

願意支付價值最佳效率指標之建構與驗證

蘇明達、吳珮瑛*

雖然目前條件評估法在文獻上已經發展出多種不同的誘導支付模式，但是因為這些模式都存在若干缺點，所以本文乃發展一個具有四階段決策過程的近似理想誘導支付模式。此模式是一種混合二元選擇與開放式之設計，其前三階段之決策過程猶如三界二元選擇，最後第四階段則採用開放式。同時，近似理想誘導支付模式乃是依循最適設計準則，來制訂前三階段的受訪額度。而建構該模式的目的，除了可以在理論上呈現出近似理想誘導支付模式各個階段的最佳估計效率外，更重要的是可以為後續的實證研究，在面對各種可能的實證估計結果時，提供一個可以比較的對照基準。

為了瞭解理論與實證間各個階段估計效率的對照結果，乃選擇受訪者平均願意支付價格之變異數做為效率指標值。由於根據理論推導，將可以獲取近似理想誘導支付模式的最佳效率狀況，所以將此時計算得到的指標值，稱為最佳效率指標值，並可由此繪製出最佳效率邊界。而最佳效率指標值與最佳效率邊界即是實證估計時所能達到效率性的極限，二者可以做為各種實證估算結果之效率性與理論上各種理想狀態的比較。為了驗證不同實證估算結果效率性之表現，本文選擇黑面琵鷺保護區多元價值之間卷調查資料，分別檢驗僅考慮估算平均願意支付價格和涵蓋受訪者特質兩種狀況下，且在不同分配函數與估計函數形式下探討其效率性。由各種實證估計的結果顯示，實證上的效率性會與最佳效率狀況有所落差，這些差異可能源自於分配函數選擇的不同、涵蓋受訪者特質之解釋變數的多寡、甚至是估計函數形式的不同。亦即，為了實證之需要，必須選擇不同於理想狀況下之條件時，條件差異愈大則偏離最佳狀況的情形愈顯著，而本文所建構的模型，可以明確指出此時所犧牲之效率值的大小。

關鍵詞：近似理想誘導支付模式、效率邊界、效率改善、黑面琵鷺保護區、最適設計

* 作者分別為中國技術學院企業管理系助理教授、台灣大學農業經濟學系教授。本研究承國科會專題研究計畫（NSC91-2415-H-002-015-SSS）補助，僅此致謝。

I、前言

近三十年來，條件評估法（contingent valuation method，以下簡稱 CVM）已經被廣泛地使用於衡量各式各樣沒有交易市場的環境資源財貨。當使用 CVM 評估環境資源財貨時，必須設選擇一種誘導支付模式（elicitation method），使受訪者可以顯現出願意支付價格（willingness to pay，以下簡稱 WTP）或願意接受價格（willingness to accept，以下簡稱 WTA）。目前文獻上最常使用的誘導支付方式有競價法（bidding game）、開放式（open-ended）和二元選擇法（closed-ended、dichotomous choice）等三種，每一種方式都各有不同的優缺點。

在所有的誘導支付模式中，競價法最早被應用於 CVM（Davis，1963），此法是利用逼近的方式，以協助受訪者尋找心中的 WTP/WTA（Boyle & Bishop，1988）。然而競價法的缺點是，過去文獻僅將焦點集中在受訪者最後顯示的 WTP/WTA，並沒有對於各個階段受訪金額之設定，以及每位受訪者所面對的訪問金額之次數，制訂出一套標準。開放式亦是最早使用的誘導支付方式之一（Hammack & Brown，1974），該方式是受訪者對於提供的假設市場財貨，直接回答一個 WTP/WTA。但是由過去的經驗顯示，受訪者在面對這種開放誘導支付模式時，相對難以直接回答一個 WTP/WTA，因此經常會面臨答覆的困境（Arrow *et al.*，1993）。

為了避免競價法與開放式的缺點，Bishop 和 Heberlein（1979）乃著手設計二元選擇誘導支付方式。此一方式是在問卷中提供某個受訪金額，受訪者則據此回答「願意」或「不願意」支付/接受該額度。因為當時受訪者所面對的是一個層次的二元選擇形式，所以後續文獻稱之為單界二元選擇法（single-bounded dichotomous choice）。然而，此法僅能得知受訪者「是」、「否」願意支付或接受某一個受訪額度，因此獲取之訊息相當有限，所以

Carson、Hanemann 與 Mitchell (1986) 乃將受訪者僅面對一個層次受訪金額的二元選擇形式，擴展為二個層次的二元選擇，稱之為雙界二元選擇 (double-bounded dichotomous choice)。而 Scarpa 和 Bateman (2000) 則在雙界二元選擇之後，繼續詢問受訪者一個較高或較低的金額，以形成三界二元選擇 (triple-bounded dichotomous choice)。

由於隨著二元選擇階層數目的增加，將能獲取更多有關受訪者 WTP/WTA 的訊息，因此 Hanemann、Loomis 和 Kanninen (1991) 在理論上證明，同時也在實證上驗證，雙界二元選擇之估計結果比單界更具有效率性。同時，由 Scarpa 和 Bateman (2000)、Bateman et al. (2001) 的實證結果亦顯示，三界二元選擇是較雙界更有效率性，然而雙界至三界的效率改善情況，只有單界至雙界的一半而已。

上述二元選擇的文獻發展過程似乎顯示，當二元選擇之階層增加時，在估計的效率上將會有所改善，然而持續不斷地擴增二元選擇層次，所換取之效率提升卻是呈現遞減的。另一方面，如果在二元選擇誘導支付方式之後，接續採取開放的詢問方式，理應可以獲取較充分的訊息，這是因為受訪者在參與一連串的選擇過程之後，將 WTP/WTA 呈現於最後開放式的單一數值上。該數值的獲取是結合了使受訪者進行決策時較為便利的二元選擇，以及受訪者能顯示完整訊息的開放方式。

有鑑於此，蘇明達 (2003) 發展能夠整合前述三種主要誘導方式優點的支付模式，稱之為近似理想誘導支付模式 (almost ideal elicitation method, 以下簡稱 AIEM)，此乃是在目前各種誘導支付方式之基礎上，建立一個具有四階段決策過程之條件評估模型，此種決策過程的第一階段至第三階段之設計，猶如三界二元選擇，而第四階段則採用開放式法。因此，AIEM 是一種混合二元選擇與開放式之設計，其過程則類似於競價法。在如此的設計下，AIEM 將兼具各種誘導支付方式的優點。同時，為了確保 AIEM 之前三階段所蒐集之受訪者 WTP/WTA 訊息可以達到最大，因此乃依循最適設計

(optimal design) 準則來制訂金額，以瞭解當每一階段之訊息均達到最大效率之前提下，估計效率隨階層增加而逐漸改善的情況。

雖然過去文獻在理論上探討的最適設計金額，於實際調查時難以執行，因此無法得知當以理論之最佳效率狀況為基準，來衡量實際研究時所能夠達到的效率性。然而，AIEM 總共涵蓋了三個階層的二元選擇，此時即使只有一組最適受訪金額，卻包括了七個不同的受訪額度，因此不需擔心受訪金額的額度缺乏變化，而產生後續無法估計平均 WTP 的窘境。是故，雖然 AIEM 以最適設計方式選取受訪金額，卻仍然具有實證上的可行性。

建構 AIEM 的主要目的之一，除了可以由理論上呈現出最佳估計效率的狀況外，更重要的是要為後續的實證研究，在面對各種可能的實證估計結果時，提供一個可供比較的對照基準。為了從理論證明得到的基準，瞭解各種實證估計的效率性，本文將建構一個能同時適用於表現理論與實證效率性的指標值，並且計算出此一指標值在理論上所呈現的最佳效率狀況，稱之為最佳效率指標值，並由此繪製出最佳效率邊界。而此最佳效率指標值與最佳效率邊界，即是實證估計時所能達到效率的極限。本文將以黑面琵鷺保護區多元價值之問卷調查資料為例，來驗證 AIEM 在理論上與實證上所表現的效率性。

II、AIEM 架構與效率指標值之建構

2.1 AIEM 之誘導支付架構

AIEM 是在目前文獻中各種誘導支付方式的基礎上，所建立的一個具有四階段決策過程之條件評估模型，如圖 1 所示。此種決策過程的第一階段至第三階段之設計，猶如三界二元選擇，亦即首先提供受訪者 i 某一個金額

A_i ，該受訪者則據此回答「願意」或「不願意」支付該額度。依據受訪者 i 在第一階段的決策結果，第二階段將接續詢問一個較第一階段為高或為低的受訪金額，若受訪者 i 在第一階段回答的是「願意」，則該受訪者在第二階段將面對一個高於第一階段之受訪金額 A_i^U ；反之，如果受訪者 i 在第一階段回答的是「不願意」，則在第二階段將面對一個較低的受訪金額 A_i^L 。

