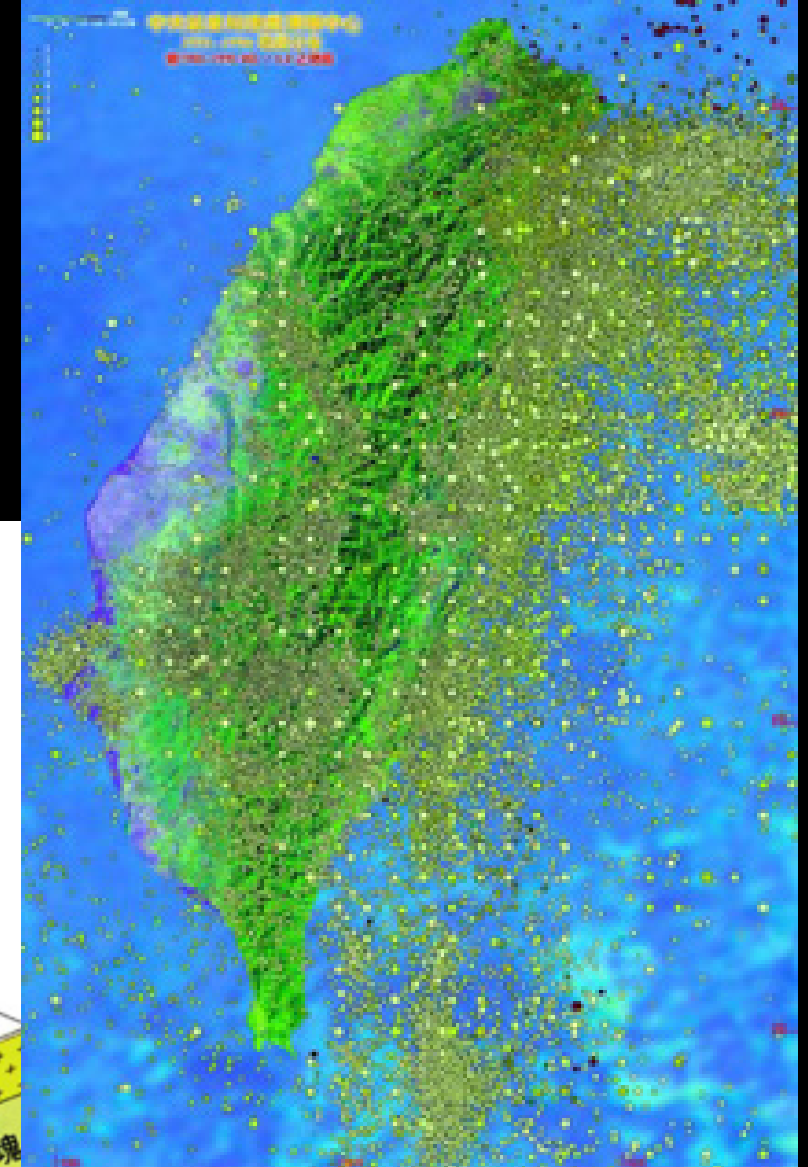
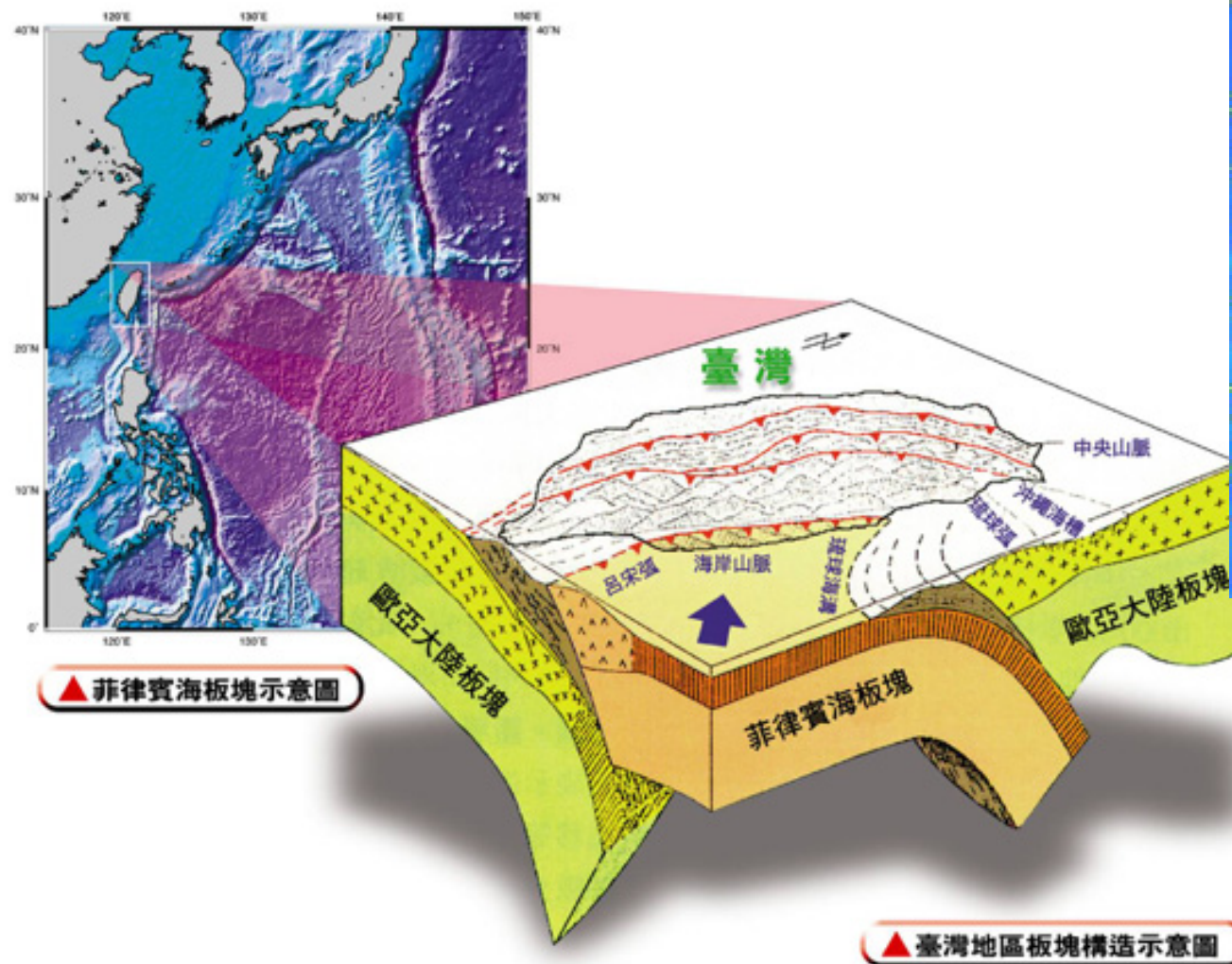


抗震大作戰

國家地震工程研究中心
林沛暘 研究員



台灣的板塊構造



在台灣

地震無法避免

那...

我們可以做什麼？



地震防災服務：

平時整備、震前預警、震時監測、震後診斷

平時

地震防災服務：

客製化地震預警、地震防災規劃與演練。

結構安全評估與耐震規劃：

結構安全評估、例行性結構安全檢測、結構、設備物耐震與隔、減震規劃。



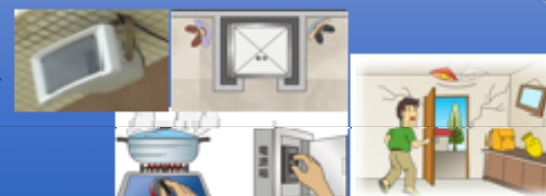
震前

地震預警 (EEWS)：

預估震度與結構反應，自動警報廣播、啟動防災機制，人員疏散、掩護輔助。

自動化安全防護：

機電設備防震模式切換、逃生管道與動線提示



預測震度6 到達時間08秒

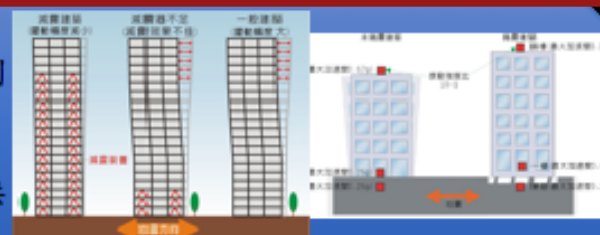
震時

地震警示：

即時顯示地震強度、結構物反應、防護機制狀態與人員疏散實況，供相關人員參照。

受震反應資料搜集：

記錄結構與重要機電設備位置受震反應，供震後評估。



震後

結構監測與評估：

依據結構監測結果，提出結構安全快速評估結果。必要時邀請專家詳評。



地震防災整體解決方案



平時整備、震前預警、震時監測、震後診斷

地震預警

真的會準嗎？
可以提早多少？
來得及做什麼？
會不會誤報？





國震中心

現地型地震預警系統介紹

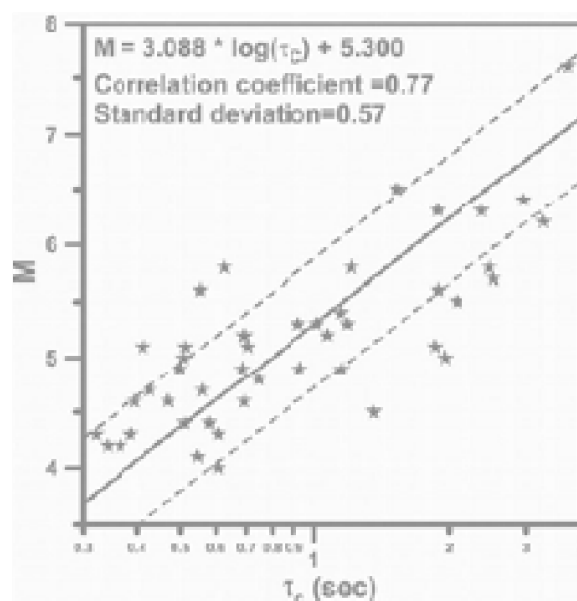
現地型地震預警方法(I)

