

從經濟價值面向評估氣候服務應用在農業生產的效益

林桓億¹ 劉哲良²
第三研究所¹ 綠色經濟中心²
財團法人中華經濟研究院

摘要

本研究採用假設市場價值評估法（Contingent Valuation Method, CVM），以彰化縣二林鎮農糧生產者為研究對象進行問卷調查，並進而估計出該地區農糧生產者對於氣象資訊價值的主觀評價，以做為推算氣候服務應用經濟價值之基礎。本研究發現統計上顯著影響農糧生產者願付價格（WTP）的變數包含「主觀準確度評分」、「減害風險覺知」與「起始詢價金額」。本次研究的抽樣調查總份數為256份，根據最後調查結果，抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本共77份，因此最後實證估計所採用的樣本為179份，約佔總樣本比例為70%。本研究假設抽樣結果亦代表母體分布情況，因此扣除掉抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本的比例後，願意出價的總戶數為3,800戶，配合每年每戶的WTP區間為4,408元~5,986元，可初步推估出二林鎮農糧作物生產者應用氣象資訊所產生的經濟價值區間約為每年1,675萬~2,274萬元（95%信賴區間下的經濟價值區間）。本研究同時評估過去兩年在二林農會示範點進行的農業氣象應用推廣活動可能帶來的潛在經濟效益，並比較了103年與105年問卷的受訪者有無參加期間舉辦的農業氣象應用推廣活動，並是否造成個人對於氣象資訊服務在主觀準確度上的變化，並據以推估農業氣象推廣活動的經濟價值。本研究根據受訪者的問卷結果初步發現舉辦座談會活動的潛在效益最高，其次為小組討論，第三為app講習，而農民曆宣傳品的效益最少。本研究透過二林鎮農會示範區案例研究的初步結果也顯示，在農業氣象應用實務層面上，改善氣象服務最有效的方式為直接與農民進行面對面的宣導活動（如：舉辦座談會或小組座談），宣導生活氣象APP的使用效果可能不如座談會與小組討論活動，主要原因可能來自農民實際上網與使用智慧型手機上網的普及程度不高。

關鍵字：全球氣候服務框架、農業氣象、經濟效益、願付價值、假設市場價值評估法

一、前言

中央氣象局提供的氣象資訊具有多元性、準確性與即時性，且部分資訊已是全國民眾熟悉同時也將此資訊運用各領域，已達興利或避險等目的。為追求國家社會的永續發展，氣象資訊的重要性與社會價值需要受到更多的重視。由於氣象資訊為公共財，由政府免費提供，使得沒有市場交易價值的呈現。因此，有必要建立適用於我國經濟與社會環境的氣象資訊價值評估模式以量化氣象資訊價值，可依結果應用於氣象資訊軟硬體投資的成本效益分析，做為政府未來對氣象資訊服務投資決策的參考。近幾年，中央氣象局致力於推廣其氣象資訊服務在各項產業上的跨域應用，因此有必要透過瞭解氣象服務在各種領域應用上的潛在效益與經濟價值，以做為未來進行跨領域合作或創新研發客製化氣象資訊產品的決策依據。

我國對於氣象資訊價值評估的研究仍處於起步階段，僅有少數事件與應用領域適合透過經濟語言分析的方式呈現氣象資訊的應用價值。農業生產乃

是依賴天候條件進行規劃與作業，可謂為最適合呈現氣象資訊應用價值的重要領域，同時依據世界氣象組織(World Metrological Organization, WMO)的「全球氣象與氣候綱領」(Global Framework for Climate Services, GFCS)列出之執行排序，農業為優先執行的四大部門之一(WMO, 2012)。本研究以彰化縣二林鎮農民做為案例研究的對象，先於2014年透過問卷調查進行評估氣象資訊應用於農業的經濟效益，以了解氣象資訊應用對二林鎮農糧作物生產所帶來的經濟價值。至2016年3月舉辦最後一個推廣試辦活動「生活氣象app操作教學與講習」後，本研究將稻米產銷班與紅龍果產銷班班內成員各分為實驗組及對照組，分組進行主觀準確度平均評分變化的問卷調查，進以了解後續中央氣象局在規劃農業氣象相關推廣活動之潛在效益與經濟價值。

