

韌性社會之基礎建置與評估

Construction and Evaluation of Resilient Society

主管單位：科技部

李香潔¹ 吳郁珮¹ 簡頌愷¹ 李欣輯¹ 陳怡臻¹
 Hsiang-Chieh Lee Yu-Ping Wu Sung-Ying Chien Hsin-Chi Li Yi-Chen Chen
 鄧傳忠¹ 陳素櫻¹ 楊惠萱¹ 林美君¹ 許秋玲¹
 Chuan-Zhong Deng Su-Ying Chen Hui-Hsuan Yang Mei-Chun Lin Chiu-Ling Hsu

¹ 國家災害防救科技中心

摘要

本計畫以社會及經濟相關的災害管理 (management) 或治理 (governance) 的基礎資料建置及評估技術開發為主要目標，主要有三個子計畫。其一，因應聯合國《仙台減災綱領》提出各類利害關係者的觀點為 2030 年以前各國減災努力應該考量的項目，以及聯合國《身心障礙者權利公約》亦包含災害治理重點，也為行政院遵循之公約，故本計畫的工作項目包含身心障礙者災害管理對策。其二，2019 年為莫拉克颱風十週年，加上《仙台減災綱領》的優先工作包含對復原重建工作的事先準備，故莫拉克災後十年調查亦為本計畫工作重點。其三，經濟方面，《仙台減災綱領》的目標之一包含減少因為災害造成的損失，這個面向亦為臺灣災害管理研發工作所欠缺的，故納入為本計畫工作重點。

子計畫身心障礙者災害管理對策，完成身心障礙者（第七類：肢體障礙者）個人災害管理對策之手冊。子計畫莫拉克颱風災後十年復原重建，建立莫拉克颱風災後十年復原重建調查資料 1 份。子計畫地震災害經損評估模型研發於 TLAS 系統中建立 1 組地震之住宅經損模式；發展農業災損評估系統，提供各縣市政府農業處使用，以進行災害示警和查詢歷史農作物損失。

關鍵詞：身心障礙者災害管理對策、地震之住宅經損、農業災損評估、莫拉克颱風災後十年復原重建調查

Abstract

The project aimed at establishing socioeconomic basic data for disaster management or governance and developing assessment technology for socioeconomic impacts. It included three subprojects. First, is in response to the United Nations' Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, as well as the United Nations' Convention on the Rights of Persons with Disabilities, which is followed by the Executive Yuan in Taiwan, one subproject included developing disaster management countermeasures for people with

disabilities. Second, the priority work of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 includes “Build Back Better” in recovery. The year 2019 was the tenth anniversary of Typhoon Morakot. Therefore, the second subproject conducted a survey on Recovery of Typhoon Morakot after Ten Years. Third, economically, one goal of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 is to reduce the losses caused by disasters. The third subproject was to develop methods to calculate disaster losses in Taiwan.

Some achievements of this project include finishing writing a manual of disaster management strategies for physical disabilities and establishing survey data of Recovery of Typhoon Morakot after Ten Years. Other achievements include developing a model to calculate household building loss after an earthquake and developing an agriculture loss assessment system which allows local governments to send out warning messages and search for historical loss records.

Keywords: Disability management countermeasures for people with disabilities, Earthquake loss, Agriculture disaster loss assessment, Survey on recovery of Typhoon Morakot

一、前言

本計畫以社會及經濟相關的災害管理 (management) 或治理 (governance) 的基礎資料建置及評估技術開發為主要目標。社會方面，因應聯合國《仙台減災綱領》提出各類利害關係者的觀點為2030年以前各國減災努力應該考量的項目，以及聯合國《身心障礙者權利公約》亦包含災害治理重點，也為行政院遵循之公約，故本計畫的工作項目包含身心障礙者災害管理對策為本計畫工作之一。另外，108年度為莫拉克颱風十週年，加上《仙台減災綱領》的優先工作包含對復原重建工作的事先準備，故莫拉克災後十年調查亦為本計畫工作重點。經濟方面，《仙台減災綱領》的目標之一包含減少因為災害造成的損失，這個面向亦為臺灣災害管理研發工作所欠缺的，故納入為本計畫工作重點。

