

115年第四十屆天氣分析與預報研討會



氣象服務於農業終端使用者需求落差與 異質性分析

張郁婕、陳注維、陳孟瑋、林桓億、溫芳宜

報告人：張郁婕



中華經濟研究院
CHUNG-HUA INSTITUTE FOR ECONOMIC RESEARCH

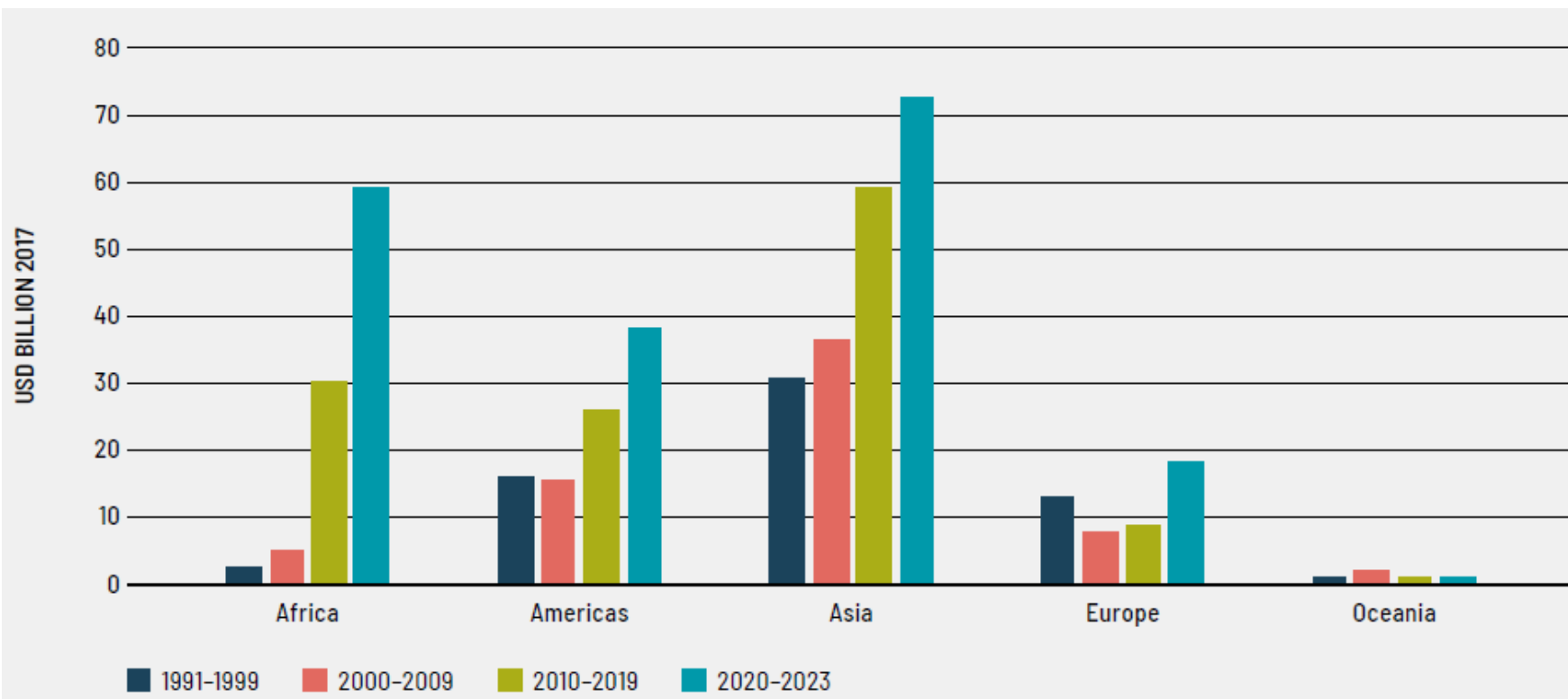
中華民國115年 9月 2日

報告大綱

1. 研究背景
2. 研究目的
3. 研究方法
4. 氣象資訊影響因素之實證分析
5. 結論與建議

研究背景(1/4)

1991至2023年：依地區劃分之年度損失 (以10年計算)



