

國立交通大學  
運輸與物流管理學系

碩士論文

機場旅客之活動選擇型態探討

Analyzing Traveler Activity Choice Patterns in an Airport

Terminal

1896

研究生：陸冠宏

指導教授：鍾易詩

中華民國一〇七年六月

機場旅客之活動選擇型態探討

Analyzing Passenger Activity Choice Patterns in an Airport Terminal

研究生：陸冠宏

Student：Kuan-Hung Lu

指導教授：鍾易詩

Advisor：Yi-Shih Chung

國立交通大學

運輸與物流管理學系



Traffic and Transportation

June 2018

Hsinchu, Taiwan

中華民國一〇七年六月

# 機場旅客之活動選擇型態探討

研究生：陸冠宏

指導教授：鍾易詩 博士

國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班

## 摘要

近年航空旅次數逐年增長，驅使航空相關產業產值增加，除航空本業收入外，非航空本業收入占比與產值亦有大幅進步，因此對機場營運單位而言，了解旅客在機場從事的行為便益顯重要。再者，機場智慧化將是未來的新趨勢，透過行動裝置旅客可得知即時航班與購物資訊，營運單位亦可捕捉旅客在機場停留過程中的總體行為，為旅客提供相應資訊並作為營運調整之參考。過去機場行為選擇模型多僅考慮旅客從事之活動類型，較少討論旅客在各類活動的時間分配選擇，本研究將引入多重離散—連續選擇極值模型(multiple discrete-continuous extreme value, MDCEV)，探討活動類型選擇與活動時間分配；此外也將另以貝氏分類器同時考慮靜態變數與依時變數，例如距離登機剩餘時間與當次旅行經驗等，反映旅客受即時因素影響行為的特性，並探討旅客特性間的關聯。

本研究分為三部分，第一部分利用群集分析將旅客分群，探討各群旅客之組成特性。第二部分嘗試以樸素貝式分類器與貝氏網路建構旅客於機場安檢前後各類活動的分類器模型，尋找與活動選擇有關的變數並以交叉驗證進行預測。第三部分針對安檢前、後與總體分別建立 MDCEV 模型，探討影響旅客選擇活動類型與時間分配之變數。所得資訊可供機場營運單位了解旅客的活動型態。

關鍵字：機場旅客行為、MDCEV、貝氏分類器、群集分析

# Analyzing Passenger Activity Choice Patterns in an Airport Terminal

student : Kuan-Hung Lu

Advisor : Yi-Shih Chung

Department of Transportation and Logistics Management  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

As air passenger demand continues strong growth these years, the yield of aviation industry has been increasing accordingly. Besides aviation revenue, the yield and proportion of non-aviation revenue has also went up with significance. Hence, it is become more crucial for airport operators and shops to understand how passengers arrange their activities in an airport. Literatures about air passenger behavior mainly focus on the choice of activity type and fewer involve the time allocation on activities. This study introduced multiple discrete-continuous extreme value model (MDCEV) to discuss air passengers' activities choice and time allocation. Next, we considered static and time-dependent attributes (e.g. remaining time before boarding and activities already done) simultaneously with Bayes classifier to reflect the characteristic that passengers would be affected by these factors when choosing which activity to do next and the time length one would spend on the activity. This study would also utilize Bayes Network to discuss the relation among passenger attributes. Third, this study would use cluster analysis to classify passengers who had similar time allocation on activities. By knowing passengers' behavior in airport, airport operators and shops could adjust their service and make promotion to cater to the need of passengers with different characteristics.

Keywords: Air Passenger Behavior, MDCEV, Bayes Classifier, Cluster Analysis

## 致謝

本研究得以完成首先要感謝 鍾易詩博士這兩年來的耐心教導，陪伴我走過完成論文的大小關卡，不論是題目方向的摸索與釐清，或是在設計問卷時幫忙斟酌問項字句，確保填答者能理解問題並提供研究所需之資料，甚或到後面 coding 遇到錯誤拖慢進度時，亦不厭其煩地協助我解決程式碼的問題；每當進度遇到瓶頸時，總能在和老師討論的過程中得到啟發，進而嘗試新的方向，最後也要謝謝老師向科技部與松機的爭取和協調，讓我有這個機會以機場旅客作為研究主題，並且有資源完成調查。感謝呂錦隆博士與葉文健博士百忙之中撥冗擔任口試委員，給予論文諸多寶貴的建議，使論文結構和內容能更完整。

問卷調查期間感謝松機業務組陳建中先生協助處理調查許可和人員申請事宜，讓我得以在松機進行調查；謝謝映廷、昭蓉、思禹、玟綺、鴻儀、玟卉、宜蓁鼎力幫忙問卷發放，讓發放速度增快不少並順利完成調查，並且要感謝所有願意填答問卷的旅客，為本研究提供寶貴資料。

感謝系辦何玉鳳助理、鄭幸榮助理幫忙處理論文的相關行政程序，感謝政峰學長教我使用套裝軟體，這段期間也少不了 lab 同學的互相扶持，謝謝于真和蕙純幫忙處理和台北校區的行政事宜，讓我免於舟車勞頓；謝謝在新竹 lab，也是做機場旅客相關研究的惟和尚霖，互相幫助以完成在松機調查的人力安排和問卷發放，在完成論文的過程中也謝謝有你們一起討論，讓我們得以發現彼此思考上可能的盲點，一起進步。Coding 部分還要感謝佛羅里達州立大學 Shivam Sharda 博士，即便素未謀面卻仍耐心地透過 email 幫我解決程式的問題。最後要感謝家人的一路走來的支持與鼓勵，讓我得以順利完成研究所學業。

陸冠宏 謹致  
於交大運輸與物流管理系研究所  
2018 年 七月

# 目 錄

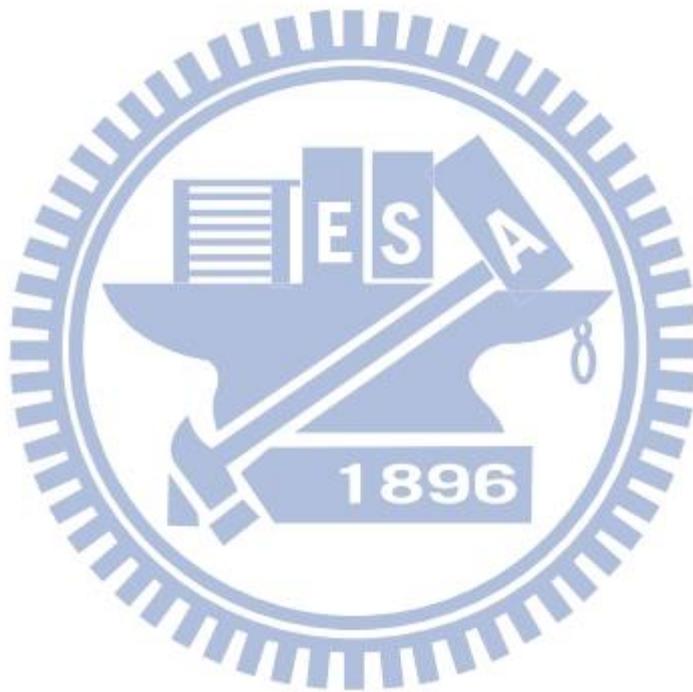
摘 要 .....	i
英文摘要 .....	ii
致 謝 .....	iii
目 錄 .....	iv
表目錄 .....	vi
圖目錄 .....	viii
一、 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究範圍與對象 .....	2
1.4 研究流程 .....	3
二、 文獻回顧 .....	4
2.1 活動基礎模型(Activity-based Travel Demand Model, ABM) .....	4
2.1.1 活動型態選擇 .....	4
2.1.2 活動時間選擇 .....	5
2.2 機場旅客行為 .....	5
2.2.1 活動分類方式 .....	6
2.2.2 機場旅客行為發現 .....	7
2.2.3 活動選擇模型 .....	10
2.3 貝氏分類器(Bayes classifier) .....	11
2.3.1 貝氏分類器種類 .....	11
2.3.2 結構學習(Structure Learning) .....	14
2.4 MDCEV 模型 .....	17
三、 研究方法 .....	21
3.1 研究架構、假說與流程 .....	21
3.1.1 研究架構 .....	21
3.1.2 研究假說 .....	22
3.1.3 研究流程 .....	24
3.2 問卷設計 .....	28
3.3 群集分析 .....	29

3.4 貝氏分類器活動預測模型 .....	30
3.4.1 變數與變數狀態定義 .....	30
3.4.2 模型建立 .....	32
3.5 MDCEV 模型 .....	34
四、    分析結果 .....	35
4.1 問卷資料概述 .....	35
4.1.1 受訪者基本資料與旅次特性資料 .....	35
4.1.2 機場內活動型態資料 .....	38
4.1.3 總和活動時間檢定 .....	41
4.2 旅客活動型態分群 .....	45
4.3 旅客活動類型與時間長度預測 .....	50
4.3.1 分群之相關變數尋找 .....	50
4.3.2 安檢前活動類型預測 .....	53
4.3.3 安檢後活動類型預測 .....	53
4.3.4 單一活動時間長度預測 .....	54
4.4 活動選擇與時間分配校估 .....	57
4.4.1 停留時間迴歸 .....	57
4.4.2 MDCEV 模型 .....	61
五、    討論 .....	69
六、    結論與建議 .....	74
6.1 研究貢獻 .....	74
6.2 研究發現 .....	74
6.3 管理意涵 .....	75
6.4 未來研究方向 .....	75
參考文獻 .....	76
附錄一：問卷樣板 .....	80
簡    歷 .....	83

## 表目錄

表 1 分類器優缺點比較 .....	14
表 2 H1：活動類型的選擇與其靜態變數之狀態 .....	22
表 3 H2：活動類型與其從事時間長度較長的靜態變數狀態 .....	23
表 4 H3：活動類型的選擇與其依時變數 .....	24
表 5 靜態變數與狀態 .....	31
表 6 依時變數與狀態 .....	31
表 7 分類變數狀態 .....	32
表 8 自主活動內容 .....	32
表 9 受訪者基本資料 (N=397) .....	36
表 10 受訪者旅次特性資料 (N=397) .....	37
表 11 安全檢查前後從事各類活動的受訪者數目 .....	39
表 12 旅客活動類型選擇組合 .....	41
表 13 變數資料型態 .....	41
表 14 活動時間長度 t 檢定 .....	43
表 15 Spearman 次序相關係數檢定 .....	44
表 16 Pearson 相關係數檢定 .....	44
表 17 各群別從事各活動之樣本數與群內佔比 .....	46
表 18 各分群之旅客特質組成 .....	48
表 19 分群之條件機率表 .....	51
表 20 旅客特質條件機率表 .....	52
表 21 安檢前活動類型預測 .....	53
表 22 安檢前活動條件機率表 .....	53
表 23 安檢後活動類型預測 .....	54
表 24 安檢後活動條件機率表 .....	54
表 25 安檢前用餐時間長度預測 .....	55
表 26 安檢前用餐時間長度之條件機率 .....	55
表 27 安檢前購物時間長度預測 .....	55
表 28 安檢前購物時間長度之條件機率 .....	55
表 29 安檢後用餐時間長度之條件機率 .....	56
表 30 安檢後購物時間長度預測 .....	56
表 31 安檢後購物(免稅店、高價店)時間長度預測 .....	57
表 32 安檢後購物(免稅店、高價店)時間長度之條件機率 .....	57
表 33 各小類變數之時間線性迴歸 .....	58
表 34 合併之時間線性迴歸 .....	60
表 35 安檢前活動之二元羅吉特校估 .....	61
表 36 安檢前活動 MDCEV 模型校估結果 .....	63
表 37 安檢後活動之二元羅吉特校估 .....	64
表 38 安檢後活動 MDCEV 模型校估結果 .....	65

表 39 總體活動之二元羅吉特校估 .....	66
表 40 總體活動 MDCEV 模型校估結果.....	67
表 41 顯著變數整理(活動類型選擇).....	70
表 42 顯著變數整理(活動時間長度).....	71



## 圖目錄

圖 1 台灣民航運輸各年度客運量.....	1
圖 2 本研究之流程.....	3
圖 3 活動時間安排方式.....	5
圖 4 旅客活動分類.....	6
圖 5 旅客壓力曲線.....	8
圖 6 Ma et al.代理人模型架構.....	11
圖 7 樸素貝氏分類器範例.....	12
圖 8 貝氏網路(GBN)範例.....	12
圖 9 TAN 範例.....	13
圖 10 BAN 範例.....	13
圖 11 爬山演算法之流程.....	16
圖 12 旅客變數與活動型態假設.....	21
圖 13 群集分析流程.....	25
圖 14 分群預測流程.....	25
圖 15 安檢前活動類型預測流程.....	26
圖 16 安檢後活動類型預測流程.....	26
圖 17 安檢前活動時間長度預測流程.....	26
圖 18 安檢後活動時間長度預測流程.....	27
圖 19 時間迴歸流程.....	27
圖 20 MDCEV 模型流程.....	28
圖 21 分群組數與群內變異之關係.....	30
圖 22 依時活動類型.....	32
圖 23 活動預測模型架構—旅客分群.....	32
圖 24 活動預測模型架構—活動類型.....	33
圖 25 活動預測模型架構—活動時間長度.....	33
圖 26 分類矩陣.....	33
圖 27 同行人數計數.....	38
圖 28 安全檢查前停留時間分布.....	39
圖 29 安全檢查後停留時間分布.....	40
圖 31 分群組數對群內變異總合關係曲線.....	45
圖 32 各群安檢前後時間分配.....	46
圖 33 各群中有從事該活動者之時間長度平均.....	47
圖 34 分群之貝氏網路圖.....	51

# 一、 緒論

## 1.1 研究背景與動機

近年來航空旅行已蔚為新趨勢，航空客運旅次逐年攀升，2016 年全年全球共有 36.96 億航空旅次，較 2015 年之 34.64 億旅次成長約 6.69%[1]，以台灣而言，2016 年全年航空客運計有 6,325 萬旅次，較 2015 年的 5,815 萬成長 8.7%[2]。航空旅次增加也連帶使航空產業產值增加，2015 會計年度全球機場營運收入達 1,518 億美元，較前一會計年度之 1,425 億美元成長 6.5%，其中非航空本業之收入占比為 39.8%，產值約 604 億美元[3]，可見除了報到、安檢等一般登機程序外，購物、娛樂等行為已是旅客於機場中不可缺少的活動，對機場營運單位與商店而言，了解旅客於機場內的活動與購物型態有助提供符合旅客需求之服務並提升營運收入。

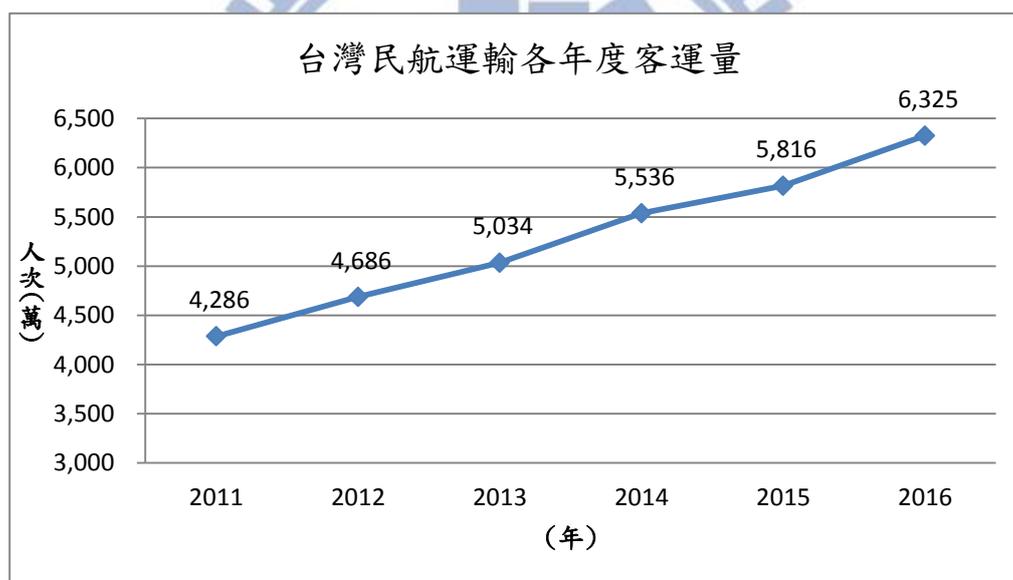


圖 1 台灣民航運輸各年度客運量

資料來源：民用航空局 105 年度民航統計年報[2]，本研究繪製

過去研究機場旅客行為之文獻多以分析旅客從事的活動類型，或活動的時間分配為主，鮮少將此二旅客的活動選擇特性合併校估，以建構旅客於機場內較完整的活動安排，本研究將爰引 Baht[4]提出之多重離散—連續選擇極值模型 (multiple discrete-continuous extreme value, MDCEV)，同時考慮活動類型選擇與活動時間之分配。

此外，在效用最大化模型的概念中，認為旅行者會從數個替選方案中，選擇效用最大之方案。然而 Janssens et al. [5]認為，在進行決策時人們通常會考慮當下條件再行決策，而非通盤了解各方案之效用再做選擇，而貝氏分類器可由訓練資

料學習一組隨機變數集合的聯合機率，來表示變數之間的條件獨立與相依關係，發現與應變數具相依關係之隨機變數[6]，並可得知應變數與隨機變數間的條件機率[7]。貝氏分類器除了可得到變數間的條件機率外，還具以下優點：由於直接從訓練資料學習變數間的條件機率，因此可處理複雜的非線性分布資料；貝氏分類器的結果為一由變數間之條件機率所構成之網路圖，因此可清楚地得知分類變數與其他變數之相依關係[8]，因此本研究亦擬用該模型建構機場旅客行為選擇的模型，除能預測旅客活動的功能，亦能找出與活動選擇有相依性之變數，以較少的變數達到預測的目的，未來亦可用運用於旅客個人行動裝置，根據活動預測提供旅客相關設施的導引資訊，並使營運當局了解多數旅客之動向，以提供適合且足量的服務。

針對如何建立旅客在機場的活動過程，引用在運輸規劃領域已有行之有年的活動基礎模型(Activity-based Travel Demand Model, ABM)之概念，此原是應用於建立都市內居民一日的旅次鏈選擇行為，其主要架構為整日之活動排程、個別旅次的活動地點選擇、時段選擇、運具選擇和交通路網指派[9-11]，近期亦有研究將ABM使用在其他情境，例如假日休閒目的的旅次鏈選擇[12]，以及旅客在機場內的活動選擇[13]，因此本研究亦引用此概念描述機場旅客的活動選擇，建立旅客從進入機場後至登機過程之活動排程。

本研究首先引用 ABM 之概念建立旅客在機場的活動架構，包含活動分類、活動時間選擇與活動類型選擇，接著使用群集分析探討各類型旅客之特性，最後以貝氏分類器與 MDCEV 建立旅客的活動選擇模型。

## 1.2 研究目的

本研究目的有三：

1. 透過旅客在機場的活動時間分配，將活動型態相似之旅客分類，探討各分類旅客之社會經濟、旅行型態、旅行經驗、活動類型等特性。使用方法為群集分析。
2. 考慮靜態因素(如性別、收入、過去旅行頻率等)與依時因素(如距離登機之剩餘時間、當次旅行已從事之行為類型等)，預測旅客下一活動的類型選擇與時間長度。使用方法為貝氏分類器。
3. 探討旅客總體活動選擇與時間分配。使用 MDCEV 建立旅客於安檢前後與總體的活動型態，包括活動類型與各類活動時間的分配；以線性迴歸、t 檢定、相關係數檢定等探討各旅客變數與時間分配的關係。

## 1.3 研究範圍與對象

本研究為了解旅客在使用機場服務從報到、安檢到登機的完整過程中如何安排其活動，並考量受訪者回憶其完整活動安排的難易度，故選用台北國際航空站(下稱松機)為研究範圍，再加上多數服務設施及商店多佈設於出境區或用於提供出境服務，如報到、退稅、託運服務等，故以出境旅客為對象。

松機目前非管制區計有超商 2 處、餐廳 8 處與商店 10 處，販售食品伴手禮、

玩具模型等；管制區部份國內線設有伴手禮店 2 處，國際線部份則有 2 家餐廳，以及設有商店與多個專櫃，販售菸酒、彩妝、珠寶、服飾、保健食品、藝品、書籍、伴手禮等。

## 1.4 研究流程

本研究的流程如圖 2 所示，首先透過文獻回顧界定本研究範圍與要探討的問題，所回顧文獻內容包含活動基礎模型、貝氏分類器與機場旅客行為，接著進行問卷設計與初步試發，依受訪者之回饋調整問卷問項敘述方式後正式發放問卷。模型建立部分，首先以群集分析將特徵類似的旅客分類，探討各分類旅客之特性。接著定義變數種類與各變數之狀態後進行各分類器之結構學習與參數學習，接著以交叉驗證比較各分類器預測旅客活動選擇之準確率，並找尋與活動類型和時間長度相關的變數(馬可夫毯(見 2.3.1))，藉以預測旅客安檢前後的從事活動類型與時間長度的機率。

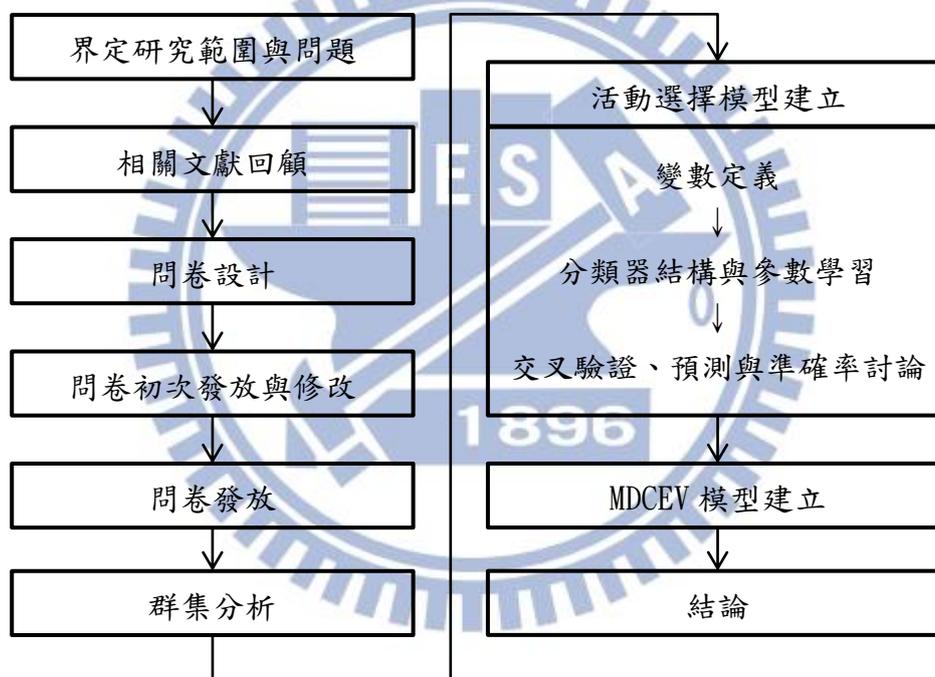


圖 2 本研究之流程

資料來源：本研究繪製

## 二、 文獻回顧

本章分為三部分：首先回顧運輸規劃中使用的活動基礎模型，了解一日旅次鏈的選擇機制，並分析文獻與本研究應用情境之異同，再將此架構應用於機場旅客出境過程之活動安排；第二部份回顧過去文獻對機場旅客行為之發現以及使用之模型；最後則回顧數種常見之貝氏分類器模型，比較各模型之特色與優劣，以及建立模型之方法。

### 2.1 活動基礎模型(Activity-based Travel Demand Model, ABM)

活動基礎模型(ABM)用途為預測旅行者多項活動的安排選擇，包含旅程(tour)與活動型態(activity pattern)之選擇，旅程為從一定點出發經過一或多個活動後回到定點的旅次鏈，包含各活動的地點、運具、時間帶的選擇；活動型態則包含主要活動選擇、次要活動目的與數目選擇以及主要活動之旅程選擇[11]，主要用於預測都會居民的通勤活動[9]。旅客在機場活動的過程亦面臨類似的選擇情境，需安排前往各服務設施的順序及時間長度，與 ABM 相異之處主要有三：一是機場內的移動大部分為步行，少數地方配有電動走道，可假設無運具選擇。其二，都會通勤的 ABM 中旅程之定義為起點和終點相同，然而機場內的活動不具此特性，旅次鏈起點為踏入機場起算，終點則為登機口。最後，不若都會通勤 ABM 旅行者的時間範圍皆為 24 小時，每位機場旅客在機場內活動的時間長度不同。本節透過回顧 ABM 的選擇模型，了解如何將該模型的概念套用此本研究情境。

#### 2.1.1 活動型態選擇

根據 Bowman et al.[11]，活動型態包含主要活動類型選擇、次要活動旅程個數選擇，以及主要活動之旅程選擇，透過這三項的選擇組合成活動型態的方案。主要活動意指旅次鏈中必須要完成的活動，在建立活動型態時亦以主要活動為架構，以都會通勤的情境而言，主要活動通常為工作或就學，故活動型態可為「家(H)-工作(W)-家」、「家-就學(S)-家」等。在機場內主要活動即為報到、安全檢查及登機，除了部分利用網路報到且無須託運行李的旅客外，大部分旅客皆須依序進行這三項活動。

次要活動為主要活動以外的活動，如：娛樂、購物等，數目可為一或多個，以機場旅客而言，次要活動可以是退稅、購物、換外匯、休息等，需安排在主要活動的時間段之外。在 Bowman et al.的架構中，次要活動旅程意指以家或工作地等主要活動的地點為起點，從事若干個次要活動後回到原出發點的旅次鏈。

主要活動的旅程為主要活動與家戶的順序安排，以及次要活動的個數選擇，以主要活動為工作的旅次鏈為例，活動順序安排可為 HWH、HWHWH 等，在主要活動地點間可置入一或數個次要活動，或是以旅次鏈中特定主要活動地點為出發點，發展一次要活動旅程。

### 2.1.2 活動時間選擇

在 Bowman et al.[11]的 ABM 結構裡，活動時間的選擇在活動型態已經決定的條件下，可分為主要活動與次要活動的旅程時間選擇，將一日時間帶切為早尖峰之前、早尖峰、白天、晚尖峰與晚尖峰之後五個時段，先進行主要活動的旅程時間選擇：以不同的主要旅程橫跨時段為方案特定常數，其餘決策變數皆為活動相關之變數，包含活動型態類型(主要活動類型、活動順序複雜與否、是否有次要活動旅程)，以及主要活動旅程的時段，用以捕捉選擇特定時段的傾向。接著決定次要活動旅程的時段，以不同的次要旅程橫跨時段為方案特定常數，其餘變數亦皆為活動型態的虛擬變數，包含活動型態類型(主要活動類型、次要旅程個數是否超過 1 個)和次要活動旅程的時段。

Castiglione et al.[9]整理了兩種 ABM 模型常見的活動時間安排方式(圖 3)，在決定主要活動的時段後，第一種方式為往其他時段安排次要活動；第二種為先決定主要旅程的起迄時間，接著才在主要活動以外的空檔安排次要活動。以本研究的情境而言，可將一日的時間範圍視為旅客在機場的滯留時間，安檢與報到為主要活動，為旅客必須從事之活動且時間長度上具不可壓縮的特性，因此在安排機場內活動時須預先保留時間予這兩項活動，再安排其他次要活動。

Approach 1: Start with activity at primary destination and simulate tour details “outward”



Approach 2: Start with entire tour duration and simulate tour details “inward”

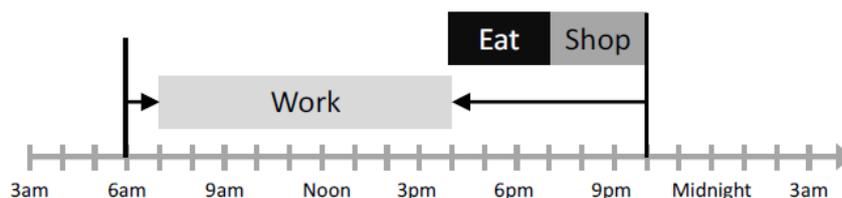


圖 3 活動時間安排方式

資料來源：Castiglione et al.[9]

## 2.2 機場旅客行為

旅客在踏入機場到登機的過程中，會在機場內從事多項活動，除了辦理搭機之相關程序外，通常也會從事許多辦理程序以外之活動[14]，如購物、換匯等。為建立旅客活動模型，首要了解過去文獻如何定義活動的分類方式，以及旅客在機場活動的架構中針對機場旅客行為的研究所發現的結果，以作為本研究之預期發現參考，以下就活動分類方式、行為發現、活動選擇模型建立共三部分來回顧。

### 2.2.1 活動分類方式

在 ABM 裡，一日的活動根據重要程度可分為主要活動與次要活動[11]，同樣的概念亦可運用於機場旅客的活動分類。

Popovic et al.[15]將機場旅客活動依從事的必要性與否分為程序活動(process activities)與自主活動(discretionary activities)。程序活動指在踏入機場至登機過程中必須辦理的程序，包括報到、安全檢查、護照查驗、登機等；自主活動為上述程序活動以外，旅客可自行決定是否從事的活動，如購物、休息、換匯、用餐等。延續上述分法，Popovic et al.[16]將自主活動再分為必要活動(necessary activities)及非必要活動(informal activities)，必要活動指為了行程需要而從事的活動，如購買電信服務、外幣等，且此類活動可能是旅客在抵達便已排定的活動；非必要活動則為不一定要從事的活動，如休息、購買免稅品等(圖 4)。



