

第十六屆地球科學相關領域新進人員及研究推動研討會



# 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

民國109年9月5日



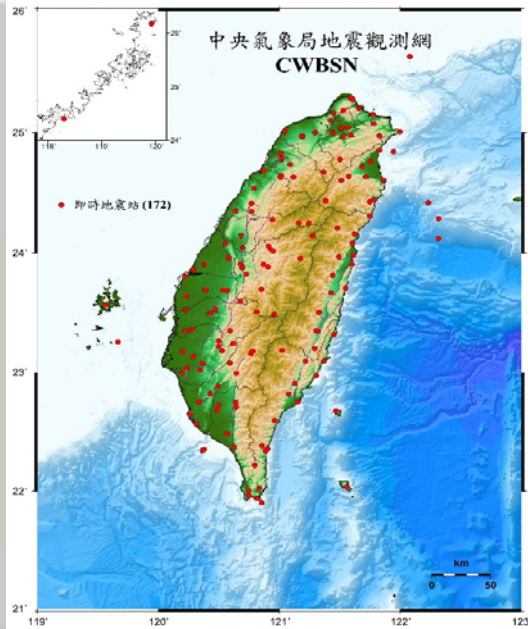
## 簡報內容

- 氣象局維運中的地震觀測網
- 氣象局運作中的地震測報作業
- 氣象局地震測報類委託研究計畫



# 氣象局運作中的地震觀測網

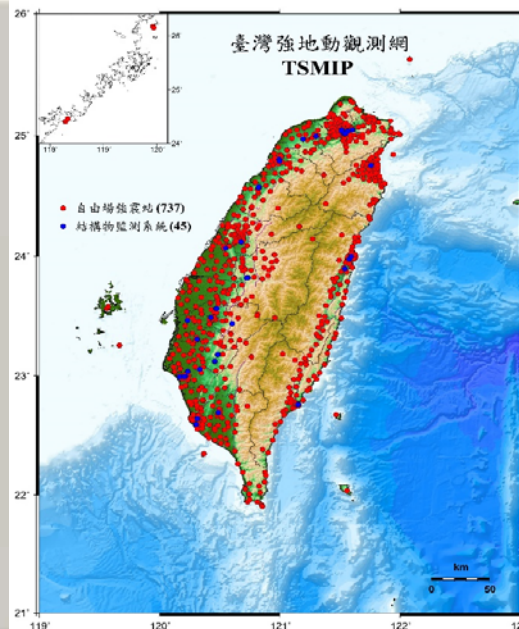
## CWBSN中央氣象局地震監測網



工作任務：

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

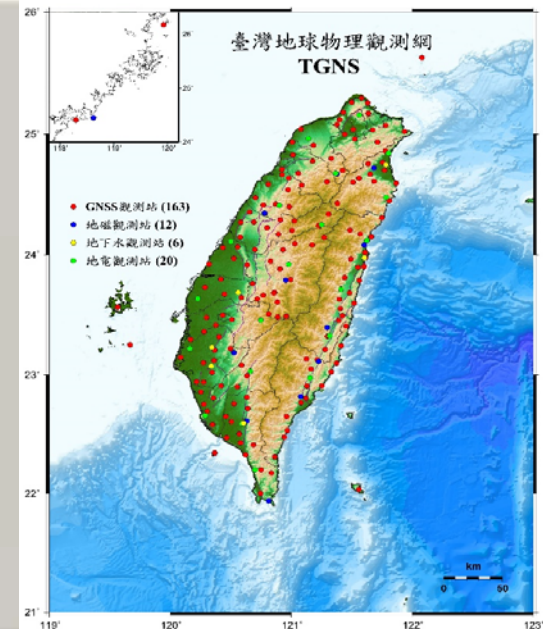
## TSMIP臺灣強地動觀測網



工作任務：

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

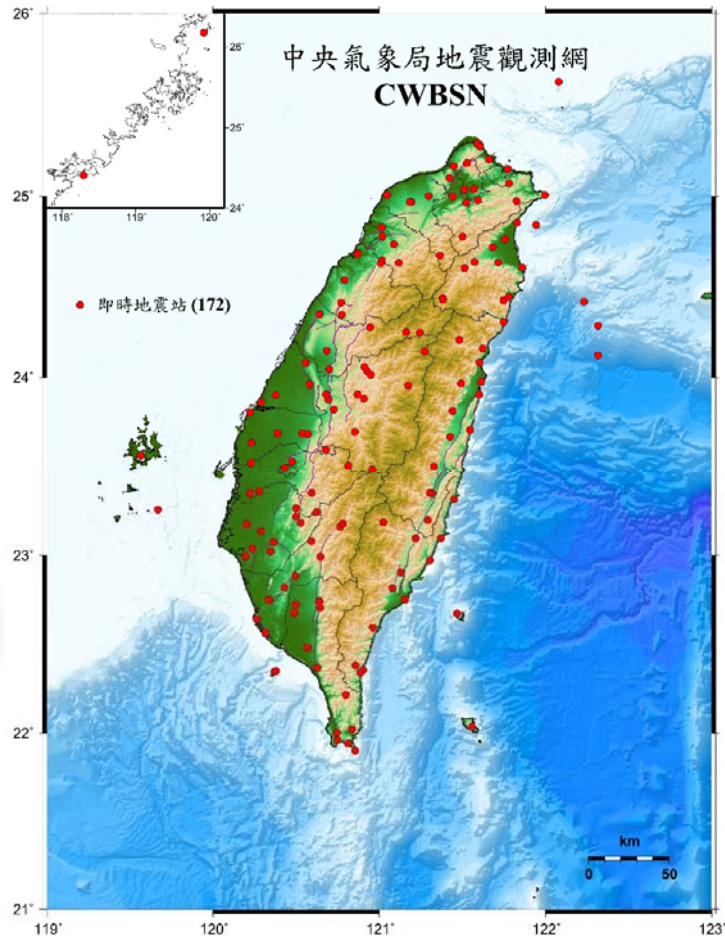
## TGNS臺灣地球物理觀測網



工作任務：

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

# 中央氣象局地震監測網 CWBSN



- 172個地震站
- 短週期、強震、寬頻地震儀
- 24位元解析度、100 Hz傳輸頻率
- 觀測任務：
  - ✓ 地震活動目錄建置
  - ✓ 地震速報預警
  - ✓ 海嘯警報發布
  - ✓ 地體構造與地震相關研究



