

氣象局業務及研究計畫報告 — 地震測報



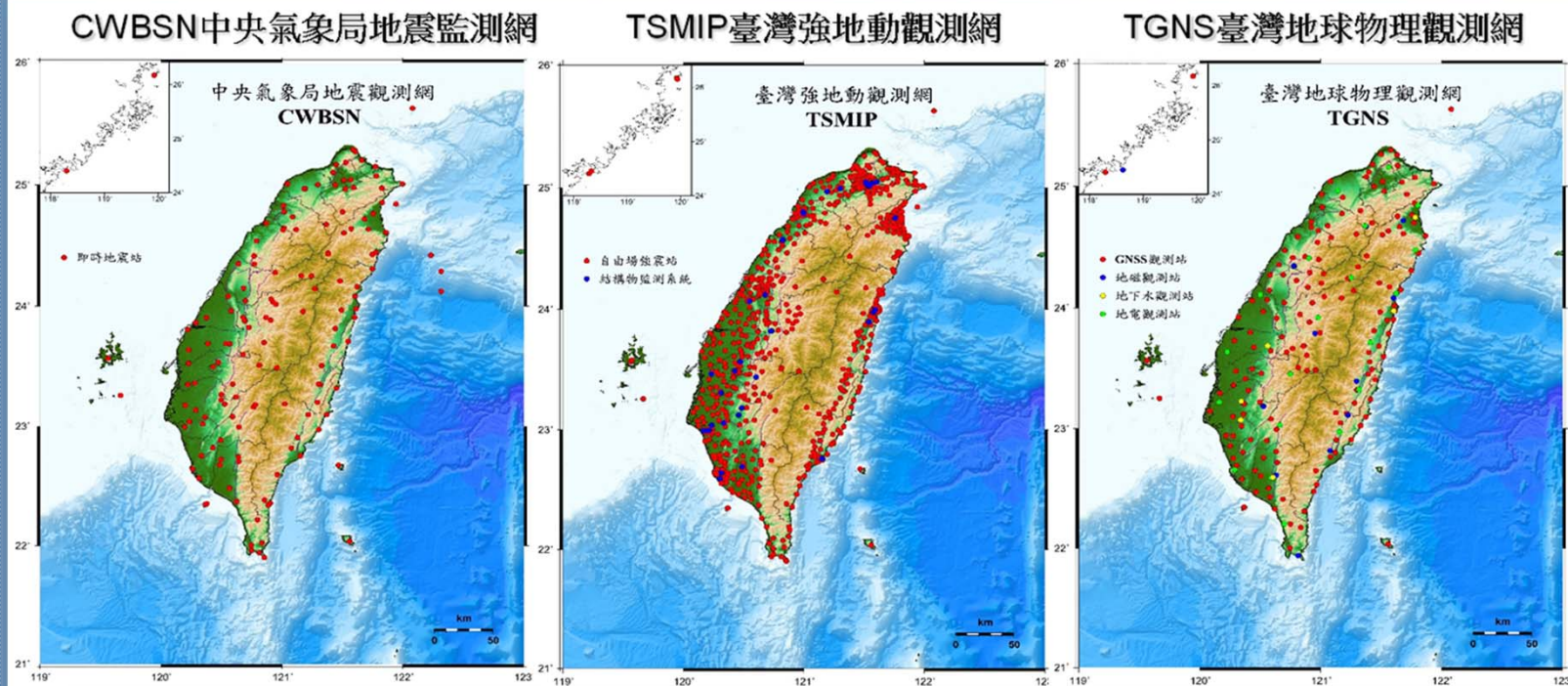
蕭乃祺 副主任
中央氣象局 地震測報中心



2018/9/8



◎ 氣象局運作中的地震觀測網



工作任務：

- ◆ 地震活動目錄建置
- ◆ 地震速報預警
- ◆ 海嘯資訊發布
- ◆ 地體構造與地震相關研究

工作任務：

- ◆ 強震紀錄資料庫建置
- ◆ 強地動觀測學研究
- ◆ 耐震設計規範
- ◆ 地震工程應用

工作任務：

- ◆ 地球物理資料庫建置
- ◆ 地震前兆研究
- ◆ 地殼形變與活動斷層觀測



◎ 氣象局運作中的地震觀測作業

☀ 有感地震資訊速報作業

- 快速發布即時警報與地震報告，提供國人與救災等相關單位緊急應變

☀ 海嘯警報發布作業

- 環太平洋發生海嘯威脅，針對台灣沿岸提供海嘯資訊

☀ 地震活動觀測作業

