106-072-6187
IOT-105-TDF002

公路貨運服務碳足跡
公用係數建置計畫(2/2)

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 7 月

ISBN 978-986-05-2786-5

ISBN 條碼

GPN：1010600845
定價 670 元

106-072-6187
IOT-105-TDF002

公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(2/2)

著者：許珮蒨、胡憲倫、楊伊萍、周武雄、宋國安、廖惠美
蘇芷儀、李沛生、廖坤泉、鄭維祐、黃泓維、陳汝潔
張瓊文、朱珮芸、許義宏、傅　強、劉彥聖

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫. (2/2) /
許珮蒨等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研
所, 民106.07
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-2786-5(平裝)

1.公路管理 2.運輸系統

557 106009909

公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(2/2)

著　　者：許珮蒨、胡憲倫、楊伊萍、周武雄、宋國安、廖惠美、 蘇芷儀、
李沛生、廖坤泉、鄭維祐、黃泓維、陳汝潔
張瓊文、朱珮芸、許義宏、傅強、劉彥聖
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞圖書服務＞本所出版品)
電　　話：(02)23496789
出版年月：中華民國 106 年 7 月
印 刷 者 ：盈濤印刷品有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 75 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：670 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010600845　　ISBN：978-986-05-2786-5　(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：公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(2/2)

國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號	計畫編號
978-986-05-2786-5 (平裝)	1010600845	106-072-6187	105-TDF002

本所主辦單位：綜合技術組 主管：張瓊文 計畫主持人：張瓊文 研究人員：許義宏、朱珮芸、傅強、劉彥聖 聯絡電話：02-2349-6871 傳真號碼：02-2712-0223	合作研究單位：中興工程顧問股份有限公司 計畫主持人：許珮蒨 研究人員：胡憲倫、楊伊萍、周武雄、宋國安、廖惠美、蘇芷儀、李沛生、廖坤泉、鄭維祐、黃泓維、陳汝潔 地址：105 台北市南京東路五段 171 號 聯絡電話：02-27698388#20965	研究期間 自 105 年 2 月 至 105 年 12 月

關鍵詞：公路貨運服務碳足跡、公用係數、溫室氣體

摘要：

產品與服務之碳足跡計算已逐漸成為政府及企業界達成減碳目標、碳資訊揭露及提升企業國際貿易競爭力之重要工具。因應貨運車輛運輸減碳需求，且國內貨物運輸車輛之排碳量資料不足，有必要進行貨運車輛排碳量資料調查。此外，配合環保署推動產品碳足跡(Carbon Footprint)之相關發展，亦有必要建立各類運具之碳足跡公用係數，供廠商核算其產品碳足跡使用。

本計畫參考我國溫室氣體量化規範，與歐盟 EN 16258 運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學之分配方法、UN CPC 6511 道路貨運服務產品類別規則，透過公路貨運服務業者車隊案例調查，以及專家學者座談會之意見蒐集，提出公路貨運服務碳足跡計算範疇與功能單位，包含原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等 3 個生命週期階段。同時依據國內業者營運特性，提出整車運輸與零擔運輸之貨運服務量計算方式，並研擬公路貨運服務溫室氣體盤查手冊、公路貨運服務碳足跡計算手冊及公路貨運服務碳足跡產品類別規則，前述產品類別規則已於 105 年 9 月 14 日經環保署公告審議通過。

本計畫所建立的本土化公路貨運服務之碳足跡公用係數，除可作為我國官方及產業進行產品、製程或服務等運輸階段碳足跡係數計算之重要參考，供相關決策評估利用外，並有助於發掘公路貨運服務節能減碳之課題與對策。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
106 年 7 月	561	670	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。

機密等級：

☐密 ☐機密 ☐極機密 ☐絕對機密

（解密條件：☐ 年 月 日解密，☐公布後解密，☐附件抽存後解密，

☐工作完成或會議終了時解密，☐另行檢討後辦理解密）

☑普通

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Establishment of general emission factors for carbon footprint of road freight transport services(2/2)

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-05-2786-5 (pbk.)	1010600845	106-072-6187	105-TDF002

DIVISION: Interdisciplinary Research Division
DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiung-Wen Chang
PROJECT STAFF: Yi-Hung Hsu, Pei-Yun Chu, Chiang Fu, Ian-Sheng Liu
PHONE: +886 2 23496871
FAX: +886 2 27120223

PROJECT PERIOD
FROM February 2016
TO December 2016

RESEARCH AGENCY: Sinotech Engineering Consultants, LTD.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Pei-chien Hsu
PROJECT STAFF: Hsien-lun Hu, Yi-ping Yang, Wu-shiung Chou, Guo-an Song, Hui-mei Liao, Pei-sheng Li, Chih-yi Su, Kun-chuan Liao, Wei-yu Cheng, Hong-Wei Huang, Ru-chieh Chen
ADDRESS: No.171 , Nanjing E. Rd., Sec. 5, Taipei 10570, Taiwan R.O.C
PHONE: +886 2 27698388 20965

KEY WORDS: carbon footprint of road freight transport services, general emission factor, Greenhouse Gas

ABSTRACT:

The carbon footprints of products and services are an important tool for both the public and private sectors to take action regarding carbon reduction goals and carbon disclosure management. Considering the carbon reduction of freight vehicles, it is necessary to investigate the carbon emissions of freight vehicles. To act in concert with the Environmental Protection Agency, this study also established general emission factors of the carbon footprint for application by the companies.

This study reviewed the EN 16258 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers) and the international Product Category Rules (PCR) of the UN CPC 6511 Road Transport Services of Freight of Food Products and Meals to identify the declared units. By at least one case study and an expert consulting workshop, a road freight transport greenhouse gas inventory handbook, a guideline for calculating the carbon footprint of road freight transport services, and a Carbon Footprint Product Category Rule (CFP-PCR) for road freight transport service will be proposed. Concluding with the investigation data and analysis results, the draft of the Road Freight Transport Services CFP-PCR is thus developed. All the emissions caused during the raw materials production stage, the transportation service stage (include subcontracted transport), and the waste treatment stage should be calculated for the carbon footprint of transport services. Adapting to the characteristics of the local freight industry, transport services offered by the truckload and less-than-truckload were proposed with a different formula. The Road Freight Transport Services CFP-PCR had been announced by the Environmental Protection Administration on September 14th, 2016.

As a final outcome, a set of general emission factors representing the local carbon footprint of road freight transport services will be determined on the basis of real data collection and calculation. These factors could be supportive for relative decision-making. Furthermore, it is not only essential for calculating the transportation part of any local products' carbon footprint, but also helpful to develop carbon reducing strategy of road freight services of the supply chain.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
July, 2017	561	670	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ☑UNCLASSIFIED

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

目 錄

第一章 緒論 1-1
1.1 計畫緣起與目的.....1-1
1.2 研究範圍與對象.....1-2
1.3 研究內容與工作項目 1-2
1.4 研究流程與方法步驟 1-3
第二章 文獻回顧 2-1
2.1 國內外溫室氣體管理制度發展趨勢 2-1
2.1.1 溫室氣體管理制度發展趨勢.....2-2
2.1.2 碳足跡發展趨勢.....2-16
2.1.3 產品類別規則發展趨勢.....2-22
2.2 國內外碳足跡標示制度發展趨勢 2-26
2.2.1 國際間碳足跡標示制度發展情形.....2-26
2.2.2 我國碳足跡標示制度推動現況.....2-46
2.2.3 相互承認碳足跡標示之國際趨勢.....2-50
2.3 國內外運輸部門與貨物運輸服務碳管理發展現況.....2-55
2.3.1 運輸部門排放現況.....2-55
2.3.2 運輸排放量計算方法、分配與係數彙整.....2-60
2.3.3 運輸服務產品類別規則發展.....2-65
2.4 貨運服務碳管理案例彙整 2-72
2.4.1 歐盟貨物運輸碳足跡計畫(COFPET).....2-72
2.4.2 美國環保署高效運輸夥伴關係計畫(SmartWay) .2-79
2.5 公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢 2-82
2.5.1 影響公路貨運之溫室氣體排放因素.....2-82
2.5.2 各國貨運節能減碳推廣示範計畫.....2-84
2.5.3 歐洲冷鏈物流技術.....2-88
2.5.4 國際物流業者節能減碳作為及碳中和服務 2-90
2.5.5 我國貨運節能技術.....2-93

2.6 我國公路貨運背景與相關計畫成果彙整.....2-98
2.6.1 我國公路貨運背景.....2-98
2.6.2 相關計畫成果彙整.....2-100
2.7 小結.....2-105
第三章 公路貨運溫室氣體盤查成果.....3-1
3.1 調查對象遴選.....3-1
3.1.1 國內貨運業及車輛概況.....3-1
3.1.2 調查對象遴選原則.....3-4
3.1.3 公路貨運碳足跡輔導資訊座談會及盤查說明會 ...3-6
3.2 溫室氣體盤查工作計畫書與手冊編訂.....3-10
3.2.1 溫室氣體盤查登錄指引要求.....3-10
3.2.2 盤查工作計畫書研訂.....3-15
3.2.3 溫室氣體盤查手冊編訂.....3-21
3.3 溫室氣體盤查報告書編訂.....3-23
3.3.1 B公司溫室氣體盤查成果.....3-23
3.3.2 C公司溫室氣體盤查成果.....3-31
3.3.3 D公司溫室氣體盤查成果.....3-37
3.3.4 2 年度配合調查業者溫室氣體盤查彙整.....3-42
3.4 研提內部診斷分析及改善建議.....3-45
3.4.1 運輸車輛汰換為低污染車輛效益評估.....3-45
3.4.2 營業場所用電改善方案效益評估.....3-47
3.5 小結.....3-54
第四章 公路貨運服務碳足跡調查.....4-1
4.1 碳足跡與組織型碳排放之差異.....4-1
4.2 公路貨運服務碳足跡計算手冊編訂.....4-7
4.2.1 碳足跡調查活動數據要求.....4-7
4.2.2 數據品質指標之規定.....4-8
4.2.3 碳足跡評估方法與原則.....4-11
4.2.4 公路貨運服務碳足跡計算手冊編訂.....4-19

4.3 公路貨運服務碳足跡調查成果及數據品質查核 4-20
4.3.1 B公司運輸服務碳足跡調查成果 4-20
4.3.2 B公司運輸車輛碳足跡調查成果 4-37
4.3.3 C公司運輸服務碳足跡調查成果 4-45
4.3.4 C公司運輸車輛碳足跡調查成果 4-52
4.3.5 D公司運輸服務碳足跡調查成果 4-58
4.3.6 D公司運輸車輛碳足跡調查成果 4-62
4.4 公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置 4-63
4.4.1 4 家業者公路貨運服務碳足跡調查成果彙整 4-63
4.4.2 運輸車輛服務碳足跡調查成果彙整 4-65
4.5 小結 4-70
第五章 計畫產出之應用與推廣 5-1
5.1 公路貨運服務碳足跡產品類別規則之訂定 5-1
5.1.1 我國環保署產品類別規則制定流程與內容要求 ...5-1
5.1.2 公路貨運服務碳足跡產品類別規則之制定過程 ...5-6
5.2 公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡簡易計算工具建置 5-12
5.2.1 溫室氣體盤查計算需求分析與表單欄位規劃 5-12
5.2.2 碳足跡各階段計算需求分析與表單欄位規劃 5-18
5.3 研究成果發表及推廣情形 5-26
5.3.1 「2016 年永續性產品與產業管理研討會」發表 5-26
5.3.2 臺北國際發明暨技術交易展能源國家型計畫成果發表 5-26
5.3.3 成果發表會辦理 5-27
5.4 小結 5-36
第六章 結論與建議 6-1
6.1 結論 6-1
6.2 建議 6-7
參考文獻 參-1

附錄 1　計畫摘要 .....附 1-1
附錄 2　期中報告審查意見處理情形表 .....附 2-1
附錄 3　期末報告審查意見處理情形表 .....附 3-1
附錄 4　公路貨運服務溫室氣體盤查手冊 .....附 4-1
附錄 5　公路貨運服務碳足跡計算手冊 .....附 5-1
附錄 6　公路貨運服務碳足跡產品類別規則 v1.0.....附 6-1
附錄 7　公路貨運服務溫室氣體盤查簡易計算工具 .....附 7-1
附錄 8　公路貨運服務碳足跡之簡易計算工具.....附 8-1
附錄 9　報導文章 .....附 9-1
附錄 10　台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究(論文發表)....附 10-1
附錄 11　公路貨運服務碳足跡公用係數.....附 11-1
附錄 12　NEP-II 成果展簡報 .....附 12-1
附錄 13　簡報資料 .....附 13-1

表目錄

表 2.1-1　減碳目標入法之國家彙整 2-3
表 2.1-2　我國溫室氣體管制相關法規命令公告情形彙整.....2-9
表 2.1-3　溫室氣體管制相關法規命令廢止情形彙整.....2-10
表 2.1-4　運輸業者能源與二氧化碳管理相關法規彙整 2-12
表 2.1-5　依據能源管理法應建立能源查核制度之運輸業者統計 2-13
表 2.1-6　中央目的事業主管機關屬交通部之行業分類 2-14
表 2.1-7　PAS 2050 準則摘要說明.....2-17
表 2.1-8　國內外碳足跡評估規範於邊界界定之相關論述.....2-22
表 2.2-1　各國碳標示制度彙整表 2-42
表 2.2-2　我國產品碳足跡標示審議會任務分配.....2-48
表 2.2-3　臺英碳足跡標籤合作執行重點 2-53
表 2.3-1　我國運輸部門歷年溫室氣體排放量(依氣體種類) 2-58
表 2.3-2　我國運輸部門歷年溫室氣體排放量(依排放來源) 2-59
表 2.3-3　貨車運輸碳排放係數彙整表 2-64
表 2.4-1　德莎案例以IT之系統匯集之資訊 2-77
表 2.5-1　影響碳排放係數之主要因子.....2-83
表 2.5-2　影響公路貨運之溫室氣體排放因素文獻彙整 2-84
表 2.5-3　跨國物流業者減少溫室氣體排放減碳措施.....2-91
表 2.5-4　跨國物流業者碳中和配送服務 2-92
表 2.5-5　經濟部能源局節能技術彙整.....2-93
表 2.5-6　氣態冷媒壓損致使冷凍能量下降與耗能增加情形 2-96
表 2.5-7　異溫層共配系統比較 2-97
表 2.6-1　104 年汽車貨運運量及延噸公里分析.....2-98
表 2.6-2　我國汽車貨運之商品來源統計 2-99
表 2.6-3　公路客貨運業車種別能源密集度與溫室氣體排放強度.....2-101
表 2.6-4　小貨車能源效率分析 2-103
表 2.6-5　自用小貨車能源效率分析 2-104

表 2.6-6　營業小貨車調查結果比較 2-105
表 2.7-1　道路貨運服務與郵件服務產品類別規則比較 2-107
表 3.1-1　汽車運輸業分類營運規定與統計 3-1
表 3.1-2　104 年汽車運輸業登記車車輛數所占比例.....3-2
表 3.1-3　104 年 3 月營業車輛車籍資料庫車隊規模分布 3-5
表 3.1-4　調查對象基本資料 3-7
表 3.1-5　各業者訪談情形.....3-8
表 3.1-6　盤查說明會辦理情形 3-9
表 3.2-1　溫室氣體盤查與登錄指引邊界設定要求 3-11
表 3.2-2　溫室氣體盤查與登錄指引排放源量化要求.....3-12
表 3.2-3　溫室氣體數據品質管理誤差等級評分表 3-13
表 3.2-4　盤查報告書應包含項目 3-14
表 3.2-5　公路貨運業者溫室氣體排放源鑑別 3-17
表 3.2-6　公路貨運業者溫室氣體排放活動強度資料.....3-18
表 3.2-7　公路貨運業者組織型盤查溫室氣體排放係數 3-19
表 3.2-8　化糞池排放係數考量參數 3-19
表 3.2-9　特定設備之冷媒逸散率排放因子.....3-20
表 3.2-10　常用物質之溫室氣體全球溫暖化潛勢值 3-21
表 3.2-11　公路貨運服務溫室氣體盤查手冊內容.....3-22
表 3.3-1　B公司營運據點分布情形.....3-23
表 3.3-2　B公司溫室氣體排放源鑑別 3-26
表 3.3-3　B公司 103 年活動數據管理表.....3-28
表 3.3-4　B公司 103 年溫室氣體排放總量 3-30
表 3.3-5　C公司營運據點分布情形.....3-31
表 3.3-6　C公司 104 年活動數據管理表.....3-33
表 3.3-7　C公司 104 年度溫室氣體排放總量 3-35
表 3.3-8　D公司營運據點分布情形 3-38
表 3.3-9　D公司 104 年活動數據管理表 3-41
表 3.3-10　D公司 104 年溫室氣體排放總量.....3-42

表 3.4-1　平均燃料消耗量容許耗用值所定車型對應之平均耗能標準 3-46
表 3.4-2　可改善方案之節能效益及投資回收年限彙整表.....3-53
表 4.1-1　組織型碳排放與碳足跡計算之差異彙整 4-6
表 4.2-1　碳足跡數據品質指標系譜矩陣 4-9
表 4.2-2　單一指標數據品等級轉換表 4-10
表 4.2-3　整體數據品質等級標準 4-11
表 4.2-4　整車貨物之貨運服務量(F_A)計算內涵.....4-14
表 4.2-5　各階段活動數據彙整 4-16
表 4.2-6　公路貨運服務碳足跡計算係數彙整表.....4-17
表 4.2-7　貨運服務資源使用的定義與計算原則.....4-18
表 4.2-8　公路貨運服務碳足跡計算手冊架構 4-19
表 4.3-1　B公司年度貨運服務量統計 4-21
表 4.3-2　數據等級分類 4-23
表 4.3-3　B公司碳足跡調查數據等級分類.....4-23
表 4.3-4　B公司 103 年常溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-24
表 4.3-5　B公司 104 年常溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-25
表 4.3-6　B公司 103 年低溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-26
表 4.3-7　B公司 104 年低溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-27
表 4.3-8　B公司 103 年與 104 年碳足跡比較 4-28
表 4.3-9　B公司常溫運輸主要溫室氣體排放來源 4-29
表 4.3-10　B公司常溫運輸數據品質投入產出資訊表.....4-30
表 4.3-11　B公司常溫運輸數據品質查核.....4-32
表 4.3-12　B公司低溫運輸主要溫室氣體排放來源 4-33
表 4.3-13　B公司低溫運輸數據品質投入產出資訊表.....4-34
表 4.3-14　B公司低溫運輸數據品質查核.....4-36
表 4.3-15　B公司常溫運輸車輛樣本檢核情形 4-38
表 4.3-16　B公司低溫運輸車輛樣本檢核情形 4-38
表 4.3-17　B公司常溫運輸車輛碳足跡係數.....4-39
表 4.3-18　B公司低溫運輸車輛碳足跡係數.....4-41

表 4.3-19 營業大貨車與小貨車運輸服務數據品質投入產出資訊表 4-44
表 4.3-20 營業大貨車與小貨車運輸服務數據品質查核 4-45
表 4.3-21 C公司年度貨運服務量統計 4-46
表 4.3-22 C公司 104 年常溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-47
表 4.3-23 C公司 104 年低溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-49
表 4.3-24 C公司常溫運輸主要溫室氣體排放來源 4-50
表 4.3-25 C公司常溫運輸數據品質查核.....4-50
表 4.3-26 C公司低溫運輸主要溫室氣體排放來源 4-51
表 4.3-27 C公司低溫運輸數據品質查核.....4-51
表 4.3-28 C公司常溫運輸車輛樣本檢核情形 4-52
表 4.3-29 C公司低溫運輸車輛樣本檢核情形 4-53
表 4.3-30 C公司常溫運輸車輛碳足跡係數.....4-53
表 4.3-31 C公司低溫運輸車輛碳足跡係數.....4-56
表 4.3-32 D公司年度貨運服務量統計.....4-59
表 4.3-33 D公司 104 年多溫層運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例.....4-60
表 4.3-34 D公司常溫運輸主要溫室氣體排放來源 4-61
表 4.3-35 D公司常溫運輸數據品質查核 4-61
表 4.3-36 D公司多溫層運輸車輛碳足跡係數 4-62
表 4.4-1 公路貨運服務碳足跡調查結果彙整 4-64
表 4.4-2 公路貨運服務碳足跡調查結果與委外運輸排放量占比.....4-65
表 4.4-3 常溫貨車碳足跡排放係數彙整 4-66
表 4.4-4 常溫貨車碳足跡公用係數建議值.....4-67
表 4.4-5 低溫貨車碳足跡公用係數 4-69
表 4.4-6 多溫層貨車碳足跡公用係數.....4-70
表 4.5-1 公路貨運服務碳足跡係數調查彙整表.....4-72
表 5.1-1 我國環保署碳足跡產品類別規則章節架構.....5-4
表 5.1-2 利害相關者諮商暨專家學者研商會議辦理情形與議程.....5-7
表 5.1-3 利害相關者諮商暨專家學者研商會議與會代表.....5-8
表 5.2-1 溫室氣體盤查計算工具表單規劃.....5-13

表 5.2-2　溫室氣體盤查計算工具表單欄位規劃.....5-14
表 5.2-3　碳足跡計算工具表單規劃 5-19
表 5.2-4　碳足跡計算工具表單欄位規劃 5-20
表 5.3-1　臺北國際發明暨技術交易展能源國家型計畫成果發表 5-26
表 5.3-2　成果發表會議程.....5-27
表 5.3-3　成果發表會問卷內容 5-29
表 6.1-1　公路貨運服務碳足跡係數調查彙整表.....6-5

圖目錄

圖 1.4-1　研究流程圖.....1-7
圖 2.1-1　國內外碳管理進程與規範關係圖.....2-1
圖 2.1-2　我國政府因應國際氣候談判之進程.....2-5
圖 2.1-3　溫管法規定之政府機關權責示意圖.....2-6
圖 2.1-4　交通部管轄之行業分類.....2-15
圖 2.1-5　ISO/TS 14067 : 2013 發展現況.....2-19
圖 2.1-6　ISO 14067 發展現況.....2-19
圖 2.1-7　國際間碳足跡相關標準發展進程示意圖.....2-20
圖 2.1-8　環保署本土碳足跡排放係數資料庫建置內容規劃.....2-21
圖 2.2-1　英國碳標籤制度推動架構.....2-28
圖 2.2-2　英國Carbon Trust二氧化碳測量標籤與減量標籤.....2-29
圖 2.2-3　日本碳足跡制度建置之流程.....2-30
圖 2.2-4　日本兩種形式碳標籤.....2-31
圖 2.2-5　韓國碳標籤的營運模式.....2-32
圖 2.2-6　韓國碳標籤.....2-33
圖 2.2-7　韓國低碳與減碳標籤.....2-33
圖 2.2-8　韓國產品碳中和標籤.....2-33
圖 2.2-9　泰國CoolMode標籤.....2-34
圖 2.2-10　泰國產品碳標籤.....2-35
圖 2.2-11　泰國產品減碳標籤.....2-36
圖 2.2-12　泰國組織碳標籤.....2-36
圖 2.2-13　加拿大Carbon Counted碳標籤.....2-37
圖 2.2-14　歐盟Carbon Labels碳標籤.....2-38
圖 2.2-15　德國-Product Carbon Footprint碳標籤.....2-39
圖 2.2-16　瑞士-Climatop碳標籤.....2-40
圖 2.2-17　香港碳標籤.....2-41
圖 2.2-18　我國碳足跡到碳標籤之流程.....2-47

圖 2.2-19 我國碳標籤圖示.....2-50
圖 2.2-20 等效規則/單方面認證之可行性方案 2-51
圖 2.2-21 歐萊德茶樹洗髮精(1000ml) 2-52
圖 2.3-1 全球運輸部門排放占比分析.....2-55
圖 2.3-2 各國貨運及非貨運公路運輸排放占比分析.....2-56
圖 2.3-3 運輸部門 1990 年及 2012 年各類別排碳量占比分析.....2-56
圖 2.3-4 我國運輸部門 1990 年及 2012 年、2013 年各類別排碳量占比分析
.....2-57
圖 2.3-5 我國運輸部門 2013 年各類別排碳量占比 2-60
圖 2.3-6 EN 16258 分配方法計算案例 1.....2-61
圖 2.3-7 EN 16258 分配方法計算案例 2.....2-62
圖 2.3-8 不同負載因子之柴油貨車、火車與海運排放係數 2-64
圖 2.3-9 公路貨運服務相關CPC分類架構圖.....2-67
圖 2.3-10 道路貨運服務(冷藏食品與肉品)PCR邊界(UN CPC 6511) 2-68
圖 2.3-11 郵件服務PCR邊界(UN CPC 6811) 2-69
圖 2.3-12 日本搬家服務CFP-PCR邊界.....2-70
圖 2.3-13 我國旅客運輸服務CFP-PCR邊界.....2-71
圖 2.4-1 COFRET計畫執行分組架構圖 2-73
圖 2.4-2 貨物運輸碳足跡及COFRET計畫計算範圍界定示意圖.....2-73
圖 2.4-3 COFRET計畫供應鏈元件分析圖 2-74
圖 2.4-4 德莎案例貨運路線圖 2-76
圖 2.4-5 德莎案例運輸供應鏈 2-76
圖 2.4-6 德莎案例之TTW及WTW二氧化碳排放當量 2-77
圖 2.4-7 德莎案例之TTW及WTW能源消耗量.....2-78
圖 2.4-8 US EPA SmartWay計畫載貨卡車業者專頁 2-80
圖 2.4-9 US EPA SmartWay計畫 2014 年資料蒐集工具.....2-81
圖 2.5-1 綠色貨車技術示意圖 2-85
圖 2.5-2 巴西車輛運輸排放量分布及貨車運輸占比.....2-86
圖 2.5-3 巴西貨運服務車輛減碳技術示意圖 2-87

圖 2.5-4　冷藏車廂空調循環模式 2-89
圖 2.5-5　多溫層車廂空調循環模式 2-89
圖 2.5-6　全溫層保鮮配送服務Total Solution 2-97
圖 2.5-7　我國導入低溫設備之冷鏈物流技術案例 2-98
圖 2.6-1　103 年汽車貨運平均運距 2-100
圖 2.6-2　公路客貨運業-營業大貨車(含貨運曳引車)能源密集度 2-102
圖 3.1-1　前 20 大貨運公司車輛「燃料類別」、「車身式樣」與「保溫或冷凍設備」之比例.....3-3
圖 3.1-2　前 20 大貨運公司車輛「車齡」、「排氣量」、「總重」、「車重」與「載重」之分布 3-4
圖 3.1-3　國內公路貨運車隊盤查及調查對象篩選原則 3-6
圖 3.2-1　溫室氣體盤查與登錄指引盤查作業流程 3-10
圖 3.2-2　環保署國家溫室氣體登錄平臺系統圖.....3-12
圖 3.2-3　盤查工作流程圖.....3-15
圖 3.2-4　貨運業者之輸配送系統模式.....3-16
圖 3.3-1　B公司 103 年度溫室氣體排放分布 3-30
圖 3.3-2　C公司 104 年溫室氣體排放分布 3-35
圖 3.3-3　C公司 104 年溫室氣體排放分布(依營業所類型) 3-36
圖 3.3-4　C公司 104 年北區營業所溫室氣體排放分析 3-36
圖 3.3-5　C公司 104 年桃竹區營業所溫室氣體排放分析.....3-37
圖 3.3-6　C公司 104 年南區營業所溫室氣體排放分析 3-37
圖 3.3-7　D公司 104 年度溫室氣體排放分布 3-42
圖 3.3-8　2 年度配合調查業者溫室氣體排放及車隊規模 3-43
圖 3.3-9　2 年度配合調查業者溫室氣體排放範疇比例.....3-43
圖 3.3-10　2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源比較.....3-44
圖 3.3-11　2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源比例.....3-44
圖 3.4-1　系統檢討改善架構圖 3-45
圖 3.4-2　空調、冷藏冷凍系統現況 3-48
圖 3.4-3　照明系統現況.....3-49

圖 3.4-4　經濟部能源局公告之無風管空氣調節機容許耗用能源基準 3-52
圖 3.4-5　經濟部能源局公告之能源效率分級標示標準 3-52
圖 3.4-6　經濟部能源局公告之能源效率分級標示標章 3-52
圖 4.2-1　公路貨運服務碳足跡計算邊界 4-11
圖 4.2-2　公路貨運服務運輸模式 4-13
圖 4.2-3　貨運服務量(F_B)之距離矩陣及重量矩陣內涵 4-15
圖 4.2-4　路線貨運業營業據點所屬車輛之貨運服務量(F_C)計算概念圖 .4-15
圖 4.3-1　B公司貨運服務之體積與重量換算依據 4-20
圖 4.3-2　B公司碳足跡調查系統邊界範疇 4-22
圖 4.3-3　B公司 103 年常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段) 4-25
圖 4.3-4　B公司 104 年常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段) 4-25
圖 4.3-5　B公司 103 年低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段) 4-27
圖 4.3-6　B公司 104 年低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段) 4-27
圖 4.3-7　B公司 103 年與 104 年常溫運輸各生命週期階段排放量.....4-28
圖 4.3-8　B公司 103 年與 104 年低溫運輸各生命週期階段排放量.....4-29
圖 4.3-9　B公司常溫運輸車輛能源使用效率情形 4-39
圖 4.3-10　B公司常溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸) 4-39
圖 4.3-11　B公司常溫運輸車輛碳足跡 4-40
圖 4.3-12　B公司常溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸).....4-40
圖 4.3-13　B公司低溫運輸車輛能源使用效率情形 4-41
圖 4.3-14　B公司低溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸) 4-42
圖 4.3-15　B公司低溫運輸車輛碳足跡 4-42
圖 4.3-16　B公司低溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸).....4-43
圖 4.3-17　C公司貨運服務之體積與重量換算依據 4-45
圖 4.3-18　C公司 104 年常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段) 4-48
圖 4.3-19　C公司 104 年低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段) 4-49
圖 4.3-20　C公司常溫運輸車輛能源使用效率情形 4-54
圖 4.3-21　C公司常溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸) 4-54
圖 4.3-22　C公司常溫運輸車輛碳足跡 4-55

圖 4.3-23 C公司常溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸).....4-55
圖 4.3-24 C公司低溫運輸車輛能源使用效率情形 4-56
圖 4.3-25 C公司低溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸) 4-57
圖 4.3-26 C公司低溫運輸車輛碳足跡 4-57
圖 4.3-27 C公司低溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸).....4-57
圖 4.3-28 D公司貨運服務之體積與重量換算依據 4-58
圖 4.3-29 D公司 104 年多溫層運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)...4-60
圖 4.3-30 D公司多溫層 3.49T運輸車輛碳足跡 4-63
圖 4.4-1 常溫 3.49T貨車碳足跡係數與裝載率關係(B公司) 4-67
圖 4.4-2 常溫 3.5~7.4T貨車碳足跡係數與裝載率關係(B公司).....4-67
圖 4.4-3 常溫 7.5~16T貨車碳足跡係數與裝載率關係(B公司).....4-68
圖 4.4-4 低溫 3.49T貨車碳足跡係數與裝載率關係(B公司) 4-69
圖 4.4-5 低溫 3.5~7.4T貨車碳足跡係數與裝載率關係(B公司).....4-69
圖 4.4-6 常溫 7.5~16T貨車碳足跡係數與裝載率關係(B公司).....4-70
圖 5.1-1 環保署碳足跡產品類別規則文件訂定流程.....5-3
圖 5.1-2 CFP-PCR制訂作業規劃 5-6
圖 5.2-1 溫室氣體盤查計算流程及表單設計規劃示意圖.....5-12
圖 5.2-2 碳足跡計算工具及表單設計流程規劃示意圖 5-18
圖 5.3-1 成果發表會辦理情形 5-28
圖 5.3-2 問卷調查身分類型統計 5-30
圖 5.3-3 知道取得碳標籤之產品與服務可納入政府機關優先採購範圍 5-31
圖 5.3-4 因應未來溫室氣體管制需主管機關協助事項 5-32
圖 5.3-5 提供節能減碳相關法規動態訊息細項需求.....5-32
圖 5.3-6 溫室氣體盤查工作技術輔導協助細項需求.....5-33
圖 5.3-7 申請環保署碳標籤技術輔導協助細項需求.....5-33
圖 5.3-8 車輛、廠房節能技術輔導協助細項需求 5-34
圖 5.3-9 法規與補助配套措施細項需求 5-34
圖 5.3-10 貨物運送貨品時優先選擇具有碳標籤的貨運業者執行.....5-35
圖 5.3-11 電子購物平台提供消費者自行選擇貨運業者提升業者之碳管理5-35

第一章 緒論

1.1 計畫緣起與目的

自 1992 年聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)通過後，各國政府與民間組織持續推動溫室氣體減量與能源管理相關措施。我國溫室氣體減量及管理法[1]於 104 年 7 月公布並明訂國家溫室氣體在 2050 年排放量降為 2005 年 50%以下之長期減量目標。

依據國家溫室氣體清冊報告[2]，運輸部門排放量占 2013 年全國總溫室氣體排放量 14.06%，並以公路運輸排放為主(占 97.72%，不含電情況)。根據本所 104 年相關研究推估[3]國內運輸部門之各運具別二氧化碳排放量，貨運車輛溫室氣體排放量占公路系統總體排放量達 33.20%，其中大貨車(21.53%)與小貨車(11.67%)。

過去運輸部門之節能減碳政策多著重在推廣公共運輸，以移轉私人運具之使用旅次，對於貨物運輸車輛之節能減碳政策著墨不多。因應貨運車輛運輸減碳需求，且國內貨物運輸車輛之排碳量資料不足，有必要進行貨運車輛排碳量資料調查；另配合環保署推動產品碳足跡(Carbon Footprint)之相關發展，亦有必要建立各類運具之碳足跡公用係數，供廠商核算其產品碳足跡使用。

本計畫為 2 年期之研究，旨在蒐集及建置我國公路貨運服務碳足跡公用係數資料庫，並藉由計畫執行過程，建立公路貨運服務溫室氣體盤查方法及程序，以提供作為交通部或其它相關部會制定節能減碳策略之參考。第 1 年期(104 年)已完成國內外碳足跡之相關文獻蒐集、公路貨運服務溫室氣體盤查作業及手冊擬訂、公路貨運服務碳足跡調查，以及「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」研擬等工作。本年度持續蒐集、彙整及調查相關資料，並建置簡易計算工具，以使研究成果更完整，且利於推廣溫室氣體減量工作，同時本計畫將向環保署申請公路貨運服務碳足跡產品類別規則

(Product-Category Rules, PCR)，完成公路貨運服務碳足跡公用係數資料提供、溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具建置，並辦理成果發表會。

1.2 研究範圍與對象

本計畫 104 年度已參考我國溫室氣體量化規範，與歐盟 EN 16258 運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學之分配方法、UN CPC 6511 道路貨運服務產品類別規則，確認運輸服務計算範疇及功能單位。並依據國內業者營運特性，提出整車運輸與零擔運輸之貨運服務量計算方式，完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則，經環保署審核通過，並於 105 年 9 月 14 日正式公布。

本年度研究範圍除持續進行國內外文獻蒐集分析，檢討修訂溫室氣體盤查手冊、公路貨運服務碳足跡計算手冊外，並將進行 3 家公路貨運服務業者車隊(營業大貨車及營業小貨車數量總和 450 輛以上)盤查，與營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業，調查對象除 104 年度另一家公路貨運業者外，再新增 2 家業者配合調查。

1.3 研究內容與工作項目

本計畫主要工作內容與工作項目說明如下：

1.文獻蒐集回顧：

(1)持續進行國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢資料蒐集。

(2)持續進行國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢資料蒐集。

(3)持續進行國內外運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算之方法、程序及案例評估方式資料蒐集。

(4)持續進行國內外公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢資料蒐集。

2.進行公路貨運服務溫室氣體盤查：

(1)依據環保署 2009 年編撰之「溫室氣體盤查與登錄指引」，至少完成 1 家公路貨運服務業者溫室氣體盤查。

(2)於實際進行盤查工作前擬訂工作計畫書，並於盤查作業開始前辦理 1

場次說明會。

(3)製作溫室氣體盤查報告書。

(4)依據盤查結果，研提內部診斷分析及改善建議。

(5)檢討修訂公路貨運服務溫室氣體盤查手冊。

3.進行公路貨運服務碳足跡調查計畫：

(1)依據環保署 2010 年公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行前項受盤查之公路貨運業者營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

(2)檢討修訂公路貨運服務碳足跡計算手冊。

(3)依據環保署 2014 年公告之「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)申請。

(4)完成營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡計算及完成數據品質查核。

(5)完成公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置，並將該係數資料庫整合至本所「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」資料庫。

4.建置公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具

針對公路貨運業者辦理組織型碳盤查及碳足跡計算時，可能需要載入的品項欄位、數據來源、常用係數、運算公式等項目，建立簡易計算工具，提供本所後續推廣應用及業者分析計算使用。

5.其它工作項目

(1)辦理本 2 年期計畫成果發表會 1 場次。

(2)本期研究成果投稿國內外期刊或學術研討會。

1.4 研究流程與方法步驟

本計畫以公路貨運服務業者為對象，進行公路貨運業者溫室氣體盤查與營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業；並參考國內外溫室氣體管理制度、碳足跡標示制度及運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算程序，研擬公路貨運服務溫室氣體盤查手冊、公路貨運服務碳足跡計算

手冊及公路貨運服務碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)，本年度除透過實際調查工作持續修訂相關文件外，並建置簡易計算工具、辦理成果發表會。

其中，本計畫於 104 年度完成之工作成果綜整說明如下：

1.貨運服務量計算方法確認

由國內外文獻資料蒐集彙整，參考歐盟 EN 16258 運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學之運輸服務分配方法、UN CPC 6511 道路貨運服務產品類別規則之貨運服務量計算方法，確認運輸服務量之計算方式，並以此貨運量及託運距離乘積的總和作為功能單位計算之依據。同時於 104 年計畫中依據國內業者營運特性，提出整車運輸與零擔運輸之貨運服務量計算方式，並針對路線貨運業者提供以營業所集貨與配貨統計量，以及營業所車輛行駛里程之貨運服務量簡化計算公式。

2.公路貨運服務範疇定義

針對我國公路貨運業者之營運模式，提出公路貨運服務溫室氣體排放計算範疇，並依據不同目的之管理需求分為組織碳盤查及碳足跡兩類，其差異在於組織碳盤查著重於貨運服務業者公司營運活動產生之排碳量計算，量化直接排放及能源間接溫室氣體排放量；而碳足跡則是以業者提供貨物運輸服務的角度，以全生命週期觀點計算排放量，內容包含自身與供應鏈之溫室氣體排碳量。

在運輸服務碳排放量之管制工作的推動上，以服務碳足跡的角度出發，包含原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等三個生命週期階段，運輸服務階段之委外運輸排放亦須量化計算，避免造成碳洩漏。貨物運輸過程委託其他運輸業者執行部分，建議應取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級活動數據；若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估，或應使用生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA)數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估。

在資本財與耗材的定義上，排除運輸車輛之車體製造與報廢、重大維修，要求量化車輛保養耗材，包括車輛保養與清潔所投入之資源。並要求量化業者提供之貨品的包裝耗材生產運輸與廢棄處理階段之排放量，排除貨品原有之包裝耗材、貨主自行包裝的包裝耗材。彙整專家學者與貨運業者意見，另針對貨運服務耗材之定義，除配送單外，業者提供與公路貨運服務相關之所有物品如棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務有關之必要物品視為資本財，不納入原料取得階段量化範疇，但報廢上述貨運服務耗材時，視為營運廢棄物產出量，應納入計算。

3.研究對象公路貨運服務碳足跡調查結果

A公司 103 年度常溫運輸碳足跡總量為 31,713.8 公噸CO_2e，單位排碳量為 1.37 kgCO_2e/噸-公里，委外運輸排放量占 40.9%；而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，占全生命週期 2.9%。低溫運輸碳足跡總量為 5,691,236 公噸CO_2e，單位排碳量為 2.69 kgCO_2e/噸-公里，委外運輸排放量占 21.8%；而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，占全生命週期 1.46%。

進一步分析運輸服務階段的排放情形，車輛與設備冷媒逸散之排放，營業場所固定設備燃油使用量亦相對較低。以該公司為例運輸車輛的燃油使用(包含委外運輸)對於碳足跡最大，分別占常溫運輸與低溫運輸碳足跡比例 78.07%、85.03%。本計畫受限於配合調查業者未針對冷凍設備單獨加掛電表，因此，在場站用電的分配上，以貨運服務量分配用電量無法實際呈現低溫運輸服務於場站停留時之溫室氣體排放量。

4.營業用大貨車與小貨車碳足跡計算

第一年度計畫配合調查之 2 家貨運業者規模與營運模式略有不同，A 公司提供之營運資料可分別計算零擔運輸貨車以及整車運輸貨車之碳足跡排放，B 公司車隊採用零擔運輸貨車進行碳足跡排放計算。兩家業者之營業車輛單位碳足跡皆有隨車輛總重的增加而有下降趨勢。

針對 2 家業者進行營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡計算，僅考

量自有車隊之營運資料，以車輛年度燃油用量計算溫室氣體排放總量，再透過該車輛年度行駛里程與平均載重進行計算，平均載重的計算方式係透過營業所平均裝載率與車輛載重的乘積。影響車輛碳足跡排放係數的變因，主要為不同車重的油耗表現及裝載率，其中排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低，B公司車輛排放係數與車重的乘冪相關，常溫車輛與低溫車輛R^2分別為 0.46 與 0.82。車輛裝載率與排放係數之大致為線性關係，A公司R^2值約在 0.21~0.49，B公司R^2值約在 0.39~0.53，相關性並不顯著。

5.提出公路貨運服務溫室氣體盤查與碳足跡計算文件與會議辦理

依據環保署 103 年 9 月 1 日修訂「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，研擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則。適用範圍包括我國公路法第 34 條公路汽車運輸規範之分類營運業別為:汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業，其所屬之中華民國行業標準編號為 4940 汽車貨運業。產品類別規則功能單位統一採用延噸公里，業者可透過貨物體積與重量之物理性質代表性，提供預期使用者不同宣告單位。其宣告單位有以下幾項：每貨櫃-每公里、每車-每公里、每件-每公里、每體積-每公里或其他，並依照貨櫃規格、車輛噸數、物件尺寸(規格)等資訊附註於宣告單位之後。

同時本計畫完成「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」及「公路貨運服務碳足跡計算手冊」，分別於 104 年 10 月 5 日及 10 月 12 日辦理專家學者座談會與「研訂公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)草案」專家學者座談會，蒐集各界意見。

綜合本計畫 104 年完成之成果及工作項目，105 年度研究流程如圖 1.4-1 所示，並分為文獻蒐集與文件修訂，以及國內公路貨運業者實際調查 2 大類型工作。

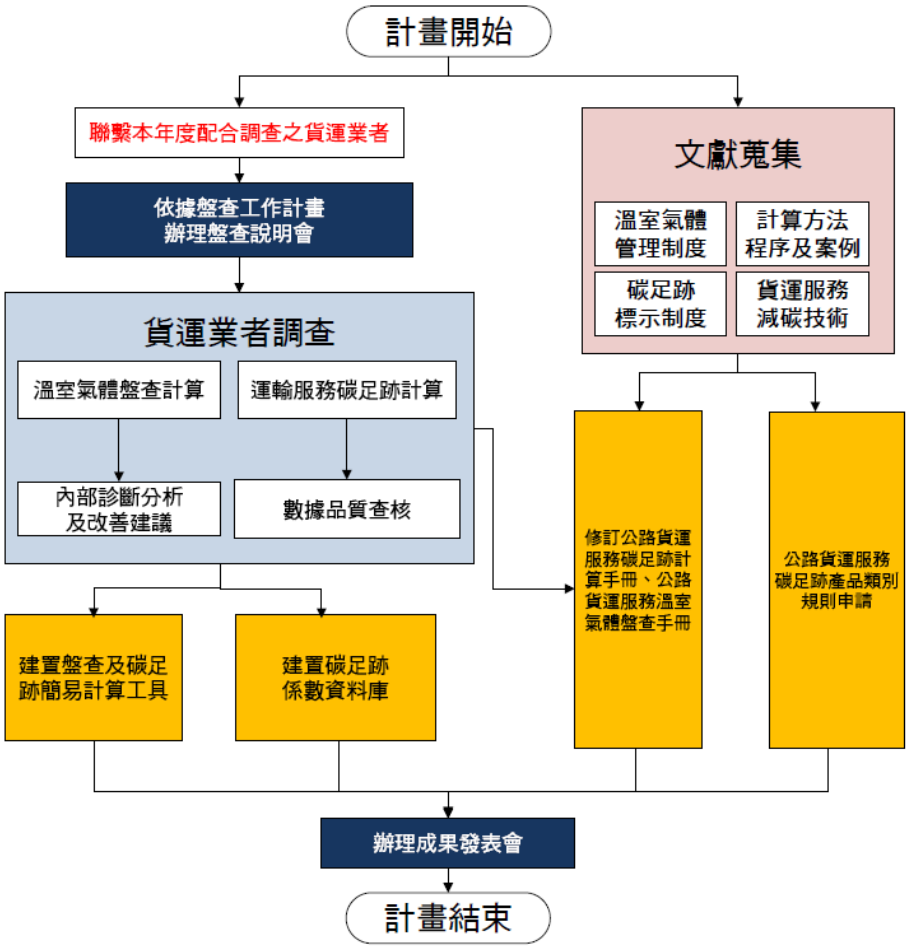


圖 1.4-1 研究流程圖

其中，文獻蒐集與文件修訂部分，蒐集彙整國內外溫室氣體管理制度、碳足跡標示制度及運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算程序、減量技術相關文獻，持續掌握國內外溫室氣體發展趨勢，彙整最新資料撰寫報導文章；本年度並持續修訂 104 年計畫產出之相關文件，並向環保署提出公路貨運服務碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)申請。

實際調查公路貨運業者溫室氣體排放部分，本年度針對 104 度有意願參與計畫調查之業者，先行瞭解其組織營運情形並擬訂盤查工作計畫書，

透過盤查作業開始前說明會辦理，啟動溫室氣體盤查工作。在進行公路貨運服務業者組織溫室氣體盤查同時，亦同步進行大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。溫室氣體盤查結果將進行內部診斷分析及改善建議，納入溫室氣體盤查報告書製作。經完成營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡計算後，將進行數據品質查核，並完成 2 年度調查結果之公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置。同時，本計畫於 11 月舉辦 2 年期計畫成果發表會，公開各項研究成果並表揚配合調查之業者，分享執行經驗。