體波震源法

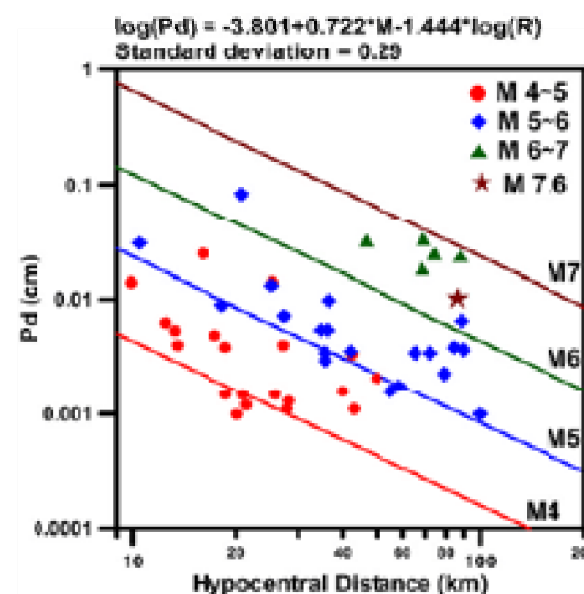
$$M = 3.09 \times \log_{10}(\tau_c) + 5.3$$

$$\log_{10}(Pd) = -3.801 + 0.722 \times M - 1.444 \times \log_{10}(R)$$

τ_c



τ_c VS. M



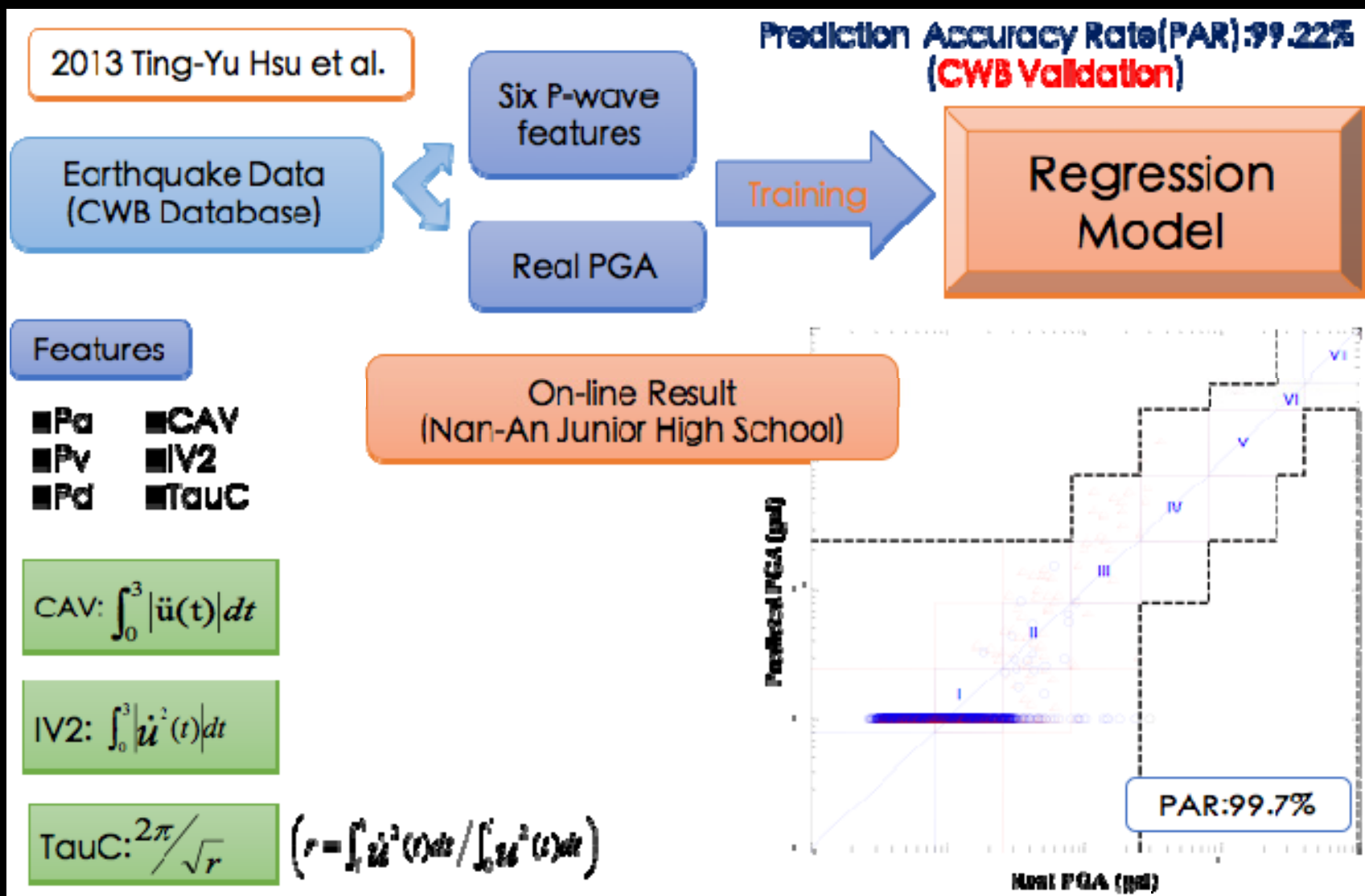
Pd VS. R

$$\text{PGA}_{\text{predicted}} = 0.00284 \times e^{1.7330 \times M} \times [R + 0.09994 \times e^{0.77185 \times M}]^{-2.06392}$$

Predicted PGA (gal)

現地型地震預警方法(II)

支撐向量法



振動台實機整合測試



新竹
105Km

17"

台北
152Km

27"



震源位置

時間: 2009/12/21 18:21

地震深度: 8.1km

地震規模: 7.2



台中
43Km

7"

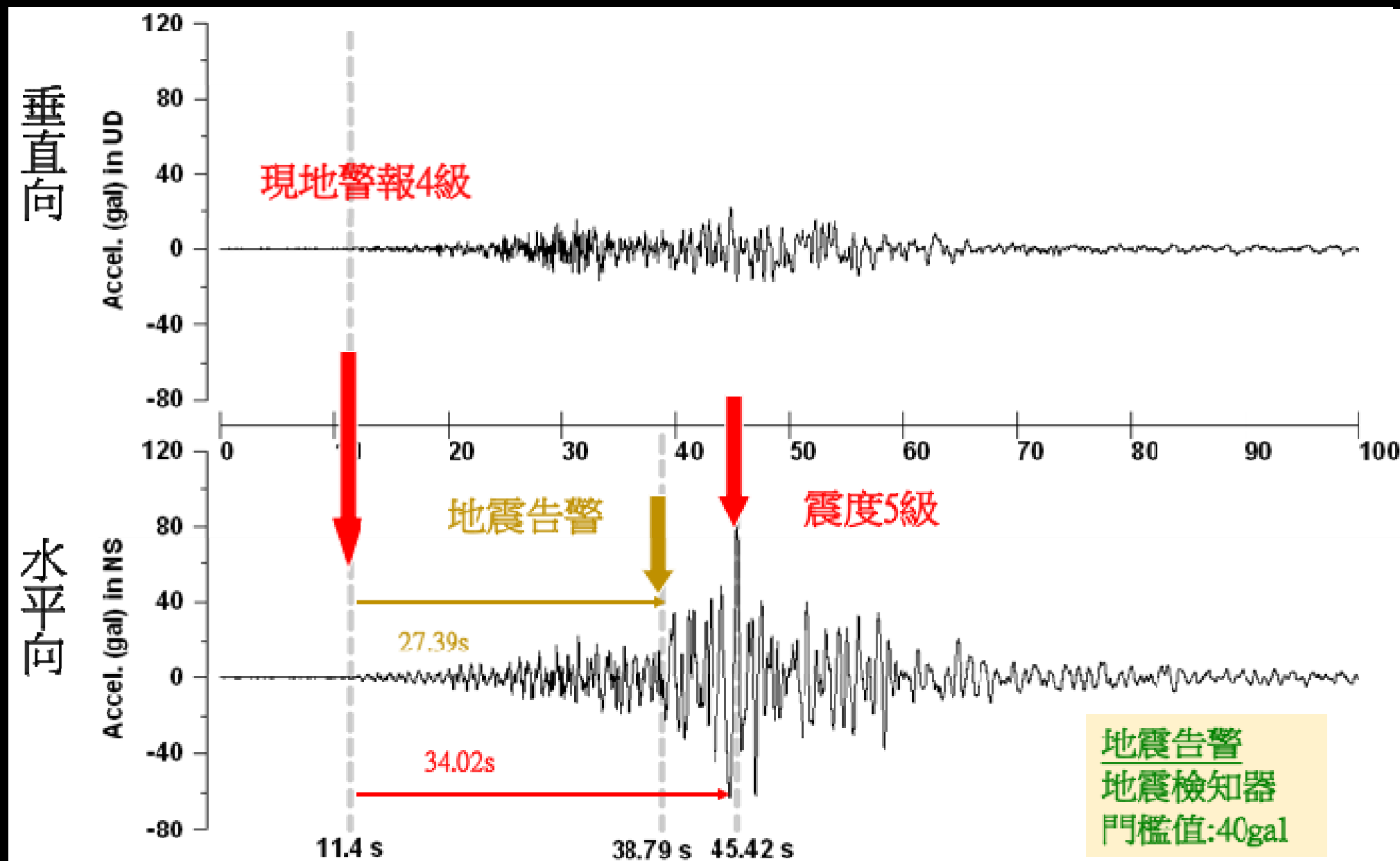
嘉義
55Km

11"



