

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

受限資料於資源經濟效益評估過程之詮釋

：Tobit 與多種 Double-Hurdle 模型之系統比較分析

Explication of Decision Process of Censored Data in Benefit Evaluation: A Systematic Comparison of Tobit and Alternative Version of Double-Hurdle Models

計畫編號：NSC 90-2415-H-002-024

執行期限：2001 年 8 月 1 日至 2002 年 7 月 31 日

主持人：吳珮瑛 台灣大學農業經濟學系

計畫參與人員：鄭琬方 台灣大學農業經濟學系

一、中文摘要

本研究之目的是要有系統的比較由開放雙界二元條件評估法所獲得之最後支付額度，利用標準 Tobit 模型、double-hurdle 模型與本研究所建構的「複檻式決策過程模型」(multiple-hurdle with decision process model)，在資源經濟效益估計結果的差異。由於本研究所設計的複檻式決策過程模型，是可以分析一種經過明顯的選擇過程，而後顯示支付金額的消費決策。由於此一模式對選擇決策過程的考量，同時對零支付樣本觀察值的豐富解釋能力，因而得以處理條件評估法中的抗議性答覆。以支出差異詮釋條件評估法中利用開放雙界二元選擇誘導支付方式收集到的資料，同時以一組評估墾丁國家公園資源經濟價值的調查資料，將有無包含抗議性答覆兩組樣本，分別帶入 OLS、標準 Tobit、D-H 與複檻式決策過程模型中進行分析，以比較有無保留抗議性答覆所造成之估計結果的差異。結果顯示，複檻式決策過程模型因納入選擇決策過程，比 OLS、標準 Tobit 模型與 double-hurdle 模型更具估計有效性。此外，此一模型相對於 OLS 模型、標準 Tobit 模型與 double-hurdle 模型能更詳細判別與解釋，抗議性樣本觀察值的社會經濟特徵屬性對不同決策過程之影響。

關鍵詞： 開放雙界二元選擇模式、雙檻式模型、Tobit 模型、支出差異、抗議性答覆、國家公園、願意支付額度

Abstract

The purpose of this paper is to make a systematic comparison among standard Tobit model, double-hurdle model and the model of multiple-hurdle with decision process constructed by this study in analyzing the willingness to pay collected by double-bounded and open-ended dichotomous choice contingent valuation method. The Tobit model implies a one-step decision process the amount of willingness to pay or willingness to accept replied by respondent is affected by the same factors. On the other hand, Double-Hurdle model developed by Cragg is one other type of model that captures a two-step decision process. The first step is to decide if he/she will be willing to pay or accept and the second is to determine how much he/she will be willing to pay or accept.

Moreover, due to the consideration of decision process and fertile explanation for zero payment observations, protest responses from contingent valuation method are able to encompass in the analysis. The model is then applied to a set of data collected through double-bound and open-ended dichotomous choice elicitation in contingent valuation method for the benefit evaluation of Kengting National Park. The results have shown that model of multiple-hurdle with decision process not only has better fit than OLS, Tobit, and double-hurdle model but also has precise interpretation for the characteristics of protest responses at different stage of decision process.

Keywords: double-bounded and open-ended dichotomous choice,

double-hurdle model, Tobit model, expenditure difference, protest response, national park, willingness to pay

二、緣由與目的

近年來條件評估法 (contingent valuation method) 廣泛地應用於非市場財貨 (non-market goods) 的效益評估, 特別是應用於環境或資源方面之財貨的效益評估。條件評估法之所以能夠被廣泛地應用於非市場財貨的效益評量, 主要是因為至目前為止, 只有條件評估法可以用來評估資源財貨包括非使用價值的總經濟價值。使用條件評估法時, 必需選定一種誘導支付方式 (elicitation method), 以使受訪者能表達出其對該財貨的評價, 開放式 (open-ended) 之誘導支付方式是最早使用的方便之一 (Hammack & Brown, 1974), 此外, 尚有一種是結合雙重二元選擇與開放詢問之開放雙界二元選擇 (double-bound and open-ended dichotomous choice) 模式 (吳珮瑛、蘇明達, 2000), 對於這些誘導支付方式所收集來之資料, 一般多直接採用受訪者最後所顯示的 WTP 或 WTA 做分析, 而在假設受訪者沒有 *ideosyncratic* 偏好之情形下, 受訪者之願意支付額度至少為零。

