



三維建物地震動態分析防災應用模型開發

報告人: 地震與人為災害組 柯孝勳

2022.03.25

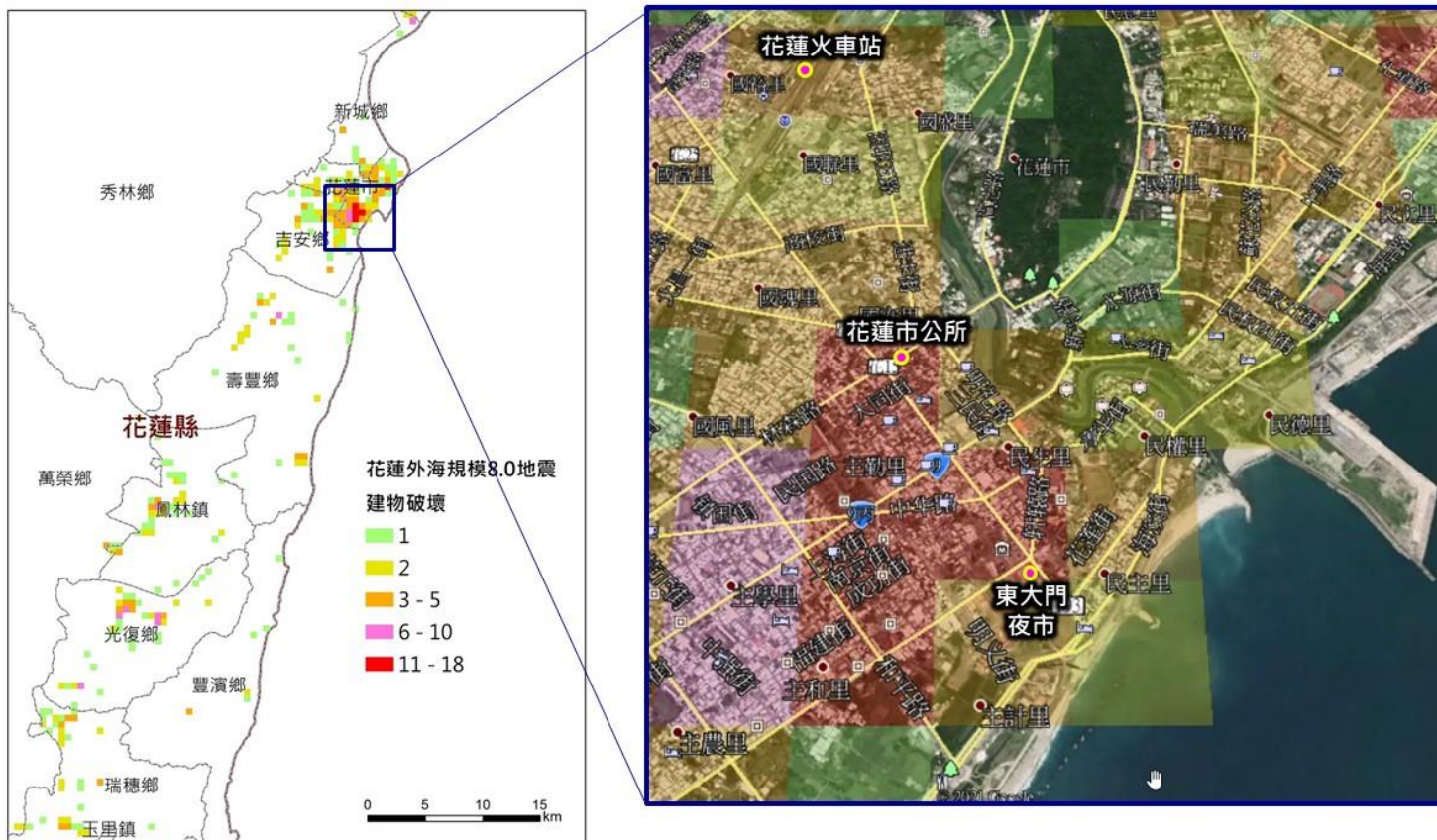
支援地震防災政策與國家防災日地震演練情境分析

➤ 發展網格化地震衝擊分析技術，支援政策規劃與國家防災日地震演練

- 陸續配合內政部完成山腳斷層、中洲構造、花蓮外海隱沒帶等地震衝擊分析與情境模擬

國家防災日地震演練情境

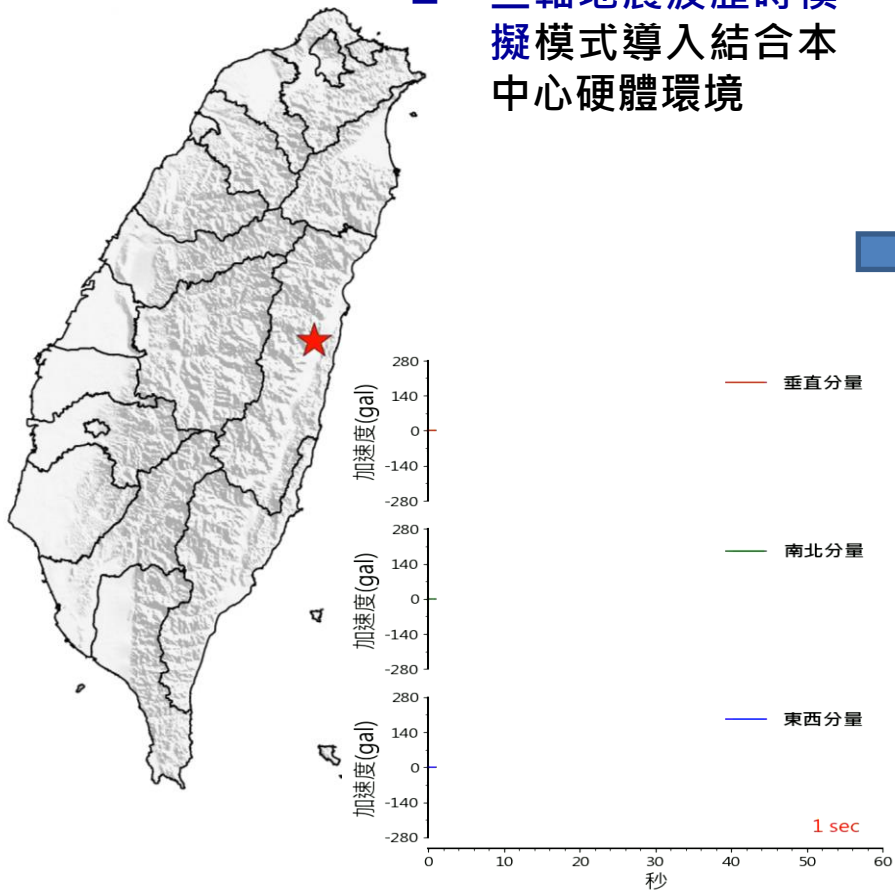
花蓮外海隱沒帶規模8.0地震建物衝擊網格化分析



下一階段技術開發: 三維地震動態分析防災應用模型

➤ 整合應用**三維地動模擬技術**與**建物動力分析技術**，提升評估結果之**空間解析度**

■ 三軸地震波歷時模擬模式導入結合本中心硬體環境



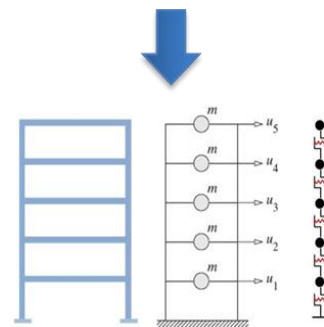
模型資料分析

模式分析方法

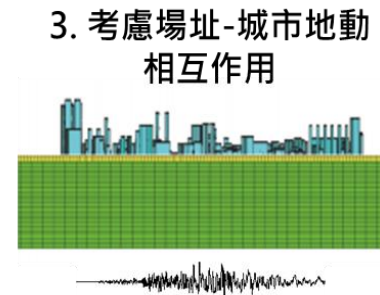
動態可視化展示技術



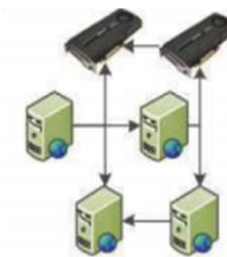
1. 多層建物模型



2. MDOF 剪切模型分析



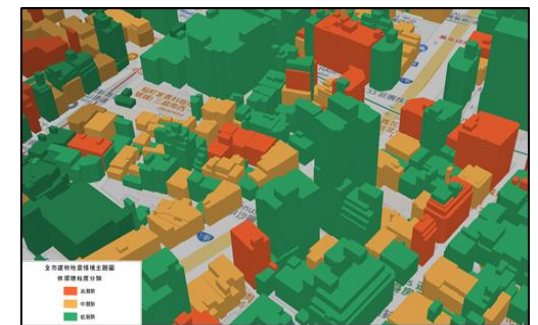
3. 考慮場址-城市地動相互作用



4. 高效能GPU計算
建物群時程分析