二、研究內容

2.1 身心障礙者災害管理對策

本計畫配合行政院「身心障礙者權利公約初次國家報告國際審查結論性意見回應」管考，藉由文獻蒐整、實務經驗與訪談，針對身心障礙者編撰災害管理指引手冊，政府面向則研提政策建議方向。依據衛生福利部2018年第3季統計結果，臺灣身心障礙者以第七類：肢體障礙者（神經、肌肉、骨骼之移動相關構造及其功能損傷）比例最高，故本專案以肢體障礙者為主要研究對象。藉由回顧日本、美國、加拿大、紐西蘭之身心障礙者災害整備與應變手冊，搭配過去災害實務案例，提擬身心障礙者個人災害管理手冊初稿，透過4場次肢體障礙者需求訪談與具疏散收容管理經驗者之深度訪談（圖1），再彙整2份專家書面意見，作為修正災害管理對策之參據。



圖 1、需求訪談與專家訪談情形

修調後之災害管理對策手冊內容架構為：(I)災前整備：建立個人支持網絡、物資整備、疏散撤離與收容規劃、其他整備工作；(II)災時應變：即時災害訊息取得、斷電處理、疏散撤離、臨震行為；(III)災後注意事項：房屋檢查、平安通報、災後求助資訊；(IV)協助肢體障礙者作法；(V)相關附件：醫療及其他需求、物資設備清單、緊急聯絡網。為提升災害管理策略之易讀性，並強化目標對象之使用效率，本手冊再轉譯內容，設計成更具實用性質之「防災萬年曆」(圖2)。



圖 2、防災萬年曆部分內容

本計畫彙整國外之身心障礙者災害管理策略 (Mcglennon, Montgomery and Turner, 2008; Public Safety Canada, 2010; Parnell and Streur, 2014; Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance, 2017) (圖3)，再藉由身心障礙者與災害管理者實務經驗訪談 (訪談大綱如表1)，發掘過往身心障礙者災害管理課題，藉以掌握政府針對身心障礙者的災害管理策略可能面向，主要分為減災、應變、疏散撤離、收容，以及其他等五大面向。減災部分涵蓋身心障礙者之參與、資訊提供、名單整備與需求調查，以及演練等；應變部分以資訊提供與相關服務為主；疏散避難包括溝通策略與無障礙運輸；收容管理策略則分為空間面向與不同類型身心障礙者之管理。



圖 3、災害管理策略相關文獻

表 1、訪談大綱

| 受訪者類型 | 訪談主題 | 訪談題目 |
|-------|----------------|---|
| 身心障礙者 | 災害經驗 | <ul style="list-style-type: none"> • 過去遭遇過哪些災害經驗 • 在災害過程中碰到什麼問題 • 請描述災害時的疏散撤離與收容情形 • 面對災害過程中，有誰提供協助、提供什麼協助 • 收容場所讓您感到不便的地方 |
| | 撤離收容建議 | <ul style="list-style-type: none"> • 遇到災害時最需要被幫助的部分 • 撤離時的交通工具是否復康巴士就可行 • 身心障礙者直接送到相關機構較佳？還是傾向跟一般人一起收容？ • 身心障礙者需要的特殊設備 • 收容場所建議如何改善 • 政府在災害管理上可提供身心障礙者的服務建議 |
| | 其他 | <ul style="list-style-type: none"> • 日本的身障三角巾適合在災害中使用嗎？ • 醫療手鐲在臺灣使用的適切性？ • 是否使用過「緊急救援系統服務」？ |
| 災害管理者 | 身心障礙者災害管理實務工作 | <ul style="list-style-type: none"> • 目前政府在災害管理工作中，提供給身心障礙者的服務，例如居家維生斷電處理、緊急救援系統服務等。 • 居家使用維生器材身障者斷電處理實際案例 • 身心障礙者的災害相關傳遞訊息的方法 • 執行身心障礙者災害管理工作中，面臨到的困難 • 執行身心障礙者災害管理工作過程，會與那些團體接洽或尋求那些團體協助 • 是否有身心障礙者災後需求調查機制 • 政府在災害管理上，還能提供身心障礙者的服務 |
| | 協助身心障礙者收容安置之經驗 | <ul style="list-style-type: none"> • 協助身心障礙者收容安置的經驗 • 身心障礙者在災害過程中需要的協助 • 身心障礙者在收容安置過程中可能遇到的問題 • 就實務經驗而言，身心障礙者是直接送到相關機構比較好？還是和一般人一起收容？ • 臺灣比較適合身心障礙者的避難收容處所 • 適合身心障礙者的避難處所需要的基本環境跟設備 |

