

## 災防告警訊息傳遞效度分析

陳俊元、吳上煜、鍾佩蓉、張子瑩

國家災害防救科技中心 災防資訊組

---

---

### 摘要

有效精確即時地將天然災害或威脅訊息告知民眾為減災防災重要的一環，日本在 311 大地震(東日本大震災)時，透過「緊急地震速報系統」得以讓民眾即時掌握地震資訊。我國「災防告警細胞廣播服務」供災害主管機關於緊急情況下，透過電信業者行動寬頻網路將告警訊息傳遞至民眾手機上，使民眾可在第一時間獲得即時的災害相關訊息。

為評估災防告警細胞廣播訊息的傳遞效度，以維持此系統訊息傳遞的即時性，災害訊息廣播平臺計算告警訊息發送端至電信業者核心網路端的傳遞時間，作為服務品質評估的指標之一。然現行細胞廣播訊息傳遞流程中，電信業者的核心網路端至手機接收端之間，因採用細胞廣播技術進行訊息的傳遞，無法記錄手機端實際的接收數據。為

此本研究選取經常發送細胞廣播之地點，部署行動通訊晶片，用以模擬手機接收情況，用以分析現行五家行動寬頻業者在災防告警細胞廣播服務之傳遞效度。此外，本研究亦運用 P 波警報器強震網的資料與地震速報的時序進行分析，實驗結果顯示出地震速報在盲區外有達到預警的效果。

## 一、簡介

台灣位處環太平洋地震帶與太平洋颱風侵襲主要路徑上，因此經常面臨地震、颱風及複合型災害等威脅。我國自 2017 年起在災防告警系統(Public Warning System, PWS)中，透過細胞廣播服務(Cell Broadcast Service, CBS)提供緊急告警訊息服務，使災害主管機關可於緊急情況下，將緊急告警訊息透過電信業者行動寬頻網路傳遞至指定基地臺涵蓋範圍內所有用戶之行動手機中，使得此區域內的民眾可於第一時間獲得即時訊息，以提前採取應變作為減緩人員傷亡及財物之損失。

細胞廣播服務的架構<sup>[5]</sup>包含訊息發送端、災防訊息廣播平臺(Cell Broadcast Entity, CBE)、細胞廣播控制中心 (Cell Broadcast Center, CBC) 及接收端 (User Equipment, UE)等四部分(如圖 1)。此架構中訊息發送端為各災防告警機關，負責依其權責發送各式告警訊息；災

害訊息廣播平臺為各災防告警機關及各電信業者溝通之間的橋梁，負責處理訊息的身分認證、內容轉譯及發送訊息至各電信業者的細胞廣播控制中心；細胞廣播控制中心為各電信業者所建置的訊息控制中心，負責將訊息的發送範圍，找到對應的基地台，並將訊息透過其基地台傳遞至電波涵蓋範圍內的用戶手機。接收端通常為用戶手機裝置。在告警訊息廣播的期間內，於發送範圍內之基地台涵蓋之手機用戶設備，應可於第一時間收到告警訊息。