二、研究方法

(一) 假設市場價值評估法(Contingent Valuation Method, CVM)

目前我國情況，除了有市場得以買賣特殊氣象預報資訊外，或是間接由氣象預報資訊之影響對象(財貨)，所呈現出來產量、產值、收益或是損害可作為氣象預報資訊的價值表現外，但在大部分氣候服務應用的情況，無法透過市場交易價格得知氣象預報資訊的價值。在過去文獻的學理上有三大類方法可估算，分別為：規範性的決策模型(prescriptive decision-making model)、敘述性的行為反應研究(descriptive behavioral response studies)與非市場價值評估法(non-market valuation)，其中在非市場價值評估法中大多應用假設市場價值評估法(Contingent Valuation Method, CVM)。由於非市場價值評估法多以實際調查資料做為評估依據，所以估算結果較為準確，同時，此方式在氣象預報資訊價值評估在國際文獻上已被廣泛使用，因此本研究將運用假設市場評估法進行氣象資訊應用於農業的經濟評估。

CVM 經常在一個假設狀況下，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這種財貨並無市場交易經驗，因此調查者對其欲研究的非市場財貨先建立一個「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。本研究採用的方式是先讓受訪者針對現有的「氣象價值準確度」以分數尺度的方式進行主觀評分，再以此準確度所對應下的氣象資訊，詢問該氣象資訊對受訪者的價值為何，進而推論出受訪者對於氣象資訊的「每戶每年之願付價格(willingness to pay, WTP)」，依此，本研究設立的假設市場為：

在您針對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(問卷上會提供不同的起始金額數值讓受訪者做為決策參考)是否值得您接受？

綜言之，此一方法的詢問方式是以氣象資訊的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補貼金額，而謊報心中真實價值所產生的策略性偏誤(strategic bias)。在採用 CVM 進行經濟效益評估時，最主要的工作即是設計問卷。然而，在本研究的問卷設計之前，本研究團隊也透過二林鎮農會的協助邀請當地的農糧作物生產者代表進行訪談，除了說明研究主題與其重要性外，更重要的是釐清當地農糧生產者關切之事項，以作為問卷設計的參考依據。本研究依循 Arrow 等人(1993)所建議的準則，完成氣象預報資訊價值評估的問卷設計與調查規劃。歷經問卷設計、調查規劃、訪員訓練、問卷試訪、修正問卷等步驟後，最終版本的問卷分為三部分，第一部分為「氣象預報資訊」認知暨體驗情況，主要是釐清農糧生產者的氣象資訊使用情

況與需求；第二部分為「氣象預報資訊」價值評估，透過誘導支付模式量化氣象預報資訊的價值；第三部分為農糧作物生產者的基本資料。為調查資料的準確性，本研究的問卷蒐集皆以訪員親自面訪的方式來完成問卷調查。

(二) 實證模型設定

出價函數乃是一個將受訪者對於氣象資訊出價與潛在影響因子關聯起來的一種方式。透過出價函數之估計，可以釐清每個潛在影響因子對於受訪者出價之邊際影響，亦即，影響因子每變動一單位、受訪者出價隨之變動的度。

本研究在架構 CVM 內容時，採用雙界二元開放選擇模式做為詢價模式，而此模式有二點特徵需要在執行出價函數時被納入考量。首先，在經過第一與第二階段的詢問過程之後，受訪者對於心中的 WTP 將會有比較清楚的輪廓。因此，如果在第三階段請受訪者填入其願意支付的最高金額，此一金額即是經過了一個完整決策過程的最後結果。此時即能觀察到每位受訪者所顯示的金額，如果欲瞭解受訪者特徵對最後金額的影響，則可直接取用此一金額做分析。一般而言，如果受訪者對於待評估標的沒有任何價值，在假設受訪者不會顯示負值 WTP 的情形下，受訪者的 WTP 最少為零。對於觀察到 WTP 為零者，有可能是真正為零者，亦有可能為負者，就統計分配上而言，須將 WTP 低於 0 的機率納入考慮，方能得到正確的出價函數估算，此亦即文獻上所定義的「受限資料」(censored data)。