100年2月記者會 振動台實機整合測試照片
可為嘉義,台中,新竹,台北爭取11,7,17與27秒的預警時間

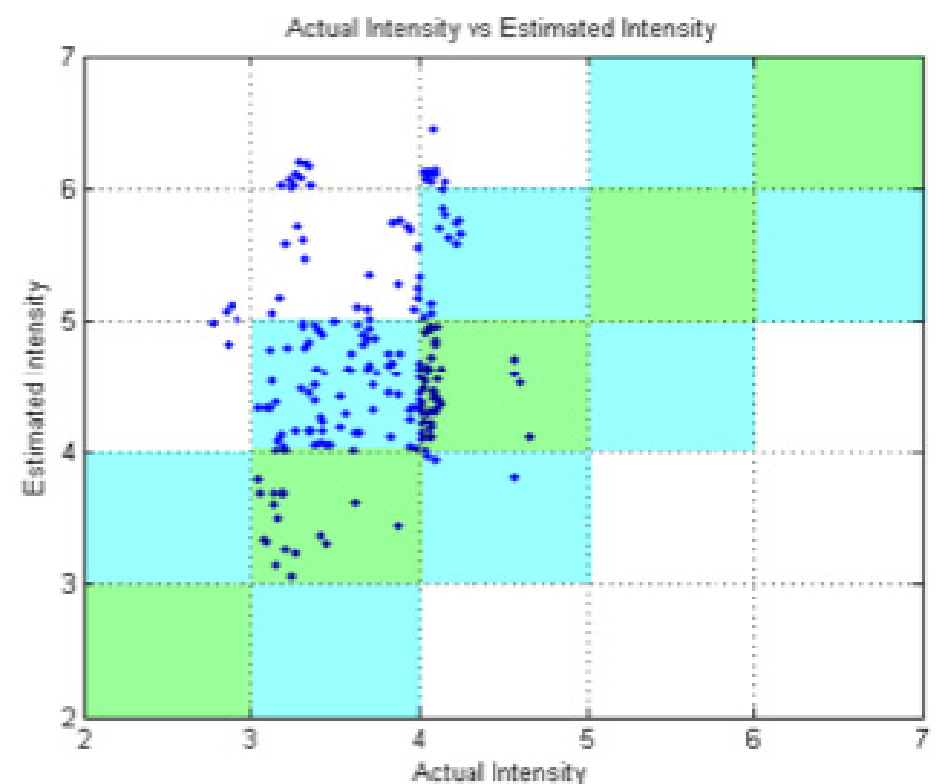
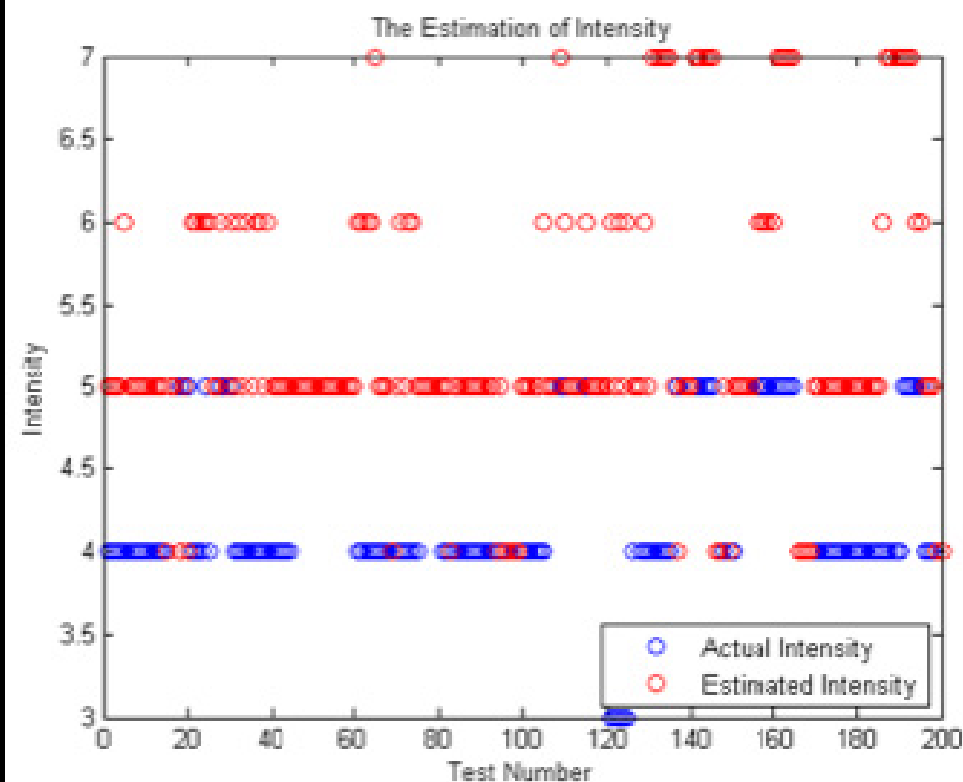
預警成效 (台北市/距震央152km)



實驗室 振動台試驗驗證

**77.5% of the predicted
intensity levels are
acceptable (± 1 level)**

- Exact : 65 / 200 (32.5%)
- ± 1 level : 86 / 200 (43%)
- ± 2 level : 36 / 200 (18%)
- Else : 13 / 200 (6.5%)



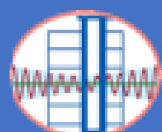
走出實驗室

校園地震預警系統介紹



校園地震預警系統介紹

複合式地震預警



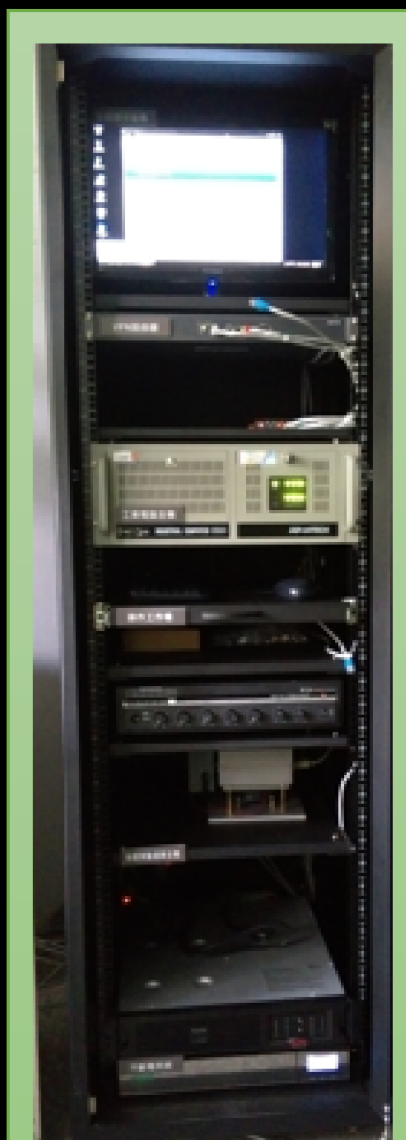
國震中心

現地型EEW



氣象局

區域型EEW
強震即時警報



預測震度6 到達時間08秒



EEW電子看板



自動警報廣播



E-mail
簡訊

現地型地震預警系統系統建置



淺井式地震儀之安裝



地震儀 Kinometrics EpiSensor ES-T

Dynamic range: 155 dB+

Bandwidth: DC to 200Hz

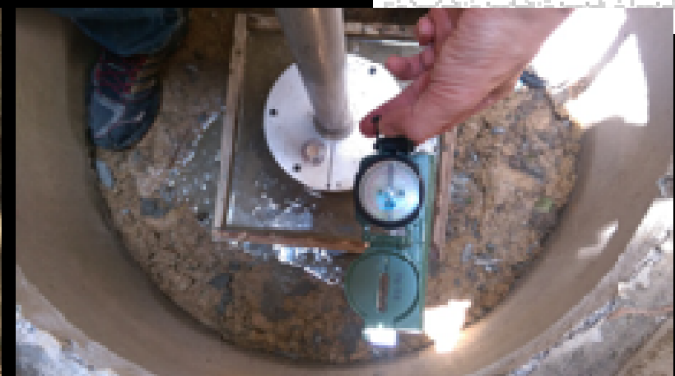
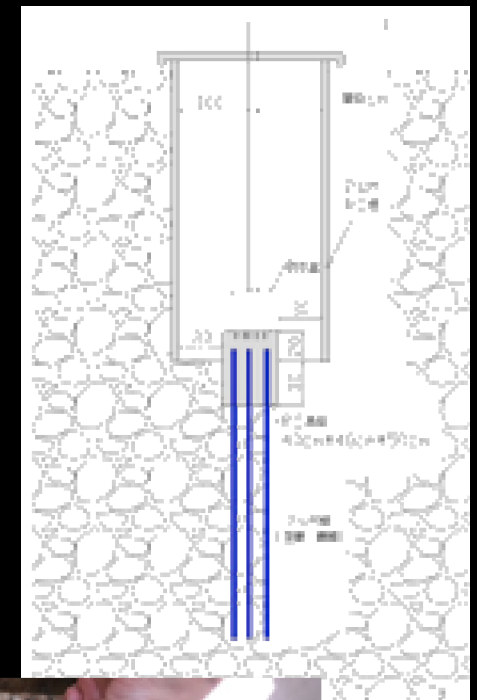
Full-scale range:

User selectable at $\pm 0.25g$, $\pm 0.5g$, $\pm 1g$, $\pm 2g$ or $\pm 4g$

Outputs:

User selectable at: $\pm 2.5V$ single-ended $\pm 10V$ single-ended

$\pm 5V$ differential $\pm 20V$ differential



備援地震儀之安裝



AS-305C1W5 Sensor

Dynamic range: 155 dB+

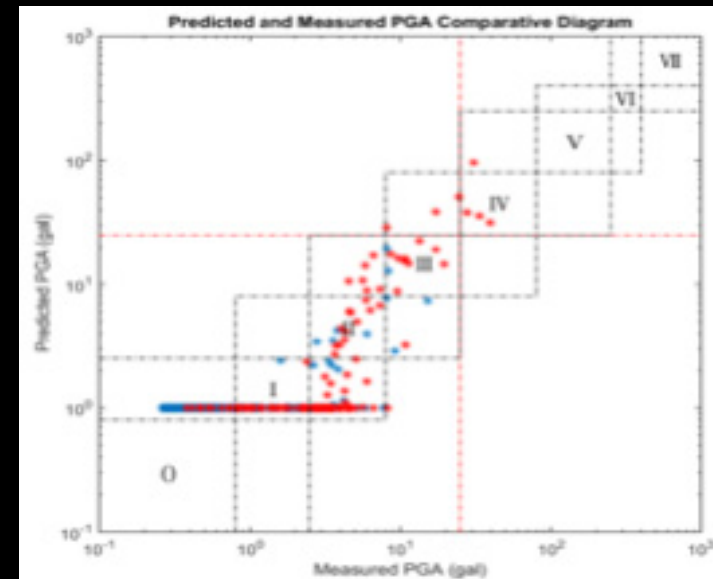
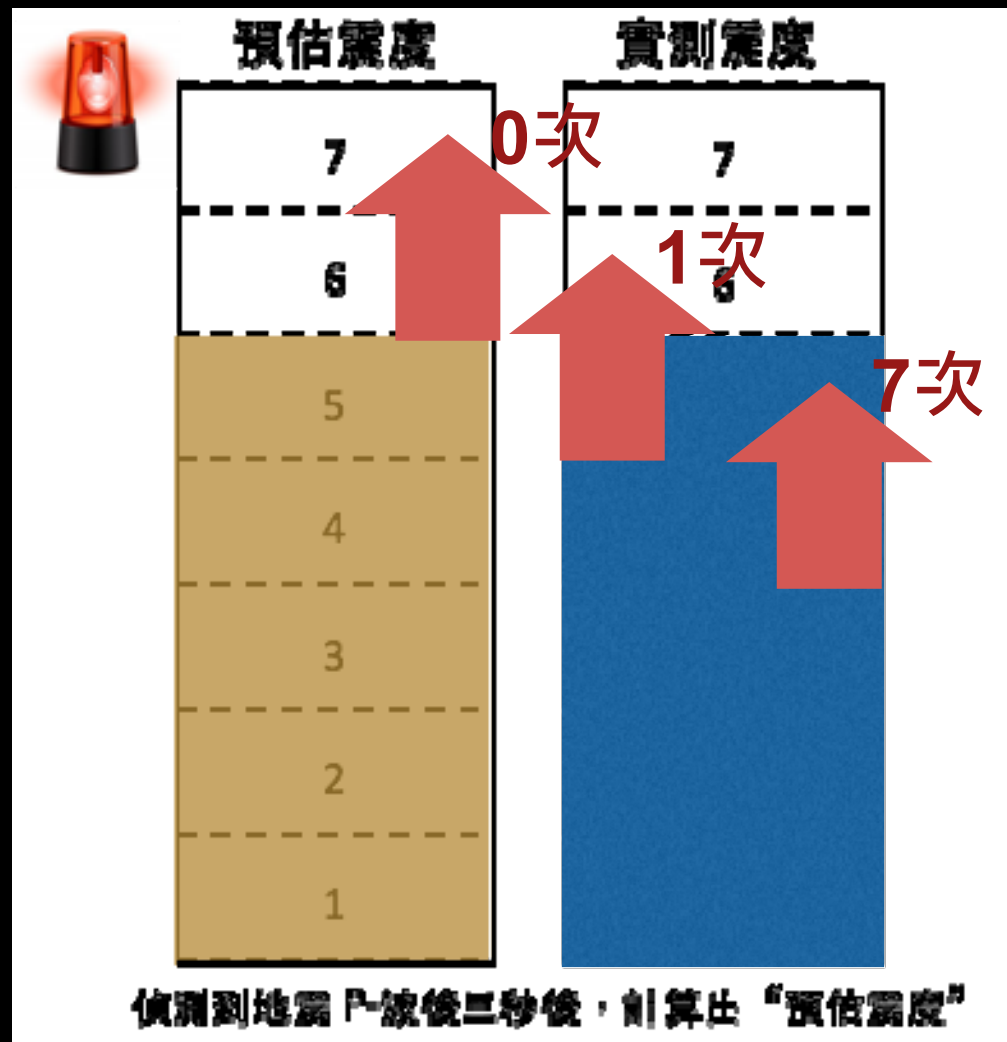
Bandwidth: DC to 250Hz

Full-scale range: User selectable at: $\pm 2000\text{gal}$

Scale Factor: 5mV/gal



客製化門檻設定



預估震度	警報次數(每月)
五級以上	0
四級以上	1
三級以上	7

依據南安國中實測統計2014.07.01~2015.06.30

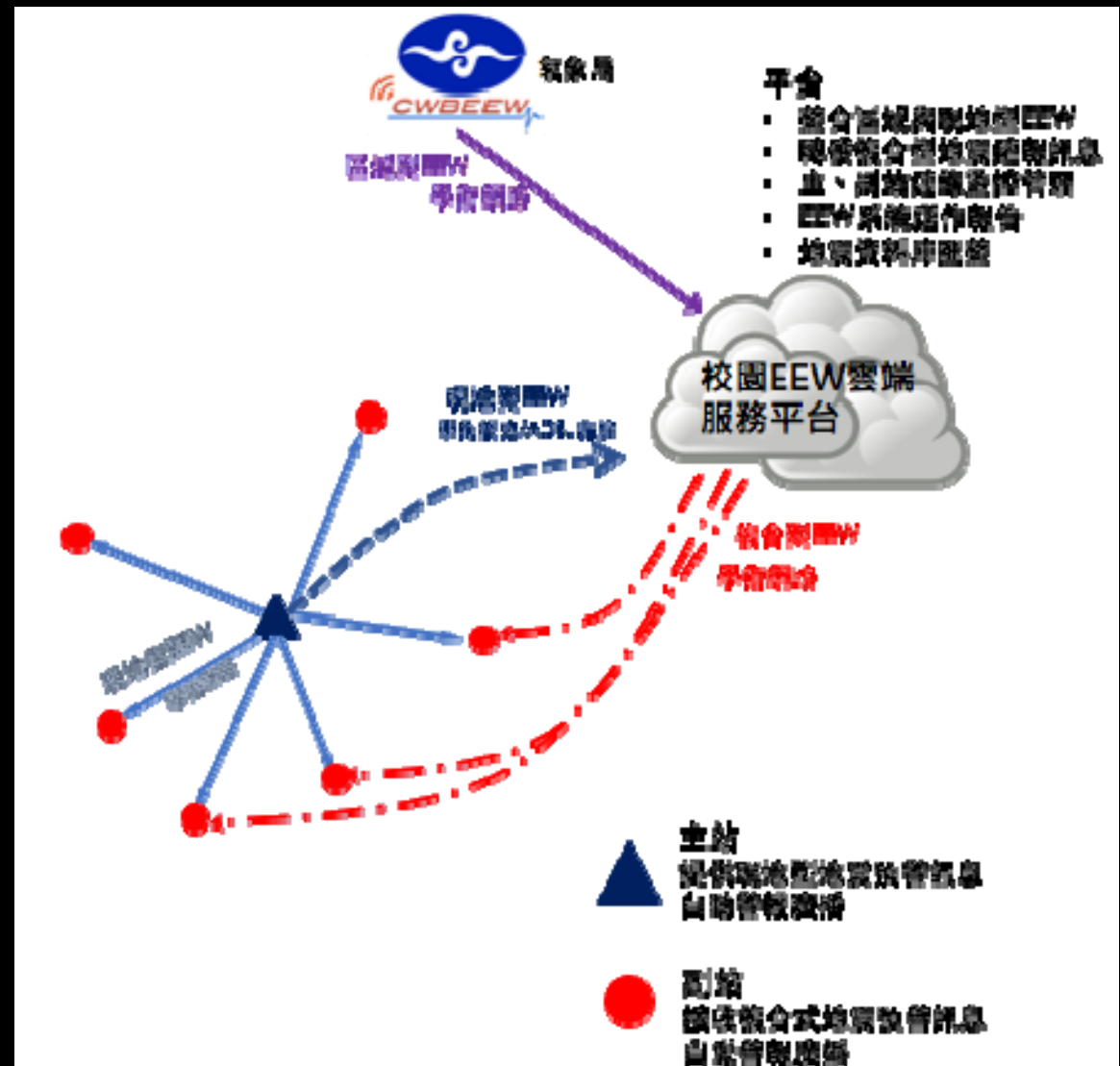
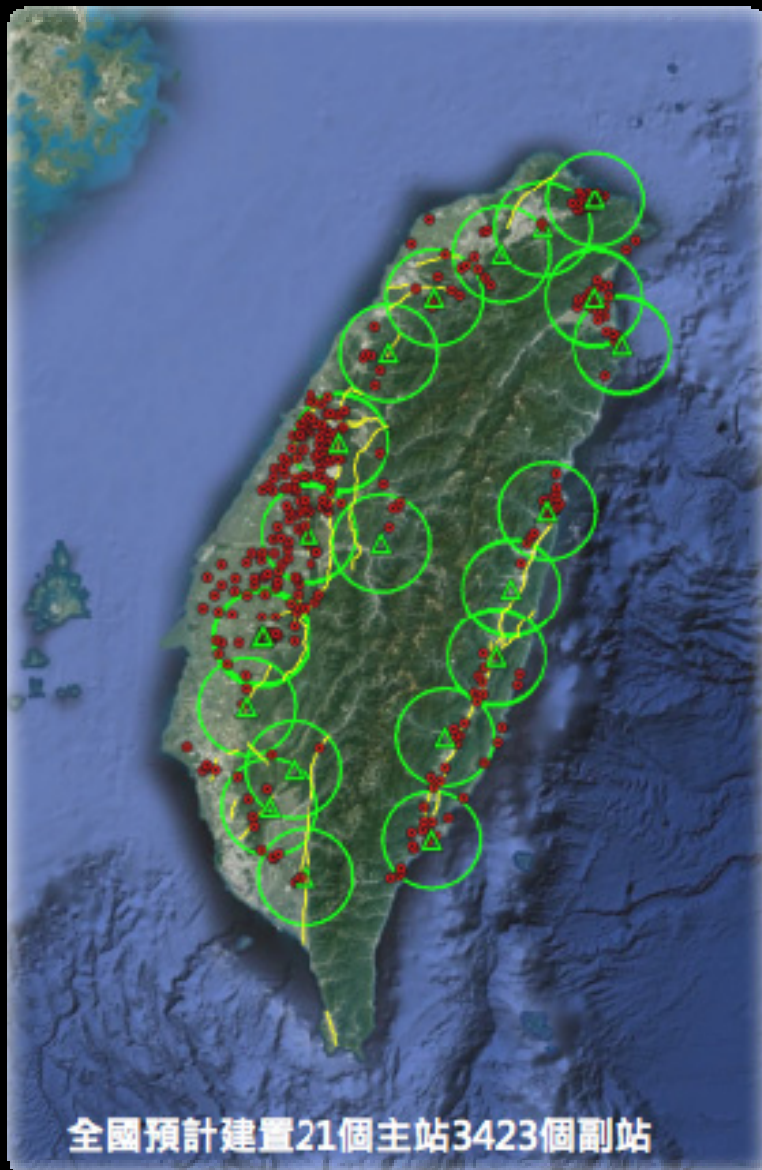
全國建置