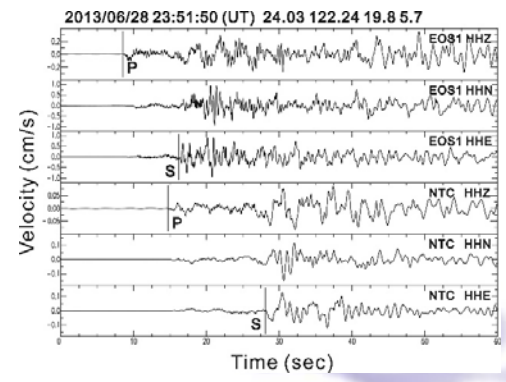
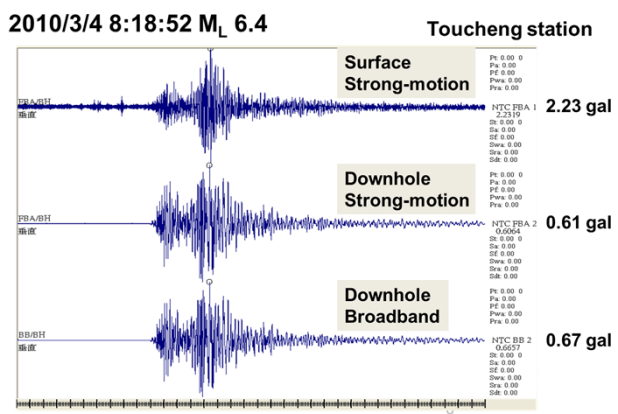
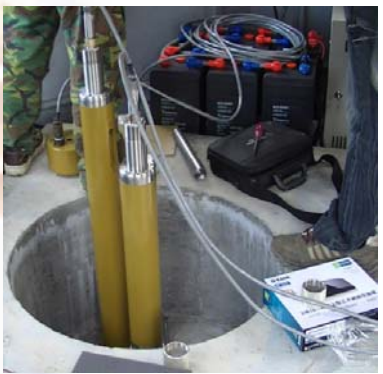
# CWBSN 新一代地震觀測站

## 井下地震儀觀測站

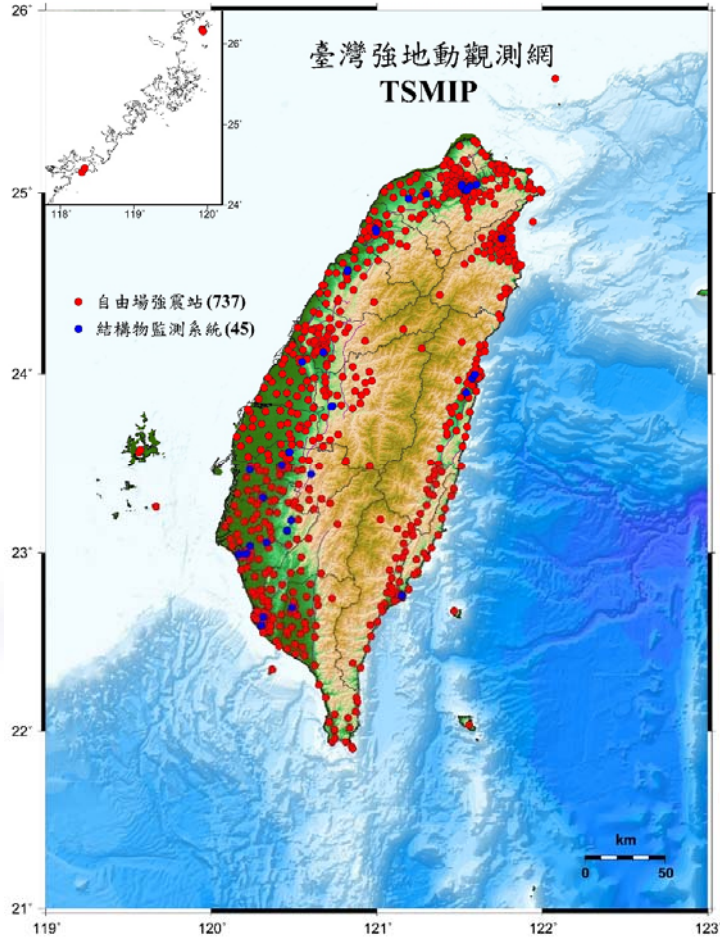
- 62個站
- 平均井深300公尺
- 每站安裝1個井下寬頻地震儀、1個井下強震儀、1個地表強震儀

## 海底地震儀觀測站

- 3個站 (今年底擴增至9個站)
- 海纜式觀測系統，陸上站位於頭城
- 水深1000公尺至6000公尺
- 每站安裝1個速度型地震儀、1個強震儀、1個海嘯壓力計



# 臺灣強地動觀測網 TSMIP



- 737個自由場強震站、45座結構物陣列
- 24位元FBA強震儀、200 Hz取樣率
- 觀測任務：
  - ✓ 強震紀錄資料庫建置
  - ✓ 強地動觀測研究
  - ✓ 耐震設計規範
  - ✓ 地震工程應用

