

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 城際運具競爭策略之研究-以高速鐵路通車衝擊為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2416-H-032-003-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：淡江大學運輸管理學系

計畫主持人：石豐宇

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 3 月 17 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

城際運具競爭策略之研究-以高速鐵路通車衝擊為例

## A Study of the Competition Strategies Among Intercity Modes in the Case of Introducing High Speed Rail

計畫編號：93-2416-H-032-003

執行期限：94年8月1日至95年7月31日

主持人：石豐宇 淡江大學運輸管理學系

計畫參與人員：謝正宏 洪孟甫

### 一、中文摘要

高速鐵路預計於民國95年底加入運輸市場，勢必會對西部運輸走廊之大眾運輸系統航空、台鐵及國道客運產生不小衝擊。為此，各航空公司與國道客運業者未來是否有可能朝向整合合作的方式經營，該如何擬定競爭策略，以增加自己的競爭力，實為當前業者所關心的課題。在鐵路方面，未來同屬軌道運輸的高鐵營運通車，勢必對現在台鐵旅客運輸再遭受嚴重的衝擊。故台鐵將如何研擬競爭策略，亦為重要的課題。為此，本研究應用充分訊息下靜態之非合作賽局與合作賽局理論，來建構各競爭運具在高速鐵路加入營運通車後的競爭模式。研究內容包括：1) 建立各競爭運具之報酬函數；2) 求解各競爭運具在高速通車後之均衡票價；3) 求解各航空公司與國道客運公司之間聯營合作型態下之均衡票價；4) 使用 Mathematica 軟體求夏普利值，以提供航空與國道客運業者於合作賽局情境下分配利潤之依據；5) 求解台鐵採艙位列車分等後之均衡票價；6) 探討高鐵與台鐵共站的合作轉乘策略；以提供主管機關制定政策之參考。

**關鍵詞：**高速鐵路，運具競爭，合作靜態賽局，非合作賽局。

### Abstract

After the high speed railway join the

transport market at the end of 2006, and certainly, the public transport (airway, railway, freeway buses) of the western transportation corridor will be hit hard by it. As a result, cooperative strategies among freeway buses will affect the market shares and profits of these companies in the near future. However, these advantages will soon be taken by Taiwan High Speed Rail (THSR). As one of the major competitors in the transportation market of Taiwan western corridor, TR has to set up new operation strategies in competing with THSR. The content of the study includes: 1) modeling the profit functions for modes of transportation; 2) solving optimal modes of transportation fares under market equilibrium; 3) solving optimal air and bus in the pool of fares under market equilibrium; 4) applying software MATHEMATICA to solve the Shapley values and Nucleolus, which provide the guidance of profit-sharing in the cooperative game; 5) solving the market equilibrium under various game scenarios; and 6) analyzing the changes of consumer surplus and payoffs before and after the operations of THSR

**Keywords :** High-speed Rail, Transportation competition. Cooperative and Non-cooperative games

### 二、緣由與目的

在民國95年底高速鐵路加入此運輸市場後，勢必會對航空、台鐵及

國道客運產生不小衝擊，其中除了台鐵為獨營事業外，航空及國道客運在其他不同運具競爭下，還將面對同業間彼此拉攏客源之壓力。在航空方面政府自民國76年推動「開放天空政策」以來，至今已十餘年，此段期間航空客運市場之轉變與競爭頗為快速與激烈。早期由於航空市場由嚴格管制變為開放之效應，及在經濟起飛階段國內城際運輸需求持續增加，在鐵公路運輸趨向飽和情況下，旅客逐漸將旅次轉向旅行時間較短之航空運輸客運，在有龐大商機刺激下，新興航空公司紛紛投入競爭市場，也漸漸造成航空市場需求呈現供過於求的情況。