地震可預知! 黃金10秒提早逃生

19:12:28 ▶ 酒駕預防性羈押 立院初審遭封殺

校園複合式地震速報服務架構



地震防災教育與防震演練

地震警報
預估震度6級
請立即進行避難



警報
發布

5s~20s

強烈震波



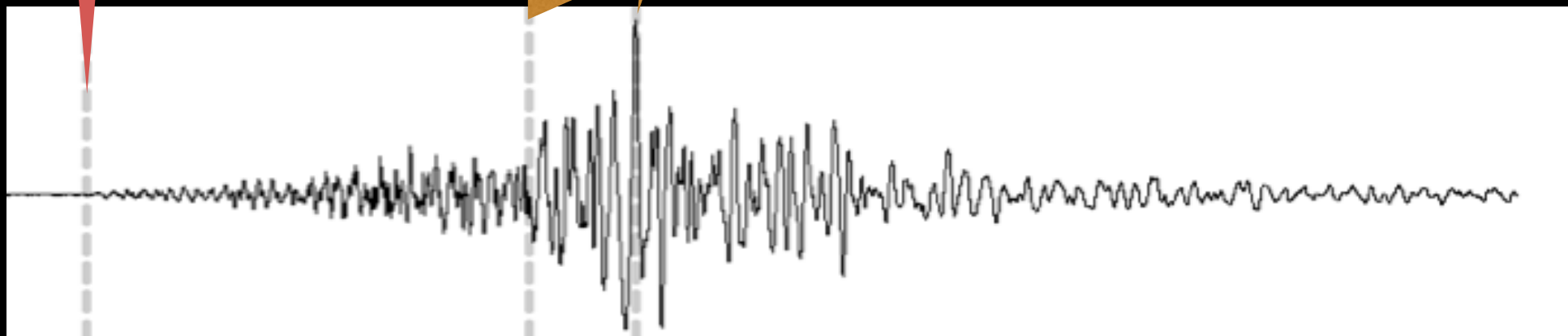
~15s

一樓師生立即疏散至空曠處



~5s

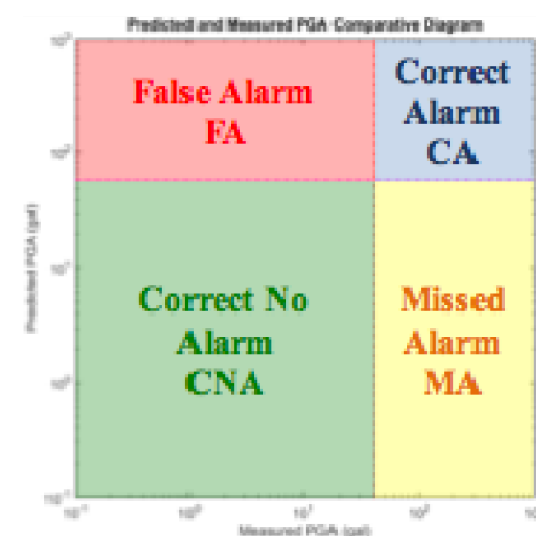
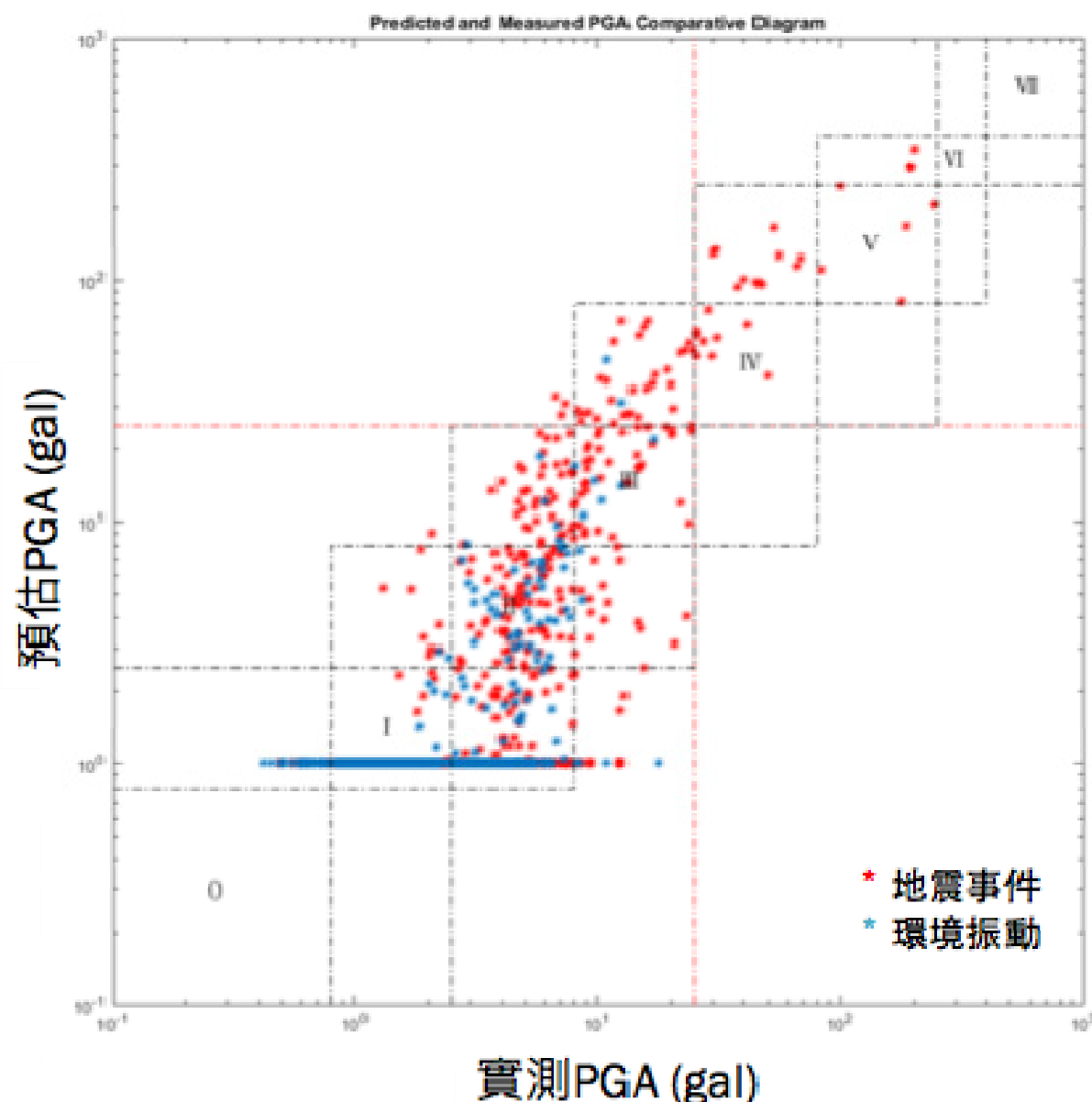
二樓以上師生立即就地掩蔽



系統可靠度
必需透過時間的考驗

長期驗證紀錄

21個校園地震預警主站/2016全記錄



預估震度準確率 (正負 級) :
99.1% (2313/2333)