2.2 地震災害經損評估模型研發

此研究之目的在結合本中心近年開發之「地震衝擊研究與資訊應用平臺」(以下簡稱TERIA)之評估結果,於TLAS系統中新建地震直接經濟損失評估模組,今年度已完成地震災害下住宅直接損失模式,成果下所述:

- (1). 分析 TERIA 建物損失計算流程: TERIA 地震損失計算的系統,立基於建物網格資料庫(結構型態分類、耐震設計等級),再帶入地震的衝擊(強地動及地震資料)之後,系統會依據容量曲線(建物耐震設計規範),進行易損性分析,最後計算出住宅損失機率或損失程度。
- (2). 住宅經損函數建置:本研究依據 TERIA 損失產出的結果,選擇「建損壞樓地板面積(DmgArea)」、「建物輕微損壞百分比(H_DP)」、「單位面積建物造價(H_COST)」三變數,建立地震住宅經損函數,如圖 4 所示。
 - 其中 α 為建物損壞程度:依據 TERIA 的計算結果,共分成輕微損壞、中度損壞、嚴重損壞及完全損壞樓四類。
 - β 為建物種類:依據 TERIA 中的計算可分成木造、鋼構造(低/中/高樓層,共 3 類)、輕鋼構、鋼筋混凝土構造(低/中/高樓層,共 3 類)、預鑄混凝土構造(低層樓)、加強磚造(低/中層樓)、磚造(低層樓)、鋼骨鋼筋混凝土(低/中/高樓層,共 3 類),共計 15 類的類別。

$$BL = \sum_{i=1}^N \left\{ \sum_{\beta=1}^{15} \left\{ \sum_{\alpha=1}^4 (DmgArea_{\alpha\beta i} * H_DP_{\alpha\beta i}) \right\} * Hcost_{\beta i} \right\}$$

BL: 建物總損失
 DmgArea: 損壞樓地板面積
 H_DP: 建物損壞百分比
 H_COST: 單位面積建物造價
 α : 建物損壞程度
 β : 建物種類
 i: 計算網格

圖 4、建物經損評估函數

- i 為計算網格:為了配合 TERIA 中的 500M*500M 網網精度,此模組的計算參數亦以同樣網格精度來評估,最後再將有計算的網格予以加總,

求得最後的住宅經損結果。

- (3). TLAS 地震經損計算介面設計：本研究規劃的介面系統共分成：1)設定事件名稱、2)上傳 TERIA 資料、3)選擇分析時間（日夜人口分佈不同）、4)選擇計算模組（若有多模式）、5)編輯公式參數（原訂預設值，但可手動修改）及 6)送出計算。

2008年之前因政府地震損失統計項目相較精簡，故須透過歷史文獻蒐整，並考量通貨膨脹，將損失金額依躉售物價指數（以民國100年為基期）進行換算，完成1904至1986年共7場地震災損資料彙整（如表2）。除了新建之歷史地震損失資料，並將颱風事件損失資料更新至2018年，其中包括了瑪莉亞颱風（約5億元損失）及山竹颱風（4億5仟萬元損失）。

表 2、1904 至 1986 年 7 場地震災損資料彙整

| 事件名稱 | 損失金額（仟元） |
|--------------------|----------|
| 1904地震 | 20,085 |
| 1906梅山地震+7個餘震 | 505,571 |
| 1916南投地震（08/28） | 22,428 |
| 1916台中-南投地震（11/15） | 11,269 |
| 1935新竹-台中地震 | 429 |
| 1959恆春地震 | 108,860 |
| 1964白河地震 | 520,679 |

