災害防救應用科技方案－低價位地震監測及預警系統之發展

行政院國科會自然處　張文彥
台灣大學地質學系　吳逸民　林挺立　謝志毅

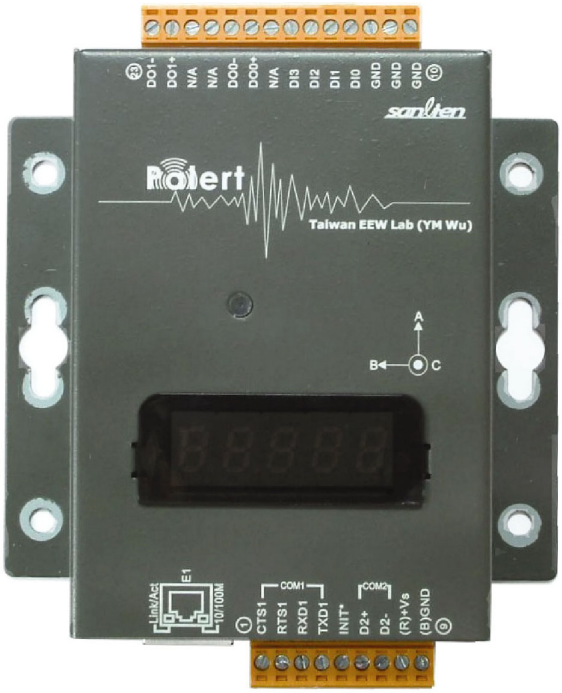
2009 年莫拉克颱風對南台灣造成重大的影響，國科會對我國科技支援防災體系作了檢討及建議，並於民國 98 年 12 月 17 日第 3175 次行政院會提出「災害防救應用科技方案」，院會紀錄裁示「防災及救災一向是政府的重要工作，……，如何因應重大災害特性，加強災防科技落實應用於實務工作，實乃當務之急。國科會提出的災害防救應用科技方案，是科技防災工作自我反省後再出發的第一步」，並已獲行政院原則同意備查。隨即 2010 年初海地、智利陸續發生重大災害地震，國科會再次於行政院會報告我國地震防災工作整合簡報，成立地震防災跨部會整合機制為優先之重要計畫，並納入「災害防救應用科技方案－全國災害管理平台」中，方案架構詳如圖一。

台灣地處環太平洋地震帶的板塊交接處，地震活動頻繁。其中災害性地震發生，往往帶來人民生命財產的損失，造成重大的社會和經濟問題。因此，在台灣地震防救災是一項我們必須長期持續投入的課題。除了加強建築物的耐震設計外，即時減災也是一項新興的重要策略。所謂即時減災策略，狹義而言就是地震預警系統。在現今地震防救災科技中，雖然地震前兆觀測尚在研究發展的階段，而地震預警系統已發展到了一個實際應用的階段。

地震發生時，會產生不同類型的地震波，向四處傳播。其中，速度較快的是體波（P 波），惟其造成地面晃動的程度較小；另一種是剪力波（S 波），傳播速度較慢，大地震的 S 波常造成地面較大的晃動，是造成地震災害的禍首。地震預警主要是利用 P 波到達後數秒的訊號來推估地震規模和位置等，以判斷該次地震是否為災害性的地震。如果判斷是災害性地震，則迅速發出警訊，搶在 S 波到達預警區前採取各項防災應變



