

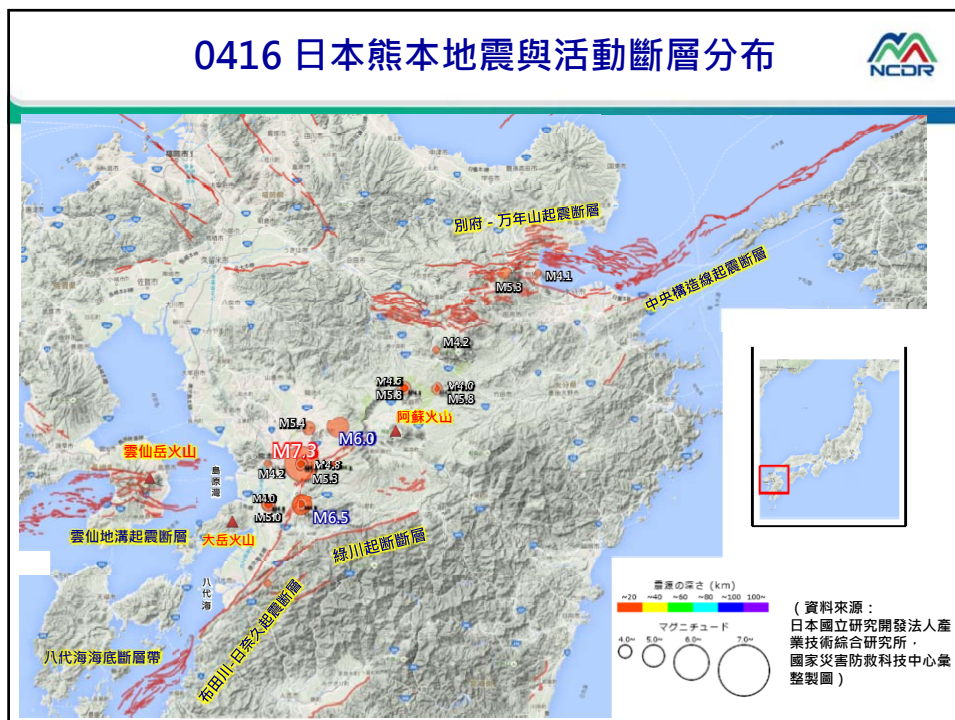
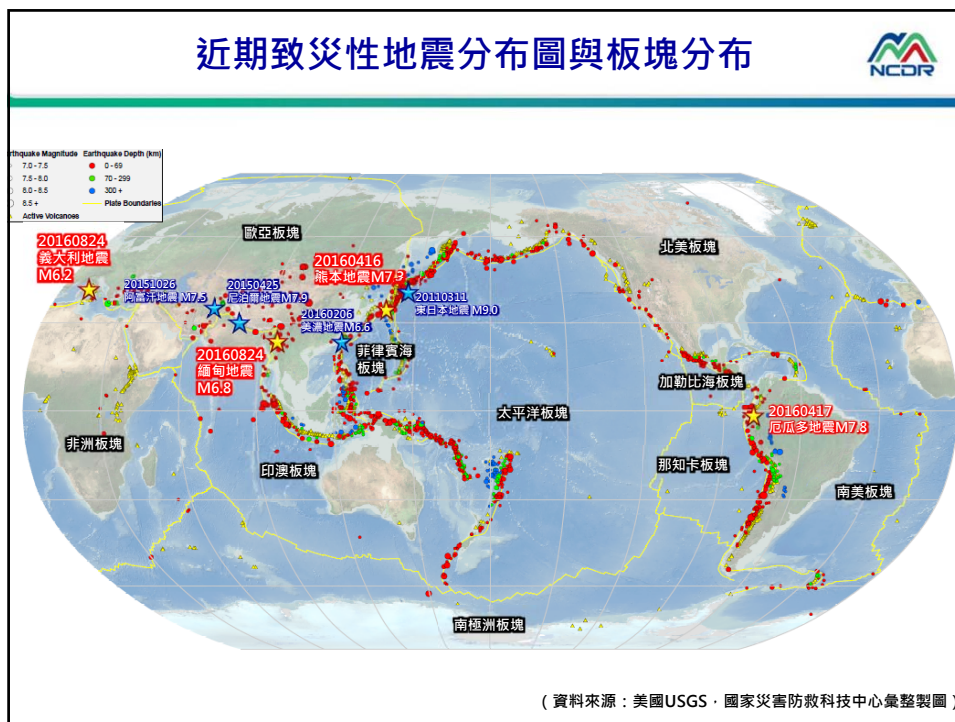
## 宜蘭縣地震防災教育訓練

柯孝勳  
國家災害防救科技中心  
JUN. 02, 2017

### 簡報大綱



- 台灣地震潛勢與特性
- 地震監測與強震即時警報技術
- 網格化地震衝擊分析技術發展與防災應用實務
- 地震的時候到底該怎麼躲才比較安全？



## 熊本地震災情空間分析



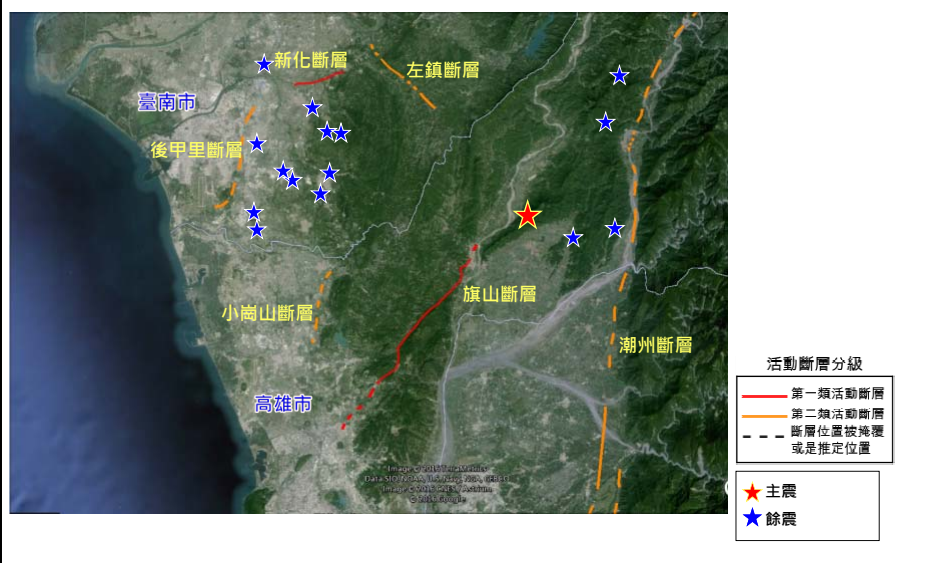
■ 建物災情分佈**主要沿布田川-日奈久斷層沿線** (斷層面上端)



(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地震震央鄰近活動斷層分布

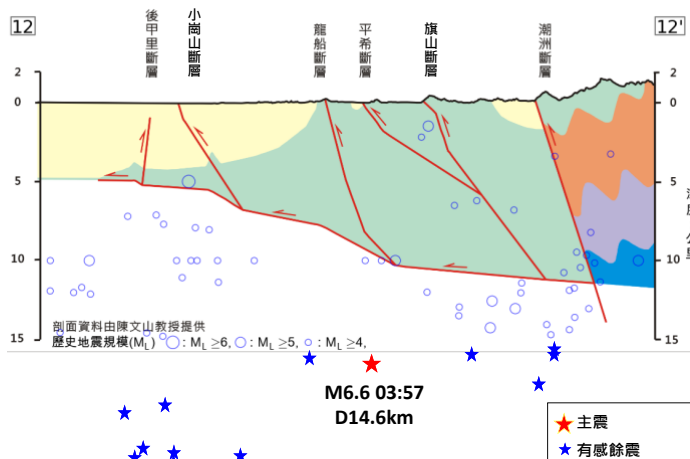


### 0206地震震源鄰近區域地質剖面圖



**? 困惑?**

- 斷層
- 盲斷層
- 板塊運動
- 正斷層
- 逆斷層
- 雙主震
- 能量釋放

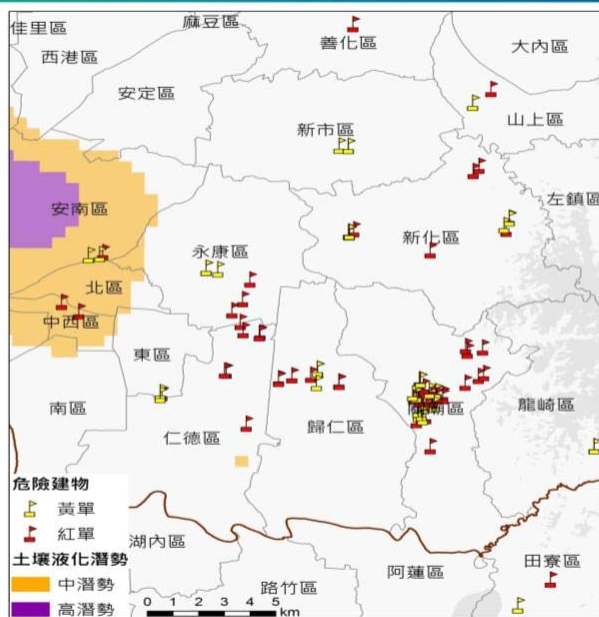


### 受損建物位置與液化分析區域



**? 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





## 山區崩塌與聚落安全巡檢





龍崎區崎頂里(0.19公頃)



