

國 立 交 通 大 學

運 輸 科 技 與 管 理 學 系 碩 士 班

碩 士 論 文

福岡機場國際航班轉移至北九州機場

之成本效益分析

A Cost-Benefit Analysis of Re-locating International Flights

from Fukuoka Airport to Kitakyushu Airport

研 究 生：陳筱薇

指 導 教 授：黃寬丞 副教授

蕭傑諭 助理教授

中 華 民 國 一〇一 年 七 月

福岡機場國際航班轉移至北九州機場之成本效益分析

A Cost-Benefit Analysis of Re-locating International Flights
from Fukuoka Airport to Kitakyushu Airport

研究生：陳筱薇

Student : Hsiao-Wei Chen

指導教授：黃寬丞
蕭傑諭

Advisor : Dr. Kuan-Cheng Huang
Dr. Chieh-Yu Hsiao

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

A Thesis

Submitted to Department of Transportation Technology and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Transportation Technology and Management

July 2012

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇一年七月

福岡機場國際航班轉移至北九州機場之成本效益分析

學生：陳筱薇

指導教授：黃寬丞 副教授

蕭傑諭 助理教授

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

福岡機場位於日本九州半島福岡縣福岡市區，優越的地理位置及便利的轉乘交通，使其年旅客量居九州半島各機場之冠。然而，福岡機場僅有一條 2,800 公尺的跑道，目前的營運情形已極為接近跑道的設計容量限制。位處住宅區圍繞的市區，使得福岡機場擴建第二跑道的方案較為困難，而於鄰近地區擇地興建新福岡機場的方案，也受限於建造成本的高昂及環境影響的考量而較不可行。因此，本研究提出將福岡機場中對於時間較不敏感的國際航班旅客轉移至北九州機場之替選方案，並以成本效益分析方法來評估此替選方案的可行性。在本研究的成本效益分析中，以維持原狀方案作為比較方案，在運量持續成長的假設下，未來福岡機場由於容量不足將產生旅客轉換成本及機場擁擠成本，此為納入成本效益分析的其中二個項目。國際航班轉移前後前往機場的旅行成本變化導致的使用者效益改變，為另一分析項目。而為服務轉移的國際航班旅客，北九州機場擴建現有航廈與興建新航廈的成本也是考量的項目之一。敏感度分析的結果顯示，平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間愈低時，評估結果愈差。旅客成長率愈低，或是折現率愈高時，此替選方案愈有可能不可行。國內航班載客率與平均座位數愈高時，替選方案愈有可能不被接受；國際航班的載客率與平均座位數則對評估結果是否接受替選方案較無影響。北九州機場增修航廈的成本由於占總成本比例較小，因此對決策結果幾乎沒有影響。

關鍵字：成本效益分析、機場、容量限制

A Cost-Benefit Analysis of Re-locating International Flights from Fukuoka Airport to Kitakyushu Airport

Student : Hsiao-Wei Chen

Advisor : Dr. Kuan-Cheng Huang
Dr. Chieh-Yu Hsiao

Department of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

Abstract

As the fourth busiest airport in Japan, Fukuoka Airport (FUK), with one single runway of 2,800 meters, is currently operating near its full capacity. However, it is difficult to expand the capacity due to its city-centered location surrounded by the residential area. In addition, it is less likely to build a new airport near Fukuoka, given the concerns over the high construction cost and the serious environmental impacts. Therefore, this study proposes an alternative by re-locating the less time-sensitive international flights from Fukuoka Airport to Kitakyushu Airport (KKJ), which has a runway of 2,500 meters and sufficient space for expansion. This study performs a cost-benefit analysis (CBA) to evaluate the feasibility of the proposed alternative. User benefit is calculated in terms of the social-welfare changes due to changes in generalized travel costs. The benefits are estimated by considering the do-nothing alternative as the basis. In particular, given the assumption for the demand growth, the benefits are related to the reduction of the demand diversion and airport congestion caused by the insufficient capacity in the do-nothing alternative. As for the costs, the major components are the construction of the new terminal and the extension of the existing terminal to accommodate the re-located international flights at KKJ. By the sensitivity analysis on key factors such as demand growth and discount rates, this study finds the conditions in which the proposed alternative is acceptable.

Keywords : Cost-Benefit Analysis 、 Airports 、 Capacity Constraints

誌 謝

能夠完成碩士論文，想要及需要感謝的人實在太多，本想草草帶過，但為了在將來回顧時，還能夠回想起此刻感激的心情及那些幫助過我的人們，還是決定認真地將此時心中浮現的那些鼓勵話語與面孔一一記錄下來。

特別想要謝謝的是我的指導教授—黃寬丞老師。在交大的這些日子，受到老師極多的幫助，不論是課業上的解惑、獎學金的推薦、交換學生的申請、畢業專題和碩士論文的指導，甚或是日常生活中的關懷與待人接物的道理。老師給予我的，不僅止於學問的傳授，更多的是面對生活的態度以及處世的智慧。我並非一個聰明的學生，在遇到挫折時經常萌生退縮放棄的想法，但老師從不曾對我失去耐心，也從不曾放棄過我，總是不厭其煩地一次又一次地教導我、鼓勵我、將我拉回正軌，若沒有老師，我想我絕不可能完成碩士論文。老師，真的很謝謝您！

謝謝我的另一位指導教授—蕭傑諭老師。很感謝老師願意共同指導我的碩士論文，若沒有老師在緊要關頭的即時加入，針對我的瓶頸指點迷津，我想我不可能突破當時面臨的困境，也無法在此時已順利地完成碩士論文。在我感到疑惑時，老師總是鉅細靡遺地解釋，這段期間從老師身上獲得的知識對我來說彌足珍貴。雖然與老師接觸的時間不長，但老師隨和的相處方式使每一次的會面討論都十分輕鬆愉快。老師，真的很謝謝您！

謝謝我的兩位口試委員—運管系的吳水威老師與交研所的邱裕鈞老師。感謝兩位老師撥冗參與我的論文口試，給予我實質的建議使我的論文能夠更加完善，並且肯定我於論文付出的努力。兩位老師，謝謝您們！

謝謝所有在我求學生涯遇見的老師。感謝各位老師不遺餘力地傾囊相授，專業知識與技能的教導使我充實，人生經驗的分享讓我思考並沉澱。因為您們，我才得以累積足夠的能力完成我的碩士學位。各位老師，謝謝您們！

謝謝系上兩位親切的助理—幸榮和茵茹。感謝妳們在我出包的時候，總是偷偷地給我放水。在我提出疑問的時候，總是熱心地為我解惑並給予協助。兩位助理，謝謝妳們！

謝謝實驗室的各位夥伴。學姊郁英、小惠和學長丞博，感謝你們在課業及研究上給予的指引；劉婉和家誼，從大學時便一起同行，因為你們，讓我的運管生活從不孤單；學弟儀安、逸銘、季佑和學妹彥蓉，與你們相處的日子雖然短暫，但仍感謝你們的不吝幫助、提醒和打氣。因為你們，我的碩士生活才能如此有滋有味，雖然有過難熬的時候，但更多的是充滿歡笑的回憶。實驗室的夥伴們，謝謝你們！

謝謝在交換生時期結識的 Doris 與 Jefferson。感謝你們，讓我在異鄉的日子有了依靠。那段在北京的日子，我們如同家人般相處，煩惱有人傾聽、困難有人分擔、快樂有人同享，一切都是這麼令人難忘！親愛的 Doris 與 Jefferson，謝謝你們！

謝謝我親愛的大學室友—素妃和純如、大學同學—弘玉與高中八寶—兩柳、麗瑤、培婷、俊吟、家瑄、曉美和家瑋。感謝妳們在我沮喪時的鼓勵和關懷，也感謝妳們總是將我的手緊緊握牢，讓我在萌生斷了聯繫之意時，將我的荒謬念頭扼殺在孕育的階段。妳們的來電、簡訊、卡片和明信片，各種溫暖的打氣和問候總讓我當時的灰心沮喪煙消雲散，原來的委靡消沉頓時又被滿滿的力量所取代。能夠與妳們相識，是我的幸運，妳們是我除了家人之外最無可取代的珍貴寶物，親愛的，真的很謝謝妳們！

謝謝我親愛的家人們。爸爸、媽媽、哥哥和弟弟，感謝你們，包容我的任性，並總是全力支持我的決定；阿月姐姐、寶元哥哥、小珠姐姐和大佐哥哥，感謝你們一直以來對我這個沒有血緣關係的妹妹的照顧，在我遇到難關時，總是二話不說地伸出援手，有錢出錢，有力出力；妞妞、蓉蓉和小芭，感謝你們總以純真的笑容與童稚的話語讓我苦悶灰暗的日子變得歡快明亮。因為有你們作為我最堅實的後盾，讓我有前進的動力，因為我知道，就算我搞砸一切，仍然有家可回，有家人敞開的懷抱可以依偎，所以毋須擔憂與膽怯。親愛的家人們，真的很謝謝你們！

最要謝謝的是我最親愛的姐姐—Clare。對妳的感謝是無法以言語來闡述的。妳是我的另一個媽媽，從小到大，關懷我生活中的大小事，為我煩憂，為我難過，也為我歡欣。妳也是我人生的導師，教會我對自己負責任的態度，平時總以前輩的角度與我分享妳的經驗與看法，開闊我的心胸與視野，帶領著我持續前進。在我想不通、鑽牛角尖的時候，是妳開導我並鼓勵我；在我持續執迷不悟時，是妳當頭棒喝地罵醒我。「沒有妳，就沒有現在的我。」親愛的姐姐，真的真的真的很謝謝妳！

僅將此誌謝獻給這一路上陪伴我走過的人們！

謝謝你們！

陳筱薇 謹誌於

國立交通大學運輸科技與管理學系 KC-Lab

2012 年 09 月 15 日 ☺

目 錄

摘 要	i
Abstract.....	ii
誌 謝	iii
目 錄	v
表目錄	vii
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
1.1 福岡機場背景介紹	1
1.2 福岡機場營運現況分析與面臨之困境.....	2
第二章 文獻回顧	4
2.1 成本效益分析之概述	4
2.2 運輸計畫的成本效益分析方法於各國之使用概況.....	5
2.2.1 英國之使用概況	5
2.2.2 德國之使用概況	6
2.2.3 法國之使用概況	7
2.2.4 日本之使用概況	8
2.2.5 美國之使用概況	8
2.2.6 各國使用概況小結	10
2.3 成本效益分析在運輸計畫之應用	13
2.4 機場改善計畫相關之成本效益分析	14
2.5 文獻小結	15
第三章 成本效益分析架構	17
3.1 方案產生	17
3.2 運量預測	19
3.3 各項成本與效益項目之估算方法	19
3.3.1 使用者效益(User benefit).....	19
3.3.2 轉換成本(Diversion cost)與擁擠成本(Congestion cost).....	23
3.3.3 北九州機場航廈修建成本(Construction cost at KKJ).....	24
3.4 評估指標之計算	25

第四章 評估結果與敏感度分析	26
4.1 評估結果	26
4.2 敏感度分析	31
4.2.1 平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間	31
4.2.2 福岡機場國際與國內航班之旅客年成長率	32
4.2.3 福岡機場國際與國內航班之載客率與平均座位數	34
4.2.4 折現率	36
4.2.5 北九州機場航廈修建成本	37
第五章 結論與建議	38
5.1 結論	38
5.2 建議	39
參考文獻	40
簡 歷	43

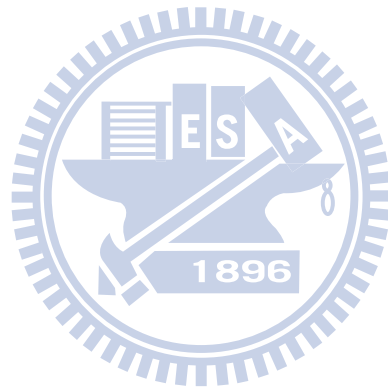


表目錄

表 1 運輸計畫的成本效益分析方法於各國使用概況之比較	11
表 2 北九州機場航廈修建成本	24
表 3 成本效益分析評估結果 (增額益本比一)	29
表 4 成本效益分析評估結果 (增額益本比二)	30
表 5 平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間的敏感度分析結果 (增額益本比一).....	31
表 6 平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間的敏感度分析結果 (增額益本比二).....	32
表 7 福岡機場國際與國內航班旅客年成長率的敏感度分析結果 (增額益本比一).....	33
表 8 福岡機場國際與國內航班旅客年成長率的敏感度分析結果 (增額益本比二).....	33
表 9 福岡機場國際航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比一).....	34
表 10 福岡機場國際航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比二).....	35
表 11 福岡機場國內航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比一).....	35
表 12 福岡機場國內航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比二).....	36
表 13 折現率的敏感度分析結果 (增額益本比一).....	36
表 14 折現率的敏感度分析結果 (增額益本比二).....	36
表 15 北九州機場航廈修建成本的敏感度分析結果 (增額益本比一)	37
表 16 北九州機場航廈修建成本的敏感度分析結果 (增額益本比二)	37

圖目錄

圖 1 福岡機場與北九州機場之地理位置	1
圖 2 日本機場年旅客數量(2010 年)	2
圖 3 日本機場航機年起降次數及機場內跑道數量(2010 年)	2
圖 4 福岡機場近 10 年之航機年起降次數	3
圖 5 美國成本效益分析的主要構成要素	8
圖 6 本研究之成本效益分析架構	17
圖 7 一般化的使用者效益示意圖	19
圖 8 本研究所界定之九州 21 分區與各分區所占福岡機場國際旅客比例	21
圖 9 九州 21 分區開車前往福岡機場與北九州機場之旅行時間與距離	22
圖 10 轉換成本與擁擠成本估算方法示意圖	23
圖 11 成本效益分析計算流程圖以及各項參數設定值	28



第一章 緒論

本章首先簡述福岡機場之背景，再針對其營運現況分析未來可能面臨之困境，並提出本研究所欲探討之解決方案。

1.1 福岡機場背景介紹

福岡機場(Fukuoka Airport, FUK)位於日本九州半島福岡縣福岡市(見圖 1)，目前營運 24 條國內和 15 條國際航線，機場內設有四座航廈，第一和第二航廈分別為國內線前往地方和主要城市專用，第三航廈為國內線到達專用，第四航廈則專供國際線使用。機場內僅有一條 2,800 公尺的跑道，設計容量限制為每年 145,000 架次。