圖 4 旅客活動分類

資料來源: Popovic et al.[15, 16]，本研究繪製

Popovic et al.[16]以旅客和其同行成員的互動類型角度切入，將活動分為個人活動(individual activities)、團體活動(group activities)、並進活動(concurrent activities)及與個人行李有關之活動(Ownership)，個人活動為單獨旅行的旅客所進行的活動，團體活動指團體成員一起行動的活動；並進活動則是團體成員分開同時進行不同的活動，例如分頭購買食物和兌換外幣，此類活動通常是旅客事先規劃之活動，且較常由旅行經驗較多的旅客從事；與個人行李有關之活動意指以旅客的行李(如：背包)為主體，觀察行李在不同旅客和機場服務人員間移轉和被使用的過程，藉此了解機場內成員間的互動關係。

Kirk et al.[17]透過側錄旅客的方式，將觀察到的活動類型分成八大類：程序活動(processing)、準備活動(preparatory)、消費活動(consumptive)、社交活動(social)、娛樂活動(entertainment)、被動活動(passive)、排隊活動(queueing)和移動(moving)。程序活動定義同 Popovic et al.[15]，為登機過程必經之活動；準備活動是為了完成行程的需求而做的活動，其定義與 Popovic et al.[15]之必要活動相同；消費活動指旅客在機場購買商品和處理購得商品的活動，包括用餐、打包商品至行李箱等；社交活動為旅客和同行成員及機場服務人員互動的行為；娛樂活動為旅客尋求快

樂、新奇、刺激的行為，如四處瀏覽(browsing)、滑手機等，該文獻之結果顯示旅客有 73% 的時間都在從事此類活動；被動活動為旅客無其他活動選擇時所做的活動，如等候、補眠等。同一個行為會可能隸屬於不同活動類別，例如用餐既是消費活動也是社交活動、和機場服務人員互動可以是程序活動、準備活動、社交活動或消費活動。

Liu et al.[13]參考 Pendyala et al.[18]在建立 ABM 模型時，將活動的時間選擇區分為工作前、工作中及工作後的分法，依照旅客在登機流程所處的位置分為報到前、安全檢查前和登機前共 3 階段，再將旅客活動分成程序活動(Mandatory)、詢問活動(Inquiry)、用餐活動(Dine)、購物(Shop)和設施使用活動(Facility use)共 5 類，組成 15 個活動方案，藉以建構旅客機場內活動選擇之巢式羅吉特(Nest logit)模型。

### 2.2.2 機場旅客行為發現

過去許多文獻探討機場旅客的行為選擇，以及影響行為選擇的因素，以下就旅客在機場各項影響行為之因素整理過去文獻對於機場旅客行為的探討。

#### (1) 時間分配、時間因素

Livingstone et al. [19]以錄影方式調查澳洲兩座機場之非管制區 40 位出境旅客行為，結果顯示在旅客從事程序活動和自主活動的時間平均為 55% 及 45%；有旅伴和送機人員的旅客進行自主活動和在零售區逛街的時間比例分別為 69% 和 25%，高於獨行旅客的 48% 和 15%。當有送機人員陪伴、有造訪商店區、有購物時，旅客進行自主活動的時間較長。

Freathy et al.[20] 在都柏林機場管制區，利用側錄收集 301 位旅客在機場內活動型態，接者以事後訪問的方式了解旅客的社經資料、旅次目的、購物動機。發現女性從事購物活動的時間較男性長，造訪商店數較多；在商店區的停留時間和從事購物活動的時間有顯著正相關。旅客平均會在機場內造訪 3 家商店，平均在每家店會停留 6.5 分鐘，平均每位旅客會進行 1.75 次消費。二度造訪同家店的旅客比例偏少，約 3.9%，而有 14.2% 的旅客在受觀察過程中未進行任何購物活動。有 31% 的單獨旅行之旅客在商店區花不到 10 分鐘，高於團體旅客的 5.4% (無小孩同行) 或 7.5% (有小孩同行)。在觀察樣本旅次目的部分，60% 商務旅客在商店區花不到 20 分鐘，較休閒旅次旅客的比例(22%)高，且樣本中無商務旅次旅客進行 2 次(含)以上消費，而休閒旅次旅客則有 34% 消費 3 次(含)以上。

Scholvinck[21]則提出壓力曲線的概念(圖 5)，指出旅客在踏入機場後心理壓力隨時間推進而增加，一直到通過護照查驗後，心理壓力會大幅下降，於是在通過查驗到登機前的這段時間內，旅客有較大機會去從事消費活動，商家須保握這段旅客被限制活動範圍(captive customer)的時間增加銷售量。

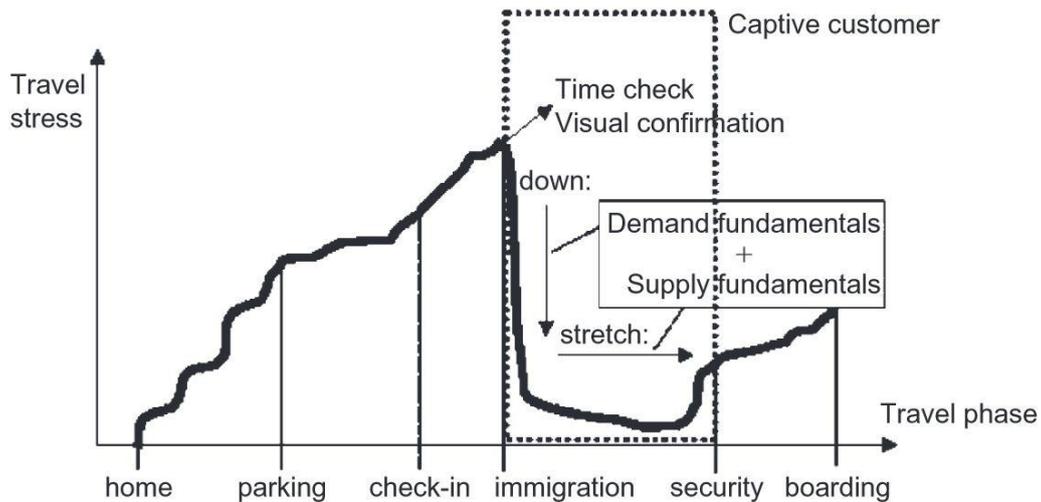


圖 5 旅客壓力曲線

資料來源：Scholvinck[21]

Thomas [22]認為有兩項原因會影響旅客在機場購物的意願，一是旅客抵達機場後，由於所從事的活動非日常所能經歷，故心理壓力會增加；另一原因為機場的環境會造成期待與新鮮感。透過在 Gatwick 機場的調查，Thomas 提出「happy hour」的概念，發現當旅客拿到登機證後，心理壓力減少但保有期待與新鮮感，此時旅客有較高的傾向願意進行瀏覽或購物，此現象與 Scholvinck 所提出的壓力曲線相似，皆是在完成程序活動後心理壓力降低而提高購物之傾向。

Torres et al.[23]探討 Asturias 機場旅客的消費金額與停留機場時間之關係，發現當離登機少於 45 分鐘或大於 170 分鐘時，商務旅客平均消費金額較休閒旅客高，介於 45 至 170 分鐘則休閒旅客消費金額較高，且總體而言當旅客在機場停留時間越長，消費總額越高；停留時間方面，休閒旅客平均停留時間(93 分鐘)較商務旅客長(82 分鐘)。

Lin et al.[24]在桃園機場收集 600 份問卷，探討機場旅客消費動機對消費行為選擇之影響，並以時間壓力和衝動購物作為調節變數，ANOVA 結果顯示時間壓力對於不同旅客年齡和國籍具有顯著差異；階層迴歸顯示時間變數和環境因素購物動機的交互變數(interaction variable)對購買奢侈品和旅行用品有顯著負相關。

Castillo-Manzano et al.[25]調查西班牙 8 座機場共 37,226 名旅客，建立在機場是否有消費餐飲的二元普羅比選擇模型，發現在機場停留時間為最顯著之變數，停留 3 小時以上者較 1 小時以下者多 33% 機率購買餐飲。

## (2) 社會經濟因素、旅次因素

Tam et al.[26]調查赤鱗角機場出境旅客抵達機場之運具選擇與抵達時間的安全邊際(偏好離關櫃多久前辦理報到減預期抵達機場時間點)，發現長途旅客與商務旅客傾向預留較大的安全邊際，因錯失班機會有較大成本；搭乘巴士者則因旅行時間相對其他運具有較大的變異，也會預留較大安全邊際。

Geuens et al. [27]認為造成顧客會在機場購物的成因有兩大項：一是平常購物

的動機，二是在機場的環境中所營造出的動機。第一項成因可再分為經驗因素(傾向促銷購買、以購物自我犒賞)、功能因素(商品價格與品質、取得便利性)兩項[28]，第二項成因則可再分為設施因素(可用外幣、外語交易)和氣氛因素(衝動購物、計畫性購物、排遣無聊、氣氛促使)。該研究試圖找出影響機場旅客進行購物行為的因素，並將旅客依其購物行為分類，該研究調查布魯塞爾機場 236 名旅客對於機場提供購物服務的看法、購物服務相關的各項因素的重要性、自身平常和在機場的購物習性等，透過主成分分析發現四種動機皆影響是否會購物，接著使用 K-means 群集分析將旅客分為 3 類，1.情緒型：受氣氛因素與經驗因素有較大影響，傾向瀏覽多個店家 2.無感型：所有因素分數皆低，大部分為男性，認為商店在機場是非必要的設施 3.喜愛購物型：所有因素皆有影響，同意機場應繼續發展購物設施。

Perng et al. [29]對桃園機場旅客的餐飲與購物偏好進行調查，發現購物目的最大比例為送禮(41%)，其次為旅途需要(24%)，26 歲以下的旅客最常在紀念品店與咖啡店消費，且咖啡店為旅客最常造訪的商店類型(21%)。當朋友同行時，旅客傾向不購買名牌商品，而單獨旅行者則較不傾向低價商品。性別部分，男性較傾向購買名牌商品，而女性則偏好娛樂產品。

呂錦隆&李宗純[30]透過因素分析將旅客分為計畫與衝動消費傾向兩群，並以二元羅吉特和截斷式 Tobit 模型分別分析桃園機場與小港機場旅客的消費行為與金額，發現月收入與是否購物無顯著差異，但與消費金額有顯著正相關；整體而言不使用貴賓室、和朋友同行者則購物機率越高。計畫消費的旅客中，過去搭機與機場購物次數乘積越高者則顯著會消費；衝動購物旅客中，單獨旅行、過去機場購物次數越高者則傾向當次於機場消費，而過去搭機與機場購物次數乘積越高者反而不傾向消費。

Castillo-Manzano et al.[25]發現購買飲食是旅客最常從事的非航空活動(nonaeronautical activity，意即 Popovic et al.[15]的自主活動)有 47.26%受訪旅客從事此類活動，高於購買免稅品的 26.65%，而旅客之所以會購買飲食的主因為消耗等候時間；團體旅客購買飲食的機率較單獨旅客為高，但若有孩童同行則會減少購買飲食的機率；搭乘低成本航空之旅客購買飲食的機率較搭乘傳統航空者低；旅客若有購買商品(例如：免稅品)會增加 13%購買飲食的機率。

Liu et al.[13]發現年輕旅客從事購物活動的機率較高，而中年族群則有較高機率從事設施使用活動；手提行李越多之旅客從事用餐活動的機率越低；教育程度越高之旅客從事詢問活動的機率越高；男性從事詢問活動機率較高，女性從事購物活動機率較高；單獨旅行之旅客從事購物活動機率較低，與孩童同行之旅客從事用餐、購物、設備使用機率較低；收入高之旅客從事購物和用餐活動機率較高；搭乘經濟艙之旅客在登機過程的三個階段等待時間都較商務艙旅客長；搭機經驗較多之旅客從事購物活動的機率較低。

Kalakou et al.[14]在里斯本機場非管制區調查 500 位旅客發現，利用網路報到、旅次目的為商務旅次、有使用航空經驗的旅客和事先計畫好在機場待辦事項的旅客從事自主活動的機率較低；從郊區前往機場、旅次目的地是外國、有人陪同送

機的旅客從事自主活動的機率較高。

### 2.2.3 活動選擇模型

在分析旅客在機場的活動時，通常以選擇模型或模擬方式處理。以下就這兩種方式介紹過去文獻在建立旅客行為時所採用的模型。

#### (1) 選擇模型

Castillo-Manzano et al.[25]調查西班牙 8 座機場共 37,226 旅客是否有在機場消費餐飲，建立了二元普羅比模型，方案即為有消費與未消費餐飲兩個，獨立變數包括旅客的旅次資料、社經資料，其中包含旅客是否在網路上購買機票、旅行天數、抵達機場的運具選擇等。此外，考慮到該文獻調查的時空範圍，獨立變數也考慮了機場的年旅客量、飲食設施的樓地板面積、調查是否在周末進行等變數，但這些變數並未有顯著差異。

Liu et al. [13]為了解旅客在機場的活動安排，收集旅客最近一次在機場出境時曾從事的活動類型，以三個時段(報到前、安檢前、登機前)與五種活動(詢問、餐飲、購物、等候)所組成的 15 種方案，剔除樣本數過少的方案後去建立三個巢狀羅吉特模型，第一個模型用時段作為上層結構，活動為下層結構；第二個模型則用活動作為上層結構，時段為下層。然而這兩個模型並非與訓練資料最相符的模型架構，故該研究使用異質性一般化極值模式(Heteroskedastic Extreme Value model)找出與資料最適之結構。接著該研究預測特定旅行者在機場的從事活動，首先根據旅客的獨立變數數值以普瓦松迴歸預測從事的活動個數，再利用蒙地卡羅模擬(Monte Carlo simulation)預測各活動的機率。然而該研究將樣本中出現次數極少的活動方案排除在模型外，使這些活動出現的可能性被忽略。

Kalakou et al. [14] 收集旅客在安檢區以前的活動類型，包括安檢、報到 2 個程序活動及飲食、購物、等候 3 種自主活動，以二元羅吉特模型來預測旅客是否會從事程序活動和自主活動，或是只從事程序活動。

#### (2) 模擬

Ma et al.[31]使用代理人模型(Agent-based model)模擬旅客在機場的活動，透過給予每個代理人(模擬環境中代表一位旅客的個體)特質再加上時空的限制，建立旅客活動選擇模型。特質分為基本特質與進階特質兩類：基本特質為代理人在進入機場情境時便被賦予的特質，即性別、年齡、旅遊頻率、搭乘艙等、國籍與飢餓程度；進階特質代表了使用對應設施的機率，包括飢餓、購物慾、詢問、科技使用、現金需求、社群網路、退稅等特質，對應至餐廳、商店、服務台、自助報到、自動櫃員機(ATM)、無線上網與桌上電腦、退稅櫃台，當代理人完成某項自主活動後，該項活動的機率則歸零，此假設和 Freathy et al.[20]的發現有些許差異，雖然 Freathy et al.發現二度造訪同家商店的比例極少(3.9%)，但有 34%的休閒旅客卻從事了至少 3 次消費，而在 Ma et al.的模擬環境內，一種設施只有一個地點，因此該假設與 Freathy et al.的發現之間沒有矛盾之處，但無法表現旅客重複造訪同類設施的行為。時間限制意指若距離登機時間只夠完成後續的程序活動(報到、安檢)時，則下一活動選擇只能為程序活動；空間限制指下一自主活動的地點

只能在可容忍步行範圍內。

決定下一活動的機制由兩部分組成：1.由基本特質與進階特質組成的貝氏網路(見 2.3)(圖 6 Ma et al.代理人模型架構)2.時空限制，在剩餘時間足夠的情況下，選擇在步行範圍內機率最大的活動。

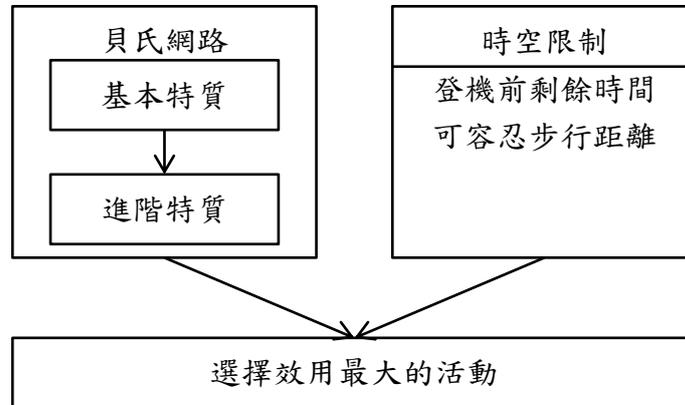


圖 6 Ma et al.代理人模型架構

資料來源：Ma et al.[31]，本研究繪製

## 2.3 貝氏分類器(Bayes classifier)

所謂分類器，指的是由一組屬性變數(attribute)  $U = \{X_1, \dots, X_n\}$  去描述一個分類變數(class)  $C$  的狀態(states)的模型[6]，用途在於透過屬性變數將我們感興趣的分類變數進行分類，而貝氏分類器的機制為，給定屬性變數的狀態後，計算分類變數的後驗機率(Posterior probability distribution) (式(1)[8])，以最高條件機率的狀態作為模型對分類變數狀態的預測[32]，經典的例子為利用文章的關鍵字進行文件分類[33, 34]或垃圾訊息辨識[35, 36]。

$$P(C|X) \propto P(C)P(X|C) \quad (1)$$

$P(C|X)$ ：C 之後驗機率

$P(C)$ ：C 之先驗機率

$P(X|C)$ ：資料的概似函數

貝式分類器的圖形結構  $G = (V, A)$  為一有向無環圖(Directed acyclic graph, DAG)，由節點集合  $V$  與連線集合  $A$  組成，節點間的連結皆為有方向之連結，且圖中沒有形成任何迴圈[37]。每一節點即代表一個變數，位於連結上游的節點稱為親代節點(parent)，在連結下游的節點稱為子代節點(child)。

### 2.3.1 貝氏分類器種類

貝氏分類器可依據兩個方式發展出多種變形：1.變數間條件獨立的限制條件 2.篩選變數集合的機制。條件獨立指的是在給定變數集合  $Z$  時，變數集合  $X$  與  $Y$  若符合式(2)，則稱為條件獨立[6]；第 2 點用途在於找出與分類變數具相關性的屬性變數集合，並過濾掉變數間高度相依的變數[8]。

$$P(X|Y, Z) = P(X|Z), P(Y, Z) > 0 \quad (2)$$

以下介紹四種常見的貝氏分類器：樸素貝氏分類器、貝氏網路、樹狀擴增樸素貝氏分類器、貝氏網路擴增樸素貝氏分類器。

(1) 樸素貝氏分類器(Naïve Bayes Classifier)

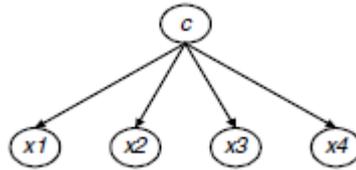


圖 7 樸素貝氏分類器範例

資料來源：Cheng et al.[38]

此模型概念最早由 Maron et al.[39]提出，假設在給定分類變數  $C$  的狀態下，屬性變數間彼此獨立，即  $C$  是所有屬性變數的親代變數[32]，其後驗機率如式(3)所示[8]：

$$P(C|X) \propto P(C) \prod_{i=1}^n p(x_i|C) \quad (3)$$

此模型的優點為概似函數直接得自先驗機率，因此無須進行結構學習，是簡單且有效之分類器[7]，Friedman et al.[6]使用了 25 個資料庫對 6 種貝氏分類器作準確率的比較，樸素貝氏分類器的表現在 6 個資料庫優於其他結構較複雜的模型；其次，此模型適用於樣本數相對少或變數相對多的情境，因這種情況若使用其他較複雜的分類器，概似函數會有校估上的困難[8]；由於此模型結構上的特色，當屬性變數之間關連性低時，亦適用此分類器[40]。

(2) 貝氏網路(General Bayesian Network, GBN)

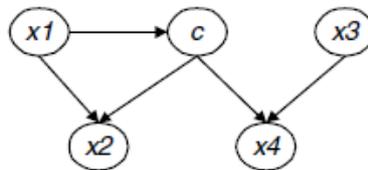


圖 8 貝氏網路(GBN)範例

資料來源：Cheng et al.[38]

本模型的目的是在於發掘變數之間的相依關係與因果關係，雖然對於變數間的關係無任何限制，然而對此模型而言變數無分類變數或屬性變數之分，並非以預測特定變數的條件機率為導向，故用於預測時其準確率未必較其他分類器高[7]，

其後驗機率如式(4)所示[8]。

$$P(C|X) \propto P(C|pa(C)) \prod_{i=1}^n p(x_i|pa(x_i)) \quad (4)$$

pa(C) : 分類變數 C 的親代節點集合

pa(x<sub>i</sub>) : 屬性變數 x<sub>i</sub> 的親代節點集合

n : 屬性變數個數

(3) 樹狀擴增樸素貝氏分類器 (Tree-augmented naïve Bayes, TAN)

本模型允許每個屬性變數除了有分類變數 C 為親代變數 (parent) 外，可有最多有一個其他屬性變數做為親代變數，其分類變數的後驗機率如式(5)所示[8]。[41]。

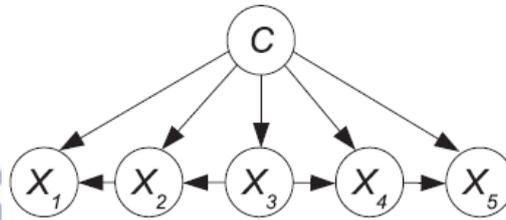


圖 9 TAN 範例

資料來源：Bielza et al.[8]

$$P(C|X) \propto P(C)P(x_r|C) \prod_{i=1, i \neq r}^n p(x_i|pa(C, x_{j(i)})) \quad (5)$$

$$\{x_{j(i)}\} = pa(x_i) \setminus C, i \neq r$$

x<sub>r</sub> : 親代變數只有 C 的屬性變數

x<sub>j(i)</sub> : 屬性變數 x<sub>i</sub> 的親代變數集合 (去除 C)

n : 屬性變數個數

(4) 貝氏網路擴增樸素貝氏分類器 (Bayesian network-augmented naïve Bayes, BAN)

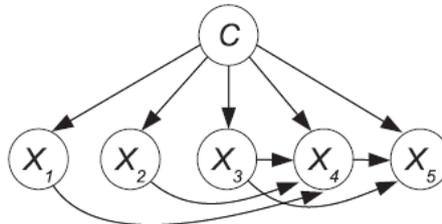


圖 10 BAN 範例

資料來源：Bielza et al.[8]

此模型結合樸素貝氏分類器與貝氏網路之特色，所有屬性變數皆為分類變數的子代節點，且無屬性變數條件獨立的限制，允許屬性變數發展貝氏網路，其分

類變數的後驗機率如式(6)所示[8]。

$$P(C|X) \propto P(C) \prod_{i=1}^n p(x_i|pa(x_i)) \quad (6)$$

以下整理上述四種分類器之優劣(表 1)。由於我們感興趣的分類變數其機率僅和該變數的馬可夫毯(Markov Blanket)有關，即變數的子代節點、親代節點與子代節點的親代節點(配偶節點)所組成的集合稱之，當馬可夫毯內所有變數已知時，則該變數與馬可夫毯外的任何變數獨立[5]。而 Naïve Bayes、BAN 和 TAN 分類變數的馬可夫毯皆為全部的屬性變數，對於預測分類變數無差別，故本研究選擇 Naïve Bayes 與 GBN 作為預測模型。

表 1 分類器優缺點比較

	Naïve Bayes	TAN	BAN	GBN
無限制屬性變數間獨立			V	V
可篩選屬性變數				V
分類變數必為屬性變數之親代	V	V	V	
預測導向	V	V	V	

資料來源：本研究整理

### 2.3.2 結構學習(Structure Learning)

BAN 和 GBN 的模型有個共同特點，在於必須決定節點(node)間的連線(arc)與否和方向，也就是變數間的相依關係，而建立連線的過程稱為結構學習。結構學習主要可分為兩類：1.限制式基礎 2.分數基礎[37]，以下分別介紹。

#### (1)限制式基礎(Constraint-based)

此類演算法主要分為兩階段，第一階段目的為得到一不具方向性的網路，起始解為所有節點之間彼此存在不含方向性的連線(full graph)，接著對所有任兩變數做條件獨立檢定，若兩變數X,Y在其他變數Z固定的情形下顯著獨立，則移除兩變數(節點)的連線，最後得到無方向性的網路(casual graph; skeleton)。較常使用的統計量為 Mutual information(式(7))或 Pearson's  $\chi^2$ (式(8)) [42]，再以 asymptotic  $\chi^2$  檢定變數 X 與 Y 是否條件獨立[43]:

$$MI(X, Y|Z) = \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C \sum_{k=1}^L \frac{n_{ijk}}{n} \log \frac{n_{ijk}n_{..k}}{n_{i..k}n_{.jk}} \quad (7)$$

$$\chi^2(X, Y|Z) = \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C \sum_{k=1}^L \frac{(n_{ijk} - m_{ijk})^2}{m_{ijk}}, \quad m_{ijk} = \frac{n_{i \cdot k} n_{\cdot jk}}{n_{\cdot \cdot k}} \quad (8)$$

(R, C, L) :	變數集合(X, Y, Z)之狀態數
$n_{ijk}$ :	變數集合(X, Y, Z)之狀態為(i, j, k)的樣本數
$n_{i \cdot k}$ :	變數集合(X, Z)之狀態為(i, k)的樣本數
$n_{\cdot jk}$ :	變數集合(Y, Z)之狀態為(j, k)的樣本數
$n_{\cdot \cdot k}$ :	變數集合Z之狀態為k的樣本數

第二階段則是要決定連線的方向性，在得到一不具方向性的網路後，有三大步驟：1.若兩變數 $x_i, x_j$ 的共同鄰居 $x_k \notin S_{x_i x_j}$ <sup>2</sup>，則給予連線方向 $x_i \rightarrow x_k \leftarrow x_j$ 。2.若 $x_i, x_j$ 相鄰且有一條順向路徑從 $x_i$ 通至 $x_j$ ，則給予連線 $x_i \rightarrow x_j$ 。3.若 $x_i, x_j$ 不相鄰但有連線 $x_i \rightarrow x_k - x_j$ ，則給予連線 $x_k \rightarrow x_j$ 。

#### (2)分數基礎(Score-based)

此類演算法機制為給予網路一個分數(score)，利用啟發式演算法(較常使用的演算法為貪婪搜尋法(Greedy search algorithms)，如爬山演算法(Hill-climbing)和禁忌演算法(Tabu search)[37])。從起始解為無任何連線的網路(empty graph)  $G_0$ 出發，接著選取任兩節點 $x_i, x_j$ 做有方向性的連線，若連線可改善分數則更新為目前最佳解 $f_G$ ，並繼續尋找下一鄰近解，而產生鄰近解的方式有三：1.增加一有方向連線 2.刪除一有方向連線 3.更改一連線之方向，若這三方式中改善分數最多者較目前最佳解優，則更新目前最佳解，重複以上步驟直到無法更新分數為止[44]，圖 11 為爬山演算法之流程。

<sup>1</sup> 與 $x_i, x_j$ 皆有連線，則稱為共同鄰居，即連線 $x_i - x_k - x_j$ 。

<sup>2</sup>  $S_{x_i x_j}$ 為一變數集合，該集合的變數固定時變數 $x_i, x_j$ 獨立。獨立定義為 $P(x_j | x_i, S_{x_i x_j}) = P(x_j | x_i)$ [42]。

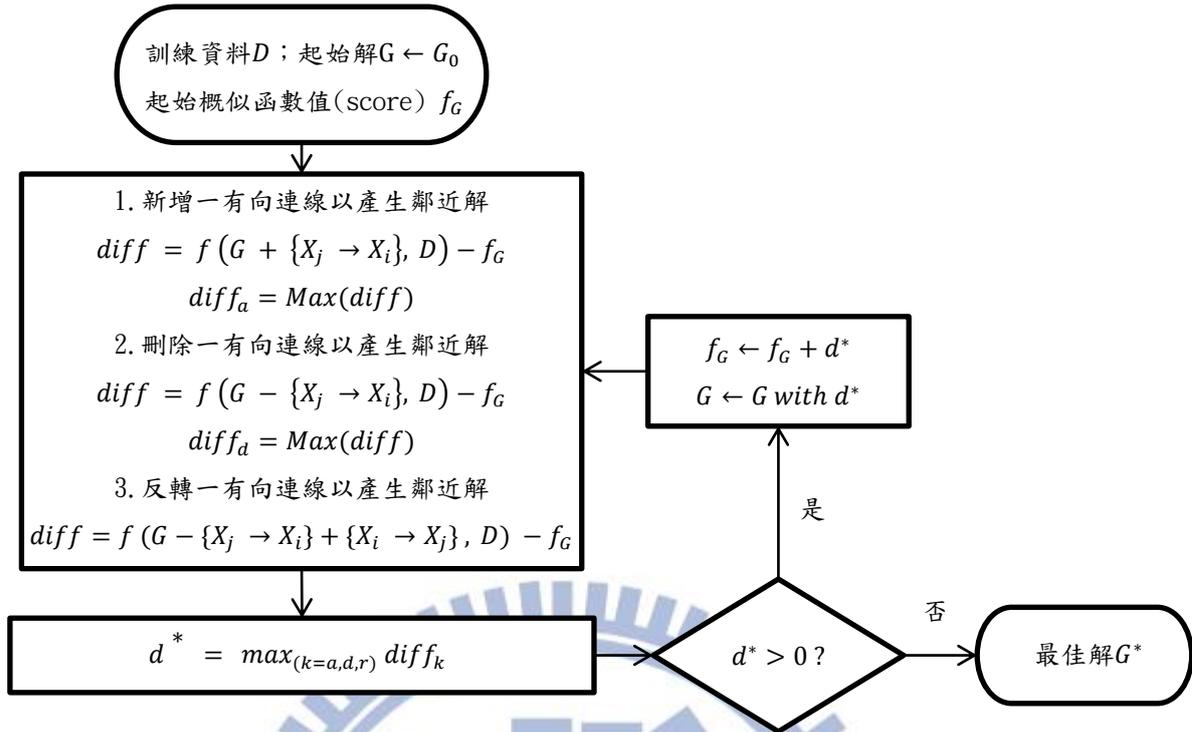


圖 11 爬山演算法之流程

資料來源：Gómez et al.[44]，本研究繪製

在分數基礎裡面，分數較常使用的為 AIC(Akaike Information Criterion)與 BIC(Bayesian Information Criterion)兩種，其通式如式(9)所列，前項為網路的概似函數，後項為參數個數與懲罰函數之乘積，當懲罰函數  $w = 1$  時即為 AIC，而  $w = \frac{\log n}{2}$  時則為 BIC( $n$  為變數個數)：

$$S_D \mathcal{G} = \max_{\theta} L_{G,D}(\theta) - t(\mathcal{G}) * w \quad (9)$$