5. 三維建物可視化受震反應



6. 建物地震衝擊風險

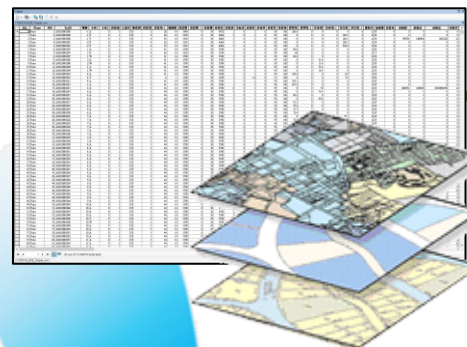
三維建物模型耐震屬性資料建置

- 整合三維建物模型與房屋稅籍資料，建置含耐震分析屬性之三為化資料庫

建物模型連結資料庫系統



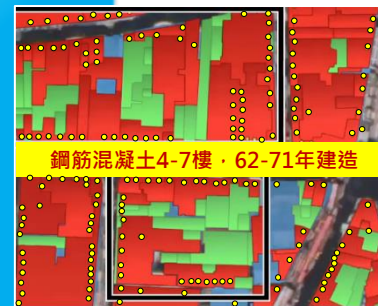
建物屬性資料



基礎資料

- 建物屬性資料
- 建築物地理空間資料

資料對接與接合



資料分析

- 建物圖框與稅籍資料點對接
- 建物資料可行性推估

三維模型

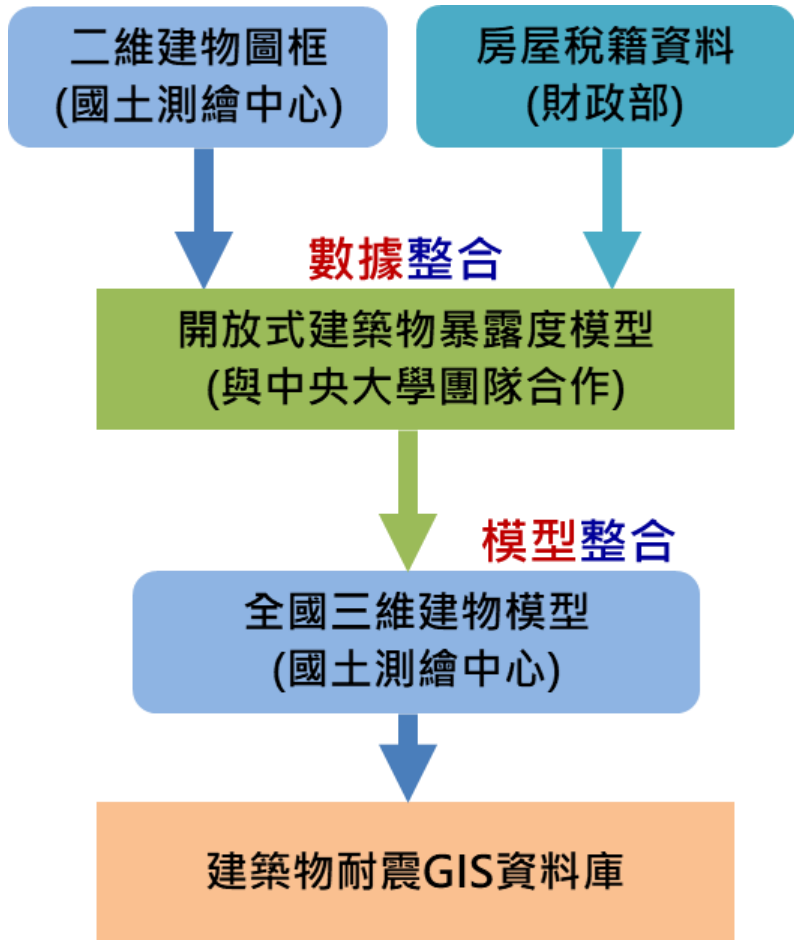
- 三維建物基礎模型
- 建物紋理比對與貼附

建物近似化模型



建物模型耐震資料庫建構程序

➤ 資料庫整合流程



建物空間資料整理

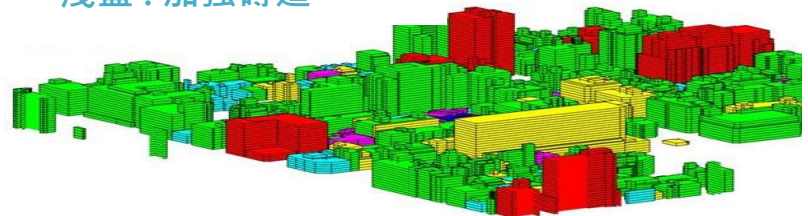
縣市	建物名稱	NCDR Polygon	NLSC Polygon	建物數量	Building Data	Ratio of data in the city
1	三芝區	12911	12294	8345	2.95%	
2	三芝區	4777	5514	10699	0.90%	
3	三芝區	27930	4533	111221	9.32%	
4	中壢區	30746	6207	142494	11.94%	
5	五股區	15153	6940	15153	2.19%	
6	八芝區	806	558	9691	0.81%	
7	全壢區	35100	568	15049	4.61%	
8	中壢區	666	279	3276	0.11%	
9	中壢區	1710	1826	2977	0.25%	
10	新莊區	83339	11510	74263	6.21%	
11	新莊區	34852	7496	139349	11	
12	新莊區	37338	6885	185582		
13	中壢區	20146	9594	39765		
14	板橋區	23873	7275	60551		
15	板橋區	39017	2530	42153		
16	板橋區	26844	2930	476	2.19%	
17	泰山區	9541	4011	23800		
18	泰山區	31369	11241	19487		
19	泰山區	1566	2138	5908		
20	泰山區	849	1526	1331		
21	泰山區	16148	4818	10646		
22	石碇區	299	3801	1884		
23	石碇區	1232	2722	1725		
24	泰山區	5339	4318	9721		
25	泰山區	12107	4350	34985		
26	泰山區	18774	5239	38805		
27	泰山區	7490	3686	7165		
28	泰山區	7338	3583	4609	0.1	
29	泰山區	1309	3234	4723	0.4	
總計		435412	187405	1183187		

