

農業氣象資訊服務推廣成效之經濟價值評估 —以四個農會為例*

林桓億**、許仁弘***、劉哲良****、鄭向農*****、溫芳宜*****

為研究農業氣象資訊推廣教學活動所創造之經濟價值，本研究利用假設市場評估法，以新竹芎林、彰化竹塘、高雄美濃、花蓮吉安四個農會做為研究對象，進行價值評估。首先於 2019 年進行第一次問卷調查，取得 420 位農民對氣象資訊服務之主觀評價及願意支付價格，以此建立該地區之基線資料；而後於 2020 年，在此四個農會中，選定特定的蔬菜、果樹產銷班農民作為實驗組，進行農業氣象資訊應用推廣活動教學，教導產銷班農民使用農業氣象資訊，而未參加此活動的產銷班或其他農民則作為對照組。最後於 2021 年進行回訪問卷調查，取得 263 份問卷。藉由跨年度問卷調查結果，可比較推廣教學活動前後，農民對於中央氣象局農業氣象資訊之主觀準確度評分和對於農作物產出影響程度之判斷，並透過比較活動實施前後願付價格之變化，以進一步做為農業氣象資訊推廣活動經濟價

* 作者們感謝交通部中央氣象局提供本文之研究計畫補助，以及承蒙新竹縣芎林鄉農會、彰化縣竹塘鄉農會、高雄市美濃區農會、花蓮縣吉安鄉農會，協助舉辦農業氣象推廣教學活動與問卷調查，特此致謝。作者們亦感謝兩位匿名審查人所提供之寶貴意見。文中論點僅代表作者之立場，如有任何疏漏及謬誤，概由作者負責。

** 中華經濟研究院第三研究所副研究員。

*** 通訊作者：中華經濟研究院第三研究所分析師，地址：臺北市 10672 大安區長興街 75 號，email：clarkhsu@cier.edu.tw。

**** 中華經濟研究院綠色經濟研究中心研究員。

***** 中華經濟研究院第三研究所輔佐研究員。

***** 中華經濟研究院第一研究所副研究員。

投稿日期：2022 年 6 月 2 日；第一次修改日期：2022 年 7 月 3 日；接受日期：2022 年 7 月 21 日。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review)，28:1(2022)，1-45。

臺灣農村經濟學會出版

值之推估依據。結果顯示，參加過推廣活動之農民，對於氣象預報服務的願付價格較未參加者高出 12% 至 51%，平均值為每年每人 1,175.9 元。本文之研究結果不僅可驗證推廣活動對於受試者之潛在經濟價值，同時亦可作為公部門衡量推廣活動成效及進行推廣政策決策之依據。

關鍵詞：氣象資訊服務、經濟價值、假設市場評估法、農業氣象

JEL 分類代號：Q16, Q54, R11

I、前言

氣象資訊及氣候服務在人類決策過程中發揮著關鍵作用，並普遍影響各個部門之運作，其中以農業部門最為明顯。世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）在 2019 年出版的《全球氣候服務發展現況報告》中指出，85%的國家認為，氣候變遷與極端氣候，是造成全球食安危機的主因，而氣候的穩定與否，更直接影響農民的農務安排與農作物的生長，故應優先發展氣候服務作為因應。該報告進一步指出，發展氣候服務可以維持糧食穩健供給，並帶動經濟發展，若能改善氣候變化預測和保持水土，估計全球各產業一年可以增加 300 億美元的產值，以及減少 20 億美元的損失（WMO, 2019）。

對農民而言，當農作物遭遇劇烈氣候變化，例如颱風、豪雨、乾旱、焚風、強風等天然災害時，若無合適的防災減災準備，將造成巨大的損失；精準的氣象預報不僅可以幫助農民做出適當決策，同時也幫助農民防範天然災害。因此如何獲取確切需要的農業氣象資訊，以提早進行正確之農事決策，減少因氣候變化造成的農作物損失，尤為重要。

臺灣的氣象資訊主要由中央氣象局提供，多數人將其視為公共財，予以透過多種公開媒體或通訊管道獲取；也因此，若欲針對氣象資訊服務進行價值評估，則需要採用適當的評估方法來進行分析。直到目前為止，臺灣已有數篇針對氣象資訊服務經濟價值的評估研究，主要是利用「假設市場評估法」（Contingent Valuation Method, CVM）來衡量農業領域受訪者對於氣象資訊服務的願意支付價格（Willing to Pay, WTP, 或稱願付價格），並以此為基礎來推估氣象資訊服務應用於農糧生產所創造之經濟價值（林桓億、許聖章、劉哲良，2021；Lin, Liou, & Hsu, 2019; Lin, Liou, & Wang, 2019; Lin, et al, 2021）。

然而，使用者對於氣象資訊使用之評價，除了來自於該資訊產品是否符合需求之外，如何使用專業及複雜度高的資訊產品，亦是影響使用者主觀評

價的重要原因之一。為了解在提升了對氣象資訊產品的認知與使用能力後、主觀評價是否因此提高，本研究透過氣象資訊推廣教學活動之辦理，配合進行小型試驗之設計，藉此觀察農民對於氣象資訊服務之 WTP 變化，並估算氣象資訊推廣活動所創造之經濟價值。除此之外，本研究亦同時針對影響農民主觀認知評分的因素進行分析，進而推論管理層面的意涵，以期本研究之分析結果，得以作為公部門評估推廣活動成效之參考。

II、文獻回顧

過去研究顯示，發展氣候與氣象資訊相關服務的效益是其成本的數十倍之多 (WMO, World Bank Group, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, & United States Agency for International Development., 2015; Global Center On Adaptation, Global Commission on Adaptation, & World Resources Institute, 2019)。國際上的研究也指出，受全球氣候變遷影響，極端天氣現象愈發頻繁，而中、長期氣象預報可以作為降低農業生產相關風險的工具 (Parton, Crean, & Hayman, 2019)，高品質的氣象預報服務，對於農業部門的適應和災害風險管理至關重要 (Vaughan, Hansen, Roudier, Watkiss, & Carr, 2019)。其他文獻也指出，除了氣象資訊提供方之外，促進農民和農業推廣人員進行更多地合作，是改善氣象資訊服務的必要手段 (Vedeld, Hofstad, Mathur, Bøker, & Stordal, 2020)。

近年來手機與社交媒體等電子工具，已逐漸廣為民眾所接受。基於行動裝置傳遞的氣象資訊服務，在正確的政策和技術支援下，可幫助農業生產做出正確決策，進而提高產量、產值或衍生其他社會益處 (Mittal, & Hariharan, 2018)。另外，使用社交媒體，可以提高農民對氣象資訊服務的認識和興趣 (Vedeld et al., 2020)。

氣象資訊之價值，主要源自於氣象資訊需求者需要在決策上應用氣象資

訊，因此其所產生的經濟價值可以由調查資訊需求者對於氣象資訊之主觀評價來推估。此外，由於臺灣的氣象資訊尚不存在交易市場，無法透過市場價格與數量作為評估基礎的「市場價值評估法」來進行相關的價值推估。根據 WMO et al. (2015) 氣象和水文服務的經濟評估報告，若是欲評估的標的不存在交易市場、無現有價格可以參考，則可採用非市場價值評估法中的 CVM 來進行價值評估。彙整過去的實證文獻也得知，CVM 是目前最常被用以評估氣象資訊的方法，其計算所得之內涵，為特定氣象資訊之總知覺價值 (Freebairn, & Zillman, 2002; Leviäkangas, 2009)。除此之外，世界各國的研究組織機構所執行之計畫，亦常見使用 CVM 來評估氣象資訊服務所創造的經濟價值，例如國際農業研究諮商組織 (Consultative Group for International Agricultural Research, CGIAR) 的氣候變遷農業和糧食安全計畫 (Climate Change Agriculture and Food Security, CCAFS) (Tesfaye, Hansen, Radeny, & Solomon, 2018)、英國氣象局與世界銀行及英國外交聯邦和發展辦公室支持的亞洲區域因應氣候變化計畫 (Asia Regional Resilience to a Changing Climate, ARRCC) (ARRCC, Met Office, University of Leeds, UKaid., 2020)、非洲氣候服務研究計畫 (Tall, Coulibaly, & Diop, 2018; Vaughan et al., 2019) 等。

對於農業氣象資訊服務之經濟價值，亦已有許多研究使用 CVM 來進行評估。如 Amegnaglo, Anaman, Mensah-Bonsu, Onumah and Amoussouga Gero (2017) 針對西非貝南種植玉米的 354 位農民，進行西非季節性氣候預測的經濟效益調查，結果發現受調查農民中有 81% 願意付費使用季節性氣候預報，WTP 約為 19 美元，年總經濟價值為 6,650 萬美元。Ouédraogo et al. (2018) 於 2014 年針對 170 位西非布吉納法索的豇豆和芝麻農民進行調查，發現 63% 的受訪農民願意為氣象資訊服務付費，WTP 分別為季節性氣候預報 3,496 非洲法郎 (約 5.42 美元)、10 日旬報 1,066 非洲法郎 (約 1.65 美元)，1 日報 1,985 非洲法郎 (約 3.08 美元)，以及農業諮詢 1,628 非洲法郎 (約 2.53 美元)。Paparrizos, Kumar, Amjath-Babu and Ludwig (2021) 在

2019~2020 年間針對孟加拉 111 位農民，進行農民訂閱氣象資訊服務之意願研究，研究結果發現，未曾使用過氣象資訊的農民每月願意支付 1.12~13.50 美元；曾經受訓使用過氣象資訊的農民，超過 90% 農民表示願意支付費用，並且訂閱費用較高，約為每月 11.45~16.36 美元。

在以臺灣為分析範疇的研究上，Lin, Liou and Hsu (2019) 應用 CVM 法，使用問卷調查臺灣農民對於中央氣象局的氣象預報資訊之 WTP，訪問臺灣 20 個直轄市之 400 位農民，評估得知氣象資訊服務應用於農業領域每年所創造之經濟價值為 2,806~4,551 萬美元。後續林桓億等 (2021) 於 2018 年擴大調查規模，並改以主力農戶做為抽樣對象，訪問 1,150 位農民，得知主力農戶使用氣象資訊服務的 WTP 為每年 4,134~4,307 元新臺幣 (約 141.8 美元)，總經濟價值每年為 3.95~6.43 億元新臺幣。在家畜領域方面，Lin, Liou and Wang (2019) 於 2016 年針對臺灣 125 家畜戶進行調查分析，推估出氣象資訊服務應用於畜牧業所創造的年經濟總值為 1.21~1.35 億元新臺幣。在漁業應用上，Lin et al. (2021) 針對臺灣水產養殖業共 399 位漁民進行抽樣調查，發現氣象資訊服務對於水產養殖應用的 WTP 每年每人為 3,544 元新臺幣 (約 119.1 美元)，年總經濟價值為 1.57~2.09 億元新臺幣。

綜合以上資訊，分析農民對氣象資訊服務之每年 WTP 佔不同國家人均國民總所得之比率 (註 1~5)，發現貝南為 1.9%，布吉納法索為 1.7%，孟加拉為 0.8%；而臺灣農民為 0.6%，水產養殖漁民為 0.5%。顯示即使收入水準有所差異，各國農民仍願意支付金額以取得氣象資訊服務，並且比例差異不大，足以證實氣象資訊服務對於農民的重要性。