# 安裝強震儀種類



早期



現今

Teledyne Geotech  
A800



Terra Tech  
IDS3602



Terra Tech  
IDS3602A



Teledyne Geotech  
A900



Teledyne Geotech  
SMART24A



Teledyne Geotech  
SMART24A+



Teledyne Geotech  
A900A



Kinematic  
K2



Kinematic  
ETNA



Tokyo Sokushin  
CV574C, CV575C



Nanometrics  
TitanCWB

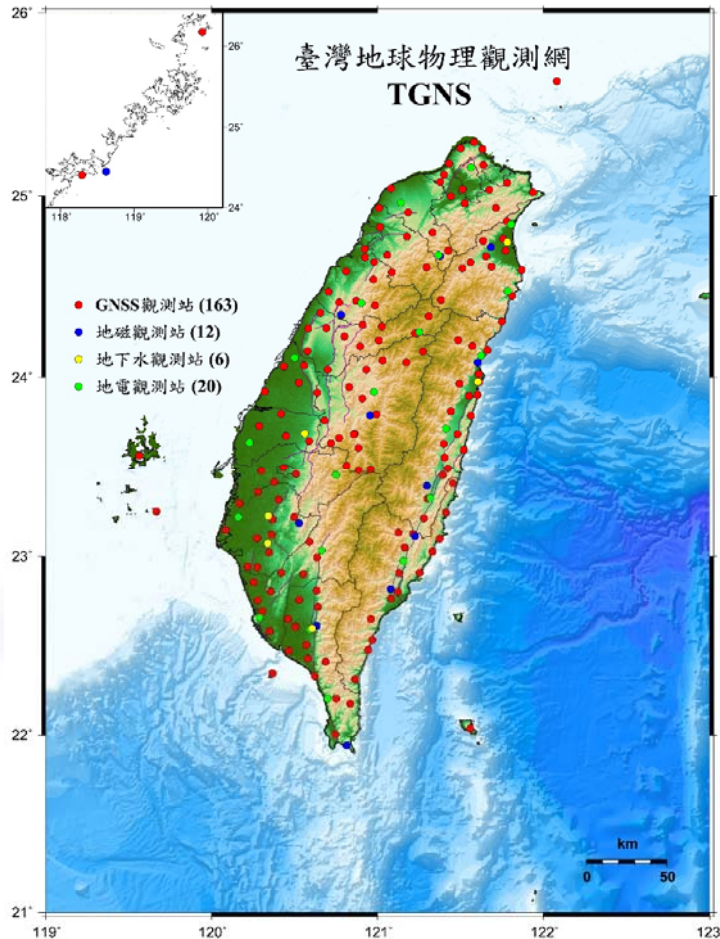


Nanometrics  
TitanCWB2





# 臺灣地球物理觀測網 TGNS



## ➤ 4類地球物理觀測站：

- ✓ 163個全球導航衛星GNSS觀測站
- ✓ 6個地下水位觀測站
- ✓ 12個地球磁場觀測站
- ✓ 20個大地電場觀測站

## ➤ 觀測任務：

- ✓ 地球物理資料庫建置
- ✓ 地震前兆研究
- ✓ 地表形變與活動斷層觀測

# 地球物理觀測站

## GNSS觀測站



## 地球磁場觀測站



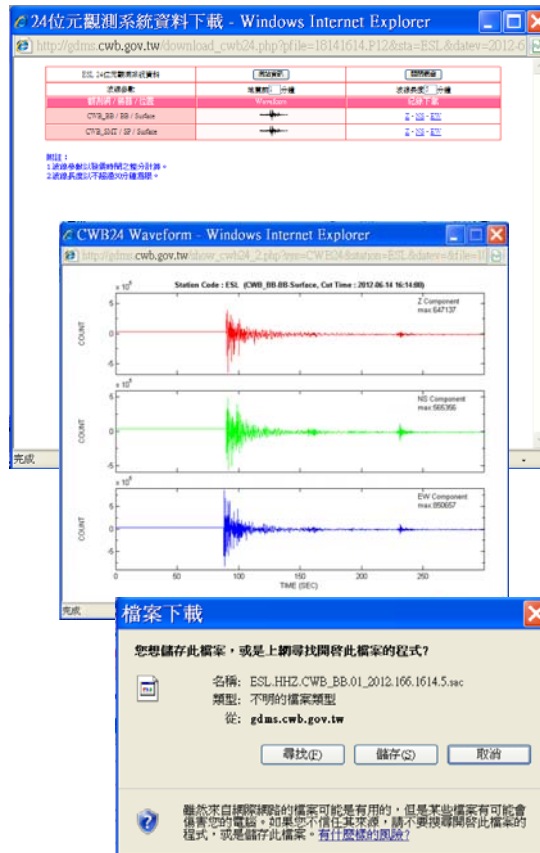
## 大地電場觀測站



## 地下水位觀測站



# 建置GDMS管理系統提供觀測資料



## GDMS累計資料量統計 (統計至2018年)

資料種類	資料量 (GB)
24位元地震儀連續紀錄	55,907.4
S13短週期地震儀連續紀錄	12,800.06
S13短週期地震儀觸發紀錄	719.13
寬頻地震儀連續紀錄	7,310.54
寬頻地震儀觸發紀錄	2,901.12
地震速報系統觸發紀錄	35.4
自由場強震站觸發紀錄	136
結構物監測系統觸發紀錄	104
GPS連續紀錄	1,830
地下水連續紀錄	156
磁力連續紀錄	107
其它	7.05
<b>總計</b>	<b>82,013.7</b>

中央氣象局地球物理資料管理系統GDMS，網址<http://gdms.cwb.gov.tw>

(張建興、林孝維、翁啟挺等) 11



# 運作中地震測報作業

```
01110001101011011101  
0010010011011010110101110101010110  
001011101010111011000111010  
10010011011010110101110101010001011110110101010110001100  
100110111100110110101101011010010  
1110101001001101011010101110101101010011100011010101101010101  
010111111101010110101010111000011000011  
11100011001100110111100110110101101011010010111010100100110101  
10111010110101010011011100  
1101101011010110100101110101001001101011010101110101101010  
011100011010110111010010010011011010111011101010  
1010010110101110001110000000100100110110101101  
0111010101010010111010111000100100011
```



# 氣象局運作中的地震測報作業

## ➤ 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處理，維護台灣自由場強地動資料庫

## ➤ GNSS資料解算作業

- ✓ 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

地震示警訊息發布

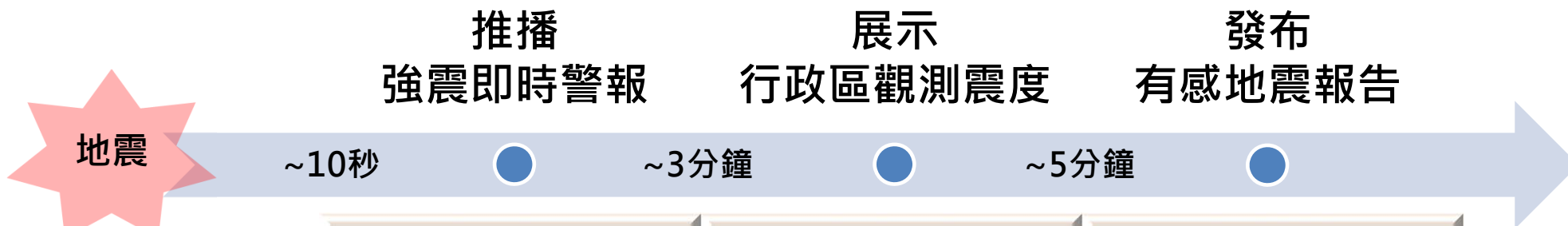
地震活動觀測

背景資料庫維護



# 有感地震資訊速報作業流程

有感地震資訊速報作業



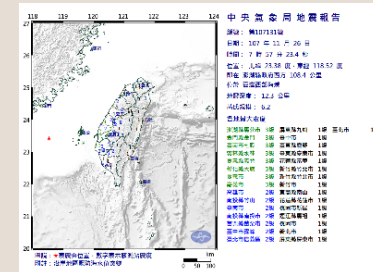
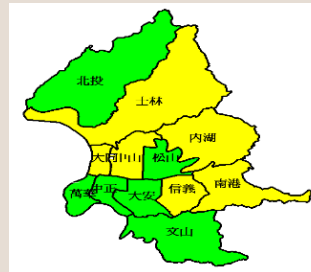
地震