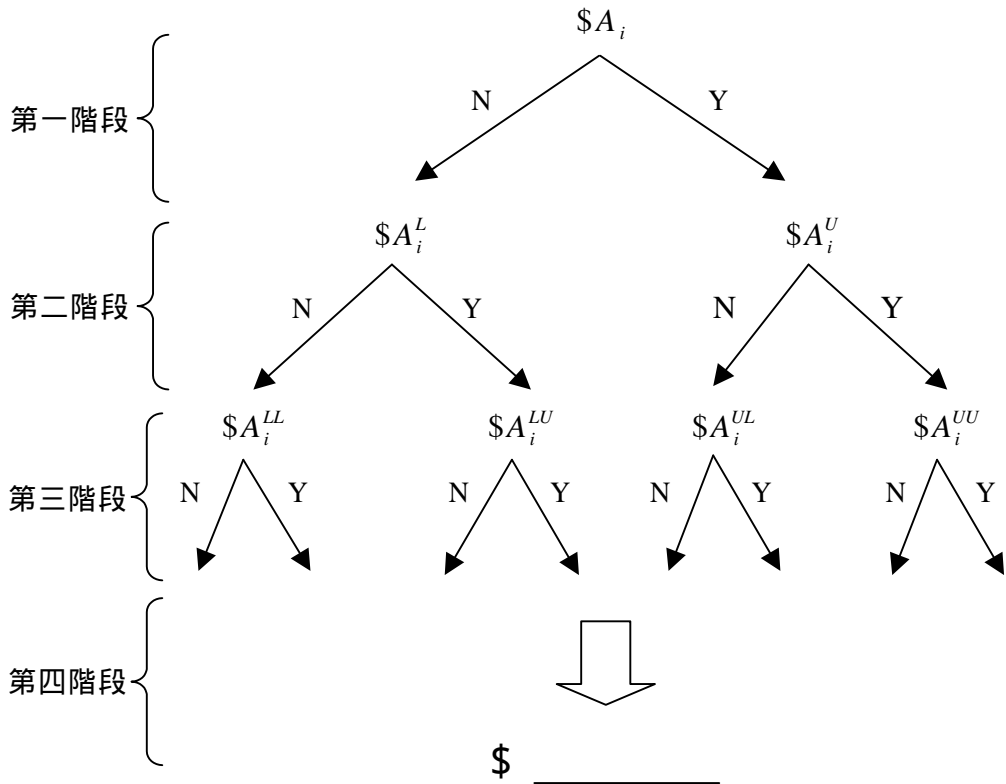


圖 1 AIEM 之決策過程

至於第三階段則是根據前二階段之回答結果，繼續詢問受訪者 i 是否願意支付另一個金額，如果該受訪者前二階段都回答「願意」，則第三階段將提供一個更高的金額 A_i^{UU} ；反之，如果前二階段都回答「不願意」，則提供

一個更低的金額 A_i^{LL} 。若第一階段回答「願意」，但第二階段回答「不願意」時，則給予一個介於 A_i 和 A_i^U 之間的受訪金額 A_i^{UL} ；同理，若第一階段回答「不願意」，但第二階段回答「願意」時，則給予介於 A_i 和 A_i^L 之間的受訪金額 A_i^{LU} 。上述這七個金額之間的關係為 $A_i^{LL} < A_i^L < A_i^{LU} < A_i < A_i^{UL} < A_i^U < A_i^{UU}$ 。

AIEM 在設計前三階段二元選擇所需之受訪金額時，乃是遵循最適設計中 C-Optimal Design 的概念，亦即以極小化平均 WTP 之變異數為衡量標的，而依此制訂出的受訪金額只有一組，共計七個金額。而這七個受訪金額的額度大小與 WTP 之平均值 μ 及隨機項之標準差 σ 間的關係，如表 1 所示。此時，該組受訪金額所涵蓋的這七個不同受訪額度，將各種可能的 WTP 區分為 $(-\infty, A^{LL})$ 、 $[A^{LL}, A^L)$ 、 $[A^L, A^{LU})$ 、 $[A^{LU}, A)$ 、 $[A, A^{UL})$ 、 $[A^{UL}, A^U)$ 、 $[A^U, A^{UU})$ 、 $[A^{UU}, \infty)$ 八個區間，且每一位受訪者的 WTP 座落於這八個區間的機率值皆為 12.5%。

當受訪者在經歷前三階段的二元選擇之後，接著面對第四階段之開放誘導支付模式時，則必須從所座落的區間當中，具體呈現出一個 WTP。所以，AIEM 是一種結合選擇與開放式的支付模式，其過程則類似於競價法。在如此的設計之下，由於前三階段採用的是二元選擇，因此受訪者容易參與此過程且方便回答，而每位受訪者在經過前三階段一連串的選擇過程之後，在面對最後開放階段時，則相對容易地可以填入一個具體的 WTP。

2.2 效率指標值之建構

因為評估環境資源財貨的最終目的，經常是為了估算所有受訪者的平均 WTP，而其變異數則會影響估算平均 WTP 的準確性，同時，考慮到 AIEM 是根據最適設計中 C-Optimal Design 準則，亦即以極小化平均 WTP 之變異數為衡量標的來設計受訪額度，因此選擇以「平均 WTP 之變異數」做為效

率指標值，如(1)式所示

$$\text{效率指標值} = \text{Var}(\mu) \quad (1)$$

表 1 AIEM 之受訪金額設計公式

受訪額度	設計公式 ¹
A^{LL}	$\mu - \frac{\sqrt{3} \ln 7}{\pi} \times \sigma$
A^L	$\mu - \frac{\sqrt{3} \ln 3}{\pi} \times \sigma$
A^{LU}	$\mu - \frac{\sqrt{3}(\ln 5 - \ln 3)}{\pi} \times \sigma$
A	μ
A^{UL}	$\mu + \frac{\sqrt{3}(\ln 5 - \ln 3)}{\pi} \times \sigma$
A^U	$\mu + \frac{\sqrt{3} \ln 3}{\pi} \times \sigma$
A^{UU}	$\mu + \frac{\sqrt{3} \ln 7}{\pi} \times \sigma$

資料來源：本研究整理。

註 1： μ 和 σ 分別表示平均 WTP 與隨機項之標準差。

式中 μ 表示所有受訪者之平均 WTP。當效率指標值愈大時，因為估算的平均 WTP 之準確性愈差，因此效率性愈低；反之，效率指標值愈小時，則效率性愈高。

由於 AIEM 是經由理論上的最適設計準則制訂出最適受訪金額，因此可以獲取 AIEM 在各個階段的最佳效率狀況，所以便將此時根據(1)式得到的效率指標值，稱為最佳效率指標值（註 1），結果如表 2 所示。此最佳效率指

標值可以做為後續實證研究在各種不同條件設定下，所獲得之實證效率指標值的對照基準，繼而得知為了實證所需而可能面臨之效率損失。

表 2 AIEM 中各個階段之最佳效率指標值與效率變動情形

階 段	$Var(\mu)^1$	
	數 值	效率變動(%)
局部決策結果		
第一階段	$4.0000 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$	-----
第二階段	$3.2000 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$	20.0000
第三階段	$3.0476 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$	4.7625
完整決策結果		
第四階段	$3.0000 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$	1.5619

資料來源：本研究估算。

註 1： $Var(\mu)$ 表示各個階段平均 WTP 之變異數， σ^2 為隨機項之變異數， N 為樣本數。

此外，表 2 也計算了 AIEM 中最佳效率指標值隨著階層增加而改善的情況，並以效率改善之百分比來表示，計算公式如(2)式所示

第 j 階段之效率改善 (%)

$$= \left| \frac{\text{第 } j \text{ 階段之效率指標值} - \text{第 } (j-1) \text{ 階段之效率指標值}}{\text{第 } (j-1) \text{ 階段之效率指標值}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

式中 $j = 2, 3, 4$ 。由此可知，當遵循 AIEM 的設計時，效率指標值將會隨著階層數的增加而遞減，顯見估計效率會逐漸改善，但效率改善的情況是呈現遞減的。同時，AIEM 可以將估計效率值控制在表 2 中的效率變動範圍內。

III、黑面琵鷺保護區多元價值之問卷設計 與抽樣調查

3.1 問卷設計內容

為了從理論上的最佳效率基準，瞭解各種實證估計的效率性，在此擬藉黑面琵鷺保護區多元價值之問卷調查資料，做為實證分析之對象。黑面琵鷺保護區位於交通尚稱便利的曾文溪口北岸，而且黑面琵鷺的外型十分賞心悅目，是故當每年十月至翌年四月飛抵該處渡冬時，都吸引了大批的觀光客前往。由於觀光客的湧入帶動了地方的觀光產業，因此黑面琵鷺保護區除了具有資源保育的價值外，尚且擁有生態旅遊與繁榮地方發展之價值。目前觀光客前往黑面琵鷺保護區時，是在保護區外圍的三座賞鳥亭上賞鳥，由於賞鳥亭的位置醒目且偏高，所以黑面琵鷺的距離遙遠，不容易直接用肉眼觀賞，必須透過保育團體臨時架設的望遠鏡。同時，觀光客會有不當的遊憩行為，容易影響黑面琵鷺的作息。此外，賞鳥亭的周圍有許多攤販聚集，將使保護區顯得格外凌亂。

