

臺鐵旅運者之服務水準選擇與 願支付價格研究

A STUDY ON PASSENGERS' TRAIN CHOICE BEHAVIOR AND WILLINGNESS TO PAY FOR SERVICE ATTRIBUTES

蕭傑諭 Chieh-Yu Hsiao¹

王溥琳 Pu-Lin Wang²

(110 年 2 月 9 日收稿，110 年 9 月 14 日接受)

摘 要

臺鐵近年積極提升列車服務水準，先後引進太魯閣及普悠瑪號，大多投入東部線營運以解決花東旅運問題。東部線尖峰時間本就一票難求，又因車種簡化政策將不同服務水準列車訂定相同票價，致使有限資源之配置遭到扭曲，讓問題更加嚴重。依據服務水準與旅運者願支付價格定價，為改善資源配置效率之良方，惟現有研究於此著墨甚少。故本研究採用敘述性偏好方法進行問卷調查，建構多項及潛在類別羅吉特模式以分析旅運者對列車服務屬性之偏好及其異質性，用以估計旅運者對服務屬性之願支付價格，並推估旅客對普悠瑪號、太魯閣號與自強號的願支付價差；另外亦以條件評估法估計三種列車之願支付價格，以期探究方法論之差異。羅吉特模式結果均顯示可退票、可換票為旅客重要考量因素，且長程旅客較短程、中程旅客在意旅行時間。潛在類別羅吉特模式以年齡、所得、商務旅次為分類變數，結果顯示年齡為 18 歲至 24 歲或 65 歲以上、所得較低且非商務旅次之旅客較在意金錢相關變數，而年齡介於 25 至 64 歲、所得較高且商務旅次之旅客較在意時間相關變數。三界二分選擇模式所得願支付價格之標準差較雙界二分選擇模式者小，增加詢價次數在願付價格之估計上

1 淡江大學運輸管理學系助理教授（聯絡地址：25137 新北市淡水區英專路 151 號，電話：02-26215656#3380，E-mail：cyhsiao7@mail.tku.edu.tw）。

2 國立交通大學運輸與物流管理學系碩士。

更具效率。經三種模式校估結果顯示透過旅客對方案屬性間之取捨，進而做出偏好選擇的離散機率選擇模式所得到的列車願付價差差異較大。利用本研究結果將三車種與其服務屬性進行方案組合，例如搭配不同之旅行時間、退換票機制以設計差別票價，可供臺鐵未來調整訂價策略、優化營收管理之參考依據。

關鍵詞： 列車選擇、潛在類別羅吉特模式、條件評估法、願支付價格

ABSTRACT

In recent years, Taiwan Railways Administration (TRA) has introduced Taroko and Puyuma Express trains for the Eastern Route in order to improve the service level of trains. During peak hours, booking seats on the Eastern Route is very difficult. However, the simplified ticket type policy, which keeps trains with different service levels have the same ticket prices, makes the problem worse. An appropriate pricing scheme based on passengers' willingness to pay (WTP) for the attributes of the services would improve the efficiency of resource allocation and relieve the booking problem. Nevertheless, there are limited studies on this issue. This study designs questionnaire by stated preference method and estimates multinomial and latent class logit models to analyze passengers' preferences and willingness to pay for service attributes of trains. Furthermore, we also estimate the passengers' willingness to pay for different trains (Puyuma, Taroko and Tze-Chiang Express) by the Contingent valuation (CV) method. Estimates of both models show that passengers prefer refundable and exchangeable tickets, and passengers on long-distance trips, comparing to those on short- or medium-distance trips, care more about travel time. Two classes, identified by passenger's income, age and trip type, are suggested for the latent class logit model. Passengers with lower income, age between 18 to 24 and over 65, non-business trip are more sensitive to fare-related attributes, while passengers with higher income, age between 25 to 64, business trip consider more about time-related attribute. The standard deviation of WTP estimated by the tri-bounded dichotomous choice model is smaller than that of the double bounded model. This indicates the improvement of method efficiency. The differences of passenger's WTP among three express train types obtained by logit models are larger than those of CV models. The results of this study would could be applied to design TRA's express train services, such as combinations of different travel times and ticket refund mechanisms with different ticket prices. for revenue management.

Key Words: Train Choice, Latent Class Logit Model, Contingent Valuation Method, Willingness to Pay.

一、緒 論

世界鐵路曾因長期獨佔，服務水準低落而陷入衰退期，1960 年後，因改善乘車舒適度，提升速度也讓鐵路重新受到重視，也因改善服務水準，根據不同服務水準列車或不同旅客背景制訂票價策略，使鐵路營收管理翻開新的篇章。臺灣鐵路近年亦積極提升列車服務水準，先後引進太魯閣號及普悠瑪號，由於東部地區交通建設不易，長期實施「鐵路為主，公路為輔」之政策，因此新引進列車大多投入東部線營運。根據臺鐵局統計資料，近 8 年之普悠瑪號、太魯閣號、自強號於東部線之座位利用率曲線如圖 1 所示，普悠瑪號與太魯閣號之座位利用率相近、明顯高於自強號，可知旅客較偏好普悠瑪號與太魯閣號；然而配合簡化車種政策，普悠瑪號、太魯閣號、自強號三種不同服務水準列車都歸類為自強號，訂定相同車票價格，如此定價方式背離旅運者對不同列車服務水準之願支付價格，會導致所有理性旅客搶購服務水準高之列車座位、不願購買服務水準較低之列車座位，進而產生資源分配誤置的問題：不同服務水準卻單一訂價的情況下，訂價過高（例如一般自強號）會使得部分旅運者無法享用服務、或利用率低，訂價過低（例如普悠瑪及太魯閣號）則會產生一位難求之現象，且無助於營運者之營收。是故，清楚地了解旅客對列車服務屬性之偏好及其願支付價格，並據亦推估旅運者對普悠瑪號、太魯閣號、自強號之願付價格，進而依旅客偏好與願付價格擬定方案組合與營收管理策略，是相當重要的研究議題。

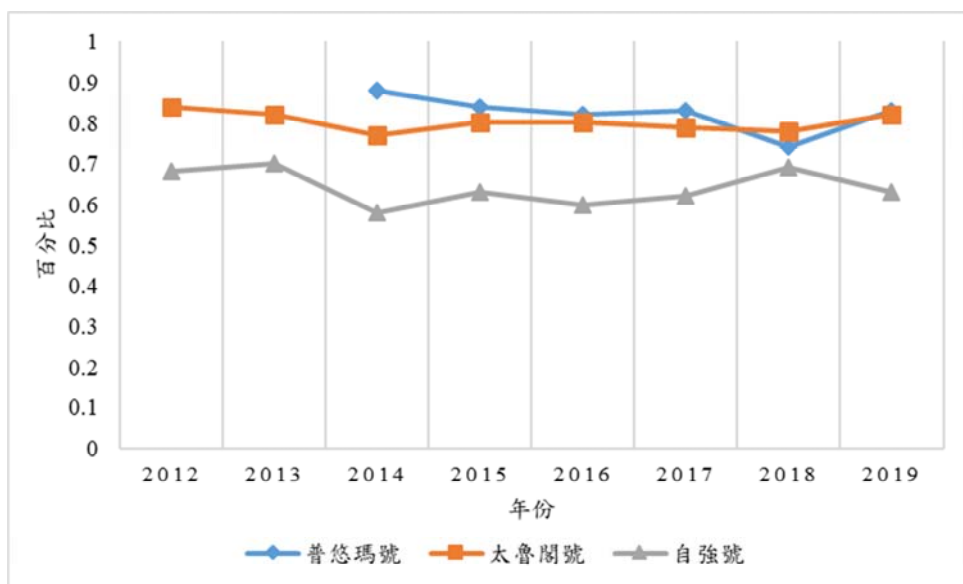


圖 1 東部線列車之座位利用率

現今關於鐵路營收管理的文獻主題大略可分成以下幾類：列車座位管理 (Pratikto ^[1];

Wang et al.^[2]; Zuo et al.^[3]), 超額訂位 (Feng et al.^[4]; Bharill & Rangaraj^[5]; Luo et al.^[6]; Shajin et al.^[7]; Yan et al.^[8]), 列車定價策略 (Ali et al.^[9]; van den Berg & Verhoef^[10]; Baumol^[11]; Harker & Hong^[12]; Ndembe^[13])。孫千山與吳明軒^[14] 整理各國鐵路營收管理策略, 法國鐵路公司 (SNCF) 回顧歷史資料制定超額訂位策略, 願支付價格高的旅客擁有保留座位的權利, 並依據訂票時間點訂定不同票價; 東日本鐵道公司 (JR) 推出旅遊套票及通勤回数票等方案供選擇, 做出市場區隔; 加拿大國營鐵路 (Via Rail Canada) 設有商務車廂, 提供旅遊套票且票價依訂票時間點及退換票方式有所不同, 德國鐵路公司 (DB) 票價區分車廂艙等及旅客目的, 購票對象及訂票時間也產生不同的票價。