III、研究方法

本研究採用 CVM 建立氣象應用資訊之假設性市場，透過親訪問卷調查方式，取得研究資料，進行應用農業氣象資訊所產生的經濟價值分析。相關

技術細節，分述如下。

3.1 問卷設計與假設市場評估法

本研究參考 Arrow et al. (1993) 建議的 CVM 指導原則進行問卷設計，建立氣象應用資訊之假設性市場，透過訪員親訪農民的調查方式，蒐集研究資料。問卷包含四個部分：第一部分是「氣象預報資訊認知及體驗狀況」的相關問項，為針對受訪農民之氣象資訊需求進行釐清；第二部分是「氣象預報資訊的價值評估」問項，內容包括氣象資訊的「主觀準確度」及「氣象預報對農作物產出之主觀影響程度」，以及開放雙界二元選擇模式，評估農業生產者對於氣象資訊服務「每戶每年願付價格」，此為本文之研究重點；第三部分詢問受訪者的「災損經驗」；第四部分則為「受訪者的個人資料」，作為分析願付價格影響因子之用。問卷題型包含單選、複選及李克特五階段量表 (Likert scale)，完整問卷請見附錄。

茲將「假設市場」的建立、「支付工具」的選擇，以及「詢價模式」的設計分述如下。

3.1.1 假設市場的建立

CVM 是在一個假設狀況下，詢問受訪者對某項非市場財貨的評價或消費意願。但是由於受訪者在實際生活中，對此種財貨並無市場交易經驗，因此對欲研究的非市場財貨，須先建立一個「假設性市場」(contingent or hypothetical market)，並詢問受訪者對於此財貨的購買或消費意願。由於本研究之目的主要為評估臺灣氣象資訊應用於農糧生產面向時所產生的經濟價值，因此，首先須形塑「氣象資訊」這個假設性市場財貨。在本研究中，所採用的詢價策略是先讓受訪者就現有的氣象預報服務，針對「準確度」進行主觀評分；接著詢問該氣象資訊對於受訪者而言的價值為何，進而估算出受訪者對於氣象資訊之每年 WTP。綜言之，這樣的詢問方式，是以氣象資訊

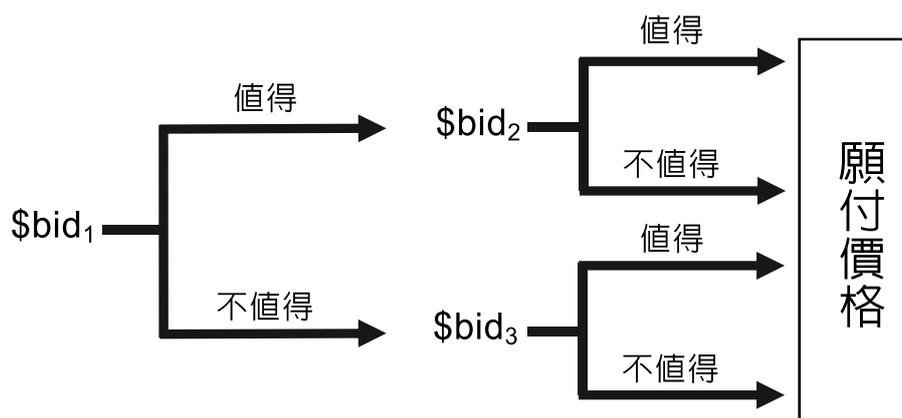
之整體價值做為評估標的，而非資訊品質或數量上的變化。在評估指標上，採用 WTP 而非「願意接受價格」(willingness to accept, WTA)，以避免受訪者為取得較高額度補貼，而謊報心中真實價值所產生之策略性偏誤 (strategic bias)。

3.1.2 支付工具選擇

CVM 常見的支付工具包含：支付給特定的基金、直接支付、指定稅務等方式。由於 CVM 的精神，在於盡可能求取受訪者心中「真實」之 WTP，因此，本研究選擇以直接支付的方式做為支付工具，並用水費、手機電信服務等商品之購買模式，即「相對於完全沒有氣象預報，每月願意支付多少如同電話費的月租費用來取得現行氣象預報」之間法，來進行詢價。

3.1.3 詢價模式設計

詢價模式為誘導支付過程所採用的程序，文獻曾使用的方法如支付卡式詢價模式、開放式詢價模式、二元選擇模式、二元選擇結合開放檔位、選擇檔位等模式。本研究採用開放雙界二元選擇詢價模式，如圖 1 所示。



資料來源：本研究整理。

圖 1 開放雙界二元選擇詢價模式

在架構上，開放雙界二元選擇詢價模式結合傳統「二元選擇」與「開放檔位」的架構，受訪者會先面對一個由本研究所給定的「起始詢價金額」(first bid)，就圖 1 中的 bid_1 。受訪者先針對此一金額進行考量，衡量自己心中對於氣象資訊的真正價值，是否高於此參考金額，接著回答是「值得」或「不值得」。在第二階段中，此過程中會再重覆一次。差異之處在於第一階段回覆「值得」的受訪者，會在第二階段面對一個高於起始金額 bid_1 的新詢價金額 bid_2 ；反之，回覆「不值得」者，則會面對一個低於的新詢價金額 bid_3 。在完成二階段的詢價後，最後會再進一步詢問受訪者，心中最高對於氣象資訊的經濟價值評價金額。

此一詢價模式的優點，在於提供一種類同於市場上購買商品的出價過程，受訪者即使一開始對於心中真正的經濟價值評價沒有太清楚的額度，也會在逐步的出價過程中，漸漸釐清心中對於氣象資訊的真正評價。換言之，此一詢價模式結合了二種傳統詢價模式的優點，具有誘導出價及便於回答的優點。開放式雙界二元選擇受訪金額之決定，考量一致性的受訪金額，與受訪者最後所顯示之願意支付金額的大小，可能會呈現高度的一致性 (Mitchell, & Carson, 1989)。為了避免所提供的受訪金額導致偏誤的產生，在制定正式問卷所需的金額時，根據 Kanninen (1995) 提出制定受訪金額的基本原則為基礎；即雙界二元選擇法的第一階段，受訪金額為試訪問卷中受訪者填寫願意支付價格分配的 15%-85% 之間，而第二階段的受訪金額位在 10%-90% 之間，將受訪金額設在區間內，主要是為了避免採用極端值，進而降低偏誤的產生。

本研究於 CVM 問卷中採用之詢價金額，包括十組第一階段金額 (bid_1) 及其後續的二十組第二階段金額 (bid_2, bid_3)，分別為 50 (100、25)，70 (140、35)，100 (200、50)，150 (300、75)，200 (400、100)，300 (600、150)，350 (700、175)，600 (1,200、300)，800 (1,600、400)，1,000 (2,000、500)。

3.2 研究對象與研究流程

本研究於 2019-2021 年間，與「新竹縣芎林鄉農會」、「彰化縣竹塘鄉農會」、「高雄市美濃區農會」和「花蓮縣吉安鄉農會」4 個單位合作，2019 年針對農民進行基線問卷調查，並與各農會推廣部討論，考量可行性及客觀性，選定蔬菜、果樹產銷班做為實驗組及對照組，於 2020 年針對實驗組辦理農業氣象資訊應用服務推廣教學活動（以下簡稱小班教學），再於 2021 年進行實驗組及對照組的回訪問卷調查。其中實驗組為追蹤樣本。各農會之實驗組、對照組產銷班背景與主要農作物資訊，詳如表 1 所示。

表 1 合作農會及產銷班資訊

區域	北部	中部	南部	東部		
合作農會	新竹縣 芎林鄉農會	彰化縣 竹塘鄉農會	高雄市 美濃區農會	花蓮縣 吉安鄉農會		
產銷班 類別	果樹、蔬菜	稻米、蔬菜、 水果、香菇	稻米、雜糧、 果樹、蔬菜	稻米、龍鬚菜、 芋頭、果樹		
實驗 組產 銷班	果樹 8、 11 班 蔬菜 3、 4 班	蔬菜 7、11 班	果樹 9、 16、18 班 蔬菜 21、 27 班	蔬菜 10、13 班		
人數	44	47	25	44	29	63
對照 組產 銷班	果樹 1 班	蔬菜 1 班	蔬菜 1、4 班	果樹 17、 23 班	蔬菜 29、 30 班	蔬菜 22 班
人數	16	18	40	41	30	32

資料來源：本研究整理。

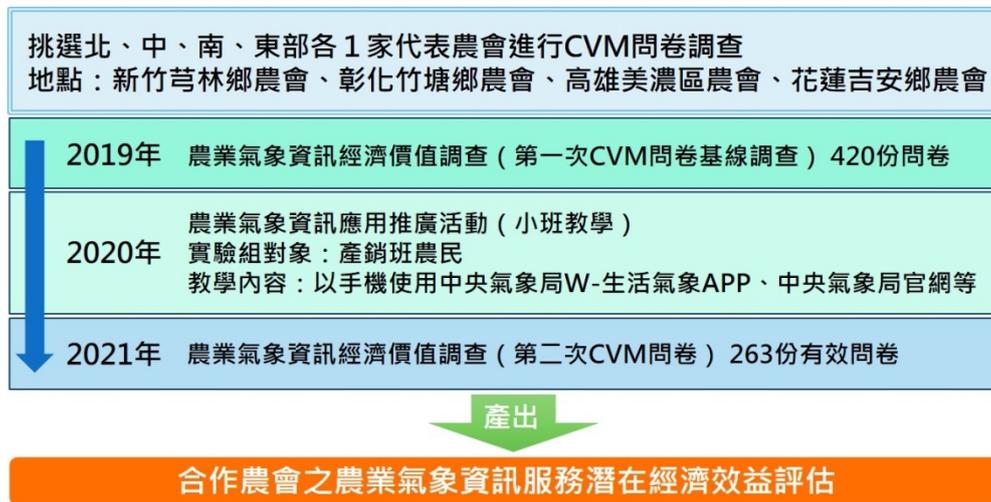
註 1：實驗組指參加 2020 年小班教學課程之農民。

註 2：對照組指未參加小班教學課程之農民。

本研究設計之推廣課程的內容，注重介紹臺灣中央氣象局現有的氣象資訊相關 App（如中央氣象局 W—生活氣象、中央氣象局 Q—劇烈天氣監測系統），以及中央氣象局官方網站之實際操作。課程中邀請中央氣象局代表擔

任講師，台下安排助教對農民個別指導與說明，逐步教導農民使用上述服務。這些服務可查看在地的天氣預報與觀測資料。以及查詢中央氣象局官網的農業氣象資訊，包括一週農業氣象預報、旬報、月報、作物生產專區農業氣象預報、觀測站資料查詢等，讓農民迅速且正確理解氣象預報資訊，以利農民在氣象變化之關鍵時刻做出農事決策。

本研究於 2019 年進行之第一次 CVM 問卷隨機調查，旨在取得 4 個合作農會內，受訪農民對當時氣象資訊服務之主觀準確度評分、主觀農作物產出影響程度及 WTP 之基線調查資料；2020 年本研究繼續在合作農會內針對作為實驗組的產銷班農民，進行深入的小班教學（10~20 人），教導農民使用中央氣象局官網及手機 App 取得農業氣象資訊，而未參加此活動的產銷班或其他農民則可作為對照組。2021 年的 CVM 回訪調查，以了解 2020 年舉辦的小班教學，是否提升個人對於氣象資訊服務主觀準確度的評價為目的，並據以推估此推廣活動的經濟價值，因此調查對象涵蓋實驗組產銷班（追蹤樣本）及對照組（具有部分非重疊受訪對象）。研究流程概念如圖 2 所示。