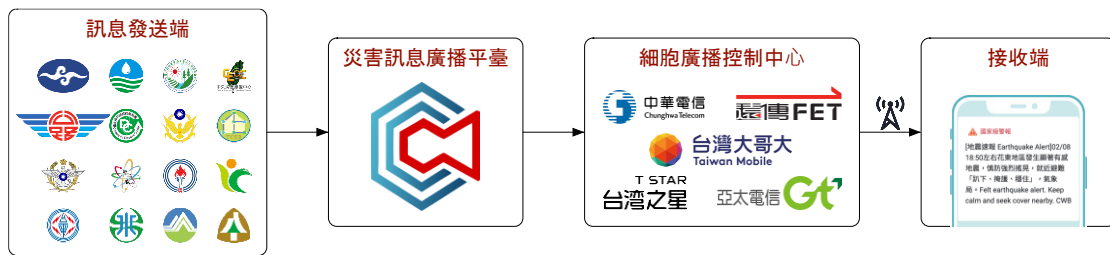


圖 1. 災防告警細胞廣播服務架構

在災防告警細胞廣播服務架構中，任何一個環節發生延遲，將會延長民眾接收到訊息的時間，如任何環節發生中斷或錯誤時，將無法順利傳遞告警訊息至民眾手機上。因此，為確保各環節系統正常，除了以高可用性架構設計外，災防訊息廣播平臺也定時透過連結測試 (Link Test) 確認服務正常。在訊息發送的過程中，亦透過時間戳記，以評估訊息發送端與災防訊息廣播平臺間的服務品質。然為補足接收端在接收告警訊息的紀錄。過去仰賴國家通訊傳播委員會召集相關人

員進行事先規劃發送時間與範圍，並會同發布機關、電信業者至現地進行訊息發送，並由電信業者透過攝影或紙筆方式紀錄接收情況，以大致評估發送與接收情況，但難以對高頻率、或突發性事件的發送，進行評估系統服務品質。因而本研究研發一細胞廣播接收裝置可於定點不定時的方式，紀錄接收端的數據，以進行告警訊息傳遞效度的評估。

依據國家災害防救科技中心調查，目前有 94% 以上的人對於細胞廣播告警服務最有印象的告警訊息是地震速報<sup>[4]</sup>。地震速報為氣象局於地震發生後，利用震央附近的測站早期震波資料快速推估地震規模、位置與深度，並於預估台灣各地震度規模，並於具有威脅性的地震波（S 波）到達該地前對該地進行預警。此原理主要利用 P 波每秒約 6~7 公里與 S 波每秒約 3~4 公里之傳遞速度差<sup>[6]</sup>，達到對遠處地點告知強震來襲的資訊。而靠近震央地區，因為 P 波與 S 波時間差異過小，使得震央附近地區是無法進行預警的，此區域稱為預警盲區（blind zone），同時也是地震速報會晚於地震波來臨的區域，一般而言盲區大約為 70 公里<sup>[3]</sup>。當災防告警細胞廣播服務架構中任何一個環節每延遲一秒，盲區的範圍將會擴大約半徑 3 公里的範圍。因此確保災防告警細胞廣播服務的服務水準，將可有效的增加預警的範圍與縮小盲

區的範圍，提早預警的時間。

## 二、相關背景

### (一) 細胞廣播服務

我國災防告警細胞廣播服務主要參考美國商用行動警報系統 (Commercial Mobile Alert System, CMAS) 制訂的架構，在此架構中從電信業者的細胞廣播控制中心 (CBC) 至手機終端設備 (UE) 的相關協議標準，則是依循第三代合作夥伴計劃 (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) 所制定相關標準。如圖 2 的傳遞架構所示，TS 23.041<sup>[1]</sup>描述告警訊息會由細胞廣播控制中心透過會談邊界控制器 (Session Border Controller, SBc) 介面標準至行動管理實體 (Mobility Management Entity, MME) 後，再由行動管理實體透過 S1-移動管理實體 (S1-MME) 介面標準至基地台 (eNodeB)，最後由基地台透過 LTE-Uu 空中介面的廣播控制通道 (Broadcast Control Channel, BCCH) 將訊息傳遞至手機終端設備 (UE)。



圖 2. 細胞廣播控制中心至終端設備間的傳遞架構<sup>[1]</sup>。

手機接收告警訊息的封包格式採第三代合作夥伴計劃之規範 (TS 23.041)<sup>[1]</sup>，包含封包數量 (頁數, pages) 上限為 15 個，每則



封包係由序號 (Serial Number)、告警類別 (Message Identifier)、編碼 (Data Coding Scheme)、頁碼資訊 (Page Parameter) 以及文字內容 (Content of Message, 長度最長為 82 個字元) 等規範。因此, 依循此規範內容, 即可對終端設備進行擷取到告警的內容, 目前市售的行動通訊晶片大部分皆可以獲得告警訊息的封包, 因此本研究解析行動通訊晶片內的封包, 作為分析告警訊息接收情況之依據。

