

台灣山區自由場強震網測站建置及資料收集分析

Construction, Collection and Data Analysis of Free-field Strong Motion Network in Taiwan Mountain Area

主管單位：交通部中央氣象局 計畫編號：MOTC-CWB-100-E-01

計畫主持人：黃柏壽/中央研究院地球科學研究所

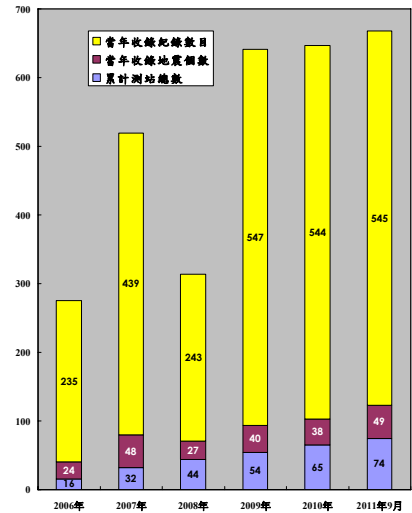
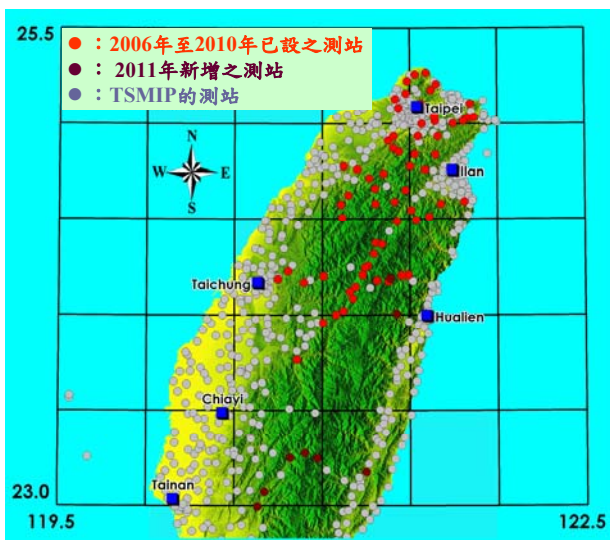
計畫參與人員：黃文紀、葉仁傑、何美儀、陳燕玲、張振生

研究目的：中央氣象局地震測報中心於1991年起，陸續在全島各地區設置新一代的數位式強震儀，目前強震站的數量已超過700部。這些強震站的地點大都位在平原都會地區；反觀，佔台灣總面積約三分之二的山區強震站數目則相當有限。有鑑於此，2006年起地震測報中心與中研院地球科學研究所共同合作開始建構台灣山區強震觀測網。該網設置的主要目的有二：(1)了解中央山脈地區的地震源特性；(2)試圖探討震波行經中央山脈地區之傳遞演化過程。就工程應用而言然，山區地震站所記錄的強地動資料對於當地的公共建設有相當的幫助，所蒐集的資料除供學術界探討地震成因與震源特性外，並將併入台灣地震基礎資料以支援國家重大建設與震災評估。

山區強震觀測網的設置現況

過去5年(2006年至2011年)已於台灣山區設置74個測站，各年實施與達成之狀況為

- (1) 2006年：完成16個地震觀測站，主要是分佈在台北盆地的外圍山區。
- (2) 2007年：完成16個測站，主要是分佈在宜蘭縣與新竹縣山區。
- (3) 2008年：完成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10個測站，主要是分佈在桃園、台中、苗栗、宜蘭、南投、花蓮縣。
- (5) 2010年：完成11個測站，主要是分佈在在台中縣、南投縣。
- (6) 2011年：完成9個測站，主要是分佈在在高雄縣、臺東縣