~10秒

~3分鐘

~5分鐘

提供資訊



提供對象

學校、公共設施、防救災單位、一般民眾

防救災單位、公共設施

防救災單位、公共設施  
新聞媒體、一般民眾

資訊功能

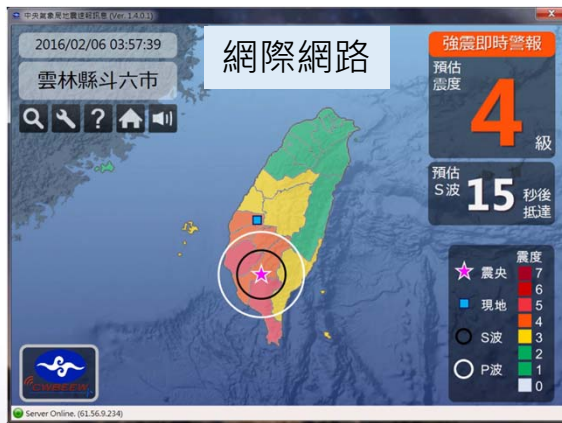
民眾緊急防護  
設備自動控制

災害範圍評估  
應變作業規劃

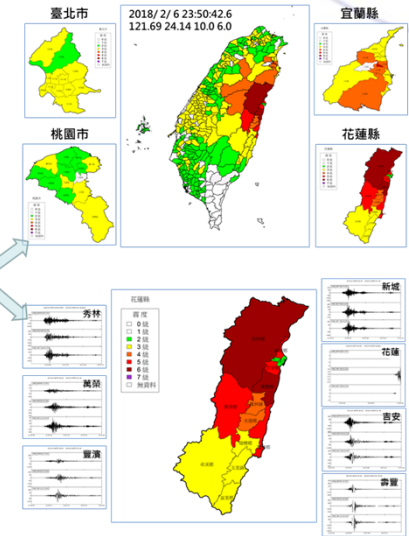
救災動員調度  
減少民眾恐慌

# 有感地震資訊速報資訊與管道 震度速報

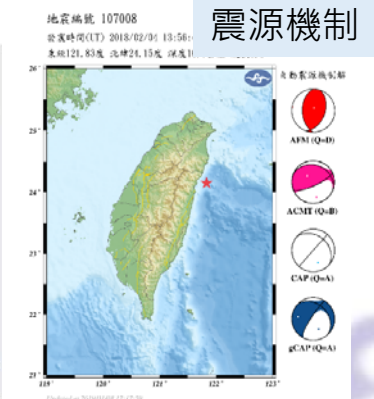
## 強震警報



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



## 地震報告



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

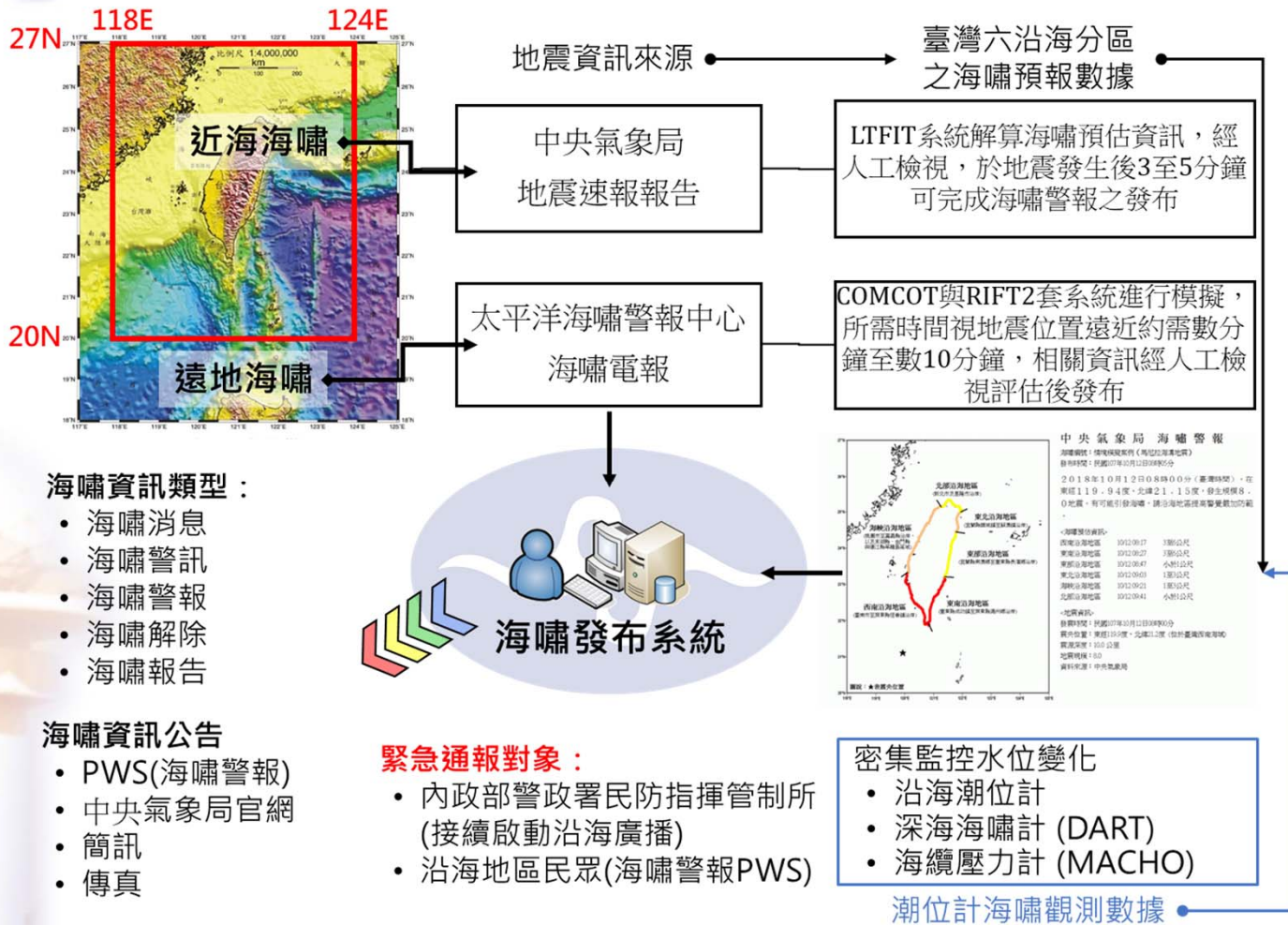
中央氣象局地震測報中心

Seismological Center, Central Weather Bureau

# 海嘯警報發布作業流程



## 海嘯警報發布作業



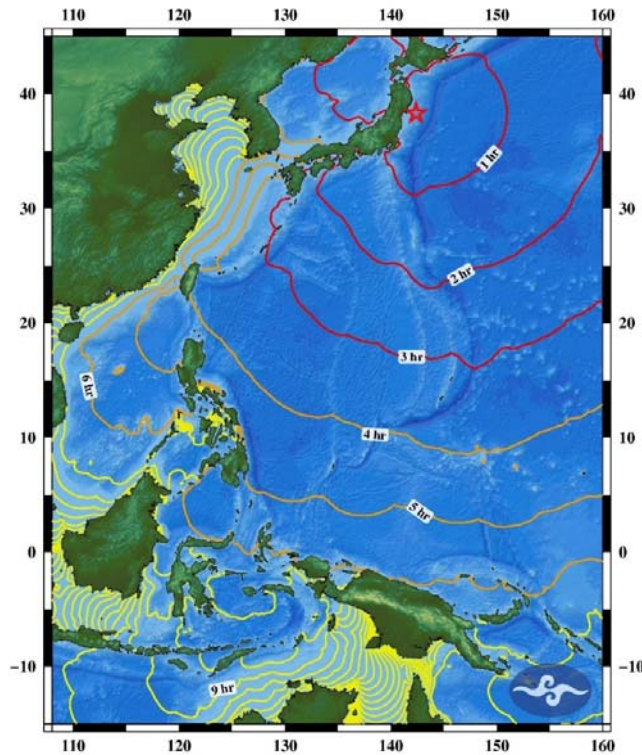
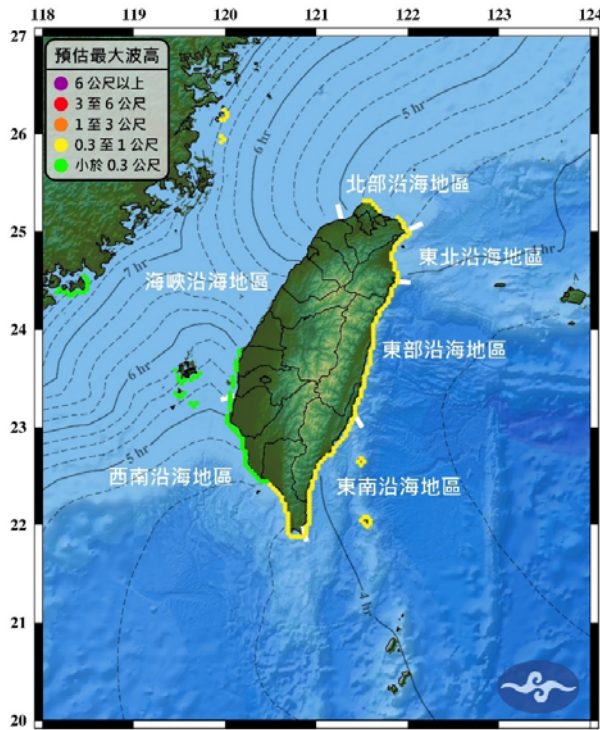
- LTFIT：中央大學陳伯飛教授協助建置
- COMCOT：中央大學吳祚任教授協助建置
- RIFT：氣象局邀請國外技術顧問王代林博士協助建置



