

客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震強震區調查為例

郭彥廉*、謝庭華**

摘 要

[Extended abstract download](#)

2016 年的高雄美濃地震及 2018 年的花蓮地震造成了嚴重災情，強震區有些居民逃離住宅，災後也有民眾因為房屋損壞需要避難。假如政府提供客製化的防災資訊，透過智慧型手機應用程式提供在地的撤離與避難資訊，其效益為何？哪些人有意願使用，甚至付費購買？兩次地震後的問卷調查使用假設市場評估法，詢問這個資訊服務的願付價格。然因政府已經提供許多免費的危害資訊，受訪者有一定比例表達不願意支付，過去文獻將其願付價格均設為零，使用受限應變數 Tobit 模型進行估計，該法雖然能夠估計平均願付價格，但無法區分願付金額為零的原因。本文使用 Double-Hurdle 模型分析。結果發現家庭月收入和教育程度越高、年輕族群、所在地地震危害度較高、網路與平面媒體使用者或已知政府公告避難地點的民眾，有較高的參與意願。可為市場開發時或政策推

* 國立成功大學經濟學系副教授，本文通訊作者，Email: yenlien@mail.ncku.edu.tw。

** 國立成功大學工程管理碩士在職專班。

DOI: 10.7086/TJAE.202406_(115).0003

收件日期：民國 112 年 1 月 18 日；修改日期：民國 112 年 11 月 29 日；

接受日期：民國 113 年 4 月 30 日。

—104—客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震
強震區調查為例

廣時，優先宣傳族群。若民眾已願意參與 (安裝) 客製化防災資訊的應用程式，居住在台灣東部、家庭月收入較高的民眾願付金額較高，可以設為付費專業版對象。

關鍵詞：臨震行為、受限應變數、Tobit、Double-Hurdle

JEL 分類代號：D80、Q54

客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震強震區調查為例

郭彥廉、謝庭華

壹、前言

近年台灣發生兩起傷亡嚴重的地震，第一起為 2016 年 02 月 06 日 03 時 57 分高雄美濃芮氏規模 6.6 地震；第二起為 2018 年 02 月 06 日 23 時 50 分花蓮芮氏規模 6.2 地震。前者最強震度發生在臺南新化 7 級，是繼 1999 年 9 月 21 日規模 7.3 強烈地震之後，為台灣地區傷亡最嚴重的地震，本次地震總共造成 117 人罹難，其中 115 人是居住在臺南永康區的維冠大樓。兩年後的同一天，發生花蓮震央震度高達 7 級之地震，是台灣地區 2016 年高雄美濃地震後，最強烈且有感之地震。此地震造成 17 人罹難、多達 291 人受傷，不但影響建築物多棟傾斜或倒塌、路面多處崩裂或地基突起，強震後仍有多起規模 5 以上的餘震發生，造成受災區域的民眾不敢踏入家門，寧可於空地處搭帳篷避難。顯示民眾在震後的反應與避難需求。

地震危害無法控制，且目前科技僅能提供數秒前的地震速報、強震即時警報，無法如颱風般提供較長時間預報。地震工程界有句老話：「地震不會殺人，建築物才會。」地震時大部分的傷亡是因建築倒塌或嚴重損毀所造成。地震發生時所處環境與採取的行為反應將很大程度決定是否受到傷害。人類在面臨危險環境時，會有四種關鍵反應：逃避的意願、戰鬥的衝動、一種麻痺形式和社會聯繫 (Pietrantonì and Prati, 2009)。透過研究得知，地震發生時最常見的反應類型是逃離的意願 (Prati et al., 2012)。地震時常有人往

(建物) 外跑，以及將門打開並且避免出入口損壞也是爲了之後逃生，應屬逃避反應。麻痺形式則是想要反應卻來不及動作，和社會聯繫則是會找家人。地震發生時若是採取正確的防災行爲，如會躲在堅固家具的底下或是待在床上並且用枕頭或被子保護頭部的民眾則接近於戰鬥。若地震當下逃離，或是震後房屋損壞，需要撤離與避難，避難的地點如何得知與決定將影響災後復原。國家災害防救科技中心於前述兩起地震約半年後針對強震區（震度 5 級以上）民眾進行電話問卷調查，調查問題均包含地震當下採取的行動，以下簡稱臨震行爲，以及客製化防災資訊，如附近道路封閉、最近的避難收容處所、最近食物供應處等的願付價格（willingness-to-pay, WTP）。WTP 可以用以估計對客製化防災資訊的需求。

由於目前並沒有這樣的商品與服務，需求的評估可採用非市場價值評估方法爲之。對於非市場財貨調查 WTP 時，一定會有一些受訪者回答不願意支付。在資料處理時，通常將其 WTP 設爲零。這樣的處理方式將無法區分受訪者是不願意參與或是願付金額剛好爲零。此外，目前政府提供許多免費的危害（hazards）與防災資訊，包括如 2016 年起台灣建立強震即時警報系統，透過災防告警細胞廣播系統使得手機可接收地震預警訊息。中央氣象局也透過智慧型手機應用程式提供即時氣象，以及地震震央、規模等資訊。災害潛勢圖則由各災別的主管單位繪製，例如經濟部中央地質調查所繪製活動斷層圖等。疏散避難地點的資訊是由村里爲單位繪製防災地圖公告給當地居民。這些免費資訊使得未來若透過智慧型手機應用程式提供撤離與避難資訊，詢問其 WTP 會有相當比例回答不願意支付。然而，提供客製化，如即時、特定地點與災別防災資訊，其建置與發佈必定有成本，而如此客製化的資訊也並非所有人都需要。民主國家政府預算由國會審議通過，行政部門通常需要提供成本效益分析資訊供國會審議之用，故客製化防災資訊的價值必須進行評估，且有意願使用，以及願意支付者的 WTP 及特徵應該分別評估。

貳、文獻回顧

目前在台灣，氣象、天災的危害與疏散避難資訊由政府部門免費提供，也有部分民間業者將這些資訊加值製作成可以透過智慧型手機應用程式提供給民眾，但也幾乎都是免費（可能會有廣告）。相較於一般財貨與勞務的價值，可以使用市場價格來衡量。非市場財貨可以使用條件評估法（contingent valuation method, CVM）估計。該方法是 Ciriacy-Wantrup (1952) 首先提議使用問卷詢問非市場公共財最高願付價格，其後 Davis (1963) 開始使用此法於評估環境財。歷來問卷中的詢價方法有許多種，但美國大氣與海洋總署的專家小組，建議使用二分選擇法，直接針對特定金額詢問受訪者是否願意付 (Arrow et al., 1993)。該法成為目前最普遍採用的詢價法。若只問一個價格在估計時統計效率較低，Hanemann (1985) 提議使用雙界二分選擇法，即根據受訪者第一次詢價的回應再問第二個價格，如此可以得到一個受訪者願付價格區間。

國外已經有許多文章使用 CVM 於評估氣象預報服務的價值 (Park et al., 2016; Anaman et al., 2017; Quédrago et al., 2018)。國內也有林桓億等 (2021) 使用 CVM 針對農民對氣象資訊服務的願付價格進行估計。邱皖聆等 (2020) 則是使用 CVM 針對心血管疾病受極端氣溫影響，估計高溫早期預警系統的願付價格。在 Boardman et al. (2017) 的成本效益分析教科書中，也使用 CVM 分析民眾願意為環境災害防範資訊支付多少費用作為效益。前述文獻都是針對氣象資訊服務價值，而客製化防災資訊不僅是危害資訊，還包括在地、及時疏散避難、交通等資訊。

在 CVM 的估計方法方面，Park et al. (2016) 及邱皖聆等 (2020) 是採用雙界二分選擇模型進行估計。Anaman et al. (2017)、Quédrago et al. (2018) 及林桓億等 (2021) 均採用開放問題的方式由受訪者直接回答願付金額，Anaman et al. (2017) 沒有明確地說明估計方法，可能是使用普通最小平方法 (ordinary least squares)，Quédrago et al. (2018) 及

林桓億等 (2021) 則使用 Tobit 進行估計，林桓億等 (2021) 還另使用 LAD (least absolute deviation) 進行估計。Tobit 模型最早由Tobin (1958) 提出，用於因應被解釋變項受限於零的情形。這也正是 CVM 詢問願付價格時會有受訪者回答不願意支付或者是答零的情形。以上的估計方法都有前述問題，即無法進一步分辨願付價格為零者的原因。

由於本文旨在討論資訊提供的價值，以下只回顧這類文獻的需求模型 (出價函數)，Park et al. (2016) 詢問泛用的國家氣象服務，需求模型中沒有放任何社經變數以外的變數。然而，即使是公共氣象服務，每個人使用的方式也都會不同，Anaman et al. (2017) 就將過去氣象資訊的用途納入迴歸，也確實發現過去使用氣象資訊的頻率與將之用於工作者 WTP 較高。林桓億等 (2021) 是詢問農民對氣象資訊的 WTP，變數考慮了農民所在區域與作物。Ouédraogo et al. (2018) 是問農民對「氣候」服務的 WTP，農民的作物與農作方式各不相同，他們的研究也發現已採行減災行為的農民氣候服務的 WTP 較低。此文也調查了氣候資訊接受管道，但因為資料的變異太小，而未放入迴歸中分析。這些研究顯示已經採取的減災措施會影響進一步獲取防災資訊的 WTP，應為訊息價值的解釋變數。資訊的價值可能與傳輸的管道有關。

參、使用防災資訊意願模型

如前言所述，客製化防災資訊會顯示使用者所在地的危害度，例如震度等，及疏散、避難路線等。使用這類防災資訊於撤離與避難屬於一種風險管理策略。理性的風險管理策略需要基於風險分析。圖一上方是傳統的風險分析模型。政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 發表的第六次評估報告也是使用該模型進行氣候變遷風險分析 (Shukla et al., 2022)，其對三個風險影響因子做以下的定義：危害度 (hazard) 指可能發生的自然或人為物理事件或趨勢，導致生命損失、傷害，以及財產等的損害和損失；暴露量 (exposure) 指可能受到不利影響的地點和環境中的經濟、社