在公路運輸方面，自從交通部於民國84年開放多條國道客運路線予客運業者經營後，許多新興客運業者紛紛加入競爭行列。然而在相互競爭下，至今部分路線只剩少數國道客運公司仍持續經營。為此，各國道客運公司未來是否有可能朝向整合合作的方式經營，該如何擬定競爭策略，以增加自己的競爭力，也實為當前各國道客運公司所關心的課題。因此，本研究應用充分訊息下靜態之非合作賽局理論，來求解高速鐵路加入營運通車後，航空公司與國道客運公司之均衡票價；且應用合作賽局理論中夏普利值(Shapley value)定義與求解方式，來建構各國道客運公司在聯營合作型態下之報酬函數與均衡票價之求解。

而在鐵路運輸方面，未來同屬軌道運輸的高鐵即將在明年10月營運通車，勢必對現在台鐵旅客運輸再遭受嚴重的衝擊。故台鐵將如何研擬競爭策略，是否有可能朝向與高速鐵路整合，如路網、票証、組織、營運等方面，該如何整合合作、持續經營，實為重要的課題。為此，本研究應用充分訊息下靜態之非合作賽局理論，來求解高速鐵路加入營運通車後，台鐵之均衡票價；另一方面研擬台鐵藉由艙位和列車分等後之均衡票價，來減

少利潤之虧損，以及高鐵與台鐵共站之轉乘策略。

高速鐵路在今年10月底通車後之營運同時，如同其他運具一般，也存在著許多競爭運具。因此本研究主要探討在高速鐵路加入營運競爭後，各競爭運具該如何擬定最適票價，以符合其營運之最佳利潤。因此，本研究之研究目的如下：

1. 分析各競爭運具之競爭模式。
2. 求解出各競爭運具在高速鐵路加入營運後之均衡票價，以提供各運輸業者在擬定其競爭策略時之參考。
3. 求解各航空公司與國道客運公司在高速鐵路加入營運後，其所採取聯營型態後之均衡票價，以提供各國道客運公司在擬定其競爭策略時之參考。
4. 求解台鐵在高速鐵路加入營運後，採取艙位和列車分等後之均衡票價，以提供台鐵在擬定其競爭策略時之參考。
5. 擬定高鐵與台鐵共站之轉乘策略，探討需求量之變化。

### 三、結果與討論

模式主要包含下列部份：1) 報酬函數模式；2) 市場佔有率模式 3) 載客率模式；4) 成本模式。

$$\pi_{ijk(n)} = p_{ijk(n)} \times q_{ijk(n)} - Cost_{ijk(n)} \times F_{ijk(n)} \quad (1)$$

$$S_{ijk} = \frac{e^{V_{ijk}}}{\sum_{k=1}^K e^{V_{ijk}}} \quad (2)$$

$$V_{ijk(n)} = \alpha_{ijk(n)} + \beta_{ijk(n)} * P_{ijk(n)} + \gamma_{ijk(n)} * F_{ijk(n)} + \omega_{ijk(n)} * T_{ijk(n)}$$

其中，

$S_{ijk}$ ：各競爭運具 k 在路線 ij 之市場佔有率；

$V_{ijk(n)}$ ：旅客在路線 ij 選擇各競爭運具 k 之效用函數；

$P_{ijk(n)}$ ：各競爭運具 k 在路線 ij 之票價；  
 $F_{ijk(n)}$ ：各競爭運具 k 在路線 ij 之班距；  
 $T_{ijk(n)}$ ：各競爭運具 k 在路線 ij 之旅行時間。

各航空公司與國道客運公司載客率模式其型態如下所示，取這樣的型式是為了保證載客率在 0 到 1 之間。

$$R_{ijm} = \frac{1}{1 + e^{U_{ijm}}} \quad (3)$$

$R_{ijm}$ ：各航空公司與國道客運公司 m 在路線 ij 之載客率；

$U_{ijm}$ ：準效用函數。

本研究設定各國道客運公司載客率模式是自己和對手票價與班次的函數，將其準效用函數如下 (4.6) 所示：

$$U_{ijm} = a + b \cdot P_{ijm} + c \cdot P_{ijx} + d \cdot F_{ijm} + e \cdot F_{ijx}$$