以下即針對 105 年度各細部步驟和執行方法進行說明：

1.文獻蒐集與文件修訂

(1)文獻蒐集回顧與評析

本年度文獻蒐集包括國內外溫室氣體管理制度、國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢、國內外運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算之方法、程序及案例評估方式，以及國內外公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢四部分。

溫室氣體計量主要包含組織碳盤查及碳足跡兩類，其差異在於組織碳盤查著重於組織本身可控制之排放量計算，主要計算直接碳排放及能源間接碳排放，依循 ISO 14064 系列標準(ISO 14064-1、ISO 14064-2)提供有效測量溫室氣體排放，評估減量衝擊的方法。

而碳足跡計算則是以產品或服務的角度，計算所提供之產品或服務之碳排放量,是以全生命週期觀點計算排放量,內容包含直接排放、能源間接溫室氣體及其他間接排放。目前國際上除英國訂定之 PAS 2050 標準外，尚有日本依據產品碳足跡評估與標示之一般原則所訂之技術規範(TSQ 0010)及我國環保署於 2010 年公告之產品與服務碳足跡計算指引。國際標準組織有感於碳足跡議題的重要性，研擬多時的碳足跡標準：ISO 14067，因為條文近似 ISO 14040 和 14044，被質疑內容要求不夠明確作為量化或溝通的查證規範，而未能通過表決。故先於 102 年 5 月 21 日以技術規範(Technical Specification，縮寫為 TS)

的型式，公告 ISO/TS 14067 產品碳足跡量化與溝通標準原則、要求與指引成為目前國際最新的碳足跡評估準則。

目前國際上運輸碳排放大都以計算燃料使用直接燃燒排放為主，以歐盟 EN 16258 運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學為國際主要物流業者計算溫室氣體排放的依據，DHL 與 UPS 兩間公司據以提供顧客詳細的碳排放報告，並依據顧客需求，可提供碳中和運輸服務，消費者可透過選擇綠色運輸方案降低其託運貨物過程之溫室氣體排放。本年度將持續更新國內外最新資訊。

(2)第一年度文件修訂

本計畫 104 年度已完成之文件包括「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」、「公路貨運服務碳足跡計算手冊」，以及「公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)(草案)」，並已於 104 年 10 月 5 日、12 日辦理專家學者座談會，本年度將向環保署申請碳足跡產品類別規則，並配合其審查舉辦相關會議，持續蒐集各界意見進行修訂。另外，將依據第 2 年度調查經驗修訂溫室氣體盤查手冊、公路貨運服務碳足跡計算手冊，並於手冊中補充公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡簡易計算工具之運用說明。

2.國內公路貨運業者調查工作

本計畫第一年度計畫中已篩選出國內貨運服務業車隊規模 450 輛以上之 4 家公路貨運業者，並依據業者意願分為 2 組進行調查。

(1)公路貨運服務溫室氣體盤查

盤查工作計畫書以 ISO 14064-1 及環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」為基礎，內容分為邊界設定、擬定基準年、排放源鑑別、活動強度資料蒐集、參數(排放係數)選用及排放量計算，並透過說明會辦理啟動溫室氣體盤查工作，以提升溫室氣體盤查完整性。

根據貨運業者的作業性質，應納入盤查之直接排放源(範疇一)包括：車輛燃料、緊急發電機燃料、冷媒與化糞池逸散等；能源間接排

放源(範疇二)：主要為外購電力；及其他間接排放源(範疇三)如：委外車輛運輸之燃料使用、廢棄物委外處理之能源使用等。由於本計畫之溫室氣體盤查工作搭配碳足跡調查，本階段同步進行運輸服務之相關耗材與活動強度資料收集。

活動強度資料蒐集包含佐證及使用資料，以取得真實之活動量，並依據國家溫室氣體登錄平台中公告之最新溫室氣體排放係數管理表選擇一致且適當的排碳係數，進行排碳量計算。

盤查結果除製作溫室氣體盤查報告書外，並針對主要排放源進行分析，提出內部診斷分析及改善建議；並蒐集減碳技術文件，提供業者參考。

(2)公路貨運服務碳足跡調查

本計畫依據環保署 2010 年公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行前項受盤查之公路貨運業者營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查，並依據原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等三個生命週期階段進行碳足跡量化。

為避免碳洩漏，運輸服務階段之委外運輸排放亦須量化計算。貨物運輸過程委託其他運輸業者執行部分，建議應取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級活動數據；若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估，或應使用 LCA 數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估。

完成營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡計算後，則依據「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」之規定進行數據品質查核，數據品質分為「高品質」、「基本品質」和「初估品質」等三個等級。

(3)建置公路貨運服務碳足跡係數資料庫與溫氣體盤查及碳足跡簡易計算工具

本計畫於完成營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡計算與

數據品質查核後，彙整 2 年度研究成果，依據影響貨車碳足跡的車輛總重與功能，作為分組依據建置公路貨運服務碳足跡係數資料庫，並將該係數資料庫整合至本所「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」資料庫。

為提供國內業者未來自行調查時可應用參考，本年度將彙整 2 年度之案例輔導成果，建立溫氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具，內建運算公式、排放係數之 EXCEL 表單的方式，提升業者自主盤查意願。

3.辦理成果發表會

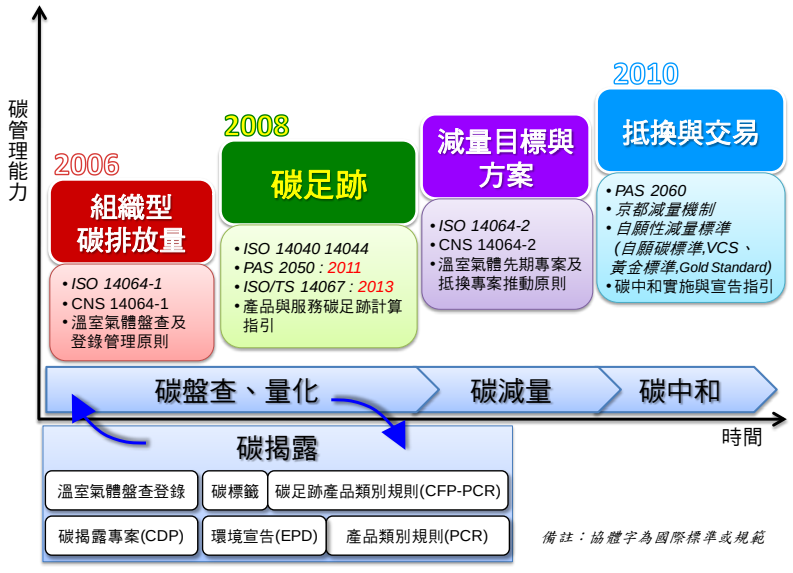
本計畫 2 年期研究成果與產出文件，於 105 年 11 月辦理成果發表會，可作為因應「溫室氣體減量及管理法」第 14 條：目的事業主管機關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、查證、登錄、減量及參與國內或國際合作執行抵換專案。」運輸部門輔導業者之參據。

第二章 文獻回顧

本章文獻回顧內容主要包括：國內外溫室氣體管理制度發展趨勢、碳足跡標示制度發展趨勢、運輸部門與貨物運輸服務碳管理發展現況及案例、公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢，以及我國公路貨運背景資料蒐集等。

2.1 國內外溫室氣體管理制度發展趨勢

自 1992 年聯合國「氣候變化綱要公約」(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)通過後，各國政府與民間組織持續推動溫室氣體減量與能源管理相關措施。國際間碳管理趨勢係由碳排放正確量化開始，進而依據量化結果，合理訂定減量目標、發展減量計畫，並持續以碳中和為目標尋求碳抵換或交易，以達成特定邊界內整體零淨排放的境界；此進程可簡化繪製如圖 2.1-1 所示。



圖片來源：本計畫整理

圖 2.1-1 國內外碳管理進程與規範關係圖

其中，碳排放與減碳量化應以邊界設定開始，逐步發展出碳排放量計算方法與工具，並選擇適當案例持續進行回饋與檢討。此外，碳管理不僅是前述的盤查、減量與中和三部分，在盤查量化的過程中，無論是執行組

織碳盤查或碳足跡量化計算，皆應思考以適當的碳揭露方式，公開組織或產品與服務之碳排放資訊，作為社會溝通、訂定減量目標與減量承諾的基礎。

2.1.1 溫室氣體管理制度發展趨勢

1.國際溫室氣體排放管制趨勢

1992 年聯合國通過「氣候變化綱要公約」之目標為「將大氣中溫室氣體的濃度穩定在防止氣候系統受到人為干擾的危險水準之上」，並於 1994 年 3 月生效，其後每年一度的公約締約國大會(Conference of the Parties, COP)，為近 200 個締約國提供談判磋商的平臺。

其中 1997 年氣候變化綱要公約第 3 次締約國大會為落實溫室氣體排放管制工作，通過具有約束效力的京都議定書(Kyoto Protocol)，確認附件一國家(已開發國家)之溫室氣體排放量須於 2008-2012 年間回歸至 1990 年水準平均再減 5.2%，而非附件一國家(開發中國家)則暫不承擔減量義務。遲至 2005 年 2 月才正式通過生效門檻的京都議定書，並沒有實際約束效果，導致 2012 年議定書到期時，多數國家無法達成當初的減量承諾。2012 年於杜哈舉行的第 18 次締約國大會(COP18)決議將於該年失效的京都議定書延長至 2020 年。

2015 年 12 月於巴黎舉行的第 21 次締約國大會(COP21)則有具體的進展，共有 187 個國家遞交「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)，涵蓋全球 98％以上的排碳量。COP21 並通過了巴黎協定，29 項條文中包含減緩、調適、損失與損害補償、能力建構、資金、技術發展移轉等六大元素，各國提交國家自主貢獻允許在不同國情下，考量共同但有區別的責任，更確立每 5 年滾動式檢討的機制。

在簽署國的減量責任上，有別於京都議定書採用由上而下(top-down)的方式分配各國的減量責任，改以明訂簽署國可依據各國衡量自身可行減量貢獻後提交「國家自定預期貢獻」(Nationally Determined Contribution,

NDC)。已開發國家應作為表率提交絕對減量目標，且加強協助開發中國家將有助於提高其減量貢獻；開發中國家則應加強減量，並於不同國情下鼓勵邁向絕對減量或限制排放目標；而對低度開發國家、小島開發中國家則允許其依國情提交低排放發展的策略行動。

巴黎協定的生效門檻為不少於 55 個公約締約方，且溫室氣體排放量總和需達全球排放量的 55%，並已於 2016 年 11 月 4 日正式生效。各國必須向聯合國提出涵蓋至 2030 年的國家自主貢獻，並於 2050 年後達成人為溫室氣體排放與碳匯移除量平衡。

國家自定預期貢獻(NDCs)本質上屬於由下而上(bottom-up)的評估，除了較具實務上之可行性外，每五年一次的檢核機制也容許各國動態檢視減量貢獻之彈性，更有利於各國務實地逐步實踐自提的減量貢獻，包括我國在內部分國家已將溫室氣體減量目標納入法規規範，彙整如表 2.1-1 所示。

表 2.1-1 減碳目標入法之國家彙整[4]

國家		法案名稱	法定目標	目標調整彈性機制
附件一國家	歐盟	2009 年氣候能源包裹指令	2020 年較 1990 年低 20%(呼應哥本哈根協議)	無。
	瑞士	2013 年二氧化碳法	2020 年較 1990 年低 20%	無。若未達成則請聯邦議會提供其他減量措施。
	英國	2008 年氣候變遷法	2050 年較 1990 年低 80%(具目標修正機制)	有。國務卿可視科技發展、法規或政策需要調整。
	澳洲	2011 年潔淨能源包裹法案	2050 年較 2000 年低 80%(具目標修正機制)	有。氣候變遷專責機構定期審查並可修改。
非附件一國家	墨西哥	2012 年氣候變遷法	2050 年較 2000 年低 50%(具目標修正機制)	有。氣候變遷秘書處至少每 10 年及每 6 年檢視氣候變遷減緩與調適執行狀況，適時更新情境、方案、對象及目標。
	臺灣	2015 年溫室氣體減量及管理法	2050 年較 2005 年低 50%(具目標修正機制)	有。參酌聯合國氣候變化綱要公約與其協議或相關國際公約決議事項及國內情勢變化，適時調整目標及定期檢討之機制。此外，行政院得參酌 104 年聯合國氣候變化綱要公約會議及其相關決議作必要之調整。

資料來源：行政院環境保護署，溫室氣體減量及管理法專區

世界資源協會(World Resource Institute, WRI)與世界企業永續發展協會(World Business Council for Sustainable Development, WBCSD)在1998年共同發起溫室氣體盤查議定書倡議行動(GHG Protocol Initiative)，並在 2001 年公布溫室氣體盤查議定書：企業溫室氣體會計與報告標準(The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard)，成為全球企業組織推動組織型碳盤查的重要參考文件。

考量溫室氣體排放議題日漸受到重視，國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)開始研議將溫室氣體排放管制納入組織的環境政策當中，以整體地管制組織所造成的各式環境衝擊；為此，盤查作業即被列入 ISO 14000 環境管理系統系列標準中作進一步規範。而後於 2006 年即針對溫室氣體盤查作業的設計、發展、管理與報告原則，推出可供各級組織針對溫室氣體盤查作業程序與結果報告參考或驗證的「ISO 14064 溫室氣體盤查標準」。

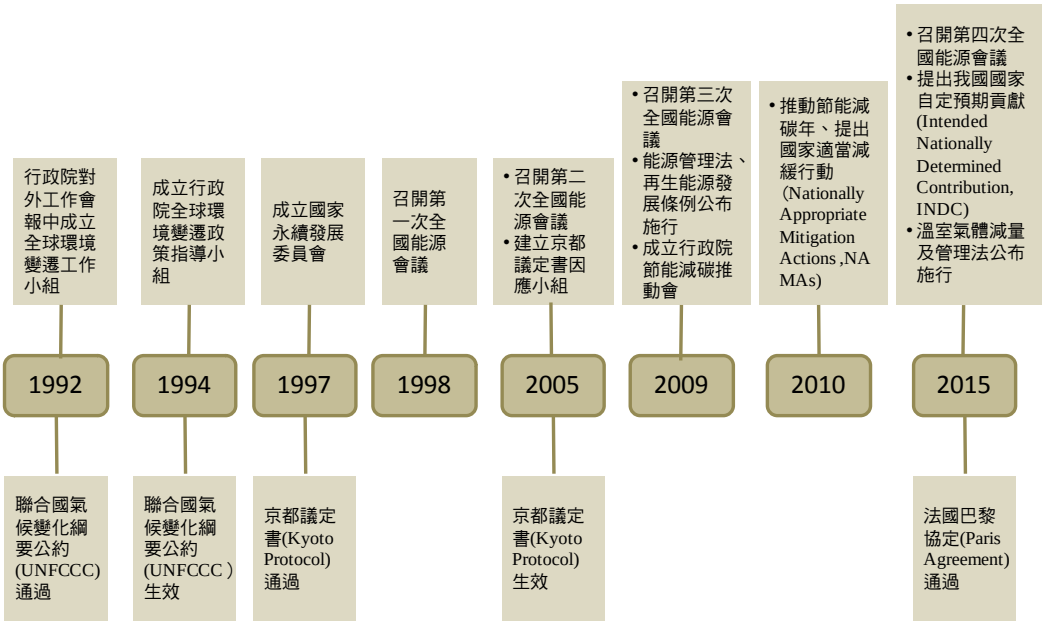
ISO 14064 系列標準(ISO 14064-1[5]、ISO 14064-2[6]、ISO 14064-3[7])提供有效測量溫室氣體排放，評估減量衝擊的方法。內容包括：決定溫室氣體排放邊界、量化溫室氣體排放與移除，以及鑑別為改善溫室氣體的特定計畫之要求事項。藉由一致性的溫室氣體定量、監控、報告與查證，可幫助組織辨認並實行溫室氣體的相關管理責任，增強未來排放權交易信用的可行性。並讓溫室氣體的限額或儲存量更易於交換，易於支援溫室氣體計畫的設計、發展與實施。1、2、3 三部分即分別是針對設計與發展組織溫室氣體盤查、設計與實施溫室氣體減量專案，及前兩部分確查證程序的規範與指南。組織必須依據該標準進行溫室氣體排放盤查，並將結果納入遵照ISO 14001 標準所建立之環境管理系統，啟動並持續進行溫室氣體排放量改善或遏制行動。

2.我國溫室氣體排放管制

依國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2015 年「世界主要能源統計」[8]，臺灣 2013 年燃料燃燒所產生的二氧化碳排放量，占全

球總排放量 0.77%，居全球第 24 位，人均排碳量約 10.63 公噸，全球排名 20。雖因政治因素無法參與UNFCCC，也未被京都議定書所規範，但政府單位與民間團體仍積極主動參與各年度大會(COP、CMP)，並針對各項國際管制策略與減量目標進行國家策略與目標之研訂(如圖 3.1-2)。其中配合聯合國氣候變化綱要公約第 21 次締約國大會(COP21)之推動，環保署於 2015 年 9 月 17 日在行政院院會提報我國「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)[9]，設定 2030 年溫室氣體排放量為依現況發展趨勢推估情境(Business as Usual, BAU)減量 50%，相當於 2005 年排放量再減 20%。配合「溫室氣體減量及管理法」公布施行，此INDC設定的 2030 年排放量可作為在 2050 年將排放量降至 2005 年 50%以下的階段性目標。

我國自 2009 年起，行政院積極推動能源四法：能源管理法(2009.7.8)、再生能源發展條例(2009.7.8)、溫室氣體減量及管理法(2015.7.1)、能源稅條例，作為我國能源及節能減碳的政策法源依據，並陸續完成前 3 項法案的立法程序，我國溫室氣體減量已進入法制化階段。



資料來源：行政院環境保護署

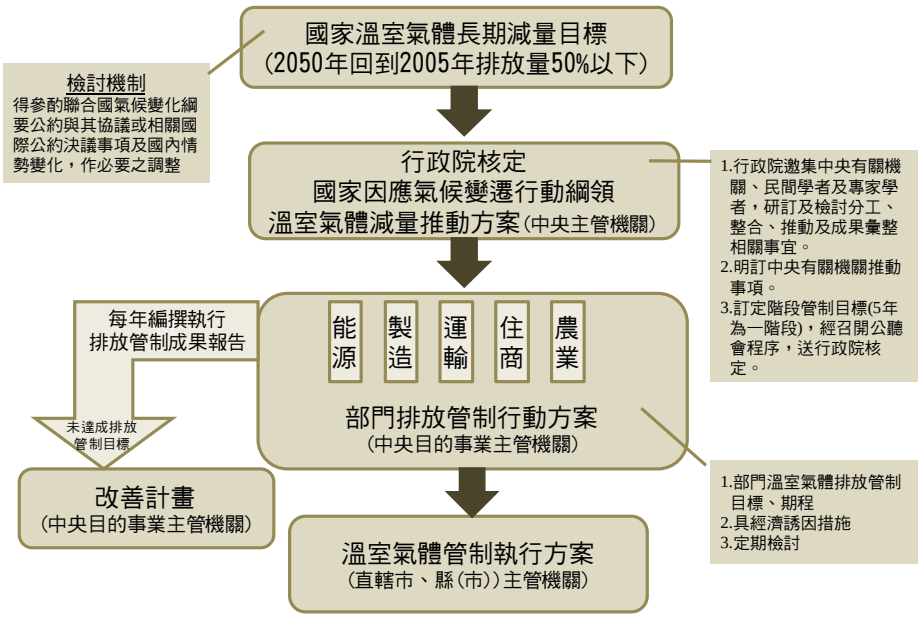
圖 2.1-2 我國政府因應國際氣候談判之進程

其中「溫室氣體減量及管理法」[1] (以下簡稱溫管法)於 104 年 7 月 1

日公布施行，條文架構分為「總則」、「政府機關權責」、「減量對策」、「教育宣導與獎勵」、「罰則」與「附則」共 6 章 34 條，其內容簡述如下：

(1)總則：明訂溫室氣體種類包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫、三氟化氮及其他經中央主管機關公告者。並宣示國家溫室氣體長期減量目標，保留定期檢討、適時調整目標的彈性，明列政府相關法律與政策之規劃管理原則。依據環保署 103 年公告的國家溫室氣體清冊報告，我國 2005 年總溫室氣體排放量為 277 百萬噸,2050 年目標排放量須控制在 138.5 百萬噸之內，相當於 1990~1991 年之排放量。

(2)政府機關權責：中央主管機關為行政院環境保護署，於擬訂《國家因應氣候變遷行動綱領》及《溫室氣體減量推動方案》後，能源、製造、運輸、住商及農業等各部門之中央目的事業主管機關及地方政府，須對應提出溫室氣體排放管制行動方案。階段管制目標以 5 年為一階段，且每年定期向行政院報告階段管制目標執行狀況。政府機關權責如圖 2.1-3 所示。



資料來源：行政院環境保護署，溫室氣體減量及管理法專區

圖 2.1-3 溫管法規定之政府機關權責示意圖[4]

(3)減量對策：透過總量管制及排放交易制度的實施，納入總量管制之排放源，其溫室氣體排放額度將分階段從免費核配到有償配售。排放量超過其核配額度，得以執行先期專案、抵換專案、符合效能標準獎勵、交易或其他方式，取得排放額度以扣減抵銷其超額量。並成立溫室氣體管理基金，專供溫室氣體減量及氣候變遷調適之用。

(4)教育宣導與獎勵：明定應推展事項，以及推動績優單位應予獎勵或補助。

(5)罰則：除訂定違反相關條文之罰鍰外，並明訂每公噸超額量處碳市場價格 3 倍之罰鍰，以新臺幣 1,500 元/公噸為上限。登載不實情節重大者主管機關得要求違法廠商停止操作、停工、停業，並限制或停止碳交易。

(6)附則：自公布日施行，並由中央主管機關定施行細則。

溫室氣體總量管制目的係透過逐步落實排放量盤查、查證、登錄制度，並建立核配額、抵換、拍賣、配售及交易制度，達到減碳的終極目標。為此，於溫管法公告前，為鼓勵國內產業早期投入溫室氣體減量行動，環保署訂定「先期專案」與「抵換專案」，其中「先期專案」係針對鋼鐵、水泥、半導體、電力業及薄膜電晶體液晶顯示器業等業別公告其排放強度，企業屬前述公告之產業範疇，且其排放強度低於環保署公告值，則該企業可提出「先期專案」申請，經查驗機構查證與環保署審查通過後，取得環保署核發「先期專案減量額度」；而「抵換專案」則開放予不屬公告排放強度範疇之企業與單位，依聯合國清潔發展機制(CDM)及環保署認可之減量方法進行溫室氣體減量，並提出專案計畫書，經審議、確證、註冊等程序後，依計畫書執行減量活動，其執行減量成效經查驗機構查證與環保署審查通過後，取得環保署核發「抵換專案減量額度」。目前交通部門之相關企業並未申請「先期專案」與「抵換專案」之減量額度。

鼓勵性質之「先期專案」在溫管法公告後停止受理申請，惟企業已

取得之「先期專案減量額度」仍可持續使用，且「抵換專案」亦持續受理申請並增加「效能標準」，獎勵經公告之排放源，在被納入總量管制前進行溫室氣體減量(溫管法第 17 條)。「效能標準」係為依排放源別或事業別之設施、產品或其他單位用料或產出，公告容許排放之二氧化碳當量，較「先期專案」之排放強度擴大適用對象，惟相關認定細節，仍須待正式公告發佈再行確定。

而總量管制期間，允許排放源於一定期間排放二氧化碳當量的額度；此額度得取自政府之核配、拍賣、配售、先期專案、抵換專案、效能標準或交易，一單位之排放額度相當於允許排放一公噸之二氧化碳當量。為降低總量管制對各產業之衝擊，各產業應持續追蹤相關減量方案與制度，除可運用前述專案，執行溫室氣體減量工作以獲取減量額度外，亦可藉由自主減量行動進行因應，落實我國溫室氣體減量目標。目前環保署優先推動方向為將現有隸屬於空污法下之子法進行轉換，現階段公告與廢止的法規命令彙整如表 2.1-2 與表 2.1-3 所示。

表 2.1-2 我國溫室氣體管制相關法規命令公告情形彙整

類型	名稱	公告日期	說明
命令	溫室氣體減量及管理法施行細則	105.01.06	依溫管法第 33 條規定訂定
	一般廢棄物掩埋場降低溫室氣體排放獎勵辦法	104.12.25	依溫管法第 27 條第 2 項規定訂定
	溫室氣體抵換專案管理辦法	104.12.31	依溫管法第 22 條第 3 項規定訂定
	溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法	105.01.05	依溫管法第 16 條第 3 項規定訂定
	溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法	105.01.07	依溫管法第 16 條第 2 項規定訂定
	溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法	105.01.30	依溫管法第 19 條第 1、5 項規定訂定
	第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源	105.01.07	依溫管法第 16 條第 1 項規定訂定
行政規則	國家溫室氣體排放清冊審議會設置要點	105.10.11	確保國內部門及排放源類別之溫室氣體排放統計及其相關排放係數等之數據品質
	行政院環境保護署溫室氣體減量成效認可審議會設置要點	105.09.09	辦理抵換專案、符合效能標準獎勵及非總量管制公告之排放源自願減量申請之審議相關作業
	溫室氣體階段管制目標諮詢委員會設置要點	105.05.17	依溫管法第 11 條第 1 項規定訂定
行政函釋	委託執行「以書面審查、總部評鑑及見證評鑑方式，評估查驗機構有能力執行查驗業務之溫室氣體認證作業」	105.03.31	委託「財團法人全國認證基金會」執行至 107 年 5 月 8 日。
	(溫室氣體減量及管理法第 22 條)「溫室氣體抵換專案」之碳權歸屬相關事宜	105.05.31	碳權歸屬其應為專案申請者及其利害 相關者間之權益。

資料來源：本計畫整理

表 2.1-3 溫室氣體管制相關法規命令廢止情形彙整

類型	名稱	廢止日期	說明
排放量申報	溫室氣體排放量申報管理辦法	105.01.05	由「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」取代
	行政院環境保護署溫室氣體盤查及登錄管理原則	105.03.03	
	公私場所應申報溫室氣體排放量之固定污染源	105.01.07	由「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」取代
國家清冊	行政院環境保護署國家溫室氣體排放清冊審議會設置規範	105.11.07	由「國家溫室氣體排放清冊審議會設置要點」取代
減量額度相關	行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則 行政院環境保護署溫室氣體減量額度帳戶管理要點 行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案審議會設置要點 行政院環境保護署溫室氣體減量額度編碼格式 水泥業溫室氣體公告排放強度 半導體業溫室氣體公告排放強度 電力業溫室氣體公告排放強度 鋼鐵業溫室氣體公告排放強度 薄膜電晶體液晶顯示器業溫室氣體公告排放強度	104.12.31	由「溫室氣體抵換專案管理辦法」取代
檢驗測定及查驗機構管理	溫室氣體檢驗測定及查驗機構管理辦法 溫室氣體認證機構及查驗機構稽查作業原則	105.01.07	由「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」取代
	行政院環境保護署管理溫室氣體查驗機構作業原則	105.03.22	

資料來源：本計畫整理

3.運輸部門未來溫室氣體管制之影響

交通部為運輸部門之中央目的事業主管機關，運輸部門的溫室氣體排放係以燃料燃燒為主，能源需求主要包括汽柴油、液化石氣、航空燃油、水運燃油及電力。

現階段鐵路、航空、運輸業者規模達「能源管理法」之能源用戶規定者，應建立能源查核制度，並訂定節約能源目標及執行計畫。而我國汽車運輸業者需依據「汽車運輸業管理規則」定期提送統計報表，公路

主管機關可透過統計資料掌握整體貨運服務與能源使用情形。而在車輛管制部分，雖於能源管理法中授權訂定容許耗用能源之規定，但規範對象僅至小客貨兩用車及小貨車；目前我國大貨車之能耗規範仍在研商中尚未定案。相關管制情形彙整如表 2.1-4 所示。其中，彙整能源用戶之列管業者中鐵路、航空、運輸業者涵蓋情形共89處，補充說明於表2.1-5。

溫管法訂定國家減碳目標及各級政府機關之權責，其中目的事業主管機關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、查證、登錄、減量及參與國內或國際合作執行抵換專案。

環保署對於溫室氣體管理目標為先掌握我國溫室氣體排放基礎資料後，再據以訂定總量目標或是進行總量管制。依據 105 年 1 月 7 日公告之「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」規定，表 2.1-6 及圖 2.1-4 中之行業尚未列入管制對象，但後續列管對象勢必逐步增加、擴充。

交通主管機關應訂定適合運輸部門中各事業之溫室氣體排放量量化方法與原則，供國內業者依循，以為國內未來總量管制及排放交易制度的實施預作準備。

表 2.1-4 運輸業者能源與二氧化碳管理相關法規彙整

<table>
<tr><th>對象</th><th colspan="2">法規內容</th><th>管理面向與職掌</th></tr>
<tr><td rowspan="2">鐵路、航空、運輸業者</td><td>能源管理法</td><td>第 9 條：能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應建立能源查核制度，並訂定節約能源目標及執行計畫，報經中央主管機關核備並執行之。</td><td rowspan="2">中央主管機關為經濟部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。</td></tr>
<tr><td>公告能源供應事業及能源用戶達應辦理能源管理法規定事項之能源供應數量、使用數量基準及應儲存之安全存量</td><td>附表二：能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準<table><tr><td>燃料油</td><td>年使用量超過六千公秉</td></tr><tr><td>電能</td><td>契約用電容量超過八百瓩</td></tr><tr><td>裝設中央空氣調節系統</td><td>屬非生產性質且冷凍主機容量超過一百馬力</td></tr></table></td></tr>
<tr><td rowspan="4">運輸業者、
汽車製造或進口廠商</td><td>能源管理法</td><td>第 15 條：廠商製造或進口中央主管機關指定之車輛供國內使用者，其車輛之能源效率，應符合中央主管機關容許耗用能源之規定，並應標示能源耗用量及其效率。
不符合前項容許耗用能源規定之車輛，不准進口或在國內銷售。</td><td>中央主管機關為經濟部，以能源局為執行單位。</td></tr>
<tr><td>交通工具空氣污染物排放標準</td><td>第 9 條：自民國 104 年 1 月 1 日起針對新車型審驗、新車檢驗訂定二氧化碳之排放標準。</td><td>中央環境保護主管機關以二氧化碳排放管制以新車為主。</td></tr>
<tr><td>車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法</td><td>第 4 條：製造或進口汽(柴)油引擎之小客車(轎式、旅行式)應符合之耗用能源標準。
第 5 條：製造或進口之機器腳踏車應符合之耗能標準。
第 6 條：製造或進口汽(柴)油引擎之小貨車(總重量在二千五百公斤以下)、小客貨兩用車及小客車(非轎式、非旅行式)之耗用能源標準。</td><td>中央主管機關為經濟部，以能源局為執行單位。交通主管機關為交通部。
營業用大貨車訂定容許耗用能源之規定仍在研商階段。</td></tr>
<tr><td>汽車運輸業管理規則</td><td>第 24 條：汽車運輸業應按期將以下報表，送請公路主管機關查核：一、運輸成績月報表。二、車輛狀況月報表。三、員工統計年報表。四、燃料消耗統計年報表。五、核定經營路線者，行駛路線年報表。六、營業報告書。</td><td>公路主管機關透過統計資料掌握汽車運輸業貨運服務與能源使用情形。</td></tr>
</table>

資料來源：本計畫整理[10]

表 2.1-5 依據能源管理法應建立能源查核制度之運輸業者統計

用戶類別	用戶數	最大 (KW/年)	最小 (KW/年)	平均 (KW/年)
政府機關	4	7,330,400	5,740,000	6,375,350
航空站	7	204,919,761	4,416,480	41,985,260
捷運車站(含列車軌道用電)	16	133,626,474	35,708,896	58,123,939
港口碼頭	14	35,244,000	2,828,000	14,106,341
隧道及道路	3	22,044,800	3,841,200	10,113,967
鐵路列車 軌道用電	25	159,996,000	5,529,600	38,597,078
鐵路車站	13	41,444,000	3,035,000	12,827,846
鐵路車站(含列車軌道用電)	1	486,000	486,000	486,000
鐵路維修廠	5	6,655,200	1,304,400	4,006,620
其他	1	4,431,600	4,431,600	4,431,600

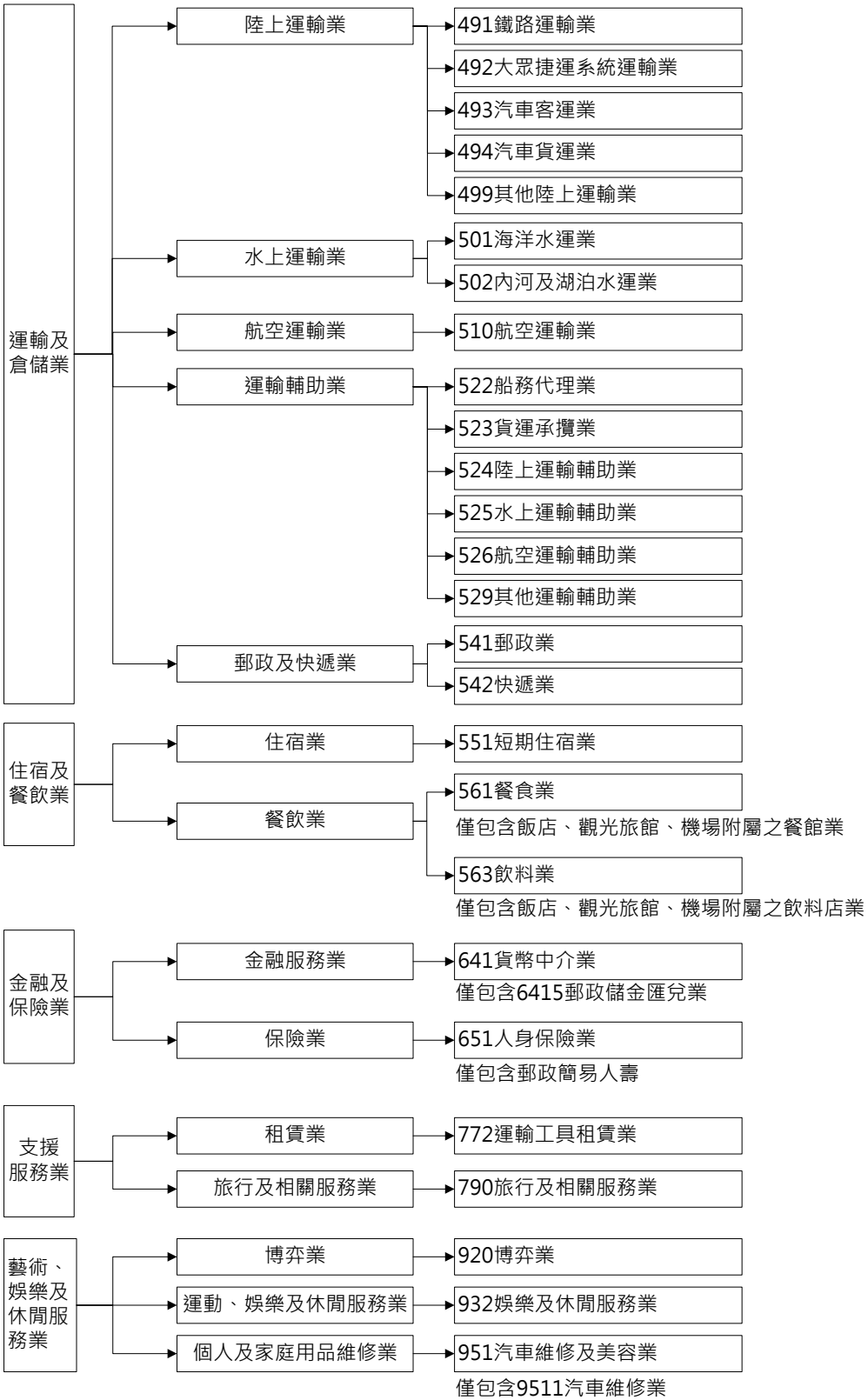
資料來源：本計畫整理

表 2.1-6 中央目的事業主管機關屬交通部之行業分類

分類編號		行業標準分類 (依105.01行政院主計總處分類)	中央目的事業主管機關
大類	小類		
H 運輸及倉儲業	491	鐵路運輸業	交通部
	492	大眾捷運系統運輸業	交通部
	493	汽車客運業	交通部
	494	汽車貨運業	交通部
	499	其他陸上運輸業	交通部
	501	海洋水運業	交通部
	502	內河及湖泊水運業	交通部
	510	航空運輸業	交通部
	522	船務代理業	交通部
	523	貨運承攬業	交通部
	524	陸上運輸輔助業	交通部、內政部
	525	水上運輸輔助業	交通部
	526	航空運輸輔助業	交通部
	529	其他運輸輔助業	交通部
	541	郵政業	交通部
	542	快遞業*	交通部
I 住宿及餐飲業	551	短期住宿業*	交通部
	561	餐食業*	**【飯店、觀光旅館、機場附屬之餐館業】：交通部** 【百貨業附屬之餐館業】：經濟部 【其他餐館業】：衛生福利部
	563*	飲料業*	**【飯店、觀光旅館、機場附屬之飲料店業】：交通部** 【百貨業附屬之飲料店業】：經濟部 【其他飲料店業】：衛生福利部
K 金融及保險業	641	貨幣中介業*	金融監督管理委員會 【農業金融機構】：行政院農業委員會 【郵局存款】：交通部
	651	人身保險業	金融監督管理委員會 **【郵政簡易人壽】：交通部**
N 支援服務業	772	運輸工具租賃業*	交通部
	790	旅行及相關服務業 *	交通部
R 藝術 娛樂及休閒服務業	920	博弈業	交通部
	932	娛樂及休閒服務業*	交通部
	951	汽車維修及美容業	**【汽車維修業】：內政部、交通部、經濟部** 【汽車美容業】：經濟部

註：*為行業標準分類代碼與名稱於 105.01 修正

資料來源：本計畫整理[11][12]



資料來源：本計畫整理[11][12]

圖 2.1-4 交通部管轄之行業分類

2.1.2 碳足跡發展趨勢

1.國際碳足跡管制

碳足跡(Carbon Footprint)之所以成為當前排碳量評量與削減的重要評估項目，主要是為了以污染者付費的觀念、釐清排碳量歸屬問題。2007年英國對於溫室氣體排放來源的調查[13]顯示，1992 年至 2004 年間，其全國溫室氣體排放量雖下降 5%，但若加入消費所導致的間接溫室氣體排放量，則其排放量反而增加 18%。為此，開始有以結合生命週期與碳排放量評估、釐清產品或活動全生命週期的溫室氣體排放量的方式，即所謂考量碳足跡的方法來檢視污染者與排放源。透過系統性及關聯性的全生命週期排碳量，掌握實際排放狀況，以有效促成節能減碳。

碳足跡的定義與評估方法，最早付諸於文字、形成規範，是在英國標準協會(British Standards Institution, BSI)、碳信託(Carbon Trust)和英國環境、食品與農村事務部(Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra)聯合發布的 PAS 2050：2008 商品和服務生命週期溫室氣體排放評估規範(Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services)中。

PAS 2050 屬於公開可取得規範(Publicly Available Specification)，為英國國家標準或國際標準制訂前的暫行性標準，通常 3 年後會再審查並確認下一個 3 年是否重新修訂為國家標準或撤銷，屆時若未成為正式的英國國家標準(BS)，將不再具有指引效力。然而在碳足跡議題持續受到關注，以及國際標準仍然無法推出的狀況下，英國標準協會遂於 2011 年 10 月份，參考碳足跡國際標準草案(ISO 14067 DIS 版)，推出 PAS 2050：2011，作為國際標準通過前，與未來的國際標準不至於差異過大的碳足跡評估參考標準。

PAS 2050[14]的內容重點與準則規範彙整如表 2.1-7，其特色在於以標準化的方法，作為產品和服務之生命週期溫室氣體排放量的評估依據，並在產品和服務生命週期溫室氣體排放基礎上，輔助評估替代產品之配

置、採購和生產方法、原材料和供應商的選擇，提升評估結果的可信度及可比較性。目前國際間推動產品碳足跡查證與規範之制定，主要即參考PAS 2050，該指引亦為國際標準化組織制定產品碳足跡標準之重要參考依據。

表 2.1-7 PAS 2050 準則摘要說明[12]

內容重點	準則內容
適用對象	適用於所有產品與服務
計算對象	IPCC所列之溫室氣體，包括：CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs, SF_6, HFEs, CFCs, HCECs, PFPE,含溴的鹵化烷類(海龍)、碳氫化合物及其他
計算範疇	Cradle to Grave(搖籃至墳墓)及 Cradle to Gate(搖籃至大門)
引用標準	ISO 14040、ISO 14044 (生命週期評估原則與框架) ISO 14064 (溫室氣體排放與減量) 其他補充要求文件(如：ISO 14025 環境宣告之產品類別標準)
計算方式	特定活動碳足跡 = 活動強度(體積、耗能量、燃料用量、距離、時間等) × 排放係數(每單位活動之二氧化碳當量排放量)
數據要求	遵照 ISO 14044，包含：時間、地理特性、技術規範、正確性、精確度、完整性、一致性、再現性、資料來源
分配方法	1.區分各製程細項；2.擴充系統範圍； 3.按比例分配(經濟價值、產品貢獻量等)
溝通方法	1.獨立第三者查證；2.經其他人查證；3.自行查證

資料來源：本計畫整理

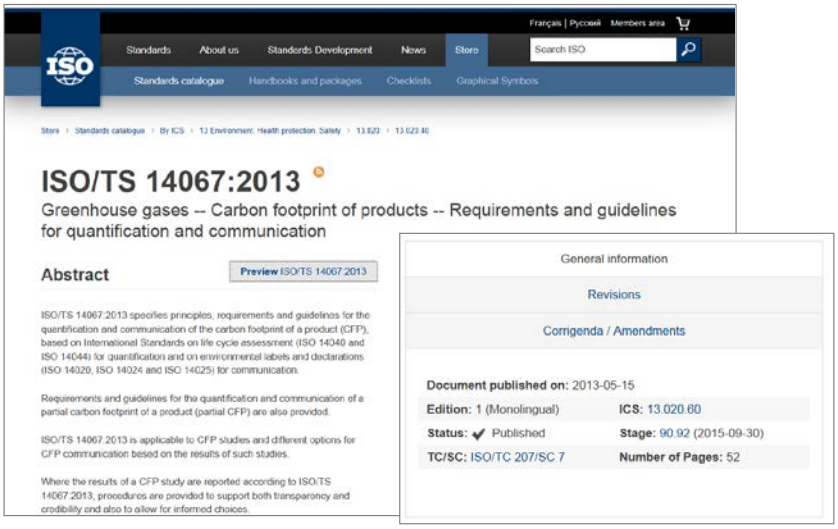
除了英國訂定PAS 2050 標準外，其他以碳足跡為考量建立生命週期碳排放量評估方法與準則的國家還包括：日本於 2009 年依據產品碳足跡評估與標示之一般原則公布之技術規範(TSQ 0010)及我國環保署於 2010 年公告產品與服務碳足跡計算指引[23]

伴隨碳足跡觀念的發展，世界資源協會(WRI)與世界企業永續發展協會(WBCSD)另於 2011 年 10 月，同時推出產品生命週期會計與報告標準(The Product Accounting & Reporting Standard)[14]應鏈(範疇三)會計與報告標準(Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard)[18]品和企業為主體的其他間接排放源納入企業組織溫室氣體盤查議定書標準(GHG Protocol standards)的補充條款，擴大全球企業組

織進行碳排放量評估時的考量範圍。

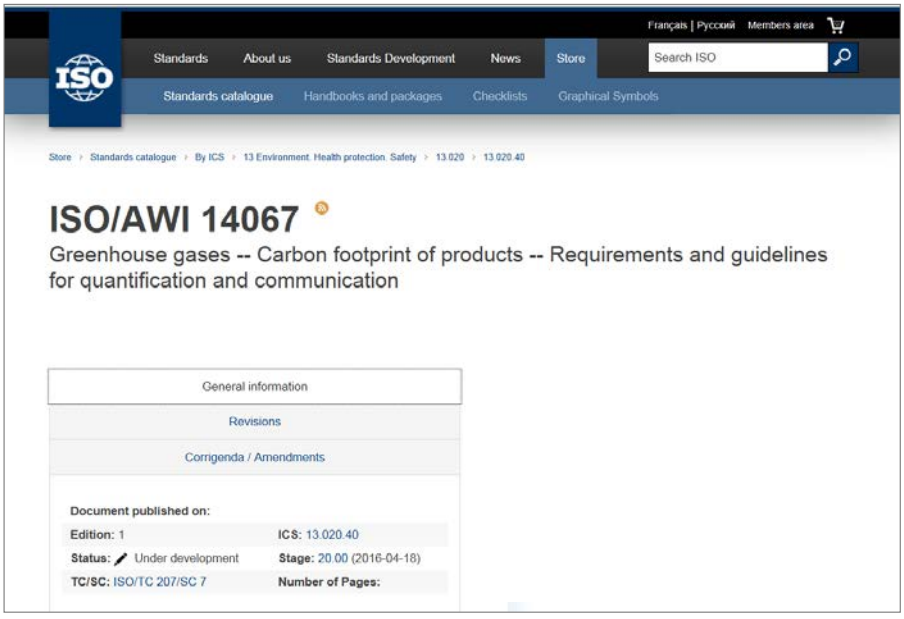
至於國際標準組織研擬多時的碳足跡標準：ISO 14067 產品碳足跡量化與溝通要求與指引(Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication)，雖早在 2012 年 6 月即註冊為國際標準草案(DIS版)[15]付委員會投票時，卻因為條文近似ISO 14040 和 14044，被質疑作為量化或溝通的查證規範內容不夠明確，而未能通過表決、進入核准階段(FDIS版)。國際標準組織有感於碳足跡議題的重要性，故先於 2013 年 5 月 21 日以技術規範(Technical Specification，縮寫為TS)的型式，公告ISO/TS 14067 產品碳足跡量化與溝通標準原則、要求與指引(Specifies principles, requirements and guidelines for the quantification and communication of the carbon footprint of a product (CFP))[16]前國際最新的碳足跡評估準則。惟按規定，技術規範在 6 年內(3 年 1 次，最多 2 次)必須受檢討、複審，確定是否持續有效、修訂為正式標準，亦或作廢。依ISO網站及本計畫所掌握資訊，ISO/TS 14067 已規劃朝向正式標準發行，過程中需由工作小組進行討論，而該小組(TC207/SC7/WG8)亦已成立，未來應持續關注其發展，以掌握國際標準訂定狀況。