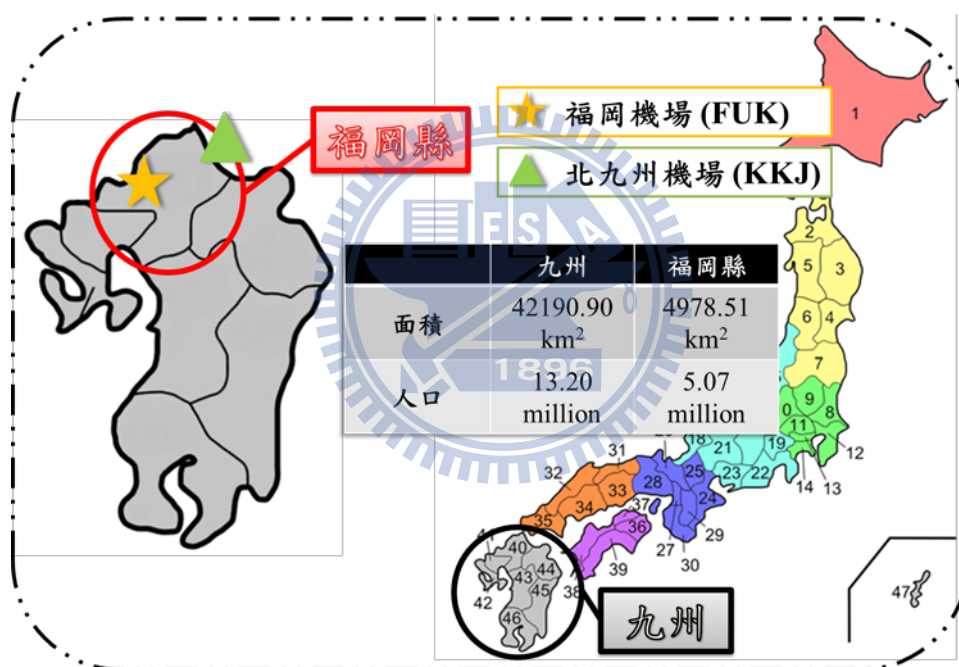


圖 1 福岡機場與北九州機場之地理位置

由福岡機場前往福岡市區的交通相當便利，從機場轉乘福岡市營地鐵，到 JR 博多站需時約 5 分鐘(約 4 公里)，到福岡市中心天神也只需約 11 分鐘(約 12 公里)。除了地鐵之外，福岡機場也與高速公路相連，利用高速公路到太宰府(位於福岡市東南方 16 公里，屬於福岡都市圈的一部分)只需約 30 分鐘，如此優越的地理位置在日本全國相當少見，聯外交通之便利可謂日本第一。

福岡縣位於日本列島的西部(見圖 1)，因此福岡機場也開闢了許多前往亞洲各城市的近距離國際航線，為九州與亞洲各城市的重要聯絡通道。另外，由於其便捷的轉乘交通，也促使許多國際旅客選擇先飛抵福岡機場，再透過其他運具，如新幹線或高速

公路巴士等，前往日本其他城市。此外，福岡機場飛往東京、大板、名古屋等城市的國內航班也相當密集，可說是日本九州的空中大門。

1.2 福岡機場營運現況分析與面臨之困境

2010 年，福岡機場的旅客數量居全日本第四(見圖 2)、九州半島第一；在僅有單一跑道的機場中，其飛機年起降次數則為全日本第二(見圖 3)。

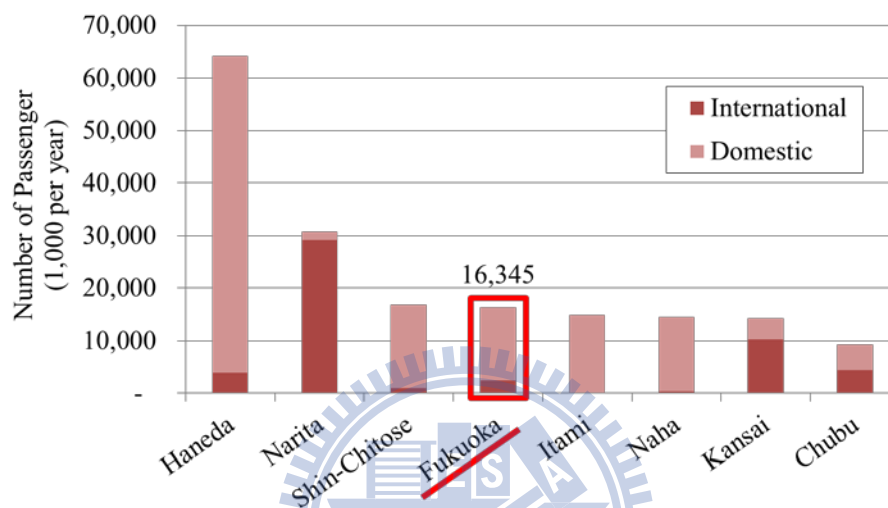


圖 2 日本機場年旅客數量(2010 年)

資料來源：平成 22 年度空港管理狀況調書
(日本國土交通省航空局，2010)

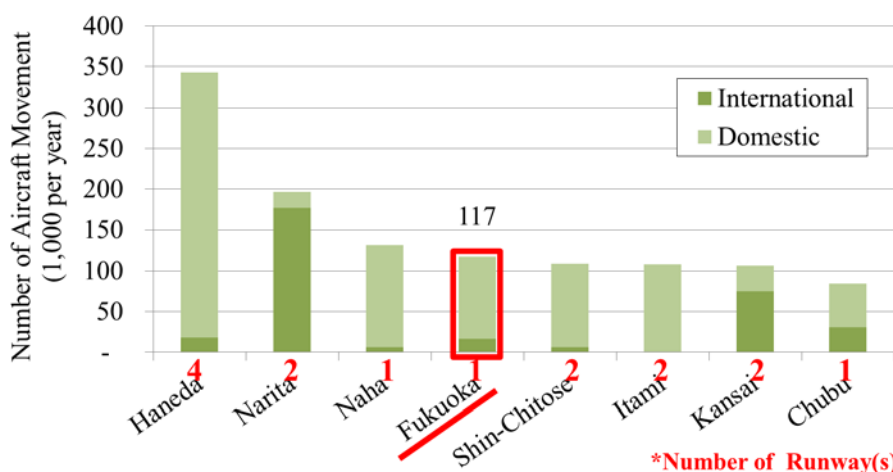


圖 3 日本機場航機年起降次數及機場內跑道數量(2010 年)

資料來源：平成 22 年度空港管理狀況調書
(日本國土交通省航空局，2010)

福岡機場如此龐大的旅客數量，僅由一條 2,800 公尺的跑道服務，由圖 4 可看出，近 10 年的年起降次數皆已相當接近其設計容量限制—每年 145,000 架次，可預期在不久的將來，福岡機場的運量將會超過其容量。

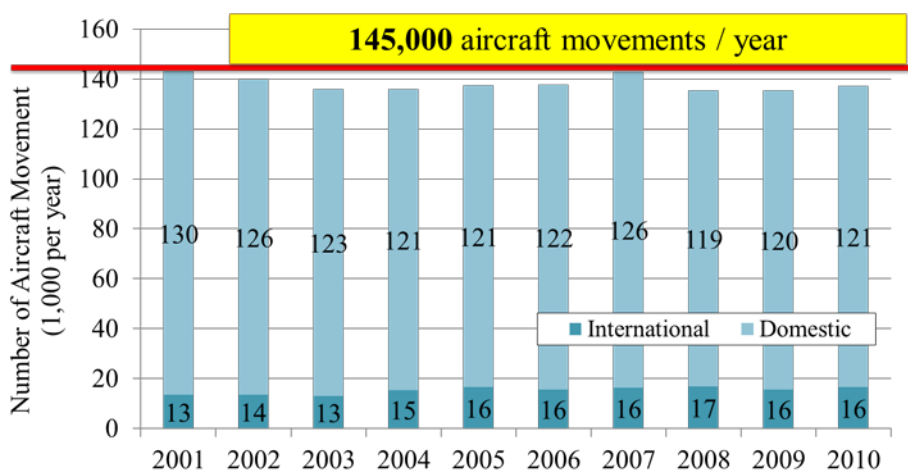


圖 4 福岡機場近 10 年之航機年起降次數

資料來源：Fukuoka Airport Study Commission
(<http://www.pa.qsr.mlit.go.jp/fap/rencho/index.html>)

針對此可預見之困境，目前於日本當地廣泛討論的方案有二：1. 在現福岡機場內興建第二跑道；2. 在鄰近區域擇地興建新福岡機場。然而，由於現福岡機場位於住宅區環繞的市區位置，機場內外皆難以找到額外空間容納第二跑道的興建，使得前者在執行上較為困難。而受到昂貴建設成本及衍生環境議題等考量的限制，使得後者也較不可行。

因此，本研究提出另一新方案：將福岡機場的國際航班轉移至北九州機場。北九州機場(Kitakyushu Airport, KKJ)位於福岡縣北九州市(見圖 1)，為一填海建造的人工島嶼機場，興建成本相當昂貴。將福岡機場國際航班轉移至北九州機場，不僅可充分的利用北九州機場目前的剩餘容量，也可一定程度的緩解福岡機場未來容量不足的問題。

本研究以成本效益分析方法來評估所提出之方案—將福岡機場國際航班轉移至北九州機場。在進行成本效益分析時，需有一基礎方案作為比較對象，本研究中的基礎方案為維持原狀(Do-nothing)方案，也就是針對未來容量不足之困境不採取任何行動，任憑自然發展。接下來第二章回顧成本效益分析相關文獻；第三章介紹本研究的成本效益分析架構；第四章為評估結果與敏感度分析；第五章為結論與建議。

第二章 文獻回顧

在本章中，2.1 節首先概述成本效益分析，2.2 節摘要各國將成本效益分析應用於運輸計畫評估之概況，2.3 及 2.4 節分別為成本效益分析應用於運輸計畫和機場改善計畫的相關研究，2.5 節則是文獻小結。

2.1 成本效益分析之概述

成本效益分析的發展可追溯至 1808 年美國財政部長 Albert Gallatin 建議比較水資源相關計畫的成本與效益。1902 年美國聯邦政府通過的「河流和港灣法案」(The River and Harbor Act of 1902)規定工程委員會以商業效益和成本為出發點，對陸軍工程署 (Army Corps of Engineer) 的河流和港灣計畫提出報告。同年通過的另一法案則規定須提供計畫實施地區之特殊利益數量報表，以作為分攤成本和費用的依據。此二項法案使成本效益分析漸具雛型。

一般認為成本效益分析的正式應用是始於 1936 年美國國會制定的「洪水管制法案」(The Flood Control Act of 1936)，其規定在「計畫對受益人的效益超過可估計成本」的原則下，聯邦政府可參與防洪計畫，然此法案對計畫效益與成本的衡量並未釐定一個準則。1946 年美國聯邦河流委員會中成立成本效益委員會，1950 年此委員會針對美國境內河流完成的成本效益分析報告，即嘗試介紹一種統一的評估標準與準則，使能有共同之評估尺度，此報告簡稱「綠書」(Green Book)。

成本效益分析除了應用於評估水資源與灌溉計畫外，另一重要發展是於預算上的應用。1952 年美國預算局鼓勵編製預算應以成本效益分析為參考，至 1960 年後成本效益分析在聯邦政府各項政策設計與執行的影響已顯著增加。1965 年詹森總統指示聯邦政府 21 個部門推行美國蘭德公司(Rand Co.)於 1949~1960 年間，為美國空軍研究有關武器系統分析之預算時發展形成的設計計畫預算制度(Planning Programming Budgeting System)，此制度將目標的設計、計畫的擬定與預算之編籌三者結合成一預算制度，以成本效益分析為主要工具。1977 年卡特總統入主白宮後，政府各項預算皆採取美國預算管理局所推行的零基預算制度(Zero-Based Budgeting System)，成本效益分析與政府決策之間的關係愈加密切。

1970 至 1980 年代，成本效益分析的應用從水資源的研究擴展至公共財，如生態保育、空氣品質及健康福利等。1981 年雷根總統的 12291 號行政命令明確要求所有新的管制計畫皆應進行法規成本效益分析(Regulatory Cost-Benefit Analysis, RCBA)，也稱為法規影響評估(Regulatory Impact Analysis)，唯有在管制措施的潛在社會利益大於管制成本時，方允許訂定管制法案。

除美國政府廣泛採用成本效益分析於政府決策以外，1960 年代，英國政府率先將成本效益分析方法運用於交通運輸計畫的投資分析，倫敦和伯明罕之間的鐵路建造計畫即為一例。而 1976 年的英國政府白皮書，則是正式將成本效益分析應用於國營事業的投資方案之評估。此外，加拿大聯邦政府與各省之間對於佛瑞瑟河的防洪協定，也是引用成本效益分析以作為政府決策參考的實例之一。

至今日，成本效益分析方法已為世界各國廣泛運用於重大投資計畫案之評估，不論是在教育、科學研究、國防、森林、公共設施、都市發展、交通運輸、一般行政等方面，皆有廣泛的應用。

成本效益分析為一種經濟面的分析方法，常被政策分析家用來評估一項公共投資計畫是否符合經濟效率(economic efficiency)的要求；意即從社會是一個整體的觀點，來考慮、比較所有和計畫相關的成本與效益(張四明，2001)。典型的成本效益分析是透過以下四個步驟來進行(Weimer & Vining, 2005)：

1. 界定一項公共政策所有相關的影響(identifying relevant impacts)。
2. 以貨幣單位來估算各項政策影響的成本和效益(monetizing impacts)。
3. 處理時間、風險和不確定的因素(discounting for time and risk)。
4. 考慮預算限制和分配效果，選擇最適當的政策(choosing among policies)。

其中成本與效益的認定是成本效益分析中最基本也最具爭議性的部分，主要分析架構都建立在此基礎上，在認定各項屬於成本或效益的項目之後，才能針對各項目進行量化、計算、甚至於比較，也利於建立模式或進行其他分析。更為詳盡的成本效益分析方法內容可參考 Layard & Glaister (1994)及 Boardman et al. (2006)二書。