因此，預擬規劃的保護區是希望藉由一些相關的輔助設施，以改善保護區的現況，這些設施包括生態走廊、遊客中心、商品展示中心與特有生物研究保育中心的成立。生態走廊的功能主要是在隔絕遊客於賞鳥過程中，可能對黑面琵鷺造成的干擾，亦使人們有機會可以近距離觀賞黑面琵鷺；遊客中心則能擴大生態教育的對象、與專業解說員定點定時的解說服務；商品展示中心則可以集中攤販，進而提升當地的生活品質，並增加當地居民的就業機會與收入；而特有生物研究保育中心則可以提供黑面琵鷺更加完善的保育工作。透過這些相關的輔助設施，預期將可以提高旅遊、就業與保育等人為活動之價值。

為了使受訪者能夠充分、迅速、且系統性的掌握假設市場之訊息，因此問卷中對於假設市場的描述，是以一張護貝圖形呈現。此圖形包含了上、下兩個插圖，上方的插圖表示黑面琵鷺保護區的現況，下方的插圖則展現未來朝向生態旅遊規劃後所呈現的美好景象。至於上、下兩個插圖間的文字說明，是解釋保護區現狀與未來規劃後所擁有資源之差異性，並且闡述這些差異性將會影響黑面琵鷺保護區具有之功能，包括自然資源保育、遊客的賞鳥過程、以及當地居民的就業機會和生活品質等方面。同時，由於受訪者對於假設市場的支付動機，並不僅限於旅遊活動，而有一部分將來自於協助地方發展與保育黑面琵鷺等動機，因此採用基金做為支付工具。此外，因為受訪者對黑面琵鷺保護區的涉入經驗、社會經濟特徵、以及參與自然生態環境等相關議題的程度，都可能影響受訪者的評價，因此這也是問卷設計涵蓋的範圍。

至於 AIEM 前三階段之受訪金額乃是依據表 1 的計算公式得到，但因為 WTP 之平均數 μ 與標準差 σ 等母體參數未知，所以必須在試訪時採用開放誘導方式，以瞭解受訪者 WTP 的初步情況。由試訪的 104 份有效問卷顯示，全國民眾之 WTP 平均值為 729.33 元及標準差為 674.52 元，以此代入表 1 中 AIEM 之金額設計公式，結果可以得到一組包含七個最適的受訪額度，如表 3 所示。由於最適受訪額度包含了零頭部分，這與民眾日常生活消費時經常是面對不含零頭的價格有些差異，同時顧慮到受訪者面對訪問金額感受的真實性，因此在實際正式調查時採用的受訪金額，是取用最接近最適受訪額度，但不含個位數零頭的價格，做為實際調查金額。但由於 A^{LL} 之最適受訪額度是 5.68，若取用最接近且不含個位數零頭之價格 10，做為實際調查金額，則因調整幅度過大，所以取用 5 做為實際調查金額，最後實際所取用之金額如表 3 所示。

表 3 黑面琵鷺多元價值正式調查之受訪金額設計

受訪額度	最適受訪額度	實際調查金額
A^{LL}	5.68	5
A^L	320.78	320
A^{LU}	539.36	540
A	729.33	730
A^{UL}	919.30	920
A^U	1137.88	1140
A^{UU}	1452.98	1450

資料來源：本研究整理。

3.2 抽樣設計與調查過程

在正式調查時將母體區分為全國除台南縣、市以外的一般民眾，以及包含台南縣、市的當地居民（註 2），同時因為時間與金錢上的限制，且離島地區之家戶數所佔比例甚少，所以未涵蓋離島地區。由於本文選擇以黑面琵鷺保護區做為實際研究案例的目的，是要驗證為 AIEM 所建構的最佳效率指標，做為實證比較基準的可行性，因此只取用一般民眾部分做為實證分析之用。在抽樣誤差為 3.78% 的基礎上，總計抽取 700 個一般民眾的家戶單位進行調查，並按照分層系統抽樣法，依據家戶數比例分配至全國除台南縣、台南市和澎湖縣以外的 20 個縣市。

至於調查方式是採用訪員親訪方式，這也是 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 的調查準則 (survey guidelines) 所建議的方式 (Arrow *et al.*, 1993)。由於顧慮到訪員可能因為調查份數過多而有倦怠感產生，因此訪員是由 29 位台大大學部高年級學生與研究生擔任，以控制每位訪員的調查份數在 40 份以內。同時，在正式調查之前實施訪員

訓練，並將執行問卷調查時需要注意的相關事項，記載於訪員守則中，以供訪員在訓練時與調查期間可以隨時翻閱，務使訪員能夠正確傳達符合問卷設計者原意的訊息。訪員訓練時間為 1 月 22 日，調查時間則為 1 月 23 日至 2 月 17 日。

IV、AIEM 中最佳效率與實證效率之比較

在針對一般民眾進行的 700 份黑面琵鷺保護區多元價值調查問卷中，有 159 份是屬於抗議性樣本、18 份是極端值樣本，所以後續將採用有效的 523 份問卷做為分析對象。由於對 CVM 問卷進行實證估計的目的，重點是要瞭解受訪者的平均 WTP，以及受訪者特質對 WTP 的影響，所以在實證上將分別檢驗僅考慮估算平均 WTP 與涵蓋受訪者特質下的效率性。

4.1 最佳效率指標值與最佳效率邊界

在表 2 中已經列示了 AIEM 於理論上，所能獲取的最佳效率指標值之計算公式。為了得知評估黑面琵鷺保護區多元價值調查資料的最佳效率狀況，因此將有效樣本數 523 個代入計算公式中，即可以得到理論上 AIEM 在各個階段的最佳效率指標值，如表 4 所示。如果進一步以座標平面如圖 2 所示，橫座標代表 AIEM 的階層數，縱座標表示效率指標值。此時，可以將 AIEM 各個階段在理論上獲取的最佳效率指標值，標示在此座標平面上。在連結各個階段的最佳效率指標值之後，即可以得到最佳效率邊界，此乃是 AIEM 在各個階段能夠達到的最佳狀態。後續將以最佳效率指標值與最佳效率邊界，做為其他實證估計時的效率比較基準，藉此檢視實證估計資料的表現情形，並且說明實證估計之效率性會低於理論上最佳狀況的潛在因素。

表 4 AIEM 之最佳效率指標值^{1,2}

狀況	局部決策			完整決策 (‰)
	第一階段 (‰)	第二階段 (‰)	第三階段 (‰)	
最佳效率指標值	2.3248 σ^2	1.8598 σ^2	1.7713 σ^2	1.7436 σ^2

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：「第一階段」表示取用 AIEM 的第一階段資料做分析，「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

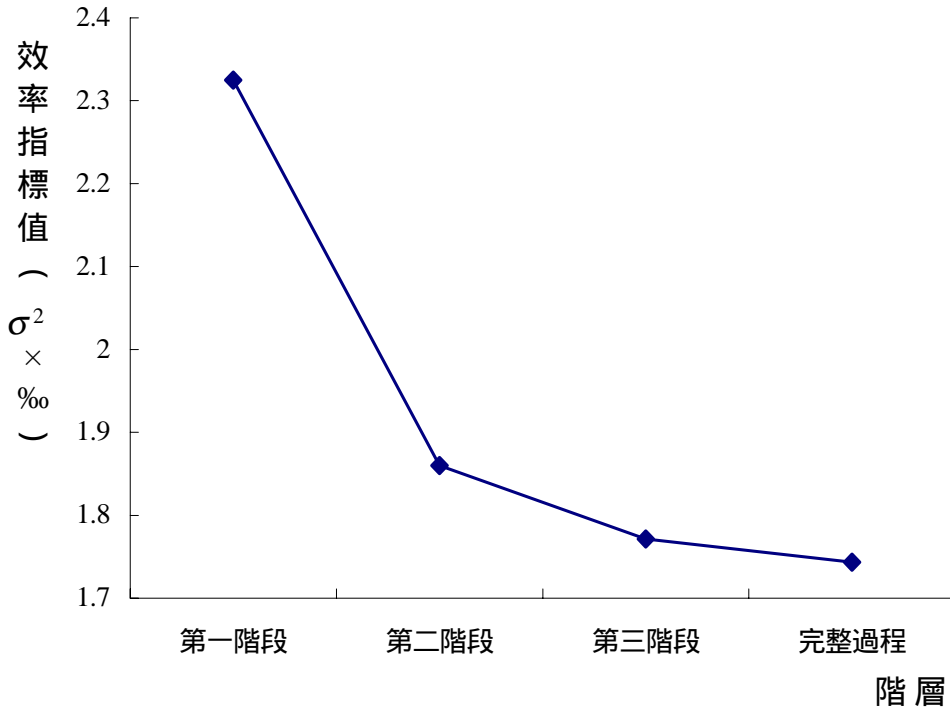


圖 2 AIEM 之最佳效率邊界

4.2 實證估計模型之設立

為了瞭解 AIEM 各個階段決策結果效率之變動，因此不論是前三階段的二元選擇間斷資料，或是最後開放階段的連續資料，都將加以分析。雖然過去文獻上有關二元選擇資料的詮釋，可以採用 Hanemann (1984) 的間接效用差異的詮釋或 Cameron 和 James (1987)、Cameron (1988) 支出差異的詮釋，來說明受訪者之行為決策，且利用此二種差異詮釋所涉及的函數具有對偶性 (McConnell, 1990)，估計係數間亦存在著相互轉換的關係 (Cameron & James, 1987)。但因為在 AIEM 中，受訪者在最後階段顯示的 WTP 是單一數值，僅能用支出方式解釋受訪者的決策行為。為了能與最後完整決策結果之資料分析做比較，因此將以支出函數法分析局部決策之二元選擇資料，以滿足理論與實證上的一致性。此外，Wu 與 Hsieh (1996) 及吳珮瑛與吳巽庚 (2001) 亦分別由理論及實證上，證明與驗證以支出差異詮釋有實證上之優勢。