山區強震觀測網自2006年至2011年所設置之地震站數目、收錄地震個數與三分量加速度紀錄數目



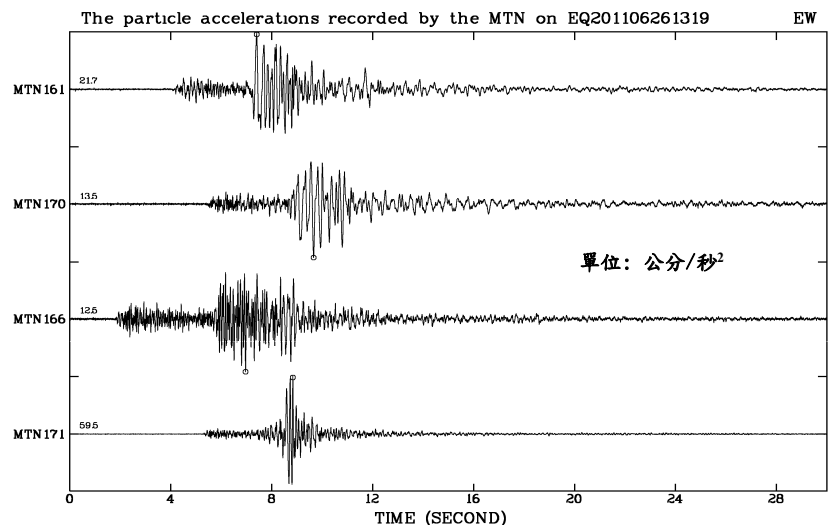
若干發生於山區的地震震央(粉紅色星號)與其鄰近地震站分佈。這些發生於山區的地震，本計畫的測站都能有品質良好的紀錄。這是TSMIP過去資料缺乏的資料，對山區的地震源特性研究、地震定位與斷層面解的特性提供新的資訊。



2011年台灣山區強震網新建站房之兩例



2011年台灣山區強震網收錄地震之震央分佈圖



2011年6月26日南投地震($M_L=5.0$) 山區強震站收錄之東西向加速度紀錄

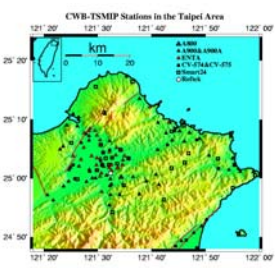
台灣北部地區自由場強震網資料收集及分析

主管單位：交通部 中央氣象局(地震測報中心) 計畫編號:MOTC-CWB-100-E-01

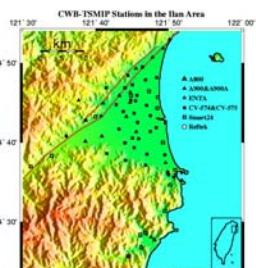
主持人：陳國誠 中央研究院地球科學研究所

摘要

本計畫之目的主要協助中央氣象局對於台北及宜蘭地區實施定期經常性之儀器檢測及地震資料的收集。在台北地區共設有135部自由場強震儀，宜蘭地區則有74部自由場強震儀。每四個月前往各個觀測站實施檢測，並將檢測結果、儀器作業狀況記錄，及蒐集的 earthquake 記錄篩選後，整理分類所得之地震資料送交中央氣象局地震測報中心。本年度(2011年)的第一次檢測共蒐集760筆地震記錄資料，第二次和第三次檢測分別各蒐集721和337筆地震記錄資料。本文分析2011年4月30日8點35分發生在宜蘭附近的地震，此地震規模為ML5.8 (Mw4.8)、震源深度75公里，中央氣象局推論此地震的震源機制為平移斷層。台北及宜蘭地區除了31個測站的電源或儀器問題之外，其餘共有178部(85.2%)自由場強震儀完整的記錄此地震資料，此次地震的垂直向、東西向和南北向之最大強地動加速度值(PGA)分別為11.6、60.9和92.8 cm/sec²。

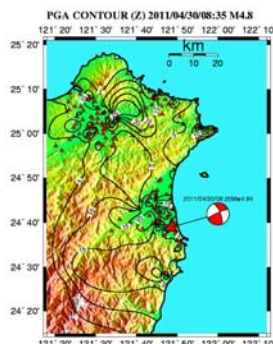


(a)

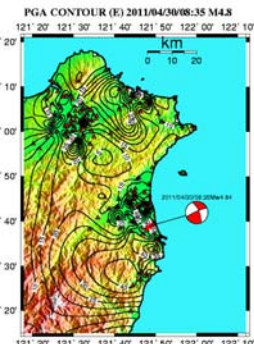


(b)