因此, 對於這類資料受限資料 (censored data) 的方式處理, 傳統上常採用 Tobit 模型 (Tobin, 1958) 來分析。而使用 Tobit 模型對受訪者最後所顯示的支付或接受額度之決策過程的解釋是, 受訪者一個階段即做了最後結果之決定, 然而, 與許多的消費購物行為相同, 消費者何以會選擇購買某些財貨某些的數量, 亦即受訪者何以會於最後顯示特定的支付或者接受額度, 有些乃認定合理的決策過程應該是由兩個階段所構成。首先, 受訪者會在第一階段決定是否願意支付 (或接受) 金額, 如果受訪者決定不願意支付 (或接受) 金額, 則該受訪者最後所顯示的支付 (或接受) 金額將為零; 如果受訪者在第一階段決定是否願意支付 (或接受) 金額, 則該受訪者才會在第二階段進一步決定要支付 (或接

受) 多少金額, 且最後所顯示的願意支付 (或接受) 金額會是一個大於零的正數。

此種考量階段式的決策過程, 與開放雙界二元選擇模式, 利用受訪者先決定是否選擇願意支付所給定之受訪金額, 之後再依其決定, 回答最高的 WTP 或最低的 WTA 之概念不謀而合。然而, 對於這種結合選擇與開放的誘導支付模式, 因為受訪者是透過明顯的決策過程表示出其選擇行為, 亦即受訪者是經過一個明顯的選擇詢問過程才顯示出最後的結果, 此與 D-H 模型只將消費者最後顯示出之結果, 詮釋為「決定是否參與消費」與「決定支付多少金額」兩種行為之合併是有所不同的。故而, 直接將 D-H 模型套用於此種有明顯選擇過程之開放雙界二元選擇模式並不合理。職是之故, 本研究將設計一個可以考量消費者所顯示之選擇過程與最後結果之多檻 (hurdle) 式模型, 這是一個結合雙檻式選擇與雙檻式支出的四檻式決策模型, 稱之為「複檻式決策過程模型」 (multiple-hurdle with decision process model)。

此外, 由於 D-H 模型對於消費者最後所顯示的零支出之值有特別的處理, 這又使我們進一步聯想到在 CVM 的調查中, 往往會有許多零觀察值出現。一般將這些出現在 CVM 調查中的零觀察值, 分為真正的零 (real zero) 觀察值與抗議性零 (protest zero) 觀察值。所謂抗議性的零觀察值是指, 受訪者未對受訪議題顯示其心中真正的 WTP 或 WTA, 而並非該資源對該受訪者沒有效益。因此, 對於有抗議性答覆之零觀察值的 CVM 資料, 慣例的處理方式是先將抗議性答覆樣本刪除, 再對剩下被視為合理觀察值之非抗議性答覆樣本進行分析。但刪除大量抗議性樣本, 不但將縮小原樣本規模, 更有可能因為蓄意選擇非抗議性樣本而產生抽樣偏差 (sampling bias), 故只分析所謂的合理觀察值對最後估計結果將有高估的傾向。因而, 近年來對於抗議性樣本的處理方式已逐漸引起爭議 (Eulàlia, 2001; Jorgensen *et al.*, 2000; Jorgensen & Syme, 2000; Kotchen

