



行政法人 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

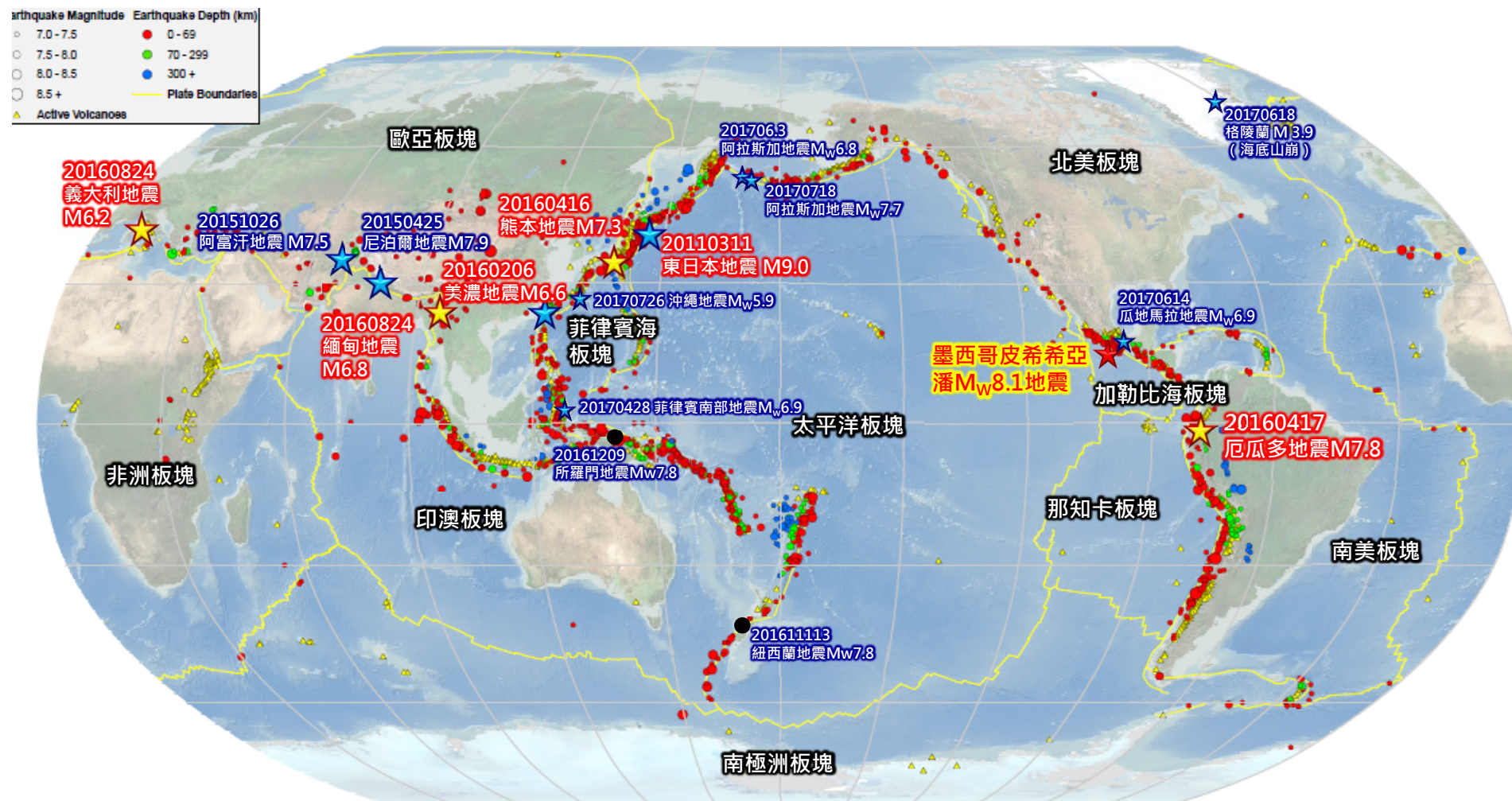
下一個地震來臨前，您準備好了嗎？

柯孝勳

國家災害防救科技中心

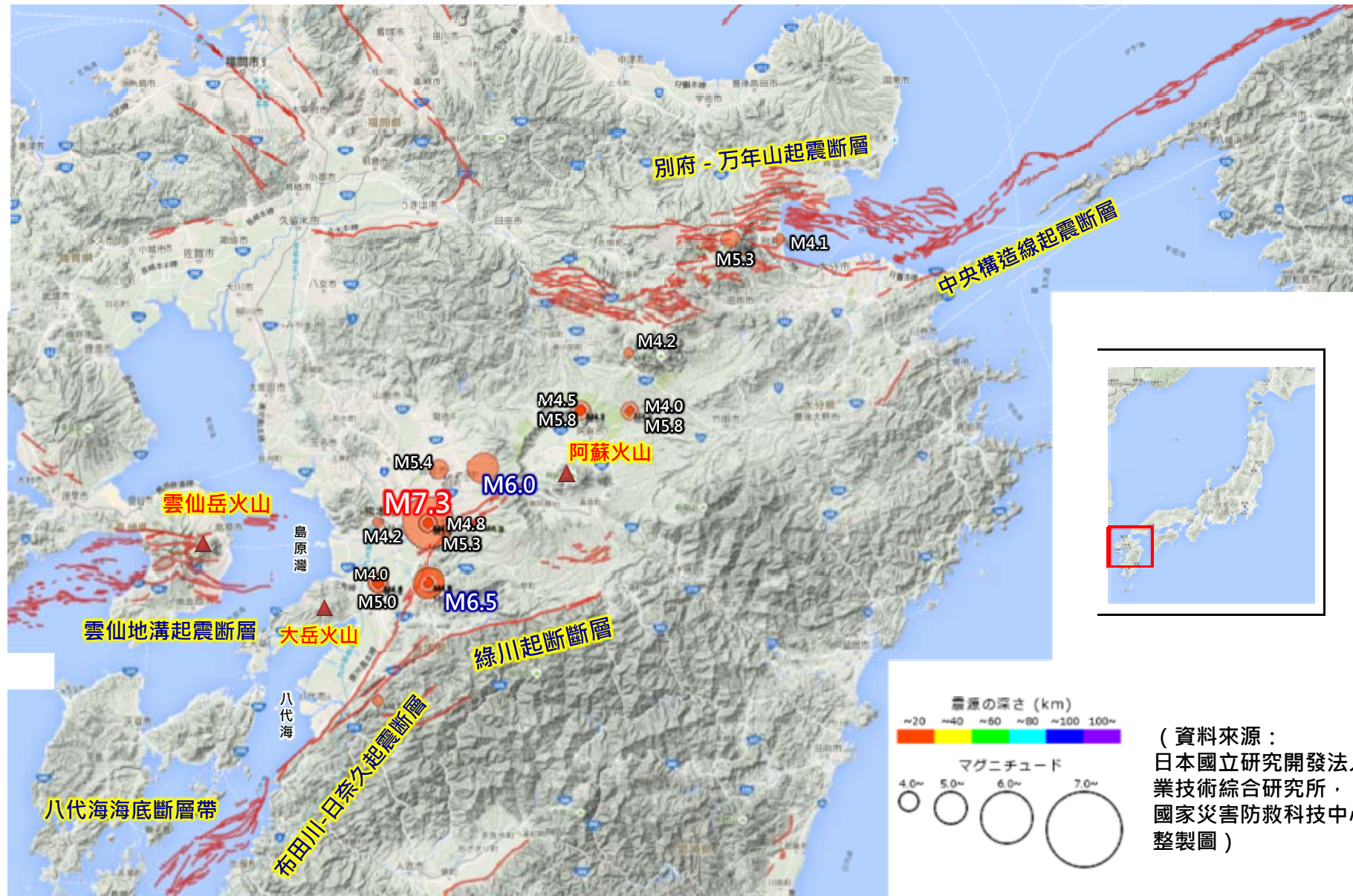
JAN. 24, 2018

近期致災性地震分布圖與板塊分布



(資料來源：美國USGS · 國家災害防救科技中心彙整製圖)

0416 日本熊本地震與活動斷層分布



熊本地震災情空間分析

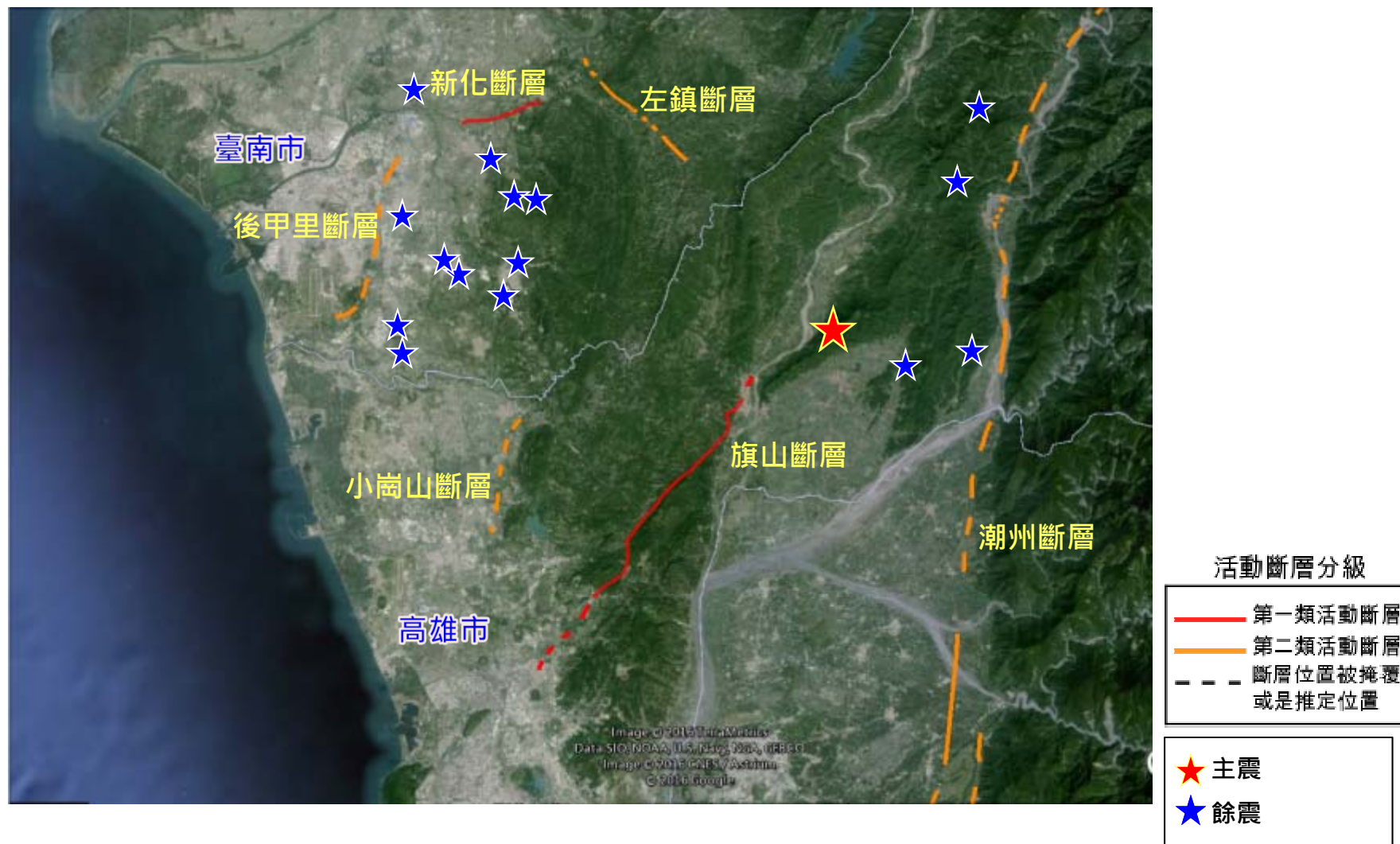
■ 建物災情分佈**主要沿布田川-日奈久斷層沿線**（斷層面上端）



（資料來源：日本內閣府應變對策本部・國家災害防救科技中心彙整製圖）

圖片來源：西日本新聞網

0206美濃地震震央鄰近活動斷層分布



0206美濃地震震源鄰近區域地質剖面圖



? 困惑 ?

斷層

盲斷層

板塊運動

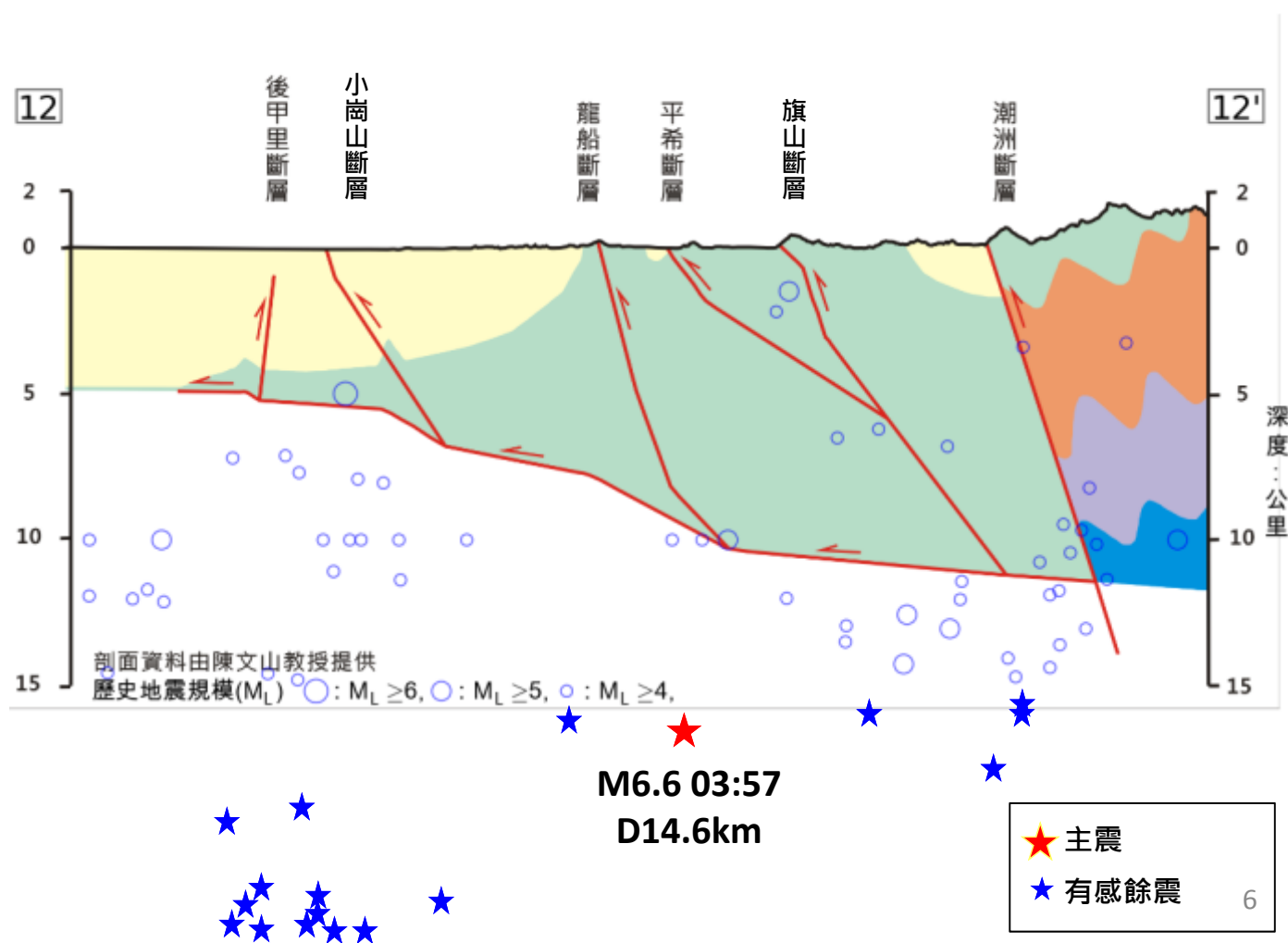
正斷層

逆斷層

雙主震

能量釋放

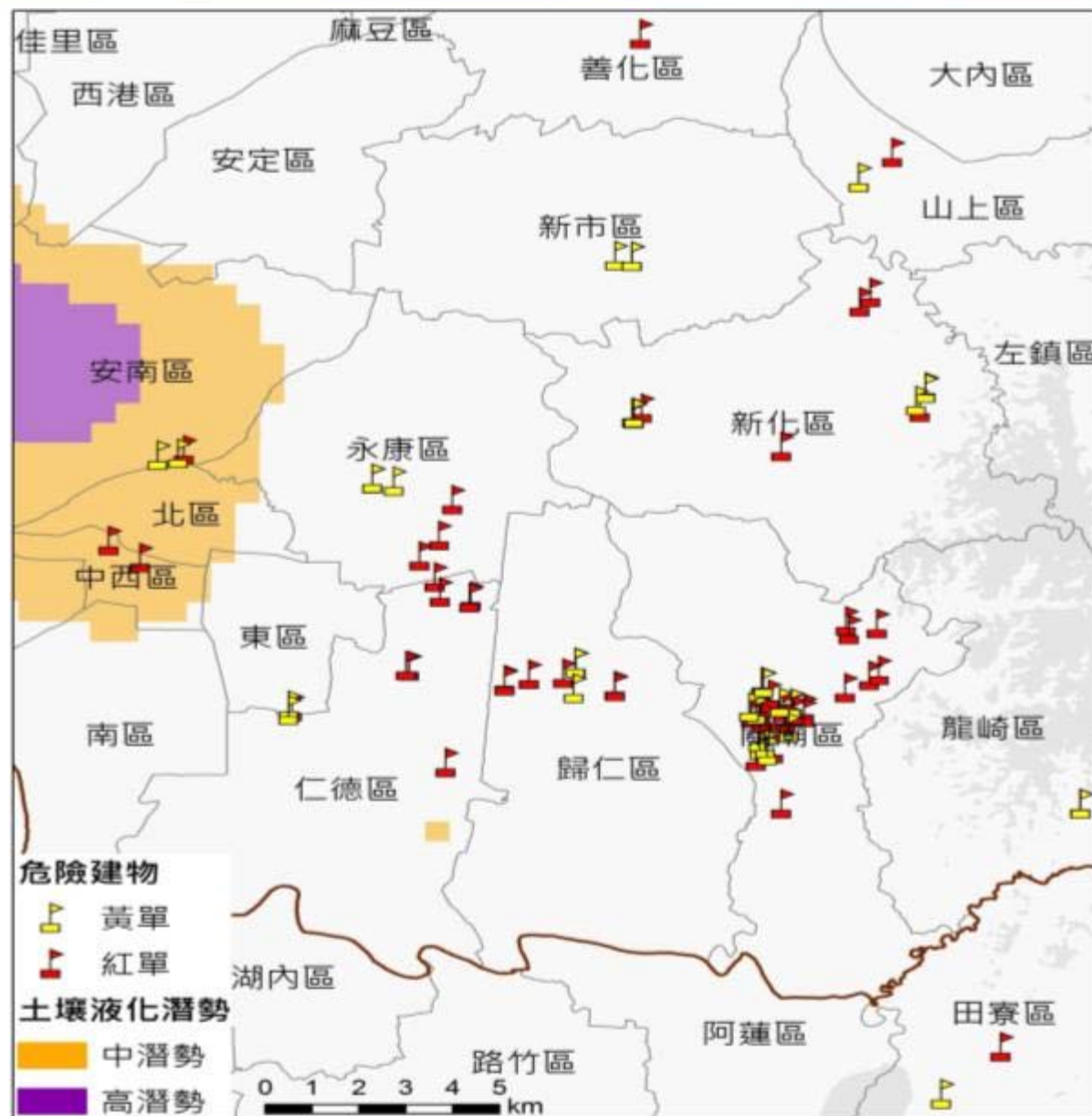
.....



美濃地震受損建物位置與液化分析區域



？困惑？
軟弱樓層
設計規範
施工細節
住商混合
材料品質
老舊房屋
哪裡是液化區
房屋傾斜
房屋沉陷



資料來源：地調所工程鑽孔資料、氣象局測站鑽孔資料、國家災害防救科技中心

主要倒塌、傾斜建物位置與液化分析區域



照片來源：

京城銀行：國家災害防救科技中心

永康區南興街建物、仁德區太子路民宅：成大杜怡萱

維冠金龍大樓：國防部

善化區大成市場：台南市經發局

山上區零售市場：高雄第一科技大學、國震中心

歸仁區幸福大樓、旺林飯店：鍾育霖

美濃地震液化受損建物位置



安南區惠安街民宅6號

房屋沉陷傾斜

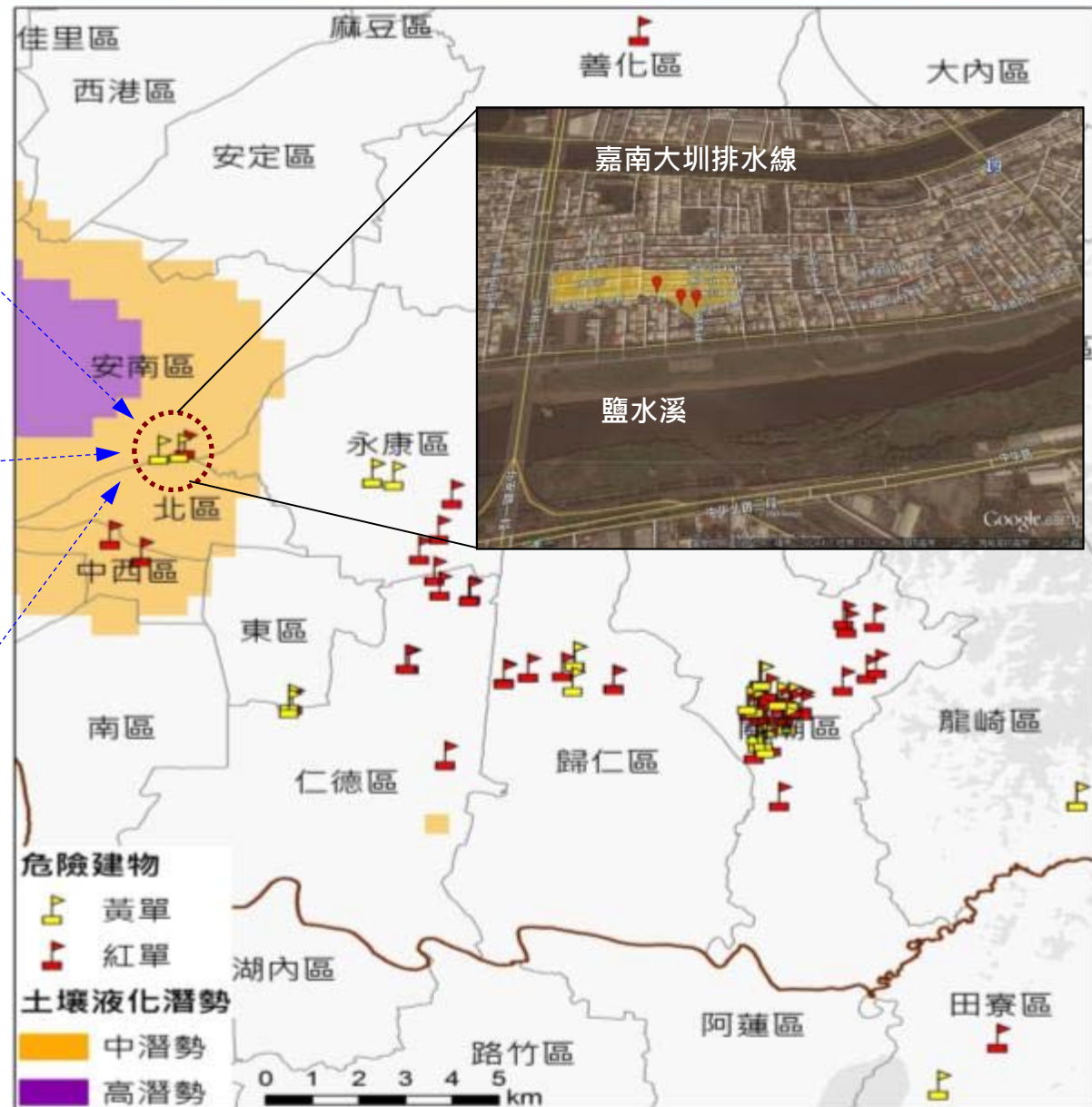
噴砂

安南區惠安街民宅22號

房屋傾斜

安南區府安路民宅

房屋沉陷傾斜
噴砂



資料來源：營建署、國家災害防救科技中心

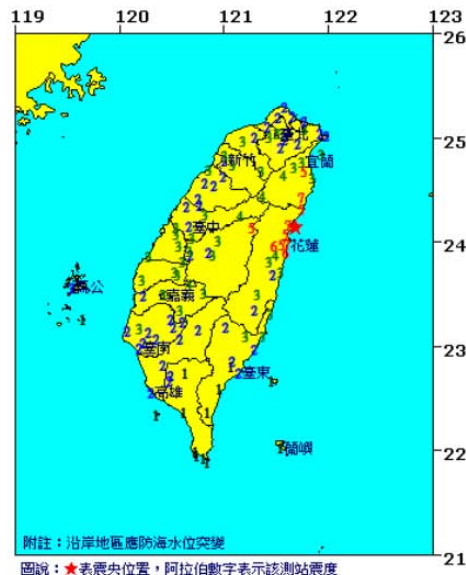
美濃地震山區崩塌與聚落安全巡檢



崩塌位置判釋共**18鄉鎮市**，**6個崩塌集中區域**



0206花蓮地震震源鄰近區域地質剖面圖



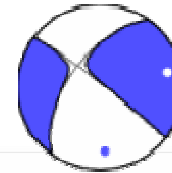
中央氣象局地震報告

編號：第107022號
 日期：107年2月6日
 時間：23時50分42.6秒
 位置：北緯24.14度，東經121.69度
 即在花蓮縣政府北偏東方18.3公里
 位於花蓮縣近海
 地震深度：10.0公里
 芮氏規模：6.0

圖例

本次震央
 ★
 斷層線
 〰

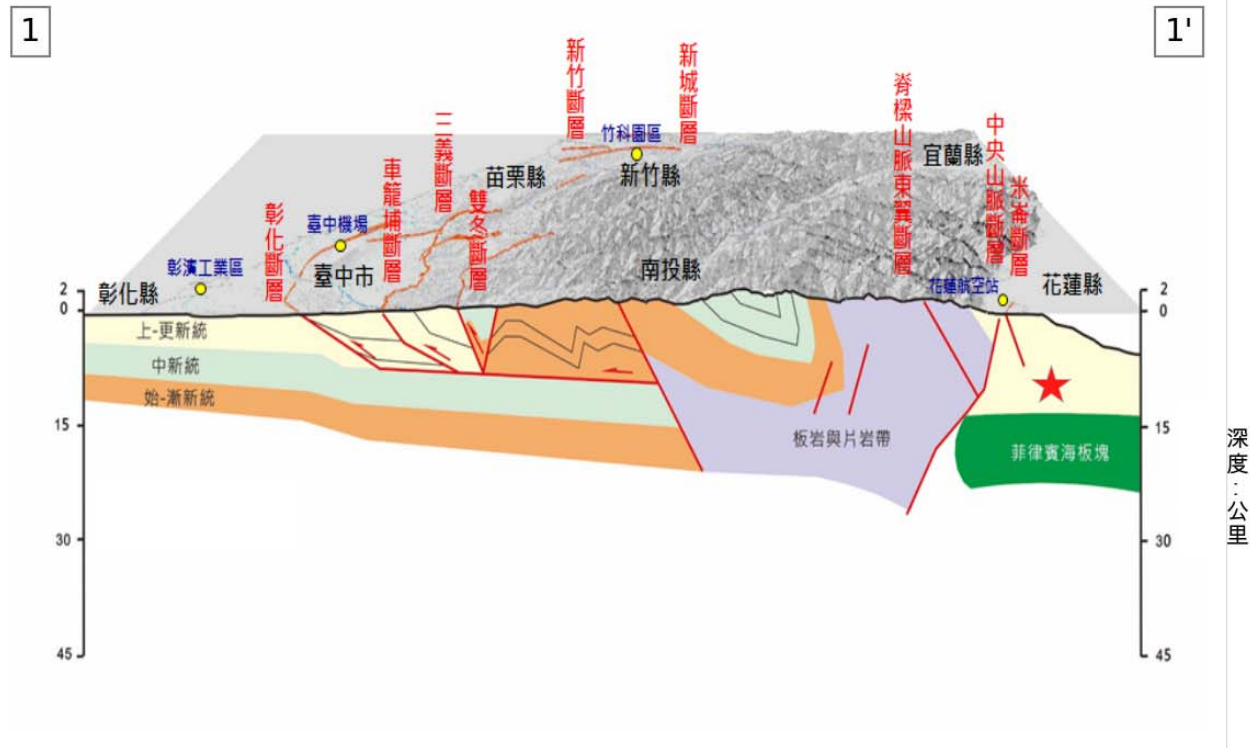
歷史地震規模(M_L)
 ○： $M_L \sim 6$
 ○： $M_L \sim 5$
 ○： $M_L \sim 4$