然而, 目前相關文獻甚少以旅運者角度出發, 探討旅客對列車選擇行為與偏好因素, 亦少有探討旅客對於不同等級服務水準如旅行時間、車廂舒適度之列車的願付價格。因此本研究將列車服務屬性納入研究變數, 藉由敘述性偏好問卷蒐集資料, 建構計量模式以了解旅客於不同方案組合之列車偏好, 並據以估計旅客對不同服務水準之列車座位的願付價格; 更進一步探討不同旅客對服務屬性偏好之異質性 (不同旅客之願支付價格有所差異), 研究結論將有助於提升資源配置之效率, 相關建議亦可供營運單位設計列車票價與擬定營收管理策略之參考。

二、研究方法

本研究利用敘述性偏好方法設計問卷, 探討旅客對不同服務水準列車之選擇與屬性組合之偏好; 建構離散機率選擇模式, 其中先建構常見之多項羅吉特模式以了解同質性旅運者之偏好屬性與方案; 再考量旅客異質性, 以潛在類別羅吉特模式探討不同特性旅客對於各影響屬性之敏感程度差別。進一步計算旅客對自強號與普悠瑪號、太魯閣號的願支付價差; 另以條件評估法中之雙界二分法、三界二分法估計願支付價格。本研究盡可能設定相同之模式變數, 進而比較以間接詢問旅客偏好與直接詢問之兩類方法, 並呈現其估計之願支付價差。本節簡述所使用之方法: 敘述性偏好法、離散機率選擇模式及條件評估法。

2.1 敘述性偏好法

敘述性偏好法運用受控制的實驗設計進行情境模擬, 了解受訪者考量後所做之選擇決策, 優點為對尚未存在的運輸設施或政策進行旅運需求分析與預測, 協助分析旅客之行為特性與偏好。Green & Srinivasam^[15] 曾對其提出一正式定義: 「提供消費者由不同屬性之水準值所事先定義的替選方案供其評量, 並依此資訊估計消費者偏好結構之分解方法」。Kroes & Sheldon^[16] 提及此方法分析過程為以事先決定的屬性及其水準值組合成各種情境, 構成替選方案呈現給受訪者, 供受訪者以評分、等級排序或優先選擇的方式, 評估對於替選方案之整體偏好, 再根據各個替選方案之整體偏好資料, 校估效用函數參數。

由於敘述性偏好法能夠判別旅客對各種方案組合及屬性之變化, 因此將列車相關方案

屬性如旅行時間、可退票、可換票及其他因素設計成不同替選方案供旅客選擇，經由方案之間取舍，透過羅吉特模式校估之參數了解屬性對效用產生的影響，找出不同旅客對不同服務屬性在意程度與列車偏好，進一步估計願支付價差。

2.2 離散機率選擇模式³

多項羅吉特模式被廣泛運用於個體選擇行為，以效用理論為基礎，並假設人在面對所有可能的方案，會做出效用最大化的選擇 (McFadden^[18]; Ben-Akiva & Lerman^[19]; Train^[20])，決策者 n 對於某一個方案 i 的效用以 U_{in} 表示， X_{in} 和 X_{in}^u 代表方案 i 的可觀察和不可觀察屬性變數， Z_{in} 和 Z_{in}^u 則代表旅客之可觀察和不客觀察社會經濟變數，效用函數可以分為可觀察項 V_{in} 和不可觀察項 ε_{in} ，當誤差項為 Gumble 分配，可推導出多項羅吉特的方案選擇機率 P_{in} ，如式 (1) 和式 (2)：

$$U_{in} = V(X_{in}, Z_{in}) + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{jn}}} \quad (2)$$

其中，

P_{in} ：旅客 n 選擇方案 i 的機率，介於 0~1 之間。

V_{in} ： i 方案對於旅客 n 之可衡量之效用。

j ：代表選擇方案， $j=1, 2, 3, \dots, J$

Walker & Ben-Akiva^[21] 考慮樣本個體間之偏好異質性，藉由潛在類別羅吉特模式將樣本區分為相互異質性高之類別。Wen et al.^[22] 指出各個方案選擇機率可拆解成兩大部分，第一部分為某類別被選擇的機率，第二部分為旅運者隸屬某區隔類別的機率，此機率函數可假設與該旅運者相關。Train^[20] 提出潛在類別羅吉特模型的區隔數並非事先由研究者決定，是在求解過程中，從兩個區隔開始逐漸加入區隔數目，直到模式的配適度顯著改善為止，方能決定該模式的最適區隔數目，而關於 Akaike Information Criterion (AIC) 及 Bayesian Information Criterion (BIC) 則經常用於判別區隔數。

$$P_{in} = \sum_{s=1}^S P_{in|s} P_{ns} \quad (3)$$

$$P_{in|s} = \frac{e^{\beta'_s X_{in}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta'_s X_{jn}}} \quad s = 1, \dots, S \quad (4)$$

$$P_{ns} = \frac{e^{\gamma'_s Z_{ns}}}{\sum_{s=1}^S e^{\gamma'_s Z_{ns}}} \quad (5)$$

3. 參考蕭傑諭、梁喻婷^[17]，「拒絕登機—旅運者願支付與願接受價格之研究」，中華民國運輸學會 2019 年會暨學術論文國際研討會論文集，民國 108 年。

其中，

P_{in} ：個體 n 選擇方案 i 的機率。

$P_{in|s}$ ：偏好類別 s 中之個體 n 於替選方案集合 J 中選擇方案 i 的機率； β'_s 為模式校估之族群 s 參數； X_{in} 為方案屬性。

P_{ns} ：考量個體 n 隸屬於偏好類別 s 的機率； γ' 為模式校估之個人屬性參數； Z_{ns} 為個體 n 屬於偏好類別 s 之屬性。

2.3 條件評估法

本研究之研究目的主要探討旅客對不同服務水準列車的願付車票價格，在條件評估法的估計方法中，可利用雙界二元選擇模型，其重要的優點為估計值在統計上較具有效率性 (Hanemann et al. ^[23])，參考其建立之雙界二分選擇模型，如圖 2 所示，假設受訪者願意接受第一次出價 A_{start} ，則提高價格 A_{up} ，再詢問受訪者第二次是否願意支付，假設受訪者願意接受第二次出價 A_{up} ，則提高價格為 A_{up-up} ，不願意接受則降低價格為 $A_{up-down}$ ；本研究將雙界二分選擇模式進階至三界二分選擇模式，詢價方式以此類推。

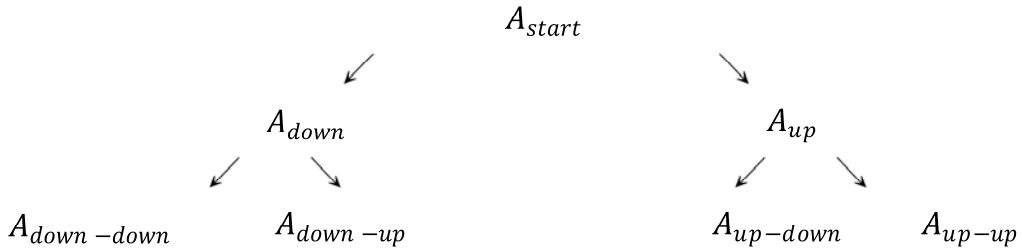


圖 2 雙界二分法詢價示意圖

三界二分選擇模型下，受訪者的回答會出現 (No, No, No)、(No, No, Yes)、(No, Yes, No)、(No, Yes, Yes)、(Yes, No, No)、(Yes, No, Yes)、(Yes, Yes, No)、(Yes, Yes, Yes) 八種情形，將八種出現機率設為二元變數，出現此種情形為 1，其它為 0，如式 (6) 至式 (13) 所示，並使用 Logit 分配。

$$\begin{aligned} & \pi^{no-no-no}(A_{start}, A_{down}, A_{down-down}) \\ &= \Pr(WTP < A_{down-down}) = \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{down-down} - X' \beta}{\sigma}\right)} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{no-no-yes}(A_{start}, A_{down}, A_{down-down}) \\ &= \Pr(A_{down-down} < WTP < A_{down}) = \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{down} - X' \beta}{\sigma}\right)} \right) - \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{down-down} - X' \beta}{\sigma}\right)} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{no-yes-no}(A_{start}, A_{down}, A_{down-up}) \\ &= \Pr(A_{down} < WTP < A_{down-up}) = \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down-up}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down}-X'\beta}{\sigma})} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{no-yes-yes}(A_{start}, A_{down}, A_{down-up}) \\ &= \Pr(A_{down-up} < WTP < A_{start}) = \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{start}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down-up}-X'\beta}{\sigma})} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{yes-no-no}(A_{start}, A_{up}, A_{up-down}) \\ &= \Pr(A_{start} < WTP < A_{up-down}) = \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{up-down}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{start}-X'\beta}{\sigma})} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{yes-no-yes}(A_{up}, A_{up}, A_{up-down}) \\ &= \Pr(A_{up-down} < WTP < A_{up}) = \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{up}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{up-down}-X'\beta}{\sigma})} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{yes-yes-no}(A_{up}, A_{up}, A_{up-up}) \\ &= \Pr(A_{up} < WTP < A_{up-up}) = \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{up-up}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{up}-X'\beta}{\sigma})} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} & \pi^{yes-yes-yes}(A_{up}, A_{up}, A_{up-up}) \\ &= \Pr(WTP > A_{up-up}) = \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{up-up}-X'\beta}{\sigma})} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