其次，採用雙界二元模式時，在二次的詢價階段皆會提供「詢價金額」(bid price)給受訪者做參考。就問卷設計的原始本意，主要是希望提供此金額之目的在於誘導出受訪者回答心中真正的 WTP，但在實務上受訪者卻容易將此金額當做資源的「訂價」，以致於讓受訪者心中原本真正的 WTP 受到影響。然而如果受訪者認為問卷所提供的受訪金額乃是該評估財貨的平均市價時，可能會利用此一受訪金額和其心中真正的願付價格產生加權調整後才予以回覆，如此將使得最後估算的平均願付價格可能有高估或低估的現象，依此所產生的偏誤即文獻上所定義的「起始點偏誤」(starting point bias) (Herriges and Shogren, 1996; Chien, Huang, and Shaw, 2005)。一旦當此偏誤存在時，直接採用開放欄位的填答價格來計算平均 WTP 也將出現偏誤的狀態。因此，本研究為得到精確的 WTP 估算結果，並避免可能產生的偏誤影響到估算的出價函數，因此須將上述二個屬於 CVM 問卷工具的特徵納入考量。為達此目的，在本研究中建立了一個綜合考量受限資料的起始點偏誤校正模型，以做為 WTP 估算之基礎。

在「起始點偏誤」的校正上，依據 Herriges 與 Shogren 於 1996 提出的起始點偏誤檢定及校正模型，他們認為在雙界的詢價模式中，當受訪者面對訪員詢問時在第二階段的願付價格，實際上乃是心中真正願意支付價格 WTP_i 與起始受訪金額 B_i^1 依一定比例 κ_1 之混合加權而成，而權數 κ_1 即為文獻上定義之「定錨效果係數」(anchoring effect coefficient)，且

$0 \leq \kappa_1 \leq 1$ ，其值若越接近 1，表示受訪者呈現出的願付價格 WTP_i^2 就越接近第一階段的受訪金額 B_i^1 ，亦即起始點偏誤之定錨效果對於估計結果的影響越大。反之，當 κ_1 越接近 0，則受訪者呈現出的願付價格 WTP_i^2 越接近心中真正的願付價格 WTP_i ，此時起始價格對最後平均願付價格之估計結果影響是不明顯。根據問卷設計的問題，本研究將二林鎮農民氣象資訊之每戶每年 WTP 實證估計式可呈現如(1)式：

$$\begin{aligned}
 WTP_i^2 &= (1 - \kappa_1)WTP_i + \kappa_1 bid_i \\
 &= (1 - \kappa_1)(\beta_1 + \beta_2 accuracy + \beta_3 trust \\
 &\quad + \beta_4 positive + \beta_5 negative + \beta_6 sex \\
 &\quad + \beta_9 edu + \beta_{10} birth + \beta_{11} income \\
 &\quad + \beta_{12} experience + \beta_{13} group \\
 &\quad + \beta_{14} family + \beta_{15} main) + \kappa_1 bid
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

變數說明如表 1 所示。此外，由於在使用 Tobit 模型估計第(1)式時，出價函數中各係數之估計結果乃是已受到 bid 此一變數影響後的估計結果。舉變數 accuracy 為例，透過(1)式估計出的係數，實為第(2)式下的結果：

$$\beta_2' = (1 - \kappa_1) * \beta_2 \tag{2}$$

因此估計係數結果需採用第(3)式加以校正之。

$$\beta_2 = \beta_2' / (1 - \kappa_1) \tag{3}$$

表 1 變數說明表

變數名稱	內涵說明	平均值	標準差
accuracy	受訪者對於氣象預報資訊準確度之主觀評分(0~100分)	74.04	14.62
trust	受訪者對於氣象預報資訊之主觀信任度(0~100分)	72.11	16.55
positive	受訪者對於氣象預報資訊的正面影響覺知(受訪者是否覺得對生產有正面影響?) 虛擬變數，「是」標記為1，「否」標記為0。	0.85	0.38
negative	受訪者對於氣象預報資訊的減害影響覺知(受訪者是否覺得對生產損害有降低影響的效果?) 虛擬變數，「是」標記為1，「否」標記為0。	0.85	0.37
bid	起始詢價金額，在本研究中，共提供 10 組不同詢價金額組合。	622.91	359.31
sex	受訪者性別。虛擬變數，「男性」標記為1，「女性」標記為0。	0.85	0.40
birth	受訪者出生年度(民國)	44.93	11.71
edu	受訪者教育程度，分為五個層級的順序尺度指標。「不	2.92	1.24