依 ISO 網站及本計畫所掌握資訊，2015 年起國際組織已啟動將 ISO/TS 14067 朝向正式標準發行之程序，目前 ISO/TS 14067 屬於公開狀態，但國際協調階段代碼為 90.92，屬於標準正在修正中，如圖 2.1-5。而 ISO 14067 正式標準訂定之工作小組(TC207/SC7/WG8)已成立，目前該標準以 ISO/AWI 14067 形式，在 2016 年 4 月 18 日進入在 TC/SC 工作計畫新註冊項目階段(國際協調階段代碼為 20.00)，如圖 2.1-6；未來若發展順利，將依續經由 WD 版文件(工作小組草案版)、CD 版文件(委員會草案版)、DIS 版文件(國際標準草案版)到 FDIS 版文件，而後以正式標準公告。



資料來源：ISO 網站(http://www.iso.org/)

圖 2.1-5 ISO/TS 14067 : 2013 發展現況

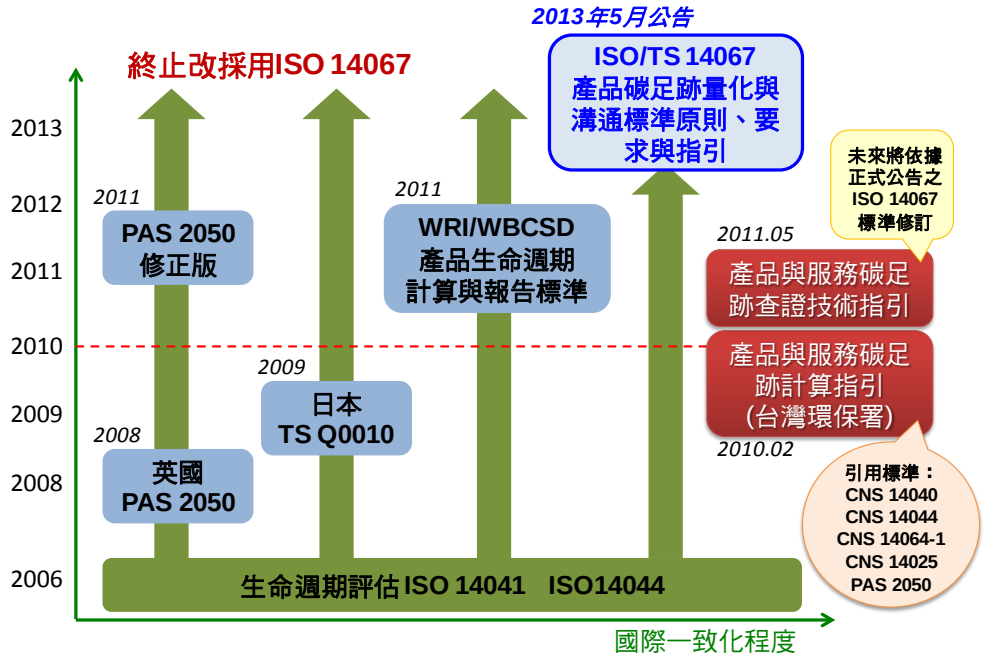


資料來源：ISO 網站(http://www.iso.org/)

圖 2.1-6 ISO 14067 發展現況

以目前的文件內容看來，PAS 2050 : 2011 和ISO/TS 14067 : 2013 在本質與評估架構上並無太大差異，但ISO/TS 14067 在部份細節納入較多 ISO 14040[20] 14044[21]評估的內容，且對邊界設定與排除、排放源納入與否(切斷原則)、以及排碳源如何分配的原則等問題，都要求應進行敏感度分析，留存完整清楚的評估過程。這些要求當應用在碳足跡量化計算時，將大幅提升作業的複雜度。

此外，ISO/TS 14067 對於作為溝通的報告格式與內容有較詳盡的要求，其中對於外部溝通報告即明確要求要有參考的產品碳足跡產品類別規則(Carbon Footprint of Product - Product Category Rule, CFP-PCR)；為此，CFP-PCR 之發展情況將是參照 ISO/TS 14067 推動碳足跡盤查時，必須持續追蹤的重點。綜整前述回顧分析結果，目前國際間公告與碳足跡相關之標準與其發展期程如圖 2.1-7。



圖片來源：本計畫整理

圖 2.1-7 國際間碳足跡相關標準發展進程示意圖

2.我國碳足跡管制

配合國際制度的發展，環保署也在 99 年參考 PAS 2050：2008 訂定產品與服務碳足跡計算指引，並陸續提出配套的碳足跡推廣與應用相關政策，包括建立臺灣產品碳足跡資訊網、公告碳足跡產品類別規則訂定指引，審核通過多項產品碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)，並於 100 年訂定產品與服務碳足跡計算指引與查證技術指引、核發碳標籤，但主要是以消費性產品為主。

除了持續鼓勵產品製造商自發地進行碳足跡盤查驗證外，為使企業與相關單位在進行碳足跡量化時，能有可信賴的係數，及使下游企業有

可採用的上游供應商參數，以確保碳足跡計算結果的代表性，並增加碳足跡計算的便利性及時效性，環保署另自 102 年起即著手推動本土碳足跡排放係數資料庫建置工作，預估以分年度的方式、至 105 年完成 28 個類別、約 600 項產品碳足跡係數（統計至 105 年底已公告 467 項），其規劃發展的係數類別與子項如圖 2.1-8 所示。

圖片來源：蕭慧娟(2014)，我國產品碳足跡標示制度推動現況簡報

圖 2.1-8 環保署本土碳足跡排放係數資料庫建置內容規劃

目前環保署已將超過 100 筆以上的碳足跡排放係數公告於產品碳足跡計算服務平台[16]相同的詮釋資料呈現各類係數，包括：名稱、碳足跡數值($kgCO_2e$)、單位、技術範疇(系統邊界)、技術描述、開始日期、結束日期及區域名稱。本計畫持續關注環保署碳足跡係數公告進度與內容，作為大、小貨車運輸服務碳足跡調查結果彙整、完成碳足跡計算所選用之碳排放係數來源之一。

2.1.3 產品類別規則發展趨勢

1.各項碳足跡評估規範之要求

由國內外碳足跡標準內容摘錄其對於邊界界定之論述如表 2.1-8。

表 2.1-8 國內外碳足跡評估規範於邊界界定之相關論述

碳足跡規範	PAS 2050[14]	TSQ 0010	環保署產品與服務碳足跡計算指引[23]	ISO/TS 14067[16]
系統邊界之論述內容	第一優先：依據 ISO 14025 發展之產品類別規則； 第二優先：選定之系統邊界應明確告知；2011 年版 4.3 補充要求強調：碳足跡不僅應依循產品類別規則，還應廣納既存相關規範為參考準則。	依據產品類別規則界定	凡存在與考慮中產品相關且依據 CNS 14025 所發展的產品類別規則，而該產品類別規則系統邊界與本條款建立之系統邊界互不衝突，該產品類別規則所詳述之系統狀況應構成此產品的系統邊界； 若無產品類別規則，該產品的系統邊界根據 5.4.2 節系統邊界的基本程序應清楚定義。	凡存在依據 ISO 14025 所發展之相關產品類別規則或碳足跡產品類別規則，或有其他符合本技術規範、且在系統邊界、模組性、分配與數據品質等各方面被認為合適的文件，則應被採納為該產品碳足跡量化方法。

資料來源：本計畫整理。

由上表可知，在以溝通為目標進行碳足跡評估與揭露時，必須考量評估對象的一致性並參照其他補充要求文件。如英國碳足跡規範 PAS 2050：2011 年版標準在 4.3 節補充要求中強調：應優先參考 ISO 14025 環境宣告之產品類別規則(Product Category Rule, PCR)；我國產品與服務碳足跡計算指引 5.2.1 通則中亦指出：凡存在一相關且符合 ISO/CNS 14025 之產品類別規則(PCR)，且施行此指引之組織亦認為此產品類別規則適用以進行量化程序，則應予以使用；而 ISO/TS 14067 則是在第 6 章碳足跡量化方法論(Methodology for CFP Quantification)中，以專節(6.2)說明應引用相關產品類別規則(PCR)或碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)。由此顯見，產品類別規則為確保同類產品之間進行環境衝擊評估時的一致性而訂定之文件，故對於碳足跡評估而言，也是必須要蒐集與參照的依據。

2. ISO/CNS 14025[22]

表 2.1-8 揭示的 ISO/CNS 14025 第三類環境宣告(Environmental Labels and Declarations - Type III environmental declarations - Principles and Procedures)係指由供應商提供、經獨立性確認之量化的環境生命週期產品資訊。此類宣告之目的在於提供消費者一項產品完整(生命週期中)的環境衝擊或影響資訊，幫助消費者能夠自行選擇最環保之產品。依據 ISO 14025 之規定，廠商要申請進行第三類環境宣告(Environmental Product Declaration, EPD)時，必須依據該項產品的產品類別規則(Product Category Rules, PCR)進行數據之蒐集與宣告。因此，第三類環境宣告的過程可分為兩部分，首先為 PCR 的驗證，再者才是 EPD 的確認及宣告。

ISO 14025 的設計精神在於：經過認定且相同的評估方法所產生出來的生命週期數據，才具有一定的比較性及正確性。故訂定並驗證 PCR 的功能在於：規範一個或多個產品類別發展的 EPD、進行生命週期環境衝擊評估的過程與內容所應遵循的一組特定規則、要求與指引。如此，則可確保基於相同的產品類別規則，分別提出其環境宣告的不同產品，其所提報告才具備「可比較性」，也才能滿足產品環境宣告作為消費者進行產品選擇之參考資訊的目的。

同理，碳足跡是一項服務或一個產品的全生命週期碳排放量評估結果，惟有此結果具備可比較性，才能作為消費者選擇產品或製造商對於產品進行減碳設計的依據。因此，國內外碳足跡規範之所以一致強調須引用 ISO 14025 標準，是為了強調同類產品或服務應依據一致的規則；即以 PCR 進行產品系統邊界界定、量化產品碳足跡具一致原則，以確保碳足跡資訊揭露能如同 EPD 一樣具有應用的價值與意義。

3.國際組織 GEDnet 及 ISO/TS 14067 對於 PCR 之要求

國際間開發共同的產品類別規則是國際組織 GEDnet 努力的目標，我國環境與發展基金會為該組織(GEDnet)之創始會員，並提供第三類環境宣告之查證服務及進行國際宣告。為整合各國現有 EPD 系統，瑞典發

起國際產品環境宣告系統：International EPD® System，目的在促進各國的第三類環境宣告達成一致化，以利全球產品能一致且正確地依循經過驗證的 PCR 進行產品生命週期評估、提出具有國際代表性的 EPD。

瑞典 International EPD® System 近年來推動以聯合國中央產品分類標準(united nations central product classification, UN CPC)作為產品類別規則制定之依據。UN CPC 係由聯合國統計署所制定，目的是對任何經濟體生產成果的貨物和服務進行分類，分類的根據主要是產品的物理性質和固有性質及原產業的原則，並盡量在各個類別內部實現同質性。

International EPD® System已於 2013 年 6 月重新修訂該系統之通用指引[25]第三章為建立PCR的專章說明，PCR文件應包含有 13 項內容：

(1)CPC 編碼(CPC code)：應明確描述所對應之一個或以上的類別；

(2)不包括於其中的相關產品(Products not covered by the PCR, when relevant)；

(3)產品類別定義與描述，如功能、技術表現和使用方式(Product category definition and description)；

(4)目的和範疇，如功能單元與宣告單元、系統邊界、資料及資料品質描述、切斷原則及計量單位等(Goal and scope)；

(5)宣告於產品內容中的原料與組成(Materials and substances to be declared in a product content declaration)；

(6)清冊分析結果，如資料蒐集與計算程序或原料流的分配等(Inventory analysis results)；

(7)生命週期資料預定參數，如清冊資料類別及衝擊類別指標等(Pre-determined parameters for reporting LCA data)

(8)衝擊類別選擇與計算規則(Impact category selection and calculation rules)

(9)描述包含於下游程序中的資訊型式，如產品使用及廢止階段(Description of the type of information to be included for the downstream processes)

(10)提供額外環境資訊的原則(Rules for provision of additional environmental information)

(11)產品環境宣告內容與格式指引(Instructions of the content and format of the EPD)

(12)生命週期階段不包含於產品環境宣告中的相關資訊(Information if life cycle stages are not considered and omitted in the EPD)；及

(13)文件效期和更新時程規劃(Validity of the document and renewal schedule)。

國際碳足跡技術規範ISO/TS 14067[16]專節(6.2 碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)的使用)說明採行產品類別規則的重點原則；除了同該標準前版交付表決的草稿(ISO 14067(DIS))一樣，將採用已存在之相關產品類別規則或碳足跡產品類別規則，並應由一個以上的相關產品類別規則或碳足跡產品類別規則中合理選擇試用版本，以及應依據所採用的產品類別規則或碳足跡產品類別規則進行碳足跡量化外，亦針對碳足跡產品類別規則所必須包含的內容，提出應包括但不限於以下各項(minimum requirement)的內容：

(1)介紹建構產品碳足跡溝通的內容；

(2)如果前項未包括全生命週期階段時，應說明涵蓋或未涵蓋哪些階段，並說明其理由；

(3)產品類別的定義與描述(例如：功能、技術性能及使用)；

(4)目的與範疇的定義，包括：功能單位、系統邊界、數據描述、涵蓋投入產出之規則、數據品質要求等；

(5)生命週期清冊，包含：資料蒐集、量化程序及流量與釋放的分配；

(6)有效期限。

由 International EPD® System 的 PCR 文件內容說明及 ISO/TS 14067 的 CFP-PCR 內容要求相比較，可發現其實大致上相符，惟 PCR 是用來發展環境宣告的標準，故多了幾項(PCR 文件 13 項內容中的 7、8、10)規定是針對產品可能造成的不同環境衝擊類別作說明，而 CFP-PCR 因

為已限縮於如何針對該類產品的碳足跡進行評估，故減少了對於其他環境衝擊或資訊的描述需求。

4.我國之推動

我國環保署為使同一種類型、功能之商品或服務在計算碳足跡時能有一致的基準，除了在產品與服務碳足跡計算指引中提到應參考既有產品類別規則進行碳足跡量化程序外，也於 99 年 7 月公告「碳足跡產品類別規則訂定指引」，提供製造商或提供該類服務業者所組成之同業公(協、商)會，透過標準化與程序化之流程，完成該類產品於國內碳足跡評估的標準；此指引又於 103 年 9 月公告修正版，更名為「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」[26]，主要是參考參考ISO/TS 14067 對於碳足跡產品類別規則的要求，修訂產品類別規則文件應明確包含陳述之項目。目前環保署在進行產品碳足跡標籤審查時，該產品是否已有對應之產品類別規則或碳足跡產品類別規則亦為考量重點之一。

目前我國雖陸續有碳足跡產品類別規則文件(CFP-PCR)並經環保署審議通過，但主要仍是以食品、家電等民生消費產品為主，服務類別目前僅公告 4 項，分別為旅館住宿服務[27]及旅客運輸服務(陸上及水上運輸)[28]、百貨零售服務[29]、廢棄物處理服務[30]。

2.2 國內外碳足跡標示制度發展趨勢

2.2.1 國際間碳足跡標示制度發展情形

碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)，又稱碳標籤(Carbon Label)或碳排放標籤(Carbon Emission Label)，是一種呈現公司的生產製程、產品(含服務)及個人碳排放量之標示方式，其涵義是指「一個產品從原料取得，經過工廠製造、配送銷售、消費者使用到最後廢棄回收等全生命週期各階段所產生的溫室氣體，經過換算成二氧化碳當量的總和」。2001 年於英國成立之 Carbon Trust 在 2006 年所推出之碳減量標籤(Carbon Reduction Label)是全球最早推出的碳標籤。透過碳標籤制度的施行，使產品各階段碳排放透明

化，促使企業調整碳排放量較大之製程，透過改善製程，提高能耗效率進而達到減少產品碳排放量之效益。

目前包括英國、日本、韓國、泰國、加拿大、歐盟等國家或區域整合經濟體皆展開碳足跡相關政策與工作的建置，從已實施產品碳標籤的經驗可見，許多國家正朝著低碳社會的道路邁進，並且也為企業帶來碳排放減量與強化公司品牌聲譽的機會。而我國也於 2009 年開始研議臺灣碳標籤的機制，期望以我國碳標籤政策，強化低碳產品的市場競爭力，並提升消費者對於碳標籤產品的購買意識，達成低碳經濟的永續消費與生產模式。

本節將分別介紹英國[31]、日本[33]、韓國[34][35]、泰國[36]、加拿大[37]、歐盟[38]、德國[39]、瑞士[40]等國家與區域的碳標籤制度，以瞭解國際碳標籤的發展現況。

1.英國-Carbon Trust[31]

(1)簡介

英國為全球首推碳標籤國家，推動單位為 Carbon Trust，主要任務為發展低碳經濟、減少二氧化碳排放及發展商業低碳技術。於 2007 年，Carbon Trust 成立 Carbon Label Company，呼應企業與消費者雙方對碳標籤的需求，並補強 Carbon Trust 在碳標籤工作項目之不足。2007 年 4 月推出全球第一批碳標籤產品，包括洋芋片、奶昔、洗髮精等消費性產品。英國碳標示制度發展成熟，不論在碳足跡計算、碳標示及市場普及度上，已經達到一定規模，是各國學習取經之對象。其所制定之 PAS 2050 也已成為各國推動碳標示之主要參考依據。

(2)主張與制度

Carbon Label Company 強調服務企業與消費者的需求，所謂企業需求是指幫助企業計算、查驗、減少和溝通其產品與服務的生命週期碳排放量。Carbon Label Company 試圖建立一個可供比較的標準，2007 年 6 月，Carbon Label Company 與英國政府環境、糧食與鄉村事務部(Defra)共同委託英國標準協會(BSI)研擬公共取得規格(Publically

Available Specification, PAS)，命名為 PAS 2050，這是一份可由公眾無償取得、使用於評估產品生命週期排放之規格文件；此外，另一份溫室氣體排放與減量主張之守則(The Code of Good Practice on GHG emissions and reductions claims)命名為 The Code。Carbon Label Company 透過 PAS 2050 及 The Code，搭配專屬之數據資料，以確保測量範圍內的產品與服務類別皆能標準化，亦使得消費者可以相同的規則下，比較不同產品的碳足跡。圖 2.2-1 為英國碳標籤制度推動架構。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-1 英國碳標籤制度推動架構[31]

英國碳標籤推動過程中參與先導計畫的企業都是自行負擔所有費用，碳足跡的計算則由顧問人員與公司內部的專家共同進行。Carbon Trust Company 有償地提供範例資料、計算相關的諮詢、標示的驗證、頒發(Carbon Label Company)等服務。先導計畫也採用了多樣化的碳足跡表示方法，例如標示於產品外包裝、產品型錄、零售業者的展示架、網站上的會員網頁等。此外，使用碳標示的企業需與 Carbon Trust 簽署合約並付費。依據 Carbon Trust 官方網站資訊顯示，碳標籤產品多達 27,000 多件；產業類別包括食品、飲料、藥妝通路、健康衛生用品、金融、建設、量販、服飾及家電等行業。

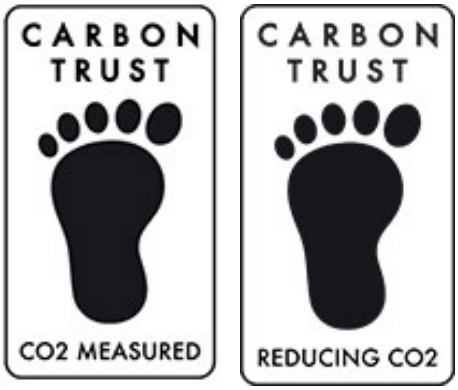
(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

碳減量標籤(Carbon Reduction Label)主要是指涵蓋企業在產品或服務之全生命週期(包括生產製造、消費使用與廢棄處置等階段)所排放之溫室氣體之總合，以及企業所需降低之碳足跡。該標籤不但可用

於包裝上的符號與文字說明，也可使用在網站、廣告、手冊、文宣、名片及產品目錄等。然而，如果使用其碳減量標籤之企業，未能在兩年內達到承諾的減量，則該產品將不能繼續使用該標籤。其主要的目的是讓企業傳達給消費者以下訊息：

- 企業已經作出承諾，要降低其產品的碳足跡。
- 如何在同一類別下，將其產品的碳足跡與其他產品相比。
- 消費者如何減少自己的碳足跡。

碳標籤的外觀上 至少需包含四個核心要素，包括碳足跡的圖案、碳足跡的計算數據、Carbon Trust的認證生產者的承諾，並進一步提出二氧化碳測量標籤(CO_2 Measured Label)與減碳標籤(Reducing CO2 Label) ，如圖 2.2-2 所示。



圖片來源：Carbon Trust

圖 2.2-2 英國Carbon Trust二氧化碳測量標籤與減量標籤[32]

2.日本-Carbon Footprint[33]

(1)簡介

日本結合生態標章(Eco Leaf)之產品生命週期環境衝擊評估為基礎，於 2008 年完成首批 30 家企業及 54 種產品之碳標示示範，後續亦將遴選有意願之企業投入 PCR 草案研提，以完備各種產品之碳足跡計算方法。

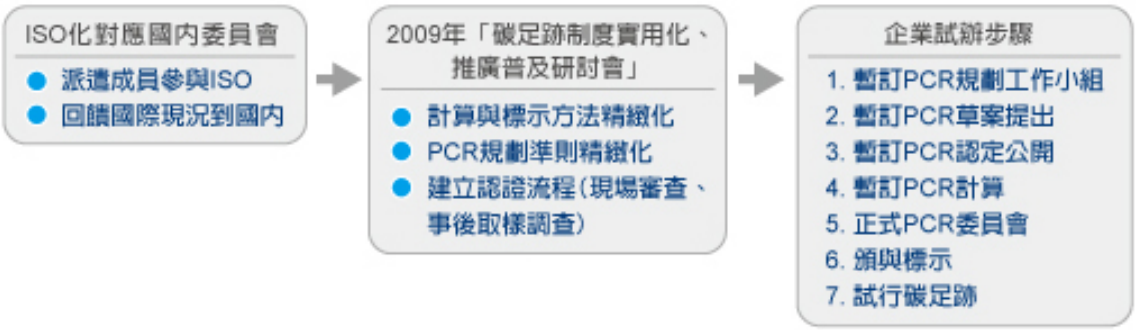
(2)主張與制度

日本官方碳標籤推動以經濟產業省為主，該部門於 2008 年 8 月

開始建立碳標籤之相關規定，並與產業技術研究所、環境省、農林水產省合作。日本經濟產業省(METI)於 2009 年 3 月宣布碳足跡系統的準則(Guidelines on the Carbon Footprint System)，同時也建立產品類別規則標準(Standards for Establishing Product Category Rules)。日本在 2008 年 6 月建立屬於自己的碳標籤(CF)系統，其經濟產業省一直努力與企業和專家制定一個統一的計算碳排放的方法。碳標籤制度於 2009 年始為期 3 年的試行計畫，由經濟產業省主導，社團法人產業環境管理協會執行，在 2012 年 4 月之後的碳足跡溝通計畫中仍繼續沿用該標籤，JEMAI 提出「值得信賴且穩健計畫」、「迅速取得 CFP 標籤」及「完善的輔導體系」三大原則。

日本碳足跡制度建置之流程推動上可分為幾個階段：(1)碳足跡制度系統的建置；(2)經產省試行事業碳足跡標示統一圖案；(3)暫定計算、標示產品(先導計畫)之展示；(4)店舖試行販賣碳足跡標示產品，如圖 2.2-3 所示。

截至 2016 年 3 月 24 日止，累計授權 1,196 件產品使用碳標籤；類型包括食品、生活用品、服飾、印刷、辦公用相關產品、土木工程及建築相關產品，以及其他類產品等。



圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-3 日本碳足跡制度建置之流程[33]

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

日本碳標籤的外觀上需包含碳足跡之二氧化碳與其他溫室氣體之生命週期排放。日本碳標籤現行階段分為兩種形式，其一為未經過

驗證的產品，其二為已經過驗證的產品，並明顯標上產品製造過程階段，如圖 2.2-4 所示。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-4 日本兩種形式碳標籤

3.韓國-CooL(CO_2 Low)Label[34][35]

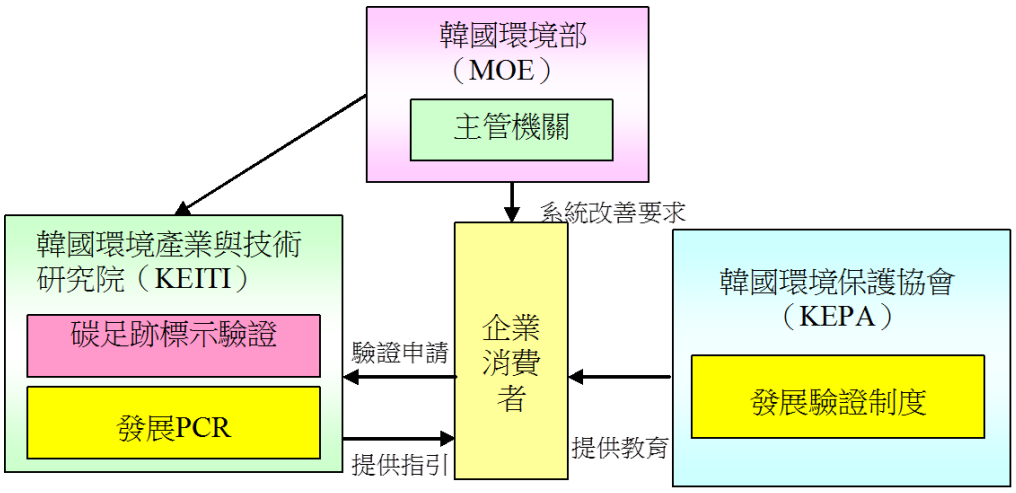
(1)簡介

韓國於 2008 年起，由韓國環境部(Ministry of Environment, MOE)主導實施韓國產品碳標籤先導計畫，並於 2011 年 10 月開始由非營利機構-韓國環境工業與技術研究院 (Korea Environmental Industry & Technology Insititue, KEITI)推行低碳產品認證(Low-Carbon Product Certificate)與核發。韓國產品碳標籤又稱之為 CFP 標籤(Carbon footprint labelling)，CFP 標籤認證將產品(包括服務)，如:產品原料的取得、配送、使用及棄置，在生命週期間排放的二氧化碳量轉化為數量表示，並標示在產品上。目的乃是促進消費者意識，並建立低碳商品的採購模式，鼓勵企業走向低碳產品技術，從而促進國際間減少溫室氣體的排放。

韓國的碳標籤以企業自願參加為基礎，非強制性的認證制度，通過許多產品與服務之碳標籤的審核(不包含農產品、漁業、畜牧業、林業、醫藥產品以及醫療設備)。碳標籤認證有三階段：第一階段為碳排放量認證、第二階段為低碳產品認證、第三階段則是碳中和產品認證。目前韓國為了推廣碳標籤，因此透過公共採購招標制度納入碳標籤、使用特殊信用卡(Green Credit Card)對於消費生態友善的產品給予 Eco

Money 點數、降低中小企業碳標籤認證費用 50%、鼓勵中小企業碳足跡計算以及協助碳標籤產品進行宣傳與推廣等方式進行推動產品碳標籤。

韓國碳標籤的營運模式如圖 2.2-5 所示，由韓國環境部為主要主管機關，負責公共關係、教育訓練的擬定與推動，並諮詢企業界之意見。而執行委由 KEITI 進行產品類別規則的發展、產品碳足跡的驗證。韓國環境保護協會(The Korea Environment Preservation Association, KEPA)提供碳足跡標籤認證檢查員的教育訓練。



資料來源：修改自韓國產品碳足跡與產品環境宣告網站，2016

圖 2.2-5 韓國碳標籤的營運模式

(2)主張與制度

韓國除建立碳標籤認證之制度外，也於 2009 年 10 月舉辦低碳綠色成長博覽會，透過生態產品展覽的推廣，促使政府、企業與人民共同致力於應對氣候變遷與建立低碳社會，追求永續發展的國家目標。

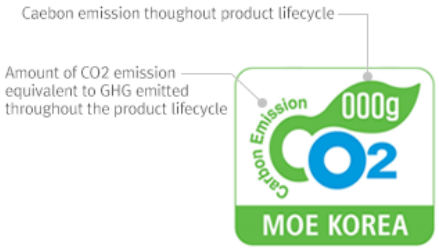
(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

KEITI 設計之碳標籤分為二類，一類標示碳排放量，另一類則標示碳排放減量之產品，前兩類的碳標籤，都標註該產品的生命週期碳排放量，其差別在於具有節能效果之標示上繪有「向下」的箭頭(如圖 2.2-6 及圖 2.2-7)。而近年來出現第三類標籤-碳中和標籤(如圖 2.2-8)，

是一種透過購買碳權而達到零碳排之產品。。其分別為：

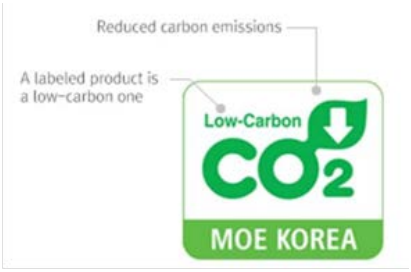
- PCR1，一般產品(包括非耐用品、能源、非耐用消費品使用、生產的貨物以及服務)。
- PCR2，使用能源之產品。
- PCR3，利用電池之能源使用產品。

依據官方網站資料顯示，截至 2016 年 10 月底止，已累積有 1716 件產品取得碳標籤，其中食品有 601 件。並且累積有 386 件產品取得低碳標籤，其中食品有 182 件。



圖片來源：韓國EPD官方網站[35]

圖 2.2-6 韓國碳標籤



圖片來源：韓國EPD官方網站[35]

圖 2.2-7 韓國低碳與減碳標籤

圖片來源：韓國EPD官方網站[35]

圖 2.2-8 韓國產品碳中和標籤

4.泰國- Carbon footprint of Product

(1)簡介

泰國碳標示制度由官方所成立之機構負責進行研究與推廣，推廣碳標籤之目的是為了幫助消費者作出對環境負責的選擇，並提供產品或服務相關資訊，以提升泰國工業部門在全球市場的競爭力。泰國官方組織泰國溫室氣體管理組織(Thailand Greenhouse Gas Management Organisation, TGO)與國際金屬材料技術中心(National Metal and Materials Technology Center, MTEC)於 2009 年共同推動「泰國產品碳足跡技術合作計畫」。泰國溫室氣體管理組織成立技術小組，以對於產品碳標籤之使用申請進行審查。

泰國的碳標籤涵蓋二大類，其一為針對產品的碳標籤，其中包含產品碳標籤、產品減碳標籤以及用以標示服裝產品的CoolMode標籤。另一類型則為組織的碳足跡。泰國特色的碳標籤制度，即為 CoolMode 標籤(如圖 2.2-9)。由於服裝生產佔泰國整體 GDP 達 60%，每年產值超過 6000 億泰銖，因此為提升服裝產業的整體競爭力，透過以生命週期為觀點的評估能源、溫室氣體以及水的消耗等面向，滿足特定標準即可獲得 CoolMode 標籤。泰國碳標籤制度，B2B 產品及 B2C 產品皆可申請碳標籤，但 B2B 產品不可於產品上標示標籤；而減碳標籤制度需達成以下條件才會核發減碳標籤，產品碳足跡與基準年相比需減少至少 2%、產品碳足跡應小於或等於由 TGO 設定的值。

圖片來源：泰國TGO官方網站[36]

圖 2.2-9 泰國 CoolMode 標籤

此外除了產品的三種標籤外，泰國另一特色標籤即為組織的碳足跡標籤制度，基本計算方式與我國的溫室氣體盤查相同，其參考的標

準主要以 ISO14064-1，ISO14064-3，ISO14069 以及 WBCSD 出版的 GHG protocol 為主。申請組織碳標籤的企業可將減碳後的排放量作為碳權證用以交易已達到抵換之目的，同時對於當地政府亦可以透過組織碳足跡的結果已達到減碳的政策目標(Carbon Footrpint for Local authorities)。

依據官方網站資料顯示，截至 2016 年 10 月底止，共有 439 家廠商計 1,945 件產品取得碳標籤，其中，亦以食品類別之產品占較多數。

(2)主張與制度

泰國廠商申請碳標籤時需要由專家計算該項產品之生命週期碳排放量。現已有許多大型公司具申請意願。TGO 推動碳標籤除了方便消費者做出選擇，也對於產品出口到歐洲有更大的幫助，且透過購買碳標籤產品，可以讓消費者採取行動，鼓勵製造商傾向生產碳標籤之產品以降低國家溫室氣體之排放總量。

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

產品碳足跡(CFP)考慮產品整個生命週期內的(從搖籃到墳墓)每個生產單元溫室氣體排放量。碳足跡由此計算出包括從原料採集、生產、使用、廢物管理和最終處置各個階段排放二氧化碳當量。碳標籤標示如圖 2.2-10~圖 2.2-12。

圖片來源：泰國TGO官方網站[36]

圖 2.2-10 泰國產品碳標籤

圖片來源：泰國TGO官方網站[36]

圖 2.2-11 泰國產品減碳標籤

圖片來源：泰國TGO官方網站[36]

圖 2.2-12 泰國組織碳標籤

5.加拿大-CarbonCounted

(1)簡介

CarbonCounted 為加拿大非營利機構，並且於 2007 年 1 月開始推動碳標章計畫。至 2008 年底，計有 11 個諮詢合作夥伴、全球 4,500 個使用者於 CarbonConnect 系統中註冊。

(2)主張與制度

CarbonCounted 的目標是把科學的溫室氣體排放量計算工作，整合到一個簡單的網路應用工具－Carbon Connect 系統，Carbon Counted 的 Carbon Label System 使用 PAS 2050 與 WRI-WBCSD 之溫室氣體議定書來計算溫室氣體排放量，並由 Carbon Counted 認證通過之第三者稽核員來查證參與公司之申報排放量是否屬實。

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

消費者可在產品或服務中看到 CarbonCounted 碳標籤，碳標籤上面的數字顯示該產品或服務排放的二氧化碳量。一旦消費者選擇該類產品，大多數的企業也將尋求新的方法來減少排放，此標籤將成為環境友善公司與消費者之間的橋梁。

碳標籤外觀僅揭露該產品或服務的碳排放，及提供產品生命週期評估之 Carbon Counted 名稱，如圖 2.2-13。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-13 加拿大Carbon Counted碳標籤[37]

6.歐盟-Carbon Labels

(1)簡介

歐盟碳標籤計畫由 WIP 再生能源及歐盟委任能源支持。此計畫提議執行不同的標籤倡議以促進生質能的使用，發展內容包括生質柴油，潤滑油及運輸服務等。歐盟碳標籤目標著重於減少歐洲交通運輸部門的二氧化碳排放量，推廣使用生質柴油、利用低碳燃料、低粘度潤滑油和低碳運輸服務，以減少溫室氣體排放和減少對石油的依賴及減緩氣候變化。

歐盟執委會於 2013 年起發佈新的環保政策，希望歐盟市場能採用統一的方法評估綠色產品，以實踐生命週期評估展現環境衝擊的原則。評估方法包含產品環境足跡(Product Environmental Footprint, PEF)，環境足跡不只強調影響全球暖化的「碳足跡」更包含臭氧層破壞、酸雨(酸沉降)、光化學煙霧、優養化、土地利用及人體健康等項目，從而簡化成為有產品類別針對性的「環境足跡」。從 2013 年起歐盟產品環境足跡已逐步針對不同產品進行試行計畫，而 2014 年第二波試行計畫包含 10 項食品，目前已成功撰寫瓶裝水與紅肉產品環境足跡類別規則。

(2)主張與制度

碳標籤計畫的合作夥伴有德國、英國、荷蘭、波蘭和馬爾他；其工作方案包含 8 個主要工作內涵，分別為：(1)碳生命週期評估；(2)燃料的碳標籤；(3)運輸服務的碳標籤；(4)潤滑油碳標籤；(5)歐盟小國預先的提議；(6)農民和製造者的網路電子訊息；(7)消費者調查；(8)宣傳活動。

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

碳足跡計算方式是採用產品生命週期評估(LCA)，方法由歐洲和世界各地專家小組共同研究。碳標籤計畫的整體目標是能使歐盟運輸經由生質燃料使用及改良的潤滑油及低碳運輸服務達到減少二氧化碳的排放。

碳標籤的發展是該計畫很重要的里程碑，此標籤顯現出經由使用生質柴油及潤滑油減少二氧化碳的排放(如圖 2.2-14)

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-14 歐盟 Carbon Labels 碳標籤

7.德國-Product Carbon Footprint

(1)簡介

2008 年 4 月由德國政府所支持的「產品碳足跡」標籤計畫開始執行，該計畫由世界自然基金會(WWF)、應用生態學研究所(Oko-Institut)、波茨坦氣候影響研究所(PIK)及 THEMA1 共同合作。

(2)主張與制度

在德國，產品碳足跡主要是被稱為「二氧化碳足跡」。該計畫與十個跨國公司進行產品的案例研究，公司夥伴有 BASF、dm- markt、

DSM、FRoSTA、Henkel、REWE Group、Tchibo、The Tengelmann Group、Tetra Pak、Deutsche Telekom/ T-Home，從利樂包研究到衛生紙、草莓等案例研究。

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

PCF(Product Carbon Footprint)主要依據國際標準的生命週期分析對產品進行衡量，包含六個步驟：建立網絡的過程、確定系統邊界、蒐集初級和次級數據、確定分配規則、計算 PCF 及進行敏感性分析。

其標籤型式如圖 2.2-15，顯示產品已完成 PCF 評估；但並無顯示實際減少多少二氧化碳量。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-15 德國-Product Carbon Footprint碳標籤[39]

8.瑞士-Climatop

(1)簡介

瑞士的碳標示制度係由非營利組織 Climatop 所推動。Climatop 組織的發起為環境中心(Ö kozentrum Langenbruck, Ö ZL)以及國際性非營利環保組織 Myclimate，兩者皆為民間組織，其建立與發行標誌都始於 2008 年。

(2)主張與制度

Climatop期望產品或服務能促進環境友善，當產品的CO_2排放量需相較於同項產品減少約 20%左右的碳排放量，才可獲得標誌之肯定。

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

獲得 10%減量標籤的產品，代表比較傳統產品減少溫室氣體排放量達 10%。每一件產品申請許可為需證明該產品可減少至少 20%的二

氧化碳，該產品也需履行其他環境和社會的標準。經認證的產品可使用標籤期限為 2 年。2 年後需再經過驗證才可使用。

目前 Climatop 是瑞士碳標籤的核發單位，產品碳足跡是由產品的生命週期估算，從原料開採、製造、運輸、消費和最後的廢棄物處置。申請許可需證明該產品或服相較於替代品至少少 20%的二氧化碳排放，產品並需覆行其他環境和社會標準的要求。已經由 Climatop 認證過，並有效減少該產品 20%的二氧化碳之標籤型式如圖 2.2-16 所示。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-16 瑞士-Climatop碳標籤[40]

9. 香港

(1)簡介

香港中華廠商聯合會於 2013 年開始執行「為提升香港製造業中小企對國際級『碳足印』認證及標籤認識，令本地產品碳排放水平得到廣泛認受之推廣計劃」。此計劃團隊包含香港廠商會檢定中心、香港科技大學及英國碳信託公司(Carbon Trust)，主要針對香港出口產品，利用 PAS 2050、WRI 及 ISO 14067 等方法，擬定適合香港當地業者使用的方法。此計畫於 2015 年完成 5 項產品之研究，包含跑步上衣、養殖食用魚、包裝紙盒、電子浴室磅等 4 項產品碳標籤認證，及瓶裝水(尚未認證)。未來，香港碳標籤將會與中國質量認證中心廣州分中心，共同開啟澳港碳標籤互認機制，並參與由 Carbon Trust 建立的亞洲共同產品碳足跡標籤框架，將使香港碳足跡為取得碳標籤產品更進一步提升競爭力。隨著海外對產品「碳足跡」日益重視，產品碳足跡標籤可望成為香港品牌提升國際競爭力的新優勢。

(2)主張與制度

碳足跡標籤的認證流程，大致分為 5 個步驟：

- 擬定範圍：確立產品生命週期計算範圍。
- 擬定數據蒐集清單：參考 PAS 2050 及 ISO1067 擬定，並因應實際情況及數據蒐集的過程而增減。
- 數據蒐集：由參與機構提供單據等資料，並以實地考量、測量等方法蒐集資料，會因應情況而修訂數據蒐集清單。
- 分析及運算：依運作模式、生產流程等蒐集數據作歸納及分析產品所認證的生命週期中涉及的所有原物料、能源等的平均排放量。
- 結果及認證：產品每單位的碳足跡以二氧化碳當量(CO_2.eq)為單位來表示。

(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

圖 2.2-17 香港碳標籤[41]

10.小結

彙整目前各國碳標籤制度之推動情形如表 2.2-1 所示，由上述 9 個國家及地區及表 2.2-1 所列碳足跡發展狀況，各國碳標籤制度之主張制度並不一致，部分僅作碳排放量標示，部分已進展至減碳標籤；但其目標皆一致，即希望藉由碳標示、碳標籤之推動執行，讓企業、消費者瞭解自身活動對於排碳量之影響，以進一步減少溫室氣體排放。

表 2.2-1 各國碳標示制度彙整表

國家	碳標籤名稱	負責機構	標章揭露	評估查驗單位	產品評估範疇	計算準則	已查驗產品	碳標章圖示
英國	Carbon trust Carbon Reduction Label	Carbon Trust/ Carbon Label Company	CO_2e 承諾未來減量	Carbon Trust、Carbon Label Company	B2B：cradle to gate B2C：full life cycle	PAS 2050	果汁、燈泡、洋芋片、洗髮精、洗潔劑、T 恤、網路帳戶等	
美國	Carbon free	Carbon Fund.org	CO_2e 透過容易、負擔得起的碳足跡計算與碳信用額度抵減之服務，協助個人或組織達到碳中和的目標。	-	-	-	電子產品、食品、家庭用品、服務、辦公設備、服飾、建築材料，以及能源等共計 79 項產品。	
加拿大	CarbonCounted	CarbonCounted	CO_2e	Third party	-	PAS 2050	啤酒	

表 2.2-1 各國碳標示制度彙整表(續 1)

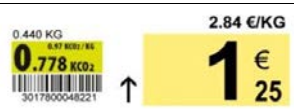
國家	碳標籤名稱	負責機構	標章揭露	評估查驗單位	產品評估範疇	計算準則	已查驗產品	碳標章圖示
歐盟	Carbon Labels	WIP 德國再生能源公司	CO_2e 承諾未來減量	-	-	LCA	燃料、潤滑油等	
法國	Bilan CO_2	E.Leclerc with help by 'Greenext' and 'Energie Demain'	CO_2e	-	Full life cycle	-	所有 E.Leclerc 自售食品	
	Groupe Casino Indice Carbon	Groupe Casino	CO_2e分級	-	Cradle to gate	-	食品	
瑞士	Climatop	Ökozentrum、Langenbruck、myclimate	宣告減量 20%	獨立機構查驗	Full life cycle	LCA Ecoinvent database	洗潔劑、衛生紙、奶油	
德國	Product Carbon Footprint	WWF Oko-Institut PIK THEMA1	衡量/評價	-	Full life cycle	ISO 14040/44	保溫材料、衛生紙、洗髮劑、洗潔劑、草莓、雞蛋、咖啡、利樂包紙盒等	

表 2.2-1 各國碳標示制度彙整表 (續 2)

國家	碳標籤名稱	負責機構	標章揭露	評估查驗單位	產品評估範疇	計算準則	已查驗產品	碳標章圖示
日本	Carbon footprint	經濟產業省 (METI)	CO_2e	Third party	B2B：cradle to gate B2C：full life cycle	PAS 2050	啤酒、尿布、飲料、文件夾、牙膏等	
韓國	Cool Label (CO_2 Low)	Korea Eco-Products Institute	CO_2e 承諾未來減量	Korea Eco-products Institute	能源使用產品：Full life cycle (不包含製造階段) 非能源使用產品：life cycle (不包含使用階段)	LCA PAS 2050	LCD 面板、濾水器、洗衣機、洗髮精、可樂、乾燥米飯	
香港	碳足跡標籤	香港中華廠商聯合會	CO_2e	-	Full life cycle	PAS 2050 ISO 14067	跑步上衣、養殖食用魚、包裝紙盒、電子浴室磅。	

表 2.2-1 各國碳標示制度彙整表(續 3)

國家	碳標籤名稱	負責機構	標章揭露	評估查驗單位	產品評估範疇	計算準則	已查驗產品	碳標章圖示
泰國	Carbon Reduction Label	泰國溫室氣體管理組織(TGO)、泰國環境研究院(TEI)	CO_2e 承諾未來減量	Third party	B2B、B2C	-	脫水食物、水泥、木地板、瓷磚、食用油、牛奶盒等	
我國	碳標籤	環保署(EPA)	CO_2e 承諾未來減量	第三方驗證	Full life cycle	LCA PAS 2050 ISO 14067	高梁酒、百貨公司、高鐵運輸服務、米、地磚等	

資料來源：本計畫整理

2.2.2 我國碳足跡標示制度推動現況

我國根據「永續能源政策綱領」推動全民節能減碳運動，宣導全民「一人一天減少一公斤碳足跡」的節能減碳目標，並推動無碳消費習慣，建構低碳及循環型社會。從商標修正、認證、碳權、通路商合作、到全民參與和獎勵，逐步建立整套系統，因此，針對碳足跡計算、查驗管理、標示等工作項目的推行，是國家溫室氣體減量政策相當重要的一環。