- 每日地震定位處理，維護台灣地震目錄

☀ 自由場強地動資料處理作業

- 自由場強地動觀測資料蒐集與整理，維護台灣強地動資料庫

☀ GNSS資料解算作業資料庫維護

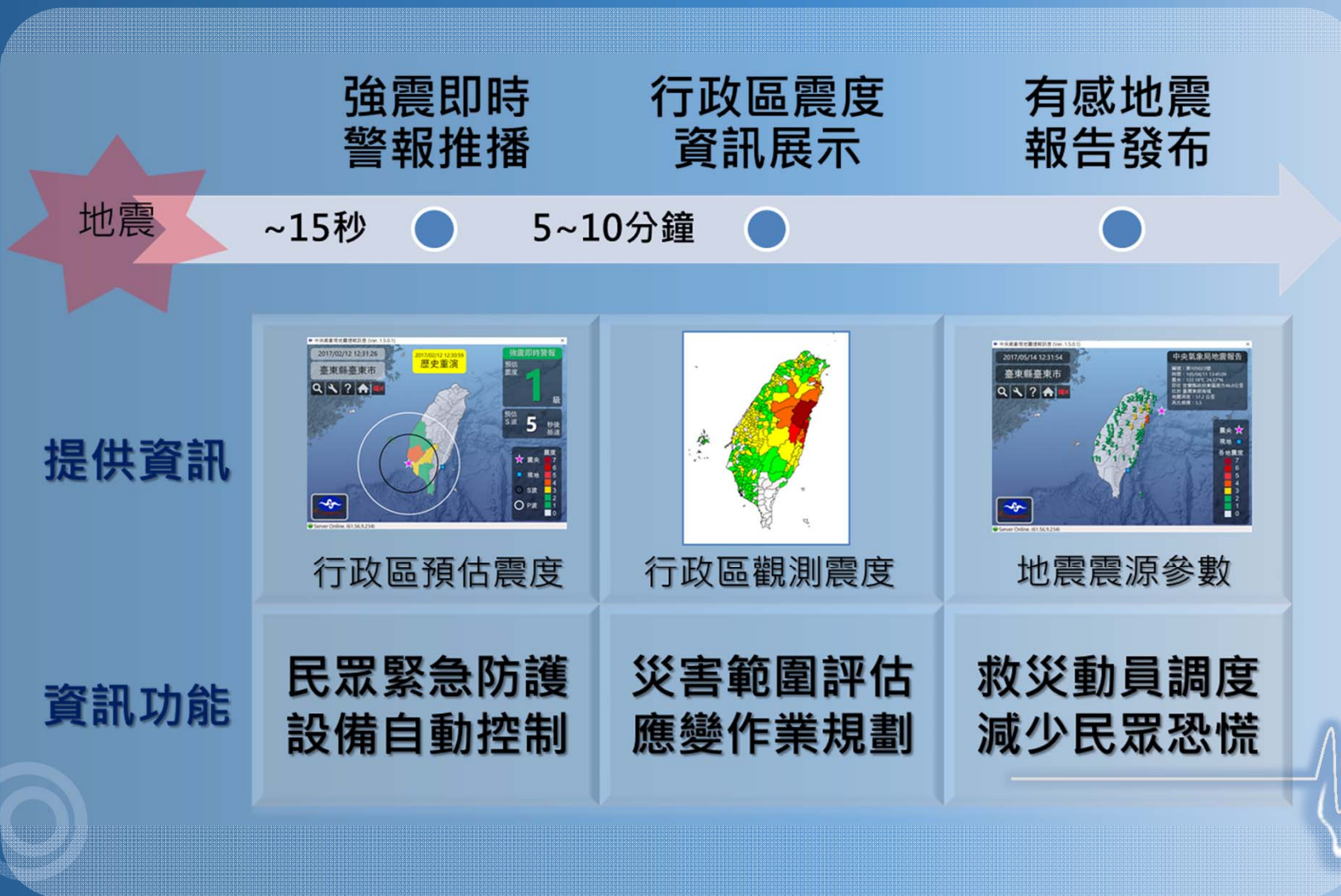
- GNSS連續觀測資料蒐集與座標解算，維護台灣地殼運動資料庫

☀ 地震前兆觀測作業

- 地震與多種地球物理觀測資料整合分析，進行地震前兆研究



◎ 有感地震資訊速報作業流程



◎ 強震即時警報作業流程

高密度的地震觀測網24小時自動監測地震



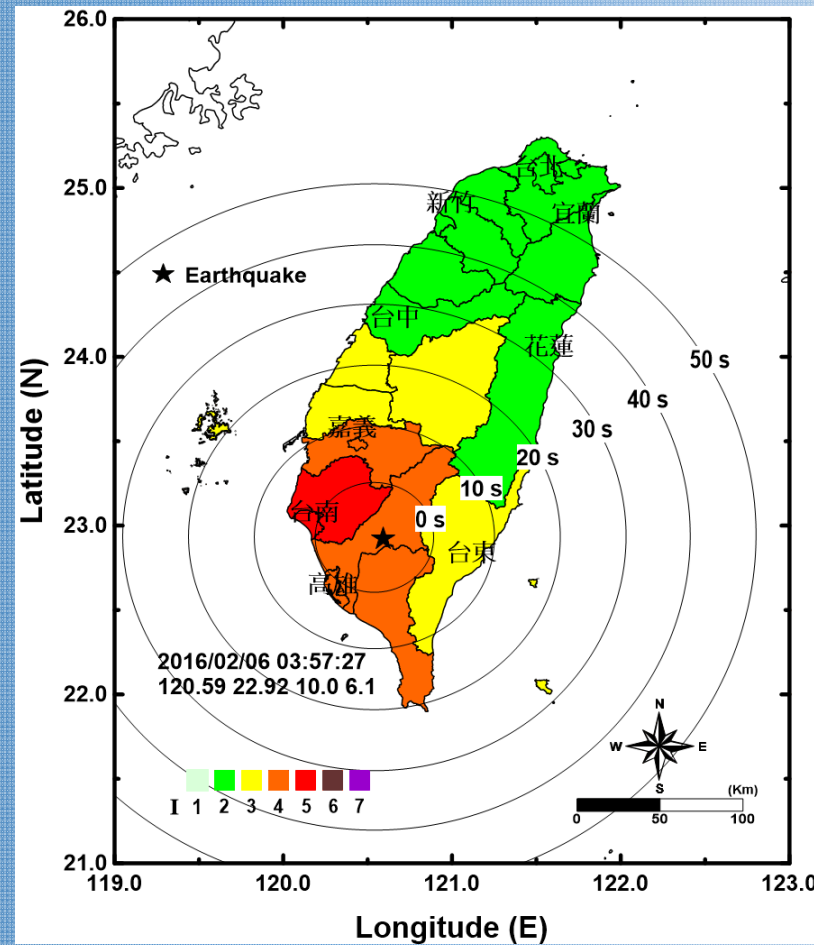
地震發生後，靠近震央地震站快速決定地震位置與規模



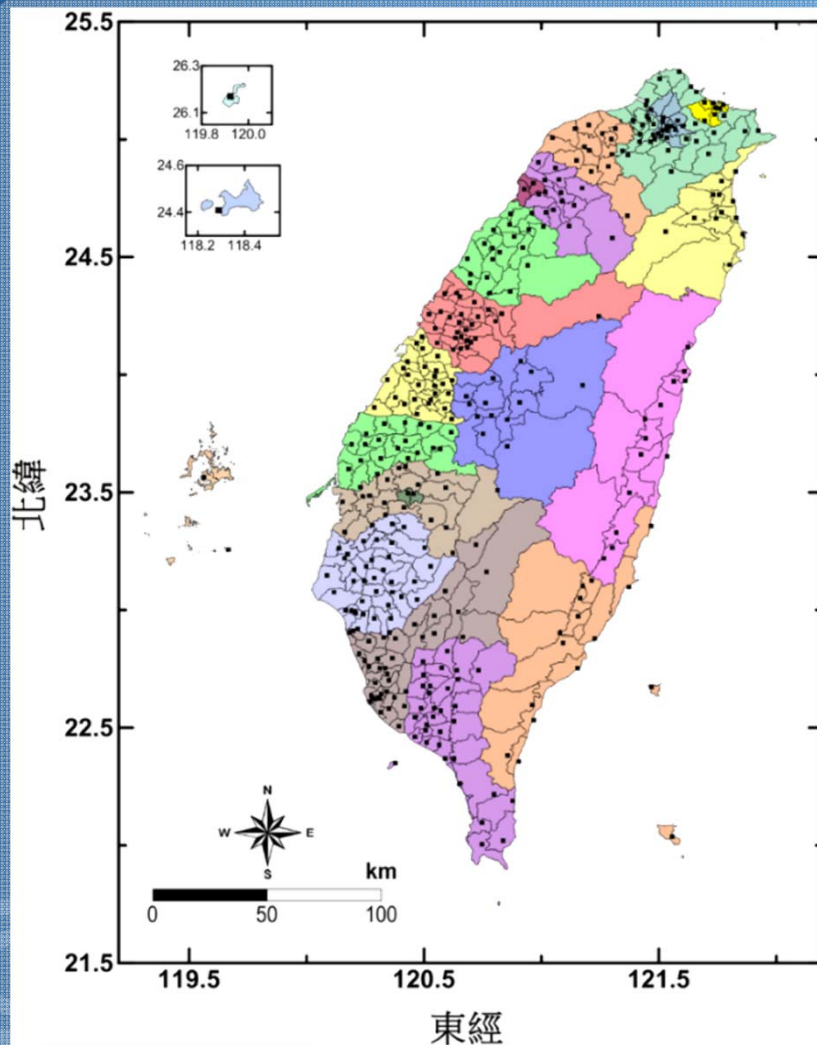
根據地震位置與規模，預估各地搖晃程度(震度)