	識字」標記為1、「國小及自修」標記為2、「國初中」標記為3、「高中職」標記為4、「大專以上」標記為5。		
experience	受訪者從事農糧生產活動工作年數	28.67	17.91
group	受訪者參與的農事相關團體數量	1.37	0.61
family	受訪者家中從事農事工作的人數	2.45	1.05
main	受訪者是否以農事工作做為主要收入來源，「是」者標記為1、其他為0。	0.93	0.34
income	受訪者農事年收入，依數額大小取7個級距，並以組中點做為表示(萬元)	58.55	27.14

三、資料分析

(一)農糧作物生產應用氣象資訊之經濟價值評估

2014 年彰化縣二林鎮農會共計有 23 個產銷班，本研究以參與產銷班人數的 595 人為母體，按各產銷班成員人數比例隨機抽取 260 人進行問卷調查，共計完成 256 份，但其中「抗議性樣本」(protest zero sample)-亦即 WTP 回答 0，共計 83 份，「無法確定樣本」(unknown sample)-即為無法確定心中 WTP 的樣本，共計 68 份，在扣除「抗議性樣本」及「無法確定樣本」後，能夠做後續估算 WTP 的有效樣本共計 188 份，占總樣本 73%。透過卡方檢定(chi-test)，此調查樣本具有代表性。

整體而言，本研究受訪者對氣象資訊的平均 WTP 為 607 元。若按社經背景做區分，對於氣象資訊之 WTP(如表 2)，本研究受訪者之 WTP 平均高於過去吳中書等人(2012)的全國農民 WTP，女性 WTP 則高於男性，而本研究的受訪者教育程度以國(初)中、高中職的願付價值最高，平均出價為每月 869 元。本研究的受訪者平均年收入之願付價格較無一致的趨勢，非專職農民對氣象之評價高於專職農民。

以農作生產管理的角度來看氣象資訊願付價格(如表 3)，受訪者認為氣象資訊對農作生產有正面影響的農民願付價格高於認為沒正面影響的農民，差距約 400 元/月。受訪者認為氣象資訊有減少農作生產管理負面影響的農民願付價格之趨勢與正面影響一致。以災害類別區分願付金額，遭受寒害造成生產損失的農民願付價格高於遭遇其他災害之農民，但願付價格差距不大。

運用式(1)與式(3)分析與校正，其結果如表 4，在統計上顯著影響農糧生產者願付價格 WTP 的變數，主要包含「主觀準確度評分」(accuracy)、「減害風險覺知」(negative)與「起始詢價金額」(bid)。其中「主觀準確度評分」(accuracy)的係數為 37.61，即表示每增加氣象資訊之準確度一分的主觀評價，受訪者每月增加的願付價格平均為 37.61 元。其次，受訪者認為氣象資訊對於減少損害有所影響的「減害風險覺知」(negative)此一變數之係數推估結果為正、校正後的係數估計值達 872.89，這個結果說明了，當

本研究的受訪者在心中認定了氣象資訊對於減少損害確實有影響時，對於氣象資訊將會有較高的經濟價值認定（相對於不這樣認為的農糧生產者）。

表 2 使用氣象資訊願付價格-按社經背景

性別		專職農民	
男性	598	否	761
女性	649	是	587
平均農作年收入		教育程度	
未滿 10 萬	807	不識字	456
10 萬以上, 未滿 20 萬	623	國小	475
20 萬以上, 未滿 30 萬	445	國(初)中、初職	869
30 萬以上, 未滿 40 萬	513	高中(職)	639
40 萬以上, 未滿 50 萬	600	大專及以上	408
50 萬以上, 未滿 60 萬	355		
60 萬以上	652		