資料來源：本研究整理。

圖 2 研究流程

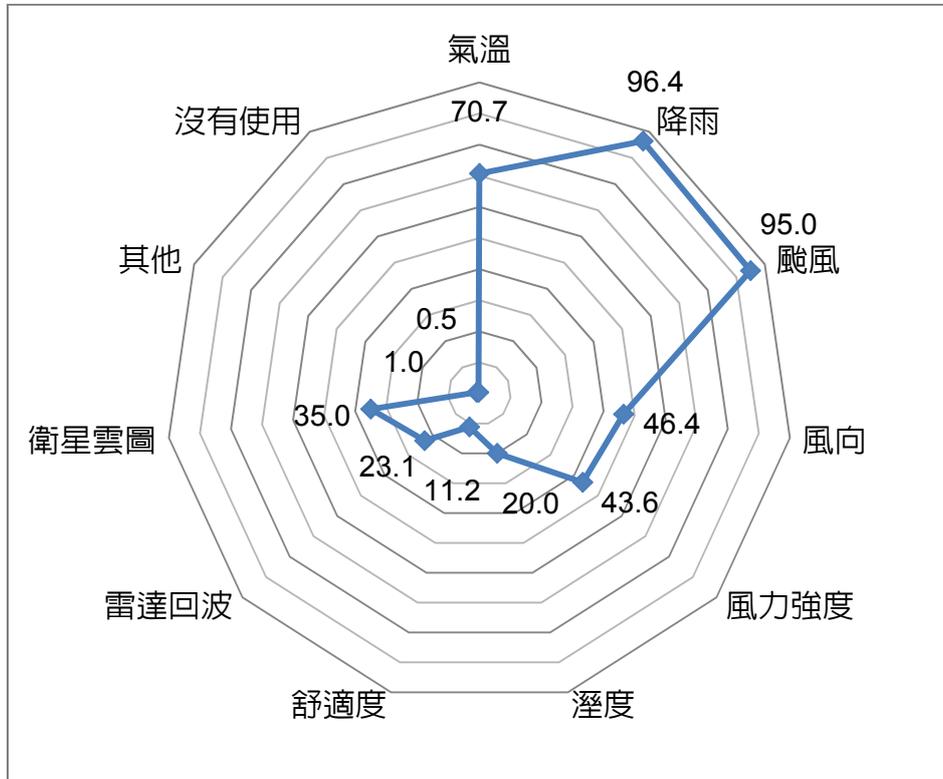
IV、實證結果分析

本研究於 2019 年進行第一次 CVM 問卷調查，共取得 420 份基線問卷。2020 年在 4 處農會舉辦了共 10 場次的小班教學，計有 196 位農民參與。2021 年本研究進行 CVM 問卷回訪調查，共完成 263 份有效問卷，其中實驗組為追蹤樣本，但由於新冠疫情影響，造成農民受訪意願下降，實驗組問卷樣本數目受到影響，共取得 55 份回訪問卷，對照組 208 份回訪問卷。

4.1 受訪者之基本資料

在 2019 年的 420 份基線問卷調查結果中，男性受訪者約占 71.2%，女性占 28.8%。全體受訪者平均年齡近 58 歲，平均耕種年數約 22 年，平均加入產銷班年數約 6 年。在教育程度方面，有 18.3% 的受訪者為國小畢業，20.0% 的受訪者國（初）中畢業，39.5% 的受訪者高中（職）畢業，20.5% 的受訪者具專科以上之教育程度。

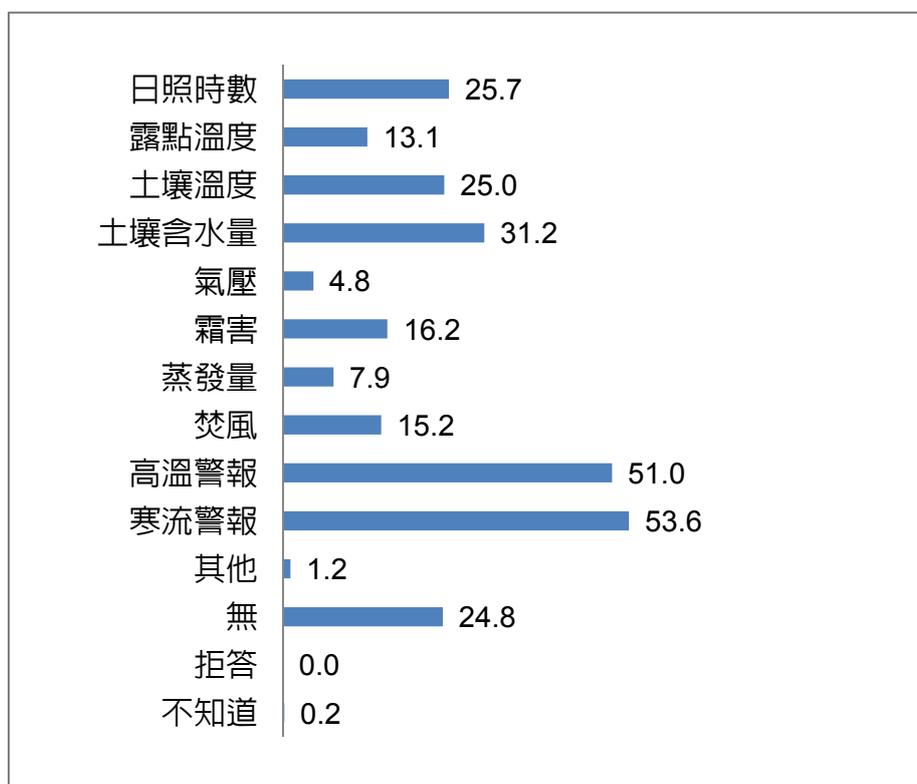
農民最常使用的氣象資訊產品如圖 3 所示，由高至低依序為降雨、颱風、氣溫、風向、風力強度與衛星雲圖等。針對中央氣象局提供之現有氣象產品，農民普遍在意的重點為預報準確度，以及氣象變化對於農作物生長與收成的影響。對於不同農作物與不同地區而言，農民則提出對於其他氣象資訊的需求，如圖 4 所示，由高至低依序為寒流警報、高溫警報、土壤含水量、日照時數、土壤溫度、霜害、焚風等。



資料來源：本研究整理。

註：各數值單位為%，表示有勾選該項來源之受訪者數佔總樣本比例，此題為複選題。

圖 3 2019 年農民氣象資訊產品使用情形

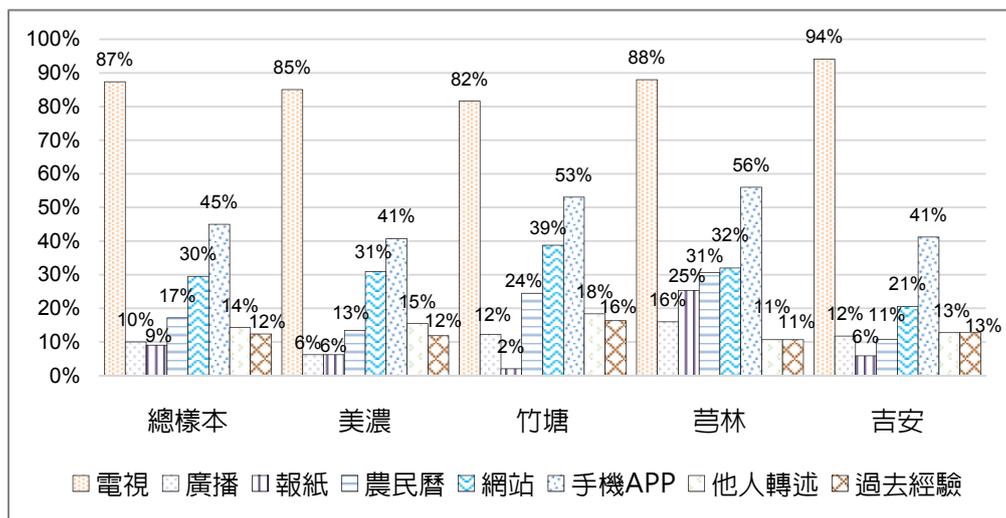


資料來源：本研究整理。

註：各數值單位為%，表示有勾選該項來源之受訪者數佔總樣本比例，此題為複選題。

圖 4 2019 年農民提出之氣象資訊產品需求

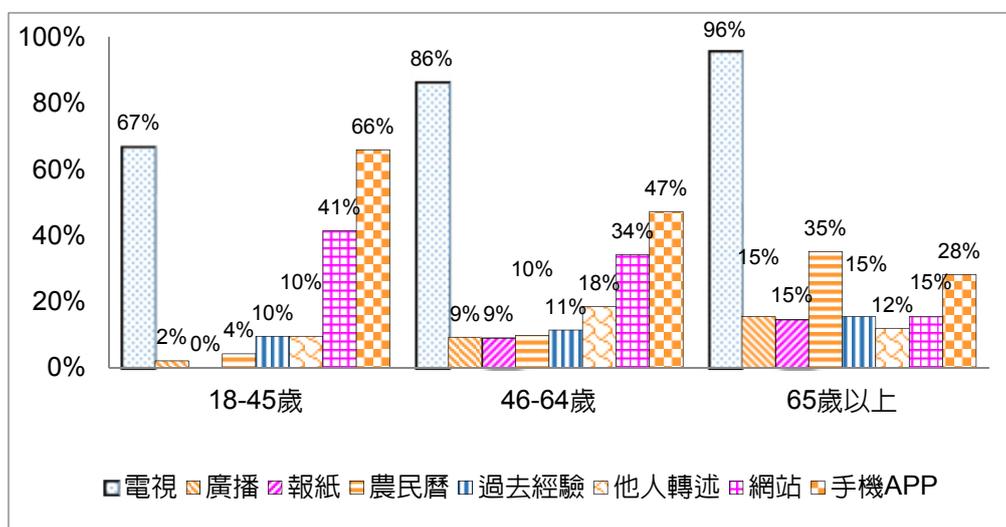
關於農民的氣象資訊取得管道，調查結果顯示，整體而言有 87% 的受訪者是透過電視管道獲取氣象資訊，其次是藉由手機 App (45%) 與網站 (30%)。在四個合作農會的樣本中，手機 App 與網站的使用率皆分居第二、三名 (圖 5)。值得注意的是，將受訪者分為青年農民 (18~45 歲，以下簡稱青農)、中年農民 (46~64 歲) 以及老年農民 (65 歲以上) 進行分析，發現青農使用手機 App 獲取氣象資訊的比例幾乎與電視相等 (約 67%)，且使用網站的比例 (41%) 相較中年、老年農民群體，也明顯較多，而中年農民群體使用手機 App 和網站取得氣象資訊的比例又較老年農民群體高 (圖 6)。