發布警報，離震央較遠地區於震波到達前提早獲得警告



◎ 縣市行政區觀測震度顯示



資訊：

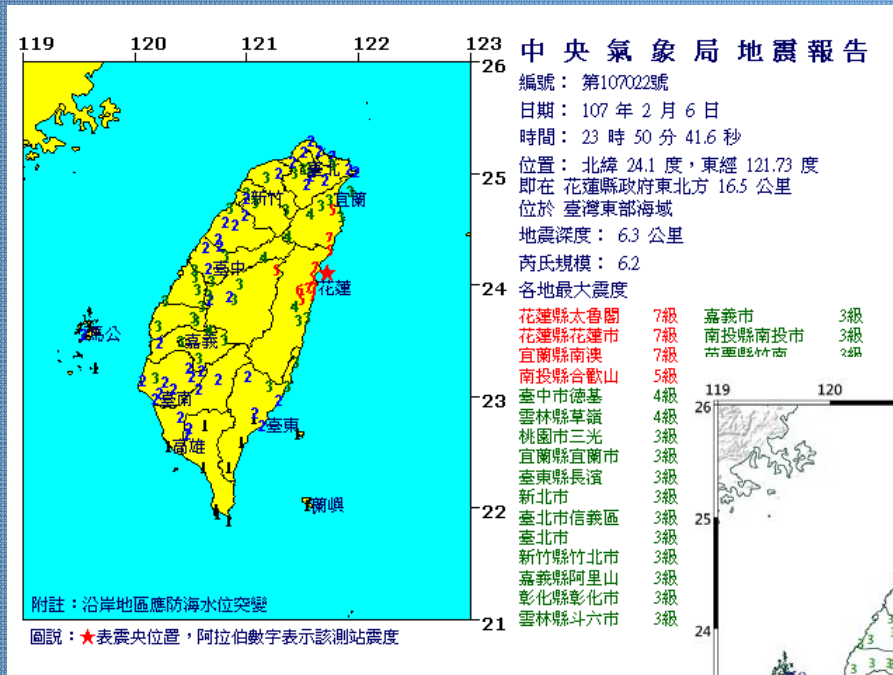
- 有感地震後及時顯示各縣市行政區觀測震度，含本島全部349個行政區，離島7個

效益：

- 細緻化行政區震度，提升地震應變效能
- 實際觀測地動參數，提高災損評估準確性

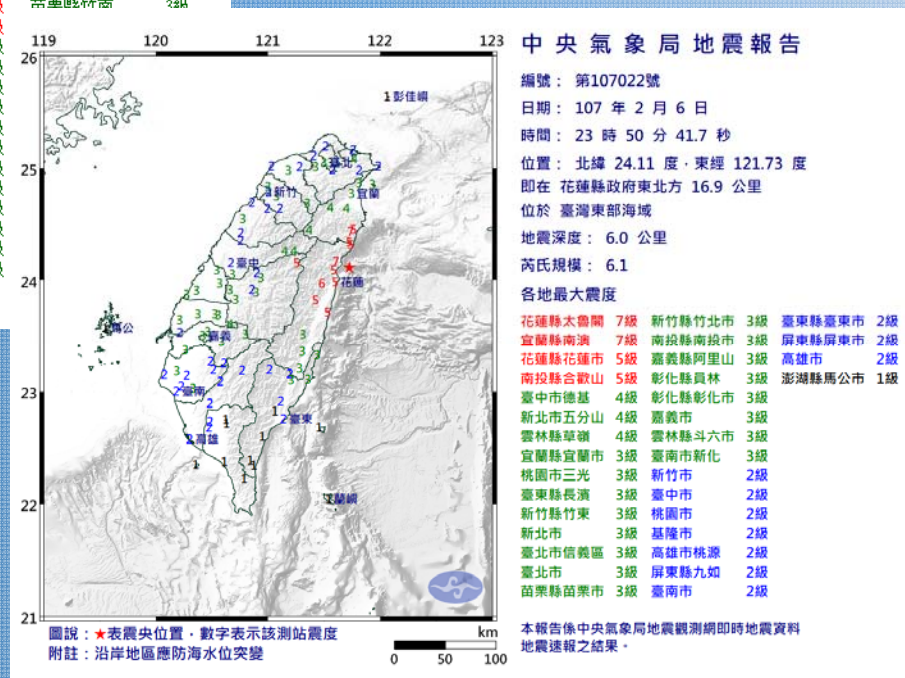


有感地震報告發布



原版地震報告

新版地震報告



◎ 0206花蓮地震速報作業成果

107/2/6 23:50
規模6.0
花蓮近海地震



17秒

學校、公共運輸單位
救災單位、防災產業

5分
25秒

地震參數
災損評估

10分

救災總動員

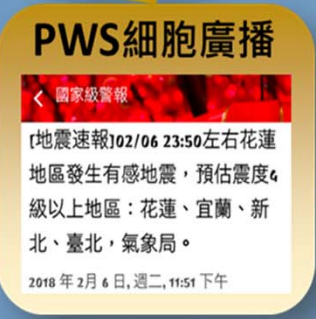
20秒 21秒

民眾緊急應變

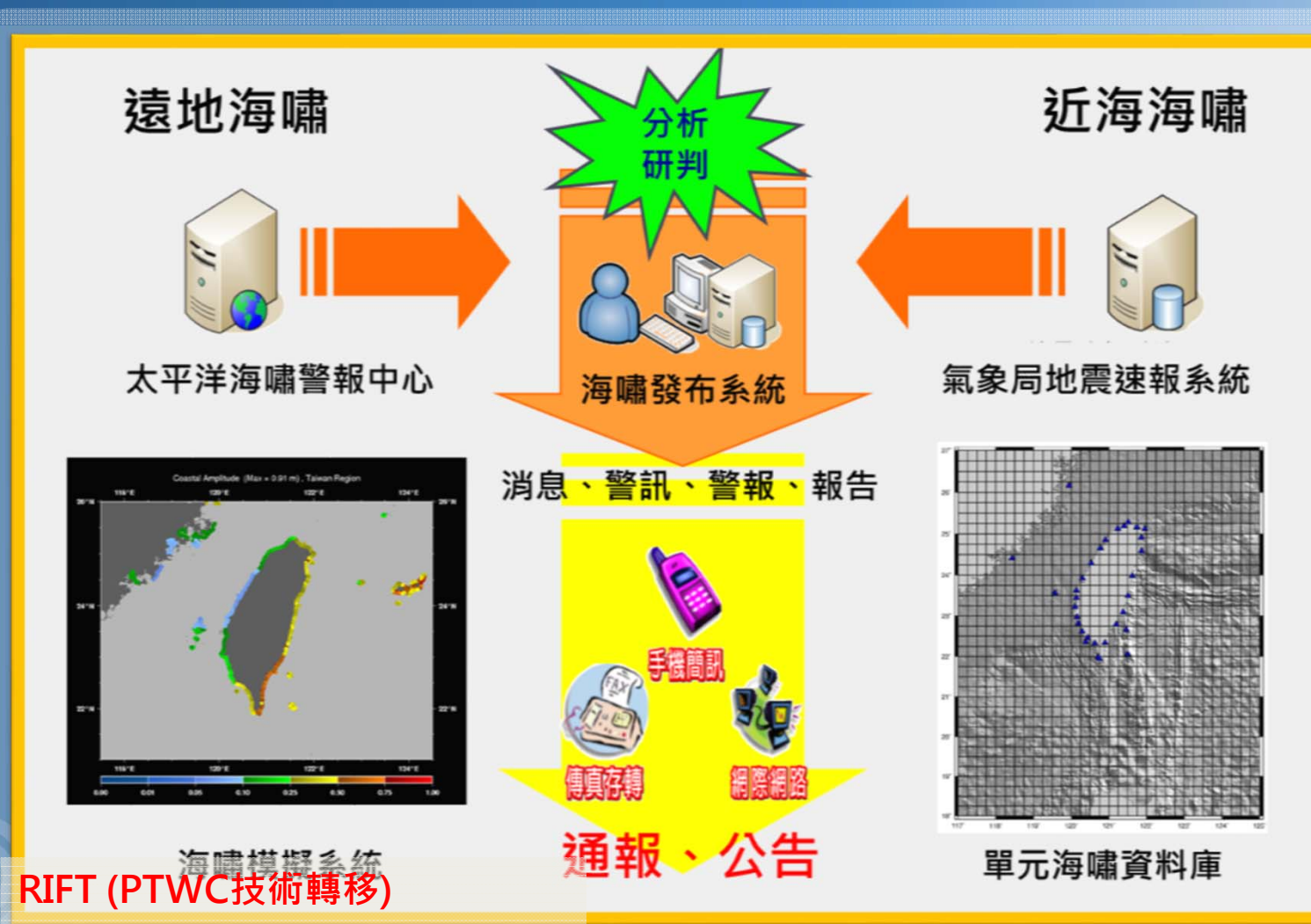
7分
3秒

細緻化適地性
震度資訊

地震後時間



◎ 海嘯警報發布作業流程

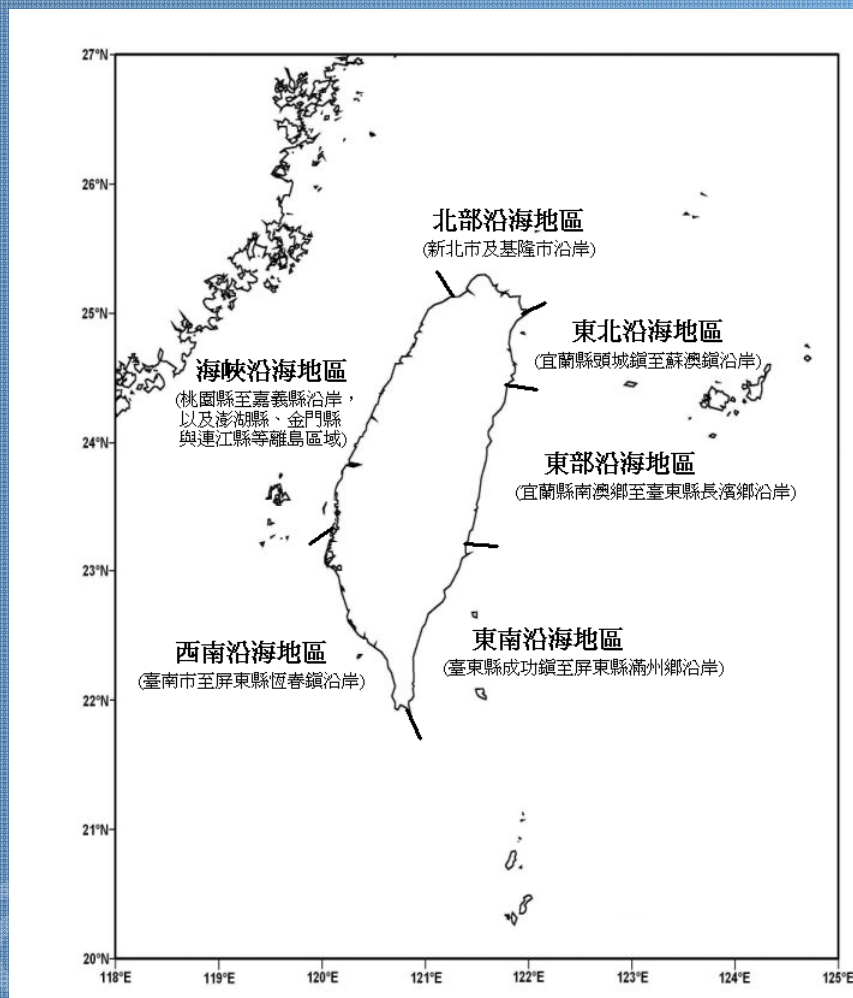


RIFT (PTWC技術轉移)

COMCOT (吳祚任教授技術轉移)



◎ 日本宮城外海地震海嘯警報



中央氣象局 海嘯警報

海嘯編號：100001

報文編號：第2報

發布時間：民國100年3月11日15時30分

頃獲太平洋海嘯警報中心通知，2011年3月11日13時46分（臺灣時間），在震央東經142.9度、北緯38度，發生規模8.9地震，特此發布海嘯警報，提醒台灣北部、東北部及東部沿海地區提高警覺嚴加防範，注意海浪突然湧升所造成的危害。

<海嘯預估資訊>

東部沿海地區	03/11 17:40	小於1公尺
東北沿海地區	03/11 17:40	小於1公尺
東南沿海地區	03/11 17:50	小於1公尺
西南沿海地區	03/11 18:00	小於1公尺
北部沿海地區	03/11 18:10	小於1公尺
海峽沿海地區	03/11 18:30	小於1公尺