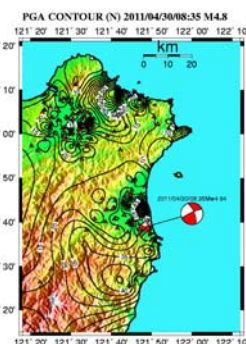
圖一、中央氣象局(a)台北地區和(b)宜蘭地區強地動觀測站分佈圖，各觀測站的強震儀種類以不同的符號表示。



(a)

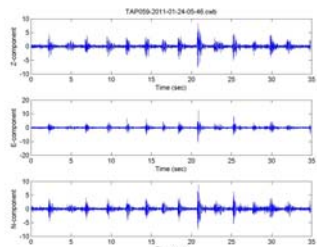


(b)

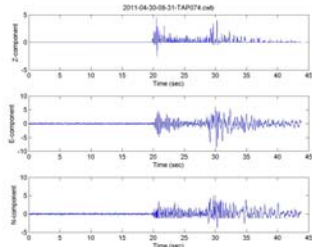


(c)

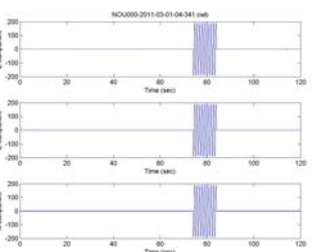
圖七、2011年4月30日8時35分宜蘭地震(ML5.8)震央位置(星號)、震源機制解、本計畫責任區內所蒐集到地震資料的測站分佈(三角形)及(a)垂直、(b)東西和(c)南北分量的PGA(cm/sec²)分佈圖。中央氣象局推論此地震的震源機制為平移斷層。大多數台北及宜蘭地區的觀測站都蒐集到高品質的地震記錄，除了31個測站的電源或儀器問題之外，其餘共有178部自由場強震儀完整的記錄此地震資料，相當於85.2%的觀測站蒐集到高品質的地震記錄。



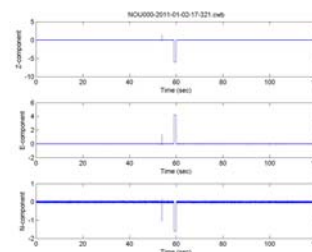
圖二、隆聖國小(TAP059)的強地動記錄，干擾雜訊振動造成垂直、東西和南北三分量的最大強地動加速度值高達10 cm/sec²以上。



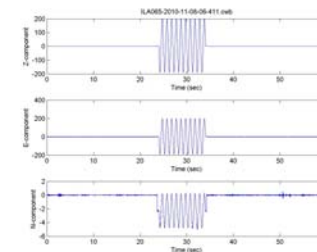
圖三、雲海國小(TAP074)的強地動記錄，其東西分量的記錄相當良好，但是其垂直分量和南北分量的記錄則是儀器故障而無法使用。



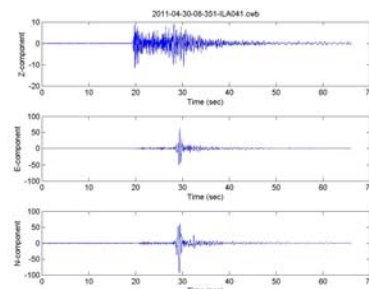
圖四、海洋大學(NOU)的強地動記錄，其垂直分量、東西分量和南北分量的校正訊號相當良好。



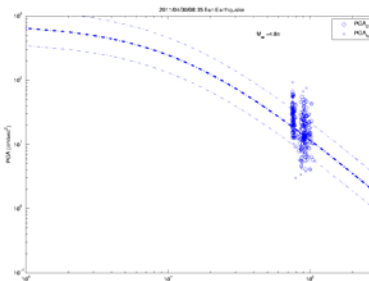
圖五、海洋大學(NU)的強地動記錄，時常會出現方形波訊號。自2010年11月26日至2011年3月1日該測站共蒐集到87筆方形波訊號。由於磁碟記憶體容量很快就被這些方形波訊號佔滿，以致於地震來臨時無法蒐集到地震記錄。



圖六、金岳國小(ILA065)測站儀器的校正訊號在垂直分量和東西分量都正常，但是南北分量的校正訊號太小而且只有負值沒有正值。



圖八、2011年4月30日8時35分宜蘭地震(ML5.8)，新南國小(ILA041)蒐集到最大的強地動加速度地震記錄，垂直、東西和南北分量的最大強地動加速度值分別為11.6、60.9及92.8 cm/sec²。