因此所有受訪者之對數概似函數 (log-likelihood function) 可表示為式 (14)。

$$\begin{aligned} \ln L(\beta) = & \sum NNN * \ln \left[\left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down-down}-X'\beta}{\sigma})} \right) \right] \\ & + \sum NNY * \ln \left[\left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down-down}-X'\beta}{\sigma})} \right) \right] \\ & + \sum NYN * \ln \left[\left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down-up}-X'\beta}{\sigma})} \right) - \left(\frac{1}{1+\exp(\frac{A_{down}-X'\beta}{\sigma})} \right) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \sum NYY * \ln \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{start-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) - \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{down-up-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) \right] \\
& + \sum YNN * \ln \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{up-down-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) - \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{start-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) \right] \\
& + \sum YNY * \ln \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{up-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) - \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{up-down-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) \right] \\
& + \sum YYN * \ln \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{up-up-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) - \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{up-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) \right] \\
& + \sum YYY * \ln \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{A_{up-up-X'}\beta}{\sigma}\right)} \right) \right]
\end{aligned} \tag{14}$$

參考林思玲等人^[24]估計願付價格的模型，如式(15)所示，其中參數 α, β_i 可利用最大概似法估計求解， α 為詢價變數之係數； X_k 為模式之解釋變數，包含距離與車種之交叉相乘項，及其他影響變數。距離與車種之類別差異以短程自強號作為基準，估計不同旅次長度下，旅客對於普悠瑪號、太魯閣號、自強號的願支付價格，參數 β 可利用最大概似法估計求解。

$$\begin{aligned}
WTP = [\beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k] / \alpha = [\beta_0 + \beta_1(\text{短程} * \text{普悠瑪}) + \beta_2(\text{短程} * \text{太魯閣}) + \beta_3(\text{中程} * \\
\text{普悠瑪}) + \beta_4(\text{中程} * \text{太魯閣}) + \beta_5(\text{中程} * \text{自強號}) + \beta_6(\text{長程} * \text{普悠瑪}) + \\
\beta_7(\text{長程} * \text{太魯閣}) + \beta_8(\text{長程} * \text{自強號}) + \sum_{k=9}^K \beta_k X_k] / \alpha
\end{aligned} \tag{15}$$

三、問卷設計及調查分析

本研究以問卷蒐集旅客資料與偏好，採用敘述性偏好及顯示性偏好的方式設計問卷，共計分為五個部分，先由受訪者填入本次或最近一次列車搭乘經驗之相關內容，並搭配本研究設定之屬性變數與其水準值，進而研擬各種情境組合供受訪者作答。接著條件評估法假設服務水準相同僅有列車不同的情形進行三次詢價。最後詢問個人基本資料，期望得到不同旅客之列車選擇與偏好進而估計普悠瑪號、太魯閣號、自強號的願付車票價格。

3.1 問卷設計

問卷第一部分旅客需填寫本次或最近一次搭乘列車之資訊，包含車票價格、旅次目的、旅行時間等訊息。主要探討旅客對不同服務水準列車之選擇與偏好程度，並估計願付車票價格，且問卷第一部分之填答內容會延續至第二及第三部份供受訪者作答。

問卷第二部分是情境模擬，採用直交表為實驗設計方法，結合第一部分顯示性偏好的問題，以旅客於第一部份填答之實際搭乘經驗的資料，設計不同方案組合，方案中為普悠瑪號、太魯閣號、自強號分別搭配不同服務屬性水準值，由受訪者經考量後選擇其偏好的方案。

屬性變數「車票票價」參考高鐵目前實施的尖離峰差別訂價，將車票價格水準值進行調降及調漲。「旅行時間」主要影響旅行時間的因素還是停靠站的數量，列車設計速度的差別不大，不需區分車種設定旅行時間。由於臺鐵的班次間距並不固定，時刻表中一小時內可能出現一至四班對號列車不等，考慮到即使每小時內必定有一班車也未必能成功買到車票，故將「班表延誤時間」設定為 30 分鐘、1 小時、1 小時 30 分鐘；為探討時間之不對稱性，再分成「班表延誤提早」和「班表延誤延後」。預期將退換票之機制改變將對旅客的選擇造成影響，故將其設為方案屬性「可換票」、「可退票」，而「退票手續費」參考臺鐵目前最高退票手續費率：當日乘車前 30 分鐘每張車票收取 20% 票價，將收費退票的水準值間距擴大，以利分析討論，設定水準值為退原車票票價 30%、50%、70%。「誤點機率」根據臺鐵 107 年報統計資料顯示，列車準點率為 92%，平均每班列車有 8% 會發生誤點的情形，以四捨五入設定為 10%，但為使旅客考量誤點發生的可能性，希望旅客能明確感受到誤點所造成的不便故將誤點機率提高，設定為 1%、30%、50%。如表 1 及表 2 所示。

表 1 方案屬性變數水準值表

方案變數	水準值 1	水準值 2	水準值 3
車票票價	車票票價 70%	原票價	車票票價 130%
旅行時間	旅行時間 70%	原旅行時間	旅行時間 130%
可換票	是	否	
可退票	是	否	
退票手續費	票價 30%	票價 50%	票價 70%
誤點機率	1%	30%	50%
班表延誤提早	提早 30 分鐘	提早 60 分鐘	提早 90 分鐘
班表延誤延後	延後 30 分鐘	延後 60 分鐘	延後 90 分鐘

表 2 不同距離之列車誤點時間水準值

方案變數		水準值 1	水準值 2	水準值 3
誤點時間	短程	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
	中程	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘
	長程	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘

將八個影響因素選擇 L18 直交表隨機抽取，分別有三種距離情境⁴，因此產生三張直交表，配對結果再分別以亂數編排的方式組合成問卷版本。另外，為了探討班表延誤是否具有時間不對稱性，將班表延誤分為「班表延誤提早」及「班表延誤延後」，兩種屬性無法同時存在，因此分別獨立與其他屬性組合以解決問題，最後每一個旅次長度（短、中、長）各自有 36 個情境；而後從 36 種情境中隨機取出三個情境以設計方案屬性，取出不放回，故有 12 種方案組合；再將此 12 種方案組合隨機分成 4 個問卷版本，每個版本的問卷中包含三個方案組合；亦即每個受訪者需要回答三次方案選擇，每一次方案選擇均有三個方案需決定優劣次序。受訪者在不同假設情境、車票價格以及列車車種間權衡後，從中挑選一個認為最佳的方案，期望透過個體選擇模式了解旅運者之選擇行為與偏好。在此設計下，每一位旅客受訪時所接受到的替選方案是不同的：差異可能來自於問卷版本不同（直接表抽樣組合水準值不一樣）、本身旅次屬性不同（部分屬性乃根據個人該旅次屬性決定，例如票價、旅行時間等問卷第一部份之答案）。

問卷第三部份為條件評估法，根據旅客本次搭乘之服務水準如旅行時間及目前之退換票機制等進行三次詢價，服務水準皆相同僅有列車車種不同，找出旅客對於普悠瑪號、太魯閣號、自強號的願支付價格，三次詢價後得到八個價格區間。

Tversky & Kahneman^[25]主張受訪者進行決策初始的詢價價格可能會對後續之選擇造成影響，也就是所謂的定錨效應，因此起始點的考量就顯得重要。依三種旅次長度分別搭配敘述性偏好法訂定的三個票價水準值當作詢價的起始點，第二次詢價依據受訪者接受與否，以起始點的 50%漲價或調降，第三次詢價依此類推，並以短程距離搭配三個水準值為例，如圖 3 所示。