$P_{ijm}$ ：公司 m 在路線 ij 之票價；

$P_{ijx}$ ：對手公司 x 在路線 ij 之票價；

$F_{ijm}$ ：公司 m 在路線 ij 之每日班次數；

$F_{ijx}$ ：對手公司 x 在路線 ij 之每日班次數。

各競爭運具由於成本難以估算因此以營收變化為求解依據；而第二部份各航空公司與國道客運公司之成本，可藉由訪談及文獻回顧粗略推估，成本模式如下所示：

$$TC_{ijm} = (VC_{ijm}) \cdot F_{ijm} + FC_{ijm} \quad (4)$$

$VC_{ijm}$ ：各航空公司與國道客運公司 m 行駛於 ij 路線上之變動成本；

$FC_{ijm}$ ：各航空公司與國道客運公司 m 行駛於 ij 路線上之固定成本；

$F_{ijm}$ ：各航空公司與國道客運公司 m 行駛於 ij 路線上之班次數。

本研究在路線選擇上以台北-台

中和台北-高雄為例。首先做第一部份高鐵加入各競爭運具後，其模式的實證分析；其次第二部份為各國道客運公司與航空公司因應高鐵通車後，其聯營行為模式的實證分析；最後第三部份為台鐵因應高鐵通車後，採取艙位和列車分等後之各車種均衡票價之分析；報酬函數中各個模式之參數經校估後，進行各競爭運具模式求解，並應用 Bertrand 與 Stackelberg 兩種求解方式求得其均衡解，實證分析結果整理如下列各表所示：

表1 台北-台中各競爭運具均衡票價

運具	航空(元)	高鐵(元)	台鐵自強號(元)	台鐵莒光號(元)	國道客運(元)
高鐵通車前均衡票價	1252	--	377	292	304
現況票價	1246	--	375	289	286
高鐵通車後均衡票價	1087	866	384	226	366
高鐵為領導者均衡票價	1084	883	383	232	371

表2 台北-高雄各競爭運具均衡票價

運具	航空(元)	高鐵(元)	台鐵自強號(元)	國道客運(元)
高鐵通車前均衡票價	2393	--	782	597
現況票價	2100	--	850	575
高鐵通車後均衡票價	2283	1949	753	586
高鐵為領導者均衡票價	2176	2035	787	612

表3 台北-台中各國道客運獨營均衡票價下各值

客運公司	現況票價(元)	均衡票價(元)	班次(班/每日)	均衡載客率	最大利潤變化量(元)
國光客運	260	278	44	0.999	-68,317
尊龍客運	350	297	30	0.944	-64,787
統聯客運	260	310	130	0.999	187,979
阿羅哈客運	350	305	40	0.958	-20,523
建明客運	300	307	44	0.999	19,097

表4 台北-高雄各航空公司獨營均衡票價下各值

航空公司	現況票價(元)	均衡票價(元)	班次(班/每日)	均衡載客率	最大利潤變化量(元)
遠東航空	2124	1930	17	0.658	-78,781
復興航空	2020	1897	12	0.625	-203,021
立榮航空	2122	1816	15	0.693	-74,015
華信航空	2109	1799	16	0.743	-125,910

表 5 台北-台中各國道客運公司二三聯營各情境均  
衡票價下之各值

聯營 情境	均衡票 價(元)	班次(班/ 每日)	載客率	最大利潤 (元)
{1,2}	323	74	0.894	341,943
{3,4,5}	356	214	0.978	1,510,148
{1,3}	359	174	0.890	813,512
{2,4,5}	329	114	0.988	444,391
{1,4}	326	84	0.893	396,819
{2,3,5}	346	204	0.979	1,393,410
{1,5}	327	88	0.888	371,705
{2,3,4}	343	200	0.981	1,241,785
{2,3}	349	160	0.900	882,379
{1,4,5}	340	128	0.986	663,379
{2,4}	315	70	0.901	390,037
{1,3,5}	357	218	0.976	1,769,421
{2,5}	323	74	0.896	373,370
{1,3,4}	356	214	0.977	1,600,072
{3,4}	394	170	0.899	954,377
{1,2,5}	337	118	0.987	585,453
{3,5}	375	174	0.896	891,903
{1,2,4}	314	114	0.988	495,451
{4,5}	326	84	0.897	434,748
{1,2,3}	346	204	0.978	1,483,396