建置歷史農業損失資料庫，歷史農損資料庫原有2004-2014年農業損失詳報資料，今（2019）年新增資料如下：1991-2003（縣市層級）年和2015-2017（鄉鎮市區層級）年詳報損失、2004-2018年速報損失。合併農業損失速報與詳報資料，再以鄉鎮市區為單位，將每次造成農業損失之颱風事件，匯入相對應之氣候條件，如風速、雨量、溫度。圖5即為颱風路徑及與其農業損失之關係圖，其中圖中每一點均為本研究進行農損與颱風資料之加值結果。

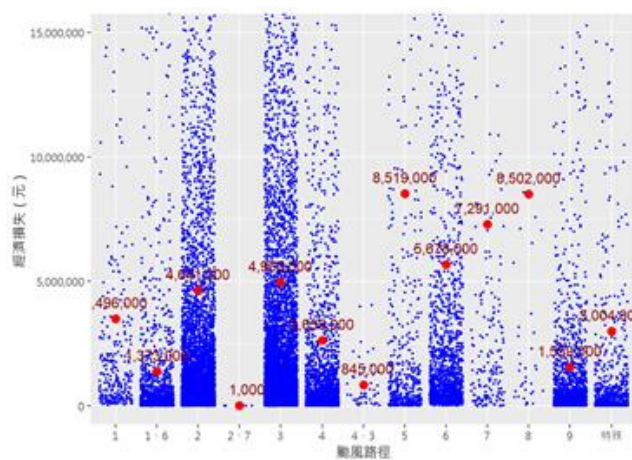


圖 5、農業損失資料庫之應用

彙整臺中市、南投縣，和臺南市2004-2017年的颱風事件，以雨量與風速為前置變項，致災機率為後果變項，使用logistic regression建立農作物致災機率模型。目前本研究已建立23種農作物致災機率模型（圖6），可依不同的氣象條件，推個特定作物的致災機率，有助於國內農業災害預估。

驗證農作物致災機率之模型，繪製23種農作物的ROC（receiver operating characteristics）曲線，以AUC（area under the ROC curve）檢驗模型農作物致災模型之表現。AUC的範圍介於0~1之間，AUC越高，模型表現越好，一般而言，AUC大於0.8，表示模型的表現良好，農作物致災機率模型之AUC皆大於0.8。

