

運用地理資訊系統於慈濟花蓮地震 救災作業規劃之研究

蔡明達^{*}、陳啟南^{**}、王運敬^{***}、王明志^{****}

摘 要

2018 年花蓮地震，發生於 2018 年 2 月 6 日 23 時 50 分 41.6 秒，其震央位於花蓮縣近海，地震規模為芮氏 6.2，震源深度 6.3 公里。本次地震災情主要集中在花蓮市，沿著米崙斷層附近統帥大飯店大樓一、二樓倒塌，「雲門翠堤大樓」呈現 45 度傾斜。位於國盛六街的住宅社區大樓「白金雙星」及「吾居吾宿」低樓層遭到壓毀。本研究主要運用地理資訊系統（GIS）強大的空間分析能力，提供慈濟在防救（賑）災上所需之規劃，項目計有：(1)法親關懷、(2)重點災區屋損訪視情狀、(3)「安心家訪」路線等三項作業流程。冀以提供慈濟人在防救（賑）災作業上的協助。

關鍵字：米崙斷層、地理資訊系統、空間分析、慈濟

* 國防大學理工學院環境資訊及工程學系助理教授。

** 國防大學理工學院環境資訊及工程學系專任助理。

*** 財團法人中華民國佛教慈濟慈善事業基金會職工。

**** 臺北市立大學歷史與地理學系副教授。

Operation Planning for Mitigation of the Hua-Lien Earthquake Disaster with Tzu-Chi Foundation Using Geographic Information System

Tsai, Ming-Da^{*}, Chen, Chi-Nan^{**}
Wang, Yun-Jing^{***}, Wang, Ming-Chih^{****}

Abstract

The Hualien earthquake occurred at 23:50 and 41.6 seconds on February 6, 2018. The epicenter was located in the coastal area of Hualien County. The earthquake scale was 6.2 and the Seismic source depth was 6.3 kilometers. The earthquake disaster along the Milun fault was mainly concentrated in Hualien City, and collapsed the first and second floors of the “Tongshuai” building. The “Yunmen Cuidi” Building showed a 45-degree tilt. The lower floors of the residential community building "Baijin Shuangxing" and “Wuzhu Wusu” at Guosheng Sixth Street were destroyed. This study mainly uses the powerful geospatial analysis capabilities of Geographic Information System (GIS) to provide Tzu Chi's plans for disaster mitigation. The projects include: (1) humanitarian cares; (2) visiting and reporting of damage situations around main disaster areas and (3) “Reassuring Homes Visits” in order to provide assistance to Tzu Chi people for operations of disaster mitigation.

Keywords: Millun fault, geographic information system, spatial analysis, Tzu Chi Foundation

* Assistance Professor, Dept. Environmental Information and Engineering, Institute of Technology, National Defense University

** Assistance, Dept. Environmental Information and Engineering, Institute of Technology, National Defense University

*** Staff, Tzu Chi Foundation

**** Associate Professor, Dept. History and Geography, University of Taipei

壹、前言

2013 年 9 月 30 日，在政府間氣候變遷專家小組（IPCC）「第五次評估報告」中指出，本世紀末全球均溫恐上升 4.8°C ，全球海平面最嚴重將上升至 82 公分¹。這意味著極端天候事件如旱災、洪災、熱浪與超級暴風雪加劇，乾季與雨季、乾燥地區與潮溼地區間的對比也將增加，而暖化也會造成冰川、冰山與冬季積雪持續融化，全球 70% 海岸將經歷 20% 的海平面上升。所以，地球暖化所造成的氣候變遷會引發水災、旱災、沙漠化、糧食安全、氣候難民、戰爭等事件，這些都足以導致難以想像的毀滅性破壞。所以，當地球愈熱所造成的災害規模就愈大，頻率也會愈多，地球上的眾生皆會受到地球暖化所帶來的災難。回首，2009 年 8 月 6 日至 8 月 10 日莫拉克颱風侵襲臺灣所帶來的雨量，打破臺灣氣象史諸多降雨紀錄。「極端氣候」帶給臺灣一場難以磨滅的災難，島內多處水患、坍崩與土石流，更造成小林村滅村事件，數百人慘遭活埋，全臺灣共有 681 人死亡、18 人失蹤、33 人受傷（如圖 1 所示）²。



圖 1 2009 年 8 月 6 日至 8 月 10 日莫拉克颱風侵襲臺灣所帶來的災難

¹ “政府間氣候變遷專家小組(IPCC)「第五次評估報告」：第一次工作小組” (2013/09)，參考網站，<http://www.climatechange2013.org/>。

² “華夏經緯網” (2011-08-08 17:50:37)，參考網站，<http://big5.huaxia.com/jjtw/jjtd/2011/08/2533343.html>。

慈濟基金會在證嚴上人導引下以「無私、大愛」作為入世法門的宗旨。其中，「無私」，邁入「性相空寂」的必要狀態。而「大愛」，更是「濟渡眾生」的心靈源頭³。也就是這種善念，使得過去只要有災難發生時總有慈濟人在第一時間就在現場救災，如圖 2 所示。慈濟基金會慈發處主任呂芳川：「慈濟自 1991 年援助孟加拉水患，揭開國際賑災的序幕起，全球性的救援行動迄今援助過六十多個國家，足跡橫跨歐、美、亞、非、大洋洲等五大洲，對於受災國家，除了提供糧食、衣被、穀種、藥品的緊急援助外，還援助建房、建校、協助開發水源、提供義診；在 2003 年獲聯合國肯定，成為臺灣第一個加入國際非政府組織（NGO）的慈善團體，全方位人道關懷與「尊重生命」理念始終如一」⁴。



圖 2 有災難的地方就有慈濟人。

「美國 911 事件」為紐約市消防史上，最大規模的一次救援任務之一，當時共折損了 343 位消防員，因為當時參與救災的消防員沒有防備而吸入有毒煙塵，造成罹癌的消防弟兄更達 1,140 人⁵。在臺灣「高雄氣爆事件」參與救災的警義消人員有 7 名罹難，同時也造成 22 名警義消輕重傷⁶。這些傷亡通常是因

³ 何日生，2012，“無量義經與證嚴上人—試論慈濟宗門之開展與修行”，法印學報，第二期，87-127。

⁴ 呂芳川，2009，“慈濟的國際賑災”，新世紀 62 智庫論壇，第 48 期，第 62-64 頁。

⁵ “TVBS-別人逃他往裡衝 911 折損 343 消防員” (2014/08/02 13:15)·<http://news.tvbs.com.tw/world/541189>。

⁶ “黃尚強-殉職事蹟”，<http://ptfire0108.myweb.hinet.net/temple/1030731-6.htm>。

為災害現場狀況不明，導致現場指揮官無法作出正確的判斷所造成的結果。面對頻繁的天災人禍，救災本身有一定潛在的風險及不可預測的狀況產生。因此，救災必須要有準確的資訊，方能提供指揮官正確的判斷，以確保第一線工作人員的安全。每當有災害發生時慈濟人總是以「走到最前、做到最後」的菩薩精神深入災區急難救助、撫慰災民。然而，證嚴上人最關心的卻是在第一線義（志）工的安危。

慈濟在國際的援助上，本著「直接、重點、尊重、務實、及時、感恩」的原則，目前在全球三十六個國家（如圖 3 所示），四十五個分會，兩百多個聯絡點為愛的行動力量，這些散佈在世界各國的慈濟志工，已成為全球五大洲天災的一股快速機動的救援力量。此外，「跑在最前面，做到最後面」，是證嚴上人對慈濟人救災行動的期許。而賑災人員的安全，也是證嚴上人最為關心的。有鑑於此，本文最主要的目的是透過地理資訊系統強大的空間分析及展示的功能，以滿足慈濟在救（賑）災情資上的管理與研判之需求。