$S_D(\mathcal{G})$  : 網路  $\mathcal{G}$ ，資料集合  $D$  的分數  
 $L_{G,D}(\theta)$  : 網路  $\mathcal{G}$ ，資料集合  $D$  的概似函數  
 $t(\mathcal{G})$  : 參數個數  
 $w$  : 懲罰函數

概似函數  $L_{G,D}(\theta)$  如式(10)所示：

$$L_{G,D}(\theta) = \log \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^{r_{\Pi_i}} \prod_{k=1}^{r_i} \theta_{ijk}^{n_{ijk}} \quad (10)$$

$$\theta_{ijk} = \frac{n_{ijk}}{n_{ij}} = \frac{\text{變數 } i \text{ 在親代變數組合為 } j \text{ 時狀態 } k \text{ 的樣本數}}{\text{變數 } i \text{ 在親代變數的狀態組合為 } j \text{ 時狀態 } k \text{ 的樣本數}}$$

$n$ :	變數個數
$r_i$ :	變數 $i$ 的狀態數
$\Pi_i$ :	變數 $i$ 的親代變數集合
$r_{\Pi_i}$ :	變數 $i$ 的親代變數的狀態組合數
$n_{ij}$ :	變數 $i$ 在親代變數的狀態組合為 $j$ 時的樣本數
$n_{ijk}$ :	變數 $i$ 在親代變數的狀態組合為 $j$ 時，狀態 $k$ 的樣本數

參數個數 $t(G)$ 如式(11)所示：

$$t(G) = \sum_{i=1}^n (r_{\Pi_i}(r_i - 1)) \quad (11)$$

貝式網路優點之一在於可融入人為邏輯之判斷與該領域之專業知識，建立不可成立之連線的「黑名單」(blacklist)，或一定要成立的連線的「白名單」(whitelist)，使模型與實際情形更加相符，例如節點之間具有時間先後關係的情況[32]，或是以專業知識判斷連線的必要性與方向[45]。由於爬山搜尋法可透過尋優直接得出結構，因此本研究擬用此結構學習法，搭配多次隨機擾動與重新選擇起始解的方式避免演算法陷入區域最佳解。

## 2.4 MDCEV 模型

多重離散—連續選擇極值模型(multiple discrete-continuous extreme value, MDCEV)首先由 Bhat(2005) [4]提出，適用於決策者需選擇一或多個方案，並在預算限制下決定投入各方案預算的情境，例如購買車型選擇與車型之駕駛里程分配、活動類型選擇與活動時間分配。其效用函數如式(12)：

$$U = \sum_{j=1}^K \varphi(x_j, \varepsilon_j)(t_j + \gamma_j)^{\alpha_j} \quad (12)$$

- $j$  : 活動  $j, j = 1 \sim K$
- $\varphi(x_j, \varepsilon_j)$  : 活動  $j$  之效用
- $t_j$  : 活動  $j$  之時間
- $\gamma_j$  : 轉換參數
- $\alpha_j$  : 效用遞減參數

$\varphi(x_j, \varepsilon_j)$ 所表示之效用為基本效用(base utility)，即未花費任何時間於活動 $j$ 時，活動 $j$ 帶給決策者的效用。轉換參數 $\gamma_j$ 意指決策者是否可以不把時間投入活動 $j$ ，若 $\gamma_j=0$ 則決策者必投入時間於活動 $j(t_j > 0)$ ，若 $\gamma_j \neq 0$ 則決策可決定不從事活動 $j(t_j \geq 0)$ 。而設置效用遞減參數 $\alpha_j$ 的用意為當決策者投入邊際時間於活動時，獲得的效用將遞減，當 $\alpha_j$ 接近0時效用遞減快速、飽足效應高(satiation effect)；而當 $\alpha_j$ 接近1時邊際效用遞減緩慢、飽足效應低。此外，為確保 $0 < \alpha_j \leq 1$ 且使不同決策者具有不同之 $\alpha_j$ ，Bhat將 $\alpha_j$ 以 $1/1 + \exp[-(\theta_j y_j)]$ 表示， $y_j$ 是活動 $j$ 獨立變數，

$\theta_j'$  為對應的參數。活動之效用  $\varphi(x_j, \varepsilon_j)$  分為可觀察與隨機之效用兩部分，可觀察之效用為活動  $j$  的變數之線性組合  $\beta x_j$ ，且為確保  $\varphi(x_j, \varepsilon_j) > 0$ ，故將  $\varphi(x_j, \varepsilon_j)$  以式(13)方式處理：

$$\varphi(x_j, \varepsilon_j) = \exp(\beta x_j + \varepsilon_j) \quad (13)$$

$\beta x_j$  : 活動  $j$  之可觀察效用  
 $x_j$  : 活動  $j$  與決策者的相關變數  
 $\varepsilon_j$  : 活動  $j$  之隨機效用

由式(12)與(13)可將效用函數改寫，結合時間限制如式(14)所示：

$$\begin{aligned} \max: \tilde{U} &= \sum_j [\exp(\beta x_j + \varepsilon_j)] (t_j + \gamma_j)^{\alpha_j} \\ \text{s.t.} &: \sum_{j=1}^K t_j = T \\ T &: \text{可用的總時間} \end{aligned} \quad (14)$$

接著利用拉格朗乘數(Lagrangian multiplier)將時間限制放入目標式，對各活動  $j$  進行一階微分求解，求得最佳的時間分配如式(15)所示，對於有被從事的活動  $j$  而言( $t_j^* > 0$ )其邊際效用相等，即為  $\lambda$ ；若活動  $j$  未被從事( $t_j^* = 0$ )則其邊際效用小於  $\lambda$ ：

$$\begin{aligned} [\exp(\beta x_j + \varepsilon_j)] \alpha_j (t_j^* + \gamma_j)^{\alpha_j - 1} - \lambda &= 0, \text{ 若 } t_j^* > 0 \\ [\exp(\beta x_j + \varepsilon_j)] \alpha_j (t_j^* + \gamma_j)^{\alpha_j - 1} - \lambda &< 0, \text{ 若 } t_j^* = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

$t_j^*$  : 活動  $j$  之最佳時間分配

對於活動  $1(j=1)$  而言，式(15)可透過取自然對數改寫成式(16)：

$$\begin{aligned} V_j + \varepsilon_j &= V_1 + \varepsilon_1, \text{ 若 } t_j^* > 0, j = 2 \sim K \\ V_j + \varepsilon_j &< V_1 + \varepsilon_1, \text{ 若 } t_j^* = 0, j = 2 \sim K \\ V_j &= \beta x_j + \ln \alpha_j + (\alpha_j - 1) \ln(t_j^* + \gamma_j), j = 1 \sim K \end{aligned} \quad (16)$$

$\varepsilon_j$  的分配部分，假設  $\varepsilon_j$  彼此之間獨立且也與  $x_j$  獨立，並符合極值分配。由於決策者必至少從事一個活動，故將活動 1 設定為必從事之活動，在給定  $\varepsilon_1$  的情況下，決策者從全部  $K$  種活動中選擇活動編號 2 到  $M$  從事的機率如式(17)所示， $g$  為標準極值密度函數、 $G$  是標準極值分配、 $J$  為 Jacobian Matrix。

$$\begin{aligned} P(t_2^*, t_3^*, \dots, t_M^*, 0, 0, \dots, 0) | \varepsilon_1 \\ = \left[ \left( \prod_{i=2}^M g(V_1 - V_i + \varepsilon_1) \right) |J| \right] \times \left[ \prod_{s=M+1}^K G(V_1 - V_s + \varepsilon_1) \right] \end{aligned} \quad (17)$$

$$J_{ih} = \partial[V_1 - V_{i+1} + \varepsilon_1] / \partial t_{h+1}^*, \quad i, h = 1, 2, \dots, M-1$$

U經計算後可轉化為式(18)，詳細推導過程可參考 Bhat(2005)[4]：

$$U = \left( \prod_{i=1}^M c_i \right) \left( \sum_{i=1}^M \frac{1}{c_i} \right), \quad c_i = \frac{1 - \alpha_i}{t_i^* + \gamma_i} \quad (18)$$

由式(17)和(18)我們可計算出決策者選擇活動 1,2,...,M 從事，分別投入時間  $t_2^*, t_3^*, \dots, t_M^*$  的機率為(式(19))：

$$P(t_2^*, t_3^*, \dots, t_M^*, 0, 0, \dots, 0) = \left[ \prod_{i=1}^M c_i \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M \frac{1}{c_i} \right] \left[ \frac{\prod_{i=1}^M e^{V_i}}{(\sum_{j=1}^K e^{V_j})^M} \right] (M-1)! \quad (19)$$

Bhat(2008)[46]擴增 Bhat(2005) [4]的限制，允許不同的活動或商品擁有各自的價格，當各類商品價格相同時，所使用之效用函數與預算限制如式(20)所示：

$$\max: \tilde{U} = \sum_j \frac{\gamma_j}{\alpha_j} [\exp(\beta z_j + \varepsilon_j)] \cdot \left[ \left( \frac{x_j}{\gamma_j} + 1 \right)^{\alpha_j} - 1 \right] \quad (20)$$

$$\text{s.t.: } \sum_{j=1}^K e_j = E$$

$$e_j = p_j x_j; p_j = p$$

$z_j$ ：活動 j 與決策者的相關變數

$E$ ：可用的總預算(時間)，即 T

$e_j$ ：投入商品 j 之預算

$p_j$ ：商品 j 之單價

$x_j$ ：商品 j 之購買量

上述效用函數的最佳時間分配如式(21)所示，如同 Bhat(2005)一樣，商品或活動 1 為必選擇的方案，而  $\varepsilon_j$  亦服從極值分配並獨立於獨立變數  $z_j$  (即 Bhat(2005)的  $x_j$ )，若不同商品間具有不同價格時，則  $\varepsilon_j$  需引入一規模參數  $\sigma$  (式(22))：

$$V_j + \varepsilon_j = V_1 + \varepsilon_1, \quad \text{若 } e_j^* > 0, \quad j = 2 \sim K$$

$$V_j + \varepsilon_j < V_1 + \varepsilon_1, \quad \text{若 } e_j^* = 0, \quad j = 2 \sim K$$

$$V_j = \beta z_j + (\alpha_j - 1) \ln \left( \frac{e_j^*}{\gamma_j p_j} + 1 \right) - \ln p_j, \quad j = 1 \sim K \quad (21)$$

$$\max: \tilde{U} = \sum_j \frac{\gamma_j}{\alpha_j^*} \{ \exp[\sigma(\beta z_j + \varepsilon_j)] \} \cdot \left[ \left( \frac{x_j}{\gamma_j} + 1 \right)^{\alpha_j} - 1 \right] \quad (22)$$

$$\text{s.t.: } \sum_{j=1}^K e_j = E$$

$$e_j = p_j x_j$$

$z_j$ ：活動 j 與決策者的相關變數

$E$ ：可用的總預算(時間)，即 T

- $e_j$  : 投入商品  $j$  之預算  
 $p_j$  : 商品  $j$  之單價  
 $x_j$  : 商品  $j$  之購買量

上述效用函數求解如式(23)所示：

$$\begin{aligned}
 V_j^* + \sigma \varepsilon_j &= V_1^* + \sigma \varepsilon_1, \text{ 若 } e_j^* > 0, j = 2 \sim K \\
 V_j^* + \sigma \varepsilon_j &< V_1^* + \sigma \varepsilon_1, \text{ 若 } e_j^* = 0, j = 2 \sim K \\
 V_j &= \sigma \beta z_j + (\alpha_j^* - 1) \ln \left( \frac{e_j^*}{\gamma_j p_j} + 1 \right) - \ln p_j, j = 1 \sim K \\
 &= \sigma \beta z_j + \sigma (\alpha_j - 1) \ln \left( \frac{e_j^*}{\gamma_j p_j} + 1 \right) - \ln p_j, j = 1 \sim K
 \end{aligned} \tag{23}$$

在本研究的情境中，由於方案為活動類型，方案間不具不同價格的特性，故在使用 MDCEV 時將  $p_j$  設為 1。

本章首先比較 ABM 與本研究應用情境在活動架構上之異同，接著回顧了 ABM 在一日旅次鏈中活動型態選擇和時段選擇，活動型態包含主要活動、次要活動旅程個數以及主要活動旅程的選擇，而時段選擇則有兩種方式，一是先決定主要活動旅程橫跨的時段，再選擇次要旅程的時段[11]，二是先決定主要活動的時段，再往其餘空閒時段安排次要活動[9]。2.2 節整理過去文獻在機場旅客行為的發現，包括活動時間的分配與活動類型的選擇等，並回顧數篇建構機場旅客的活動選擇模型，探討其可以改進之處。2.3 節回顧數種貝氏分類器與其優缺點，以及結構學習之方法。2.4 節回顧 MDCEV 模型，包含效用函數、參數意義與求解方法。第三章則根據第二章的整理提出研究架構與假說，以及選擇模型建立的架構。

### 三、 研究方法

本章介紹本研究所使用的研究方法，包括以下章節：3.1 節說明透過文獻整理提出研究架構、假說與流程，3.2 為問卷之設計， 3.3 說明如何利用群集分析探索不同旅客分群的特質、活動選擇與時間分配本研究的模型。3.4 分兩小節，3.4.1 定義貝氏分類器預測所使用的變數與狀態，3.4.2 介紹貝氏網路與樸素貝氏分類器預測活動類型與活動時間長度的方法；3.5 利用 MDCEV 模型校估各項活動的效用與效用遞減參數。

#### 3.1 研究架構、假說與流程

本節分為三部分，3.1.1 提出研究架構，3.1.2 提出本研究假說 3.1.2 說明本研究各模式的研究流程，包含各模式的研究順序、資料輸入與輸出類型等。

##### 3.1.1 研究架構

本節整理 2.2.2 小節關於機場旅客的活動選擇與時間分配發現，及 2.2.3 小節的選擇模型架構，提出本研究架構。

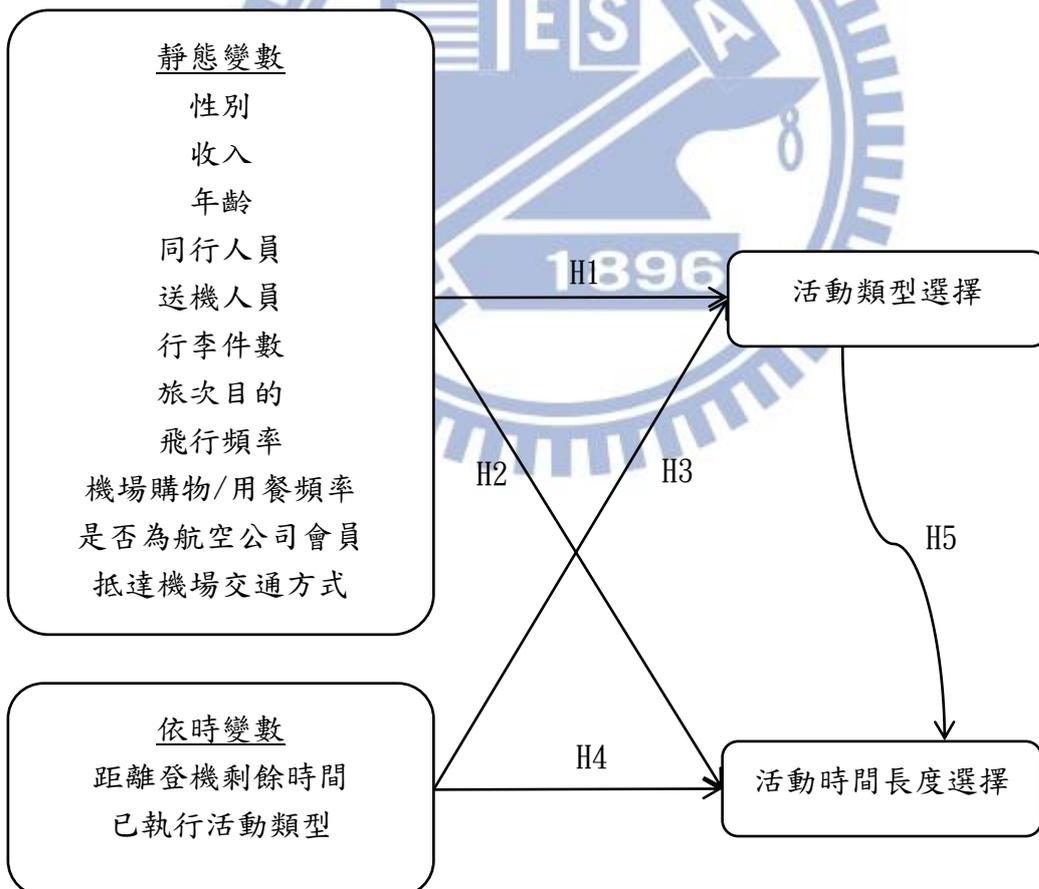


圖 12 旅客變數與活動型態假設

資料來源：本研究繪製

### 3.1.2 研究假說

由圖 12 的研究架構訂定了 5 個假說，以下分項說明。

#### H1：以靜態變數區分活動類型的選擇

Koppelman et al.[47]認為個體在選擇不同特質的購物地點時，個人對服務之偏好與地點可及性會影響對各地點之評等，進而選擇對個體而言最具效用的購物地點，而在 2.2.2 小節中提及的機場旅客行為文獻中，也可知個體的因素與其活動之選擇具相關性。在本研究中將當次旅行旅客在機場活動過程中，不會改變狀態的變數歸類為靜態變數，包括性別、收入、年齡、是否有同行人員、是否有送行人員、行李件數、旅次目的、過去搭機頻率、過去機場購物頻率等，文獻指出這些變數與旅客的活動類型選擇有正相關關係，而本研究欲尋找可用以區分旅客選擇活動類型之旅客靜態變數。表 2 列出活動類型的選擇與傾向從事該活動的靜態變數的狀態。

表 2 H1：活動類型的選擇與其靜態變數之狀態

靜態變數	變數狀態	參考文獻	樣本數	調查地點
購物				
性別	女	Freathy et al.(2012)	301	Dublin
收入	高	Liu et al. (2014)	359	USA
年齡	低	Liu et al. (2014)	359	USA
		Perng et al.(2010)	237	桃園
同行人員	有	Freathy et al. (2012)	301	Dublin
送機人員	有	Freathy et al. (2012)	301	Dublin
		Kalakou et al. (2015)	500	Lisbon
兒童同行	無	Liu et al. (2014)	359	USA
朋友同行	有	呂錦隆&李宗純(2015)	471	Taiwan
行李件數	少	--	--	--
旅次目的	休閒	Freathy et al. (2012)	301	Dublin
過去搭機頻率	低	Liu et al. (2014)	359	USA
		Kalakou et al. (2015)	500	Lisbon
	高(計畫消費)	呂錦隆&李宗純(2015)	471	Taiwan
過去購物頻率	高	呂錦隆&李宗純(2015)	471	Taiwan
在機場活動總時間	長	Castillo-Manzano et al.(2013)	37,226	Spain
餐飲				
收入	高	Liu et al. (2014)	359	USA
同行人員	有	Kalakou et al. (2015)	500	Lisbon
送行人員	有	Castillo-Manzano et al.(2013)	37,226	Spain

靜態變數	變數狀態	參考文獻	樣本數	調查地點
		Liu et al. (2014)	359	USA
		Kalakou et al.(2015)	500	Lisbon
兒童同行	無	Castillo-Manzano et al.(2013)	37,226	Spain
行李件數	少	Liu et al. (2014)	359	USA
旅次目的	探親	Castillo-Manzano et al.(2013)	37,226	Spain
	商務	Pinna et al.(2013)[48]	551	Olbia
在機場活動 總時間	長	Castillo-Manzano et al.(2013)	37,226	Spain

資料來源：本研究整理

註：「-」表示無參考文獻

## H2：以靜態變數區分活動時間長度的選擇

過去文獻中亦發現不同特質的旅客在不同活動類型的時間安排上亦有所差異。表 3 整理各類活動中，從事時間長度較長的靜態變數狀態，指的是具這些狀態特質的旅客從事該項活動時間較長。

表 3 H2：活動類型與其從事時間長度較長的靜態變數狀態

靜態變數	變數狀態	參考文獻	樣本數	調查地點
購物				
性別	女	Freathy et al. (2012)	301	Dublin
同行人員	有	Livingstone et al. (2012)	40	Australia
		Freathy et al. (2012)	301	Dublin
送行人員	有	--	--	--
兒童同行	無	--	--	--
行李件數	少	--	--	--
旅次目的	休閒	Freathy et al. (2012)	301	Dublin
在機場活動 總時間	長	--	--	--
餐飲				
同行人員	有	--	--	--
送行人員	有	--	--	--
旅次目的	休閒	--	--	--
在機場活動 總時間	長	Castillo-Manzano et al.(2013)	37,226	Spain

資料來源：本研究整理

註：「-」表示無參考文獻

### H3：依時變數影響活動類型的選擇

依時變數包含距離登機剩餘時間與已從事之活動類型兩項，Torres et al.[23]發現剩餘登機時間在 45 至 170 分鐘時，休閒旅客的平均消費金額較高，某種程度亦代表在這段時間內休閒旅客從事購物的比例或次數較高，且在機場時間越長則越容易購物；Scholvinck et al.[21]的壓力曲線指出通過安檢後的該段時間，旅客傾向從事消費活動；Freathy et al.[20]則發現 51%的旅客進行 2 次(含)以上消費，其中休閒旅客進行 3 次消費以上的比例不低(34%)；Becker[49]的時間分配理論提到，家戶在進行消費或生產活動時，不同資本在不同時間帶所產生之效用有別，家戶須將不同的資本分配在各時間帶，達到最大化效用，在機場旅客情境中，旅客擁有的資本為所剩時間，以及可帶來效用的各類活動，透過將活動分配在剩餘時間內適當的時間點，達到效用最大。由以上文獻可知依時變數與旅客的活動選擇有關。表 4 列出活動類型的選擇與其相對應的依時變數的狀態。

表 4 H3：活動類型的選擇與其依時變數

活動類型	依時變數	變數狀態	參考文獻
購物	距離登機剩餘時間	長 安檢後	Torres et al.(2005) Scholvinck et al.(2000)
	已從事之活動類型	購物	Freathy et al.(2012)
餐飲	距離登機剩餘時間	長	-
	已從事之活動類型	未飲食	Ma et al.(2012)

資料來源：本研究整理

註：「-」表示無參考文獻

### H4：依時變數影響活動時間長度的選擇

此部分文獻甚少提到，本研究認為當次的旅行經驗與剩餘時間亦會影響下一個自主活動的時間長度，例如受時間限制或壓力而縮短活動長度；Liu et al.[13]指出報到之前、Scholvinck et al.[21]指出安檢之前旅客不傾向進行購物，或是受已從事過的活動影響，如 Ma et al.[31]，則設定模擬環境中的代理人(代表旅客)從事過某類活動後便不會再從事同樣的活動，雖然以上文獻皆是對於活動類型的選擇的研究，但本研究認為旅客傾向從事的活動與該活動的時間長度具相關性，即旅客不傾向從事的活動，其時間長度應會偏短，故提出以下假說：

H4a：剩餘時間與活動時間長度正相關

H4b：已從事該活動與否和該活動下一次被從事的時間長度有差異

### H5：活動類型影響活動時間長度的選擇

各項活動其屬性不同，旅客從事的時間長度亦會有差異，如安檢前的設施使用如 ATM、電信、退稅服務等，其時間長度短，而用餐活動的時間長度則長。

#### 3.1.3 研究流程

本研究首先利用群集分析將各項活動時間長度相近的旅客分群，討論各群旅

客的社會經濟、當次旅行特性，接著使用貝氏網路與樸素貝氏分類器預測活動類型與活動時間長度，最後用線性迴歸校估影響停留時間的變數，以及 MDCEV 模型校估各項活動的效用與效用遞減參數。以下就各模型分別說明資料輸入與輸出類型和建模流程。

### (1) 群集分析

本模型輸入資料為旅客安檢前後各項活動的時間長度，包含安檢前用餐、購物、設施、等候、安檢後用餐、購物、購物(免稅高價店)、等候的時間長度，以及安檢前停留時間、安檢後停留時間取對數；經群集分析後會得到各樣本與距離鄰近的樣本連結後的樹狀圖，接著使用手肘法(elbow method)尋找最適分群數，輸出資料為各樣本的所屬群別(詳見 3.3)。群集分析流程如圖 13 所示。



圖 13 群集分析流程

資料來源：本研究繪製

### (2) 樸素貝氏網路與貝氏網路(下稱分類器)之活動類型與時間預測

活動類型與時間預測首先以一旅客為一樣本，尋找與群別相關之靜態變數預測旅客屬於哪一群別，即找出分群群別的馬可夫毯(見 4.3)。分群預測流程如圖 14 所示。

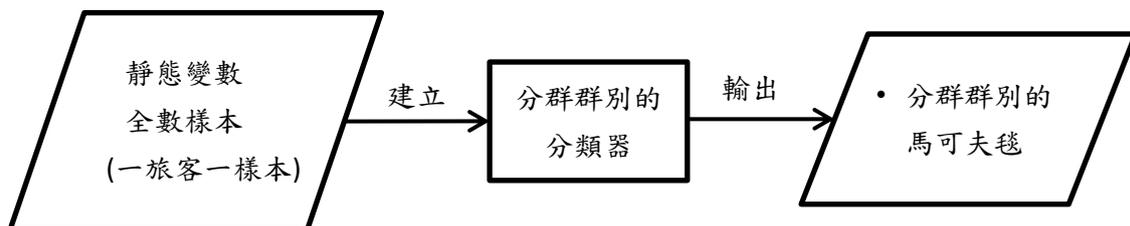


圖 14 分群預測流程

資料來源：本研究繪製

接著做活動類型選擇的預測，分為安檢前與安檢後兩部份。安檢前以一個活動為一筆樣本，用靜態變數、分群別與依時變數預測下一活動為報到、安檢、購物、設施、用餐活動，安檢前活動類型選擇流程如圖 15 所示。安檢後由於沒有程序活動，因此做自主活動類型預測，以安檢後的活動樣本，用靜態變數、分群別

與依時變數預測下一活動為用餐、購物、購物(免稅、高價)或等候。安檢後活動類型選擇流程如圖 16 所示。

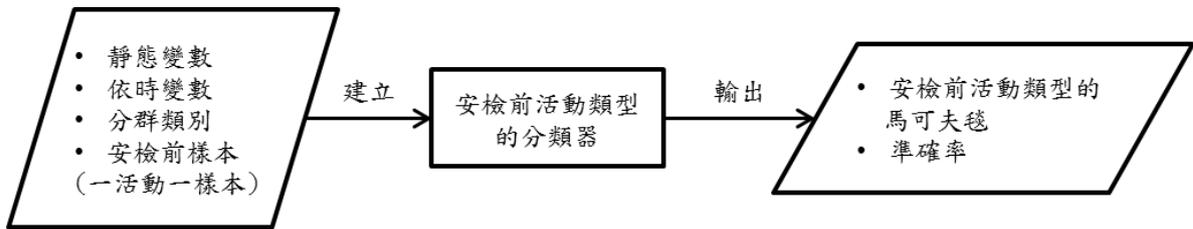


圖 15 安檢前活動類型預測流程

資料來源：本研究繪製



圖 16 安檢後活動類型預測流程

資料來源：本研究繪製

活動類型選擇後進行活動時間預測，安檢前時間預測分為用餐與購物時間長度預測，分別篩選用餐與購物的活動樣本，以靜態變數、依時變數、分群類別預測活動的時間長度(圖 17)。安檢後時間預測則分為用餐與購物時間長度預測，分別篩選用餐、購物、購物(高價)的活動樣本，以靜態變數、依時變數、分群類別預測活動的時間長度(圖 18)。

