

探討 MaaS 對於旅運行為的選擇偏好與模式發展

Investigating the introduction of MaaS on the choice preference and modeling development in travel behavior

摘要

本研究主題在於探討交通行動服務(Mobility as a service, MaaS)對於旅運行為的影響。首先,藉由敘述性偏好法進行 MaaS 組合方案的選擇情境設計,並構建選擇模式以分析服務屬性間的權衡關係。其次,藉由選擇模式的潛在區隔分析,以描繪各區隔的社會與旅運輪廓,並比較各區隔在 MaaS 屬性的偏好差異。最後,透過組合方案的服務屬性測試,以探究旅運者的接受程度與敏感度分析。實證對象為雙北地區的旅運者,研究結果顯示第一族群為偏好 MaaS 公共運輸組合方案的旅運者,同時套票價格與公共運輸票價折扣,旅運者特性為年輕學生、具有月票 1280 使用經驗、與日常旅次數偏多,並以公共運輸為主要運具之族群。第二族群則為偏好私人運輸組合方案的旅運者,特別重視套票價格但並不偏好累積下期功能,且重視家庭共用功能與小孩接送需要,其族群特性為年長的工作族、月所得偏高、與私人運具使用者。透過策略分析得知特定族群對於家庭共用、共享單車、共享機車、優步、與共享汽車具有正向的願付價格,政策模擬結果顯示套票價格對於公共運輸組合方案的影響程度大於私人運輸組合方案,此結果可提供套票價格制定的參考依據。

關鍵詞：交通行動服務、套票方案、敘述性偏好、潛在區隔模式、使用族群

Abstract

This study aims to discuss the package of Mobility as a service (MaaS) on the influences of travel behavior. First, MaaS package was designed by stated preference method. Package choice models were constructed to explore the trade-off relationships between MaaS attributes. Then, the technique of latent class model was adopted into the package choice model. It can help to illustrate the sample profiles and preference differences among user groups. Finally, the policy simulation of service attributes was conducted to examine the travelers' willingness and sensitivity analysis for MaaS packages. The travelers who travel within Great Taipei Metropolitan area will be the major research subject. The result shows that the first group prefers PT (public transportation)-based MaaS package, and focuses on the package price and discount of PT ticket. The major characteristics of this group are young student, users of 1280 monthly ticket, travelers with frequent trips, and PT users. The other group tends to choose private vehicle (PV)-based package, and greatly emphasizes on the package price and negative response for roll-over to next period service. This group particularly consider the importance of package attribute of family sharing and the user demand for child pickup. Older worker, travelers with higher income, and PV user is the composition of this group. The result of willingness-to-pay indicates that sharing services (family-sharing attribute, 3U modes, and Uber) separately attracts for specific use groups. The policy simulation reveals that the effect of package price on PT-based package is greater than PV-based package, and benefits for the pricing strategy of MaaS package.

Keywords: Mobility as a service (MaaS), Mobility package, Stated preference, Latent class model, User groups

一、前言

整合與無縫式的運輸是最佳運輸系統的體現，而隨著資訊技術的發展與行動通訊的普及，創新性的運輸服務可有效滿足旅運者的運輸需求，並大幅改善運輸系統的服務效率。再者，運輸系統的發展趨勢中，共享性(shared)、永續性(sustainability)、與綠色環保(environmental)等觀點成為不可或缺的考量因素，而在前述科技發展與價值理念的前提下，一種創新的運輸整合服務-Mobility as a Service (MaaS)，成為運輸系統發展的重要趨勢。MaaS 的主要觀念在於利用單一介面整合多元運具，以提供無縫的旅運服務(Hietanene, 2014; MaaS Global, 2018)，Kamargianni et al. (2016)並指出最適運輸即在於提供組合式(bundle)的彈性化旅運服務解決方案。Karlsson et al. (2016)則認為 MaaS 的關鍵服務屬性為：簡單(simplicity)、改善接駁(improved access)、方便(convenience)與經濟(economy)等四大層面。

影響 MaaS 營運的關鍵因素在於旅運行為面，MaaS 對於旅運行為的影響包含實際行為的轉移與旅運偏好的改變，Durand et al. (2018)歸納出以下的影響層面，包括(1)私人運具持有率；(2)旅運自主性、彈性與可靠度；(3)附加價值；(4)使用端設計；(5)成本與願付價格；(6)旅運者特性等。此研究亦提出四個 MaaS 對於旅運行為改變的關鍵，包括須提供足夠價值給旅運者(選擇自由度、客製化方案、旅運方便性)、可行且持續的經濟可行解(使用者族群的差別票價結構)、維持旅運服務的自主性(藉由運具整合與共享運具提供彈性與可靠度)、與智慧化的 MaaS 使用者介面。從上述文獻可知，運具整合、票價方案、與共享運具為重要的旅運影響因素。因此，如何探究 MaaS 服務對於旅運行為的影響，則為影響 MaaS 營運的重要研究課題。

探討 MaaS 對於旅運行為的影響，可針對使用者行為與經驗進行資料蒐集與分析外，但由於目前已商業營運的 MaaS 服務尚數稀少，因此，採用實驗設計進行受訪者的屬性偏好與使用意願為主要的研究方式。敘述性偏好法(stated preference, SP)(Louviere et al., 2000)由於可有效藉由情境設計實驗以探討受訪者的選擇偏好，故成為目前探討 MaaS 對於旅運行為影響的主要研究方法。依據探討主題可區分成兩類，一類為針對 MaaS 服務內容的屬性偏好探討(Alonso-González et al., 2017; Vij et al., 2018; 溫裕弘、張皓筑, 2017)，而另一類則更深入地探討服務屬性的權衡關係(trade-off)與願付價格(willingness to pay, WTP) (Ratilainen, 2017; Ho et al., 2018; Matyas and Kamargianni, 2018; 陳恆宇、張學孔、陳雅雯, 2017)，前者著重於 MaaS 服務內容的提供與否，而後者則著重於 MaaS 組合方案(bundle、package、plan)的選擇偏好。然而，前述探討議題的實證研究仍處於發展階段，無論是在情境設計、分析模式、與行為影響方面，都需要更多研究進行深入探討與結果驗證，此外，如以國內實證研究而言，僅陳恆宇等人(2017)以 tobit 模式探討組合方案的 WTP，然就組合方案的屬性設計與選擇偏好而言，則尚未有學者進行此研究議題的探討。