1.我國碳標籤推動歷程

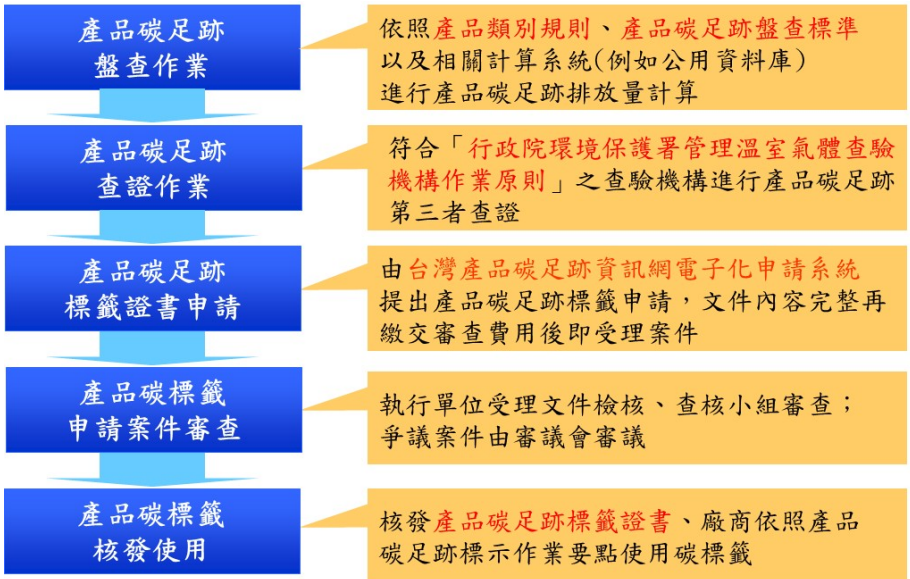
我國產品碳標籤制度規劃為二階段推動，先推動企業進行產品碳足跡揭露，再推動減碳標籤。

由於目前世界各國發展產品碳標籤制度相關配套措施尚無國際統一規範，碳標籤制度推動初期取得碳標籤證書之產品較少，同類產品碳足跡尚無法互相比較；因此，第一階段以鼓勵廠商分析產品碳足跡，並以產品碳足跡揭露為目標。對廠商而言，分析產品碳足跡可以瞭解該產品在各生命週期階段產生溫室氣體之比例，進一步檢討溫室氣體減量的對策，例如採用對環境友善之原料、產品包裝減量或回收、提升運輸效率等；可要求產品上游供應商共同努力降低產品碳足跡，除減少溫室氣體排放並形成綠色供應鏈外，同時可以得到降低成本的效果。對消費者而言，可以優先選購具碳標籤產品支持廠商揭露產品碳足跡，並於產品使用及廢棄處理時配合減少碳排放，達到減少溫室氣體排放之目的。

我國碳標籤推動之第二階段為發展減碳標籤制度，減碳標籤制度以現行碳標籤為基礎，廠商以碳標籤證書或經審查認可之第三者查驗機構產品碳足跡查證聲明書上所載產品碳足跡數值，做為減碳基線，並提出具體減碳承諾與實施方法，後續經環保署審查達成減碳承諾者，可取得減碳標籤使用權，其相關申請流程如圖 2.2-18。

對廠商而言，取得減碳標籤之產品未來會與環保集點制度結合，並可能納入政府機關優先採購範圍，具申請誘因，應能達到實質溫室氣體

減量與形成綠色供應鏈之成效。對消費者而言，可以優先選購具減碳標籤之產品，於購物時即可為減緩氣候變遷作出貢獻，同時達到全民綠色消費之目的。



圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-18 我國碳足跡到碳標籤之流程[19]

2.碳標籤制度各單位權責分工

有關我國產品碳足跡標示制度係結合各產業公會與各目的事業主管機關、業者/廠商共同推動，各單位權責分工如下：

(1)業者/廠商：

- 盤查、計算產品碳足跡，並請第三者驗證單位進行查驗；
- 提出碳標籤申請。

(2)各產業工會與各目的事業主管機關：

- 針對我國具代表性產品，依據國際規範訂定該項產品之「用於碳足跡盤查與計算的產品類別規則(CFP-PCR)」；
- 訂定我國發展碳足跡計算時之關鍵公用能源或產品原物料碳排放係數。

(3)環保署：

- 產品碳標籤圖示及碳標籤使用申請、審查與核發作業；
- 建構台灣產品碳足跡核算系統；

- 訂定碳足跡計算準則；
- 驗證機構之管理；
- 持續推動碳足跡標示制度並建置相關排放資料庫及維護，規劃於2018年完成約600項碳足跡排放係數(統計至2016年底已公告467項)；
- 碳標籤使用後續追蹤管理；
- 碳標籤相關宣導事項。

環保署已於99年1月29日公告「行政院環境保護署推動產品碳足跡標示審議會設置要點」，並定期召開「推動產品碳足跡標示審議會」，協助審議碳標籤申請案件、審定產品類別規則、公用碳排放係數。審議會的組成由機關、民間消費團體、民間環保團體、工業相關團體、商業相關團體等代表及專家、學者組成，任期二年，並以任務編組方式組成技術小組、查核小組及推動小組，推動任務如表2.2-2所示。

表2.2-2 我國產品碳足跡標示審議會任務分配[43]

負責單位	內容
環保署審議會	■ 審議產品碳足跡標示制度政策、法規訂定及獎勵方式。 ■ 審議產品碳足跡計算指引及碳足跡標示適用產品類別優先順序。 ■ 協調各機關推動產品碳足跡標示、本土碳足跡計算公用係數與資料庫建置等事宜。 ■ 督導產品碳足跡標示教育推廣及碳資訊揭露服務平台規劃等事宜。 ■ 審議違反規定、違規使用或仿冒產品碳標籤案件之處理方式。 ■ 審議或備查各小組審查適用產品碳足跡計算之公用排放係數、產品類別規則、查驗機構登錄及產品碳足跡標籤證書申請、撤銷或廢止案件。 ■ 其他有關產品碳足跡標示管理監督事宜。
技術小組會議	■ 審查產品碳足跡計算指引及碳足跡標示適用產品類別優先順序。 ■ 協助協調各機關推動產品碳足跡標示、本土碳足跡計算公用係數與資料庫建置等事宜。 ■ 協助督導碳資訊揭露服務平台規劃事宜。 ■ 審查適用產品碳足跡計算之公用排放係數及產品類別規則。 ■ 其他經審議會交辦處理事項。

表 2.2-2 我國產品碳足跡標示審議會任務分配[43] (續)

負責單位	內容
查核小組會議	■ 審查產品碳足跡查驗機構登錄及產品碳足跡標籤證書申請、撤銷或廢止案件。 ■ 審查違反規定、違規使用或仿冒產品碳標籤之處理方式及協助解決其他申訴或爭議事件。 ■ 其他有關產品碳足跡標示管理監督事宜。 ■ 其他經審議會交辦處理事項。
推動小組會議	■ 審查產品碳足跡標示制度政策、法規訂定及獎勵方式。 ■ 協助督導產品碳足跡標示教育推廣事宜。 ■ 協助建立與業界溝通交談之機制。 ■ 其他經審議會交辦處理事項。

資料來源：台灣產品碳足跡資訊網

3.我國碳標籤制度發展現況

我國環保署於 99 年 2 月公告「產品與服務碳足跡計算指引」，使我國計算碳足跡時有所依循，並於同年 5 月公告「行政院環境保護署推動產品碳足跡標示作業要點」，以作為廠商申請碳標籤之依據，並一併公告「產品碳足跡標籤證書先導期申請作業規範」，鼓勵廠商積極核算產品碳足跡及申請產品碳足跡標籤證書；且於公告當天開放我國廠商申請台灣碳標籤證書，至 104 年 12 月已有 276 件產品取得台灣碳標籤證書(有效期限內)。

另外，環保署為使同一種類型、功能之產品(包括商品或服務)，於計算碳足跡排放量時能有相同之產品類別規則基準，進而確保其公平性與透明性，特訂定「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，以供商品製造商、服務業者或產品業者所組成之同業公(協、商)會，透過標準化制定程序，完成產品類別規則文件擬定。

我國碳標籤如圖 2.2-19 所示，由綠色心形及綠葉組成腳印，並搭配「CO_2」化學符號及愛心中的數字揭露產品「碳足跡」，整體圖示意涵用愛大自然的心，減碳愛地球及落實綠色消費，以邁向低碳社會。而碳足跡的計算方式，是利用生命週期評估(Life cycle assessment, LCA)分析方法，評估企業所製造之產品或提供之服務，從原料取得、製造、運輸、

銷售、使用到廢棄處理等過程所產生的溫室氣體排放量，換算為二氧化碳當量之總和。

產品碳足跡標籤包括圖示及資訊欄，資訊欄除應記載碳標籤證書編號及功能單位外，得視行銷需求加註相關資訊，如生命週期各階段之碳足跡比例、核發機關網址、計算使用之產品類別規則、工具及標準。

截至 2016 年 10 月 27 日止，不包含過期標籤的碳標籤產品共計 56 家廠商 268 件產品；不包含過期標籤的減碳標籤產品共計 1 家廠商 5 件產品；包含過期之標籤碳標籤產品共計 96 家廠商 452 件產品。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.2-19 我國碳標籤圖示[19]

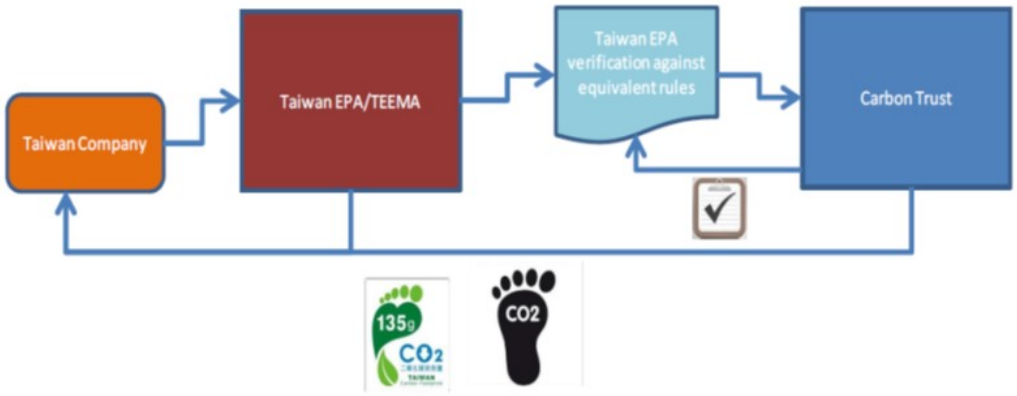
2.2.3 相互承認碳足跡標示之國際趨勢

彙整目前各國碳標籤制度之推動情形，各國碳標籤制度之主張制度並不一致，部分僅作碳排放量標示，有部分國家已進展至減碳標籤；但其目標皆一致，即希望透過碳標示、碳標籤之推動執行，讓企業、消費者瞭解自身活動對於排碳量之影響，進一步控制並減少溫室氣體排放。

各種足跡標籤(包含未來環境足跡標籤)之相互承認是未來趨勢，台灣應更加積極參與及因應，且碳標籤相互承認對我國廠商是有利的，因此應多鼓勵廠商參與。

由於 Carbon Trust 在碳標籤的分析方法與結果值得我們參考與學習，因此台灣環保署透過專案計畫，委託 Carbon Trust 比較雙方制度異同，辦

理「產品碳標籤台英互相驗證機制」之分析研究。此為環保署為協助國內廠商推動產品碳標示與碳揭露，於 101~102 年「產品碳足跡資訊揭露服務專案工作計畫」與英國碳信託公司(Carbon Trust)就台英雙方產品碳標籤相互承認之相關要求事項進行合作，並於 102 年完成台英產品碳標籤互相承認之可行性方案評估，以實際瞭解台英雙方於產品碳標籤相關作業程序與制度運作之差異。評估結果建議台英雙方以「等效規則(Equivalent rules)」為主要考量，即未來我國廠商規劃同時申請臺灣與英國碳標籤時，等效規則將不會影響原本廠商申請臺灣碳標籤之規範與流程，只要再以「補充資料」之方式，即可同步完成英方碳標籤之申請。等效規則/單方面認證之可行性方案示意圖如圖 2.2-20 所示。



圖片來源：行政院環境保護署[45] (103 年)

圖 2.2-20 等效規則/單方面認證之可行性方案

我國環保署和 Carbon Trust 歷經一年多的時間一起評估、設計和實施各自的互認制度碳標籤計畫，而我國歐萊德的洗髮精(如圖 2.2-21 所示)歷經 3 個月的時間順利取得英國碳標籤，目前 Carbon Trust 亦致力協助歐萊德進行英國市場宣傳工作。透過這兩個組織間成功互認制度，增加我國產品在英國或是歐洲市場的競爭力、降低我國企業原本申請英國碳標籤之成本，將我國碳標籤與國外(國際)碳標籤接軌，建置一平台與流程推動臺英碳標籤相互認證。

圖片來源：行政院環境保護署[45] (103 年)

圖 2.2-21 歐萊德茶樹洗髮精(1000ml)

針對此一試行案例，英國方面提出未來雙方繼續合作，其所建議在文件(Documentation)、程序(Procedural)、技術(Technical)等面向執行流程與重點，彙整如表 2.2-3 所示。

表 2.2-3 臺英碳足跡標籤合作執行重點

面向	執行重點	
文件	語言	由於雙方使用語言不同，審查過程中會碰到一些障礙，因此應鼓勵未來有規劃申請英國碳標籤之台灣企業，應開始將其碳足跡重要文件轉為英文版本，以利後續審核之用。
	碳足跡盤查與計算	目前我國企業在申請碳標籤時，其盤查清單與軟體使用並未侷限，因此其碳足跡計算模型與數據呈現方式亦未有一統一的格式。因此，建議未來可建置一標準模板，其若亦取得我國企業之認同，相信亦可提高其申請之意願。
程序	引用之計算標準	目前臺英雙方引用之計算標準不同，其須列入未來評估計算之考量。我國環保署是使用「Product & Service Carbon Footprint Calculation Guide 及 PAS2050: 2008」，而英國 Carbon Trust 是使用「Product Carbon Footprint Protocol part 1 and 2 及 PAS2050: 2011」。
	第三方驗證結果	由於程序問題，台灣企業碳足跡計算結果若通過第三方驗證，其內容應亦須揭露予台灣環保署及英國 Carbon Trust，不可僅供內部使用。
	對於英國(歐洲)市場的使用階段情境假設	由於英國 Carbon Trust 在其過往之案例中，已建置許多產品在英國(歐洲)的使用情境，因此雖然這部份目前鑑別出是臺英雙方主要的差異之一，但未來英國 Carbon Trust 將透過其現有之相關產品案例情境，輔助我國申請企業進行英國(歐洲)使用情境假設。
	土地利用改變	由於我國申請碳標籤並不需要考量土地利用情形，然而英國 Carbon Trust 認為其是有必要考量之因素，因此後續我國申請案例即使確定不會對於土地利用造成影響，仍須針對這部份作補充說明。
	生物碳要求	後續台灣申請案例即使確定與生物碳沒有關連性，仍須針對這部份作補充說明。
技術	功能單位	在歐萊德洗髮精案例中，英國 Carbon Trust 建議除每瓶(400 ml & 1000 ml)外，可再提供每次使用量為功能單位，未來申請案例建議應依據英國 Carbon Trust 建議增加功能單位(如有需要)，則可更符合英國(歐洲市場)。
	碳排放係數	目前我國碳足跡計算使用之係數，主要來自相關軟體 SimaPro、Gabi 以及 DoItPro。而本次歐萊德案例所選用之排放係數英國 Carbon Trust 普遍認同，唯有我國電力排放係數以及英國廢水排放係數之選用未達共識，但在後續雙方持續溝通與討論後，此兩項目之排放係數亦取得共識，將提供予後續類似情形之產品使用。
	使用階段	目前我國洗髮精產品 PCR 中，對於使用階段的情境假設僅模擬單一事件，英國 Carbon Trust 建議亦納入更多不同之情境，以利計算結果更符合現況。
	數據品質	建議我國後續申請產品，其盤查項目之數據來源可以依據 PAS2050:2011 進行數據品質評估，以利加速審核之流程。
	四捨五入原則	建置臺英雙方對於碳足跡計算結果之四捨五入原則，以利更快速作轉換。

資料來源：行政院環境保護署[45] (103 年)

因碳標籤計畫在亞洲的成就令人印象深刻，Carbon Trust 近來與亞洲碳足跡聯盟(Asia Carbon Footprint Network, ACFN)合作，於 2016 年與亞洲國家進行協議，以「足跡無國界」為口號，為亞洲國家的產品碳足跡建立統一框架，使各國的產品碳足跡在比較時可提高其一致性，以及國際間的可比較性。

碳足跡來自各種消費，涉及服務和工業部門等行業，於實務上涵蓋多樣化的範圍，如計畫組織、市場營銷、銷售、計畫方法、邊界、產品類別規則(PCR)、工具，計算器、數據、驗證方法、確認原則和標籤。但現實中，碳足跡可能因各國制訂的標準不同，因此無法相互比較。Carbon Trust 進行此計畫的最終目的是為了制訂生態標籤計畫的框架，以建立國際間更緊密的工作關係，並藉由建立框架統一評估的方法，以達成努力與潛在效益相互平衡的狀態。此框架以長遠的角度來設計，透過此計畫具有以下幾點效益：

促使文件的設計和設置更快、更有效率。

透過工具和基礎設施的共享，達到降低運行成本之目的。

可更輕易地識別並與其他各國之足跡評估結果進行比較，達到不同市場間推廣更多產品碳標籤之目的。

企業將降低從產品碳足跡發展至 PCR 的成本，透過該計畫的推展，進而使各國標籤的開發成本達到最小化。

由於此計畫具有提高一致性，以及國際間可比較性的優點，且有助於滿足跨國公司尋求出口到海外市場的需求。對於參與此計畫之國家，可以透過共享基礎設施和執行活動，以減少企業的參與費用，有助於增加產量和提高標籤的價值。

2.3 國內外運輸部門與貨物運輸服務碳管理發展現況

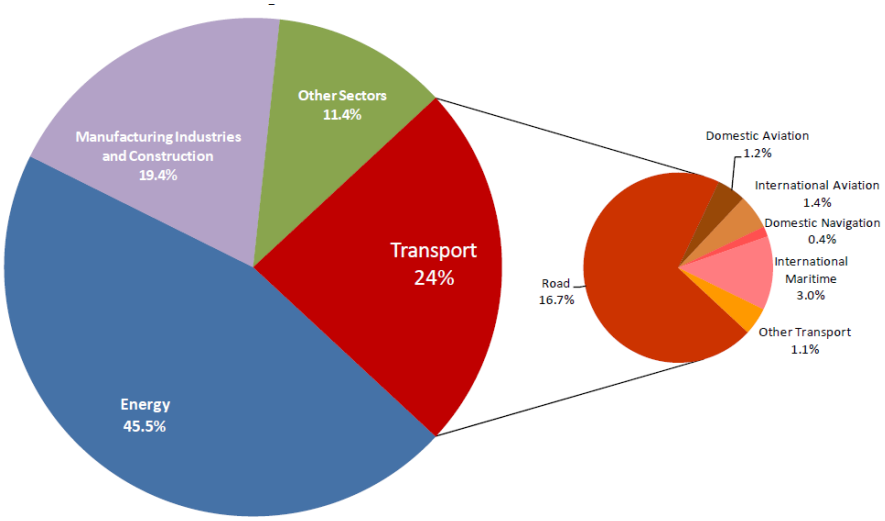
2.3.1 運輸部門排放現況

1.國際趨勢

根據聯合國政府間氣候變遷小組(IPCC)的研究結果[46]顯示，人為溫室氣體排放量於大氣中的累積量已逐漸增加且正在改變全球氣候。2010年國際運輸論壇(International Transport Forum)[47]統計如圖 2.3-1，顯示全球運輸部門排碳量僅次於能源部門，約占總排放量的 24%，其中又以陸運占比最高，相當於運輸部門的 7 成、總排放量的 16.7%。

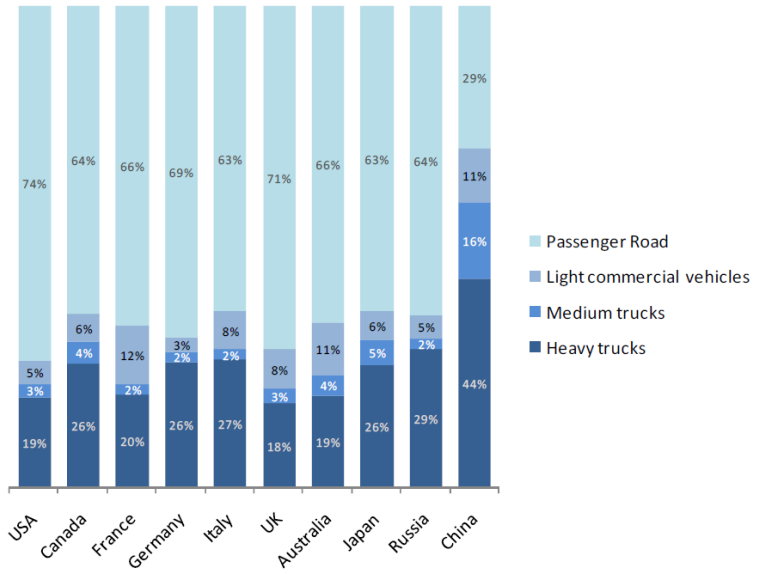
一般而言，運輸部門二氧化碳排放量的估算，主要根據所使用的各類化石燃料消耗量乘上其相對應的碳排放係數計算而得。由於運輸部門二氧化碳排放主要來自化石燃料燃燒所致，所以運輸部門的二氧化碳排放量成長趨勢，與運輸部門能源消耗量成長趨勢一致；而各運輸系統的二氧化碳排放占比與能源消耗占比大致是相似的。

2010 年國際運輸論壇另以不同國別 2005 年調查資料進行公路運輸排放特性分析，如圖 2.3-2；其中貨運部分占比約為 27～60%，以中國的貨運排放占比最大(接近 60%)，而其他國家則以客運排放占比較大，大約在 63～74%之間。



圖片來源：International Transport Forum (2010)

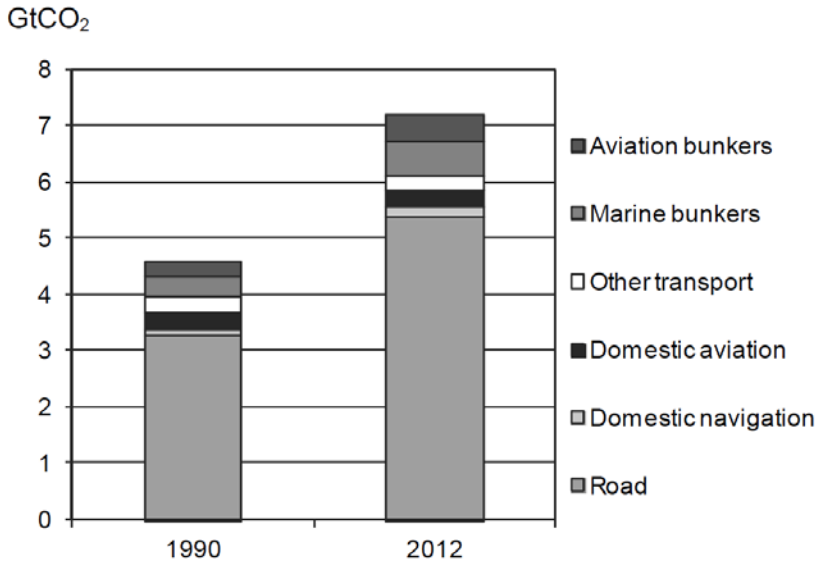
圖 2.3-1 全球運輸部門排放占比分析[47]



圖片來源：International Transport Forum (2010)

圖 2.3-2 各國貨運及非貨運公路運輸排放占比分析[48]

由國際能源署(International Energy Agency, IEA)2014 年的分析(圖 2.3-3)[49]可看出，國際運輸部門排放量的快速成長主要是源於道路交通部分，由 1990 年至 2012 年約成長近 64%；然而即便是國際間持續致力於限制國際運輸排放量，相較於 1990 年，海運及航空的排放還是分別有 66%和 80%的增量幅度，即增量幅度甚至還高過公路運輸。



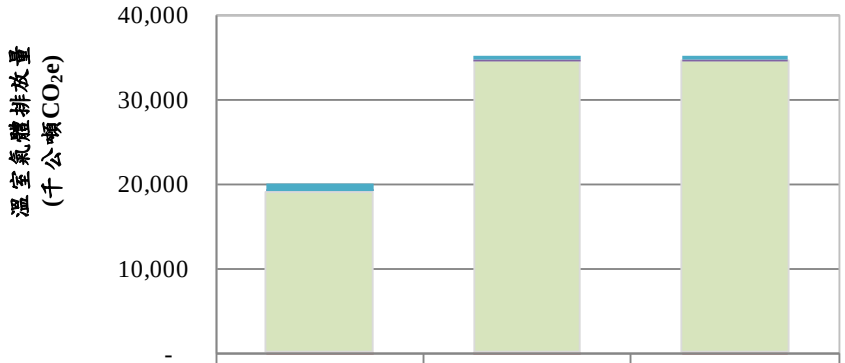
圖片來源：IEA (2014)

圖 2.3-3 運輸部門 1990 年及 2012 年各類別排碳量占比分析[49]

2.我國運輸部門溫室氣體排放情形

依據環保署於 105 年 2 月出版之「國家溫室氣體清冊報告」[2]，伍國總溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)排放量自 1990 年 136,178 千公噸二氧化碳當量(不包括二氧化碳吸收量)，上升至 2013 年 284,514 千公噸二氧化碳當量(不包括二氧化碳吸收量)，排放量增加 108.93%，年平均成長率為 2.94%，而 2013 年較 2012 年增加 0.89%。

2013 年運輸部門總排放量 35,254 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放量 12.39%，相較於 1990 年運輸部門溫室氣體排放量 20,089 千公噸二氧化碳當量、占當年 14.75%，排放比例略微下降，而總排放量約增加 75.48%。比較我國運輸部門 1990 年及 2012 年、2013 年各類別排碳量，亦顯示公路運輸為排放主要成長來源(圖 2.3-4)。



	1990年	2012年	2013年
水運	697	488	472
鐵路	145	92	92
公路運輸	18,965	34,444	34,451
空運	282	261	239
其他運輸	-	-	-

圖 2.3-4 我國運輸部門 1990 年及 2012 年、2013 年各類別排碳量占比分析

依據國家清冊分類，我國運輸部門排放可分為空運、公路運輸、鐵路、水運與其他等 5 大項，空運部分僅包含國內空運，水運部分僅包含國內水運，國際空運及國際航運數據則分開計算，歷年變化趨勢如表 2.3-1 所示。

由我國運輸部門歷年溫室氣體排放量顯示，自 1990 年至 2007 年均呈正成長趨勢，自 2008 年後總排放量則維持在 250,000 千公噸二氧化碳

當量左右。排放量變化狀況在於：因高鐵通車加上航空票價較高，致使國內空運市場大幅萎縮，班次隨之減少，國內空運排放量明顯降低；鐵路因為電氣化，直接溫室氣體排放也有降低之情形；至於公路部分，則受油價影響車輛使用，惟公路運輸排放占運輸部門比例由 1990 年 94.4% 增加至 2013 年 97.7%，詳圖 2.3-5 及表 2.3-2 所示。

表 2.3-1 我國運輸部門歷年溫室氣體排放量(依氣體種類)

單位：千公噸二氧化碳當量

年	運輸部門排放量				能源部門總排放量	國家總排放量	占能源部門比例	占全國比例
	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮	合計				
1990	19,646	152	291	20,089	110,281	136,178	18.22%	14.75%
1991	20,888	163	309	21,360	119,261	146,033	17.91%	14.63%
1992	24,033	187	353	24,573	127,001	154,456	19.35%	15.91%
1993	26,103	202	382	26,687	136,225	166,566	19.59%	16.02%
1994	27,540	216	402	28,158	144,050	177,869	19.55%	15.83%
1995	28,822	228	418	29,468	151,553	186,005	19.44%	15.84%
1996	29,801	239	428	30,468	159,279	194,801	19.13%	15.64%
1997	30,536	245	438	31,219	171,829	209,546	18.17%	14.90%
1998	31,844	257	456	32,557	182,597	219,508	17.83%	14.83%
1999	32,772	266	469	33,507	191,630	226,909	17.49%	14.77%
2000	33,207	270	475	33,952	210,842	246,877	16.10%	13.75%
2001	33,246	272	475	33,993	214,544	252,893	15.84%	13.44%
2002	34,542	278	496	35,316	222,662	268,058	15.86%	13.17%
2003	34,509	287	495	35,291	232,315	277,662	15.19%	12.71%
2004	35,859	295	513	36,667	240,210	286,618	15.26%	12.79%
2005	36,844	303	527	37,674	246,942	289,435	15.26%	13.02%
2006	36,769	298	527	37,594	253,839	295,800	14.81%	12.71%
2007	35,415	289	508	36,212	257,654	297,994	14.05%	12.15%
2008	33,394	276	481	34,151	246,342	281,873	13.86%	12.12%
2009	33,711	281	483	34,475	233,843	265,700	14.74%	12.98%
2010	34,824	285	500	35,609	249,991	283,609	14.24%	12.56%
2011	35,293	288	507	36,088	255,184	288,582	14.14%	12.51%
2012	34,502	284	198	34,984	250,347	282,004	13.97%	12.41%
2013	34,472	284	498	35,254	250,817	284,514	14.06%	12.39%

資料來源：國家溫室氣體清冊報告(2016)

表 2.3-2 我國運輸部門歷年溫室氣體排放量(依排放來源)

單位：千公噸二氧化碳當量

年	國內空運	公路運輸	鐵路	國內水運	運輸部門合計	公路運輸占運輸部門比例
1990	282	18,965	145	697	20,089	94.40%
1991	303	20,209	155	694	21,361	94.61%
1992	371	23,205	154	841	24,571	94.44%
1993	531	25,069	161	926	26,687	93.94%
1994	646	26,452	156	902	28,156	93.95%
1995	860	27,550	156	902	29,468	93.49%
1996	1,081	28,248	147	992	30,468	92.71%
1997	1,084	28,939	144	1,052	31,219	92.70%
1998	1,034	30,248	140	1,136	32,558	92.90%
1999	1,061	31,069	148	1,230	33,508	92.72%
2000	911	31,667	137	1,239	33,954	93.26%
2001	835	31,654	132	1,374	33,995	93.11%
2002	761	33,200	130	1,224	35,315	94.01%
2003	635	33,544	118	992	35,289	95.06%
2004	651	34,815	106	1,093	36,665	94.95%
2005	597	35,823	107	1,147	37,674	95.09%
2006	520	35,889	105	1,079	37,593	95.47%
2007	393	34,746	101	971	36,211	95.95%
2008	261	33,003	100	786	34,150	96.64%
2009	230	33,364	83	798	34,475	96.78%
2010	233	34,413	91	872	35,609	96.64%
2011	259	34,924	93	812	36,088	96.77%
2012	261	34,444	92	488	35,285	97.62%
2013	239	34,451	92	472	35,254	97.72%

資料來源：國家溫室氣體清冊報告(2016)

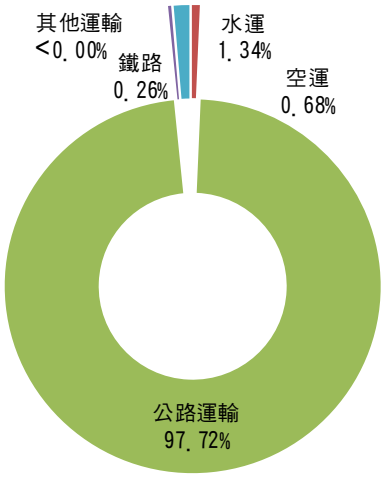


圖 2.3-5 我國運輸部門 2013 年各類別排碳量占比

2.3.2 運輸排碳量計算方法、分配與係數彙整

1.運輸排碳量計算

最被常用於計算運輸排放量的方法有兩種，分別為能源型方法(energy-based approach)與活動型方法(activity-based approach)。這兩種分法並非用於計算貨物運輸服務碳足跡的方法，而僅包含運輸車輛在從事運輸服務時，因引擎內燃料燃燒所造成的直接排放量。

能源型方法的基礎在於已知總運輸行為的能源耗用量，即基於能源使用量配合特定燃料的燃燒排放係數，藉由不同燃料有不同的單位燃燒排放係數，且不同國家可能有不同的排放係數[50]，則可計算出能源型運輸碳排放。計算公式為：

$$CO_2\ emissions = litres \cdot kg\ CO_2\ per\ liter\ fuel$$

而活動型運輸碳排放計算方法則是基於載運貨物重量、運輸長度與運輸型式等，所進行的運輸碳排放計算，更為明確的說，即考量貨運的載重因子、運輸型式(如鄉間道路或高速公路)、車輛型式(大貨車或小貨車)等進行的運輸排放計算。使用活動型排放計算方法必須有不同車型的單位距離排放係數輔助，此係數詮釋的意義為特定車輛載運單位重量(如1公噸)運送單位距離(如1公里)的排放量。在沒有調查資料可供引用時，

則可參考許多碳排放計算工具或資料庫提供的一般或平均係數，其單位一致為延噸公里。

2.運輸排碳量分配-歐盟運輸服務標準(EN 16258)[51]

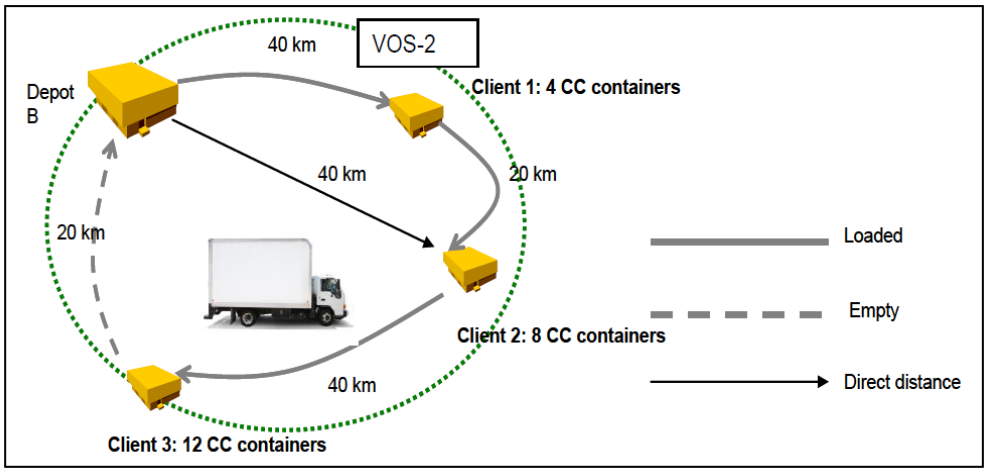
歐盟運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學(EN 16258)於 2012 年 12 月 31 日公告，規範運輸服務能源耗用和溫室氣體(GHG)排放的計算和申報的共同方法。包括總則、定義、系統邊界、計算方法、分攤規則(分配)和數據的建議，其目標是使能源消耗和溫室氣體排放相關的運輸服務量化具一致之規則。

本計畫彙整依據 EN 16258 之分配方法於 2014 年 1 月所提出之指引內容，分配方法之計算流程分為 3 個步驟：(1)步驟 1：描述物流鏈，計算燃料消耗量和確定二氧化碳排放量。(2)步驟 2：分配二氧化碳排放量的運輸活動。(3)步驟 3：將分段運輸排放彙整後分配給客戶端。

不同案例之分配方法說明如下：

(1)同一運輸車輛分配案例

客戶 1、客戶 2、客戶 3，各託運不同單位貨物，所分配到的溫室氣體排放量，以圖 2.3-6 之運輸行為說明如下。



圖片來源：EN 16258

圖 2.3-6 EN 16258 分配方法計算案例 1

以油耗 4.1 km/L運輸車輛總行駛里程 120 公里，計算排放量 92.8kgCO_2e，平均每單位貨物排放量 3.9 kgCO_2e，計算如下：

(40+20+40+20)km÷4.1km/L×3.17 kgCO_2e/L=92.8 kgCO_2e

92.8 kgCO_2e÷(4+8+12) = 3.9 kgCO_2e

- 客戶 1 托運 4 單位 40 公里，分配到的排放量為 20.6 kgCO_2e，計算如下：

$$92.8\ kgCO_2e \times \frac{4\times40}{(4\times40+8\times40+12*20)} = 20.6\ kgCO_2e$$

- 客戶 2 托運 8 單位 40 公里(依據實際托運距離，非車輛行駛距離)，分配到的排放量為 41.3 kgCO_2e，計算如下：

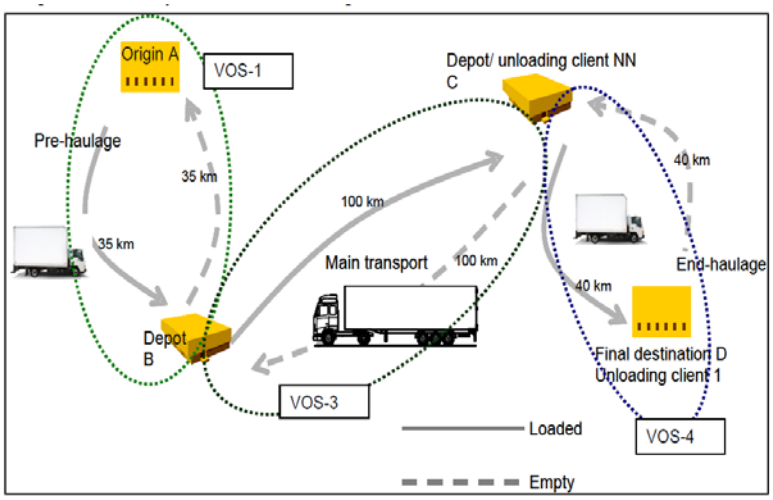
$$92.8\ kgCO_2e \times \frac{8\times40}{(4\times40+8\times40+12*20)} = 41.3\ kgCO_2e$$

- 客戶 3 托運 12 單位 20 公里，分配到的排放量為 30.9 kgCO_2e，計算如下：

$$92.8\ kgCO_2e \times \frac{12\times20}{(4\times40+8\times40+12*20)} = 30.9\ kgCO_2e$$

(2)分段運輸車輛分配案例

案例中計算位於由 A 點托運 24 單位貨物至 D 點的客戶 1，所分配到的溫室氣體排放量。其中車輛由 B 點到 C 點轉運過程中，運輸車輛同時載運 19 單位貨物至位於 C 點的客戶 NN，以圖 2.3-7 之運輸行為說明如下。



圖片來源：EN 16258

圖 2.3-7 EN 16258 分配方法計算案例 2

A-B段：運輸車輛行駛　70 公里，燃油排放 54.1 $kgCO_2e$

B-C段：運輸車輛行駛 200 公里，燃油排放 211.3 $kgCO_2e$

C-D段：運輸車輛行駛　80 公里，燃油排放 61.9 $kgCO_2e$

總排放量合計 327.3 $kgCO_2e$，其中B-C段的排放量，參考上述分配方法(1)的方式，以託運客戶之貨物重量與車輛行駛距離的乘積，分配至客戶 1 與客戶NN。

■ 客戶 1 托運 24 單位×100 公里，客戶NN托運 19 單位×100 公里，因此客戶 1 分配到的排放量為 118.0 $kgCO_2e$，計算如下：

$$211.3\ kgCO_2e \times \frac{2400}{(2400+1900)} = 118.0\ kgCO_2e$$

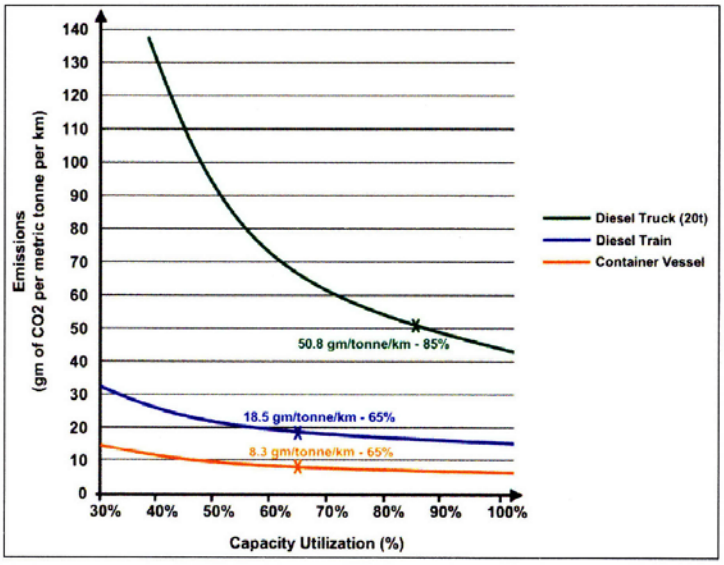
■ 客戶 1 托運 24 單位的排放量合計 233.9 $kgCO_2e$，計算如下：

$$54.1\ kgCO_2e + 118.0\ kgCO_2e + 61.9\ kgCO_2e = 233.9\ kgCO_2e$$

多數的貨物運輸，係透過幾種不同的貨運車輛分段運送，可能是由同一公司所擁有，但也可能是委託其他廠商車輛運輸。外包運輸活動也應被包括在總的排放量。在進行委外運輸的排放量計算時，若無法取得車輛燃油的使用量，則可參考原本廠商自有車輛情形進行推估。

3.運輸排碳係數

由文獻蒐集之貨物運輸碳排放係數如圖 2.3-8，顯示排碳係數與運具負載率有關，20 噸柴油貨車、柴油火車及海運之運輸排放係數分別為 50.8 gCO_2e/噸公里(負載率 85%)、18.5 gCO_2e/噸公里(負載率 65%)及 8.3 gCO_2e/噸公里(負載率 65%)。



圖片來源：Nelly Andrieu and Lee Weiss (2008)

圖 2.3-8 不同負載因子之柴油貨車、火車與海運排放係數[48]

另彙整國內環保署公開、國外碳足跡計算工具及生命週期軟體中關於貨運運輸之碳排放係數如表 2.3-3，表列資料可作為本計畫執行公路貨運服務碳足跡計算結果之比較參考。其中英國Defra/DECC[53]及LCA資料庫之排放係數僅針對車輛，未包含場站；燃料則包含生產製造階段之全生命週期排放。與我國環保署之係數僅計算運輸車輛之碳排放，不含場站及其他耗材之排放，範疇大致相同。

表 2.3-3 貨車運輸碳排放係數彙整表

單位：$kgCO_2e/tkm$

型式	我國環保署				英國 2012 Defra / DECC		生命週期軟體資料庫 SimaPro	
小貨車	<3.5t	汽油	自用	0.74	<3.5t 汽油	0.58~1.02	Van<3.5t	1.54
			營業	0.63				
		柴油	自用	0.69	<3.5t 柴油	0.61~0.79		
			營業	0.65				
大貨車	>3.5t			0.24	3.5~7.5t 箱式	0.71	lorry7.5-16t,EURO4	0.266
					7.5~17t 箱式	0.42	lorry7.5-16t,EURO5	0.269
					17~33t 箱式	0.23	lorry16-32t,EURO4	0.153
					3.5~33t 曳引式	0.20	lorry16-32t,EURO5	0.155
					>33t 曳引式	0.10	Lorry>32t,EURO4	0.102
					平均	0.149	Lorry>32t,EURO5	0.104

資料來源：本計畫整理

2.3.3 運輸服務產品類別規則發展

在欲以溝通為目標進行碳足跡計算與揭露時，依據相關標準之要求，應參照產品類別規則或碳足跡產品類別規則(Carbon Footprint Product Category Rule, CFP-PCR)進行，PCR 中界定計算範疇、確認功能單位，並訂定活動數據蒐集等相關規定，以確保評估結果之一致性。以下說明現階段收集運輸服務相關之產品類別規則。

1. International EPD® System之產品類別規則發展[55][56]

瑞典近年來推動以聯合國中央產品分類標準(united nations central product classification, UN CPC)編碼作為產品類別規則制定之依據。UN CPC 係由聯合國統計署所制定，目的是對任何經濟體生產成果的貨物和服務進行分類。

CPC 系統的編碼採分層法，主要是以部門(顯示於第一位數)、類(以第一位和第二位數表示)、組(以前三位數表示)、級(以前四位數表示)和次級(等同於所有五位數合在一起)共 5 階層對產品進行系統性分類。為利於有效連結與整合各類別標準，International EPD® System 建議作法為：先就產品的大類(編號為 2 碼)較廣泛地思考其特性、建立 PCR 基本模組(PCR basic module)；而後再依據產品的重要性，比對基本模組的內容說明，制定該類別分組、分級或分次級後的單項 PCR。而 PCR 基本模組並非產品評估時引用之 PCR，僅為基本參考。

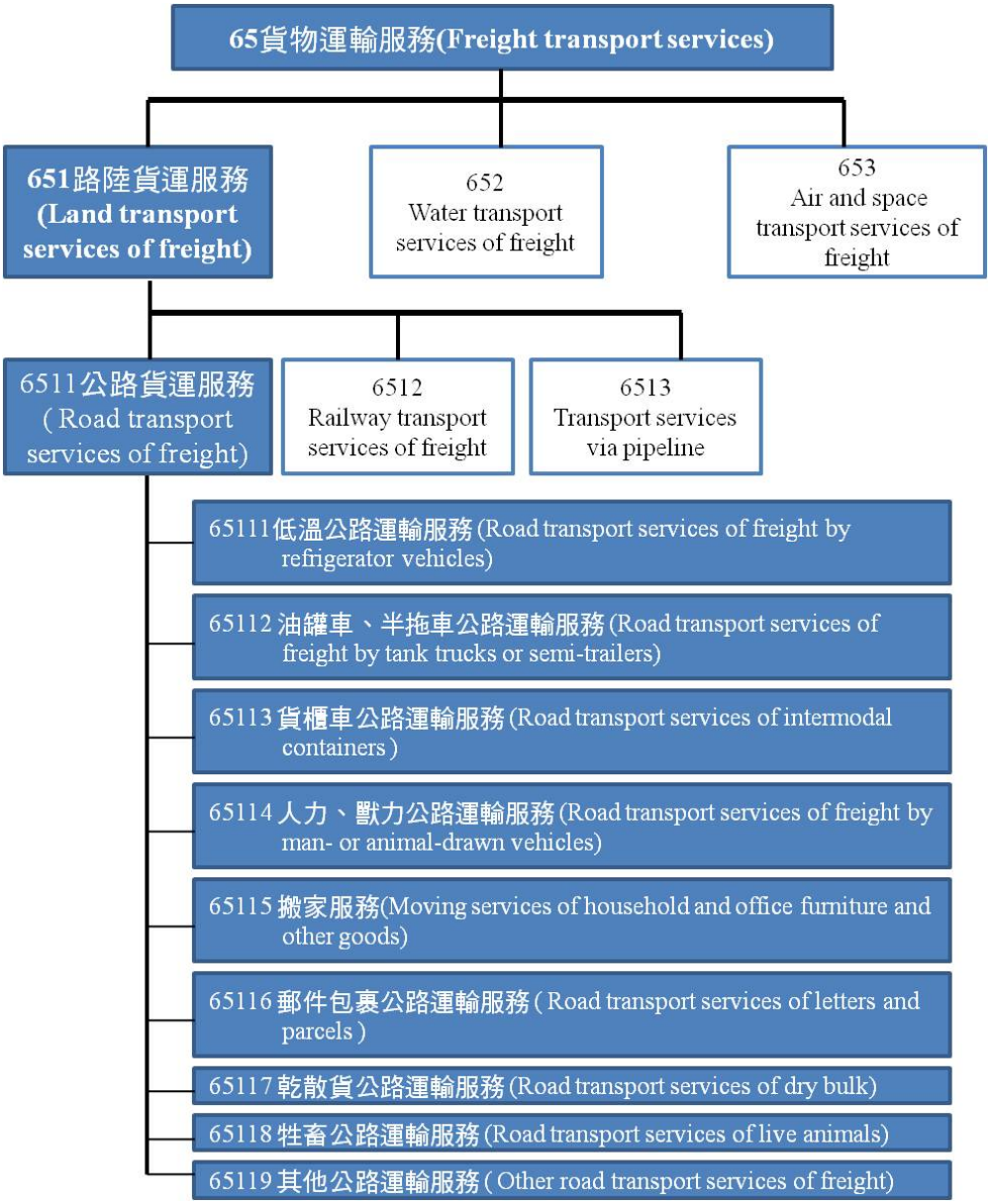
在 CPC 分類中與本計畫公路貨運服務相關的產品類別為部門編碼 6，包括：分銷貿易服務、住宿、食品和飲料供應服務、運輸服務及電力、氣體和水的配送服務等(Distributive trade services; accommodation, food and beverage serving services; transport services; and electricity, gas and water distribution services)，並可再細分為 61~69 大類。