### (二) 地震 P 波感測儀

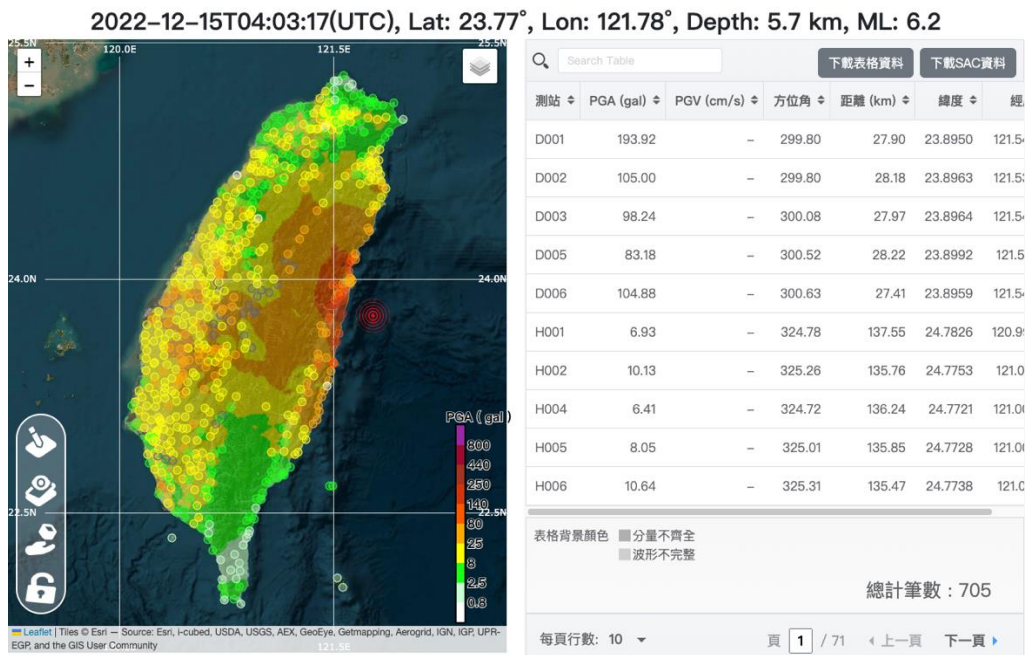


圖 3. P 波警報器強震網之 P-Alert 測站位置與分佈圖 [2]。

地震 P 波感測儀 (P-Alert) 為台灣大學地質系研究團隊與三聯科技公司利用微機電感應器所研發之低價位地震感測設備, 因其價位相對低價得以大量安裝於台灣地區 [2]。其團隊自 2013 年起已於台灣部