建物門牌點 以單棟為統計單位
 建物圖層框 以三維建物模型為基礎



建物模型耐震資料輸出

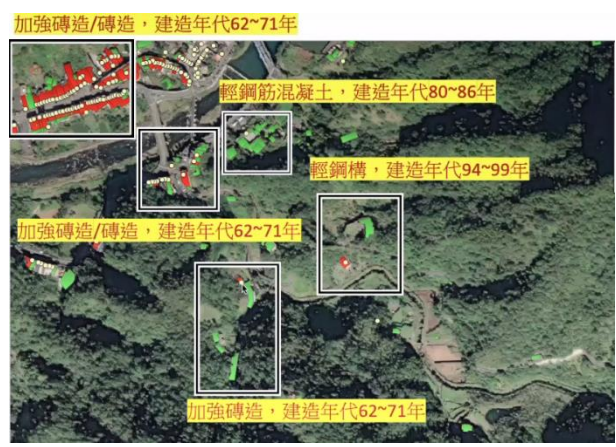
- 粉紅：磚造
- 黃色：鋼構造
- 綠色：鋼筋混凝土
- 藍色：木造
- 紅色：鋼骨鋼筋混凝土
- 淺藍：加強磚造



資料對接處理

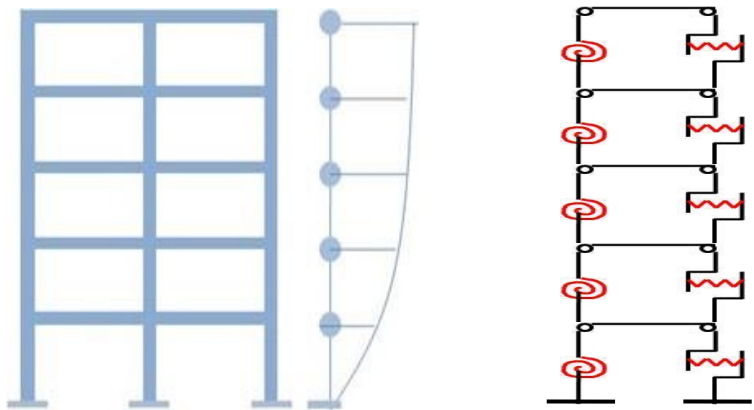


資料接合分析



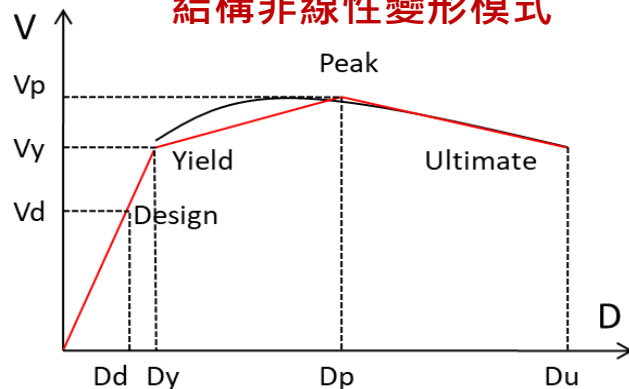
➤ 建立三維建物數值分析模型

採用彈簧剪力屋架多自由度模型模擬建物結構