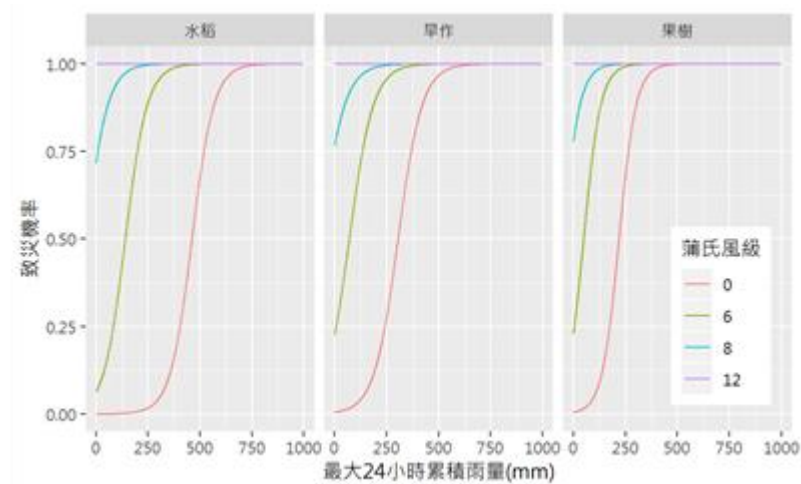


圖 6、農作物致災機率模型

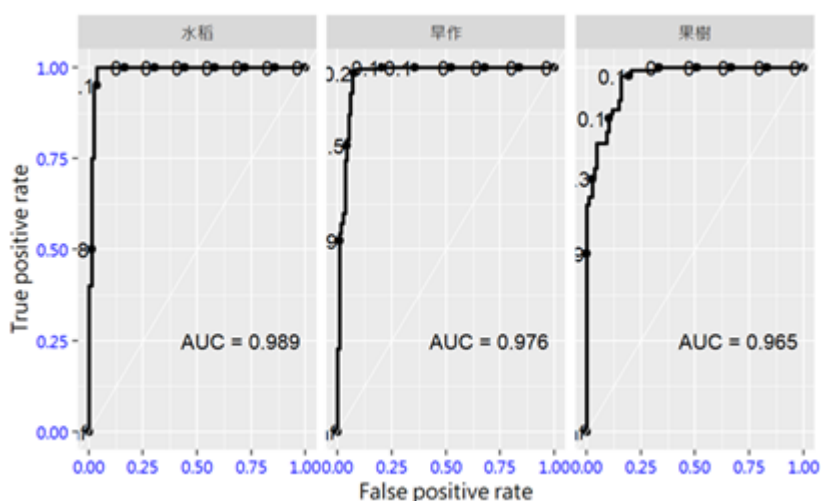


圖 7、農作物致災模型 ROC 曲線

建立農作物減收百分比模型，使用今年新建之農業損失資料，建立農作物減收百分比模型。此模型將與農作物致災模型並用，若農作物致災機率模型預測在某個氣象條件下，農作物將會致災，則進一步使用減收百分比模型預測預測農作物受災後，無收穫的百分比。

以多種演算法建立模型，使用多元迴歸、階層線性模式，以及beta迴歸等演算法，

建立模型，根據演算法特性，依序建立60種、97種，以及60種農作物減收百分比模型。使用交叉驗證 (cross validation)，量化上述三種演算法的模型估計誤差，估計誤差最小，表示該演算法的預測能力越佳。目前以階層線性演算法的誤差值最小 (MSE 均方誤差)，將取之作為TLAS農損模組的主要演算公式。

108年度針對TLAS系統後台進行功能補強及改善，擴充更新的功能包括：帳號申請及管理機制更新、模組和參數庫建置流程優化、系統操作選單介面版型修正、網站資訊管理功能更新擴充、資安弱點補強。

為推廣與提升TLAS農業系統功能，今年與11個主要農業生產的縣市農業局處，進行農業防災實務工作意見交流 (圖8)，透過訪談，擬定今年農業系統更新維護之工項，完成的功能項目包括：(a)新增自訂監測點、(b)新增農業防災監測燈號顯示清單、(c)新增主題式歷史農損統計互動查詢、(d)更新颱風災損查詢流程、(e)修正災損百分比計算公式、(f)新增災損百分比之歷史災損紀錄查詢結果、(g)後台管理功能擴充 (圖9)。



圖 8、與 11 個主要農業縣市進行意見交流



圖 9、農業系統新增功能

2.3 莫拉克颱風災後十年復原重建調查

- (1). 調查名冊的建立：本年度調查對象選定原則（包含第一順位及第二順位，第一順位如圖 10）：以第一期(W1)調查對象為主要（部分題目設定想與第一年做比較）對像設為第一順位受訪戶，另又因追蹤樣本流失率高，設定第二順位受訪者為第四期(W4)調查對象。依據過去受訪名冊進行清查，並整理可得的聯絡電話與地址，以利本年度進行追蹤訪問。計第五期列冊受訪戶有 1504 戶（圖 11）。



圖 10、第一順位之列冊原則說明

| 受訪者 列冊選擇 | 第一順位(W1) | 第二順位(W4) |
|-------------|----------|----------|
| W1(首要) | 1472 | — |
| W2 | 1 | 27 |
| W3 | 1 | 44 |
| W4(次要) | 30 | 381 |
| 缺 | — | 1052 |
| 總計 | 1504 | 1504 |

圖 11、依據列冊原則之名單統計

- (2). 問卷題目修訂：共計 60 題。今年新增 10 題。刪除 49 題（主題如圖 12 所示）。
- (3). 了解調查遭遇困境並提出解決策略。
- (4). 面訪進度與完成率：調查時間自 7/1 至 8/30，費時 9 週完成，完訪率達 86.9%。惟於檢誤時發現中部地區一戶訪問了非合格受訪者，實際合格受訪者失智無法回答，因此列為拒訪戶。計成功完訪戶 1306，完訪率為 86.8%。
- (5). 訪問失敗：本期調查訪問失敗的戶數約一成三，其中以接觸失敗 97 戶最多，本期調查因距離上期已過三年，許多受訪戶資訊已失效，較難追蹤導致。