各地最大震度

花蓮縣花蓮市	7級	彰化縣彰化市	3級
宜蘭縣南澳	7級	雲林縣斗六市	3級
南投縣合歡山	5級	嘉義市	3級
臺中市德基	4級	新北市	3級
雲林縣耳嶺	4級	苗栗縣竹南	3級
桃園市三光	3級	臺南市佳里	3級
宜蘭縣宜蘭市	3級	新竹市	2級
新竹縣竹東	3級	苗栗縣苗栗市	2級
臺東縣長濱	3級	臺中市	2級
臺北市信義區	3級	基隆市	2級
臺北市	3級	新北市萬里	2級
新竹縣竹北市	3級	新北市石門	2級
新北市五分山	3級	高雄市桃源	2級
南投縣南投市	3級	臺東縣臺東市	2級
嘉義縣阿里山	3級	臺南市	2級
彰化縣員林	3級	屏東縣九如	2級

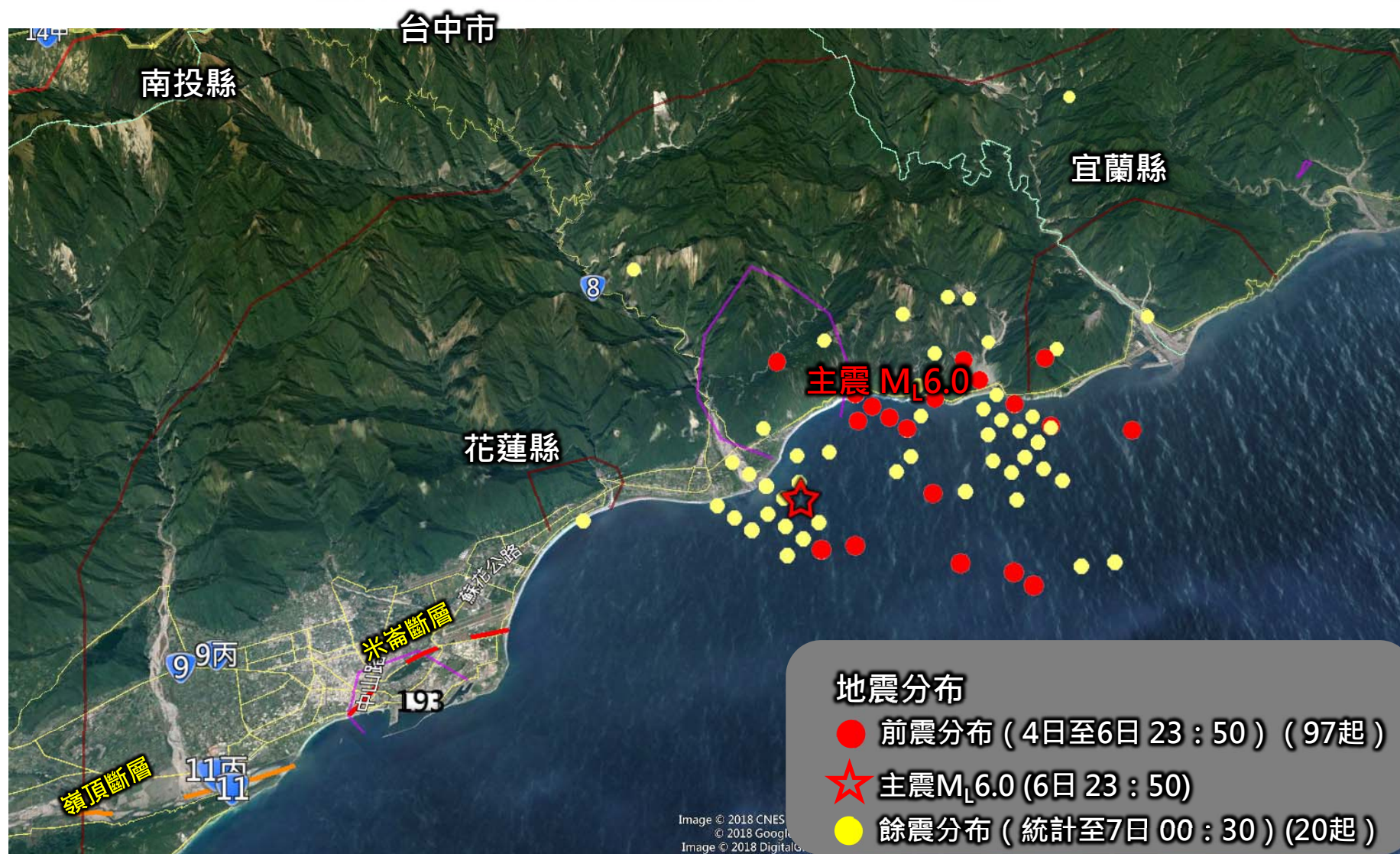
本報告係中央氣象局地震觀測網即時地震資料地震速報之結果。



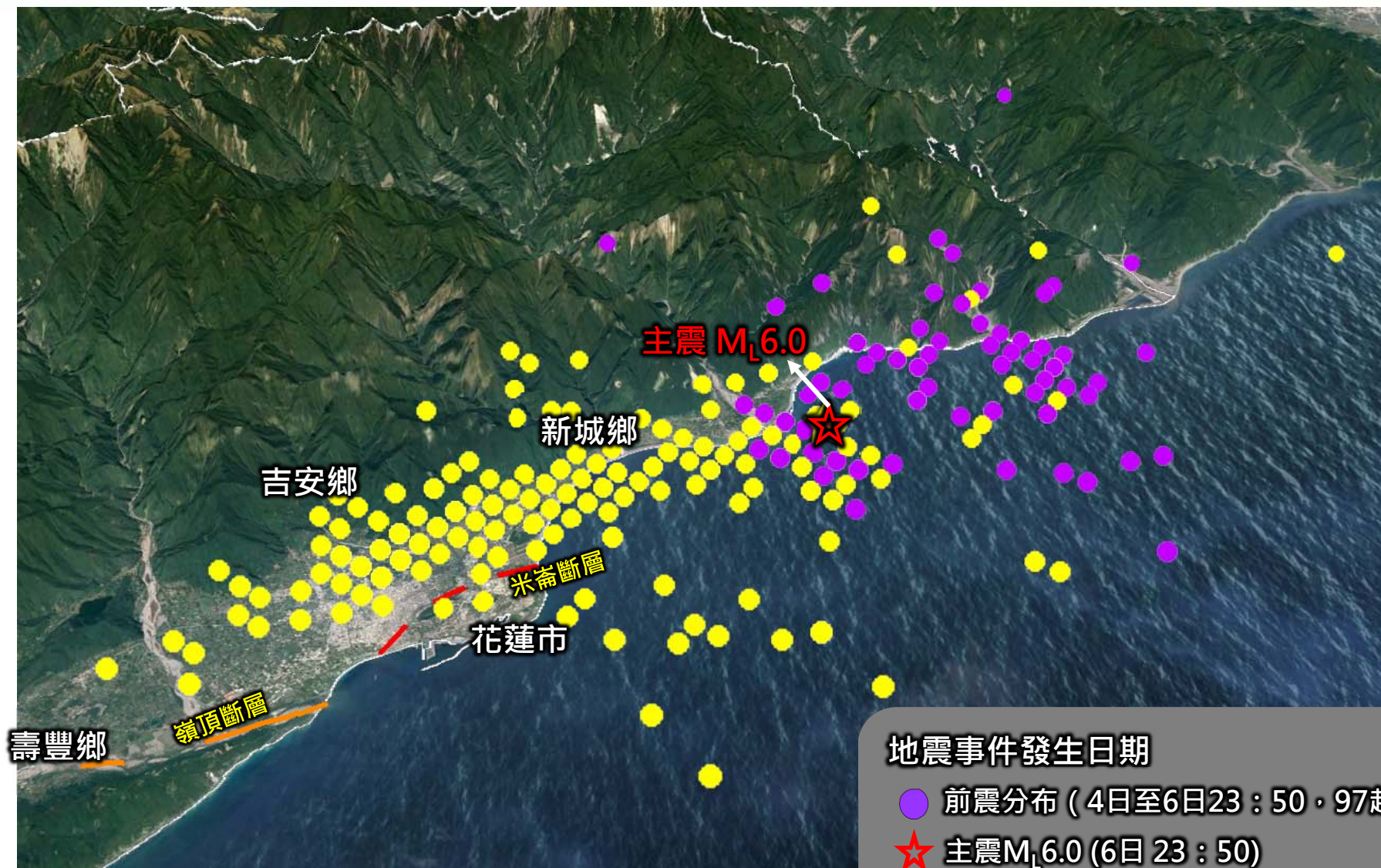
地質剖面：陳文山教授

震源機制解：中央研究院地球科學所

0206花蓮前震及餘震分布 (地震事件統計至02.07 00:30)



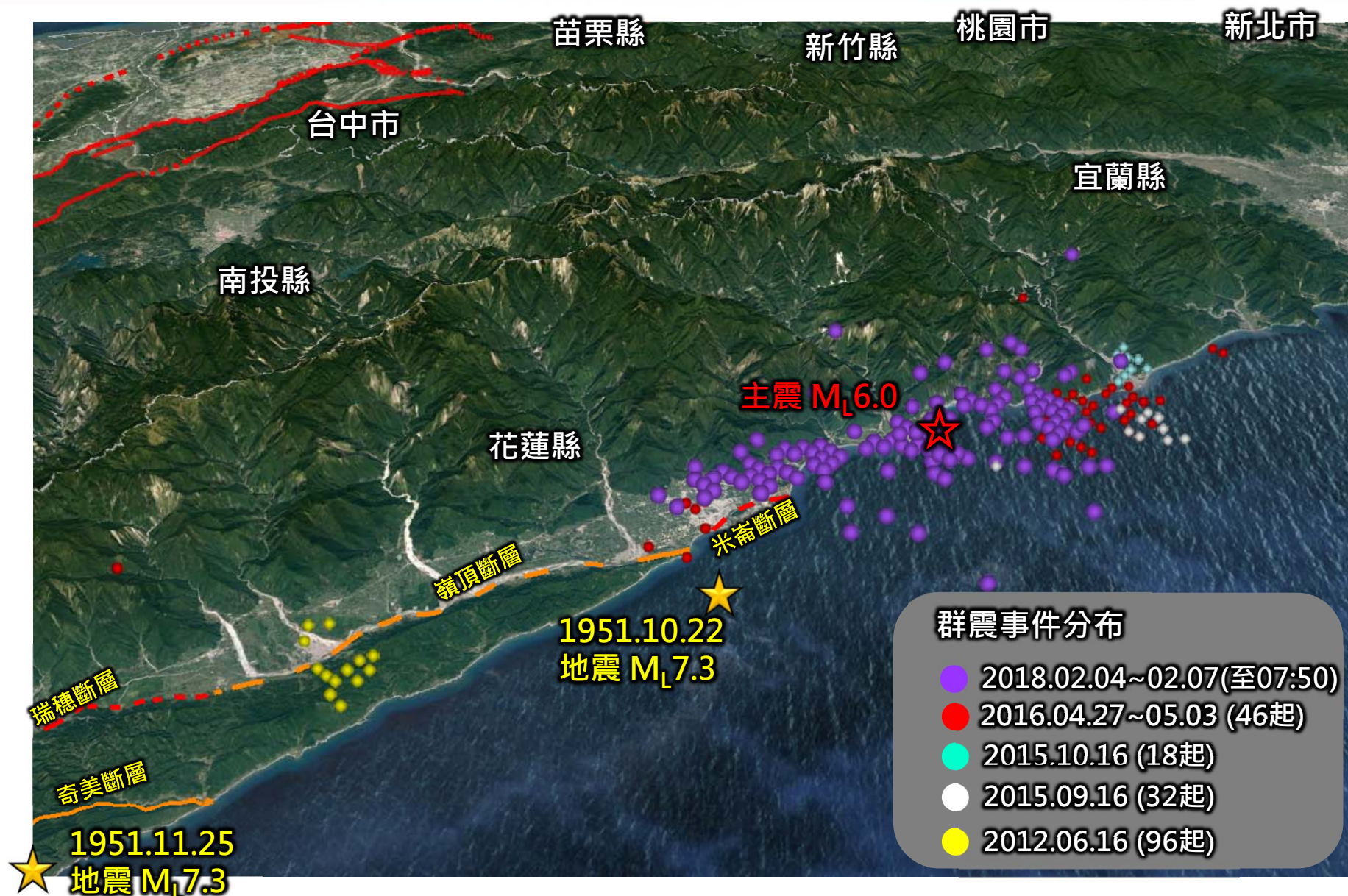
0206花蓮前震及餘震分布 (地震事件統計至02.08 14:00)



地震事件發生日期

- 前震分布 (4日至6日23:50, 97起)
- ★ 主震 $M_L 6.0$ (6日 23:50)
- 餘震分布 (至8日14:00, 共229起)

花東地區近年群震事件分布



0206花蓮主要災情分布



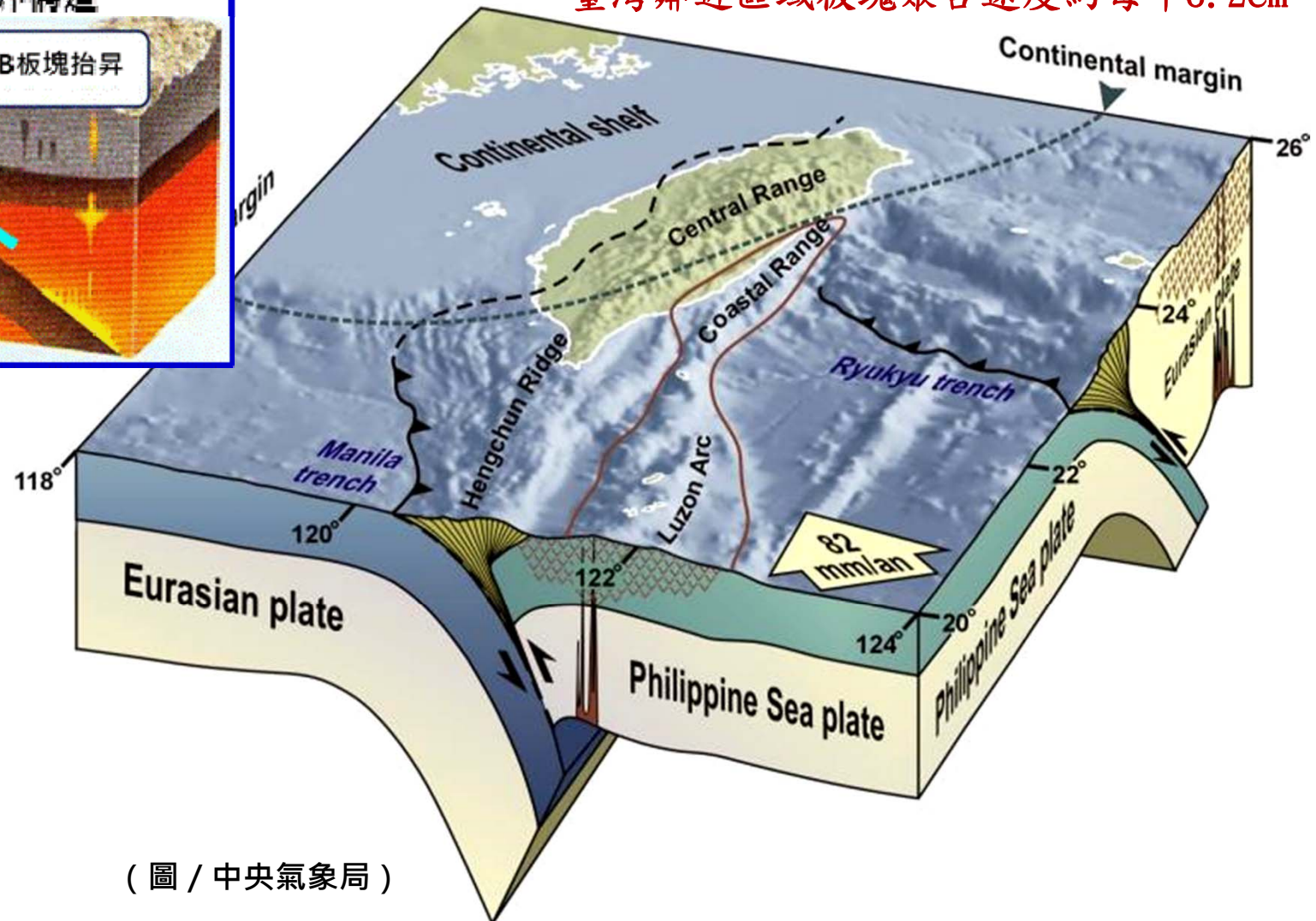
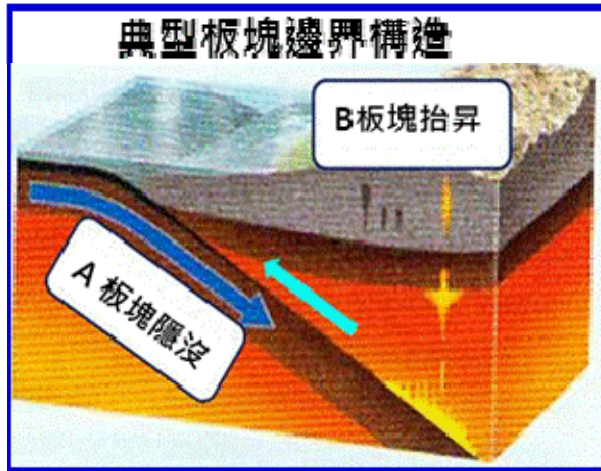
- 台灣的地震潛勢與特性--北部地區發生地震的機率大嗎？
- 土壤液化到底有哪些影響？
- 地震防災科技的發展--日本的地震預警技術，台灣有沒有？
- 地震的時候到底該怎麼躲才真正比較安全？



臺灣地質構造複雜

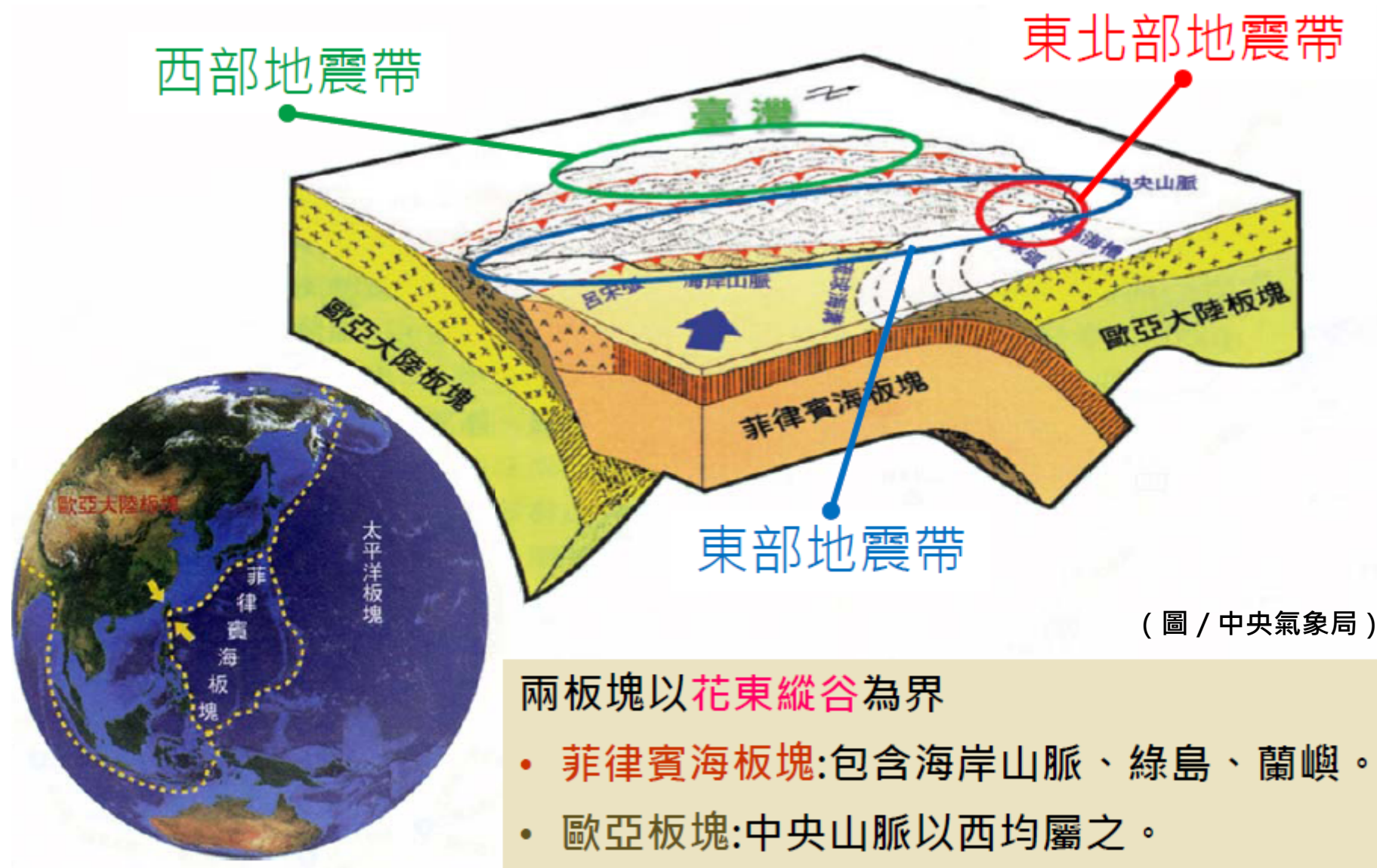
臺灣板塊邊界構造

臺灣鄰近區域板塊聚合速度約每年8.2cm



(圖 / 中央氣象局)

臺灣東、西部地震差異

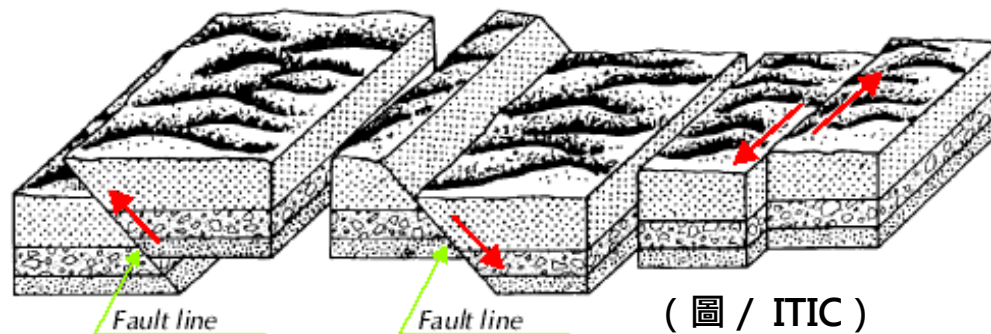


斷層錯動機制

逆斷層

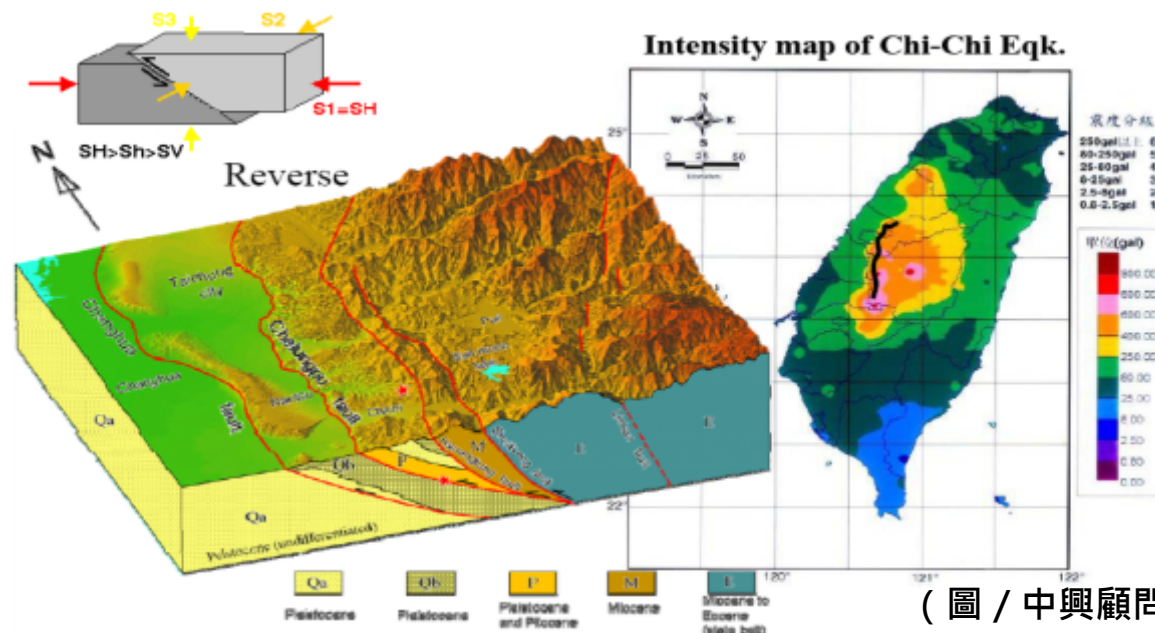
正斷層

平移斷層



斷層經常是地震釋放能量的地方。斷層可分類為：

1. 逆斷層。
2. 正斷層。
3. 平移斷層。

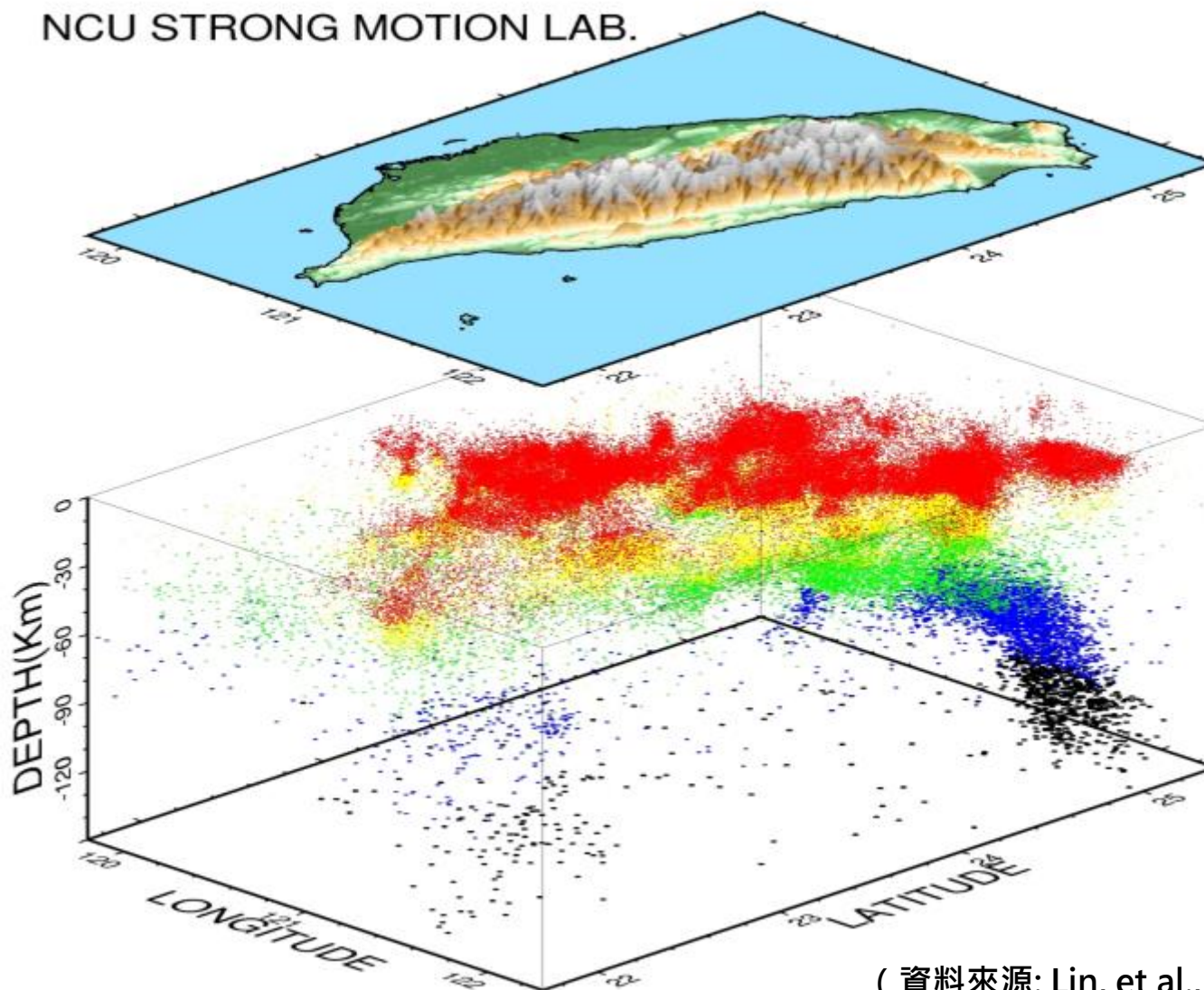


通常以逆斷層（尤其位於上盤處）造成之地震災害規模較大，且較易形成海嘯。

(圖 / 中興顧問社簡報，鄭錦桐)

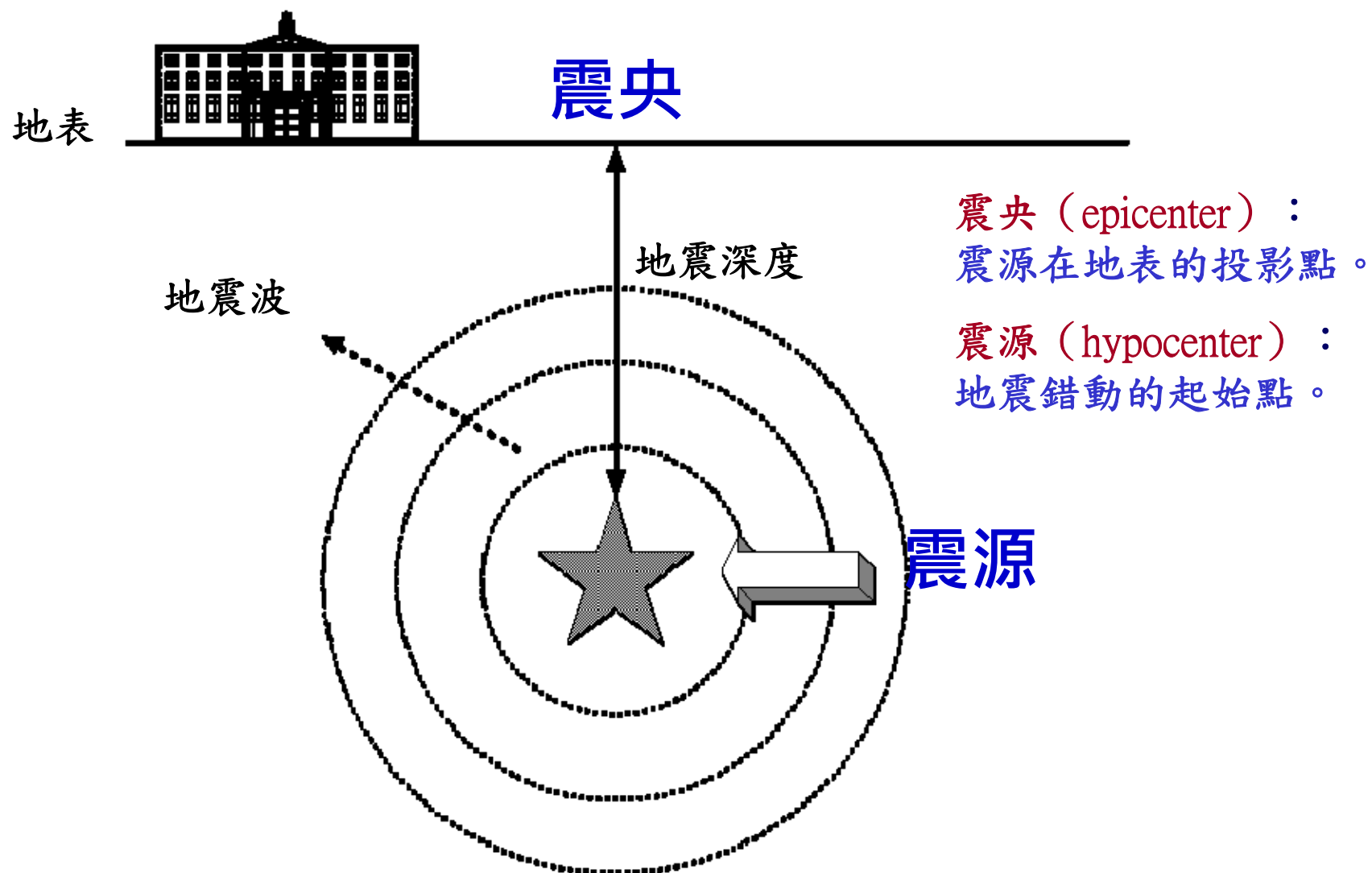
臺灣東、西部歷史地震分布

NCU STRONG MOTION LAB.