龍崎區南屏路



龍崎區土崎里考潭14號





山區聚落房屋受損情形




山區聚落庭院地表受損情形

**崩塌位置判釋共18鄉鎮市·6個崩塌集中區域**

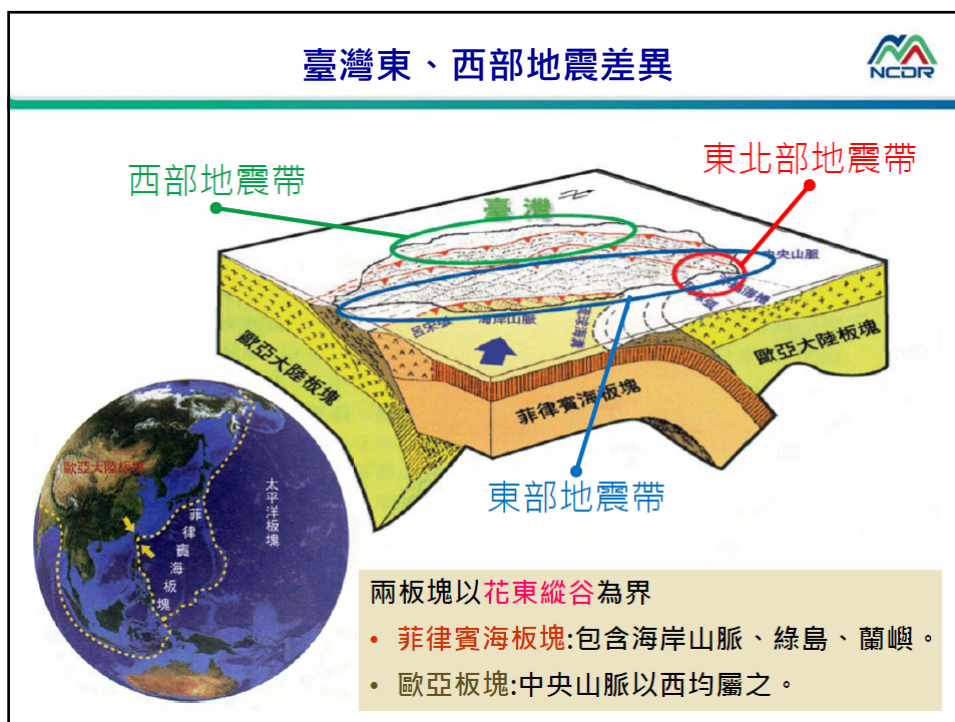
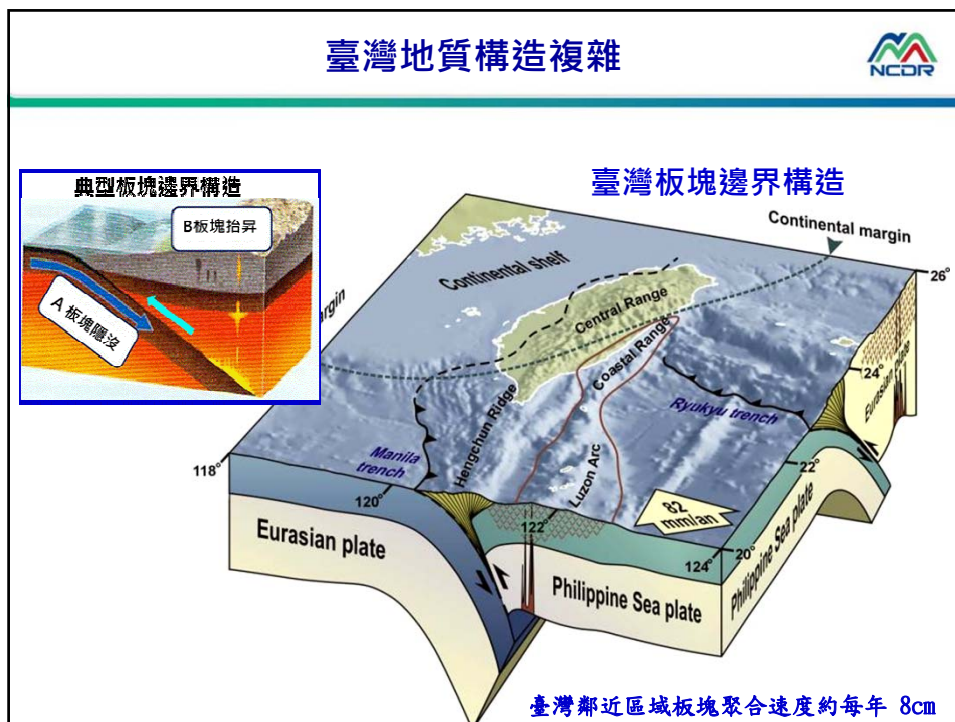
資料來源：水保局、地調所、國家災害防救科技中心

11



## ■ 台灣地震潛勢與特性

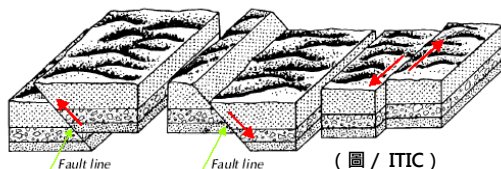
12



### 斷層錯動機制

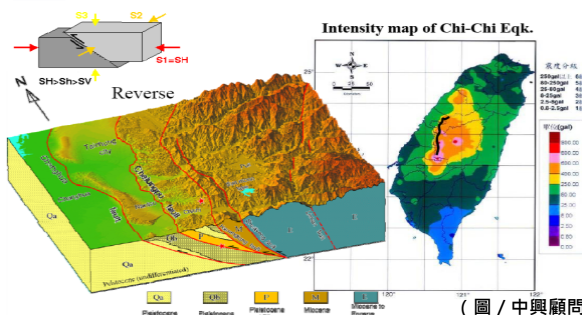


逆斷層      正斷層      平移斷層



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。



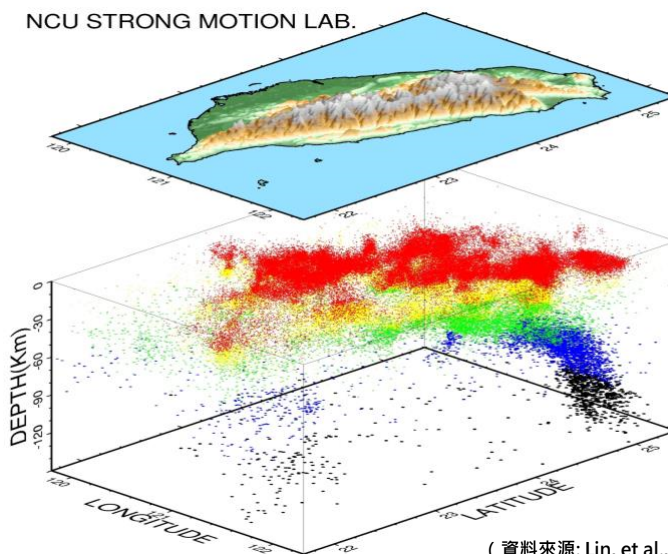
通常以逆斷層（尤其位於上盤處）造成之地震災害規模較大，且較易形成海嘯。

(圖 / 中興顧問社簡報·鄭錦桐)

### 臺灣東、西部歷史地震分布

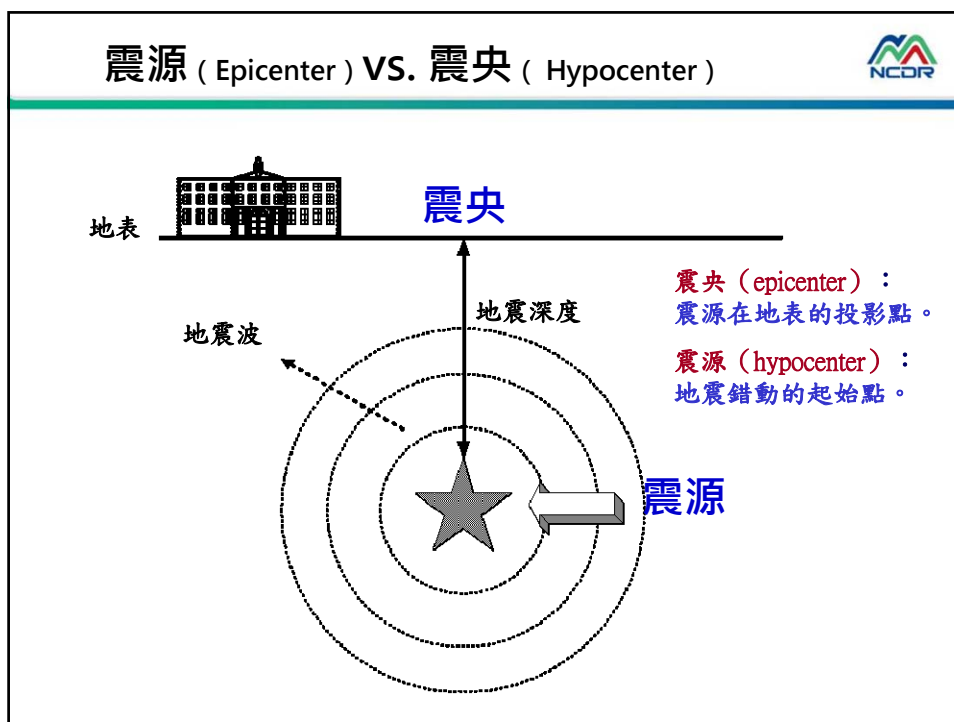


NCU STRONG MOTION LAB.



(資料來源: Lin, et al., 2004)





### 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

震波

斷層

震央

震源

**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。

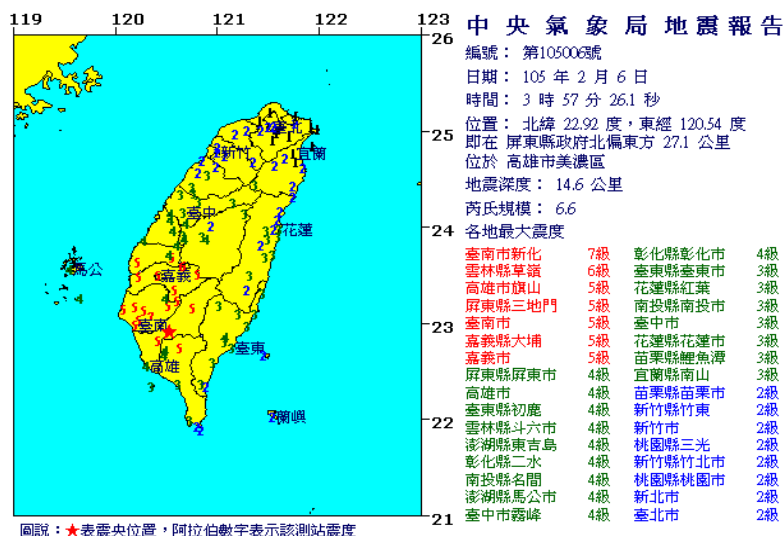


交通部中央氣象局地震震度分級表(2000年8月1日公告)

