

113-001-1468
MOTC-IOT-111-PBB003

臺灣地區整體運輸規劃－ 貨運需求調查與模式建立方法之研究



交通部運輸研究所

中華民國 113 年 5 月

113-001-1468
MOTC-IOT-111-PBB003

臺灣地區整體運輸規劃－ 貨運需求調查與模式建立方法之研究

著者：盧宗成、陳穆臻、邱裕鈞、簡佑勳、施瑀、
謝孟庭、徐偉哲、林和慶、鄭正元、李德全、
柳美智、張舜淵、楊幼文、呂怡青、楊國楨

交通部運輸研究所

中華民國 113 年 5 月

臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法
之研究/盧宗成, 陳穆臻, 邱裕鈞, 簡佑勳, 施瑀, 謝孟庭,
徐偉哲, 林和慶, 鄭正元, 李德全, 柳美智, 張舜淵, 楊幼
文, 呂怡青, 楊國楨著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部
運研所, 民 113.5

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-592-4(平裝)

1. CST:運輸管理 2. CST:運輸規劃 3. CST:貨運

557

113005951

臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究
著者：盧宗成、陳穆臻、邱裕鈞、簡佑勳、施瑀、謝孟庭、徐偉哲、林和
慶、鄭正元、李德全、柳美智、張舜淵、楊幼文、呂怡青、楊國楨
出版機關：交通部運輸研究所
地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號
網址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)
電話：(02)2349-6789
出版年月：中華民國 113 年 5 月
印刷者：全凱數位資訊有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定價：460 元
展售處：
交通部運輸研究所運輸科技及資訊組・電話：(02)2349-6789
國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207
五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN:1011300564

ISBN:978-986-531-592-4 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所
書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-592-4(平裝)	政府出版品統一編號 1011300564	運輸研究所出版品編號 113-001-1468	計畫編號 111-PBB003
本所主辦單位：運輸計畫及陸運組 主管：張舜淵 計畫主持人：張舜淵 研究人員：楊幼文、呂怡青、楊國楨 聯絡電話：(02) 23496816 傳真號碼：(02) 25450428	研究單位：國立陽明交通大學 計畫主持人：盧宗成 研究人員：陳穆臻、邱裕鈞、簡佑勳、施瑀、謝孟庭、徐偉哲、林和慶、鄭正元、李德全、柳美智 地址：臺北市中正區忠孝西路1段118號4樓 聯絡電話：(02) 23494950		研究期間 自 111 年 03 月 至 111 年 12 月
關鍵詞：貨運需求分析、貨運運輸規劃、進出口貨運、城際貨運、城市貨運			
摘要： 當前臺灣地區整體運輸規劃模式之貨運需求分析與運輸規劃是依循客運需求分析架構，並簡化以成長率法預測貨運量產生及分佈，再轉換為貨車車次為路網指派之背景交通量。隨著貨運型態逐漸轉型，貨運對於道路交通量之影響日益增加，國內現行之貨運需求分析架構已逐漸無法反映變化迅速之國內貨運量發展趨勢，以及新型態貨運之發生與迅速變化。政府機關亦無法透過掌握貨運相關交通課題對於道路交通之影響範圍及程度，擬定更符合實際需求之施政策略。 基此，本計畫係築基於臺灣地區整體運輸規劃模式，並根據國內貨運特性研提符合規劃需要之貨運分析架構。根據文獻回顧彙整內容，本計畫將整體貨運需求區分為進出口貨運、城際貨運、城市貨運等三個模組，透過對各模組之貨運量需求分析架構及方法進行彙整，可建立我國整體貨運運輸規劃分析架構。為配合臺灣地區整體運輸規劃模式，本計畫聚焦於進出口貨運與城際貨運模式之發展，在進出口貨運模式部分，提出以投入產出法與總體羅吉特模式預測未來年各個海、空港的進出口貨運量，在城際貨運部分，則整合進出口貨運模組的預測結果，加以利用以商品種類為基礎之四步驟貨運規劃模式推估城際貨運旅次量，再與客運運輸規劃模式產出之旅次量整合，進行交通量指派。 為檢視目前研擬之貨運需求分析架構於實務應用時可能碰到的問題，本計畫亦以砂石產品為例，實際就計畫中所提出之分析架構進行案例分析。透過彙整文獻回顧、分析案例蒐集、貨運發展趨勢瞭解、企業訪談、專家學者座談會，以及以砂石產品為例之案例分析等計畫成果，本計畫可據此研提未來貨運需求分析研究議題、優先順序及分年執行建議，進而做為主管機關後續進行貨運發展策略研擬、政策規劃等決策之參考應用。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
113 年 5 月	392	460	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Taiwan Area Comprehensive Transportation Planning Research — Freight demand survey and model development			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-592-4 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011300564	IOT SERIAL NUMBER 113-001-1468	PROJECT NUMBER 111-PBB003
DIVISION: Transportation policy research and recommendations DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shuen-Yuan Chang PROJECT STAFF: Yu-Wen yang, Yi-Ching Lu, Kuo-Chen Yang PHONE: 886-2-23496802 FAX: 886-225450428			PROJECT PERIOD FROM March 2022 TO December 2022
RESEARCH AGENCY: National Yang Ming Chiao Tung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chung-Cheng Lu PROJECT STAFF: Mu-Chen Chen, Yu-Chiun Chiou, Yu-Shyun Chien, Yu Shih, Meng-Ting Hsieh, Wei-Che Hsu, Her-Ching Lin, Jeng-Yuan Jenq, De-Chuan Li, Mei-Chih Liu ADDRESS: 4F, 118 Sec. 1, Chung Hsiao W. Road, Taipei 10044, Taiwan (R.O.C.) PHONE: 886-2-23494950			
KEY WORDS: Freight demand analysis, Freight transportation planning, Import-export freight, Intercity freight, City freight			
ABSTRACT: The current approach to freight demand analysis and transportation planning mainly follows the framework of passenger transportation planning, where freight demand generation and distribution are forecasted by a simplified growth rate method. The forecasted freight demands are then converted into truck trips and used as the background traffic flow for conducting the traffic assignment of passenger demands. Obviously, the current approach is not able to properly reflect the trends of industrial development, nor the rapid growth of newly emerging logistic services. Without knowing the relationship between industrial development and logistic service to road traffic, it is impossible to propose policy strategies that meet practical needs. The government may find it difficult to gauge the scope and degree of the impact of freight-related transportation issues on road traffic. Therefore, based on the overall Taiwan area comprehensive transportation planning model and in light of the literature review, this study proposes a new freight transportation planning framework comprising three modules: import-export freight, intercity freight, and city freight. The methods developed in the literature for freight demand analysis and transportation planning in these modules are also reviewed and summarized. In order to coordinate with the overall Taiwan area comprehensive transportation planning model, this project specifically concentrates on the import-export and intercity freight modules. The import-export freight module adopts an input-output model and aggregate logit model to predict the future import/export freight volume for each seaport and airport. Meanwhile, the intercity freight module integrates the forecasted results of the import-export freight module into a commodity-based four-step freight transportation planning model to predict intercity freight trips. The predicted freight trips will be integrated with the passenger trips predicted by the passenger transportation planning model for traffic assignment. To assess the practical feasibility of the proposed model, a case study focusing on the commodity of sand and gravel products was conducted. The project outcomes include literature reviews, analysis of case studies, exploring trends in freight development, conducting corporate interviews, expert and scholar roundtable discussions, as well as case analysis focusing on sand and gravel products. The research outcomes have led to proposed research topics, priorities, and yearly implementation suggestions for future freight demand analysis. These results can serve as references and guidelines for the government in developing freight transportation strategies and policies.			
DATE OF PUBLICATION May 2024		NUMBER OF PAGES 392	PRICE 460

目錄

第一章 緒論	1-1
1.1 計畫背景與動機.....	1-1
1.2 計畫目的.....	1-1
1.3 計畫範圍.....	1-2
1.4 計畫工作項目	1-3
1.5 計畫流程.....	1-4
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 國內貨運需求分析現況.....	2-1
2.1.1 現況貨運資料說明	2-1
2.1.2 貨運需求分析方法	2-4
2.2 進出口貨運需求分析.....	2-13
2.2.1 進出口貨運定義與範圍	2-13
2.2.2 進出口貨運需求分析方法	2-13
2.2.3 進出口貨運需求分析個案探討	2-18
2.2.4 進出口貨運需求分析資料來源	2-20
2.3 城際貨運需求分析.....	2-23
2.3.1 城際貨運定義與範圍	2-23
2.3.2 城際貨運需求分析架構	2-24
2.3.3 城際貨運需求分析方法	2-30
2.3.4 城際貨運需求分析個案探討	2-44
2.3.5 城際貨運需求分析資料來源	2-52

2.4 城市貨運需求分析.....	2-58
2.4.1 城市貨運定義與範圍	2-58
2.4.2 城市貨運需求分析方法	2-59
2.4.3 城市貨運需求分析個案探討	2-64
2.4.4 城市貨運需求分析資料來源	2-74
2.5 文獻評析.....	2-80
第三章 我國貨運發展趨勢與特性暨整體貨運需求分析架構研擬	3-1
3.1 國內貨運發展概況.....	3-1
3.1.1 國內貨物既有運輸型態	3-1
3.1.2 新型態城市貨運發展趨勢	3-12
3.2 國內貨物運輸特性.....	3-21
3.2.1 進出口貨物運輸特性	3-21
3.2.2 城際貨物運輸特性	3-26
3.3 產業區位分布與貨運需求間之關聯性.....	3-27
3.4 貨運運輸規劃分析軟體之操作說明.....	3-30
3.4.1 Cube 軟體.....	3-30
3.4.2 PTV Visum 軟體	3-31
3.4.3 TransCAD 軟體.....	3-33
3.4.4 小結	3-33
3.5 貨運需求分析議題綜整.....	3-34
3.5.1 貨運需求分析模式建構課題	3-34
3.5.2 貨運發展趨勢暨實務作業課題	3-36
3.6 整體貨運需求分析架構研擬.....	3-41

3.6.1 整體貨運運輸需求分析架構說明	3-41
3.6.2 客運與貨運分析單位整合介面說明	3-43
3.6.3 客運與貨運城際運輸四步驟規劃模型比較	3-44
3.6.4 第 5 期整體運輸規劃貨運模式與本計畫貨運模式差異說明	3-47
第四章 進出口貨運需求分析架構	4-1
4.1 進出口貨運需求分析架構研擬.....	4-1
4.2 進出口貨運分析方法與資料需求.....	4-3
4.2.1 進出口貨運需求分析方法及資料需求說明	4-3
4.2.2 投入產出分析小規模計算範例說明	4-12
4.3 進出口貨運分析資料缺口	4-15
第五章 城際貨運需求分析架構	5-1
5.1 城際貨運分析架構研擬.....	5-1
5.2 城際貨運分析方法與資料需求.....	5-2
5.2.1 分析方法與資料欄位對照	5-2
5.2.2 貨運需求分析流程說明-以砂石產業為例	5-6
5.3 城際貨運分析資料缺口	5-8
第六章 貨運需求案例分析-以砂石產品為例	6-1
6.1 案例分析範圍定義.....	6-1
6.2 進出口貨運需求分析.....	6-5
6.2.1 進出口貨運分析流程與資料來源說明	6-5
6.2.2 進出口貨運量產生與吸引分析	6-6
6.2.3 進出口貨運運具分派分析	6-15
6.3 城際貨運需求分析.....	6-23

6.3.1 城際貨運需求分析流程說明	6-23
6.3.2 城際貨運量產生與吸引分析	6-25
6.3.3 貨運量分布分析	6-41
6.3.4 運具分派分析	6-50
6.4 貨運需求分析課題探討.....	6-53
6.4.1 模式分析課題	6-53
6.4.2 未來發展課題	6-55
第七章 結論與建議	7-1
7.1 結論.....	7-1
7.2 建議.....	7-2
7.2.1 貨運需求分析策略架構	7-2
7.2.2 貨運需求分析執行計畫暨分年期行動方案	7-4
7.2.3 貨運需求分析未來計畫執行藍圖	7-15

參考文獻

附件一、歷次工作會議之會議紀錄

附件二、企業訪談會議紀錄

附件三、專家學者座談會之會議紀錄及意見回復處理情形

附件四、各運具別及各統計單位商品分類方式對照表

附件五、期中審查會議意見回復與處理

附件六、期末審查會議意見回復與處理

附件七、期末簡報

圖目錄

圖 1.5.1 計畫流程圖.....	1-5
圖 2.1.1 第 4 期整體運輸規劃貨運模組整體架構圖.....	2-5
圖 2.1.2 第 5 期整體運輸規劃貨運模式整體架構圖.....	2-10
圖 2.3.1 佛羅里達城際公路貨運模型之流程圖.....	2-46
圖 2.3.2 加州全州貨運預測模型之流程圖.....	2-48
圖 2.4.1 城市貨運中利害關係人關係.....	2-59
圖 2.4.2 以商品為基礎城市貨運需求分析四步驟方法.....	2-61
圖 2.4.3 物流設施核密度地圖.....	2-65
圖 2.4.4 SimMobility Freight 組成.....	2-67
圖 2.4.5 以旅次鏈為基礎城市貨運需求分析架構.....	2-70
圖 2.4.6 快遞服務流程.....	2-70
圖 2.4.7 人口和就業變動比例對各商品影響變動比例.....	2-74
圖 3.1.1 國內公路運輸近十年趨勢圖.....	3-3
圖 3.1.2 國內鐵路貨運運輸近十年趨勢圖.....	3-7
圖 3.1.3 國內航空貨物運輸量.....	3-8
圖 3.1.4 國內海運貨物運輸近十年趨勢圖.....	3-10
圖 3.1.5 貨運運輸市場與配送抵達時間.....	3-13
圖 3.1.6 國內各類污染源對細懸浮微粒(PM2.5)濃度比率	3-20
圖 3.2.1 近五年臺灣進出口貨運噸數分布.....	3-22
圖 3.3.1 國內主要產業分布圖.....	3-29
圖 3.4.1 Demand Strata 建構流程圖.....	3-32

圖 3.4.2 PTV Visum 軟體旅次產生概念圖	3-32
圖 3.5.1 臺鐵各線貨運噸數變化.....	3-37
圖 3.5.2 高雄港各貨櫃中心各時段進出管制站車輛數示意圖.....	3-39
圖 3.5.3 目標年(民國 120 年)高雄港區聯外道路服務水準示意圖	3-39
圖 3.5.4 臺鐵歷年客貨運每日列車次數.....	3-40
圖 3.6.1 整體貨運需求分析架構初擬.....	3-41
圖 3.6.2 客運與貨運分析單位整合介面說明.....	3-44
圖 4.1.1 進出口貨運需求分析架構.....	4-2
圖 4.2.1 簡易投入產出表.....	4-5
圖 4.2.2 投入產出係數表.....	4-6
圖 4.2.3 產業關聯程度表.....	4-7
圖 4.2.4 進出口貨運運具及港口/機場分派模式分析架構.....	4-11
圖 5.1.1 城際貨運分析架構.....	5-1
圖 5.2.1 貨物運輸流程說明-以砂石產業為例	5-6
圖 5.3.1 提高業者填報意願與正確性之問題與對策分析概念圖.....	5-10
圖 6.1.1 臺灣砂石產銷供應鏈.....	6-2
圖 6.1.2 砂石成品產銷供應鏈.....	6-3
圖 6.2.1 案例分析進出口貨運分析流程.....	6-6
圖 6.2.2 近五年(2017-2021)各產品類別進口機場/港口市占率.....	6-15
圖 6.2.3 近五年(2017-2021)各產品類別進口機場/港口市占率.....	6-16
圖 6.3.1 案例分析流程.....	6-25
圖 6.3.2 各縣市歷年砂石產生與吸引量.....	6-28
圖 6.3.3 各縣市未來年砂石產生與吸引量(樂觀成長情境).....	6-38

圖 6.3.4 各縣市未來年砂石產生與吸引量(悲觀成長情境).....	6-40
圖 6.3.5 Exponential 函數之阻抗係數散佈圖	6-46
圖 6.3.6 基隆港未來年砂石分布之線量圖.....	6-47
圖 7.2.1 貨運需求分析發展策略架構.....	7-2
圖 7.2.2 整體計畫執行藍圖.....	7-19

表目錄

表 2.1-1 鐵路貨運資料分類	2-2
表 2.1-2 港埠貨運統計分類	2-2
表 2.1-3 機場貨運統計分類	2-3
表 2.1-4 中華民國輸出入貨品分類表	2-3
表 2.1-4 中華民國輸出入貨品分類表 (續).....	2-4
表 2.1-5 本島各貨種生活圈間貨運發生量預測模式	2-6
表 2.1-6 本島各貨種生活圈間貨運吸引量預測模式	2-7
表 2.1-7 本島各貨種生活圈內貨運量預測模式	2-7
表 2.1-8 貨運旅次分布模式結果	2-8
表 2.1-9 臺灣本島農漁畜產品與建築材料公路運具分派率	2-9
表 2.2-1 進出口貨運需求預測文獻整理	2-15
表 2.2-2 進出口貨運需求預測模型之比較	2-16
表 2.2-3 運具選擇模式文獻整理	2-17
表 2.2-4 進出口貨運量需求預測資料來源彙整	2-21
表 2.2-5 進出口貨運運具選擇模式資料來源彙整	2-22
表 2.3-1 城際貨運定義及其說明	2-24
表 2.3-2 城際貨運需求之分析架構分類彙整	2-29
表 2.3-3 城際貨運需求貨運量產生與吸引之迴歸分析資料來源彙整	2-32
表 2.3-4 城際貨運需求貨運量產生與吸引之結構迴歸模型資料來源彙整	2-32
表 2.3-5 城際貨運需求貨運量產生與吸引之時間序列模型資料來源彙整	2-33
表 2.3-6 城際貨運需求貨運量產生與吸引之類目分析資料來源彙整	2-33

表 2.3-7 城際貨運需求貨運量產生與吸引之投入產出資料來源彙整	2-34
表 2.3-8 城際貨運需求貨運量產生與吸引各分析方法優劣比較	2-34
表 2.3-9 城際貨運需求貨運量分布之重力模型資料來源彙整	2-36
表 2.3-10 城際貨運需求貨運量分布之結構迴歸模型資料來源彙整	2-37
表 2.3-11 城際貨運需求貨運量分布之供應鏈模型資料來源彙整	2-37
表 2.3-12 城際貨運需求貨運量分布各分析方法優劣比較	2-39
表 2.3-13 城際貨運需求運具分派之需求彈性模型資料來源彙整	2-39
表 2.3-14 城際貨運需求運具分派之增量羅吉特模型資料來源彙整	2-40
表 2.3-15 城際貨運需求運具分派之多項羅吉特模型資料來源彙整	2-41
表 2.3-16 城際貨運需求運具分派各分析方法優劣比較	2-42
表 2.3-17 城際貨運需求交通量指派之流量均衡模型資料來源彙整	2-42
表 2.3-18 城際貨運需求交通量指派之個體選擇模型資料來源彙整	2-43
表 2.3-19 城際貨運需求交通量指派各分析方法優劣比較	2-44
表 2.3-20 佛羅里達城際公路貨運模型之各步驟資料來源彙整	2-47
表 2.3-21 CA-VIUS 按距離、卡車類別分類之流量比例	2-49
表 2.3-22 CA-VIUS 按卡車類別和商品分類之平均載重	2-49
表 2.3-23 加州全州貨運預測模型之各步驟資料來源彙整	2-50
表 2.3-24 基本商品項目分類	2-51
表 2.3-25 FAF 及 TRANSEARCH 數據庫比較.....	2-53
表 2.3-26 FAF 資料來源	2-57
表 2.4-1 城市貨運需求分析架構與方法綜整	2-60
表 2.4-2 城市貨運模型案例整理	2-64
表 2.4-3 城市貨運模型種類	2-72

表 2.4-4 熵最大化法與重力模型比較	2-73
表 2.4-5 城市貨運資料蒐集方法	2-75
表 2.4-6 城市貨運需求分析資料來源綜整	2-76
表 2.4-6 城市貨運需求分析資料來源綜整 (續).....	2-77
表 2.4-7 城市貨運需求分析資料臺灣可能來源綜整	2-78
表 2.4-7 城市貨運需求分析資料臺灣可能來源綜整 (續).....	2-79
表 2.5-1 美國 CFS、VIUS 與國內公路汽車貨運調查比較表	2-81
表 3.1-1 國內貨物運輸市場占有率	3-1
表 3.1-2 公路運輸之優缺點	3-2
表 3.1-3 我國公路汽車貨運業種之定義與營運範圍	3-2
表 3.1-4 公路汽車貨運運輸產業分類	3-3
表 3.1-5 我國公路汽車貨運業種分類	3-5
表 3.1-6 鐵路貨運的優缺點	3-6
表 3.1-7 航空貨運之優缺點	3-7
表 3.1-8 國內航空貨物運輸市場占有率	3-9
表 3.1-9 海運貨運運輸之優缺點	3-9
表 3.1-10 管道運輸之優缺點	3-11
表 3.1-11 複合運輸之優缺點	3-12
表 3.1-12 各國電子商務銷售概況	3-13
表 3.1-13 共享的定義及特性	3-17
表 3.1-14 新型態城市貨運模式整理	3-19
表 3.2-1 109 年臺灣各關進出口貨運噸數統計	3-22
表 3.2-2 109 年海港進出口貨運統計表	3-24

表 3.2-3 109 年航空進出口貨運統計表	3-25
表 3.2-4 109 年汽車貨運調查統計	3-26
表 3.2-5 109 年臺鐵貨運統計表	3-27
表 3.3-1 近年國內各行業營業中工廠數及營業收入(百萬元).....	3-27
表 3.3-1 近年國內各行業營業中工廠數及營業收入(百萬元)(續).....	3-28
表 3.4-1 各運輸需求軟體之貨運需求模式操作比較表.....	3-34
表 3.5-1 東部地區水泥、礦砂石運送之主要行經路廊	3-37
表 3.5-2 北宜路廊之台 2 線平假日車種分布.....	3-37
表 3.6-1 客運與貨運之城際運輸需求分析模組比較表	3-45
表 3.6-2 第 5 期整體運輸規劃貨運模式與本計畫貨運模式差異比較表	3-47
表 5.2-1 城際貨運需求貨運量產生與吸引之分析方法與資料欄位對照	5-3
表 5.2-2 城際貨運需求貨運量分布之分析方法與資料欄位對照	5-4
表 5.2-3 城際貨運需求運具分派之分析方法與資料欄位對照	5-5
表 6.1-1 110 年北部地區砂石供應量統計	6-4
表 6.1-2 110 年北部地區砂石需求量統計	6-4
表 6.2-1 各產業類別迴歸模式結果	6-7
表 6.2-2 產業關聯表未來年數據	6-8
表 6.2-3 R 乘數計算結果.....	6-9
表 6.2-4 S 乘數計算結果	6-9
表 6.2-5 基期年(2016)進口品係數表.....	6-10
表 6.2-6 基期年(2016)投入產出係數表.....	6-10
表 6.2-7 2030 年進口品係數表計算結果	6-11
表 6.2-8 2030 年投入產出係數表計算結果	6-11

表 6.2-9 2030 年產業關聯程度表	6-12
表 6.2-10 進口及出口各產品類別新台幣百萬產值貨運量	6-13
表 6.2-11 供給部門對需要部門每新台幣百萬產值產生之進口貨運量	6-13
表 6.2-12 供給部門對需要部門每新台幣百萬產值之總產出貨運量	6-14
表 6.2-13 2030 年進口及總產出貨運量	6-14
表 6.2-14 總體巢式羅吉特模式校估結果(進口).....	6-17
表 6.2-15 總體多項羅吉特模式效估結果(進口).....	6-18
表 6.2-16 2030 年各港口第五類產品進口貨運量推估結果	6-18
表 6.2-17 近五年第五類產品外銷占比	6-19
表 6.2-18 總體巢式羅吉特模式效估結果(出口).....	6-20
表 6.2-19 總體多項羅吉特模式校估結果(出口).....	6-21
表 6.2-20 2030 年各港口第五類產品出口貨運量推估結果	6-21
表 6.2-21 近五年砂石產品占第五類產品之進口貨運量比例	6-22
表 6.2-22 2030 年砂石產品占第五類產品之進口貨運量推估結果	6-22
表 6.2-23 近五年砂石產品於各港口之貨運量分派結果	6-23
表 6.2-24 2030 年各港口砂石產品進口貨運量推估結果	6-23
表 6.3-1 貨運量產生模型之變數彙整表	6-28
表 6.3-2 貨運量吸引模型之變數彙整表	6-30
表 6.3-3 貨運量產生與吸引模型變數之敘述性統計	6-31
表 6.3-4 貨運量產生模型之相關係數	6-32
表 6.3-5 貨運量產生迴歸模式	6-32
表 6.3-6 貨運量吸引模型之相關係數	6-33
表 6.3-7 貨運量吸引迴歸模式	6-33

表 6.3-8 貨運量產生與吸引模型估計結果	6-34
表 6.3-9 自變數預測方法	6-36
表 6.3-10 砂石貨運量產生未來年預測值-樂觀情境	6-37
表 6.3-11 砂石貨運量吸引未來年預測值-樂觀情境	6-37
表 6.3-12 砂石貨運量產生未來年預測值-悲觀情境	6-39
表 6.3-13 砂石貨運量吸引未來年預測值-悲觀情境	6-39
表 6.3-14 砂石碎解洗選場之行政區位置及其數量	6-42
表 6.3-15 水泥製造業、預拌混凝土製造業、水泥及混凝土製品製造業等工廠之行政區位置及其數量	6-43
表 6.3-16 未來年(2030 年)砂石產生與吸引預測量-樂觀情境	6-44
表 6.3-17 未來年(2030 年)砂石產生與吸引預測量-悲觀情境	6-45
表 6.3-18 砂石貨運量分布未來年預測值-樂觀情境	6-48
表 6.3-19 砂石貨運量分布未來年預測值-悲觀情境	6-49
表 6.3-20 貨車旅次分布未來年預測值-樂觀情境	6-51
表 6.3-21 貨車旅次分布未來年預測值-悲觀情境	6-52
表 7.2-1 發展策略「(A)瞭解整體貨運發展趨勢」之分年期行動方案	7-4
表 7.2-2 發展策略「(B)掌握貨運需求分析資料來源」之分年期行動方案	7-8
表 7.2-3 發展策略「(C)健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」之分年期行動方案	7-11
表 7.2-4 短期行動方案執行藍圖	7-16
表 7.2-5 中期行動方案執行藍圖	7-16
表 7.2-6 長期行動方案執行藍圖	7-18
表 7.2-7 各年期發展策略對應之行動方案組合執行經費估算表	7-20
表 7.2-7 各年期發展策略對應之行動方案組合執行經費估算表 (續)	7-21

第一章 緒論

1.1 計畫背景與動機

囿於傳統之運輸規劃四步驟多係以客運為導向進行建構，而國內目前之貨運規劃是沿用本所-第 5 期整體運輸規劃成果，計畫中係以程序性運輸需求模式為基礎，依循傳統 4 步驟的規劃程序，並將貨運旅次分為進出口貨、本島貨(公路、鐵路、海運貨運旅次)與空車等 3 個模組。然受限於基礎資料蒐集困難，針對貨運旅次需求仍簡化以成長率法進行貨運量預判，再轉換為貨車車次，做為路網指派之背景交通量。

有鑒於國內物流型態逐漸轉型且更為多元，如：線上購物、物流配送及外送平臺等蓬勃發展，且鐵路、海運及空運等貨運行為多為需求導向，集中於特定起迄點運送，且與未來產業發展極為相關，不易準確預測，若僅以車流量成長率角度出發推估未來年貨車旅次量，恐忽略運輸屬衍生性需求之特性，可能使預測結果與未來年實際貨車旅次量有較大誤差。再則，受限於國內目前多採簡化方式分析貨運量、貨車旅次等需求，因此亦欠缺可預測並反映未來貨運發展對於道路交通量影響之分析工具，也較難就諸多貨運所衍生之交通課題進行深入探討，如：海運港埠周邊塞港、南貨北運之貨車交通量分布、產業園區進駐之交通衝擊、新建貨運集散中心之交通衝擊、貨車空車旅次推估等課題對道路交通之影響範圍及程度等，連帶影響貨運相關政策方案之推動無法具備強而有力之分析結果做為論證基礎及支持。

基此，為能反映產業趨勢變動對貨運量乃至貨車旅次量之影響，未來實有必要針對貨運建立專屬之運輸需求分析及運輸規劃模式，使政府機關可更準確預測未來年之貨運需求、貨車旅次分布，以及掌握貨運相關交通課題對於道路交通之影響範圍及程度，藉此配合客運運輸需求分析結果，擬定更符合實際需求之施政策略。

1.2 計畫目的

本計畫配合本所之國內整體運輸規劃架構，將針對我國既有貨物運輸規劃方法進行檢視與探討，蒐集國內外相關文獻與案例，根據貨運旅次起迄分布及運具分派等特性，提出適用於國內之貨運需求分析及貨運運輸規劃架構，並進一步探討未來我國貨運發展策略；

基此，本計畫之主要目的有三：

1. 建立我國貨運需求分析及貨運運輸規劃建模架構。
2. 提出貨運需求分析及貨運運輸規劃建模架構之資料蒐集建議。
3. 研提未來貨運需求分析及貨運運輸規劃分年執行建議。

1.3 計畫範圍

1. 本計畫配合臺灣地區整體運輸規劃架構，透過瞭解國內貨運發展現況及國外趨勢，提出我國整體貨運需求分析及貨運運輸規劃模式架構、分析架構所需資料來源蒐集建議，以及未來年分期計畫等。
2. 本計畫是以整體規劃角度出發，期能透過本計畫建立之貨運需求分析架構獲得貨車旅次分布量，藉此做為整體運輸規劃之依據，因此計畫中是以道路之整體交通量分布為研究課題，對於局部地區或者特定時間發生之交通問題，如：塞港、港口間競合等課題，皆不在本計畫之討論範圍內。
3. 本計畫根據文獻回顧彙整內容，可將整體貨運運輸架構大致區分為三大部分，分別為「進出口貨運」、「城際貨運」及「城市貨運」，三者間具有階層性，即「進出口貨運」需要透過「城際貨運」以銜接「城市貨運」，藉此將貨物送達最終消費者手上，反之亦然。由於本計畫乃配合臺灣地區整體運輸規劃架構，且為我國首度針對國內貨運需求分析及貨運運輸規劃進行探討，受限於計畫期程、成本、人力等限制，故將聚焦於探討「進出口貨運」與「城際貨運」之貨運需求分析及貨運運輸規劃建模架構。
4. 本計畫雖未針對「城市貨運」於需求分析及建模架構等內容進行深入討論，然為能做為後續研究城市貨運相關內容進行探討之參考，計畫中將著重於分析新型態物流服務未來發展趨勢，如：宅配、快遞、線上購物、外送平臺、跨境電商等，以及其與道路交通量之影響關係。

1.4 計畫工作項目

1. 文獻回顧

- (1) 蒐集國內外相關貨運需求模式之構建方法與架構。
- (2) 蒐集國內外貨運需求模式之引用資料來源、取得方式及價格。
- (3) 針對各種模式優缺點及限制條件進行比較及探討。

2. 分析我國貨運發展趨勢與特性

- (1) 探討產業區位分布及發展與貨運需求間之關聯性。
- (2) 探討國內貨物運輸及進出口貨於國內(包含離島、外島)之運送，探討鐵路、海運、空運及公路等不同運具貨物運輸之特性。
- (3) 針對國內貨物既有運輸型態(如城際與都市內貨物運輸型態之差異、貨物複合運輸之運作方式、大型物流中心及智慧物流發展趨勢等)及新興運輸型態(機車快遞、線上購物、物流配送及外送平臺等)進行探討。
- (4) 針對上述我國貨運發展趨勢與特性，研提適合納入貨運需求模式之分析項目。

3. 盤點現行國內貨運資料，提出貨物運輸特性資料蒐集之調查方法構想

- (1) 盤點國內貨物運輸相關資料蒐集所面臨之課題。
- (2) 針對現行國內貨運相關資料(如：交通部「汽車貨運調查資料」及關貿網路公司進出口通關資料等)，提出其於運輸規劃模式之適用性。
- (3) 由運輸需求模式建構之觀點，提出貨運調查及資料蒐集方法之構想。

4. 研提貨運需求模式建立與預測之分析架構

- (1) 探討國內外貨運需求模式分析架構及方法，研提適合我國特性之貨運需求模式推估方法。
- (2) 針對貨運需求模式各項步驟及預測方式，提出具體操作構想。

5. 研提後續貨運需求模式研究範圍、調查方式與經費建議、分析

議題與優先順序，以及分年執行建議。

6. 已於 111/6/30 及 10/24 辦理共 2 場專家學者座談會。
7. 已於 111 年 12 月 1 日於「中華民國運輸學會 111 年會暨學術論文國際研討會」中發表「台灣地區貨運需求分析及運輸規劃架構之初擬」論文 1 篇。
8. 針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。
9. 配合本所召開相關研商會議、協助準備會議資料、製作會議簡報及紀錄等相關事宜。

1.5 計畫流程

根據前述計畫動機、計畫目的、工作項目與計畫範圍，研擬本計畫流程如圖 1.5.1。本計畫於期中階段首先透過文獻回顧蒐集貨運需求分析建模架構、貨運需求分析方法、貨運需求分析資料來源等文獻，藉此瞭解國內外針對貨運規劃模式之分析方法，並瞭解模式應包含之參變數等內容；待完成文獻資料蒐集後，本計畫進一步針對國內之貨運發展趨勢與特性進行探討，期間亦透過辦理實務訪談、舉辦專家座談會等方式，蒐集各領域專家代表之意見，藉此瞭解本計畫研擬分析架構之可行性，以及實務面作業方式暨貨運起迄特性，進而做為盤點現行國內貨運資料、提出資料蒐集調查方法、研提貨運需求分析及貨運運輸規劃建模構想之基礎。

在期末報告執行階段，本計畫築基於期中報告之成果，以計畫中所彙整之貨運需求特性及資料需求等內容，研提貨運需求模式建立與預測分析架構，並邀集專家學者舉辦第二次座談會以確立整體分析架構，並進一步研提貨運需求模式分析研究議題及優先順序、分年執行建議。

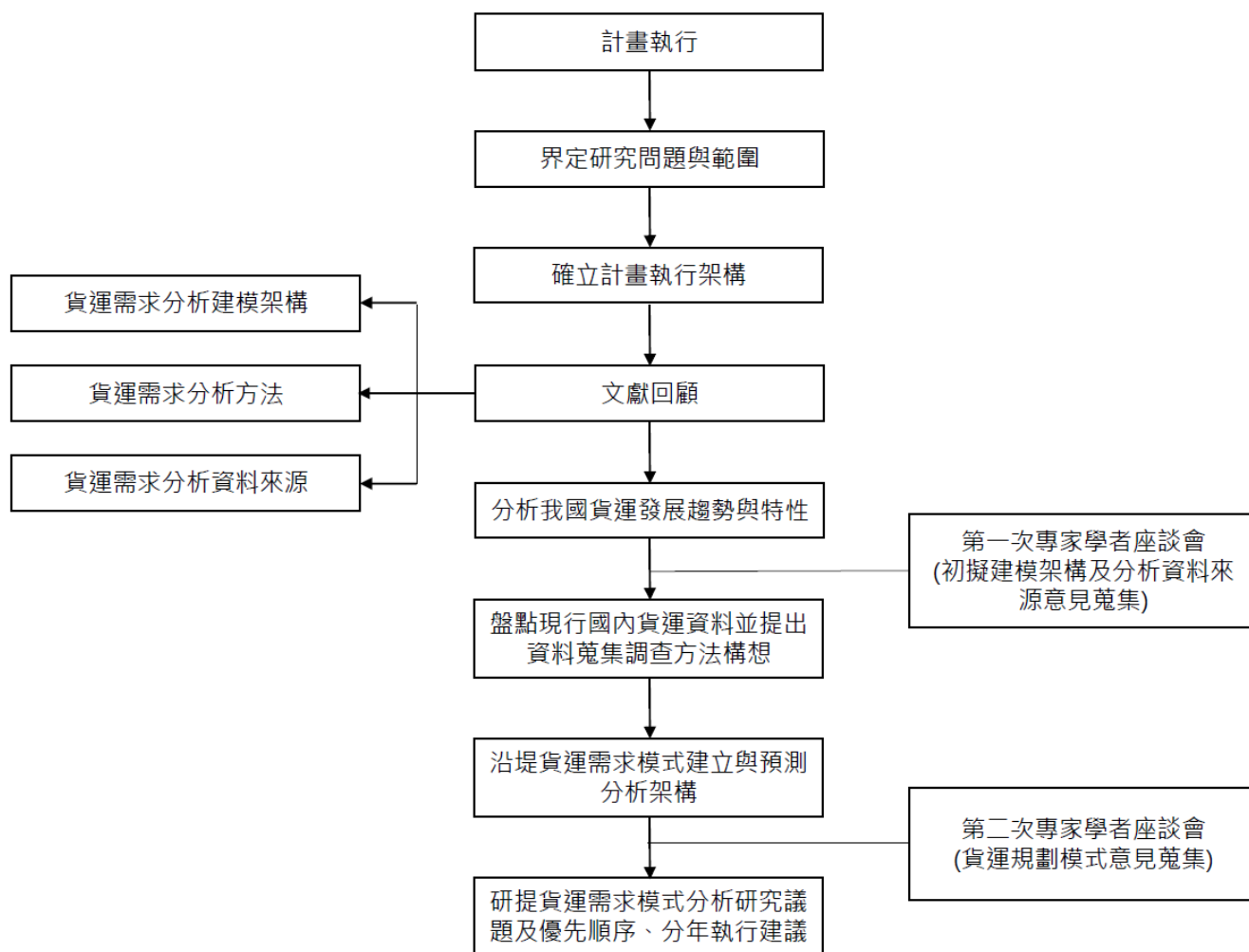


圖 1.5.1 計畫流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 國內貨運需求分析現況

由於國內貨物運輸需求分析受限於基礎資料取得的限制，主要仍以公路汽車貨運資料為基礎，並配合各單位統計資料，透過適度簡化貨運分析模式，以反應貨運對道路交通影響為分析重點；而國內較詳細之貨運需求分析則係以本所之整體運輸規劃系列研究案為主，爰本節針對第4期及第5期城際運輸需求模式中之貨運資料來源及貨運模組內容進行說明。

2.1.1 現況貨運資料說明

國內目前貨運相關調查、統計資料主要以公路汽車貨運調查、鐵路貨運統計資料、水上及航空貨運調查以及關貿網路之進出口貨運統計資料為目前貨運需求分析之主要資料來源，分述如下：

一、公路汽車貨運調查

由交通部統計處辦理，每年針對臺灣地區自用、營業用貨車進行抽樣調查，主要針對監理單位貨車、貨運業者登記數量進行抽樣。調查內容包含商品別(分為 110 類商品)、商品來源(分為進口、出口、國產內銷、轉口)、貨運起迄(縣市)、運送車種、載重量、行駛里程、運費收入等資料。

二、鐵路貨運統計資料

國內目前透過鐵路運送的貨運量，主要以臺鐵及各事業單位為主，目前臺鐵及各事業單位均有針對貨運運送資料進行統計。臺鐵局統計資料中包含運送商品別、起迄車站、載運量以及運送費率等，商品分類方式如表 2.1-1；事業單位則包含運送商品以及載運量，並可依運送路線區分起迄車站。

表 2.1-1 鐵路貨運資料分類

分類	商品類別
一等品	指貴重物品、危險物品，基於運送作業程序及成本較高，採高額收費，如菸、酒、火藥、一般引火性液體及可燃性固體、酸類、氧化腐蝕劑、揮發性毒品、苯、高壓氣體
二等品	指一般普通物品，因考量貨品價值及運費負擔能力，故運費低廉，如機械、金屬製品、袋裝水泥、散裝水泥、電機電器、汽車、鋼鐵材、黏土、石灰石、砂石、小麥
貨櫃	重櫃、空櫃
路用品	鐵路局本身自用之材料，如水泥、水泥枕、石碴、枕木
特種品	即軍用貨品，係指國軍部隊官兵及軍事學校員生之裝備，並須持憑規定之運照託運者

資料來源：臺灣鐵路管理局^[1](2022)

三、國內水運、空運貨運統計資料

由交通部統計處每年進行調查更新，主要係針對國內水上貨運、航空貨運公司進行資料調查。目的為蒐集國內各地區，利用水上及航空運輸方式載送各項商品之流向、流量及運費率資料，供研訂運輸政策及編製國民經濟會計之參考。

四、國外進出口統計資料

臺灣地區進出口貨運統計資料主要有兩資料來源，包含港埠及機場端統計資料以及關貿網路公司進出口報單資料。

1. 港埠及機場端統計資料

港埠及機場統計資料中，主要係由管理單位(各港務局、民航局)進行資料統計，資料項目包含各貨物種類、貨運量以及進出口國家及地區別資料，商品種類則依港埠統計資料格式進行分類如表 2.1-2、機場統計資料格式進行分類如表 2.1-3，針對島內貨物流向等則無相關紀錄。

表 2.1-2 港埠貨運統計分類

分類	商品類別	分類	商品類別
1	動物產品	12	鞋帽傘,羽毛及其製品
2	植物產品	13	非金屬礦產製品
3	動植物油脂及其分解物	14	珍珠寶石貴金屬
4	調製食品,飲料,煙酒類	15	卑金屬及其製品
5	礦產品	16	機械電力電器及其製品
6	化學或有關工業產品	17	運輸工具
7	塑膠、橡膠及其製品	18	精密儀器設備
8	皮革毛皮及其製品	19	武器彈藥及其零附件
9	木竹、籐製材及其製品	20	雜項製品
10	紙漿、紙、紙製品及印刷品	21	藝術品古董
11	紡織品及其製品	22	其他製品

資料來源：交通部^[2](2022)

表 2.1-3 機場貨運統計分類

分類	商品類別	分類	商品類別
1	農產品	20	非金屬礦物製品
2	林產品	21	基本金屬
3	禽畜產品	22	金屬製品
4	水產品	23	機械
5	狩獵品	24	電力及電器
6	能源礦產品	25	運輸工具
7	金屬礦石	26	精密儀器設備
8	非金屬礦產品	27	其他製品
9	寶石原石	28	藝術珍藏古董
10	加工食品	29	特殊商品
11	飲料及菸類	30	私人後送行李
12	紡織類	31	外交郵袋
13	紡織衣著飾品	32	金銀寶飾貴重品
14	皮革、毛皮品	33	玩具類
15	木竹、藤製品	34	文教器材
16	紙漿紙品印刷	35	運動休閒器材
17	化學材料	36	航空公司貨
18	化學製品	37	軍用物品
19	橡膠塑膠品	-	-

資料來源：交通部民用航空局^[3] (2022)

2. 關貿網路報單資料

關貿網路公司係針對國內所有進出口報單資料進行統計，統計內容包含商品類別(含貨櫃內商品類別)、貨運量、商品價值以及島內結關地點等，貨物主要依據經濟部國際貿易局公布之「中華民國輸出入貨品分類表」進行歸類，如表 2.1-4。其統計資料相對於港埠、機場統計資料更為完整。然相關資料僅提供貨主進行查詢，並未進行其他相關分析及資訊發布。

表 2.1-4 中華民國輸出入貨品分類表

分類	商品類別
1	活動物；動物產品
2	植物產品
3	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
4	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
5	礦產品
6	化學或有關工業產品
7	塑膠及其製品；橡膠及其製品
8	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及轆具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品(蠶腸線除外)
9	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
10	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收(廢料及碎屑)紙或紙板；紙及紙板及其製品
11	紡織品及紡織製品

表 2.1-4 中華民國輸出入貨品分類表 (續)

分類	商品類別
12	鞋、帽、雨傘、遮陽傘、手杖、座凳式手杖、鞭、馬鞭 及其零件；已整理之羽毛及其製品；人造花；人髮製品
13	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶 瓷產品；玻璃及玻璃器
14	天然珍珠或養珠、寶石或次寶石、貴金屬、被覆貴金屬 之金屬及其製品；仿首飾；鑄幣
15	卑金屬及卑金屬製品
16	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音 重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之 零件及附件
17	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
18	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀 器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
19	武器與彈藥及其零件與附件
20	雜項製品
21	藝術品、珍藏品及古董

資料來源：經濟部國際貿易局^[3] (2022)

2.1.2 貨運需求分析方法

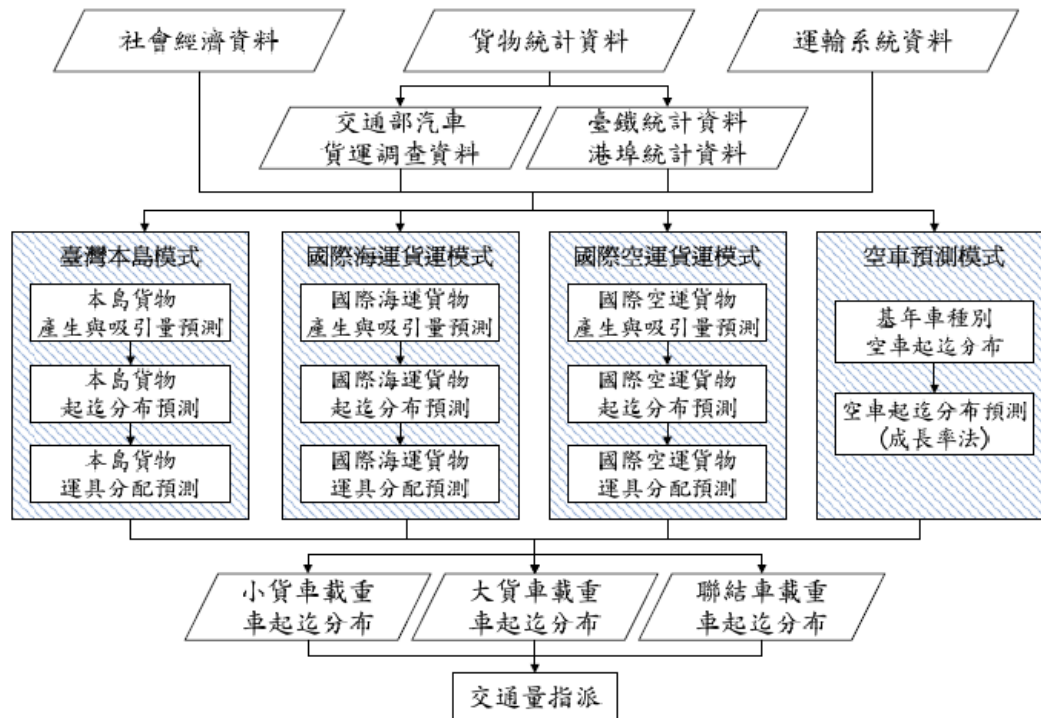
一、第 4 期城際運輸需求模式-貨運模組

第 4 期貨運模組中的貨物運輸主要分為本島貨運模組、國際海運貨運模組、國際空運貨運模組以及空車預測模組 4 個模組，其中本島貨運模組主要依循程序性運輸需求模式的架構，分為貨運發生吸引量、貨運分布、貨運運具選擇等模組進行模式構建；國際海運、國際空運貨運模組主要以基年貨種及分布為基礎，參考各國際港埠未來年進出口貨運量預測結果，再透過佛拉塔成長率法進行預測；空車部分則依據未來年各來源別、車種別的載重車成長率進行預測。

除本島貨運模組外，其餘 3 個模組多以現況資料為基礎，簡單透過佛拉塔成長率法進行未來年預測，以下列點說明本島貨運模組之分析架構與方法，彙整說明如下：

1. 貨運運輸需求模式架構

整體貨運模式分析架構如圖 2.1.1 所示，其中本島貨運模組主要依程序性運輸規劃的分析流程，分為貨運產生吸引、貨運分布以及貨運運具分派 3 個模組進行模式構建。在貨運產生吸引模組部分，主要分為總量預測及分區貨運量預測兩階段；貨運起迄分布部分則依貨種別分別採用重力模式及成長率法；貨運運具分派部分則分為兩階段進行分析，先決定海運、空運、鐵路或公路等主運具的運具比例後，再針對公路運輸部分區分為聯結車、大貨車及小貨車。



資料來源：本所^[5] (2009)。

圖 2.1.1 第 4 期整體運輸規劃貨運模組整體架構圖

2. 貨運產生吸引模組

本島貨運模組之發生吸引模組中，主要分為總量預測及分區貨運量預測 2 個階段進行預測，最後再依總貨運量預測結果調整各分區貨運發生吸引量：

(1) 總量預測

先透過相關性檢定擇定以實質國民生產毛額(GDP)為總貨運量之解釋變數，再透過歷年 GDP 與本島貨運量間的關係，以時間序列模式建構未來年本島貨運總量預測模式，如下式所示：

$$RATE_n = 0.476 \times RATE_{n-1} + 0.494 \times RATE_{n-2} \quad (R^2 = 0.77)$$

上式中： $RATE_n$ 表第 n 年單位實質生產毛額貨運量，亦即剔除通膨影響之生產毛額貨運量。

(2) 分區貨運量預測

依該模式貨種分類方式，將各分區分為城際發生量、城際吸引量與生活圈內貨運量三部分，主要利用多元迴歸方程式建立各貨種貨運量與社經變數間的關係式，以做為未來年的預測

基礎，如表 2.1-5~7 所示。部分難以透過迴歸式建立貨運量與社會變數間關係的貨種，如：非砂石礦產品、建築材料、預拌混凝土與煤、原油及天然氣，則利用成長率法進行預測。

表 2.1-5 本島各貨種生活圈間貨運發生量預測模式

貨種編號	貨種商品	預測模式	R^2
1	農漁畜產品	$P_1 = 0.887 \times POP + 216.248 \times EMP1 - 549.049$	0.628
4	食品	$P_4 = 36.610 \times EMP2 + 7493.479$	0.577
5	紡織品	$P_5 = 8.863 \times EMP2 + 1340.326$	0.453
6	木材及紙類製品	$P_6 = 2.292 \times POP + 36.814 \times EMP1 - 2771.539$	0.329
7	非金屬礦製品	$P_7 = 6.967 \times EMP2 + 719.371$	0.586
8	化學材料及製品	$P_8 = 10.761 \times POP + 3934.79$	0.523
9	金屬及鋼鐵品	$P_9 = 126.625 \times EMP2 - 2573.628$	0.928
10	機械及電機產品	$P_{10} = 5.936 \times EMP2 + 144.240 \times INCOME - 6627.568$	0.470
11	電子產品及精密器具	$P_{11} = 8.456 \times EMP2 + 539.218$	0.769
13	其他商品	$P_{13} = 10.947 \times EMP2 + 1060.982$	0.786
變數意義： $P_1 \sim P_{13}$ ：各生活圈間貨運發生量(百公噸) POP：各生活圈人口數(千人) EMP1：各生活圈一級產業就業人口數(千人) EMP2：各生活圈二級產業就業人口數(千人) INCOME：各生活圈平均家戶所得(萬元)			

資料來源：本所^[5] (2009)。

表 2.1-6 本島各貨種生活圈間貨運吸引量預測模式

貨種編號	貨種商品	預測模式	R^2
1	農漁畜產品	$A_1 = 4.075 \times POP + 1.312 \times EMP2 + 2427.832$	0.851
4	食品	$A_4 = 1.947 \times POP + 33.499 \times EMP2 + 5566.804$	0.874
5	紡織品	$A_5 = 10.121 \times EMP2 + 1072.892$	0.811
6	木材及紙類製品	$A_6 = 20.340 \times EMP2 + 2770.256$	0.706
7	非金屬礦製品	$A_7 = 0.306 \times EMP2 + 102.579 \times INCOME - 6153.130$	0.448
8	化學材料及製品	$A_8 = 49.570 \times EMP2 + 7710.135$	0.700
9	金屬及鋼鐵品	$A_9 = 55.480 \times EMP2 + 12546.882$	0.445
10	機械及電機產品	$A_{10} = 8.642 \times EMP2 + 130.468 \times INCOME - 6096.108$	0.544
11	電子產品及精密器具	$A_{11} = 8.952 \times EMP2 + 425.774$	0.839
13	其他商品	$A_{13} = 9.768 \times EMP2 + 1311.678$	0.740
變數意義： $A_1 \sim A_{13}$ ：各生活圈間貨運吸引量(百公噸) POP：各生活圈人口數(千人) EMP2：各生活圈二級產業就業人口數(千人) INCOME：各生活圈平均家戶所得(萬元)			

資料來源：本所^[5] (2009)。

表 2.1-7 本島各貨種生活圈內貨運量預測模式

貨種編號	貨種商品	預測模式	R^2
1	農漁畜產品	$F_1 = 4.104 \times POP + 207.910 \times EMP1 - 407.170$	0.677
4	食品	$F_4 = 7.529 \times POP + 11.237 \times EMP2 + 2010.349$	0.881
5	紡織品	$F_5 = 9.416 \times EMP2 + 505.303$	0.514
6	木材及紙類製品	$F_6 = 3.951 \times POP + 19.753 \times EMP2 - 995.471$	0.889
7	非金屬礦製品	$F_7 = 1.582 \times POP + 208.985$	0.710
8	化學材料及製品	$F_8 = 71.389 \times EMP2 + 2145.065$	0.839
9	金屬及鋼鐵品	$F_9 = 88.958 \times EMP2 + 2898.142$	0.795
10	機械及電機產品	$F_{10} = 32.689 \times EMP2 + 4319.726$	0.615
11	電子產品及精密器具	$F_{11} = 10.467 \times EMP2 + 495.657$	0.599
13	其他商品	$F_{13} = 27.019 \times EMP2 + 1185.597$	0.619
變數意義： $F_1 \sim F_{13}$ ：各生活圈內貨運量(百公噸) POP：各生活圈人口數(千人) EMP1：各生活圈一級產業就業人口數(千人) EMP2：各生活圈二級產業就業人口數(千人)			

資料來源：本所^[5] (2009)。

3. 貨運起迄分布模組

將貨物共計分為 14 種類別並進一步歸類為分布均勻和分布固定 2 大群組，分布固定類型之貨種利用佛拉塔成長率法進行預測；分布均勻類型則將生活圈內及生活圈間之貨運量拆開，生活圈內之旅次分布亦利用成長率法進行預測、生活圈間之旅次分布則利用重力模式進行分析，如表 2.1-8 所示。

表 2.1-8 貨運旅次分布模式結果

編號	貨種商品	分布類型	預測模式	$F(d_{ij})$	生活圈內運輸比例 (%)	平均運輸長度調查值(分鐘)	平均運輸長度模式值(分鐘)
1	農漁畜產品	均勻	重力模式-Exponential	$e^{-0.0084(d_{ij})}$	59	85.60	70.64
2	非砂石礦產品	固定	佛拉塔成長率法	-	21	-	-
3	建築材料	固定	佛拉塔成長率法	-	42	-	-
4	食品	均勻	重力模式- Inverse	$d_{ij}^{-0.5357}$	49	81.44	92.62
5	紡織品	均勻	重力模式-Exponential	$e^{-0.0042(d_{ij})}$	43	82.82	120.98
6	木材及紙類製品	均勻	重力模式-Exponential	$e^{-0.0080(d_{ij})}$	60	80.71	85.87
7	非金屬礦製品	均勻	重力模式- Inverse	$d_{ij}^{-0.6291}$	51	72.71	60.35
8	化學材料及製品	均勻	重力模式- Inverse	$d_{ij}^{-0.5390}$	49	92.08	111.37
9	金屬及鋼鐵品	均勻	重力模式- Inverse	$d_{ij}^{-0.6428}$	47	72.59	49.65
10	機械及電機產品	均勻	重力模式-Exponential	$e^{-0.0113(d_{ij})}$	68	72.17	84.05
11	電子產品及精密器具	均勻	重力模式-Exponential	$e^{-0.0105(d_{ij})}$	54	64.10	62.92
12	煤、原油及天然氣	固定	佛拉塔成長率法	-	52	-	-
13	其他商品	均勻	重力模式- Inverse	$d_{ij}^{-0.5243}$	69	83.82	50.92
14	預拌混凝土	均勻	重力模式-Exponential	$e^{-0.0601(d_{ij})}$	91	38.81	21.43

資料來源：本所^[5] (2009)。

4. 貨運運具分派模組

本島貨物運輸市場可分成公路運輸、鐵路運輸、環島海運 3 大類，其中公路運送部分又可細分為小貨車、大貨車、聯結車 3 類車種，故本島貨運模式於運具分派模組部分採用兩階段運具分派模式進行分析：

(1) 第 1 階段運具分派

因鐵路運輸及環島海運產生吸引點相對集中，第一階段運具分派主要採用比率法，將本島貨運分為城際及生活圈內兩部分進行分析。

(2) 第 2 階段運具分派

因小貨車、大貨車及聯結車之運具分派率主要與運輸距離、旅行時間有關，運輸距離越長、旅行時間增加，使用大型貨車比例亦隨之提高，因此第 2 階段運具選擇分派部分主要分為城際及生活圈兩部分，參考基年各貨種不同距離下的分派比例進行分析，表 2.1-9 為農漁畜產品、建築材料之公路運具分派率。

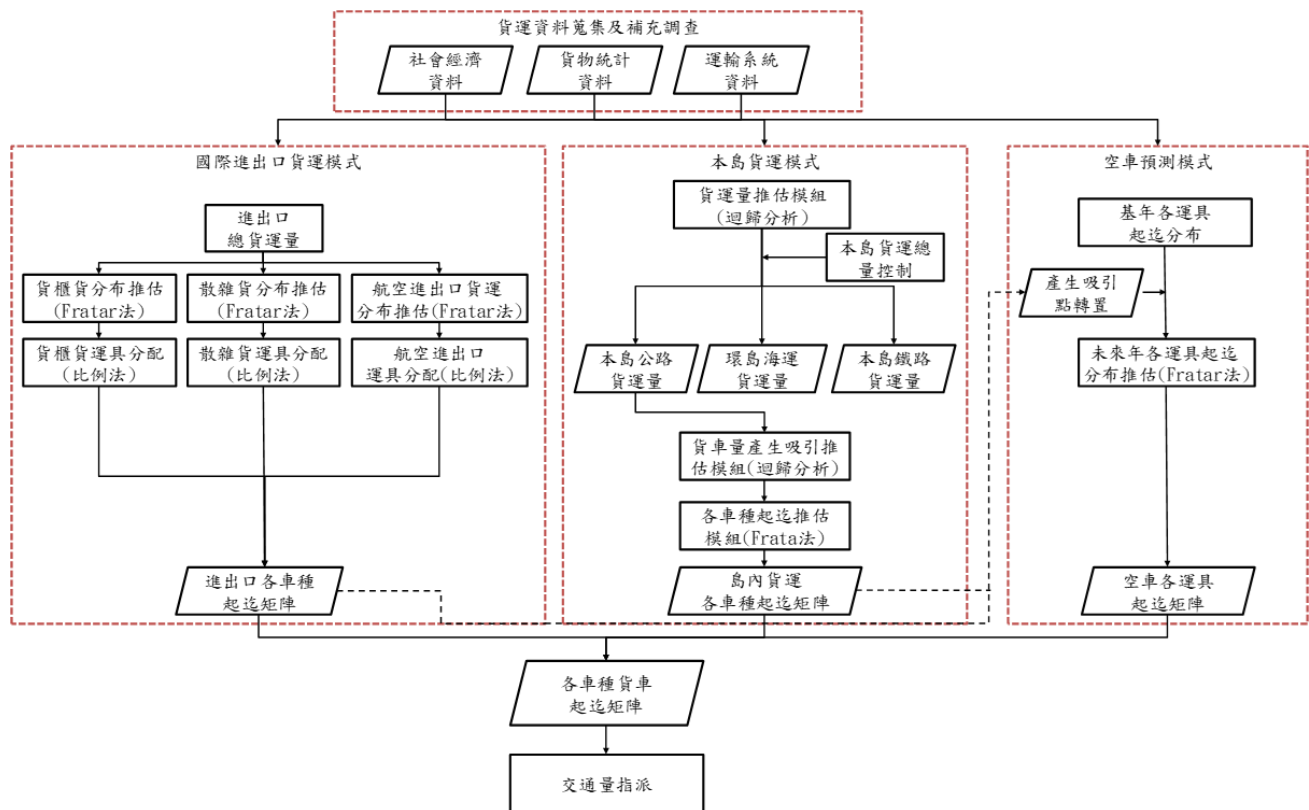
表 2.1-9 臺灣本島農漁畜產品與建築材料公路運具分派率

類別	貨種	距離分群(分鐘)	公路運具分派率(%)		
			聯結車	大貨車	小貨車
城際貨運	農漁畜產品	<=10	6%	16%	79%
		<=20	8%	32%	61%
		<=50	16%	37%	47%
		<=100	40%	41%	19%
		<=200	55%	32%	12%
		>200	83%	14%	3%
	建築材料	<=20	44%	56%	0%
		<=140	73%	27%	0%
		>140	100%	0%	0%
生活圈內	農漁畜產品	<=70	11%	6%	84%
		>70	93%	3%	3%
	建築材料	<=20	68%	26%	6%
		>20	87%	12%	1%

資料來源：本所^[5](2009)。

二、第 5 期城際運輸需求模式-貨運模組

第 5 期臺灣城際運輸貨運分析模組以程序性運輸需求模式為架構，整體而言仍循 4 階段模式的程序，主要分為本島貨運旅次推估模組、國際海空港進出口貨運旅次推估模組以及空車旅次推估模組 3 部分，主要推估各分析年期公路貨車旅次起迄量，配合客運模式分析資料，進行路網交通量指派，反應路網上之道路交通量，各模組架構如圖 2.1.2。



資料來源：本所^[5] (2009)。

圖 2.1.2 第 5 期整體運輸規劃貨運模式整體架構圖

1. 本島貨運旅次推估模組

本島貨運旅次推估模組主要分為貨運量推估模組、貨車量推估模組、貨車起迄分布模組 3 部分，

(1) 貨運量推估模組

- 主要分為貨運總量預測以及各貨種貨運量推估兩步驟。
- 先透過每單位國民生產毛額推估未來年本島總貨運量。
- 利用人口、產業人口等社經變數推估各生活圈、各貨種貨運產生吸引量。
- 利用總貨運量推估結果做總量控制，修正各貨種、各生活圈貨運產生吸引量。
- 新增產業開發面積可透過土地使用關聯模式推估未來產業人口，再透過預測後的產業人口推估貨運量。

(2) 貨車量推估模組

考量本島貨運主要以公路為主，車種選擇上，各貨種載運車種多有固定的使用類別，因此乃參考西雅圖 FASTruck 模式構想，以各貨種貨運產生吸引量來推估貨車產生吸引量。

(3) 貨車產生吸引起迄推估模組

- a. 利用交通部統計處「99 年汽車貨運調查資料」建立基年貨車分布矩陣。
- b. 以基年貨車分布矩陣為基礎，配合未來年貨車產生吸引量預測結果，利用佛拉塔成長率進行貨車起迄矩陣推估。
- c. 貨車起迄推估模組
- d. 區分為生活圈間與生活圈內兩部分，以比例法進行運輸型態(公路運輸、鐵路運輸與環島海運)分類。
- e. 以公路運輸型態之貨運量為總量控制，利用 99 年汽車貨運調查中之本島貨運公路貨車量與各貨種貨運量，採迴歸分析建立貨車與貨運量產生吸引預測模式，以做為小貨車、大貨車與聯結車之分派比例。

2. 進出口貨運旅次推估模組

進出口貨運旅次推估模組主要分為進出口貨運旅次分布推估模組以及進出口貨車推估模組兩步驟，以各國際海空港未來年貨運進出口預測量做為總量控制，推估進出口貨運、貨車起迄分布。

(1) 進出口貨運旅次分布推估模組

假設未來年各港埠進出口貨運分布並未有大幅改變，本計畫以基年進出口貨運起迄分布為基礎矩陣，利用佛拉塔成長率進行未來年進出口貨運旅次分布推估。

(2) 進出口貨車推估模組

- a. 以基年進出口貨運之車種載運比例為基礎，推估未來年各貨種不同距離別下，聯結車、大貨車、小貨車之載運比例。
- b. 利用各貨種之車種別平均載重量推估該貨種之車種別貨車旅次起迄矩陣。

(3) 運具分派模組

- a. 進出口海運：採兩階段運具分派模式，第 1 階段採用比率法進行分析，第 2 階段利用 99 年汽車貨運調查資料，以此計算各貨種公路運具選擇比例進行運具分派。
- b. 進出口空運：進出口空運僅僅透過公路進行島內貨運運送，故本計畫僅分析其公路運送之車種選擇比例。

3. 空車旅次推估模組

在空車旅次推估部分，主要假設其與載重車產生、吸引端點相反，故以載重車未來年的成長比例，轉置後配合基年空車旅次起迄矩陣，利用佛拉塔成長率進行推估。

2.2 進出口貨運需求分析

臺灣為海島國家，經濟發展相當依賴國際貿易。進出口貨運需求為支持臺灣經濟穩定成長之動能，亦是臺灣經濟發展的重要觀察指標，而貨運需求受到許多外在環境因素影響，包括國家整體政策、世界經濟環境變動和地區發展等因素，因此相關貨運量之預測與分析甚為重要，同時，必須了解選擇進出口運輸方式之重要因素，以求得其海、空運具之流量比例，利於未來進行相關設施容量之規劃，因此本計畫將進出口貨運需求之相關研究分為兩大類，一為進出口貨運需求預測方法，另一部分則為進出口貨運之運具選擇模式，以下將針對兩者之相關研究進行說明。

2.2.1 進出口貨運定義與範圍

進出口貨運是指涉及跨越二個國家以上的貨物運輸、倉儲、配送、包裝與資訊傳遞的物流作業。進出口貨運所使用之運輸方式主要包含空運及海運兩種。

2.2.2 進出口貨運需求分析方法

1. 貨運量需求

較常見之貨運需求分析方法有迴歸模式、投入產出模式等，而迴歸模式的使用最為常見，投入產出模式則因需建立各產業的產出與投入，資料蒐集困難，故較少被採用，但隨著網路的發展，資料容易取得，近年亦有較多研究使用投入產出模式，除此之外也有利用其他不同種之模式進行預測，包括灰色模式、時間序列模式及機器學習等，且許多研究皆使用兩種或以上之模式分析，以檢測研究結果是否合理，並且善用不同種模式之優點，提高研究之精確程度。例如，Jugović *et al.* ^[6](2011)以拋物線方程式對時間序列資料進行建模以預測未來貨運需求，並且設定不同種計算情景，包括單獨計算分析目標港口之趨勢，以及將區域多個港口納入以預測總貨運需求，再依照設定不同占有率去計算目標港口之貨運需求，同時使用迴歸模式進行預測，並將此二種方法之值平均，以減少偏差。

van Dorsser *et al.* ^[7](2012)利用系統動態模式進行勞動參與率、勞動人口、勞工工作小時參數預測以獲得 GDP 的預測，並以過去 GDP 與目標港口貨運量之因果關係建立迴歸模式，再以動態系統模式所預測之 GDP 預測未來長時間之港口貨運量。

Patil *et al.* ^[8] (2016)以線性迴歸模式進行貨運需求預測，並於模式中加入了經濟指標、國內生產毛額(GDP)和原油產量之自變量進行單變量模式及多變量模式的建立，用以預測印度孟買港之出、入境貨運需求，並發現多變量模式比單變量模式擁有更高的 R^2 。

Patil *et al.* ^[9] (2017a)使用動態迴歸(Dynamic Regression)模式並搭配國家 GDP 及鄰近港口之貨運量對於目標港口貨運需求進行預測，發現預測之結果與過去實際數據平均誤差在 10%以內。

Sahu *et al.* ^[10] (2017)使用印度主要的 12 海港，過去一年的季度及月度之資料，以建立迴歸模式及時間序列模式，分析比較結果為時間序列模式相對迴歸模式擁有較小的誤差。

Yang ^[11] (2015)透過使用貨運量數據、GDP 數據及基礎設施投資金額，進行不同種迴歸模式的建立，包括多元線性迴歸、非線性迴歸、簡單線性迴歸，並對貨運量預測結果進行比較，結果表明非線性迴歸擁有較出色之預測效能，而簡單線性迴歸則擁有較低的誤差。

陳怡文^[12] (2010)採用三年之貨運站發貨量資料進行模式的建立與預測，而模式使用包括以指數平滑模式與自我迴歸移動平均整合模式為基礎之四種時間序列預測模式進行或貨運量需求預測，預測結果顯示，多重季節性自我迴歸移動平均整合模式之預測結果極佳。

邱妍禎^[13] (2010)研究採用迴歸分析、灰色模式及時間序列三種預測模式對港區內進出口之貨運量進行預測，並考慮未來經濟發展狀況，設置四種未來可能發生之經濟情境，結果顯示在資料較少之情況下，灰色預測預測之結果精確度高，迴歸則有樣本上的限制，時間序列之結果則表現中規中矩。

賴晴郁^[14] (2014)透過一公司整年份之週總貨物量資料，建立以結合移動平均法之時間序列模式、線性迴歸模式與類神經網路，並以此進行貨運量預測結果之比較，預測結果顯示類神經網路預測效果較佳。

Voigtlaender ^[15] (2002)使用動態投入產出模式分析及預測未來美國經濟增長及產業發展之變化，並利用所預測產業之產值轉換為貨運需求。

Lee *et al.* ^[16] (2016)開發按照以四種交通方式分類之投入產出模式，進而分析其各自交通方式對貨運量改變之影響程度，而四種交通方式分別為鐵路、公路、水運及空運。

Havenga *et al.*^[17](2018)以投入產出模式為平臺，以實際數據為輔助，開發了按照空間和行業分類的供需數據，並通過重力模式將南非貨運的供需互動轉化為貨運流量。

Pompigna *et al.*^[18](2020)以複合運輸模式之運輸量與經濟系統運做為基礎，模式分為兩個層面，第一層為透過投入產出表對各部門生產之產量進行預測，第二層則為根據第一層所估計之部門產量預測，對路廊上每年運輸噸數進行分布預測。

Lu *et al.*^[19](2021)透過構建基於投入產出模式之各部門貨運價值和貨運量分析模式，以預測貨運量的發展趨勢，並以此進行分析產業貨運價值和結構變化情形。

茲將上述有關進出口貨運需求預測之文獻彙整如表 2.2-1。由表知，常用的貨物運量預測模式包括迴歸分析、時間序列、灰色預測，以及投入產出模式。通常時間序列及灰色預測模式僅適用於短期成長趨勢不變的需求預測，而迴歸分析及投入產出模式，則可納入經濟成長、產業變遷及技術發展等因素，可做為較長時間的需求預測。以下將針對其適用情形、優缺點進行比較，彙整內容如表 2.2-2，後續可根據實際研究情況挑選最適之分析架構使用。

表 2.2-1 進出口貨運需求預測文獻整理

文獻來源	研究範圍	預測週期	研究模式
Jugović <i>et al.</i> ^[6] (2011)	克羅埃西亞	5 年	-迴歸模式 -時間序列模式
van Dorsser <i>et al.</i> ^[7] (2012)	法國、德國、荷蘭、比利時	1 年	-迴歸模式 -系統動態模式
Patil <i>et al.</i> ^[8] (2016)	印度	1 年	-多元迴歸模式
Patil <i>et al.</i> ^[9] (2017a)	印度	1 年	-動態迴歸模式
Sahu <i>et al.</i> ^[10] (2017)	印度	1 個月	-時間序列模式 -迴歸模式
Yang ^[11] (2015)	中國	1 年	-迴歸模式
陳怡文 ^[12] (2010)	臺灣	1 周	-時間序列模式
邱妍禎 ^[13] (2010)	臺灣	1 年	-迴歸模式 -時間序列模式 -灰色預測模式
賴晴郁 ^[14] (2014)	臺灣	1 周	-時間序列模式 -線性迴歸模式 -類神經網路
Voigtlaender ^[15] (2002)	美國	5 年	-投入產出模式
Lee <i>et al.</i> ^[16] (2016)	韓國	5 年	-投入產出模式
Havenga <i>et al.</i> ^[17] (2018)	南非	1 年	-投入產出模式
Pompigna <i>et al.</i> ^[18] (2020)	義大利、奧地利	1 年	-投入產出模式
Lu <i>et al.</i> ^[19] (2021)	中國	1 年	-投入產出模式

表 2.2-2 進出口貨運需求預測模式之比較

模式分類	適用情形	優點	缺點	參考文獻
迴歸模式	- 以調查數據做為基準，通常用於中、長期預測	- 具客觀分析結果 - 清楚解釋應變數與自變數之關係 - 對變化趨勢能有效分析與解釋	- 需大量歷史數據 - 數據存在異常，易影響預測準確性 - 自變數之選擇需考慮變數的可預測性	-Jugović ^[6] (2011) -van Dorsser <i>et al.</i> ^[7] (2012) -Patil <i>et al.</i> ^[9] (2017a); ^[8] (2016)
時間序列模式	- 只考慮時間的變動，因此僅適合做為短期預測	- 計算容易 - 對於週期性、季節性及循環性之趨勢易於掌握	- 需大量歷史數據 - 缺乏經濟理論基礎，造成模式解釋不易	-Jugović ^[6] (2011) -Sahu <i>et al.</i> ^[10] (2017) -Hassan <i>et al.</i> ^[20] (2020)
灰色預測模式	- 適用於資料小樣本、不確定的問題	- 適用訊息不完整或資料過少時預測 - 不需事前假設數據分布情形 - 精確度高	- 灰色預測係利用小樣本，進行短期預測，較無法進行長期趨勢之分析與預測	-邱妍禎 ^[13] (2010)
類神經網路模式	- 以調查數據做為基準，適用於非線性問題	- 分析前無須任何假設	- 需要大量的資料進行學習過程 - 具有大量推估參數，容易造成模式過度學習，而無法收斂的問題	-陳俊男 ^[21] (2008)
投入產出模式	- 須有相關投入產出表之編算	- 投入產出表可分析預測經濟發展狀況 - 易於分析不同產業間的變化	- 須將乘數效果轉換為貨運需求	-Pompigna <i>et al.</i> ^[18] (2020) -Lu <i>et al.</i> ^[19] (2021) -Havenga <i>et al.</i> ^[17] (2018) -Lee <i>et al.</i> ^[16] (2016)

2. 運具分派

運具分派之課題，除考慮廠商直接選擇進出口運具方式外，由於進出口貨運可能委由貨運承攬業者進行作業，且不同運送業者間提供之服務模式有所差異，如：航線、複合運輸等，因此也有部分研究會多加考量運送業者選擇、聯運組合選擇等課題。在分析方法部分，運具分派較常見之分析方法為離散選擇模式，而離散選擇模式又因其假設不同，分為多項羅吉特模式、巢式羅吉特模式及混和羅吉特模式，另有文獻使用有序普羅比模式、不可補償性選擇模式之應用，但其模式不如前述之模式廣泛。例如，周建張^[22](2002)以新竹科學園區的廠商選擇進出口運輸方式為研究對象，根據問卷調查所獲得的顯示性偏好資料，據以建構羅吉特模式，進而針對影響科學園區廠商選擇進出口運輸方式之重要因素加以探討與分析。

顏進儒與陳仕明^[23](2004)以組織購買理論及海運相關學理為基

礎，探討影響託運人選擇航商之行為因素，並以定期航運的託運人為主，利用問卷調查與訪談的方式獲得託運人的偏好與實際選擇行為，所獲得之顯示性個體資料，用以建立二元羅吉特模式，構建託運人選擇航商之行為偏好。

Zhang *et al.* ^[24] (2011)透過文獻回顧所獲取影響託運人選擇運輸方式之變數，搭配敘述性與顯示性之問卷調查資料，據以建立巢式羅吉特模式，分析託運人之運輸方案選擇偏好。

林智淮^[25] (2007)研究臺灣高科技廠商於國際空運出口之物流委外決策行為，並找出重要之決策變數，結合因子分析、集群分析和混和羅吉特模式進行企業物流委外決策行為之探討，由混合羅吉模式之校估結果可知，高科技廠商對於承攬業者在配送能力的表現上具有異質性偏好。

D'este^{[26][28]} (1992a, 1992b)研究託運人選擇渡輪貨運公司之決策因素，向托運人進行問卷調查，並建立不可補償性的選擇模式進行決策偏好的探討。

有關運具選擇模式之相關文獻彙整如表 2.2-3。羅吉特模式為大多數運具選擇模式建立之第一首選，而其不同模式有其不同之假設，必須依照實際之情況選擇相關模式，而 AHP 法準則數多、層級多時，會使得指數間兩兩比較次數呈指數成長，難以符合一致性檢定，使模式效率降低，故較少使用。

表 2.2-3 運具選擇模式文獻整理

文獻來源	研究範圍	研究模式
周建張 ^[22] (2002)	臺灣	-多項羅吉特模式
顏進儒與陳仕明 ^[23] (2004)	臺灣	-二元羅吉特模式
Zhang <i>et al.</i> ^[24] (2011)	中國	-巢式羅吉特模式
林智淮 ^[25] (2007)	臺灣	-混和羅吉特模式
D'este ^{[26][27]} (1992a, 1992b)	澳大利亞	-不可補償性選擇模式

為擬定運具選擇模式，必須進行影響運具選擇之關鍵因素彙整，以下為彙整參考文獻中所使用的變數，並分為四大部分。

(1) 貨物的因素

貨主託運的貨量及其貨物時間價值愈低時，貨主會因為其所承擔的存貨成本較小，而傾向選擇海運策略。反之，若貨物時間價值愈高時，貨主會由於負擔的存貨成本較大，而可能選擇以快速運送服務為主的空運服務。

(2) 運輸公司的因素

廠商會針對運輸公司所提供之服務品質來選擇，服務品質包括運送的速度、安全性、運費高低、班次的多寡等等。

(3) 契約的因素

買方直接在買賣契約上指定運輸的方式與運送廠商，在 C&F、CIF 的交貨條件，出口商才有選擇運輸方式與運送人的權利。

(4) 託運人的因素

研究發現，在航運市場中託運人可區分三大類，即與船公司簽有長期契約者、委託海運承攬運送業者代辦運輸事宜及託運人自辦運輸事宜。而與船公司定有長期運送契約者以及託運人自辦運輸事宜者，必須依照公司的政策來評估航商；而委託海運貨物承攬運送業者代辦運輸事宜者，則是將選擇權利充分或是部分授權予貨物承攬業者決定，例如選擇航商或選擇海、空運。

託運人自辦運輸：影響託運人選擇運送業者之因素為，運輸快速與準確性、服務的安全性與方便性、貨物毀損滅失之紀錄、航商與託運人關係的緊密性。

海運承攬運送業者代辦運輸：貨主與承攬業者的關係，就如同承攬業者與運送業者的關係相同，皆為託運人與被託運人的角色，故影響貨主選擇之因素亦可做為承攬業者選擇運送業者的因素。

2.2.3 進出口貨運需求分析個案探討

1. Morrissey^[28] (2013)

在經濟發展上，愛爾蘭長期依賴海運業，共計有 63 家航運公司，營收達 6.97 億歐元，因此政府透過投入產出分析，研究航運業對於其衍生之相關產業部門聯繫的強弱程度，而海運業所衍生出之行業包括保險、金融、法律、會計、裝卸、貨運代理服務、港口設施相關等等。

該研究結果發現在後向關聯效應程度中，海運業對於其全國整體產業，影響係數為 1.09，代表其海運業每增加生產 1 單位，將可對上游供應商帶來 0.09 歐元之產值，而其後向關聯效應程度最高前

三行業分別為：支援及輔助運輸服務、計算機和相關服務、海事輔助運輸服務（服務包括停泊、班輪和港口服務和設施），而其後向關聯程度較低之原因為愛爾蘭生產過程的許多投入皆是從國外進口，在前向關聯效應程度中，海運業對於其全國整體產業部門，影響係數為 1.20，代表其航運部門每生產 1 歐元，將可對下游供應商帶來 0.2 歐元之產值，而最高前三產業分別為：批發貿易業、郵政與電信業及建築工程材料業，而擁有較高的前向關聯效應則代表該海運業提供的服務，是為中間過程的一部分，並且多被民生消費業使用。

透過研究之結果，可瞭解到其航運部門所帶來之效應，並搭配相關經濟數據及掌握未來相關經濟發展政策，將以利未來能適時判斷是否需要增加港口硬體建設投資，以支持後續產業出口之貨運量，並隨時注意貨運需求活動的增加幅度。

2. Lee *et al.* ^[16] (2016)

Lee *et al.* ^[16] (2016)透過使用投入產出分析探討運輸方式對於經濟之影響，針對四種運輸產業(鐵路、公路、海運及航空運輸)所帶來之效應進行分析，效應包括生產誘導效應、供應短缺效應、部門價格效應及前、後向關聯效應程度。

該研究使用 2000 年、2005 年和 2010 年之產業關聯表進行相關效應係數表之轉換，以探討其歷年效應狀況及其發展趨勢情形，而研究結果發現，在生產誘導效應，運輸部門的硬體投資金額對於房地產、石化產業擁有較大的影響程度，當運輸部門投資 1 韓元時，對其他部門可帶來 0.68~0.798 韓元之產值，供應短缺效應，則是在運輸密集型消費性行業影響較大，如電子設備產業等等，而公路部門短缺將為其全體產業帶來共約 60 億損失、航空為約 12 億韓元、鐵路為約 4 億、水運約為 3 億韓元，部門價格效應(以運輸費率上漲 10%為基準)對於整體經濟影響不大，前向關聯效應及後向關聯效應，發現運輸部門的前後關聯效應低，代表其部門成長相對其他產業成長幅度較小，而運輸部門投資支出對國家經濟影響幅度比其他部門小。

研究結果可得其運輸部門對其他產業部門所帶來的影響程度，證明 I/O 模式用以分析其經濟之互動的可行性，且可用以評估投資交通建設或制定相關政策。

3. Lu *et al.* ^[19](2021)

Lu *et al.* ^[19](2021)透過投入產出模式探討其經濟、產業結構對貨運需求的影響變化，並通過結合相關經濟預測推估貨運產值，再搭配運費數據，預測未來貨運量。

該研究以 2002-2017 年投入產出表的基本數據，利用無偏灰色模式進行經濟成長率預測並搭配 RAS 方法更新投入產出係數表，再利用灰色系統結構預測方法對投入產出表中的產業結構進行預測，推估出 2035 年和 2050 年工業部門為運輸部門所帶來之產值，最後再將其產值除以時間序列模式所推估之預測年運費，將可得其貨運量。

研究結果預測 2035 年貨運量將達到 644.58 億噸，2050 年則為 725.18 億噸，從產業結構看，第三產業對貨運量的影響最大，佔比 49.28%，第二產業也影響較大，佔比 48.77%，第一產業影響最小，佔比 1.95%。

2.2.4 進出口貨運需求分析資料來源

1. 貨運量需求

目前進出口貨運量需求預測多為採用定量方法，依照歷史數據，建立數學模式後再進行運量的預測，並且隨著解釋變數的挑選來決定數據收集的範圍與內容。其中，使用的資料大多為總體資料，資料包括社經特性(如：人口、就業、國內生產總額及各種經濟指標等)，而此總體資料主要來自政府單位所開放的資源或是民間學協會組織統計之資料，表 2.2-4 彙整參考文獻中所使用的目標變數、解釋變數以及其資料來源。

表 2.2-4 進出口貨運量需求預測資料來源彙整

文獻來源	目標變數	解釋變數	資料來源
Jugović <i>et al.</i> ^[6] (2011)	港口貨櫃量	-國內經濟發展指標 -出口國經濟發展指標	印度港務局
van Dorsser <i>et al.</i> ^[7] (2012)	港口貨運量	-國內生產毛額	各國(法國、德國、荷蘭、比利時)港務局、國家統計處
Patil <i>et al.</i> ^[8] (2016)	出/入境貨物量	-國內生產毛額 -原油產量 -外匯比率 -人均收入	印度港務局、印度經濟監測中心
Patil <i>et al.</i> ^[9] (2017a)	貨運量	-國內生產毛額 -延滯(Lagged)貨物流量	印度港務局、印度經濟監測中心
Sahu <i>et al.</i> ^[10] (2017)	季度貨物需求	-國內生產毛額 -原料生產數量(原油、水泥等...)	印度港務局、印度經濟監測中心
Yang ^[11] (2015)	貨物運輸量	-國民生產毛額 -固定資產投資額	中國國家統計局
陳怡文 ^[12] (2010)	貨物運輸量	-時間變數	研究個案公司營運資料
邱妍禎 ^[13] (2010)	貨物運輸量	-人口數 -就業增加率 -經濟成長率 -國民生產毛額 -消費者物價指數 -工業指數 -鋼鐵業全國用電量 -水泥業全國用電量	經濟部、內政部、行政院主計總處
賴晴郁 ^[13] (2014)	貨物運輸量	-時間變數	研究個案公司營運資料
Voigtlaender ^[15] (2002)	貨物運輸量	-各業別生產	美國經濟分析局
Lee <i>et al.</i> ^[16] (2016)	運輸部門對各業別之影響程度	-運輸部門對各業別之生產	韓國銀行
Havenga <i>et al.</i> ^[17] (2018)	貨物運輸量	-各基準產品之生產、需求、進口、出口	南非貿易局
Pompigna <i>et al.</i> ^[18] (2020)	貨物運輸量	-各業別生產	World Input-Output Database
Lu <i>et al.</i> ^[19] (2021)	貨物運輸量	-貨物產值 -各業別生產	中國國家統計局

2. 運具分派

目前進出口貨運運具選擇模式之建立，資料來源多為透過向託運人進行顯示性偏好問卷調查，而少數研究則會搭配訪談進行，表 2.2-5 彙整參考文獻中所使用的變數及其資料來源。

表 2.2-5 進出口貨運運具選擇模式資料來源彙整

文獻來源	目標變數	解釋變數	資料蒐集方式
周建張 ^[22] (2002)	-載運方式選擇	-貨運價值、每月進出口貨運量、產業別	顯示性偏好問卷調查
顏進儒與陳仕明 ^[23] (2004)	-航商選擇	-社經屬性、航商服務品質因素、貨載因素	顯示性偏好問卷調查
Zhang <i>et al.</i> ^[24] (2011)	-聯運組合選擇	-港口航線密度、通關便利度、運輸時間、運輸費用、可靠度	顯示性偏好問卷調查/敘述性偏好問卷調查
林智淮 ^[25] (2007)	-物流業者選擇	-配送能力、問題處理能力、物流成本和平均出貨量	顯示性偏好問卷調查
D'este ^{[26] [27]} (1992a, 1992b)	-航商選擇	-運費、航次、艙位取得難易程度、船舶性能與安全性	顯示性偏好問卷調查

2.3 城際貨運需求分析

2.3.1 城際貨運定義與範圍

旅次的定義，根據國內外之相關文獻可發現，目前多會以旅次是否跨區域或旅次距離長度為依據進行劃分。馮正民^[29] (2001) 將城際旅次定義為：凡運輸活動之起迄點為跨越過一個生活圈以上，或路線連接兩個生活圈之中心都市（次中心都市）以上者；其中，生活圈係依行政院經建會之定義，將臺灣本島劃分為 17 個生活圈，分別為基隆、臺北、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、南投、雲林、嘉義、新營、臺南、高雄、屏東、臺東、花蓮、宜蘭。而城際運輸所使用的運輸工具包含航空運輸、公路大眾運輸、鐵路運輸等系統。

本所^[30] (2019) 在第 4 期整體運輸規劃研究報告中，對城際旅次之定義為：跨生活圈且旅次長度大於 20 公里者。惟考量都市區、生活圈及城際界線逐漸模糊，且實務上需另外推估跨生活圈小於 20 公里的非城際旅次較為困難，故於第 4 期之基礎上，進一步於第 5 期整體運輸規劃研究系列一供需預測分析報告中，將城際旅次定義修正為：所有跨生活圈者；其中，生活圈係依臺灣本島各縣（市）劃分，共計 16 個生活圈，包含基隆、臺北、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、南投、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、臺東、花蓮、宜蘭。

在國外相關文獻中，Yang *et al.*^[31] (2022) 利用中國城市行政區進行劃分，若連續兩次的旅次迄點在不同城市的行政邊界內即為城際旅次。Xu *et al.*^[32] (2021) 指出，城際運輸為兩個不同城市之間的各種直接交通連繫，當運輸過程涉及至少兩種運輸方式時，將視為複合運輸之城際運輸。Wang *et al.*^[33] (2021) 根據運輸距離，將城際配送分為幹線配送 (Truck Distribution) 與支線配送 (Branch Distribution)。其中，幹線配送的運輸距離為大於 300 公里者，支線配送則為 150-300 公里者。而不同配送方式的適用運具也有所不同，幹線配送主要為重型或中型卡車，支線則以中型或輕型卡車為主。彙整內容如表 2.3.1-1 所示。

表 2.3-1 城際貨運定義及其說明

文獻來源	城際貨運定義	劃分方式	說明
馮正民 ^[29] (2001)	凡運輸活動之起迄點為跨越一個生活圈以上，或路線連接兩個生活圈之中心都市(次中心都市)以上者	區域	生活圈係依行政院經建會之定義，將臺灣本島劃分為 17 個生活圈。
本所 ^[30] (2019)	所有跨生活圈者	區域	生活圈係依臺灣本島各縣(市)劃分，共計 16 個生活圈。
Yang et al. ^[31] (2022)	連續兩次的旅次迄點在不同城市的行政邊界內	區域	中國城市行政區
Xu et al. ^[32] (2021)	兩個不同城市之間的各種直接交通聯繫	區域	以城市進行劃分
Wang et al. ^[33] (2021)	城際配送分為幹線配送與支線配送	運輸距離	幹線配送的運輸距離為大於 300 公里者，支線配送則為 150-300 公里者。

2.3.2 城際貨運需求分析架構

有關城際貨運需求分析架構，本計畫主要參考美國、日本等國之貨運運輸規劃相關計畫，美國部分包括：2008 年美國國家學院(National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, NASEM)^[34]出版之預測全州貨運工具集(Forecast Statewide Freight Toolkit)、美國聯邦公路管理局(Federal Highway Administration, FHWA)^[36]^[36]於 2017 年出版之貨運需求及數據改進手冊(Freight Demand Modeling and Data Improvement Handbook)與 2019 年發布之快速響應貨運方法(Quick Response Freight Methods)；日本則包括日本国土交通省^[37]^[38]於 2001 年及 2020 年出版之「長期輸送需要の予測について」、「2020 年の輸送需要予測」，以及遠藤弘太郎等人^[39](2001)之「日本國內幹線貨運流中長期需求預測模式」。

其中，NASEM^[34](2008)與 FHWA^[36](2019)出版之兩本報告書皆各有提出五種城際貨運分析架構，惟部分分析架構在應用及說明上方法相似，故本計畫將其分析架構合併，並彙整出六種分析架構，包含直接設施流量分解法(Direct Facility Flow Factoring Method)、起迄分解模式(O-D Factoring Model)、卡車模式(Truck Model)、四步驟商品模式(Four-Step Commodity Model)、經濟活動模式(Economic Activity Model)與供應鏈行為模式(Behavioral Supply Chain Model)。以下將先行介紹各種分析架構，並針對其適用情形、優缺點進行比較，彙整內容如表 2.3-2，後續可根據實際研究情況挑選最適之分析架構使用。

1. 直接設施流量分解法 (Direct Facility Flow Factoring Method)

直接設施流量分解法是以現有的數據為基準，來預測未來道路、鐵軌和港口等運輸系統節線上之貨運量。這種方法可分為兩大類，一類是將成長因子用於某一運輸系統的流量，進而對該運輸系統的未來流量進行估計；另一類是應用該運輸系統的相關因素進行估計，考慮該運輸系統轉移至其他路線或運具的流量。使用該方法需要有關運輸系統本身的資訊，以及需要對影響運輸系統之因素進行一些預測，通常適用於短期預測。

流量分解法通常是基於兩種方法：時間序列分析和經濟分析。時間序列分析涉及對運輸設施的歷史流量進行檢查，僅以時間做為指標變數；經濟分析則是使用經濟變數做為指標變數來解釋歷史運輸設施之流量。

此方法相對簡單，美國許多州的交通部門皆使用該方法，可快速應用現有數據來確定一個或多個預測量。然而，使用這種方法需要許多假設，且模式適用範圍也有限，無法提供整體系統預測，也無法考慮貨運預測中的許多重要因素，可能更適用於在更複雜的模式中為特殊運輸系統(如：港口)進行預測。

2. 起迄分解模式 (O-D Factoring Model)

起迄分解模式將成長因子用於現有的貨運旅次表，來預測未來的貨運旅次，即貨運量分布。與直接設施流量分解法相比，這種方法還需要進行額外的運具分派和交通量指派步驟，以取得運輸網絡上的流量並評估效能。

現有貨運旅次表的取得通常有三種方式，一是由公開或私人資料來源取得；二是根據對貨運託運人或承運人的調查制定旅次表；最後則是根據觀察到的貨運流量估計而得。然而，要以貨運調查制定統計上可信且足夠詳細的貨運旅次表，其成本相當龐大；若以觀察數據估計，則難以取得卡車裝載之商品類別和旅次目的等資訊。因此，美國許多州際貨運模式便直接以公開(如商品流量調查)和私人(如 TRANSEARCH)開發的貨運統計做為數據來源。意即將適當地理範圍的年度商品流量轉換為每日卡車旅次表，以貨運統計代替旅次表來進行旅次預測。商品流量調查等貨運統計數據通常已經以年度流量為單位，要將這些貨運數據指派到運輸網絡，分析師只需要將商品流量數據格式化，再以研究所需之地理單位進行分解並轉換貨運流量單位，即可估計出卡車旅次表。

此方法的優勢為可直接以他人開發之貨運統計數據進行分解和單位轉換，且貨運統計之研究地理單位通常較大，因此使用此類預測數據可以確保和總體的預測結果一致。然而，他人研究所考慮的運輸系統和前提假設可能和本身研究不同，導致預測結果無法反映研究區域之經濟特性或是某些特定的議題。

3. 卡車模式 (Truck Model)

卡車模式，顧名思義僅考慮卡車單一運具，這種方法將先透過貨運量產生與吸引、貨運量分布這兩步驟生成卡車旅次表，再透過交通量指派步驟完成卡車旅次分配。由於僅針對卡車進行預測，故沒有運具分派這個步驟。卡車模式通常會嘗試計算所有貨物運輸，包含當地交付 (Local Delivery)，其適用於城市區域緊密或相鄰的州，通常為城市旅運預測模式中的一個部分。卡車模式中經常考慮的卡車類型根據車輛總重 (Gross Vehicle Weight, GVW) 等級大致分為輕型、中型與重型卡車。

以下針對此方法的三個步驟進行簡要說明。首先是貨運量產生與吸引，使用的公式通常是根據當地調查得出的係數，或是參考其他來源的參數，來預測日常卡車貨運產生與吸引量。接著為貨運量分布，是使用重力模式技術將輕型、中型與重型卡車從起點分配至目的地，其中摩擦係數可以從調查中得出，亦可參考其他資料來源。最後是交通量指派，由於卡車模式經常被用作完整旅運需求預測過程的一部分，故卡車旅次分配是可透過多類均衡高速公路指派來進行分配。卡車模式的優勢在於其分析架構較為簡單，因為僅討論卡車旅次，無法分析運具之間的轉變。

4. 四步驟商品模式 (Four-Step Commodity Model)

四步驟商品模式與四步驟客運模式最為相似，包括貨運量產生與吸引、貨運量分布、運具分派和交通量指派。主要以社經變數估計貨運和非貨運的旅次需求，再進行靜態交通量指派，以瞭解運輸網路未來的需求和效能。對於公路系統來說，此模式包括兩部分：預測所有運具的貨運量，以確定卡車運輸的比例；接著預測其他非貨運卡車的旅次需求，含旅次目的為公務、商務 (如宅配卡車) 或個人服務等無裝載貨物之卡車。

以下針對此方法的四個步驟進行簡要說明。首先是貨運量產生與吸引，在過去文獻中，貨運產生常使用之專有名詞主要有以貨物噸量為單位的貨運量產生 (Freight Generation)，和以貨車旅次為單位的貨運旅次產生 (Freight Trip Generation)，本節及後續章節主要討論

貨運量產生 (Freight Generation)。此步驟使用研究區域內各分區的社經變數 (如：人口數、就業數) 做為自變數，分別建立貨運量產生及貨運量吸引模式，預測按地區和商品別分類之貨運量產生與吸引。接著為貨運量分布，從貨運量產生區域到貨運量吸引區域的分布通常使用重力模式估計，其中摩擦係數主要考慮的因素包含運輸距離、運輸時間和運輸成本，進而求得每個商品別在區域間之貨運流量。在運具分派的部分，較簡易的作法為直接應用當前的運具分派比例加以調整，而較複雜的作法則多以羅吉特選擇模式預測未來運具比例。其針對各個商品別，計算所有競爭運具 (如卡車、鐵路、空運等) 的效用函數，考慮運具在起迄間的服務水準和運輸成本，最後再透過實際觀察到的運具比例數據來校準模式參數。最後一個步驟為交通量指派，對於公路運輸，在進行此步驟前，須先將每個起迄間的年卡車運量 (噸) 轉換為每日卡車旅次。接著，便可以將每日貨運卡車旅次與客運旅次一起分配到公路網路，以預測未來公路系統的交通量和服務水準。

四步驟商品模式的優勢在於其使用各分區的社經變數做為自變數，能夠反映當地特性對貨運量或是貨運旅次的影響，進而評估運輸系統的效能。同時，其所要求的數據也需要符合研究區域的劃分，並確保各個變數在不同分析區域中的可得性。最後，貨運旅次 (Freight Trip) 通常為貨運旅程 (Freight Tour) 中的一部分，貨運旅程的每個中途停靠點皆被視為一個旅次的端點。因此，在以貨運旅次為基礎的方法中，如何處理和預測貨運旅程中各個停靠點和頻率，定義各個旅次的起迄，為研究分析時需要考量的重點之一。

5. 經濟活動模式 (Economic Activity Model)

經濟活動模式同樣包含貨運量產生與吸引、貨運量分布、運具分派與交通量指派四個步驟。與四步驟商品模式的不同之處，在於此方法在進行貨運量產生與吸引這步驟之前，多建構一個經濟/土地使用模式來預測區域就業或經濟活動，而不是直接將這些數據提供給模式。做為經濟活動模式輸入的經濟預測會根據模式確定的績效進行修改。而高速公路/卡車貨運系統的性能是取決於客運的需求和使用情況，因此貨運經濟活動模式通常與客運預測模式相結合使用。

經濟活動模式使用空間投入產出模式 (Spatial I/O Model) 的建模技術。投入產出模式跨區域分配家戶與經濟活動，係利用運輸網路的節點與節線將各區域連接起來，建立運輸系統模式以計算網路上的交通量。空間投入產出模式使用土地使用組件進行貨運量產生與吸引、貨運量分布這兩步驟，而運具分派與交通量指派則是透過交

通組件來完成。土地使用組件與交通組件相互作用，產生一個動態模式。經濟活動模式通常使用 I/O 結構來模擬產生運輸活動的經濟交易，以確定走廊上起迄點之間的經濟關係。

經濟活動模式制定了商品在經濟部門之間與區域之間的流動，其關鍵假設在於區域就業或經濟活動是透過經濟/土地使用模式建構的，且這些預測並不會因為運輸系統的預測性能而改變。然而，這種方法需要關於土地可用性與某些行業發展和選址規則的特殊數據，通常州際的交通部門無法取得這方面相關的資訊。

6. 供應鏈行為模式(Behavioral Supply Chain Model)

在以貨運旅次為基礎的方法，如四步驟商品模式中，不考慮託運人到收貨人之間的貨運行程鏈。然而，貨物的流動和託運人到收貨人之間的供應鏈相關，該供應鏈由轉運點或稱運輸物流節點 (Transport Logistics Nodes, TLN) 間不同運具的旅次組成。在供應鏈行為模式中，以構成供應鏈的各個步驟分為不同模組。首先列舉企業，透過企業規模和投入產出表估計企業之生產和消費，接著配對需求及供給方，買方會考慮賣方的運輸、物流、風險及生產力等因素來進行決策，最後以卡車旅程模式估計貨運行程的起始與結束。其能夠反映供應鏈中不同個體的決策行為，因此也是六種模式中最複雜的方法。

供應鏈行為模式著重於估計跨運具的貨運流量，即供應鏈可能包含一種以上的運具，這與起迄之間只使用單一運具的四步驟商品模式不同，和客運旅程模式較相近，不同之處在於最終目的地不是返回供應鏈起點。而貨物的類型在整個供應鏈中保持不變，但貨物的運送單位可能會影響供應鏈中某些階段的選擇 (例如，裝運尺寸和裝運頻率等貨運特性)。因此，一條供應鏈的組成包括所有運具序列和路線，會受到轉運點間使用運具的效用以及轉運點之服務水準 (如時間、成本) 影響。而模式中的方案選項是起迄對之間的所有可用之供應鏈，最後依據每個方案的效用分派貨運流量。

此模式考慮供應鏈中不同角色的互動，以及影響個體決策行為的因素。但其操作上最為複雜，常使用的方法如機器學習、個體選擇模式、啟發式演算法，皆需要大量且詳盡的數據來估計模式，像是企業訪談或是企業營運資料等多為私人數據，取得成本較高。

表 2.3-2 城際貨運需求之分析架構分類彙整

分析架構分類	適用情形	優點	缺點	參考文獻
直接設施流量分解法 (Direct Facility Flow Factoring Method)	- 需要有關運輸系統本身的資訊，以及需要對影響運輸系統之因素進行一些預測 - 通常用於短期預測	- 方法相對簡單 - 可快速應用現有數據來確定一個或多個預測量	- 無法提供整體系統預測 - 需要許多假設，模式適用範圍也有限	NASEM ^[34] (2008)，與 FHWA ^[36] (2019) 中的 Growth Factor Methods 模式合併
起迄分解模式 (O-D Factoring Model)	- 已有完整的貨運起迄流量表	- 可使用他人開發之商品起迄流量表 - 和總體預測結果一致	- 無法根據當地產業、運輸系統更新他人的旅次表 - 若透過貨運調查開發旅次表，其成本相當昂貴 - 運用空間有限	NASEM ^[34] (2008)，與 FHWA ^[36] (2019) 中的 Direct Acquisition Commodity 模式合併
卡 車 模 式 (Truck Model)	- 僅針對卡車單一運具 - 通常用作完整旅運預測模式中的一個部分	- 分析架構簡單 - 卡車模式通常會嘗試計算所有貨物運輸，包含當地交付	- 無法分析運具之間的轉變	NASEM ^[35] (2008)
四步驟商品模式 (Four-Step Commodity Model)	- 需有研究範圍內完整的運輸網路數據和區域數據	- 考慮當地的社經因素和未來發展情形 - 可反映旅次型態與運輸系統變化之影響	- 需要較多變數和區域性的數據估計模式 - 貨運旅次起迄點需特殊處理	- NASEM^[35] (2008)，與 FHWA^[36] (2019) 中的 Trip-Based Freight Forecasting 模式合併 - 日本国土交通省^{[37][38]} (2001; 2020) - 遠藤弘太郎等人^[39] (2001)
經濟活動模式 (Economic Activity Model)	- 貨運經濟活動模式通常與客運預測模式相結合使用	- 制定了商品在經濟部門之間與區域之間的流動 - 經濟預測會根據模式的預測結果進行修訂	- 需要關於土地可用性與某些行業發展和選址規則之特殊數據，通常無法取得	NASEM ^[35] (2008)
供應鏈行為模式 (Behavioral Supply Chain Model)	- 對當地貨運生產者和消費者進行調查，並瞭解影響其決策的重要因素	- 考慮供應鏈中不同角色的互動 - 考慮影響個體決策行為的因素	- 方法最為複雜 - 需要大量且詳盡的數據估計模式 - 需要企業訪談和其他私人數據	FHWA ^{[35][36]} (2017, 2019)

綜上所述，在過去貨運規劃常使用的六種模式之中，直接設施流量分解法、起迄分解模式是以成長率法推估貨運需求變化，方法相對簡單，但分析結果較不準確。卡車模式僅探討貨車旅次，但無法探討與其他運具間之競合關係，通常只做為完整預測模式中的一部分。而四步驟商品模式為較常見之運輸規劃分析架構，分析結果較為完整，且與現有之客運需求分析架構一致。最後，經濟活動模式與供應鏈行為模式皆是以四步驟商品模式為基礎進行延伸，惟分析之出發點不同，使用的方法和變數也會隨之改變。

四步驟商品模式過去在運輸相關的研究中已被廣泛使用，其所須之數據取得成本適中，且模式架構能提供完整分析結果，能夠在建模的複雜度和預測結果的精確度之間取得平衡。在數據面，其可視實際操作時的資料可得性、分析目的等彈性調整，且與國內客運需求分析架構相似，能夠參考客運模式使用之基礎資料；此外，四步驟商品模式在各步驟可採用之分析方法多元，有較豐富之文獻資料和實際個案能夠做為借鏡。基於這些因素，本計畫在後續章節將以四步驟商品模式做為城際貨運需求分析主要探討之重點，分別就四步驟進行文獻回顧及個案探討，並彙整各研究所使用的方法和資料，以利後續評估模式可行性以及研擬分析架構。

2.3.3 城際貨運需求分析方法

根據上述分析架構之說明，本節係以四步驟商品模式為基礎，將城際貨運需求之相關研究分為貨運量產生與吸引、貨運量分布、運具分派以及交通量指派四個步驟。貨運量產生與吸引常用之分析方法為迴歸分析 (NASEM^[35], 2008; Novak *et al.*^[40], 2011; Gonzalez-Feliu and Sánchez-Díaz^[41], 2019)、結構迴歸模式 (FHWA^[36], 2019)、時間序列模式 (Holguín-Veras *et al.*^[42], 2021)、類目分析 (Holguín-Veras *et al.*^[43], 2012) 及投入產出 (Sorratini and Smith Jr.^[44], 2000) 等五種方法；而貨運量分布則以重力模式 (NASEM^[35], 2008; Duanmu *et al.*^[45], 2012)、結構迴歸模式 (FHWA^[36], 2019) 與供應鏈模式 (FHWA^[35], 2017) 三種方法最為常見；在運具分派的部分，有需求彈性模式 (Morton^[46], 1969; Kulshreshtha *et al.*^[47], 2001)、增量羅吉特模式 (NASEM^[35], 2008; FHWA^[36], 2019) 與多項羅吉特模式 (Nicholson *et al.*^[48], 2020)；最後，交通量指派多以流量均衡模式 (Ham *et al.*^[49], 2005) 與個體選擇模式 (Thoen *et al.*^[50], 2020) 進行分析。

貨運需求預測會根據研究的問題與規模，決定數據收集的地理範圍和變數。本節將針對城際貨運需求之貨運量產生與吸引、貨運

量分布、運具分派以及交通量指派四個步驟，依序說明各步驟常見分析方法之文獻中所使用的自變數、應變數以及資料來源，接著介紹各方法的特性並分析其優劣勢，研究可依據實際情形選擇方法來建構模式。

一、貨運量產生與吸引相關研究

1. 迴歸分析

在 NASEM^[35](2008) 報告書中，佛羅里達州四步驟商品模式之貨運量產生與吸引這階段，係透過線性迴歸對佛羅里達州各商品組之貨運量產生與吸引建模，以估計出每種商品組所有運具的總貨運產生與吸引量。產生與吸引量，自變數是使用人口數與/或就業數。而資料取得方面，現有貨運流量是從 TRANSEARCH 數據庫中獲得，人口數則由美國普查局 (U.S Census Bureau) 取得，而就業數可從區域經濟資訊系統 (Regional Economic Information System) 與縣商業型態 (County Business Pattern, CBP) 中取得。

Novak *et al.* ^[40](2011) 研究國家級貨運模式和空間相關的問題，以瞭解不同變數和貨運量之間的關係。在空間迴歸模式中主要使用兩種資料來源，分別是美國普查局的商品流量調查 (Commodity Flow Survey, CFS) 及各縣就業數據，還有 TRANSEARCH 的縣級貨運起迄及分類數據。除了人口和就業變數，此研究還假設區域貨運量和其空間位置及鄰近運輸網路屬性有關，基於資料的可取得性，其加入並測試兩個變數來捕捉空間效應，一是港口的空間影響，如距離、噸位數，另外則是當地公路、鐵路的運輸網路長度。

Gonzalez-Feliu and Sánchez-Díaz ^[41](2019) 探討使用不同聚合級別與類別結構的資料型態對貨運旅次產生 (Freight Trip Generation) 與吸引建模品質之影響。該研究選用 1995-1998 年法國城市商品調查發布之數據，調查內容包含企業屬性、各類貨運旅次產生與吸引等，資料來源彙整如表 2.3-3 所示。

表 2.3-3 城際貨運需求貨運量產生與吸引之迴歸分析資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
NASEM ^[35] (2008)	- 縣就業數 - 縣人口數	- 商品年產生量 - 商品年吸引量	- TRANSEARCH - 美國人口普查局 - 區域經濟資訊系統 - 縣商業型態 (CBP)
Novak <i>et al.</i> ^[40] (2011)	- 人口數 - 產業就業數 - 運輸距離 - 港口位置	- 貨運量	- 商品流量調查 (CFS) - 各縣就業數據 - TRANSEARCH
Gonzalez-Feliu and Sánchez-Díaz ^[41] (2019)	- 僱員數	- 貨運旅次產生 - 貨運旅次吸引	- 法國城市商品調查

2. 結構迴歸模式

在 FHWA (2019) 報告書中，加州四步驟商品模式使用結構迴歸模式 (Structural Regression Model, SRM) 來捕捉解釋變數之間的直接影響、間接影響和潛在關係。其中，它以結構方程模式 (Structural Equation Modeling, SEM) 架構中的路徑分析，針對每種商品組，確認社經變數、產業變數以及其他商品對其貨運量產生與吸引的直接相關性和因果效應，進而建立各商品的貨運量產生與吸引模式。模式中使用之社經變數如國內生產毛額、人口數可由加州交通部取得，而產業變數如不同產業之企業數、就業數或是農業的耕地面積等，可由縣商業型態及美國農業部取得，資料來源彙整如表 2.3-4 所示。

表 2.3-4 城際貨運需求貨運量產生與吸引之結構迴歸模式資料來源

彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
FHWA ^[36] (2019)	- 人口數 - 就業數 - 產業統計 - 國內生產毛額	- 商品年生產量 - 商品年吸引量	- 縣商業型態 - 美國農業部 - 加州交通部

3. 時間序列模式

Holguín-Veras *et al.*^[42](2021) 以計量經濟學做為研究方法，解釋貨運量產生與吸引和時間的相關性。研究中使用紐約市大都會區貨

運密集型行業之企業營運數據，數據內容包含企業經濟和營運特徵、接收與交付貨物之模式等。透過不同函數形式建構貨運量產生模式，應變數為企業貨運產生與吸引量，而自變數包含企業僱員數、企業年收入、時間變數等，資料來源彙整如表 2.3-5 所示。