- 各類天然災害導致全球農作物與畜牧業生產損失

3.26兆美元

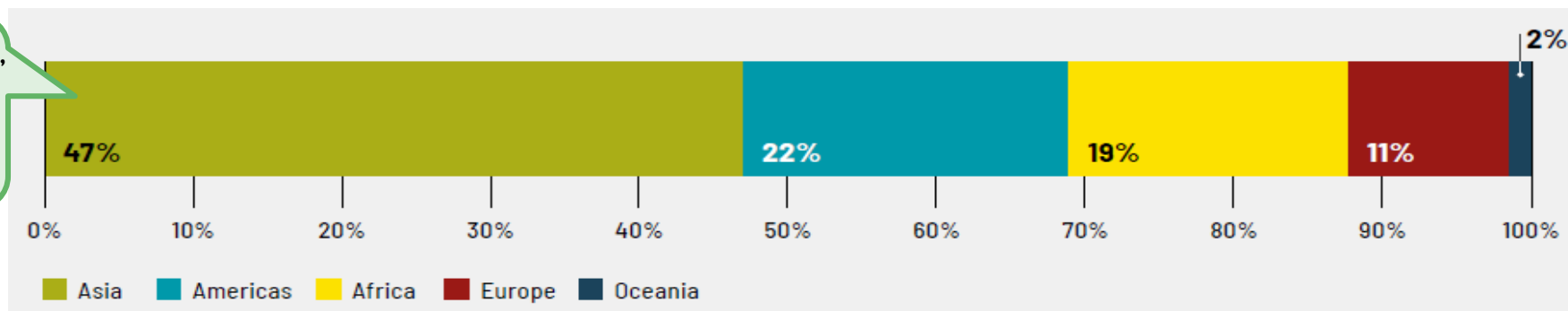
- 農業經濟損失增長

125%

- 平均每年損失

990億美元以上

亞洲是受災最嚴重的地區，
累計損失約1.53兆美元，
佔全球總損失的47%。



研究背景(2/4)

地區	2025年東亞地區天然災害	農業相關損失與受災規模統計
台灣	丹娜絲颱風及0708豪雨 楊柳颱風及1020豪雨 鳳凰颱風	約新台幣20.2億元 約新台幣6.5億元 約新台幣1.4億元 總計約28億
日本	歷史性夏季高溫、酷暑與暴雨	蟲害暴增43倍，農企業倒閉數創歷史新高，總債務歷史第三高
韓國	7～8月連續三波歷史性嚴重暴雨與洪水	淹沒與摧毀將近 30,000 公頃農田(近 4萬個足球場)
大陸	北方頻繁極端暴雨、南方洪澇與颱風	受災面積高達 6 百萬公頃，直接經濟損失 2416.17億元人民幣



圖片來源：

<https://www.koreatimes.co.kr/southkorea/environment-animals/20250722/heavy-rains-damage-nearly-30000-hectares-of-farmland-in-south-korea>



圖片來源：

<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202507120094.aspx>



圖片來源：

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001261.000043465.html>

研究背景(3/4)

地區	2026年東亞地區天然災害	農業相關損失與衝擊
台灣	 8月下旬中南部超大豪雨	•受西南風及颱風外圍環流影響，中南部連日降下超大豪雨 •全台農業損失累計約新台幣 1.34億至2.3億元 。
日本	 夏季高溫熱害、颱風淹水	•水稻熱害嚴重，新潟越光的一等米比例 急劇下降 ；作物保險 賠付激增 。
韓國	 8月百年熱浪	•梁山市 42.5度 創歷史高溫；豬、雞、養殖魚類大量死亡，蔬菜等農產品大歉收；菠菜、小黃瓜及蘿蔔葉價格在一周內 暴漲超過三成



氣候服務被視為降低氣候風險的重要工具，以減少災害對於農業部門之衝擊。

■ 氣候服務的目的：



研究背景(4/4)