資料來源：本研究整理。

註：此題為複選題。

圖 5 2019 年四個合作農會農民的氣象資訊取得管道

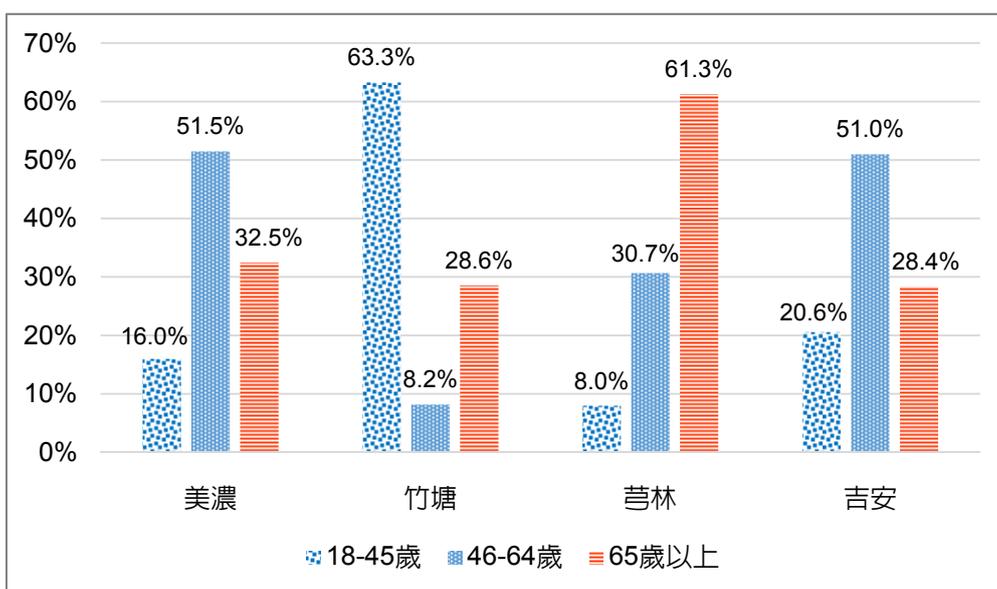


資料來源：本研究整理。

註：此題為複選題。

圖 6 2019 年四個合作農會各年齡層農民的氣象資訊取得管道

四個合作農會的年齡層分布如圖 7 所示，可知竹塘農會的農民組成以青農為主，美濃、吉安農會以中年農民占較多數，而芎林農會則以老年農民較多，中年農民次之。



資料來源：本研究整理。

圖 7 2019 年四個農會農民年齡層人數分布

2019 年基線調查中，農民對於氣象預報資訊所認定之主觀影響程度以及主觀準確度評分，如表 2 所示。針對氣象預報資訊對農作物產出的影響程度，近九成的受訪者認為，氣象資訊對於耕種農作物之影響頗大（51.2% 非常有影響、37.4% 有影響）。以作物栽培業類別觀之，五成以上的稻作、雜糧及蔬菜受訪者認為，氣象預報資訊對於作物非常有影響；46.6% 的果品栽培業者認為，氣象預報資訊對作物有影響。

表 2 2019 年氣象預報資訊價值（基線調查）

	總樣本	稻作	蔬菜	果品	其他
樣本數	420	69	229	116	6
占總樣本比例 (%)	100.0	16.4	54.5	27.6	1.5
氣象預報資訊影響程度(%)					
非常有影響	51.2	56.5	53.3	44.0	50.0
有影響	37.4	36.2	33.2	46.6	33.3
普通	9.3	4.4	11.8	6.9	16.7
沒有影響	1.7	2.9	1.3	1.7	0
完全沒影響	0.4	0	0.4	0.8	0
氣象準確度評分	74.9	76.1	74.9	74.7	69.2

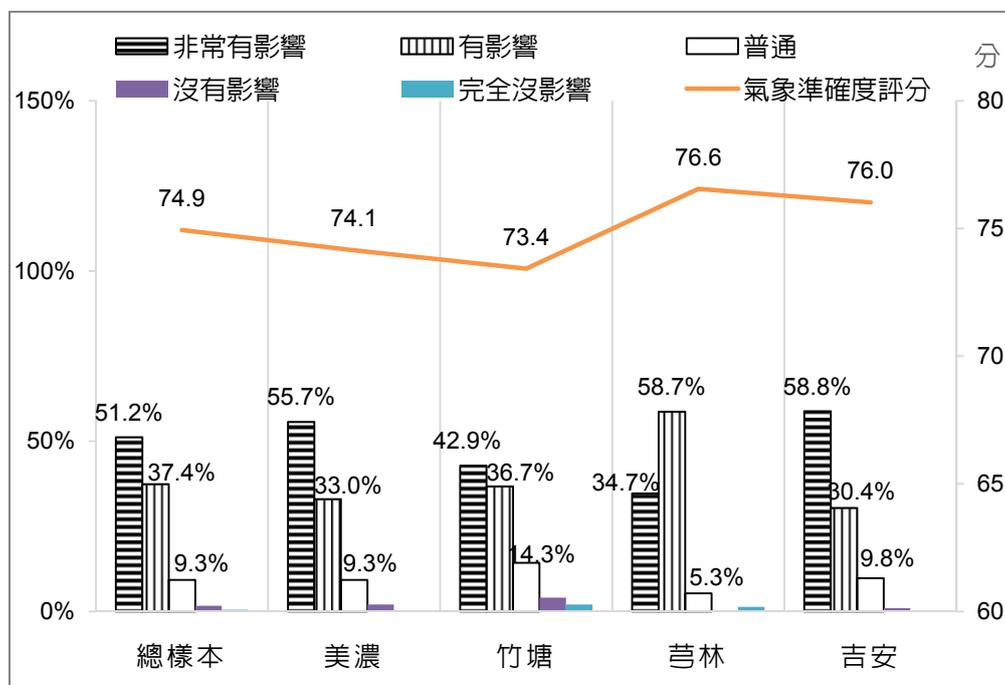
資料來源：本研究整理。

註：其他類別中，因樣本數相對較少故併成一類，內含樣本雜糧 4 份、特用作物 1 份及菇類 1 份。

在氣象預報準確度方面，表 2 顯示，所有受訪者的平均評分為 74.9 分。在受訪樣本數較多的稻作、蔬菜及果品種植者之中，稻作受訪者對於氣象準確度評分 76.1 分，相較於蔬菜及果品作物受訪者為高。

此外，本研究亦針對不同合作農會，分析農民認為氣象預報資訊對農作物產出的影響程度。如圖 8 所示，美濃農會及吉安農會有超過五成的受訪者認為，氣象資訊對於農作物產出非常有影響，而在芎林農會，則認為氣象預報資訊對農作物產出非常有影響的比例雖然只有 34.7%，但認為有影響的比例達到 58.7%。

至於合作農會中之農民對於氣象預報準確度之主觀評分，則以芎林農會評分最高為 76.6 分，其次為吉安農會 76 分，竹塘農會是四個農會中評分相對較低的區域，評分為 73.4 分。



資料來源：本研究整理。

圖 8 2019 年氣象預報資訊準確度評分及農作物產出影響程度
— 依照合作農會

再者，2019 年的 420 位受訪者當中，願付價格可分為 $WTP \neq 0$ 以及 $WTP=0$ 兩大類。 $WTP=0$ 者又可分為非抗議性樣本及抗議性樣本，如表 3 所示。其中，選擇「氣象預報資訊準不準，對我而言沒有任何價值」的選項共有 11 位，表示受訪者認為氣象預報資訊價值真為 0，屬於非抗議性樣本。至於「抗議性樣本」(protest zero sample) 共有 67 位，占總樣本數的 16%。在抗議性樣本中，以「我認為有價值但無法衡量」為最多，定義為「無法確定」的樣本 (unknown sample) 共計 39 位 (9.3%)，其次則為「氣象預報資訊的提供，本來就是政府的責任」，共有 28 位 (6.7%)。

表 3 2019 年 WTP 種類分布

受訪者最後回答的 WTP	種類	份數 (百分比)
	總樣本數	420 (100%)
WTP ≠ 0	出價 > 0 樣本	342 (81.4%)
WTP = 0	非抗議性樣本	氣象預報資訊準不準，對我而言沒有任何價值
		11 (2.6%)
		我認為有價值但無法衡量
	抗議性樣本	氣象預報資訊的提供，本來就是政府的責任
		28 (6.7%)

資料來源：本研究整理。

4.2 農民氣象資訊出價實證函數之建構與估計

本文利用 2019 年之基線調查結果，建構農民之氣象資訊出價函數並進行實證分析。解釋變數包含五個部分，分別是：「個人社會經濟背景特徵」、「個人對於氣象資訊之主觀認知」、「合作單位區位特徵（北、中、南、東）」、「主要作物類別」，以及用以檢定是否存在起始點偏誤的「初始詢價金額」等。變數定義及平均值與標準差等資訊彙整如表 4 所示。

函數形式 (functional form) 的選擇，是實證評估時的另一個重要步驟。本研究透過不同組合 (線性與非線性設定) 之試誤過程，結合模型配適度指標結果，最後選擇出解釋力最佳的函數形式如式 (4-1)，所估計出之係數結果為進行後續各項推論之基礎。

$$\begin{aligned}
 WTP = & \beta_0 + \beta_1 \times degree + \beta_2 \times effect + \beta_3 \times invest + \beta_4 \times insurance \\
 & + \beta_5 \times sex + \beta_6 \times age + \beta_7 \times edu + \beta_8 \times exp + \beta_9 \times lnincome \\
 & + \beta_{10} \times location2 + \beta_{11} \times location3 + \beta_{12} \times location4 + \beta_{13} \times crop2 \\
 & + \beta_{14} \times crop3 + \beta_{15} \times crop4 + \beta_{16} \times crop5 + \beta_{17} \times crop6 + \beta_{18} \times Bid \quad (4-1)
 \end{aligned}$$

表 4 氣象資訊出價函數之變數說明

變數名稱	定義說明	平均值	標準差
被解釋變數			
<i>WTP</i>	連續變數，受訪者於開放欄位回覆之氣象資訊每月願付價格(元)；	436.555	457.957
解釋變數：初始詢價金額			
<i>Bid</i>	連續變數，初始詢價金額(元)；	397.309	266.506
解釋變數：氣象資訊之主觀認知			
<i>degree</i>	連續變數，內涵為受訪者對於現況下所使用之氣象資訊的主觀準確度評分，分數區間為0-100(分)；	75.506	12.679
<i>effect</i>	順序尺度變數，受訪者主觀認知氣象資訊對於農作物產出之影響程度，1~5級，非常有影響=5、有影響=4、普通=3、沒有影響=2、完全沒影響=1；	非常有影響：51.2% 有影響：37.4% 普通：9.3% 沒有影響：1.7% 完全沒影響：0.4%	
解釋變數：社會經濟背景特徵			
<i>invest</i>	虛擬變數，有針對災害進行相關投資者=1，反之=0	0.513	0.501
<i>insurance</i>	虛擬變數，有購買漁業保險者=1，反之=0；	0.074	0.257
<i>sex</i>	虛擬變數，男性=1，女性=0；	0.697	0.461
<i>age</i>	連續變數，受訪者年齡(歲)；	55.861	14.581
<i>exp</i>	連續變數，受訪者農業從業經驗(年)；	20.789	18.093
<i>edu</i>	連續變數，受訪者教育程度，以年數表示，區分為：不識字=0、自修=3、國小=6、國(初)中=9、高中(職)=12、專科=14、大學=16、研究所及以上=18；	11.020	3.198
<i>income</i>	連續變數，受訪者從事農業活動之年收入(千元)；	983.233	2,306.935
解釋變數：區位特徵			
<i>location1</i>	虛擬變數，美濃區農會(南部)=1，其他=0；	0.465	0.500
<i>location2</i>	虛擬變數，竹塘鄉農會(中部)=1，其他=0；	0.113	0.318
<i>location3</i>	虛擬變數，芎林鄉農會(北部)=1，其他=0；	0.190	0.393
<i>location4</i>	虛擬變數，吉安鄉農會(東部)=1，其他=0；	0.232	0.422
解釋變數：作物類別			
<i>crop1</i>	虛擬變數，主要作物類別，稻米=1，其他=0；	0.153	0.358
<i>crop2</i>	虛擬變數，主要作物類別，雜糧=1，其他=0；	0.006	0.075
<i>crop3</i>	虛擬變數，主要作物類別，特作=1，其他=0；	0.003	0.053
<i>crop4</i>	虛擬變數，主要作物類別，蔬菜=1，其他=0；	0.558	0.497
<i>crop5</i>	虛擬變數，主要作物類別，菇類=1，其他=0；	0.003	0.053
<i>crop6</i>	虛擬變數，主要作物類別，果品=1，其他=0；	0.278	0.449