表 2.3-5 城際貨運需求貨運量產生與吸引之時間序列模式資料來源

彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Holguín-Veras <i>et al.</i> ^[42] (2021)	- 企業僱員數 - 企業年收入 - 時間變數	- 貨運產生量 - 貨運吸引量	- 紐約大都會區貨運密集型行業之企業營運資料

4. 類目分析

Holguín-Veras *et al.* ^[43](2012) 使用標準行業分類 (Standard Industrial Classification, SIC) 與北美行業分類系統 (North American Industry Classification System, NAICS) 分別估計企業之貨運產生與吸引量。該研究從曼哈頓與布魯克林的 Dun & Bradstreet 數據庫購買企業營運資料，包含企業屬性、營運方式與貨運量產生與吸引模式等。研究中隨機選取企業樣本，並另外蒐集該企業樣本的其他數據資料，如僱員數、貨物種類、設施類型等，資料來源彙整如表 2.3-6 所示。

表 2.3-6 城際貨運需求貨運量產生與吸引之類目分析資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Holguín-Veras <i>et al.</i> ^[43] (2012)	- 僱員數	- 貨運產生量 - 貨運吸引量	- 曼哈頓與布魯克林的 Dun & Bradstreet 數據庫

5. 投入產出

Sorratini and Smith Jr. ^[44] (2000) 使用投入產出 (Input-Output, I/O) 計量經濟數據開發威斯康辛州全州範圍內的卡車旅行需求模式。其中，卡車貨運量產生基於 28 個經濟部門之全州商品生產率，並以平均卡車裝載噸數做為估計值，進而得出每個部門各員工的卡車貨運產生量；而卡車旅次吸引模式係使用威斯康辛州的 I/O 模式直接係數推導 28 個經濟部門中每個部門的貨運吸引量，資料來源彙整如表 2.3-7 所示。

表 2.3-7 城際貨運需求貨運量產生與吸引之投入產出資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Sorratini and Smith Jr. ^[44] (2000)	- 經濟部門生產率 - 卡車裝載噸數 - I/O 直接係數	- 卡車貨運產生量 - 卡車貨運吸引量	- 商品流量調查 (CFS) - 威斯康辛州交通部開發的私人數據庫

綜合以上文獻，用於估算城際貨運量產生與吸引之常見方法包含：迴歸分析、結構迴歸模式、時間序列、類目分析、投入產出等，各種分析方法之優劣比較如表 2.3-8 所示。

表 2.3-8 城際貨運需求貨運量產生與吸引各分析方法優劣比較

研究方法	優勢	劣勢	參考文獻
迴歸分析	- 能夠識別與需求生成有關的不太明顯的關係 - 不僅可用於預測未來需求，還可用於建立變量之間的動態關係	- 違反假設可能導致參數不準確，尤其是使用總體數據時	- NASEM^[35] (2008) - Novak <i>et al.</i> ^[40] (2011) - Gonzalez-Feliu and Sánchez-Díaz ^[41](2019)
結構迴歸模式	- 考慮結構誤差和測量誤差 - 可解釋測量變數及潛在變數之間的關係	- 模式基於研究人員對變數和路徑的假設，不一定準確	- FHWA^[36](2019)
時間序列模式	- 操作簡單 - 利用歷史資料，不需要過多變數 - 支持運輸模式、貨物及貨運起迄分析	- 若僅使用短期歷史數據，會影響預測準確性 - 缺乏動態影響貨運需求的變數 - 較少探討因果關係，研究政策影響的可能性有限	- Holguín-Veras <i>et al.</i> ^[42](2021)
類目分析	- 可以克服與交叉分類分析相關的缺點	- 如果按類別劃分的觀察次數不完全相同，可能會高估未來的出行次數	- Holguín-Veras <i>et al.</i> ^[43](2012)
投入產出	- 操作簡單 - 利用歷史資料，不需要過多變數。 - 支持運輸模式、貨物及貨運起迄分析。	- 若僅使用短期歷史數據，會影響預測準確性 - 缺乏動態影響貨運需求的變數 - 較少探討因果關係，研究政策影響的可能性有限	- Sorratini and Smith Jr. ^[44] (2000)

迴歸分析法為貨運量產生與吸引中應用最廣的方法之一，藉以瞭解貨運量產生與吸引和不同解釋變數之間的因果關係，重要的是評估解釋變數的統計顯著性，因此最終模式僅包含對研究有意義之解釋變數。Holguín-Veras *et al.* ^[43](2012) 在研究中彙整用於估計貨運量產生與吸引模式之因素分類，統整出過去相關文獻中多以就業及

其他經濟資料等變數來估計貨運產生與吸引量。

然而，迴歸分析中的線性迴歸模式假設貨運量產生與吸引和解釋變數呈線性關係。Novak *et al.* ^[40](2011) 對美國商品流量調查 (CFS) 的數據進行分析，發現不同商品的生產和消費之間存在高度相關性，而這樣的關係無法透過線性迴歸模式解釋。因此其他替代方法已被提出並應用，其中結構方程迴歸模式 (SRM) 能夠分析測量變數和潛在變數之間的關係，包括應變數和自變數之間的關係、自變數對另一個自變數的影響、兩個自變數之間的相關性，以及誤差項之間的關係。與線性迴歸方法相比，SRM 更靈活，此外，SRM 同時考慮結構誤差，以及線性迴歸忽略的測量誤差。缺點是 SRM 是基於研究人員對變數和路徑的假設，可能會有過於主觀、不準確的問題。

時間序列模式利用歷史趨勢預測貨運需求，最簡單的方法為從歷史貨運數據開發貨運量的年複合增長率，根據可得數據類型，此類模式可以考慮不同程度的複雜性和規模，基本如季節性、特殊節日的變化等。公家機關通常使用時間序列模式，與其他方法相比，其所需數據更少；然而，時間序列模式需要長期的歷史數據，並假設以前的條件在未來保持不變，因此它無法反映環境和資訊的變動。

類目分析法係將二或三個和貨運量產生與吸引有關之變數交叉分析而得成一個交叉分析表格，再計算每個類別預測變數之估計值。Holguín-Veras *et al.* ^[43](2012) 在案例研究中使用不同土地使用類別，並按產業部門、模式類型與就業人數等變數分別估計貨運量產生數與貨運量吸引數。然而，若按類別劃分的觀察值太少，使用類目分析法可能會使估計值出現偏差，藉此須重新對類別進行分組或者僅針對具有足夠觀察值的類別進行估計。研究亦指出，貨運量產生與吸引的估計結果在一定程度上會受到分析中使用之產業分類系統的影響。

投入產出法 (I/O 模式) 以國家/區域單位經濟產出所需的投入成本表格為基礎，一旦確定了經濟產出或最終需求，I/O 矩陣就可以用來估計相應的投入，也稱為中間需求。在應用於多區域 I/O 的情況下，還必須估計投入的起點，並搭配空間交互模式來完成。此方法主要是用來估計商品流量，而非貨運旅次，商品流量係根據經濟流量估算而來，使用適當的貨物價值係數將經濟產出轉為商品流量，其起點和目的地和經濟流量相反。I/O 模式通常被認為是一種穩健的技術，它以成熟的經濟理論為基礎，但若在城際貨運分析階段使用，仍有一些需要考量的因素。首先，表示投入產出關係的一組參數，即分析矩陣，通常是以全國產業進行總體上的估計，因此，不一定能反

映城際貨運中每個分析區域的經濟特性；另外，固定的分析矩陣係數不允許 I/O 模式考慮投入品消耗比例改變等經濟結構變化，基於上述原因，I/O 模式用於估計城際貨運量之研究於近年來已逐漸減少。

二、貨運量分布相關研究

1. 重力模式

在 NASEM^[35](2008) 報告書中，佛羅里達州四步驟商品模式之貨運量分布步驟係利用標準重力模式來分配各項商品組在區域之間的貨運噸數。重力模式函數中之阻抗變數是使用區域之間的平均運輸距離，而各項商品組的平均運輸距離是直接從 TRANSEARCH 數據庫中取得。

Duanmu *et al.*^[45](2012) 建構重力模式以估計美國弗吉尼亞州東南部的商品流量分布，該地區包含 31 個縣。各縣之間貨運的詳細調查數據來自 TRANSEARCH 數據庫，該數據庫包含數百種商品，並紀錄了起迄點（縣級）之間每種商品的流量。為了簡化建模工作，此研究將商品分為 10 個類別，每個類別的產生量、吸引數和起迄皆直接從數據庫中獲得，資料來源彙整如表 2.3-9 所示。

表 2.3-9 城際貨運需求貨運量分布之重力模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
NASEM ^[35] (2008)	- 商品平均運輸距離	- 起迄間年商品流量	- TRANSEARCH
Duanmu <i>et al.</i> ^[45] (2012)	- 貨運產生量 - 貨運吸引量 - 運輸距離 - 運輸時間 - 運輸成本	- 起迄間年商品流量	- TRANSEARCH

2. 結構迴歸模式

在 FHWA^[36](2019) 報告書中，加州四步驟商品模式開發了一種以結構迴歸模式為基礎的空間計量經濟模式（或直接需求分布）模式，考慮區域變數以及其他商品流量對商品貨運量分布影響。其將不同的起迄分成多個集群建模，分為區域內、區域間以及端點為倉庫或轉運設施的起迄對 (Origin-Destination, O-D)，其中區域間 O-D 又按距離分為三類，共計五類。除了區域變數和其他商品的流量之外，模式中的自變數還包括廣義運輸成本及運輸距離，廣義運輸成本即起迄間使用不同運具的平均成本。對於區域內流量，起迄間距為該

區域大小，根據 Freight Analysis Framework 第四版 (FAF4) 之數據，98% 的區域內商品流皆以卡車運輸，因此區域內 O-D 的廣義運輸成本只需考慮卡車單一運具之成本，資料來源彙整如表 2.3-10 所示。

表 2.3-10 城際貨運需求貨運量分布之結構迴歸模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
FHWA ^[36] (2019)	- 商品運輸時間 - 商品運輸成本 - 區域變數 - 其他商品流量	- 起迄間年商品流量	- Freight Analysis Framework - TRANSEARCH

3. 供應鏈模式

美國聯邦公路管理局^[35]在貨運需求建模及數據改進手冊 (FHWA, 2017) 提出基於行為/代理並結合供應鏈決策的綜合貨運模式，並在芝加哥州、佛羅里達州、亞利桑那州等州執行示範計畫。其中亞利桑那州在貨運量分布使用 Agent-based Computational Economic (ACE) 模式，結合電腦科學和經濟模式，並透過訪談資料在考慮行為偏好、經濟層面下配對買賣雙方，以競價和市場出清機制求得兩方之間的年交易量。主要使用資料包括運輸數據及企業資料。首先是運輸網路系統，通常包括公路、鐵路以及轉運設施 (如：倉庫、配送和集運中心) 間的運輸距離和時間，可從國家運輸地圖數據庫 (National Transportation Atlas Database, NTAD) 中取得；而企業生產、消費及商品價格等產業數據可從美國經濟分析局 (Bureau of Economic Analysis, BEA) 和各產業統計資料 (如：美國農業部統計) 取得。而貨運統計資料如商品流量調查則做為模式驗證之數據，資料來源彙整如表 2.3-11 所示。

表 2.3-11 城際貨運需求貨運量分布之供應鏈模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
FHWA ^[35] (2017)	- 運輸距離 - 運輸時間 - 商品價格 - 企業服務水準 - 企業生產、消費量	- 企業間年商品流量	- 商品流量調查 (CFS) - 縣商業型態 (CBP) - 美國經濟分析局 (BEA) - 國家運輸數據庫 (NTAD)

在貨運量分布的部分，以重力模式、結構迴歸模式和較複雜的供應鏈模式三種方法最為常見，各種分析方法之優劣比較如表 2.3-12 所示。重力模式以上一階段所得之旅次發生和旅次吸引，並考慮像是運輸時間、距離等因素，來估計貨運量或是貨運旅次的起迄分

布。它需要以基準年的 O-D 矩陣進行估計校準，然而，Duanmu *et al.* [45] (2012) 提到歷史的 O-D 矩陣大部分有不完整的問題，即矩陣內時常有零單位。其主要歸因有二，一是調查時間和資源的限制，尤其在交通分區較細的區域所需要調查的 O-D 總數會大幅上升，因此難以在有限的資源下取得完整的起迄資料；第二則是因為數據機密性和抽樣錯誤使得部分數據無法公開取得。綜上所述，使用重力模式需要估計部分缺失的 O-D 矩陣，但若使用錯誤的估計方法則有可能放大原有之採樣誤差。

而在 FHWA^[36] (2019) 報告書中，加州四步驟商品模式開發了 SRM 結構的直接需求建模方法，直接以人口、土地利用、經濟變數估計流量。這種方法考慮了應變數和自變數之間的結構關係以及商品別之間的交叉影響，反映某些商品的供應鏈關係。由於起始區域變數和目的區域變數都用於區域流量的估計，對於起點和目的地在同一區域的區域內 O-D，必須將國內直接需求模式劃分為兩個層級：區域內模式和區域間模式，以避免重複考慮區域屬性的影響。另外，由於結構方程模式是一種驗證性建模方法，因此模式適合度在很大的程度上取決於資料探勘時所獲得的資訊，以及資料處理的領域知識。最後，並非所有貨運量分布都遵循相同的模式和特性，還需對數據中許多零值做適當處理以確保估計的一致性。因此，需要將 O-D 分成多個集群建模，其分群的靈活性也是此模式的優勢之一。

而供應鏈模式需要先枚舉企業取得供應商和買方清單，接著將買賣雙方進行配對以得貨運之起迄點，此問題應用市場出清機制 (Market-clearing Mechanisms) 將商品或服務從市場上一組潛在的賣家分配給一組潛在的買家，並利用演算法對供應商選擇的過程進行建模，上述過程可以分為至少四種方法如：計量經濟學、最佳化、拍賣法及混合模式。美國聯邦公路管理局在貨運需求建模及數據改進手冊 (FHWA, 2017) 中為了確保計算效率，主要採用 ACE (Agent-based Computational Economics) 市場出清機制和 RPA (Roth-Peranson Hospital/residents Algorithm) 拍賣演算法，買賣雙方互相以價格、距離、容量等標準進行排序，最後由市場出清機制進行配對。此方法需要充分且全面的調查數據，瞭解不同規模、產業公司的決策過程和標準，以對買賣雙方的排序過程和互動進行建模。

表 2.3-12 城際貨運需求貨運量分布各分析方法優劣比較

研究方法	優勢	劣勢	參考文獻
重力模式	- 廣泛應用於運輸研究	- 難以取得完整之基準年 O-D 矩陣	- NASEM ^[35] (2008) - Duanmu <i>et al.</i> ^[45] (2012)
結構方程模式	- 應用靈活 - 可解釋測量變數及潛在變數之間的關係	- 模式架構仰賴分析人員的專業知識及假設	- FHWA ^[36] (2019)
供應鏈模式	- 反映個體行為，較總體模式精確	- 企業數據難以蒐集 - 運算複雜度隨代理數量上升	- FHWA ^[35] (2017)

三、運具分派相關研究

1. 需求彈性模式

Morton^[46](1969) 以時間序列資料為基礎，透過迴歸分析來估計美國二戰後鐵路與卡車之城際貨運需求。在貨運量與運具費率方面，鐵路係取自美國州際商會 (Interstate Commerce Commission, ICC) 所發布之資料，而卡車則是透過美國運輸協會 (Transportation Association of America, TAA) 公開之估算數據。另外，各州國民生產毛額的統計資料係取自美國統計摘要 (U.S. Statistical Abstract) 期刊。

Kulshreshtha *et al.* ^[47](2001) 探討印度鐵路貨運需求與其影響經濟變量之間的長期結構關係。研究中所採用之所有變量均使用年度時間序列資料，包含鐵路噸公里、國內生產總額、貨物每噸公里運費和登記貨車數量等。其中，噸公里及每噸公里運費的數據來源為印度鐵路年鑑，而貨車數量與 GDP 數據則從印度政府所提供之開放資料中取得，資料來源彙整如表 2.3-13 所示。

表 2.3-13 城際貨運需求運具分派之需求彈性模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Morton ^[46] (1969)	- 運具費率 - 國民生產毛額	- 鐵路或卡車貨運量	- 美國州際商會(ICC) - 美國運輸協會(TAA) - 美國統計摘要
Kulshreshtha <i>et al.</i> ^[47] (2001)	- 運具費率 - 登記貨車數量 - 國內生產總額	- 鐵路貨運量	- 印度鐵路年鑑 - 印度政府資料

2. 增量羅吉特模式

在 NASEM^[35](2008) 報告書中，佛羅里達州四步驟商品模式之運具分派步驟係採用增量羅吉特選擇模式之形式。該模式以 TRANSEARCH 數據庫中標識的基本運具比例為基礎，並假設水運與空運比例固定不變。對於所有 O-D 對，每種商品組中卡車、整車鐵路和複合運輸的運具比例是透過增量羅吉特模式調整而來，其效用函數的自變數包含運輸時間乘以每噸商品價值及運輸成本，這些資料皆可由 TRANSEARCH 數據庫中取得。

在 FHWA^[36](2019) 報告書中，加州四步驟商品模式之運具分派模組包括用於卡車、鐵路及卡車鐵路複合運輸的增量羅吉特模式，和用於管道、包裹、國內水運及空運卡車複合運輸的固定因子模式。增量羅吉特模式利用基準年和未來年的網路服務水準、其他經濟解釋變數和基準年的運具比例做為自變數。其中運輸網路數據包括運具之運輸成本、時間可從政府運輸部門之統計資料取得，另外，還需對不同商品之時間價值參數進行估計。在使用增量羅吉特模式時，只需要對預期未來效用會改變的運具建模。在此案例，只有卡車和鐵路預計會發生變化；空運和水運的效用通常不會改變，因此使用固定因子模式，資料來源彙整如表 2.3-14 所示。

表 2.3-14 城際貨運需求運具分派之增量羅吉特模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
NASEM ^[35] (2008)	- 運具運輸成本 - 運具運輸時間 - 每噸商品價值	- 各運具之年商品 流量(噸)	- TRANSEARCH
FHWA ^[36] (2019)	- 運具運輸成本 - 運具運輸時間 - 商品流量	- 各運具之年商品 流量(噸)	- 陸面運輸委員會 (STB) - 加州交通部 - 水運商業統計

3. 多項羅吉特模式

Nicholson *et al.* ^[48](2020) 提出一個曼谷到清邁間城際貨運運具選擇的模式，以多項羅吉特模式表示業者選擇不同運具的機率，探討高鐵引入後對曼谷到清邁的城際貨運之運具選擇的影響。該研究從 800 名承運商、批發商及零售業者收集敘述性偏好問卷以開發模式，並以運輸成本、運輸時間、延遲時間及服務頻率做為變數來估計效用函數，資料來源彙整如表 2.3-15 所示。

表 2.3-15 城際貨運需求運具分派之多項羅吉特模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Nicholson <i>et al.</i> ^[48] (2020)	- 運具運輸成本 - 運具運輸時間 - 延遲時間 - 服務頻率	- 運具選擇	- 敘述性偏好問卷調查

在估計不同運具的貨運量或貨運旅次時，主要採用需求彈性模式和個體選擇模式，其中個體選擇模式又分為增量羅吉特和多項羅吉特兩種方法。各種分析方法之優劣比較如表 2.3-16 所示。

首先，需求彈性模式假設運具選擇取決於總物流成本 (Total Logistic Cost，包括運輸成本和物流成本)，利用迴歸分析計算運具的價格彈性或交叉彈性，瞭解成本如何影響託運人對不同運具的需求量，用來估計貨物如何被分配到不同運具，同時也能瞭解運具間的競爭關係。此方法的數據可透過觀察歷史資料或概略估計，資料取得容易，適合用於初期規劃階段，但無法分析多個影響需求的因素，因此解釋能力有限。

個體選擇模式也稱為隨機效用模式，一般常見的數學模式為羅吉特模式和普羅比模式。效用模式的係數包括託運人對不同運輸時間和運輸成本的敏感度，通常透過瞭解起迄點之間某運具使用比例與競爭運具效用之間的關係來開發模式，以模擬起迄點中託運人使用不同運具之決策，估計起迄對中各運具之使用比例。儘管運具選擇模式在客運經常被使用，但資訊的適當性和取得成本使得貨運旅次中的運具選擇模式難以估計。在沒有完整的貨運運具選擇模式之下，羅吉特選擇模式的增量形式可做為一種選擇。其只需要針對預期未來效用會改變的運具建立羅吉特模式，其他運具則採固定因子模式，在操作成本和解釋能力之間取得平衡。從另一方面來看，增量羅吉特模式假設部分運具之效用固定不變，因此無法捕捉新運具對既有運具的影響。

多項羅吉特模式之數據可利用市場調查、顯示性偏好等，研究貨物運輸運具選擇的行為，也因此資料的取得成本較高，但估計結果也較為精確。一種方法為透過問卷取得託運人在不同情境下的方案選擇，瞭解影響其決策的變數像是運具、個體及服務等之屬性，最後，以調查結果構建託運人的運具偏好矩陣，瞭解不同因素的重要性，並估計不同運具選擇的比例。另外，也能透過關注承運方或託運方的運具選擇行為來預測需求，其假設個體以效用最大化來選擇運具，與前一種方法不同的是它透過顯示性偏好取得資料而非敘

述性偏好，更能瞭解個體的實際行為。

表 2.3-16 城際貨運需求運具分派各分析方法優劣比較

研究方法	優勢	劣勢	參考文獻
需求彈性模式	- 可透過觀察或估計取得資料 - 可用於短期或長期分析 - 可用於初期規劃階段	- 難以分析多個影響需求的因素	- Morton^[46](1969) - Kulshreshtha <i>et al.</i>^[47](2001)
增量羅吉特模式	- 權衡操作成本及預測精確度	- 無法捕捉新運具的影響	- NASEM^[35](2008) - FHWA^[36](2019)
多項羅吉特模式	- 估計不同運具在網路上的貨運需求 - 較總體模式精確	- 成本密集 - 個體數據難以蒐集	- Nicholson <i>et al.</i>^[48](2020)

四、交通量指派相關研究

1. 流量均衡模式

貨運流量均衡主要以最小化總運輸成本為目標，將商品流量分配到特定運具和路線。Ham *et al.*^[49](2005) 建構了一個結合投入產出和運輸網路的模式，按商品預測公路和鐵路區域間的貨運量和網路流量。此模式使用了投入產出係數、最終需求，以及 13 種商品、36 個區域、公路和鐵路的商品總出貨量來估計。其中，商品運輸數據自美國普查局與運輸統計局 (Bureau of Transportation Statistics, BTS) 取得，包含了 50 個州和更小的區域經濟體 (National Transportation Analysis Regions, NTAR) 之間的運輸資料；運輸網路則由美國州際公路和鐵路系統組成，數據來自美國交通部，包含運輸網路之節點、節線以及容量限制，資料來源彙整如表 2.3-17 所示。

表 2.3-17 城際貨運需求交通量指派之流量均衡模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Ham <i>et al.</i> ^[49] (2005)	- 商品投入、產出 - 運輸網路容量、長度等	- 貨運量	- 美國普查局 - 運輸統計局 (BTS) - 美國交通部

2. 個體選擇模式

Thoen *et al.* ^[50](2020) 利用隨機效用模式和迭代演算法來估計貨運旅次中途停靠的站數及總距離。其模式參數使用荷蘭統計局龐大且全面的數據庫來估計。該原始數據庫涵蓋荷蘭私人承運商超過260萬筆的貨運調查數據，除了運輸數據外，該研究還使用了土地使用資料、就業數據，來區分城市和零售區，以及確定不同區域的轉運和配送活動，資料來源彙整如表 2.3-18 所示。

表 2.3-18 城際貨運需求交通量指派之個體選擇模式資料來源彙整

文獻來源	自變數	應變數	資料來源
Thoen <i>et al.</i> ^[50] (2020)	- 貨物大小 - 貨車容量 - 貨物種類 - 運輸時間、成本、距離 - 轉運及起迄點 - 土地使用資料 - 就業數據	- 貨運旅次中途停靠站數及總距離	- 承運商調查數據 - 荷蘭統計局

最後，在交通量指派這個步驟主要使用流量均衡模式及個體選擇模式。各分析方法之優劣比較如表 2.3-19 所示。流量均衡模式能夠預測貨運需求如何在運具（或承運人）和特定起迄之間分配，和彈性模式一樣可以和總貨運需求模式結合使用。此模式考慮整個貨運系統，即生產者、消費者、託運人、承運人和政府間的互動。主要透過貨運網路均衡或空間價格均衡兩種方法來建模，以最小化總運輸成本或價格均衡為目標，將商品流量分配到特定運具和路線。

個體選擇模式是較為新興的貨運需求預測方法，它透過關注個體決策行為，較傳統的總體需求模式更進一步地估計貨運旅次的數量及行程鏈，一般結合羅吉特模式和演算法來迭代生成貨運旅次，可以區分不同路線的貨運需求，也能更精確地按運具、貨物及起迄估計。其要求的數據水平也相對高，包括紙本調查、GPS 資料、車輛監控數據及貨運日誌等，高度依賴個體及企業資料，因此在數據開發的過程需要良好的規劃部署，以確保成本效率。

表 2.3-19 城際貨運需求交通量指派各分析方法優劣比較

研究方法	優勢	劣勢	參考文獻
流量均衡模式	- 適用於大範圍地理區域 - 考慮貨運系統中不同角色的互動	- 要求假設託運人和承運人之間資訊共享、透明	- Ham <i>et al.</i> ^[49] (2005)
個體選擇模式	- 較總體模式精確	- 成本密集 - 個體數據難以蒐集 - 缺乏可移轉性	- Thoen <i>et al.</i> ^[50] (2020)

2.3.4 城際貨運需求分析個案探討

本節以個案探討，描述如何在實際貨運規劃情境中應用四步驟商品模式，即城際貨運需求分析在後續研究所預計採用之模式。首先，本計畫選擇了兩個使用四步驟商品模式的美國個案，分別為 Forecast Statewide Freight Toolkit (NASEM^[35], 2008) 中的佛羅里達城際公路貨運模式 (Florida Intermodal Statewide Highway Freight Model, FISHFM)，以及 Quick Response Freight Methods (FHWA^[36], 2019) 中的加州全州貨運預測模式 (California Statewide Freight Forecasting Model, CSFFM)。再則，本計畫亦參考兩個日本個案，分別為日本國土交通省^{[37][38]}(2001; 2020)的日本國內貨運需求分析，以及日本國內城際貨運的中長期(2010 年)需求趨勢預測(遠藤弘太郎等人^[39], 2001)。

雖美國、日本等國家之社經特性與國內不盡相同，其貨運發展模式也有所不同，然在本節介紹的四個案例中，美國之佛羅里達州位於美國東南端墨西哥的沿岸地區，該州南部擁有「美洲貨運窗口」之稱的邁阿密港和邁阿密國際機場，而加利福尼亞州(以下簡稱加州)位於美國西部太平洋沿岸，其擁有廣泛的貨運鐵路網路，可透過水運、空運和卡車運輸貨物，同時也是美國最大的貨運目的地，為全球貿易的主要門戶和交通樞紐。有鑒於上述兩者包含與國內較類似之沿海地理特性，且具有完整的複合運輸網路，故可做為本計畫在城際貨運分析架構之重要參考案例。相較於美國因幅員廣大故多以州為單位分析貨運量，日本則多是以國家為單位分析貨運量，考量日本做為海島國家之特性與臺灣更為相似，故其分析架構及規劃結果亦有助於國內做為發展貨運需求分析及貨運運輸規劃架構之參考。基此，以下將分別針對四個貨運需求分析案例在各步驟所使用的研究方法、數據和資料來源進行說明。

1. 佛羅里達城際公路貨運模式(Florida Intermodal Statewide Highway Freight Model, FISHFM)

佛羅里達城際公路貨運模式 (FISHFM) 係以四步驟商品模式為建模基礎，其流程圖如圖 2.3.1，各步驟資料來源彙整如表 2.3-20 所示。該模式主要目的是用來預測佛羅里達州高速公路上的卡車貨運量，但由於其他運具的數據和預測也同樣重要，故在這模式中亦會預測貨運在其他運具之間的分配和路線。首先在建立四步驟商品模式前，該個案先將 TRANSEARCH 數據庫中特徵相似的商品類別進行合併，其商品類別是以標準運輸商品代號 (Standard Transportation Commodity Code, STCC) 為單位，總共分成 14 個商品組。

接著，在貨運量產生與吸引這階段，係透過線性迴歸對佛羅里達州各商品組之貨運量產生與吸引建模，以估計出每種商品組所有運具的總貨運產生與吸引量。在貨運量產生模式當中，每種商品組皆是以該商品組對應到標準產業分類 (Standard Industrial Classification, SIC) 之就業數做為自變數；而貨運量吸引模式則是先用投入產出 (I/O) 模式確定該商品組的主要消費者，接著再用該產業的 SIC 就業數當作自變數。但部分商品組可能因商品特性，其自變數是使用人口數，或是將就業數與人口數皆納入模式中。在資料取得方面，現有貨運量是從 TRANSEARCH 數據庫中獲得，人口數則從美國人口普查局取得，而就業數是由區域經濟資訊系統 (Regional Economic Information System) 與縣商業型態 (County Business Pattern, CBP) 取得。人口與就業數據的基準年用於校準貨運量產生與吸引等式，而未來年則是用於建構貨運量產生與吸引等式，以預測未來幾年將產生的貨運數，惟這些數據不可用或不適合預測佛羅里達州以外地區的貨運量。

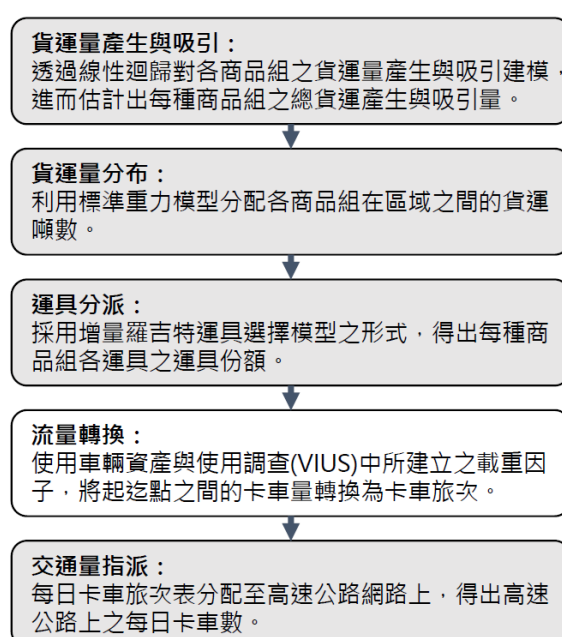
在貨運量分布階段，係利用標準重力模式分配各商品組在區域之間的貨運噸數。在這重力模式當中，妨礙函數 (Deterrence Function) 是使用阻抗變數 (Impedance Variable) 的指數衰減函數 (Exponential Decay Function) 來計算摩擦因子 (Friction Factor)，以英里為單位的距離用於確定阻抗變數。而各項商品組區域之間的平均旅次距離是直接從 TRANSEARCH 數據庫中取得。當平均旅次距離越長，其妨礙函數值就越小，成反比關係。

而在運具分派階段，係採用增量羅吉特運具選擇模式之形式。該模式以 TRANSEARCH 數據庫中標識的基本運具比例為基礎，並假設水運與空運比例固定不變。對於所有 OD 對，每種商品組中卡車、整車鐵路和複合運輸的運具比例是透過增量羅吉特模式調整而

來。其中，效用函數的自變數包含運輸時間乘以每噸商品價值及運輸成本，這些資料皆可由 TRANSEARCH 數據庫中取得。

然而，由於佛羅里達州四步驟商品模式之主要目的在於預測高速公路上之貨運卡車量，故須將估算而得之卡車年商品流量轉換為每日卡車旅次數，在此是使用車輛存量與使用調查 (Vehicle Inventory and Use Survey, VIUS) 中佛羅里達數據所建立的載重因子，將起迄點之間的卡車量轉換為卡車旅次。

最後為交通量指派階段，本階段將轉換後的每日卡車旅次表分配至佛羅里達州高速公路網路上，得出高速公路上之每日卡車數。其中，貨運卡車是根據自由車流路徑分配的。



*灰底為四步驟商品模型主要程序

資料來源：NASEM^[35] (2008)

圖 2.3.1 佛羅里達城際公路貨運模式之流程圖

表 2.3-20 佛羅里達城際公路貨運模式之各步驟資料來源彙整

步驟	研究方法	自變數	應變數	資料來源
貨運量產生與吸引	線性迴歸	- 縣就業數 - 縣人口數	- 商品年產生量 (噸) - 商品年吸引量 (噸)	- TRANSEARCH - 美國普查局 - 區域經濟資訊系統 - 縣商業型態 (CBP)
貨運量分布	重力模式	- 商品平均旅次距離	- 起迄間年商品流量 (噸)	- TRANSEARCH
運具分派	增量羅吉特模式	- 運具運輸時間 - 運具運輸成本 - 每噸商品價值	- 各運具之年商品流量 (噸)	- TRANSEARCH - 車輛存量與使用調查 (VIUS)
交通量指派	自由車流路徑	- 每日卡車旅次表	- 高速公路上之每日卡車數	- The Existing Statewide Model highway network - The National Highway Planning Network

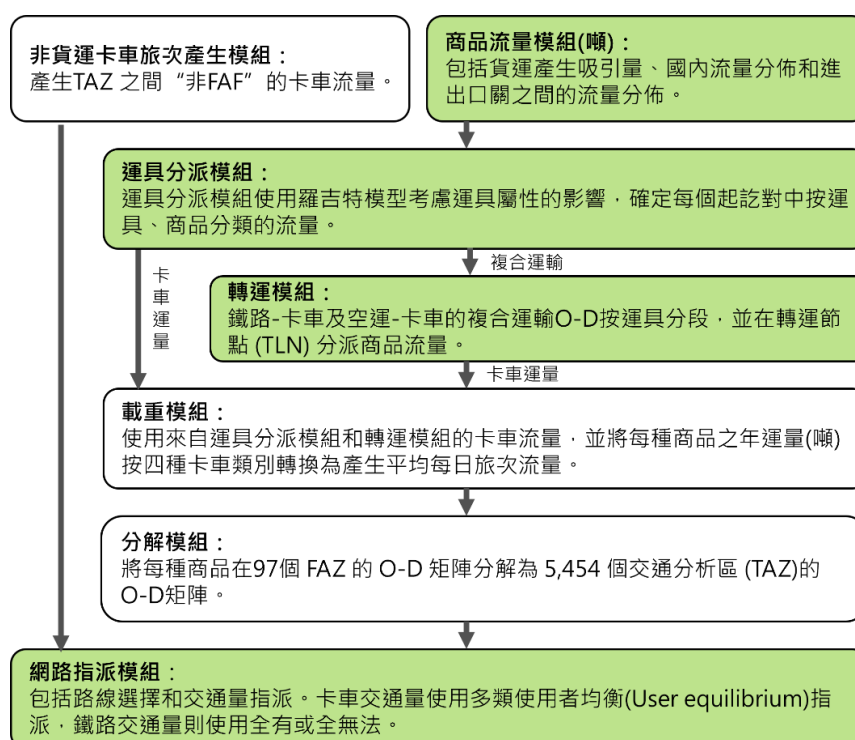
資料來源：NASEM^[35] (2008)

2. 加州全州貨運預測模式 (California Statewide Freight Forecasting Model, CSFFM)

一直以來，加州都致力於研擬各種策略和法規來減少二氧化碳和溫室氣體排放，為了更好地評估不同運輸系統的效能和其對於環境的影響，政策制定者必須能夠分析各種和貨物流動相關的議題（如：經濟、社會和環境政策）。於是，加州交通部 (Caltrans) 在 2007 年開發了加州全州貨運預測模式 (California Statewide Freight Forecasting Model, CSFFM 1.0)。多年來，CSFFM 持續更新和改進。最新版本 CSFFM 3.0 與加州全州旅行需求模式 (California Statewide Travel Demand Model, CSTDM) 整合，並在 2015 年進行校準和驗證，以及 2020、2040 和 2050 年之預測。

CSFFM 是一種多商品多運具的四步驟模式，用於預測加州內貨運車輛和商品流動。對於商品別，其將 FAF 使用兩位數標準運輸貨物分類 (Standard Classification of Transported Goods, SCTG) 的商品類別進行匯總，分為 15 個商品類別。在公路運輸部分，根據車輛淨重等級 (Gross Vehicle Weight Rating, GVWR)，分為四種重型卡車類別 (C1：10k-14k lbs，C2：14k-26k lbs.，C3：26k-33k lbs.和 C4：>33k lbs)。此模式能夠評估政策對運輸系統的影響及其效能，考慮社會經濟條件、與貨運相關的土地使用政策、環境政策和多種運輸基礎設施投資，以供政府單位參考使用。此模式共有七個核心模組：商品流量模組、運具分派模組、轉運模組、載重模組、分解模組、非貨運卡車模組和交通量指派模組，如圖 2.3.2 所示。

在數據準備的部分，CSFFM 使用貨運分析架構第 4 版 (FAF4) 做為主要數據來源。在加州內共六個 FAF4 區域之間的流量以貨運分區 (Freight Analysis Zones, FAZ)、港口和複合運輸設施為單位分解。由於在貨運需求預測的模式中有許多變數的數據在較小的交通分區 (Traffic Analysis Zones, TAZ) 中不易取得，例如農業普查的數據。因此只能先以 FAZ 做為分析單位，估計出流量或旅次 O-D 表後，再以分解模組將流量分解到 FAZ 內的各個交通分區和客運模式合併。在 FAZ 定義上，此案例主要以縣和城市等較小之行政區劃分做為 FAZ，符合都市規劃組織之定義及地理邊界。



資料來源：FHWA^[36] (2019)

圖 2.3.2 加州全州貨運預測模式之流程圖

首先，商品流量模組包括總產生量、國內流量分布和進出口流量分布，此模組考慮人口和經濟數據以及阻抗變數 (即運輸時間和成本)，使用結構迴歸模式估計各商品的貨運量產生、吸引和分布。接著以運具分派模組確定每個起迄對中每個運具的比例，使用增量羅吉特模式來評估運具屬性變化的影響。其中，使用複合運輸的貨運流量進入轉運模組，將複合運輸的起迄按運具分段，考慮運輸物流節點 (TLN) 的容量、轉運成本、以及整體成本結構和效能等等來選擇轉運點，並在 TLN 分配商品流量。

載重模組用來將每年商品噸位流量轉換為每日卡車旅次流量，主要以 2017 年加州車輛存量與使用調查 (CA-VIUS) 做為數據來源。

根據 CA-VIUS 的調查樣本，其將所有 O-D 分為五個距離組，計算各個距離組中的四種卡車類別之流量比例，如表 2.3-21 所示；同時計算按四種卡車類別和 15 種商品別交叉分類的有效載重估計值，如表 2.3-22 所示。對於每個商品組，將每年商品噸位流量依據季節性或直接平均分配至 295 個工作日，轉為每日商品噸位流量；再分別乘上該 O-D 所屬距離組之四種卡車比例，並以該類卡車運送該商品之平均載重因子，產生四種卡車類別的平均每日旅次流量。

表 2.3-21 CA-VIUS 按距離、卡車類別分類之流量比例

INDEX	MIN	MAX	10 to 14 GVWR	14 to 26 GVWR	26 to 33 GVWR	GVWR >33
1	0	50	0.13	0.34	0.08	0.45
2	50	100	0.10	0.26	0.11	0.52
3	100	200	0.06	0.19	0.09	0.66
4	200	500	0.01	0.08	0.04	0.87
5	500	1000000	0.00	0.03	0.02	0.95

資料來源：FHWA^[36](2019)

表 2.3-22 CA-VIUS 按卡車類別和商品分類之平均載重

Commodity Group	C1 10<GVWR ≤14	C2 14<GVWR ≤26	C3 26<GVWR ≤33	C4 GVWR >33
1. Agricultural products	4,500	8,000	17,000	43,000
2. Wood and paper products	3,500	6,500	14,500	39,000
3. Crude petroleum	1,000	8,000		41,000
4. Fuel and oil products	4,500	6,500		46,500
5. Gravel/sand	3,500	7,000	16,000	30,500
6. Coal and metallic ore	4,500	8,000	13,000	40,500
7. Food, beverage, tobacco products	4,000	7,000	13,000	46,500
8. Manufactured products	4,000	7,500	17,000	48,000
9. Chemical, pharmaceutical	3,000	5,500	8,500	46,000
10. Nonmetal mineral products	4,000	6,500	14,000	37,500
11. Metal manufactured products	4,500	7,000	14,000	41,000
12. Waste material	4,000	7,500	19,000	44,000
13. Electronics	5,000	6,500	13,500	40,000
14. Transportation equipment	3,500	6,500	13,000	41,500
15. Logs and Lumber	3,500	7,500	16,000	42,500

資料來源：FHWA^[36](2019)

分解模組將 97 個貨運分區 (FAZ) 中的 O-D 矩陣分解為 5,454 個交通分析區 (TAZ) 的 O-D 矩陣。一個貨運分區中可能包含多個交通分區，分解時應用交通分區可得的數據做為分解因子，例如使用特定產業之就業數。將 FAZ 的旅次產生和吸引依據該產業在各 TAZ 中的就業數比例進行分配。非貨運卡車旅次模組用以產生 TAZ 之間的「非 FAF」卡車流量，即未包含於 FAF 數據中之卡車流量，例如：空卡車、服務卡車、多功能卡車、建築和搬運卡車、本地送貨卡車，或任何其他根據定義不包含在 FAF 數據庫中的卡車流量。最後，交通量指派包括路線選擇和流量分配，使用多類使用者均衡分配將卡車流量指派到公路網路，鐵路網路則使用全有或全無法進行分配，

各步驟資料來源彙整如表 2.3-23 所示。

表 2.3-23 加州全州貨運預測模式之各步驟資料來源彙整

模式	研究方法	自變數	應變數	資料來源
貨運量產生與吸引	結構迴歸模式	- 產業大小及類型 - 人口統計 - 就業統計 - 社經變數	- 商品年產生量(噸) - 商品年吸引量(噸)	- 縣商業型態(CBP) - 加州交通部
貨運量分布	結構迴歸模式	- 商品運輸時間 - 商品運輸成本 - 其他產業對商品的影響	- 起迄間年商品流量(噸)	- 商品流量調查(CFS) - FAF - TRANSEARCH
運具分派	增量羅吉特模式、固定因子模式	- 運具運輸成本 - 運具運輸時間	- 各運具之年商品流量(噸)	- 陸面運輸委員會(STB) - 加州交通部 - 水運商業統計(Waterborne Commerce Statistics Database)
交通量指派	使用者均衡、全有或全無	- 時間變數(Time-of-Day) - 網路容量 - 壅塞速度	- 運輸網路流量	- 車輛存量與使用調查(VIUS) - 國家運輸數據庫(NTAD)

資料來源：FHWA^[36](2019)；本計畫整理。

3. 日本國土交通省長期貨運需求預測模式

日本國土交通省在預測 2010 年日本國內客運與貨運需求時(日本國土交通省^[37]，2001)，其重點在於旅客或貨物流動的起迄點，使得經濟社會條件和運輸條件的變化能夠反映在運輸量上。在貨運方面，基本上以四步驟模式(貨運量產生與吸引、貨運量分布、運具分派和交通量指派)為基礎進行日本國內貨運需求分析。分析時以縣為單位劃分為 50 個區域(北海道劃分為 4 個區域)，並使用全國總值做為控制總量，計算每個區域的貨運量產生量與吸引量，區域之間和區域內的分布量。然後，依據各運具使用成本將計算所得的量分配到各運具，最後將淨流量換算為總流量，得到各運具的貨運需求量。對於貨運，針對 15 個商品項目中的每一個商品項目進行貨運需求預測。

2020 年的日本國內貨運需求預測值為根據假設的社會經濟條件的不確定性等做為「參考值」以進行計算(日本國土交通省^[38]，2020)。2020 年各運具的運輸噸位為依據 2010 年的預測結果及由 1997 年的實際值所設定的 GDP 彈性值以進行預測。此外，各運具的貨運延噸公里預測為根據 2010 年的預測結果計算平均運輸距離，乘以預測運輸噸位，以進行預測。

4. 日本國內城際貨運中長期需求預測模式

遠藤弘太郎等人^[39](2001)建立一貨運運輸規劃模式以預測日本國內城際貨運的中長期(2010 年)需求趨勢。此模式以日本國內鐵路、汽車和海運的貨物運輸為對象，而不包括空運貨物運輸。此模式為以淨流量資料為基礎的四步驟模式進行貨運需求預測，然後最終轉換為總流量基礎的架構。模式的整體結構說明如下列所示(遠藤弘太郎等人^[39]，2001)：

- (1) 貨運量產生：預測全國貨運淨流量，其依據的商品項目為國內產品與進口/出口。
- (2) 彙整：預測各商品項目的各區域貨運量產生與吸引。
- (3) 貨運量分布：預測各商品項目的區域間淨流量。
- (4) 運具選擇與路徑選擇：預測各運具淨流量與國內貿易單元負載(unit load)路線淨流量。

基本的地區劃分以都道府縣為單位，只有北海道分為四個區域，全國有 50 個區域劃分。但是，在以運具預測貨運需求時，根據地方的生活區域來評估航運的港口選擇，以全國 251 個區為單位進行分析。商品項目的區分基本上為基於表 2.3-24 的 49 個部門，實際區分為 47 個部門，因為不包含廢棄物和原油兩個部門。

表 2.3-24 基本商品項目分類

品目区分	品目区分（47 部門：廃棄物，原油を除く）
農水產品	穀物，野菜・果物，畜產品，水產品，その他農產品
林產品	原木，製材，薪炭，その他の林產品
鉱產品	石炭，金属鉱，石灰石，非金属鉱物
砂利・砂・石材	砂利・砂・石材
鉄鋼	鉄鋼
金属・金属製品	非鉄金属，金属製品（金属製輸送容器を除く）
機械工業品	産業機械，電気機械，その他機械
輸送機械	自動車，輸送機械
石油・石炭製品	重油，揮発油，その他石油，石炭製品，その他石油製品
窯業・土石製品	セメント，セメント製品，ガラス・ガラス製品，その他の窯業品
生コンクリート	生コンクリート
化学工業品	化学薬品，化学肥料，染料・顔料・塗料，合成樹脂，動物性油脂，その他の化学工業品
軽工業品	紙，パルプ，糸，織物
製造食料品	製造食品，飲料
雑工業品	日用品，木製品，その他の製造工業品（取り合わせ品を含む），動植物生飼肥料

資料來源：遠藤弘太郎等人^[39](2001)。

2.3.5 城際貨運需求分析資料來源

就目前本計畫於城際貨運範圍所蒐集之文獻及個案，規劃成果較完整且資料來源較容易掌握的多是以美國案例為主，例如以美國州際或美國各縣之間的貨運流動為分析單位之相關研究。在這些貨運規劃和貨運需求建模的過程中，數據做為貨運規劃和貨運需求建模輸入的關鍵要素，規劃者和建模者必須考慮國家、地方和私人數據在使用上的平衡。貨運規劃和預測中使用的數據主要來自公開來源，例如美國聯邦公路管理局 (FHWA) 的貨運分析架構 (FAF)。此類國家數據集通常是最完整和可得的，但在進行地方或區域層面分析時，他們缺乏其所需之更具體、更詳細的資訊。而區域數據來源便能提供更完整的資訊，相對而言，它要求的數據收集和維護作業使其成本更加昂貴。最後，私人部門的數據可以提供對供應鏈的洞察，但鑒於這些數據源的隱私和保密問題，較難取得完整資料，無法將它做為主要之數據來源。

在文獻回顧及以上兩個美國貨運需求分析個案中，主要使用 FAF 跟 TRANSEARCH 兩種貨運統計的數據庫去做校估或是基準年的輸入。此類貨運統計中常見的欄位包含貨運的運具、商品種類、流量 (價值、噸數) 以及起迄的資訊，不同之處在於各數據庫所使用的商品、產業類別和其主要的數據來源。以下將分別就這兩個數據庫進行說明，並透過表 2.3-25 彙整數據庫之特性，以便在相同維度比較兩個數據庫的編制和用途。

表 2.3-25 FAF 及 TRANSEARCH 數據庫比較

數據庫說明	Freight Analysis Framework (FAF)	TRANSEARCH
機構/來源	FHWA	IHS Markit
描述	FAF 創建各州和主要大都會地區之間所有運輸方式的貨運流動。其中可用的欄位包括按運具、商品類別分類，在各州之間和州內往返的國內流量，或 123 個國內 FAF 地區和 8 個國外地區間進出口流量的價值、噸數和距離。	TRANSEARCH 是用於貨運建模和預測的美國縣級貨運數據的年度數據庫。包括美國各縣之間 450 多種商品和七種運輸方式的貨運流量起迄和重量。
地理層級	由 OMB 和“其他州”定義的綜合統計區或大都會統計區。	美國各縣和部分 BEA 地區。
流量起迄	以貨運生產、消費為旅程起迄。	以貨運停靠點為旅次起迄。
運輸模式	卡車、鐵路、空運、水運、管道、複合運輸、其他/未知。	卡車、鐵路、空運、水運、複合運輸、其他。
商品分類	採 SCTG 商品分類，15 個大分類、43 種細類別。	採 STCC 商品分類，約 500 種類別。
更新頻率	自 2006 年起每五年一次。	自 1995 年起每年發布。
數據取得	免費且對所有人公開，在使用上不受限制。	定價位於 \$28,000 - \$200,000 之間，用戶須經過政府機關核准，且使用上須遵守合約內容。
數據用途	可了解美國境內各地區之間以及美國與世界其他地區之間的貨運流動。	用於分析不同時間下貨物流動的趨勢，預測未來需求，並模擬商品和車輛在空間上的流動模式。
數據限制	時間和空間分辨率低(時空分析單位大)，難以考慮較小的地理層級和經濟波動。	其開發方法對數據庫的用戶較不透明。
提供預測	有	有

1. 貨運分析架構 (Freight Analysis Framework, FAF)

貨運分析架構 (FAF) 由美國聯邦公路管理局 (FHWA) 與運輸統計局(BTS) 合作開發、維護，以對貨運需求有更好地瞭解，評估其對地面運輸系統的影響，並制定政策和規劃以提高貨運效率。在應用層面，FAF 紀錄並預測美國境內貨運的規模和地理分布，分析貨運流量和網路的變化，以反映國家和地區貨運供需之落差，並詳細介紹了貨運路廊和節點在區域上的重要性。FAF 的第一個版本於 2002 年發行，其基準年為 1998 年，與後來的版本不同，它以 TRANSEARCH 為主要數據來源。自 2006 年以來，FAF 改以商品流量調查 (CFS) 為基礎，並以五年為週期發布。

FAF 從第二版 (FAF2) 開始報告在地區之間的貨運流動，這些地區為 CFS 中所包含之美國州份，以及來往加拿大、墨西哥、拉丁美洲、亞洲、歐洲、中東和世界其他地區之國際貨運流動。基於對貨

運託運人的調查，其整合了多種的數據來源，收集美國各州特定產業(製造、礦業、批發和部分零售業)的貨運數據包括起迄、商品種類、價值、重量、使用運具和運輸距離。和 CFS 相同，它使用 SCTG 商品分類並提供了七個運具類別(卡車、鐵路、水運、空運、管道、複合運輸以及其他/未知)的商品數據。

FAF 的開發完全基於公開透明的數據來源和方法，且已被擴展至涵蓋所有運具和大量的貨物來源。同時，它還包含從基準年起算 33 年內，每五年為週期的貨運流量預測(例如，以 2012 年為基準年的 FAF4 包括至 2045 年的預測)，並於 FHWA 網站提供完整的數據庫和文件。該數據庫可被轉換為起迄表，對於大多數在高速公路上的卡車貨運，FAF 進一步將卡車貨運起迄表指派到高速公路網路，提供每日卡車流量的報告。

2. TRANSEARCH

TRANSEARCH 是由 IHS Markit 編制，私人維護的美國城際貨運流量市場研究數據。其從聯邦、州、省級機構，以及貿易和工業團體、鐵路和汽車運輸公司取得貨運承運人的運輸樣本做為數據。在貨運方面，承運人是決定路線和網路流量的代理人，並不影響貨運起迄表中的貨運量產生或吸引。因此，此數據庫可反映難以從貨運起迄表或是託運人調查中得知的承運人決策。

TRANSEARCH 採用 STCC 商品分類，包括 450 多種商品和七種運輸方式，紀錄美國縣級貨運流量之起迄、重量、商品類別和使用運具。其中，TRANSEARCH 以單一運具報告貨運流量，以貨運旅程中運具改變的轉運點做為旅次的開始或結束，而非以旅程做為紀錄單位。

TRANSEARCH 數據為美國各機構公認最為詳細的商品流量數據，各州、都市規劃組織和 FHWA 經常使用其數據進行貨運規劃。然而，如何使用和解釋此數據庫存在一些限制。在運具方面，TRANSEARCH 中使用的運單數據僅限於與 I 類鐵路相關，因此其提供的鐵路運量可能較實際運量低。就其數據來源而言，TRANSEARCH 使用了多種數據來源，包含特定企業數據和其他公開可用的數據。為了建構自定義區域和項目的數據集，分析師會將這些數據合併，這種基於某些假設的合併過程有時會損害最終數據庫的準確性。例如，不同的數據源使用不同的分類，大多數經濟預測基於 NAICS 分類，商品數據則按 STCC 分類，這些分析科目在轉換時可能會導致數據被錯誤分類或缺失。且由於 TRANSEARCH 是

以單一運具為單位紀錄貨運資料，若託運人以複合運輸的方式運輸貨物，則分析人員必須確定一種運具做為主要運輸方式。因此，數據庫的準確性會取決於個別企業在報告其貨運活動時提供的詳細程度。最後，TRANSEARCH 在進出口貨運的紀錄較不齊全，也未記載石油、原油的進出口數據，對於國際貨運分析有其限制。

就數據取用的難易度而言，FAF 可免費取得，且對所有對象開放，在 FHWA 網站中更有方便使用者製表的工具；而 TRANSEARCH 的取得價格視所需資料之詳細程度(如：地理單位、商品分類)而定，在使用者的部分，其用戶必須先獲得美國交通部的批准，若要取用有鐵路運單資訊的版本還必須獲得陸面運輸委員會(STB)的許可，使用和發表時由於機密原則必須受到合約限制。

3. FAF 與 TRANSEARCH 比較

有鑒於以上兩個常用數據庫在編制和取用上之特性，以及本計畫在取得 TRANSEARCH 資料上之成本限制，故在此針對屬於公開資料，且同為國外個案分析主要資料來源之 FAF 進行說明。FAF 由政府機關編制，相較於 TRANSEARCH 多使用承運人調查數據，其透過彙整多個既有數據庫來建立資料，彙編方法和資料來源都更為公開透明，對於未來國內貨運數據庫之建構有較高的參考價值，以下簡要說明 FAF 各個資料來源的內容和主要欄位，彙整內容如表 2.3-26 所示。

FAF 以商品流量調查(CFS)做為主要資料來源，CFS 是由美國普查局、商務部、運輸統計局和交通部共同編製，提供美國貨物流動的資訊。其涵蓋的行業包括：製造、礦業、批發貿易以及特定零售和服務業，而運輸、建築、大多數零售和服務業、農漁業、外國機構和大多數政府機構皆未列入 CFS 調查資料中。其提供了這些行業運送的商品、價值、重量和運輸方式(卡車、鐵路、空運、水運、管道、其他)。在分析公共政策時可以使用 CFS 的數據進行交通規劃和決策，以評估對交通設施和服務的需求、能源使用、安全風險和環境問題。

接著，在經濟、產業統計資料的來源有縣商業型態和投入產出表、人口、就業、薪資等數據可以用來分析和判斷交通政策對經濟發展可能的貢獻，或是在貨運預測中和貨運統計數據結合，做為解釋變數來估計貨運產生率。縣商業型態(CBP)是由美國普查局每年按行業提供的地方經濟數據，包含各行業之企業數量、就業數以及薪資。其過去以縣為單位提供資料，如今已經有更小的地理單位，

以郵遞區號 (ZIP code) 為層級提供更詳細的數據。因此，CBP 對於研究小區域的經濟活動和分析經濟隨著時間的變化非常有用。收入數據為就業數據的有用補充資料，它們可以成為貨運需求中個人消費部分的主要輸入資料來源。而美國商務部經濟分析局 (BEA) 提供的投入產出表是衡量經濟中各個行業之間關係的一種經濟工具。投入產出表顯示了每個行業用於生產其產出的商品投入、每個行業生產的商品，以及中間和最終消費者對商品的使用。透過這些數據我們能夠將行業與商品進行對照來開發生產消費模式，從而確保模式中商品與行業之間的正確關聯。

各運具別的貨運統計資料上，分別是車輛存量與使用調查 (VIUS)、鐵路運單樣本、水運商業統計和航空承運商數據。首先是美國普查局的車輛存量與使用調查 (VIUS)，其提供美國私人與商業卡車車隊之車輛和營運數據。車輛數據包含中重型卡車的數量、車軸數、總車長與車身類型等；營運數據則包含經辦的商品、行駛距離與里程等。VIUS 數據對政府、企業、學術界和公眾具有相當大的價值。透過使用有關車輛數量、類型和用途的數據可以研究未來的交通成長並計算高速公路的收費和成本。這些數據對於評估高速公路用路人的安全風險、評估全國卡車車隊的能源效率，及其對環境的影響非常重要。

在鐵路運輸的部分，鐵路的貨運運單樣本是由陸面運輸委員會 (STB) 提供的分層樣本。運單是由鐵路承運人簽發的文件，提供與貨物託運有關的詳細資訊，通常包括發貨人和收貨人的姓名、發貨地、目的地、路線、裝運方式和運輸費用。其中，數據分為兩種詳細程度，一般公開的數據較粗略，而較詳細之機密數據僅能在特定條件下取得。STB 每年發布來自 I 類、II 類和部分 III 類鐵路的運單資訊，目前涵蓋了美國 99% 以上的鐵路運輸。

而水運貿易統計來自美國陸軍工程兵團 (United States Army Corps of Engineers, USACE)，其每年發布水運數據庫和水運貨物摘要報告，包括按服務類型分類之美國水運進出口價值和重量。USACE 透過對照美國普查局的貿易數據和美國海關船隻入境清關資料來編制這些統計數據。水運貿易統計提供美國及其領土內港口、水道和運河的船舶以及商品移動的詳細數據，並按地區、州、港口和航道匯總統計數據以進行比較。最後，美國運輸統計局 (Bureau of Transportation Statistics, BTS) 的 T-100 航空承運商統計數據包含了在美國，及其領土的機場間營運之美國航空公司所報告的每月數據。包括在出發機場登機、抵達機場下機的客貨和/或郵件的相關資訊，

以及承運商世界區號(Carrier World Area Code, WAC)。WAC 表示承運商的世界區域，可用於將美國承運商 (Carrier WAC < 100) 和外國承運商 (Carrier WAC > 100) 分組。

表 2.3-26 FAF 資料來源

FAF 使用資料	說明
主要資料	
商品流量調查 (Commodity Flow Survey, CFS)	基於託運人調查，收集美國各州裡特定產業 (製造、礦業、批發和部分零售業) 的貨運數據包括起迄、商品種類、價值、重量、使用運具和運輸距離。
經濟/產業統計	
縣商業型態 (County Business Patterns, CBP)	按行業分類的地方經濟數據。包括企業機構數量、就業人數、季度薪資單和年度薪資單。
投入產出表 (I/O Make and Use Table)	各產業之商品投入產出總額，顯示產業/商品之間的生產關係。
運具別貨運統計	
車輛存量與使用調查 (Vehicle Inventory and Use Survey, VIUS)	提供美國私人與商業卡車車隊之車輛和營運數據。車輛數據包含中重型卡車的數量、車軸數、總車長與車身類型等。營運數據則包含經辦的商品、行駛距離與里程等。
鐵路運單數據 (Carload Waybill Sample)	運單資訊包括運送時間、車載量、車種、商品種類、重量、起迄點等數據。
水運貿易統計 (Waterborne Commerce Statistics database)	包含國內外船舶之運輸資訊，從船舶營運公司取得船舶、噸位、商品、起迄等數據。
航空貨運統計 (T-100 U.S. and Foreign Air Carriers Traffic and Capacity Data)	包含了在美國，及其領土的機場間營運之美國航空公司所報告的數據。包括在出發機場登機、抵達機場下機的客貨和/或郵件的相關資訊，以及營運商的世界區號 (WAC)。

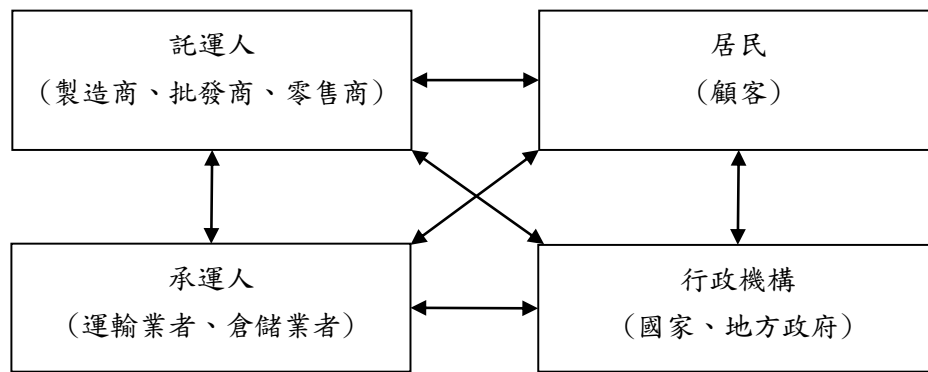
2.4 城市貨運需求分析

2.4.1 城市貨運定義與範圍

物流是指產品或製品在生產製造後，提供給消費者的過程中，所發生的社會性、經濟性轉移。中華民國物流協會對於物流之定義是：「物流是一種物的實體流通活動的行為，在流通過程中透過管理程序有效結合運輸、倉儲、裝卸、包裝、流通加工、資訊等相關物流機能性活動，以創造價值、滿足顧客及社會需求。」美國供應鏈管理專業協會(Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP)對於物流的定義為「物流管理是供應鏈管理的一部分，其透過資訊科技對物料由最初的原料，一直到配送成品至最終消費者整體過程中，所牽涉的原料、半成品以及成品的流通與儲存，以最有效益的計畫、執行與控制，來滿足並符合消費者的需求。」在城市地區的貨物運輸稱為「城市貨運」、「城市配送」、「城市物流」或「最後一哩物流」(Barceló *et al.*^[51], 2018)，於本計畫中將統一以「城市貨運」稱之。

Taniguchi *et al.*^[52](2001) 將城市貨運定義為「最佳化私人公司在城市區域的物流與運輸活動，並以市場經濟架構同時考慮交通環境、交通壅塞以及能源使用。」參與城市貨運的四個主要利害關係人為：託運人、承運人、居民與行政機構，其關係如圖 2.4.1 所示。

依據 Taniguchi *et al.*^[52](2001)將城市貨運的子系統分為：先進資訊系統(advanced information system)、聯合貨物運輸系統(cooperative freight transport systems)、公共物流中心(public logistics terminals)、裝載因素控制(load factors)及地下貨物運輸系統(underground freight transport system)。Savelsbergh and van Woensel^[53](2016)影響城市貨運發展因素為人口成長及都市化、電子商務的成長、供應鏈營運速度、共享經濟的興起、永續發展五個因素：人口成長以及都市化、電子商務的成長、速度、共享經濟及氣候變遷與永續發展。



資料來源: Taniguchi *et al.* ^[52](2001)。

圖 2.4.1 城市貨運中利害關係人關係

城市貨運的目標是滿足貨運需求下以最有效率的方式進行並減少車輛移動的數量，同時考慮到交通壅塞、安全、環境、能源消耗等因素，環境影響包括城市地區物流車輛所產生的排放、噪音、振動等這些影響不僅影響經濟，也影響城市居民的生活品質。隨著科技的進步，城市貨運也面臨新的挑戰。例如：電子商務的發展導致快遞和宅配的及戶配送服務、當日或隔日配送服務增加，也增加最後一哩物流在交通上的負擔，因此有些企業正在尋找提高最後一哩效率的方法以及永續發展，如最佳化市中心區域的最後一哩配送網路，解決車流量帶來的問題。

依據「國家貨運政策之白皮書」指出在貨物運輸市場中，國際貨物運輸、城際貨物運輸及都市貨物運輸層次之環境與特性，整合公路、鐵路、航空、海運及複合貨物運輸之發展需要，並在有限的資源限制下兼顧環境的融合，以永續發展為導向，滿足貨物運輸發展的需要，達到「效率化、智慧化、自由化、永續化」之發展願景。

2.4.2 城市貨運需求分析方法

在城市內，貨運需求分析因為生產過程涉及不同時間尺度的公司與目的地的交互作用關係 (Allen *et al.* ^[54], 2012; Woudsma *et al.* ^[55], 2008; D'este ^[56], 2007)，以及參與代理商、運輸方式、地理區域範圍及不同措施等(Holguín-Veras *et al.* ^[43], 2012)，故遠比客運需求分析來得複雜，需要考慮多個測量維度(如體積、重量、車旅次)，且貨運是由多個決策者(含生產者、託運人、承運人、接收者等)之間複雜互動的結果(Wang and Holguín-Veras ^[57], 2008)。Taniguchi *et al.* ^[58](2014)將貨運需求分析模式綜整為三大類：以商品為基礎模式(commodity-based)、以旅次為基礎模式(trip-based)、以旅次鏈為基礎模式(tour-based)。以商品為基礎模式通常使用經濟變數估計運輸的

商品數量，並轉換成車輛旅次；而以旅次為基礎模式則使用經濟變數(土地使用分類、就業、土地面積等)直接生成旅次產生率及吸引率；而以旅次鏈為基礎模式同樣使用經濟變數生成旅次產生率與吸引率，然又將多個相關的旅次連結成旅次鏈。

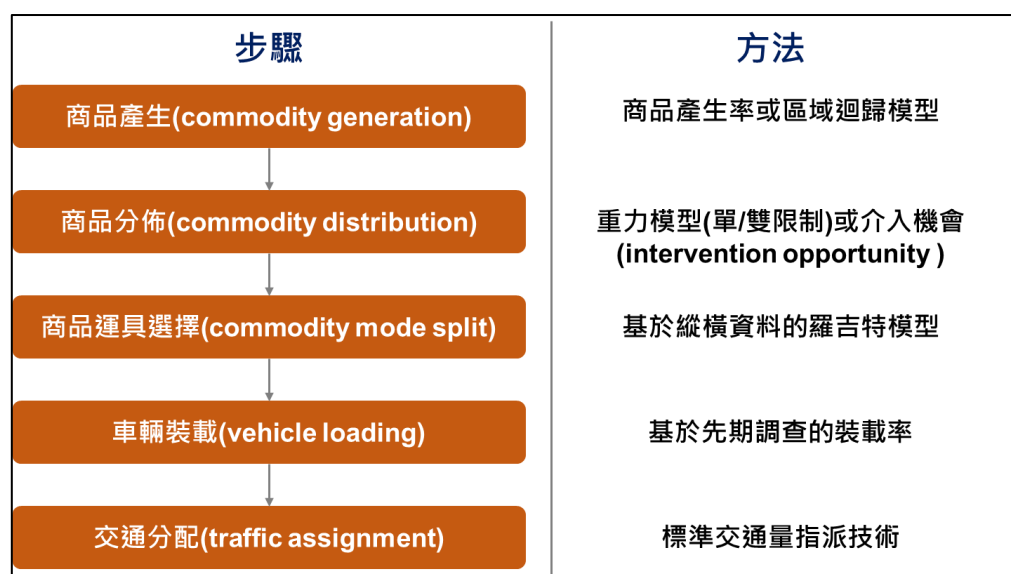
此外，Tavasszy *et al.* ^[59](2012)強調將物流或供應鏈元素納入貨運建模之重要性，故近期發展出以物流為基礎或以供應鏈為基礎的模式，考慮供應鏈中的各個經濟實體(Wisetjindawat and Sano^[60], 2003; Roorda *et al.* ^[61], 2010; Samimi *et al.* ^[62], 2010)。是故，本計畫參考Taniguchi *et al.* ^[58](2014)的整理，將城市貨運需求模式區分為四種架構(如下表 2.4-1)，以下將詳細依序說明。

表 2.4-1 城市貨運需求分析架構與方法綜整

架構	內容	使用方法	優點	缺點
以商品為基礎	● 主要將商品生產消費和各種經濟變數聯繫，並將估計的商品移動直接轉換成貨車旅次	● 關聯羅吉特(linked logit) ● 迴歸分析 ● 統計分析	● 更準確地捕捉驅動貨物移動的基本經濟機制	● 無法正確考慮空車運輸行為 ● 少數研究提出完整建模架構
以旅次為基礎	● 通常依循傳統客運四步驟模式 ● 依據經濟變數(如土地使用分類、人口等)直接產生旅次產生率與吸引率 ● 專注於交通規劃和制定交通政策	● 普通最小二乘法 ● 空間計量經濟學 ● 標準旅次產生率 ● 多重分類分析 ● 熵最大化法 ● 模擬退火法	● 可使用既有的貨車交通資料和商車調查資料 ● 考慮服務交付者(service deliveries)和當地貨車交通 ● 避免轉換車旅次產生的錯誤	● 忽略車輛多次停靠的行為 ● 忽略了個人旅次間的關係(如時間表、順序等) ● 無法完全捕捉推動貨運需求的機制
以旅次鏈為基礎	● 依據經濟變數(如土地使用分類、人口等)直接產生旅次產生率與吸引率 ● 有邏輯地將旅次串聯成一條旅次鏈 ● 觀察各旅次前後的行為	● 基於密度的分群方法 ● 二元羅吉特(logit)模式 ● 多項羅吉特(Multinomial logit)模式 ● 巢式羅吉特(Nested logit)模式 ● 混合羅吉特(Mixed logit)模式	● 可明確地考慮旅次間關係 ● 在追蹤與旅遊決策有關的因素更為穩健	● 建模更為複雜 ● 須更多時間蒐集與分析資料
其他模式	● 以物流為基礎或以供應鏈為基礎：在供應鏈管理框架內模擬城市商品的流動 ● 以代理為基礎：代表託運人、承運人、中間商、消費者和第三方物流公司間的交互作用	● 以物流為基礎或以供應鏈為基礎：基於活動的微觀模擬框架 ● 以代理為基礎：微觀模擬框架、增量開發法(incremental development approach)	● 以物流為基礎或以供應鏈為基礎：考慮了整個供應鏈中各經濟實體之間的交互作用 ● 以代理為基礎：允許放寬傳統方法幾個不切實際的假設	● 以物流為基礎或以供應鏈為基礎：大多數模式通常僅能突顯少數資料較易取得的行業 ● 以代理為基礎：代理數量過多而難以處理

1. 以商品為基礎模式(commodity-based models)

以商品為基礎的貨運模式主要將商品生產消費和各種經濟變數(如就業、收入等)聯繫，並將估計的商品在區域間的移動直接轉換成貨車旅次，通常能夠在經濟活動和貨運服務水準間提供合理的連結，並對於政策敏感(Ruan *et al.*,^[63]. 2012)，但很少研究提出完整的建模架構(Kaszubowski *et al.*,^[64]. 2018)。此外，通常著重於以噸等重量單位來建模，能更準確地掌握貨物移動的基本經濟機制，卻無法正確考慮空車運輸行為，並通常有如圖 2.4.2 的步驟順序(Holguín-Veras *et al.*^[65]., 2000)。



資料來源：Holguín-Veras *et al.* ^[65](2000)

圖 2.4.2 以商品為基礎城市貨運需求分析四步驟方法

Hensher *et al.* ^[66](2019) 開發一個以商品為基礎的關聯羅吉特模式(linked logit model)，除了估計商品的生產與消費外，還專注一種商品的生產或消費變化如何引發其他商品的生產消費連鎖反應，並在澳洲南斯威爾州實施得到證實。Perera *et al.* ^[67](2018)以迴歸分析(regression analysis)結合土地使用、就業及運輸商品等資料，針對澳洲墨爾本大都會區估計貨運產生與吸引力，發現相較於城際間，都會區內部的貨物運輸更顯重要。Navarro *et al.* ^[68](2021)透過問卷調查統計分析巴西聖保羅市的高低收入區的城市貨運，並同時考慮當地市場、購買行為及配送過程。Holguín-Veras *et al.* ^[42](2021)使用統計方法分析噸旅次長度分布(tons trip length distribution, tons TLDs)和車旅次長度分布(vehicle trip length distribution, vehicle TLDs)之間的關係，提出須同時考慮貨物的重量和體積及車旅次。

2. 以旅次為基礎模式(trip-based models)

以旅次為基礎模式通常依循傳統客運四步驟模式，依據經濟變數(如土地使用分類、人口等)直接產生旅次產生率與吸引率，可使用既有的貨車交通資料和商車調查資料，且能考慮通常在以商品為基礎模式被忽略的服務交付者(service deliveries)和當地貨車交通，並能避免以商品為基礎模式轉換為車旅次產生的錯誤(Ruan *et al.* ^[63], 2012)。此外，以旅次為基礎模式通常專注於交通規劃和制定交通政策，目標是產出車流量或相應的 OD 矩陣(Muñuzuri *et al.* ^[69], 2010)，但無法完全捕捉推動貨運需求的機制(Holguín-Veras *et al.* ^[65], 2000)，且忽略了城市商業車輛旅次鏈(Kim *et al.* ^[70], 2014)。

Sa'nchez-Dí'az *et al.* ^[71](2016)使用兩種計量經濟學方法，包含普通最小二乘法(ordinal least squares)與空間計量經濟學模式，將空間自相關效應、位置變數等納入貨運吸引量估計，並發現貨運吸引量與就業間為非線性關係。Caspersen *et al.* ^[73](2018)依據自變數和應變數是否為線性或對數，使用普通最小二乘法(OLS)開發出四種函數型式，並針對工業城市區域而非市中心進行研究。T. Lawson *et al.* ^[73](2012)使用標準旅次產生率、普通最小二乘法、多重分類分析，估計土地使用和企業規模(員工人數)對貨運產生的影響。Jaller *et al.* ^[74](2015)使用普通最小二乘法建立大型城市貨運交通產生器(large urban freight traffic generators)的貨運發生模式。Muñuzuri *et al.* ^[69](2010)使用熵最大化法(entropy maximisation approach)計算貨運旅次分布，並用模擬退火法(simulated annealing)求解，並實際應用於西班牙塞維利亞市。

3. 以旅次鏈為基礎模式(tour-based models)

Figliozzi ^[75](2007)指出傳統四步驟模式完全忽略了車輛多次停靠的行為，以旅次鏈為基礎模式原則同以旅次為基礎模式，同樣依據經濟變數(如土地使用分類、人口等)直接產生旅次產生率與吸引率，而因旅次鏈考慮了完整的旅次行為，故可有邏輯地將旅次串聯成一條旅次鏈，可觀察各旅次前後的行為，包含下站目的地選擇、車輛移動等八個步驟(Kim *et al.* ^[70], 2014)。以旅次為基礎模式通常以分離的方式解析旅運行為，忽略了個人旅次間的關係(如時間表、順序等)，而以旅次鏈為基礎模式則可明確地將此種關係納入考慮，且在追蹤與旅遊決策有關的因素更為穩健(Ruan *et al.* ^[63], 2012)。然而，將整個旅次鏈納入考慮，將導致建模和資料蒐集困難度與複雜性增加，需要更多時間進行調查與分析(Comi *et al.* ^[76], 2014)。

Hunt and Stefan^[77](2007)使用加拿大卡爾加里 37,000 個活動鏈的調查資料，以及羅吉特(logit)選擇模式，提出第一個以旅次鏈為基礎的城市商業移動微觀模擬模式。Joubert and Axhausen^[78](2011)使用基於密度的分群方法(density-based clustering)，提出從原始 GPS 資料分析出商用車輛活動鏈的方法，以車輛啟動與否來識別活動的始末，並使用財政指標(用於衡量每項活動產生的 GDP)與每個活動的距離，可用以評估交通基礎設施的生產性使用。Wang and Holguín-Veras^[57](2008)建立兩個離散選擇模式：(1)目的地選擇模式(destination choice model)，為二元羅吉特(logit)模式、(2)旅遊終止模式(tour termination model)，為多項羅吉特(Multinomial logit)模式，並使用 IFMS(integrative freight market simulation)綜合貨運市場模擬資料來估計車輛旅次鏈。Ruan *et al.*^[63](2012)使用三種離散選擇模式：(1)巢式羅吉特(Nested logit)、(2)混合羅吉特(Mixed logit)、(3)多項羅吉特(Multinomial logit)，估計單直接(single direct)、單兜售(single peddling)、多直接(multiple direct)、多兜售(multiple peddling)和混合的日常旅次鏈策略選擇。

4. 其他模式(others)

近年來，除了以商品為基礎、以旅次為基礎及以旅次鏈為基礎外，有研究強調將物流或供應鏈元素納入貨運模式的重要性(Tavasszy *et al.*^[59], 2012)，以及從傳統的四步模式過渡到基於供應鏈的模式將需要適當地表示產品和商品進出生產中心、倉儲點、零售商和消費者的流動(Hensher *et al.*^[79], 2007)，通常是在供應鏈管理框架內模擬城市商品的流動，故發展出以物流為基礎或以供應鏈為基礎的模式，考慮了整個供應鏈中各經濟實體之間的交互作用，但大多數模式通常僅能突顯少數資料較易取得的行業(Ruan *et al.*^[63], 2012)。Samimi *et al.*^[62](2010)引用基於活動的微觀模擬框架(Freight Activity Microsimulation Estimator, FAME)，包含公司發生(firm generation)、供應鏈複製(supply chain replication)、出貨預測(shipment forecasting)、物流決策(logistic decisions)、網路分析(network analysis)五個模組。Outwater *et al.*^[80](2013)結合區域範圍內的以旅次鏈為基礎模式和國家範圍的物流供應鏈模式，發展出模式架構以應對日漸複雜的貨運需求問題，並使用美國芝加哥資料進行測試驗證。

另 Banks^[81](2002)指出，基於代理模式(agent-based modeling, ABM)允許放寬傳統方法幾個不切實際的假設，例如線性(linearity)、同質性(homogeneity)、常態性(normality)和平穩性(stationarity)，故可能是實現城市貨運模式的理想平臺，可代表託運人、承運人、中間

商、消費者和第三方物流公司間的交互作用，但因代理數量過多而難以處理，故通常採用目標導向方法或使用混合方法(Comi *et al.* ^[82], 2014)。Roorda *et al.* ^[61](2010)提出基於代理的微觀模擬框架，代表貨運系統參與者的角色與功能，以及如何透過市場互動。Stinson *et al.* ^[83](2020)結合基於活動模式(agent-based model, ABM)和動態交通指派(dynamic traffic assignment, DTA)，提出基於代理的貨運建模系統，模擬消費者、生產者和運輸系統之間的交互關係，其中因應建模的特徵數量過多，故使用增量開發法(incremental development approach)。Sakai *et al.* ^[84](2020)基於 SimMobility 城市交通模擬平臺提出一種基於代理的城市貨運模擬模式(SimMobility Freight)，不依賴使用與投入產出等經濟類型資料，而是使用設施和車輛數等預測商品流、車輛營運和交通狀況，可評估替代物流解決方案。

2.4.3 城市貨運需求分析個案探討

本小節分別蒐集亞洲、美洲、歐洲等各國有關城市貨運需求分析模式相關文獻，其中亞洲部分，日本個案主要有二，一為探討物流業重構對於貨運之影響，二為使用新型物流解決方案，可歸類為「其他模式」中的基於代理模式。韓國個案有三，前兩者分別探討城市土地使用需求預測模式、鋼鐵貨運業影響因素，均可歸類為模式分析其中的一部分，第三篇個案則是發展以旅次鏈為基礎模式以描述快遞車輛的旅運模式。美洲與歐洲部分，美國個案分析區域商品流量，可歸類為「以商品為基礎模式」，西班牙個案分析各區旅次分布，可歸類為「以旅次為基礎模式」，而澳洲個案則探討商品間交互作用，可歸類為「以商品為基礎模式」。各個分析個案之國家、分析模式、文獻來源彙整如表 2.4-2，詳細內容說明如下。

表 2.4-2 城市貨運模式案例整理

案例國家	城市貨運需求分析模式	文獻來源
日本	- 建模前置作業分析，分析建模時之輸入資料。 - 其他模式(基於代理)	- Sakai <i>et al.</i> ^[85](2017) - Sakai <i>et al.</i> ^[84](2020)
韓國	- 建模前置作業分析，分析建模時之輸入資料 - 以旅次鏈為基礎模式以描述快遞車輛的旅運模式	- Jun <i>et al.</i> ^[86](2005) - Shin <i>et al.</i> ^[87](2018) - Kim <i>et al.</i> ^[70](2014)
美國	以商品為基礎	Chow <i>et al.</i> ^[88](2010)
西班牙	以旅次為基礎	Muñuzuri <i>et al.</i> ^[69](2010)
澳洲	以商品為基礎	Hensher <i>et al.</i> ^[66](2019)

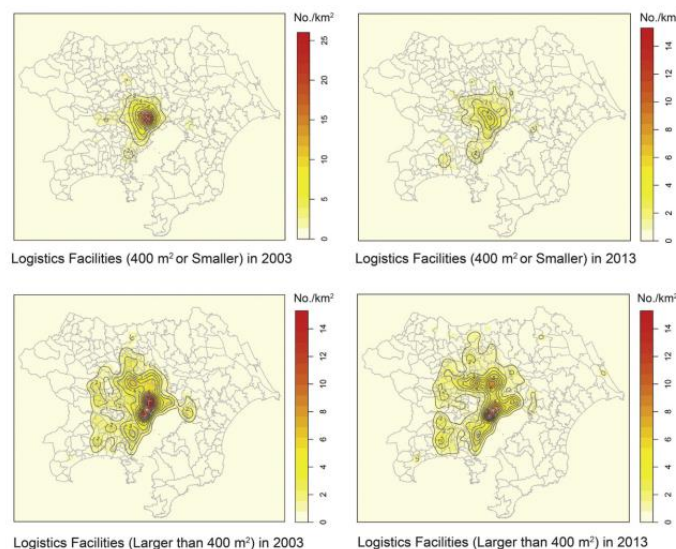
一、亞洲案例

通常鄰近地區因地理環境相近，而有相似的特性，對我國而言，鄰近的日本與韓國即為重要之參考案例，均屬於已開發國家，且人口密度均較高，不像中國、美國或俄羅斯國土廣大，故發展出之貨運模式有其參考價值，以下就日本與韓國相關文獻進行回顧。

1. 日本

(1) Sakai *et al.* ^[85](2017)

Sakai *et al.* ^[85](2017)使用 2003 年與 2013 年的貨運調查資料分析東京都會區物流重構如何影響貨車運輸，結果顯示物流設施向郊外遷移的負面影響，被平均裝載負荷增加及物流設施有效空間分布所抵消，最終導致貨車運輸效率提升了 4%。該研究使用了東京交通規劃委員會(Transport Planning Commission of the Tokyo Metropolitan Region, TPCTMR)進行的企業調查資料，分別調查 119,737 家與 136,632 家企業，包含製造商、批發商、零售商、運輸公司、餐廳等，調查問項包含企業資訊(功能、員工人數、樓地板面積、成立年份)、運輸資訊(起迄點、行業種類、商品類型、貨車旅次數、重量)。首先檢視物流設施的空間重構，使用企業普查中的企業數量、人口普查的人口資料及 TMFS 的工廠位置資料，以核密度估計(Kernel Density Estimation, KDE)比較兩年物流設施的分布情形(如圖 2.4.3)，發現 2013 年小型物流設施幾乎已消失，而大型設施則逐漸分散。



資料來源：Sakai *et al.* ^[85](2017)

圖 2.4.3 物流設施核密度地圖

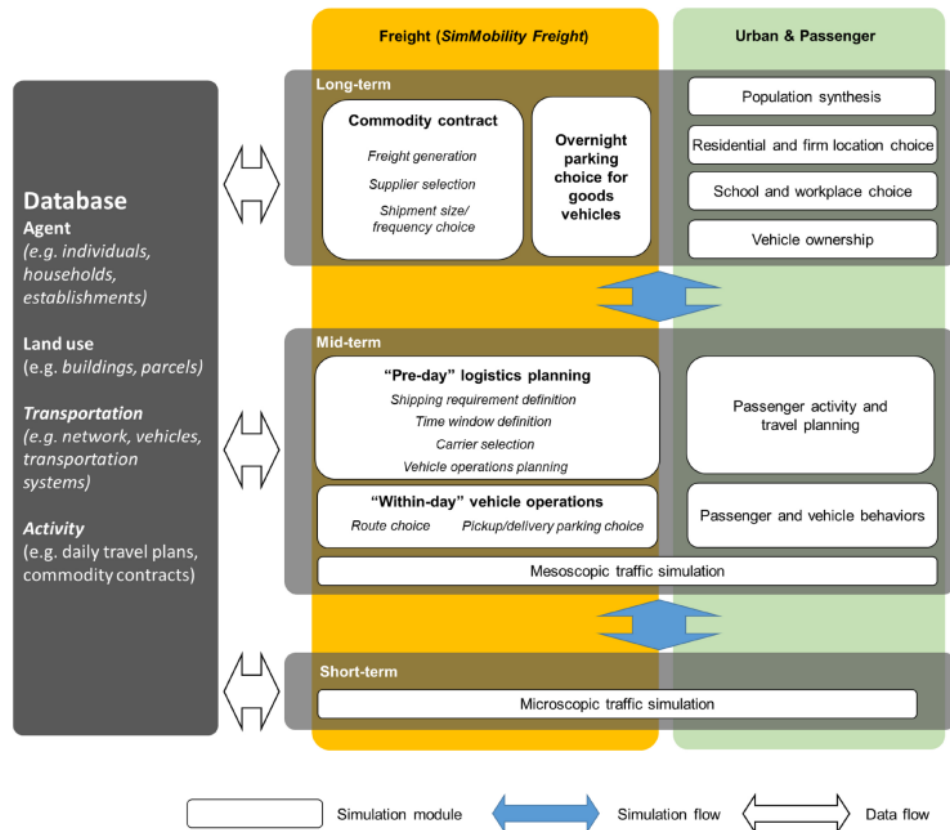
該研究主要為城市貨運需求分析模式之前置探討，分析建模前之背景資料，針對物流部分進行探討，主要係藉由貨運調查資料分析物流業重構對於貨運效率之影響，故屬於探討影響貨運需求因素之分析，依據第 2.4.2 小節歸類之四大分析架構模式，可歸類於貨運需求分析模式其中的一部分，非由整體性地分析貨運需求，係針對空間因素進行較為深入的探討，使用核密度估計法來探討分布情形，應可同樣運用於城市貨運需求分析中，如以該法分析我國重要之城市貨運設施的位置，探討歷年變化趨勢，並結合相關人口等社會經濟資料，可做為模式之一輸入變數，將空間效應因素納入模式中以提升表現績效。

(2) Sakai *et al.* ^[84](2020)

Sakai *et al.* ^[84](2020)介紹 SimMobility Freight 的架構，其為 SimMobility(多尺度以代理為基礎的城市交通模擬平臺，multiscale agent-based urban transportation simulation platform)的一部份，SimMobility Freight 能夠以完全離散的方式模擬商品合約、物流和車輛營運規劃及停車決策，並有三種時間維度(如圖 2.4.4)，長期模式(Long-term, LT)基於企業、貨車、過夜停車供給模擬貨車商品合約和過夜停車選擇；中期模式(Mid-term, MT)分別模擬事前(pre-day)物流規劃、當日(within-day)貨車營運、交通移動(微觀模擬)；短期模式(Short-term, ST)未討論。SimMobility Freight 整合了離散、基於代理貨運和乘客模擬模式，可掌握土地使用、商品流、貨車流量、運輸網路情況之間的重要聯繫，還可預測貨車過夜停車選擇及取送貨停車決策。

該研究運用新型物流之解決方案-SimMobility 多尺度基於代理的城市交通模擬平臺，依據第 2.4.2 小節歸類之四大分析架構模式，可歸類為「其他模式」中基於代理模式。研究使用日本東京、新加坡、葡萄牙里斯本、美國的資料，其中使用之日本資料來自 2013 年東京貨運調查(Tokyo Metropolitan Freight Survey, TMFS)，包含 43,000 家企業，涵蓋製造、批發、運輸、餐飲等行業，並設定基礎情境與兩個政策情境，基礎情境中對交換時間未設限，第一個政策情境中中心商業區送貨必須在夜間(19:00-05:00)，而第二個政策情境則在晨峰(07:00-10:00)限制前往中心商業區(CBD)送貨，並發現第一個政策情境全日交通狀況已改善，CBD 白天交通量減少 15%，第二個政策情境則發現更多貨車於晨峰服務於其他地區。該研究基於既有且已經實際應用於城市交通分析工具，著重於城市貨運部分，並擁有三種

不同時間維度，可視需求進行分析。該分析工具由新加坡開發而成，並以與我國較類似之日本東京、新加坡等人口密集都市為實證分析範例，故未來應可評估應用於我國之可行性。



資料來源：Sakai *et al.* ^[84](2020)

圖 2.4.4 SimMobility Freight 組成

2. 韓國

(1) Jun *et al.* ^[86](2005)

Jun *et al.* ^[86] (2005) 使用都會區投入產出模式(input-output model, IO model)和重力型空間交互模式(gravity-type spatial interaction models)發展出城市土地使用需求預測模式，用以估計城市成長控制策略(growth-control policy)對經濟、就業、人口和土地使用需求的影響，並以首爾都會區資料驗證，包含製造業、商業及服務業資料。使用嵌入方法(embedding approach)將城市中人流、商品流及服務流資訊整合至以投入產出(IO)為主要核心的框架中，並同時考慮生產(production)、收入形成(income formation)、消費(consumption)，建立了多城市多行業的IO表，如交易流矩陣、技術係數矩陣、收入和消費係數、城內和城際旅行時間等，模擬結果顯示成長控制政策會減少整個城

市的經濟產出和就業，並會有土地使用管制的城市，在就業和人口方面收到的負面影響最大，而周邊城市則有正面影響。

該研究發展之模式雖非用以直接估計城市貨運需求，而為估計土地使用需求，依據第 2.4.2 小節可知土地使用係城市貨運建模之一項重要資料來源，有許多文獻將土地使用納為一輸入變數(如 Lawson *et al.* ^[73](2012))，以及前小節所歸類之四大分析架構模式，該案例可歸類於貨運需求分析模式其中的一部分。土地使用需求為由生產、收入和消費的產業間與空間關係而定，而生產消費等又是貨運需求的核心，各地的生產消費組成衍生了貨運的需求，是故，先藉由完善地瞭解城市土地使用需求，可做為建立城市貨運需求模式之先期知識。

(2) Shin *et al.* ^[87](2018)

Shin *et al.* ^[87](2018) 提出貨運建模的第一步為瞭解影響貨運量的因素，使用 2013 年 8 月對韓國 97 家民營鋼鐵公司(含首爾、仁川、釜山等各大城市)進行之調查資料，調查資料分為兩部分，第一部分為公司的一般特徵(含公司名稱、地址、年貨運量、運送不同鋼鐵種類的比例、物流成本等)，第二部分則為各種特徵對貨運量的相對重要性(使用李克特五點量表)，以結構方程式(Structural Equation Modeling, SEM)分析各種因素與貨運量之間的關係，發現三個特徵(位置、聚集、其他)均對於鋼鐵的貨運量有顯著影響，其中位置和其他因素有更為顯著之影響，而聚集因素則有間接影響。

該研究雖非直接探討城市貨運需求分析，而是探討建立模式前之前置作業，依據第 2.4.2 小節歸類之四大分析架構模式，可歸類於貨運需求分析模式其中的一部分，屬於建立模式前所進行的一項分析作業，藉由結構方程式建立貨運相關影響因素，找尋較為核心的因素後，再將其納入模式中，亦對於城市貨運需求分析建模有所助益，如可先探討我國城市貨運可能之影響因素為何，再納為一輸入變數。

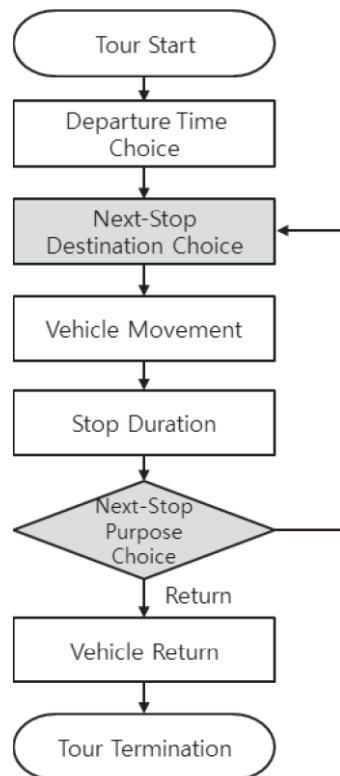
(3) Kim *et al.* ^[70](2014)

Kim *et al.* ^[70](2014)發展以旅次鏈為基礎模式(tour-based model)以描述快遞車輛的旅運模式，此模式應用微觀模擬為基礎(microsimulation-based)的塑模架構，並以韓國首爾為研究對象，將首爾劃分為基於區塊(block)的較小交通分析區域(traffic analysis zone, TAZ)，利用實際快遞服務公司的旅運資料進行模

式發展與驗證。該研究中提及以旅次鏈為基礎城市貨運需求模式的分析程序包含下列八個步驟：旅次開始、出發時間選擇、下一站迄點選擇(取貨與送貨)、車輛移動、停留時間、下一站目的選擇(取貨、送貨與返回)、車輛返回及旅次結束，分析程序如圖 2.4.5 所示。

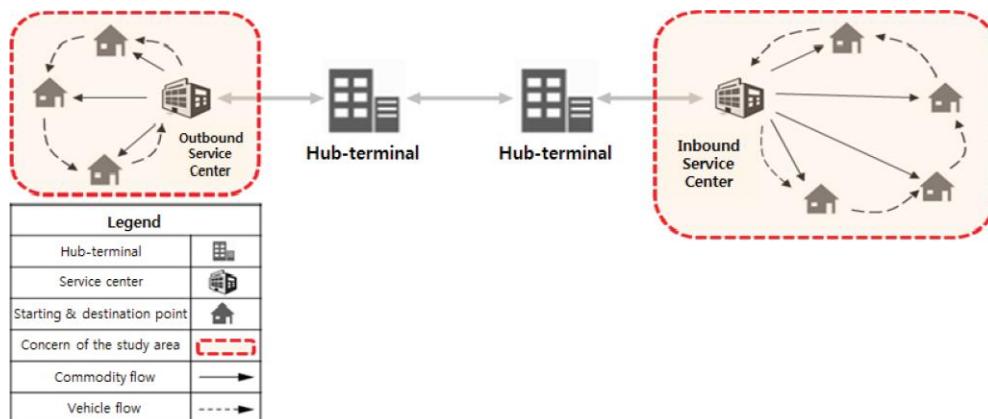
Kim *et al.* ^[70](2014) 研究中的案例資料蒐集來源為首爾最小的六個行政區 (Dapsimni-dong, Sinseol-dong, Yongdu-dong, Jegi-dong, Hwigyeong-dong, and Jangan-dong in Dongdaemun-gu) 的一個快遞公司的資料庫，資料期間為 2012 年 9 月，總共觀察 329 個旅次鏈，送貨和取貨的旅次數分別為 16,261 次與 701 次。對於都市區域的交通需求分析，許多韓國研究皆使用稱為洞 (dong unit) 的行政區劃分單位，其為韓國對於最小行政區單位的表示方式，類似於行政區的概念，如：首爾明洞。根據現有研究，快遞員產生的所有旅行(travel)皆被視為區域內旅行(intrazonal travel)，因為在實務中，單一個快遞車輛負責單一個區域單元。考慮到研究區域的空間範圍，需要將 TAZ 細分為比洞(dong)更細的單元。考慮表面積、人口、土地利用等，本案例的 TAZ 被設置為一個區塊單元，而六個區域(洞)被細分為 89 個區域，以做為區塊單元(block unit)級別。

卡車旅次資料(truck trip data)包含有關快遞車輛活動的資訊，其包含車輛類型、行駛距離、起點、迄點、旅次目的(送貨、取貨與返回)、到達時間、出發時間和快遞品項。快遞/包裹(courier, express, and parcel)服務是由集結點到派送點，經出站服務中心、入站服務中心、樞紐碼頭等一系列運輸過程組成。Kim *et al.* (2014)研究中的案例的主要關注點是塑模取貨與送貨旅次(pickup and delivery trips)，如圖 2.4.6 中虛線的部分。



資料來源：Kim *et al.* ^[70](2014)。

圖 2.4.5 以旅次鏈為基礎城市貨運需求分析架構



資料來源：Kim *et al.* ^[70](2014)。

圖 2.4.6 快遞服務流程

二、歐美與澳洲案例

1. 美國

Chow *et al.* ^[88](2010)回顧了貨運預測模式，包含由國家合作公路研究計畫(the National Cooperative Highway Research Program, NCHRP 606 2008)綜整五類模式：(1)直接因素(Direct factoring)、(2)旅次發生(Trip generation)、(3)旅次分布(Trip distribution)、(4)運具選擇(Mode

split)、(5)交通量指派(Traffic assignment)，以及近期的發展趨勢，如物流模式(Logistics Models)與車輛旅次鏈模式(Vehicle Touring Models)。各模式種類彙整如表 2.4-3 所示。該研究提出基於加州包含幾個主要的大城市及世界最大的港口，故基於區域商品流量的模式才適合，並分析傳統聚合商品流量模式、離散區域物流模式與區域物流加上都市貨車旅次鏈模式，共計三個模式對於加州的適用性：

- (1) 傳統聚合商品流量模式：可將空車納入考慮，或者如 Holgui'n-Veras *et al.* ^[89](2008)僅使用貨車連接量(truck link volumes)來估計起迄流量；另外重力模式可替換成 Sivakumar *et al.* ^[90](2002)發展出的分數分裂模式(fractional split model)或 Wang^[91](2009)之以旅次鏈為基礎的重力模式。
- (2) 離散區域物流模式：此類模式本身無法很好地描述城市貨車移動，如送貨貨車(delivery trucks)或空車(empty vehicles)，對於全州範圍模式可能較不必要。
- (3) 區域物流加上都市貨車旅次鏈模式：此類模式的資料需求較高，不僅需要託運人和接收人的調查，也需要類似活動日誌的公司調查資料。此類模式能夠處理最廣泛的政策問題，並支持從公共和私人基礎設施到車輛技術的投資決策。

該研究為加州建立基於區域的商品流量模式，依據第 2.4.2 小節歸類之四大分析架構模式，可歸類為「以商品為基礎模式」，而我國地狹人稠，人流與物流常有跨縣市移動之特性，形成跨域生活圈，諸如北北基、桃竹苗生活圈等，或可參考相關跨域分區概念，將我國分為幾個大分區，以利進行區域貨運需求分析模式之建立。

表 2.4-3 城市貨運模式種類

Model class	Model component					
	Direct factoring	Trip generation	Trip distribution	Mode split	Traffic assignment	Economic/ land use modeling
Direct facility flow factoring method	Of facility flows					
O-D factoring method	Of O-D tables			Included	Included	
Truck model		Based on exogenously supplied zonal activity	Included	Not applicable	Included	
Four-step commodity model		Based on exogenously supplied zonal activity	Included	Included	Included	
Economic activity model		Based on outputs of economic model	Included	Included	Included	Included

資料來源：Chow *et al.* ^[88](2010)

2. 歐洲

Muñuzuri *et al.* ^[69](2010)建立晨峰時段 B2B(business-to-business)和送貨上門的需求模式，使用非常有限的資料估計進出城市每區域的送貨車輛，並且用熵最大化方法(entropy maximisation approach)計算旅次分布，以及模擬退火(simulated annealing)求解得到的模式，最終實際應用於西班牙塞維利亞，且與重力模式結果相比，驗證提出之模式確實有較佳之結果，熵最大化法與重力模式比較如表 2.4-4 所示。該研究主要目的為估計塞利維亞市尖峰時段的送貨車流量，蒐集 5 個產業 290 家零售商的調查資料(含日平均交貨數量、交貨通常抵達時間、車輛類型等)，並選擇一級道路進行模式結果與實際車流量之驗證，研究所提之熵最大化法加權誤差為 19.23%，而重力模式為 50.54%，顯示熵最大化法表現績效較佳。

該研究估計了西班牙塞維利亞各區域之送貨車輛數及旅次分布，依據第 2.4.2 小節歸類之四大分析架構模式，可歸類為「以旅次為基礎模式」。鑒於資料係分析建模之第一步也是核心關鍵，但通常面臨資料取得不易之情形，該研究藉由有限的資料數進行分析，並與實際資料相比取得更佳之表現績效，其所使用之熵最大化或許可做為我國貨運模式使用分析方法之參考。

表 2.4-4 熵最大化法與重力模式比較

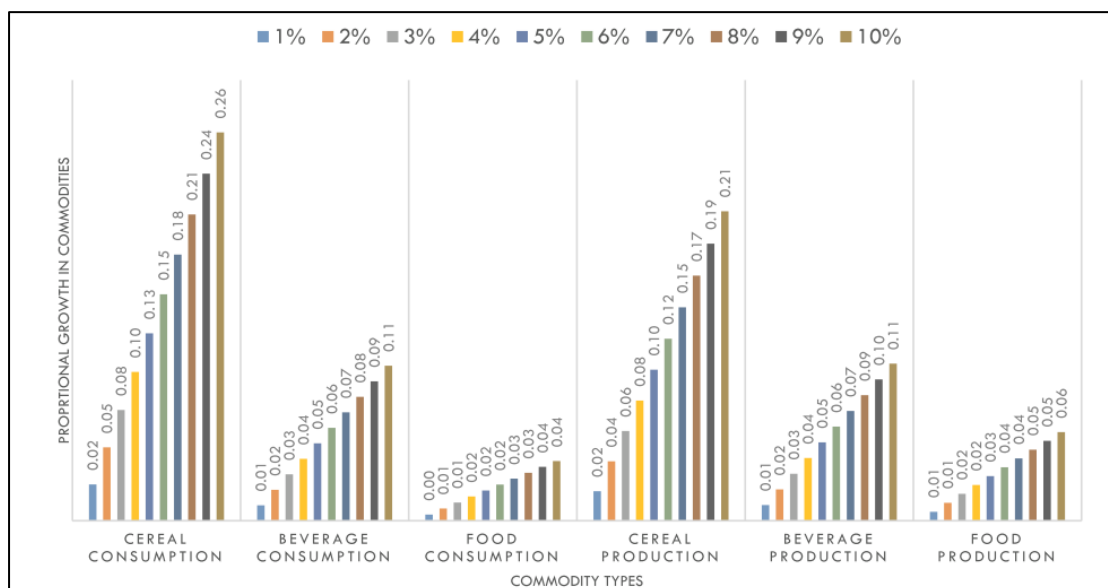
Location	Street	Direction	Vehicle counts	M1 results	M1 deviation (%)	M2 results	M2 deviation (%)
1	Torneo	Northbound	162	149	8	380	135
		Southbound	84	88	5	137	63
2	Puerta de Carmona	Southbound	132	113	14	131	1
3	Plaza D. Juan de Austria	Northbound	114	118	4	195	71
		Southbound	186	142	24	139	25
4	Eduardo Dato	Outbound	54	67	24	145	169
		Inbound	60	92	53	58	3
5	Luis de Morales	Northbound	135	125	7	118	13
		Southbound	162	181	12	210	30
6	Ramón y Cajal	Eastbound	102	53	48	54	47
		Westbound	222	215	3	112	50
7	Luis Montoto	Eastbound	54	53	2	146	170
		Westbound	204	246	21	96	53
8	Cruz del Campo	Eastbound	90	60	33	138	53
		Westbound	234	285	22	158	32
9	Kansas City	Inbound	168	180	7	156	7
		Outbound	114	135	18	110	4
10	María Auxiliadora	Clockwise	102	113	11	125	23
		Anti-clockwise	78	112	44	164	110
11	Arco de la Macarena	Clockwise	72	71	1	192	167
		Anti-clockwise	108	112	4	76	30
12	Bueno Monreal	Eastbound	180	234	30	207	15
		Westbound	120	153	28	183	53
13	Avenida de la Paz	Outbound	123	121	2	381	210
		Inbound	246	268	9	100	59
14	Paseo de Colón	Southbound	96	132	38	133	39
		Northbound	186	234	26	229	23
15	Paseo de las Delicias	Outbound	156	78	50	155	1
		Inbound	114	162	42	56	51
Overall weighted deviation					19.23%		50.54

資料來源：Muñuzuri *et al.* ^[69](2010)

3. 澳洲

Hensher *et al.* ^[66](2019)將商品之間的交互作用納入商品生產和消費模式中，提出以商品為基礎的貨運模式-關聯羅吉特模式(linked logit model)，能夠產生每個州生產和消費每種商品類型的數量，並可說明一種商品生產消費如何影響另一商品，並敘述人口或就業變化對於不同商品生產消費的影響。該研究使用來自澳洲統計局提供的商品流量資料(各州生產和消費的商品數量)、每產業人口數與就業水準資料發展出商品發生鏈模式(commodity generation chain model)，並轉換成適合預測和測試政策適用性之關聯羅吉特模式(linked logit model)，能夠避免絕對效用的假設(各州商品生產消費是獨立的)，人口和就業變動比例對各商品影響變動比例如圖 2.4.7 所示。

該研究將商品間之關係納入考慮，能較一般商品模式更為貼近實際狀況，依據第 2.4.2 小節歸類之四大分析架構模式，可歸類為「以商品為基礎模式」。如同以旅次鏈為基礎模式般，將旅次彼此間的關聯考慮進去，可進一步改善以旅次為基礎模式之缺點，該研究使用之分析方法或許可提供一個由整體性檢視貨運如何產生之觀點，並可找尋各商品之生產或消費模式，以及所衍生之貨運旅次模式。



資料來源：Hensher *et al.* ^[66](2019)

圖 2.4.7 人口和就業變動比例對各商品影響變動比例

2.4.4 城市貨運需求分析資料來源

資料對於貨運建模可說是關鍵要素之一，Outwater *et al.* ^[80](2013)提及貨運預測的資料來源是難以獲得的，對於客運而言因未涉及商業機密，通常受訪者(即通勤者)願意提供起迄資訊，然在競爭激烈的貨運業中，貨運公司多不願意提供有關運輸、旅次或時間等資料，加以考量不同業者對於資料蒐集之方式或規範多有不同，亦導致資料蒐集方法上的混亂(Kaszubowski *et al.* ^[64], 2018)，故蒐集資料對於建立貨運模式是一項困難的任務(Patier and Rou-their^[92], 2008)。在過去研究中，通常有兩類工具能夠用於貨運資料蒐集，如：城市商品調查、資料估計工具(Kaszubowski *et al.* ^[64], 2018)，Holguín-Veras *et al.* ^[93](2014)提出城市貨運資料蒐集的方法及優缺點(如下表 2.4-5)。

為利建立我國貨運需求模式，需要就各文獻中綜整出通常會使用到的資料，並參考其資料來源，找尋我國是否有類似的管道能夠獲得資料，以利後續模式的建立。根據各文獻所使用之資料，大致可分類為四類，包含貨運(商品數量、貨車數量、車輛起迄、車輛種類等)、人口(產業人口數、就業水準等)、土地使用(各設施位置、地價、土地使用規定等)及其他，而資料來源主要有兩大部分：國家統計資料及企業調查資料，其中企業調查資料通常可取得較為細緻的資料，如日平均交貨數量、交貨抵達時間等，其彙整表如表 2.4-6、表 2.4-7 所示。

表 2.4-5 城市貨運資料蒐集方法

類型		描述	應用	蒐集方法	優點	缺點
基於企業	接收者	以運送的最終接收者為目標	貨運/貨運旅次需求發生模式	自我調查(Self-administration)或員工協助(staff-assisted)調查	可提供有關接收商品的優質資料	接收者不知道貨運觀點
	運送者	廣泛使用的貨運資料蒐集方法	貨運移動調查	基於車輛註冊樣本或電訪調查CATI	目標人口相對容易確定、良好的商品旅次模式資料	貨物相關資料品質有疑慮、車輛註冊資料與市區商用車數量不匹配
	寄件者	衡量銷售、數量、成本、運具、生產時數、位置	商品流量調查	自我調查(Self-administration)或員工協助(staff-assisted)調查	掌握貨物資料，可能包含運送追蹤	路徑、中轉、轉運點等資料品質有疑慮
基於車輛		蒐集：起、迄、旅次里程、路徑、商品、貨車類型、土地使用、旅次端點活動	旅次鏈、旅次發生和旅次路徑	選定區域營運的貨車旅行日誌、可能使用GPS追蹤路徑模式	有助理解城市的內部貨車旅次	抽樣過程困難、低回答率、GPS不能提供所有資料
分割區域 Cordon		蒐集旅行模式資料：周圍地區的O-D、路徑模式、貨車/商品類型、車輛/貨物重量、寄件者/運送者/接收者資訊	建模/規劃：O-D貨運流量矩陣、依據貨車類型的商品(噸計)分布、空載和通過貨車因素	路邊明信片調查、車牌記錄法	影響交通程度小、人力需求小	回答率低

資料來源：Holguín-Veras *et al.*^[93](2014)