(資料來源: Lin, et al., 2004)

震源 (Epicenter) VS. 震央 (Hypocenter)



規模 (Magnitude) VS. 震度 (Intensity)

地震規模

- 用來描述地震能量的大小。
- 一次地震只有一個規模。
- 無單位，有小數點。
- 例如：

東日本大地震地震規模為9.0

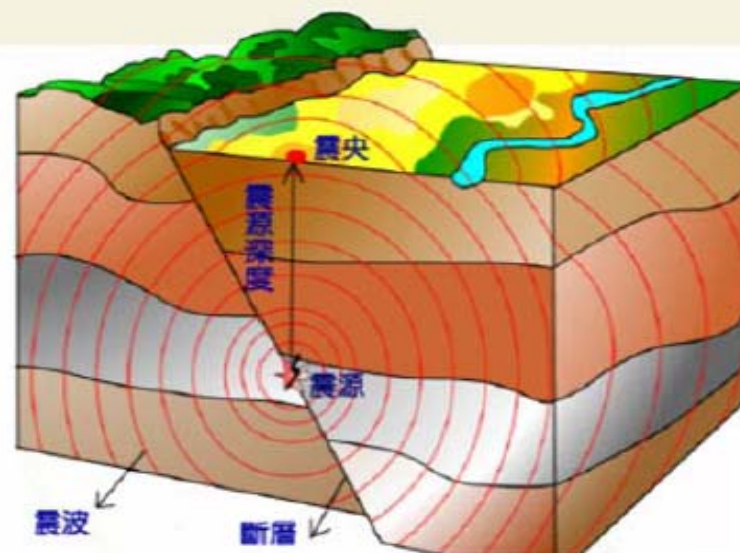
VS

地震震度

- 用來描述搖晃程度的大小。
- 一個地震在各地方搖晃程度不同。
- 單位為級數，為整數。
- 例如：東京地區震度五級。

震源深度

極淺地震：0 ~ 30公里
淺層地震：30 ~ 70公里
中層地震：70 ~ 300公里
深層地震：300 ~ 700公里



震度是表示地震時地面上的人所感受到震動的激烈程度，
或物體因受震動所遭受的破壞程度。

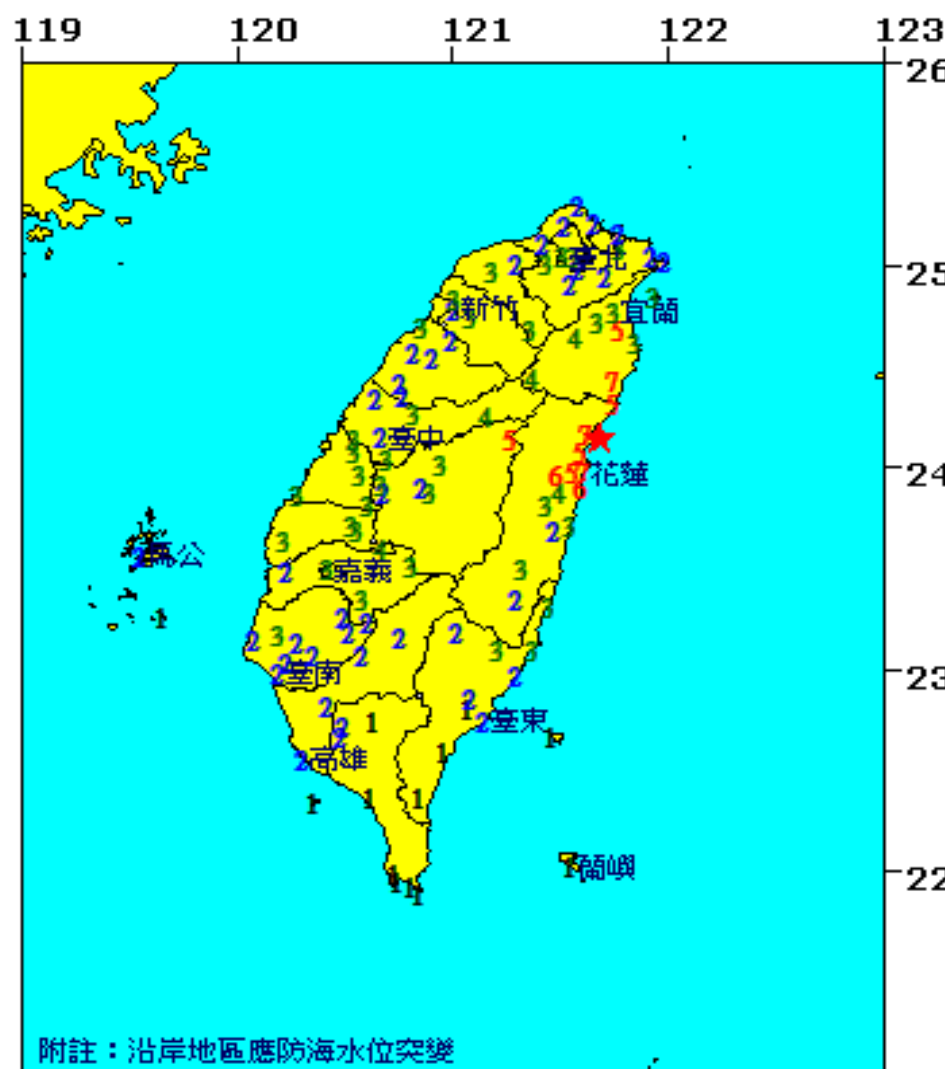


交通部中央氣象局地震震度分級表(2000年8月1日公告)

震度分級	地動加速度 (cm/s ² , Gal)	簡易圖示	人的感受	屋內情形	屋外情形
0 無感	0.8 以下		人無感覺。		
1 微震	0.8~2.5		人靜止時可感覺微小搖晃。		
2 輕震	2.5~8.0		大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人有部分會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短。
3 弱震	8~25		幾乎所有的人都感覺搖晃，有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖擺。	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃。
4 中震	25~80		有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒。	房屋搖動甚烈，底座不穩，物品傾倒，較重傢俱移動，可能有輕微災害。	汽車駕駛人略微有感，電線明顯搖晃，步行中的人也感到搖晃。
5 強震	80~250		大多數人會感到驚嚇恐慌。	部分牆壁產生裂痕，重傢俱可能翻倒。	汽車駕駛人明顯感覺地震，有些牌坊煙囪傾倒。
6 烈震	250~400		搖晃劇烈以致站立困難。	部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形。	汽車駕駛人開車困難，出現噴沙噴泥現象。
7 劇震	400 以上		搖晃劇烈以致無法依意志行動。	部分建築物受損嚴重或倒塌，幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面。	山崩地裂，鐵軌彎曲，地下管線破壞。

(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局地震報告



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

中央氣象局地震報告

編號：第107022號

日期：107年2月6日

時間：23時50分42.6秒

位置：北緯24.14度，東經121.69度
即在花蓮縣政府北偏東方18.3公里
位於花蓮縣近海

地震深度：10.0公里

芮氏規模：6.0

各地最大震度

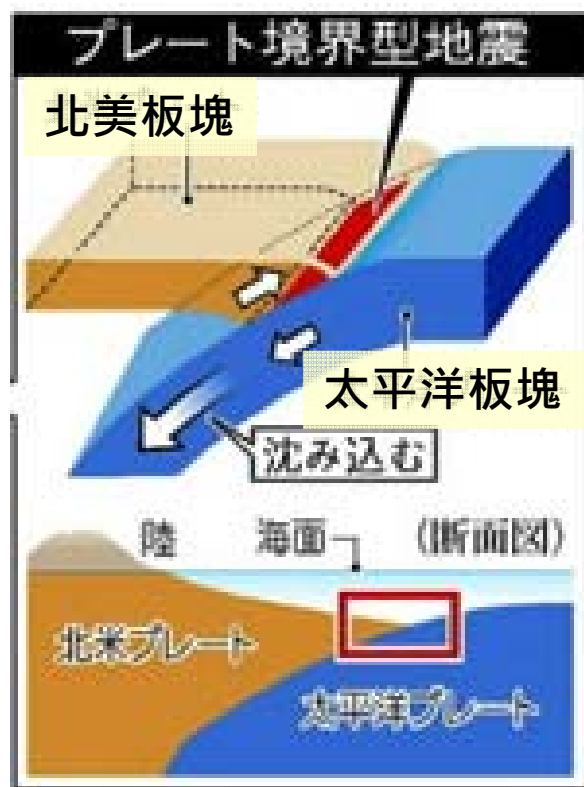
花蓮縣花蓮市	7級	彰化縣彰化市	3級
宜蘭縣南澳	7級	雲林縣斗六市	3級
南投縣合歡山	5級	嘉義市	3級
臺中市德基	4級	新北市	3級
雲林縣草嶺	4級	苗栗縣竹南	3級
桃園市三光	3級	臺南市佳里	3級
宜蘭縣宜蘭市	3級	新竹市	2級
新竹縣竹東	3級	苗栗縣苗栗市	2級
臺東縣長濱	3級	臺中市	2級
臺北市信義區	3級	基隆市	2級
臺北市	3級	新北市萬里	2級
新竹縣竹北市	3級	新北市石門	2級
新北市五分山	3級	高雄市桃源	2級
南投縣南投市	3級	臺東縣臺東市	2級
嘉義縣阿里山	3級	臺南市	2級
彰化縣員林	3級	屏東縣九如	2級

本報告係中央氣象局地震觀測網即時地震資料
地震速報之結果。

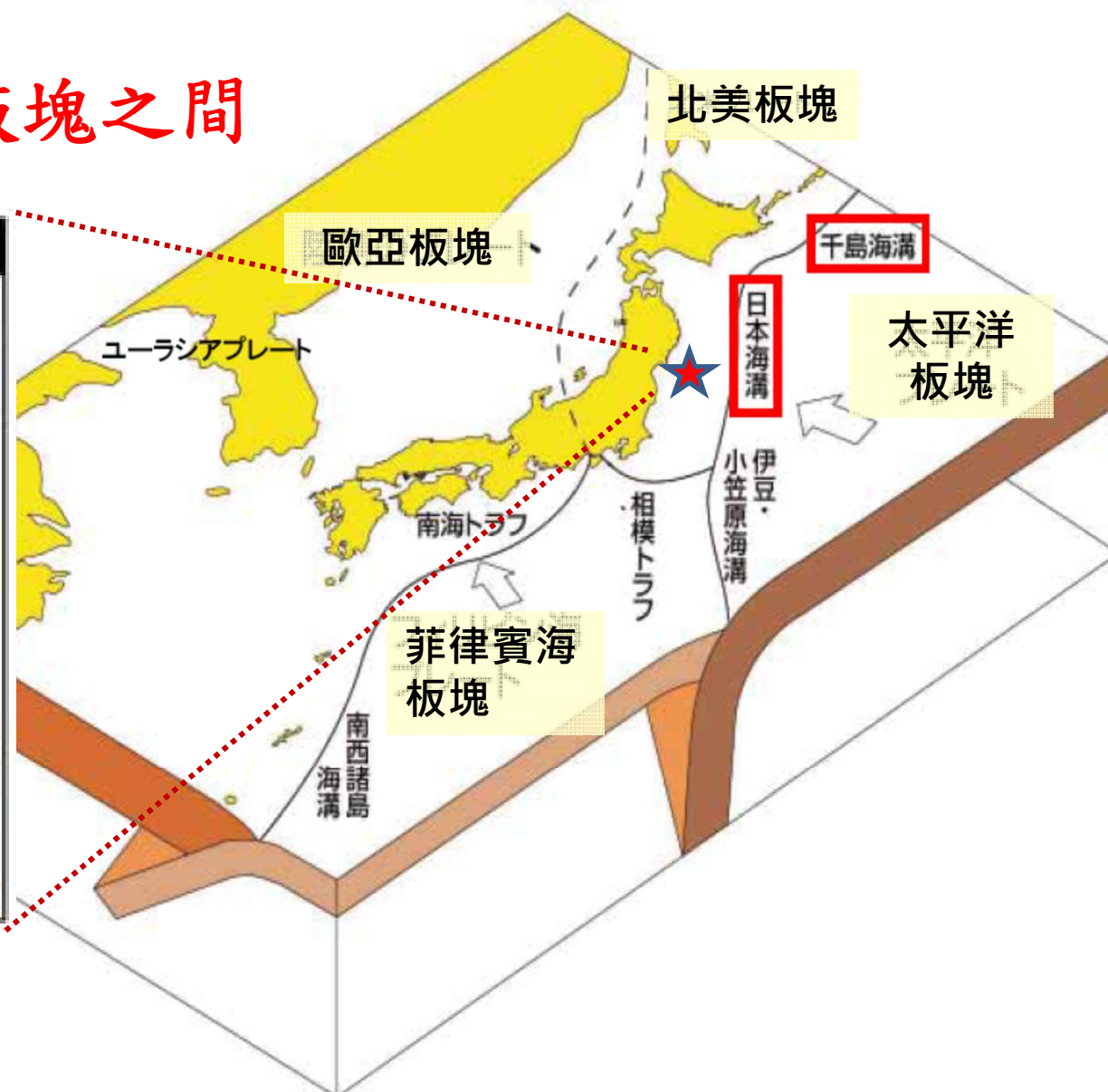
(資料來源：中央氣象局網站)

台灣發生規模9.0以上地震之可能性

日本位於四個板塊之間

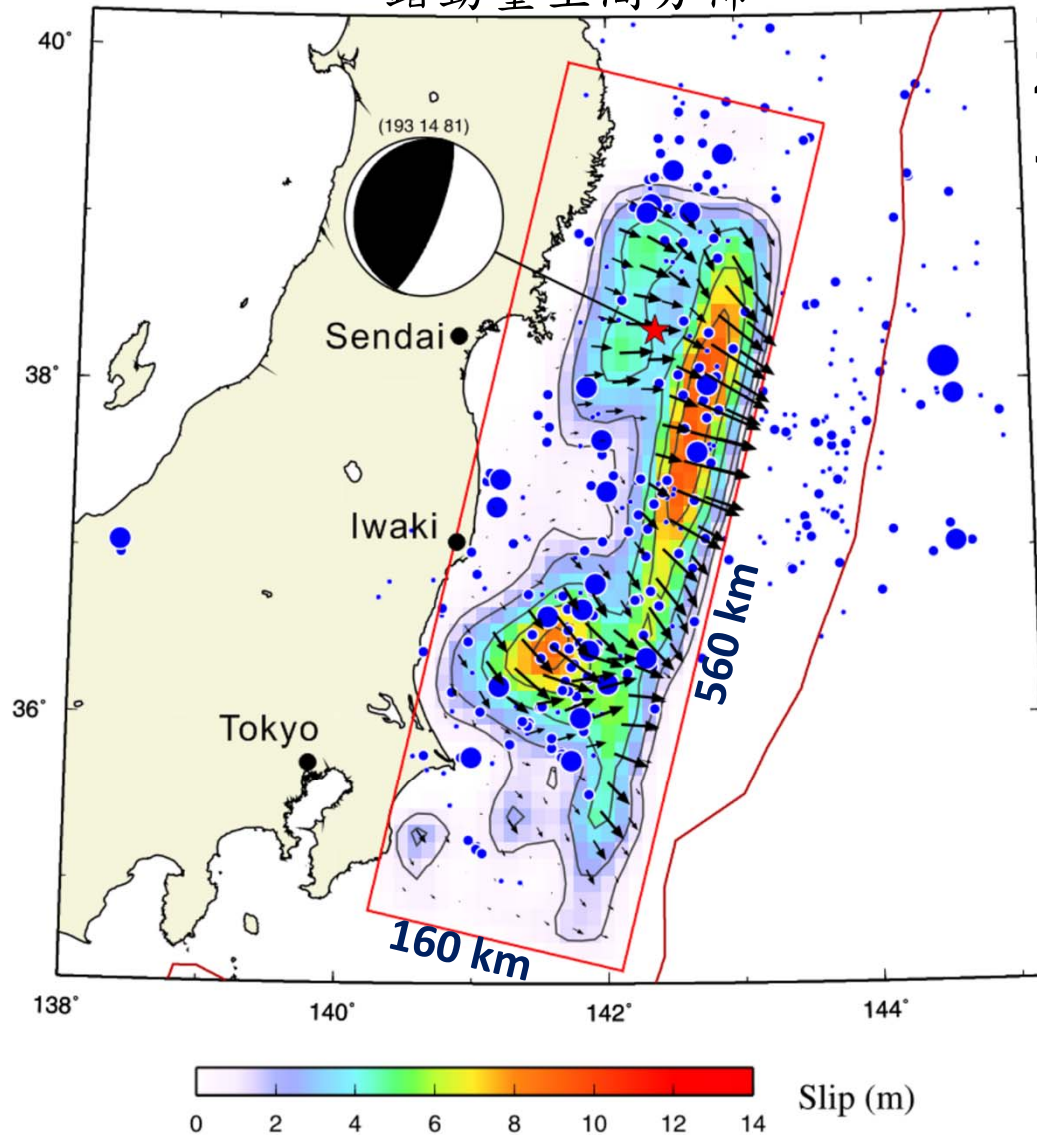


地震位置為太平洋板塊
隱沒北美板塊處

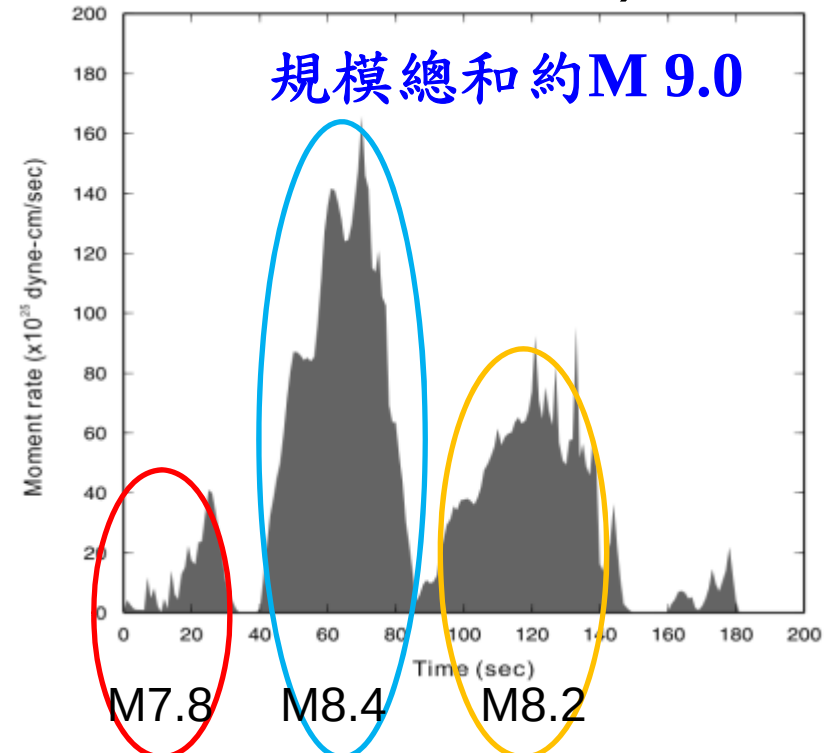


日本宮城外海規模9.0地震的條件

錯動量空間分佈

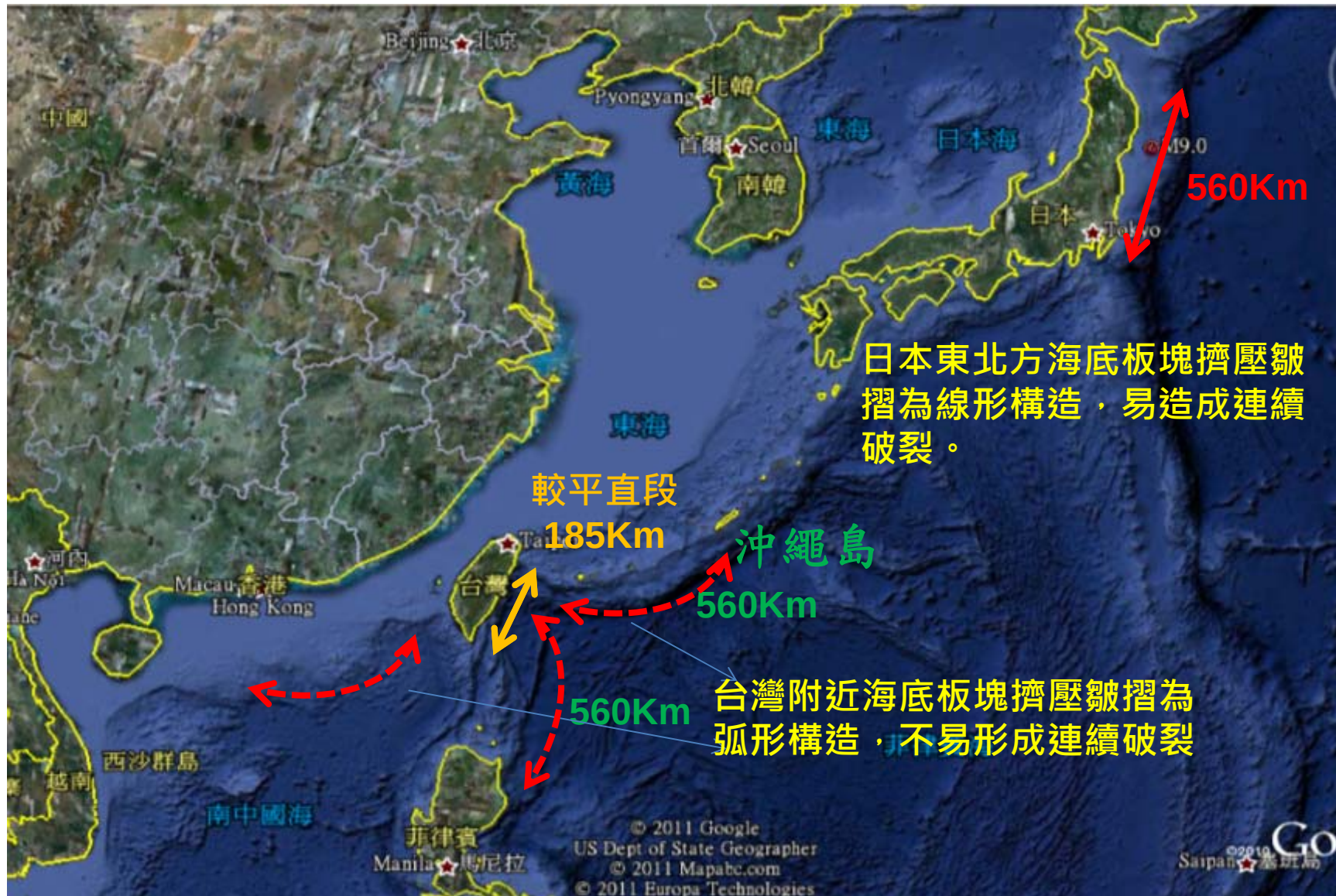


1. 斷層約長560公里
2. 約寬160公里
3. 主要由**三個大破裂**造成本次地震（破裂長度要長才會形成多主震，造成大規模地震）。



(資料來源：中研院地科所 李憲忠 研究員)

台灣的地質構造不利規模9的地震生成

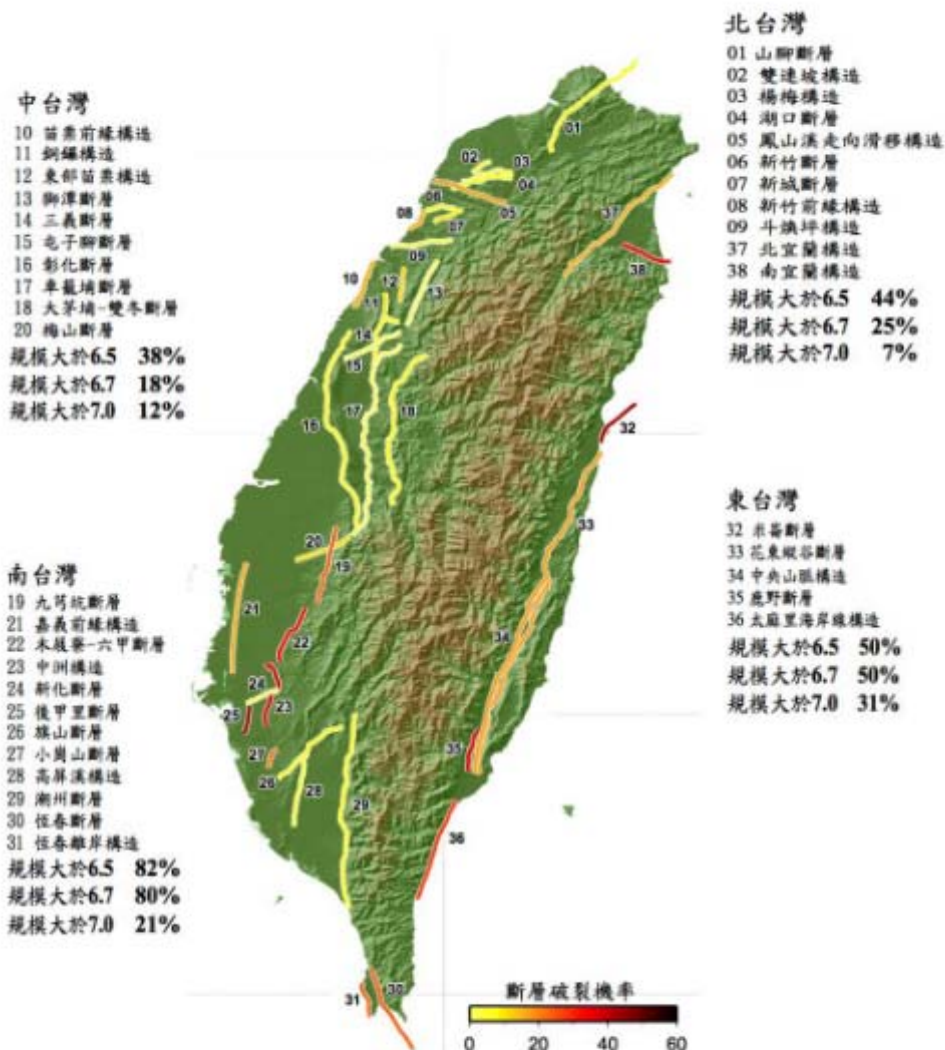


台灣週邊不易有規模9.0的地震發生



- **由地質構造觀察**
 - 東日本大地震震源位置與台灣處於不同板塊
 - 台灣附近地質環境不易有連續大的破裂造成規模9.0之地震。
- **歷史地震紀錄，於1920年發生規模7.5地震**
 - 日本規模9.0地震差異極大，所釋放能量約為規模7.5地震之177倍。
 - 921地震規模7.3，斷層錯動長度約100公里
 - 但有可能發生規模8的地震