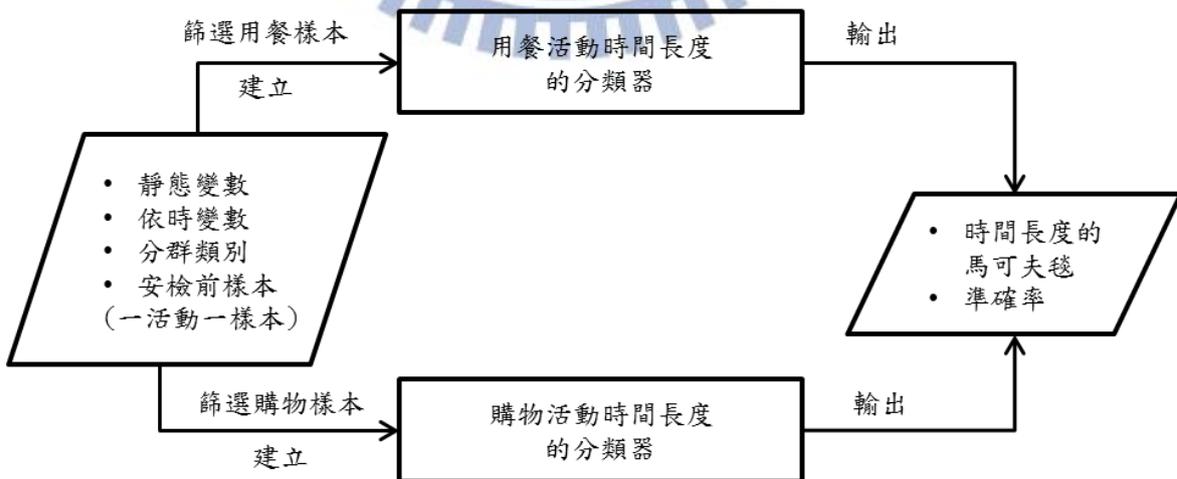


圖 17 安檢前活動時間長度預測流程

資料來源：本研究繪製

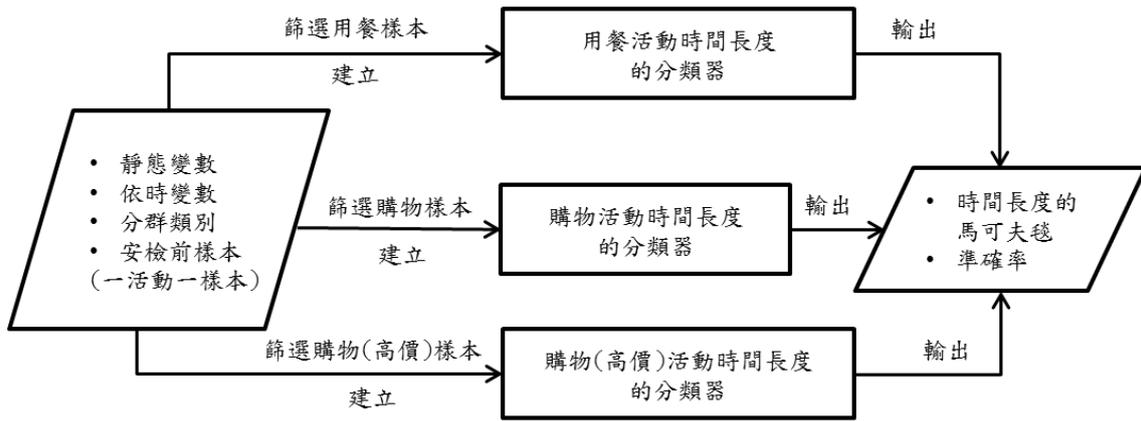


圖 18 安檢後活動時間長度預測流程

資料來源：本研究繪製

### (3)時間迴歸

時間迴歸意在找出與在機場停留時間相關的變數，首先將變數分為社會經濟、搭機經驗、本次航班、旅伴類型、接駁運具、旅次目的與其他變數共 6 類變數，對總停留時間、安檢前停留時間與安檢後停留時間做線性迴歸，再擷取各迴歸中顯著的變數合併，對三種時間迴歸。流程如圖 19 所示。



圖 19 時間迴歸流程

資料來源：本研究繪製

### (4)MDCEV 模型

本分析分為三個模型，分別為安檢前、安檢後、總體 MDCEV 模型。在校估三個模型之前，先用二元羅吉特模型對各類活動建立是否從事的選擇模型，再從各羅吉特模型中擷取顯著變數，加入 MDCEV 模型。安檢前活動有用餐、購物、設施活動，安檢後活動有用餐、購物、購物(免稅高價)活動，總體 MDCEV 模型則有用餐與購物活動兩類。流程如圖 20 所示。

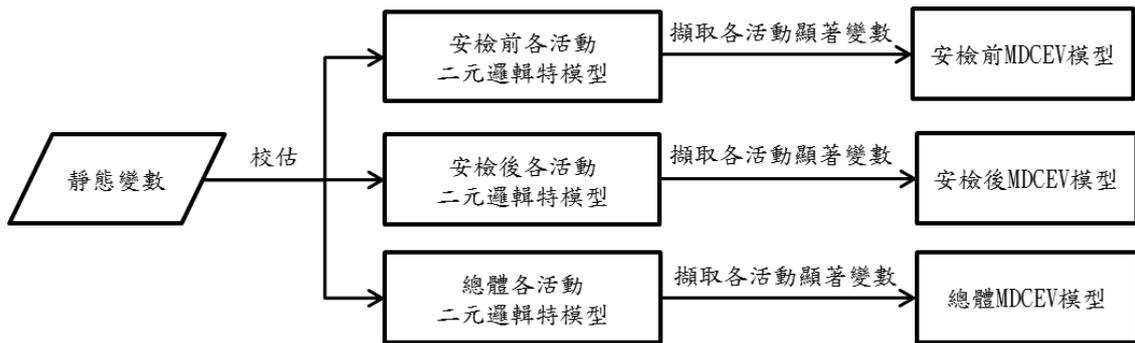


圖 20 MDCEV 模型流程

資料來源：本研究繪製

### (5)總和活動時間長度檢定

本分析探討旅客變數與各活動從事時間的關係，依據旅客變數有二元、次序、連續之不同型態，分別使用 t 檢定、Spearman 次序性相關係數與 Pearson 相關係數檢定。

## 3.2 問卷設計

本節介紹問卷的內容，共分為四部分：航班資料、機場使用經驗、本次在機場之活動描述、個人資料。

### 1.航班資料

此部分問項為旅客登機證上所載之資訊，包含航班編號、登機門編號、登機時間(boarding time)等。

### 2.機場使用經驗

此部分詢問旅客過去三年使用機場的頻率，包含過去三年搭乘飛機的頻率和過去三年使用松山機場國內線及國際線的次數，以及過去機場購物、用餐頻率。

### 3.本次在機場活動之描述

#### (1)程序活動完成之時刻

本部分參考 Liu et al[13]以程序活動劃分旅客在機場內的活動階段，詢問旅客踏入機場、完成報到、完成安全檢查與至登機門等待登機的時刻(幾時幾分)。

#### (2)抵達機場方式

本部分參考 Tam et al.[26]和 Castillo-Manzano et al.[25]，詢問旅客到達機場所需的旅行時間，以及搭乘的運具。

#### (3)行李

本部分參考 Liu et al[13]，詢問旅客託運行李前後，攜帶的行李種類與各類型行李(行李箱、手提袋、背包)件數。

#### (4)機場內活動順序、時間

此部分詢問旅客在機場中造訪各商店和設施的順序及停留時間，以及在各商店是否有購物；後面四題詢問旅客購買的商品種類、大約的消費總額、此次的購物行為是否有事先計畫。

### (5)旅客消費習性

本部分計兩題，詢問旅客近三年在機場購買餐飲和商品的頻率。

### 4. 個人資料

本部分詢問旅客性別、年齡、收入、教育程度、居住地、同行成員組成、是否有送機人員、是否有加入航空公司會員。

## 3.3 群集分析

群集分析以旅客各活動時間長度與安檢前後停留時間作為變數，將旅客分群並探討各群旅客之特性，包含旅客的社會經濟特質、傾向從事的活動類型、活動時間長度等。分為分裂方法(Partitioning Methods)與層級方法(hierarchical methods)兩種，分裂方法為事先指定將資料分類的群數k，再將資料以最小化各組內資料距離總和為目標，將資料分為k群；而層級方法為一無預設分群數量的分析方式，將樣本各個變數的狀態值視為樣本在空間中的位置，樣本之間若距離越近則表示樣本間相似度高，透過距離計算將相似的樣本群聚歸類，接著再將距離接近的群集合併，重複至所有樣本歸類於同一群集為止[50, 51]，本研究擬採用無需事先指定分群數的層級分析，因可較容易觀察在不同分群數下各組內之資料特性，以及決定較適的分群組數。

群集間的距離計算擬採用平均法(式(24))，距離最近的兩個群集(例：A 和 B)即合為一個群集：

$$d_{A,B} = \frac{\sum_{i \in A} \sum_{j \in B} d_{ij}}{n}$$
$$d_{ij} = \sqrt{\sum_k (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (24)$$

$n = ij$ ：群集 A,B 之距離總組數

$x_{ik}$ ：樣本i變數k之值(狀態)

決定分群組數的方法擬使用 Thorndile & Robert[52]提出的 Elbow method 概念，當資料分群的群數越多時，樣本可被所屬分群解釋的變異越多，使各群內變異總和(within-cluster sum of square)變小，但過多的組數卻會造成解讀的困難，因此必須在最小化組數與最小群內變異總和兩者間權衡，透過以分群數對群內變異總和作圖(圖 21)，可找出一特定群數k，當群數大於k後，群內變異總和的遞減率明顯小於群數低於k時的遞減率，則k為最適分群數。

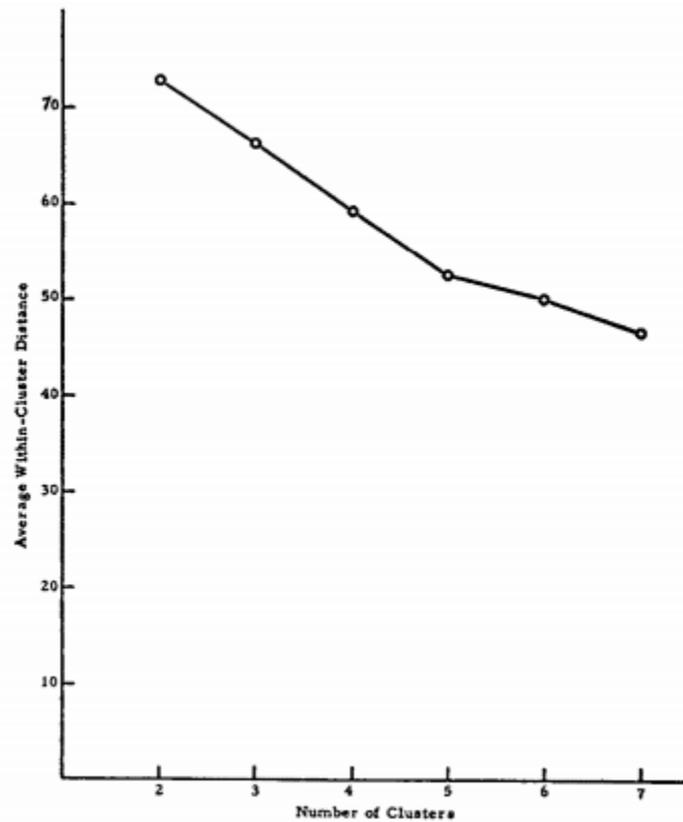


圖 21 分群組數與群內變異之關係  
資料來源：Thorndile & Robert[52]

### 3.4 貝氏分類器活動預測模型

本節分兩部份，3.4.1 定義預測模型使用的變數與其狀態，3.4.2 說明模型的建立方法。

#### 3.4.1 變數與變數狀態定義

本小節定義建立預測旅客的貝氏分類器模型時所使用之變數，共可分為兩類：分類變數(class variable)、屬性變數(attribute)[6]。由於本研究除考慮旅客之靜態屬性外，亦考慮其當次旅行在機場活動的經歷，故屬性變數可再分為靜態變數與依時變數。

靜態變數為旅客的社會經濟特性、過去使用機場的經驗和與當次旅行有關的特性，如抵達機場的交通方式、攜帶行李類型、有無旅伴等，是旅客當次旅行在機場的過程中不會改變的特性；另一方面，依時變數則是當次旅行中會隨著時間遞移而改變的特性，如離登機的剩餘時間長度、已經從事過的活動等，本研究之模型所使用的變數及其狀態如表 5 及表 6 所示，次序或連續性質的變數狀態切割係根據各變數的資料分布，將樣本數量大致均分至 2 或 3 種狀態。

表 5 靜態變數與狀態

性別	男性、女性、其他
月收入(萬)	7 萬(含)以下、7 萬以上
年齡	30(含)以下、31~50、51 以上
教育程度	高中與大學、碩博士
旅行目的	休閒、商務、探親訪友、其他
是否有父母同行	是、否
是否有伴侶或配偶同行	是、否
是否有同學或朋友同行	是、否
是否有小孩同行	是、否
是否有人送行	是、否
託運前行李件數	2 件(含)以下、3 件以上
託運後行李件數	1 件(含)以下、2 件以上
抵達機場交通方式	私人運具、計程車、捷運或公車、高鐵
抵達機場旅行時間	30 分以內、31~60 分、1 小時以上
在機場活動總時間(小時)	1.5 (含) 小時以下、1.5~2 小時、2 小時以上
是否有加入航空公司會員	是、否
過去三年搭乘飛機頻率	3 次以下、4 次以上
過去三年松機搭機次數(國際線)	1 次以下、2 次以上
過去三年機場消費餐飲頻率	每次在機場購買 1 次或以上 每 2-3 次在機場購買 1 次或從未購買
過去三年機場購物頻率	每次在機場購買 1 次或以上 每 2-3 次在機場購買 1 次或從未購買

資料來源：本研究整理

表 6 依時變數與狀態

距離登機剩餘時間(安檢前)	90 分鐘(含)以上、90 分鐘以下
距離登機剩餘時間(安檢後)	60 分鐘(含)以上、60 分鐘以下
已執行活動類型	餐飲、購物(一般商店)、購物(高價、免稅店)、 設施、報到、安檢

資料來源：本研究整理

分類變數為本模型用來預測旅客行為的變數，包含活動類型與活動時間長度，表 7 為分類變數的狀態。本研究的活動類型係參考 Popovic et al.[15] 與 Liu et al.[13]的分類方法，圖 22 展示旅客隨著時間遞移，將在機場從事不同的活動。表 8 則說明各類自主活動的內容，本篇自主活動分類方式係參考 Liu et al. [13]修改。



圖 22 依時活動類型

資料來源：Popovic et al.[15]、Liu et al.[13]，本研究繪製

表 7 分類變數狀態

自主活動類型	單一活動時間長度
餐飲	10 分鐘(含)以下
購物(一般商店)	11 分鐘以上
購物(高價、免稅商店)	
設施	
等待	

資料來源：本研究整理

表 8 自主活動內容

餐飲	超商、餐廳用餐
購物(一般商店)	伴手禮、紀念品店、書店、藥妝、保健食品
購物(高價、免稅商店)	免稅菸酒、珠寶、服裝
設施	退稅、換匯、電信服務、壽險服務、行李服務
等待	座椅休息區、手機充電區、貴賓室

資料來源：本研究整理

### 3.4.2 模型建立

旅客在決定下一步要做的活動時，依個人特質而有所不同，也會考量到當下時間點外在的環境條件，如時間限制和已經從事過的活動類型等，本節將利用貝氏分類器，就安全檢查之前與之後分別建立活動預測模型，建立步驟如下：1.首先使用靜態變數與旅客分群群別建立模型，討論靜態變數與旅客分群群別，以及變數之間的關係(圖 23)。2.將靜態變數和旅客分群變數加入依時變數預測下一進行的活動類型(圖 24)。3.擷取各類活動之樣本，分別建立活動時間長度的預測(圖 25)。

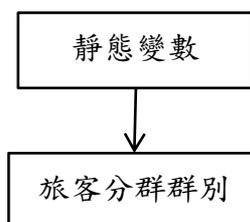


圖 23 活動預測模型架構－旅客分群

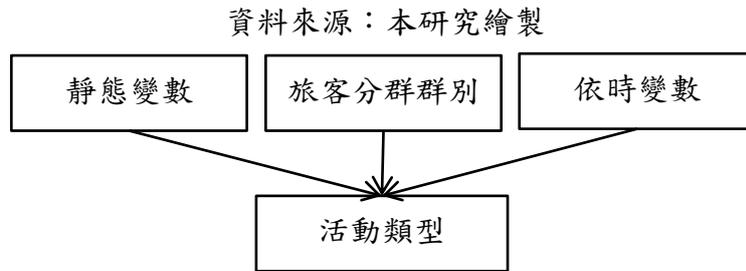


圖 24 活動預測模型架構—活動類型

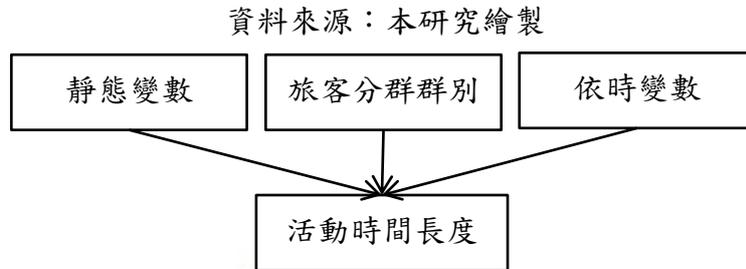


圖 25 活動預測模型架構—活動時間長度

資料來源：本研究繪製

模型的驗證方式為將全樣本資料切為訓練資料與測試資料，利用訓練資料建立模型，再以測試資料驗證模型的預測準確率，本模型之預測績效指標採用預測準確率分類矩陣(classification matrix)(圖 26)計算，該矩陣為一  $n \times n$  的方陣，行與列分別為測試資料的實際狀態與模型預測狀態，位於方陣主對角線上之元素(element)的數值即代表預測與實際狀態一致的資料筆數。

		實際狀態(j)				
		$n_{11}$	$\dots$	$n_{1j}$	$\dots$	$n_{1c}$
預測狀態(i)	1	$n_{11}$	$\dots$	$n_{1j}$	$\dots$	$n_{1c}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$			
	i	$n_{i1}$		$n_{ii}$		
	$\vdots$	$\vdots$			$\ddots$	
		$n_{c1}$				$n_{cc}$

圖 26 分類矩陣

資料來源：本研究繪製

分類變數某特定狀態  $s$  的預測由下列四項組成：

- True positive, TP：預測狀態與實際狀態相同，皆為狀態  $s$  的資料筆數， $n_{ss}$ 。
  - False positive, FP：預測狀態為  $s$ ，但實際狀態非為  $s$  的資料筆數， $\sum_{j \neq s} n_{sj}$ 。
  - True negative, TN：預測狀態非為  $s$ ，且實際狀態也非為  $s$  的資料筆數， $\sum_{i \neq s} \sum_{j \neq s} n_{ij}$ 。
  - False negative, FN：預測狀態非為  $s$ ，但實際狀態為  $s$  的資料筆數， $\sum_{i \neq s} n_{is}$ 。
- 評估分類器預測之指標為準確率(Accuracy)：為模型對整體測試資料預測之正確比例，等於分類矩陣主對角線上元素總和除以方陣所有元素總合(式(25))。

$$\text{準確率} = \frac{\sum_{i=1}^c n_{ii}}{T} \quad (25)$$

T： 測試資料總筆數

c： 分類變數狀態數

$n_{ii}$ ： 分類矩陣主對角線第 i 個元素

### 3.5 MDCEV 模型

多重離散選擇極值模型(multiple discrete-continuous extreme value model, MDCEV)用於決策者需要選擇一或多個方案，並將有限預算分配予方案之情境。本研究之方案即為活動類型，預算即為旅客在機場內活動之時間。

本研究將建立三個 MDECV 模型，分別為安檢前、安檢後，以及安檢前後之旅客活動模型，所使用的效用函數係參考自 Bhat(2008)[46]，如式(26)所列。由於  $\alpha_j$  與  $\gamma_j$  會同時影響活動的飽足效應，無法同時校估<sup>3</sup>，故將轉換係數  $\gamma_j$  固定只校估  $\alpha_j$ ， $\gamma_j = 1$ (Bhat(2008)[46])；效用遞減參數  $\alpha_j$  則限制於  $0 < \alpha_j \leq 1$ 。

$$\begin{aligned} \max: U &= \sum_j \frac{\gamma_j}{\alpha_j} [\exp(\beta x_j + \varepsilon_j)] \cdot \left[ \left( \frac{t_j}{\gamma_j} + 1 \right)^{\alpha_j} - 1 \right] \\ &= \sum_j \frac{1}{\alpha_j} [\exp(\beta x_j + \varepsilon_j)] \cdot [(t_j + 1)^{\alpha_j} - 1] \end{aligned} \quad (26)$$

$x_j$ ： 活動 j 的獨立變數

T： 可用的總時間

$t_j$ ： 投入活動 j 之時間

考慮松山機場實際的設施與商店配置，安檢前所採用之活動類型為設施、用餐、購物(一般商店)、等待活動，安檢後則為用餐、購物(一般商店)、購物(免稅商店)活動和等待活動，本模型使用 R Studio 軟體校估。除了 MDCEV，亦以線性迴歸探討顯著影響旅客在機場總停留與安檢前後停留時間的獨立變數，以及用 t 檢定與相關係數檢定探討從事各類活動時間顯著較長的獨立變數。

<sup>3</sup> 根據式 26， $\alpha_j$  透過指數的方式影響  $t_j$  與  $U$  之關係，而  $\gamma_j$  則是以倍數相乘的方式影響  $t_j$  與  $U$  之關係，兩者皆會影響活動 j 之飽足效應[44]。

## 四、 分析結果

本章共分 4 節，4.1 為問卷資料的敘述統計與概述，以及各旅客變數與活動時間長度的相關係數檢定；4.2 探討利用集群分析將旅客分群的結果，包含活動時間分配與各類群旅客組成；4.3 為利用貝氏分類器，考慮靜態與依時因素預測活動類型選擇與時間長度之結果，以及透過貝氏網路討論各旅客變數間的關聯；4.4 討論線性迴歸、MDCEV 結果。

### 4.1 問卷資料概述

#### 4.1.1 受訪者基本資料與旅次特性資料

問卷於 2018 年 1 月至 3 月份在台北國際航空站針對國際出境旅客進行發放，共計收回問卷 415 份，有效問卷 397 份，回收率 95.7%。此部分包含兩部分：基本資料與旅次特性資料。基本資料包括性別、年齡、教育程度、月收入、居住地、是否為航空公司會員、過去三年於機場飲食頻率、過去三年於機場購物頻率、過去三年搭機頻率、過去三年在台北國際航空站的搭機次數；旅次特性資料包括旅行天數、目的地、旅次目的、同行人數、同行成員類型、是否有送機人員、接駁運具、接駁時間、報到方式。

表 9 整理受訪者基本資料，其中男性佔 52.9%，女性 47.1%；年齡約成鐘形分布，以 41~50 歲(25.2%)與 31~40 歲(24.7%)為前兩大年齡層；教育程度以大學比例最高(61.5%)，其次為碩士(27.7%)；月收入方面以 3~5 萬最多(23.7%)，其次為 11~15 萬和 15 萬以上兩個族群(12.3%)；受訪者的主要居住地以台灣比例最高(57.4%)；51.9%受訪者有加入航空公司會員或常客飛行計畫；過去三年受訪者在機場(不限機場)飲食的頻率，以每次在機場用餐 1 次(33.8%)與每 2~3 次在機場用餐 1 次(26.7%)為最大比例，而購物頻率則以每 2~3 次在機場購買 1 次為大宗(30.0%)，其次為每次在機場購買 1 次以上(28.5%)。過去三年搭機頻率部分，平均每年搭機 5 次以上的受訪者最多(48.1%)；而過去三年在松山機場的搭機次數方面，未曾搭乘過國內線的受訪者最多(84.6%)，國際線亦以未曾搭乘過的受訪者最多(29.7%)，其次為搭乘 5 次(含)以上的旅客(26.4%)。

表 10 整理受訪者當次旅行的特性，目的地以中國最多(86.9%)，其次為日本(10.8%)與韓國(2.3%)；旅次目的方面，以商務旅客最多(49.4%)，其次為休閒(27.7%)與探親訪友(17.4%)；同行人數以單獨旅行的受訪者最多(45.8%)，第二多為兩人同行的旅客(28.7%)。在問卷中同行人數的作答方式為請受訪者填入實際數量，為求表格整理方便於表 10 將部分狀態合併表示，完整分布列於圖 27。同行成員部分，有 27.0%受訪者與同學或同事同行，14.1%與伴侶或配偶同行；20.7%受訪者有親友陪同至航廈內送行；接駁運具部分以搭乘計程車到機場的受訪者最多(42.6%)，其次為自駕前往(26.2%)，總體而言，39.5%受訪者花費 16~30 分鐘從家中或旅館抵達機場，18.4%受訪者花費 31~45 分鐘抵達機場；75.6%受訪者選擇臨櫃報到，11.0%使用自助機報到，13.4%利用網路進行線上報到。

表 9 受訪者基本資料 (N=397)

變數		次數	百分比(%)
性別	男	210	52.9
	女	187	47.1
年齡	19~25 歲	67	16.9
	26~30 歲	54	13.6
	31~40 歲	98	24.7
	41~50 歲	100	25.2
	51~60 歲	52	13.1
	61~70 歲	24	6.0
	71 歲(含)以上	2	0.5
教育程度	高中	32	8.1
	大學	244	61.5
	碩士	110	27.7
	博士	11	2.8
月收入	3 萬(含)以下	71	17.9
	30,001~50,000	94	23.7
	50,001~70,000	72	18.1
	70,001~90,000	33	8.3
	90,001~110,000	29	7.3
	110,001~150,000	49	12.3
	150,001 以上	49	12.3
	居住地	台灣	228
中國		145	36.5
日本		18	4.5
其他(港澳、韓國、美國)		6	1.5
是否有加入航空公司會員或 常客飛行計畫	是	206	51.9
	否	191	48.1
過去三年於機場飲食頻率	每次在機場購買 1 次以上	90	22.7
	每次在機場購買 1 次	134	33.8
	每 2~3 次在機場購買 1 次	106	26.7
	未曾購買	67	16.9
過去三年於機場購物頻率	每次在機場購買 1 次以上	113	28.5
	每次在機場購買 1 次	90	22.7
	每 2~3 次在機場購買 1 次	119	30.0
	未曾購買	75	18.9
過去三年平均每年搭機次數	未曾搭機	7	1.8

變數		次數	百分比(%)
	少於 1 次	17	4.3
	1 次	34	8.6
	2 次	67	16.9
	3 次	48	12.1
	4 次	33	8.3
	5 次(含)以上	191	48.1
過去三年松機搭機次數 (國內線)	0 次	336	84.6
	1 次	25	6.3
	2 次	18	4.5
	3 次	4	1.0
	4 次	3	0.8
	5 次(含)以上	11	2.8
過去三年松機搭機次數 (國際線)	0 次	118	29.7
	1 次	69	17.4
	2 次	54	13.6
	3 次	39	9.8
	4 次	12	3.0
	5 次(含)以上	105	26.4

資料來源：本研究整理

表 10 受訪者旅次特性資料 (N=397)

變數		次數	百分比(%)
目的地	中國	345	86.9
	日本	43	10.8
	韓國	9	2.3
旅次目的	休閒	110	27.7
	商務	196	49.4
	探親訪友	69	17.4
	其他	22	5.5
搭乘航空公司	CI、BR、NH、JL	188	47.4
	其他	209	52.6
同行人數(含受訪者)	1 人	182	45.8
	2 人	114	28.7
	3 人以上	101	25.4
同行成員類型(複選)	父母	28	7.1
	伴侶	56	14.1
	6 歲以下子女	9	2.3

變數		次數	百分比(%)
	6 歲以上子女	27	6.8
	兄弟姊妹、親戚	36	9.1
	同學、同事	107	27.0
是否有親友陪同	有	82	20.7
到航廈內送機	無	315	79.3
抵達機場之接駁運具	私人運具	104	26.2
	計程車	169	42.6
	捷運、公車	99	24.9
	高鐵	25	6.3
抵達機場耗時	15 分鐘以內	64	16.1
	16~30 分鐘	157	39.5
	31~45 分鐘	73	18.4
	45~60 分鐘	38	9.6
	1~1.5 小時	29	7.3
	1.5 小時以上	36	9.1
	報到方式	臨櫃	300
自助機		44	11.1
網路		53	13.3