表 2.4-6 城市貨運需求分析資料來源綜整

文獻	資料	來源
McLeod <i>et al.</i> ^[94] (2019)	● 每城市生產每種商品類型的數量(以噸計)	澳洲統計局(Australian Bureau of Statistics, ABS)-公路貨運移動(road freight movements)
	● 每城市消費每種商品類型的數量(以噸計)	
	● 每產業人口	澳洲人口普查
	● 就業水準資料	澳洲按就業與收入的企業計數(business counts)
	● 土地使用資料(包含倉庫、工廠、辦公室等現有數量)	澳洲統計局網格(meshblock)資料、GeoScience Australia NEXUS 資料庫
Sa'nchez-Dí'az <i>et al.</i> ^[71] (2016)	● 土地使用變數(地價、分區規則、地理位置) ● 經濟屬性(產業部門、公司所屬層級、收到的主要商品類型、供應商數量、就業情形) ● 網路特徵(到貨車路線的距離、到大型交通產生器的距離、到主要網路的距離、街寬)	企業問卷調查(電訪與網路電子郵件型式)、紐約市城市規劃部網站、紐約市房地產網站和衛星圖像
Caspersen <i>et al.</i> ^[73] (2018)	● 有關貨運的問項(進出企業的貨運和服務流量、發生的產業活動、是否屬於業務鏈(business chain)、儲存區域、即時(just-time)交付的重要性、對貨物收集與分配的需求、一周內吸引(freight transportation attracted, FTA)或產生(freight transportation produced, FTP)貨車數量、車輛起迄、車輛類型、承運人的使用、企業影響貨運的可能性) ● 有關服務的問項(發生的服務類型、一周內吸引的服務車輛數量(service vehicles attracted, STA)和產生數量(service vehicles produced, STP)、起迄的地理位置、車輛類型)	與挪威公共道路管理局(Norwegian Public Roads Administration, NPRA)合作的企業問卷調查，網路電子郵件型式
Lawson <i>et al.</i> ^[73] (2012)	● 分區規則	● 紐約市分區決議(City of New York zoning resolution, NYCZR) ● 基於土地的分類標準(Land-Based Classification Standards, LBCS)
	● 公司屬性 ● 營運 ● 貨運旅次產生(一周內收貨)	企業調查
PERERA <i>et al.</i> ^[67] (2018)	● 貨車旅次(噸、行駛公里數、噸公里數格式) ● 車輛類型 ● 商品類型 ● 車輛製造年份 ● 載貨里程數 ● 空載里程數	澳洲統計局(Australian Bureau of Statistics, ABS)
	● 土地使用類型	環境土地水與規劃部(Department of Environment, Land, Water & Planning, DELWP)
	● 就業資料(每產業人數)	澳洲統計局
	● GPS 資料(車輛 ID、以秒為單位的時間戳、經度、緯度、車輛狀態、速度)	車隊管理系統公司(DigiCore Fleet Management)
Joubert <i>et al.</i> ^[78] (2011)		

表 2.4-6 城市貨運需求分析資料來源綜整 (續)

文獻	資料	來源
Wang <i>et al.</i> ^[57] (2008)	● 綜合貨運市場模擬資料(integrative freight market simulation, IFMS)，使用空間價格均衡公式產生商品流與車旅次(目的地數量、目的地位置、總旅行時間、提貨和交付的貨物數量)	Thorson, E. The Integrative Freight Market Simulation: An Application of Experimental Economics and Algorithmic Solutions. Ph.D. thesis. Civil and Environmental Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, N.Y., 2005.
Ruan <i>et al.</i> ^[63] (2012)	● 車輛資訊(車輛類型、燃料類型、毛重、里程表) ● 旅行日誌(旅程、訪問的所有地點)	商用車輛調查，美國德州交通部(TxDOT)旅行調查計畫
Muñuzuri <i>et al.</i> ^[69] (2010)	● 各零售商日平均交貨數量 ● 交貨通常抵達時間 ● 製造商交貨通常抵達時間 ● 交貨公司類型 ● 車輛類型	企業調查
Navarro <i>et al.</i> ^[68] (2021)	● 消費者資訊 ● 消費者消費行為 ● 交通運具 ● 基礎設施 ● 小零售商資訊 ● 客戶消費行為	企業調查(現場與線上)
Holguín-Veras <i>et al.</i> ^[65] (2000)	● 訪談時間 ● 車輛類型 ● 起點 ● 迄點 ● 商品類型 ● 貨物大小	高速公路建設計畫貨運起迄調查
Stinson <i>et al.</i> ^[83] (2020)	● 代理人口數 ● 生產消費價值	美國人口普查局商業模式資料(County Business Patterns, CBP) 美國交通部公路局貨運分析架構資料(US Department of Transportation Federal Highway Administration Freight Analysis Framework, FAF)
Kim <i>et al.</i> ^[70] (2014)	● 車輛類型 ● 行駛距離 ● 起訖點 ● 旅次目的(送貨、取貨、返回) ● 抵達時間 ● 出發時間 ● 運送項目	公司實際營運資料

資料來源：本計畫整理

表 2.4-7 城市貨運需求分析資料臺灣可能來源綜整

資料欄位	來源	臺灣可能來源
● 每城市生產每種商品類型的數量(以噸計) ● 每城市消費每種商品類型的數量(以噸計)	澳洲統計局(Australian Bureau of Statistics, ABS)-公路貨運移動(road freight movements)	農業各縣市生產消費數量：行政院農業委員會農業統計資料查詢(https://reurl.cc/anYdWZ) 工業生產銷售數量：經濟部統計處工業產銷存動態調查-產品統計(https://reurl.cc/rDqv74)
● 每產業人口	澳洲人口普查	各行業就業人口：中華民國統計資訊網(https://reurl.cc/g2A6qX)
● 就業資料(每產業人數)	澳洲統計局	
● 就業水準資料	澳洲按就業與收入的企業計數(business counts)	受僱員工每人每月總薪資－按行業分：行政院主計總處-薪情平臺(https://reurl.cc/2Z9j1X) 非擔任主管職務之全時員工薪資資訊：臺灣證券交易所-公開資訊觀測站(https://reurl.cc/6ZmdW5)
● 土地使用資料(包含倉庫、工廠、辦公室等現有數量、分區規則、使用類型、地價、分區規則、地理位置、地價、分區規則、地理位置)	澳洲統計局網格(meshblock)資料、GeoScience Australia NEXUS 資料庫	全國土地使用分區資料：內政部營建署城鄉發展分署(https://reurl.cc/zZaD0V)
	● 紐約市分區決議(City of New York zoning resolution, NYCZR) 基於土地的分類標準(Land-Based Classification Standards, LBCS)	土地使用分區查詢：內政部不動產資訊平臺(https://reurl.cc/QLqE80)
	● 環境土地水與規劃部(Department of Environment, Land, Water & Planning, DELWP)	
	● 紐約市城市規劃部網站、紐約市房地產網站和衛星圖像	公告土地現值及地價查詢：內政部地政司(https://www.land.moi.gov.tw/chhtml/landvalue/42)
● 經濟屬性(產業部門、公司所屬層級、收到的主要商品類型、供應商數量、就業情形) ● 網路特徵(到貨車路線的距離、到大型交通產生器的距離、到主要網路的距離、街寬)	企業問卷調查(電訪與網路電子郵件型式)、	公司行業別與員工人數：經濟部工業局-臺灣工業用地供給與服務資訊網(https://reurl.cc/vdvp3a)
● GPS 資料(車輛ID、以秒為單位的時間戳、經度、緯度、車輛狀態、速度)	車隊管理系統公司(DigiCore Fleet Management)	國內車隊管理公司(如天眼衛星科技公司、神探科技公司、銳佛科技股份有限公司等)
● 綜合貨運市場模擬資料(integrative freight market simulation, IFMS)，使用空間價格均衡公式產生商品流與車旅次(目的地數量、目的地位置、總旅行時間、提貨和交付的貨物數量)	Thorson, E. The Integrative Freight Market Simulation: An Application of Experimental Economics and Algorithmic Solutions. Ph.D. thesis. Civil and Environmental Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, N.Y., 2005.	-

表 2.4-7 城市貨運需求分析資料臺灣可能來源綜整 (續)

資料欄位	來源	臺灣可能來源
● 有關貨運的問項(進出企業的貨運和服務流量、發生的產業活動、是否屬於業務鏈(business chain)、儲存區域、即時(just-time)交付的重要性、對貨物收集與分配的需求、一周內吸引(freight transportation attracted, FTA)或生產(freight transportation produced, FTP)貨車數量、車輛起迄、車輛類型、承運人的使用、企業影響貨運的可能性) ● 有關服務的問項(發生的服務類型、一周內吸引的服務車輛數量(service vehicles attracted, STA)和產生數量(service vehicles produced, STP)、起迄的地理位置、車輛類型)	與挪威公共道路管理局(Norwegian Public Roads Administration, NPRA)合作的企業問卷調查，網路電子郵件型式	對企業進行調查
● 各零售商日平均交貨數量、交貨通常抵達時間、製造商交貨通常抵達時間、交貨公司類型、車輛類型	企業調查	
● 消費者資訊 ● 消費者消費行為 ● 交通運具 ● 基礎設施 ● 小零售商資訊 ● 客戶消費行為	企業調查(現場與線上)	
● 公司屬性 ● 營運 ● 貨運旅次產生(一周內收貨)	企業調查	貨運交通量調查：104 年 7 月本所-第 5 期整體運輸規劃研究系統—城際旅次特性調查及初步分析、107 年 12 月本所-北臺區域整體運輸規劃—旅次特性調查與供需分析、109 年 10 月本所-南臺區域整體運輸規劃系列研究(1/2)—旅次特性調查分析 裝貨地點、卸貨地點、載貨重量、車公里、車旅次、商品種類：109 年 汽 車 貨 運 調 查 (https://reurl.cc/Xj8ZEe)
● 貨車旅次(噸、行駛公里數、噸公里數格式) ● 車輛類型 ● 商品類型 ● 車輛製造年份 ● 載貨里程數 ● 空載里程數	澳洲統計局(Australian Bureau of Statistics, ABS)	
● 車輛資訊(車輛類型、燃料類型、毛重、里程表) ● 旅行日誌(旅程、訪問的所有地點)	商用車輛調查，美國德州交通部(TxDOT)旅行調查計畫	
● 訪談時間 ● 車輛類型 ● 起點 ● 迄點 ● 商品類型 ● 貨物大小	高速公路建設計畫貨運起迄調查	
● 車輛類型 ● 行駛距離 ● 起訖點 ● 旅次目的(送貨、取貨、返回) ● 抵達時間 ● 出發時間 ● 運送項目	企業實際營運資料	

資料來源：本計畫整理

2.5 文獻評析

綜整上述文獻回顧內容，由於目前國內貨運量分析仍是沿用旅客運輸之分析架構，並簡化以成長率法進行貨運量預測，再轉換為貨車車次做為路網指派之背景交通量。而現行之貨運需求分析方式，又會受限於貨運資料來源，出現統計資料商品分類方式不一、貨運資料涵蓋範圍不夠全面等問題，因而無法將資料整合做細緻化分析。

在統計資料商品分類方式不一之問題上，由於國內在貨運資料的蒐集與統計上，均由各調查、統計單位自行針對商品進行分類，如關貿網路公司與臺灣港務公司統計資料間針對進出口的資料的分類方式便有所不同，其餘公路汽車貨運、鐵路以及水上及航空貨運調查等資料之間亦各有自己的商品分類方式，跨部門資料間的整合與相互引用不易，乃為貨運分析研究的一大限制。

在貨運資料涵蓋範圍方面，目前國內貨運資料中以交通部統計處之汽車貨運調查涵蓋面向較為完整，目前貨運規劃模式亦以該資料為基礎進行模式的分析與構建，然對比國外之相似調查報告仍能發現國內調查資料不足之處。表 2.5-1 為我國汽車貨運調查與美國商品流向調查資料(CFS)、車輛存量與使用調查(VIUS)之比較表。由彙整表中可發現，CFS 為針對託運人之商品運送情形進行調查，VIUS 是以貨車本身之使用情形進行調查，汽車貨運調查則是針對貨運運輸業者之經營情形進行調查，由於三者在最初之調查目的便有所不同，因此亦較難針對調查項目逐條進行比較。

若以貨運需求調查之觀點出發，由於 CFS 即是針對商品本身之流向進行統計，因此可就貨物特性、起迄、載運方式等資料進行蒐集，而 VIUS 因是針對貨車使用情形進行調查，並未蒐集貨物載運起迄點等相關資訊，故對於貨運需求調查之幫助相對較小，而汽車貨運調查是以貨運運輸業者為對象，因此是就貨運運輸之結果進行統計，故可能忽略商品本身之特性而使資料應用範圍受限。也因此，若就可蒐集貨運運送流向之汽車貨運調查與 CFS 等兩項資料庫進行比較，可發現汽車貨運調查相較於 CFS 於調查的涵蓋範圍與資料精細程度上仍不夠全面，僅能呈現貨車的起迄以及重量等資料，無法進一步分析貨運目的、產業行為特徵等產業發展與經濟連動資訊，且無法描述物流、倉儲、轉運和複合運輸等貨運行為。

表 2.5-1 美國 CFS、VIUS 與國內公路汽車貨運調查比較表

項目	CFS	VIUS	交通部統計處汽車貨運調查
調查對象	以託運人為調查對象	以貨車持有人為調查對象	以運輸業者為調查對象
涵蓋範圍	所有符合北美產業分類系統(North American Industry Classification System, NAICS)規範之礦業、製造業、批發、電子郵購、郵購、燃油經銷、出版業以及其他含有貨物運送行為的輔助設施(如倉儲)等產業	自用貨車及營業用貨車	自用貨車及營業用貨車
商品分類方式	依美國運輸貨品標準分類(Standard Classification of Transported Goods, SCTG)	依照貨車載運用途分為 10 個大分類、49 個子類別。	依照行政院主計總處產業關聯統計分類方式重新彙編
抽樣大小	共計 754,000 筆產業資料，抽樣大約 102,369 家，約 13.5%。	根據 IHS Markit 子公司 R.L. Polk & Co. 建立之資料庫，以分層抽樣方法，針對 150,000 輛貨車登記人進行調查。	自用貨車母體 98 萬輛抽樣 4,393 輛(0.4%)；營業貨車母體 5,288 家貨運公司抽樣計 645 家(4.9%)
資料形式	書面報告、網頁下載、原始資料之資料庫可索取 CD 取得	書面報告、網頁下載、原始資料之網路資料庫	書面報告、網頁下載、原始資料之網路資料庫
抽樣方法	抽樣年的每 1 季，被抽樣公司需將 1 週的每 1 筆出貨的貨運資料依照格式紀錄。	自 1963 年起開辦調查，於 2001 年起停辦，並於 2021 年重啟調查計畫，採線上問卷填答，規劃每 5 年辦理一次調查。	每半年調查 1 次，自用貨車以由監理單位車輛登記資料中隨機抽出；營業貨車則是透過監理單位派員訪查，除了直接填寫書面調查表外，受查者亦可利用「汽車貨運調查上網填報系統」直接上網填寫貨品運送裝卸資料，惟僅能就書面調查表及上網填表方式擇一填寫。
運具	營業貨車、自用貨車、鐵路、空運、貨輪(吃水淺)、貨輪(吃水深)、管線、郵局包裹、快遞、其他	等級 1 至等級 8 之貨車，亦包含可提供載貨功能之客車。	小貨車、大貨車、曳引車
資料蒐集項目	運送日期、商品產值、運送重量、商品種類、是否為有害物質、運送目的地(或是出口港埠)、是否為出口品、出口國家或城市以及出口運送方式等。	車輛基本資料、車輛使用情形、車輛輔助設施裝設情形、燃油類別、維修情形、行駛里程、油耗、車輛載貨附掛設備裝設情形、載運商品類型等。	商品別、商品來源別、貨運起迄(鄉鎮市別)、運送車種、載重量、行駛里程、運費收入等。

資料來源：本計畫彙整。

綜合上述彙整內容，考量國內之貨運需求分析架構尚無法完整反映貨物量分布情況，且不同類型之物流貨運特性亦不盡相同，故本計畫於文獻回顧階段特將國內貨運市場根據其物流特性區分為進出口貨運、城際貨運、城市貨運等三層級，並針對不同層級之貨運需求分析方法及資料來源進行蒐集。根據文獻回顧內容亦可發現，三種貨運層級之貨運型態差異甚大，較常採用之分析方法或資料來源亦有所分別，故將三層級之貨運系統分開探討有其必要性。本計

畫希冀透過將貨運系統區分為進出口貨運、城際貨運、城市貨運三層級，藉此對國內之貨運需求進行詳細分析，以下彙整各層級貨運系統於文獻回顧之主要發現。

1. 進出口貨運

過去針對進出口貨運需求預測中，大多研究皆選用以歷年進出口貨物總量與人口、國內生產毛額等相關社經變數建立迴歸預測模式或時間序列分析，而投入產出模式因使用之數據相對容易取得且建模簡單，故於近來開始受到廣泛應用。此外，由於投入產出模式需建立各產業的產出與相關產業投入之間的影響與變化的產業關聯模式，因此得以瞭解各產業間的相互依存關係，以及某產業對其他產業的影響程度，進而對產業部門的發展變化對貨運量之影響進行更準確的預測，故本計畫後續亦將以投入產出模式為基礎，藉此研提進出口貨運需求分析之建模架構。

在運具分派階段，透過文獻回顧可發現進出口貨運中最常用的運具分派模式為羅吉特模式，主要因其模式理論完善且參數估計較為簡便，且能透過巢式結構設計，同時針對託運者於進出口運具選擇、載運方式、航商及航線選擇等行為進行探討。基此，考量本計畫係以商品類別為基礎推估進出口貨運量，為能反映不同商品類別在貨物特性上的差異，以及不同產業針對出貨運送(shipment)之考慮因素，如：海運或空運、選擇海運時以貨櫃或散裝出貨、出貨港口/機場選擇等，故本計畫後續亦將建議採用巢式羅吉特模式針對前述課題進行分析。

2. 城際貨運

在城際貨運需求分析方面，本計畫首先彙整過去常見之城際貨運運輸規劃建模方式，根據彙整結果可發現四步驟商品模式為過去較常見且能提供較完整分析結果之建模架構，且由於四步驟商品模式中各步驟可採用之分析方法可視資料可得性、分析目的等彈性調整，故在過去研究中廣泛被應用。再則，有鑒於四步驟商品模式與國內客運需求分析架構相同，又國外個案中不乏以四步驟商品模式為基礎進行分析，故在建模過程中有較多基礎資料可做為國內建模之參考，因此本計畫後續亦將以四步驟商品模式為基礎，研提城際貨運需求分析及運輸規劃之建模架構。

透過以四步驟商品模式為基礎，本計畫分別彙整貨運量產生與吸引、貨運量分布、運具分派及交通量指派四個步驟之相關文獻。過去研究中常見之貨運量產生與吸引分析方法如：迴歸分析、類目

分析、時間序列、投入產出與類神經網路等，其中又以迴歸分析和時間序列最為常見，兩者皆以多元迴歸模式探討自變數對貨運量產生/吸引的影響，由於迴歸分析能夠靈活操作，考慮研究者感興趣之變數如：企業屬性、空間特性等；而時間序列主要考慮時間變數，預測未來在不同季節、節日、時段的貨運量，還能結合機器學習來提升精確度。

在預測貨運量分布階段，重力模式為過去研究中最廣泛被應用之分析方法，惟重力模式分析時必須針對貨運特性校估模式參數，因此需要蒐集貨物之運輸時間、運輸距離等資料以建構模式。在運具分派階段，目前研究多採用個體選擇模式為主要研究方法，如：增量羅吉特、多項羅吉特等，由於個體選擇模式理論發展成熟，且預測結果亦有良好的解釋性，故受到廣泛應用，惟建立個體選擇模式時須要透過蒐集顯示性偏好之歷史資料，抑或敘述性偏好之問卷調查資料做為模式校估基礎，在資料可得性上有其難度。最後，交通量指派階段則以使用者流量均衡模式較常在實務上被應用，由於使用者流量均衡模式之輸入資料為各車種之旅次起迄分布量，故能夠併同客運旅次量進行交通量指派分析，亦有助於建模架構中將貨運與客運旅次量之分析結果進行整合。

3. 城市貨運

在城市貨運部分，根據 Taniguchi *et al.* ^[52](2001) 城市貨運係最佳化私人公司在城市區域的物流與運輸活動，並包含託運人、居民、承運人、行政機構等四種利害關係人。透過回顧城市貨運需求分析方法之文獻，可將分析架構歸類為四大類，包括：以商品為基礎、以旅次為基礎、以旅次鏈為基礎及其他模式。再則，透過彙整亞洲、美洲等國之城市貨運分析個案，除能了解各類分析架構實際之應用方式外，亦能探討對於我國城市貨運需求分析可能應用之處，如：日本與韓國之分析個案皆指出，建立城市貨運需求模式前，可先瞭解我國歷年物流業之變化、土地使用需求等貨運量影響因素；新加坡個案則建議可將新型模擬工具納入後續分析評估使用之一種方式；美國個案可參考其分區方式，延續我國既有分區概念，依此做為貨運需求分析單位基礎；西班牙個案則利用有限資料建模之方法，因應貨運相關資料取得不易之情形；澳洲個案考慮了各商品類型間之關係，提供更為精準符合真實情形之建模方法。

此外，城市貨運流量主要包含購物和補貨兩個部分(Nuzzolo and Comi^[95], 2014)。城市貨運分析傳統上只關注補貨物流(restocking flow)，即從倉庫/物流中心到貿易或服務機構(例如商店、餐飲店)的

貨運車輛流，通常忽略購物物流(shopping flow)，然而購物為主要的旅次目的，因為購物為生活方式的一部分，購物是第二大最常見的城市旅行類型(Comi *et al.*^[82], 2014)。Comi *et al.*^[82](2014)亦指出網路購物的發展造成購物行為的改變。

第三章 我國貨運發展趨勢與特性暨整體 貨運需求分析架構研擬

3.1 國內貨運發展概況

3.1.1 國內貨物既有運輸型態

我國國內貨物運輸體系可分為陸路運輸、海運運輸、航空運輸、管道運輸及複合運輸等 5 大類，而陸路運輸又分為公路運輸與鐵路運輸。根據資料整理(表 3.1-1)，我國貨物運輸市場歷年來以公路貨運運輸占比例最高，2021 年占我國總貨運量高達 92%，海運次之，其次是鐵路，而航空貨運量最小，另由於沒有管道運輸之運輸量資料，故未將管道運輸貨運量資訊納入表 3.1-1。公路貨運的及戶配送服務特性可直接將貨物從發貨處送到收貨處，實行及戶的一條龍服務，以及貨物運送班次密集、運送時間彈性大、運輸費用較低等因素，故公路貨運運輸是我國貨物運送之主要方式，以下將介紹我國國內貨物運輸型態。

表 3.1-1 國內貨物運輸市場占有率

項目	運具別	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年
貨運量 (千噸)	公路	653,265	551,430	551,430	551,430	530,290	537,079	560,770	559,682	501,588	516,852
	鐵路	13,905	11,167	11,223	11,117	9,387	7,971	7,878	7,479	7,506	6,835
	海運	26,196	26,956	29,744	27,437	25,049	21,821	24,264	25,432	28,348	32,616
	航空	36	35	35	33	32	30	30	30	29	24
	總計	693,402	589,588	592,432	590,017	564,758	566,901	592,942	592,623	537,471	556,327
比率 (%)	公路	94.21%	93.53%	93.08%	93.46%	93.90%	94.74%	94.57%	94.44%	93.32%	92.90%
	鐵路	2.01%	1.89%	1.89%	1.88%	1.66%	1.41%	1.33%	1.26%	1.40%	1.23%
	海運	3.78%	4.57%	5.02%	4.65%	4.44%	3.85%	4.09%	4.29%	5.27%	5.86%
	航空	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	<0.01%

資料來源：交通部公路總局^[96]、臺灣鐵路管理局^[1]、臺灣港務股份有限公司^[97]、交通部民用航空局^[98]。

1. 公路貨運運輸

根據現代運輸學，公路運輸主要有兩個優勢，易行性與可及性。易行性是指將人與貨從起點運送至迄點快速的之程度；可及性是指及戶運輸的便利性，其優缺點詳表 3.1-2。

表 3.1-2 公路運輸之優缺點

優點	缺點
1.方便性高	1.運輸量小
2.運用靈活	2.可靠度與安全性低
3.普及性高	3.運輸時間準點率差

公路貨運運輸為目前我國最主要的貨運運輸運具。由於完善且周延的高快速公路，加上終端消費者的及戶配送需求，我國公路貨運運輸以中短程為主。依據我國公路法第 34 條規定，我國公路汽車貨運分為汽車貨運業、汽車路線貨運業及汽車貨櫃貨運業 3 業類，其定義與營運範圍如表 3.1-3。由於近年人力短缺，大宗商品改以棧板運送，導致長途高速公路的車輛逐漸改以「聯結車及曳引車、拖車運輸」為主，以節省運送成本，且國內之公路塞車狀況日益嚴重，使公路運輸發展遇到瓶頸。

表 3.1-3 我國公路汽車貨運業種之定義與營運範圍

業類	定義	營運範圍
汽車貨運業	以載貨汽車運送貨物為營業者	未限制
汽車路線貨運業	在核定路線內，以載貨汽車運送貨物為營業者	核定路線
汽車貨櫃貨運業	在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者	核定路線

資料來源：本所^[99] (2004)。

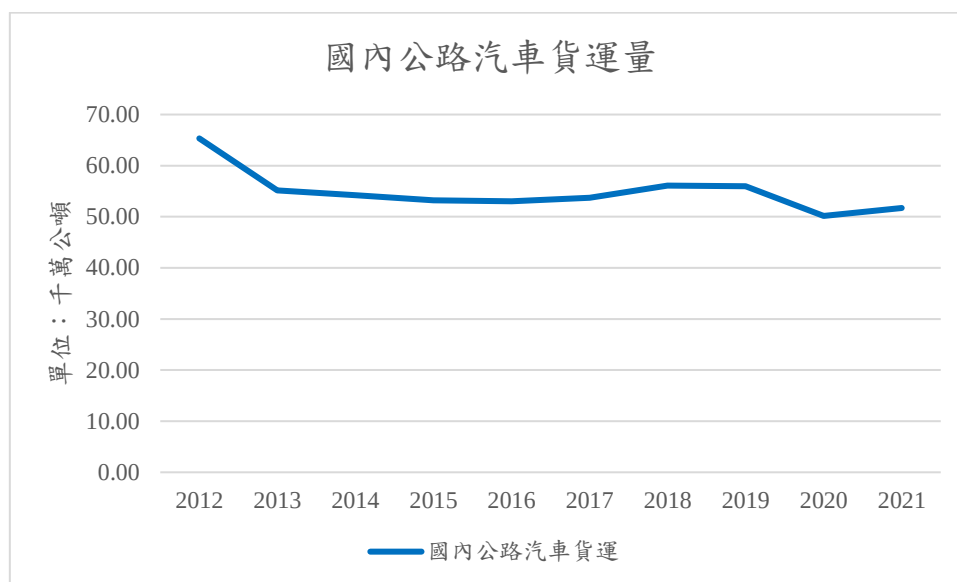
由於公路法只針對該 3 類業種加以規範，依據我國公路汽車貨物運輸業種分類暨相關法規檢討，我國大眾式公路汽車貨運業包括路線貨運業、快遞服務業、宅配業等業種，而契約式汽車貨運業者則包括汽車貨運業、貨櫃貨運業等業種，其中快遞服務業主要具備「跨縣市、多級配送、零擔運輸、論件計酬」等特性。根據本所^[99](2004)之國家貨運發展政策白皮書，隨著科技進步、貨物運輸需求不斷變化，導致法律規範的不足、立法不周延無法及時反應運輸業態的變化，許多運輸業者轉型多元化經營，面對新興產業的衝擊，新科技的引進以及市場的多元化發展，現行法令規定似已無法兼顧汽車貨運產業與國家發展需求，如：物流、快遞服務業、宅配業與農產運輸等新興貨運服務興起，其營運性質皆具有「以載貨汽車運送貨物為營業者」之共同點。目前新興運輸貨運業態包括物流業(倉儲業、貨運業之業務結合)、搬家業、國際整合型航空快遞服務業、餐飲外送業等均登記為汽車貨運業態(表 3.1-4)。

表 3.1-4 公路汽車貨運運輸產業分類

業別	公路管制汽車貨運產業分類		尚未納入公路管制之新型態類別
自用貨運業	-		-
受雇貨運業	大眾式汽車貨運業	路線貨運業	快遞服務業、宅配業
	契約式貨運業	汽車貨運業 貨櫃貨運業	物流業、搬家業、國際整合型航空快遞服務業、餐飲外送業

資料來源：李宗儒^[100](2007)

汽車貨運業主要以運送包裹為主，其服務對象以企業為主，提供及戶配送服務的整車貨運運輸，並以整車載重收費，其運輸商品的種類相當繁多，以電子設備、電子零件、布匹、進出口貨物、食品、藥品及菸酒類為大宗。如圖 3.1.1，為近十年國內汽車貨運運量趨勢圖。



資料來源：交通部公路總局^[96]。

圖 3.1.1 國內公路運輸近十年趨勢圖

(1) 汽車貨運業

汽車貨運業係指「以載貨汽車運送之貨物為營業者」，其申請籌設之最低資本額為新臺幣 2,500 萬元以上，並具備全新貨車 20 輛以上。運送的貨物大多為整車運送，營運路網屬於點對點直接配送，無固定路線及班次，運送過程較不需將貨物轉運或併裝，故不需有場站設備。在營運現況上，汽車貨運業大多屬於規模較小之業者，運輸商品種類繁多，且無特定之服務對象及路線，多屬靠行經營之型態。

(2) 汽車路線貨運業

汽車路線貨運業係指「在核定路線內，以載貨汽車運送貨物為營業者」，申請籌設之最低資本額為新臺幣 5,000 萬元以上，且應具備全新大貨車 30 輛以上，若營業需要購置聯結車可併同貨車計算。以各地營業所為主要站所，採定時發車，行經一定路線，將託運之零擔貨物，按時送達目的地。由於業者須有固定營運路線及班次，需要設置不同功能或性質的營業站所，做為貨物組裝、轉運、收送等服務站所，因投資門檻較高，所以公司營運規模較大，投入的車輛數多，業者家數相對較少。在營運現況上，汽車路線貨運業業者大部分為企業化經營，並在核定之營運路線上，設置營業所站集散倉儲等設施，由聯結車及大小貨車組成不同功能之車隊，運送各類貨物。屬於規模較小之業者，運輸商品種類繁多，且無特定之服務對象與運輸路線，多屬於靠自行經營之型態。

(3) 汽車貨櫃貨運業

汽車貨櫃貨運業係指「在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者」，申請籌設之最低資本額為新臺幣 3,000 萬元以上，且應具備全新曳引車 15 輛及半拖車 30 輛以上。以貨櫃曳引車或聯結半拖車運送貨櫃貨物為主要營業目的，有運輸迅速、經濟及安全之特性，為進出口貨櫃貨物及內陸運輸之主要角色。經營業務型態可大約分成三種，分別是「船邊運輸」、「轉運運輸」及「貨櫃場運輸」。汽車貨櫃貨運業服務對象主要為船公司、進出口廠商與報關行；載運貨物種類相當多樣化，惟透過貨櫃搬運設備，將不同形狀、體積統一裝入貨櫃，使用載具種類簡化。營運路網主要往來港區碼頭、各港區貨櫃場、貨櫃場及貨主之間。託運人與業者間以訂定契約方式約定運價及承運方式；船邊運輸及轉運部分需配合船期，作業時間較集中。在營運現況上，船邊運輸及轉運業者規模較大，大多為上市或上櫃公司，貨櫃場運輸業者一般規模較小且家數眾多，靠行情形相當普遍。

表 3.1-5 我國公路汽車貨運業種分類

業別	汽車貨運業	汽車路線貨運業	汽車貨櫃貨運業
運輸	整車運輸	零擔運輸	整車貨運
申領資格	1.資本額 2,500 萬元以上。 2、全新貨車 20 輛以上。	1、資本額 5,000 萬元以上。 2、全新大貨車 30 輛以上。	1、資本額 3,000 萬元以上。 2、全新曳引車 15 輛及半拖車 30 輛以上。
營運系統	以整車運輸為主，理、分貨行為由客戶完成，故無廠站之要求。	以零擔運輸為主，故需廠站申請登記，用以理、分貨作業與路線營業之所需。	以整車貨運為主，船邊運輸及轉運業者規模較大，屬於點對點的服務方式。
產業公司 細分	貨運、快遞服務業、物流業、國際快遞服務業、搬家業	路線貨運、宅配業	船邊運輸、轉運運輸及貨櫃場運輸

資料來源：本計畫整理。

根據本所^[101]「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究—法律位階檢討」報告書指出，由於各業別相關規範及實務因應產業各自特性而有不同管理細項及需求。公路汽車貨運業重點在於希望放寬貨運類之管制，如開放自用貨車或以保險取代資本額、車輛數等，以達成總體汽車貨運政策之目的，俾利健全汽車貨運市場、強化市場競爭活力、去除不合時宜法規等，提出建議。依據美、日等國家汽車貨運業分類，建議簡化目前汽車貨運業類別，將汽車貨運業、汽車路線貨運業及汽車貨櫃貨運業 3 類統整為汽車貨運業，並於汽車運輸業管理規則另定營運規範，鬆綁經濟管制，但同時加強安全管制。我國近年來轉向希望經濟貿易市場朝向自由化、國際化，而汽車運輸業屬於前述服務貿易內之「運輸服務」範圍，亦屬於推動業務之一，適當的開放將有助於貿易與投資之自由化。

另根據聯合國巴黎氣候協議，其主要內容係期望將全球平均升溫控制在攝氏 2 度內，各國為了減少溫室氣體的排放，在交通運輸方面，逐漸以電動車輛取代燃油車輛，政府鼓勵民眾使用電動車，均提供購車補助或賦稅減免等鼓勵性措施，提高民眾對電動車的使用率，由於民眾駕駛電動車會產生「里程焦慮」的問題，故政府將廣設電動車充電站，擴大電動車的普及。

電動車在城市地區配送主要在以小型車輛為主，例如貨車和自行車。目前載貨自行車(cargo bike)是交通運輸的能源及污染問題的一個解決方案，也是新型態創新的城市貨運模式，其不僅可提高效率使用替代車道，還可節省時間、燃料排放、並減少交通壅塞和噪音等對環境造成影響(Heinrich *et al.*^[102], 2016)。我國嘉里大榮除了油電貨車也購入電動三輪機車進行配送，全球快遞旗下的愛鄰騎士也使用電動機車進行配送、DHL 在我國則使用運務自行車(Cubicycle)、

電動機車、電動貨車、油電混合車送貨，與車隊未綠化前相比，每年預估可減少 50%的碳排放。

2. 鐵路貨運運輸

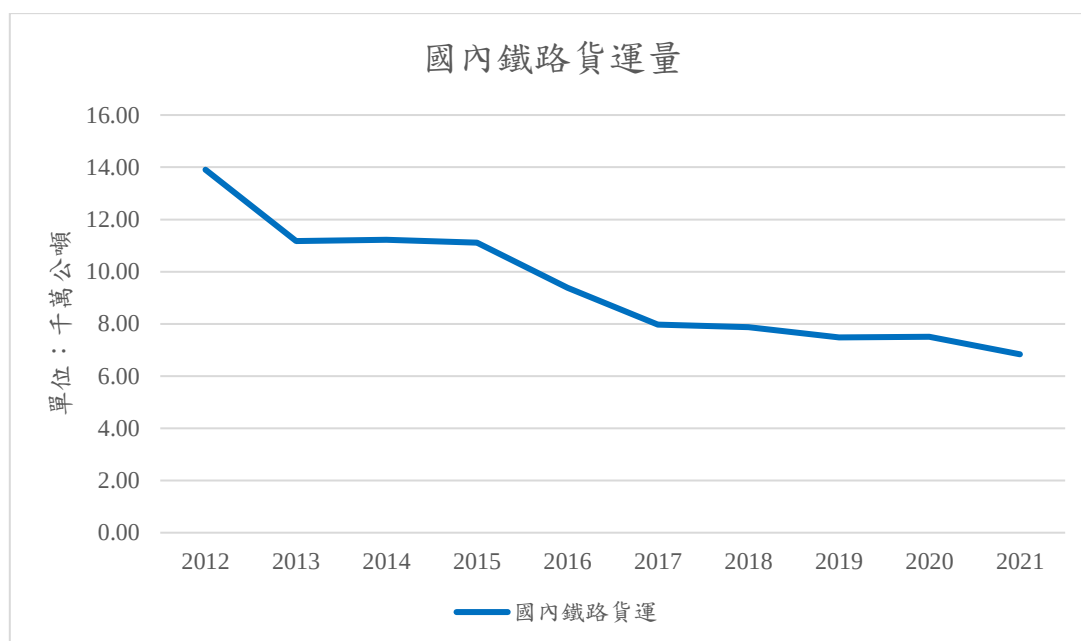
鐵路運輸的特性包括投資成本龐大、編組列車，可提高路線容量、具有自動控制的能力、專用路權、「車路一體」或「車路分離」等特性。鐵路運輸的可及性低、裝卸貨物次數多，在成本優勢並不大，其優缺點說明如表 3.1-6。

表 3.1-6 鐵路貨運的優缺點

優點	缺點
1.運輸量大	1.投資成本高
2.貨品準時到達性高	2.前置作業時間長
3.運輸成本低	3.可靠度與安全性低
4.適合於長途運輸	4.維修不易
5.運輸種類多	5.缺乏機動性

我國國內原以貨物運輸為主之專用鐵路則隨著經濟與環境的變遷而逐漸停駛，並轉型為客運。我國鐵路貨運服務主要由臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵)負責提供；臺鐵貨運業務由二個臺鐵單位所共同經營。臺灣鐵路管理局資產開發中心負責貨運之承攬、運輸計劃及貨運之搬運等事項；而臺鐵運務處則負責貨車班次之調度。臺鐵目前所提供的鐵路貨運服務主要為普通整車運輸、貨櫃運輸；而運輸的貨源種類主要為水泥、石灰石、煤炭等。

由於時代變遷科技日新月異，商品朝輕薄短小型發展的趨勢，鐵路貨物運輸所具有大量運輸優勢無法充分發揮，甚至成為經營上的負擔。與其他貨物運輸相比，鐵路貨物運輸的優勢在於運量高、長途運輸的規模經濟，但由於我國腹地狹小、受地形影響，因此鐵路貨物運輸在發展上受到限制，加上公路運輸價格競爭激烈，國內鐵路運輸呈現嚴重衰退的現象(圖 3.1.2)。



資料來源：臺灣鐵路管理局^[1]

圖 3.1.2 國內鐵路貨運運輸近十年趨勢圖

3. 航空貨運運輸

航空運輸的特性包括速度較快適合運送易腐敗及具時效性的物品、不易受地形影響等因素，而缺點有費用昂貴、易受天候影響等因素(表 3.1-7)。航空貨運依其載重作業特性可歸納為三大類：

- (1) 航空郵件(Air Mail)：運送一般書信文件。
- (2) 航空快遞(Air Express)：一般指小包裹物件之運送，且在指定時間送至目的地。
- (3) 一般航空貨運(Air Freight)：運送較大件的貨物。

表 3.1-7 航空貨運之優缺點

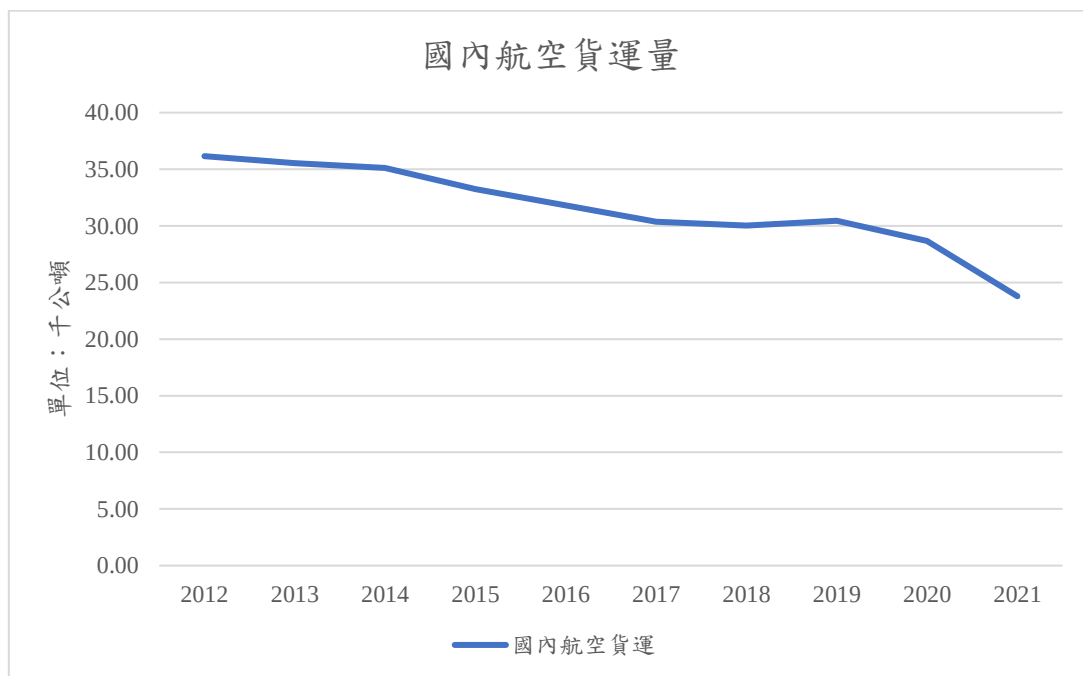
優點	缺點
1.運輸效率高	1.運費高
2.不受地形影響	2.易受天候影響

航空貨物運輸相關產業主要包括民用航空運輸業、航空貨運承攬業及航空貨物集散站經營業等，依據我國「民用航空法」第二條第十一款，民用航空運輸業係指以航空器直接載運客、貨、郵件，取得報酬之事業。

航空貨運包括兩種經營型式，一為以客運業務為主、以運載貨物為輔；另為專營航空貨運的航空公司。而航空貨物運輸業發展主要型式有：

- (1) 整合型快遞業者(integrated carriers)：如聯邦快遞(FedEx)與優比速(UPS)。
- (2) 定期貨運業者(scheduled carriers)：提供傳統貨運服務的典型航空公司。
- (3) 包機業者(charter carrier)：貨運包機服務。

目前我國國際航空貨運市場以中華航空及長榮航空為主要航空公司，其貨運量占有所有國際航空公司國際貨運總量之 90%以上；在國內航空貨運市場方面，則以華信、德安及立榮等三家航空公司之市場占有率較高。另根據交通部民用航空局^[98]統計，我國航空貨運進口以電力電器產品為主，其餘則包括農業、精密儀器設備及其他製品等，出口也多集中在電力電器產品設備及其他製品等產品。圖 3.1.3 為我國國內航空貨物運輸量，近十年我國國內航空貨運運輸市占率統計則如表 3.1-8 所示，根據統計結果可得知，國內航空所占之貨運量比例僅約 1 %。



資料來源：交通部民用航空局^[98]

圖 3.1.3 國內航空貨物運輸量

表 3.1-8 國內航空貨物運輸市場占有率

單位	項目	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年
貨運量 (千噸)	國際航線	931	906	944	935	996	1,078	1,082	1,050	1,002	1,282
	兩岸	171	177	201	202	219	236	234	232	218	231
	國內	36	36	35	33	32	30	30	30	29	24
	轉口	953	967	1,042	981	987	1,072	1,117	1,002	1,187	1,382
	總計	2,091	2,085	2,222	2,151	2,233	2,416	2,463	2,315	2,435	2,919
比率(%)	國內航空	1.73%	1.70%	1.58%	1.55%	1.42%	1.26%	1.22%	1.31%	1.18%	0.81%

資料來源：交通部民用航空局^[98]。

4. 海運貨運運輸

是指利用行駛於水道航線上的船舶載運旅客及貨物的運輸方式。國際海上貨物運輸是使用船舶透過海上航道，在國家和地區的港口間運送貨物的一種運輸方式。海運貨運的特性是續航力強、運量大、價格便宜、運送貨物種類多樣等，因此被航空貨物運輸替代的可能性小；缺點則如運輸速度慢、運輸時間較長至使船班抵達時間誤差較大等，其優缺點說明如表 3.1-9。

表 3.1-9 海運貨運運輸之優缺點

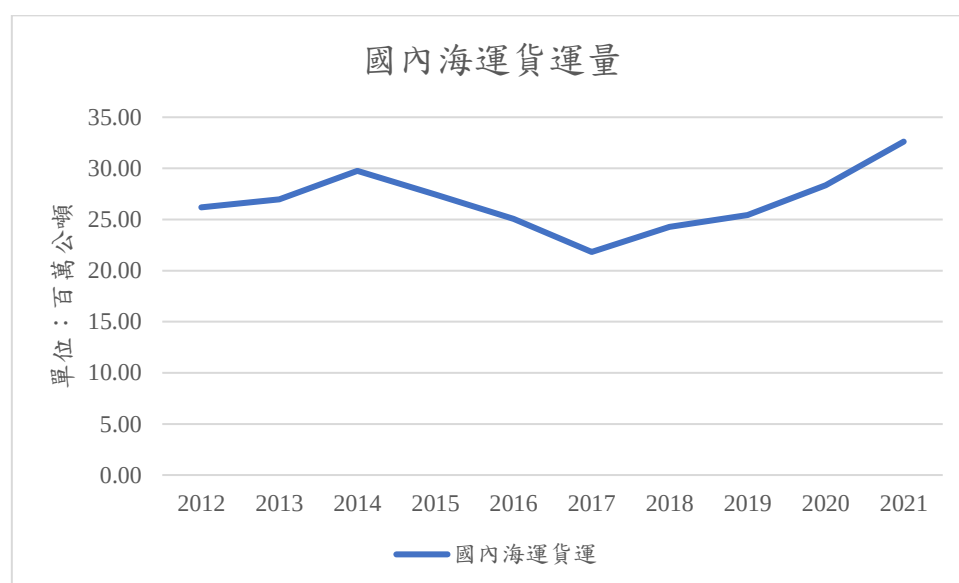
優點	缺點
1.續航力強	1.運輸速度慢
2.運輸量大	2.運輸時間較長至使抵達時間誤差較大
3.運費低廉	-
4.運送貨物種類多	-

目前貨櫃是國際運輸最普遍使用的貨運裝載容器。貨櫃之運輸流程自託運人處所(倉庫、廠房)，以貨櫃或大型貨車將貨物先行運送至內陸貨櫃集散站，進行未滿整櫃的併裝作業，接著運送至港埠中心貨櫃場，最後再運送至港埠船席碼頭進行裝櫃上貨櫃船。海運業則依據貨載項目與船舶設備區分為貨櫃運輸及散裝運輸。其中貨櫃航運的營運多採定期航線，主要運載工業製成品，散裝航運則承載以民生及工業基本原料之大宗物資如穀物、鋼材、煤炭、鐵礦等為主，因此受全球景氣、天災、戰爭及國內需求等因素影響甚大。

我國國內海運貨運航線主要分為環島及離島航線，環島航線主要為公民營企業利用自有船或與航運公司簽約之出租專用船，運送自產之產品或所需之大宗原物料。由於貨運量尚稱穩定，且各廠商在港口均租有專用碼頭及特殊裝卸設備，因此符合運送成本低廉之效益。我國海運貨運進口以礦產品為主，另有部分卑金屬以及化學相關的工業產品等其他製品。出口則較分散，包括卑金屬、塑膠橡

膠、礦產品、工業產品、紡織品、機械電力電器設備及其他等。而我國國際海運有長榮海運、陽明海運名列全球前十大航商。

依據臺灣港務股份有限公司^[97]統計資料，我國國內海運貨運量有越來越多的趨勢，若進一步探究其原因則可發現，近年由於煉油廠歲修、油品運輸調度，以及國內砂石水泥需求量增加等波動，故導致國內海運貨運量逐年增加(圖 3.1.4)。根據本所^[103]之「2019 年海運重要議題」研究計畫，過去全球貿易受中美貿易紛爭之影響，尤其是亞洲與北美間的貿易，也間接波及到亞洲區域內。隨著供應鏈布局之改變，全球供應鏈逐漸轉為區域供應鏈，區域內運輸需求將會增加，航運市場結構將產生變革。而近年疫情導致各國經濟遭遇重創，包括生產停頓、市場暴跌、失業增加及塞港現象。對高度依賴國際貿易的航運市場而言，全球貨櫃運量和航商營收也遭受嚴重影響。



資料來源：臺灣港務股份有限公司^[97]

圖 3.1.4 國內海運貨物運輸近十年趨勢圖

5. 管道運輸

管道運輸(pipeline transport)是以管道輸送貨物，貨物為液體或氣體，主要運輸汽油、天然氣為主。我國瓦斯、汽油、自來水運輸等皆使用管道運輸。表 3.1-10 為管道運輸之優缺點，管道運輸的特點是貨物只能單向運輸以及貨物的高安全性，不容易遺失或遭毀損，缺點是貨物移動較緩慢、只能從特定的地點送入或取出等。在我國管道的運輸多設置在地面下，因此在交通方面影響較低。

表 3.1-10 管道運輸之優缺點

優點	缺點
1.運輸量大	1.運輸種類有限(液態或氣態)
2.成本低廉	2.維護困難
3.運送效率高	3.損壞成本高昂
4.安全性高	4.普及率低

6. 複合貨運運輸

複合運輸又稱「聯合運輸」或「聯運系統」，指結合兩種(Intermodal)或兩種以上(Multimodal)運具從事貨物或人員整合性及戶配送服務之行為，採用單一費率或聯合計費的方式，並且共同擔負運送責任之服務。即針對特定運輸服務採取一種共同利益之合作組合之形式，將處理成本以及損壞和丟失的風險降到最低，貨物在更短的時間內到達最終目的地以完成運輸服務，其有助於縮短交貨時間、降低存貨成本和運費。最佳化路線的規劃還可以減少排放和運輸碳足跡。使各種運輸資源得以充分有效利用。其聯運方式包括：

- (1) 陸路聯運：又稱背載運輸(piggy-back)，為鐵路與公路聯運。如一般鐵路與高速鐵路聯運、普通公路與高速公路聯運。
- (2) 水陸聯運：又稱船背運輸(fishy-back)，為公路與水道聯運、鐵路與水道聯運、鐵路與公路與水道聯運。
- (3) 陸空聯運：又稱鳥背運輸(birdy-back)，為鐵路與航空聯運、公路與航空聯運、鐵路與公路與航空聯運。

藉由圖 3.1.1~4 可瞭解近十年國內貨物運輸量的趨勢，近年海運貨運國內增長的幅度較大，因此公路運輸的百分比略微減少，而鐵路近年來以客運為主，漸漸減少貨物運輸的趨勢，航空運輸在市場佔最少。由於近年海運及陸運的複合運輸在國內貨運的重要性非常高，應列為主要貨運規劃重點之一。根據「全球運籌國際物流管理」整理，複合運輸優點包含保安 (Security)、安全 (Safety)、效率 (Efficiency)及速率 (Speed)四類；保安是指貨物放置在貨櫃裡使其較難以接近、安全是指貨櫃化貨物通常較運用其他容器來得安全、效率是指將運輸效率的大幅提升歸功於複合運輸的發展、速率與效率相關，若能夠更快處理貨物，表示在相同時間下單一港口可以進出更多的貨物 (蘇雄義與龍道格^[104]，2015)；複合運輸之整體優缺點彙整如表 3.1-11 所示。

表 3.1-11 複合運輸之優缺點

優點	缺點
1.節省時間	1.初始投資成本高
2.降低存貨成本和運費	2.速度慢
3.運載量大	3.可靠度低

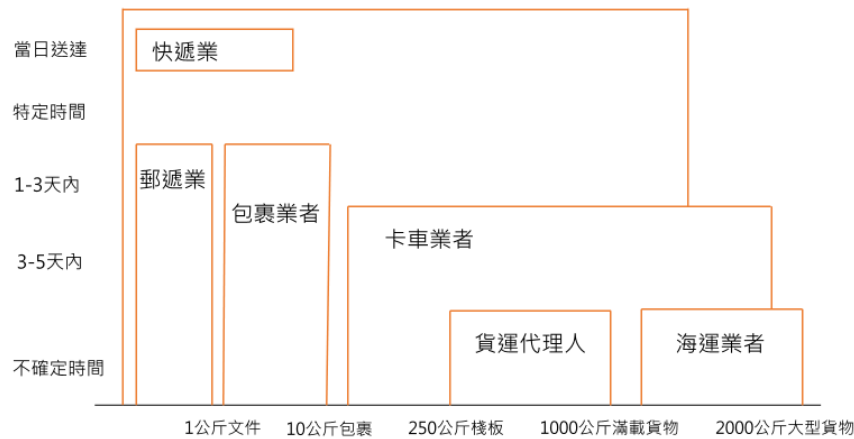
根據 Kikuta *et al.* ^[105](2012) 提出一種新的城市貨運系統，將地鐵與貨車結合，將貨物從郊區運送到市中心，其可緩解城市交通問題，例如交通壅塞、環境和延遲交貨。Janjevic and Ndiaye ^[106](2014)提出駁船與電動自行車組合來運輸，水路(waterway)城市貨運只能在水路網密度高的城市可行。Caris *et al.* ^[107](2008)國外已開始研究鐵路的複合運輸，在西歐地區擁有廣泛水路網路，內河航運及駁船與貨船的運輸都是未來可能發展的複合運輸。

複合運輸主要目的在創造雙贏、提高效率並提供完整運輸服務如及戶配送服務(door to door)。鐵路、航空、海運藉由和公路結合之運輸方式使服務範圍得到擴展，減少轉運之時間，縮短旅行時間。

3.1.2 新型態城市貨運發展趨勢

城市貨運在供應鏈中扮演重要的角色，不論經濟發展或商業都牽扯其中(Crainic *et al.* ^[108], 2004)。然而，電子商務的發展所帶來的城市配送服務需求的快速增長，尤其是 B2C 與 C2C 的發展，對城市交通帶來很大的負擔(如壅塞、效率低、溫室氣體、噪音、事故等)。然而，電子商務的興起、網路購物的增長引起的城市貨運流量和車輛移動的變化，導致交通量增加、二氧化碳排放量、壅塞和噪音等環境問題成為現今最重要的問題。城市貨運的外部性對於人們的生活品質與健康都造成了很大的影響，如何應對以上問題將成為挑戰。

如圖 3.1.5 為貨運運輸市場與配送抵達時間之關聯圖，貨物依載重分為一公斤內的小型文件可於當日至三天內送達、10 公斤內的包裹可於三至五天送達。而 10 公斤以上的大型貨物透過大型卡車配送或海運配送則沒有明確的配送抵達時間，故商品越大抵達的時間越久(越不明確)。



資料來源：Visser *et al.* ^[109](2014)。

圖 3.1.5 貨運運輸市場與配送抵達時間

近年來網際網路的興起，帶動網路購物的消費。電子商務已成全球趨勢，由於智慧型手機的普及與網際網路使用率的增長，全球網路的使用度持續提升，消費者越來越習慣在網路上購物，帶動各國電子商務蓬勃發展。我國電子商務近年來也越來越興盛，根據經濟部統計處^[110]統計，我國 2020 年全體企業電子商務銷售金額達 4.5 兆元，與 2016 年 3.5 兆元相比，增加近 3 成，詳表 3.1-12。儘管不同國家和地區的情況可能有所不同，但新興市場對電子商務的發展都有共同的障礙，包括缺乏熟練的人力資源、網際網路連接有限、缺乏強大的物流網路以及法律和法規的不周(Alyoubi^[111], 2015)。

表 3.1-12 各國電子商務銷售概況

國別	2016 年	2020 年	增長率(%)
我國(億新臺幣)	35,407.4	45,900.9	29.6%
美國(億美金)	3,834.7	7,626.8	98.9%
中國大陸(兆人民幣)	10.7	18.9	76.4%

註：我國及中國大陸為全體企業電子商務銷售金額，美國為零售業電子商務銷售金額。

資料來源：經濟部統計處^[110]

隨著網際網路快速進步和使用，消費者線上購物行為逐日增加，因為消費者開始意識到網路購物可透過比較產品和價格來做出更好的選擇，儘管傳統購物和網路購物有相似之處，但網際網路提供了獨特的特點，例如搜尋成本低、方便比價、省時、品種多樣化(Ahmad and Callow^[112], 2018)。隨著顧客對價格和品質的期望越來越高，服務提供商不能再僅僅依賴成本，還需要了解顧客的需求(Chong and Zhou^[113], 2014)。

根據 2020 年資料統計，我國電子商務網路流量前 5 名平臺分別為蝦皮、露天拍賣、momo 購物網、PChome 24h 購物與博客來；而美國著名電子商務有 Amazon、eBay、Walmart、H&M、Nike 等；中國大陸則有阿里巴巴、天貓商城、淘寶、京東商城等，有些大型電子商務平臺自己建立物流服務系統，有些則外包給第三方物流服務營運商完成最後一哩的配送。

電子商務發展創造新型態運輸服務的需要日益增加，尤其在宅配服務市場、到店取貨、群眾物流、智取櫃等新型態運輸。電子商務和準時制需求的快速發展，最後一哩配送的時效性挑戰已成為城市貨運的問題之一(Kin *et al.* ^[114], 2017)。近年來，群眾物流被認為是目前的解決方案之一，透過人群的配送減少污染排放，並產生巨量成本效益。

最後一哩物流是城市貨運主要的形式之一，Gevaers *et al.* ^[115] (2014)將其定義為：「企業對消費者(B2C)包裹配送服務的最後階段，其範圍從物流中心(倉庫)運送到最終收貨人的首選目的地。」常見的最後一哩物流有快遞服務業及宅配業。宅配業是最後一哩物流模式之一，是一種全面提供個人包裹配送的服務，強調便利、快速以及任何地點均可配送到達的特性。宅配之定義為：「小口包裹，重量 30 公斤以下之商品；以運費及運送時間為主要因素之運輸服務；運輸方式由業者任意利用鐵路、國內海運、自動車、空運等；運費制度以貨物一件重量、明確價格及地區運費為準」。在網際網路上購買的產品必須配送給顧客，由於大多數電子零售商沒有實體店，因此這些產品必須送到家中或其他指定目的地。因此，宅配也越來越廣泛使用(胡凱傑與吳曉鈺^[116] (2009))。

目前我國宅配業市場五大宅配業者為統一速達(黑貓宅急便)、臺灣宅配通、新竹物流、嘉里大榮物流及中華郵政等。此五大宅配業者資源不同，有些有龐大通路，有些有傳統貨運經驗、郵政業務體系為基礎。宅配業者未來可能與各通路結合，例如：已有宅配業者與電視及網路商店合作，除協助線上購物業者配送外，也成立網路購物商城。我國專業配送平臺有 Lalamove、GOGOX、Pickupp 等平臺，透過網站或應用程式提供直達終端消費者的點對點宅配服務。

根據行政院主計總處將快遞服務業定義為「凡從事貨物、包裹、不具通信性質文件等取件、運輸及遞送服務之行業均屬之。」宅配服務亦歸為本類。快遞服務業是指可寄送比較大件的物品的服務。除了專門提供快遞服務的業者外，各地的郵政系統也有快遞服務。除了較快送抵目的地及必須簽收外，現今很多快遞業者均提供貨物

追蹤功能、配送時間的承諾及其他按顧客需要提供的服務。全球四大知名快遞服務業為 FedEx(美國聯邦快遞)、UPS(優比速)、DHL 和 TNT 快遞企業，其提供國際配送服務，透過複合運輸將商品以空運、海運運送至選址處國家，再透過自建的網路系統或外包給其他企業將貨物送至目的地。

隨著企業與個人對當日時效性之需求，快遞服務業因應而生，快遞服務業之特性以承攬配送零擔貨件為主，公路運輸之經營運作方式以固定運輸路線及班次提供貨件的運輸與配送服務。我國現有的快遞服務業有嘉里大榮物流、Lalamove 等企業；機車快遞業是以機車快遞配送的型式，一般配送體積不大的物品，目前機車快遞服務業務之經營，在現行相關交通運輸法令尚無規定機車快遞之營運範圍或分區經營之限制，我國機車快遞業有成龍快遞、全球快遞、巨邦機車快遞與 Lalamove 等。在我國隨著傳統快遞業、餐飲外送業等相繼投入宅配服務市場，宅配業、快遞服務業與餐飲外送業之差別有越來越模糊的傾向。宅配業與快遞服務業的差別是，宅配業為隔日送達，快遞服務業則是當日送達，由於臺灣地理範圍較小，從南到北半天即可到達，加上近年來提出 24 小時到貨的當日配，在我國宅配業和快遞服務業已無明顯差異。

最後一哩的配送對於永續發展也至關重要，快速運輸意即不斷往返於各個區域，造成交通壅塞和空氣污染。電子商務企業一直在努力解決這些問題，其中一項措施是建立當地的物流中心網路，負責特定區域的包裹收集和配送，或是透過其他的方式降低物流成本、縮短運輸時間，同時減少運輸對環境的影響。

政府當局如何管理物流業的溫室氣體和空氣汙染排放、能源消耗、氣候變遷、交通安全等，都是城市貨運中的一大挑戰。過去電子商務與網路購物掌握物流通路的消費模式已面臨瓶頸與挑戰，近期受疫情影響，「零接觸經濟」興起，為能滿足消費者需求以及改善配送效率低的問題，透過線上、線下虛實整合的全通路服務模式，已成為全球消費與物流的重要發展趨勢，各種智慧化的物流服務模式因應而生，如無人機、智取櫃、群眾物流和取貨點等最後一哩創新物流科技。無人機配送可解決偏遠地區的配送問題以及提高配送效率；智取櫃 24 小時均可取貨；群眾物流是透過人群來解決最後一哩物流的新興物流模式，取貨點提供倉儲，當貨物送達後，顧客可以至取貨點取貨，例如零售商、超商，創新物流不僅能解決傳統物流不能解決的問題，還可減少配送失敗所花費的額外成本，因此未來創新物流可能會改變最後一哩物流模式型態。以下將介紹目前新

型態城市貨運模式，分為餐飲外送業、群眾物流、智取櫃、無人機配送、機器人配送以及地下運輸。

1. 餐飲外送業 (food delivery)

依據臺北市外送平臺業者管理自治條例定義，外送平臺是指使用電子商務技術進行網際網路交易，提供消費者購買商品，並提供物流士選擇視消費者購買商品進行外送服務。物流士是指透過外送平臺應用程式，前往消費者指定之廠商領取商品，再外送至消費者指定地點，並交予消費者而從事外送服務之人員。

餐飲外送業主要是指餐飲業者提供的配送餐食到指定地點的服務，常見的外送食品有速食、便當、飲料等。近年我國盛行的食品外送平臺如 Foodpanda、Uber Eats，提供網路訂餐，也陸續提供雜貨與生鮮購物服務，目的是在短時間內送達至顧客端，並提供高品質、高效率完成最後一哩的配送。

近年來我國食品外送平臺的使用有日益增加的趨勢，餐飲外送平臺 Foodpanda 透過整合的方式，為不同角色創造不同的價值：消費者透過平臺訂購商品，有多元的餐點選擇。合作店家提供多元商品來擴大客群、增加訂單；物流士透過提供外送服務，創造零工經濟的工作機會，國外知名食品外送平臺有歐洲 Just Eat、中國美團外送、美國 DoorDash 等，在市場上占有一席的地位。

2. 群眾物流 (crowd logistics)

又稱「共享經濟物流」，為群眾外包的衍伸，是透過平臺連接個人以進行銷售、租賃、交換或捐贈；彼此創造和分享商品、服務、空間和金錢；生產、獲取和流通資源；閒置資產使其可提供給其他人使用。Carbone *et al.*^[117], (2017) 將其定義為「透過應用程式和平臺將個人、企業與旅行者聯繫起來，以充分利用閒置的物流資源和能力。」由於群眾物流可促進永續的環境、社會和經濟效益及發展 (Rai *et al.*^{[118][119]}, 2017; 2018)，因此被認為是永續物流模式之一。

由於群眾物流屬於初步研究階段，且對於其概念與定義沒有正式統一的名詞。群眾物流是共享經濟的一種，在牛津字典中是定義共享經濟為「一種經濟系統，在這種經濟系統中，資產或服務在私人之間共享，通常透過網際網路免費或收費」。共享經濟被認為以服務交換和商品共享的消費模式。由於資訊科技的發展帶動共享經濟，並帶來新型商業模式的蓬勃發展，例如 Airbnb、Uber。資訊科技進步促進資訊共享和 B2B 的合作，不僅提高效率，也提高使用率並降

低交易成本和減少資訊不對稱的不公平交易(Taeihagh^[120], 2017)，目前共享的定義包含三個特性，彙整如表 3.1-13。

表 3.1-13 共享的定義及特性

特性	定義
1.低利用率的閒置資產	此處資產泛指實體資產(人本身以「空閒時間」來從事勞務並不算在閒置資產之範圍內)
2.互動性	資產擁有者與共享者之間的互動
3.暫時性的使用權	共享者會獲得一定時間內的資產使用權

群眾物流是顧客或企業使用平臺請求配送服務，媒合系統根據服務特性(時間、目的地、容量)和可及性(接近程度、途中的司機)將請求分配至一名司機或物流士。在群眾物流中主要提供兩種服務：及戶配送服務(door to door)和店對戶(store to door)，旅行者(司機、騎自行車者)為託運人(發件人或顧客)取貨和配送包裹(Sampaio *et al.*^[121], 2019)。群眾物流為隨選經濟(on-demand economy)，是一種線上到線下(online to offline)的新型經濟形態，具有即時的特色，透過行動網路與 App 的便利介面做為平臺，進一步媒合供給與需求。

群眾物流是指群眾外包在終端客戶配送作業，其主要優點在於擁有較低的營運成本、資本投資以及高彈性的運送作業，亦即其具有降低運送成本、提高服務水準等效益。我國現行群眾物流最常見的外送平臺為 Uber Eats、Foodpanda 等平臺，全球快遞旗下的「愛鄰騎士」也有提供 3~5 公里內的訂單服務。透過物流士將商品運送至終端消費者選址處，是一種新興的「外送平臺經濟」。群眾物流目的是最佳化未充分利用的資源，提高環境資源效率。然而，最後一哩的外部性可能會對群眾物流產生影響。例如：減少城市貨運空間，道路安全下降，交通壅塞(Hensher^[122], 2018)、污染和噪音等皆可能會影響平臺的管理和選擇(流程整合、路線規劃、車輛調度等)。

3.智取櫃 (smart locker)

智慧置取物櫃，簡稱「智取櫃」，亦稱「智能櫃」，其提供安全、完整的系統，可簡化並使用於無人自助化櫃體使用，設備充電櫃體設計，包裹收貨和取貨等方面的產品。智取櫃是零售商或物流服務營運商提供置物的櫃子，提供不同顧客使用，一般常見於公共場所，例如超市、郵局(Wang *et al.*^[123], 2014)。國外企業如 DHL、InPost、Amazon(亞馬遜)等企業目前以智取櫃取代宅配到府的服務。近年來我國政府積極推廣「i 郵箱」，其提供 24 小時全年無休、自助寄件、領取包裹快捷郵件的無人服務，可選擇將郵件包裹寄至居家附近指定之 i 郵箱，於空檔時自行取件，避免平時無人在家收件、減少無社

區管理員住宅郵件包裹遺失之風險，郵局也擴大 i 郵箱在物流上的影響力，電子商務、物流業者及 C2C 平臺等合作夥伴提供不同商務的合作，如宅轉櫃、逆物流等服務。當商品須退貨時，在逆物流方面取貨點、智取櫃是很便利的收集站，i 郵箱不僅便利性高還可以減少環境汙染，在城市貨運中達到永續發展。

4.無人機配送

無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)，也稱為無人機，使用飛行載具來完成包裹配送，銜接和參與陸運物流或水運物流的綜合性物流服務，屬於航空物流的一種。近年來在各國已漸漸使用無人機的配送，例如在 2016 年 Amazon(亞馬遜)、Dominos(達美樂)已使用卡車-無人機配送食品、雜貨及物品等小型包裹，目的是取代高成本的貨車配送。其優勢在於可以配送至不易到達的地區(例如災區、偏遠山區) (Chowdhury et al.^[124], 2017)。儘管無人機技術的進步受到一些挑戰，如電池容量有限，導致無人機的飛行範圍有限、載重限制只能配送小包裹等問題，未來考慮設置無人機充電站，延長無人機的飛行範圍及續航力(Benarbia and Kyamakya^[125], 2021)。由於隱私(McKinnon^[126], 2016)、安全、所有權、責任等原因，因此有些地區禁止使用無人機(Rao et al.^[127], 2016)。無人機是否能廣泛應用於我國最後一哩物流模式將會是一個重要的技術和挑戰。

5.自動送貨機器人 (autonomous deliveries)

自動送貨機器人是使用無人自動駕駛車運送，在到達顧客目的地時，顧客可從無人自駕車領取包裹。無人自駕車的優點在於低碳排放有利於永續發展(Liang et al.^{[128][129]}, 2016a, 2016b)。而自駕卡車能夠整合更多貨物並減少工作量，降低運輸相關的成本(Dong et al.^[130], 2021)。Boysen et al.^[131](2018)提出基於卡車-自主機器人的最後一哩配送模式，以減少城市地區的交通壅塞。

6.地下配送 (underground delivery)

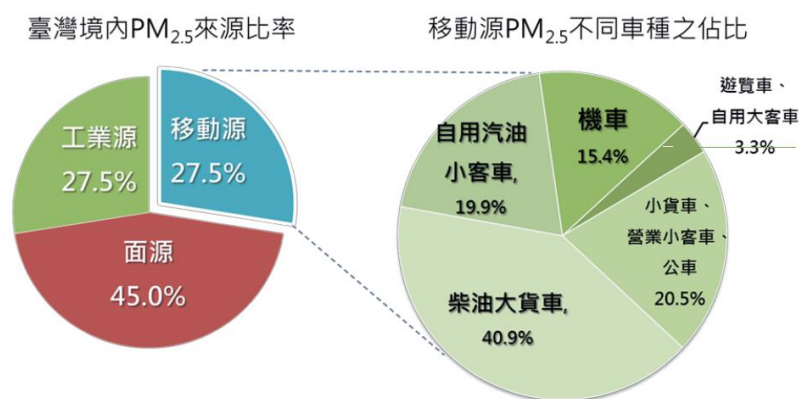
Slabinac^[132](2015)提到「地下配送」新型態創新物流，地下配送是在地下管道系統中的膠囊運送包裹，目前並沒有太多研究。

綜整上述新型態城市貨運服務說明內容，可彙整新型態城市貨運模式之定義、個案、常見問題等如表 3.1-14。由於近年來都會地區之貨運量迅速成長，因此城市貨運之發展也遭遇若干挑戰。

表 3.1-14 新型態城市貨運模式整理

業別	定義	國外案例	國內案例	常見問題	其他
宅配業	小口包裹，重量 30 公斤以下之商品；以運費及運送時間為主要因素之運輸服務。	UPS、FedEx、DHL 等	統一速達、臺灣宅配通、新竹物流、嘉里大榮物流及中華郵政	宅配業、快遞服務業與餐飲外送業有越來越模糊的傾向	-
快遞服務業	指可寄送比較大件的物品的服務。	FedEx、UPS、DHL、TNT 等	嘉里大榮物流、Lalamove 等	-	機車快遞業
餐飲外送業	指餐飲業者提供的配送餐食到指定地點的服務	Just Eat、美團外送、DoorDash 等	Foodpanda、Uber Eats、愛鄰騎士	-	-
群眾物流	是顧客或企業使用平臺請求配送服務。媒合系統根據服務的特性和可及性將請求分配一名司機或物流士，物流士為顧客取貨並配送包裹。			-	
智取櫃	零售商或物流服務營運商提供置物的櫃子，提供不同顧客使用，一般常見於公共場所，例如超市、郵局。	DHL、InPost、Amazon	i 郵箱、ipickup、iTake	-	逆物流
無人機配送	指使用無人飛行載具來完成小型包裹配送。	Amazon、Dominos、Wing	-	隱私、安全、所有權、責任	載重、電池容量受限
機器人配送	是使用自駕車運送，到達顧客目的地時，顧客可從自駕車領取包裹。	FedEx、Amazon、京東	-	-	-
地下配送	地下配送是在地下管道系統中的膠囊運送包裹	-	-	-	-

根據全國性排放清冊 9.0 版 (行政院環境保護署^[133]，2018)(Taiwan Emission Data System, TEDS 9.0)資料整理，我國境內環境 PM2.5 濃度約有 27.5% 來自運輸系統(移動污染源)，如圖 3.1.6 所示。其中，移動源中以柴油大貨車占 40.9%。目前我國柴油車將近二十萬輛，以大客車、大貨車居多，少部分為小客車或小貨車。柴油車的污染包括一氧化碳、氮氧化物、多環芳香烴化合物等廢氣，101 年世界衛生組織國際癌症研究署(IARC)將柴油廢氣列為一級致癌物，這些廢氣不僅影響生活品質，對人體健康產生有害物質，例如誘發呼吸道疾病、心血管疾病甚至增加罹癌率及死亡率等，更是對生命安全造成威脅。永續發展的議題包含：環境、社會以及經濟三大因素，因此永續發展的議題是目前城市貨運中需面臨的挑戰。



資料來源：行政院環境保護署^[133] (2018)

圖 3.1.6 國內各類污染源對細懸浮微粒(PM_{2.5})濃度比率

有些特定產品不適用於最後一哩配送，例如大型包裹(家具)、需宅配服務的產品(需安裝的產品)以及電子雜貨產品(E-grocery，如易腐敗產品)需要專業的儲存和運輸(Mangiaracina *et al.* ^[134], 2019)。創新物流的便利同時產生其他問題，以取貨點為例，可能會發生顧客因平日過於忙碌而延遲取貨，錯過取貨期限，商品被退貨回原本的產品供應商，產生逆物流費用，使業者支付兩次運費以及其他作業成本，業者每處理一件退貨都必須拆掉商品包裝、放回倉庫，再調整存貨，需消耗大量的時間、人力及成本。

由於科技迅速發展，越來越多新型態物流科技的進步，無人機配送與智取櫃取貨是近年來越來越常見的最後一哩物流模式。近幾年受疫情影響，隔離、社交距離等避免接觸的感染措施，或是為了減少物流士受到感染，有國外物流企業已開始開發送貨機器人或使用無人機配送，面對非接觸式配送模式的需求增加，未來可能會改變最後一哩物流模式。在過去已有不同形態複合運輸，日本地鐵與貨車的包裹運輸(Kikuta *et al.* ^[105], 2012)，阿姆斯特丹的 DHL 使用駁船和自行車的組合、法國巴黎的服務提供商 Vert Chez Vous 使用駁船與電動自行車組合達到零碳排放(Janjevic and Ndiaye^[106], 2014)，透過新型態複合運輸減少對環境的汙染，未來應發展綠色物流模式，提倡多使用綠色運具，研發綠色物流的運作及商業模式才能創造低碳城市實踐永續發展。

隨著電子商務市場的不斷增長，智取櫃等創新物流已成為最後一哩物流配送解決方案之一。其可以減少城市貨運的車流量、減少交貨失敗的機率，或是為消費者提供便利的取貨點，與宅配相比，智取櫃沒有取貨時間的限制、安全性和彈性高皆為物流貨運帶來好的發展。對於物流貨運而言，創新物流的設計必須考慮顧客的各方面包含服務體驗、交貨、退貨服務等因素。創新物流不僅帶來更方

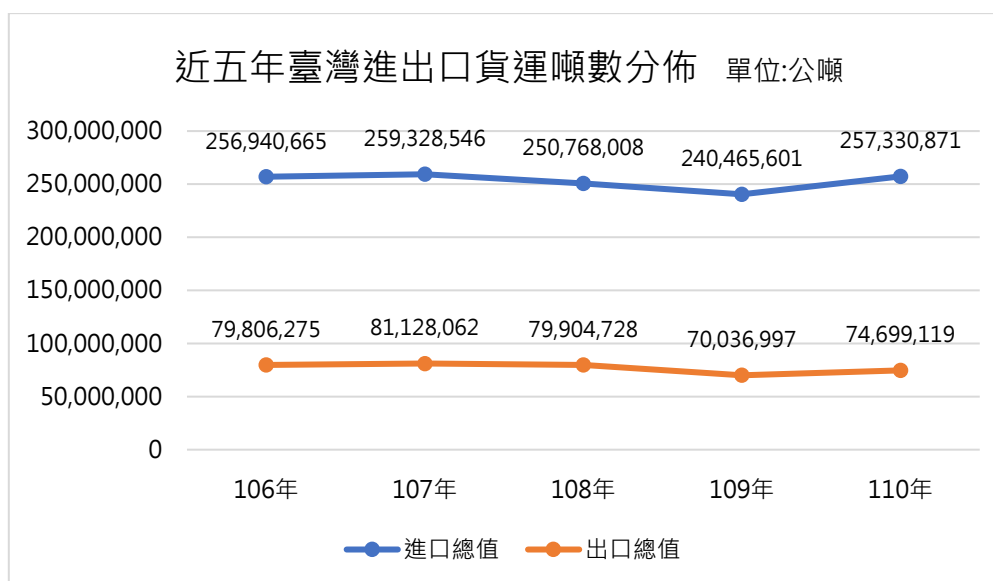
便取貨、時間彈性高、減少車流量改善交通以及環境的優化，對於永續發展均有正向的影響。Bachofner *et al.* ^[135](2022) 為最後一哩物流的永續發展，說明城市貨運配送效率低的主要原因包含時間窗、距離、缺乏卸載點等因素，並提供三個轉型以及改進的方式：物流部門的數位化，如 IoT、大數據或機器學習等有助於改善最後一哩的營運、開發永續性的運具以及最後一哩的自動化(例如使用自動機器人配送)。Dong *et al.* ^[130](2021)對於貨運的現況並預測未來的趨勢，新興科技例如以下九類：3D 列印、人工智慧、自動機器人、自駕車、大數據分析、區塊鏈、無人機、電動汽車和 IoT 都可提高貨運的效率，這些新興科技被認為是未來永續的物流系統。

3.2 國內貨物運輸特性

根據 3.1.1 節之所述之運輸型態，本小節將進一步針對國內主要貨物運輸及進出口貨於國內運送之運輸特性進行探討，探討內容則會以各運具別之貨運量統計資料為基礎，分別針對進出口貨運於海運、空運，以及國內城際貨運於鐵路運輸、公路運輸等不同運具別在產品類別、重量、占比等貨物運輸特性進行說明。

3.2.1 進出口貨物運輸特性

我國進出口貨物運輸主要仰賴海運及空運，根據財政部關務署統計資料，近年來受到疫情影響，國際間運輸行為有所改變，其中以客運運輸影響最為嚴重，而貨運運輸情況相對平穩，並無受到明顯改變(圖 3.2.1)。若以 109 年之進出口貨運統計資料為例，109 年國內各關之總進口、出口噸數彙整如表 3.2-1 所示，由彙整表中可發現，若以貨物進出口總重量進行統計，國內進出口貨運係以海運為主要運輸方式，海運進出口總噸數占總量之 99.65%，空運則僅占 0.35%。若進一步就海運、空運之進出口噸數進行分析，海運是以進口為主，進口噸數占海運總量之 78.66%，出口噸數為 21.34%，空運部分則以出口略高於進口，出口占 50.56%，進口占 49.44%。此數據顯示臺灣之產業結構特性，進口商品以原物料為大宗，以供國內內銷及加工出口之用，故進口噸數高於出口噸數，而在貿易總值則相反，109 年進出口貿易總值，其中出口總值為 3,452 億美元，進口總值則為 2,858 億美元，顯示臺灣為出口型國家。



資料來源：財政部關務署^[136] (2021)，重量包含包裝材料重量。

圖 3.2.1 近五年臺灣進出口貨運噸數分佈

表 3.2-1 109 年臺灣各關進出口貨運噸數統計

各關	負責航港	海運		空運	
		進口噸數	出口噸數	進口噸數	出口噸數
基隆關	■ 臺北港 ■ 基隆港 ■ 花蓮港 ■ 蘇澳港	47,519,447 (13.85%)	10,066,739 (2.93%)	-	-
臺北關	■ 桃園國際機場 ■ 松山機場	-	-	586,124 (48.61%)	580,814 (48.17%)
臺中關	■ 臺中港 ■ 臺中機場	101,480,234 (29.58%)	29,650,206 (8.64%)	76 (0.83%)	552 (2.34%)
高雄關	■ 高雄港 ■ 高雄國際機場	120,883,913 (35.23%)	33,501,597 (9.76%)	9,965 (0.83%)	28,231 (2.34%)
各運具別進出口噸數小計		269,883,593 (78.66%)	73,218,542 (21.34%)	596,165 (49.44%)	609,597 (50.56%)
各運具別總計		343,102,135 (99.65%)		1,205,762 (0.35%)	

資料來源：財政部關務署^[136] (2020)，重量包含包裝材料重量。

為能進一步瞭解海運與空運於各類別產品之重量、占比等貨運特性，本計畫將分別以各運具別於各產品類別之統計資料進行彙整，惟考量各運輸類型之統計資料對於產品類別分類方式不一，為方便以相同基礎比較各類運輸方式之主要產品種類差異，故本計畫將以產品分類方式與國際 CCC (Standard Classification of Commodities of the Republic of China) 編碼相同之「經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定」為基礎，該分類原則亦為國內進出口占比較大之海運產品類別分類方式，藉此建立不同運具別間之產品類別對照表進行說

明，詳細之產品類別名稱及對照關係詳如附件四，各運具別之貨物運輸特性說明如下。

1.海上運輸

海上運輸統計資料之產品分類依據與經濟部國貿局 21 項產品分類相同，故不另外重新定義產品項目，彙整結果如表 3.2-2 所示，國內以高雄港進出口量最高、其次為臺中港及臺北港，整體以礦產品(第五類)最為大宗，其次為卑金屬及其製品(第十五類)及化學或有關工業產品(第六類)，而花蓮港及蘇澳港貨運量雖不及臺北港，但貨物產品組合相對單純，以礦產品(第五類)、卑金屬及其製品(第十五類)、化學或有關工業產品(第六類)、木及木製品(第九類)為主，同樣也是礦產品(第五類)為主要運送產品。

2.航空運輸

航空貨運之進出口貨運統計表如表 3.2-3，其主要運送的貨物類型為高經濟價值或具有即時保存性產品為主，故以精密機器及機械用具(第十六類)為最大宗貨運運送，占整體 51.7%，其次以動物產品(第一類)及植物產品(第二類)為主，占整體 8.4%；而其他產品項目雖位居第二(占 33.2%)，惟因包含無法辨別之其他製品，故不納入本計畫討論。

表 3.2-2 109 年海港進出口貨運統計表

國貿局 分類方式	基隆港		臺北港		蘇澳港		花蓮港		高雄港		安平港		臺中港		總計		進出口 合計	占比 (%)
	進口量	出口量	進口量	出口量	進口量	出口量	進口量	出口量	進口量	出口量	進口量	出口量	進口量	出口量	進口量	出口量		
第五類	1,488,366	94,562	7,929,709	46,510	1,580,018	117,683	1,005,381	901,113	43,649,200	2,860,145	89,277	62	44,707,179	441,144	100,449,130	4,461,219	104,910,349	52.4%
第十五類	1,391,269	315,766	445,633	303,700	325,075	0	46	0	10,333,915	10,558,697	35,202	0	1,868,389	2,474,158	14,399,529	13,652,321	28,051,850	14.0%
第六類	952,016	622,751	1,771,195	933,190	374,295	146,700	37,135	2	4,465,750	3,382,478	406,456	120,005	3,089,036	1,061,718	11,095,883	6,266,844	17,362,727	8.7%
第七類	563,548	858,501	317,597	982,067	0	0	0	0	1,110,683	7,074,071	0	0	597,307	2,264,753	2,589,135	11,179,392	13,768,527	6.9%
第二類	315,328	11,470	186,970	20,508	0	0	0	0	5,886,188	265,553	0	0	3,963,294	99,487	10,351,780	397,018	10,748,798	5.4%
第十類	395,247	208,985	482,148	291,637	0	0	0	0	1,925,755	622,332	0	0	895,756	1,014,542	3,698,906	2,137,496	5,836,402	2.9%
第十六類	629,089	358,631	172,692	247,037	0	0	124	0	454,393	1,102,318	3,903	0	337,555	393,244	1,597,756	2,101,230	3,698,986	1.8%
第四類	362,844	116,964	291,174	99,556	0	0	0	0	1,602,472	456,418	0	0	275,657	208,228	2,532,147	881,166	3,413,313	1.7%
第九類	152,529	3,207	59,665	2,421	0	0	777,393	0	1,495,223	20,799	0	0	498,790	9,574	2,983,600	36,001	3,019,601	1.5%
第十三類	327,100	100,118	183,360	87,481	0	0	210	0	579,172	283,382	77,034	0	338,793	201,322	1,505,669	672,303	2,177,972	1.1%
第十一類	159,495	285,207	42,943	227,748	0	0	0	0	209,074	625,611	2	0	119,428	330,269	530,942	1,468,835	1,999,777	1.0%
第十七類	105,522	70,705	281,581	123,874	0	293	938	0	259,474	538,790	11	2	155,983	73,659	803,509	807,323	1,610,832	0.8%
第二十類	137,553	61,519	68,291	109,223	0	0	2	0	119,099	597,184	0	0	106,569	133,335	431,514	901,261	1,332,775	0.7%
第一類	225,077	13,345	59,865	17,805	0	0	0	0	697,363	151,569	0	0	32,953	8,136	1,015,258	190,855	1,206,113	0.6%
第三類	24,185	6,586	19,668	13,783	0	0	0	0	82,436	39,450	132,207	996	91,586	23,593	350,082	84,408	434,490	0.2%
第十八類	30,822	38,181	7,394	35,235	0	0	0	0	21,258	108,729	0	0	11,747	58,549	71,221	240,694	311,915	0.2%
第八類	14,777	1,515	1,597	1,737	0	0	0	0	57,917	21,198	0	0	16,447	10,686	90,738	35,136	125,874	0.1%
第十二類	18,768	1,044	2,954	1,464	0	0	0	0	5,489	8,581	0	0	4,918	4,108	32,129	15,197	47,326	<0.1%
第十九類	188	898	6	817	0	0	0	0	384	3,687	0	0	125	334	703	5,736	6,439	<0.1%
第十四類	2,252	75	369	55	0	0	0	0	669	1,151	0	0	33	242	3,323	1,523	4,846	<0.1%
第二十一類	38	13	26	3	0	0	0	0	27	5	0	0	8	0	99	21	120	<0.1%
總計	5,807,647	3,170,043	12,324,837	3,545,851	2,279,388	264,676	1,821,229	901,115	72,955,941	28,722,148	744,092	121,065	57,111,553	8,811,081	154,533,053	45,535,979	200,069,032	100%

資料來源：交通部統計查詢網^[2]。單位：公噸。

表 3.2-3 109 年航空進出口貨運統計表

國貿局 分類方式	航空公司分類方式	臺灣桃園 國際機場		高雄 國際機場		臺北 松山機場		臺中機場		進出口 合計	占比 (%)
		進口	出口	進口	出口	進口	出口	進口	出口		
第十六類	電力及電器、機械	110,959	313,657	7,672	26,634	-	-	-	-	458,921	51.7%
其他	外交郵袋、私人後送行李、其他製品	150,817	142,634	1,245	99	-	-	-	-	294,795	33.2%
第一類	水產品、狩獵品、禽畜產品	41,854	2,988	119	376	-	-	-	-	45,337	5.1%
第二類	農產品	22,725	5,548	327	363	-	-	-	-	28,964	3.3%
第十五類	金屬製品、基本金屬	10,287	177	215	102	-	-	-	-	10,782	1.2%
第六類	化學材料、化學製品	9,393	28	178	22	-	-	-	-	9,622	1.1%
第十八類	精密儀器設備	7,915	1	28	0	-	-	-	-	7,944	0.9%
第十一類	紡織衣著飾品、紡織類	5,562	133	1	168	-	-	-	-	5,864	0.7%
第四類	加工食品、飲料及菸類	5,079	14	5	18	-	-	-	-	5,116	0.6%
第十七類	航空公司貨、運輸工具	4,460	188	11	0	-	-	-	-	4,659	0.5%
第七類	橡膠塑膠品	3,255	34	66	56	-	-	-	-	3,412	0.4%
第十類	紙漿紙品印刷	2,675	490	1	0	-	-	-	-	3,167	0.4%
第十三類	非金屬礦物製品、非金屬礦產品	3,063	39	6	0	-	-	-	-	3,109	0.3%
第九類	木竹、藤製品	1,772	3	0	0	-	-	-	-	1,775	0.2%
第八類	皮革、毛皮品、林產品	1,523	34	13	0	-	-	-	-	1,570	0.2%
第五類	能源礦產品	1,536	2	0	0	-	-	-	-	1,537	0.2%
第二十類	文教器材、玩具類、特殊商品、運動休閒器材	804	0	39	0	-	-	-	-	842	0.1%
第十四類	金銀寶飾貴重品、金屬礦石、寶石原石	657	15	3	1	-	-	-	-	676	0.1%
第十九類	軍用物品	56	29	35	27	-	-	-	-	146	<0.1%
第二十一類	藝術珍藏古董	21	3	0	0	-	-	-	-	25	<0.1%
總計		384,414	466,016	9,965	27,869	8,476	8,062	49	253	888,264	100%

註：松山機場跟臺中機場僅提供統計總量無法拆分至各個分類說明，故僅列出上述機場說明；進出口合計不包含臺北松山機場及臺中機場。

資料來源：交通部民航局統計年報^[137](2020)。單位：公噸。

3.2.2 城際貨物運輸特性

我國城際貨物運輸主要仰賴公路及鐵路運輸，以下針對公路、鐵路在不同產品類別之重點及占比等貨物運輸特性進行說明。

1. 公路運輸

公路運輸統計資料主要參考交通部汽車貨運調查報告，彙整如表 3.2-4。公路運輸配合國內進出口貨物運送及島內貨運運送，島內汽車貨運以礦產品(第五類)最為大宗、其次是卑金屬及其製品(第十五類)、礦產製品(第十三類)、植物產品(第二類)等，而其他產品項目包含貨櫃貨項目，導致其他產品項目位居第二(占 18.0%)。

表 3.2-4 109 年汽車貨運調查統計

國貿局 分類方式	進出口合計	占比 (%)	國貿局 分類方式	進出口合計	占比 (%)
第五類	186,052,139	21.9%	第一類	19,592,190	2.3%
其他	153,168,475	18.0%	第九類	15,584,355	1.8%
第十五類	122,588,980	14.4%	第十七類	14,262,986	1.7%
第十三類	119,243,757	14.0%	第十一類	12,245,989	1.4%
第二類	54,810,088	6.4%	第二十類	2,751,119	0.3%
第十六類	35,308,833	4.2%	第三類	2,151,659	0.3%
第四類	33,500,380	3.9%	第八類	949,618	0.1%
第十類	28,866,504	3.4%	第十二類	407,093	0.0%
第六類	25,335,500	3.0%	第十八類	312,130	0.0%
第七類	23,433,528	2.8%	總計	850,565,323	100%

資料來源：交通部統計處^[138]，109 年。單位：公噸。

2. 軌道運輸

軌道運輸以臺鐵為主要負責運輸方式，臺鐵貨運原產品種類相對單純，經重新定義產品項目分類，最後僅彙整為 7 項，詳彙整表 3.2-5。鐵路運輸之主要貨運產品以礦產品(第五類)、植物產品(第二類)、礦產製品(第十三類)為主，其中礦產品(第五類)占整體 81.7%，為最大宗的貨運產品，而其他產品項目雖為第二大產品項目，但其中包含無法辨識的重櫃等產品，故不納入分析探討。

表 3.2-5 109 年臺鐵貨運統計表

國貿局 分類方式	臺鐵分類方式	貨運量總計	占比(%)
第五類	石灰石、砂石、袋裝水泥、散裝水泥、黏土	5,927,810	81.7%
其他	一等品、其他、空櫃、重櫃、特種品	939,463	12.9%
第二類	小麥	251,545	3.5%
第十三類	水泥、水泥枕、石礫	125,235	1.7%
第十七類	汽車、枕木	10,234	0.1%
第十五類	金屬製品、鋼鐵材	875	<0.1%
第十六類	電機電器、機械	130	<0.1%
總計		7,255,292	100%

資料來源：交通部臺灣鐵路管理局^[1]。單位：公噸。

3.3 產業區位分布與貨運需求間之關聯性

各產業區位的不同，同時也影響著貨運運輸的需求分布，本節將從經濟層面探討國內產業區位分布狀況，主要分為國內各產業的組成及產業區位的分布特性來進行分析研究，詳細說明如下。

1. 國內各產業組成說明

根據經濟部統計，目前國內將製造業行業分為 26 個行業別，如表 3.3-1 所示，其中 2020 年全球經濟受到新冠疫情影響，製造業工廠數雖有些微幅度成長(約+0.4%，增加 330 家工廠)，但整體營收呈現下降趨勢(約-4.6%)，降至 16.6 兆元；在各行業營業中工廠中，金屬工業與機械設備業因上下游供應鏈完整，成為家數最多之產業，以金屬製品業 22,646 家，占 25.0%為首，其次為機械設備業 14,164 家，占 15.6%，而塑膠製品業 7,750 家，位居第 3 名，與 108 年相較，以金屬製品業、食品及飼品業及紡織業增加最多工廠數，分別增加 276 家、93 家及 80 家。

表 3.3-1 近年國內各行業營業中工廠數及營業收入(百萬元)

項目別	營業中工廠數				全年營業收入(百萬元)			
	108 年	109 年	109 年 增加率	109 年 家數占比	108 年	109 年	109 年 增加率	109 年 營收占比
金屬製品業	22,370	22,646	1.2%	25.0%	1,432,960	1,428,941	-0.3%	8.6%
機械設備業	14,250	14,164	-0.6%	15.6%	1,055,960	1,031,917	-2.3%	6.2%
塑膠製品業	7,744	7,750	0.1%	8.5%	564,017	564,146	0.0%	3.4%
食品及飼品業	6,913	7,006	1.3%	7.7%	846,369	870,891	2.9%	5.2%
電子零組件業	3,635	3,646	0.3%	4.0%	3,842,385	4,354,930	13.3%	26.2%
紡織業	3,167	3,238	2.2%	3.6%	358,666	302,460	-15.7%	1.8%
電力設備及配備業	3,129	3,162	1.1%	3.5%	500,024	521,065	4.2%	3.1%
其他業	3,145	3,148	0.1%	3.5%	291,918	277,788	-4.8%	1.7%
汽車及其零件業	2,760	2,768	0.3%	3.1%	549,872	538,150	-2.1%	3.2%

表 3.3-1 近年國內各行業營業中工廠數及營業收入(百萬元) (續)

項目別	營業中工廠數				全年營業收入(百萬元)			
	108 年	109 年	109 年 增加率	109 年 家數占比	108 年	109 年	109 年 增加率	109 年 營收占比
電腦電子產品及光學製品業	2,616	2,642	1.0%	2.9%	1,188,294	1,333,606	12.2%	8.0%
其他化學製品業	2,496	2,525	1.2%	2.8%	383,657	372,328	-3.0%	2.2%
非金屬礦物製品業	2,571	2,492	-3.1%	2.7%	362,311	373,437	3.1%	2.2%
印刷及資料儲存媒體複製業	2,171	2,136	-1.6%	2.4%	90,236	87,050	-3.5%	0.5%
其他運輸工具及其零件業	1,892	1,903	0.6%	2.1%	416,665	427,874	2.7%	2.6%
基本金屬業	1,771	1,717	-3.0%	1.9%	1,082,612	1,009,494	-6.8%	6.1%
紙漿、紙及紙製品業	1,530	1,529	-0.1%	1.7%	220,583	221,183	0.3%	1.3%
家具業	1,436	1,452	1.1%	1.6%	80,207	82,490	2.8%	0.5%
橡膠製品業	1,222	1,243	1.7%	1.4%	121,609	120,138	-1.2%	0.7%
木竹製品業	1,230	1,224	-0.5%	1.3%	49,290	48,858	-0.9%	0.3%
化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人纖業	1,129	1,139	0.9%	1.3%	1,800,579	1,531,047	-15.0%	9.2%
成衣及服飾品業	1,133	1,100	-2.9%	1.2%	59,784	52,902	-11.5%	0.3%
皮革毛皮製品業	655	625	-4.6%	0.7%	50,496	35,862	-29.0%	0.2%
飲料及菸草業	553	570	3.1%	0.6%	190,369	191,283	0.5%	1.2%
藥品及醫用化學製品業	433	450	3.9%	0.5%	93,209	102,373	9.8%	0.6%
產業用機械設備維修及安裝業	265	275	3.8%	0.3%	70,886	42,559	-40.0%	0.3%
石油及煤製品業	194	190	-2.1%	0.2%	1,102,918	699,598	-36.6%	4.2%
合計	90,410	90,740	0.4%	100.0%	16,805,879	16,622,370	-4.6%	100.0%

資料來源：經濟部統計處^[139](2022a)，工廠校正及營運統計。

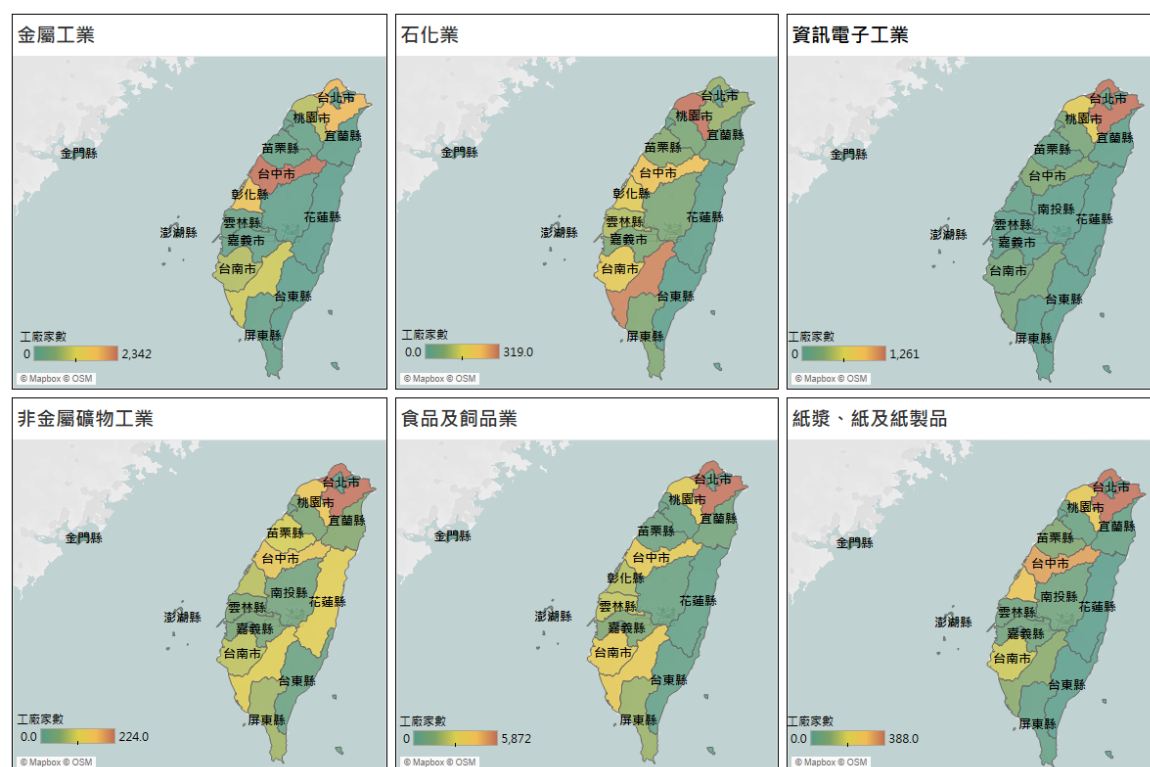
2.國內主要產業區位分布

藉由各貨運運輸調查資料可以掌握島內主要的貨運運輸產品，根據 3.2 節彙整之各運具別貨運產品之組成分布，以國內貨運量占比較大之產品為分析對象，故本小節將挑選金屬工業、石化業、資訊電子產業、非金屬礦物產業、食品及飼料業、紙漿、紙以及紙製品產業來進行產業區位的說明。

- (1) 金屬工業產品為基礎建設及工業發展所需原料，國內營運中工廠為 2 萬 4,363 家，占居第一，主要集中於中彰投地區及南高屏地區，形成完整金屬產業聚落。
- (2) 石化業產品關聯性很廣，涵蓋民生工業到高科技產業，國內石化業共計 1,329 家工廠，其產業聚落主要分布於高屏地區、桃竹苗及中彰投地區。
- (3) 資訊電子產業產品具有較高的經濟產值，同時為整體經濟收益之首，主要分布於北北基、桃竹苗地區，隨著政府推

動之大南方計畫，促使高雄及臺南地區之資訊電子產業有逐漸成長的趨勢，目前僅次於北北基、桃竹苗地區。

- (4) 非金屬礦物產業產品為島內運輸貨運量最大宗的產品項目，產業分布主要以新北市占 15.6% 最高，有別於其他產業聚落分布特性，該產業分布較無集中趨勢且平均分布於各縣市。
- (5) 食品及飼品業工廠家數 7,006 家，以新北市 1,261 家為首，約占 18%，而以地區分布來看則是南高屏地區聚集最多，家數占整體之 27.8%。
- (6) 紙漿、紙及紙製品業工廠數僅 1,529 家，雖無龐大的產業聚落形成，但其產品貨運運量占國內整體貨運需求市場不少，其產業聚落除新北、桃竹地區之外，在中部的中彰地區也具有明顯的聚落形成。



資料來源：經濟部統計處^{[139][140]}資料庫查詢，工廠校正及營運統計。

圖 3.3.1 國內主要產業分布圖

3.4 貨運運輸規劃分析軟體之操作說明

為了可以更有效掌握貨運運輸需求規劃架構擬定，本小節彙整目前在運輸需求軟體上，針對貨物需求規劃之操作流程進行歸納彙整，以下針對常見之 CUBE、PTV、TransCAD 運輸需求軟體之功能進行說明：

3.4.1 Cube 軟體

Cube 軟體針對貨運運輸需求提供 CUBE Cargo 模組進行相關建模作業，藉此了解貨物產品之間的流動對於交通運輸之影響，該模組主要分為 6 個部分，包含生產(Generation)模組、分配(Distribution)模組、運輸物流節點 (Transport Logistics Nodes, TLN) 模組、精細分配 (Fine distribution) 模組、車輛(Vehicle) 模組及城市貨物(Urban Goods) 模組，以產生貨車起迄矩陣為主要目的，說明如下。

1. 輸入資料

投入模式之貨運社會經濟資料，包括各分區之面積、GDP、人口、生產參數、產品類別、設施型態等相關資訊。

2. 處理步驟

(1) 生產(Generation)模組

生產(Generation)模組根據商品貨物種類，進行每個粗分區(coarse-level zone)之生產和消費噸數預測，並採多元線性迴歸模式方式估計其生產及消費量，並依照產品種類將其分為內部區域消費產品及出口消費產品。

(2) 分配(Distribution)模組

依照旅次特性將生產和消費分為短途旅次和長途旅次，使用重力模式分佈將預測的產量從其原產區分配到其消費區，透過使用不同的廣義成本函數(短途旅次使用距離分佈；長途旅次使用旅行時間、距離和成本)進行分配，其中假設短途旅次是通過公路運輸，而長途旅次分為公路、鐵路、內陸水路或多運具組合(複合式運輸)。

(3) 運輸物流節點 (Transport Logistics Nodes, TLN) 模組

運輸物流節點 (TLN) 是主要是貨場、多式聯運碼頭、火車站和港口等發生轉運旅次的地方，僅用於長途旅次部分，並將其劃分為直接運輸旅次和運輸鏈旅次。

(4) 精細分配(Fine distribution)模組

對貨物產品的分布組合，使用重力模式將矩陣轉換至更精細分區系統，進行此轉換是為了在較細的分區上生成貨物旅次矩陣，並用來提供貨車交通量的估計。

(5) 車輛(Vehicle)模組

車輛(Vehicle)模組則是根據先前步驟之模組產出之貨物起迄矩陣(噸重)來估計每天的車輛行駛之貨車起迄矩陣。

(6) 城市貨物(Urban Goods)模組

在城市地區中，具有大量之本地交付和非貨物相關的卡車交通量，其中還包含相對輕重量貨物運輸服務，針對上述類型之貨物運輸需求則使用線性迴歸推估貨物量及重力模式分布生成本地之貨車起迄矩陣。

3.輸出資料

根據貨運配送類型分為城際物流及城市物流，最終產出之資料除了之長、短途旅次貨車起迄矩陣外，還包含城市貨物之貨車起迄矩陣，以利於後續進行路網指派。

3.4.2 PTV Visum 軟體

PTV Visum 軟體針對貨運運輸需求並無建置相對應之貨運模組，因此在建構貨運需求模組上依循運輸需求模式之步驟，為考量由經濟活動所產生之旅次行為，透過 Tour-Based Freight Model 以各行業結構特性、不同行業間相互關係、貨運運送方式為基礎，建構貨運旅次起迄矩陣，說明如下。

1.輸入資料

以各分區之工作場所個數、工廠空間面積、車輛數、人口及各貨物配送之車種等相關資訊做為建構模式之貨運社經資料，後續配合處理流程產生各分區貨運產生及吸引量。

2.處理步驟

(1) 旅次產生

Demand Strata 之建構由 Sector 和 Delivery Concept 兩部分所組成，其中 Sector 部分根據活動型態和交通行為分成不同的經濟體系，可設為經濟活動的起點(sources)或迄點(destination/target)，而 Delivery Concept 則是針對貨物運輸運具建立配送貨物訂單所使用的車輛類別，結合上述之設定，建立

各貨運產品類型及其配送運具之 Demand Strata，如圖 3.4.1，並依據蒐集之貨運社會經濟資料建立，計算各分區貨物產生、吸引量。

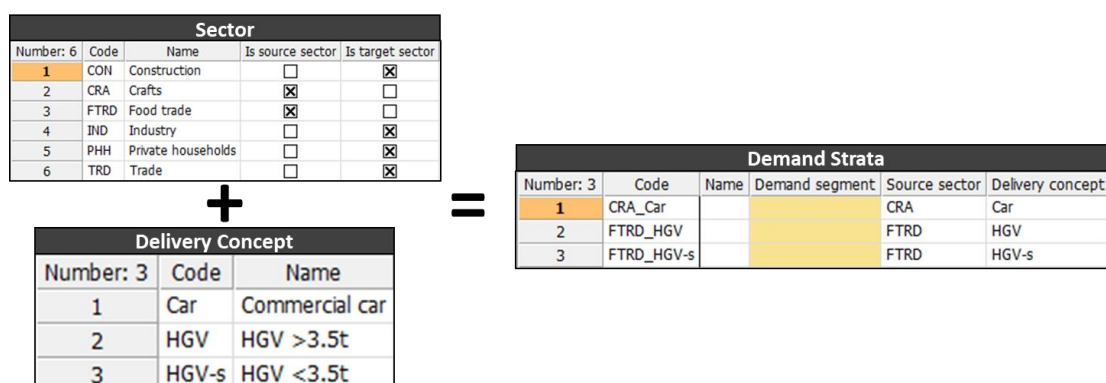


圖 3.4.1 Demand Strata 建構流程圖

(2) 旅次分布

針對旅次分布以私人運具指派所得之成本矩陣(距離)做為貨運成本，並配合貨運相關成本函數進行分配，此階段所得結果為貨運單位(公噸)之起迄矩陣分布；在將貨運分布矩陣轉換至貨運起迄矩陣之階段，PTV Visum 採用整併貨運分布的設定，將相同貨物以多配送點串聯配送的方式整併貨運旅次，如圖 3.4.2 所示，根據調查得知之平均每貨車旅次可乘載貨運單位，計算出 Start Trips 所能配送之貨運量，而總貨運分布扣除貨車旅次 Start Trips，剩下的即為 Connection Trips，最後會從最後一個訂單分區回到原貨運產生分區，即 Return trip，將 Start Trips、Connection Trips 及 Return trip 三者合計則為最後產出貨車起迄矩陣。

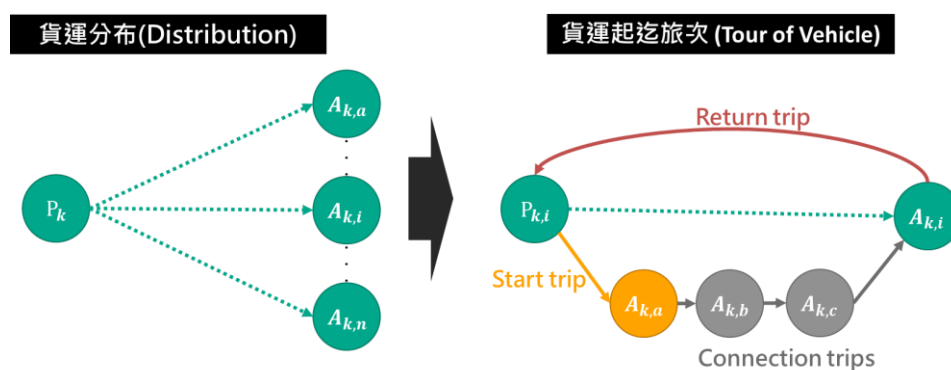


圖 3.4.2 PTV Visum 軟體旅次產生概念圖

3.輸出資料

由一系列旅次產生、旅次分布的之操作流程後，將產出各貨車車種之起迄分布矩陣，利於後續進行路網指派作業。

3.4.3 TransCAD 軟體

TransCAD 軟體在貨運運輸需求模式建置上遵從運輸需求模式之步驟，以傳統四步驟建立貨運需求模式，搭配貨運車輛配送路徑最佳化的操作，產生貨運起迄矩陣，說明如下。

1.輸入資料

投入模式之貨運社會經濟資料，包括各分區之面積、GDP、人口、生產參數、產品類別、設施型態等相關資訊。

2.處理步驟

(1) 旅次產生/吸引及旅次平衡

將在模式中根據提供之貨運社經資料，進行研究地區每個分區產生、吸引之旅次數量的估算，並且滿足旅次產生總量與旅次吸引總量平衡之目的。

(2) 旅次產生/吸引轉換至旅次起迄

透過操作工具將旅次產生量及旅次吸引量轉換至旅次起迄之交通量。

(3) 貨運車輛路徑最佳化

該步驟以處理貨車配送路徑為主，同時也能夠解決混合取貨送貨問題，考量時間、停留點的限制、車輛調度及使用多種類型的車型等相關因素。

3.輸出資料

經傳統四步驟及貨運車輛路徑最佳化的之操作流程後，將產出各貨車車種之起迄分布矩陣，利於後續進行路網指派作業。

3.4.4 小結

根據上述 CUBE、PTV、TransCAD 之運輸需求軟體對於貨物需求模式建構上的操作比較彙整如表 3.4-1 所示，針對貨運需求模組功能部分，除了 TransCAD 軟體屬於標準版內之功能，其餘軟體皆需透過額外購買功能套件的方式使用。在輸入資料之部分，皆以貨運相關之社會經濟資料為主，包含各分區之面積、GDP、人口、生產參數、產品類別、工廠設施及各貨車運能資訊等等，而 PTV Visum 軟

體因為需要建立貨物與配送車種之間的關係，則需另外蒐集各貨物所配送之車種類型資訊，應對該軟體不進行貨運運具選擇的步驟。運送路徑選擇上，CUBE 軟體以運輸物流節點 (TLN) 模組的方式，產生複合式的運輸路徑，PTV Visum 軟體則以多配送點串聯配送的方式整併貨運旅次，產生多點配送之旅次路徑，TransCAD 軟體以路徑最佳化的手段，處理多點配送運輸行為；最終階段皆以產出貨運起迄矩陣為最終目的，配合客運起迄矩陣一同進行路網指派。

