



專輯客座主編 單信瑜／國立陽明交通大學土木工程學系 副教授、社團法人台灣防災產業協會 監事

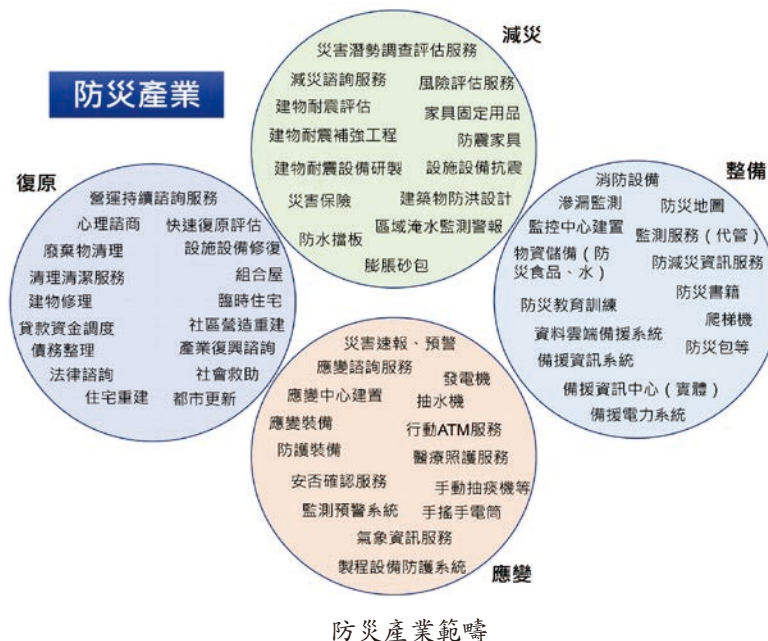
台灣是一個位於環太平洋火山地震帶的國家，由台灣島和其他幾個外島組成，面臨地震、火山、海嘯、颱風、豪雨、山崩地滑、土石流等各類天然災害與火災、爆炸、毒化災、傳染疫病等人為災害的衝擊。近年台灣面對的防災的挑戰還包括：在氣候變遷影響下災害的不確定性逐漸升高、經濟持續發展造成災害衝擊擴大、高齡人口增加提高災害應變困難度、人口與產業密集使得複合式災害情境較其他國家複雜、水電供應緊繃且維生系統脆弱度高等。

「防災」就是為了要降低災害的風險，事前預防災害的發生或設法降低災害發生的機率或災害發生後造成的損失與影響。所謂的「防災」泛指直接或間接與災害預防、降低災害發生機率或損失與影響、避免災害等相關的事務及物件。「防災」應該是個人、家庭、社區、企業、團體等主體全面的自主性的防災，而非僅侷限於政府預算執行的防災措施或政府所主導的防災政策。

因此，防災應該不僅只是因應政府部門減災工程和災害管理體系而存在的工程業和學術研究機構；而是有一群可以滿足政府以外的組織或個人防災需求的企業。以針對企業需要的服務和產品為例，包括：如地震、淹水等各類危害因子進行調查和風險評估與減災對策和緊急應變計畫及營運持續計畫的諮詢顧問服務、氣象與災

害性天氣預報服務、防災相關物資器材設備設施（如防震家具與五金配件、防水擋板等）、地震與淹水及火災警報系統與其與製程或建築物管理系統連動控制系統（供氣管閥、機臺、電梯、門禁等）、防救災相關教育訓練服務、人員與車輛機具安全回報資訊系統、備援資訊與線上服務系統、緊急供水/淨水設備等。依據 Michael Porter 提出對「產業」的定義「一群提供幾乎可以彼此替代的產品或服務來滿足客戶相同基本需要的企業。」提供前述防災服務或產品的廠商可歸納為一個產業：「防災產業」。亦即，「防災產業」並非以其服務或產品的「型式」或「型態」來定義，而是以滿足客戶對於「防災」的相同基本需求來界定。據此，防災產業定義可為：「防災產業是指所製造的產品或提估的服務，可以『直接』讓企業、機關、家庭、個人在災害前降低災害風險或於災害期間有助於應變（減少傷亡、增加便利性、降低災害關連死）和災後有助於復原的企業。」亦可簡化為「所有從事與防災相關或於災害發生後可提供有利於災害管理的事務或物件的企業或組織」。