圖九、2011年4月30日8時35分宜蘭地震(ML5.8)的最大強地動加速度值(PGA)相對於震央距離的關係圖，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，絕大多數的最大強地動加速度值都位於衰減曲線標準誤差範圍以內。由於此次地震的震源深度為75公里，震源距離主要集中在宜蘭平原和台北盆地兩群區域，最大強地動加速度值隨著震源距離的增加而衰減，在台北盆地並沒顯示出顯著的震波放大作用。

台灣西南地區自由場強震網資料收集及分析

主管單位：交通部中央氣象局

計畫編號：MOTC-CWB-100-E-01

承辦單位：國立中正大學

計畫主持人：陳朝輝

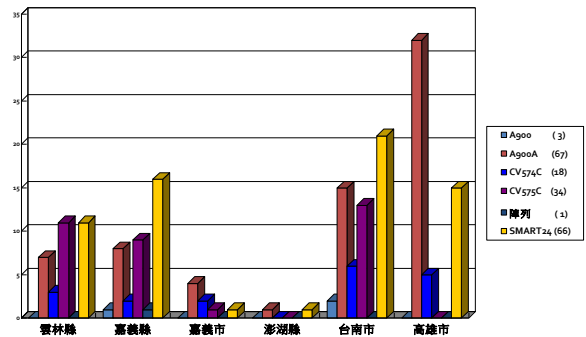
【摘要】

中央氣象局之台灣強地動觀測計劃(TSMIP)至2011年12月，於台灣西南部地區，共設189座自由場強地動觀測站，涵蓋雲嘉南高雄澎湖等縣市，行成西南地區強震網。裝設強震儀機型有A-900、A-900A、CV-574C、CV-575C、SMART-24及陣列。每部強震儀包含三座軸式加速度感震器，隨時記錄觸發值大於3.92 gals之地動加速度。觸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，即觸發開始記錄，並截取達觸發值之前20秒和之後15秒之垂直、南北、和東西三方向地動加速度為一記錄檔案直到振幅降至標準以下時才會停止記錄。其中A-900/A-900A強震儀為16位元記憶體容量較小6MB，CV-574C /575C與SMART-24強震儀都已經提升到24位元及高容量(64MB、128MB或者可依需求安裝更大的記憶卡)。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，其中安裝A-900強震儀3站、A-900A強震儀67站、CV-574C強震儀18站、CV-575C強震儀34站SMART-24強震儀66站及陣列1站。觀測站之布設，以均勻分布於此地區為原則，雲林縣32站、嘉義縣37站、嘉義市8站、澎湖縣3站、台南市57站及高雄市52站，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。

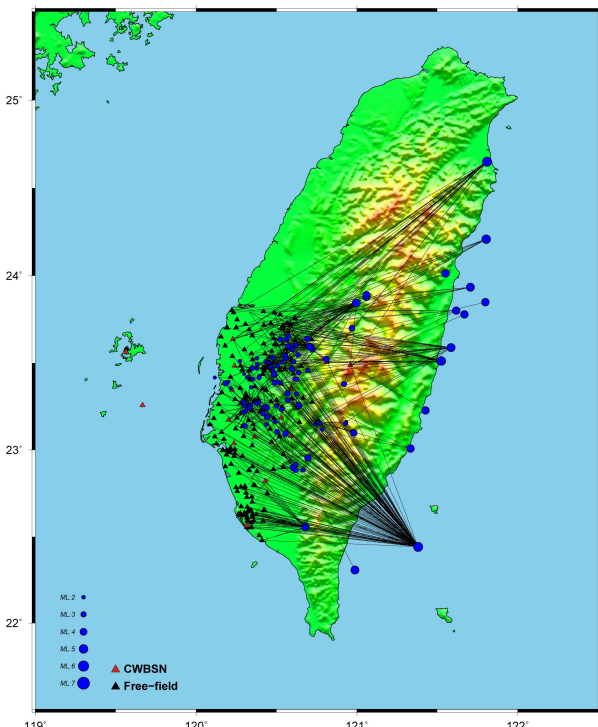
【作業要點】

- ◇ 站房環境之維護
- ◇ 儀器時間檢視及校時
- ◇ 參數檢視、設定及配合當地之背景雜訊做適當的修改
- ◇ 記錄測站檢測及維護結果
- ◇ 故障排除及報修
- ◇ 地震資料傳收
- ◇ 資料整理

