

三民輔考－高考交通行政 運輸經濟學

107 年

一、多項羅吉特(multinomial logit)與巢式羅吉特(nested logit)模式是探討都市運具選擇常用的分析工具。請問：

- (一) 這兩種模式在效用函數設定與參數設定上有何不同？(5 分)
- (二) 若某都市有四種主要運具（公車、捷運、汽車及機車），可能的巢層結構有那幾種類型？(10 分)
- (三) 巢式羅吉特模式的適用條件為何？(10 分)

【擬答】

(一)多項羅吉特(Multinomial logit)與巢式羅吉特(Nested logit)都是用來探討消費者選擇某項運輸工具，為他所帶來的效用如何，以及探討為何消費者會如此選擇（考慮的因素有哪些）。

1.多項羅吉特(MNL)模式：

→效用函數 $U_{it} = U(Z_{it}, S_t)$ ，其中：

U_{it} ：選擇 i 方案所能獲得的效用，效用越高，消費者會越傾向選該運具

Z_{it} ： i 方案對消費者 t 的屬性變數

S_t ：消費者 t 的社會經濟性變數

→ $U(Z_{it}, S_t) = V(Z_{it}, S_t) + \varepsilon(Z_{it}, S_t)$

V ：表效用可衡量、量化的部分，如搭乘時間、舒適度、安全性等

ε ：表效用不可量化的部分，如當天搭乘的心情

舉例：若有三種運具，汽車、公車、捷運，可採「多項羅吉特模式」推導出選擇三個方案的機率為何。

→當 $U(\text{汽車}) > U(\text{公車}) > U(\text{捷運})$ ，

則可以推論 $P(\text{汽車}) > P(\text{公車}) > P(\text{捷運})$

P ：為選擇該方案的機率



2. 多項羅吉特模式特性及假設：

- (1) 選擇某一方案之機率決定於該方案給予消費者之效用多少。
- (2) 若效用函數為線性，且社會經濟特性 St 為共生變數（各方案均有該變數，如旅行時間、旅行成本，即稱共生變數），則 St 對各選擇方案之機率無影響（所得固定時，選A、B、C三種運具，仍回歸到該運具的優劣）。
- (3) 若有N個方案可選擇，僅能指定(N-1)個替選方案之特定虛擬變數（即 ϵ ，無法量化）。其中一個不指定特定虛擬變數的作為基準。
- (4) 不相干方案獨立性簡稱 IIA (Independence of Irrelevant Alternative)特性。（即汽車、公車、捷運三者為獨立選項）

3. MNL 模式函數設定與參數設定說明：

- (1) 先決定各方案之可能共生變數（如旅行時間、旅行成本）與方案特定變數（即 V ，如舒適度、安全性等）。
- (2) 導入model校估參數。
- (3) 觀察 ρ^2 較低者（統計學中，某變數的解釋力較低），增加或去除不具解釋力之方案特定變數(V)。

4. 巢式羅吉特模式(Nested Logit Model)與 MNL 的差異：

- (1) MNL 模式：具有 IIA 特性（假設各方案完全獨立），若有新方案，就帶入公式，找出原本方案的機率變化。
- (2) 若NL模式：因MNL違背客觀事實，忽略各方案之間可能互相影響（如公車及客運，對某些人來說可能是同一種選擇等）。因而NL改良將各方案先分巢後，再進行模式校估及機率計算。

5. NL 模式函數設定與參數設定說明：

- (1) 先決定分巢邏輯，分巢後即具有IIA特性。
- (2) 逐巢決定各替選方案可能共生變數與方案特定變數。
- (3) 導入model校估參數。
- (4) 觀察 ρ^2 較低者（統計學中，某變數的解釋力較低），增加或去除不具解釋力之方案特定變數(V)。