& Reiling, 2000)。

綜合而言，本研究之目的將以支出差異來詮釋開放雙界二元選擇模式下所得到的資料，同時將有無包含抗議性答覆兩組樣本，分別帶入 OLS、標準 Tobit、D-H 與本研究所建構的複檻式決策過程模型中進行分析，以比較有無保留抗議性答覆所造成之估計結果的差異。以檢驗利用此一模型分析包含抗議性樣本資料，所得到的結果是否比利用 OLS、標準 Tobit 及 D-H 模型，對消費行為有更合理的解釋。此外，以支出差異為詮釋不僅更明確轉化了標準 Tobit、D-H 與複檻式決策過程模型架構之基礎，同時也對 Eulàlia (2001) 以效用差異為詮釋，然卻將實證模型設定為支出差異的不一致進行修正。

三、結果與討論

開放雙界二元選擇詢價對受訪者而言，不僅較易答覆，此一模型又擷取了雙界二元選擇誘導支付方式較單界二元選擇有效率的優勢，且可避免受訪者在面對開放式時無從填答之困擾(吳珮瑛, 2000)。除此之外，過去的研究亦顯示，此種選擇與開放混合的誘導支付方式，在係數估計結果與效益的估算上，比單純選擇式的誘導支付方式更有效性(吳珮瑛、蘇明達, 2000)。而開放雙界二元選擇的詢問方式是，提供第一階段的願付價值詢問受訪者是否願意參與支付，接續以更高或更低之的金額作為第二階段的詢問金額，最後，在第三階段時則誘導受訪者自行填寫一最適的願付價值。過去的研究顯示(Wu & Hsieh, 1996; 吳珮瑛、吳巽庚, 2001)以支出差異做為二元選擇是資料的詮釋，比效用差異有實證上的可行性、簡便性與一致性。

標準 Tobit 模型是數種可以用來模擬消費行為的受限應變數迴歸模型中的一種，此後，多種 Tobit 模型被發展與修改且應用於各種不同的問題。當消費為非正值時，標準 Tobit 模型將此種觀察值假設為零支出，也就是應變數在零時一律被視為角解。而其他依據標準 Tobit 模型所發展出的

受限應變數模型，與標準 Tobit 模型最大的差異是，後來的受限應變數模型放寬了對零觀察值的解釋。這些改良自標準 Tobit 模型之雙變數決策模型(bivariate decision models)的基本特性是，這些模型模擬合理的消費行為，認為零觀察值之發生是一個決定不參與支出決策下的產物，此種解釋放寬了標準 Tobit 模型中視零需求與角解是相等的假設。在這種允許零觀察值可能來自零需求或角解的情況下，Cragg (1971)所發展出的 D-H 模型是最常被應用的。

儘管過去的實證顯示標準 Tobit 模型可能在家計的基本消費行為之假設上是錯誤的，但是過去許多文獻仍是應用標準 Tobit 模型來進行分析，而忽略了其他可以更合理解釋消費行為之迴歸模型。而且標準 Tobit 模型對於零觀察值之解釋極其有限，因此選擇以對零觀察值能有進一步解釋，且較標準 Tobit 模型符合實際消費行為模式的 D-H 模型，方得以分析有大量零觀察值之 CVM 調查資料。

Cragg (1971)所建立的雙檻式模型是標準 Tobit 模型之延伸(Blundell & Meghir, 1987)。因為 Cragg (1971)認為觀察到的資料雖具有受限性質，但資料的受限條件並非如標準 Tobit 模型只是根據「決定支出多少金額」之應變數值，應同時還依據另一個影響支出決策之「決定是否參與支出」之變數來設限。也就是一個消費決策是由「決定是否參與消費」與「決定支付多少金額」兩個步驟結合而來，唯有在兩個決定同時確立的情況下，才會構成一個完整的消費支出決策。由此可知，受訪者「決定是否參與支出」與「決定支出多少金額」應為兩個不同的行為，因此，D-H 模型乃設立兩個方程式以代表完整之消費決策行為，其中之一是用來決定是否參與支出之參與方程式(participation function)，另一個則用來決定支出多少金額之支出方程式(expenditure function)。

