

震災衝擊鏈量化模擬技術開發與應用

The Application and Research for Seismic Impact Chain Evaluation

柯孝勳、許智豪、鄧敏政、吳秉儒

國家災害防救科技中心 地震與人為災害組

▼ 摘要

都會區之維生設施倘若遭受地震災害破壞，將衝擊都會機能正常運作，例如維生機能中斷、科技產業衝擊等。由地震災例顯示，災害發生時維生設施震後可能受到損壞，然設施相互關聯，效率日益提高，但也曝露服務中斷環節，單一系統故障時，可能引起連鎖性災害。電力、自來水系統為都會機能運作、產業發展、亦為防救災設施運作重要根基，災後確保維生設施正常供應為政府首要任務。本研究依據災害管理觀點，與系統相依特性，整合設施系統化分析與間接影響，建構出震災衝擊鏈分析方法。研究成果可具體掌握震後設施影響程度與相互影響性，協助災害應變於重要設施之情資研判，並快速評估重要設施外部維生系統的損失風險，可作設施查報、優先復原工作的參考。

關鍵詞：維生設施、震災衝擊鏈、相依性分析

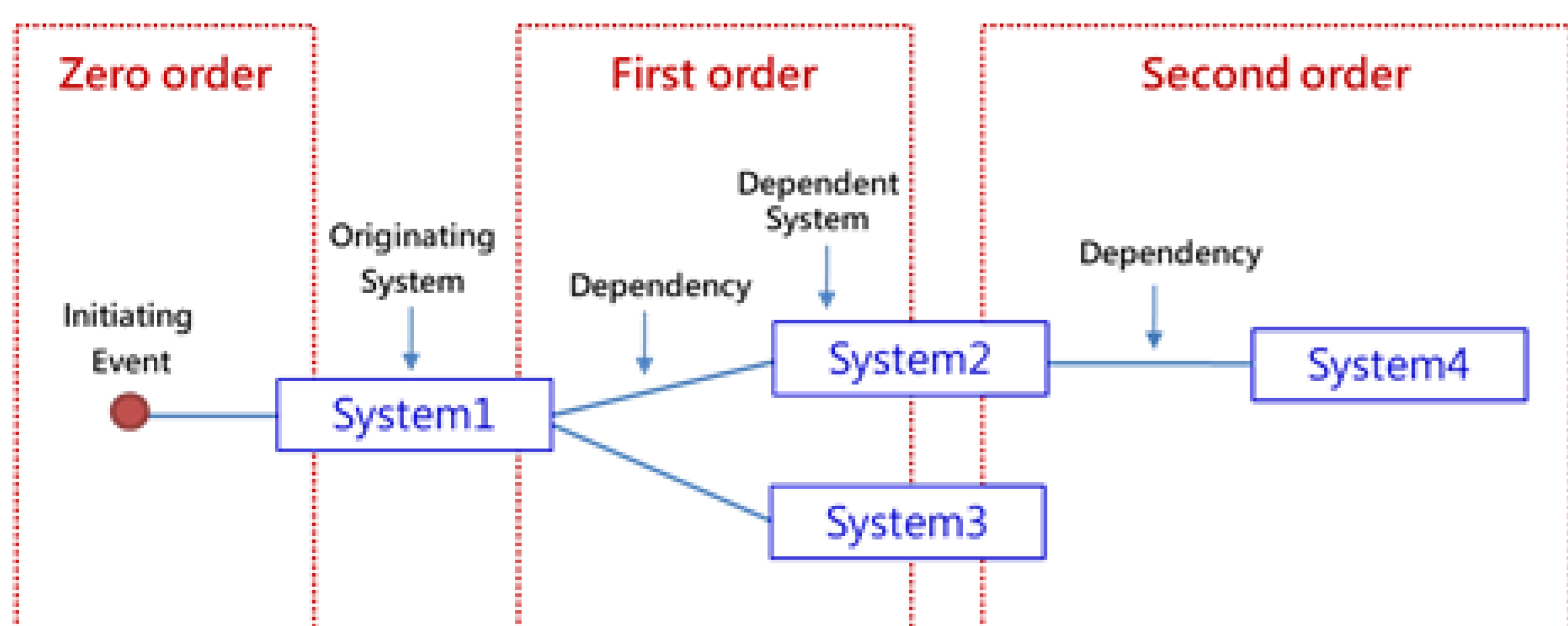
▼ 背景與目的

- 維生設施為都會主要命脈，與民眾日常生活息息相關，如電力、自來水、天然氣、資通訊、交通運輸等，如果維生設施功能中斷，將造成都市機能運作、服務品質下降，民生經濟與產業活動也將受到衝擊影響。
- 本研究目的為根據災害管理觀點，與設施系統化相依特性，結合設施系統化分析(一階衝擊)、設施間接影響(二階衝擊)，建構出震災衝擊鏈架構與運算模組。

▼ 理論基礎

- Hassel et al. (2014)提出災害間接衝擊概念模型，在肇始事件下，當系統設備受損，單一系統故障可能影響其他系統運作，間接觸發嚴重的後果。簡單來說，連鎖效應定義為單一系統藉功能的依賴特性，傳播到另一系統，影響其功能運作。
- 災害發生時，基礎設施受災害直接衝擊損壞外，設施彼此間關聯性也會造成間接損壞。Rinaldi et al. (2001)提出系統關聯性可分為兩種型態，分別為依賴性(Dependency)，係指上、下游設施供需服務上產生依賴性，另一類型為相依性(Interdependency)，係指兩設施間存在雙向相依關係。