<地震資訊>

發震時間：民國100年3月11日13時46分

震央位置：東經142.6度、北緯38.1度（位於日本本州東北外海）

震源深度：10.0 公里

地震規模：8.9

資料來源：美國太平洋海嘯警報中心



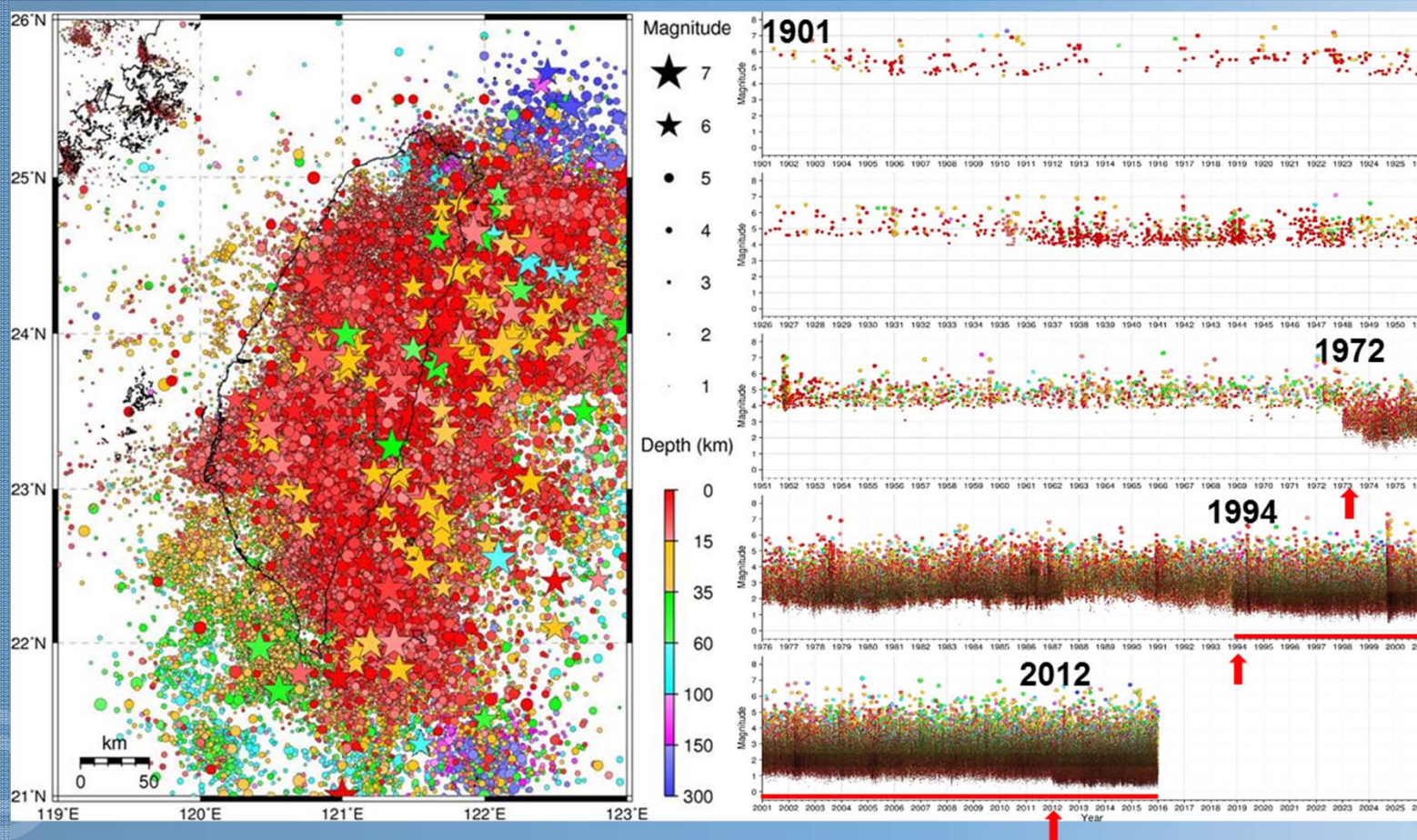
◎ 臺灣地震活動觀測進展

1901~1972 ~45 event/yr (Mc~4.5)

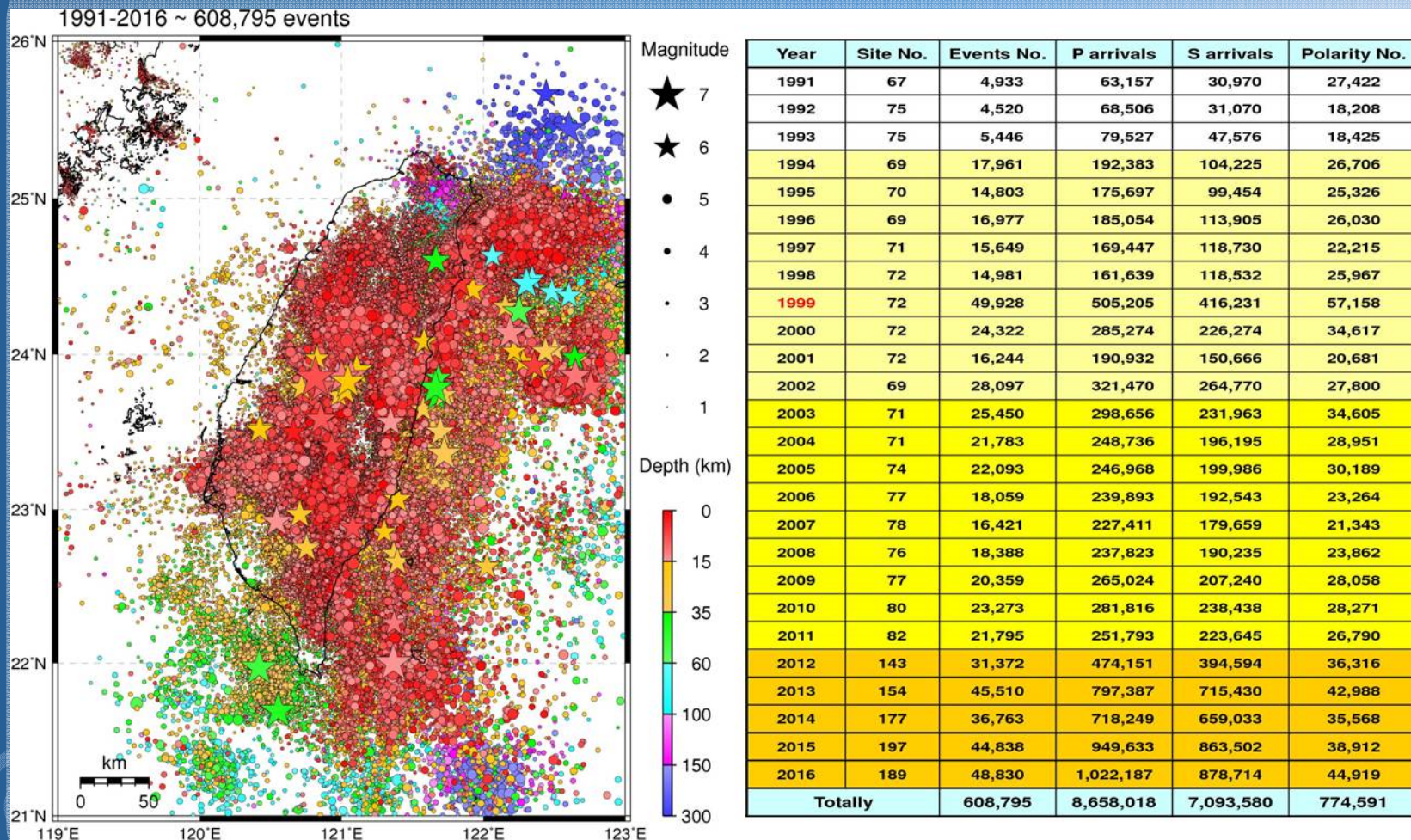
1994~2011 ~20,000 event/yr (Mc~2.0)

1973~1993 ~4,500 event/yr (Mc~2.4)

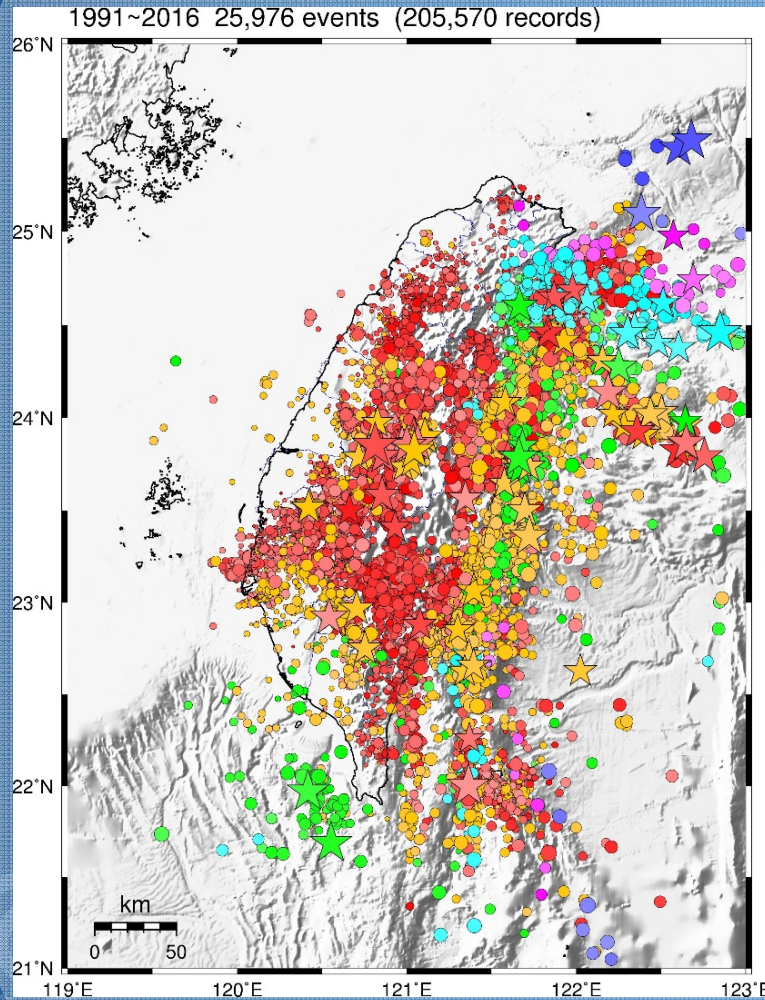
2012~ ~40,000 event/yr (Mc~1.5)