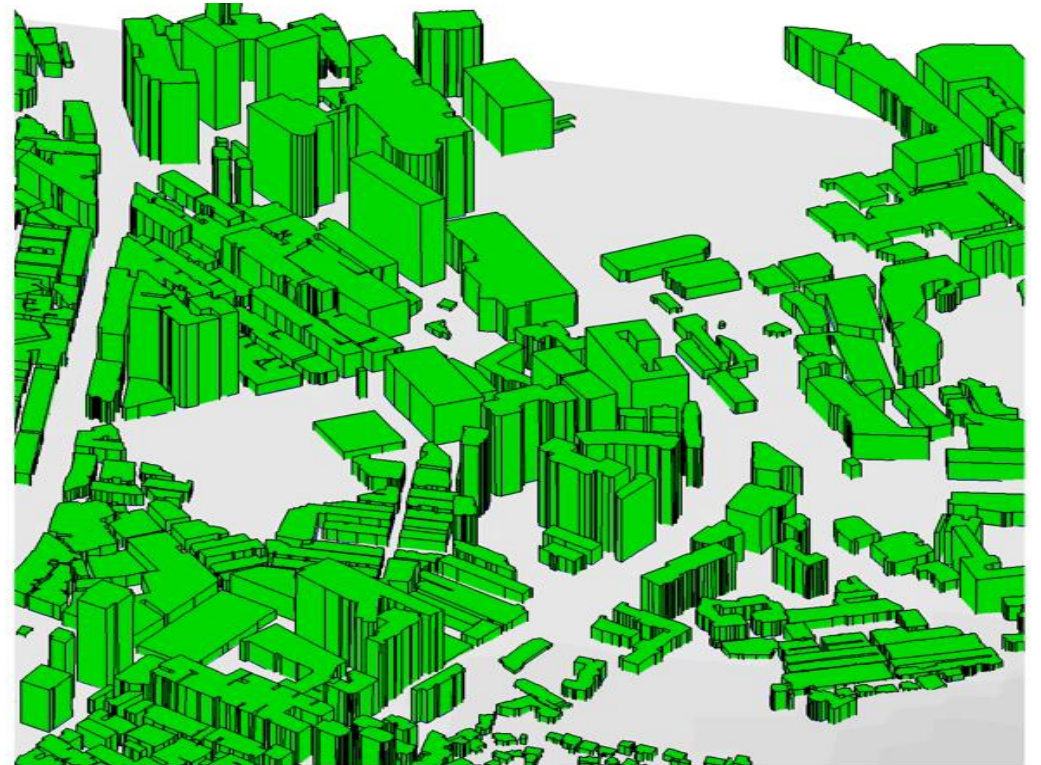
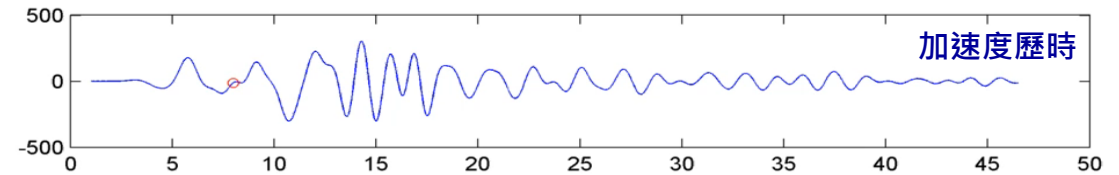


- 開發**建物衝擊單棟評估**模式
- 反應高樓受**地震週期**影響之效應

結構非線性變形模式



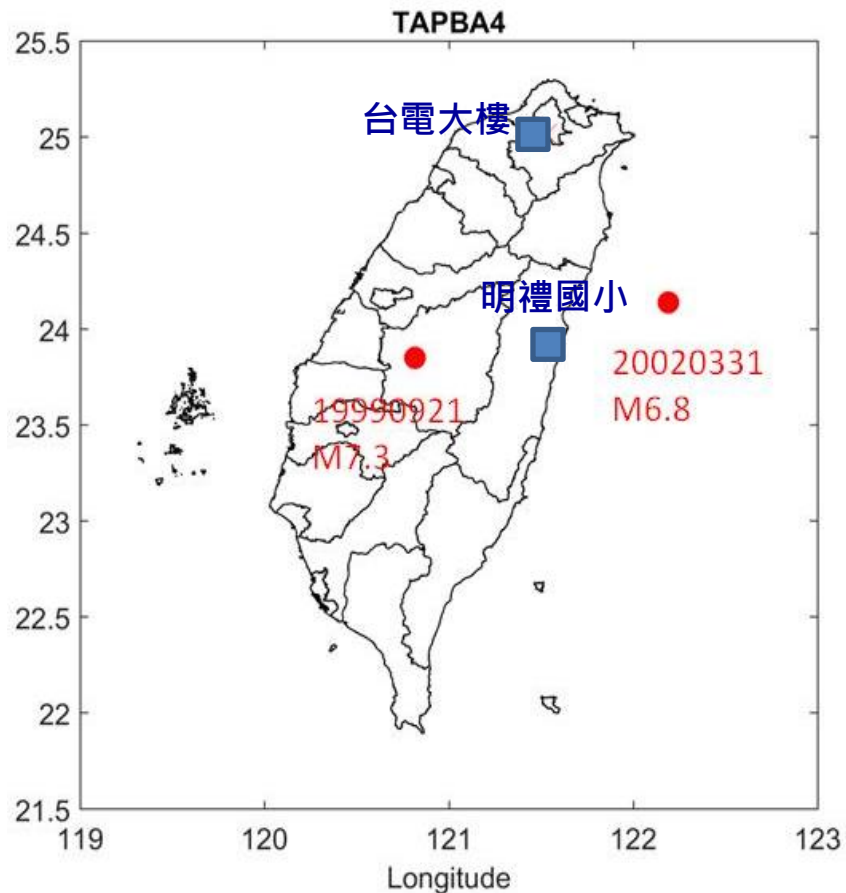
➤ 地震非線性歷時衝擊分析



建物地震動態分析模式校驗

➤ 針對建物反應進行實際案例校驗

- 建物樓層反應實測紀錄
- 進入非線性行為



- 19990921地震事件(陸域地震)
- 20020331地震事件(海域地震)