資料時間 : 2016.01.01~2016.12.31

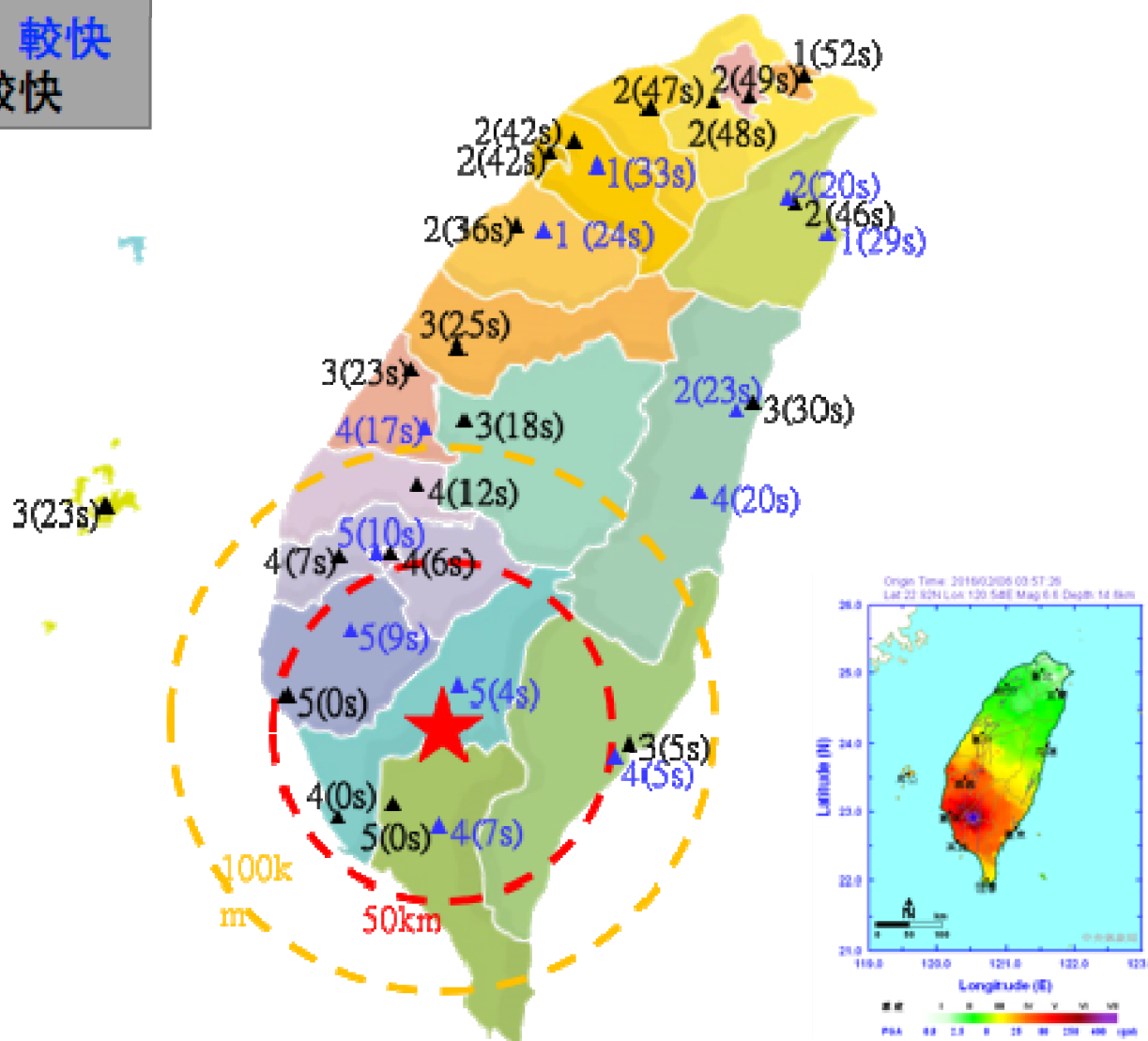
台灣地震速報時間比較

(以105/2/6美濃地震為例)

距震央較近：現地型（國震中心）較快

距震央較遠：區域型（氣象局）較快

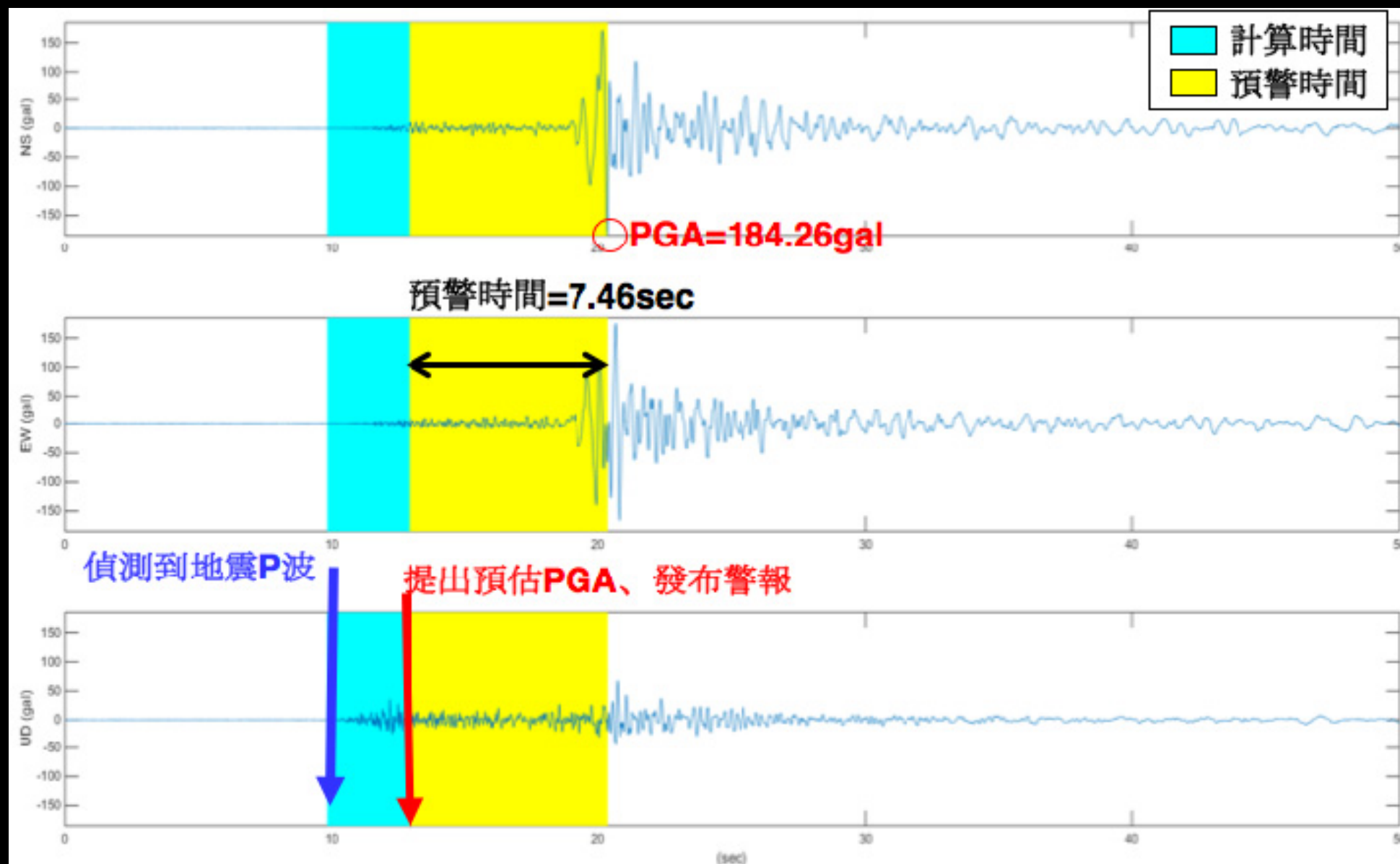
站點	震央距	預警時間	預估震度
新庄國小	8km	3.8s	5級
屏東縣政府	27km	0s	5級
赤山國小	37km	6.9s	4級
臺南市政府	37km	0s	5級
嘉南國小	38km	8.4s	5級
高雄市政府	41km	0s	4級
育人國小	62km	10.4s	5級
嘉義市政府	63km	5.5s	4級
豐里國小	63km	5.4s	4級
嘉義縣政府	65km	6.5s	4級
臺東縣政府	65km	4.6s	3級
雲林縣政府	67km	12.1s	4級
東和國小	105km	17s	4級



地震可能發生在全台各地，唯有整合區域與現地地震速報，才能提供快速有效的減災服務

現地型地震預警系統實測資料

美濃地震 _ 嘉義市 育人國小(距震央約62.5公里)