在標準 Tobit 模型中是以相同的應變數來解釋是否參與支出及支出多少之決策，而在 D-H 模型則允許不同組的解釋變

數分別存在於「決定是否參與消費」與「決定支付多少金額」兩個步驟的決策當中。同時，由於 D-H 模型允許不同的解釋變數影響兩個步驟之決定，如此也將能更顯現相同的變數對於「是否參與支出」及「支出多少金額」兩個決策步驟，在變動方向、影響程度與顯著性上之差異。

至於，經由兩次明顯選擇之詢問，進而，再由受訪者以開放方式填答最高願意支付或是最低願意接受額度的開放雙界二元選擇之模式，與 D-H 模型將受訪者最後顯示出之結果詮釋為「決定是否參與消費」與「決定支付多少金額」兩種行為之合併乃有所不同。此時受訪者明顯地是經過二個階段的選擇過程，進而才顯示其最高 WTP 的階段。此時，標準 Tobit 模型與 D-H 模型均只能針對第三階段所得到的 WTP 觀察值做分析，忽略了受訪者在前面兩個階段中所做的選擇之決策過程。因此，必須建構一個能考量受訪者之選擇決策過程之模型，本研究所建構的「複檻式決策過程模型」，是一個結合代表開放雙界二元選擇模式中的第一與第二階段選擇之兩個檻，加上以 D-H 模式解釋最後開放填答結果的第三與第四階段決策過程之兩個檻，而形成共有四個決策檻數之決策行為模式。

而為了確認本研究所建構的複檻式決策過程模型，是一個相對較佳的消費決策行為模式，我們乃將所獲得的樣本資料分為兩組，其中一組則依傳統上分析 CVM 調查資料之處理方式，將抗議性答覆樣本刪除，僅分析不含抗議性答覆觀察值的部分，即 501 個不含抗議性答覆之樣本，分別帶入標準 Tobit 與 D-H 模型中進行分析。而另一組則保留抗議性答覆於總樣本觀察值中，也就是將 746 個觀察值也分別帶入 OLS、標準 Tobit 與 D-H 模式，同時亦採用本研究所建構的複檻式決策過程模型進行分析，將結果與前述只分析 501 個觀察值之 OLS、標準 Tobit 及 D-H 模型進行比對。

由各種估計結果綜合而言，教育程度對於以支付資源維護費的方式，參與維護

環境品質資源的支付意願是呈現正向變動的，但支付額度則是呈現負向的影響。而這些變數的特質是在標準 Tobit 模型中所觀察不到的，在 D-H 模型中也無法如此詳細確切的分析出。大致而言，複檻式決策過程模型中第三個參與方程式與支出方程式之參數估計值，與 D-H 模型之參數估計值並無明顯的差別，而第一個與第二個參與方程式雖與第三個參與方程式包含相同的變數，但所估計出的參數值彼此間卻有明顯的差異，而這些差異正是無法由 D-H 模型獲得的訊息，即複檻式決策過程模型可以比 D-H 模型對受訪者的決策過程，有進一步更細膩與合理的解釋。

此外，由各種模型之 χ^2 值判別各模型之整體適合度，結果顯示，在 5% 的顯著水準下，不論所分析之樣本觀察值是否包含抗議性答覆，D-H 模型均較標準 Tobit 模型具顯著性，而複檻式決策過程模型又比 D-H 模型更具顯著性。也因此，由此一模型所估算出來的 WTP 平均估計值，即每戶每年願意支付 485 元以維護墾丁國家公園之資源，應該是一個具有相當可信度的數值。相對的，在不含抗議性答覆樣本下，不論是 OLS、標準 Tobit 或是 D-H 模型所估算出來的結果，則明顯有高估 WTP 平均值之傾向，既然刪除大量抗議性答覆樣本，此一樣本中事實上僅剩很少的零觀察值，因此以 OLS 迴歸模型進行分析即可。由此證明，D-H 模型對零觀察值之解釋能力明顯優於標準 Tobit 模型，而本研究所架構出的複檻式決策過程模型不但具有最佳的解釋能力，且最能有效估計開放雙界二元選擇模式之 CVM 樣本資料，並更能合理分析之。