2.2 運輸計畫的成本效益分析方法於各國之使用概況

Transport Policy 期刊在 2000 年曾刊登一系列包括英國、德國、法國、日本以及美國等國家運輸計畫的評估方法使用概況，整理各篇文章中有關成本效益分析的部分如下：

2.2.1 英國之使用概況

此小節主要參考 Vickerman (2000)，整理摘要其內容。英國的運輸計畫進行成本效益分析的第一步驟為，選擇一精確的運量預測模式以評估特定計畫實施後所導致的運量變化。主要的效益來自旅行時間節省，其次為事故減少。成本效益分析未納入考量的部分包括計畫導致的任何環境成本或效益(通常是另外透過環境影響評估來衡量)，以及對鄰近地區產生的經濟衝擊(某些可直接並完全歸因於特定計畫所產生的工作機會為例外情況)。與其他國家相比，英國的成本效益分析方法涵蓋範疇雖較為狹隘，但針對涵蓋的項目其評估內容也較為詳細。接下來，針對某些特定議題分述如下：

1. 需求預測：最基本的需求預測程序假設一固定的起迄旅次矩陣，任何新的運輸計畫僅會重新指派交通量。可變的旅次矩陣則是將計畫本身所產生的引申需求涵蓋在內。成本效益分析基本上假設每一種類車輛在路網中所有路段的交通量變化是類似的，因此交通量預測主要是藉由地區的人口，就業情況等資料將全國層級的預測數字地區化，以得到地區的交通量預測。不同計畫使用的預測程序不盡相同，但多與車輛持有率和使用彈性有關。但此類方法卻可能忽略了路網整體需求改變所導致之路網特性變化。針對此限制所使用的彈性方法，可將路網特性的變化確實的反應在整體相關路網的交通量增加(因時間轉移、起迄點之間的重新分配、運具轉換或新旅次產生所導致)以及路徑重新指派上。但此方法仍會有路徑改善後的成本特性改變造成的擁擠和意外增加等其他問題。因此，不論使用的預測程序為何，通常會將固定旅次矩陣的結果作為標竿與其進行比較。
2. 時間價值：標準時間價值會使用在所有和旅行時間節省有關的計算上，時間價值一年約增加 1.625%~3.055%，1994 年的各項時間價值數字可參考 Vickerman (2000, p.12, table 3)。
3. 交通安全：事故成本是成本效益分析中的主要要素之一，1994 年各項成本數字可參考 Vickerman (2000, p.12, table 4)。
4. 環境衝擊：對環境造成的衝擊未被正式納入成本效益分析，通常是另外透過環境影響評估(Environmental Impact Assessment, EIA)來衡量。
5. 地區經濟效益：為了避免重複計算某些效益，成本效益分析特別排除地區的經濟衝擊，但會有某些例外情況，如旅行時間可靠度或經濟再生等。
6. 效率和公平考量：成本效益分析中的所有成本和效益項目以 8%之折現率和 30 年之評估期間折算為現值後，便可進行益本比之計算以及計畫之排序。公平方面之考量並不明確。另外在未來的應用上有三項改善建議：(1)以市場價格而非傳統因素成本為基礎來估計福利變化；(2)計算因計畫執行後改變行為的使用者的效益，這是為確保計畫的使用者與非使用者皆獲得一致的對待；(3)時間價值應以願付價格為基礎進行計算。

2.2.2 德國之使用概況

此小節主要參考 Rothengatter (2000)，整理摘要其內容。德國所使用的成本效益分析內容在其於 1992 年出版的官方手冊中有詳細的描述，包括評估項目的介紹、分析方法的細節說明、進行分析所需資料等，最後以一個案研究作為實際應用的範例說明。接下來，針對某些特定議題分述如下：

1. 運輸需求預測：運輸需求預測的進行步驟為：(1)結構發展的預測(人口、經濟

和能源價格等)；(2)外生狀況的情境(管制和補貼等)；(3)相關供給面狀況的假設；(4)四步驟方法：旅次產生、旅次分配、運具選擇和交通量指派；(5)以50公里為門檻分隔的短距和長距交通。

2. 時間價值：時間價值的衡量主要透過薪資利率和敘述性偏好分析來進行。
3. 安全衝擊：安全衝擊的衡量是以事故風險的估計方式為基礎，其中事故風險又取決於設施種類和交通負載。
4. 環境衝擊：包括噪音和空氣汙染兩部分。
5. 地區經濟效益：由四個準則構成，分別為：(1)設施建造期間的就業影響；(2)與新設營運相關的就業影響；(3)改善空間狀況產生的效益；(4)國際交換的改善。
6. 效率準則：折現率為3%，評估期間平均為40年，並計算益本比來排列評估方案之優先順序。
7. 公平考量：並未嘗試於成本效益分析中加入公平的考量，因此，其分析方法為效率導向的。

2.2.3 法國之使用概況

此小節主要參考 Quinet (2000)，整理摘要其內容。成本效益分析在法國的發展最早可追溯至1960年代，因應財政資源稀少，成本效益分析程序首次被確立並應用於公路投資計畫案之評估。隨後，成本效益分析的運用範疇逐漸擴展至其他運具之投資計畫評估，並且被納入各種諮詢程序及公聽會的項目之中。接下來，針對某些特定議題分述如下：

1. 財政有利性：常用指標為淨現值和內部報酬率。計算時以評估期間為30年，折現率為8%進行。
2. 時間價值：當時間價值設定為與模式架構所得之願付價格相同時，不同計畫所使用的時間價值不盡相同。
3. 安全：1994年的人類生命統計價值之官方數字及財產損失價值可參考 Quinet (2000, p.30)。
4. 環境：包括三個部分，分別為噪音(較難量化計算，且與後兩者相比是較微不足道的)、地方空氣汙染(以空氣汙染損害的當前價值來計算)和全球空氣汙染(以歐盟委員會所支持的二氧化碳稅來計算)。
5. 就業情形和地區發展之影響：通常這部分之效應並不會納入成本效益分析。以前者來說，某計畫之實施可能產生新的工作機會，但以市場機制和總體經

濟效應來看，在其他區域則可能會有工作的流失。後者同理可說明，因此以整體的角度來看，這部分的效應是相互抵消的，所以不列入成本效益分析的計算。

2.2.4 日本之使用概況

此小節主要參考 Morisugi (2000)，整理摘要其內容。由於財政上之危機，日本民眾訴求政府須執行有效率之公共基礎建設，因此日本政府決定使用成本效益分析作為公共投資計畫之評估方法。此後，運輸計畫的評估技術方法論持續推進，導致所有運具—公路、鐵路、機場和港口—的公共工程計畫評估手冊中的大部分內容快速公式化。這些方法的內容多數仍是採用傳統成本效益分析方法，在評估方面，主要以經濟效率為基礎並著重於使用者之效益，然而社會公平的觀點僅被模糊地考慮在內。

在成本效益分析中的項目部分，所有運具的公共工程投資計畫評估手冊皆包含旅行時間和成本節省、供給者之效益、計畫期末之場站價值、建造成本、維修和營運成本。折現率為 4%，評估期間為建造期加上 30~50 年(取決於設施的服務生命週期)。

需求預測是採用傳統的程序性需求預測模式，通常假設為固定起迄矩陣，步驟包含旅次發生、旅次吸引、旅次分配、運具選擇及路線指派。時間價值約占旅行時間節省次效益項目的 50%~70%，基本上都是以平均薪資方法來計算，某些則是透過顯示性偏好方法如羅吉特模式。不同運具在環境影響的評估方面所包含的項目也各不相同。

2.2.5 美國之使用概況

此小節主要參考 Lee (2000)，整理摘要其內容。成本效益分析的評估過程主要可分為方案、衝擊和評估階段三個部分，如圖 5，並以圖下之文字說明各要素之內容。

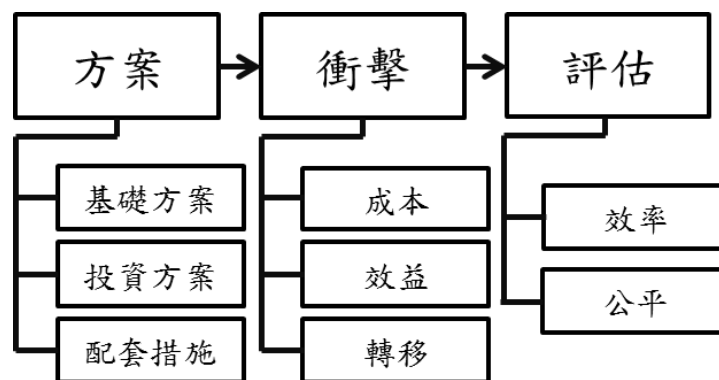


圖 5 美國成本效益分析的主要構成要素

資料來源：Lee (2000)

1. 基礎方案：所謂的基礎方案，廣義來說，即為「甚麼都不做」(Do-nothing)，維持原狀之方案。

2. 投資方案：有資金投入的方案，通常會依據資金投入額度大小排序。
3. 配套措施：不論最後選擇的方案為何，必定會衍生一連串的配套措施以確保資金投入可獲得最大的效益。選擇某一方案，即隱含會執行此方案相關配套措施的保證。
4. 衝擊：衝擊為執行某一方案所導致的與基礎方案之差別。所有的衝擊可分為成本、效益與轉移。
 - (1) 轉移：涵蓋項目最為廣泛的是轉移，轉移會導致個人可能有所得失，但於社會整體而言並沒有影響。舉例來說，新公共工程的興建及未來營運可能衍生的工作機會，或是土地使用與污染情形的改變等。轉移雖不會使社會整體更好或更壞，但可能會影響公平或導致行為(如運具選擇)改變，進而產生成本或效益。
 - (2) 成本：成本包含執行一項計畫所需的直接費用，常見的成本項目為營運成本、維修成本及投資成本等。
 - (3) 效益：常見的效益項目如下，
 - i. 節省時間：從一地前往另一地有許多方法，一項新設施的興建或既有設施的擴充，使得一趟旅次的完成得以花費較少時間，此外也可能有其他衍生效益。
 - ii. 減少使用者代理機構和外部成本：藉由投資計畫改善，可能降低使用者成本、公共成本及外部成本(如污染和噪音)。
 - iii. 改善安全：安全的改善可降低導致傷亡、車輛損壞或其他財產損害的意外風險。
 - iv. 改善品質：對使用者而言，可能是計畫帶來的舒適感，安全性、便利性或依賴度之提升；對貨運業主來說，則可能是貨物損壞的減少。對使用者而言，品質的改變通常是以旅行時間機會成本(價值)的改變來表示。
 - v. 增加消費者剩餘：上述四項效益可被廣泛地視為運輸成本之降低。當運輸成本降低時，可能會產生更多的需求，這部分額外產生的需求量被稱為引申需求(induced demand)。然而，這些引申的使用者並未表示其在原市場中的願付價格(willingness-to-pay)，因此，引申需求所產生的效益即被稱為消費者剩餘(需求曲線下方及價格上方所圍成的面積)。

接下來，針對某些特定議題分述如下：

1. 運輸需求預測：採用傳統的程序性需求預測模式。
2. 時間價值：通常是透過全國平均薪資利率來衡量，某些計畫則是以顯示性偏好或敘述性偏好之研究來計算。
3. 交通安全：此部分量化的價值與旅行時間相比是較不顯著的。
4. 環境衝擊：此部分的估算在某些狀況下是較為困難的，且通常對計畫的可行性沒有太大影響，因此未以貨幣價值衡量。
5. 效率準則：折現率為 7%，評估期間為公路 20 年、機場 20~30 年和港口 50 年，評估指標為淨現值。
6. 地區經濟效益：未包含於成本效益分析之內。
7. 公平考量：在成本效益分析中加入公平方面的考量在實務應用上愈來愈被廣為接受。納入公平考量也意味著上述轉移部份之項目變成不可忽略和排除的。

2.2.6 各國使用概況小結

綜觀上述各小結運輸計畫的成本效益分析方法於各國之使用概況，可大致歸納出在進行成本效益分析時，各國所面臨的共同特定議題包括運輸需求預測、時間價值、交通安全、地區經濟效益、環境衝擊以及效率準則等，整理其內容如表 1：

表 1 運輸計畫的成本效益分析方法於各國使用概況之比較

	英國 Vickerman (2000)	德國 Rothengatter (2000)	法國 Quinet (2000)	日本 Morisugi (2000)	美國 Lee (2000)
運輸 需求 預測	傳統程序性需求預測模式 (包括旅次產生、旅次分配、運具選擇和交通量指派)				
時間 價值	工作旅次： 薪資利率和成本。 非工作旅次： 顯示性偏好和敘述性偏 好研究。	主要使用敘述性偏好之 願付價格調整的薪資利 率法。	薪資利率法或顯示性偏 好或敘述性偏好研究。	主要使用薪資利率法。	薪資利率法或顯示性偏 好或敘述性偏好研究。
交通 安全	大致分為兩類：(1)財產損失；(2)身體傷害； 計算方法：(1)主要以市場價格來計算；(2)透過願付價格或總產出方法來計算。				
地區 經濟 效益	基本上未評估，但有某些 例外情形。	由四個準則構成： (1)設施建造期間的就業 影響； (2)與新設營運相關的就 業影響； (3)改善空間狀況產生的 效益； (4)國際交換的改善。	未評估。	未評估。	未評估。

資料來源：本研究整理

表 1 運輸計畫的成本效益分析方法於各國使用概況之比較 (續)

		英國 Vickerman (2000)	德國 Rothengatter (2000)	法國 Quinet (2000)	日本 Morisugi (2000)	美國 Lee (2000)
環境 衝擊		未評估。	(1)噪音； (2)空氣汙染兩部分。	(1)噪音； (2)地方空氣汙染； (3)全球空氣汙染。	不同運具有不同的評估 項目。	未以貨幣價值評估。
效率 準則	評估 期間	30 年	平均 40 年	30 年	30~50 年	公路：20 年 機場：20~30 年 港口：50 年
	折 現 率	8%	3%	8%	4%	7%
	評 估 指 標	淨現值和益本比	益本比	淨現值和內部報酬率	主要是益本比	淨現值