資料來源：本研究整理。

註 1：本表格已扣除抗議性樣本、變數資料有所缺漏的樣本，最後用於出價函數評估之樣本數為 353 筆。

式中，「 β 」為各解釋變數之待估計係數；變數前標「ln」者，表示針對該變數取對數值。

在農民對於氣象資訊出價的實證估計方面，本研究使用最小絕對離差法進行式(4-1) WTP 中位數出價函數之實證估計，各解釋變數之係數估計結果彙整如表 5 所示。

表 5 農民氣象資訊出價函數實證估計結果

變數	係數估計值	變數	係數估計值
<i>Bid</i>	0.87***	<i>income</i>	66.25***
<i>degree</i>	26.12***	<i>location2</i>	95.36
<i>effect</i>	102.69**	<i>location3</i>	20.64
<i>invest</i>	123.05*	<i>location4</i>	-30.69***
<i>insurance</i>	452.09**	<i>crop2</i>	-1179.97
<i>sex</i>	-192.41***	<i>crop3</i>	72.11
<i>age</i>	7.33***	<i>crop4</i>	158.48*
<i>edu</i>	3.91	<i>crop5</i>	-118.68
<i>exp</i>	1.66	<i>crop6</i>	292.21***
n=353			

資料來源：本研究整理。

註 1：*、**、***分別表示在顯著水準為 10%、5%及 1%時，該估計參數顯著異於 0。

註 2：各解釋變數已經過定錨效果係數（*Bid*對應的估計係數值）的校正。

由表 5 可得知，在 WTP 出價函數的估計上，詢價金額（*Bid*）的係數值，在統計上均十分顯著，表示本套調查資料存在起始點偏誤。對應的「定錨效果係數」，其值估計為 0.87，表示平均而言，受訪者於最後開放欄位所回答出的 WTP，事實上是心中真實 WTP 與問卷詢價金額以 0.13：0.87 的比例關係加權混價而成。也因此，各變數的估計係數，也必須進行校正以消除定錨效果的影響。

在表 5 中，各解釋變數已經過校正。大部分的解釋變數與 WTP 之間呈現線性關係，因此係數估計結果，即可解釋為該變數每變動一單位對於

WTP 中位數的影響效果。主觀準確度評分變數「*degree*」的係數估計結果為 26.12，表示準確度若提高一分，每月 WTP 提高 26.12 元，亦即每年價值將隨之上升 313.44 元。另一方面，若主觀認為氣象資訊服務對於農業生產活動影響越重要者 (*effect*)，WTP 也相對較高。平均評分每增加一個級距，每月 WTP 上升 102.69 元，年經濟價值增加 1,232.3 元。

在 WTP 的校正估算方面，依據式 (4-1)，WTP 與詢價金額之估計值呈現混價關係，因此真實 WTP 中位數之概念式應修正為式 (4-2)，並可採用式 (4-3) 來進行校正計算。

$$WTP_i^2 = (1 - \hat{\gamma}_1) \times WTP_i + \hat{\gamma}_1 \times Bid_{1i} \quad (4-2)$$

$$\widehat{WTP}^{med} = (WTP_i^2 - \hat{\gamma}_1 \times Bid_{1i}) / (1 - \hat{\gamma}_1) \quad (4-3)$$

配合表 5 各變數之估計結果，採式 (4-3) 可推算出 $\widehat{WTP}^{median} = 323.91$ 元 / 月 / 每人，年願付價格 = 3,886 元 / 年 / 每人。原問卷樣本中，每月對於氣象資訊的 WTP 中位數為 300 元 / 月，低於校正後的出價，此結果顯示本研究存在「向下起始點偏誤」；若未針對該偏誤進行校正，將大幅低估農民心中對於氣象資訊之價值。

4.3 推廣活動之效益

本研究以 2019 年 420 份樣本的「主觀準確度」平均評分 74.94 分作為基線。經 2020 年針對實驗組進行小班教學，2021 年回訪取得的 263 份樣本中，曾參加過小班教學之實驗組受訪樣本為 55 份，對於氣象預報的「主觀準確度評分」為 78.79 分；而沒有參加過小班教學的 208 份樣本的「主觀準確度評分」為 74.97 分，可作為 2021 年的基線數據。由於基線準確度評分僅上升 0.03 分，可知參加過小班教學之受訪者，他們對氣象預報的「主觀準確度評分」平均比未參加者提高 3.82 分。

為了探討本次 CVM 回訪問卷的重點：農業氣象資訊應用推廣活動（小班教學）之效益評估，做為政策手段之切入點，並引導出更多的政策意涵，本研究進一步分析四個合作農會實驗組及對照組之「主觀氣象資訊準確度評分」及「主觀農作物產出影響程度評分」，並且比較實驗組與對照組之間的評分差距，並將此分數差距歸因為小班教學之執行成效，詳述如後。

在主觀準確度和主觀影響程度評分方面，本研究利用 2019 年基線調查所估計得到的出價函數，以「主觀氣象資訊準確度評分」(*degree*) 及「主觀農作物產出影響程度評分」(*effect*) 此二變數對於氣象資訊願付價格之邊際影響效果（校正起始點偏誤後的估計結果），將小班教學之執行成效（二個變數的主觀評分差距）進行貨幣化轉換，以推估出 2020 年執行的農業氣象資訊應用推廣活動（小班教學）所帶來之經濟效益。

分析 2021 年合作農會回訪問卷調查結果（如表 6），可知「主觀氣象資訊準確度評分」變數，在各合作農會皆呈現實驗組評分高於對照組的結果，初步顯示有參與小班教學的受訪者多半會給予較高的主觀評分。另一方面，「主觀農作物產出影響程度評分」變數，除了東部合作農會（花蓮縣吉安鄉農會）之外，其餘各合作農會亦呈現實驗組（有參與小班教學）評分高於對照組的結果。

在表 6 中，花蓮吉安鄉農會的影響程度差距呈現負值，推測其原因為吉安鄉農民主要以露天栽種方式種植龍鬚菜，因此當遭遇豪雨或颱風等天災時，只能搶收，無法進行任何防災作為。再加上龍鬚菜的生長力強，災後的恢復速度快，因此吉安鄉農民對於氣象資訊會影響農作物產出的感受，可能不如其他農會。

關於主觀評分的貨幣化轉換計算，本研究利用 2019 年調查資料估計得到的 WTP 出價函數（4-1 式），在校正起始點偏誤後，可呈現如式（4-4）：

表 6 2021 年實驗組及對照組之主觀氣象資訊準確度與主觀農作物產出影響程度評分

項目	實驗組	對照組	差距
北部（新竹縣芎林鄉農會）：			
準確度評分	78.86	77.4	1.46
影響程度	4.3182	4.24	0.0782
樣本數	22	25	--
中部（彰化縣竹塘鄉農會）：			
準確度評分	78.5714	70.9677	7.6037
影響程度	4.4286	4.4194	0.0092
樣本數	14	31	--
南部（高雄市美濃區農會）：			
準確度評分	79.0625	75.3108	3.7517
影響程度	4.50	4.4459	0.0541
樣本數	8	75	--
東部（花蓮縣吉安鄉農會）：			
準確度評分	78.6364	75.4545	3.1819
影響程度	4.4545	4.4805	-0.026
樣本數	11	77	--

資料來源：本研究整理。

$$\begin{aligned}
 \widehat{WTP}_i = & 26.12 \times degree + 102.69 \times effect + 123.05 \times invest + 452.09 \\
 & \times insurance - 192.41 \times sex + 7.33 \times age + 3.91 \times edu + 1.66 \times exp \\
 & + 66.25 \times lnincome + 95.36 \times location2 + 20.64 \times location3 \\
 & - 30.69 \times location4 + 1,179.97 \times crop2 + 72.11 \times crop3 \\
 & + 158.48 \times crop4 - 118.68 \times crop5 + 292.21 \times crop6 - 3,555.91 \quad (4-4)
 \end{aligned}$$

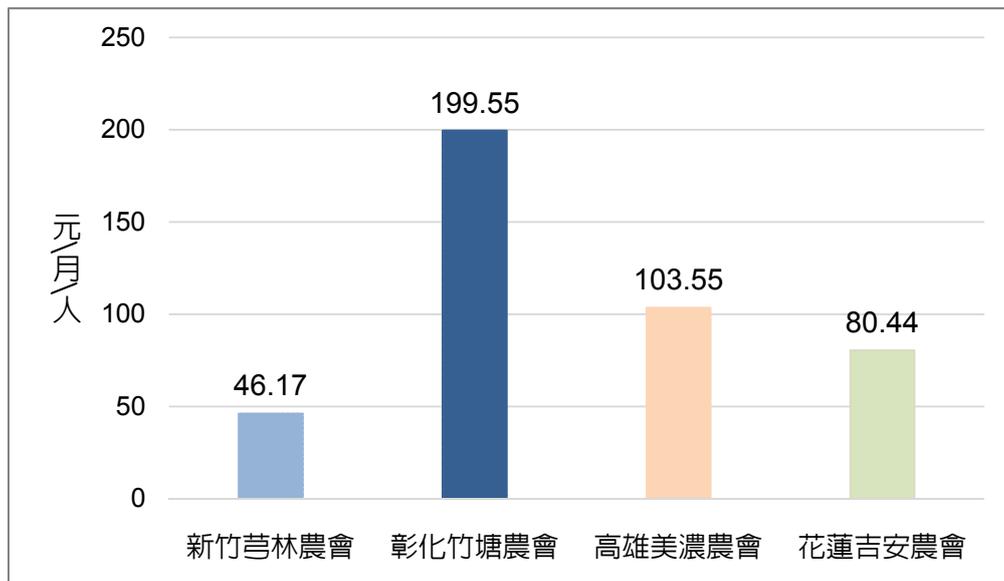
由於小班教學主要是透過二個主觀評分變數來影響 WTP 的出價，因此小班教學的效益（經濟價值），可利用此二個變數對於 WTP 的邊際影響效果之和來做為衡量指標；亦即，小班教學的效益（economic value, EV）在概念上可採用式（4-5）來進行衡量：

$$EV_j = \frac{\partial \widehat{WTP}_i}{\partial degree} \times \Delta degree_j + \frac{\partial \widehat{WTP}_i}{\partial effect} \times \Delta effect_j$$

$$= 26.12 \times \Delta degree_j + 102.69 \times \Delta effect_j \quad (4-5)$$

式中， $\frac{\partial \widehat{WTP}_i}{\partial degree}$ 與 $\frac{\partial \widehat{WTP}_i}{\partial effect}$ 分別為出價函數中，*degree* 與 *effect* 此二變數的邊際效果估計值（分別是 26.12 與 102.69）； $\Delta degree_j$ 為第 *j* 個合作農會（*j*=北、中、南、東）實驗組及對照組 *degree* 變數的分數之差； $\Delta effect_j$ 則是第 *j* 合作農會實驗組及對照組 *effect* 變數的分數之差。