其中運輸服務細分為客運服務(屬於 64 大類)、貨運運輸服務(65 大類)，運輸車輛與運營商租賃服務(66 大類)、配套運輸服務(67 大類)、郵政和快遞服務(68 大類)。而本計畫進行公路貨運服務則屬於 65 貨物運輸

服務(Freight transport services)之 6511 道路運輸(Road transport services of freight)項下，如圖 2.3-9 所示。

目前在 International EPD® System 中，已有貨運運輸服務(65 大類)、零售服務(62 大類)、住宿、食品和飲料供應服務(63 大類)、運輸車輛與運營商租賃服務(66 大類)及郵政和快遞服務(68 大類)之 PCR 基本模組公開討論，並有部分子項目 PCR 已完成訂定。本計畫 PCR 的撰寫以我國行業別分類標準為主，其中公路貨運服務僅包含 UNCPC 代碼 6511 規定下的部分類別，研究期間將持續參考國際間的 PCR 最新發展，並持續關注是否有可作為本計畫擬定公路貨運服務參考之 PCR 公開。

以下就目前已公開之道路貨運服務(食品與肉品)PCR(UN CPC 6511)及郵件服務 PCR(UN CPC 6811)進行說明。



圖片來源：International EPD® System

圖 2.3-9 公路貨運服務相關 CPC 分類架構圖

(1) UN CPC 6511 道路貨運服務(食品與肉品)PCR[51]

道路貨運服務(食品與肉品)PCR(UN CPC 6511)最新版本為 2015 年 1 月 27 日修正公告之 3.01 版。主要內容係針對食品與肉品自生產現場至配送點間之運輸行為。

■ 功能單位

設定為每公斤-每公里貨物運送(1kgkm)。為交付運輸的貨物自

生產現場至配送點運輸距離，與運輸貨物重量的乘積。

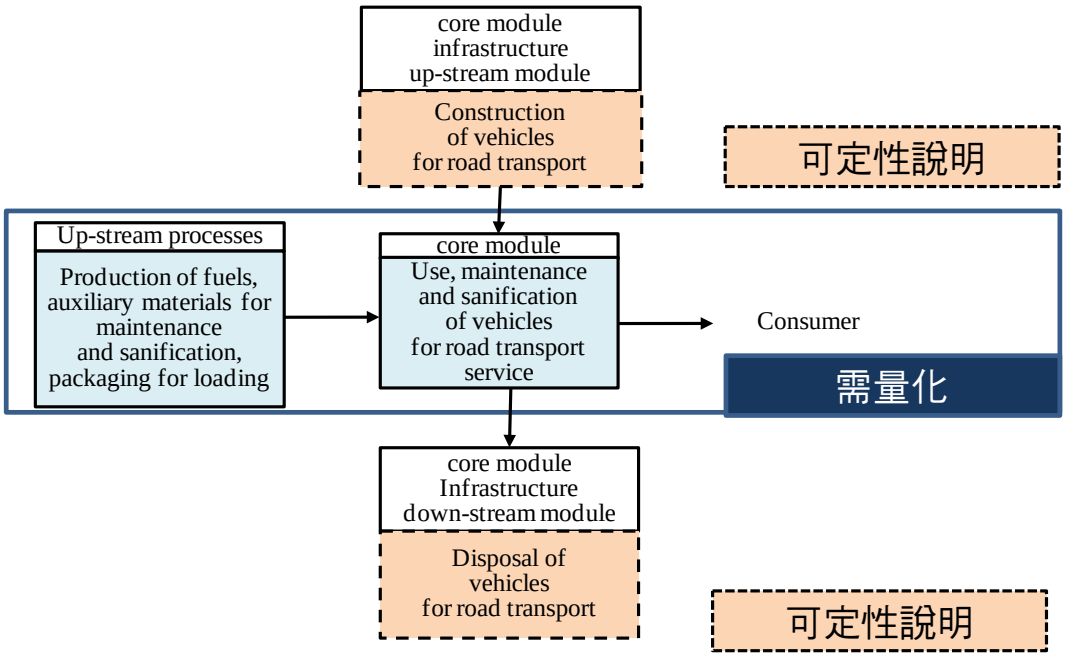
■ 評估邊界

評估邊界如圖 2.3-10 所示，上游包括：運輸車輛使用燃料生產、車輛保養消毒等活動所需材料之生產、包裝材料生產。核心模組為服務階段之運輸車輛服務、例行性車輛保養與維修、例行性車輛消毒。而車輛的生產與報廢並未強制納入評估。

■ 數據要求

主要針對核心模組中運輸車輛燃油使用，並包括其他日常維護、輪胎、機油濾煙器更換，以及車輛清潔與消毒等均應納入。

服務階段之一級活動數據包括：運輸車輛燃料使用量、機油/齒輪油/剎車片更換、車輛清洗用水量等。二級活動數據則包括：輪胎、保險桿、濾煙器、清潔劑等。



圖片來源：International EPD® System

圖 2.3-10 道路貨運服務(冷藏食品與肉品)PCR邊界(UN CPC 6511)[55]

(2) UN CPC 6811 郵件服務PCR[56]

郵件服務 PCR(UN CPC 6811)係於 2014 年 2 月 11 日初次公告，

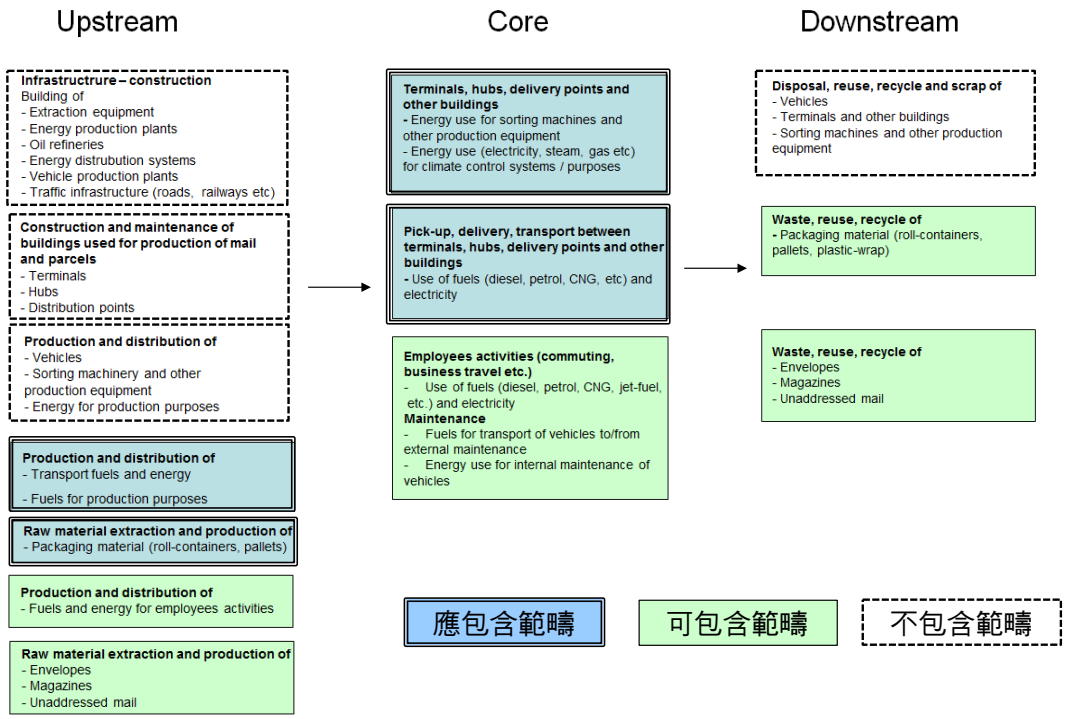
並於 2015 年 1 月 21 日修正公告 1.01 版。主要內容係針對重量小於 2 公斤之信件與重量 2~50kg 之包裹的郵遞行為。

■ 功能單位

設定為每公克信件郵遞，或每公斤包裹郵遞。投遞服務以平均距離計算(分為國內、洲際、全球)，若採用「件」作為功能單位，則以平均重量反推。

■ 評估邊界

評估邊界如圖 2.3-11 所示，包括上游模組的運輸車輛使用燃料、包裝材料之生產；核心模組中主要活動為收集、整理、運輸和分配郵政服務。須考慮用於分選機等生產設備的能源使用、建築物的用電量、運輸設備使用燃料、車輛的維護，委外運輸的排放量也應被包括在內。



圖片來源：International EPD® System

圖 2.3-11 郵件服務PCR邊界(UN CPC 6811)[56]

■ 數據要求

除計算自身經營運輸之燃料消耗量數據外，委託其他廠商的運

輸需納入燃料消耗的部分，若無法取得供應商之燃料消耗量數據，應使用 LCA 數據資料庫中貨運運輸噸公里之方式推估。

2. 日本搬家服務碳足跡產品類別規則發展

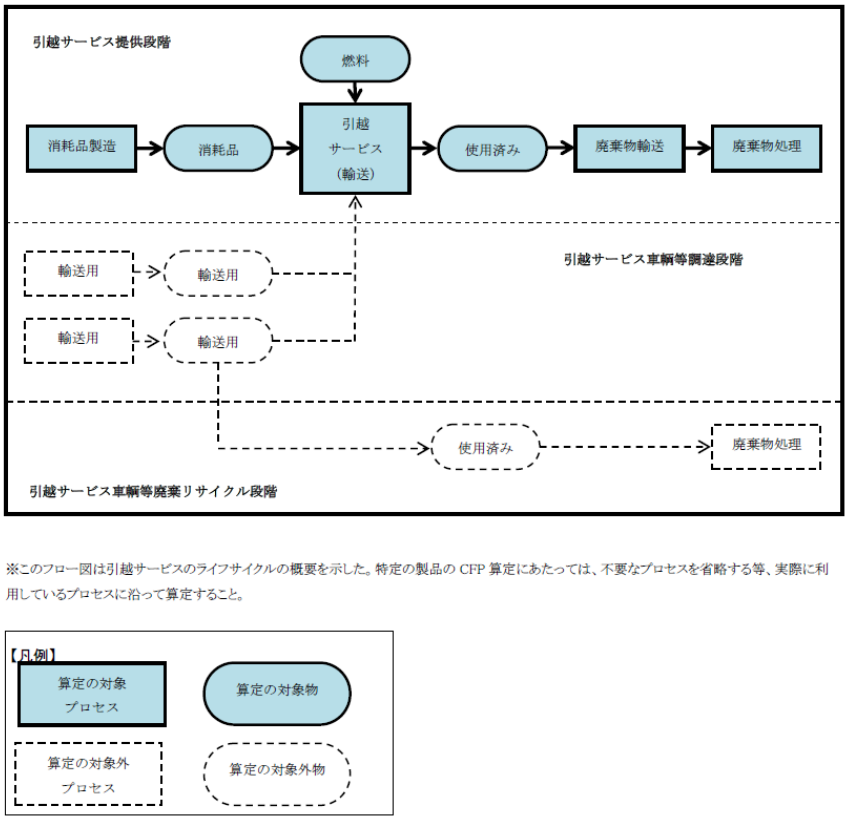
搬家服務 PCR(認定 CFP -PCR PCR 番号：PA -DP -01)係於 2014 年 2 月 3 日初次公告。主要內容係針對以路運型式的搬家服務，不含海運、空運等行為。

(1)功能單位

設定為每立方公尺-公里作為功能單位。

(2)評估邊界

評估邊界如圖 2.3-12 所示，包括消耗品的製造與運輸(包裝用的紙箱與容器)、運輸車輛使用燃料、廢棄處理等階段。車輛製造與廢棄亦不包含在內。



※このフロー図は引越サービスのライフサイクルの概要を示した。特定の製品の CFP 算定にあたっては、不要なプロセスを省略する等、実際に利用しているプロセスに沿って算定すること。

圖片來源：日本產業環境管理協會網站[57]

圖 2.3-12 日本搬家服務 CFP-PCR 邊界

(3)容積重量換算規定

容積重量(kg)＝長(cm)×寬(cm)×高(cm)/6,000(cm^3/kg)

(4)交通數據採集情境

- 在小規模的情況下(單獨的運動)：2 噸的貨車裝載率 62%
- 在大規模的情況下(企業移動等)：4 噸的貨車裝載率：62%

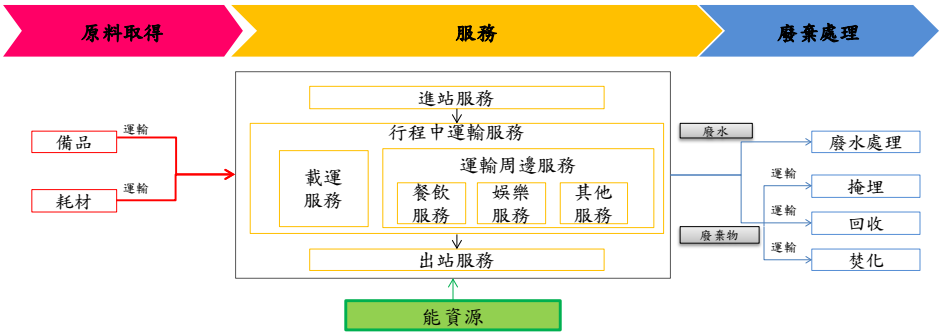
(5)需收集原始數據項目：

- 運輸工具的油耗
- 燃油效率
- 運輸距離
- 運輸重量

3.國內運輸服務碳足跡產品類別規則發展

我國已陸續有碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)經環保署審議通過，但主要仍是以食品、家電等民生消費產品為主，服務類別相關之 PCR 於 2014 年陸續產出，截至 105 年 12 月底已有「旅客運輸服務(陸上及水上運輸)」與其他服務等共 4 項公告。

「旅客運輸服務(陸上及水上運輸)」之適用範圍包括從事陸上及水上之旅客運輸系統，且於國內有固定或特定班次及路線之旅客運輸服務業，範疇界定如圖 2.3-13。該服務的功能單位定義為每延人公里；宣告單位定義為每人-每公里，且可依運具種類(如高鐵、臺鐵、捷運、市區公車、公路客運、船舶、纜車)方式來宣告，並附註於單位後。本項旅客運輸服務之產品類別規則亦與國外產品類別規則的範疇類似，排除場站建造、列車生產與報廢等之排碳影響。



圖片來源：行政院環境保護署，旅客運輸服務碳足跡產品類別規則

圖 2.3-13 我國旅客運輸服務CFP-PCR邊界[28]

2.4 貨運服務碳管理案例彙整

2.4.1 歐盟貨物運輸碳足跡計畫(COFRET)

1.計畫內容

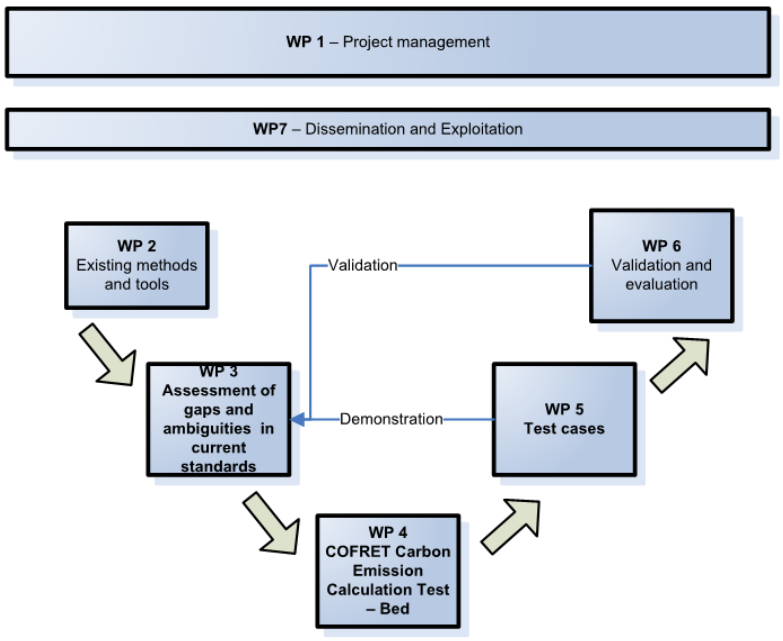
歐盟貨物運輸碳足跡(Carbon Footprint of Freight Transport, COFRET)計畫[58]，為歐盟委員會(European Commission)研究與創新總署(Directorate General for Research & Innovation)共同資助之第七框架計畫(7^{th} Framework Programme)的一部分，計畫執行時間為 2011 年 6 月至 2014 年 11 月，目的在支持實現歐盟的排放減量目標。

有感於貨物供需型式的變化與供應鏈長度的增加，各別貨運業者已在全球溫室氣體管制與成本控制考量下，陸續投入運輸行為減碳、綠化的技術，以維持其營運利益及競爭力；而 COFRET 計畫又是以更高階、更廣泛的碳管理需求為考量，將計畫目的訂為：考量供應鏈中貨物運輸的各種方式，研發可正確計算貨物運輸碳排放量的方法，據以適當的設定基線排放量與減量目標，並針對未來如何修正或協調出一致的方法提出建議。

考量國際最新動態，COFRET 計畫內容包括：

- 檢視既存貨物運輸碳足跡與溫室氣體排放計算方法學與運算邏輯，並評估其與 EN 16258 內容間的相容性；
- 釐清 EN 16258 標準與其他涵蓋貨物運輸碳排放計算之指引間的差異或模糊地帶；
- 針對可算出具可比較性之供應鏈碳排放結果的可行方法進行優先次序排序建議。

為達成前述目的與工作內容，COFRET 計畫以工作分組方式分工執行，各工作分組運作架構如圖 2.4-1 所示，共包含 7 個分組，分別負責計畫管理、既有方法與工具回顧分析、既有標準間的落差或模糊地帶評析、COFRET 碳排放計算方法發展、案例計算、確認評估及推廣與開發。

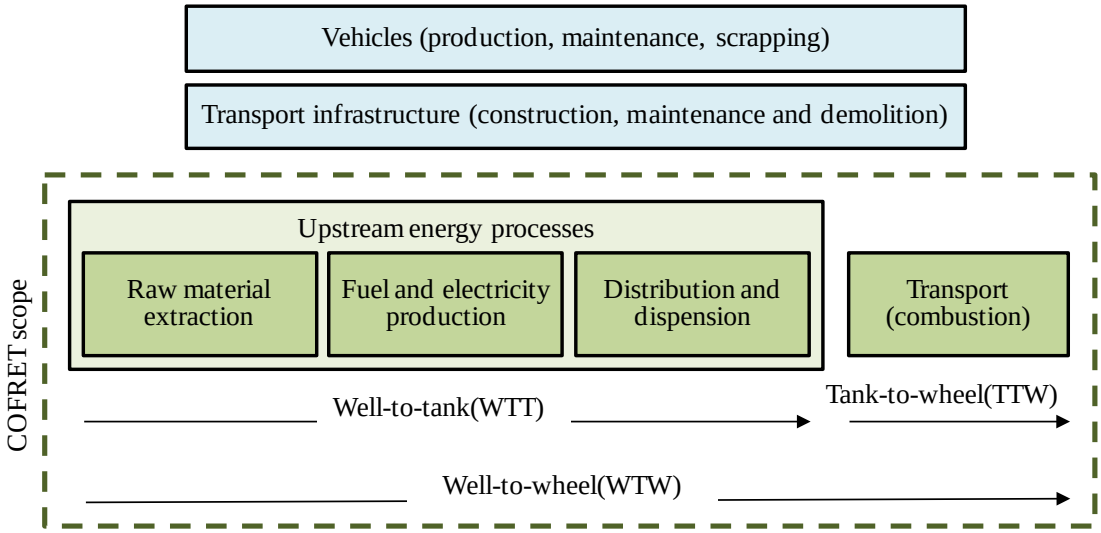


圖片來源：COFPET

圖 2.4-1 COFRET計畫執行分組架構圖[58]

2.計算邊界

COFRET 計畫考量 ISO/TS 14067 溫室氣體-產品碳足跡量化和溝通之要求與指引技術規範，界定運輸服務碳足跡應包含 4 面向，如圖 2.4-2 所示；分別為：



圖片來源：COFPET

圖 2.4-2 貨物運輸碳足跡及COFRET計畫計算範圍界定示意圖[58]

(1)運輸車輛的生產、維護與報廢；

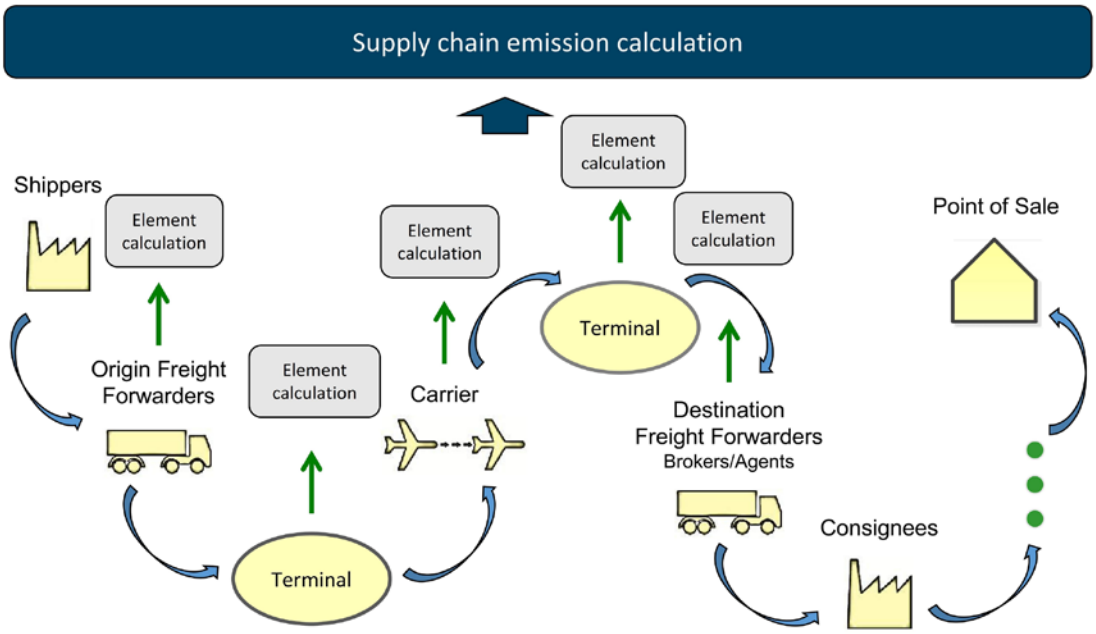
(2)交通基礎設施的新建、磨耗、維護與報廢；

(3)上游能源製程；

(4)實務運輸界面。

由圖 2.4-2 顯示，COFRET 計畫發展的碳足跡計算方法學排除運輸車輛與交通基礎設施的生命週期排放量，但並未詳細說明排除的原因。

基於圖 2.4-2 所劃設的計算範圍，COFRET 計畫引入供應鏈元件(Supply Chain Elements, SCE)的概念，透過模組化的方式釐清貨物運輸流程，如圖 2.4-3 所示。



圖片來源：COFPET

圖 2.4-3 COFRET計畫供應鏈元件分析圖[58]

3. 測試案例研究[59]

為瞭解現有方法學對於運輸供應鏈碳足跡計算是否會造成顯著的不確定性，COFRET 計畫界定出 10 個供應鏈及其利害相關者，並以其為例進行供應鏈原件分析及不同的運輸和物流服務的排放量計算，驗證 EN 16258 的能源消耗及溫室氣體排放的計算和報告方法學。而相同的基本資料，因為所使用的計算工具與方法不同，將使得供應鏈運輸服務碳

足跡的計算結果也有不同，為顯現運輸業者目前在處理碳足跡計算議題上所遇到的問題，COFRET 對此進行敏感度分析，並提出結果如下：

(1)經比較 5 個不同供應鏈配置(僅道路或公路/鐵路)的歐洲中部和南部長程運輸過程，三個廣泛應用的計算工具產生的結果不同，且每個節點間的變異約為±6%至±70%。

(2)針對只有公路運輸的供應鏈中，相同節點、同樣符合 EN 16258 的原則所蒐集到的不同資料，其計算結果與平均值的變異約為±33%。

該計畫以公路貨運服務為主之案例(Dachser 德莎國際貨運公司)進行研究，說明如下。

(1)執行步驟

A.背景調查：掌握案例之工業合作夥伴名單、聯絡窗口，調查其是否已具備二氧化碳當量計算方法與碳足跡資料庫。此外亦進一步了解案例之運輸特性、貨物類型、運輸時間、供應鏈據點、交通工具系統等基本資訊。

B.數據計算：將所有資訊進行數據化，描述計算方法、採用係數及運算過程。

C.成果展現：計算結果以油箱到車輪(Tank-to-wheel, TTW)二氧化碳當量與能源消耗、油井到車輪(Well-to-wheel, WTW)二氧化碳當量與能源消耗呈現。

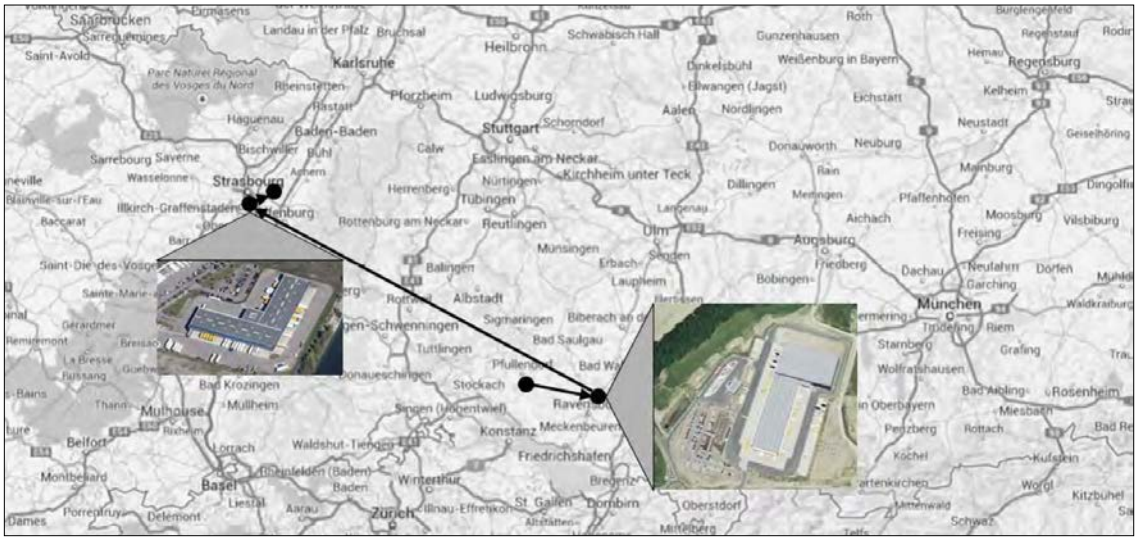
(2)案例背景

Dachser 德莎國際貨運公司位於德國南部，2012 年時擁有全球約 22,000 名員工，年營收高達 44.1 億歐元。該公司之商業模式包括歐陸貨運、海空物流及食品物流三大方向，各項目營收比例依序為 59%、29%及 12%，歐洲公路貨運占最大宗。身為歐洲物流市場龍頭之一，德莎公司設置 3,900 條每日例行貨運路線。

零擔貨運(Less-Then-Truckload, LTL)為重要的商業活動項目，其中一條運輸鏈由德國南部 Pfullendorf(以下簡稱 A 點)運至法國

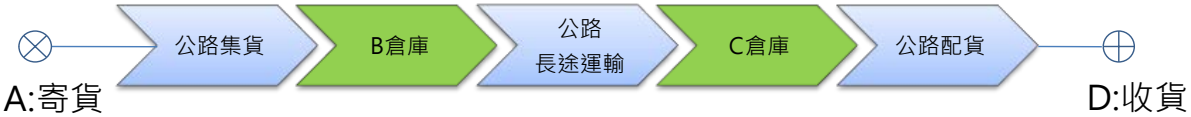
Strasbourg(以下簡稱 D 點)，此例行貨運路線約 200 公里，如圖 2.4-4 所示。本案例以兩個棧板、貨物總重 336 公斤的運輸活動，進行案例介紹及探討。

此一典型運輸鏈分為三階段運輸。首先於下午時段，在 A 地使用當地交通車輛提貨，運送至德國 Baindt 倉庫 B，統一管理以便收貨、盤點、配貨；接著夜間長途運輸至法國 Strasbourg 倉庫 C，並在此規劃本地配貨路線；最後將兩個棧板送至收貨人所在處 D 地。整個運輸活動過程之供應鏈元件如圖 2.4-5 所示。



圖片來源：COFRET (2014)[59]

圖 2.4-4 德莎案例貨運路線圖



圖片來源：COFRET (2014) [59]

圖 2.4-5 德莎案例運輸供應鏈

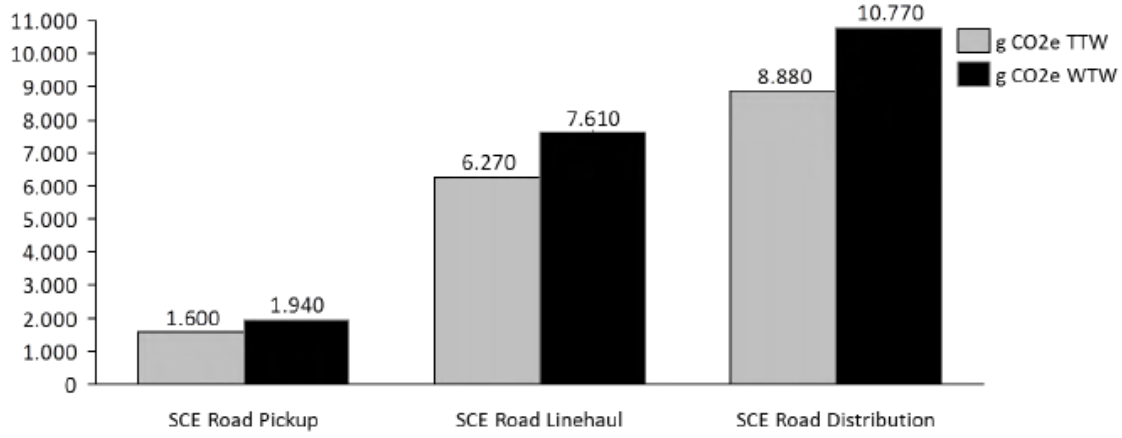
德莎公司自行研發 DOMINO 軟體，以統整蒐集及計算所需之相關數據，該軟體應用於整個貨運過程。該公司將主要運輸活動發包給第三方，也因此無法取得實際的盤查資料；而是透過 IT 系統進行數據匯集，本案例各段運輸資訊如表 2.4-1 所示。

IT系統可蒐集運輸交通工具資訊以及裝載重量數據，進而應用EN 16258 方法原則、HBEFA 3.1 排放係數，得到碳排放資訊。本案例共獲得四個輸出結果CO_2e TTW, CO_2e WTW, Energy TTW, Energy WTW，如圖 2.4-6 及圖 2.4-7 所示，呈現每段運輸的二氧化碳排放當量及能源消耗。所有供應鏈中，最終配送(公路配貨)的過程貢獻了最大的排碳量，主要原因為集貨與長途運輸採用大型車輛合併裝運所產生的效應。

表 2.4-1 德莎案例以 IT 之系統匯集之資訊

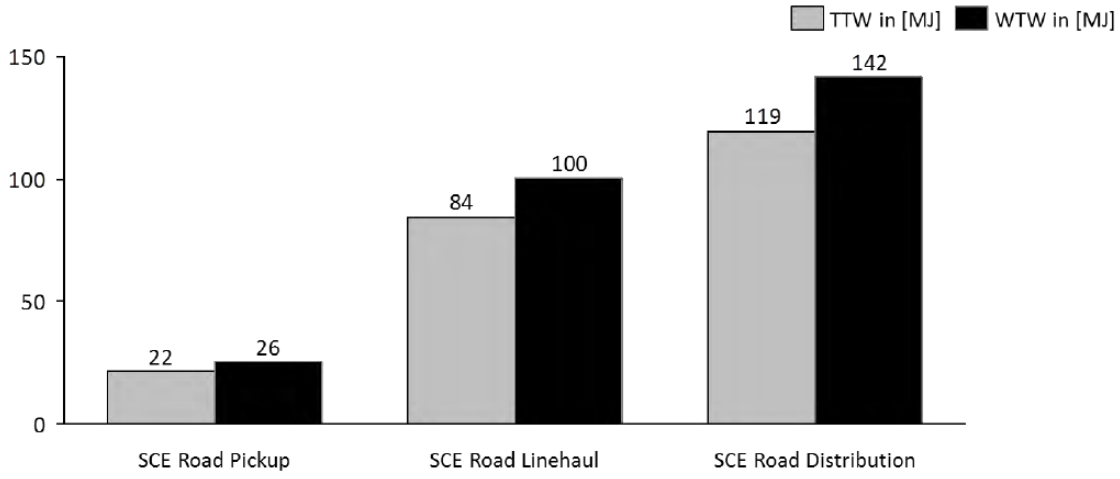
IT-system	運輸階段	公路集貨 Road Pickup	公路長途運輸 Road Linehaul	公路配貨 Road Delivery
domino	車種期別	Euro III	Euro V	Euro IV
	限制重量	25 噸	40 噸	12 噸
	實際載重	16 噸	24 噸	6 噸

圖片來源：COFRET (2014) [59]



圖片來源：COFRET (2014) [59]

圖 2.4-6 德莎案例之 TTW 及 WTW 二氧化碳排放當量



圖片來源：COFRET (2014) [59]

圖 2.4-7 德莎案例之 TTW 及 WTW 能源消耗量

4.貨物運輸服務研究未來發展重點

經由回顧、比對歐盟與國際標準組織之相關規範指引，如：EN 16258、ISO 14064 系列標準及 ISO/TS 14067，與企業溫室氣體盤查議定書(GHG Protocol)，COFRET 計畫顯示貨物運輸供應鏈碳足跡量化與管制議題尚有待發展或擴充的項目重點，可綜整歸納如下：

(1)針對運輸車輛尚需更清楚的定義與分類，以輔助計算結果的可靠度與可比較性；

(2)應針對分配原則做回顧整理，並嘗試將不同型式貨物的相對應運輸方式最佳化；

(3)可依排放源鑑別結果發展設定排放係數預設值的標準化方法；

(4)將港口、碼頭、航站的貨物儲存處理與操作活動也納入，以完整供應鏈排放做計算的需求。

在以 EN 16258 為基礎進行計算方法學的發展與標準化之原則下，COFRET 計畫對於全球溫室氣體排放標準提出的總結建議與研討議題如下：

(1)針對運輸車輛操作系統的選擇方式作界定與標準化，藉以區分由微觀至巨觀等不同層面的排放基礎；

(2)改善局部貨物運輸服務排放分配的公平性，此項可透過導入重量分配的概念，或不僅以重量且納入車輛尺寸(如體積)，並採用直接或最短距離的方法，使分配得以更公平且降低排放數據要求；

(3)可鼓勵採用直接或最短可行距離的方法，提升排放分配的公平性，同時降低排放分配的資料需求；

(4)改善運輸鏈中的資訊提供與交換，COFRET 建議釐清排放責任歸屬，如貨運代理人或貨物擁有人，以及排放量報告人如運輸業者，並將排放歸屬人與排放量報告人作有效關聯，以確保運輸鏈層級的排放量能夠正確計算；

(5)物流的節點(如碼頭或分銷中心)應涵括在一致性的溫室氣體排放運算方法中。為針對這個議題尋求最佳解決方法，目前已有調查作業進行中；

(6)可藉由排放量化結果的推廣，以及明確指出排放量計算或估算結果的品質(正確性程度)，解決基本資料的提供狀況及估算正確性問題。

5.小結

經歐盟委員會同意，COFRET計畫執行過程中各工作分組的成果已於 2015 年 2 月 1 日公告[60]，共計有 10 個國家 14 個合作夥伴的共同參與，完成 11 份專題報告與 2 份總結報告，作為後續國際間發展出以供應鏈為考量、採用一致的貨物運輸碳足跡計算方法，並產出具可比較性之結果的第一步。

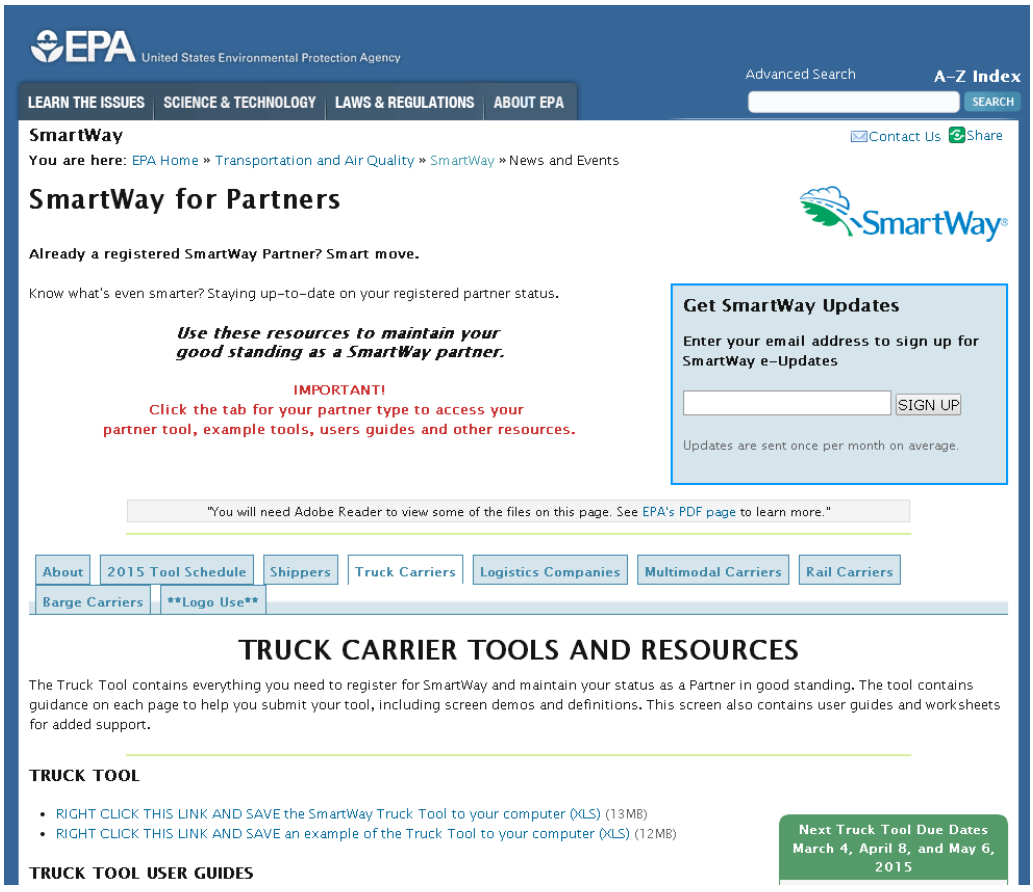
2.4.2 美國環保署高效運輸夥伴關係計畫(SmartWay)

美國SmartWay高效運輸夥伴關係計畫[61]，是各貨運行業和環保署間的一項夥伴合作計畫，主要是透過促成貨運運輸的托運人、承運人和物流公司之間進行合作，由環境保護署針對提高燃油效率和減少溫室氣體的做法給予鼓勵，達到溫室氣體排放減量的目標。SmartWay計畫係自 2004 年 2 月開始啟動，從只有 15 個夥伴企業開始，以更有效地運輸貨物、節省燃

料費用並促進高效燃料技術的發展為目標。

在美國卡車運輸協會的(American Trucking Associations, ATA)的大力支持下,目前在此計畫已有超過3,000個合作伙伴及超過65萬量運輸車輛、每年約 6,000 萬英里的運量(約為美國年貨運量的 30%)參與此計畫。包括美國一些著名經銷商、生產商與物流業者，如百思買(Best Buy Co. Inc)、惠普(HP)、通用汽車(General Motors)和美國郵政服務局(US Postal Service)等。

因為參與此計畫的夥伴類型眾多，故 SmartWay 計畫係以網頁公開方式，讓各類型夥伴自行點選下載。以載貨卡車業者為例，可由此計畫首頁點選 Truck Carrier 標籤進入，如圖 2.4-8，則可檢視可用工具、工具使用說明、資料輸入流程、夥伴關係資格準則、資料品質控制最佳方案及其他可參考資源。



圖片來源：SmartWay

圖 2.4-8 US EPA SmartWay計畫載貨卡車業者專頁[62]

由網頁內容可看出，美國環保署提供不同的夥伴類型，並以年度方式進行活動資料蒐集。以提供給載貨卡車業者的工具為例，目前頁面上提供可下載的是以 Microsoft Excel 開發的 2014 年度資料蒐集程式，如圖 2.4-9；填報內容共包含五大類，包括：

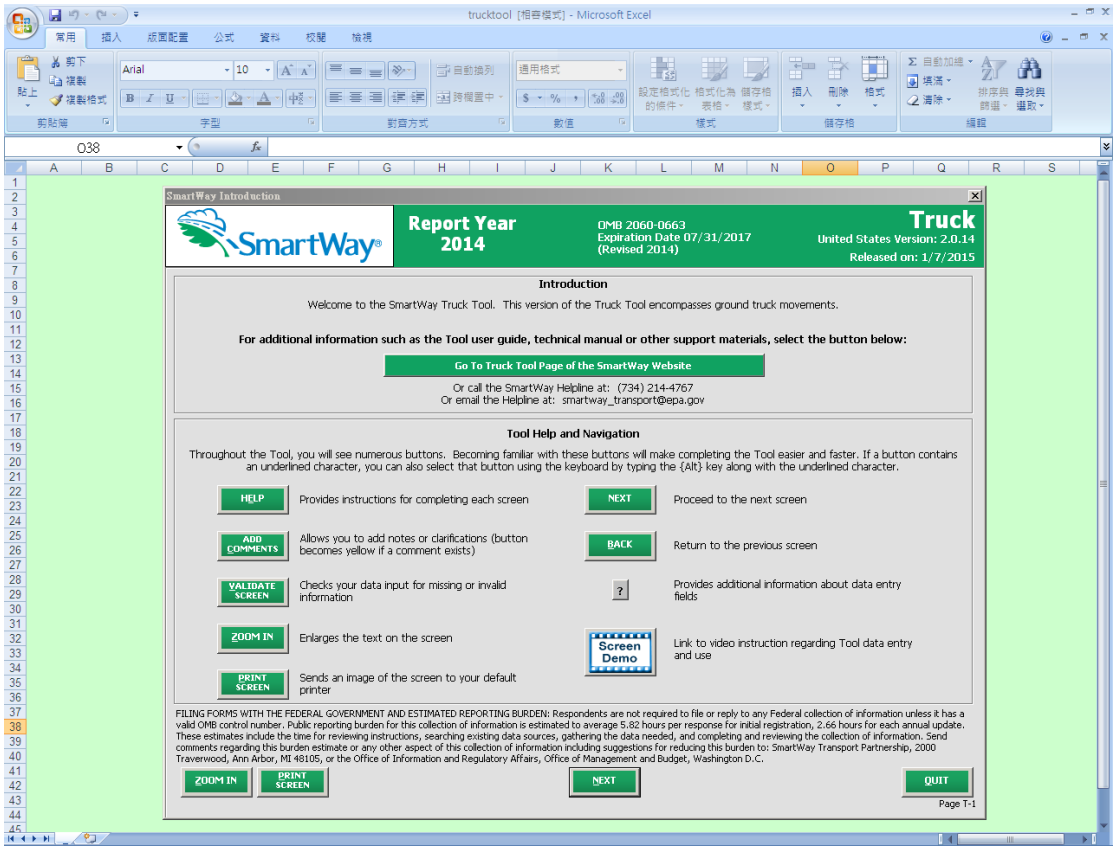
(1)操作國別比例(填報於美國及加拿大境內的作業百分比)；

(2)聯絡資料；

(3)車隊特性說明；

(4)一般車隊資訊；

(5)年度活動數據。



圖片來源：SmartWay

圖 2.4-9 US EPA SmartWay計畫 2014 年資料蒐集工具[62]

其中，年度特性數據部分又有 7 小項，包括：車輛引擎規格與機齡、活動數據來源與相關資訊、生質柴油或乙醇混合燃料使用量、有效負載與體積、行駛道路類型、車速分布與怠速時數、車用懸浮微粒控制器型式、