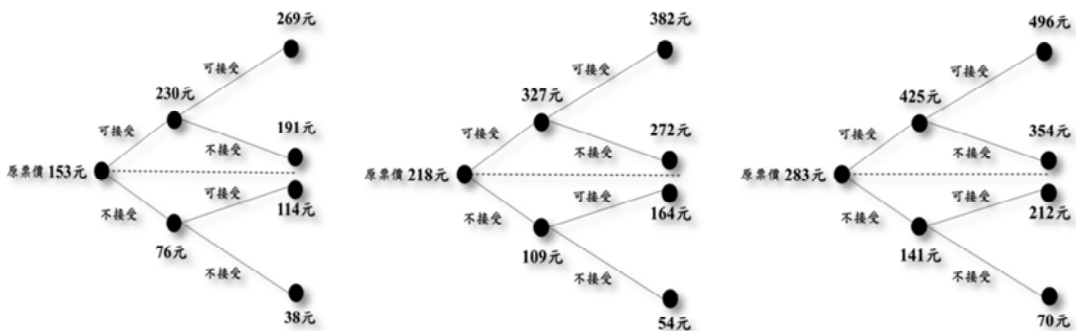


圖 3 條件評估法三次詢價-以短程三個起始值為例

問卷第四及第五部分為列車滿意度評分及旅客個人基本資料，考量旅客異質性，因此

4. 本研究之短、中、長程旅次，分別以臺北-宜蘭、臺北-花蓮、臺北-臺東為樣板進行相關特性之設計。

類別變數的設計考量受訪者的社會經濟特性等，探討不同特性旅客對各屬性之敏感程度差異，包含性別、年齡、教育程度、職業、旅次目的等資訊，用以分析不同社會經濟背景的受訪者對於列車服務水準選擇之偏好差異。

3.2 問卷調查計畫

使用電子形式問卷搭配口述解釋的面訪方式，讓受訪者對於問卷假設情境和內容能清楚理解，增加填答正確性，電子形式問卷可依據受訪者搭乘的票價、旅行時間進行運算，將模擬情境中之票價及退票金額、旅行時間以實際數字呈現給受訪者，供其進行決策參考，降低填答難度，以搭乘臺鐵東部線之旅客作為研究對象，而旅次長度分為短程、中程、長程三種距離，短程以臺北至宜蘭、中程以臺北至花蓮、長程以臺北至臺東為實例，而起訖點皆可互換。在臺北、宜蘭、花蓮及臺東車站大廳隨機選取臺灣籍旅客，針對近期或當下有搭乘列車經驗的旅客進行調查，惟 18 歲以下之旅客可能缺乏實際購買車票經驗，對價格較不具概念，故不納入本研究之調查對象。實際調查期間為 2020 年 4 月於車站大廳及月台進行調查，共回收 343 份問卷，其中 317 份為有效問卷，有效比例為 92.41%。

3.3 問卷敘述統計分析

問卷回收樣本之社會經濟資料統計如表 3，在性別方面，不論距離男性、女性之樣本數約各佔總數之一半；年齡方面，設定以 18 歲以上之臺灣籍旅客為目標樣本，然而年長者拒答率偏高，因此收集之 65 歲以上樣本較少，但對於本研究欲探討之研究議題，此樣本組成仍具有一定之代表性；教育程度以大學/專科為最大宗；個人平均月收入短程樣本為 33728 元、中程樣本為 33318 元、長程樣本為 40490 元。

四、模式校估與應用

羅吉特模式採用本研究第二部分問卷資料進行校估，首先採用多項羅吉特模式進行校估，接續使用潛在類別羅吉特模式，了解不同類別旅客差異，以類別變數將受訪者分類進行模式校估，進而估計旅客對不同車種之願付車票價差。條件評估法則採用本研究第三部分問卷資料進行校估，向受訪者進行三次詢價，估計旅客的願付車票價格，最後呈現不同模式校估結果之差異。

4.1 變數說明

以下針對模式採用之各類變數進行說明：

- (1) 距離分為短程、中程、長程，車種分為普悠瑪號、太魯閣號、自強號，均採用二元變數設定，若是該類別則為 1，否則為 0。細項類別則兩兩交叉相乘，以短程自強號作為基準，產生不同旅次長度與車總之各類組合。

表 3 受訪者社會經濟資料統計表

項 目		全部樣本		短程樣本		中程樣本		長程樣本	
		317 份		103 份		112 份		102 份	
		人數	比例	人數	比例	人數	比例	人數	比例
性別	男性	142	44.8%	50	48.5%	49	43.8%	43	42.2%
	女性	175	55.2%	53	51.5%	63	56.2%	59	57.8%
年齡	18-24 歲	78	24.6%	35	33.9%	29	25.8%	14	13.7%
	25-34 歲	69	21.7%	24	23.3%	31	27.6%	14	13.7%
	35-44 歲	44	13.9%	17	16.5%	16	14.2%	11	10.8%
	45-54 歲	64	20.2%	21	20.4%	19	17%	24	23.5%
	55-64 歲	52	20.4%	6	4%	15	13.4%	31	30.5%
	65 歲以上	12	3.7%	2	1.9%	2	2%	8	7.8%
教育程度	國中(含)以下	4	1.2%	2	2%	1	1%	1	1%
	高中(職)	33	10.4%	7	6.8%	8	7%	18	17.6%
	大學(專科)	186	58.6%	50	48.5%	75	67%	67	65.7%
	研究所及以上	94	29.6	44	42.7%	28	65%	16	15.7%
每月所得	未滿 2 萬	67	21.1%	25	24.6%	28	25%	14	13.7%
	2 萬未滿 4 萬	107	33.8%	32	31%	41	36.6%	34	33.3%
	4 萬未滿 6 萬	90	28.4%	33	32%	30	26.8%	27	26.5%
	6 萬未滿 8 萬	38	12%	9	8.6%	9	8%	20	19.6%
	8 萬以上	15	4.7%	4	3.8%	4	3.6%	7	6.9%
職業類別	農林漁牧業	5	1.5%	1	1%	2	1.7%	2	2%
	科技業	21	6.6%	14	13.6%	6	5.3%	1	1%
	營造及營建業	28	8.8%	18	17.5%	4	3.5%	6	5.8%
	服務業	47	14.8%	16	15.5%	14	12.4%	17	17%
	軍公教	109	34.3%	17	16.5%	44	39.1%	48	47%
	金融保險類	17	5.3%	11	10.7%	2	1.8%	4	3.9%
	醫療保健業	9	2.8%	4	3.9%	5	4.4%	0	0%
	服役中	8	2.5%	1	1%	6	5.2%	1	1%
	家管	9	2.8%	4	3.8%	3	2.6%	2	1.9%
	學生	46	14.5%	15	14.6%	19	17%	12	11.5%
	已退休	14	4.4%	2	1.9%	4	3.5%	8	7.9%
	其他	5	1.6%	0	0%	4	3.5%	1	1%

- (2) 車票票價為旅客實際搭乘票價，以百元為單位，探討旅客對票價的在意程度，預期票價對旅客為負效用，票價越貴旅客越不喜歡。
- (3) 旅行時間為旅客實際搭乘時間，以小時為單位，探討旅客對旅行時間在意程度，亦可與車票票價所得參數估計旅客時間價值，預期旅行時間對旅客為負效用，亦即旅客偏好快速抵達之方案；預期不同旅次長度對旅行時間在意程度也有差異，長程旅客更加在意，因此將旅行時間與長程交叉相乘，長程為二元變數，長程為 1，其它為 0。
- (4) 班表延誤時間指的是旅客預期搭乘時間與實際班表時間之差距，以小時為單位，又可分为班表延誤提早和班表延誤延後，如旅客理想出發時間為上午 8 點，但只能買到上午 10 點的班次，班表延誤時間為 2 小時，實際搭乘班次較預期晚，故為班表延誤延後，預期班表延誤對旅客效用為負；欲探討提早與延後是否存在不時間對稱性，也就是旅客對提早與延後的在意程度是否有顯著差異。另因長程班次密度較低，預期旅客會更加在意班表延誤時間，因此將旅行時間與長程交叉相乘。
- (5) 誤點時間為問卷設計假設之水準值，以小時為單位，預期誤點時間為旅客帶來負效用，誤點時間越久，負值增加；誤點機率也是假設之水準值，欲探討誤點時間與誤點機率兩者之關聯與影響，同時考慮誤點時間與誤點機率，因此設為交叉相乘項。
- (6) 可換票、可退票均為二元變數，若可換票、可退票則為 1，其它為 0。多數旅客可能偏好可退票及可換票的票種，因此預期其係數為正。進一步討論退票手續費的影響，手續費為問卷設計假設之水準值與車票票價相乘，以百元為單位，與可退票交叉相乘探討兩者間之影響。
- (7) 年齡為二元變數，若介於 25 至 65 歲年齡層則為 1，其它為 0，以此區分工作與否之年齡層。所得自然對數是以旅客實際填答之每月所得取自然對數。商務旅次為二元變數，若為商務旅次則為 1，其它為 0，探討不同旅次目的旅客是否有不同偏好。
- (8) 整潔度、搖晃度為問卷之滿意度填答資料，預期旅客偏好整潔度高的列車（正效用），而旅客可能不喜歡列車過度搖晃，故預期有負效用。