會或文化資產；脆弱性 (vulnerability) 指受到不利影響的傾向，包括對危害的敏感度或易感性以及缺乏應對和適應的能力。Grossi et al. (2005) 改進了傳統的風險分析模型，加上了決策者決策過程及風險管理策略成為天然災害損失評估模型。風險管理策略指一種結構化方法或計劃，概述了組織如何識別、評估、優先考慮、減輕和監控風險以實現其目標，同時極小化潛在的負面影響 (Crouhy et al., 2013; Pritchard, 2014)。Grossi et al. (2005) 的天然災害損失評估模型的特色在於，風險管理策略是一個動態的過程，根據當時風險分析的結果決定一管理策略，風險分析則受到過去已經採行的風險管理措施影響。

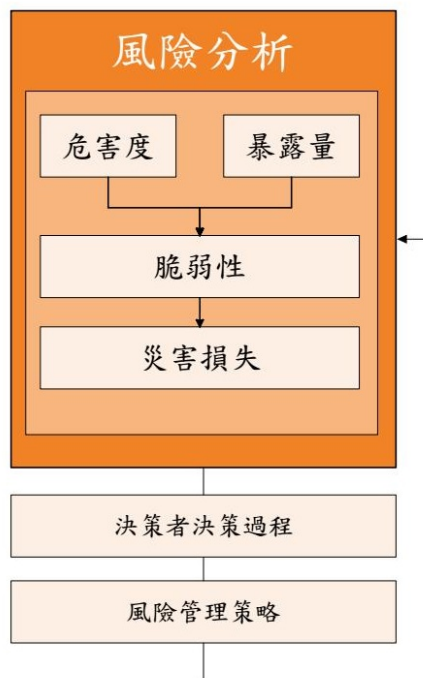


圖 1 天然災害損失評估模型

資料來源：Grossi et al. (2005)。

在大地震後的強震區調查民眾使用客製化防災資訊 WTP，是調查未來風險管理策略，即使用客製化防災資訊於撤離與避難的意願。受訪者的 WTP 受到當時的風險分析結果影響。危害度即地震的特徵，如震度等。暴露量乃暴露於該危害的資產數量，由於地震影響的範圍廣闊、時間極短，當下受該次地震影響的資產無可改變，故在本文中僅考慮家戶所得。脆弱性則是除了危害度與暴露量以外會影響災害損失的其他因素，本文探討的兩次地震事件均發生於晚上，所有的受訪者都位於建築物內，故房屋類型為地震風險的脆弱性。臨震行為可以視為一種受訪時已經採取的風險管理措施，地震當下採取的臨震行為很可能導致地震損失增加，例如在強震時往外跑可能受傷，採取趴下、掩護、穩住的正確行動可以保護身體不受落下的物品砸傷。已經採取的措施會影響未來風險管理策略的意願，例如，客製化防災資訊也會顯示疏散、避難路線，臨震行為是往外跑，之後往哪裡疏散、避難，其路線是決策過程需要的資訊。

決策者決策過程需要的除了資訊內容以外，客製化防災資訊需要利用智慧型手機的定位資訊，所以傳送的管道必定是智慧型手機。因而，決策者的災害知識來源可能是影響因素。此外，根據 Berlo (1960) 溝通過程理論，溝通的效果受到訊息來源、訊息內容、管道、接受者等四者影響，所以訊息管道是一重要因素。綜合來說，使用防災資訊的意願受到危害度，如震度；暴露量，如所得；脆弱性，如房屋類型等；已經採取的風險管理措施，如臨震行為，及既有的防災知識與準備，如備有防災包等；知識來源，如電視、網路等。

肆、Double-Hurdle 實證模型與資料

CVM 願付價格調查中有許多樣本為零，也就是在零觀察值截尾之情形。文獻中有些使用 Tobit 模型進行估計。Cragg (1971) 將 Tobit 模型進行延伸與修正，主張資料出現零觀察值的原因，可能不僅僅是因為願付價格接近零，也有一部分的原因是因為受訪者對

該財貨、資訊或服務的需求為零。換句話說，受訪者沒有意願參與該消費行為，導致為零觀察值 (吳珮瑛等，2004)。本節先說明 Double-Hurdle 模型，再說明實證資料來源、調查方式、與變數敘述統計。

一、Double-Hurdle 模型

Cragg (1971) 建構了 Double-Hurdle 模型，將受訪者的消費之決定意願分成「決定是否願意參與的部分」與「決定消費多少金額的部分」，亦即「參與決策」與「消費決策」二個部分。Double-Hurdle 模型估計主要分為兩步驟，第一個部分先透過 Probit 模型估計「參與決策」的機率，第二個部分再透過 Tobit 模型的受限應變數迴歸分析來估計「消費決策」(Blundell and Meghir, 1987)。除了可以處理零觀察值對於參數推估所造成偏誤與不一致的問題外，對於受訪者的消費行為有清楚分析與說明。吳珮瑛等 (2004) 使用墾丁國家公園資源經濟價值的調查資料進行實證檢驗，結果顯示雙檻式 (Double-Hurdle) 模型對零觀察值之解釋能力明顯優於標準 Tobit 模型。

本文根據 Cragg 於 1971 年提出的方程式，假設 y_{li} 代表客製化防災資訊的願付價格，我們可以將其建模如下，參與決策的方程式如第 (1) 式所示，其中誤差項 ε_{li} 服從平均數為 0，變異數為 1 的常態分配。

$$y_{li} = x'_{li}\beta_{li} + \varepsilon_{li}, \varepsilon_{li} \sim N(0,1) \quad (1)$$

消費決策的方程式如第 (2) 式所示，其中誤差項 ε_{2i} 服從平均數為 0，變異數為 σ^2 的常態分配。

$$y_{2i} = x'_{2i}\beta_{2i} + \varepsilon_{2i}, \varepsilon_{2i} \sim N(0, \sigma^2) \quad (2)$$

透過 Probit 模型估計 y_{li} 的估計值，而 y_{li} 決定 y_{2i} 是否會被觀察到，只有在 $y_{li}=1$ 時，

-112-客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震強震區調查為例

y_{2i} 才會被觀察到。接著透過 Tobit 模型估計 y_{2i} 的估計值。因此，結合第 (1) 式與第 (2) 式，可以得到

$$y_i = \begin{cases} y_{2i} & \text{if } y_{1i} = 1 \text{ and } y_{2i} > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

y_{2i} 大於零和等於零的機率密度函數分別為：

$$\Pr(y_{1i} = 1) \cdot f(y_{2i} | y_{1i} = 1) = \Phi(x'_{1i}\beta_{1i}) \cdot \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_{2i} - x'_{2i}\beta_{2i}}{\sigma}\right) \quad (4)$$

$$\Pr(y_{2i} = 0) = 1 - \Phi(x'_{1i}\beta_{1i}) \cdot \Phi\left(\frac{x'_{2i}\beta_{2i}}{\sigma}\right) \quad (5)$$

其中 $\phi(\cdot)$ 為標準常態分配的機率密度函數， $\Phi(\cdot)$ 為標準常態分配的累積分布函數。結合第 (4) 式與第 (5) 式，其函數表達式如下

$$\ln(L) = \sum_{y_i=0} \ln \left[1 - \Phi(x'_{1i}\beta_{1i}) \cdot \Phi\left(\frac{x'_{2i}\beta_{2i}}{\sigma}\right) \right] + \sum_{y_i>0} \ln \left[\Phi(x'_{1i}\beta_{1i}) \cdot \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_{2i} - x'_{2i}\beta_{2i}}{\sigma}\right) \right] \quad (6)$$

其中 y_{2i} 為大於零的客製化的防災資訊願付價格；而 x'_{1i} 與 x'_{2i} 包括為各種臨震行為、年齡、所在地區最大震度、所在地區地震危害度、教育程度、受訪者家庭每個月的總收入、性別、地震災害的避難知識來源、覺得政府推動地震防災宣導/教育成效、地震後家中有無準備防災包、是否知道住家附近政府公告的避難地點、房屋類型/構造等為自變數。探討哪些臨震行為與其他變因對於參與客製化防災資訊應用程式的參與意願有顯著影響，以及探討在願意參與客製化防災資訊應用程式的情況下，哪些臨震行為與其他變因對於客製化的防災資訊願付價格有顯著影響。

二、實證資料

本節旨在說明實證資料與變數是如何選擇，可以分成兩個部分；第一部分介紹問卷資料；第二部分是介紹地震震度與危害度資料。

(一)問卷資料說明

1. 本文之問卷資料來源有二，分別為國家災害防救科技中心的「2016 天然災害社經影響家戶調查：0206 震災」(2016 Survey of Social and Economic Impacts of Households on Natural Hazards in Taiwan: 0206 Earthquake) 與國家災害防救科技中心的「0206 花蓮地震：地震感知與避難行為調查」(Survey of Perception on Earthquake and Evacuation Behaviors: 0206 Hualien Earthquake)。前者調查範圍為 2016 年高雄美濃地震震度六級以上與受災嚴重之行政區。關於 0206 高雄美濃地震震度六級以上的行政區與受災嚴重行政區定義說明如下：高雄美濃地震震度六級以上的行政區：嘉義縣梅山鄉、阿里山鄉、雲林縣古坑鄉、南投縣竹山鎮、臺南市善化區、關廟區、新市區、新化區、龍崎區、左鎮區、大內區、山上區、官田區、南化區、玉井區與楠西區。
2. 受災嚴重行政區之定義：因為地震所致之建築物與相關附屬設施毀壞、倒塌，被結構、建築、大地、土木技師工會評估危險建物且貼上黃、紅單數量較多的行政區，包含中西區、東區、永康區、仁德區與歸仁區，共計 21 個行政區。