■ 如何衡量農民心中「看不見價格」的氣象資訊價值？

研究方法：假設市場評估法（Contingent Valuation Method, CVM）



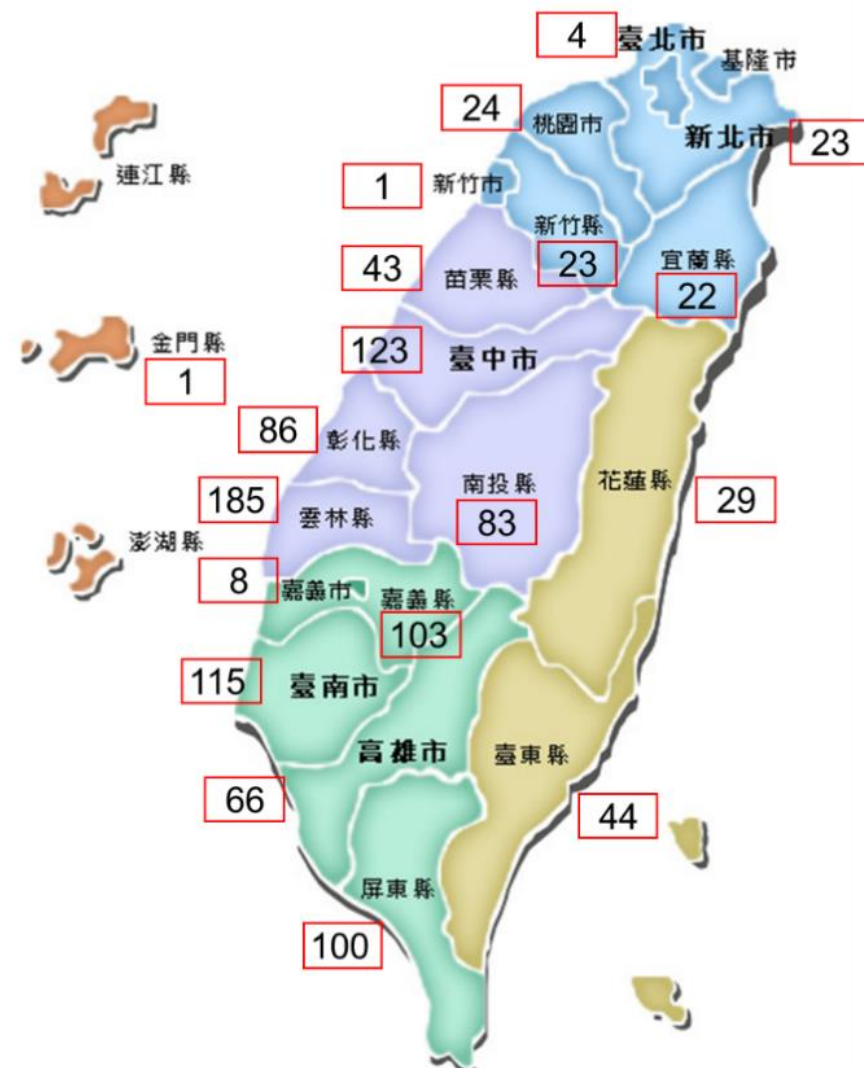
➡調查方式：電訪問卷調查。

以開放方式填答取得農民對氣象資訊的願付價格(Willing to Pay, WTP)。

2022年全國農戶電訪調查抽樣及調查分布

- 本團隊委託主計總處，以「109年農林漁牧普查資料」為抽樣母體，依**種植類別進行分層抽樣**，完成1,083份問卷調查。

調查對象	篩選調查對象需滿足以下條件： (1)主要種植6大類作物： 稻米 、 雜糧 、 特用作物 、 蔬菜 、 果樹 、 食用菇蕈 以及 花卉 ； (2)全年 農業收入 在20萬元以上； (3)戶內人口有65歲以下從事 自家農業工作者 。
抽樣設計	以 主要經營種類 與 可耕作地規模 進行分層抽樣
回收有效問卷	1,083份



影響農民心中氣象資訊價值之因素

1 資訊品質與使用經驗



感知準確度、使用頻率、
資訊取得便利性、
滿意度

➡準確度愈高、資訊取得愈便利且使用愈頻繁，農民對氣象資訊的價值評估通常愈高。

Lin et al. (2021, 2022);
Tefaye et al. (2023);
Shen et al. (2024);
Gouroubera et al. (2025)

2 經營規模與經濟能力



種植面積、農業收入

➡經營規模與收入條件不同，農民面臨的潛在氣候損失及支付能力亦不同，進而影響支付意願。

Lin et al. (2021, 2022);
Manzvera et al. (2024)

