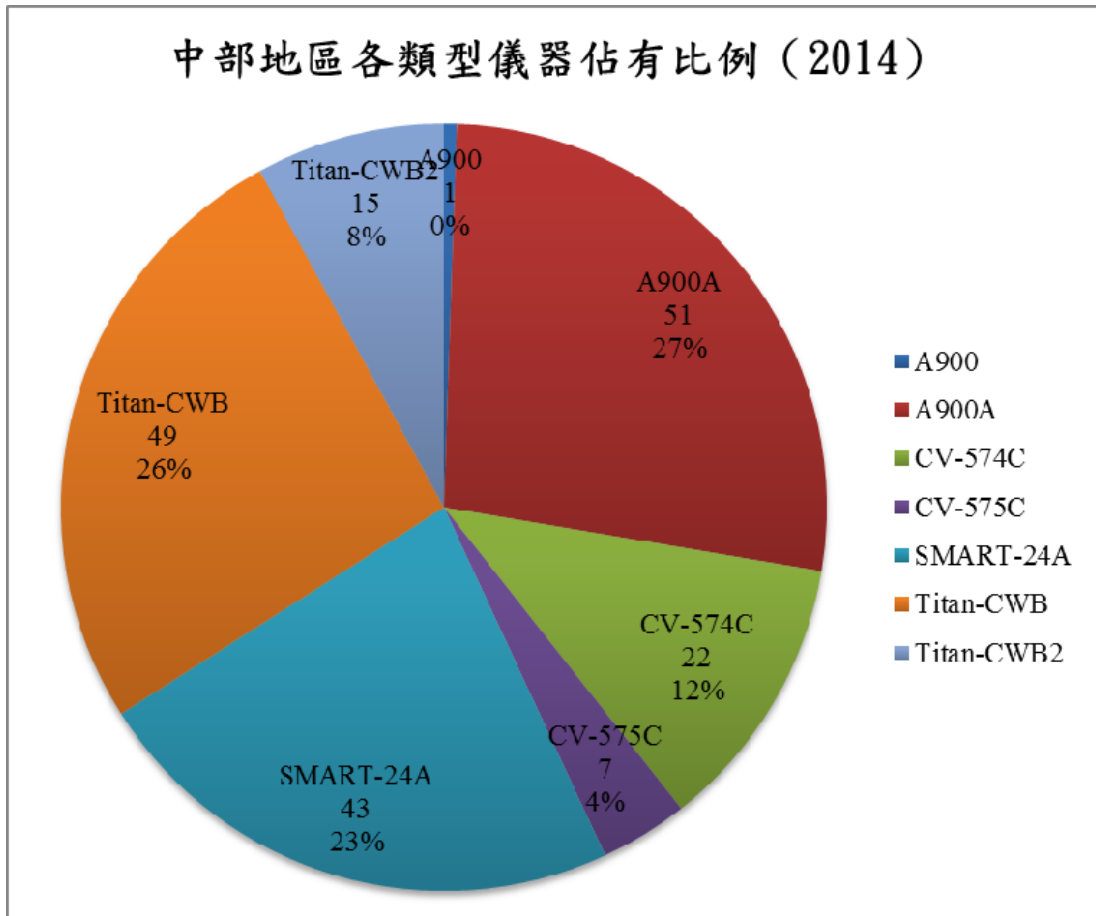
簡文郁 (2001). 考慮特徵地震與場址效應的地震危害度分析，國家地震工程研究中心報告，NCREE-01-036。

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。



中部地區各類型儀器佔有比例 (2014)

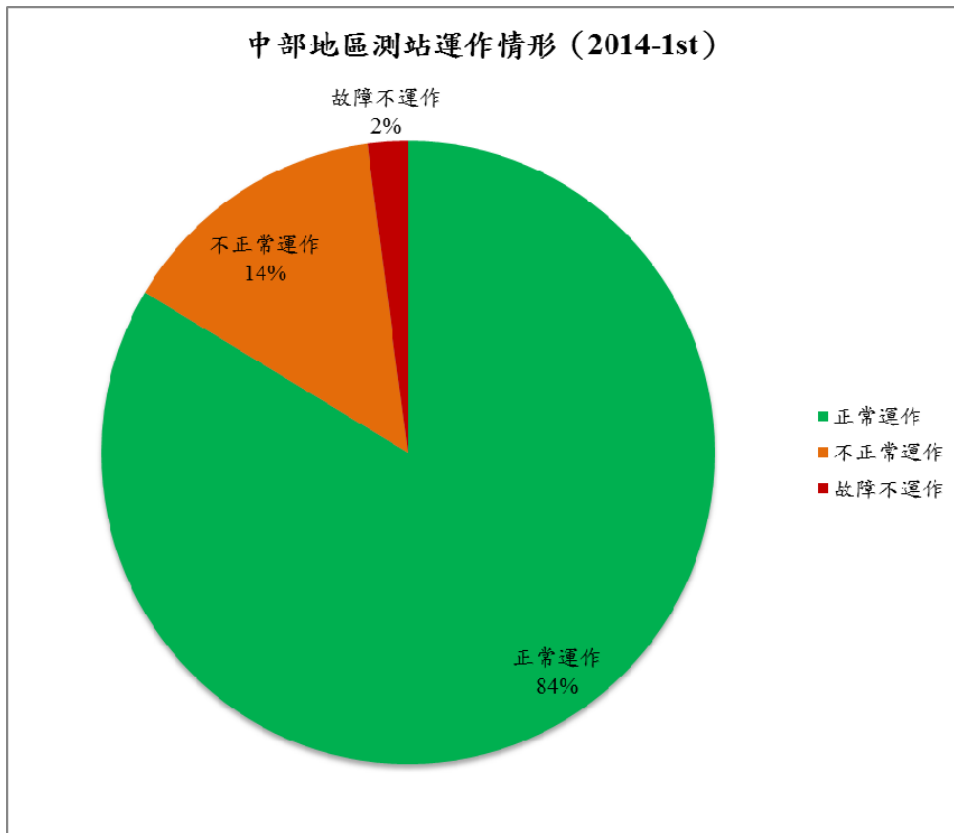


圖一 b、中部地區各類型儀器佔有比例。

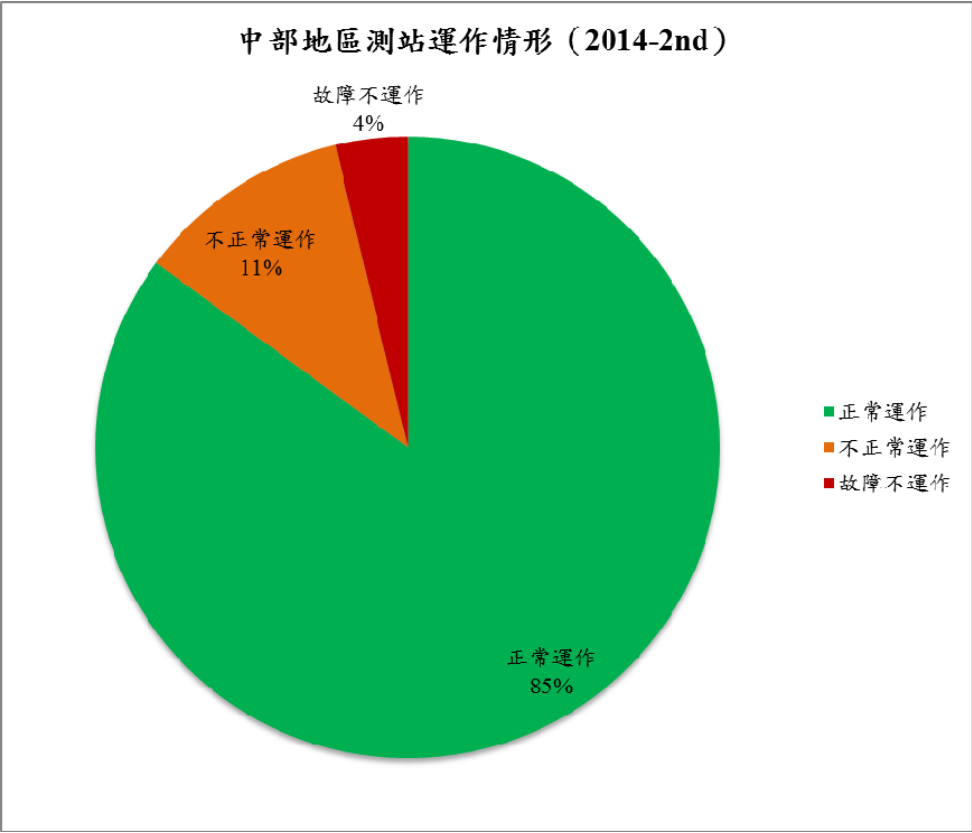


表二、2014 年中部地區測站運作情形統計表

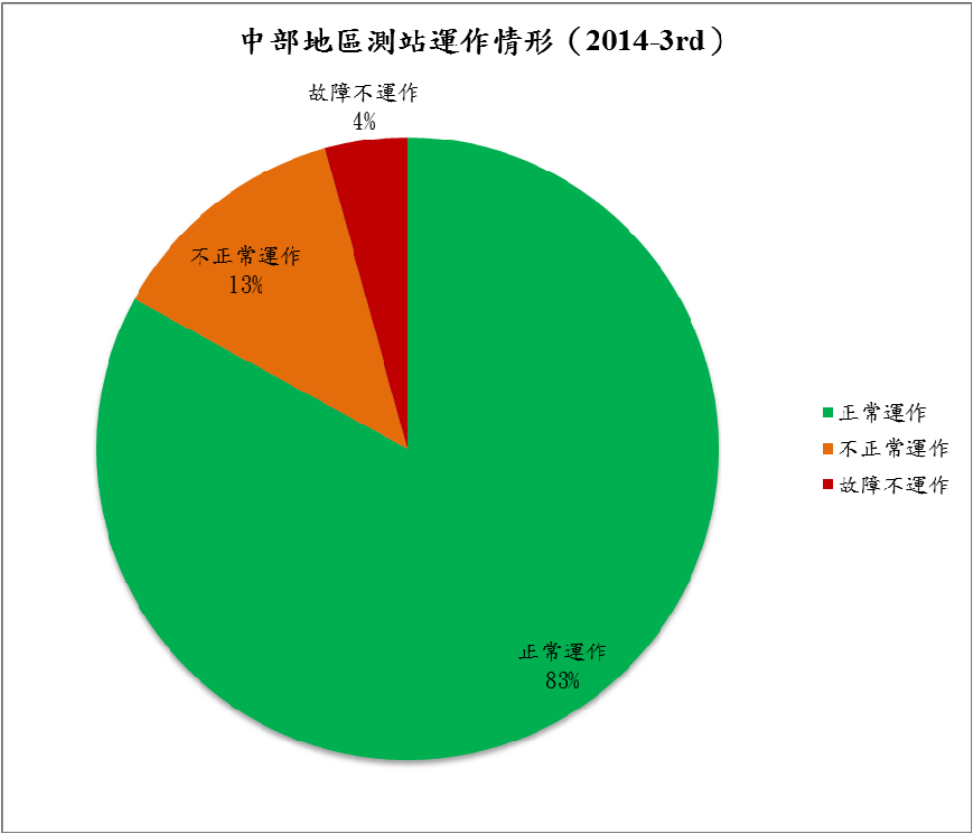
	2014-1st	2014-2nd	20134-3rd
正常運作數	158	160	156
異常運作數	27	21	24
故障不運作數	4	7	8
總計	189	188	188



圖二 a、2014-1st 測站運作情形百分比圖。



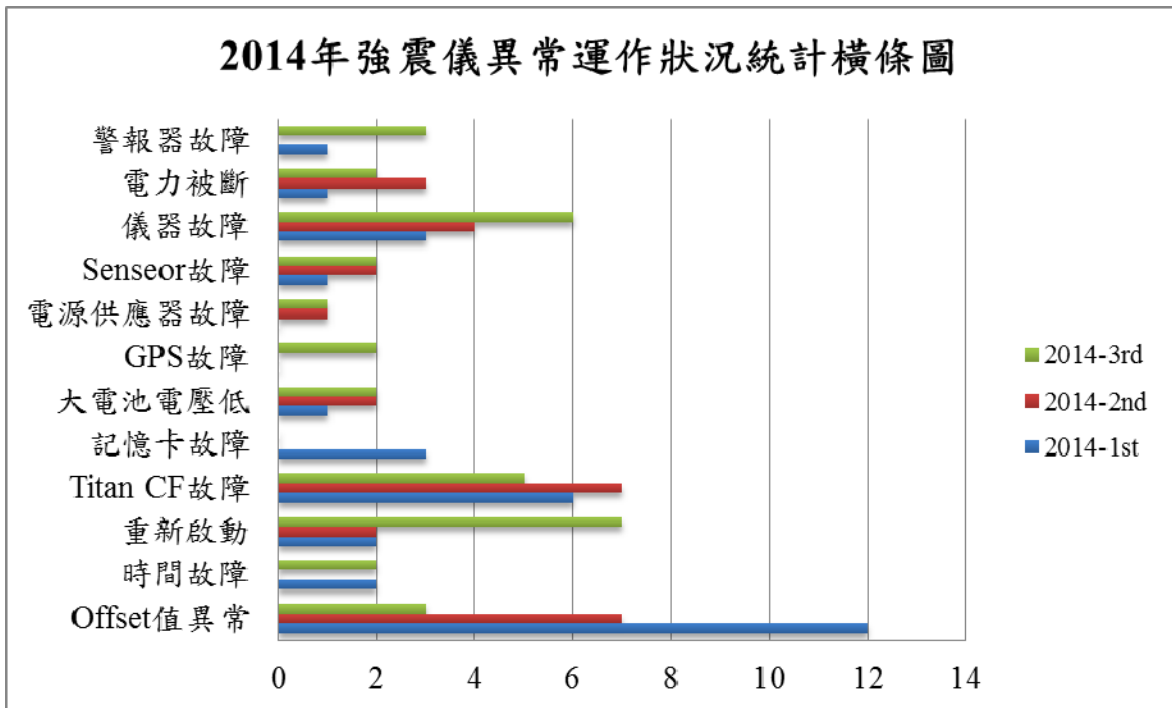
圖二 b、2014-2nd 測站運作情形百分比圖。



圖二 c、2014-3rd 測站運作情形百分比圖。

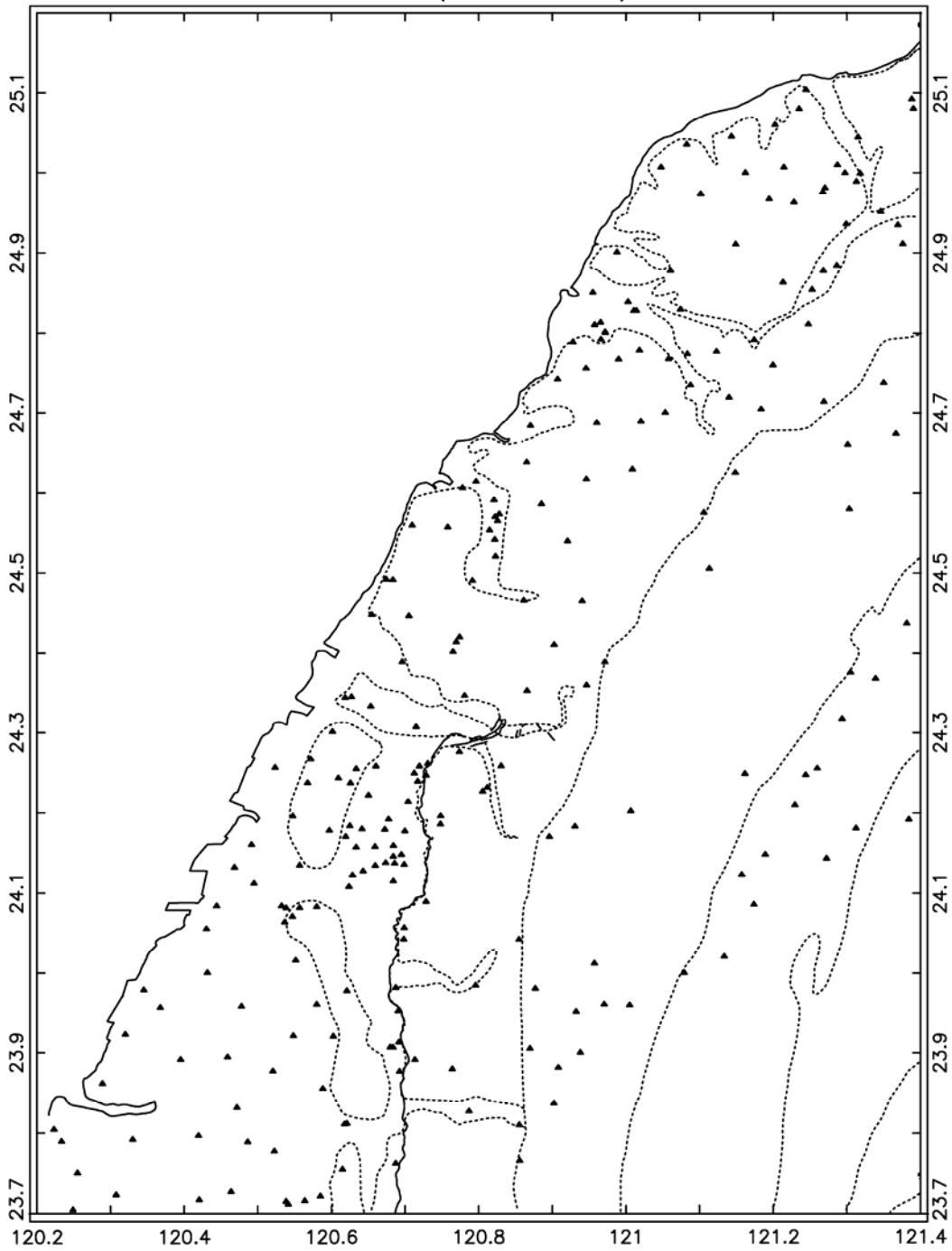
表三、2014 年強震儀異常運作之狀況統計表

狀況 \ 月份	2014-1st	2014-2nd	2014-3rd
儀器故障	3	4	6
電力被斷	1	3	2
Offset 值異常	12	7	3
時間故障	2	0	2
重新啟動	2	2	7
Titan CF 故障	6	7	5
記憶卡故障	3	0	0
大電池電壓低	1	2	2
GPS 故障	0	0	2
電源供應器故障	0	1	1
Sensor 故障	1	2	2
警報器故障	1	0	3

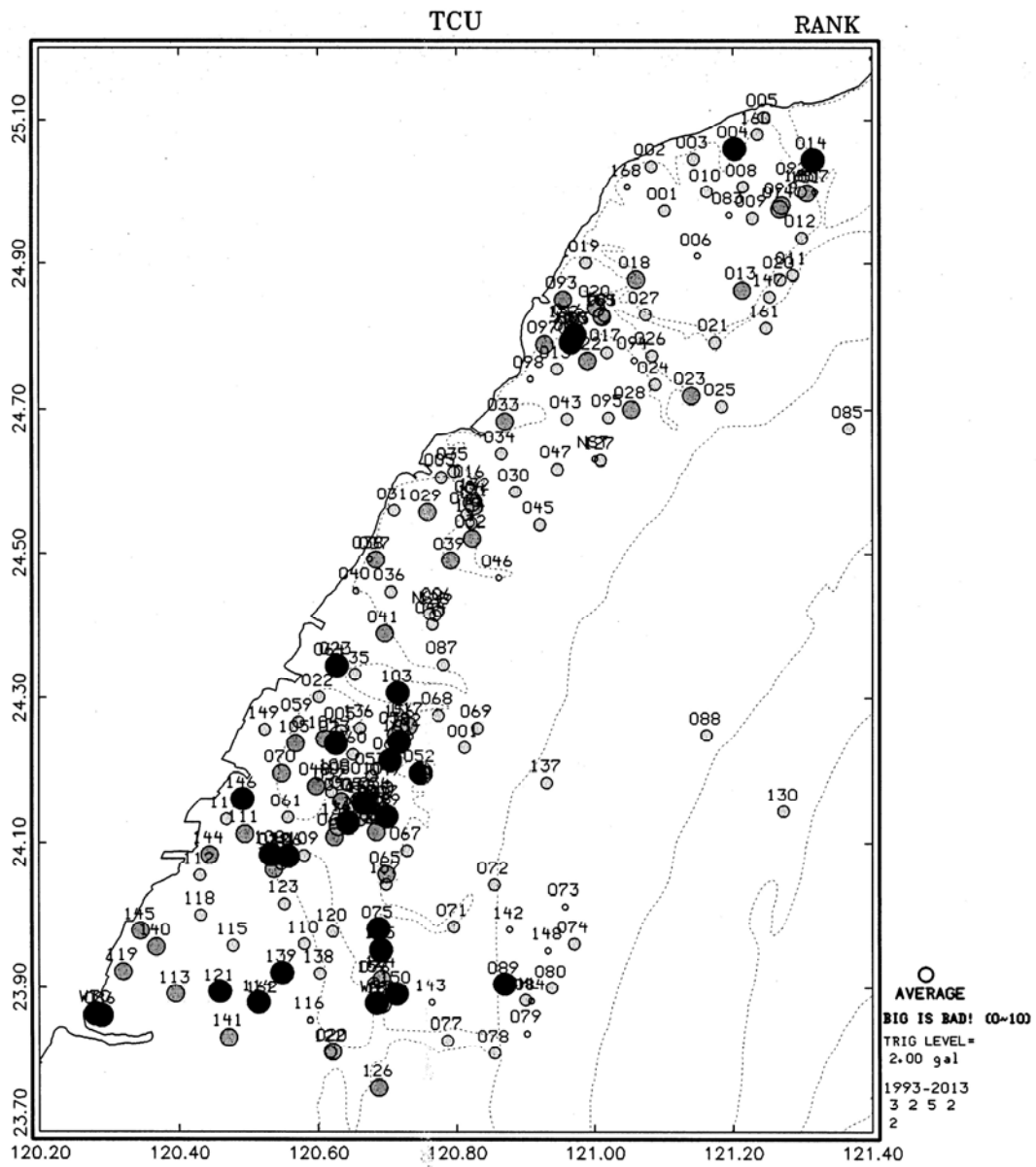


圖三、2014 年強震儀異常運作狀況統計橫條圖。

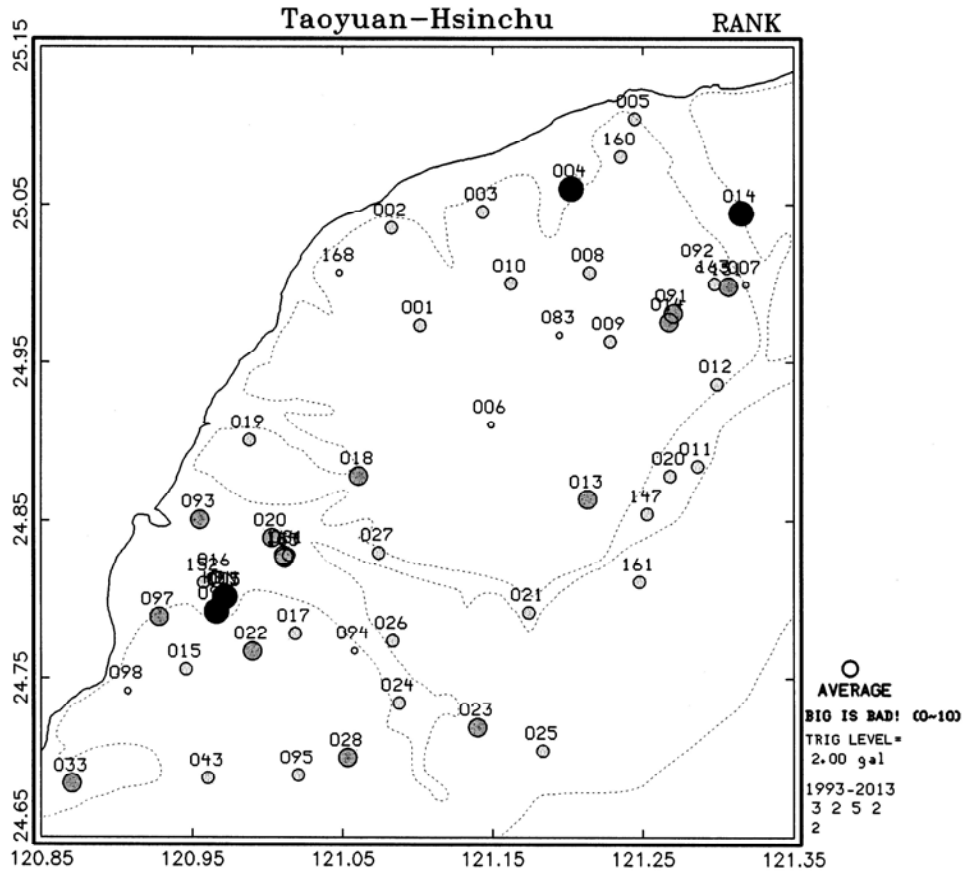
TSMIP (NW TAIWAN)



圖四、中部地區自由場強震網測站分布圖。

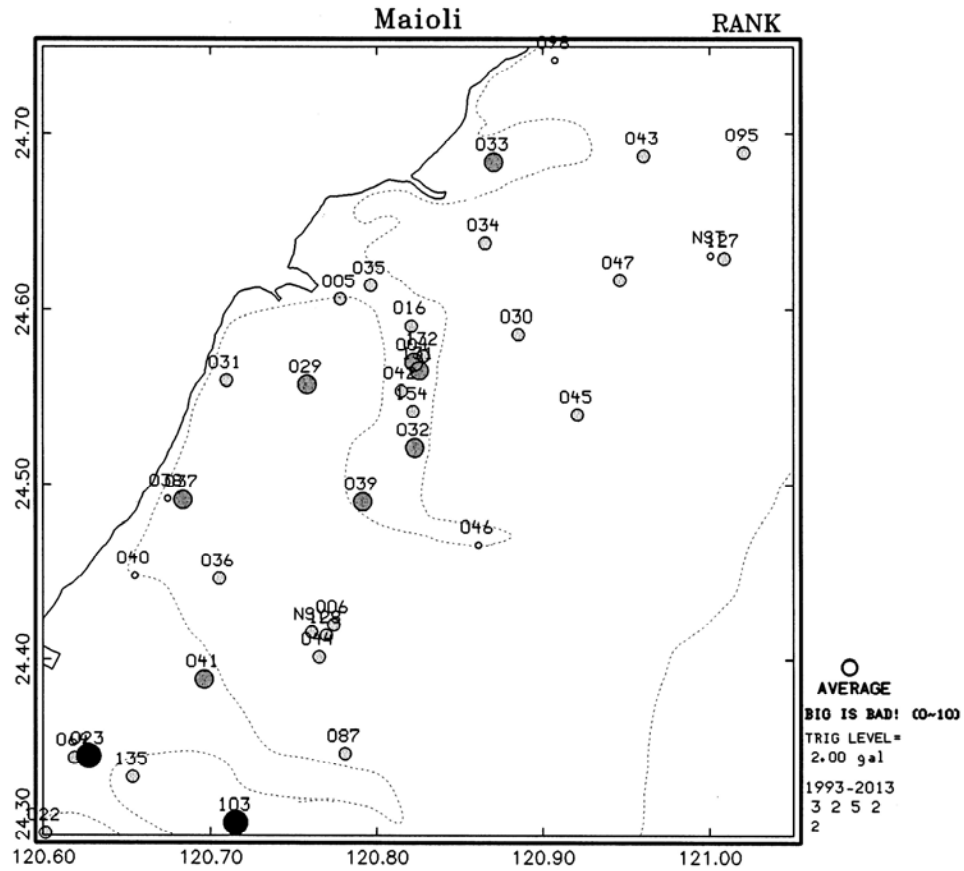


圖五、本網所有測站經類別評比權重加總結果（1993-2013）。圓圈愈大及愈黑代表測站品質愈差。



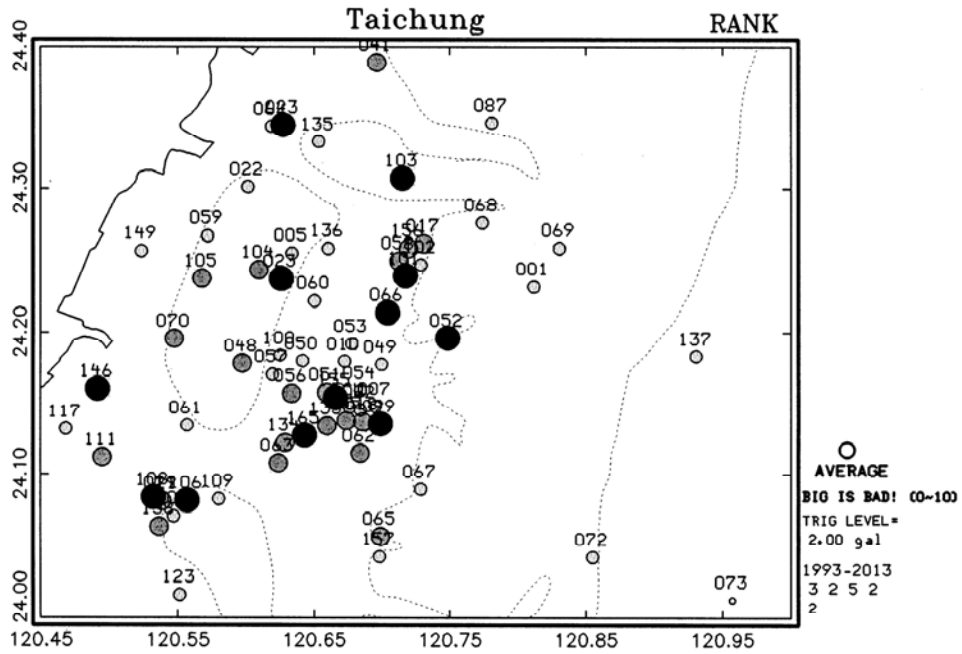
STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK	STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK
TCU001	319	40	38	0.1	6.6	4.2	4.2	5.0	4.9	B	TCU028	683	182	157	0.7	4.6	6.0	4.9	9.3	5.7	C
TCU002	268	19	19	0.3	7.5	3.3	4.4	5.3	5.2	B	TCU033	475	190	153	0.5	2.9	7.4	4.6	8.6	5.3	C
TCU003	272	72	66	0.4	4.3	4.9	4.5	6.6	4.9	B	TCU043	586	178	155	0.2	3.9	5.8	4.2	8.1	5.1	B
TCU004	295	40	35	1.7	6.6	5.7	6.0	5.0	5.9	D	TCU081	405	89	86	0.6	4.9	3.9	4.7	5.9	4.8	B
TCU005	267	35	35	0.2	6.4	3.3	4.2	5.1	4.8	B	TCU083	366	108	106	0.3	3.5	3.6	4.4	5.5	4.2	A
TCU006	395	78	76	0.2	5.3	3.8	4.3	5.0	4.6	A	TCU091	351	100	86	0.5	4.3	6.1	4.6	7.6	5.3	C
TCU007	390	169	151	0.0	1.6	5.3	4.1	9.3	4.6	A	TCU092	336	100	97	0.4	3.5	3.8	4.4	6.0	4.4	A
TCU008	335	80	76	0.3	4.6	4.2	4.4	5.5	4.6	B	TCU093	328	70	57	0.2	5.6	7.2	4.3	8.0	5.7	C
TCU009	385	50	50	0.5	6.4	3.3	4.7	4.5	4.9	B	TCU094	504	102	101	0.4	5.1	3.5	4.5	4.9	4.6	A
TCU010	323	63	61	0.1	5.3	3.9	4.2	5.7	4.7	B	TCU095	649	366	302	0.5	0.2	6.9	4.6	10	4.8	B
TCU011	505	74	72	0.2	6.2	3.8	4.3	5.2	4.8	B	TCU096	395	61	58	4.3	6.1	4.2	9.1	3.0	6.5	D
TCU012	443	81	77	0.0	5.6	4.2	4.1	6.1	4.8	B	TCU097	372	47	43	1.0	6.7	4.9	5.2	5.4	5.5	C
TCU013	482	105	98	1.5	5.0	4.5	5.8	6.3	5.5	C	TCU098	422	175	154	0.4	2.1	5.6	4.5	7.3	4.5	A
TCU014	347	117	105	3.5	3.2	5.3	8.1	7.6	6.3	D	TCU147	410	97	92	0.6	4.7	4.2	4.8	6.0	4.9	B
TCU015	464	171	156	0.4	2.6	4.9	4.5	8.7	4.8	B	TCU151	200	16	16	1.0	7.3	3.3	5.2	5.0	5.4	C
TCU016	392	110	101	0.2	4.0	4.8	4.2	9.0	5.1	B	TCU152	152	18	18	1.0	6.6	3.3	5.2	4.7	5.2	B
TCU017	478	76	75	0.3	5.9	3.5	4.3	5.3	4.8	B	TCU153	169	17	17	0.6	6.9	3.3	4.7	6.0	5.3	C
TCU018	379	89	80	0.4	4.9	5.2	4.5	7.4	5.2	C	TCU160	116	15	15	0.1	6.4	3.3	4.1	4.4	4.6	B
TCU019	294	35	33	0.2	6.7	4.3	4.3	5.0	5.0	B	TCU161	160	22	22	0.8	6.3	3.3	4.9	5.0	5.0	B
TCU020	340	46	42	0.1	6.5	4.9	4.2	6.6	5.3	C	TCU163	85	28	24	0.2	3.6	6.1	4.2	7.0	4.9	B
TCU021	558	135	121	0.1	4.8	5.3	4.2	7.1	5.0	B	TCU164	73	11	10	1.0	6.3	5.0	5.2	4.0	5.3	C
TCU022	468	97	87	0.4	5.4	5.3	4.5	7.1	5.3	C	TCU168	9	6	6	2.0	0.0	3.3	6.3	4.3	3.9	A
TCU023	686	105	100	0.2	6.1	4.2	4.3	7.2	5.2	C	MNDD020	227	29	29	0.6	6.4	3.3	4.8	5.6	5.1	B
TCU024	634	277	244	0.2	1.7	5.6	4.3	9.4	4.7	B	TRB003	178	16	16	2.7	7.1	3.3	7.2	5.4	6.2	D
TCU025	708	101	101	0.7	6.2	3.3	4.8	4.2	4.8	B	TRB014	171	21	20	1.0	6.6	4.2	5.2	4.1	5.2	C
TCU026	538	112	107	0.2	5.1	4.1	4.3	6.7	4.9	B	TRB015	163	19	18	0.7	6.8	4.3	4.8	7.7	5.7	C

圖六 a、桃園—新竹地區測站經類別評比權重加總結果 (1993-2013)。圓圈愈大及愈黑代表測站品質愈差。



STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK	STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK
NSY	744	168	149	0.4	5.1	5.5	4.5	4.9	4.9	B	TCU047	691	210	193	0.0	3.6	4.8	4.0	7.8	4.7	B
TCU029	524	126	106	0.3	5.1	6.5	4.3	7.6	5.4	C	TCU064	588	50	49	0.1	7.3	3.7	4.1	4.8	4.9	B
TCU030	654	105	104	0.2	5.9	3.5	4.3	6.5	4.9	B	TCU087	854	180	173	0.4	5.1	4.0	4.5	5.1	4.7	B
TCU031	446	96	91	0.2	5.0	4.2	4.2	6.4	4.8	B	TCU095	649	366	302	0.5	0.2	6.9	4.6	10	4.8	B
TCU032	687	158	145	0.2	4.9	4.8	4.2	8.6	5.2	C	TCU098	422	175	154	0.4	2.1	5.6	4.5	7.3	4.5	A
TCU033	475	190	153	0.5	2.9	7.4	4.6	8.6	5.3	C	TCU103	742	80	80	3.0	6.8	3.3	7.5	3.8	6.0	D
TCU034	534	213	195	0.6	2.1	4.9	4.8	8.3	4.7	B	TCU127	722	134	132	0.7	5.4	3.6	4.9	5.3	4.9	B
TCU035	501	97	94	0.2	5.3	3.9	4.2	7.2	4.9	B	TCU128	723	141	133	0.0	5.4	4.3	4.1	5.4	4.7	B
TCU036	588	137	129	0.2	4.8	4.4	4.2	6.4	4.7	B	TCU131	526	115	106	1.3	5.1	4.8	5.5	7.2	5.6	C
TCU037	471	71	64	0.9	6.3	5.2	5.1	6.8	5.7	C	TCU132	198	40	39	0.5	5.2	3.7	4.6	5.4	4.7	B
TCU038	488	250	217	0.4	0.6	5.9	4.5	7.8	4.3	A	TCU135	257	36	33	0.5	6.4	4.9	4.6	4.4	5.1	B
TCU039	672	224	184	0.9	3.7	7.0	5.1	7.8	5.5	C	TCU154	208	35	33	1.0	5.9	4.3	5.2	2.2	4.7	B
TCU040	531	189	170	0.1	2.9	5.2	4.2	7.3	4.5	A	TRB004	198	40	38	0.4	5.3	4.2	4.5	7.8	5.2	C
TCU041	648	61	56	0.4	7.2	4.8	4.5	6.8	5.6	C	TRB005	162	75	66	0.3	1.3	5.6	4.4	10	4.8	B
TCU042	613	255	219	0.4	2.2	6.1	4.5	8.9	4.9	B	TRB006	219	48	44	0.3	5.1	4.9	4.4	5.1	4.8	B
TCU043	586	178	155	0.2	3.9	5.8	4.2	8.1	5.1	B	TRB016	164	31	30	0.3	5.4	3.9	4.3	4.9	4.6	B
TCU044	745	115	110	0.7	6.1	4.1	4.8	5.5	5.1	B	TRB022	146	14	14	0.7	7.0	3.3	4.8	5.1	5.2	B
TCU045	751	162	160	1.1	4.9	3.5	5.4	5.3	4.9	B	TRB023	151	18	16	7.2	6.8	5.4	10	3.2	7.3	D

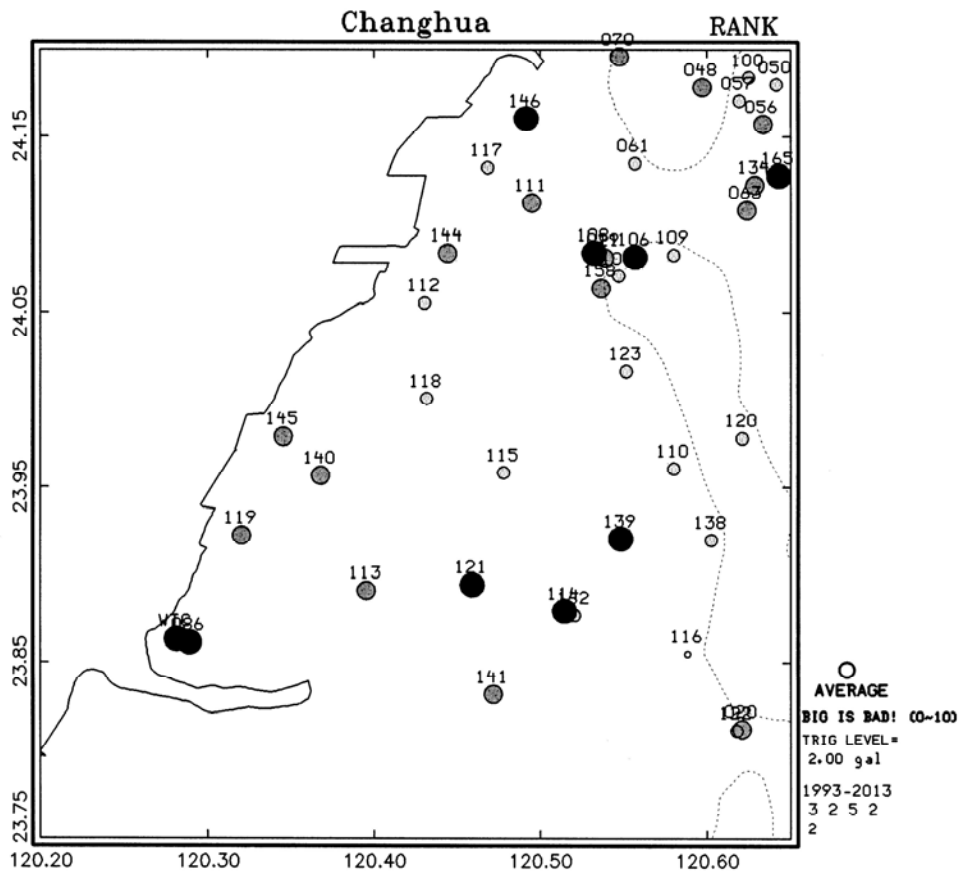
圖六 b、苗栗地區測站經類別評比權重加總結果 (1993-2013)。圓圈愈大及愈黑代表測站品質愈差。



STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK	STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK
TCU041	648	61	56	0.4	7.2	4.8	4.5	6.8	5.6	C	TCU104	685	96	94	1.2	6.3	3.7	5.4	5.4	5.3	C
TCU048	812	149	139	0.6	5.6	4.5	4.7	7.3	5.4	C	TCU105	624	148	136	1.6	4.8	4.8	5.9	5.4	5.3	C
TCU049	996	182	178	0.6	5.5	3.7	4.8	5.3	4.9	B	TCU106	940	343	261	0.8	3.7	8.7	4.9	9.4	6.0	D
TCU050	902	160	155	0.9	5.6	3.9	5.1	5.1	5.0	B	TCU107	934	402	346	0.6	2.0	6.1	4.8	7.7	4.8	B
TCU051	973	245	236	2.6	4.3	4.0	7.1	6.4	5.7	C	TCU108	857	220	153	0.4	5.5	10	4.5	10	6.6	D
TCU052	1017	203	199	4.0	5.2	3.6	8.8	5.1	6.4	D	TCU109	1017	447	375	0.7	2.0	6.6	4.8	8.5	5.0	B
TCU053	885	128	124	0.4	6.2	3.9	4.5	4.9	4.9	B	TCU111	671	152	126	0.5	5.3	6.8	4.6	7.5	5.7	C
TCU054	1003	73	72	0.3	7.5	3.5	4.4	4.2	5.0	B	TCU117	580	390	269	0.2	0.2	10	4.2	10	5.2	B
TCU055	1043	80	77	0.4	7.4	4.0	4.6	6.8	5.6	C	TCU123	1048	324	282	0.5	3.8	5.8	4.6	6.8	5.0	B
TCU056	958	145	139	0.7	6.1	4.0	4.9	5.7	5.2	C	TCU133	980	68	67	0.4	7.5	3.6	4.5	6.9	5.5	C
TCU057	886	135	131	0.4	6.1	3.8	4.5	5.5	4.9	B	TCU134	340	73	62	0.5	5.4	6.3	4.6	8.2	5.7	C
TCU058	848	77	73	0.7	7.2	4.2	4.9	6.7	5.7	C	TCU135	257	36	33	0.5	6.4	4.9	4.6	4.4	5.1	B
TCU059	583	253	222	0.6	1.8	5.7	4.7	9.4	4.9	B	TCU136	676	58	57	0.0	7.2	3.6	4.0	4.9	4.9	B
TCU060	811	94	94	0.3	6.7	3.3	4.4	5.3	4.9	B	TCU137	1109	63	63	0.0	7.8	3.3	4.1	2.6	4.6	B
TCU061	824	299	257	0.1	3.0	6.1	4.2	7.7	4.8	B	TCU146	546	106	78	0.2	6.2	9.4	4.2	10	6.5	D
TCU062	1184	137	128	0.4	6.8	4.5	4.6	7.1	5.5	C	TCU149	172	54	50	0.6	3.4	4.7	4.7	7.5	4.9	B
TCU063	1098	323	274	0.8	4.2	6.4	5.0	6.8	5.3	C	TCU155	218	21	19	1.0	7.2	5.1	5.2	6.5	5.9	D
TCU064	588	50	49	0.1	7.3	3.7	4.1	4.8	4.9	B	TCU156	229	41	37	1.0	5.8	5.2	5.2	6.2	5.5	C
TCU065	1415	380	321	0.0	4.6	6.4	4.1	8.9	5.4	C	TCU157	126	31	27	0.7	4.8	5.8	4.9	5.4	5.1	B
TCU066	905	48	45	1.1	7.9	4.4	5.4	6.1	6.0	D	TCU158	187	109	76	0.3	1.3	10	4.4	8.2	5.2	C
TCU067	1332	231	227	0.5	5.7	3.6	4.6	5.1	4.8	B	TCU165	61	17	13	0.5	4.9	8.6	4.6	7.4	5.8	D
TCU068	932	111	109	0.4	6.6	3.6	4.5	4.1	4.8	B	MND001	326	66	65	0.3	5.1	3.6	4.4	6.3	4.8	B
TCU069	1048	101	99	0.4	7.1	3.7	4.5	5.2	5.1	B	MND005	190	30	29	0.3	6.0	3.9	4.4	4.8	4.8	B
TCU070	642	243	194	0.1	3.2	7.6	4.2	9.8	5.4	C	MND007	258	31	30	0.3	6.7	3.9	4.4	4.4	4.9	B
TCU072	1450	204	203	0.7	6.2	3.4	4.9	3.7	4.8	B	MND010	216	33	29	0.2	6.3	5.7	4.3	4.9	5.1	B
TCU073	1654	167	167	0.3	6.9	3.3	4.4	2.5	4.5	A	MND023	155	16	15	3.2	7.0	4.4	7.8	4.7	6.5	D
TCU082	1087	141	140	0.6	6.4	3.4	4.7	4.4	4.9	B	TRB017	215	18	17	1.0	7.3	4.3	5.2	3.0	5.2	C
TCU087	854	180	173	0.4	5.1	4.0	4.5	5.1	4.7	B	TRB018	199	19	19	1.0	7.0	3.3	5.2	6.4	5.5	C
TCU099	1093	86	86	5.0	7.4	3.3	9.8	4.5	7.2	D	TRB019	165	58	49	0.1	3.3	6.4	4.1	10	5.3	C
TCU100	826	77	76	0.2	7.1	3.5	4.3	5.2	5.0	B	TRB021	171	86	65	0.3	1.8	8.8	4.4	10	5.4	C
TCU101	851	72	68	1.6	7.3	4.3	5.8	6.8	6.1	D	TRB022	146	14	14	0.7	7.0	3.3	4.8	5.1	5.2	B
TCU102	859	131	129	0.9	6.0	3.6	5.1	5.0	5.0	B	TRB023	151	18	16	7.2	6.8	5.4	10	3.2	7.3	D

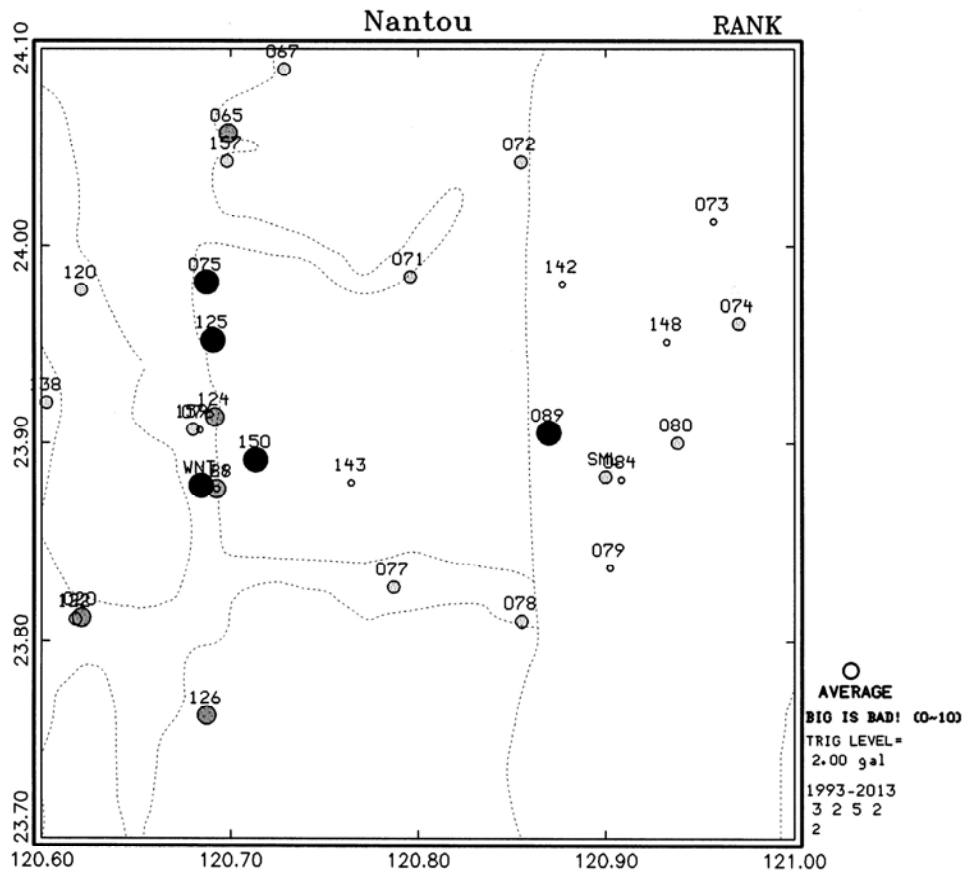
圖六 c、台中地區測站經類別評比權重加總結果 (1993-2013)。圓圈愈大及愈黑代表測站品質愈差。





STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK	STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK
TCU048	812	149	139	0.6	5.6	4.5	4.7	7.3	5.4	C	TCU118	594	394	283	0.3	0.0	10.0	4.4	9.3	5.1	B
TCU050	902	160	155	0.9	5.6	3.9	5.1	5.1	5.0	B	TCU119	458	233	174	0.3	1.8	9.1	4.4	9.6	5.4	C
TCU056	958	145	139	0.7	6.1	4.0	4.9	5.7	5.2	C	TCU120	1314	386	352	0.5	3.9	5.0	4.6	5.8	4.7	B
TCU057	886	135	131	0.4	6.1	3.8	4.5	5.5	4.9	B	TCU121	683	193	138	0.9	5.1	10	5.1	10	6.7	D
TCU061	824	299	257	0.1	3.0	6.1	4.2	7.7	4.8	B	TCU122	1131	326	304	0.1	3.8	4.5	4.2	7.2	4.7	B
TCU063	1098	323	274	0.8	4.2	6.4	5.0	6.8	5.3	C	TCU123	1048	324	282	0.5	3.8	5.8	4.6	6.8	5.0	B
TCU070	642	243	194	0.1	3.2	7.6	4.2	9.8	5.4	C	TCU134	340	73	62	0.5	5.4	6.3	4.6	8.2	5.7	C
TCU086	463	177	133	0.5	3.5	8.9	4.6	10	6.0	D	TCU138	1181	208	199	0.2	5.7	4.1	4.3	7.3	5.1	B
TCU100	826	77	76	0.2	7.1	3.5	4.3	5.2	5.0	B	TCU139	710	120	103	0.8	6.1	6.1	4.9	7.8	5.9	D
TCU106	940	343	261	0.8	3.7	8.7	4.9	9.4	6.0	D	TCU140	446	115	100	0.5	4.7	5.9	4.6	10	5.7	C
TCU107	934	402	346	0.6	2.0	6.1	4.8	7.7	4.8	B	TCU141	699	267	223	0.5	2.9	6.7	4.7	9.2	5.3	C
TCU108	857	220	153	0.4	5.5	10	4.5	10	6.6	D	TCU144	159	56	44	0.3	3.7	8.0	4.4	10	5.7	C
TCU109	1017	447	375	0.7	2.0	6.6	4.8	8.5	5.0	B	TCU145	416	178	142	0.1	2.5	7.6	4.2	10	5.3	C
TCU110	1191	342	312	0.7	4.0	4.9	4.9	7.2	5.0	B	TCU146	546	106	78	0.2	6.2	9.4	4.2	10	6.5	D
TCU111	671	152	126	0.5	5.3	6.8	4.6	7.5	5.7	C	TCU158	187	109	76	0.3	1.3	10	4.4	8.2	5.2	C
TCU112	570	406	275	0.1	0.0	10	4.1	9.8	5.0	B	TCU162	105	75	56	0.2	0.0	9.1	4.3	8.9	4.8	B
TCU113	554	409	279	0.4	0.0	10	4.5	9.9	5.2	C	TCU165	61	17	13	0.5	4.9	8.6	4.6	7.4	5.8	D
TCU114	847	60	49	0.5	7.7	7.1	4.6	10	6.7	D	TRB019	165	58	49	0.1	3.3	6.4	4.1	10	5.3	C
TCU115	748	439	344	0.7	0.3	8.0	4.8	8.9	4.9	B	TRB020	229	21	21	0.3	7.1	3.3	4.4	9.0	5.7	C
TCU116	1071	327	304	0.1	3.6	4.6	4.1	6.9	4.5	A	TRB021	171	86	65	0.3	1.8	8.8	4.4	10	5.4	C

圖六 d、彰化地區測站經類別評比權重加總結果 (1993-2013)。圓圈愈大及愈黑代表測站品質愈差。



STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK	STA	AVAIL	TRIG	GOOD	DEV	FAIL	WEIR	SITE	MAG	SCORE	RANK
WNT	1513	831	586	1.0	1.6	1.0	5.2	10	5.9	D	TCU120	1314	386	352	0.5	3.9	5.0	4.6	5.8	4.7	B
TCU065	1415	380	321	0.0	4.6	6.4	4.1	8.9	5.4	C	TCU122	1131	326	304	0.1	3.8	4.5	4.2	7.2	4.7	B
TCU067	1332	231	227	0.5	5.7	3.6	4.6	5.1	4.8	B	TCU124	1521	219	211	0.5	6.2	4.0	4.7	7.5	5.4	C
TCU071	1600	215	212	0.7	6.4	3.5	4.8	4.0	4.9	B	TCU125	1516	339	331	3.5	4.8	3.7	8.1	5.4	6.1	D
TCU072	1450	204	203	0.7	6.2	3.4	4.9	3.7	4.8	B	TCU126	1319	139	129	0.3	7.0	4.6	4.4	6.9	5.5	C
TCU073	1654	167	167	0.3	6.9	3.3	4.4	2.5	4.5	A	TCU129	1455	862	667	1.0	0.3	8.3	5.2	10	5.3	C
TCU074	1790	168	168	0.6	7.1	3.3	4.8	3.9	5.0	B	TCU138	1181	208	199	0.2	5.7	4.1	4.3	7.3	5.1	B
TCU075	1534	254	248	2.4	5.8	3.7	6.9	5.0	5.8	D	TCU142	367	59	58	0.5	5.9	3.6	4.7	3.3	4.6	A
TCU076	1548	360	351	0.3	4.6	3.7	4.4	5.2	4.5	A	TCU143	361	117	115	0.5	2.9	3.6	4.7	7.0	4.4	A
TCU077	1620	105	105	0.3	7.6	3.3	4.4	4.5	5.0	B	TCU148	600	197	182	0.3	3.2	4.7	4.4	6.4	4.5	A
TCU078	1692	178	176	0.3	6.9	3.5	4.4	3.2	4.7	B	TCU150	269	63	57	19.9	4.9	5.1	10	0.1	6.3	D
TCU079	1740	303	298	0.2	5.6	3.6	4.3	4.1	4.5	A	TCU157	126	31	27	0.7	4.8	5.8	4.9	5.4	5.1	B
TCU080	1781	278	277	0.7	5.9	3.4	4.9	3.6	4.7	B	TCU159	270	50	49	1.2	5.5	3.7	5.5	3.4	4.8	B
TCU084	1757	305	305	0.6	5.6	3.3	4.7	2.8	4.4	A	TCU166	63	12	12	0.3	5.3	3.3	4.4	4.6	4.5	A
											TRB020	229	21	21	0.3	7.1	3.3	4.4	9.0	5.7	C

圖六 e、南投地區測站經類別評比權重加總結果 (1993-2013)。圓圈愈大及愈黑代表測站品質愈差。

交通部中央氣象局  
委託研究計畫期末成果報告

台灣地區 103 年度自由場強震網資料收集及分析-西南地區

計畫類別：氣象    海象    地震

計畫編號：MOTC-CWB-103-E-01

執行期間：103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

計畫主持人：陳朝輝

執行機構：國立中正大學

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 103 年 12 月 3 日

## 政府研究計畫期末報告摘要資料表

計畫中文名稱	台灣地區 103 年度自由場強震網資料收集及分析-西南地區		
計畫編號	MOTC-CWB-103-E-01		
主管機關	交通部中央氣象局		
執行機構	國立中正大學		
年度	103 年	執行期間	1 月 1 日至 12 月 31 日
本期經費 (單位：千元)	1,130,000		
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 (%)
	1,130,000	1,130,000	100
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	陳朝輝		高雁祥
報告頁數	23 頁	使用語言	中文
中英文關鍵詞			
研究目的	<p>中央氣象局之台灣強地動觀測計畫(TSMIP)，至今(2014 年 11 月)，於台灣西南部地區自由場，共設 191 座強地動觀測站。觀測站之布設，以均勻分布於此地區，雲林縣 32 站、嘉義縣 38 站、嘉義市 8 站、澎湖縣 3 站、台南市 57 站、高雄市 52 站及南投縣 1 站。為確保臺灣西南地區自由場強震觀測站之正常運作，本計畫配合中央氣象局 103 年度之整體作業，共同維護此地區自由場強震網。定期至雲嘉南地區、澎湖離島和高雄等地區從事強震儀器檢測，地動記錄收集。以期建立完整之強地動資料庫，了解此地區強地動之特性，並提昇此地區強地動相關之研究，進而減輕未來臺灣西南部可能之地震危害。</p>		
研究成果	<p>檢視 CV 系列強震儀所收錄到的記錄，在第 3 次資料收集有 6 測站皆有收錄異常波形，將收錄狀況分成三類。第一類為異常波形的前後皆有收錄地震及雜訊記錄，CHY131(大內國小)除了測試檔共收錄 24 筆記錄，其中收錄 7 筆地震、10 筆雜訊及 7/30 日收錄 7 筆的異常波形，有的記錄長度甚至到 10 分鐘；</p>		

	<p>發生異常波形前後皆有收錄地震記錄，收錄異常波形前地震記錄、異常波形及之後地震記錄如圖 7-1~圖 7-9。第二類為收錄大量異常波形之後仍有收錄到地震記錄或雜訊，CHY132(內甕國小)除了測試檔共收錄 98 筆記錄，其中收錄到 1 筆地震(圖 8-4~圖 8-6)，其他 97 筆皆是垂直分量振幅較大，南北及東西則收錄到微弱的訊號(圖 8-1~圖 8-3)。且分別於 6/30 日 53 筆、07/10 日 16 筆及 07/12 日 28 筆等 3 日觸發記錄；於 07/22 收錄 1 筆地震，之後到維護當日(10/04)間並沒有再收錄異常波形記錄。CHY071(安佃國小)除了測試檔共收錄 78 筆記錄，3 筆雜訊及 75 筆此類波形(圖 9-1~圖 9-3)，其記錄時間有的甚至到 10 分鐘。第三類收錄的都是收錄異常波形記錄，CHY042(永興國小)除了測試檔共收錄 220 筆記錄，皆是垂直分量振幅較大，南北及東西則收錄到微弱的訊號(圖 10-1~圖 10-3)。CHY070(德高國小)除了測試檔共收錄 616 筆記錄，皆是東西分量振幅較大，垂直及南北則則收錄到微弱的訊號(圖 11-1~圖 11-3)，其記錄時間有的甚至到 10 分鐘。對於收錄的地震記錄，看似無明顯異常情形，仍需請廠商進一步的檢測。至於剛開始收錄正常，然後發生異常波形，之後又可以收錄地震記錄，到底是哪個環節出了問題讓儀器記錄正常變異常之後又可以變正常，這種情形是否會影響儀器收錄，若發生地震達到觸發值時是否會有漏掉的情況發生等問題，也應注意。</p>
<p>具體落實應用情形</p>	<p>本計畫達到強化台灣西南地區地震活動的監測，收錄完整詳盡的強震資料，將可提供從事台灣西南地區(1)地震斷層活動特性，(2)地殼內部構造分布，和(3)震度及危害度分區等研究之用。豐富的強震資料可以促進地震研究與工程設計進一步的結合，共同致力減低未來臺灣西南地區的地震危害。</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>無</p>

(以下接全文報告)

# 台灣地區 103 年度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 邱太乙  
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 2014 年 11 月，於台灣西南部地區自由場，共設 191 座強地動觀測站，其中 A-900A 強震儀 25 站、CV-574C 強震儀 18 站、CV-575C 強震儀 26 站、SMART-24 強震儀 64 站、TitanCWB 強震儀 22 站、TitanCWB2 強震儀 35 站及 K2 強震儀 1 站。觀測站之布設，以均勻分布於此地區為原則，雲林縣 32 站、嘉義縣 38 站、嘉義市 8 站、澎湖縣 3 站、台南市 57 站、高雄市 52 站及南投縣 1 站，本年度依三次的例行資料收集和儀器檢測來維持各觀測站運作。

## Abstract

The Central Weather Bureau has set up 191 free-field accelerograph stations in southwestern area on Taiwan strong motion instrumentation program (TSMIP) until November 2014. The seismic instruments include 25 A-900A accelerographs, 18 CV-574C accelerographs, 26 CV-575C accelerographs, 64 SMART-24 acclerographs , 22 TitanCWB acclerographs , 35 TitanCWB2 acclerographs , and one K2 acclerographs. An even distribution for the instrument deployment in this area is considered. There are 32 stations in Yun-Lin county, 38 stations in Chia-Yi county, eight stations in Chia-Yi city, three stations in Peng-Hu county, 57 stations in Tainan city , 52 stations in Kaohsiung city and one station in Nantou county. To maintain the accelerographs in a normal operation, three times of the routine data collection and instrument examination were scheduled in this year for all of stations.

## 壹、測站概況

本年度台灣西南地區總計設有 191 座自由場強地動觀測站，包含雲嘉南高雄、澎湖及南投等縣市內裝設自由場強震站(表 1)，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-900A、CV-574C、CV-575C、SMART-24、K2、TitanCWB 及 TitanCWB2。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約 3.92 gals 之地動加速度。強震儀之加速度感震器的溢滿值均為±2g。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(TitanCWB 系列為前 60 秒和後 120 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記錄。其中 A-900A 強震儀為 16 位元記憶體容量較小 6MB，CV-574C /575C、SMART-24A 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) 及 TitanCWB 強震儀(記憶體 64GB)。地動記錄之取樣時間距，A-900A、CV-574C、CV-575C、SMART-24 與 TitanCWB 系列等強震儀 Sample rate 均為每秒 200 點。大部分觀測站皆有安裝全球定位系統(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佈如圖 1，紅色三角形為即時觀測站。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。

2013/11/26~2013/12/20 及 2014/03/10~2014/03/17 期間，氣象局在西南地區實施強震儀的更換，共計 35 站的強震儀異動為 TitanCWB2，相關異動測站、設置時間資料如表 2-1~表 2-2。

本年度至測站維護及收集資料時，排除因施工造成斷電外，其他電源問題造成儀器停止運作的有 CHY008(雙溪國小)、CHY021(新市國小)、CHY023(歸南國小)、CHY095(太保國小)、CHY111(豐安國小)、KAU015(大華國小)、KAU061(高雄中學)、KAU090(大寮國小)及 MND004 等，其中 KAU015(大華國小)連續 2 次都發生無熔絲開關處於跳電狀態，應查修以確保能正常供電，CHY095(太保國小)及 MND004 為不明原因沒電，其他則是無熔絲開關處於關閉狀態，供電問題測站皆已報修或重新將開關重啟復電。

## 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，並於每次巡迴完成後，將地震資料彙整後送至地震中心。本年度三次之例行性強地動資料收集，分別於2月、6月及10月執行資料收集。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-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，TitanCWB使用傳輸線及FTP軟體或網頁來下載檔案。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-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)，使用者手冊之內容及TitanCWB以Nanometrics Inc. Titan-CWB Accelerometer User Guide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：無法開機、波形異常、GPS訊號不好或者故障無法校時、儀器與電腦無法連線。

### 肆、初步資料分析

檢視CV系列強震儀所收錄到的記錄，在第3次資料收集有6測站皆有收錄異常波形，將收錄狀況分成三類。第一類為異常波形的前後皆有收錄地震及雜訊記錄，CHY131(大內國小)除了測試檔共收錄24筆記錄，其中收錄7筆地震、10筆雜訊及7/30日收錄7筆的異常波形，有的記錄長度甚至到10分鐘；發生異常波形前後皆有收錄地震記錄，收錄異常波形前地震記錄、異常波形及之後地震記錄如圖7-1~圖7-9。第二類為收錄大量異常波形之後仍有收錄到地震記錄或雜訊，CHY132(內甕國小)除了測試檔共收錄98筆記錄，其中收錄到1筆地震(圖8-4~圖8-6)，其他97筆皆是垂直分量振幅較大，南北及東西則收錄到微弱的訊號(圖8-1~圖8-3)。且分別於6/30日53筆、07/10日16筆及07/12日28筆等3日觸發記錄；於07/22收錄1筆地震，之後到維護當日(10/04)間並沒有再收錄異常波形記錄。CHY071(安佃國小)除了測試檔共收錄78筆記錄，3筆雜訊及75筆此類波形(圖9-1~圖9-3)，其記錄時間有的甚至到10分鐘。第三類收錄的都是收錄異



常波形記錄，CHY042(永興國小)除了測試檔共收錄 220 筆記錄，皆是垂直分量振幅較大，南北及東西則收錄到微弱的訊號(圖 10-1~圖 10-3)。CHY070(德高國小)除了測試檔共收錄 616 筆記錄，皆是東西分量振幅較大，垂直及南北則則收錄到微弱的訊號(圖 11-1~圖 11-3)，其記錄時間有的甚至到 10 分鐘。對於收錄的地震記錄，看似無明顯異常情形，仍需請廠商進一步的檢測。至於剛開始收錄正常，然後發生異常波形，之後又可以收錄地震記錄，到底是哪個環節出了問題讓儀器記錄正常變異常之後又可以變正常，這種情形是否會影響儀器收錄，若發生地震達到觸發值時是否會有漏掉的情況發生等問題，也應注意。

檢視 SMART24 強震儀所收錄到的記錄，方波問題目前只有少數測站有偶發記錄，詳見附表 3。在其他收錄資料中，仍有較特別的記錄如：CHY022(南化國小)除了測檔試共收錄 91 筆資料，其中收錄 1 筆地震，其他 90 筆記錄則為較特殊波形(圖 12-1~圖 12-3)，仍需注意其造成觸發記錄原因。KAU003(中山大學)於資料收集當日施做 Calibration，連做 3 次垂直分量都無法得到正確的訊號(圖 13-1~圖 13-3)。

## 伍、檢討與建議

- 一、SMART24 強震儀收錄到的方波問題，目前只有少數測站有偶發方波記錄，將持續的追蹤改善狀況。
- 二、TitanCWB 系列充電器已有故障情形發生，本區有 3 站故障；到站維護時應注意充電器是否有異音或者 LED 燈號是否有亮…等問題，以確保持電器是否正常供電。
- 三、TitanCWB 系列已陸續將韌體更新至 1.3.6 版本，本區內 TitanCWB2 韌體為 1.3.3 版本，會發生狀態顯示異常(但檢視參數卻正常)，有此種狀況的儀器，連線到 waveform 頁面通常無波形顯示及無法選擇頻道去施做 Calibration 等問題，應儘快將韌體更新至 1.3.6 版本，確認是否為 1.3.3 韌體的問題。
- 四、CV574C/CV575C 儀器異常觸發而收錄異常波形記錄問題，其收錄的時間長度有的甚至到 10 分或者筆數較多，易造成記憶體溢滿的可能。對於收錄的地震記錄，看似則無明顯異常情形，仍需請廠商進一步的檢測。至於剛開始收錄正常，然後發生異常波形，之後又可以收錄地震記錄，到底是哪個環節出了問題讓儀器記錄正常變異常之後又可以變正常，這種情形是否會影響儀器收錄，若發生地震達到觸發值時是否會有漏掉的情況發生等問題，也應注意。
- 五、CV574C/CV575C 儀器收錄異常波形記錄問題，MND018 於 103/07/21 經報修後，本年度第 3 次(10/14)所收錄的異常波形記錄跟上期有明顯減少；CHY042、CHY070、CHY071、CHY132 等測站於 102 年 10 月中報修，除了 CHY071 本年度第 2 次及第 3 次都收錄異常波形，其他僅在第 3 次有收錄異常波形情形，顯

然有不完整修復之情況，是否請廠商完修後，提供這類狀況可能發生的原因或應注意事項，以利追蹤。

六、本年度至測站維護及收集資料時，排除因施工造成斷電外，其他電源問題造成儀器停止運作的有 CHY008(雙溪國小)、CHY021(新市國小)、CHY023(歸南國小)、CHY095(太保國小)、CHY111(豐安國小)、KAU015(大華國小)、KAU061(高雄中學)、KAU090(大寮國小)及 MND004 等，其中 KAU015(大華國小)連續 2 次都發生無熔絲開關處於跳電狀態，應查修以確保能正常供電，CHY095(太保國小)及 MND004 為不明原因沒電，其他則是無熔絲開關處於關閉狀態，可能是人為或其他原因造成，皆已將無熔絲開關復電，發生 2 次的測站有重貼氣象局用電說明或與校方聯絡說明避免誤關。無熔絲開關處於跳電狀態應檢查是否有漏電情形或開關故障；至於無熔絲開關處於關閉狀態則於後續持續追蹤注意其可能造成的原因。

七、有些 FRP 裡面會易有螞蟻、壁虎、蜘蛛、蛇或老鼠等，而這些也是主要影響站內環境的主要原因，在本年度第 3 次於 KAU092(高雄港務局)螞蟻於站內多處築蟻丘，經打掃清理出大量沙，後續仍應注意蟻丘問題或其他影響。

## 陸、誌謝

感謝中央氣象局提供經費(MOTC-CWB-103-E-01)進行、中央氣象局地震中心及許文偉先生的諮詢於資料收集的協助。

## 柒、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 magnitude 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。
- Nanometrics Inc. Titan-CWB Accelerometer User Guide(2012)



圖 1、台灣西南地區強地動觀測站之分布，紅色三角形為即時觀測站

表 1、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	TitanCWB	TitanCWB2	A900A	CV574 C	CV575 C	K2	SMART24 A	測站總數
雲林縣	16	1	1	3	3	0	8	32
嘉義縣	1	7	2	2	9	1	16	38
嘉義市	0	4	0	2	1	0	1	8
澎湖縣	0	1	0	0	0	0	2	3
台南市	2	14	0	6	13	0	22	57
高雄市	3	8	22	5	0	0	14	52
南投縣	0	0	0	0	0	0	1	1
儀器總數	22	35	25	18	26	1	64	191

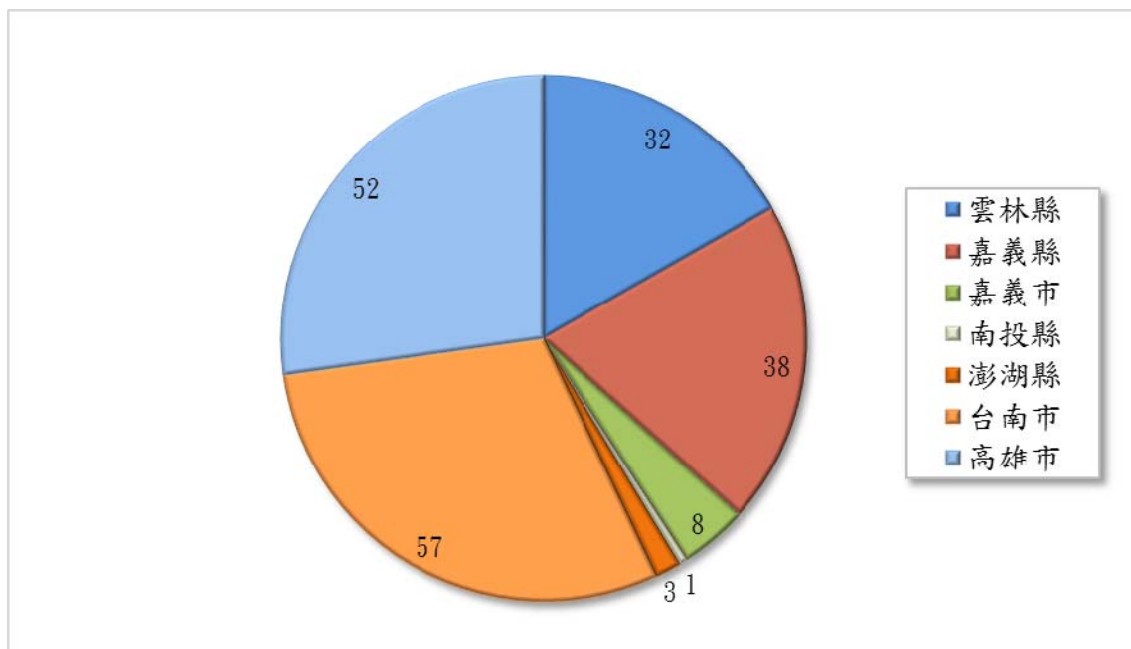


圖 2、西南部地區各縣市測站數量

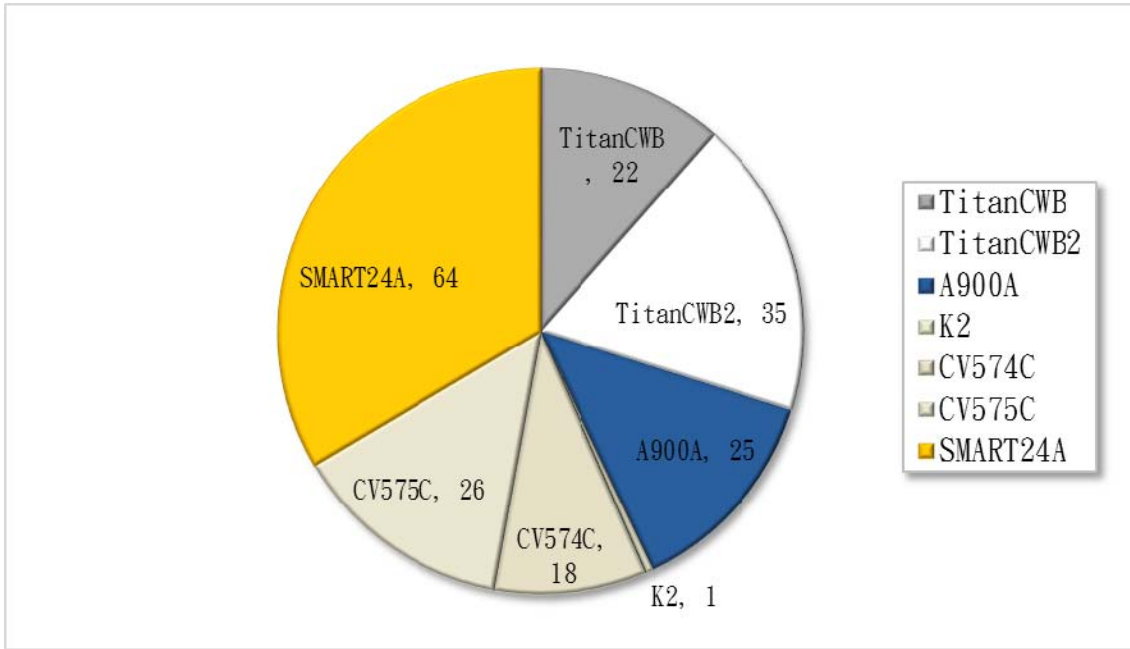


圖 3、西南部地區各類型儀器及數量

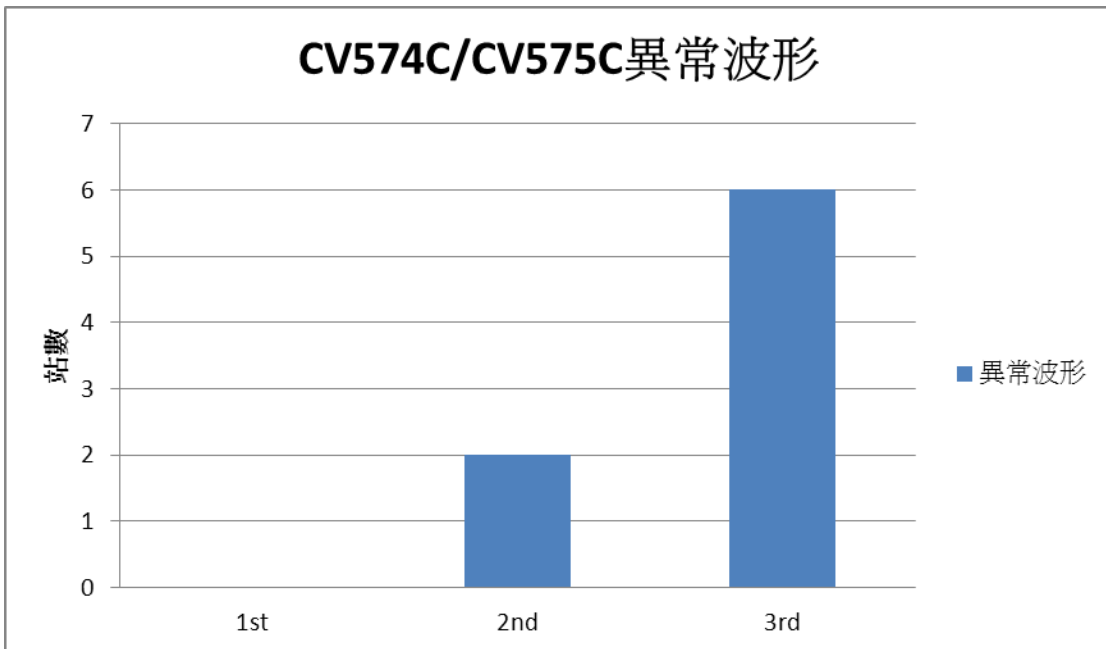


圖 4、本年度 CV574C/CV575C 收錄異常波形站數

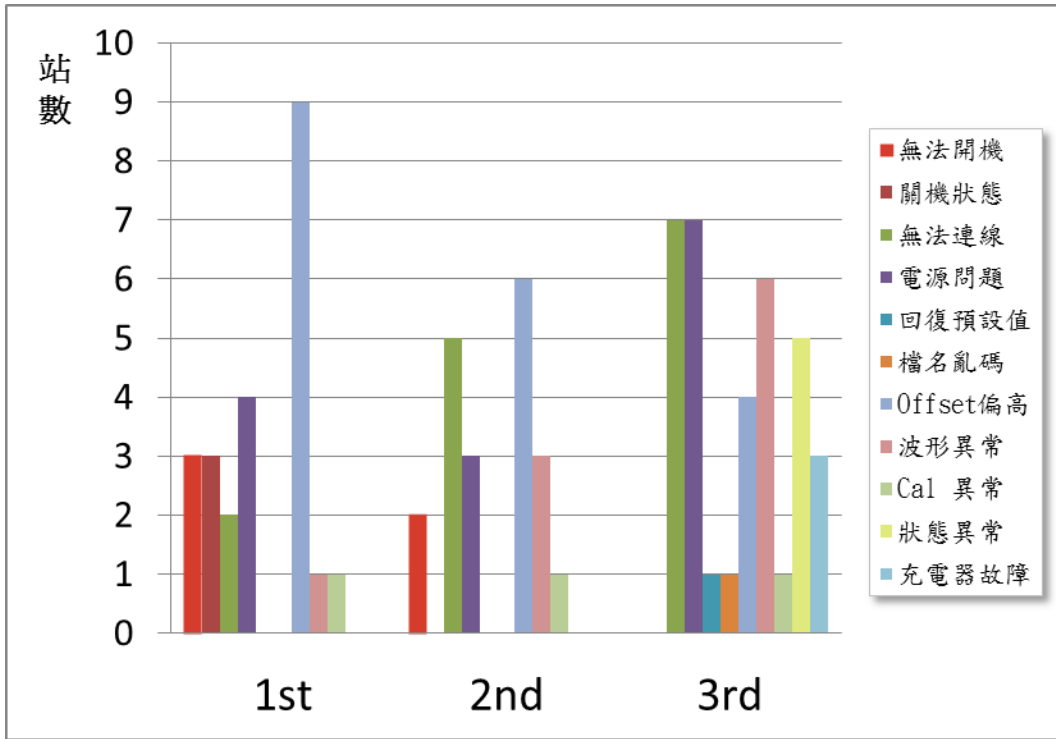


圖 5、103 年資料收集強震儀運作狀況統計圖

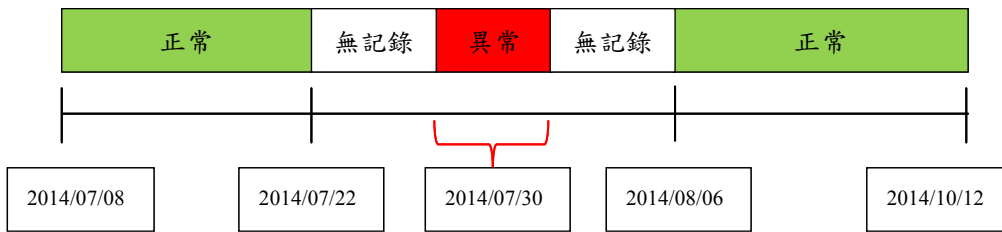


圖 6、CHY131 異常波形收錄區間

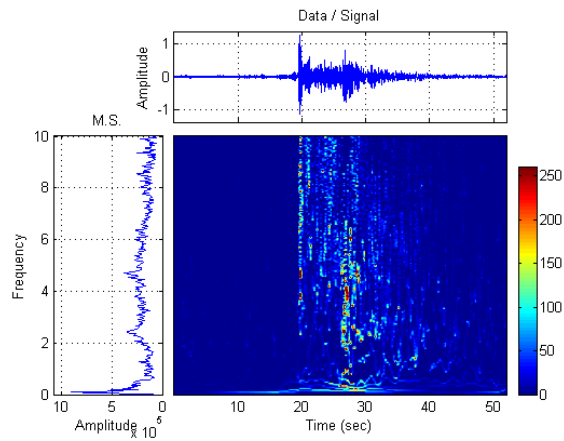


圖 7-1、CHY131-Z (異常波形前)