4.2 多項羅吉特模式校估結果

表 4 為多項羅吉特模式校估結果。在初始模式中，「班表延誤提早*長程」、「班表延誤延後*長程」不顯著，表示長程旅客相較於其他距離旅客對於班表延誤的在意程度並無顯著差異；「整潔度」、「搖晃度」不顯著，主要因為方案即車種，旅客對車種之固定印象多數已被方案特定常數所呈現。將上述不顯著變數從初始模式中剔除，經調整後之校估結果呈現如表 4 之最終模式，最終模式中各變數之正負符號都符合預期且顯著（ p 值幾乎都小於 0.01）。

車票票價、旅行時間及班表延誤之參數值皆為負號，與預期相符，而本研究在第二部份以敘述性偏好法設計之問卷中，將班表延誤訂定為「提早搭乘」及「延後搭乘」兩種可能，欲探討班表延誤時間是否具有不對稱性，相比班表延誤提早，班表延誤延後對旅客而

表 4 多項羅吉特模式校估結果

變數名稱	初始模式		最終模式	
	參數值	標準誤	參數值	標準誤
短程普悠瑪	0.1574***	0.0436	0.1578***	0.0423
短程太魯閣	0.1315***	0.0294	0.1373***	0.0292
中程普悠瑪	0.4579***	0.0116	0.4994***	0.0121
中程太魯閣	0.4404***	0.0120	0.4879***	0.0128
中程自強號	0.3017***	0.0395	0.2877***	0.0392
長程普悠瑪	1.2512***	0.0541	1.2633***	0.0542
長程太魯閣	1.2753***	0.0660	1.2746***	0.0654
長程自強號	0.8008***	0.0622	0.8039***	0.0628
車票票價(百元)	-0.1797***	0.0749	-0.1877***	0.0753
旅行時間(小時)	-0.3435***	0.0774	-0.3431***	0.1281
旅行時間(小時)*長程	-0.3667***	0.1192	-0.3616***	0.1516
班表延誤提早(小時)	-0.5383***	0.1677	-0.5391***	0.2063
班表延誤延後(小時)	-1.0445***	0.2866	-1.0350***	0.2829
班表延誤提早(小時)*長程	-0.5595	0.6686	—	—
班表延誤延後(小時)*長程	-0.8484	0.8849	—	—
誤點時間(小時)	-0.4099***	0.0791	-0.4564***	0.1012
誤點時間(小時)*長程	-0.5201**	0.3188	-0.5575***	0.1898
誤點機率	-0.3203**	0.1394	-0.4611**	0.3135
誤點機率*誤點時間	-0.7487*	0.6964	-0.9458***	0.2586
誤點機率*誤點時間*長程	-0.8198	2.8818	—	—
可換票	0.3293**	0.1751	0.3200**	0.2027
可退票	0.8276**	0.4633	0.8390***	0.2790
可退票*退票手續費	-0.1581**	0.0844	-0.1539***	0.0539
整潔度	0.0657	0.1068	—	—
搖晃度	-0.0764	0.1220	—	—
普悠瑪*年齡(25-64 歲)	4.5105***	0.5100	4.4225***	0.5070
太魯閣*年齡(25-64 歲)	5.9835***	0.6302	6.0504***	0.6261
普悠瑪*所得自然對數	6.9792***	0.3194	6.9984***	0.3142
太魯閣*所得自然對數	8.5164***	0.3209	8.5404***	0.3212
普悠瑪*商務旅次	4.8521***	0.5363	4.7862***	0.5168
太魯閣*商務旅次	4.4283***	0.8412	4.3018***	0.8231
常數項	-2.4376	2.2959	-2.4688	2.2589
樣本數	951		951	
LL(0)	-1044.7686		-1044.7686	
LL(β)	-825.8322		-837.8338	
ρ^2	0.2090		0.1982	

*** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

言負效用較高，但兩參數之統計檢定結果無顯著差異 (p 值=0.7631)，故僅能說明班表延誤時間對旅客為負效用，但提早與延誤對旅客而言無明顯差別。相比短程及中程旅客，長程旅客更在意旅行時間，經統計檢定有顯著差異 (p 值=0.0518)，表示長程旅客相較短程、中程旅客更加在意旅行時間且有顯著的差異。

方案特定常數部份，以短程自強號為基準，經統計檢定如表 5 所示，不論短程、中程或長程，普悠瑪號與太魯閣號之間均無顯著差異，而普悠瑪號與自強號、太魯閣號與自強號之間具有顯著差異。方案特定變數部份，以自強號方案為基準，普悠瑪和太魯閣號之社會經濟變數均顯著，表示相較於自強號，年齡介於 25 至 65 歲、所得較高、商務旅次之旅客較偏好搭乘普悠瑪號或太魯閣號。

表 5 不同距離與列車間之 p 值檢定結果

距離	普悠瑪 - 太魯閣		普悠瑪 - 自強號		太魯閣 - 自強號	
	參數值	p 值	參數值	p 值	參數值	p 值
短程	0.0205	0.5648	0.1578	0.0415	0.1373	0.0423
中程	0.0115	0.4877	0.2117	0.0385	0.2002	0.0401
長程	-0.0113	0.6376	0.4094	0.0315	0.4707	0.0327

4.3 潛在類別羅吉特模式校估結果

旅客可能對不同服務屬性有不同偏好，本研究以多項羅吉特模式為基礎，應用潛在羅吉特模式進一步分析，分類變數主要採用問卷中所調查之旅次特性（例如旅次目的）與個人屬性（例如性別、年齡、教育程度、所得、職業）進行測試，根據分類變數之統計顯著與否決定是否採用該變數，最終以年齡二元變數、所得自然對數及商務旅次當作潛在羅吉特模式之類別變數。分別校估當類別數由 2 類逐漸提升至 5 類所產生之結果，進一步找出合適的類別數，如表 6 所顯示，當類別數為 2 時，校估結果之 BIC 值最小，表示本研究資料透過年齡二元變數、所得自然對數及商務旅次這三個類別變數進行分類時，以分成兩類的校估結果為最好，因此後續將採用分為兩類當作潛在類別羅吉特模式之校估結果。

表 6 潛在類別羅吉特模式不同類別數之 BIC 值比較表

類別數	2	3	4	5
BIC 值	2012.1461	2031.0042	2079.4315	2103.6393

潛在類別羅吉特校估結果如表 7 所示，變數顯著性與正負號大致與多項羅吉特模式相同，主要差異在於以類別變數將旅客分為兩類，以此討論旅客異質性。校估結果以類別 1

表 7 潛在類別羅吉特模式校估結果

變數名稱	類別 1		類別 2		參數差異 檢定(p 值)
	參數值	標準誤	參數值	標準誤	
短程普悠瑪	0.1023***	0.0222	0.1018***	0.0288	0.3833
短程太魯閣	0.1011***	0.0218	0.1025***	0.0305	0.2153
中程普悠瑪	0.4033***	0.2325	0.4211***	0.2239	0.2456
中程太魯閣	0.4589***	0.2422	0.4298***	0.2202	0.3644
中程自強號	0.2311***	0.1101	0.2377***	0.1082	0.3955
長程普悠瑪	0.9377***	0.3019	0.9238***	0.3209	0.4848
長程太魯閣	0.9857***	0.2966	0.9334***	0.3003	0.4825
長程自強號	0.6545***	0.1065	0.6011***	0.1809	0.5898
車票票價 (百元)	-0.1543***	0.0433	-0.1179***	0.0121	0.0025
旅行時間 (小時)	-0.1664***	0.0423	-0.2399***	0.0536	0.4635
旅行時間 (小時)*長程	-0.1810***	0.0230	-0.2626***	0.0182	0.4622
班表延誤提早 (小時)	-0.3898**	0.1018	-0.4646***	0.1014	0.3466
班表延誤延後 (小時)	-0.6090**	0.4574	-0.8590***	0.3314	0.6434
誤點時間 (小時)	-0.7144*	0.5845	-1.0842***	0.4054	0.3188
誤點時間 (小時)*長程	-0.8089*	0.6866	-1.2483***	0.4122	0.6545
誤點機率	-0.5351*	0.4300	-0.9566***	0.2552	0.6676
誤點機率*誤點時間	-0.7333**	0.4416	-2.2236***	0.7911	0.5389
可換票	0.1983***	0.0670	0.1508*	0.1370	0.2531
可退票	0.2895***	0.0617	0.2011**	0.1585	0.8044
可退票*退票手續費	-0.1877***	0.0855	-0.1351**	0.0752	0.1144
常數項	-1.9322	2.0122	-2.2243	2.1093	0.8828
類別變數					
所得自然對數	-0.2402**	0.1109	-	-	-
年齡 (25-64 歲)	-0.0402*	0.0307	-	-	-
商務旅次	-0.1557**	0.0979	-	-	-
常數項	1.0244	1.1343	-	-	-
樣本數	951				
LL(0)	-1044.7686				
LL(β)	-795.8515				
ρ^2	0.2385				

*** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

為基準，所得較低、年齡介於 18 至 24 或 65 歲以上⁵、非商務旅次之旅客隸屬於類別 1 的機率較高；而所得較高、年齡介於 25 至 65 歲、商務旅次之旅客則較可能被歸類至類別 2。由參數差異檢定發現，兩類旅客對於車票票價之敏感程度顯著不同，可能因類別 1 之旅客的所得較低、非商務旅次且年齡層分佈大多仍在學或已退休，因此對於車票票價較敏感。

整體而言，類別 1 旅客相對於類別 2 旅客更加在意車票票價、可換票、可退票及退票手續費等與金錢相關的變數；類別 2 旅客相對比較在意旅行時間、班表延誤時間、誤點時間等與時間相關的變數，旅行時間價值也較類別 1 旅客高。

另外，本研究亦針對所校估之多項羅吉特與潛在羅吉特模式進行差異檢定，如表 8 所示。結果顯示概似比統計量為 83.9646 大於卡方臨界值 42.9798，因此拒絕虛無假設，表示潛在羅吉特模式有顯著地提高模式解釋能力，故本研究後續將以潛在羅吉特模式之校估結果進行分析與討論。

表 8 概似比檢定結果

模 式	多項羅吉特模式	潛在類別羅吉特模式
LL(β)	-837.8338	-795.8515
變數數量	27	46
概似比統計量	83.9646	
卡方臨界值	42.9798	
p-value	0.000	

4.4 時間價值及彈性分析

4.4.1 旅行時間價值

根據多項羅吉特模式與潛在羅吉特模式之校估結果，進一步計算旅行時間價值，多項羅吉特模式之旅行時間價值為 182.79 (元/小時)，潛在羅吉特模式依照旅客異質性分為兩類，分別算出類別 1 與類別 2 旅客之時間價值；依照旅客隸屬於兩類別之機率加權之樣本平均時間價值、樣本時間價值中位數，如表 9 所示。由表 9 可知本研究之模式係數尚屬合理，所推估之旅行時間價值均與平均時薪差異不大；且類別 1 旅運者 (所得較低、年齡介於 18 至 24 或 65 歲以上、非商務旅次) 有較低之時間價值、類別二旅運者之時間價值則近乎類別 1 旅運者的兩倍。

5. 本研究亦曾考量將年齡變數進行不同組合測試，包括連續型變數或各年齡層分組以虛擬變數表達，結果發現未滿 25、25-64 與超過 64 有所差異，惟未滿 25 與超過 64 兩組間差異未達顯著水準，故將該兩組合併為一組處理，故最終簡化為一個二元變數。

表 9 羅吉特模式之旅行時間價值

時間價值	多項羅吉特模式	潛在類別羅吉特模式			
		類別 1	類別 2	樣本平均數	樣本中位數
旅行時間價值(元／小時)	182.79	107.84	203.47	167.34	171.68
旅行時間價值／ 平均時薪 %	91%	53%	101%	83%	85%

4.4.2 票價彈性分析

票價彈性採用潛在類別羅吉特模式校估結果計算，表 10 顯示旅客之票價彈性中位數為-1.8624，表示車票價格上漲 1%，旅客選擇機率會下降 1.8624%，由於本研究之選擇方案為列車，旅運者對票價有較高之彈性實屬合理：只要列車間票價有所差異，旅運者很容易改變其選擇之列車。

表 10 票價彈性表

百分比	票價彈性
5%	-2.2532
25%	-2.0411
50%	-1.8624
75%	-1.2488
95%	-0.9717

4.5 條件評估法

本研究假設情境為服務水準（如旅行時間、班表延誤時間、退換票機制）皆與旅客本次搭乘經驗相同，只有列車種類不同，以雙界二分選擇模式及三界二分選擇模型估計旅客對三種列車的願支付價格，並針對兩種方法之結果進行比較。模式使用之變數定義與前述羅吉特模式相同，不再贅述。

4.5.1 雙界二分與三界二分模式校估結果

雙界二分選擇模式與三界二分選擇模式之校估結果接近，如表 11 所示，兩者之間差別為詢價次數，雙界二分模型所表達的是旅客被詢問兩次願付價格之決策，得到四個價格區間，三界二分法則是旅客被詢問三次願付價格之決策，得到八個價格區間。

表 11 三界二分與雙界二分選擇模式校估結果

模式名稱	三界二分選擇模式				雙界二分選擇模式	
變數名稱	初始模式		最終模式		最終模式	
	參數值	標準誤	參數值	標準誤	參數值	標準誤
短程普悠瑪	0.6335***	0.2335	0.6366***	0.2332	0.6252***	0.2997
短程太魯閣	0.5954***	0.2369	0.5936***	0.2365	0.6035***	0.2576
中程普悠瑪	3.2311***	0.2143	3.2300***	0.2485	3.2013***	0.2878
中程太魯閣	3.4002***	0.2347	3.4000***	0.2657	3.1090***	0.2886
中程自強號	1.8677***	0.2165	1.8673***	0.2359	1.7413***	0.2798
長程普悠瑪	8.2415***	0.3387	8.2405***	0.3633	8.1535***	0.3883
長程太魯閣	8.2476***	0.3815	8.2463***	0.3809	8.2003***	0.3996
長程自強號	5.9461***	0.3145	5.9465***	0.3155	5.5558***	0.3455
票價打折	-0.0301	0.9014	—	—	—	—
票價加成	-0.7568	0.7532	—	—	—	—
普悠瑪*年齡 (25-64 歲)	0.1958***	0.0869	0.2108***	0.0861	0.1908***	0.0801
太魯閣*年齡 (25-64 歲)	0.2284***	0.0533	0.2415***	0.0549	0.2214***	0.0626
普悠瑪*所得自然對數	0.2570***	0.0386	0.2548***	0.0811	0.2510***	0.0539
太魯閣*所得自然對數	0.2536***	0.0446	0.2539***	0.0530	0.2624***	0.0533
普悠瑪*商務旅次	0.1560***	0.0442	0.1932***	0.0314	0.1732***	0.0375
太魯閣*商務旅次	0.1615***	0.0458	0.1824***	0.0399	0.1524***	0.0324
常數項	3.6803***	0.2743	3.6589***	0.2751	3.6915***	0.2119
樣本數	951		951		951	
LL(0)	-1977.54		-1977.54		-1318.37	
LL(β)	-1752.69		-1759.02		-1188.38	
ρ^2	0.1137		-0.1105		0.0986	

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

本研究於前述問卷設計部份考慮了「定錨效應」，避免起始價格對願付價估計結果產生嚴重影響，因此以三個水準值作為起始點，在初始模式加入「票價加成」與「票價打折」兩個二元變數，結果不顯著表示本研究結果不受起始價格之影響，並將變數其從模式中剔除。模式並未放入旅行時間、班表延誤時間等變數，因假設服務水準與本次乘車相同，僅有列車不同，以了解相同服務水準下旅客對不同車種的偏好程度。

以短程自強號作為比較基準，顯示不論距離長短，旅客對自強號的願支付價格皆為最

低，普悠瑪號和太魯閣號則差異不大。於初始模式放入旅行時間與班表延誤時間，結果不顯著可能與問卷之假設有關聯，因此自初始模式中剔除。

社會經濟變數方面，年齡、所得、商務旅次都是以自強號作為基準，年齡為 25 至 65 歲、所得越高、商務旅次之旅客對普悠瑪和太魯閣願付價格均高於自強號，表示不同社會經濟背景的旅客對車種偏好有所差異。

4.5.2 雙界二分與三界二分模式比較

過去文獻大多使用單界二分法或雙界二分法進行實證研究，鮮少關於三界二分法之文獻。Hanemann et al.^[23] 採用單界二分法與雙界二分法，根據研究結果主張雙界二分法相較單界二分法之優點在於進行第二次詢問，故擁有更充分的訊息，在願付價格的估計上更有效率。

本研究使用雙界二分法與三界二分法進行實證研究，估計旅客對於普悠瑪號、太魯閣號、自強號之願付價格，結果顯示 (如表 12) 三界二分選擇模式之願付價值均較雙界為大，且願付價格之標準差亦均比雙界二分選擇模式更小，亦即表示增加詢問次數在估計願付價格上更精準、更具效率，與 Hanemann et al.^[23] 實證結論方向相同。

表 12 三界二分與雙界二分法之願付價格統計值

單位(元)