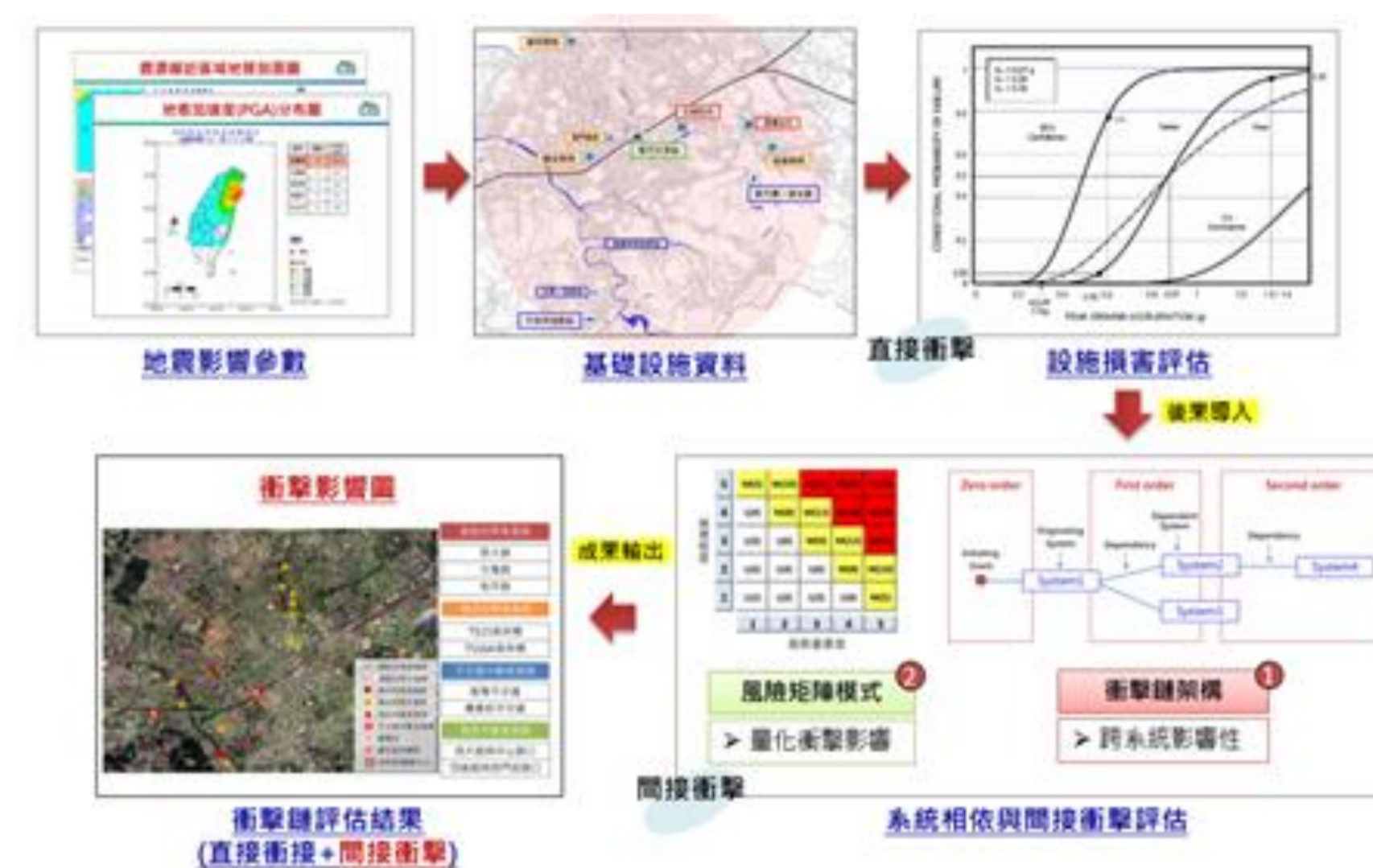
間接衝擊概念模型



肇始事件(Initiating Event)觸發起源系統(Originating System)，系統內部的設備或組件受到損壞時，相依系統(Dependent System)間接受到影響(第一階層)，或衍生其他系統受到連鎖性災害(第二階層)。

▼ 研究流程與預期成果

本研究針對設施直接災損評估外，亦考量震後衍生間接形態衝擊模式，納入跨系統相依特性分析，根據設施核心功能來建置衝擊鏈模型，同時結合本中心開發之網格化地震衝擊評估技術與相依性分析方法，得以建立其評估模擬技術。



地震情境模擬

以大台北都會區為分析標的，設定山腳斷層南段規模6.6地震為地震模擬情境

一階衝擊： 供電、供水衝擊分析

結合設施損失、末段管路損壞、及相依性要素，來綜合評估行政區域衝擊影響程度

二階衝擊： 醫療設施外部維生系統損失評估

考量電、水、交通之外部維生系統失效影響，進行醫療設施之外部維生系統損失量化風險等級推估



▼ 結論與建議

- 本研究結合設施直接實體災損與跨系統相依特性，進行維生設施衝擊評估模式開發，並經由案例分析探討，相關研究方法與成果，可進一步掌握災後重要設施外部維生系統的損失風險。
- 災例顯示維生設施常於災害中受損後，緊急應變救援與災後復原亦遭延宕，有鑒於此，維生設施需於災前提升耐災韌性(Resilience)與災中能持續運作，以確保提供都市機能正常服務，本研究未來工作會將把相關屬性資料與韌性評估相關指標納入研究課題中。