圖 3 慈濟全球分會⁷

⁷ “中時電子報”，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20150301000251-260102>。

貳、地理資訊系統介紹

「地理資訊系統」(Geographic Information System, GIS) 是一套可以有效處理與地理空間資料有關的資訊系統，結合網際網路、無線通訊、資料庫管理等技術，提供空間資料輸入、處理、分析、輸出等功能。運用電腦進行空間數位化，透過資料儲存、空間屬性資料的詮釋，並以 3D 視覺化、行動化以及網路化為未來發展目標⁸。常見 GIS 的資料依其空間性質來分，可包含二大類：「空間資料 (Spatial Data)」及「屬性資料 (Attribute Data)」。「空間資料」記錄空間中的點、線、面等空間元素，如：城市、河川、道路、洪氾區域……。「屬性資料」記錄空間元素的特徵，如：城市的名稱、面積、人口、老人率，河川的長度、洪峰等資料，一般係以表格型態 (Table) 存在。地圖資料可分成兩大類：「網格資料 (Raster Data)」及「向量資料 (Vector Data)」。「網格資料」係由點矩陣的像元 (Pixel) 所組成，例如一般 bmp 檔案等影像資料；「向量資料」則以記載空間中之點、線、面等元素之坐標為主，可對不同之空間元素進行搬移、修改、複製、刪除等編輯工作，此外，向量資料也較容易與相對之屬性資料結合，一般 GIS 軟體通常以處理向量資料為主⁹。

系統組成包括：電腦軟硬體、地理資料庫及操作維護人員等，如圖 4 所示。舉凡需涉及地理因子或空間資料的問題，都可以利用它來輔助作業，地理資訊系統是決策支援上的重要工具。就應用層面更為廣泛，如：環境影響評估、資源管理、國土規劃、交通管理、運輸規劃、生態保育、軍事運用等。本研究將運用現代空間科學技術，針對慈濟防救災所需之環境因素進行研究。透過地理資訊系統 (GIS) 進行空間圖資、地形及各項環境參數的分析與整合，如圖 5 所示。對於防災需求進行分析，針對山脈、水系、主要道路、天氣狀況等資料進行整合分析，以利分析研判災區各種狀況，以滿足救災規劃之實需。

⁸ 周天穎(2008)，「地理資訊系統理論實務」，臺北：儒林圖書有限公司。

⁹ 劉威麟(1997)，「地理資訊系統簡介」，中央研究院計算中心通訊第 13 卷第 25 期，網址 <http://www.ascc.sinica.edu.tw/nl/86/1325/index.html> (2014.03.05)

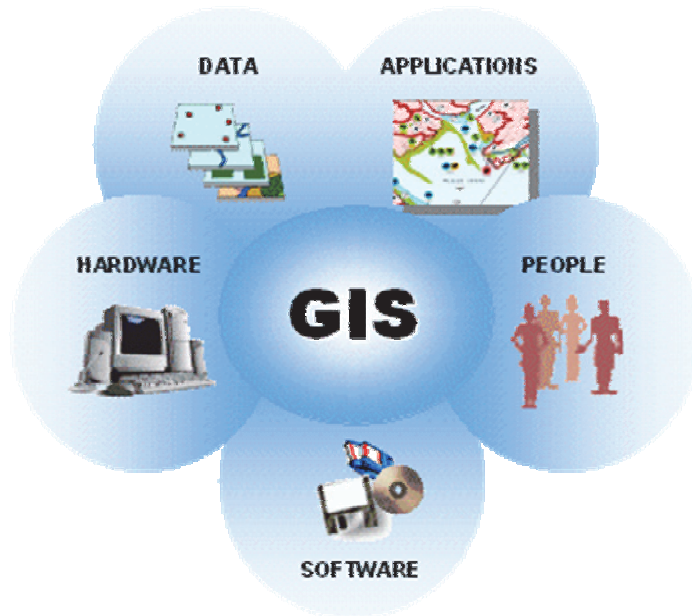


圖 4 地理資訊系統組成的要素¹⁰。

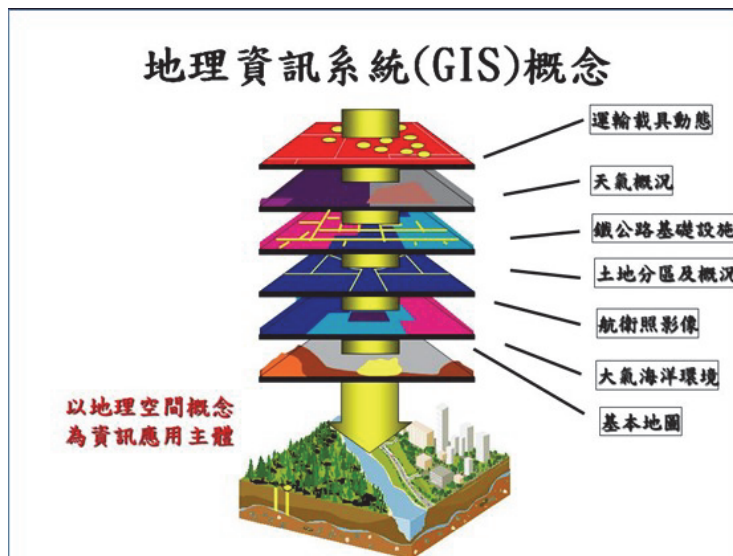


圖 5 利用地理資訊系統 (GIS) 整合各項環境資料

¹⁰ The NCGIA Core Curriculum in GIScience, <http://www.ncgia.ucsb.edu/education/curricula/giscc/>

一、空間分析

空間分析是基於地理相對位置和形態特徵的空間數據分析技術，其目的在於提取和傳輸空間訊息，是指利用拓撲關係、幾何關係或地理屬性等來研究事務的一種技術。空間分析最早是在地圖製圖學和測量學中發展起來的，但是在很多領域都在空間分析的發展產生了影響。著名的案例就是 1854 年約翰 斯諾通過地圖上對霍亂患者住址的分析找到引發霍亂的病源。在斯諾生活的年代，對霍亂的起因的主流意見是空氣污染論（認為霍亂像黑死病一樣通過空氣傳播）。1854 年英國倫敦西敏市霍亂爆發，斯諾使用一張地圖來闡明霍亂是如何集中於抽水機旁的（如圖 6 所示），他通過與當地居民交流和仔細分析，將污染源鎖定在布勞德大街（現 布勞維克大街）的公用抽水機上，並成功說服當地市政將抽水機手柄移走，終結霍亂病的蔓延，有力的支持了霍亂是通過水源而非空氣傳播的理論。此外在統計學、經濟學、地理資訊系統、遙感、計算機科學、數學等領域都推動了空間分析的發展，並在這些領域得到了廣泛的應用（郭仁宗，2001）¹¹。



X：代表水井位置

圖 6 斯諾在 1854 年研究霍亂的地圖

本研究利用地理資訊系統中的環域分析，對災區受災戶（個人或家庭）進行資料萃取分析，而環域分析表示某一地理現象時，想顯現出該種地理現象的影響範圍，而此種以中軸線為基礎，然後向中軸線兩側一定範圍內標示出此種地理資料的影響範圍，圖 7 表示點為中心環域分析及圖 8 表示線的環域分析。