(二) 若有四種主要運具（公車、捷運、汽車及機車），可能的巢層結構：

$At = \{\text{公車、捷運、汽車、機車}\}$

1. 公共運具={公車、捷運}，非公共運具={汽車、機車}

2. 軌道運具={捷運}，非軌道運具={公車、汽車、機車}

3. 兩輪運具={機車}、四輪以上運具={公車、捷運、汽車}

(三) 巢式羅吉特模式的適用條件：NL為MNL的替代方案，NL模式主要先將各方案分巢，再套入模型並計算選擇機率。分巢需有「清楚明確」的邏輯，否則分巢意義不大。惟巢式因需計算兩次機率，算法較MNL更為複雜一些。

二、若某運輸業的生產要素包含勞工、資本及燃料，以其構建出的長期成本函數計算生產要素彈性數值如下表所示。

- (一) 說明三種生產要素之自身價格彈性、替代彈性的意義與大小程度。(15分)
- (二) 論述生產要素間的替代或互補關係。(10分)

	勞工	資本	燃料
自身價格彈性	-0.2	-0.5	-1.1
替代彈性			
勞工	--	0.4	-1.3
資本	0.4	--	0.8
燃料	-1.3	0.8	--

【擬答】

(一) 三種生產要素之自身價格彈性意義與大小程度

1. 價格需求彈性定義：其他條件不變，價格變動1個百分點時，需求量變動的百分比，稱為需求彈性。公式： $|Ed| = -(dq/q)/(dp/p)$
2. 以表格數字來看，價格彈性：燃料>資本>勞工。由此可知，當價格上漲時，資本即勞工會大幅下降，更傾向於必需品，燃料則反之。

(二) 三種生產要素之替代彈性意義與大小程度

1. 交叉彈性(Cross Elasticity)定義：其他條件不變，A商品價格變動1個百分點時，造成B商品需求量變動的百分比，公式： $E_{xy}=(dq_y/q)/(dp_x/p_x)$
2. 例：替代彈性越大，以資本vs.燃料=0.8為例，若資本價格變動1%，燃料需求會增加0.8%，替代效果大於勞工需求的增加比重(0.4%)。

(三) 生產要素間的替代或互補關係

1. 勞工vs.資本=0.4 $\rightarrow E_{xy}>0$ ，為替代品
2. 勞工vs.燃料=-1.3 $\rightarrow E_{xy}<0$ ，為互補品
3. 資本vs.燃料=0.8 $\rightarrow E_{xy}>0$ ，為替代品

三、請以數學公式與圖形，比較國內高速公路通行費及捷運票價的費率結構（X 軸為里程，Y 軸為費用）（25 分）

【擬答】

- (一) 高速公路通行費及捷運票價的費率結構，基本上很難放在一起比較，可比性低。
1. 高速公路總長近400公里，收費為20km以內免費，20~200km，每公里小型車1.2元，大型車1.5元，聯結車1.8元。
 2. 捷運最長的淡水線僅32公里，收費為4站內20元，動物園到淡水，最貴65元

(二) 高速公路通行費的費率結構：

1. 以定價原則(淨固定成本NFC及淨變動成本NVC)、收費方式(電通NFC裝置，通過收費站的次數)、費率結構(里程：分20km以內，20~200km；不同車種：小型車、大型車、聯結車)來訂定費率公式。

2. 計里程費率計算公式：

$$\text{車種 } i \text{ 費率} = \frac{\text{淨固定成本} \times \frac{\text{車種 } i \text{ 車公里}}{\sum \text{車種 } i \text{ 車公里}} + \text{淨變動成本} \times \frac{\text{車種 } i \text{ 車公里} \times \text{車種 } i \text{ 權數}}{\sum \text{車種 } i \text{ 車公里} \times \text{車種 } i \text{ 權數}}}{\text{車種 } i \text{ 車公里}}$$

3. 其中：

(1) 淨固定成本(NFC)：「工程興建成本」於營運基準年的年初終值乘以該公路系統核定之自償率後，再扣除其他收入合計數在「營運基準年的現值乘以用於固定成本之比例」。