表 6 台北-台中各國道客運公司一四聯營各情境均  
衡票價下之各值

聯營 情境	均 衡 票 價 (元)	班 次 (班/ 每 日)	載 客 率	最大利潤 (日)
{1}	314	44	0.917	149,680
{2,3,4,5}	318	244	0.951	1,037,718
{2}	366	30	0.929	136,158
{1,3,4,5}	378	258	0.918	1,410,432
{3}	347	130	0.927	608,975
{1,2,4,5}	350	158	0.976	831,140
{4}	370	40	0.930	194,399
{1,2,3,5}	382	248	0.924	1,395,240
{5}	340	44	0.923	179,905
{1,2,3,4}	347	244	0.942	1,199,009

表 7 台北-高雄各航空公司二二聯營各情境均  
衡票價下之各值

聯營 情境	均衡票 價(元)	班次(班/ 每日)	載客率	最大利潤 (元)
{1,2}	1473	29	0.819	-984,744
{3,4}	1528	31	0.880	-104,715
{1,3}	1440	32	0.812	-757,432
{2,4}	1312	28	0.862	-923,697
{1,4}	1422	33	0.811	-1,093,642
{2,3}	1236	27	0.852	-1,495,543

表 8 台北-高雄各航空公司三一聯營各情境均  
衡票價下之各值

聯營 情境	均衡票 價(元)	班次(班/ 每日)	載客率	最大利潤 (元)
{1}	1196	17	0.847	-1,001,027
{2,3,4}	1719	43	0.616	-1,241,935
{2}	1583	12	0.885	-424,109
{1,3,4}	2021	48	0.680	680,550
{3}	1336	15	0.863	-318,256
{1,3,4}	1863	45	0.634	-1,618,716
{4}	1262	16	0.855	-694,967
{1,2,3}	1786	44	0.621	-1,547,999

表 9 台北-台中各國道客運夏普利值表

台北- 台中	國光 客運	尊龍 客運	統聯 客運	阿羅哈 客運	建明 客運
夏普 利值	305749	160035	766408	217608	273360
分配 比例	0.177	0.093	0.444	0.126	0.160

表 10 台北-高雄各航空公司夏普利值表

台北-高雄	遠東 航空	復興 航空	立榮 航空	華信 航空
夏普利值	555541	12327	988413	878547
分配比例	0.227	0.008	0.405	0.360

表 11 台鐵台北-台中自強號艙位列車分等利潤變化

台鐵 車種	台北-台中自強號			
	指定席直 達	自由席 直達	指定席 非直達	自由席 非直達
艙位分等均 衡利潤(元)	1,641,358	335,265	161,500	141,063
現況總利潤(元)			2,198,625	
艙位分等均衡總利潤(元)			2,279,186	
單一票價均衡總利潤(元)			2,251,392	
艙位分等與現況利潤變化(元)			80,561	
單一票價與現況利潤變化(元)			52,767	

表 12 台鐵台北-台中莒光號艙位列車分等利潤變化

台鐵 車種	台北-台中莒光號	
	指定席 非直達	自由席 非直達
艙位分等均衡利潤(元)	401,396	329,113
現況總利潤(元)		
912,662		
艙位分等均衡總利潤(元)		
730,508		
單一票價均衡總利潤(元)		
713,708		
艙位分等與現況利潤變化(元)		
-136,613		
單一票價與現況利潤變化(元)		
-198,954		