¹¹ 郭仁宗（2001），“空間分析 Spatial Analysis”，北京：高等教育出版社。

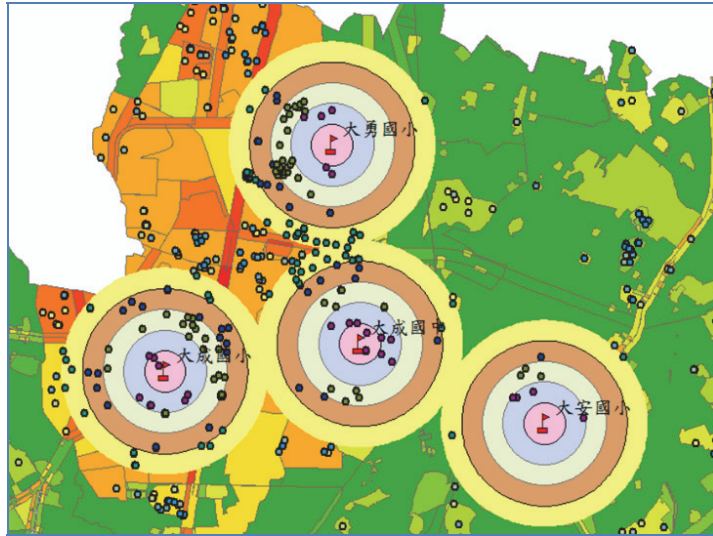


圖 7 點的環域分析（以學校為中心）



圖 8 線的環域分析（以道路為中心）

二、Quantum GIS 介紹

在本文所使用的地理資訊系統為 QGIS (Quantum GIS)，QGIS 是一套開放源碼(Open Source)的地理資訊系統軟體¹²。QGIS 提供空間資料的顯示、編輯和分析功能。QGIS 由 Gary Sherman 於 2002 年開始開發，並於 2004 年成為開源地理空間基金會(Open Source Geospatial Foundation, OSGeo)執行專案之一。版本 1.0 於 2009 年 1 月釋出。

OSGeo 是一個非營利性非政府組織，其使命是支援並促進開放地理空間技術和資料的協同開發。該組織為廣大的自由和開源地理空間社群提供經濟、組織和法律上的支援。OSGeo 也作為獨立法人團體提供服務，社群成員可以向 OSGeo 貢獻程式碼、資金和其他資源，這些貢獻則運用於公眾利益。

QGIS 以 C++寫成，使用者介面 (GUI) 使用了 Qt 程式庫。QGIS 可以整合使用 C++ 或 Python 寫成的外掛模組。除了 Qt 之外，QGIS 需要的額外套件還包括 GEOS 和 SQLite。同時也推薦安裝 GDAL、GRASS GIS、PostGIS 和 PostgreSQL。

QGIS 是一個多平台的應用，可以在多種作業系統上執行，包括 Mac OS X、Linux、UNIX 和 Microsoft Windows。對於 Mac 用戶，QGIS 相對於地理資源分析支援系統(Geographic Resources Analysis Support System, GRASS¹³)的優勢，在於 QGIS 不需要 X11 視窗系統，而且介面更簡潔、快速。QGIS 也可以作為 GRASS 的圖形化使用者介面使用。相較於商業 GIS，QGIS 的檔案容量更小，需要的記憶體和處理器 (CPU) 能力也更少。因此，QGIS 可以在舊的硬體上或 CPU 運算能力被限制的環境下執行。

QGIS 由志願開發團體持續維護著，定期釋出更新和錯誤修正。目前，開發者已經將 QGIS 翻譯為 31 種語言，使用在全世界的學術和專業環境中。QGIS 是基於通用公眾授權條款 (General Public License, GPL) 釋出的自由軟體，可以被修改以執行其他或更加專業的任務。另外有很多外掛模組可以用來擴充功能相容性和功能。

QGIS 可以使用 Shapefile、Coverage 和 Personal Geodatabase 格式的資料，也支援 MapInfo、PostGIS 和許多其他格式。QGIS 也支援包括網路地圖服務 (Web Map Service, WMS) 及網路圖徵服務 (Web Feature Service, WFS) 的網路服務，以此來使用外部來源的資料。QGIS 提供與其他開源 GIS 軟體包的整合，包括

¹² 維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/QGIS>

¹³ 維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/GRASS>

PostGIS、GRASS 和 MapServer，以向用戶提供廣泛的功能。用 Python 寫成的外掛模組，可以擴充 QGIS 的功能。並介接的圖資有 OpenStreetMap、Google Map、Bing、臺灣通用電子地圖等網路圖資。如圖 9 所示。

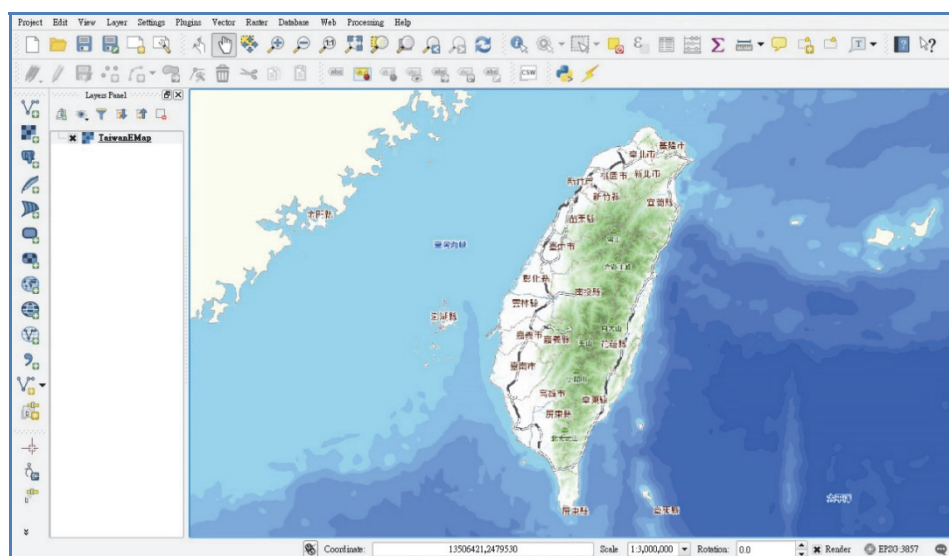


圖 9 連接臺灣通用電子地圖圖資資料庫所展示的臺灣地圖¹⁴

參、GIS 資料庫建置

有關本研究所運用之 GIS 資料庫建置，說明如下：慈濟有許多志工及關懷戶資料為管理方便及作業需求，都將資料存放資料庫中（MySQL），並建立照護資料資料表，表 1 為照護個案資料範例。為將資料與地理資訊系統結合，必需先將慈濟所提供的資料進行「資料預處理」。本文將新增二個經緯度(Lat, Lon)的座標欄位，以記錄每個個案位置，其資料表結構如圖 10，另為便利爾後提供地理資訊系統軟體運用，增加空間資訊欄位（Location）。

¹⁴ http://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/wp-content/uploads/2016/07/mbtiles_2.jpg

表 1 照護個案資料範例

案主姓名	案號	地 址	案家 聯絡電話	主責 志工	志工 聯絡電話	主責 社工
案主 01	B0001	花蓮縣玉里鎮中城里 22 鄰 城中五街 555 號	03-8aa76xx	志工 —	091a-bcd001	社工 —
案主 02	B0002	花蓮縣玉里鎮中城里 11 鄰 城中二街 136 號	03-8aa7653	志工 —	091a-bcd002	社工 —
案主 03	B0003	花蓮縣玉里鎮中城里和平 路 11 巷 6 號	03-8aa7652	志工 —	091a-bcd003	社工 —
案主 04	B0004	花蓮縣玉里鎮中城里 11 鄰 四維一街 19 號	03-8aa7651	志工 —	091a-bcd004	社工 —
案主 05	B0005	花蓮縣玉里鎮源城里 13 鄰 水源 69 號	03-8aa7650	志工 —	091a-bcd005	社工 —
案主 06	B0006	花蓮縣玉里鎮中城里 7 鄰 中山路一段 1	03-8aa7649	志工 —	091a-bcd006 —	社工