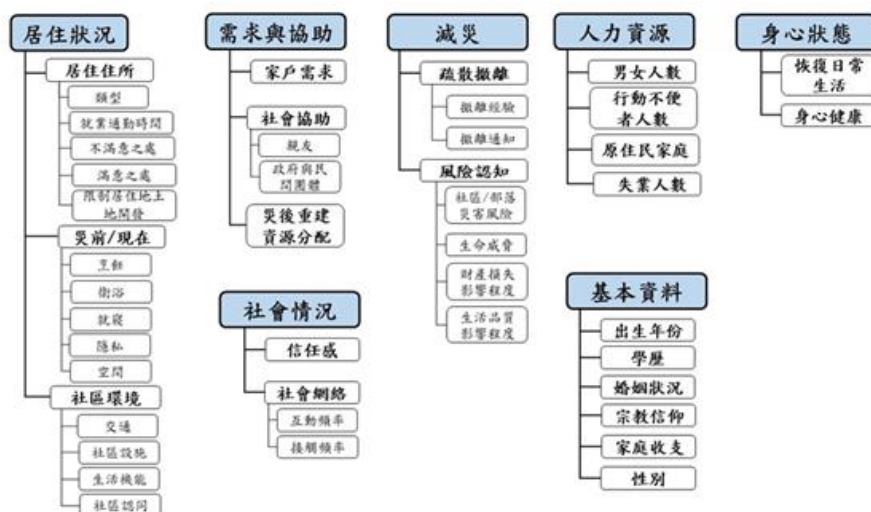


圖 12、問卷題目主題

三、結論

子計畫身心障礙者災害管理對策，完成身心障礙者（第七類：肢體障礙者）個人災害管理對策之手冊。之後將和民間團體合作，以發放推廣。

子計畫莫拉克颱風災後十年復原重建，建立莫拉克颱風災後十年復原重建調查資料1份。下一年度將進行進一步的資料分析，未來並規劃將分析結果置於網上。

子計畫地震災害經損評估模型研發於TLAS系統中建立1組地震之住宅經損模式；發展農業災損評估系統，提供各縣市政府農業處使用，以進行災害示警和查詢歷史農作物損失。

參考文獻

1. 李欣輯、陳怡臻、陳素櫻、張芝苓、鄧傳忠、李香潔（2016）。天然災害損失評估技術研發及系統擴充。新北市：國家災害防救科技中心技術報告，NCDR-104-T28。
2. 鄧傳忠、陳怡臻、陳素櫻、黃桂卿、李欣輯、李香潔（2018）。臺灣災害損失模型研發與系統建置。新北市：國家災害防救科技中心技術報告，NCDR-106-T06。
3. 傅仰止、章英華、杜素豪、廖培珊主編（2016）。台灣社會變遷基本調查計畫第七期第一次調查計畫執行報告（計畫編號：MOST 104-2420-H-001-005-SS3）。中央研究院，中央研究院社會學研究所。
4. 傅仰止、蘇國賢、吳齊殷、廖培珊、謝淑惠主編（2018）。台灣社會變遷基本調查計畫第七期第三次調查計畫執行報告（計畫編號：MOST 104-2420-H-001-005-SS3）。中央研究院，中央研究院社會學研究所。
5. 鄧傳忠、李香潔、楊惠萱、簡頌愷、盧鏡臣、李欣輯、陳怡臻、廖楷民（2017）。莫拉克颱風社會衝擊與復原調查（第四期）（技術報告：NCDR 105-T12）。國家災害防救科技中心，體系與社經組。
6. Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance, 2017. Assisting People with Disabilities in Case of Disaster. Bonn, Germany.
7. Mcglennon, M., Montgomery, S. and Turner, B. 2008. Promoting Safe Egress and Evacuation for People with Disabilities. Dublin, Ireland: National Disability Authority.
8. Parnell, S. and Streur, W. J., 2014. Get Ready! Alaska's Emergency Preparedness Toolkit for People with Disabilities. San Diego, California: Alaska Department of Health and Social Services.
9. Public Safety Canada, 2010. Emergency Preparedness Guide for People with Disabilities/Special Needs. Ontario, Canada.

10. UNISDR, 2015. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, Geneva: UNISDR.
11. United Nations, 2006. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. New York: United Nations.