假設黑面琵鷺保護區原先能夠提供的環境資源財貨品質水準為 Q^0 ，且受訪者 i 之所得水準為 E_i^0 ，則此時受訪者 i 的效用滿足水準為 $U_i^0 = U_i(Q^0, E_i^0)$ 。由於預擬之規劃將可以提高旅遊、就業與保育的價值內涵，所以保護區提供的環境資源財貨水準將增加至 Q^+ 。此時，如果受訪者 i 僅有權利享有原先的效用水準，則為了維持於變動前之滿足水準 U_i^0 ，此時受訪者 i 必須支付特定金額，以為享有 Q^+ 資源品質之代價，此一金額是受訪者 i 最高的 WTP，亦即 Hicks (1943) 補償剩餘 (compensating surplus) 概念下的願意支付額度，記為 WTP_i^C ，此結果可以用(3)式表示

$$U^0(Q^0, E_i^0) = U^0(Q^+, E_i^0 - WTP_i^C) \quad (3)$$

當受訪者 i 心中的願付價格為 WTP_i^C 時，可以用 Δe_i 來表示，加上隨機項 $\Delta \varepsilon_i$ ，記為 Y_i ，即如(4)式所示

$$Y_i = \Delta e_i + \Delta \varepsilon_i \quad (4)$$

並進一步假設 $\Delta\varepsilon_i$ 服從羅吉士分配 (logistic distribution) 或常態分配 (normal distribution), 且 $E(\Delta\varepsilon_i) = 0$ 、 $V(\Delta\varepsilon_i) = \sigma^2$ 。

4.2.1 局部決策過程之資料分析

由於受訪者 i 心中的願付價格 Y_i ，在 AIEM 前三階段二元選擇的誘導支付方式下無法觀察得到，所觀察到的僅是受訪者 i 「是」、「否」願意支付受訪金額，是故以三個指標變數 I_i^1 、 I_i^2 和 I_i^3 分別代表受訪者 i 在第一次、第二次與第三次的反應，結合三個階段七個金額的所有決策結果將如(5)式所示

$$(I_i^1, I_i^2, I_i^3) = \begin{cases} (1,1,1), \text{當 } Y_i \geq A_i \text{ 且 } Y_i \geq A_i^U \text{ 且 } Y_i \geq A_i^{UU} \\ (1,1,0), \text{當 } Y_i \geq A_i \text{ 且 } Y_i \geq A_i^U \text{ 且 } Y_i < A_i^{UU} \\ (1,0,1), \text{當 } Y_i \geq A_i \text{ 且 } Y_i < A_i^U \text{ 且 } Y_i \geq A_i^{UL} \\ (1,0,0), \text{當 } Y_i \geq A_i \text{ 且 } Y_i < A_i^U \text{ 且 } Y_i < A_i^{UL} \\ (0,1,1), \text{當 } Y_i < A_i \text{ 且 } Y_i \geq A_i^L \text{ 且 } Y_i \geq A_i^{LU} \\ (0,1,0), \text{當 } Y_i < A_i \text{ 且 } Y_i \geq A_i^L \text{ 且 } Y_i < A_i^{LU} \\ (0,0,1), \text{當 } Y_i < A_i \text{ 且 } Y_i < A_i^L \text{ 且 } Y_i \geq A_i^{LL} \\ (0,0,0), \text{當 } Y_i < A_i \text{ 且 } Y_i < A_i^L \text{ 且 } Y_i < A_i^{LL} \end{cases} \quad (5)$$

4.2.1.1 取用第一階段決策結果之資料分析

如果僅取用受訪者 i 在第一階段之「願意」或「不願意」答覆做分析時，則只能得知受訪者 i 面對第一階段受訪金額 A_i 之答覆結果。此時，受訪者 i 在第一階段選擇願意支付 A_i 的機率為

$$\begin{aligned} \text{Pr ob}(I_i = 1) &= \text{Pr ob}(Y_i \geq A_i) \\ &= \text{Pr ob}\left(\frac{\Delta\varepsilon_i}{\sigma} \geq \frac{A_i - \Delta e_i}{\sigma}\right) \\ &= F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}\right) \end{aligned} \quad (6)$$

式中 $F_\varepsilon(\cdot)$ 表示期望值為 0、標準差為 1 的羅吉士分配或常態分配的累加機率函數。同理，受訪者 i 選擇不願意支付 A_i 的機率為

$$\text{Pr ob}(I_i = 0) = 1 - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}\right) \quad (7)$$

所以概似函數可以寫為

$$\ln L^S = \sum_{i=1}^N [I_i \ln F_i + (1 - I_i) \ln(1 - F_i)] \quad (8)$$

式中 $F_i = F_\varepsilon(d_i)$, 且 $d_i = \frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}$ 。

4.2.1.2 取用第二階段以前之決策結果的資料分析

如果綜合 AIEM 中受訪者在第一與第二階段之答覆做分析, 可以得到的資料是受訪者面對此二階段受訪金額的答覆結果。此時, 受訪者 i 對於兩個階段所提供之金額均願意接受的機率為

$$\begin{aligned} \text{Pr ob}(I_i^1 = 1, I_i^2 = 1) &= \text{Pr ob}(Y_i \geq A_i \text{ 且 } Y_i \geq A_i^U) \\ &= \text{Pr ob}\left(\frac{\Delta e_i}{\sigma} \geq \frac{A_i^U - \Delta e_i}{\sigma}\right) \\ &= F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^U}{\sigma}\right) \end{aligned} \quad (9)$$

同理, 對於其他三種組合之選擇機率分別為

$$\text{Pr ob}(I_i^1 = 1, I_i^2 = 0) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^U}{\sigma}\right) \quad (10)$$

$$\text{Pr ob}(I_i^1 = 0, I_i^2 = 1) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^L}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}\right) \quad (11)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 0, I_i^2 = 0) = 1 - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^L}{\sigma}\right) \quad (12)$$

則概似函數可以寫為

$$\ln L^D = \sum_{i=1}^N [I_i^1 I_i^2 \ln F_i^U + I_i^1 (1 - I_i^2) \ln(F_i - F_i^U) + (1 - I_i^1) I_i^2 \ln(F_i^L - F_i) + (1 - I_i^1)(1 - I_i^2) \ln(1 - F_i^L)] \quad (13)$$

式中 $F_i^U = F_\varepsilon(d_i^U)$ 、 $F_i = F_\varepsilon(d_i)$ 、 $F_i^L = F_\varepsilon(d_i^L)$ ，且 $d_i^U = \frac{\Delta e_i - A_i^U}{\sigma}$ 、 $d_i = \frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}$ 、 $d_i^L = \frac{\Delta e_i - A_i^L}{\sigma}$ ，同時 $0 < F_i^U < F_i < F_i^L < 1$ 。

4.2.1.3 取用第三階段以前之決策結果的資料分析

如果綜合 AIEM 中受訪者在前三階段之答覆做分析，則此時受訪者 i 對於三個階段所提供的金額均願意接受的機率為

$$\begin{aligned} \text{Prob}(I_i^1 = 1, I_i^2 = 1, I_i^3 = 1) &= \text{Prob}(Y_i \geq A_i \text{ 且 } Y_i \geq A_i^U \text{ 且 } Y_i \geq A_i^{UU}) \\ &= \text{Prob}\left(\frac{\Delta \varepsilon_i}{\sigma} \geq \frac{A_i^{UU} - \Delta e_i}{\sigma}\right) \\ &= F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{UU}}{\sigma}\right) \end{aligned} \quad (14)$$

同理，受訪者 i 對於其他七種組合之選擇機率分別為

$$\text{Prob}(I_i^1 = 1, I_i^2 = 1, I_i^3 = 0) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^U}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{UU}}{\sigma}\right) \quad (15)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 1, I_i^2 = 0, I_i^3 = 1) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{UL}}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^U}{\sigma}\right) \quad (16)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 1, I_i^2 = 0, I_i^3 = 0) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{UL}}{\sigma}\right) \quad (17)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 0, I_i^2 = 1, I_i^3 = 1) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{LU}}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}\right) \quad (18)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 0, I_i^2 = 1, I_i^3 = 0) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^L}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{LU}}{\sigma}\right) \quad (19)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 0, I_i^2 = 0, I_i^3 = 1) = F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{LL}}{\sigma}\right) - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^L}{\sigma}\right) \quad (20)$$

$$\text{Prob}(I_i^1 = 0, I_i^2 = 0, I_i^3 = 0) = 1 - F_\varepsilon\left(\frac{\Delta e_i - A_i^{LL}}{\sigma}\right) \quad (21)$$