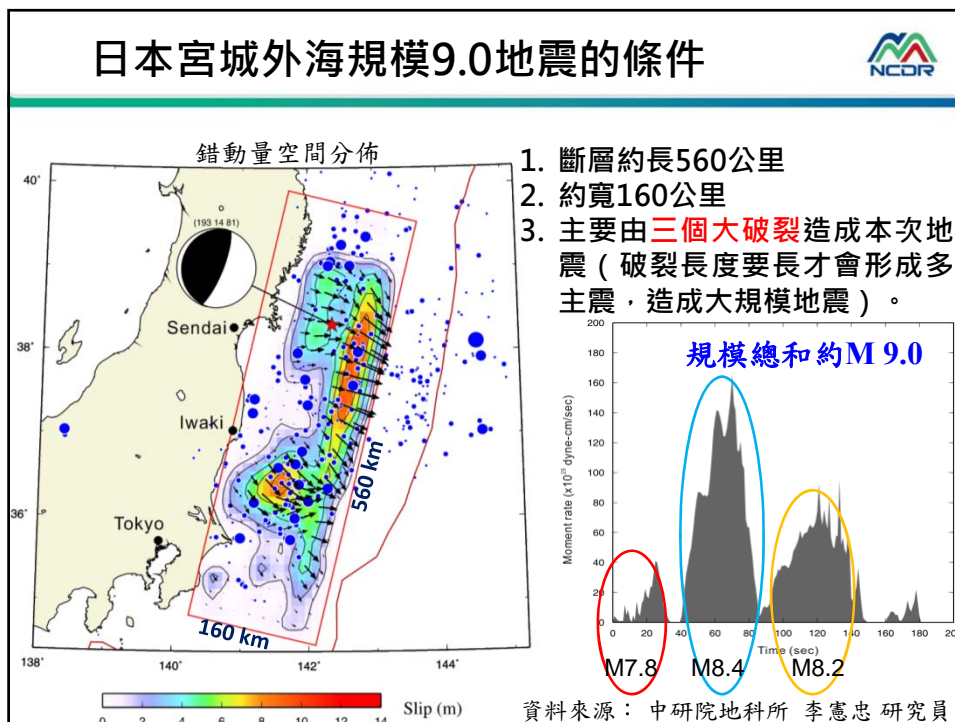
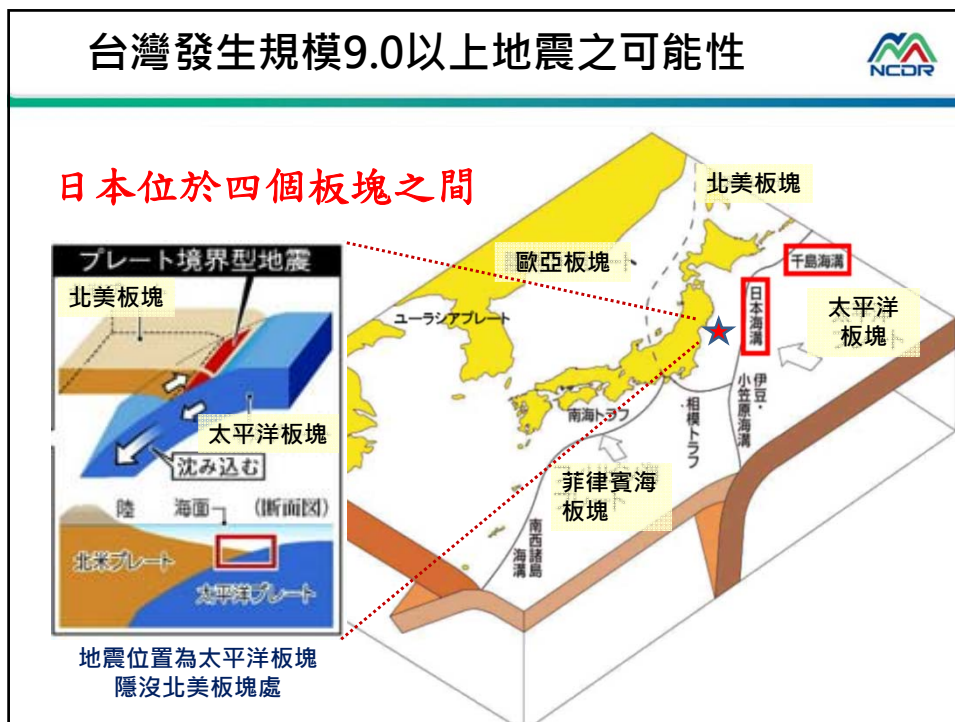
震度分級	地動加速度 (cm/s <sup>2</sup> , Gal)	簡易圖示	人的感受	屋內情形	屋外情形
0 無感	0.8 以下		人無感覺。		
1 微震	0.8~2.5		人靜止時可感覺微小搖晃。		
2 輕震	2.5~8.0		大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人有部分會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短。
3 弱震	8~25		幾乎所有的人都感覺搖晃，有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖蕩。	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃。
4 中震	25~80		有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒。	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掉落地面。	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)

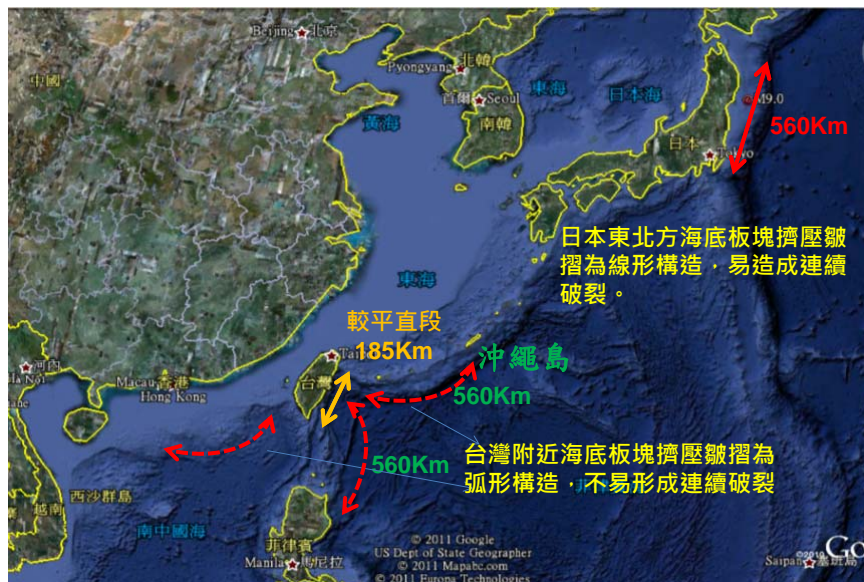
## 中央氣象局地震報告



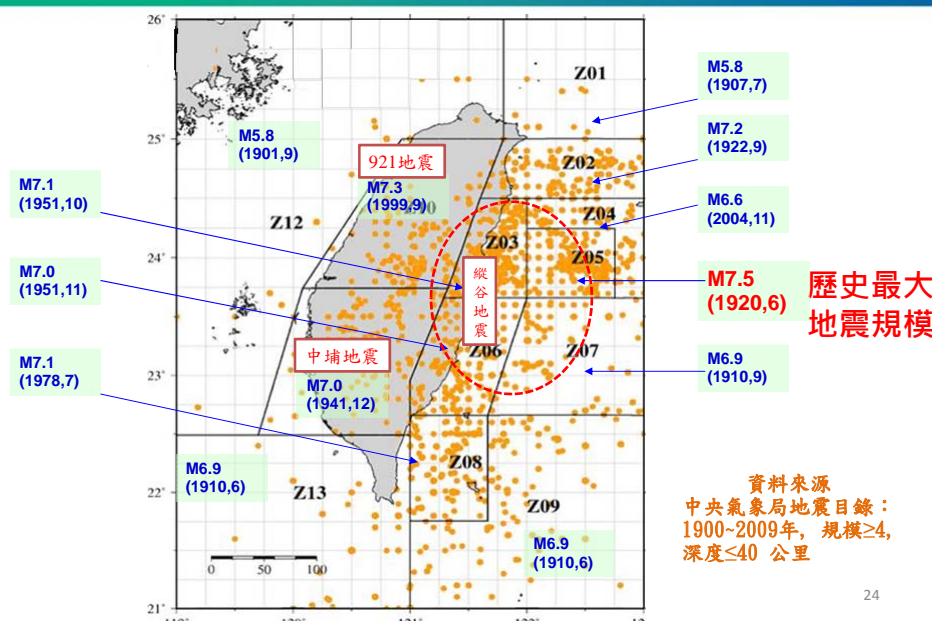
(資料來源：中央氣象局網站)