台電大樓
(27F)



花蓮明禮國小校舍 (4F)



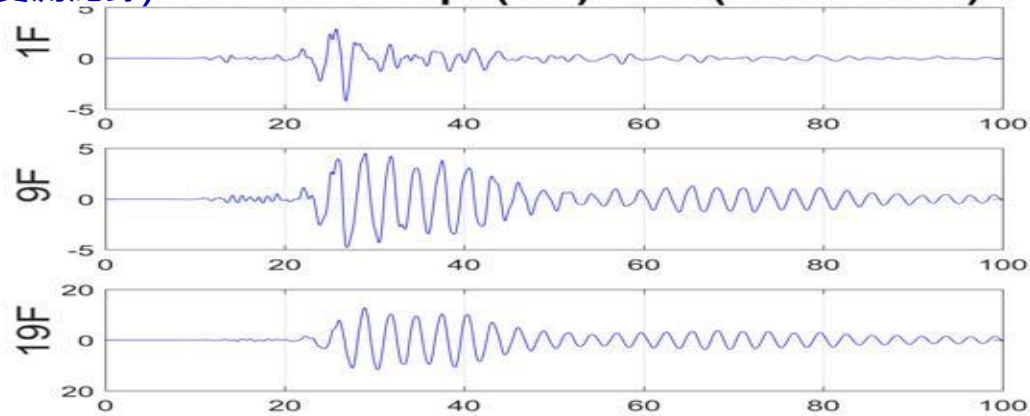
(地震紀錄資料來源: 中央氣象局、中研院馬國鳳教授)

建物地震動態分析模式校驗

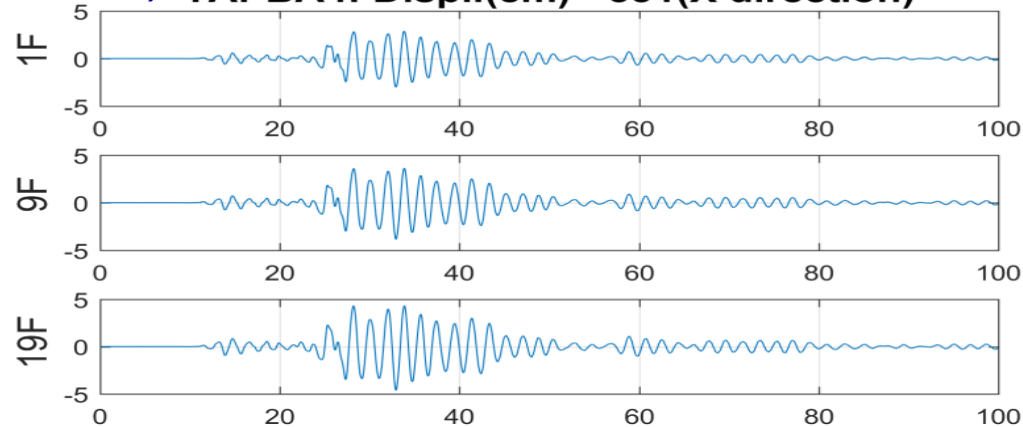
➤ 建物反應波形校驗

台電大樓

(實測紀錄) TAPBA4: Displ.(cm) - 331(X direction)