資料來源：本研究整理

2.3 成本效益分析在運輸計畫之應用

應用成本效益分析評估運輸計畫個案的相關研究十分廣泛繁雜，在此難以將所有相關之文獻皆進行回顧，因此以下僅討論發表於期刊及研討會中之文章和碩士論文等學術性研究。

交通部運輸研究所 (1990)曾經執行「台灣西部幹線多軌化成本效益分析」，探討台灣西部走廊運輸功能的轉變，繼而進行多軌化方案運量的預測，研究結果發現台灣西部幹線多軌化並不具有經濟效益。

在許多大眾運輸系統蓬勃發展的城市，旅客的轉乘行為相當頻繁，此外，現今年老及身障人士獨自出行的需求亦逐漸上升，因此如何達到無縫式大眾運輸(seamless public transport)，有效減少旅客在轉乘時所需付出的時間、成本以及阻礙，有其必要性。Kato et al. (2001)以成本效益分析評估主要城市與地方城市之間以高速鐵路直通營運(direct-through operation)的可行性。Kato et al. (2003)則是以成本效益分析評估改善東京都市區鐵路車站轉乘措施的經濟效率。

鄭欣怡 (2006)以台南都會區為案例分析對象，使用成本效果分析來評估台南市之大眾運輸系統策略。此研究所考量之成本項目包括投資成本與營運成本，效益則來自旅行時間與旅行成本節省，其節省源自於新的運輸建設之興建或既有建設之改善，進而使得運輸系統之使用更快捷、經濟。此研究之結果顯示公車專用道與小型公車系統兩方案的花費成本雖較少，但卻有較高之營運績效。從其評估結果也可發現，發展都市之大眾運輸系統不一定要引入鉅額資本投資興建大型公共工程如捷運系統，採用成本較低之方案，或許可更有效率地達成發展大眾運輸的目標。

孫婉真 (2008)以高鐵台南站可考慮的接駁運輸方式，進行成本效益分析、成本效果分析與成本效用分析之比較。此研究所考量之成本項目包括建造、營運維修與設備重置成本，效益則是來自旅行時間與旅行成本節省。研究結果顯示，與高成本的捷運及輕軌相比，BRT運輸系統及公車運輸系統方案成本雖較低，但反而有較高的效果及效用。也就是說，政府部門在面對運輸投資方案的決策時，不一定要執著於成本高的軌道運輸系統，選擇成本低、效用高的運輸系統，也可以達成全面發展大眾運輸的目標；或可先行推動低成本的運輸系統，培養民眾搭乘大眾運輸的習慣，待運量足夠時，進而思考是否興建成本高的軌道運輸系統。

Melkert & van Wee (2009)使用成本效益分析評估以創新運輸概念—超級巴士(superbus)作為聯結荷蘭北部與西部組合城市—任仕達(Randstad)之主要運具之可行性，分析結果顯示超級巴士相較於其他的替選方案有最低的成本及最高的效益。

Eliasson (2009)以實際觀測而得的資料為基礎，針對斯德哥爾摩的擁擠收費系統進行成本效益分析，納入考量的成本與效益項目包括投資和營運成本、旅行時間和旅行

成本、汙染、交通安全與大眾運輸系統營收、供給和擁擠。評估結果顯示斯德哥爾摩的擁擠收費系統產生相當顯著的社會剩餘，足以抵銷投資和營運成本，根據其結論，社會效益約四年時間即可抵銷投資和啟動成本。

Prudhomme et al. (2011)評估巴黎市原 Marechaux Boulevards 的公車線路改為路面電車軌道(tramway)，並將原 Marechaux Boulevards 的道路寬度縮減約三分之一的計畫之成本與效益。調查 1000 位路面電車的使用者後發現，以路面電車取代公車之後，原來小汽車的使用者並未轉換至大眾運具，運具之間的轉換主要是原來公車及地鐵的使用者轉換搭乘路面電車，而原來 Marechaux Boulevards 上的小汽車使用者，因道路寬度縮減的原因，移動至 Peripherique(巴黎環狀道路，與 Marechaux Boulevards 平行)上，造成 Peripherique 產生擁擠之情形。在估算各項效益及成本之後，發現即使忽略期初的投資成本 3.5 億歐元，此計畫的淨現值仍是負值。

2.4 機場改善計畫相關之成本效益分析

應用成本效益分析於機場改善計畫之學術性研究極少，能搜尋到的多為顧問公司所做的以成本效益分析評估機場改善計畫之報告。以下首先概述美國聯邦航空管理局(Federal Aviation Administration, FAA)及日本國土交通省航空局所編訂的在應用成本效益分析評估機場改善計畫時之指導手冊。接下來回顧相關的學術性文獻，最後則是摘要三篇較近期的顧問公司所進行的機場改善計畫之成本效益分析報告。

Federal Aviation Administration (1999)將成本效益分析程序細分為以下 11 個步驟：1) 定義計畫目標；2) 詳細說明各項假設；3) 確認基礎方案；4) 確認並檢視各項合理的投資替選方案；5) 決定適當的評估期間；6) 建立合理的計畫評估程度；7) 確認、量化及評估各項成本與效益項目；8) 衡量替選方案對機場使用者之影響；9) 比較各方案之成本與效益；10) 執行敏感度分析；11) 提出建議。各項成本與效益項目之計算於手冊中有詳細說明，方案選擇時的評估指標僅參考淨現值(Net Present Value, NPV)。

日本國土交通省航空局 (2006)針對機場改善計畫提供一套以成本效益分析進行評估的執行標準參考手冊。需求預測為進行成本效益分析的前置作業。效益部份主要考量使用者效益中的旅行時間減少與旅行成本降低，以及供給者效益中的機場管理者收益增加；成本部份則多為計畫之建設成本及用地取得成本。各項成本與效益項目的計算方法與常用的參數設定值於手冊內皆有詳細說明。常用評估指標為淨現值(Net Present Value, NPV)、益本比(Cost Benefit Ratio, CBR)及經濟內部報酬率(Economic Internal Rate of Return, EIRR)。

應用成本效益分析評估機場改善計畫的學術性研究極少，本研究搜尋到的僅 Jorge & de Rus (2004)一篇。此篇文獻以經濟學理論為基礎，主要考量機場容量擴增的相關計畫，提出一套在受到分析時間、研究預算或資料取得等限制時的概略成本與效益估

算方法。Zou & Hansen (2012)在供給與需求均衡的前提之下，即依循 Jorge & de Rus (2004)之架構，進行機場容量擴增計畫所產生之效益的估算。

接下來介紹三篇較近期由顧問公司所進行的機場改善計畫之成本效益分析報告。NERA Economic Consulting (2007)以成本效益分析評估位於葡萄牙歐塔的新里斯本機場(New Lisbon Airport)之建設計畫。現存的葡萄牙里斯本機場位於波爾特拉，將此機場為服務於 2017 年前超出容量之需求而開始實施之容量擴充計畫(包括登機門與航機停放位置之增加以及滑行道之改善等)定義為基礎方案，而將於歐塔興建新里斯本機場之計畫視為替選方案。評估結果顯示基礎方案在 2017 年後，在尖峰時段仍會有容量不足之情形，導致旅客前往其他機場、改搭其他運具或取消旅行的現象發生。相較之下，新里斯本機場的前期投入成本雖較高，然其充足的容量足以應付未來持續成長之需求直至 2050 年，並可提供顯著地高於現存機場的服務品質。

Alexander (2007)以維持原狀(Do-nothing)方案作為比較基礎，評估於愛爾蘭都柏林機場(Dublin Airport)僅建造第二航廈、僅建造第二跑道或同時建造兩者此三種替選方案的最佳投資時程。考量的效益項目包括維持原狀方案中的擁擠成本、轉換成本與延遲成本和替選方案的品質改善，成本項目則是替選方案的投資成本與營運成本。相關參數如時間價值、折現率等對於結果有很顯著的影響，建議需再進行敏感度分析。

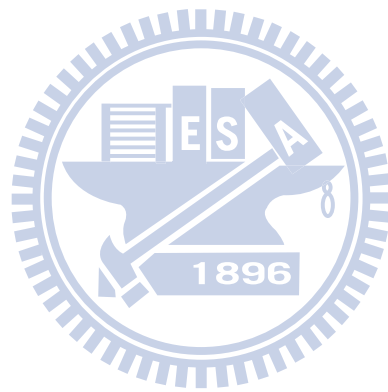
PricewaterhouseCoopers (2009)評估陽光海岸機場(Sunshine Coast Airport)主計畫之成本與效益，此主計畫之內容包含第二跑道之興建、定期公共運輸旅客航廈之容量擴充與位置遷移、汽車停車設施以及一系列的土發展計畫等。效益項目包括旅客旅行時間減少、航空公司旅行成本節省、噪音衝擊降低、安全考量提高、鄰近地區生活水平提升及溫室氣體排放減少等，成本項目則是計畫中各項設施的建設及營運成本等。評估指標包含淨現值、益本比及內部報酬率。

2.5 文獻小結

回顧與成本效益分析相關之文獻，可發現在評估不同計畫時，評估者納入分析考量的成本與效益項目相當廣泛，相同名稱之項目所採用的估算方法也不盡相同，而相關參數如評估期間及折現率等的設定也沒有統一的標準。不同計畫所涵蓋之範疇不同，目前也沒有任何手冊能夠囊括所有類型的計畫並訂立出一套標準作業流程，此外，評估者往往會受到時間、預算及資料取得之限制，導致這些相異之處的存在確實難以避免。因此，評估者僅能透過確立計畫之目標與內容，盡可能地將相關的成本與效益項目納入考量，或是以敏感度分析檢視相關參數的影響，藉此降低成本效益分析的不確定性。

在機場改善計畫的評估部分，雖然美國及日本政府皆有制訂一套準則供相關單位機構參考，但也難以將所有可能的計畫情形都包含在內。另外，目前所能找到的相關文獻皆是在評估增修現有機場的相關設施或是興建新機場的成本與效益，並無評估類

似於本研究之主題的文獻。此外，由於本研究所能取得之資料有限，難以將所有相關項目皆納入估算。因此，本研究針對計畫之目標—緩解福岡機場容量不足之困境，定義之基礎方案—維持原狀方案，以及提出的替選方案—將福岡機場國際航班轉移至北九州機場，選定因前往不同機場的旅行時間改變所導致的使用者效益變化、機場於運量超過容量後所引發的轉換成本與擁擠成本、以及為服務轉移的國際旅客所產生的北九州機場相關設施修建成本作為本研究納入評估之成本與效益項目，其中轉換成本與擁擠成本將依循 Jorge & de Rus (2004)之架構進行估算。



第三章 成本效益分析架構

依循本研究之成本效益分析架構，如圖 6，本章首先於 3.1 節介紹面臨福岡機場未來容量不足之困境時可能採行之各項方案，3.2 節描述福岡機場評估期間運量的預測方法，3.3 節解釋各項成本與效益項目包括使用者效益(User benefit)、轉換成本(Diversion cost)、擁擠成本(Congestion cost)與北九州機場相關設施修建成本(Construction cost at KKJ)的估算方法，3.4 節則是評估指標的計算方法。

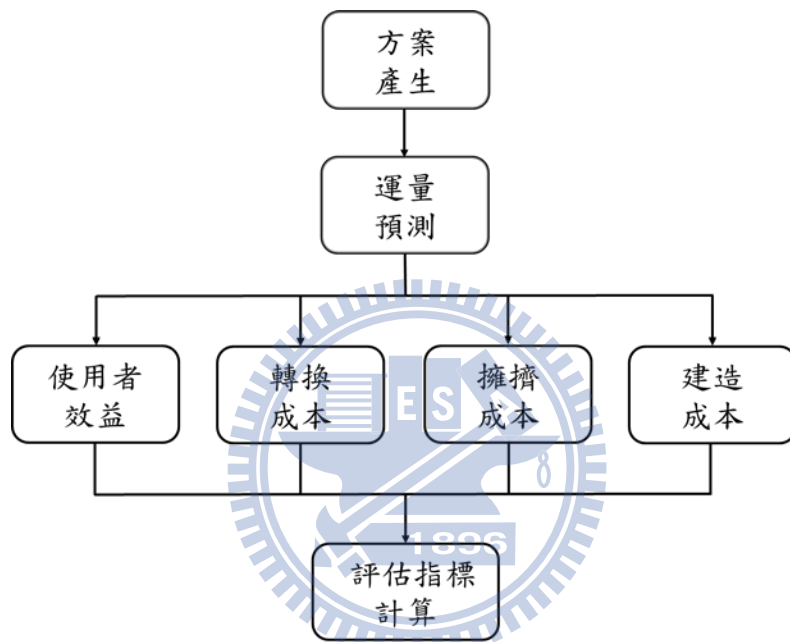


圖 6 本研究之成本效益分析架構

3.1 方案產生

本研究將福岡機場在面臨容量漸趨飽和之困境時，可能採取之行動方案列出以下四項，分別敘述如下：

1. 維持目前營運狀況，不進行任何額外的改善計畫。

在此方案中，福岡機場針對近期未來容量不足之議題，不會實施任何的改善計畫，僅使用現有之設施並維持現行的營運方式。然而，實施此方案將可能導致福岡機場在近期未來出現運量超過容量的情形，因此而產生擁擠、延遲等成本，隨著運量的增長，也會喪失服務更多旅客所能帶來的效益。

2. 擴建現有之福岡機場，主要為第二跑道的興建。

福岡機場現有的跑道長度僅有 2,800 公尺，對往返如美洲東岸或北歐等地的

長程航班而言，跑道長度稍嫌太短，且目前營運狀況已極為接近設計容量限制。由於福岡機場的便利交通是相較於其他機場的一大優勢，因此，為了充分利用並保持這項優勢，興建第二跑道是目前於日本當地較被廣泛討論的解決之道。然而，目前福岡機場的所在位置已沒有空間可容納第二跑道的興建。若考量向鄰近地區徵收土地，也因其處於住宅區環繞的市中心地理位置而顯得較不可行。另外，由於福岡機場的位置鄰近市區，因此其營運時間限制在早上七點至晚上十點，相較於其他無宵禁的機場來說，喪失了充分利用機場設施以獲取更多收益的機會。