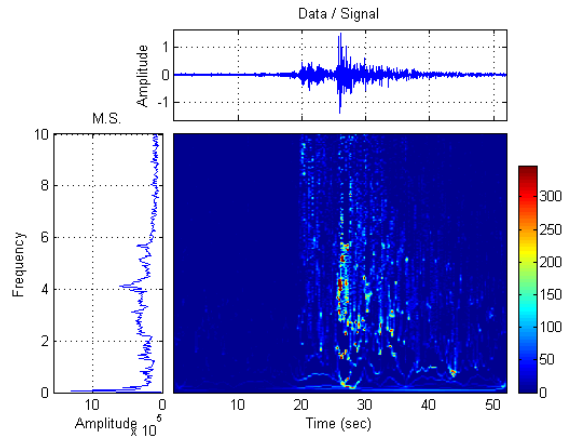


圖 7-2、CHY131-N (異常波形前)

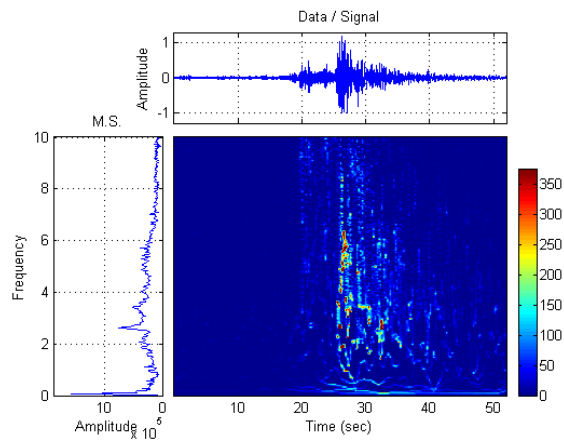


圖 7-3、CHY131-E (異常波形前)

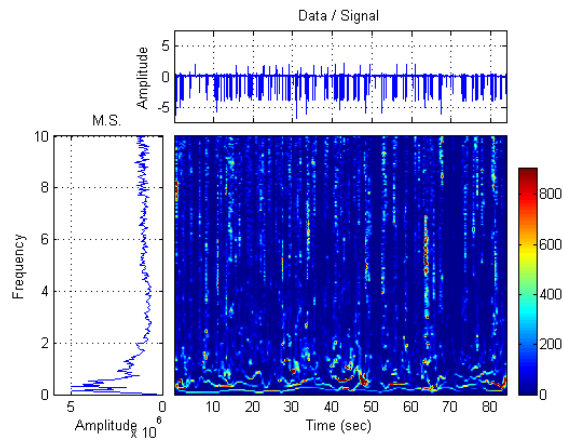


圖 7-4、CHY131-Z

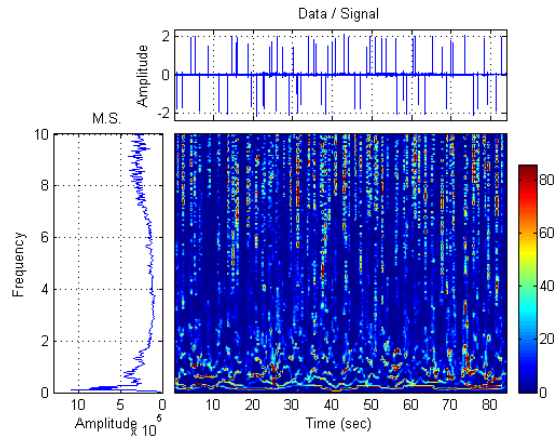


圖 7-5、CHY131-N

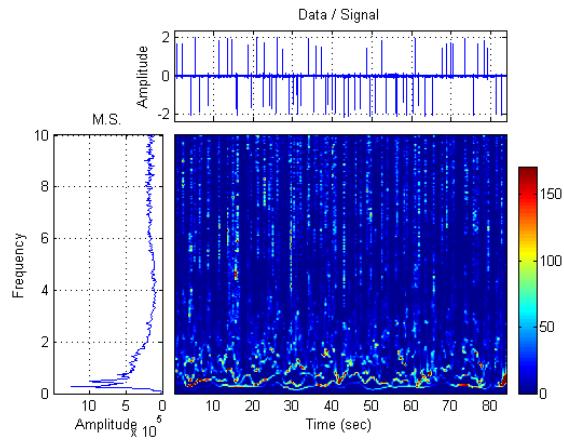


圖 7-6、CHY131-E



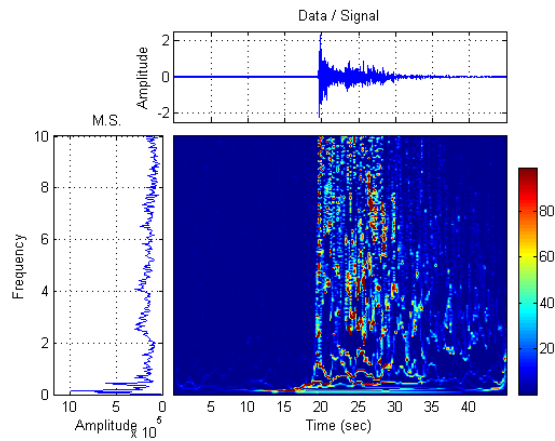


圖 7-7、CHY131-Z (異常波形後)

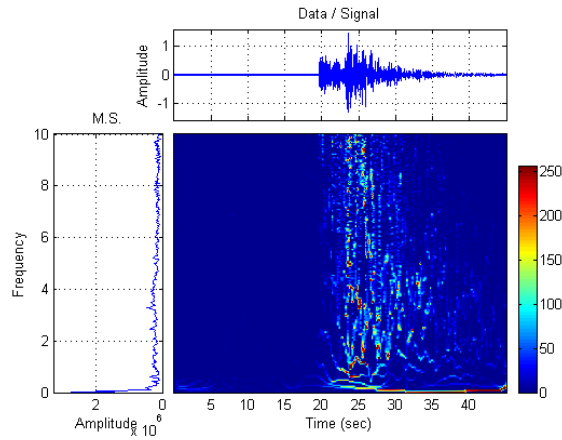


圖 7-8、CHY131-N (異常波形後)

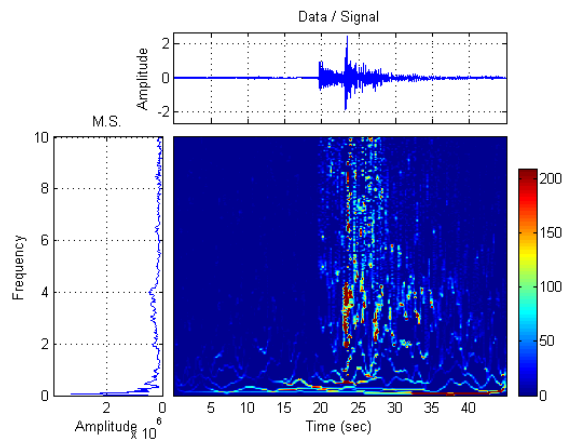


圖 7-9、CHY131-E (異常波形後)

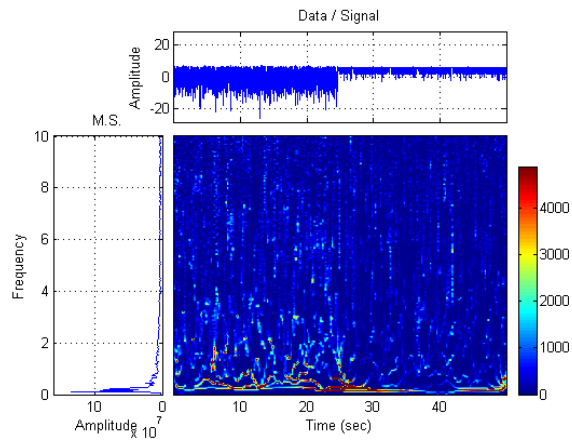


圖 8-1、CHY132-Z

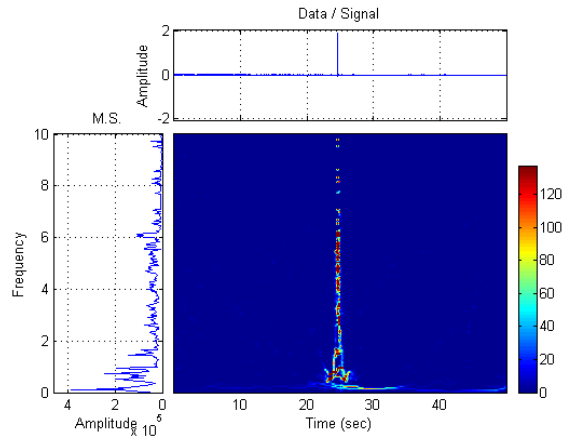


圖 8-2、CHY132-N

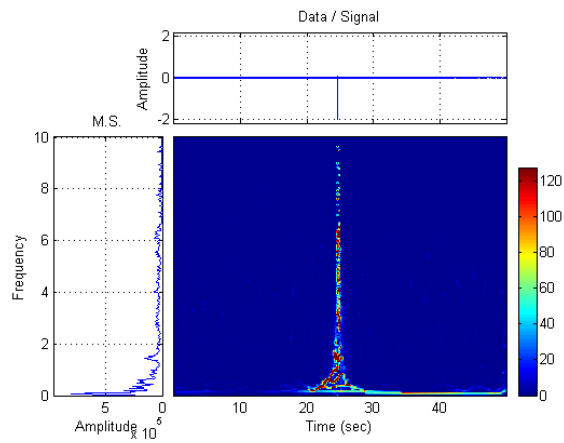


圖 8-3、CHY132-E

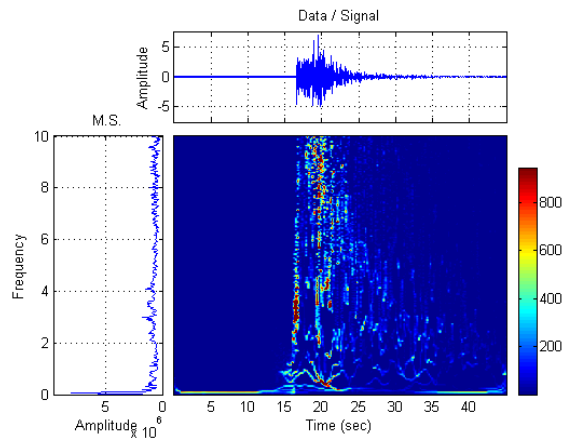


圖 8-4、CHY132-Z

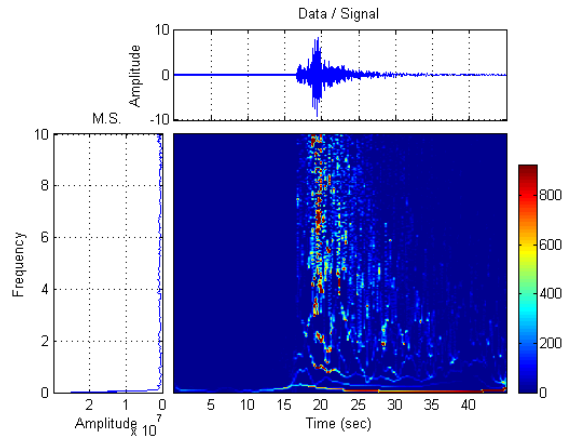


圖 8-5、CHY132-N

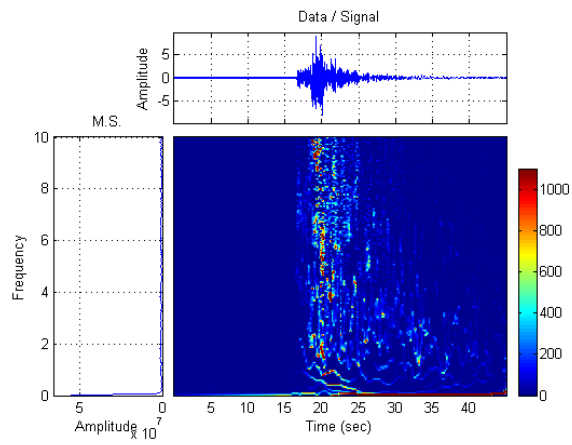


圖 8-6、CHY132-E

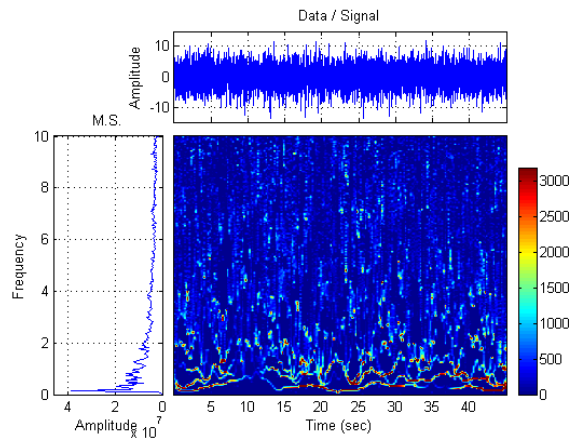


圖 9-1、CHY071-Z

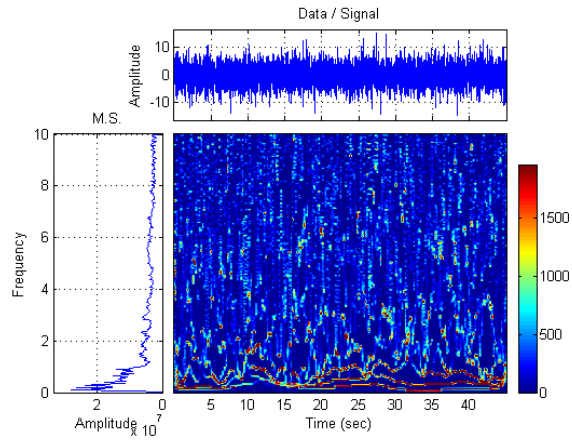


圖 9-2、CHY071-N

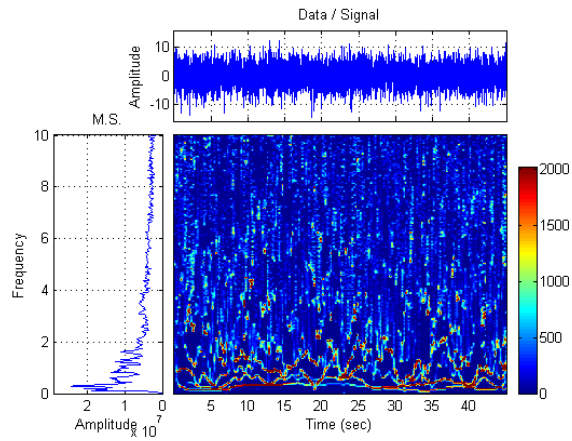


圖 9-3、CHY071-E

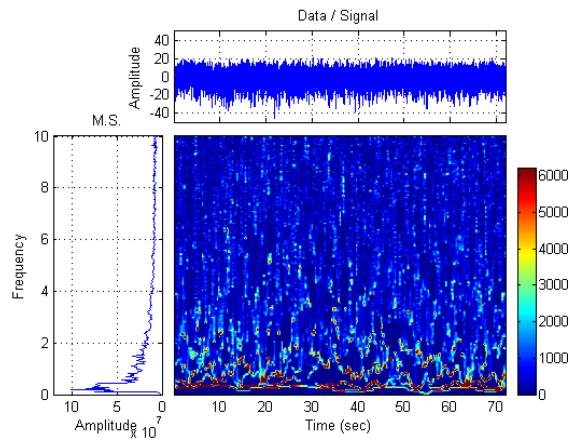


圖 10-1、CHY042-Z

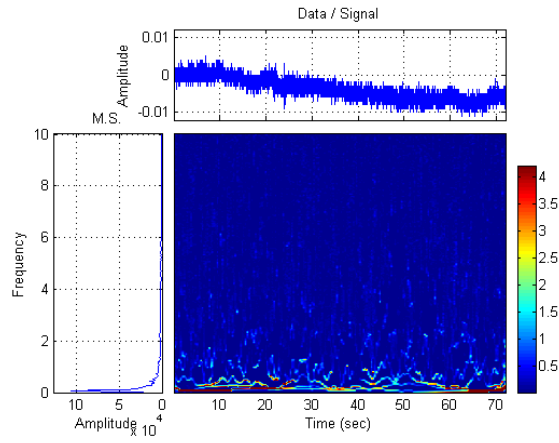


圖 10-2、CHY042-N

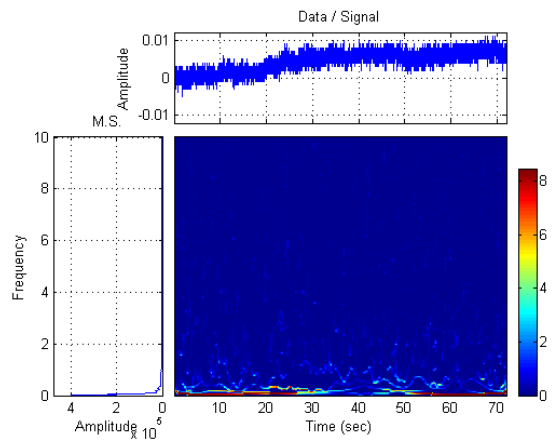


圖 10-3、CHY042-E

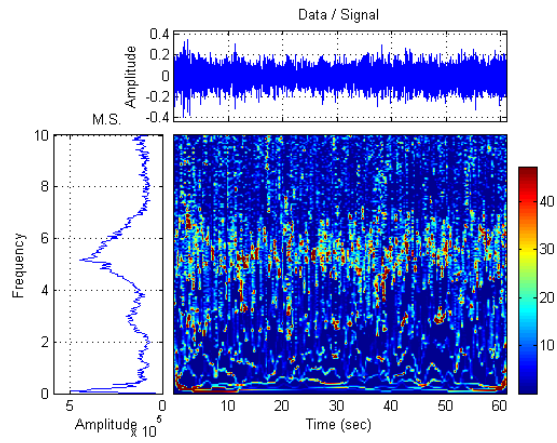


圖 11-1、CHY070-Z

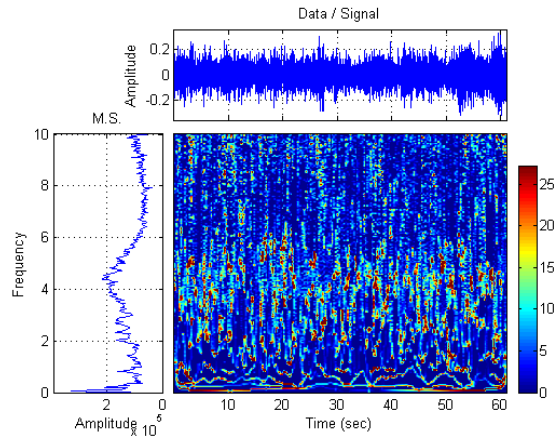


圖 11-2、CHY070-N

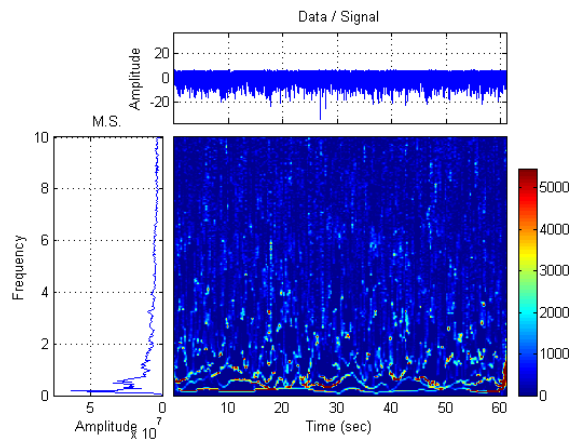


圖 11-3、CHY070-E

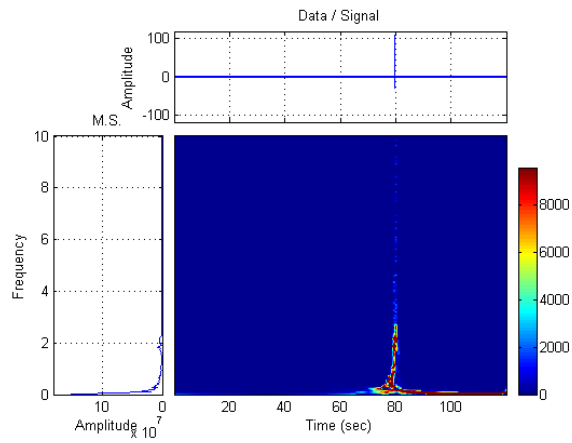


圖 12-1、CHY022-Z

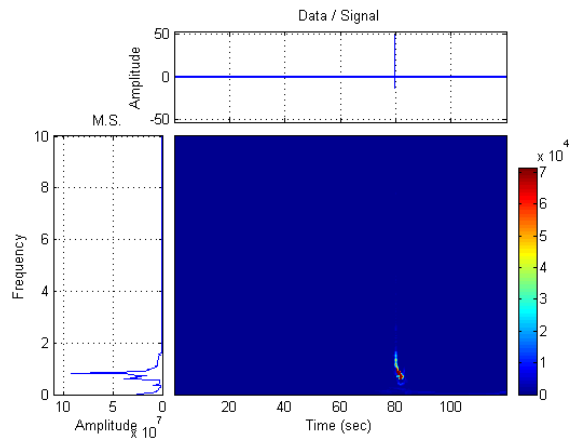


圖 12-2、CHY022-N

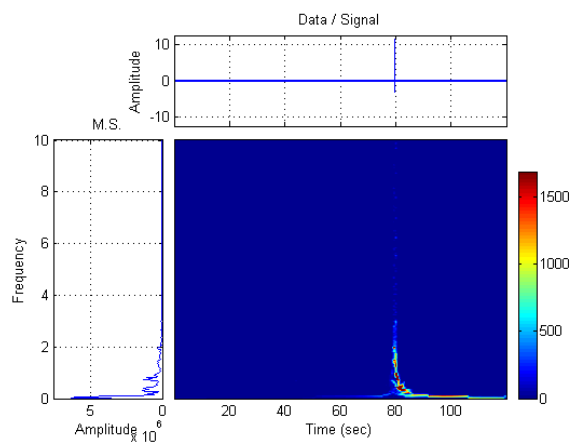


圖 12-3、CHY022-E

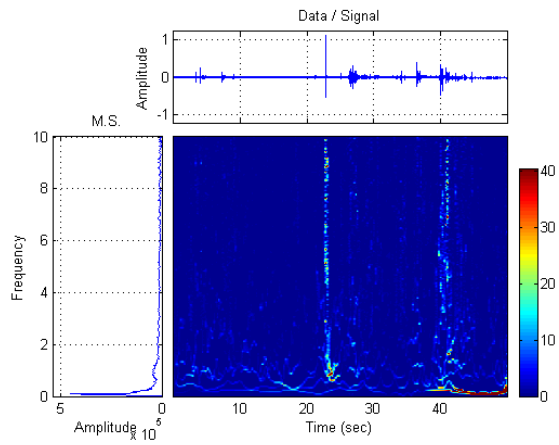


圖 13-1、KAU003-Z

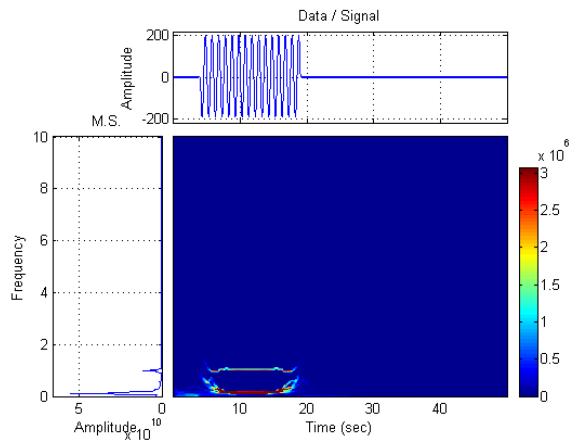


圖 13-2、KAU003-N

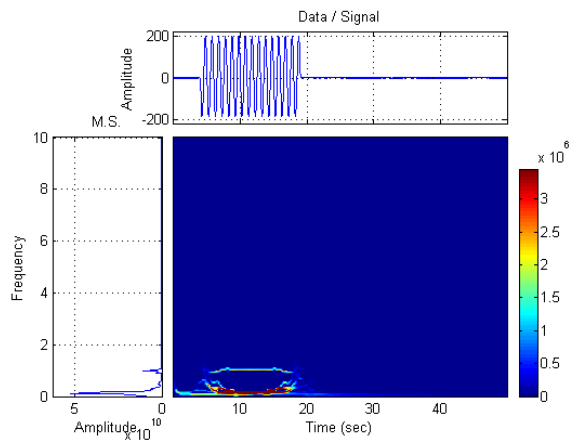


圖 13-3、KAU003-E



表 2-1、西南部地區強震儀異動表(1/2)

站數	站碼	站名	新裝儀器		原本儀器		安裝日期	備註
			儀器	序號	儀器	序號		
01	CHY005	排路國小	TitanCWB2	0311	A900A	449	2013/12/11	
02	CHY009	育人國小	TitanCWB2	0373	A900A	490	2013/12/19	
03	CHY013	信義國小	TitanCWB2	0312	A900A	348	2013/12/4	
04	CHY016	苓和國小	TitanCWB2	0326	A900A	347	2013/11/28	
05	CHY017	中營國小	TitanCWB2	0374	A900A	418	2013/12/2	
06	CHY020	竹橋國小	TitanCWB2	0352	A900A	417	2013/12/20	
07	CHY035	龍山國小	TitanCWB2	0350	A900A	438	2013/12/11	
08	CHY038	秀林國小	TitanCWB2	0376	A900A	511	2013/12/11	
09	CHY047	嘉北國小	TitanCWB2	0328	A900A	375	2013/12/11	
10	CHY048	大同國小	TitanCWB2	0318	A900A	553	2013/12/3	
11	CHY051	青山國小	TitanCWB2	0307	A900A	346	2013/12/2	
12	CHY053	重溪國小	TitanCWB2	0386	A900A	366	2013/12/2	
13	CHY055	新橋國小	TitanCWB2	0389	A900A	305	2013/12/2	
14	CHY060	安定國小	TitanCWB2	0324	A900A	509	2013/11/27	
15	CHY064	永仁高中	TitanCWB2	0313	A900A	562	2013/12/12	
16	CHY084	中溪國小	TitanCWB2	0302	A900A	409	2013/12/10	
17	CHY096	復興國中	TitanCWB2	0332	A900A	322	2013/11/28	
18	CHY098	石門國小	TitanCWB2	0337	A900A	571	2013/11/26	
19	CHY105	新港國小	TitanCWB2	0341	A900A	398	2013/12/11	
20	CHY106	柳林國小	TitanCWB2	0308	A900A	495	2013/12/19	
21	CHY107	南梓國小	TitanCWB2	0346	A900A	552	2013/12/4	
22	CHY114	顯宮國小	TitanCWB2	0321	A900A	327	2013/12/20	
23	CHY116	青草國小	TitanCWB2	0377	A900A	359	2013/12/20	
24	CHY119	嘉義市消防局	TitanCWB2	0381	A900A	517	2013/12/3	
25	CHY120	嘉義縣消防局	TitanCWB2	0353	A900A	520	2013/12/3	
26	CHY122	臺南市消防局	TitanCWB2	0369	A900A	527	2013/12/4	民治 辦公室
27	CHY127	澎湖縣消防局	TitanCWB2	0322	A900A	572	2013/12/10	

表 2-2、西南部地區強震儀異動表(2/2)

站數	站碼	站名	新裝儀器		原本儀器		安裝日期	備註
			儀器	序號	儀器	序號		
28	KAU004	中山國小	TitanCWB2	0401	A900A	432	2014/3/10	
29	KAU008	中正國小	TitanCWB2	0408	A900A	405	2014/3/17	
30	KAU062	高雄女中	TitanCWB2	0413	A900A	554	2014/3/17	
31	KAU063	茄萣國小	TitanCWB2	0432	A900A	329	2014/3/14	
32	KAU064	彌陀國小	TitanCWB2	0430	A900A	338	2014/3/14	
33	KAU066	大社國小	TitanCWB2	0409	A900A	434	2014/3/10	
34	KAU067	九曲國小	TitanCWB2	0403	A900A	446	2014/3/31	
35	KAU069	茂林國小	TitanCWB2	0405	A900A	336	2014/3/11	

表 3、收錄方波測站

站碼	測站名稱	記錄收集次別			備註
		1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	
CHY008	雙溪國小	2	3	2	
CHY010	民和國小	0	1	0	
CHY018	湖東國小	0	0	9	
CHY095	太保國小	0	0	2	
CHY108	麻豆國小	0	2	1	
KAU021	佛光山	0	2	1	

# 交通部中央氣象局

## 委託研究計畫期末成果報告

### 臺灣地區 103 年度自由場強震網資料收集及分析- 東部地區

計畫類別：氣象    海象    地震

計畫編號：MOTC-CWB-103-E-01

執行期間： 103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

計畫主持人： 劉忠智

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)：

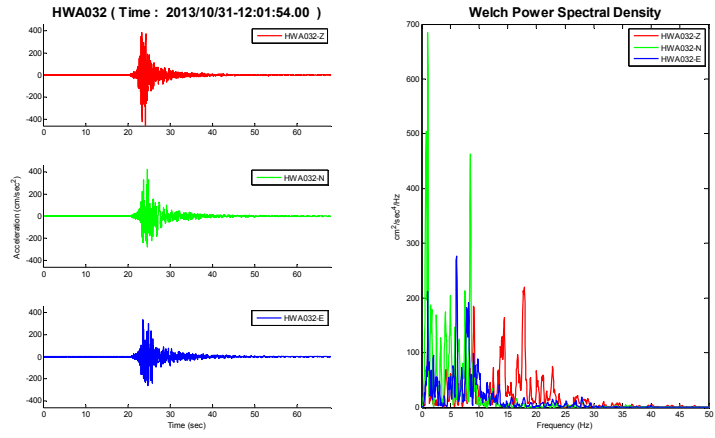
- 赴國外出差或研習心得報告 1 份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告 1 份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各 1 份

中華民國 103 年 11 月 10 日

**政府研究計畫(期中/期末)報告摘要資料表**

計畫中文名稱	臺灣地區 103 年度自由場強震網資料收集及分析-東部地區		
計畫編號	MOTC-CWB-103-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	103	執行期間	103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日
本期經費 (單位：千元)	1271.400		
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 (%)
	1271.400	1271.400	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
			蔡宗達
報告頁數	43	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 accelerographs, 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 178 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>		
研究成果	<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 2014 年 3 月、2014 年 7 月、2014 年</p>		

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 3025 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。2013/10/31 20:02:10 花蓮縣瑞穗鄉規模 6.4 地震，2014/01/15 02:38:13 台東縣卑南鄉規模 5.1 地震，2014/05/21 08:21:14 花蓮縣鳳林鎮規模 5.9 地震，及 2014/05/25 20:41:13 台東縣關山鎮規模 5.0 地震，這些發生於陸地的地震，在震央附近測站測得的震度都超過五級，災情雖很輕微但感受都十分明顯。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 17.2，中位數為 10，眾數為 1，變異頗為明顯。因瑞穗地震及其餘震之故，玉里以北至吉安的測站全年的記錄數遠高於其他地區，而屏東地區，除少數測站外，則多為個位數。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) 記錄的波形資料不正確；(5) 時間系統不正常；(6) 加速度計輸出偏離過大。本年雖已增加新型的 Titan 型強震儀 32 台，替換老舊的儀器，並將 A900 型強震儀已全數淘汰，但 A900A 型強震儀，仍有 43 台佔全部儀器的 24%，因儀器老舊，故障比率與它型儀器相比，明顯偏高。2013 年 10 月 31 日 20 時 2 分，花蓮縣萬榮鄉(北緯 23.57 度，東經 121.35 度)，發生規模 6.4 之地震，震源深度 15 公里，全台有感，花蓮縣西林震度 7 級，花蓮市、南投合歡山、宜蘭縣南山等多處震度亦達 5 級。地震後本計畫緊急派員前往震央區附近，蒐集靠近震央 33 個測站之地震資料。其餘測站資料則已於本年第一次例行儀器檢測時取回。愈精密的儀器，愈易遭受環境改變的影響，如能將其安裝於良好的工作環境，也就愈能發揮其良好的效能。分析部分測站的強震記錄，由功率譜密度圖及低通濾波後之波形圖，在垂直向及南北向，可清楚觀察到持續的信號漂移，判斷其為測站溫度日夜變化過大的影響。為探究其可能來源、影響及改善之道，已取回測站連續數日的波形資料。資料分析的工作尚在進行中，初步的結果認為，儀器的熱漂移係數，與型錄的規範相符。

	
<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記錄，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，各測站大都能長時間正常運作並十分有效的記錄地震資料。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>1、為方便固定儀器，廠商在安裝新一代的強震儀時，於儀器底部加裝一片薄型鐵板。如安裝不慎，此一薄型鐵板易使儀器水平向的加速度計，與環境震動產生共振現象。建議將此一鐵板全數移除。2、Titan 強震儀對溫度的變化十分敏感，建議於部分日夜溫差變化大的測站，在儀器周邊安裝一些隔溫材料，阻絕溫度的快速變化，或可降低信號的漂移。</p>

# 臺灣地區 103 年度自由場強震網資料收集及分析-

## 東部地區

劉忠智、吳嘉龍、蔡宗達  
中央研究院地球科學研究所

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2014年9月底止，於花蓮、台東及屏東地區共設有178座自由場強震儀。強地動觀測網的強震儀，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2013年10月至2014年9月止，本區共蒐集了3025筆三軸向自由場強震記錄。本年蒐集的地震資料中較引人注目的地震有2013/10/31 20:02:10花蓮縣瑞穗鄉規模6.4地震，2014/01/15 02:38:13台東縣卑南鄉規模5.1地震，2014/05/21 08:21:14花蓮縣鳳林鎮規模5.9地震，及2014/05/25 20:41:13台東縣關山鎮規模5.0地震，這些地震都發生於陸地，地震深度分別為15.0、8.3、16.5、12.7公里，震央附近部分測站測得的震度都超過五級，災情雖很輕微但感受都十分明顯。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 178 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, 3025 three-component strong motion records had been collected during Oct. 2013 and Sept. 2014. These records include the data of several very strong ground motion earthquakes, such as 2013/10/31 20:02:10  $M_L$  6.4 Hualian Juisui earthquake, 2014/01/15 02:38:13  $M_L$  5.1 Taitung Beinan earthquake, 2014/05/21 08:21:14  $M_L$  5.9 Hualian Fonglin earthquake, and 2014/05/25 20:41:13  $M_L$  5.0 Taitung Guanshan earthquake. 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,

## 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2014年9月底止，包含鐵路局及國防部委託，共設置了178座自由場強震儀(圖一及圖二)。目前本區自由場強震儀有美國Teledyne公司出產的A900A型43座，SMART24A型45座強震儀、日本東京測振公司生產的CV-574型強震儀51座、加拿大Nanometric公司之Titan-CWB型強震儀7座，及Titan-CWB-2型32座。A900及A900A使用16位元類比數位轉換裝置，而CV-574、SMART24A及Titan-CWB型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、Titan-CWB、全部都配置有GPS時間接收器，A900A仍有近35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。五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，Titan內部配置8GB記憶體及可抽換的64GB資料儲存裝置，三者都能儲存大量的強震資料。至2014年10月本區已有39個強震站換裝新一代Titan-CWB型強震儀。

## 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2014年3月、2014年7月、2014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3025筆三軸向強地動記錄。2013年10月至2014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，增加約34%。圖四A及圖四B分別為



2013年10月至2014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之地震仍極為稀少，第一次例行檢測，取回強震記錄1458筆，第二次及第三次分別取回841、726筆。全年規模大於或近於5之地震有：2013/10/31 20:02:10花蓮縣瑞穗鄉規模6.4地震，2014/01/15 02:38:13台東縣卑南鄉規模5.1地震，2014/05/21 08:21:14花蓮縣鳳林鎮規模5.9地震，及2014/05/25 20:41:13台東縣關山鎮規模5.0地震。這些地震都發生於本島之陸地，在震央附近測站測得的震度都超過五級，災情雖很輕微但感受都十分明顯。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

附表一至表四分別為2013/10/31瑞穗地震、2014/01/15卑南地震、2014/05/21鳳林地震及2014/05/25關山地震等四個地震，靠近震央測站自由場強震儀，測錄到的最大加速度值。圖五、七、九、十一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、十二分別為近震央測站於該地震測得的波形資料與功率譜密度圖。

2013/10/31 20:02:10花蓮縣瑞穗鄉規模6.4地震，震源深度15公里，花蓮西林震度7級，花蓮縣花蓮市、南投縣合歡山、宜蘭縣南山震度5級。花蓮光復糖廠(HWA005)及西林(ESL)測得的PGA值分別為517、232、330及115、402、473 gal。本區本次測得的強震記錄共有106組。

2014/01/15 02:28:13台東縣卑南鄉規模5.1地震，震源深度8.3公里，台東縣初鹿震度5級，台東縣台東市震度4級。賓朗國小(TTN027)及初鹿國小(ECU)，測得的PGA值分別為223、105、186及106、211、184 gal。本區本次測得的強震記錄共有52組。

2014/05/21 08:21:14花蓮縣鳳林鎮規模5.9地震，震源深度16.5公里，花蓮縣鳳林震度6級，花蓮縣花蓮市震度5級。長橋國小(HWA032)及西林國小(ESL)，測得的PGA值分別為482、341、390及81、398、305 gal。本區本次測得的強震記錄共有90組。

2014/05/25 20:41:13台東縣關山鎮規模5.0地震，震源深度12.7公里，台東縣池上震度5級，高雄市桃源震度3級。初來新武分校(TTN041)及海端國小(TTN021)，測得的PGA值分別為134、186、210及82、194、132 gal。本區本次測得的強震記錄共有46組。

表五列出了本年本區各測站資料收錄的次數，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。本區本年測站資料收錄次數的最大值為168，平均數為17.2，中位數為10，眾數為1，變異頗為明顯。

因瑞穗地震及其餘震之故，玉里以北至吉安的測站全年記錄數遠高於其他地區，而屏東地區，除少數測站外，則多為個位數。屏東地區以栗國小(KAU033)、楓港國小(KAU038)等14個測站，全年儀器均處於正常工作狀態，但都未收錄到任何地震資料。圖十三、圖十四分別為本區資料收錄次數之直方圖(Histogram)及各測站由南至北資料收錄次數的統計圖。

#### 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(如表九)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)紀錄的波形資料不正確；(5)時間系統不正常；(6)加速度計輸出偏離過大。新建置之Titan內部配置8GB記憶體，容易故障，無法存取資料，廠商正逐漸更新韌體及記憶卡。
- 2、本年本區各縣市自由場強震儀的配置情形如表十，A900型強震儀已全數淘汰，但A900A型強震儀，仍有43台，佔全部儀器的24%，因儀器老舊，故障比率與它型儀器相比，明顯偏高。而此型強震儀，大部份都未配置GPS時間接收器，也因振盪晶體老化，其時間誤差正逐漸增加。本型儀器已停止生產多年，廠商備品之供應將日趨困難，本年雖已增加新型的Titan型強震儀32台，用以替換老舊的儀器，建議強震觀測網仍需未雨綢繆，加速進行自由場強震儀的更新工作。
- 3、第一次例行檢測提報問題處理情形：
  - (1) 南州國小(KAU075)、福原國小(TTN020)，儀器校正功能不正常。東師附小(TTN005)，Titan強震儀無法更新韌體，經廠商檢測維修後，都已能正常工作。
  - (2) 花蓮春日國小(HWA037，A900A)強震儀的波道三、花蓮光復太巴塑國小(HWA033，SMART24A)的波道二、及台東電光國小(TTN044，CV574C)波道二，於地震時有明顯直流偏移現象，經廠商維修後已能正常紀錄地震信號。
  - (3) 在本區有為數不少配置新一代Titan強震儀儀器的測站，其垂直向的地震紀錄中都含有長周期的直流漂移信號，為探究其可能來源、影響及改善之道，廠商已於2014/06取回光復糖廠(HWA005)連續數日的波形資料。資料分析的工作尚在進行中，初步的結果認為，儀器的熱漂移係數，與型錄的規範相符。
  - (4) Titan為氣象局2012年後新購置之強震儀，為充分瞭解其性能，建議於花蓮氣象站(HWA019)之地震儀測試平台安裝一台測試用儀器，方便

與其他廠牌之強震儀作長時間的比較及相關性測試，分析數位濾波器對信號的影響，並尋求最佳化之工作參數。廠商2014/06已在花蓮氣象站的儀器平台，設置Titan強震儀。

4、檢視第二次及第三次例行儀器檢測的資料，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) 僑勇國小(KAU081)及皇源聖殿(KAU083)測站之 FRP 站房老舊須予以更換。武潭佳平分校(KAU079) 及皇源聖殿(KAU083)測站之電源箱外殼已不堪使用，亟待更新。
- (2) 第三次例行檢測時，有花蓮糖廠(HWA005)、新社國小(HWA044)、寶桑國小(TTN007)及豐里國小(TTN010)等安裝 Titan 強震儀測站之內部資料儲存用 CF 卡故障，已報請廠商檢修更換零件，此類故障事件在 Titan 出現次數過於頻繁，雖暫時不影響儀器之運作，但仍需持續關注，要求廠商告知可能的原因，並盡速改善。
- (3) 圖十五為設於長橋國小(HWA032)之Titan2型強震儀記錄的二個地震波信號。由功率譜密度圖，其波道一在地震時似乎都有直流偏移現象，圖十六A及圖十六B為其中2014/08/25 16:52地震，長橋國小垂直向記錄的時頻圖及其積分與低通濾波的結果。觀察濾波後的波形圖，確實可發現直流偏移的現象，且此一現象已出現在數個地震資料中。應持續注意後續的地震紀錄，再判定加速度計功能是否正常。
- (4) 屏東車站(TRB007)及枋寮車站(TRB008)之 CV574 強震儀，雖然配置有 GPS 時間接收裝置，但因天線安裝於室內，無法接收信號，該二測站每次檢測的時間誤差都十分可觀，2014年10月的檢測結果分別為45秒及35秒，TRB007環境雜訊高，誤動作頻繁，即使配置128M之記憶卡，仍不敷所需，建議調高該測站之觸發水準。

5、2013年10月31日20時2分，花蓮縣萬榮鄉(北緯23.57度，東經121.35度)，發生一規模6.4之地震，震源深度15公里，全台有感，花蓮縣西林震度7級，花蓮市、南投合歡山、宜蘭縣南山等多處震度亦達5級。地震後本計畫緊急派員前往震央區附近，蒐集靠近震央33個測站之地震資料。其餘測站資料則已於本年第一次例行儀器檢測時取回。

6、愈精密的儀器，愈易遭受環境改變的影響，如能將其安裝於良好的工作環境，也就愈能發揮其良好的效能。圖十七是2013/12/03 03:27光復糖廠(HWA005)測站的地震時序波與功率譜密度圖及低通濾波後之波形圖，經低通濾波後，在垂直向及南北向，可清楚觀察到持續的信號漂移，判斷其為測站溫度日夜變化過大的影響。由於Titan強震儀對溫度的變化十分敏感，建議在這些測站的儀器周邊，安裝一些隔溫材料，阻絕溫度的快速變化。

7、為方便固定儀器，廠商在安裝第一代的Titan時，都於儀器底部加裝了一片薄型鐵板(如圖十八)。如安裝不慎，此一薄型鐵板易使儀器水平向加速度計，與環境的震動產生共振現象。由圖十九古風國小(HWA042)及

海端國小(TTN021)的功率譜密度圖，及圖二十各自的時頻圖中，都可清楚觀察到共振的信號成分，建議將此鐵板全數移除。

## 五、誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費(編號MOTC-CWB-103-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.