在前述問題重要性與文獻不足性的闡述下，本研究嘗試探討 MaaS 服務對於旅運行為的影響，藉由 SP 技術設計 MaaS 的組合方案，並利用個體選擇模式分析服務屬性間的權衡關係與願付價格，且進行使用者的區隔分析，以探究各使用族群的旅運行為差異。最後，進行 MaaS 服務屬性的敏感度分析與策略模擬，以期提出具有理論基礎與實務價值的營運策略。

二、文獻回顧

探討 MaaS 對於旅運影響的研究文獻中，目前主要分析類型可區分為先導研究(pilot research)與調查研究(survey research)兩種，前者主要是針對特定 MaaS 系統的先導使用者進行使用行為的追蹤分析，包括奧地利維也納的 Smile 與瑞典哥德堡的 UbiGo 等先導計畫(Smile mobility, 2015; Sochor et al., 2016; Karlsson et al., 2017)。調查研究則有態度研究(attitudinal research)與敘述偏好研究(SP study)，前者主要是針對 MaaS 的偏好進行態度衡量，例如，Kamargianni et al. (2018)就採用態度性描述去探討 MaaS 使用/不使用的內在動機。SP 技術則常用於未上市產品或服務的偏好研究，在 MaaS 的相關研究中，服務組合的偏好與願付價格的衡量(Willingness to pay, WTP)則為主要的探討議題。由於 MaaS 的發展尚處於新發展階段，系統營運者亟欲了解旅運者對於交通行動服務的組合偏好與 WTP，因此，以下分析方法的文獻回顧，將著重在應用 SP 技術進行 MaaS 偏好的相關研究。表 1 為應用 SP 技術於 MaaS 組合方案的文獻彙整表。

Alonso-González et al. (2017)主要探討需求反映式運輸(demand responsive transport, DRT)在 MaaS 系統生態上的扮演角色與潛在市場，除 PT 與私人運具外，將共享式與個人式的 DRT 方案，利用 SP 技術設計於 MaaS 的選擇情境，並從受訪者的社會經濟背景與運具使用特性進行情境選擇的差異性比較，研究結果顯示計程車的使用者為 DRT 的主要轉移族群。Ratilainen (2017)採用 SP 技術進行 MaaS 月租方案的情境設計，針對赫爾辛基地區的受訪者進行郵件、電話與網路的調查，在 MNL 模式的分析基礎下，價格、PT 可及性、與服務可靠度仍為重要的考量因素，不受限的自行車使用與低廉的計程車費率仍須加以考量，此外，家庭式套票亦為可考量的月租計畫形式。

Ho et al. (2018)針對澳洲雪梨地區的 MaaS 系統的潛在市場與方案組合的 WTP 進行分析，SP 技術的分析結果顯示低度用車者具有較高的使用意願，而非用車者則為最低意願的族群，上述主要原因在於此研究的運具組合中，除公共運輸方案外，其餘三種運具方案(car sharing、taxi 與 UberPOOL)皆為以機動車輛為主的副大眾運輸，而在個體選擇模式的構建上則加入異質性的考量，除了 MNL 模式外，亦涵蓋隨機參數(random parameter)、誤差成份(error components)、與尺度變異(scaled factor)的模式指定。Matyas and Kamargianni (2018)主要是探討產品組合-月租方案(monthly subscription plan)作為 MaaS 的可行性，實證地區為大倫敦地區，藉由 SP 實驗設計(Matyas and Kamargianni, 2017)蒐集受訪者對於 MaaS 月租方案的選擇偏好，並在選擇模式-MNL 的分析基礎下，研究結果顯示共享運具並非為受訪者的偏好的運具組合方案，但即便如此受訪者仍有意願採用月租方案作為 MaaS 的使用型態。Vij et al. (2018)則是應用潛在區隔模式(latent class model, LCM)進行 MaaS 平台功能的偏好探討，以及付款型式(month/pay-as-you-go)的選擇分析。

MaaS 對於旅運行為的影響程度與使用意願，目前仍為國內運輸領域的新興研究議題。許嘉俊(2017)利用科技接受模式探討使用者對交通行動服務(MaaS)的使用意願，實證對象為至宜蘭地區遊玩的外地自駕族群，結構方程模式結果顯示「相容性」會正面影響 MaaS 的認知易用性、「價值觀」會正面影響 MaaS 的認知有用性、與「認知有用性」會正面影響「信任」，而「信任」、「認知有用性」及「認知易用性」會正面影響使用者對 MaaS 的「使用意願」。溫裕弘與

張皓筑(2017)利用科技接受模型與聯合分析法，針對 MaaS 的平台功能、購買方式、票證型式、與個人化等屬性，進行受訪者的使用意圖與服務屬性的偏好分析，聯合分析的結果顯示票證型式與平台功能微量大重要屬性，個人化為最後考慮因素。陳恆宇、張學孔與陳雅雯(2017)則是利用條件評估法(Contingent valuation, CV)與 Tobit 模式，針對高雄地區的受訪者進行 MaaS 月租套餐價格的探究，捷運、公車與 c-bike 的平均願付價格為每月 978 元。此外，吳映萱(2018)則是利用產品組合定價模型探討宜蘭地區的 MaaS 組合定價對於 MaaS 經理人與旅客的影響，並針對遊客消費情形與服務成本參數進行敏感度分析。