# 海嘯警報通報產品與管道

發震時間(UTC)：2011/03/11 05:46  
經度：142.373, 緯度：38.297, 深度：29.0公里, 規模：9.1

發震時間(UTC)：2011/03/11 05:46  
經度：142.373, 緯度：38.297, 深度：29.0公里, 規模：9.1



預估海嘯走時：3小時內 3至6小時 6小時後

海嘯模擬系統預估波高等級與走時圖 (2011年日本331地震)

(李巧盈)



網路通報

2019/01/12 16:59:32

臺北市中正區

海嘯警報

編號：第102001號 第2報  
發布時間：2013/03/28 03:10:00

海嘯預估資訊：  
東南沿海地區 3/28 05:11 小於1公尺  
東部沿海地區 3/28 05:12 小於1公尺  
東北沿海地區 3/28 05:24 小於1公尺  
西南沿海地區 3/28 05:32 小於1公尺  
北部沿海地區 3/28 05:37 小於1公尺  
海峽沿海地區 3/28 06:30 小於1公尺

地震時間：2013/03/28 02:00:00  
震央：146.8°E 20.2°N  
規模：8.8  
深度：30 km  
地點：馬里亞那群島  
來源：美國太平洋海嘯警報中心

震央 ★ 預估波高(m)  
現地 ■ > 6  
          ■ 3-6  
          ■ 1-3  
          ■ < 1

PWS



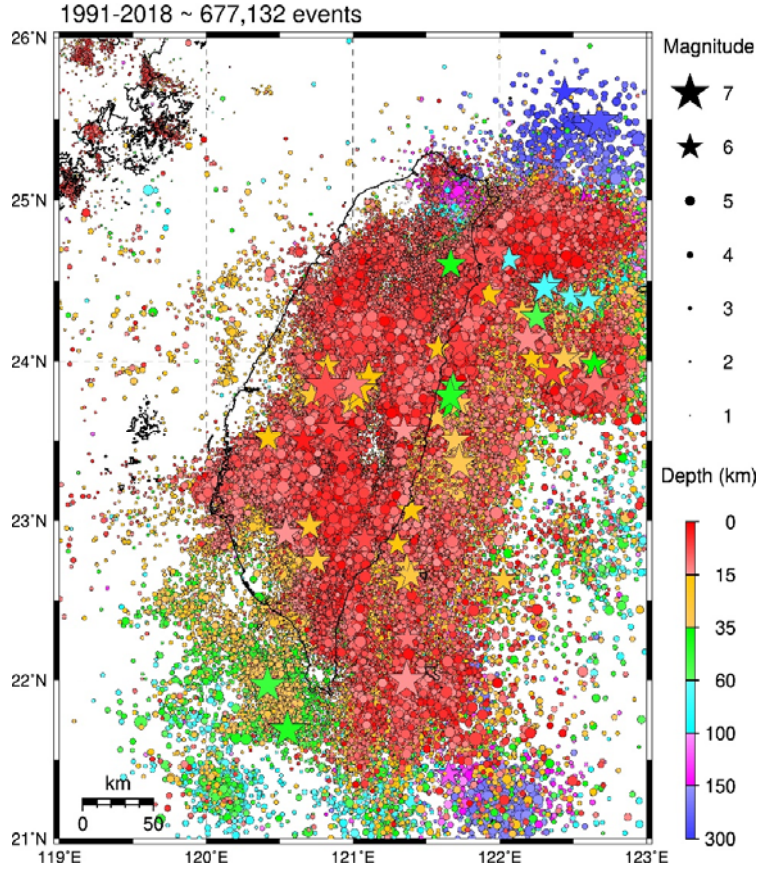
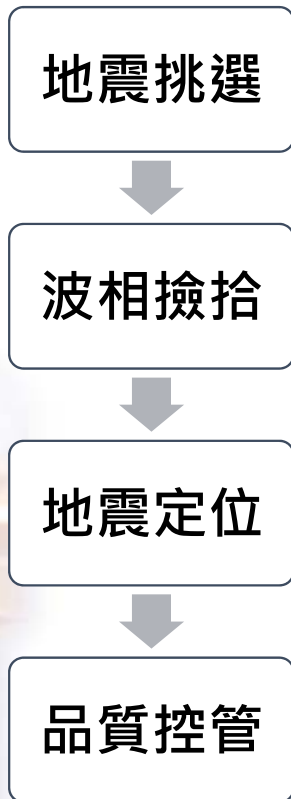
民管所防空警報系統