未來50年台灣孕震構造之發震機率圖



此計算參考台灣地震模型所提供之孕震構造參數。
孕震構造13,15,16,17,20,22,24,32,33採用布朗過程時間模型(BPT)，其餘孕震構造使用泊松模型(Poisson)估算。

基準日2015年1月1日



■ 依據國內學者研究， 北台灣未來50年內 之發震機率：

- $M_L > 6.5$: 44%
- $M_L > 6.7$: 25%
- $M_L > 7.0$: 7%

(資料來源：中央大學馬國鳳教授研究團隊)

大臺北地區致災性震源分析



大臺北地區之主要斷層



山腳斷層由樹林經關渡到達金山地區

- 臺北地區主要受山腳斷層影響
- 屬第二類活動斷層，為正斷層

註：

第一類活動斷層：過去一萬年內有活動紀錄

第二類活動斷層：過去十萬年內有活動紀錄

大臺北地區鄰近存疑性活動斷層



存疑性活動斷層位置



地調所公告33條活動斷層

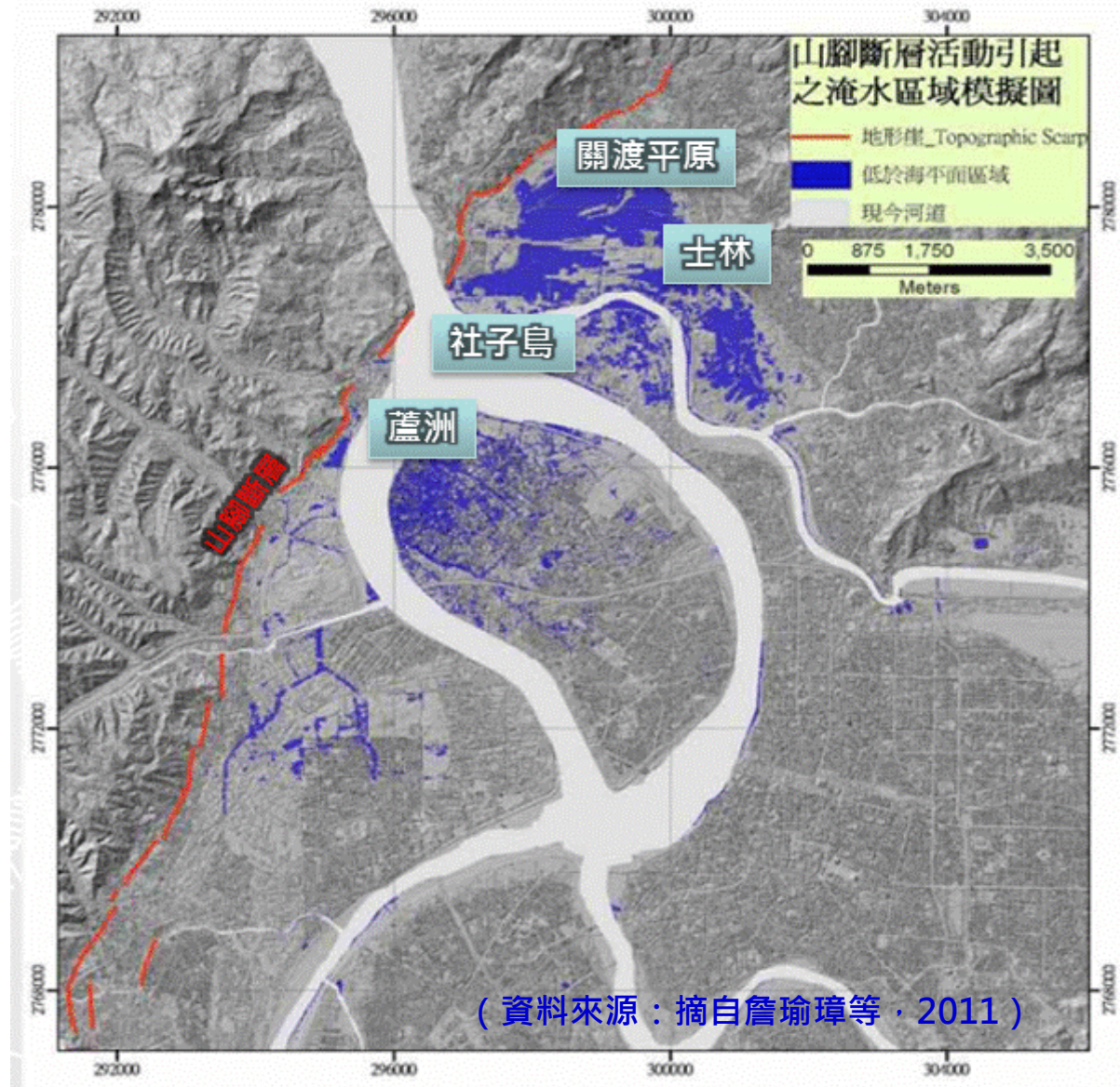
大臺北地區歷史災害地震



事件	發震時間	震災地區	北緯	東經	規模	深度(km)	備註： 資料來源：氣象局網站
1	1694/4~5	臺北地區	25.0	121.5	7.0	-	地陷、形成康熙臺北湖
2	1811/3/17	嘉義以北地區	23.8	121.8	7.5	-	人死21、傷6、房倒41
3	1815/7/11	臺北、宜蘭	24.7	121.8	6.5	-	龍山寺傾倒
4	1815/10/13	嘉義以北地區	24.0	121.7	7.7	-	人死113、傷2、房倒243
5	1865/11/6	臺北、基隆	24.9	121.6	6.0	-	壽山巖崩壞、死亡頗多。
6	1867/12/18	臺北、基隆、新竹	25.3	121.7	7.0	-	海嘯、地裂、人死數百。
7	1909/4/15	臺北附近 (板橋)	25.0	121.5	7.3	80	9人死亡
8	1920/6/5	全臺	24.0	122.0	8.3	20	5人死亡
9	1935/4/21	新竹、臺中烈震	24.4	120.8	7.1	5	3276人死亡
10	1986/5/20	花蓮、臺北	24.1	121.6	6.2	16	1人死亡
11	1986/11/15	花蓮、臺北	24.0	121.8	6.8	15	中和華陽市場倒塌
12	1999/9/21	南投、臺中	23.9	120.8	7.3	8	東星大樓、博士的家倒塌
13	2002/3/31	花蓮、臺北	24.2	122.1	6.8	9.6	101大樓吊車倒塌

山腳斷層錯動引致之其他影響-阻斷河道

- 山腳斷層為台灣相關較少之正斷層
- 活動後會造成斷層右側（臺北盆地）沉陷，阻斷淡水河河道
 - 淡水河由被阻斷處溢出河道造成淹水
 - 海水沿淡水河倒灌造成淹水



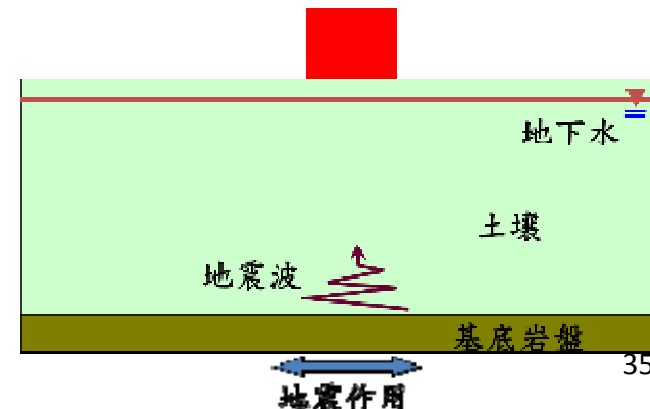
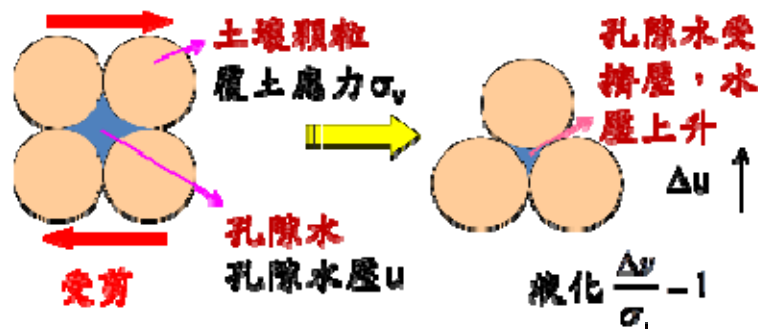
土壤液化成因

何謂土壤液化

- ◆ 土壤受到強烈地震作用，由**固態**暫時轉化成**液態**的過程

土壤液化的要素

- ◆ **鬆軟砂土層**：鬆散堆疊的砂土顆粒，受到地震作用而趨向緊密排列
- ◆ **高地下水位**：整個地盤幾乎充滿水，當土壤顆粒受到地震作用而滾動時，顆粒間的孔隙水受到擠壓
- ◆ **強烈地震作用**：在強烈且長延時的地震作用下，孔隙水壓不斷上升，當超過顆粒接觸應力，土壤顆粒不再彼此接觸而發生液化



土壤液化易發地區及可能造成之災害



■ 容易發生液化的地點通常出現下列區域：

- ◆ 河灘及海灘地
- ◆ 離河岸不遠的砂質沖積層基地
- ◆ 砂質的舊河道堆積
- ◆ 海邊或湖邊的填土新生地

■ 土壤液化可能造成之災害：

- ◆ 地上結構物發生不均勻沉陷
- ◆ 造成建築物、道路、地下管線及橋梁橋墩的破壞

土壤液化的危害

噴砂

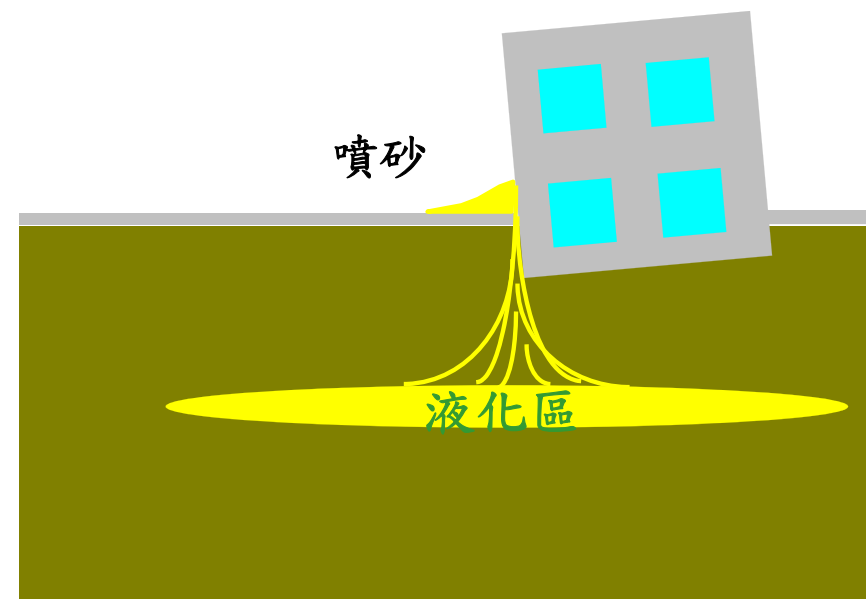
- ◆ 若孔隙水壓力過高時，使砂土由地層中裂隙往上衝出地面，此謂噴砂

結構物下陷或傾斜

- ◆ 土壤失去支承上部結構物的能力，結構物下陷或傾斜



液化噴砂孔(資料來源：國家地震工程研究中心)



0206地震土壤液化災情



0206地震土壤液化災情



0206地震土壤液化災情



0206地震土壤液化災情

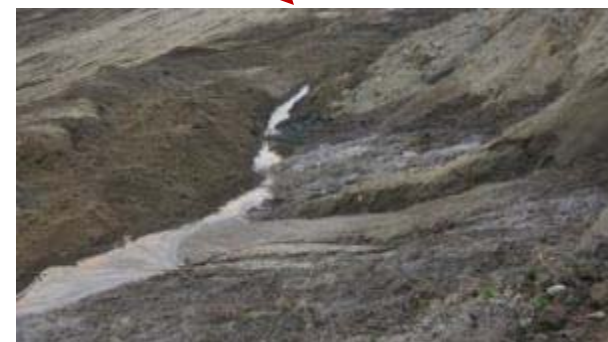
高速公路護岸因液化而滑動破壞



國道3號



往曾文溪橋





0206地震土壤液化災情

虎頭埤壩體有3條裂縫

◆ 經研判尚無立致災危險，經濟部已修補完成



921地震土壤液化災例

建物傾斜



資料來源：國家地震工程研究中心

地表不均勻沉陷



921地震土壤液化災例

側向流動破壞

◆ 河岸土堤、農田、埤塘土堤



資料來源：國家地震工程研究中心

921地震土壤液化災例

港灣設施破壞

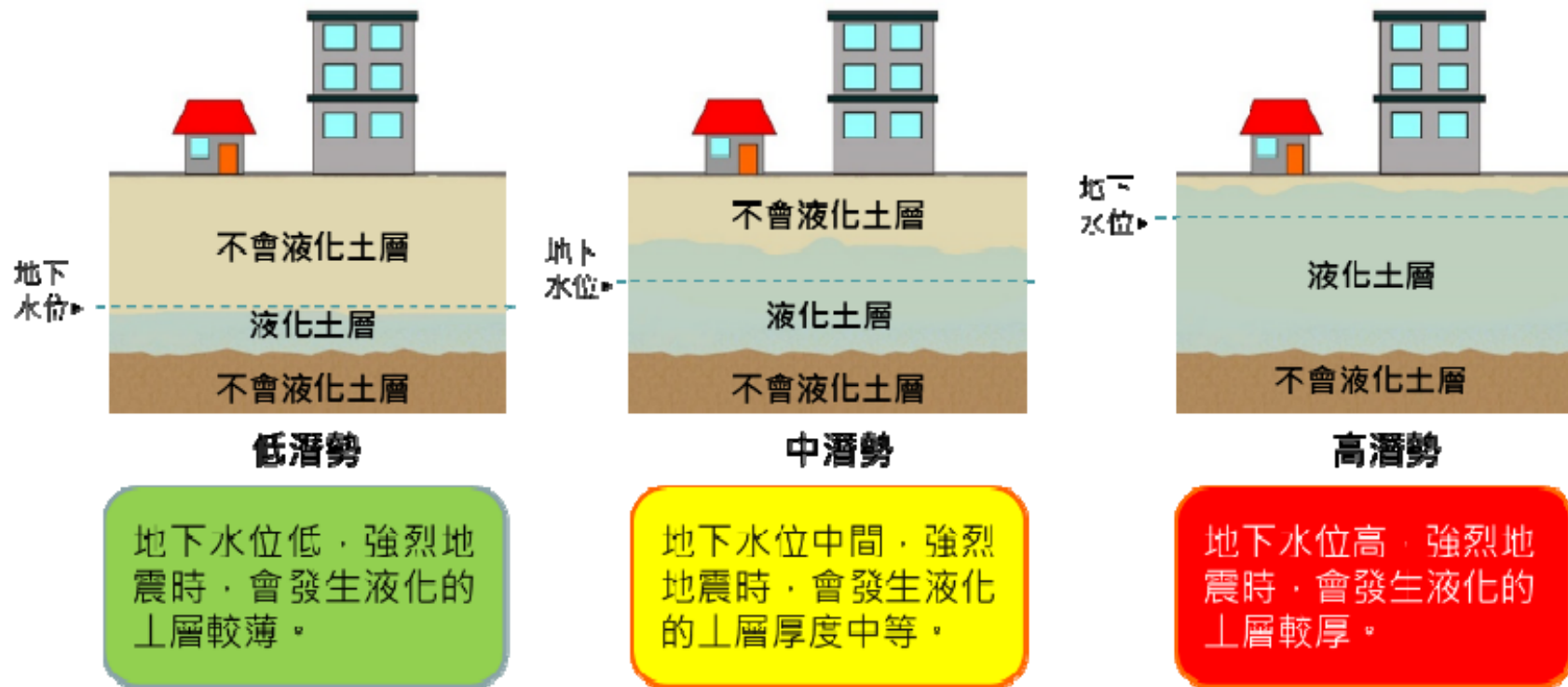


資料來源：國家
地震工程研究中
心

土壤液化潛勢資料公開

中央地質調查所於105年3月公開了8個縣市的土壤液化潛勢圖(<http://www.moeacgs.gov.tw/2016.htm>)

土壤液化潛勢分為低潛勢、中潛勢、高潛勢三級

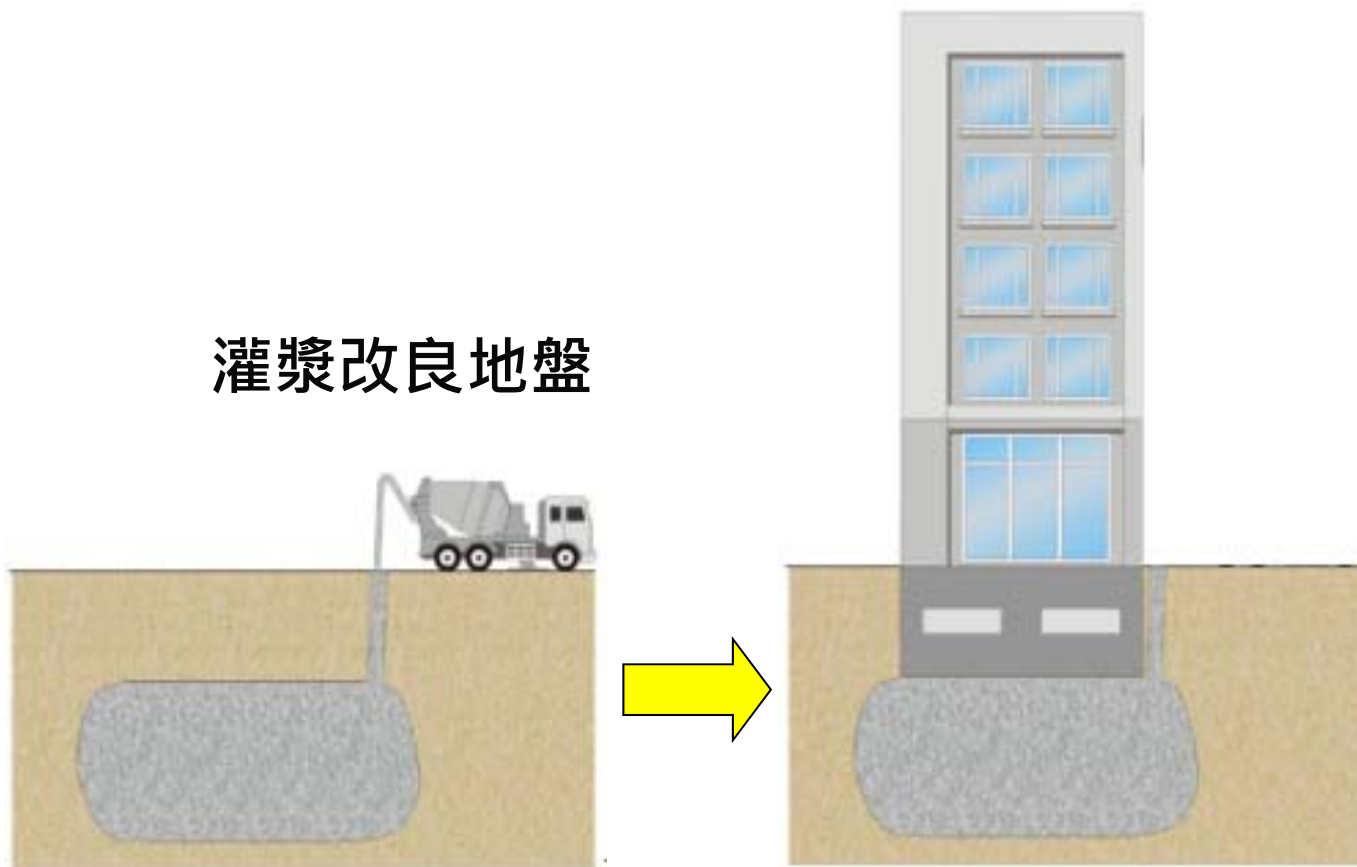


資料來源：中央地質調查所

土壤液化主要防治對策(1/2)

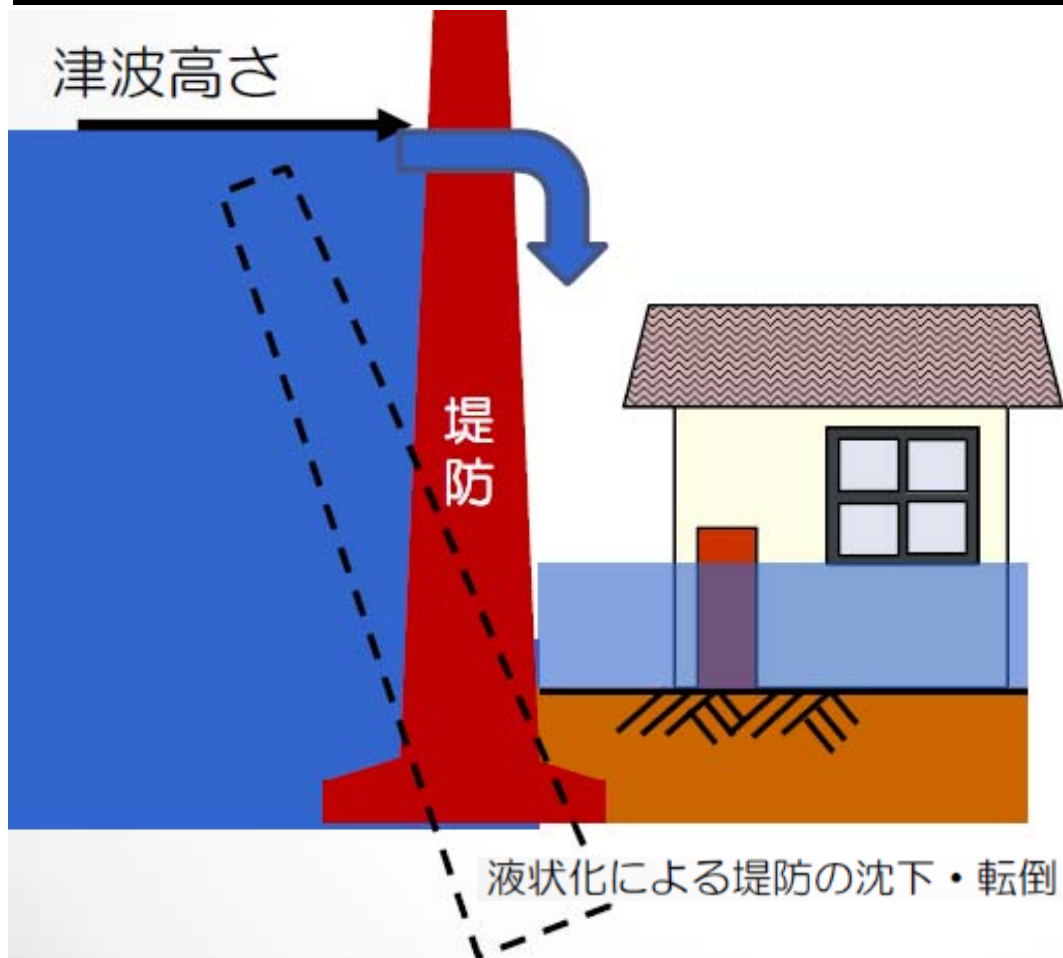
地盤改良

灌漿改良地盤



日本大阪府針對河、海堤進行全面地盤改良

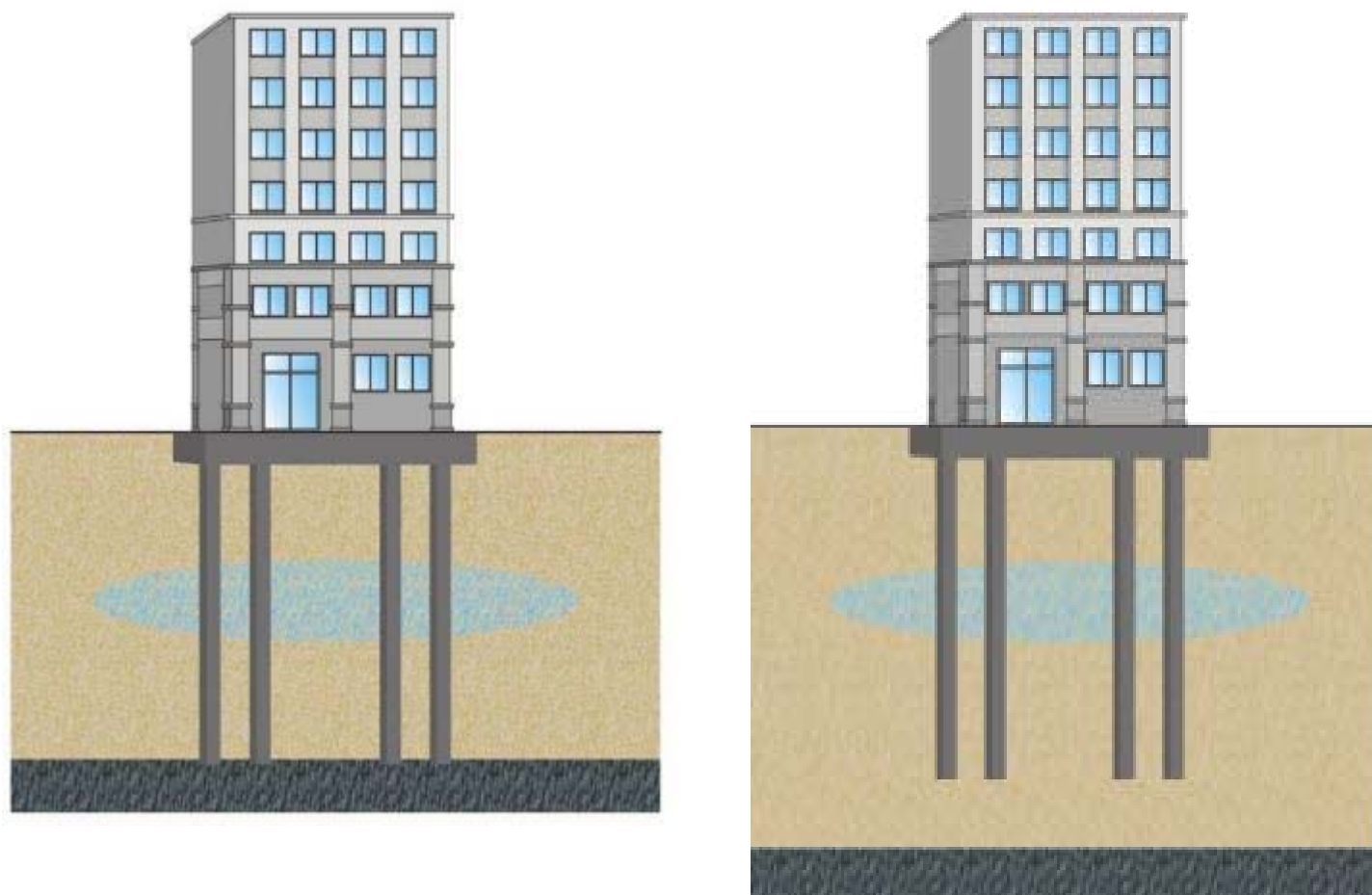
◆防潮堤の強化



*資料來源：前大阪府副知事小河保之（演講簡報）。

土壤液化主要防治對策(2/2)

打樁至岩盤或是通過潛在液化區

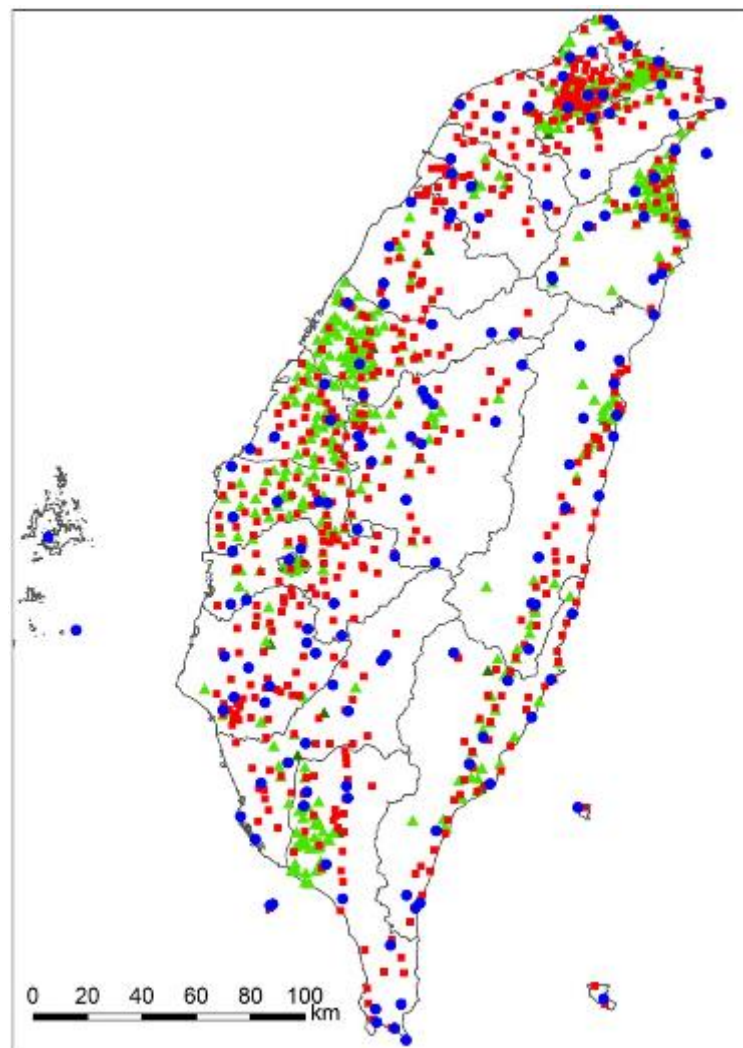


台灣地震防災技術發展

■地震監測與強震即時警報技術

■網格化地震衝擊分析技術

國內地震即時監測站



- 區域型強震即時警報測站(中央氣象局，145站)
- 現地型強震即時警報測站(台灣大學地質系，610站)
- ▲ 強震即時警報整合應用站(國家地震中心，21主站、696副站)