針對上述調查範圍內的居住家戶，其調查對象為年滿 25 歲以上的居民。其因考量到若受訪者為非家庭經濟收入主要對象或年齡為未成年，難以回答經濟損失問題。該調查為電話訪問調查法，是利用電腦電話訪問輔助系統 (computer assisted telephone interview, CATI) 以進行調查工作。該調查是交由「趨勢民意調查股份有限公司」執行電話訪問工作，針對擬定之間卷題目逐一電訪，並將蒐集之調查資料過錄與建檔。電訪調查於 2016 年 08 月第一週至第二週完成。電話訪問工作，原則上為星期一至星期五的 18 時至 22 時

進行，若是星期六、日或國定假日，則於 13 時 30 分至 17 時 30 分與 18 時至 22 時進行。

抽樣設計：

1. 抽樣之母體：調查範圍內的普通居住戶數。
2. 樣本分層準則：以各縣市內的鄉鎮市區進行分層。
3. 抽樣方法：採用分層隨機抽樣法，於信賴度 95%下，抽樣誤差在正負 21 個百分點，完成 2,109 份有效樣本。
4. 樣本選取：由於居住人口數的資料無法取得，其代表無完整資料檔可查閱居住人口的電話號碼，故僅能採用中華電信股份有限公司的電腦建檔之住宅電話簿，並以電子檔做為抽樣清冊。藉由該電話號碼所線顯示之鄉鎮市區區碼，可清楚知道隸屬於哪一個鄉鎮市區別。再以鄉鎮市區作為分層抽樣配合其中的電話兩碼，於各地區內使用簡單隨機抽樣法，進行樣本抽樣。
5. 戶中抽樣：於樣本抽出後，採用洪氏戶中抽樣方法，抽出應訪問的受訪對象，由訪員撥號進行訪問。

調查問題包含了臨震行為模型中的變數，如臨震行為、房屋類型、社經變數等。教育程度分成九種，不識字、自學、幼稚園、國小、國中、高中/職、專科、大學、研究所以上。研究將依不識字、國中及以下 (含自修)、高中/職及專科、大學、碩士及以上五種教育程度為分類，轉換為 0、9、12、16、18 年之教育年數。總收入：單位為萬元/月，表示受訪者家庭每個月的總收入，12 個選項 (上下界自無收入至 25 萬元以上。其中，沒有收入至不超過 1 萬元，以 1 萬元為間距。1 萬元以上不超過 15 萬元，以 2 萬元為間距，15 萬元以上不超過 25 萬元則以 5 萬元為間距)，本文將其轉換為連續尺度變項，將各選項取組中間點作為推估值。關於客製化的防災資訊，問卷中的題目是「政府未來若可針對您的需求，提供客製化的防災資訊 (例如：地震到達時間、最近的避難所、最近食物供應處等)，您每年最高願意出多少錢來購買？」，問卷選項共有 12 個選項 (上下界自不願意購買、15 元至 315 元以上，以 30 元為間距)，取組中間點作為推估值。選項 1 是「不願意購買」，在 Double-Hurdle 模型將其視為沒有意願參與客製化防災資訊的應用程式。

若將不願意購買視為願付價格 0 元，直接統計受訪者回答的總金額，除以受訪者的總人數，得出平均願意花費 63.16 元購買客製化的防災資訊。表 1 為高雄美濃地震樣本之敘述統計。各個變數的兩兩相關係數 (pearson correlation coefficient) 均未超過 0.8。

後者調查範圍是以 2018 年 0206 花蓮地震時，轄內面積超過百分之五十屬於震度五級以上的鄉鎮，包括宜蘭縣南澳鄉、大同鄉、蘇澳鎮、冬山鄉、羅東鎮，以及花蓮縣秀林鄉、壽豐鄉、吉安鄉、新城鄉、花蓮市等 10 個鄉鎮，調查為對象在地震發生時，處於調查範圍內且年滿 18 歲以上的民眾。電訪於 2018 年 08 月 04 日至 2018 年 08 月 12 日完成調查。電話訪問工作，原則上為星期一至星期五的 18 時至 22 時進行，若是星期六、日及國定假日，則於 13 時 30 分至 17 時 30 分與 18 時至 22 時進行。執行電訪調查是委託趨勢民意調查股份有限公司，採用的統計方法為分層隨機抽樣法。採用中華電信股份有限公司的住宅電話簿，建立成電子檔案作為抽樣清冊，並搭配「各鄉鎮市區電話號碼局區碼」，以提供各鄉鎮市區分層結果，以作為分類之用途。接著各區以簡單隨機抽樣的方式，抽出樣本中的電話號碼，以隨機亂碼號碼方式，產生電話末兩位數字，若是未登錄電話簿的家戶，也有會抽中的機會。對於合格受訪者的選取方式，因家戶中接聽電話的人員不是隨機性的，在選取的樣本上容易有偏差的現象，故本調查採以「戶中抽樣」的方式，讓家中合格受訪者中選的機率是相近地，首先先詢問接聽電話者，家中有幾位是 18 歲以上的家人，訪員利用電訪系統隨機排序以擇取受訪者。因此，同一戶中的合格受訪者皆有等機率被抽取到，讓受訪者可涵蓋到各個年齡層。為避免樣本號碼為空號或非住宅電話，每一組在抽樣時會多抽備用電話號碼，若某一層不足時，以該層的備選號碼為遞補樣本。共 2049 份有效樣本。

調查問題包含了臨震行為模型中的變數，如臨震行為、房屋類型、社經變數等。2018 年花蓮地震樣本之受訪者的教育程度分成五種，不識字、國中及以下 (含自修)、高中/職及專科、大學、碩士及以上，與高雄美濃地震同樣轉成教育年數並進行後續分析。總收入的問題與資料處理方式與高雄美濃地震後調查相同。關於客製化的防災資訊，問卷中的題目是「未來若可針對您的需求，提供客製化的防災資訊 (例如：道路封閉、最近

—116—客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震
強震區調查為例

的避難收容處所、水庫放流等)，您每年最高願意出多少錢來購買？」。問題與高雄美濃地震後調查非常類似，都是在地災害資訊，以及疏散避難資訊，合併兩者是合理的做法。答項也一樣，得出平均願意花費 42.72 元購買客製化的防災資訊。表 2 為花蓮地震樣本之敘述統計。各個變數的兩兩相關係數均未超過 0.8。

表 1 2016 年高雄美濃地震樣本之敘述統計

2016 年高雄美濃地震	平均數	標準差	最大值	最小值
年齡	53.267	14.307	96.00	25.00
所在地區最大震度	265.164	52.208	374.99	221.78
總收入 (萬元/月)	4.505	5.486	28.00	0.00
客製化防災資訊願付價格 (元)	63.1579	119.611	315.00	0.00
臨震行為				
正確防災	0.144	0.351	1	0
往外跑	0.159	0.366	1	0
來不及動作	0.161	0.368	1	0
找家人	0.123	0.328	1	0
把門打開	0.114	0.318	1	0
不需應變	0.110	0.313	1	0
避難知識來源 (複選)				
電視	0.626	0.484	1	0
網路	0.282	0.450	1	0
平面媒體	0.117	0.322	1	0
教育機構	0.140	0.347	1	0
公司教育訓練	0.021	0.143	1	0
無意見	0.185	0.389	1	0
房屋類型				
透天	0.695	0.461	1	0
公寓大廈	0.137	0.344	1	0
平房	0.166	0.372	1	0
其他社經變數				
男性	0.458	0.498	1	0
教育程度 (年)	12.117	3.537	18	0
有防災包	0.177	0.382	1	0
防災宣導或教育成效	2.923	1.322	5	1
知道避難地點	0.220	0.414	1	0

表 2 2018 年花蓮地震樣本之敘述統計

2018 年花蓮地震	平均數	標準差	最大值	最小值
年齡	56.825	16.091	97.00	18.00
所在地區最大震度	323.770	128.114	465.96	107.80
總收入 (萬元/月)	4.194	5.450	25.00	0.00
客製化防災資訊願付價格 (元)	42.723	105.306	315.00	0.00
正確防災	0.065	0.246	1	0
往外跑	0.188	0.391	1	0
來不及動作	0.110	0.313	1	0
找家人	0.024	0.153	1	0
把門打開	0.048	0.214	1	0
不需應變	0.396	0.489	1	0
避難知識來源 (複選)				
電視	0.652	0.476	1	0
網路	0.315	0.465	1	0
平面媒體	0.126	0.332	1	0
教育機構	0.106	0.308	1	0
廣播	0.029	0.169	1	0
無意見	0.177	0.382	1	0
房屋構造				
木造	0.021	0.143	1	0
磚造	0.143	0.350	1	0
鋼筋混凝土	0.691	0.462	1	0
鋼構鋼骨	0.048	0.214	1	0
其他社經變數				
男性	0.433	0.496	1	0
教育程度 (年)	11.547	3.691	18	0
有防災包	0.359	0.480	1	0
防災宣導或教育成效	3.064	1.248	5	1
知道避難地點	0.243	0.429	1	0

(二)地震震度與危害度資料

本文使用軟體 QGIS 3.20.2 版地理資訊系統。從政府資料開放平台取得全國村里界圖的資料。2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震的震度資料來自交通部中央氣象局公布的測站震度資訊，由國家災害防救科技中心進行資料處理，繪製為網格狀震度資料，單位是 gal， $1 \text{ gal} = 1 \text{ cm} / \text{sec}^2$ 。透過 QGIS 軟體將震度資料進行村里邊界的裁切，切割出該鄉鎮的震度分布之後，再開啓屬性資料內容取得該鄉鎮的最大震度。高雄美濃地震後調查樣本位置，地震的震度最大為 374.99 gal，震度最大的地區為台南市山上區與左鎮區，地震的震度最小為 221.78 gal，震度最小的地區為台南市中西區。花蓮地震後調查的樣本位置，地震的震度最大為 465.96 gal，震度最大的地區為花蓮縣秀林鄉，地震的震度最小為 107.8 gal，震度最小的地區為宜蘭縣羅東鎮。