表 3.4-1 各運輸需求軟體之貨運需求模式操作比較表

項目\軟體		Cube	PTV Visum	TransCAD
專用貨運模組		有	有	無 (標準版包含此功能)
輸入資料		貨運社經資料 (包括分區面積、GDP、人口、生產參數、產品類別、設施型態等相關資訊)	貨運社經資料 (包括分區工作場所數、工廠空間面積、車輛數、人口及各貨物配送之車種)	貨運社經資料 (包括分區面積、GDP、人口、生產參數、產品類別、設施型態等相關資訊)
處理步驟	運具選擇	有	無	有
	運送路徑處理	運輸物流節點 (Transport Logistics Nodes, TLN)	多配送點串聯配送	配送路徑最佳化
輸出資料		貨車起迄矩陣	貨車起迄矩陣	貨車起迄矩陣

3.5 貨運需求分析議題綜整

根據文獻回顧及前述貨運發展趨勢與特性探討內容，可據此彙整本計畫面臨之貨運需求分析課題如下。

3.5.1 貨運需求分析模式建構課題

1. 貨運運輸規劃架構及貨運需求分析方法

本計畫根據文獻回顧彙整結果，可歸納整體貨運需求分析及貨運運輸規劃架構有三大部分，包括：進出口貨運、城際貨運、城市貨運，三者間具有互動關係，需要建立單位轉換暨整合介面進行彙整，惟本計畫考量計畫期程、經費、人力等限制，故僅會針對進出口貨運與城際貨運之貨運需求分析及貨運運輸規劃架構進行探討。此外，考慮到國外分析個案中皆點出不同產品類別之貨物運送特性具有差異，因此多會針對各類別產品分別推估其貨運量，因此本計畫亦將參考前述課題做為研擬整體貨運架構之考慮因素，若為考量以產品類別為單位分析貨運量恐造成建模數量過多、分析工作量龐大，短期上亦可就貨運量較大、貨物價值較高、資料取得容易之產品類別為優先分析對象，長期而言再就所有產品類別進行通盤檢視。

2.各運具別產品類別對照關係

透過彙整各運具別、各產品類別於進出口貨運、城際貨運之貨物運輸特性可發現，目前各運具別之統計資料雖是以相同之產品分類原則彙編，惟各部門亦會根據實務作業需要對產品種類數量進行整併或增減，故部分產品種類之名稱亦可能有所差異，如：海運為經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)、空運為交通部民航統計年報 (37 類)、鐵路為交通部臺灣鐵路管理局統計年報 (20 類)、公路為交通部統計處汽車貨運調查 (112 類)。其中，交通部統計處汽車貨運調查之分類方式是參考行政院主計總處產業關聯統計 (63 部門、164 類部門產品) 為基礎編制，但兩者之產品種類根據實務作業需要因此略有不同，如：貨櫃因無法辨別內部產品種類，故為汽車貨運調查中增設之特殊產品種類，未包含在產業關聯統計中，因此會有部分產品之貨運量無法由汽車貨運調查中掌握。

為能方便於計畫中以統一分類方式探討貨物運送特性，本計畫亦以國內貨物量占比最大之海運分類－經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類) 為基礎，建立各運具別之產品類別對照表如附件四。由於該分類為參考國際標準之 CCC 碼編制，分類方式除被多國廣泛應用外，各項產品類別細則亦能對應國內主要貨物類別，在使用上具有通用性、廣泛性等優點，故可基於此釐清產品類別對照關係，並針對無法對照或具有爭議之處提出對應之配套措施。

3.產品及產業對照關係

過去研究中多會以產品類別為單位推估貨運量，惟貨運需求與產業發展密切相關，貨運量分布又會與產業聚落集中趨勢有關，目前行政院主計總處產業關聯統計雖有針對各部門產品對應之產業進行分類，惟經濟部工廠校正及營運統計報告中亦有不同之分類方式，兩者間便可能同樣具有對照問題。再則，考量本計畫為能瞭解實務作業方式，故以砂石產業為對象透過企業訪談(附件二)蒐集實務面資料，根據訪談結果可得知，砂石產業中之主要產品類別便分屬於海運中之「第 5 類 礦產品」及「第 13 類 石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品」，顯示單一產業中可能包含多種產品類別，因此後續進行貨運量分布分析時，除透過現有統計資料進行彙整外，亦可能需要透過領導業者訪談以瞭解各產業別包含之產品類別，藉此釐清產品及產業間之對照關係。

4.貨運發展趨勢預測

由於貨運需求多會透過經濟發展趨勢、人口數、產業就業人口數等資料為解釋變數進行推估，貨運量分布也會與產業發展變化趨

勢有關，又貨運運輸規劃需針對未來年貨運量進行預測，因此在解釋變數上亦需要有未來年之預估數據為基礎，方能推估未來年貨運量。基此，為能分析現況及未來年之貨運量，本計畫除針對現有統計資料及其未來年預測資料進行盤點外，對於較難以成長趨勢推估之產業發展趨勢，未來亦可能需要透過專家學者訪談蒐集意見，藉此對未來年發展情境進行假設，進而預測產業發展趨勢會如何影響貨運量起迄分布。

5.貨運需求分析資料缺口

有鑑於本計畫目前所彙整之貨運需求分析、貨運運輸規劃相關文獻，皆是利用各國之統計資料進行分析，本計畫雖就國內相似度較高之資料集進行對照，藉此提出目前資料分析上之缺口，惟除資料集上之對照問題外，資料欄位是否一致、資料來源是否可靠且準確、資料取得是否符合成本效益等，皆可能是未來國內建立貨運運輸規劃模式可能碰到的問題，故本計畫後續亦將依照前述原則盤點貨運需求分析資料缺口，並就發現之問題研擬適合之資料蒐集建議，以及短期分析時之折衷方案。

3.5.2 貨運發展趨勢暨實務作業課題

貨運發展課題常就不同運輸系統如公路貨運、鐵路貨運、航空貨運、海運貨運以及複合貨運等進行課題分析及政策之擬訂。「2020運輸政策白皮書」亦於各運輸系統發展策略中點出貨物運輸未來之施政方向，相關策略以達成安全、效率、品質、及綠色為目標。因相關貨運課題主要受到產業發展影響，本計畫依地區主要發展貨運相關產業，分為東部區域與西部區域進行貨運課題之探討。

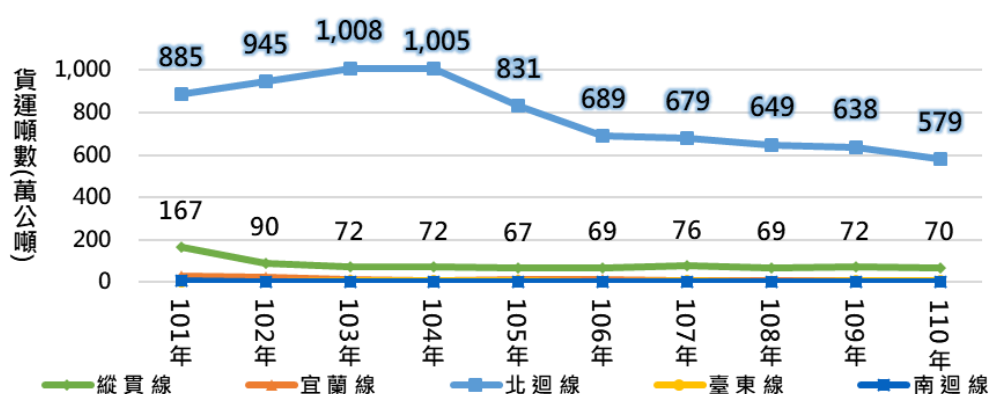
本節先針對地區性貨運聯外運輸發展趨勢歸納實務作業之相關課題，再說明其它與貨運模式相關之實務作業課題，做為貨運需求模式架構研擬之參考。

一、地區性聯外貨物運輸課題

1.東部地區貨物聯外運輸路線與觀光客運路線重疊課題

東部地區在產業發展趨勢影響下，主要輸出水泥石、農產品等貨物至西部地區。水泥石因體積大、重量重，而鐵路系統具長途運輸價格低廉、載運量大等優勢，使鐵路在東部長途貨運有其經濟效益，目前將水泥石載往北部的北迴線為臺鐵最主要貨運路線，其貨運噸數在各路線中占比最高，如圖 3.5.1 所示。然而，因近年北部樹林-南港鐵路容量不足，分配給東幹線班次難以提升，須優先服務客運之緣故，北迴線鐵路貨運班次被迫縮減，又面臨公路貨運業

者的競爭，造成東部鐵路貨運比重逐漸減少，部分貨物轉而使用大貨車、聯結車將砂石、水泥等貨物運送至西部地區。在公路貨物運輸上，因國道 5 號雪山隧道禁行大貨車，北宜路廊段貨車主要集中行駛於台 2 線、台 9 線，如表 3.5-1 所示，貨運路線與部分北部往返東部區域之觀光客運路線重疊，導致部分路段在尖峰時段客貨混流之情況下易形成瓶頸，且道路上重車占比高亦會產生安全上之疑慮，如表 3.5-2。為解決相關課題，相關單位已實施台 9 線蘇花改路段禁行重車之措施，並規劃提升軌道容量以移轉公路貨運旅次等改善策略，模式建構時需能反映相關管理措施，將貨運旅次中公路系統與其他運輸系統分配比例進行調整，以分析未來交通情境下各項管理政策之效益。



資料來源：臺灣鐵路統計年報，民國 101~110 年，交通部臺灣鐵路管理局。

圖 3.5.1 臺鐵各線貨運噸數變化

表 3.5-1 東部地區水泥、礦砂石運送之主要行經路廊

縣市	水泥、礦砂石產銷型態	主要使用道路
宜蘭縣	八成以上供應基隆、臺北地區	台 2、台 7、台 7 丙、台 9、縣 190
花蓮縣	部分自用，部分供應臺北地區	台 9、台 2
臺東縣	幾乎全部自用	台 9、台 11、台 11 乙

資料來源：交通部公路局^[141]，蘇花改通車後對宜花路廊交通衝擊影響評估。

表 3.5-2 北宜路廊之台 2 線平假日車種分布

民國	方向	平日(週四)				週六				週日			
		小型車	大客車	機車	重貨車	小型車	大客車	機車	重貨車	小型車	大客車	機車	重貨車
110 年	北上	39%	0%	3%	57%	49%	0%	3%	48%	81%	0%	4%	14%
	南下	43%	1%	4%	52%	60%	1%	3%	37%	80%	0%	5%	15%

註：交通部公路局^[142]，公路交通量調查統計表。

2.西部地區加工出口產業聯外貨運路線行經市區人口稠密區之交通課題

臺灣為一出口型國家，需以海運進口原物料，在高科技園區或工業區加工後，再利用海空運出口到世界各地。原料與產品的運送需高度仰賴城際運輸因而衍生相關課題，如產業園區聯外路線交通影響及海運貨運量提升衍生課題等，列點分析如下：

(1) 產業園區貨運路徑行經市區人口稠密地區影響路網效率及交通安全

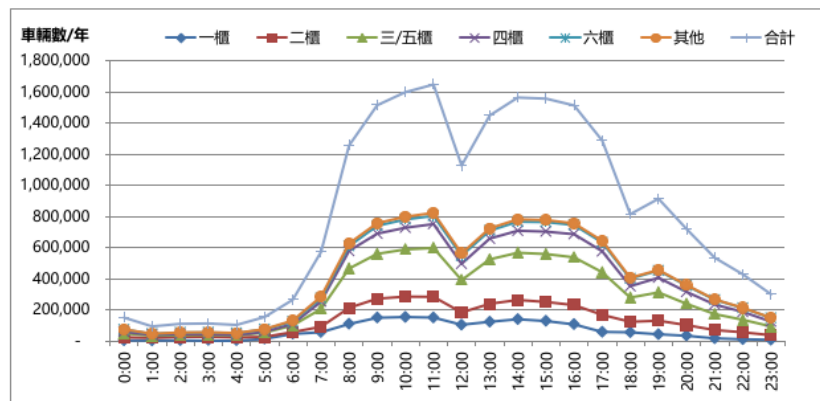
貨運起迄主要受不同貨種產業區位之影響，若產業發展區位鄰近重要都市發展區位，則會使得平日貨運車流與市區車流混流，而造成車輛行駛安全之疑慮。為確保車輛通行安全，管理單位目前已分別依據客運、貨運之分布樣態，擬定貨車禁行之限制或時段性管制，以兼顧地方產業發展及行車安全性。因此後續在貨運模式應用上，可設定貨車禁行道路或相關管制情境，再透過貨運與客運旅次同時指派，以分析相關貨運管制措施對於整體路網之影響。

(2) 海運貨運量提升造成聯外道路壅塞

根據本計畫 3.1 節所蒐集之歷年海運貨運量統計資料，至民國 107 年以後海運貨運量呈現逐年上升之趨勢，若未來使用港埠周邊道路進出之貨運車流增加，將產生與產業園區周遭相似之交通課題，可能導致地區性道路壅塞，影響周遭居民生活品質及安全。以本所^[143]「高雄港洲際貨櫃中心聯外交通改善策略之研究」為例，高雄國際海空港之發展造成大量貨運車流與鄰近都會地區車流於尖峰時間重疊，如圖 3.5.2 所示，造成道路服務水準惡化之問題，如圖 3.5.3。後續可於模式中觀察目標年指派後之路網交通量與服務水準，找出道路瓶頸，並加入政策情境評估禁行貨車、道路拓寬以及新闢道路等策略帶來之效益。

海運貨運量提升除了造成港區聯外交通瓶頸，也影響到港區內交通，造成交領貨等候時間增加之課題，塞港議題則較難以巨觀模式預測結果進行規劃，應朝向港區智慧化方向進行策略擬定，如臺灣港務股份有限公司^[144] (2021)提出「臺灣港群智慧轉型計畫(Trans-SMART)」，期能以航港產業及港埠活動為核心，透過創新智慧科技來提升港口效能。針對港區陸側提出港區智慧交通系統管理策略，藉由串聯港區 CCTV 與自動化門哨系統，分析車流壅塞情形，預估貨運進

出停等時間，並以此研擬業者交領貨時程預約機制，以進行貨運車流導引資訊，降低港區聯外路廊之壓力。



資料來源：「高雄港洲際貨櫃中心聯外交通改善策略之研究」，本所^[143]，110 年 3 月。

圖 3.5.2 高雄港各貨櫃中心各時段進出管制站車輛數示意圖



資料來源：「高雄港洲際貨櫃中心聯外交通改善策略之研究」，本所^[144]，110 年 3 月。

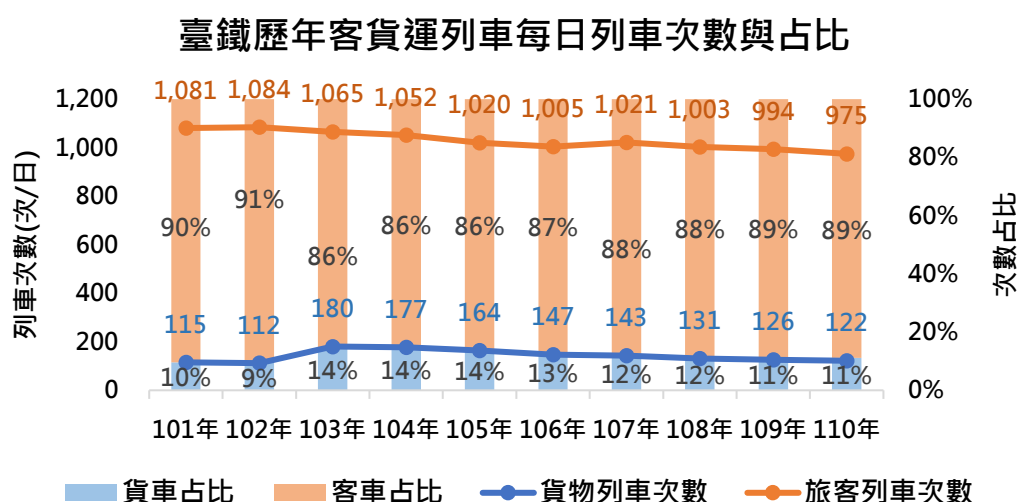
圖 3.5.3 目標年(民國 120 年)高雄港區聯外道路服務水準示意圖

二、其他貨運模式實務課題

1. 貨物運輸之陸鐵聯運、陸海聯運占比低，公路系統負擔重。

「2020 運輸政策白皮書」提出規劃鐵公路基礎設施升級及發展環島海運，以建構高能源使用效率綠運輸網絡之目標，惟現況貨物運輸因公路運輸之機動性與可及性優於鐵路運輸、海上運輸，城際貨運仍以公路運輸為主，進而影響公路系統服務水準，亦造成貨物運輸有較高之能耗及碳排；鐵路運輸可承載的貨物量較公路貨運多，惟受限於既有鐵路硬體設備、車輛、場站、運作效率等限制，使鐵

路運輸運能無法提升，近年臺鐵貨運班次數占比呈遞減之趨勢，如圖 3.5.4 所示，海上運輸雖具較大的經濟規模，然受限於港口密度低，長距離公路疏運增加交通衝擊，會造成業者投入成本增加，然而順應國際發展綠色運輸之趨勢，國內亦有相關聯運服務之推動政策，後續貨運模式之應用將可以未來鐵路系統、海運系統聯運服務之發展目標，估算公路貨運量移轉聯運運量之移轉比例，以分析在各階段達成率下，聯運服務提升對於陸路運輸系統交通量之影響。



資料來源：臺灣鐵路管理局列車行駛次數，民國 101~110 年，交通部統計查詢網。

圖 3.5.4 臺鐵歷年客貨運每日列車次數

2.城際貨運各貨種空車旅次高估課題

城際貨運之旅行時間及成本一般較城市貨運高，貨運業者為降低城際貨運返程空車旅次產生之額外成本，多會透過一些媒合方式載運其它貨品返程；而過去所建構貨運模式時缺乏相關資料，乃假設貨車旅次為空車返程，惟此假設可能會高估整體城際貨運之旅次量，影響貨運旅次預測之準確度，因此，建議針對不同貨種蒐集貨運旅次返程為空車旅次占比之相關資料，做為後續發展貨運需求模式之參考數據。

3.6 整體貨運需求分析架構研擬

3.6.1 整體貨運運輸需求分析架構說明

本計畫配合本所發展之我國整體運輸規劃架構，針對我國之總體貨運需求進行分析並建立貨運運輸規劃架構，本計畫根據文獻回顧及我國整體運輸規劃架構、貨運發展趨勢與特性，初擬整體貨運需求分析架構如圖 3.6.1 所示，整體貨運需求分析架構可區分為進出口貨運、城際貨運、城市貨運等三大模組。

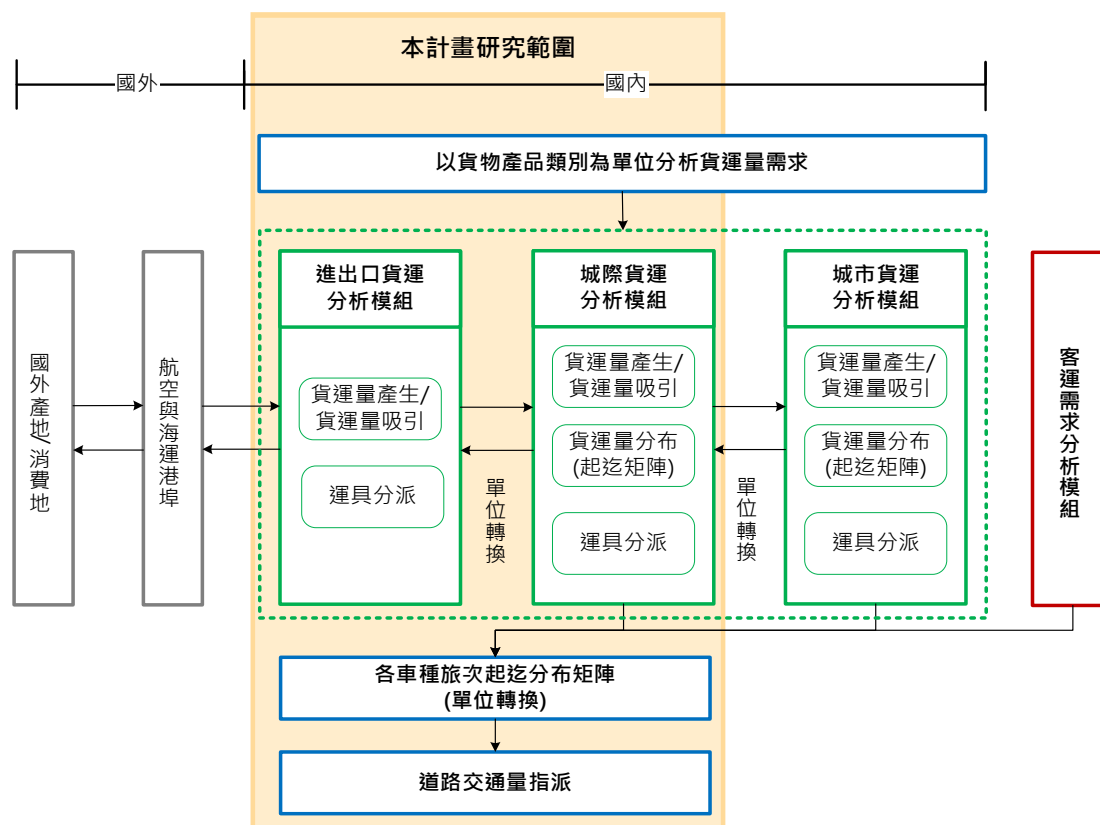


圖 3.6.1 整體貨運需求分析架構初擬

首先在計畫範圍界定上，本計畫係聚焦於國內之貨運需求分析，故進出口貨運之貨運量雖會與國外產地、消費地有關，但本計畫仍會著重於國內之進出口貨運之貨運量產生、貨運量吸引及運具分派進行分析，並透過單位轉換介面將貨運量轉換為城際貨運量；在城際貨運方面，本計畫係以過去較常見之四步驟商品模式為基礎，分別針對城際貨運之貨運量產生及吸引、貨運量分布、運具分派等階段進行分析，並透過建立各車種之旅次起迄分布矩陣，以貨車旅次(trip)做為交通量指派之基礎資料；另城市貨運雖同屬貨運需求分析架構之一環，且客運需求分析結果也會做為道路交通量指派之一部分，惟根據 1.4 節定義之計畫範圍，故本計畫暫不針對城市貨運分析

模組於整體架構中之細節進行說明，而進出口貨運及城際貨運分析模組之詳細內容將於第四章、第五章分別進行說明。

在整體規劃架構上，有鑑於各個產品類別之貨物型態差異甚大，如：砂石類產品採散裝方式運送、資訊電子產業可能採貨櫃方式運送、生技業則可能是以小包裹方式運送，加以考量不同產品類別之產銷作業方式亦有所不同，如：產品是否需要加工、轉運、暫存時間長度不一等，若以同一架構分析所有產品類別之貨運量恐會造成較大誤差，且不易以一致單位進行分析。此外，在城際貨運中因部分地區(或TAZ)可能為某產業之主要產業聚落，或設有物流中心、貨運轉運站等設施，可能導致該地區有較多之貨運量產生或吸引。為能反映前述產品類別或產業特性對貨運需求分析之影響，如：產品類別特性、產業特性、地區發展特性等，本計畫將參考國外案例作法，以產品類別為單位分析貨運量需求，並視各個產品類別或產業特性差異，於分析架構中彈性選用適合之分析方法，並斟酌納入產業特性相關之解釋變數，藉此推估進出口貨運、城際貨運量，進而透過城際貨運分析模組產出各車種旅次起迄分布矩陣以進行交通量指派分析。

在各個貨運分析模組之關係上，由於各個模組於時間面、空間面之資料統計或分析單位不盡相同，時間面如：進出口貨運可能以月份為單位、城際貨運可能是以日為單位；空間面如：進出口貨運是以機場及港口為單位、城際貨運可能是以縣市或交通指派分區為單位等。此外，在不同分析步驟或模組間亦可能有單位介面需要轉換或整合之情況，如：貨運量分布及運具分派階段完成後如何將貨運量與貨車旅次量轉換，以及貨車旅次量如何與現有之客運分析模組整合等。故此，本計畫後續將探討各個分析模組間之介面，以及分析單位轉換或整合之議題。

以圖 3.6.1 之分析架構為例，進出口貨運、城際貨運分析模組之單位轉換介面上，由於進出口貨運是以港口、機場為媒介，為能將進出口貨運轉換為城際貨運之貨運量產生及吸引，國外分析個案通常會將港口、機場視為單一交通量指派分區，藉此將進出口與城際間之貨運量進行整合，並可反映港口、機場周邊地區特有之交通特性。在地理單位轉換上，由於部分產品類別之貨運統計資料可能是以縣市為單位，若需要進一步於貨運量分布階段將貨運量分配至鄉鎮市區，便需要透過其他統計資料將貨運量進行分配；在美國、日本之分析個案中，貨運量分析單位受限於貨運總量資料多會以縣(county)或FAZ (freight analysis zone)為單位進行統計，故個案中會再透過適當之分解機制，如：產業就業人數、工廠設施數量等，將縣

市之貨運量依比例分配至 TAZ，以 TAZ 為客貨運分析之整合單位。基此，本計畫亦將參考過去研究採用方式，利用產品對應之產業就業人數、工廠設施數量或其他基礎設施數量等資料，將貨運量依比例進行分配。

在時間單位轉換介面上，考慮到貨運統計資料可能會與貨運運輸規劃模式之分析單位不一致，如：交通量指派以小時為單位、統計資料以年為單位等，因此在月份轉換為日、日轉換為小時之方式上，便需視不同產品類別特性或分析結果之詳細程度進行評估，如：產品若無明顯運輸時間分布趨勢，分配時便可考慮採用平均方式分配，藉此得到全日、全時貨運需求量，但若產品具有明顯運輸尖離峰特性，便需要參考歷史資料或以訪談方式對時間分布狀況進行瞭解，藉此設定時間單位轉換方式。

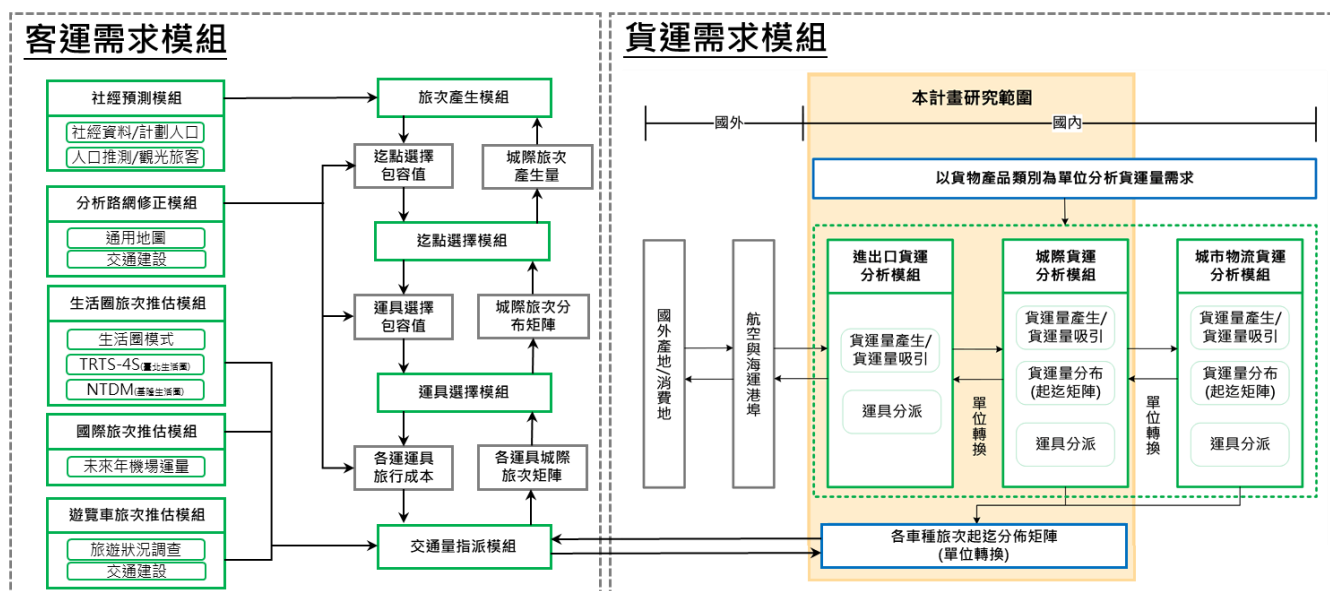
在貨運量分布及運具分派階段，考量四步驟商品模式是以貨運量為單位進行分析，因此模式中透過貨運量分布建立各起迄點貨運量分布矩陣後，首先應考量各個產品類別之特性建立運具分派模式，如：產銷特性、產品運送特性、運送距離、運送成本等，透過運具分派模式將各起迄點貨運量轉換為各起迄點各運具貨運量分布矩陣後，則需要建立轉換介面以將貨運量轉換為貨車旅次量。在轉換介面考慮因素上，國外分析個案中多會透過蒐集歷史資料，以各個產品類別為單位，建立包括各車種每車平均載重、平均運送距離之類目分析表，藉此將各起迄點各運具之貨運量轉換為貨車旅次量。最後，考慮到就整體運輸規劃架構而言，經由前述貨運分析模組所產出之貨車旅次量僅為道路交通流量之一部分，尚需與客運分析模組整合後方能進行完整之交通量指派分析，故本計畫係透過建立各車種之起迄分布矩陣，藉此做為客運、貨運分析單位整合介面，進而以相同單位進行交通量指派分析。

3.6.2 客運與貨運分析單位整合介面說明

針對未來客運及貨運需求模式整合之操作流程如圖 3.6.2 所示，根據 3.6.1 小節研擬之整體貨運需求分析架構，本計畫後續將產出之貨車各車種之起迄分布矩陣與客運需求分析模組產出之客運起迄矩陣一同進行交通量指派上。其中，客運部分會受到路網指派後路網成本之變動，進一步根據屏柵線之交通流量調查結果，反覆迭代執行客運旅次之運具選擇、旅次分布、旅次產生及吸引等分析步驟，直至模式達到收斂，以路網成本平衡產出做為最終指派結果。

在貨運需求分析模組部分，鑒於本計畫係以產品類別為單位分析貨運需求，因此各貨車車種之起迄分布矩陣，係在所有產品類別

之貨運需求經城際貨運分析模組完成運具分派後，一併彙整為單一之各車種旅次起迄分布矩陣以和客運模組共同進行交通量指派。在交通量指派階段，由於城際貨運多為跨縣市之貨物流動，在運送距離較長需講求運輸效率，且貨車行駛路線亦可能受到法律管制之情況下，貨運之路徑選擇行為相較客運單純許多，亦較不會受到路網成本變動而改變路徑指派結果，惟考量貨運需求分析結果仍可能與實際情況具一定誤差，因此在貨運需求分析模組中仍需根據屏柵線之交通流量調查結果，如：小貨車、大貨車、半聯結車、全聯結車之貨車流量，對運具分派結果進行檢核，倘若兩者之誤差過大，便需重新檢視貨運需求分析過程以調整各車種起迄分布矩陣，藉此令分析結果達到收斂狀態。基此，為能建立貨運需求分析模組檢核機制，除屏柵線設定方式應比照客運需求分析模組以利於同一基礎上進行檢核外，交通流量之調查內容亦需要配合貨運需求分析需要，調整車流量調查項目以利對貨車運具分派結果進行檢視。



註：以第5期整體運輸規劃之客運模組為示意說明。

圖 3.6.2 客運與貨運分析單位整合介面說明

3.6.3 客運與貨運城際運輸四步驟規劃模式比較

有鑑於本計畫建立之城際貨運需求分析模組與本所第5期整體規劃之客運需求分析模組(TDM0216)皆是以四步驟程序模式為建模架構，然考量兩者在交通分區(TAZ)數量、城際運輸區域(客運稱為生活圈)大小及數量、分析單位、基礎資料可得性等面向上之異同，故本節將進一步針對客運與貨運城際運輸四步驟規劃模式進行比較，其彙整結果如表 3.6-1。

表 3.6-1 客運與貨運之城際運輸需求分析模組比較表

城際運輸需求分析		客運需求分析模組 (TDM2016)	貨運需求分析模組 (本計畫研擬)
基本資料	交通分區(TAZ)數量	以鄉鎮市區為單位，另加入 9 個重要國際海空港埠，共 361 個 TAZ。	比照客運需求分析模組方式設定 TAZ 數量
	城際運輸區域定義及數量	以生活圈為城際運輸區域範圍，共 16 個。	參考客運需求分析模組之生活圈定義方式，以縣市為貨運之城際運輸區域，數量同為 16 個。
	基礎資料可得性	客運統計資料較完整且多符合 TAZ 分區範圍，可直接應用。	貨運統計資料較缺乏且非以 TAZ 分區範圍統計，需利用分解或轉換介面進行處理。
	分析單位	以人旅次量為單位再轉換為車旅次	以貨運量(貨物重量)為單位再轉換為車旅次
四步驟運輸規劃程序	旅次/貨運量發生	依旅次目的分別推估各 TAZ 之旅次量	依產品類別分別推估各 TAZ 之貨運量
	旅次/貨運量分布	TAZ 間旅次量起迄分布	TAZ 間貨運量起迄分布
	運具分派	按旅次長度建立替選方案集合，再將旅次量分派至運具，並依乘載率轉換為車旅次。	按產品類別及其特性建立替選方案集合，再將貨運量分派至運具，並依乘載率轉換為車旅次。
	交通量指派	客運與貨運共同進行交通量指派	

資料來源：客運需求分析模組相關內容為參考本所「第 5 期整體規劃系列研究-供需預測分析」報告書。

首先在需求分析基本資料上，TDM2016 是以鄉鎮市區為交通分區單位，全臺總計包含 352 個鄉鎮市區，另考量航空、海運港埠為重要之空運、海運與公路運輸轉運節點，為能反映港埠周邊與其他地區於交通特性、交通流量之差異，故將 9 個重要國際海空港埠獨立做為交通分區，包括：桃園國際機場、高雄國際機場、基隆港、臺北港、臺中港、高雄港、安平港、蘇澳港、花蓮港等 9 處，總計共有 361 個 TAZ。在城際運輸區域數量上，本計畫則是參考 TDM2016 之生活圈定義，以臺灣本島各縣市為劃分依據，共設定 16 個城際運輸區域，包括：基隆、臺北、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、南投、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、臺東、花蓮、宜蘭等。有鑑於客運、貨運之需求分析結果會一併進行交通量指派分析，本計畫為能使貨運需求分析結果可與客運需求分析結果有良好的整合、銜接媒介，故將比照 TDM2016 訂定貨運需求分析模組之交通分區與城際運輸區域單位。

在基礎資料可得性上，有鑑於國內之城際運輸需求分析，自民國 65 年之第 1 期整體運輸規劃乃至民國 105 年之第 5 期整體運輸規劃多是以客運為主要分析對象，並將貨車旅次做為路網中之背景交通量進行分析，期間為建立整體運輸規劃模式所蒐集之基礎資料，如：民國 94 年城際運輸旅運需求特性調查、民國 96 年高鐵旅客特性與轉乘偏好及滿意度調查、民國 99 年城際運輸旅運需求特性調查、民國 103 年城際運輸旅運需求特性調查、民國 104 年城際旅次特性分

析及補充調查等，亦多是以客運為主要調查對象，因此在歷經近 20 年的調查方式精進與調查欄位調整，客運需求分析業已建立相當豐富之基礎資料，且因調查資料多為配合模式建立進行蒐集，因此資料欄位亦能符合交通分區定義及模式分析需要。相對於此，鑒於本計畫為國內首度進行貨運需求分析之研究，從文獻回顧中盤點之諸多基礎資料來源亦可得知，現有調查資料皆非為了進行貨運需求調查所蒐集，因此在交通分區定義或產品分類上可能多有不同，尚需透過分解或轉換介面進行處理方能符合模式分析需要。

分析單位方面，客運與貨運需求分析之主要差別在於，客運是以「人旅次」為分析單位再轉換為「車旅次」，貨運方面是以「貨運量」為分析單位(如：貨物重量)再轉換為車旅次，也因為分析單位上之差異，故在四步驟運輸規劃程序中之分析對象、處理方式也不盡相同。四步驟分析程序第一步驟為旅次/貨運量發生，客運是依旅次目的分別推估各 TAZ 之旅次量，貨運則是依產品類別分別推估各 TAZ 之貨運量。旅次/貨運量分布步驟上，客運為推估 TAZ 間人旅次量起迄分布，貨運為推估 TAZ 間貨運量起迄分布，兩者之差別同為分析單位。在運具分派部分，客運是按旅次長度建立替選方案集合，再將旅次量分派至運具，並依乘載率轉換為車旅次，貨運則是按產品類別及其特性建立替選方案集合，如：產銷特性、產品運送特性、運送距離、運送成本等，再將貨運量分派至運具，並依乘載率轉換為車旅次。在最後的交通量指派，由於客運、貨運會共用同一交通路網，因此會共同進行交通量指派以達到路網流量均衡之求解目標。

綜整上述內容，本計畫為建立良好之客運、貨運需求分析結果整合介面，故以相同單位訂定交通分區、城際運輸區域大小。在分析資料可得性上，由於客運需求分析已有諸多基礎研究，具備完整分析架構且在實務上被廣泛應用，因此統計資料較完整且符合 TAZ 分區範圍，可直接應用於模式分析上；反觀貨運需求分析尚處於起步階段，因此目前僅能就現有統計資料做為分析之折衷方案，若要建立完整之貨運基礎資料來源，尚需就整體資料蒐集架構再行研議。

針對分析單位及四步驟運輸規劃程序方面，兩者雖是沿用相同架構以網路中之車流量為最終分析目的，然客運是以人旅次量為分析單位，貨運則是以貨運量為分析單位，也因此造就兩者在四步驟程序中之分析對象有所不同。惟從整體分析架構中仍能發現，不論客運或貨運需求分析，兩者皆有依據不同分類分別推估旅次/貨運量、運具分派之機制，如：客運依據旅次目的及旅次長度推估旅次量及運具分派比例、貨運依據產品類別推估貨運量及運具分派比例，顯示以單一模式確較難對整體運輸需求進行分析，仍需視分析需要建

立多個子模式來分析需求，故在後續研提之貨運需求分析課題中，針對不同產品類別特性進行探討，如：運輸距離、產品價值、重量與材積關係、裝載方式、交貨條件等，將會是未來之重點課題之一。

3.6.4 第 5 期整體運輸規劃貨運模式與本計畫貨運模式差異說明

第 5 期整體運輸規劃貨運模式與本計畫貨運模式之差異說明彙整如表 3.6-2。整體而言，第 5 期整體運輸規劃貨運模式係以貨運量、貨車流量為出發點進行分析，因此在分析過程中多會以成長率法簡化分析，並假設未來產業發展無大幅度變化、各類產品特性無明顯差異，藉此預測各貨車車種之車流量。有鑑於運輸為衍生性需求，係為滿足經濟活動所衍生的活動，故貨運量之消長理應會與整體產業發展有關，因此本計畫係以產業發展、變遷對於貨運量之影響為出發點進行分析，利用投入產出方法分析進出口貨運量，並考量不同產品類別之運送特性不盡相同，故以四步驟商品模式為基礎，依照各個產品類別推估其貨運量，藉此預測各貨車車種流量。以下茲針對各個分析模組對應分析步驟之差異進行說明。

表 3.6-2 第 5 期整體運輸規劃貨運模式與本計畫貨運模式差異比較表

項目	分析步驟	第 5 期整體運輸規劃貨運模式	本計畫之貨運模式
分析目標	-	以貨運量、貨車流量為出發點進行分析	以產業面對貨運量之影響為出發點進行分析
進出口貨運	貨運量產生及吸引	以佛拉塔成長率法推估總貨運量	以投入產出分析推估各產品類別之貨運產生及吸引量
	運具分派	假設各港埠貨運量分布並未有大幅改變，簡化以比率法進行分析。	總體羅吉特模式(運具分派、載運方式分派(海運)、港口與機場分派)
城際貨運	貨運量產生及吸引	1. 以每單位國民生產毛額為解釋變數，再以時間序列對總貨運量進行預測，藉此做總量控制。 2. 以人口、產業人口等社經變數，利用迴歸模式推估各縣市、各產品種類之貨運產生及吸引量。	以產品類別為單位，視不同產品特性採用適合之解釋變數，並以迴歸模式分別推估各產品、各 TAZ 貨運量。
	貨運量分布	於貨運量產生及吸引階段一併推估	以重力模式推估各產品、各 TAZ 貨運量分布
	運具分派	1. 參考西雅圖 FASTruck 模式，以各產品類別貨運產生吸引量來推估貨車產生及吸引量。 2. 以基年貨車分布矩陣為基礎，配合貨車產生吸引量預測結果，利用佛拉塔成長率推估貨車起迄矩陣。 3. 以迴歸模式建立貨車與貨運量產生、吸引預測模式，做為小貨車、大貨車與聯結車分派比例之依據。	視不同產品特性建立運具分派模式，考慮因素如： 1. 產品運送特性較單純者得採固定比率法分派 2. 產品運送方式涉及多種運具集合、裝載方式選擇、複合運輸等因素者，可建立個體選擇模式進行運具分派。
	交通量指派	客運與貨運共同進行交通量指派	

在進出口貨運部分，可將分析步驟區分為貨運量產生及吸引、運具分派等兩步驟，第 5 期整體運輸規劃貨運模式在貨運量產生及吸引階段係簡化以佛拉塔成長率法推估總貨運量，並假設各港埠貨運量分布並未有大幅改變，簡化以比率法分析進出口貨運之運具分派比例。反觀本計畫所研擬之貨運模式，為能就產業發展趨勢對貨運量之影響進行分析，本計畫根據文獻回顧彙整內容，係以投入產出方法對各個產業類別進行總體分析，藉此瞭解某一產業之單位產值會如何影響該產業代表產品類別之貨運量。待完成貨運量推估後，考慮到各個產品類別之運送特性有其差異，因此本計畫擬針對各個產品類別建立個體選擇模式，藉此就不同產品類別於運具分派、載運方式選擇(海運)、港口選擇等行為進行探討。

城際貨運方面，第 5 期整體運輸規劃貨運模式同樣採用程序性規劃模式，惟其整體架構仍與本計畫貨運模式採用之四步驟商品模式有所不同。首先在貨運量產生及吸引，第 5 期整體運輸規劃貨運模式在此階段可大致分為兩部份，第一部份是以時間序列為分析方法，並以國民生產毛額為解釋變數，藉此預測國內之總貨運量以做為後續調整各貨種貨運產生及吸引量之總量限制依據，第二部份則是以人口、產業人口等社經變數，利用迴歸模式推估各縣市、各產品種類之貨運產生及吸引量。由第 5 期整體運輸規劃貨運模式採用之分析架構亦可發現，時間序列多應用於短期預測，故對於長期之趨勢較難掌握，各產品類別皆採用相同之總體經濟變數預測貨運產生及吸引量，也較難反映各產品類別特性差異。為改善前述問題，故本計畫除建議以產品類別為單位分析貨運需求外，亦提出應視不同產品特性採用適合之解釋變數，並以迴歸模式分別推估各產品、各 TAZ 貨運量之分析架構。

在貨運量分布階段，第 5 期整體運輸規劃貨運模式係直接以貨運量產生及吸引階段推估之各縣市、各產品種類貨運產生及吸引量為貨運量分布分析結果，故可能忽略貨運量產生、吸引可能不相等，TAZ 間運輸距離、運輸成本可能影響貨運量分布等問題。為此，本計畫亦提出以重力模式為基礎之貨運量分布分析架構，逐一針對各產品類別之貨運量產生及吸引分析結果建立貨運量起迄分布矩陣，藉此就整體貨運量分布情況進行分析。

運具分派階段，第 5 期整體運輸規劃貨運模式是以西雅圖 FASTruck 模式為構想，以各產品類別貨運產生吸引量來推估貨車產生及吸引量，故在分析過程中會先以基年貨車分布矩陣為基礎，配合貨車產生吸引量預測結果，利用佛拉塔成長率推估貨車起迄矩陣，再以迴歸模式建立貨車與貨運量產生、吸引預測模式，做為小貨車、

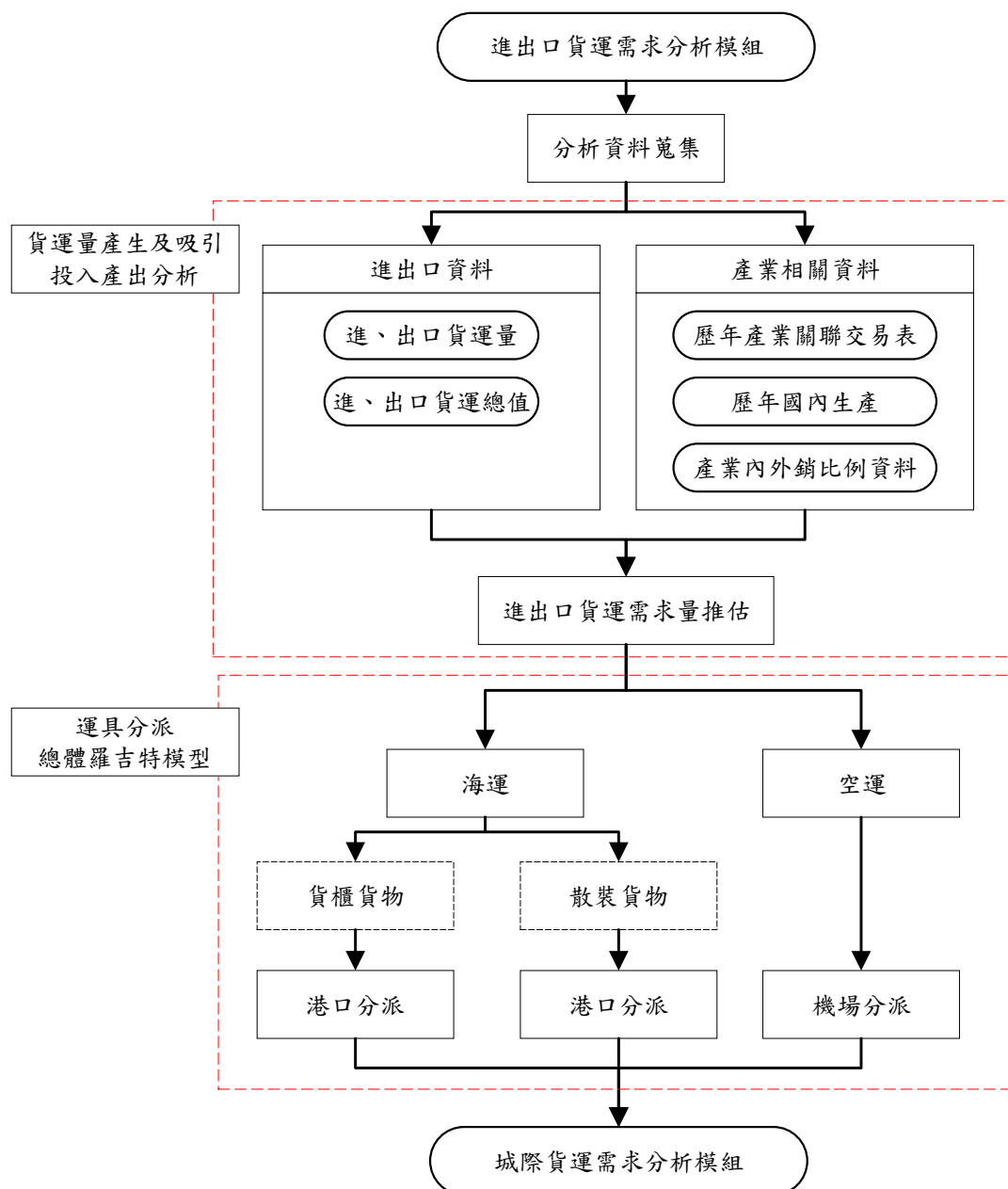
大貨車與聯結車分派比例之依據。由此分析架構亦可發現，由於第5期整體運輸規劃貨運模式是以卡車模式為運具分派構想，因此並未考慮不同產品類別之運輸特性差異，僅是以現況貨車流量為基礎就未來成長率及貨車分配比例進行調整。基此，本計畫為能反映不同產品類別之運送特性差異，故建議視不同產品特性建立運具分派模式，當產品運送特性較單純者得採固定比率法分派，若產品運送方式涉及多種運具集合、裝載方式選擇、複合運輸等因素者，便可建立個體選擇模式進行運具分派。待完成運具分派後，兩模式皆會透過產出各車種之起迄分布矩陣，藉此與客運模式共同進行交通量指派分析。

第四章 進出口貨運需求分析架構

4.1 進出口貨運需求分析架構研擬

本計畫研擬之進出口貨運需求分析架構如圖 4.1.1 所示，在進出口貨運之貨運量產生及吸引部分係建議採用投入產出方法進行分析，故可透過行政院主計總處彙編之產業關聯表及投入產出係數為基礎資料，並利用英國經濟學者 Richard A. Stone 所提出之 RAS 法對未來年之投入產出係數進行推估(Toh^[145], 1998)，並利用乘數效果推估當某一產業產值增加及減少下，進出口總貨運需求量之變動。

在運具分派階段，由於國內進出口之運輸方式包含空運及海運，不同運具別對應之機場、港口位置有所差異，且海運中尚有散雜貨、貨櫃運輸等不同載運方式，因此進出口貨運需求分析架構中將考慮以總體羅吉特模式 (Aggregate Logit) 建立港口與機場的運具分派模式，建構過程中將透過蒐集總體資料，包括：各產品類別在港口、機場貨運量資料、貨運運價，藉此以總體分析觀點推估未來年各產品類別在各個港口、機場之市占率情形，並獲得各港口、機場之進、出口貨運量，進而與城際貨運分析模組進行整合。惟在分析項目中需特別注意的是，因從總體角度出發分析較難判斷各別產品項目之載運方式，故較難對海運下之載運方式分派(貨櫃、散裝)比例進行推估，並考量海運載運方式目前並無公開統計資料可做為分析資料來源，在分析資料來源尚無法掌握之情況下，本計畫雖將載運方式納入進出口貨運之整體分析架構中，然後續實際分析時仍應視資料可得性評估是否可就載運方式進行分析，倘若無法針對海運載運方式進行分派，便可忽略該步驟直接就港口分派進行探討，故本計畫在圖 4.1.1 之架構圖中是以虛線方式繪製貨櫃貨物、散貨貨物等兩項目之步驟。



註：貨櫃貨物、散貨貨物等兩項目之載運方式分派需視資料可得性評估是否分析，故在架構圖中以虛線繪製。

圖 4.1.1 進出口貨運需求分析架構

4.2 進出口貨運分析方法與資料需求

根據文獻回顧所彙整之進出口貨運需求分析方法及資料來源可得知，進出口貨運需求預測方法採用之資料多為以產業相關資料、市場指標等面向為主，多屬總體資料，資料取得難度相對較低。為了更能反應整體經濟變化下之貨運需求，在進出口貨運量產生及吸引階段，本計畫將採用投入產出模式為研究方法，其模式可評估、分析國家產業結構與各產業部門間之相互依存關係，並且透過量化分析，除可了解各產業部門對總體經濟之衝擊與效果，也可了解單一產業部門對其相關產業部門之影響程度，並可進行長期性預測(Lee and Yoo^[16], 2016)，且建模的簡單性受到廣泛應用(Partridge and Rickman^[146], 2010)，所需之各產業的產出與相關產業投入之間的影響與變化的產業關聯表，行政院主計總處皆已有相關資料，故可省去相關編制時間。

在運具分派方面，進出口貨物除了就運具別進行分派外(航空、海運)，各個運具別之貨運量尚會進一步分派至機場及港口，進而影響城際貨運之貨運量分布情形，機場包括：桃園機場、高雄機場等兩處，港口則包括：基隆港、臺北港、蘇澳港、臺中港、高雄港、安平港及花蓮港等七處。其中，若產品之運具別分派結果屬海運，則會進一步與載運方式有關，如：貨櫃、散裝。考量前述運具分派相關因素多係以總體角度探討貨運量之分派情況，故本計畫將透過蒐集貨運於運具分派之總體性因素以建立總體羅吉特模式，藉此探討各產品類別於運具、載運方式、港埠與機場之分派結果。

4.2.1 進出口貨運需求分析方法及資料需求說明

1. 產業部門劃分

行政院主計總處於2016年所編算並公布之產業關聯統計表(行政院主計總處，2020)共分為63部門、164部門產品，由於產業眾多，為了解進出口之情況，本計畫將以進出口採用之經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定21類產品分類為基礎，依以下原則進行劃分，另因部分產業或產品項目為服務部門，並無實際貨物產出，本計畫將服務部門統整為單一服務部門，對照結果如附件四所示。後續分析由於部分產品類別所占貨運量比例較小，或因產品類別名稱無法於兩分類中相互對照，故不納入後續分析，包括：第12類、第14類、第19類、第21類及服務部門。

- (1) 符合細項分類原則：以 164 部門產品之名稱為基礎，將產品類別名稱相似者進行分類其對照。
- (2) 分析上需要原則：由於 63 部門中部分產品類別無法歸類至經濟部國貿局 21 類中之單一產品項目中，如：63 部門中之食品及飼品裡面內含 21 分類中的植物產品、動植物油脂及其分解物及調製食品，為能明確區分不同產品之投入產出效用，故建議以 164 部門與經濟部國貿局 21 類進行對照，藉此進行後續計算。

2.投入產出模式

投入產出模式是研究產業關聯的重要分析工具，1936 年由美國經濟學家哈佛大學教授李昂鐵夫(Wassily Leontief)首次提出的獨特分析方法，又稱產業關聯分析法，將相關產業之間的各種投入與產出之相互關係，用多元一次聯立方程式表示並進行計量分析，利用矩陣之計算，研究某產業的產出與相關產業的投入間的影響與變化，以了解整體產業經濟之結構，對於經濟發展及各部門之預測分析極具效用；其主要分析步驟如下；

(1)建立相關產業投入、產出表

投入、產出表為記錄各產品從生產或銷售部門至購買部門的行為，可用實物單位或貨幣單位表示，反映國民經濟各部門間的投入產出與生產過程中各部門之間相互依存與相互制約的經濟關係，如圖 4.2.1 所示。

產出部門 投入部門			中間需求(M)		最終需求(L)							總產出 X		
			產業				合計	家計消費	固定資本	政府消費	存貨變動		淨出口	合計
			1	2	...	n								
中間投入 (U)	產 業	1	Z ₁₁	Z ₁₂	...	Z _{1n}	M ₁	C ₁	I ₁	G ₁	S ₁	E ₁	L ₁	X ₁
		2	Z ₂₁	Z ₂₂	...	Z _{2n}	M ₂	C ₂	I ₂	G ₂	S ₂	E ₂	L ₂	X ₂
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
		n	Z _{n1}	Z _{n2}	...	Z _{nn}	M _n	C _n	I _n	G _n	S _n	E _n	L _n	X _n
		合計	U ₁	U ₂	...	U _n								
原始投入 (V)	勞動報酬		V ₁ V ₂ ... V _n											
	營業盈餘													
	資本消耗													
	間接稅淨額													
總投入(X)			X ₁	X ₂	...	X _n								

圖 4.2.1 簡易投入產出表

各個變數說明如下：

n ：為整個經濟體系共有 n 個產業，

Z_{ij} ：為第 j 種產業生產 X_j 須用第 i 種產業產品做為中間投入之數量，

L_i ： $L_i = C_i + I_i + G_i + S_i + E_i$ ，

X_i ：表示 i 產業部門之總產出，

V_i ：表示第 i 種產業之原始投入，包含勞動報酬、營業盈餘、資本消耗與間接稅淨額。

投入產出表架構分為投入面與產出面兩種，投入面由中間投入與原始投入組成，產出面由中間需求與最終需求組成，並以矩陣的方式表現出各部門投入產出之關係，圖 4.2.1 之中間需求與中間投入所形成 Z_{ij} 為投入產出表的主要區域，代表整個經濟體系中各種商品與勞務狀況，及生產技術於產業間互相依存之關聯。而依據一般均衡理論，總需求等於總產出，此一關係如式(4.2-1)所示：

$$\sum_{j=1}^n Z_{ij} + L_i = X_i \quad \{i = 1 \sim n\} \quad (4.2-1)$$

(2) 建立投入產出係數表

投入產出係數代表每一產業投入與產出的比率，用以測度各產業間之直接關聯效果，由投入產出表計算而來，表示該部門生產一單位產品所需要之各項投入單位數，故又可稱為成本係數表或直接購買係數表，如圖 4.2.2 所示。

投入 產出			中間需求			
			產業			
			1	2	...	n
中間投入	產業	1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
		2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
		...	...	...	...	...
		n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

圖 4.2.2 投入產出係數表

投入係數 a_{ij} 表示生產一單位 j 產品需要 i 產品的投入數量，其關係表示如式(4.2-2)：

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{X_i} \quad (i, j = 1 \sim n) \quad (4.2-2)$$

(3) 產業關聯程度表

為求算產業關聯程度表，由原本 $a_{ij} = Z_{ij}/X_i$ 改寫成下列公式，表示各部門中間投入與部門的產出成固定比例。

$$Z_{ij} = a_{ij}X_i \quad (i, j = 1 \sim n) \quad (4.2-3)$$

將式(4.2-3)代入式(4.2-1)則可得：

$$a_{ij}X_i + L_i = X_i \quad \{i, j = 1 \sim n\} \quad (4.2-4)$$

若將式(4.2-4)以矩陣表示，則為：

$$AX + L = X \Rightarrow L = (I - A)X \quad (4.2-5)$$

$A = (a_{ij})_{n \times n}$ 為投入產出係數矩陣

$L = (L_1, L_2 \dots \dots L_n)^T$ 為最終需求向量

$X = (X_1, X_2 \dots \dots X_n)^T$ 為總產出向量=中間需求+最終需求

$I = n*n$ 之單位矩陣

在一般投入產出模式中，常將最終需求 L 設定為外生變數，在 A 已知之情況下，計算 X ，並假設 $(I - A)$ 為非奇異矩陣，可由式(4.2-5)得以下式(4.2-6)：

$$X = (I - A)^{-1}L \quad (4.2-6)$$

偏微後可得式(4.2-7)：

$$\frac{dX}{dL} = (I - A)^{-1} \quad (4.2-7)$$

$(I - A)^{-1}$ 為產業關聯程度矩陣。若以 $b_{ij} = (I - A)^{-1}$ 表示，則 b_{ij} 代表第 j 產業或部門為了滿足一單位之 j 產品的最終需求，必須向 i 產業直接與間接購買 i 產品的數量，也就是為了滿足 j 產品的最終需求的變動，第 i 產業必須生產 i 產品的總量。產業關聯程度表架構如圖 4.2.3：

		中間需求（購買）部門
		1 ... j ... n
中間投入（銷售）部門	1	$b_{11} \dots b_{1j} \dots b_{1n}$
	$\vdots$	$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$
	i	$b_{i1} \dots b_{ij} \dots b_{in}$
	$\vdots$	$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$
	n	$b_{n1} \dots b_{nj} \dots b_{nn}$

圖 4.2.3 產業關聯程度表

3.投入係數表更新

由於目前最近一次編製之產業關聯表為 2016 年，因此預計將利用 2016 年之投入產出係數矩陣為基礎，利用歷年國內各業生產與平減指數表內之名目生產總額及名目中間投入，以得未來年各產業生產總額、中間需求與中間投入之預測數據，再運用 RAS 法推估未來產業結構變化的替代效果(R 值)與構造效果(S 值)，再以此變動趨勢求得未來年之產業投入係數。

(1) 未來年所需之生產總額、中間投入及中間需求估算

當使用 RAS 法做為更新未來年之投入產出係數表時，必須具有未來年之生產總額、中間投入及中間需求之值，而此值並未具有官方的相關預測值，因此透過將行政院主計總處所公布之歷年國內各業生產與平減指數表內之名目生產總額及名目中間投入，並進行產品類別分類，將其歷年生產總額及中間投入的對數值與年份進行回歸分析，並將其係數做為各產品類別之成長率預測值，用以預測產業關聯表內未來年的生產總額及中間投入；在中間需求方面，須假設只要每年度各產業之中間投入處於平衡時，中間需求亦達平衡狀態，因此可透過已求算出各年產業關聯表的中間投入，求解出中間需求，計算方式如下。

某一部門未來年中間需求

$$\begin{aligned} &= \left[\frac{\text{未來年某一部門中間投入} - \text{基期年某一中間投入}}{\text{未來年總中間投入} - \text{基期年總中間投入}} \right. \\ &\quad \left. \times (\text{未來年總中間投入} - \text{基期年總中間需求}) \right] \\ &\quad + \text{基期年某一部門中間需求} \end{aligned}$$

(2) RAS 法

由英國經濟學者 Richard A. Stone 所提出，應用於更新或推估投入產出係數(Toh^[146], 1998)，而 RAS 調整法利用次級資料對母體參數進行反覆推估，並非由小推大的觀念，因此不會產生加總放大的誤差產生。其優點為操作簡單，節省人力與物力成本，達成最後收斂結果花費時間短，並且推估出的投入產出係數矩陣不會產生負值。

(3) RAS 法之運算觀念

主要利用基期年之投入產出係數矩陣 A^0 與目標年之各產業生產總額(X)、中間需求(M)與中間投入(U)，來求得目標年投入產出係數矩陣，而中間需求與中間投入被設為邊界限制條件，同時，利用基期年投入產出係數矩陣各產業之產值反覆運算，來計算出目標年之投入產出係數矩陣，以下為 RAS 法之運算過程：

$$A^0 = \begin{bmatrix} a_{1.1} & \cdots & a_{1.5} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5.1} & \cdots & a_{5.5} \end{bmatrix} \quad (4.3-1)$$

A^0 ：基期年投入產出係數矩陣

a_{ij} ：表第 i 部門與第 j 部門之相關係數， $\{i, j \in 1 \sim 5\}$

目標年各部門產業生產總額(X_i)、中間需求(M_i)與中間投入(U_i)之向量矩陣：

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_5 \end{bmatrix} \quad (4.3-2)$$

$$M = \begin{bmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_5 \end{bmatrix} \quad (4.3-3)$$

$$U = [U_1 \quad \cdots \quad U_5] \quad (4.3-4)$$

將產業生產總額改寫成對角線矩陣 X_d ，並將其與基期年投入產出係數矩陣相乘，如式(4.3-5)，其列向量相加總為未來年之中間需求，如式(4.3-6)，行向量加總則為未來年之中間投入，如式(4.3-7)。

$$\begin{aligned} A^0 X_d &= \begin{bmatrix} a_{1.1} & \cdots & a_{1.5} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5.1} & \cdots & a_{5.5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & X_5 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} a_{1.1}X_1 & \cdots & a_{1.5}X_5 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5.1}X_1 & \cdots & a_{5.5}X_5 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4.3-5)$$

X_d ：目標年之各部門生產總額

$$a_{1.1}X_1 + \cdots + a_{1.5}X_5 = M^1 \quad (4.3-6)$$

$$a_{1.1}X_1 + \cdots + a_{5.5}X_1 = U^1 \quad (4.3-7)$$

藉由雙比例乘數 R 及 S 對基期年之投入產出係數，利用迭代法使得列(M^1)和行(U^1)之推算結果與目標年之中間需求(M)及中間投入(U)逼近。

$$R^1 = M/(M^1) \quad (4.3-8)$$

$$S^1 = U/(U^1) \quad (4.3-9)$$

經由上述列與行和之推算步驟反覆運算，可使推估值與目標值慢慢逼近，直到該 R 與 S 逐漸收斂，誤差設為小於 0.05 為合理容忍誤差範圍，即可得到未來年之投入產出係數，並將歸納上述步驟，下列為其關係如式(4.3-10)：

$$A^{2n} = [R^n \quad \dots \quad R^1] A^0 [S^n \quad \dots \quad S^1] \quad (4.3-10)$$

4. 貨運量乘數效果

貨運量乘數效果以前述所計算之未來年進口品投入產出係數表及產業關聯程度表為分析基礎進行轉換，進口品係數表代表的是各需要部門生產產品時，對進口品之購買情形，而產業關聯程度表則代表各供給部門及需求部門的相互依存關係，了解一需求部門生產增加時，所需向各部門直接與間接之購買情形，而將其二表乘上各部門每百萬產值貨運量，將可用以探討供給部門對需求部門每百萬產值之貨運量，並且以此推估在未來年的各部門產值變動下所會增加之貨運量，而單位產值貨運量的求算則為使用進、出口之貿易值及運量資料進行計算，由於各年單位產值貨量變動情形較小，因此採取平均值做為計算，而此研究目的為探討出口之情形，必需進一步探討各部門內銷及外銷之情形，因此將透過臺經院產經資料庫，掌握分析各產品類別之內、外銷情形，並依該數據對前述所轉換之貨運量進行內、外銷拆分，以得出口貨運量，計算方式說明如下：

- (1) 出口貨運量：單位產值貨運量×產業關聯表×外銷比例：得出當某一產業最終需求產值增加百萬元產品所產生的直接與間接產業之出口貨運量，單位：公噸/百萬。
- (2) 進口貨運量：單位產值貨運量×進口品投入產出係數表：得出某一產業需求變動時，對於進口品之需要更動情況，單位：公噸/百萬。

5. 總體羅吉特模式建立

運具分派模式之分析架構如圖 4.2.4 所示，由於各產品類別分派之港口及機場的因素不盡相同，故本計畫將透過蒐集貨運於運具分派之總體性資料，包括：各港口/機場之各產品類別貨運量、海空運

運價及各港口貨物吞吐量等，建構總體羅吉特模式，藉此探討進出口貨運量對應於運具分派、機場或港口分派之結果。此外，由於各個機場、港口之進出口貨運統計資料並不完整，部分機場或港口並無針對進出口貨運量進行統計 (表 3.2-3)，故建議後續計畫亦須視資料可得性調整港口、機場之可選方案集合，藉此就港口、機場之分派比例進行分析。

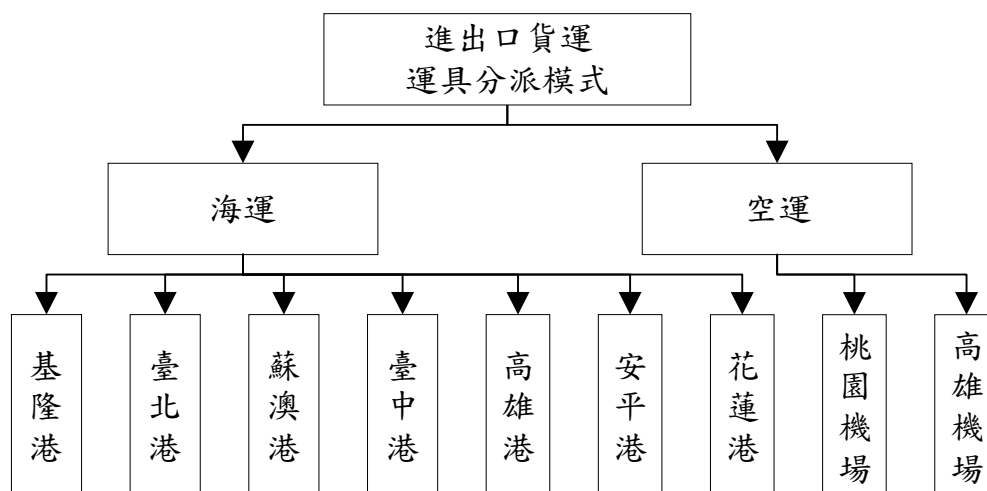


圖 4.2.4 進出口貨運運具及港口/機場分派模式分析架構

總體羅吉特模式係參考個體羅吉特模式的函數型態，有別於個體羅吉特模式中是以類別變數為方案選擇結果，在總體羅吉特模式中是改以各產品類別於各機場與港口之市占率為方案分派結果，故其分派結果之變數型態為一連續變數，其餘解釋變數、效用函數建立方式皆與個體羅吉特模式相同，故模式同樣係以最大概似法為參數校估方式。基此，總體羅吉特模式之效用函數及模式型態可表示為式(4.5-1)至式(4.5-3)。

$$U_{iw} = v_{iw} + \varepsilon_{iw} \quad (4.5-1)$$

$$v_{iw} = \sum_k \beta_{ASC} + \beta_k U_{iw} + \beta_{ki} X_w \quad (4.5-2)$$

$$P_{iw} = \frac{e^{v_{iw}}}{\sum_j e^{v_{jw}}} \quad (4.5-3)$$

在符號設定上， i 為海運、空運對應之港口及機場分派方案， w 為產品類別， k 為待校估之參數項目。各項參變數說明如下。

U_{iw} ：產品類別 w 於海運港口或空運機場 i 之總效用

v_{iw} ：產品類別 w 於海運港口或空運機場 i 之可衡量效用

ε_{iw} ：產品類別 w 於海運港口或空運機場 i 之不可衡量效用，屬於隨機誤差項。

U_{iw} ：共生變數，可對應產品類別 w 之總體特性，如：某一產品類別於各港口或機場之運費、進出口貨運量；故跨方案間之係數 β_k 相同，但變數值 U_{iw} 不同。

X_w ：方案特定變數，可對應產品類別 w 之特性在不同海運港口或空運機場 i 之影響，如：散裝貨物較傾向選擇有散裝貨輪碼頭之港口進出口；故跨方案之係數 β_{ki} 不同，但變數值 X_w 相同。

β ：模式中待校估之參數，反應各項變數對於分派機率之影響程度；其中， β_{ASC} 為方案特定常數之係數， β_k 為共生變數之係數， β_{ki} 為方案特定變數之係數。

P_{iw} ：產品類別 w 在海運港口或空運機場 i 之市占率，其中 $\sum_i P_{iw} = 1, i \in j$ 。

4.2.2 投入產出分析小規模計算範例說明

考量投入產出分析方法運算過程涉及多項矩陣形式之迭代計算，為能方便讀者理解其運算原理及結果，以下將利用小規模數值範例就 4.2.1 節說明之計算流程進行試算，由於收斂過程繁雜且計算複雜度高，如設定一極小誤差範圍，即使收斂至完全相等，求出之投入產出係數矩陣與實際係數矩陣仍可能有出入，畢竟其為推估值而非實際值(Miller and Blair^[169], 1985)，而為求計算速度及方便，本計畫先假設以 RAS 法之收斂標準則設定為 0.05，後續則可依實際精準度之要求，以更小之誤差範圍進行收斂。

首先，在已知基期年投入產出係數(A^0)之情況下，為求算未來年之投入產出係數年，需要未來年之各部門產業生產總額(X_i)、中間需求(M_i)與中間投入(U_i)之向量矩陣，其假設數值如下。

$$A^0 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.3 & 0.2 \end{bmatrix}$$

$$X_i = \begin{bmatrix} 300 \\ 500 \\ 400 \end{bmatrix}$$

$$M_i = \begin{bmatrix} 180 \\ 360 \\ 220 \end{bmatrix}$$

$$U_i = [100 \ 380 \ 280]$$

後續將生產總額改寫成對角線矩陣 X_d ，並將其與基期年投入產出係數矩陣相乘，其列向量相加總為未來年之中間需求，行向量加總則為未來年之中間投入，再藉由雙比例乘數 R 及 S 對基期年之投入產出係數，利用迭代方法使得列(M^1)和行(U^1)之推算結果與目標年之中間需求(M_i)與中間投入(U_i)逼近，其計算方式如下。

$$A^0 X_d = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.3 & 0.2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 300 & 0 & 0 \\ 0 & 500 & 0 \\ 0 & 0 & 400 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 & 50 & 80 \\ 60 & 200 & 120 \\ 30 & 150 & 80 \end{bmatrix}$$

進行第一次中間需求計算，即列向量相加，並計算其值與未來年中間需求(M_i)之比值，該值即為行乘數($R1$)。

$$30 + 50 + 80 = 160 ; 180 / 160 = 1.125$$

$$60 + 200 + 120 = 380 ; 360 / 380 = 0.947$$

$$30 + 150 + 80 = 260 ; 220 / 260 = 0.846$$

透過前述所計算之行乘數($R1$)，可對生產總額向量進行調整。

$$\begin{bmatrix} 1.125 & 0 & 0 \\ 0 & 0.947 & 0 \\ 0 & 0 & 0.846 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 30 & 50 & 80 \\ 60 & 200 & 120 \\ 30 & 150 & 80 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34 & 56 & 90 \\ 57 & 189 & 114 \\ 25 & 127 & 68 \end{bmatrix}$$

進行第一次中間投入計算，即行向量相加，並計算其值與未來年中間投入(U_i)之比值，該值即為列乘數($S1$)

$$34 + 57 + 25 = 116 ; 100 / 116 = 0.862$$

$$56 + 189 + 127 = 372 ; 380 / 372 = 1.022$$

$$90 + 114 + 68 = 272 ; 280 / 272 = 1.029$$

透過前述所計算之列乘數($S1$)，可對生產總額向量進行調整。

$$\begin{bmatrix} 34 & 56 & 90 \\ 57 & 189 & 114 \\ 25 & 127 & 68 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.862 & 0 & 0 \\ 0 & 1.022 & 0 \\ 0 & 0 & 1.029 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 29 & 57 & 93 \\ 49 & 193 & 117 \\ 22 & 130 & 70 \end{bmatrix}$$

由於 R 乘數與 S 乘數尚未達到收斂標準，故進行第二次中間需求計算，計算方式同第一次，先針對列向量相加，並計其值與未來年中間需求(M_i)之比值，而該值即為行乘數(R2)。

$$29 + 57 + 93 = 179 ; 180 / 179 = 1.006$$

$$49 + 193 + 117 = 359 ; 360 / 359 = 1.003$$

$$22 + 130 + 70 = 222 ; 220 / 222 = 0.991$$

透過前述所計算之行乘數(R2)，可對生產總額向量進行調整。

$$\begin{bmatrix} 1.006 & 0 & 0 \\ 0 & 1.003 & 0 \\ 0 & 0 & 0.991 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 29 & 57 & 93 \\ 49 & 193 & 117 \\ 22 & 130 & 70 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 29 & 57 & 94 \\ 49 & 194 & 117 \\ 22 & 129 & 69 \end{bmatrix}$$

接著再進行第二次中間投入計算，即行向量相加，並計其值與未來年中間投入(U_i)之比值，而該值即為列乘數(S2)。

$$29 + 49 + 22 = 100 ; 100 / 100 = 1$$

$$57 + 194 + 129 = 380 ; 380 / 380 = 1$$

$$94 + 117 + 69 = 280 ; 280 / 280 = 1$$

由於 R 乘數與 S 乘數已達受收斂標準，即誤差範圍小於 0.05，故停止迭代計算，並將所有行乘數及列乘數分別相乘，結果如下。

$$R = \begin{bmatrix} 1.125 \times 1.006 = 1.132 \\ 0.947 \times 1.003 = 0.95 \\ 0.846 \times 0.991 = 0.838 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0.862 \times 1 = 0.862 \\ 1.022 \times 1 = 1.022 \\ 1.029 \times 1 = 1.029 \end{bmatrix}$$

將前述計算而得之 R 乘數與 S 乘數，乘上基期年之投入產出係數，便可得到未來年投入產出係數表。

$$[R^n \quad \dots \quad R^1] A^0 [S^n \quad \dots \quad S^1] =$$

$$\begin{bmatrix} 1.132 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & 0 \\ 0 & 0 & 0.838 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.3 & 0.2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.862 & 0 & 0 \\ 0 & 1.022 & 0 \\ 0 & 0 & 1.029 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 0.0976 & 0.1157 & 0.233 \\ 0.1683 & 0.3884 & 0.2933 \\ 0.0722 & 0.2569 & 0.1725 \end{bmatrix}$$

透過更新投入產出係數表，轉換成 Leontief 逆矩陣 $(I - A)^{-1}$ ，以建立未來年產業關聯程度表，其表代表產品類別每增加一單位最終需求時，直接或間接產業類別所需要生產之單位。

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.23 & 0.44 & 0.5 \\ 0.46 & 2.09 & 0.87 \\ 0.25 & 0.69 & 1.52 \end{bmatrix}$$

最後，將各部門百萬產值貨運量矩陣(分別假設第一、二及三類部門每百萬產值產生貨運量為 1、2 及 3 公噸)乘上產業關聯程度表，便可獲得各供給部門對需求部門產值每百萬產值貨運量，根據計算結果，可得出第一、二及三類產品分別對其自身產品類別及其他產品類別之需求量，如計算結果之矩陣內 1:1 位置之數字—1.23 即代表當第一類產品產值一百萬時，對自身產生約 1.23 公噸之貨運量，矩陣內 2:1 位置之數字 0.92 則代表第一類產品產值一百萬時，對第二類產品產生 0.92 公噸之貨運量。

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1.23 & 0.44 & 0.5 \\ 0.46 & 2.09 & 0.87 \\ 0.25 & 0.69 & 1.52 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.23 & 0.44 & 0.5 \\ 0.92 & 4.18 & 1.68 \\ 1.51 & 2.61 & 4.57 \end{bmatrix}$$

4.3 進出口貨運分析資料缺口

1. 缺乏官方統計之社會經濟變數長期預測資料

產業關聯表使用 RAS 法進行係數更新，藉此用於預估未來年之情形，其資料需求包括：生產總額、中間投入及中間需求等，然因目前國內並未擁有未來年之長期預測資料，故需透過其他方式就未來年之生產總額、中間投入及中間需求進行推估，包括成長率法或以歷史數進行迴歸模式建立及預測，藉此滿足 RAS 法計算需要。

2. 個體面資料較難蒐集

在運具分派階段，雖從個體角度出發，針對貨主、貨運承攬商及收貨人之考量因素探討海空運及港口、機場選擇行為應可更貼近實務作業情況，惟考量以個體選擇模式出發建立運具分派模式將涉及大規模調查或資料蒐集，而前述資料因多涉及商業機密，故調查結果之可靠性及業者配合意願皆較難掌握，故本計畫目前提出以總體角度出發，蒐集各產品類別於各港口及機場之進出口貨運量資料，以進行運具分派分析，惟後續若要精進運具分派模式之可解釋性，則蒐集個體資料進行補強將是可以探討之方向。

3.各個機場、港埠進出口貨運統計資料不完整

有鑒於進出口貨運分析之最終成果為各港口、機場之運具分派結果，故機場及港口之統計資料是否齊全，將會直接影響分析結果之完整性。目前國內海運統計資料相對完整，但空運部分則缺少松山機場與臺中機場等兩處國際機場之進出口貨運量資料，雖兩者之貨運量占比相對較小，但仍會使運具分派結果產生誤差。

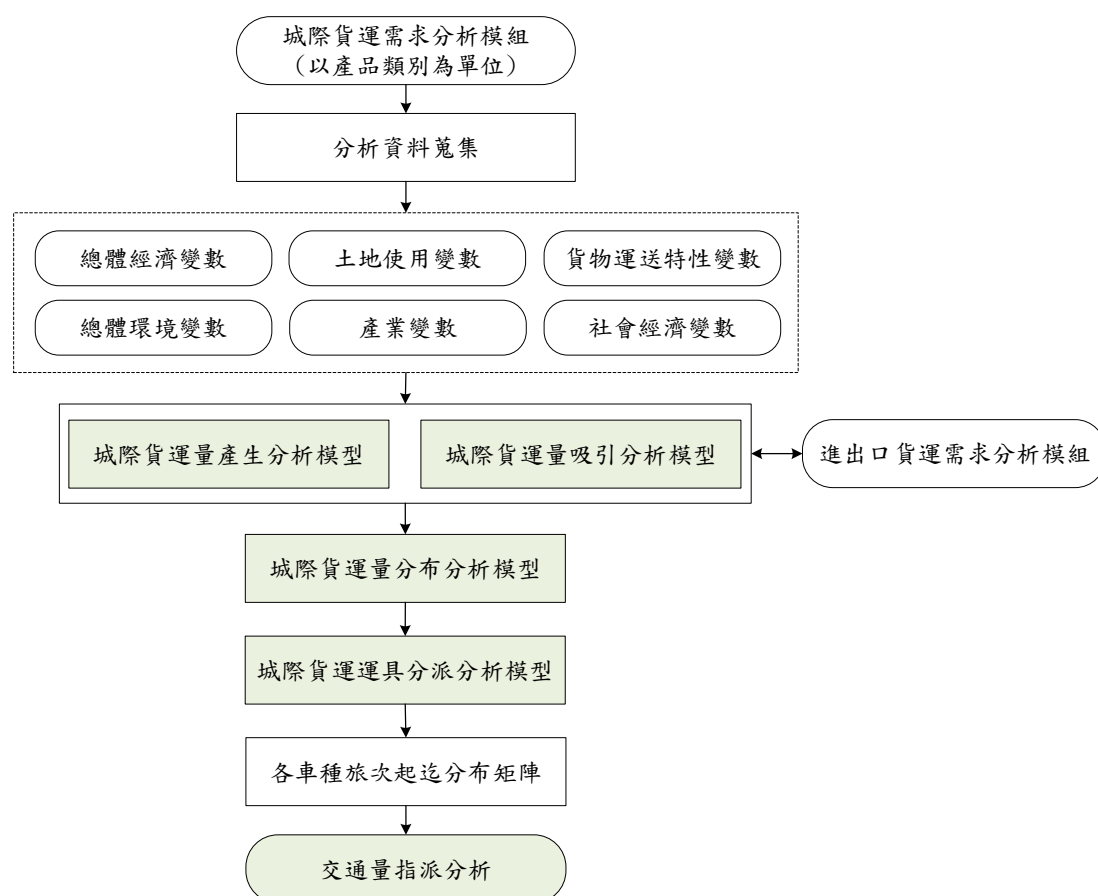
4.缺乏各港口及機場硬體設施詳細資料

考量各個產品類別在港口、機場分派上具有諸多影響因素，包括：裝卸效率、裝卸的硬體設施限制及船舶的平均停泊時間等，上述因素皆會影響港口或機場的服務容量、水準，也會進一步影響產品類別分派結果，然因目前尚未有相關研究或分析案例針對港口、機場間之硬體設施或服務能量進行盤點，因此在分派模式中較難將機場、港口之硬體設施特性做為解釋變數，故目前僅先行以其各港口、機場之年貨運量做為各港口之吞吐量進行模式建立，期後續相關單位能進行服務能量之盤點，以精進運具分派模式之可解釋性。

第五章 城際貨運需求分析架構

5.1 城際貨運分析架構研擬

根據 3.5 節所研擬之整體貨運架構，以及文獻回顧、分析個案、國內貨運發展趨勢及特性彙整內容，可藉此建立城際貨運之分析架構如圖 5.1.1 所示。



註：標註灰底者為四步驟商品模式之主要分析步驟。

圖 5.1.1 城際貨運分析架構

城際貨運分析架構同樣是以產品類別為單位分析貨運量需求，為能蒐集貨運量產生、貨運量吸引、貨運量分布、運具分派等步驟分析模式所需要之輸入資料，本計畫參考過去研究常採用之解釋變數，將分別針對總體經濟變數、土地使用變數、貨物運送特性變數、總體環境變數、產業變數、社會經濟變數等類別資料進行蒐集。待完成資料蒐集後，本計畫將依序以四步驟商品模式步驟，首先針對

城際貨運產生及吸引量進行推估，此階段由於須和進出口貨運分析結果進行轉換及整合，故本計畫將參考過去研究常見作法，設定海港、機場為城際貨運中之交通分析分區(TAZ)，藉此將進出口貨運分析結果納入城際貨運中分析。再則，根據貨運量發生階段推估之貨運產生、吸引量，本計畫將進一步就貨運量分布及運具分派階段進行分析，透過建立貨運量與貨運車次轉換模組，可產出各車種旅次起迄分布矩陣，進而做為後續與客運分析結果共同進行交通量指派之基礎。

5.2 城際貨運分析方法與資料需求

5.2.1 分析方法與資料欄位對照

本節先就文獻回顧中城際貨運需求在貨運量產生與吸引、貨運量分布與運具分派三個步驟之相關研究與個案進行彙整，列舉各步驟不同分析方法中有使用之自變數及其資料來源，並進一步檢視國內現有之統計資料中是否有對應之數據可供參考。在交通量指派部分，由於貨運需求分析結果會透過產出各車種之起迄分布矩陣與客運需求分析結果一併進行交通量指派，其分析方法與本所現有之整體運輸規劃架構(本所^[5]，2019)一致，故在此不做進一步探討。有鑑於貨運量產生與吸引、貨運量分布與運具分派中適用之分析方法可能會因研究問題及其範疇的不同，在自變數選擇考慮因素上有所差異，故本計畫僅就與貨運需求分析相關性較高之變數進行彙整，做為未來建模之參考。

1. 貨運量產生與吸引

此步驟常用之分析方法包含迴歸分析、結構迴歸分析、時間序列模式、類目分析與投入產出模式等，表 5.2-1 彙整文獻中各分析方法有使用之自變數及其資料欄位對照。迴歸模式的文獻中，有使用過之自變數包含人口數、就業數、運輸距離和企業僱員數等；結構迴歸模式則使用人口數、就業數、國內生產毛額、產業統計(如：企業數、畜產品、耕地面積等)做為模式之自變數；而時間序列模式中主要是使用企業營運資料(如：僱員數、年收入)；類目分析主要自變數為企業僱員數；最後投入產出模式的部分，其自變數包含卡車裝載噸數與 I/O 直接係數。

在貨運量產生與吸引這個步驟中，上述有提及之自變數，國內大部分皆有現有資料可取得相關資料，如人口數可參考內政部戶政

司人口政策及統計資料，各產業就業數則可參考勞動部之勞動統計資料。再來產業統計方面，可參考經濟部統計處、行政院農業委員會農業統計資料。國內生產毛額可參考行政院主計總處國民所得及經濟成長所提供之資訊，而運輸距離可從交通部統計處汽車貨運調查以及臺灣鐵路管理局公開之統計資訊取得。企業營運資料的部分，由於目前沒有公開之個體資料，故僱員數僅能參考行政院主計總處工業與服務業普查之總體資料，以該行業之總企業數和總員工數計算其平均值，惟工商普查每 5 年辦理一次。如需較新且按年數據計算平均值，可參考財政部營利事業家數及銷售額統計，或是公開資訊觀測站之特定業者財報。投入產出模式中有使用之卡車裝載噸數可從交通部統計處汽車貨運調查中取得，而 I/O 直接係數則可參考行政院主計總處產業關聯統計提供之資訊。

表 5.2-1 城際貨運需求貨運量產生與吸引之分析方法與資料欄位對照

自變數	分析方法					國外使用資料	國內對照資料
	迴歸分析	結構迴歸模式	時間序列模式	類目分析	投入產出		
人口數	V	V				- 美國人口普查局 - 加州交通部	- 內政部戶政司人口政策及統計資料
就業數	V	V				- 區域經濟資訊系統 - 縣商業型態 (CBP)	- 勞動部勞動統計資料
國內生產毛額		V				- 加州交通部	- 行政院主計總處國民所得及經濟成長
產業統計		V				- 縣商業型態 (CBP) - 美國農業部	- 行政院農業委員會農業統計資料 - 經濟部統計處調查資料
運輸距離	V					- TRANSEARCH - 商品流量調查 (CFS)	- 交通部統計處汽車貨運調查 - 臺灣鐵路管理局統計資訊
企業僱員數	V		V	V		- 紐約大都會區貨運密集型行業之企業營運資料 - 曼哈頓與布魯克林 Dun & Bradstreet 數據庫	- 行政院主計總處工業與服務業普查統計資料 - 財政部營利事業家數及銷售額統計 - 公開資訊觀測站之特定業者財報
企業年收入			V			- 紐約大都會區貨運密集型行業之企業營運資料	- 行政院主計總處工業與服務業普查統計資料 - 財政部營利事業家數及銷售額統計 - 公開資訊觀測站之特定業者財報
卡車裝載噸數					V	- 威斯康辛州交通部私人數據庫	- 交通部統計處汽車貨運調查
I/O 直接係數					V	- 威斯康辛州交通部私人數據庫	- 行政院主計總處產業關聯統計

2. 貨運量分布

此步驟之分析方法通常是使用重力模式、結構迴歸模式或供應鏈模式來進行估計，表 5.2-2 彙整文獻中各分析方法有使用之自變數及其資料欄位對照。其中，多以運輸距離、運輸時間與成本做為模式之自變數。美國的案例中大多是從 TRANSEARCH 與 FAF 兩種貨運統計之數據庫中取得相關的數據，而國內可參考交通部統計處汽車貨運調查中之「單程區間公里數」、「運費」等欄位，以及臺灣鐵路管理局公開之統計資訊。然而，根據本計畫之檢視結果，發現目前國內現有的統計資料中無法直接取得運輸時間資訊，如：交通部統計處汽車貨運調查中並無運輸時間之欄位，雖每趟貨運的運輸時間可能因道路狀況、車班及車種的不同而有所差異，但應可透過間接的方式取得相關資訊，如公路可考慮使用交通部統計處汽車貨運調查中之運輸距離，或是以電子地圖服務取得運輸距離，並結合企業訪談詢問一般貨車車速反推運輸時間，而鐵路可直接參考運輸時間對照表等。

另外經彙整發現，供應鏈模式之文獻中除有使用運輸時間與距離做為自變數外，亦有使用企業統計(如企業服務水準、企業生產與消費量等)相關變數，考量可能是因該模式主要以產業聚落、企業為出發點，故將重要之產業數據納入模式當中。國外可從美國經濟分析局 (BEA) 取得相關數據資料，而國內則可參考經濟部商業司之公司統計資料，惟該統計資料僅有產業總生產與消費量，尚無以企業為單位之個體資料。

表 5.2-2 城際貨運需求貨運量分布之分析方法與資料欄位對照

自變數	分析方法			國外使用資料	國內對照資料
	重力模式	結構迴歸模式	供應鏈模式		
運輸距離	V		V	- TRANSEARCH - 國家運輸數據庫 (NTAD)	- 交通部統計處汽車貨運調查 - 臺灣鐵路管理局統計資訊
運輸時間	V	V	V	- TRANSEARCH - FAF - 國家運輸數據庫	- 交通部統計處汽車貨運調查
運輸成本	V	V		- TRANSEARCH - Freight Analysis Framework (FAF)	- 交通部統計處汽車貨運調查
企業統計			V	- 美國經濟分析局 (BEA)	- 經濟部商業司公司統計資料

3. 運具分派

在運具分派的步驟，文獻中以需求彈性模式、增量羅吉特模式與多項羅吉特模式三種方法最為常見，表 5.2-3 彙整文獻中各分析方法有使用之自變數及其資料欄位對照。

需求彈性模式的文獻中，其自變數包含國民生產毛額、運具費率(如貨運每噸公里費率)與登記貨車數量等。根據本計畫之檢視結果，需求彈性模式有使用過之自變數，國內皆有現有資料可供參考，如國民生產毛額可參考行政院主計總處國民所得及經濟成長所提供之資訊；運具費率的部分，鐵路可參考交通部臺灣鐵路貨物運價及雜費表，卡車可從汽車貨運營運實施細則訂定之法規條文中取得所需之資訊；登記貨車數量則是可以從交通部公路局機動車輛登記數統計中取得。

而在增量羅吉特模式與多項羅吉特模式中，效用函數之自變數皆有包含運輸時間與運輸成本，由此可知這兩個變數為個體選擇模式中之關鍵因素。國內資料來源的部分，如前所述，運輸成本可透過交通部統計處汽車貨運調查中「運費」一欄取得，而運輸時間因現有統計資料中仍缺相關之資訊，故現階段可能就僅能以間接方式取得其數據，如透過交通部統計處汽車貨運調查中或是電子地圖服務取得運輸距離，並結合企業訪談詢問一般貨車車速之車速反推運輸時間。

表 5.2-3 城際貨運需求運具分派之分析方法與資料欄位對照

自變數	分析方法			國外使用資料	國內對照資料
	需求彈性模式	增量羅吉特模式	多項羅吉特模式		
國民生產毛額	V			- 美國統計摘要	- 行政院主計總處國民所得及經濟成長
運具費率	V			- 美國州際商會 (ICC) - 美國運輸協會 (TAA)	- 交通部統計處汽車貨運調查 - 交通部臺灣鐵路貨物運價及雜費表 - 汽車貨運營運實施細則
登記貨車數量	V			- 印度政府資料	- 交通部公路局機動車輛登記數
運輸時間		V	V	- TRANSEARCH - 加州交通部	- 交通部統計處汽車貨運調查
運輸成本		V	V	- TRANSEARCH - 加州交通部	- 交通部統計處汽車貨運調查

5.2.2 貨運需求分析流程說明-以砂石產業為例

本計畫根據文獻回顧彙整資料，初擬之貨運需求調查與貨運規劃模式架構，為能瞭解以前述分析架構實際進行貨運量分析時可能遭遇之問題，故本計畫嘗試以砂石產業為例，並以國內砂石產業之領導業者—國產實業集團中保物流股份有限公司為對象，透過企業訪談蒐集實務面之建議以做為後續調整分析架構或蒐集資料之資料參考來源，詳細之訪談紀錄如附件二所示，以下將就以砂石產業為例之貨運需求分析流程進行說明。

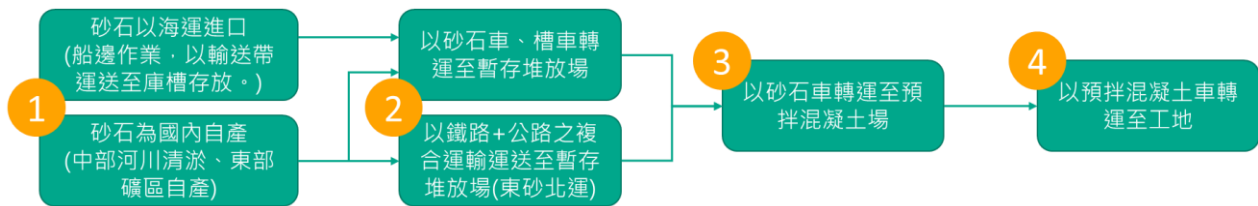


圖 5.2.1 貨物運輸流程說明-以砂石產業為例

圖 5.2.1 係以附件二之企業訪談紀錄為基礎所彙整之砂石產業貨物運輸流程，整體運輸流程可對應至四步驟商品模式之不同分析步驟。在貨運量產生階段，砂石產業之主要貨物來源為國外進口與國內自產，海運進口主要集中於臺北港、高雄港等兩大國際港埠，國內自產則集中於中部河川地區及東部礦區。

在貨運量分布階段，砂石從生產(或進口)到銷售一般可區分為三階段，第一階段為進口港埠或產地至暫存堆放場，業者會視不同產品類別特性及其來源，海運進口及中部河川自產主要利用砂石車、槽車轉運，東部礦區除公路運輸外，亦會採用鐵公路複合運輸方式轉運至暫存堆放場；第二階段為暫存堆放場至預拌混凝土場加工，送至暫存堆放者之砂石產品會待下游廠商有實際需求發生時，利用砂石車將砂石轉運至預拌混凝土廠進行加工；第三階段則為預拌混凝土廠至實際需求點，砂石產品加工完成後之成品為水泥，水泥會以預拌混凝土車轉運至實際需求點，即土木或建築工程之工地。

在運具分派及交通量指派階段，由於砂石產業視不同砂石產品特性皆已有既定之運具方案，因此運具分派過程較為單純，且於道路交通量指派階段亦會視為大貨車處理，故在四步驟商品模式中應能以較簡化之方式處理。根據前述運輸流程，本計畫亦彙整各運輸階段可能出現之問題有四，其說明如下。

1.產品與產業對照問題

誠如 3.4 節所述內容，由於不同產品、產業間之對照關係為過去較少探討之課題，因此如何將兩者之關係進行對照將是後續以產品類別為基礎推估貨運量需面對之課題。若以砂石產業為例，砂石其實僅是產品類別之統稱，實際上還可區分為砂(細砂、粗砂等)、石(三分石、六分石)、飛灰、爐石等不同原物料，且其於海運進口時之產品類別細項亦不相同，故除參考官方統計資料外，由於不同產品及原物料歸類之進出口產品類別不同，未來仍需透過訪談方能得知產業與產品間之關聯。

2.各運具別產品分類方式不同

砂石類產品於經濟部海運進出口分類中分屬「第 5 類 礦產品」及「第 13 類石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品」等兩類產品類別，惟根據附件四之彙整結果可發現，若要進一步將進出口貨運總量分配至鐵路、公路等不同運具，便會遭遇不同運具間以不同類別分類產品之問題，故建議未來可透過建立不同運具間之對照表以將產品類別勾稽，並依照貨運量占比決定歸類原則，藉此串聯各個資料統計、應用單位，如：交通部統計處、交通部民航局、交通部臺鐵局、經濟部國貿局、行政院主計總處等不同單位所彙編之統計資料欄位。此外，由於不同單位採用的產品分類皆根源於國際標準 HS 與 CCC code，故未來亦須因應世界關務組織依全球產業與產品發展所調整之分類內涵進行檢視與更新。

3.砂石暫存場、預拌混凝土場位置及其貨運量無官方統計資料

由於官方統計資料中，並無完整紀錄所有砂石暫存場、預拌混凝土場之位置，因此亦無法得知各據點之貨運量資料。考量貨運量及派車調度資料為業者商業機密，故業者無法提供做為貨運需求分析之用。在不同設施之據點位置上，各縣市砂石公會雖有部分砂石暫存場、預拌混凝土場位置資訊，但其資料準確度有待商榷；在各據點貨運量特性上，由於砂石運送量不固定，完全按需求量而定，且無明顯尖離峰，長途運輸時多利用夜間時段運送，因此也較難掌握貨運量對於道路交通流量之影響程度。

4.實際貨運需求點及其貨運量無官方統計資料

承第 3 點所述內容，砂石產業之實際貨運需求點同為業者商業機密，因此並無統計資料可供掌握貨物運送迄點分布及貨運量情況，尚需透過其他產業之統計資料進行推估，如砂石產業需求點資料可

參考大型土木工程(如：淡江大橋)、重劃區等資料進行假設，又如預拌混凝土車受限於水泥之貨物特性，因此車程最多為 90 分鐘，故可依此推算預拌混凝土場或需求點大略位置。基此，為能於貨運量分布階段掌握貨運起迄分布狀況，目前除經濟部工廠校正及營運調查報告是以鄉鎮市區為單位統計各行業工廠分布，可做為產業聚落分布之參考資料外，透過訪談領導業者瞭解主要產業聚落分布情況或相關推估資料亦為可行辦法。

5.3 城際貨運分析資料缺口

在 5.2 小節中，本計畫將城際貨運分析的資料需求和國內現有之資料進行對照，並以國內砂石產業為例初擬分析流程，以檢視後續研究進行時可能遇到的資料蒐集問題。在城際貨運分析所須之資料可分為總體資料和個體資料，總體資料即整個交通分區的總量或平均，包括社經特性(如：人口、就業、國內生產總額)和經濟活動(如：土地使用、投入產出)；而個體資料則是以運輸行為發生者為單位，包括貨運業者資料(如：運量、起迄點以及運具選擇)和企業營運資料(如：僱員數、年收入)。總體資料主要來自政府開放資源，雖然國家數據集通常是最完整和最容易取得的，但缺乏區域貨運分析所需的詳細資訊；而個體資料多來自於業者的營運資料或是政府和研究者蒐集的問卷調查數據，但取得成本相對較高。

目前國內現有之資料包括社經變數、產業統計以及地面貨物運輸相關之統計資料。社經變數如人口數、就業數和國內生產毛額，分別可以從內政部、勞動部以及行政院主計總處取得；而農林漁牧業之產業統計來自行政院農委會，工商業統計可參考行政院主計總處之調查資料，行政院主計總處之產業關聯統計則可取得產業間之 I/O 係數；最後，陸運貨物運輸資料包含運輸距離、運輸成本，以及運具相關資訊如車輛登記數和裝載噸數，其中，公路貨運相關資料可取自交通部汽車貨運調查，而鐵路貨運相關資料可取自臺灣鐵路管理局之貨運統計。

儘管以上數據能夠提供基準年之完整資訊，並可以推估一個地區短期的貨運需求、運輸供給和經濟特性，但部分數據仍有缺漏或不完整之情形，使得未來實際操作時可能會受到限制。在城際貨運分析中，現階段所發現之資料缺口包括運輸時間、運輸網路、企業營運資料以及產業經濟之預測資料，以下將分別就這些資料之取得狀況和限制進行說明。

1.運輸時間及運輸網路數據無官方統計或彙整資料

關於部分運輸資料之可得性，公路貨運之運輸時間雖然可利用汽車貨運調查中之運輸距離和平均車速計算，但難以反應運輸時間在不同時空條件下的變動，無法估計尖峰小時之貨運旅次來評估基礎設施的效能。而運輸網路數據如港口、機場、車站或倉儲等運輸物流節點，目前並沒有公開之地理圖資平臺彙整以上設施之分布位置以及設施間之運輸距離，較難辨析進出口和複合運輸之貨運在空間上的分布。

2.企業個體資料可得性與貨運模式選擇之關係

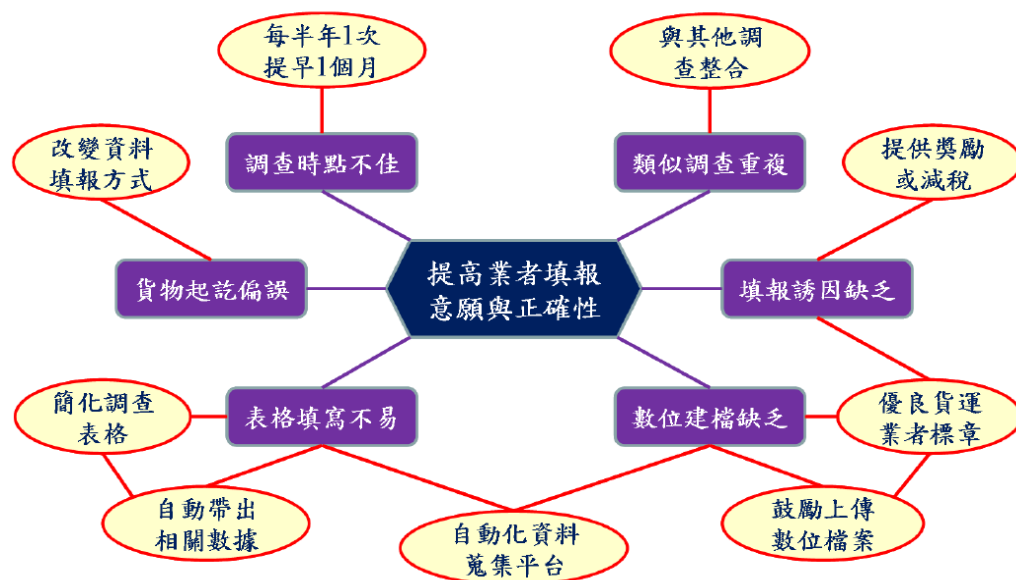
企業營運資料是以貨主為對象進行調查，如各企業僱員數、企業年收入、出貨頻率、出貨數量、出貨產品種類等，多會用於供應鏈模式之建構，該模式可反映供應鏈各個環節中不同個體的決策，然而也需要更詳盡的數據建模。此類個體數據在一般公開資源中較為少見，多來自私人建立的數據庫，或是研究自行開發之企業調查。儘管透過企業調查能夠得知各企業之貨運旅次、旅程的模式和起迄分布，以及企業規模（如：土地大小、車隊大小、員工數）和商品流量之間的關係，有助於瞭解影響個體決策的因素，也能反映較小地理分區的經濟特性；但企業調查不但須先挑選合適的人選進行訪談，再則於調查時因涉及商業機密也會有填答率上的困難，在數據建構和維護上的成本都相對昂貴，因此未來在模式選擇時需將資料蒐集之難易度一併考慮。

3.社經變數無官方預測資料

目前國內現有之社經變數（如：人口數、就業數）和產業統計資料中，僅人口數有國家發展委員會建立之人口推估查詢系統可獲得長期預測資料，其餘資料皆無包含未來年之長期預測資料，多數調查報告僅提供短期成長率的推估，抑或需要以其他資料欄位進行推估。在佛羅里達城際公路貨運模式中(NASEM^[34], 2008)，其以人口數、就業數的基準年數據用於建構並校準貨運旅次產生和吸引模式，而未來年的社經變數資料則用於模式輸入，以預測未來年將產生的貨運旅次數，可見產經預測數據之重要性。對於此類產業經濟變數之預測值雖可透過成長率法或迴歸模式簡單求得，然而不同領域專業所考慮之層面皆不相同，建議政府公開資料在未來可納入更完整之預測數據，提供各產業在規劃布局時有一標準可循之資料來源。

4.交通部統計處汽車貨運調查資料可靠度

就國內貨物運輸資料而言，目前係以交通部統計處之汽車貨運調查資料涵蓋面較為完整。在城際貨運需求分析方面，模式中可能使用之變數，如：運輸距離、運輸成本、裝載噸數等，可透過該項調查取得相關資料。由此可知，汽車貨運調查為本計畫一項重要的參考來源，然根據本所之「建立我國常態貨物流向統計與物流競爭力分析機制」報告指出(本所^[147]，2016)，汽車貨運調查資料在可靠度上有待商榷，而造成資料可靠度問題之原因多發生於資料蒐集階段，當中又以業者填答配合度較低為主要因素，為能解決此問題，該計畫中亦參考專家學者座談會及業界訪談意見，以問題導向提出若干解決對策，包括：調查時點不佳、類似調查重複、填報誘因缺乏、數位建檔缺乏、表格填寫不易、貨物起訖偏誤等如圖 5.3.1，期能藉此改善汽車貨運調查對於業者填報意願與正確性上之問題，詳細內容則可參閱前述報告書。



資料來源：本所^[147] (2016)

圖 5.3.1 提高業者填報意願與正確性之問題與對策分析概念圖

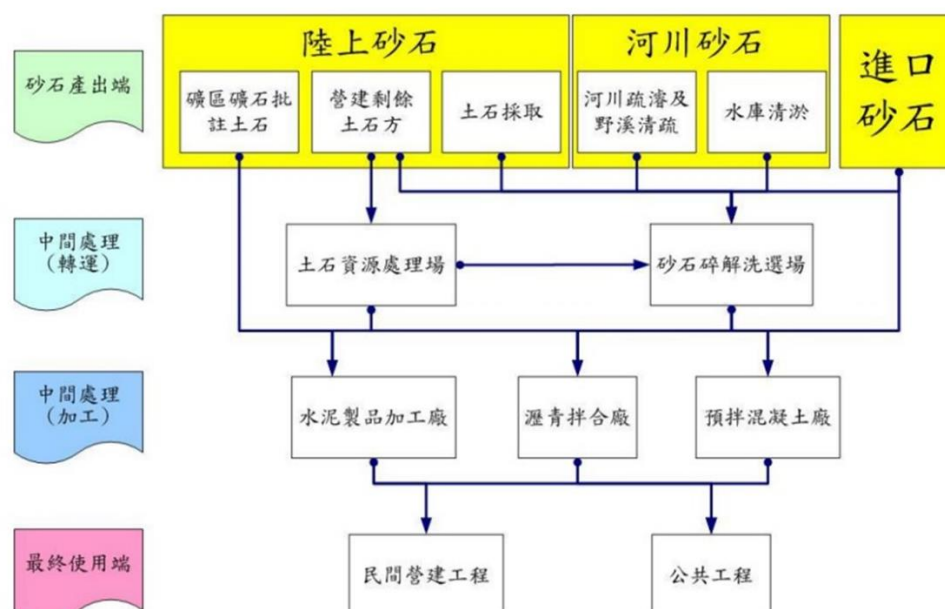
第六章 貨運需求案例分析-以砂石產品 為例

6.1 案例分析範圍定義

為瞭解本計畫建立之分析架構於實際分析過程中可能遭遇之問題，故本章節將透過案例分析，以某產品為例就資料蒐集、預測模式建立等步驟實地進行操作，進而提出後續進行實作分析時之發展課題。在案例分析對象之遴選過程上，本計畫係以經濟部國貿局之21類產品分類方式為分析單位，而我國城際貨物運輸主要仰賴公路及鐵路運輸，根據交通部汽車貨運調查及臺鐵貨運統計資料，公路及鐵路皆以第五類礦產品為貨運重量最大宗，而第五類產品亦為海運進出口於貨運重量上之主要產品類別之一。有鑒於砂石產業之產銷歷程、載運運具集合相對單純，且本計畫根據與國內砂石產業領導業者—國產實業集團中保物流股份有限公司之訪談成果(附件二)，亦已初步掌握國內砂石產業之基本運輸特性，加以考量砂石做為營建工程、政府公共工程不可或缺的重要原料，每年國內砂石需求量相當龐大，故對於道路交通量亦有明顯影響。基此，由於本計畫受限於計畫期程、經費及人力等限制，為能兼具案例分析在實務上之代表性及分析結果之完整性，故擇砂石產品為例進行案例分析。

本計畫根據經濟部礦務局^[148-154] (2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)之「104-110年度砂土石產銷調查報告」可初步掌握臺灣砂石產業結構及其供需情形。首先，若以圖 6.1.1 說明臺灣砂石產銷供應鏈，砂石產銷包括砂石原料產出，經中間處理、加工至最終使用端之過程。砂石產銷供應鏈上游包含國內砂石原料來源，以及國外進口之砂石成品；國內產出之砂石原料如：混合土、砂、礫或石等，可分為從礦區、土石採取區產出和營建工程剩餘等陸上砂石，以及河川疏濬、水庫疏砂、野溪清疏時產出之河川砂石；砂石原料經過土石資源處理廠及砂石碎解洗選場進行碎解、洗選製成砂、碎石、級配或其他使用形式之砂石成品，接著加工處理製成砂石製品如水泥、預拌混凝土；而由國外進口之天然砂、碎石及碎石砂則屬砂石成品可直接供水泥製造場或預拌混凝土廠等加工廠使用。最後，砂石製品送至終端使用端，如民間營建工程與公共工程。

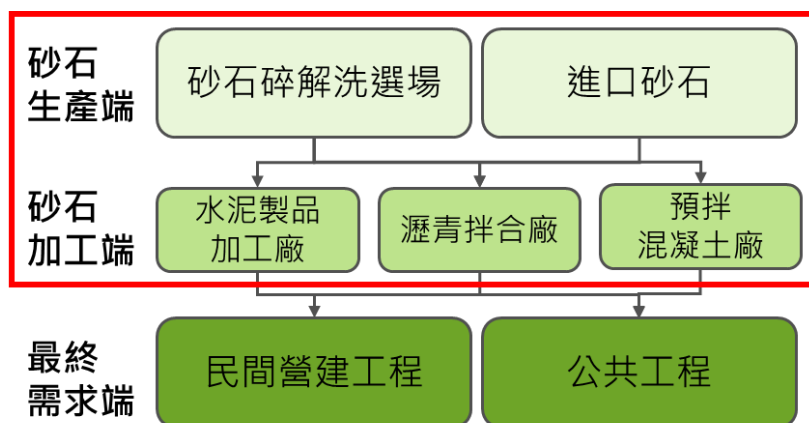
根據經濟部礦務局^[155] (2017b)之資料顯示，國內砂石用量以預拌混凝土、瀝青混凝土為大宗，其次為道路基底層、粉飾用砂、農業用途等。對照經濟部國貿局之產品類別定義，以上砂石相關產品可歸類於第五類(礦產品)第廿五章，該章之產品類別包括：鹽、硫磺、土及石料、塗牆料、石灰及水泥等。