因此，概似函數可以寫為

$$\begin{aligned} \ln L^T = & \sum_{i=1}^N \left[I_i^1 I_i^2 I_i^3 \ln F_i^{UU} + I_i^1 I_i^2 (1 - I_i^3) \ln(F_i^U - F_i^{UU}) + I_i^1 (1 - I_i^2) I_i^3 \ln(F_i^{UL} - F_i^U) \right. \\ & + I_i^1 (1 - I_i^2) (1 - I_i^3) \ln(F_i - F_i^{UL}) + (1 - I_i^1) I_i^2 I_i^3 \ln(F_i^{LU} - F_i) \\ & + (1 - I_i^1) I_i^2 (1 - I_i^3) \ln(F_i^L - F_i^{LU}) + (1 - I_i^1) (1 - I_i^2) I_i^3 \ln(F_i^{LL} - F_i^L) \\ & \left. + (1 - I_i^1) (1 - I_i^2) (1 - I_i^3) \ln(1 - F_i^{LL}) \right] \end{aligned} \quad (22)$$

式中 $F_i^{UU} = F_\varepsilon(d_i^{UU})$ 、 $F_i^U = F_\varepsilon(d_i^U)$ 、 $F_i^{UL} = F_\varepsilon(d_i^{UL})$ 、 $F_i = F_\varepsilon(d_i)$ 、 $F_i^{LU} = F_\varepsilon(d_i^{LU})$ 、 $F_i^L = F_\varepsilon(d_i^L)$ 、 $F_i^{LL} = F_\varepsilon(d_i^{LL})$ ，且 $d_i^{UU} = \frac{\Delta e_i - A_i^{UU}}{\sigma}$ 、 $d_i^U = \frac{\Delta e_i - A_i^U}{\sigma}$ 、 $d_i^{UL} = \frac{\Delta e_i - A_i^{UL}}{\sigma}$ 、 $d_i = \frac{\Delta e_i - A_i}{\sigma}$ 、 $d_i^{LU} = \frac{\Delta e_i - A_i^{LU}}{\sigma}$ 、 $d_i^L = \frac{\Delta e_i - A_i^L}{\sigma}$ 、 $d_i^{LL} = \frac{\Delta e_i - A_i^{LL}}{\sigma}$ ，同時 $0 < F_i^{UU} < F_i^U < F_i^{UL} < F_i < F_i^{LU} < F_i^L < F_i^{LL} < 1$ 成立。

4.2.2 完整決策過程之資料分析

經過了前三階段的詢問過程後，受訪者心中對於假設市場財貨的願付金額，將會有比較清楚的輪廓。因此，受訪者在第四階段所填答的最高願付價格，事實上是經過了一個完整決策過程最後所呈現之結果，而分析方法將猶

如開放式一般。由於探討前三階段的二元選擇資料，採用的是最大概似法，為了能瞭解開放資料的分析結果會比前三階段更有效率性，因此仍選擇最大概似法做為分析工具。

由於受訪者 i 在最後第四階段會將心中的願付價格 Y_i 顯示出來，若隨機項 $\Delta\varepsilon_i$ 服從羅吉士分配、 $E(\Delta\varepsilon_i)=0$ 、 $V(\Delta\varepsilon_i)=\sigma^2$ 時，記為 $\Delta\varepsilon_i \sim L(0,\sigma^2)$ ，此時 $Y_i \sim L(\Delta\varepsilon_i,\sigma^2)$ 。因此，受訪者 i 回答 Y_i 的機率密度函數為

$$f(Y_i) = \left(\frac{\pi}{\sqrt{3}\sigma} \right) \times \frac{e^{-q_i}}{(1+e^{-q_i})^2} \quad (23)$$

式中 $q_i = \frac{\pi}{\sqrt{3}\sigma} \times (Y_i - \Delta\varepsilon_i)$ 。如果未經過前述的選擇誘導階段便直接詢問願付額度時，便只能夠獲取部分受訪者的願付額度訊息，但在經過了前三階段的選擇誘導過程後，才接續詢問受訪者之願付額度，則能夠多獲取一些受訪者的支付額度訊息。所以此時概似函數為

$$\ln L^0 = N \ln \frac{\pi}{\sqrt{3}} - N \ln \sigma - \sum_{i=1}^N q_i - 2 \sum_{i=1}^N \ln(1+e^{-q_i}) \quad (24)$$

如果隨機項 $\Delta\varepsilon_i$ 服從 $E(\Delta\varepsilon_i)=0$ 、 $V(\Delta\varepsilon_i)=\sigma^2$ 時，記為 $\Delta\varepsilon_i \sim N(0,\sigma^2)$ ，此時 $Y_i \sim N(\Delta\varepsilon_i,\sigma^2)$ ，所以受訪者 i 回答 Y_i 的機率密度函數為

$$f(Y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \times e^{-\frac{(Y_i-\Delta\varepsilon_i)^2}{2\sigma^2}} \quad (25)$$

而概似函數形式則如(26)式所示

$$\ln L^0 = -\frac{N}{2} \ln 2\pi - \frac{N}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N (Y_i - \Delta\varepsilon_i)^2 \quad (26)$$

4.3 僅考慮估算平均願意支付額度下之實證分析

4.3.1 模型係數之估計結果

如果實證調查之目的僅在瞭解受訪者的平均 WTP，進而估算黑面琵鷺保護區的總價值時，由於不需考慮受訪者特質對 WTP 的影響，因此可以將受訪者彼此之間願付額度的差異性，歸併到隨機項當中，亦即將反應函數設定為 $\Delta e_i = \mu$ （註 3）。根據此反應函數形式，在隨機項服從羅吉士分配的情況下，當取用第二、第三階段以前的局部決策或者最後完整過程資料做分析時，則概似函數形式將分別如(13)、(22)、(24)式；若隨機項服從常態分配時，則如(13)、(22)、(26)式。至於取用局部決策的第一階段資料分析時，因為所有受訪者在第一階段都面對相同的受訪金額，是故無法估計。由於在使用最大概似法時如果採用不同的收斂方式，則估計結果將會有一些差異。為了在後續檢視效率性時有共同的比較基準，因此在估計時皆採用 Newton 法，該法是當概似函數形式為凹函數時最佳的收斂方式（Greene, 1998），模型係數之估計結果如表 5 所示。

4.3.2 實證效率指標值與實證效率線

為了檢視實證估計之效率性與最佳效率狀況的差異程度，乃計算實證估計的效率指標值。但由於實證估計時取用不同階段的資料，所以隨機項變異數 σ^2 的估計結果將會有些差異，並進而影響到 $Var(\mu)$ 的大小。是故，當要瞭解實證效率性的表現情況時，則必須將效率指標值 $Var(\mu)$ 乘上調整係數 $k_j = \sigma^2 / \sigma_j^2$ 才能化成相同的比較基準，其中 σ_j^2 表示取用第 j 階段以前之資料做實證時 σ^2 的估計值。調整過後的實證效率指標值，如表 6 所示。同時，在圖形上連結各個階段的實證效率指標值，就可以得到實證估計之效率線，繪製如圖 3。由此可知，實證估計得到的效率指標值，將會大於理論上的最佳效率值，亦即實證估計的效率性會低於最佳狀況。此外，如果在實證估計時將隨機項設定為常態分配，則效率性又會再度降低。

表 5 僅考慮估算平均願付額度下模型係數之估計結果^{1,2,3}

變數	羅吉士分配			常態分配		
	第二階段	第三階段	完整過程	第二階段	第三階段	完整過程
μ	594.17** (28.47)	615.14** (27.46)	586.37** (24.40)	591.27** (28.11)	634.70** (27.12)	636.81** (24.32)
σ	652.08** (34.53)	651.17** (27.14)	575.93** (20.75)	586.97** (29.76)	603.60** (23.04)	556.14** (17.20)
Log-L	-713.56	-1078.34	-4052.01	-712.59	-1079.23	-4048.00

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：各估計係數下括弧內之數值為該係數之標準差；** 代表該係數在 1% 顯著水準之下異於零。

註 3：「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

表 6 僅考慮估算平均願付額度下實證效率指標值與最佳效率指標值之比較^{1,2}

狀況	局部決策			完整決策 (%)
	第一階段 (%)	第二階段 (%)	第三階段 (%)	
最佳效率指標值	2.3248 σ^2	1.8598 σ^2	1.7713 σ^2	1.7436 σ^2
實證效率指標值				
羅吉士分配	-----	1.9056 σ^2	1.7780 σ^2	1.7951 σ^2
常態分配	-----	2.2929 σ^2	2.0186 σ^2	1.9120 σ^2

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：「第一階段」表示取用 AIEM 的第一階段資料做分析，「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