## 台灣的地質構造不利規模9的地震生成



## 台灣百年歷史上，大規模淺層地震



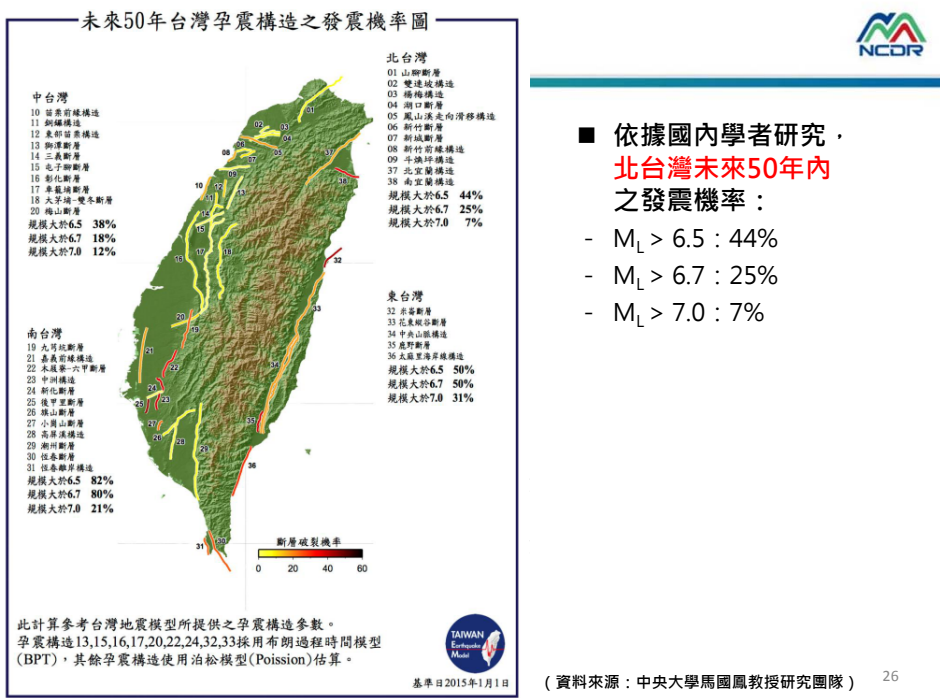
## 台灣週邊不易有規模9.0的地震發生



- **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

25

未來50年台灣孕震構造之發震機率圖



## 土壤液化成因

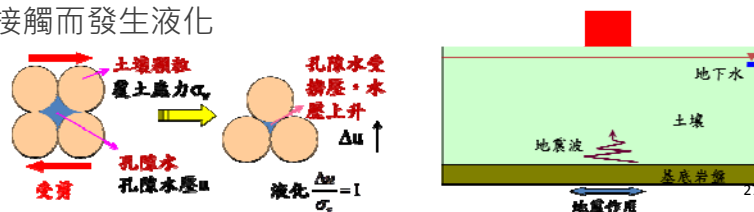


### 何謂土壤液化

- ◆ 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

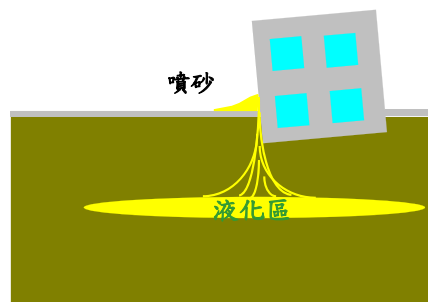
- ◆ 若孔隙水壓力過高時，使砂土由地層中裂隙往上衝出地面，此謂噴砂

### 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)



28



### 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



曾文溪橋



液化點2護堤現況

## 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



35

## 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



36

## 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



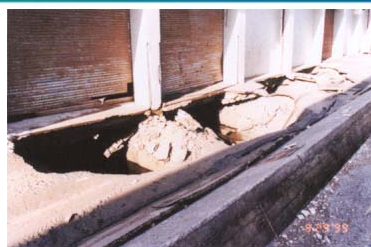
資料來源：國家地震工程研究中心

37

## 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

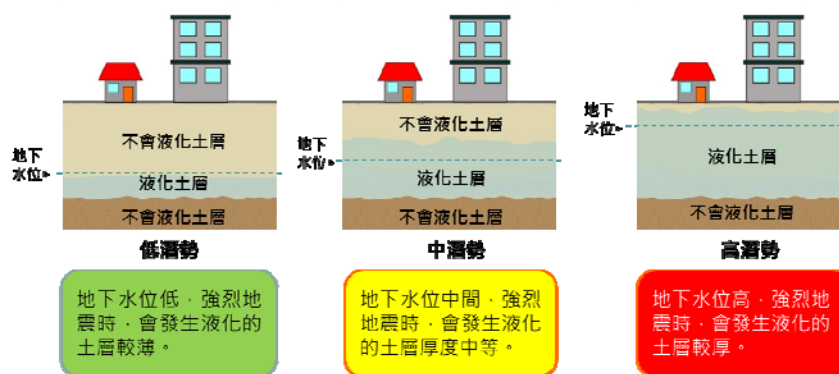
38

## 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

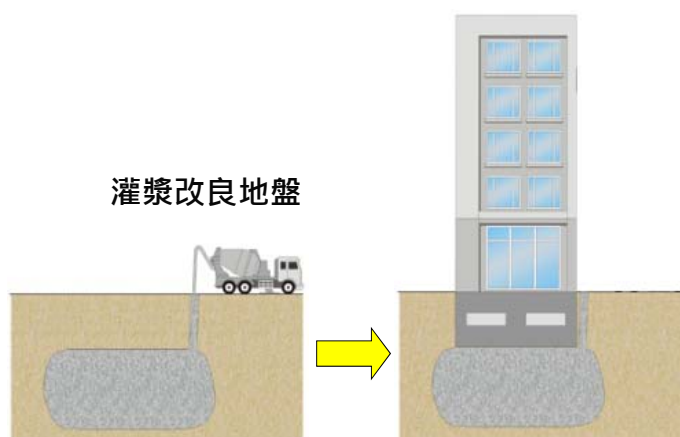
39

## 土壤液化主要防治對策(1/2)



### 地盤改良

#### 灌漿改良地盤



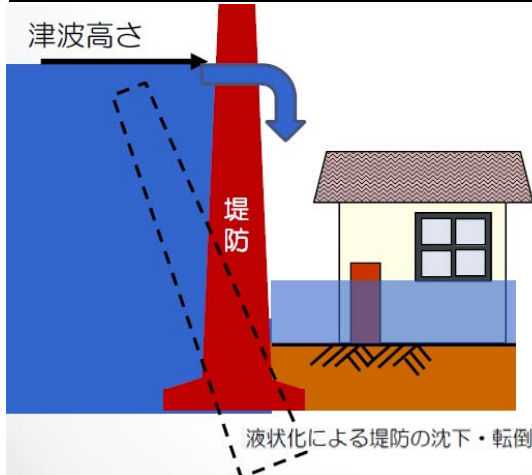
資料來源：國家地震工程研究中心(2011)·「複合式災害簡介及防處-防震」簡報檔

40

## 大阪府針對河、海堤進行全面地盤改良



### ◆ 防潮堤の強化

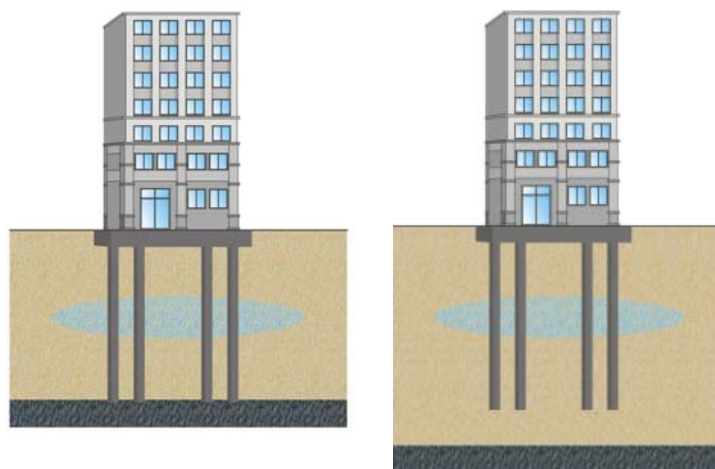


\*資料來源：前大阪府副知事小河保之(演講簡報)<sub>1</sub>

## 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




資料來源：國家地震工程研究中心(2011)・「複合式災害簡介及防處-防震」簡報檔

42

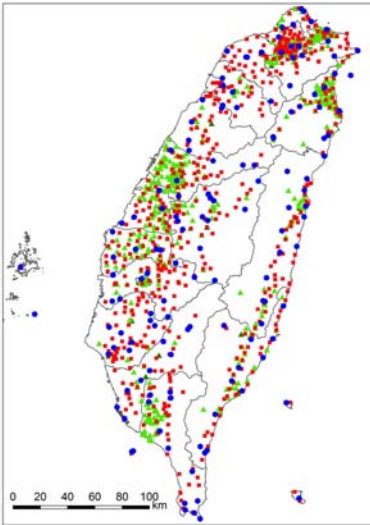


## ■地震監測與強震即時警報技術

43




## 國內地震即時監測站



- 國際網路**
  - 中央氣象局
- 電視**
  - 中央氣象局
  - 電視業者
- 手機群播**
  - 中央氣象局
  - 防災科技中心
  - 電信業者
- 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

**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

**一般民眾**

電視插播(資料來源:東森電視)

手機訊息

**客製化用戶**

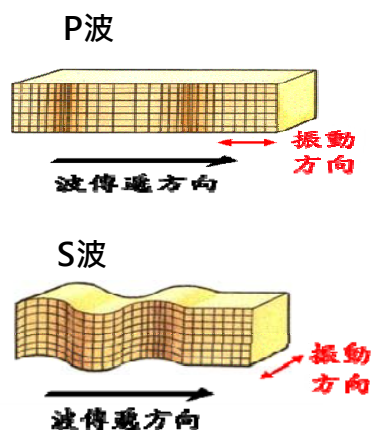


廣播 防災 手機APP  
通知 控制

- 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)

44

## 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。

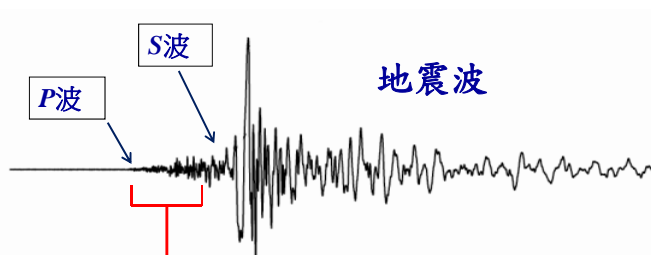
強度：S波 > P波

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



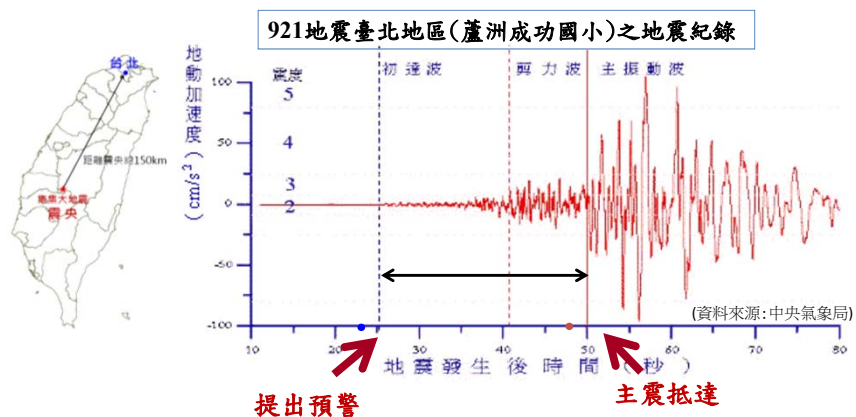
- 地震規模
- S波振動程度
- 災害性地震

□ 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。



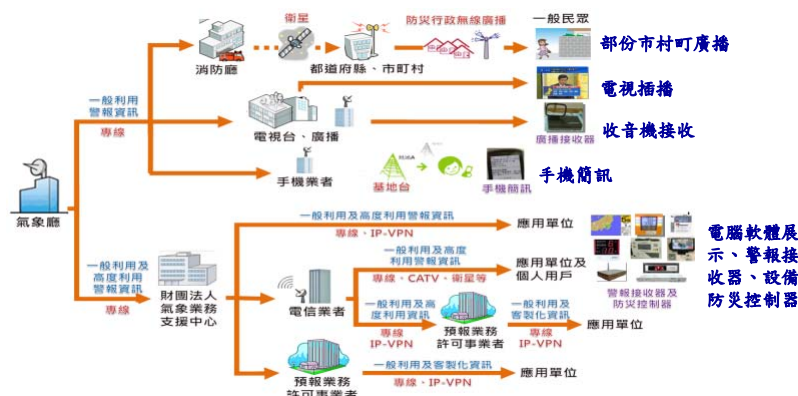
48



## 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傳達網實用化」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

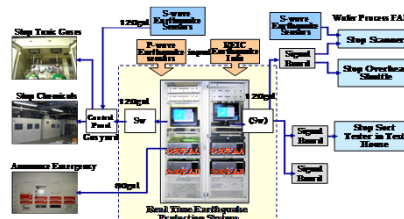


- 日本氣象廳在主震到來之前通過電視插播方式，成功發佈了地震預警。

- 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。



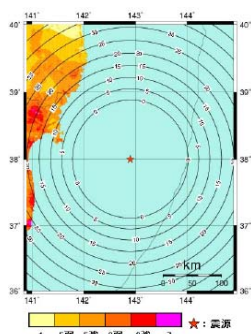
- 半導體廠在振動來臨前12秒接收到警報，啟動緊急停止裝置，避免有毒物質洩漏。



## 東日本大地震預警發布及接收情形



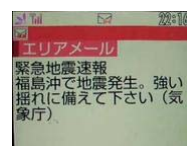
- 氣象廳即時發布緊急地震速報，最靠近震央之宮城縣地區有**15秒**預警時間，而東京地區則有超過**1分鐘**之預警時間。
- 民眾可透過**電視、電腦網路、手機簡訊、防災行政無線廣播**等管道獲得地震速報訊息。