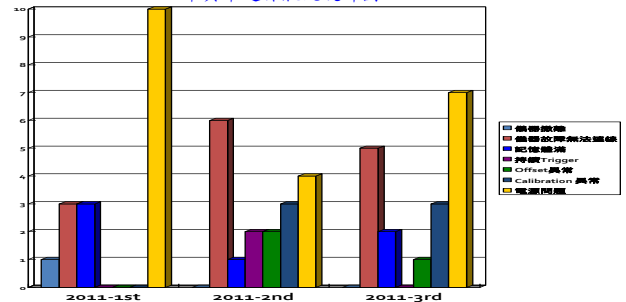
台灣西南地區各縣市儀器配置圖



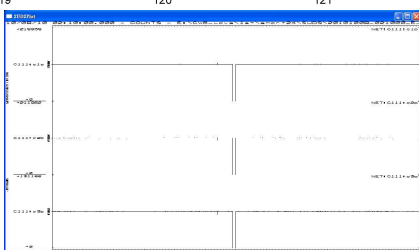
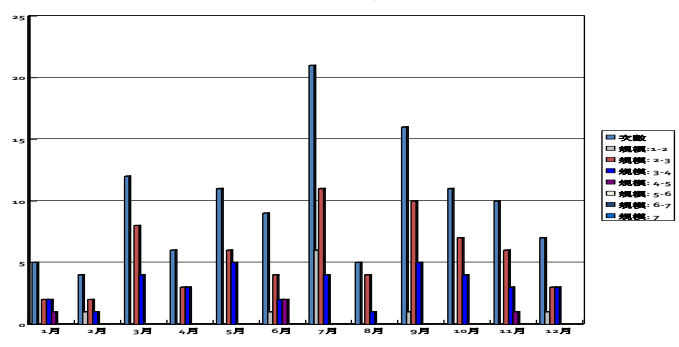
台灣西南地區2011年收到地震及波線分佈(自由場)



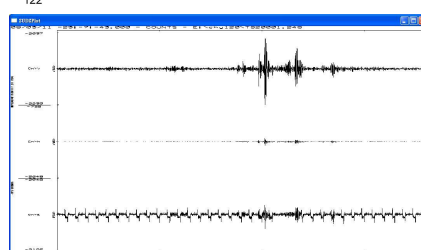
2011年異常運作狀況統計圖



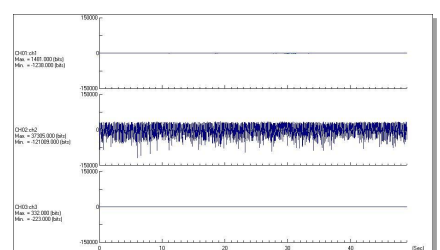
2011年台灣西南部地震統計圖(自由場)



異常波形(1)



異常波形(2)



異常波形(3)

本計畫預期能強化地震活動監測，收錄更完整詳盡的強震資料，提供從事台灣西南部地區地震斷層分布和特性、地殼內部構造分布及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部地區之地震危害。

台灣中部地區自由場強震網資料收集及分析

Central Taiwan Strong Motion Instrument Program Field System Data Acquisition and Analysis