◎ 臺灣地震目錄維護

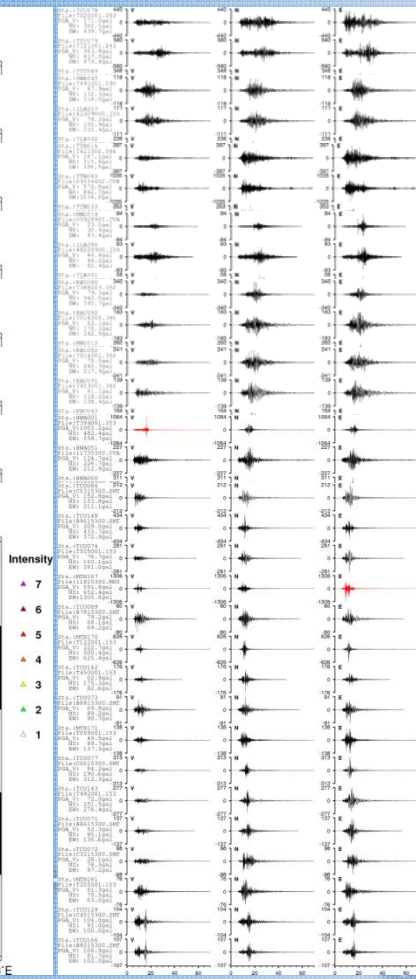
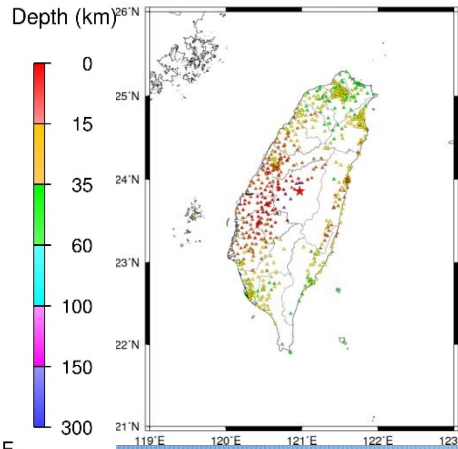


◎ 臺灣自由場強地動紀錄蒐集與處理

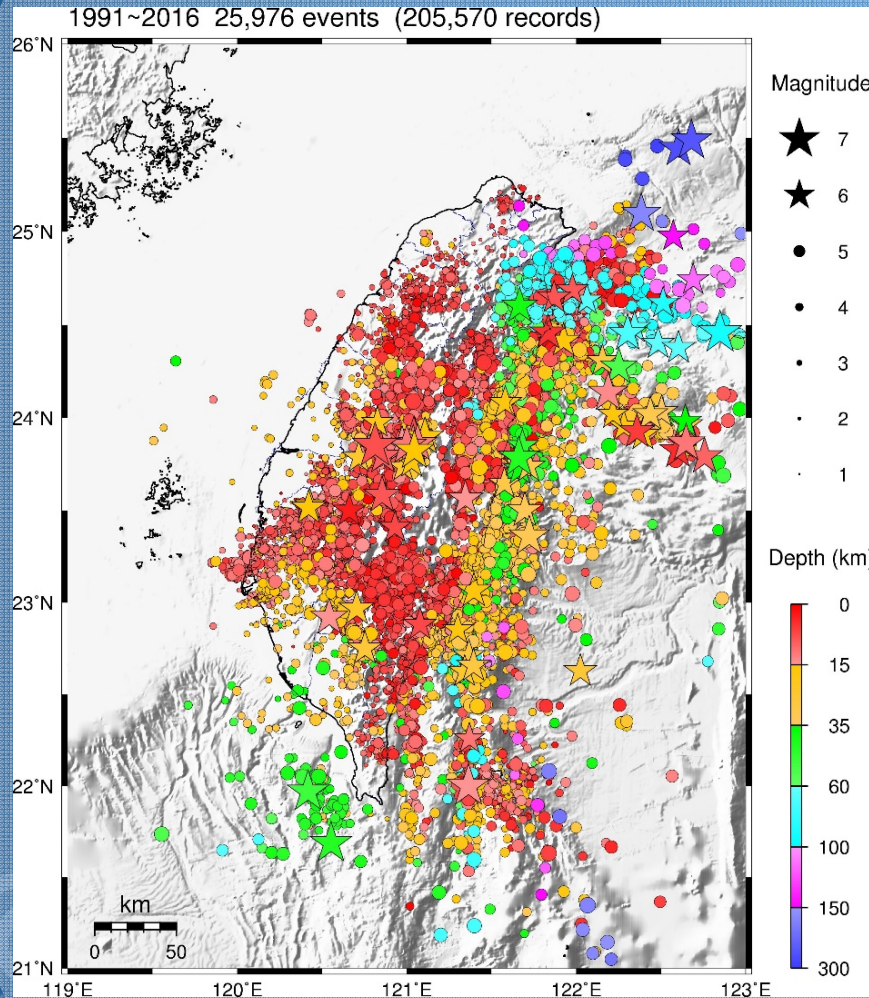


Magnitude

★ 7	O.T.:1999/09/20-17:47:15.9 Mag.:7.30ML Lon.:120.82E Lat.:23.85N Dep.: 8.00KM Sta. No.:426 Records:453
★ 6	O.T.:2002/03/31-06:52:50.0 Mag.:6.80ML Lon.:122.19E Lat.:24.14N Dep.: 13.81KM Sta. No.:438 Records:458
● 5	O.T.:2003/12/10-04:38:13.5 Mag.:6.42ML Lon.:121.40E Lat.:23.07N Dep.: 17.73KM Sta. No.:496 Records:519
● 4	O.T.:2004/10/15-04:08:50.2 Mag.:7.10ML Lon.:122.85E Lat.:24.46N Dep.: 91.03KM Sta. No.:471 Records:486
● 3	O.T.:2006/12/26-12:34:15.1 Mag.:6.99ML Lon.:120.42E Lat.:21.97N Dep.: 50.22KM Sta. No.:498 Records:532
● 2	O.T.:2006/12/26-12:26:21.0 Mag.:6.96ML Lon.:120.56E Lat.:21.69N Dep.: 44.11KM Sta. No.:453 Records:484
● 1	O.T.:2009/12/19-13:02:16.3 Mag.:6.92ML Lon.:121.66E Lat.:23.79N Dep.: 43.78KM Sta. No.:647 Records:662
	O.T.:2013/06/02-05:43:03.2 Mag.:6.48ML Lon.:120.97E Lat.:23.86N Dep.: 14.54KM Sta. No.:664 Records:675