針對農業氣象推廣活動（小班教學）之效益估算，本研究以式（4-6）為基礎，搭配表 6 所計算之各合作農會實驗組與對照組主觀變數之分數差距，可推估出小班教學之效益，如圖 9 所示。



資料來源：本研究整理。

圖 9 小班教學對各合作農會氣象資訊效益之促進效果（元/月/人）

圖 9 各數字代表小班教學之實施，能夠對各合作農會每位參與者每月 WTP 價格所帶來的增益效果。在北部芎林農會參與小班教學的人員（農民），其對於氣象資訊服務的出價將較沒有參與的人員多出 46.17 元 / 月，相當於每年 554.04 元。同理，中部彰化竹塘農會、南部高雄美濃農會、以及東部花蓮吉安農會，其小班教學之效益值分別為每年 2,394.6 元、1,242.6 元，以及 965.28 元。

後續若欲計算小班教學所帶來的總價值，可利用前述單價乘上參與教學之人數，即可計算出其所帶來的效益（Total economic value, TEV）。北、中、南、東各合作農會舉辦小班教學的效益計算式如式（4-6）：

$$TEV_j = EV_j \times pop_j \quad (4-6)$$

式中， EV_j 為第 j 個合作農會（ j =北、中、南、東）辦理小班教學可以帶來的效益（元 / 月 / 人）； pop_j 為小班教學參與的人數。

農民藉由小班教學接受新知後，可向週邊傳遞擴散。因此，若進一步推估小班教學在四個合作農會產生的最大效益，則可按照式 4-6，以圖 9 中農會每人每月的提升效益（新竹芎林 46.17、彰化竹塘 199.55、高雄美濃 103.55、花蓮吉安 80.44 元 / 月 / 人），乘以該區域內各產銷班農民總人數，估算最大化效益，如表 7 所示。

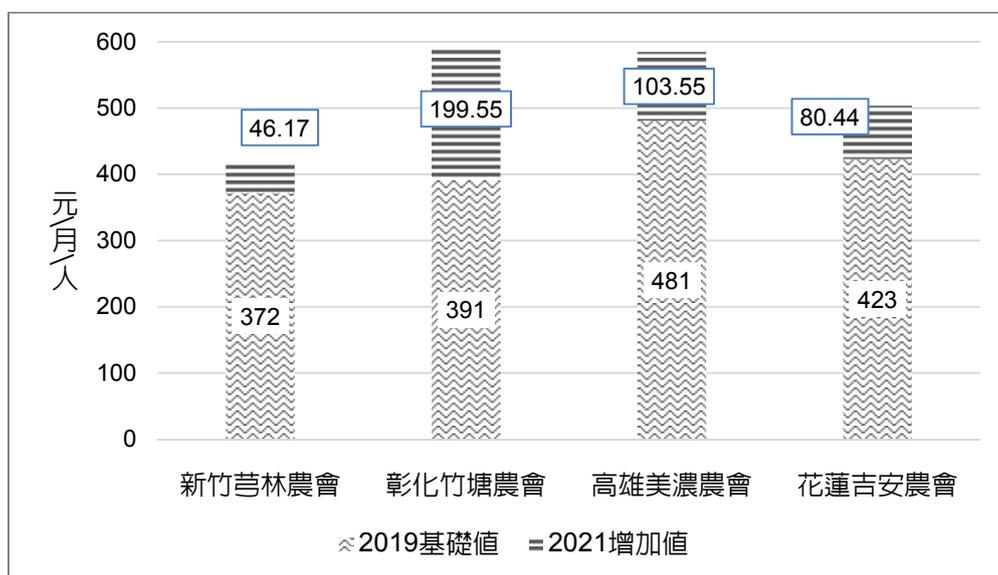
表 7 小班教學之潛在經濟效益

地區	農會	每人每月 WTP (元)	產銷班總人數 (人)	潛在經濟效益 (元 / 年)
北部	新竹芎林	46.17	300	166,212
中部	彰化竹塘	199.55	160	383,136
南部	高雄美濃	103.55	1,200	1,491,120
東部	花蓮吉安	80.44	420	405,417
總和		-	2,080	2,445,885

資料來源：本研究整理。

以單一年度來看，小班教學之潛在經濟效益，分別是新竹芎林農會 166,212 元 / 年、彰化竹塘農會 383,136 元 / 年、高雄美濃農會 1,491,120 元 / 年、花蓮吉安農會 405,417 元 / 年。因此，小班教學每年可產生的總經濟效益為 2,445,885 元，據此估算小班教學每年每人可產生之效益平均為 1,175.9 元。

此外，由於本研究在 2019 年已經調查各合作農會農民之主觀氣象資訊準確度的基線數值，2021 年進一步透過實驗組與對照組之對比，估算對應之 WTP 提升效益，故可透過二者數值疊加，以得知此一氣象資訊推廣之小班教學活動，對於氣象資訊之主觀總價值的提升效果。由圖 10 可知，2019 年芎林鄉、竹塘鄉、美濃區、吉安鄉四個農會的 WTP 分別為 372、391、481 和 423 元 / 人 / 月，而 2021 年所估計之增加值則分別為 46.17、199.55、103.55 和 80.44 元 / 人 / 月，WTP 之相對提升程度分別約為 12%、51%、21% 及 19%。



資料來源：本研究整理。

圖 10 小班教學 WTP 值相對提升幅度對比

由於 2019 至 2021 年間，主觀氣象資訊準確度之基線自然成長比例極低，幾乎沒有變化（註 6），故可推論小班教學對 WTP 的提升效果，以竹塘農會最為顯著（51%），其次依序為美濃農會（21%）、吉安農會（19%）和芎林農會（12%）。推測其原因可能與農民年齡因素有關。由圖 7 可知竹塘地區農民以青年農民（18~45 歲）為其主力（占 63.3%），而美濃、吉安地區的年齡分布狀況相似，均是以中壯年（46~64 歲）農民佔半數，芎林地區則是以老年農民（65 歲以上）佔大多數（61.3%）。由於 2020 年的小班教學的授課內容以手機使用氣象 App 為主，在不同年齡層中，青年農民相對於中、老年農民而言，更熟悉手機操作，且使用頻率也高。在此情況下，較年輕的使用者藉由小班教學方式獲得之效益更高，更可以透過學習使用氣象局「生活氣象」等手機 App，取得合適且準確的氣象預報資訊，進而提升其對氣象預報服務的評價。

V、結論與建議

本研究於 2019~2021 年，針對臺灣北部新竹芎林、中部彰化竹塘、南部高雄美濃、東部花蓮吉安四個合作農會產銷班農民，於 2019 年進行第一次 CVM 問卷調查，針對 420 位受訪農民調查對於氣象資訊服務之主觀準確度評分、主觀農作物產出影響程度及 WTP，建立基線調查資料，其中支付工具以水費、手機電信服務商品之月費價格作為參考進行詢價；於 2020 年針對選定之產銷班農民作為實驗組，舉辦數場 10~20 人規模的農業氣象資訊推廣課程（小班教學），教導農民使用農業氣象資訊；2021 年進行 CVM 回訪問卷調查，取得 263 份問卷，比較小班教學前後，農民心中對氣象預報服務的主觀準確度評分及主觀農作物產出影響程度之變化，據以推算 WTP 變化與評估小班教學之經濟效益。

影響農民心中 WTP 變化的因素眾多，本研究建立出價函數進行實證評

估，以了解各因素對 WTP 的影響。依據評估結果，最主要的影響因素之一為氣象預報服務的主觀準確度評分高低，其直接影響農作物生長與農事安排。其次，則是氣象資訊服務對農作物產出影響程度之主觀判斷評分，其也受到種植作物種類與防災作為影響，例如花蓮吉安鄉農民主要種植生命力較強的龍鬚菜，因此對於防災認知較低，也導致農民認為氣象資訊服務對於產出的影響不如種植其他作物者來得高。當然，這僅針對單一影響因素進行分析上的詮釋，欲了解平均 WTP 的高低，仍須綜合考量所有影響因素，方能得到完整的分析結果。

根據 2019 年的基線 CVM 問卷結果，小班教學前新竹芎林鄉、彰化竹塘鄉、高雄美濃區、花蓮吉安鄉四個農會農民對現行氣象預報服務的 WTP 分別為 372、391、481 和 423 元 / 月 / 人。由於小班教學後之 CVM 問卷結果顯示，四個合作農會受訪農民心中對氣象預報服務的主觀準確度評分及主觀農作物產出影響程度，在小班教學後幾乎均較 2019 年上升。在此情況之下，合作農會農民對於氣象資訊服務之 WTP，亦會因前述兩項主觀認知效果之提升而有所增加。

本研究估算發現，合作農會中參與小班教學的農業從業人員，其對於氣象資訊服務的 WTP，相較於沒有參與的人員分別增加 46.17 元 / 月（芎林農會）、199.55 元 / 月（竹塘農會）、103.55 元 / 月（美濃農會）、及 80.44 元 / 月（吉安農會），相較於 2019 年的基線問卷估算之 WTP，增幅分別為 12%、51%、21% 及 19%。估算舉辦小班教學活動對四個農會每年可產生之潛在經濟效益為 2,445,885 元，對於參加教學活動的農民每年每人可產生之效益平均為 1,175.9 元。

根據本文研究成果，彰化竹塘農會小班教學的效果較為明顯，主要與農民年齡層相關，和農作物的差異以及特殊氣象需求較無相關。其原因為本研究之實驗組與對照組的選定，皆由農會依照在地狀況，選定實際仍持續運作（如定期召開班會）且可以參加小班教學的果樹或蔬菜產銷班，作為實驗組

與對照組。正常運作的產銷班，年輕農民所占比例較高，而彰化竹塘農會整體上又以青壯年（18~45 歲）農民佔比最多，其 2019 年 WTP 及 2021 年之小班教學提升效益亦最高；新竹芎林農會的老年農民（65 歲以上）占比最多，其 2019 年 WTP 以及小班教學效益，在四個農會中最低。

透過本文研究結果可知，較年輕農民所組成之農會對於中央氣象局提供之氣象資訊，其初始的主觀準確度評分可能較低（2019 年基線結果），然而，此一現象可透過氣象資訊推廣之小班教學加以轉變。本研究 2021 年的回訪問卷結果顯示，以青年農民族群為主力之合作農會，在經過小班教學後，對於氣象資訊的主觀認知（包括主觀準確度及主觀農作物產出影響）之成長幅度相當明顯，此或與青年農民相對較於中、老年農民而言更熟悉手機操作，因而易於從小班教學中獲益有關；而前述效果也將傳遞至農民對於氣象資訊服務之評價，使得 WTP 有所提升。