3. 另選一地，重建新的福岡機場。

除了針對現有福岡機場進行第二跑道的興建之外，另一較常見的可行方案為另選他地興建新的福岡機場。在位置的選擇上，則是考量於現有福岡機場之鄰近外海填海興建人工島嶼機場。新的機場因位於外海，無宵禁限制，因此可在午夜營運，增加機場的使用效率，並為機場帶來額外收益。然而，此方案之實施可能會失去現有福岡機場的交通便利優勢，並且，新機場的建設往往會伴隨地方居民的反對，以及興建新機場的龐大費用及其他的因素如環境議題等需要考量，此外，由於福岡機場的容量不足問題較為迫切，但興建新機場需耗費較長時間，無法解燃眉之急，因此這個方案的可行性較低。

4. 將福岡機場的國際航班轉移至北九州機場。

北九州機場是一填海建造的人工島嶼機場，建造成本相當昂貴，將福岡機場的國際航班轉移至北九州機場，除可較充足地利用北九州機場目前的剩餘容量之外，也可使福岡機場有較多的降落位置及營運空間供國內航班使用，緩解福岡機場近期未來容量不足的困境。雖然北九州機場目前僅有一條長度 2,500 公尺的跑道，但仍有足夠的空間將原跑道延伸至 3,500 公尺以上並可在需要的情況下興建另一條新跑道。此外，北九州機場無宵禁限制，其所在位置相較於福岡機場還可吸引往返山口縣的國際旅客，此類引申需求的產生也能夠增加北九州機場的收益。

一般而言，國際旅客對於時間的敏感度較低，並且，國際航班的選擇原來就較少，因此若將福岡機場國際航班轉移至北九州機場，對於原來福岡機場國際旅客運量的影響會較小。此外，國內航班由於替代運具較多，如新幹線或公路巴士等，若將國內航班轉移對於運量的影響會較為顯著，因此，本研究提出之方案，僅考慮針對國際航班進行轉移。

在以上四項替選方案中，第 2 及第 3 項方案皆存在使其較為不可行的限制因素，因此，本研究將不會進一步分析此二項方案。在本研究中，僅針對所提出之第 4 項替選方案，在將第 1 項維持原狀方案視為進行比較的基礎方案之前提下，以成本效益分析方法進行評估。

3.2 運量預測

本研究分別以國際與國內旅客年成長率兩參數來推估福岡機場的運量成長。在將福岡機場國際航班轉移至北九州機場後，本研究假設原本決定前往福岡機場的國際旅客不會因此而選擇改乘其他運具或取消旅次，皆會前往北九州機場完成旅次。另外，本研究也忽略將國際航班轉移至北九州機場後可能會吸引的潛在引申需求，意即方案實施前後國際旅客數量不會因此而有所增減。

3.3 各項成本與效益項目之估算方法

在此小節中，將分別依序介紹本研究所考量的成本與效益項目—使用者效益、轉換成本、擁擠成本及北九州機場航廈修建成本—的估算方法。

3.3.1 使用者效益(User benefit)

以下圖 7 來說明一般化的使用者效益。在改善方案實施後，需求將會由 A 移動至 B，運量由 Q^0 增加至 Q^1 ，旅行成本由 C^0 減少至 C^1 。消費者剩餘則由原來的三角形 GAC^0 增加為三角形 GBC^1 ，兩者之差為梯形 C^0ABC^1 ，此即為實施改善方案後所產生的使用者效益。這一塊梯形面積又可分為兩個部分來看，矩形 C^0AFC^1 可視為方案實施前即存在的使用者 Q^0 在方案實施後所獲得的效益，如式(1)；三角形 ABF 則是方案實施後增加的使用者 (Q^1-Q^0) 所獲得的效益，如式(2)。將式(1)及式(2)相加，可得到梯形 C^0ABC^1 的面積，也就是實施改善方案後所產生的使用者效益，如式(3)。

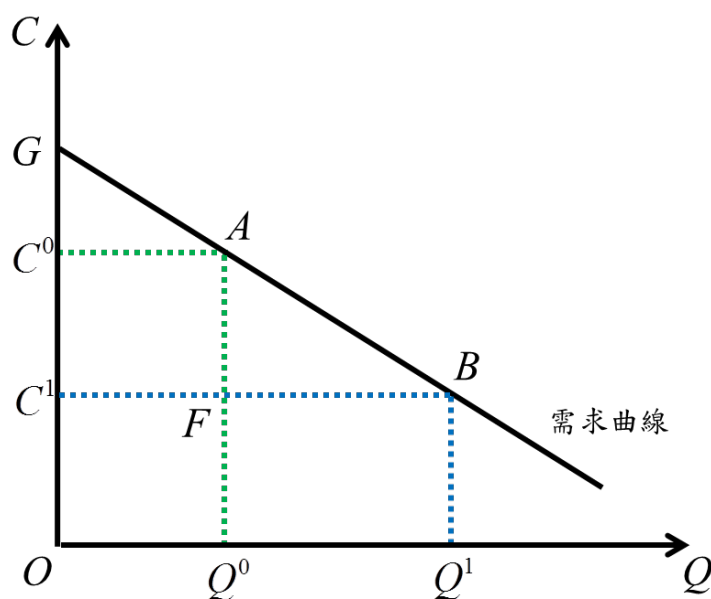


圖 7 一般化的使用者效益示意圖

$$\text{矩形 } C^0AFC^1 = Q^0 \times (C^0 - C^1) \quad (1)$$

$$\text{三角形 } ABF = \frac{1}{2}(Q^1 - Q^0) \times (C^0 - C^1) \quad (2)$$

$$\text{梯形 } C^0ABC^1 = \frac{1}{2}(Q^0 + Q^1) \times (C^0 - C^1) \quad (3)$$

然而，式(3)所計算的僅為單一分區的使用者效益，因此，需再將各分區之使用者效益加總，便可求得在方案實施後整體所獲得的總使用者效益，如式(4)所示。

$$UB = \sum_i \frac{1}{2}(Q_i^0 + Q_i^1) \times (C_i^0 - C_i^1) \quad (4)$$

其中，

- UB : 使用者效益(User Benefit, UB)。
- Q_i^0 : 分區 i 在改善方案實施前之運量， i =分區數。
- Q_i^1 : 分區 i 在改善方案實施後之運量， i =分區數。
- C_i^0 : 分區 i 在改善方案實施前之旅行成本， i =分區數。
- C_i^1 : 分區 i 在改善方案實施後之旅行成本， i =分區數。

式(4)所表示的為一般化的使用者效益，將其改寫為本研究的使用者效益，如式(5)。而由於本研究假設在福岡機場國際航班轉移至北九州機場此方案實施前後國際旅客的數量不會改變，因此，可將式(5)再改寫為式(6)，其中旅行成本的計算如式(7)。

$$UB = \sum_i \frac{1}{2}(Q_i^{FUK} + Q_i^{KKJ}) (C_i^{FUK} - C_i^{KKJ}) \quad (5)$$

$$UB = \sum_i Q_i^{INTL} \times (C_i^{FUK} - C_i^{KKJ}) \quad (6)$$

$$C_i^j = VOT \times T_i^j + F_i^j \quad (7)$$

其中，

- UB : 使用者效益(User Benefit, UB)。
- Q_i^{FUK} : 由分區 i 前往福岡機場之國際航班旅客數， i =分區數。
- Q_i^{KKJ} : 由分區 i 前往北九州機場之國際航班旅客數， i =分區數。
- C_i^{FUK} : 由分區 i 前往福岡機場之旅行成本， i =分區數。
- C_i^{KKJ} : 由分區 i 前往北九州機場之旅行成本， i =分區數。
- Q_i^{INTL} : 分區 i 之國際航班旅客數， i =分區數。
- VOT : 時間價值(Value of Time, VOT)。
- T_i^j : 由分區 i 前往分區 j 之旅行時間， i =分區數， $j=FUK, KKJ$ 。
- F_i^j : 由分區 i 前往分區 j 之旅行費用， i =分區數， $j=FUK, KKJ$ 。

在進行使用者效益的計算時，如式(6)，有以下兩個主要課題需進一步探討，分別為：一、分區之界定及各分區之福岡機場國際旅客比例；二、旅行成本之計算，詳細內容分述如下。

課題一：分區之界定及各分區之福岡機場國際旅客比例

如圖 8 所示，本研究以行政分區為基準，先將九州地區依縣級區分為福岡縣、佐賀縣、長崎縣、熊本縣、大分縣、宮崎縣及鹿兒島縣等 7 個縣區。而由於福岡機場與北九州機場皆位於福岡縣區內，因此依循福岡縣進行人口移動調查時所採用之分區，將福岡縣區再細分為 15 個圈域。

參考日本國土交通省航空局的「平成 22 年度國際航空旅客動態調查」報告，可得到 7 個縣區的福岡機場國際旅客比例。接下來，依照 15 個圈域的人口比例，將福岡縣區的國際旅客比例再進行細分，便可得到九州地區 21 個分區的福岡機場國際旅客比例，如圖 8 中各分區名稱後括號內之數字所示。

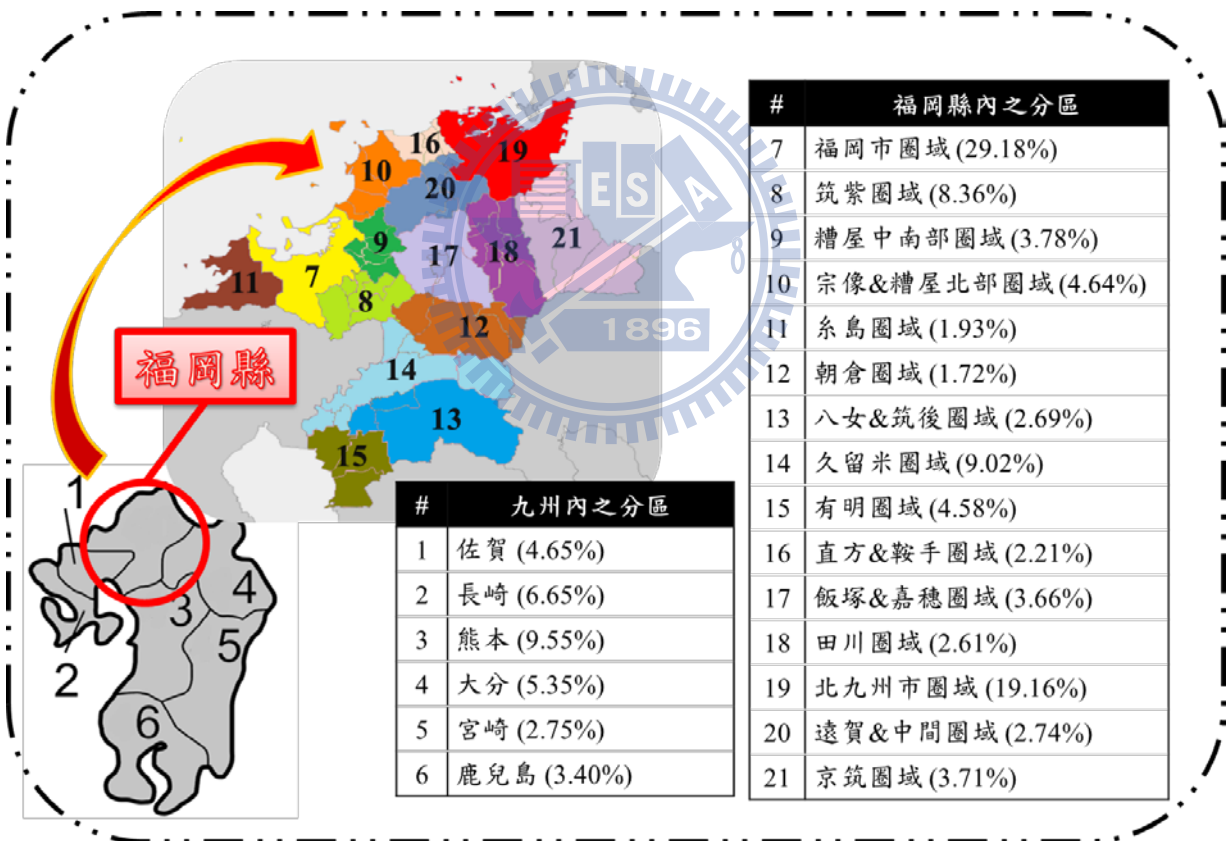


圖 8 本研究所界定之九州 21 分區與各分區所占福岡機場國際旅客比例

課題二：旅行成本之計算

旅行成本之計算，如式(7)所示，可分為兩個部分，分別為為了完成旅行而耗費之時間所產生之成本及因旅行而衍生的各項費用，如過路費及油耗費等。在本研究中，忽略後者，僅將前者納入旅行成本的計算。

為了計算旅行成本，必須得到各分區分別前往福岡機場與北九州機場之旅行時間資料，本研究以 google map (<https://maps.google.com.tw/>) 中規劃路線之功能，選定各分區中人口數最多的市或町的市政府所在地做為出發點，便可得到各分區分別開車前往福岡機場與北九州機場之旅行時間與距離，如圖 9 所示。以此旅行時間資料，乘上時間價值，即為本研究在計算使用者效益時所代入之旅行成本。