全國的地震危害度資料來自國立中央大學馬國鳳教授團隊在 2016 年提出的分析資料，該研究提出台灣未來 30 年、50 年各個孕震構造的發震機率，及 475 年回歸期地震之全台地表加速度分布圖，單位為 g (重力加速度)， $980 \text{ cm/sec}^2 \text{ sec}^2$ (Wang et al., 2016)。亦即地震危害度並非某一次地震事件的震度，而是每個地區地震強度與發生頻率兩項因素，可以表達較常發生強震。需透過 QGIS 軟體將地震危害度資料進行村里邊界的裁切，切割出該鄉鎮的地震危害度分布之後，再開啓屬性資料內容取得該鄉鎮的地震危害度，同樣以最大值代表該鄉鎮地震危害度。2018 年花蓮地震的樣本所在地區最大震度與地震危害度的相關係數超過 0.8，有嚴重共線性問題，因此無法同時進入迴歸式。若將高雄美濃地震樣本及花蓮地震樣本合併，最大震度與危害度的相關係數均未超過 0.8。由於地震危害度表示長期的地震強度與頻率兩項因素，與某次地震事件的震度涵義不同，若未有高度相關，則應同時放入迴歸式。

伍、實證結果

本文將受訪者的客製化防災資訊決策分成「參與決策」與「消費決策」二個部分。依據表 1 可以發現高雄美濃地震樣本的受訪者客製化防災資訊的平均願付價格為 63.15 元，依據表 2 可以發現花蓮地震樣本的受訪者願付價格為 42.72 元，有不少受訪者答零。使用 Double-Hurdle 模型可以探討哪些變項對於參與客製化防災資訊應用程式的參與意願有顯著影響，以智慧型手機而言，表示願意下載安裝應用程式。第二個部分是當受訪者願意參與客製化防災資訊應用程式的情況時，分析受訪者對於客製化防災資訊的願付價格之意願，亦即願意為使用此應用程式付費。

一、2016 年高雄美濃地震樣本

表 3 呈現，高雄美濃地震的 Double-Hurdle 模型迴歸結果，對於客製化防災資訊應用程式的參與決策之迴歸結果以及對於客製化防災資訊願付價格的消費決策之迴歸結果。在參與決策部分，客製化防災資訊應用程式的參與意願與避難知識來源是網路或平面媒體、教育程度、家庭每月的總收入以及知道避難地點均呈現正相關。表示避難知識來源是網路或平面媒體的民眾，較願意接受客製化防災資訊應用程式。教育程度越高的民眾，更有意願參與客製化防災資訊之應用程式。家庭每月總收入越高的民眾，對於客製化防災資訊應用程式的參與意願越高。知道避難地點的民眾，並未因為已經知道避難地點而較不願意參與，反而可能因為有較高的風險知覺，因此對於客製化防災資訊應用程式的參與意願較高；盡速起床並且往建築物外跑、避難知識來源是無意見以及年齡均呈現負相關。表示在遇到地震的當下，盡速起床並且往建築物外跑的民眾，並沒有比較高意願參與客製化防災資訊應用程式，可能的原因是，逃到屋外就感覺比較安全。受訪者關於

—120—客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震
強震區調查為例

地震災害的避難知識來源是民眾拒絕回答、不知道資訊取得管道或無意見狀況下，對於客製化防災資訊應用程式的參與意願較低。年齡較小的民眾，較有意願參與客製化防災資訊之應用程式。

表 3 高雄美濃地震樣本防災資訊願付價格的 Double-Hurdle 模型迴歸結果

高雄美濃地震	參與決策		消費決策	
臨震行為				
正確防災	-0.120	(0.118)	19.113	(17.036)
往外跑	-0.299**	(0.120)	1.073	(18.183)
來不及動作	0.088	(0.112)	3.194	(15.547)
找家人	-0.111	(0.121)	9.974	(17.284)
把門打開	-0.142	(0.122)	10.875	(17.325)
不需應變	-0.156	(0.134)	1.967	(19.800)
避難知識來源				
電視	0.035	(0.086)	-0.768	(11.875)
網路	0.220***	(0.081)	-36.968***	(11.481)
平面媒體	0.388****	(0.098)	-3.007	(13.004)
教育機構	0.071	(0.095)	-19.592	(12.926)
公司教育	0.341	(0.212)	-20.582	(26.090)
無意見	-0.285*	(0.151)	-56.327**	(25.888)
房屋類型				
透天	-0.097	(0.105)	1.721	(15.876)
公寓大廈	-0.068	(0.135)	-10.765	(19.737)
年齡	-0.009***	(0.003)	-0.383	(0.457)
所在地區最大震度	-0.001	(0.001)	0.049	(0.108)
教育程度(年)	0.057****	(0.015)	-4.514	(2.371)
家庭每月的總收入	0.016***	(0.006)	1.877**	(0.849)
男性	-0.024	(0.068)	-4.420	(0.995)
防災宣導或教育成效	-0.003	(0.027)	-5.014	(3.820)

表 3 高雄美濃地震樣本防災資訊願付價格的 Double-Hurdle 模型迴歸結果(續)

高雄美濃地震	參與決策		消費決策	
有防災包	0.126	(0.084)	-1.510	(11.600)
知道避難地點	0.180**	(0.079)	-7.843	(11.133)
常數	-0.758	(0.396)	339.988****	(60.444)
Sigma	102.241 (3.612)			

註：1. ****表示顯著水準達 0.1%，***表示達 1%，**表示達 5%，*表示達 10%。

2. 房屋類型-「透天、公寓大廈」，對應的參照變數為「平房」。
3. 高雄美濃地震樣本數 $n = 2109$ 。
4. Sigma 達 5% 以上顯著水準。

在消費決策部分，家庭每月的總收入與客製化防災資訊的願付價格呈現正相關。表示家庭每月總收入越高的民眾，對於客製化防災資訊的願付價格越高；避難知識來源是網路或無意見均與客製化防災資訊的願付價格呈現負相關。表示受訪者關於地震災害的避難知識來源是網路、民眾拒絕回答、不知道資訊取得管道或無意見狀況下，對於客製化防災資訊願付價格的意願較低。這部份的原因可能是，網路上免費的資訊、資源很多，多數的應用程式免費，故而多使用網路者參與意願高，但消費意願低。

二、2018 年花蓮地震樣本

表 4 呈現，花蓮地震的 Double-Hurdle 模型迴歸結果，對於客製化防災資訊應用程式的參與決策之迴歸結果以及對於客製化防災資訊願付價格的消費決策之迴歸結果。在參與決策部分，客製化防災資訊應用程式的參與意願與避難知識來源是網路或廣播、家庭每月的總收入以及家戶的房屋構造是鋼構鋼骨均呈現正相關。表示避難知識來源是網路或廣播的民眾，較有意願使用客製化防災資訊應用程式。在高雄美濃地震則是網路、平

表 4 花蓮地震樣本防災資訊願付價格的 Double-Hurdle 模型迴歸結果

花蓮地震	參與決策		消費決策	
臨震行為				
正確防災	-0.304*	(0.185)	-7.774	(20.071)
往外跑	0.056	(0.129)	13.114	(13.559)
來不及動作	-0.114	(0.152)	-16.396	(16.129)
找家人	-0.301	(0.255)	-15.771	(27.982)
把門打開	0.047	(0.189)	-0.659	(19.436)
不需應變	-0.363***	(0.120)	6.022	(13.118)
避難知識來源				
電視	0.039	(0.105)	-13.536	(10.959)
網路	0.315****	(0.094)	-17.341	(10.539)
平面媒體	0.107	(0.118)	-18.579	(13.045)
教育機構	0.089	(0.127)	-7.812	(12.967)
廣播	0.454**	(0.204)	-17.089	(20.794)
無意見	-0.102	(0.205)	-44.632*	(25.581)
房屋構造				
木造	0.339	(0.332)	1.772	(35.551)
磚造	0.006	(0.188)	-10.837	(22.254)
鋼筋混凝土	0.213	(0.149)	22.937	(16.678)
鋼構鋼骨	0.575****	(0.208)	-5.657	(21.361)
年齡	-0.016****	(0.003)	0.174	(0.342)
所在地區最大震度	-0.000	(0.000)	-0.057	(0.035)
教育程度 (年)	0.023	(0.016)	-2.549	(1.843)
家庭每月的總收入	0.034****	(0.007)	0.265	(0.714)
男性	-0.000	(0.084)	-3.235	(9.002)
防災宣導或教育成效	0.045	(0.034)	-1.750	(4.011)
有防災包	0.042	(0.086)	-9.492	(9.831)
知道避難地點	0.017	(0.092)	-8.964	(9.862)
常數	-0.821**	(0.370)	347.391****	(42.443)
Sigma	71.447 (3.021)			

註：1. ****表示顯著水準達 0.1%，***表示達 1%，**表示達 5%，*表示達 10%。

2. 房屋構造-「木造、磚造、鋼筋混凝土、鋼構鋼骨」，對應的參照變數為無意見 (包含民眾拒絕回答、不知道或無意見)。
3. 花蓮地震樣本數 $n = 2049$ 。
4. Sigma 達 5% 以上顯著水準。