Nanometrics (2012). Titan CWB User Manual.

Nanometrics (2012). Titan-CWB Accelerometer User Guide.

表一、2013年10月31日20時02分瑞穗規模6.4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
HWA032	長橋國小	414	2013/10/31	12:01:54	456.5	426.1	333.3
HWA005	花蓮糖廠	531	2013/10/31	12:01:57	516.6	231.5	330.3
TRB038	光復車站	34	2013/10/31	12:01:54	452.9	267.5	373.2
HWA035	鳳信國小	390	2013/10/31	12:01:54	309.1	460.6	319.7
ESL	西林國小	1906	2013/10/31	12:01:00	115.3	402.0	472.6
HWA034	富源國中	379	2013/10/31	12:01:52	217.0	459.2	354.9
HWA031	大榮中興分校	451	2013/10/31	12:01:56	150.7	338.8	413.7
HWA006	光復國中	130	2013/10/31	12:01:54	355.7	257.6	278.8
EHY	紅葉	1495	2013/10/31	12:01:00	140.4	220.5	333.1
EGF	東富國小	1331	2013/10/31	12:01:00	98.1	241.7	313.5
HWA051	月眉國小	117	2013/10/31	12:01:58	124.3	305.2	237.9
HWA001	宜昌水璉分部	394	2013/10/31	12:01:57	169.9	225.4	215.4
HWA030	鳳仁南平分校	373	2013/10/31	12:01:55	106.9	227.5	250.2
HWA044	新社國小	423	2013/10/31	12:01:53	98.3	293.7	172.2
HWA052	溪口國小	129	2013/10/31	12:01:57	138.4	245.0	172.4
ESF	壽豐國小	1544	2013/10/31	12:01:00	71.2	222.4	210.9
EYL	花蓮東管處	1538	2013/10/31	12:01:00	105.0	204.2	212.6
HWA036	瑞穗國小	443	2013/10/31	12:01:54	118.6	236.5	141.6
EGC	新社磯崎	1516	2013/10/31	12:01:00	84.4	247.6	144.1
ETM	銅門國小	1532	2013/10/31	12:01:00	102.8	159.5	171.8
HWA037	春日國小	430	2013/10/31	12:01:54	90.0	125.8	155.9
HWA017	南華國小	134	2013/10/31	12:01:59	53.7	162.5	111.7
HWA002	豐濱國小	120	2013/10/31	12:01:53	73.7	160.9	79.2
HWA018	志學國小	111	2013/10/31	12:01:59	75.4	128.2	109.3
HWA029	光華國小	364	2013/10/31	12:01:59	46.1	90.2	131.1
MND025	佳山基地	575	2013/10/31	12:02:00	39.8	113.5	111.1
HWA014	信義國小	136	2013/10/31	12:02:03	39.9	109.7	106.4
EGA	吉安國小	1337	2013/10/31	12:02:00	48.3	120.0	78.7
HWA019	花蓮	192	2013/10/31	12:02:02	34.8	100.9	97.3
HWA053	太平國小	113	2013/10/31	12:01:54	52.4	66.5	94.8
HWA038	舞鶴國小	429	2013/10/31	12:01:53	60.7	58.6	63.5
HWA054	三民國小	544	2013/10/31	12:01:54	28.8	72.0	64.4
HWA003	花蓮大港口	123	2013/10/31	12:01:56	29.0	46.6	48.7
HWA055	樂合國小	95	2013/10/31	12:01:57	26.8	42.6	40.7
HWA065	玉里國小	416	2013/10/31	12:01:56	15.5	31.8	28.7

表二、2014年1月15日2時38分台東卑南規模5.1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
TTN027	賓朗國小	324	2014/01/14	18:37:58	222.9	105.2	186.3
ECU	初鹿國小	1505	2014/01/14	18:37:00	105.9	210.9	183.9
TTN025	桃源國中	396	2014/01/14	18:37:51	132.3	169.2	127.7
TWG	台東1	1545	2014/01/14	18:37:00	138.3	59.1	113.6
TTN011	卑南國小	342	2014/01/14	18:37:17	120.7	81.2	100.7
TTN004	鹿野國小	112	2014/01/14	18:37:56	51.8	57.5	107.3
TTN048	豐田國中	534	2014/01/14	18:37:56	97.4	42.2	74.6
TTN028	利嘉國小	334	2014/01/14	18:37:59	81.3	58.8	72.9
TTN049	豐源國小	98	2014/01/14	18:37:58	79.4	49.1	76.9
TTN010	豐里國小	343	2014/01/14	18:37:18	86.0	29.3	24.2
TTN024	武陵國小	316	2014/01/14	18:30:27	36.4	66.3	46.8
TTN012	新生國小	334	2014/01/14	18:37:17	28.2	51.9	40.2
TRB036	台東車站	31	2014/01/14	18:37:57	40.5	37.1	43.3
TTN041	初來新武分校	100	2014/01/14	18:38:00	17.1	28.3	41.2
TTN005	東師附小	161	2014/01/14	18:37:18	19.4	45.6	18.2
TTN030	溫泉國小	407	2014/01/14	18:38:02	28.5	23.8	31.1
TTN009	復興國小	395	2014/01/14	18:37:18	16.8	30.2	30.9
TTN	台東	1361	2014/01/14	18:37:00	8.1	32.8	24.0
TTN045	瑞源國中	542	2014/01/14	18:36:20	15.4	29.9	21.9
TTN029	建和國小	356	2014/01/14	18:37:34	23.5	23	21.0
TTN044	電光國小	99	2014/01/14	18:37:58	10.3	23.8	25.3
TTN036	富崗國小	365	2014/01/14	18:38:00	13.8	24.3	22.6
TTN006	寶桑國中	378	2014/01/14	18:37:17	12.2	24.8	20.5
TTN021	海端國小	131	2014/01/14	18:37:18	13.7	23.5	16.2
TTN008	仁愛國小	325	2014/01/14	18:37:18	7.7	22.6	18.4
TTN007	寶桑國小	345	2014/01/14	18:37:18	9.4	22.5	16.3
TTN013	馬蘭國小	360	2014/01/14	18:37:17	14.8	17.1	17.5
TTN054	台東縣消防局	142	2014/01/14	18:36:16	8.3	19.9	17.8
TTN042	泰源國小	94	2014/01/14	18:37:48	4.0	23.6	14.4
TRB035	關山車站	23	2014/01/14	18:38:00	10.1	17.8	15.1
TTN046	尚德國小	116	2014/01/14	18:38:03	8.1	14.7	12.2
TTN003	大王國中	114	2014/01/14	18:38:04	8.3	9.9	12.9
ECL	嘉蘭國小	883	2014/01/14	18:37:00	13.4	6.7	9.7
TTN034	興隆國小	363	2014/01/14	18:38:17	8.9	9.2	9.0

表三、2014年5月21日8時21分花蓮鳳林規模5.9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
HWA032	長橋國小	365	2014/05/21	00:20:17.00	481.6	340.9	389.9
ESL	西林國小	1906	2014/05/21	00:20:00.00	80.5	398.4	304.9
HWA005	花蓮糖廠	370	2014/05/21	00:20:17.00	239.0	270.8	229.0
HWA031	大榮中興分校	379	2014/05/21	00:20:18.00	77.4	357.5	162.7
TRB038	光復車站	34	2014/05/21	00:20:58.00	186.8	234.4	234.7
HWA052	溪口國小	129	2014/05/21	00:20:58.00	149.7	284.4	160.2
HWA006	光復國中	130	2014/05/21	00:20:58.00	220.0	152.7	214.5
EGF	東富國小	1331	2014/05/21	00:20:00.00	99.3	249.6	167.6
HWA035	鳳信國小	394	2014/05/21	00:20:17.00	158.7	151.6	220.5
ETM	銅門國小	1532	2014/05/21	00:20:00.00	103.1	231.1	157.4
ESF	壽豐國小	1544	2014/05/21	00:20:00.00	72.3	245.0	141.0
HWA051	月眉國小	117	2014/05/21	00:21:00.00	69.0	223.0	132.5
HWA030	鳳仁南平分校	356	2014/05/21	00:20:17.00	78.5	205.7	130.1
HWA002	豐濱國小	120	2014/05/21	00:21:00.00	54.0	185.2	98.6
HWA034	富源國中	391	2014/05/21	00:20:18.00	83.2	121.4	126.1
HWA018	志學國小	111	2014/05/21	00:21:00.00	70.7	116.6	123.5
HWA001	水璉國中	305	2014/05/21	00:20:19.00	46.9	133.9	115.0
EGA	吉安國小	1337	2014/05/21	00:21:00.00	45.3	105.8	102.1
EGC	新社磯崎	1516	2014/05/21	00:20:00.00	41.4	92.0	113.3
HWA017	南華國小	134	2014/05/21	00:21:01.00	64.2	87.1	103.1
EYL	花蓮東管處	1538	2014/05/21	00:21:00.00	41.2	99.8	83.3
MND025	佳山基地	575	2014/05/21	00:21:02.00	37.7	88.6	96.2
HWA019	花蓮	192	2014/05/21	00:21:02.00	16.6	73.1	105.6
HWA013	忠孝國小	133	2014/05/21	00:21:03.00	23.5	101.9	74.9
HWA	花蓮	1499	2014/05/21	00:21:00.00	14.5	73.4	103.9
HWA044	新社國小	327	2014/05/21	00:20:19.00	41.2	86.5	84.7
HWA026	秀林國小	390	2014/05/21	00:20:23.00	32.7	102.6	65.3
HWA011	明廉國小	131	2014/05/21	00:21:02.00	36.9	81.9	79.2
HWA050	北昌國小	118	2014/05/21	00:21:02.00	35.0	79.5	72.8
EHY	紅葉	1495	2014/05/21	00:20:00.00	32.4	71.6	81.6
HWA029	光華國小	388	2014/05/21	00:20:20.00	27.5	62.4	87.7
HWA028	嘉里國小	335	2014/05/21	00:20:22.00	34.6	77.2	67.0
HWA063	花蓮縣消防局	362	2014/05/21	00:20:21.00	38.6	80.6	58.3
HWA049	太昌國小	126	2014/05/21	00:21:02.00	31.9	76.7	66.2
HWA027	佳民國小	396	2014/05/21	00:20:22.00	18.3	82.5	60.3

表四、2014年5月25日20時41分台東關山規模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
TTN041	初來新武	100	2014/05/25	12:40:56.00	133.5	185.7	201.2
TTN021	海端國小	131	2014/05/25	12:40:15.00	82.0	194.3	131.7
TRB035	關山車站	23	2014/05/25	12:40:46.00	115.3	73.2	124.3
ECS	萬安國小	1526	2014/05/25	12:40:00.00	61.9	131.7	64.8
TTN004	鹿野國小	112	2014/05/25	12:40:58.00	38.3	97.6	72.3
TTN023	關山國小	419	2014/05/25	12:40:15.00	77.4	48.0	59.0
TTN020	福原國小	422	2014/05/25	12:40:16.00	41.4	70.6	63.5
TTN040	廣原國小	96	2014/05/25	12:40:57.00	25.5	44.2	56.4
TTN044	電光國小	99	2014/05/25	12:40:57.00	30.2	41.8	51.6
TTN042	泰源國小	94	2014/05/25	12:40:49.00	12.0	46.1	49.5
TTN024	武陵國小	316	2014/05/25	12:40:56.00	31.8	32.9	33.8
TTN045	瑞源國中	542	2014/05/25	12:40:57.00	17.9	24.8	45.6
TTN046	尚德國小	116	2014/05/25	12:40:58.00	13.4	34.5	36.8
ELD	利稻國小	1500	2014/05/25	12:40:00.00	18.8	37.0	21.6
HWA004	富里國小	115	2014/05/25	12:41:00.00	16.6	30.8	25.3
TTN025	桃源國中	396	2014/05/25	12:40:58.00	21.5	20.7	21.6
CHK	成功氣象站	1246	2014/05/25	12:41:00.00	9.0	28.4	19.5
ECU	初鹿國小	1505	2014/05/25	12:41:00.00	14.9	19.6	19.7
TTN032	寧埔國小	386	2014/05/25	12:41:04.00	2.4	19.4	15.7
TTN002	東河國小	128	2014/05/25	12:40:59.00	9.2	14.1	18.0
TTN027	賓朗國小	324	2014/05/25	12:41:07.00	8.3	17.8	13.7
HWA042	古風國小	144	2014/05/25	12:40:18.00	9.0	18.2	11.1
TTN033	博愛國小	307	2014/05/25	12:41:07.00	19.7	5.0	5.8
HWA041	東里國小	329	2014/05/25	12:40:21.00	9.4	14.9	11.5
TTN011	卑南國小	342	2014/05/25	12:40:21.00	6.8	13.1	8.3
TTN048	豐田國中	534	2014/05/25	12:41:05.00	8.5	8.8	10.8
TWG	台東	1545	2014/05/25	12:41:00.00	5.9	8.2	11.5
TTN029	建和國小	356	2014/05/25	12:40:50.00	5.8	6.0	12.0
HWA055	樂合國小	95	2014/05/25	12:41:07.00	3.9	10.1	9.5
TTN028	利嘉國小	334	2014/05/25	12:41:10.00	6.3	9.1	8.1
HWA065	玉里國小	357	2014/05/25	12:40:25.00	2.5	10.1	8.4
TTN049	豐源國小	98	2014/05/25	12:41:09.00	4.1	6.0	8.3
TTN047	利吉國小	541	2014/05/25	12:41:03.00	3.4	8.6	6.0
TTN005	東師附小	161	2014/05/25	12:40:28.00	2.8	9.2	3.7



表五、2014年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計

站 碼	測 站	2013年3月	2013年6月	2013年10月	年記錄數	備 註
HWA001	水璉分部	21	6	12	39	
HWA002	豐濱國小	12	3	3	18	
HWA003	港口村衛生所	6	4	0	10	
HWA004	富里國小	7	2	1	10	
HWA005	花蓮糖廠	74	28	25	127	
HWA006	光復國中	28	7	6	41	
HWA007	花蓮高中	3	2	5	10	
HWA008	花蓮商職	7	2	7	16	
HWA009	花師附小	5	3	9	17	
HWA010	明義國小	6	2	6	14	
HWA011	明廉國小	12	6	11	29	
HWA012	明恥國小	3	2	6	11	
HWA013	忠孝國小	7	3	7	17	
HWA014	信義國小	7	3	6	16	
HWA015	吉安國小	12	5	7	24	
HWA016	稻香國小	5	2	5	12	
HWA017	南華國小	5	3	5	13	
HWA018	志學國小	8	3	5	16	
HWA019	花蓮(HWA)	26	14	45	85	
HWA020	西林(ESL)	48	14	11	73	
HWA021	紅葉(EHY)	22	4	4	30	
HWA022	和中(EHC)	0	0	0	0	測站拆除
HWA023	花蓮1(TWD)	7	2	1	10	
HWA024	玉里(TWF1)	3	2	0	5	
HWA025	崇德國小	14	9	2	25	
HWA026	秀林國小	20	14	15	49	
HWA027	佳民國小	19	10	15	44	
HWA028	嘉里國小	15	12	14	41	
HWA029	光華國小	11	10	8	29	
HWA030	鳳仁南平分校	27	18	11	56	
HWA031	中興國小	41	15	21	77	
HWA032	長橋國小	100	41	27	168	
HWA033	太巴塑國小	35	7	8	50	
HWA034	富源國中	45	11	11	67	

表五、2014年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2013年3月	2013年6月	2013年10月	年記錄數	備 註
HWA035	鳳信國小	51	28	31	110	
HWA036	瑞穗國小	17	6	5	28	
HWA037	春日國小	21	14	5	40	
HWA038	舞鶴國小	11	3	0	14	
HWA039	高寮國小	2	8	3	13	
HWA041	東里國小	10	11	6	27	
HWA042	古風國小	5	9	2	16	
HWA043	新社磯崎分校	18	7	10	35	
HWA044	新社國小	18	6	5	29	
HWA045	和平國小	14	15	13	42	
HWA046	富世國小	20	8	10	38	
HWA047	秀林國中	15	6	0	21	
HWA048	國福國小	7	2	4	13	
HWA049	太昌國小	6	4	7	17	
HWA050	北昌國小	9	4	9	22	
HWA051	月眉國小	12	3	9	24	
HWA052	溪口國小	13	3	4	20	
HWA053	太平國小	6	2	0	8	
HWA054	三民國小	11	9	3	23	
HWA055	樂合國小	4	5	0	9	
HWA056	合流	10	10	9	29	
HWA057	太管處	23	16	14	53	
HWA058	銅門國小	24	12	10	46	
HWA059	壽豐國小	30	11	12	53	
HWA060	鹽寮村中心	13	5	7	25	
HWA061	北埔	8	6	11	25	
HWA062	花蓮港務局	3	2	3	8	
HWA063	花蓮縣消防局	15	12	13	40	
HWA064	佳山基地	17	10	11	38	
HWA065	玉里國小	11	13	10	34	
HWA066	石梯坪	6	2	1	9	
TRB034	玉里車站	1	6	1	8	
TRB038	光復車站	40	9	8	57	
TRB042	花蓮車站	7	5	9	21	

表五、2014年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2013年3月	2013年6月	2013年10月	年記錄數	備 註
TRB043	和平車站	3	5	0	8	
MND006	花蓮機場	0	7	4	11	儀器故障
MND016	花蓮後備	4	3	2	9	
TTN001	長濱國小	2	9	3	14	
TTN002	東河國小	0	4	2	6	儀器故障
TTN003	大王國中	1	2	2	5	
TTN004	鹿野國小	7	3	1	11	
TTN005	東師附小	6	2	3	11	
TTN006	寶桑國中	3	2	2	7	
TTN007	寶桑國小	4	1	3	8	
TTN008	仁愛國小	3	1	2	6	
TTN009	復興國小	5	2	3	10	
TTN010	豐里國小	5	3	2	10	
TTN011	卑南國小	9	1	3	13	
TTN012	新生國小	6	1	1	8	
TTN013	馬蘭國小	4	0	1	5	
TTN014	成功(CHK)	6	6	3	15	
TTN015	台東(TTN)	5	1	1	7	
TTN016	大武(TAW)	0	1	0	1	
TTN017	蘭嶼(LAY)	19	4	3	26	
TTN018	台東1(TWG)	6	2	2	10	
TTN019	大武1(TWJ1)	0	0	0	0	測站拆除
TTN020	福原國小	4	7	2	13	
TTN021	海端國小	14	55	15	84	
TTN022	萬安國小	8	7	2	17	
TTN023	關山國小	0	16	3	19	儀器故障
TTN024	武陵國小	10	8	2	20	
TTN025	桃源國中	9	4	3	16	
TTN026	初鹿國小	7	2	1	10	
TTN027	賓朗國小	6	5	3	14	
TTN028	利嘉國小	6	2	1	9	
TTN029	建和國小	4	2	1	7	
TTN030	溫泉國小	6	2	2	10	
TTN031	三間國小	8	13	8	29	

表五、2014 年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2013 年 3 月	2013 年 6 月	2013 年 10 月	年記錄數	備 註
TTN032	寧埔國小	7	12	9	28	
TTN033	博愛國小	6	13	1	20	
TTN034	隆昌國小	8	4	3	15	
TTN035	都蘭國小	4	1	2	7	
TTN036	富崗國小	3	1	1	5	
TTN037	賓茂國中	1	4	0	5	
TTN038	大溪國小	0	4	1	5	
TTN039	綠島(TWH)	0	0	0	0	測站拆除
TTN040	廣原國小	4	4	0	8	
TTN041	初來新武分校	10	21	6	37	
TTN042	泰源國小	10	5	1	16	
TTN043	信義國小	8	0	2	10	儀器故障
TTN044	電光國小	8	5	1	14	
TTN045	瑞源國中	9	4	2	15	
TTN046	尚德國小	5	2	1	8	
TTN047	利吉國小	1	1	1	3	
TTN048	豐田國中	6	2	1	9	
TTN049	豐源國小	6	2	1	9	
TTN050	三和國小	0	3	2	5	儀器故障
TTN051	利稻國小(ELD)	5	5	8	18	
TTN052	嘉蘭國小(ECL)	3	1	2	6	
TTN053	安朔新化(EAS)	0	0	0	0	
TTN054	台東縣消防局	2	0	2	4	
TTN055	綠島國小(LDU)	0	0	0	0	儀器故障
TRB033	太麻里車站	0	1	2	3	
TRB035	關山車站	6	4	1	11	
TRB036	台東車站	4	0	1	5	
TRB037	古庄車站	0	0	0	0	
KAU022	屏師附小	2	0	0	2	
KAU023	仁愛國小	0	0	0	0	
KAU024	鶴聲國小	1	0	0	1	
KAU025	勝利國小	0	1	0	1	儀器故障
KAU026	海豐國小	0	0	0	0	
KAU027	歸來國小	1	0	0	1	

表五、2014 年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2013 年 3 月	2013 年 6 月	2013 年 10 月	年記錄數	備 註
KAU028	高樹國小	2	1	0	3	
KAU029	鹽埔國小	1	0	0	1	故障暫拆
KAU030	內埔國小	1	0	0	1	
KAU031	萬丹國小	2	0	0	2	
KAU032	仙吉國小	1	0	0	1	
KAU033	以栗國小	0	0	0	0	
KAU034	古樓國小	0	0	0	0	儀器故障
KAU035	潮州國小	1	0	0	1	
KAU036	新埤國小	1	1	0	2	
KAU037	枋山國小	0	0	1	1	
KAU038	楓港國小	0	0	0	0	
KAU039	溫泉國小	0	0	0	0	
KAU040	牡丹旭海分校	0	0	0	0	測站拆除
KAU042	滿州國小	0	0	1	1	
KAU043	鵝鑾分校	0	1	3	4	
KAU044	仁和國小	1	0	0	1	
KAU046	恒春(HEN)	0	1	3	4	
KAU048	惠農國小(SGL)	1	1	0	2	
KAU049	口社寮嘉(SSD)	0	0	0	0	
KAU051	春日國小(SCZ)	0	0	0	0	
KAU052	恒春 1 (TWK1)	0	0	0	0	
KAU070	里港國小	1	0	0	1	
KAU071	麟洛國小	1	0	0	1	
KAU072	崇文國小	1	1	1	3	
KAU073	光春國小	0	0	0	0	測站拆除
KAU074	萬巒國小	1	0	0	1	儀器故障
KAU075	南州國小	0	0	1	1	CH3 故障
KAU076	玉光國小	0	1	0	1	
KAU077	霧台國小	2	3	2	7	
KAU078	北葉國小	0	0	1	1	電源故障
KAU079	武潭佳平分枝	1	1	0	2	
KAU080	射寮國小	0	1	1	2	
KAU081	僑勇國小	0	1	1	2	
KAU082	水泉國小	0	1	3	4	

表五、2014 年花、東、屏地區各觀測站資料收集統計(續)

站 碼	測 站	2013 年 3 月	2013 年 6 月	2013 年 10 月	年記錄數	備 註
KAU083	皇源聖殿	0	0	0	0	
KAU091	墾丁氣象站	1	0	1	2	
KAU084	全德國小(WLC)	0	0	0	0	
KAU091	墾丁氣象站	0	0	2	2	
KAU095	屏東消防局	0	0	0	0	
KAU097	牡丹國小	0	1	1	2	
KAU098	核三廠	0	0	0	0	
KAU099	長樂國小	0	1	1	2	
TRB007	屏東車站	1	0	0	1	無法 CAL
TRB008	枋寮車站	0	0	0	0	
MND012	埔乾營區	0	1	2	3	
MND022	鵬園營區	0	0	1	1	

表六、2014 年第 1 次花蓮、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
Titan	1. 瑞穗國小 (HWA036) 資料只丟到 2013 年，韌體更新 OK。	2014.03.16
	2. 東師附小 (TTN005) 韌體須更新。	2014.03.12
SMART24	1. 鹽埔國小 (D029) 更換 FRP 及穩壓器故障，請查修。	2014.03.15
	2. 潮州國小 (D035) 穩壓器故障，請查修。	2014.03.16
	3. 吉安國小 (HWA015) 施工資料無法丟入 D 碟，請查修。	2014.03.20
	4. 西林國小 (HWA020) 穩壓器故障，請查修。	2014.03.20
A900A	1. 麟洛國小 (KAU071) 儀器故障(參數檔 RAM BATTERY:NO)，請查修。	2014.03.17
	2. 南州國小 (KAU075) 儀器做 Cal 測試，Ch3 無反應，請查修。	2014.03.16
	3. 霧台國小 (KAU077) 需要更換電池，請查修。	2014.03.15
	4. 北葉國小 (KAU078) 儀器無電供應，電線燒斷，請查修。	2014.03.15
	5. 關山國小 (TTN023) 當機，電源接觸不良已處理正常。	2014.03.15
	6. 三和國小 (TTN050) 當機，時間無法更改。請查修。	2014.03.11
	7. 福原國小 (TTN020) Ch3 做 Cal 異常，請查修。	2014.03.09
	8. 花蓮機場 (MND006) 當機，參數重設，警報器沒連動。	2014.03.16
CV574C	1. 月眉國小 (HWA051) 電被關，重開後正常。	2014.03.06
	2. 東河國小 (TTN002) Cal 異常，請查修。	2014.03.10
	3. 關山車站 (TRB035) 無法做 Cal，請查修。	2014.03.15
電源問題及 站房問題	1. 僑勇國小 (KAU081) FRP 老舊，請更換。	2014.03.12
	2. 皇源聖殿 (KAU083) FRP 老舊，請更換。	2014.03.14
	3. 馬蘭國小 (TTN013) FRP 老舊，請更換。詳照片。	2014.03.14
	4. 隆昌國小 (TTN034) 測站須加高。	2014.03.10

表七、2014年第2次花蓮、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
Titan	1. 長橋國小 HWA032 儀器故障，請查修。	2014.07.17
	2. 高寮國小 HWA039 CF卡異常，請查修。	2014.07.13
	3. 花蓮縣消 HWA063 CF卡異常，請查修。	2014.07.16
SMART24	1. 鹽埔國小 (D029) :儀器處在 E MODE 狀態，功能測試，訊號不正常，請查修。	2014.07.18
	2. 古樓國小 (D034) SMART24 儀器故障，請查修。	2014.07.19
	3. 綠島國小 TTN055 無法做 Cal，請查修。	2014.07.09
A900A	1. 以乘國小 (KAU033) 會一直 trigger 到記憶體滿，請查修。	2014.07.16
	2. 溫泉國小 (KAU039) 會一直 trigger 到記憶體滿，請查修。	2014.07.15
	3. 萬巒國小 (KAU074) 重開後，仍無法連線，請查修。	2014.07.20
	4. 北葉國小 (KAU078) 復電後，重開儀器仍無法連線，請查修。	2014.07.18
	5. 玉光國小 (KAU076) 參數之 RAM BETTERY:NO，請查修。	2014.07.19
	6. 武潭佳平分枝 (KAU079) 變壓器故障，請查修。	2014.07.19
	7. 射寮國小 (KAU080) ch2 之 offset 過高 (-918)，請查修。	2014.07.16
	8. 隆昌國小 TTN034 大電池需更換。	2014.07.07
	9. 利吉國小 TTN047 大電池需更換。	2014.07.07
	10. 三和國小 TTN050 時間異常請查修。	2014.07.08
	11. 花蓮機場 MND006 警報器連線須檢查。	2014.07.01
CV574C	1. 屏東車站01C (TRB007) 1. 強震儀無法做功能測試，無法產生data。	2014.07.17
	2. 警報器，鍵盤key in無反應，	
	2. 花師附小 HWA009 當機無法顯示螢幕，請查修。	2014.07.03
	3. 秀林國中 HWA047 FRP門扣被破壞，請查修。	2014.07.01
	4. 花蓮後備司令MND016 警報器面板異常，請查修。	2014.07.14
	5. 泰源國小 TTN042 GPS故障，請查修。	2014.07.07
	6. 太麻里車站 TRB033 GPS故障，請查修。	2014.07.08
	7. 玉里車站 TRB034 GPS故障，請查修。	2014.07.04
	8. 台東車站 TRB036 警報器異常TRig，請查修。	2014.07.07
9. 花蓮車站 TRB042 GPS故障，請查修。	2014.07.03	
電源問題 及 站房問題	1. 賽嘉國小 (D049) AC 電壓過低，需檢查室內電壓，電錶量測值為97.8 伏特，請查修。	2014.07.18
	2. 樂合國小 HWA055 電源故障已修復。	2014.07.13
	3. 信義國小 TTN043 電源未接，已重接正常。	2014.07.07



表八、2014 年第 3 次花蓮、台東、屏東地區強地動觀測網測站之故障及處理

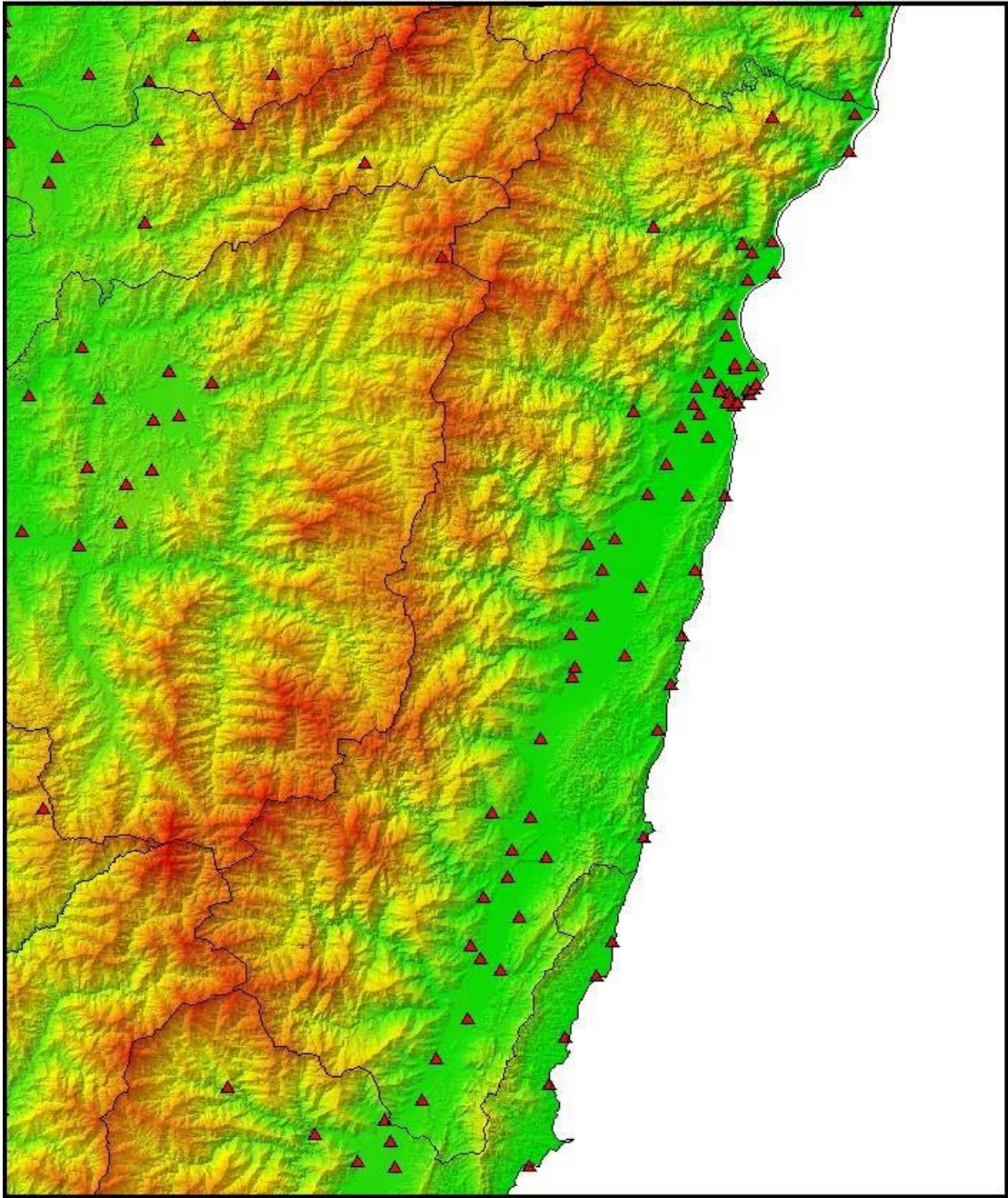
儀器種類	測站及狀況簡述	檢視日期
Titan	1. 花蓮糖廠 HWA005 CF 卡故障，請查修。	2014. 10. 15
	2. 長橋國小 HWA032 Power Supply 故障，請查修。	2014. 10. 15
	3. 新社國小 HWA044 CF 卡故障，請查修。	2014. 10. 1
	4. 寶桑國小 TTN007 CF 卡故障，請查修。	2014. 10. 7
	5. 豐里國小 TTN010 CF 卡故障，請查修。	2014. 10. 8
SMART24	1. 和平國小 HWA045 輸入電壓故障，請查修。	2014.9.29
CV574C	1. 屏東車站 (TRB007) 容量容易記滿，建議 level 調高。	2014.10.16
	2. 花蓮大港口 HWA003 Ch3 異常，請查修。	2014.10.1
	3. 泰源國小 TTN042 Gps 不會修正內部時鐘，請查修。	2014.10.6
	4. 太麻里車站 TRB033 Gps 故障，請查修。	2014.10.9
	5. 關山車站 TRB035 不能做 Cal，請查修。	2014.10.10
	6. 和平車站 TRB043 大電池故障，請查修。	2014.9.29
	7. 台東車站 TRB036 警報器異常為 7 級地震，請查修。	2014.10.6
電源問題 及 站房問題	1. 皇源聖殿 (KAU083) FRP 老舊和電箱外殼須更換，請查修。	2014. 10. 15
	2. 僑勇國小 (KAU081) FRP 老舊須更換	2014. 10. 14
	3. 武潭佳平分校 (KAU079) 電箱外殼須更換	2014. 10. 18
	4. 寶桑國中 TTN006 FRP 被破壞須重新固定。	2014. 10. 7
	5. 秀林國中 HWA047 門扣尚未處理。	2014. 9. 30

表九、2014 年花、東、屏地區自由場強震儀故障統計

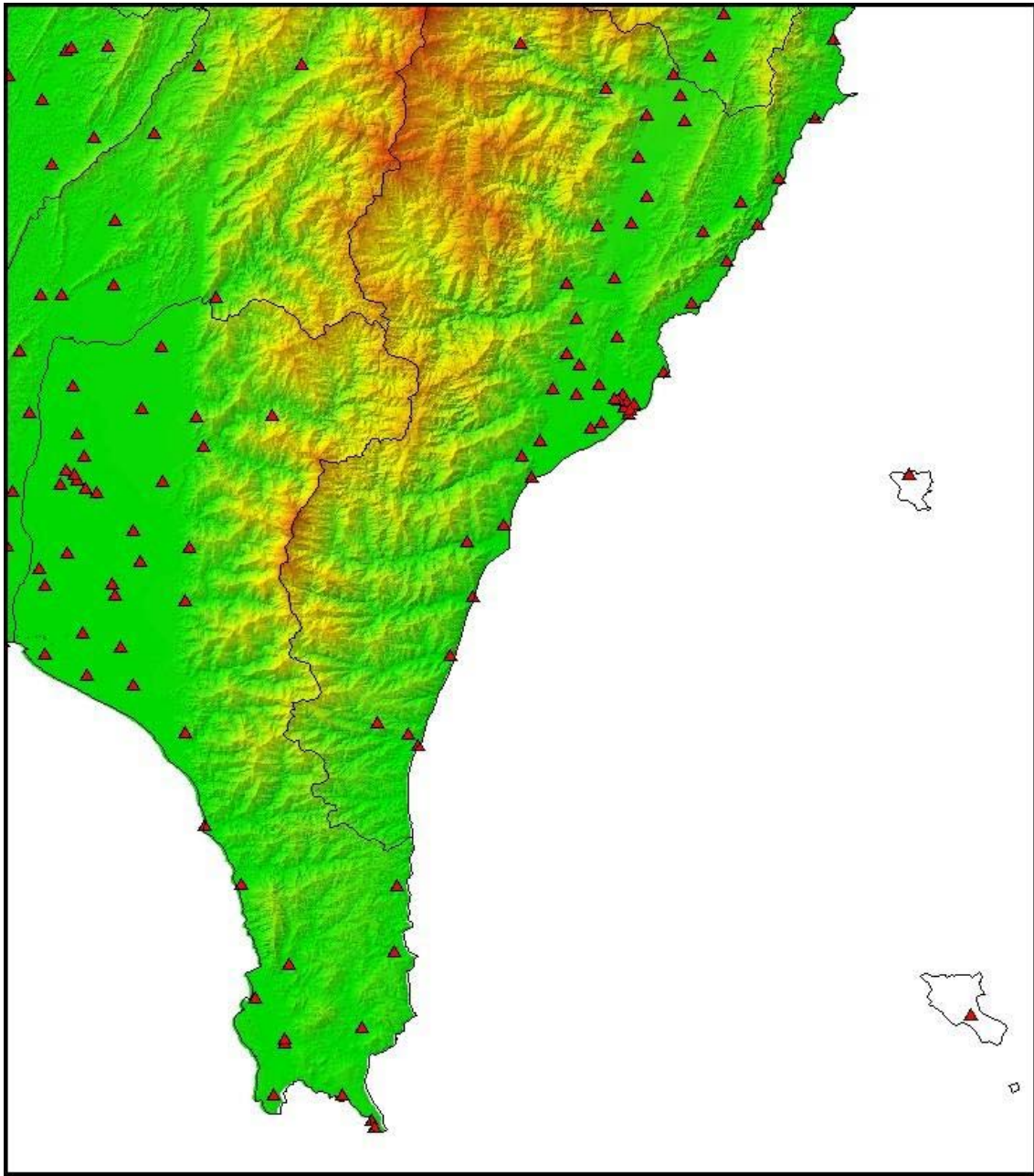
	測站電源			站房環境			測試異常			波形異常			GPS			警報器			計
	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10	
A900A	2	3	0	3	0	3	7	5	0	2	1	0	0	1	0	0	1	1	29
CV574C	1	2	1	0	1	1	0	2	1	2	0	1	0	4	2	0	3	1	22
TITAN	0	0	1	1	0	1	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
SMART24	4	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
小計	7	6	2	4	1	5	7	12	6	4	1	1	0	5	2	0	4	2	69

表十、2014 年 10 月花、東、屏地區自由場強震儀配置情形

儀器	Titan	Titan2	A900A	CV574	SMART24	GPS	Alarm
花蓮縣	3	22	2	31	14	71	10
屏東縣	2	0	23	4	20	30	7
台東縣	2	10	18	16	11	42	9
合計	7	32	43	51	45	143	26