此外，長久以來在防災工作上政府一直扮演主要的推動者和執行者的角色。政府需依法行政，且過於強調科層，所以著重代表性、公平及對於特殊性的、實驗性的、或開創性的民間需求，並沒有辦法提供，或是缺



乏反應的能力。以防災來說，除了平時法令與規範的制訂，應變時大規模的消防、警察與軍事人力動員，和政府在災害的稅務減免之外，許多的防災工作必須或可以透過民間自力來完成。由於政府也會失靈，所以民間的彈性與活力則可以彌補政府的失靈；因此，透過民間企業或非營利組織的特性是可以補充政府能力之不足。因此，公私協力被視為是近期最能解決政府財政問題的手段之一。防災產業也因而成為政府在強化國土災害韌性工作上仰賴的方式。

雖然相較於台灣地區所面臨的高度災害風險民眾企業社會與政府對於災害風險缺乏正確認知且防災意識較為薄弱，因而民眾企業社會與政府投入防災的資源不足且缺乏完善的規劃與實質整備，面對難以預料的複合式災害準備更為不足；但是危機就是轉機。挑戰提供了機會。透過民間本身的各種防災工作亦即風險處理手段，將災害風險降低到合理可接受程度（As low as reasonably practicable, ALARP）之內，就是防災產業的使命。

另一方面，台灣的土木工程人員，過去這半個世紀中針對天然災害的減災工作，無論是水利工程的水壩、提防、抽水站、排水系統，結構工程的耐震規範、結構物的耐震評估與補強，大地工程與水土保持土石流與坡地災害調查與治理等都已经和國際上的技術水準相去不遠，而讓台灣民眾的災害風險得以被適當的減輕。

然而，近年來的氣候變化也讓民眾和專家本身開始思考工程減災手段效果的侷限性和財務益本比的合理性。除了在工程技術的本質上持續精進以外，從更廣

泛的防災角度思考，工程人員或許可以將防災產業能夠提供的服務和產品（例如淹水即時觀測與即時模擬和警報）可提供的減災效果與對災害發生的時空效應，並配合以災害損失為本的風險評估，納入工程規劃設計的參考。防災產業必須和土木水利工程攜手並進、並肩作戰，才能讓彼此發揮最大的效和拓展更大的市場，不僅讓彼此受益，也讓國民和國家更安全、更安心。

承蒙土木水利工程學會會刊總編輯劉格非教授給我寶貴的機會擔任客座編輯，讓我可以邀請台灣社團法人防災產業協會的幾位重要成員，針對他們各自專精且致力拓展的防災產業領域做技術介紹或經驗分享。大多數的撰稿者本身亦為土木水利工程的專業背景，希望透過這些文章讓本刊的讀者對於跨土木水利工程領域的防災產業有更多的認識。

本期共有七篇與防災產業相關的專文。

首先由國立成功大學防災研究中心賴文基副主任與產業永續發展中心陳峙霖經理和興創知能股份有限公司鄭錦桐總經理及日本一般社團法人防災減災技術開發機構的藤繩幸雄撰寫「企業天然災害防減災模式可行性調查規劃」，先整體性地說明了企業防災的觀念以及政府機關之間的關係，清楚地點出了防災產業在提升社會整體防災力上可以扮演的角色。

王禹翔、沈哲緯等四位撰稿者任職於由財團法人中興工程顧問社支持創立的興創知能公司，該公司致力於用創新的觀測、監測與通訊和資訊技術運用在防災、交通以及土木、水利工程乃至於其他領域。他們撰寫的

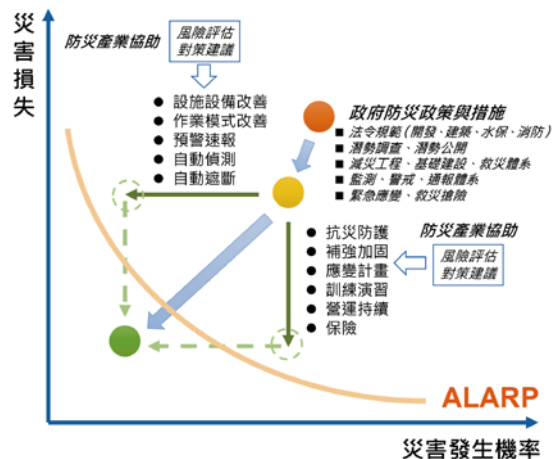
「多時相衛星遙測技術於水資源防災產業發展芻議」，其背景為近年來商用衛星的服務快速普及化，而其帶動的產業需求不斷擴大。文章從多時相衛星遙測技術發展開始，帶入水資源的防災產業議題，探討民生、農業、保險與空品等相關情境下的技術因應與產業案例；藉由這些案例點出空間數據整合的彈性與跨域應用的敏捷度，透過快速、精準的解讀數據可有助於達到災前風險評估、災中損害監控，以及災後重建復原。