表 13 台北-台中高鐵通車前後之社會福利總變化量

運具	消費者剩餘 總變化量(元)	業者營收總 變化量(元)	社會福利總變 化量(元)
高鐵通車前	-171674	486132	314459
高鐵通車後 (未加入高鐵)	-257050	-1231175	-1488225
高鐵通車後 (加入高鐵)	3615270	-1231175	2384095

表 14 台北-高雄高鐵通車之社會福利總變化量表

運具	消費者剩餘 總變化量 (元)	業者營收總 變化量(元)	社會福利總變 化量(元)
高鐵通車前	-2042030	1650160	-391870
高鐵通車後 (未加入高鐵)	-649928	1177847	527919
高鐵通車後 (加入高鐵)	3668081	1177847	4845928

#### 四、計畫成果自評

本研究以台北-台中及台北-高雄兩路線，構建出運具業者於高速鐵路通車前後之競爭模式，並且透過問卷資料之實証分析，以求取最佳之定價與聯營策略，歸納整理出以下的幾點結論與建議。

##### 結論：

1. 各國道客運公司在台北-台中路線採全聯營後，其業者利潤為正的，而在與各國道客運公司獨營加總後做比較發現，雖然消費者剩餘變負的多，但就社會福利方面來看，其社會福利變負的少許多，其表示在各國道客運公司採取全聯營後，消費者和業者得到一平衡，也表示確實有聯營之可能性和必要性。
2. 在台北-高雄航空公司方面，由於均衡費率相較現況費率低，因此除了除了復興、立榮、華信與復興、遠東、華信與復興、立榮、遠東三家聯營時社會福利為負值的外，其餘皆為正值，且高速鐵路通車後之全聯營也較通車前為佳。
3. 夏普利值方面，航空方面台北-高雄航線上不論通車前後皆以立榮航空為最高，在台北-台中路線中統聯客運公司均比其它家客運公司來的高，應該與其提供班次較多有關係，故在面臨高速鐵路即將通車營運，不論航空公司或國道客運公司應採共同聯營合作的方式，方能增加總利潤。
4. 台鐵在高鐵通車後，若台北-台中自強號採取艙位和列車分等，與其現況總利潤做比較後，可得知其總利潤增加；若採取單一票價，與現況相比其總利潤增加的程度，將比採取艙位和列車分等來的低。台北-台中莒光號採取艙位和列車分等，與其現況總利潤做比較後，可得知其總利潤減少；若採取單一票

價，與現況相比其總利潤減少的程度，將比採取艙位和列車分等來的高。所以未來高鐵通車後，台北-台中路線採取艙位列車分等的策略來使其利潤虧損降低。

##### 建議：

1. 本研究在運具變數探討方面未考慮到旅客舒適度、安全性等服務水準因素，建議未來研究可加入此等因素，使模式可以更符合旅客的選擇行為。
2. 對於各運具而言，由於其成本項目繁雜難以估算，因此本研究僅針對各運具營收變化情形來加以探討，建議後續可嘗試以利潤做深入探討，以增加預測準確性。
3. 由於成本資料只經由文獻回顧提供，因此在成本模式的估計上，會產生誤差，建議後續可進一步精算估計。
4. 由於高速鐵路尚未通車，因此本研究模式所估需求量並不完全符合市場狀況，尤其求解結果高速鐵路票價有偏高情況，可能與潛在需求高估有關，因此建議在高速鐵路通車後可針對模式部份做一驗證。

#### 五、參考文獻

1. 李宏生等(民 86)，汽車客運業統一會計科目，交通部運研所出版。
2. 李尚諭(民 93)，以合作賽局擬定國際快遞最適費率定價與零售通路結盟策略，淡江大學運輸科學研究所碩士論文。
3. 李元祿(民 93)，非合作賽局下航空貨運業者競爭模式之研究，淡江大學運輸科學研究所碩士論文。
4. 李忠遠(民 93)，高速鐵路通車後台鐵客運最適定價之研究，國立東華大學企業管理學系研究所碩士論文。
5. 房文霞(民 78)，台鐵票價變動與運具轉換之研究，國立交通大學交通運輸工程研究所碩士論文。