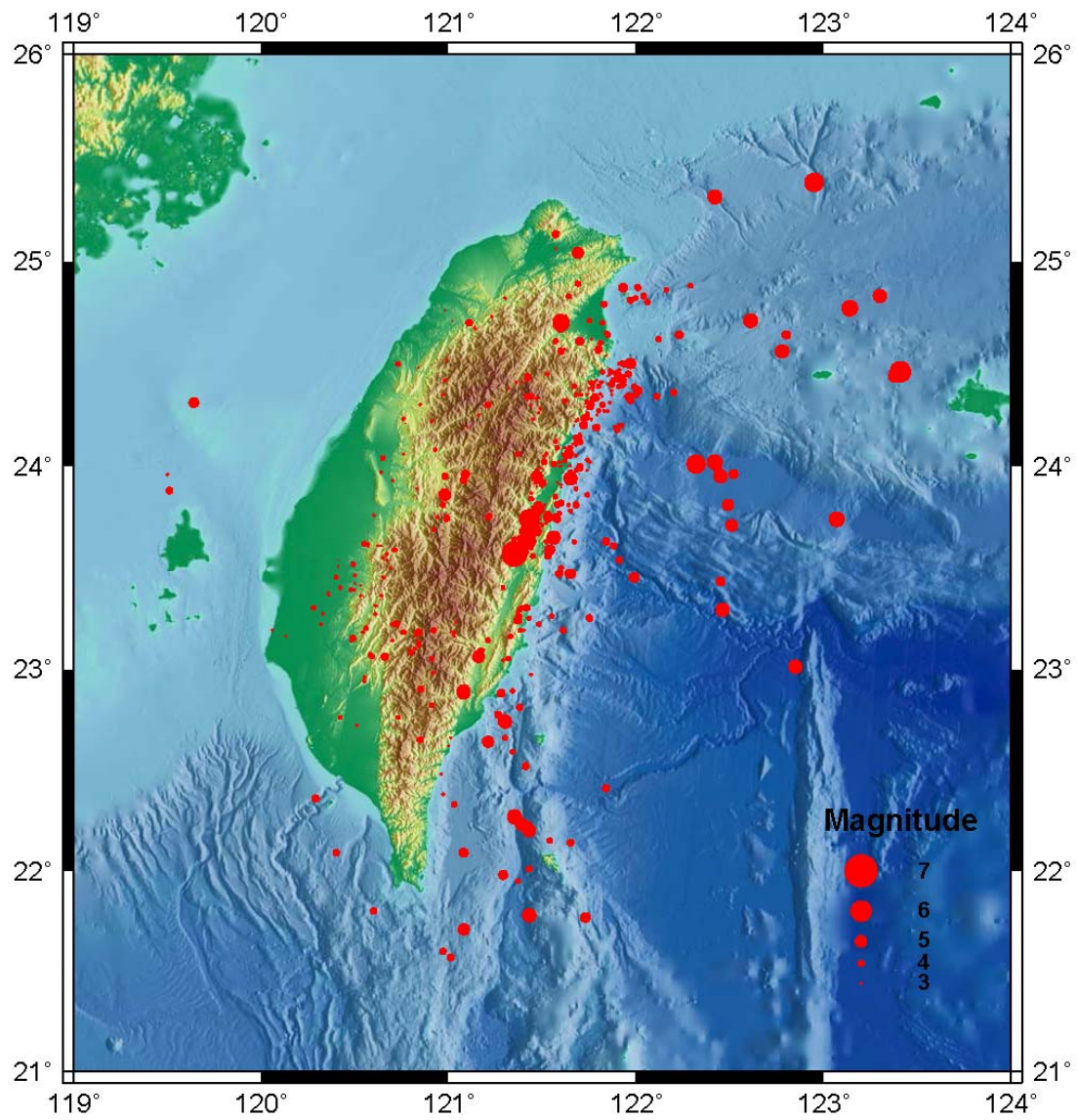


圖一、中央氣象局花蓮地區自由場強震儀測站分佈圖

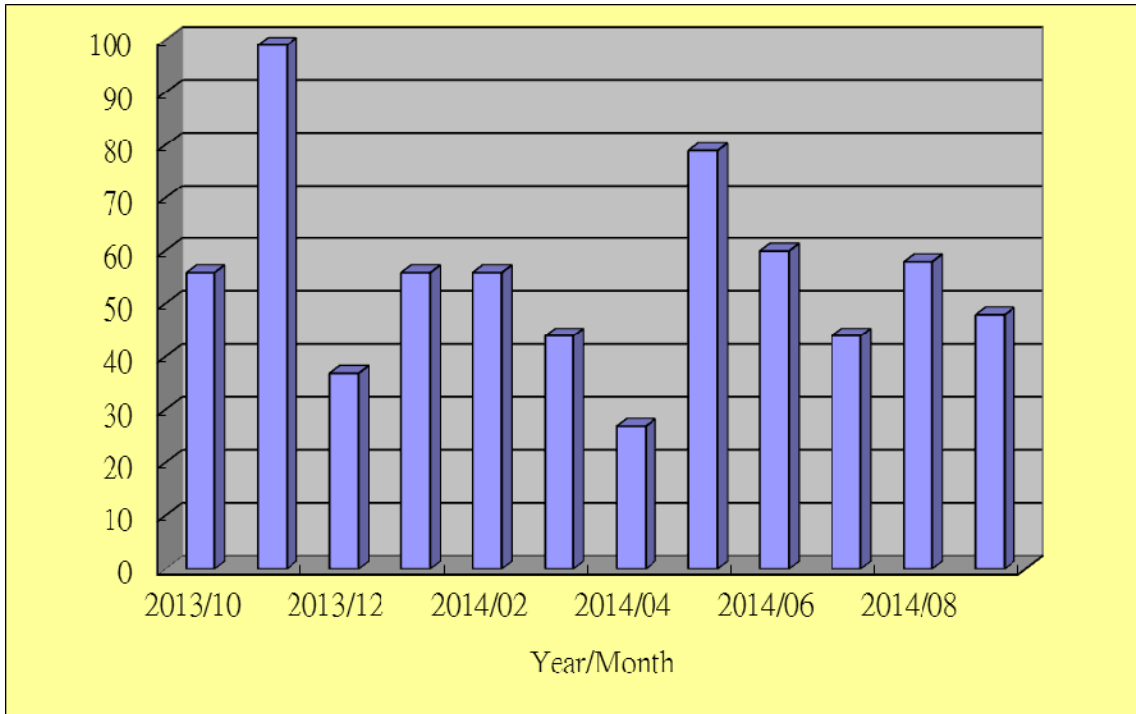


圖二、中央氣象局台東、屏東地區自由場強震儀測站分佈圖

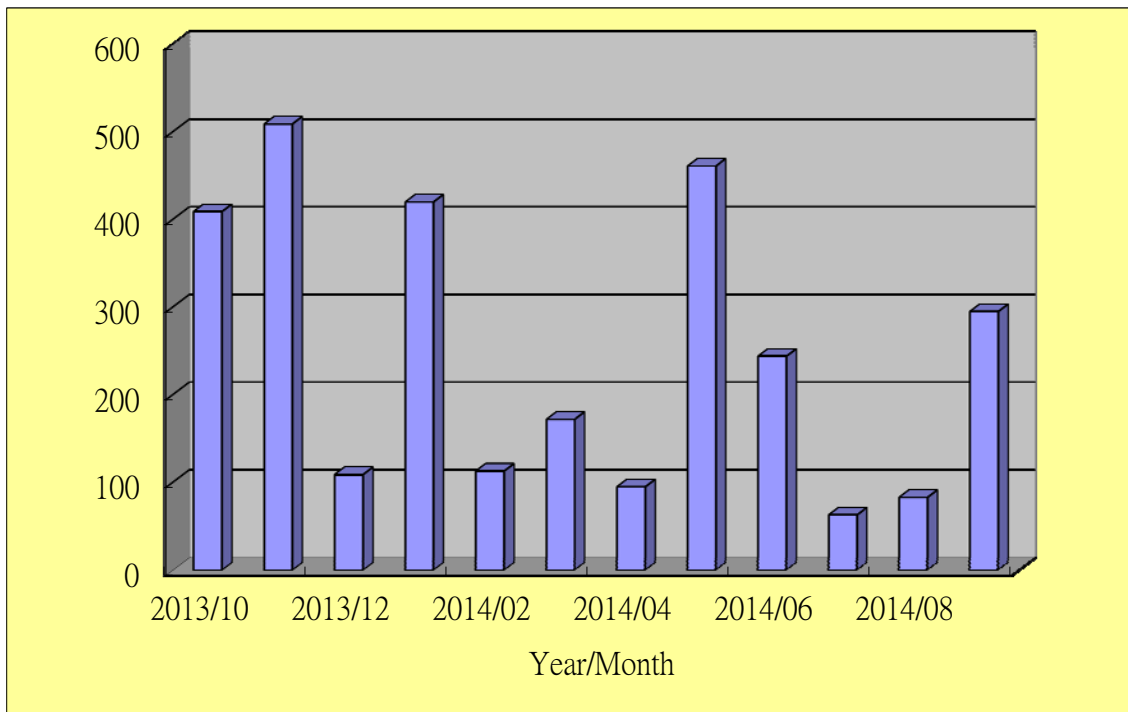




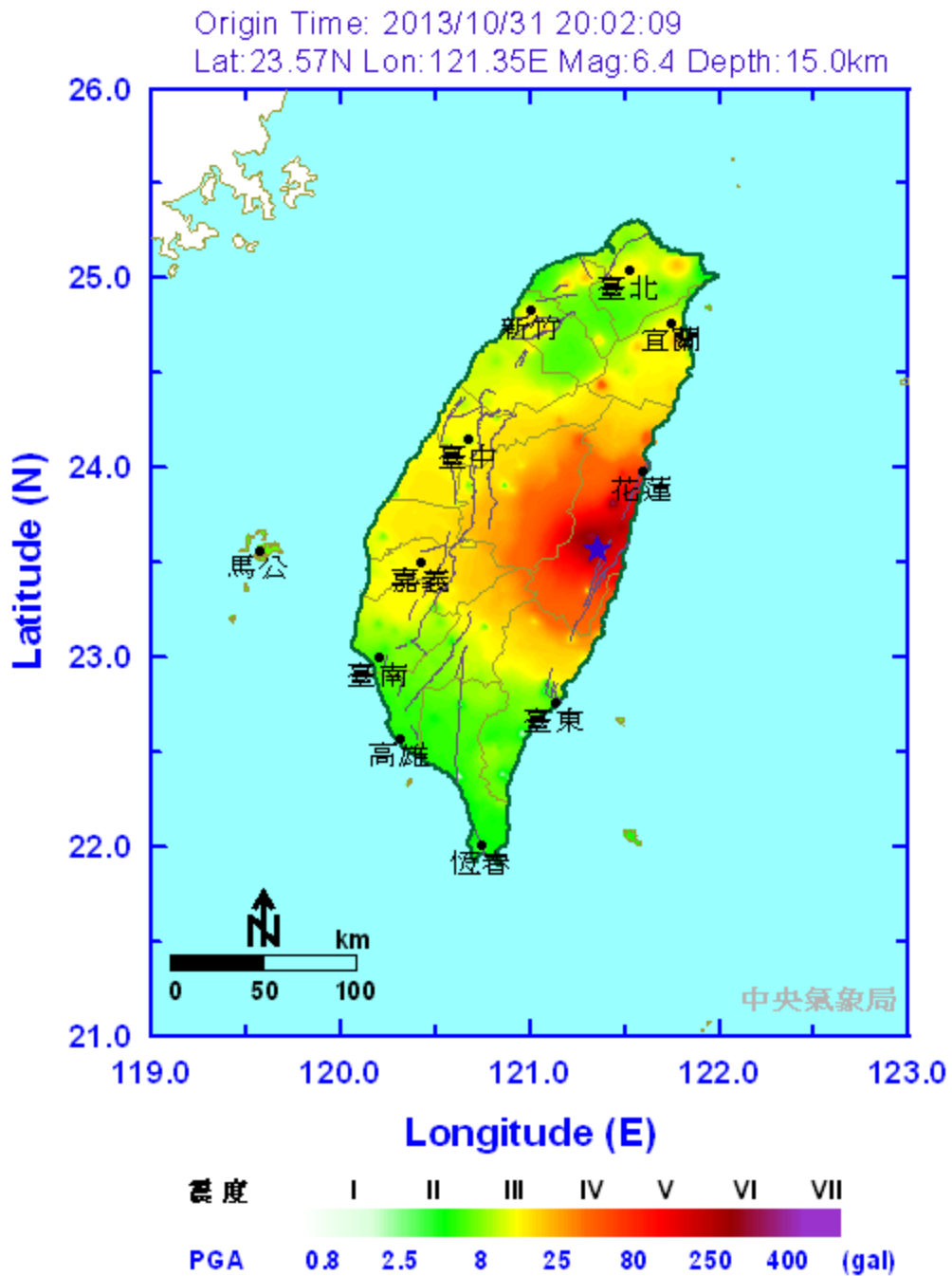
圖三、2013/10~2014/09臺灣地區有感地震震央分佈圖



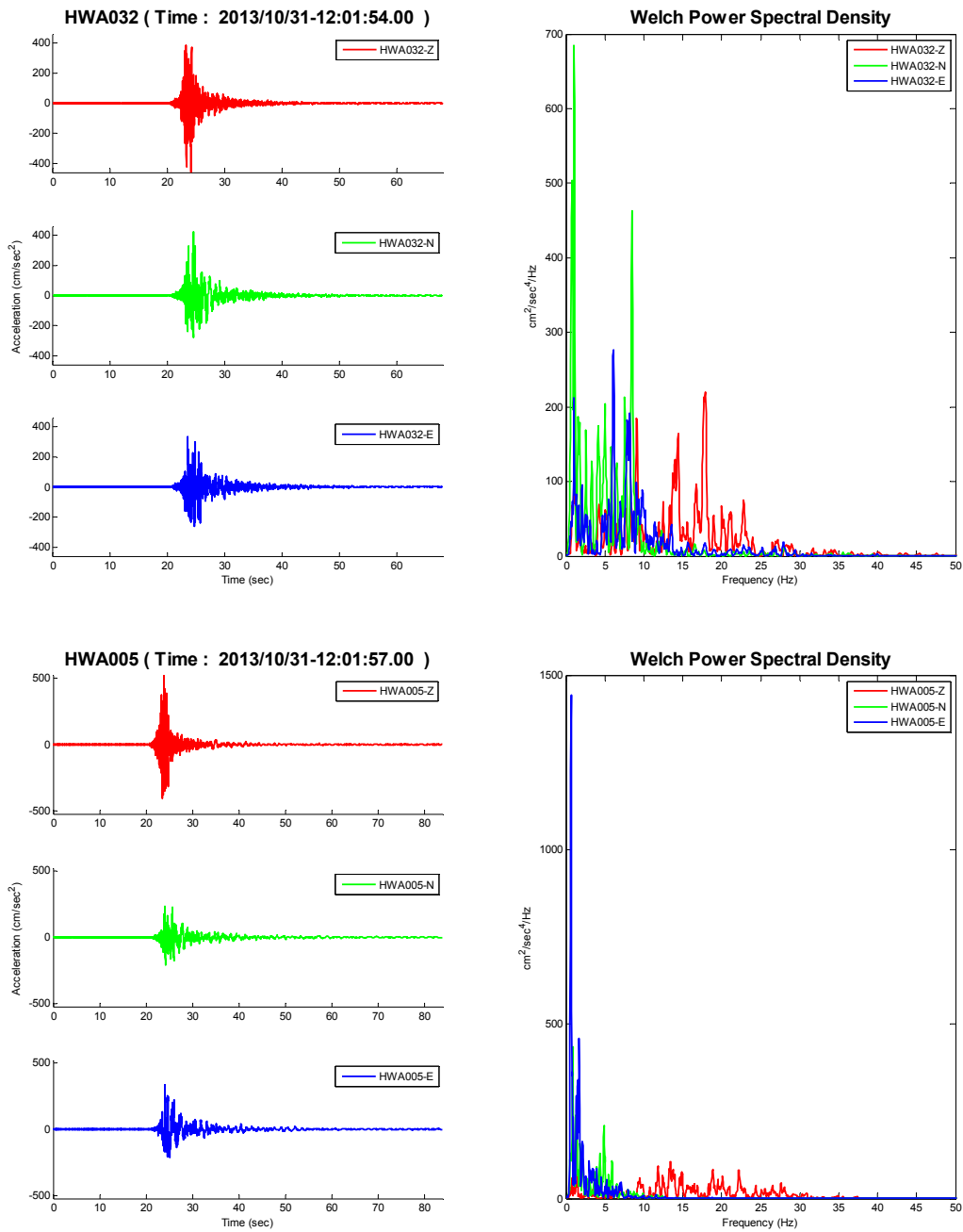
圖四A、本年有感地震統計圖



圖四B、本年花東屏地區每月蒐錄的強震記錄統計圖



圖五、2013/10/31 日 20 時 2 分，花蓮縣政府南偏西 54.6 公里，規模 6.4 地震，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，花蓮西林震度 7 級，花蓮市、合歡山、宜蘭南山震度 5 級。

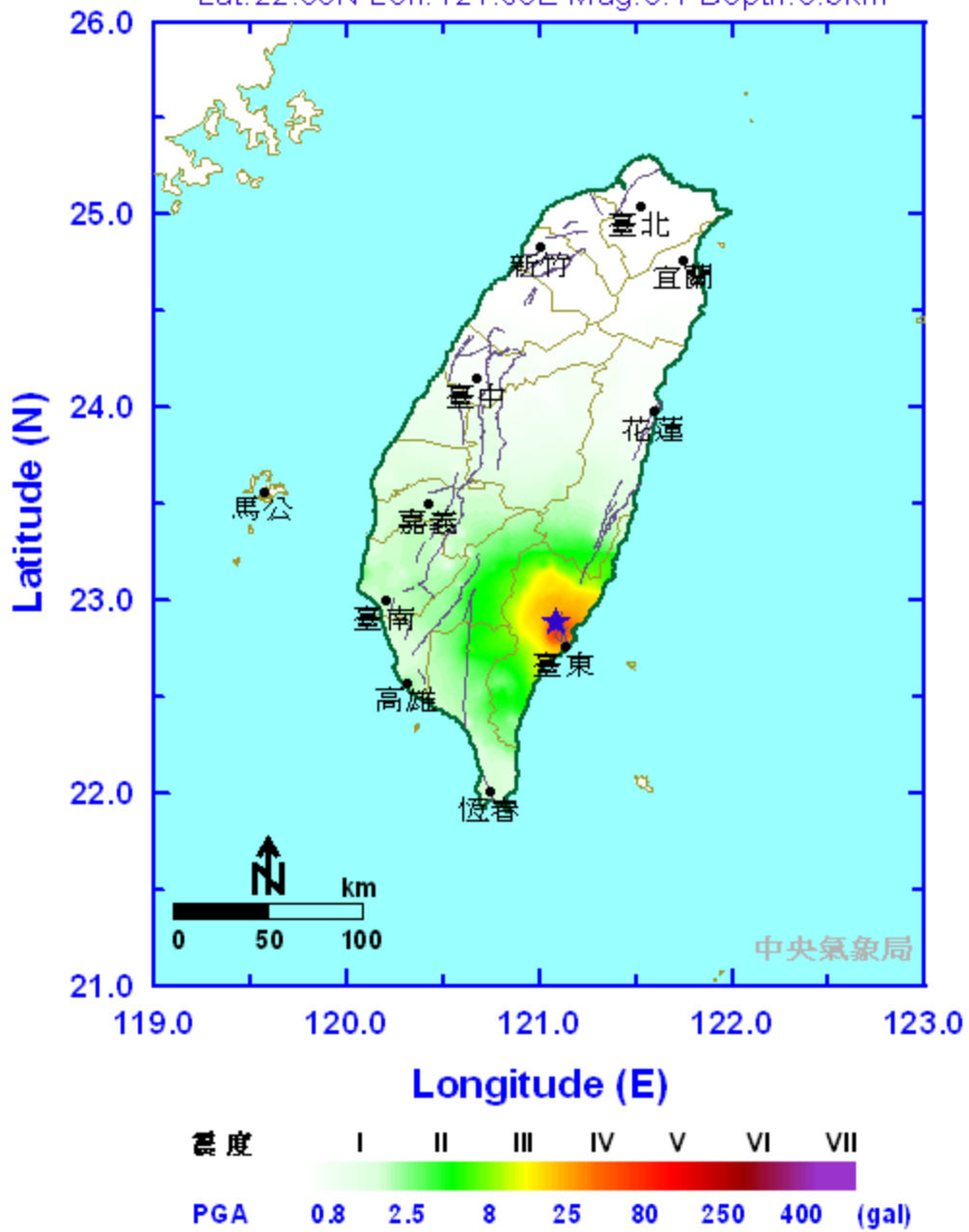


圖六、2013/10/31 日 20 時 2 分, 花蓮瑞穗規模 6.4 地震, 長橋國小(HWA032)及光復糖廠(HWA005)的地震資料

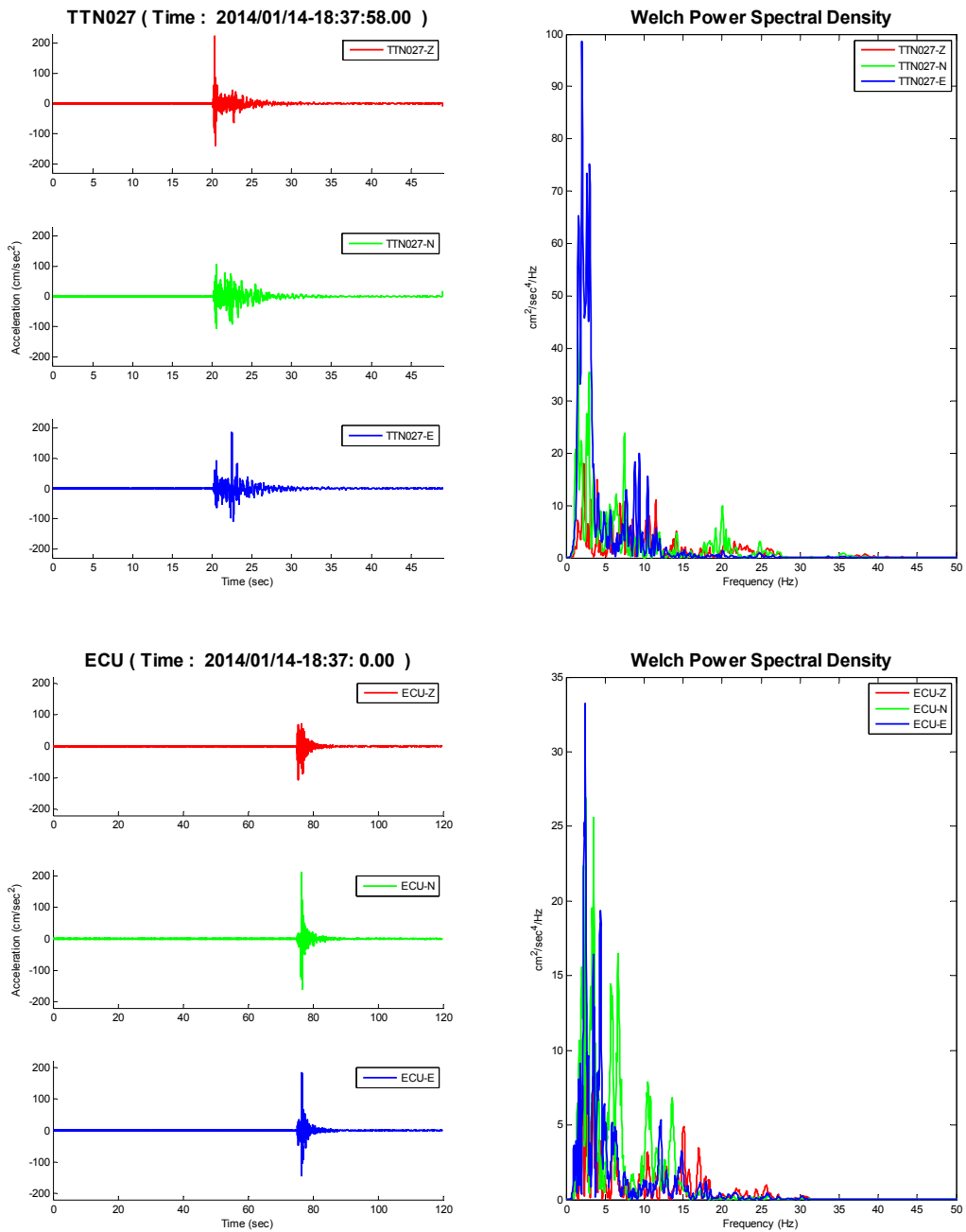


Origin Time: 2014/01/15 02:38:12

Lat:22.89N Lon:121.08E Mag:5.1 Depth:8.3km



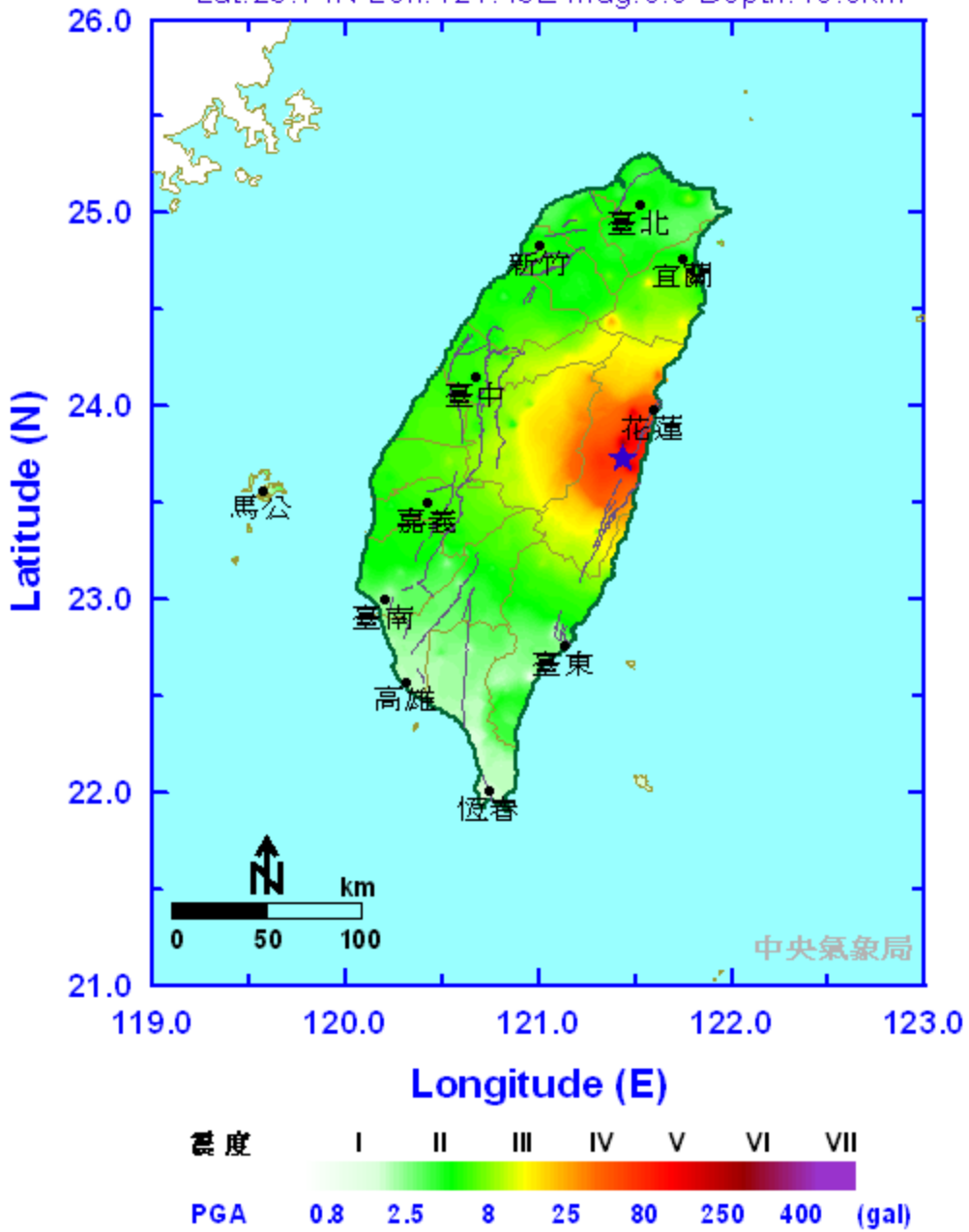
圖七、2014/01/15 日 02 時 38 分，台東縣政府北偏西 16.9 公里，規模 5.1 地震，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，台東初鹿震度 5 級。



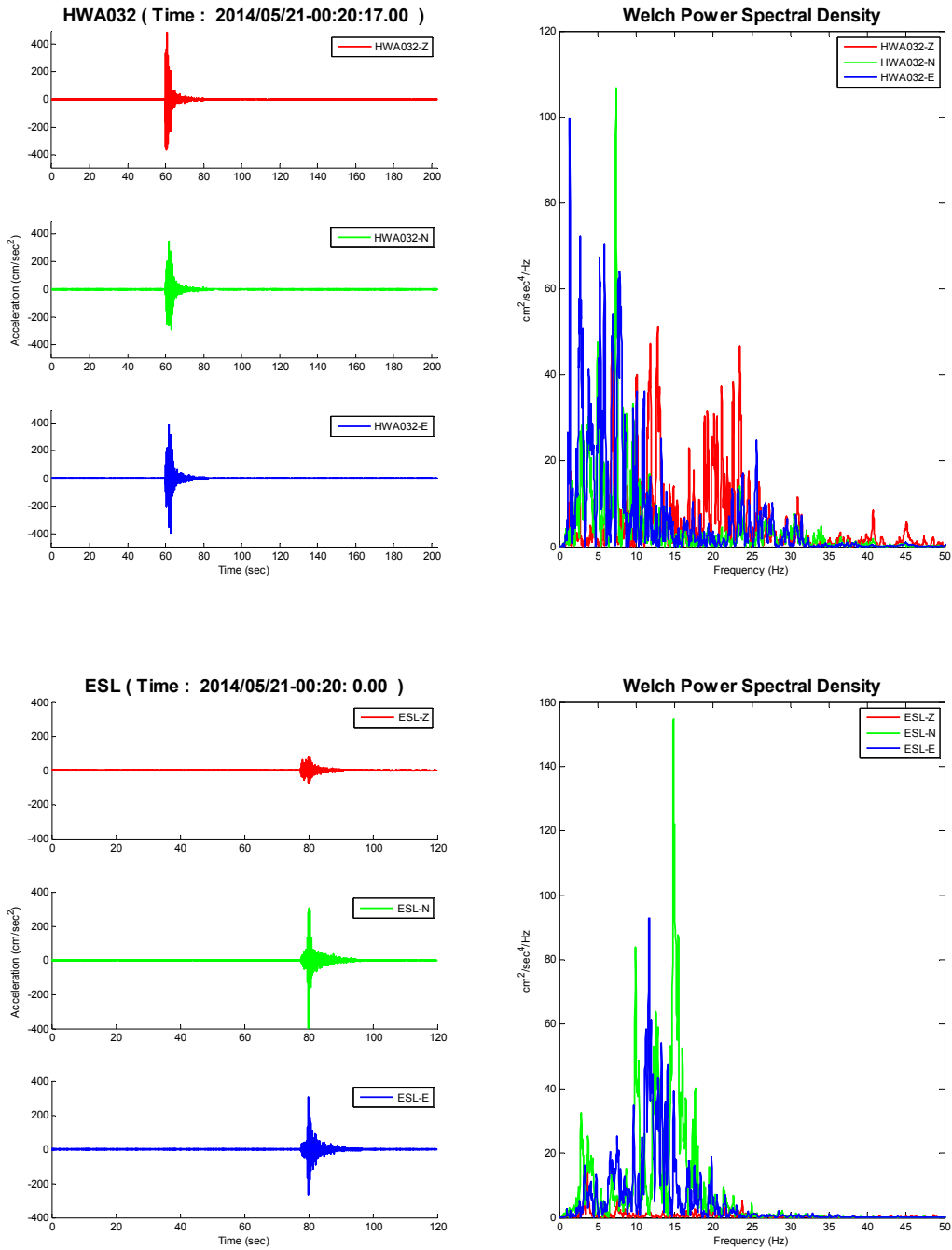
圖八、2014/01/15 日 02 時 38 分，台東縣卑南鄉規模 5.1 地震，賓朗國小(TTN027)及初鹿國小(ECU)的地震資料

Origin Time: 2014/05/21 08:21:13

Lat: 23.74N Lon: 121.43E Mag: 5.9 Depth: 16.5km

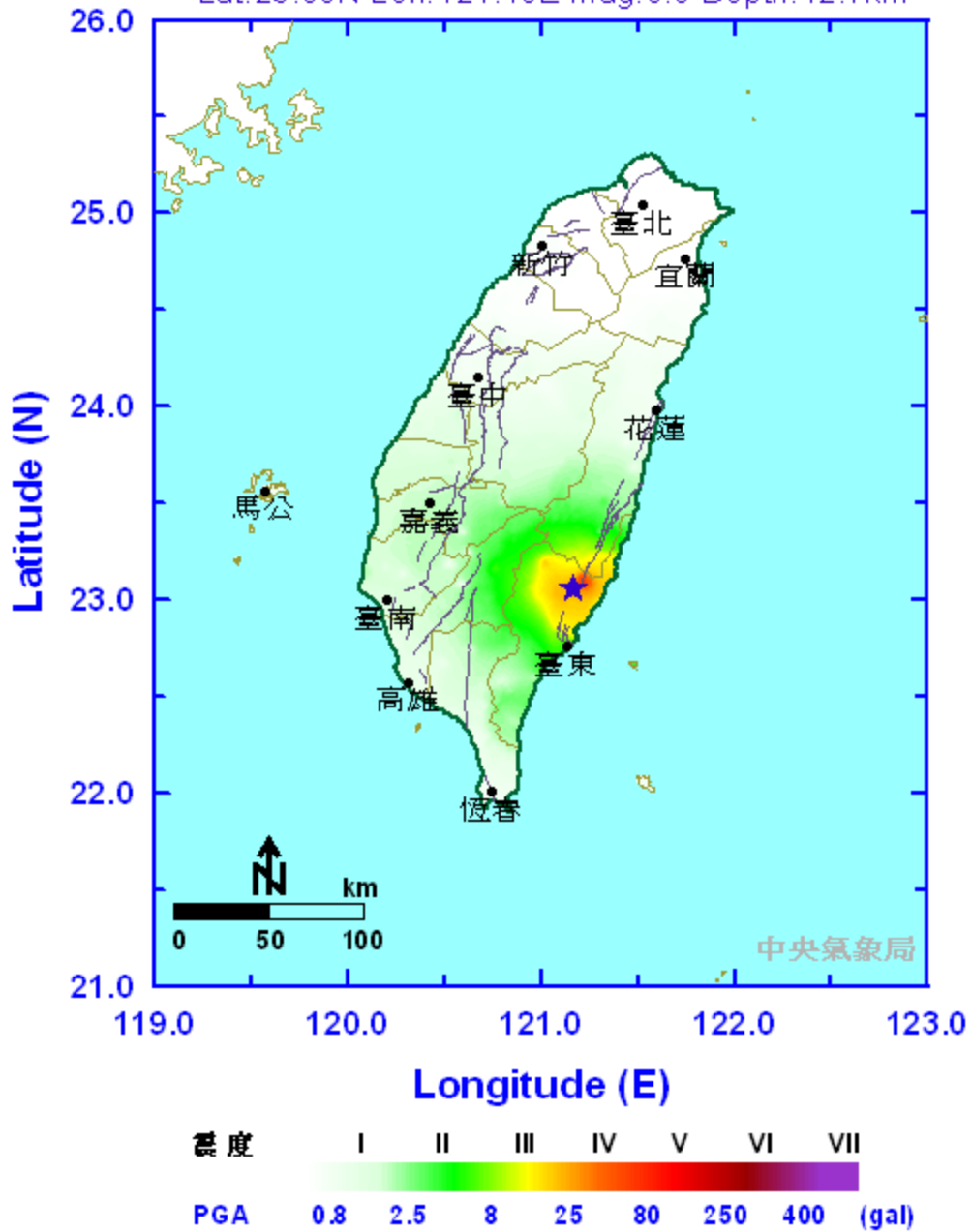


圖九、2014/05/21 日 08 時 21 分，花蓮縣政府西南 34.2 公里，規模 5.9 地震，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，花蓮縣西林震度 6 級、花蓮縣花蓮市震度 5 級。

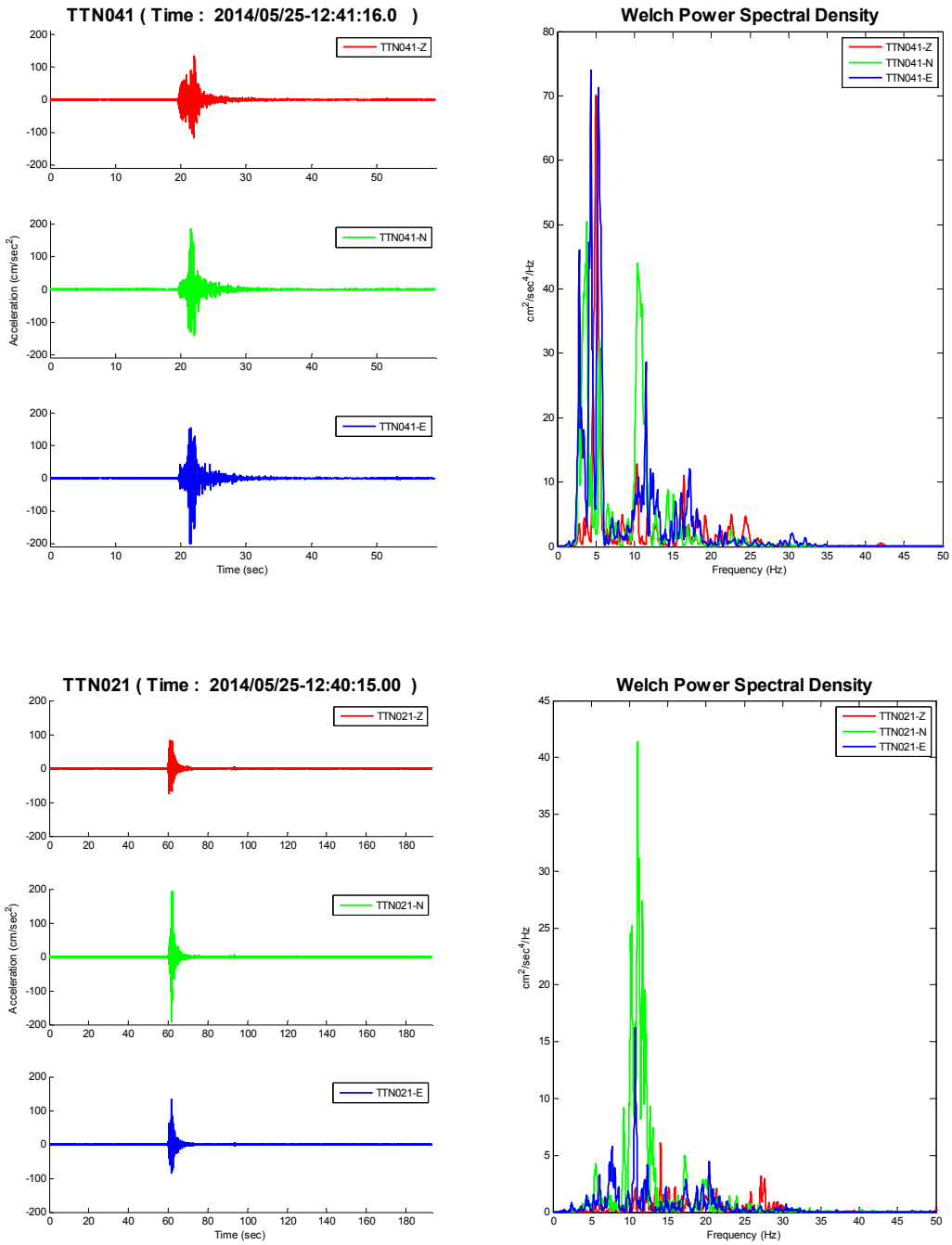


圖十、2014/05/21 日 8 時 21 分, 花蓮鳳林規模 5.9 地震, 長橋國小(HWA032)及西林(ESL)的地震資料

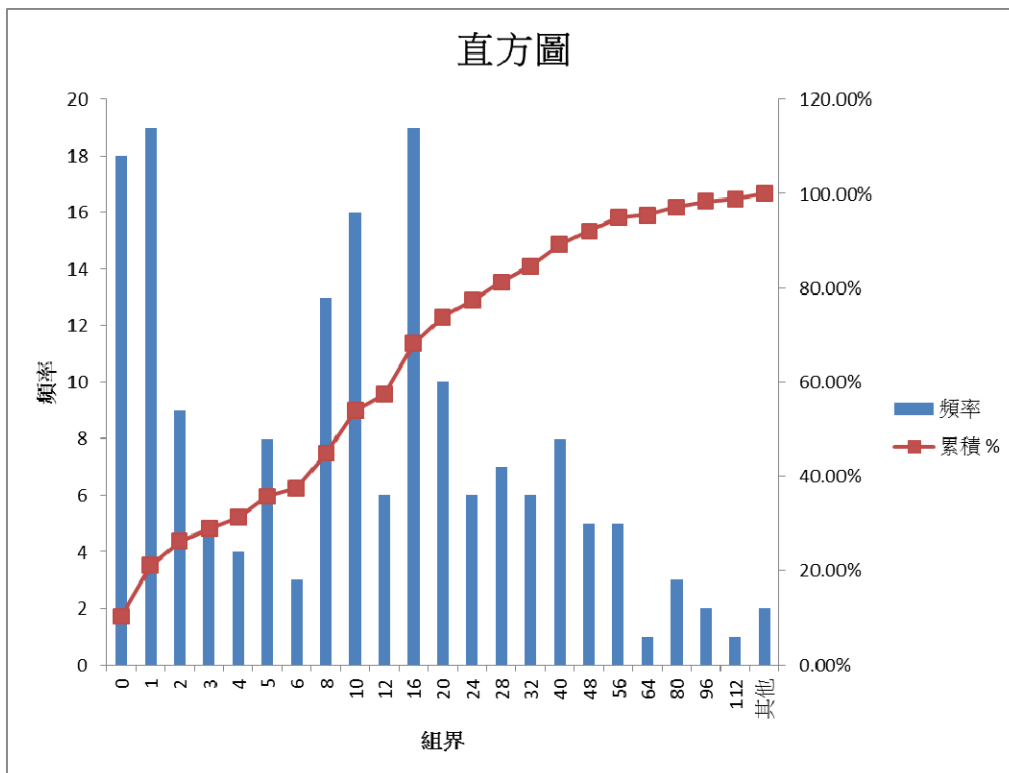
Origin Time: 2014/05/25 20:41:13  
Lat: 23.06N Lon: 121.16E Mag: 5.0 Depth: 12.7km