(2) 淨變動成本(NVC)：「維護管理成本」於營運基準年的年初現值扣除其他收入合計數在「營運基準年的現值乘以用於變動成本之比例」。

(3) 分攤權數：

① 各車種固定成本分攤權數：固定成本分攤不會因各車種而有所不同，以「各車種的車公里」佔「總車公里」為分攤數；其中各車種的車公里為各車種之平均車公里與各車種通過收費站次數之乘積。

② 各車種變動成本分攤權數：由軸量當量(車子重量對路面破壞的程度等)及政策需要二項的加權平均值。政策需要含大眾運輸政策、國家產業發展政策、交通量組成及使用者受益程度等因子組成，經公路系統主管機關綜合通盤考量訂之。

4. 臺灣高速公路電子收費系統(ETC)為遠通電收與政府簽訂的BOT契約，主要為計程收費，現方案為：每日每車免費里程20公里，標準費率1.2元/公里(<200公里)，長途費率0.9元/公里(≥200公里)

(三) 捷運票價的費率結構：

1. 基本公式：採成本加成定價法

(1) 大眾捷運全年合理客運收入

= 全年合理客運運輸成本 + 合理投資報酬基礎 × 合理投資報酬率 - 全年附屬事業稅務後盈餘 × 合理回饋率 - 其他外部收入。

(2) 大眾捷運系統每人公里基本運價率 = 全年合理客運收入 / 全年客運延人公里

2. 其中：

(1) 全年合理客運運輸成本包括：人工成本(行車、控制中心、站務、維修、管理、行政、警衛等)、電費(契約容量電費、行車、車站、機廠、辦公)、維修(路線、建物、機電、車輛、辦公設備)、折舊(路線、建物、機電、車輛、辦公設備)

(2) 合理投資報酬基礎 = 平均固定資產淨值 + 籌備費淨值 + 營運週轉金。

(平均固定資產淨值 = 以年初及年終固定資產淨值之平均數計算，其項目以與運輸服務有關之固定資產為限，以帳面值計。其折舊年限依所得稅法規定之固定資產耐用年數表辦理。如係政府投資興建者，本項得不予列入計算。)

(3) 合理投資報酬率：不低於金融機構公告一年期大額之定期存款固定利率為準。前項所稱之金融機構另由大眾捷運系統中央主管機關指定之。

(4) 附屬事業稅後盈餘之合理回饋率以 40% 至 60% 為原則，由主管機關核定之。

(5) 其他外部收入包括政府補貼、相關基金之撥補及各種捐助等。

四、國內空氣污染防治法針對移動污染源如汽車，課徵隨油徵收的空污費，用於地方政府空氣品質改善工作。請以經濟模型論述此項政策的效果。(25分)

【擬答】

(一) 隨油課徵空污費的政策意涵：本題可用外部成本做為論述邏輯。

(二) 以道路擁擠費(Congestion Charge)理論模型說明

政府為維護空氣品質改善，針對汽機車等移動污染源，徵收空污費，就如同交通量過大後，將形成道路擁擠(塞車)，增加整體社會的旅行時間與空氣污染。此時邊際旅行成本(MC)與平均旅行成本(AC)將產生差距，代表行車之外部成本，即為擁擠費(Congestion Toll)或本題空污費之意涵。

(三) 課徵目的：針對使用人造成的外部成本，藉由徵收費用，不僅可抑制運量(人會因為要繳交費用而減少開車)，並可將此經費用於促進空氣品質改善。

(四) 政策效果：

1. 徵收前：使用者根據自身平均成本使用各式車輛，道路車流量為Q1。



- 徵收後：使用者的自身平均成本（內部平均成本）加上空污外部成本（課稅效果，社會邊際成本）後，會促使供給曲線向左移動，與需求曲線相交，此時總車流量下降為 Q_2 。
- 政策效果評估：車流量將由 $Q_2 \rightarrow Q_1$ 。