# 維護臺灣完整的地震目錄

## 地震活動觀測作業

### 作業流程



1991至2018年臺灣地區地震分布圖

### 氣象局地震目錄資料數量統計

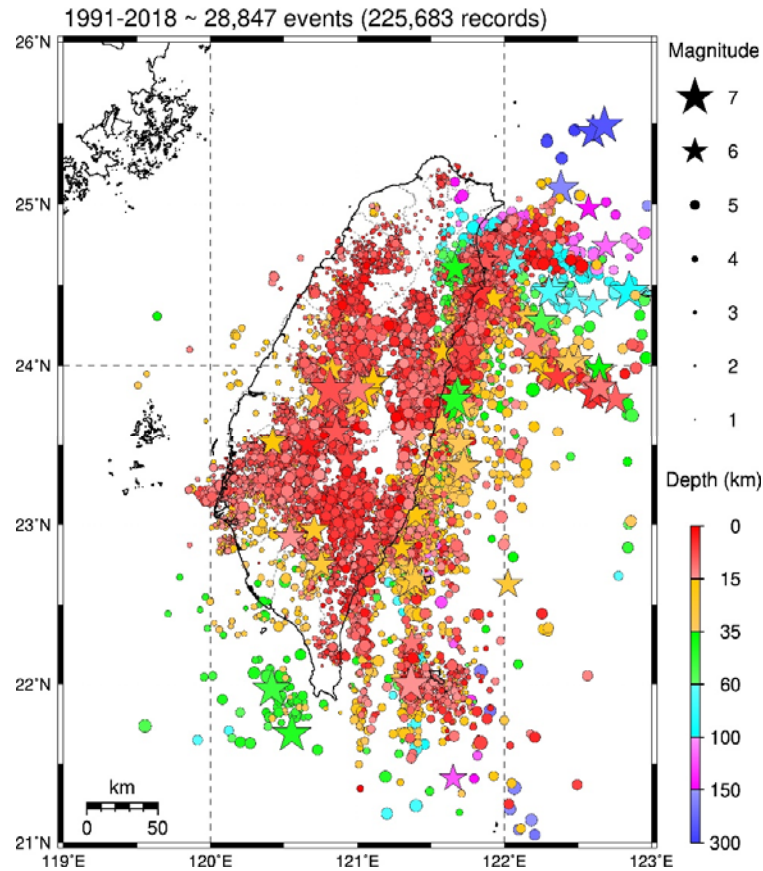
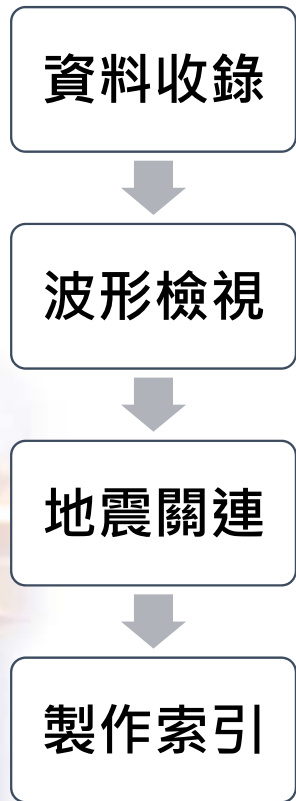
Year	CWB Earthquake Catalogue					
	Events No.	P arrivals	S arrivals	Polarity No.	Focal M. (FM)	Focal M. (CMT)
1991	4,950	63,465	31,010	27,578	9	0
1992	4,522	68,623	31,107	18,291	25	0
1993	5,449	79,700	47,644	18,496	58	0
1994	17,967	192,729	104,263	26,782	93	0
1995	14,806	175,801	99,463	25,329	107	0
1996	16,977	185,054	113,905	26,031	9	0
1997	15,649	169,447	118,730	22,232	124	0
1998	14,985	161,849	118,643	26,076	29	0
1999	49,928	505,205	416,231	57,160	96	0
2000	24,326	285,482	226,386	34,665	250	0
2001	16,245	190,968	150,682	20,682	153	0
2002	28,098	321,510	264,797	27,801	172	0
2003	25,451	298,718	232,020	34,618	202	0
2004	21,785	248,856	196,286	28,994	170	111
2005	22,094	247,028	200,018	30,229	211	177
2006	18,065	240,287	192,868	23,361	151	209
2007	16,424	227,497	179,720	21,358	180	179
2008	18,396	238,124	190,295	23,905	220	205
2009	20,365	265,366	207,429	28,186	344	256
2010	23,264	279,293	238,768	27,878	317	196
2011	21,742	251,383	223,295	26,883	401	199
2012	31,374	474,266	394,702	36,313	288	178
2013	43,570	763,353	688,192	41,275	290	178
2014	36,766	718,938	659,490	36,003	224	142
2015	44,838	949,882	863,725	39,010	220	148
2016	45,593	952,718	819,926	41,543	306	199
2017	34,539	802,417	683,124	56,633	249	98
2018*	38,964	965,273	816,484	81,522	234	129
<b>Totally</b>	<b>677,132</b>	<b>10,323,232</b>	<b>8,509,203</b>	<b>908,834</b>	<b>5,132</b>	<b>2,604</b>

\* 資料尚在處理中

(張建興、何美儀、陳燕玲等) 18

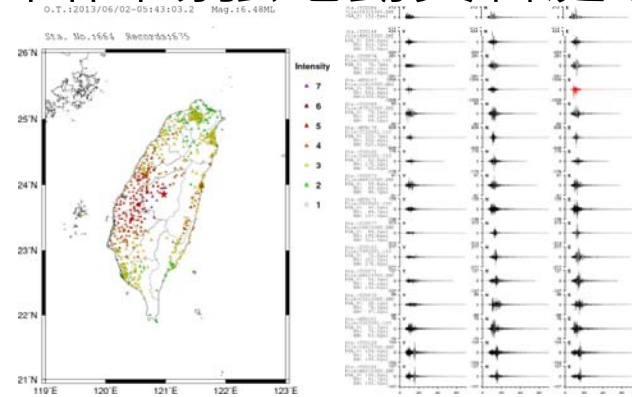
# 蒐集豐富自由場強地動紀錄

## 作業流程

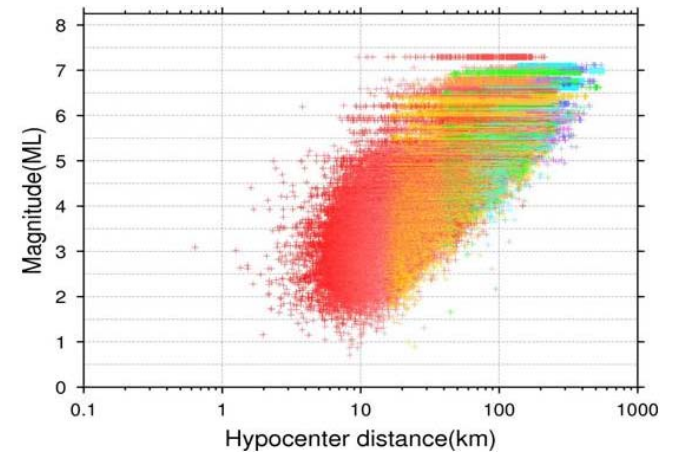


📍1991至2018年收錄強地動紀錄地震分布

## 自由場強地動資料處理作業



📍2013/6/2 M6.4南投地震強震紀錄



📍收錄強震紀錄的地震規模與震源距離分布情形

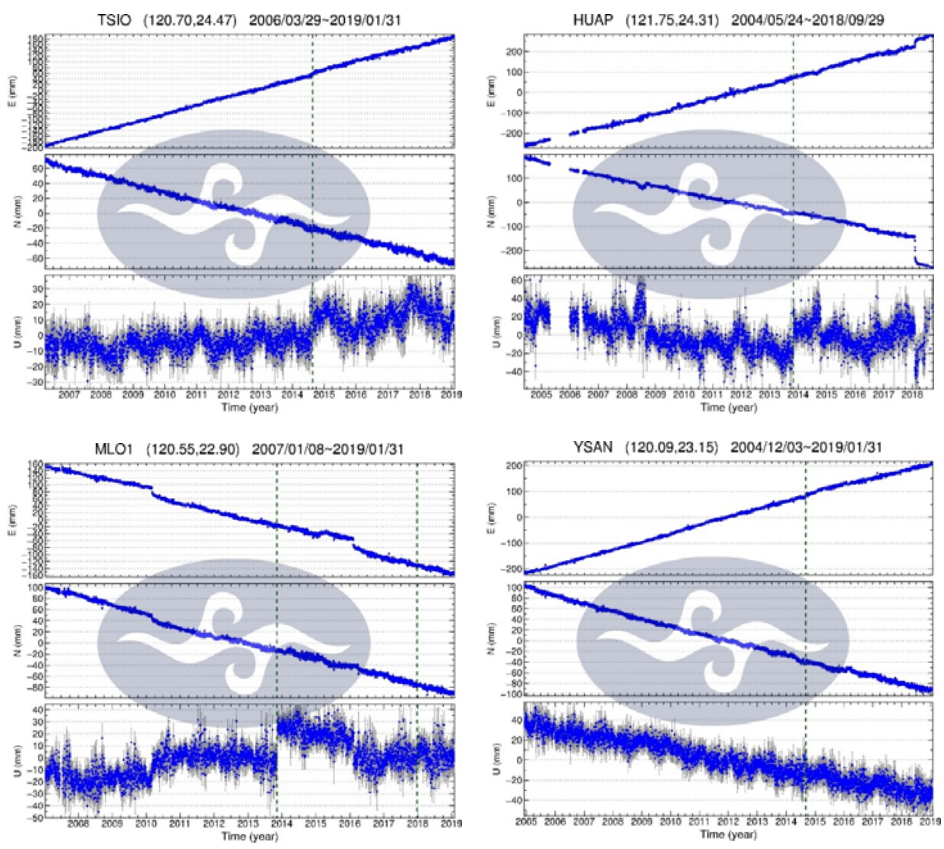
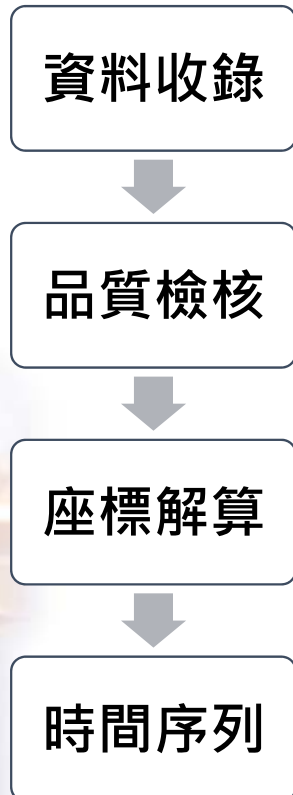
(張建興) 19