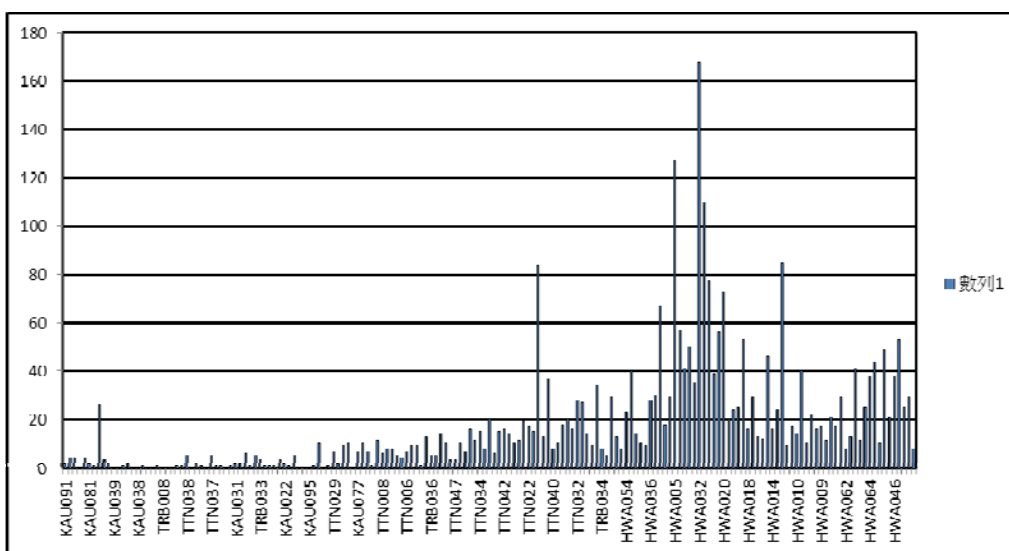
圖十一、2014/05/25 日 20 時 41 分，台東縣政府北方 34.2 公里規模 5.0 地震，中央氣象局地震測報中心測得的等震度圖，台東縣池上震度 5 級。



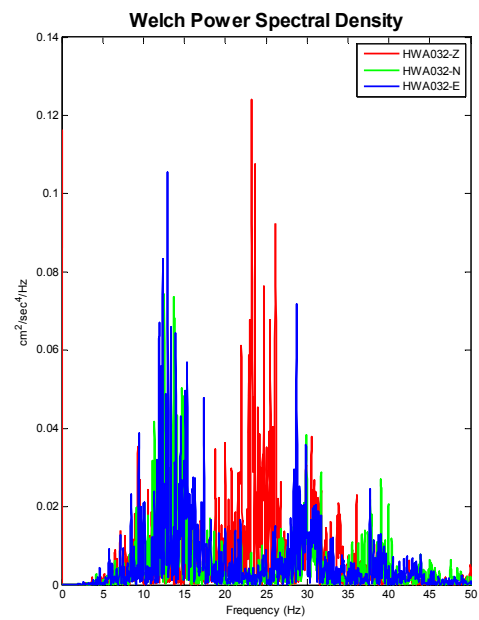
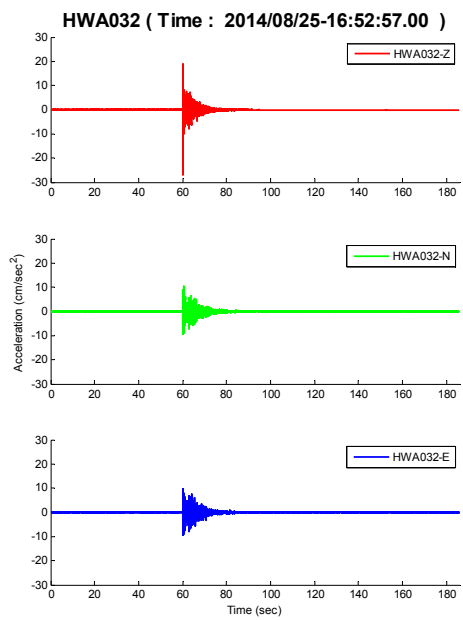
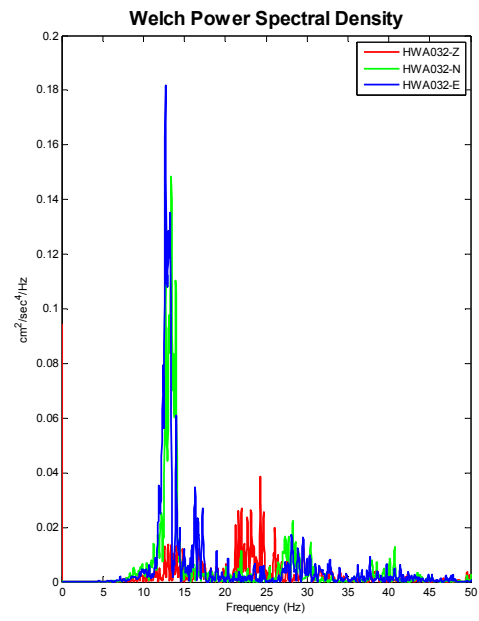
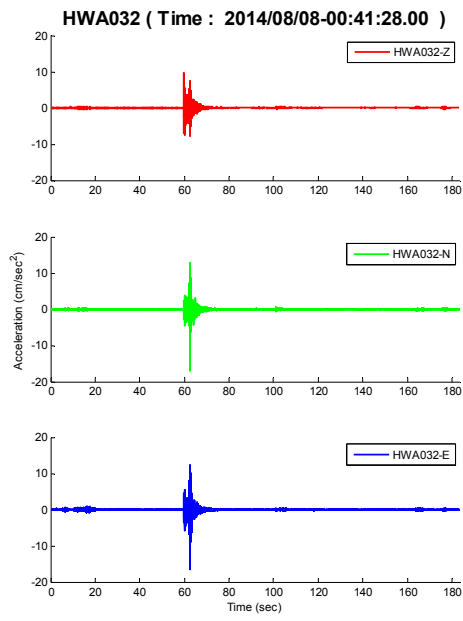
圖十二、2014/05/25 日 20 時 41 分，台東縣政府北方 34.2 公里規模 5.0 地震，初來新武分校(TTN041)及海端國小(TTN021)的地震資料



圖十三、2014 年本區測站強震資料收錄次數直方圖

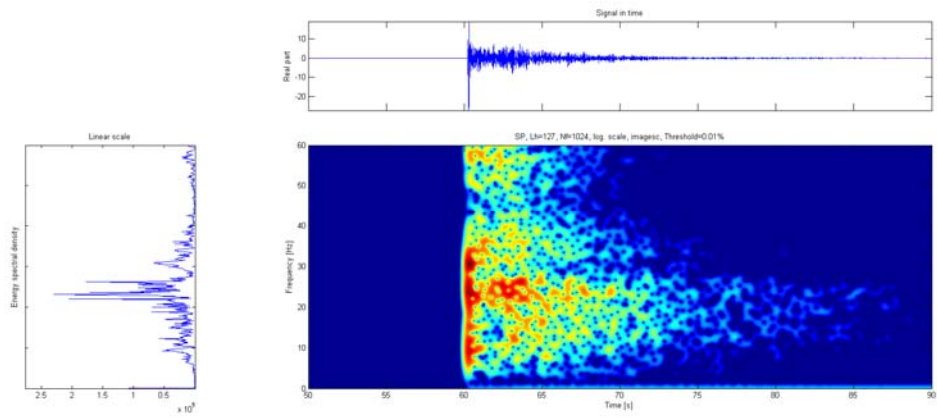


圖十四、2013 年各測站由南至北強震資料收錄次數統計圖

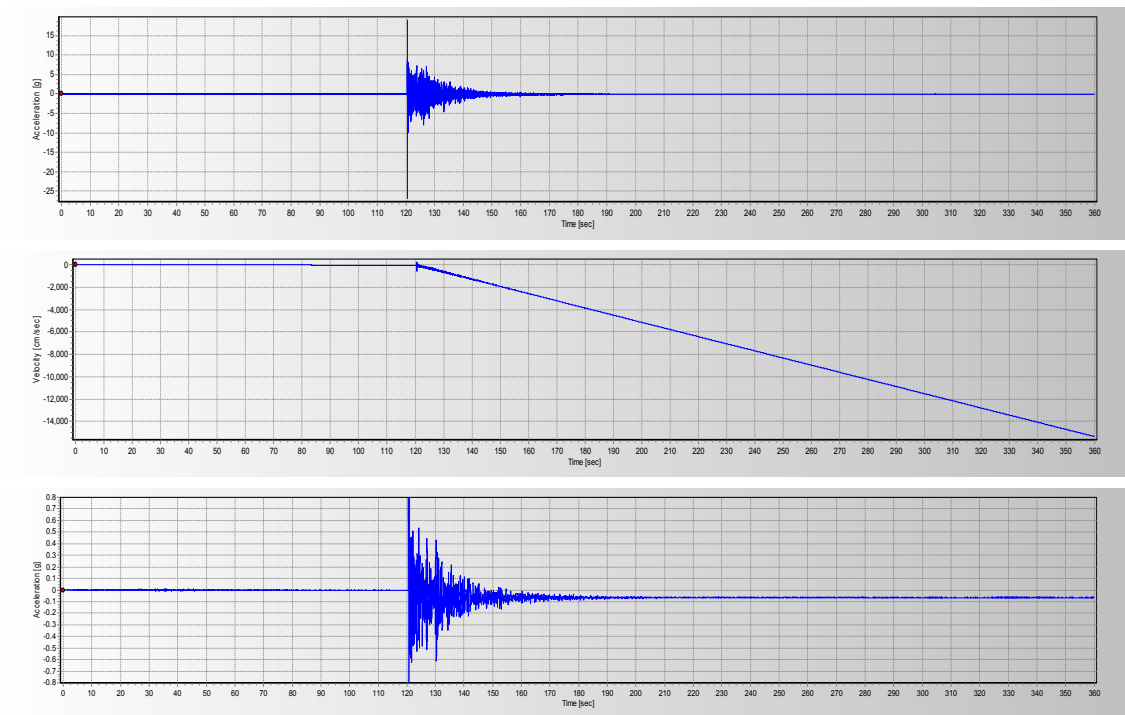


圖十五、長橋國小(HWA032)Titan2 強震儀記錄的的二個地震波信號

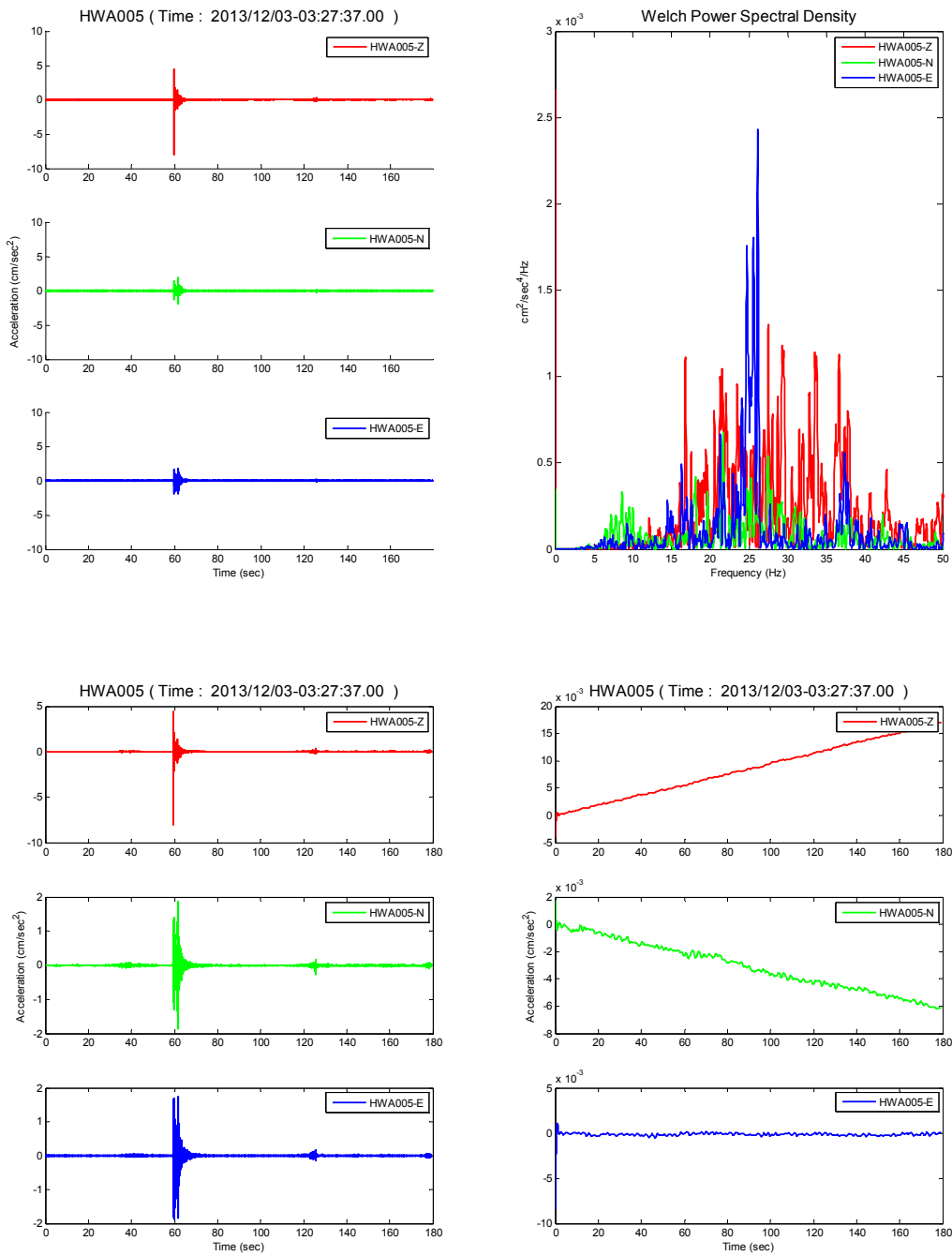




圖十六 A、長橋國小(HWA032) 2014/08/25 16:52 地震，垂直向記錄的時頻圖



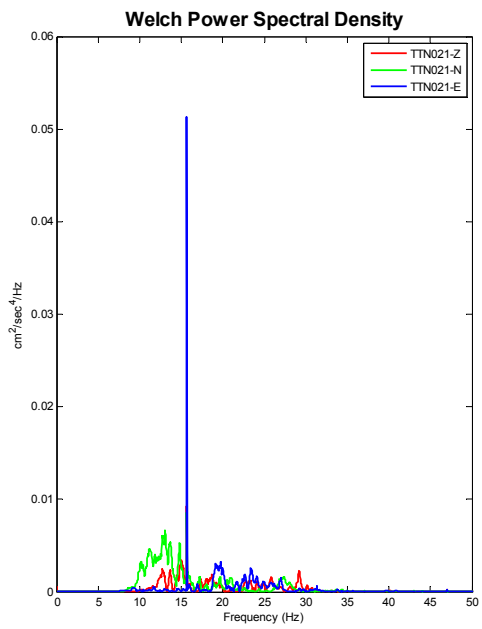
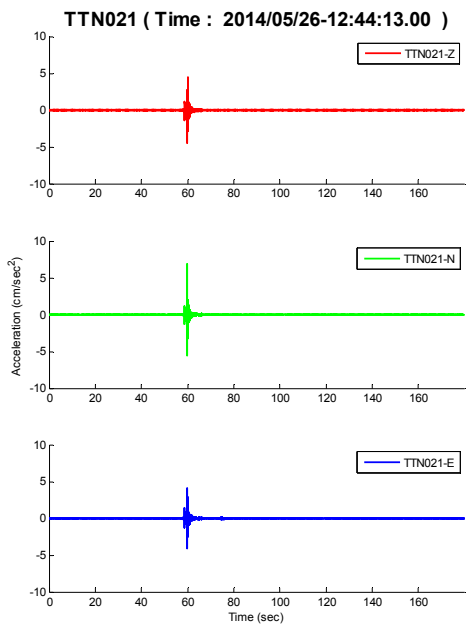
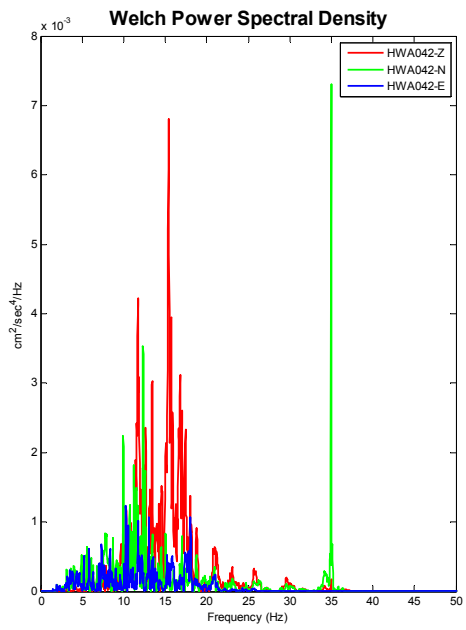
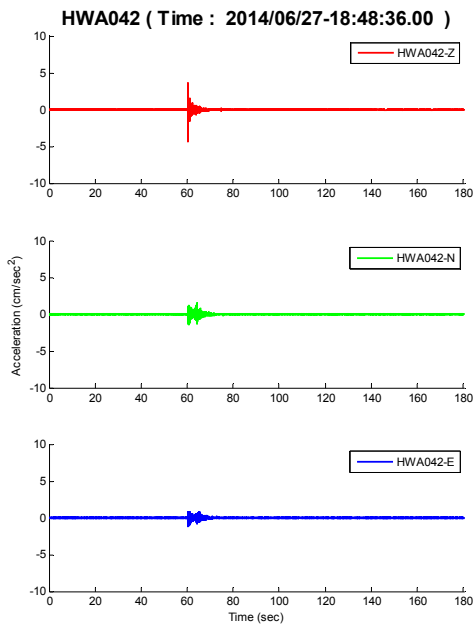
圖十六 B、長橋國小(HWA032) 2014/08/25 16:52 地震，垂直向記錄積分與低通濾波的結果



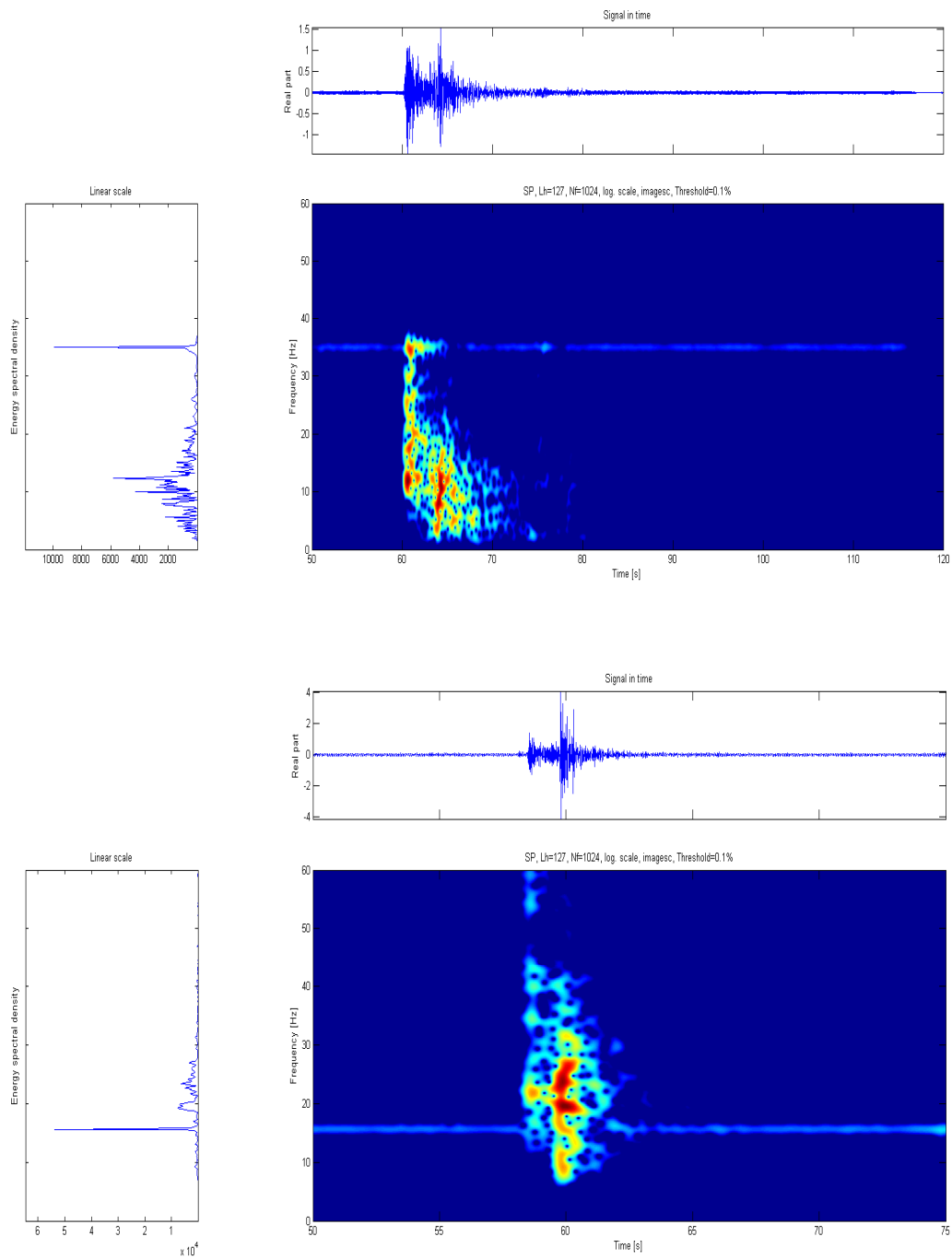
圖十七、2013/12/03 03:27 光復糖廠(HWA005)測站的地震時序波與功率譜密度圖及低通濾波後之波形圖



圖十八、古風國小(HWA042)及東師附小(TTN005)的 Titan 強震儀



圖十九、古風國小(HWA042)及海端國小(TTN032)記錄的強震資料



圖二十、古風國小(HWA042)及海端國小(TTN032)強震記錄的時頻圖

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網儀器安裝及資料收集分析

計畫類別：氣象    海象    地震

計畫編號：MOTC-CWB-103-E-01

執行期間：103 年 01 月 01 日至 103 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 103 年 11 月 17 日

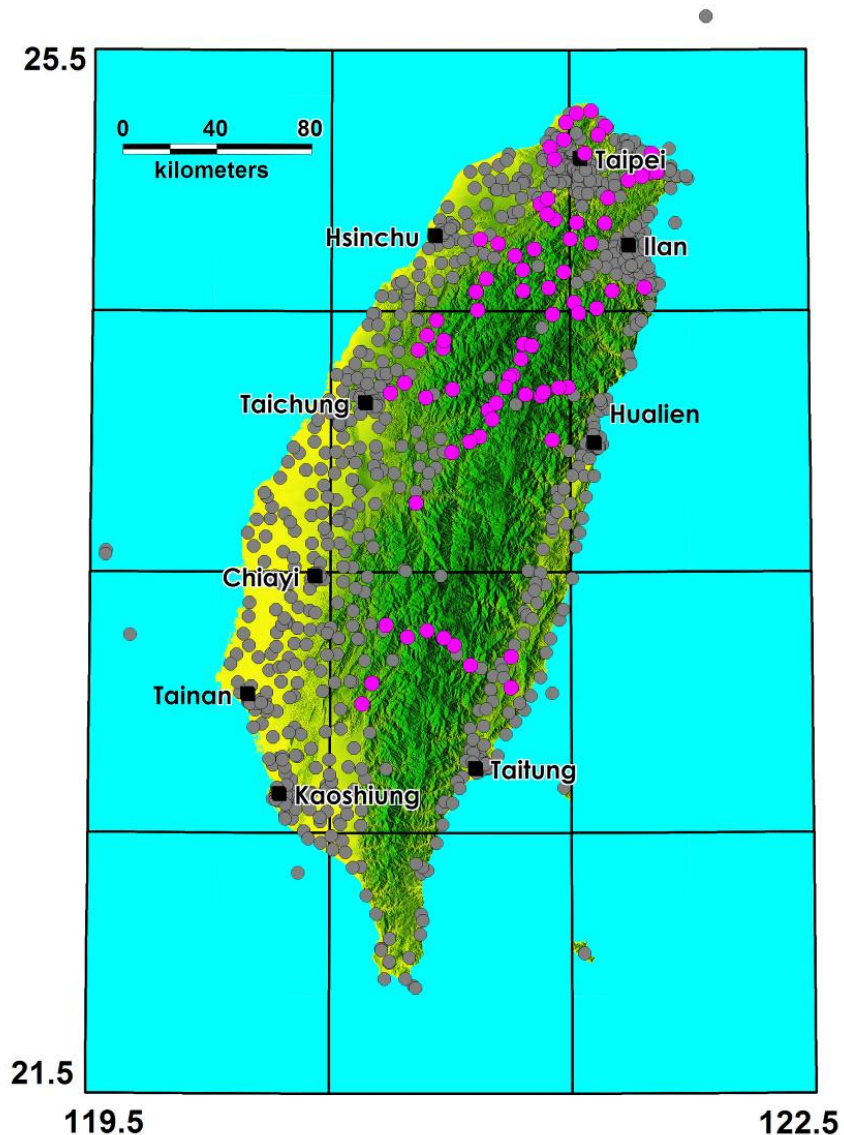
## 政府研究計畫期末報告摘要資料表

計畫中文名稱	台灣山區自由場強震網儀器安裝及資料收集分析		
計畫編號	MOTC-CWB-103-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	103	執行期間	103年1月1日起至103年12月31日止
本期經費 (單位：千元)	1178.6		
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(%)
	1178.6	1178.6	100
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		使用語言	中文
中英文關鍵詞	山區自由場強震網、瑞穗地震、大屯山地震、大同地震、鳳林地震、加速度紀錄 Free-field Strong Motion Network in the Mountain Area、Ruesui earthquake、Tatun Shan earthquake、Tatung earthquake、Fenglin earthquake、accelerograms		
研究目的	中央氣象局地震測報中心於1991年起執行台灣地區強地動觀測計畫(Taiwan Strong Motion Instrument Program, TSMIP)，陸續在台灣全島各地區廣泛的設置新一代的數位式強震儀之觀測站，目前的數量已超過800部(下圖中灰色實心圓)。這些強震儀的裝設地點大都位在地狹人稠的都會平原地區，其目標是蒐集這些地區的強地動資料，來探討地震波對地盤的影響，以提供政府部門在推動各項重大公共建設時場址選擇的參考。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，但其對了解地震波的傳播過程與興建於山區的各種重要建設(如水庫、水利及防洪設施的設置等)則顯得格外重要。有鑑於此，中央氣象局地震測報中心開始建構台灣山區強震觀測網，以彌補山區地震資料的不足。此項工作是委託中研院地球科學研究所負責，自2006年起進行站址的規劃、勘查與洽談，採逐年的方式來完成山區自由場地震站的興建與儀器安裝。除地震站的設立外，地球所並擔負定期地震資料收集、		

儀器檢測與維護的工作。所搜集的資料除供學術界作為地震的研究外，並將提供台灣地震基礎資料以支援國家重大建設與震災評估。

本計畫已於台灣山區完成80個測站的設置(下圖中粉紅色實心圓)，自2006年以來已蒐錄近4,500筆筆三向加速度資料。對過去數年發生於山區的顯著地震、如：2010年3月的高雄甲仙地震( $M_L=6.4$ )、2011年11月的南投地震( $M_L=6.0$ )、2012年2月的屏東霧台地震( $M_L=6.4$ )，2013年3月的花蓮秀林地震( $M_L=5.6$ )與南投地震( $M_L=6.1$ )。2013年10月至2014年10月本計畫所收錄的重要地震事件則有：2013年10月31日的花蓮瑞穗地震( $M=6.4$ )、2014年2月11日的台北大屯山地震( $M=4.2$ )、2014年2月21日宜蘭的大同地震( $M=5.4$ )與2014年5月21日的花蓮鳳林地震( $M=5.9$ )，山區強震網都能收錄良好地地震資料，提供地震學者對山區地震特性的研究需求。

研究成果





<p>具體落實應用情形</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成 80 個山區強震站的設置，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。</li> <li>2. 2013 年與 2014 年分別完成 10 與 21 個地震站的儀器更新。</li> <li>3. 2013 年 10 月 31 日的花蓮瑞穗地震(M=6.4)、2014 年 2 月 11 日的台北大屯山地震(M=4.2)、2014 年 2 月 21 日的宜蘭大同地震(M=5.4)與 2014 年 5 月 21 日的花蓮鳳林地震(M=5.9)是 2013 年 10 月以來本計畫所收錄的 4 個重要地震事件，山區強震站都能提供品質良好的強地動資料，這些資料在地震源特性與震源破裂過程的研究中相當的重要。</li> </ol>
<p>計畫變更說明</p>	
<p>落後原因</p>	
<p>檢討與建議 (變更或落後之因應對策)</p>	

# 目 錄

	頁次
目錄 .....	I
表目錄 .....	II
圖目錄 .....	III
中文摘要 .....	IV
英文摘要 .....	V
壹、前言 .....	1
貳、研究目的及意義 .....	1
參、研究方法 .....	2
肆、具體成果 .....	4
伍、結論與建議 .....	8
誌謝 .....	8
參考文獻 .....	8

## 表 目 錄

	頁次
表一、本計畫2013與2014年儀器更新的測站 .....	10
表二、2013年10月至2014年10月山區強震網所收錄的地震參數 .....	11
表三、2013年10月至2014年10月山區強震觀測網維護日程 .....	12
表四、MTN128山區強震站之儀器檢測維護記錄表 .....	13

## 圖 目 錄

頁次

圖1、2013年與2014年山區強震網儀器更新的測站位置 .....	14
圖2、地震儀器汰換更新測站之相片 .....	15
圖3、烏來桶後測站颱風過後受損情形 .....	16
圖4、華崗測站(MTN173)遭破壞狀況 .....	17
圖5、2013年10月至2014年10月山區強震網收錄地震之震央位置 .....	18
圖6、本年度4個顯著地震之震央與附近山區地震站分佈 .....	19
圖7、2013年10月花蓮瑞穗地震所收錄的三分量加速度波形 .....	20
圖8、2014年2月台北大屯山地震之震央與鄰近測站分佈 .....	21
圖9、雙溪國小地震站所收錄大屯山地震之加速度與速度波形 .....	21
圖10、2014年2月台北大屯山地震所收錄的三分量加速度波形 .....	23
圖11、2014年2月宜蘭大同地震所收錄的三分量加速度波形 .....	24
圖12、2014年5月花蓮鳳林地震所收錄A900的三分量加速度波形 ....	26
圖13、2014年5月花蓮鳳林地震所收錄Titan的三分量加速度波形 .....	27
圖14、2006年至2014年10區強震觀測網所建之地震站數、歷年收錄 地震個數與三分量加速度紀錄數目 .....	28
圖15、2014年地球所勘查5處新增設測站的位置 .....	28
圖16、2014年9月新建完成之(a)崁腳與(b)瑪陵國小地震站 .....	29

# 台灣山區自由場強震網儀器安裝及資料收集分析

黃柏壽 黃文紀 葉仁傑 史旻弘  
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

王亞男  
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。

在過去數年，我們已在台灣山區設立了 80 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、南投與南部山區。由於測站興建的工作已告一段落，為延續山區地震活動的觀測，2012 年起在氣象局的協助下繼續執行「台灣山區自由場強震網儀器安裝及資料收集分析」，持續進行資料收集的工作。此外，儀器的汰舊換新也是本計畫的工作重點之一，2013 年初與 2014 年初我們也選擇場址條件較佳的 31 個山區測站進行儀器的更新，利用新一代的地震儀的功能以蒐集更多的地震資料。

本年度(2013 年 10 月至 2014 年 10 月)山區自由場強震網目前共整理出觸發站數超過 3 個以上的 36 個地震，計有 347 筆 3 向量加速度紀錄。這些地震的規模( $M_L$ )介於 3.2 至 6.4 之間；震源深度最淺 5.6 公里，最深 97 公里。本報告除說明儀器更新的狀況、儀器維護與資料收集外，並繪出 2013 年 10 月 31 日花蓮瑞穗地震、2014 年 2 月 11 日台北大屯山地震、2014 年 2 月 21 日宜蘭大同地震與 2014 年 5 月 21 日花蓮鳳林地震的若干加速度紀錄，提供參各界參考。

關鍵詞：山區自由場強震網、瑞穗地震、大屯山地震、大同地震、鳳林地震、  
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, eighty seismic stations have installed in the past years. Most of the stations are located in the mountain areas of Taipei, Ilan, Hualien, Taichung, Nanto countries and in the southern part of Taiwan. Since the selection and construction of seismic stations were completed in 2012, the CWB initiated next phase project entitled “Installation, Collection and Data Analysis of Free-field Strong Motion Network in Taiwan Mountain Area” to continue monitoring the seismic activities in the mountain area. Besides, some of the mountain instruments were upgraded in the last two years. Since January 2013 to March 2014, thirty sites have selected to upgrade their old instruments to new seismographs.

During the period of October 2013 to October 2014, 36 earthquakes were recorded by the seismic network as a result of triggering more than three stations. Their magnitudes are in the range of 3.2 to 6.4. The focal depths vary from 5.6 to 97 km. A total number of 347 three-component recordings were accumulated. This report is to describe the installation, maintain and data collection of the seismic network. The accelerograms from the October 31, 2013 Ruesui earthquake、the February 11, 2014 Tatun Shan earthquake、February 21, 2014 Tatung earthquake and May 21, 2014 Fenglin earthquake were shown here.