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
<input type="checkbox"/>	1	PKEY	int(10)		No	None		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	Name	varchar(20)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	3	No	varchar(10)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	4	Address	varchar(200)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	5	Tel	varchar(20)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	6	Volun	varchar(20)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	7	Volun_Tel	varchar(20)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	8	Social	varchar(20)	utf8_general_ci	Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	9	Lat	decimal(15,10)		Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	10	Lon	decimal(15,10)		Yes	NULL		
<input type="checkbox"/>	11	Location	point		Yes	NULL		

圖 10 照護個案資料表架構

本文運用 Google 所提供的應用程式中，包含住址轉換經緯度坐標功能，在瀏覽器網址列中輸入以下網址指令，即可獲得經緯度坐標。

`https://maps.google.com/maps/api/geocode/json?key=A1zaSyBfLQ7E195QhaxO66km7YxGUGLEAivbbF4&address=$address&sensor=false`

其中，\$address 為所查詢之住址，而 key 後面的值為開發者申請之驗證碼，一般使用者每日查詢資料筆將受限制（1000 筆）。將查詢或得知經緯度坐標傳送至資料庫更新程式，即可完成資料表中相關坐標欄位資料修正。

```
UPDATE care SET Lat=".$lat.", Lon=".$lon.", Location= POINT(".$lon.", ".$lat.") WHERE PKEY=$PKEY;
```

受限於 Google 所建立之地址資料庫未臻完整，或照護個案中所建立之住址未能符合 Google 現有坐標查詢格式需求，導致原 1004 筆資料中，有 55 筆資料無法獲得正確坐標（如圖 11 所示）。

PKEY	Name	No	Address	Tel	Volun	Volun_Tel	Social	Lat	Lon	Location
1	案主01	B0001	花蓮縣玉里鎮中城里19鄰城中五街103號	03-8aa76xxx	志工-	091a-bcd001	社工-	NULL	NULL	NULL
2	案主02	B0002	花蓮縣玉里鎮中城里12鄰城中二街36號	03-8aa7653	志工-	091a-bcd002	社工-	NULL	NULL	NULL
3	案主03	B0003	花蓮縣玉里鎮中城里和平路11巷6號	03-8aa7652	志工-	091a-bcd003	社工-	23.3304580000	121.3152548000	[GEOMETRY - 25 B]
4	案主04	B0004	花蓮縣玉里鎮中城里11鄰四維一街19號	03-8aa7651	志工-	091a-bcd004	社工-	NULL	NULL	NULL
5	案主05	B0005	花蓮縣玉里鎮源城里13鄰水源59號	03-8aa7650	志工-	091a-bcd005	社工-	23.3214882000	121.3003357000	[GEOMETRY - 25 B]
6	案主06	B0006	花蓮縣玉里鎮中城里7鄰中山路一段156號	03-8aa7649	志工-	091a-bcd006	社工-	NULL	NULL	NULL
7	案主07	B0007	花蓮縣玉里鎮源城里水源路41-2號	03-8aa7648	志工-	091a-bcd007	社工-	23.3204958000	121.3004706000	[GEOMETRY - 25 B]
8	案主08	B0008	花蓮縣玉里鎮源城里17鄰水源路136號	03-8aa7647	志工-	091a-bcd008	社工-	23.3214882000	121.3003357000	[GEOMETRY - 25 B]
9	案主09	B0009	花蓮縣玉里鎮長良里忠義路31號(玉里榮院養生園區)	03-8aa7646	志工-	091a-bcd009	社工-	23.2903767000	121.2929448000	[GEOMETRY - 25 B]
10	案主10	B0010	花蓮縣玉里鎮中城里城中四街55號	03-8aa7645	志工-	091a-bcd010	社工-	23.3286569000	121.3135326000	[GEOMETRY - 25 B]
11	案主11	B0011	花蓮縣玉里鎮中城里29鄰和平路43號	03-8aa7644	志工-	091a-bcd011	社工-	NULL	NULL	NULL
12	案主12	B0012	花蓮縣玉里鎮中城里城西六街2-4號	03-8aa7643	志工-	091a-bcd012	社工-	23.3267960000	121.3133610000	[GEOMETRY - 25 B]
13	案主13	B0013	花蓮縣玉里鎮長良里9鄰長良149號	03-8aa7642	志工-	091a-bcd013	社工-	NULL	NULL	NULL
14	案主14	B0014	花蓮縣玉里鎮中城里6鄰城東二街46號	03-8aa7641	志工-	091a-bcd014	社工-	NULL	NULL	NULL
15	案主15	B0015	花蓮縣玉里鎮中城里中山路一段26號	03-8aa7640	志工-	091a-bcd015	社工-	23.3262060000	121.3177780000	[GEOMETRY - 25 B]
16	案主16	B0016	花蓮縣玉里鎮中城	03-	志工-	091a-	社工-	NULL	NULL	NULL

圖 11 照護個案資料表內容

本文於照護個案資料表中，因應 GIS 軟體獲取空間位置，新增空間資訊欄位 (Location)，現以 QGIS 軟體開啟照護個案資料表，可以了解個案分布狀況 (如圖 12 所示)。

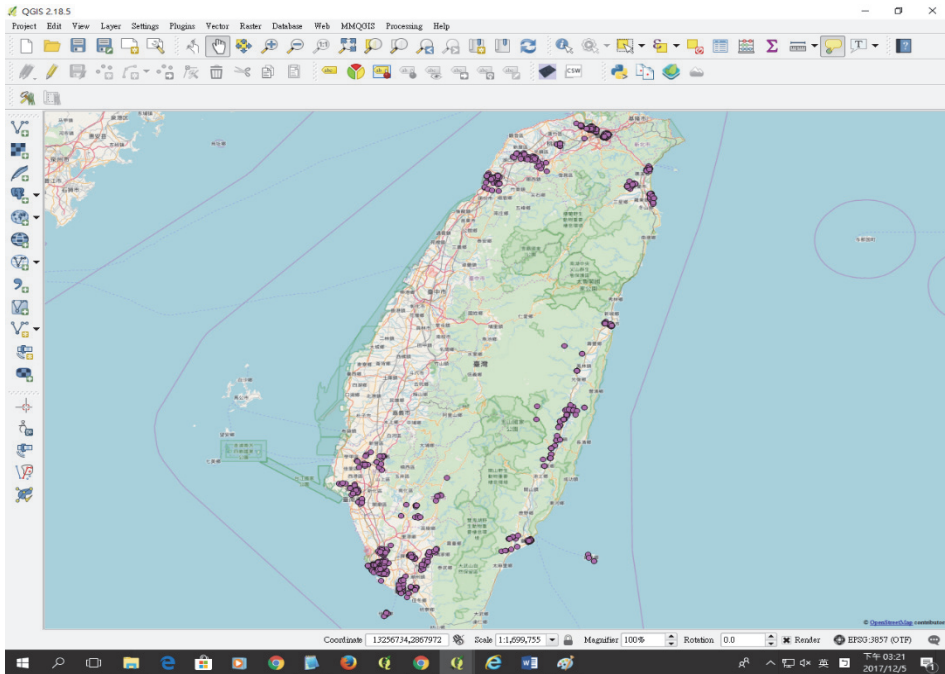


圖 12 照護個案空間分布情形

針對無法順利查詢坐標之住址，可利用網路工具進行手動查詢，以「花蓮縣玉里鎮中城里 19 鄰城中五街 103 號」為例，Google 無法提供坐標，若手動修改住址內容為「花蓮縣玉里鎮中城里城中五街 103 號」，可以查詢獲得坐標為 23.3293309、121.313312 (如圖 13 所示)。