◎ 臺灣自由場強地動資料庫維護

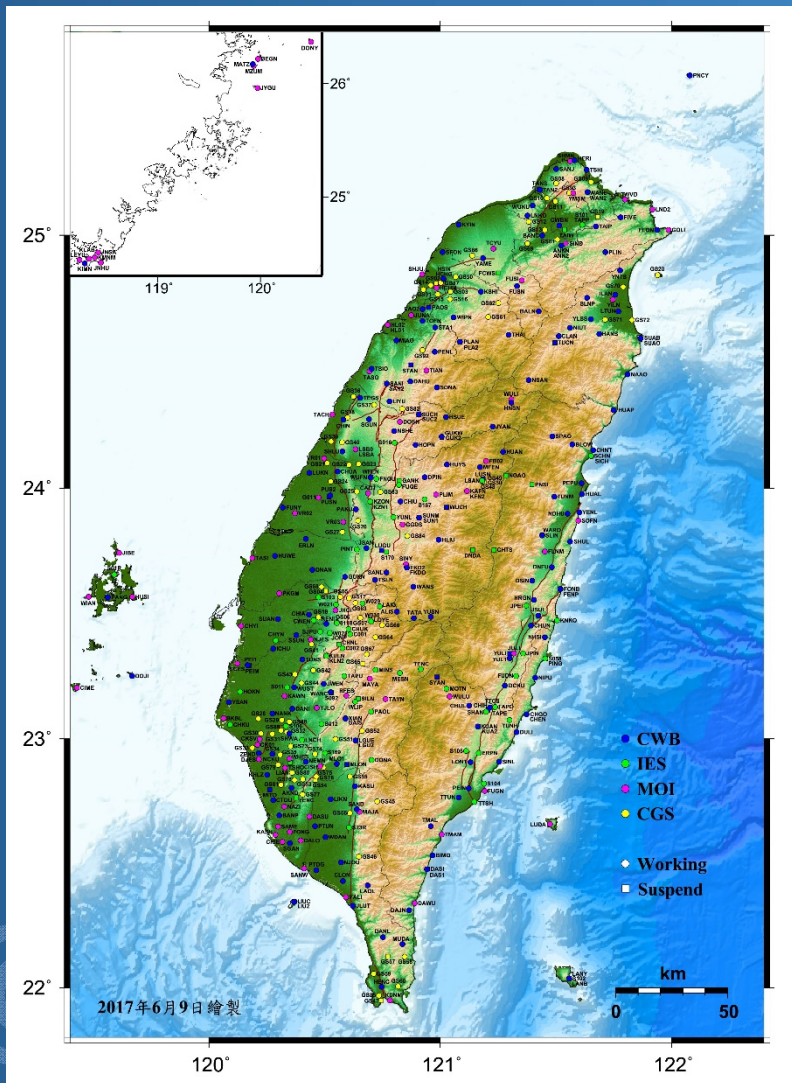


Year	TSMIP - Free Field			Note
	Number of Sites	Number of Events	Number of Records	
1991	36	403	664	I :12 bit
1992	100	384	862	I :16 bit
1993	356	413	1,723	
1994	496	1,182	5,356	
1995	576	1,050	7,651	
1996	577	675	4,474	
1997	573	676	3,850	
1998	580	741	4,626	I :24 bit
1999	624	3,201	30,422	921 Chi-chi
2000	631	1,458	12,540	
2001	670	992	7,110	S :TRB,MND
2002	723	1,801	11,162	
2003	729	1,234	9,369	
2004	745	778	7,562	S :MTN
2005	746	1,101	9,901	
2006	760	784	6,899	
2007	778	583	5,306	
2008	799	651	5,796	
2009	818	795	9,509	
2010	814	754	9,451	
2011	818	776	6,084	
2012	819	1,016	7,449	I :24 bit (link)
2013	822	1,272	9,238	
2014	821	975	6,777	
2015	820	1,013	10,395	
2016	824	1,268	11,394	

I (instrument) 、 S (station)



◎ GNSS連續觀測資料蒐集與解算



資料單位：

- 氣象局、地調所、中研院、國土測繪中心、水利署、中正大學、東部地震中心

資料解算：

- 使用軟體 Gamit/Globk ; GIPSY
- 參考框架 ITRF2008
- 測站座標每日解每月解算，使用30sec資料、最終精密星曆
- 大地震同震變化於地震後解算，使用1Hz、50Hz資料、超快速或快速星曆
- 時間序列結果每月儲存pbo格式

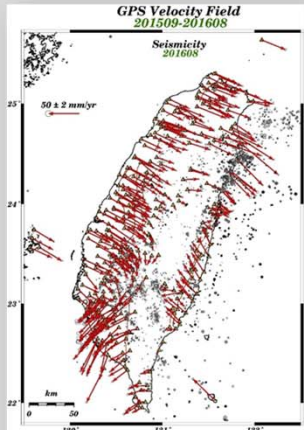


GNSS測站座標檔維護

時間序列 (pbo格式)

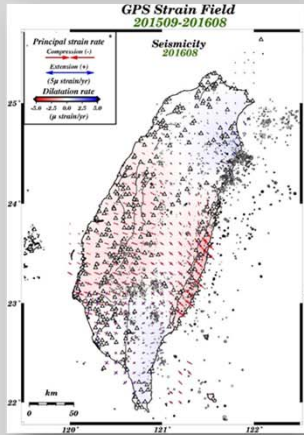
Station ID	Year	Month	Day	X (m)	Y (m)	Z (m)	dx	dy	dz	dx2	dy2	dz2	Height	GN	GE		
20060329	115900	53823	4993	-2975031.27510	5076080.43894	2456679.89189	0.00640	0.05962	0.00541	-0.823	-0.745	0.825	22.8033134235	120.3572609877	64.94207	0.10739	0.03444
-0.01439	0.00277	0.00314	0.02305	-0.039	0.050	0.041	0.00693	0.01047	0.00581	-0.815	-0.730	0.811	22.8033135963	120.3572609422	64.93958	0.10436	0.03185
20060330	115900	53824	4993	-2975031.27227	5076080.43929	2456679.88814	0.00693	0.01047	0.00581	-0.815	-0.730	0.811	22.8033136029	120.3572609761	64.93468	0.10509	0.03327
-0.02738	0.00308	0.00349	0.03303	-0.036	0.054	0.043	0.00643	0.00992	0.00552	-0.822	-0.742	0.820	22.8033135848	120.3572609435	64.94449	0.10300	0.03199
20060401	115900	53826	4993	-2975031.27492	5076080.44335	2456679.88887	0.00643	0.00992	0.00552	-0.822	-0.742	0.820	22.8033135916	120.3572609526	64.93791	0.10394	0.03086
-0.02448	0.00286	0.00324	0.02303	-0.043	0.059	0.049	0.00636	0.00946	0.00527	-0.823	-0.728	0.819	22.8033135696	120.3572609461	64.94310	0.10130	0.03203
20060402	115900	53827	4993	-2975031.27074	5076080.43863	2456679.88701	0.00642	0.00955	0.00534	-0.829	-0.742	0.820	22.8033135826	120.3572609479	64.94286	0.10283	0.03243
-0.02066	0.00277	0.00312	0.02184	-0.049	0.055	0.049	0.00629	0.00946	0.00522	-0.830	-0.739	0.826	22.8033135826	120.3572609479	64.94286	0.10283	0.03243
20060403	115900	53828	4993	-2975031.27465	5076080.44238	2456679.88677	0.00636	0.00946	0.00522	-0.830	-0.739	0.826	22.8033135847	120.3572609449	64.95094	0.10308	0.03004
-0.01410	0.00289	0.00324	0.02184	-0.074	0.055	0.049	0.00629	0.01005	0.00544	-0.820	-0.722	0.827	22.8033135735	120.3572609241	64.94463	0.10182	0.02793
20060404	115900	53830	4993	-2975031.27427	5076080.44845	2456679.89136	0.00643	0.01005	0.00544	-0.820	-0.722	0.827	22.8033135735	120.3572609241	64.94463	0.10182	0.02793
-0.00603	0.00282	0.00329	0.02184	-0.131	0.045	0.039	0.00629	0.01044	0.00581	-0.817	-0.737	0.821	22.8033135912	120.3572609388	64.94069	0.10379	0.02944
20060406	115900	53831	4993	-2975031.27174	5076080.44413	2456679.88777	0.00695	0.01044	0.00581	-0.817	-0.737	0.821	22.8033136152	120.3572609591	64.94095	0.10647	0.03153
-0.02323	0.00301	0.00349	0.02303	-0.047	0.050	0.050	0.00620	0.00905	0.00519	-0.782	-0.704	0.809	22.8033135706	120.3572609903	64.94707	0.10151	0.03472
20060407	115900	53832	4993	-2975031.27082	5076080.44138	2456679.88805	0.00640	0.00905	0.00519	-0.782	-0.704	0.809	22.8033136152	120.3572609591	64.94095	0.10647	0.03153
-0.01427	0.00279	0.00334	0.02303	-0.045	0.049	0.046	0.00646	0.00963	0.00546	-0.794	-0.710	0.801	22.8033135706	120.3572609903	64.94707	0.10151	0.03472
20060408	115900	53834	4993	-2975031.27380	5076080.44475	2456679.88843	0.00679	0.01007	0.00561	-0.810	-0.718	0.820	22.8033135919	120.3572609531	64.93997	0.10388	0.03090
-0.00988	0.00289	0.00344	0.02303	-0.046	0.050	0.040	0.00649	0.01007	0.00561	-0.810	-0.718	0.820	22.8033135993	120.3572609411	64.93933	0.10470	0.03173
20060410	115900	53835	4993	-2975031.27173	5076080.44024	2456679.88785	0.00788	0.01195	0.00658	-0.816	-0.734	0.825	22.8033136040	120.3572609406	64.93422	0.10544	0.02942
-0.01499	0.00339	0.00394	0.02487	-0.049	0.050	0.040	0.00649	0.00975	0.00548	-0.808	-0.722	0.810	22.8033135475	120.3572609359	64.94984	0.09892	0.02914
20060411	115900	53836	4993	-2975031.27189	5076080.43888	2456679.88828	0.00649	0.00975	0.00548	-0.808	-0.722	0.810	22.8033135475	120.3572609359	64.94984	0.09892	0.02914
-0.01793	0.00335	0.00387	0.02487	-0.073	0.050	0.040	0.00641	0.01169	0.00638	-0.833	-0.744	0.831	22.8033135475	120.3572609359	64.94984	0.09892	0.02914
20060519	115900	53874	4993	-2975031.27577	5076080.45043	2456679.88713	0.00699	0.01051	0.00580	-0.821	-0.726	0.827	22.8033135541	120.3572609122	64.94240	0.09946	0.02671
-0.00712	0.00305	0.00344	0.02303	-0.109	0.057	0.052	0.00620	0.01205	0.00655	-0.829	-0.744	0.836					
20060520	115900	53875	4993	-2975031.27007	5076080.44370	2456679.88492	0.00789	0.01205	0.00655	-0.829	-0.744	0.836					
-0.01486	0.00329	0.00383	0.01499	-0.093	0.007	0.038											