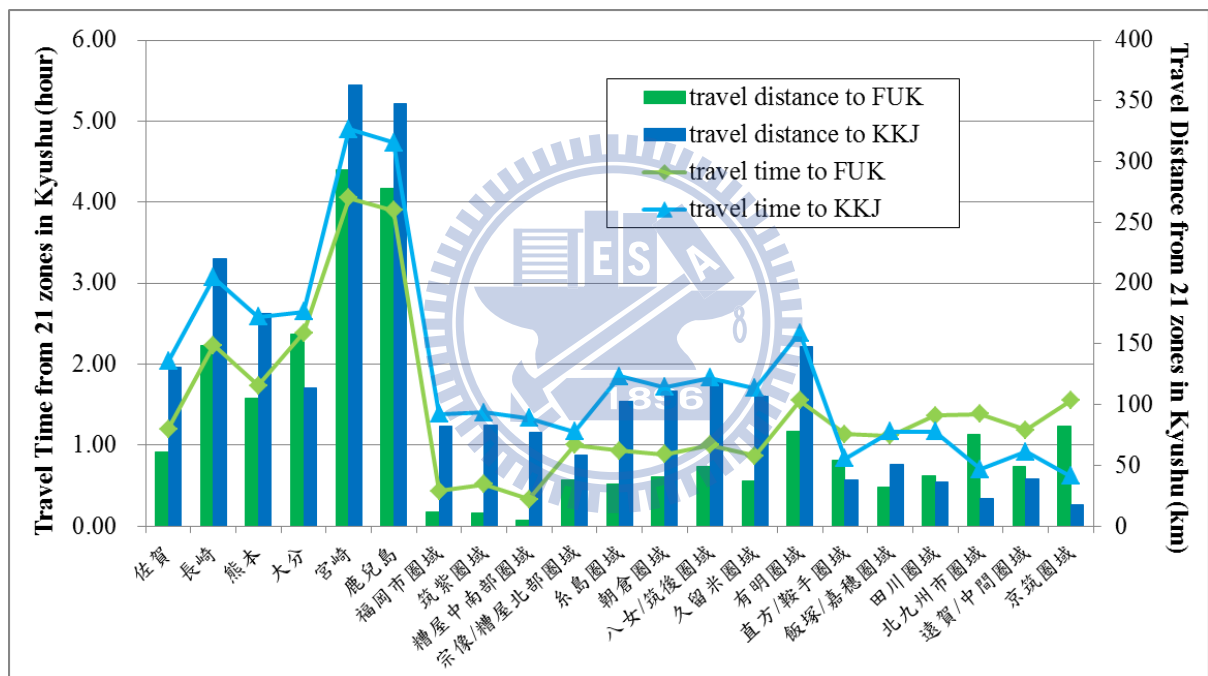


圖 9 九州 21 分區開車前往福岡機場與北九州機場之旅行時間與距離

3.3.2 轉換成本(Diversion cost)與擁擠成本(Congestion cost)

此兩成本項目之估算，主要參考 Jorge & de Rus (2004)所提出之方法，將其概念繪製如圖 10 所示，詳細內容分述如下：

1. 轉換成本(Diversion Cost)：

當福岡機場的運量超過其容量的三分之一時，旅客可能會產生選擇使用其他運具、改至其他鄰近機場或是直接取消旅次等轉換行為。對福岡機場而言，便是失去了服務這些產生轉換行為的旅客所可能帶來的效益，本研究將因此而導致之損失稱為轉換成本，此成本之估算，Jorge & de Rus (2004)建議為產生轉換行為旅客的 2 小時時間價值。

2. 擁擠成本(Congestion Cost)：

當福岡機場運量超過容量時，機場內可能會出現較長的排隊隊伍，旅客於機場內之流動也較為滯礙，因而產生航班延誤、通關排隊擁擠等情形，本研究將因此而導致的成本稱為擁擠成本，Jorge & de Rus (2004)建議以所有旅客的 10 分鐘時間價值來估算。

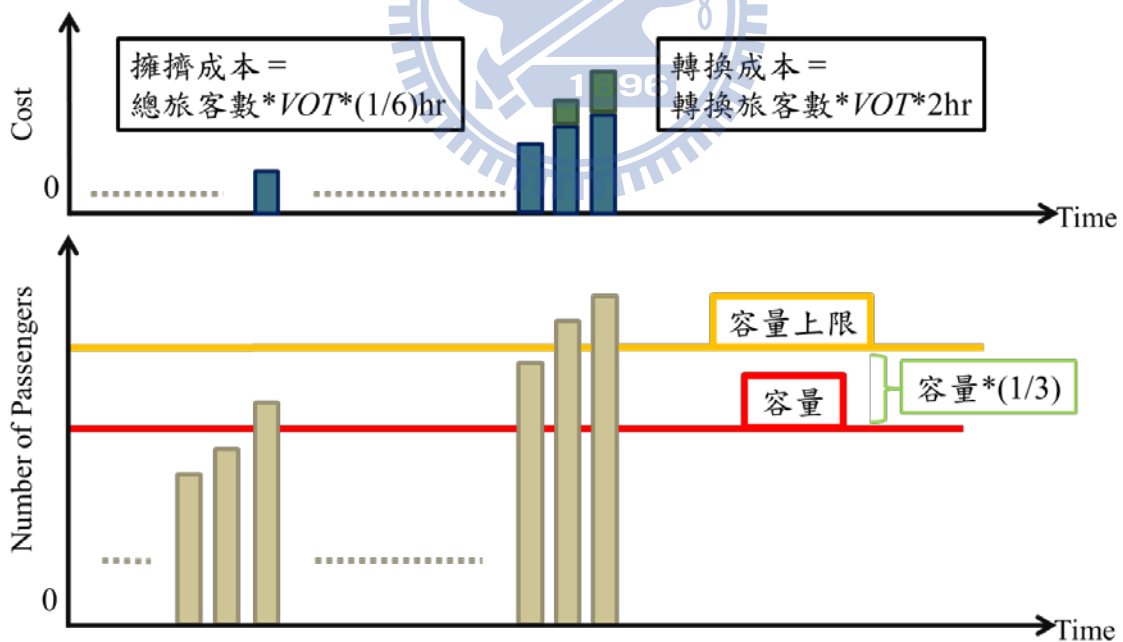


圖 10 轉換成本與擁擠成本估算方法示意圖

資料來源：Jorge & de Rus (2004)

3.3.3 北九州機場航廈修建成本(Construction cost at KKJ)

北九州機場目前僅有一座航廈，將福岡機場國際航班轉移至北九州機場後，需先進行現有航廈之擴建才能夠處理突然增加之運量。而在本研究運量持續成長的假設之下，未來還需要進行第二及第三航廈之增建，以有足夠的容量容納北九州機場本身與福岡機場轉移的國際旅客需求。

參考國土交通省九州地方整備局的「新北九州空港整備事業」報告書，如表 2 所示，可知目前北九州機場現有航廈的建造成本為 12 億日元，面積為 13,500 平方公尺，由此可求得每一平方公尺的建造成本為 8.89 萬日元。而此航廈在興建時便已考量到日後擴建之需求，因此僅須擴建 5,000 平方公尺便可使航廈容量加倍。由此可推得，將現有航廈容量擴增至 3 百萬人的建造成本為 4.44 億日元，而興建一座容量為 3 百萬人的新航廈的建造成本則是 16.44 億日元。

為了服務轉移自福岡機場的國際航班旅客，依據運量推估之結果，本研究預期在評估期間內北九州機場將需進行以下 3 項航廈修建工程，各項工程的實施時程及成本分攤方法分述如下：

1. 於 2012 年擴建現有航廈，總成本為 4.44 億日元。
2. 於 2012~2014 年興建第 1 座新航廈，總成本為 16.44 億日元。2012 及 2014 年分攤之成本為總成本之 25%，2013 年則為總成本之 50%。
3. 於 2035~2037 年興建第 2 座新航廈，總成本為 16.44 億日元。2035 及 2037 年分攤之成本為總成本之 25%，2036 年則為總成本之 50%

表 2 北九州機場航廈修建成本

	面積 (m ²)	建造成本 (million Yen)	航廈容量 (million people)
現有航廈之興建工程	13,500*	1,200*	1.5*
	88,888.89 Yen/m ²		
現有航廈之容量擴增工程	5,000*	444	+1.5*
新航廈之興建工程	18,500	1,644	3.0

*資料來源：新北九州空港整備事業（國土交通省九州地方整備局，2011）

3.4 評估指標之計算

完成各項成本與效益項目的估算之後，先以式(8)及式(9)將評估期間內各年之成本與效益的估算值轉換為現值，以利後續評估指標的計算。本研究所採用的評估指標為增額益本比(Incremental Cost Benefit Ratio, ICBR)，計算方式分別如式(10)。

$$B_i = \sum_{t=1}^n \frac{b_t}{(1+r)^t} \quad (8)$$

$$C_i = \sum_{t=1}^n \frac{c_t}{(1+r)^t} \quad (9)$$

$$ICBR = \frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{(B_1 - B_0)}{(C_1 - C_0)} \quad (10)$$

其中，

- $ICBR$: 增額益本比(Incremental Cost Benefit Ratio, ICBR)。
- B_i : 總效益之現值， $i=1$ 為替選方案； $i=0$ 為基礎方案。
- b_t : t 年之效益。
- C_i : 總成本之現值， $i=1$ 為替選方案； $i=0$ 為基礎方案。
- c_t : t 年之成本。
- n : 評估期間。
- r : 折現率。

求得增額益本比後，便可依照下列準則進行決策。若增額益本比大於 1，則選擇替選方案，反之則選擇基礎方案。

第四章 評估結果與敏感度分析

本章中，4.1 節為本研究以成本效益分析評估替選方案之初步結果。為了檢視相關參數設定值的變動對於評估結果的影響，於 4.2 節探討關鍵參數的敏感度分析。

4.1 評估結果

圖 11 為本研究進行成本效益分析時的計算流程圖以及初步設定的各項參數值，以下為各項參數設定之說明：

1. 旅客年成長率：
分析福岡機場之歷年旅客數資料(資料來源：歷年・年度別空港管理狀況調查書，日本國土交通省航空局)，計算過去 10 年之旅客數年成長率的平均值，即為本研究所代入之旅客年成長率參數值。
2. 載客率與平均座位數：
由於無法取得福岡機場此兩參數之資料，因此假設福岡機場與日本全國機場呈現大致相同的成長趨勢，將取得的日本全國機場過去 10 年之載客率與平均座位數資料(資料來源：平成 23 年航空輸送統計(曆年)の概況について，日本國土交通省綜合政策局)，計算其平均值，即為本研究設定之載客率與平均座位數參數值。
3. 2010 年時間價值：
參考「新北九州空港整備事業」(2010)，此報告書在進行成本效益分析時所使用之時間價值，即為本研究基準年 2010 年之時間價值。
4. 時間價值年成長率：
Jorge & de Rus (2004)建議在進行成本效益分析時，時間價值之年成長率可設定為 1.5%。
5. 折現率：
參考「空港整備事業の費用対効果分析マニュアル Ver.4」此手冊，其建議在進行機場改善計畫之成本效益分析時，將折現率設定為 4%。
6. 評估期間：
參考「空港整備事業の費用対効果分析マニュアル Ver.4」此手冊，其建議在進行機場改善計畫之成本效益分析時，將評估期間設定為 50 年。

本研究在進行成本效益分析時，如圖 11 所示，大致可分為四個步驟，分別說明如下：

1. 藉由設定之旅客年成長率得到評估期間逐年之推估旅客數。
2. 透過載客率與平均座位數此兩參數將旅客數轉換為航機起降次數，以利後續轉換成本與擁擠成本之計算。
3. 成本與效益項目之估算，結果見表 3 及表 4。
 - (1) 在維持原狀方案(Without project)中，福岡機場的旅客數逐年增加，超過設計容量及設計容量的三分之一後將會分別產生擁擠成本與轉換成本。
 - (2) 在本研究提出之替選方案(With Project)中，由於多數分區前往北九州機場之旅行時間較長，因此求得使用者效益為負值。而福岡機場在較遠的未來，儘管已轉移國際航班至北九州機場，推估之國內航班旅客數仍會超過容量，因此還是會產生擁擠成本與轉換成本。北九州機場為服務轉移之國際航班旅客所衍生的航廈修建成本為另一成本項目。
4. 將估算之成本與效益項目值以折現率轉成現值，並計算本研究之評估指標——增額益本比。因成本與效益項目的認定之差異，本研究的增額益本比之計算可區分為以下兩類：
 - (1) 增額益本比一之計算，結果如表 3：
參考 Jorge & de Rus (2004)之架構，將維持原狀方案作為基礎方案來比較，因此，將在基礎方案中產生之擁擠成本與轉換成本視為替選方案之效益，求得總效益增額一為 3,576.3 億日元。而在替選方案中，求得之使用者效益為負值，將其取正值視為成本，加上轉換成本、擁擠成本與北九州機場航廈修建成本，求得總成本增額一為 3,287.5 億日元。最後將總效益增額一與總成本增額一相除得到增額益本比一為 1.09。
 - (2) 增額益本比二之計算，結果如表 4：
同樣將維持原狀方案作為基礎方案來比較，與前者不同的地方在於，計算增額益本比二時，成本僅包括北九州航廈修建成本此類須有實際資金投入的項目，因此，基礎方案與替選方案中的轉換成本及擁擠成本等項目在計算時皆須加上負號視為負效益。計算結果為，總效益增額二為 313.7 億日元，總成本增額二為 24.9 億日元，兩者相除得到增額益本比二為 12.60。