署超過 760 個測站，並透過 P 波警報器強震網提供地震資訊與波形資料(如圖 3、圖 4 所示)。

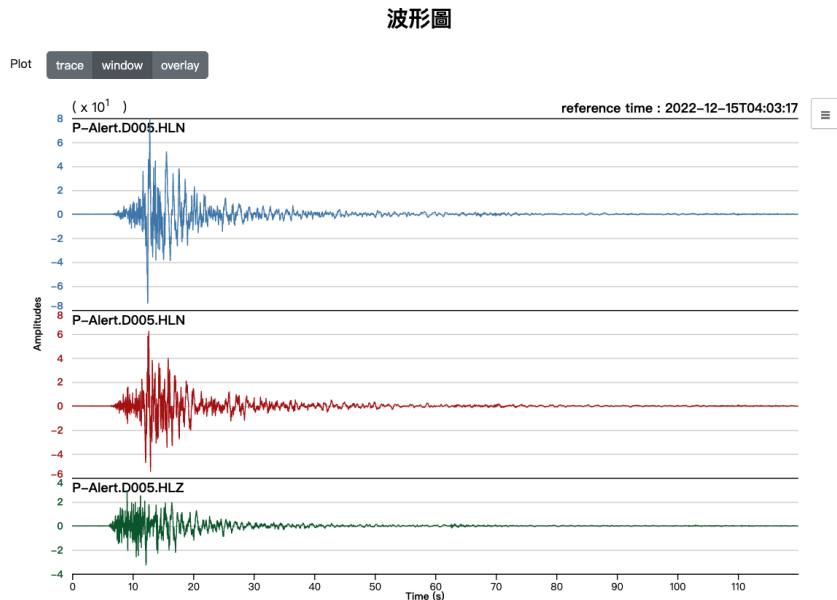


圖 4. P 波警報器強震網提供 P-Alert 測站波形資料 [2]。

### 三、研究方法

#### (一) 系統架構

本研究透過市售行動通訊晶片及嵌入式系統開發一細胞廣播接收裝置以模擬手機接收情況，如圖 5 所示。同時為有效評估正確的接收時間，嵌入式系統每個一段時間（約一分鐘內）透過網際網路與時間伺服器進行時間的校准。在此系統架構下，當基地台（eNodeB）發送告警訊息時，細胞廣播接收裝置內的行動通訊晶片會主動告知嵌入式系統目前接收的封包內容。封包的數量與告警訊息內容的長度相關。以中文訊息為例，現行國家通訊傳播委員會規範最多為 180 個

中文字的情況下，每 41 個中文字分割成一則封包，至多會有五則封包。因此行動通訊晶片將會分五次通知嵌入式系統收到的封包內容，嵌入式系統則需將這五則封包內容解譯及合併後，方能獲得完整告警內容。

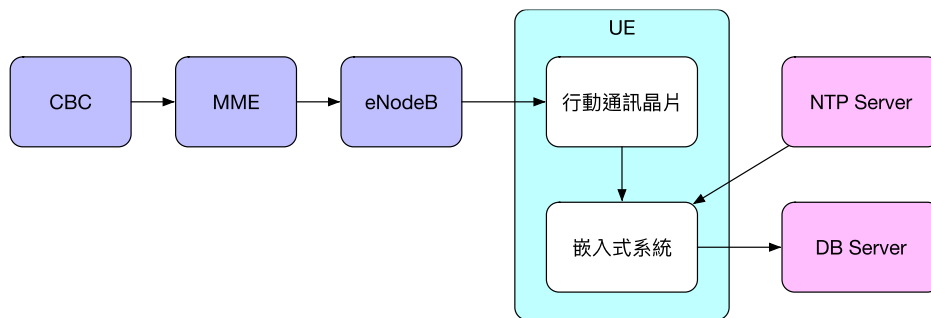


圖 5. 系統架構。

## (二) 設備部署



圖 6. 資訊蒐整伺服器



為評估全台各地細胞廣播傳遞效度，本研究針對歷年經常發送告警訊息之區域進行細胞廣播接收裝置之部署，並架設資訊蒐整伺服器(如圖 6 所示)。使細胞廣播接收裝置接收到完整告警內容後，標註時間戳記並送回至伺服器進行統計分析。本研究於全台各地實地部署 60 點 100 台裝置，其中 10 點(如圖 6 方形綠點位置)具有五家電信業者接收能力。細胞廣播接收裝置於接收告警訊息後，可回報系統其裝置接收訊息的內容、時間點等資訊，以供傳遞效度追蹤系統進行細胞廣播傳遞效度之分析。如圖 7 所示，災害訊息廣播平臺送出告警的時間 ( $T_3$ ) 與細胞廣播接收裝置接收訊息的時間 ( $T_8$ )，其差值 ( $T_8-T_3$ ) 可作為評估各電信業者對於細胞廣播傳遞的效度指標。