表 1. SP 技術應用於 MaaS 組合方案的選擇文獻

Studies	Issue /method on	Country/regi	Modes of integration	Attributes
Alonso-González et al. (2017)	Mode Choice /Difference comparison	Amsterdam (The Netherlands)	PT Shared services Individual services Private cars	Walking time Departure delay Riding time Trip cost Frequency Booking time Prob. of ride being offer
Ratilainen (2017)	Monthly Bundles /SP+MNL	Helsinki (Finland)	PT Car sharing Taxi Bike sharing	Price Pick-up speed Sharing with family
Ho et al. (2018)	Monthly Bundles /SP+ML	Sydney (Australia)	PT Car-share Taxi UberPOOL	Fare Usage period/amount Payment type Advance booking
Matyas and Kamargianni (2018)	Monthly Bundles /SP+MNL	London (UK)	PT Bike sharing Taxi Car sharing	Distance Travel time Number of trips Travel cost
Vij et al. (2018)	Monthly Bundles /LCM	Australia	Local PT Long distance PT Taxis Car rental Car share Rideshare Bikeshare	Cost Real-time information Personalization Ticketing integration Booking integration
溫裕弘與張皓筑 (2017)	Usage intention /Conjoint analysis	大台北 (台灣)	N/A	平台功能 購買方式 票證型式 個人化
陳恆宇、張學孔與陳雅雯 (2017)	WTP /CV+Tobit	高雄 (台灣)	捷運、輕軌、台鐵 公車、計程車 C-bike、渡輪	願付價格

三、研究方法

3.1 研究架構與模式

研究架構為藉由運具組合、套票價格、使用量、累積下期、及家庭共用等屬性進行敘述性偏好的情境設計，並依據旅運者對於 MaaS 方案的選擇偏好，進行潛在區隔模式的構建，以探討旅運者對於組合方案屬性的重視程度與使用族群的區隔特性，最後，再利用區別分析找出各族群的旅次型態、旅運與社經特性的差異，研究架構如圖 1 所示。

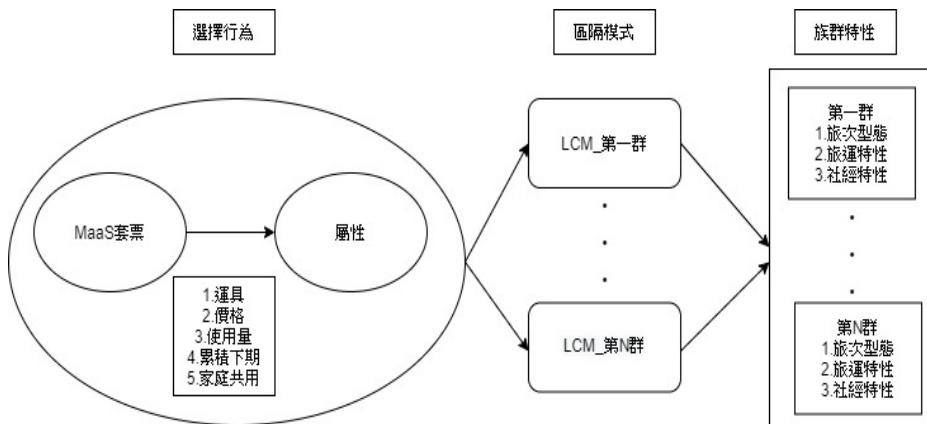


圖 1 研究架構圖

首先，模式構建先以組合方案的效用函數指定作為啟始說明，假設旅運者面臨組合方案 j ($j = 1, \dots, J$) 的情況下，方案 j 的效用函數可分為可觀察效用(V_j)與不可觀察效用(ε_j)兩部分 (Ben-Akiva and Lerman, 1985):

$$U_j = V_j + \varepsilon_j = \beta' x_j + \varepsilon_j \quad (1)$$

其中， x_j 為組合方案屬性， β 為待校估之參數向量。若 ε_j 為符合 IID 假設的極端值 I 型分配，且個體間不存在異質性，則可推導出 MNL 模式。

LCM 模式是以間斷、有限的區隔考量個體的異質性，假設各區隔市場 s 中個體選擇組合方案 j 之機率，可用 MNL 模式構建，而個體屬於區隔市場 s 之機率為 P_s ，則 LCM 模式的選擇機率可表示如下：(Kamakura and Russell, 1989; Bhat, 1997)

$$P(j) = \sum_{s=1}^S P_s \times (P(j)|s) \quad (5)$$

$$P_s = \frac{\exp(\gamma'_s z)}{\sum_l \exp(\gamma'_l z)}, \quad P(j)|s = \frac{\exp(\beta'_s x_j)}{\sum_{j' \in C} \exp(\beta'_s x_{j'})}$$

其中， z 為市場區隔之解釋變數， γ_s 為相對應之待估計的參數向量。最佳市場區隔數目決定可由 AIC (Akaike information criterion) 與概示比指標決定其中最適的市場區隔數目具有最小的 AIC 值。

3.2 問卷設計

問卷內容可分成三大部分：旅次型態與行動科技使用、MaaS 情境的選擇偏好、及社會經濟特性，其主要目的為探討受訪者對雙北地區之運輸需求與 MaaS 偏好程度，以加入 3U(共享汽車、共享機車、共享單車)運具、累積下期後是否會有某部分的市民會轉向訂閱之行為。透過敘述性偏好設計以構建受訪者對於 MaaS 組合方案的選擇偏好。根據本研究一系列概念性的架構設計運輸需求與都市交通組合式套票的使用意願之問卷，其後針對回收的樣本資料進行統計分析，作為模式構建之依據。

首先以受訪者的使用交通工具的喜好(Caiati et al., 2020; Ho et al., 2020; Kamargianni et al., 2018; Matyas and Kamargianni, 2018)、外出旅次的用途之頻率(Becker et al., 2019; Caiati et al., 2020)、持有駕照的種類(Becker et al., 2019; Caiati et al., 2020; Ho et al., 2020; Matyas and Kamargianni, 2018; Mulley et al., 2020)、家中持有機車與汽車之數目(Becker et al., 2019; Caiati et al., 2020; Ho et al., 2020; Matyas and Kamargianni, 2018)、交通時間(Becker et al., 2019; Caiati et al., 2020)、平均消費金額(Ho et al., 2020)等問題，調查受訪者的旅次型態與旅運現況。

第二部分，情境假設從前一章整理 MaaS 之方案組合結構，再考慮雙北地區的市民使用的公共運輸的需求，製定適用於此地區之 MaaS 組合方案。首先情境假設以公共運具(Public Transportation, PT)、私人運具(Private Vehicle, PV)與共享運具；再以 PT 與 PV 使用量的強弱作區分用途，PT-S 方案佔 PT 使用量最多，PT-W 方案佔 PT 使用量較 PT-S 少，並加入部分 3U 運具，PV-W 方案佔 PT 使用量較 PV-S 少，而 PV-S 方案的設計對象為私人運具的使用族群。