3 作物類型與風險暴露



種植作物種類、
災損金額、
防災設備投入金額

➡不同作物面臨的氣象風險與潛在損失不同，對氣象資訊的需求與價值評估亦可能有所差異。

Lin et al. (2021, 2022)

4 農民個人社經特徵



教育程度、年齡、性別、
務農經驗、收入

➡教育程度較常呈現顯著影響；年齡、性別及務農經驗的影響則可能因地區與發展情境而異。

Lin et al. (2021, 2022);
Shen et al. (2024);
Gouroubera et al. (2025)

研究目的

- Kenkel & Norris (1995) 發現，種植特定高經濟作物並未顯著提升 WTP，且全職農民之付費意願反而顯著低於兼職群體。

➡ 此現象暗示：種植不同作物的農民之間可能存在**偏好異質性**的問題。

1 可能存在 偏好異質性



- 不同農民在所得、經營規模、作物類型與風險暴露上存在差異。
- 對氣象資訊的需求與價值評估，未必一致。

2 臺灣相關研究 多為均質性成果



- 台灣農業氣象資訊價值研究成果多為均質性成果。
 - Lin et al. (2019)：主觀準確度、經營規模，對 WTP 有正向影響。
 - Lin et al. (2021)：教育程度、農業所得、特定高產值作物為重要影響因素。

3 均質性成果可能 忽略個別之差異



- 若同一因素對不同類型農民的影響方向或程度不同，整體平均可能互相抵消，產生「遮蔽效應」。

4 辨識農民WTP 之結構異質性



- 本研究進一步檢視：不同農民群體，是否存在不同的價值認知？

2022 年全國農業氣象資訊價值調查—社經背景統計結果



關鍵統計



曾受天然災害損害

78.1%



認為氣象預報有幫助

96.8%

(49.3% 非常有幫助 + 47.5% 有幫助)