一般
使用者

網際網路

- 中央氣象局

學校(4109所)、政府部門
(113個)、公共設施(33個)



強震區警報



避難疏散

電視

- 中央氣象局
- 電視業者

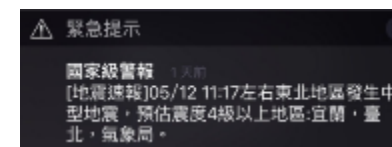
一般民眾



電視插播(資料來源：東森電視)

手機群播

- 中央氣象局
- 災防科技中心
- 電信業者



手機訊息

特定
使用者

警報整合及 加值服務

- 中央氣象局
- 國家地震中心
- 台灣大學地質系
- 民間企業

客製化用戶

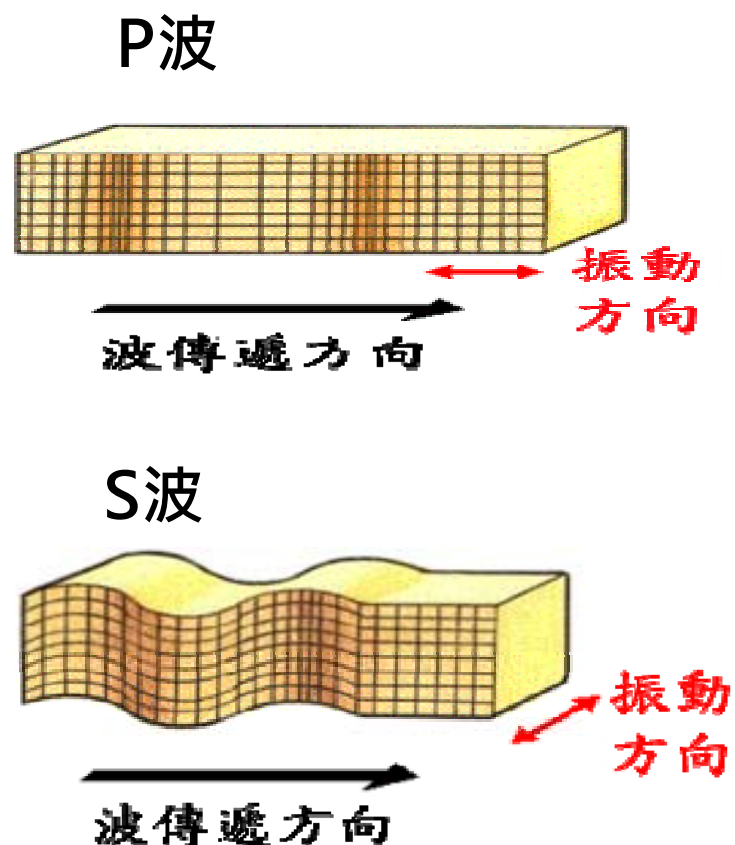


廣播
通知

防災
控制

手機APP

地震波種類與特性



- P波（縱波或壓縮波）：

質點運動和波傳播方向一致，
速度最快，波速約6~7公里。

- S波（橫波或剪力波）：

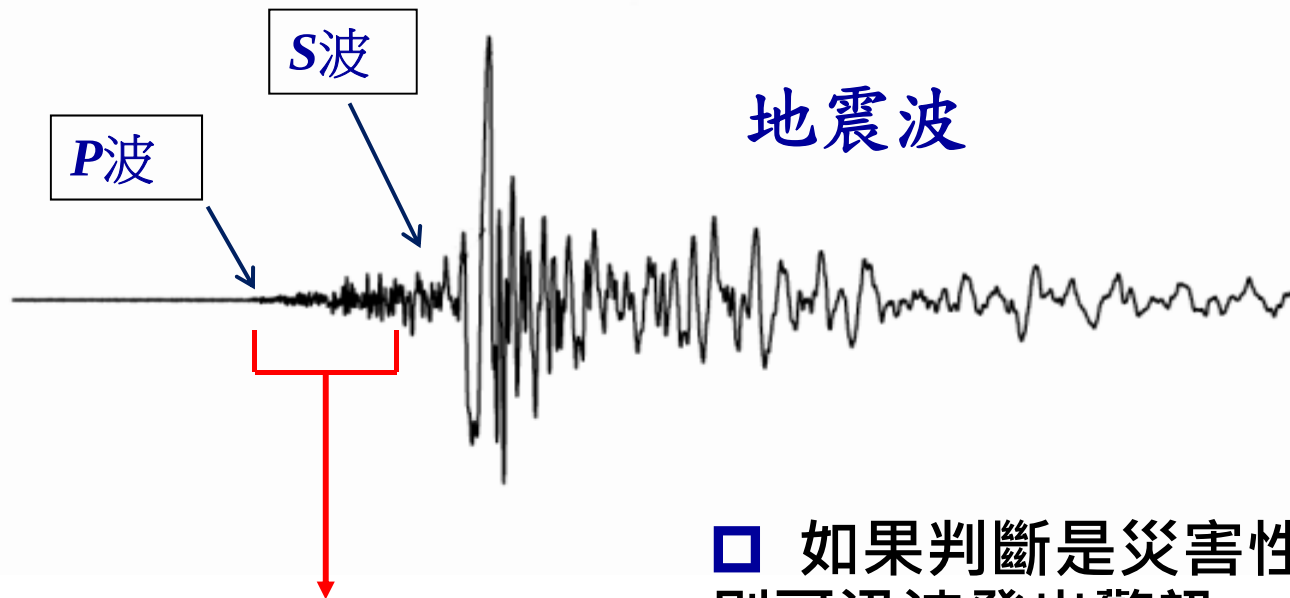
質點運動與波傳播方向垂直，
速度次之，波速約3~4公里。

強度：S波 > P波

波速：P波 > S波

強震即時警報系統原理

原理：利用P波到達後數秒內的訊號來推估地震參數和地振動

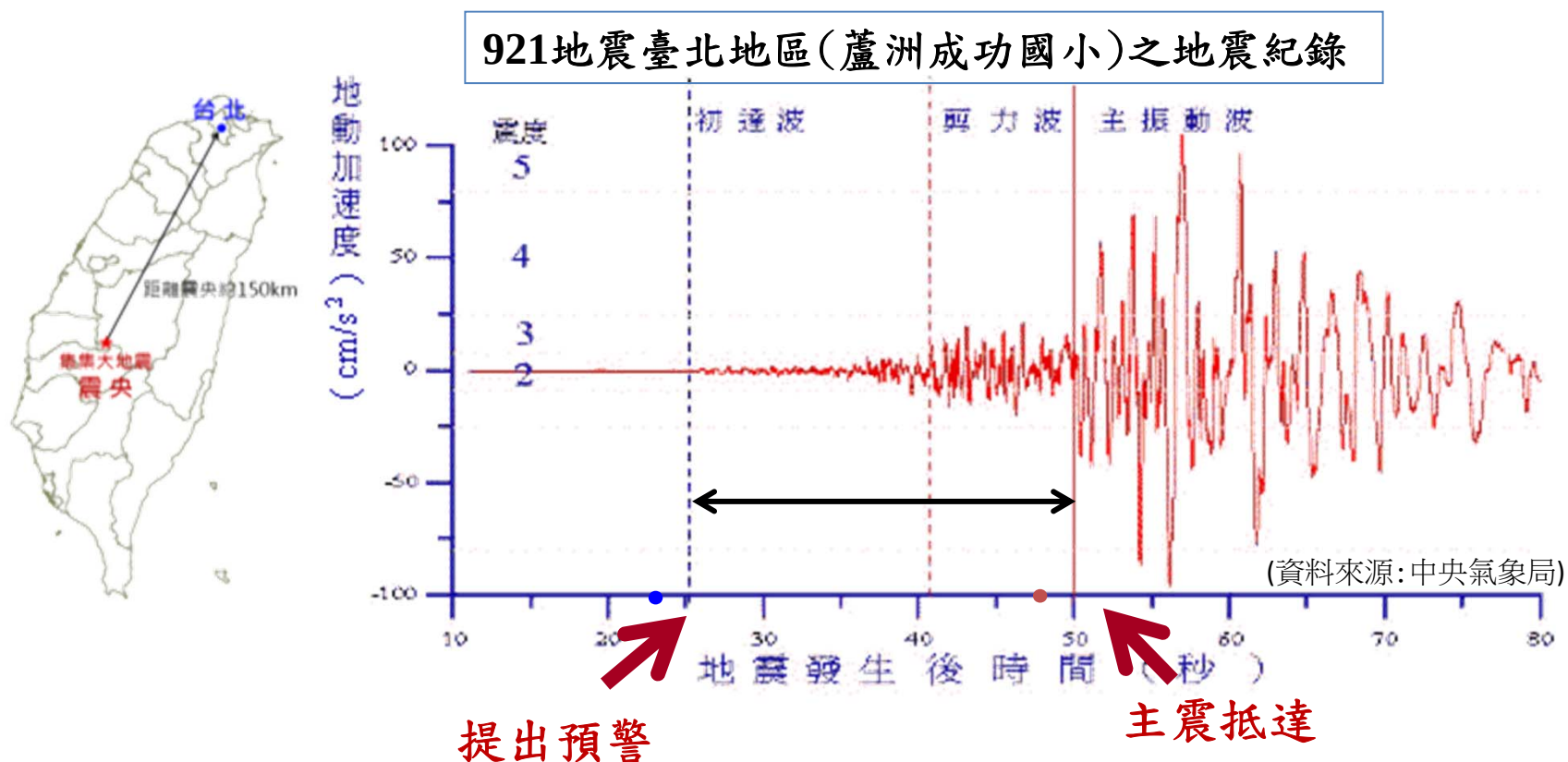


- 地震規模
- S波振動程度
- 災害性地震

□ 如果判斷是災害性大地震發生，則可迅速發出警訊，在S波到達前採取應變措施。例如，在校學童可躲入桌子底下尋求保護、高鐵列車可減速以避免翻車的危險、電梯可停在最近樓層等等。

掌握地震即時資訊，爭取應變時間

- 以新北市蘆洲成功國小在921地震為例，約**可爭取約25秒**的應變時間及早採取應變措施，減少地震造成之人員傷亡及災害損失。



警報盲區的問題

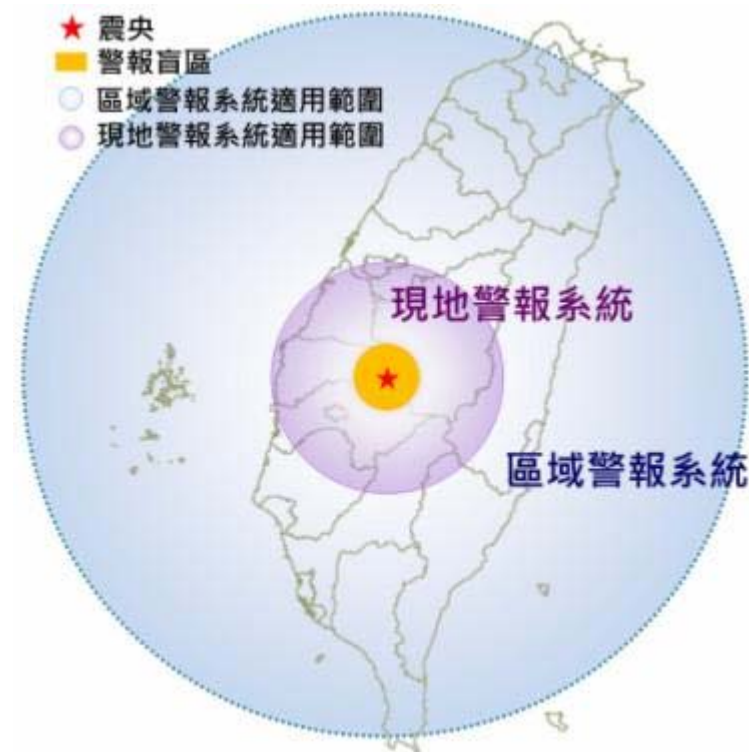
- 因地震觀測網啟動及地震資訊處理需要時間，因此在接近震央，很快受到地震波衝擊之區域內，使用者來不及收到警報訊息，形成所謂的「**警報盲區**」(Blind zone)。
- 因應臺灣地狹人稠之環境條件，以同時推動**區域**及**現場**強震即時警報系統之方式，可縮小警報盲區，達到**最大成效**。

區域(Regional)強震即時警報系統

目前中央氣象局可對震央距離**50km以上**地區提供預警資訊(預估當地震度、S波到達倒數秒數)。

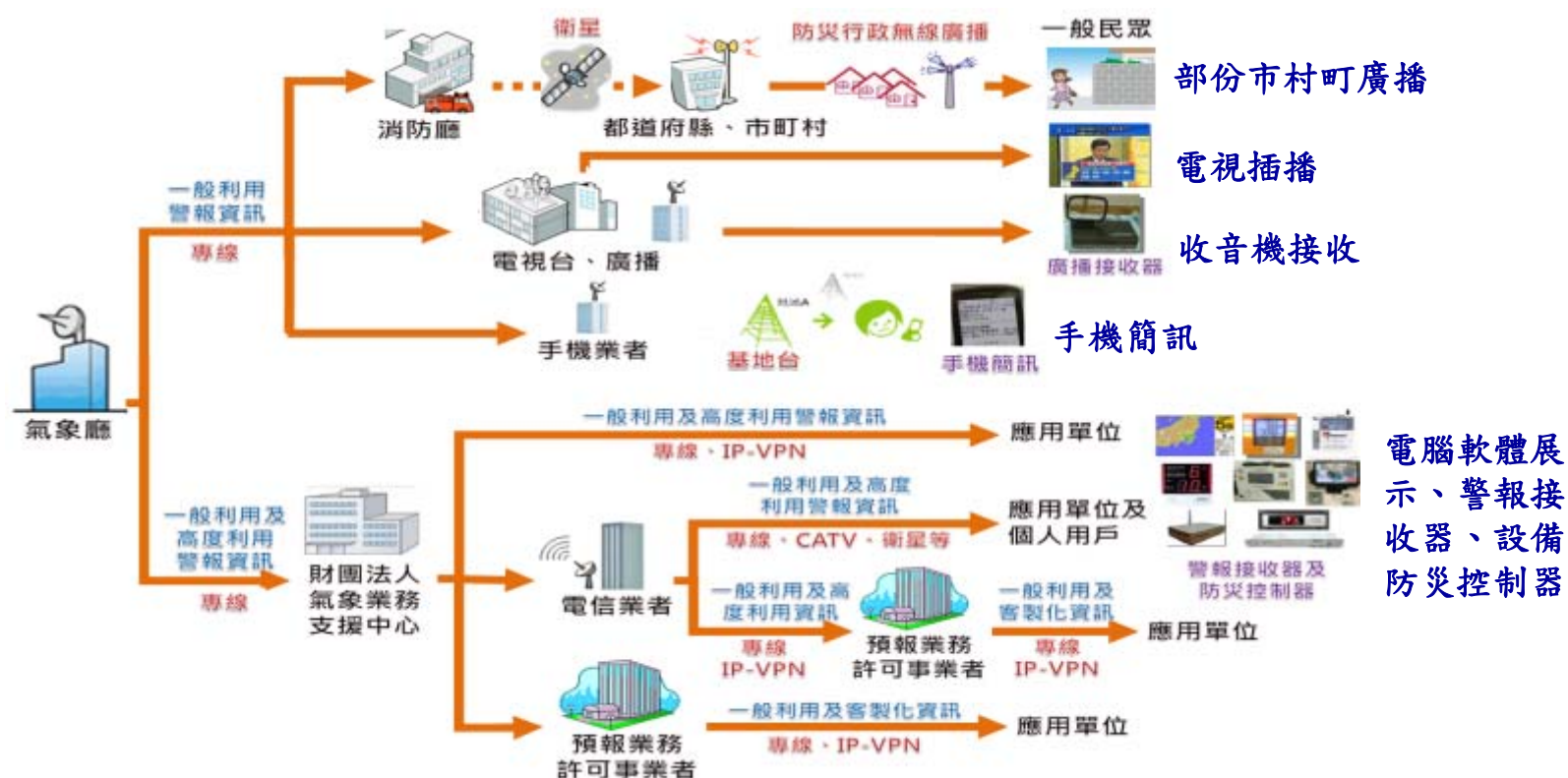
現地(Onsite)強震即時警報系統

對於距震央**30km至50km**地區，可讓應用單位更較快獲得現地預警資訊。



日本推廣歷程

- 日本於2003年至2007年以國家的力量推動「高度即時的地震情報伝達網實用化」前導計畫，參與單位包括產、官、學各界，計畫經費50億日幣。
- 現已由上游發佈端至下游應用端，因應不同需求建構完整之警報傳遞機制，並開發各類**警報接收產品及應用系統**。



日本預警系統已在2008年6月14日岩手縣地震中發揮之效果

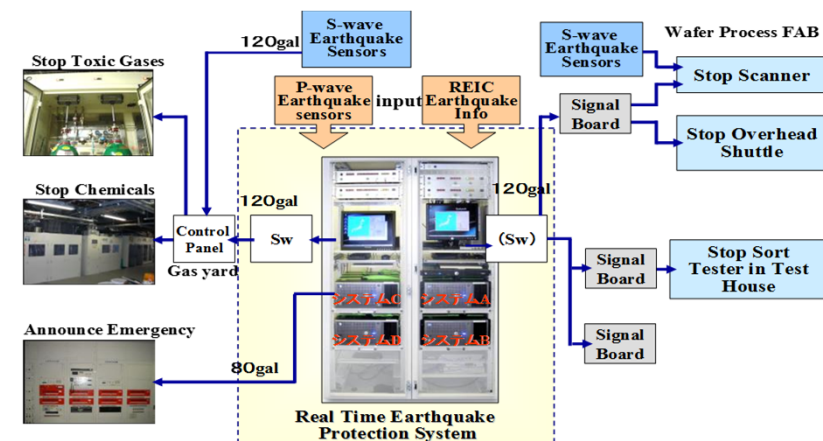


- 日本氣象廳在主震到來之前通過電視插撥方式，成功發佈了地震預警。

- 新幹線列車在振動來臨前5秒接收到警報，啟動自動停車裝置，沒有造成人員受傷。

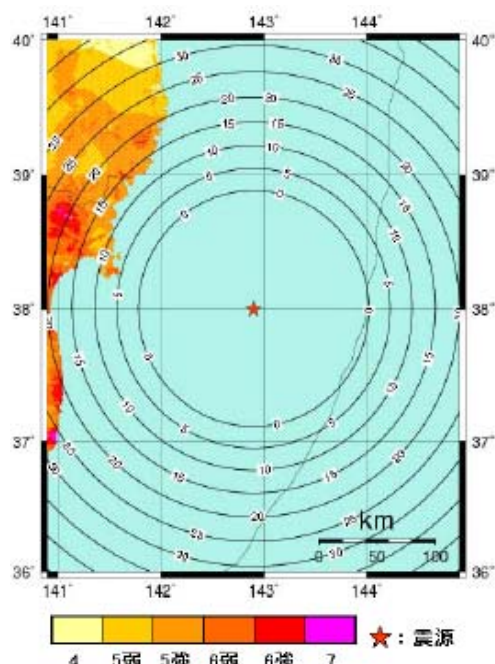


- 半導體廠在振動來臨前12秒接收到警報，啟動緊急停止裝置，避免有毒物質洩漏。



東日本大地震預警發布及接收情形

- 氣象廳即時發布緊急地震速報，最靠近震央之宮城縣地區有**15秒**預警時間，而東京地區則有超過**1分鐘**之預警時間。
- 民眾可透過**電視、電腦網路、手機簡訊、防災行政無線廣播**等管道獲得地震速報訊息。



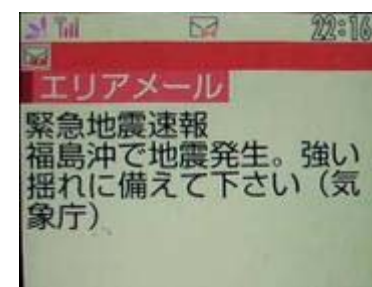
緊急地震速報



NHK電視插播
地震預警訊息



宮城縣栗原市接獲警報



手機顯訊接收警報



東京都千代田區接獲警報

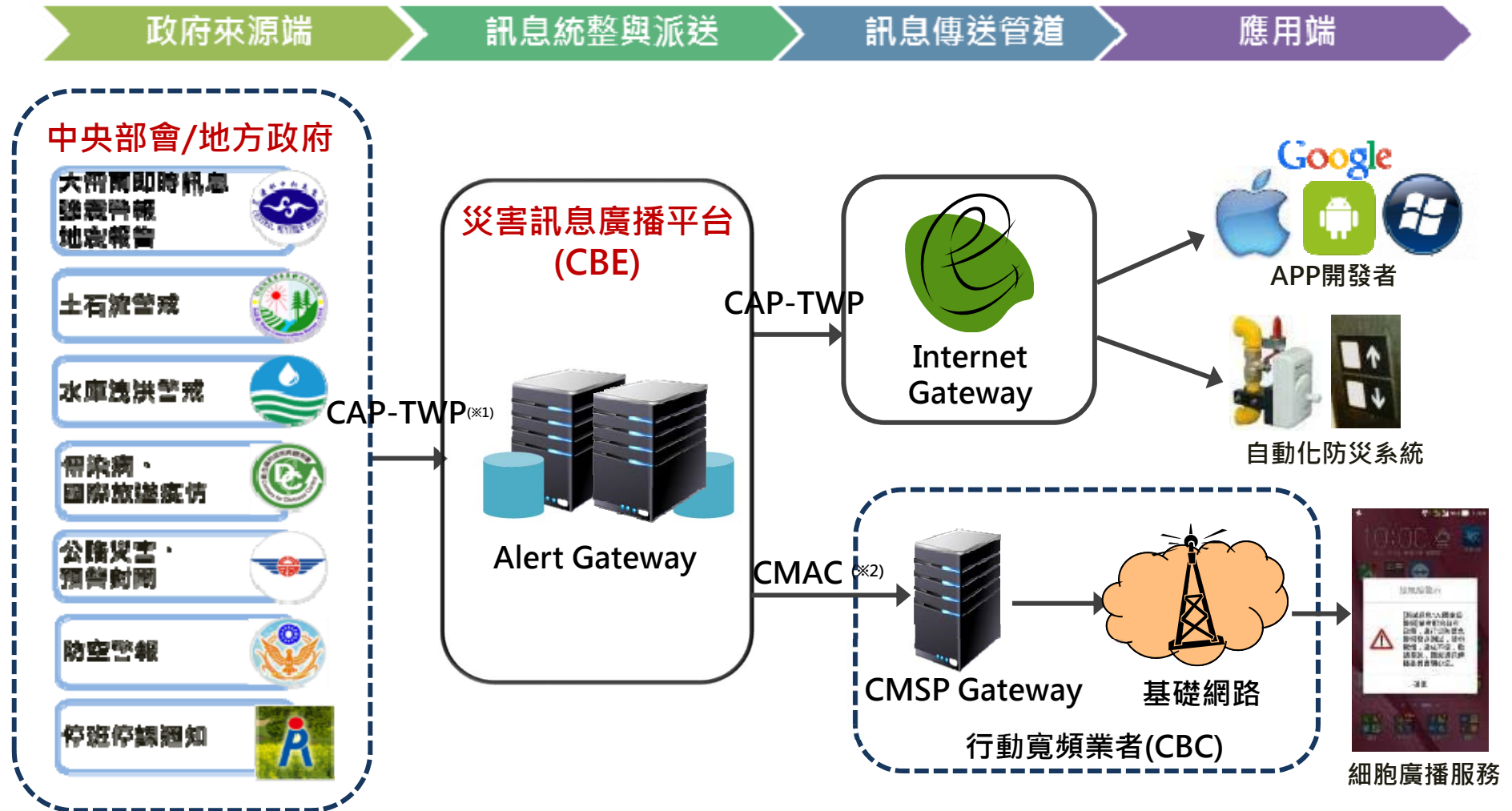


東京都防災無線廣播警報

目前已開發之系統 氣象局訊息即時發布平台

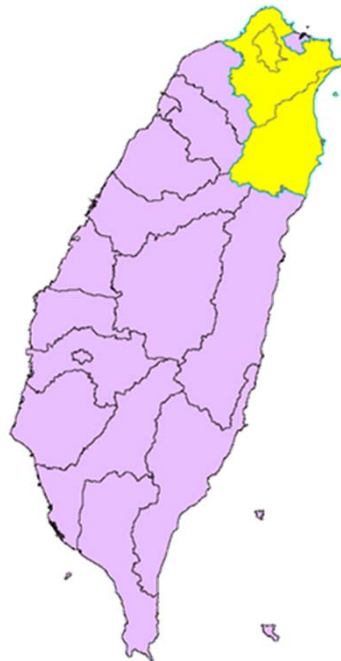


台灣4G手機可接收地震預警訊息



你有收到嗎？

- 時間：5/12日11時17分14.8秒
- 震央與規模：宜蘭縣政府東偏南方19.7公里，芮氏規模5.8
- 歷史上第一次，台灣發布「地震速報」
- 結果：
 - 有人收到
 - 有人沒收到
 - 有人收很多



災害示警細胞廣播傳遞流程

政府來源端

訊息統整與派送

訊息傳送管道

應用端

中央部會/地方政府

大雷雨即時訊息
地震速報
地震報告



地震發生：11:17:14.8
源頭訊息：11:17:32.34

災害訊息廣播平台
(CBE)



Alert Gateway

11:17:32.5000

CAP-TWP



Internet
Gateway



APP開發者



自動化防災系統

CMAC (K2)



CMSP Gateway



基礎網路

行動寬頻業者(CBC)

11:17:32.7006



細胞廣播服務

4G手機接收？

手機端的問題



- 五家電信商
 - 中華電信、遠傳、台灣大哥大、台灣之星、亞太電信
- 基地台幾萬座
 - 不受歡迎的科技產品
 - 偏遠地區需要高抗災基地台
- 手機百百種
 - 2G, 3G, 4G
 - 3G電話+4G卡，4G電話+3G卡，雙卡雙待
- 用戶的行為
 - 你在哪裡
 - 你如何用電話

NCDR官方帳號



由LINE官方帳號搜尋: NCDR



示警資訊推播服務



示警資訊訂閱服務: 提供民眾**23項**、**4種**類別的訂閱服務

氣象



水文



交通



民生



示警資訊推播服務-示警訊息內容



強風警報



陸上強風特報

有效時間至：2018/02/01 17:00
嚴重程度：●●○○

強烈東北風影響，今（31）日臺南以北、東半部（含蘭嶼、綠島）、恆春半島及澎湖、金門、馬祖沿海空曠地區及鄰近海域易有8至10級強陣風，臺灣（含各外島）沿海及鄰近海域並有較大風浪，海邊活動請注意安全。

降雨警報



大雨特報

有效時間至：2018/01/25 16:00
嚴重程度：●●○○

東北季風影響，今（25）日宜蘭地區有局部大雨發生的機率，請注意。



解除大雨特報

有效時間至：2018/01/25 15:59
嚴重程度：●○○○

由於降雨趨於緩和，發生大雨的機率降低，故解除大雨特報。東北部及基隆北海岸仍有局部較大雨勢發生的機率。

道路封閉警報



台8線 018K+000~041K+000道路封閉
有效時間至：2018/02/01 07:00
嚴重程度：●●○○

花蓮縣 新城鄉 台8線 018K+000~041K+000 預警性封閉。路面結冰，車輛無法通行。因台14甲線31K(武嶺)至33K(合歡山遊客中心)路段路面結冰未融化，為確保用路人行車安全自今(31)日18時至明(1)日7時實施道路封閉。預計封閉時間：2018/1/31 下午 06:00:00；預計開放時間：2018/2/1 上午 07:00:00

低溫警報



低溫特報

有效時間至：2018/02/01 17:00
嚴重程度：●●○○

強烈大陸冷氣團影響，各地氣溫偏低，明、後兩天（2月1日、2日）嘉義以北沿海、空曠地區及金門、馬祖將出現攝氏10度左右低溫；3日起至6日寒流影響，氣溫明顯偏低，全臺各地及金門、馬祖易出現10度以下低溫，農漁養殖業及山坡地作物請嚴防寒害，民眾亦請注意保暖，使用瓦斯熱水器請注意室內通風，以免一氧化碳中毒、使用電暖器具亦請注意用電安全。