# 解算GNSS測站地表變形資料

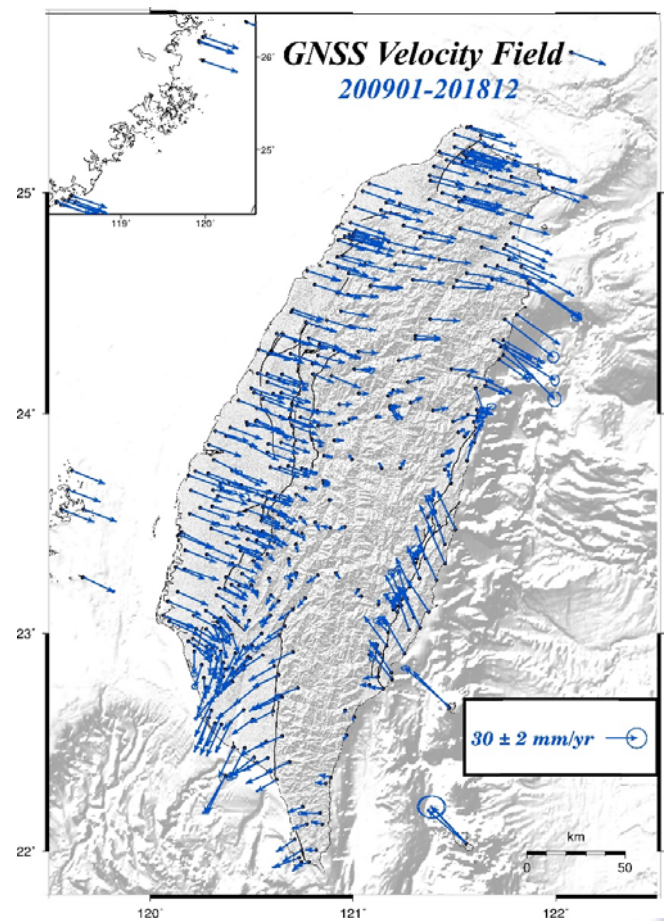
## GNSS資料解算作業

### 作業流程



GNSS測站三分量時間序列圖

(黃郁婷、李柏寬等)

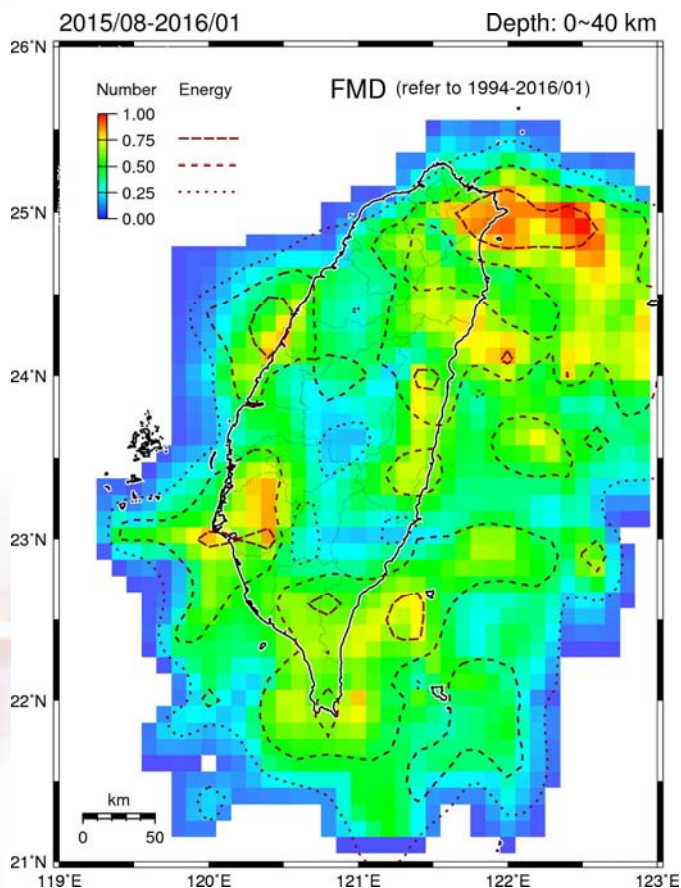


2009至2018年臺灣年平均速度場

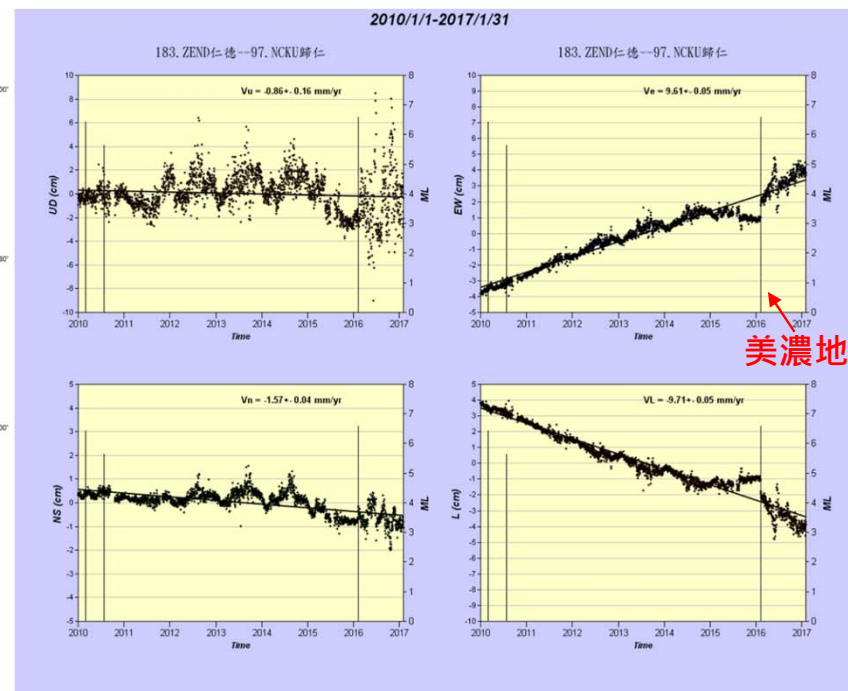
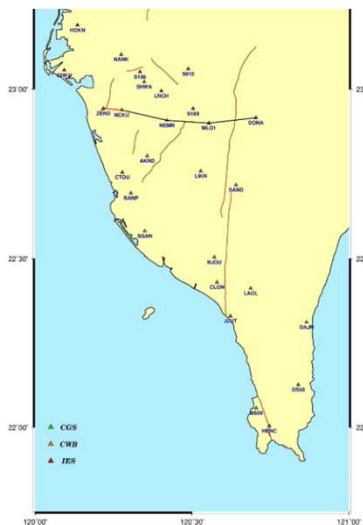
# 中長期地震前兆觀測