面媒體有正相關。常用網路者參與意願較高是一致的結果。家庭每月總收入越高的民眾，對於客製化防災資訊應用程式的參與意願越高，這部分也與高雄美濃地震樣本相同。家戶的房屋構造是鋼構鋼骨之民眾，對於客製化防災資訊應用程式的參與意願較高；較符合官方宣導建議策略的「躲在堅固家具的底下」與「待在床上，用枕頭或被子保護頭部」之正確防災行為，沒感覺地震或覺得地震很小不需應變之臨震行為，以及年齡均呈現負相關。後者因為認為不需要應變，所以對防災資訊的參與意願較低，符合預期。前者受訪者表現出正確防災行為，也對防災資訊參與意願較低，可能是認為已經有疏散避難的資訊了。年齡較小的民眾，較有意願參與客製化防災資訊之應用程式，此結果與高雄美濃地震樣本相同。

在消費決策部分，避難知識來源是無意見與客製化防災資訊的願付價格呈現負相關。表示受訪者關於地震災害的避難知識來源是民眾拒絕回答、不知道資訊取得管道或無意見狀況下，對於客製化防災資訊願付價格的意願較低。

三、合併高雄美濃地震與花蓮地震調查樣本

2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震雖然都是台灣近年來少見的大地震，但兩者的規模、震度仍有些差異，且台灣西南部民眾與東部民眾的特徵有不少差異，例如東部地區發生有感地震的頻率就比西南部地區高。為了得到各變項更大的變異，將兩個調查資料予以合併分析。在應變數方面，兩個調查的問題非常類似，都是詢問對於災害的疏散、避難資訊的願付價格。在自變數方面，教育程度以高雄美濃地震調查的五種分類轉

換為準，將兩個調查的教育程度以年數合併。房屋類型的變項在兩個調查中並不相同，高雄美濃地震調查是以房屋型態的問題詢問，如平房、透天、公寓大樓等；花蓮地震調查則是以房屋結構的問題詢問，如磚造、鋼筋混凝土、鋼骨等。將高雄美濃地震之家戶的房屋類型-「平房」，與花蓮地震之家戶的房屋構造-「木造」與「磚造」合併。將高雄美濃地震之家戶的房屋類型-「公寓大廈」，與花蓮地震之家戶的房屋構造-「鋼筋混凝土」、「鋼構」、「鋼骨鋼筋混凝土」合併。表 5 呈現，結合高雄美濃地震與花蓮地震之合併樣本的 Double-Hurdle 模型迴歸結果，對於客製化防災資訊應用程式的參與決策之迴歸結果以及對於客製化防災資訊願付價格的消費決策之迴歸結果。

在參與決策部分，避難知識來源是網路、平面媒體或公司教育/廣播的民眾，較願意接受客製化防災資訊應用程式。所在地區地震危害度越大的情況下，民眾越有意願參與客製化防災資訊應用程式。教育程度越高的民眾，更有意願參與客製化防災資訊之應用程式。家庭每月總收入越高的民眾，對於客製化防災資訊應用程式的參與意願越高。已經知道避難地點的民眾，反而對於客製化防災資訊應用程式的參與意願較高，可能的原因是知道避難地點的民眾有較高的風險知覺。在顯著的負相關變項方面。結果顯示在遇到地震的當下，沒感覺地震或覺得地震很小並且不需應變的民眾，比較沒有意願參與客製化防災資訊應用程式。受訪者關於地震災害的避難知識來源是民眾拒絕回答、不知道資訊取得管道或無意見狀況下，對於客製化防災資訊應用程式的參與意願較低。年齡較小的民眾，較有意願參與客製化防災資訊之應用程式。

所在地區最大震度越大的情況下，民眾越沒有意願參與客製化防災資訊應用程式，可能的原因是，震度較高的情形下，民眾可能會覺得房屋的耐震能力比起疏散避難更重要。相較於台灣西南部的受訪者，台灣東部的受訪者更不願意參與客製化防災資訊應用程式。在最大震度與地震危害度的結果方面，當各別跑高雄美濃地震樣本、花蓮地震樣本時，因為最大震度與危害度會呈現高度相關，故單獨分析時僅放最大震度，而最大震度在各別樣本時也都不顯著。主要的原因是客製化防災資訊的使用是一種減災行為，當次地震的震度應不會影響使用意願。然而，在合併高雄美濃地震樣本與花蓮地震樣本時，

最大震度對防災資訊的參與意願有顯著地負向效果，可能的原因是，這兩個地震中高雄美濃的震度較大，而高雄美濃地震的災害主要是台南維冠金龍大樓倒塌，在建物於地震中倒塌的情形下疏散避難沒有作用，這導致了負向顯著的效果。地震危害並非某一次地震事件的震度，而是每個地區地震強度與發生頻率兩項因素，結果顯示地震危害度對防災資訊的參與意願有顯著地正向影響，符合預期，當一地的地震危害度越大越有意願使用客製化防災資訊應用程式。

在消費決策部分，結果顯示家庭每月總收入越高的民眾，對於客製化防災資訊的願付價格越高。相較於台灣西南部的受訪者，台灣東部的受訪者更願意支付金額購買客製化防災資訊。東部的受訪者雖然較不願意參與客製化防災資訊應用程式，卻有較高的願付金額。受訪者關於地震災害的避難知識來源是網路、民眾拒絕回答、不知道資訊取得管道或無意見狀況下，對於客製化防災資訊願付價格的意願較低。教育程度越高的民眾願付價格越低，可能的原因是高教育程度者更能夠自行找尋防災資訊。覺得政府推動地震防災宣導或教育成效越良好的民眾，越不願意支付金額購買客製化防災資訊，可能的原因是認為自己已經具備了足夠防災資訊，或是認為客製化防災資訊所提供的訊息也是一樣的內容。

–126–客製化防災資訊的使用意願及願付價格—以 2016 年高雄美濃地震與 2018 年花蓮地震
強震區調查為例

表 5 合併高雄美濃地震與花蓮地震樣本 Double-Hurdle 模型迴歸結果

合併	參與決策		消費決策	
臨震行為				
正確防災	-0.158	(0.098)	13.656	(12.856)
往外跑	-0.115	(0.087)	6.871	(11.621)
來不及動作	0.005	(0.089)	-1.313	(11.394)
找家人	-0.158	(0.105)	11.071	(13.457)
把門打開	-0.099	(0.101)	7.458	(12.978)
不需應變	-0.274***	(0.087)	8.354	(11.895)
避難知識來源				
電視	0.046	(0.066)	-5.301	(8.251)
網路	0.256****	(0.061)	-30.293****	(7.993)
平面媒體	0.268****	(0.074)	-10.502	(9.403)
教育機構	0.088	(0.075)	-14.18	(9.399)
公司教育/廣播	0.348**	(0.145)	-25.453	(17.360)
無意見	-0.210*	(0.120)	-51.240***	(18.697)
房屋類型				
透天	-0.045	(0.084)	5.799	(11.510)
公寓大廈	0.068	(0.081)	1.797	(11.436)
年齡	-0.013****	(0.002)	-0.161	(0.286)
所在地區最大震度	-0.001**	(0.000)	-0.085	(0.056)
地震危害度	0.487**	(0.243)	39.197	(34.267)
教育程度 (年)	0.032***	(0.010)	-3.670*	(1.469)
家庭每月的總收入	0.024****	(0.004)	1.307*	(0.581)
男性	-0.002	(0.052)	-4.318	(6.839)
防災宣導或教育成效	0.013	(0.020)	-4.606*	(2.776)
有防災包	0.086	(0.059)	-3.668	(7.727)
知道避難地點	0.123**	(0.059)	-6.739	(7.677)
花蓮	-0.365****	(0.080)	44.840****	(10.698)
常數	-0.754***	(0.262)	315.845****	(36.797)
Sigma	92.260 (2.466)			

註：1. ****表示顯著水準達 0.1%，***表示達 1%，**表示達 5%，*表示達 10%。

2. 房屋類的參照變數為「平房」，包含 2016 年高雄美濃地震之家戶的房屋類型-「平房」、2018 年花蓮地震之家戶的房屋構造-「木造」與 2018 年花蓮地震之家戶的房屋構造-「磚造」。
3. 房屋類型-「透天」包含 2016 年高雄美濃地震之家戶的房屋類型-「透天」與 2018 年花蓮地震之家戶的房屋構造-「加強磚造」。
4. 房屋類型-「公寓大廈」包含 2016 年高雄美濃地震之家戶的房屋類型-「公寓大廈」、2018 年花蓮地震之家戶的房屋構造-「鋼筋混凝土」、2018 年花蓮地震之家戶的房屋構造-「鋼構」與 2018 年花蓮地震之家戶的房屋構造-「鋼骨鋼筋混凝土」。
5. 合併樣本數 $n = 4158$ 。
6. Sigma 達 5% 以上顯著水準。

陸、結論與政策建議

本文分析由國家災害防救科技中心執行的「2016 天然災害社經影響家戶調查：0206 震災」及「0206 花蓮地震：地震感知與避難行為調查」，兩者分別於 2016 年高雄美濃地震及 2018 年花蓮地震後約 6 個月，針對震度六級以上及百分之五十屬於震度五級以上的鄉鎮區執行電訪，有效樣本分別為 2,109 份及 2,049 份。以 Double-Hurdle 迴歸模型分析客製化防災資訊願付價格。以下分別說明結論、政策建議與研究限制。

一、結論

在願付價格方面，若直接計算願付價格的平均值，其中許多答零（不願意）的樣本。高雄美濃地震樣本平均願意花費 63.16 元購買客製化的防災資訊，花蓮地震樣本則是平均願意花費 42.72 元購買。若採用 Tobit 模型分析，且將下限值設為零，迴歸結果請參見附