地震警報



地震報告

有效時間至：2017/12/25 00:18
嚴重程度：●○○○
12/24 23:14嘉義縣阿里山鄉發生規模4.1有感地震，最大震度雲林縣古坑4級。

鐵路事故



臺鐵1月21日山佳站北邊電車線斷落停駛

有效時間至：2018/01/21 17:00
嚴重程度：●●●●

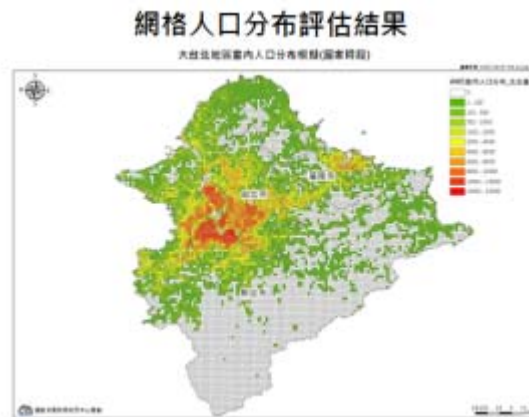
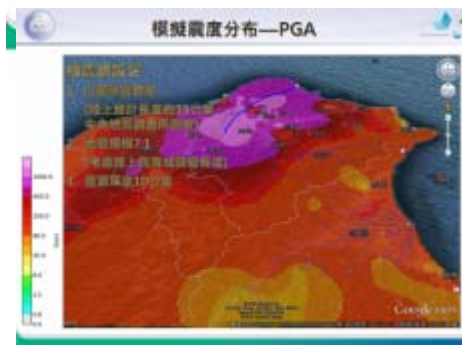
基隆-竹南1月21日07:12樹林=山佳間電車線斷落，東西正線不通，經全力搶修，已於12:45搶通。於2018/01/21 09:22:34停駛，預計於2018/01/21 17:00:00恢復

■ 網格化地震衝擊分析技術開發

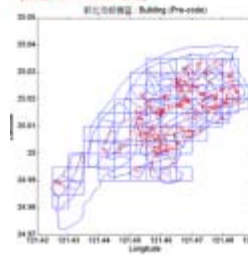
受強震侵襲後高相我們是否已掌握情境都市做好因應？



開發網格化衝擊分析技術, 建立細緻



無耐震設計之建物分布情形 (民國 62 年以前建造)

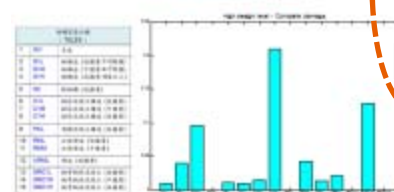


建物用途分類	建物用途
W1	工廠
S1	商業區
S2	住宅區
C1	學校之非木構造
PC	學校之木構造
W2	倉庫
W3	停車場
W4	其他用途

大台北地區重要聯繫道路及橋梁損壞圖



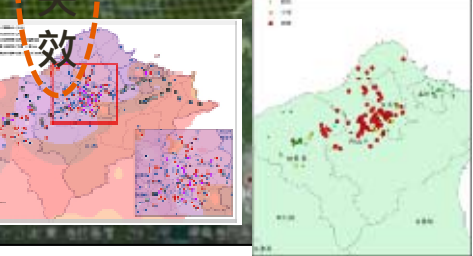
板橋區建物損壞比率



供水管線不服務水準評估 (未修正)



北台灣供電網路 水災影響區域分析計算



交通中斷

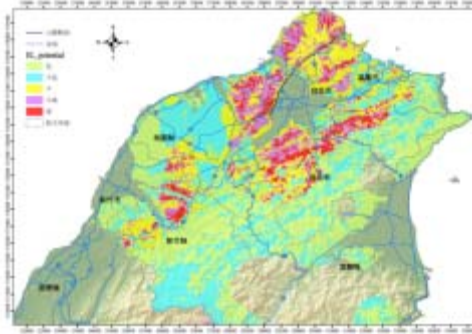
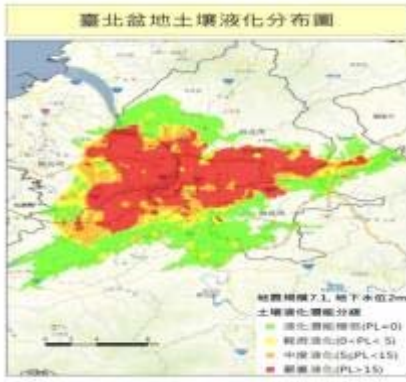
水電中斷

設施失效

建物損壞導致人員傷亡

液化潛能

點：相較於鄉鎮，整合與效能

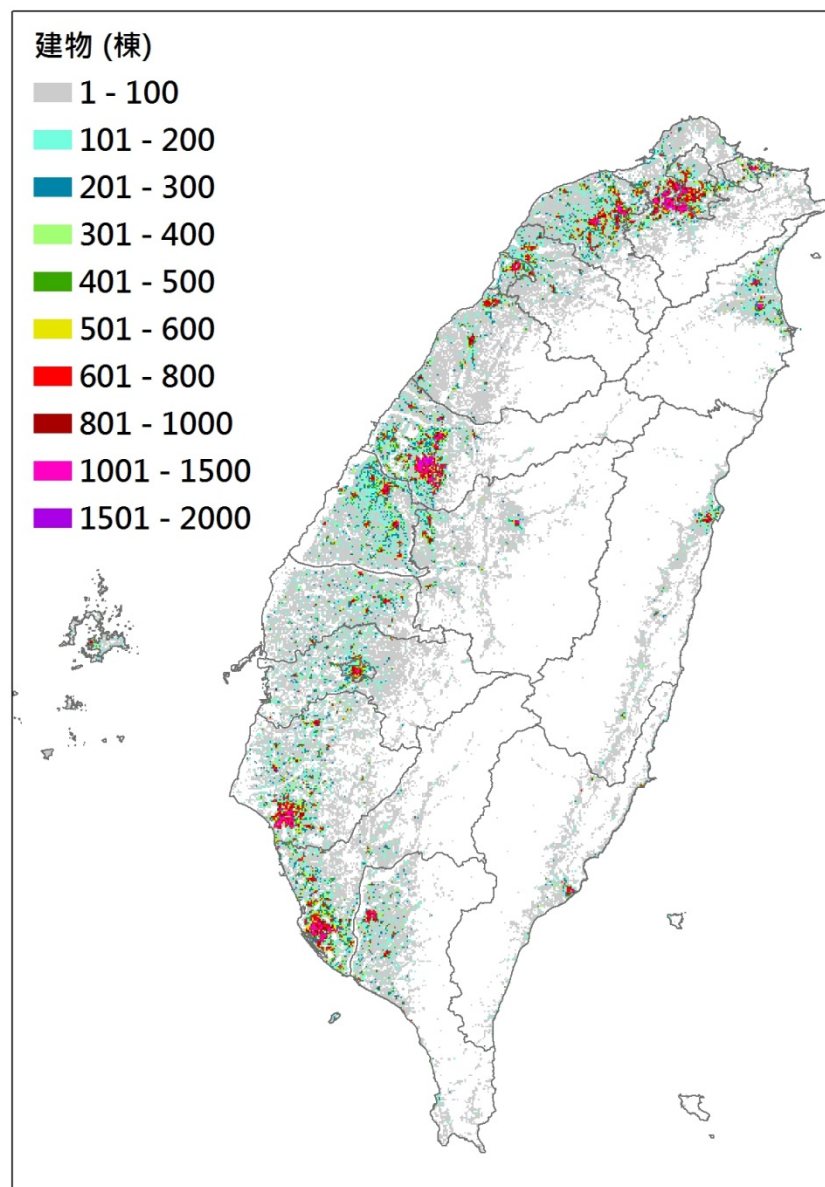


一、全臺地震網格資料庫建置

■ 依地震防災應用需求， 加值相關基礎資訊

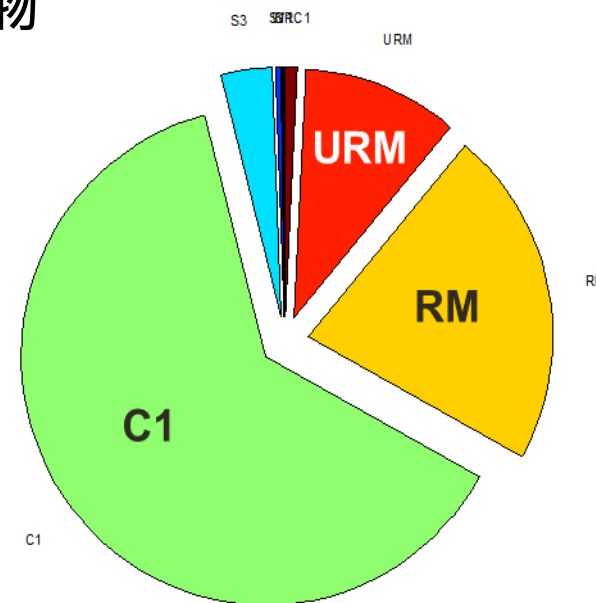
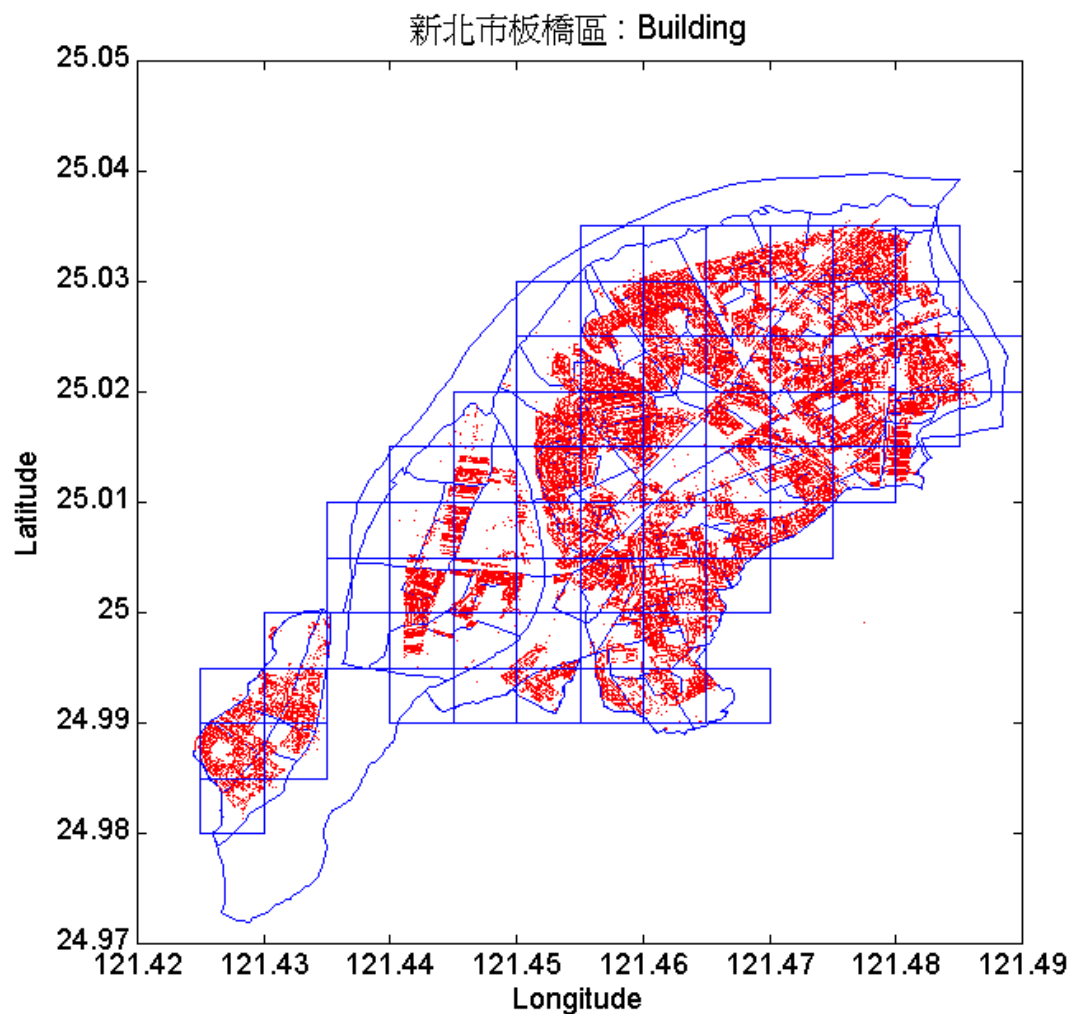
- 房屋稅籍資料、
- 人口及住宅普查、
- 供水供電管線屬性
- 道路與橋梁屬性等資料

■ 以**500m×500m**地理 網格為單元，建置全臺 範圍之地震網格資料庫



(1) 建物網格建立：稅籍資料應用

- 藉由房屋稅籍資料加值處理，建立網格化建物分佈資料庫



結構型態分類	
W1	木造
S1	鋼構造
S3	輕鋼構
C1	鋼筋混凝土構造
PC	預鑄混凝土構造
RM	加強磚造
URM	磚造
SRC1	鋼骨鋼筋混凝土

(2) 人口網格建立：人口普查資料應用

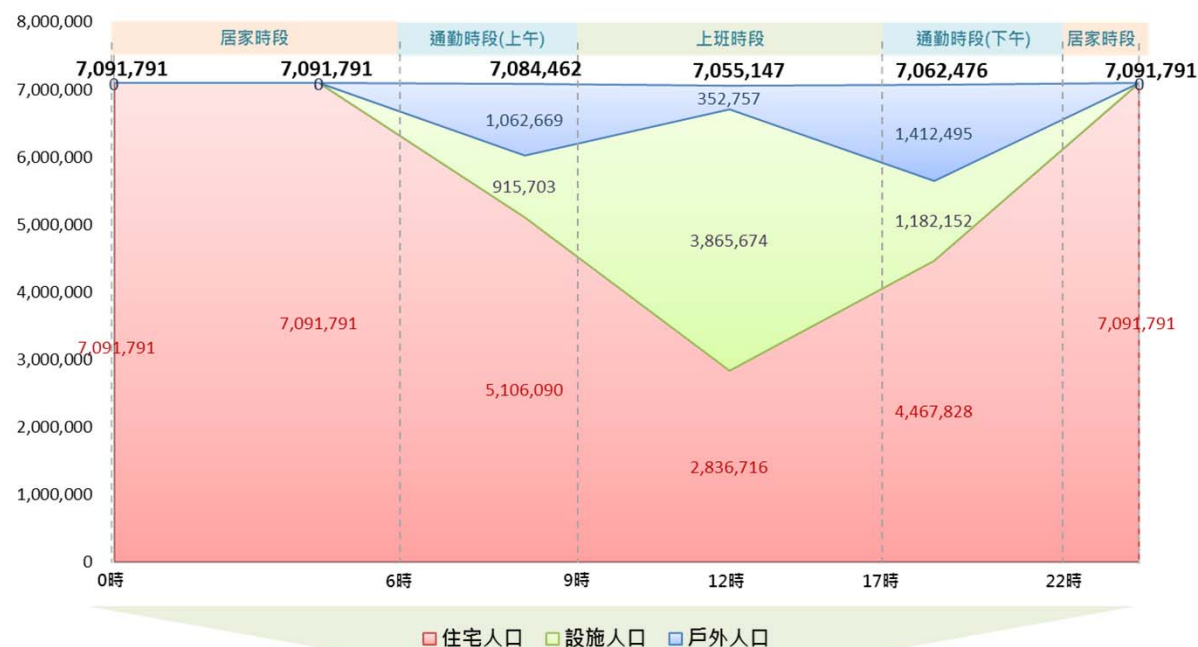


- 結合人口普查資料、屋內外分配模式，並利用各網格之樓地板面積進行人口分佈均化，建立不同時段人口分布。

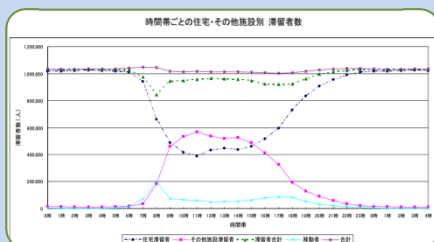
		傳統人口分布 (戶籍人口)	本技術人口分布 (普查+模式+網格化分配)
資料來源	依戶籍登記數	○	
	依實際居住調查		○
進階分類	可查詢日間、夜間人口	×	○
	可查詢全日各時段人口	×	○
	可查詢室內、戶外人口	×	○
	可查詢住宅、設施人口	×	○
資料格式	統計數值	○	
	網格空間分布		○

建立動態人口資料評估方法

動態人口活動分布推估(大台北地區)



1 人口統計資料



參考日本人口流動24小時統計資料

2 日、夜間受災情境

シーン設定	想定される被害の特徴
①冬・深夜	- 多くが自宅で就寝中であるため、避難行動による被害が発生する危険性が高く、また津波からの避難が遅れることにもなる。 - オフィスや商業施設の滞在人口は、深夜～早朝の時間帯でほぼ一定。 - 屋内滞在人口は、深夜～早朝の時間帯でほぼ一定。
②夏・昼12時	- オフィス、商業街等に多数の滞在者が集中しており、自宅外で被災するケースが多い。 - 本道建物内滞在人口は、1日の中で少ない時間帯であり、老朽未建住宅の倒壊による死者数はシーン①と比較して少ない。 - 本道建物内滞在人口は、昼10時～15時でほぼ一定。 - 海水浴客をはじめとする観光客が多く沿岸部等にいる。
③冬・夕18時	- 住宅、飲食店などで火気使用が最も多い時間帯で、出火件数が最も多くなる。 - オフィスや商業街周辺のほか、ターミナル駅にも滞在者が多数存在する。 - 鉄道、道路もほぼ帰宅ラッシュ時に近い状況であり、交通被害による人的被害や交通機能支障による影響が大きい。

研擬居家、上下午通勤、上班時段

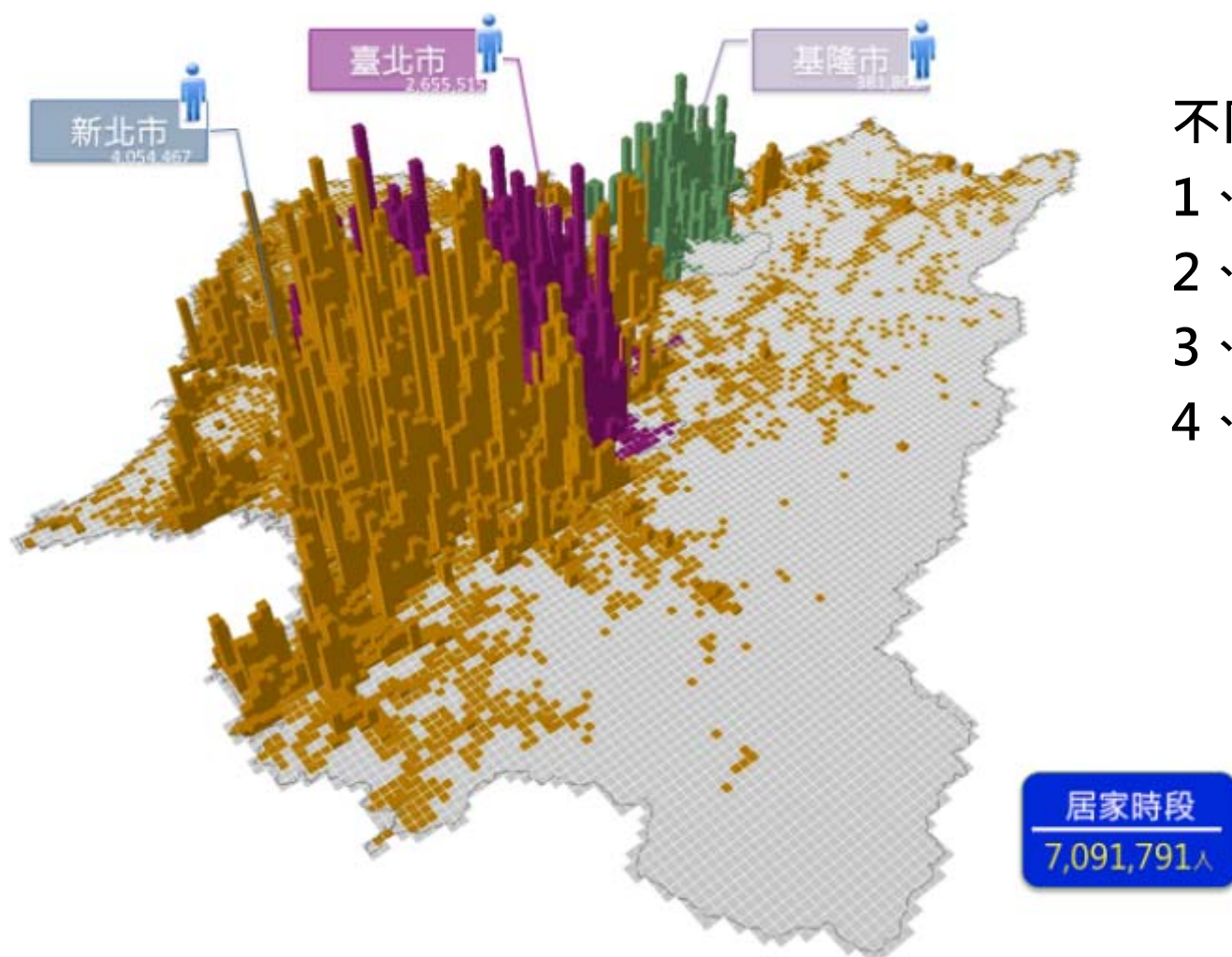
3 簡易人口分布評估式

時刻	時刻別住宅滞在人口及びその他の施設滞在人口の算出手法	移動中人口比率
朝5時	- 全人口[A] = 夜間人口[A] - 住宅滞在人口[A] = 屋内人口[A] = 夜間人口[A] - 移動中人口[A] = 0 [A]	0 %
昼12時	- 全人口[A] = 昼間人口[A] - 屋内人口[A] = 0.95 × 昼間人口[A] - 住宅滞在人口[A] = 0.35 × 昼間人口[A] - その他の施設滞在人口[A] = 昼間人口[A] - 住宅滞在人口[A] - 移動中人口[A] = 0.05 × 全人口[A]	5 %
夕18時	- 全人口[A] = (2 × 夜間人口[A] + 3 × 昼間人口[A]) / 5 - 屋内人口[A] = 0.90 × ((2 × 夜間人口[A] + 3 × 昼間人口[A]) / 5) - 住宅滞在人口[A] = 0.61 × 夜間人口[A] - その他の施設滞在人口[A] = 昼間人口[A] - 住宅滞在人口[A] - 移動中人口[A] = 0.10 × 全人口[A]	10 %

可分為室內、戶外、住宅及其他建物分布

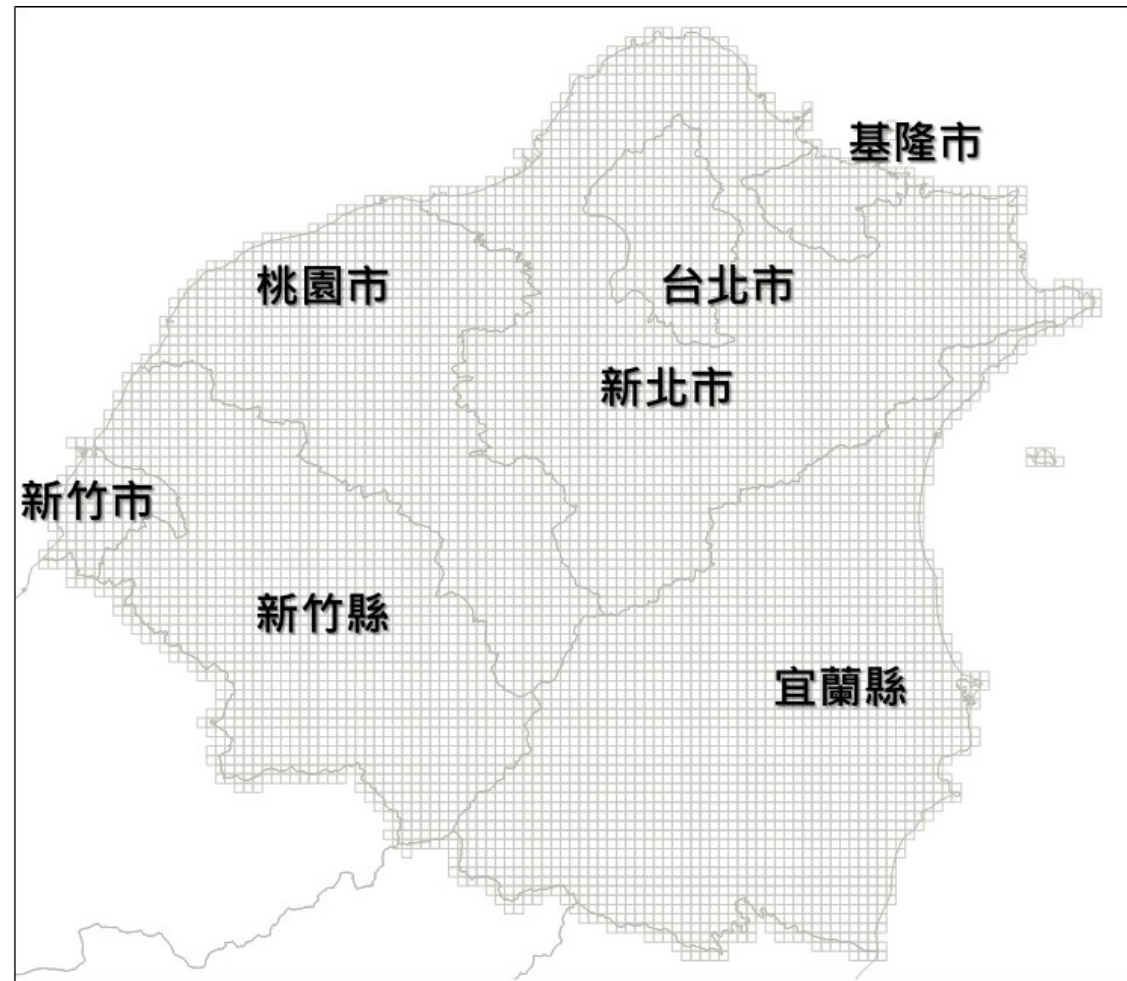
(2) 人口網格建立：人口普查資料應用

- 結合人口普查資料、屋內外分配模式，並利用各網格之樓地板面積為權重進行人口分佈均化，建立不同時段人口網格分布。

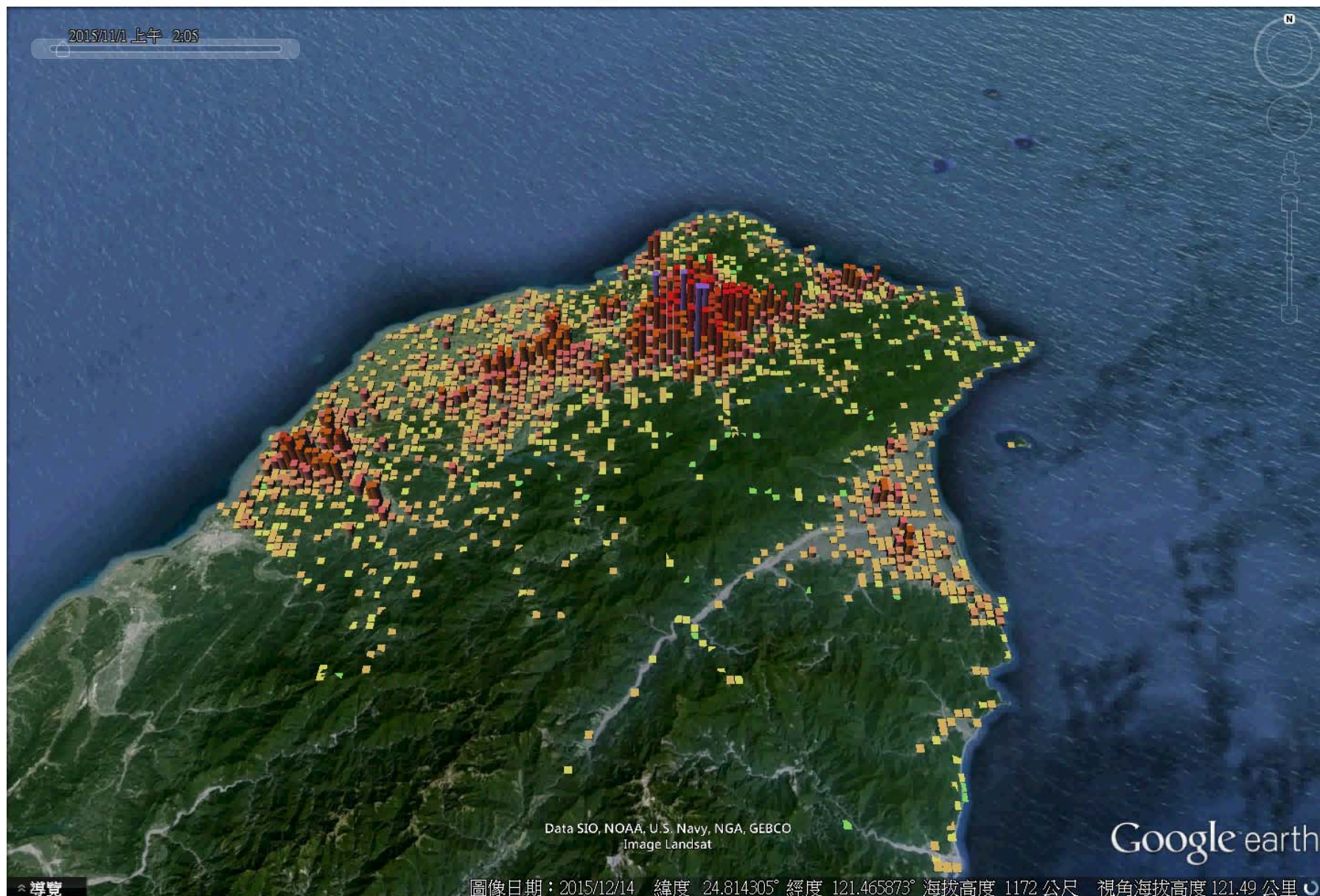


動態資料應用：都會生活圈動態人口分佈圖層建置

- **以北部生活圈為範圍**（高鐵、雪隧縮短通勤時間等因素），分析北部區域人口分佈
- **涵蓋區域：台北市、新北市、基隆市、桃園市、新竹縣、新竹市、宜蘭縣等7行政區**
 - 網格：1.0 km x 1.0 km
 - 共6,948個網格
- **統計資料：**
 - 104年11/1-12/31
 - 共計290萬筆紀錄
- **資料來源：中華電信**
(2015Q4市占率38%)