圖一　災害防救應用科技方案－全國災害管理平台整體規劃架構（修改自 98 年 12 月 17 日院會簡報）



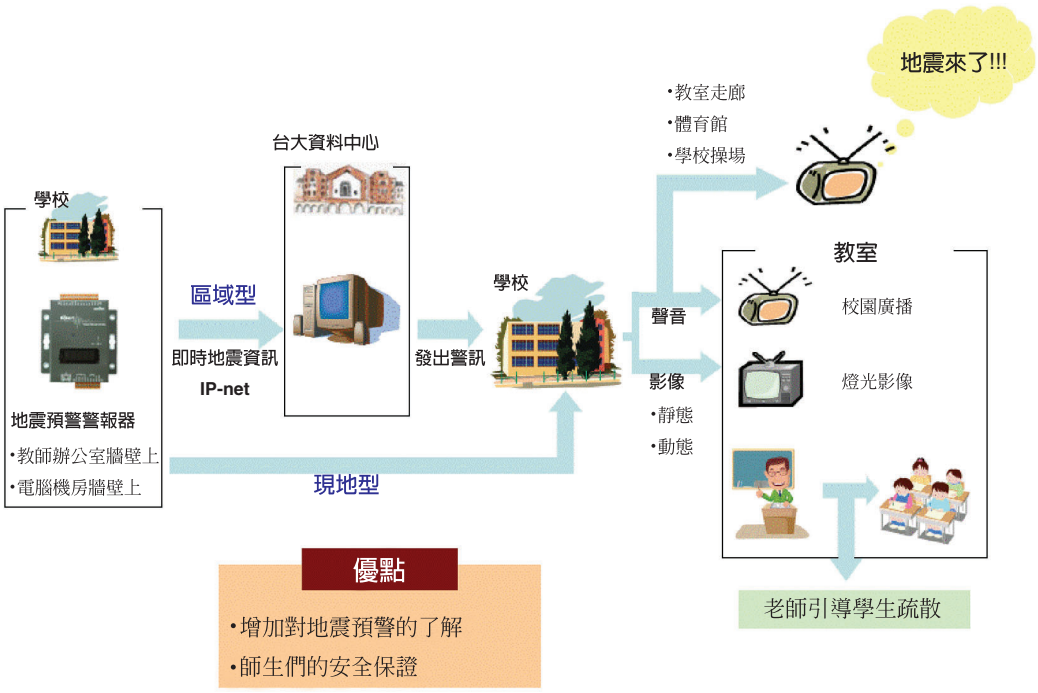
圖二　儀器（微機電地震預警感應）



圖三　儀器裝設與電腦教室之牆上

措施。例如，學校學童可迅速躲入桌子底下避難，高速鐵路列車可減速以降低翻車的危險，瓦斯爐火先行關閉以降低火災發生的風險。日本和墨西哥已將預警系統實際運用於生活中，美國及我國亦已投入相關研究多年。

台灣大學地震預警研究團隊在行政院國家科學委員會計畫的資助下已成功發展了新一代的微機電型(Micro Electro Mechanical Systems, MEMS)的加速度計，並與台灣三聯公司合作推出商業型的 ”Palert” 地震預警警報器（圖二與圖三），可配合地震防災整合機制實際應用於防震減災，並測試其效用。主要原理是利用 P 波偵



圖四　學校地震預警實驗網

測到後 3 秒內的訊號判斷是否爲大地震來襲，在具破壞力的 S 波到達前發出警報訊息。該儀器亦可估計地震發生時間、現地震度、地震加速度等資訊，並可依使用者之需要分級設定驅動內容，與電梯、瓦斯、廣播或其他控制系統等外界設備直接產生連動，俾在訊號超過預警值時啓動安全裝置。

我們發展的警報器相對於其他傳統的地震儀主要優勢爲價格低廉，並適合於紀錄近站的加速度。爲了測試新發展的 Palert 地震預警警報器，我們在花蓮地區設置了地震預警網，在花蓮地震預警網中，共架設了 16 個 Palert 警報器。我們綜合了 99 年 6 到 8 月的地震預警記錄報告，我們發現花蓮地震預警網提供了更快速的地震預警時間。未來我們將在東及南台灣建立 Palert 型的地震預警網。複合式(hybrid)的地震預警，結合了現地型和區域型的方法可運用在 Palert 型的地震預警網，並提供近站振動的實際觀測以發展近站警報的理論基礎。未來並與台灣現有之地震網結合，進一步增加地震預警之廣度及準度。此外，Palert 地震預警警報器亦可估計現地震度規模和加速度等資訊，將有利於地震救災資源的分配。Palert 地震預警警報器爲價格低廉的數位地震計，簡明的數位化訊號可傳送至個人電腦形成地震震度警報器，保障人民財產安全，足可發展爲具有市場潛力之商品。相信未來我們的 Palert 型的地震預警警報器會有很大的應用潛力，並可推廣到世界其他各地方。

國科會於災害防救應用科技方案－地震防災跨部會整合機制，預計在台灣地震高潛勢地區，將陸續在花蓮縣、台東縣、宜蘭縣、南投縣、大高雄市及屏東縣等地的國中、國小學佈設地震預警感應器，建立地震預警實驗網（圖四），以發揮地震防災研究及教育之功能。對於墨西哥市地震預警系統的研究成果顯示，接收到地震預警訊息的學童，在心理上可大幅減低對地震之恐懼。我們希望本計畫所獲得的預警資訊，能提供學校作爲地震演習教育的素材，幫助國家未來的主人翁建立正確的地震應變觀念與習慣。此外，將建立地震資訊平台，將所收集的資料藉由網路平台進行展示，使學校管理單位可獲得即時的資訊，進而強化各校之地震應變對策。

參考文獻

[1] N. C. Hsiao, Y. M. Wu, T. C. Shin, L. Zhao and T. L. Teng, *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L00B02 (2009), doi:10.1029/2008GL036596.

[2] Y. M. Wu and T. L. Teng, *Bull. Seism. Soc.*

Am., **92**, 2008 (2002).

[3] Y. M. Wu and H. Kanamori, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95**, 347 (2005).

[4] Y. M. Wu and H. Kanamori, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95**, 1181 (2005).

[5] Y. M. Wu and H. Kanamori, *Earth, Planets and Space*, **60**, 155 (2008).

[6] Y. M. Wu and H. Kanamori, *Sensors*, **8**, 1 (2008).