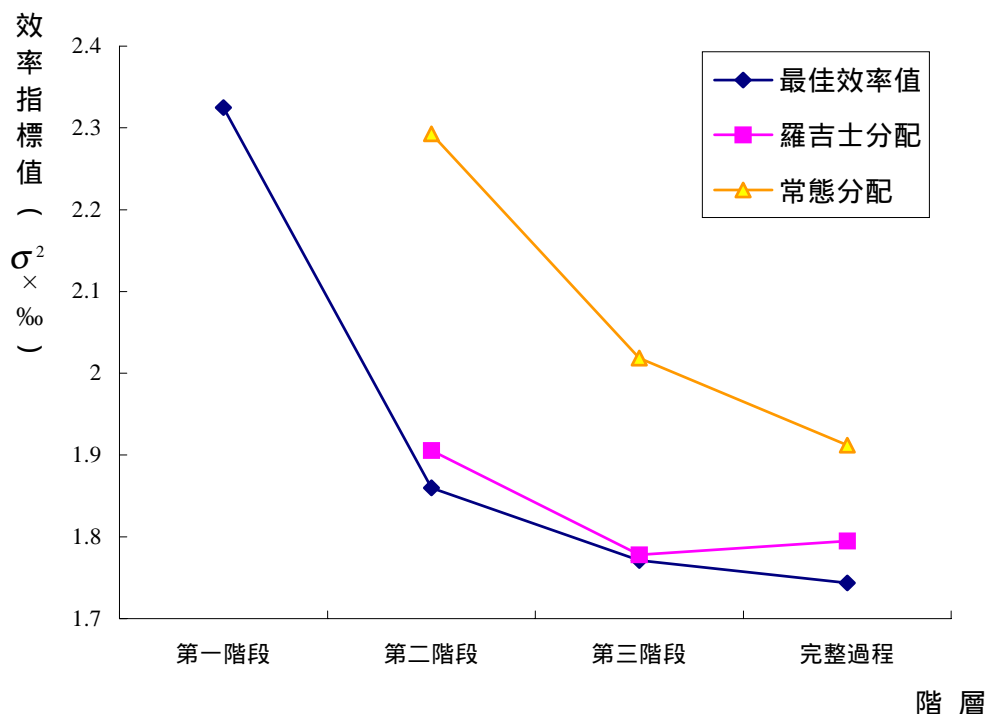


圖 3 僅考慮估算平均願付額度下的實證效率線與最佳效率邊界之比較

如果進一步探究造成實證估計無法達成最佳狀況的因素，主要是因為理論上受訪者在前三階段二元選擇之答覆情形，應該會平均地分配於八個願付金額區間之中，然而在實際調查時的樣本數分配情形，必然無法如理想狀況一樣，因此實證估計的效率性會低於最佳狀況。此外，當隨機項設定為常態分配時，則由於違反 AIEM 採用羅吉士分配的假設，因此常態分配下實證估計之效率性又會再度下降。

4.4 涵蓋受訪者特質下之實證分析

4.4.1 解釋變數的選取

如果要瞭解受訪者特質與 WTP 間的關連性，則必須選擇對願付額度有影響的變數（註 4）。除了受訪者的主要社會經濟特徵外，對黑面琵鷺保護區的瞭解情形和使用狀況，以及環境保育活動的參與情況，都可能是影響 WTP 的關鍵因素。因此，解釋變數的選擇除了包括性別（Gender）、年齡（Age）、家庭人口數（Family）、受教育年限（Edu）、所得（Income）等主要社經特徵外，尚涵蓋是否知道政府已經設立黑面琵鷺保護區（Knowarea），以及是否親眼見過黑面琵鷺（See）等變數來表示受訪者的涉入程度。此外，受訪者是否經常從事戶外活動（Outdoor）與是否曾是環保會員或曾參與環保活動（Green）等變數，可以顯示受訪者是否關心環境保育相關議題，因此亦需要納入考慮。表 7 列示了估計採用的所有解釋變數之有效樣本平均值與標準差。

在選擇完解釋變數之後，接著選擇估計函數形式。(27)式與(28)式分別代表線型（linear）與線型對數（linear-log）之估計函數形式，由於只有連續型變數才可以取對數值，因此在線型對數中，虛擬變數仍然保留原先的線型狀態。

$$\begin{aligned} \Delta e_i = & \beta_0 + \beta_1 \times Gender_i + \beta_2 \times Age_i + \beta_3 \times Family_i + \beta_4 \times Edu_i \\ & + \beta_5 \times Income_i + \beta_6 \times Knowarea_i + \beta_7 \times See_i + \beta_8 \times Outdoor_i \\ & + \beta_9 \times Green_i \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \Delta e_i = & \beta_0 + \beta_1 \times Gender_i + \beta_2 \times \text{Log}(Age_i) + \beta_3 \times \text{Log}(Family_i) \\ & + \beta_4 \times \text{Log}(Edu_i) + \beta_5 \times \text{Log}(Income_i) + \beta_6 \times Knowarea_i + \beta_7 \times See_i \\ & + \beta_8 \times Outdoor_i + \beta_9 \times Green_i \end{aligned} \quad (28)$$

表 7 涵蓋受訪者特質下模型估計使用變數之定義、平均值與標準差

變數符號 (單位)	平均值	標準差	變數定義
Gender	0.507	0.500	虛擬變數，代表受訪者性別；1 為男性，0 為女性
Age (歲)	39.245	11.351	受訪者年齡
Family (人)	4.358	2.131	與受訪者共同生活的家庭人口數
Edu (年)	13.476	3.237	受訪者受教育總年數
Income (萬元)	94.608	78.435	與受訪者共同生活的全家人在 2002 年之總所得 (包括薪水、利息與年終獎金)
Knowarea	0.577	0.494	虛擬變數，代表受訪者是否知道政府已經設立黑面琵鷺保護區；1 為「是」，0 為「否」
See	0.103	0.305	虛擬變數，代表受訪者是否曾經到過保護區，並親眼見到黑面琵鷺；1 為「是」，0 為「否」
Outdoor	0.438	0.497	虛擬變數，代表受訪者是否經常 (至少一個月一次以上) 從事戶外活動；1 為「是」，0 為「否」
Green	0.191	0.394	虛擬變數，代表受訪者是否曾是環境保育團體的會員，或曾經參加過環境保育活動；1 為「是」，0 為「否」
WTP (元)	636.813	556.677	受訪者於最後開放階段回答之願付價格

資料來源：本研究調查資料整理。

註 1：有效樣本數為 523 個。

4.4.2 模型係數之估計結果

根據(27)與(28)的線型與線型對數之估計函數形式，當隨機項服從羅吉士分配，且取用第二、第三階段以前的局部決策或者最後完整過程資料做分析時，則概似函數形式將分別如(13)、(22)、(24)式；若隨機項服從常態分配時，則如(13)、(22)、(26)式。至於局部決策之第一階段，仍然由於所有受訪者在第一階段時都面對相同的受訪金額，因此無法估計。此外，收斂方式皆採用 Newton 法，以使後續檢視效率性時有共同的比較基準。模型係數之估計結果如表 8 與表 9 所示。

表 8 涵蓋受訪者特質下模型係數之估計結果(linear)^{1,2,3}

變數	羅吉士分配			常態分配		
	第二階段	第三階段	完整過程	第二階段	第三階段	完整過程
常數項	-144.49 (207.17)	-130.67 (202.83)	-84.94 (177.37)	-111.94 (201.49)	-73.31 (195.25)	-20.49 (172.69)
Gender	-91.10 (54.96)	-86.32 (53.29)	-74.20 (47.01)	-91.36 (54.36)	-87.99 (52.93)	-70.93 (47.45)
Age	4.64 (2.70)	3.61 (2.66)	3.70 (2.35)	4.36 (2.66)	3.00 (2.61)	4.06 (2.33)
Family	28.63 * (13.65)	26.18 * (13.19)	28.97 * (11.73)	27.92 * (13.48)	24.07 (12.92)	27.16 * (11.43)
Edu	21.74 * (9.78)	25.41 ** (9.68)	19.99 * (8.31)	20.73 * (9.53)	25.35 ** (9.34)	19.39 * (8.28)
Income	0.23 (0.393)	0.33 (0.388)	0.39 (0.34)	0.24 (0.38)	0.32 (0.37)	0.38 (0.32)
Knowarea	148.37 * (57.68)	148.06 ** (55.68)	129.63 ** (49.19)	142.06 * (57.09)	144.35 ** (55.43)	107.99 * (49.78)
See	78.30 (84.84)	69.44 (83.69)	36.87 (74.28)	74.59 (87.92)	65.85 (87.34)	6.12 (79.12)
Outdoor	97.12 (58.79)	99.99 (57.06)	79.02 (50.81)	91.37 (57.96)	104.41 (56.54)	75.70 (50.83)
Green	121.40 (73.88)	110.29 (73.47)	109.31 (65.81)	130.24 (73.16)	113.14 (71.93)	116.28 (64.45)
σ	619.34 ** (33.01)	623.61 ** (26.09)	552.03 ** (19.96)	563.06 ** (28.52)	580.19 ** (22.12)	535.66 ** (16.56)
Log-L	-693.67	-1058.04	-4030.97	-692.88	-1058.23	-4028.37
$\chi^2(9)$	39.79	40.60	42.08	39.43	42.00	39.26

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：各估計係數下括弧內之數值為該係數之標準差；* 代表該係數在 5% 顯著水準之下異於零，** 代表在 1% 顯著水準之下異於零。