資料來源：經濟部礦務局^[154] (2022a)，110 年度砂土石產銷調查報告。

圖 6.1.1 臺灣砂石產銷供應鏈

由於「砂土石產銷調查報告」係以砂石碎解洗選場，即砂石之中間轉運端為主要調查對象，統計其砂石成品之產銷資料，因此本計畫參考圖 6.1.1 之砂石產銷供應鏈，將分析範圍進行簡化，僅考慮砂石成品(包含砂、碎石、級配、其他)之貨運量流動。在本計畫之研究範圍中，砂石成品生產端即砂石碎解洗選場(砂石轉運端)，其設址多和砂石原料產地相近，位置和自然場域(如：河川、坡地)相比也較好掌握，而水泥製品加工廠、瀝青拌合廠以及預拌混凝土廠等砂石加工端即為砂石成品之吸引端，簡化後之產銷流程及本計畫分析範圍如圖 6.1.2 紅框處所示。



資料來源：經濟部礦務局^[154](2022a)，110 年度砂土石產銷調查報告。

圖 6.1.2 砂石成品產銷供應鏈

在經濟部礦務局「104-110 年度砂土石產銷調查報告」中，資料彙整方式可根據國內各地區之產銷特性大致分為五大區，包括：北部地區(包含基隆市、宜蘭縣、臺北市、新北市、桃園市及新竹縣市)、中部地區(包含苗栗縣、臺中市、南投縣、彰化縣及雲林縣)、南部地區(包含嘉義縣市、臺南市、高雄市、屏東縣及澎湖縣)、東部地區(包含花蓮縣及臺東縣)、金馬地區(包含金門縣及連江縣)。除以地區別進行統計外，「104-110 年度砂土石產銷調查報告」之產銷統計欄位亦包含歷年國內各縣市之砂石供應量、需求量、生產量及銷售量，以下以 110 年北部地區之產銷統計為例說明各欄位之定義。

首先，表 6.1-1 中區內生產量為該區各縣市之砂石成品生產數量，總供應量則為該區內，包括：砂石碎解洗選場已加工、國外進口及礦區批註土石等源頭供應之砂石成品數量合計；其中礦區礦石批註土石為該區以礦業權者依法申報之礦業簿所載其礦區礦石及批註土石經加工後，可做營建骨材之成品產銷數量。而表 6.1-2 中區內自銷表示該區自產砂石成品於該區各縣市之銷售量；另它區銷售至本區則表示其他地區生產之砂石成品銷往該區各縣市之銷售量。由於該報告中尚無法取得礦區礦石批註土石於各縣市之供應及需求量，因此後續案例分析於城際貨運需求分析階段將忽略礦區礦石批註土石之砂石量；而庫存量也因其占比較小同樣忽略估計；進口砂石之貨運量則會由 6.2 節進出口貨運分析模組推估而得。本計畫以表 6.1-1 及表 6.1-2 紅框標示之區內生產量、區內自銷及它區銷往該區銷售量做為城際貨運需求分析階段主要使用之數據，詳細變數之定義將於 6.3.2 小節進行說明。

表 6.1-1 110 年北部地區砂石供應量統計

供應來源 縣市別	區內生產量	進口砂石 (基隆港及臺北港)	礦區礦石及 批註土石	109 年 12 月底 成品庫存	總供應量
宜蘭縣	5,345	4,654	791	116	21,446
臺北市	320			5	
新北市	1,940			15	
桃園市	5,901			138	
新竹市	278			-	
新竹縣	1,938			5	
各項合計	15,722	4,654	791	279	
百分比	73.3%	21.7%	3.7%	1.3%	100.0%

註：紅框處表示本計畫於城際貨運需求分析階段使用之欄位。單位：千公噸。

資料來源：經濟部礦務局^[154](2022a)，110 年度砂土石產銷調查報告。

表 6.1-2 110 年北部地區砂石需求量統計

項目 縣市別	區內自銷	它區銷售至北區		進口砂石	礦區礦石 批註土石	總需求量
		東沙北運	中區銷往 北區			
宜蘭縣	5,376	2,823	-	4,654	791	26,504
臺北市	317		206			
新北市	1,913		703			
桃園市	5,879		369			
新竹市	278		1			
新竹縣	1,918		1,276			
各項合計	15,618		2,555			
百分比	59.2%	10.7%	9.6%	17.5%	3.0%	100.0%

註：紅框處表示本計畫於城際貨運需求分析階段使用之欄位。單位：千公噸。

資料來源：經濟部礦務局^[154](2022a)，110 年度砂土石產銷調查報告。

綜整上述產銷流程說明內容，本計畫是以砂石產品為例進行案例分析，在進出口貨運及城際貨運等兩大分析模組之分析範圍上，由於進出口貨運採用之投入產出方法係以總體角度出發就所有產品類別之投入、產出關聯進行分析，故進出口貨運之分析範圍包含經濟部國貿局共 21 類產品之分析結果，惟在報告書中將僅以第五類產品及砂石產品為對象進行說明。在城際貨運需求分析範圍方面，考量四步驟商品模式係以產品類別出發為分析單位，因此城際貨運中將僅針對砂石產品為對象分析其貨運量，並將分別就四步驟商品模式之各步驟操作過程進行說明。

6.2 進出口貨運需求分析

6.2.1 進出口貨運分析流程與資料來源說明

本計畫採用投入產出方法分析進出口貨運產生及吸引量，並以總體羅吉特模式分析進出口貨運之運具分派比例，圖 6.2.1 為案例分析於進出口貨運分析模組之分析流程圖。在投入產出分析中，本計畫採用行政院主計總處^[156] (2020)編製的產業關聯統計，由於該統計資料並非每年度公佈，而是五年進行更新一次，未能對未來年進行預測分析，因此需以 2016 年產業關聯表及進口品投入產出係數表以 RAS 法進行更新，而 RAS 法的更新需搭配未來年之中間投入、中間需求與生產總額，本計畫以歷年國內各業生產與平減指數表(行政院主計總處^[157]，2021)進行部門分類後，取其對數值與年份進行迴歸分析，得出之結果可做為產業關聯表所需推測之未來年數據成長率，進而用以更新進口品投入產出係數表及產業關聯表，並依據第四章說明之計算流程得到各產品類別的進口貨運量及產出貨運量。其中，產出之貨運量需再進一步分辨其內、外銷情形，內銷屬國內需求，外銷則為出口貨運量，而本計畫將依據臺經院產經資料庫(臺經院產經資料庫^[158]，2022)之歷史數據對內、外銷進行拆分。

在運具分派模式方面，總體羅吉特模式是針對各產品類別於港口與機場之分派比例進行計算，影響效用函數之因素則包括：海空運運價、港口與機場吞吐貨運量等。考量目前經濟部國貿局 21 類產品分類為涵蓋面向較廣之總則分類方式，各類別下尚有其對應之細則商品項目，而不同商品項目在各港口、機場之貨運量分配比例亦可能有所差異。基此，本計畫之運具分派模式將分為兩大部份，第一部份係以總體觀點就第五類之產品類別建立總體羅吉特模式，分派之結果即為第五類產品於各港口、機場之整體性平均分派結果；第二部分則是針對砂石產品之運具分派模式，考量國內已有完整之砂石產品進出口統計資料，故分派方式可參考經濟部礦務局砂土石產銷調查報告統計(經濟部礦務局^[153]，2021)之各港口進口貨運量(砂石於國內無出口貨運量)，以近五年各港口平均進口貨運量為分配比例，計算各港口之進口砂石貨運量。

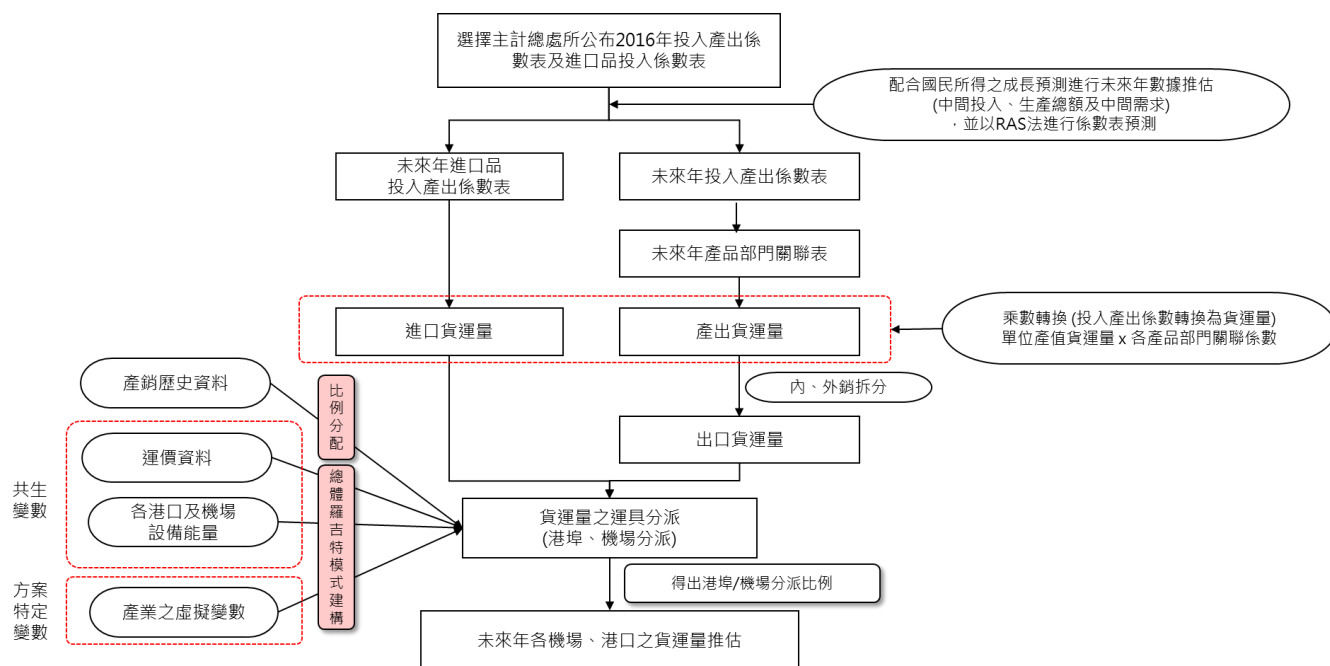


圖 6.2.1 案例分析進出口貨運分析流程

6.2.2 進出口貨運量產生與吸引分析

本計畫在貨運量產生投入產出分析進行貨運量推估，建模流程可分為以下步驟：

1. 未來年數據推估：蒐集行政院主計總處所編列之 1981~2020 年國內各業生產與平減指數表(行政院主計總處^[157]，2021)之名目生產總額及名目中間投入，在進行產品類別分類後，將各產品類別歷年生產總額及中間投入的對數值與年份進行迴歸分析，並將其係數做為各產品類別之成長率以預測未來年數據。
2. RAS 法更新：利用前述所求之數值對 2016 年之進口品投入係數表及投入產出係數表(行政院主計總處^[156]，2020)進行更新，後續再將投入產出係數表進行 Leontief 矩陣轉換，以得產業關聯程度表。
3. 乘數效果轉換為貨運量：分別蒐集 2016 至 2021 年之進口與出口貨物價值及貨物重量，進行新臺幣百萬產值的貨運量計算，並以平均值做為轉換依據。
4. 砂石占第五類礦產品比例轉換：透過關貿單一窗口進出口統計(財政部關務署^[159]，2022)內查詢 4 碼貨品號列，發現歷年砂石對第五類礦產品之占比相近，因此採用近五年之平均值做為其分配比例。

本小節將分別說明各步驟之操作過程與結果。

1.未來年數據推估

由於本計畫採用之投入產出係數表及進口品投入係數表係來自行政院主計總處彙編之產業關聯表，該表係以 63 部門、164 部門產品為分類方式，考量本計畫係建議以經濟部國貿局之 21 類基礎進行分析，故經比對兩者之產品名稱及貨運量占比後(附件四、附 4-12 至附 4-14)，由於經濟部國貿局之第 12 類、第 14 類、第 19 類、第 21 類之貨類別名稱無法與行政院主計總處之分類方式對應，加以考量四項產品類別之貨運量占比較小(表 3.2-2、表 3.2-3)，故針對前述四項產品類別，本計畫將不納入案例分析範圍，最後僅以剩餘之 17 類產品類別進行分析。

在未來年數據推估部份，由於目前產業關聯表之未來年數據並未有官方預測值，而目前相似之資料為行政院主計總處國內各產業生產與平減指數表之名目生產總額及名目中間投入，因此本計畫將透過蒐集歷年國內各產業生產與平減指數表之名目生產總額及名目中間投入，並將其值取對數，再與年份進行迴歸模式建立，採用其係數值做為該產品類別之成長率，迴歸模式推估結果如表 6.2-1 藉此推估產業關聯表內各部門未來年數值之成長率，大部分產業類別之迴歸模式皆呈顯著，僅第五類產品迴歸分析結果較不顯著。產業關聯表未來年之生產總額及中間投入計算結果，如表 6.2-2 所示，在中間需求方面，只要當每年度各產業之中間投入處於平衡時，中間需求亦達平衡狀態，因此可透過已求算出各年產業關聯表的中間投入，求解出中間需求，計算方式如第四章所述。

表 6.2-1 各產業類別迴歸模式結果

迴歸模式	Coef.	Intercept	R ²	p-value
生產總額第一類	0.01	-7.23	0.69	0.00
生產總額第二類	0.01	-15.24	0.91	0.00
生產總額第三類	0.01	-17.83	0.92	0.00
生產總額第四類	0.00	-0.68	0.20	0.00
生產總額第五類	0.00	6.95	0.02	0.37
生產總額第六類	0.03	-51.60	0.92	0.00
生產總額第七類	0.02	-24.45	0.77	0.00
生產總額第八類	-0.01	31.48	0.70	0.00
生產總額第九類	-0.01	14.86	0.25	0.00
生產總額第十類	0.01	-22.92	0.88	0.00
生產總額第十一類	0.00	2.97	0.14	0.02
生產總額第十三類	0.02	-30.46	0.87	0.00
生產總額第十五類	0.03	-50.60	0.94	0.00
生產總額第十六類	0.03	-46.14	0.93	0.00

迴歸模式	Coef.	Intercept	R ²	p-value
生產總額第十七類	0.02	-34.65	0.89	0.00
生產總額第十八類	0.04	-82.28	0.94	0.00
生產總額第二十類	0.01	-16.54	0.83	0.00
中間投入第一類	0.01	-9.47	0.79	0.00
中間投入第二類	0.01	-16.07	0.92	0.00
中間投入第三類	0.01	-18.53	0.92	0.00
中間投入第四類	0.00	11.38	0.18	0.01
中間投入第五類	0.00	7.65	0.06	0.12
中間投入第六類	0.03	-54.84	0.89	0.00
中間投入第七類	0.01	-24.42	0.79	0.00
中間投入第八類	-0.01	33.44	0.74	0.00
中間投入第九類	0.00	12.33	0.16	0.01
中間投入第十類	0.01	-23.85	0.88	0.00
中間投入第十一類	0.00	1.09	0.31	0.00
中間投入第十三類	0.02	-34.26	0.90	0.00
中間投入第十五類	0.03	-52.67	0.93	0.00
中間投入第十六類	0.03	-47.15	0.92	0.00
中間投入第十七類	0.02	-36.57	0.90	0.00
中間投入第十八類	0.04	-78.89	0.92	0.00
中間投入第二十類	0.01	-18.60	0.83	0.00

資料來源：主計總處國內各產業生產與平減指數表之名目生產總額及名目中間投入、本計畫整理

表 6.2-2 產業關聯表未來年數據

產品類別	生產總額		中間投入		中間需要
	成長率	2030	成長率	2030	2030
第一類	0.6%	649,112.9	0.7%	522,546.6	459,572.6
第二類	1.0%	505,307.0	1.0%	208,117.5	307,847.5
第三類	1.2%	45,368.9	1.2%	44,688.0	46,040.0
第四類	0.3%	436,484.0	-0.3%	235,395.8	146,593.8
第五類	0.0%	40,745.0	0.0%	17,096.0	837,993.0
第六類	2.9%	4,458,664.9	3.0%	3,607,772.0	4,075,570.0
第七類	1.5%	701,171.9	1.5%	491,112.0	520,725.0
第八類	-1.3%	36,376.8	-1.4%	27,679.4	5,597.4
第九類	-0.5%	46,186.7	-0.4%	34,602.0	83,864.0
第十類	1.4%	419,977.2	1.5%	306,787.4	414,744.4
第十一類	0.1%	558,147.9	0.2%	419,951.9	274,760.9
第十三類	1.8%	449,835.5	2.0%	335,472.7	477,190.7
第十五類	2.8%	3,559,239.2	2.9%	2,750,206.7	3,225,547.7
第十六類	2.6%	2,159,803.8	2.6%	643,468.3	1,058,315.3
第十七類	2.0%	1,121,914.7	2.1%	778,881.1	605,840.1
第十八類	4.4%	11,613,936.5	4.3%	7,627,372.0	6,631,276.0
第二十類	1.1%	524,844.5	1.2%	901,455.5	375,362.5

單位：新臺幣百萬。資料來源：本計畫整理。

2.RAS 法更新

藉由前述所算出之未來年數據預測值，可進一步透過 RAS 法以得 R 乘數(表 6.2-3)與 S 乘數(表 6.2-4)，以基期年(2016)之投入產出係

數矩陣(表 6.2-5)，製作 2030 年之投入產出係數表，其中各年度之中間投入、中間需求實際值誤差門檻 ε 皆設為小於 0.05，RAS 法詳細計算過程請參考第四章。另本計畫假設隨著國內的生產總額增加，進口品的需求也會同樣增加，因此進口品投入產出係數表(表 6.2-6)與投入產出係數表將採用相同之 R 乘數與 S 乘數進行未來年更新，藉此得到 2030 年進口品係數表(表 6.2-7)及投入產出係數表(表 6.2-8)，後續再將其投入產出係數表進行 Leontief 矩陣 $(1 - A)^{-1}$ 轉換，以得產業關聯程度表(表 6.2-9)。

表 6.2-3 R 乘數計算結果

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
1.38	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04
1.22	1.06	1.06	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04
1.33	1.12	1.08	1.07	1.06	1.05	1.06	1.04	1.04
1.87	1.15	1.09	1.07	1.06	1.05	1.06	1.04	1.04
0.99	0.96	0.99	1.00	1.01	1.02	1.01	1.03	1.03
1.18	0.99	1.00	1.01	1.02	1.02	1.01	1.03	1.03
1.21	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
0.59	0.84	1.01	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
2.11	1.08	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03
2.02	1.09	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
1.09	0.91	0.96	0.98	1.00	1.01	1.00	1.03	1.03
1.42	0.96	1.03	1.04	1.04	1.03	1.04	1.03	1.03
1.20	0.97	0.99	1.00	1.01	1.02	1.01	1.03	1.03
1.26	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
1.52	1.09	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.03
1.19	1.10	1.07	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	1.03
3.16	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03

資料來源：本計畫整理

表 6.2-4 S 乘數計算結果

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96
0.99	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
0.88	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96
0.86	0.91	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96
1.55	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97
1.05	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
1.29	0.99	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97
0.82	0.94	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
0.87	0.93	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97
1.12	1.06	1.02	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97
1.39	1.03	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
1.06	1.03	1.01	0.99	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97
0.98	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
0.91	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97
1.04	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97

資料來源：本計畫整理

表 6.2-5 基期年(2016)進口品係數表

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第二類	0.05	0.01	0.60	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第三類	0.00	0.00	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四類	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
第六類	0.02	0.01	0.00	0.01	0.05	0.20	0.14	0.05	0.01	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02
第七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第九類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第十類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第十一類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第十三類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
第十五類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.15	0.08	0.02	0.01	0.03
第十六類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.17	0.02	0.01	0.07
第十七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.05
第十八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.30	0.01
第二十類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04

資料來源：行政院主計總處彙編之產業關聯表

表 6.2-6 基期年(2016)投入產出係數表

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	0.46	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第二類	0.08	0.25	0.61	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第三類	0.02	0.00	0.25	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四類	0.02	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
第六類	0.03	0.05	0.00	0.02	0.13	0.50	0.37	0.10	0.04	0.09	0.15	0.06	0.04	0.01	0.02	0.05	0.02
第七類	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.12	0.09	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.02	0.05
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第九類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.37	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第十類	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.31	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第十一類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第十三類	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
第十五類	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.51	0.07	0.11	0.02	0.53
第十六類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.13	0.03	0.01	0.55
第十七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.05
第十八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.47	0.07
第二十類	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01

資料來源：行政院主計總處彙編之產業關聯表

表 6.2-7 2030 年進口品係數表計算結果

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	0.08	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第二類	0.06	0.02	0.78	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第三類	0.00	0.00	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四類	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
第六類	0.02	0.02	0.00	0.01	0.06	0.26	0.18	0.06	0.02	0.05	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.05	0.02
第七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第九類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.32	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
第十類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第十一類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第十三類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
第十五類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.20	0.10	0.03	0.01	0.04
第十六類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.22	0.02	0.02	0.09
第十七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.07
第十八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.40	0.01
第二十類	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05

註：未來年進口係數表=基期年進口係數表(表 6.2-5)與 R 乘數(表 6.2-3)、S 乘數(表 6.2-4)相乘。

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-8 2030 年投入產出係數表計算結果

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	0.60	0.01	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第二類	0.10	0.33	0.79	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第三類	0.03	0.00	0.33	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四類	0.03	0.01	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
第六類	0.04	0.07	0.01	0.02	0.17	0.66	0.48	0.13	0.05	0.11	0.20	0.08	0.05	0.01	0.02	0.06	0.03
第七類	0.01	0.01	0.01	0.04	0.00	0.01	0.15	0.11	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.07
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第九類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.48	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
第十類	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.41	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第十一類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第十三類	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
第十五類	0.01	0.00	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.03	0.66	0.09	0.15	0.02	0.69
第十六類	0.00	0.01	0.00	0.00	0.10	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.16	0.05	0.02	0.71
第十七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.07
第十八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.61	0.09
第二十類	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01

註：未來年投入產出係數表=基期年投入產出係數表(表 6.2-6)與 R 乘數(表 6.2-3)、S 乘數(表 6.2-4)相乘。

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-9 2030 年產業關聯程度表

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	2.55	0.03	0.04	0.25	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第二類	0.52	1.50	1.78	0.33	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第三類	0.10	0.01	1.50	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四類	0.10	0.01	0.02	1.22	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五類	0.13	0.09	0.13	0.09	1.14	0.71	0.42	0.24	0.11	0.19	0.32	0.32	0.25	0.05	0.13	0.18	0.30
第六類	0.61	0.42	0.59	0.39	0.61	3.39	1.99	1.10	0.50	0.84	1.47	0.56	0.69	0.18	0.48	0.77	0.99
第七類	0.05	0.03	0.06	0.07	0.01	0.03	1.20	0.19	0.06	0.08	0.05	0.02	0.03	0.03	0.09	0.08	0.15
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第九類	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	1.91	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.05
第十類	0.04	0.01	0.02	0.09	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	1.69	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04
第十一類	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.12	0.01	0.04	2.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02
第十三類	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	1.32	0.03	0.01	0.02	0.09	0.05
第十五類	0.18	0.06	0.17	0.20	0.12	0.27	0.29	0.24	0.20	0.20	0.18	0.20	3.10	0.35	0.89	0.33	2.55
第十六類	0.06	0.03	0.05	0.03	0.14	0.12	0.09	0.07	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	1.21	0.14	0.12	0.97
第十七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	0.00	0.12
第十八類	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.13	0.07	2.61	0.36
第二十類	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03	1.04

註：產業關聯程度表為投入產出係數表(表 6.2-8)進行 Leontief 矩陣轉換。

資料來源：本計畫整理

3.乘數效果轉換為貨運量

進口品係數表代表各需求部門生產產品時，對進口品之購買情形，而產業關聯程度表則代表各供給部門及需求部門的相互依存關係，可了解需求部門生產增加時，需向各部門直接與間接之購買情形，將上述二表之未來年進口品投入產出係數表及產業關聯程度表分別乘上進口單位產值貨運量與出口單位產值貨運量(表 6.2-10)，結果即為進口及產出部分的供給部門對需求部門每新臺幣百萬產值之貨運量(表 6.2-11、表 6.2-12)，後續再將表 6.2-11、表 6.2-12 乘上前述所推估之未來年各產品類別生產總額後進行貨運量彙整，即可得各產品類別之進口產品貨運量及產出貨運量如表 6.2-13。

表 6.2-10 進口及出口各產品類別新臺幣百萬產值貨運量

產品類別	進口	出口
第一類	8.95	12.10
第二類	71.25	14.14
第三類	30.83	27.41
第四類	38.78	14.66
第五類	145.36	73.17
第六類	14.69	23.67
第七類	9.44	16.18
第八類	4.50	4.68
第九類	84.81	12.38
第十類	47.98	34.33
第十一類	5.65	6.71
第十三類	17.32	9.44
第十五類	23.55	17.71
第十六類	0.46	0.47
第十七類	1.89	2.62
第十八類	0.24	0.52
第二十類	5.94	5.10

單位：公噸。

資料來源：關港貿單一窗口(CPT)-綜合查詢(2017-2021)。

表 6.2-11 供給部門對需求部門每新臺幣百萬產值產生之進口貨運量

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	0.71	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第二類	4.39	1.28	55.83	4.58	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第三類	0.09	0.01	3.45	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第四類	0.19	0.08	0.00	1.84	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第五類	0.01	0.00	0.01	0.20	0.73	29.49	0.19	0.02	0.00	0.53	0.36	12.72	5.00	0.00	0.00	0.00	0.02
第六類	0.33	0.27	0.02	0.12	0.92	3.78	2.71	0.95	0.28	0.79	0.73	0.50	0.17	0.08	0.06	0.71	0.29
第七類	0.01	0.03	0.01	0.04	0.00	0.02	0.39	0.11	0.03	0.08	0.03	0.03	0.01	0.09	0.08	0.10	0.08
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
第九類	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.04	27.30	0.96	0.00	0.02	0.02	0.01	0.06	0.00	1.31
第十類	0.03	0.00	0.00	0.15	0.00	0.10	0.04	0.07	0.57	7.99	0.02	0.11	0.00	0.01	0.01	0.04	0.09
第十一類	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.02	0.97	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
第十三類	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	1.17	0.06	0.04	0.02	0.20	0.05
第十五類	0.02	0.01	0.00	0.03	0.04	0.29	0.12	0.17	0.06	0.16	0.01	0.21	4.70	2.40	0.74	0.35	0.86
第十六類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.10	0.01	0.01	0.04
第十七類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.13
第十八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.10	0.00
第二十類	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.29

單位：公噸。註：進口品投入產出係數表(表 6.2-7)乘上進口單位產值貨運量(表 6.2-10)。

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-12 供給部門對需求部門每新臺幣百萬產值之總產出貨運量

產品類別	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	第十三類	第十五類	第十六類	第十七類	第十八類	第二十類
第一類	30.81	0.33	0.50	2.98	0.00	0.02	0.02	6.20	0.03	0.03	0.10	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03
第二類	7.38	21.17	25.19	4.62	0.01	0.05	0.05	1.54	0.05	0.07	0.81	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03
第三類	2.87	0.14	41.18	1.57	0.01	0.05	0.03	0.59	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02
第四類	1.51	0.18	0.24	17.87	0.01	0.03	0.02	0.32	0.12	0.14	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
第五類	9.71	6.46	9.44	6.80	83.30	51.75	30.79	17.29	8.17	13.65	23.07	23.57	18.56	3.75	9.70	13.32	21.97
第六類	14.34	9.86	14.04	9.31	14.44	80.30	47.01	26.01	11.92	19.89	34.70	13.35	16.30	4.31	11.31	18.12	23.49
第七類	0.82	0.46	0.98	1.12	0.21	0.51	19.44	3.13	1.00	1.22	0.79	0.35	0.53	0.47	1.51	1.27	2.38
第八類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.95	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
第九類	0.11	0.08	0.10	0.07	0.01	0.04	0.33	0.21	23.70	0.51	0.05	0.07	0.08	0.03	0.10	0.05	0.57
第十類	1.43	0.38	0.78	3.01	0.20	0.92	1.20	2.01	2.71	58.18	1.06	1.14	0.74	0.24	0.54	0.68	1.26
第十一類	0.16	0.03	0.05	0.06	0.02	0.06	0.29	0.80	0.04	0.30	13.45	0.09	0.05	0.02	0.07	0.09	0.12
第十三類	0.09	0.03	0.09	0.18	0.04	0.14	0.11	0.09	0.06	0.07	0.19	12.46	0.31	0.10	0.22	0.83	0.49
第十五類	3.22	1.13	2.92	3.55	2.13	4.71	5.11	4.33	3.56	3.46	3.26	3.58	54.85	6.27	15.74	5.92	45.21
第十六類	0.03	0.01	0.02	0.02	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.57	0.07	0.05	0.46
第十七類	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	4.59	0.01	0.31
第十八類	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.04	1.37	0.19
第二十類	0.13	0.02	0.04	0.05	0.04	0.11	0.10	0.10	0.08	0.09	0.13	0.05	0.14	0.03	0.09	0.13	5.30

單位：公噸。註：產業關聯程度表(表 6.2-9)乘上出口單位產值貨運量(表 6.2-10)

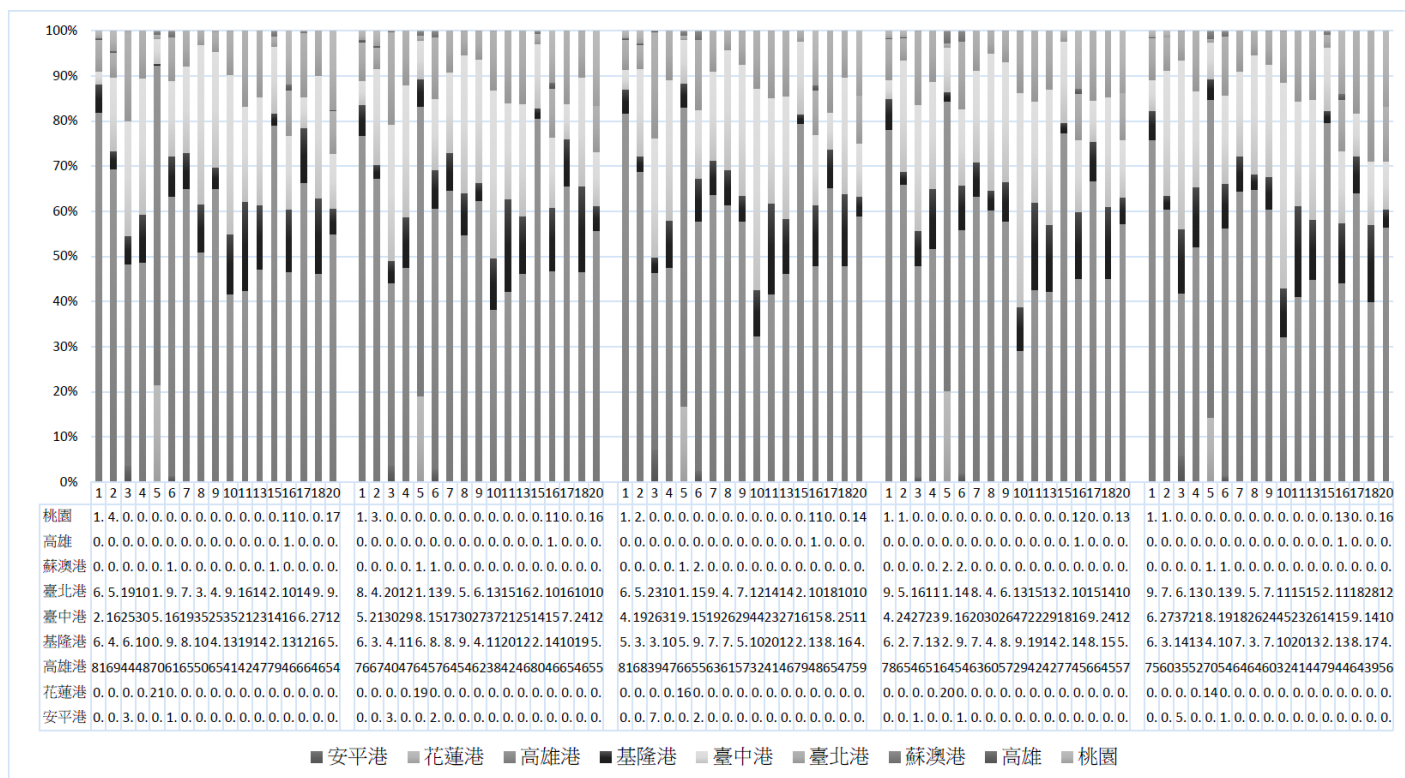
資料來源：本計畫整理

表 6.2-13 2030 年進口及總產出貨運量

產品類別	總進口貨運量	總產出貨運量
第一類	578,549	22,019,422
第二類	8,780,064	19,749,608
第三類	379,702	4,964,796
第四類	992,274	9,239,365
第五類	155,668,169	550,155,598
第六類	29,419,234	748,493,238
第七類	1,982,118	39,127,859
第八類	34,414	290,905
第九類	3,188,505	3,267,924
第十類	4,552,041	45,453,248
第十一類	649,133	9,740,384
第十三類	3,328,861	18,028,250
第十五類	28,908,237	353,153,487
第十六類	360,756	2,713,390
第十七類	459,388	5,516,565
第十八類	1,149,024	16,362,664
第二十類	467,030	5,751,481

單位：公噸。註：新臺幣百萬進口貨運量(表 6.2-11)、新臺幣百萬產出貨運量(表 6.2-12)乘上前述所推估之未來年各產品類別生產總額(表 6.2-2)進行貨運量彙整。

資料來源：本計畫整理。



資料來源：關港貿單一窗口(CPT)-綜合查詢、臺灣港務股份有限公司-臺灣地區國際商港貨櫃裝卸量、民航年報

圖 6.2.3 近五年(2017-2021)各產品類別進口機場/港口市占率

(1) 第五類產品進口貨運量運具分派結果

在進口貨運之運具分派分析上，考量本計畫係以港口、機場為分派運具方案集合，而港口及機場業已具備明顯巢狀特性，即港口屬於海運、機場屬於空運，故本計畫首先以巢式結構建立總體巢式羅吉特模式，其巢式結構可分為海運與空運兩類，海運巢底下之方案為港口，空運巢下之方案則為機場。表 6.2-14 為進口之總體巢式羅吉特模式校估結果，根據海運空運之包容值係數可得知，除包容值係數值非介於 0 至 1 不符模式基本假設外，兩係數之 t-value 皆不顯著，分別為 0.48 及 1.10，顯示對於運具分派結果而言，海運及空運之巢狀結構並不會影響方案分派機率，各方案間具備 IIA (Independence of Irrelevant Alternative)性質，故後續可以多項羅吉特模式進行分析。

表 6.2-15 為利用多項羅吉特模式校估之進口總體羅吉特模式分析結果，模式之概似比指標 ρ^2 為 0.408，顯示模式擁有良好的配適度及解釋能力。根據校估結果可得到各變數之係數值，透過將各項變數代入效用函數中便可計算各港口之分派比例。表 6.2-16 為 2030 年五類產品進口貨運量運具分派結果，根據分析

結果可得知，第五類產品於高雄港、安平港、花蓮港、基隆港、臺中港、臺北港及蘇澳港之分派比例分別為 48%、1%、1%、4%、36%、8%及 2%，貨運量則為 74,720,721、1,556,682、1,556,682、6,226,727、56,040,541、12,453,454 及 3,113,363 公噸，機場則無出口分派貨運量。

表 6.2-14 總體巢式羅吉特模式校估結果(進口)

Variables			Nested Logit			
			Coefficient	t-value		
ASC	高雄港		Base	-		
	安平港		-1.104	-0.87		
	花蓮港		-0.463	-0.47		
	基隆港		0.200	0.44		
	臺中港		0.231	0.57		
	臺北港		-0.027	-0.05		
	蘇澳港		-1.938	-1.07		
	高雄機場		-3.401	-0.77		
	桃園機場		-0.191	-0.08		
Generic variables	Fare rate/10		-0.441	-0.21		
	Freight Volume (FV) of ports/100,000	第一類 FV	0.376	1.97		
		第二類 FV	0.049	1.83		
		第三類 FV	2.314	1.58		
		第四類 FV	0.135	1.89		
		Ln(第五類 FV)	0.884	1.53		
		第六類 FV	0.043	1.39		
		第七類 FV	0.189	1.35		
		第八類 FV	2.812	1.84		
		第九類 FV	0.150	1.83		
		第十類 FV	0.107	1.52		
		第十一類 FV	0.842	1.13		
		第十三類 FV	0.376	1.32		
		Ln(第十五類 FV)	1.079	2.15		
		Ln(第十六類 FV)	1.430	1.13		
		第十七類 FV	0.865	1.43		
		Ln(第十八類 FV)	7.514	0.75		
		第二十類 FV	0.659	0.65		
		Log sum coefficient (海運)			1.275	0.48
		Log sum coefficient (空運)			3.050	1.10
LL(0)			-186.764			
LL(β)			-109.817			
ρ²			0.412			
Samples			85			

表 6.2-15 總體多項羅吉特模式校估結果(進口)

Variables			Multinomial Logit			
			Coefficient	t-value		
ASC	高雄港		Base	-		
	安平港		-1.031	-0.80		
	花蓮港		-0.248	-0.25		
	基隆港		0.230	0.51		
	臺中港		0.295	0.73		
	臺北港		0.079	0.14		
	蘇澳港		-1.741	-0.96		
	高雄機場		-3.692	-0.82		
	桃園機場		-0.376	-0.18		
Generic variables	Fare rate/10		-0.779	-0.15		
	Freight Volume (FV) of ports/100,000	第一類 FV	0.401	2.18		
		第二類 FV	0.052	1.94		
		第三類 FV	2.346	1.63		
		第四類 FV	0.144	2.02		
		Ln(第五類 FV)	0.915	1.58		
		第六類 FV	0.047	1.55		
		第七類 FV	0.208	1.51		
		第八類 FV	3.006	1.96		
		第九類 FV	0.161	1.95		
		第十類 FV	0.116	1.68		
		第十一類 FV	0.953	1.31		
		第十三類 FV	0.418	1.49		
		Ln(第十五類 FV)	1.118	2.25		
		Ln(第十六類 FV)	1.320	1.26		
		第十七類 FV	0.894	1.51		
		Ln(第十八類 FV)	6.320	0.84		
		第二十類 FV	1.803	1.25		
		LL(0)			-186.764	
		LL(β)			-110.522	
ρ²			0.408			
Samples			85			

表 6.2-16 2030 年各港口第五類產品進口貨運量推估結果

項目	高雄港	安平港	花蓮港	基隆港	臺中港	臺北港	蘇澳港	高雄機場	桃園機場
第五類產品進口貨運運具分派比例	48%	1%	1%	4%	36%	8%	2%	0%	0%
2030 第五類進口量(公噸)	74,720,721	1,556,682	1,556,682	6,226,727	56,040,541	12,453,454	3,113,363	-	-

(2) 第五類產品出口貨運量運具分派結果

為能推估第五類產品出口貨運量運具分派結果，本計畫需先就表 6.2-13 之總產出貨運量拆分其內、外銷比例，其中外銷比例即為出口量。根據臺經院產銷存統計(臺經院產經資料庫^[158]，2022)之歷史數據可得知(表 6.2-17)，近五年之第五類產品外銷占總產出貨運量之比例約為 0.01%，且外銷占比穩定，故本計畫以近五年之外銷比例平均值做為第五類產品之外銷比例，藉此計算 2030 年第五類產品出口量為 55,016 公噸。

表 6.2-17 近五年第五類產品外銷占比

年度	2017	2018	2019	2020	2021	平均
占比	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
2030 年第五類產品出口量	55,016 公噸					

資料來源：臺經院產經資料庫^[159]-產銷存統計-產銷存資料庫

在出口貨運之運具分派分析方面，本計畫同樣先以巢式結構設定海運、空運兩巢，並對應港口、機場為其分派方案集合。根據表 6.2-18 之總體巢式羅吉特模式校估結果可發現，海運、空運兩巢之係數包容值同樣不符模式假設，且 t-value 不顯著，代表出口部分之運具分派分析同樣可以多項羅吉特模式校估即可。

表 6.2-19 為出口之總體多項羅吉特模式校估結果，概似比指標 ρ^2 為 0.471，代表模式有良好的配適度及解釋能力。本計畫同樣根據校估結果，並將各項變數代入效用函數中以計算各港口之分派比例。表 6.2-20 為 2030 年第五類產品出口貨運量運具分派結果，根據分析結果可得知，高雄港、花蓮港、基隆港、臺中港、臺北港及蘇澳港之第五類貨物出口貨運分派比例分別為 72%、2%、5%、16%及小於 0.1%，貨運量則為 39,611、1,100、2,751、8,802、2,751 及 38 公噸，機場則無出口分派貨運量。

表 6.2-18 總體巢式羅吉特模式校估結果(出口)

Variables			Nested Logit			
			Coefficient	t-value		
ASC	高雄港		Base	-		
	安平港		-1.164	-0.57		
	花蓮港		-0.482	-0.37		
	基隆港		0.200	0.24		
	臺中港		0.317	0.57		
	臺北港		0.242	0.30		
	蘇澳港		-2.243	-0.88		
	高雄機場		-0.856	-0.25		
	桃園機場		1.306	0.68		
Generic variables	Fare rate/10		-0.028	-0.02		
	Freight Volume (FV) of ports/100,000	Ln(第一類 FV)	2.770	1.98		
		第二類 FV	1.305	1.82		
		第三類 FV	6.249	1.35		
		第四類 FV	0.521	1.52		
		Ln(第五類 FV)	1.163	1.98		
		Ln(第六類 FV)	1.144	1.52		
		Ln(第七類 FV)	1.208	1.74		
		Ln(第八類 FV)	11.185	1.73		
		Ln(第九類 FV)	10.978	1.78		
		Ln(第十類 FV)	1.230	1.14		
		第十一類 FV	0.287	1.27		
		第十三類 FV	0.723	1.37		
		Ln(第十五類 FV)	1.162	2.02		
		第十六類 FV	0.156	1.44		
		第十七類 FV	0.469	2.01		
		Ln(第十八類 FV)	3.470	1.28		
		Ln(第二十類 FV)	1.742	1.77		
		Log sum coefficient (海運)			3.442	0.95
		Log sum coefficient (空運)			3.715	1.19
LL(0)			-186.764			
LL(β)			-97.807			
ρ2			0.476			
Samples			85			

表 6.2-19 總體多項羅吉特模式校估結果(出口)

Variables			Multinomial Logit	
			Coefficient	t-value
ASC	高雄港		Base	-
	安平港		-0.752	-0.36
	花蓮港		-0.215	-0.17
	基隆港		0.474	0.55
	臺中港		0.484	0.85
	臺北港		0.498	0.61
	蘇澳港		-1.843	-0.72
	高雄機場		-2.969	-0.71
	桃園機場		-0.439	-0.16
Generic variables	Fare rate/10		-0.226	-0.03
	Freight Volume (FV) of ports/100,000	Ln(第一類 FV)	3.309	2.28
		第二類 FV	1.519	1.97
		第三類 FV	7.387	1.43
		第四類 FV	0.598	1.59
		Ln(第五類 FV)	1.290	2.17
		Ln(第六類 FV)	1.316	1.75
		Ln(第七類 FV)	1.349	1.94
		Ln(第八類 FV)	12.605	1.86
		Ln(第九類 FV)	12.291	1.87
		Ln(第十類 FV)	1.431	1.36
		第十一類 FV	0.338	1.27
		第十三類 FV	0.842	1.42
		Ln(第十五類 FV)	1.260	2.18
		第十六類 FV	0.195	1.59
		第十七類 FV	0.523	2.17
		Ln(第十八類 FV)	4.167	1.44
		Ln(第二十類 FV)	1.730	1.78
		LL(0)		
LL(β)			-98.767	
ρ²			0.471	
Samples			85	

表 6.2-20 2030 年各港口第五類產品出口貨運量推估結果

項目	高雄港	安平港	花蓮港	基隆港	臺中港	臺北港	蘇澳港	高雄機場	桃園機場
第五類出口貨運運具分派機率	72%	0%	2%	5%	16%	5%	0%	0%	0%
2030 第五類出口量 (公噸)	39,611	0	1,100	2,751	8,802	2,751	38	-	-

2. 砂石產品運具分派分析－產銷比例分配

(1) 砂石占第五類礦產品比例轉換

根據臺經院產銷存統計顯示(臺經院產經資料庫^[158]，2022)，近年來砂石並未有出口貨運量，因此後續將僅針對砂石進口量進行分析。目前計算出之第五類產品進口貨運量為多項產品細項之總和，如：煤礦、石油、天然氣、砂石等，其中砂石產品對應之產品細則編號分別為 2505 及 2517。為區分砂石產品於第五類產品之占比，本計畫根據關貿進口統計資料，查詢 2505 及 2517 等兩類細則之貨運量，藉此計算其占第五類總貨運量之比例。表 6.2-21 為近五年砂石產品占第五類產品之進口貨運量比例彙整結果，由彙整結果可發現近年之砂石產品所占比例相對穩定，故本計畫將以近五年之平均值做為砂石產品占第五類產品之分配比例。表 6.2-22 為 2030 年砂石產品占第五類產品之進口貨運量推估結果，2030 砂石產品推估之進口量為 7,189,500 公噸。

表 6.2-21 近五年砂石產品占第五類產品之進口貨運量比例

產品分類細則	2017	2018	2019	2020	2021	平均
2505	1.04%	0.96%	1.05%	1.02%	1.10%	1.03%
2517	5.09%	4.23%	2.87%	2.97%	2.76%	3.58%
總計	6.13%	5.19%	3.92%	3.99%	3.86%	4.61%

資料來源：財政部關務署^[159] 關港貿單一窗口(CPT)-綜合查詢

表 6.2-22 2030 年砂石產品占第五類產品之進口貨運量推估結果

2030 年第五類產品進口貨運量	砂石於第五類產品之進口占比	2030 年砂石進口量
155,668,169 公噸	4.61%	7,189,500 公噸

(2) 砂石產品於各港口之貨運量分派分析

針對砂石產品於各港口之貨運量分派比例，本計畫係參考經濟部礦務局^[154] (2021) 砂土石產銷調查報告統計之各港口進口貨運量，近五年砂石產品於各港口之分派比例如表 6.2-23 所示。由各港口之分派比例彙整結果可發現，港口間之進口貨運量具有明顯消長，其中又以臺北港與基隆港之變動較大，有鑒於未來年之港口競合關係不在本計畫之討論範圍內，故本計畫同樣簡化以近五年之平均值為未來年各港口貨運量分配依據。2030 年各港口砂石產品進口貨運量推估結果如表 6.2-24 所示，基隆港、臺北港、臺中港及高雄港之砂石產品進口量分別為 1,150,320、5,751,600、215,685 及 71,895 公噸，後續將以此數據

整合至城際貨運分析模組進行貨運量分布分析。

表 6.2-23 近五年砂石產品於各港口之貨運量分派結果

年度	基隆港	臺北港	臺中港	高雄港	總計
2017	25%	70%	5%	0%	100%
2018	20%	76%	4%	0%	100%
2019	16%	82%	1%	1%	100%
2020	12%	86%	1%	1%	100%
2021	9%	88%	2%	1%	100%
平均	16%	80%	3%	1%	100%

資料來源：2017-20210 年經濟部礦務局砂土石產銷調查報告

表 6.2-24 2030 年各港口砂石產品進口貨運量推估結果

項目	基隆港	臺北港	臺中港	高雄港
近五年砂石產品進口貨運量平均	16%	80%	3%	1%
2030 砂石進口量 (公噸)	1,150,320	5,751,600	215,685	71,895

6.3 城際貨運需求分析

6.3.1 城際貨運需求分析流程說明

本計畫於城際貨運需求分析係採四步驟商品模式做為建模架構，圖 6.3.1 為案例分析於城際貨運階段之分析流程圖。在貨運量產生與吸引模式中，本計畫係採用「104-110 年度砂土石產銷調查報告」(經濟部礦務局^[149-155]，2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)中生產與銷售資料為模式應變數，自變數則是參考砂石需求量分析相關文獻中使用之資料來源，另考量目前官方統計數據之地理層級多以縣市為單位，因此在貨運量產生與吸引分析階段係以每年每縣市為分析單位，分別建立迴歸模式預測未來年各縣市砂石產生量與吸引量。

為了配合客運分析結果，最終須以鄉鎮市區做為交通指派分區定義單位，因此在預測各縣市之未來年產生與吸引量後，須以分解變數分解至各鄉鎮市區，進而分析各 TAZ 間之貨運量分布。對於砂石產生量，本計畫以「各鄉鎮之砂石碎解洗選場數量」占「該縣市砂石碎解洗選場總數」之比例進行分配後，在鄉鎮市區之層級加入各港口、機場做為獨立分區，以估計進出口和鄉鎮市區間之流量，其中港口、機場之產生量即為進出口模式預測該港口、機場之進口量。而砂石吸引量，本計畫以「各鄉鎮市區之水泥製品加工廠、瀝

青拌合廠及預拌混凝土廠之工廠數」占「該縣市之水泥製品加工廠、瀝青拌合廠及預拌混凝土廠之工廠總數」之比例進行分配後，同樣在鄉鎮市區之層級加入各港口、機場做為獨立分區，其中港口、機場之吸引量即為進出口模式預測該港口、機場之出口量。

根據前述步驟得到各TAZ(包括：鄉鎮市區及各港口、機場)於未來年之產生與吸引量後，透過將總產生量與總吸引量平衡的分析步驟以使貨運量產生與吸引量相等，便可以重力模式進行貨運量分布分析，進而得到各TAZ之起迄貨運量分布矩陣。運具分派階段，本計畫建議應視不同產品特性建立運具分派模式，例如產品運送特性較單純者得採固定比率法分派，若產品運送方式涉及多種運具集合、裝載方式選擇、複合運輸等因素者，則可建立個體選擇模式，於效用函數中考慮可用運具集合之運輸成本、運輸時間等變數，藉此計算該產品類別貨運量在不同運具別之分派比例。最後，考慮貨運量並非貨車旅次，因此需參考貨車裝載率問題將貨運量轉換為貨車旅次，藉此與客運旅次分析結果共同進行交通量指派。

承上述說明之貨運運輸規劃四步驟商品模式分析流程，本計畫於案例分析預計針對前三步驟進行分析，包括：貨運量產生與吸引、貨運量分布及運具分派。在貨運量產生及吸引階段，本計畫將以國內各縣市為單位分析其貨運產生及吸引量；針對貨運量分布階段，雖就整體貨運需求分析而言應可就全臺灣共361個TAZ為範圍進行分析，然本計畫受限於計畫執行成本、人力及預算等限制，並考慮到砂石產銷具有地域特性，若以361個TAZ為對象進行分析可能使結果過於分散而較難呈現分布趨勢，故本計畫將簡化以臺北市、新北市、桃園市、基隆市(北北基桃)等四縣市為分析範圍，藉此說明貨運量分布分析流程操作方式及其結果；在運具分派階段，本計畫透過訪談國產實業集團得知，砂石產業之可用運具集合相對單純，砂石產品皆是以砂石車(大貨車)為單一運具方案，故在運具分派階段可直接簡化將貨運量除以每車可載運重量換算大貨車旅次；而交通量指派因需整合客運分析結果，故在此不做深入探討。

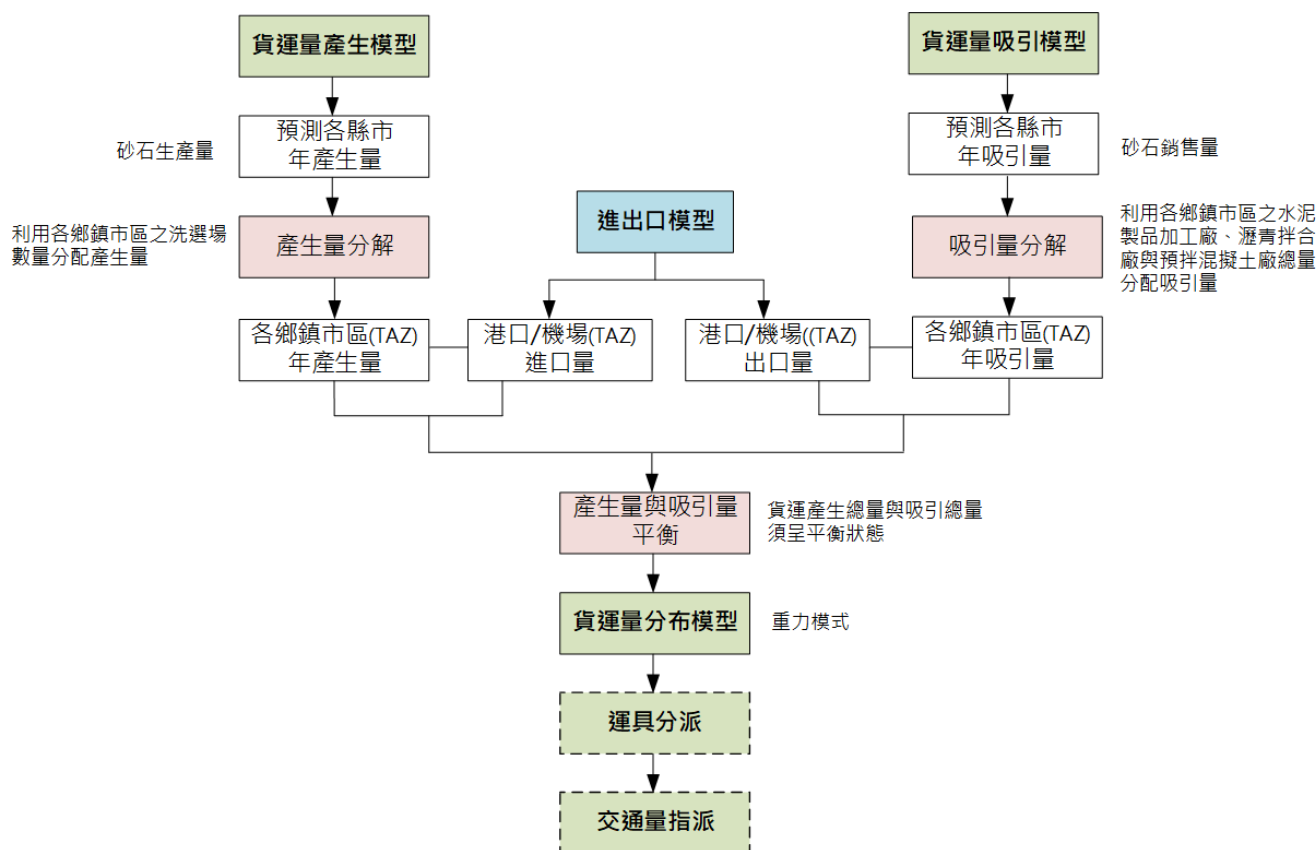


圖 6.3.1 案例分析流程

6.3.2 城際貨運量產生與吸引分析

本計畫在貨運量產生與吸引分析階段，欲以迴歸分析法估計砂石貨運量產生及吸引模式，建模流程可分為以下步驟：

1. 實驗設計：參考過去文獻及案例，針對以線性迴歸分析為主要分析方法之研究，蒐集適用於推估砂石產品貨運量產生與吸引之解釋變數，並設定解釋變數之變數型態及編碼方式。
2. 迴歸模式建立：以民國 104-110 年全臺 19 個縣市共計 133 個觀察值做為基準年數據，欄位包括各縣市之砂石產生及吸引量，以及實驗設計欲使用之自變數，分別建立貨運量產生與吸引之迴歸模式。
3. 自變數預測：對產生與吸引最終模式中之自變數進行預測，估計各變數在 111-120 未來年間各年各縣市之值做為模式輸入數據。
4. 應變數預測：將未來年之自變數做為模式輸入數據，以預測 111-120 年各縣市之貨運量產生與吸引量。

本節將分別說明各步驟之操作過程與結果：

1.實驗設計

考慮此分析階段可得數據之地理層級為縣市，若以單年之橫斷面資料(cross-sectional data)進行分析則臺灣本島之樣本數僅 19 筆，同時，文獻中對於部分變數考慮時間延滯效果，故本計畫於此階段之分析單位為每年每縣市，蒐集 104 至 110 年臺灣本島 19 個縣市之縱橫資料(panel data)，共 133 筆觀察值。

以下分別說明兩模式之實驗設計與資料欄位。

(1) 貨運量產生模式變數

表 6.3-1 彙整貨運量產生模式欲考慮之變數，及其定義和資料來源。首先，產生模式以「各縣市年度產生量」做為應變數，數據來自「104-110 年度砂土石產銷調查報告」，定義為縣市區內生產量，即經砂石碎解洗選場進行碎解、洗選等加工作業後之砂石成品生產數量。

自變數則考慮不同層面之解釋變數，包括：社會經濟變數、產業變數及控制變數等三大類。過去國內之貨運運輸規劃研究，如：本所^[31](2019)係以整體貨運量為出發點進行分析，故在貨運量產生及吸引階段僅考慮社會經濟變數為自變數估計貨運量，較難反映不同產品類別特性對貨運量產生與吸引之影響。為改善前述問題，本計畫於此階段將依照產品或其產業特性，採用產業相關變數以反映產品特性對貨運量之影響；此外，由於各個產品類別之貨運量產生及吸引可能與產業聚落、建成環境、時間特性有關，因此本計畫亦將加入控制變數以反映較難根據產品本身特性解釋之貨運產生及吸引量。

針對砂石產品之貨運量產生，本計畫所考慮之產業變數包含「洗選場(砂石碎解洗選場)數量」、「前一年建照核發件數」、「前一年建照核發總樓地板面積」以及「砂石平均價格」。此外，本計畫也以社會經濟變數考慮各分區社經特性對於貨運量之影響，例如：「失業率」、「人口數」、「平均每人所得」、「平均每人稅賦」以及「平均每人所得扣除平均每人稅賦」。控制變數則捕捉其他無法透過前述變數考慮之因素，包含不同地區劃分如「砂石產銷分區」、「各縣市分區」以及「新冠疫情影響期間」。

在產業變數採用之原因及預期正負號上，「洗選場(砂石碎解洗選場)」將砂石原料進行碎解、洗選加工以製成砂石成品，即砂石成品之生產端，預期該縣市砂石成品生產端之數量對砂石

貨運產生量有正向影響。而為考慮砂石生產端是否具預期心理，視前期需求調整當期供給，故以營建工程業，即砂石成品終端使用者之相關營建統計反映其需求。陳郁元^[160] (2005)在臺灣地區土石需求量預估與供應策略之研究中提到，由於建照核發件數具有時間延遲性，即今年年底申請之執造通過後，可能於隔年才開始動工，因此採用「前一年建照核發件數」做為自變數，以探討其延滯效果；「前一年建照核發總樓地板面積」係參考經濟部礦務局^[154] (2022a)委託財團法人臺灣營建研究院辦理之《建置土石資源及產銷鏈資料庫計畫》，其中砂石需求量和核發建造執照之樓地板面積有間接正相關。最後，「砂石平均價格」係參考陳家榮^[161] (2011)與經濟部礦務局^[162] (2018b)之研究，因此以「104-110 年度砂土石產銷調查報告」所提供之砂石平均價格做為自變數。

在貨運分析之相關文獻中，許多研究將社經變數做為解釋變數，以反映地區之社經發展特性對於貨運流量的影響，本計畫考慮各縣市之社會經濟變數如「失業率」、「人口數」、「平均每人所得」、「平均每人稅賦」以及「平均每人所得扣除平均每人稅賦」；其中，「平均每人所得扣除平均每人稅賦」為本計畫根據分析結果自行定義之新變數。

另外，「砂土石產銷調查報告」將臺灣全區分為北、中、南、東共四個區域進行統計，隱含各地區產銷特性不盡相同，由圖 6.3.2 可見各縣市 104-110 年之產生量(即縣內生產量)與吸引量(即縣總銷售量)之變動趨勢，並能發現不同分區之特性。舉例而言，北部地區(宜蘭縣、基隆市、雙北地區、桃園市及新竹縣市)之砂石需求量長期大於自產量，其餘各區均可自給自足，故北部地區砂石供應不足部分，長年仍需仰賴東砂北運、中砂北運及進口砂石；而東區多自產自銷，對於進口砂石的需求較少。因此本計畫以「砂石產銷分區」做為控制變數，另外，亦考慮近年疫情對總體經濟之衝擊，可能影響砂石量，因此將「新冠疫情影響期間」(民國 109、110 年)設為控制變數。

表 6.3-1 貨運量產生模式之變數彙整表

類別		變數(預期符號)	定義與說明	資料來源
應變數		各縣市年度產生量	縣市區內生產量(千公噸)	經濟部礦務局 ^[149-155] (2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)
自變數	產業變數	洗選場數量(+)	各年度砂石碎解洗選場數量	經濟部礦務局 ^[149-155] (2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)
		前一年建照核發件數(+)	各年度各縣市依建築法規定，建物的新建、增建、改建及修建應請領建造執照(件)	內政部營建署 ^[163] (2022)
		前一年建照核發總樓地板面積(+)	同上(萬平方公尺)	內政部營建署 ^[163] (2022)
		砂石平均價格(-)	各年度各縣市砂石成品價格，砂及碎石之平均(元/公噸)	經濟部礦務局 ^[149-155] (2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)
	社會經濟變數	失業率(-)	各年度各縣市失業率(%)	內政部戶政司 ^[164] (2022a)
		人口數(+)	各年度各縣市總人口數(萬人)	內政部戶政司 ^[165] (2022b)
		平均每人所得(+)	各年度各縣市平均每人年度可支配所得(萬元)	行政院主計總處 ^[166] (2022)
		平均每人稅賦(+)	各年度各縣市平均每人年度之稅捐實徵淨額(萬元)	行政院財政部 ^[167] (2022)
		平均每人所得扣除平均每人稅賦(+)	平均每人所得扣除平均每人稅賦(萬元)	(本計畫自行定義)
	控制變數	砂石產銷分區	以北區為基準組，分別設置中區、南區、東區之虛擬變數。	(本計畫自行定義)
		新冠疫情影響期間	民國 109、110 年=1，其餘為 0。	(本計畫自行定義)

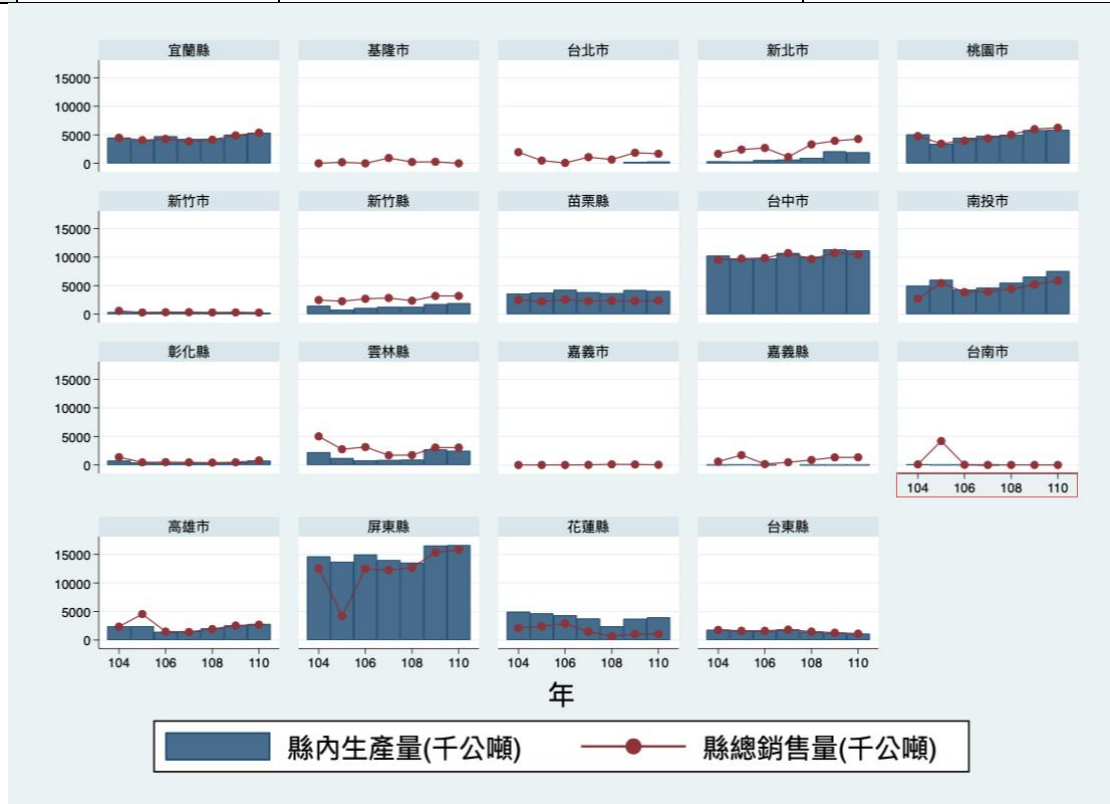


圖 6.3.2 各縣市歷年砂石產生與吸引量

(2) 貨運量吸引模式變數

表 6.3-2 為貨運量吸引模式欲考慮之變數，及其定義和資料來源。吸引模式以「各縣市年度吸引量」做為應變數，數據取自「104-110 年度砂土石產銷調查報告」，定義為該區自產砂石成品於該縣市之銷售量及它區生產之砂石成品銷往該縣市之銷售量之總和。

自變數同樣分為社會經濟變數、產業變數及控制變數；產業變數除「前一年建照核發件數」、「前一年建照核發總樓地板面積」以及「砂石平均價格」與產生模式相同外，另考慮「前一年各縣市非金屬礦製品製造業營運中工廠數」、「當年都市計畫公設用地面積」；社經變數同樣包含「失業率」、「人口數」、「平均每人所得」、「平均每人稅賦」以及「平均每人所得扣除平均每人稅賦」；控制變數則除了「新冠疫情影響期間」之外，以「縣市」取代「分區」做為區域控制變數。

在產業變數的部分，水泥製造業、預拌混凝土製造業與水泥及混凝土製品製造業等非金屬礦製品製造業為砂石使用端，因此考慮「前一年各縣市非金屬礦製品製造業營運中工廠數」預期該縣市砂石使用端之規模對砂石吸引量有正向影響，且具延滯效果；此外，政府之公共建設亦為砂石需求之大宗，然而，本計畫未取得各縣市公共工程之相關資料，例如歷年招標金額或是工程面積，故本計畫僅以「當年都市計畫公設用地面積」考慮其對砂石吸引量之影響。

而社經變數和產生模式相同，控制變數則考慮砂石需求可能與各縣市建設發展較相關，且不同分區中各縣市之發展趨勢亦可能有所差異，故在貨運量吸引模式中係設置臺灣本島各縣市共 18 個虛擬變數控制縣市之地區特性。

表 6.3-2 貨運量吸引模式之變數彙整表

類別		變數(預期符號)	定義與說明	資料來源
應變數		各縣市年度吸引量	該區自產砂石成品於該縣市之銷售量+它區生產之砂石成品銷往該縣市之銷售量(千公噸)	經濟部礦務局 ^[149-155] (2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)
自變數	產業變數	前一年建照核發件數(+)	各年度各縣市依建築法規定，建物的新建、增建、改建及修建應請領建造執照(件)	內政部營建署 ^[163] (2022)
		前一年建照核發總樓地板面積(+)	同上(萬平方公尺)	內政部營建署 ^[163] (2022)
		砂石平均價格(-)	各年度各縣市砂石成品價格，砂及碎石之平均(元/公噸)	經濟部礦務局 ^[149-155] (2016; 2017a; 2018a; 2019; 2020; 2021; 2022a)
		前一年各縣市非金屬礦製品製造業營運中工廠數(+)	水泥製造業、預拌混凝土製造業與水泥及混凝土製品製造業等砂石使用端之工廠數。	經濟部統計處 ^[140] (2022a)
		當年都市計畫公設用地面積(+)	都市計畫地區內，就人口、土地使用、交通狀況、未來發展趨勢及確保良好生活環境而劃定之使用分區(公頃)	內政部營建署 ^[163] (2022)
	社會經濟特性變數	失業率(-)	各年度各縣市失業率(%)	內政部戶政司 ^[164] (2022a)
		人口數(+)	各年度各縣市總人口數(萬人)	內政部戶政司 ^[165] (2022b)
		平均每人所得(+)	各年度各縣市平均每人年度可支配所得(萬元)	行政院主計總處 ^[166] (2022)
		平均每人稅賦(+)	各年度各縣市平均每人年度之稅捐實徵淨額(萬元)	行政院財政部 ^[167] (2022)
		平均每人所得扣除平均每人稅賦(+)	平均每人所得扣除平均每人稅賦(萬元)	(本計畫自行定義)
	控制變數	各縣市分區	以南投縣為基準，共 18 個本島縣市之虛擬變數。	(本計畫自行定義)
		新冠疫情影響期間	民國 109、110 年=1，其餘為 0。	(本計畫自行定義)

上述於貨運量產生與吸引模式中使用變數於 104 至 110 年臺灣本島 19 個縣市，共 133 筆觀察值之敘述性統計值如表 6.3-3 所示，以下簡要就主要資料內容進行說明。首先由全臺之砂石產生與吸引量之平均值可見，國內砂石自產量尚可滿足國內需求，可達供需平衡之狀態，僅需由國外少量進口。各縣市歷年之砂石碎解洗選場及非金屬礦製品製造業工廠數變動不大；砂石碎解洗選場數量之最小值發生於基隆市、臺北市及嘉義市，其中基隆市及嘉義市於 104-110 年皆無砂石碎解洗選場，最大值則為 110 年之屏東縣，其於 104-110 年皆為砂石碎解洗選場最多之縣市；而非金屬礦製品製造業工廠數以 104-110 年之嘉義市為最小值，接著為臺北市、基隆市，而最大值為 104 年之臺中市，係歷年工廠數最多之縣市。各縣市歷年之建照核發件數與總樓地板面積隨該縣市發展趨勢變動，然而，歷年全臺各縣市之排名變動不大，因此以 109 年各縣市之建照核發總樓地板面積來看，最低之縣市依序為基隆市、臺東縣、花蓮縣，最高之縣市則依序為臺中市、桃園市、新北市。基隆市、臺北市及嘉義市則因該縣市無砂石碎解洗選場，故砂石產生量為零，砂石平均價格亦為零。

在社會經濟變數的部分，則和都市發展程度相關，如失業率、人口數、人均所得及人均稅賦最大値之縣市皆屬北部地區，最小値之縣市則位於南部及東部，顯示各分區發展程度之差異。

表 6.3-3 貨運量產生與吸引模式變數之敘述性統計

變數(單位)	平均數	標準差	最小值	最大值
產生量(千萬噸)	2999.647	3897.541	0.000	16635.000
吸引量(千萬噸)	2969.391	3352.633	0.000	15860.000
洗選場數量	20.376	22.315	0.000	97.000
非金屬礦製品製造業工廠數	32.248	19.527	3.000	73.000
前一年建照核發件數	1364.038	1189.461	41.000	6186.000
前一年建照核發總樓地板面積(萬平方公尺)	170.275	163.619	12.614	664.295
砂石平均價格(元/公噸)	265.500	150.255	0.000	248.000
失業率(%)	3.789	0.117	3.500	4.000
人口數(萬人)	122.098	110.013	21.339	403.095
人均所得(萬元)	29.816	4.773	23.219	44.098
人均稅賦(萬元)	8.509	8.329	1.489	40.078

2. 模式建立

(1) 貨運量產生迴歸模式

首先估計變數間之相關係數如表 6.3-4 所示，表中可見洗選場(砂石碎解洗選場)數量和砂石產生量之相關係數高達 0.92，初步與先驗知識相符。在表 6.3-5 中，貨運量產生之初始模式為投入全部自變數之估計結果，接著依序刪除不顯著、符號不符預期之變數。其中如人均稅賦和人均所得之正負號不符預期，且如表 6.3-4 所示兩者相關係數較高，因此將兩者相減建立新變數「平均每人所得扣除平均每人稅賦」；另考慮新冠疫情期間之效果無文獻佐證因果關係，故刪除該變數，僅保留分區為控制變數；權衡迴歸模式簡潔度與適配度後，最終模式之自變數及估計結果如表 6.3-4 所示，表中省略變數篩選過程，僅保留初始模式與最終模式。在最終模式中，自變數為洗選場數量、前一年建照核發總樓地板面積、平均每人所得扣除平均每人稅賦，三者皆對縣市產生量有顯著正向影響，與先驗知識相符；另以分區變數(分為北、中、南、東區)控制各區砂石生產特性，模式整體解釋能力佳(Adjusted $R^2=0.884$)。

表 6.3-4 貨運量產生模式之相關係數

(觀察值=133)	生產量	洗選場	前一年建照核發件數	前一年建照核發總樓地板面積	砂石平均價格	失業率	人口數	平均每人稅賦	平均每人所得
生產量	1.0000								
洗選場	0.9201	1.0000							
前一年建照核發件數	0.2005	0.1943	1.0000						
前一年建照核發總樓地板面積	0.1690	-0.0004	0.5245	1.0000					
砂石平均價格	0.3083	0.2714	0.0813	0.3203	1.0000				
失業率	0.1102	-0.0250	0.0588	0.2988	0.0620	1.0000			
人口數	0.0417	-0.0373	0.3202	0.7884	0.1833	0.2066	1.0000		
平均每人稅賦	-0.3053	-0.3460	-0.3002	0.0272	-0.0548	0.1842	0.1641	1.0000	
平均每人所得	-0.2521	-0.3297	-0.2914	0.1355	-0.0574	0.1297	0.3042	0.7241	1.0000

表 6.3-5 貨運量產生迴歸模式

產生模式	初始模式		最終模式	
解釋變數(預期符號)	係數	t 值	係數	t 值
洗選場數量(+)	173.300	30.19***	167.002	28.79***
前一年建照核發件數(+)	- 0.079	- 0.51		
前一年建照核發總樓地板面積(+)	6.615	4.61***	3.266	4.16***
砂石平均價格(-)	- 2.857	- 2.90***		
失業率(-)	1869.900	1.75*		
人口數(+)	- 6.201	- 3.69***		
人均所得(+)(a)	119.500	2.81***		
人均稅賦(+)(b)	- 82.730	- 3.33***		
平均每人所得扣除平均每人稅賦(+)(a-b)			45.990	1.91*
新冠疫情影響期間	660.400	2.18**		
中區(北區為基準組)	- 367.000	- 0.77	- 655.200	- 1.88*
南區	- 1869.000	- 3.42***	- 1463.700	- 3.93***
東區	- 1159.900	- 2.28**	- 866.500	- 1.88*
常數	- 9394.600	- 2.30**	- 1248.400	- 2.77***
Adjusted R ²	0.907		0.884	
分析單位：年、縣市，104-110 年臺灣本島 19 縣市，n=133。*p<0.1,** p<0.05, *** p<0.01				

(2) 貨運量吸引迴歸模式

貨運量吸引模式之相關係數和估計結果如表 6.3-6 及 6.3-7 所示，不同於產生模式，因砂石需求和經濟與建設發展較相關，而不同分區中各縣市之發展趨勢不盡相同，因此以各縣市做為虛擬變數控制縣市特性，由於縣市控制變數之篇幅較長，故表 6.3-7 省略各縣市虛擬變數估計結果。吸引模式之變數篩選過程與產生模式相似，首先於初始模式投入全部變數，使用人均稅賦和人均所得相減所得之自定義變數「平均每人所得扣除平均每人稅賦」，並依序刪除不顯著、符號不符預期之變數；權衡迴歸模式簡潔度與適配度後，最終模式之自變數及估計結果如下表所示，表中省略變數篩選過程。最終模式以產業變數為主要之解釋變數，包含前一年非金屬礦製品製造業工廠數、當年都

市計畫公設用地面積以及前一年建照核發總樓地板面積，三者皆對縣市吸引量有顯著正向影響，與先驗知識相符；另以各縣市變數(以南投縣為基準，共18個縣市變數)控制各區砂石需求特性，模式整體解釋能力佳(Adjusted R²= 0.886)。

表 6.3-6 貨運量吸引模式之相關係數

(觀察值=133)	吸引量	前一年建照核發件數	前一年建照核發總樓地板面積	當年都市計畫公設用地面積	前一年各縣市工廠數	砂石平均價格	失業率	人口數	平均每人稅賦	平均每人所得
吸引量	1.0000									
前一年建照核發件數	0.2460	1.0000								
前一年建照核發總樓地板面積	0.3045	0.5245	1.0000							
當年都市計畫公設用地面積	0.2074	0.4971	0.7023	1.0000						
前一年各縣市非金屬礦製品製造業營運中工廠數	0.4289	0.7052	0.6789	0.6627	1.0000					
砂石平均價格	0.3556	0.0666	0.3055	0.0546	0.4418	1.0000				
失業率	0.1658	0.0588	0.2988	0.1637	0.0898	0.0691	1.0000			
人口數	0.1825	0.3202	0.7884	0.8890	0.5795	0.1889	0.2066	1.0000		
平均每人稅賦	-0.2530	-0.3002	0.0272	0.0268	-0.4221	-0.0528	0.1842	0.1641	1.0000	
平均每人所得	-0.1942	-0.2914	0.1355	0.1714	-0.3378	-0.0867	0.1297	0.3042	0.7241	1.0000

表 6.3-7 貨運量吸引迴歸模式

吸引模式	初始模式		最終模式	
解釋變數(預期符號)	係數	t 值	係數	t 值
前一年非金屬礦製品製造業工廠數(+)	86.180	1.64*	90.680	1.73*
當年都市計畫公設用地面積(+)	0.902	1.43	0.956	1.75*
前一年建照核發件數(+)	0.190	0.68		
前一年建照核發總樓地板面積(+)	1.956	1.06	3.513	2.05**
砂石平均價格(-)	1.657	1.01		
失業率(-)	484.000	0.39		
人口數(+)	3.649	0.16		
平均每人所得扣除平均每人稅賦(+)(a-b)	12.900	0.30		
新冠疫情影響期間	528.100	1.63		
縣市(南投縣為基準組)	(此表省略 18 個縣市虛擬變數之估計結果)			
常數	-3160.100	-0.65	-323.916	-0.16
Adjusted R ²	0.888		0.886	
分析單位：年、縣市，104-110 年臺灣本島 19 縣市，n=133。*p<0.1,** p<0.05,*** p<0.01				

(3) 貨運量產生與吸引模式估計結果

表 6.3-8 彙整貨運量產生與吸引迴歸模式之估計結果，由模式估計結果可見，對於貨運量產生，各縣市之該年砂石碎解洗選場數量、前一年建照核發總樓地板面積以及該年平均每人所得扣除平均每人稅賦對各縣市之砂石產生量有正向影響；砂石碎解洗選場表示該縣市的砂石生產端，而砂石產生量會隨著砂石生產端數量增加；而縣市前一年建照核發總樓地板面積表示該縣市前一年砂石需求會正向影響本年度之砂石產生量，且具有延滯效果，推測砂石生產端會視前期需求量調整當期供給；縣市該年平均每人所得扣除平均每人稅賦，表示縣市之社經發展程度對於砂石產生量同具正向影響。

表 6.3-8 貨運量產生與吸引模式估計結果

模式	迴歸模式估計結果
貨運量產生	- $PDT = 167.2PRO + 3.266AREA + 45.99INC + DUMMY_i - 1248.4$ - Adjusted $R^2 = 0.884$ - PDT：縣市產生量(千公噸) - PRO：砂石碎解洗選場數量，t 值=28.79。 - AREA：前一年建照核發總樓地板面積(萬平方公尺)，t 值=4.16。 - INC：人均所得 - 人均稅賦(萬元)，t 值=1.91。 - $DUMMY_i$：分區虛擬變數之估計係數，i=中區(-367.0，t 值= -1.88)、南區(-1869.0，t 值= -3.93)、東區(-1159.9，t 值= -1.88)。
貨運量吸引	- $ATT = 90.68FAC + 0.956PUB + 3.513AREA + DUMMY_j - 323.916$ - Adjusted $R^2 = 0.886$ - ATT：縣市吸引量(千公噸) - FAC：前一年非金屬礦製品製造業工廠數，t 值=1.73。 - PUB：當年都市計畫公設用地面積(公頃)，t 值=1.75。 - AREA：前一年建照核發總樓地板面積(萬平方公尺)，t 值=2.05。 - $DUMMY_j$：縣市虛擬變數之估計係數 $j =$ 宜蘭縣(-213.772，t 值= -0.22)、基隆市(-1992.148，t 值= -1.73)、 臺北市(-6736.912，t 值= -2.43)、新北市(-13531.600，t 值= -2.61)、 桃園市(-7082.564，t 值= -2.61)、新竹市(-1499.318，t 值= -1.18)、 新竹縣(-142.184，t 值= -0.14)、苗栗縣(-3028.564，t 值= -2.40)、 臺中市(-9271.596，t 值= -1.52)、彰化縣(-6721.392，t 值= -4.76)、 雲林縣(-2259.696，t 值= -2.49)、嘉義縣(-4413.463，t 值= -6.39)、 嘉義市(-1552.131，t 值= -1.12)、臺南市(-14521.570，t 值= -3.20)、 高雄市(-18207.360，t 值= -2.47)、屏東縣(5704.630，t 值= 5.66)、 花蓮縣(-1669.305，t 值= -2.09)、臺東縣(-3335.864，t 值= -5.09)。

至於貨運量吸引，各縣市之前一年非金屬礦製品製造業工廠數、當年都市計畫公設用地面積以及前一年建照核發總樓地板面積對各縣市之砂石吸引量有正向影響；非金屬礦製品製造業工廠表示該縣市的砂石使用端，而砂石吸引量會隨著砂石使

用端數量增加；縣市當年都市計畫公設用地面積，表示縣市之公共建設發展程度對於砂石吸引量具正向影響；而縣市前一年建照核發總樓地板面積會正向影響本年度之砂石吸引量，由於某年年底申請建造執照通過，可能於隔年才開始動工，因此具有延滯效果。

3.自變數預測

接著，為了預測未來年之貨運產生與吸引量，須以最終模式中自變數之未來年數據做為模式輸入，在貨運量產生最終模式中之自變數含砂石碎解洗選場數量、建照核發總樓地板面積以及平均每人所得扣除平均每人稅賦；而吸引模式則含非金屬礦製品製造業工廠數、都市計畫公設用地面積以及建照核發總樓地板面積數。然目前以上變數皆無官方提供之 111-120 年未來年預測資料，故本計畫透過 104-110 年之歷史資料，簡化以成長率法推估未來年預測值。

各變數之預測方法彙整於表 6.3-9，依據變數性質可將其類別分為兩類，對於產業變數如砂石碎解洗選場、非金屬礦製品製造業工廠數、建照核發總樓地板面積及都市計畫公設用地面積，本計畫係以歷史資料推估成長率以預測未來年數據；而社會經濟特性變數如人均所得及人均稅賦，因涉及國家未來經濟發展，故為參考本所^[31] (2019)之「第 5 期整體運輸規劃研究」，以國家統計資料之預測值為基礎，如：GDP 成長率，以相對比例法推估未來年數據。

本計畫以兩階段方式進行預測，分別為總量預測與縣市預測/分派。在產業變數的部分，本計畫對於歷年各縣市占比變動較小之變數(包括：砂石碎解洗選場數量、非金屬礦製品製造業工廠數、都市計畫公設用地面積)，假設未來年各縣市占比不變，並以全臺總量之年均成長率預測未來年預測總量，而後將歷年各縣市平均占比乘上未來年預測總量，即得各縣市之未來年預測值。對於歷年各縣市占比變動較大之變數(包括：建照核發總樓地板面積)，則先以全臺總量之年均成長率預測未來年預測總量，再以各縣市年均成長率推估縣市未來年預測值，最後加總各年之縣市預測值，等比例調整至該年全臺預測總量。

社經變數部分，首先對總量進行預測，將歷年國內生產毛額換算為 110 年幣值，並計算歷年 GDP 之年均成長率，本計畫假設未來年 GDP 成長率幅度遞減，但遞減幅度小，以推估未來年 GDP 成長率，進而求得未來年 GDP。接著，由歷年資料可見，全臺人均所得與實質 GDP 比值遞減，因此假設未來此值固定為 110 年比值，以 110

年 GDP/全臺人均所得之平均比值推估未來年全臺人均所得；而歷年全臺人均稅賦/全臺人均所得比值遞增，假設未來此值固定為 110 年比值，以 110 年全臺人均稅賦/全臺人均所得平均比值推估未來年全臺人均稅賦。最後，將兩者相減(未來年全臺人均所得 - 未來年全臺人均稅賦)即得未來年全臺平均每人所得扣除平均每人稅賦，將未來年預測總量乘上歷年各縣市/全臺平均比值，推估縣市未來年預測值。

表 6.3-9 自變數預測方法

預測項目		產生模式	吸引模式	臺灣本島總量預測方法	縣市預測方法/分派方式
產業變數	砂石碎解洗選場數量	O		以歷年砂石碎解洗選場總數年均成長率推估，假設未來年砂石碎解洗選場成長率穩定遞減。	將未來年砂石碎解洗選場預測總數乘上各縣市歷年平均占比，推估縣市未來年砂石碎解洗選場預測值。
	非金屬礦製品製造業工廠數		O	以歷年工廠總數年均成長率推估全臺未來年工廠總數，假設未來年工廠成長率穩定遞減。	將未來年工廠預測總數乘上各縣市歷年平均占比，推估縣市未來年工廠預測值。
	建照核發總樓地板面積	O	O	以全臺 107-109 年均成長率推估全臺未來年預測總量，假設未來年全臺總量成長率不變。	以各縣市 107-109 年均成長率推估縣市未來年預測值，加總各年之縣市預測值，等比例調整至該年全臺預測總量。
	都市計畫公設用地面積		O	以全臺 108-110 年均成長率推估全臺未來年預測總量，假設未來年全臺總量成長率不變。	將未來年預測總面積乘上各縣市歷年平均占比，推估縣市未來年預測值。
社經變數	人均所得(a)	O		以歷年國內生產毛額趨勢推估未來年 GDP 總量。再以相對比例法(GDP/人均所得)推估未來年全臺人均所得。	將未來年預測總量乘上各縣市歷年平均比值，推估縣市未來年預測值。
	人均稅賦(b)	O		以相對比例法(人均稅賦/人均所得)推估未來年全臺人均稅賦。	將未來年預測總量乘上各縣市歷年平均比值，推估縣市未來年預測值。

4.應變數預測

最後，本計畫分別在樂觀及悲觀兩種成長情境下預測未來年之砂石產生量及吸引量。在樂觀之成長情境下，使用表 6.3-9 中之方法預測自變數並做為模式輸入數據；各縣市砂石產生量之未來年預測結果如表 6.3-10 所示，在樂觀情境下，全臺砂石總產生量於 111-120 之年均成長率為 3.31%，而 2030 年(民國 119 年)全臺砂石產生量中，臺中市及屏東縣約占 36.3%；各縣市砂石吸引量之未來年預測結果則如表 6.3-11 所示，全臺砂石總吸引量於 111-120 之年均成長率為 3.46%，2030 年全臺砂石吸引量中，同樣以臺中市及屏東縣占比最大，約 37%。

表 6.3-10 砂石貨運量產生未來年預測值-樂觀情境

縣市	105 年	110 年	115 年	119 年	119 年該縣市 /全臺比例	111-120 年均 成長率
宜蘭縣	4071.00	5377.00	2508.00	2515.87	3.35%	0.32%
基隆市	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
臺北市	0.00	319.00	599.67	985.48	1.31%	18.24%
新北市	309.00	1941.00	3423.37	4625.83	6.15%	8.23%
桃園市	3417.00	5879.00	4657.42	5184.07	6.90%	3.02%
新竹市	298.00	277.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
新竹縣	782.00	1919.00	3531.57	6282.08	8.36%	14.15%
苗栗縣	3785.00	4055.00	5116.78	5724.75	7.62%	2.64%
臺中市	9695.00	11176.00	10811.98	13357.11	17.77%	5.13%
南投縣	6025.00	7549.00	4498.44	4614.29	6.14%	0.80%
彰化縣	418.00	756.00	1007.06	1303.70	1.73%	7.80%
雲林縣	1207.00	2475.00	3129.63	3080.97	4.10%	-0.14%
嘉義市	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
嘉義縣	58.00	1.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
臺南市	22.00	0.00	1025.69	1632.21	2.17%	16.55%
高雄市	2418.00	2810.00	4504.81	4689.32	6.24%	1.26%
屏東縣	13723.00	16635.00	13937.12	13977.23	18.59%	0.21%
花蓮縣	4674.00	3977.00	5209.92	5415.76	7.20%	1.02%
臺東縣	1635.00	1112.00	1735.41	1780.84	2.37%	0.96%
全臺	52537.00	66258.00	65696.87	75169.51	100.00%	3.31%

表 6.3-11 砂石貨運量吸引未來年預測值-樂觀情境

縣市	105 年	110 年	115 年	119 年	119 年該縣市 /全臺比例	111-120 年均 成長率
宜蘭縣	4071.00	5376.00	4072.30	3993.31	5.22%	-0.45%
基隆市	195.00	0.00	335.05	587.51	0.77%	13.28%
臺北市	498.00	1691.00	1798.42	2240.65	2.93%	6.05%
新北市	2424.00	4271.00	4360.14	5588.99	7.31%	6.57%
桃園市	3467.00	6248.00	5654.49	6101.02	7.98%	2.11%
新竹市	298.00	279.00	329.46	309.18	0.40%	-1.23%
新竹縣	2269.00	3194.00	4442.77	7358.90	9.62%	11.81%
苗栗縣	2216.00	2399.00	2738.07	3348.78	4.38%	4.54%
臺中市	9736.00	10449.00	12918.18	15683.27	20.51%	4.61%
南投縣	5448.00	5882.00	4646.12	4746.25	6.21%	0.54%
彰化縣	453.00	794.00	879.64	1085.71	1.42%	6.12%
雲林縣	2755.00	3053.00	2720.31	2633.52	3.44%	-0.69%
嘉義市	0.00	36.00	368.16	824.45	1.08%	24.80%
嘉義縣	1738.00	1339.00	914.76	903.42	1.18%	-0.01%
臺南市	4194.00	2.00	1394.31	2004.33	2.62%	11.45%
高雄市	4547.00	2695.00	2805.72	3058.68	4.00%	2.46%
屏東縣	4206.00	15860.00	12429.71	12608.95	16.49%	0.35%
花蓮縣	2379.00	1037.00	1745.65	1951.89	2.55%	2.50%
臺東縣	1625.00	1121.00	1470.53	1453.38	1.90%	-0.23%
全臺	52519.00	65726.00	66023.79	76482.18	100.00%	3.46%

由圖 6.3.3 可見在樂觀情境下，各縣市之未來年產生與吸引量的相對關係，其中縣市產生量和吸引量變動趨勢相似，北部地區如宜蘭縣、基隆市、雙北地區、桃園市與新竹縣市，砂石需求量皆大於自產量，苗栗縣、高雄市、屏東縣、花蓮縣則自產量大於需求量。

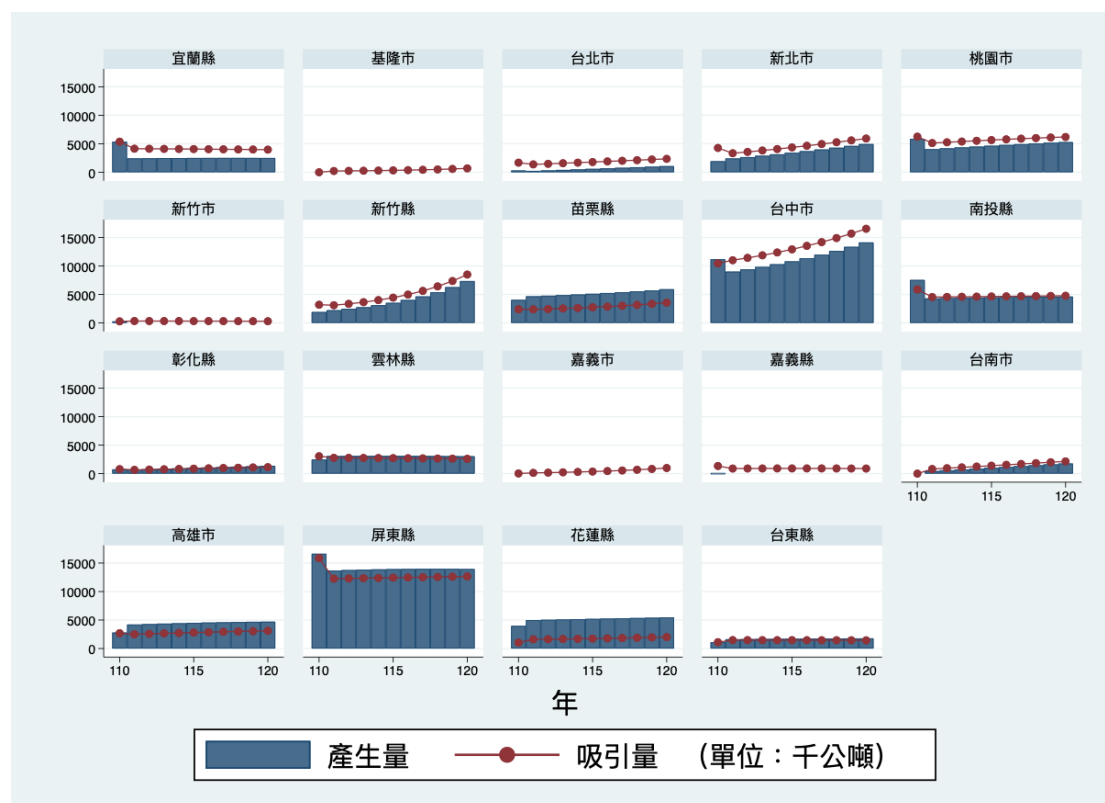


圖 6.3.3 各縣市未來年砂石產生與吸引量(樂觀成長情境)

在悲觀之成長情境下，本計畫同樣使用表 6.3-9 中之方法預測自變數，不同的是此情境以 104-110 年中，年成長率前三低之平均，做為未來年全臺總量之成長率；各縣市砂石產生量之未來年預測結果如表 6.3-12 所示，在此情境下，全臺砂石總產生量於 111-120 之年均成長率為-6.83%，而 2030 年(民國 119 年)全臺砂石產生量中，由臺中市及屏東縣占約 40.3%；各縣市砂石吸引量之未來年預測結果則如表 6.3-13 所示，全臺砂石總吸引量於 111-120 之年均成長率為-2.93%，2030 年全臺砂石吸引量中，同樣以臺中市及屏東縣占比最大，約 46.4%。

表 6.3-12 砂石貨運量產生未來年預測值-悲觀情境

縣市	105 年	110 年	115 年	119 年	119 年比例	111-120 年均 成長率
宜蘭縣	4071.00	5377.00	1916.30	1106.36	3.27%	-10.26%
基隆市	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
臺北市	0.00	319.00	146.13	58.26	0.17%	-15.86%
新北市	309.00	1941.00	2252.76	1996.64	5.90%	-1.92%
桃園市	3417.00	5879.00	3305.97	2422.69	7.16%	-6.12%
新竹市	298.00	277.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
新竹縣	782.00	1919.00	2466.71	2761.07	8.16%	3.11%
苗栗縣	3785.00	4055.00	3959.42	2735.52	8.08%	-6.95%
臺中市	9695.00	11176.00	8008.47	6315.88	18.66%	-4.42%
南投縣	6025.00	7549.00	3544.87	2288.78	6.76%	-8.23%
彰化縣	418.00	756.00	507.39	234.88	0.69%	-5.48%
雲林縣	1207.00	2475.00	2361.69	1315.27	3.89%	-11.03%
嘉義市	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
嘉義縣	58.00	1.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
臺南市	22.00	0.00	216.10	0.00	0.00%	-33.25%
高雄市	2418.00	2810.00	3269.84	1896.60	5.60%	-10.22%
屏東縣	13723.00	16635.00	11241.49	7334.74	21.67%	-8.12%
花蓮縣	4674.00	3977.00	4135.69	2698.78	7.97%	-8.02%
臺東縣	1635.00	1112.00	1294.00	688.00	2.03%	-11.47%
全臺	52537.00	66258.00	48626.84	33853.46	100.00%	-6.83%

表 6.3-13 砂石貨運量吸引未來年預測值-悲觀情境

縣市	105 年	110 年	115 年	119 年	119 年比例	111-120 年均 成長率
宜蘭縣	4071.00	5376.00	3839.15	3375.87	7.45%	-2.58%
基隆市	195.00	0.00	176.78	146.75	0.32%	-3.89%
臺北市	498.00	1691.00	1010.64	704.68	1.55%	-7.37%
新北市	2424.00	4271.00	2652.50	1882.64	4.15%	-6.55%
桃園市	3467.00	6248.00	4232.51	3215.31	7.09%	-5.48%
新竹市	298.00	279.00	180.66	37.75	0.08%	-29.83%
新竹縣	2269.00	3194.00	3510.55	4104.02	9.06%	3.91%
苗栗縣	2216.00	2399.00	2237.15	1908.26	4.21%	-2.78%
臺中市	9736.00	10449.00	10533.12	9746.66	21.51%	-1.32%
南投縣	5448.00	5882.00	4322.86	3936.19	8.68%	-1.81%
彰化縣	453.00	794.00	244.08	0.00	0.00%	-24.83%
雲林縣	2755.00	3053.00	2386.59	1892.43	4.18%	-4.72%
嘉義市	0.00	36.00	146.68	198.29	0.44%	8.04%
嘉義縣	1738.00	1339.00	577.21	188.21	0.42%	-20.81%
臺南市	4194.00	2.00	80.66	0.00	0.00%	-27.12%
高雄市	4547.00	2695.00	1534.58	495.10	1.09%	-21.15%
屏東縣	4206.00	15860.00	11952.37	11278.73	24.89%	-1.08%
花蓮縣	2379.00	1037.00	1438.11	1143.66	2.52%	-4.33%
臺東縣	1625.00	1121.00	1317.92	1068.16	2.36%	-4.11%
全臺	52519.00	65726.00	50851.69	45322.73	100.00%	-2.93%

由圖 6.3.4 可見在悲觀情境下，各縣市之未來年產生與吸引量的相對關係，其中縣市產生量大多呈現逐年下降的趨勢，而吸引量的下降趨勢則相對較緩；大部分縣市之砂石需求量皆大於自產量，須倚賴進口砂石，且臺中市、南投縣、屏東市等地區之自產量於 115 年後和需求間之差距漸增，區內自銷的比例逐年減少，除苗栗縣、高雄市仍能自給自足。

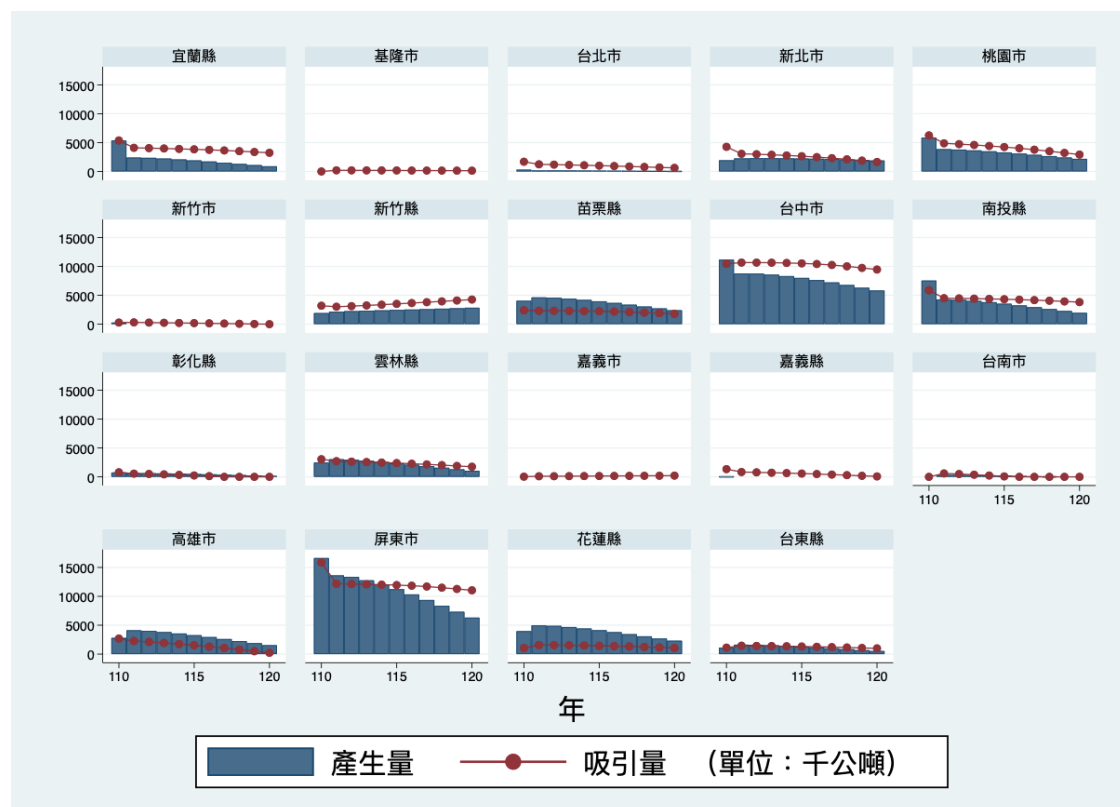


圖 6.3.4 各縣市未來年砂石產生與吸引量(悲觀成長情境)

6.3.3 貨運量分布分析

在貨運量分布分析階段，考量砂石產銷具有地域特性，若以全臺為範圍進行分析，除貨運量分布趨勢可能較難掌握外，亦可能使分析結果呈現過於分散，故本計畫將簡化以臺北市、新北市、桃園市、基隆市(北北基桃)等四縣市為貨運量分布分析範圍，並以 2030 年為目標年推估各 TAZ 間之砂石產品起迄貨運量分布矩陣。本小節將依序說明本階段各步驟之操作過程與結果。

1. 產生量與吸引量分解

首先，有鑒於本計畫係以鄉鎮市區為 TAZ 單位，故在進行貨運量分布階段前，須先透過分解變數將前述預測之各縣市未來年砂石產生與吸引量分解至鄉鎮市區，以利後續模式建立與操作。

(1) 產生量分解

對於砂石產生量分解，考量砂石碎解洗選場為砂石原料加工製成砂石成品之生產端，本計畫將以砂石碎解洗選場數量做為產生量之分解變數。然因砂石碎解洗選場目前並無官方預測之未來年數據資料，故本階段將使用貨運量產生與吸引分析階段所預測的縣市未來年之砂石碎解洗選場數量，與現有各鄉鎮市區砂石碎解洗選場數量占該縣市砂石碎解洗選場總量之比例相乘，藉此推估各鄉鎮市區未來年之砂石碎解洗選場數量，其現有數據資料可由經濟部礦務局^[168](2022b) 提供之「第一類砂石碎解洗選場現地認定基準審認合格之場家名冊」取得。其中，臺北市目前並無設置砂石碎解洗選場，然在目標年之預測結果中，臺北市預計會新增一處砂石碎解洗選場，故本計畫參考臺北市之行政區位特性，以緊鄰河道又有連結國道之中山區為假設行政區。表 6.3-14 為北北基桃各縣市砂石碎解洗選場之行政區位置及其數量。再則，本計畫將前一階段預測之縣市未來年砂石產生量，按各鄉鎮市區砂石碎解洗選場之數量比例進行分配，進而得到各鄉鎮市區之未來年砂石產生量。

表 6.3-14 砂石碎解洗選場之行政區位置及其數量

縣市	TAZ	2022 年	2030 年 (樂觀)	2030 年 (悲觀)
基隆市	無	0	0	0
臺北市	中山區	0	1	1
新北市	汐止區	1	1	1
	鶯歌區	1	1	1
	樹林區	2	2	1
	三峽區	1	1	1
桃園市	八德區	1	1	1
	蘆竹區	2	2	1
	大溪區	3	3	2
	大園區	3	4	2
	新屋區	4	4	3

(2) 吸引力分解

經砂石碎解洗選場進行碎解、加工等作業後，砂石會送至水泥製品加工廠、瀝青拌合廠、預拌混凝土廠等進行加工處理，故在砂石吸引力分解方面，本計畫係以水泥製造業、預拌混凝土製造業、水泥及混凝土製品製造業等砂石加工端的工廠總數做為吸引力之分解變數。然因上述工廠目前皆無官方預測之未來年數據資料，故本階段將使用貨運量產生與吸引分析階段所預測的縣市未來年之水泥製造業、預拌混凝土製造業、水泥及混凝土製品製造業等工廠總數，與各鄉鎮市區現有相關工廠數量占該縣市總數之比例相乘，藉此推估各鄉鎮市區未來年之工廠數量，其現有資料可由經濟部統計處^[141](2022b) 公開之工廠名錄統計調查取得，表 6.3-15 為北北基桃各縣市水泥製造業、預拌混凝土製造業、水泥及混凝土製品製造業等營運中工廠之行政區位置及其數量。再則，本計畫將前一階段預測之縣市未來年砂石吸引力，按各鄉鎮市區相關工廠之數量比例進行分配，進而得到各鄉鎮市區之未來年砂石吸引力。

表 6.3-15 水泥製造業、預拌混凝土製造業、水泥及混凝土製品製造業等工廠之行政區位置及其數量

縣市	TAZ	2022 年	2030 年 (樂觀)	2030 年 (悲觀)	縣市	TAZ	2022 年	2030 年 (樂觀)	2030 年 (悲觀)
臺北市	信義區	1	1	1	新北市	金山區	1	1	1
	士林區	1	1	1		貢寮區	1	1	1
	內湖區	2	2	1	基隆市	七堵區	4	3	3
	南港區	1	1	1		暖暖區	1	1	1
新北市	板橋區	1	1	1		安樂區	2	2	1
	中和區	1	1	1	桃園市	桃園區	1	1	1
	新莊區	1	1	1		中壢區	3	3	3
	土城區	4	3	2		平鎮區	3	3	2
	汐止區	9	9	7		八德區	2	2	2
	鶯歌區	2	2	2		楊梅區	8	8	7
	淡水區	2	2	2		蘆竹區	10	10	8
	三重區	1	1	1		龜山區	4	4	3
	新店區	5	5	4		大溪區	3	3	2
	樹林區	5	4	3		龍潭區	2	2	2
	三峽區	8	7	6		大園區	2	2	2
	泰山區	1	1	1		觀音區	10	10	9
	八里區	4	3	3		新屋區	2	3	2
	三芝區	2	2	1		-	-	-	-

2. 彙整進出口模式推估之各港口/機場貨運量

為能估計進出口貨運與鄉鎮市區間之流量，本計畫將各鄉鎮市區推估之未來年砂石貨運量，與進出口貨運分析結果進行整合，而本計畫係參考過往研究常見作法，設定各港口/機場為一獨立交通分析分區(TAZ)，藉此將進出口貨運分析模組推估之各港口/機場貨運量結果與城際貨運模組中分析。

在案例分析中，砂石產業除國內自產自銷外，亦會由國外進口天然砂、碎石及碎石砂等砂石製品。根據歷年經濟部礦務局提供之「砂土石產銷調查報告」得知，砂石主要係由海運運送為主，其中北部地區的進口砂石全由臺北港、基隆港供應。考量本計畫係定義以北北基桃為案例分析範圍，又砂石產銷具有明顯之地域範圍特性，故案例分析中之港口將僅考慮臺北港與基隆港之砂石貨運進出口量，並分別將兩港口視為獨立 TAZ，藉此探討海運港口與其他 TAZ 之貨運量分布關係。其中，各港口之產生量為進出口貨運分析模組中預測之未來年砂石進口量，吸引量即為進出口貨運分析模組中預測之未來年砂石出口量，惟經濟部礦務局歷年之「砂土石產銷調查報告」

數據資料顯示，目前國內並無出口砂石，與進出口貨運之砂石出口量預測結果相符，故各港口之砂石出口量(吸引量)皆為0。

3. 產生量與吸引量平衡

彙整前述城際貨運推估之貨運產生與吸引量分解結果，以及進出口貨運分析模組推估各港口之砂石貨運量，本計畫尚須透過將其總產生量與總吸引量平衡的分析步驟以使貨運產生與吸引量相等，以利後續重力模式進行分析。在本案例中係先計算未來年總產生量和總吸引量之比例，而後固定各鄉鎮市區之未來年砂石產生量，將其調整比例與各鄉鎮市區之未來年砂石吸引量相乘，藉此得到調整後之未來年砂石吸引量。表 6.3-16、表 6.3-17 分別為貨運量產生及吸引模式在樂觀及悲觀兩種成長情境下預測之未來年砂石產生與吸引預測量。

表 6.3-16 未來年(2030 年)砂石產生與吸引預測量-樂觀情境

縣市 / 港口	TAZ	產生量	吸引量	調整後吸引量	縣市 / 港口	TAZ	產生量	吸引量	調整後吸引量
臺北市	中山區	985	0	0	基隆市	七堵區	0	294	358
	信義區	0	448	546		暖暖區	0	98	119
	士林區	0	448	546		安樂區	0	196	239
	內湖區	0	896	1,093		桃園區	0	120	146
	南港區	0	448	546		中壢區	0	359	438
新北市	板橋區	0	127	155	桃園市	平鎮區	0	359	438
	中和區	0	127	155		八德區	370	239	292
	新莊區	0	127	155		楊梅區	0	957	1,167
	土城區	0	381	465		蘆竹區	741	1,195	1,457
	汐止區	925	1,143	1,394		龜山區	0	478	583
	鶯歌區	925	254	310		大溪區	1,111	359	438
	淡水區	0	254	310		龍潭區	0	239	292
	三重區	0	127	155		大園區	1,481	239	292
	新店區	0	635	774		觀音區	0	1,195	1,457
	樹林區	1850	508	619		新屋區	1,481	359	438
	三峽區	925	889	1,084	港口	臺北港	5,752	0	0
	泰山區	0	127	155		基隆港	1,150	0	0
	八里區	0	381	465	合計				
	三芝區	0	254	310					
	金山區	0	127	155					
	貢寮區	0	127	155					
							17,697	14,518	17,697