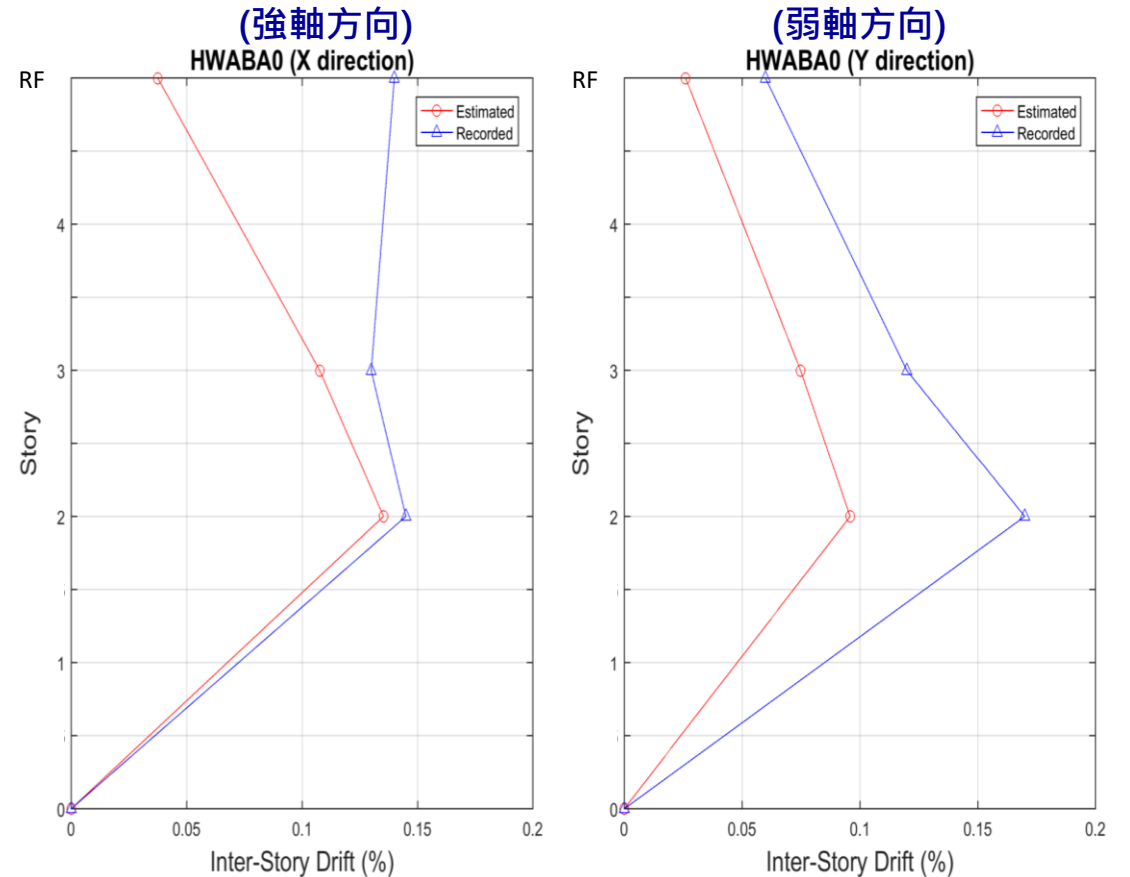
(模式分析) TAPBA4: Displ.(cm) - 331(X direction)



➤ 建物層間變位校驗

■ 以層間變位角作為檢核參數

花蓮明禮國小校舍



地震衝擊動力分析展示技術建立與應用

城市模型載入 結構動態展示 建築耐震資訊 地震與地動資訊 建築資訊模型

移動
旋轉
縮放
建築白模
外牆紋理



MDUES
多維度地震衝擊動力分析展示圖台
Multi-Dimensional Urban Earthquake Impact Simulation platform

The image displays a 3D visualization of a dense urban environment, likely a city center, used for seismic impact analysis. The buildings are rendered in various colors and heights, showing a complex street layout. The interface includes a navigation panel on the left with icons for moving, rotating, and zooming the model, as well as options for building white models and external wall textures. A top navigation bar lists different data and simulation modules. A logo in the top right corner identifies the platform as MDUES (Multi-Dimensional Urban Earthquake Impact Simulation platform).