及其他輔助資訊(裝設輔助動力系統(APU)的卡車數量及裝載獲 SmartWay 驗證之輪胎的卡車數量)。

SmartWay 計畫重點在於減少不必要的引擎空轉、提高多種聯運方式的效率，和落實運各種提升能源使用效率的策略：包括改良卡車導風板，以減低氣動阻力；採用節油輪胎和輪胎充氣系統，以減少滾動阻力，以及混合動力系統的使用等。由美國環境保護署在該署網站上所發布訊息可知，SmartWay 計畫由 2004 年推動迄今，除了對氮氧化物、微粒等空氣污染物減量有顯著成效外，累計約節省 168 億美元的燃料成本，節省燃油量約 12,070 億桶(相當於超過 10 萬輛汽車行駛一年的油耗量)，等同於溫室氣體減量近 5,160 萬公噸的二氧化碳排放當量。

SmartWay 計畫最近已經擴展到加拿大，預期將可擴展成為美國工商企業和其他貿易夥伴無縫銜接的跨國境計畫。此計畫目前也同時帶動了中國和墨西哥等其他主要貿易夥伴發起類似的綠色運輸專案，預計將能夠使更多公司了解並重視區域性貨物運輸及全球貨物流通對於環境的影響。

2.5 公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢

2.5.1 影響公路貨運之溫室氣體排放因素

本計畫 104 年度透過國內貨運業者提供之營運資料，進行公路貨運服務碳足跡係數之計算，分析貨運服務全生命週期各階段之排碳量。根據調查結果顯示，原料取得階段及廢棄處理階段所占的溫室氣體排放量比重相對較低，而不論常溫或低溫運輸服務，其主要的排放源均在運輸服務階段；進一步分析運輸服務階段的排放情形，結果顯示車輛與設備冷媒逸散之排放及營業場所固定設備燃油使用量亦相對較低。從調查結果中可以發現，貨運服務主要之排碳來源為車輛燃油，然場站耗電及低溫運輸之冷媒逸散逸占有一定比例，應為貨運業者可控制之因子。

另由歐洲化學品運輸協會(European Chemical Transport Association, ECTA)及歐洲化學工業理事會(European Chemical Industry Council, Cefic)

對於貨運運輸服務階段之二氧化碳排放量測及管理手冊[63]指出，影響排碳係數的主要因子包括：負載因子(荷載量)、空車率、能源效率及能源的碳強度，各項影響因子及內容彙整如表 2.5-1。

其中負載因子、空車率與車輛載重狀況相關，在本計畫調查中受限於資料取得之內容，將整合為裝載率；能源效率部分，以使用柴油之貨車為例，係以油耗率的結果呈現，以本計畫調查各營業所之集配車輛為例，其主要行駛於市區道路，於集配過程中車輛有怠速或高頻率之熄火啟動等需求，均反應在燃料使用效率上，顯示出零擔運輸(集配車輛)相對高於整車運輸碳足跡排放；另使用能源的種類及型式，如電動車、柴油車、場站用電等，不同能源類別之排碳強度亦不相同。

表 2.5-1 影響碳排放係數之主要因子

影響因子	內容
負載因子(荷載量)	■ 和每個運輸單元的荷載容量有關
空車率	■ 從這個卸貨點到下個載運點之間空車行駛里程的分配
能源效率	■ 不同型式運具能源效率皆不同，例如：機動車輛、軌道及船隻等； ■ 影響因子包括：引擎設計、車輛、軌道或船隻之特性、駕駛習慣、平均速度、交通狀況、道路設施、地形狀況等
能源的碳強度 (能源種類、型式)	■ 即單位能源消耗的排碳量 ■ 包括直接從車輛引擎燃燒產生或間接由貨運服務之電力使用排放 ■ 車輛引擎燃燒的碳強度和燃料特性有關(柴油、生質燃料或 LPG 等)

另本計畫持續蒐集國際間相關文獻對於公路貨運之溫室氣體排放因素之探討，彙整如表 2.5-2 所示。主要包括為車輛本身及運輸路網兩部分。

表 2.5-2 影響公路貨運之溫室氣體排放因素文獻彙整

影響溫室氣體排放因素	相關論述
燃料效率、燃料排放強度、負載率、空車率	1. 溫室氣體排放量主要是由燃料消耗決定。運輸的平均里程、模態、平均負荷滿載人次、平均空轉百分比、燃油效率和溫室氣體的能源強度。[64] 2. 幾乎所有溫室氣體排放來自貨運的燃料/能源的消耗[64]。 3. 負載因子(LF)在運輸成本和銷售網絡對溫室氣體的影響都是很重要的。[65] 4. 總體貨運部門的溫室氣體強度是操作因子的決定性參數，平均運輸里程、模式分配、平均負載、空轉的平均百分比、燃料效率和溫室氣體的排放強度。[64] 5. 物流服務供應商減少溫室氣體排放的技術解決方案，如無鉛和低硫汽油，三元催化轉化器，或者改進車輛能源效率。[65]
運輸路網調度	1. 整個銷售網絡的溫室氣體排放量，應確定消費品銷售網絡的 5 個關鍵變量：(1)製造商分配中心(MDC)的數量，(2)TSP 的數量，(3)在轉運區域物流供應商(LSP)的客戶集中度，(4)裝運貨物尺寸，(5)DSD的比例。[66] 2. 下述三個選項影響溫室氣體的分配結構：[66] (1)分配中心：MDC(製造商分配中心)的數量越多，導致更少的溫室氣體排放量。因為在初始情況下，單一 MDC 的情況可降低成本，額外的 MDC 花費都要考慮在內。 (2)物流服務供應商：TSP(轉運站)的數量越多及改善客戶集中度，導致在系統分配時可降低溫室氣體排放。其中改善客戶集中度可透過選擇適當的 LSP 來實現。 (3)裝運尺寸：減少 DSD(直接運送)比例及提高載重(FTL 多，少零擔拼箱運送)也減少溫室氣體排放總量。 3. 整合運行，即運輸過程朝向(地區)樞紐中心配置，由於小批量捆裝出貨，會增加運輸量，並沒有辦法降低總運輸排放量。溫室氣體排放總量基本上依賴於樞紐中心的位置及數量，以及裝運數量。[65]

資料來源：本計畫整理

2.5.2 各國貨運節能減碳推廣示範計畫

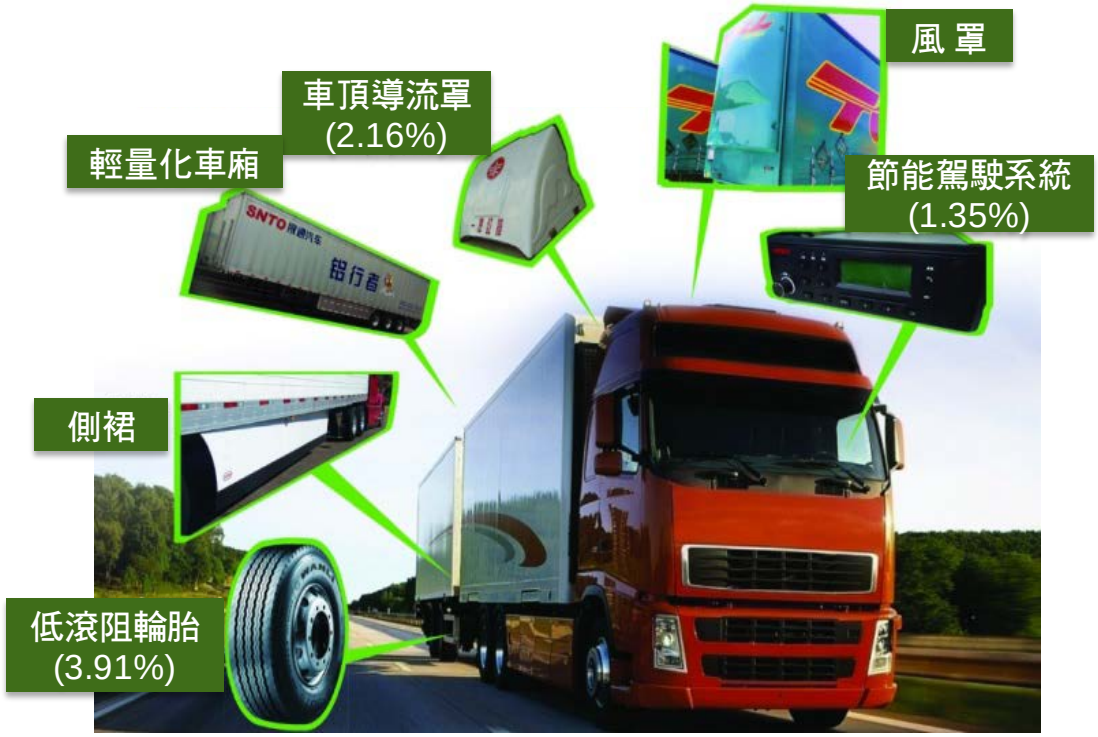
世界銀行自 2011 年起，在中國及巴西交通運輸部門、財政部門等國家行政機關及亞洲清潔空氣中心(CAA)等國際組織的支持下，開始實施綠色貨運倡議(World Bank Green Freight Transport Initiatives)，是全球環境基金在公路貨運業實施的第一個節能減碳的示範行動。以下簡要說明中國及巴西貨運服務減能減碳相關探討結果。

1.中國綠色貨運示範計畫

有鑑於公路貨運占中國交通運輸能耗量約 54%，且貨運服務需求隨著由製造業主導的經濟持續增長，此計畫選擇以廣東省為例，藉由引進國外先進科技和創新的政策機制，鼓勵道路貨運業者應用車輛節能減排技術、改進運輸模式、提升資訊化程度等策略提升貨運服務之能耗率，實現溫室氣體減量的目標。

廣東省貨運業落實減碳的策略主要可分為三項，包括：綠色貨車技術、甩掛運輸模式和建置物流資訊交換平台。

(1)綠色貨車技術達成節能減碳的手段包括：減少空氣阻力、降低地面摩擦、提高駕駛操控能力，及使用輕量化半掛車廂和清潔能源貨車(LNG車)等，實作方式則如圖 2.5-1 所示。由廣東省貨運逾 1,500 輛貨車的實測結果顯示，各項實作方式皆有相當程度的節油效果。其中，低阻力輪胎、車頂導流罩和節能駕駛系統在重型卡車上安裝使用的節油率分別達 3.91%、2.16%和 1.35%。



圖片來源：亞洲清潔空氣中心網站[67]

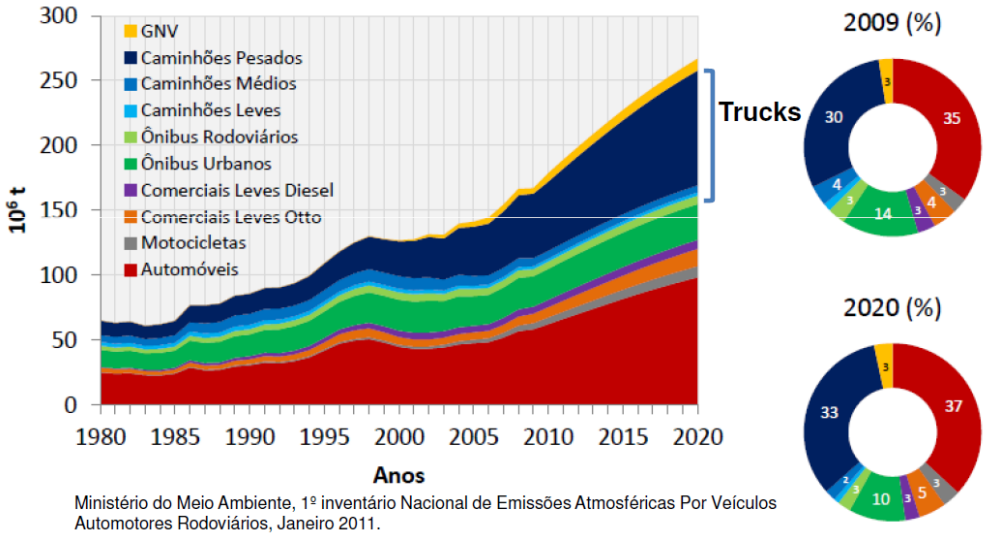
圖 2.5-1 綠色貨車技術示意圖

(2)低阻輪胎是指選擇低滾動阻力(low rolling resistance tires)的輪胎，透過輪胎的胎紋、胎壁厚度，乃至於材料來減低輪胎在地面滾動時所受到的阻力，從而達到節油的效果。據加州能源委員的報告，使用低阻輪胎約可節省 1.5%至 4.5%的汽油。除輪胎的選擇外，改用重量較輕的鋁質輪框及配備胎壓自動監測設備也是降低地面磨擦的可行技術。另外，裝設車頂導流罩也是減少行車時風阻的方法之一，甚至還可透過加裝側裙及縮小車頭和貨櫃間的距離來減少風阻。

(3)甩掛運輸模式、物流運輸資訊平台則主要是透過便利的網路及資訊交換系統，建立可減少車輛空駛、提升甩掛運輸效率的內部資訊系統，以及可促進業者及有貨運服務需求的客戶有效媒合、完成交貨、支付及追蹤的資訊平台，創造便捷的智慧化物流交易機制。

2.巴西綠色貨運示範計畫

巴西車輛運輸二氧化碳排放情形及貨運占比如圖 2.5-2 所示，2009 年貨車排放約占車輛運輸排放的 30%，預計在 2020 年將提高到 33%。



圖片來源：亞洲清潔空氣中心網站[67]

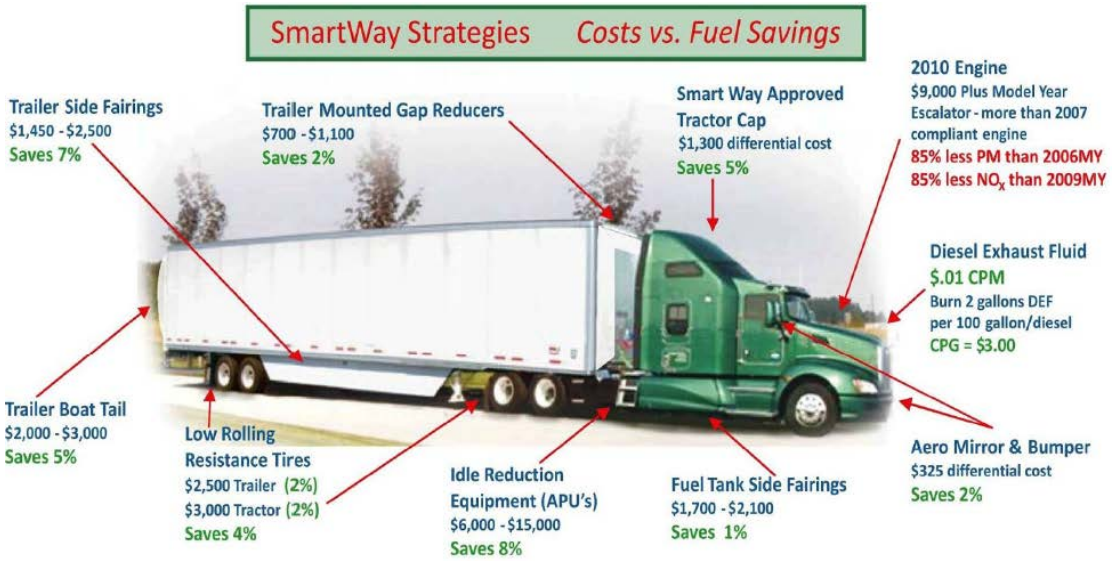
圖 2.5-2 巴西車輛運輸排放量分布及貨車運輸占比

不同於中國貨運服務的營運成本約 59%來自於燃料費，巴西貨運服務營運成本之燃料費約占的 40%，工資約占營運成本的 30%。即便如此，

燃料成本依然是最大宗，且與溫室氣體排放有直接關係，故巴西綠色貨運亦以如何降低車輛行駛油耗率的探討為主，並就油耗減量效果與所需成本提出分析結果。

採行的行車油耗減量技術可分為兩部分，(1)車頭部分包括：加裝車頂罩、裝載空力保險桿和後照鏡罩、加裝減少怠速設備；(2)車體(貨櫃及貨架)部分則包括：採用低阻輪胎、加裝貨艙尾翼及側裙。另外，巴西貨運服務還採用更新引擎、添加環保觸媒等非關減碳但屬於環境友善的綠色貨車技術，如圖 2.5-3。

整體而言，車頭減量技術的節油率約為 18%，車體部分節油技術之效果則些微較低，約為 16%；但由所需成本之數據分析結果可知，車頭節油技術的增加成本約為每車 20,025 ~ 29,425 美元，車體部分的成本則僅增加約 6,650 ~ 9,100 美元，顯見車體節油技術之經濟效益較高。另必須注意的是節油效率並非可持續累積的，保守估計節油技術的節油效果可維持約 1.8 ~ 2.6 年。



圖片來源：亞洲清潔空氣中心網站[67]

圖 2.5-3 巴西貨運服務車輛減碳技術示意圖

2.5.3 歐洲冷鏈物流技術[68]

在歐洲半掛型貨車的典型結構尺寸，需固定硬質盒外部的長度和寬度，外部高度和內部尺寸可根據個別設計的類型而變化，相關技術說明如下：

1.車廂保溫材料

剛性半掛車箱通常在兩個外層間藉由膨脹發泡來保溫，每層由數毫米的夾板覆蓋著玻璃纖維增強聚酯、鋼或鋁表層。常見的絕緣膨脹是用聚氨酯(PU)泡沫加環戊烷作為發泡劑。另一種保溫材料為聚苯乙烯，熱導率比聚氨酯高，但在地板和屋頂的結構，其中有整體限制，厚度較薄，機身製造商可以使用較厚的面板轉移熱損失。

2.製冷機組

運輸製冷系統操作的負載通常範圍很大，以符合製冷系統可被切換、關閉或它的容量調製成維持在設定溫度、效率降低的負載，根據系統的設計包層和設置性能的預期係數(Coefficient of Performance, COP)一般為 0.5 到 1.5 之間。冷藏運輸蒸汽壓縮系統中最常見的驅動系統如：

(1)汽車發電機：此方法最常見是小型送貨車使用，車輛發動機曲軸驅動升級單交流發電機和一個 70Ah 電池。交流發電機充電供給 12V 直流電源小型製冷系統的車輛電池。

(2)直接皮帶傳動：有了這個系統，這是大多數麵包車使用，製冷單元的壓縮機是直接從汽車發動機通過皮帶驅動。

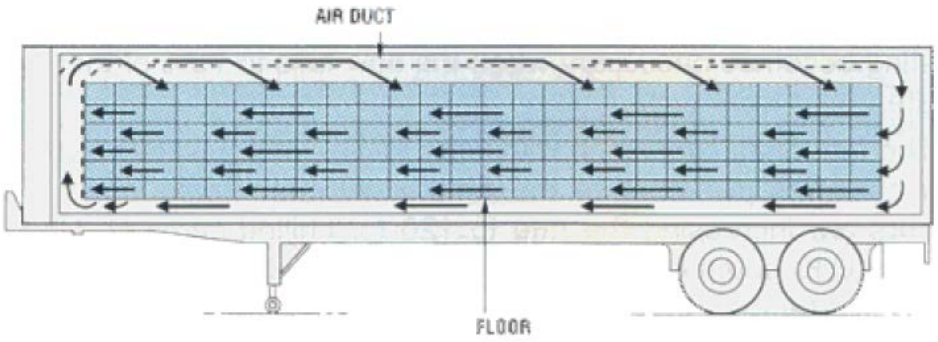
(3)輔助發電機：本系統採用專用的大發電機驅動通過從主牽引機的皮帶，在製冷單元發電功率來驅動電動馬達。

(4)輔助柴油單位：該系統使用內置的製冷發動機單元可以透過紅色柴油(便宜)或白色柴油供電(降低對環境的影響)。可選的粒子過濾器和催化劑在新發動機技術可以在發動機運行透過白柴油清潔廢氣排放，導致排放量減少 90%。

3.車廂內空調系統

車輛頂部空氣輸送是最主要的典型佈置，製冷機組的風扇造成溫度

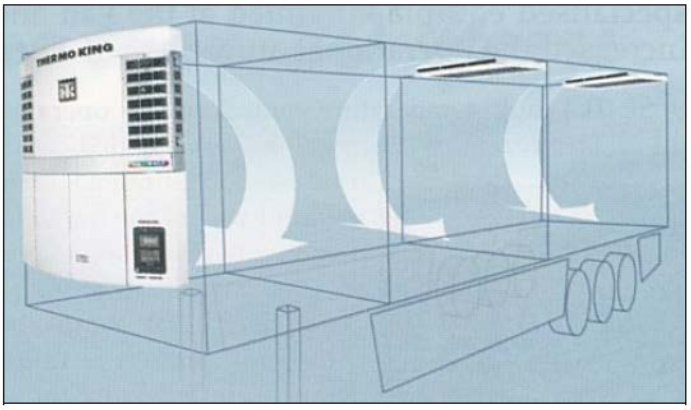
控制的空氣四周流通的車頂內、牆壁、地板及門，以避免熱從內部傳導或從外部滲入，返回到通過下托盤的地面或空間中的冷卻盤管，如圖 2.5-4 所示。冷凍貨物的水平通道間需要紙箱的排列，讓良好的回風的負載，空氣應透過迴流空氣流動於貨物間。為了便於空氣迴流到蒸發器盤管，一些拖車配有金屬格柵的假隔板牆或下面返回空氣通道孔中。



圖片來源：S.A. Tassou[68]

圖 2.5-4 冷藏車廂空調循環模式

在多隔室車輛的冷凍空間被細分成若干個獨立溫度設定車廂，提供物流業務營運的靈活度。是連鎖超市常見的做法，以多間隔拖車運輸產品。在每個隔室中不同溫度下，透過使用分佈式蒸發器盤實現從單一的冷凝單元供應。一般來說實踐最冷的部份位於最前面，而最溫暖的部份在後方。特定因子設計多間隔車輛的製冷系統是隔室間的熱轉移，產品裝載之間的傳熱模式、門開口及溫度控制的方法，如圖 2.5-5 所示。



圖片來源：S.A. Tassou[68]

圖 2.5-5 多溫層車廂空調循環模式

4.其他道路運輸製冷技術

(1)共晶系統

共晶體系統由於裝有空心管、橫梁或板，食品運輸應用系統可基於共晶熱能量存儲或以共晶和蒸汽壓縮系統的組合。這樣的系統適合於小型運輸，其中熱損失可能因經常開關門而造成，透過使用提供的小型製冷系統可以有效地運行，或者再加上機械製冷設備可以提供效率並節省的開/關控制循環。有固定板或梁的尺寸，提供的選擇包括計算運輸次數、路程遠近、開關門次數、時段等。目前一些廠商已開發的靜態製冷機組，其能夠透過連接器連接起來充電共晶系統，這將移除每個製冷車輛的冷凝單元，進而降低成本。

(2)低溫冷卻系統

利用總損耗的液氮系統或二氧化碳注入作為替代機械製冷，優點是快速降低溫度和相對安靜，有更經濟、更穩定運行總損耗的系統。

2.5.4 國際物流業者節能減碳作為及碳中和服務

國際物流業者因應全球減碳需求，已推動並公開各項節能減碳作為的資訊，相關業者所執行之節能減碳作為大致包括：運輸車輛電動化、導入再生能源綠色電力、倉儲能耗效率提升、優化之路網規劃等，採行之減少溫室氣體排放措施彙整如表 2.5-3。

此外 DHL、UPS 及 FedEx 公司皆可依據顧客需求，提供碳中和配送(Carbon Neutral Shipping)的服務；DHL 及 UPS 消費者可透過選擇綠色運輸方案降低或抵銷其託運貨物過程之溫室氣體排放，FedEx 則提供使用者不須額外付費之「碳中和快遞信封」。3 家公司之碳中和服務作為彙整如表 2.5-4 所示。

表 2.5-3 跨國物流業者減少溫室氣體排放減碳措施

企業名稱	背景	減碳措施
DB Schenker	隸屬於 DB Mobility Logistics AG，是屬於德國總公司-德國鐵路(Deutsche Bahn AG)旗下物流部門。	規劃 2015 年以前要達到 35%綠色能源利用率，加強材料和資源利用效率，提高可回收性並增加其再循環使用後的材料的百分比。提高裝載容量，將設備設施全面現代化，使用低碳排放的車隊，以及教導駕駛節能環保的駕駛技術等。 2006 到 2012 年間，德國鐵路集團從其所有運輸模式中，陸、海、空運已減少溫室氣體排放 12.3%。2012 年 11 月於德國建立一處碳中和廠房於Kerpen-Horrem，透過結合建物與再生能源落實減碳。[69]
DHL	隸屬於全球頂尖郵政和物流公司 Deutsche Post DHL Group，提供顧客綠色解決方案 GO Green 產品和服務。	透過提供詳細的碳排放報告，分析客戶物流鏈，並優化貿易路線和運輸方式，減少碳排放。物流產品組合包括低能耗的倉庫設計。[70] 減少能源和燃料消耗作法，更換老舊運具，更省油的車型，實現智能的網絡設計和容量規劃。2014 年導入再生能源比例達 60%。[71] 目前全球DHL擁有 300 多輛電動車、300 多輛油電混合動力車，以及約 2500 輛車採用生化燃料、瓦斯、乙醇或雙燃料。期望在 2020 年能將整體營運以及運輸承包商的碳效能較 2007 年水準改善 30%。臺灣DHL創下先例，於 2012 年引進國際快遞業者首輛低排放環保車-- LPG(油氣雙燃料)運務車。2016 年臺灣DHL持續擴編其替代能源車隊，領先業界添購電動機車，提供零排放的運送服務。[72]
UPS	世界最大的快遞承運商和包裹運送公司。總部位於美國喬治亞州亞特蘭大，業務範圍擴大到了物流和其它與運輸相關的領域。	根據運輸方式和範圍詳細列出碳影響，並透過產品線路、分支或配送中心等自訂業務設計，來為客戶提供詳細的報告，減少碳排放策略包括： ・模式轉換－使用最節省燃料的運輸方式或綜合運用多種運輸方式來滿足服務需求。 ・高效率網絡－能夠透過整合的取件遞送系統來處理寄件。 ・高效陸運車隊－監控車隊表現的UPS創新技術--遠端資訊處理系統；減少公里數計畫；與混合型汽車類似的替代技術車輛的測試與實現。[73]
FedEx	國際性快遞集團，提供隔夜快遞、地面快遞、重型貨物運送、文件複印及物流服務，總部設於美國田納西州。	2008 年聯邦快遞成為美國交通運輸行業中第一家訂定二氧化碳減排目標和商用車燃料效率車隊目標的公司。截至 2011 年年底，飛機二氧化碳排放量與 2005 年相比下降了 13.8%；美國車隊每加侖油耗的總里程已提高 16%以上。[74] 此外，聯邦快遞擁有 6 個太陽能發電裝置，能夠生產超過 6MW 的清潔能源。 飛機採用低碳生物燃料作為動力；另於裝載和處理飛機時，由地面人員減少飛機滑入和滑出時的發動機時間，從而節省燃料。[75]

資料來源：本計畫整理

表 2.5-4 跨國物流業者碳中和配送服務

企業名稱	碳中和配送服務
DHL	■ 為全球第一個提供碳中和配送服務的物流企業，自 2005 年於歐洲推行後，服務範圍持續拓展至全球，目前已包括台灣等 40 個以上國家。 ■ 分別採取碳計算系統(Carbon Calculation System)與碳管理系統(Carbon Management System)來評估貨品於運輸過程中所產生的碳排放量，並擬定最適減碳方案及碳補償機制。期透過轉投資，如生質能源與風力發電等，以抵銷其碳排放量。因此，客戶可以選擇通過投資 DHL 的一些降低碳排放的項目，來實現碳補償。 ■ 在 2012 上半年，成為丹麥外交部的官方物流合作夥伴，提供碳中和空運與陸運服務，此計畫為丹麥外交部所提倡之「永續產品與清潔科技解決方案」(Sustainable Products and CleanTech) 中的內容之一。[76]
UPS	■ 使用者可以多付一些費用，計算其拖運貨品在運輸過程中產生的碳排放量，並補償對環境所造成的影響。 ■ 該企業購買已受認證的碳抵銷額，用以抵銷運輸過程產生的碳排放，並支持一系列環保行動，如植林、污水處理、甲烷及堆填區沼氣銷毀等。該企業統計 2011 年度所購買的碳抵銷額，總計高達 100 萬美元。[76]
FedEx	■ 提供碳中和配送服務，並於 2012 年 4 月推出一項新的碳中和計畫，發行一款由 100%可回收材質製造，並能 100%回收的快遞信封，且使用者不需付出額外費用。為第一家提供「碳中和快遞信封」的物流企業。 ■ 以年為單位，計算全球所有配送信封所產生的二氧化碳量，並與 BP Target Neutral 合作，投資低碳發展或環境保護項目，來抵銷營運時所產生的碳排放量，包括：荷蘭農田沼氣設施、坦尚尼亞南部高原草地計畫、泰國垃圾掩埋場回收系統等。 ■ 除了推出快遞信封之碳中和計畫，並致力於支持可再生能源的應用和開發。 ■ 透過投資新的技術，直接降低飛機、車輛、操作設施所產生的溫室氣體，進一步降低溫室氣體對環境的影響，也為使用者提供更具永續性的配送選擇。[74]

資料來源：本計畫整理

2.5.5 我國貨運節能技術

我國經濟部能源局及環保署歷年編製與貨運服務相關的節能技術彙整如表 2.5-5 所示，並分項說明部分內容如後。

表 2.5-5 經濟部能源局節能技術彙整

節能技術		效益
車輛節能技術應用[77]	空氣動力套件	安裝空力套件後油耗改善效果最高可達 2.35%，且車速較高時效益愈明顯。
	電動化冷凍系統	車載儲能系統使低溫運輸車輛在配送點卸貨時，無須發動引擎仍保有冷凍櫃之冷房需求。
	節能輪胎	輪胎滾動阻力所需能耗約占總能耗 20~30%，透過使用新的橡膠材料與結構設計來減少車輛行駛滾動阻力。
	液壓混合動力車輛	以液壓系統元件取代或輔助傳統車輛傳動系統元件的應用方式。液壓混合動力車輛能夠回收車輛減速時的能量，及控制讓引擎操作在較高效率的狀態，因此獲得省油的效果。
車隊節能管理[78]	建立節油獎勵制度	依比例提撥駕駛者節省之燃油費用，或藉由標準油耗，訂立不同級距的節油獎金。
	駕駛行為與管理	藉由行車記錄器資料蒐集，並由專人專責針對車輛轉速、速度了解車輛駕駛者是否有不當的駕駛行為。
	車輛調度與車型選用	針對載貨量分析派遣適合的車型，並於指派車輛行駛前，規劃較佳之行駛路線，以避免交通擁塞之道路與時間。
	車輛保養管理與記錄	建立各車輛之完整保養履歷，從機油消耗量可了解引擎是否有異常，以致於影響油耗。
	落實怠速管理	搭配行車記錄器進行管理怠速，三期之後的柴油車輛可透過低速行駛的方式取代原地暖車。
營業場所照明管理[79]	符合工作要求的照度水準	依工作場所與作業需求之不同，訂定適合其工作的照度水準，所有空間維持一定的平均照度要求，並且力求配光的均勻，而要求高照度的場所，可儘量採用局部照明。
	使用高效率的光源	包括安定器的能源耗損在內的螢光燈和其他放電燈，其燈具效率比白熾燈效率高，壽命長。
	照明器具的選擇	採用效率高、清掃和更換燈管容易的照明器具。採用設計不合理的照明器具和使用方法不當，是造成不舒服眩光的原因。
	天然光的利用	天然光線高演色性與明亮的優點仍是人工光源難以取代的，因此設置大小適當的窗戶，可兼顧居住者和工作者的精神和生理上必需的採光、通風與節能。
	對照明環境的考慮	不論是天然光或人工光源，室內牆壁可以採用明亮系列的顏色來裝飾，以增加反射光，提高室內照度水準，而且照明品質也因反射而呈現較佳的感覺。

表 2.5-5 經濟部能源局節能技術彙整(續)

節能技術		效益
營業場所照明管理[79]	有效的配線設計	適當的配線及自動開關設計可配合天然採光，而適度關掉靠窗邊燈具或自動調光。調光型電子安定器配合適當的光感應接收器，已可自動控制室內照度水準。
	易於維護管理的設計	設計時，應採用維護管理容易的照明方式、照明器具和光源，將可減少維修的人力工作，間接也是發揮節能的效果。
營業場所空調與冷藏設備管理[80]	熱氣除霜	係利用系統原來就要在冷凝器散熱之高溫冷媒來提供除霜熱量來源，因此不需額外之耗電，節省運轉電費。投資回收年限約 1.5~3 年。
	蒸發器風扇採用 ECM 馬達	ECM 馬達(Electronically Commutated Motor)為高效率之直流無刷馬達，搭配變頻控制可獲得很好之節能效果。投資回收年限約 1~3 年。
	除霜控制	採用需量控制方法，藉由蒸發器氣流速度降低或結霜厚度之偵測以判斷需啟動除霜時間，並且根據盤管溫度上升之偵測以控制除霜完成時間點，如此將可獲得節能之成效以及避免除霜過度或不足所造成之能源浪費或產品品質降低。投資回收年限約 3 年。
	設置壓縮機回氣側之液氣冷媒熱交換器(LSHX)	設置壓縮機回氣側之液氣冷媒熱交換器，使蒸發器出口冷媒在進入壓縮機回氣口前先與冷凝器出口的液冷媒進行熱交換，如此可讓液冷媒進一步過冷，且使回氣冷媒過熱度增加，且因回氣冷媒管與周圍環境溫差變小，而降低回氣冷媒在管路上之無效熱得。投資回收年限約 3 年。
	增加隔熱保溫性能	採用高性能之保溫材料或增加保溫厚度，可降低冷凍冷藏庫之熱得量，節省耗電。

資料來源：本計畫整理

1.運輸車輛節能技術

(1)空氣動力套件

商用重型運輸車輛之車身結構存有許多空隙，造成車輛高速行駛時流過的氣流易在車身空隙處形成滯流區，造成空氣阻力上升，影響車輛的燃油經濟性。為能降低車身風阻提升車輛燃油經濟性，於商用重型車輛貨物承載處下方或是貨櫃子車加裝側裙，可避免氣流進入此區域形成滯流區而造成空氣阻力上升。

空氣動力節能設備實車油耗測試驗證於車輛中心試車場進行，安裝空力套件後油耗改善效果最高可達 2.35%，且車速較高時效益愈明顯。每公升油量可多行駛 0.06 公里，相當於每 100 公里可節省 0.9 公

升柴油消耗。

(2)電動化冷凍系統

低溫運輸車輛其驅動冷凍系統的動力來源依靠車上的柴油引擎動力或是獨立引擎。由於國內外隨著惰轉法規的實施及對環境與能源的改善需求，許多車用冷凍空調大廠也逐漸發展出新的節能技術。車載儲能系統可克服門市配送之電力供應問題，使低溫運輸車輛在配送點卸貨時，無須發動引擎仍保有冷凍櫃之冷房需求，或採用電動空調輔助設備，提供駕駛艙空調。

(3)節能輪胎

根據國際能源署調查顯示，運輸車輛在行駛過程中，輪胎滾動阻力所需能耗約占總能耗 20~30%，因此各國輪胎廠相繼推出低滾動阻力之節能輪胎，主要透過使用新的橡膠材料與結構設計來減少車輛行駛滾動阻力。

(4)液壓混合動力車輛

液壓混合動力車輛(Hydraulic Hybrid Vehicle, HHV)是一種以液壓系統元件取代或輔助傳統車輛傳動系統元件的應用方式。液壓混合動力車輛能夠回收車輛減速時的能量，及控制讓引擎操作在較高效率的狀態，因此獲得省油的效果。

2.替代冷媒與換裝技術

合適的替代冷媒與換裝技術，在不影響原冷凍機性能情況下，不僅可減少其逸散所造成之溫室氣體排放，亦可有效提升冷凍機之整體效能，針對冷媒特性相關研究指出 R-134a、R-404A、R-407C、R-410A 等皆為臭氧層破壞係數(Ozone Depletion Potential, ODP)為 0 的 HFC 冷媒。

國內冷凍冷藏設備多數採用 R-404A 環保冷媒作為傳統 R-502 冷媒的替代品，然而其 GWP 值高達 3,922，針對提供低溫貨物存放與運輸之業者，應定期保養冷藏設施以減少冷媒洩漏之排放。而冷凍冷藏設備運轉效率合理化，冷媒管路不宜過長以避免冷媒壓降過大致使冷凍能量下

降與耗能增加，如表 2.5-6。

表 2.5-6 氣態冷媒壓損致使冷凍能量下降與耗能增加情形

項目	氣態冷媒管路壓損 kPa	冷凍能量 %	耗能% (kW 耗功/kW 冷凍)
壓縮機吸入管	0	100.0	100.0
	1	96.8	104.3
	2	93.6	107.3
壓縮機流出管	0	100.0	100.0
	1	99.2	102.7
	2	98.4	105.7

資料來源：經濟部能源局[80]

3.國內冷鏈物流技術發展與案例[81]

國內市場上對於不同溫度需求之物品運送，主要仍以專用車輛方式配送，冷鏈產業包含的貨物不僅僅係農產品、生鮮食品、加工食品而已，諸如醫藥物流、生技產業等均屬冷鏈產業的範疇。冷凍/冷藏車售價，約莫是同噸數常溫車的 1.6 倍左右，而低溫倉庫的建造成本更高。為了滿足少量多樣、新鮮、高頻且及時的需求，快速將低溫商品配送到消費者手中，各種新型節能低溫物流技術應運而生，包含蓄冷保溫模組、多溫層蓄冷片、溫度監視器、RFID 技術、資通訊管理系統等，如表 2.5-7 及圖 2.5-6 所示。

我國工研院並設計可結合後端溫度管理平台之輕量智慧蓄冷箱，協助物流業者在配送作業上，於單一車趟建立多溫層共配模式，支援通路少量、多樣化之冷鏈物流需求。同時，設計符合冷鏈物流作業需求之無線溫度感測元件，打造便捷之全程溫度自動化蒐集與傳輸機制，以建立商品運途之物流履歷，並透過後端之溫度管理平台，提供企業對於商品流通之記錄與追蹤可視化管理。[83]

主要應用兩種低溫設備在低溫品之配送保鮮上，第一種為低溫配送保冷箱，利用常溫車配合保冷箱進行多溫層之配送；第二種為長效型低

溫蓄冷籠車，其容積為保冷箱的十倍以上，因此適合使用於北中南轉運站之轉運長時間理貨，大量低溫貨品處理，轉運站之間對點配送使用。新竹物流應用情形如圖 2.5-7 所示。[84]

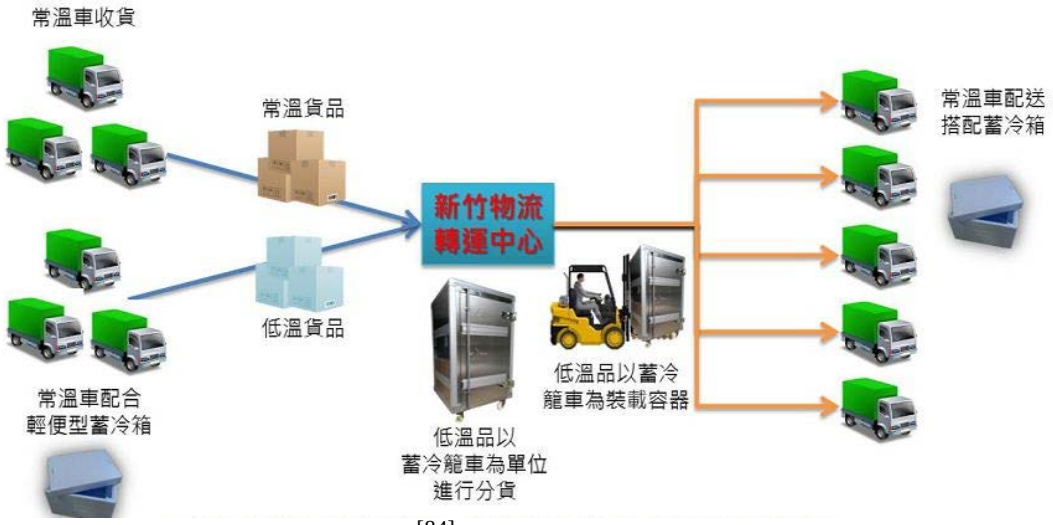
表 2.5-7 異溫層共配系統比較

異溫共配系統種類		傳統多車配送(冷凍/冷藏/常溫)	機械式冷凍車廂區隔	機電共用式保冷櫃	抽換式蓄冷保冷箱
系統特色		使用多種溫度車輛各別配送，無共配	車箱區隔多種溫域，車引擎驅動冷凍機組	用電冰箱式保冷櫃及機械式冷凍冷藏箱	抽換式蓄冷保溫箱之多溫無冷凍動力運載
設備需求	集配車	常溫車+冷凍車	冷凍車+車廂隔間	常溫車+機械式冷凍箱	常溫車+保冷箱+蓄冷片
	營業所	常溫車+冷凍車	冷凍冷藏庫	冷凍庫+電冰箱保冷櫃	凍結機+保冷箱+保冷櫃
	集散轉運	常溫車+冷凍車	常溫車+冷凍車	常溫車+電冰箱保冷櫃	常溫車+蓄冷櫃+蓄冷器
	轉運中心	常溫車+冷凍車	冷凍冷藏庫	冷凍庫+電冰箱保冷櫃	凍結機+蓄冷櫃
系統比較	不同溫域	單車單溫	多溫	多溫	多溫
	共　　配	不可	可	可	可
	冷凍系統	個別車用冷凍機	個別車用冷凍機	個別車用/櫃用冷凍機	集中式一般用冷凍機
	故 障 率	高(壽命約 3 年)	高(壽命約 3 年)	稍高	低
	均 溫 性	低(機械冷凍)	低(機械冷凍)	不高(機械冷凍)	高
	溫度彈性	低	高(設定溫控)	高(設定溫控)	高(抽換蓄冷器)
	空間彈性	低	低	不高	最高
	投資成本	-	最高(100%)	頗高(85%)	最低(35%)
	操作成本	-	最高	高	低

資料來源：工業技術研究院[82]

圖片來源：工業技術研究院服務系統科技中心[81]

圖 2.5-6 全溫層保鮮配送服務 Total Solution



圖片來源：工業技術研究院[84]

圖 2.5-7 我國導入低溫設備之冷鏈物流技術案例

2.6 我國公路貨運背景與相關計畫成果彙整

2.6.1 我國公路貨運背景

1.自用貨車及營業貨車載運狀況

由交通部統計處「104 年汽車貨運調查報告」[85]顯示(表 2.6-1)，我國汽車貨運總運量約近81,387萬公噸，貨運量中65.2%由營業貨車運送；汽車貨運總延噸公里數為 4,434,832 萬噸公里，其中營業貨車占 85.1%。本計畫針對公路貨運服務進行碳排放量及碳足跡資料建置，盤查對象為公路貨運業者，即以營業貨車之碳排放情形為主，具備提供碳足跡公用係數之代表性。

表 2.6-1 104 年汽車貨運運量及延噸公里分析

單位:萬公噸；萬噸公里；%

年別	貨運量			延噸公里		
	總計	營業貨車	自用貨車	**總計**	營業貨車	自用貨車
103年	**82,704**	53,827	28,878	**ⓡ4,514,947**	3,778,356	736,591
104年	**81,387**	53,095	28,292	**4,434,832**	3,774,082	660,751
結構比	**100.0**	65.2	34.8	**100.0**	85.1	14.9
較上年增減率(%)	**-1.6**	-1.4	-2.0	**-1.8**	-0.1	-10.3

資料來源：交通部統計處(105)[85]

2.汽車貨運以國產內銷貨為大宗

104 年汽車貨運量以國產內銷貨占最大宗，計 7 億 529 萬公噸，占 86.7%；進口貨為 9,345 萬公噸，占 11.5%；出口貨為 1,362 萬公噸，占 1.7%；轉口貨為 150 萬公噸，占 0.2%。若就車種別觀察，營業貨車及自用貨車均以國產內銷貨為大宗，其中營業貨車之國產內銷貨運量(4 億 2,705 萬公噸)及自用貨車之國產內銷貨運量(2 億 7,824 萬公噸)分別高達其總運量之 80.4%及 98.3%，顯示我國汽車貨運仍以運送本國貨物為主。如表 2.6-2。

表 2.6-2 我國汽車貨運之商品來源統計

單位:萬公噸；%

年別	商品來源別	總計	結構比	營業貨車	結構比	自用貨車	結構比
㊟103年	總計	82,704	100.0	53,827	100.0	28,878	100.0
	國產內銷貨	72,361	87.5	44,069	81.9	28,292	98.0
	進口貨	7,673	9.3	7,201	13.4	472	1.6
	出口貨	2,465	3.0	2,352	4.4	113	0.4
	轉口貨	205	0.2	205	0.4	—	—
104年	總計	81,387	100.0	53,095	100.0	28,292	100.0
	國產內銷貨	70,529	86.7	42,705	80.4	27,824	98.3
	進口貨	9,345	11.5	8,920	16.8	425	1.5
	出口貨	1,362	1.7	1,320	2.5	42	0.1
	轉口貨	150	0.2	150	0.3	—	—

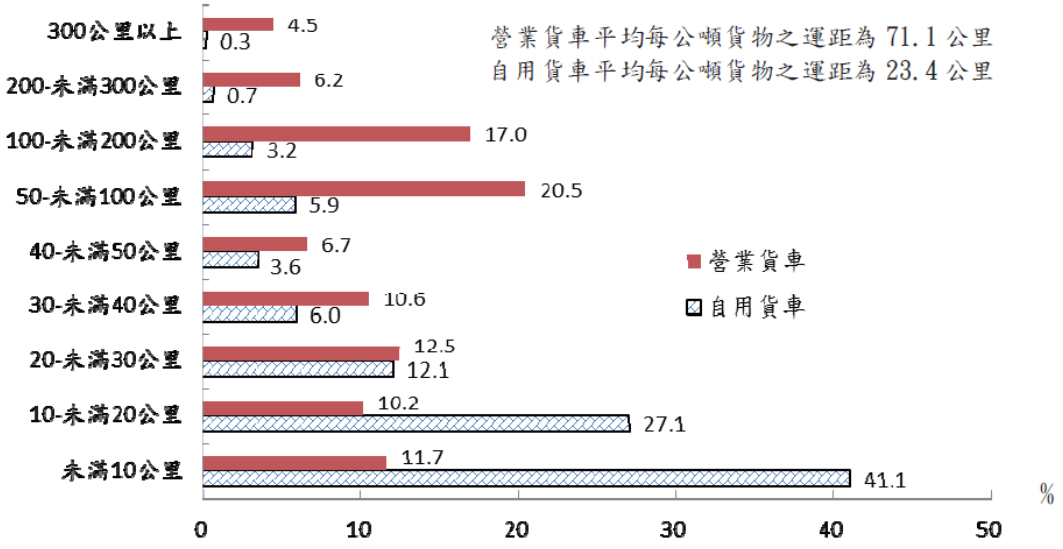
說明:營業貨車自 104 年開始改以公路法第 34 條規定之汽車貨物運輸型態分類為推估母體，並追溯至 103 年。