註：本階段之砂石貨運量以整數表示。單位：千公噸。

表 6.3-17 未來年(2030 年)砂石產生與吸引預測量-悲觀情境

縣市 / 港口	TAZ	產生量	吸引量	調整後吸引量	縣市 / 港口	TAZ	產生量	吸引量	調整後吸引量	
臺北市	中山區	58	0	0	基隆市	七堵區	0	88	169	
	信義區	0	176	337		暖暖區	0	29	56	
	士林區	0	176	337		安樂區	0	29	56	
	內湖區	0	176	337	桃園市	桃園區	0	75	143	
	南港區	0	176	337		中壢區	0	224	429	
新北市	板橋區	0	51	97		平鎮區	0	150	286	
	中和區	0	51	97		八德區	269	150	286	
	新莊區	0	51	97		楊梅區	0	523	1,001	
	土城區	0	102	195		蘆竹區	269	598	1,144	
	汐止區	499	356	681		龜山區	0	224	430	
	鶯歌區	499	102	195		大溪區	538	150	286	
	淡水區	0	102	195		龍潭區	0	150	286	
	三重區	0	51	97		大園區	538	150	286	
	新店區	0	204	389		觀音區	0	673	1,287	
	樹林區	499	153	292		新屋區	808	150	286	
	三峽區	499	305	584	港口	臺北港	5,752	-	-	
	泰山區	0	51	97		基隆港	1,150	-	-	
	八里區	0	153	292	合計			11,380	5,950	11,380
	三芝區	0	51	97						
	金山區	0	51	97						
	貢寮區	0	51	97						

註：本階段之砂石貨運量以整數表示。單位：千公噸。

4. 重力模式計算

完成上述各步驟後，本計畫將採用重力模式計算各 TAZ 間之起迄貨運量分布矩陣。重力模式之數學型式如式(6.3-1)所示：

$$T_{ij} = P_i \frac{A_j F(d_{ij})}{\sum_{j=1}^n A_j F(d_{ij})} K_{ij} \quad (6.3-1)$$

式中：

T_{ij} ：由 i 區產生而被 j 區吸引之砂石量

P_i ： i 區總砂石產生量

A_j ： j 區總砂石生產量

d_{ij} ：為 i 區至 j 區之旅行距離

$F(d_{ij})$ ： i 區至 j 區所對應之阻抗函數

K_{ij} ： i 區至 j 區所對應之社會經濟變數，預設為 1

阻抗函數 $F(d_{ij})$ 於實務上有不同的處理方式，一般可採用 Exponential 函數、Inverse Power 函數、Gamma 函數等進行分布校估。本計畫以較為常見且校估容易之 Exponential 函數推估阻抗函數(de Dios Ortuzar and Willumsen, 2011)，其結果如式(6.3-2)所示。式(6.3-2)中，阻抗變數 d_{ij} 以 i 區至 j 區之最短路徑距離表示。然而在建立距離矩陣前，需先定義各 TAZ 之中心點(centroid)以利後續模式操作，故本計畫對照本所^[31](2019) 在客運需求分析模組中對中心點之定義方式，由內政部國土測繪中心提供之產業、住宅區圖資或門牌資料等來定義，並在運輸需求軟體 CUBE 上操作，而後以運具指派各 TAZ 中心點間之最短距離 (依模式中之簡化路網) 做為距離矩陣。圖 6.3.5 為本案例採用 Exponential 函數所校估之阻抗係數散佈圖，可發現當距離 d_{ij} 越大，阻抗函數 $F(d_{ij})$ 的係數值就越小，亦即兩 TAZ 間之距離越遠，則在重力模式中分配之貨運量變越少，與重力模式之基本假設和實務中之先驗知識相符。

$$F(d_{ij}) = \text{Exp}(-0.01d_{ij}) \quad (6.3-2)$$

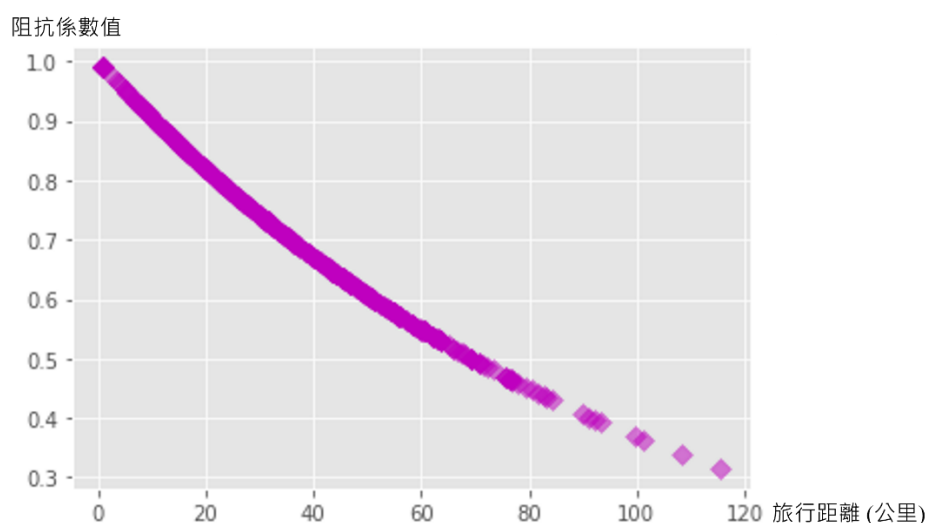


圖 6.3.5 Exponential 函數之阻抗係數散佈圖

在建立完距離矩陣及完成阻抗函數校估後，即可將前述輸入資料代入重力模式推估各 TAZ 間之起迄貨運量分布矩陣。表 6.3-18、表 6.3-19 分別為在樂觀及悲觀兩種成長情境下之未來年砂石貨運量分布矩陣。在兩表格中，欄標題皆僅呈現臺北港、基隆港，以及基隆市、臺北市、新北市和桃園市中有未來年砂石產生量之鄉鎮市區(TAZ)；而列標題則是呈現各縣市中未來年砂石吸引量之鄉鎮市區(TAZ)。舉例而言，在樂觀情境下，本計畫預測 2030 年(民國 119 年)

基隆港之砂石進口量(產生量)共計 1,150 千公噸，並推估將有 36 千公噸之砂石銷往七堵區，12 千公噸之砂石銷往暖暖區，而其餘砂石將銷往其它有吸引量的 TAZ。圖 6.3.6 為基隆港未來年砂石分布之線量圖，由圖中可證，當兩 TAZ 間之距離越遠，透過重力模式所分配之砂石貨運量有相對減少之趨勢，顯示模式分析結果與先驗知識相符。

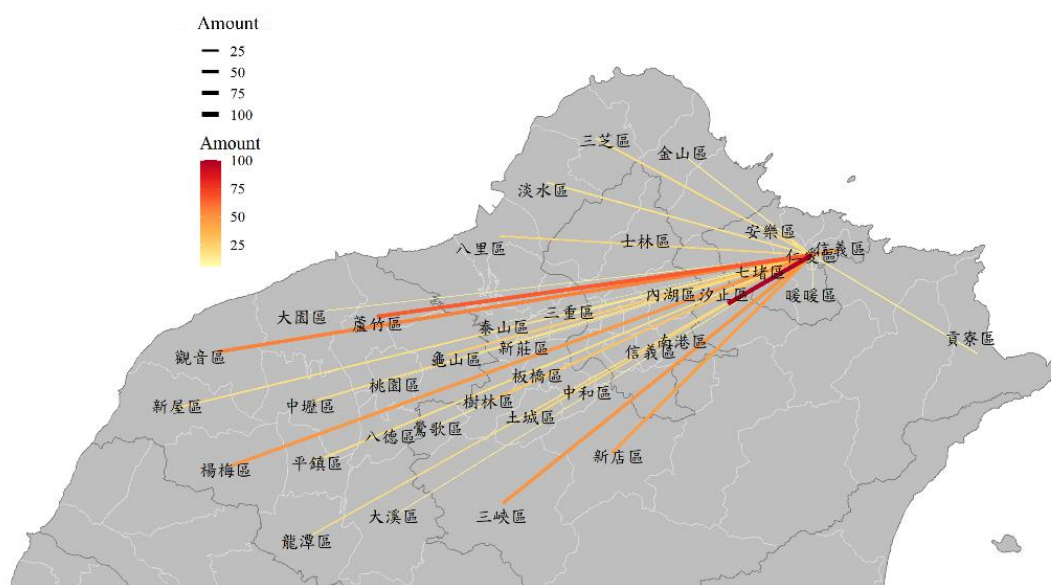


圖 6.3.6 基隆港未來年砂石分布之線量圖

表 6.3-18 砂石貨運量分布未來年預測值-樂觀情境

TAZ	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區	士林區	內湖區	南港區	板橋區	中和區	新莊區	土城區	汐止區	鶯歌區	淡水區	三重區	新店區	樹林區	三峽區
臺北港	116	39	78	176	200	380	186	52	52	55	148	464	88	126	55	250	207	312
基隆港	36	12	25	58	38	87	45	10	10	10	28	120	17	20	10	56	37	60
中山區	31	10	21	50	33	75	38	8	9	8	24	102	15	17	9	48	31	52
汐止區	27	9	16	37	31	71	38	8	9	8	23	106	14	16	8	47	29	51
鶯歌區	16	5	10	24	26	50	25	8	8	8	27	65	21	14	8	42	36	70
樹林區	35	12	23	53	59	115	58	19	18	18	57	140	38	31	18	89	78	129
三峽區	16	5	11	24	26	51	25	9	9	8	28	66	20	14	8	42	35	73
八德區	6	2	4	9	10	19	9	3	3	3	10	24	8	5	3	16	14	26
蘆竹區	13	4	9	19	21	42	21	6	6	6	18	51	14	11	6	28	25	47
大溪區	17	6	12	26	27	52	28	9	9	9	30	72	22	15	8	47	36	78
大園區	24	8	16	37	40	79	39	12	11	12	36	97	28	21	12	56	48	94
新屋區	22	7	15	33	37	72	35	11	11	11	35	88	26	19	11	54	42	91
吸引量合計	358	119	239	546	546	1,093	546	155	155	155	465	1,394	310	310	155	774	619	1,084
TAZ(續)	泰山區	八里區	三芝區	金山區	貢寮區	桃園區	中壢區	平鎮區	八德區	楊梅區	蘆竹區	龜山區	龍潭區	大溪區	大園區	觀音區	新屋區	產生量合計
臺北港	56	195	123	53	50	45	131	130	87	346	466	186	121	86	96	468	131	5,752
基隆港	9	27	23	15	16	8	23	22	15	60	80	32	23	15	15	68	22	1,150
中山區	8	23	20	13	13	7	19	19	13	51	69	27	20	13	13	58	18	985
汐止區	8	22	16	10	11	6	18	18	13	48	65	26	19	12	12	55	17	925
鶯歌區	8	19	13	7	7	9	25	25	18	64	80	34	27	17	16	73	23	925
樹林區	18	46	30	15	15	16	46	43	33	111	151	64	46	30	29	127	40	1,850
三峽區	7	19	13	7	7	8	23	25	17	64	76	33	27	17	15	74	23	925
八德區	3	8	5	2	3	4	11	11	8	27	34	14	11	8	6	31	10	370
蘆竹區	6	17	11	5	6	7	21	21	14	55	75	27	19	14	14	62	20	741
大溪區	9	21	15	7	8	11	33	35	23	90	99	40	38	27	18	103	33	1,111
大園區	12	36	21	10	11	13	43	41	26	110	138	51	38	25	33	160	43	1,481
新屋區	11	31	19	9	10	13	45	47	25	141	125	48	47	29	27	178	57	1,481
吸引量合計	155	465	310	155	155	146	437	437	292	1,167	1,457	583	437	292	292	1,457	437	17,697

註：¹ 本階段之砂石貨運量以整數表示；² 表格中省略沒有產生量/吸引量的 TAZ。³ 單位：千公噸。

表 6.3-19 砂石貨運量分布未來年預測值-悲觀情境

TAZ	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區	士林區	內湖區	南港區	板橋區	中和區	新莊區	土城區	汐止區	鶯歌區	淡水區	三重區	新店區	樹林區	三峽區
臺北港	85	28	28	167	186	179	176	51	51	53	98	348	91	116	53	196	153	273
基隆港	28	9	9	57	37	43	44	10	10	10	19	94	18	19	10	46	28	55
中山區	1	0	0	3	2	2	2	0	1	0	1	5	1	1	1	2	1	3
汐止區	11	3	3	20	16	19	20	5	5	4	9	45	8	8	5	21	12	25
鶯歌區	6	2	2	12	13	12	12	4	4	4	10	26	11	7	4	17	14	32
樹林區	7	2	2	14	15	15	15	5	5	5	10	28	11	8	5	19	16	30
三峽區	6	2	2	12	13	13	13	4	4	4	10	26	11	7	4	18	14	34
八德區	3	1	1	6	7	6	6	2	2	2	5	13	6	3	2	9	7	16
蘆竹區	3	1	1	6	7	7	7	2	2	2	4	13	5	4	2	8	7	14
大溪區	6	2	2	11	11	11	12	4	4	4	9	25	10	6	4	17	12	31
大園區	6	2	2	12	13	13	13	4	4	4	8	25	10	7	4	15	12	28
新屋區	8	3	3	16	17	17	17	5	5	5	12	34	13	9	5	22	16	41
吸引量合計	170	56	56	337	337	337	337	97	97	97	195	681	195	195	97	389	292	584
TAZ(續)	泰山區	八里區	三芝區	金山區	貢寮區	桃園區	中壢區	平鎮區	八德區	楊梅區	蘆竹區	龜山區	龍潭區	大溪區	大園區	觀音區	新屋區	產量合計
臺北港	54	179	57	51	49	70	207	137	138	478	579	217	130	136	148	654	138	5,752
基隆港	9	26	11	15	16	13	37	25	25	86	104	39	26	24	24	99	24	1,150
中山區	0	1	1	1	1	1	2	1	1	4	5	2	1	1	1	5	1	58
汐止區	4	11	4	5	6	5	16	11	11	37	45	17	12	11	10	43	10	499
鶯歌區	4	9	3	3	3	7	21	14	15	46	52	21	15	14	13	54	13	499
樹林區	5	11	4	4	4	7	19	12	14	41	51	20	13	13	12	48	11	499
三峽區	4	9	3	3	4	7	20	14	14	47	50	20	15	14	12	54	13	499
八德區	2	5	2	2	2	4	12	8	9	26	29	11	8	8	7	30	7	270
蘆竹區	2	6	2	2	2	4	12	8	8	27	33	11	7	8	7	31	7	270
大溪區	4	9	3	3	3	8	24	17	16	57	56	22	19	20	13	66	16	538
大園區	4	11	3	3	3	7	24	15	14	52	59	21	14	14	18	77	16	538
新屋區	5	14	4	4	5	10	36	25	20	99	79	29	26	23	21	126	30	808
吸引量合計	97	292	97	97	97	143	430	286	286	1,001	1,144	430	286	286	286	1,287	286	11,380

註：¹ 本階段之砂石貨運量以整數表示；² 表格中省略沒有產量/吸引量的 TAZ。³ 單位：千公噸。

6.3.4 運具分派分析

在運具分派階段，本計畫建議可透過建立各產品類別之運具分派模式，藉此與客運分析結果共同進行交通量指派分析，然考量本計畫根據國產實業之訪談內容(附件二)得知，砂石產業之運具分派運具集合相對單純，僅有砂石車(大貨車)一種運具選項，故在運具分派階段可簡化以砂石車每車最大載重轉換砂石貨運量為大貨車旅次量，進而得到各 TAZ 間之大貨車旅次起迄分布矩陣。基此，砂石車每車最大載重約為二十四噸，將 6.3.3 節經重力模式所計算而得知各 TAZ 起迄貨運量分布矩陣進行換算後，便可得到表 6.3-20、表 6.3-21 於樂觀及悲觀兩種成長情境下推估之未來年貨車旅次起迄分布矩陣。舉例而言，在樂觀情境下，若將基隆港分配至七堵區之 36 千公噸運量，以每車可載運約 24 噸之卡車運量轉換(附件二)，至少需約 1,500 趟次方能載完，而銷往暖暖區的砂石至少需 500 趟次。

表 6.3-20 貨車旅次分布未來年預測值-樂觀情境

TAZ	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區	士林區	內湖區	南港區	板橋區	中和區	新莊區	土城區	汐止區	鶯歌區	淡水區	三重區	新店區	樹林區	三峽區
臺北港	4,834	1,625	3,250	7,334	8,334	15,834	7,750	2,167	2,167	2,292	6,167	19,334	3,667	5,250	2,292	10,417	8,625	13,000
基隆港	1,500	500	1,042	2,417	1,584	3,625	1,875	417	417	417	1,167	5,000	709	834	417	2,334	1,542	2,500
中山區	1,292	417	875	2,084	1,375	3,125	1,584	334	375	334	1,000	4,250	625	709	375	2,000	1,292	2,167
汐止區	1,125	375	667	1,542	1,292	2,959	1,584	334	375	334	959	4,417	584	667	334	1,959	1,209	2,125
鶯歌區	667	209	417	1,000	1,084	2,084	1,042	334	334	334	1,125	2,709	875	584	334	1,750	1,500	2,917
樹林區	1,459	500	959	2,209	2,459	4,792	2,417	792	750	750	2,375	5,834	1,584	1,292	750	3,709	3,250	5,375
三峽區	667	209	459	1,000	1,084	2,125	1,042	375	375	334	1,167	2,750	834	584	334	1,750	1,459	3,042
八德區	250	84	167	375	417	792	375	125	125	125	417	1,000	334	209	125	667	584	1,084
蘆竹區	542	167	375	792	875	1,750	875	250	250	250	750	2,125	584	459	250	1,167	1,042	1,959
大溪區	709	250	500	1,084	1,125	2,167	1,167	375	375	375	1,250	3,000	917	625	334	1,959	1,500	3,250
大園區	1,000	334	667	1,542	1,667	3,292	1,625	500	459	500	1,500	4,042	1,167	875	500	2,334	2,000	3,917
新屋區	917	292	625	1,375	1,542	3,000	1,459	459	459	459	1,459	3,667	1,084	792	459	2,250	1,750	3,792
吸 引 量	14,962	4,962	10,003	22,754	22,838	45,545	22,795	6,462	6,461	6,504	19,336	58,128	12,964	12,880	6,504	32,296	25,753	45,128
合 計																		
TAZ(續)	泰山區	八里區	三芝區	金山區	貢寮區	桃園區	中壢區	平鎮區	八德區	楊梅區	蘆竹區	龜山區	龍潭區	大溪區	大園區	觀音區	新屋區	產生量合計
臺北港	2,334	8,125	5,125	2,209	2,084	1,875	5,459	5,417	3,625	14,417	19,417	7,750	5,042	3,584	4,000	19,500	5,459	239,761
基隆港	375	1,125	959	625	667	334	959	917	625	2,500	3,334	1,334	959	625	625	2,834	917	48,011
中山區	334	959	834	542	542	292	792	792	542	2,125	2,875	1,125	834	542	542	2,417	750	41,052
汐止區	334	917	667	417	459	250	750	750	542	2,000	2,709	1,084	792	500	500	2,292	709	38,513
鶯歌區	334	792	542	292	292	375	1,042	1,042	750	2,667	3,334	1,417	1,125	709	667	3,042	959	38,680
樹林區	750	1,917	1,250	625	625	667	1,917	1,792	1,375	4,625	6,292	2,667	1,917	1,250	1,209	5,292	1,667	77,093
三峽區	292	792	542	292	292	334	959	1,042	709	2,667	3,167	1,375	1,125	709	625	3,084	959	38,555
八德區	125	334	209	84	125	167	459	459	334	1,125	1,417	584	459	334	250	1,292	417	15,429
蘆竹區	250	709	459	209	250	292	875	875	584	2,292	3,125	1,125	792	584	584	2,584	834	30,885
大溪區	375	875	625	292	334	459	1,375	1,459	959	3,750	4,125	1,667	1,584	1,125	750	4,292	1,375	46,383
大園區	500	1,500	875	417	459	542	1,792	1,709	1,084	4,584	5,750	2,125	1,584	1,042	1,375	6,667	1,792	61,718
新屋區	459	1,292	792	375	417	542	1,875	1,959	1,042	5,875	5,209	2,000	1,959	1,209	1,125	7,417	2,375	61,762
吸 引 量	6,462	19,337	12,879	6,379	6,546	6,129	18,254	18,213	12,171	48,627	60,754	24,253	18,172	12,213	12,252	60,713	18,213	737,842
合 計																		

註：¹貨車旅次以無條件進位計算；²表格中省略沒有產生量/吸引力的 TAZ。³單位：車旅次。

表 6.3-21 貨車旅次分布未來年預測值-悲觀情境

TAZ	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區	士林區	內湖區	南港區	板橋區	中和區	新莊區	土城區	汐止區	鶯歌區	淡水區	三重區	新店區	樹林區	三峽區
臺北港	3,542	1,167	1,167	6,959	7,750	7,459	7,334	2,125	2,125	2,209	4,084	14,500	3,792	4,834	2,209	8,167	6,375	11,375
基隆港	1,167	375	375	2,375	1,542	1,792	1,834	417	417	417	792	3,917	750	792	417	1,917	1,167	2,292
中山區	42	0	0	125	84	84	84	0	42	0	42	209	42	42	42	84	42	125
汐止區	459	125	125	834	667	792	834	209	209	167	375	1,875	334	334	209	875	500	1,042
鶯歌區	250	84	84	500	542	500	500	167	167	167	417	1,084	459	292	167	709	584	1,334
樹林區	292	84	84	584	625	625	625	209	209	209	417	1,167	459	334	209	792	667	1,250
三峽區	250	84	84	500	542	542	542	167	167	167	417	1,084	459	292	167	750	584	1,417
八德區	125	42	42	250	292	250	250	84	84	84	209	542	250	125	84	375	292	667
蘆竹區	125	42	42	250	292	292	292	84	84	84	167	542	209	167	84	334	292	584
大溪區	250	84	84	459	459	459	500	167	167	167	375	1,042	417	250	167	709	500	1,292
大園區	250	84	84	500	542	542	542	167	167	167	334	1,042	417	292	167	625	500	1,167
新屋區	334	125	125	667	709	709	709	209	209	209	500	1,417	542	375	209	917	667	1,709
吸引量合計	7,086	2,296	2,296	14,003	14,046	14,046	14,046	4,005	4,047	4,047	8,129	28,421	8,130	8,129	4,131	16,254	12,170	24,254
TAZ(續)	泰山區	八里區	三芝區	金山區	貢寮區	桃園區	中壢區	平鎮區	八德區	楊梅區	蘆竹區	龜山區	龍潭區	大溪區	大園區	觀音區	新屋區	產生量合計
臺北港	2,250	7,459	2,375	2,125	2,042	2,917	8,625	5,709	5,750	19,917	24,125	9,042	5,417	5,667	6,167	27,250	5,750	239,760
基隆港	375	1,084	459	625	667	542	1,542	1,042	1,042	3,584	4,334	1,625	1,084	1,000	1,000	4,125	1,000	47,885
中山區	0	42	42	42	42	42	84	42	42	167	209	84	42	42	42	209	42	2,304
汐止區	167	459	167	209	250	209	667	459	459	1,542	1,875	709	500	459	417	1,792	417	20,722
鶯歌區	167	375	125	125	125	292	875	584	625	1,917	2,167	875	625	584	542	2,250	542	20,802
樹林區	209	459	167	167	167	292	792	500	584	1,709	2,125	834	542	542	500	2,000	459	20,889
三峽區	167	375	125	125	167	292	834	584	584	1,959	2,084	834	625	584	500	2,250	542	20,846
八德區	84	209	84	84	84	167	500	334	375	1,084	1,209	459	334	334	292	1,250	292	11,222
蘆竹區	84	250	84	84	84	167	500	334	334	1,125	1,375	459	292	334	292	1,292	292	11,348
大溪區	167	375	125	125	125	334	1,000	709	667	2,375	2,334	917	792	834	542	2,750	667	22,386
大園區	167	459	125	125	125	292	1,000	625	584	2,167	2,459	875	584	584	750	3,209	667	22,386
新屋區	209	584	167	167	209	417	1,500	1,042	834	4,125	3,292	1,209	1,084	959	875	5,250	1,250	33,514
吸引量合計	4,046	12,130	4,045	4,003	4,087	5,963	17,919	11,964	11,880	41,671	47,588	17,922	11,921	11,923	11,919	53,627	11,920	474,064

註：¹ 貨車旅次以無條件進位計算；² 表格中省略沒有產生量/吸引量的 TAZ。³ 單位：車旅次。

6.4 貨運需求分析課題探討

6.4.1 模式分析課題

本計畫係以砂石產業為例進行案例分析，藉此推估未來年之砂石貨運量及其分布矩陣。根據前述實際案例分析過程，可據此彙整本計畫面臨之現況分析議題如下。

1.各產業運輸特性差異

在案例分析中，根據企業訪談內容及實際資料蒐集結果得知，砂石類產品於經濟部海運進出口分類中分屬於「第 5 類礦產品」及「第 13 類石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品」等，由此顯示單一產業中可能包含多種產品類別，而不同產品及原物料歸類之進出口產品類別亦不盡相同，進而面臨不同產品、產業間之對照問題。有鑒於此，後續若針對不同產品類別進行貨運量分析及預測時，除彙整現有統計資料外，亦需透過企業訪談蒐集實務面資料意見，藉此釐清產品及產業間之對照關係。

2.同一產品類別中不同產品項目之運輸特性差異

由本計畫回顧之文獻及分析案例中業已證明不同產品類別之運輸特性具有差異，然本計畫實際以砂石產品為例進行案例分析時則進一步發現，即便屬於同一產品類別，該類別中各個產品項目之運輸特性仍可能有較大差異，如：砂石產品與第五類產品之運具分派結果便有明顯不同。考慮到除不同產品類別外，單一產品類別中不同產品項目之運輸特性也有明顯差異，故建議後續計畫若要以經濟部國貿局 21 類產品類別為基礎進行分析，則預先針對各個產品類別之代表產品項目進行分析，藉此瞭解各個產品類別之運輸特性主要是來自何種產品項目應有其必要性。倘若要針對細則產品項目進行分析，便需要進一步就細則產品在總則類別中所占之比例進行探討，進而避免直接套用總則產品類別之分析結果，使細則產品項目之推估結果產生過大誤差。

3.地理分析單位轉換

本所^[31](2019) 第 5 期整體運輸規劃之客運需求分析模組(TDM2016) 是以鄉鎮市區為交通分區單位，另將國內重要之國際海空港埠獨立做為交通分區。有鑒於客運、貨運之需求分析結果會一併進行交通指派分析，本計畫為能使貨運需求分析結果可與客運需

求分析結果有良好的整合，將比照客運需求分析模組，以鄉鎮市區為 TAZ 單位進行分析及預測。惟透過實際案例分析發現，大部分官方數據資料多以縣市為單位進行統計，故本計畫參考過去研究採用方式，在四步驟商品模式分析流程中加入分解步驟，將貨運量產生與吸引分析階段所預測之各縣市未來年砂石產生、吸引量依照比例分配至鄉鎮市區，進而進行貨運量分布分析。而本計畫在此步驟皆以單一分解變數進行分配，如產生量是以砂石破碎洗選場數量為分解變數，吸引量則以水泥製造業、預拌混凝土製造業、水泥及混凝土製品製造業等砂石加工端的工廠總數做為分解變數。此方法較為簡單，可能會忽略某些砂石產業特性對貨運量產生與吸引之影響因素，使其分解結果有所誤差，故未來可嘗試納入其他適當之分解變數，或是以其他方式進行分解。

4.未來年預測數據可得性

在運輸需求分析架構中，多會以解釋變數推估及建立需求模式，並以解釋變數之預測值做為模式輸入資料，預測目標年之需求量。例如本所^[31] (2019)以總體社經變數如常住人口、產業人口、所得、車輛持有、大專以上及學人口與觀光遊憩特性等，反映不同之社經趨勢下，旅客對於未來整體運輸需求及使用狀況；然而，其所使用之變數為總體社經變數，常住人口、產業人口、及學人口等變數尚能以國發會之人口預測值為基礎，在其推計之高推估、中推估、低推估共三種結果下進行調整，依比例推算欲使用之變數估計值。在本計畫之貨運需求分析流程中，為能反映不同產品類別貨運量之差異，以產品為單位建立貨運需求模式，故須考慮該產品相關產業之變數，以砂石產品為例，如：砂石破碎洗選場數量、建造執照總樓地板面積等變數；然此類產業類別變數不如總體經濟變數有官方之長期預測資料可參考，基此，國內過去許多研究將解釋變數以成長率法簡易推估，如陳郁元^[160] (2005)將其解釋變數「建造執照總樓地板面積」假設五種情境成長率進行預測，分別為-10%、-5%、0%、+5%及+10%之狀況，進而估計臺灣地區未來總體土石需求量；而本計畫則以該變數歷年平均成長率做為定值進行預測。研究中假設之成長率皆無可靠之參考來源，若以此方法預測之變數值做為輸入變數，則預測結果可能產生誤差，偏離原先欲考量產業變數之目的。

5.資料蒐集方式檢討

有鑒於國內目前在貨運需求分析及貨運運輸規劃之基礎研究相對缺乏，可能連帶影響各項貨運相關基礎資料之完整性。而本計畫在貨運產生與吸引分析階段是採用「104-110 年度砂土石產銷調查報

告」中之砂石生產量和銷售量做為模式應變數的數據資料，其數據調查方法係依據「砂土石產銷存動態調查實施計畫」規範，各受查廠商按月主動填報「砂土石產銷存動態調查表」資料，輔以經濟部礦務局派員現場查訪、向相關單位蒐集資料及電話訪查等方式辦理。然其數據資料可能因資料欄位不足、調查計畫非以貨運需求分析為目的等原因而無法滿足分析需求，建議後續可針對現有資料調查計畫進行檢討，藉此讓模式預測結果更為準確。

6.4.2 未來發展課題

1. 模式分析方法及架構精進

本計畫在考量時間成本及預期研究成果下，部分流程僅以簡化後之方法進行估計，基此，對於本計畫案例分析所採用之模式，提出尚可精進之過程與方法，供後續研究在充裕之資源下，能提供較為精準之分析結果。

首先，有鑒於本計畫目前提出之進出口貨運、城際貨運分析模組整合介面，皆是依據文獻回顧、案例分析等現有分析資料來源盤點結果所建立，而後計畫進一步確立未來應分析之主要產品類別及其代表產品項目，在分析對象更明確之前提下，資料蒐集成果應可更加具體且豐富，故建議後續計畫亦應依照當下之分析資料蒐集結果，檢討並確立進出口貨運、城際貨運整合介面之完整性。再則，為能使預測模式推估之貨運量、貨車旅次量更符合實際路網狀況，建議未來針對投入產出分析、四步驟商品模式之推估結果建立檢核機制，藉此讓模式推估結果可根據現況資料進行參數調校，進而使預測結果更為準確。另外，考量貨運空車旅次為城際貨運中之重要旅次分類之一，然本計畫根據與物流貨運業者之訪談得知，即便為專司排班、調度之貨運業者本身，其空車旅次之數量亦非常難掌握，故建議後續計畫可嘗試就空車旅次之推估方式做進一步探討，藉此在合理的假設條件下建立空車旅次推估模組。

2. 資料蒐集方式精進

如 6.4.1 小節所述，本計畫除針對現有統計資料及其未來年預測資料進行盤點外，更以案例分析實際將數據應用於模式建立，其中，資料蒐集之難易度對模式發展影響甚鉅。如解釋變數預測資料之稀缺，使得研究流程中須另外以成長率法或迴歸分析法對解釋變數進行預測。基此，對於目前尚缺之產業變數預測資料，未來亦可能需要透過專家學者訪談蒐集意見，藉此對未來年發展情境進行假設，

進而預測產業發展趨勢會如何影響貨運流量，並建議政府公開資料在未來可納入預測數據，提供各產業在規劃佈局時有一標準可循之資料來源。再則，資料精細度之不足使得研究須建立地理單位轉換之介面，若其中分解變數挑選不當，將會影響各交通分區貨運流量估計值之準確性，故在資料蒐集時，須盡量使應變數、自變數和交通量指派三者之地理層級相符。

3.分析結果檢核機制

考慮到本計畫於案例分析係著重於探討貨運需求模式操作過程可能碰到的問題，藉此針對資料蒐集、模式建立、參數校估等步驟提出未來可再精進之模式分析課題，然由於貨運運輸規劃與需求分析之目的其一為預測未來年道路交通量，故分析結果之檢核機制將是未來其中一項重要研究課題。在進出口貨運、城際貨運之需求分析過程上，本計畫建議可以分階段評估方式就各步驟之分析結果進行驗證，若以貨運量產生及吸引階段為例，後續研究針對選定之產品類別進行貨運量產生及吸引分析時，建議可將資料集先切分為訓練集及驗證集，訓練集資料如 104-110 年之歷史資料，驗證集則為 111 年之現況資料，透過以歷史資料預測現況資料，可先行驗證貨運產生及吸引量與實際狀況之誤差大小，藉此做為調整模式參數之依據。據此，後續進行貨運量分布、運具分派分析時，也可透過與企業訪談、發放問卷等方式蒐集實務資料，藉此評估模式預估值是否與實務情況相符；在交通量指派階段，考量交通量指派分析需同時就客運、貨運之運具分派結果進行整合，故貨運部分之資料需待所有產品類別之運具分派分析結果完成後方能與客運整合，而交通量指派之分析結果便可依據屏柵線交通流量調查結果進行驗證，倘若誤差較大就需要回頭針對前三步驟進行調校，藉此讓模式收斂以達到平衡狀態。

4.建立各個產品類別之分析優先順序

本計畫透過以砂石為例之案例分析發現，第五類產品雖為公路運輸、鐵路運輸之大宗，但砂石產品(第 25 章)占第五類之貨運量比例仍相對較低，第五類產品中貨運量占比最大之產品類別為「第 27 章：礦物燃料、礦油及其蒸餾產品；含瀝青物質；礦蠟」，以及「第 26 章：礦石、熔渣及礦灰」等兩項子類別，而前述兩項子類別之代表產品即為俗稱的煤礦、石油等能源產品。有鑒於煤礦和石油之運輸特性相對單純且起迄點單一，煤礦多會運送至火力發電廠或煉鋼廠，石油則會以管道運輸方式輸送，因此在推估其城際貨運量與貨車旅次量時亦不需以較複雜之四步驟商品模式進行分析，可簡化方

式採比例法、成長率法等方式預測。基此，考量本計畫係以產品類別為單位分析貨運需求，又經濟部國貿局之產品分類共有 21 類，本計畫雖透過對照行政院主計總處之產業關聯表，並剔除貨運量較小之產品類別，藉此將須分析之產品分類簡化至 17 類，然剩餘之 17 類產品仍包含可觀之分析工作，考慮到剩餘之 17 類產品中應仍有多項產品之運輸特性較為單純或對道路交通量影響較小，為能降低後續計畫之建模複雜度，故建議後續計畫於實際進行貨運需求分析前，應可先就各項產品類別之代表產品項目進行分析，倘若產品項目之運輸特性相對單純無須以四步驟商品模式建模，則後續計畫便可將其分析優先順序延後，可先就對道路交通量影響較鉅之產品類別、產品項目優先進行分析。

第七章 結論與建議

7.1 結論

為能研提我國於未來年之貨運需求分析研究議題、優先順序及分年執行建議，本計畫首先透過文獻回顧及現況分析，發現國內之貨運需求方法仍是沿用旅客運輸分析架構，且受限於貨運資料來源具有統計資料商品分類方式不一、貨運資料涵蓋範圍不夠全面、缺乏未來年預測資料等問題，故無法針對貨運需求進行詳實之分析。有鑑於此，透過參考國外之標竿案例，本計畫將國內之貨運需求分析架構區分為進出口貨運、城際貨運、城市貨運等三層級，三者間具有互動關係，需要建立單位轉換暨整合介面進行彙整。

再者，由於各層級之貨運需求型態有其差異性，因此採用之分析方法及資料來源亦須因事制宜。進出口貨運為探討整體國家之總體進出口貨運量，故係以投入產出方法為貨運量產生、吸引之分析方法，總體羅吉特模式為運具分派方法。城際貨運為探討各生活圈、各縣市間之貨物流動情況，故是以四步驟商品模型為基礎，分別針對各商品類別之城際貨運量產生及吸引、貨運量分布、運具分派等階段進行分析，並透過建立各車種之旅次起迄分布矩陣，以貨車旅次為交通量指派之基礎資料。城市貨運係針對縣市內之貨運量流動進行分析，屬於物流作業之最後一哩路，有鑒於城市貨運尚屬新興之研究議題，故針對城市貨運需求分析之相關文獻亦相當有限且無明顯收斂之發展趨勢，因此仍有賴後續計畫持續進行分析以研提適合之分析架構。

根據前述貨運需求分析架構，為能瞭解本計畫所提架構於實務操作之可行性及可能遭遇之問題，本計畫亦以砂石產品為案例，分別針對進出口貨運及城際貨運進行案例分析。根據案例分析結果，本計畫亦發現了若干課題，如：各產業運輸特性具有差異、同一產品類別中不同產品項目之運輸特性具有差異、地理分析單位需要轉換、未來年預測數據缺乏、基礎資料來源不完整等，藉此對應提出包括：模式分析方法及架構精進、資料蒐集方式精進、分析結果檢核機制、建立各個產品類別之分析優先順序等未來發展課題。基此，本計畫可築基於各章節所發現之問題及課題，研提未來年之貨運需求分析策略架構，進而擬定對應之行動方案及執行計畫，並可提出

各項執行計畫之優先順序及分年執行建議。

7.2 建議

鑒於本計畫係屬臺灣地區整體運輸規劃架構下之貨運運輸規劃先期計畫，為能詳實研擬貨運需求分析研究議題、優先順序及分年執行建議，本計畫以上位計畫觀點出發，預先提出貨運需求分析之整體策略發展架構，包括：發展目標、發展策略、執行計畫等內容，進而勾勒未來年欲執行之分年期行動方案，說明如下。

7.2.1 貨運需求分析策略架構

本計畫研提之貨運需求分析發展策略架構如圖 7.2.1 所示，首先本計畫係以計畫之背景、動機與目的為基礎，提出「建立我國整體貨運需求分析及貨運運輸規劃架構」為發展目標，對應之發展策略則是參考本計畫於文獻回顧、國外分析個案、國內貨運發展趨勢、以砂石產品為例之案例分析等執行過程中所發現之課題，包括：貨運基礎研究不足、貨運需求分析資料缺乏、規劃架構及分析方法需再精進等三大面向，藉此對應提出「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」、「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」及「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」等三大發展策略。

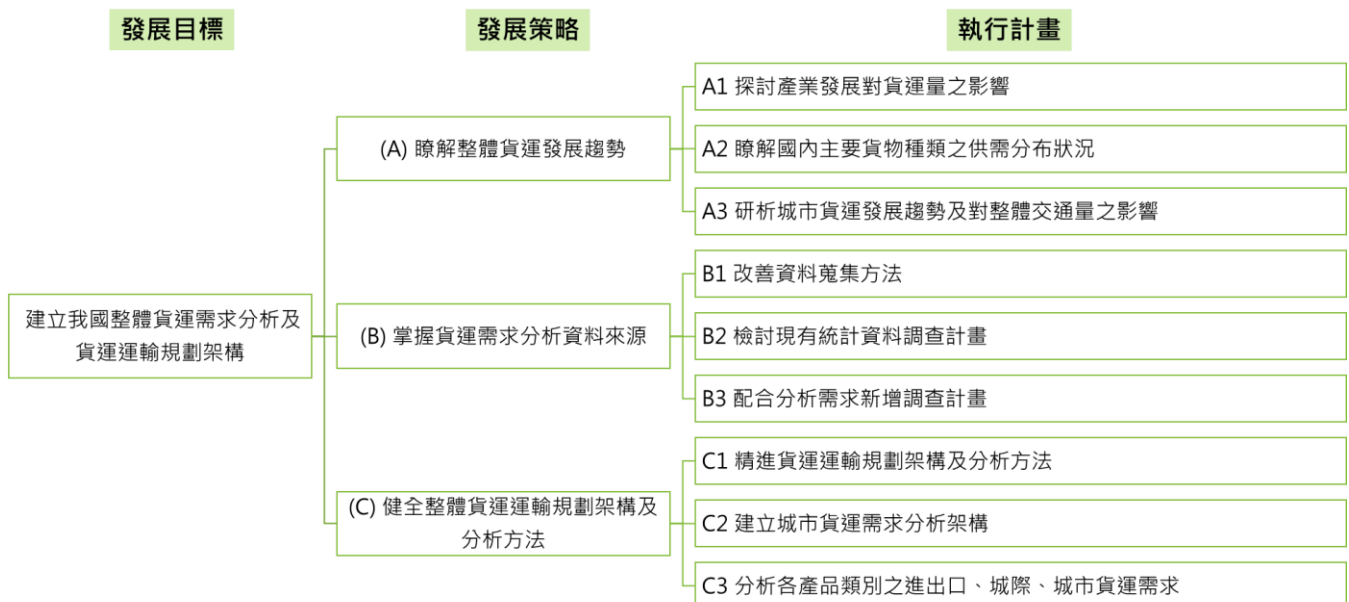


圖 7.2.1 貨運需求分析發展策略架構

發展策略「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」主要對應貨運基礎研究不足之課題，由於國內過去甚少由需求面出發探討產業發展對於貨

運量乃至貨運需求分布之影響，且因城市貨運為近年來之新興研究課題，城市貨運需求分析相關文獻亦相對較少，故本計畫在此發展策略中提出之執行計畫有三，包括：「A1 探討產業發展對貨運量之影響」、「A2 瞭解國內主要貨物種類之供需分布狀況」、「A3 研析城市貨運發展趨勢及對整體交通量之影響」。「A1 探討產業發展對貨運量之影響」主要目的為探討產業變遷對於貨運量之影響，藉此做為調整分析模式參數之依據；「A2 瞭解國內主要貨物種類之供需分布狀況」則是為了瞭解各個產品類別於國內貨運量之占比，並分析各產品類別之代表產品項目(重量較大、價值較高等)，進而簡化後續建模複雜度；「A3 研析城市貨運發展趨勢及對整體交通量之影響」是配合本計畫尚未進行深入探討之城市貨運部分，實際就實務面角度瞭解城市貨運作業方式，藉此建立可應用於後續建模之作業流程。

「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」主要對應國內目前缺乏貨運需求分析資料之課題，由於既有調查資料可能因資料欄位不足、調查計畫非以貨運需求分析為目的、資料可信度有疑慮等原因而無法滿足分析需求，故後續執行計畫將聚焦於「B1 改善資料蒐集方法」、「B2 檢討現有統計資料調查計畫」及「B3 配合分析需求新增調查計畫」等三大部分。「B1 改善資料蒐集方法」係考量現有調查計畫多以問卷、日誌等方式蒐集資料，然配合大數據分析發展趨勢，未來應逐步改善貨運需求分析資料之蒐集方式，如：智慧化、電子化、線上化、資通訊系統自動蒐集等。「B2 檢討現有統計資料調查計畫」係針對現有調查計畫之調查方式、內容等進行檢討，如：汽車貨運調查、工商普查等，藉此提出折衷作法或改善建議。「B3 配合分析需求新增調查計畫」則是配合貨運需求分析資料需要，就現有調查計畫不足之處新增其他調查計畫，如：參考美國 CFS 向貨主調查貨物流向、調查各種類貨車流量做為模式檢核依據、建立如同美國 FAF 之貨運需求分析資料庫等。

「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」則是考量本計畫目前研提之貨運運輸規劃架構及分析方法尚有精進空間，以及本計畫因屬規劃層級尚未就貨運需求進行實證分析，因此後續計畫除可以滾動式檢討方式改善現有架構、分析方法不足之處，亦可就改善後之成果分析貨運需求，故本項發展策略對應之執行計畫包含：「C1 精進貨運運輸規劃架構及分析方法」、「C2 建立城市貨運需求分析架構」及「C3 分析各產品類別之進出口、城際、城市貨運需求」。「C1 精進貨運運輸規劃架構及分析方法」可大致分為兩大工作項目，首先為建立目前尚缺之分析模組，如：檢核機制、空車旅次推估等，並就整體規劃需要，持續精進貨運需求分析模式；第二部

分則為持續改善現有分析方法之完整性，並依照資料蒐集成果更新解釋變數以提升模式解釋能力。「C2 建立城市貨運需求分析架構」為配合「A3 研析城市貨運發展趨勢及對整體交通量之影響」成果建立城市貨運需求分析架構。「C3 分析各產品類別之進出口、城際、城市貨運需求」為著手分析各產品類別及其主要商品項目之進出口、城際、城市貨運需求，實際工作項目則包含資料調查及貨運需求實作分析。

7.2.2 貨運需求分析執行計畫暨分年期行動方案

本節將以 7.2.1 節提出之策略架構為基礎，進一步針對各項執行計畫對應之分年期行動方案進行說明。在分年期行動方案執行期程規劃上，本計畫配合歷次工作會議決議成果，以及未來年之整體運輸規劃模式更新期程，規劃短期(S)行動方案之執行期程為民國 112 年至 113 年，中期(M)為民國 114 年至 116 年，長期(L)則為民國 117 年後，其中短期行動方案為實作分析前之準備階段，故將聚焦於完善貨運需求分析基礎研究，中長期便將開始進行貨運需求實作分析並與客運規劃結果整合。

一、(A) 瞭解整體貨運發展趨勢-分年期行動方案

發展策略「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」之分年期行動方案彙整如表 7.2-1 所示，以下將分別就本項發展策略對應執行計畫之短、中、長期行動方案內容進行說明。

表 7.2-1 發展策略「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」之分年期行動方案

執行計畫	S 短期 (民國 112-113 年)	M 中期 (民國 114-116 年)	L 長期 (民國 117 年後)
A1 探討產業發展對貨運量之影響	A1S1 確立經濟部國貿局 21 類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係		A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響
A2 瞭解國內主要貨物種類之供需分布狀況	A2S1 以經濟部國貿局 21 類為基礎分析進出口、城際貨運各產品類別之主要商品項目 A2S2 分析各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況 A2S3 提出主要產品類別、產品項目之分析優先順序建議		A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目
A3 研析城市貨運發展趨勢及對整體交通量之影響		A3M1 持續蒐集城市貨運分析案例與相關文獻 A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式	A3L1 建立城市貨運實務作業流程分析架構

1. 「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」－短期行動方案

(1) A1S1 確立經濟部國貿局 21 類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係

有鑒於本計畫於盤點各運具別之貨運統計資料時發現，不同運具別之統計資料因其實務作業需要，即便其產品類別分類方式可對應至同一國際標準，如：CCC code，但實際之分類原則、分類方式或貨物產品名稱等仍會有所差異，故後續計畫在實際進行貨運需求分析前，再次檢視並確立本計畫建議做為分類基礎之經濟部國貿局 21 類產品類別，以及與國內公路運輸主要採用之行政院主計總處產業關聯表產品分類方式，兩者間之對照關係將有其必要性。

(2) A2S1 以經濟部國貿局 21 類為基礎分析進出口、城際貨運各產品類別之主要商品項目

考量經濟部國貿局之 21 類產品類別方式係屬分類中之總則，各產品類別下尚有更細部之分類項目，如：98 章、1,244 節及 5,224 目等，除不同產品類別間之運輸特性有差異外，同一類別下不同產品項目之運輸特性亦可能有所不同，然考量實際進行貨運需求分析時，詳盡考量所有產品項目並不符合成本效益，且可能使建模複雜度過高。為能簡化建立貨運需求分析模式之複雜度，建議後續計畫可就產品特性，如：貨運量較大、貨物價值較高、對道路交通量影響程度較高等，預先分析經濟部國貿局 21 類產品類別各自代表之主要商品項目，抑或可就主管機關對於政策發展或產業趨勢探討需要，預先訂定欲探討之目標產品類別或產品項目，或可適度刪減並評估後續要納入分析之產品類別為何，如：21 類最終僅保留最重要之 5 大產品類別及 6 項主要產品項目，藉此訂定後續模式應包含之主要分析標的。此外，為能針對前述內容進行分析，建議後續計畫可依據可靠且完整之貨運統計資料來源進行分析，如：關貿資料；倘若因預算考量無法取得詳盡之關貿資料進行分析，亦可配合 B2S1、B2S2、B2S3 等行動方案內容研提適當之分析資料折衷方案。

(3) A2S2 分析各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況

對應 A2S1 分析出各產品類別主要商品項目，考量國內目前對於貨運需求之基礎研究仍相對較少，因此短期內建議可

先就主要商品項目於國內城際貨運之分布情況進行探討，資料取得方式除可就現有公開統計資料蒐集、進出口貿易商(shipper / consignee)訪談、運輸業者(carrier)訪談、前述企業之問卷調查等方式進行外，視預算經費編列之可行性，亦可以資料完整度高，但價格相對不斐之關貿進出口報單資料進行分析，藉此通盤檢視各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況，倘若根據資料分析成果得知產品項目對於道路交通量影響程度並不大，亦可回到 A2S1 方案中評估是否要改以其他產品項目替代，或者可忽略不探討該產品類別之貨運需求，藉此承接 A2S3 行動方案對未來計畫之分析優先順序提出建議。

(4) A2S3 提出主要產品類別、產品項目之分析優先順序建議

受限於計畫經費、人力、期程等限制，未來若要針對國內貨運需求進行分析，實無法於短期內就所有產品類別進行分析，即便鎖定特定產品類別進行探討，各產品類別中之產品項目仍具有高度多樣性。基此，本項行動方案之目的為希望能透過綜整前述 A1S1、A2S1、A2S2 等行動方案之成果，提出未來進行貨運需求分析時，應著重且可優先探討之產品類別及其主要商品項目，並建立分年期之優先順序建議，藉此降低後續建模分析之複雜度。

2. 「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」－中期行動方案

(1) A3M1 持續蒐集城市貨運分析案例與相關文獻

有鑒於本計畫目前針對城市貨運之文獻及案例蒐集成果顯示，現階段之城市貨運相關研究尚無一收斂或明顯發展趨勢，因此較難就現有之研究成果探討如何分析城市貨運需求。故建議後續計畫可於中期行動方案階段再行檢視當下之城市貨運相關文獻，藉此做為後續建立城市貨運分析架構之參考來源。

(2) A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式

除在 A3M1 之行動方案中針對理論及分析方法等內容進行蒐集外，考量理論與實務仍具有一定差異，故建議後續計畫亦須透過與城市貨運運輸業者、大型零售業者、相關產業之貨主等對象進行訪談，藉此瞭解實務上之城市貨運作業流程及其未來發展趨勢，進而使後續建立之分析架構更貼近實

務作業需要。

3. 「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」－長期行動方案

(1) A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響

有鑒於運輸為衍生性需求，故貨運量之消長將與需求面之產業發展趨勢有關，故本計畫建議於長期行動方案階段納入滾動式檢討機制，定期就整體產業發展趨勢進行檢視，藉此對建模架構、產品分類方式、模式參變數等內容進行必要之調整。

(2) A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目

同 A1L1，因應產業發展趨勢變化，由於國內不同單位採用的產品分類方式皆根源於國際標準 HS 與 CCC code，然世界關務組織會依全球產業與產品發展調整分類內涵，故國內之各項統計資料，如：行政院主計總處產業關聯表，亦會針對產品類別進行調整，且同一產品類別中之主要產品項目亦可能變動，因此長期階段亦需要配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目。

(3) A3L1 建立城市貨運實務作業流程分析架構

配合 A3M1 與 A3M2 之文獻回顧、分析案例與實務作業方式資料蒐集成果，據此建立城市貨運實務作業流程分析架構，進而做為實證分析之操作依據。此外，根據各項資料蒐集成果，倘若實務作業流程分析架構涉及國內貨運業別之整合或調整，建議後續研究亦可適當配合城市貨運發展研擬相關法規之修改方向

二、(B) 掌握貨運需求分析資料來源-分年期行動方案

發展策略「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」之分年期行動方案彙整如表 7.2-2 所示，以下將分別就本項發展策略對應執行計畫之短、中、長期行動方案內容進行說明。

表 7.2-2 發展策略「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」之分年期行動方案

執行計畫	S 短期 (民國 112-113 年)	M 中期 (民國 114-116 年)	L 長期 (民國 117 年後)
B1 改善資料蒐集方法	B1S1 檢討現有資料調查計畫研提資料蒐集方式改善建議	B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議	B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業
B2 檢討現有統計資料調查計畫	B2S1 蒐集主要商品類別之貨運需求分析資料來源 B2S2 盤點主要商品類別之貨運分析資料缺口 B2S3 研提主要商品類別分析資料缺口之折衷作法 B2S4 探討主要分析對象分析資料缺口於現有調查計畫中合併或補充調查之可行性		
B3 配合分析需求新增調查計畫	B3S1 規劃整體貨運需求分析資料庫架構 B3S2 配合資料分析缺口規劃調查計畫並進行小規模調查驗證	B3M1 根據貨運模式參數校估需求進行資料調查及蒐集 B3M2 根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查 B3M3 研提整體貨運需求分析資料庫分年期工作計畫	B3L1 建立並執行新增之調查計畫 B3L2 建立整體貨運需求分析資料庫

1. 「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」－短期行動方案

(1) B1S1 檢討現有資料調查計畫研提資料蒐集方式改善建議

根據本計畫於國內貨運相關資料盤點過程之發現，目前國內之調查計畫仍多以抽樣調查為基礎，並以問卷、日誌等傳統方式蒐集資料，然考量智慧型運輸及各項資通訊科技發展日新月異，建議後續計畫可配合大數據分析趨勢，針對現有資料調查計畫進行檢討，進而研提未來之資料蒐集方式改善建議。

(2) B2S1 蒐集主要商品類別之貨運需求分析資料來源

配合「A1 探討產業發展對貨運量之影響」與「A2 瞭解國內主要貨物種類之供需分布狀況」之短期行動方案執行成果，為能就現有統計資料調查計畫進行檢討，建議後續計畫於短期應優先針對主要商品類別之貨運需求分析資料來源進

行盤點，藉此做為 B2S2、B2S3 等兩項短期行動方案之參考資料來源。

(3) B2S2 盤點主要商品類別之貨運分析資料缺口

延續 B2S1 之資料蒐集成果，並配合實際進行各產品類別貨運需求分析時之資料需求，盤點各產品類別分析資料之資料缺口。

(4) B2S3 研提主要商品類別分析資料缺口之折衷作法

承 B2S2 之資料缺口盤點成果，考量短期內較難立即對應資料缺口成立調查計畫進行補充調查，然為能滿足短期內之貨運需求分析需要，建議後續計畫仍應研提折衷作法以因應分析資料短缺之問題。

(5) B2S4 探討主要分析對象分析資料缺口於現有調查計畫中合併或補充調查之可行性

承 B2S2 之資料缺口盤點成果，有鑒於短期內較難立即新闢調查計畫蒐集資料，惟考量新闢調查計畫需耗費較高調查成本及較長之規劃期程，為能使現有資源利用效率最大化，建議後續計畫亦可優先評估分析資料缺口於現有調查計畫中合併或補充調查之可行性。

(6) B3S1 規劃整體貨運需求分析資料庫架構

有鑒於上述 B1S1、B2S1、B2S2、B2S3 等短期行動方案皆是針對當前之貨運需求分析問題進行瞭解並研擬對策，如：資料蒐集方式、資料來源盤點、資料缺口、折衷作法等，為能滿足中長期之整體貨運需求分析需求，故建議後續計畫應對應現況課題，規劃整體貨運需求分析資料庫架構，藉此做為未來建立貨運需求分析資料庫之指引。

(7) B3S2 配合資料分析缺口規劃調查計畫並進行小規模調查驗證

延續 B2S4 之短期行動方案內容，若分析資料缺口於現有調查計畫中合併或補充調查之可行性較低，則建議規劃新興之調查計畫以滿足貨運需求分析需要，並可視經費預算允許先行進行小規模調查驗證，藉此做為後續啟動大規模調查之參考及改善依據。

2. 「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」－中期行動方案

(1) B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議

考量「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」之短期行動方案中，多是根據現有資料分析缺口研提折衷作法或小規模調查，為能健全整體貨運需求分析資料來源之完整性及延續性，建議後續計畫亦需要針對運輸需求分析資料長期蒐集之方式進行規劃，規劃內容中亦可適度融入大數據分析概念，朝向與業者合作，藉此獲取大量、快速、多樣化之分析資料來源。

(2) B3M1 根據貨運模式參數校估需求進行資料調查及蒐集

配合 C3M1 行動方案欲構建貨運需求分析模式並進行參數校估，故本項行動方案亦需要配合模式參數校估需求蒐集對應資料，藉此完成貨運需求分析作業。

(3) B3M2 根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查

配合 C1M2 行動方案建立之貨運需求分析模式檢核機制，為能降低模式分析結果之誤差，使預測結果更貼近實務狀況，藉此做為擬定貨運相關施政策略之良好參考基礎，本項行動方案亦須根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查，藉此做為模式分析結果之檢核依據。

(4) B3M3 研提整體貨運需求分析資料庫分年期工作計畫

配合 B3S1 所規劃之整體貨運需求分析資料庫架構，考量整體貨運需求分析資料庫對於國內之貨運需求分析至關重要，且調查規模、成本、難度及其配套應不亞於客運需求調查，故建議後續計畫應就確立之資料庫架構研提分年期工作計畫，如：資料庫語言、資料庫結構、存取機制、資料調查、資料輸入與驗證等，以期能逐步完成貨運需求分析資料庫之建立工作。

3. 「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」－長期行動方案

(1) B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業

配合智慧型運輸、商用車輛營運系統等各項資通訊科技發展，長期而言為能以大數據分析角度蒐集貨運需求分析資料，藉此建立貨運需求分析資料庫，建議未來之資料蒐集方式應採智慧化、電子化、線上化，且以資通訊系統自動蒐集

為原則，並能由法規面出發，釐清主辦單位、協辦單位之權責與任務，並與貨主及貨運業者合作等方式進行。

(2) B3L1 建立並執行新增之調查計畫

配合 B3M1 之新增調查計畫規劃成果，為能補足貨運需求分析資料缺口，建議後續計畫應於長期啟動 B3M1 中期行動方案建議新增之調查計畫。

(3) B3L2 建立整體貨運需求分析資料庫

本項行動方案係根據 B3M2 所規劃之貨運需求分析資料庫分年期工作計畫，實際進行整體貨運需求分析資料庫之建立工作。

三、(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法-分年期行動方案

發展策略「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」之分年期行動方案彙整如表 7.2-3 所示，以下將分別就本項發展策略對應執行計畫之短、中、長期行動方案內容進行說明。

表 7.2-3 發展策略「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」之分年期行動方案

執行計畫	S 短期 (民國 112-113 年)	M 中期 (民國 114-116 年)	L 長期 (民國 117 年後)
C1 精進貨運運輸規劃架構及分析方法	C1S1 確立進出口、城際貨運整合介面完整性	C1M1 配合分析資料蒐集成果檢討貨運需求分析方法及解釋變數之適用性 C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制 C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式	C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性
C2 建立城市貨運需求分析架構			C2L1 建立城市貨運需求分析架構 C2L2 建立城市貨運與其他貨運模組分析結果整合介面
C3 分析各產品類別之進出口、城際、城市貨運需求	C3S1 分析主要產品項目之進出口貨運需求及分布情況 C3S2 分析主要產品項目之城際貨運需求及分布情況	C3M1 構建貨運需求分析模式並進行參數校估 C3M2 未來年貨運需求預測分析與評估 C3M3 整合客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析 C3M4 依據交通量指派分析成果進行整體運輸系統未來服務績效分析與評估 C3M5 依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析	C3L1 分析主要產品項目之城市貨運需求 C3L2 檢核並更新客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析

1. 「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」－短期行動方案

(1) C1S1 確立進出口、城際貨運整合介面完整性

有鑒於本計畫目前提出之進出口、城際貨運分析模組整合介面，皆是依據文獻回顧、案例分析等現有分析資料來源盤點結果所建立，然隨著後續計畫進一步確立未來應分析之主要產品類別及其代表產品項目，在分析對象更明確之前提下，資料蒐集成果應可更加具體且豐富，故建議後續計畫亦應依照當下之分析資料蒐集成果，檢討並確立進出口、城際貨運整合介面之完整性。

(2) C3S1 分析主要產品項目之進出口貨運需求及分布情況

本項行動方案為配合短期行動方案所確立之主要產品類別分析優先順序(A2S3)、貨運需求分析資料缺口折衷作法(B2S3)、分析單位整合介面(C1S1)等，實際就進出口貨運需求及分布情形進行分析，藉此做為後續實際針對進出口貨運需求進行分析之輸入資料。

(3) C3S2 分析主要產品項目之城際貨運需求及分布情況

同 C3S1，本項行動方案旨在針對城際貨運之需求及分布情況進行分析，藉此做為後續進行城際貨運需求分析之輸入資料。

2. 「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」－中期行動方案

(1) C1M1 配合分析資料蒐集成果檢討貨運需求分析方法及解釋變數之適用性

有鑒於諸多短期行動方案，如：A2S2、B2S1 等，皆是希望能在短期內強化貨運需求分析資料之完整性，隨著分析資料愈加豐富，後續計畫亦能就目前計畫團隊初擬之貨運需求分析方法及解釋變數適用性進行檢視，藉此提出改善或修訂建議。

(2) C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制

考量國內目前在貨運需求分析及貨運運輸規劃之基礎研究相對缺乏，連帶影響各項貨運相關基礎資料之完整性，如：屏柵線貨車交通流量調查，亦無法根據現況資料建立貨運需求預測模式之交通量指派結果檢核機制。基此，為能使預測

模式推估之貨運量、貨車旅次量更符合實際路網狀況，建議後續計畫應針對投入產出分析、四步驟商品模式之推估結果建立檢核機制，並建議可採分階段方式評估各階段分析結果之合理性，如：貨運量產生及吸引階段可以歷史資料為訓練集、現況資料為驗證集，藉此檢視模式值與現況值之誤差；貨運量分布及運具分派階段可透過企業訪談及問卷瞭解實務作業方式進行檢核；交通量指派階段則需待所有產品類別之運具分派分析完成後，併同客運結果共同進行交通量指派分析，藉此以屏柵線交通調查結果進行驗證。倘若各個步驟之分析結果與現況值誤差過大，後續研究便可根據現況資料對模式進行參數調校，進而使預測結果更為準確。

(3) C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式

貨運空車旅次為城際貨運中之重要旅次分類之一，然本計畫根據與物流貨運業者之訪談得知，即便為專司排班、調度之貨運業者本身，其空車旅次之數量亦非常難掌握，故建議後續計畫可嘗試就空車旅次之推估方式做進一步探討，藉此在合理的假設條件下建立空車旅次推估模組。

(4) C3M1 構建貨運需求分析模式並進行參數校估

根據各項短期、中期行動方案之執行成果，實際建構貨運模式並進行參數校估，藉此分析進出口貨運之貨運量產生及吸引、運具分派，以及城際貨運之貨運量產生及吸引、貨運量分布、運具分派等項目。

(5) C3M2 未來年貨運需求預測分析與評估

有鑒於貨運需求分析暨貨運運輸規劃之目的，其一便是針對未來年之貨運需求進行預測，因此待貨運需求分析模式建立完成後，後續計畫亦可視未來年政策規劃或其他分析需要，進行未來年貨運需求預測分析與評估，藉此獲得未來年進出口貨運及城際貨運之貨運需求分析結果，以做為後續進行交通量指派分析、服務績效分析、政策敏感度及運輸計畫影響程度分析之標的。

(6) C3M3 整合客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析

考慮到客運及貨運之車旅次係共用同一交通路網，因此交通量指派分析亦需要整合兩者之結果同步進行分析。基此，建議後續計畫在完成進出口貨運及城際貨運需求分析之基礎

上，就規劃分析需要之時間或空間維度，如：全日交通流量、大臺北都會區等，進一步整合客運分析結果進行交通量指派分析，藉此對應分析結果提出未來年之交通發展課題及政策發展建議方向。

(7) C3M4 依據交通量指派分析成果進行整體運輸系統未來服務績效分析與評估

透過交通量指派分析可獲得路網上之交通流量分布狀況，並可針對欲探討之路網範圍或政策進行服務績效分析，藉此瞭解各個路段、路口之服務水準或其他績效指標，進而評估政策或管理策略對於道路交通量之影響或衝擊。

(8) C3M5 依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析

根據服務績效分析與評估成果，後續研究亦可就政策或運輸計畫進行不同參數之敏感度分析，藉此瞭解不同施政強度或計畫範圍對於整體路網之影響程度為何，進而根據分析結果調整施政方針。

3. 「(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法」－長期行動方案

(1) C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性

運輸係屬於衍生性需求，故產業發展趨勢變化所導致之需求型態改變，對於貨運量乃至貨車旅次皆會具有影響，故建議後續研究實有必要配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構之適用性。

(2) C2L1 建立城市貨運需求分析架構

配合 A3 執行計畫之各項行動方案執行成果，建立城市貨運需求分析架構。

(3) C2L2 建立城市貨運與其他貨運模組分析結果整合介面

配合 A3 執行計畫之各項行動方案執行成果，建立城市貨運需求分析模組與其他貨運模組之分析結果整合介面。

(4) C3L1 分析主要產品項目之城市貨運需求

配合 C2L1 及 C2L2 之行動方案執行成果，就各項產品類別之主要產品項目分析其城市貨運需求。然而在本項行動方

案中需特別注意的是，由於城市貨運之運輸型態多屬混合貨運，並會牽涉單一車輛於多個地點收送貨之車輛路程問題 (Vehicle Routing Problem)，因此貨運量之計算方式亦可能有別於城際貨運，可能會採以包裹量方式進行分析，故後續計畫針對城市貨運需求分析時，應當留意並檢視 A3 執行計畫所建立之分析架構是否符合城市貨運分析需要。

(5) C3L2 檢核並更新客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析

延續 C3L1 之分析成果，待完成城市貨運之需求分析後，為能瞭解城市貨運對於都市內道路交通量之影響，後續計畫亦需要配合客運分析結果共同進行交通量指派分析。

7.2.3 貨運需求分析未來計畫執行藍圖

根據 7.2.2 節所定義之各執行計畫分年期行動方案，為能提供主管機關更詳細之行動方案執行期程參考，本計畫將以計畫執行藍圖 (Project Roadmap) 概念，分別就短期、中期及長期行動方案之執行順序提供規劃建議，並以各年期之計畫執行藍圖為基礎，研提行動方案之方案執行組合及經費預算建議。

一、分年期行動方案執行藍圖

1. 短期行動方案執行藍圖

短期行動方案之執行藍圖彙整如表 7.2-4 所示。112 年之行動方案將聚焦於探討經濟部國貿局 21 類產品類別之代表產品項目，藉此提出後續建模分析之優先順序建議，並針對優先分析之產品類別蒐集分析資料來源以盤點資料缺口；另外則為檢討現有資料調查計畫，藉此研提資料蒐集方式改善建議。113 年則是針對優先分析之產品類別蒐集分析資料來源，藉此盤點資料缺口以提出短期分析之折衷方案，以及未來之資料蒐集方式改善建議；又配合建模資料需要及資料缺口，短期內便需要逐步規劃整體貨運需求分析資料庫；另外亦可根據蒐集完成之分析資料，確立進出口、城際貨運架構、整合介面是否完整，並就其貨運需求及分布情況進行分析，藉此做為後續實作的輸入資料。

表 7.2-4 短期行動方案執行藍圖

行動方案	112 年 (S)	113 年 (S)
短期方案 (S)	A1S1 確立經濟部國貿局 21 類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係	B2S3 研提主要商品類別分析資料缺口之折衷作法
	A2S1 以經濟部國貿局 21 類為基礎分析進出口貨運各產品類別之主要商品項目	B2S4 探討主要分析對象分析資料缺口於現有調查計畫中合併或補充調查之可行性
	A2S2 分析各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況	B3S1 規劃整體貨運需求分析資料庫架構
	A2S3 提出主要產品類別、產品項目之分析優先順序建議	B3S2 配合資料分析缺口規劃調查計畫並進行小規模調查驗證
	B1S1 檢討現有資料調查計畫研提資料蒐集方式改善建議	C1S1 確立進出口、城際貨運整合介面完整性
	B2S1 蒐集主要商品類別之貨運需求分析資料來源	C3S1 分析主要產品項目之進出口貨運需求及分布情況
	B2S2 盤點主要商品類別之貨運分析資料缺口	C3S2 分析主要產品項目之城際貨運需求及分布情況

註：白底表(A) 瞭解整體貨運發展趨勢之行動方案，淺灰底表(B) 掌握貨運需求分析資料來源之行動方案，深灰底則為(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法之行動方案。

2. 中期行動方案執行藍圖

中期行動方案之執行藍圖彙整如表 7.2-5 所示。

表 7.2-5 中期行動方案執行藍圖

行動方案	114 年 (M)	115 年 (M)	116 年 (M)
中期方案 (M)	B3M1 根據貨運模式參數校估需求進行資料調查及蒐集	B3M2 根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查	A3M1 持續蒐集城市貨運分析案例與相關文獻
	C1M1 配合分析資料蒐集成果檢討貨運需求分析方法及解釋變數之適用性	C3M1 構建貨運模式並進行參數校估	A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式
	C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制	C3M2 貨運未來年需求預測分析與評估	B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議
	C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式	C3M3 整合客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析	B3M3 研提整體貨運需求分析資料庫分年期工作計畫
		C3M4 依據交通量指派分析成果進行整體運輸系統未來服務績效分析與評估	C3M5 依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析

註：白底表(A) 瞭解整體貨運發展趨勢之行動方案，淺灰底表(B) 掌握貨運需求分析資料來源之行動方案，深灰底則為(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法之行動方案。

114 年之主要工作項目有二，首先為根據盤點之貨運需求分析資料缺口，檢討分析方法、解釋變數之適用性；其次則為針對尚未完成之貨運需求分析課題進行探討，如：分析結果檢核機制、空車旅次推估等。115 年將根據各項基礎研究之執行成果，啟動貨運需求分析實作，並依照 A2S3 建立之主要產品類別、代表產品項目分析優先順序建議，預計於三年內(114-116 年)完成進出口貨運、城際貨運之需求分析工作，藉此與客運分析成果整合進行交通量指派分析，並就整體運輸系統未來服務績效進行分析與評估。116 年之行動方案執行重點有三，包括：持續蒐集城市貨運分析案例及文獻，並對整體實務作業模式進行研析；研提貨運需求分析資料長期蒐集建議，並規劃貨運需求分析資料庫分年期工作計畫；以及依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析。

3.長期行動方案執行藍圖

長期行動方案之執行藍圖彙整如表 7.2-6 所示。考量長期行動方案不確定性要素較多，且各項行動方案之執行進度亦可能不如預期，故長期行動方案將不再以年期區分執行期程，而是以原則性概念提出 117 年後之計畫執行方向。首先，為能使規劃模式之分析結果符合實際發展狀況，於分年期執行計畫中加入滾動式檢討或檢核機制有其必要性，如：產業發展趨勢、產品類別整併、各產品類別下之主要代表產品項目變化、貨運需求分析架構調整、交通量指派結果檢核等。再則，隨著貨運在整體運輸規劃中之重要性逐漸提升，為能提供更完善的貨運需求分析資料來源，配合貨運資料蒐集技術精進，持續以智慧化方式蒐集貨運大數據資料，並建立整體貨運需求分析資料庫將是未來的重要政策方向之一。最後，有鑒於城市貨運與進出口貨運、城際貨運之需求型態差異甚大，且根據目前蒐集之參考文獻與分析個案亦無發現收斂之研究發展趨勢，為能進一步掌握城市貨運對於都市內道路交通量之影響，進而做為研擬都市運輸發展策略之參考資料來源，建立城市貨運需求分析架構，以及城市貨運與其他貨運分析模組之分析結果整合介面，並實際分析城市貨運需求將是未來之一大研究課題。

表 7.2-6 長期行動方案執行藍圖

行動方案	117 年後 (L)
長期方案 (L)	A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響 A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目 A3L1 建立城市貨運實務作業流程分析架構
	B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業 B3L1 建立並執行新增之調查計畫 B3L2 建立整體貨運需求分析資料庫
	C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性 C2L1 建立城市貨運需求分析架構 C2L2 建立城市貨運與其他貨運模組分析結果整合介面 C3L1 分析主要產品項目之城市貨運需求 C3L2 檢核並更新客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析

註：白底表(A) 瞭解整體貨運發展趨勢之行動方案，淺灰底表(B) 掌握貨運需求分析資料來源之行動方案，深灰底則為(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法之行動方案。

4. 整體計畫執行藍圖

根據前述研提之短、中、長期行動方案執行藍圖，可彙整未來之整體計畫執行藍圖如圖 7.2.2。在整體計畫執行藍圖規劃上，短期行動方案之工作重點為確立貨運需求之產品類別優先分析順序、盤點資料缺口並研提短期分析建議及整體貨運需求分析資料庫架構、確立整體貨運需求分析架構等三大部分。中期將著重於檢討現有資料蒐集計畫，並研提貨運需求分析資料庫分年期工作計畫以填補資料分析缺口；實際分析進出口與城際貨運需求，並與客運分析結果整合進行交通量指派；研析城市貨運需求分析架構等工作項目。長期行動方案則包括以滾動式檢討機制，對整體分析資料來源、分析架構、分析成果進行檢核；以智慧化方式蒐集貨運大數據資料，並建立整體貨運需求分析資料庫；實際分析城市貨運需求，並與客運分析結果整合等工作內容。

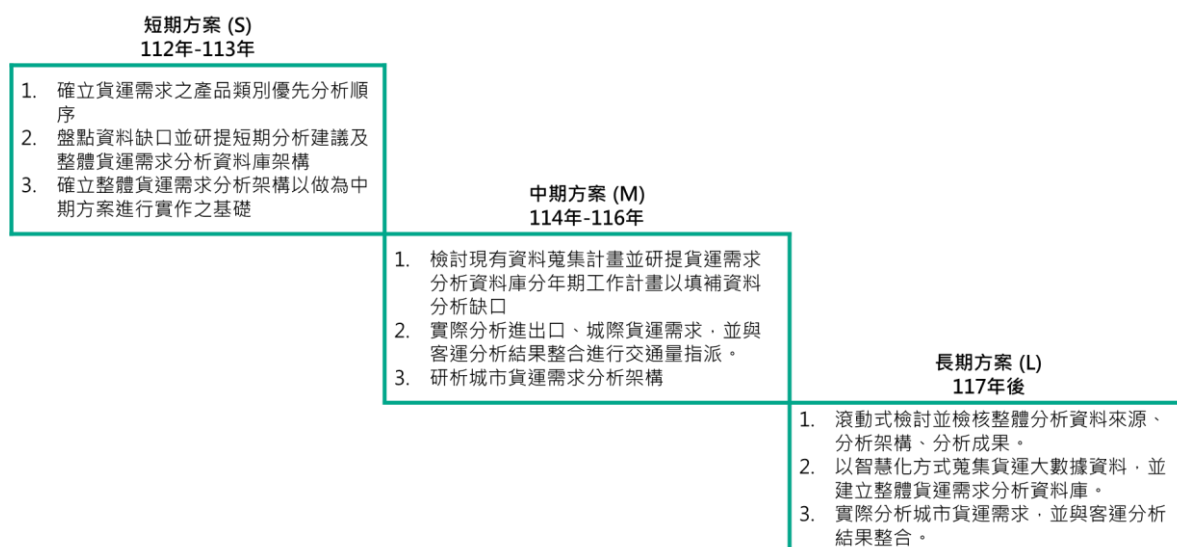


圖 7.2.2 整體計畫執行藍圖

二、分年期行動方案預算經費配置建議

依前述行動方案內容說明及計畫期程藍圖規劃，後續計畫主要工作項目可大致分為「貨運發展趨勢分析」、「貨運資料蒐集及調查」、「貨運模式建構及校估」等三大類型，本計畫依據計畫藍圖中各行動方案之優先性、延續性等原則，擬定行動方案執行組合，並進一步於本小節研提各行動方案組合之執行經費預算建議。

各年度經費依照工項預估之執行人月、特性調查費用進行各年度經費估算，其結果如表 7.2-7 所示。其中，調查費用分為小規模調查及主要調查，小規模調查係以各項調查計畫最低樣本數 400 份(符合 95%信心水準下 5%誤差之無母數統計樣本數)，而主要調查係以各項調查計畫最低樣本數 1,200 份(符合 95%信心水準下 3%誤差之無母數統計樣本數)進行估算，另由於部份行動方案之執行具有先後順序性，故後續計畫執行之調查樣本數及費用可視實際分析需求或執行進度調整。另在貨運資料庫之預算建議部份，由於目前國內之執行計畫中已有類似性質之計畫成果，故建議未來可由本計畫研提之行動方案(B3S1)擬定資料庫架構及資料格式後，納入本所「運輸部門決策支援系統」之更新維運機制中，而不建議再另行獨立建置貨運需求分析資料庫(B3L2)，藉此降低資料庫建置成本預算。

表 7.2-7 各年期發展策略對應之行動方案組合執行經費估算表

階段	年期	發展策略與行動方案組合	經費概估
短期 (S)	112 年	● 瞭解整體貨運發展趨勢 ✓ A1S1 確立經濟部國貿局 21 類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係 ✓ A2S1 以經濟部國貿局 21 類為基礎分析進出口貨運各產品類別之主要商品項目 ✓ A2S2 分析各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況 ✓ A2S3 分析國內各運輸系統(海運、鐵路、公路)主要產品類別、產項項目，並釐清在城際貨運需求模式中應分析的主要對象 ● 掌握貨運需求分析資料來源 ✓ B1S1 檢討現有資料調查計畫研提資料蒐集方式改善建議 ✓ B2S1 蒐集主要商品類別之貨運需求分析資料來源 ✓ B2S2 盤點主要商品類別之貨運分析資料缺口	580 萬元
	113 年	● 掌握貨運需求分析資料來源 ✓ B2S3 研提主要商品類別分析資料缺口之折衷作法 ✓ B2S4 探討主要分析對象分析資料缺口於現有調查計畫中合併或補充調查之可行性 ✓ B3S1 規劃整體貨運需求分析資料庫架構 ✓ B3S2 配合資料分析缺口規劃調查計畫並進行小規模調查驗證 ● 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法 ✓ C1S1 確立進出口、城際貨運整合介面完整性 ✓ C3S1 分析主要產品項目之進出口貨運需求及分布情況 ✓ C3S2 分析主要產品項目之城際貨運需求及分布情況	680 萬元
中期 (M)	114 年	● 掌握貨運需求分析資料來源 ✓ B3M1 根據貨運模式參數校估需求進行資料調查及蒐集 ● 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法 ✓ C1M1 配合分析資料蒐集成果檢討貨運需求分析方法及解釋變數之適用性 ✓ C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制 ✓ C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式	910 萬元
	115 年	● 掌握貨運需求分析資料來源 ✓ B3M2 根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查 ● 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法 ✓ C3M1 構建貨運模式並進行參數校估 ✓ C3M2 貨運未來需求預測分析與評估 ✓ C3M3 整合客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析 ✓ C3M4 整合客運與貨運模式分析成果進行整體運輸系統未來服務績效分析與評估	560 萬元

表 7.2-7 各年期發展策略對應之行動方案組合執行經費估算表 (續)

階段	年期	工作項目與行動方案組合	經費概估
中期 (M)	116 年	● 瞭解整體貨運發展趨勢 ✓ A3M1 持續蒐集城市貨運分析案例與相關文獻 ✓ A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式 ● 掌握貨運需求分析資料來源 ✓ B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議 ✓ B3M3 研提整體貨運需求分析資料庫分年期工作計畫 ● 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法 ✓ C3M5 整合客貨運分析成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析	470 萬元
長期 (L)	117 年 ~未來	● 瞭解整體貨運發展趨勢 ✓ A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響 ✓ A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目 ✓ A3L1 建立城市貨運實務作業流程分析架構 ● 掌握貨運需求分析資料來源 ✓ B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業 ✓ B3L1 建立並執行新增之調查計畫 ✓ B3L2 建立整體貨運需求分析資料庫 ● 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法 ✓ C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性 ✓ C2L1 建立城市貨運需求分析架構 ✓ C2L2 建立城市貨運與其他貨運模組分析結果整合介面 ✓ C3L1 分析主要產品項目之城市貨運需求 ✓ C3L2 檢核並更新客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析	-

註：本計畫針對短期、中期階段進行分年工項建議及經費概估，而長期階段則為原則性之建議，因此不概估其經費。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局 (2022)，臺鐵統計資訊，擷取日期：2022 年 7 月 8 日，網址：<https://www.railway.gov.tw/tra-tip-web/adr/about-public-info-3>。
2. 交通部 (2022)，交通部統計查詢網，擷取日期：2022 年 7 月 8 日，網址：<https://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100>。
3. 交通部民用航空局 (2022)，110 年 12 月民航統計月報。
4. 經濟部國際貿易局 (2022)，擷取日期：2022 年 7 月 8 日，網址：<https://fbfh.trade.gov.tw/fh/ap/listCCCf.do>。
5. 交通部運輸研究所 (2009)，國家永續發展之城際運輸需求模式研究 (4/4)。
6. Jugović, A., Hess, S., and Poletan Jugović, T. (2011), "Traffic Demand Forecasting for Port Services," *Promet-Traffic and Transportation*, Vol. 23, No. 1, pp. 59-69.
7. van Dorsser, C., Wolters, M., and van Wee, B. (2012), "A Very Long Term Forecast of The Port Throughput in The Le Havre-Hamburg Range Up To 2100," *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol. 12, No. 1.
8. Patil, G. R. and Sahu, P. K. (2016), "Estimation of Freight Demand at Mumbai Port Using Regression and Time Series Models," *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 20, No. 5, pp. 2022-2032.
9. Patil, G. R. and Sahu, P. K. (2017a), "Simultaneous Dynamic Demand Estimation Models for Major Seaports in India," *Transportation Letters*, Vol. 9, No. 3, pp. 141-151.
10. Sahu, P. K. and Patil, G. (2017), "Estimation of Cargo Demand at Major Seaports in India," *Journal of Maritime Research*, Vol. 14, No. 3, pp. 8-15.
11. Yang, Y. (2015), "Development of The Regional Freight Transportation Demand Prediction Models Based on The Regression Analysis Methods," *Neurocomputing*, Vol. 158, pp. 42-47.
12. 陳怡文 (2010)，貨運需求預測：指數平滑與 ARIMA 相關模式之比較，交通大學運輸科技與管理研究所碩士論文。
13. 邱妍禎 (2010)，和平工業港散乾貨運量分析與預測，海洋大學航運管理研究所碩士論文。
14. 賴晴郁 (2014)，承攬業者經小三通出口之貨運量需求預測-以 P 公司為

例，南臺科技大學行銷與流通管理研究所碩士論文。

15. Voigtlaender, N. (2002), A Dynamic Input-Output Model to Project U.S. Freight Transportation Demand, Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, U.S.
16. Lee, M. K. and Yoo, S. H. (2016), "The Role of Transportation Sectors in The Korean National Economy: An Input-Output Analysis," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 93, pp. 13-22.
17. Havenga, J. H. and Simpson, Z. P. (2018), "National Freight Demand Modelling: A Tool for Macrologistics Management," *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 29, No. 4, pp. 1171-1195.
18. Pompigna, A. and Mauro, R. (2020), "Input/Output Models for Freight Transport Demand: A Macro Approach to Traffic Analysis for A Freight Corridor," *Archives of Transport*, Vol. 54, No. 2, pp. 21-42.
19. Lu, C., Fu, S., Fang, J., Huang, J., and Ye, Y. (2021), "Analysis of Factors Affecting Freight Demand Based on Input-Output Model," *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2021, No. 5581742.
20. Hassan, L. A. H., Mahmassani, H. S., and Chen, Y. (2020), "Reinforcement Learning Framework for Freight Demand Forecasting to Support Operational Planning Decisions," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 137, No. 101926.
21. 陳俊男 (2008)，臺灣地區國際商港營運量預測模式之探討，逢甲大學交通工程與管理所碩士論文。
22. 周建張 (2002)，「新竹科學園區廠商選擇進出口運輸方式之決策模式」，*海運研究學刊*，第十三期，頁 39-46。
23. 顏進儒、陳仕明 (2004)，「近洋航線海運託運人選擇航商行為模式」，*航運季刊*，第十三卷第二期，頁 73-96。
24. Zhang, R., Zhu, L. C., and Tao, X. Z. (2011), "Analysis of Rao Yong Transportation Chain Choice Based on Mixed Multinomial Logit Model," *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Vol. 14, pp. 142-147.
25. 林智淮 (2007)，以混合羅吉特模式探討第三方物流業者之選擇，逢甲大學交通工程與管理所碩士論文。
26. D'este, G. M. and Meyrick, S. (1992a), "Carrier Selection in a RO/RO Ferry Trade PART 1: Decision Factors and Attitudes," *Maritime Policy & Management*, Vol. 19, No. 2, pp. 115-126.
27. D'este, G. M. and Meyric S. (1992b), "Carrier Selection in a RO/RO Ferry Trade PART 2: Conceptual framework for the decision process", *Maritime Policy & Management*, Vol. 19, No. 2, pp. 127-138.

28. Morrissey, K. and O'Donoghue, C. (2013), "The Potential for an Irish Maritime Transportation Cluster: An Input-Output Analysis," *Ocean and coastal management*, Vol. 71, pp. 305-313.
29. 馮正民 (2001), 台灣永續運輸的願景與發展策略-總計畫暨子計畫一：城際永續運輸的願景與發展策略 (I)。
30. 交通部運輸研究所 (2019), 第 5 期整體運輸規劃研究系列—供需預測分析。
31. Yang, Y., Jia, B., Yan, X.-Y., Li, J., Yang, Z., and Gao, Z. (2022), "Identifying Intercity Freight Trip Ends of Heavy Trucks from GPS Data," *Transportation Research Part E*, Vol. 157, No. 102590.
32. Xu, G., Zhang, R., Xu, S. X., Kou, X., and Qiu, X. (2021), "Personalized Multimodal Travel Service Design for Sustainable Intercity Transport," *Journal of Cleaner Production*, Vol. 308, No. 127367.
33. Wang, X., Meng, X., Wu, C., Zeng, C., and Liu, C. (2021), "Analysis and Development Proposal on Present Situation of Electrification of Logistics Vehicles," *5th International Conference on Traffic Engineering and Transportation System*, Vol. 12058, pp. 255-261.
34. NASEM (2008), Forecasting Statewide Freight Toolkit, NCHRP report 606, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, DC.
35. FHWA (2017), Freight Demand Modeling and Data Improvement Implementation Handbook, FHWA-HOP-18-018, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, DC.
36. FHWA (2019), Quick Response Freight Methods, FHWA-HOP-19-057, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, DC.
37. 日本国土交通省 (2001), 長期輸送需要の予測について。
38. 日本国土交通省 (2020), 2020 年の輸送需要予測。
39. 遠藤弘太郎、土居厚司、加藤浩徳、兵藤哲朗 (2001), 「我が国の国内幹線貨物流動の中長期的な需要予測モデル」, *土木計画学研究・講演集*, 第廿四卷。
40. Novak, D. C., Hodgdon, C., Guo, F., and Aultman-Hall, L. (2011), "Nationwide Freight Generation Models: A Spatial Regression Approach," *Networks and Spatial Economics*, Vol. 11, No. 1, pp. 23-41.
41. Gonzalez-Feliu, J. and Sánchez-Díaz, I. (2019), "The Influence of Aggregation Level and Category Construction on Estimation Quality for Freight Trip Generation Models," *Transportation Research Part E*, Vol. 121, pp. 134-148.

42. Holguín-Veras, J., Ramirez-Rios, D., and Pérez-Guzmán, S. (2021), “Time-Dependent Patterns in Freight Trip Generation,” *Transportation Research Part A*, Vol. 148, pp. 423-444.
43. Holguín-Veras, J., Jaller, M., Sanchez-Diaz, I., Wojtowicz, J., Campbell, S., Levinson, H., Lawson, C., Powers, E. L., and Tavasszy, L. (2012), *Freight Trip Generation and Land Use*. Washington, DC: The National Academies Press.
44. Sorratini, J. A. and Smith Jr., R. L. (2000), “Development of A Statewide Truck Trip Forecasting Model Based on Commodity Flows and Input-Output Coefficients,” *Transportation Research Record*, Vol. 1707, No. 1, pp. 49-55.
45. Duanmu, J., Foytik, P., Khattak, A., and Robinson, R. M. (2012), “Distribution Analysis of Freight Transportation with Gravity Model and Genetic Algorithm,” *Transportation Research Record*, Vol. 2269, No. 1, pp. 1-10.
46. Morton, A. L. (1969), “A Statistical Sketch of Intercity Freight Demand,” *Highway research record*, Vol. 296, pp. 47-65.
47. Kulshreshtha, M., Nag, B., and Kulshreshtha, M. (2001), “A Multivariate Cointegrating Vector Auto Regressive Model of Freight Transport Demand: Evidence from Indian Railways,” *Transportation Research Part A*, Vol. 35, No. 1, pp. 29-45.
48. Nicholson, A., Pochan, J., Wichitphongsa, W., and Wismans, L. (2020), An Intercity Freight Mode Choice Model : A Case Study of High Speed Rail Link Northern Line Thailand (Bangkok-Chiangmai), *MATEC Web of Conferences*, Vol. 308.
49. Ham, H., Kim, T. J., and Boyce, D. (2005), “Implementation and Estimation of a Combined Model of Interregional, Multimodal Commodity Shipments and Transportation Network Flows,” *Transportation Research Part B*, Vol. 39, No. 1, pp. 65-79.
50. Thoen, S., Tavasszy, L., de Bok, M., Correia, G., and van Duin, R. (2020), “Descriptive Modeling of Freight Tour Formation: A Shipment-Based Approach,” *Transportation Research Part E*, Vol. 140, pp. 101989.
51. Barceló, J., Grzybowska, H., and Orozco, J. A. (2018), City Logistics, In Marte, R. (Eds.), *Handbook of Heuristics*, Cham: Springer, pp. 887-930.
52. Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., and van Duin, R. (2001), *City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems*, Bingley: Emerald.
53. Savelsbergh, M. and Van Woensel, T. (2016), “50th Anniversary Invited Article-City Logistics: Challenges and opportunities,” *Transportation Science*, Vol. 50, No. 2, pp. 579-590.

54. Allen, J., Browne, M., and Cherrett, T. (2012), "Investigating Relationships Between Road Freight Transport, Facility Location, Logistics Management and Urban Form," *Journal of Transport Geography*, Vol. 24, pp. 45-57.
55. Woudsma, C., Jensen, J. F., Kanaroglou, P., and Maoh, H. (2008), "Logistics Land Use and the City: A Spatial-Temporal Modeling Approach," *Transportation Research Part E*, Vol. 44, No. 2, pp. 277-297.
56. D'este, G. (2007), Urban Freight Movement Modeling, In: Hensher, D.A. and Button, K.J. (Eds.), *Handbook of Transport Modelling*, Emerald.
57. Wang, Q. and Holguín-Veras, J. (2008), "Investigation of Attributes Determining Trip Chaining Behavior in Hybrid Microsimulation Urban Freight Models," *Transportation Research Record*, Vol. 2066, No. 1, pp. 1-8.
58. Taniguchi, E., Thompson, R. G., and Yamada, T. (2014), "Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, pp. 4-14.
59. Tavasszy, L. A., Ruijgrok, K., and Davydenko, I. (2012), "Incorporating Logistics in Freight Transport Demand Models: State-of-the-Art and Research Opportunities," *Transport Reviews*, Vol. 32, No. 2, pp. 203-219.
60. Wisetjindawat, W. and Sano, K. (2003), "A Behavioral Modeling in Micro-Simulation for Urban Freight Transportation," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, No. 3, pp. 2193-2208.
61. Roorda, M. J., Cavalcante, R., McCabe, S., and Kwan, H. (2010), "A Conceptual Framework for Agent-Based Modelling of Logistics Services," *Transportation Research Part E*, Vol. 46, No. 1, pp. 18-31.
62. Samimi, A., Mohammadian, A., and Kawamura, K. (2010), "A Behavioral Freight Movement Microsimulation Model: Method and Data," *Transportation Letters*, Vol. 2, No. 1, pp. 53-62.
63. Ruan, M., Lin, J. J., and Kawamura, K. (2012), "Modeling Urban Commercial Vehicle Daily Tour Chaining," *Transportation Research Part E*, Vol. 48, No. 6, pp. 1169-1184.
64. Kaszubowski, D. (2018), "Urban Freight Transport Demand Modelling and Data Availability Constraints," *Scientific and Technical Conference Transport Systems Theory and Practice*, pp. 172-182.
65. Holguin-Veras, J. and Thorson, E. (2000), "Trip Length Distributions in Commodity-Based and Trip-Based Freight Demand Modeling: Investigation of Relationships," *Transportation Research Record*, Vol. 1707, No. 1, pp. 37-48.
66. Hensher, D. A., and Teye, C. (2019), "Commodity Interaction in Freight Movement Models for New South Wales," *Journal of Transport Geography*, Vol. 80, pp. 102506.

67. Perera, L., Thompson, R. G., and Chen, Y. (2018), Understanding Road Freight Movements in Melbourne, In Taniguchi, E. and Thompson, R. G. (Eds.), *City Logistics 3: Towards Sustainable and Liveable Cities*, John Wiley & Sons, pp. 181-199.
68. Navarro, H. Á. R., Vieira, J. G. V., and Fransoo, J. C. (2021), “Understanding Urban Logistics and Consumer Behavior in São Paulo City,” *Case Studies on Transport Policy*, Vol. 9, No. 4, pp. 1630-1640.
69. Muñuzuri, J., Cortés, P., Onieva, L., and Guadix, J. (2010), “Modelling Peak-Hour Urban Freight Movements with Limited Data Availability,” *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 59, No. 1, pp. 34-44.
70. Kim, S., Park, D., Kim, S. and Park, H. (2014), “Modeling Courier Vehicles’ Travel Behavior: Case of Seoul, South Korea,” *Transportation Research Record*, Vol. 2410, No. 1, pp. 67-75.
71. Sánchez-Díaz, I., Holguín-Veras, J., and Wang, X. (2016), “An Exploratory Analysis of Spatial Effects on Freight Trip Attraction,” *Transportation*, Vol. 43, No. 1, pp. 177-196.
72. Caspersen, E. (2018), An Explorative Approach to Freight Trip Attraction in an Industrial Urban Area, In Taniguchi, E. and Thompson, R. G. (Eds.), *City Logistics 3: Towards Sustainable and Liveable Cities*, U.K.: Wiley, pp. 249-268.
73. Lawson, C. T., Holguín-Veras, J., Sánchez-Díaz, I., Jaller, M., Campbell, S., and Powers, E. L. (2012), “Estimated Generation of Freight Trips Based on Land Use,” *Transportation Research Record*, Vol. 2269, No. 1, pp. 65-72.
74. Jaller, M., Wang, X., and Holguín-Veras, J. (2015), “Large Urban Freight Traffic Generators: Opportunities for City Logistics Initiatives,” *Journal of Transport and Land Use*, Vol. 8, No. 1, pp. 51-67.
75. Figliozzi, M. A. (2007), “Analysis of the Efficiency of Urban Commercial Vehicle Tours: Data Collection, Methodology, and Policy Implications,” *Transportation Research Part B*, Vol. 41, No. 9, pp. 1014-1032.
76. Comi, A. and Nuzzolo, A. (2014), “Simulating Urban Freight Flows with Combined Shopping and Restocking Demand Models,” *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, pp. 49-61.
77. Hunt, J. D. and Stefan, K. J. (2007), “Tour-Based Microsimulation of Urban Commercial Movements,” *Transportation Research Part B*, Vol. 41, No. 9, pp. 981-1013.
78. Joubert, J. W. and Axhausen, K. W. (2011), “Inferring Commercial Vehicle Activities in Gauteng, South Africa,” *Journal of Transport Geography*, Vol. 19, No. 1, pp. 115-124.
79. Hensher, D. and Figliozzi, M. A. (2007), “Behavioural Insights into the Modelling of Freight Transportation and Distribution Systems,”

Transportation Research Part B, Vol. 41, No. 9, pp. 921-923.

80. Outwater, M., Smith, C., Wies, K., Yoder, S., Sana, B., and Chen, J. (2013), "Tour Based and Supply Chain Modeling for Freight: Integrated Model Demonstration in Chicago," *Transportation Letters*, Vol. 5, No. 2, pp. 55-66.
81. Bankes, S. C. (2002), "Agent-Based Modeling: A Revolution?" *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 99, No. suppl_3, pp. 7199-7200.
82. Comi, A., Donnelly, R., and Russo, F. (2014), Urban Freight Models, In Tavasszy, L. et al. (Eds.), *Modelling Freight Transport*, Amsterdam: Elsevier, pp. 163-200.
83. Stinson, M., Auld, J., and Mohammadian, A. K. (2020), "A Large-Scale, Agent-Based Simulation of Metropolitan Freight Movements with Passenger and Freight Market Interactions," *Procedia Computer Science*, Vol. 170, pp. 771-778.
84. Sakai, T., Alho, A. R., Bhavathrathan, B. K., Chiara, D. G., Gopalakrishnan, R., Jing, P., Hyodo, T., Cheah, L. and Ben-Akiva, M. (2020), SimMobility Freight: An Agent-Based Urban Freight Simulator for Evaluating Logistics Solutions," *Transportation Research Part E*, Vol. 141, pp. 102017.
85. Sakai, T., Kawamura, K., and Hyodo, T. (2017), "Spatial Reorganization of Urban Logistics System and its Impacts: Case of Tokyo," *Journal of Transport Geography*, Vol. 60, pp. 110-118.
86. Jun, M. J. (2005), "Forecasting Urban Land-Use Demand Using A Metropolitan Input-Output Model," *Environment and Planning A*, Vol. 37, No. 7, pp. 1311-1328.
87. Shin, S., Choo, S., Lee, K., and Park, D. (2018), "What Factors do Affect Freight Volume of the Steel Industry in Korea?: A Structural Equation Modeling Approach," *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 22, No. 11, pp. 4615-4625.
88. Chow, J. Y., Yang, C. H., and Regan, A. C. (2010), "State-of-the Art of Freight Forecast Modeling: Lessons Learned and the Road Ahead," *Transportation*, Vol. 37, No. 6, pp. 1011-1030.
89. Holguín-Veras, J. and Patil, G. R. (2008), "A Multicommodity Integrated Freight Origin–Destination Synthesis Model," *Networks and Spatial Economics*, Vol. 8, No. 2, pp. 309-326.
90. Sivakumar, A. and Bhat, C. (2002), "Fractional Split-Distribution Model for Statewide Commodity-Flow Analysis," *Transportation Research Record*, Vol. 1790, No. 1, pp. 80-88.
91. Wang, Q. and Holguin-Veras, J. (2009), "Tour-Based Entropy Maximization Formulations of Urban Freight Demand," *Proceedings of the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, DVD/Collected Papers.

92. Patier, D. and Routhier, J.-L. (2008), "How to Improve the Capture of Urban Goods Movement Data?", In Bonnel, P. et al. (Eds.), *Transport Survey Methods*, Bingley: Emerald, pp. 251-287.
93. Holguín-Veras, J. and Jaller, M. (2014), Comprehensive Freight Demand Data Collection Framework for Large Urban Areas, In Gonzalez-Feliu J. et al. (Eds.), *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*, Berlin: Springer, pp. 91-112.
94. McLeod, S., Schapper, J. H., Curtis, C., and Graham, G. (2019), "Conceptualizing Freight Generation for Transport and Land Use Planning: A Review and Synthesis of the Literature," *Transport Policy*, Vol. 74, pp. 24-34.
95. Nuzzolo, A. and Comi, A. (2014), "City Logistics Planning: Demand Modelling Requirements for Direct Effect Forecasting," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, pp. 239-250.
96. 公路局 (2022), 統計查詢網, 擷取日期: 2022 年 7 月 8 日, 網址: <https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=defjsp>。
97. 臺灣港務股份有限公司 (2022), 臺灣港務公司統計年報, 擷取日期: 2022 年 7 月 8 日, 網址: <https://www.twport.com.tw/chinese/cp.aspx?n=55B0FCB1F3784FEC>。
98. 交通部民用航空局 (2022), 民航統計年報, 擷取日期: 2022 年 7 月 8 日, 網址: <https://www.caa.gov.tw/Article.aspx?a=1092&lang=1>。
99. 交通部運輸研究所 (2004), 國家貨運發展政策白皮書。
100. 李宗儒 (2007), 當代物流管理: 理論與實務, 滄海書局。
101. 交通部運輸研究所 (2015), 汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究—法律位階檢討。
102. Heinrich, L., Schulz, W. H., and Geis, I. (2016), "The Impact of Product Failure on Innovation Diffusion: The Example of the Cargo Bike as Alternative Vehicle for Urban Transport," *Transportation Research Procedia*, Vol. 19, pp. 269-271.
103. 交通部運輸研究所 (2020), 2019 年海運重要議題。
104. 蘇雄義、龍道格 (2015), 全球運籌: 國際物流管理, 華泰文化事業股份有限公司。
105. Kikuta, J., Ito, T., Tomiyama, I., Yamamoto, S., and Yamada, T. (2012), "New Subway-Integrated City Logistics System," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 39, pp. 476-489.
106. Janjevic, M. and Ndiaye, A. B. (2014), "Inland Waterways Transport for City Logistics: A Review of Experiences and the Role of Local Public

- Authorities,” *Urban Transport XX*, Vol. 138, pp. 279-290.
107. Caris, A., Macharis, C., and Janssens, G. K. (2008), “Planning Problems in Intermodal Freight Transport: Accomplishments and Prospects,” *Transportation Planning and Technology*, Vol. 31, No. 3, pp. 277-302.
 108. Crainic, T. G., Ricciardi, N., and Storchi, G. (2004), “Advanced Freight Transportation Systems for Congested Urban Areas,” *Transportation Research Part C*, Vol. 12, No. 2, pp. 119-137.
 109. Visser, J., Nemoto, T., and Browne, M. (2014), “Home Delivery and the Impacts on Urban Freight Transport: A Review,” *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, pp. 15-27.
 110. 經濟部統計處 (2022)，產業經濟統計簡訊，擷取日期：2022 年 7 月 8 日，網址：
https://www.moea.gov.tw/Mns/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=9&html=1&menu_id=18808&bull_id=9673。
 111. Alyoubi, A. A. (2015), “E-Commerce in Developing Countries and How to develop them during the introduction of modern systems,” *Procedia Computer Science*, Vol. 65, pp. 479-483.
 112. Ahmad, S. N. and Callow, M. (2018), “‘Free Shipping’ or ‘Dollar Off’? The Moderating Effects of List Price and E-Shopping Experience on Consumer Preference for Online Discount,” *International Journal of Electronic Commerce Studies*, Vol. 9, No. 1, pp. 55-70.
 113. Chong, A. Y. L., and Zhou, L. (2014), “Demand Chain Management: Relationships between External Antecedents, Web-Based Integration and Service Innovation Performance,” *International Journal of Production Economics*, Vol. 154, pp. 48-58.
 114. Kin, B., Verlinde, S., and Macharis, C. (2017), “Sustainable Urban Freight Transport in Megacities in Emerging Markets,” *Sustainable Cities and Society*, Vol. 32, pp. 31-41.
 115. Gevaers, R., Van de Voorde, E., and Vanelander, T. (2014), “Cost Modelling and Simulation of Last-mile Characteristics in an Innovative B2C Supply Chain Environment with Implications on Urban Areas and Cities,” *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, pp. 398-411.
 116. 胡凱傑、吳曉鈺 (2009)，「宅配業品牌形象與品牌聯盟契合度對消費者購買意願之影響」，*中華管理評論國際學報*，第十二卷第二期，頁 1-21。
 117. Carbone, V., Rouquet, A., and Roussat, C. (2017), “The Rise of Crowd Logistics: A New Way to Co-Create Logistics Value,” *Journal of Business Logistics*, Vol. 38, No. 4, pp. 238-252.
 118. Rai, H. B., Verlinde, S., Merckx, J., and Macharis, C. (2017), “Crowd

- Logistics: An Opportunity for More Sustainable Urban Freight Transport?” *European Transport Research Review*, Vol. 9, No. 3, pp. 1-13.
119. Rai, H. B., Verlinde, S., and Macharis, C. (2018), “Shipping Outside the Box. Environmental Impact and Stakeholder Analysis of a Crowd Logistics Platform in Belgium,” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 202, pp, 806-816.
 120. Taeihagh, A. (2017), “Crowdsourcing, Sharing Economies and Development,” *Journal of Developing Societies*, Vol. 33, No. 2, pp. 191-222.
 121. Sampaio, A., Savelsbergh, M., Veelenturf, L., and Van Woensel, T. (2019), Crowd-Based City Logistics. In Faulin, J. *et al.* (Eds.), *Sustainable Transportation and Smart Logistics: Decision-Making Models and Solutions*, Amsterdam: Elsevier, pp. 381-400.
 122. Hensher, D. A. (2018), “Tackling Road Congestion – What Might It Look Like in The Future under A Collaborative and Connected Mobility Model?,” *Transport Policy*, Vol. 66, pp. A1-A8.
 123. Wang, X., Zhan, L., Ruan, J., and Zhang, J. (2014), “How to Choose ‘Last Mile’ Delivery Modes for E-Fulfillment,” *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2014, pp. 1-11.
 124. Chowdhury, S., Emelogu, A., Marufuzzaman, M., Nurre, S. G., and Bian, L. (2017), “Drones for Disaster Response and Relief Operations: A Continuous Approximation Model,” *International Journal of Production Economics*, Vol. 188, pp. 167-184.
 125. Benarbia, T. and Kyamakya, K. (2021), “A Literature Review of Drone-Based Package Delivery Logistics Systems and Their Implementation Feasibility,” *Sustainability*, Vol. 14, No. 1, pp. 360.
 126. Mckinnon, A. C. (2016), “The Possible Impact of 3D Printing and Drones on Last-Mile Logistics: An Exploratory Study,” *Built Environment*, Vol. 42, No. 4, pp. 617-629.
 127. Rao, B., Gopi, A. G., and Maione, R. (2016), “The Societal Impact of Commercial Drones,” *Technology in Society*, Vol. 45, pp. 83-90.
 128. Liang, K. Y., van de Hoef, S., Terelius, H., Turri, V., Besselink, B., Mårtensson, J., and Johansson, K. H. (2016), “Networked Control Challenges in Collaborative Road Freight Transport,” *European Journal of Control*, Vol. 30, pp. 2-14.
 129. Liang, X., Pérez, B. O., Dey, S. S., Haney, H., and Kim, J. Y. (2016), “Big-Data Analytics Drives Parking Policy: Evaluating Adherence to Meter Time Limits in Washington, DC,” *Transportation Research Record*, Vol. 2594, No. 1, pp. 107-117.
 130. Dong, C., Akram, A., Andersson, D., Arnäs, P.-O., and Stefansson, G. (2021), “The Impact of Emerging and Disruptive Technologies on Freight

- Transportation in the Digital Era: Current State and Future Trends,” *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 32, No. 2, pp. 386-412.
131. Boysen, N., Schwerdfeger, S., and Weidinger, F. (2018), “Scheduling Last-Mile Deliveries with Truck-Based Autonomous Robots,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 271, No. 3, pp. 1085-1099.
132. Slabinac, M. (2015), “Innovative Solutions for a ‘Last-Mile’ Delivery - A European Experience,” *Proceedings of the 15th International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management*, pp. 111-129.
133. 行政院環境保護署 (2018)，全國性排放清冊 9.0 版。
134. Mangiaracina, R., Perego, A., Seghezzi, A., and Tumino, A. (2019), “Innovative Solutions to Increase Last-Mile Delivery Efficiency in B2C E-Commerce: A Literature Review,” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 49, No. 9, pp. 901-920.
135. Bachofner, M., Lemardelé, C., Estrada, M., and Pagès, L. (2022), “City Logistics: Challenges and Opportunities for Technology Providers,” *Journal of Urban Mobility*, Vol. 2, pp. 100020.
136. 財政部關務署 (2020)，關港貿單一窗口(CPT)-海關進出口統計，擷取日期：2022 年 7 月 8 日，網址：
<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA02>。
137. 交通部民用航空局 (2020)，109 年民航統計年報。
138. 交通部統計處 (2020)，109 年汽車貨運調查報告。
139. 經濟部統計處 (2022a)，工廠校正及營運調查，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：
<https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateG.aspx>。
140. 經濟部統計處 (2022b)，工廠名錄統計調查，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：
<https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateFactory.aspx>。
141. 交通部公路局 (2020)，蘇花改通車後對宜花路廊交通衝擊影響評估。
142. 交通部公路局 (2021)，公路交通量調查統計表。
143. 交通部運輸研究所 (2021)，高雄港洲際貨櫃中心聯外交通改善策略之研究。
144. 臺灣港務股份有限公司 (2021)，5G 智慧交通計畫產業交流活動會議-智慧海港 5G 應用場域交流。
145. Toh M. H. (1998), “The RAS Approach in Updating Input–Output Matrices: An Instrumental Variable Interpretation and Analysis of Structural Change,” *Economic Systems Research*, Vol. 10, No. 1, pp. 63-78.

146. Partridge M. and Rickman, D. (2010), “Computable General Equilibrium (CGE) Modelling for Regional Economic Development Analysis,” *Regional Studies*, Vol. 44, No. 10, pp. 1311-1328
147. 交通部運輸研究所 (2016)，建立我國常態貨物流向統計與物流競爭力分析機制。
148. 經濟部礦務局 (2016)，104 年度砂土石產銷調查報告。
149. 經濟部礦務局 (2017a)，105 年度砂土石產銷調查報告。
150. 經濟部礦務局 (2018a)，106 年度砂土石產銷調查報告。
151. 經濟部礦務局 (2019)，107 年度砂土石產銷調查報告。
152. 經濟部礦務局 (2020)，108 年度砂土石產銷調查報告。
153. 經濟部礦務局 (2021)，109 年度砂土石產銷調查報告。
154. 經濟部礦務局 (2022a)，110 年度砂土石產銷調查報告。
155. 經濟部礦務局 (2017b)，土石資源服務平台，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：<https://amis.mine.gov.tw/know/relatedknow/use>。
156. 行政院主計總處 (2020)，產業關聯統計-統計表-產業關聯表，擷取日期：2022 年 11 月 1 日，網址：https://www.stat.gov.tw/News_Content.aspx?n=2781&s=88210&Create=1&ccms_cs=1&state=1327FD6AD8DCDA52。
157. 行政院主計總處 (2021)，歷年國內各業生產與平減指數表，擷取日期：2022 年 11 月 1 日，網址：<https://www.stat.gov.tw/cp.aspx?n=2674>。
158. 臺經院產經資料庫 (2022)，產銷存統計-產銷存資料庫，擷取日期：2022 年 11 月 8 日，網址：https://tie.tier.org.tw/Number_DB/psi/psi_ind_stastic.aspx?industry=IND11-12&ind_type=midind。
159. 財政部關務署 (2022)，關港貿單一窗口(CPT)-綜合查詢，擷取日期：2022 年 11 月 8 日，網址：<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA30>。
160. 陳郁元 (2005)，臺灣地區土石需求量預估與供應策略之研究，成功大學資源工程學系碩士論文。
161. 陳家榮 (2011)，國內砂石需求預測模型，成功大學資源工程學系碩士論文。
162. 經濟部礦務局 (2018b)，砂石開發供應政策評估說明書。
163. 內政部營建署 (2022)，營建統計年報，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：<https://www.cpami.gov.tw/政府資訊公開/主動公開資訊/施政計>

畫業務統計及研究報告/營建統計資訊/155-營建統計/7302-營建統計年報.html。

164. 內政部戶政司 (2022a)，就業及失業統計，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：<https://www.stat.gov.tw/cp.aspx?n=2704>。
165. 內政部戶政司 (2022b)，人口統計資料，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：<https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>。
166. 行政院主計總處 (2022)，家庭收支調查報告，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：<https://www.stat.gov.tw/cp.aspx?n=2696>。
167. 行政院財政部 (2022)，財政及賦稅統計，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網址：
<https://web02.mof.gov.tw/njswww/WebMain.aspx?sys=100&funid=defjspf2>。
168. 經濟部礦務局 (2022b)，第一類砂石碎解洗選場現地認定基準審認合格之場家名冊，擷取日期：2022 年 11 月 14 日，網站：
<https://www.mine.gov.tw/News/ViewNews.asp?View=710>。
169. Miller, R. E. and Blair, P. D. (1985), *Input - Output Analysis: Foundations and Extensions*, New Jersey: Prentice - Hall, Englewood Cliffs.