對高危害衝擊之高層建築調查，
進行地震動態分析

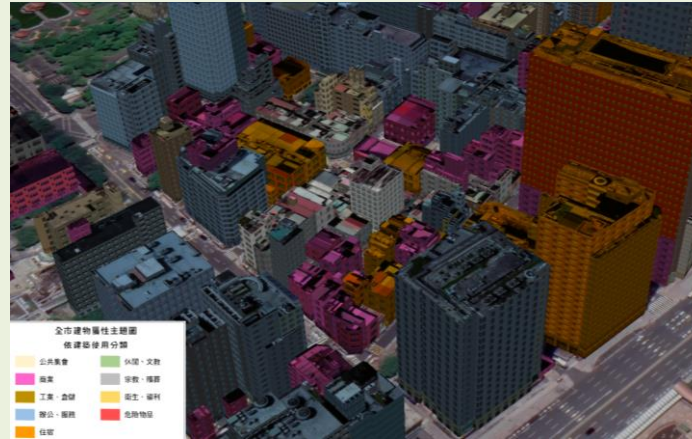


示範區高危害衝擊區域調查

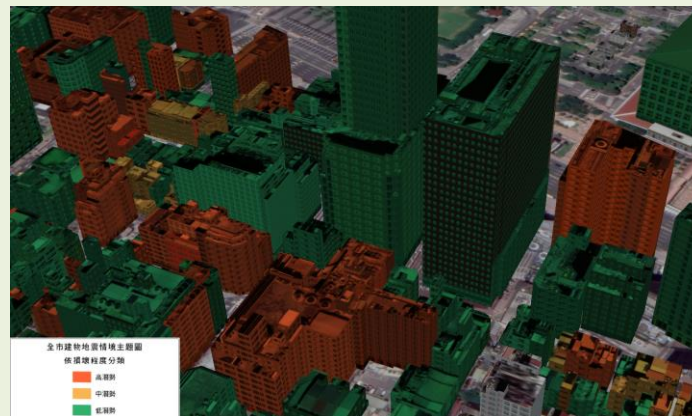


建物動態可視化分析

整合建物損壞風險、建築使
用類別資訊進行篩選



建物耐震特性分類



建物地震損壞風險

藉整體建物損壞風險評估後，
進行致災議題與策略研擬

建物結構因素

- 高層建物破壞，人員受困
- 屋頂突出物掉落
- 電梯故障
- 家具翻倒、懸掛物掉落

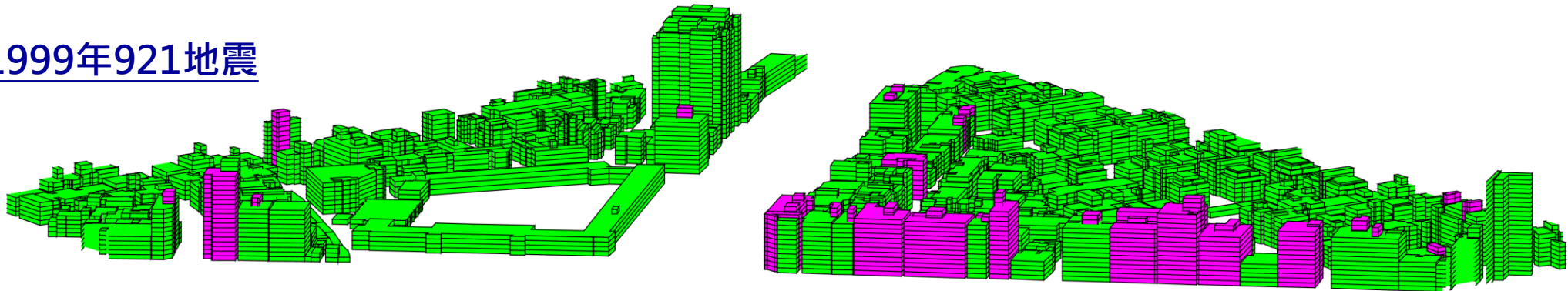
外部環境因素

- 關鍵基礎設施損壞
- 商業區人潮密集
- 建物嚴重毀損引起主要道路阻斷

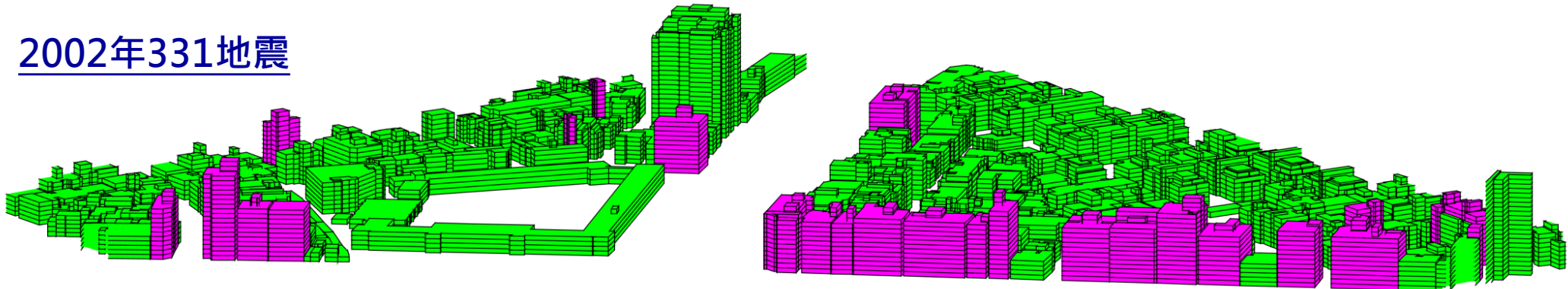
提升地震衝擊分析應用層面與細緻度

- 長週期效應造成顯著層間變位，非結構設施致災風險高
 - 高樓建物破壞
 - 電梯故障、人員受困
 - 屋頂突出物受損致災

1999年921地震



2002年331地震



*參考建物性能設計法研究，設定可能致災之層間變位：鋼筋混凝土2%變位、鋼骨2.5%變位、其他1%變位

致謝

感謝

- 中央研究院地球科學所
- 交通部中央氣象局
- 經濟部中央地質調查所
- 內政部營建署、國土測繪中心
- 財政部、各縣市政府財稅單位

等單位協助提供相關資料



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