資料來源：本研究整理

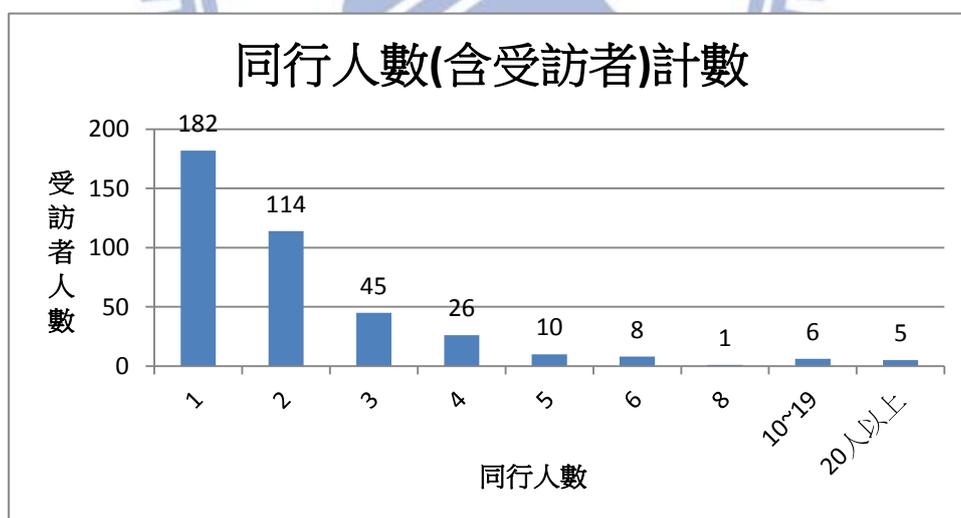


圖 27 同行人數計數

資料來源：本研究繪製

#### 4.1.2 機場內活動型態資料

本問卷詢問旅客當次旅行在台北國際航空站中，造訪各商店與服務設施的順序以及停留時間，表 11 整理安全檢查前後從事各類活動的受訪者數目，以及有從事該活動的旅客之平均從事時間總長度。在通過安全檢查之前，約 82.9% 旅客會

在座椅區等候，平均等候時間為 27.5 分鐘，其次約 31.2%旅客會至超商購買食品或在餐廳用餐，平均時間為 14.6 分鐘，會從事購物活動的旅客則約 21.2%。安檢後約有 6.0%旅客會用餐，平均時間為 16.6 分鐘；會到伴手禮店、書店等商店瀏覽或購買商品的旅客約有 28.0%，平均時間為 12.2 分鐘，與安檢前之購物活動時間長度無異；有至免稅菸酒、化妝品、珠寶店的旅客有 42.6%，停留時間平均 14.1 分鐘。

表 11 安全檢查前後從事各類活動的受訪者數目

	活動類型	從事的受訪者人數 (佔總人數%)	平均從事時間總長度(分鐘)
安檢前	餐飲	124(31.2%)	14.6
	購物(一般商店)	84(21.2%)	11.9
	設施	53(13.4%)	5.9
	等候	329(82.9%)	27.5
安檢後	餐飲	24(6.0%)	16.6
	購物(一般商店)	111(28.0%)	12.2
	購物(免稅商店)	169(42.6%)	14.1
	等候	389(98.0%)	52.8

資料來源：本研究整理

圖 28 安全檢查前停留時間分布整理旅客從踏進機場到完成安全檢查的時間長度。安檢前平均時間為 51.9 分鐘，又以 31~40 分鐘(19.6%)與 21~30 分鐘(17.6%)的受訪者最多；圖 29 則整理旅客通過安全檢查之後到表定登機時間的時間長度，平均時間為 62.8 分鐘，以 1~1.5 小時(31.5%)與 41~50 分鐘(14.4%)的受訪者最多。

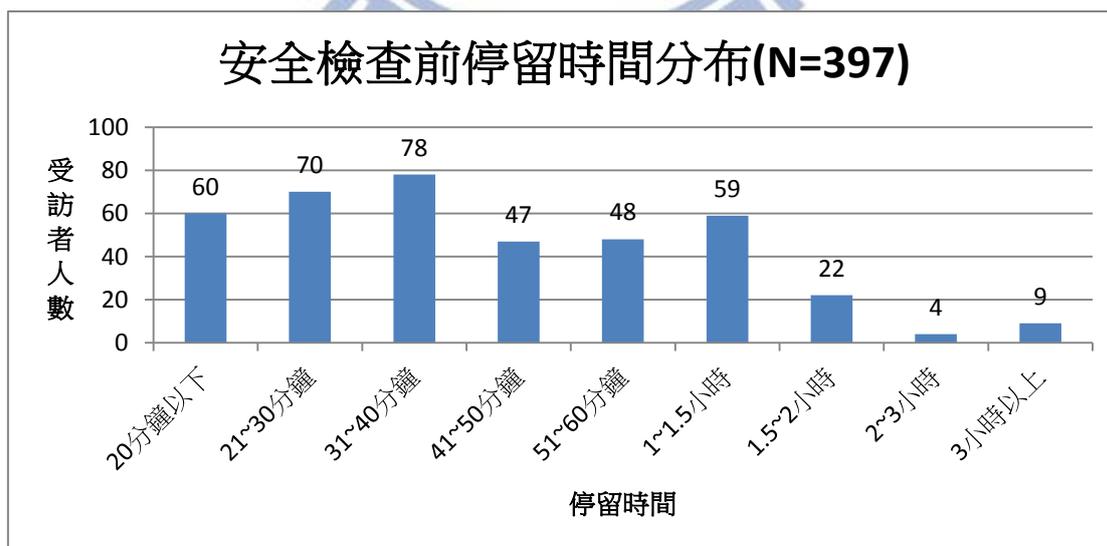


圖 28 安全檢查前停留時間分布

資料來源：本研究繪製

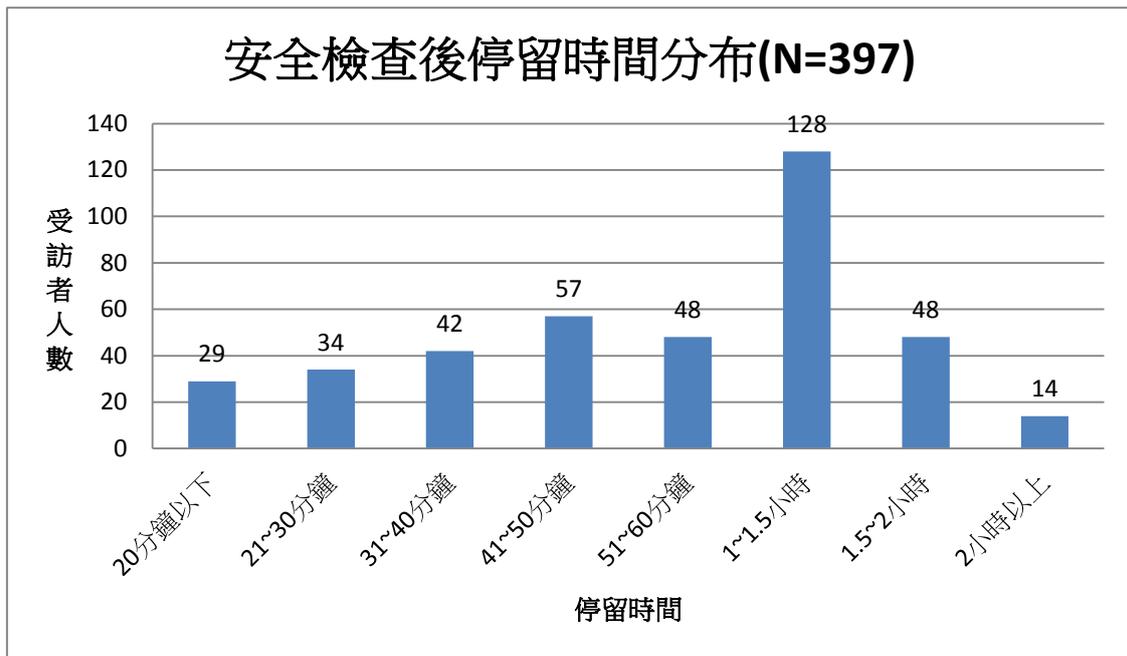


圖 29 安全檢查後停留時間分布

資料來源：本研究繪製

用餐活動部分，本研究首先統計旅客在進入機場至開始在登機門等候登機的期間內，包含各整點時間點的人數，再統計各時間點的旅客中有消費餐飲的比例。由圖 30 知，該期間包含 18 點整的旅客中有消費餐飲的比例最高(44%，4 人)，包含 8、10、12~15、17 點的旅客中皆約 30~40%有消費餐飲。

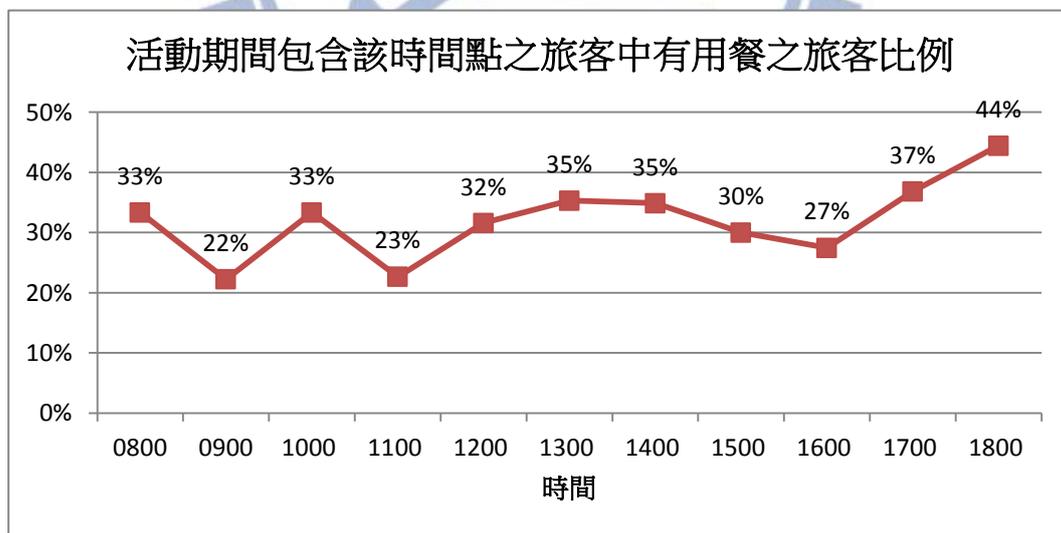


圖 30 活動期間包含該時間點之旅客中有用餐之旅客比例

資料來源：本研究繪製

表 12 整理各種活動類型組合中從事的旅客數最高的前 10 種組合，比例最高的活動類型組合為不從事任何活動之旅客(79 位旅客，佔 19.9%)，其次為僅從事安檢後高價、免稅商店活動的旅客(56 位旅客，佔 14.1%)，比例第 3 至第 9 高的

活動組合中則皆涉及餐飲或購物等消費活動，第 10 種組合則僅從事安檢前設施活動。

表 12 旅客活動類型選擇組合

安檢前	安檢後	旅客數	比例
餐飲 購物 設施	餐飲 購物 購物 (免稅)		
		79	19.9%
	V	56	14.1%
V		37	9.3%
	V	23	5.8%
V		21	5.3%
	V V	17	4.3%
V		16	4.0%
	V V	14	3.5%
V	V	12	3.0%
	V	11	2.8%

資料來源：本研究整理

#### 4.1.3 總和活動時間檢定

有別於 4.3.4 的單一活動時間預測，本小節探討與各類活動總和的時間長度顯著相關的旅客變數，首先依照變數的資料型態可分為二元、次序、連續等 3 種，分別使用獨立樣本 t 檢定、Spearman 次序相關係數檢定、Pearson 相關係數檢定，檢定二元性變數的兩族群的各類活動時間是否有顯著差異，以及各次序、連續變數與各類活動時間的相關係數是否顯著異於 0，變數資料型態列於表 13。

表 13 變數資料型態

二元(binary)	次序(ordinal)	連續(continuous)
目的地為中國	過去搭機頻率	松機國際線搭機次數
使用臨櫃報到	過去在機場飲食頻率	到機場行李件數
自駕前往機場	過去在機場購物頻率	帶上機行李件數
搭計程車前往機場	性別	同行人數
搭捷運或公車前往機場	月收入	航班飛行長度
搭計程車前往機場	年齡	
搭高鐵前往機場	教育程度	
居住地為台灣	抵達機場耗時	
休閒旅次		
商務旅次		
探親訪友旅次		

父母同行 伴侶同行 小孩同行 同事同學同行 家人同行 跟團旅行 有送行人員 加入航空公司會員 用餐時段在機場		
--	--	--

二元型態的變數資料部份，將是否符合該變數條件的樣本分為兩群，對各類活動的從事時間作變異數相異的獨立樣本 t 檢定，探討兩群樣本在活動時間長度上是否有其中一群顯著長於另一群(單尾)。表 14 列出各變數對各活動時間之檢定結果。女性的用餐時間皆顯著長於男性，而安檢前購物亦顯著長於男性，此與 Freathy et al.[20]發現符合；目的地為中國的旅客購物時間亦顯著較長，使用臨櫃報到的旅客則是安檢前購物與設施時間較長；接駁運具部份，搭捷運或公車前往機場的旅客購物時間顯著較短且設施活動顯著較長，而搭高鐵的旅客則是設施活動時間較短但整體購物與用餐時間較長，此應與搭高鐵者在機場停留時間較長有關。

不住台灣的旅客購物與設施活動時間皆顯著較長，此與 MDCEV 的活動選擇結果一致。旅次目的部份，休閒旅次設施活動時間顯著較長但免稅高價店的購物時間較短；商務旅次與休閒旅次相反，設施活動時間顯著較短但免稅購物時間較長，且用餐時間皆較短，而探親旅次的用餐時間則較長。同行成員部份，父母同行者安檢後用餐時間較長但總體購物時間較短；有伴侶或子女同行者用餐時間較長但購物時間較短；同事或同學同行者安檢前購物時間較長，總體而言和家人同行的旅客傾向把時間花在用餐，而和同事或同學同行者則傾向購物。自由行的旅客在安檢後的用餐與購物時間顯著較長，可能與跟團旅客傾向與團員一起等候登機，避免脫隊有關。有加入航空會員的旅客在免稅店與整體購物的時間較長，可能與該群旅客月收入較高有關，此發現與貝氏網路一致。用餐時段(旅客從近機場到於登機門等候之該時間內有跨到 12~13 點或 17~18 點)在機場時用餐時間顯著較長，一方面用餐時段旅客傾向進店用主餐，另一方面可能與該時段餐廳人多，候餐時間較長有關。

表 14 活動時間長度 t 檢定

t 值	安檢前			安檢後			總體	
	用餐	購物	設施	用餐	購物	購物 (免稅)	用餐	購物
性別	1.63*	2.16**	3.20	1.58**	0.68	-1.34	2.24**	0.28
目的地為中國	-0.68	4.84***	-0.69	-0.16	3.10***	1.89**	-0.71	4.05***
使用臨櫃報到	-0.01	2.23**	3.08***	--	--	--	0.27	0.66
自駕前往機場	-0.80	0.82	-0.62	--	--	--	-0.32	0.65
搭捷運或公車前往機場	1.02	-3.31***	1.69*	--	--	--	0.77	-3.65***
搭計程車去機場	-1.23	0.80	-0.86	--	--	--	-1.61*	0.75
搭高鐵去機場	1.27	0.54	-1.78**	--	--	--	1.56*	1.60*
居住地為台灣	0.81	-2.42***	-1.87**	-0.29	-1.78**	-1.68**	0.57	-2.83***
休閒旅次	0.67	-0.76	2.43***	1.20	-0.86	-3.34***	1.25	-2.72***
商務旅次	-1.28*	-0.27	-2.26**	-1.60*	0.97	2.34**	-1.92**	1.84**
探親訪友旅次	1.26*	0.27	-1.07	-0.52	-0.41	1.03	0.98	0.65
父母同行	-0.97	-1.13	0.91	1.76**	-1.05	-0.53	0.91	-1.52*
伴侶同行	2.04**	-2.03**	0.95	0.79	0.13	0.06	2.18**	-0.43
子女同行	1.86**	-1.60*	-0.26	0.49	-2.36**	0.59	2.01**	-0.46
同事同學同行	0.25	2.03**	0.91	-1.78*	-0.63	0.71	-0.43	1.19
家人同行	1.24	-1.71*	1.26	1.63*	-0.69	-0.30	1.95**	-1.12
跟團旅行	-0.71	0.76	-1.10	-3.75***	-1.65*	0.55	-0.40	1.22
有送行人員	-0.11	0.81	0.45	-0.22	0.00	0.75	-0.20	0.08
加入航空公司會員	-0.91	-0.99	-0.38	-0.85	1.43*	3.03***	-1.22	2.17**
用餐時段在機場	3.61***	--	--	0.00	--	--	3.36***	--

p-value: "\*\*\*": <0.01 ; "\*\*": <0.05 ; "\*": <0.1 ; 資料來源：本研究整理

表 15 列出次序性型態變數的相關係數檢定結果，過去搭機頻率越高的旅客設施時間較短但購物時間較長，可能與搭機經驗多的旅客較了解機場環境，較不須預留等候時間而有較多時間投入自主活動有關。過去在機場用餐與購物頻率越高的旅客用餐與購物時間顯著較長；年齡低的旅客設施活動時間較長而年齡較長的旅客則購物時間較長，根據貝氏網路結果年齡與月收入有正向關係，有這兩項特質的旅客皆有較長購物時間。抵達機場耗時時間越長則用餐時間較長，可能原因為該群旅客在機場的停留時間較長，預留時間在機場用餐有關。

表 15 Spearman 次序相關係數檢定

ρ值	安檢前			安檢後			總體	
	用餐	購物	設施	用餐	購物	購物 (免稅)	用餐	購物
過去搭機頻率	0.02	-0.03	-0.07*	0.03	0.23***	0.17***	0.03	0.20***
過去在機場 飲食頻率	0.17***	--	--	0.18***	--	--	0.23***	--
過去在機場 購物頻率	--	0.17***	--	--	0.07*	0.34***	--	0.30***
年齡	0.05	-0.03	-0.10**	0.06	0.12**	0.09*	0.06	0.11**
月收入	-0.02	0.06	-0.07	0.07*	0.08**	0.10**	0.01	0.07*
教育程度	0.00	0.00	0.03	0.06	0.07	-0.04	0.05	0.00
抵達機場耗時	0.07*	-0.01	0.00	0.01	-0.05	0.06	0.10**	0.03

p-value:\*\*\*<0.01; \*\*<0.05; \*<0.1; 資料來源：本研究整理

表 16 列出連續型態變數的相關係數檢定結果，松機搭機次數越多的旅客安檢前用餐與安檢後購物時間顯著較長，可能原因為該群旅客對於在松機的安檢前候時間分配和商店分布較有把握，選擇在安檢前先行用餐再過安檢，再於管制區商店進行購物，而搭機次數高亦與高月收入相關，也是購物時間較長的原因之一。同行人數越多則安檢前購物與設施時間較長。

表 16 Pearson 相關係數檢定

ρ值	安檢前			安檢後			總體	
	用餐	購物	設施	用餐	購物	購物 (免稅)	用餐	購物
松機國際線搭機 次數	0.08*	-0.07*	-0.06	0.03	0.10**	0.16***	0.06	0.11**
到機場行李件數	-0.01	0.03	0.05	-0.04	0.00	0.01	-0.03	0.02
帶上機行李件數	-0.03	0.03	0.06	-0.06	0.01	-0.04	-0.05	0.00
同行人數	-0.03	0.09**	0.12**	-0.01	0.01	0.03	-0.03	0.05
航班飛行長度	-0.01	0.06	0.06	0.00	0.00	-0.05	-0.01	-0.01

p-value:\*\*\*<0.01; \*\*<0.05; \*<0.1; 資料來源：本研究整理

本章的 4.1 首先整理了樣本中各旅客屬性的分布、時間分配、活動選擇概況，以及各變數與活動時間長度之相關性檢定；接著 4.2 利用群集分析將活動型態相似的旅客分群，討論各群旅客的組成。4.3 利用樸素貝氏分類器與貝氏網路，以旅客從事的每一筆活動為一樣本，預測下一活動之類型，再擷取各自主活動的樣本，分別建立時間長度的預測；4.4.1 則為對停留時間進行線性迴歸，找出影響停留時

間的顯著變數，4.4.2 則是先以二元羅吉特對各類活動建立模型，得出各項活動的顯著變數，再使用 MDCEV 校估旅客將有限時間分配於各項活動的時間長度傾向，以及傾向從事各活動的旅客特質。

## 4.2 旅客活動型態分群

本節利用階層性群集分析，將活動型態類似的旅客分群，擬以各活動的總從事時間表現旅客對該活動的投入程度，時間越長則表示旅客越傾向做該活動，等於 0 則代表旅客沒選擇該活動。使用的時間包含安檢前後各項活動的總從事時間長度，以及取對數後的安檢前、後停留時間作為描述旅客活動的變數，透過上述變數將旅客分群。圖 31 展示分群組數與群內變異總合(Total within-group sum of square)的關係曲線圖，在組數為 3~5 組時的曲線斜率開始有明顯差異，考慮解讀難易度以及最小化變異後，原欲取 4 作為分群組數，然第 2 組樣本數過大(215 筆)，故最後選擇 5 作為分群組數。

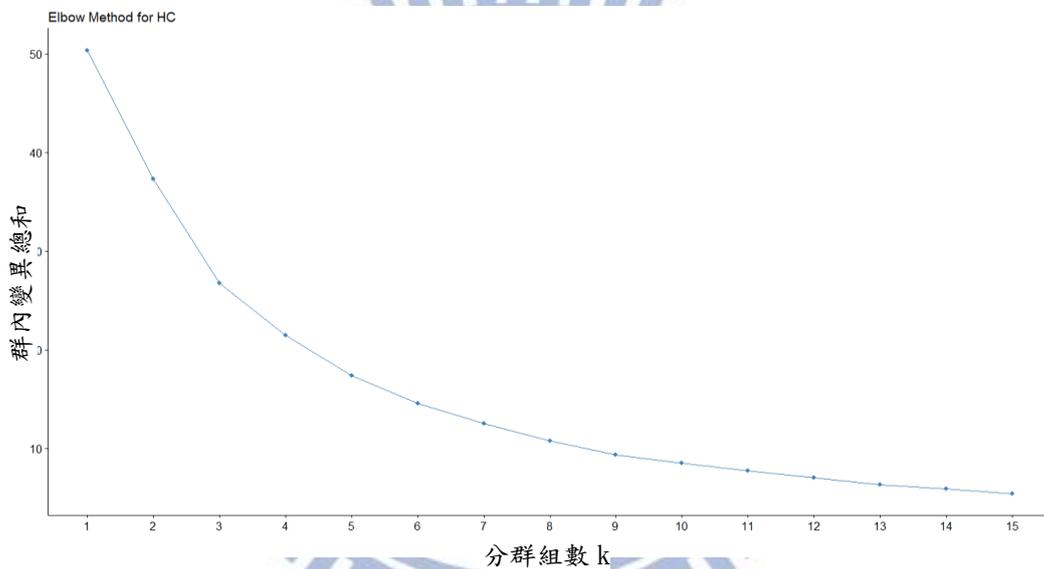


圖 31 分群組數對群內變異總合關係曲線

資料來源：本研究繪製

分群結果的 5 群之樣本數分別為 75、103、110、30、79。首先圖 32 顯示 5 群旅客的安檢前後、總停留時間之平均，第 4 群為總停留時間最長的群別(201 分鐘)，其次為第 2 組之 146 分鐘，總停留時間最少者為第 1 群 79 分鐘；安檢前後時間分配部分，第 1、4 群之安檢前時間長於安檢後時間，在安檢前的時間佔比各為 68% 與 71%；第 2、3、5 群則為安檢後時間長於安檢前時間，在安檢前的時間佔比為 36%、49% 與 22%。變異部份，除第 1 群安檢前時間變異較大外(0.56)，其餘時間之變異皆約落於 0.2~0.4 之間。

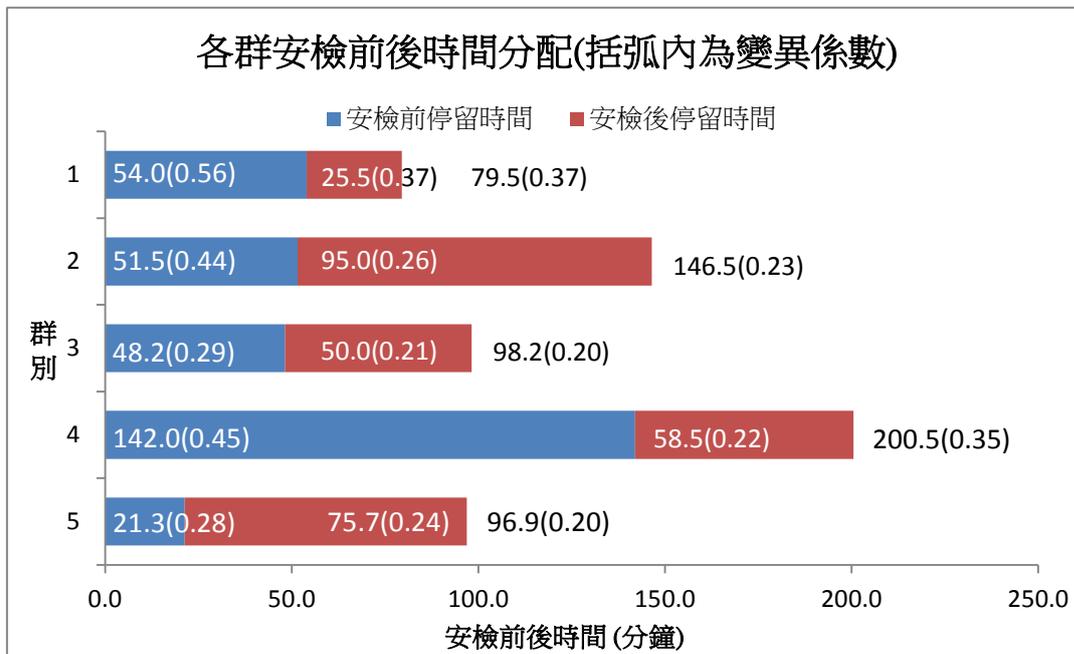


圖 32 各群安檢前後時間分配

資料來源：本研究繪製

表 17 整理各群別中，從事各項活動的樣本數以及佔該群樣本的百分比，第 4 群安檢前用餐比例最高，次高為第 1 群；安檢前購物活動以第 2、4 群比例最高；設施活動第 4 群比例最高，其次為第 3 群。安檢後活動部份，用餐活動以第 4、5 群從事的旅客比例最多；安檢後購物則以第 2 群從事人數最多，其次為第 4 群；免稅或高價店購物活動從事比例則以第 2 群最高，第 3~5 群比例相近，約 43%。

表 17 各群別從事各活動之樣本數與群內佔比

活動類型 群別	安檢前			安檢後		
	用餐	購物	設施	用餐	購物	購物 (高價)
1	28(37.3%)	13(17.3%)	6(8.0%)	1(1.3%)	16(21.3%)	27(36.0%)
2	35(34.0%)	27(26.2%)	12(11.7%)	7(6.8%)	39(37.9%)	50(48.5%)
3	30(27.3%)	24(21.8%)	17(15.5%)	5(4.5%)	27(24.5%)	48(43.6%)
4	18(60.0%)	8(26.7%)	8(26.7%)	3(10.0%)	9(30.0%)	13(43.3%)
5	15(19.0%)	13(16.5%)	8(10.1%)	7(8.9%)	22(27.8%)	34(43.0%)

資料來源：本研究整理

圖 33 統計各分群裡有從事各活動的旅客，花費在該活動的平均時間長度。第 1 群有從事安檢前設施活動的旅客平均時間最長(8.8 分鐘)，第 2 群則是從事安檢前購物、安檢後各項活動者平均時間最長；安檢前用餐則是第 4 群有從事該活動者時間最長(20.5 分鐘)，其次為第 1、2 群(15.5 分鐘)，第 5 群安檢後各項活動平均時間長於安檢前活動之時間長度。