附件一

歷次工作會議-會議紀錄

工作會議紀要

採購案編號：MOTC-IOT-111-PBB003

採購案標的名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究

時間：111 年 3 月 31 日（星期四）上午 10 時

地點：本所 7 樓運輸規劃科技研究室

主持人：張組長舜淵

出席者：楊副組長幼文、呂研究員怡青、王副研究員劭暉、楊副研究員國楨、鼎漢顧問公司李德全、國立陽明交通大學盧教授宗成(計畫主持人)、邱教授裕鈞、陳教授穆臻、簡佑勳

紀錄：呂怡青、簡佑勳

討論議題

- 1.計畫工作項目與預期成果
- 2.計畫工作項目時程規劃
- 3.評選會議意見確認

主要結論

1. 為能有效掌握進出口貨運總量及起迄資料，本所將向航港局申請關港貿系統之使用權限，藉以瞭解該系統資料應用於建立模式及分析之可行性。此外，考量過去亦有計畫係使用報關系統資料進行分析，計畫團隊亦可先行洽詢該資料庫之使用成本，以評估資料內容及經費需求。
2. 有鑑於城際物流與城市物流間之區隔較為模糊且多有重疊，建議計畫團隊可嘗試以商業模式或實務作業模式為出發點，探討哪些配送模式或運送行為會影響道路之車流量，以利界定後續計畫分析範圍之精細度。
3. 由於各產業別之物流配送模式有其差異，若僅針對影響車旅次之因素進行探討，可能忽略產業發展趨勢對運輸行為之改變，雖未

來產業發展、市場變化可能較難掌握，但仍建議計畫團隊可針對產業發展趨勢及適用於市場變化之建模方法進行探討，以提出適用於國內貨運之分析架構，並能進一步針對模式須包含之分析資料研提資料蒐集或調查構想。

4. 除產業別之差異外，商品別亦可能會影響運送模式，建議計畫團隊可以經濟部之商品分類為基礎，逐類別盤點不同商品之資料來源、區位特性及運送模式等，瞭解資料蒐集之優缺點為何，進而提出應對方案。其中，區位特性、運送模式可透過邀集貨主(shipper)、買主(buyer)、運送業者(carrier)等對象召開座談會或以訪談方式蒐集實務面資料。
5. 若為探討產業發展趨勢，建議計畫團隊參考各縣市之國土計畫，以及工業局、科技部、農委會等單位之用地需求，瞭解近 5 年之土地使用等發展區位變化趨勢。另本所於近期參加營建署邀請政大鄭安廷教授之專題演講—「從產業部門觀點思考都會區域計畫」，會後亦能提供簡報資料供計畫團隊參考。
6. 若為推估貨運總量，建議可由經濟部統計之各產業產值、重量資料進行推估。若需進一步探討總量之起迄分布，則可嘗試以高公局之 ETC 資料及公路總局之車籍資料進行勾稽，推估大、小貨車在不同起迄間之車流量。此外，由於關貿資料會根據各批進口貨物應繳納之關稅紀錄其貨物流向，後續亦可視資料取得可行性，嘗試與產業聚落進行串聯，進而掌握貨運總量之起迄分布。
7. 由於貨運起迄分布或配送模式屬於業者之商業機密且較難取得，計畫團隊辦理訪談或座談會之目的應非取得具體之貨運量分布，而是可以嘗試針對業者之派車模式、物流中心分布及作業模式進行瞭解，並請業者提供資料蒐集建議。
8. 考量客運模式之分析架構係以區域模式為基礎，而貨運模式因受限於資料取得之不確定性，目前以城際模式為建置構想；鑑於兩者之分析尺度不盡相同，為能於後續分析中順利整合客貨運模式，建議計畫團隊可以客運模式之輸入變數為目標做為貨運模式之預期產出。
9. 計畫團隊於服務建議書中回顧之 FHWA (2017)參考文獻已有 2019 年版本，建議更新。另由於 FHWA 係以大陸型國家之美國為研究對象，建議計畫團隊可再蒐集海島型國家，如日本、韓國等之相關文獻並回顧。

10. 本計畫之主要目的為針對貨運需求調查及模式建立方法進行先期規劃研究，以評估未來需投入分析之資源，爰主要工作項目將於期末階段檢核是否完成，期中階段之工作項目分配可按照計畫團隊現有規劃即可。

111 年 4 月份工作會議紀要

採購案編號：MOTC-IOT-111-PBB003

採購案標的名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究

時間：111 年 4 月 25 日（星期四）上午 10 時

地點：線上會議

主持人：張組長舜淵

出席者：楊副組長幼文、呂研究員怡青、楊副研究員國楨、國立陽明交通大學盧教授宗成(計畫主持人)、簡佑勳

紀錄：呂怡青、簡佑勳

討論議題

1. 第一次工作會議意見與回覆
2. 文獻回顧及貨運規劃分析個案成果
3. 產業聚落分析
4. 各層級間之貨物或展品類別對照

主要結論

1. 本計畫將聚焦於探討進出口貨運、城際貨運等兩類型貨運系統，探討課題則會以建模方法及分析資料來源為兩大主軸，而城市物流貨運因屬新貨運型態，計畫中將探討城市物流貨運未來發展趨勢，以及城市物流貨運中哪些現象會影響到城際貨運之旅次產生及吸引為主要方向。
2. 有關「貨運」及「物流」之定義，經研究團隊說明如下：「物流」之定義較屬於供應鏈管理中貨物與產銷間流動的過程，尚包含貨物流、金流、資訊流等，而「貨運」則較屬於貨物、汽車的實體流動。考量本計畫是以貨運需求分析為主軸，故目前係建議採用「貨運」為主要使用名詞，如：進出口貨運、城際貨運，惟城市部分因國外文獻多採用 city logistic，中文名稱將暫譯為城市物流貨運。後續請計畫團隊再斟酌考量「城市物流貨運」之妥適性。

3. 建議計畫團隊未來彙整國外文獻及貨運規劃分析個案時，可將專有名詞適度採原文呈現，並補充其定義，以利瞭解專有名詞之意涵。
4. 鑒於不同貨運規劃分析個案之分析範圍不盡相同，除瞭解個案以國家、州或城市為對象外，請計畫團隊未來補充分析個案之分析單位為何，如：鄰里、郵遞區號分區、TAZ 等。
5. 為瞭解進出口貨運、城際貨運在貨運產品之對照關係，本所將協助與交通部統計處聯繫，瞭解汽車貨運調查報告採用貨品分類之緣由。另請計畫團隊依現有規劃，嘗試針對「經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定(進出口關貿採用分類)」與「行政院主計總處產業關聯統計資料 (汽車貨運調查採用分類)」建立對照表，後續再依對照結果提出分析構想或改善方法。此外，本所運管組曾辦理貨運流向之相關計畫，會後可提供予團隊參考。
6. 由於經濟部之經濟地理資訊系統將於本(111)年度6月30日下架，請計畫團隊先依現有之公開資料進行檢視，並探討如何利用現有資料針對產業聚落進行分析。
7. 考量航港局目前僅提供現有資料清單供團隊檢視，為進一步瞭解關港貿系統中之資料欄位，以利團隊評估後續如何運用分析進出口貨運量，本所將協助聯繫，以取得系統之使用權限。
8. 由於計畫團隊所提供之關貿網路公司報關資料處理成本為 99 年度之資料，請團隊協助洽詢目前之處理成本是否有變動。
9. 請計畫團隊依照現有工作項目執行期程安排訪談事宜，藉此瞭解貨運業者在排程、派車、配送中心分布等實務作業模式，以及不同產業別之貨物起迄及流向。
10. 本所相關出版報告中已針對部分中文名詞或用字做統一，如：起迄之「迄」字、分布之「布」字等，請計畫團隊後續再留意用字之一致性。

111 年 5 月工作會議紀要

採購案編號：MOTC-IOT-111-PBB003

採購案標的名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究

時間：111 年 5 月 27 日（星期五）下午 3 時

地點：線上會議

主持人：張組長舜淵

出席者：楊副組長幼文、呂研究員怡青、王副研究員劭暉、國立陽明交通大學盧教授宗成(計畫主持人)、邱教授裕鈞、簡佑勳

紀錄：呂怡青、簡佑勳

討論議題

1. 第二次工作會議意見與回覆
2. 文獻回顧
3. 分析我國貨運發展趨勢與特性
4. 盤點現行國內貨運資料

主要結論

1. 計畫團隊根據文獻回顧結果提出以產品類別為單位，分別預估不同產品貨運需求分析之構想，惟產品類別之項目眾多，除考慮以貨運量篩選對道路交通影響較大之產品類別外，請計畫團隊再評估產品類別相互整併的可能性，以降低後續建模分析之複雜度及投入成本。
2. 針對進出口貨運量分析，目前團隊欲以投入產出分析為主要架構，預估各產品進出口貨運量，惟考量貨運為衍生性需求，可能隨著產業發展而變動，建議計畫團隊可多加說明投入產出分析中如何反應未來年產業關聯、產業發展預測，以及產量與貨運量之轉換乘數處理方式。
3. 目前計畫團隊規劃以四步驟模式作為城際貨運之分析架構，而各

步驟欲採用之分析方法則需要視資料可得性彈性調整，爰後續辦理專家學者座談會時，可依據對現況資料之掌握程度邀請與談對象，若對資料掌握度較低，可邀集實務作業及資料統計相關單位，以蒐集更多貨運資料來源或資料調查機制；若對資料掌握度較高，則邀請較多學術單位，以利就建模架構、未來資料蒐集建議等議題進行討論。

4. 建議計畫團隊可針對目前貨運資料之產品類別及資料欄位，以對照列表方式進行彙整，藉此讓資料斷點或工作進度較容易檢視。
5. 考量砂石進出口貨運之總重量高，亦可能對道路交通量有較大影響，故計畫團隊目前規劃以砂石業為訪談對象，蒐集實務面作業資料，並評估目前初擬分析架構建模之可行性。基此，建議後續訪談時除蒐集實務作業運作情況外，可多加詢問統計資訊之取得管道，以及與產業公會、聯合會建立聯繫管道，以利調整後續計畫執行方向。
6. 根據目前與 MTNet 維運業者中華電信洽詢結果，本所將再進一步與航港局接洽，探詢提供一個月去識別化報關資料之可行性。此外，請計畫團隊進一步探討報關、艙單、提單等進出口文件之資料欄位，藉此了解關貿資料中哪些資料項目可作為後續分析之用，以利評估貨運分析資料取得的可行性及成本。
7. 由於目前提供之各運具別貨運量資料皆僅以大項目類別呈現，建議可再蒐集各類別下之子類別或實際產品名稱及其貨運量資料。
8. 考量經濟部「經濟地理資訊系統」將於本(111)年度 6 月 30 日下架，建議計畫團隊可嘗試洽詢該平台有關產業聚落分布之資料來源及彙整方式，藉此作為後續分析產業分布、產業聚落之參考資料。

111 年 8 月工作會議紀要

採購案編號：MOTC-IOT-111-PBB003

採購案標的名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究

時間：111 年 8 月 25 日（星期四）上午 10 時至 11 時

地點：視訊會議

主持人：呂副組長怡青

出席者單位及人員：如後附簽到表

紀錄：楊國楨、簡佑勳

壹、討論議題

1. 期中審查意見回覆及處理情形
2. 期中報告修正章節提送時程規劃
3. 後續工作進度規劃
4. 嘉里大榮訪談摘要說明

貳、重點計要

1. 考量本計畫目前規劃將貨運與客運之需求分開進行分析，為能將貨運需求分析結果與現有之客運整體運輸規劃架構整合，請於期末階段補充說明兩者整合介面之處理方式。
2. 由於現有貨運統計資料多與整體運輸規劃中之交通分區單位不同，如：整體運輸規劃中是以鄉鎮市區、港埠為 TAZ，但貨運統計資料則是以縣為單位，故後續如何將以縣為單位之總體貨運資料分解至 TAZ 中，請於報告書中補充說明。
3. 目前規劃以商品類別為單位分析貨運量需求，其中進出口貨運是以投入產出方法為分析架構，城際貨運則是以四步驟商品模型為分析架構，考量不同商品類別之運送特性差異甚大，適用之分析方法亦可能不盡相同，建議除以貨運量較大之砂石產業為實證分析對象提出分析過程可能碰到之問題外，亦能根據實證分析之經驗提出不同商品類別在各分析步驟應注意之事項，例如：複合運輸模式如何反映在規劃模型中、巢式羅吉特模式應用於運具分派階段之考慮因素及資料來源等。

4. 貨運運輸規劃之目的在於預測未來年之貨運交通量，惟運輸為衍生性需求，故交通量之變化可對應不同商品類別之貨運需求發展趨勢，然本計畫受限於計畫期程、經費、人力及現有統計資料缺口等限制，因此計畫中僅能就目前提出之分析架構進行實證分析，尚無法針對分析結果之正確性進行驗證，建議可於報告書中加強論述本計畫之動機、目的、範疇、應用範圍、限制條件等內容，藉此讓計畫執行過程之討論內容可更容易聚焦且明確。
5. 有關蘇雄義委員第 17 點建議，目前團隊係引用本所之「我國汽車貨運產業導入績效運籌模式之研究－以貨車租賃為例」報告，建議可參考本所「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究」之內容檢視修正委員意見。
6. 有關運管組第 5 點建議，建議可參考法規規範之名詞進行論述，若為目前尚未於法規中定義之新興運輸服務，報告書中引用之名詞亦需標註來源。
7. 後續提送期末報告時，應參考本所出版品格式進行編排。另因目前初擬之期末報告章節目錄中並未包含運輸規劃軟體資料需求章節，請於報告書補充。
8. 第二次專家學者座談會預計將於 10 月中下旬召開，請再研議座談會之討論議題及邀請名單等事項。
9. 依據兩次實務訪談結果可得知，無論是貨主或貨運業者之貨運量資料皆為其商業機密較難取得，建議可再研議總體資料無法經由業者端取得時之替代方案。

MOTC-IOT-111-PBB003 臺灣地區整體運輸規劃

－貨運需求調查與模式建立方法之研究

工作會議簽到表

一、開會時間：111 年 8 月 25 日(星期四)上午 10 時

二、開會地點：視訊會議

三、主席：呂副組長怡青

四、出(列)席人員：

單位/姓名	簽到
交通部運輸研究所	劉銘韻、王劭暉、楊國楨
國立陽明交通大學	盧宗成、簡佑勳、李德全、賴柏諺

111 年 10 月工作會議紀要

採購案編號：MOTC-IOT-111-PBB003

採購案標的名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究

時間：111 年 10 月 7 日（星期五）上午 9 時 30 分至 11 時 00 分

地點：視訊會議

主持人：張組長舜淵

出席者單位及人員：如後附簽到表

紀錄：楊國楨、簡佑勳

參、討論議題

1. 整體貨運運輸需求分析架構
2. 貨運需求案例分析-以砂石產品為例
3. 貨運需求分析發展目標及策略架構
4. 第二次專家學者座談會規劃

肆、重點計要

1. 為建立客、貨運分析結果整合介面，團隊建議將貨運分析模組之 TAZ 定義方式比照客運分析模組，請團隊補充說明重要港埠實際包含哪些港口、機場，以及物流中心、轉運節點可整併到 TAZ 中之論述。
2. 在運具分派階段，客運分析模組是以乘載率將人旅次轉為車旅次，貨運分析模組在實務上為滿足規模經濟，即便各類商品類別之裝載方式略有不同，但業者仍會盡可能將貨物裝載至滿車，因此在模式中可簡化以一固定載運量將貨運量分配至車旅次。另外，除考慮乘載率議題外，鑑於不同運送距離之運具方案也可能不同，請補充說明運具分派階段應考慮之要素。
3. 由於貨運之尖峰時段視產品類別、地區等條件皆有所不同，在實務面以及現階段之分析架構中應較難探討此課題，故在整體架構圖中以全日之貨運需求為分析標的。
4. 針對進出口貨運之投入產出方法，請團隊補充說明分析架構於理論面之分析流程、計算方式、驗證方式等內容；另在案例分析部

份，由於第五類產品非僅包括砂石，故各個步驟產出數字代表之意涵請再加強論述。

5. 城際貨運個案分析部分，在貨運量產生及吸引步驟，團隊為能改善過去多以總體經濟變數為解釋變數，使各個產品類別特性無法反應之情況，故在迴歸模式中加入了產業相關變數，建議在報告書中可適度強化說明模式採用變數之原因、數據來源、變數在不同模式間是否可共用，以及如何取得解釋變數未來年預測數據之方式等。在分析結果部分，請補充說明最佳模式之挑選過程，並可適度簡化模式刪減變數之過程及呈現方式，以提升易讀性。
6. 簡報第 9 頁，目前係利用各鄉鎮市區洗選場數量分解產生量，並以混凝土場、瀝青廠分解吸引量，請補充說明採用這幾類基礎設施分解貨運量之意涵。
7. 本計畫以經濟部國貿局 21 類產品分類為單位分析貨運需求，且相較於前期計畫有更精進之分析架構及方法，為使後續計畫執行之建模複雜度降低，請將產品類別之歸納或精簡方式納入後續推動建議，如：優先分析貨物量較大或價值較高產品類別、分析各產品類別代表產品等。
8. 有關團隊提到的運價資料缺口，請洽台經院窗口了解資料取得之可行性，如需運研所協助發文，並請提出。
9. 團隊目前以上位計畫觀點研提策略架構，除運研所外，尚涉及交通部相關單位，所提之策略架構是否具有實務可行性必須進一步提出具體做法並與相關單位研商，始能協調相關單位編列預算辦理，爰請團隊以 115 年為啟動建置貨運運輸規劃為目標，並研提 112 至 114 年須優先辦理項目與經費需求(包括研究探討方向及資料蒐集方法)。
10. 第二次專家學者座談會以實體舉辦為原則，召開時間建議以 10/24(一)上午 10 點為優先時段進行規劃。

MOTC-IOT-111-PBB003 臺灣地區整體運輸規劃

－貨運需求調查與模式建立方法之研究

工作會議簽到表

一、開會時間：111 年 10 月 7 日（星期五）上午 9 時 30 分

二、開會地點：視訊會議

三、主席：張組長舜淵

四、出(列)席人員：

單位/姓名	簽到
交通部運輸研究所	呂怡青、王劭暉、楊國楨
國立陽明交通大學	盧宗成、簡佑勳、賴柏諺、徐偉哲

111 年 11 月工作會議紀要

採購案編號：MOTC-IOT-111-PBB003

採購案標的名稱：臺灣地區整體運輸規劃－貨運需求調查與模式建立方法之研究

時間：111 年 11 月 15 日（星期二）下午 2 時 00 分至 3 時 20 分

地點：視訊會議

主持人：張組長舜淵

出席者單位及人員：如後附簽到表

紀錄：楊國楨、簡佑勳

伍、 討論議題

1. 第二次專家學者座談會意見回覆及處理
2. 貨運需求案例分析-以砂石產品為例
3. 貨運需求分析研究議題、優先順序及分年執行建議

陸、 重點計要

1. 以砂石產品為對象之案例分析，雖著重於探討模式操作過程可能發生之問題，惟在案例分析中可發現研究團隊在分析過程做了許多假設，建議在報告書中可加強說明假設建立之依據。此外，針對案例分析之結果，為能評估模式預測結果是否準確，建議研究團隊亦可加強說明模式分析結果在未來如何建立檢核機制，並可做為擬訂未來年行動方案之參考。
2. 簡報 12 頁，研究團隊於進出口貨運中雖敘明第 20 類產品不在分析範圍，惟分析結果之表格中仍有呈現第 20 類，建議再予釐清。另研究團隊有說明部分產品類別未納入分析之原因為貨運量占比較小，然第 8 類之貨運量似乎也不大，建議可補充說明貨運量占比較小之判斷依據。
3. 由於貨運需求分析需待所有產品類別之貨運量、運具分派結果完成後方能與客運整合進行交通量指派，考慮到需要分析之產品類別多寡將影響建模複雜度及所需耗費之工時，雖計畫團隊於短期行動方案中有配合提出「A2S1 以經濟部國貿局 21 類為基礎分析進出口貨運各產品類別之主要商品項目、A2S2 分析各產品類

別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況、A2S3 提出主要產品類別、產項項目之分析優先順序建議」等方案內容，但請團隊補充說明訂定主要產品類別、主要產品項目、分析優先順序之依據及目的。

4. 研究團隊目前已根據分年期行動方案提出預計所需經費，然為配合本所預算編列，請研究團隊再研議檢視相關行動方案組合。另有鑑於短期計畫為定調後續計畫方向之重要基礎，建議研究團隊可再針對 112 年、113 年之短期行動方案內容加強論述。

MOTC-IOT-111-PBB003 臺灣地區整體運輸規劃

－貨運需求調查與模式建立方法之研究

工作會議簽到表

一、開會時間：111 年 11 月 15 日（星期二）下午 2 時 00 分

二、開會地點：視訊會議

三、主席：張組長舜淵

四、出(列)席人員：

單位/姓名	簽到
交通部運輸研究所	呂怡青、楊國楨
國立陽明交通大學	盧宗成、簡佑勳、李德全、呂悅慈

附件二

企業訪談會議紀錄

臺灣地區整體運輸規劃-貨運需求調查與模式建立方法之研究

企業訪談紀錄-國產實業集團中保物流(股)公司 張銘棟總經理

時間：111年6月9日（星期四）上午10時

地點：視訊會議

出席（列）席人員：盧宗成、陳穆臻、呂怡青、李德全、賴柏諺、簡佑勳、謝孟庭、施瑀
紀錄：施瑀

一、計畫簡介與現況問題

1. 產業與產品對照關係不明
2. 產業聚落與貨物流向過程缺乏統計資料
 - (1) 貨運量無法細分之鄉鎮市區
 - (2) 貨物無法得知以何種方式運送

二、訪談內容

砂石產業整體聚落發展及分布狀況

1. 國產實業業務簡介
 - 國產實業提供砂石產業之一條龍服務，當中負責砂石、水泥運輸之子公司為中保物流。
2. 砂石業主要產品類別有哪些？如：砂石、水泥等。
 - 平常所稱的砂石是砂(細砂、粗砂等)跟石(三分石、六分石)的統稱，各自尚有更細則的分類方式，水泥中則是由水泥、飛灰、爐石等不同原料配比混合而成。
3. 進口、出口主要產品類別及總量，如：砂石及水泥進口與出口量大約大多少(噸/年)？
 - 由於國內之砂石、水泥業者產能不足以自給，故台灣多需仰賴越南、日韓、中國等國家進口，進出口之比例約為 3/4、1/4，惟實際數字仍需依供貨量調整。
 - 國產實業的砂石進口量預估一個月約六十萬噸。全國貨量相關數據可從海關年度統計報表取得每年進出口總量、進出口國家以及原物料類別等資料。
4. 若以鄉鎮市區為單位，砂石業各個產品類別是否有主要產業聚落集中地區？

- 台灣的砂石產業大致可區分為北、中、南、東等四區，北部以台北港為據點，北至基隆、南至中壢；中部以河川地周邊為據點，北至新竹、南至嘉義；南部以高雄港為據點，負責雲林以南地區；東部則為另一砂石自產區域，但因當地需求較少，故多會以東砂北送方式提供北部地區使用。

進出口運輸

1. 進口、出口主要運送業者，如：除自有船隊外，有無委託其他航運公司運送(進出口運輸)？
 - 國產船隊共有六艘自有船，皆為散裝貨船，並分屬六個航運公司管理。
 - 進出口主要航線以大陸公司(國產投資之礦山、碼頭)為據點，經國產船隊公司運送到台北港(台北港務通商)後，再由中保物流以公路運輸運送到不同堆置場或預拌混凝土廠。
2. 進口、出口主要運送方式，如：散裝船；除散裝船外，是否有以貨櫃方式運輸之情況；若有，貨櫃類型及其占比大致為何？(如：40呎開頂櫃、其他特殊櫃等)
 - 砂石類等散雜貨產品僅能以散裝貨船運送，無法用貨櫃裝卸，因此只能透過停靠散裝碼頭來作業。。
3. 進口、出口除總量資訊外，是否有每週或每月平均到港船班數量資訊，如：每週散裝船共幾班、貨櫃船共幾班？
 - 自有船隊的船班和裝載量能和需求有關，因此為不定期航班。船運時間上，在正常情況下 48 小時內即可從大陸到台北港。
 - 若以來、回各一趟為一循環，則從大陸到台北港的船班一個月約四到五個循環，實際配送的循環趟次仍跟需求或作業時間有關。

國內運輸

1. 陸運的主要產品類別及其運送、轉運方式，如：砂石、水泥等在國內主要運送的方式為何？有沒有集中堆置場(何處)，以及海運與陸運如何分裝轉運(何處轉運、使用那些車型)？
 - 砂石轉運主要作業方式稱為半自卸，即貨船靠港後，挖土機進入船艙將砂石送到輸送帶接口，輸送帶卸料到砂石車，或直接輸送到各個原料的庫槽(台北港有 80 個，需分門別類)，每個庫槽約可裝一千五百噸。
 - 由於散裝貨物碼頭尚有環保、塵土不落地和揚塵等問題，故港邊作業多會透過輸送帶、吸粉機等設備來運輸，但若作業較繁

忙時，亦會直接於船邊作業，將砂石直接裝載至砂石車上運送。

- 除港邊作業外，由於東部地區會有東砂北運之情況，運送方式可能透過海運，或以夜間鐵路方式運送；其中，海運部分資料可透過港務公司取得，鐵路則可透過台鐵取得。
- 2. 砂石產品之轉運作業是否有實際轉換單位可參考，如：一艘散裝船約需要幾輛砂石車才能轉運完成？
 - 一艘散裝船運量約在兩萬六千噸至兩萬八千噸，可乘載運量視碼頭特性(如：吃水深度)而定，但東沙量少，只需八千噸船載運即可。
 - 一台砂石車載重最大約二十四噸，若將每船兩萬八千噸運量換算為二十四噸卡車運量，約需要 1166 趟次才能消化(皆以重量為單位換算)。
- 3. 陸運除自有車隊外，有無委託國內砂石車業者運送？
 - 中保物流擁 73 台砂石車、23 台槽車，總車隊規模約為 96 台，已算是北部前三大運輸業者。
 - 中保物流尚有十三到十四家配合業者，但委託運量不固定，視需求而定，其他車隊公司名單可透過公會取得。
- 4. 砂石產品自進口後(或出口前)，是否有貨車自起點出發至終點，且包括轉運或中途停靠之完整資料？
 - 由於砂石產業之運送過程資料便代表各個公司之產量及客戶對象，攸關商業機密，故目前並無公開資料可提供，僅能透過主要需求點之分布來推敲起迄點。
 - 砂石產業最大的需求來源為大型土木建設，大型公共建設如淡江大橋，抑或重劃區中包含大量建案，此類需要大量水泥灌漿的工程。
 - 砂石展業之中途點會有暫存堆置廠、預拌混凝土廠，以整體流程來看，砂石運送至港口並進入暫存堆場(或庫槽)後，會視需求由砂石車運送至預拌混凝土廠進行加工，最後再由混凝土攪拌車配送到工地(較不定點)。
 - 在港口到預拌混凝土廠間都是由砂石車、槽車(密閉)運送；載運預拌混凝土到工地這段由混凝土攪拌車運送的路程，車程最多為九十分鐘(否則拌料會凝固)，其量能、運送距離、時間受限，因此可大致推算砂石業的分布。
 - 公開之暫存堆置廠、預拌混凝土廠等地點資料有機會可透過砂石公會取得，但其準確性有待驗證。

- 需求面資料應有機會可透過建築工(公)會取得，如主要重劃區地點資料。
5. 陸運運送的時間是否有明顯的尖離峰分布情況？如：每月第幾週為尖峰、每週星期幾為尖峰，或是每日幾點為尖峰。
- 砂石產業並無明顯尖離峰，多是配合需求量多寡而定，惟砂石長途運輸時，多會擇夜間時段進行運送。
 - 在砂石車行駛路線的部分，因有些路段會對砂石車進行管制(禁行)，除非有特殊需求需另外申請通行，否則行駛路線相對較固定。

臺灣地區整體運輸規劃-貨運需求調查與模式建立方法之研究

企業訪談紀錄-嘉里大榮物流股份有限公司

時間：111年8月12日（星期五）下午2時

地點：視訊會議

出(列)席人員：盧宗成、陳穆臻、李德全、賴柏諺、簡佑勳、施瑤

紀錄：施瑤

一、計畫簡介與現況問題：(略)

二、訪談內容：

嘉里大榮營運概況

1. 嘉里大榮為國內主要貨物路線運輸服務業者，其市占率、年載運量之概況？
 - 過去公司內部會以交通部年鑑中之路線貨運業載運量為分母推估市占率，惟目前交通部已將路線貨物、貨櫃貨運、汽車貨運等三種業別之統計資料合併計算，因此目前已無法透過官方統計數據推估市占率。
 - 目前登記立案之路線貨運業者中約有 15 間，其中嘉里大榮、新竹物流、黑貓宅急便(統一速達)、宅配通為四大業者。
2. 考量貨運發展與產業趨勢有密切關連，故想請教嘉里大榮之主要承攬貨物類別為何？如：食品業、半導體業、零售業等。各類承攬貨物是否有明顯的起迄或產業聚落分布？若有，大致分布位置為何？
 - 嘉里大榮承攬業務概況上，嘉里大榮以 B2B 業務為主、宅配 B2C 為輔。
 - 整體運送貨物類型上，除特殊貨品較少運送外，如：化學品需以特殊車體運送、半導體多會利用保稅車載運等，各類型貨品皆為嘉里大榮承攬範圍，如：食品業、農作物、零售業等皆有。
 - 貨物之起迄分布與產業分布、國土應用相關，其中又以起點較好掌握，迄點較為分散，但仍與主要消費市場有關，惟不同產品類別或產品特性(成品、半成品)之運輸特性差異甚大。
 - 產業聚落分布概況上，農產之產業聚落集中南部，金屬工業及傳統工業以中部為主。桃園為倉庫主要聚集地，是電商業者出要貨物起點，迄點則會遍布全台，當中又以雙北都會區為主。

3. 嘉里大榮之主要託運人身份及其比例為何？如：貨主(shipper)、承攬業(forwarder)、同行拋貨等。
 - 國內貨運主要託運人身份以貨主較多，但貨主之企業規模大小有差異性。
 - 同行拋貨情況多出現在偏遠地區，如：嘉里大榮因在金門設有據點，因此會支援新竹物流送往金門之貨物，令國內偏遠地區則有部分貨運會委託同業、郵局幫忙運送。
4. 目前嘉里大榮車隊規模有 3000 餘輛，各類型車種之分布概況為何？如：全聯結車、大貨車、小貨車等的分布？再則，車隊中是否有靠行車？若有，其規模大約為何？
 - 嘉里大榮之車隊組成以小貨車、大貨車為主區分方式上，小貨車為六噸以下，主要服務台北市等有載重上限之地區，大貨車為七噸以上，以 B2B 業務為主。
 - 嘉里大榮自今年 7/1 開始以全自有車隊營運，故目前已無靠行車，車種分布概況以大貨車為主、小貨車為輔，惟實際車隊配置仍會視未來產業發展、各區業務量、各區行駛車輛限制而定。
 - 車輛數配置策略會視整體貨運發展概況而定，通常會以經濟部之經濟指標或主要客戶出貨狀況來預測。
5. 嘉里大榮大致將營運範圍區分為北營運、桃竹營運、中營運、南營運，各區的貨運量、貨車旅次量分布狀況？如：每日、每月等。另各區是否有明顯的貨運量產生或吸引區域？如：北營運主要貨運產生為新北市、貨運吸引則集中於台北市，桃竹營運集中在南崁等。
 - 嘉里大榮目前已將營運區域簡化為北、中、南等三區。
 - 主要收送貨地區分布上，北區主要以桃園市之工業區、倉儲為集中地，包括：蘆竹區(機場周邊)、中壢區、楊梅區、幼獅工業區，以及近年倉庫數量成長快速之觀音區等。中區則以台中、潭子、大肚山周邊之工業區等傳產製造業為主。南區較無明顯其中區域，但以台南、高雄略多，主要產品類別為水果農產，重工業產品較少。
6. 嘉里大榮是否有承攬進出口貨運之相關業務？若有，主要機場、港口分布情況及貨運量為何。
 - 嘉里大榮主要業務範圍是以台灣境內貨運服務為主，較無經營國際運輸。

實務作業模式

1. 根據團隊目前初擬之貨運需求分析架構，若將國內貨運區分為進出口貨運、城際貨運、城市物流貨運，是否符合實務作業需要？
 - 計畫團隊擬定的架構大致符合實務上的貨運作業類型，但以貨運業者角度而言，較無法明確將業務區分為城際貨運及城市貨運，因貨物屬城際或城市貨運是就貨主需求而定。
 - 嘉里大榮無經營進出口貨運，境內無論城際、城市貨運(貨物之收送點在同城市內)皆以隔日配、零擔運輸為主，較少即收即送之當日配服務模式，因成本過高。
2. 各層級物流設施與城際貨運、城市物流貨運是否有對應關係？如：轉運中心、物流中心屬城際貨運，營業所、集貨站屬城市物流貨運。
 - 轉運中心可對應城際貨運之集散站；物流中心實際用途為倉儲；營業所視其規模及貨主需求，可能同時服務城際、城市貨運；集貨站屬地區型收貨站，規模通常較小，但多設在有明顯產業聚落處，視貨主需求，仍可能同時服務城際、城市貨運。
3. 各層級物流設施的分工模式、使用車型及服務範圍？如：轉運中心主要負責區域間的貨物集散，多以大貨車、全聯結車配送，服務範圍以縣市為單位等。
 - 在軸幅式網路之服務模式下，城際幹線主要以大車來運送，地區集配業務則以小車運送。嘉里大榮並未以全聯結車(全拖車)載運貨物，仍是以半聯結車(拖車頭+貨櫃)為主服務長途幹線，並透過甩櫃、轉運方式進行作業。
 - 轉運中心位置上，主要可以林口、台中、彰化、新市為界線劃分不同服務區域。
4. 各層級物流設施的派車模式、派車時間分布、出車數量等概況？若作業模式是依據需求量而定，是否有平均值或分布趨勢可參考？如：每日、每週、每月、每年主要尖離峰時段及大約之貨運量等。
 - 實際貨運量分布較難提供數字供團隊參考，但時間分布上則有明顯趨勢可分享。整年貨運量分布上，春節、中秋前一個月為傳統旺季；因應電商發展，雙11、雙12前後兩週為備貨、發貨尖峰；百貨公司通路之業務配合週年慶在第三季(9月、10月)貨運量較多。
 - 每日派車模式上，傍晚時間以收貨為主，夜間時段則為跨區長途幹線，隔日早上再經由營業所配送貨物至迄點，惟實際收送貨時間仍須配合貨主特性。

5. 各層級物流設施之作業方式上，為避免空車旅次所造成的運輸資源浪費，實務上的應對方式為何？
- 空車問題在路線貨運業中勢必存在，但嘉里大榮會透過尋找其他物流方向不同之反向業者、回頭車等業務媒合貨運服務，或是利用空車搬遷內部設備機具等以降低空車之載運資源浪費，因此不至於出現 1 比 1 之去、回空車比例。

新型態物流服務發展

1. 根據嘉里大榮目前發展之新型態物流服務，其發展概況及規模大致為何？又上述物流服務作業模式對道路交通流量之影響為何？如：每日貨車載運量、貨車旅次量、主要旅次發生時間等。
- 新型態物流服務之主要收送貨地點有宏觀之分布趨勢可供參考，但個體上的行為較難有統一標準。另貨物配送方式、時間分布等特性，由於貨運業者為降低單位運送成本仍會追求規模經濟效益，因此即便為新型態物流服務，背後之作業模式仍會與一般貨運業務混用運輸資源。
 - 醫藥物流上，主要發貨點、倉庫多在客戶、消費者附近，客戶分為藥廠及藥妝通路兩種。
 - 冷鏈物流上，發貨點主要有二，一為進出口貨運產站周邊，多集中於海港、機場附近；二為在地畜產品，主要由屠宰場、畜牧場之周邊地區發貨。
 - 電商宅配服務上仍以桃園為主要發貨地，其他電商業者如：PC home、蝦皮倉庫以桃園地區為主，momo 除桃園外有分倉於雲林、沙鹿、仁德等地區，但整體而言仍多由桃園地區發貨。
2. 除目前已發展之新型態物流服務外，未來國內之新型態物流服務發展趨勢，以及嘉里大榮未來對新型態物流之佈局為何？
- 整體新型態物流發展趨勢建議可參考上市公司之法說會資訊，當中會有企業的未來布局、發展預測等資訊可供參考。
 - 嘉里大榮布局之新型態物流服務主要為醫療、冷鏈及電商宅配，科技物流較無。
 - 嘉里大榮公司主要雖是以經營 B2B、宅配業務為主，但整個集團中仍有不同子公司負責不同業務，如：夜間長途幹線由大榮貨運負責、快遞業務由嘉里快遞負責、科學城物流則專司半導體產品運送等，不同子公司間的業務有其區隔，因此細部作業情況較無法詳述供團隊參考。

附件三

專家學者座談會-意見回復處理情形

臺灣地區整體運輸規劃-貨運需求調查與模式建立方法之研究

第一次專家學者座談會-意見回復與處理

審查意見	回復及處理
東吳大學企管學系 蘇雄義教授	
1. 本計畫研究範圍雖針對進出口貨運、城際貨運為主要探討方向，然為使整體分析架構更加完整，仍建議將城市物流貨運納入本計畫整體貨運規劃分析架構中。	遵照辦理，本計畫已將城市物流貨運納入 3.5 節之整體貨運規劃分析架構中說明。
2. 本計畫名稱為「貨運需求調查與模式建立方法之研究」，考量模式建立方法之用字較不精確，建議可斟酌調整為「貨運需求調查與貨運規劃模式」較為合適。	敬悉。
3. 本計畫針對貨運需求調查與建立貨運需求模式之計畫目的應明確陳述，以利後續將研究資源投入在真正所需之調查分析上。	本計畫已於 1.2 節之計畫目的中敘明計畫之目的及成果應用範疇。
4. 建議計畫團隊可多加蒐集國外分析個案於進行國家貨運運輸規劃時所遭遇到的問題，藉此做為本計畫執行之參考。	遵照辦理，本計畫將於期末階段多加蒐集國外分析個案，藉此彙整國外分析經驗以作為國內借鏡。
5. 由於資料盤點為本計畫之重點之一，建議計畫團隊應加強針對不同來源統計資料之掌握度，藉此提供資料盤點結果之完整性。	遵照辦理。
6. 國內現有貨運原始資料（如：公路汽車貨運調查）之準確性，攸關後續貨運規劃模式的分析結果，若資料準確度較差，應投入更多資源於公路汽車貨運調查資料。建議可參考美國聯邦公路管理局的 Freight Analysis Framework (FAF) 調查資料庫的作法，提出改善現有調查方式之方案。	本計畫以參考委員意見，將 FAF 資料庫之調查方式、資料欄位等內容納入文獻回顧中探討，詳細內容可參考 2.3.5 節。
7. 國內在貨運規劃模型設計上，應可區分加工出口及國內消費兩大區塊進行建模及後續數據資料蒐集與分析，以供國家運輸系統規劃參考。	感謝委員所提意見，若從供應鏈管理角度出發，由於原物料進口後可進一步區分為加工出口以及加工內銷兩部分進行需求分析與建模，惟考量加工出口通常發生於港區附近，對於城際貨運運輸影響較小，加以考量資料可得性上相對較

審查意見	回復及處理
	低，故是否能將加工出口之貨運需求納入分析範圍，仍有待計畫團隊持續進行探討。
8. 本計畫初擬之城際貨運需求分析架構中，客運需求分析模組亦有整體分析架構，簡報 P18 繪製之位置易產生誤解，建議調整。	為避免誤解，本計畫已調整城際貨運需求分析架構之繪製方式於 5.1 節。
9. 由於未來進行貨運運輸規劃分析時仍需透過套裝軟體分析，建議可預先針對既有分析軟體(如：CUBE)需要哪些輸入數據進行了解，做為未來提出分析方法應採用變數之參考。	本計畫已將貨運運輸規劃分析軟體之資料需求納入期末階段工作項目中進行探討。
10. 貨運需求考慮之產業別不包含路線貨運業等物流產業，此類包裹運輸的匯集、運送(Hub-and-Spoke)，亦可視為物流產業的貨運產生和吸引量，考量其供需模式和批發零售等傳統產業不同，可列入未來探討之議題。	敬悉。
逢甲大學運輸與物流學系 溫傑華教授	
1. 由於目前國內尚無貨運運輸規劃之前例可循，爰認同本計畫以投入產出分析、4 步驟商品模型為進出口貨運、城際貨運初擬分析架構之想法。未來政府單位可先就目前初擬之架構嘗試進行分析，待熟悉後再嘗試精進或使用其他更適合之分析方法。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.4 節、3.5 節。
2. 考量各個產品類別差異甚大，以同樣架構分析貨運量可能較不合適，爰認同本計畫以產品分類為單位分析貨運量之架構。若以資料取得及分析方法複雜度的角度切入，由於進出口貨運階段由總體角度進行分析，可將所有貨種納入分析，而城際貨運因分析流程較為繁瑣，可就貨運量大、資料取得容易之產品類別為優先分析對象。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.4 節、3.5 節。
3. 有關空間分析單位之訂定，本計畫可考慮沿用與客運運輸規劃模式相同之交通分析區域(TAZ)，未來若客、貨運規劃流程要整合較為容易，但其分區數量，資料量需充足。倘若資料量少，建議可採用貨運分析區域(FAZ)，其分區	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.5 節。

審查意見	回復及處理
數量相對少，惟若要整合客、貨運資料就較為困難。	
4. 針對交通分區之單位轉換介面，進出口貨運與城際貨運在貨運量發生、貨運量分布階段中，將港口、機場視為一交通量指派分區之作法應屬合理也有其必要性。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.5 節。
5. 建議計畫團隊可多加蒐集其他城際貨運之 4 步驟商品模型分析個案進行探討，藉此了解不同分析個案間之異同。	遵照辦理，本計畫將於期末階段多加蒐集國外分析個案，藉此彙整國外分析經驗以作為國內借鏡。
6. 建議本計畫可先行瞭解未來可能採用之運輸規劃軟體(如：TransCAD、CUBE)在貨物運輸模組中包含哪些資料欄位需要輸入，以利後續計畫能實際操作使用。	本計畫已將貨運運輸規劃分析軟體之資料需求納入期末階段工作項目中進行探討。
7. 針對貨運量產生分析步驟，同意計畫團隊建議採用迴歸分析、時間序列等方法建模，前述計量方法相較於成長率法，可更精準預測未來年貨運量。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.4 節、3.5 節。
8. 透過與運輸業者訪談瞭解實務運作有其必要性，另外亦建議團隊可透過問卷調查瞭解起迄點分布、運具選擇等作業，另視資料可得性，訪談時亦可評估是否能向業者取得實際數據，抑或僅能大致了解營運狀況。	感謝委員所提建議，本計畫於期末階段將會針對國內領導貨運業者進行訪談，藉此蒐集實務作業面之相關資訊。
中原大學土木系 廖祐君 副教授	
1. 本計畫應考量貨運運輸模式應用之面向(如：土地使用面、運輸基礎設施建設面或產業發展面)及其應用之單位(如：產業、政府)，不同面向或應用單位可能會影響到後續研究之發展。	本計畫已於 1.2 節之計畫目的中敘明計畫之目的及成果應用範疇。
2. 目前計畫團隊所提之分析架構，最終會建立各車種之起迄分布矩陣，惟貨運需求之起迄定義可能與客運不同，爰建議將貨運之起迄以旅次(trip)或旅程(journey)為單位分析定義清楚。	本計畫已補充論述於 3.5 節，並說明分析架構是以旅次(trip)為基礎。
3. 由於產品在運送過程中可能會先暫存於倉儲，而不同產品於倉儲、轉運點之暫存時間不盡相同，進而牽涉到模式時間分析單位之選擇，建議按產品類型及其運送流程進行考量。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.5 節。

審查意見	回復及處理
4. 空間分析單位之選擇應就不同層級進行考量，建議進出口貨運以港口為單位；城際貨運則以主要產業園區或大型產業之集中地為主；而城市物流貨運可參考客運運輸規劃模式之訂定方式。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.5 節。
5. 本計畫在貨運量產生與吸引階段是否有規劃利用類目分析表產出旅次產生率，若有，其假設與分析單位應詳細定義，如：客運為家戶、人之旅次產生率，貨運是否為工廠、貨物旅次產生率？倘若模式中出現非實體通路之貨運產生點，亦須思考該如何應對。	考量本計畫尚未確立貨運量產生與吸引階段應採用之分析方法，故有關委員所提建議，計畫團隊將納入期末階段之工作項目進行探討。
6. 本計畫若以經濟部 21 類產品分類為依據，應須檢視現有之產品分類方式是否恰當？建議現階段可就部分重要產品類別為主要分析對象進行分析即可。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.4 節。
7. 本計畫應考量貨運規劃模式中有哪些參數需進行校估，另在建模變數選擇上應謹慎思考，以利後續模式之推估及解釋。	本計畫已將貨運規劃模式中可能需要校估參數之盤點工作納入期末階段工作項目中進行探討。
交通部統計處 張永珍 專門委員	
1. 各運具貨運統計之商品分類：汽車貨運調查之 112 商品分類是根據主計總處的產業關聯表分類，同時主計總處也使用汽車貨運調查來編制 I/O 表及 SUT 表，因此可向主計總處索取 112 類商品和產業之對應表。而水運和空運之分類原則應也可參考經濟部國貿局之中華民國輸出入貨品分類表。	感謝委員提供之資料來源說明，計畫團隊已由相關單位之官方網站取得對應之統計資料。
2. 汽車貨運調查：汽車貨運調查資料之車輛、車身資料是從公路總局監理資料取得，非調查資料而是統計資料。由於汽車貨運調查是針對運送人特性進行調查，爰較無法反映產業間關聯之變化趨勢。調查報告中各項運輸特性資料來源，主要是透過行車日誌，追蹤貨運業者貨車在 7 天內各點(鄉鎮市區)裝卸量、商品、重量等數據，而營業貨車另外有運費數據，相關資料皆為公開資料可於政府之 Open data 平台上取得。另配合產業更新，交通部統計處近期也嘗試針對冷鏈貨車之貨運量進行調查，惟相關統計資料仍在彙整階段，尚未公	感謝委員提供之資料來源說明，計畫團隊已於 Open data 平台取得汽車貨運調查之原始資料。

審查意見	回復及處理
開。	
3. 運輸時間：目前相關統計資料中雖仍缺運輸時間資料，惟計畫團隊可預先思考取得運輸時間之目的為何？以及運輸時間需要的精準度為何？汽車貨運調查統計資料中已包括運輸距離，爰可根據車速(油耗)反推運輸時間。水運和空運之運輸距離只包含國內航線。鐵路之運輸時間會因車班、車種不同，應有對照表可取得。	感謝委員建議，有關運輸時間資料欄位之相關論述已補充於 5.2 節、5.3 節。
4. 產業關聯統計：主計總處除了 I/O 投出產出表(商品對商品)之外還有 SUT 供給使用表(商品對產業)表，惟統計結果中有不同詳細程度的產業分類(63、164、487 部門)，計畫團隊在使用時須留意。主計總處每年公布 SUT 表，每 5 年公布 I/O 表，因此計畫團隊進行中間年、未來年預測時，可適度參考既有 SUT 表之內容，並以 105 年之 I/O 表為基期進行預測。	感謝委員提供之資料來源說明，計畫團隊已由相關單位之官方網站取得對應之統計資料。
5. 批發零售調查：批發零售調查資料來源為經濟部，非行政院主計總處，另經濟部之商貿統計已停辦，內外銷比例可參考經濟部統計處之工業產銷存動態調查，當中各產業之營業收入、支出、資本、內銷或外銷比例等資訊可供團隊參考。	感謝委員提供之資料來源說明，計畫團隊已由相關單位之官方網站取得對應之統計資料。
6. 進口後加工出口之產品：財政部海關統計中，進口後經加工再出口之商品會以復出口之名目為統計欄位，爰加工出口之貨運量亦有對應資料可以參考。	感謝委員提供之資料來源說明，計畫團隊已由相關單位之官方網站取得對應之統計資料。
中華民國汽車路線貨運商業同業公會全國聯合會 陳耀昌 秘書長	
1. 建議計畫團隊詳細說明此計畫之最終目的為何？以及計畫結果是否能幫助業者改善運輸效能或是節省運輸成本？	本計畫已於 1.2 節之計畫目的中敘明計畫之目的及成果應用範疇。
2. 由於目前簡報中多僅針對進出口及城際運輸進行論述，較無提到國內路線貨運、消費型態和貨運業架構等內容，建議貨運需求分析仍需與國內貨運需求議題相對照。	本計畫已適當補充國內路線貨運、消費型態和貨運業架構等國內貨運發展概況於 3.1 節。

審查意見	回復及處理
中華民國汽車路線貨運商業同業公會全國聯合會 劉仁欽 顧問	
1. 除了進出口貨運、城際貨運外，生活物流對貨物運輸也相當重要，而民生議題則和生活物流相關，建議計畫團隊可適當增加城市物流貨運之論述內容。	本計畫已參酌委員意見，補充城市物流貨運之相關論述於 3.1.2 節。
2. 前述生活物流型態如：水果/漁產/宅配、低溫、電商、餐飲外送、送禮，其貨運量並不會出現在商流中，但卻會出現在宅配快遞業之車流中，建議可於模型中考慮如何分析。另其他店到店、非貨運業、倉庫業等私人產業的物流模式亦可作為未來探討議題。	本計畫已參酌委員意見，補充城市物流貨運之相關論述於 3.1.2 節。
3. 生活物流中有部分使用機車運送，然因目前該產業並無成立機車貨運公會，且機車快遞多屬於外商公司，因此機車貨運數據較難取得。	敬悉。
4. 由於 B2C 之商業模式占城市物流貨運相當大之比率，並考量此類貨物可能多為小包裹，爰日本在分析此類貨運需求時，已逐漸採用件數為貨運單位，建議未來若以延噸公里為統計單位時，亦需考量其適用性，建議可再參考日通研究所之研究資料。	敬悉。
5. 若計畫團隊欲取得城際貨運、城市物流貨運之相關資料，建議可徵詢國內路線貨運業者，如：新竹物流、嘉里大榮、宅急便、宅配通、順豐速運等公司。	感謝委員所提建議，本計畫於期末階段將會針對國內領導貨運業者進行訪談，藉此蒐集實務作業面之相關資訊。

臺灣地區整體運輸規劃-貨運需求調查與模式建立方法之研究

第二次專家學者座談會-意見回覆與處理

審查意見	回覆及處理
淡江大學運輸管理學系 羅孝賢 教授	
11. 本計畫為國內首次針對國內貨運運輸規劃及貨運需求分析架構進行探討，故建議應以問題導向出發，釐清本計畫需要解決的問題為何，藉此檢視目前計畫團隊提出的分析架構、模式能否提出問題的解答。	感謝委員建議，本計畫已於緒論章節加強說明現況問題，藉此對應本計畫之計畫目的及工作項目。
12. 貨運業的產業特性相當複雜，因此如何掌握貨運的總量，藉此做為後續建模的依據將是相當關鍵的課題。以公路運輸為例，目前交通部統計處雖有汽車貨運調查報告，但因該報告並無填報數據檢核機制，因此資料較難應用於實證分析；另國內汽車貨運業包括：貨櫃運輸業、汽車貨運業、路線貨運業等三種型態，規模較大之貨運業者多有報表可掌握貨運量分布情況，若能透過蒐集業者端報表資料取得總量資料，將有助於後續建模時做為總量控制、檢核之依據。	本計畫已參考委員意見，將與貨運業者合作蒐集資料及建立檢核機制等內容納入未來年之行動方案中說明，包括：「B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業」及「C1S2 探討貨運需求分析模式檢核機制」等行動方案。
13. 計畫團隊於案例分析中使用「前一年建照核發總樓地板面積」做為貨運量產生模型之解釋變數，可反映各縣市需求多寡對於生產量的影響，雖目前模式之解釋能力已相當高($R^2=0.884$)，但仍須注意政府之公共工程因屬特種建築，興建時不需核發建照，因此在模型中可能會無法反映公共工程的砂石需求量，故建議計畫團隊後續再評估是否需加入其他變數以反映模式。	感謝委員建議，考量目前官方統計資料中較無適合之資料欄位可反映公共工程之建造數量，並考慮本計畫建立之迴歸模型已具備相當高之解釋能力，故本年度計畫維持採用現有之模式，後續實作建立模式時，建議可視相關資料取得情形加以考慮。
14. 計畫團隊提出之分年期執行計畫及行動方案堪稱完整，惟考量國內過去在貨運需求分析之基礎研究相當缺乏，因此目前規劃以 118 年為長期方案的執行開始時間是否能滿足整體規劃需要，請計畫團隊與主管機關再行討論。	敬悉
東吳大學企管學系 蘇雄義 教授	
9. 我國整體運輸環境與其他大陸型國家相比相對單純，因此在建立整體貨運運	感謝委員建議，本計畫已於緒論章節加強說明現況問題，藉此對應本計畫之計

審查意見	回覆及處理
輸規劃模式時可能相對容易，然由於國內過去在貨運需求分析之基礎研究及資料相當缺乏，因此計畫團隊多參考美國、日本等國家之發展案例，或以國內客運模式為基礎進行發想，但是否一定要參考國外案例或以客運之四步驟模型出發建模仍有討論空間，建議計畫團隊仍可再思考國內之整體貨運特性及需要解決的問題有哪些，從這些問題出發探討如何提出解決方案。	畫目的及工作項目。
10. 建議計畫團隊可加強說明貨運需求分析及貨運運輸規劃模式建立之計畫目標，舉例而言，若計畫是以「貨暢其流」為目標，則後續便能根據現況問題提出對應之發展政策，藉此提出適合之交通管制策略。	本計畫是以建立貨運需求分析模式及規劃架構為計畫目的，進而使政府機關可更準確預測未來年之貨運需求、貨車旅次分布，以及掌握貨運相關交通課題對於道路交通之影響範圍及程度，藉此配合客運運輸需求分析結果，擬定更符合實際需求之施政策略。
11. 目前計畫團隊是以砂石產品為例進行案例分析，並將砂石產品劃分在經濟國貿局之第五類產品類別中。進出口貨運部分，根據投入產出分析可得知第五類產品之總貨運產生及需求量，然因砂石產品僅為第五類產品中之一部分，是否需再區分砂石產品占第五類產品之貨運量比例，或直接以第五類產品為分析對象可再評估。	遵照辦理，相關討論課題及其論述已補充於 3.5 節。
12. 由於經濟部國貿局之貨品分類及輸出入規定為 21 類，但在投入產出分析階段僅列出 17 類，建議可再補充說明部分產品類別不納入分析之原因。	遵照辦理，本計畫僅保留 17 類產品類別進行分析之原因已補充於 6.2.2 節中。
13. 有鑑於計畫團隊在城際貨運部分之定義多是參考客運模式，如：交通分區、生活圈等，惟考量客運、貨運之特性有所差異，如生活圈應是指人的活動範圍，貨運是否適用？進口貨物至國內第一站是在城際貨運探討或在進出口貨運探討？以上課題皆可再探討並詳細定義。	有關委員提到之分析範圍定義，由於生活圈一詞通常為客運模式中使用，在本計畫期末報告書中已參考生活圈定義原則，將城際貨運之生活圈用詞修改為縣市；另進口貨物至國內第一站之貨運流量將納入城際貨運中探討。
14. 由於計畫團隊目前是以整體模式建構為導向分析現況問題，因此對於政策面之著墨較少，建議仍可適當考慮未來之政策發展重點項目，或當前急需面對的	感謝委員建議，本計畫已於緒論章節加強說明現況問題，藉此對應本計畫之計畫目的及工作項目。此外，計畫團隊亦已

審查意見	回覆及處理
貨運發展課題，並將前述課題適當融入目前研提之規劃架構中，藉此研提分階段、多年期之執行計畫，降低建立整體模型之複雜度，使計畫成果更具實務應用價值。	參酌委員意見，採分階段、多年期之方式研提執行計畫及其分年期行動方案。
15. 相較於城際貨運因運輸特性相對較單純，故可以大貨車為主要探討對象，由於城市貨運的運送特性較難掌握，且運送過程參與者眾多，故建議未來進行貨運需求分析實作時，除由中央政府主導外，亦可嘗試以某一縣市為試辦對象，一併邀請運輸業者、經銷商、貨主、地方政府等單位共同參與。	為能了解城市貨運之實務作業方式，本計畫已參考委員建議，於分年期行動方案中對應提出「A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式」之方案內容。
16. 計畫團隊貨運旅次推估模組以成長率法預測貨運量，由於未來有諸多無法預期的情況，除了樂觀的成長率，建議考慮悲觀之負成長率情境以讓分析結果更完整。	感謝委員所提建議，本計畫已於案例分析中增加樂觀、悲觀之成長率情境進行城際貨運產生及吸引量推估。
17. 考量城際貨運中不僅有進出口貨運流入(出)之貨物，還有國內工廠或農場生產的貨運量，會經由生產地送到物流中心，最後再配送到城市銷售或零售據點，因此應再思考目前設計之貨運需求分析架構是否能完整反映貨物流向。	有關國內在地生產之貨運量，本計畫會透過以鄉鎮市區為TAZ劃分單位，藉此就各個TAZ之貨運量產生及吸引進行分析，當中便會包含各TAZ之工廠或農場產生或吸引的貨運量。
18. 目前計畫團隊提出以產品類別為單位之貨運需求分析架構，惟在城市貨運部分因多為混合商品，且可能有同時收送貨之車輛途程問題，故較難以產品類別劃分，可能需以包裹量為單位進行分析。	為能了解城市貨運之實務作業方式，本計畫已參考委員建議，於分年期行動方案中對應提出「A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式」之方案內容。
19. 簡報第23頁文字所述「需要部門每百萬產值對供給部門產生之貨運量」，是否應為「供給部門對需要部門每百萬產值產生之貨運量」，請計畫團隊再行確認。	感謝委員建議，計畫團隊將再重新檢視並確認投入產出分析結果之說明內容。
中原大學土木系 廖祐君 副教授	
8. 目前計畫團隊將整體貨運需求分析架構分為進出口貨運、城際貨運、城市貨運等三大部分並無太大問題，但建議後續研究課題中應探討「戶到戶」之貨運需求及配送方式如何在城市貨運中反應。	為能了解城市貨運之實務作業方式，本計畫已參考委員建議，於分年期行動方案中對應提出「A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式」之方案內容。

審查意見	回覆及處理
9. 考量計畫團隊建議以經濟部國貿局之 21 類產品類別為對象分析國內貨運需求，惟是否須以貨運量最大、價值最高之產品種類為優先分析對象可再研議，因部分產品之貨運量雖大，但可能對公路運輸之影響較小。	一般而言，貨運量大之產品類別對公路運輸之影響較大，故本計畫所提之優先分析順序應為可行。為能了解後續進行貨運需求分析時應以何種原則訂定分析優先順序建議，本計畫將於分年期行動方案中對應提出「A2S3 提出主要產品類別、產品項目之分析優先順序建議」之方案內容。
10. 由於進出口貨運、城際貨運與城市貨運三者之分析單位可能不盡相同，如：空間單位上可能有交通分區大小、分區中心點不同、城市特性差異的問題，時間單位則可能會受到不同產品種類之尖離峰特性、轉運停留時間不同、季節變化等因素而影響，因此除考慮空間、時間單位之轉換介面外，後續分析時以產品類別為單位出發亦有其必要性。	敬悉。
11. 目前計畫團隊提出進出口貨運之運具分派可採用羅吉特模式方式推估，惟因實務上貨主多可能與運輸業者簽署長期契約，因此其貨物運送方式可能也無法選擇，可再評估是否可以其他方式簡化分析複雜度。	由於本計畫係以產品類別為單位分析貨運需求，故視不同產品類別特性或其對應之分析資料可得性，分析過程亦可適當簡化。本計畫於 6.2 節之進出口案例分析中，便有分別採用總體羅吉特模式及比例法分析第五類產品、砂石產品之運具分派結果，可作為後續計畫建模之參考。
12. 目前計畫團隊以砂石產品為例進行案例分析，在城際貨運之貨運量產生及吸引階段，目前是使用 panel data 進行分析，考慮到 panel data 多會用於探討產業之長期發展趨勢，且分析上亦相對較複雜，故建議計畫團隊可視資料蒐集或解釋變數選用之可得性，嘗試以 cross section data 為基礎擴大樣本進行分析，藉此降低分析複雜度並提升模式隨機性。	考量貨運相關之統計資料多是以 panel data 方式彙總，且進出口貨運、城際貨運之運輸特性多會與不同年期之地區特性、經濟發展有關，又部分特性可能具有時間延滯效果，如：砂石產業會依照前一年度之需求量調整今年度之供給量，為能使模式可採用之解釋變數更加豐富並增加樣本數，故建議可維持使用 panel data 進行分析。
13. 由於貨車旅次中之空車回程旅次不易推估，倘若運輸業者之車隊規模較小，可能出現單一車輛多趟來回之情況，且當分析時間帶切割得越小，分析結果的誤差便可能越大，故上述課題如何在交	根據訪談嘉里大榮主管之結果，大多數路線運輸業者會透過回程集貨與合作方式，充分利用回頭車之運輸能量，因此實務上空車的比例並不高。然為能了解城

審查意見	回覆及處理
通量指派分析中反映，仍有待後續研究持續探討。	際貨運之空車旅次推估方式，本計畫已參考委員建議，於分年期行動方案中對應提出「C1S3 探討城際貨運空車旅次推估方式」之方案內容。
14. 考量客運、貨運之實際旅運行為過於複雜，實無可能在模式中反映現實中的所有影響因素，如同客運四步驟模型中會將旅次目的、分析時間等條件簡化以進行交通量指派分析，後續貨運之四步驟模型亦可將模式做適當假設以簡化分析複雜度。	由於本計畫係以產品類別為單位分析貨運需求，故視不同產品類別特性或其對應之分析資料可得性，分析過程亦可適當簡化。本計畫已參酌委員建議將前述說明適當納入報告書中。
15. 針對計畫團隊提出之分年期行動方案，考慮政府經費預算有限，在運研所欲發展整體運輸規劃模式之前提上，未來是否需同時建模並進行分析建議可再商議，或未來亦可以政策導向出發，僅先就重點課題進行分析及建模，藉此解決優先程度較高之問題。	本計畫已參酌委員意見，於分年執行建議中採分階段、多年期之方式研提分年期行動方案。
16. 在分年期行動方案之資料蒐集部分，由於貨運資料蒐集可能非僅交通部轄管範圍，故建議未來應檢視相關法規，釐清主辦單位、協辦單位之權責與任務，以及如何強化業者端配合度，藉此提升資料蒐集之效率及可靠度。	本計畫已參酌委員意見，於分年期行動方案中對應提出「B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業」之方案內容，並將相關論述補充於行動方案之說明內容中。
17. 貨運需求分析之最終成果便是取得路網上之交通量分布狀況，因此完成交通量指派分析後，後續計畫便能瞭解主要交通節點或路段位置，進而配合 eTag 或車牌辨識等科技應用，提出屏柵線位置設置建議以蒐集更準確之車流量資料，藉此建立更有效之分析結果驗證機制。	為能建立貨運需求分析之檢核或驗證機制，本計畫已參考委員建議，於分年期行動方案中對應提出「C1S2 探討貨運需求分析模式檢核機制」之方案內容。
交通部運輸研究所 張舜淵 組長	
7. 本計畫為臺灣地區整體運輸規劃架構下之貨物運輸先期規劃計畫，計畫中主要針對本島內部的運輸系統進行探討，故分析內容將著重於陸路運輸之起迄分布、交通量預測、客貨運分析結果整合等項目。	本計畫已參酌委員意見，將本計畫之各項執行重點納入貨運需求分析架構中說明。
8. 整體運輸規劃模式之目的是為掌握未來貨運、客運發展趨勢，因此計畫中是以需求導向出發，透過建立預測模式以	感謝委員建議，本計畫已於緒論章節加強說明現況問題，藉此對應本計畫之計畫目的及工作項目。

審查意見	回覆及處理
了解未來可能會碰到的問題，藉此提出改善計畫及管理策略。	
9. 由於本計畫是以整體規劃為出發點，因此計畫中是以道路之整體交通量分布為探討對象，對於局部地區或者特定時間發生之交通問題，如：塞港、港口間競合等課題則不在本計畫之討論範圍內。	感謝委員建議，本計畫已參酌委員意見，並於緒論章節加強說明本計畫之研究範圍。
10. 目前計畫團隊提出以砂石產品為對象之貨運需求分析架構，然後續如何驗證分析結果之貨運量、貨車旅次是否與實際狀況相符，以及未來若以其他產品為例，是否能反映多組件產品需加工再製之貨物流向，建議在報告書中加強說明。	本計畫已於 6.4 節對應案例分析所碰到之問題，彙整各項研究課題作為研擬分年期行動方案之參考。另多組件產品加工再製之貨物流向因已涉及產品類別或產品項目變更，因此在本計畫研提之分析架構中將視為不同產品類別，故需另行分析其貨運量。

附件四

各運具別及各統計單位產品分類方式 對照表

海運貨物商品分類方式：經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)

類別	中文名稱	章別	內容
第一類	活動物；動物產品	第一章	活動物
		第二章	肉及食用雜碎
		第三章	魚類、甲殼類、軟體類及其他水產無脊椎動物
		第四章	乳製品；禽蛋；天然蜜；未列名食用動物產品
		第五章	未列名動物產品
第二類	植物產品	第六章	活樹及其他植物；球莖、根及類似品；切花及裝飾用葉
		第七章	食用蔬菜及部份根菜與塊莖菜類
		第八章	食用果實及堅果；柑橘屬果實或甜瓜之外皮
		第九章	咖啡、茶、馬黛茶及香料
		第十章	穀類
		第十一章	製粉工業產品；麥芽；澱粉；菊糖；麵筋
		第十二章	油料種子及含油質果實；雜項穀粒、種子及果實；工業用或藥用植物；芻草及飼料
		第十三章	蟲漆；植物膠、樹脂、其他植物汁液及萃取物
		第十四章	編結用植物性材料；未列名植物產品
第三類	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟	第十五章	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品	第十六章	肉、魚或甲殼、軟體或其他水產無脊椎動物等之調製品
		第十七章	糖及糖果
		第十八章	可及可製品
		第十九章	穀類、粉、澱粉或奶之調製食品；糕餅類食品
		第二十章	蔬菜、果實、堅果或植物其他部份之調製品
		第二十一章	雜項調製食品
		第二十二章	飲料、酒類及醋
		第二十三章	食品工業產製過程之殘渣及廢品；調製動物飼料
		第二十四章	菸（包括菸葉及菸類）及菸葉代用品
第五類	礦產品	第二十五章	鹽；硫磺；土及石料；塗牆料，石灰及水泥
		第二十六章	礦石、熔渣及礦灰
		第二十七章	礦物燃料、礦油及其蒸餾產品；含瀝青物質；研蠟
第六類	化學或有關工業產品	第二十八章	無機化學品；貴金屬、稀土金屬、放射性元素及其同位素之有機及無機化合物
		第二十九章	有機化學產品
		第三十章	醫藥品
		第三十一章	肥料
		第三十二章	鞣革或染色用萃取物；鞣酸及其衍生物；染料、顏料及其他著色料；漆類及凡立水；油灰及其他灰泥；墨類
		第三十三章	精油及樹脂狀物質；香水、化妝品或盥洗用品

類別	中文名稱	章別	內容
		第卅四章	肥皂，有機界面活性劑，洗滌劑，潤滑劑，人造蠟，調製蠟，擦光或除垢劑，蠟燭及類似品，塑型用軟膏，（牙科用蠟）以及石膏為基料之牙科用劑
		第卅五章	蛋白狀物質；改質澱粉；膠；酵素
		第卅六章	炸藥；煙火品；火柴；引火合金；可燃製品
		第卅七章	感光或電影用品
		第卅八章	雜項化學產品
第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品	第卅九章	塑膠及其製品
		第四十章	橡膠及其膠品
第八類	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及輓具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）	第四十一章	生皮（毛皮除外）及皮革
		第四十二章	皮革製品；鞍具及輓具；旅行用物品、手提袋及類似容器；動物腸線（蠶腸線除外）製品
		第四十三章	毛皮與人造毛皮及其製品
第九類	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品	第四十四章	木及木製品；木炭
		第四十五章	軟木及軟木製品
		第四十六章	草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品	第四十七章	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板
		第四十八章	紙及紙板；紙漿、紙或紙板之製品
		第四十九章	書籍，新聞報紙，圖書及其他印刷工業產品；手寫稿、打字稿及設計圖樣
第十一類	紡織品及紡織製品	第五十章	絲
		第五十一章	羊毛，動物粗細毛；馬毛紗及其梭織物
		第五十二章	棉花
		第五十三章	其他植物紡織纖維；紙紗及紙紗梭織物
		第五十四章	人造纖維絲
		第五十五章	人造纖維棉
		第五十六章	填充用材料、氈呢、不織布；特種紗、撚線、繩、索、纜及其製品
		第五十七章	地毯及其他紡織材料覆地物
		第五十八章	特殊梭織物；簇絨織物；花邊織物；掛毯；裝飾織物；刺繡織物
		第五十九章	浸漬、塗佈、被覆或黏合之紡織物；工業用紡織物
		第六十章	針織品或鉤針織品
		第六十一章	針織或鉤針織之衣著及服飾附屬品
		第六十二章	非針織及非鉤針織之衣著及服飾附屬品
		第六十三章	其他製成紡織品；組合品；不堪用衣著及不堪用紡織品；破布
第十二類	鞋、帽、雨傘、遮陽傘、手杖、座凳式手杖、鞭、馬鞭及其零件	第六十四章	鞋靴、綁腿及類似品；此類物品之零件
		第六十五章	帽類及其零件

類別	中文名稱	章別	內容
	件；已整理之羽毛及其製品； 人造花；人髮製品	第六十六章	雨傘、陽傘、手杖、座凳式手杖、鞭、馬鞭及其零件
		第六十七章	已整理之羽毛、羽絨及其製品；人造花；人髮製品
第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲 母或類似材料之製品；陶瓷產 品；玻璃及玻璃器	第六十八章	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品
		第六十九章	陶瓷產品
		第七十章	玻璃及玻璃器
第十四類	天然珍珠或養珠、寶石或次寶 石、貴金屬、被覆貴金屬之金 屬及其製品；仿首飾；鑄幣	第七十一章	天然珍珠或養珠、寶石或次寶石、貴金屬、被覆貴金屬 之金屬及其製品；仿首飾；鑄幣
第十五類	卑金屬及卑金屬製品	第七十二章	鋼製
		第七十三章	鋼鐵製品
		第七十四章	銅及其製品
		第七十五章	鎳及其製品
		第七十六章	鋁其製品
		第七十八章	鉛及其製品
		第七十九章	鋅及其製品
		第八十章	錫及其製品
		第八十一章	其他卑金屬；瓷金；及其製品
		第八十二章	卑金屬製工具、器具、利器、匙、叉及其零件
		第八十三章	雜項卑金屬製品
第十六類	機器及機械用具；電機設備； 及其零件；錄音機及聲音重放 機，電視影像、聲音記錄機及 重放機，上述各物之零件及附 件	第八十四章	核子反應器、鍋爐、機器及機械用具；及其零件
		第八十五章	電機與設備及其零件；錄音機及聲音重放機；電視影像、 聲音記錄機及重放機；以及上述各物之零件及附件
第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運 輸設備	第八十六章	鐵路或電車道機車、車輛及其零件；鐵路或電車道軌道 固定設備及配件與零件；各種機械式（包括電動機械） 交通信號設備
		第八十七章	鐵路及電車道車輛以外之車輛及其零件與附件
		第八十八章	航空器、太空船及其零件
		第八十九章	船舶及浮動構造體
第十八類	光學、照相、電影、計量、檢 查、精密、內科或外科儀器及 器具；鐘錶；樂器；上述物品 之零件及附件	第九十章	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀 器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
		第九十一章	鐘、錶及其零件
		第九十二章	樂器；與其零件及附件
第十九類	武器與彈藥；及其零件與附件	第九十三章	武器與彈藥；及其零件與附件
第二十類	雜項製品	第九十四章	家具；寢具、褥支持物、軟墊及類似充填家具；未列名 之燈具及照明配件；照明標誌、照明名牌及類似品；組 合式建築物
		第九十五章	玩具、遊戲品與運動用品；及其零件與附件
		第九十六章	雜項製品

類別	中文名稱	章別	內容
第二十一類	藝術品、珍藏品及古董	第九十七章	藝術品、珍藏品及古董
		第九十八章	關稅配額之貨品

空運貨物商品分類方式：交通部民航統計年報 (37 類)

類別	中文名稱	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
		分類	中文名稱
001	農產品	第二類	植物產品
002	林產品	第八類	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及轆具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）
003	禽畜產品	第一類	活動物；動物產品
004	水產品	第一類	活動物；動物產品
005	狩獵品	第一類	活動物；動物產品
006	能源礦產品	第五類	礦產品
007	金屬礦石	第十四類	天然珍珠或養珠、寶石或次寶石、貴金屬、被覆貴金屬之金屬及其製品；仿首飾；鑄幣
008	非金屬礦產品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
009	寶石原石	第十四類	天然珍珠或養珠、寶石或次寶石、貴金屬、被覆貴金屬之金屬及其製品；仿首飾；鑄幣
010	加工食品	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
011	飲料及菸類	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
012	紡織類	第十一類	紡織品及紡織製品
013	紡織衣著飾品	第十一類	紡織品及紡織製品
014	皮革、毛皮品	第八類	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及轆具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）
015	木竹、籐製品	第九類	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
016	紙漿紙品印刷	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
017	化學材料	第六類	化學或有關工業產品
018	化學製品	第六類	化學或有關工業產品
019	橡膠塑膠品	第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品
020	非金屬礦物製品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
021	基本金屬	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
022	金屬製品	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
023	機械	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
024	電力及電器	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
025	運輸工具	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
026	精密儀器設備	第十八類	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
027	其他製品	其他	#N/A

類別	中文名稱	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
		分類	中文名稱
028	藝術珍藏古董	第二十一類	藝術品、珍藏品及古董
029	特殊商品	第二十類	雜項製品
030	私人後送行李	其他	#N/A
031	外交郵袋	其他	#N/A
032	金銀寶飾貴重品	第十四類	天然珍珠或養珠、寶石或次寶石、貴金屬、被覆貴金屬之金屬及其製品；仿首飾；鑄幣
033	玩具類	第二十類	雜項製品
034	文教器材	第二十類	雜項製品
035	運動休閒器材	第二十類	雜項製品
036	航空公司貨	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
037	軍用物品	第十九類	武器與彈藥；及其零件與附件

鐵路運輸貨物商品分類方式：交通部臺灣鐵路管理局統計年報 (20 類)

類別	各類別說明	中文名稱 年報	中文名稱 月報	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
				分類	中文名稱
一等品	指貴重物品、危險物品，基於運送作業程序及成本較高，採高額收費	一等品	其他	其他	#N/A
二等品	指一般普通物品，因考量貨品價值及運費負擔能力，故運費低廉	機械	其他	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
		金屬製品	其他	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
		袋裝水泥	水泥	第五類	礦產品
		散裝水泥	水泥	第五類	礦產品
		電機電器	其他	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
		汽車	其他	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
		鋼鐵材	其他	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
		黏土	黏土	第五類	礦產品
		石灰石	石灰石	第五類	礦產品
		砂石	砂石	第五類	礦產品
		小麥	穀物	第二類	植物產品
		其他	其他	其他	#N/A
貨櫃	貨物運送時，為節省包裝手續，以便利裝卸接送所用盛裝貨物之箱形容器。按國際標準貨櫃，計有 20 呎、40 呎、…等數種，常以折合 20 呎貨櫃當量數(TEU)為單位。	重櫃	貨櫃	其他	#N/A
		空櫃	貨櫃	其他	#N/A
特種品	即軍用貨品，係指國軍部隊官兵及軍事學校員生之裝備，並須持憑規定之運照託運者。	特種品	特種品	其他	#N/A
路用品	鐵路局本身自用之材料	水泥、水泥枕	路用品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
		石碴	路用品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
		枕木	路用品	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
		其他	路用品	其他	#N/A

公路運輸貨物商品分類方式：交通部統計處汽車貨運調查 (112 類)

分類	中文名稱	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
		分類	分類
001	稻穀	第二類	植物產品
002	雜糧農作物	第二類	植物產品
003	特用作物	第二類	植物產品
004	蔬菜	第二類	植物產品
005	水果	第二類	植物產品
006	其他園藝作物	第二類	植物產品
007	豬	第一類	活動物；動物產品
008	其他禽畜產	第一類	活動物；動物產品
009	林產	第九類	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
010	漁產	第一類	活動物；動物產品
011	原油	第五類	礦產品
012	砂、石及黏土及其他礦產	第五類	礦產品
013	屠宰生肉及副產	第一類	活動物；動物產品
014	肉類保藏及加工品	第一類	活動物；動物產品
015	水產保藏及加工品	第一類	活動物；動物產品
016	蔬果保藏及加工品	第二類	植物產品
017	動植物油脂及副產品	第三類	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
018	乳製品	第一類	活動物；動物產品
019	米	第二類	植物產品
020	製粉	第二類	植物產品
021	飼料	第二類	植物產品
022	巧克力、糖果及烘焙炊蒸食品	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
023	糖	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
024	調味品	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
025	其他食品	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
026	酒精飲料	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
027	非酒精飲料	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
028	菸	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
029	棉、毛、絲麻及其織布	第十一類	紡織品及紡織製品
030	人造纖維及玻璃纖維紡織品	第十一類	紡織品及紡織製品
031	針織布	第十一類	紡織品及紡織製品
032	不織布	第十一類	紡織品及紡織製品

分類	中文名稱	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
		分類	分類
033	其他紡織品	第十一類	紡織品及紡織製品
034	成衣	第十一類	紡織品及紡織製品
035	紡織服飾品	第十一類	紡織品及紡織製品
036	皮革	第八類	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及轆具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）
037	鞋類製品	第十二類	鞋、帽、雨傘、遮陽傘、手杖、座凳式手杖、鞭、馬鞭及其零件；已整理之羽毛及其製品；人造花；人髮製品
038	其他皮革製品	第八類	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及轆具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）
039	製材	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
040	合板及組合木材	第九類	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
041	木竹藤製品	第九類	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
042	紙漿及紙	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
043	紙製品	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
044	印刷	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
045	石油煉製品	第五類	礦產品
046	焦炭及其他煤製品	第五類	礦產品
047	基本化學材料	第六類	化學或有關工業產品
048	石油化工原料	第五類	礦產品
049	肥料及氮化合物	第六類	化學或有關工業產品
050	塑膠(合成樹脂)	第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品
051	合成橡膠	第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品
052	合成纖維	第十一類	紡織品及紡織製品
053	其他人造纖維	第十一類	紡織品及紡織製品
054	農藥及環境用藥	第六類	化學或有關工業產品
055	塗料、染料及顏料	第六類	化學或有關工業產品
056	清潔用品及化妝品	第六類	化學或有關工業產品
057	其他化學製品	第六類	化學或有關工業產品
058	醫療藥品	第六類	化學或有關工業產品
059	橡膠製品	第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品
060	塑膠製品	第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品
061	玻璃及其製品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
062	陶瓷製品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
063	水泥	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
064	水泥製品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
065	其他非金屬礦物製品	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器

分類	中文名稱	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
		分類	分類
066	生鐵及粗鋼	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
067	鋼鐵初級製品	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
068	鋁	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
069	其他金屬	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
070	金屬刀具、手工具及模具	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
071	金屬結構及建築組件	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
072	金屬容器	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
073	其他金屬製品	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
074	半導體	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
075	被動電子元件	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
076	印刷電路板	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
077	光電材料及元件	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
078	其他電子零組件	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
079	電腦產品	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
080	電腦週邊設備	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
081	通訊傳播設備	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
082	視聽電子產品	第十八類	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
083	空白資料儲存媒體	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
084	量測、導航、控制設備及鐘錶	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
085	輻射及電子醫學設備、光學儀器	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
086	發電、輸電及配電設備	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
087	電池	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
088	電線、電纜及配線器材	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件

分類	中文名稱	對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
		分類	分類
089	照明設備	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
090	家用電器	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
091	其他電力設備	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
092	金屬加工機械	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
093	其他專用機械設備	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
094	通用機械	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
095	汽車	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
096	船舶	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
097	機車	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
098	自行車	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
099	其他運輸工具	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
100	非金屬家具	第二十類	雜項製品
101	金屬家具	第二十類	雜項製品
102	育樂用品	第二十類	雜項製品
103	其他製品	其他	#N/A
104	燃氣	第六類	化學或有關工業產品
105	自來水	其他	#N/A
106	廢水及污水處理	其他	#N/A
107	廢棄物清除、處理	其他	#N/A
108	資源回收處理	其他	#N/A
109	出版品	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
110	影片及音樂出版品	第二十類	雜項製品
200	空貨櫃	其他	#N/A
201	貨櫃貨	其他	#N/A

行政院主計總處產業關聯統計 (63 部門、164 類部門產品)

行政院主計總處產業關聯統計		對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
63 部門及名稱	164 部門產品及名稱	代碼	21 類中文名稱
02 畜牧產品	007 豬	1	活動物；動物產品
	008 其他畜牧產品		
06 食品及飼品	014 屠宰生肉		
	015 肉類其他加工及保藏品		
	016 水產加工及保藏品		
	019 乳品		
	022 動物飼品		
04 漁產品	011 漁產品		
01 農產品	001 稻作	2	植物產品
	002 雜糧		
	003 特用作物		
	004 蔬菜		
	005 水果		
	006 其他農作物		
	009 農事服務		
06 食品及飼品	017 蔬果加工及保藏品	3	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
	020 米		
06 食品及飼品	018 動植物油脂	3	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
06 食品及飼品	021 製粉	4	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
	023 烘焙炊蒸食品、巧克力及糖果		
	024 糖		
	025 調味品		
	026 其他食品		
07 飲料及菸草	027 酒精飲料		
	028 非酒精飲料		
	029 菸草		
05 礦產品	012 原油及天然氣礦產	5	礦產品
	013 砂、石及其他礦產品		
14 石油及煤製品	047 石油煉製品	6	化學或有關工業產品
	048 焦炭及其他煤製品		
15 化學材料	049 基本化學材料		
	050 石油化工原料		
	051 肥料及氮化合物		
	052 塑膠原料		
	053 合成橡膠原料		
	054 合成纖維原料		

行政院主計總處產業關聯統計		對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
63 部門及名稱	164 部門產品及名稱	代碼	21 類中文名稱
	055 其他人造纖維		
16 其他化學製品	056 農藥及環境用藥		
	057 塗料、染料及顏料		
	058 清潔用品及化粧品		
	059 未分類其他化學製品		
17 藥品及醫用化學製品	060 藥品及醫用化學製品	7	塑膠及其製品：橡膠及其製品
18 橡膠製品	061 橡膠製品		
19 塑膠製品	062 塑膠製品		
10 皮革、毛皮及其製品	038 皮革	8	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及轆具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）
	039 鞋類製品		
	040 其他皮革製品		
03 林產品	010 林產品	9	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
11 木竹製品	041 製材		
	042 合板及組合木材		
	043 其他木竹製品		
12 紙漿、紙及紙製品	044 紙漿、紙及紙板	10	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
	045 其他紙製品		
13 印刷及資料儲存媒體複製	046 印刷及資料儲存媒體複製		
08 紡織品	030 棉、毛、絲麻紡紗及織布	11	紡織品及紡織製品
	031 人造纖維紡紗及織布		
	032 針織布		
	033 不織布		
	034 印染整理		
	035 其他紡織品		
09 成衣及服飾品	036 成衣	13	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
	037 服飾品		
20 非金屬礦物製品	063 玻璃及其製品		
	064 陶瓷製品		
	065 水泥		
	066 水泥製品		
	067 其他非金屬礦物製品		
21 基本金屬	068 生鐵及粗鋼	15	卑金屬及卑金屬製品
	069 鋼鐵初級製品		
	070 鋁		
	071 其他基本金屬		
22 金屬製品	072 金屬刀具、手工具及模具		
	073 金屬結構及建築組件		

行政院主計總處產業關聯統計		對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)	
63 部門及名稱	164 部門產品及名稱	代碼	21 類中文名稱
	074 金屬容器		
	075 金屬加工		
	076 其他金屬製品		
25 電力設備及配備	089 發電、輸電及配電機械	16	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
	090 電池		
	091 電線及配線器材		
	092 照明設備及配備		
	093 家用電器		
	094 其他電力設備及配備		
26 機械設備	095 金屬加工用機械設備		
	096 其他專用機械設備		
	097 通用機械設備		
27 汽車及其零件	098 汽車及其零件	17	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
28 其他運輸工具及其零件	099 船舶及浮動設施		
	100 機車及其零件		
	101 自行車及其零件		
	102 未分類其他運輸工具及其零件		
23 電子零組件	077 半導體	18	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
	078 被動電子元件		
	079 印刷電路板		
	080 光電材料及元件		
	081 其他電子零組件		
24 電腦、電子產品及光學製品	082 電腦		
	083 電腦週邊設備		
	084 通訊傳播設備		
	085 視聽電子產品		
	086 資料儲存媒體		
	087 量測、導航、控制設備及鐘錶		
	088 輻射及電子醫學設備、光學儀器		
29 家具	103 非金屬家具	20	雜項製品
	104 金屬家具		
30 其他製品	105 育樂用品		
	106 未分類其他製品		
	107 產業用機械設備修配及安裝		
99 服務部門	999 所有其他服務部門	-	-

行政院主計總處國內各業生產與平減指數產品部門分類

國內各業生產與平減指數產品部門分類		對應經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21類)	
行業分類	內容	類別	中文名稱
AB	畜牧業	第一類	活動物；動物產品
AD	漁業		
AA	農耕業	第二類	植物產品
CA	食品及飼品製造業	第三類	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
CB	飲料及菸草製造業	第四類	調製食品；飲料；酒類及醋；菸類及已製菸類代用品
B	礦業及土石採取業	第五類	礦產品
CI	石油及煤製品製造業	第六類	化學或有關工業產品
CJ	化學材料製造業		
CK	其他化學製品製造業		
CL	藥品及醫用化學製品製造業		
CM	橡膠製品製造業	第七類	塑膠及其製品；橡膠及其製品
CN	塑膠製品製造業		
CE	皮革、毛皮及其製品製造業	第八類	生皮、皮革、毛皮及其製品；鞍具及輓具；旅行用物品、手袋及其類似容器；動物腸線製品（蠶腸線除外）
AC	林業	第九類	木及木製品；木炭；軟木及軟木製品；草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
CF	木竹製品製造業		
CG	紙漿、紙及紙製品製造業	第十類	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板；紙及紙板及其製品
CH	印刷及資料儲存媒體複製業		
CC	紡織業	第十一類	紡織品及紡織製品
CD	成衣及服飾品製造業		
CO	非金屬礦物製品製造業	第十三類	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品；陶瓷產品；玻璃及玻璃器
CP	基本金屬製造業	第十五類	卑金屬及卑金屬製品
CQ	金屬製品製造業		
CT	電力設備及配備製造業	第十六類	機器及機械用具；電機設備；及其零件；錄音機及聲音重放機，電視影像、聲音記錄機及重放機，上述各物之零件及附件
CU	機械設備製造業		
CV	汽車及其零件製造業	第十七類	車輛、航空器、船舶及有關運輸設備
CW	其他運輸工具及其零件製造業		
CR	電子零組件製造業	第十八類	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
CS	電腦、電子產品及光學製品製造業		
CX	家具製造業	第二十類	雜項製品
CY	其他製造業		

附件五

期中審查會議意見回復與處理

臺灣地區整體運輸規劃-貨運需求調查與模式建立方法之研究

期中審查會議意見回復與處理

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
東吳大學企管學系 蘇雄義教授		
1. p.2-11，第二章空車旅次推估模組，現有架構中主要假設其與載重車產生、吸引端點相反，此項假設與實務落差較大，運輸業者均會盡量設法降低空車旅次。此次研究可建議後續空車旅次調查方法，找出合理的空車旅次假設以為後續調查之用，並以此調查資料做為推估基礎。	計畫團隊後續將透過與運輸業者進行實務訪談，藉此瞭解實務上之空車旅次作業方式，藉此作為後續研提空車旅次推估方式之參考。	同意承辦 單位處理 情形
2. p.2-46，加州全州貨運預測模型對此次研究極具參考價值，該個案使用 FAF4 資料，且有轉運模組、分解模組(FAZ→TAZ)及非貨運卡車。建議補充說明非貨運卡車包含哪些貨車種類。	非貨運卡車旅次模組用以產生 TAZ 之間的「非 FAF」卡車流量。非 FAF 卡車流量包括空卡車、服務卡車、多功能卡車、建築和搬運卡車、本地送貨卡車，或根據定義不包含在 FAF 數據庫中的任何其他類型卡車流量。以上內容已補充於報告書 p.2-48。	同意承辦 單位處理 情形
3. p.2-47，國內貨物運輸規劃研究是否已有貨運分區 (Freight Analysis Zones, FAZ)？若無，建議可參考加州之案例，研提貨物運輸規劃之貨運分區基礎研究為後續研究建議。	國內目前尚無有關 FAZ 之相關研究，有鑑於 FAZ 之概念僅有加州個案提出，故計畫團隊需再根據個案研析內容評估將 FAZ 作為後續研究子題之必要性。	同意承辦 單位處理 情形
4. p.2-49 及 p.2-50，日本國土交通省個案中之商品分類採 15 個商品項目，遠藤弘太郎等人之個案則採用 47 個部門，兩處之 15 個商品項目及 47 個部門是否有關聯性？若套用到本計畫之分析架構，建議補充說明於四步驟商品模式中何時採用。	15 個商品項目再區分為 49 個部門，實際區分為 47 個部門，因為不包含廢棄物和原油兩個部門。本計畫建議以國內貨物量占比最大之海運分類—經濟部國貿局貨品分類及輸出入規定(21 類)為基礎，建立各運具別之產品類別對照表。日本國土交通省(2001; 2020)個案中之商品分類是採 15 個商品項目即對應本計畫之經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定(21 類)。本計畫進出口貨運需求分析架構建議應用投入產出模型分析進出口貨運量產生、吸引量，其依據行政院主計總處產業關聯統計表之 164 部門產品為基礎進行分析。遠藤弘太郎等人(2001)之個案所採用之 47 部門即對應行政院主計總處產業關聯統計表之 164 部門產品。	同意承辦 單位處理 情形
5. p.2-50，日本貨運規劃架構與加州個案雷同，同樣也有貨運分區及交通分區之概	日本個案未有分解模組之概念或其應用。	同意承辦 單位處理

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
念，建議補充說明日本個案是否也有分解模組之概念或其應用。		情形
6. p.2-52，建議就表 2.3-23 與臺灣現有國家貨運需求調查數據庫加以比較，做為後續設計國家貨運需求調查數據規格之借鏡。本計畫由公部門角度出發，爰 FAF 較適合做為臺灣國家貨運調查研究之參考與借鑒。	由於 FAF 為一整合多個政府單位調查資料建立之貨運資料查詢平台，TRANSEARCH 則是由私人企業建立之付費資料庫，國內目前尚未有類似之資料平台(庫)可做為比較對象，然就公部門角度出發，以 FAF 架構作為國內貨運資料整合平台確較具可行性。若就基本統計資料進行比較，本計畫已針對與國內汽車貨運調查較類似之美國 CFS 與 VIUS 進行比較如表 2.5-1 所示。	同意承辦 單位處理 情形
7. p.2-52，有關 FAF 合作單位之論述中，「貨運分析架構 (FAF) 由美國聯邦公路管理局 (FHWA) 與運輸統計局(BTS) 合作開發、維護」之論述應有誤，FAF 應為美國運輸部運輸統計局(BTS)與普查局(Census Bureau) 合作開發、維護。	經參閱美國 FAF5 官方網站，FAF 之主要數據來源商品流量調查(CFS)係由美國普查局(Census Bureau)開發，然而 FAF 數據庫之整合和維護為美國聯邦公路管理局 (FHWA) 與運輸統計局(BTS) 合作開發。 (https://faf.ornl.gov/faf5/Default.aspx)	同意承辦 單位處理 情形
8. p.2-53，針對 TRANSEARCH 資料庫，臺灣應無類此之私人數據庫供應商，且基於應用之規模可能過小較不具市場價值，未來私人企業應不太可能建立類似資料庫。爰未來若要建立貨運需求數據庫，應參考 FAF 進行資料蒐集與數據庫建置，並探討最適當且最具成本效益的方法與程序，藉此做為國家貨運規劃的基礎工程。	若就公部門角度出發，以 FAF 架構作為國內貨運資料整合平台確較具可行性，本計畫後續亦將以 FAF 為基礎提出國內建立貨運整合資料平台之參考方向。	同意承辦 單位處理 情形
9. p.2-78，表 2.5-1 已將美國 CFS 與國內公路汽車貨運調查進行比較，建議可再與 FAF5 進行比較。此外，國內公路汽車貨運調查應與美國 VIUS(車輛存量與使用調查)進類似，建議也可將兩者之異同進行彙整，藉此提出國內公路汽車貨運調查方法的未來改進方向。	由於 FAF5 並非單一資料來源之統計資料庫，而是一彙整多個數據來源之多元資料整合平台，其中 CFS 便是 FAF5 之主要資料來源，因此就 CFS 進行比較便可大致了解 FAF5 之資料特性。另有關 VIUS 之比較內容，計畫團隊已補充於表 2.5-1。	同意承辦 單位處理 情形
10. p.2-79，城際貨運分析架構中，如何建構合理的貨運分析區域(FAZ)，以及如何將 FAZ 分解進交通分析區域(TAZ)為一重要課題，建議應列入未來貨運規劃的重要子項研究計畫中。	經計畫團隊檢視美國(NASEM, 2007; FHWA, 2017; 2019)及日本之分析個案，由於 FAZ 之概念僅有加州個案提出，其他個案多會以縣(county)為貨運量分析單位，再透過其他分解機制將貨運量分配至 TAZ，藉此以 TAZ 為客貨運分析之整合單位。故此，由於多數個案受限於統計資料詳細程度而是以縣(county)為貨運分析單位，其概念亦與	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
	加州之 FAZ 雷同，故計畫團隊將再根據個案研析內容評估將 FAZ 作為後續研究子題之必要性，抑或可參考過去個案設定方式，以國內之縣市層級為貨運量統計單位。	
11. p.2-78~80，有關進出口貨運、城際貨運與城市物流貨運等三個層次間的介面轉換暨整合課題，建議列入未來之重要子項研究計畫中。	遵照辦理，三個層次間之介面轉換課題將會納入後續研究建議之重要研究子題。	同意承辦 單位處理 情形
12. p.2-79，根據目前彙整之城市物流貨運相關文獻可得知，此部分的國際文獻仍較發散，目前似乎尚屬前瞻性的研究領域，建議研究團隊可將此做為後續研究議題，並可列為多年期的前瞻性基礎研究計畫。期待在多年基礎研究後，可以較深入了解與需求資料蒐集方式，並進一步開發城市物流貨運規劃模型。	遵照辦理，本計畫將會於後續研究建議中提出城市貨運需求分析之研究子題建議。	同意承辦 單位處理 情形
13. 由於大數據分析方法在近年來蓬勃發展，建議可將大數據技術於國家貨運規劃之應用機會列入重要子項研究計畫探討，藉此評估是否可將傳統貨運規劃的資料蒐集方式，提升至更具成本效益的科技應用層次。	遵照辦理，計畫團隊將會於後續研究建議中適當融入大數據分析之概念於資料蒐集方式或分析方法中。	同意承辦 單位處理 情形
14. p.2-81，管道運輸屬於特殊運輸模式，是否應納入管理與規劃？若納入管理，是否有統計資料可做為管理依據？建議可再探討。	由於管道運輸數據較缺乏，因此未考慮將管道運輸納入管理。	同意承辦 單位處理 情形
15. p.3-1，根據彙整表可得知，公路及海運為主要運輸模式，兩者合計占比高達 98.76%，應列為主要貨運規劃重點。加以考量海運進出口貨運量高達 99.65% (表 3.2-1)，更凸顯公路、海運及陸海複合運輸之重要性，並應成為國家貨運規劃重中之重。	感謝委員建議，海運及陸運的複合運輸在國內貨運的重要性非常高，後續亦將列為主要貨運規劃重點之一。	同意承辦 單位處理 情形
16. p.3-3、3-5、3-6，公路、鐵路、航空等三種國內運輸模式均呈現下滑現象，p.3-8，國內海運運輸模式則呈現上升趨勢，建議探討其成因。	本計畫已參考相關文獻補充公路、鐵路、空運之國內貨運量下降的原因。另根據運研所之「2019 年海運重要議題」，近年受到中美貿易、疫情、塞港等影響，因此影響航運之需求。	同意承辦 單位處理 情形
17. p.3-2~3，針對我國公路汽車貨運業種之回顧上仍略顯不足，由於目前三業種已呈現分界線模糊的現象，故有呼聲檢討業種需要重新分類或整併。建議可參見運研所近	本計畫已參考運研所之「我國汽車貨運產業導入績效運籌模式之研究—以貨車租賃為例」、「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究—法律位階檢討」	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦單位審查意見
年貨運法制更新之研究報告進行調整。	等兩本報告書補充相關論述。	
18. p.3-18 提及「海運是以進口為主，進口噸數占海運總量之 78.66%，出口噸數為 21.34%」，惟此數據對進出口貨運規劃有何意涵？建議可再補充說明。	此數據顯示台灣之產業結構特性，進口商品以原物料為大宗，以供國內內銷及加工出口之用，故進口噸數高於出口噸數，而在貿易總值則為相反，109 年進出口貿易總值，其中出口總值為 3,452 億美元，進口總值則為 2,858 億美元，顯示台灣為出口型國家。	同意承辦單位處理情形
19. 附件的頁碼編碼建議可比照各章節配置，新增前置文字進行區隔，如：附件 4-6、附 4-6 等。另附件四中，行政院主計總處產業關聯統計 99 服務部門無法對應到經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定 (21 類)之任何一類。這可能會嚴重疏漏計算貨車流量，因為快遞業如新竹物流，連鎖業者物流如捷盛運輸、弘達貨運，專業物流業者如世聯倉運等，其貨運多半為綜合貨物運送。貨運需求資料蒐集時，請說明該問題如何解決。	由於本計畫係以商品種類為基礎推估各商品之貨運量，故服務部門之貨運量應會透過商品貨運量反映至貨車旅次，抑或成為僅有人員流動之客運旅次一部分。另有關委員所提快遞業、連鎖業者物流等綜合貨物運送，應較屬於城市貨運範疇，故計畫團隊將會一併納入城市貨運之後續研究子題中探討。	同意承辦單位處理情形
20. p.3-28，建議3個貨運規劃層次用語統一，城市物流貨運更改為城市貨運較合適。	遵照辦理，已統一將「城市物流貨運」修改為「城市貨運」。	同意承辦單位處理情形
21. p.4-1，圖 4.1.1 之進出口物流貨運需求分析架構中，由於海空運的年度總貨量均有歷史紀錄，為何仍需此架構之上框流程(投入產出模型)？其中，海運運量佔進出口總量高達 99.65%，海空運預測是否直接用 factoring(比例分配法)即可？由於海運為國內進出口主要運輸方式，爰海運貨運規劃更準確預測應為計畫重點，請評估是否可以考量將進出口海空運分成兩個架構單獨分析，各自分析結果再做為城際貨運旅次需求量推估子模組的投入？	投入產出模型主要是用以評估分析各產業部門間之相互依存關係，了解單一產業部門對其相關產業部門之影響程度。雖然海運佔進出口總量高達 99.65%，但不同商品採海運或空運運輸之比例，卻明顯不同。而運輸規劃在預測未來 20、30 年之長期變化，故有必要利用 IO 模式分析未來我國產業間之關係與變化，俾以當掌握未來海空運運輸消長之趨勢變化。	同意承辦單位處理情形
22. p.5-6，5.2.2 節以砂石業說明貨運需求分析流程之內容中，若僅以砂石產業為實際案例，是否有代表性不足的問題？建議增加快遞業、便利店或超市進口、城際與城市貨運等現況案例，各找一家代表性廠商調查即可。	本計畫受限於計畫期程、經費及人力等限制，故僅以國內貨運量占比較大之砂石業為例說明貨運需求分析流程可能遭遇之問題，有關委員所提之其他產業現況案例，計畫團隊將納入後續研究建議中探討。	同意承辦單位處理情形
23. p.5-8 及 p.5-9，5.3 節中提及諸多公路運輸資料須仰賴交通部汽車貨運調查資料，由於公路貨運占國內貨運比例高達 92%，若正確掌握公路運輸資料即可獲致較高的規	本計畫後續將以 FAF 為基礎檢討國內貨運資料調查機制之參考方向。另針對國內海運流向統計上，目前國內僅有各港進港量及出港量數據，尚無貨物流向	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
劃成效，惟因該調查資料可能存有可靠度不佳的問題，未來是否應該檢討調查機制並做較大幅度的改善計畫，如：參考美國FAF5，此方面可做為探討公私協作及大數據資料蒐集及分析技術應用之機會。此外，國內海運占比較鐵路高且近年呈上升趨勢，然目前是否有海運運輸資料可瞭解貨物流向？若無，是否需要提出一個海運運輸的調查研究？	分布統計，然考量國內海運之貨物種類、起迄分布相對單純，又國內貨物運輸仍以公路貨運為大宗，故就現有之運輸規模及特性，尚無需就海運運輸研擬調查研究計畫。	
24. 城際貨運目前建議採用四步驟商品模式建模，然每個階段皆存在不同的分析模型，建議說明何種較佳及如何評估，抑或同時採用不同方法，並就分析結果來選擇適合的模型。	四步驟商品模型在各步驟適合採用之分析方法仍須視商品特性與資料可得性而定，恐無法針對所有的商品類別提出最佳的分析模型。	同意承辦單位處理情形
25. 針對文字錯漏及用詞妥適性部分，建議再予檢視修訂： (1) p.2-7，表 2.1-6，有關 A1~A13 變數意義：各生活圈間貨運「發生量」，請更正為「吸引量」。 (2) p.2-9，有關第 2 階段運具「分派」，請釐清為分配或是分派？建議相同意思用語需統一用詞。 (3) p.2-18，運輸部門是否應改為運輸行業？此處部門英文應為 sector。 (4) p.2-44，佛羅里達城際公路貨運模型個案敘述中，「當平均旅次距離越長，其妨礙係數值就越小，成反比關係」，此處之妨礙係數值是否應為函數值？ (5) p.2-44 及 p.2-54，縣商業「模式」(County Business Pattern, CBP) 建議翻譯為縣商業「型態」。 (6) p.2-45、2-47，車輛資產與使用調查(Vehicle Inventory and Use Survey, VIUS)之中文翻譯建議可修改為車輛存量與使用調查。 (7) p.2-51，FAF 應屬美國運輸部交通統計局(BTS)之產出，建議修正。 (8) p.2-53，託運人或托運人？建議統一報告中用語。 (9) p.2-53，地面運輸委員會(STB)建議修正為陸面運輸委員會。 (10) p.2-54，「而運輸、建築、大多數零	25. 各項目之處理情形回覆如下： (1) 遵照辦理。 (2) 遵照辦理，已統一為分派。 (3) 遵照審查意見處理。運輸整體者，以運輸部門稱之，運輸業者，則以運輸業或運輸產業稱之。 (4) 已修正為妨礙函數值。 (5) 遵照辦理。 (6) 遵照辦理。 (7) 經參閱 FAF5 官方網站，已確認 FAF 是由 FHWA 和 BTS 合作開發。 (8) 遵照辦理，統一為託運人。 (9) 遵照辦理。 (10) 遵照辦理。 (11) 遵照辦理。 (12) 已修正為美國供應鏈管理專業協會 (Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP)。 (13) 遵照辦理。 (14) 已修正並確認無贅字。 (15) 已刪除錯誤文獻引用及內容。 (16) 經檢視原始分類名稱，確認第十五類為「卑金屬及其製品」。 (17) 已將「資」字修正。 (18) 遵照辦理，已補上總量統計資料。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
售和服務業、農漁業、外國機構和大多數政府機構皆未於 CFS 資料中」，此段論述中有缺漏字，建議修正為「未列入 CFS 調查資料中」。 (11) p.2-54，車輛資產與使用調查建議修正為車輛存量與使用調查。 (12) p.2-55，美國物流管理協會(Council of Logistics Management, CLM)已更名為美國供應鏈管理專業協會(Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP)，建議修正。 (13) p.2-78，表 2.5-1 中，汽車貨運調查報告負責單位建議修正為交通部統計處。 (14) p.2-81，「管道運輸以複合運輸等 5 大類」，此句不完整；「公路貨運的地及戶配送服務特性」，是否有贅字可再檢查。 (15) p.3-9，Kubánová et al. (2020)之參考文獻引用來源似不完整，請修正文獻回顧列表。 (16) p.3-19，卑金屬及其製品(第十五類)之論述中，何謂「其製品」？文中出現兩處，是否應為「其他製品」？請再行確認。 (17) p.3-21，「以下資針對公路...」，「資」字是否為錯字？ (18) 3.2 節中各運具之統計表，建議應加總各類貨量並呈現總量。 (19) p.4-1，城際物流貨運是否應統一為城際貨運？建議用詞應統一。	(19) 遵照辦理，已統一為城際貨運。	
逢甲大學運輸與物流學系 溫傑華教授		
1. 研究團隊目前提出以商品種類為基礎推估各商品貨運量之研究架構，並建議短期內可就貨運量較大之商品種類進行分析，此作法可能導致分析對象多屬礦產品，建議後續可考量以貨物價值做為分析之建議方向。	遵照辦理，已於分析建議中補充應多加考量貨物價值之相關論述。	同意承辦 單位處理 情形
2. 在進出口貨運部分，由於海運占比超過 99%，是否需要利用巢式羅吉特模式建立運具分派模式可再討論。建議就商品種類之運輸特性，提出不同建模方案做為未來研究之參考。	感謝委員建議。雖然我國海運運量占進出口貨量高達 99%，但不同商品類型採海運或空運、貨櫃或散裝、不同港口/機場之比例卻可能差異甚大，故有必要利用巢式羅吉特模式加以分層次分析。	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
	遵照委員意見，本計畫將於期末報告中提出不同商品種類之運具/地點分派模式架構。	
3. 目前運輸規劃之主要軟體如：CUBE、TRANSCAD 多應用於城際貨運，進出口貨運是否也適用？抑或進出口貨運較單純不需使用軟體？請補充說明。	本計畫於貨運運輸研究架構上，同時將進出口貨運、城際貨運及城市貨運視為貨運運輸模組之研究對象，針對進出口運貨仍是會將本島配送端納入運輸需求模式軟體中進行運具選擇、路網指派、校估等分析步驟。	同意承辦 單位處理 情形
4. 研究團隊建議運具分派模式可以個體選擇模式為主要建模方式，惟建立羅吉特模式需要蒐集大量資料以利校估參數，建議補充說明問卷調查或資料蒐集之複雜度或困難度，因為這些資料涉及未來之貨運需求實務調查之操作方式。	感謝委員建議。本計畫後續將評估採用個體問卷調查或總體統計資料，以作為分派模式推估之基礎。	同意承辦 單位處理 情形
中原大學土木系 廖祐君 副教授		
1. 研究團隊雖說明現有貨運運輸規劃模式多採成長率法推估貨車旅次量可能不符實際情況，然考量貨運需求在不同分析階段之特性可能較為單純且變化不大，如：貨運量分布多為固定起迄對、運具分派可能僅有單一選項、交通量指派多為固定路線等，建議可視不同商品種類之運輸特性彈性調整分析方式，藉此簡化模式建立之複雜度。	遵照辦理，本計畫將加強說明貨運需求分析過程應須根據不同商品特性選用適合分析方法之相關論述。	同意承辦 單位處理 情形
2. 由於運輸業者考慮貨物運輸時可能以運送分類方式著手，為簡化模式複雜度，建議可評估由運送分類方式來建立模式，而非以商品分類。	由於本研究的目的是在於建立我國整體貨運運輸規劃模式，根據文獻回顧及分析個案研析內容，本計畫仍建議以商品分類為基礎推估貨運需求量。	同意承辦 單位處理 情形
3. 在貨運量分布、運具分派階段，提到需視資料可得性建立 FAZ 分區，惟 FAZ 的分區如何訂定則論述較少，建議可補充說明。另運具分派階段建議以個體選擇模式為建模基礎，然個體選擇模式之對象及選擇集合為何皆未定義，如：貨主可能選擇起迄、運輸業者可能選擇路線等，建議補充說明。	FHWA(2019)中加州案例考量可得數據之地理單位，其 FAZ 主要以縣和城市等較小之行政區劃分，相關內容已補充於對應內文處。另在運具分派階段，由於本計畫係建議以商品為基礎推估各運具貨運量，故個體選擇模型中為考慮不同類型商品在其運具方案集合中之運送特性以建立效用函數，藉此估計該商品種類之運具分派比例。	同意承辦 單位處理 情形
4. 目前初擬的整體分析架構中，欲在最後階段將客貨運之分析結果整合，建議現階段可聚焦於針對交通量指派之課題進行整合即可。	遵照辦理，客貨運整合介面將聚焦於交通量指派課題進行探討。	同意承辦 單位處理 情形
5. 在貨運量產生、吸引階段，過去研究多會	考量各個產品類別之特性不盡相同，故	同意承辦