情境假設一分別為方案 A(PT-S)、方案 B(PT-W)、方案 C(PV-W)、與方案 D(PV-S)，情境假設二分別為參考現有 1280 月票(PT-S)、方案 A(PT-W)、方案 B(PV-W)、與方案 C(PV-S)。情境假設一、二之水準值如表 2 與表 3 所示，其中，表中粗黑色字體之水準值為 SP 情境之實驗設計屬性。最後，在受訪者的社會經濟特性方面，探討旅運者的個體特性，是否構成情境假設的選擇行為之原因。蒐集受訪者性別、年齡、家庭結構、家庭(常住地)居住總人口數、老年(65 歲以上)人口數、國中小學人口數、職業、與平均月所得(含零用金)等問題。

表 2 情境假設一之水準值

套票方案	A(PT-S)	B(PT-W)	C(PV-W)	D(PV-S)
使用期限	30 天	30 天	14 天	14 天
價格	1300/1200/1250	1050/1000/950	750/725/700	500/475/450
公車、捷運	不限次數	周一到週五 不限次數	8/75/7 折	95/9/85 折
共享單車	前 1 小時免費 <30 天>	前 30 分鐘免費 <30 天>	前 1 小時免費 <14/10 天>	前 1 小時免費 <7/5 天>
共享機車	null	null	前 20 分鐘免費 <14 天>	前 20 分鐘免費 <7 天>
共享汽車	優步(Uber)/計程車 折抵 160 元		餘額 折抵 UCar/累積下期	

表 3 情境假設二之水準值表

套票方案	1280(PT-S)	A(PT-W)	B(PV-W)	C(PV-S)
使用期限	30 天			
價格	1280	1400/1300/1200		
公車、捷運	不限次數	6/55/5 折	8/75/7 折	95/9/85 折
共享單車	前 30 分鐘免費		null	null
共享機車	null	前 20 分鐘免費 <每周 3 天>	前 20 分鐘免費 <每周 5 天>	前 20 分鐘免費 <每天>
共享汽車	null	優步(Uber)/UCar/計程車 <9/85/8 折>		
餘額	null	家庭共用/累積下期		null

四、實證分析

研究對象以雙北地區的受訪者為主，探討受訪者對於 MaaS 組合方案的選擇偏好。問卷調查期間為 2020 年 4 月，在疫情因素的考量下，同時以網路問卷與書面問卷進行調查，問卷發放方式採用以下兩種方式：(1)網路問卷經由 SurveyCake 平台發放；(2)考量問卷蒐集效率，書面問卷則在雙北地區的捷運站進行面訪，以提高問卷調查的效率。問卷調查總計蒐集 358 份網路問卷與 109 份書面問卷，合計 467 份有效問卷，而實證數據將整合兩種敘述性偏好情境，故總計有 934 筆樣本。旅運型態與行動科技使用之統計結果彙整如表 4 所示。

表 4 旅運型態與行動科技使用之統計表

變數	選項	百分比	樣本數	每週使用天數	平均數	標準差
主要交通工具	公共	市區公車	23.8	111	市區公車	2.10
		捷運、輕軌	34.3	160	捷運、輕軌	2.46
		台鐵	1.9	9	台鐵	0.31
		計程車	0.6	3	計程車	0.72
	私人	小汽車	10.1	47	小汽車	0.93
		機車、共享機車	26.1	122	機車、共享機車	1.97
		自行車、微笑單車	2.6	12	自行車、微笑單車	0.20
		步行	0.6	3	步行	N/A
時間最頻繁旅次	15 分鐘內	19.3	89	上下班旅次	1.58	1.65
	16-30 分鐘內	34.7	164	上下學旅次	1.33	1.62
	31-45 分鐘內	21.2	100	購物餐飲旅次	1.53	1.40
	46-60 分鐘內	15.6	71	娛樂社交個人事務	1.24	1.18
	61 分鐘以上	9.2	43	接送旅次	0.51	1.77
平均交通金額	100 元以下	17.3	81	使用經驗	百分比	樣本數
	101-200 元	27.4	128	-1280 套票	30.0	140
	201-300 元	18.0	84	-行動支付	45.2	211
	301-400 元	16.3	76	-外送平台	41.3	193
	401-500 元	7.7	36	-共享汽車	48.4	226
	501 以上	13.3	62	-共享機車	19.7	92

旅次型態統計顯示受訪者以市區公車(23.8%)、捷運與輕軌(32.7%)、機車與共享機車(27.6%)為主要交通工具較多。最頻繁旅次交通時間集中為 60 分鐘以下，平均交通消費金額集中於 100~400 元的區間。每週平均使用公共交通工具(市區公車、捷運與輕軌機車、共享機車)、私人交通工具(機車、共享機車)天數於 2 天左右，雙北人士都以使用公共交通工具為主，每日旅次型態次數除了接送旅次以外皆為 1.5 天左右，並有 30% 的受訪者為使用過雙北 1280 套票之用戶，證明雙北 1280 套票也有一定存在之優勢。行動科技的使用上得知行動支付有使用過的人佔 45%，也許有部分人會認為行動支付較實體支付不安全；外送平台從沒使用的人佔 58.9%；使用過共享汽車的經驗為 49.9%，使用過共享機車的經驗為 20.1%。

在情境假設變數中，本研究將其相關變數分為套票方案選擇(0 或 1)和使用意願程度(李克特 5 點量表)。結果顯示選擇 PT 較 PV 方案為主的人相對性為多，雖然使用意願達中度以上佔大多數，突顯 PT 在雙北地區人士的重要性，但是也有一部分人會選擇 PV 的方式，證明不抗拒新的模式出現，有利日後推動新模式的方案。受訪者之社會經濟特性資料顯示，女生 64.9%、小家庭佔 53.7%、學生族群佔 50.7%；0.5~2 萬(含)元、2~4 萬(含)元分別佔 32.5%、24.4%。顯示大部分為學生族群佔大部分，持有一種或一種以上的駕照，並多數人在家中居住，有利推動家庭共用之計劃。