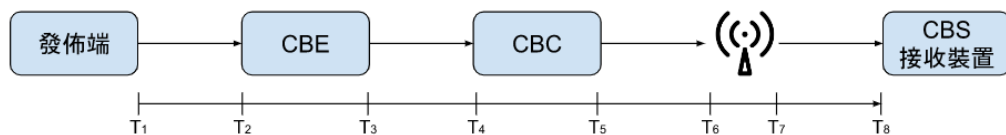


圖 7. 傳遞效度分析。

#### 四、實驗與分析

##### (一) 時間偏差 (Clock Offset)

嵌入式系統的時間受到 CPU 處理效能與石英震盪器品質，在長時間運作下易產生較大的時間誤差。圖 8 為常用的嵌入式裝置"雲" (Arduino Yún) 關閉校時後 8 小時內的時鐘偏差量變化，透過最小二乘法擬合計算，可發現"雲"約以每小時產生 0.0066279 秒的時鐘誤

差，因此在部署後每日可產生 0.159 秒的時鐘偏差；30 日則可達 4.772 秒的時鐘偏差。考量長時間部署，與停電復電等因素，為確保時間戳的精準度品質本研究將接收裝置設置每隔 10 分鐘與時間伺服器進行時間校時。

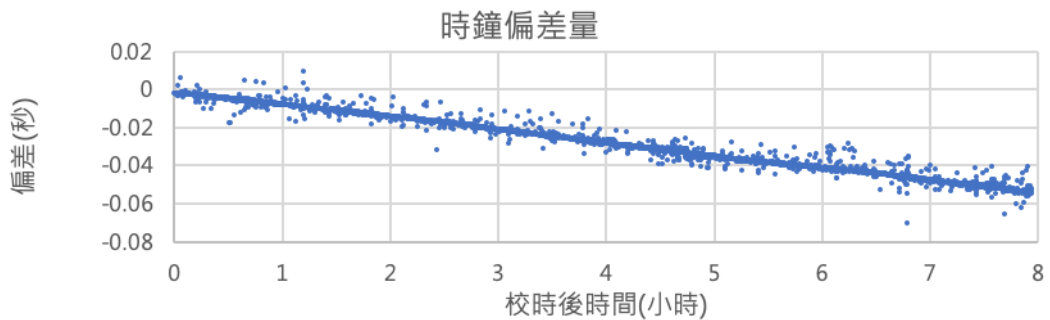


圖 8. 嵌入式裝置"雲" (Arduino Yún) 未校時之時間偏差。

## (二) 資料接收與分析

表 1. 2023/02/08 地震速報接收裝置接收數據分析表。

CBE送出時間 $T_3$	地點	電信業者	第1則封包接收時間 (unix timestamp)	第2則封包接收時間 (unix timestamp)	第3則封包接收時間 (unix timestamp) $T_8$	$T_8 - T_3$
1675853418.081	花蓮 銅門國小	A	1675853420.812	1675853420.909	1675853420.991	2.910
		B	1675853419.545	1675853419.649	1675853419.739	1.658
		C	1675853419.643	1675853419.860	1675853420.056	1.975
		D	1675853419.571	1675853419.708	1675853419.797	1.716
		E	1675853423.713	1675853424.002	1675853424.218	6.137
	花蓮 永豐國小	A	1675853420.837	1675853421.008	1675853421.204	3.123
		B	1675853420.177	1675853420.279	1675853420.359	2.278
		C	1675853419.390	1675853419.769	1675853419.979	1.898
		D	--	--	--	-
		E	1675853419.078	1675853419.177	1675853419.260	1.179
	花蓮 秀林國小	A	1675853420.822	1675853420.929	1675853421.014	2.933
		B	1675853420.189	1675853420.324	1675853420.432	2.351
		C	1675853420.520	1675853420.662	1675853420.751	2.670
		D	1675853419.525	1675853419.743	1675853419.916	1.835
		E	1675853420.015	1675853420.241	1675853420.462	2.381
花蓮 奇美國小	A	1675853420.839	1675853420.935	1675853421.015	2.934	



本研究分析 2023/02/08 18:50:16 秒的地震速報，此次地震發生於 18:49:58.8，中央氣象局於 18:50:16.808( $T_1$ )送出告警訊息，其告警範