**Key words:** Free-field Strong Motion Network in Mountain Area、Ruesui earthquake、Tatun Shan earthquake、Tatung earthquake、Fenglin earthquake、accelerograms

## 壹、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，至目前已增加到超過800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。山區的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(以下簡稱地球所)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地球所合作採逐年進行的方式開始建構台灣山區強震觀測網。經數年的努力，山區強震網已形成一北起瑞芳南至高雄的地震網，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。

## 貳、研究目的及意義

台灣地區地狹人稠，近幾年國內經濟快速成長，各種重要建設相繼興建，如：海埔新生地的開發、高速公路和鐵路的興建、捷運系統的規劃、水利及防洪設施的設置、國民住宅之興建、垃圾掩埋場的選址與興建等，這些建設均需考慮天然

災害—地震，對其造成的破壞，因此地區的選擇格外重要。而場址的選擇是項十分複雜的空間規劃過程，好的地點可收事半功倍之效，而不佳的地點，可能是未蒙其利反受其害。為了蒐集符合使用者研究目的地的資料，地震觀測網在測站的空間分布、場址的選擇、用地的取得、測站的興建、日後儀器的安裝與事後維護的便利性則可利用與發展地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)這項科技才可使場址的選擇科學化與透明化，這些因素都攸關日後資料記錄品質的優劣。本計畫則是透過 GIS 的功能，進行山區場址勘查、設立地震站並進行儀器安裝。並透過地球所所野外工作同仁的協助，整理每個測站完整之運轉歷史，隨時更新資料，收集與測站有關之空間地理資訊。對於參與之工作人員，可使其了解整個地震網的規劃工作與熟悉儀器操作，並藉由地理資訊系統的訓練了解地理資料輸入、儲存、尋取、分析及展示的資訊系統，作為輔助研究的工具。

山區強震觀測網設置的主要目的有三：(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；(3)對地震定位與斷層面解的特性提供新的資訊。在學術研究上可彌補過去花東與大台北或西部平原地震觀測網間所缺乏的山區資料，在波形模擬上提供具體的波傳演化比對資料。就工程應用而言，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。此外，在山區所設置的地震站，對水利及防洪設施的設置、住宅之興建提供防震減災的參考，甚至可提供監測土石流的警訊功能。

目前山區強震觀測網是由地球所負責站址的規劃、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)儀器安裝與維護；(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。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。借重地球所過去的經驗，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。

## 參、研究方法

### 一、站址的選擇與測站資料庫之蒐集

由於山區地震站的興建已達一定的數量，為維持山區地震活動的觀測，2012年起我們繼續執行「台灣山區自由場強震網儀器安裝及資料收集分析」計畫，主要工作是以儀器維護、更新安裝與資料收集分析為主，將視計畫與資料使用者實際需求再於南部與東部山區增加測站。

本計畫過去藉由地理資訊系統來整合、管理及應用與測站有關的地理資料，對場址的選擇上，便可依自然環境、人文條件、現有設施的分佈、並配合大量與正確的地理資料等條件，來作最佳化的選擇。

現階段是透過本所野外工作同仁的協助，整理每個測站迄今完整之運轉歷史，且隨時與野外工作人員連繫，更新資料；同時收集與測站有關之空間地理資



訊。蒐集的資料項目如下：

- (1)測站的位置(經、緯度)、使用儀器型態、運轉歷史。
- (2)測站地表地質的調查，內容包含測站現地與週遭環境的相片，目的在提供與地質人員參考與判斷。

## 二、強震儀與強震儀維護

目前安裝於山區的地震儀主要是地震測報中心所提供由 Teledyne Geotech 公司出品的 A900 數位式三軸向力平衡式加速度地震儀(triaxial force-balanced accelerometer)。目前雖然 A900 仍有很好的維護，但由於儀器老舊與穩定性降低外，且庫存不足，將影響觀測網的運作。有鑑於此，2012 年我們規劃 10 個優先更換儀器的測站，由地震測報中心提供加拿大 Nanometrics 公司生產之新一代 Titan 加速度地震儀取代舊有的 A900 加速度地震儀。

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 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。

Titan 不僅體積小(34.7 公分 X 20 公分 X 14 公分)重量輕 (11 公斤)，並搭配有數位式記錄器。Titan 可記錄的頻寬為 DC 至 430 Hz，記錄的最大範圍為  $1960 \text{ cm/sec}^2$ ；數位型記錄器設有微電腦，其內部有著容量 16 Giga-bytes 的記憶體，並配備有 GPS 時間接收器，其採樣率為每秒鐘 200 點，並以 24 位元之數位式記錄儲存下來，其可搭配高容量的 SD 記憶卡來存取資料，可將資料直接儲存於近端。

地震紀錄的蒐集及儀器的檢測是本計畫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。

### 三、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。

### 肆、具體成果

#### 一、過去成果

本計畫自執行以來已逐年完成設置 80 站(黃柏壽等人，2006，2007，2008，2009，2010，2011，2012，2013)，測站主要是分佈在南投以北與若干南橫山區(圖 1)，並已提供 TSMIP 超過 4,100 加速度資料。過去各年的工作簡述如下：

- (1) 2006 年:完成設置 16 個地震觀測站，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，主要是分佈在新竹縣、宜蘭縣與台中縣。
- (4) 2009 年:完成設置 10 個測站，主要是分佈在在桃園縣、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，主要是分佈在台中縣與南投縣。
- (6) 2011 年:完成設置 9 個測站，主要是分佈在高雄縣、台東縣與花蓮縣。
- (7) 2012 年:完成設置 6 個測站，測站主要是分佈在苗栗縣與宜蘭縣。
- (8) 2013 年:完成 10 個測站的儀器更新，將舊有 A900 汰換成 Titan。

## 二、2014 年地震儀器安裝更新

考量山區地震站 A900 儀器使用已逾年限，2012 年初我們規劃 10 個優先更換儀器的測站，將舊有 A900 更新為為加拿大 Nanometrics 公司生產之 Titan 三軸向力平衡式加速度地震儀。2013 年初共完成 10 地震站的儀器更新，測站的地點與分布分別示於表一與圖 1(a)。而 2014 年我們再次選擇 21 個地點進行儀器更新的工作，此項工作於 2014 年 3 月底完成，測站的地點與分布分別示於表一與圖 1(b)，圖 2 是更換新儀器測站之一例。此外，為彌補大屯火山東南側地震資料地震缺乏，地球所於北部的基隆和汐止地區也新增 5 個新設站的地點。

## 三、儀器檢測

本計畫在 2013 年 10 月與 2014 年 10 月共進行了 5 次的強震觀測站的資料蒐集及儀器的檢測(表二)，表三是維護紀錄之一例(MTN166: 發祥國小)。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。在資料收集過程中，若干測站的狀況說明如下：

MTN101: 新北市乾華國小	2014 年 4 月要求設立地震站獨立用電，因此向台電公司申請獨立電桿。
MTN104: 北市雙溪國小	2014 年 4 月台北市教育局依市有公用房地使用辦法，擬對雙溪國小收取全年使用費用 12,000 元，經 6 個月的審核程序並呈請氣象局協助說明，教育局核定收費標準酌收電費 300 元/月。此案對目前使用政府機關公用房地的測站，應提早因應。
MTN125: 烏來桶後	2013 年 10 月地震站房因颱風吹倒樹木遭壓毀，同時也將電線扯斷(圖 3)，雖報請台電修復，但之後道路又中斷，至 2014 年 10 月才修復，將於年底前重新安裝。
MTN143: 老爺高爾夫球場	2014 年 7 月場區進行電線地下化工程與節能措施，白晝將不再供電，目前將申請加裝太陽能板，以提供測站穩定電源。
MTN155: 荖濃國小	Titan 更新韌體；2014 年 9 月電源被切除。
MTN163 與 164: 瀧澗電廠	電廠發電機維修，導致 A900 重開機近 600 次，致使當機，目前已正常運作。
MTN167: 南投仁愛之家:	Titan 更新韌體
MTN173: 華岡測站	2014 年 3 月第 2 度遭到破壞(圖 4)，第 1 次是發生在 2012 年 11 月。儀器無恙，但電纜線則失竊，已通報福壽山農場加強巡視，由於該站地處偏僻，申請重設電源仍評估中。
MTN174: 武陵農場	Titan 故障無法開機，已報修
梨山國小、福壽山、大禹嶺	道路中斷，7 月已可通行。

#### 四、地震資料收集

2013 年 10 月至 2014 年 10 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 36 個地震，目前共整理出有 347 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四與繪於圖 5。由表四可知地震的規模( $M_L$ )介於 3.2 至 6.4 之間；震源深度最淺 5.6 公里，最深 97 公里；其中 2013 年 10 月 31 日的花蓮瑞穗和 2014 年 2 月 11 日的台北大屯山、2 月 21 日的宜蘭大同地震與 5 月 21 日的花蓮鳳林地震是 4 個較重要的地震事件，簡述如下：

- 2013 年 10 月 31 日的花蓮瑞穗地震( $M_L=6.4$ ): 這起規模 6.4 強震，發生在台灣時間 10 月 31 日 20 點 02 分，震央在花蓮縣瑞穗鄉，深度達 19.5 公里，全台有感，各地最大震度花蓮 6 級；南投、宜蘭 5 級；嘉義、台東、桃園、新北市 4 級；台北市、雲林、彰化、台中、苗栗、屏東、及新竹 3 級；高雄市及台南市 2 級。氣象局地震測報中心表示，這起地震是 2013 年規模第 2 大地震(第一大是 6 月 2 日的南投 6.5 地震)。地震測報中心表示，這起地震發生在花東縱谷的破碎斷層帶，是歐亞大陸板塊及菲律賓海板塊經常擠壓地區。根據氣象局統計資料顯示，台灣 1 年發生規模 6 以上地震平均約在 2 到 3 個，2013 年已出現 6 個；而規模 5 以上地震 1 年約 20 到 30 個，2013 年已發生 22 個。
- 2014 年 2 月 11 日的台北大屯山地震( $M_L=4.2$ ): 氣象局表示這起地震是陽明山在 1988 年發生規模 5.3 的地震後，26 年以來發生於陽明山地區的最大地震。根據中央氣象局報導，發震時間是台灣時間 2 月 12 日凌晨 0 時 31 分，地震震央在距離台北市政府北方 11.8 公里處的士林區，地震深度僅 6.3 公里，最大震度在陽明山有 4 級，新北市五股 3 級，桃園市 3 級，台北市、基隆市 2 級，新北市、竹東 1 級。
- 2014 年 2 月 21 日的宜蘭大同地震( $M_L=5.4$ ): 台灣時間 2 月 22 日凌晨 4 時 25 分宜蘭大同鄉發生芮氏規模 5.4 地震，震央深度 61.9 公里。氣象局地震測報中心指出，這起地震主要因菲律賓海板塊隱沒到歐亞大陸板塊造成，因板塊隱沒帶的範圍比斷層帶大很多，即使深度深，也容易有規模較大地震。中央氣象局地震報告顯示，這起 2014 年初以來台灣發生規模最大的地震，最大震度是羅東 5 級，搖晃時間長達 26.7 秒。台北市、新北市及桃園市震度都是 4 級，桃園市與新北市搖晃 20 幾秒，而 101 大樓所在的台北市信義區也搖了數十秒。
- 2014 年 5 月 21 日的花蓮鳳林地震( $M_L=5.9$ ): 台灣時間 5 月 21 日上午 8 時 21 分花蓮縣鳳林鎮發生芮氏規模 5.9 的有感地震，是 2014 年以來規模最大的一起地震。中央氣象局表示，2013 年全台共發生 4 起規模 6 以上強震，2014 年至今還未發生過規模 6 以上地震，至於規模 5 以上地震則有 11 起，以今天鳳林地震最大。據中央氣象局資料表示這起地震深度 18 公里，由於屬於淺層地震，接近震央的花蓮西林最大震度達 6 級，花蓮市 5 級，南投合歡山、宜蘭南山 4 級，新北市、新竹市、桃園市等地 3 級，台北市、高雄市、基隆市 2 級，幾乎全台有感。中央氣象局表示，這起地震是板塊碰撞擠壓所致，震央發生的位置在板塊交界處，由於屬淺層地震，因此震央附近震度很大，不過因規模

相對較小，震度從震央附近快速衰退，而台北搖晃時間較久，主要是長周期震波傳遞到盆地時有放大效應，民眾才會感受比較明顯。

圖6是2013年10月31日的花蓮瑞穗地震的震央與山區地震站的分佈情形。圖7是山區15個測站所收錄的三分量加速度紀錄(測站位置見圖6)。這些測站所收錄的水平向最大地動加速度(Peak Ground Acceleration, PGA)均大於 $30 \text{ cm/sec}^2$ ，其中距震央約20公里的MTN163測站(龍澗電廠)的垂直與水平向PGA更高達153與 $129 \text{ cm/sec}^2$ 。

圖8是2014年2月11日台北大屯山地震與鄰近山區地震站的分佈情形，此一地震是民國77年陽明山地震後(規模5.3)，26年以來，該區的最大地震，雖然地震規模僅有4.2，但卻格外引起注意。由圖8可知大屯山地震之震央是落在大屯火山的外圍，距MTN104(雙溪國小)只約4公里，該站是在1月2日內湖地震發生後，有感於小區域內測站對地震包覆性的不足，才進行儀器更新的測站。該站配備的是Titan加速度地震儀，並外接有寬頻地震計(KS-2000)。圖9是MTN104所記錄約40秒的三分量加速度與速度原始紀錄，其中速度紀錄由於儀器高靈敏度(high gain)的特性，振幅有出格(saturation)的現象；然因該站搭配有低靈敏度(low gain)強震儀，因此加速度波形保持得相當的完整。值得一提的是本計劃在北部山區的大部分強震站均設計有與速度地震儀共站。圖10是山區5個測站所收錄的三分量加速度紀錄(測站位置見圖8)。其中MTN104(震央距只有4公里)的垂直向與南北向的PGA分別為 $32.0$ 與 $30.6 \text{ cm/sec}^2$ ；但在距震央約10.5公里的MTN117(淡水國華高球場)其垂直向與南北向的PGA分別為 $28.1$ 與 $117 \text{ cm/sec}^2$ ，其南北向PGA約是MTN104的4倍，值得進一步探討。

圖11是2月21日的宜蘭大同地震7個測站所收錄的三分量加速度紀錄(測站位置見圖6)，由於地震之震源深度約62公里，因此在垂直分量上都有明顯的初達波。MTN109(三峽民義國小，距震央約32公里)與MTN139(明池山莊，距震央約14公里)紀錄有大於80 gals的水平加速度值。

圖12是5月21日的花蓮鳳林地震7個A900測站所收錄的三分量加速度紀錄(測站位置見圖6)。圖中MTN169(南投力行國小)與MTN141(台中市梨山國小)距震央約51與66公里，其最大水平加速度值約分別75 gals與56 gals；反觀，距震央約30公里與44公里之MTN164(龍澗隧道)與MTN161(南投縣仁愛國小)最大水平加速度值分別只有30 gals和33 gals。圖13是鳳林地震5個Titan測站所收錄的三分量加速度紀錄(測站位置見圖6)，其中MTN166(南投發祥國小)距MTN169僅4.2公里，但其最大水平加速度值只有17.5 gals，值得收取資料進一步檢視。

圖14說明2006年至2014年10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近4,500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。

本年度雖然發生的顯著地震為數不多，但透過目前的山區測站分布可知，山區地震網對發生於區域內地震的包覆性較過去已提升不少。但2014年初發生的內湖與大屯山地震，也讓我們了解該網不足之處，特別是在大屯火山的東南側。有鑑於此，地球所在本年度5月份於該資料缺乏的地區，已勘查5個適當地點作為新增地震站的位置(圖15)，更於9月完成兩個測站的興建(圖16)，日後將可加入大台北地震觀測的行列，對地震源的發生機制與斷層的幾何型貌能提供使用者更完整的資料。

## 伍、結論與建議

- 一、本計劃已進行 31 個測站的地震儀汰換，以 Titan 取代舊有 A900 型地震儀，希望藉由 Titan 高靈敏度的特性來補捉山區微小地震的訊息。
- 二、2013 年 10 月 31 日的花蓮瑞穗地震、2014 年 2 月 11 日的台北大屯山地震、2014 年 2 月 21 日的宜蘭大同地震與 2014 年 5 月 21 日的花蓮鳳林地震是近期發生的顯著地震，記錄品質十分良好，提供了不少寶貴資料，可提供作為地震定位，山區地震源研究的基本資料。
- 三、由 2014 年 2 月大屯山地震的經驗顯示，低解析度強震儀與高解析度速度儀共站(co-site)不僅對遠域較大地震(teleseismic)所產生的微小振動能提供高品質的資料外，對發生於近場或區域內地質構造所引起的地震也能提供完整的波形，亦即具有小地震不漏失，大地地震不出格的優點。
- 四、山區地震站由於分布區域較廣，目前在資料收集上是依收集的便利性與順序分成竹苗、宜蘭、中南橫、北部四個區域進行，但宜蘭、中南橫山區的區域路況普遍不佳，並非每次都能順利進行維護與資料收取，僅能依視實際狀況機動實施。此外，由於人為因素將電源拔除或破壞站房設備，造成若干重要地震資料未能完整收錄，這也是山區地震站在維護與資料收集時的困難。

## 誌謝

本研究計畫承中央氣象局贊助(計劃編號：MOTC-CWB-103-E-01)，特此致謝。行政院農業委員會林務局的花蓮、羅東、新竹林區管理處、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、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、台東縣警察局關山分局、苗栗縣的汶水、景山、大南、象鼻和梅園國小、高雄縣的六龜、荖濃與樟山國小、台中市的和平、平等與谷關國小、新竹縣的桃山、花園、新光與玉峰國小、南投縣的南豐、力行、發祥、仁愛國小、南投市私立光明仁愛之家等單位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研究助理紀宗志與楊哲倫先生在測站勘查、建站、資料收集與處理上的協助。

## 參考文獻

- Iwan, W. A., M. A. Moser, C. Y. Peng (1985). Some observations on strong motion earthquake measurement using a digital accelerograph, 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, Kinometrics.
- 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(2006)。台灣山區自由場強震

- 網測站建置及資料收集分析，中央氣象局地震技術報告彙編，MOTC-CWB-95-E-05，45，115-125。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、何美儀、陳燕玲(2007)。台灣山區自由場強震網測站建置及資料收集分析，中央氣象局地震技術報告彙編，MOTC-CWB-96-E-05，48，123-142。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、何美儀、陳燕玲(2008)。台灣山區自由場強震網測站建置及資料收集分析(II)，中央氣象局地震技術報告彙編，MOTC-CWB-97-E-05，51，123-170。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、何美儀、陳燕玲、張振生(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，MOTC-CWB-98-E-05，54，121-156。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、何美儀、陳燕玲、王怡勝、張振生(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，MOTC-CWB-99-E-05，57，121-156。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、張振生、郭鎧紋、陳國昌(2011)。臺灣地區自由場強震網資料收集及分析-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，MOTC-CWB-100-E-01，59，103-134。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、郭鎧紋、陳國昌、張振生(2012)。臺灣地區 101 年度自由場強震網資料收集及分析-台灣山區自由場強震網儀器安裝及資料收集分析。中央氣象局地震技術報告彙編，MOTC-CWB-101-E-01，61，93-116。
- 黃柏壽、黃文紀、葉仁傑、史閔弘、郭鎧紋、陳國昌、卓彥宇、王亞男 (2013)。臺灣地區 102 年度自由場強震網資料收集及分析-台灣山區自由場強震網儀器安裝及資料收集分析。中央氣象局地震技術報告彙編，MOTC-CWB-102-E-01，63，97-119。

表一、2014 年台灣山區強震網儀器更新(Titan)之測站

測站 編碼	測站位置		標高 (公尺)	測站地點
	東經	北緯		
MTN125	121.648130	24.837548	435	烏來桶後
MTN127	121.411833	24.590500	1703	鴛鴦湖
MTN128	121.611317	24.510283	1860	翠峰山莊
MTN132	121.105819	24.575378	545	桃山國小
MTN133	121.148472	24.625139	460	花園國小竹林分校
MTN155	120.673000	23.073389	402	荖濃國小
MTN162	121.173861	24.086000	2160	台大梅峰農場
MTN167	121.005028	23.959861	374	私立光明仁愛之家
MTN174	121.305000	24.375950	1956	武陵農場
MTN181	121.526500	24.535300	987	蘭台苗圃
MTN116	121.747100	25.001600	271	東勢國小
MTN118	121.417625	25.129439	364	觀音山
MTN122	121.436958	24.853769	250	有木國小
MTN123	121.547520	24.933690	177	新店花園新城
MTN134	121.303389	24.579819	1650	新光國小
MTN135	121.587500	24.759800	692	福山植物園
MTN137	121.301149	24.659982	520	玉峰國小
MTN138	121.350028	24.737861	520	桃園縣復興鄉榮華壩
MTN139	121.474810	24.651430	1150	宜蘭縣大同鄉明池山莊
MTN142	121.123028	24.777056	623	新竹縣關西鎮飛鳳農場
MTN145	121.312389	24.181000	2598	大禹嶺合歡派出所
MTN154	120.633000	22.996000	261	六龜國小
MTN156	120.819722	23.252556	790	樟山國小
MTN158	120.986111	23.248278	2325	向陽派出所
MTN160	121.451639	24.207028	1157	洛韶派出所
MTN166	121.157167	24.123056	1016	發祥國小
MTN170	120.855600	23.765900	455	興隆國小
MTN171	121.078917	24.000583	763	南豐國小
MTN172	121.244222	24.247556	2203	福壽山農場
MTN176	120.940210	24.465590	488	汶水國小
MTN180	120.971320	24.388418	836	梅園國小

[註]: 黑色站碼是 2013 年更新的測站，藍色站碼則是 2014 年更新的測站



表二、民國102年10月至103年10月山區強震觀測網維護日期

日期 (年.月.日)	維護區域
102.10.22 – 102.11.21	竹苗、宜蘭、中南橫、北部等地區
103.01.22 – 103.02.21	竹苗、宜蘭、北部等地區
103.03.25 – 103.04.08	中南橫地區
103.06.01 – 103.07.08	竹苗、宜蘭、中南橫、北部等地區
103.09.14 – 103.10.13	竹苗、宜蘭、中南橫、北部等地區

表三、MTN128(翠峰湖)於 103 年 9 月 24 日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：翠峰湖 站碼：H128 設備清單：強震儀 GPS 警報器

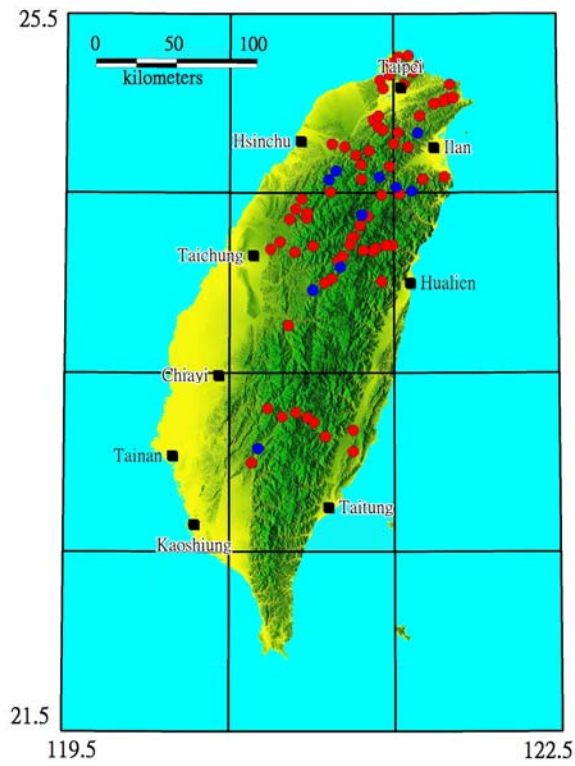
強震儀：A900A900AIDS3602IDS3602ACV574CCV575CETNAK2其他Titan

強震儀序號：126警報器序號：           維護人員：哲、傑 103 年 09 月 24 日

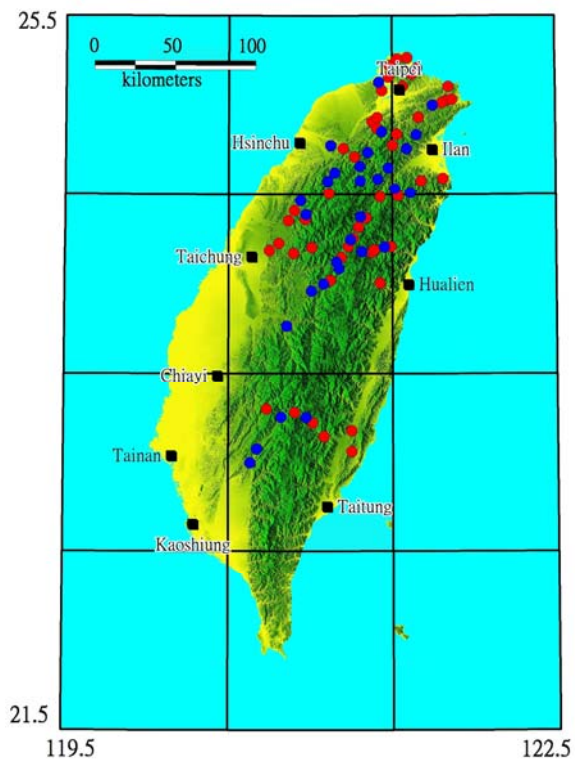
項目	作業狀況及處理方法	備註																														
1 站 房 及 電 源	(1) 清潔站房內部地面 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (2) FRP 外罩良好 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否																															
	(3) 外部四週環境適當 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input 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: 太陽能板 <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: <u>5</u> 次 <input checked="" type="checkbox"/> 電壓: <u>111</u> 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 秒 慢: 時 分 秒	UT																														
3 儀 器 參 數 檢 視 及 設 定	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>強震儀參數</b></td> <td style="text-align: center;"><b>警報器參數</b></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/>故障(以下免填)</td> <td><input type="checkbox"/>故障(以下免填)</td> </tr> <tr> <td>(1) <input type="checkbox"/>正常顯示 <input type="checkbox"/>回復儀器預設值</td> <td>通訊速率: <u>          </u></td> </tr> <tr> <td>SITE (STATION NAME): <u>H128</u></td> <td>取樣速度: <u>          </u></td> </tr> <tr> <td>經度: <u>E121.61</u></td> <td>濾波範圍: <u>    -    </u></td> </tr> <tr> <td>緯度: <u>N 24.51</u> 高程: <u>1928 M</u></td> <td>觸發準位 1: <u>          </u></td> </tr> <tr> <td>tri CH1 <u>2.5</u>mg offset <u>-74</u> <math>\mu</math>g</td> <td>觸發準位 2: <u>          </u></td> </tr> <tr> <td>tri CH2 <u>2.5</u>mg offset <u>233</u> <math>\mu</math>g</td> <td>視窗長度: <u>          </u></td> </tr> <tr> <td>tri CH3 <u>2.5</u>mg offset <u>32</u> <math>\mu</math>g</td> <td>進紙 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 卡紙 <input type="checkbox"/> 無紙</td> </tr> <tr> <td>OFFSET 單位: <input type="checkbox"/> mv <input type="checkbox"/> count <input type="checkbox"/> gal</td> <td>背光 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障</td> </tr> <tr> <td>pre-event time: <u>60</u> 秒</td> <td>串列資料燈 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 無閃爍</td> </tr> <tr> <td>post-event time: <u>120</u> 秒</td> <td>敲擊測試 <input type="checkbox"/> 正常警報 <input type="checkbox"/> 故障</td> </tr> <tr> <td>(2) <input type="checkbox"/>亂碼 <input type="checkbox"/>空白</td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3) RTD <input type="checkbox"/>正常輸出 <input type="checkbox"/>故障</td> <td></td> </tr> <tr> <td>參數需重新設定 <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</td> <td>參數需重新設定 <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</td> </tr> </table>	<b>強震儀參數</b>	<b>警報器參數</b>	<input checked="" type="checkbox"/> 故障(以下免填)	<input type="checkbox"/> 故障(以下免填)	(1) <input type="checkbox"/> 正常顯示 <input type="checkbox"/> 回復儀器預設值	通訊速率: <u>          </u>	SITE (STATION NAME): <u>H128</u>	取樣速度: <u>          </u>	經度: <u>E121.61</u>	濾波範圍: <u>    -    </u>	緯度: <u>N 24.51</u> 高程: <u>1928 M</u>	觸發準位 1: <u>          </u>	tri CH1 <u>2.5</u> mg offset <u>-74</u> $\mu$ g	觸發準位 2: <u>          </u>	tri CH2 <u>2.5</u> mg offset <u>233</u> $\mu$ g	視窗長度: <u>          </u>	tri CH3 <u>2.5</u> mg offset <u>32</u> $\mu$ g	進紙 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 卡紙 <input type="checkbox"/> 無紙	OFFSET 單位: <input type="checkbox"/> mv <input type="checkbox"/> count <input type="checkbox"/> gal	背光 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	pre-event time: <u>60</u> 秒	串列資料燈 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 無閃爍	post-event time: <u>120</u> 秒	敲擊測試 <input type="checkbox"/> 正常警報 <input type="checkbox"/> 故障	(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 type="checkbox"/> 否	參數需重新設定 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
<b>強震儀參數</b>	<b>警報器參數</b>																															
<input checked="" type="checkbox"/> 故障(以下免填)	<input type="checkbox"/> 故障(以下免填)																															
(1) <input type="checkbox"/> 正常顯示 <input type="checkbox"/> 回復儀器預設值	通訊速率: <u>          </u>																															
SITE (STATION NAME): <u>H128</u>	取樣速度: <u>          </u>																															
經度: <u>E121.61</u>	濾波範圍: <u>    -    </u>																															
緯度: <u>N 24.51</u> 高程: <u>1928 M</u>	觸發準位 1: <u>          </u>																															
tri CH1 <u>2.5</u> mg offset <u>-74</u> $\mu$ g	觸發準位 2: <u>          </u>																															
tri CH2 <u>2.5</u> mg offset <u>233</u> $\mu$ g	視窗長度: <u>          </u>																															
tri CH3 <u>2.5</u> mg offset <u>32</u> $\mu$ g	進紙 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 卡紙 <input type="checkbox"/> 無紙																															
OFFSET 單位: <input type="checkbox"/> mv <input type="checkbox"/> count <input type="checkbox"/> gal	背光 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障																															
pre-event time: <u>60</u> 秒	串列資料燈 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 無閃爍																															
post-event time: <u>120</u> 秒	敲擊測試 <input type="checkbox"/> 正常警報 <input type="checkbox"/> 故障																															
(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 type="checkbox"/> 否	參數需重新設定 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否																															
4	Calibration <input checked="" type="checkbox"/> 是檔 <u>events_20140924</u> <input type="checkbox"/> 否 人工敲擊測試 <input type="checkbox"/> 成功記錄 檔名 <u>          </u> <input type="checkbox"/> 否 傳收資料 (Events) <input checked="" type="checkbox"/> 原有 <u>12</u> 個, 傳收 <u>12</u> 個 <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)																														
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: <u>          </u> 警報器: <u>          </u> <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>多筆不明原因重開機記錄 可能為電壓太低</u>																															

表四、2013年10月至2014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		深度 (公里)	規模 (M <sub>L</sub> )	收錄 站數
	經度	緯度			
201310311202	121.35	23.57	15.0	6.4	48
201310311547	121.43	22.63	10.1	5.1	6
201310312352	121.44	23.69	14.1	4.8	6
201311032256	121.47	23.95	26.0	4.9	9
201311070725	121.64	24.06	9.7	4.6	3
201311070731	121.64	24.06	9.6	4.5	5
201311150326	120.98	23.95	13.3	4.0	5
201312220418	121.70	24.61	41.8	4.4	3
201312240159	121.49	24.28	5.8	3.2	4
201401141644	121.01	23.84	7.4	4.7	8
201401141838	121.13	22.86	8.0	4.8	3
201401250316	121.47	23.81	17.9	4.5	4
201402061942	121.52	24.27	12.3	3.4	3
201402010141	121.92	24.46	5.6	4.0	25
201402111631	121.58	25.14	6.4	4.2	19
201402181619	121.89	24.44	18.6	4.0	3
201402212025	121.60	24.70	61.9	5.4	28
201403191219	122.32	24.01	23.0	5.8	10
201403291238	121.42	24.34	6.6	4.0	9
201403291344	121.44	24.34	6.6	3.9	6
201404030617	121.42	24.34	7.0	3.6	5
201405041243	121.65	23.94	36.0	5.2	24
201405210021	121.43	23.74	16.5	5.9	49
201405241339	121.42	24.43	5.3	4.1	8
201405310251	121.11	24.70	9.2	4.2	3
201406221226	122.61	24.71	97.4	5.3	10
201407020252	121.93	24.50	16.1	4.0	4
201407140139	121.08	23.93	20.5	4.2	4
201408010438	121.60	24.56	6.1	4.0	7
201408090454	121.51	24.02	17.5	3.9	5
201409051210	121.56	24.01	19.3	3.9	3
201409171042	121.21	24.30	12.2	4.0	3
201409171737	120.80	23.08	7.0	3.7	3
201409202114	121.54	23.59	24.1	4.8	5
201409251035	121.30	22.74	17.4	5.2	4
201409261144	121.50	23.92	22.0	4.3	3



(a)



(b)

圖1、(a)2013年山區強震站完成儀器(Titan)更新的測站位置(藍色實心圓)；紅色實心圓是A900的測站；(b)山區強震網2014年3月完成儀器(Titan)更新之測站位置(藍色實心圓)，餘符號同圖(a)。



(a)



(b)

圖 2、MTN142(新竹縣關西鎮飛鳳農場)舊有 A900 汰換為 Titan 地震儀的測站之一例，(a)測站外觀和(b)內部 Titan 之擺設。





圖3、烏來桶後測站(MTN125)在天兔颱風過後受損情形。



圖4、福壽山農場華岡測站(MTN173)遭外力破壞狀況。

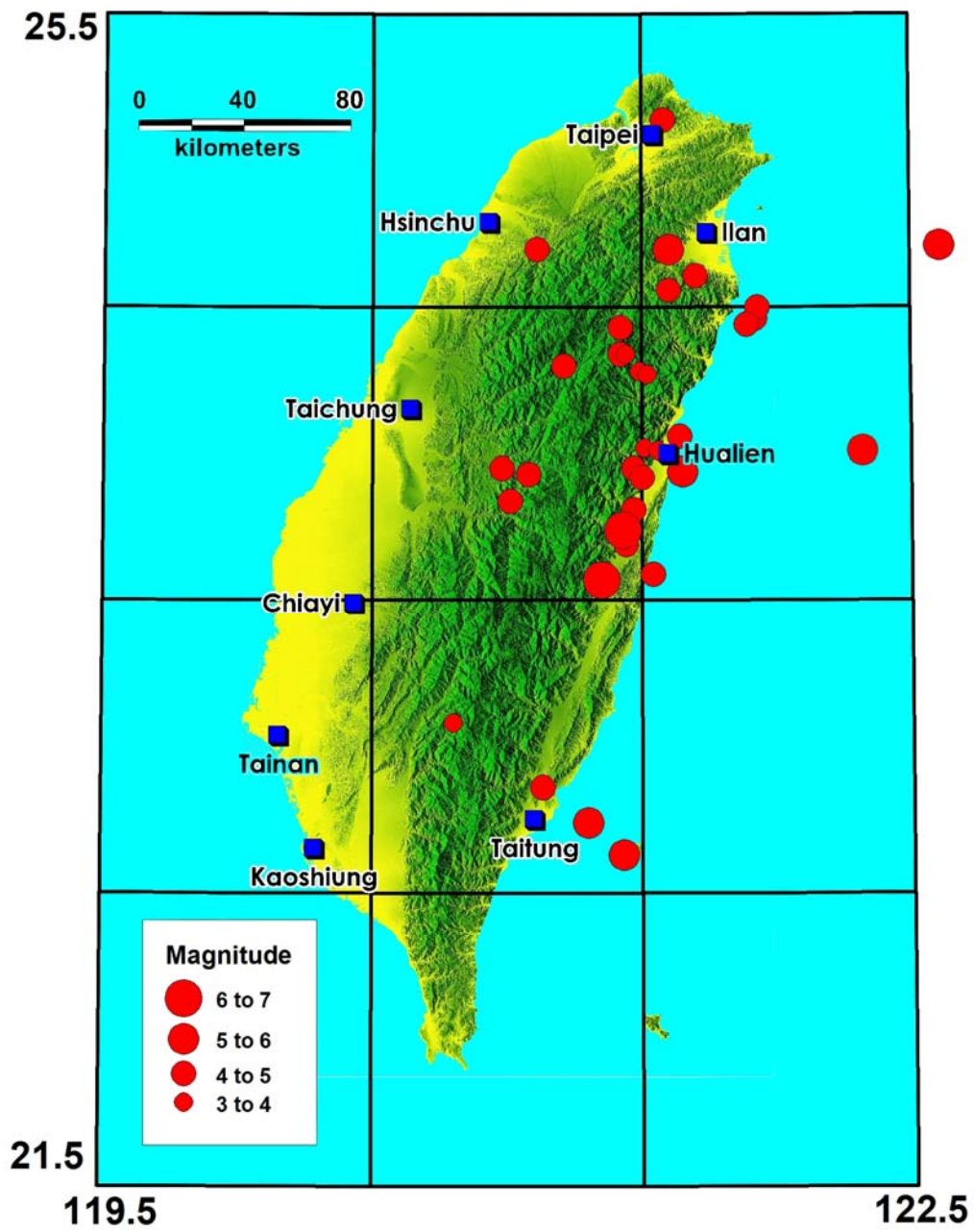


圖 5、2013 年 10 月至 2014 年 10 月山區地震網收錄地震之震央分佈圖。



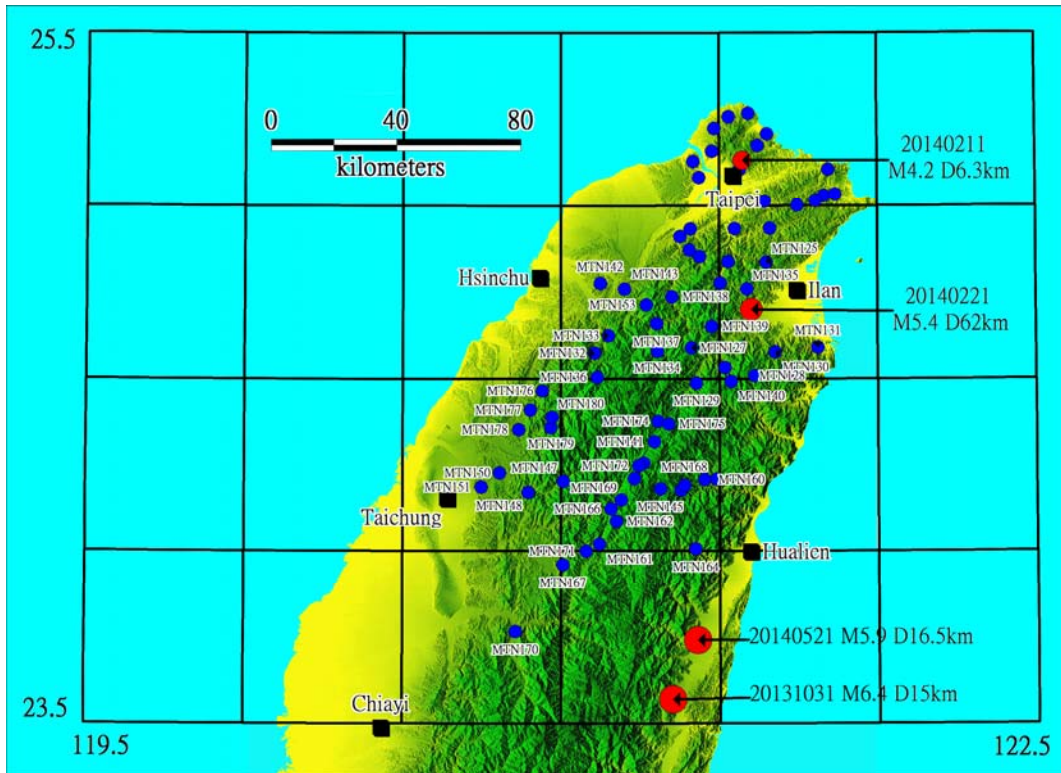
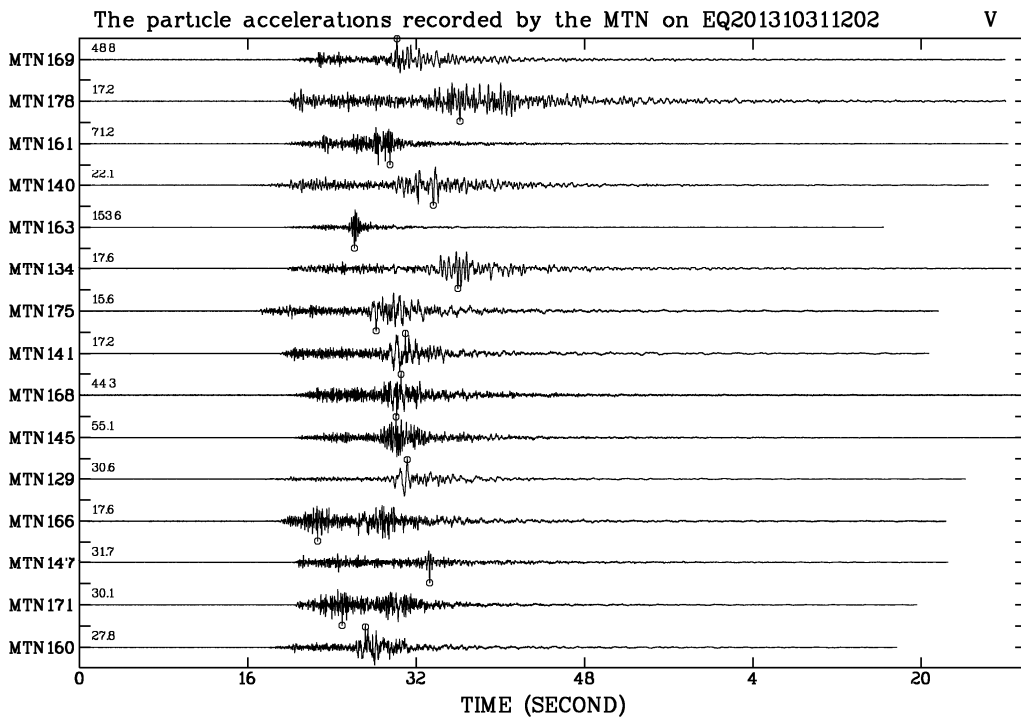
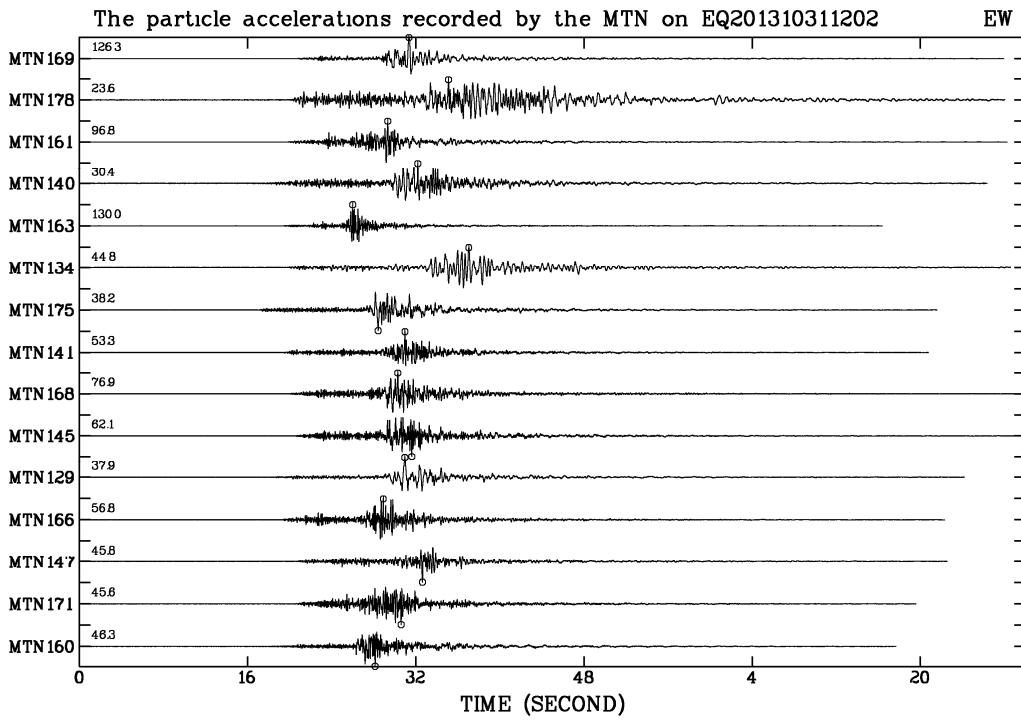


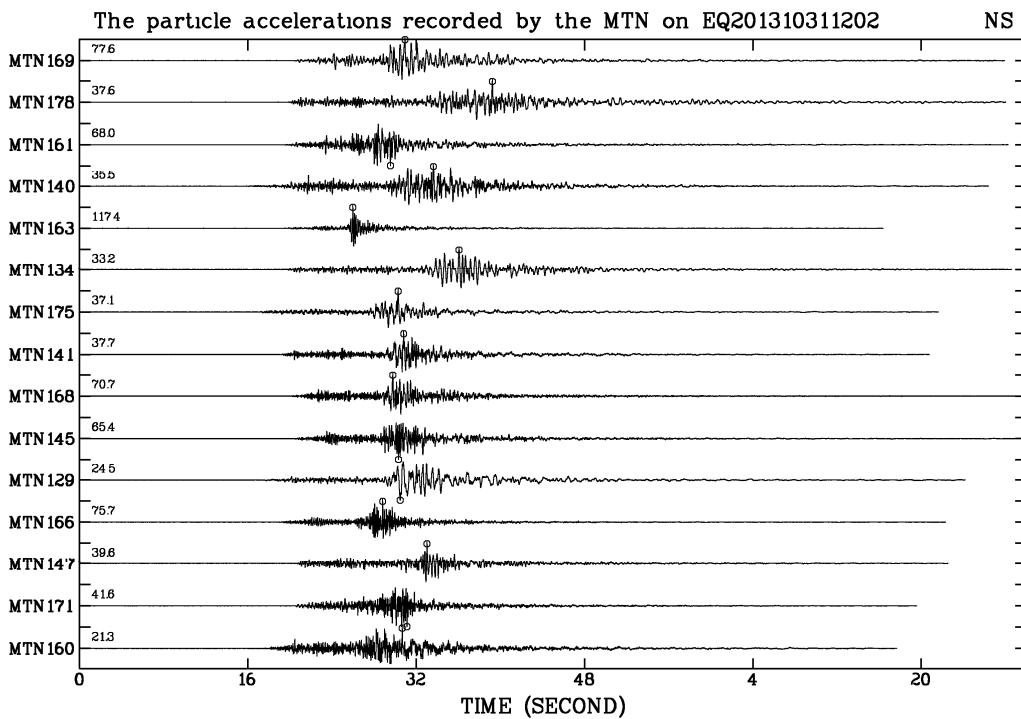
圖 6、2013 年 10 月 31 日花蓮瑞穗地震、2014 年 2 月 11 日台北大屯山地震、2014 年 2 月 21 日宜蘭大同地震與 2014 年 5 月 21 日花蓮鳳林地地震之震央與附近山區地震站分佈。MTN 數字的序列是本報告選擇繪出瑞穗地震之三向加速度紀錄的測站。