註 3：「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

表 9 涵蓋受訪者特質下模型係數之估計結果(linear-log)^{1,2,3}

變數	羅吉士分配			常態分配		
	第二階段	第三階段	完整過程	第二階段	第三階段	完整過程
常數項	-701.41 (501.53)	-611.77 (493.02)	-512.49 (434.01)	-652.47 (490.92)	-523.40 (479.72)	-543.68 (428.68)
Gender	-84.52 (54.77)	-80.67 (53.22)	-68.96 (46.95)	-86.68 (54.17)	-84.22 (52.79)	-65.90 (47.38)
Log(Age)	121.00 (103.43)	75.58 (101.32)	85.68 (89.58)	115.36 (102.10)	58.69 (99.87)	108.49 (89.59)
Log(Family)	101.41 (60.12)	71.30 (57.22)	83.67 (50.24)	102.92 (59.17)	69.83 (56.75)	84.77 (50.91)
Log(Edu)	120.37 (89.93)	149.07 (89.84)	102.99 (75.79)	114.25 (87.14)	147.32 (85.84)	100.44 (75.88)
Log(Income)	68.86 (38.74)	83.99 * (37.72)	74.44 * (32.81)	66.50 (38.22)	84.50 * (37.12)	78.06 * (33.08)
Knowarea	152.95 ** (57.85)	153.00 ** (56.02)	132.80 ** (49.46)	145.88 * (57.25)	148.70 ** (55.62)	111.50 * (50.01)
See	78.28 (85.20)	71.24 (84.08)	38.17 (74.57)	76.28 (88.26)	67.14 (87.63)	5.52 (79.48)
Outdoor	85.42 (58.80)	86.27 (57.18)	66.08 (50.97)	82.39 (57.95)	92.97 (56.59)	64.03 (50.98)
Green	113.61 (73.42)	103.64 (73.17)	106.39 (65.47)	121.92 (72.77)	105.04 (71.60)	111.17 (64.30)
σ	618.90 ** (32.98)	623.56 ** (26.08)	552.31 ** (19.98)	562.58 ** (28.49)	579.91 ** (22.11)	536.24 ** (16.58)
Log-L	-693.73	-1057.89	-4031.47	-692.97	-1057.98	-4028.94
$\chi^2(9)$	39.66	40.91	41.08	39.25	42.50	38.12

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：各估計係數下括弧內之數值為該係數之標準差；* 代表該係數在 5% 顯著水準之下異於零，** 代表在 1% 顯著水準之下異於零。

註 3：「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

由表 8 與表 9 得知，不論是由線型函數或線型對數函數的估計結果皆顯示，受訪者是否知道政府已經設立黑面琵鷺保護區 (Knowarea)、是否親眼見過黑面琵鷺 (See)、以及是否經常從事戶外活動 (Outdoor)、與是否曾是環保會員或曾參與環保活動 (Green) 等變數，對於 WTP 都有正面的影響。此外，性別 (Gender) 為女性、年齡 (Age) 愈大、受教育年數 (Edu) 愈久、所得 (Income) 愈高者，則 WTP 也越多。同時就估計之效率性而言，不論是將估計函數形式設定為線型函數或線型對數函數，各個待估參數之標準差都會隨著階層的增加而減少，此乃表示在 AIEM 中，估計之效率性將會不斷地改善。

4.4.3 實證效率指標值與實證效率線

接下來將進一步檢視實證估計之效率性與最佳效率狀況的差異程度，因此需要計算實證估計的效率指標值。在線型與線型對數之估計函數設定下，乘上調整係數 k_j 後的實證效率指標值之計算結果分別如表 10 與表 11 所示，並繪圖如圖 4 與圖 5。由此可知，實證估計得到的效率指標值，將會大於理論上的最佳效率值，亦即實證估計的效率性會低於最佳狀況。其次，在考慮受訪者特質情況下之效率指標值，將高於僅考慮願付平均價格而未探討受訪者特質之狀況，即考慮受訪者特質情況下之效率性較低。而在考慮受訪者特質時，如果實證估計採用的隨機項為常態分配，效率性則又會低於採用羅吉士分配的情況。

造成實證估計時無法達成最佳狀況的因素，除了實際調查時的樣本數分配情形，必然無法平均地分配於八個願付金額區間的原因外，如果實證估計時考慮了受訪者之特質，則因與 AIEM 僅考慮願付平均價格，而未探討受訪者特質之假設不同，因此將會導致估計之效率性降低。此外，當隨機項設定為常態分配時，由於違反 AIEM 採用羅吉士分配的假設，因此在常態分配下實證估計之效率性又會再度下降。

表 10 涵蓋受訪者特質下實證效率指標值與最佳效率指標值之比較(linear)^{1,2}

狀 況	局 部 決 策			完整決策 (‰)
	第一階段 (‰)	第二階段 (‰)	第三階段 (‰)	
最佳效率指標值	2.3248 σ^2	1.8598 σ^2	1.7713 σ^2	1.7436 σ^2
實證效率指標值				
僅考慮平均願付額度之 估計(羅吉士分配)	-----	1.9056 σ^2	1.7780 σ^2	1.7951 σ^2
考慮受訪者特質對願付 價格的影響(線型函數)				
羅吉士分配	-----	1.9576 σ^2	1.8032 σ^2	1.7990 σ^2
常態分配	-----	2.3298 σ^2	2.0299 σ^2	1.9120 σ^2

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：「第一階段」表示取用 AIEM 的第一階段資料做分析，「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

表 11 涵蓋受訪者特質下實證效率指標值與最佳效率指標值之比較(linear-log)^{1,2}

狀 況	局 部 決 策			完整決策 (%)
	第一階段 (%)	第二階段 (%)	第三階段 (%)	
最佳效率指標值	2.3248 σ^2	1.8598 σ^2	1.7713 σ^2	1.7436 σ^2
實證效率指標值				
僅考慮平均願付額度之 估計 (羅吉士分配)	-----	1.9056 σ^2	1.7780 σ^2	1.7951 σ^2
考慮受訪者特質對願付價 格的影響 (線型對數函數)				
羅吉士分配	-----	1.9570 σ^2	1.8056 σ^2	1.7993 σ^2
常態分配	-----	2.3302 σ^2	2.0303 σ^2	1.9120 σ^2

資料來源：本研究估算。

註 1：有效樣本數為 523 個。

註 2：「第一階段」表示取用 AIEM 的第一階段資料做分析，「第二階段」表示取用 AIEM 第二階段以前的資料做分析，「第三階段」表示取用第三階段以前的資料，完整過程則表示取用能顯示完整決策過程的最後第四階段資料做分析。

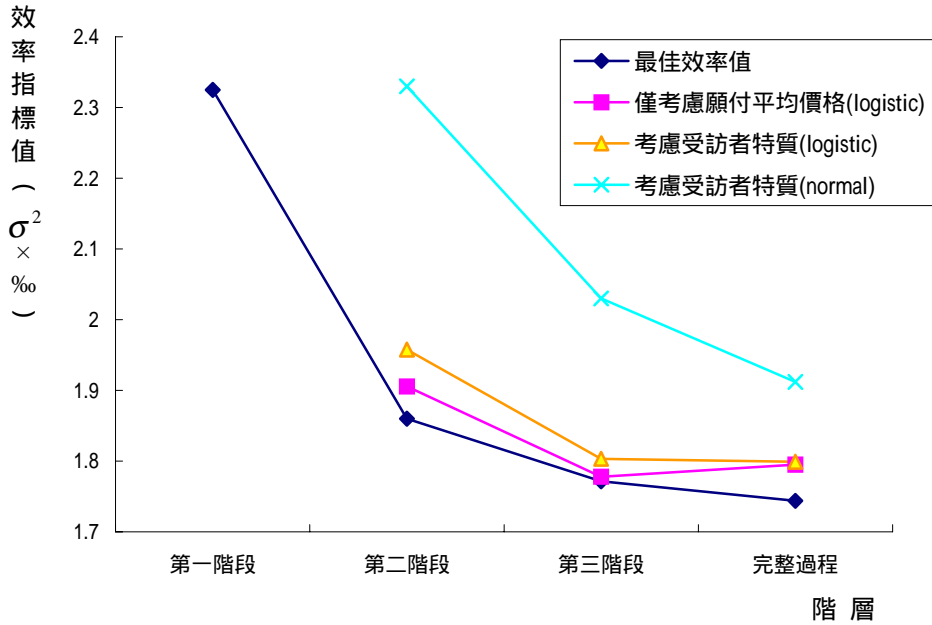


圖 4 涵蓋受訪者特質下的實證效率線與最佳效率邊界之比較(linear)

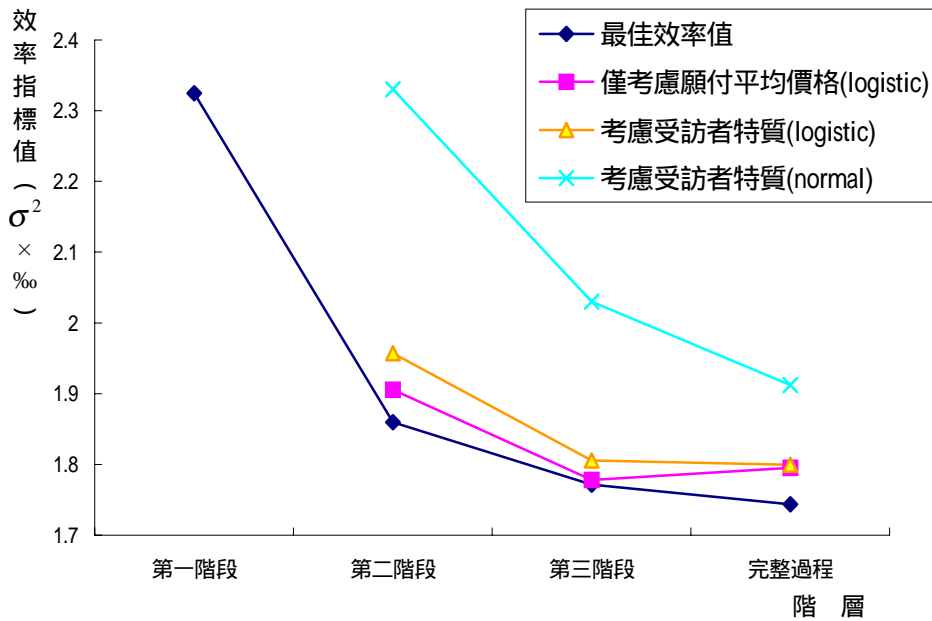


圖 5 涵蓋受訪者特質下的實證效率線與最佳效率邊界之比較(linear-log)