表 3 使用氣象資訊願付價格-按災害類別與處理方式

遭災害類別		災害處理	
颱風	600	搶救作物	513
寒害	653	防災	564
豪雨	612	不作為	522
旱災	506		
病蟲害	636		

「起始詢價金額」(bid)此一變數亦十分顯著，其值為 0.5379。此一結果即說明在本年度所使用的二林鎮樣本中群體，確實存在「定始點偏誤」，受訪者最後回答的出價，將是心中真實出價與起始詢價金額混價後的結果，其混價權重比例為 $1-0.5379=0.4621$ ；0.5379。亦即受訪者會參考問卷上隨機給予的起始金額來判定氣象資訊價格，致使最後回答出之 WTP，已非心中原本對於氣象資訊真正的 WTP。

綜合考量上述之情況，本研究以式(4)進行農糧生產者每戶每月 WTP 之估算。根據本研究問卷調查資料之推估結果，二林鎮農糧生產者的每戶每月平均 WTP，在 95% 的信賴區間下約為 367 元~499 元，平均值約為每戶每月 433 元。如推估換算為年價值，則為每戶每年 4,408 元~5,986 元，平均為每戶每年 5,197 元。利用上述的每戶每年 WTP，配合二林鎮農糧作物總戶數以及本次調查的有效樣本比例，可分別計算出各類作物因應用氣象資訊所產生的經濟價值總和。據 99 年農林漁牧業普查所提供的資料，目前彰化縣二林鎮農作栽培者共計 5,429 人，因此本研究假設二林鎮的農戶數為 5,429 戶。本次的抽樣調查份數共 256 份，根據調查結果，抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本共 77 份，因此最後實證估計所採用的樣本為 179 份，約佔總樣本比例為 70%。本研究假設抽樣結果亦代表母體分布情況，因此扣除掉抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本的比例後，願意出價的總戶數約為 3,800 戶。配合每年每戶的 WTP 區間為 4,408 元~5,986 元，可計算出二林鎮農糧作物應用氣象資訊所產生的經濟價值區間約為每年 1,675 萬~2,274 萬元（95%信賴區間下的經濟價值區間）。

表 4 出價函數參數估計結果

變數名稱	校正前係數	標準差	校正後係數	標準差
accuracy	20.61*	10.59	37.61*	20.27
trust	3.16	6.71	6.21	12.44
positive	307.52	215.13	565.17	413.9
negative	472.12*	269.75	872.89*	524.37
bid	0.5379***	0.1876	-	-
sex	-34.21	186.49	-57.45	338.65
birth	37.43	24.54	69.81	46.16
edu	41.15	70.43	74.34	129.47
experience	11.57	8.91	21.36	16.61
group	-23.6	190.77	-41.92	356.46
family	-68.93	72.18	125.86	128.12
main	-212.23	209.23	386.5	390.24
income	6.29	4.84	144.79	115.16
constant	-4284.09*	2480.14	-8067.37*	4720.62
估計樣本數：179				
F 值=1.96，通過 5%顯著水準檢定				
Pesudo likelihood 值：-1421.33				

註：*表示在信心水準 10%下為顯著顯著；**表示在信心水準 5%下為顯著顯著；***表示在信心水準 1%下為顯著顯著。

(二)農業氣象推廣應用之潛在經濟價值評估

本研究另外依照參與農業氣象應用推廣活動之出席情況(如表 5)，將稻米 2 班與紅火龍果 19 班做為農業氣象推廣應用經濟價值分析的實驗組，稻米 1 班、稻米 3 班與紅火龍果 21 班為對照組，各組之班員數、2014 與 2016 年問卷回收如表 6。

表 5 農業氣象應用推廣活動出席人數

作物別	班別	座談	小組討論	app 講習
稻米產銷班	稻米 1 班	0	0	0
	稻米 2 班	10	14	12
	稻米 3 班	1	0	0
紅龍果產銷班	紅龍果 19 班	9	13	16
	紅龍果 21 班	4	2	2

註：1.座談包含「氣象資訊服務在農業層面的應用與效益座談會」(2014/7/16)及「農業氣象應用服務推廣教育講習會」(2015/9/25)；2.小組討論是指「農業氣象應用服務推廣教育講習會」之後的產銷班小組討論(2015/9/25)；3.app 講習是指「農業與氣象資訊應用講習會」(2016/3/24、2016/3/25)。