就政策意涵而言，推廣臺灣中央氣象局現有的農業氣象資訊相關 App 以及網站，的確有助於農民迅速且正確的理解氣象預報資訊，並能幫助農民在氣象變化之關鍵時刻，做出正確決策。惟在推廣氣象資訊服務的對象方面，建議優先選擇年輕農民族群，以取得比較明顯的帶動效果。此外，未來公部門可將本研究之推廣流程模式，應用於評估農業其他領域（例如漁業、畜牧業和林業等）之氣象資訊推廣效益，透過「基線調查、推廣活動、回訪調研」的三階段調查研究方法，可衡量推廣活動成效，並將評估結果做為後續推廣決策之依據。

最後，本研究受限之處，在於調查期間因遭遇 COVID-19 疫情，相關活動受限，在曾經參與過課程的回訪問卷樣本收集方面略受影響，以及彰化縣竹塘鄉農會產銷班上課人數有限，無法進行更深入研究。未來若欲進行後續相關調查研究，建議擴大合作產銷班類別與人數，以利進行更完整之研究分析。

附註

- 註 1：貝南人均國民總所得為 980 美元，農民對於氣象資訊服務每年 WTP 約為 19 美元，佔國家人均國民總所得 1.9%。
- 註 2：布吉納法索人均國民總所得為 740 美元，農民對於氣象資訊服務每年 WTP 分別為季節性氣候預報 3,496 非洲法郎、10 日旬報 1,066 非洲法郎、1 日報 1,985 非洲法郎，以及農業諮詢 1,628 非洲法郎，合計共 8,175 非洲法郎（約 12.69 美元），佔國家人均國民總所得 1.7%。
- 註 3：孟加拉人均國民總所得為 1,790 美元，農民對於氣象資訊服務每年 WTP 約為 11.45~16.36 美元（以平均值 13.9 美元計算），佔國家人均國民總所得約 0.8%。
- 註 4：臺灣農民主力農戶使用氣象資訊服務的 WTP 為每年 4,134~4,307 元新臺幣（約 141.8 美元），臺灣人均國民總所得為 25,360 美元，佔國家人均國民總所得約 0.6%。
- 註 5：臺灣水產養殖漁民使用氣象資訊服務的 WTP 為每年每人 3,544 元新臺幣（約 119.1 美元），佔國家人均國民總所得約 0.5%。
- 註 6：2019 年受訪農民對於氣象預報的「主觀氣象資訊準確度」為 74.94 分（基線數值）。2021 年沒有參加過小班教學的農民之氣象預報「主觀氣象資訊準確度」評分為 74.97 分，僅上升 0.03 分，基線幾乎沒有變化。

參考文獻

- 林桓億、許聖章、劉哲良 (2021)。氣象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。doi.org/10.3966/054696002021060109002
- Amegnaglo, C. J., Anaman, K. A., Mensah-Bonsu, A., Onumah, E. E., & Amoussouga Gero, F. (2017). Contingent valuation study of the benefits of seasonal climate forecasts for maize farmers in the Republic of Benin, West Africa. *Climate Services*, *6*, 1-11. doi.org/10.1016/j.cliser.2017.06.007
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P., Leamer, E., Radner, R., & Schuman, H. (1993). Report of the NOAA panel on Contingent Valuation. *Federal Register*, *58*, 4600-4614.
- Asia Regional Resilience to a Changing Climate, Met Office, University of Leeds, UKaid. (2020). *Valuing climate services: Socio-Economic Benefit studies of weather and climate services in South Asia*. Retrieved from https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/business/international/arrcc_mop_wp4_seb_evaluation_guidance-final.pdf
- Freebairn, J. W., & Zillman, J. W. (2002). Economic benefits of meteorological services. *Meteorological Applications*, *9*(1), 33-44. doi.org/10.1017/s1350482702001044
- Global Center On Adaptation, Global Commission on Adaptation, World Resources Institute. (2019). *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Retrieved from https://gca.org/wp-content/uploads/2019/09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf
- Kanninen, B. (1995). Bias in Discrete Response Contingent Valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, *28*(1), 114-125.
- Leviäkangas, P. (2009). Valuing meteorological information. *Meteorological Applications*, *16*(3), 315-323. doi.org/10.1002/met.122
- Lin, H. I., Liou, J. L., Chang, T. H., Liu, H. Y., Wen, F. I., Liu, P. D., & Chiu, D. F. (2021). Economic Assessment of Meteorological Information Services for Aquaculture in Taiwan. *Atmosphere*, *12*(7), 822. doi.org/10.3390/atmos12070822

- Lin, H. I., Liou, J. L., & Hsu, S. H. (2019). Economic Valuation of Public Meteorological Information Services — A Case Study of Agricultural Producers in Taiwan. *Atmosphere*, 10(12), 753. doi.org/10.3390/atmos10120753
- Lin, H. I., Liou, J. L., & Wang, R. H. (2019). Economic Assessment of Meteorological Information Services for Livestock Farmers: A Case Study in Taiwan. *The Empirical Economics Letters*, 18(5), 496-505.
- Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington, D.C.: Resources for the Future.
- Mittal, S., & Hariharan, V. K. (2018). Mobile-based climate services impact on farmers risk management ability in India. *Climate Risk Management*, 22, 42-51. doi.org/10.1016/j.crm.2018.08.003
- Ouédraogo, M., Barry, S., Zougmore, R. B., Partey, S. T., Somé, L., & Baki, G. (2018). Farmers' Willingness to Pay for Climate Information Services: Evidence from Cowpea and Sesame Producers in Northern Burkina Faso. *Sustainability*, 10(3), 611. doi.org/10.3390/su10030611
- Paparrizos, S., Kumar, U., Amjath-Babu, T. S., & Ludwig, F. (2021). Are farmers willing to pay for participatory climate information services? Insights from a case study in peri-urban Khulna, Bangladesh. *Climate Services*, 23, 100241. doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100241
- Parton, K. A., Crean, J., & Hayman, P. (2019). The value of seasonal climate forecasts for Australian agriculture. *Agricultural Systems*, 174, 1-10. doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.005
- Tall, A., Coulibaly, J. Y., & Diop, M. (2018). Do climate services make a difference? A review of evaluation methodologies and practices to assess the value of climate information services for farmers: Implications for Africa. *Climate Services*, 11, 1-12. doi.org/10.1016/j.cliser.2018.06.001
- Tesfaye, A., Hansen, J., Radeny, M. A. O., & Solomon, D. (2018). *Estimating the economic benefits of alternative options for investing in agricultural climate services in Africa: A review of methodologies* [Working Paper]. Retrieved from <https://cgspace>.

cgiar.org/handle/10568/90735

- Vaughan, C., Hansen, J., Roudier, P., Watkiss, P., & Carr, E. (2019). Evaluating agricultural weather and climate services in Africa: Evidence, methods, and a learning agenda. *WIREs Climate Change*, 10(4), e586. doi.org/10.1002/wcc.586
- Vedeld, T., Hofstad, H., Mathur, M., Büker, P., & Stordal, F. (2020). Reaching out? Governing weather and climate services (WCS) for farmers. *Environmental Science & Policy*, 104, 208-216. doi.org/10.1016/j.envsci.2019.11.010
- World Meteorological Organization. (2019). *WMO Strategic Plan 2020-2023*. (WMO-No. 1225). Geneva, Switzerland: WMO. Retrieved from https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9939
- World Meteorological Organization, World Bank Group, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, and United States Agency for International Development. (2015). *Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Service*. (WMO-No. 1153). Retrieved from https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3314

附錄 調查問卷

問卷編號：_____

氣象預報資訊價值分析 —農耕工作者的評估

問卷調查表

問卷編號：_____農會

_____產銷班第_____班

作物類別：_____主要作物：_____

受訪者姓名：_____ 產銷班班長 產銷班班員

訪員姓名：_____

訪問日期：_____年_____月_____日

訪問時間：_____時_____分至_____時_____分

督導員確認簽名_____

《問卷說明》：

您好！這是一份由行政院交通部中央氣象局委託財團法人中華經濟研究院的問卷調查，主要目的在於了解農耕工作者對於「氣象預報資訊」的認知暨體驗情況、評估「氣象預報資訊」對於農耕工作者的價值，以及農耕工作者的災損經驗。調查的結果可幫助交通部中央氣象局評估氣象資訊在農業生產應用上的經濟價值，並可能成為日後氣象資訊管理政策規劃之重要參考。

您所回答的一切資料都僅供研究分析之用，個人資訊絕對不會對外公開或外流，亦不會公開個人單獨資料的統計結果，請您放心作答，感謝您的協助與合作！

順頌

時祺

財團法人中華經濟研究院

計畫主持人：林桓億 助研究員

聯絡電話：02-2735-6006 轉 626

一、「氣象預報資訊」認知暨體驗情況

以下幾個問題是請教關於您對於「農業氣象預報資訊」的一般印象及體驗情況。

(一) 請問您是由何處獲得氣象預報資訊？使用頻率的優先排序？（可複選）

項目	是	否	排序
1. 電視 頻道：1 <input type="checkbox"/> 華視 2 <input type="checkbox"/> 中視 3 <input type="checkbox"/> 台視 4 <input type="checkbox"/> 民視 5 <input type="checkbox"/> 公視 6 <input type="checkbox"/> 中天 7 <input type="checkbox"/> 三立 8 <input type="checkbox"/> 東森 9 <input type="checkbox"/> TVBS 10 <input type="checkbox"/> 壹電視 11 <input type="checkbox"/> 年代 12 <input type="checkbox"/> 其他：_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 廣播	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 報紙	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 農民曆	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 網站 1 <input type="checkbox"/> 中央氣象局官網 2 <input type="checkbox"/> 鄉鎮預報 3 <input type="checkbox"/> 農業災害情資網 4 <input type="checkbox"/> 農業災害預警平台 5 <input type="checkbox"/> 農業氣象觀測網監測系統 6 <input type="checkbox"/> FB (<input type="checkbox"/> 報天氣 <input type="checkbox"/> 報地震 <input type="checkbox"/> 報天文 <input type="checkbox"/> 報氣候 <input type="checkbox"/> 福爾摩莎氣象萬千) 7 <input type="checkbox"/> 其他：_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 手機 APP 1 <input type="checkbox"/> 生活氣象 2 <input type="checkbox"/> 農作物災害通報 3 <input type="checkbox"/> 田邊好幫手 4 <input type="checkbox"/> 其他：_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 他人轉述	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 過去經驗判斷，如何判斷：_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
99. 其他，請說明_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
995. 無	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
996. 拒答	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
997. 不知道	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

訪員提醒：(1) 若受訪者勾選「電視」，請進一步詢問收看頻道（不提示選項，由受訪者自己說明收看頻道，訪員依據受訪者口述勾選）。

(2) 若受訪者勾選「網際網路」，請進一步詢問觀看網頁（提示選項，讓受訪者勾選）。用手機看網頁，請勾選「5. 網站」並在 7其他註明（如：Yahoo, Google）。