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
採用人口數為解釋變數，然在貨運需求分析中，請說明若採最終使用者(end user)為解釋變數是否會較人口數更適合；另在貨運總量資料上，是否可採用最終銷售端(end shop)的進貨量來推估？又貨運與客運的分析概念不盡相同，爰建議應將貨運分析架構中的分析單位明確定義，如：貨運量單位、分區範圍大小等，並釐清自變數及應變數的資料來源。	適合採用之解釋變數也可能有所差異，故本計畫在貨運量產生、吸引階段，仍將視產品類別特性及資料可得性作為設計解釋變數之參考。於期末階段，本計畫亦將以砂石業為例，實際就現有架構分析其貨運需求，藉此提出設計模式解釋變數時應考慮之要素。此外，考慮到貨運與客運之分析概念不同，故本計畫已於 3.6.2 節彙整兩者之比較表說明其差異處。	單位處理情形
6. 建議可強化說明貨運運輸規劃模式建立之目的及後續應用範圍，藉此釐清計畫應包含之工作需求及範圍。倘若目前回顧的個案中已有符合本計畫目的之模式可參考(如：加州)，亦可就該個案之細節進行深入探討，藉此瞭解國內現有之資料有哪些可直接應用，並針對不足之處提出後續應如何蒐集之建議方案。	本計畫已於緒論補充說明本計畫之目的及後續應用範圍。另就分析個案彙整內容上，計畫團隊亦將針對分析資料欄位與國內現有資料之對照進行整理，藉此提出後續資料蒐集建議。	同意承辦 單位處理情形
交通部統計處 張永珍 專門委員		
1. 本計畫盤點現行國內貨物運輸資料蒐集面臨之課題，評估現有相關資料應用於本案之適用程度，並針對後續所需資料來源提出蒐集建議(另辦理調查或其他蒐集方法)構想與相應經費建議，整體執行方向與計畫主軸吻合。	敬悉。	同意承辦 單位處理情形
2. 有關名詞、定義及資料來源待釐清更正如下： (1) 「公路汽車貨運調查」係由運研所主政辦理，公路總局之「汽車貨運統計」僅包含營業用貨車不包含自用貨車，交通部統計處的「汽車貨運調查」包括自用及營業用貨車。 (a) 若本報告內文所指為交通部統計處之「汽車貨運調查」，應刪除「公路」兩字(如 p.2-1,77, p.3-26, 附件四 p.8)或「公路總局」四字(如 p.2-78 表 2.5-1)。 (b) 第三章內多張圖表之國內汽車貨運量資料註明資料來源為中華民國交通統計月報，月報內該項統計多為公路總局的統計資料(月報各表下方皆有註明資料來源)，並非統計處調查資料，建議再予確	(1) 各項目之處理情形回覆如下： (a) 遵照辦理。 (b) 已修正資料來源，公路貨運資料來源為公路總局。 (c) 遵照辦理，已修訂為採用經濟部國貿局編訂之「中華民國輸出入貨品分類表」。 (d) 「實質生產毛額貨運量」意旨剔除通膨影響之生產毛額貨運量，相關論述已補充於內文中。 (e) 已修正為臺灣港務股份有限公司。 (f) 國內航空貨運市場已修正為以華信、德安、立榮市占較高。 (g) 本計畫已參考運研所之「2019年海運重要議題」報告書補充相關論述，近年受到中美貿易、疫情、塞港等影響，因此影響航運	同意承辦 單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
認。 (c) p.2-3、p.2-4，中華民國商品標準分類已於民國 92 年停用，建議加註說明或更新參考資料名稱。 (d) p.2-5，建議補充說明單位實質生產毛額貨運量之定義為何。 (e) p.2-2、p.2-77，現已無港務局，建議修正單位名稱。 (f) p.3-6，文中提及「國內航空貨運市場以遠東、復興、立榮市占較高」，惟前兩家業者應無營運，請再確認是否應改為華信、德安航空。 (g) p.3-7、p.3-8，「國內海運貨運量受疫情影響有越來越多的趨勢」，然實務上可能受煉油廠歲修、油品運輸調度，或國內砂石水泥需求量增減變化調度等因素波動，尚看不出 109 年後逐年貨量攀升。 (h) p.5-4、5-5 及表 5.2-2、5.2-3，內文中提及可使用汽車貨運調查中之「車速...」，建議可修正為「以運輸距離結合企業訪談詢問一般貨車車速」反推運輸時間。 (i) 附件四各運具別產品分類對照：空運部分對應錯誤（如農產品卻對應至第 10 類木漿紙漿，林產品對應至第 6 類化學或有關工業產品等）。鐵路運輸部分，交通部統計處無「年報」刊物，統計處月報或統計查詢網亦無表列之產品分類，資料來源請再釐清。	之需求。 (h) 遵照辦理。 (i) 空運部分產品類別已重新對照，另鐵路部分之資料來源已更正為交通部臺灣鐵路管理局統計年報。	
3. 現有各種貨運統計之商品分類看似不一，惟所據皆同，可經比對後彙編，不建議逕作「分類方式不同」之陳述。另建議直接使用各個分類標準的官方名稱(如 Ch2，Ch3.2，Ch3.4，Ch4.2，Ch5.2，附件四)，建議加強說明。 (1) 世界關務組織(WCO)為國際海關訂定一致性的國際商品統一分類制度(HS code, 6 碼)，我國財政部關務署及經濟部國貿局依權管編印中華民國海關進	3. 遵照辦理，各項目之處理情形回覆如下： (1) 計畫團隊已參考委員建議修正報告中相關論述。 (2) 計畫團隊已參考委員建議修正報告中相關論述。 (3) 計畫團隊點出僅汽車貨運調查中包含貨櫃，便是因貨櫃無法辨別其內部商品項目，故會有部分商品項目之貨運量資料無法透過汽	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
口稅則及輸出入貨品分類表合訂本(對應至國貿局：中華民國輸出入貨品分類號列 CCC code, 10 碼)，共 21 類、98 章。現行之港埠及機場端進出口或貨運統計、關貿網路報單資料分類皆根源自 CCC 分類。 (2) 報告中所提經濟部國貿局「貨品分類及輸出入規定」應即 CCC，建議直接使用官方名稱，若欲簡稱建議使用「國貿局」取代「經濟部」，以免與經濟部其他生產面的相關產品分類混淆。 (3) 交通部統計處汽車貨運調查之商品分類係依據行政院主計總處「產業關聯表部門分類」。報告 p.3-26 提及產業關聯表部門分類無汽車貨運調查之「貨櫃」分類，是因為調查時，必須要配合調查實務額外增加的一項分類，對運輸業者來說載運的即為一整個貨櫃，要求業者對貨櫃中商品進行拆分填報實務上難度極高、顯然不可行，而且貨櫃就是一個商品單位，不會有在起點裝上 1 個貨櫃，卻在這點將貨櫃切割只卸下一半貨櫃的情形。 (4) 行政院主計總處「產業關聯表部門分類」參考「行業統計分類」(前稱行業標準分類，依循聯合國國際標準行業分類基礎)，以及 CCC 等標準進行部門歸類。所以產業關聯表的部門分類以及交通部統計處汽車貨運調查的商品分類與 CCC 分類是可以相互對應的。此即說明本報告為什麼可以在附件 4 做不同統計的商品分類對照，這是可行的。 (5) 僅鐵路貨運係依該機關貨運收費標準為原則分類商品，惟我國鐵路貨運量相對偏低，需額外配合以上各類運輸比對產品分類情形較少。建議洽詢臺鐵內部業務單位是否有更新的拆分資料。	車貨運調查報告掌握。 (4) 本計畫已根據委員意見將「分類方式不同」之相關論述調整為「分類數量或名稱不盡相同」。 (5) 鐵路之商品分類方式經確認即為報告中引用之內容。	
4. 運輸規劃模式建立所需的資料，如僅需總體資料，現行多可滿足(如 p.2-1~3,19,51~55,71...)。至於細分類之統計資	4. 感謝委員所提建議，有關各項目之處理情形回覆如下： (1) 敬悉。	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
料則需依特殊需求進行調查或資料蒐集規劃。 (1) 例如：若無需細分至特定場站(港口)，則經濟部國貿局網頁及財政部貿易統計網頁皆提供公開查詢依商品別x國家別..等進出口交叉分類進出口數值。 (2) 依地方、區域、運輸場站、時間、產品別、運具別、運距...等細分之貨運資訊取得所需的成本自然更加昂貴，困難度也更高。 (3) 即便美國集結調查統計部門、經濟發展部門、運輸管理部門及私營調研機構之力，共同蒐集取得之資訊亦有其資料取得及應用上之諸多限制。調查辦理單位角色之不同，調查對象(貨主、承運商，或運輸業者)與範圍規模之不同等，皆會導致取得不同面相資料，無法畢其功於一役或期待由單一調查滿足多元需求。觀察本報告提及他國應用的相關貨運資料，多屬前述集結眾多公私學研單位之整合資料，非僅冀望由公部門單一統計或調查取得所有資訊。爰此，企業訪談或另增小型需求面調查較為可行。 (4) 建議盤點本計畫最需要之資料面向(供給或需求面)以及細緻程度，並考量競爭激烈之貨運業者(服務供給者)或非交通部權管之製造銷售產業(服務需求者)願意撥空、提供機敏資料之可能程度，以提出後續對受訪者較具誘因之資料來源蒐集方法建議。	(2) 敬悉。 (3) 計畫團隊將參考委員建議將企業訪談或另增小型需求面調查作為後續進行貨運需求調查之建議方式。 (4) 遵照辦理。	
5. IO 關聯效果(如 p.2-18)說明提供以下供參： (1) 向後關聯(帶動)效果=某 j 產業每增加生產 1 單位，須向其他上游產業購買並做為 j 產業生產過程中間投入的商品單位數。 (2) 向前關聯(支援)效果=某 i 產業每增加生產 1 單位，可出售給其他下游產業做為該等產業中間投入使用的商品單位數。	5. 各項目之處理情形回覆如下： (1) 該篇文章係利用貨物產值(歐元)作為說明關聯效果之單位。 (2) 該篇文章係利用貨物產值(歐元)作為說明關聯效果之單位。	同意承辦 單位處理 情形
6. 建議儘可能敘明圖表資料來源，敘明優缺	6. 各項目之處理情形回覆如下：	同意承辦

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
點比對之細節： (1) 表 3.1-1、表 3.1-4、表 3.2-2~5 及圖 3.1.2~4 等，資料來源僅寫「中華民國交通統計月報」，因不同表單資料內涵可能略有差異，建議補充說明取自哪些張表單。 (2) 表 3.1-6 航空貨運之優缺點，優點部分為運輸量大，缺點部分為運量受限，兩者語句略有衝突，可再予說明。	(1) 已修正資料來源。公路貨運資料來源為公路總局；鐵路資料來源為臺灣鐵路管理局及生產事業機構；海運資料來源為臺灣港務股份有限公司；空運資料來源為桃園國際機場股份有限公司。 (2) 已修正表 3.1-6 航空貨運之優缺點。	單位處理情形
7. p. 3-10，建議補充有關「複合運輸的優點使貨物於轉運過程中無須再次裝卸貨，降低貨物於運送過程中遭受損壞的風險」相關說明。不同運具的整合配送行為，在運送過程中仍須將貨品由 A 運具卸下，移動裝上到 B 運具，再次裝卸貨行為仍存在。	已修改複合運輸優點之相關論述。	同意承辦單位處理情形
8. 錯漏字部分：事業單「為」應為「位」(p.2-1)；主計「總」處(p.2-20, p.4-2)，嘉「裡」大榮應為「里」(p.3-13)。	錯別字已修正。	同意承辦單位處理情形
9. p.5-2~3，欲參考工業及服務業普查總體資料計算企業營運資料平均值，惟工商普查每 5 年辦理一次。如需較新且按年數據計算平均值，可參考財政部營利事業家述及銷售額統計，或是公開資訊觀測站之特定業者財報。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
10. P.5-7，砂石產業實際貨運需求點惟業者商業機密，但砂石產業需求點可藉由政府重大工程(前瞻建設指標性工程、國發會緊密推展之國家重大建設方案)及企業重大投資訊息(台積電新設廠)等加以蒐集。	感謝委員所提建議，本計畫將參酌委員意見做為了解砂石產業需求點之參考資訊。	同意承辦單位處理情形
11. 有關第五章對於既有貨運調查之建議係定基於「不可靠」假設下為之，既有此假設即表示另存在有一「可靠的」資料組，如無，實難精準驗證可靠度。另針對該節內容提及之各點提供以下供參： (1) 「類似調查重複」，縣市及監理所站調查員極少反映此項。如若另有類似調查，建議併入本案進行可應用程度評估以相輔相成。 (2) 「填報誘因缺乏」，每次調查皆致贈受訪者紀念品，該項支出已占調查經費大宗。 (3) 「數位建檔缺乏」，路線貨運業者已長年提供公司內部貨運分錄電子檔案	有關 5.3.2 節所述之汽車貨運調查資料可靠度問題，本計畫係引用交通部運輸研究所 (2016) 之「建立我國常態貨物流向統計與物流競爭力分析機制」報告書中內容，報告書來源已補充於內文中。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
直接匯入調查系統，調查系統也提供非路線貨運業者上網填報或提供電子檔案之選項。 (4) 「表格填寫不易」、「貨物起迄偏誤」及「調查時點不佳」，為減輕受訪者負擔並確實控制調查誤差，已為最簡化問項(即使貨車司機都可只需於上下貨時紀錄日誌即可，毋需另外再行拆分資料後填寫)及調查天數(涵蓋周一至周日，無週間或週末之抽樣誤差)，若再簡化勢必較現行結果更無法滿足資料使用者需求。 (5) 相關受訪廠商為該調查貢獻良多，如有漏列部分資訊情形，皆可經檢誤後電話再次確認修改。		
中華民國汽車路線貨運商業同業公會全國聯合會		
1. 簡報中提及貨物運輸集中在特定起迄，惟屬於汽車路線貨運之宅配服務便無特定起迄。此外，汽車路線貨運之產值已與汽車貨運相當，又汽車路線貨運為未來發展趨勢，建議針對路線貨運之相關內容多加說明。	報告書中有關路線貨運之相關內容為參考運研所之「我國汽車貨運產業導入績效運籌模式之研究—以貨車租賃為例」、「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究—法律位階檢討」等兩本報告書內容。	同意承辦 單位處理 情形
2. p.3-2，目前研究團隊引用公路法規範之汽車貨運業、汽車路線貨運業定義，由於目前法律上並無快遞業、物流業等業別，而汽車路線貨運業之營業內容也與以往有所不同，爰提供以下實務建議供團隊參考：快遞於汽車路線貨運業中，主要具備「跨縣市、多級配送、零擔運輸、論件計酬」等特性，物流業則為「倉儲業、貨運業」之業務結合。	感謝委員建議，計畫團隊已將物流業與快遞業之特性等相關論述補充至內文。	同意承辦 單位處理 情形
3. 研究團隊將快遞業、宅配業定義為新興運輸服務，惟兩者應為舊有產業於近年來開始興起，建議可斟酌調整論述。	本計畫已參考委員建議將快遞業、宅配業歸類為最後一哩物流。	同意承辦 單位處理 情形
4. p.3-2，研究團隊於內文中提及汽車貨運之包裹運送無法配合顧客在時效上快的需求，惟汽車路線貨運亦提供包裹運送服務，且能滿足顧客之時效性需求，建議釐清汽車貨運業及汽車路線貨運業之差異及其業務範圍。	汽車貨運業、汽車路線貨運業之差異及其業務範圍為參考運研所之「我國汽車貨運產業導入績效運籌模式之研究—以貨車租賃為例」、「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究—法律位階檢討」等兩本報告書內容。	同意承辦 單位處理 情形
交通部民用航空局		
1. p.3-6，有關第 3 點航空貨運運輸項內文提及，「目前在國內航空貨運市場方面，則	國內航空貨運市場已修正為以華信、德安、立榮市占較高。	同意承辦 單位處理

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
以遠東、復興、及立榮等三家航空公司之市場占有率較高」，經查遠東及復興分別已於 108 年及 105 年停止營業，爰對於文中所載「遠東及復興」一節建議修正相關敘述，避免誤解該兩公司目前仍有提供國內航空貨運服務。另華信航空亦有提供國內航空貨運服務，而文中未提相關資訊，建議一併修正。		情形
2. p.3-18，表 3.2-1 之 109 年臺灣各關進出口貨運噸數統計，經查財政部各關轄管之空港一節，臺北關尚有松山機場，臺中關有臺中機場，而本表未將 2 機場列入係因該年度未有進出口貨運(本局統計資料有貨量資料)，又或漏未列入，請再次檢視。	表 3.2-1 為參照民航局 109 年年報，其中僅桃園機場及高雄機場以各項貨物商品呈現，而松山機場及臺中機場僅提供總量統計，故將以總量方式呈現於報告中。	同意承辦 單位處理 情形
3. 報告中之進出口貨運量數據係以 109 年為參考基礎，查該年始受嚴重特殊傳染性肺炎影響，在多數國家實施邊境管制下，爰航空公司將松山、臺中及高雄機場之航班取消或減班，使得該等機場貨運量大幅減少，因此 109 年貨運量數據可能未具代表性，是否影響本篇報告後續研究，併予提供參考。	計畫團隊後續將針對不受疫情影響之年期進行資料蒐集，藉此比較不同年期之貨運統計資料是否受到疫情影響。	同意承辦 單位處理 情形
4. 圖 4.5.1 之進出口運具選擇模式建立架構圖中，機場選擇未列松山，建議增列，另為使內文陳述一致，建議將小港修正為高雄。	已遵照審查意見加以增修，另因交通部民航局統計年報中並無統計松山機場之國際貨運量，故架構圖中之松山機場予以刪除。	同意承辦 單位處理 情形
交通部公路總局		
p.2-78，有關表 2.5-1 之汽車貨運調查非公路總局出版報告，建議修正。	已遵照審查意見辦理。	同意承辦 單位處理 情形
桃園國際機場股份有限公司		
由於空運、海運之特性不同，建議以商品類別探討貨運量需求時，可多加考量貨運價值之特性，避免忽略航空運輸之重要性。	遵照辦理，已於分析建議中補充應多加考量貨物價值之相關論述。	同意承辦 單位處理 情形
臺灣港務股份有限公司		
研究團隊是以砂石業為例說明貨運需求分析流程，考量各產業皆有自身之貨物運輸特性，建議可再多加針對海運於不同產品類別、運送方式(如：散雜貨、貨櫃貨)之需求特性進行說明。	遵照辦理，本計畫將於進出口貨運之運具分派階段加強說明海運於不同產品類別、運送方式(如：散雜貨、貨櫃貨)之需求特性。	同意承辦 單位處理 情形
本所運輸工程組(書面意見)		
1. 進出口貨運分析部分	1. 各項目之處理情形回覆如下	同意承辦

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
(1) 在進出口貨運需求分析架構中，最後係選擇 I/O 模型做為研究方法，建議於報告書中納入選擇考量因素以及其他如迴歸、時間序列等方法之優劣比較。 (2) 參考文獻中使用 I/O 模型主要係取得產業關聯表之係數，並做係數上之更新。除此之外，仍有進行總量預測以及 GDP 等總體經濟的預測。團隊在報告書 p.4-1 分析架構圖中亦有總體經濟資料，惟後續篇幅似僅引用產業關聯表進行模式建立，整份報告亦未提及如何進行總體經濟之架構，建議一併說明。 (3) 簡報 p.26，主計總處之產業關聯表最細可至 487x164 部門及細部門別，惟是否能對應貨種，建議請團隊再進行比對。	(1) 已遵照審查意見，增列各種需求推估方法之優劣比較表(表 2.2-2)。 (2) 已遵照審查意見辦理 (3) 由於產業關聯表中投入產出係數表最細僅至 164 部門產品，考量分析資料之可得性，故後續將以 164 部門產品為最細分類以和國貿局 21 類分類方式進行對照。	單位處理情形
2. 貨運模型部分 (1) 簡報 p.24，進出口模組以及城際貨運模組如何銜接？二模組各自的輸入及產出項為何(如貨量、貨種、運具等)? 又進出口模組那些產出會做為城際模組之輸入等，此類模型系統架構應進行詳細說明。 (2) p.5-1 架構是為 4 步驟分析方法，惟 p.5-2~5 僅 3 步驟。應請於報告書中敘明原因。又其中 p.5-2 將海空港已做為交通分區，惟物流鏈中如倉儲、DC 與物流中心等是否亦應考慮為貨流之節點? 又貨種與貨物之分布關係是否會考慮在本計畫內? (3) 承上，貨運需求模式的交通分區與整體需求模式之分區切分方式不同，請說明未來二模式將如何整合。 (4) 進出口偏向宏觀經濟之總體層面，城際貨運則偏向個體產業之調查及內部經營管理規劃。尤其在城際部分，目前可得資料甚少，如何取得此類個體資料才是最困難的地方。 (5) 目前所提之 Model Structure 是基於現有取得數據的角度，建議研究團隊在以終為始，以最後導入整體需求規劃	2. 各項目之處理情形回覆如下： (1) 整體貨運規劃分析架構中，進出口貨運與城際貨運之單位轉換及整合介面說明內容已補充於 3.6 節中。 (2) 計畫團隊已補充說明城際貨運分析模組中未對交通量指派方法進行說明之原因於 5.2.1 節。另物流倉儲中心是否應作為貨物流節點仍須視不同商品類別之運輸特性而定，相關論述已補充於 3.6.2 節中。 (3) 本計畫於期末階段將以砂石業為例，實際就現有架構分析其貨運需求，藉此提出分區方式不同之建議整合方式。 (4) 敬悉。 (5) 同(3)，透過以砂石業為例實際就現有架構分析其貨運需求，本計畫可於期末階段就分析資料來源、分析架構整合等面向提出規劃建議。	同意承辦 單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
模式為前提下，研提資料如何取得之建議，以及歸納出一個可納入整合至整體規劃需求模式的貨運需求模式架構。		
3. 建議文獻依引用的順序編號以利查找。另外文獻部分引用，建請仔細核對，如 p.2-16 引用「陳韋穎(2015)研究臺灣高科技廠商...」，惟查文獻附錄資料並未摘錄此篇，即便在網路上查詢也無相關結果。又 p.2-14 敘述「顏進儒老師於 2010 年採用迴歸、灰色區間及時間序列...」，查該篇係其碩士學生之論文，而非顏進儒老師的碩士論文。	已針對內文錯誤之處進行修改。	同意承辦 單位處理 情形
本所運輸管理組(書面意見)		
1. 在城際貨運部分，由於固定起迄及貨種採何種運具較無變化，建議可考慮直接分配至各運具，不需特別處理運具競合。	考量不同商品種類之運送特性有其差異性，因此仍須視各商品類別之運送特性彈性調整適合之分析方法。	同意承辦 單位處理 情形
2. 在貨運運量部分，由於貨種繁多，若無法對所有貨種進行分析，建議以對交通造成較大影響優先考慮。	本計畫以參考委員建議，將就貨運量較大、貨物價值較高、資料取得容易之產品類別為優先分析對象。	同意承辦 單位處理 情形
3. 目前所謂群眾物流，在我國實為執行汽車運輸業之業務，貨運部分在我國屬汽車運輸業之範疇，是否有必要單獨討論，建議加以考量。	本計畫已將群眾物流調整為與其他物流模式一併討論。	同意承辦 單位處理 情形
4. 若無需受限於現有之資料來源，由於運輸行為係衍生需求，貨運量所產生之旅次係因貨主有運送貨物之需要，建議回歸以貨主行為為主要探討對象。	敬悉。	同意承辦 單位處理 情形
5. 在名詞使用，尤其在業別部分，建議應使用法令規定之名詞。若否(例如期中簡報第 19 頁之快遞業、食物外送平台、宅配、快遞及外送等)，則建議應先敘明該名詞之定義。	已將食物外送平台更正為餐飲外送業；快遞業更正為快遞服務業；宅配更正為宅配業。	同意承辦 單位處理 情形
本所運輸計畫組(書面意見)		
1. 諸多單位反映不了解計畫目的，請於第一章加強說明，並應與產出成果相呼應。	本計畫已於緒論加強說明本計畫之目的及後續應用範圍。	同意承辦 單位處理 情形
2. 第二章文獻回顧 (1) 文章引用國外文獻資料僅提及作者與年期，建議可標示序號，以利與參考文獻互相對照。 (2) 進出口貨運需求分析方法包括迴歸模型、時間序列模型、投入產出模型	2. 各項目之處理情形回覆如下： (1) 遵照辦理。 (2) 已遵照審查意見，增列各種需求推估方法之優劣比較表(表 2.2-2)。 (3) 經查詢相關文獻，係「以旅次為	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
等，請就各模型之優缺點列表加以比較。 (3) p.2-57 城市物流貨運之分析模式有 3 大類，請就其英文翻譯(例如 trip-based model 以旅次為基礎模式或基於旅次模式)，確認常用之翻譯用語。 (4) p.2-69 區域中心與區域模式之關聯較低，建議刪除。 (5) p.2-77 提及「進出口物流」、「城際物流」、「城市物流」，建議前後章節用語一致。 (6) p.2-78，表 2.5-1 請釐清汽車貨運調查報告之主管機關，是否應更正為交通部統計處。 (7) 為利後續報告書出版事宜，報告書提及運研所者，請全面改為本所。 (8) 請將分「佈」全面改為分「布」。	基礎模式」較為常用，已相關修正內容。 (4) 考量此與區域模式之關聯性，故修改內容為可參考相關生活圈分區概念，或可由大區域來檢視我國貨運需求是否有此現象。 (5) 遵照辦理。 (6) 已修正為交通部統計處。 (7) 遵照辦理。 (8) 遵照辦理。	
3. 第三章貨運需求分析架構研擬 (1) p.3-4 提及中國電動車的城市配送，請補充我國發展狀況。 (2) 本章參考國家貨運發展政策白皮書，p.3-4 提出臺鐵貨運限制因素，p.3-9 提及貨運複合運輸，由於該書係 93 年出版，距今近 20 年，建議應配合現況更新相關貨運論述內容。 (3) 第 3.1.2 節(p.3-10~ p.3-12、p.3-17)之敘述方式較為凌亂，且前後重複，建議加以整合摘整。 (4) 新型態城市物流分為 8 類，為避免前後不一，各類建議敘述之順序統一為定義、國外狀況、國內發展及常見問題，並製表彙整。 (5) 由於城市物流未納入貨運分析架構，建議補充相關限制條件或不納入計畫探討之原因。 (6) 本章文字錯漏較多，另提供書面意見。	3. 各項目之處理情形回覆如下： (1) 已新增國內企業電動車城市配送的案例，如嘉里大榮物流公司、全球快遞及 DHL。 (2) 鐵路貨運參考國家發展委員提出「前瞻基礎建設計畫」並更新資料；複合運輸參考「全球運籌國際物流管理」。相關文獻已標註於內文中。 (3) 已修正。 (4) 已將順序統一為定義、國外狀況、國內發展、常見問題與其他，並製表彙整。 (5) 本計畫的貨運分析研究範圍包含進出口貨運分析及城際貨運分析，研究範圍未納入城市物流貨運。 (6) 計畫團隊已參考書面意見修訂報告書。	同意承辦 單位處理 情形
4. 第五章雖透過砂石產業國產實業之訪談，惟對於貨運量及實際需求貨點，涉及業者之營運機密，仍無法掌握，後續各種產品類別恐亦涉及個體業者之營運資料無法取得之問題，建議應提出解決或替代方案。	本計畫於期末階段將以砂石業為例，實際就投入產出方法、四步驟商品模型之各個步驟分析其貨運需求，藉此提出後續計畫針對不同商品類型應採用何種分析方法、資料蒐集管道之建議評估方式。	同意承辦 單位處理 情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
5. 第六章後續工作進度，本計畫提出進出口貨運量採投入產出方法分析，城際貨運採四步驟商品模型為分析架構，建議後續應就分析方法所需取得之資料，盤點資料來源及分析缺口，提出資料蒐集之具體建議。	遵照審查意見辦理，計畫團隊將於期末報告中提出模式推估所需資料之來源、資料缺口，以及資料補充調查方式等相關建議。	同意承辦 單位處理 情形
主席結論		
1. 本期中報告審查通過，請研究團隊依契約辦理相關作業及請款事宜。各委員及與會單位所提意見，請研究團隊充分考量納入報告修正及列表回應。	遵照辦理。	同意承辦 單位處理 情形
2. 為符合本所出版品印製進度，請研究團隊依本所出版品印製格式撰寫報告，於期中審查後納入每月工作會議查核事項，按月提供章節初稿予本所承辦人進行校對、審閱。	遵照辦理。	同意承辦 單位處理 情形
3. 本計畫為處理運輸需求模式有關貨運模式部分之先期研究，各委員及單位均有諸多期待與建議，本年度計畫可能無法針對所有課題進行詳細探討，請研究團隊針對本計畫目的、達成目標及限制條件說明清楚，對於研究範圍外之事項，請納入後續研究之建議。	遵照辦理。	同意承辦 單位處理 情形

附件六

期末審查會議意見回復與處理

臺灣地區整體運輸規劃-貨運需求調查與模式建立方法之研究

期末審查會議意見回復與處理

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
東吳大學企管學系 蘇雄義教授		
1. 相較於客運模式，由於貨運模式尚處於起步階段，除了分析資料較缺乏外，諸多分析過程亦需要進行假設，如：各縣市貨運量如何轉換為各鄉鎮市區貨運量、貨運如何考慮貨物重量及價值轉換為車旅次等課題，而基於假設的分析結果除須考慮合理性外，亦可能會在分析結果可信度上有疑慮，或產生預測結果不準確等問題，而前述問題皆有賴後續計畫持續投入資源以進行改善。	感謝委員所提建議，有鑑於現有之貨運需求分布情況及分析資料來源仍較為不足，為能了解未來進行實作分析時可能碰到的問題，故計畫團隊係以砂石產業為例進行案例分析，並參考美日分析案例與國產實業訪談內容建立各項假設。為避免預測結果不準確等問題，本計畫亦參酌委員意見建立「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」、「(B) 掌握貨運需求分析資料來源」等發展策略，藉此作為後續計畫研擬改善策略之依據。	同意承辦單位處理情形
2. 有鑑於計畫團隊目前僅就砂石產業以官方公開資料進行案例分析便耗費了大量時間及人力，且現階段之結果尚未包含屏柵線交通量檢核及分析結果驗證機制。考量後續計畫尚須針對其他貨物種類進行分析，在整體建模複雜度及分析成本應具有相當難度之情況下，未來是否仍能依照計畫團隊研擬之分析架構及操作方法進行分析仍有待後續計畫探討及評估。	為能降低整體建模複雜度及分析成本，本計畫已參酌委員意見建立「A2S3 釐清並提出主要產品類別、產品項目之分析優先順序建議」、「C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制」及「C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式」等行動方案，藉此作為後續計畫廣續辦理貨運需求分析之指引。	同意承辦單位處理情形
3. 考量計畫團隊係根據過去文獻、分析個案等彙整內容做為本計畫之建模基礎，雖傳統之分析方法較為穩健，但仍有其侷限性，建議計畫團隊可多加考量以大數據分析角度蒐集業者營運資料，並先就整體貨運量、貨車旅次分布情形檢視，再就現況分析成果回頭檢視應如何調整傳統之分析方法。	本計畫已參考委員意見研擬「B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議」、「B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業」及「C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性」等三項行動方案，以利後續計畫得依據資料蒐集方法演進，滾動式檢討分析架構及方法應如何調整。	同意承辦單位處理情形
4. 針對進出口貨運之運具分派結果，雖以砂石產品於各年度貨運量、各港口貨運量之平均值作為 2030 年之分派依據，惟進一步觀察前述數據之趨勢後可發現，各年度、各港口之貨運量變動比例皆有明顯趨勢，若僅以平均值為分配依據可能會有較大誤差，建議可考慮以移動平均、指數平滑等作法進行處理。	有鑑於本計畫以砂石產業為例進行案例分析之目的，係希望透過蒐集分析過程發現的問題，藉此對應提出各項問題解決辦法之未來年行動方案。故有關委員提及之產業發展、歷史資料變動趨勢等課題，本計畫已對應提出「C3M2 貨運未來年需求預測分析與評估」行動方案以作為後續計畫之指	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦單位審查意見
	引。	
5. 鑒於未來之整體貨運需求可能更加多樣化，建議未來之計畫預算經費可適當或平均分配至進出口貨運、城際貨運、城市貨運，以及其他特定貨運議題等四大研究課題上。	本計畫已參酌委員意見編列各項行動方案組合之經費預算建議。	同意承辦單位處理情形
6. 建議後續貨運案相關會議可邀請關貿網路股份有限公司參與，以瞭解關貿公司資料之實質內涵。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
交通部統計處 張永珍 專門委員		
1. 本計畫之最終且最重要之產出，即為第七章之貨運需求分析未來年分年期計畫，計畫團隊規劃以短、中、長期 3 個期程的行動方案，來循序漸進完成 3 大策略、9 項執行計畫，也對長達 7 年以上的研究期間保留細節調整的彈性。為能協助機關爭取未來年經費預算，建議可適當針對短期或較重要之行動方案及其經費預算需求加強說明。	遵照辦理，計畫團隊已強化短期或較重要行動方案之說明內容，並配合方案內容編列期經費預算。	同意承辦單位處理情形
2. 有鑑於貨運發展趨勢為本計畫之重要探討課題之一，為釐清前述課題對於貨運需求分析之影響，計畫團隊亦將「(A) 瞭解整體貨運發展趨勢」列為主要發展策略之一，然執行計畫「A1 探討產業發展對貨運量之影響」似乎是要針對貨運以外之產業進行全面檢視，有鑑於該策略之主軸應為瞭解整體貨運發展趨勢，建議執行計畫 A1 之名稱可斟酌調整為「盤點我國貨運產業發展軌跡」，於瞭解我國以往貨運產業發展、貨運量變化的過程當中，順帶蒐集相應的政府產業發展政策與總體經濟變遷節點。	有鑑於運輸乃衍生性需求，故貨運產業發展趨勢係隨著其他產業發展而變動，因此未來若要探討貨運發展趨勢，由其他產業之發展概況出發進行剖析應為較適當的做法。基於前述概念，故建議「A1 探討產業發展對貨運量之影響」執行計畫可維持原有名稱。	同意承辦單位處理情形
3. 針對第六章案例分析之進出口貨運部分，建議可加強說明表格、圖片欲呈現之內容，如：6.2 節投入產出分析過程中之表格可適當補充資料來源、數字單位、p-value 等資訊，以及計算過程中之生產總額如何對應至 21 類貨物、基年期投入產出係數表、未來年成長率設定方式、成長率推估迴歸係數等，皆可適當補充圖表並加入文字說明，藉此方便讀者了解各階段計算結果如何解讀及其	遵照辦理，計畫團隊已參考委員意見並重新檢視 6.2 節內容以進行補強，包括：針對圖表補充其計算過程及相關資料來源、檢附未來年各產業類別之迴歸模式推估結果等。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦單位審查意見
代表意義。		
4. 針對第六章案例分析之城際貨運部分，由 p6-28 列出之各解釋變數敘述性統計結果可發現各變數之標準差皆相當大，此情況是否會影響分析結果請再行檢視。	由於城際貨運之案例分析是以 Penal data 為資料來源，應變數則為各縣市之砂石生產量、銷售量，考量各縣市之砂石生產量、銷售量差異甚大，故會造成標準差較大之情況。	同意承辦單位處理情形
5. 期末報告書第六章內容有幾處錯誤如下： (1) 表 6.2-2 與表 6.2-3 內容相同，其中一處應有錯誤。 (2) 失業率之資料來源應非內政部戶政司，而是行政院主計總處。 (3) 表 6.3-1 中之平均每人所得已經是家庭收支調查的「可支配所得」，是否需要另外扣除財政部稅賦資料計算「可支配所得」可再斟酌。	(1) 感謝委員指正錯誤，表 6.2-3 內容已更新。 (2) 感謝委員指正錯誤，失業率之資料來源已修正為行政院主計總處。 (3) 感謝委員提醒，為避免讀者誤解，本計畫已將自行定義之新變數名稱修正為「平均每人所得扣除平均每人稅賦」。	(1) 同意承辦單位處理情形
6. 計畫團隊雖以砂石產業為例進行案例分析，惟砂石僅是第五類產品的其中一章，因此第五類產品之特性尚包含其他貨物項目，且在探討貨運發展趨勢時也較難以某項產品統稱，故後續計畫若要以此現有架構進行分析，其他貨物類別是否完全適用此分析架構仍應留意。	感謝委員所提建議，為避免產品種類與產品項目間之對照關係不明確，導致分析標的較難聚焦討論之情況發生，計畫團隊已對應提出「A1S1 確立經濟部國貿局 21 類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係」及「A2S1 以經濟部國貿局 21 類為基礎分析進出口、城際貨運各產品類別之主要商品項目」等行動方案，期能於進行貨運需求分析實作前，預先釐清產品類別與項目之對應關係。	同意承辦單位處理情形
7. 針對目前報告書內容，提供以下建議供參考以強化說明內容。 (1) p3-9，「我國國內海運貨運量有越來越多的趨勢」。實務上係受近年煉油廠歲修、油品運輸調度，以及國內砂石水泥需求量增減變化調度等波動，建議補充說明。 (2) p3-45，「在歷經近 20 年的調查方式精進與調查欄位調整，客運需求分析已建立相當豐富之基礎資料...亦能符合交通分區定義及模式分析需要。」依此類推，方始起步之貨運研究部分，復涉產業營運機密及新興貨運模式多元快速發展，更應仔細探析業界實況、逐步完備，勿急就章。	(1) 遵照辦理，已參考委員意見補充論述。 (2) 感謝委員提醒，為避免未仔細探析業界實況便開始倉促開始進行貨運需求分析，本計畫亦根據執行過程所發現的問題研擬分年期行動方案，藉此作為主管機關研擬後續研究計畫之參考。 (3) 由於 63 部門中部分產品類別無法逐一對應歸類至經濟部國貿局 21 類之產品項目中（例如：63 部門中之「食品及飼品」又含 21 分類中的植物產品、動植物油脂及其分解物及調製食品）。為能明確區分不同產品之投入產出效用，故本計畫建議以 164 部門與經濟部	(1) 同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
(3) p4-4，請針對選用 164 部門而非 63 部門 IO 表之原因加以說明較佳。 (4) p4-15 已列出進出口貨運分析資料缺口，但仍缺乏對策建議。 (5) p5-4 及 p5-5，請補充說明表 5.2-2 及 5.2-3 運輸成本之定義，以及國內對照資料為交通部統計處汽車貨運調查中之何部分？ (6) p5-7，長久以來，不同單位採用的產品分類皆根源於國際標準 HS 與 CCC code，只是在歸類實務上，會配合各自的行政管理需要、分類成本資源多寡等，做不同精細度的分類整併。應無再需進行跨部會間之溝通整合，可視本案需求擬妥跨單位對照表後，以占比決定歸類原則即可。但世界關務組織會依全球產業與產品發展隨時調整分類內涵，國內的 CCC code 亦然，建議本案後續應「定期檢視調整附件 4 對照表分類」。 (7) p5-9，國發會有做人口(人口推估查詢系統)以及扶養比(扶幼及扶老比)短中長期的推估，也可藉由其推估中的青壯年人口數，嘗試進行就業數或勞動力的推估。	國貿局 21 類進行對照，並以此作為後續計算之基礎。 (4) 感謝委員建議，目前已針對其分析資料缺口的對策建議加以補充。 (5) 運輸成本即運輸費用，可對照於汽車貨運調查中之「運費」一欄。 (6) 感謝委員建議，計畫團隊已參考委員意見調整 p.5-7 之第二點論述內容，並將「定期檢視調整附件 4 對照表分類」之建議納入「A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目」方案中補充說明。 (7) 感謝委員建議，本計畫已於 p.5-9 第三點論述中將國家發展委員會建立之人口推估查詢系統等統計資料現況納入說明。	
交通部民用航空局		
1. p3-1，表 3.1-1 國內貨物運輸市場占有率，其中航空資料係參考桃園國際機場(股)公司官網貨運統計，由於我國航空貨運發展之進出貨物除經桃園國際機場(國際航空貨運)外，尚有其它國內機場飛航之國內航線有載運國內航空貨運，爰如表 3.1-1 國內貨物運輸市場占有率，建議參考本局統計資料。	感謝委員協助指正，經檢視為計畫團隊誤植，正確之參考資料來源為交通部民用航空局。	同意承辦單位處理情形
2. p3-7，有關第 3 點航空貨運運輸項內文所提，「航空運輸的特性，缺點之一為運量少，而表 3.1-7 航空貨運之優缺點所列之優點之一「運輸量大」，兩者所列資訊未盡相符，建議再檢視並修正。	遵照辦理，計畫團隊已重新檢視表 3.1-7 之內容及其對應說明內文之一致性。	同意承辦單位處理情形
3. p3-8，圖 3.1.3 國內航空貨物運輸量之參考資料承如上述建議參考本局統計資料。另該頁提及「我國航空貨運進口以	感謝委員協助指正，經檢視為計畫團隊誤植，正確之參考資料來源為交通部民用航空局。另計畫團隊亦已參考	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦單位審查意見
電力電器產品為主，另包括農業、精密儀器設備及其他製品等。出口也多集中在電力電器產品設備及其他製品等。」，建議補充資料來源，另末段有關「近十年我國國內航空貨運運輸占所有貨運量」之占比，建議補充國內及整體貨運量之數據較為完整。	貴局統計年報補充說明我國進出口主要產品類別之資料來源，並補充國內貨物運輸市場占有率資訊如表 3.1-8。	
交通部航港局		
p3-9，表 3.1-8 表格中提及海運之運輸時間掌握不易，海運雖因航行時間較長可能使抵達時間有較大誤差，惟因船公司仍有固定船班資訊可供參考，故建議可斟酌調整敘述用字。	遵照辦理，計畫團隊已重新檢視表 3.1-8 之內容並檢視敘述用字。	同意承辦單位處理情形
交通部公路總局		
1. 本計畫之期末報告成果豐碩，雖目前僅以砂石產業為例進行案例分析，但整體架構完整，期待後續計畫可逐步完成基礎研究並於實務上應用。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
2. 有關本計畫提及之現有調查計畫精進方式，如：汽車貨運調查，本局將配合交通部施政方針進行辦理。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
桃園國際機場股份有限公司		
1. 期末報告內容完整無意見。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
2. 桃機公司目前有進出機場貨物之運輸業者、承攬業者、貨物種類等統計資料，雖貨物種類之劃分方式與海關不盡相同，但仍可做為後續蒐集貨運分析資料來源之參考。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
臺灣港務股份有限公司		
1. 期中報告審查之意見回覆表中有部分頁數無法對照，請再行檢視。	遵照辦理，計畫團隊已重新檢視期中報告審查意見回覆之頁數對照情形。	同意承辦單位處理情形
2. 在城際貨運量產生、吸引之迴歸模式中，考慮到砂石業的貨運量、貨車旅次量尚會受到砂石車之可用車輛數、可用作業人數而有所影響，建議可斟酌考慮納入前兩項要素為解釋變數。	有鑑於砂石產業中，砂石車之車隊規模、可用車輛數、可用作業人數等資料皆非官方統計資料，僅能透過業者訪談取得大致數量及資訊，在資料掌握度較低之情況下，故本計畫於現階段之案例分析中尚未納入前述特性作為解釋變數。	同意承辦單位處理情形
本所運輸經營管理組(書面意見)		
1. 建議先說明進出口貨運、城際貨運、城市貨運之間關係，以利後續討論。	感謝委員建議，本計畫已於 1.3 節加強說明進出口貨運、城際貨運、城市貨運間之關係。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦單位審查意見
2. 建議強調本計畫之目的性，貨運調查之目的係為獲取貨車旅次作為整體運輸規劃之依據，故在擬定後續計畫時優先著重於對道路交通影響大的部分。	本計畫已於 1.3 節加強說明本計畫之範疇為透過建立貨運需求分析架構以獲得貨車旅次分布量，藉此作為整體運輸規劃之依據。另後續計畫應著重於對道路交通影響大之部分則可對應「A2S3 釐清並提出主要產品類別、產品項目之分析優先順序建議」之行動方案。	同意承辦單位處理情形
3. 未來若採經濟部國貿局 21 項產品分類，儘管可因運具使用刪除部分分類，惟各分類下之貨物品項眾多，且影響未來運量之變數不同且繁多，個別建模之工作繁重，在擬定未來工作內容及預算分配部分請納入考量。	遵照辦理，本計畫將參考委員建議擬定未來工作內容及預算分配建議。	同意承辦單位處理情形
本所運輸計畫組(書面意見)		
1. 報告書 4.2.2 節(p4-12)，有關 RAS 法之收斂標準設定為 0.05，其設定依據為何，請補充說明。	RAS 法收斂過程繁雜且計算複雜度高，如設定一極小誤差範圍，將導致難以收斂且運算時間過久，故本計畫乃設定 0.05 為收斂標準。	同意承辦單位處理情形
2. p4-13，中間數學式 $100/116=0.682$ 式子有誤，請修正。	感謝委員協助指正，經檢視為誤植，已加以更正。	同意承辦單位處理情形
3. p4-14，第三行至第五行數學計算式有誤，請修正。	感謝委員協助指正，經檢視為誤植，已加以更正。	同意承辦單位處理情形
4. 報告書 5-2 城際貨運分析方法與資料需求一節，提及相關國內對照資料，其資料取得難易度部分，請補充說明。	目前提及之國內對照資料皆為公開來源，部分無法直接取得之資料已於內文補充說明，並於 5.3 小節說明取得尚缺資料之難易度或替代方案。	同意承辦單位處理情形
5. 報告書 5-2 城際貨運分析方法與資料需求一節，在貨運量分布及運具分派部分，運輸時間皆為重要自變數，惟現況僅能透過間接方式取得相關資訊，是否有其他方式可直接取得運輸時間資料，請補充說明。	遵照辦理，由於目前國內現有的統計資料中無法直接取得運輸時間資訊，計畫團隊已於對應內文中補充說明間接取得運輸時間之建議方式。	同意承辦單位處理情形
6. 報告書 6.2.3 進出口貨運運具分派分析一節，總體羅吉特模式採用樣本數為 85 筆，是否具解釋能力，請補充說明。	根據其歷史數據處理結果來看，進口或出口的各產品類別機場/港口各年選擇趨勢皆呈現相當穩定狀況，即便是少數產品類別變化較大者，其變化幅度也都在 10% 以下。此外，由模式推估結果，其配適度也相當良好 ($\rho^2=0.408$)，解釋變數之顯著性及方向性也都符合預期，故應具有相當程度的解釋力。	同意承辦單位處理情形
7. p6-34 及 p6-36，在樂觀與悲觀情境下，	由於本計畫係以迴歸模式分別建立城	同意承辦單

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
其砂石貨運量產生與吸引的總量不一致，請補充說明原因。	際貨運量產生及吸引模型，並再整合進出口模組所預測之各港口進出口貨運量。由於各個模式為分開校估，故會導致不同模式之推估結果具有差異，然為能進行後續貨運量分布分析，本計畫尚會透過「產生量與吸引量平衡」之分析步驟將產生與吸引量調整至一致狀態。	位處理情形
8. p6-38，在貨運產生量分解中，述及目標年預測結果臺北市預計會新增一處砂石碎解洗選場，並以中山區為假設行政區，惟考量臺北市整體環境現況，是否現況可新增砂石碎解洗選場，請釐清並補充說明。	本計畫以砂石產業為例進行案例分析之目的，係希望透過蒐集分析過程發現的問題，藉此對應提出各項問題解決辦法之未來年行動方案，故於中山區新增一處砂石碎解洗選場僅為一假設情境。有關探討產業發展趨勢之課題，本計畫以對應提出「C3M2 貨運未來年需求預測分析與評估」及「A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響」等行動方案以作為後續計畫之指引。	同意承辦單位處理情形
9. 表 6.3-16 及表 6.3-17(p6-41~6-42)，有關砂石產生與吸引預測量，在樂觀及悲觀情境中，產生量與吸引量差異過大，其原因為何，請補充說明。另未來年時間請標註，避免誤解。	由於本計畫係分別推估砂石貨運產生量及吸引量，又迴歸模式中各解釋變數之未來年預測數據亦為分別計算，在各個變數、模式皆為獨立分析之情況下，故可能使分析結果產生較大誤差，惟本計畫仍會透過「產生量與吸引量平衡」之分析步驟，使預測結果可應用於貨運量分布分析階段中。另未來年時間已標註於表標題。	同意承辦單位處理情形
10. 表 6.3-16 未來年砂石產生與吸引預設量(p6-41)，其中臺北港與基隆港產生量與表 6.2-21 各港口砂石產品進口貨運量推估結果(p6-20)不符，請釐清並補充說明。	感謝委員協助指正，經檢視為計畫團隊誤植，各港口起迄貨運量分布結果已重新進行推估。	同意承辦單位處理情形
11. 報告書 6.3.4 運具分派分析一節(p6-47)，述及以每車最大載重約 24 公噸進行轉換運算，是否將造成貨車旅次分布之誤差，請補充說明。	每車最大載重約 24 公噸係參考與國產實業之訪談內容所訂定，另由於本計畫目前並無法就運具分派結果進行驗證，為能檢核貨車旅次量分布之誤差，計畫團隊亦配合提出「C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制」之行動方案。	同意承辦單位處理情形
主席結論		
1. 本計畫為貨運需求調查與模式建立方法之先期研究，請計畫團隊針對第七章貨	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回復及處理	本所主辦 單位審查 意見
運需求分析議題、優先順序及分年執行建議再進行檢視，以利本所辦理後續研究。		
2. 有關本會議各與會學者專家及機關代表所提意見，請計畫團隊充分考量納入報告修正及列表回應。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
3. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末審查通過，請計畫團隊於 111 年 12 月 22 日前提送期末修訂報告，以利辦理後續驗收結案等行政事宜。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

附件七

期末簡報

台灣地區整體運輸規劃- 貨運需求調查與模式建立方法之研究

期末報告審查會議

計畫團隊: 國立陽明交通大學
計畫主持人: 盧宗成 博士
2022 / 12 / 8

國立陽明交通大學
NATIONAL YANG MING CHIAO TUNG UNIVERSITY



交通部運輸研究所

簡報大綱

- 計畫概述
- 整體貨運需求分析架構初擬
 - 進出口貨運需求分析架構
 - 城際貨運需求分析架構
- 貨運需求案例分析-以砂石產品為例
- 貨運需求分析研究議題、優先順序及分年執行建議

1

計畫概述

計畫背景與動機

- 城際貨運需求型態與客運需求型態差異

- 城際貨運需求起迄點(工業區、物流中心)與客運需求起迄不同
- 與產業結構、產業(未來)發展與分區土地使用高度相關。
- 不同種類貨物之運送特性不同(考慮貨物重量、體積、運送距離等因素)

- 貨物運輸對於道路交通的衝擊

- 港區、工業區周邊道路擁塞，影響道路車流效率與安全
- 東部地區貨物聯外運輸路線與觀光客運路線重疊
 - 尖峰時段客貨混流之情況下易形成瓶頸、道路上重車占比高會產生安全上之疑慮。
 - 需就公路、鐵路之貨運量分布、貨運流量進行分析方能研提更務實之管理措施
- 西部地區加工出口產業聯外貨運路線行經主要道路與市區人口稠密區
 - 產業園區貨運路徑行經市區人口稠密地區影響路網效率及交通安全
 - 海運貨運量提升造成聯外道路壅塞

計畫背景與動機

- 現有城際(客運)運輸規劃模式簡化貨車旅次為背景交通量

- 貨運旅次推估模組以成長率法預測貨運量，較難以反映產業未來發展趨勢。
- 欠缺可預測並反映未來貨運發展對於道路交通量影響之分析工具
- 較難掌握並深入探討貨運相關交通課題對於道路交通之影響範圍及程度

- 貨運需求分析架構現況發展課題

- 國外(例如美國、日本)有許多貨運運輸需求/規劃模式案例
- 目前貨運之基礎分析資料是否足以建立完整的貨運運輸規劃模式？

5

計畫目的與範圍

- 計畫目的

- 建立我國貨運需求分析及貨運運輸規劃建模架構
- 提出貨運需求分析及貨運運輸規劃建模架構之資料蒐集建議
- 研提未來貨運需求分析及貨運運輸規劃分年執行建議

- 計畫範圍

- 配合台灣地區整體運輸規劃架構，提出我國整體貨運需求分析及貨運運輸規劃模式架構、分析架構所需資料來源蒐集建議，以及未來年分期計畫等。
 - 探討貨運旅次對於道路整體交通量之影響
 - 輔助分析貨運相關課題，如：港區、產業園區、物流中心之周邊交通衝擊，貨車量對高速公路之影響。
- 著重於探討進出口貨運、城際貨運之貨運需求分析課題
 - 提出貨運需求模式分析架構
 - 貨運需求分析資料來源蒐集建議
- 城市貨運僅探討未來發展趨勢以及其與道路交通量之影響關係
 - 探討新型態物流服務發展趨勢，如：宅配、快遞、線上購物、外送平台、跨境電商等。

6

文獻回顧評析

• 進出口貨運

- **投入產出分析**為近年來較常採用，且能**反映產業發展趨勢**變化之分析方法。
 - 瞭解各產業間的相互依存關係，以及某產業對其他產業的影響程度，藉此進行長期預測。
 - 投入產出分析所使用之數據相對容易取得，而建模的簡單性受到廣泛應用。
 - 目前行政院主計總處之產業關聯統計已有各產業部門間之投入產出係數可供參考。

• 城際貨運

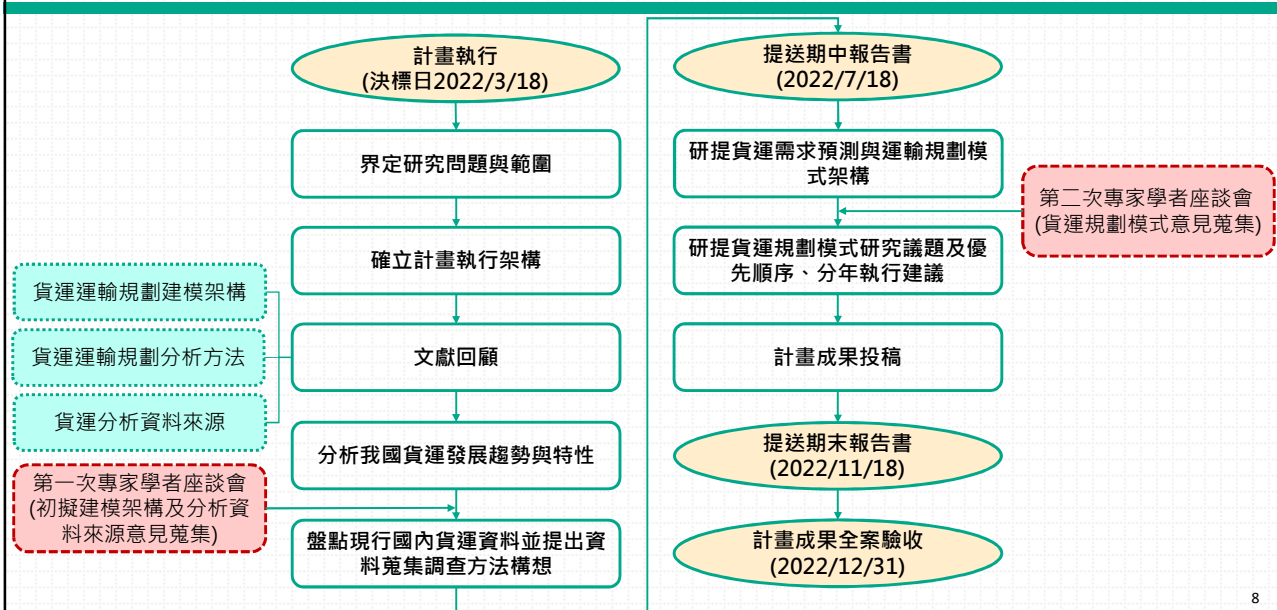
- **四步驟商品模型**為較常見且能提供較完整分析結果之建模架構
 - 各步驟可採用之分析方法多元，可視資料可得性、分析目的等彈性調整。
 - 建模架構與國內客運需求分析架構相同，有較多基礎資料可參考。
 - 國外(美國、日本)有較多實際個案可作為國內建模之參考

• 城市貨運

- 以商品、旅次、旅次鏈為基礎之建模架構，目前尚無完整具體的案例參考。

7

計畫工作項目與研究流程



8

2 整體貨運需求 分析架構研擬

貨運需求分析模式建構

• 貨運運輸規劃架構及貨運需求分析方法

- 本計畫之研究範圍僅針對**進出口貨運**與**城際貨運**進行探討
 - 城市貨運暫不列入考慮
- 國外個案多針對**各類別產品**分別建立模式
 - 不同產品類別之貨物運送特性具有差異
 - 可就貨運量較大、貨物價值高、資料取得容易之產品類別為優先分析對象

• 各運具別產品類別對照

- 各運具別之統計資料會根據實際應用需求調整分類方式，故產品分類名稱、數量略有差異。
- 以國內貨物量占比最大之海運分類—**經濟部國際貿易局貨品分類及輸出入規定(21類)**為基礎，建立各運具別之產品類別對照表。
 - 可基此釐清**產品類別對照關係**，並針對無法對照或具有爭議之處提出對應之配套措施。

• 貨運發展趨勢預測

- 貨運需求預測應考慮**經濟發展趨勢**、**社會經濟特性**、**產業發展特性**對貨運需求帶來之影響。
- 透過專家訪談蒐集意見，納入與貨運相關之產業變數以反映貨運發展趨勢對貨運需求之影響。

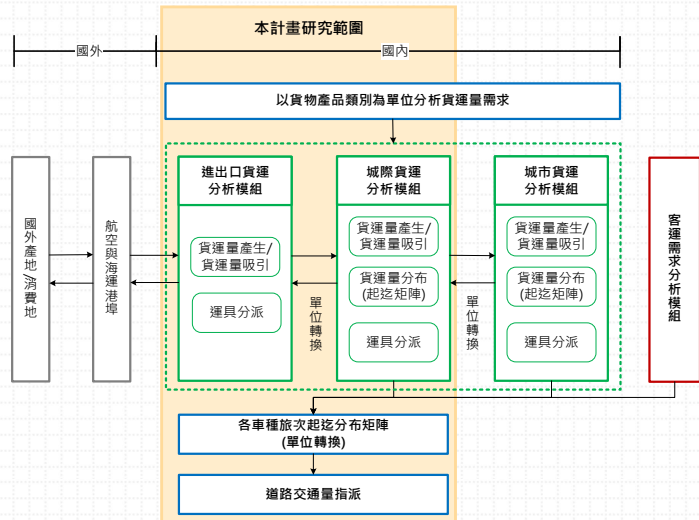
貨運運輸需求分析架構

• 貨運規劃分析架構

- 以**產品類別**為單位分析貨運量需求
- 分別分析**進出口貨運**、**城際貨運**
- 利用城際貨運需求分析模組產出各貨車車種旅次起迄分布矩陣

• 單位轉換(整合)介面

- 空間單位轉換
 - 縣市 (county / FAZ)、鄉鎮市區 (TAZ)
- 貨運量與貨車旅次量轉換
 - 各車種每車平均載重、平均運送距離
- 時間單位轉換
 - 全日貨運量、每小時平均旅次量
- 客運、貨運分析單位整合
 - 以各車種旅次起迄分布矩陣為基礎共同進行交通量指派分析

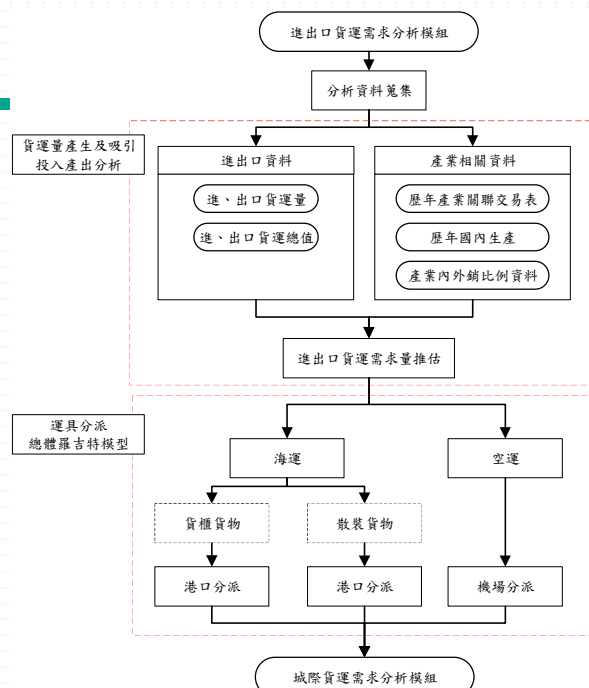


11

進出口貨運需求分析架構

• 進出口貨運需求分析架構

- 投入產出模型
 - 用於分析進出口貨運量產生、吸引量
 - 依行政院主計總處**產業關聯統計表**之164部門產品為基礎進行分析
 - 依照產業部門劃分、建立投入產出模型、投入係數表更新、貨運量乘數效果等步驟進行分析。
- 運具分派方式
 - 考慮不同產業/產品類別
 - 視資料(例如:產銷比例資料)可得性選擇運具分派方式,決定運具分派比例、港口/機場分派比例
 - 若以總體羅吉特模式建模,考慮因素包括:運具分派、載運方式分派、港埠分派等。

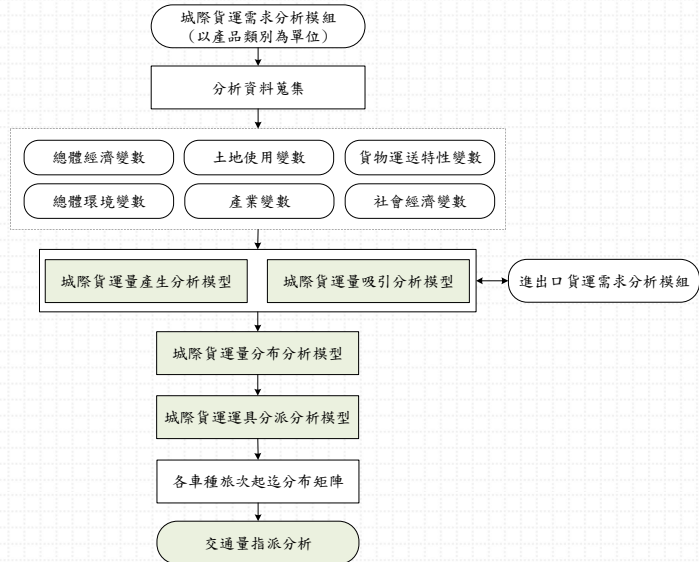


12

城際貨運需求分析架構

• 城際貨運需求分析流程

- 以**產品類別**為單位分析貨運量需求
- 蒐集各步驟分析模型所需要之輸入資料
- 推估**各TAZ貨運產生及吸引量**
 - 參考進出口貨運分析結果，設定海港、機場等分區之貨運產生、吸引量。
- 推估**各TAZ起迄貨運量分布**
- 推估**各TAZ各運具貨運量分派結果**
 - 依據乘載率將各車種貨運量轉換為各車種車旅次量
- 彙整**各車種旅次起迄分布矩陣**
- 以彙總後之**各產品各車種旅次起迄分布矩陣**為基礎進行**交通量指派分析**



13

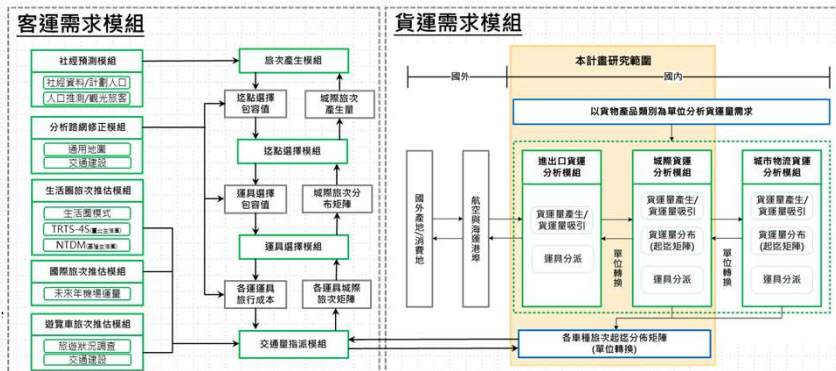
客運與貨運分析單位整合介面

• 客運需求模組

- 路網指派後路網成本變動故需反覆迭代運算
- 以屏柵線交通流量調查結果為檢核依據

• 貨運需求模組

- 所有產品類別分析完成後，彙整為各車種旅次起迄分布矩陣，和客運共同進行交通量指派。
- 貨運路徑選擇行為相對單純，較不受路網成本變動而改變指派結果，然為避免預測結果誤差過大仍須**建立檢核機制**。
- 根據**屏柵線之交通流量**調查結果對貨運需求分析結果進行檢核。
- 屏柵線設定方式或許可以比照客運，**調查內容亦需要配合貨運需求分析需要**。



14

客運與貨運城際運輸四步驟規劃模型比較

• 主要差異處

- 分析單位：客運以**人旅次**為分析單位、貨運以**貨運量**為分析單位
- 旅次/貨運量發生：客運依**旅次目的**推估旅次量、貨運依**產品類別**推估貨運量
- 運具分派：客運依**旅次長度**建立選擇模式、貨運按**產品類別**建立選擇模式

城際運輸需求分析		客運需求分析模組 (TDM2016)	貨運需求分析模組 (本計畫研擬)
基本資料	交通分區(TAZ)數量	以鄉鎮市區為單位，另加入9個重要國際海空港埠，共361個TAZ。	比照客運需求分析模組方式設定TAZ數量
	城際運輸區域定義及數量	以生活圈為城際運輸區域範圍，共16個。	參考客運需求分析模組，以 縣市為貨運之城際運輸區域 ，數量同為16個。
	基礎資料可得性	客運統計資料較完整且多符合TAZ分區範圍，可直接應用。	貨運統計資料較缺乏且非以TAZ分區範圍統計，需利用分解或轉換介面進行處理。
	分析單位	以 人旅次量 為單位再轉換為 車旅次	以 貨運量(貨物重量) 為單位再轉換為 車旅次
四步驟運輸規劃程序	旅次/貨運量發生	依 旅次目的 分別推估各TAZ之 旅次量	依 產品類別 分別推估各TAZ之 貨運量
	旅次/貨運量分布	TAZ間 旅次量 起迄分布	TAZ間 貨運量 起迄分布
	運具分派	按 旅次長度 建立替選方案集合，再將 旅次量 分派至運具，並依 乘載率 轉換為 車旅次	按 產品類別 及其特性建立替選方案集合，再將 貨運量 分派至運具，並依 乘載率 轉換為 車旅次 。
	交通量指派	客運與貨運共同進行交通量指派	

15

第5期整體運輸規劃貨運模組與本計畫貨運模式差異比較

• 兩期計畫主要差異處

- 整體差異
 - 前期計畫以**貨運量、貨車流量**為出發點進行分析
 - 本計畫以**產業面對貨運量之影響**為出發點進行分析
- 進出口貨運(前期計畫)
 - 貨運量產生及吸引以成長率法推估
 - 運具分派簡化以比率法進行分析
- 城際貨運(前期計畫)
 - 貨運量產生及吸引未依照商品特性採用適合之解釋變數
 - 運具分派以迴歸模式建立貨運量與貨車分配比例關係

分析項目	分析步驟	第5期整體運輸規劃貨運模式	本計畫之貨運模式
進出口貨運	貨運量產生及吸引	以佛拉塔成長率法推估總貨運量	以投入產出分析推估各產品類別之貨運產生及吸引量
	運具分派	假設各港埠貨運量分布並未大幅改變，簡化以比率法進行分析。	總體羅吉特模式(運具分派、載運方式分派(海運)、港口與機場分派)
城際貨運	貨運量產生及吸引	1. 以每單位國民生產毛額為解釋變數，再以時間序列對總貨運量進行預測，藉此做總量控制。 2. 以人口、產業人口等社經變數，利用迴歸模式推估各生活圈、各貨種貨運產生及吸引量。	以產品類別為單位，視不同產品特性採用適合之解釋變數，並以迴歸模式分別推估各產品各TAZ貨運量。
	貨運量分布	於貨運量產生及吸引階段一併推估	以重力模式推估各產品、各TAZ貨運量分布
	運具分派	1. 參考西雅圖FASTruck模式，以各貨種貨運產生吸引量來推估貨車產生及吸引量。 2. 以基年貨車分布矩陣為基礎，配合貨車產生及吸引量預測結果，利用佛拉塔成長率推估貨車起迄矩陣。 3. 以迴歸模式建立貨車與貨運量產生、吸引預測模式，作為小貨車、大貨車與聯結車分派比例之依據。	視不同產品特性建立運具分派模式，考慮因素如： 1. 產品運送特性較單純者得採固定比率法分派 2. 產品運送方式涉及多種運具集合、裝載方式選擇、複合運輸等因素者，可建立個體選擇模式進行運具分派。
	交通量指派	客運與貨運共同進行交通量指派	

16

3 貨運需求案例分析 -以砂石產品為例

砂石業產銷流程說明及研究範圍定義

• 砂石業產品類別定義 (以經濟部國貿局21類為基礎)

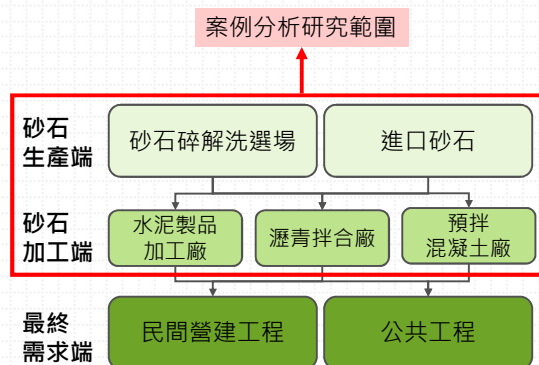
- 第五類(礦產品)、第廿五章
 - 鹽、硫磺、土及石料、塗牆料、石灰及水泥等

• 砂石產品產銷流程

- 生產端之產業/產品
 - 礦業及土石採取業(砂石採取及其他礦業)：砂石及其他礦產品
- 加工端之產業/產品
 - 非金屬礦物製品製造業：水泥、水泥製品、其他非金屬礦製品
- 最終需求端之產業/產品
 - 營建工程業：營建工程

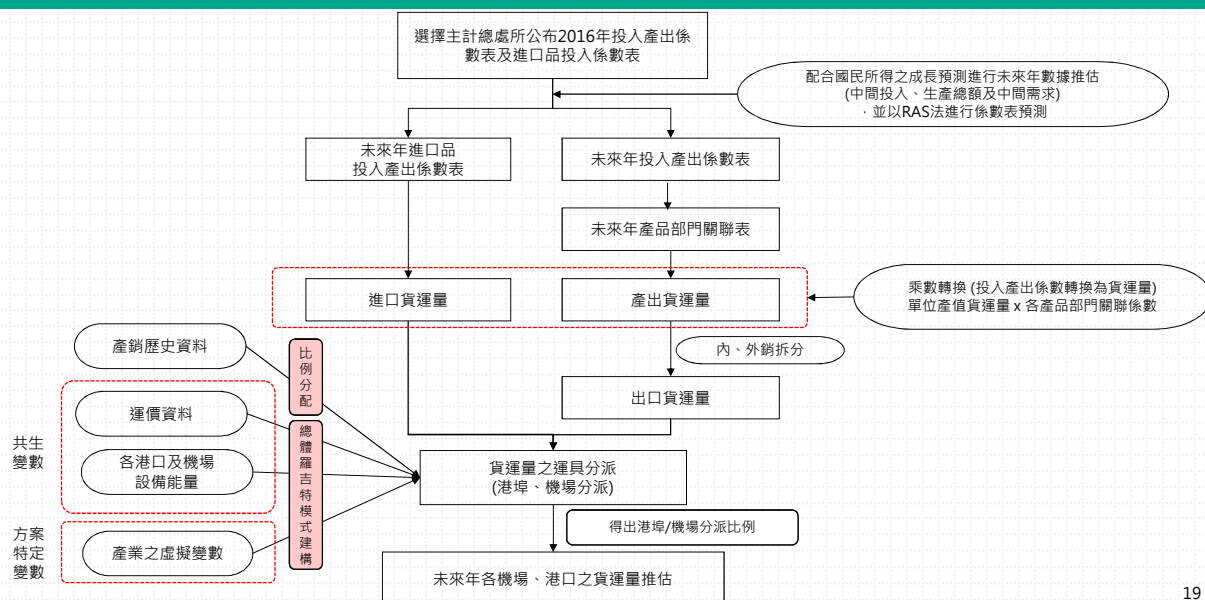
• 案例分析範圍

- 進出口貨運
 - 投入產出方法以總體角度出發就所有產品類別進行分析
- 城際貨運
 - 貨運量產生及吸引階段是以國內各縣市為單位進行分析
 - 貨運量分布簡化以台北基桃等四縣市為分析範圍
- 以2030年為案例分析目標年



參考來源：
經濟部礦務局(2021)·110年度砂土石產銷調查報告。
行政院主計總處(2016)·105年供給使用表。

進出口貨運需求分析流程



19

進出口貨運-投入產出分析計算流程

• 未來年數據推估

- 忽略經濟部國貿局第12類、第14類、第19類、第21類等貨運量占比過小之產品類別，僅針對剩餘之**17類**進行分析。
- 以國家GDP成長率為解釋變數，利用迴歸分析預測各產品類別之未來年生產總額及中間投入。

• RAS法更新

- 更新2016年之進口品投入係數表及投入產出係數表，藉此得到產業關聯程度表。

• 乘數效果轉換為貨運量

- 以2016至2021年之進口與出口貨物價值及貨物重量為轉換乘數，得到**2030年各產品類別每百萬產值產生之貨運量**。

2030年投入產出分析預測結果

產品類別	總進口貨運量	總產出貨運量
第一類	578,549	22,019,422
第二類	8,780,064	19,749,608
第三類	379,702	4,964,796
第四類	992,274	9,239,365
第五類	155,668,169	550,155,598
第六類	29,419,234	748,493,238
第七類	1,982,118	39,127,859
第八類	34,414	290,905
第九類	3,188,505	3,267,924
第十類	4,552,041	45,453,248
第十一類	649,133	9,740,384
第十三類	3,328,861	18,028,250
第十五類	28,908,237	353,153,487
第十六類	360,756	2,713,390
第十七類	459,388	5,516,565
第十八類	1,149,024	16,362,664
第二十類	467,030	5,751,481

20

進出口貨運-運具分派分析計算流程

• 砂石產品運具分派分析 - 產銷比例分配

- 砂石產品產銷報告之各港口進口量比例與第五類產品有差距
 - 同一類產品之不同產品項目，運輸特性仍具有差異性。
- 以砂石占第五類產品之比例為基礎，進一步利用產銷報告歷史資料分配各港口貨運量。
 - 砂石無出口貨運量，故以進口為例說明分析過程。

1

近五年砂石產品占第五類產品之進口貨運量比例

產品分類細則	2017	2018	2019	2020	2021	平均
2505	1.04%	0.96%	1.05%	1.02%	1.10%	1.03%
2517	5.09%	4.23%	2.87%	2.97%	2.76%	3.58%
總計	6.13%	5.19%	3.92%	3.99%	3.86%	4.61%

2030年第五類產品進口貨運量	砂石於第五類產品之進口占比	2030年砂石進口量
155,668,169公噸	4.61%	7,189,500公噸

2

近五年砂石產品於各港口之貨運量分派結果

年度	基隆港	臺北港	臺中港	高雄港	總計
106	25%	70%	5%	0%	100%
107	20%	76%	4%	0%	100%
108	16%	82%	1%	1%	100%
109	12%	86%	1%	1%	100%
110	9%	88%	2%	1%	100%
平均	16%	80%	3%	1%	100%

2030年各港口砂石產品進口貨運量推估結果

項目	基隆港	臺北港	臺中港	高雄港
近五年砂石產品進口貨運量平均	16%	80%	3%	1%
2030砂石進口量(公噸)	1,150,320	5,751,600	215,685	71,895

註：若無產銷資料則以總體羅吉特模式進行運具分派

21

城際貨運-四步驟商品模型操作流程

• 貨運量產生與吸引

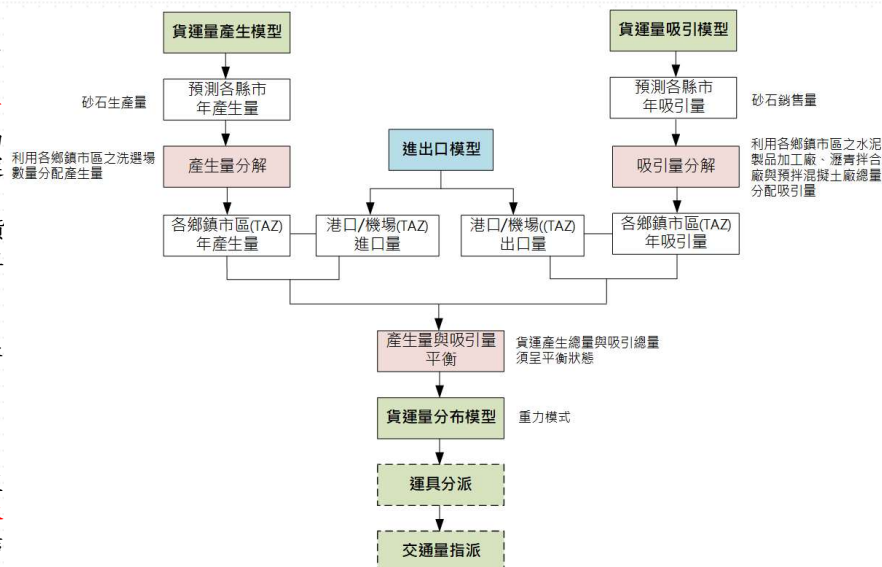
- 以各縣市每年砂石生產、銷售量為應變數
- 由於砂石產品之統計資料僅有縣市級別，因此需利用供需面之基礎設施為分解變數將貨運量分解至鄉鎮市區。
- 港口/機場作為獨立之TAZ，貨運量將由進出口貨運分析模組產出。

• 貨運量分布

- 在進入重力模式分析前，需將產生、吸引量平衡。

• 運具分派、交通量指派

- 砂石產品僅有砂石車(大貨車)之單一運具方案集合，故可直接簡化以每車容量估算車旅次
- 交通量指派需配合客運分析結果，在此不做深入探討。



城際貨運量產生模型-變數彙整

城際貨運

■ 分析單位：年、縣市

■ Panel data：104-110年 台灣本島19個縣市 n=133

• 建模方式

- 分別建立迴歸模式推估貨運量產生、貨運量吸引

類別	變數(Expected sign)	定義/說明	資料來源
應變數	各縣市年度產生量	縣市區內生產量+區外其他縣市購買量(千公噸)(104~110年)	經濟部礦務局-砂石產銷調查報告
自變數	洗選場數量(+)	各年度砂石碎解洗選場數量	經濟部礦務局-砂石產銷調查報告
	前一年建照核發件數(+)	各年度各縣市依建築法規定，建物的新建、增建、改建及修建應請領建造執照。(件)	經濟部礦務局-砂石產銷調查報告
	前一年建照核發總樓地板面積(+)	同上(萬平方公尺)	內政部營建署-營建統計資訊
	砂石平均價格(-)	各年度各縣市砂石成品價格，砂及碎石之平均。(元/公噸)	經濟部礦務局-砂石產銷調查報告
	失業率(-)	各年度各縣市失業率(%)	行政院主計總處-勞動力人口統計
	人口數(+)	各年度各縣市總人口數(萬人)	行政院主計總處-勞動力人口統計
	平均每人所得(+)	各年度各縣市平均每人年度可支配收入(萬元)	行政院主計總處-家庭收支調查
	平均每人稅賦(+)	各年度各縣市平均每人年度之稅捐實徵淨額(萬元)	行政院財政部-財政及賦稅統計
	平均每人可支配收入(+)	平均每人所得-平均每人稅賦(萬元)	(本研究自行定義)
	新冠疫情影響期間(控制變數)	民國109、110年(Dummy)/(美國FAF進行貨運量預測時有納入covid-19影響為變數)	中央疫情指揮中心
控制變數	砂石產銷分區(控制變數)	北區(基準組)、中區、南區、東區(Dummy)/砂石生產具地域性	經濟部礦務局-砂石產銷調查報告

參考文獻：

陳郁元(2005)，台灣地區土石需求預測與供應策略之研究，國立成功大學資源工程研究所碩士論文。

經濟部礦務局委託財團法人台灣營建研究院辦理「建置土石資源及產銷鏈資料庫計畫-歷時迴歸分析」

Coriolis Consulting Corp.(1996),Development of a model for forecasting the consumption of aggregates in the lower mainland, Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Canada.

23

城際貨運量產生模型-分析結果

城際貨運

■ 分析單位：年、縣市

■ Panel data：104-110年 台灣本島19個縣市 n=133

• 初始模型

- 投入全部變數，並刪除不顯著、符號不符預期之變數。
- 考慮新冠疫情期間之效果無文獻佐證因果關係，故刪除該變數，僅保留分區為控制變數。

• 最終模型

- 顯著變數
 - 洗選場數量(+)
 - 前一年建照核發總樓地板面積(+)
 - 人均可支配所得(+)
 - 分區控制變數(各區生產特性有差異)
- 解釋能力佳， $R^2=0.884$ 。

模型	初始模型		最終模型	
解釋變數(預期符號)	係數	t值	係數	t值
洗選場數量(+)	173.300***	30.19	167.002***	28.79
前一年建照核發件數(+)	-0.079	-0.51		
前一年建照核發總樓地板面積(+)	6.615***	4.61	3.266***	4.16
砂石平均價格(-)	-2.857***	-2.90		
失業率(-)	1869.900*	1.75		
人口數(+)	-6.201***	-3.69		
人均所得(+)(a)	119.500***	2.81		
人均稅賦(+)(b)	-82.730***	-3.33		
人均可支配所得(+)(a-b)			45.990*	1.91
新冠疫情影響期間	660.400**	2.18		
中區（北區為基準組）	-367.000	-0.77	-655.200*	-1.88
南區	-1869.000***	-3.42	-1463.700***	-3.93
東區	-1159.900**	-2.28	-866.500*	-1.88
常數	-9394.600**	-2.30	-1248.400***	-2.77
調整後R ²	0.907		0.884	
* p<0.1,**p<0.05,***p<0.01				

24

城際貨運量吸引模型-變數彙整

城際貨運

■ 分析單位：年、縣市

■ Panel data：104-110年 台灣本島19個縣市 n=133

類別	變數(預期符號)	定義/說明	資料來源
應變數	各縣市年度吸引量	縣內銷售量+縣外銷其他縣市之銷售量(千公噸)(104~110年)	經濟部礦務局-砂土石產銷調查報告
自變數	產業變數	前一年各縣市非金屬礦製品製造業營運中工廠數(+)	經濟部統計處-工廠校正及營運調查
		當年都市計畫公設用地面積(+)	內政部營建署-都市計畫公共設施用地面積統計
		前一年建照核發件數(+)	內政部營建署-營建統計資訊
		前一年建照核發總樓地板面積(+)	內政部營建署-營建統計資訊
		砂石平均價格(-)	經濟部礦務局-砂土石產銷調查報告
		各年度各縣市砂石成品價格、砂及碎石之平均。(元/公噸)	行政院主計總處-勞動力人口統計
	社會經濟特性變數	失業率(-)	行政院主計總處-勞動力人口統計
		人口數(+)	行政院主計總處-勞動力人口統計
		平均每人所得(+)	行政院主計總處-家庭收支調查
		平均每人稅賦(+)	行政院財政部-財政及賦稅統計
		平均每人可支配所得(+)	(本研究自行定義)
		平均每人所得-平均每人稅賦(萬元)	(本研究自行定義)
控制變數	新冠疫情影響期間(控制變數)	民國109、110年(Dummy)	中央疫情指揮中心
	各縣市分區(控制變數)	本島19個縣市(Dummy)/各縣市具有各自的砂石需求特性	(本研究自行定義)

參考文獻：

陳郁元(2005)，台灣地區土石需求量預估與供應策略之研究，國立成功大學資源工程研究所碩士論文。

經濟部礦務局委託財團法人台灣營建研究院辦理「建置土石資源及產銷鏈資料庫計畫-歷時迴歸分析」

Coriolis Consulting Corp.(1996),Development of a model for forecasting the consumption of aggregates in the lower mainland, Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Canada.

25

城際貨運量吸引模型-分析結果

城際貨運

■ 分析單位：年、縣市

■ Panel data：104-110年 台灣本島19個縣市 n=133

• 初始模型

- 以產業變數為主要顯著之解釋變數
- 此表省略各縣市虛擬變數估計結果(多數顯著)

• 最終模型

- 顯著變數
 - 前一年非金屬礦製品製造業工廠數(+)
 - 當年都市計畫公設用地面積(+)
 - 前一年建照核發總樓地板面積(+)
 - 各縣市分區(各縣市需求特性有差異)
- 解釋能力佳， $R^2=0.886$ 。

模型	初始模型		最終模型	
解釋變數(預期符號)	係數	t值	係數	t值
前一年非金屬礦製品製造業工廠數(+)	86.180*	1.64	90.680*	1.73
當年都市計畫公設用地面積(+)	0.902	1.43	0.956*	1.75
前一年建照核發件數(+)	0.190	0.68		
前一年建照核發面積(+)	1.956	1.06	3.513**	2.05
砂石平均價格(-)	1.657	1.01		
失業率(-)	484.000	0.39		
人口數(+)	3.649	0.16		
人均可支配所得(+)(a-b)	12.900	0.30		
新冠疫情影響期間	528.100	1.63		
縣市(南投縣為基準組)	(省略18個dummy)			
常數	-3160.100	-0.65	-323.916	-0.16
調整後R ²	0.888		0.886	

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

26

城際貨運未來年解釋變數預測

• 顯著變數

- 產生模型：洗選場數量(+)、前一年建照核發總樓地板面積(+)、人均可支配所得(+) (a-b)
- 吸引模型：前一年非金屬礦製品製造業工廠數(+)、當年都市計畫公設用地面積(+)、前一年建照核發總樓地板面積數(+)

• 變數預測方式

- 產業變數：以**歷史資料推估**不同情境成長率以預測未來年數據
- 社會經濟特性變數：以**國家統計資料**之預測值為基礎，如：GDP成長率，推估未來年數據。

預測項目	產生模型	吸引模型	臺灣本島總量預測方法	縣市預測方法/分派方式
產業變數	砂石碎解洗選場數量	O	以歷年砂石碎解洗選場總數年均成長率推估，假設未來年砂石碎解洗選場成長率穩定遞減。	將未來年砂石碎解洗選場預測總數乘上各縣市歷年平均佔比，推估縣市未來年砂石碎解洗選場預測值。
	非金屬礦製品製造業工廠數	O	以歷年工廠總數年均成長率推估全臺未來年工廠總數，假設未來年工廠成長率穩定遞減。	將未來年工廠預測總數乘上各縣市歷年平均佔比，推估縣市未來年工廠預測值。
	建照核發總樓地板面積	O	以全臺107-109年均成長率推估全臺未來年預測總量，假設未來年全臺總量成長率不變。	以各縣市107-109年均成長率推估縣市未來年預測值加總各年之縣市預測值，等比例調整至該年全臺預測總量。
	都市計畫公設用地面積	O	以全臺108-110年均成長率推估全臺未來年預測總量，假設未來年全臺總量成長率不變。	將未來年預測總面積乘上各縣市歷年平均佔比，推估縣市未來年預測值。
社會變數	人均所得(a)	O	以歷年國內生產毛額趨勢推估未來年GDP總量再以相對比例法(GDP/人均所得)推估未來年全臺人均所得。	將未來年預測總量乘上各縣市歷年平均比值，推估縣市未來年預測值。
	人均稅賦(b)	O	以相對比例法(人均稅賦/人均所得)推估未來年全臺人均稅賦。	將未來年預測總量乘上各縣市歷年平均比值，推估縣市未來年預測值。

27

城際貨運未來年貨運量推估-各縣市產生及吸引量預測

• 預測結果

- 預測情境
 - 樂觀情境之產生、吸引量平均成長率為3.31%、3.46%
 - 悲觀情境之產生、吸引量平均成長率為-6.83%、-2.93%
- 縣市產生量和吸引量變動趨勢相似
 - 北部砂石需求量大於自產量

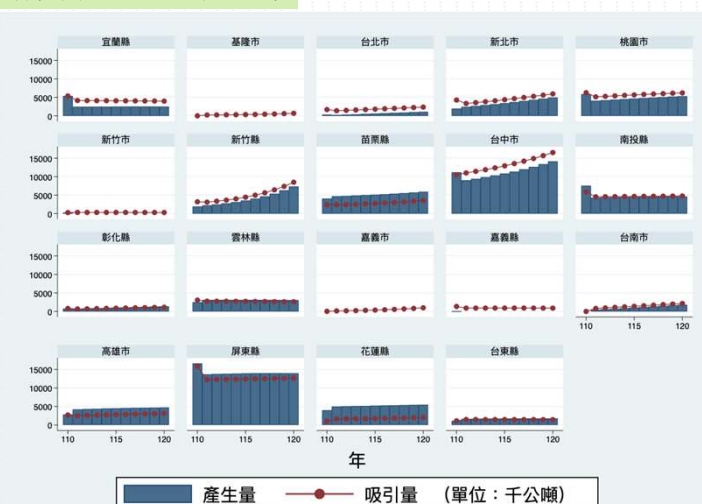
• 貨運產生量、吸引量分解

- 以各鄉鎮市區之**砂石洗選場數量**將縣市砂石量分配產生量至鄉鎮市區
 - 以**生產端基礎設施**分解
- 以各鄉鎮市區之**預拌混凝土場、瀝青拌合場等砂石加工廠**分配吸引量至鄉鎮市區
 - 以**加工端基礎設施**分解

• 貨運產生量、吸引量平衡

- 產生量與吸引總量需平衡才能進行重力模式分析

以樂觀情境為例呈現分析結果



28

城際貨運量分布-重力模式

• 採用重力模式計算各TAZ間之起迄貨運量分布矩陣

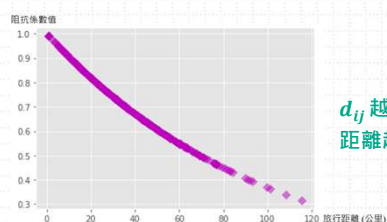
- 以臺北市、新北市、基隆市、桃園市之鄉鎮市區(TAZ)為分析範圍

$$T_{ij} = P_i \frac{A_j F(d_{ij})}{\sum_{j=1}^n A_j F(d_{ij})} K_{ij}$$

參數	定義/說明
T_{ij}	由 i 區產生而被 j 區吸引之砂石量
P_i	i 區總砂石生產量
A_j	j 區總砂石生產量
d_{ij}	i 區至 j 區之最短路徑距離
$F(d_{ij})$	i 區至 j 區所對應之阻抗函數
K_{ij}	i 區至 j 區所對應之社會經濟變數，預設為 1

- 阻抗函數 $F(d_{ij})$ 參考過去研究，以較為常見且校估容易之 Exponential 函數推估阻抗函數

$$F(d_{ij}) = \text{Exp}(-0.01d_{ij})$$



29

砂石貨運量分布未來年預測值-樂觀情境

TAZ	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區	士林區	內湖區	南港區	板橋區	中和區	新莊區	土城區	汐止區	鶯歌區	淡水區	三重區	新店區	樹林區	三峽區
臺北港	116	39	78	176	200	380	186	52	52	55	148	464	88	126	55	250	207	312
基隆港	36	12	25	58	38	87	45	10	10	10	28	120	17	20	10	56	37	60
中山區	31	10	24	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	9	48	31	52
汐止區	27	9	21	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	8	47	29	51
鶯歌區	16	5	12	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	8	42	36	70
樹林區	35	12	27	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	18	89	78	129
三峽區	16	5	12	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	8	42	35	73
八德區	6	2	5	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	3	16	14	26
蘆竹區	13	4	10	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	6	28	25	47
大溪區	17	6	14	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	8	47	36	78
大園區	24	8	20	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	12	56	48	94
新屋區	22	7	18	58	33	85	33	2	2	2	21	168	14	18	11	54	42	91
吸引量合計	358	119	294	1,150	1,150	1,150	437	437	292	1,167	1,457	583	437	292	292	1,457	437	17,697
TAZ(續)	泰山區	八里區	三															
臺北港	56	195	3															
基隆港	9	27	2															
中山區	8	23	1															
汐止區	8	22	1															
鶯歌區	8	19	1															
樹林區	18	46	3															
三峽區	7	19	2															
八德區	3	8	1															
蘆竹區	6	17	2															
大溪區	9	21	5	15	7	8	11	33	35	23	90	99	40	38	27	18	103	33
大園區	12	36	21	10	11	13	43	41	26	110	138	51	38	25	33	160	43	1,481
新屋區	11	31	19	9	10	13	45	47	25	141	125	48	47	29	27	178	57	1,481
吸引量合計	155	465	310	155	155	146	437	437	292	1,167	1,457	583	437	292	292	1,457	437	17,697

註：¹本階段之砂石貨運量以整數表示；²表格中省略沒有產生量/吸引量的TAZ。³單位：千公噸。

30

城際貨運運具分派-樂觀情境

• 砂石產業之運具分派運具集合相對單純

- 僅有砂石車(大貨車)一種運具選項，可簡化以砂石車每車最大載重轉換砂石貨運量為大貨車旅次量。

TAZ	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區	士林區	內湖區	南港區	板橋區	中和區	新莊區	土城區	汐止區	鶯歌區	淡水區	三重區	新店區	樹林區	三峽區
臺北港	4,834	1,625	3,250	7,334	8,334	15,834	7,750	2,167	2,167	2,292	6,167	19,334	3,667	5,250	2,292	10,417	8,625	13,000
基隆港	1,500	500	1,042	2,417	1,584	3,625	1,875	417	417	417	1,167	5,000	709	834	417	2,334	1,542	2,500
中山區	1,292	417	875	2,084	1,375	3,125	1,584	334	375	334	1,000	4,250	625	709	375	2,000	1,292	2,167
汐止區	1,125	375	667	1,542	1,292	2,959	1,584	334	375	334	959	4,417	584	667	334	1,959	1,209	2,125
鶯歌區	667	209	417	1,000	1,084	2,084	1,042	334	334	334	1,125	2,709	875	584	334	1,750	1,500	2,917
樹林區	1,459	500	959	2,209	2,459	4,792	2,417	792	750	750	2,375	5,834	1,584	1,292	750	3,709	3,250	5,375
三峽區	667	209	459	1,000	1,084	2,125	1,042	375	375	334	1,167	2,750	834	584	334	1,750	1,459	3,042
八德區	250	84	167	375	417	792	375	125	125	125	417	1,000	334	209	125	667	584	1,084
蘆竹區	542	167	375	792	875	1,750	875	250	250	250	750	2,125	584	459	250	1,167	1,042	1,959
大溪區	709	250	500	1,084	1,125	2,167	1,167	375	375	375	1,250	3,000	917	625	334	1,959	1,500	3,250
大園區	1,000	334	667	1,542	1,667	3,292	1,625	500	459	500	1,500	4,042	1,167	875	500	2,334	2,000	3,917
新屋區	917	292	625	1,375	1,542	3,000	1,459	459	459	459	1,459	3,667	1,084	792	459	2,250	1,750	3,792
吸引量合計	14,962	4,962	10,003	22,754	22,838	45,545	22,795	6,462	6,461	6,504	19,336	58,128	12,964	12,880	6,504	32,296	25,753	45,128
TAZ(續)	泰山區	八里區	三芝區	金山區	貢寮區	桃園區	中壢區	平鎮區	八德區	楊梅區	蘆竹區	龜山區	龍潭區	大溪區	大園區	觀音區	新屋區	產生量合計
臺北港	2,334	8,125	5,125	2,209	2,084	1,875	5,459	5,417	3,625	14,417	19,417	7,750	5,042	3,584	4,000	19,500	5,459	239,761
基隆港	375	1,125	959	625	667	334	959	917	625	2,500	3,334	1,334	959	625	625	2,834	917	48,011
中山區	334	959	834	542	542	292	792	792	542	2,125	2,875	1,125	834	542	542	2,417	750	41,052
汐止區	334	917	667	417	459	250	750	750	542	2,000	2,709	1,084	792	500	500	2,292	709	38,513
鶯歌區	334	792	542	292	292	375	1,042	1,042	750	2,667	3,334	1,417	1,125	709	667	3,042	959	38,680
樹林區	750	1,917	1,250	625	625	667	1,917	1,792	1,375	4,625	6,292	2,667	1,917	1,250	1,209	5,292	1,667	77,093
三峽區	292	792	542	292	292	334	959	1,042	709	2,667	3,167	1,375	1,125	709	625	3,084	959	38,555
八德區	125	334	209	84	125	167	459	459	334	1,125	1,417	584	459	334	250	1,292	417	15,429
蘆竹區	250	709	459	209	250	292	875	875	584	2,292	3,125	1,125	792	584	584	2,584	834	30,885
大溪區	375	875	625	292	334	459	1,375	1,459	959	3,750	4,125	1,667	1,584	1,125	750	4,292	1,375	46,383
大園區	500	1,500	875	417	459	542	1,792	1,709	1,084	4,584	5,750	2,125	1,584	1,042	1,375	6,667	1,792	61,718
新屋區	459	1,292	792	375	417	542	1,875	1,959	1,042	5,875	5,209	2,000	1,959	1,209	1,125	7,417	2,375	61,762
吸引量合計	6,462	19,337	12,879	6,379	6,546	6,129	18,254	18,213	12,171	48,627	60,754	24,253	18,172	12,213	12,252	60,713	18,213	737,842

註：¹貨車旅次以無條件進位計算；²表格中省略沒有產生量/吸引量的TAZ。³單位：車旅次。砂石車每車最大載重約為24噸。

31

貨運需求分析課題探討

• 模式分析課題

- 同一產品類別中不同產品項目之運輸特性差異
 - 即便屬於同一產品類別，各類別中各個產品項目之運輸特性仍可能有較大差異。
 - 瞭解各個產品類別之運輸特性主要是來自何種產品項目應有其必要性
- 未來年(各項解釋變數)預測數據可得性
 - 產業類別變數不如總體經濟變數有官方之長期預測資料可參考
 - 以歷史資料推估產業變數之未來年成長率仍可能與實際狀況有所落差

• 未來發展課題

- 分析結果檢核機制
 - 目前結果是以2030年為目標年，無法就模式預測結果與現況值進行驗證及檢核。
 - 建議未來可以分階段評估方式依據進出口貨運、城際貨運各步驟之分析結果進行驗證
- 建立各個產品類別之分析優先順序
 - 砂石產品(第25章)雖為公路運輸、鐵路運輸之大宗，但占第五類之貨運量比例仍相對較低。
 - 各項產品類別中應仍有多項產品之運輸特性較為單純或對道路交通量影響較小，建議可先建立各個產品類別之分析優先順序以降低建模複雜度。

32

4 貨運需求分析策略 架構及分年期行動 方案建議

貨運需求分析發展策略架構

分年期行動方案研提構想：
短期方案為準備階段、中長期開始實作並與客運整合

發展目標

建立我國整體貨運需求分析及
貨運運輸規劃架構

發展策略

(A) 瞭解整體貨運發展趨勢

(B) 掌握貨運需求分析資料來源

(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及
分析方法

執行計畫

A1 探討產業發展對貨運量之影響

A2 瞭解國內主要貨物種類之供需分布狀況

A3 研析城市貨運發展趨勢及對整體交通量之影響

B1 改善資料蒐集方法

B2 檢討現有統計資料調查計畫

B3 配合分析需求新增調查計畫

C1 精進貨運運輸規劃架構及分析方法

C2 建立城市貨運需求分析架構

C3 分析各產品類別之進出口、城際、城市貨運需求

(A) 瞭解整體貨運發展趨勢-分年期行動方案

執行計畫	S 短期 (民國112-113)	M 中期 (民國114-116)	L 長期 (民國117後)	備註
A1 探討產業發展對貨運量之影響	A1S1 確立經濟部國貿局21類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係		A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響	探討產業變遷對於貨運量之影響，藉此作為調整模式參數之依據。
A2 瞭解國內主要貨物種類之供需分布狀況	A2S1 以經濟部國貿局21類為基礎分析進出口、城際貨運各產品類別之主要商品項目 A2S2 以關貿資料分析各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況 A2S3 釐清並提出主要產品類別產品項目之分析優先順序建議		A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目	瞭解各個產品類別於國內貨運量之占比，並分析各產品類別之代表產品項目(重量較大、價值較高等)，進而簡化後續建模複雜度。
A3 研析城市貨運發展趨勢及對整體交通量之影響		A3M1 持續蒐集城市貨運分析案例與相關文獻 A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式	A3L1 建立城市貨運實務作業流程分析架構	就實務面角度瞭解城市貨運作業方式，藉此建立可應用於後續建模之作業流程。

35

(B) 掌握貨運需求分析資料來源-分年期行動方案

執行計畫	S 短期 (民國112-113)	M 中期 (民國114-116)	L 長期 (民國117後)	備註
B1 改善資料蒐集方法	B1S1 檢討現有資料調查計畫研提資料蒐集方式改善建議	B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議	B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業	配合大數據分析趨勢，改善貨運需求分析資料之蒐集方式，如：智慧化、電子化、線上化、資通訊系統自動蒐集等
B2 檢討現有統計資料調查計畫	B2S1 蒐集主要商品類別之貨運需求分析資料來源 B2S2 盤點主要商品類別之貨運分析資料缺口 B2S3 研提主要商品類別分析資料缺口之折衷作法 B2S4 探討主要分析對象分析資料缺口於現有調查計中畫合併或補充調查之可行性			針對現有調查計畫之調查方式、內容等進行檢討，如：汽車貨運調查工商普查等。
B3 配合分析需求新增調查計畫	B3S1 規劃整體貨運需求分析資料庫架構 B3S2 配合資料分析缺口規劃調查計畫並進行小規模調查驗證	B3M1 根據貨運模式參數校估需求進行資料調查及蒐集 B3M2 根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查 B3M3 研提整體貨運需求分析資料庫分年期工作計畫	B3L1 建立並執行新增之調查計畫 B3L2 建立整體貨運需求分析資料庫	配合貨運需求分析資料需要，就現有調查計畫不足之處新增其他調查計畫，如：參考美國CFS向貨主調查、各貨車車種流量調查、建立FAF等。

(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法-分年期行動方案

執行計畫	S 短期 (民國112-113)	M 中期 (民國114-116)	L 長期 (民國117後)	備註
C1 精進貨運運輸規劃架構及分析方法	C1S1 確立進出口、城際貨運整合介面完整性	C1M1 配合分析資料蒐集成果檢討貨運需求分析方法及解釋變數之適用性 C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制 C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式	C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性	- 建立目前尚缺之分析模組，如：檢核機制、空車旅次推估等，並就整體規劃需要，持續精進貨運需求分析模式 - 持續改善現有分析方法之完整性，並依照資料蒐集成果更新解釋變數以提升模式解釋能力。
C2 建立城市貨運需求分析架構			C2L1 建立城市貨運需求分析架構 C2L2 建立城市貨運與其他貨運模組分析結果整合介面	配合A3成果建立城市貨運需求分析架構
C3 分析各產品類別之進出口、城際、城市貨運需求	C3S1 分析主要產品項目之進出口貨運需求及分布情況 C3S2 分析主要產品項目之城際貨運需求及分布情況	C3M1 構建貨運模式並進行參數校估 C3M2 貨運未來需求預測分析與評估 C3M3 整合客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析 C3M4 依據交通量指派分析成果進行整體運輸系統未來服務績效分析與評估 C3M5 依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析	C3L1 分析主要產品項目之城市貨運需求 C3L2 檢核並更新客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析	著手分析各產品類別及其主要商品項目之進出口、城際、城市貨運需求，工作項目包含資料調查及實作。

37

專案藍圖 (Project Roadmap)-短期

(A) 瞭解整體貨運發展趨勢

(B) 掌握貨運需求分析資料來源

(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法

• 112年

- 探討經濟部國貿局21類產品類別之代表產品項目，藉此提出後續**建模分析之優先順序建議**。
- 針對優先分析之產品類別蒐集分析資料來源，藉此盤點**資料缺口**。
- 檢討現有資料調查計畫，研提**資料蒐集方式改善建議**。

• 113年

- 根據資料缺口提出短期分析之**折衷方案**，抑或**規劃調查計畫以進行小規模調查**。
- 針對建模資料需要及資料缺口，規劃**整體貨運需求分析資料庫**。
- 確立進出口、城際貨運架構及整合介面**是否完整，並就其貨運需求及分布情況進行分析。

行動方案	112年 (S)	113年 (S)
短期方案 (S)	A1S1 確立經濟部國貿局21類產品類別與行政院主計總處產業關聯表對照關係	B2S3 研提主要商品類別分析資料缺口之折衷作法
	A2S1 以經濟部國貿局21類為基礎分析進出口貨運各產品類別之主要商品項目	B2S4 探討主要分析對象分析資料缺口於現有調查計畫合併或補充調查之可行性
	A2S2 分析各產品類別主要商品項目於城際貨運之供需分布狀況	B3S1 規劃整體貨運需求分析資料庫架構
	A2S3 提出主要產品類別、產項項目之分析優先順序建議	B3S2 配合資料分析缺口規劃調查計畫並進行小規模調查驗證
	B1S1 檢討現有資料調查計畫研提資料蒐集方式改善建議	C1S1 確立進出口、城際貨運整合介面完整性
	B2S1 蒐集主要商品類別之貨運需求分析資料來源	C3S1 分析主要產品項目之進出口貨運需求及分布情況
	B2S2 盤點主要商品類別之貨運分析資料缺口	C3S2 分析主要產品項目之城際貨運需求及分布情況

38

專案藍圖 (Project Roadmap)-中期

(A) 瞭解整體貨運發展趨勢

(B) 掌握貨運需求分析資料來源

(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法

• 114年

- 配合資料盤點成果，檢討分析方法、解釋變數之適用性。
- 針對尚未完成之貨運需求分析課題進行探討，如：分析結果檢核機制、空車旅次推估等。

• 115年

- 啟動貨運需求分析實作，依照短期方案建立之主要產品類別、代表產品項目分析優先順序建議，預計於116年前完成進出口貨運、城際貨運需求分析。
- 整合貨運與客運分析成果進行交通量指派分析，並就整體運輸系統未來服務績效進行分析與評估。

• 116年

- 持續蒐集城市貨運分析案例及文獻，並對整體實務作業模式進行研析。
- 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議，並規劃貨運需求分析資料庫分年期工作計畫。
- 依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析

行動方案	114年 (M)	115年 (M)	116年 (M)
中期方案 (M)	B3M1 根據貨運模式參數校估需求進行資料調查及蒐集	B3M2 根據貨運需求模式驗證需要進行補充調查	A3M1 持續蒐集城市貨運分析案例與相關文獻
	C1M1 配合分析資料蒐集成果檢討貨運需求分析方法及解釋變數之適用性	C3M1 構建貨運模式並進行參數校估	A3M2 研析城市貨運發展趨勢及實務作業方式
	C1M2 探討貨運需求分析模式檢核機制	C3M2 貨運未來年需求預測分析與評估	B1M1 研提貨運需求分析資料長期蒐集建議
	C1M3 探討城際貨運空車旅次推估方式	C3M3 整合客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析	B3M3 研提整體貨運需求分析資料庫分年期工作計畫
		C3M4 依據交通量指派分析成果進行整體運輸系統未來服務績效分析與評估	C3M5 依據未來服務績效分析與評估成果進行政策敏感度及運輸計畫影響程度分析

39

專案藍圖 (Project Roadmap)-長期

(A) 瞭解整體貨運發展趨勢

(B) 掌握貨運需求分析資料來源

(C) 健全整體貨運運輸規劃架構及分析方法

• 117年後

• 滾動式檢討機制

- 產業發展趨勢、產品類別整併、各產品類別下之主要代表產品項目、貨運需求分析架構、交通量指派結果等。

• 貨運需求分析資料資料庫

- 配合貨運資料蒐集技術精進，持續以智慧化方式蒐集貨運大數據資料，並建立整體貨運需求分析資料庫。

• 城市貨運需求分析

- 建立城市貨運需求分析架構，以及城市貨運與其他貨運分析模組之分析結果整合介面，並實際分析城市貨運之貨運需求。

行動方案	117年後 (L)
長期方案 (L)	A1L1 定期檢討產業發展趨勢對國內貨運量之影響 A2L1 配合產業發展趨勢定期檢討主要商品類別及代表產品項目 A3L1 建立城市貨運實務作業流程分析架構
	B1L1 貨運需求分析資料蒐集朝智慧化作業 B3L1 建立並執行新增之調查計畫 B3L2 建立整體貨運需求分析資料庫
	C1L1 配合產業發展趨勢定期檢討貨運運輸規劃架構適用性 C2L1 建立城市貨運需求分析架構 C2L2 建立城市貨運與其他貨運模組分析結果整合介面 C3L1 分析主要產品項目之城市貨運需求 C3L2 檢核並更新客運與貨運模式分析成果進行交通量指派分析

40

專案藍圖 (Project Roadmap)

短期方案 (S) 112年-113年

1. 確立貨運需求之產品類別優先分析順序
2. 盤點資料缺口並研提短期分析建議及整體貨運需求分析資料庫架構
3. 確立整體貨運需求分析架構以做為中期方案進行實作之基礎

- 配合主管機關施政需要進行分年期行動方案期程調整，故經費配置需再更新。
- 每年經費預算預計落在400-800萬之間

中期方案 (M) 114年-116年

1. 檢討現有資料蒐集計畫並研提貨運需求分析資料庫分年期工作計畫以填補資料分析缺口
2. 實際分析進出口、城際貨運需求，並與客運分析結果整合進行交通量指派。
3. 研析城市貨運需求分析架構

長期方案 (L) 117年後

1. 滾動式檢討並檢核整體分析資料來源、分析架構、分析成果。
2. 以智慧化方式蒐集貨運大數據資料，並建立整體貨運需求分析資料庫。
3. 實際分析城市貨運需求，並與客運分析結果整合。

41

Thanks for Your Attention!
Questions or Comments?

ISBN 978-986-531-592-4
00460



GPN : 1011300564

定價 460 元