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



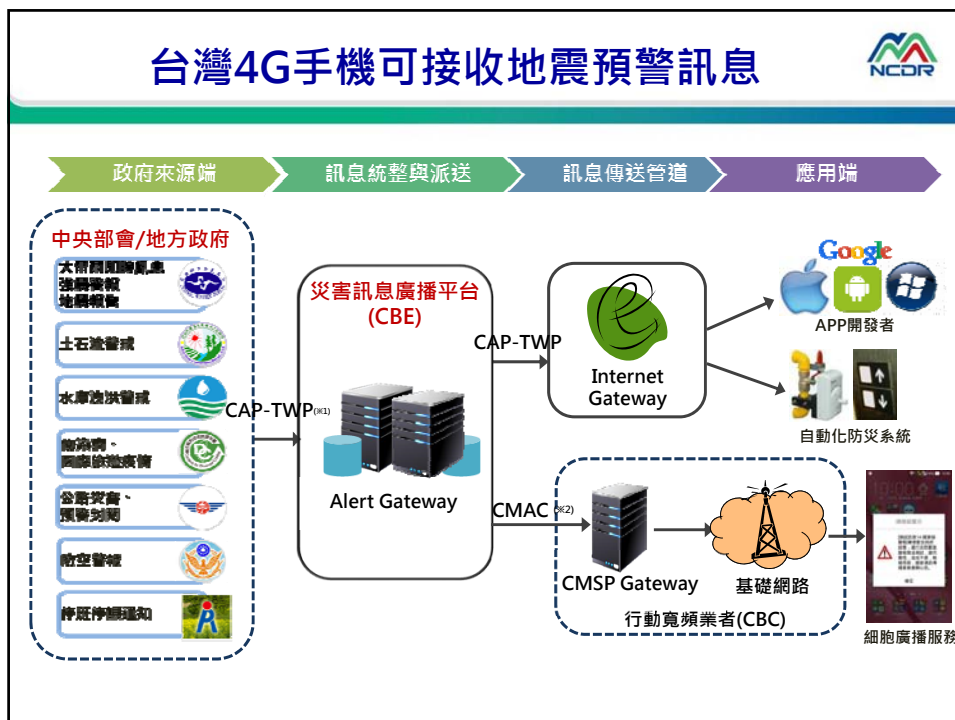
東京都防災無線廣播警報


## 目前已開發之系統 氣象局訊息即時發布平台



系統終端機

地震資訊	
發生日期	2002/03/31
發生時間	14:52:54
規模	7.1
斷層	122.18
斷層	24.19
深度	5.0
震央距離	115.0



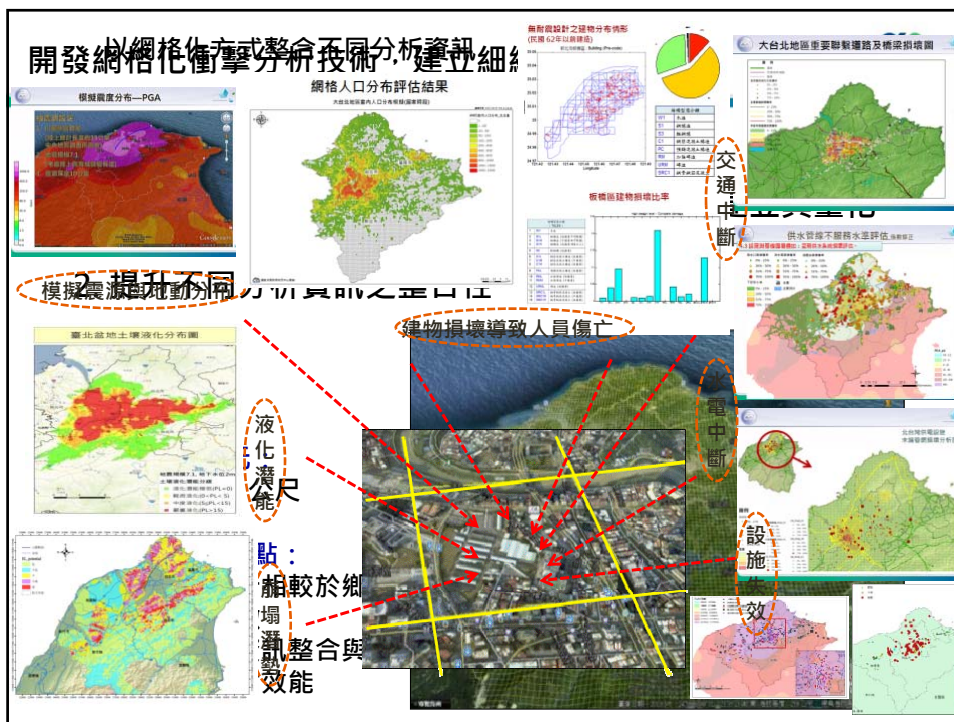


## ■ 網格化地震衝擊分析技術發展與防災應用實務

受強震震襲後，我們是否已掌握環境都市因子因應？



55



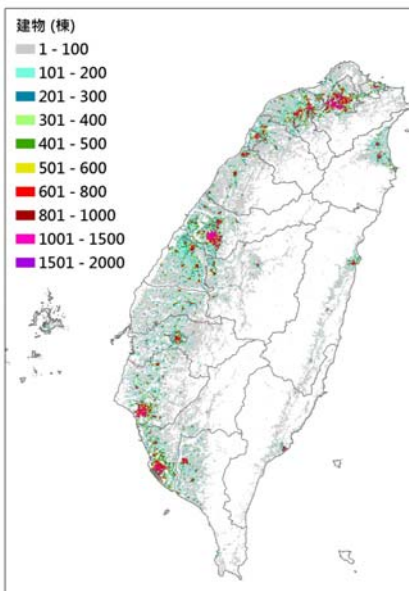
## 一、全臺地震網格資料庫建置



### ■ 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

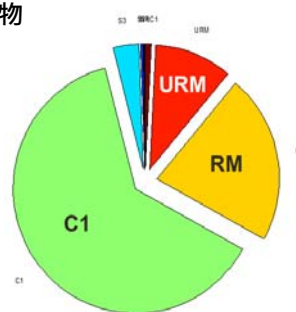
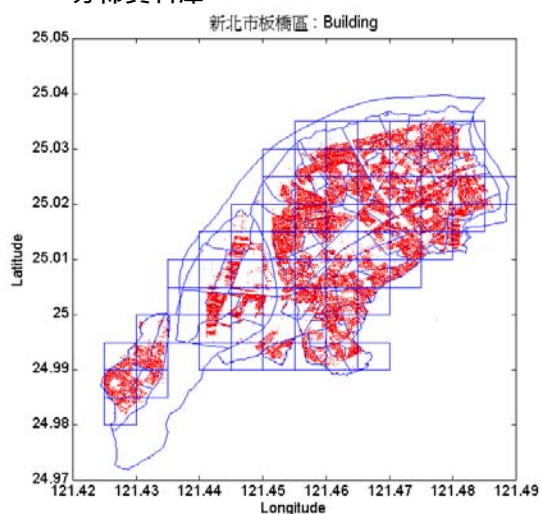
### ■ 以500m×500m地理 網格為單元，建置全臺 範圍之地震網格資料庫



## 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



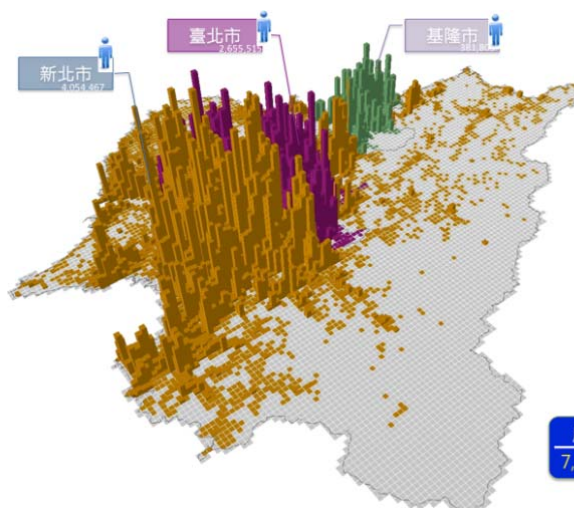
結構型態分類

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

## 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。



不同時段人口分析：

- 1、居家時段
- 2、上班通勤時段
- 3、上班時段
- 4、下班通勤時段

59

## 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%)

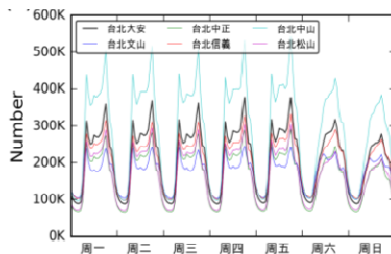
北部七縣市生活圈之每小時通訊門號數分布  
(連續3天，週五~週日)



## 細緻化分析：不同型態行政區人口流動特性分析



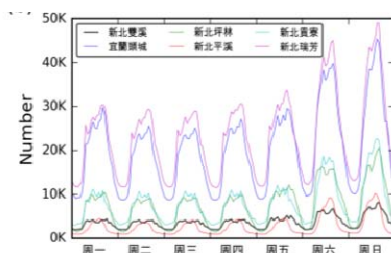
### 都會型態



#### 地區特性：

1. 人口密集
2. 商業或工業活動
3. 通勤時間的數據明顯變化
4. 工作日人口流入

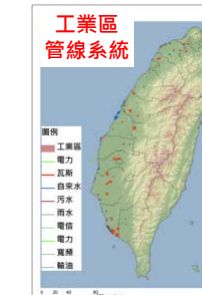
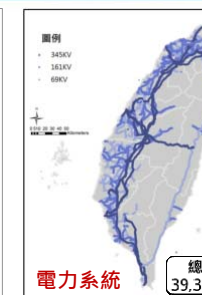
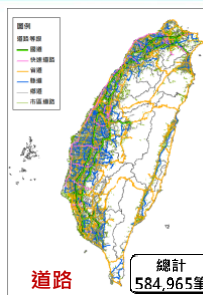
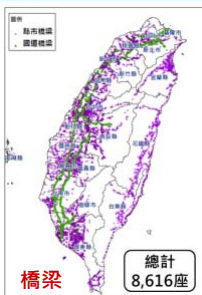
### 鄉鎮型態