五、模式校估與分析

本節主要為探討特定族群選擇 MaaS 方案的屬性偏好。模式校估的樣本為 467 份，每份 SP 問卷填寫兩題套票選擇問題，總合 SP 問卷兩題套票選擇之回應，最終輸出樣本數為 934，其中情境假設一、二內的水準值設計包括不同之情況統合推估相比單方面推估效果較優。應用模式為多項羅吉特模式(MNL)、潛在區隔模式(LCM)、願付價格分析，最後探討政策模擬。研究使用 NLOGIT 軟體進行模式之參數校估和構建，找出特定族群與方案屬性之偏好。

5.1 變數定義與指定

本研究使用變數依照以下設定的方式，把上述分為方案特定常數、組合方案屬性變數、共享運具變數、族群特性變數四大部分；過程中嘗試多種不同方式指定變數之方法，如屬性對於方案的指定，發現有個別屬性所包含之特性加以根據特定實際需求才能顯著的情況。本研究從多項羅吉特模式得知重要的屬性變數，再用潛在區隔模式把族群分成兩群，得知方案中之屬性針對受訪者之偏好，之後以區別分析推倒受訪者針對方案中屬性之偏好，最後以策略分析得知受訪者對方案受到調整後的推斷結果。

1. 方案常數

本研究方案特定常數的命名為針對 MaaS 套票方案的 PT 與 PV 其之間對進行分析。由於 PT-S 之設計為參照現況 1280 月票，因此模式以 PT-S 做為替選方案特定變數之基底，則替選方案特定常數項指定於 PT-W、PV-W、PV-S 此三個方案。

2. 組合方案屬性變數

根據 SP 的情境設計，現時可給予選擇的套票價格、票價折數、累積功能與家庭共用：

- a. 套票價格：指定給為選擇此套票的價格成本，單位為「千元」，預期符號為負的效用，表示套票的價格越高，選擇該方案的機率越少。
- b. 票價折數：指定給 PT-W、PV-W 與 PV-S，選擇為公共運具(公車、捷運)價格折扣。單位為「百分比」，預期符號為負的效用，票價折數越少，表示 PT 價格折扣越高，選擇該方案的機率越大。
- c. 累積下期：指定給 PT-W、PV-W 與 PV-S，若月所得低於兩萬，則其值為 1，否則為 0。
- d. 家庭共用：指定 PT-W 與 PV-W，若家庭居住總人口數超過三人，則其值為 1，否則為 0。

3. 共享運具變數

特選方案特定變數是指各個替選方案之邊際效用不相等，故其在不同替選方案中產生的效果亦會不同。依據 SP 情境的屬性設計，共享運具的變數指定如下：

- a. 共享單車：指定給 PT-S、PV-W 與 PV-S，若 20 歲以下的年輕人，並於套票期限內皆能每天(30 天、14 天)使用(前 1 小時分鐘免費、前 30 分鐘免費)，則其值為 1，否則為 0。
- b. 共享機車：指定給 PV-W、PV-S，若共享機車屬性為套票期限內皆能每天(14 天)使用前 20 分鐘免費，則其值為 1，否則為 0。
- c. 優步：若旅運者為無駕照者，組合方案中具有「優步折抵 160 元(情境一)」或「優步價格折扣(8 折)(情境二)」之屬性，則其值為 1，否則為 0。
- d. 共享汽車：指定給 PT-W、PV-W 與 PV-S，若旅運者為年齡超過 20 歲、持有汽車駕照、與月所得超過 10 萬，另具有共享汽車使用經驗者(情境二)，則其值為 1，否則為 0。因為其共享汽車水準值屬折扣優惠，針對使用過共享汽車經驗才對折扣有所敏感。

4. 族群特性

- a. 1280 月票經驗：指定給 PT-S 與 PT-W，曾經使用過雙北 1280 月票，則其值為 1，否則為 0。
- b. PT 族群：指定給 PT-S 與 PT-W，若目前主要交通工具為公共運具(公車、捷運、輕軌與台鐵)，則其值為 1，否則為 0。
- c. 孩童接送：指定給 PV-W 與 PV-S，若家中含有國中小學的小孩，則其值為 1，否則為 0。

5.2 模式建構

參考(Ho et al., 2020、Matyas et al., 2019)文獻，本研究結果與(Ho et al., 2020、Matyas et al., 2019)研究結果相同，旅運者對人對運具折扣更有興趣，累積下期對方案選擇沒影響，有共享汽車經驗的人，更偏向選擇有共享汽車屬性的方案，結果如表 5 所示。

1. 多項羅吉特模式(MNL)

方案常數顯示 PT-W 常數、PV-W 常數、PV-S 常數皆為負符號，數據顯示旅運者偏向選擇 PV-S。在屬性變數中的套票價格的係數值為-2.4，符號符合預期且顯著(Ho et al., 2019、Becker et al., 2019、Matyas et al., 2019、Caiati et al., 2019、Jiao et al., 2020、Mulley et al., 2020)，說明雙北旅運者對於套票價格屬性非常敏感，即表示套票價格越低，偏向選擇該方案。票價折數

屬性之係數值為-0.47，說明雙北旅運者對於票價折數屬性敏感，即表示票價折數屬性係數值越低，折扣的優惠增幅越大，偏向選擇 PT-W、PV-W 與 PV-S。累積下期屬性係數值為-0.34，係數值呈現負符號，說明雙北地區特定旅運族群並不偏好組合方案具有該服務屬性。家庭共用屬性指定 PV-W 與 PV-S，若家庭居住總人口數超過三人，則其係數估計值為 0.29，即表示旅運者偏向選擇具有家庭共用之 PV-W 與 PV-S 方案。屬性變數中的套票價格、票價折數、與累積下期之係數值呈現負值並顯著，與模式構建前之預期符號相同。