願意為氣象資訊付費

28.4%



高所得農戶

47.5%



高所得且曾受
天災影響

39.5%



高損失；高投資

17.9%; 5.1%

高損失 高投資



樣本結構



男性

86.6%

女性

13.4%



作物類型

稻作	25.4%
雜糧	4.8%
特用作物	5.0%
蔬菜	20.2%
果樹	41.7%
食用菇蕈	0.5%
花卉	2.0%



教育年數

6 年	2.5%
9 年	12.5%
12 年	24.6%
14 年	39.2%
16 年	10.7%
18 年	8.4%
21 年	2.2%



災損金額

低損失	21.6%
中損失	24.0%
高損失	17.9%



投資金額

低投資	6.8%
中投資	5.8%
高投資	5.1%



觀察發現

1

高災損催生高需求

78.1% 的農民曾受災，96.8% 認為氣象預報有用。



2

投資 / 保險受限教育與資本

高災損戶占 17.9%，卻僅 5.1% 有防災投資，保險滲透率不足 10%。



3

資訊價值認同但付費低

即使高所得兼高風險群體，仍逾 60% 不願付費。



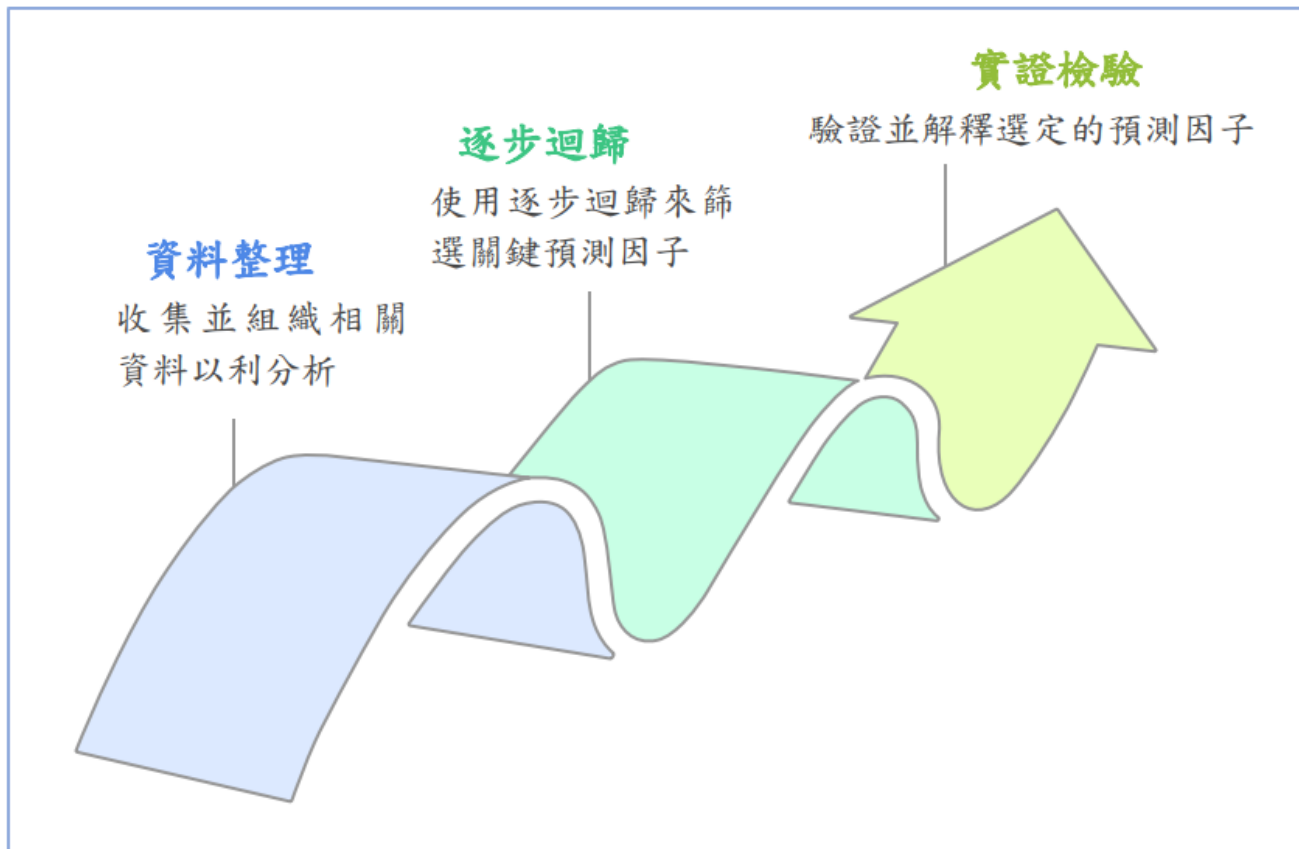
4

作物類型決定資訊需求

資訊關注內容與教育無關，但與作物性質高度相關。



氣象資訊於農業之影響因素實證分析-評估步驟



資料來源：本研究繪製

■ 評估步驟：

1. 「**資料整理**」：對問卷或訪談資料進行**社經背景統計分析**，作為後續建模之基礎，並歸納具政策意涵之觀察結果。
2. 「**逐步迴歸**」：利用**多元逐步迴歸模型**找出具統計顯著性的變數，用以辨別影響農民使用行為的主要決定因子。
3. 「**實證檢驗**」：利用**經濟學研究方法**驗證、檢定所提出之可能命題；根據分析結果解釋在政策面與氣象服務優化之意涵。

逐步迴歸與線性迴歸分析



➤ 逐步迴歸 (Stepwise Regression)

- ✓ 是一種在社會科學研究中廣泛使用的特徵選擇方法，**通過迭代過程自動篩選**對所感興趣之因子(被解釋變數)有**潛在顯著影響的因子**(解釋變數)，期能建構簡潔且預測力強的模型。
- ✓ 本研究運用向後消除的方式，根據整理後之問卷調查結果，先歸納可能影響受訪者行為之變數，後通過逐步迴歸的步驟，找出**影響氣象應用之關鍵預測因子**，同時排除冗餘變數。



➤ 線性迴歸分析 (Linear Regression)

- ✓ 為一種常見的統計推論工具，適用於處理**連續型因變數**與**多個自變數**之間的線性關係。
- ✓ 本研究中，我們先提出若干命題以探討其與農業的應用特性之潛在關聯性，後**利用迴歸模型以此框架對命題進行檢定並解釋結果**。