考量住址轉換坐標為批次作業，對於無法轉換之住址，可手動查詢後填入相關欄位，爾後針對運作中之系統設計使用者介面，可以先行查詢與填入坐標欄位，俾利新增與修改照護個案資料。

輸入地址批次轉換經緯度 x

← → ↻ 🏠 ⓘ Not secure | gps.uhooamber.com/address-to-lat-lng.html

1. 請輸入地址，一行輸入一個地址

花蓮縣玉里鎮中城里19鄰城中五街103號
花蓮縣玉里鎮中城里城中五街103號

2. 請選擇輸出要不要加入地址? 加上

3. 點選

4. 地址轉換經緯度結果如下 (格式: Latitude,Longitude)

花蓮縣玉里鎮中城里19鄰城中五街103號=查無經緯度
花蓮縣玉里鎮中城里城中五街103號=23.3293309,121.313312

圖 13 手動查詢住址轉換經緯度坐標

肆、展示以「花蓮地震」為例進行救災作業規劃

2018年「花蓮地震」，發生於2月6日23時50分41.6秒，其震央位於花蓮縣近海，地震規模為芮氏6.2，震源深度6.3公里。本次地震災情主要集中在花蓮市，沿著米崙斷層附近統帥大飯店大樓一、二樓倒塌，「雲門翠堤大樓」呈現45度傾斜。位於國盛六街的住宅社區大樓「白金雙星」及「吾居吾宿」低樓層遭到壓毀。為驗證本研究計畫以QGIS整合現有圖資及基金會內部資料，配合空間分析功能，提供慈濟賑災決策與執行之參考，特以0206花蓮震災為例，演練以下項目：

一、災情範圍描述

依據國家防救災中心提供花蓮地區斷層位置，本次地震災情較為嚴重區域位於米崙斷層帶附近，如圖 14 所示。圖 14 中，紅色粗線是米崙斷層所在位置，紅色三角形是發生重大災害的位置；綠色五角形示本次震災所開設的收容所位置。針對重災地區（以倒塌的大樓為中心）進行環狀分析，以獲得圖 14 中的環狀圖；其中，紅色網格區是距離災區 500 公尺範圍的區域，黃色網格區是 500 至 1,000 公尺範圍的區域，而灰色網格區是 1,000 至 1,500 公尺範圍的區域。

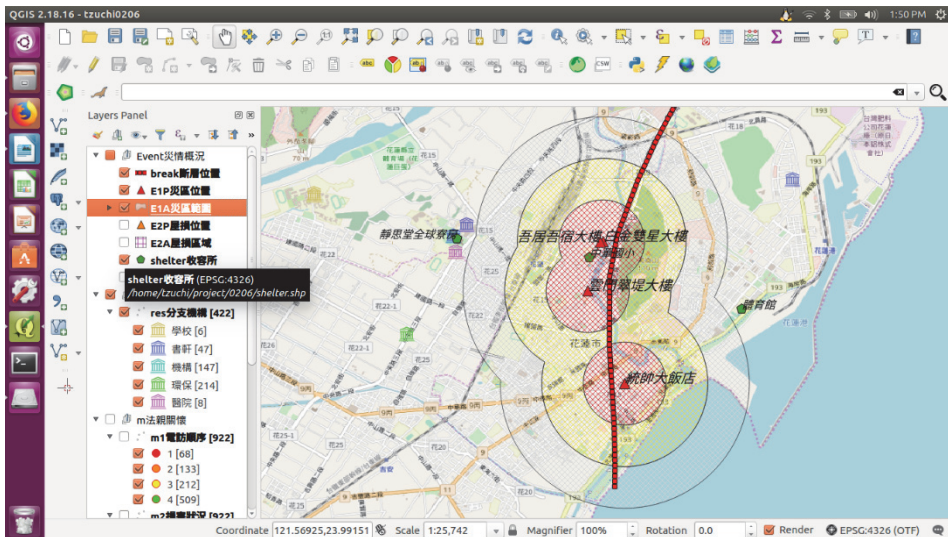


圖 14 花蓮地震主要災區（紅色粗線是米崙斷層位置）
（紅色三角形是發生重大災害位置）

二、法親關懷作業流程

慈濟在災害發生後會，儘速的打電話給災區的志工，以進行「法親關懷」作業，其流程如下：

- （一）範圍內法親顯示
- （二）依範圍內產生電訪名單
- （三）電訪法親
- （四）電訪後受災程度統計
- （五）統計資料輸出與呈現

為了瞭解慈濟法親在震災中的受害狀況，由救災指揮中心人員操作賑災系統。將慈濟花蓮市法親的分布圖層，進行環狀分析：以重點災區為中心，

分別向外紅色網狀區 500 公尺，黃色網狀區 1,000 公尺及灰色網狀區 1,500 公尺範圍，以篩選出距離災區中心不同距離範圍內的法親分布狀況。在圖 15 中，不同顏色圓點代表不同距離法親分布的狀況，其中紅色圓點是距離災區 500 公尺範圍的法親位置，橘色圓點是 500 至 1,000 公尺的法親位置，黃色圓點是 1,000 至 1,500 公尺範圍的法親位置，而綠色圓點則是 1,500 公尺範圍以外的法親位置。

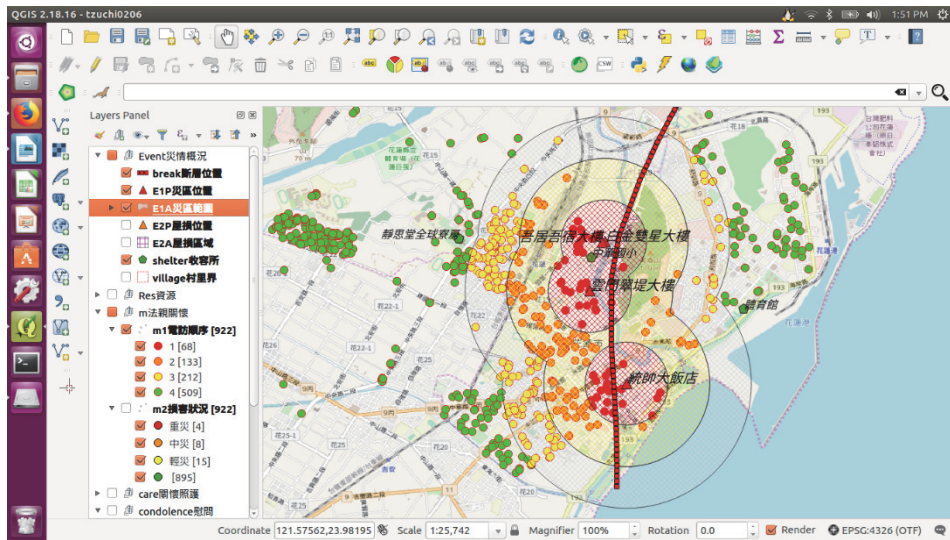


圖 15 利用環狀分析篩選出距離災區中心不同距離範圍內的法親分布狀況

圖台系統可依照距離災區範圍，設定電話訪問順序，除顯示位於災區範圍內的法親資料，也可以輸出聯絡名冊，以利指揮中心志工進行電訪作業，如圖 16 所示。其中第一行的數字代表電訪的優先順序。此外，亦可以另存新檔方式，將法親資料另輸出為文字分隔檔案（CSV），依照基金會現行作業模式，上傳至慈濟的資訊中心，完成法親狀況電話訪問後，再將資料回存圖台系統。