圍為花蓮縣，災防訊息廣播平臺（CBE）於 18:50:17.518( $T_2$ )收到告警訊息，並於 18:50:18:081( $T_3$ )對電信業者送出告警訊息。本研究部署於花蓮縣的裝置共計有 4 處，其中三處具有五家電信業者、另一處僅有一家電信業者，其接收數據如表 1 所示。此次的告警封包共計拆分為三個封包，故以第三則封包接收時間作為  $T_8$ 。 $T_8-T_3$  最小為 1.179 秒，最長為 6.137 秒，其表示位處於花蓮永豐國小的 E 電信用戶於災防訊息廣播平臺送出告警訊息後 1.179 秒接收到告警訊息；花蓮銅門國小 E 電信用戶則於基地臺送出告警訊息後 6.137 秒接收到告警訊息。

此外，本研究分析 P 波警報器強震網 P-Alert 部署位置，與本研究裝置部署相同位置之測站，進行地震波與細胞廣播時序資料比對，如圖 9、圖 10 所示。其中黑線為地震發生時間點，綠線為中央氣象局發出告警時間點，藍線為災防訊息廣播平臺（CBE）送出的時間點，紅線為裝置完整接收告警的時間點。從圖 9 時序圖顯示距離震央 27 公里處的奇美國小是在地震波來臨後（約 13 秒），才收到告警訊息；圖 10 距離震央 81 公里的秀林國小是在地震波來臨的同時，收到告警訊息。此外，本研究分析 2022/09/18 的地震速報（如圖 11 與圖 12 所示），距離震央 2 公里的福原國小，於強地動後約 17 秒接近地震快結

東時才收到告警訊息；而花蓮縣銅門國小距離震央 96.6 公里，五家電信業者的裝置皆早於地震波來臨前（約 0~4 秒）收到告警訊息。

2023/02/08 18:49:58.8  
奇美國小  
距離震央: 27km, 使用奇美國小測站資料(0km)

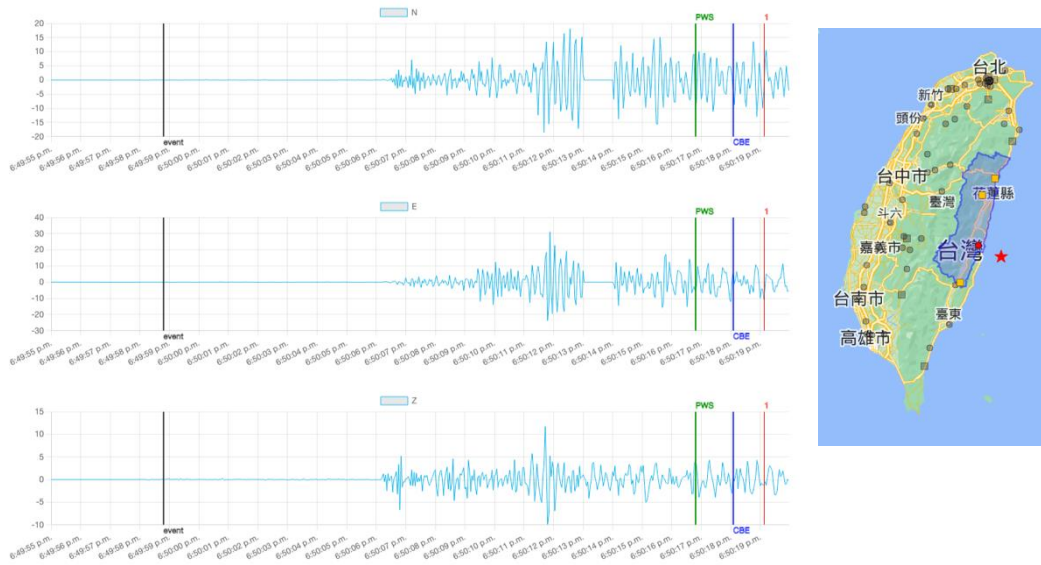


圖 9. 花蓮縣奇美國小 2023/02/08 地震速報時序圖。

2023/02/08 18:49:58.8  
秀林國小  
距離震央: 81km, 使用秀林國小測站資料(0km)