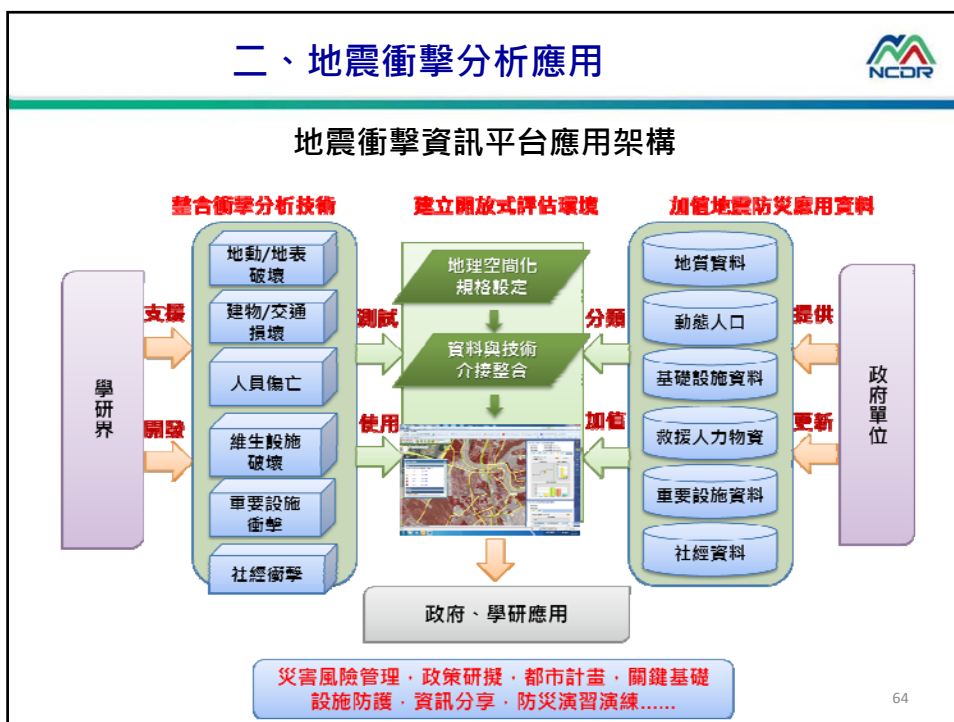
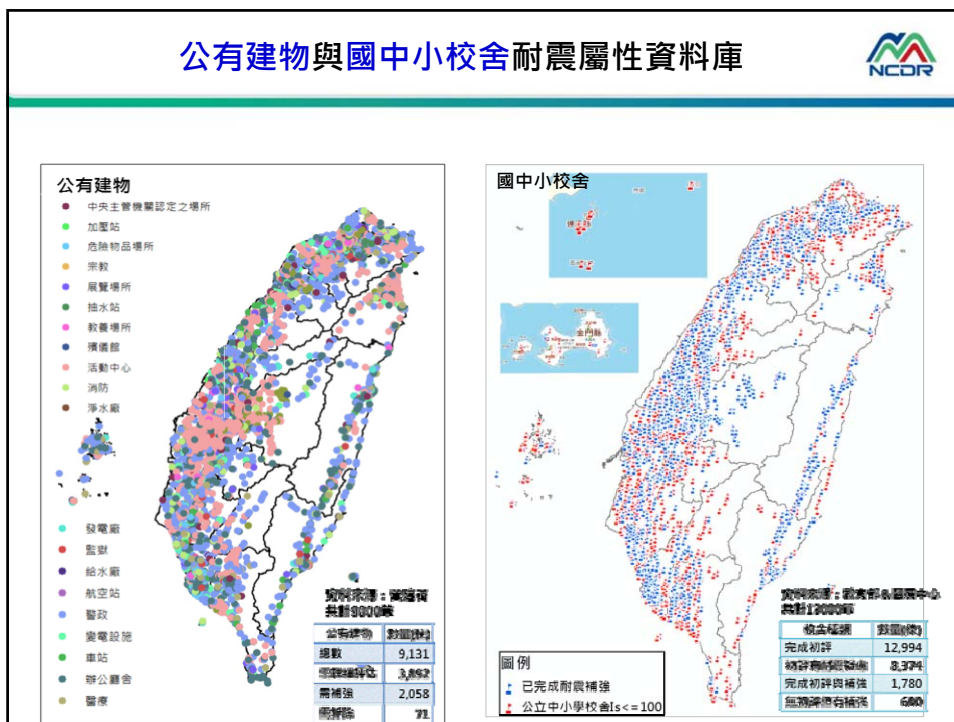


#### 地區特性：

1. 人口密集低 (山區或是臨海)
2. 觀光旅遊業
3. 通勤時間的數據無明顯變化
4. 週末人口流入

## 已完成全臺地震應用網格資料庫建置







## 網格化分析工具開發：地震衝擊資訊平台 (TERIA)



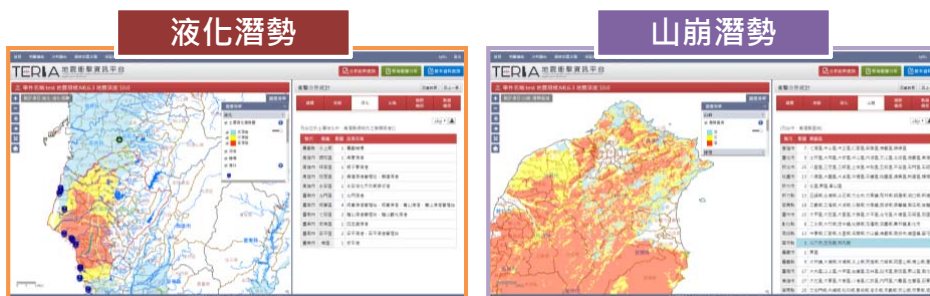
- 配合行政院災害防救應用科技方案之應科平台建置，建立具量化與空間解析特性之細緻化地震衝擊評估使用，彙整各項衝擊評估模式，並運用GIS地理資訊系統，以500m×500m地理網格為單元進行模擬
- TERIA具備**基礎資料統計分析與衝擊評估運算**之功能，並以**視覺化**理念進行開發



## 網格化技術整合與開發



項目	計算單元	內容說明
<b>一、地震動分析</b>		
(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



## 網格化技術整合與開發



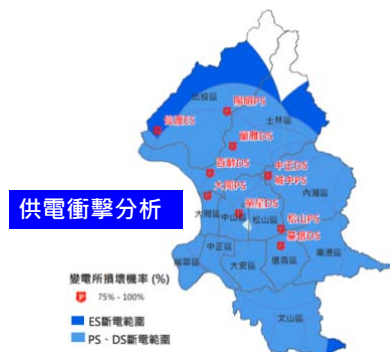
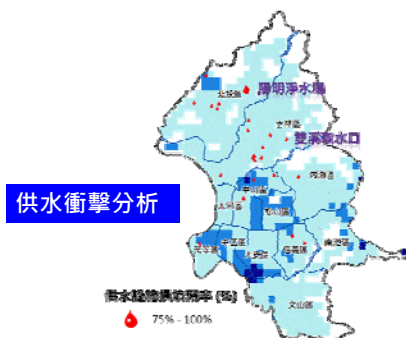
項目	計算單元	內容說明
<b>二、衝擊分析</b>		
(一) 建物衝擊分析	1.一般建物衝擊分析	500m 網格 一般建物毀損棟數 (易損性分析)
	2.老舊建物衝擊分析	500m 網格 老舊建物毀損棟數 (易損性分析)
(二) 建物引致人員傷亡分析	500m 網格	建物引致人員傷亡數 (居家、上午通勤、上班、下午通勤不同時段)
(三) 避難人口衝擊分析	500m 網格	避難需求數與物資需求

### 避難人口衝擊



67

項目	計算單元	內容說明
<b>二、衝擊分析</b>		
(四) 交通衝擊分析	1.道路通阻分析	500m 網格 平面道路阻斷機率分析 (易損性分析)
	2.橋梁衝擊分析	點位、線段 橋梁 (含高架道路橋、軌道橋梁) 毀損機率分析 (易損性分析)
	3.隧道衝擊分析	線段 隧道阻斷機率分析 (易損性分析)
(五) 供電衝擊分析	1.電力設施衝擊分析	點位 電廠、電塔毀損機率分析 (易損性分析)
	2.末端管線衝擊分析	500m 網格 供電中斷程度分析 (易損性分析)
(六) 供水衝擊分析	1.供水設施衝擊分析	點位 取水口、淨水場、加壓站毀損機率分析 (易損性分析)
	2.供水管網衝擊分析	500m 網格 供水中斷程度分析 (易損性分析)



## 0206地震衝擊評估結果分析



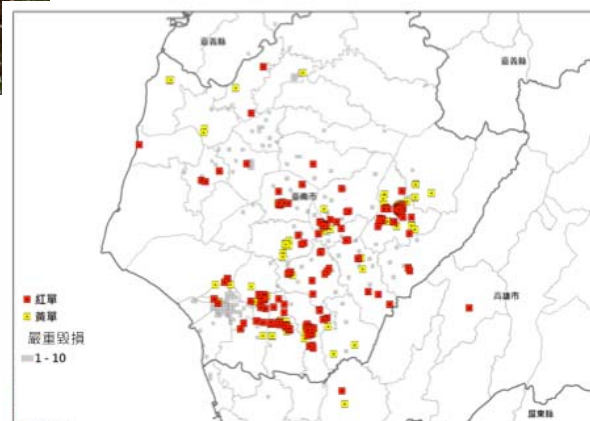
### 中央氣象局地震報告

編號：第10506號  
 日期：105年2月6日  
 時間：3時57分26.1秒  
 位置：北緯22.92度，東經120.54度  
 即在 屏東縣政府北偏東方 27.1 公里  
 位於 高雄市長壽區  
 地震深度：14.6 公里  
 芮氏規模：6.6

#### 各地最大震度

臺南市新化	7級	彰化縣彰化市	4級
雲林縣莪寮	6級	臺東縣臺東市	3級
高雄市旗山	5級	花蓮縣紅葉	3級
屏東縣三地門	5級	南投縣南投市	3級
臺南市	5級	臺中市	3級
嘉義縣大埔	5級	花蓮縣花蓮市	3級
屏東縣屏東市	5級	苗栗縣苗栗市	3級
高雄市	4級	宜蘭縣宜蘭市	3級
臺東縣初鹿	4級	苗栗縣苗栗市	2級
臺東縣大武壠	4級	新竹縣竹東	2級
澎湖縣龍吉島	4級	桃園縣三光	2級
彰化縣二水	4級	新竹縣竹北市	2級
南投縣名間	4級	桃園縣桃園市	2級
澎湖縣馬公市	4級	新北市	2級
臺中市霧峰	4級	臺北市	2級