V、結 論

由於目前 CVM 在文獻上所發展的誘導支付模式，都有若干缺點存在，所以蘇明達（2003）乃建構一個具有四階段決策過程之 AIEM 條件評估模型。建構 AIEM 的目的之一，是要從理論上獲取最佳的效率狀況，做為後續檢視實證估計效率的比較基準。為了能從理論基準瞭解實證估計的效率性，因此選擇以平均願付價格之變異數做為效率指標值。同時，透過黑面琵鷺保護區多元價值之問卷調查資料，來瞭解實證估計在各種經常採用的不同操作內涵上，估計結果的實證效率指標值與最佳效率指標值間的差距。

在理論上，可以將 AIEM 獲得的最佳效率指標值，並繪製出最佳效率邊界，以此二者做為實證估計時的效率比較基準。在實際估算黑面琵鷺保護區多元價值之調查資料後可知，由於各種實證研究所面對的資料與估計操作內涵的不同，因此將造成實證估計結果的效率性與最佳效率指標值有所落差，這些差異可能源自於分配函數選擇的不同、涵蓋解釋變數的多寡、甚至是估計函數形式的不同。亦即，為了實證之需要，必須選擇不同於理想狀況下之條件時，條件差異愈大則偏離最佳狀況的情形愈顯著，而本文所建構的模型，可以明確指出此時所犧牲之效率值之大小。

附 註

1. 根據蘇明達（2003）的證明結果顯示，若分別取用 AIEM 在四個階段的資料做分析，則所估算的平均 WTP 之變異數 $Var(\mu)$ 分別為 $4.0000 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$ 、 $3.2000 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$ 、 $3.0476 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$ 、 $3.0000 \times \frac{3}{\pi^2} \times \frac{\sigma^2}{N}$ 。
2. 本計畫進行的同時有另一計畫執行中，而該計畫是調查台南縣市之居民，對於規劃黑面琵鷺保護區之評估及維護保護區的各種相關問題，而這一部份樣本的選取

- 與本文不同，故不宜併入本文所調查的其他縣市之樣本中。
3. 在最適設計文獻中，主要是在探討平均願付價格 μ 和隨機項之標準差 σ ，與最適受訪金額間的關連性，因此通常將反應函數之設定 $\Delta e_i = x_i' \beta$ 簡化為 $\Delta e_i = \mu$ ，Kanninen (1993) 和 Alberini (1995) 即做此處理。
 4. 雖然在最適設計文獻中，經常將反應函數之設定 $\Delta e_i = x_i' \beta$ 簡化為 $\Delta e_i = \mu$ ，但若是因為實證估計的需要，想要瞭解受訪者個人特質對願付價格的影響，則必須將反應函數 $\Delta e_i = \mu$ 展開為 $\Delta e_i = x_i' \beta$ ，此乃隱含反應函數 $\Delta e_i = \mu$ 或 $\Delta e_i = x_i' \beta$ 是相同的設定，且估計的隨機項之變異數 σ^2 是相同的。因此後續實證得到的效率指標值，必須乘上調整係數 k_j ，來反應此種特殊的狀況。

參 考 文 獻

- 吳珮瑛、吳巽庚，2002。「效用差異與支出差異二元選擇條件評估模型之整合與比較分析」，發表於第三屆全國實證經濟學論文研討會。南投：暨南國際大學。4月20-21日。
- 蘇明達，2003。「近似理想誘導支付條件評估模式之理論建構與實證檢驗：以黑面琵鷺保護區多樣性資源價值之探討為例」。博士論文，台灣大學農業經濟學研究所。
- Alberini, A., 1995. "Optimal Designs for Discrete Choice Contingent Valuation Surveys: Single-Bound, Double-Bound, and Bivariate Models," *Journal of Environmental Economics and Management*. 28: 287-306.
- 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.
- Bateman, I. J., I. H. Langford, A. P. Jones, and G. N. Kerr, 2001. "Bound and Path Effects in Double and Triple Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *Resource and Energy Economics*. 23: 191-213.
- Bishop, R. C. and T. A. Heberlein, 1979. "Measuring Values of Extramarket Goods: Are Indirect Measures Biased?" *American Journal of Agricultural Economics*. 61: 926-930.
- Boyle, K. J. and R. C. Bishop, 1988. "Welfare Measurements Using Contingent Valuation: A Comparison of Techniques," *American Journal of Agricultural Economics*. 70: 20-28.
- Cameron, T. A. and M. D. James, 1987. "Efficient Estimation Methods for 'Closed-ended' Contingent Valuation Surveys," *Review of Economics and Statistics*. 69: 269-276.

- Cameron, T. A., 1988. "A New Paradigm for Valuing Non-market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression," *Journal of Environmental Economics and Management*. 15: 355-379.
- Carson, R., W. M. Hanemann and, R. C. Mitchell, 1986. "Determining the Demand for Public Goods by Simulating Referendums at Different Tax Prices," Department of Economics, University of California, San Diego. Cited by Trudy A. Cameron and J. Quiggin, 1994. "Estimation Using Contingent Valuation Data from a 'Dichotomous Choice with Follow-Up' Questionnaire," *Journal of Environmental Economics and Management*. 27: 218-234.
- Davis, R. K., 1963. "Recreation Planning as an Economic Problem," *Natural Resources Journal*. 3: 239-249.
- Greene, W. H., 1998. *LIMDEP: User's Manual and Reference Guide Version 7*. New York: Econometric Software, Inc.
- Hammack, J. and G. M. Brown Jr., 1974. *Waterfowl and Wetlands: Towards Bioeconomic Analysis*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Hanemann, M., J. Loomis, and B. Kanninen, 1991. "Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *American Journal of Agricultural Economics*. 73: 1255-1263.
- Hanemann, W. M., 1984. "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," *American Journal of Agricultural Economics*. 66: 332-341.
- Hicks, J., 1943. "The Four Consumer's Surpluses," *Review of Economics and Statistics*. 11: 31-41.
- Kanninen, B. J., 1993a. "Optimal Experimental Design for Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *Land Economics*. 69: 138-146.
- McConnell, K. E., 1990. "Models for Referendum Data: The Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation," *Journal of Environmental Economics and Management*. 18: 19-34.
- Scarpa, R. and I. Bateman, 2000. "Efficiency Gains Afforded by Improved Bid Design versus Follow-up Valuation Questions in Discrete-Choice CV Studies," *Land Economics*. 76: 299-311.
- Wu, P.-I. and W.-H. Hsieh, 1996. "Demand for Environmental Quality: Comparing Models for Contingent Policy Referendum Experiments," In *The Economics of Pollution Control in the Asian Pacific*. Edit by Robert Mendelsohn and Dagee Shaw. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Construction and Empirical Examination of Optimal Efficiency Index of Willingness to Pay

Ming-Ta Su and Pei-Ing Wu*

Although various elicitation methods have been developed in contingent valuation method for non-market goods evaluation the shortcomings have appeared in all the existing methods. An elicitation method developed by Su (2004), named almost ideal elicitation method (AIEM), is a triple-bounded dichotomous choice followed by a continuous open willingness to pay revelation. This elicitation framework has the advantage of offering a paradigm for empirical research in examining efficiency performance of welfare measure. That is, an efficiency frontier can be drawn and can also be used as a reference frontier for all other empirical estimation.

In order to examine the relative efficiency performance between theoretical design from AIEM and those from various other empirical estimation designs, an efficiency index is constructed for this purpose. A set of data in evaluating the benefit of Black-Faced Spoonbill Protected Area in Taiwan is selected.

The results show that all empirical efficiency performance of estimated mean willingness to pay is lower than that from the theoretical derivation. And the differences arise either from more respondents characteristics included, different selection of distribution, or different choice of estimation functional forms. The loss of estimation efficiency can clearly be indicated from AIEM designed in this study.

Keywords: *Almost Ideal Elicitation Method, Efficiency Frontier, Efficiency Improvement, Black-Faced Spoonbill Protected Area, Optimal Design*

* The authors respectively are assistant professor at Department of Business Administration in Chung Kao Institute of Technology and professor at Department of Agricultural Economics in National Taiwan University. The financial support of this paper granted by National Science Council in Taiwan through project NSC 91-2415-H-002-015-SSS is acknowledged.