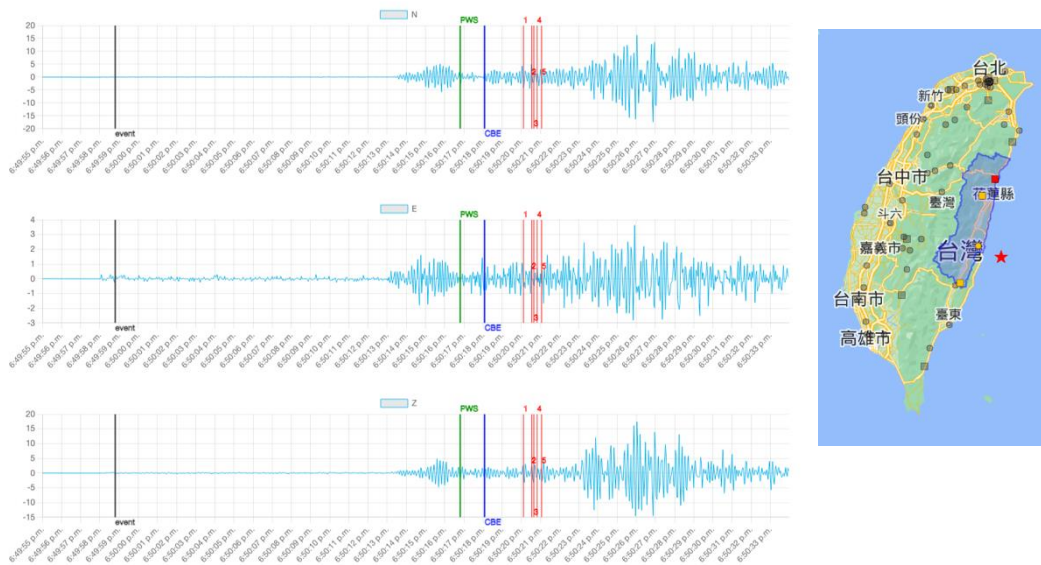


圖 10. 花蓮縣秀林國小 2023/02/08 地震速報時序圖。



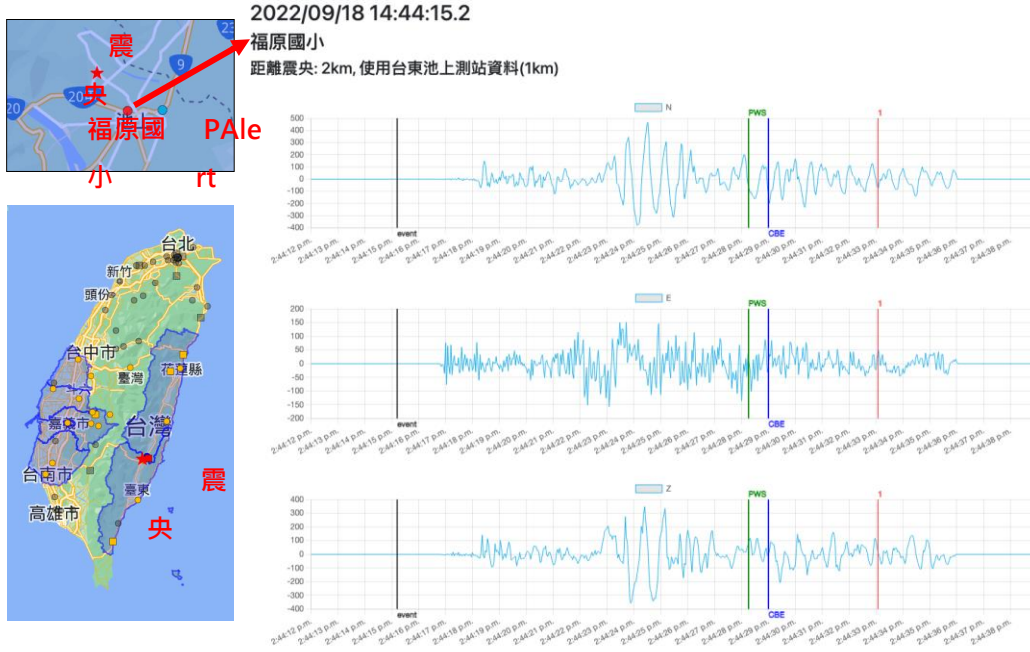


圖 11. 台東縣福原國小 2022/09/18 地震速報時序圖。

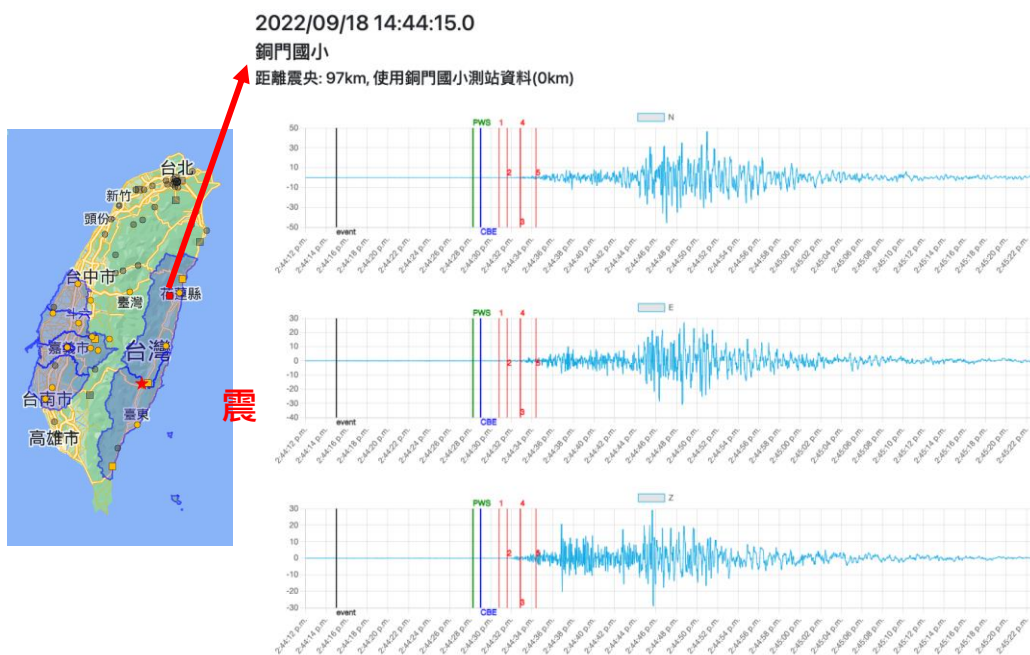


圖 12. 花蓮縣銅門國小 2022/09/18 地震速報時序圖。

## 五、結論

本研究所研發的接收裝置可定點不定時方式，於全台各地接收告

警訊息，並可用於分析電信業者端至手機接收端之傳遞時間，用以評估整體細胞廣播服務之服務品質。分析接收裝置資料與地震波資料，也證明地震速報透過細胞廣播告警服務，能夠為盲區外的用戶提早預警強震的來襲。此外因接收裝置採用物聯網常用的嵌入式系統，因此使得細胞廣播服務亦可與物聯網進行整合應用，以提升災防告警應用。

### 參考文獻

1. 3GPP TS 23.401, "General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (Release 16)". V16.4.0, July 2020.
2. P 波警報器強震網, <https://palert.earth.sinica.edu.tw/> .
3. 交通部中央氣象局. "105 地震年報". 交通部中央氣象局.
4. 國家災害防救科技中心, "111 年度民眾接收政府災害告警訊息滿意度調查", 國家災害防救科技中心, 2022.
5. 陳俊元、郭政君、張子瑩, "災防告警細胞廣播訊息服務", 臺灣災害管理學會電子報, 第 26 期, 2016.
6. 林沛暘、林哲民, "分秒必爭的地震預警技術第 498 期", 科學發展, 2014/06, pp. 6-11.