主管單位：交通部中央氣象局

計畫編號：MOTC-CWB-100-E-01

承辦單位：國立中央大學地球物理研究所

計畫主持人：王乾盈

摘要

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

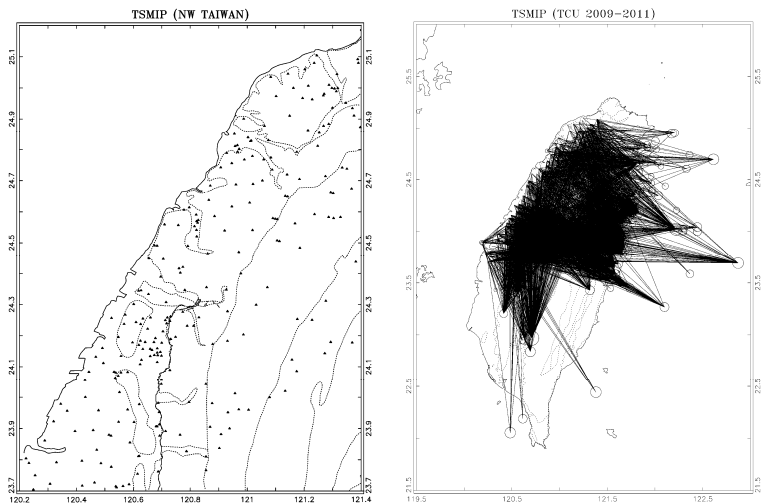
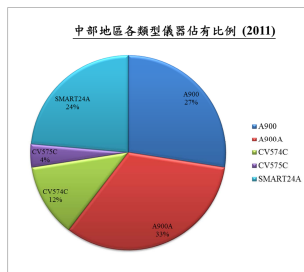
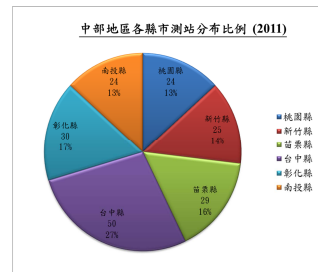
經分析2009~2011年中部地區TCU網收到的地震PGA資料，發現：1) 整個TCU網的PGA值往西南增加，亦就是，彰化地區比桃園地區高約3倍，2) 台中盆地（尤其台中市）及埔里盆地場址放大不明顯，近岩盤站特性，3) 有5個站異於常態，場址放大明顯。

誌謝

本計畫由中央氣象局提供經費（編號MOTC-CWB-100-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。

中部地區各縣市儀器類型及數量表

縣市	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	台中縣	彰化縣	南投縣	小計
A900	14	16	4	3	14	0	51
A900A	4	1	14	26	8	7	60
CV-574C	3	5	4	7	3	0	22
CV-575C	0	1	1	4	0	1	7
SMART-24A	3	2	6	10	5	16	42
小計	24	25	29	50	30	24	182

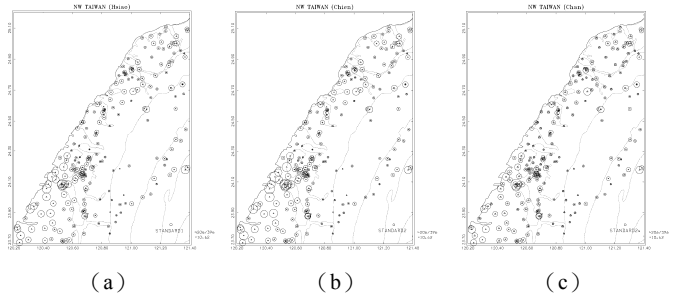
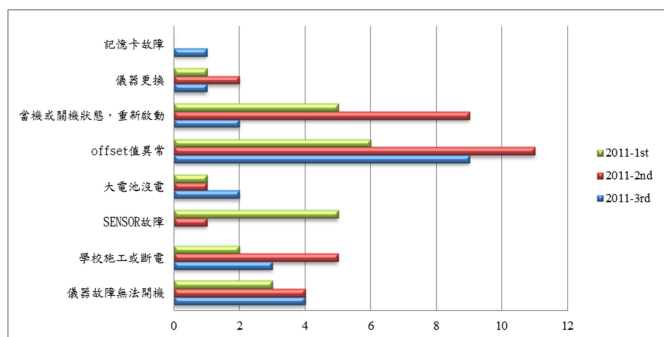


中部地區自由場強震儀測站分布圖

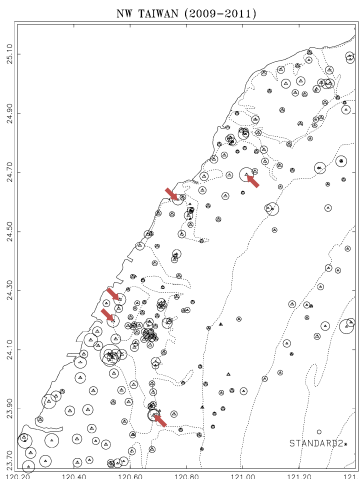
本網2009-2011年收到地震及波線分布

2011年強震儀異常運作之狀況統計表

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



(a) 採用蕭乃祺(2006)衰減公式規一化之結果、(b) 採用簡文郁(2001)衰減公式規一化之結果、(c) 採用衰減公式搭配場址修正函數規一化之結果。



2009-2011年五個行為特殊測站。

台灣地區自由場強震網資料收集及分析

子計畫四：台灣東部地區自由場強震網資料收集及分析

Routine Examination and Data Collection of CWB's Strong Motion Network in Hualien, Taitung and Pingtung Area