資料來源：交通部統計處(105)[85]

3.營業貨車平均每公噸貨物運距

104 年營業貨車平均運送每公噸貨物之運距為 71.1 公里，其中以每趟運距「50-未滿 100 公里」之貨運量占比 20.5%最高，「100-未滿 200 公里」(占 17.0%)次之；自用貨車運送每公噸貨物之平均運距為 23.4 公里，其中以每趟運距「未滿 10 公里」之貨運量占比 41.1%最多，「10-未滿 20 公里」(占 27.1%)次之，顯示自用貨車以運送短程貨物為主，且

營業貨車每公噸貨物之平均運距約為自用貨車之 3 倍，如圖 2.6-1 所示。



說明：平均運距係以商品別之實際行車里程為計算基礎。

圖片來源：交通部統計處(105)[85]

圖 2.6-1 104 年汽車貨運平均運距

2.6.2 相關計畫成果彙整

本計畫蒐集貨運業者溫室氣體調查資料之相關計畫，彙整如下：

1.98 年客貨運車隊溫室氣體盤查

本所「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(2/3)－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」[86]中，已初步建立公路客貨運業溫室氣體盤查方法及編撰「公路客貨運業溫室氣體盤查管理技術手冊」，並針對客貨運業者召開說明會及進行排碳量問卷調查。

當年度調查對象包括 19 家客運業及 10 家貨運業者在 96 年之溫室氣體排放情形，由調查結果顯示，以排放源別來看移動源排放量所占比例最大(達 95%)；固定源(電力)排放量約為 2%，逸散源排放量比例約 3%。以排放範疇別來看，範疇 1 排放量所占比例最大約 98%、範疇 2 排放量約為約占 2%。

該計畫以業者回填之表單內容進行車種別能源密集度與溫室氣體

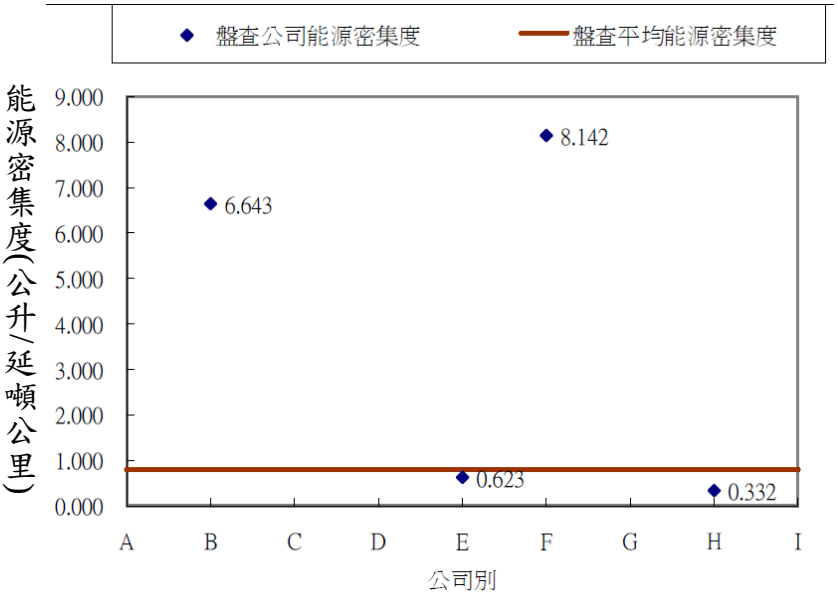
排放強度分析，如表 2.6-3。公路客貨運業營業各車種中，以客運車輛能源密集度及溫室氣體排放強度較為接近，而貨車部分不同車種則差異較大。其中營業大貨車(含貨運曳引車)平均能源密集度約為 0.793 公升/延噸公里，但其資料來源為資料回填完整之 4 家業者平均值，各別能源密集度介於 0.332 ~ 8.142 公升/延噸公里，其差異性很大，如圖 2.6-2。

由於當時調查並未針對常溫、低溫物品配送進行分析，且為國內首次執行車隊溫室氣體盤查工作，有關數據來源與品質管理內容，並未要求業者依溫室氣體盤查要求詳細填寫，建議未來年度計畫執行時，考量增加數據來源與品質管理內容，並針對貨運業以輔導業者建立基本資料為優先工作。

表 2.6-3 公路客貨運業車種別能源密集度與溫室氣體排放強度[86]

車種	年運量 (延人公里或延噸公里)	能源密集度 (公升/延人公里或延噸公里)	總溫室氣體排放量 (公噸CO_2e/年)	占總溫室氣體盤查結果之比例	溫室氣體排放強度 (公克CO_2e/延人公里或延噸公里)
遊覽大客車	785,171	0.023	3,767	0.36%	65
營業大客車	9,010,724,048	0.030	796,318	76.70%	83
營業大貨車 (含貨運曳引車)	43,190,092	0.793	162,142	15.62%	2,202
營業小貨車	67,140	16.816	19,872	1.91%	46,680
營業貨櫃曳引車	13,327,390	0.040	1,463	0.14%	110

資料來源：本所(98 年)，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(2/3)－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制



資料來源：本所(98 年)，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(2/3)－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制

圖 2.6-2 公路客貨運業-營業大貨車(含貨運曳引車)能源密集度[58]

2.102 年小貨車能源使用狀況調查

本所 102 年「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」計畫[87]中透過問卷調查，蒐集自用小貨車 1,037 份及營業小貨車 234 份之能源消耗資料，分析結果顯示我國自用小貨車能源消耗類型以汽油為主，而營業小貨車能源消耗類型以柴油為主。

營業小貨車平均每次載貨噸數為 0.76 噸，使用汽油為燃料的營業小貨車，其燃油效率為 7.55 公里/公升，使用柴油為燃料的營業小貨車，其燃油效率為 7.47 公里/公升。營業小貨車年平均行駛里程為 44,382 公里，全年延車公里共計 1,384,245 千車公里，而以每次承載噸數及行駛里程綜合來看，自用小貨車全年運量共計 456,913 千噸公里。與自用小貨車的比較如表 2.6-4 所示。

表 2.6-4 小貨車能源效率分析[87]

項目別		總計	自用小貨車	營業小貨車
平均載貨噸數		0.49	0.48	0.76
燃油效率(公里/公升)	汽油	8.27	8.28	7.55
	柴油	7.88	7.91	7.47
年平均行駛里程(公里)		16,599	15,539	44,382
延車公里(千車公里)		14,088,171	12,703,925	1,384,245
延噸公里(千噸公里)		3,466,421	3,009,508	456,913
延車公里密集度 (公升油當量/延車公里)	汽油	0.108	0.107	0.127
	柴油	0.125	0.123	0.132
延噸公里能源密集度 (公升油當量/延噸公里)	汽油	0.643	0.645	0.611
	柴油	0.355	0.354	0.363

資料來源：本所(102 年)，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用

該計畫針對自用小貨車類型進行分析，彙整如表 2.6-5 所示。本調查包括冷藏、冷凍、保溫功能的自用小貨車，平均每輛車的能源消耗量皆高於不具此些功能的小貨車。而在能源效率方面，柴油自用小貨車，延車公里能源密集度表現較汽油自用小貨車差，而延噸公里能源密集度表現較汽油自用小貨車佳。從其他小貨車特性觀察，東部地區汽缸排氣量 1,800 c.c.以下且沒有裝設導風板小貨車之每延車公里能源密集度數值較低，能源效率較高；而汽缸排氣量 2,401 c.c.以上且有裝設導風板的小貨車延車公里能源密集度數值高，能源效率較低。

綜合考量載貨噸數、行駛里程、能源消耗量，以南部及中部地區汽缸排氣量 1,200 c.c.以下且未裝設導風板之框式及廂式的自用小貨車，延噸公里能源密集度數值高,能源效率低;而東部地區汽缸排氣量 3,001 c.c.以上且有裝設導風板的平板式自用小貨車，延噸公里能源密集度數值低，能源效率高。

表 2.6-5 自用小貨車能源效率分析[87]

項目別	輛數佔比	年平均行駛里程	延車公里(千車公里)	延噸公里(千噸公里)	延車公里密集度(公升油當量/延車公里)	延噸公里密集度((公升油當量/延噸公里))
總計		**15,539**	**12,703,925**	**3,009,508**	**0.113**	**0.479**
燃料類型						
汽油	67.1%	14,169	7,772,754	1,292,922	0.107	0.645
柴油	32.9%	18,333	4,931,172	1,716,586	0.123	0.354
汽缸排氣量						
1,200c.c.以下	36.8%	13,350	4,012,961	576,603	0.104	0.722
1,201c.c.-1,800c.c.	12.3%	13,360	1,341,471	235,191	0.104	0.596
1,801c.c.-2,400c.c.	20.0%	15,632	2,549,653	497,478	0.110	0.563
2,401c.c.-3,000c.c.	26.7%	19,375	4,234,932	1,373,776	0.126	0.387
3,001c.c.以上	4.3%	16,207	564,909	326,460	0.128	0.222
地區						
北部地區	29.9%	18,555	4,531,297	1,035,023	0.114	0.499
中部地區	33.9%	14,745	4,087,736	910,923	0.111	0.500
南部地區	32.0%	12,517	3,272,489	742,313	0.117	0.518
東部地區	4.2%	23,426	812,404	321,249	0.104	0.264
小貨車車身樣式						
篷式	27.2%	14,961	3,326,635	802,629	0.118	0.488
柵式	2.1%	23,234	398,660	159,304	0.101	0.252
廂式	14.1%	18,756	2,168,173	481,469	0.113	0.507
框式	51.5%	13,544	5,699,181	1,251,497	0.112	0.510
平板式	5.1%	26,682	1,111,276	314,608	0.114	0.403
有無裝設導風板						
有	13.5%	18,873	2,075,444	613,309	0.124	0.420
沒有	86.5%	15,021	10,628,481	2,396,199	0.111	0.494
小貨車功能						
冷藏	0.3%	18,603	44,420	7,647	0.126	0.731
冷凍	1.3%	28,500	305,212	57,635	0.113	0.597
保溫	1.2%	20,075	203,800	56,068	0.112	0.406
冷藏、冷凍	0.1%	12,480	7,271	3,070	0.126	0.298
無以上功能	97.1%	15,299	12,143,221	2,885,088	0.113	0.477
車齡						
未滿 1 年	2.5%	17,931	371,154	110,147	0.113	0.382
1 年~未滿 3 年	4.6%	21,788	828,106	175,038	0.118	0.558
3 年~未滿 5 年	5.4%	20,671	916,035	258,746	0.109	0.387
5 年~未滿 7 年	10.5%	20,159	1,738,149	438,114	0.116	0.459
7 年~未滿 10 年	14.8%	20,852	2,525,601	625,251	0.114	0.462
10 年以上	62.0%	12,471	6,324,880	1,402,211	0.112	0.507

註 1：柵式小貨車(n=23)、具冷藏(n=4)、冷凍(n=16)、保溫(n=15)、冷藏兼冷凍(n=1)的小貨車樣本數少，相關數據供為參考。

註 2：輛數占比係依該計畫推估輛數計算。

資料來源：本所(102 年)，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用

3.相關計畫之公路貨運盤查成果彙整

彙整過去已對於公路貨運業者之調查結果，以 98 年度調查大型貨運業者之溫室氣體排放資料，及 102 年度自用小貨車能源消耗為主，其中可進行比較的營業小貨車部分，在能源密集度的部分差異相當大，如表 2.6-6。由於 98 年及 102 年調查之各型車輛油耗率差異不大，也在合理的範圍內，其能源密集度差異大，主要原因應該是由於延噸公里之計算不相同所造成。

表 2.6-6 營業小貨車調查結果比較

能源密集度 (公升油當量/延噸公里)	98 年 計畫調查[86]	99 年 統計值[88]	102 年 計畫調查[87]
大貨車	0.793	0.048	-
小貨車	16.816	0.172	汽油 0.611
			柴油 0.363

資料來源：本計畫整理

2.7 小結

1.運輸服務碳盤查與碳足跡之發展

由碳排放計量標準趨勢來看，碳管理由組織型盤查發展至產品或服務生命週期之碳足跡，皆是為了減少溫室氣體之排放、避免碳洩漏。因為碳足跡發展之需求，貨運服務之碳足跡是在各項產品或服務碳足跡計算過程中必要之資料；我國溫管法亦於 104 年 7 月公布施行，運輸部門之減碳也將成為未來管制之重點。故建立貨運服務組織型盤查及碳足跡計算之方法為必須執行之工作。

2.貨運服務功能單位及貨運服務量之定義

貨運服務最重要之排放源為車輛，車輛管理除單位油耗率(公升/公里)外，由文獻資料及生命週期資料庫內容皆顯示，加入重量概念之「延噸公里」亦為常用且重要的參數。此參數(噸-公里，以下亦稱貨運服務

量)將定義為運輸服務碳足跡之功能單位，而此貨運服務量之定量方法(及結果)亦是影響貨運服務碳足跡的重要因子。

由歐盟 EN 16258 運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學之運輸服務分配方法，及 UN CPC 6511 道路貨運服務產品類別規則之貨運服務量計算方法，確認運輸服務量之計算方式；即以總貨運量及託運距離乘積的總和作為計算依據。

3.貨運服務碳足跡邊界界定

在貨運服務碳足跡之生命週期邊界界定部分，可參考環境宣告之產品類別規則(EPD-PCR)、碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)或研究資料來定義。由瑞典發起的 International EPD® System 中，目前已公開與貨運服務相關之 PCR，包括道路貨運服務(食品與肉品)(UN CPC 6511)及郵件服務(UN CPC 6811)兩項，兩項產品類別規則比較如表 2.7-1，因貨物與郵件重量、運輸模式之差異，兩者之功能單位定義不同；但評估邊界均包含運輸階段之燃油使用、車輛保養等，且須將委外運輸排放納入，而車輛生產、報廢則皆排除。

由歐盟發起的貨物運輸碳足跡計畫(COFRET)在經過綜合考量之後，界定之運輸服務碳足跡範圍，主要為車輛燃油的製造及使用，亦排除運輸車輛與交通基礎設施的生命週期排放量。

我國陸續有碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)經環保署審議通過，與服務類別相關之 CDP-PCR 於 103 年陸續提出，其中與運輸服務相關者為「旅客運輸服務(陸上及水上運輸)」，其評估範疇與國際類似，排除場站建造、列車生產與報廢等之排碳影響。

而不論是 EPD-PCR、歐盟 COFRET 計畫或 EN 16258 標準，皆要求委外運輸部分之排碳量應納入整體運輸碳足跡之計算範圍。故本計畫在訂定運輸服務碳足跡之計算範圍時，參考相關文獻，包括原料取得、運輸服務及廢棄物處理階段之完整生命週期，但排除道路、場站、車輛之製造與報廢。

表 2.7-1 道路貨運服務與郵件服務產品類別規則比較

名稱	道路貨運服務(食品與肉品) (UN CPC 6511)[55]	郵件服務 (UN CPC 6811)[56]	異同比較及 本計畫採用情形
功能單位	● 設定為每公斤-每公里貨物運送(1kgkm)。 ● 為交付運輸的貨物自生產現場至配送點之運輸距離，與運輸貨物重量的乘積。	● 設定為每公克信件郵遞，或每公斤包裹郵遞。 ● 投遞服務以平均距離計算(分為國內、洲際、全球)，若採用「件」作為功能單位，則以平均重量反推。	本計畫主要採用重量-距離的方式表示。
評估邊界	● 上游：運輸車輛使用燃料生產、車輛保養消毒等活動所需材料之生產、包裝材料生產。 ● 核心模組：服務階段之運輸車輛服務、例行性車輛保養與維修、例行性車輛消毒。 ● 車輛的生產與報廢並未強制納入評估。	● 上游：運輸車輛使用燃料、包裝材料之生產。 ● 核心模組：主要活動是收集、整理、運輸和分配郵政服務。須考慮用於分選機等生產設備的能源使用、建築物的用電量、運輸設備使用燃料、車輛的維護，委外運輸的排放量也應被包括在內。	車輛的生產與報廢並未強制納入評估。 本計畫納入委外運輸與車輛保養的排放量。排除道路、場站、車輛之製造與報廢。
數據要求	● 針對核心模組中運輸車輛燃油使用，其他日常維護、輪胎、機油濾煙器更換，以及車輛清潔與消毒等均應納入。 ● 服務階段之一級活動數據包括：運輸車輛燃料使用量、機油/齒輪油/剎車片更換、車輛清洗用水量等。二級活動數據則包括：輪胎、保險桿、濾煙器、清潔劑等。	● 除計算自身經營運輸之燃料消耗量數據外，委託其他廠商的運輸需納入燃料消耗的部分；若無法取得供應商之燃料消耗量數據，應使用 LCA 數據資料庫中貨運運輸噸公里之方式推估。	參考納入輪胎、機油之保養耗材，與委外運輸數據規範。

資料來源：本計畫整理

第三章 公路貨運溫室氣體盤查成果

3.1 調查對象遴選

3.1.1 國內貨運業及車輛概況

依據「汽車運輸業管理規則」[89]，我國公路貨運業包括小貨車租賃業、汽車貨運業、汽車路線貨運業，以及汽車貨櫃貨運業。其中，除了小貨車租賃業外，其他 3 種貨運業皆為按契約或法定費率收取費用，主要分別在於汽車貨運業主要運送整車貨物、汽車路線貨運業運送零擔貨物、汽車貨櫃貨運業運送貨櫃。

根據統計，104 年貨運業登記家數 5,470 家，車輛數為 82,292 輛；其中路線貨運業與兼營汽車貨運或汽車貨櫃貨運業規模相對較大，平均每家車輛數 186~823 輛，而兼營不同業別之總登記家數 302 家，占總登記家數 5%，車輛總數占 18.6%，如表 3.1-1。

表 3.1-1 汽車運輸業分類營運規定與統計[90]

營業分類	公路法第 34 條定義	104 年登記家數	登記車輛數(輛)	登記車輛數比例	平均車輛數(輛/家)
汽車貨運業	以載貨汽車運送貨物為營業者	4,613	61,776	73.3%	13
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	3	557	0.7%	186
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	552	6,291	7.5%	11
兼營汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業		287	6,630	7.9%	23
兼營汽車貨運業、汽車路線貨運業		8	3,277	3.9%	410
兼營汽車貨運、汽車貨櫃貨運業及汽車路線貨運業		7	5,761	6.8%	823
合計		5,470	84,292	100.0%	15

資料來源：交通部(105)，104 年交通年鑑

由 104 年度機動車輛登記數統計顯示，汽車運輸業申報之貨運車輛數共84,292 輛，約占營業用大小貨車總數之 78.1%，如表 3.1-2。

表 3.1-2 104 年汽車運輸業登記車車輛數所占比例

項目	營業	自用
大貨車登記數(輛)	70,829	94,866
小貨車登記數(輛)	37,123	866,616
營業用大小貨車登記數(輛)	107,952	
汽車運輸業登記車車輛數(輛)	84,292	-
申報車輛數比例	78.1%	-

資料來源：交通部(105)，104 年交通年鑑

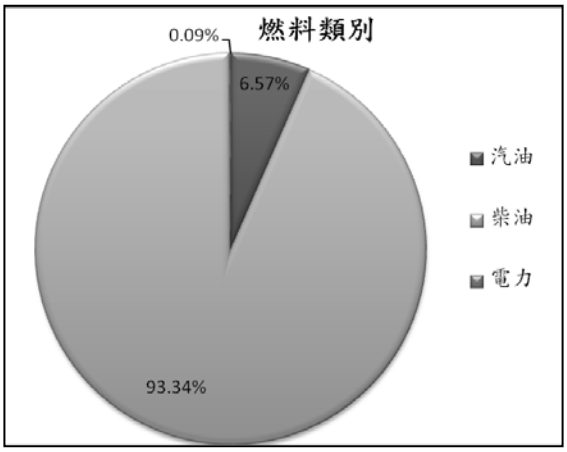
依據監理資料庫挑選出前 20 大提供公路貨運之業者，其轄下車輛共計有12,700 輛，統計項目包括燃料別、車身式樣、保溫或冷凍設備、車齡、排氣量、總重、車重與載重等特徵。

前 20 大貨運公司所使用之燃料多以柴油為主，占 93.34%（前 7 大貨運公司所擁有之柴油車比例占總車輛數 70%），汽油車僅占 6.57%，電動車則僅有 11 輛，共計占總車輛數 0.09%，如圖 3.1-1A 所示。車身式樣之統計如圖 3.1-1B 所示，並以廂式為大宗，約占 90.72%，曳引式比例為 7.08%，篷式僅占 0.38%，此外其他式樣為 1.83%。圖 3.1-1C 顯示有 26.95%的車輛配置保溫或冷凍設備，73.05%則無。

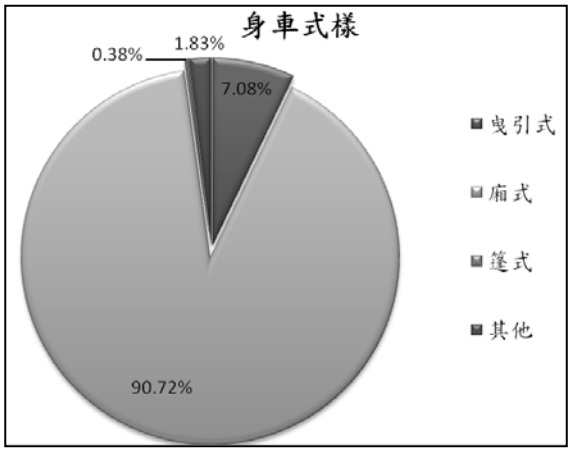
車齡部分，占比最高介於 9.1~12 年之間(如圖 3.1-2A)，次高車齡為介於 3.1~6 年間，至 12.1~15 年區間之後逐步遞減，前 20 大貨運公司擁有車輛車齡集中於 15 年內，平均車齡為 8.9 年。圖 3.1-2B 顯示車輛排氣量以 2,001~4,000 立方公分(cc.)為最多，計有 6,975 輛，其次為 4,001~6,000 立方公分(cc.)的 2,654 輛與 6,001~8,000 立方公分(cc.)的 1,192 輛，其餘組別均未達 1,000 輛，前 20 大貨運公司擁有車輛排氣量集中於 2,000~8,000 cc.，平均排氣量約為 3,907 cc.。

前 20 大貨運公司擁有車輛總重主要為 8 公噸以下之車輛，其中 4 公噸以下有 5,561 輛，4.1~8 公噸間之車輛則為 4,423 輛(圖 3.1-2C)，所有車輛平均總重為 6.5 公噸；車重的部分如圖 3.1-2D 所示，2.01~4 公噸者為前 20 大貨運公司車輛車

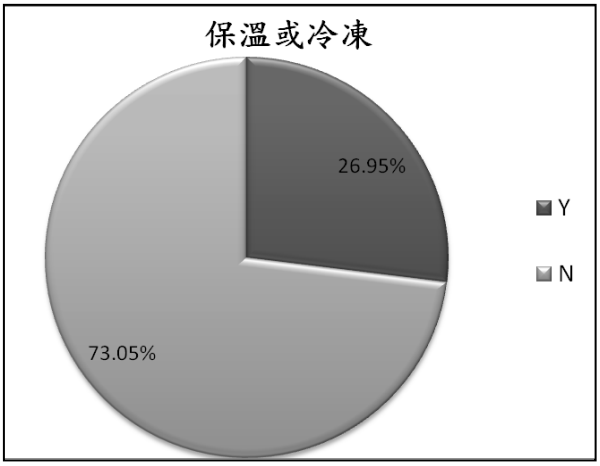
重之主要區間，共計有 8,311 輛，所有車輛平均車重為 3.5 公噸；前 20 大貨運公司載重則集中於 6 公噸以下，其中 2 公噸以下車輛有 5,762 輛與 2.01~4 公噸有 3,639 輛，4.01~6 公噸亦有 1,223 輛，其餘組別則不足 1,000 輛(圖 3.1-2E)，所有車輛平均載重為 2.5 公噸。



(A) 燃料類別



(B) 車身式樣



(C) 保溫或冷凍設備

圖 3.1-1 前 20 大貨運公司車輛「燃料類別」、「車身式樣」與「保溫或冷凍設備」之比例[90]

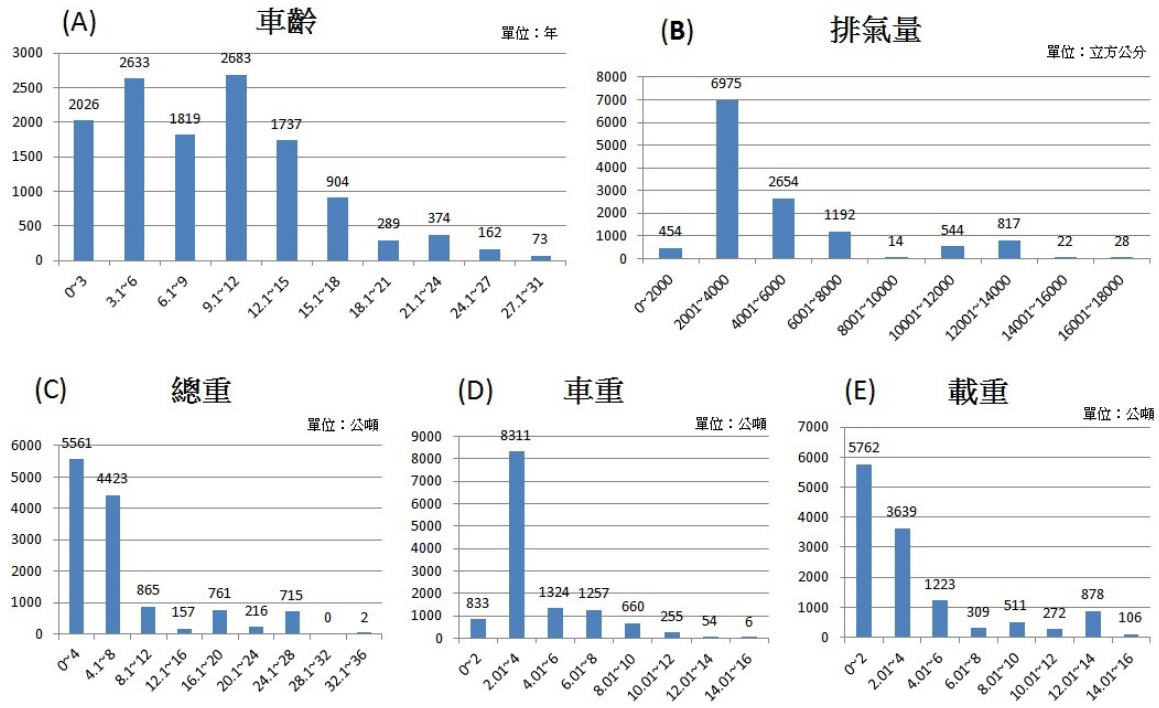


圖 3.1-2 前 20 大貨運公司車輛「車齡」、「排氣量」、「總重」、「車重」與「載重」之分布[90]

3.1.2 調查對象遴選原則

本計畫為建立我國公路貨運溫室氣體排放公用係數，須具備各式車型與營運模式之代表性，優先針對公路貨運服務業者車隊(營業大貨車及營業小貨車數量總和)規模 450 輛以上之業者進行調查。

經篩選並彙整 104 年 3 月車輛登記於企業行號之車籍資料庫，共 5,427 家業者 85,216 筆車輛登記資料，車隊規模 450 輛以上之業者合計 10 家，扣除車輛租賃業者後尚有 7 家貨運業者符合營運規模規定，如表 3.1-3 所示。

本計畫規劃三階段篩選原則，作為後續進行溫室氣體盤查以及碳足跡調查排序之參考，分別為營業項目多樣性、配送服務完整性，以及業者配合意願，如圖 3.1-3 所示。依序說明如後。

表 3.1-3 104 年 3 月營業車輛車籍資料庫之車隊規模分布

車隊規模	家數	比例	車輛總數	車輛數占比	租賃家數	租賃車輛數
車數≧1,500 輛	3	0.06%	6,204	7.3%	-	-
1,000≦車數＜1,500	1	0.02%	1,024	1.2%	-	-
500≦車數＜1,000	5	0.09%	3,341	3.9%	3	1,750
450≦車數＜500	1	0.02%	481	0.6%	-	-
400≦車數＜450	0	-	-	-	-	-
350≦車數＜400	0	-	-	-	-	-
300≦車數＜350	3	0.06%	1,006	1.2%	-	-
250≦車數＜300	4	0.07%	1,066	1.3%	1	276
200≦車數＜250	5	0.09%	1,156	1.4%	-	-
150≦車數＜200	6	0.11%	1,025	1.2%	4	670
100≦車數＜150	17	0.31%	2,126	2.5%	5	608
50≦車數＜100	116	2.14%	7,464	8.8%	8	643
40≦車數＜50	126	2.32%	5,521	6.5%	5	217
30≦車數＜40	265	4.88%	9,003	10.6%	5	179
20≦車數＜30	628	11.57%	14,907	17.5%	10	226
10≦車數＜20	1,362	25.09%	18,732	22.0%	22	255
5≦車數＜10	1,270	23.40%	8,614	10.1%	11	74
2≦車數＜5	999	18.40%	2,929	3.4%	4	13
車輛數=1	617	11.37%	617	0.7%	10	10
合計	5,427	100.00%	85,216	100.0%	88	4,921

註：上表資料不含長租型貨車數量

資料來源：本計畫整理，交通部公路總局車輛車籍資料庫

1.配送服務完整性

為使國內首次針對公路貨運服務碳足跡公用係數建置能被有效應用，以及考量運輸服務完整性，調查車輛應包含：常溫、低溫(冷藏、冷凍)配送服務，以提升公用係數適用的範圍。

2.營業項目多樣性

為使本計畫內容能夠完整代表貨運服務，本計畫將依據營業項目中，優先篩選兼營汽車貨運業、汽車路線貨運業，或汽車貨櫃貨運業之業者。

3.依據車輛類型分組

經由前兩項篩選原則遴選後之業者，已具有相當之代表性。由於本計畫屬於兩年度計畫，每年需至少完成 1 家調查。故再將遴選進入第一順位之 4 家業者，依據車輛類型及業者意願分為 2 組，預計分別於 2 年度完成調查，以提升研究結果之代表性。

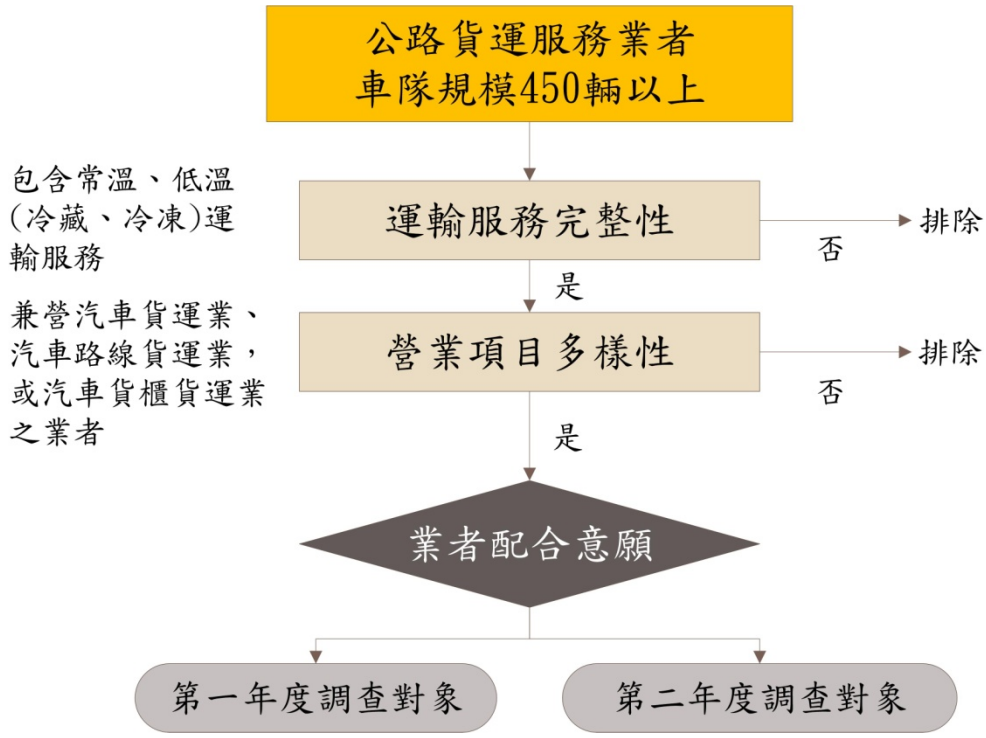


圖 3.1-3 國內公路貨運車隊盤查及調查對象篩選原則

3.1.3 公路貨運碳足跡輔導資訊座談會與盤查說明會

1.公路貨運碳足跡輔導資訊座談會

依循 104 年計畫建立的調查對象篩選原則，分別為運輸服務完整性、營業項目多樣性，以及業者配合意願，篩選出四家廠商，如圖 3.1-3 所示。於 104 度已辦理 A、B 兩家公司之溫室氣體盤查及公路貨運服務碳足跡計算，105 年度新增調查對象為 C 公司 D 公司，基本資料彙整如表 3.1-4，相關背景資料說明於後。

表 3.1-4 調查對象基本資料

公司代碼	調查年度(民國年)	自有運輸車輛	長途運輸	託運貨物重量資料	運輸車輛掌握情形
A	103 年	常溫 598 輛 低溫 25 輛 多溫層 233 輛	部分委外	無重量、體積資料，但可配合短期調查	用油量、行駛里程紀錄、電子化管理系統
B	103-104 年	常溫 1,980 輛 低溫 463 輛	部分委外	部分貨品含重量資料	
C	104 年	常溫 1,500 輛 低溫 300 輛	全部委外	僅記錄體積	
D	104 年	多溫層2,079輛	部分委外	無重量、體積資料，但可配合短期調查	

2.公路貨運業者訪談

本計畫於針對配合調查之貨運業者進行訪談，瞭解國內貨運業之運輸模式後，擬訂盤查工作計畫書，訪談情形彙整如表 3.1-5 所示。

3.辦理盤查說明會

盤查說明會議辦理對象為本年度進行調查之業者，涵蓋範圍包含盤查對象之各部門代表。本計畫針對配合 105 度調查之貨運業者分別於 105 年 3 月 23 日與 4 月 8 日、5 月 4 日針對 C、D 公司辦理盤查說明會，辦理情形如表 3.1-6 所示。

表 3.1-5 各業者訪談情形

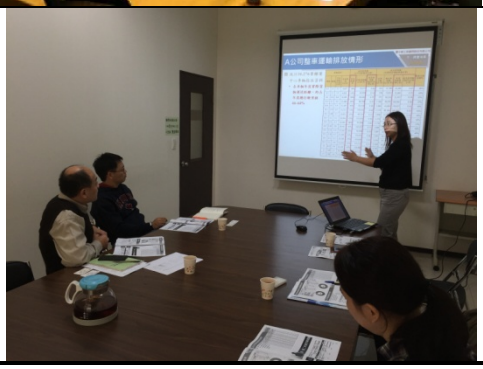
訪談日期	公司代碼	訪談情形
104 年 5 月 15 日上午	B	
104 年 5 月 18 日下午	A	
104 年 5 月 28 日上午 105 年 2 月 23 日上午	C	
105 年 1 月 18 日上午	D	

表 3.1-6 盤查說明會辦理情形

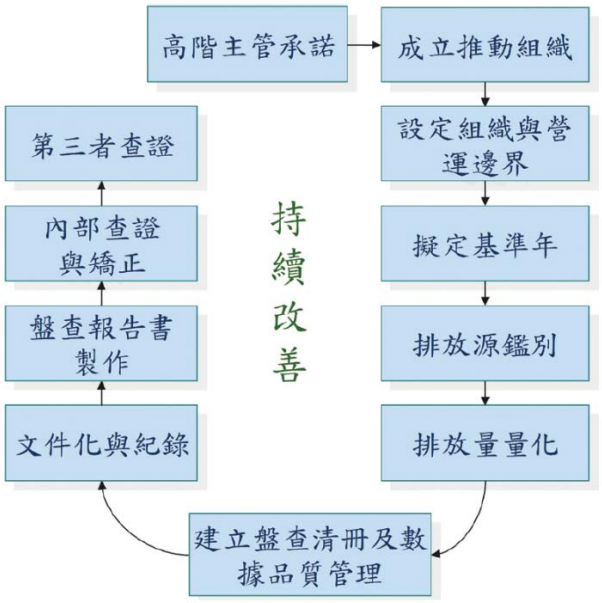
<table>
<tr><th>訪談日期</th><th>公司代碼</th><th colspan="2">辦理情形</th></tr>
<tr><td>104 年 6 月 15 日</td><td>A</td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>104 年 6 月 17 日</td><td>B</td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>105 年 3 月 23 日</td><td>C 公司</td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>105 年 4 月 8 日
5 月 4 日</td><td>D 公司</td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="4">議程</td></tr>
<tr><td>09:30~09:40</td><td colspan="3">致詞</td></tr>
<tr><td>09:40~09:50</td><td colspan="3">計畫背景介紹</td></tr>
<tr><td rowspan="3">09:50~10:40</td><td rowspan="3">溫室氣體盤查工作執行說明</td><td>邊界設定、排放源鑑別</td></tr>
<tr><td>排放係數量化法</td></tr>
<tr><td>盤查表單介紹及填寫說明</td></tr>
<tr><td>10:40~11:30</td><td colspan="3">碳足跡調查作法問題與討論</td></tr>
<tr><td>11:30</td><td colspan="3">結束</td></tr>
</table>

3.2 溫室氣體盤查工作計畫書與手冊編訂

3.2.1 溫室氣體盤查登錄指引要求

環保署考量我國溫室氣體政策與國際標準制度的相容性，引用 CNS 14064-1 及溫室氣體盤查議定書等，於 105 年 6 月修正編訂「溫室氣體盤查與登錄指引」(以下簡稱本指引)，此指引為本計畫擬定盤查工作計畫書及溫室氣體盤查手冊之主要依循準則。

本指引內容包含溫室氣體盤查原則、程序、方法與國家溫室氣體登錄平台之登錄方式，其明確規範現行盤查與登錄作業方式，以作為各界執行盤查、登錄績效之重要遵循工具。其盤查作業流程如圖 3.2-1 所示。本指引要求執行內容應包含邊界設定、排放源鑑別、排放源量化、建立盤查清冊及數據品質管理等。以下針對各項要求簡要說明如下。



圖片來源：行政院環境保護署，溫室氣體盤查與登錄指引[92]

圖 3.2-1 溫室氣體盤查與登錄指引盤查作業流程

1.邊界設定

盤查邊界設定時，須考量基準年，以建立具比較基礎之盤查清冊；其邊界可分為「組織邊界」及「營運邊界」，相關要求彙整如表 3.2-1。

表 3.2-1 溫室氣體盤查與登錄指引邊界設定要求

名詞	定義	相關要求
組織邊界	組織可由一個或多個設施所組成。設施層級之溫室氣體排放或移除可能產生自一個或多個溫室氣體源或溫室氣體匯。	登錄於國家溫室氣體登錄平台者，應採營運控制權法彙總排放量。
營運邊界	使用財務與營運控制的概念，來設定一個組織之營運邊界。其中範疇一(Scope 1)直接溫室氣體排放，範疇二(Scope 2)能源間接排放源，必須鑑別且量化。	範疇三(Scope 3)指其它間接排放源不列入計算範疇，可依其管理目的自行選擇是否納入計算。
基準年	為比較溫室氣體排放或移除或其他溫室氣體的相關逐時資訊，所指定之歷史期間。 因營運邊界、設施移入移出及因量化方法改變等因素所致排放量或減量變化即需重新計算。	本指引設定顯著性門檻為3%，累計變化量高於此門檻需要重新計算基準年排放量。

資料來源：本計畫整理[92]

2.排放源鑑別

鑑別盤查組織邊界內會造成大氣溫室氣體濃度改變之實體單元或過程，包括：二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物及六氟化硫等六大類溫室氣體外，並新增三氟化氮(NF_3)。依排放源型式區分為固定式燃燒排放、製程排放、移動式燃燒排放、逸散排放等類型。

3.排放源量化

量化範疇一及範疇二排放量時，可利用監測儀器直接量測、質能平衡或排放係數等方法，國內進行燃料溫室氣體排放量計算時多採用排放係數法。其他關於活動數據蒐集、排放係數選用、彙總溫室氣體排放量等程序之相關要求彙整如表 3.2-2。

在排放源量化過程中，若直接或間接的溫室氣體排放量或移除量之貢獻低於 0.5%，得以直接引用該排放源首年或最近一年的排放量，但應確保其所有簡易量化之排放量加總低於實質性門檻(總排放量之 5%)，此即為排除門檻。

表 3.2-2 溫室氣體盤查與登錄指引排放源量化要求

名詞	定義	相關要求
活動數據蒐集	來源可包括原燃物料採購單、進貨單、使用單據、電費收據、庫存統計以及廢氣或廢棄物之分析量測數據等。 為確保估算結果具可驗證性，應建立數據文件之維護程序，將資料來源與種類，詳予記錄，以供未來查證之需求。	應採實務可行下最高準確等級之量化方法，以準確地估算排放量。本指引規定之活動數據之選擇優先順序為：連續監測數據＞定期量測數據＞自行估算數據。
排放係數選用	活動數據與排放係數為影響盤查結果之主要變因，皆可能存在多個來源。 燃料預設係數現階段主要採用 IPCC 2007 年版本，電力係數則採用經濟部能源局每年公告數值。	量化參數之選擇優先順序為：自廠發展係數＞同業使用係數＞設備提供係數＞區域公告係數＞國家公告係數＞國際公告係數。
彙總溫室氣體排放量	由於其它五種氣體因其溫室效應對氣候衝擊程度的不同，因此需要利用全球暖化潛勢(Global Warming Potential，簡稱GWP)轉換成二氧化碳當量公噸(CO_2e)。	參照環保署國家溫室氣體登錄平台盤查登錄資訊下載區(應以環保署公告最新版次為依據)，經查詢「溫室氣體盤查與登錄指引」之系統操作說明顯示現階段仍使用 IPCC 於 1995 年公告第二次評估報告版次計算，如圖 3.2-2。 溫室氣體排放量紀錄於清冊上時，應以公噸為計算單位，統一採小數點 2 位。 生質燃燒其二氧化碳排放應予以分別量化。

資料來源：本計畫整理[92]

圖片來源：行政院環境保護署，溫室氣體盤查與登錄指引[92]

圖 3.2-2 環保署國家溫室氣體登錄平臺系統圖

4.建立盤查清冊

盤查清冊內容應包括下列各項：

- 溫室氣體組織/營運邊界調查
- 溫室氣體排放源鑑別
- 溫室氣體盤查活動數據管理
- 溫室氣體排放係數管理
- 溫室氣體排放量計算

5.數據品質管理

對於排放數據準確性，可藉由組織內部之盤查資訊管理制度的建立，確認盤查品質及不確定性風險，檢查組織的溫室氣體排放數據之品質。溫室氣體數據品質管理誤差等級評分表如表 3.2-3 所示。

盤查數據誤差等級公式：盤查數據誤差等級 = A1 × A2 × A3

表 3.2-3 溫室氣體數據品質管理誤差等級評分表

等級評分 / 數據項目	1 分	2 分	3 分
活動數據誤差等級(A1)	連續監測	定期量測	自行估算
儀器校正誤差等級(A2)	每年外校 1 次以上的儀器量測而得之數據	每年外校不到 1 次的儀器量測而得之數據	非量測所得之估計數據
排放係數誤差等級(A3)	自廠發展之排放係數或同業使用之排放係數	設備提供係數或區域公告排放係數	國家排放係數或國際公告排放係數

數據誤差等級 (A1 × A2 × A3)	**1 至 9**	**10 至 18**	**19 至 27**
評分區間範圍	1	2	3

清冊等級總平均分數 $\sum_1^n$**(排放源之數據誤差等級 × 排放總量占比)**	**1 至 9**	**10 至 18**	**19 至 27**
清冊級別	第一級	第二級	第三級

資料來源：行政院環境保護署，溫室氣體盤查與登錄指引[9]

6.文件化與紀錄、查證

盤查過程中之程序、方法及數據等予以文件化，產出盤查報告書，盤查報告書應包含之項目，彙整如表 3.2-4 所示。

表 3.2-4 盤查報告書應包含項目

項目		內容
一、報告書編製說明	報告書之目的	說明報告書編製之目的，如因應法規要求、自願性盤查登錄或溫室氣體自主管理等。
	報告書適用之溫室氣體管理方案	說明報告書所適用之溫室氣體管理方案。
二、盤查邊界說明	盤查邊界	說明組織邊界、報告書的盤查地理邊界範圍。營運邊界應分為範疇一、範疇二與範疇三，應列出範疇一與範疇二的所有排放源；如適用之溫室氣體管理方案無特別規定，得不列出範疇三之排放源。
	彙總方法	說明選用之彙總方法為股權比例法或控制權法，如為控制權法，應說明為財務控制權法或營運控制權法。
三、基準年	基準年	說明基準年設定年份及設定原因，如為因應法規要求，應依所適用之溫室氣體管理方案設定基準年。如符合基準年變更規定時，應於報告書說明。此基準年的設定，在未來待國家基準年政策確定後，應以國家政策為重要依據。
四、溫室氣體排放量	排放源與排放源排除	說明報告書量化之排放源，包含範疇一與範疇二之排放源，亦可量化範疇三之排放源，但範疇三之排放量不列入排放總量。 如使用排除門檻進行排放源量化計算時，應於此處說明排除之排放源與排除理由。
	活動數據蒐集與排放係數選用	說明排放源之活動數據如何蒐集或推估。應列出排放源所使用排放係數與排放係數之引用來源，如排放係數為自廠發展之係數，應說明排放係數的發展過程與方法。
	溫室氣體排放量	說明總排放量(範疇一與範疇二之總量)、各範疇別排放量、範疇一之溫室氣體排放量，與主要溫室氣體排放源與排放比例。
五、報告書查證	外部查驗	說明執行外部查驗之查驗機構、執行時間與所獲得查證聲明保證等級，查證聲明登載之內容應與報告書內容一致
六、報告書管理	盤查數據期間	說明報告書之盤查數據期間。
	報告書保管及維護	說明報告書保管、維護單位與聯絡資訊。