首先，本研究分析 2016 年受訪的 120 位受訪農民所回答的主觀準確度評分(如表 7)，若以稻米班與紅龍果班作為區分，稻米班平均為 75.6 分，略高於紅龍果班的 75.1 分。進一步分析 47 位在 2014 年與 2016 年接受訪的農民，稻米班班員的平均主觀準確度由 2014 年的 71.6 分提高至 2016 年的 74.7 分，而紅龍果班班員則是由 2014 年的 74.4 分稍微下降至 2016 年的 73.9 分。本研究亦運用統計方法進行以下檢定：

檢定一：2014 年曾受訪者的主觀準確度，其 2016 年準確度是否高於 2014 年？

檢定二：2016 年受訪者的主觀準確度評分是否高於 2014 年？

檢定結果顯示，在 95%信賴水準下，2016 年稻米班年主觀準確度的平均評分顯著高於 2016 年主觀準確度的平均評分；但 2016 年紅龍果班年主觀準確度的平

均評分與 2014 年主觀準確度的平均評分沒有顯著的差異。

表 6 農業氣象推廣應用經濟價值問卷調查樣本數統計

作物別	組別	班別	班員人數	105 年 樣本數	103 年 受訪樣本數
稻米 產銷班	實驗組	稻米 2 班	38	29	13
		稻米 1 班	26	18	10
	對照組	稻米 3 班	21	12	8
紅龍果 產銷班	實驗組	紅龍果 19 班	52	32	11
	對照組	紅龍果 21 班	38	29	5
總人數			175	120	47
比例			100%	69%	27%

表 7 氣象預報之主觀準確度比較

項目	2016 年	2014 與 2016 皆受訪之樣本		
	總樣本	2014 年	2016 年	
稻米班	樣本數	59	31	31
	平均值	75.6	71.6	74.7
	標準差	14.9	14.7	13.9
	最小值	30	30	40
	最大值	100	90	100
紅龍果 班	樣本數	61	16	16
	平均值	75.1	74.4	73.9
	標準差	17.7	13.3	15.8
	最小值	20	50	50
	最大值	100	100	100

接著，本研究將稻米班與紅龍果班班內各分為實驗組及對照組分組進行主觀準確度平均評分變化的探討，結果如表 8 所示。首先，稻米班部分，2016 年準確度評分中，實驗組平均為 78.7 分，對照組為 72.7 分。亦透過簡易的 t 檢定進行檢定一與檢定二，結果顯示，在 95% 信賴水準下，稻米班實驗組主觀準確度的平均評分明顯高於稻米班對照組主觀準確度的平均評分。進一步比較參加農業氣象應用推廣活動前後的準確度平均分數，可發現對照組僅有 1.6 分的差異，而實驗組有高達 6.4 分的差異。由此可以推測稻米班實驗組主觀準確度的平均評分明顯受到農業氣象應用推廣活動的影響，且與稻米班對照組相比，所受的影響程度較大。紅龍果班的部分，紅龍果班在 2016 年準確度評分中，實驗組平均為 78.4 分，對照組為 71.5 分，同樣運用簡易的 t 檢定進行檢定一與檢定二，檢驗結果與稻米班一致，即實驗組主觀準確度的平均評分明顯高於對照組主觀準確度的平均評分。然而，如觀察紅龍果班 2014 年主觀準確度的平均評分，即可發現實驗組與對照組已存在 6.4 分的差異；但若個別比較實驗組與對照組的準確度平均，可發現實驗組與對照組的準確度平均分別上升 2 分與 1.5 分，由此結果可推測農業氣象應用推廣對紅龍果班的影響較小。

表 8 實驗組與對照組之氣象預報之主觀準確度比較

		實驗組	對照組
稻米班	2016	78.7	72.7
	2014	72.3	71.1
	差異	6.4	1.6
紅火龍果班	2016	78.4	71.5
	2014	76.4	70
	差異	2	1.5