錄。再將變數的平均數代入 Tobit 迴歸式，將得出客製化防災資訊的應用程式願付價格之平均金額為-289.18 元。因為商品與服務無法為負值，這個負值的結果對於推廣防災資訊應用程式沒有什麼幫助。依據表 5，將 24 項變數的平均數代入 Double-Hurdle 迴歸模型，得出客製化防災資訊應用程式的參與之機率为 10.50%，客製化防災資訊願付價格的消費決策之平均金額為 266.46 元。此結果可以確認整體的平均值應該為負，但可以得到更為合理的參與意願比例，以及有參與意願者的平均願付價格。迴歸模型發現家庭月收入和教育程度越高、年輕族群、所在地地震危害度較高、網路與平面媒體使用者或已知政府公告避難地點的民眾，有較高的參與意願。可為市場開發時或政策推廣時，優先宣傳族群。若民眾已願意參與（安裝）客製化防災資訊的應用程式，居住在台灣東部、家庭月收入較高的民眾願付金額較高，可以設為付費專業版對象。

二、政策建議

本文發現家庭每月總收入高的民眾，不僅願意參與客製化防災資訊的應用程式，而且也對於客製化防災資訊的願付價格有較高之意願。符合預期，可能的原因是此族群的月收入高，進而可支配所得較多，故民眾願意花費金額以獲取更多相關的防災資訊。建議初期政策推廣或市場開發以及更進一步的提供客製化防災資訊的 VIP 收費服務，要由此族群開始行動，較容易有所進展。相對於年長者而言，客製化防災資訊在年輕族群接受程度較高。可能的原因是年輕人更習於使用手機應用程式接收客製化訊息，故政策推廣或市場開發建議要由年輕族群開始。透過網路或平面媒體獲得地震災害的避難知識之民眾，更願意參與客製化防災資訊的應用程式。資訊管道是網路的民眾已習慣由網路獲取相關資訊，資訊管道是平面媒體的民眾相較於其他媒體，如電視，大多花較多時間研讀、自行尋找資訊，進而對客製化防災資訊的接受度較高。故建議於網路平台或平面媒體，投放推廣訊息。教育程度高或已經知道政府公告避難地點的民眾，對於參與客製化防災資訊應用程式的意願較高，可能的原因是此族群防災意識較高。故應用程式推廣建

議要由較高教育程度的民眾開始宣傳，同時建議配合政府或團體舉辦防災避難演習活動、地震避難掩護示範觀摩活動或防災教育演習時，進行推廣。相較於台灣西南部的民眾，台灣東部的民眾較不願意參與客製化防災資訊應用程式，但是願意參與客製化防災資訊應用程式的台灣東部之民眾，更有意願花費較多金額購買客製化防災資訊。地震危害度對防災資訊的參與意願有顯著地正向影響，當一地的地震危害度越大越有意願使用客製化防災資訊應用程式，因而在推廣時也需要從危害度較大的地區優先。

三、研究限制與未來研究

本文研究受限制處在於：第一，本文的客製化防災資訊是要推廣適用於全台灣及外島地區的民眾，然而國家災害防救科技中心的「2016 天然災害社經影響家戶調查：0206 震災」計畫的調查範圍為震度六級以上與受災嚴重之行政區。「0206 花蓮地震：地震感知與避難行為調查」計畫的調查範圍為轄內面積超過百分之五十屬於震度五級以上的鄉鎮。相較於半年內經歷地震震度五級或六級以上的民眾，較久以前經歷強震者，或經歷地震震度四級以下的民眾，其對於地震的臨震行為反應與防災資訊態度會有所差異。從分析結果來看，最大震度在各別樣本時不顯著，此研究限制對願付價格分析結果的影響可能不是太大。此外，部分臨震行為對客製化防災資訊的參與決策有顯著影響。這兩次地震均於夜晚發生，多數民眾在家裡，若於白天發生，民眾在工作地點、商場等處的臨震行為未必與本研究相同。災害發生後居民的願付價格可能隨時間改變，但這兩個調查均於地震後約六個月進行調查，且未進行追蹤調查，故僅能反映強震後強震區民眾約半年後的願付價格。未來擴大調查範圍、追蹤調查、增加變項，如文化因素、資訊信任等，也可以詢問不願意使用的原因，如此可以得到更全面的台灣社會對客製化防災資訊的需求。若在全台且大樣本地調查防災資訊需求，則可探討不同地區對願付價格的差異，將有助於更精細地制定差異化市場策略。第二，這兩份調查的有一特色是臨震行為，所以必須限制在強震區進行調查。目前只有市話調查能夠鎖定調查區域，但市話調查有樣本

偏差的問題，尤其是那些住處沒有市話的群體，這也可能導致受調查群體的願付價格相較於社會整體有被低估或高估的可能。第三，此兩問卷對於客製化防災資訊的提供內容沒有非常明確，不同的受訪者對於防災資訊的定義與內容會有所偏差，進而影響客製化防災資訊願付價格的意願。此外，提供不同客製化資訊的成本也不同，有較為明確的資訊內容方能進行成本效益評估。第四，此兩問卷對於家戶的房屋類型或構造問題不一樣，合併恐造成誤差。

附表 1 客製化防災資訊應用程式願付價格的 Tobit 模型迴歸結果

WTP	高雄美濃地震 ^a	花蓮地震 ^b	合併 ^c
臨震行為			
正確防災	-27.293	-116.985*	-46.319
往外跑	-86.623**	27.267	-29.986
來不及動作	25.724	-47.595	-1.206
找家人	-24.702	-110.940	-43.013
把門打開	-34.318	6.241	-27.392
不需應變	-41.987	-133.783***	-86.910***
避難知識來源			
電視	11.784	8.010	13.835
網路	42.578*	106.281***	67.241***
平面媒體	108.345***	31.763	80.346***
教育機構	10.010	27.396	19.515
公司教育/廣播	81.558	152.458**	95.814**
無意見	-111.470**	-64.905	-92.598**
房屋類型/構造			
透天	-26.524	N/A	-10.215
公寓大廈	-27.386	N/A	22.611
木造	N/A	123.200	N/A
磚造	N/A	0.578	N/A
鋼筋混凝土	N/A	89.404	N/A

附表 1 客製化防災資訊應用程式願付價格的 Tobit 模型迴歸結果(續)

WTP	高雄美濃地震 ^a	花蓮地震 ^b	合併 ^c
鋼構鋼骨	N/A	202.056***	(75.466)
年齡	-2.676***	(0.906)	-5.592***
所在地區最大震度	-0.226	(0.211)	-0.177
地震危害度	N/A	N/A	N/A
教育程度(年)	15.252***	(4.373)	9.151
家庭每月的總收入	5.215***	(1.718)	12.096***
男性	-8.143	(19.965)	-4.162
防災宣導或教育成效	-0.070	(7.758)	14.868
有防災包	37.201	(24.289)	15.584
知道避難地點	49.564**	(22.944)	1.099
花蓮	N/A	N/A	N/A
常數	-189.472	(116.172)	-299.248**
			(136.669)
			-230.270***
			(84.984)

註：1. ****表示顯著水準達 0.1%，***表示達 1%，**表示達 5%，*表示達 10%。

2. 房屋類型/構造：參照組為「平房」。

3. 房屋類型/構造：參照組為無意見(包含民眾拒絕回答、不知道或無意見)。

4. 房屋類型/構造：高雄美濃地震的「公寓大廈」與花蓮地震的「鋼筋混凝土、鋼構、鋼骨鋼筋混凝土」合併。
高雄美濃地震的「透天」與花蓮地震的「加強磚造」合併。參照組為高雄美濃地震的「平房」及花蓮地震的
「木造、磚造」。

參考文獻

一、中文部分

- 林桓億、許聖章與劉哲良，2021，「氣象資訊服務經濟價值評估—以臺灣主力農家為例」，*應用經濟論叢*，109:41-81。(Lin, H. I., S. J. Sheu, and J. L. Liou, 2021, “Benefit Evaluation of Weather Information Service—The Case of Major Farm Households in Taiwan”, *Taiwan Journal of Applied Economics*, 109: 41-81.)
- 邱皖聆、張靜貞、許家勝與林詠萱，2020，「極端氣候早期預警的願付價值估計—以心血管疾病為例」，*應用經濟論叢*，107：1-35。(Chiu, W. L., C. C. Chang, C. S. Hsu, and Y. H. Lin, 2020, “Estimating the Value of Extreme Temperature Early Warning: A Case Study of Cardiovascular Disease”, *Taiwan Journal of Applied Economics*, 107: 1-35.)
- 吳珮瑛、鄭琬方與蘇明達，2004，「複檻式決策過程模型之建構：條件評估法中抗議性答覆之處理」，*農業與經濟*，32：29-70。(Wu, P. I., W. F. Cheng, and M. T. Su, 2004, “Model of Multiple-hurdle with Decision Process: A Possible Resolution of Protest Responses in Contingent Valuation Questions”, *Agriculture and Economics*, 32: 29-70.)