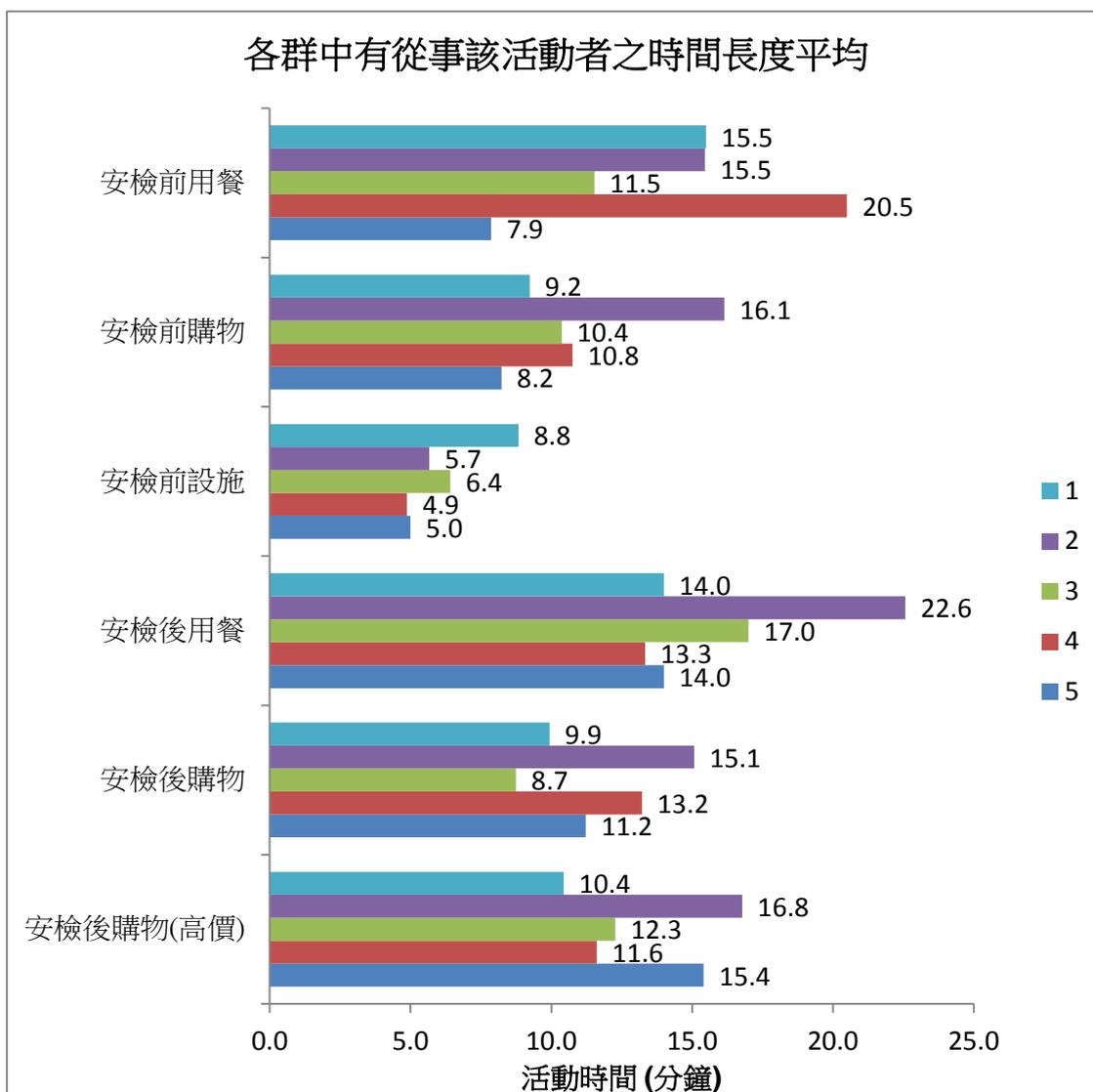


圖 33 各群中有從事該活動者之時間長度平均

資料來源：本研究繪製

表 18 整理各分群的旅客特質組成。性別部份，第 2、5 群以男性為主約占 6 成，第 4 群則是女性較多亦佔 60%；年齡部份第 4 群 31 歲以下的比例最高(40%，12 筆)，其次為第 3 群(35.5%)，51 歲以上則是以第 2、5 群比例最高(24.3%、25.3%)；第 5 群月收入在 7 萬以上的比例最高(49.4%)，次高為第 3 群(40%)。主要居住地部份第 1 群住台灣比例最高(72%)，最低則為第 4 群，僅 26.7% 樣本住台灣。旅次目的部份，第 4 群以休閒旅次為主(56.7%)，其餘四群則以商務旅次為主，探親旅次在第 1 群的比例最高(25.3%)。搭機頻率部份，年均搭機頻率高的群別排序由高至低為第 2、5、1、3、4 群，而松機搭機次數多的群別排序由高至低則為第 5、1、2、3、4 群，可知年均搭機頻率與松機次數多寡大致方向一致，而第 2 群年均搭機頻率雖最高，但松機搭機次數相對於該群的搭機頻率則較少。抵達機場耗時部份，五群皆以 30 分鐘以下為主，第 2 群 1 小時以上的樣本比例最高。抵達機場運具部份，第 1、3 群自駕前往機場比例最高(32.0%、30%)，第 2、4 群搭捷運或公

的比例最高(31.1%、33.3%(10 筆))，第 5 群則以計程車為主。

過去機場用餐頻率部份，第 2、4 群每次購買 1 次(含)以上比例最高(61.2%、60%)，頻率最低的則為第 1、5 群。購物頻率與用餐頻率相似，亦為第 2、4 群每次購買 1 次(含)以上比例最高(53.4%、53.3%)，第 1 群購物頻率最低。到機場時的行李件數部份，第 4 群攜帶 3 件(含)以上的比例最高(36.7%，11 筆)，其餘四群攜帶 3 件(含)以上的比例接近，約為 25% 左右。同行成員部份，五群皆是同事或同學同行比例最高，第 4 群伴侶或子女同行、跟團的旅客比例最高，第 3、4 群有送機人員陪同至航廈內送機比例最高(26.4%、26.7%(8 筆))。第 1、2、5 群單獨旅行比例較高(48%、48.5%、50.6%)，第 5 群有加入航空會員比例最高(67.1%)；第 2、4 群用餐時段在機場比例高，應與其總停留時間長，跨到用餐時段的機率較高。

表 18 各分群之旅客特質組成

群別	1 N=75	2 N=103	3 N=110	4 N=30	5 N=79
性別					
男性	49.3%	59.2%	48.2%	40.0%	59.5%
女性	50.7%	40.8%	51.8%	60.0%	40.5%
年齡					
31 以下	28.0%	28.2%	35.5%	40.0%	25.3%
31~50	56.0%	47.6%	50.9%	40.0%	49.4%
51 以上	16.0%	24.3%	13.6%	20.0%	25.3%
月收入					
7 萬以下	61.3%	60.2%	60.0%	76.7%	50.6%
7 萬以上	38.7%	39.8%	40.0%	23.3%	49.4%
居住地					
台灣	72.0%	49.5%	60.9%	26.7%	60.8%
其他	28.0%	50.5%	39.1%	73.3%	39.2%
旅次目的					
休閒	22.7%	22.3%	30.9%	56.7%	30.4%
商務	50.7%	54.4%	51.8%	20.0%	49.4%
探親訪友	25.3%	18.4%	10.9%	20.0%	17.7%
其他	1.3%	4.9%	6.4%	3.3%	2.5%
過去三年平均每年搭機頻率					
3 次以下	45.3%	32.0%	50.0%	80.0%	34.2%
4 次以上	54.7%	68.0%	50.0%	20.0%	65.8%
過去三年松機搭機次數(國際線)					
1 次以下	38.7%	47.6%	57.3%	60.0%	35.4%
2 次以上	61.3%	52.4%	42.7%	40.0%	64.6%

群別	1 N=75	2 N=103	3 N=110	4 N=30	5 N=79
抵達機場耗時					
30 分鐘以下	62.7%	44.7%	53.6%	63.3%	63.3%
31~60 分鐘	25.3%	31.1%	31.8%	13.3%	26.6%
1 小時以上	12.0%	24.3%	14.5%	23.3%	10.1%
抵達機場運具					
私人運具	32.0%	21.4%	30.0%	26.7%	21.5%
計程車	41.3%	37.9%	42.7%	36.7%	51.9%
捷運或公車	20.0%	31.1%	20.9%	33.3%	22.8%
高鐵	6.7%	9.7%	5.5%	3.3%	3.8%
過去機場用餐頻率					
每次購買 1 次(含)以上	52.0%	61.2%	57.3%	60.0%	51.9%
每 2~3 次購買 1 次、未曾購買	48.0%	38.8%	42.7%	40.0%	48.1%
過去機場購物頻率					
每次購買 1 次(含)以上	48.0%	53.4%	50.0%	53.3%	51.9%
每 2~3 次購買 1 次、未曾購買	52.0%	46.6%	50.0%	46.7%	48.1%
到機場的行李件數					
2 件以下	76.0%	72.8%	74.5%	63.3%	72.2%
3 件以上	24.0%	27.2%	25.5%	36.7%	27.8%
同行成員(因可複選，欄總和不為 100.0%)					
父母	9.3%	4.9%	9.1%	6.7%	5.1%
伴侶	9.3%	12.6%	18.2%	26.7%	10.1%
子女	10.7%	8.7%	6.4%	16.7%	7.6%
小孩(6 歲以下)	4.0%	2.9%	0.9%	6.7%	0.0%
同事或同學	22.7%	28.2%	28.2%	33.3%	25.3%
跟團	4.0%	1.0%	3.6%	10.0%	0.0%
送機人員	20.0%	18.4%	26.4%	26.7%	13.9%
其他					
單獨旅行	48.0%	48.5%	43.6%	26.7%	50.6%
有加入航空公司會員	52.0%	51.5%	47.3%	30.0%	67.1%
用餐時段在機場	16.0%	41.7%	20.9%	46.7%	19.0%

資料來源：本研究整理

由以上分析，我們可將 5 群旅客的活動特性，以及相較於其他分群較為明顯的特質整理並命名：

**第 1 群(熟悉型)：**總停留時間最短，安檢前時間長於安檢後時間，傾向安檢前用餐。這群旅客主要特質為 31~50 歲、松機搭機次數多、行李少，抵達機場耗時少

於 30 分鐘，此外自駕前往機場與住台灣比例五群中最高。從時間分配與搭機次數可知，該群旅客對松機環境熟悉。

**第 2 群(商務型)：**總停留時間五群中第二長，安檢後時間長於安檢前時間，傾向在安檢前後都前往購物，有購物的旅客平均購物時間亦為五群裡最長。該群的商務旅客比例最高，相對地和同事或同學同行比例偏高，此外男性、51 歲以上、不住台灣比例偏高。搭機頻率部份，過去搭機頻率亦是五群中最高但過去三年松機搭機次數在 2 次以上的比例僅排第三，抵達機場耗時偏長，搭乘高鐵或捷運公車到機場的比例高。

**第 3 群(普通型)：**總停留時間長度中等，安檢前後長度約各佔一半，從事之活動僅安檢後購物(免稅高價店)比例較高。此群旅客 50 歲以下、住台灣、自駕前往機場、商務旅次比例皆為五群中第二高，過去機場用餐與購物頻率中等、行李少、單獨旅行比例偏少。

**第 4 群(休閒型)：**總停留時間最長，安檢前時間長於安檢後時間且傾向從事安檢前後各項自主活動，該群旅客的女性、31 歲以下、不住台灣、休閒旅次、搭乘捷運或公車到機場、行李 3 件以上比例最高，過去搭機頻率與松機搭機次數則為五群中最低者，過去機場用餐與購物頻率高，單獨旅行與加入航空會員比例最低。

**第 5 群(高收入型)：**總停留時間長度中等，安檢後時間比例遠大於安檢前時間，佔 78%，主要從事活動為安檢後用餐與購物(免稅高價)。該群旅客以男性、31 歲以上、月收入 7 萬以上、搭乘計程車到松機、單獨旅行、有加入航空公司會員為主，過去搭機頻率與松機搭機次數皆高。

### 4.3 旅客活動類型與時間長度預測

本節建立的模型分為四個部分：4.3.1 以靜態變數預測分群，尋找與分群類別相關性高的變數；4.3.2 以靜態變數與依時變數預測安檢前下一活動的類型。4.3.3 以靜態變數與依時變數預測安檢後下一活動的類型，最後 4.3.4 以靜態變數與依時變數預測下一活動的時間長度。

在貝氏網路模型建構過程中，採用分數基礎的爬山搜尋法，使用 BIC 作為分數函數，建模前先制定變數間連線的黑名單(blacklist)，避免時間先後順序錯誤或明顯因果顛倒的連線出現(e.g.行李件數→年齡、旅次目的→性別...等)。在求解過程中隨機擾動連線 100 次，並重複選擇起始節點 100 次，減少求解陷入區域最佳解的機會，以 k=10 的交叉驗證計算預測準確率。在選擇與分類變數相關的變數部份，則擷取分類變數在網路中的馬可夫毯(Markov Blanket)，但由於分類變數不會是其他變數的親代變數，即該變數不會有子代變數與配偶變數，故分類變數的馬可夫毯中僅包含它的親代變數。

#### 4.3.1 分群之相關變數尋找

本小節利用靜態變數預測旅客屬於集群分析中的哪一群別，在 10 次交叉驗證裡，有出現過的親代變數為搭乘服務評比高之航空公司<sup>4</sup>與過去搭機頻率。接著使

<sup>4</sup>本研究根據 SKYTRAX 顧問公司發布之 2017 年航空公司服務評比，將排名前 50 名以內者分類為服



過去年均搭機次數較多、松機搭機次數較多、加入航空公司會員、從事商務旅次的機率較高。

2. 松機搭機次數較多的旅客則自由行、商務旅次、單獨旅行的機率較高。
3. 行李件數部份，不住台灣的旅客帶上機行李件數較多，可能原因為該群旅客比起住台灣的旅客多攜帶了紀念品或伴手禮等；有小孩同行的旅客到機場的總行李件數較多。
4. 有無送機人員則和旅次目的以及是否跟團有關，跟團旅客不論旅次目的有送機人員機率較自由行旅客高，可能與跟團旅客搭機經驗較少，較不熟悉機場環境而須親友陪同送機有關；探親旅次旅客有送機人員機率最高，其次為商務旅次、休閒旅次，商務旅次的旅客可能由同事或當次在台灣出差的工作夥伴送機。  
旅次目的與同行成員組成相關。商務旅次之同行成員以同事或同學機率最高，休閒旅次以家人同行機率最高，其次為同事或同學、子女，探親旅次則以家人同行機率最高，其次為子女、同事或同學。以上相關機率列於表 20。

表 20 旅客特質條件機率表

給定狀態	狀態	機率(%)
月收入 7 萬以上	過去三年年均搭機 4 次以上	80.9
	過去三年松機搭機 2 次以上	71.2
	有加入航空會員	70.4
	商務旅次	65.8
月收入 7 萬以下	過去三年年均搭機 4 次以上	39.2
	過去三年松機搭機 2 次以上	40.7
	有加入航空會員	38.9
	商務旅次	37.5
過去三年松機搭機 2 次以上	自由行	100.0
	商務旅次	67.8
	單獨旅行	71.2
過去三年松機搭機 1 次以下	自由行	94.1
	商務旅次	32.2
	單獨旅行	28.5
不住台灣	帶上機行李件數 2 件以上	37.3
住台灣		23.2
有小孩同行	到機場行李件數 3 件以上	77.8
無小孩同行		25.7
探親/商務/休閒旅次	有送機人員	48.1/34.8/17.1
跟團/自由行		89.9/9.7
探親旅次	同事或同學/家人/子女同行	10.9/27.2/15.2

給定狀態	狀態	機率(%)
商務旅次		35.9/8.2/0.5
休閒旅次		24.5/54.5/18.1

#### 4.3.2 安檢前活動類型預測

本節使用靜態變數、分群、依時變數預測安檢前的活動，包括報到、安檢、用餐、購物、設施活動，貝氏網路親代變數的有已從事餐飲、已過報到、已從事逛街普通、剩餘時間(

表 21)。使用全部安檢前樣本建立貝氏網路後，活動類型的親代變數為已過報到與已用過餐，表 22 整理各狀態下做各活動的條件機率，未報到且未用過餐的旅客，87.9%選擇先去報到，完成報到後則有 55.9%機率前往安檢、22.8%選擇用餐、14.8%選擇購物、6.5%選擇設施活動。已完成報到又已用過餐的旅客，則有 78.4%機率前往安檢、分別有 7.8%和 12.6%機率選擇繼續用餐和購物。

表 21 安檢前活動類型預測

交叉驗證(k=)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均準確率
樸素貝氏 分類器	準確 率(%)	66	65	71	73	70	74	72	69	73	65	69.8%
	準確 率(%)	68	45	50	73	74	78	76	71	46	45	62.6%
貝氏網路 親代變數		已從事餐飲(k=2,3,5~10)、已過報到(k=1~10)、已從事逛街普通(k=3,4,9)、剩餘時間(k=3,9,10)										

表 22 安檢前活動條件機率表

狀態		活動類型					合計
		報到	安檢	用餐	購物	設施	
已報到	已用過餐	0.0%	78.4%	7.8%	12.6%	1.2%	100.0%
	未用過餐	0.0%	55.9%	22.8%	14.8%	6.5%	100.0%
未報到	已用過餐	92.3%	0.0%	0.0%	3.8%	3.8%	100.0%
	未用過餐	87.9%	0.0%	5.7%	1.2%	5.2%	100.0%

#### 4.3.3 安檢後活動類型預測

同 4.3.2，本小節擷取安檢後的活動樣本進行活動類型預測。表 23 列出兩者模型的準確率與貝氏網路的親代變數，包含已從事購物(免稅、高價)、過去購物頻率和飲食頻率等。

表 23 安檢後活動類型預測

交叉驗證(k=)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均準確率
樸素貝氏分類器	準確率(%)	56	52	51	58	63	52	47	51	56	57	54.3%
貝氏網路	準確率(%)	56	56	49	47	62	54	52	55	58	58	54.7%
貝氏網路親代變數		已從事購物(免稅、高價)(k=1~10)、過去購物頻率(k=1~10)、飲食頻率(k=7)										

表 24 列出以全部安檢後活動樣本資料校估的貝氏網路中活動類型的條件機率，當旅客尚未造訪過免稅(高價)店時，過去購物頻率低的旅客有 20.8% 機率會前往免稅(高價)店、19.6% 機率選擇去一般商店購物、57.2% 去登機門等候；而購物頻率高的旅客則有 40.2% 機率會前往免稅(高價)店、8.2% 機率選擇去一般商店購物、48.7% 去登機門等候。當造訪過免稅(高價)店後，購物頻率低的旅客選擇去等候登機的機率變為 73.8%，而購物頻率高的旅客仍有 20.8% 機率選擇去其他免稅(高價)店，27.1% 去一般商店購物。

表 24 安檢後活動條件機率表

狀態		活動類型				合計
過去購物頻率	已造訪過免稅(高價)店	用餐	購物	購物(高價)	等候	
高	是	3.6%	27.1%	20.8%	48.4%	100.0%
	否	2.7%	8.2%	40.2%	48.7%	100.0%
低	是	3.4%	21.0%	1.6%	73.8%	100.0%
	否	2.4%	19.6%	20.8%	57.2%	100.0%

#### 4.3.4 單一活動時間長度預測

本小節擷取各項活動的樣本，針對各項活動分別建預測模型，包含安檢前用餐、安檢前購物、安檢後用餐、安檢後購物、安檢後購物(免稅高價店)等，設施活動由於時間長度皆位於 10 分以下，變異較小故不另建模型預測，僅就時間長度變異較大的用餐與購物活動做討論。

##### (1) 安檢前用餐

表 25 列出安檢前用餐時間長度預測的兩模型準確率與貝氏網路親代變數，在交叉驗證中 k=2,5,6,10 出現家人同行變數，家人定義為不包含 6 歲以下小孩的家庭成員。表 26 列出以全部樣本校估之預測模型的條件機率，當有家人同行時，單一安檢前用餐時間大於 10 分鐘機率為 53.8%，若無家人同行則單一安檢前用餐時間大於 10 分鐘機率為 35.7%。

表 25 安檢前用餐時間長度預測

交叉驗證(k=)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均準確率
樸素貝氏分類器	準確率 (%)	80	36	64	27	57	50	60	57	86	53	57.0%
貝氏網路	準確率 (%)	53	43	43	47	50	57	53	57	79	47	52.9%
貝氏網路親代變數		家人同行(k=2,5,6,10)										

表 26 安檢前用餐時間長度之條件機率

家人同行	時間≤10 分鐘機率(%)	時間>10 分鐘機率(%)
有	46.2%	53.8%
無	64.3%	35.7%

## (2) 安檢前購物

表 27 列出安檢前用餐時間長度預測的兩模型準確率與貝氏網路親代變數，親代變數包含松機搭機次數、月收入、過去搭機經驗、同事同學同行、家人同行、已過報到等。表 28 整理安檢前購物時間長度之條件機率，當有家人同行且旅客月收入 7 萬以上，則時間長於 10 分鐘的機率為 60.0%，7 萬以下則為 51.7%；無家人同行時無論月收入，時間長於 10 分鐘僅為 35.7%。

表 27 安檢前購物時間長度預測

交叉驗證(k=)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均準確率
樸素貝氏分類器	準確率 (%)	90	60	44	30	60	89	40	33	80	60	58.6%
貝氏網路	準確率 (%)	60	60	100	80	70	56	50	67	40	60	64.3%
貝氏網路親代變數		松機搭機次數(k=1,6)、月收入(k=1~8)、過去搭機經驗(k=2,5)、同事同學同行(k=2,5,9,10)、家人同行(k=1,4,7)、已過報到(k=6,9)										

表 28 安檢前購物時間長度之條件機率

家人同行	月收入	時間≤10 分鐘 機率(%)	時間>10 分鐘 機率(%)
有	7 萬以上	40.0%	60.0%
	7 萬以下	48.3%	51.7%
無	7 萬以上	64.3%	35.7%
	7 萬以下	64.3%	35.7%

(3) 安檢後用餐

由於安檢後用餐的活動樣本僅 25 筆，若採用交叉驗證方式將導致訓練資料過少，故此處使用 Leave-one-out 交叉驗證，亦即測試資料僅含 1 筆、訓練資料 24 筆、k=25 的交叉驗證，增加訓練樣本數目與驗證次數。25 次驗證的樸素貝氏分類器平均準確率為 52%，貝氏網路平均準確率為 56%。使用全部樣本進行貝氏網路建模，用餐時間長度的親代變數為航班長度與是否已用過餐，可發現在航班長度為 2 小時以上，或 2 小時(含)以下且已用過餐的情況下，用餐時間長度小於 10 分鐘的機率較大於 10 分鐘的機率高；惟當航班長度在 2 小時(含)以下且還沒用過餐時，大於 10 分鐘的機率較小於 10 分鐘的機率高，推測原因為航班長度短的情況下旅客預期航班不會提供完整主餐，故先在航廈內用正餐。

表 29 安檢後用餐時間長度之條件機率

航班長度	已用過餐	時間≤10 分鐘	時間>10 分鐘
		機率(%)	機率(%)
2 小時以上	是	50.0%	50.0%
	否	83.3%	16.7%
2 小時(含)以下	是	100.0%	0.0%
	否	18.2%	81.8%

(4) 安檢後購物

安檢後購物的貝氏網路親代變數僅在交叉驗證中 k=1 出現居住地是否在台灣的變數，但以全部安檢後購物樣本建構貝氏網路後，住台灣變數與時間長度變數並未連線。

表 30 安檢後購物時間長度預測

交叉驗證(k=)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均準確率
樸素貝氏分類器	準確率 (%)	73	73	60	60	87	20	67	87	53	57	66.7%
貝氏網路	準確率 (%)	60	80	87	73	80	80	73	73	73	87	76.6%
貝氏網路親代變數		住台灣(k=1)										

(5) 安檢後購物(免稅店、高價店)

表 31 整理安檢後購物(免稅店、高價店)的預測結果，貝氏網路親代變數包含帶上機行李件數、是否已用餐、剩餘時間、搭乘航空公司、飲食頻率等。以全部該活動樣本建立模型後，時間長度的親代變數為是否已用餐，當旅客已用過餐，接續若選擇去免稅或高價店，其時間長度長於 10 分鐘機率僅為 21.9%；若還沒用餐，則時間長度長於 10 分鐘機率為 40.3%。此現象可能與旅客本身的安排有關，將有限的安檢後時間分配給自己欲從事的活動如用餐或購物，在 397 份樣本中有

144 位(36%)旅客表示此次在松機的消費有事先計畫。

表 31 安檢後購物(免稅店、高價店)時間長度預測

交叉驗證(k=)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均準確率
樸素貝氏分類器	準確率 (%)	82	71	76	67	52	57	62	57	76	62	66.2%
貝氏網路	準確率 (%)	68	67	71	48	57	71	67	62	71	86	66.8%
貝氏網路親代變數		行李件數(k=5,8)、已用餐(k=1~3,5~7)、剩餘時間(k=3~6)、航空公司(k=3~6)、飲食頻率(k=5,10)										

表 32 安檢後購物(免稅店、高價店)時間長度之條件機率

已用過餐	時間≤10 分鐘	時間>10 分鐘
	機率(%)	機率(%)
是	78.1%	21.9%
否	59.6%	40.3%

本節利用貝氏網路和樸素貝氏分類器探討旅客的活動類型和時間長度選擇的機率，並透過貝氏網路滿足網路的 BIC 函數最小化的機制，找尋與我們關心的變數有相依關係的靜態或依時變數，簡易地透過相關的變數得知活動選擇的機率。準確率部份，雖然貝氏網路可擷取分類變數的馬可夫毯，以較少的變數進行預測，但因其結構學習的目標為找到最符合所有變數的相依關係之網路，使 BIC 的函數值最小，而非以提高分類變數預測準確率為目標，是一個非監督式(unsupervised)的學習方式，故在準確率表現不一定勝過樸素貝氏分類器。

#### 4.4 活動選擇與時間分配校估

本小節將分為兩部分，4.4.1 以 3 條線性迴歸分別探討：1.獨立變數對旅客於機場總停留時間的影響、2.獨立變數與總停留時間對安檢前停留時間、3.獨立變數與總停留時間對安檢後停留時間的影響等。4.4.2 則利用 MDCEV 模型探討傾向從事各類活動的旅客獨立變數，以及各類活動的效用遞減參數。

##### 4.4.1 停留時間迴歸

本小節首先將獨立變數分為 6 小類：社會經濟、搭機經驗、本次航班、旅伴類型、接駁運具、旅次目的與其他變數，將各小類變數對總停留時間、安檢前時間、安檢後時間之對數做線性迴歸，找尋顯著變數，再將各小類中顯著之變數合併對時間做線性迴歸。各小類變數之時間迴歸結果如表 33 所示。社會經濟類變數內，男性的總停留時間與安檢後停留時間顯著長於女性；居住地不在台灣者在三項時間長度皆顯著長於住台灣的旅客，而月收入較低的旅客在總停留時間與安檢前時間顯著較長，沒有加入航空公司會員的旅客則在三項時間顯著較長，此三種

旅客特質與停留時間之關係可能與其對機場整體環境與松山機場環境的熟悉度有關；年齡較高的旅客在三項時間皆顯著較長。

過去搭機經驗方面，過去三年平均每年搭機頻率較低的旅客安檢前時間較長，但安檢後之時間則是頻率較高的旅客較長；過去三年松機國際線搭乘次數越少者，則三項時間長度皆顯著較長。本次旅行的變數部分，航班飛行時間、目的地為中國、到機場時行李件數較多、託運後行李件數較少的旅客在安檢前的停留時間顯著較長；搭乘服務評比高之航空公司的旅客在安檢前時間較短，在安檢後時間較長。旅伴類型方面，有伴侶或小孩(6歲以下)同行者，總停留時間與安檢前時間較長；跟團旅客則安檢前時間長於自由行旅客。搭乘高鐵、捷運或公車、非商務旅客總停留時間較長，可能與此類旅客傾向預留時間有關；安檢前時間為搭乘高鐵、捷運或公車，安檢後時間則為非自駕的旅客顯著較長。其他變數方面，在機場時有跨到用餐時段(12~13點與17~18點)的旅客，三項時間皆顯著較長；抵達機場耗時長之旅客總停留時間與安檢前時間較長。

表 33 各小類變數之時間線性迴歸

獨立變數	log(總停留時間)		log(安檢前停留時間)		log(安檢後停留時間)	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
社會經濟						
截距	2.085	44.41***	1.781	24.00***	1.770	24.57***
性別	-0.035	-2.05**	-0.010	-0.39	-0.056	-2.15**
教育程度	0.018	1.34	-0.004	-0.21	0.021	1.03
住台灣	-0.054	-3.39***	-0.045	-1.78*	-0.073	-2.99***
月收入	-0.021	-4.10***	-0.034	-4.16***	-0.010	-1.23
有加入航空公司會員	-0.029	-1.70*	-0.068	-2.50**	0.002	0.06
年齡	0.023	3.69***	0.017	1.76*	0.025	2.59***
(R <sup>2</sup> , R <sup>2</sup> , F)	(0.08, 0.07, 6.03***)		(0.10, 0.08, 6.90***)		(0.04, 0.03, 3.39***)	
搭機經驗						
截距	2.096	56.33***	1.833	31.24***	1.722	30.05***
過去在機場購物頻率	0.006	0.63	0.005	0.39	0.005	0.38
過去在機場用餐頻率	0.005	0.64	0.010	0.76	0.012	0.92
過去三年搭機頻率	0.001	0.21	-0.019	-2.20**	0.017	2.08**
過去三年松機國內線搭乘次數	-0.005	-0.66	-0.018	-1.42	-0.004	-0.31
過去三年松機	-0.021	-4.50***	-0.024	-3.32***	-0.017	-2.33**