(a)



(b)



(c)

圖 7-2013 年 10 月 31 日花蓮瑞穗地震 ( $M_L=6.4$ ) 山區 15 個測站收錄之(a)垂直向 (b) 東西向與(c)南北向加速度紀錄。每一時間歷時上的數字代表該加速度波形最大加速度值( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )；MTN 數字的序列代表站碼。

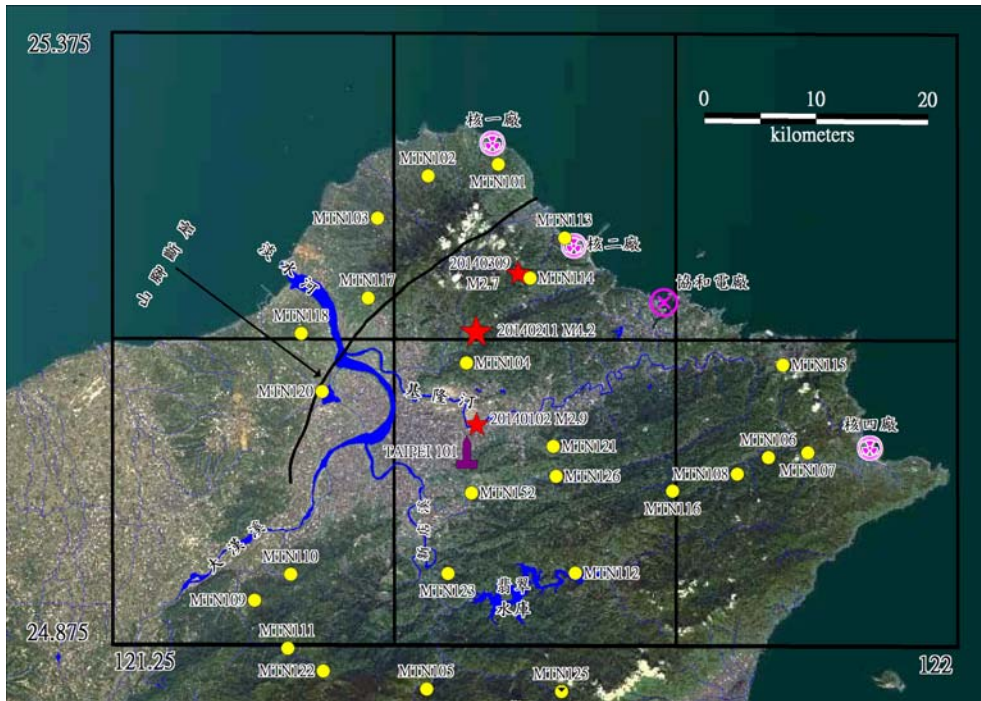


圖 8、2014 年 2 月 11 日台北大屯山地震之震央(規模 4.2)，黃色實心圓是強震站的位置，MTN 數字的序列代表站碼。此區域在 2014 年 1 月 2 日與 3 月 9 日也分別發生規模 2.9 與 2.7 的地震。

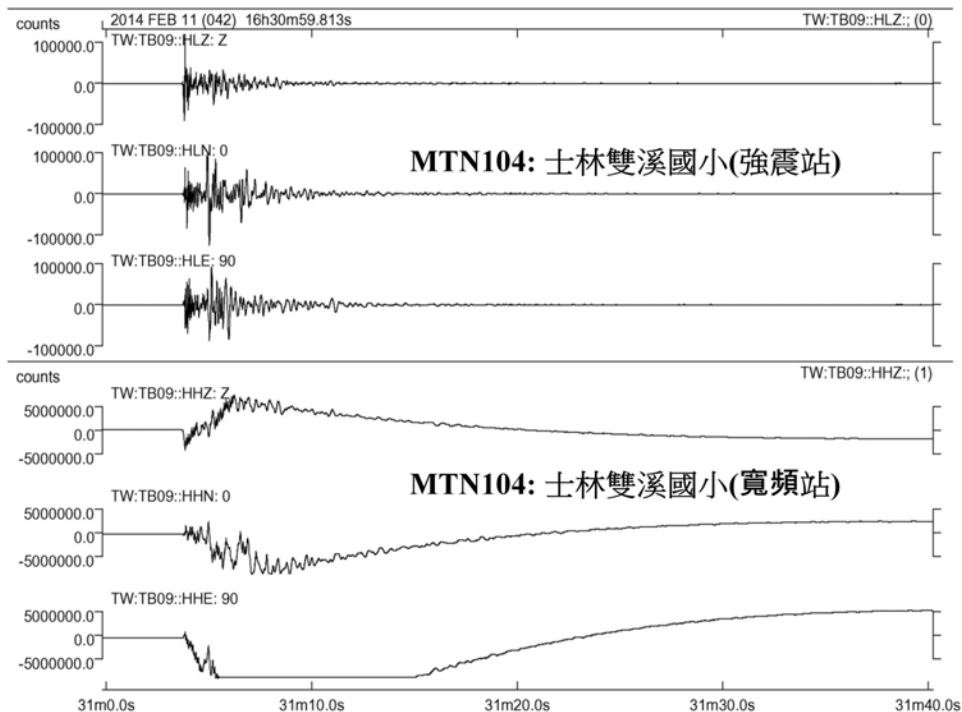
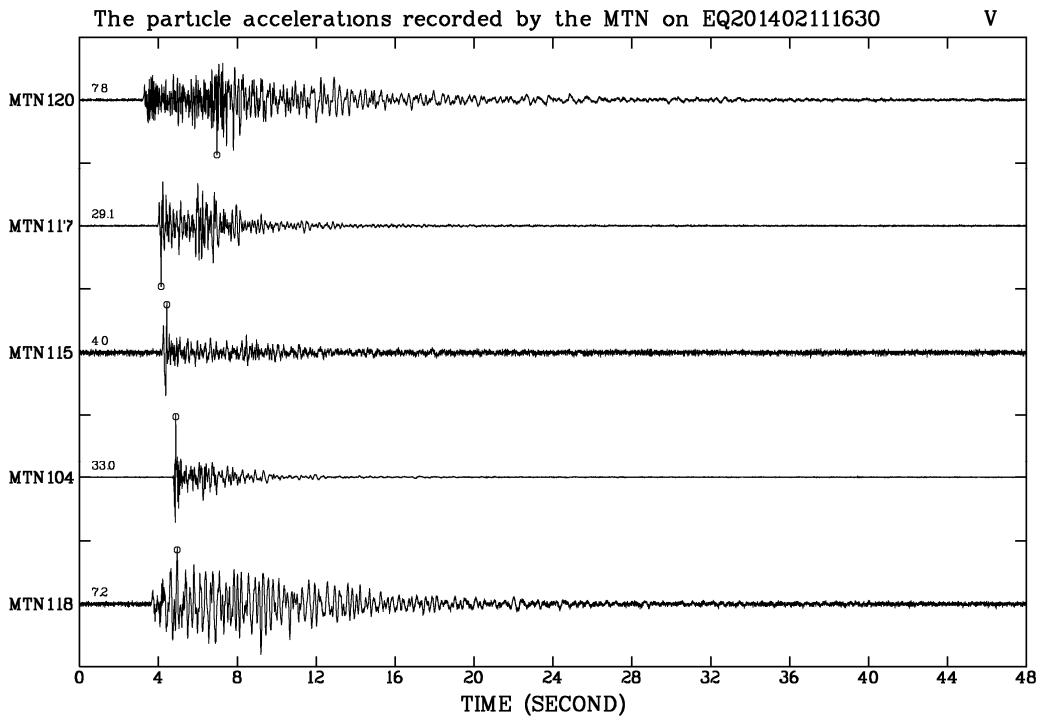
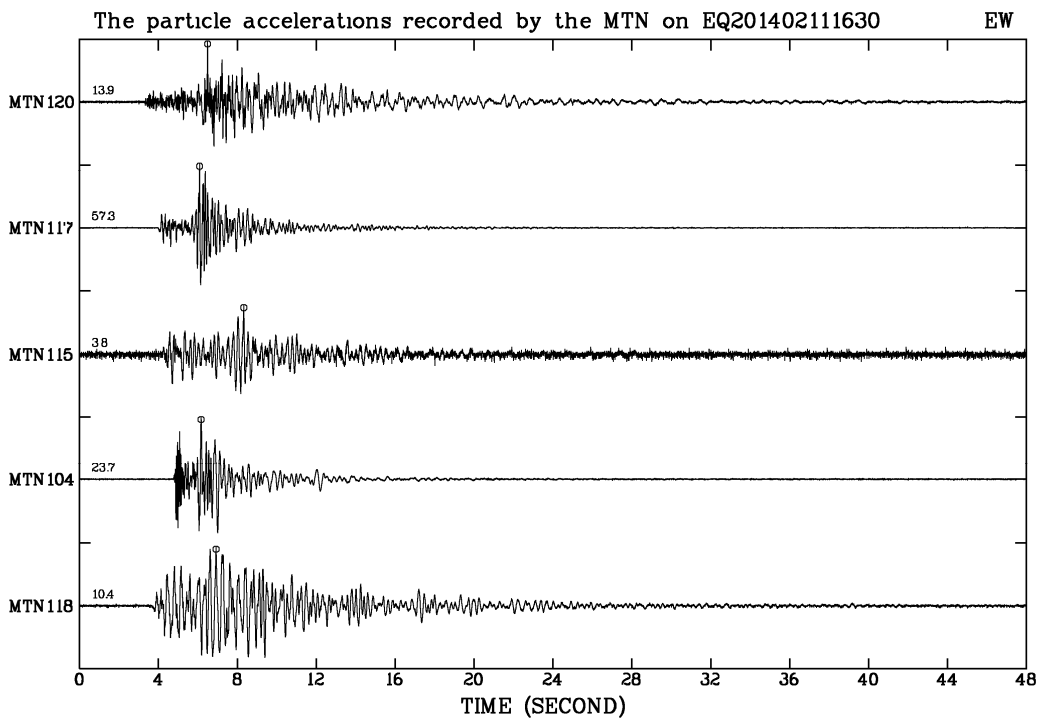


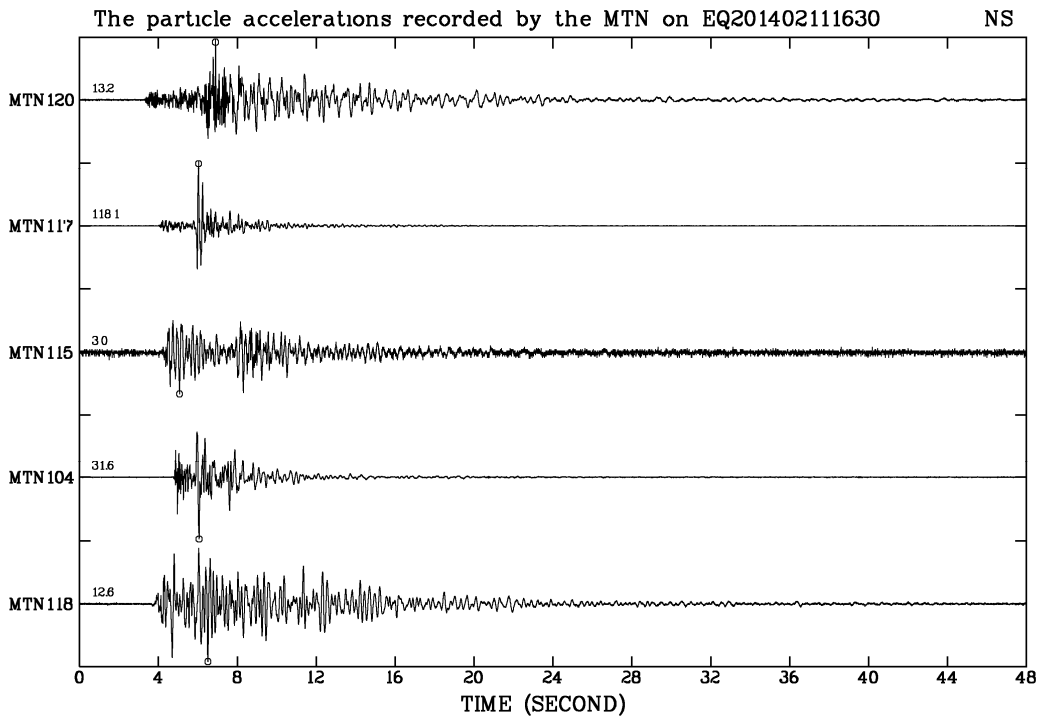
圖 9、2014 年 2 月 11 日大屯山地震 MTN104 在 31 分至 31 分 40 秒的三分量加速度(上 3 條時間歷時)與速度紀錄(下 3 條時間歷時)。



(a)

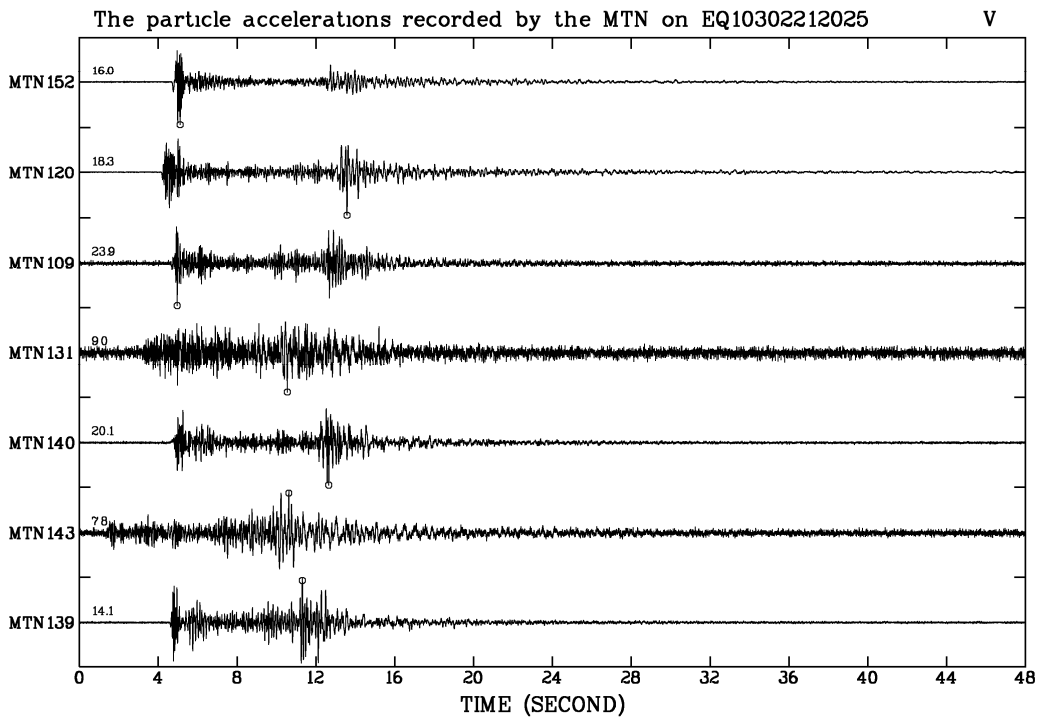


(b)

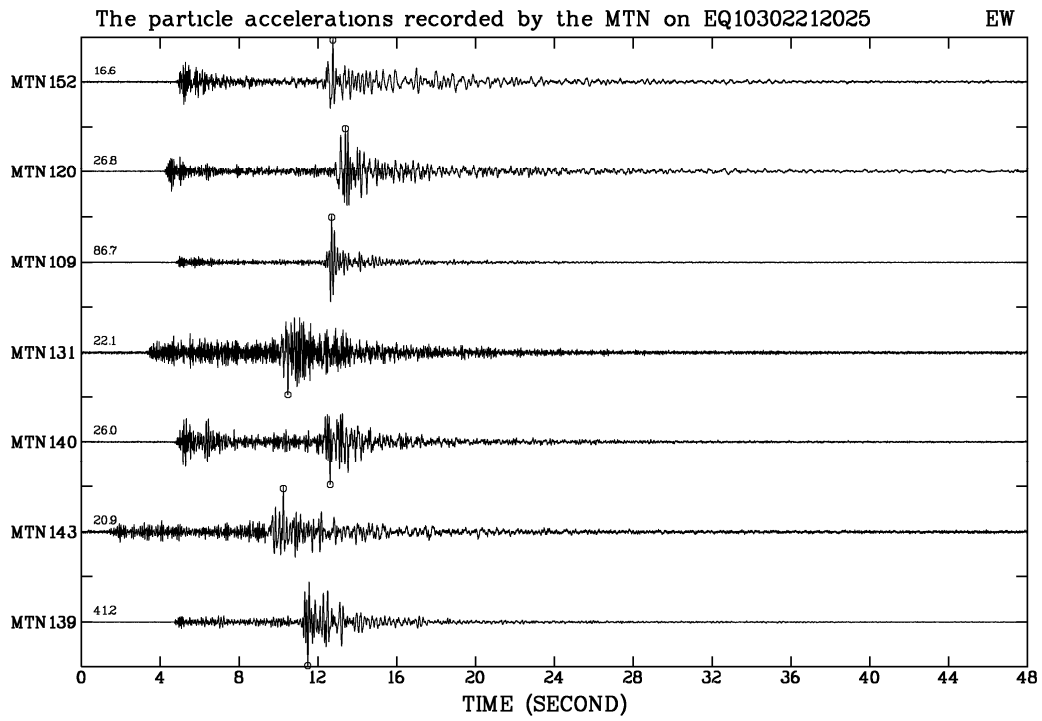


(c)

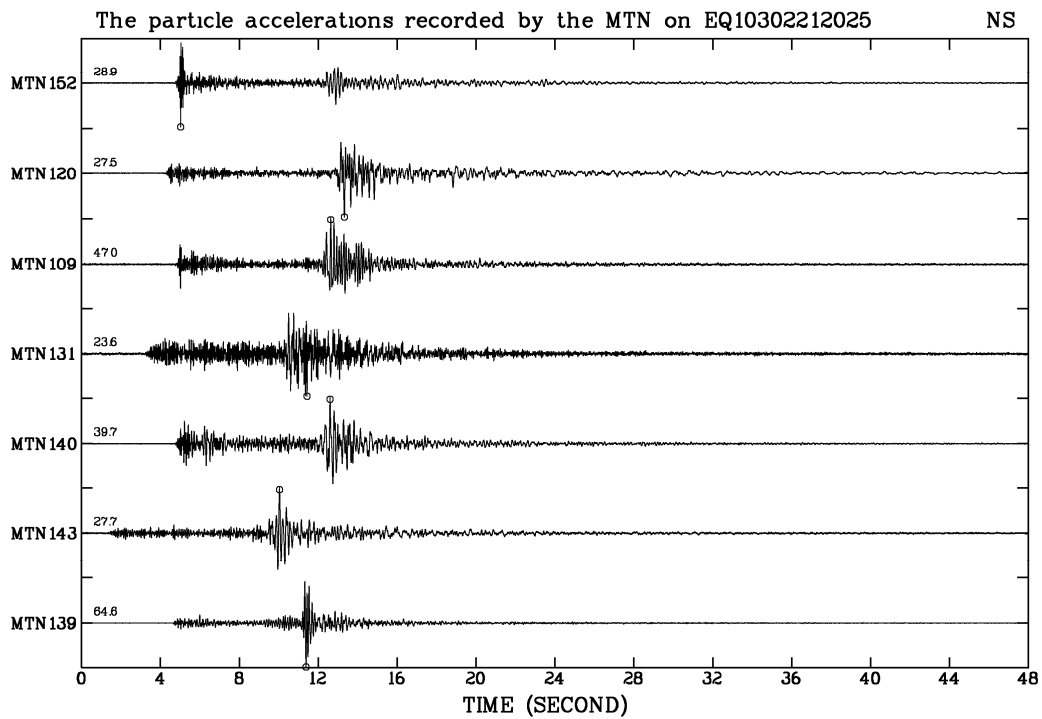
圖 10、2014 年 2 月 11 日台北大屯山地震 ( $M_L=4.2$ ) 山區 5 個測站收錄之(a)垂直向 (b)東西向與(c)南北向加速度紀錄，餘同圖 7 之說明。



(a)

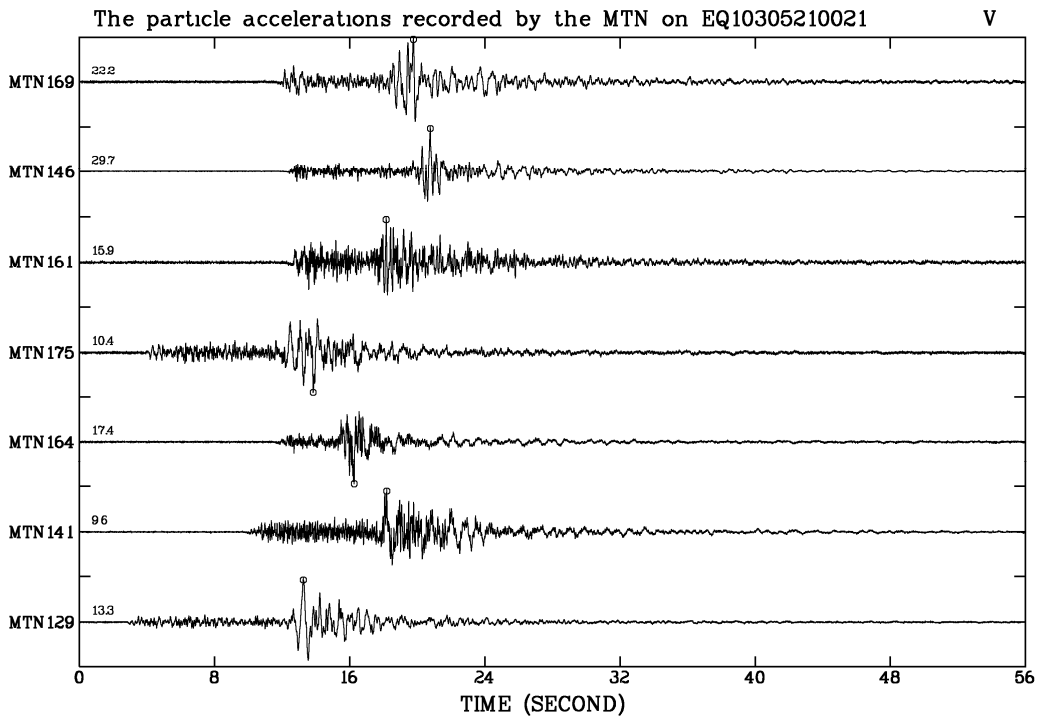


(b)

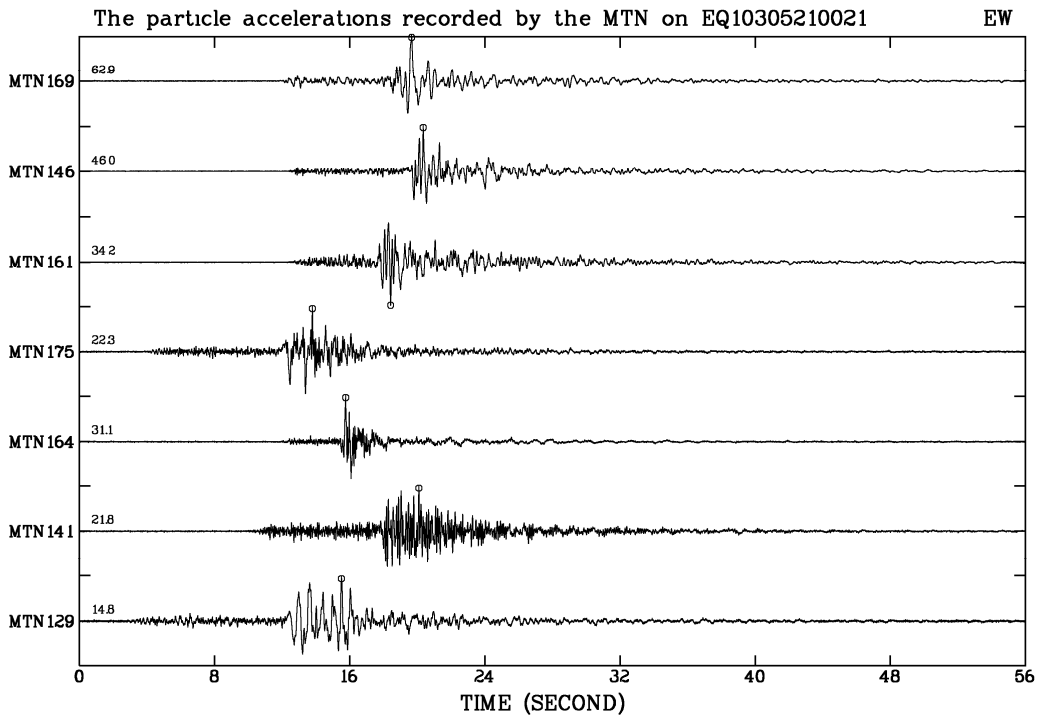


(c)

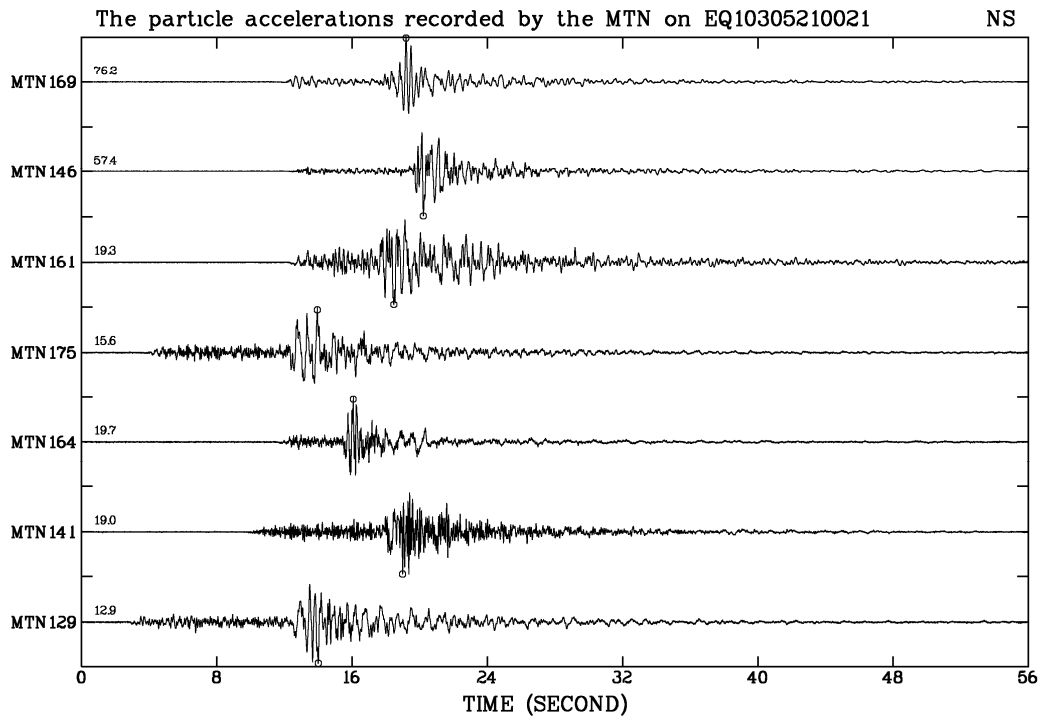
圖 11、2014 年 2 月 21 日宜蘭大同地震 ( $M_L=5.4$ ) 山區 7 個測站收錄之(a)垂直向 (b) 東西向與(c)南北向加速度紀錄，餘同圖 7 之說明。



(a)

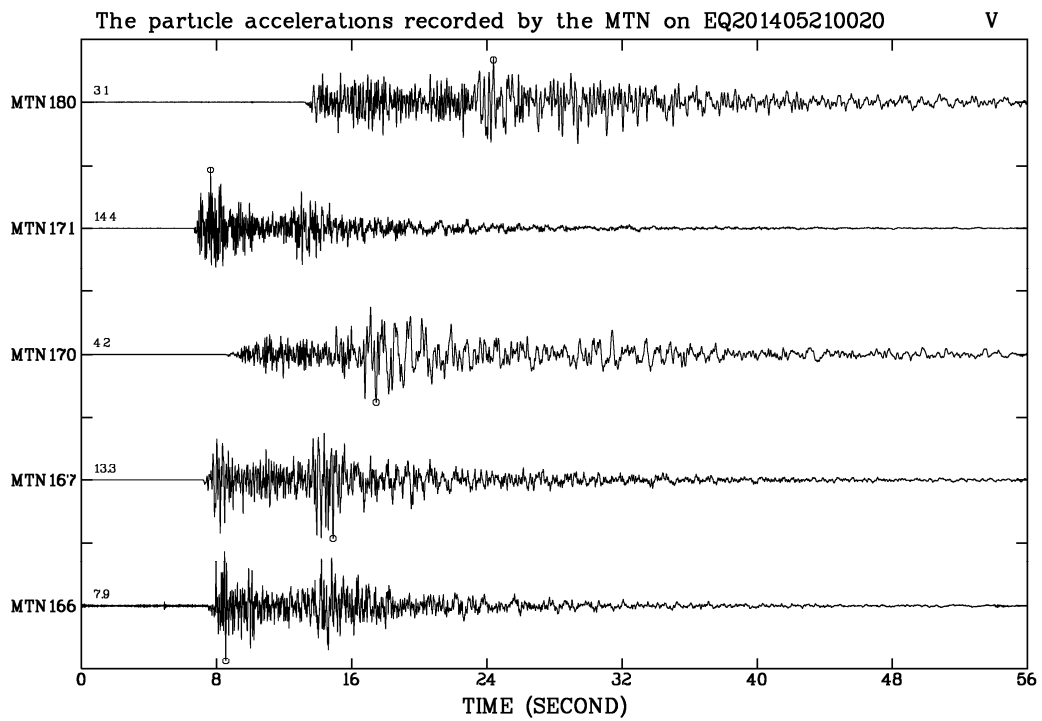


(b)



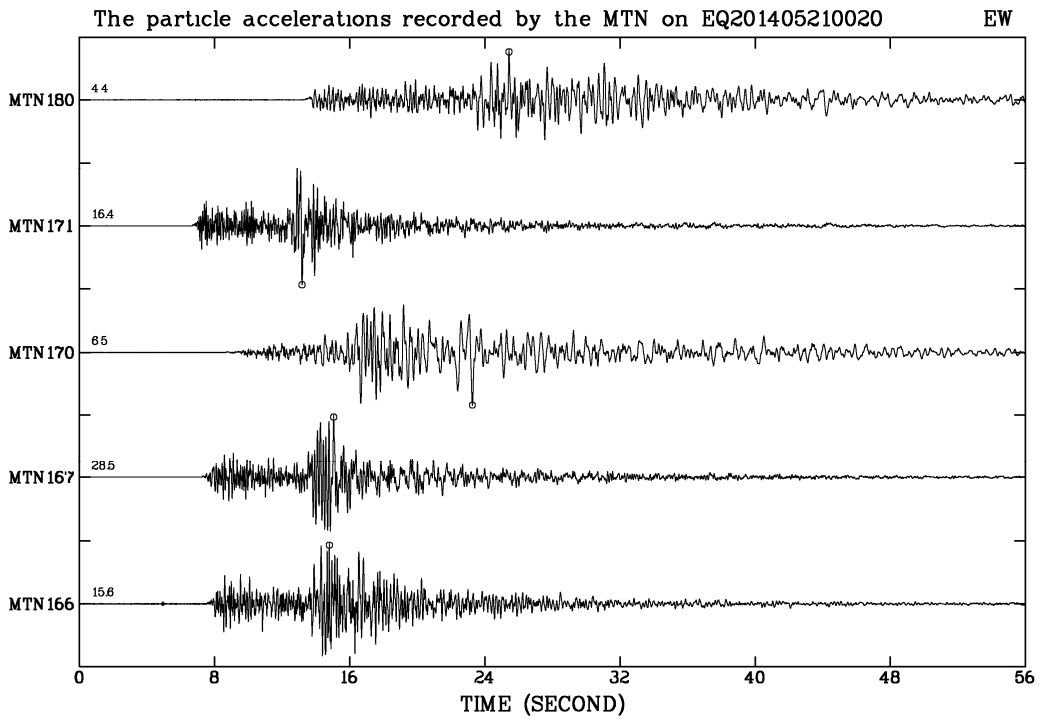
(c)

圖 12、2014 年 5 月 21 日花蓮鳳林地震 ( $M_L=5.9$ ) 山區 7 個 A900 測站收錄之(a) 垂直向 (b)東西向與(c)南北向加速度紀錄，餘同圖 7 之說明。

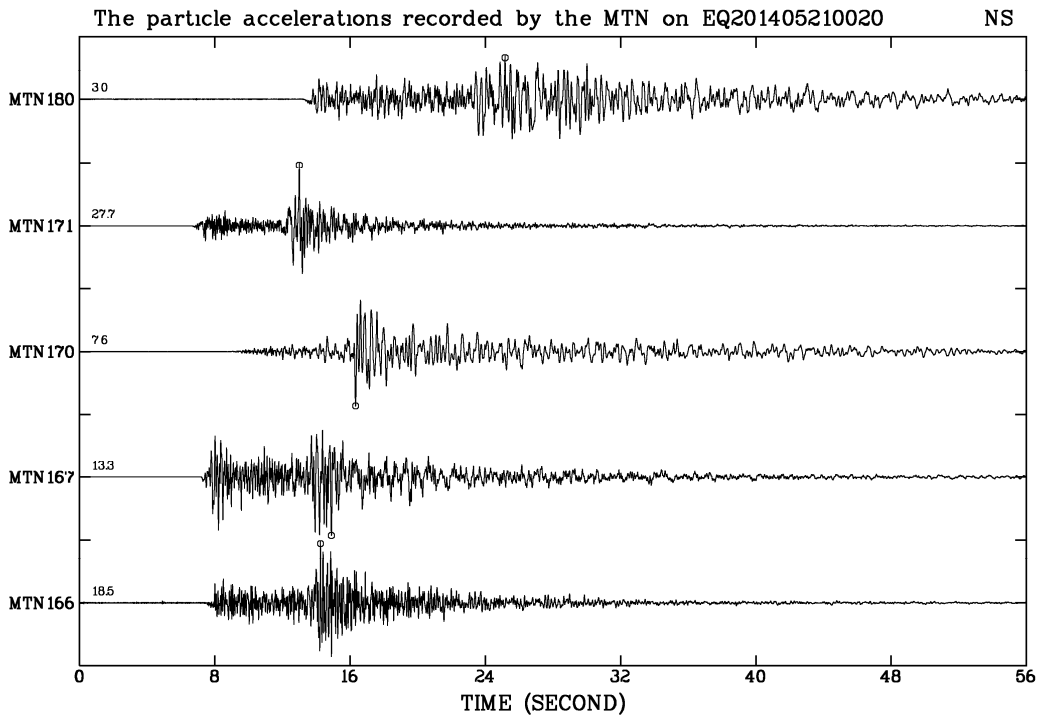


(a)





(b)



(c)

圖 13、2014 年 5 月 21 日花蓮鳳林地震 ( $M_L=5.9$ ) 山區 5 個 Titan 測站收錄之(a)垂直向 (b)東西向與(c)南北向加速度紀錄，餘同圖 7 之說明。

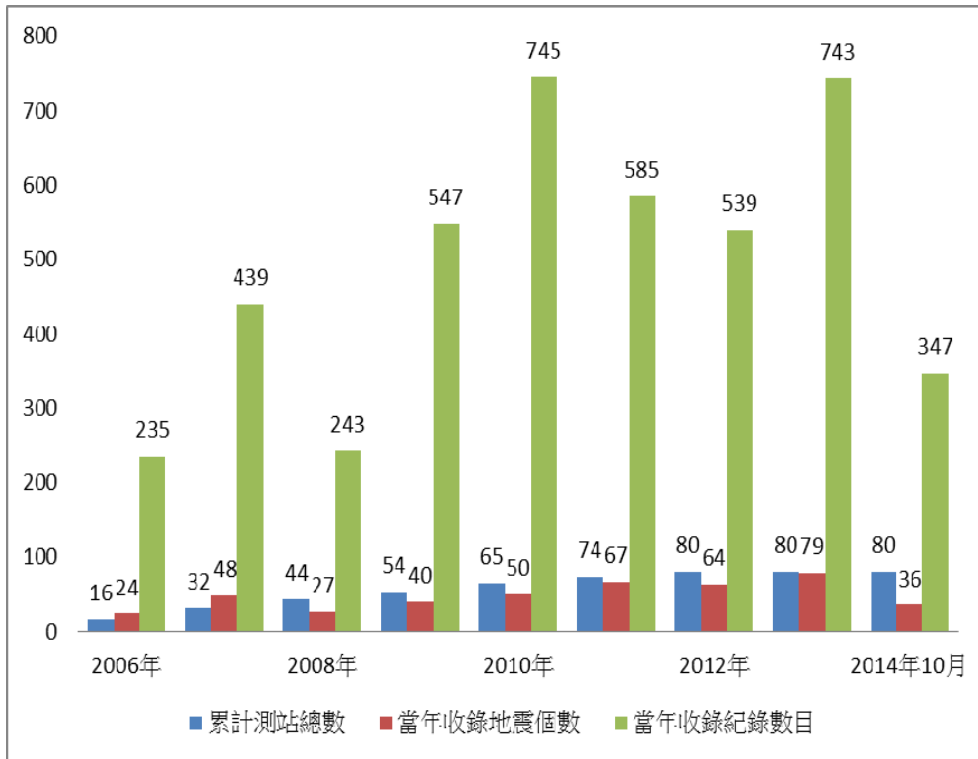


圖 14、山區強震觀測網自 2006 年至 2014 年 10 月累計所設立的地震站數目、每年所收錄地震個數與三分量加速度紀錄數目。

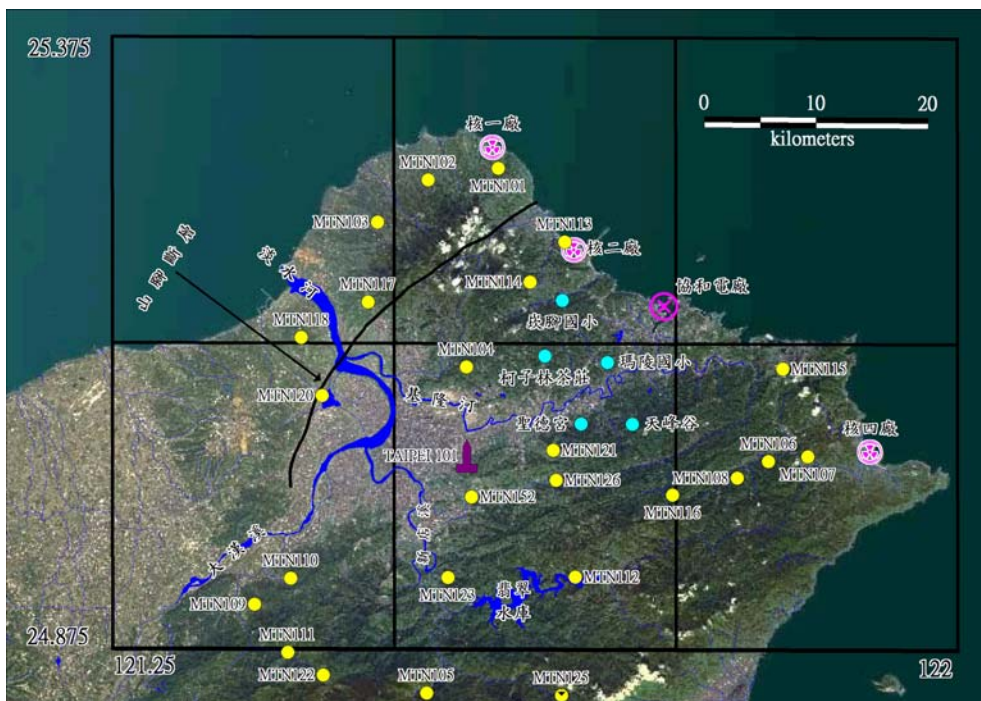


圖 15、為加強大屯火山東南側的地震站缺乏的區域，地球所於 2014 年 5 月已勘查 5 處地點作為增設測站的位置(天藍色實心圓)，餘同圖 8 說明。



(a)



(b)

圖 16、地球所於 2014 年 9 月新建完成之(a)炭腳國小與(b)瑪陵國小地震站，未來將加入北部山區地震觀測的行列。