二、英文部分

- Anaman, K. A., R. Quaye, and E. Amankwah, 2017, “Evaluation of Public Weather Services by Users in the Formal Services Sector in Accra, Ghana”, *Modern Economy*, 8: 921-945.
- Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner, and H. Schuman, 1993, “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation”, *Federal Register*, 58: 4601-4614.
- Berlo, D. K. 1960, *The Process of Communication: An Introduction to Theory and Practice*,

- New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Blundell, R. and C. Meghir, 1987, “Bivariate Alternatives to the Tobit Model”, *Journal of Econometrics*, 34: 179-200.
- Boardman, A. E., D. H. Greenberg, A. R. Vining, and D. L. Weimer, 2017, *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ciriacy-Wantrup, S. V., 1952, *Resource Conservation: Economics and Policies*, Berkeley: University of California Press.
- Cragg, J. G., 1971, “Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods”, *Econometrica*, 39: 829-844.
- Crouhy, M., D. Galai, and R. Mark, 2013, *The Essentials of Risk Management*, New York ; London : McGraw Hill.
- Davis, R. K., 1963, “Recreational Planning as an Economic Problem”, *Natural Resource Journal*, 3: 239-249.
- Grossi, P., H. Kunreuther, and D. Windeler, 2005, “An Introduction to Catastrophe Models and Insurance”, in Grossi, P., H. Kunreuther, and C. C. Patel, ed., *Catastrophe Modeling: A New Approach to Managing Risk*, 23-42, New York: Springer Science & Business Media.
- Hanemann, W. M., 1985, “Some Issues in Continuous- and Discrete-response Contingent Valuation Studies”, *Northeastern Journal of Agricultural Economics*, 14: 5-13.
- Ouédraogo, M., S. Barry, R. B. Zougmore, S. T. Partey, L. Somé, and G. Baki, 2018, “Farmers’ Willingness to Pay for Climate Information Services: Evidence from Cowpea and Sesame Producers in Northern Burkina Faso”, *Sustainability*, 10: 611.
- Park, S. Y., S. Y. Lim, and S. H. Yoo, 2016, “The Economic Value of the National Meteorological Service in the Korean Household Sector: A Contingent Valuation Study”, *Sustainability*, 8: 834.
- Pietrantonio, L. and G. Prati, 2009, *Psicologia Dell'emergenza*, Bologna: Il Mulino.
- Prati, G., V. Catufi, and L. Pietrantonio, 2012, “Emotional and Behavioural Reactions to Tremors of the Umbria-Marche Earthquake”, *Disasters*, 36: 439-451.
- Pritchard, C. L., 2014, *Risk Management: Concepts and Guidance*, Baco Raton: CRC Press.
- Shukla, P. R., J. Skea, A. Reisinger, R. Slade, R. Fradera, M. Pathak, A. A. Khourdajie, M.

- Belkacemi, R. van Diemen, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, D. McCollum, S. Some, and P. Vyas, 2022, “Summary for Policymakers”, in Pörtner, H. O., D. C. Roberts, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. M. B. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, and A. Okem, ed., *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 3-48, Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Tobin, J., 1958, “Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables”, *Econometrica*, 26: 24-36.
- Wang, Y. J., C. H. Chan, Y. T. Lee, K. F. Ma, J. B. H. Shyu, R. J. Rau, and C. T. Cheng, 2016, “Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Taiwan”, *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 27: 325-340.

The Adoption and the Willingness to Pay for Customized Emergency Information Applications: A Case Study of Strong Seismic Areas During 2016 Kaohsiung Meinong Earthquake and 2018 Hualien Earthquake

Yen-Lien Kuo^{*} and Ting-Hua Hsieh^{**}

Abstract

The 2016 Kaohsiung Meinong Earthquake and 2018 Hualien Earthquake in Taiwan were major disasters. Some residents in the strong seismic areas fled their homes. After the disaster, some people also needed to take refuge because their houses were damaged. During such disasters, if the Taiwanese government provides customized evacuation information through smartphone applications; however, the benefits of such services and who is willing to adopt and pay for them remain unclear. Accordingly, the present study adopted the contingent valuation method to assess individuals' willingness to pay for such information services. Because the Taiwanese government already provides substantial free hazard information, many of the respondents expressed unwillingness to pay for them. In other studies, those

^{*} Associate Professor, Department of Economics, National Cheng Kung University.

Corresponding Author. Email: yenlien@mail.ncku.edu.tw.

^{**} Engineering Management Graduate Program, National Cheng Kung University.

DOI: 10.7086/TJAE.202406_(115).0002

Received January 18, 2023; Revised November 29, 2023; Accepted May 10, 2024.

respondents' willingness to pay has been set to 0, and a limited dependent variable model has been employed to estimate the average willingness to pay of all respondents. That cannot distinguish whether respondents are unwilling to participate or whether their willingness to pay is 0. The results of the present study demonstrated that high household income, educational level, seismic hazard, younger age, Internet usage, print media readership, and awareness of shelter locations were associated with high willingness to adopt customized emergency information applications. Those who have a higher willingness to adopt would become the target audiences when exploiting the market or promotion by the government. Additionally, of those willing to adopt such services, individuals with higher income and those living in eastern Taiwan exhibited a relatively high willingness to pay for them. Those who may become the target audience when promoting the paid professional version.

Keywords: Behavioral Reactions to Earthquake, Limited Dependent Variable, Tobit, Double-Hurdle

JEL Classification: D80, Q54

Extended Abstract

I. Introduction

In recent years, Taiwan has experienced two devastating earthquakes, namely the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake and the 2018 Hualien earthquake. These events resulted in substantial casualties and damage. Residents of the high-intensity seismic zones faced the immediate challenges of evacuation and seeking shelter. Earthquake hazards are uncontrollable, and current technology can only provide earthquake alerts and early warnings a few seconds in advance. Seismologists know that earthquakes do not kill people—buildings do. People's

environment and behavioral reactions during an earthquake are key determinants of injury rates and severity. Additionally, after an earthquake, when houses are damaged, addressing evacuation and shelter needs is crucial. How people find shelters considerably affects their post-disaster recovery.

Currently, the Taiwanese government provides free information on hazard and disaster prevention. In 2016, Taiwan established an earthquake early warning system that sends earthquake warning messages to smartphones through its disaster prevention alert cell broadcast system. The Central Weather Bureau also provides weather updates and information about earthquake epicenters and magnitudes through a smartphone application. Hazard maps are created by relevant authorities for various types of disasters; such maps include active fault maps produced by the Central Geological Survey of the Ministry of Economic Affairs. Information on evacuation and shelter locations is compiled at the village level and used to generate disaster prevention maps, which are subsequently provided to residents. Because this information is free, a considerable proportion of people would be unwilling to pay for smartphone applications providing local routes of evacuation and shelters. However, apps providing instant customized disaster prevention information, such as location-specific and disaster-specific disaster prevention information, would be costly to develop and run. The present study aims to explore the potential benefits of providing customized emergency information through smartphone applications, focusing on localized evacuation and shelter information and identifying people who are willing to use and even pay for such services.

II. Methodology

The present study used data obtained from telephone surveys conducted six months after the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake and the 2018 Hualien earthquake. The surveys targeted residents in areas where seismic intensity levels of 5 or higher were been recorded. For the Kaohsiung and Hualien surveys, 2,109 and 2,049 valid samples, respectively, were

collected. Respondents were asked about their behavior reactions during an earthquake, their willingness to pay (WTP) for customized disaster emergency information, and their socioeconomic data.

To analyze the collected data, the present study employed the double-hurdle model, which was proposed by Cragg in 1971. That separates the decision to use customized emergency information from that on how much to pay for such information. This model can differentiate between respondents who are unwilling to pay and those whose WTP is zero. During the first stage of the model, Probit regression was performed to estimate the likelihood of using a customized emergency information service, and in the second stage, Tobit regression was conducted to estimate the amount that the respondents were willing to pay.

III. Results

The descriptive statistics revealed differences in WTP between the two earthquake samples (Kaohsiung and Hualien samples collected after the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake and 2018 Hualien earthquake, respectively). The average WTP values for the Kaohsiung and Hualien samples were NT\$63.16 and NT\$42.72, respectively. Numerous respondents were unwilling to pay, highlighting the importance of differentiating between nonparticipation and zero valuation. The data also revealed variations in socioeconomic characteristics, with the Kaohsiung sample respondents having slightly higher average income and education level compared with the Hualien sample respondents.

A. 2016 Kaohsiung Earthquake Sample

Table 3 lists the double-hurdle model regression results for the WTP for customized emergency information in the Kaohsiung earthquake sample.

Table 3 Double-hurdle Model Regression Results for WTP for Customized
Emergency Information in the Kaohsiung Earthquake Sample

Kaohsiung Earthquake	Participation decision		Consumption decision	
Behavioral reactions				
correct disaster behaviors	−0.120	(0.118)	19.113	(17.036)
fleeing outside	−0.299**	(0.120)	1.073	(18.183)
freeze	0.088	(0.112)	3.194	(15.547)
find one’s family	−0.111	(0.121)	9.974	(17.284)
open the door	−0.142	(0.122)	10.875	(17.325)
no need to act	−0.156	(0.134)	1.967	(19.800)
Sources of evacuation information				
TV	0.035	(0.086)	−0.768	(11.875)
Internet	0.220***	(0.081)	−36.968***	(11.481)
print media	0.388****	(0.098)	−3.007	(13.004)
education institution	0.071	(0.095)	−19.592	(12.926)
company	0.341	(0.212)	−20.582	(26.090)
no specific	−0.285*	(0.151)	−56.327**	(25.888)
Housing types				
townhouse	−0.097	(0.105)	1.721	(15.876)
apartment	−0.068	(0.135)	−10.765	(19.737)
age	−0.009***	(0.003)	−0.383	(0.457)
maximum seismic intensity	−0.001	(0.001)	0.049	(0.108)
education years	0.057****	(0.015)	−4.514	(2.371)
monthly household incomes	0.016***	(0.006)	1.877**	(0.849)
male	−0.024	(0.068)	−4.420	(0.995)
the effectiveness of gov’n. earthquake education	−0.003	(0.027)	−5.014	(3.820)
has a disaster preparedness kit	0.126	(0.084)	−1.510	(11.600)
aware of evacuation sites	0.180**	(0.079)	−7.843	(11.133)
Constant	−0.758	(0.396)	339.988****	(60.444)
sigma		102.241	(3.612)	

Note: (a) **** indicates a significance level of 0.1%, *** indicates 1%, ** indicates 5%, and * indicates 10%. (b) Regarding housing types, “townhouse/apartment” corresponds to the

reference variable “single-story house.” (c) The sample size for the Kaohsiung Meinong earthquake is $n = 2,109$. (d) Sigma indicates a significance level of more than 5%.

B. 2018 Hualien Earthquake Sample

Table 4 lists the double-hurdle model regression results for the WTP for customized emergency information in the Hualien earthquake sample.