表 5 MNL 與 LCM 的模式估計結果

解釋變數		方案 指定	MNL	LCM		
				區隔一	區隔二	
方案 特定 常數	PT-W 常數		-0.42 (-3.6)***	-0.85 (-2.3)**	0.99 (4.6)***	
	PV-W 常數		-0.19 (-0.7)	-3.16 (-1.3)	0.93 (2.9)***	
	PV-S 常數		-0.74 (-2.3)**	-2.48 (-1.3)	0 (0)	
屬性 變數	套票價格	ALL	-2.40 (-8.9)***	-2.47 (-1.8)*	-4.27 (-9.9)***	
	票價折數		-0.47 (-1.6)	-1.64 (-1.7)*	-0.33 (-0.8)	
	累積下期 <u>(所得<兩萬)</u>		-0.34 (-2.4)**	-0.33 (-0.6)	-0.28 (-2.1)**	
	家庭共用 <u>(居住總人口>三人)</u>		0.29 (1.6)	-0.06 (-0.1)	0.26 (1.7)*	
共享 運具	共享單車-0.5/1 小時 <u>(年齡<20 歲，每天使用)</u>	PT-S PT-W PV-W	0.78 (2.3)**	0.15 (0.1)	0.77 (2.3)**	
	共享機車-20 分鐘免費 <u>(期限內每天使用)</u>		-0.25 (-1.8)*	0.76 (0.6)	-0.11 (-0.9)	
	優步 <u>(無駕照，折抵/價格折扣)</u>		0.37 (2.0)**	-0.10 (-0.4)	1.97 (6.2)***	
	共享汽車 <u>(20 歲以上，駕照，月所得>10 萬)</u>	PT-W PV-W PV-S	1.05 (1.7)*	3.38 (1.9)*	0.50 (0.7)	
族群 特性	區隔常數	PT-S PT-W	-	-1.21 (-5.1)***	Base	
	月票 1280 經驗 <u>(使用過 1280 月票)</u>		1.38 (6.6)***	2.31 (4.5)***		
	PT 族群 <u>(主要交通工具為公共運具)</u>		0.70 (4.4)***	1.38 (4.9)***		
	孩童接送 <u>(家中含有國中小學的小孩)</u>		0.65 (2.9)***	-1.06 (-2.6)***		
樣本數			934	934		
LL(0)			-1294.799	-1294.799		
LL(β)			-1108.723	-1083.843		
ρ^2			0.144	0.163		
AIC			2189.4	2115.7		

註：***表示達顯著水準 $\alpha = 0.01$ ；**表示達顯著水準 $\alpha = 0.05$ ；* 表示達顯著水準 $\alpha = 0.1$ 。

共享運具中共享單車係數值為 0.78 與共享汽車係數值為 1.05，與文獻研究結果一致 Ho et al. (2020)，係數值呈現正符號。在共享機車的指定方面，其係數值呈現為負數，代表旅運者並不偏好目前共享機車屬性中所提供之每天 20 分鐘免費的服務功能，推論旅運者對於共享機車的使用並非屬於長期固定性的需求，而是為臨時性或偶發性的需求。在優步運費折抵或運費折扣的指定屬性中，將其指定給無汽車駕照之旅運者，其係數值為 0.37 且顯著，顯示旅運者偏好

選擇具有優步運費折抵(折扣)的 MaaS 組合方案。在族群特性中，指定給 PT-S 與 PT-W 方案的月票 1280 經驗與 PT 族群，以及指定給 PV-S 與 PV-W 的孩童接送之係數值，皆為顯著的正向效果。其中，具有月票 1280 經驗者，其係數值為 1.38，偏向於選擇以公共運輸方式的 PT-S 與 PT-W 方案，結果顯示在 MNL 模式中，月票 1280 經驗的屬性最具有族群區隔特性。此外，行動科技使用變數(行動支付與外送平台使用經驗)經過反覆測試並不顯著，此與 Ho et al. (2020) 文獻中的結論有異，後續可朝向使用頻率進行深入探討。

2.潛在區隔模式(LCM)

MNL 找出其中顯著之屬性後，為求有效分群之目的，再進行潛在區隔模式。由於在三群以上的 LCM 模式並無法取得合理收斂的估計結果，故表 5 僅呈現二群的估計結果。LCM 的方案選擇變數設定為方案特定常數、屬性變數、與共享運具等變數，而利用族群變數作為 LCM 的區隔變數。在模式優劣比較方面，LCM 的模式概似比指標(ρ^2) 0.163 優於 MNL-3 的 0.144，並以 AIC 評估統計模型的複雜度和衡量統計模型「擬合」資料之優良性，LCM 模式的 AIC 值亦低於 MNL 模式，故顯示 LCM 具有較佳的模式配適能力。

LCM 加入潛在區隔(族群特性)，從族群特性係數中得知區隔一為有月票 1280 經驗的旅運者和使用 PT 的族群，相反區隔二為有孩童接送需求。屬性變數中，區隔一較在意票價折數，而區隔二則對套票價格更為敏感，同時偏好家庭共用。共享運具係數中得知區隔一重視共享汽車，區隔二重視共享單車與優步。根據 Matyas et al. (2018) 文獻研究結果中旅運者不偏好共享運具模式，對共享汽車和共享單車不感興趣，與本研究結果不相同。而族群區隔解釋變數非常顯著，兩個族群均可被合理區隔解釋。

5.3 策略分析

本小節以政策模擬之策略進行分析，針對一些屬性實際因素改變得知其影響，對此結果作本小節總結。在政策模擬的部分，本研究主要針對提升方案之購買行為，以 PT 公共運輸使用 (PT-S、PT-W) 與 PV 私人運具使用 (PV-W、PV-S) 為觀點，提出三項政策進行模擬，政策如下：

模擬情境 A：PT 方案的套票價格減少 5%，PV 方案的套票價格增加 5%

提倡推動公共運輸的使用情況，主要針對 PT 與 PV 方案的套票價格改變，吸引人們更加使用公共運輸，本研究利用 PT 方案的套票價格減少 5%，PV 方案的套票價格增加 5% 進行政策模擬，其模擬結果如表 6 所示。模擬後市佔率結果顯示 PV 方案市占率減少，說明人們會針對套票價格的政策改變下，更偏向選擇公共運輸的使用。

模擬情境 B：票價折數減少 10%，套票價格增加 5%

本研究利用票價折數減少 10%，套票價格增加 5%，進行政策模擬，其模擬結果如表 6 所示。模擬後市佔率說明除了 PT-S 方案，人們會針對票價折數減少與套票價格增加的政策改變下，更偏好票價折數減少，並接受套票價格增加。

模擬情境 C：取消累積下期與家庭共用的功能，套票價格減少 5%

MaaS 理念提倡累積下期、家庭共用之功能，本研究利用取消累積下期、家庭共用的功能，套票價格減少 5%，進行政策模擬。結果說明說明人們會針對累積下期與家庭共用的功能，套票價格減少的政策改變下，除了 PT-S 方案更偏好套票價格減少的好處，接受取消累積下期與家庭共用的功能。