速度場



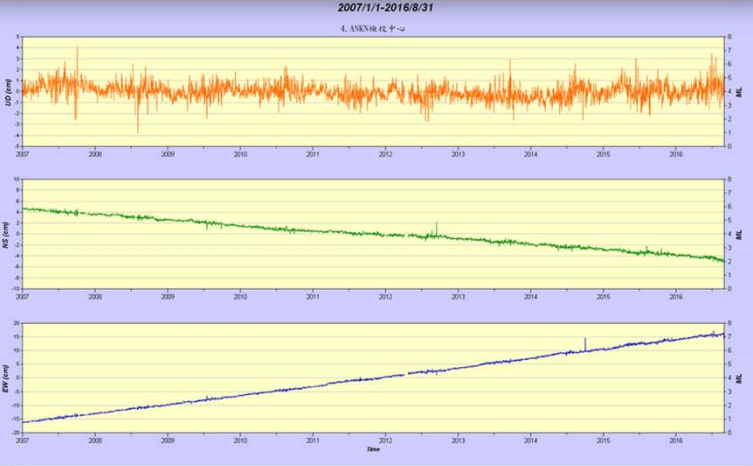
計算

應變率場

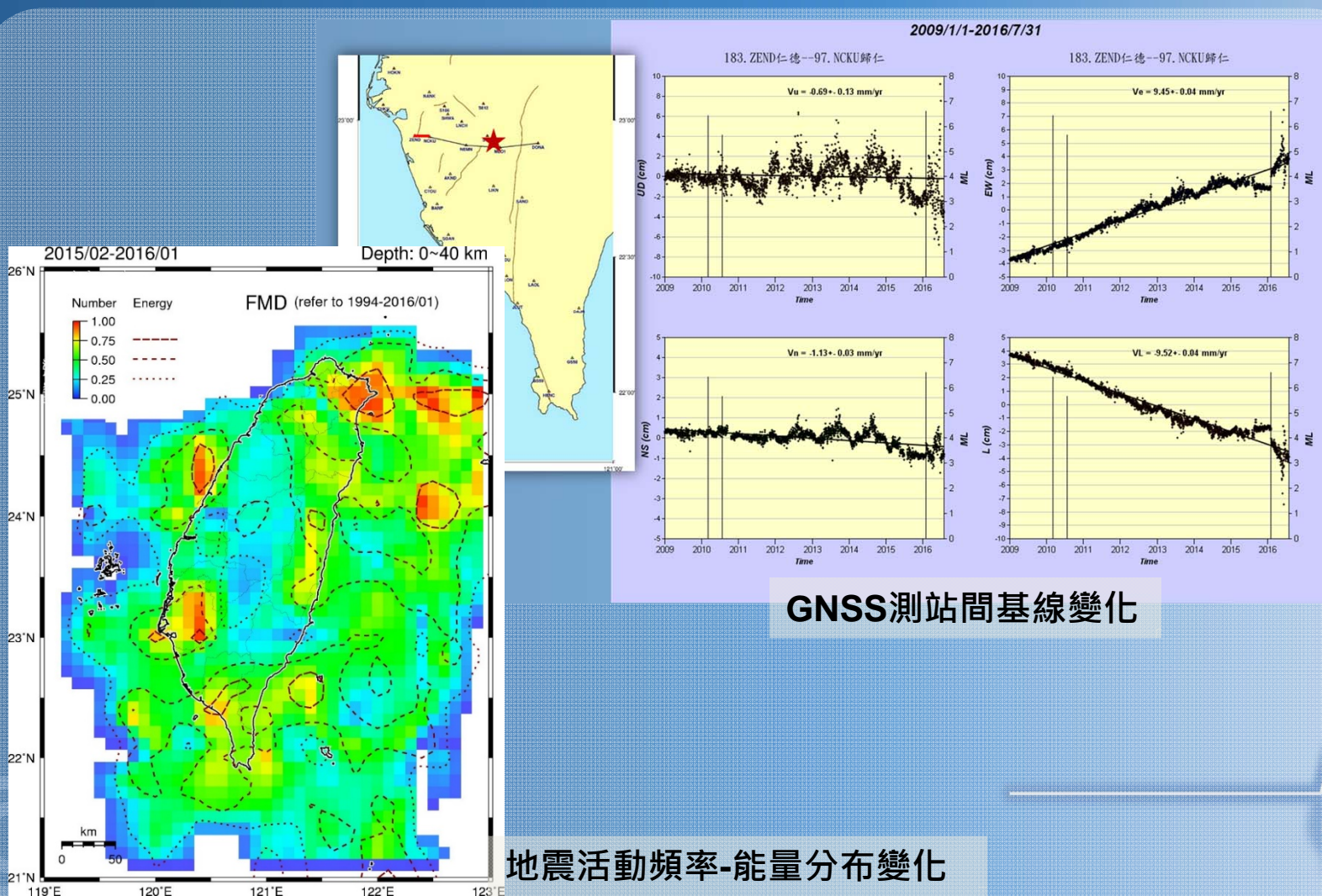


繪圖

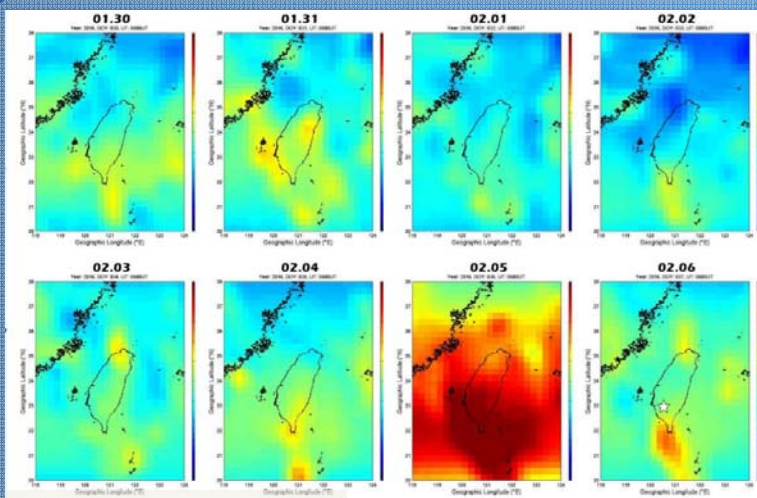
時間序列圖



◎ 中長期地震前兆觀測

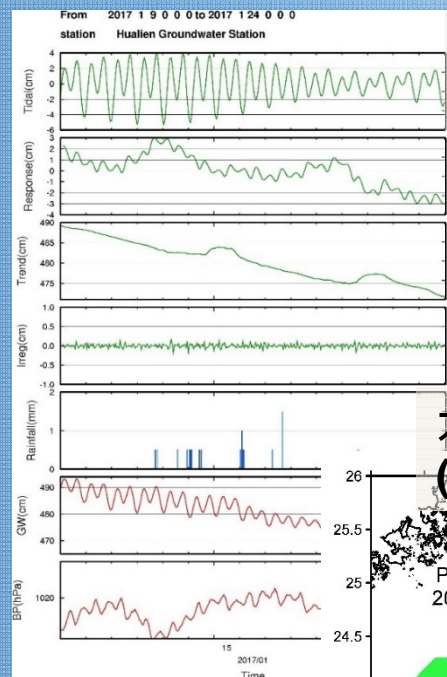
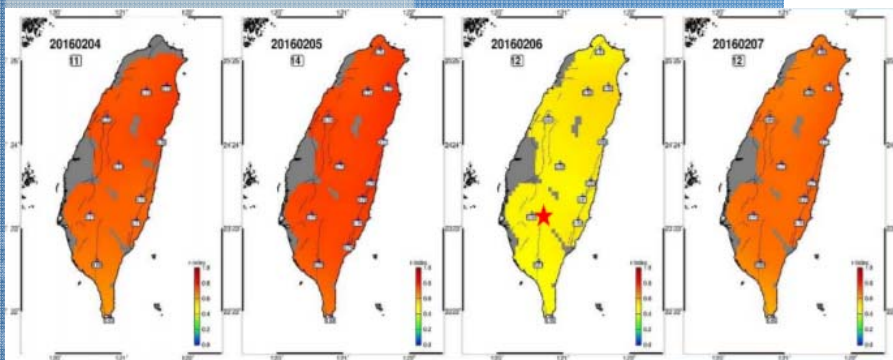


◎ 短期地震前兆觀測



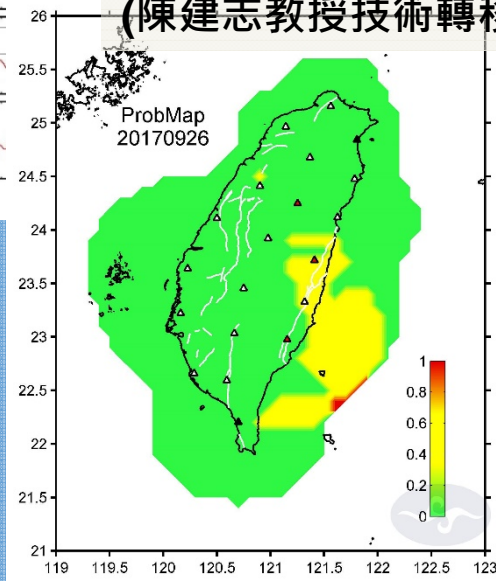
電離層電子含量

磁力擾動指數資料



地下水Baytap-G分析

大地電場TIP機率模型
(陳建志教授技術轉移)