廠房地震預警系統規劃



- 深井式地震儀與兩組淺井式地震儀+結構體地震儀共同進行地震預警服務，減低誤報機率
- 定期系統維護以及客製化參數更新服務
- 地震事件分析以及系統運作報表提供

地震儀型號：

*1:TOKYO SOKUSHIN/ AS-301

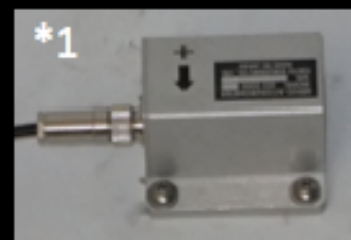
*2: Kinometrics EpiSensor ES-T

*3:TOKYO SOKUSHIN / SA-355CT

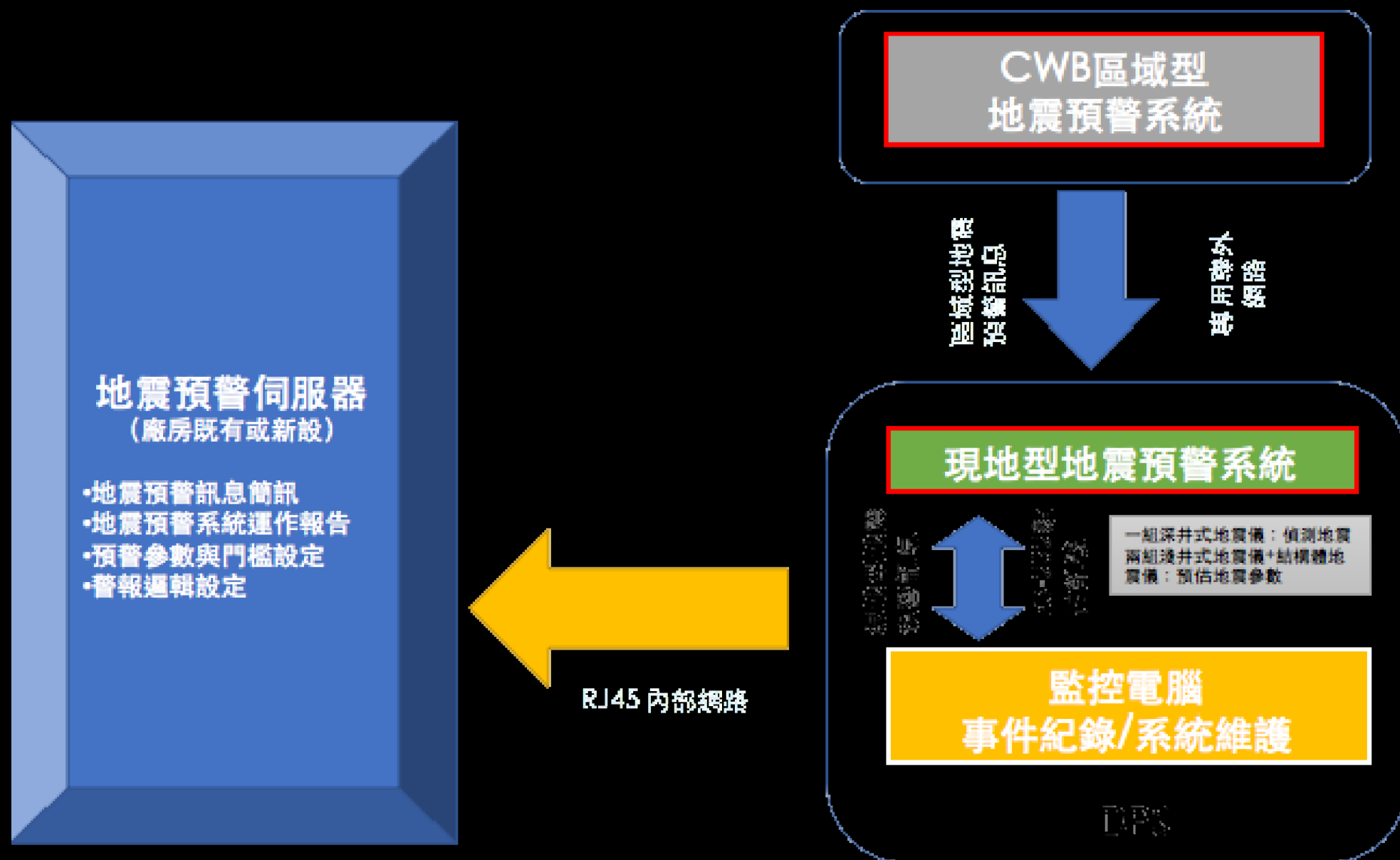
(或同等級地震儀)

淺井式
地震儀
(*2)

深井式
地震儀
(*3)



廠房地震預警系統規劃



連結智慧化廠房IOT 自動化減災控制



警報觸發後，利用地震警報專用廣播系統、喇叭、警示燈、字幕機或簡訊提醒作業人員逃生疏散
生產線設備、管線自動化停機、緊急處置、減低震損。



Speaker



SMS

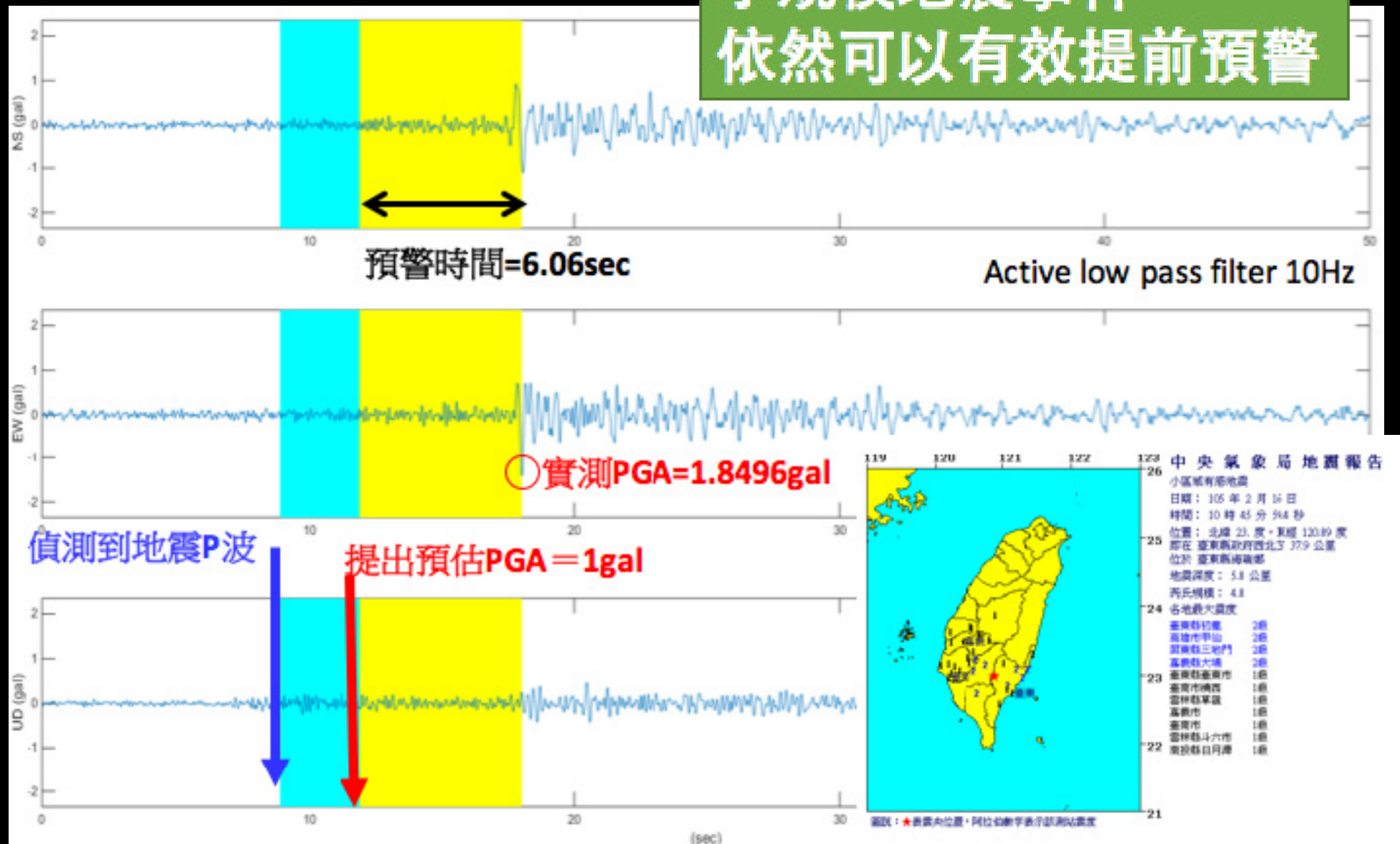


Others Devices
(Dry Contact, RS485,
etc.)

請往戶外空地疏散...

預警門檻可以再低一點嗎？

小規模地震事件
依然可以有效提前預警



震後.....