獨立變數	log(總停留時間)		log(安檢前停留時間)		log(安檢後停留時間)	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
國際線搭乘次數						
(R <sup>2</sup> , $\bar{R}^2$ , F)	(0.07, 0.05, 5.56***)		(0.08, 0.07, 6.96***)		(0.02, 0.01, 1.77)	
	本次航班					
截距	1.940	30.66***	1.415	14.70***	1.772	18.72***
航班飛行時間	0.000	1.04	0.000	2.46**	-0.000	-1.13
目的地為中國	0.060	4.92*	0.088	1.85*	0.029	0.61
搭乘服務評比高之航空公司	-0.011	-0.59	-0.108	-3.68***	0.063	2.16**
到機場行李件數	0.008	0.62	0.046	2.25**	-0.007	-0.37
帶上機行李件數	0.001	0.08	-0.043	-1.74*	0.022	0.89
網路報到	-0.010	-0.39	0.037	0.92	-0.049	-1.26
自助報到	-0.025	-0.74	-0.020	-0.39	-0.050	-1.00
(R <sup>2</sup> , $\bar{R}^2$ , F)	(0.02, 0.01, 1.18)		(0.10, 0.09, 6.37***)		(0.03, 0.02, 1.90*)	
	旅伴類型					
截距	1.971	37.46***	1.411	16.99***	1.860	23.22***
父母	-0.020	-0.62	0.050	0.99	-0.055	-1.13
伴侶	0.049	2.00**	0.086	2.23**	0.039	1.06
小孩	0.050	1.65*	0.081	1.70*	0.024	0.52
同事或同學	0.018	0.97	0.037	1.23	0.015	0.54
跟團	0.049	0.93	0.187	2.27**	-0.113	-1.43
有送機親友	-0.036	-1.73*	-0.012	-0.36	-0.036	-1.15
(R <sup>2</sup> , $\bar{R}^2$ , F)	(0.03, 0.02, 2.34**)		(0.05, 0.03, 3.37***)		(0.02, 0.00, 1.17)	
	接駁運具與旅次目的					
截距	2.055	62.51***	1.637	31.13***	1.808	35.66***
私人運具	-0.017	-0.86	0.029	0.89	-0.052	-1.66*
捷運或公車	0.053	2.59***	0.085	2.62***	0.014	0.44
高鐵	0.096	2.82***	0.148	2.71***	0.007	0.13
休閒旅次	-0.014	-0.41	0.002	-0.03	-0.049	-0.94
商務旅次	-0.060	-1.84*	-0.077	-1.46	-0.063	-1.25
探親訪友旅次	-0.041	-1.19	-0.017	-0.32	-0.075	-1.43
(R <sup>2</sup> , $\bar{R}^2$ , F)	(0.06, 0.05, 4.24***)		(0.05, 0.04, 3.45***)		(0.01, 0.00, 0.95)	
	其他					
截距	1.925	118.3***	1.511	54.60***	1.665	63.65***
用餐時段	0.137	8.25***	0.108	3.82***	0.144	5.40***
抵達機場耗時	0.024	4.82***	0.033	3.94***	0.013	1.60

獨立變數	log(總停留時間)		log(安檢前停留時間)		log(安檢後停留時間)	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
(R <sup>2</sup> , $\bar{R}^2$ , F)	(0.19, 0.19, 46.1***)		(0.07, 0.07, 15.2***)		(0.07, 0.07, 15.9***)	

p-value: "\*\*\*\*": <0.01 ; "\*\*\*": <0.05 ; "\*\*": <0.1 ; 資料來源：本研究整理

擷取表 33 中 p 值小於 0.05 的變數合併，對取對數後的總停留時間、安檢前時間、安檢後時間做線性迴歸。總停留時間部分，男性、不住台灣、月收入較低、年齡較高、過去三年搭乘松機國際線次數較少、非商務旅次、在機場活動時間有跨到用餐時段且抵達機場耗時長的旅客在機場停留之總時間顯著較長；安檢前停留時間部分，月收入較低、不是搭乘服務評比高之航空公司、航班飛行時間較長且跟團旅行的旅客在安檢前的停留時間顯著較長；安檢後停留時間部分，不住台灣、過去三年搭機頻率較高、搭乘服務評比高之航空公司的旅客則安檢後時間顯著較長。接駁運具僅於總停留時間迴歸中考慮，因其對安檢前後時間分配的缺乏較明顯的關聯。在安檢前與安檢後的迴歸式中，加入了總停留時間做為獨立變數，若總停留時間增加 1%，則安檢前停留時間增加 0.919%，安檢後停留時間增加 0.981%。

表 34 合併之時間線性迴歸

	log(總停留時間)		log(安檢前停留時間)		log(安檢後停留時間)	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
截距	2.031	52.67***	-0.301	-1.90*	-0.327	-2.26**
性別	-0.031	-2.00**	--	--	-0.029	-1.54
住台灣	-0.051	-3.52***	--	--	-0.034	-1.75*
月收入	-0.008	-1.73*	-0.013	-2.37**	--	--
年齡	0.019	3.26***	--	--	0.006	0.90
過去三年搭機頻率	--	--	-0.009	-1.22	0.015	2.44**
過去三年松機國際線 搭乘次數	-0.016	-3.93***	0.008	1.29	-0.002	-0.43
伴侶同行	0.012	0.55	0.026	0.90	--	--
搭捷運或公車 前往機場	0.007	0.43	--	--	--	--
搭高鐵前往機場	0.035	1.03	--	--	--	--
商務旅次	-0.034	-2.03**	--	--	--	--
用餐時段	0.139	8.75***	0.008	0.34	-0.017	-0.73
抵達機場耗時	0.017	3.02***	0.003	0.38	--	--
服務評比高之 航空公司	--	--	-0.111	-5.44***	0.091	4.63***

航班飛行時間	--	--	0.000	1.80*	--	--
到機場行李件數	--	--	0.003	0.27	--	--
有加入航空公司會員	--	--	-0.027	-1.22	--	--
跟團旅行	--	--	0.139	2.35**	--	--
log(總停留時間)	--	--	0.919	13.58***	0.981	15.03***
R <sup>2</sup>	0.301		0.482		0.457	
$\bar{R}^2$	0.282		0.467		0.445	

p-value: "\*\*\*\*": <0.01 ; "\*\*\*": <0.05 ; "\*\*": <0.1 ; 資料來源：本研究整理

#### 4.4.2 MDCEV 模型

本小節首先對各項活動使用二元羅吉特模型，找尋與是否從事該活動顯著關係的獨立變數，再將各項活動的顯著變數合併加入 MDCEV 模型校估，以下將建立 3 個 MDCEV 模型，分別為安檢前、安檢後與安檢前後總體的模型，探討各變數對各項活動的基本效用與效用遞減參數，所使用之效用函數如式(27)所示。

$$\max: U = \sum_j \frac{1}{\alpha_j} [\exp(\beta x_j + \varepsilon_j)] \cdot [(t_j + 1)^{\alpha_j} - 1] \quad (27)$$

##### (1)安檢前

針對安檢前用餐、購物、設施活動分別建立一個二元羅吉特模型，尋找影響是否從事某特定活動之變數。安檢前用餐活動部分，由表 35 得知，過去三年松機國際線搭乘次數越高、抵達機場耗時越長、探親訪友旅次、有小孩或同事同學同行、在機場的活動時段有跨到用餐時段、過去在機場用餐頻率越高的旅客，當次旅行在安檢前用餐機率越高；安檢前購物活動部分，則為航班飛行長度越長、不是搭捷運或公車前往機場、同行人數越多、目的地為中國、過去在機場購物頻率越高者從事安檢前購物機率越高；女性、年齡低、有加入航空公司會員的旅客使用設施的機率較高。

表 35 安檢前活動之二元羅吉特校估

活動類型	用餐		購物		設施	
	參數值	t 值	參數值	t 值	參數值	t 值
變數						
截距	-2.921	-1.80*	-1.430	-0.75	-3.348	-1.75*
性別	0.081	0.43	0.278	0.91	0.764	2.01**
年齡	0.017	0.17	0.022	0.20	-0.294	-1.95*
月收入	-0.031	-0.36	0.040	0.41	0.076	0.63
教育程度	0.091	0.45	0.198	0.85	0.147	0.50
住台灣	0.245	0.95	-0.391	-1.26	-0.457	-1.25
航班飛行時間	0.001	0.37	0.008	2.06**	-0.002	-0.34
過去三年搭機頻率	-0.038	-0.38	-0.091	0.85	-0.112	-0.85
過去三年松機國際線	0.199	2.48**	-0.068	-1.56	0.102	0.89

活動類型	用餐		購物		設施	
	參數值	t 值	參數值	t 值	參數值	t 值
搭乘次數						
到機場行李件數	-0.203	-0.90	-0.031	2.06	-0.323	-1.03
帶上機行李件數	0.021	0.08	0.338	-0.85	0.462	1.27
抵達機場耗時	0.206	1.98**	-0.031	-0.75	0.100	0.72
臨櫃報到	0.201	0.48	-0.059	-0.13	-0.001	-0.04
網路報到	-0.056	-0.11	-0.676	1.15	-0.881	-1.06
自駕前往機場	-0.400	-1.15	-0.119	-0.26	-0.317	-0.64
搭捷運或公車 前往機場	-0.212	-0.06	-0.801	-0.13**	0.575	1.37
搭高鐵前往機場	0.115	0.19	-0.358	-1.08	-1.038	-0.81
休閒旅次	0.323	0.58	-0.143	-0.31	0.392	0.57
商務旅次	-0.122	-0.22	0.092	-2.05	-0.343	-0.48
探親訪友旅次	0.949	1.74*	0.856	-0.47	-0.309	-0.43
同行人數	-0.122	-1.57	0.085	0.23*	0.020	0.36
目的地為中國	0.498	1.02	1.482	2.43**	-0.014	-0.03
搭乘服務評比高之航 空公司	0.140	0.46	-0.165	-0.49	-0.069	-0.17
父母同行	0.121	0.22	-0.355	-0.61	0.685	1.14
伴侶同行	0.631	1.51	0.102	0.22	0.321	0.61
小孩同行	1.541	1.83*	-1.764	-1.52	1.077	1.11
同事或同學同行	0.643	1.83*	-0.152	-0.40	0.222	0.51
跟團旅行	1.031	1.24	-1.364	-1.16	0.639	0.73
有送行人員	-0.081	-0.22	-0.194	-0.48	0.119	0.24
有加入航空公司會員	0.094	0.33	-0.126	0.39	0.801	1.96*
用餐時段	0.813	2.90***	--	--	--	--
過去在機場用餐頻率	0.413	3.29***	--	--	--	--
過去在機場購物頻率	--	--	0.447	3.40***	--	--
$\rho^2$	0.12		0.12		0.12	

p-value:\*\*\*<0.01; \*\*<0.05; \*<0.1; 資料來源：本研究整理

結合表 35 各活動的顯著變數後，建立安檢前活動的 MDCEV 模型，校估各活動的基本效用與效用遞減參數。基本效用指旅客在未分配時間給各活動前，對各活動本身的效用，效用遞減參數則用於表示旅客投入各活動邊際時間長度的效用遞減程度，若靠近 1 則效用遞減程度小，投入時間長度長，接近 0 則效用遞減程度大，投入時間長度短。當效用遞減參數無異於 1 時，MDCEV 則退化為多元羅吉特(MNL)選擇模型，效用函數為線性組合，決策者將選擇基本效用最高的活

動(以 MDCEV 角度解釋，即是將全部時間投入基本效用最高的活動)。

表 36 整理安檢前活動 MDCEV 模型的校估結果，用餐活動部份，過去松機搭機次數越多、探親訪友旅次、同事或同學同行、用餐時段在機場則從事機率高；購物活動部份，航班飛行時間越長、搭捷運或公車前往機場、同行人數越少、目的地為中國、過去在機場購物頻率越高的旅客則傾向做安檢前購物活動。安檢前設施活動則是女性、年紀較輕、非住台灣、有加入航空公司會員的旅客從事的機率較高。

三項活動的效用遞減參數皆顯著異於 1，表示投入各活動的時間長短顯著影響效用，而非如一般選擇模型僅選擇單一活動。從參數數值來看由大到小分別為用餐(0.836)、購物(0.676)、設施(0.618)，數值越大則飽足效應越小，傾向投入的時間則較長，故以整體樣本而言，安檢前用餐的平均時間最長，其次為購物，最短的為設施活動。近似比(Likelihood ratio)在 $\alpha = 0.01$ 下顯著，表示該模型較不含任何變數的基本模型(base model)更能解釋樣本。

表 36 安檢前活動 MDCEV 模型校估結果

活動類型	用餐		購物		設施	
	參數值	t 值	參數值	t 值	參數值	t 值
截距	-3.253	-7.15***	-3.959	-4.99***	-4.575	-6.31***
過去三年松機國際線 搭乘次數	0.231	3.94***	--	--	--	--
抵達機場耗時	0.071	0.94	--	--	--	--
自駕前往機場	-0.260	-1.01	--	--	--	--
探親訪友旅次	0.514	1.64*	--	--	--	--
小孩同行	0.844	1.10	--	--	--	--
同事或同學同行	0.448	1.68*	--	--	--	--
用餐時段	0.437	1.79*	--	--	--	--
過去在機場用餐頻率	0.292	2.39**	--	--	--	--
航班飛行時間	--	--	0.009	2.61**	--	--
搭捷運或公車 前往機場	--	--	-0.611	-3.36**	--	--
同行人數	--	--	-0.046	-1.42	--	--
目的地為中國	--	--	1.147	2.29**	--	--
過去在機場購物頻率	--	--	0.392	3.25***	--	--
性別	--	--	--	--	0.751	2.43**
年齡	--	--	--	--	-0.176	-1.74*
住台灣	--	--	--	--	-0.576	-1.88*

有加入航空公司會員	--	--	--	--	0.556	1.87*
效用遞減參數	0.836	14.39***	0.676	10.86***	0.618	4.66***
Log-Likelihood: -1425.35(parameter=24)						
Log-Likelihood of base model: -1464.35(parameter=7)						
Likelihood Ratio: $78.00 \geq \chi_{0.01}^{17}=33.41$						

p-value: "\*\*\*\*":<0.01 ; "\*\*\*":<0.05 ; "\*\*":<0.1 ; 資料來源：本研究整理

## (2)安檢後

針對安檢後用餐、購物、購物(免稅店)活動分別建立一個二元羅吉特模型，尋找影響是否從事某特定活動之變數。安檢後用餐活動部分由表 37 得知，女性、搭乘的航班飛行時間越長、有父母同行、過去在機場用餐頻率越高的旅客，當次旅行在安檢後用餐機率越高；安檢後購物活動部分，則為年齡較高、不住台灣、過去三年搭機頻率越高的旅客從事安檢後購物機率較高；不住台灣、搭乘的航班飛行時間越長、過去三年搭機國際線搭乘次數越多、帶上機行李件數越少、目的地為中國、有同事或同學同行、有加入航空公司會員、過去在機場購物頻率越高的旅客前往免稅或高價商店的機率較高。

表 37 安檢後活動之二元羅吉特校估

變數	用餐		購物		購物(免稅店)	
	參數值	t 值	參數值	t 值	參數值	t 值
截距	9.885	0.00	-3.101	-1.78*	-0.449	-0.31
性別	1.011	1.71*	0.426	1.56	-0.237	-0.91
年齡	0.255	1.26	0.184	1.81*	0.004	0.04
月收入	0.185	1.09	-0.076	-0.91	0.023	0.28
教育程度	0.327	0.85	0.299	1.49	-0.271	-1.37
住台灣	-0.072	-0.14	-0.759	-2.98***	-0.428	-1.71*
航班飛行時間	0.012	1.66*	0.003	0.74	0.007	1.97**
過去三年搭機頻率	0.200	0.94	0.263	2.57**	0.035	0.37
過去三年松機國際線搭乘次數	0.053	0.35	-0.010	-0.13	0.128	1.69*
帶上機行李件數	-0.121	-0.38	-0.102	-0.68	-0.312	-2.12**
休閒旅次	-0.610	-0.65	-0.106	-0.20	-0.416	-0.82
商務旅次	-1.202	-1.19	0.339	0.64	-0.156	-0.31
探親訪友旅次	-0.258	-0.27	0.201	0.37	0.429	0.82
同行人數	0.037	0.30	-0.041	-0.68	-0.014	-0.33
目的地為中國	0.144	0.16	0.400	0.82	1.616	3.33***
搭乘服務評比高之航空公司	-0.469	-0.75	-0.025	-0.09	0.319	1.21

變數	用餐		購物		購物(免稅店)	
	參數值	t 值	參數值	t 值	參數值	t 值
父母同行	2.035	2.47**	0.599	1.14	0.737	1.42
伴侶同行	0.325	0.42	0.158	0.38	0.619	1.58
小孩同行	-16.201	-0.01	0.317	0.42	0.059	0.07
同事或同學同行	0.382	0.54	0.031	0.09	0.562	1.81*
跟團旅行	-16.101	-0.01	-1.280	-1.13	-0.024	-0.03
加入航空公司會員	-0.062	-0.11	0.013	0.05	0.479	1.77*
用餐時段	0.091	0.14	--	--	--	--
過去機場用餐頻率	1.122	3.41***	--	--	--	--
過去機場購物頻率	--	--	0.057	0.50	0.696	5.97***
安檢前有用餐	-0.660	-1.12	0.252	0.97	-0.096	-0.38
安檢前有購物	-0.680	-1.04	0.251	0.87	-0.280	-0.99
安檢前有使用設施	-0.781	-0.93	0.308	0.85	0.465	1.33
$\rho^2$	0.22		0.09		0.16	

p-value:\*\*\*<0.01 ; \*\*<0.05 ; \*<0.1 ; 資料來源：本研究整理

表 38 整理了安檢後活動 MDCEV 模型的校估結果，用餐活動為有父母同行、過去機場用餐頻率高的旅客傾向從事；購物活動則為不是住台灣且過去搭機頻率的人傾向從事，傾向造訪免稅店的旅客則為不住台灣、過去三年松機國際線搭乘次數多、目的地是中國、行李件數少者。效用遞減參數部份，由大到小分別為購物(免稅店、高價店)(0.734)、購物(0.616)、用餐(0.541)，表示平均而言旅客安檢後的自主活動花在購物(免稅店)時間最長，其次為購物、用餐。

表 38 安檢後活動 MDCEV 模型校估結果

變數	用餐		購物		購物(免稅店)	
	參數值	t 值	參數值	t 值	參數值	t 值
截距	-6.07	-6.00***	-5.417	-9.89***	-4.871	-6.75***
性別	0.577	1.10	--	--	--	--
航班飛行時間	0.007	1.23	--	--	0.003	1.15
父母同行	1.300	2.15**	--	--	--	--
過去機場用餐頻率	0.805	1.78*	--	--	--	--
年齡	--	--	0.075	0.96	--	--
住台灣	--	--	-0.370	-2.79***	-0.370	-1.87*
過去三年搭機頻率	--	--	0.254	3.44***	--	--
過去三年松機國際線搭乘次數	--	--	--	--	0.170	3.27***
帶上機行李件數	--	--	--	--	-0.261	-2.45***

目的地為中國	--	--	--	--	1.135	3.13***
同事或同學同行	--	--	--	--	0.297	1.43
加入航空公司會員	--	--	--	--	0.266	1.33
效用遞減參數	0.541	7.71***	0.616	5.98***	0.734	5.06***
Log-Likelihood: -1758.01(parameter=21)						
Log-Likelihood of base model: -1796.62(parameter=7)						
Likelihood Ratio: $77.22 \geq \chi_{0.01}^{14} = 29.14$						

p-value: "\*\*\*\*":<0.01 ; "\*\*\*":<0.05 ; "\*\*":<0.1 ; 資料來源：本研究整理

### (3)安檢前後總體 MDCEV

接著將安檢前與後的活動合併討論，對用餐活動與購物活動建立二元羅吉特模型找尋顯著變數後，再建立 MDCEV 模型。用餐活動包含安檢前用餐與安檢後用餐兩種活動，購物活動則包含安檢前購物、安檢後的一般商店與免稅高價店購物。表 39 整理用餐活動與購物活動分別的二元羅吉特模型校估結果，從事用餐活動機率較高的旅客特質為過去三年松機國際線搭乘次數越多、抵達機場耗時較久、有父母同行、在機場的活動時間有跨到用餐時段、過去在機場用餐頻率越高的旅客；購物活動部分，年齡較高、不住台灣、使用臨櫃報到、目的地為中國、有父母同行、有伴侶同行、過去在機場購物頻率高的旅客有較高機率進行購物活動。

表 39 總體活動之二元羅吉特校估

變數	用餐		購物	
	參數值	t 值	參數值	t 值
截距	-3.019	-1.89*	-0.011	-0.01
性別	0.346	1.28	0.067	0.25
年齡	0.042	0.42	0.198	1.89*
月收入	0.005	0.06	-0.043	-0.48
教育程度	0.269	1.33	-0.088	-0.41
住台灣	0.144	0.57	-1.004	-3.67***
航班飛行時間	0.002	0.64	0.006	1.42
過去三年搭機頻率	-0.017	-0.17	0.054	0.56
過去三年松機國際線搭乘次數	0.176	2.24**	0.055	0.68
到機場行李件數	-0.158	-0.73	0.068	0.30
帶上機行李件數	-0.102	-0.40	-0.079	-0.30
抵達機場耗時	0.235	2.30**	0.025	0.23
臨櫃報到	0.455	1.09	0.842	2.01**
網路報到	0.140	0.27	0.428	0.83
自駕前往機場	-0.295	-0.87	-0.097	-0.28
搭捷運或公車前往機場	0.048	0.15	-0.684	-2.09**

變數	用餐		購物	
	參數值	t 值	參數值	t 值
搭高鐵前往機場	0.413	0.67	0.253	0.37
休閒旅次	0.200	0.38	-0.261	-0.48
商務旅次	-0.319	-0.60	0.004	0.01
探親訪友旅次	0.617	1.18	0.897	1.64
同行人數	-0.116	-1.56	0.021	0.46
目的地為中國	0.365	0.78	1.252	2.63***
搭乘服務評比高之航空公司	0.172	0.57	0.457	1.47
父母同行	0.860	1.67*	1.002	1.79*
伴侶同行	0.493	1.21	0.749	1.73*
小孩同行	1.158	1.38	-1.242	-1.42
同事或同學同行	0.541	1.58	0.380	1.15
跟團旅行	0.398	0.47	-1.126	-1.43
有送行人員	0.094	0.26	-0.036	-0.10
有加入航空公司會員	0.116	0.42	0.393	1.34
用餐時段	0.823	2.96***	--	--
過去在機場用餐頻率	0.526	4.24***	--	--
過去在機場購物頻率	--	--	0.631	5.23***
$\rho^2$	0.14		0.18	

p-value:\*\*\*<0.01；\*\*<0.05；\*<0.1；資料來源：本研究整理

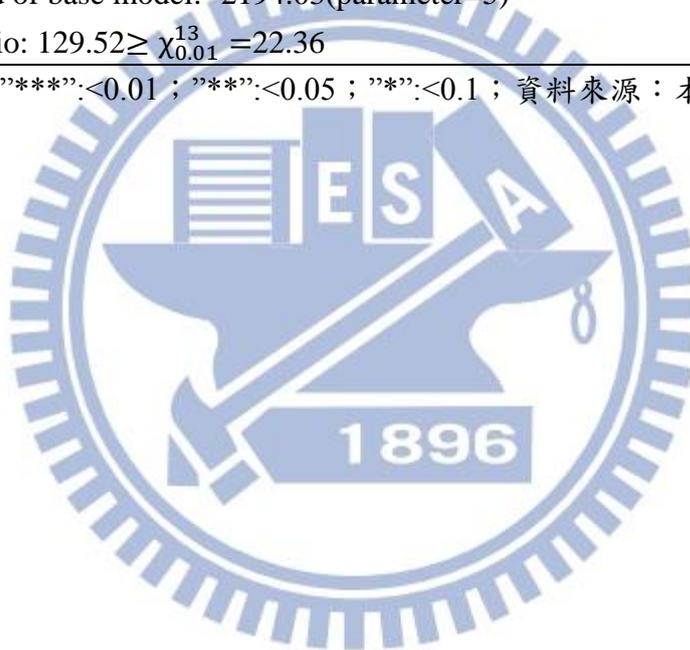
表 40 整理結合安檢前後的總體活動的 MDCEV 模型校估結果。過去三年松機國際線搭乘次數越多、父母同行、在機場活動期間跨到用餐時段、過去在機場用餐頻率越高者，從事用餐活動機率較高；年齡高、不住台灣、目的地為中國、父母同行、非跟團旅行、過去在機場購物頻率越高者，從事購買活動機率較高。效用遞減參數部份，用餐與購物皆顯著異於 1，數值方面用餐(0.574)大於購物(0.395)，表示平均用餐時間長於購物。

表 40 總體活動 MDCEV 模型校估結果

變數	用餐		購物	
	參數值	t 值	參數值	t 值
截距	-4.765	-8.78***	-2.038	-3.20***
過去三年松機國際線搭乘次數	0.122	2.27**	--	--
抵達機場耗時	0.140	2.33**	--	--
父母同行	0.808	2.17**	--	--
用餐時段	0.476	2.26**	--	--
過去在機場用餐頻率	0.405	3.78***	--	--

變數	用餐		購物	
	參數值	t 值	參數值	t 值
年齡	--	--	0.107	1.98**
住台灣	--	--	-0.722	-4.49***
臨櫃報到	--	--	0.049	0.27
目的地為中國	--	--	0.565	2.29**
父母同行	--	--	0.579	1.69*
伴侶同行	--	--	-0.021	-0.10
跟團旅行	--	--	-0.700	-1.74*
過去在機場購物頻率	--	--	0.439	5.89***
效用遞減參數	0.574	8.17***	0.395	7.53***
Log-Likelihood: -2129.27(parameter=18)				
Log-Likelihood of base model: -2194.03(parameter=5)				
Likelihood Ratio: $129.52 \geq \chi_{0.01}^{13} = 22.36$				

p-value: "\*\*\*\*": <0.01 ; "\*\*\*": <0.05 ; "\*\*": <0.1 ; 資料來源：本研究整理



## 五、 討論

過去機場旅客行為文獻多著墨於活動類型的選擇，較少探討到活動時間的分配，本研究首先利用集群分析將安檢前後時間分配、活動時間分配相似的旅客歸類，探各群旅客的特質組成，接著用樸素貝氏分類器與貝氏網路預測旅客分群、活動類型與時間長度，最後使用線性迴歸與 MDCEV 模型，找出顯著影響總時間分配的變數，以及傾向從事特定活動的旅客特質和時間分配。本章整理本研究分析發現，並與假說和文獻的發現進行比較。

### (1) 以旅客靜態變數區分活動類型選擇

本研究用於區分旅客活動類型選擇的靜態變數大致分為四類：1.本身消費傾向 2.對於搭機環境之熟悉度 3.當次旅行之因素 4.活動本身特性。不論是過去在機場的用餐頻率或購物頻率，頻率越高與當次旅行是否有從事該活動具顯著正相關，可知旅客行為與本身習慣有關。對於搭機環境之熟悉度可分為對一般登機流程的熟悉度與對松機場域的熟悉度，從集群分析結果可看出，過去搭機頻率高但對松機相對不熟悉的商務型旅客傾向把過半時間分配在安檢後，而過去松機搭機次數多的熟悉型旅客則是將過半時間放在安檢前，並且傾向在安檢前用餐，顯示其對松機環境的掌握度。當次旅行的行李件數、同行成員組成、接駁時間等皆可區分旅客活動選擇，行李越少則安檢後購物機率越高，此應與航空公司的手提行李件數限制有關且與 Liu et al.[13]結果符合；有家人(父母、小孩)或同事同學同行、抵達機場耗時越長則用餐機會高，此部份結果和 Kalakou et al. [14]、Castillo-Manzano et al.[25]符合，此外航班飛行長度越長則安檢後用餐機率高。

其他因素如設施活動因含有退稅、快遞等服務，故不長住台灣或外籍旅客則從事機率較高，此外年紀低、女性、有加入航空公司會員亦是傾向從事設施活動的旅客特質；購物活動則為不住台灣、目的地是中國的旅客較傾向從事，表示松機購物環境能促使外籍旅客前往瀏覽消費，而過去搭機頻率越高者則從事安檢後購物機率高。用餐活動則是和用餐時段有顯著正相關，但可注意的是 12~14 點有用餐的旅客比例相當接近，此應與航班時段和旅客抵達機場的時刻有關，致用餐時間分布較分散。本研究的變數與文獻顯著方向大致相同或不顯著，惟部份文獻指出過去搭機頻率越少的旅客越傾向購物和用餐[13, 14]，本研究的發現則為相反結果，過去搭機經驗越多者當次旅行安檢後購物機率越高、過去松機搭機次數高者當次旅行安檢前用餐機率高，此現象可能與松山機場為都市型商務機場有關，對於熟悉機場環境甚至松山機場環境的旅客而言，其了解松機有可滿足需求的商店，因此選擇在松機用餐或購物，對於不熟悉松機用餐購物環境配置的旅客，可能選擇在機場外事先用餐或求保險起見，盡早通過安檢而不在安檢前用餐，此與呂錦隆&李宗純[30]的計畫消費型旅客搭機次數越高則傾向購物的發現符合；另一和文獻有相反發現之因素為年齡與購物時間長度之關係，將於下一段落探討。

## (2) 旅客靜態變數影響活動時間長度選擇

首先總時間分配而言，本研究發現男性、年齡高、月收入低、搭乘高鐵、抵達機場耗時越長、有家人同行(伴侶、小孩)、非商業旅次(與 Torres et al.發現符合[23])、過去松機搭機次數少、不住台灣的旅客在機場總時間越長，搭乘高鐵和抵達機場時間長的旅客可能傾向預留時間提早抵達機場，而最後兩項則和對松機的熟悉度有關。安檢前時間顯著較長的旅客特質為月收入低、過去搭機頻率低、非搭乘服務評比高之航空公司、跟團旅行，整體而言安檢前時間與總時間長的旅客特質相似，即休閒型旅客的特質，此外熟悉型旅客因熟悉松機，在時間比例上安檢前時間大於安檢後。安檢後時間則以年齡高、男性、過去搭機頻率高、松機搭機次數低、不住台灣、搭乘服務評比高之航空的旅客顯著較長。

活動時間長度部份，從集群分析結果得知休閒型與熟悉型旅客安檢前用餐時間較長，而商務型與高收入型旅客則偏好將時間分配在安檢後的購物活動。在貝氏網路中可得知，有家人同行者安檢前單一購物與用餐時間較長，此與 Livingstone et al.[19]的發現符合。