在願付價格方面，本研究以在 2014 年以及 2016 年皆有接受調查的 47 個樣本為例，比較 2014 年與 2016 年有無參加農業氣象應用推廣活動或認知更深度的氣象資訊服務平均主觀準確度的變化(如圖 1)，並據以推估農業氣象推廣活動的經濟價值。圖 1 中，虛線表示若沒有接觸過「農業氣象應用推廣活動」，主觀準確度的變化情況。亦即，假設有參加活動的人，在沒有參加活動前，其主觀準確度變動幅度應與沒有參加活動者一致(斜率相同)。

本研究在二林鎮農會案例研究設計之推廣活動成效初步評估結果如下，從有看過農民曆氣象服務推廣宣傳的受訪者反應可知，這項行動可使得農民的平均主觀準確度評分增加 2.4 分，亦即假設出價函數以及其他條件不變的情況下，每人每年的氣象資訊願付價格將可能增加 90.2 元(占原 WTP 出價的 20.8%)；參加座談會也可使農民提高個人的主觀準確度評分，平均主觀準確度評分可能因而增加 13 分，亦即假設出價函數以及其他條件不變的情況下，每人每年的氣象資訊願付價格將可能增加 488.9 元(占原 WTP 出價的 113%)；舉辦小組討論可使農民的平均主觀準確度評分增加 10.4 分，亦即假設出價函數以及其他條件不變的情況下，每人每年的氣象資訊願付價格將可能增加 390.5 元(占原 WTP 出價的 90.2%)；舉辦生活氣象 app 講習則也對主觀準確度評分略有影響，主觀準確度評分約增加 2.6 分，亦即假設出價函數以及其他條件不變的情況下，每人每年的氣象資訊願付價格將可能增加 97.7 元(占原 WTP 出價的 22.5%)。綜上所述，在農業氣象推廣活動所帶來的潛在經濟價值評估上，本研究認為舉辦座談會的潛在效益最高，其次為小組討論，第三為 app 講習，而農民曆的效益最低。

四、結論與建議

(一) 結論

本研究以彰化縣二林鎮農糧生產者為研究對象，在 2014 年以 CVM 評估氣象資訊應用於農業的經濟效益，直至 2016 年為止，本研究更進一步評估農業氣象推廣活動的潛在經濟效益。本研究在 2014 年的調查結果發現，「主觀準確度評分」(accuracy)、「減害風險覺知」(negative)與「起始詢價金額」(bid)對農糧生產者的氣象資訊 WTP 有顯著的正關係。本研究假設抽樣結果亦代表母體分布情況，因此扣除掉抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本的比例後，願意出價的總戶數為 3,800 戶。配合每年每戶的 WTP 區間為 4,408 元~5,986 元，可計算出二林鎮農糧作物應用氣象資訊所產生的經濟價值區間約為每年 1,675 萬~2,274 萬元(95%信賴區間下的經濟價值區間)。