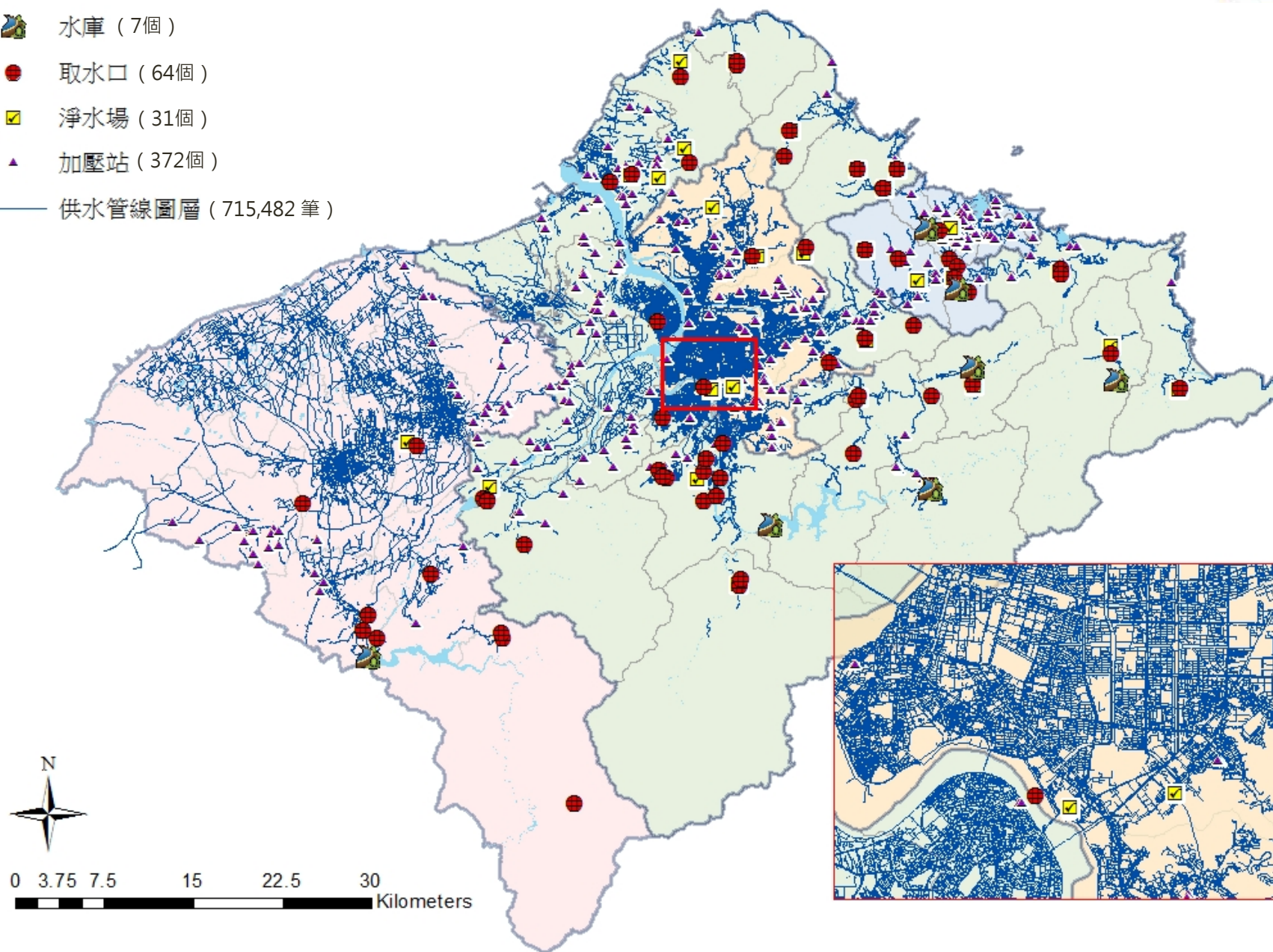


北部七縣市生活圈之每小時通訊門號數分布 (連續3天，週五～週日)



供水管線與設施資料庫建置

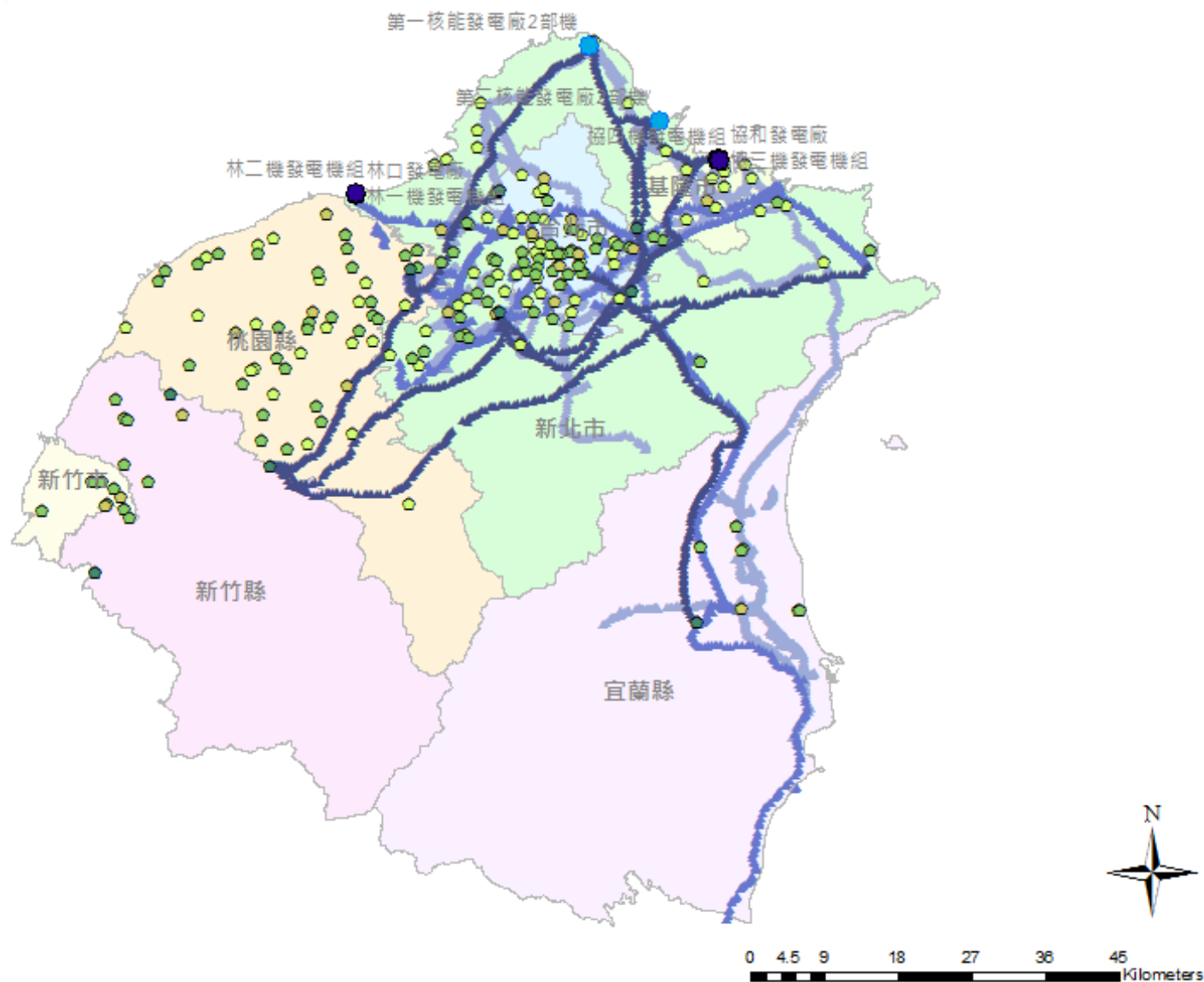
-  水庫 (7個)
-  取水口 (64個)
-  淨水場 (31個)
-  加壓站 (372個)
-  供水管線圖層 (715,482 筆)



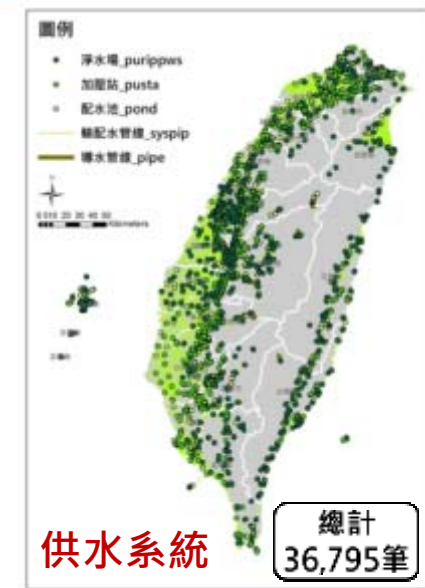
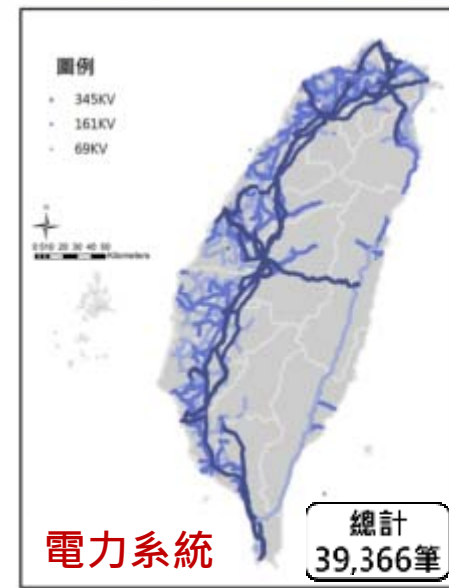
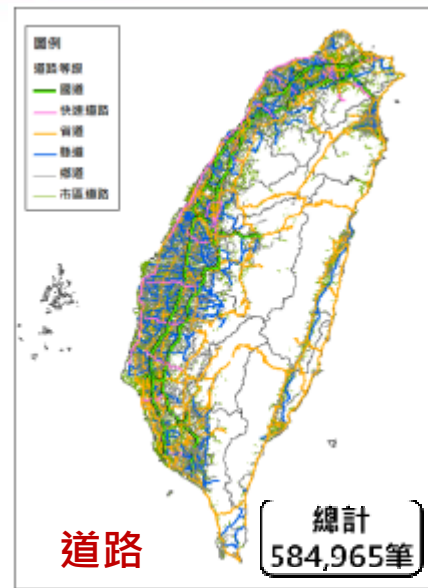
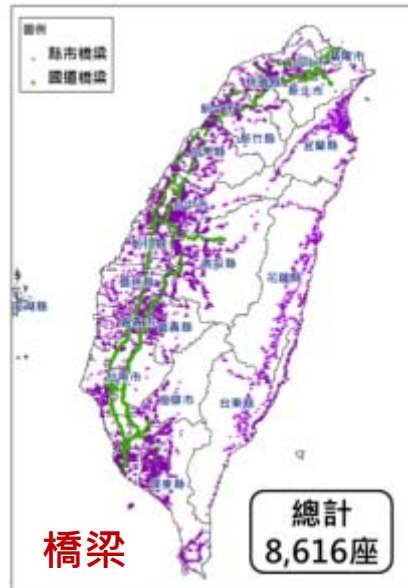
供電線路與設施資料庫建置

圖例

- 核能發電廠
- 火力發電廠
- ES
- PS
- DS
- SS
- ▲ 345KV
- ▲ 161KV
- ▲ 69KV



已完成全臺地震應用網格資料庫建置

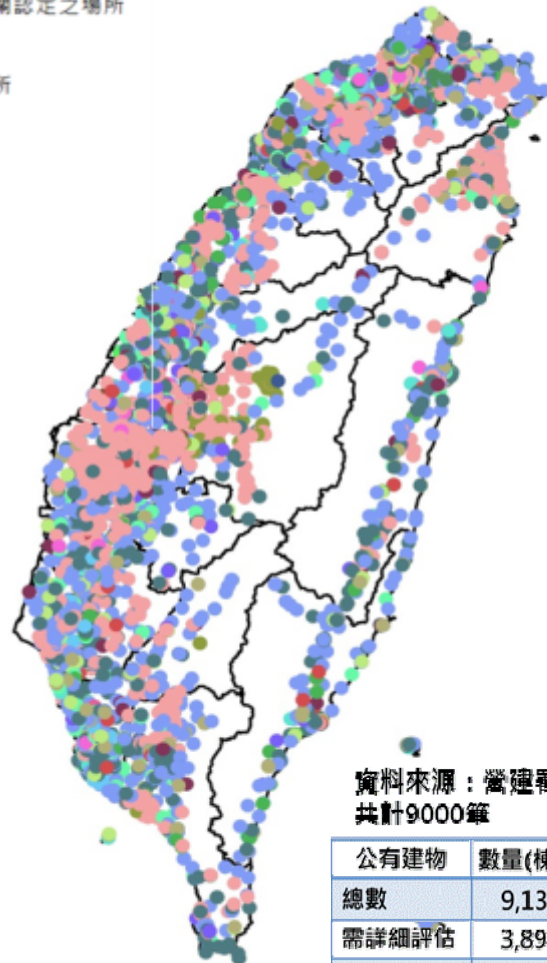


公有建物與國中小校舍耐震屬性資料庫



公有建物

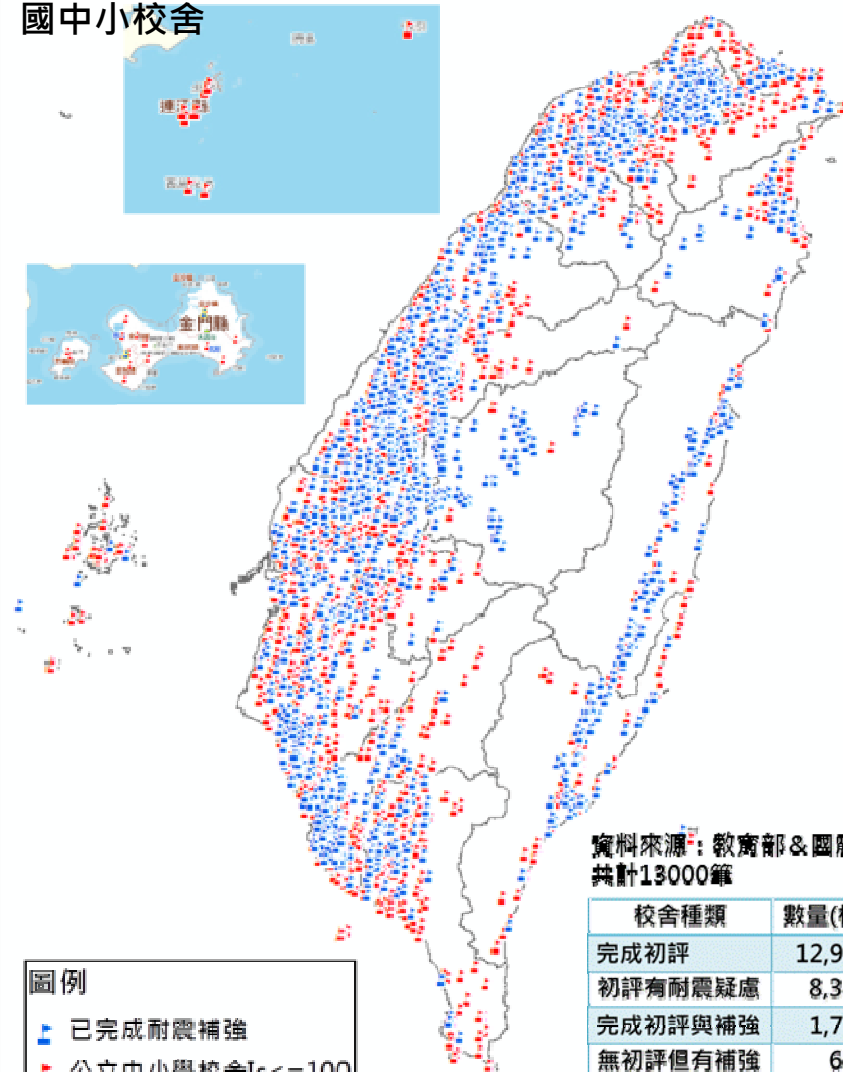
- 中央主管機關認定之場所
- 加壓站
- 危險物品場所
- 宗教
- 展覽場所
- 抽水站
- 教養場所
- 殯儀館
- 活動中心
- 消防
- 淨水廠
- 發電廠
- 監獄
- 給水廠
- 航空站
- 警政
- 變電設施
- 車站
- 辦公廳舍
- 醫療



資料來源：營建署
共計9000筆

公有建物	數量(棟)
總數	9,131
需詳細評估	3,892
需補強	2,058
需拆除	71

國中小校舍



資料來源：教育部&國震中心
共計13000筆

校舍種類	數量(棟)
完成初評	12,994
初評有耐震疑慮	8,374
完成初評與補強	1,780
無初評但有補強	600

圖例

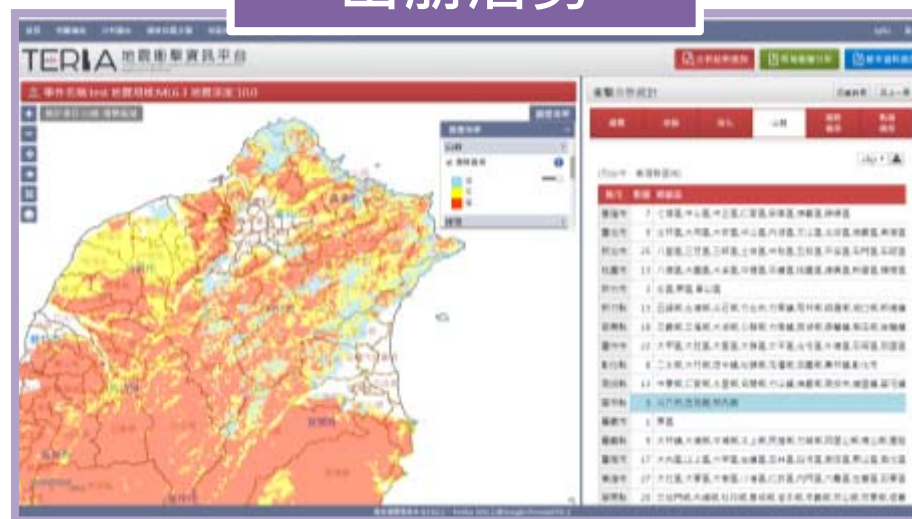
- 已完成耐震補強
- 公立中小學校舍 $I_s \leq 100$

項目	計算單元	內容說明
一、地震動分析		
(一) 地動模擬	500m 網格	最大地表加速度、速度與位移模擬
(二) 土壤液化&引致沈陷	500m 網格	液化潛勢與引致最大可能地表沈陷量
(三) 地震引致崩塌潛勢分析	500m 網格	震後坡地崩塌潛勢

液化潛勢



山崩潛勢



網格化技術整合與開發

項目		計算單元	內容說明
二、衝擊分析			
(一) 建物衝擊分析	1.一般建物衝擊分析	500m 網格	一般建物毀損棟數 (易損性分析)
	2.老舊建物衝擊分析	500m 網格	老舊建物毀損棟數 (易損性分析)
(二) 建物引致人員傷亡分析		500m 網格	建物引致人員傷亡數 (居家、上午通勤、上班、下午通勤不同時段)
(三) 避難人口衝擊分析		500m 網格	避難需求數與物資需求

避難人口衝擊



飲用水 38,244 公升



生活用水 764,880 公升



睡袋 12,748 個



衛生紙 12,748 卷



盥洗設施 2,124 座



臨時廁所 383 座



水肥車 51 輛

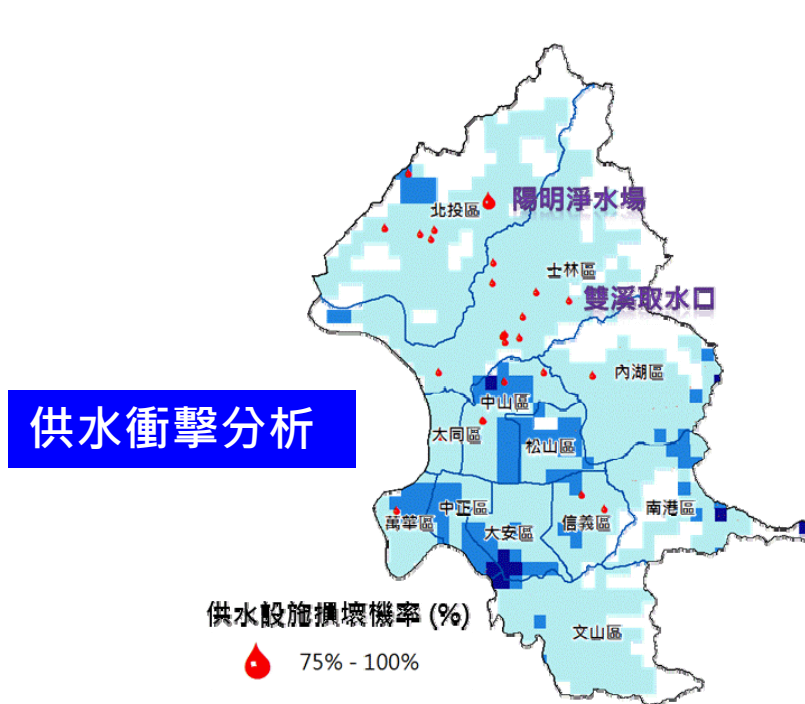


垃圾量 7,649 公斤



垃圾桶 797 個

項目	計算單元	內容說明
二、衝擊分析		
(四) 交通衝擊分析	1.道路通阻分析	500m 網格
	2.橋梁衝擊分析	點位、線段
	3.隧道衝擊分析	線段
(五) 供電衝擊分析	1.電力設施衝擊分析	點位
	2.末端管線衝擊分析	500m 網格
(六) 供水衝擊分析	1.供水設施衝擊分析	點位
	2.供水管網衝擊分析	500m 網格



網格化分析工具開發：地震衝擊資訊平台（TERIA）



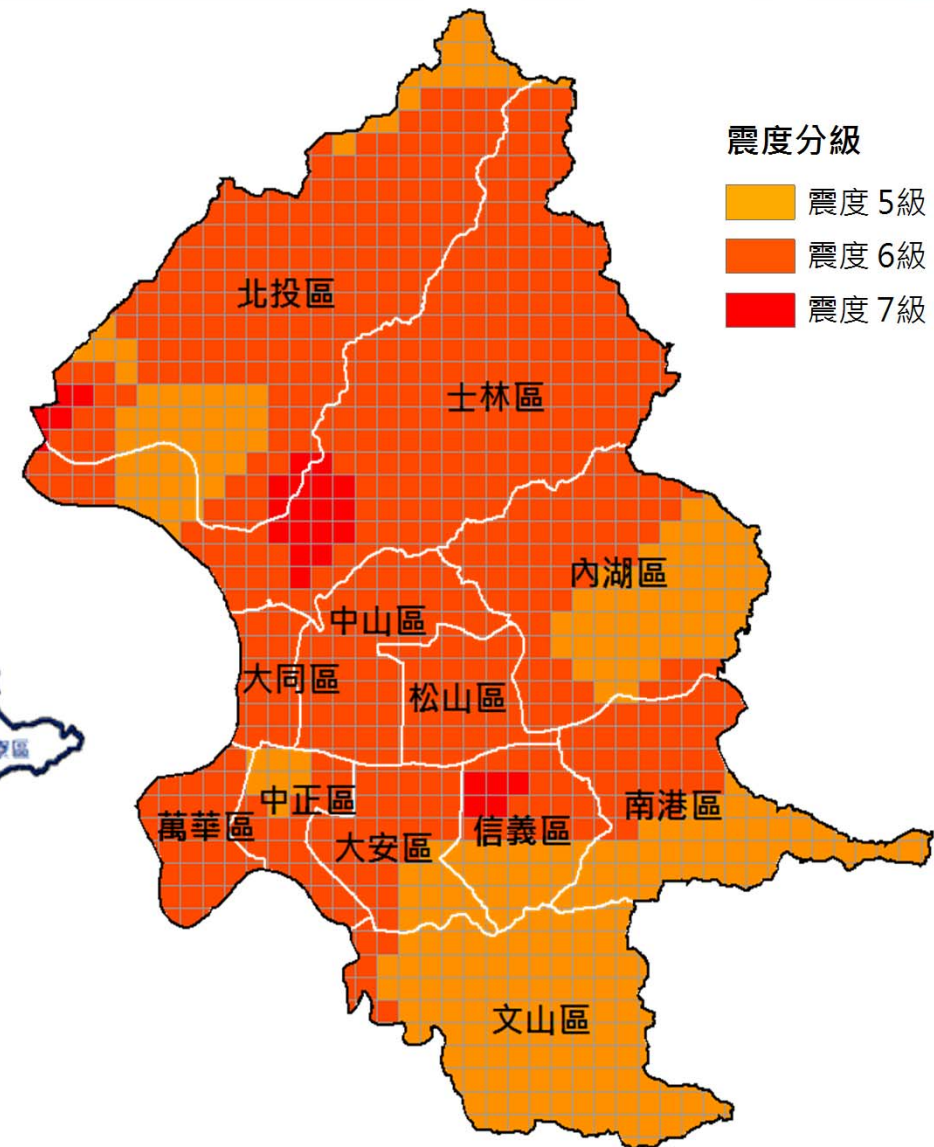
- 配合行政院災害防救應用科技方案之應科平台建置，建立具量化與空間解析特性之細緻化地震衝擊評估使用，彙整各項衝擊評估模式，並運用GIS地理資訊系統，以500m×500m地理網格為單元進行模擬
- TERIA具備基礎資料統計分析與衝擊評估運算之功能，並以視覺化理念進行開發