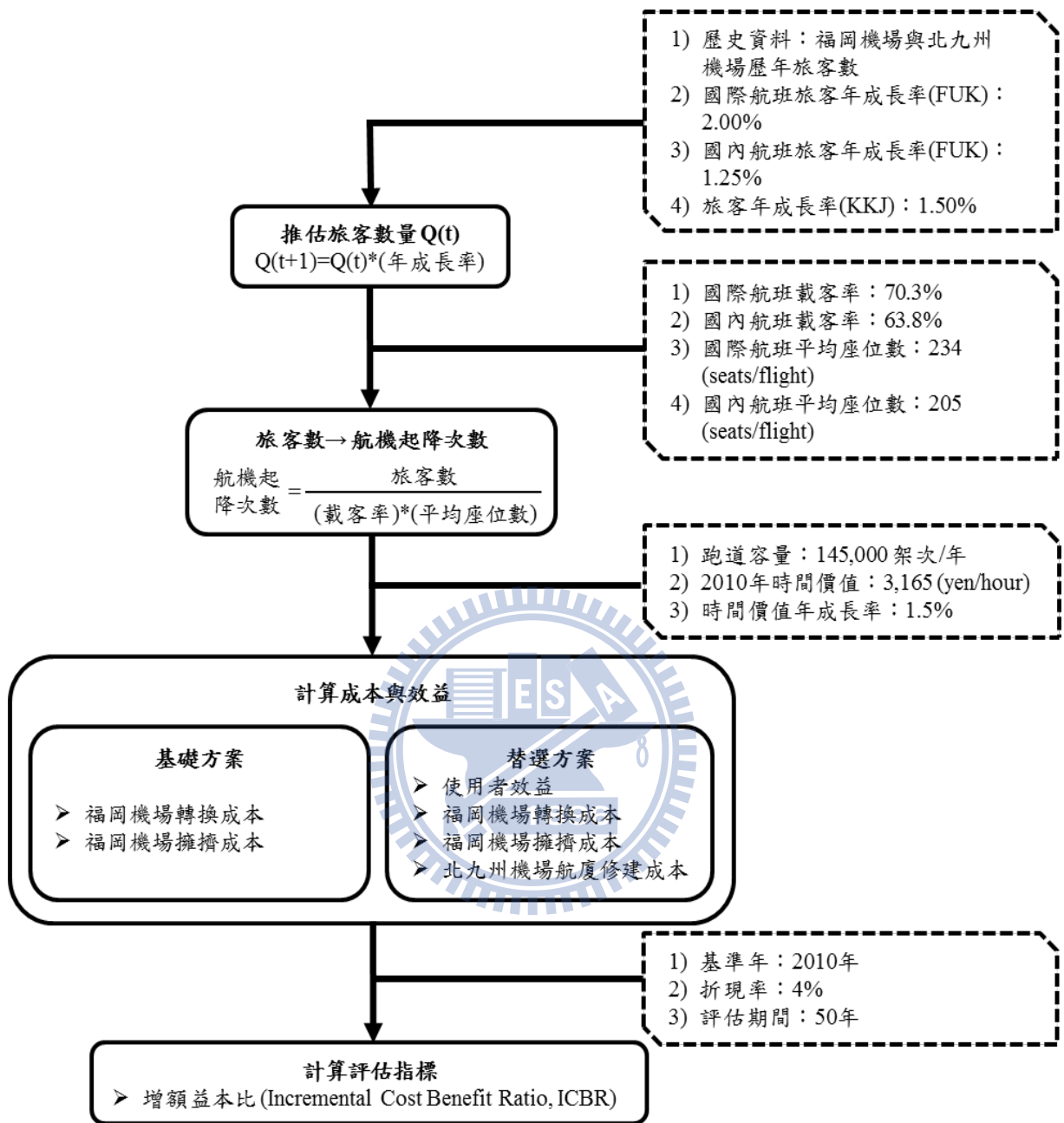


圖 11 成本效益分析計算流程圖以及各項參數設定值

表 3 成本效益分析評估結果 (增額益本比一)

		現值 (billion Yen)
基礎方案 (Without project)		
①	福岡機場轉換成本	110.43
②	福岡機場擁擠成本	247.20
替選方案 (With project)		
③	使用者效益	-201.21
④	福岡機場轉換成本	2.26
⑤	福岡機場擁擠成本	122.79
⑥	北九州機場航廈修建成本	2.49
分析結果		
⑦ = ① + ②	總效益增額一	357.63
⑧ = (-③) + ④ + ⑤ + ⑥	總成本增額一	328.75
⑨ = ⑦ / ⑧	增額益本比一	1.09

表 4 成本效益分析評估結果 (增額益本比二)

		現值 (billion Yen)
基礎方案 (Without project)		
①	福岡機場轉換成本 (負效益)	(-) 110.43
②	福岡機場擁擠成本 (負效益)	(-) 247.20
替選方案 (With project)		
③	使用者效益	-201.21
④	福岡機場轉換成本 (負效益)	(-) 2.26
⑤	福岡機場擁擠成本 (負效益)	(-) 122.79
⑥	北九州機場航廈修建成本	2.49
分析結果		
⑦=[③+(-④)+(-⑤)]-[(-①)+(-②)]	總效益增額二	31.37
⑧=⑥-0	總成本增額二	2.49
⑨=⑦/⑧	增額益本比二	12.60

4.2 敏感度分析

受到資料取得限制之影響，因此本研究在進行成本效益分析時針對多項參數進行假設定。在本節中，針對關鍵參數—平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間、福岡機場國際與國內航班旅客年成長率、福岡機場國際與國內航班載客率與平均座位數、折現率以及北九州機場航廈修建成本進行敏感度分析，藉由參數值之改變來檢視情境之變化對於分析結果之影響。

4.2.1 平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間

當福岡機場之運量超過容量及容量的三分之一時，便會分別產生擁擠成本與轉換成本。此兩成本分別是以所有旅客 10 分鐘之時間價值，以及產生轉換行為旅客 2 小時之時間價值來計算，此 10 分鐘的平均擁擠延遲時間與 2 小時的平均轉換懲罰時間為 Jorge & de Rus (2004) 所建議之數值。

然而，考慮到不同國家因機場容量不足導致產生排隊擁擠情形或是轉換行為時，對於旅客造成的平均擁擠延遲時間或平均轉換懲罰時間可能不太相同，因此，本研究以敏感度分析來檢視此兩項參數設定值之變化對於評估結果之影響。

敏感度分析的結果如表 5 及表 6，可發現，當平均擁擠延遲時間或平均轉換懲罰時間愈高時，增額益本比一與二皆愈大。另外，若此兩項參數的值設定得較低時，對於是否會選擇替選方案的影響較大，甚至有可能出現不接受替選方案的情形。

表 5 平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間的敏感度分析結果 (增額益本比一)

ICBR 1		平均轉換懲罰時間(hour)										
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
平均 擁擠 延遲 時間 (min)	10	0.84	0.92	1.01	1.09	1.17	1.25	1.33	1.41	1.49	1.58	1.66
	20	1.16	1.22	1.28	1.34	1.40	1.46	1.52	1.58	1.63	1.69	1.75
	30	1.34	1.39	1.44	1.48	1.53	1.58	1.62	1.67	1.72	1.76	1.81
	40	1.46	1.50	1.54	1.58	1.62	1.65	1.69	1.73	1.77	1.81	1.84
	50	1.54	1.58	1.61	1.64	1.67	1.71	1.74	1.77	1.80	1.84	1.87
	60	1.61	1.63	1.66	1.69	1.72	1.75	1.78	1.80	1.83	1.86	1.89
	70	1.65	1.68	1.70	1.73	1.75	1.78	1.80	1.83	1.85	1.88	1.90
	80	1.69	1.71	1.73	1.76	1.78	1.80	1.82	1.85	1.87	1.89	1.91
	90	1.72	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	1.90	1.92
	100	1.75	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	1.89	1.91	1.93
	110	1.77	1.78	1.80	1.82	1.83	1.85	1.87	1.89	1.90	1.92	1.94

表 6 平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間的敏感度分析結果 (增額益本比二)

ICBR 2		平均轉換懲罰時間(hour)										
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
平均 擁擠 延遲 時間 (min)	10	-20.0	-9.1	1.7	12.6	23.5	34.3	45.2	56.0	66.9	77.8	88.6
	20	30.0	40.8	51.7	62.6	73.4	84.3	95.1	106.0	116.8	127.7	138.6
	30	79.9	90.8	101.6	112.5	123.4	134.2	145.1	155.9	166.8	177.7	188.5
	40	129.9	140.7	151.6	162.5	173.3	184.2	195.0	205.9	216.8	227.6	238.5
	50	179.8	190.7	201.6	212.4	223.3	234.1	245.0	255.8	266.7	277.6	288.4
	60	229.8	240.6	251.5	262.4	273.2	284.1	294.9	305.8	316.7	327.5	338.4
	70	279.7	290.6	301.5	312.3	323.2	334.0	344.9	355.8	366.6	377.5	388.3
	80	329.7	340.6	351.4	362.3	373.1	384.0	394.9	405.7	416.6	427.4	438.3
	90	379.6	390.5	401.4	412.2	423.1	433.9	444.8	455.7	466.5	477.4	488.2
	100	429.6	440.5	451.3	462.2	473.0	483.9	494.8	505.6	516.5	527.3	538.2
	110	479.6	490.4	501.3	512.1	523.0	533.9	544.7	555.6	566.4	577.3	588.1

4.2.2 福岡機場國際與國內航班之旅客年成長率

由於無法取得詳細的旅次資料，因此本研究在進行運量預估時，僅以旅客年成長率來模擬福岡機場旅客數量之變化。為檢視不同旅客數量成長情形對於評估結果的影響，因此針對此項參數進行敏感度分析。

表 7 及表 8 為福岡機場國際與國內航班旅客年成長率的敏感度分析結果，由此可知大致上呈現成長率愈低，增額益本比一與二皆愈差的趨勢。

另外，相較於國際航班，國內航班旅客年成長率的影響較為顯著，若國內航班旅客年成長率低於一定程度時，即使國際航班旅客年成長率再高，本研究提出之替選方案的增額益本比一與二仍是小於 1，即不選擇替選方案。

表 7 福岡機場國際與國內航班旅客年成長率的敏感度分析結果 (增額益本比一)

ICBR 1		國際航班旅客年成長率											
		0.25%	0.50%	0.75%	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%	2.75%	3.00%
國內 航 班 旅 客 年 成 長 率	0.25%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.19	0.27	0.33	0.39	0.42	0.45	0.48
	0.50%	0.35	0.43	0.48	0.52	0.56	0.57	0.61	0.61	0.64	0.64	0.64	0.66
	0.75%	0.74	0.75	0.76	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.76	0.76	0.79	0.84
	1.00%	0.79	0.78	0.79	0.78	0.80	0.83	0.83	0.87	0.89	0.91	0.96	1.00
	1.25%	0.96	0.96	0.96	1.00	1.01	1.02	1.07	1.09	1.11	1.17	1.20	1.24
	1.50%	1.10	1.10	1.14	1.15	1.17	1.19	1.23	1.25	1.28	1.31	1.36	1.39
	1.75%	1.17	1.18	1.19	1.23	1.24	1.26	1.28	1.30	1.34	1.37	1.40	1.43
	2.00%	1.20	1.22	1.23	1.25	1.26	1.28	1.30	1.32	1.35	1.37	1.40	1.43
	2.25%	1.21	1.22	1.23	1.24	1.26	1.27	1.29	1.31	1.32	1.35	1.38	1.40
	2.50%	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.27	1.28	1.30	1.31	1.33	1.35	1.37
	2.75%	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.26	1.27	1.28	1.30	1.31	1.33	1.34
3.00%	1.20	1.21	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.29	1.30	1.32	

表 8 福岡機場國際與國內航班旅客年成長率的敏感度分析結果 (增額益本比二)

ICBR 2		國際航班旅客年成長率											
		0.25%	0.50%	0.75%	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%	2.75%	3.00%
國內 航 班 旅 客 年 成 長 率	0.25%	-53.3	-56.4	-59.8	-63.3	-60.1	-57.8	-55.0	-53.7	-52.1	-52.7	-53.3	-54.1
	0.50%	-34.4	-31.7	-30.8	-29.8	-28.9	-30.2	-29.3	-31.0	-30.3	-32.4	-34.6	-35.4
	0.75%	-16.5	-16.6	-16.9	-19.8	-20.4	-21.2	-22.1	-23.1	-23.1	-24.7	-21.9	-17.6
	1.00%	-17.0	-19.3	-18.7	-20.6	-19.2	-17.2	-17.6	-14.1	-12.8	-10.5	-3.9	0.9
	1.25%	-3.2	-3.3	-2.9	1.0	2.2	3.9	9.5	12.6	16.5	24.7	30.7	37.8
	1.50%	14.0	15.6	20.8	23.3	26.2	29.7	37.2	42.1	47.9	54.5	65.6	74.4
	1.75%	32.6	35.2	38.3	45.3	49.5	54.1	59.5	65.6	76.1	84.0	92.8	102.8
	2.00%	49.9	56.9	60.7	65.1	70.0	75.5	81.7	88.8	100.1	108.9	118.6	129.4
	2.25%	70.5	74.5	79.0	83.9	89.4	95.6	102.5	110.0	118.4	131.6	141.9	153.3
	2.50%	87.1	95.2	100.1	105.5	111.5	118.1	125.5	133.5	142.3	152.2	163.1	175.0
	2.75%	107.7	112.5	117.8	123.5	129.8	140.5	148.3	156.7	166.0	176.2	187.4	199.6
3.00%	129.3	134.3	139.7	145.8	152.4	159.7	167.7	176.4	185.9	196.3	207.9	220.5	

4.2.3 福岡機場國際與國內航班之載客率與平均座位數

福岡機場面臨跑道容量不足之困境，若又無進行相關設施之改善計畫，在此情形下，為了盡可能的服務更多旅客，應會傾向使用機型較大(即平均座位數較多)之航機，或者提高航機的載客率，以提高單次航機起降所服務的旅客數。然而，在本研究中進行成本效益分析時，平均座位數及載客率兩參數皆設為一定值，並不會隨時間而改變，此假設可能會造成評估結果之偏差。因此，透過敏感度分析，以概略了解上述情境中評估結果的可能變化。

由表 9 及表 10 可知，當國際航班的載客率或平均座位數愈高時，增額益本比一與二皆愈差。然而，國際航班的載客率或平均座位數對於評估結果是否會選擇替選方案並沒有影響。即使國際航班載客率或平均座位數較高，增額益本比一與二的值雖然會較小，但仍是大於 1，即選擇替選方案的決策結果。

表 9 福岡機場國際航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比一)

ICBR 1		國際航班平均座位數										
		150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
國 際 航 班 載 客 率	50.0%	1.67	1.50	1.37	1.28	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.11	1.09
	55.0%	1.56	1.39	1.30	1.22	1.17	1.14	1.11	1.08	1.09	1.07	1.08
	60.0%	1.46	1.32	1.25	1.17	1.13	1.10	1.07	1.08	1.06	1.04	1.06
	65.0%	1.39	1.27	1.20	1.13	1.09	1.06	1.07	1.05	1.03	1.05	1.04
	70.0%	1.34	1.22	1.16	1.12	1.06	1.06	1.04	1.03	1.04	1.03	1.05
	75.0%	1.29	1.18	1.12	1.09	1.06	1.04	1.02	1.03	1.02	1.04	1.03
	80.0%	1.27	1.17	1.09	1.06	1.03	1.04	1.03	1.01	1.03	1.02	1.04
	85.0%	1.23	1.14	1.09	1.06	1.04	1.02	1.01	1.03	1.01	1.04	1.06
	90.0%	1.20	1.13	1.07	1.04	1.02	1.03	1.02	1.04	1.03	1.05	1.04

表 10 福岡機場國際航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比二)