結構安全監測

這房子還撐得住嗎？

是要回屋子上班？
還是要去公園？



實驗室驗證 _ 地震模擬測試



NAR Labs 國家實驗研究院

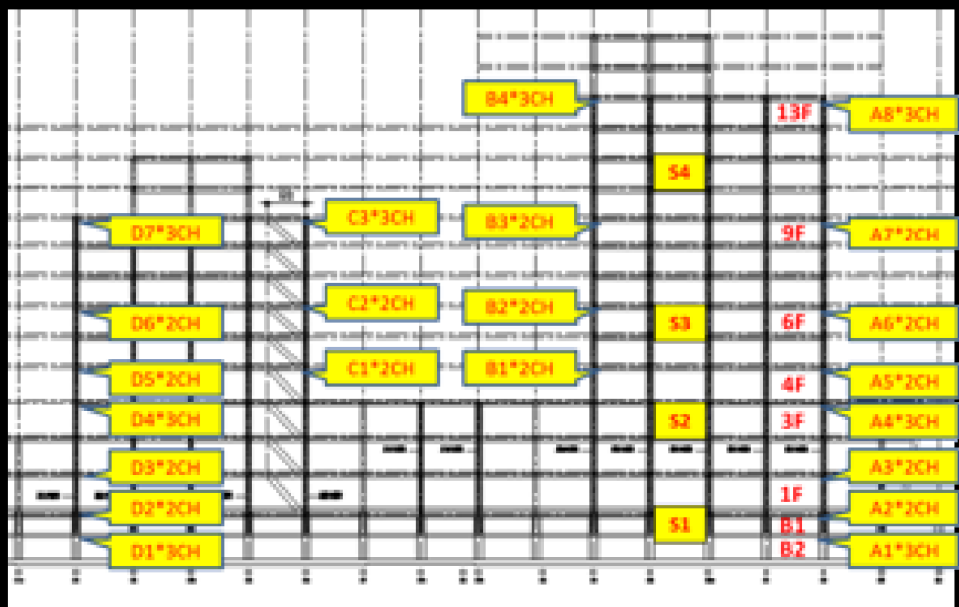
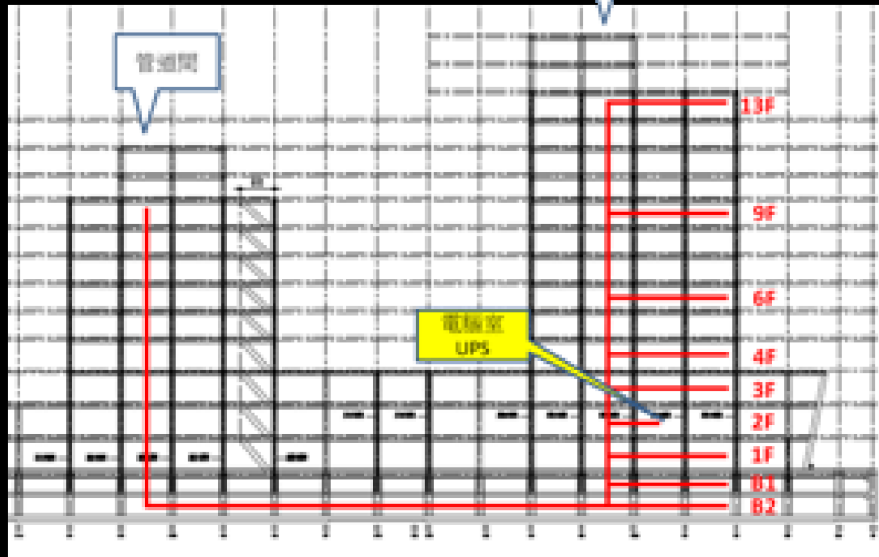
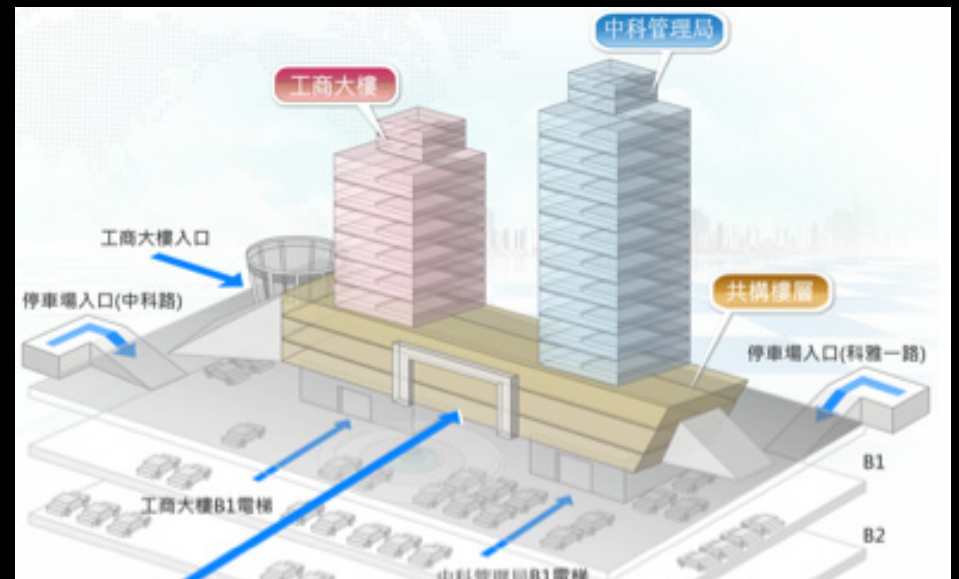
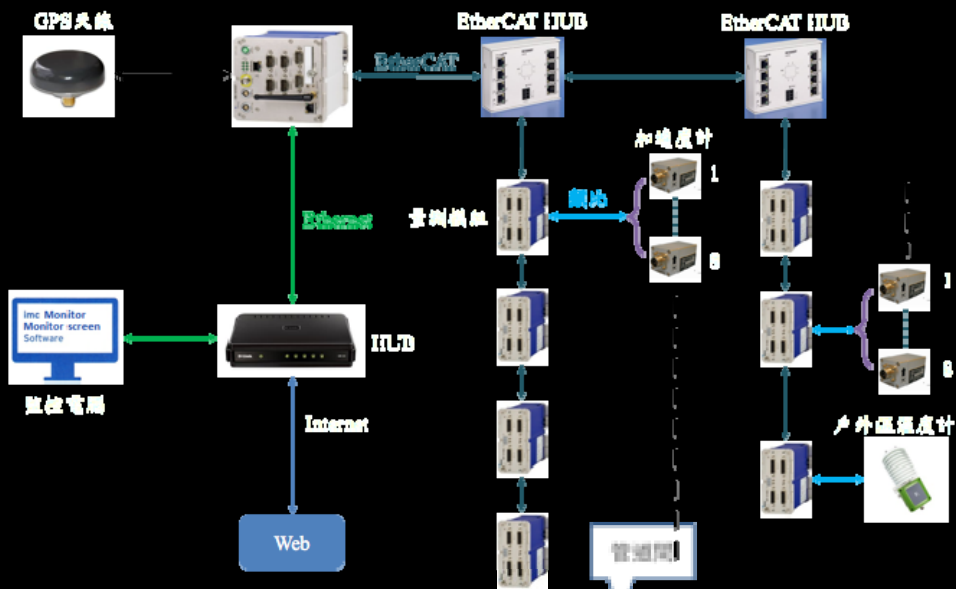
國家地震工程研究中心

National Center for Research on Earthquake Engineering

**台南實驗室開幕試驗
結構安全監測系統整合試驗**

結構安全監測現地示範例

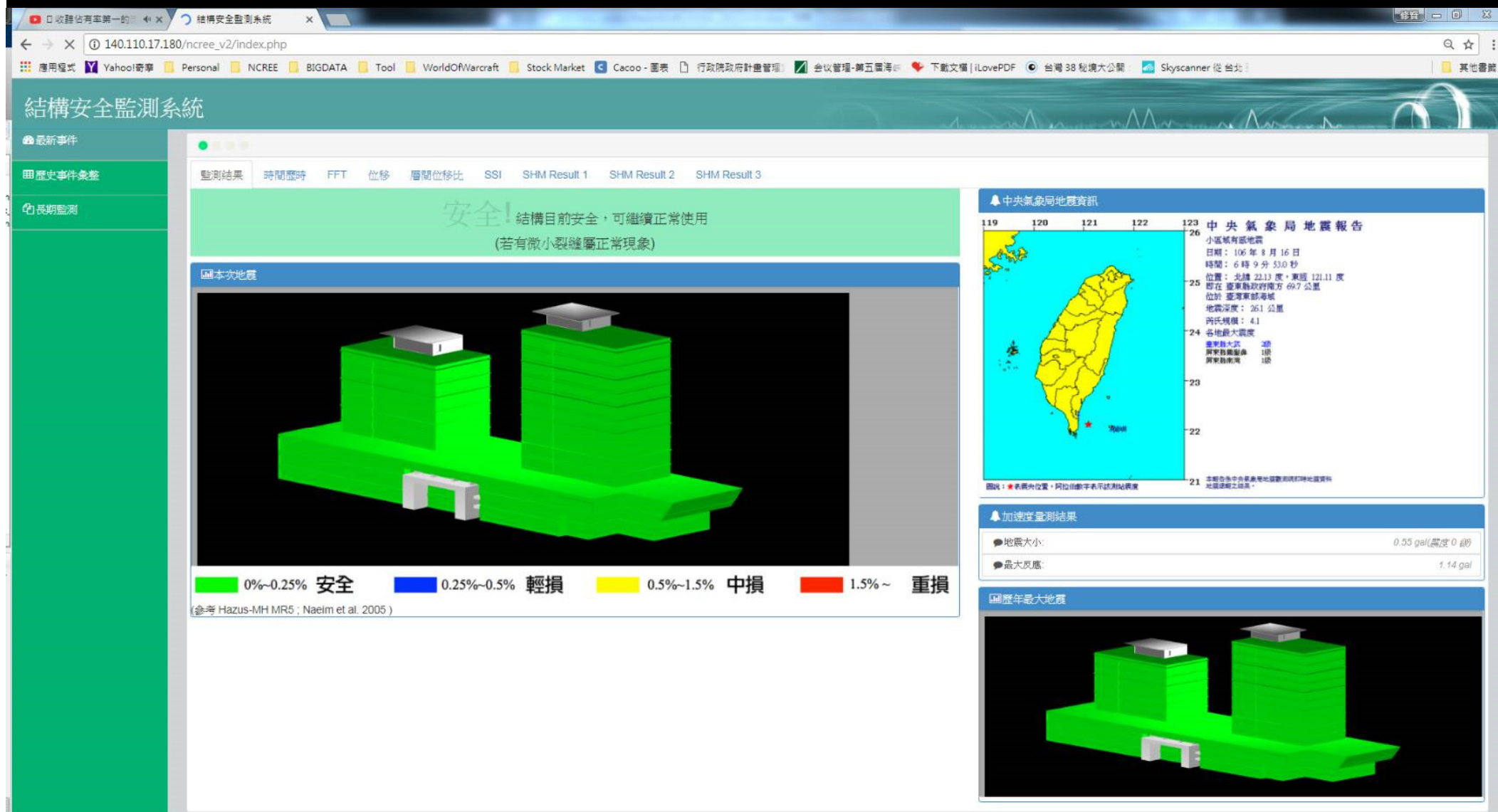
中科管理局



結構安全監測現地示範例

2016/2/6美濃地震

中科管理局示範站 結構安全評估結果



發展地震防災、讓我們繼續努力

雄才大略計畫：地震預警與結構安全監測技術研發及系統整合