資料整理與敘述性統計分析

經資料清理，剔除非商業性、退休及半休閒農戶，以及關鍵變數缺失與極端離群值後，最終取得916份有效樣本。

1 農戶主觀認知



77.50分

氣象資訊影響程度

農戶普遍認為氣候因子
對農業生產具有一定影響



80.30分

氣象資訊滿意度

對現行氣象資訊服務
整體評價良好

2 社經與災損特徵



男性

86.6%



平均從農

27.10年



平均教育

13.36年



平均農業年收入

76.95萬元



高所得農戶

47.3%



曾有災損經驗

77.6%



所得與災損經驗具明顯差異，提供異質性分析基礎

3 作物分布



果樹

41.4%



稻作

26.5%



蔬菜

19.6%



其他

12.5%

4 所得分組與模型篩選

所得推估



平均收成次數

×

平均每次收成金額



以

40萬元

為高／低所得
分組基準

【模型檢定】

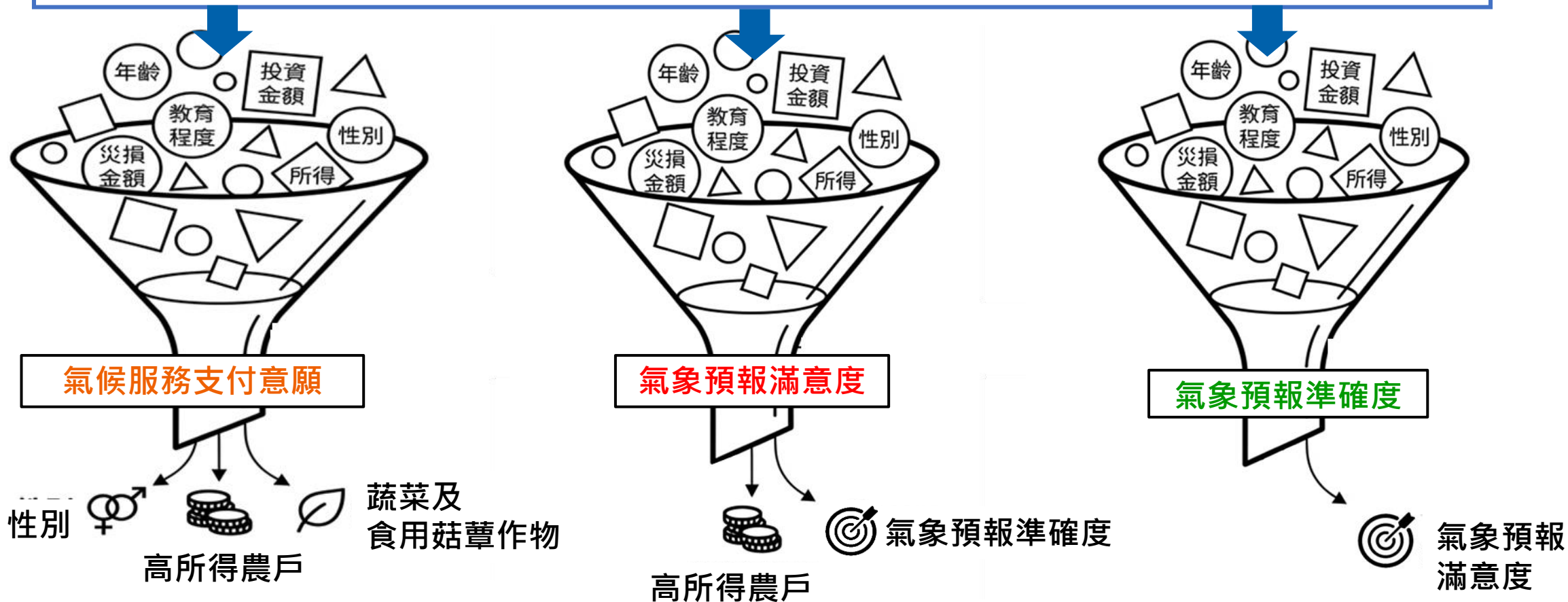
- ✓ VIF最高 2.633
- ✓ Tolerance 皆 > 0.3
- ✓ 排除潛在共線性
- ✓ 再以 AIC 最小化
篩選最終變數