主管單位：交通部中央氣象局 計畫編號：MOTC-CWB-100-E-01 承辦單位：中華民國地球物理學會

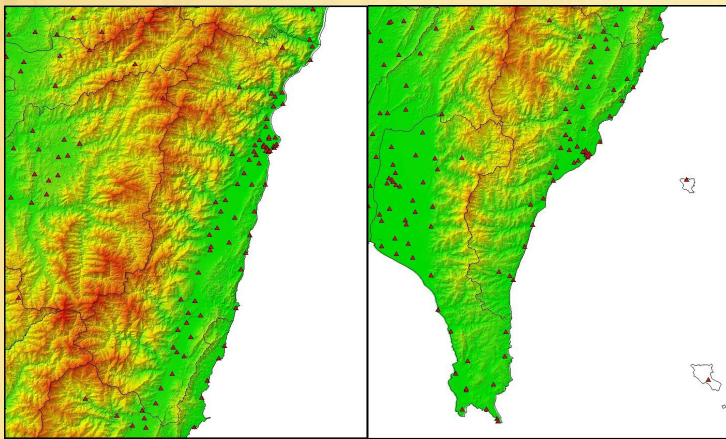
劉忠智¹, 吳嘉龍¹, 溫錦富¹, 黃正耀², 張弼超²

[1] 中央研究院地球科學研究所 [2] 中央氣象局

摘要

中央氣象局自由場強地動觀測網，至2011年10月底止，於花蓮、台東及屏東地區共設有179座自由場強震儀。自2010年10月至2011年9月，本區共蒐集了2828筆三軸向自由場強震記錄。較引人注目的地震有2011年2月7日13時55分花蓮太魯閣地區規模4.6地震、2011年3月30日12時22分花蓮壽豐地區規模4.7地震，地震深度分別為13.8、19.2，兩者規模都不大，但震央附近部分測站測得的最大加速度都超過200gal，震度分別高達五及六級。所有的地震記錄連同維護資料已於每次野外作業完成後，立即送交中央氣象局地震測報中心。