財團法人中興工程顧問社的張玉舜主任、曹鼎志副主任、顏銀桐組長邀請了 KNY Co. 的陳坤助執行長與三聯科技的陳彥俊經理，共同撰寫了「地震防災產業概述—自主性非工程手段之發展近況與契機」，從地震潛勢調查與危害評估到結構耐震規範與設計的科學與工程面向開始，進一步介紹了地震現地觀測與速報預警、即時線上地震風險評估等新興地震防減災工具，提供了產業未來發展的路徑。

Eos Rhea Metis 公司的首席總監姚大鈞博士本身具有大地工程的專業背景，曾經參與台北捷運等重大公共工程，近年來從事工程保險與專案風險管理的諮詢顧問工作。他撰寫的「公共工程全生命週期的風險管理」，說明公共工程的全生命週期中各時期風險管理的要點及重要性，並特別強調公共工程的風險與災害息息相關。風險責任人應尋求專業的風險管理及防災服務，且應善用保險的專業資源協助進行風險管理。

天氣風險管理開發股份有限公司的彭啟明博士與其率領的團隊撰文介紹「氣象產業的發展」，氣候與天氣除了和防災息息相關之外，對於土木水利工程的規劃設計考量長期的風險與服務性與施工期間的風險管理更為重要；也扣結到姚大鈞博士「公共工程全生命週期的風險管理」的核心意涵。台灣面對的不是氣候變遷（Climate Change），而是進入氣候緊急狀態（Climate Emergency），善用氣象產業的服務才能有效降低公共工程全生命週期的風險。

社團法人台灣防災產業協會的蘇亮宇副秘書長和我本人則以「民生公共物聯網與應用服務之發展」一文介紹近年來政府透過「前瞻基礎建設」大力投入的物聯網建置和推廣。民生公共物聯網的發展自始就與土木工程密切相關，聚焦於「空、水、地、災」四大領域。推行至今，已對我國公共工程、產業商業模式、民眾生活樣態產生諸多根本性地變化；但目前卻也浮現了一些結構性的問題，希望能透過更多的民間資源與創新想法導入



風險圖像與風險處理示意圖

發展出可持續的經營模式。

逢甲大學地理資訊系統研究中心在近三十年來是地理資訊系統應用和服務的領頭羊，協助政府的災害防救業務機關如經濟部水利署、農委會水保局建置了無數的觀測系統、資訊系統、應變服務，是我國防災科技發展最重要的支柱之一。方耀民博士與蔡明璋、簡甫任兩位副處長以近年開發的技術和服務為本，撰寫了「災害監測新思維—AIoT 解決方案」，介紹了應用 iBeacons 的 AIoT 技術方案與利用感測器再結合物聯網和 AI 影像辨識技術，串聯的淹水監測系統，展謝物聯網的實力與潛力。

台灣是天然災害風險極高的國家，防災產業的發展攸關國家安全與永續。政府必須檢討災害治理（Governance）模式與建立當責（Accountable）的風險管理機制，確認政府與民間風險責任分攤模式並立法規範和建立計畫導引民眾行為與市場走向。「自助、共助、公助」不僅僅是呼籲民眾提高自主防災意願的宣傳口號，更必須透過法令制度的建立來導引和落實。

在健全的法令制度下，防災產業可以透過對於企業和民眾的服務成長壯大，而非長期依賴政府的計畫生存。換言之，政府最重要的任務是建立並維護防災產業的市場，導引企業和民眾自己投資在必要的防災作為上，一來減輕政府負擔，同時更有效率提高災害防護力，真正達到公私協力的境界。

自古台灣即與災害共存，隨著科技發展，我們對於災害的瞭解更加深入且多元，防減救災的知識技術亦有大幅的進步，加上社會結構改變與經濟的發展，我們對於防災的態度也逐漸從逆來順受改變成積極主動防減救災。希望有更多土木水利界的人才一起投入防災產業，進行相關產品和服務開發和市場開拓，促進防災產業的發展。