以旅客變數觀察，安檢前活動部份女性、家人同行、抵達機場耗時長、松機搭機次數多的旅客以及用餐時段的用餐時間較長，購物時間則為女性、不住台灣、有同事或同學同行者時間較長。安檢後活動部份，女性、父母同行、自由行旅客用餐時間較長；購物活動則是不住台灣、商務旅次、有加入航空會員、月收入高、年齡高、松機搭機次數高者時間較長。部份文獻指出年輕旅客較易在機場消費[13, 29]，而本研究發現則為年長旅客較傾向在松機消費，推測原因為在探討旅客變數間之關係網路圖中發現，年齡與月收入具正向關係，而月收入高者為購物時間長度較長的族群。

## (3) 依時變數影響活動類型選擇與活動時間長度

由貝氏網路結果可知，當下已完成的活動類型與下一從事的活動類型有關，當旅客尚未完成程序活動(報到)時，則傾向先完成程序活動再選擇自主活動，而本身購物頻率高的旅客，從事過購物活動後再從事新的購物活動的機率仍高，此結果與 Freathy et al.[20] 發現休閒旅客會進行多次消費的結果符合。依時變數也會影響活動時間長度，安檢後當旅客還未用餐，免稅店長時間停留的機率則高；用過餐的旅客若前往免稅店則停留時間低。表 41 整理各類活動選擇相關的顯著變數；表 42 整理活動時間較長的相關變數。

表 41 顯著變數整理(活動類型選擇)

安檢前		
用餐	購物	設施
松機國際線搭乘次數 ab	航班飛行時間長 ab	女性 ab
抵達機場耗時長 a	非搭捷運或公車前往機場 ab	年齡低 ab
探親訪友旅次[25] a	同行人數多[20] a	不住台灣 b
小孩同行[25] a	目的地為中國 ab	加入航空公司會員 a
同事或同學同行[25] ab	過去在機場購物頻率高	

用餐時段 ab 過去在機場用餐頻率高 ab	[30] ab	
安檢後		
用餐	購物	購物(免稅、高價)
女性 a 航班飛行時間長 a 父母同行[25] ab 過去機場用餐頻率高 ab	年齡高 a 不住台灣 ab 過去三年搭機頻率 ab	不住台灣 ab 航班飛行時間長 a 松機國際線搭乘次數 ab 帶上機行李件數少 ab 目的地為中國 ab 同事或同學同行 a 加入航空公司會員 a 過去機場購物頻率高 [30] a
總體		
用餐	購物	
松機國際線搭乘次數 ab 抵達機場耗時長[14] ab 父母同行 ab 用餐時段 ab 過去在機場用餐頻率 ab	年齡高 ab 不住台灣 ab 臨櫃報到[14] a 非搭捷運或公車前往機場 ab 目的地為中國 ab 父母同行 ab 伴侶同行 a 自由行 b 過去在機場購物頻率[27, 30] ab	

a:二元羅吉特；b:MDCEV

表 42 顯著變數整理(活動時間長度)

安檢前		
用餐	購物	設施
家人同行[25] a 女性 b 探親訪友旅次 b 伴侶同行 b 子女同行 b 用餐時段 b 過去在機場飲食頻率高 b 抵達機場耗時長 b 松機國際線搭機次數多 b	家人同行 a 月收入高 a 女性[20] b 目的地為中國 b 臨櫃報到 b 非搭捷運或公車前往機場 b 不住台灣 b 同事同學同行 b 過去在機場購物頻率高 b	臨櫃報到 b 不住台灣 b 休閒旅次 b 過去搭機頻率低 b 年齡低 b 同行人數多 b

	松機國際線搭機次數少 <sup>b</sup> 同行人數多 <sup>b</sup>	
安檢後		
用餐	購物	購物(免稅、高價)
航班飛行時間短 <sup>a</sup> 已用過餐 <sup>a</sup> 女性 <sup>b</sup> 父母同行 <sup>b</sup> 家人同行 <sup>b</sup> 自由行 <sup>b</sup> 過去在機場飲食頻率高 <sup>b</sup> 月收入高 <sup>b</sup>	目的地為中國 <sup>b</sup> 不住台灣 <sup>b</sup> 無子女同行 <sup>b</sup> 自由行 <sup>b</sup> 加入航空公司會員 <sup>b</sup> 過去搭機頻率高 <sup>b</sup> 過去在機場購物頻率高 <sup>b</sup> 年齡高 <sup>b</sup> 月收入高 <sup>b</sup> 松機國際線搭機次數多 <sup>b</sup>	已用過餐 <sup>a</sup> 目的地為中國 <sup>b</sup> 不住台灣 <sup>b</sup> 商務旅次 <sup>b</sup> 加入航空公司會員 <sup>b</sup> 過去搭機頻率高 <sup>b</sup> 過去在機場購物頻率高 <sup>b</sup> 年齡高 <sup>b</sup> 月收入高 <sup>b</sup> 松機國際線搭機次數多 <sup>b</sup>
總體		
用餐	購物	
女性 <sup>b</sup> 搭高鐵去機場 <sup>b</sup> 伴侶同行 <sup>b</sup> 子女同行 <sup>b</sup> 家人同行 <sup>b</sup> 用餐時段 <sup>b</sup> 過去在機場飲食頻率高 <sup>b</sup> 抵達機場耗時長 <sup>b</sup>	目的地為中國 <sup>b</sup> 非搭捷運或公車前往機場 <sup>b</sup> 搭高鐵去機場 <sup>b</sup> 不住台灣 <sup>b</sup> 商務旅次 <sup>b</sup> 加入航空公司會員 <sup>b</sup> 過去在機場購買頻率高 <sup>b</sup> 過去搭機頻率高 <sup>b</sup> 年齡高 <sup>b</sup> 月收入高 <sup>b</sup> 松機國際線搭機次數多 <sup>b</sup>	
停留時間迴歸		
總停留時間 <sup>c</sup>	安檢前停留時間 <sup>c</sup>	安檢後停留時間 <sup>c</sup>
男性 不住台灣 月收入低 年齡高 松機國際線搭乘次數低 非商務旅次[23] 用餐時段 抵達機場耗時長[26]	月收入低 非搭乘服務評比高之航空 跟團旅行	不住台灣 過去搭機頻率高 搭乘服務評比高之航空

a:貝氏網路；b: t 檢定、相關係數檢定；c:時間迴歸

由以上結果，旅客本身的搭機頻率和松機熟悉程度對安檢前後活動選擇、時間長度與總停留時間有明顯相關，機場部門可透過資訊看板或推播資訊的方式告知安檢預估耗時、抵達各登機門所需時間、安檢後的商店設施等，讓對松機不熟悉的旅客可減少通過安檢的壓力，增加停留在安檢前時間以進行消費，並且使其了解整體松機的商店陳設能使購物需求被滿足。旅客自身在機場的購物或用餐頻率和同行成員亦和活動選擇、活動時間有關，機場商店可針對常客推行會員制折扣，或針對特色商品廣告以吸引不常在機場購物或用餐的旅客嘗試消費，此外非長住台灣、攜帶行李較少的旅客亦是傾向在松機消費的客群，商家可進行多語的促銷宣傳、配置外語服務人員，以及提供暫時的行李放置空間，以滿足外籍旅客需求並減少行李多的旅客前往消費的阻力；餐廳可針對較不傾向用餐的客群如獨行乘客設計較友善的用餐環境，吸引旅客進店用餐。至於機場部門則可與商家合作，透過行動裝置 APP 推播各種特質的旅客可能感興趣的資訊，驅使旅客願意至商店瀏覽消費。



## 六、 結論與建議

本章首先討論本研究之貢獻，接著總結本研究主要發現，最後提出從本研究之結果可得出的管理意涵，以及往後相關研究的可能發展方向。

### 6.1 研究貢獻

1. 本研究使用集群分析針對旅客投入各項活動之時間與總停留時間分群，發現可明顯區分不同時間分配傾向的旅客分群，並得知各群旅客的特質組成。
2. 本研究使用貝氏分類器找尋與旅客活動選擇和時間長度有關的靜態與依時變數，利用較少的變數預測旅客選擇各項活動與相應時間長度的機率，並得知各項旅客特質之間的關聯。
3. 本研究首先嘗試將 MDCEV 模型套入機場旅客情境，校估旅客對各項活動的基本效用與效用遞減效應，了解各類旅客對活動選擇的基本偏好與投入的時間長度。

### 6.2 研究發現

1. 對於松機不熟悉的旅客如過去搭機頻率較低、跟團、不住台灣，以及抵達機場耗時較久、有家人同行、不是商業旅次的旅客傾向在機場停留較長時間，而對松機熟悉的旅客停留時間則較短且傾向在安檢前用餐，顯示對機場的熟悉程度與時間安排有關。
2. 不住台灣的旅客顯著傾向從事設施與購物活動，因機場設有退稅、行李託運等供外國旅客使用的服務，另一方面表示松機商店可吸引該群旅客進行消費。該次旅行相關因素亦與活動選擇有關，如行李較少易傾向從事購物、抵達機場耗時較長者傾向用餐、有家人同行的旅客則傾向購物與用餐等。
3. 過去在機場用餐或購物頻率越高的旅客，當次在松機用餐或購物的機率越高且時間越長，此外當次旅行已造訪過商店的旅客再訪其他商家的機率高，表示旅客自身習慣與當次旅行的活動安排顯著相關。
4. 集群分析可將旅客依活動時間分配分群，熟悉型旅客傾向在安檢前用餐，並花費較多時間於安檢前；商務型旅客傾向安檢前購物與安檢後各項自主活動，以及花費較多時間在安檢後；休閒型旅客由於安檢前時間長，傾向從事安檢前各項自主活動；高收入型旅客則是將多數時間分配在安檢後，並傾向從事安檢後的購物活動。
5. 當次在機場已從事過的活動類型亦影響活動選擇與時間分配，當旅客尚未完成程序活動時，傾向先辦理程序活動再從事購物或用餐等自主活動；而在安檢後旅客若是沒用過餐，下一活動若前往免稅店則時間偏長，相反地若已用過餐則在免稅店時間偏短，顯示旅客會在有限的時間內做自己偏好的時間分配。
6. 旅客特質間具相關性。月收入高則搭機經驗較多且為航空會員機率較高，搭機經驗高則意味著單獨旅行與商務旅次的機率高；不住台灣與有小孩同行的旅客行李

件數較多；旅次目的亦與同行成員組成有關。

7. 與月收入正向相關的旅客有顯著較長的購物時間，如搭機次數、年齡、有加入航空會員等；同行成員部份，和家人同行時用餐時間較長，而和同事或同學同行時則為購物時間較長；同行人數亦與購物時間有正向關係。

### 6.3 管理意涵

1. 機場透過了解旅客的活動選擇和時間分配習慣，可搭配旅客的到達分佈，適時調整櫃台與安檢通道的服務容量，提升旅客滿意度與服務水準；商家與餐廳亦可透過旅客到店時間分佈。
2. 商店與餐廳可分別針對常客、傾向消費與不傾向消費的旅客族群，推行客製化的促銷優惠，或配置足以服務各客群的服務人員與設備，滿足旅客需求並驅使旅客願意前往消費。
3. 近年來行動裝置服務盛行，了解不同特質旅客的活動選擇可供機場商家對旅客發送客製化促銷資訊，提高營收；機場當局也可透過旅客的基本資料回傳或手動設定，主動提供符合旅客興趣的設施或商店資訊，或是提供報到與登機的到時提醒、安檢預估時間、各登機門步行時間等，幫助不熟悉搭機流程的旅客能降低完成搭機手續的時間壓力，並享受在機場停留的過程，充分運用空閒時間，提高造訪商家機率。
4. 可從初步的問卷收集了解與旅客活動選擇較相關的少數數個變數，進而在給予個人化資訊時，系統能根據旅客特質，快速簡易的判斷應推播的資訊內容，提升旅客正向體驗；結合室內導航與定位服務，系統可得知旅客的實際活動型態並給予系統反饋，調整系統對旅客特質與活動型態關聯的理解。

### 6.4 未來研究方向

本小節就本研究提出未來可延伸與改進的方向：

1. 本研究考慮研究場域松山機場的旅客以中文使用者為主，日韓旅客為輔，因此問卷僅備中文版，加上語言能力限制，受訪旅客以能讀懂中文、或願意接受口頭翻譯訪問者為主，較難大量蒐集非使用中文的旅客，未來研究若條件允許可針對此部分的旅客族群進行調查，比較與本研究的調查對象旅客在活動選擇上的異同。
2. 本研究主要探討用餐、購物、設施活動，對於等候活動未多加著墨有三項原因，一是等候為穿插於在程序與其他自主活動中的零碎活動，旅客在揭露完整的等候活動次數與時間長度時有其困難度；二為部份旅客單一等候活動時間超過一小時，問卷問項尺度無法涵蓋，故等候活動所得數據較難用於分析，最後考慮到極大部份旅客皆會在機場內等候，較難與其他自主活動的相關性進行探討，未來研究若能有效得知旅客等候行為之方法則為可發展之方向。
3. 承 2，本研究調查旅客活動選擇的方式為在登機門請旅客以問卷形式填答，旅客在回憶其活動過程與實際行為可能有些許落差，往後若機場有開發出室內導航的行動裝置應用程式供旅客使用，則可透過手機、平板等收集旅客動向，減少問卷作答會有的偏誤。

## 參考文獻

1. TheWorldBank. *Air transport, passengers carried*. 2017; <http://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR?end=2016&start=2002&view=chart> ].
2. 中華民國交通部民用航空局, *中華民國 105 年民航統計年報*. 2017.
3. ConcessionaireAnalyzer+. *Non-Aeronautical Revenues*. 2016.
4. Bhat, C.R., *A multiple discrete–continuous extreme value model: formulation and application to discretionary time-use decisions*. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2005. **39**(8): p. 679-707.
5. Janssens, D., et al., *Integrating Bayesian networks and decision trees in a sequential rule-based transportation model*. *European Journal of operational research*, 2006. **175**(1): p. 16-34.
6. Friedman, N., D. Geiger, and M. Goldszmidt, *Bayesian network classifiers*. *Machine learning*, 1997. **29**(2-3): p. 131-163.
7. Cheng, J. and R. Greiner. *Comparing Bayesian network classifiers*. in *Proceedings of the Fifteenth conference on Uncertainty in artificial intelligence*. 1999. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
8. Bielza, C. and P. Larrañaga, *Discrete Bayesian network classifiers: a survey*. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 2014. **47**(1): p. 5.
9. Castiglione, J., M. Bradley, and J. Gliebe, *Activity-based travel demand models: A primer*. 2015.
10. Yagi, S. and A. Mohammadian, *Modeling Daily Activity-Travel Tour Patterns Incorporating Activity Scheduling Decision Rules*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2008. **2076**: p. 123-131.
11. Bowman, J.L. and M.E. Ben-Akiva, *Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2001. **35**(1): p. 1-28.
12. Yang, L., Q. Shen, and Z. Li, *Comparing travel mode and trip chain choices between holidays and weekdays*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2016. **91**: p. 273-285.
13. Liu, X., J.M. Usher, and L. Strawderman, *An analysis of activity scheduling behavior of airport travelers*. *Computers & Industrial Engineering*, 2014. **74**: p. 208-218.
14. Kalakou, S. and F. Moura, *Modelling passengers' activity choice in airport terminal before the security checkpoint: the case of Portela airport in Lisbon*. *Transportation Research Procedia*, 2015. **10**: p. 881-890.

15. Popovic, V., B.J. Kraal, and P.J. Kirk, *Passenger experience in an airport: an activity-centred approach*. IASDR 2009 proceedings, 2009: p. 1-10.
16. Popovic, V., B. Kraal, and P. Kirk, *Towards Airport Passenger Experience Models*, in *Proceedings of 7th International Conference on Design & Emotion*. 2010.
17. Kirk, P.J., et al., *Towards a Taxonomy of Airport Passenger Activities*, in *DRS 2012 Bangkok – Research : Uncertainty, Contradiction and Value*. 2012.
18. Pendyala, R.M., T. Yamamoto, and R. Kitamura, *On the formulation of time-space prisms to model constraints on personal activity-travel engagement*. *Transportation*, 2002. **29**(1): p. 73-94.
19. Livingstone, A., et al., *Understanding the airport passenger landside retail experience*. *DRS 2012 Bangkok–Research: Uncertainty, Contradiction and Value*, 2012. **1**.
20. Freathy, P. and F.O. Connell, *Spending time, spending money: Passenger segmentation in an international airport*. *The International Review of Retail Distribution and Consumer Research*, 2012. **22**(4): p. 397-416
21. Scholvinck, J., *The travel stress curve*. Market Square Consulting, Amsterdam, 2000.
22. Thomas, D., *Retail and leisure developments at London Gatwick*. *Commercial Airport*, 1997. **38**: p. 41.
23. Torres, E., et al., *Passenger waiting time in an airport and expenditure carried out in the commercial area*. *Journal of Air Transport Management*, 2005. **11**(6): p. 363-367.
24. Lin, Y.-H. and C.-F. Chen, *Passengers' shopping motivations and commercial activities at airports – The moderating effects of time pressure and impulse buying tendency*. *Tourism Management*, 2013. **36**: p. 426-434.
25. Castillo-Manzano, J.I. and L. López-Valpuesta, *Analysing passenger behaviour towards the catering industry: Implications for airport management*. *International Journal of Hospitality Management*, 2013. **35**: p. 258-260.
26. Tam, M.L., W.H.K. Lam, and H.P. Lo, *Modeling air passenger travel behavior on airport ground access mode choices*. *Transportmetrica*, 2008. **4**(2): p. 135-153.
27. Geuens, M., D. Vantomme, and M. Brengman, *Developing a typology of airport shoppers*. *Tourism Management*, 2004. **25**(5): p. 615-622.
28. Geuens, M., M. Brengman, and R. S'Jegers, *An exploratory study of grocery shopping motivations*. *ACR European Advances*, 2001.
29. Perng, S.-W., C.-C. Chow, and W.-C. Liao, *Analysis of shopping preference and satisfaction with airport retailing products*. *Journal of Air Transport Management*, 2010. **16**(5): p. 279-283.

30. 呂錦隆 and 李宗純, 臺灣地區航空旅客國際機場消費行為模式之研究. 運輸學刊, 2015. **27**(2): p. 281-309.
31. Ma, W. and P. Yarlagadda, *A micro-simulation of airport passenger with advanced traits*, in *28th INTERNATIONAL CONGRESS OF THE AERONAUTICAL SCIENCES*. 2012.
32. Cheng, J. and R. Greiner, *Learning bayesian belief network classifiers: Algorithms and system*. Advances in artificial intelligence, 2001: p. 141-151.
33. Larkey, L.S. and W.B. Croft. *Combining classifiers in text categorization*. in *Proceedings of the 19th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*. 1996. ACM.
34. McCallum, A. and K. Nigam. *A comparison of event models for naive bayes text classification*. in *AAAI-98 workshop on learning for text categorization*. 1998. Madison, WI.
35. Eberhardt, J.J., *Bayesian spam detection*. Scholarly Horizons: University of Minnesota, Morris Undergraduate Journal, 2015. **2**(1): p. 2.
36. McCord, M. and M. Chuah, *Spam Detection on Twitter Using Traditional Classifiers*, in *Autonomic and Trusted Computing: 8th International Conference, ATC 2011, Banff, Canada, September 2-4, 2011. Proceedings*, J.M.A. Calero, et al., Editors. 2011, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 175-186.
37. Scutari, M., *Learning Bayesian networks with the bnlearn R package*. arXiv preprint arXiv:0908.3817, 2009.
38. Chang, Y.-H., C.-H. Cheng, and T.-C. Wang. *Performance evaluation of international airports in the region of east Asia*. in *Proceedings of Eastern Asia Society for transportation studies*. 2003.
39. Maron, M.E. and J.L. Kuhns, *On relevance, probabilistic indexing and information retrieval*. Journal of the ACM (JACM), 1960. **7**(3): p. 216-244.
40. Langley, P., W. Iba, and K. Thompson. *An analysis of Bayesian classifiers*. in *Aaai*. 1992.
41. Langley, P. and S. Sage. *Induction of selective Bayesian classifiers*. in *Proceedings of the Tenth international conference on Uncertainty in artificial intelligence*. 1994. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
42. Triantafillou, S. and I. Tsamardinos. *Score-based vs Constraint-based Causal Learning in the Presence of Confounders*. in *CFA@ UAI*. 2016.
43. Annis, D.H., *Permutation, parametric, and bootstrap tests of hypotheses*. 2005, Taylor & Francis.
44. Gámez, J.A., J.L. Mateo, and J.M. Puerta, *Learning Bayesian networks by hill climbing: efficient methods based on progressive restriction of the neighborhood*. Data Mining and Knowledge Discovery, 2011. **22**(1): p.

- 106-148.
45. Scutari, M., *Bayesian network constraint-based structure learning algorithms: Parallel and optimised implementations in the bnlearn r package*. arXiv preprint arXiv:1406.7648, 2014.
  46. Bhat, C.R., *The multiple discrete-continuous extreme value (MDCEV) model: role of utility function parameters, identification considerations, and model extensions*. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2008. **42**(3): p. 274-303.
  47. Koppelman, F.S. and J.R. Hauser, *Destination choice behavior for non-grocery-shopping trips*. *Transportation Research Record*, 1978(673).
  48. Pinna, M. and G. Del Chiappa. *Consuming Food and Beverage at the airport: analogies and differences among business and leisure tourists*. in *International Marketing Trends Conference*. 2013.
  49. Becker, G.S., *A Theory of the Allocation of Time*. *The economic journal*, 1965: p. 493-517.
  50. Kaufman, L. and P.J. Rousseeuw, *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*. Vol. 344. 2009: John Wiley & Sons.
  51. Sarle, W.S., *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. *Journal of the American Statistical Association*, 1991. **86**(415): p. 830-833.
  52. Thorndike, R.L., *Who belongs in the family?* *Psychometrika*, 1953. **18**(4): p. 267-276.

## 附錄一：問卷樣板

問卷編號：V5□□□□□



您好：我們是國立交通大學運輸與物流管理系碩士班的研究生，首先感謝您參與本問卷的填寫。這是一份學術性的問卷調查，此份問卷主要目的是想了解旅客在機場內的時間安排和活動型態。您的填答將有助了解旅客使用機場設施的情形，並對未來機場設施及零售服務的改善提供參考。您所填答的資料僅供研究整理分析之用，絕不外流作其他用途，敬請放心作答，由衷感謝您的幫忙與支持！

敬祝 旅途愉快

國立交通大學運輸與物流管理系碩士班

指導教授：鍾易詩 博士

研究生：蔡尚霖、陸冠宏、蕭惟中 敬上

### 第一部分：登機證資料

1. 請問您的航班編號為：\_\_\_\_\_；登機時間(Boarding time)為：\_\_\_\_\_點\_\_\_\_\_分。
2. 請問您的航班所在登機門編號為：9 8 7 6 5 4

### 第二部分：機場使用經驗

1. 請問您過去 3 年平均每 1 年搭飛機幾次？  
過去 3 年未曾搭過飛機 少於 1 次 1 次 2 次 3 次 4 次 5 次(含)以上
2. 請問您過去 3 年曾利用松山機場搭飛機幾次(不含這次)？  
國內線：0 次 1 次 2 次 3 次 4 次 5 次(含)以上  
國際線：0 次 1 次 2 次 3 次 4 次 5 次(含)以上

### 第三部分：此次行為描述

1. 請問您今天抵達松山機場的時刻為：\_\_\_\_\_點\_\_\_\_\_分。
2. 請問您辦理完成報到和行李托運時刻為：\_\_\_\_\_點\_\_\_\_\_分。
3. 請問您約花多久完成報到和托運？5 分 10 分 15 分 20 分 30 分(含)以上
4. 請問您在二樓辦理完安全檢查和護照查驗的時刻為：\_\_\_\_\_點\_\_\_\_\_分。
5. 請問您約花多久完成安全檢查和護照查驗？5 分 10 分 15 分 20 分 30 分(含)以上
6. 請問您何時開始在登機門前的座椅休息等候登機：\_\_\_\_\_點\_\_\_\_\_分。
7. 請問您辦理報到的方式為？ 臨櫃報到 網路報到 自助報到機報到
8. 請問您此次旅行約花多少時間抵達機場？  
15 分(含)以內 16~30 分 31~45 分 46~60 分 1~1.5(含)小時 1.5 小時以上
9. 請問您此次旅行搭乘何種交通工具抵達機場(可複選)？  
自行開車 他人接送 計程車 捷運 公車 高鐵 其他(\_\_\_\_\_)
10. 請問您此次旅行到機場時攜帶了幾件行李(可複選)？  
沒攜帶行李 行李箱\_\_\_\_\_件 手提包\_\_\_\_\_件 後背包\_\_\_\_\_件 其他\_\_\_\_\_件
11. 請問您此次旅行托運了幾件行李(可複選)？  
沒托運行李 行李箱\_\_\_\_\_件 手提包\_\_\_\_\_件 後背包\_\_\_\_\_件 其他\_\_\_\_\_件

12. 請問您此次利用松山機場出國，在松山機場購買何種商品(可複選)? (未購物請跳至第 16 題)
- 餐飲       兌換外幣    書報印刷品       模型、玩具       食用伴手禮       工藝品  
 珠寶       化妝品       服飾       香菸       酒類       巧克力  
 日常用品       3C 產品       其他(請註明:\_\_\_\_\_)
13. 請問您此次在松山機場的消費總金額約\_\_\_\_\_元(新台幣)。
14. 請問您此次在松山機場的消費為?  有事先計畫     臨時起意     部份事先計畫，部分臨時起意
15. 請問您此次在松山機場的消費用途為?  自己使用     送禮用     部份自己使用，部分送禮用
16. 請問您過去三年在機場購買飲食的頻率約為(不限松山機場)?
- 每次在機場購買飲食 1 次以上       每次在機場購買飲食 1 次  
 每 2-3 次在機場購買飲食 1 次       從未購買
17. 請問您過去三年在機場購買免稅品、紀念品的頻率約為(不限松山機場)?
- 每次在機場購買 1 次以上       每次在機場購買 1 次  
 每 2-3 次在機場購買 1 次       從未購買
18. 此次旅行的天數為：\_\_天
19. 此次旅行的目的:  休閒     商務     探親訪友     求學     其他(\_\_\_\_\_)
20. 此次旅行是否有其他同行成員?  是，包含自己共有\_\_\_\_\_人     否(請跳至第 22 題)
21. 此次旅行的同行成員 (可複選) :
- 父母       伴侶、配偶       6 歲以下子女     6 歲以上子女     同事  
 同學、朋友     兄弟姊妹       親戚       其他(\_\_\_\_\_)
22. 此次旅行為:  自由行     跟團
23. 此次旅行是否有人陪同到航廈內送機?  是     否
24. 如果松山機場推出室內導航 APP，可協助您規劃前往各個設施及商店的路線，並根據您的所在位置提供周遭的商店資訊，您會有意願嘗試使用嗎?  是     否

25. 以下為松山機場商店及設施與其代號。請依照您踏進機場後造訪以下設施或商店的順序，將相應代號依造訪順序填寫在下方表格，勾選您在該地停留時間，並在您有消費的商店打勾(代號可重複填寫)。

**安全檢查之前的設施、商店代號**

一樓

- (1)報到櫃台 (2)洗手間 (3)座椅區 (4)銀行/ATM (5)郵局  
 (6)退稅服務 (7) 7-11/全家 (8)Subway (9)模型玩具店 (10)伴手禮食品店(1F)  
 (11)燒臘店 (12)寄物櫃 (13) 其他(請註明:\_\_\_\_\_)

二樓、三樓

- (14)二樓座椅區 (15)二樓洗手間 (16)觀景台 (17)星巴克 (18)伴手禮店(2F)  
 (19)牛肉麵店 (20) 大心麵食 (21)素食料理 (22)復興航棧 (23)摩斯漢堡

**安全檢查後之設施、商店代號**

- (24)座椅區 (25)洗手間 (26)電腦/平板上網區 (27)手機充電 (28) VIP 室 (29)按摩小站  
 (30)免稅菸酒 (31)免稅彩妝 (32)歷史博物館文創  
 (33)輕食/簡餐店 (34)精品專櫃(包包、服裝、珠寶) (35) 藥妝區  
 (36)伴手禮/紀念品店 (37) 書店 (38) 保健商品

↓將代號依造訪順序填至下方表格↓

造訪順序	設施或商店代號	有消費請打勾	停留時間(分鐘)					
			3分以下	4~10分	11~20分	21~30分	31~45分	46分以上
範例	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**第四部分：旅客基本資料**

- 性別：男性 女性 其他
- 個人月所得約(新台幣)  
 3萬以下  3~5萬  5~7萬  7~9萬  9~11萬  11~15萬  15萬以上
- 年齡(歲)：19-25 26-30 31-40 41-50 51-60 61-70 71 以上
- 教育程度：高中(含)以下 大學 碩士 博士
- 目前主要居住地：台灣 中國大陸 港澳 日本 韓國 其他(\_\_\_\_\_)
- 是否有加入任何航空公司的飛行常客計畫或會員？是 否

## 簡 歷



姓 名 : 陸冠宏

籍 貫 : 高雄市, 台灣

出生日期 : 1994/07/31

電子信箱 : gorden0806@gmail.com

通訊地址 : 高雄市橋頭區里林西路明德南巷 38 號

學 歷 :

2018 年 7 月國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班交通運輸組畢業

2016 年 6 月國立交通大學運輸與物流管理學系畢業