Table 4 Double-hurdle Model Regression Results for WTP for Customized Emergency Information in Hualien Earthquake Sample

Hualien Earthquake	Participation decision		Consumption decision	
Behavioral reactions				
correct disaster behaviors	−0.304	(0.185)	−7.774	(20.071)
fleeing outside	0.056	(0.129)	13.114	(13.559)
freeze	−0.114	(0.152)	−16.396	(16.129)
find one’s family	−0.301	(0.255)	−15.771	(27.982)
open the door	0.047	(0.189)	−0.659	(19.436)
no need to act	−0.363***	(0.120)	6.022	(13.118)
Sources of evacuation information				
TV	0.039	(0.105)	−13.536	(10.959)
Internet	0.315****	(0.094)	−17.341	(10.539)
print media	0.107	(0.118)	−18.579	(13.045)
education institution	0.089	(0.127)	−7.812	(12.967)
broadcasts	0.454**	(0.204)	−17.089	(20.794)
no specific	−0.102	(0.205)	−44.632*	(25.581)
Building structures				
Wooden	0.339	(0.332)	1.772	(35.551)
Brick	0.006	(0.188)	−10.837	(22.254)
Reinforced concrete	0.213	(0.149)	22.937	(16.678)
Steel frame	0.575****	(0.208)	−5.657	(21.361)
age	−0.016****	(0.003)	0.174	(0.342)

Table 4 Double-hurdle Model Regression Results for WTP for Customized Emergency Information in Hualien Earthquake Sample (Continue)

Hualien Earthquake	Participation decision		Consumption decision	
maximum seismic intensity	–0.000	(0.000)	–0.057	(0.035)
education years	0.023	(0.016)	–2.549	(1.843)
monthly household incomes	0.034****	(0.007)	0.265	(0.714)
male	–0.000	(0.084)	–3.235	(9.002)
the effectiveness of govn. earthquake education	0.045	(0.034)	–1.750	(4.011)
has a disaster preparedness kit	0.042	(0.086)	–9.492	(9.831)
aware of evacuation sites	0.017	(0.092)	–8.964	(9.862)
Constant	–0.821**	(0.370)	347.391****	(42.443)
sigma	71.447 (3.021)			

Note: (a) **** indicates a significance level of 0.1%, *** indicates 1%, ** indicates 5%, and * indicates 10%. (b) Regarding building structures, “wooden, brick, reinforced concrete, and steel frame” correspond to the reference variable “no opinion” (including respondents who refused to answer or indicated that they did not know or had no opinion). (c) The sample size for the Hualien earthquake is $n = 2,049$. (d) Sigma indicates a significance level of more than 5%.

C. Combined Sample

Although the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake and 2018 Hualien earthquake were both major earthquakes that recently occurred in Taiwan, they differed in terms of magnitude and intensity. Additionally, notable differences exist in the characteristics of the residents from Southwestern versus Eastern Taiwan. For instance, those from Eastern Taiwan experienced earthquakes more frequently than those from Southwestern Taiwan. To achieve greater variability in each variable, the survey data from the two earthquake samples were combined and analyzed (Table 5).

In the participation decision analysis, younger age, higher monthly household income, higher education level, and higher seismic hazard level in the area of residence positively influenced the likelihood of participating in customized emergency information services. Additionally, individuals who acquired their evacuation knowledge from the Internet, print media, or company/broadcasts were more willing to use customized emergency information applications. Those who were already aware of evacuation sites were more willing, likely because of stronger risk perception. Conversely, those who experience earthquakes frequently or perceived the earthquake as minor and requiring no action were less likely to participate. Additionally, those who refused to answer or were unaware of how to obtain disaster information exhibited lower willingness to participate.

Higher maximum seismic intensity in a given area of residence reduced the respondents' willingness to participate, possibly because the respondents prioritized a building's structural integrity over evacuation. Compared with the residents from Southwestern Taiwan, those from Eastern Taiwan were less willing to participate. Separate analyses of the samples from the Kaohsiung Meinong and Hualien earthquakes revealed that maximum seismic intensity was a nonsignificant factor, possibly because using customized emergency information is a mitigation behavior and not directly influenced by earthquake intensity. However, when the samples were combined, maximum seismic intensity had a significant negative effect on participation, possibly because of the more severe effects of the Kaohsiung Meinong earthquake (relative to the Hualien earthquake), during which building collapses hindered evacuation efforts. Seismic hazard level, which considers both earthquake intensity and frequency, had a significant positive effect on participation willingness. The respondents from areas with a higher seismic hazard level were more willing to use customized emergency information applications, aligning with expectations. This indicates that promotional efforts should prioritize areas with higher seismic hazard levels.

The results of a consumption decision analysis revealed that individuals with higher monthly household income exhibited higher WTP for customized emergency information. Compared with the respondents from Southwestern Taiwan, those from Eastern Taiwan were more willing to pay for customized emergency information, even though they were less willing

to use the application. The respondents who acquired their earthquake evacuation knowledge from the Internet, those who refused to answer, and those who were unaware of how to obtain disaster information exhibited lower WTP. A higher level of education was associated with lower WTP, possibly because more educated individuals are more capable of independently acquiring disaster prevention information. Additionally, the respondents who perceived government efforts to implement earthquake education and promotion as being effective were less willing to pay for customized emergency information, possibly because they felt that they were sufficiently informed or believed the customized information provided no additional value.

Table 5. Double-hurdle Model Regression Results for Combined Kaohsiung Meinong and Hualien Earthquake Sample

Combined	Participation decision		Consumption decision	
Behavioral reactions				
correct disaster behaviors	−0.158	(0.098)	13.656	(12.856)
fleeing outside	−0.115	(0.087)	6.871	(11.621)
freeze	0.005	(0.089)	−1.313	(11.394)
find one’s family	−0.158	(0.105)	11.071	(13.457)
open the door	−0.099	(0.101)	7.458	(12.978)
no need to act	−0.274***	(0.087)	8.354	(11.895)
Sources of evacuation information				
TV	0.046	(0.066)	−5.301	(8.251)
Internet	0.256****	(0.061)	−30.293****	(7.993)
print media	0.268****	(0.074)	−10.502	(9.403)
education institution	0.088	(0.075)	−14.18	(9.399)
company/broadcasts	0.348**	(0.145)	−25.453	(17.360)
no specific	−0.210*	(0.120)	−51.240***	(18.697)
Housing types				
townhouse	−0.045	(0.084)	5.799	(11.510)
apartment	0.068	(0.081)	1.797	(11.436)
age	−0.013****	(0.002)	−0.161	(0.286)

Table 5. Double-hurdle Model Regression Results for Combined Kaohsiung Meinong and Hualien Earthquake Sample (Continue)

Combined	Participation decision		Consumption decision	
maximum seismic intensity	-0.001**	(0.000)	-0.085	(0.056)
seismic hazard levels	0.487**	(0.243)	39.197	(34.267)
education years	0.032***	(0.010)	-3.670*	(1.469)
monthly household incomes	0.024****	(0.004)	1.307*	(0.581)
male	-0.002	(0.052)	-4.318	(6.839)
the effectiveness of govn. earthquake education	0.013	(0.020)	-4.606*	(2.776)
has a disaster preparedness kit	0.086	(0.059)	-3.668	(7.727)
aware of evacuation sites	0.123**	(0.059)	-6.739	(7.677)
Hualien	-0.365****	(0.080)	44.840****	(10.698)
constant	-0.754***	(0.262)	315.845****	(36.797)
sigma	92.260 (2.466)			

Note: (a) **** indicates a significance level of 0.1%, *** indicates 1%, ** indicates 5%, and * indicates 10%. (b) The reference variable for housing type is “single-story house,” which includes the “single-story house” housing type from the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake survey and the “wooden” and “brick” structures from the 2018 Hualien earthquake survey. The housing type “townhouse” includes the “townhouse” housing type from the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake survey and the “reinforced brick” structure from the 2018 Hualien earthquake survey. The housing type “apartment” includes the “apartment” type from the 2016 Kaohsiung Meinong earthquake survey and the “reinforced concrete,” “steel frame,” and “steel reinforced concrete” structures from the 2018 Hualien earthquake survey. (c) The combined sample size was $n = 4,158$. (d) Sigma indicates a significance level of more than 5%.

IV. Conclusion

Because the government provides free hazard and disaster prevention information, numerous respondents were unwilling to pay for customized emergency information. If their responses are regarded as zero WTP, the average WTP would be extremely low. If the Tobit model was used for analysis and the lower limit was set to zero, the averaged WTP would be negative. Because goods and services cannot be sold at a negative price, this negative result is not helpful for promoting customized emergency information applications. When the average values for 24 variables were substituted into the double-hurdle regression model (Table 5), the probability of adopting customized emergency information applications was 10.50%, and the average WTP amount for customized emergency information applications was NT\$266.46. Demographic factors significantly influenced both the respondents' willingness to adopt such applications and the amount they were willing to pay for customized emergency information. Higher monthly household income and education levels, younger age, prior disaster knowledge, and an area with higher seismic hazard level were key predictors of higher participation willingness.

Compared with older respondents, younger respondents were more accepting of customized emergency information. This may be because younger individuals are more accustomed to using mobile applications to receive personalized messages. Therefore, policy promotion or market development should start by focusing on younger individuals. The respondents who obtained earthquake disaster evacuation knowledge through the Internet or print media were more willing to participate in using customized emergency information applications. Therefore, commercials about customized emergency information applications should be promoted through Internet platforms or print media. Furthermore, collaborations with the government or relevant organizations should be established to promote such applications during disaster evacuation drills, earthquake evacuation cover demonstrations, or disaster education exercises. For those willing to participate in using customized emergency information applications, providers can charge for premium features, such as advanced

customization options. This model would be particularly effective for higher-income populations and residents of Eastern Taiwan.