註：112年全台每人平均可支配所得約 38.3 萬元

逐步迴歸分析

- 為瞭解農業受試者對於氣象資訊的應用意圖，選定「氣象服務的支付意願」、「氣象預報滿意度」、「氣象預報準確度」進行解析，試圖釐清影響之關鍵變數。

社經特徵（性別、年齡、高所得、教育年數）、農業經營屬性（避災投資金額）、
災損經驗（災損金額）、主觀評價（氣象預報滿意度、氣象預報準確度）



氣象資訊影響因素探索-氣候服務支付意願

1. 28.5% 農戶具有付費意願 ➡ 研究議題：何種原因驅動農戶願意進入氣象資訊市場？
2. 研究假說：極端氣候威脅固然催生避險動機，但願意採購小尺度數據的剛性需求，可能建立在農戶跨越特定資本門檻後的經營擴張，而非純粹的財務累積。
3. 為驗證此假說並避免將結構性門檻效果誤判為單純財富水準之線性影響，將「資本結構」與「線性財富」分離，模型設定如下：

$$y_i^* = \alpha + \beta HighIncome_i + \gamma X_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1), \quad i = 1 \sim n$$

年收入跨越 40 萬元門檻

經逐步迴歸保留之控制變數集合：年收入、災損經驗、女性

4. 在實際觀察中，僅能觀測到農戶是否願意支付的具體決策結果 y_i 。
若農戶 i 願意支付氣象資訊費用，則 $y_i = 1$ ；反之則不願意支付（ $y_i = 0$ ），
其機率模型可表示為：

$$P_r(y_i = 1 \mid HighIncome_i, X_i) = \Phi(\alpha + \beta HighIncome_i + \gamma X_i)$$

5. 考量Probit估計係數 β 僅能反映解釋變數對潛在變數之影響方向與顯著性，為量化解釋變數對農戶實質支付機率的影響幅度，後續實證分析將依據平均邊際效果（Marginal effects, dy/dx ）進行解讀。

氣象資訊影響因素探索-氣候服務支付意願

變數名稱	係數	P 值	邊際效果(dy/dx)	P 值
高收入農戶	0.223*	0.053	0.074*	0.051
有災損經驗	0.153	0.168	0.051	0.167
年收入 (連續)	2.260 ^{E-08}	0.7	7.500 ^{E-09}	0.7
女性	0.180	0.169	-0.002	0.161
常數	-0.878***	0.004		

註1：LR Chi² = 14.63，p = 0.0055；

註2：Standard errors in parentheses * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01。

註3：控制變項「教育年數」及「從業年數」。

- ✓其他條件不變下，高所得者的付費機率平均增加7.4%。所得效果可能反映高低收入群體之間的差異。
- ✓年收入與支付意願之間可能不是簡單的線性關係，支付意願可能存在「門檻效應」，即當收入「跨越某個門檻」，支付意願才會顯著提升。
- ✓受災者雖然對防災資訊有極高的實質需求(受災經驗77.6%)，但在支付意願 (WTP) 上卻不顯著。

➡ 所得的群體差異比單純收入增加，更能解釋農戶是否願意進入氣象資訊付費市場

氣象資訊影響因素探索-氣象預報滿意度與準確度

■ 滿意度與準確度之結構異質性分析

1. 研究議題：農戶的作物類型與所得條件，是否造成其對氣候服務評價的異質性？
2. 研究假說：均質假設下，不同農戶對氣候服務之偏好結構一致。然而不存在能讓所有農業終端使用者都滿意的服務，單純只以高所得或種植高敏感作物來看滿意度，未必能反映不同農戶在滿意度上的差異。農業終端使用者對資訊價值的評估建立於其具體生產條件與決策需求上。
3. 高所得的設施農戶可能傾向於整合API資料進行智慧農業管理，對資訊格式、解析度與變項細緻度要求較高；反之，中小型經營者則可能更偏好操作門檻低、資訊負荷小的方式或簡訊服務。為捕捉這種異質性，我們建立以下模型：
4. 農民對氣象預報準確度的主觀評價是否受到其經濟背景影響，探討政府是否可依背景特徵設計差異化介入策略，以強化其對預報之信任與接受程度

$$\text{滿意度}_i = \beta_0 + \sum_{j=2}^J \gamma_j \text{作物類型}_{ji} + \delta_1 \text{高所得}_i + \sum_{j=2}^J \lambda_j (\text{作物類型}_{ji} \times \text{高所得}_i) + \varepsilon_i$$

$$\text{準確度評價}_i = \beta_0 + \sum_{j=2}^J \gamma_j \text{作物類型}_{ji} + \beta_1 \text{高所得}_i + \sum_{j=2}^J \lambda_j (\text{作物類型}_{ji} \times \text{高所得}_i) + \varepsilon_i$$