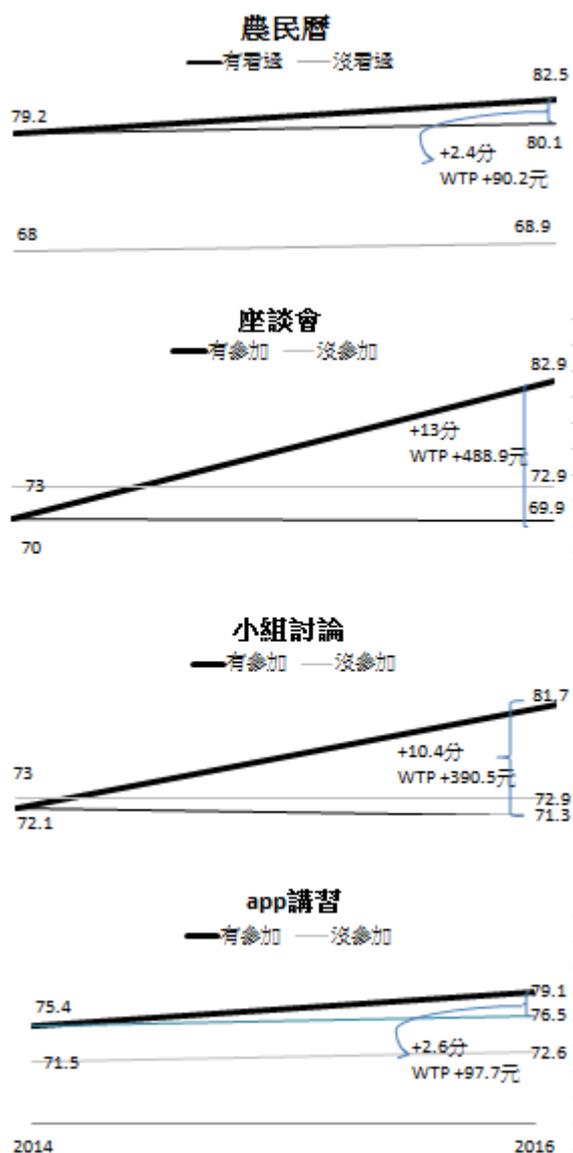


圖 1 農業氣象應用推廣活動對主觀準確度影響比較

在 2014 年至 2016 年間，中央氣象局與本研究團隊在二林鎮農會辦理多場農業氣象服務應用講習會，因此本研究欲評估二林鎮農會示範進行的農業氣象應用推廣活動可能帶來的潛在經濟效益，本研究將稻米班與紅龍果班班內各分為實驗組及對照組分組進行主觀準確度平均評分變化的探討。根據統計檢驗結果推測農業氣象應用推廣活動對稻米班班員的氣象主觀準確度評分有顯著的正影響，而對紅龍果班班員則沒有顯著的影響。另外，本研究初步結果發現舉辦座談會活動的潛在效益最高，其次為小組討論，第三為 app 講習，而農民曆宣傳品的效益最少。以本研究團隊 2014 年所估計的 WTP 出價函數推算，參加座談會可使農民提高個人的主觀準確度評分，平均主觀準確度評分可能因而增加 13 分，在假設出價函數以及其他條件不變的情況下，每人每年可能的氣象資訊願付價格將增加 488.9 元（占原始 2014 年平均 WTP 出價的 113%），效益較低的農民曆宣傳也增加 2.4 分的平均主觀準確度評分，每人每年可能的氣象資訊

願付價格將增加 90.2 元（占原 WTP 出價的 20.8%）。由此結果可知，農民偏好透過面對面的方式了解氣象服務相關資訊(例如：舉辦座談會或小組座談)，然而宣導生活氣象 APP 的使用效果不如座談會與小組討論活動，可能為農民的智慧型手機或網路使用率的普及程度較低所導致。

(二) 建議

透過彰化縣二林鎮農會示範區的農業氣象應用服務推廣活動案例成效評估的結果，本研究認為未來相關單位有必要針對全台重要農產品生產區進行相關的農業氣象推廣教材編制與推廣活動，並同時應該進行經濟效益評估，以做為後續改善氣候服務推廣活動的參考依據，以期農業氣象應用服務能增加來更大的經濟效益。為使氣象預報資訊在農業實務應用層面上更為普及，並增加符合農業終端使用者實際需求的經濟效益。此外，中央氣象局未來進行氣候服務的政策規劃時，應優先選擇對於氣象預報資訊需求高且潛在效益大的農民族群，而非以農作物產值做為篩選標準。最後，就目前的農業勞動人口仍以中老年人之比例較高，且根據本研究的初步結果顯示，面對面的農業氣象應用服務推廣活動應該為主要的推廣方式，但在 APP 或其他資訊系統開發上仍須持續進行，以因應未來青壯年農民人口投入農業。

參考文獻

吳中書、林桓億、洪志銘、姚明輝，2014。「氣象資訊服務經濟價值分析-農業面相(第二期)」。行政院交通部氣象局委外研究案。1032031A。財團法人中華經濟研究院。

Arrow, K., R. Solow, E. Leamer, P. Portney, R. Randner, and H. Schuman, 1993. "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation," Federal Register. 58:4600-4614.

Herriges, J. A. and J. F. Shogren, 1996. "Starting Point Bias in Dichotomous Choice Valuation with Follow-up Questioning," Journal of Environment Economics and Management. 30:112-131.

WMO (World Meteorological Organization), 2012.

WMO Strategic Plan 2012-2015. WMO-No. 1069.

Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization. (http://www.wmo.int/pages/about/documents/1069_en.pdf)(2013/06/20)