(3) 若受訪者勾選「手機 APP」，請進一步詢問觀看 APP（提示選項，讓受訪者勾選）。

(4) 請訪員將獲取管道的資訊依照使用頻率排序（排序前三名），農民的答案可能超過我們想像的多元，請將農民回答的內容，以文字完整記錄下來。

(5) 「如何判斷」可以將農民所講的一些重點記下來。

(二) 請問您最常用那些氣象預報資訊？(可複選)

- 1 氣溫 2 降雨 3 颱風 4 風向 5 風力強度
 6 溼度 7 舒適度 8 雷達回波 9 衛星雲圖
 99 其他，請說明_____ 995 無 996 拒答 997 不知道

(三) 除了前述的氣象預報資訊外，您還需要哪些預報資訊？(可複選)

- 1 日照時數 2 露點溫度 3 土壤溫度 4 土壤含水量 5 氣壓
 6 霜害 7 蒸發量 8 焚風 9 警報 (高溫特報 / 寒流)
 99 其他_____ 995 無 996 拒答 997 不知道

(四) 如果提供您在第(三)題的預報資訊，請問您主要都是做什麼用呢？(可複選)

- 1 決定種植何種作物 2 決定收成時間 3 決定是否採取防災行動
 4 決定播種時間 5 決定耕作時間 6 決定施肥時間
 7 決定施農藥時間 8 決定灑水時間 99 其他，請說明_____
 995 無 996 拒答 997 不知道

(五) 當氣象預報資訊發出「天氣災害將來臨」的訊息，您會如何處理？(單選)

- 1 不作為(無能為力)
 2 搶收以避免收入損失(期望收入可達原本水準或增加)
 3 積極防災或防護(期望收入可達原本水準或增加)
 4 其他，請說明_____

(六) 在整個農作生產過程中，你最需要多久前提供氣象預報資訊？(單選)

- 1 一天前 2 兩天前 3 三天前 4 四天前 5 五天前
 6 六天前 7 一週前 8 一個月前 9 一季前 10 兩季前
 99 其他_____ 995 無 996 拒答 997 不知道

二、「氣象預報資訊」價值評估

氣象預報資訊是農耕工作決策時的重要參考資料，透過氣象預報資訊之使用，預期能夠為農業生產者的利潤增加（生產成本降低或產量增加）或損害減少之效果。為了解氣象預報資訊所提供的價值，以下問題請教：

(一) 氣象預報資訊對農作物產出的影響程度為何？

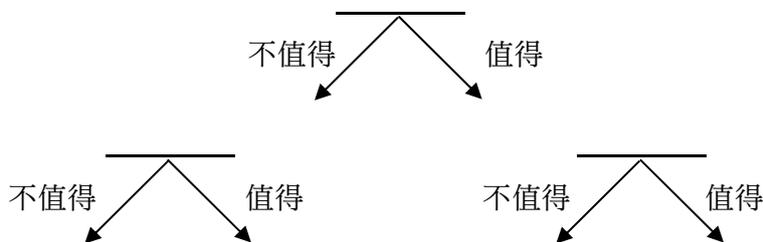
1 非常有影響 2 有影響 3 普通 4 沒有影響 5 完全沒影響

(二) 請問您認為目前「整體氣象預報資訊」的「準確度」為_____分。

(0-100 分，0 為完全不準確、100 分為完全準確)

訪員提醒：若受訪者無法回答(二)的問題，提醒受訪者可以「自行猜測或想像沒有任何氣象預報資訊下」做比較，例如與只看農民曆而不看氣象預報來做比較。

(三) 呈上題，在您針對(二)（整體氣象預報資訊）所認定的準確度之下，您認為下述各種每月不同金額是否值得您接受？



最後，請問您最高願意支付之金額為_____元

訪員提醒：(1) 第(三)題，氣象預報資訊價值換算金額，需要多解釋 / 舉列給受訪者，例如：設想每個月水費固定約 300 元或每個月手機電話費 188 元，方便受訪者可以說出氣象預報資訊在心中的價值（金額）。
(2) 以下第(四)題的選項請不要事先呈現或是唸給受訪者聽，通常受訪者在前述(三)兩層金額都勾選「不值得」且金額為 0 時，均已將他認為不值得的理由說出，請記下他所講的主要理由勾出，當然他也可能講這些選項之外的理由，則請記在「其他」。

(四) 若你無法由受訪者在答覆(三)的問題中，勾選出他認為兩層金額均「不值得」的理由且金額為 0 時，此時，你再以開放式的問法詢問他認為「不值得」的理由並記錄在訪員提醒的選項中（單選）。

- 1 氣象預報資訊準不準，對我而言沒有任何價值
- 2 我認為有價值但無法衡量
- 3 氣象預報資訊的提供，本來就是政府的責任
- 4 我現在很忙，無法思考這個問題
- 5 其他，請說明_____

三、災損經驗

以下問題想請教您在從事農耕工作過程中，遭遇氣象災害的經驗以及對農業天然災害相關保險的看法。

(一) 請問您從事農耕工作過程中，是否曾遭遇過以下災害？(可複選)

1 颱風 2 寒害 3 豪雨 4 旱害 99 其他_____

(二) 請問您最近一次遭遇最嚴重的天氣災害為：(單選)

1 颱風 2 寒害 3 豪雨 4 旱害 99 其他_____

您估計此次災害損失的金額：_____元。

訪員提醒：(二)若受訪者無法回答災害損失金額，只能知道損失幾成收入、收成、面積等，要進一步詢問可以推估出損失金額的資訊，以利訪問完，訪員換算金額。

(三) 請問您是否有投資相關設備或措施，以預防天然災害所帶來的損失？

1 是，請問您投資的設備或措施？(單選)

1 遮陰 / 棚架 / 雨架設施 2 精密溫室 3 噴灑藥劑

4 其他，請說明_____

請問您投資上述設備或措施，共花費多少金額？_____元

2 否，原因(單選)：1 未來將投資設備或執行措施：_____ (預算：_____)

2 未來災害頻繁，將退出市場(轉行 / 退休)

3 成本太高 / 不划算

4 其他，請說明_____

(四) 請問您是否知道農業天然災害相關的保險？

1 知道 2 不知道

(五) 請問您是否有投保農業天然災害相關的保險？

1 有

2 沒有，請問您未來是否願意投保農業天然災害相關的保險？

1 願意

- 2 不願意，原因(單選)：1 不符合成本 / 不划算
2 不了解保險制度
3 不信任承保單位
4 已經有政府天災補貼，所以不需要
5 其他，請說明：_____

訪員提醒：(五)若受訪者有勾選「投保農業保險」，進一步詢問投保作物類型：

- 1 水稻 2 梨 3 芒果 4 釋迦 5 鳳梨 6 蓮霧
7 木瓜 8 甜柿 9 文旦柚 10 香蕉植株 11 農業設施

四、主要經營管理者個人資料

以下需要請問您一些個人基本資料（不記名），以便我們做進一步綜合分析。
您所回答的一切資料都僅供研究之用，絕不對外公開或外流，請您放心作答。

(一) 性別：1 男 2 女

(二) 請問您的出生年次：_____年

(三) 請問您過去總共從事農耕工作的時間：_____年

(四) 請問您加入這個產銷班的時間有多久：_____年

訪員提醒：(1)若受訪者無法回答(三)的問題，請換「請問您____歲開始從事農耕工作」，當日訪問完檢查時，訪員再自己換算為農耕工作的工作時間。
(2)若受訪者無法回答(四)的問題，請換「請問您民國 / 西元_____年開始加入這個產銷班」，當日訪問完檢查時，訪員再自己再換算加入產銷班的時間。

(五) 請問您的最高教育程度：

1 不識字 2 自修 3 國小 4 國（初）中

5 高中（職） 6 專科 7 大學 8 研究所及以上

(六) 請問您去年（107年）種植的主要作物為：_____（請填「產值」最高者）

(七) 請問您去年（107年）主要作物的種植面積有：_____（分、甲、公頃）

(八) 請問您去年（107年）主要作物收成_____次

(九) 請問您去年（107年）主要作物一次收成有：_____（斤、公斤、箱、打、盆、瓶、元）

(十) 請問您是否以農耕為主要收入來源？ 1 是 0 否

您去年（107年）從事農耕的收入占總收入的百分比：_____ %

訪員提醒：(八)若受訪者回答「每天」或非次數的答案，需進一步詢問出次數（一年收成幾次），若受訪者真的無法回答，可以詢問農會人員過往經驗某作物每年收成的次數（如：龍鬚菜一年收成 200 次）。

感謝您抽空填答!!

The Economic Assessment of the Agrometeorological Information Extension Services: Examples of Four Farmers' Associations*

Hen-I Lin^{**}, Jen-Hung Hsu^{***}, Je-Liang Liou^{****},
Shiang-Nong Cheng^{*****}, Fang-I Wen^{*****}

This study conducts a survey to reveal the farmers' evaluation of meteorological information and how agrometeorological extension and education activities can improve the value of it. Using the Contingent

* The financial support from the Central Weather Bureau, Ministry of Transportation and Communication is gratefully acknowledged. The invaluable assistance and support from Qionglin Farmers' Association, Zhutang Farmers' Association, Meinong Farmers' Association, and Ji'an Farmers' Association is highly appreciated. The opinions from this paper do not reflect the view of the Central Weather Bureau, Ministry of Transportation and Communication. Errors are all ours.

** Associate Research Fellow of The Third Research Division, Chung-Hua Institution for Economic Research.

*** Corresponding author: Analyst of The Third Research Division, Chung-Hua Institution for Economic Research, Taipei City, Taiwan, R.O.C. No.75, Changhsing St., Da'an Dist., Taipei City 10672, Taiwan (R.O.C.). Email: clarkhsu@cier.edu.tw

**** Research Fellow of The Center for Green Economy, Chung-Hua Institution for Economic Research.

***** Research Associate of The Third Research Division, Chung-Hua Institution for Economic Research.

***** Associate Research Fellow of The First Research Division, Chung-Hua Institution for Economic Research.

Received 2 June 2022; Received in first revised form 3 July 2022; Accepted 21 July 2022.

Valuation Method (CVM), a questionnaire survey of 420 farmers in four farmers' associations (including Qionglin, Hsinchu County, Zhutang, Changhua County, Meinong, Kaohsiung City, and Ji'an, Hualien County) was conducted in 2019 to obtain the baseline data of the farmers' subjective evaluation and their willingness to pay (WTP) of meteorological information. The agrometeorological information extension and education activities were then held for these four farmers' association in 2020. Farmers growing specific vegetable and fruit crops were selected as the experimental group and provided with agrometeorological information extension and education activities, while farmers not joining these activities were viewed as the control group. In 2021, we revisited these four farmers' associations, conducting a questionnaire survey again and collecting 263 questionnaires in the end. Based on the survey results in 2019 and 2021, the farmers' subjective evaluation of meteorological information (including accuracy score and the degree of impacts on crop production) before and after the extension and education activities can be compared. The results reveal that the WTP of farmers in the experimental group are 12 to 51% higher than the WTP of those in the control group. It is also shown that the economic value of the agrometeorological information extension and education activities is about NT\$1,175.9 per person per year. This economic assessment can not only verify the potential value of the extension and education activities but also act as a helpful tool for the public sector to evaluate the extension and education activities and determine whether the activities should continue in the future.

Keywords: *weather information service, economic assessment, contingent valuation method, agrometeorological information*

JEL Classification: Q16, Q54, R11