	票價現況	218 (元)			440 (元)			783 (元)		
	距離	短程			中程			長程		
	車種	普悠瑪	太魯閣	自強號	普悠瑪	太魯閣	自強號	普悠瑪	太魯閣	自強號
三界二分法	平均數	312.57	308.84	258.28	540.60	531.87	410.82	946.11	942.40	754.14
	標準差	31.74	31.27	31.10	25.28	25.90	25.17	25.85	25.76	26.60
	5%	276.05	272.31	221.75	510.74	494.43	379.23	909.94	905.24	715.90
	25%	279.33	275.59	225.04	513.52	496.75	381.62	915.42	911.31	721.56
	50%	289.42	285.68	235.12	524.03	507.48	390.34	926.09	923.02	732.88
	75%	298.18	294.45	243.34	529.80	512.84	396.79	936.11	932.18	742.64
	95%	308.72	304.98	255.56	536.55	519.31	404.67	943.48	941.83	750.42
雙界二分法	平均數	284.24	278.64	216.64	506.04	504.27	362.83	934.96	916.23	761.26
	標準差	69.79	64.20	58.99	87.28	84.60	69.96	64.58	63.94	63.92
	5%	140.15	147.44	118.69	360.70	368.94	254.69	882.45	870.83	687.69
	25%	190.56	200.55	155.10	383.97	414.20	300.65	893.52	884.58	697.92
	50%	237.22	239.28	172.94	424.14	451.44	343.01	909.52	898.85	720.90
	75%	250.66	254.34	209.25	488.34	473.94	352.78	923.95	905.49	732.98
	95%	276.65	275.71	213.29	498.46	501.00	359.03	931.14	913.02	757.26

目前三種列車皆收取相同票價，將問卷資料代入估計旅客願支付票價，雙界二分法與三界二分法所估計之願付價格差異不大，且旅客對普悠瑪號及太魯閣號的平均願付價格均高於目前售價。三界二分法估計之平均數均高於雙界二分法，雙界二分法之標準差均高於三界二分法，但不論何種距離與估計方法，願支付價格最高的車種皆為普悠瑪號，太魯閣號次之（與普悠瑪差異不大），自強號最低。由於三界二分法較雙界二分法更具效率，故後續情境模擬僅採用三界二分法估計之結果。

4.6 願付價差分析

4.6.1 兩類方法之願付價格

本研究盡可能設定相同之控制變數，以期所估計之願支付價格有相近之比較條件。利用各效用函數校估之係數，反推各變數之取捨關係，主要變數包括票價、各列車虛擬變數、旅次長度。由於本研究採用線性效用函數，故各車種與距離之願支付價格僅為其各分類係數與票價係數比；另外，潛在羅吉特模式方面，則需加以考量個別旅運者之特性，以各類別機率進行加權平均而計算得。茲彙整比較各模式與方法所估計之旅客各車種願支付價格如表 13，由該表可以看到隨著距離越長，價差越大。三種模式的願付價格估計結果可以發現以直接詢問旅客願支付價格的條件評估法，所得到之價差較小，而多項羅吉特和潛在羅吉特模式是透過旅客對方案屬性間之取捨，進而推估願支付價格，兩模式的估計結果較為接近，且離散機率選擇模式所得到的願支付價差差異較三界二分法價差大；此差異可能源自於離散機率選擇模式間接推測旅運者心中各屬性之取捨關係，而三界二分法則直接詢問旅運者之願付價格，顯示旅運者的直接回答較為保守，較不易衡量出各車種間之差異。

表 13 車種與短程自強號之平均願支付價差比較表

單位(元)

距離	車種間之差異	多項羅吉特	潛在羅吉特	三界二分選擇
短程	普悠瑪-自強號	87.59	79.19	54.29
	太魯閣-自強號	73.18	79.29	50.55
中程	普悠瑪-自強號	112.24	140.12	115.15
	太魯閣-自強號	111.41	145.26	132.44
長程	普悠瑪-自強號	250.64	253.12	192.97
	太魯閣-自強號	264.05	258.44	189.26

4.6.2 願支付票價情境模擬－票價設計

根據本研究所估計之願付價差，以解釋能力最好之潛在羅吉特模式進行三種票價模擬

分析，探討旅客在意之服務屬性，服務屬性越好，則可訂定較高的票價，並模擬不同服務屬性組合方案之票價，結果如表 14 所示。

表 14 旅客對相同服務水準不同列車車種之願付票價

單位(元)

	車 種	旅行時間	退票方式	換票方式	短 程	中 程	長 程
情境 1	普悠瑪號	相同	相同	相同	297.19	580.12	1036.12
	太魯閣號	相同	相同	相同	297.29	585.26	1041.44
	自強號	相同	相同	相同	218	440	783
情境 2	普悠瑪號	較短	相同	相同	380.86	747.46	1370.80
	太魯閣號	較短	相同	相同	380.96	752.60	1376.12
	自強號	不變	相同	相同	218	440	783
情境 3	普悠瑪號	較短	不可退票	不可換票	380.86	747.46	1370.80
	太魯閣號	較短	不可退票	不可換票	380.96	752.60	1376.12
	自強號	不變	可退票	可換票	388	610	953
情境 4	普悠瑪號	較短	不可退票	不可換票	380.86	747.46	1370.80
	太魯閣號	較短	不可退票	不可換票	380.96	752.60	1376.12
	自強號	不變	可退票	可換票	388	738	1081

註：1. 旅行時間：「相同」表示在一樣距離的情況下，三種列車的旅行時間均相同；「不變」表示以自強號作為基準，固定旅行時間，普悠瑪號與太魯閣號分別依距離縮短旅行時間，短程之「較短」表示較自強號縮短 30 分鐘，中程縮短 1 小時，而長程縮短 1.5 小時。

2. 退票方式：「相同」表示不論可否退票，三種車種之退票機制均相同。

3. 換票方式：「相同」表示不論可否換票，三種車種之換票機制均相同。

情境 1 討論僅有列車車種不同，則旅客願意支付的票價差異，方案特定常數呈現的願付價差代表已控制之服務水準相同情況下（以現況票價代入作為基準自強號票價），旅客對於普悠瑪號與太魯閣號之願付價格差別不大，均高於自強號，且隨著旅次距離增加，旅客對普悠瑪號、太魯閣號相比自強號之願付價差也擴大。而方案特定常數差有可能是其他未控制屬性差（例如舒適度等）所造成。

情境 2 討論在列車車種不同且旅行時間不同的情況下，旅客願支付的票價差異，參考臺鐵時刻表，普悠瑪號與太魯閣號之旅行時間差異不大，而兩列車與自強號則有差別，短程平均差 30 分鐘，中程為 1 小時，長程則是 1.5 小時，以此作為假設。加入旅行時間差異後，普悠瑪號與太魯閣號兩者仍很接近，與自強號之價差較情境 1 更多。

情境 3 希望三種列車票價接近以貼近現況票價，接續情境 2 並加入可退票且不需手續費的情形進行討論，可退票對旅客的價值為 170 元，普悠瑪號與太魯閣號不可退票，自強

號部分加入可退票因素。由於情境 3 中程、長程之自強號票價與普悠瑪號、太魯閣號仍有差距，加入可換票之因素進行討論，可換票對旅客的價值為 128 元，由於短程價格已十分相近故僅有可退票而不加入可換票因素，普悠瑪號與太魯閣號維持不可退票，中程及長程自強號加入可換票因素。

情境 4 將不同車種間之價差盡量縮小，由情境模擬可知，三種車種提供不同列車車廂及行駛速度之服務，若要票價相同，則可以搭配不同的退票、換票方案供旅客選擇。

由於本研究之情境設定不限於現況規定，試著探究若能突破現況能有多大效果，可供評估是否需做如此大之變動。以變動退換票手續費比例的方式來做情境的模擬相當精準且有趣，惟其量化結果介於目前之情境 1、2 與 3、4 之間，較看不出差距，故以目前形式呈現。建議營運規劃單位可利用本研究成果計算其所期望之參數範圍以評估相關效果。

五、結論與建議

本研究以敘述性偏好法進行問卷設計及調查，透過於東部線主要車站以電子形式問卷配合面訪的方式蒐集資料，建構模式探討旅客對不同服務水準列車之選擇與偏好以及願付車票價格，亦同時探討旅客異質性，並分別以兩類方法估計旅客對列車的願付車票價格，最終呈現模式校估結果，希冀對臺鐵營收管理及相關主管機關管理有所助益。

5.1 結論

過去關於鐵路服務之願付價格文獻較少，大多是以提高座位利用率或是考量成本面進行票價定價最佳化為主，鮮少探討旅運者對不同服務水準列車的選擇及對各項因素在意程度。本研究建構離散機率選擇模式與條件評估法，以量化普悠瑪號、太魯閣號、自強號的願付車票價格，並比較兩類方法之估計結果。