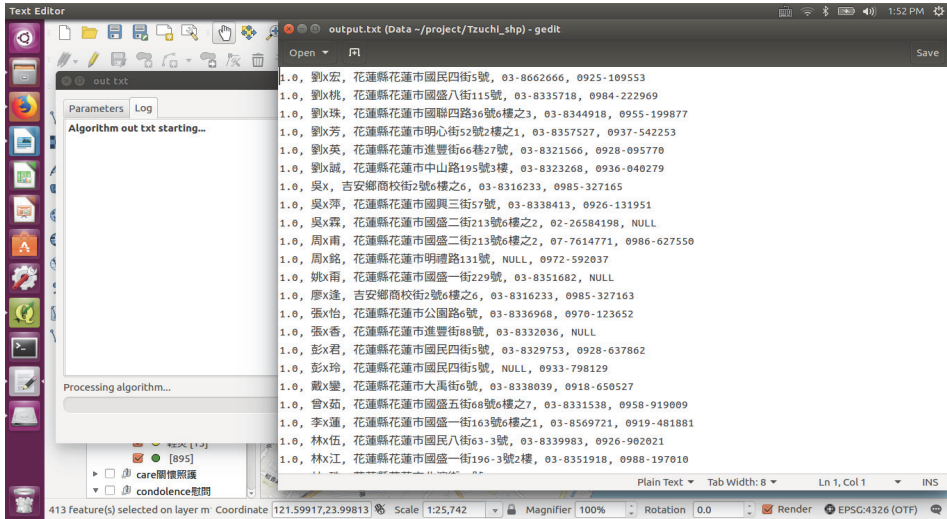


圖 16 系統可依照距離災區範圍設定電話訪問順序，並輸出聯絡電訪名冊

慈濟志工依據聯絡順序分工電話訪問位於災區的法親，並在系統中輸入訪問狀況。在圖 17 中利用顏色顯示法親受災程度，紅色是重災，橘色是中災，紅色是輕災，綠色則是平安狀況。在系統資料圖層中，可以即時顯示目前依據電話訪問結果，各種受災程度的法親人數及空間分布狀況。並可在中顯示重災 4 人，中災 8 人，輕災 15 人。因此，利用空間分析的功能，可以了解法親位置跟災區範圍的空間關係，提供志工以最快的速度，讓有需要的人獲得最適當的服務。

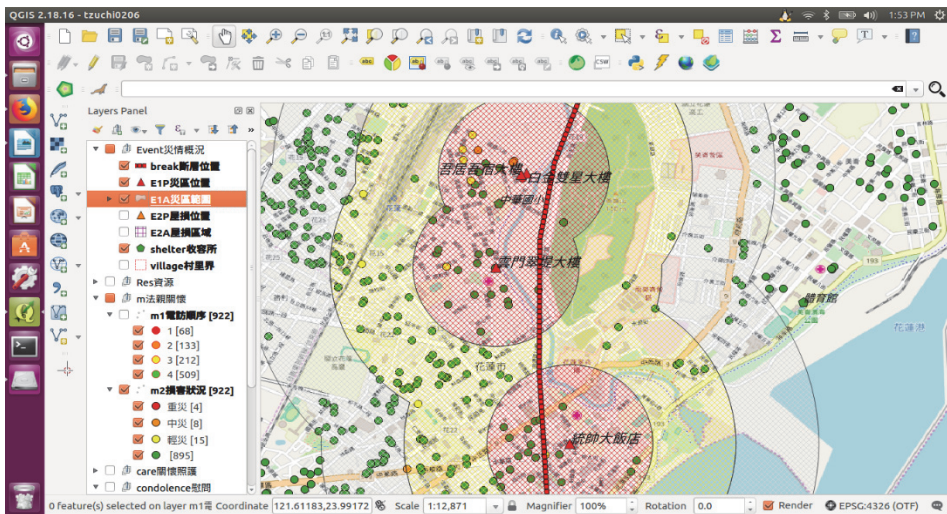


圖 17 經由慈濟志工電訪災區法親，並在系統中輸入訪問狀況 (紅色代表重災，橘色代表中災，紅色代表輕災，綠色則是平安狀況)

同樣的作業流程，利用本圖台也可以提供給長期觀照戶及居家觀照戶的同樣的服務，如圖 18 所示。

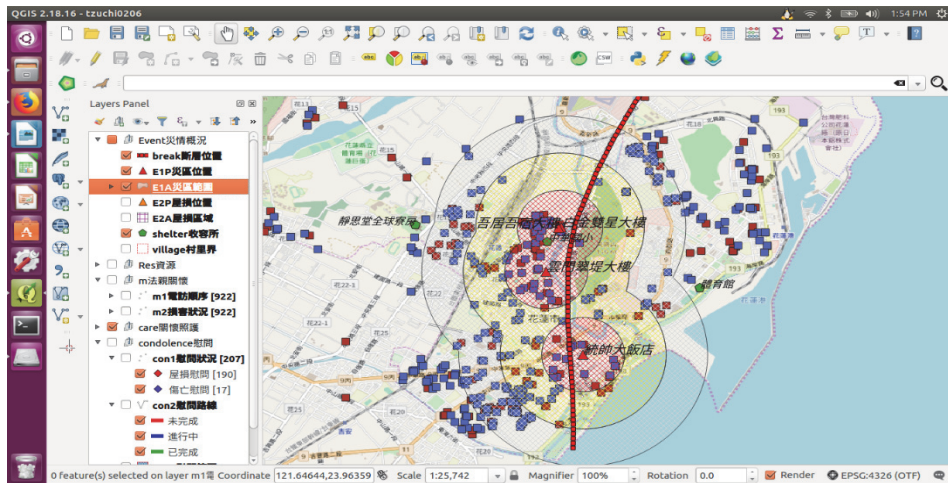


圖 18 顯示的是災區及居家觀懷戶(藍色正方形)、長期照顧戶的位置關係(紅色正方形)

三、重點災區屋損訪視

慈濟在救災過程中會陸續接獲災區重大事故的訊息，於是大愛志工，便進行「重點災區屋損訪視」作業，其流程如下：

- (一) 區域範圍律定
- (二) 志工實際訪查
- (三) 資料統計
- (四) 重點災區資料統計及規劃（全毀、半毀…）
- (五) 顯示實際照片
- (六) 慰問金及救災物資發放

2 月 7 日指揮中心接獲通知前往七星潭的大橋嚴重受損，中心研判七星潭應重大災情發生於是派人前往當地進行「屋損訪視」。基金會依據災區房屋毀損狀況及家庭人口數目，致贈受災戶慰問金以協助災民。本案以七星潭附近區域為範例，利用本圖台進行空間分析，以七星潭中心距離 500 公尺作為屋損訪視的範圍。在圖 19 中，橘色三角形為七星潭的中心位置，並以 500 公尺範圍作為重災區房屋毀損慰問區域，指揮中心志法親可依圖台圈選的範圍進行「屋損訪視」。此外，圖台也具備記錄：屋損狀況（照片、影片、無人飛行載具等）、慰問過程、發放慰問金等統計事項等功能，如圖 20、圖 21、圖 22 所示。