- 依據氣象局重新修訂之地表加速度進行模擬
- 紅、黃單共573件 (紅單：249·黃單：324)
- 模擬結果：嚴重受損612棟

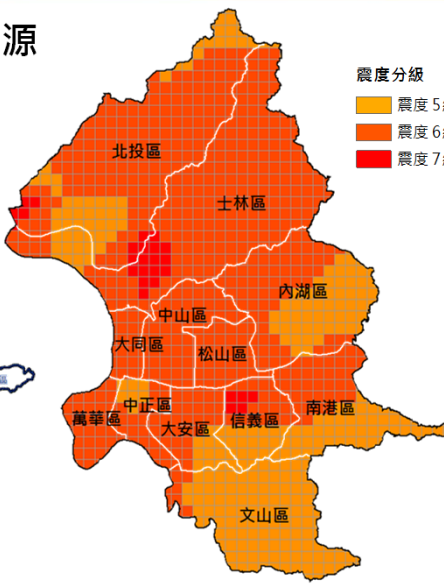


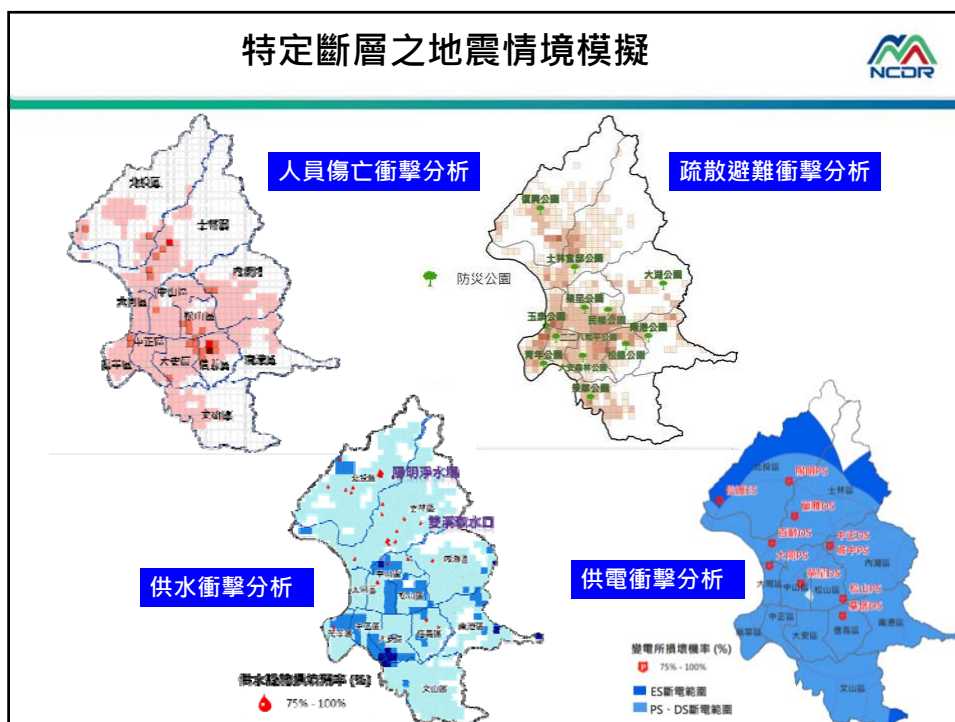
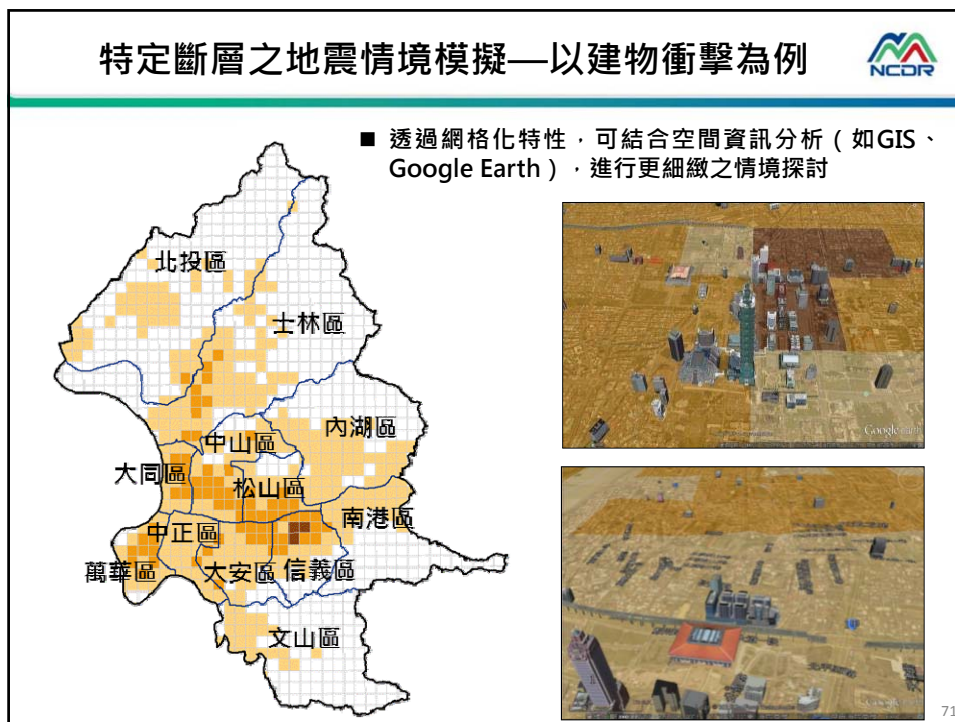
## (一) 特定地震情境模擬



### ■ 情境設定：特定斷層為震源

- ◆ 山腳斷層全段錯動
- ◆ 地震規模6.3
- ◆ 震源深度10km





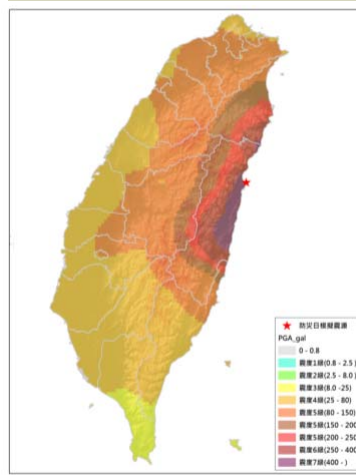
## (二) 以網格化資訊整合震後衝擊情境



### ■ 支援103年度國家防災日演練情境探討



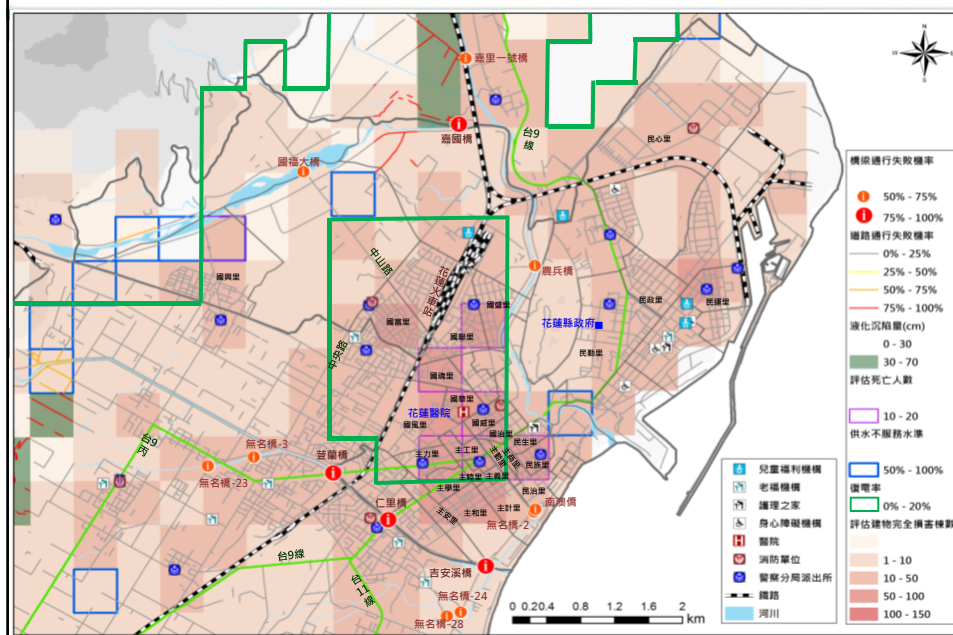
模擬情境之地表加速度分布



#### 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

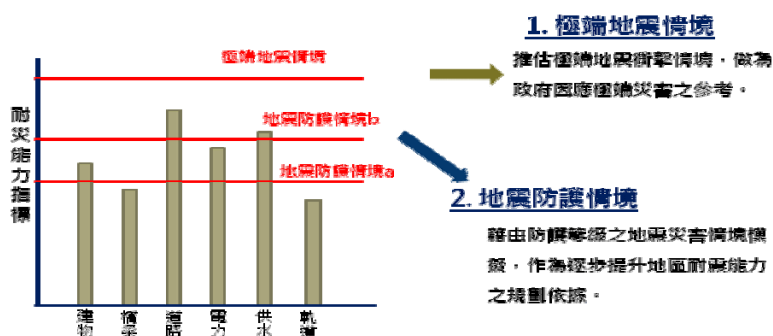
## 網格化震後衝擊資訊整合日漸精細用竟分析應用區



### (三) 建立不同防護地震之耐災力評估方法



- 問題思考：
  - (1) 極端情境屬衝擊大但發生機率相對較低，作為整備目標之妥適性
  - (2) 斷層之位置與相關屬性，隨技術發展與相關調查結果而調整
- 以不同防護等級地震之情境模擬，對於各項設施進行弱點掃描，檢核其耐災能力是否足夠。

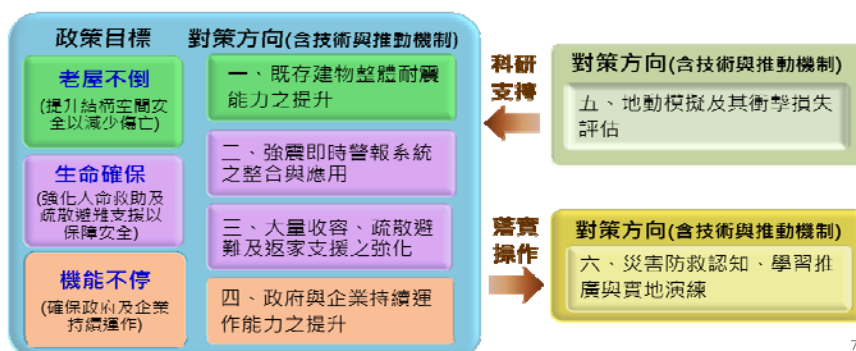


75

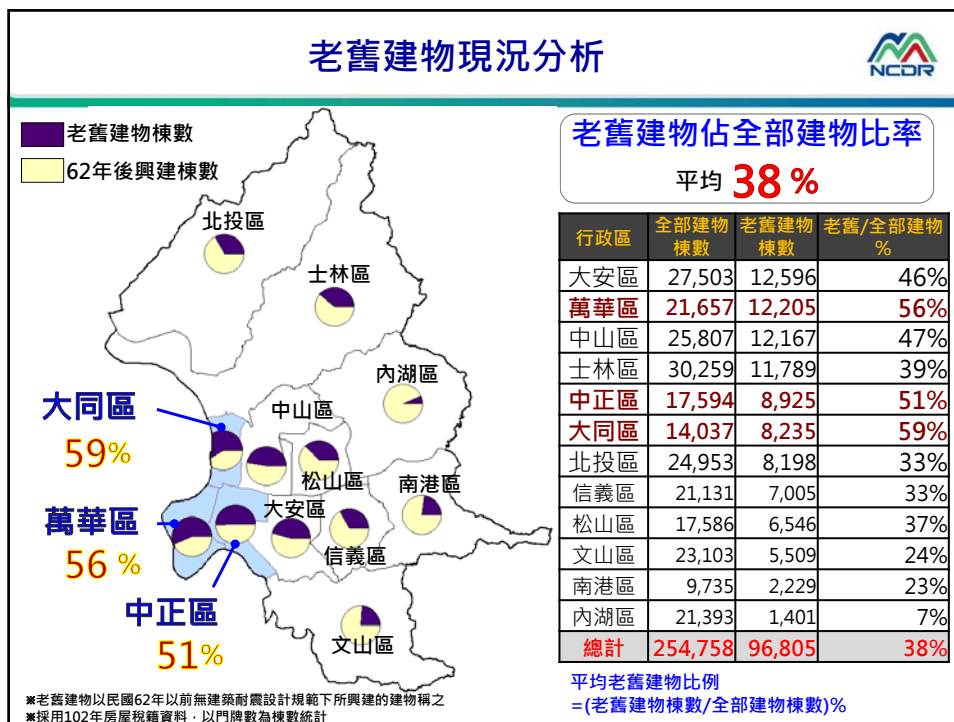
### 1. 特定議題分析：以老舊建物衝擊分析為例



- 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。



76



### 不同防護等級地震設定



■ 依據過往災例經驗，5級震度以上地震造成災害之風險較高！

震度	震度及破壞情形	加速度範圍	模擬設定值*
5 <small>強</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大多數人會感到驚嚇恐慌</li> <li>• 部分牆壁產生裂痕</li> <li>• 重傢俱可能翻倒</li> <li>• 汽車駕駛人明顯感覺地震</li> <li>• 有些牌坊煙囪傾倒</li> </ul> 	80~250 gal	240gal
6 <small>烈</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 搖晃劇烈以致站立困難</li> <li>• 部分建築物受損</li> <li>• 重傢俱翻倒，門窗扭曲變形</li> <li>• 汽車駕駛人開車困難</li> </ul> 	250~400gal	320gal