政策 A 代表 PT、PV 方案之互相競爭，得知旅運者是否會受到政府大力支持公共運輸下改變選擇行為，結果顯示會改變選擇 PT 方案之行為。政策 B 代表價格與 PT 票價折數兩者之間的交叉關係，結果顯示旅運者願意支付出更高的套票價格獲得更大的 PT 票價折扣。政策 C 代表累積下期與家庭共用的功能在旅運者之價值，結果顯示旅運者對套票價格敏感，累積下期與家庭共用的功能在旅運者對方案的選擇上不會有較大的影響，可能 MaaS 方案沒有實際運行，旅運者無法得知累積下期與家庭共用功能當中的優點。政策模擬結果彙整如表 6 所示。

表 6 政策模擬結果表

方案	模擬前市佔率(%)	模擬後市佔率(%)	市佔率增減(%)
模擬情境 A：PT 方案的套票價格減少 5%，PV 方案的套票價格增加 5%			
PT-S	38.43	41.19	2.76
PT-W	28.59	30.25	1.66
PV-W	18.52	15.71	-2.81
PV-S	14.45	12.84	-1.61
模擬情境 B：票價折數減少 10%，套票價格增加 5%			
PT-S	38.43	31.45	-6.98
PT-W	28.59	31.84	3.25
PV-W	18.52	20.56	2.04
PV-S	14.45	16.14	1.69
模擬情境 C：取消累積下期與家庭共用的功能，套票價格減少 5%			
PT-S	38.43	35.42	-3.01
PT-W	28.59	30.66	2.07
PV-W	18.52	18.73	0.21
PV-S	14.45	15.23	0.78

六、結論與建議

本研究以最先於雙北地區進行 MaaS 概念之分析，參考國外文獻設計 SP 方案，探討雙北地區對於 MaaS 之偏好與其屬性。透過 MaaS 方案之屬性、共享運具變數與族群特性，探討其選擇行為偏好與族群的特性，針對 MNL、LCM 兩種模式下校估分析，以探討使用族群選擇 MaaS 之行為差異。最後以政策模擬探討 MaaS 策略對於選擇行為的影響。

6.1 結論

在過往 MaaS 文獻中，探討 MaaS 方案實證研究並不多，本研究與先前文獻對比後發現，現時台灣並沒有 MaaS 方案實證研究，就特定族群與族群偏好這分析研究並於國內外文獻沒有作詳細分析說明，因此本研究於 MaaS 方案納入特定族群與族群偏好作使用 MaaS 方案探討，證實發現特定族群對於 MaaS 方案具有顯著不同的選擇行為與影響變數。

在模式變數校估方面，據國內外文獻，最終為方案屬性變數、共享運具變數、族群特性變數，並以 MNL 與 LCM 模式推估，結果顯示雙北旅運者對屬性變數中套票價格、家庭共用屬性非常重視，套票價格愈低愈好，有家庭共用的屬性會使旅運者選擇該方案，反觀餘額累積下期不太需要，可能夠在限期內使用完畢；共享運具中共享單車、共享汽車屬性對選擇方案影響較大。

在模式解釋能力方面，結果顯示 LCM 的解釋能力最優，用此方式並有效解釋族群分類與族群特性。在模式合理性方面，由於 LCM 的變數指定較為複雜，需要反覆測試，並根據合理之交叉變數指定，在 LCM 試圖找出合理的分群，最終輸出結果為兩群。在模式估計與檢定方面，MNL 與 LCM 模式都具一定的解釋能力，結果顯著性變數上，都有顯著的解釋能力，基於 LCM 的解釋能力最優，故只考慮 LCM 模式的結果，此外發現行動科技的使用傾向不具有顯著解釋能力，顯示此類變數不影響旅運者對於的 MaaS 選擇行為。

MaaS 使用族群分析顯示可將族群分為兩群，第一族群為偏好公共運輸之 MaaS 組合方案，重視套票價格與公共運輸票價折扣之服務屬性，旅運者為年輕學生、有月票 1280 經驗、與日常旅次多，並以公共運輸主之旅運者族群。另一族群則為偏好私人運輸之 MaaS 組合方案，特別重視套票價格但並不偏好累積下期功能，且重視家庭共用功能與小孩接送需要，其族群特性為年長的工作族、月所得偏高、與私人運具使用者。

最後，在策略分析方面，透過政策模擬的分析證明現有 1280 月票與其後會推行的 MaaS 方案造成一系列發展的可能性，如何改變才使旅運者更偏向選擇 PT 或 PV 的方案與旅運者是否會受到政府大力支持公共運輸下改變選擇行為。結果顯示就政策 A 而改變選擇 PT 方案之行為。政策 B 利用價格與 PT 票價折數兩者之間的交叉關係，結果顯示旅運者願意支付出更高的套票價格獲得更大的 PT 票價折扣。在政策 C 中利用累積下期與家庭共用的功能對旅運者之價值，結果顯示旅運者對套票價格敏感，累積下期與家庭共用的功能在旅運者對方案的選擇上不會有顯著的影響，反映將來推行 MaaS 方案之實際市場狀況。

6.2 建議

首先，由於本研究問卷進行期間，正處於 COVID-19 病毒爆發期間，故無法收集更多紙本問卷，於比例上無法與網上問卷達到對等的數量，無法對於兩間作一個精準的比較，後續研究者可作此為參考並修正比率，加以改善。其次，本研究實證對象主要針對雙北地區的都會運輸與旅運型態，然在具行為分析特性的個體選擇模式下，模式結果中的問卷設計、分析流程、與部分實證結果(例如，套票彈性、大眾運輸票價折扣、與運具族群特性)等，仍具有地區轉移的參考價值。後續研究者如欲針對其他都會區(例如台中、高雄等)進行 MaaS 的選擇偏好分析，則僅需修改都會運輸的系統特性與目標政策，例如，納入高雄都會區的輕軌與渡輪系統、及考量台中都會區的新建捷運與公車 8 公里免費政策等，以考量都會運輸特性與地區運輸政策對於 MaaS 策略的影響效果。最後，此研究主要從旅運者偏好的觀點進行分析，後續研究者如可納進系統供給面的成本與利潤觀點，則可強化 MaaS 套票方案的實務可行性，並提供運輸系統營運業者在策略研擬上的敏感度分析，有助於總體旅運者福利與個體系統業者利潤間的最佳考量。