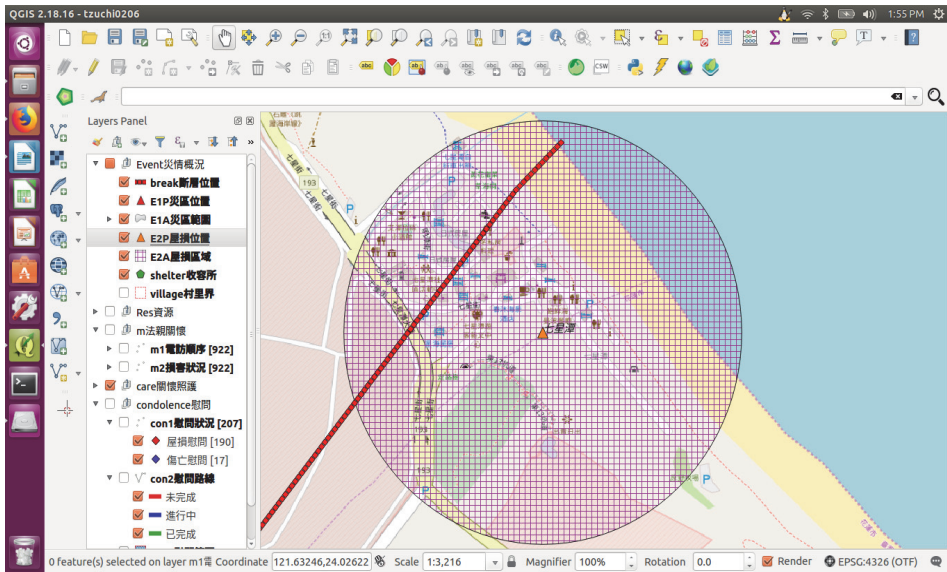


圖19 規劃以七星潭的中心位置500公尺內為範圍進行重災區屋損慰問的區域

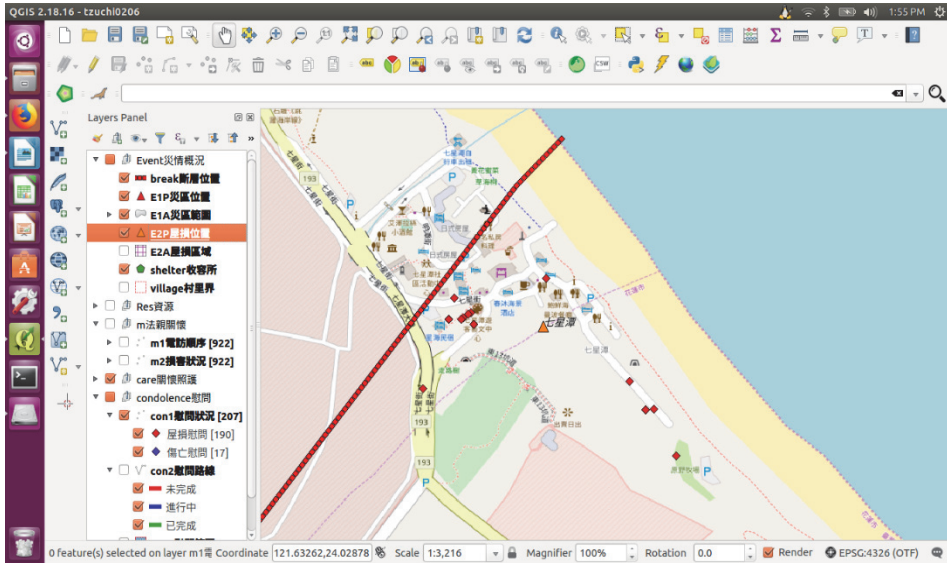


圖20 紅色正方形為屋損嚴重的房屋分布狀況圖

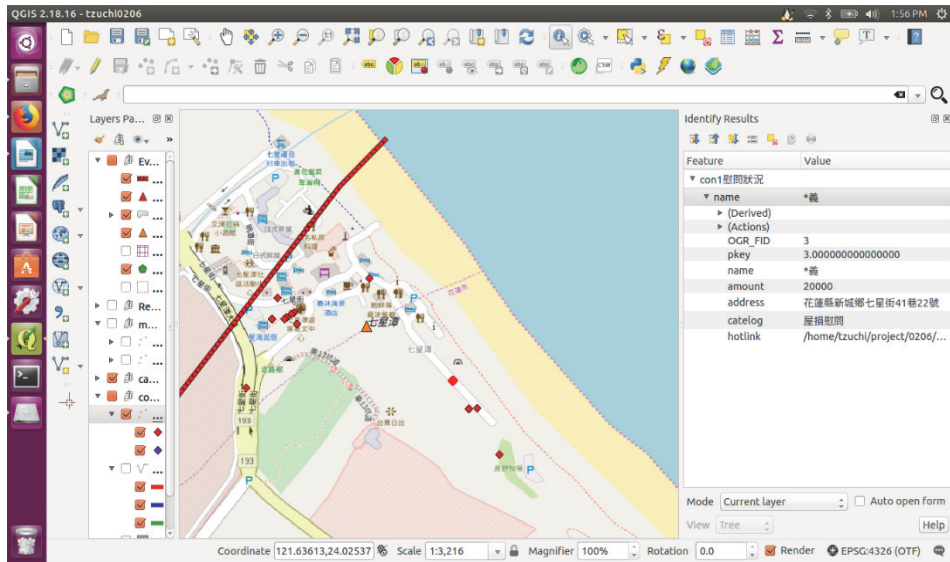


圖 21 點選顯示受損房屋的基本資料表

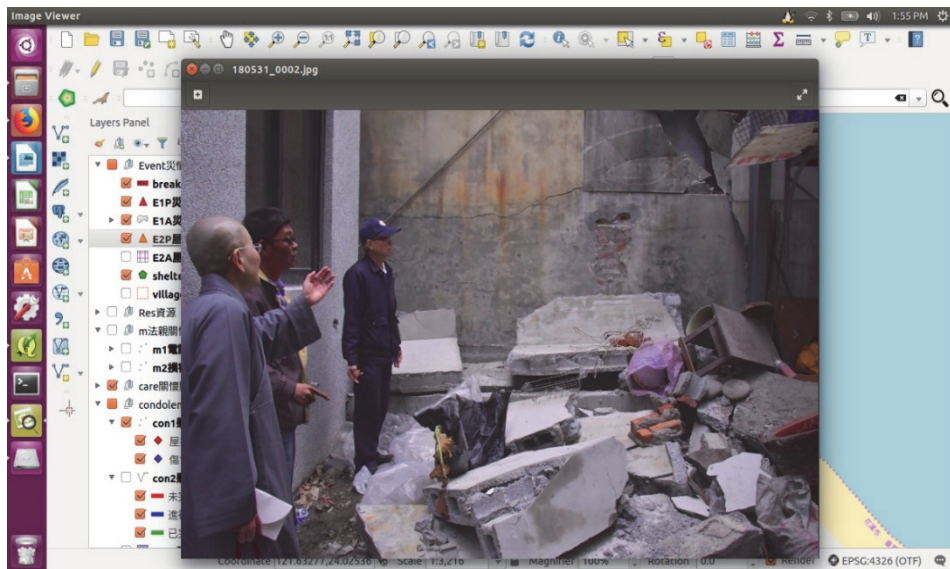


圖 22 點選基本資料表中的圖片連結(hotlink)即可顯示訪視照片

四、「安心家訪」路線作業流程

慈濟在安置災區受災戶之後，會進行「安心家訪」作業，精舍師父帶著志工挨家挨戶的發放救災物資，其中路線規劃之流程如下：

- (一) 確定災區中心距離 500 公尺災損範圍（以里為單位）
- (二) 查詢範圍內（里）有多少戶？多少人？
- (三) 確認安心家訪的戶數（以里為範圍）
- (四) 物資、人力及作業規劃評估統計
- (五) 顯示里的道路以提供「安心家訪」路線規劃參考

震後第四天，慈濟由三十位精舍師父帶領來自臺灣各地，包含臺北、宜蘭、臺東等地來到花蓮支援，超過一百四十位志工分成三十條動線進行安心家訪。

以圖台系統進行「安心家訪」路線規劃，在圖 23 中依據重點災區 500 公尺範圍，查詢所包含的行政區域（里），以白金雙星附近為範例，所包含的里（淺藍色底）計有：國強里、民意里、國盛里、國聯里、國安里、國光里、國威里、民生里、民權里、民主里及主計里等 11 個里，如圖 24 所示。其中「國盛里」是最接近且完全在重災區中，本案將以「國盛里」作為演練範例。經系統查詢後，即可獲得以里為單位之里區域內總戶數及總居民數，在國盛里總中共有 1,769 戶數及 4,505 位居民，這些數據可提供指揮中心在安心家訪時，準備救災物資及人力規畫的參考依據。並事先安排攜帶物資項目及數量，由精舍師父帶領前往實施安心家訪。