ICBR 2		國際航班平均座位數										
		150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
國際 航班 載 客 率	50.0%	88.9	66.4	50.2	37.7	30.6	25.2	20.8	17.2	14.1	14.9	12.6
	55.0%	75.4	52.5	40.9	29.6	23.5	18.8	15.1	12.0	12.8	10.5	12.2
	60.0%	61.7	43.6	33.4	23.1	17.8	13.7	10.4	11.2	8.9	6.9	8.8
	65.0%	52.8	36.3	27.2	17.7	13.0	9.4	9.9	7.6	5.5	7.5	5.8
	70.0%	45.3	30.1	22.0	16.3	8.9	9.1	6.6	4.5	6.4	4.7	7.2
	75.0%	38.9	24.8	17.5	12.4	8.6	5.8	3.6	5.4	3.7	6.2	4.8
	80.0%	36.4	23.3	13.5	8.9	5.5	6.5	4.5	2.8	5.3	3.8	6.8
	85.0%	31.5	19.2	13.1	9.0	6.1	3.8	2.0	4.3	2.9	5.8	8.9
	90.0%	27.1	18.7	9.9	6.1	3.4	5.0	3.4	6.0	4.8	7.9	6.8

在國內航班部分，由表 11 及表 12 可發現，若是載客率或平均座位數愈高時，增額益本比一與二皆愈差，也就是愈有可能出現不接受替選方案的決策，與國際航班部分呈現類似之趨勢。然而，國內航班之載客率或平均座位數對於評估結果的影響較國際航班顯著，即使設定值並不高，得到的增額益本比一與二仍可能小於 1，即不選擇替選方案的決策結果。

表 11 福岡機場國內航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比一)

ICBR 1		國內航班平均座位數										
		150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
國內 航 班 載 客 率	50.0%	1.71	1.57	1.49	1.41	1.23	0.96	0.73	0.58	0.51	0.40	0.29
	55.0%	1.63	1.48	1.45	1.25	0.96	0.72	0.58	0.48	0.37	0.25	0.15
	60.0%	1.55	1.49	1.30	1.01	0.72	0.57	0.45	0.33	0.22	0.12	0.05
	65.0%	1.50	1.39	1.10	0.78	0.57	0.47	0.33	0.20	0.09	0.02	0.00
	70.0%	1.51	1.25	0.91	0.62	0.49	0.36	0.22	0.09	0.02	0.00	0.00
	75.0%	1.43	1.11	0.72	0.52	0.39	0.25	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00
	80.0%	1.32	0.92	0.60	0.45	0.27	0.14	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	85.0%	1.19	0.77	0.53	0.36	0.19	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	90.0%	1.04	0.63	0.45	0.27	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 12 福岡機場國內航班載客率與平均座位數的敏感度分析結果 (增額益本比二)

ICBR 2		國內航班平均座位數										
		150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
國內 航 班 載 客 率	50.0%	338.7	198.7	125.9	78.1	33.6	-3.3	-28.3	-38.7	-40.9	-47.8	-57.4
	55.0%	247.7	138.2	89.3	37.1	-4.5	-28.6	-38.6	-42.5	-50.9	-60.1	-68.7
	60.0%	180.8	111.4	48.1	1.9	-29.7	-39.1	-43.8	-53.5	-62.6	-71.0	-77.0
	65.0%	136.9	71.4	14.7	-23.1	-40.2	-43.2	-53.8	-64.8	-73.1	-78.9	-80.8
	70.0%	115.0	39.0	-9.3	-37.6	-42.3	-51.6	-62.8	-73.1	-78.9	-80.8	-80.8
	75.0%	80.8	14.7	-29.7	-41.9	-49.2	-60.7	-71.2	-78.9	-80.8	-80.8	-80.8
	80.0%	52.4	-8.3	-37.9	-44.1	-58.4	-69.2	-77.1	-80.8	-80.8	-80.8	-80.8
	85.0%	27.7	-24.4	-41.7	-51.5	-65.0	-75.1	-80.8	-80.8	-80.8	-80.8	-80.8
	90.0%	5.6	-36.5	-43.8	-58.4	-71.2	-80.8	-80.8	-80.8	-80.8	-80.8	-80.8

4.2.4 折現率

折現率是指將未來效益或成本轉換為現值之比例。折現率愈高，折現後之現值愈低。由表 13 及表 14 可發現，折現率愈高時，增額益本比一與二皆愈低。

表 13 折現率的敏感度分析結果 (增額益本比一)

折現率	ICBR 1
2%	1.20
4%	1.09
6%	0.97
8%	0.86
10%	0.74

表 14 折現率的敏感度分析結果 (增額益本比二)

折現率	ICBR 2
2%	40.7
4%	12.6
6%	-1.3
8%	-7.9
10%	-10.9

4.2.5 北九州機場航廈修建成本

在估算北九州機場的航廈修建成本時，僅參考興建北九州機場的成本效益分析報告，以單位面積之航廈建造成本來估計現有航廈擴建及新航廈興建之成本，成本的估算誤差難以衡量，因此以敏感度分析來檢視成本變動的影響。由表 15 及表 16 之結果可發現，由於此項成本占總成本的比例極小，因此其變動對於評估結果幾乎沒有影響。

表 15 北九州機場航廈修建成本的敏感度分析結果 (增額益本比一)

北九州機場航廈修建成本 變動比例	ICBR 1
0%	1.09
+50%	1.08
+100%	1.08
+150%	1.08
+200%	1.07

表 16 北九州機場航廈修建成本的敏感度分析結果 (增額益本比二)

北九州機場航廈修建成本 變動比例	ICBR 2
0%	12.6
+50%	8.4
+100%	6.3
+150%	5.0
+200%	4.2

第五章 結論與建議

本章中，5.1 節為本研究的探討主題、採用的分析方法、評估結果與參數敏感度分析結果等內容之歸納整理。5.2 節則是針對本研究可再深入討論的部分提出建議，期望提供未來相關研究參考之依據。

5.1 結論

福岡機場為日本九州地區最為繁忙之機場，龐大的旅客需求使得目前僅有的一條跑道營運狀況已極為接近設計容量限制。為緩解福岡機場在近期未來將出現的容量不足之困境，本研究提出將福岡機場國際航班轉移至北九州機場之替選方案。

進行運輸計畫方案評估時，目前各國較為廣泛使用的分析方法為成本效益分析，因此本研究同樣是以成本效益分析方法進行替選方案之評估。本研究的成本效益分析架構，以維持原狀方案作為基礎方案來進行比較，考量的成本與效益項目包括使用者效益、轉換成本、擁擠成本與北九州機場航廈修建成本，其中轉換成本與擁擠成本之估算參照 Jorge & de Rus (2004)所提出之方法。評估指標採用增額益本比，方案初步評估結果之增額益本比大於 1，即決策時會選擇本研究所提出之替選方案。

進行評估時，受到資料取得之限制，因此本研究將某些關鍵參數進行假設設定。在得到初步評估結果後，進一步針對此些關鍵參數執行敏感度分析，藉此了解在不同情境下替選方案評估結果的變化。由敏感度分析之結果可知，設定之平均轉換懲罰時間與平均擁擠延遲時間愈低時，增額益本比愈差。另外，也發現國內航班的相關參數，如旅客年成長率、載客率與平均座位數對於評估結果有較顯著之影響。由於福岡機場目前國內航班的旅客數量占總旅客數量的比例較高，而當國內航班的旅客年成長率愈低或是載客率與平均座位數愈高時，皆會使得福岡機場容量不足的困境愈晚出現，因此實施替選方案之效益便會愈小，導致增額益本比愈差，也愈有可能出現不選擇替選方案的決策。在折現率部分，當折現率愈高時，替選方案的增額益本比愈差。北九州機場航廈修建成本因占總成本的比例極低，因此其變動對於結果幾乎沒有影響。

5.2 建議

本研究的成本效益分析架構仍存在可繼續深入探討的議題，為使本研究之評估結果更為精確，提出以下改善之建議：

1. 在運量預測部分，本研究僅由旅客年成長率此參數來進行推估，並且假設國際航班旅客的數量在方案實施前後不會有所增減。針對此部分，假設前往機場之旅行時間與機場運量成反比，即前往機場所需耗費的旅行時間愈長，該機場之運量會愈低。參考過去相關文獻，找出前往機場旅行時間與機場國際航班旅客數量之間的彈性關係，修正替選方案實施後的國際航班旅客數量。另外，若能取得更為詳細的相關數據，如旅客起迄資料等，搭配使用更精細的運量預測模式，藉此以提升評估結果的準確度。
2. 在使用者效益部份，旅客前往機場之旅行成本在本研究中僅以旅行時間乘上時間價值來估算，未來建議如下：
 - (1) 旅行成本中將原來忽略的油耗及過路費等費用納入計算。
 - (2) 將旅客以旅次目的區分為商務及休閒旅次，不同的旅次目的乘上不同的時間價值。
 - (3) 考量小倉與北九州機場之間新幹線之興建，福岡機場與北九州機場之間將有新幹線路網連通，旅客前往兩機場便有不同運具可選擇，搭配運具選擇模式，分別估算自行開車及搭乘新幹線之旅客數量及其旅行成本，藉此使使用者效益的估算更為完整。
3. 本研究在進行成本效益分析時，僅將方案對於旅客之影響納入考量，建議可再加入貨物之成本與效益項目的估算，使結果更加完善。

参考文献

英文文献

- [1] Alexander, I. (2007), *Cost Benefit Analysis of Terminal 2 and Runway 2 at Dublin Airport*, Cambridge Economic Policy Associates, assessed on 2012/07/13 at http://www.aviationreg.ie/fileupload/Image/PR_AC2_PUB3B_CBA.pdf.
- [2] Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R. and Weimer, D. L. (2006), *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, 3rd Edition, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- [3] Eliasson, J. (2009), "A Cost-Benefit Analysis of the Stockholm Congestion Charging System," *Transportation Research Part A* 43, 468-480.
- [4] Federal Aviation Administration (1999), "FAA Benefit-Cost Analysis Guidance," Office of Aviation Policy and Plans, Federal Aviation Administration.
- [5] Jorge, J. and de Rus, G. (2004), "A Cost-Benefit Analysis of Investments in Airport Infrastructure: A Practical Approach," *Journal of Air Transport Management* 10, 311-326.
- [6] Kato, H., Itoh, M., Kato, S., and Ishida, H. (2003), "Cost-Benefit Analysis for Improvement of Transfer at Urban Railway Stations," *World Transport Research: Selected Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research*.
- [7] Kato, H., Ieda, H., Kanayama, Y., and Honda, H. (2001), "Demand and Socio-Economic Analyses of Direct-Through Operation of Shinkansen Service to Existing Network," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 4, 93-106.
- [8] Layard, R. and Glaister, S. (1994), *Cost-Benefit Analysis*, 2nd Edition, Cambridge University, Cambridge.
- [9] Lee Jr., D. B. (2000), "Methods for Evaluation of Transportation Projects in the USA," *Transport Policy* 7, 41-50.
- [10] Melkert, J. and van Wee, B. (2009), "Assessment of Innovative Transport Concepts Using Cost-Benefits Analyses," *Transportation Planning and Technology* 32, 545-571.
- [11] Morisugi, H. (2000), "Evaluation Methodologies of Transportation Projects in Japan," *Transport Policy* 7, 35-40.

- [12] NERA Economic Consulting (2007), *Cost-Benefit Analysis of the New Lisbon Airport at Ota*, assessed on 2012/07/13 at http://www.naer.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=211716&att_display=y&att_download=y.
- [13] PricewaterhouseCoopers (2009), *Sunshine Coast Airport Master Plan: Cost Benefit Analysis*, assessed on 2012/07/13 at http://www.sunshinecoast.qld.gov.au/addfiles/documents/sca/6_cost_benefit_analysis.pdf.
- [14] Prud'homme, R., Koning, M., Kopp, P. (2011), "Substituting a Tramway to a Bus Line in Paris: Costs and Benefits," *Transport Policy* 18, 563-572.
- [15] Quinet, E. (2000), "Evaluation Methodologies of Transportation Projects in France," *Transport Policy* 7, 27-34.
- [16] Rothengatter, W. (2000), "Evaluation of Infrastructure Investment in Germany," *Transport Policy* 7, 17-25.
- [17] Vickerman, R. (2000), "Evaluation Methodologies for Transport Projects in the United Kingdom," *Transport Policy* 7, 7-16.
- [18] Weimer, D. L. and Vining, A. R. (2005), *Policy Analysis: Concepts and Practice*, 4th Edition, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- [19] Zou, B. and Hansen, M. (2012), "Flight Delays, Capacity Investment and Social Welfare under Air Transport Supply-Demand Equilibrium," *Transportation Research Part A* 46, 965-980.

中文文獻

- [20] 交通部運輸研究所(民 79), 「台灣西部幹線多軌化成本效益分析」, 交通部運輸研究所。
- [21] 孫婉真(民 97), 「從成本效用觀點評估都市大眾運輸發展策略—以高鐵車站接駁運輸為例」, 國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。
- [22] 張四明(民 90), 「成本效益分析在政府決策上的應用與限制」, 行政暨政策學報, 第三期, 頁 45~80。
- [23] 鄭欣怡(民 95), 「都市大眾運輸系統發展策略的成本效果分析—以台南都會區為例」, 國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。

日文文獻

- [24] 日本，國土交通省(2006)，「空港整備事業の費用対効果分析マニュアル Ver.4」，國土交通省航空局。
- [25] 日本，國土交通省(2010)，「平成 22 年度國際航空旅客動態調査」，國土交通省航空局。
- [26] 日本，國土交通省(2011)，「新北九州空港整備事業」，國土交通省九州地方整備局。

網站資料

- [27] 日本，國土交通省，<http://www.mlit.go.jp/>。
- [28] 日本，總務省，統計局，<http://www.stat.go.jp/>。



簡 歷



中文姓名：陳筱薇

英文姓名：Hsiao-Wei Chen

出生日期：民國 76 年 03 月 21 日

聯絡地址：高雄市楠梓區藍昌路 101 號

連絡電話：0919-104-823

E-mail : mandy61313@hotmail.com



簡歷：

民國 101 年 6 月 國立交通大學 運輸科技與管理學系 碩士班 畢業

民國 98 年 6 月 國立交通大學 運輸科技與管理學系 畢業

民國 94 年 6 月 高雄市立高雄女子高級中學 畢業