地震防災規劃應用

特定地震情境模擬

- ◆ 山腳斷層全段錯動 (設定情境)
- ◆ 地震規模6.3
- ◆ 震源深度10km

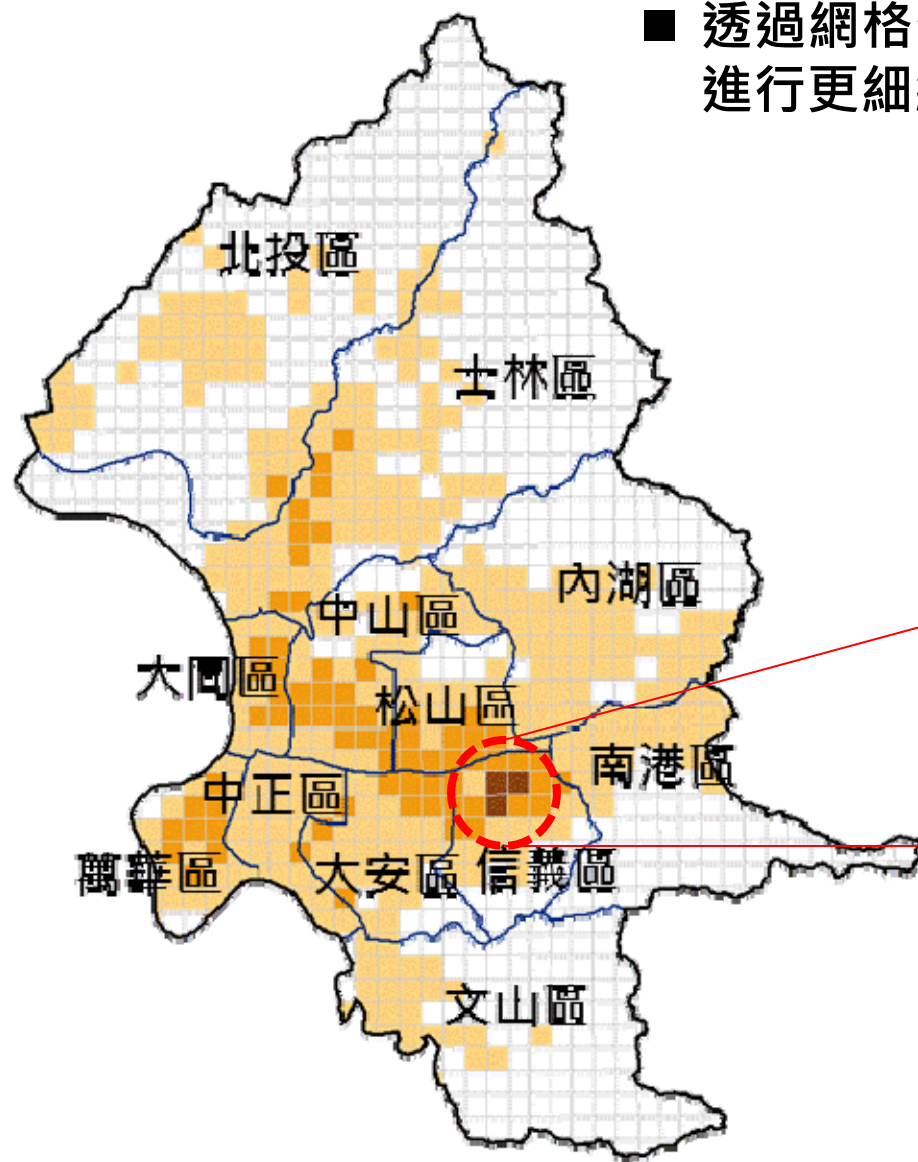


強化致災風險探討，輔助對策研擬

—以建物衝擊模擬為例



- 透過網格化特性，可結合空間資訊進行分析，進行更細緻之致災風險與情境探討



區域內未有耐震設計要求之老舊建物比例相對較高

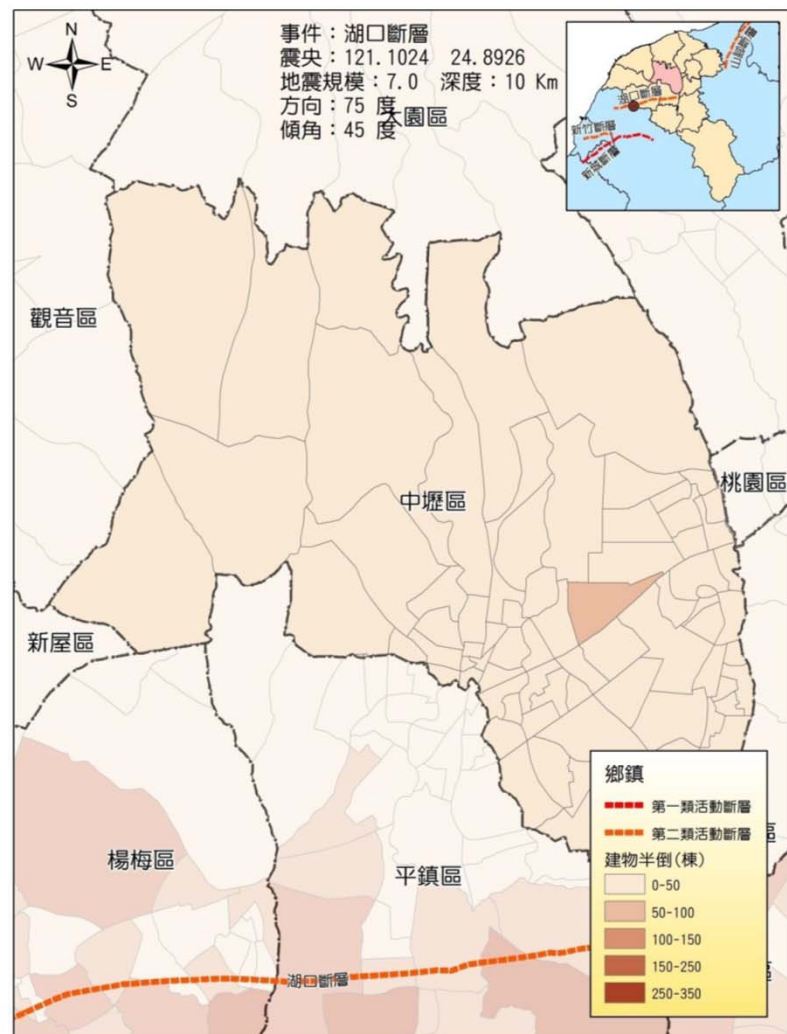


提昇衝擊分析結果之空間解析度

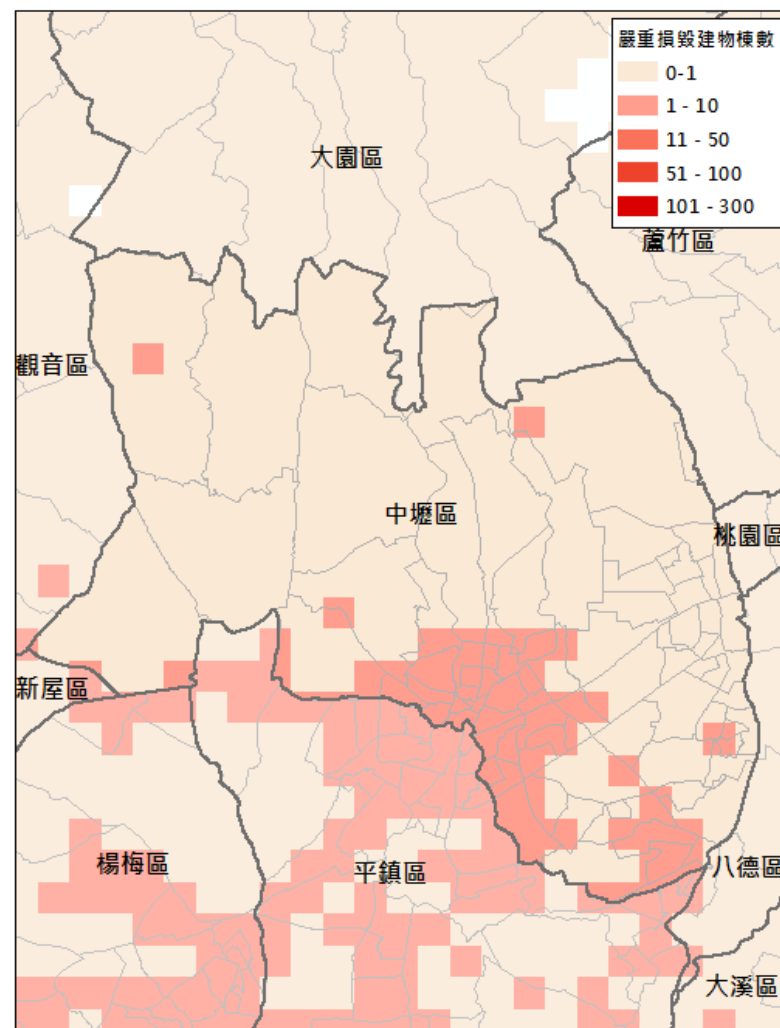
—以建物衝擊模擬為例



以行政區為分析單元



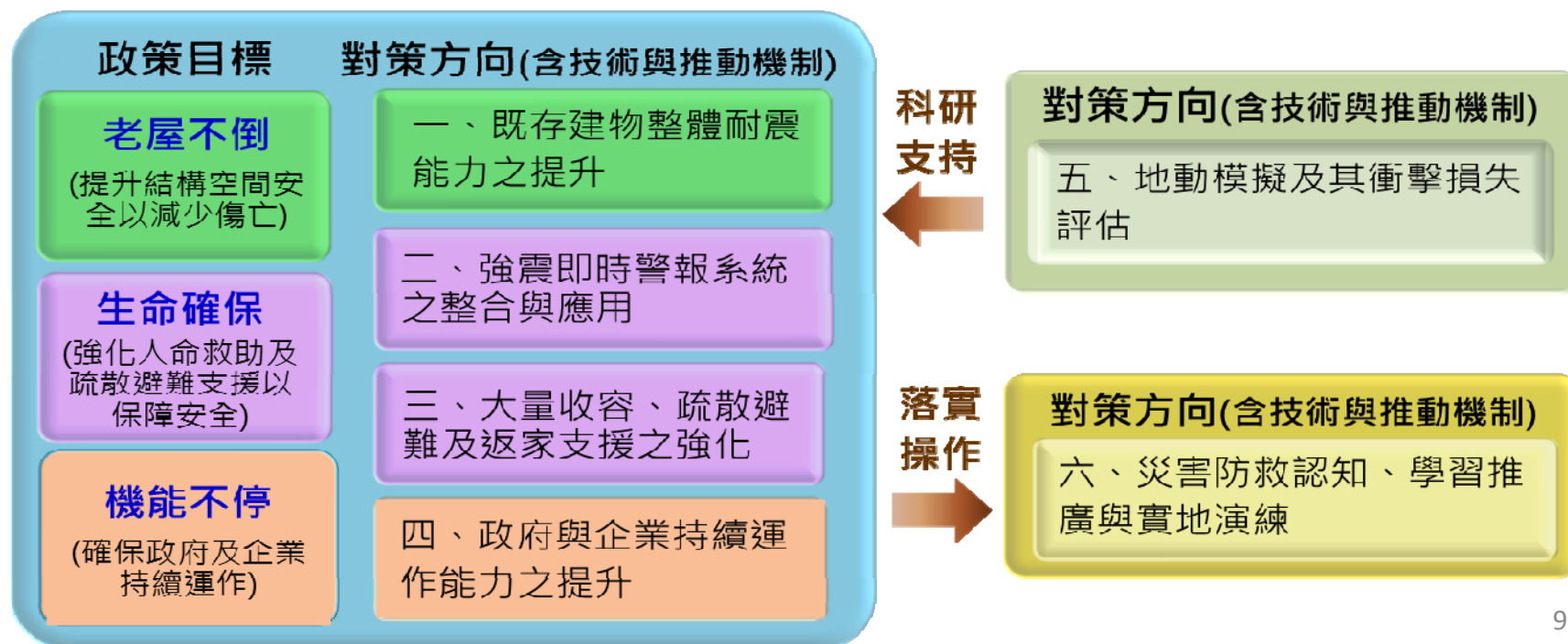
以網格為分析單元



(資料來源：桃園市中壢區地區災害防救計畫)

特定議題分析：以老舊建物衝擊分析為例

- 本中心與中研院、國震中心、災防辦公室共同研擬「大規模地震防治對策建議書」
- 以**老屋不倒**、**生命確保**、**機能不停**為總體目標，研提短期內可達成、具可行性之減災與應變對策，及必要之科研項目與法規措施為主。



(二) 以網格化資訊整合震後衝擊情境

■ 支援103年度國家防災日演練情境探討



花蓮縣主震

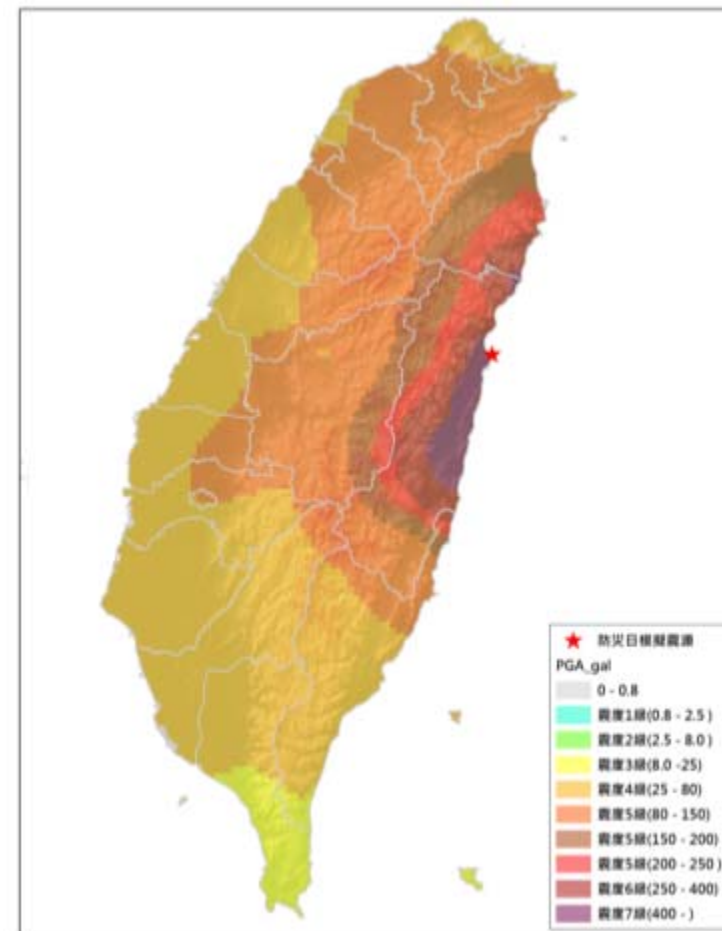
時間 / 2014 (103) 年9月D日9時21分

天氣 / 晴天，溫度31度

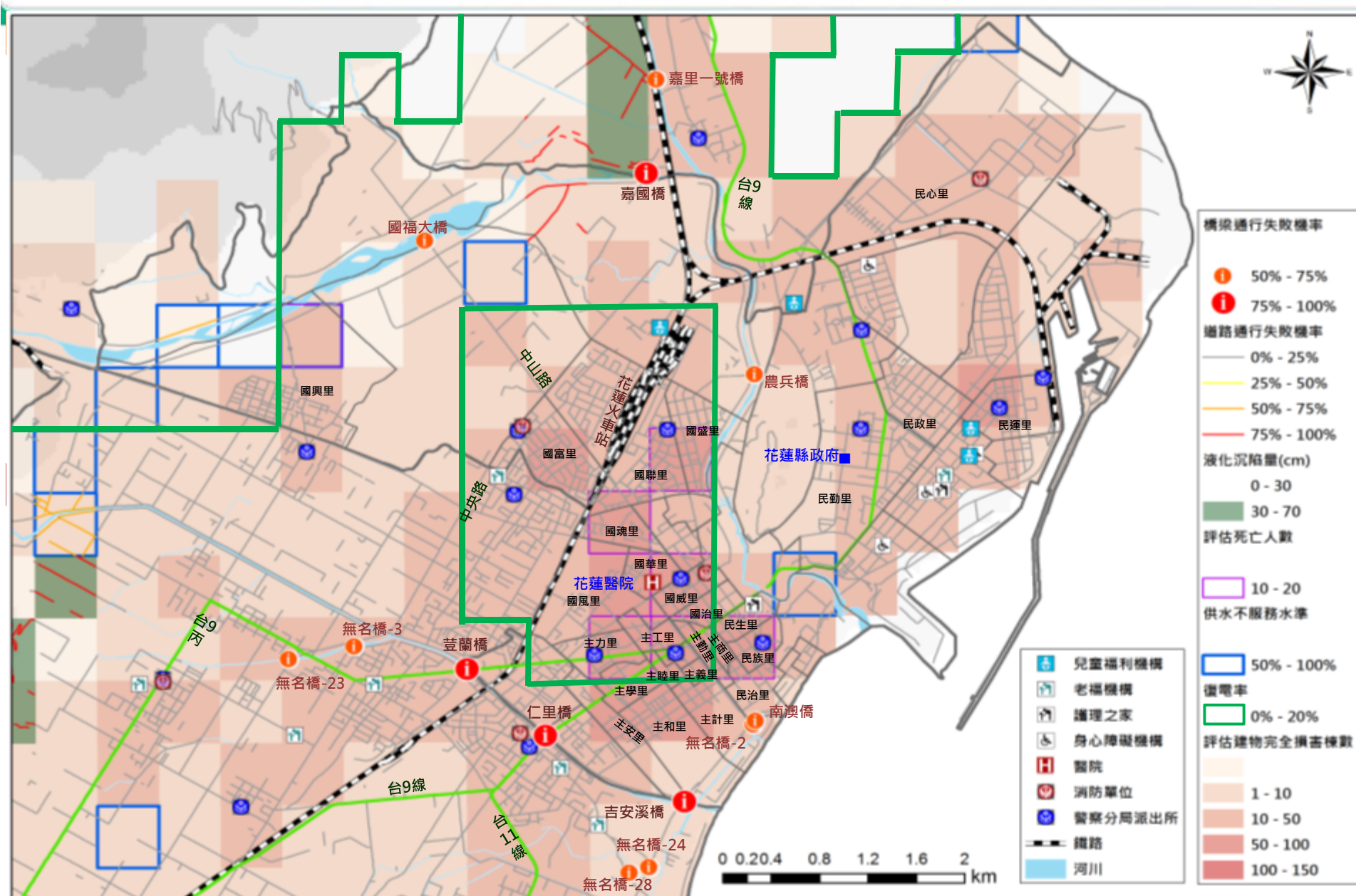
震央 / 花蓮縣壽豐鄉

事件 / 米崙斷層錯動，地震規模7.0，10公里淺層地震，部分地區震度達7級以上

模擬情境之地表加速度分布



網格化災害風險評估分析對策應用及建議書



■地震的時候到底該怎麼做才真正比較安全？

(地震個人安全防護)

平時防災準備

- 於容易取得之處放置**緊急避難包**，內置乾電池、收音機、手電筒、哨子、水、乾糧、藥品等物品，以備受傷或受困時使用。
- 充分掌握活動空間（住家、工作場所）內的**最佳逃生路線與附近可供避難的場所**，並事先規劃好震後與親人或同事的聯繫及集合地點。
- 活動空間中的大型家具、電器或懸吊物等，**平時即應固定牢靠**，避免於地震時傾倒、掉落而造成人員的傷害或阻隔逃生通道。

居家防震安全措施



家中簡易防震設計(蔡衡、楊建夫，2004)

居家環境分區檢查:

- 廚房、客廳、浴室、玄關、臥房。
- 避難路線檢測。



致災因子檢查:

- 家具及物品?
- 危害區域?
- 避免致災措施?



改善對策:

- 即時修繕
- 平日整備

地震當下的重要安全防護原則



- 以保護人身安全為第一要務。
- 第一時間應儘速
 1. 躲在堅固的桌子底下
 2. 或以低姿勢躲在堅固物體旁邊，而不要馬上往室外跑
 3. 待主震停了之後，再迅速往外疏散，同時抵達室外後亦應注意可能的墜落物（磁磚、招牌等）或爆裂的碎玻璃。
- 因在台灣依據耐震設計與施工良好的房子在地震中或許會受損，但仍不至於瞬間崩塌，故應優先以就地掩蔽為主。且在主震的劇烈振動影響下，人往往難以按照自己的意識行動，在慌忙的逃避過程中，反而容易造成跌倒、摔落樓梯等傷害。

掩蔽動作不要只做一半

- 在進行掩蔽的同時，除應以隨手物品保護頭、頸部外，**並應牢牢抓緊桌腳或其依靠的掩蔽物**，以免身體被強烈的振動甩離掩蔽物，而失去尋求保護的功用。



抓緊

有哪些物品可協助掩蔽？

- 除非有**頭戴式**、**不占用雙手**之物品用以保護頭、頸部，否則寧可保持雙手靈活度，確保移動時之安全。



躲避的位置很重要

○ 正確

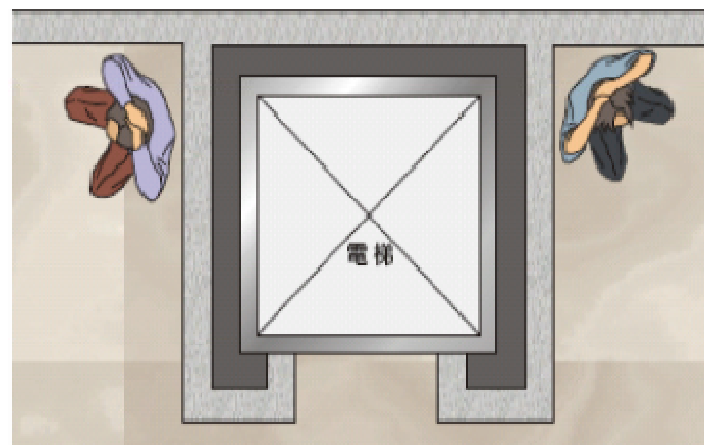
- 優先建議躲在堅固的桌子或傢俱下，並抓緊！



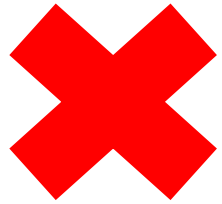
- 柱子旁邊：
按照規範施工的柱子堅韌不易塌



- 電梯間旁邊：
電梯牆結構上相對較堅實



躲避的位置很重要

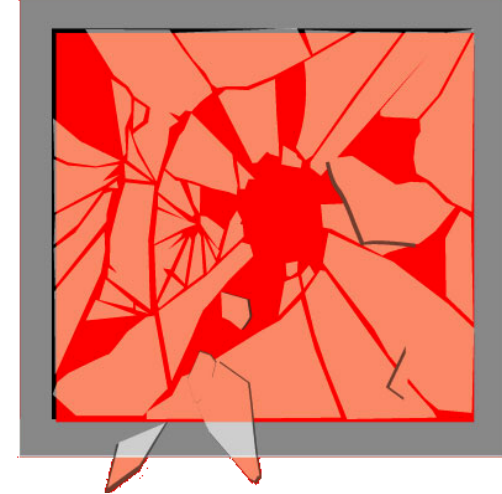


錯誤

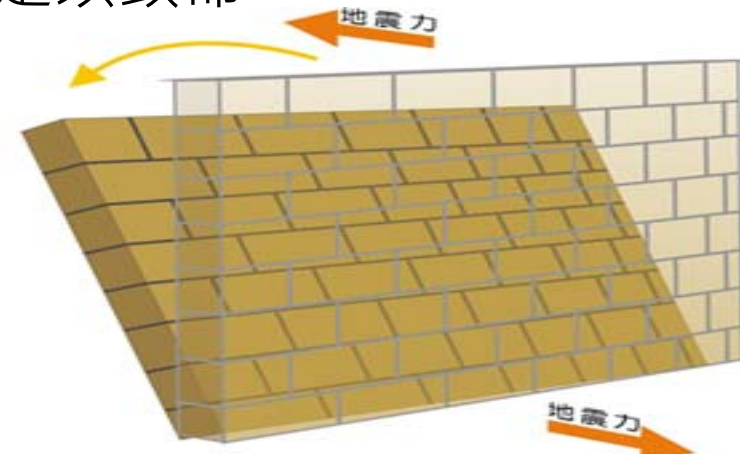
- 門框下：
門框並無足夠的支撐力



- 窗戶邊：
破裂的玻璃將會四處飛射



- 牆壁旁：磚塊重量足以致命



未固定之櫃子容易致災

- 櫃子本身會移位或翻倒，均會造成人身傷害。



- 櫃子門片可能被震開，物品掉落砸傷人，甚至引發火災（易燃物）。

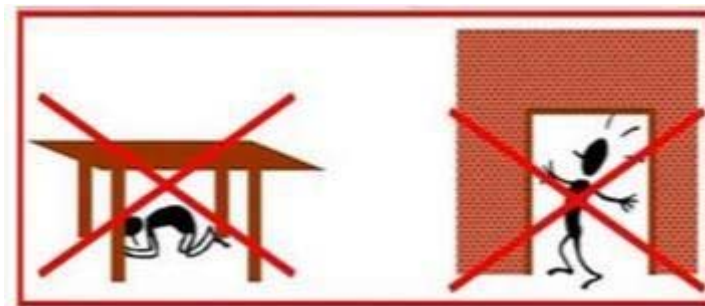


有關生命三角的說法是否正確？

其理論主要認為躲在家俱旁的“生命三角空間”會比躲在桌子底下安全！！



當建築物倒塌時，落在物體或家俱上的屋頂的重力會撞擊這些物體，使得靠近它們的地方留下一個空間。這個空間就是被我稱作的“生命三角”。而物體被擠壓得越小，這個空間就越大，於是利用這個空間的人免於受傷的可能性就越大。



生命三角值得商榷之處



- 在地震力的作用之下，原本預期用來形成“生命三角空間”的支撐物可能很快就被震倒或震離原位，無法發揮支撐功能
- 在地震中往往以被震倒或震飛的家俱、擺飾物、懸吊物或碎玻璃等對身體所造成的傷害更大，因此良好的掩蔽才能大幅降低受到傷害的機率
- 依許多國內、外實際震後救援的經驗顯示，即使房屋受損而倒塌，堅固桌子之類的傢俱仍能為身體提供保護作用。
- 綜上因素，在地震來臨時躲在堅固的桌子底下仍是相對較好的安全防護動作，但一定要記得牢牢捉緊桌腳，以免身體被地震甩離桌底而失去掩蔽的功能。

■ 為什麼？

- 房屋安全的初步判斷，亦是進行震後緊急處置的重點。
因依據許多地震救援的經驗顯示，大地震後之3~6月內都還屬於餘震頻繁發生的時期，而許多房屋往往在主震中已經受到損壞，而在之後陸續發生的餘震中發生倒塌或造成更大的災害。

■ 可以怎麼做？

- 雖然房屋結構的安全鑑定是相當專業的工作，但是仍有5個簡單的判斷方法，可提供作初步的檢查。

震後房屋安全初步判斷方法 (1/5)

■ 目視即可察覺房屋已有傾斜現象

- 現地測量
- 裝置水平儀

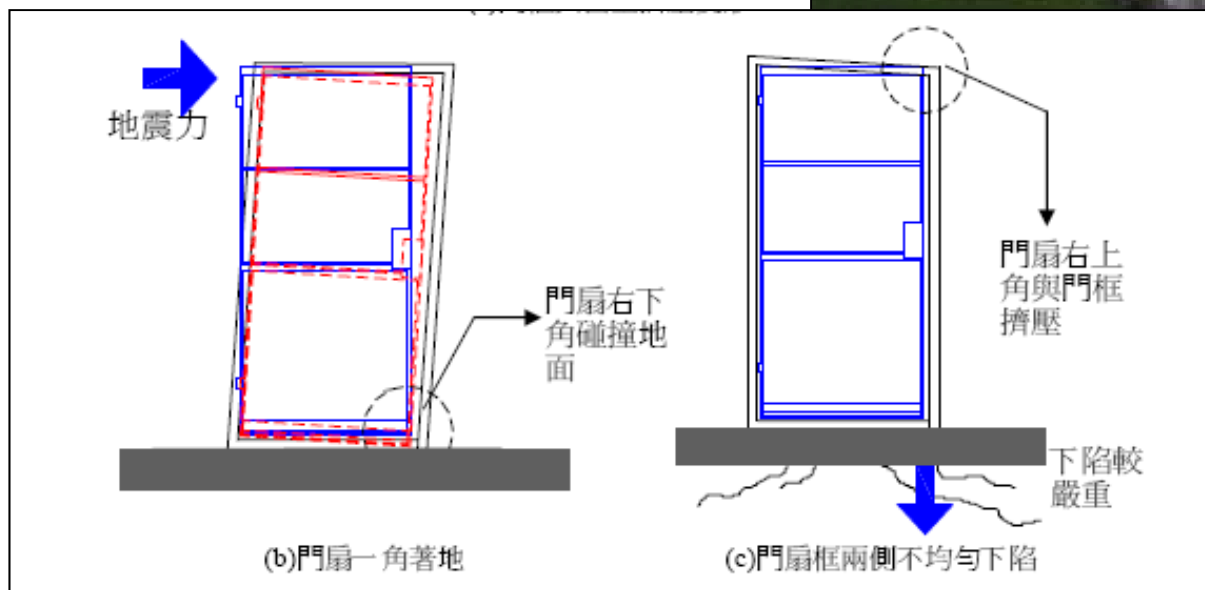


圖片來源：莊忠鵬土木技師事務所



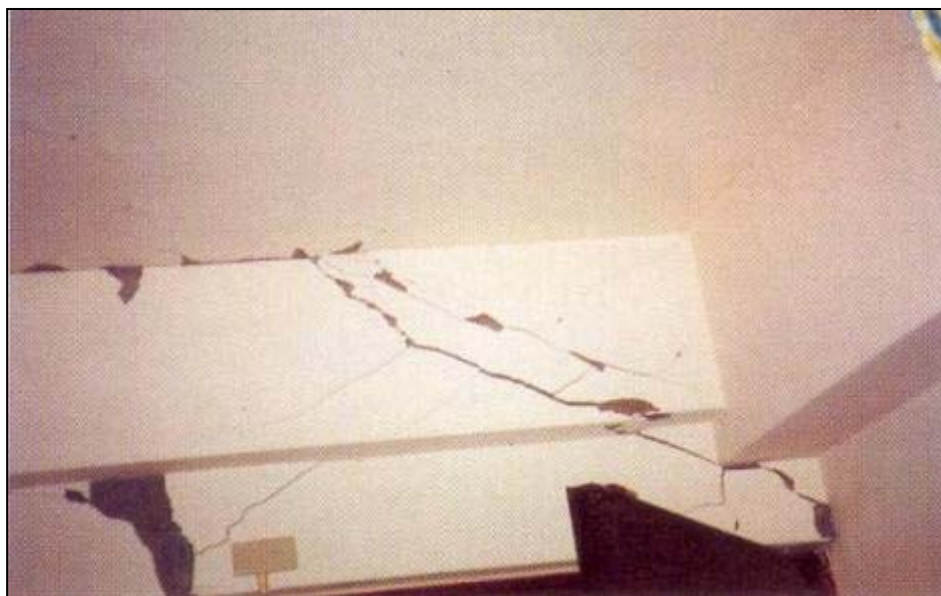
震後房屋安全初步判斷方法 (2/5)

■ 門或窗已明顯變形而無法正常開閉



震後房屋安全初步判斷方法 (3/5)

- 樑、柱或牆有明顯約45度斜向的裂縫，或是X形、V形、倒V形等長而連續的裂縫。



震後房屋安全初步判斷方法 (4/5)

■ 建築物樑、柱的鋼筋已外露可見



震後房屋安全初步判斷方法 (5/5)

■樓地板的角落出現明顯裂縫或已經開裂





行政法人 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

簡報結束 敬請指教