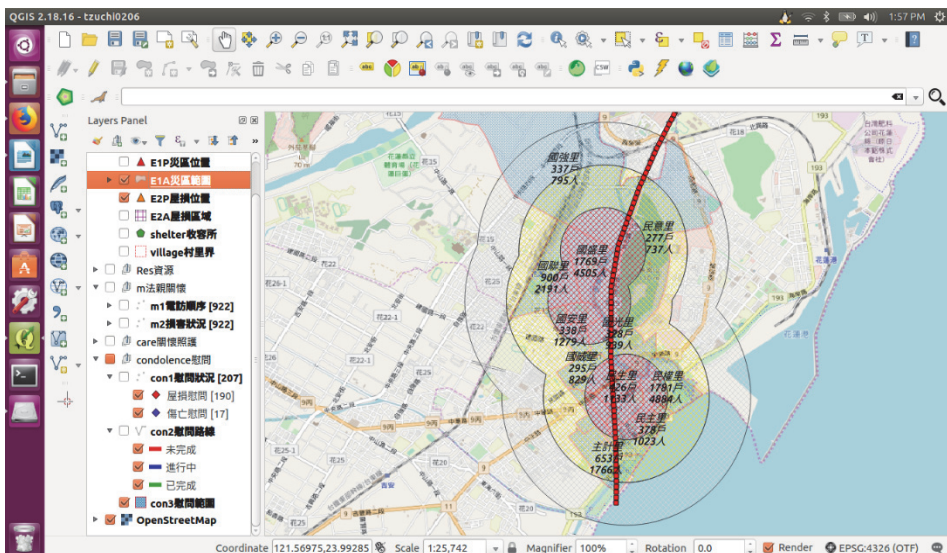


圖 23 依據重點災區 500 公尺範圍查詢所包含的行政區域（里）

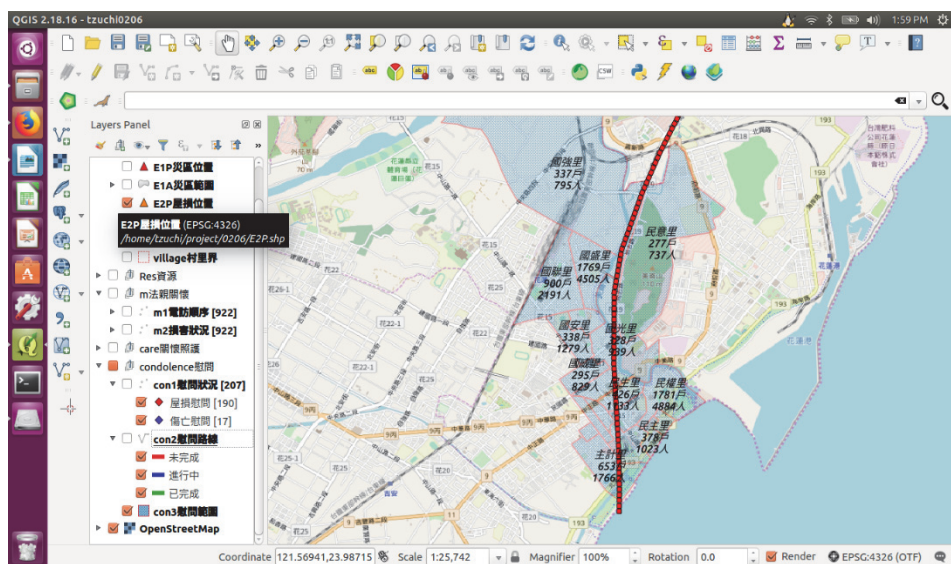


圖 24 利用圖台進行空間分析挑選出重災區域內的（村）里並蒐集該里的總戶數及人口數

套疊交通部路網資料圖層即可獲得國盛里的道路資訊，並可在圖台系統中進行「安心家訪」路線規劃，在圖 25 中以紅線表示未完成，藍線表示進行中，綠線表示已完成的路線。

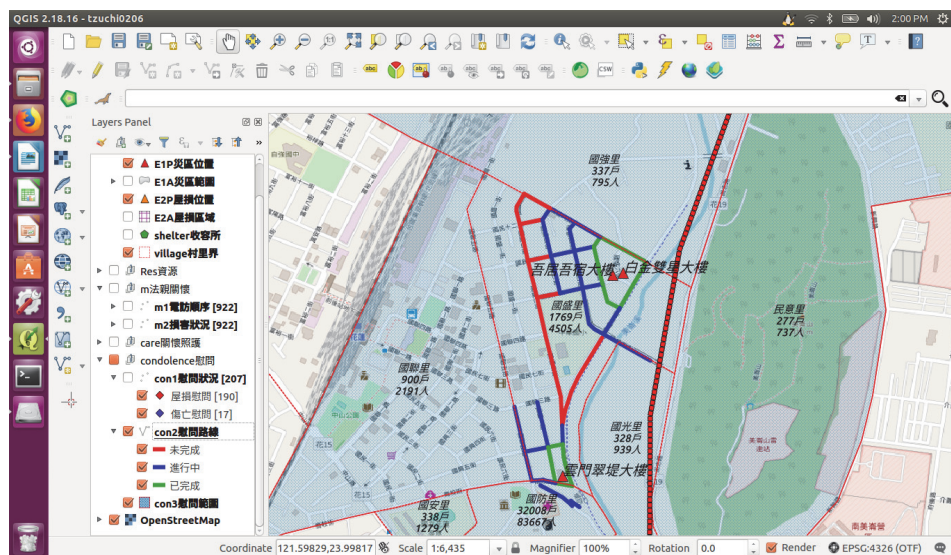


圖 25 「安心家訪」路線，分別以紅線、藍線和綠線表示未完成、進行中和已完成的路線

伍、結論

有災難的地方就有慈濟人，慈濟慈善工作，以臺灣為根，足跡跨越全球九十四國家，從急難階段的賑濟工作，到復原階段的重建工作，以「人傷我痛、人苦我悲」心念，善盡地球公民的一份責任與使命，為受災及弱勢族群付出。本文針對「賑災情資圖台顯示系統」的開發，很榮幸能向慈濟人學習與成長，了解慈濟人面對災害發生後，人物力動員狀況以及組織指揮機制，期能提供有效的工具，俾利協助蒐集災害情資、管理災害賑濟工作。

本文以 2018 年「花蓮地震」為例進行了(1)法親關懷、(2)重點災區屋損訪視情狀、(3)「安心家訪」路線等三項慈濟救災作業流程規劃的演練，同時也整合了相關防救災所需的地圖、慈濟法親、居關、分支會所等資料，並運用網頁結合資料庫系統的特性，以協助慈濟在救災作業規劃。演練後，發現地理資訊系統強大的空間分析及展示的功能，可整合各項防救災的空間資料及政府部門所發佈的災害情資，並提供慈濟人進行災研分析、空間資訊查詢與展示，確實可以滿足慈濟在救（賑）災情資上的管理與研判之需求。

誌謝

本文為「財團法人中華民國佛教慈濟慈善事業基金會」計畫成果（計畫名稱：「慈濟防賑災資訊平台—第一年慈濟防賑災圖資系統開發與研建」），感謝「慈濟慈善事業基金會」的支持及指導。