四、計畫成果自評

事實上，許多家計的消費行為均是一種選擇與金額支付決策過程的結合，因此，本研究所發展出來的複檻式決策過程模型，不只適用於 CVM 方法中，以開放雙界二元選擇誘導支付方式的收集來的調查資料，更可以應用於其他與家計消費支出調查的相關議題。亦即，此一模型非僅侷

限於可以分析開放雙界二元選擇支付方式之資料，更能應用於任何一種經過選擇而後顯示出支付結果之資料。

本研究原本規劃要進行多種 Double-Hurdle 模型之比較，然而，由於估計程式複雜度的難以克服，因此目前所完成的有關 Double-Hurdle 模型部分是假設各階段之決策過程彼此間是相互獨立的。故而，本研究所建構的複檻式決策過程模型，也是立基於此一假設下所完成的。此一部份乃屬事先規劃與執行結果之間的落差。但是在對 Double-Hurdle 模型的探討過程中，卻也由中引發了建構複檻式決策過程模型的意外收穫。也因為建構了此一模型，而得以擴充分析條件評估法中涵蓋有抗議性答覆的樣本，這也是原本規劃此一研究時未含蓋的內容。而對於抗議性答覆的分析，則是條件評估法中新近的主要研究主題之一，本研究所建構的複檻式決策過程模型，乃嘗試對於此類樣本提供一種處理的方式。

五、參考文獻

- 吳珮瑛，「國家公園資源經濟效益評估—以墾丁國家公園為例」。內政部營建屬國家公園組委託研究計畫。台灣大學農業經濟學系，2000。
- 吳珮瑛、蘇明達，「經驗累積之完整決策條件評估模型之設立：以墾丁國家公園資源經濟效益評估為例」，發表於二〇〇〇年環境資源經濟、管理暨系統分析學術研討會。台北：中央研究院經濟研究所。12月20-21日，2000。
- 吳珮瑛、吳巽庚，「二元選擇條件評估模型於環境資源效益分析之整合與比較」，發表於二〇〇一年環境資源經濟、管理暨系統分析學術研討會。台北：中央研究院經濟研究所。10月19日，2001。
- 吳珮瑛、謝雯華，「環境財需求函數之估計：封閉式條件評估模型之比較分析」，農業經濟叢刊，第1卷，第1期，第1-46頁，1995。
- 鄭琬方，「受限資料於資源經濟效益評估決策過程之模型建構：Tobit、原始雙檻式與複檻式決策過程模型的比較分析」。碩士論文，台灣大學農業經濟研究所。2002。
- Amemiya, T., "Tobit Models: A Survey," *Journal of Econometrics*. Vol.24, pp.3-61, 1984.
- Andrew, M. J. and S. T. Yen, "A Box-Cox Double-Hurdle Model," *The Manchester School of Economic and Social Studies*. Vol.68, pp.203-221, 2000.
- Bishop, R. C. and T. A. Heberlein, "Measuring Values of Extramarket Goods : Are Indirect Measures Biased ?" *American Journal of Agricultural Economics*. Vol.61, pp.926-930, 1979.
- Blundell, R. and C. Meghir, "Bivariate Alternatives to the Tobit Model," *Journal of Econometrics*. Vol.34, pp.179-200, 1987.
- Boyle, K. J., F. R. Johnson, D. W. McCollum, W. H. Desvousges, R. W. Dunford, and S.P. Hudson, "Valuing Public Goods: Discrete versus Continuous Contingent - Valuation Responses," *Land Economics*. Vol.72, pp.381-396, 1996.
- Cameron, T. A. and J. Quiggin, "Estimation Using Contingent Valuation Data from a 'Dichotomous Choice with Follow-Up' Questionnaire," *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol.27, pp.218-234, 1994.
- Cameron, T. A., "A New Paradigm for Valuing Non-market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression," *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol.15, pp.355-379, 1988.
- Cragg, J. G., "Some Statistical Models for Limited Dependent Variable with Application to the Demand for Durable Goods," *Econometrica*. Vol.39, pp.829-844, 1971.
- Eulàlia, D.-M., "Alternative Approaches to Obtain Optimal Bid Values in Contingent Valuation Studies and to