誌謝

感謝行政院科技部補助研究經費(計畫編號 MOST 108-2410-H-025-018-SSS)，與國立臺中科技大學大專生陳怡蓁、黃于容、黃琳茜與駱郁琪同學，在問卷調查與初步資料分析上的協助與幫忙。

參考文獻

吳映萱(2017)，以產品組合定價模型探討 MaaS 服務內容，國立成功大學交通管理科學系碩士論文。

許嘉俊(2016) ，以科技接受模型探討使用者對交通行動服務(MaaS)使用意願之研究，國立臺灣師範大學管理研究所碩士論文。

陳恒宇、張學孔、陳雅雯(2017)，「多元整合出行服務(MaaS)願付價格之研究」，中華民國運輸年會暨學術論文國際研討會論文集(二)，頁 647-671。

溫裕弘、張皓筑(2017) ，「應用科技接受模式暨聯合分析法初探「交通行動服務(MaaS)」之使用意圖與服務屬性偏好特性」，中華民國運輸年會暨學術論文國際研討會論文集(二)，頁 588-609。

Alonso González, M., van Oort, N., Cats, O., & Hoogendoorn, S. (2017). Urban Demand Responsive Transport in the Mobility as a Service Ecosystem: Its Role and Potential Market Share. In Thredbo 15: Competition and Ownership in Land Passenger Transport (Vol. 60)

Becker, H., Balac, M., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2019). Assessing the welfare impacts of Shared Mobility and Mobility as a Service (MaaS). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 131, 228-243.

Ben-Akiva, M. & Lerman, S.R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press, Cambridge, MA.

Ben-Akiva, M., Ceder, A., Cheng, L. & Liss, M. (1988). Estimation of Intersection Traffic Safety Improvements. Final Report for the Massachusetts Department of Public Works, M.I.T. Center for Transportation Studies, Cambridge, MA.

Bhat, C. R. (1997). An endogenous segmentation mode choice model with an application to intercity travel. *Transportation Science*, 31(1), 34-48.

Caiati, V., Rasouli, S., & Timmermans, H. (2020). Bundling, pricing schemes and extra features preferences for mobility as a service : Sequential portfolio choice experiment. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 131, 123-148.

Durand, A., Harms, L., Hoogendoorn-Lanser, S., & Zijlstra, T. (2018). Mobility-as-a-Service and changes in travel preferences and travel behaviour: a literature review. The Hague: Netherlands Institute for Transport Policy Analysis (KiM).

Hietanen, S. (2014). ‘Mobility as a Service’ - the new transport model? ITS & Transport Management Supplement. *Eurotransport.*, 12(2), 2-4.

- Ho, C. Q., Mulley, C., & Hensher, D. A. (2020). Public preferences for mobility as a service : Insights from stated preference surveys. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 131, 70-90.
- Ho, C., Hensher, D. A., Mulley, C., & Wong, Y. (2018). Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 117, 302-318.
- Kamakura, W. A., & Russell, G. J. (1989). A probabilistic choice model for market segmentation and elasticity structure. *Journal of Marketing Research*, 26, 379-390.
- Kamargianni, M., Li, W., Matyas, M., & Schäfer, A. (2016). A Critical Review of New Mobility Services for Urban Transport. *Transportation Research Procedia*, 14, 3294-3303. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.277
- Kamargianni, M., Matyas, M., & Li, W. (2018). Londoners' attitudes towards car-ownership and Mobility-as-a-Service: Impact assessment and opportunities that lie ahead. MaaSLab - UCL Energy Institute Report, Prepared for Transport for London.
- Karlsson, I. C. M., Sochor, J., & Strömborg, H. (2016). Developing the 'Service' in Mobility as a Service: Experiences from a Field Trial of an Innovative Travel Brokerage. *Transportation Research Procedia*, 14, 3265-3273. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.273
- Karlsson, I. C. M., Sochor, J., Aapaoja, A., Eckhardt, J., & König, D. (2017). Deliverable 4: Impact Assessemnt MAASiFiE project funded by CEDR.
- Louviere, J., Hensher, D. A., & Swait, J. (2000). *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*: Cambridge University Press.
- MaaS Global. (2018). Whim Helsinki - Find your plan. Retrieved from <https://whimapp.com/monthly-plans/>. Accessed on October 15th, 2018.
- Matyas, M., & Kamargianni, M. (2017). Stated Preference Design for exploring Demand for "Mobility as a Service" Plans. Paper presented at the 5th International Choice Modelling Conference, Cape Town, South Africa.
- Matyas, M., & Kamargianni, M. (2018). Exploring Individual Preferences for Mobility as a Service Plans : A Mixed Methods Approach. In *MaaSLab Working Paper Series Paper No. 18-02*.
- Matyas, M., & Kamargianni, M. (2018). The potential of Mobility as a Service bundles as a mobility management tool. *Transportation*, Published online on August 6th 2018. doi:10.1007/s11116-018-9913-4
- Mulley, C., Ho, C., Balbontin, C., Hensher, D., Stevens, L., Nelson, J. D., & Wright, S. (2020). Mobility as a service in community transport in Australia : Can it provide a sustainable future?. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 131, 107-122.
- Ratilainen, H. (2017). Exploring Consumer Preferences for MaaS Subscription Packages using a Stated Choice Experiment. Master Thesis, Delft University of Technology.
- Smile mobility. (2015). Results of the smile pilot. Retrieved from smile-einfachmobil.at/pilotbetrieb_en.html#dieergebnisse. Accessed on December 3rd, 2018.

- Sochor, J., Karlsson, I. C. M., & Strömberg, H. (2016). Trying out Mobility as a Service: Experiences from a Field Trial and Implications for Understanding Demand. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2542(1), 57-64.
- Vij, A., Ryan, S., Sampson, S. & Harris, S., (2018). Consumer preferences for Mobility-as-a-Service (MaaS) in Australia1. Presented at Australasian Transport Research Forum.