◎ 地球物理資料管理系統(GDMS)

網址：

<http://gdms.cwb.gov.tw>

地震條件搜尋：

- 1.地震事件參數與紀錄
-短週期、寬頻、24位元、自由場、結構物
- 2.連續地震儀紀錄
-短週期、寬頻、24位元

系統條件搜尋：

- 1.地震事件查詢
-短週期、寬頻、24位元、自由場、結構物
- 2.測站事件查詢
-自由場、結構物
- 3.連續資料查詢
-短週期、寬頻、24位元、自由場、結構物、GPS、地震地下水、地磁

The screenshot shows the homepage of the Geophysical Database Management System (GDMS) from the Central Weather Bureau (CWB). The header includes the CWB logo and the system name in both Chinese and English. Below the header, there are several main sections:

- 會員登入 (MEMBER LOGIN):** A login form with fields for '帳號' (ID) and '密碼' (Password), and buttons for '加入會員' (Join Member) and '忘記密碼' (Forgot Password).
- 查詢與下載 (SEARCH & DOWNLOAD):** A list of search and download options including '歷史地震資料下載' (Historical Earthquake Data Download), '連續地震資料下載' (Continuous Earthquake Data Download), '地震測站資料查詢' (Earthquake Station Data Query), '即時地震觀測網' (Real-time Earthquake Observation Network), '自由場強地動觀測網' (Free-field Strong Motion Observation Network), '寬頻地震觀測網' (Broadband Earthquake Observation Network), '結構物強震監測網' (Structural Strong Motion Monitoring Network), '全球衛星定位GPS' (Global Satellite Positioning GPS), '地震地下水觀測網' (Earthquake Groundwater Observation Network), '海底電纜觀測網' (Submarine Cable Observation Network), and '地磁觀測網' (Geomagnetic Observation Network).
- 歷史地震查詢 (Catalogs Search):** A search box with a 'go' button. Below it, it shows '地震總個數: 726,944' and '記錄時間: 1900/05/15 ~ 2017/09/21'.
- 連續紀錄查詢 (Continuous Search):** A search box with a 'go' button. Below it, it shows '測站數: 137' and '記錄時間: 1996/03/01 ~ 2017/09/25'.
- 自由場強地動觀測網 (FREEFIELD):** A search box with a 'go' button. Below it, it shows '測站數: 822' and '記錄時間: 1935/04/20 ~ 2017/03/20'.
- 結構物強震監測網 (BUILDING ARRAY):** A search box with a 'go' button. Below it, it shows '測站數: 58' and '記錄時間: 1992/09/28 ~ 2017/07/30'.
- 全球衛星定位 (GPS):** A search box with a 'go' button. Below it, it shows '測站數: 164' and '記錄時間: 1994/04/14 ~ 2017/09/24'.
- 地震地下水觀測網 (GROUNDWATER):** A search box with a 'go' button. Below it, it shows '測站數: 6' and '記錄時間: 2004/01/01 ~ 2017/09/26'.

On the right side, there are two additional sections:

- LINK:** A list of links including 'Precautions Of Data Use', '中央氣象局', '中華民國科技部', '中央研究院地球科學研究所', '經濟部中央地質調查所', and '國家地震工程研究中心'.
- SERVICE:** A list of services including 'E-Mail 聯絡我們', '地震速報網頁', '災害地震FTP', and '台灣歷史地震波形資料庫'.

At the bottom right, there is a 'HOT EVENT' section listing recent earthquakes: '1999/9/21 集集大地震', '1999/10/22 嘉義地震', '2002/3/31 宜蘭地震', '2010/03/04 甲仙地震', and '2016/02/06 美濃地震'.



◎ 中央氣象局地震測報科技計畫沿革

1988 - 「加強地震測報建立地震觀測網」計畫
計畫目標「資料數位化、傳輸即時化、作業自動化」

1991.7 - 「強地動觀測計畫」(6年一期推動)
計畫長期目標「綜合發展地震觀測、測報、預測技術，將成果應用於協防震災工作，以有效降低地震災害損失」

1991.7~1997.6

第一期

升級中央氣象局
地震監測網以及
建置都會區強地
動觀測網

1998.7~2003.6

第二期

建置強震速報系統

2004~2009

第三期

發展強震即時警
報系統

2010~2015

第四期

建置新一代地震
觀測系統

2016~2021

第五期

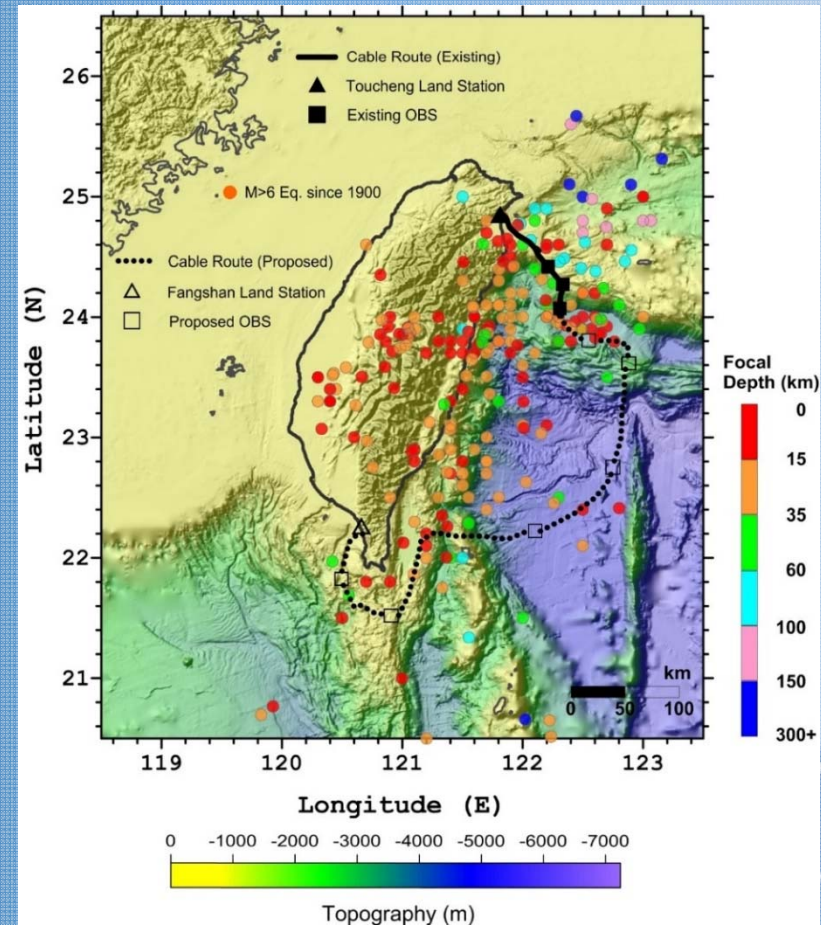
強震即時警報於
防災之應用



◎ 前瞻基礎建設計畫

- 建構民生公共物聯網
 - 海陸地震聯合觀測
- 時程：2017~2020年
- 目標：
 - ✓ 擴建海纜觀測系統
 - ✓ 增設與升級地震與地球物理觀測站
 - ✓ 加強大屯火山觀測設施
 - ✓ 建立臺灣地震與地球物理資料管理系統
 - ✓ 調查臺灣地震密集帶(盲斷層)

擴建海纜觀測系統



◎ 中央氣象局地震測報類委託計畫

☀ 107年度

計畫分類	研究計畫名稱	計劃類型
委託國內地震研究機構對地震前兆監測體制強化之相關研究	臺灣地區107年地震前兆監測資料彙整及分析	整合型計畫
	利用二體彈簧-滑體模型研究地震前兆的問題	
委託國內外地震研究機構對地震速報及預警系統之強化與應用研究	臺灣地區107年中大型地震震源資訊之快速彙整與提供	整合型計畫
委託國內地震研究機構對強震資料在強化地震測報作業之應用研究	107年度臺灣地區強震資料在強化地震測報作業之應用研究	整合型計畫
委託國內研究機構對地震資料之應用、海域地震海嘯觀測、水下技術、海洋物理之相關研究	107年度臺灣海域地震與海嘯觀測之相關研究	整合型計畫
	107年度地震資料之分析應用	整合型計畫
	臺灣西南部由b值探求大型地震回復周期	
	縱谷斷層南段之地震活動時空演化分析	
委託國內研究機構對臺灣孕震構造之相關研究	臺灣孕震構造之探查-西南地區II	整合型計畫
委託國內地震研究機構對地震密集帶及火山活動監測等相關研究	地震密集帶(盲斷層)之相關研究	
	大屯火山活動監測相關應用研究	整合型計畫



◎ 結語

☀ 氣象局地震觀測作業功能：

- ☁ 地震監測防災功能
- ☁ 資訊提供研究功能
- ☁ 科普宣導教育功能

☀ 氣象局與學術界合作關係：

- ☁ 資料交換
- ☁ 人員交流
- ☁ 技術分享



報告完畢
敬請指教