- Model Protest Zeros: Estimating the Determinants of Individuals' Willingness to Pay for Home Care Services in Day Case Surgery," *Health Economics*. Vol.10, pp.101-118, 2001.
- Gao, X. M., E. J. Wailes, and G. L. Gramer, "Double-hurdle Model with Bivariate Normal Errors: An Application to U.S. Rice Demand," *Journal of Agricultural and Applied Economics*. Vol. 27, pp. 363-376, 1995.
- Hanemann, M., J. Loomis, and B. Kanninen, "Statistical Efficiency of Double Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *American Journal of Agricultural Economics*. Vol.73, pp.1255-1263, 1991.
- Hanemann, W. M., "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," *American Journal of Agricultural Economics*. Vol.66, pp.332-341, 1984.
- Jones, A. M., "A Note on Computation of the Double-Hurdle Model with Dependence with An Application to Tobacco Expenditure," *Bulletin of Economic Research*. Vol.44, pp.67-74, 1992.
- Jorgensen, B. S., G. J. Syme, B. J. Bishop, and B. E. Nancarrow, "Protest Responses in Contingent Valuation," *Environmental and Resource Economics*. Vol.14, pp.131-150, 2000.
- Jorgensen, B. S. and G. J. Syme, "Protest Responses and Willingness to Pay : Attitude toward Paying for Stormwater Pollution Abatement," *Ecological Economics*. Vol.33, pp.251-265, 2000.
- Lee, J. and S.-Y. Kim, "Elderly Household Travel Expenditure Patters: Analysis of Double Hurdle Model," *Consumer Interests Annual*. Vol.45, pp.131, 1999.
- McConnell, K. E., "Models for Referendum Data: The Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation," *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol.18, pp.19-34, 1990.
- Moore, M. R., N. R. Gollehon, and D. M. Hellerstein, "Estimating Producer's Surplus with the Censored Regression Model: An Application to Producers Affected by Columbia River Basin Salmon Recovery," *Journal of Agricultural and Resource Economics*. Vol.25, pp.325-346, 2000.
- Nichola, T., "The Decision to Adopt and the Intensity of Adoption of Technology: A Double Hurdle Model Application in the Adoption of a Sorghum Hybrid." *Journal for Studies in Economics and Econometrics*. Vol.20, pp.49-57, 1996.
- Pruckner, G. J., "Agricultural Landscape Cultivation in Austria: An Application of the CVM," *European Review of Agricultural Economics*. Vol.22, pp.173-190, 1995.
- Tobin, J., "Estimation of Relation of Relationships for Limited Dependent Variables," *Econometrica*. Vol.26, pp.24-36, 1958.
- Wu, P.-I. and W.-H. Hsieh, "Demand for Environmental Quality: Comparing Models for Contingent Policy Referendum Experiments," in *The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific*. Edited by R. Mendelsohn and Daigee Shaw. Cheltenham, UK : Edward Elgar , 1996.
- Yen, S. T. and C. L. Huang, "Household Demand for Finfish : A Generalized Double-Hurdle Model," *Journal of Agricultural and Resource Economics*. Vol.21, pp.220-234, 1996.
- Yen, S. T. and A. M. Jones, "Household Consumption of Cheese: An Inverse Hyperbolic Sine Double-Hurdle Model with Dependent Errors," *American Journal of Agricultural Economics*. Vol.79, pp.246-251, 1997.