多項羅吉特模式結果顯示車票票價、旅行時間、班表延誤、誤點時間等因素對旅客帶來負效用；班表延誤提早及延後對旅客皆為負效用，兩參數經統計檢定差異不顯著，故無足夠證據顯示班表延誤時間具有不對稱性；旅運者偏好可退票、可換票等車票使用條件。

潛在與多項羅吉特模式之結果大致相同，惟潛在類別羅吉特進一步以分類變數將旅客分類，校估結果可將旅運者分成兩大類，類別 1 (所得較低、年齡為 18 至 24 歲或 65 歲以上且非商務旅次) 及類別 2 (所得較高、年齡介於 24 至 65 歲且為商務旅次的旅客)。列車之服務屬性對兩類旅客有不同程度的影響，兩類旅運者最大之差異為對車票票價之敏感度，相較於類別 2，類別 1 旅客對於車票價格較敏感，也較在意可否退票、換票，對時間因素較不敏感。從潛在羅吉特模式之結果可進一步分析各項因素對於不同類別旅客的影響程度，更深入了解不同類別旅客之差異與其選擇行為。

願付價格文獻中，條件評估法大多採單界、雙界二分法，而本研究採雙界、三界二分法，兩模式校估結果差異不大，顯示年齡較大、所得較高且為商務旅次之旅客願支付價格

較高。三界二分選擇模式估計出來的願付價值均較雙界大，且願付價格之標準差比雙界二分選擇模式更小，增加詢問次數在願付價格估計上更精準、更具效率，與 Hanemann et al.^[23] 實證結論方向相同。

本研究使用兩類方法估計願付價格，盡可能設定相同的變數，探討三種模式所估計之的願支付價差，發現以直接詢問旅客願支付價格的條件評估法，所得到之價差較小；多項羅吉特和潛在羅吉特模式是透過旅客對方案屬性間之取捨，進而推估願支付價格，兩模式的估計結果較為接近，且離散機率選擇模式所得到的願支付價差差異較三界二分法價差大。

另本研究亦以解釋能力最好之潛在羅吉特模式進行三種票價模擬分析，模擬不同服務屬性組合（包括旅行時間、退換票規則等）之可訂定票價，提供營運單位後續設計票價結構與營收管理參考。

5.2 建議

5.2.1 對於臺鐵與主管機關之建議

根據願付價格研究顯示目前旅客對普悠瑪號、太魯閣號之願付票價皆高於現況票價，若能參照所估計之價差，採用服務水準與旅運者願支付價格訂價，將可提升資源分配效率與臺鐵營收。另外，不同旅客擁有不同偏好，若可根據旅客異質性（例如本研究發現之年齡區間、旅次目的、所得）進行差別定價或行銷策略，亦可將有限的資源給予最需要的旅客，也能提高旅客滿意度與營收。

可依據車種及服務水準制定不同票價或根據旅客特性設置不同等級的車廂，如商務車廂。亦可維持現況制定相同票價，如情境模擬所述，根據不同服務水準訂定不同方案組合，多樣化的營收管理策略或許能間接改善目前東部線尖峰時段一票難求的現象，使得具有不同時間價值及願支付價格之旅客，選擇適合的列車。

5.2.2 對於後續研究之建議

本研究以敘述性偏好法和條件評估法進行問卷設計，調查旅客對不同服務水準列車之選擇偏好以及願支付車票價格，因此在問卷設計部份內容較多，建議可簡化題目數量及問題以降低答題難度，避免填答時間過長造成受訪者不願填答之情形，可優先考慮刪除本研究曾嘗試過（但不顯著）的整潔度、搖晃度、班表延誤的不對稱性等影響因素。另外，本研究以條件評估法之三界二分選擇模式進行實證研究，將方法論進階至三界二分選擇模式，未來亦可應用於其他研究議題，希冀願支付價格相關領域未來研究結果更加豐富。

本研究發想之初亦考慮納入探討尖離峰時段差別訂價對資源分配效率之提升效果，惟考量東部幹線目前多數時段一票難求（承載率超高），時間轉移之效果恐較小，且本研究能量有限，故將研究重點設定在車種間資源分配之合理化，藉以簡化研究之複雜度，建議後續研究可再深入探討尖離峰時段差別訂價相關策略議題。

參考文獻

1. Pratikto, F. R., “A Practical Approach to Revenue Management in Passenger Train Services: A Case Study of the Indonesian Railways Argo Parahyangan”, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Vol.13, 2020.
2. Wang, Y., Li, Y., Li, M., & Shi, X., “An Optimization Method for Train Seat Inventory Control”, *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, Vol.28, No.4, 2018, pp.485-506.
3. Zuo, D. J., Wang, C. G., & Ni, S. Q., “Study on Relationship between Residual Rate of Passengers and Train Seat Occupation Rate”, *Railway Transport and Economy*, Iss.7, 2010, pp.25-28.
4. Feng, F. L., Zhang, J. Q., & Guo, X. F., “A Dynamic Model for Railway Freight Overbooking”, *Journal of Central South University*, Vol.22, No.8, 2015, pp.3257-3264.
5. Bharill, R., & Rangaraj, N., “Revenue Management in Railway Operations: A Study of the Rajdhani Express, Indian Railways”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol.42, No.9, 2008, pp.1195-1207.
6. Luo, H., Nie, L., & He, Z., “Modeling of Multi-Train Seat Inventory Control Based on Revenue Management”, In 2016 International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS), 2016, pp.1-6, IEEE.
7. Shajin, D., Krishnamoorthy, A., Dudin, A. N., Joshua, V. C., & Jacob, V., “On a Queueing-Inventory System with Advanced Reservation and Cancellation for the Next K time Frames Ahead: the Case of Overbooking”, *Queueing Systems*, Vol.94, Iss.1-2, 2020, pp.3-37.
8. Yan, Z., Li, X., Zhang, Q., & Han, B., “Seat Allocation Model for High-speed Railway Passenger Transportation based on Flexible Train Composition”, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.142, Iss.C, 2020.
9. Ali, A. A., Warg, J., & Eliasson, J., “Pricing Commercial Train Path Requests Based on Societal Costs”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol.132, 2020, pp.452-464.
10. van den Berg, V. A., & Verhoef, E. T., “Congestion Pricing in a Road and Rail Network with Heterogeneous Values of Time and Schedule Delay”, *Transportmetrica A: Transport Science*, Vol.10, No.5, 2014, pp.377-400.
11. Baumol, W. J., “Some Subtle Pricing Issues in Railroad Regulation”, *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, Vol. 10, No. 1/2, 1983, pp.341-355.
12. Harker, P. T., & Hong, S., “Pricing of Track Time in Railroad Operations: An Internal Market Approach”, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol.28, No.3, 1994, pp.197-212.
13. Ndembe, E., “Hard Red Spring Wheat Marketing: Effects of Increased Shuttle Train Movements on Railroad Pricing in the Northern Plains”, *Journal of the Transportation Research Forum*, Vol. 54, No. 2, 2015, pp. 101-115.

14. 孫千山、吳明軒，「鐵路系統收益管理實務回顧與建議臺鐵推動策略方向」，**臺鐵資料季刊**，第 364 期，頁 75-104。
15. Green, P. E., & Srinivasan, V., "Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook", *Journal of Consumer Research*, Vol.5, Iss.2, 1978, pp.103-123.
16. Kroes, E. P., & Sheldon, R. J., "Stated Preference Methods: An Introduction", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No. 1, 1988, pp.11-25.
17. 蕭傑諭、梁喻婷，「拒絕登機—旅運者願支付與願接受價格之研究」，中華民國運輸學會 2019 年會暨學術論文國際研討會論文集，民國 108 年。
18. McFadden, D., Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, In: Zarembka, P., Ed., *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, 1973, pp.105-142.
19. Ben-Akiva, M. E. & Lerman, S. R., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT press, 1985.
20. Train, K. E., *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge university press, 2009.
21. Walker, J. and Ben-Akiva, M., "General Random Utility Model", *Mathematical Social Sciences*, Vol. 43, Iss.3, 2002, pp.303-343.
22. Wen, C., Wang, W. and Fu, C., "Latent Class Nested Logit Model for Analyzing High-Speed Rail Access Mode Choice", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.48, Iss.2, 2012, pp.545-554.
23. Hanemann, M., Loomis, J., & Kanninen, B., "Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol.73, Iss.4, 1991, pp.1255-1263.
24. 林思玲、謝德宗、林惠玲，「古蹟門票價格的決定—遊客付費意願之評估」，**應用經濟論叢**，第 101 期，民國 106 年，頁 31-66。
25. Tversky, A., & Kahneman, D., "Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases", *Science*, Vol.185, Iss.4157, 1974, pp.1124-1131.