6. 汪佳政(民 82)，高速鐵路聯外運輸系統規劃方法論之研究，國立台灣大學土木工程研究所碩士論文。
7. 巫永隆(民 87)，航空公司在軸輻式路網下之靜態與動態競爭賽局模式，淡江大學運輸科學研究所。
8. 林繼國等(民 87)，公路汽車客運運價準則之檢討研究，交通部運研所出版。
9. 林昭輝(民 92)，台鐵售票曲線之型態分析，國立成功大學交通管理學系碩博士論文。
10. 柯益立(民 88)，合作賽局理論在航空公司聯營競爭行為模式之應用，淡江大學交通管理科學系運輸科學碩士班。
11. 姚景興(民 78)，實驗設計，華泰書局出版。
12. 胡權峰(民 90)，合作賽局理論在海運市場聯營競爭行為模式之應用，淡江大學運輸管理系運輸科學碩士班。
13. 陳武正(民 82)，台灣地區城際客運市場系統動態模式之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
14. 陳筱葳(民 90)，城際旅運者運具選擇行為之研究，逢甲大學交通工程與管理所碩士論文。
15. 陳正軒(民 91)，國道客運旅客選擇行為之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
16. 陳彥璋(民 93)，國道客運於寡佔市場下最適票價與班距之研究，淡江大學運輸科學研究所碩士論文。
17. 張則斌(民 89)，台鐵實施車種簡化後之旅客轉乘行為研究，國立交通大學運輸工程與管理系碩士論文。
18. 張政祥(民 92)，台鐵多角化策略評估之研究，華梵大學工業管理學系碩士論文。
19. 張亦寬(民 92)，以雙層次數學規劃建構旅客需求導向之票價設計模式-以台灣高鐵為例，國立成功大學交通管理學系碩博士論文。
20. 許婉琪(民 92)，台鐵局公司化策略之研究，國立台北大學/企業管理學系碩士在職論文。
21. 曾志煌(民 73)，中、長途公路客運需求評核方法之研究，國立交通大學交通運輸工程研究所碩士論文。
22. 楊濃代(民 91)，台鐵捷運化營運分析方法探討，國立成功大學/土木工程學系碩博士論文。
23. 謝淑貞(民 94)，賽局理論，雙葉書局。
24. 嚴振昌(民 89)，台灣高速鐵路競爭策略之研究，國立交通大學運輸工程與管理系碩士論文。
25. 魏健宏、余駿棋，「高鐵通車後城際公路客運業因應策略之探討」，都市交通季刊 17 卷 1 期 p1~15
26. Ben-Akiva. M, and Lerman, S.(1985),“Discrete Choice Analysis”. MIT Press, Cambridge, Massachusettes.
27. Curiel I (1997) , “Cooperative Game Theory and Applications”, Kluwer Academic Press, Boston.
28. Hensher, D.A. (1997) “A Practical Approach to Identifying the Market Potential for High-Speed Rail: A Case Study in the Sydney-Canberra Corridor,” Transportation Research, Vol. 31A, No. 6, pp. 431-446.
29. Hensher, D. A. (1998) “Intercity Rail Services: A Nested Logit Stated Choice Analysis of Pricing Options,” Journal of Advanced Transportation, Vol.32, No.2, pp.130-151.
30. OwenG.(1982),“Game Theory–Second Edition”, Academic Press Inc., Orlando, Florida.
31. Sethi, V. and Koppelman, F.S. (2000) “Incorporating Complex Substitution Patterns and Variance Scaling in Long Distance Travel Choice Models,” IATBR paper.
32. Varian H,(1993)“Economic and Financial Modeling with Mathematica”, Springer-Verlag

Publishers, The Electronic Library  
of Science, Santa Clara, California.