氣象資訊影響因素探索-氣象預報滿意度與準確度

變數名稱	滿意度評價		準確度評價	
	係數	P值	係數	P值
高所得				
收入>40萬	-3.206*	0.074	-2.138	0.278
作物類型				
蔬菜	-0.962	0.568	-1.172	0.499
果樹	-2.971**	0.034	-3.073*	0.043
其他	-0.692	0.74	-0.683	0.745
交乘項				
蔬菜×高所得	4.07	0.116	1.987	0.478
果樹×高所得	3.68	0.101	3.619	0.14
其他×高所得	1.34	0.661	-0.748	0.811
_cons	80.534***	<0.001	76.430	<0.001

註：Standard errors in parentheses * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01。

註2：控制變項「教育年數」及「從業年數」。

- ✓ 高所得農戶滿意度呈現**顯著的負相關**。
- ✓ 果樹農戶對氣象資訊的**滿意度**與**準確度**評價均顯著低於稻作農戶。
- ✓ 「**果樹 × 高所得**」滿意度非常接近顯著。若現代化經營者，以**商業級**服務標準檢視公共資訊服務的準確度，易出現**期望落差**（Gap）。

氣象資訊影響因素探索-氣象預報準確度邊際效果分析

變數名稱	邊際效果 (dy/dx)	標準誤	Z 值	P 值
準確度評價	0.717***	0.035	20.420	0.000
所得				
低所得	0.688***	0.037	18.630	0.000
高所得	0.738***	0.060	12.280	0.000
種植類別×所得				
稻作×低所得	0.767***	0.055	13.830	0.000
稻作×高所得	0.708***	0.120	5.880	0.000
蔬菜×低所得	0.739***	0.085	8.710	0.000
蔬菜×高所得	0.729***	0.066	11.030	0.000
果樹×低所得	0.57***	0.068	8.360	0.000
果樹×高所得	0.744***	0.114	6.530	0.000
其他作物×低所得	0.829***	0.070	11.900	0.000
其他作物×高所得	0.797***	0.105	7.610	0.000

註：Standard errors in parentheses * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01。

註2：控制變項「教育年數」及「從業年數」。

- 氣象資訊準確度與滿意度呈現穩定且顯著的正向關係

- 全樣本的邊際效果高度顯著，表示準確度評價愈高，滿意度也愈高。

- 準確度評價與滿意度之正向關係具有跨群體的一致性

- 依作物×所得區分後，8個群體的邊際效果全部正向顯著。

- 高所得果農之滿意度提升幅度高於低所得群體，顯示其對高品質氣象資訊具有較高需求，提升氣象預報品質可有效縮小高所得農戶對公共氣象服務之效用落差。

結論與建議

01 | 氣象資訊價值存在所得異質性

- 年收入本身與付費意願**未呈顯著線性關係**；但以40萬元區分後，高所得農戶的平均付費機率較高約**7.4%**。
- 顯示高、低所得農戶對氣象資訊的**價值評估可能存在差異**。

☞**公共服務普及化 × 加值服務差異化**：在維持基本公共氣象服務可近性的同時，可透過開放資料與 API，提供民間發展加值型、客製化氣象服務的空間。

02 | 作物類型是服務評價異質性的重要來源

- 在低所得農戶中，相較於稻作，果樹農戶的**滿意度低2.97分、準確度評價低3.07分**。
- **高所得農戶滿意度亦相對較低**；但「作物 × 所得」交乘項不顯著，尚無證據顯示所得會進一步改變不同作物間的評價差異。

☞**從「一體適用」走向作物需求導向**：依不同作物的生產特性與決策情境，逐步發展更具針對性的氣象資訊與決策支援服務

03 | 準確度是跨群體共同的服務核心

- 不論所得高低或作物類型，**準確度與感知品質**是不同農戶共同重視的服務基礎。
- 高所得果農之滿意度提升幅度高於低所得群體，可能顯示其對**高品質氣象資訊**具有較高需求

☞**先鞏固公共服務品質，再發展差異化應用**

簡報結束 敬請指教