## 地震前兆觀測作業

- 地震活動時空變化
- 地表變形



(張建興)



美濃地震

➤ 美濃地震前半年地震活動頻率-能量分布變化

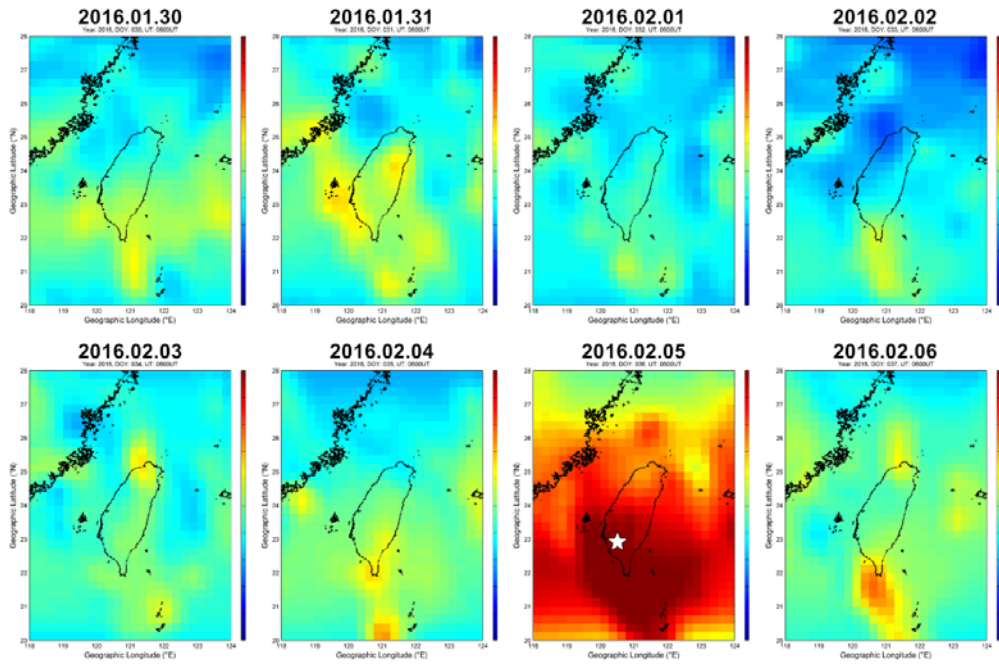
➤ 美濃地震前GNSS測站間基線變化

# 短期地震前兆觀測



## 地震前兆觀測作業

- 電離層電子含量變化
- 地球磁場異常
- 地下水位異常
- 大地電場變化



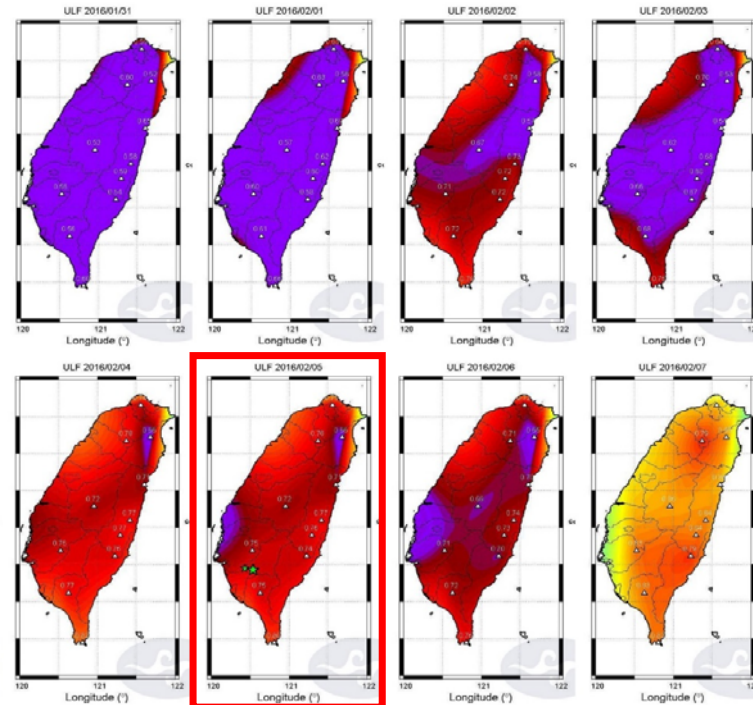
美濃地震前後電離層電子含量

分析成果

異常 地震	有	無
有	0.17	0.29
無	0.83	

■ 命中  
■ 漏報  
■ 誤報

(沈紋劭)



分析成果

異常 地震	有	無
有	14%	0.82
無	86%	

美濃地震前後超低頻磁力關係指數變化

(吳芳儒)



# 地震測報類委託研究計畫

```
01110001101011011101  
0010010011011010110101110101010110  
001011101010111011000111010  
10010011011010110101110101010001011110110101010110001100  
100110111100110110101101011010010  
1110101001001101011010101110101101010011100011010101101010101  
010111111101010110101010111000011000011  
1110001100110011011110011011010110101101001011101010010011010  
10111010110101010011011100  
1101101011010110100101110101001001101011010101110101101010  
011100011010110111010010010011011010111011101010  
1010010110101110001110000000100100110110101101  
0111010101010010111010111000100100011
```

# 中央氣象局地震測報類委託計畫

109年度

➤ 4項計畫分類共24個研究計畫 (含7個整合型計畫)

計畫分類	研究計畫名稱	計畫類型
地震前兆監測作業與技術之研發	臺灣地區109年地震前兆監測資料彙整及分析	整合型計畫
	利用力作用化學探討地震電磁前兆的生成機制	
地震速報及預警系統之強化與應用研究	臺灣地區109年中大型地震震源資訊之快速彙整與提供	整合型計畫
強化地震測報作業之相關研究	109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
	109年度臺灣海域地震與海嘯觀測之相關研究	整合型計畫
	109年度地震資料之分析應用	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 III	整合型計畫
	大屯火山活動監測相關應用研究 III	整合型計畫





## 結語 – 作業功能與合作關係

- 氣象局地震測報作業功能：
  - ✓ 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



# 簡報完畢 敬請指教