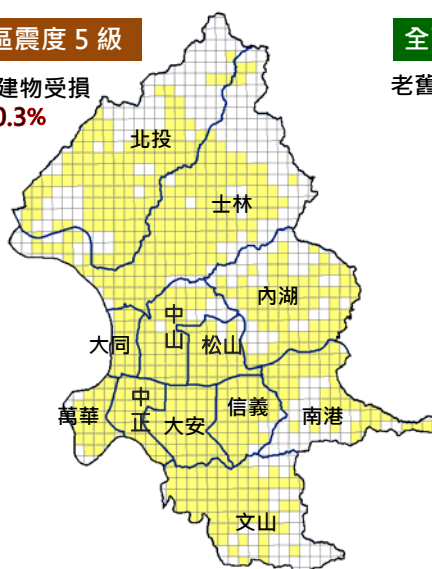
\*震度5、6級地震模擬之加速度採用建築耐震設計規範之475年、2500年回歸期設計地震力上限值

### 老舊建物衝擊分析，研判各行政區高風險區域



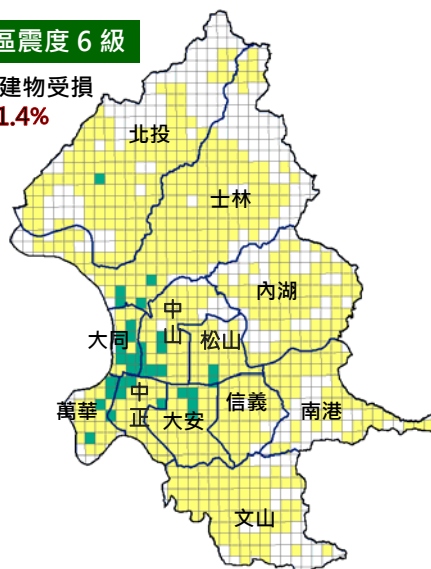
全區震度 5 級

老舊建物受損  
0.3%



全區震度 6 級

老舊建物受損  
1.4%



### 細緻化都會區震後衝擊情境分析

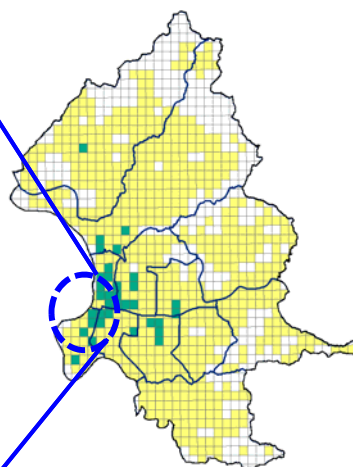


建立網格化資料庫與衝擊分析技術，  
強化震後情境主題之細緻度與空間  
解析度！

老舊建物衝擊分析



結合 Google Earth 呈現相對風險較高之區域





## 2. 不同等級地震衝擊情境分析



- 協助行政院災害防救專家諮詢委員會「全災害管理體系建構-以都會型大規模地震災害為例」議題，建立分析情境。

### 大規模地震全災害管理規劃架構



### 地震衝擊情境模擬項目

- 土壤液化潛勢分析
- 交通衝擊分析
- 建物及死亡人口衝擊分析
- 醫療救護衝擊分析
- 避難收容人口衝擊分析
- 維生系統衝擊分析(水、電)

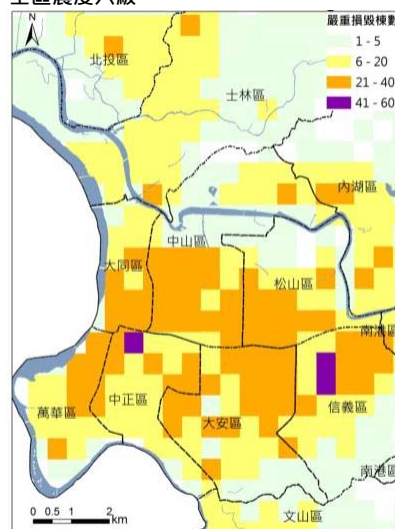
## 不同等級地震下各行政區衝擊 \_ 建物



全區震度五級



全區震度六級



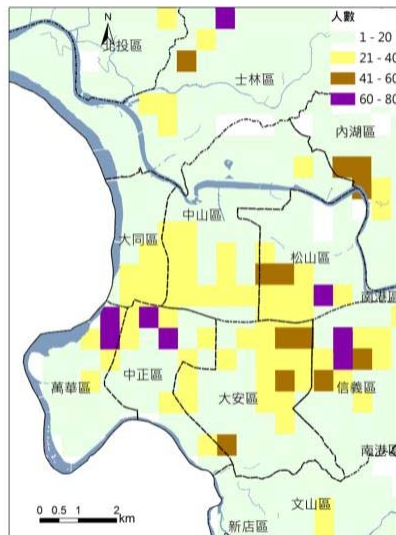
### 不同等級地震各行政區衝擊 \_ 人員傷亡



全區震度五級



全區震度六級



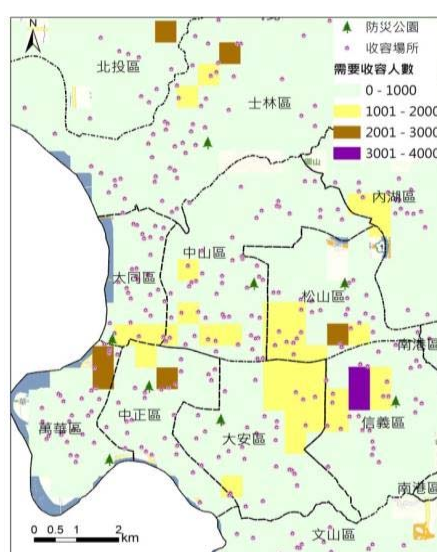
### 不同等級地震各行政區衝擊 \_ 避難收容



全區震度五級



全區震度六級



## 不同等級地震各行政區衝擊 \_ 救援道路橋梁

全區震度五級



全區震度六級



85

## 情境模擬應用於政策建議

模擬時間：白天上班



- ① 建物密集破壞，人員傷亡慘重
    - 建物嚴重損毀逾 5 千棟
    - 重傷及死亡人數近 6 千人
  - ② 人員受傷就醫量大，醫療資源嚴重缺乏
    - 需要住院最多逾 4 千人，尚缺逾 2 千病床
  - ③ 收容需求超過負荷，需跨縣市收容
    - 需要收容人數逾 19 萬人，北市目前能量仍缺逾 3 萬人的收容能量
  - ④ 道路橋梁嚴重阻斷，影響人命救援、就醫、避難、救災資源調度
- ★全區電力設施受損

➡ 通訊、交通、緊急醫療、收容安置、應變作業將受到嚴峻考驗

### 災害管理體系之建議

- 研議成立「全災害管理體系推動小組」
- 強化跨領域合作協調、指揮及管理機制
- 強化關鍵基礎設施韌性及落實持續運作管理
- 提升災害情境模擬技術及決策應用效能

86



## ■地震的時候到底該怎麼躲才比較安全？


### ( 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





懸掛物的掛鉤最好使用兩個，使其平衡度更加穩固減少搖晃，並在櫃背的底部加釘牢固即可。掛鉤最好選擇倒鉤式，掛繩最好選擇細鋼繩。

使用 L 型角鐵將櫃子固定於壁面。

一瓶陳列架上之重物以鬆緊帶扣環勾住，以免掉落。

透明膠膠紙

小瓶子

中瓶子

藥品架裝上透明膠紙，中部以上的瓶子可以鬆緊帶固定補強，以免瓶子翻落。

家中簡易防震設計(蔡銜、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。
- 因在台灣一般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。



## 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

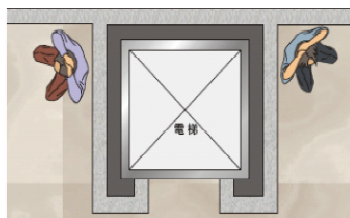
- 優先建議躲在堅固的桌子或傢俱下，並抓緊！



- 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

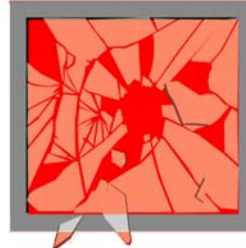


### ✗ 錯誤

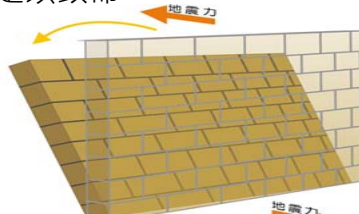
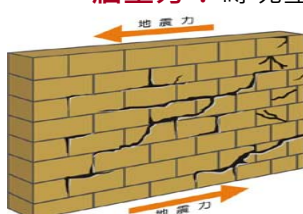
- 門框下：  
門框並無足夠的支撐力



- 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夠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。

## 震後要趕快做建物的初步安全研判



### ■ 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



## ■ 已可目視察覺房屋已有傾斜現象

- 現地測量
- 裝置水平儀



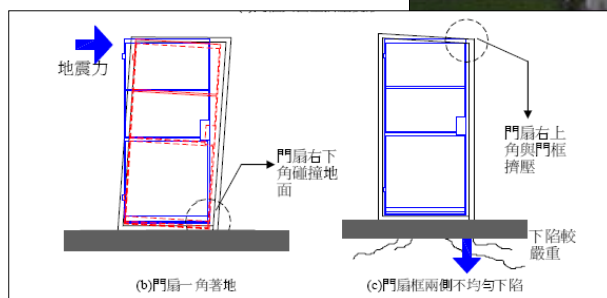
圖片來源：莊忠鵬土木技師事務所



## 震後房屋安全初步判斷方法



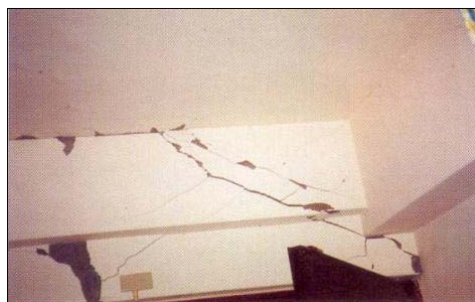
## ■ 門或窗已明顯變形而無法正常開閉



## 震後房屋安全初步判斷方法



- 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



- 樑、柱的鋼筋外露可見



## 震後房屋安全初步判斷方法



### ■樓地板的角落出現明顯裂縫或已經開裂



## 致謝



### 感謝

- 中央研究院地球科學所、
  - 中央氣象局、
  - 中央地質調查所、
  - 國家實驗研究院、國家地震工程研究中心
  - 財政部、營建署、
  - 各縣市政府及財稅單位、
  - 臺灣自來水公司、臺北自來水事業處、
  - 臺灣電力公司、
  - 公路總局、國道新建工程局
- 等單位協助提供相關資料

簡報結束 敬請指教

---