花東屏地區自由場強震儀測站分佈

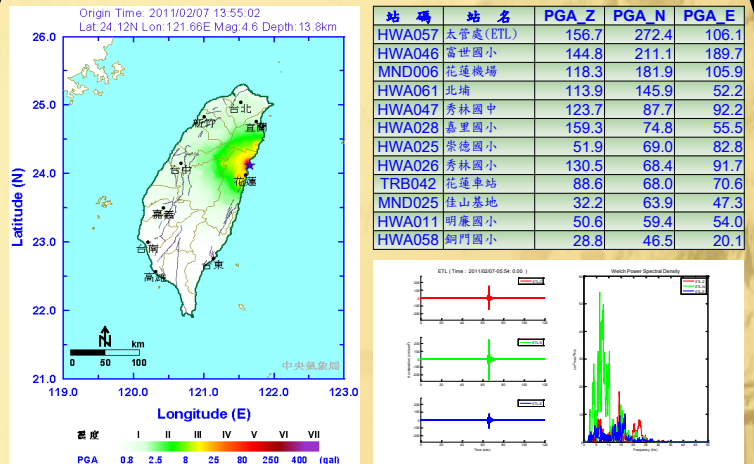


儀器配置

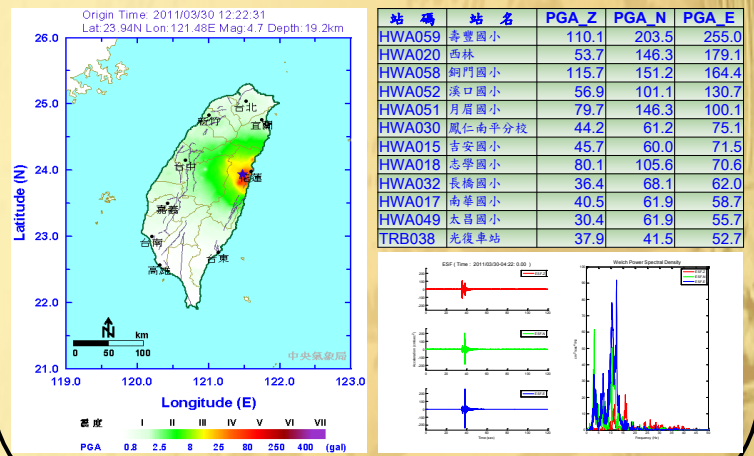
儀器	K2&RT130	A900	A900A	CV574	SMART24	GPS	Alarm
花蓮縣	3	0	26	30	14	51	10
屏東縣	0	0	26	4	19	29	7
台東縣	0	10	20	16	11	37	9
合計	3	10	72	50	44	117	26

總計花東屏地區共裝設了179座自由場強震儀，其中117座配有GPS時間接收器，能定時與全球定位系統的時鐘同步，而維持較高的時間準確度。另設置於消防局、火車站等26座重要建築物的強震儀，附設地震警報裝置，能在地震發生時自動顯示儀器裝設位置的最大加速度、震度等重要資訊，並發出警報聲響。

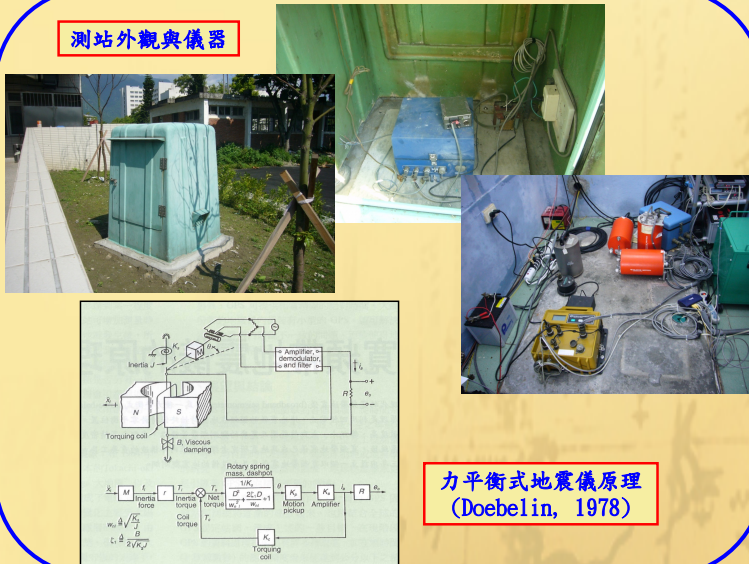
2011/02/07花蓮太魯閣地區規模4.6地震之等震度圖、部分測站之PGA值及太管處測站之波型與頻譜



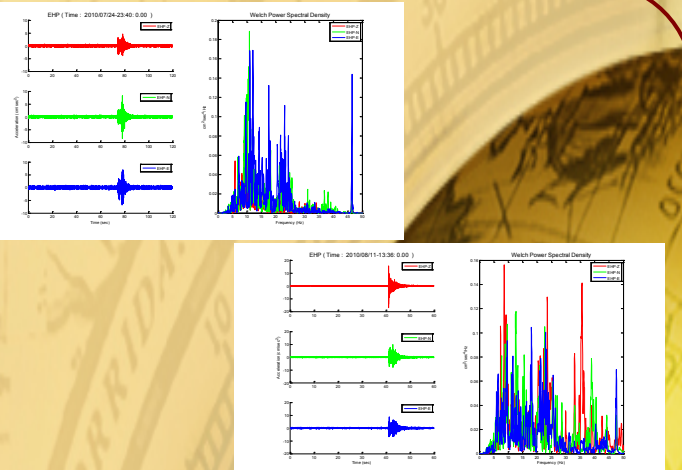
2011/03/30花蓮壽豐地區規模4.7地震之等震度圖、部分測站之PGA值及壽豐國小測站之波型與頻譜



測站外觀與儀器



力平衡式地震儀原理 (Doebelin, 1978)



和平測站(EHP)記錄的地震資料，不同時間的地震記錄，其功率譜密度於45~50Hz間，都顯示有異常的信號能量分佈，經追查其來源應為附近水泥廠的機械振動。