資料來源：本計畫整理。

3.2.2 盤查工作計畫書研訂

盤查工作計畫書以 ISO 14064-1 及環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」為基礎，盤查程序主要分為定性盤查和定量盤查兩部分。定性部分包括：邊界設定、擬定基準年及鑑別排放源三項主要工作項目；定量部分則包括活動數據資料蒐集、參數(排放係數)選用和排放量計算三項重點，如圖 3.2-3，並簡要說明各程序應考量之原則內容於後。

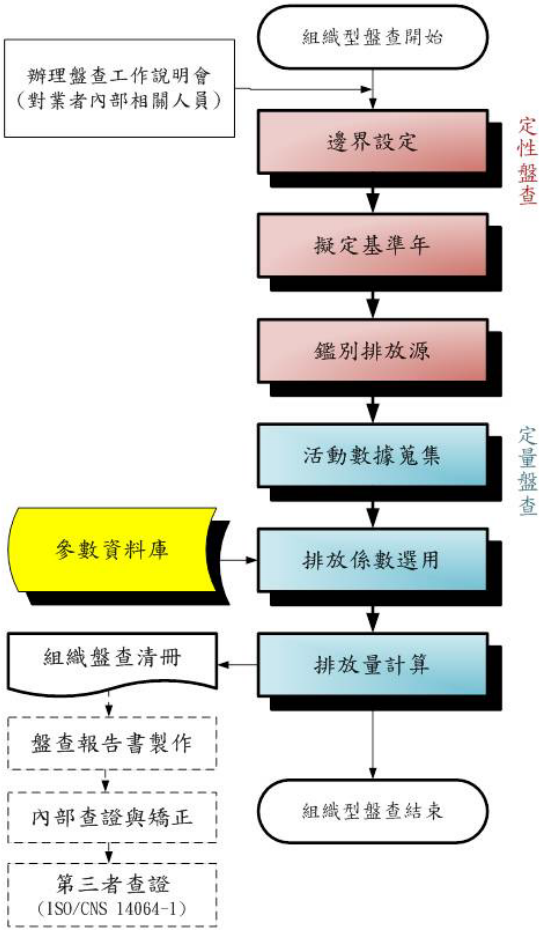


圖 3.2-3 盤查工作流程圖

1.邊界設定

依據營運控制權法，公司所轄的設備均納入組織邊界，並以此設定營運邊界，所需資料如：公司組織表、公司設備財產清單以利各排放源鑑別等後續填寫工作。除總公司的各管理部門，外部單位所屬設備、車輛均須包括。

由於本年度配合調查之貨運服務業者規較大，包含營業據點(公路貨運服務業提供之服務地點)、倉儲中心(提供公路貨運服務之貨物保存空間的集合點或

提供倉儲服務之地點)及轉運站(公路貨運服務由不同運輸方式或同種運輸方式聯合(接力)運輸的物流據點)等，若在該公司之營運控制權範圍內，皆要納入盤查邊界。

2.擬定基準年

通常係以第一次進行盤查之工作年度作為起始年，供後續盤查工作持續進行時的參考基準。

3.排放源鑑別

不同貨運營業別之運輸模式有明顯差異，以汽車路線貨運業之營運模式最為複雜，且牽涉不同車種之運送與零擔貨件配送。汽車路線貨運業載運過程中將透過拆併裝以減少未足整車之運輸，並採用軸輻式營運網路(Hub-and-Spoke Network, H/S)，進行貨物運輸與組裝營運作業。整體運輸網路包括託運人及代收點等相關站所、集貨站與營業據點等，該部分將主要以路線貨運業者之車輛進行運送(零擔貨物)；貨物於營業據點集中後，則進一步運送至轉運站或倉儲中心進行轉運，其載運作業則多委託汽車貨運業者或貨櫃貨運業辦理(整車貨物)。如圖 3.2-4 所示。

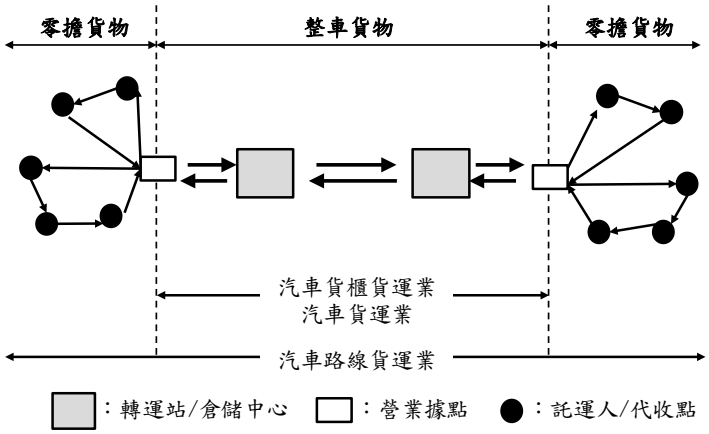


圖 3.2-4 貨運業者之輸配送系統模式

因此，根據本計畫配合調查之公路貨運業者的作業性質，應納入盤查之直接排放源(範疇一)包括：車輛燃料、緊急發電機燃料、冷媒與化糞池逸散等；能源間接排放源(範疇二)：外購電力之排碳量。

由於本計畫之溫室氣體盤查工作搭配碳足跡調查進行，因此與貨運服務相關的範疇三的項目也須進行鑑別與活動強度量化資料收集，溫室氣體的排放來

源經鑑別如表 3.2-5。

表 3.2-5 公路貨運業者溫室氣體排放源鑑別

範疇	排放源			溫室氣體種類
範疇一 直接排放	固定式燃燒排放	緊急發電機	柴油	CO_2、CH_4、N_2O
		宿舍熱水鍋爐	柴油	CO_2、CH_4、N_2O
			重油	CO_2、CH_4、N_2O
		餐廳瓦斯爐	天然氣	CO_2、CH_4、N_2O
	移動式燃燒排放	運輸車輛	汽油	CO_2、CH_4、N_2O
			柴油	CO_2、CH_4、N_2O
		公務車	汽油	CO_2、CH_4、N_2O
			柴油	CO_2、CH_4、N_2O
		堆高機	汽油	CO_2、CH_4、N_2O
			柴油	CO_2、CH_4、N_2O
	逸散排放	窗型冷氣、車輛冷氣	冷媒	HFC_S
		冷凍冷藏之冰櫃、冰箱、飲水機	冷媒	HFC_S
		污水蒐集	化糞池	CH_4
		消防設施	滅火器	CO_2、HFC_S
範疇二 能源間接排放	辦公室	照明、空調	電力	CO_2
	常溫倉儲	堆高機、照明	電力	CO_2
	低溫倉儲	堆高機、照明、空調	電力	CO_2
配合碳足跡調查所需資料	包裝材料	紙箱、膠帶、塑膠袋、緩衝材		CO_2
	車輛清洗	水、清潔劑		CO_2
	車輛保養	引擎機油、變速箱油、動力方向機油、煞車油、輪胎		CO_2
	其他	配送單、物件標籤		CO_2
		靠行車輛燃料		CO_2、CH_4、N_2O
	廢棄物處理	營業場所廢棄物		CO_2

4.活動強度資料蒐集

根據前項定性盤查之結果，彙整各排放源之溫室氣體排放行為或活動的記錄，如表 3.2-6。相關資料或佐證文件來源與出處，宜予以記錄並妥善收集保存，並建立文件記錄保存之程序。

表 3.2-6 公路貨運業者溫室氣體排放活動強度資料

溫室氣體排放源			數據來源建議	比對數據參考
固定式燃燒排放	緊急發電機	柴油	採購單據	油槽之提領量或庫存變化量
	宿舍熱水鍋爐	柴油、重油		
	餐廳瓦斯爐	天然氣	瓦斯費單據、瓦斯桶採購單	員工餐廳營業時間、供餐時數統計
移動式燃燒排放	運輸車輛	汽油、柴油	採購單據	油槽之提領量或庫存變化量，或行駛里程、載貨量、車輛能耗
	公務車	汽油、柴油		
	堆高機	汽油、柴油		
逸散排放	窗型冷氣、車輛冷氣	冷媒	採購單據	填充紀錄
	冷凍冷藏之冰櫃、冰箱、飲水機	冷媒		
	廁所	化糞池	員工工時統計	水肥車清運紀錄
	消防設施	滅火器	採購單據	填充紀錄
辦公室	照明、空調	電力	電費單據	設備能耗資訊、操作時間
常溫倉儲	堆高機、照明	電力		
低溫倉儲	堆高機、照明、空調	電力		
包裝材料	紙箱、膠帶、塑膠袋、緩衝材		進貨數量	提領量或庫存變化量
車輛清洗	水、清潔劑		水費單據、採購單據	車輛清洗紀錄表
車輛保養	引擎機油、變速箱油、動力方向機油、煞車油、輪胎		採購單據	提領量或庫存變化量
其他	配送單、物件標籤、棧板		採購單據	提領量或庫存變化量
	靠行車輛燃料		採購單據	行駛里程、載貨量、車輛能耗
廢棄物處理	辦公室、倉儲廢棄物		清運重量	員工工時統計、貨運量

5.參數(排放係數)選用

對應活動數據資料，進行排碳量計算應選擇一致且適當的排碳係數。本計畫於取得業者提供之各項排放源之活動數據後，依據國家溫室氣體登錄平台所

公告之最新溫室氣體排放係數管理表，選用排放係數。目前最新公告版本為 105 年 1 月第 6.0.2 版。彙整相關排放係數如表 3.2-7 所示，逸散源之化糞池的排放係數，參考表 3.2-8 逸散率排放因子。

範疇 2 使用外購電力者，其排放係數需引用依國內發電能源耗用狀況推估而得之係數，主要參考來源為能源局公告之係數，各年度會因實際發電能源耗用狀況不同而有差異，應隨時依據能源局公告係數更新使用。本計畫採用能源局最新公告之電力係數進行計算。

表 3.2-7 公路貨運業者組織型盤查溫室氣體排放係數[93]

範疇別	溫室氣體排放源		CO_2	CH_4	N_2O
範疇一 直接排放	固定式 燃燒排放	柴油(kg/L)	2.6060	0.000106	0.000021
		重油(kg/L)	3.1110	0.000121	0.000024
		天然氣 (kg/M^3)	1.8790	0.000033	0.000003
	移動式 燃燒排放	汽油(kg/L)	2.2631	0.000816	0.000261
		柴油(kg/L)	2.6060	0.000137	0.000137
範疇二 能源間接排放	辦公室	電力 ($kgCO_2e$/度)	0.521 (103 年) 0.528 (104 年)		

資料來源：本計畫整理

表 3.2-8 化糞池排放係數考量參數[93]

設備名稱	BOD 排放因子	單位	平均污水 濃度 mg/L	每人每小時 廢水量 (公升/小時)	化糞池 處理效率 (%)	CH_4排放係數 (kg/人-時)
化糞池	0.6	ton CH_4/ton BOD	200	15.625	85	1.594E-03

註：CH_4排放係數＝BOD排放因子 × 平均污水濃度 × 每人每小時廢水量(公升/小時) × 化糞池處理效率

資料來源：本計畫整理

6.排放量計算

各排放源排碳量計算以排放係數法進行，並以二氧化碳當量(CO_2e)表示。

排放量=活動強度×排放係數×全球溫暖化潛勢(GWP)

其中，冷媒等氟氯化合物的逸散量計算方法，可採用質量平衡法或排放係數法，在應用上因排放係數法所導入的不確定性較高，在數據完備的情況下應以質量平衡法為優先選擇。計算方法說明如下。

(1)質量平衡法(冷凍空調設備自行維護者使用)

$E = D + P – S – C$

- E = 冷媒逸散量
- D = 盤點減量
- P = 購買量 S = 出售量
- C = 設備內含冷媒量增量

(2)排放係數法(冷凍空調設備維護委外者使用)

$E = N \times C \times ALR$

- E：特定設備之總冷媒溢散量
- N：特定設備之數量
- C：特定設備之原始充填量
- ALR：特定設備之年平均逸散率(%)，如表 3.2-9 所示。其中車用冷媒、低溫倉儲、辦公室空調設備與飲水機等冷媒之溫室氣體排放量計算，係由重量乘上 GWP 值，現階段配合國家溫室氣體申報現況參採 IPCC 西元 1995 年第二次評估報告公布之溫暖化潛勢值，如表 3.2-10。

表 3.2-9 特定設備之冷媒逸散率排放因子[93]

設備名稱	排放因子(%)	防治設備回收率(%)
家用冷凍、冷藏裝備	0.1-0.5	70
獨立商用冷凍、冷藏裝備	1-15	70
中、大型冷凍、冷藏裝備	10-35	70
交通用冷凍、冷藏裝備	15-50	70
工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	7-25	90
冰水機	2-15	95
住宅及商業建築冷氣機	1-10	80
移動式空氣清靜機	10-20	50

表 3.2-10 常用物質之溫室氣體全球溫暖化潛勢值[93]

溫室氣體化學式		IPCC 第二次評估報告 (1995)	IPCC 第四次評估報告 (2007)
CO_2二氧化碳		1	1
CH_4甲烷		21	25
N_2O氧化亞氮		310	298
HFC-134a/R-134a 1,1,1,2-四氟乙烷,$C_2H_2F_4$	汽車、冰箱、中央空調	1,300	1,430
R22 HCFC-22(CHF_2Cl)	大客、貨車空調，冷藏、冷凍設備	-	1,810
R32	中、低溫冷藏冷凍庫	650	675
R-404A HFC-125/HFC-143a/HFC-134a (44.0/52.0/4.0)	冷藏、冷凍設備	3,260	3,922
R-410A HFC-32/HFC-125 (50.0/50.0)	分離式室內空調	1,725	2,088
R-507A HFC-125/HFC-143a (50.0/50.0)	冷藏、冷凍設備	3,300	3,985
SF_6	中高壓變電盤絕緣氣體	23,900	22,800

3.2.3 溫室氣體盤查手冊編訂

本計畫依據環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」要求、貨運業者排放特性及本計畫盤查經驗，研擬「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」，內容如表 3.2-11 所示。

手冊內容除對應環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」中之各項要求外，同時提供盤查表單工具、進行排放係數更新並提供案例，公路貨運服務溫室氣體盤查手冊，本年度配合「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」依據環保署 105 年 6 月最新公告之「溫室氣體盤查登錄作業指引」以及 105 年 3 月公告之溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版進行修訂，如附錄 4。

表 3.2-11 公路貨運服務溫室氣體盤查手冊內容

章節	內容
緒論	
第一章	溫室氣體盤查管理系統之建置
第二章	邊界設定
第三章	排放源鑑別
第四章	排放源量化
第五章	溫室氣體盤查作業文件化
第六章	系統檢討改善
附錄	公路客貨運業溫室氣體盤查計算案例

3.3 溫室氣體盤查報告書編訂

3.3.1 B 公司溫室氣體盤查成果

1.盤查邊界說明

(1)組織邊界

B 公司彙總方法為控制權法,包含總公司、各營運區下共 118 個營業所，涵蓋之營運據點如表 3.3-1 所示。該公司於第一年度計畫中即參與調查工作，本年度持續配合並完成資料彙整。

表 3.3-1 B 公司營運據點分布情形

縣市		常溫配送據點	常溫配送點含低溫、常/低溫倉儲	小計	
北部	基隆市	-	1	1	44
	新北市	18	4	22	
	臺北市	13	0	13	
	桃園市	4	3	7	
	新竹縣	-	1	1	
中部	苗栗縣	2	0	2	38
	臺中市	19	2	21	
	彰化縣	10	2	12	
	南投縣	3	0	3	
南部	雲林縣	1	1	2	29
	嘉義縣	-	2	2	
	臺南市	9	4	13	
	高雄市	8	2	10	
	屏東縣	2	0	2	
東部與外島	宜蘭縣	1	1	2	7
	花蓮縣	1	1	2	
	臺東縣	-	1	1	
	澎湖縣	1	0	1	
	金門縣	1	0	1	
合計		93	25	118	

(2)營運範圍

B公司之營運邊界包括直接、間接與其他間接之溫室氣體排放。主要之溫室氣體排放為二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物

(HFCs)等 4 類。排放源範疇界定內容如表 3.3-2 所示。分別說明如下：

■ 範疇 1 直接溫室氣體排放

● 固定場所的溫室氣體排放，如緊急發電機、堆高機之燃料燃燒。

● 運輸車輛的溫室氣體排放，如運輸車輛之燃料燃燒。

● 逸散性溫室氣體排放源，如營業場所與運輸車輛之冷媒、二氧化碳滅火器、化糞池等排放。

■ 範疇 2 能源間接溫室氣體排放

● 來自於外購的電力之溫室氣體排放。

■ 範疇 3 其他間接溫室氣體排放

● 廢棄物及廢水委外處理、委外運輸車輛、員工通勤及商務出差。

2.基準年

B 公司以 103 年首度調查溫室氣體排放量作為基準年。

3.溫室氣體排放量彙整

(1)排放源與排放源排除

■ 消防設備以乾粉滅火器為主，由於乾粉滅火器並不會產生溫室氣體，故其排除不計。

■ 空調及設備冷媒填充部分為為蒙特婁協議相關管制項目 R22，不列入盤查計算。

■ B公司之營業所受電站為非GCB系統，故無SF_6氣體逸散。

■ 其他間接排放(範疇三)，包括廢棄物及廢水委外處理、委外運輸車輛、員工通勤及商務出差等其它間接排放，因無實際溫室氣體排放量，只進行排放源鑑別之工作，未予以量化。

(2)活動數據蒐集與排放係數選用

各種溫室氣體排放源之排放量計算主要採用「排放係數法」計算，公式如下：

活動數據(103 年使用量) × 排放係數 × 全球暖化潛勢係數(GWP)＝CO_2當量數

- 各項排放源之活動數據管理，如表 3.3-3 所示。
- 依行政院環保署「溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版」所提供之排放係數進行排放量計算(表 3.2-7~9)。
- 再依IPCC 2007 年第四次評估報告公告之各種溫室氣體之全球暖化潛勢GWP(如表 3.2-10)，將所有之計算結果轉換為CO_2e(二氧化碳當量值)，單位為公噸/年。

(3)排碳量彙整

B公司 103 年溫室氣體排放總量為 47,928.591 公噸CO_2e，詳如表 3.3-4 所示。此為基準年排放量，並可作為建立溫室氣體管理績效的比較基準，以評估該公司未來減量目標之達成狀況。

表 3.3-2　B 公司溫室氣體排放源鑑別

編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	類別	代碼	名稱	範疇別	排放型式	CO_2	CH_4	N_2O	HFC_S	PFC_S	SF_6	NF_3
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	1.原燃物料	170001	車用汽油	範疇 1	移動 (T)	v	v	v				
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	1.原燃物料	170006	柴油	範疇 1	移動 (T)	v	v	v				
963	490001	陸上運輸服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	050004	液化天然氣	範疇 1	移動 (T)	v	v	v				
963	490001	陸上運輸服務作業程序	108	4094	交通用冷凍、冷藏裝備	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	範疇 1	逸散 (F)				v			
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	170006	柴油	範疇 1	固定 (E)	v	v	v				
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	050004	液化天然氣	範疇 1	固定 (E)	v	v	v				
976	530001	普通倉儲服務作業程序	292	9795	化糞池	1.原燃物料	GG3805	廢水處理 (BOD)	範疇 1	逸散 (F)		v					
976	530001	普通倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	1.原燃物料	GG1814	冷媒－R410a，R32/125(50/50)	範疇 1	逸散 (F)				v			
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	282399	其他電力設備及零組件	範疇 2	外購電力	v						
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	170006	柴油	範疇 1	固定 (E)	v	v	v				

表 3.3-2　B 公司溫室氣體排放源鑑別(續)

編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	類別	代碼	名稱	範疇別	排放型式	CO_2	CH_4	N_2O	$HFCs$	$PFCs$	SF_6	NF_3
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	050004	液化天然氣	範疇 1	固定 (E)	v	v	v				
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	292	9795	化糞池	1.原燃物料	GG3805	廢水處理(BOD)	範疇 1	逸散 (F)		v					
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	1.原燃物料	GG1819	冷媒－R404a，R125/143a/134a(44/52/4)	範疇 1	固定 (E)				v			
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	1.原燃物料	GG1814	冷媒－R410a，R32/125(50/50)	範疇 1	逸散 (F)				v			
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	282399	其他電力設備及零組件	範疇 2	外購電力	v						

表 3.3-3　B 公司 103 年活動數據管理表

製程			設備			排放源資料		年活動數據資訊					
編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	原燃物料或產品代碼	原燃物料或產品名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	數據來源表單名稱	活動數據種類
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170001	車用汽油	範疇 1	移動(T)	13.651	公秉	路線碳足跡總表	定期(間歇)量測
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170006	柴油	範疇 1	移動(T)	9,625.550	公秉	路線/物流碳足跡總表	定期(間歇)量測
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	範疇 1	逸散(F)	25	公斤	103 運輸車輛保養冷媒統計	自行評估
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	GG1819	冷媒－R404a，R125/143a/134a(44/52/4)	範疇 1	逸散(F)	861	公斤	103 運輸車輛保養冷媒統計	自行評估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	170006	柴油	範疇 1	固定(E)	998.436	公秉	103 灌桶加油油量統計表	定期(間歇)量測
976	530001	普通倉儲服務作業程序	292	9795	化糞池	GG3805	廢水處理(BOD)	範疇 1	逸散(F)	5,130,298	人小時	103 工時統計表	財務會計推估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	GG1814	冷媒－R410a，R32/125(50/50)	範疇 1	逸散(F)	20.13	公斤	冷媒清冊	自行評估
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	GG1819	冷媒－R404a，R125/143a/134a(44/52/4)	範疇 1	逸散(F)	32.97	公斤	冷媒清冊	自行評估

表 3.3-3　B 公司 103 年活動數據管理表(續)

製程			設備			排放源資料		年活動數據資訊					
編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	原燃物料或產品代碼	原燃物料或產品名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	數據來源表單名稱	活動數據種類
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	GG1811	冷媒－R507，R125/143a(50.0/50.0)	範疇 1	逸散(F)	13.22	公斤	冷媒清冊	自行評估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	282399	其他電力設備及零組件	範疇 2	外購電力	30,582.148	千度	營業所電費	定期(間歇)量測

由表 3.3-4 可知，排放之溫室氣體種類以二氧化碳為主，占 91.07%以上，冷媒逸散達 7.59%。以範疇別而言，以範疇一占比 66.76%最高，範疇二的電力占 33.24%次之。排放源分析如圖 3.3-1，以車輛燃料使用的排放量占比最高 53.3%，營業場所用電占比 33.24%次之。

表 3.3-4 B 公司 103 年溫室氣體排放總量

項目	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
排放當量(公噸CO_2e/年)	43,650.6383	240.3605	400.7716	3,636.6135	-	-	-
氣體別占比(%)	91.07%	0.50%	0.84%	7.59%	-	-	-
七種溫室氣體年總排放當量*	**47,928.591**						

範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	2,610.8679	25,543.1611	3,841.2635	-	15,933.2990	**47,928.591**
比例	5.45%	53.29%	8.01%	-	33.24%	100.00%

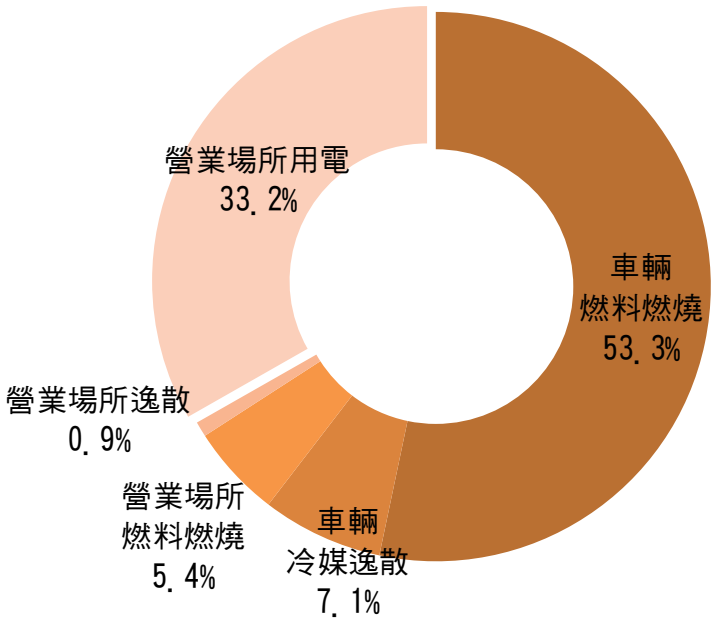


圖 3.3-1 B 公司 103 年度溫室氣體排放分布

3.3.2 C 公司溫室氣體盤查成果

1.盤查邊界說明

(1)組織邊界

C 公司彙總方法為控制權法，包含總公司及 45 處營運據點，其中僅 3 處為低溫貨物營業所。涵蓋之營運據點如表 3.3-5 所示。

(2)營運範圍

該公司之營運邊界包括直接、間接與其他間接之溫室氣體排放。主要之溫室氣體排放為二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)等 4 類。排放源範疇界定與B公司大致相同。

表 3.3-5 C 公司營運據點分布情形

區域	站所	車輛數	常溫營業所合計	低溫營業所合計	車輛數合計
北區	臺北	62	10	1	598
	北投	44			
	三重	114			
	深坑	51			
	羅東	36			
	基隆	24			
	汐止	25			
	五股	79			
	中和	54			
	土城	71			
	新店	39			
桃竹區	桃園	58	9	0	298
	龜山	23			
	南崁	35			
	平鎮	37			
	中壢	42			
	新竹	53			
	新豐	28			
	苗栗	15			
	竹南	8			

表 3.3-5 C 公司營運據點分布情形(續)

區域	站所	車輛數	常溫營業所合計	低溫營業所合計	車輛數合計
南區	臺中	72	23	2	858
	大里	43			
	豐原	34			
	烏日	61			
	沙鹿	24			
	大甲	16			
	彰化	56			
	南投	32			
	員林	30			
	埤頭	7			
	嘉義	40			
	斗六	32			
	北港	15			
	新營	14			
	臺南	44			
	永康	59			
	岡山	20			
	麻豆	21			
	高雄	48			
	鳳山	55			
	前鎮	45			
	大社	18			
	屏東	27			
	花蓮	31			
	臺東	14			
總計			42	3	1,754

2.基準年

C 公司以 104 年首度調查溫室氣體排放量作為基準年。

3.溫室氣體排放量

排放源與排放源排除及排放係數選用、活動數據蒐集，與 B 公司相同。C 公司 104 年活動數據，詳表 3.3-6 所示。

C 公司 104 年溫室氣體排放總量為 29,794.830 公噸 CO2e，詳如表 3.3-7 所示。此為基準年排放量，並可作為建立溫室氣體管理績效的比較基準，以評估該公司未來減量目標之達成狀況。

表 3.3-6 C 公司 104 年活動數據管理表

製程			設備			排放源資料		年活動數據資訊					
編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	原燃物料或產品代碼	原燃物料或產品名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	數據來源表單名稱	活動數據種類
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170001	車用汽油	範疇 1	移動(T)	28.401	公秉	路線碳足跡總表	定期(間歇)量測
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170006	柴油	範疇 1	移動(T)	7,957.721	公秉	2015 年全公司服務車里程與油耗	定期(間歇)量測
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	範疇 1	逸散(F)	567	公斤	車輛保養與冷媒統計	自行評估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	GG1814	冷媒－R410a，R32/125(50/50)	範疇 1	逸散(F)	37.4700	公斤	104.08.18 冷氣機明細	自行評估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	282399	其他電力設備及零組件	範疇 2	外購電力	12,133.2550	千度	104 年水電費統計表	定期(間歇)量測
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	GG1819	冷媒－R404a，R125/143a/134a(44/52/4)	範疇 1	逸散(F)	3.5600	公斤	104.08.18 冷氣機明細	自行評估

表 3.3-6 C 公司 104 年活動數據管理表(續)

製程			設備			排放源資料		年活動數據資訊					
編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	原燃物料或產品代碼	原燃物料或產品名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	數據來源表單名稱	活動數據種類
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	GG1814	冷媒－R410a，R32/125(50/50)	範疇 1	逸散(F)	2.7900	公斤	104.08.18 冷氣機明細	自行評估
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	324	A210	其他	282399	其他電力設備及零組件	範疇 2	外購電力	2,658.5250	千度	104 年水電費統計表	定期(間歇)量測

由表 3.3-7 可知，排放之溫室氣體種類以二氧化碳為主，占 96.03%，冷媒逸散次之為 2.75%。以範疇別而言，以範疇一占 73.79%最高，範疇二的電力占 26.21%。排放源分析如圖 3.3-2 所示，以車輛燃料使用的排放量占比最高，達 71.04%，營業場所用電占比次之，車輛冷媒逸散則占 2.75%。該公司提供之活動數據未包含營業所緊急發電機、堆高機燃油與化糞池資料。因此，固定排放中並無燃料燃燒之排放量資料，逸散排放亦未包含化糞池甲烷逸散量。

表 3.3-7 C 公司 104 年度溫室氣體排放總量

項目	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
排放當量(公噸CO_2e/年)	28,612.4089	23.4087	340.6590	818.3535	-	-	-
氣體別占比(%)	96.03%	0.08%	1.14%	2.75%	-	-	-
七種溫室氣體年總排放當量*	**29,794.830**						

範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	-	21,166.4168	818.3535	-	7,810.0598	**29,794.830**
比例	-	71.04%	2.75%		26.21%	100.00%

註：該公司提供資料未含營業所緊急發電機、堆高機燃油，故固定排放中並無排放量資料；逸散排放則未包含化糞池甲烷逸散量。

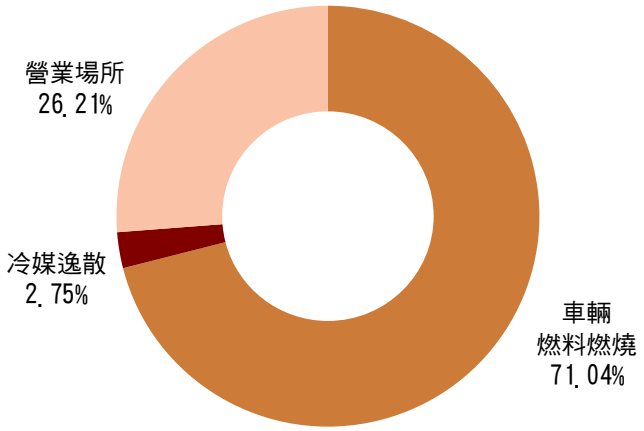


圖 3.3-2　C 公司 104 年溫室氣體排放分布

4.依營業所排放量分析

依營業所類型排放比例分析，如圖 3.3-3 所示。管理單位與倉庫排放量以用電為主，營業所為主要排放來源，則包含運輸車輛燃料排放，及用電亦占 2 成以上。

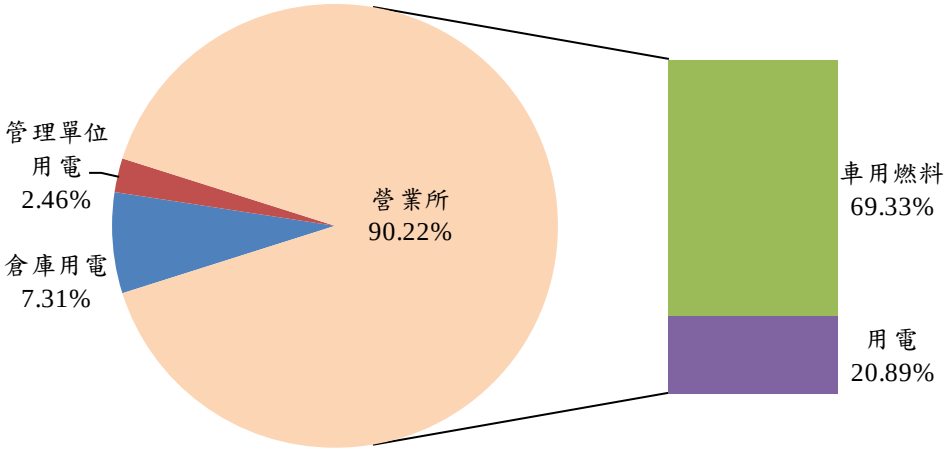


圖 3.3-3 C 公司 104 年溫室氣體排放分布(依營業所類型)

依據分區比較各營業所溫室氣體排放情形顯示，其中三重、彰化、永康為低溫運輸且具轉運任務，排放情形明顯高於一般營業所；五股、土城、中壢、臺中、嘉義、鳳山具轉運任務，排放量亦略高於平均，如圖 3.3-4~6 所示。

北區營業所用電排放平均占比 25.1%，略高於桃竹區平均占比 19.4%、南區平均占比 23.3%。而三重、彰化、永康低溫運輸營業所用電排放占比分別為 38.7%、37.9%、39.5%，則高於一般營業所平均。

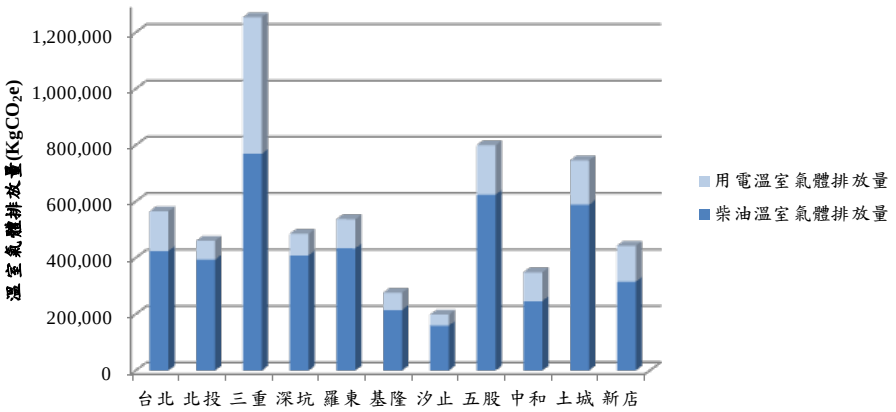


圖 3.3-4 C 公司 104 年北區營業所溫室氣體排放分析

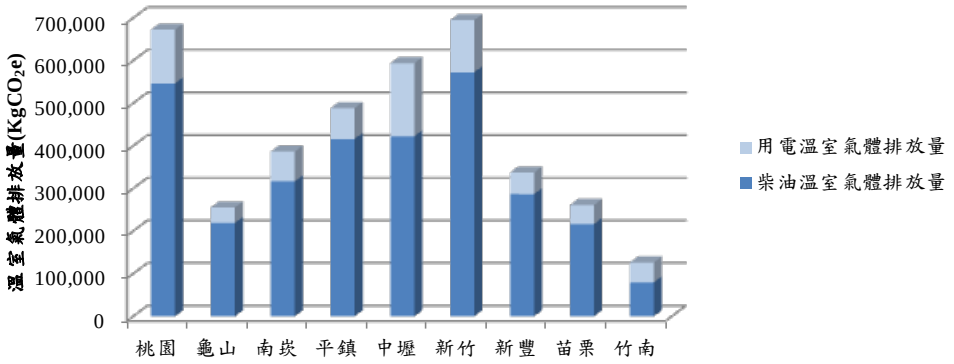


圖 3.3-5 C 公司 104 年桃竹區營業所溫室氣體排放分析

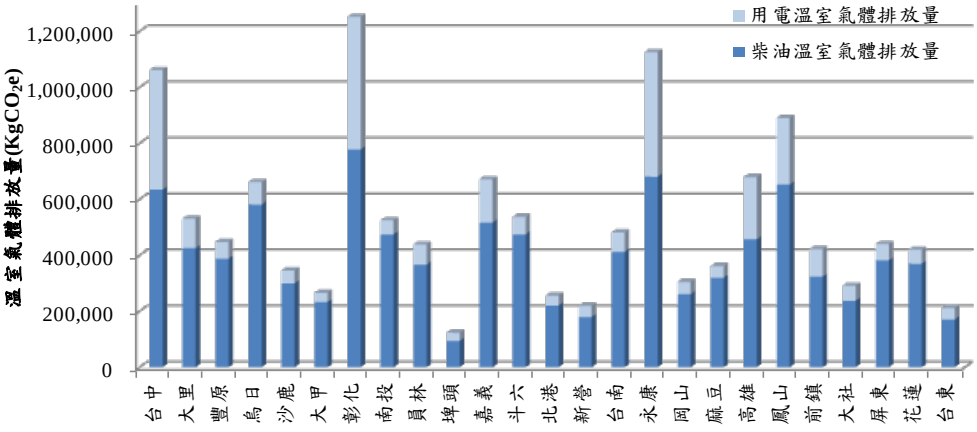


圖 3.3-6 C 公司 104 年南區營業所溫室氣體排放分析

3.3.3 D 公司溫室氣體盤查成果

1.盤查邊界說明

(1)組織邊界

D 公司彙總方法為控制權法，包含總公司及各營運區下共 233 個營業所。涵蓋之營運據點如表 3.3-8 所示。

表 3.3-8 D 公司營運據點分布情形

營業部	營業區	車輛數	營業所合計	車輛數合計
北一區營業部	北一轉運中心	8	68	471
	北一特販區	10		
	中山營業區	36		
	士林營業區	48		
	內湖營業區	34		
	信義營業區	23		
	大同營業區	24		
	松山營業區	23		
	基隆營業區	42		
	花蓮營業區	37		
	汐止營業區	24		
	北中正營業區	12		
	北大安營業區	15		
	南大安營業區	22		
	文山營業區	19		
	南港營業區	14		
	羅東營業區	27		
	南中正營業區	14		
	宜蘭營業區	22		
	瑞穗營業區	17		
北二區營業部	北二轉運中心	6	50	641
	北二特販區	18		
	中和營業區	42		
	板橋營業區	39		
	泰山營業區	43		
	新店營業區	37		
	桃園營業區	35		
	中壢營業區	32		
	三重營業區	33		
	樹林營業區	32		
	蘆竹營業區	34		
	五股營業區	38		
	龜山營業區	21		
	新竹營業區	31		
	楊梅營業區	32		
	竹北營業區	31		

表 3.3-8 D 公司營運據點分布情形(續 1)

營業部	營業區	車輛數	營業所合計	車輛數合計
北二區營業部	竹東營業區	35		
	大溪營業區	29		
	土城營業區	19		
	淡水營業區	27		
	安坑營業區	22		
中區營業部	中區轉運中心	3	67	526
	中區特販區	1		
	中市營業區	34		
	西屯營業區	31		
	北屯營業區	34		
	嘉義營業區	39		
	大里營業區	35		
	南屯營業區	24		
	沙鹿營業區	32		
	彰化營業區	30		
	員林營業區	31		
	斗六營業區	30		
	溪湖營業區	23		
	豐原營業區	27		
	朴子營業區	31		
	苗栗營業區	25		
	南投營業區	25		
	埔里營業區	30		
	北港營業區	23		
	大湖營業區	17		
南區營業部	南區轉運中心	4	48	555
	南區特販區	4		
	仁武營業區	57		
	臺南營業區	39		
	鳳山營業區	33		
	三民營業區	26		
	屏東營業區	36		
	北高營業區	22		
	高雄營業區	28		
	臺東營業區	38		
	南市營業區	22		

表 3.3-8 D 公司營運據點分布情形(續 2)

營業部	營業區	車輛數	營業所合計	車輛數合計
南區營業部	中高營業區	22		
	路竹營業區	33		
	新營營業區	33		
	善化營業區	27		
	府城營業區	20		
	鼓山營業區	18		
	東港營業區	34		
	安平營業區	18		
	竹田營業區	27		
	澎湖營業區	14		
總計			233	2,193

(2)營運範圍

D公司之營運邊界包括直接、間接與其他間接之溫室氣體排放。主要之溫室氣體排放為二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)等 4 類。排放源範疇界定與B公司大致相同。

2.基準年

D 公司以 104 年首度調查溫室氣體排放量作為基準年。

3.溫室氣體排放量彙整

排放源與排放源排除及排放係數選用、活動數據蒐集，與 B 公司相同。D 公司 104 年度活動數據詳表 3.3-9 所示。

D公司 104 年溫室氣體排放總量為 46,971.031 公噸CO_2e，詳如表 3.3-10 所示。此為基準年排放量，並可作為建立溫室氣體管理績效的比較基準，以評估該公司未來減量目標之達成狀況。由表 3.3-10 可知，排放之溫室氣體種類以二氧化碳為主，占 90.88%，冷媒逸散達 7.63%。以範疇別而言，以範疇一占 70.51%最高，範疇二的電力占 29.49%。排放源分析如圖 3.3-7 所示，以車輛燃料使用的排放量占比最高，占 62.55%，營業場所用電占 31.61 次之，冷媒逸散再其次，由於運輸車輛均為多溫層，配有冷藏冷凍機組，其冷媒逸散較常溫車輛為高。由於D公司表示營業所內推高機全面採用電力，因此固定排放中並無燃料燃燒之排放量資料。

表 3.3-9 D 公司 104 年活動數據管理表

製程			設備			排放源資料		年活動數據資訊					
編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	原燃物料或產品代碼	原燃物料或產品名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	數據來源表單名稱	活動數據種類
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170001	車用汽油	範疇 1	移動(T)	702.2920	公秉	104 年車輛用油統計	定期(間歇)量測
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170006	柴油	範疇 1	移動(T)	10,455.2330	公秉	104 年車輛用油統計	定期(間歇)量測
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	GG1819	冷媒－R404a，R125/143a/134a(44/52/4)	範疇 1	移動(T)	795.2010	公斤	車輛冷凍機清單	自行評估
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	GG1819	冷媒－R404a，R125/143a/134a(44/52/4)	範疇 1	逸散(F)	161	公斤	低溫龍車數量統計	自行評估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	292	9795	化糞池	GG3805	廢水處理(BOD)	範疇 1	逸散(F)	4,691,322	人小時	工時統計表	財務會計推估
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	282399	其他電力設備及零組件	範疇 2	外購電力	26,233.3926	千度	2015 年水電費明細	定期(間歇)量測

表 3.3-10　D 公司 104 年溫室氣體排放總量

項目	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
排放當量(公噸CO_2e/年)	42,687.2810	199.1934	501.4250	3,583.1320	-	-	-
氣體別占比(%)	90.88%	0.42%	1.07%	7.63%	-	-	-
七種溫室氣體年總排放當量*	**46,971.031**						

範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	-	29,379.6301	3740.17	-	13,851.2313	**46,971.031**
比例	-	62.55%	7.96%	-	29.49%	1.12%

註：營業所內推高機全面採用電力，因此固定排放中並無燃料燃燒之排放量資料。

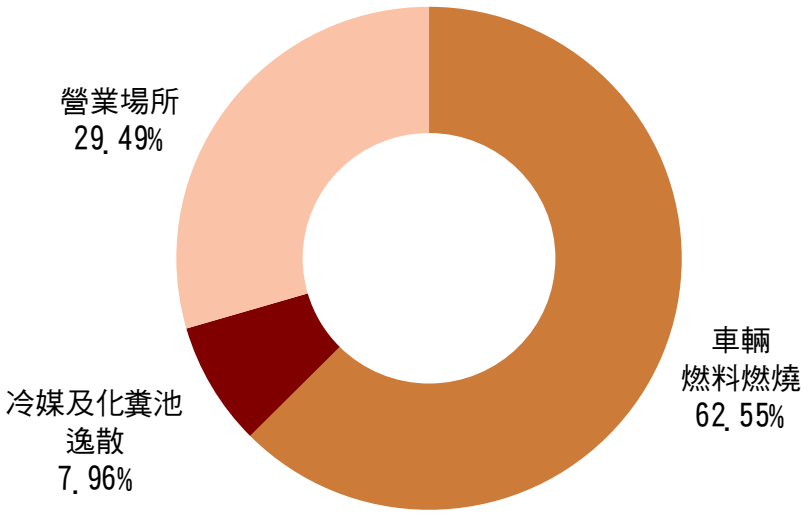


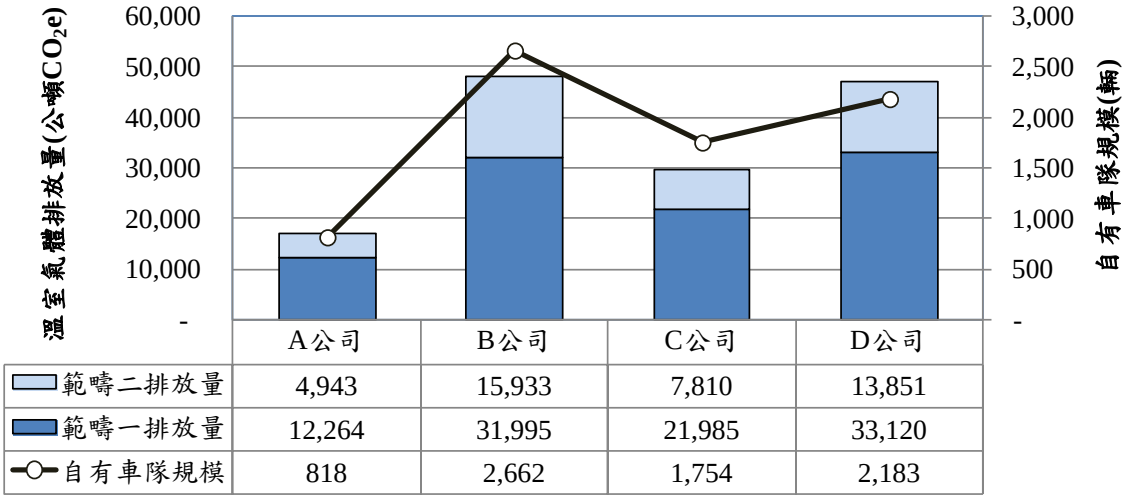
圖 3.3-7 D 公司 104 年度溫室氣體排放分布

3.3.4　2 年度配合調查業者溫室氣體盤查彙整

彙整 2 年度共 4 家業者配合溫室氣體盤查結果顯示。A、B 公司之盤查基準年為 103 年，C、D 公司之盤查基準年為 104 年，各公司整體排放量與自有車輛規模相關，如圖 3.3-8 所示，其中 B、C 兩間公司之自有車輛

以大貨車為主，A、D 兩間公司之自有車輛以小貨車為主，如圖 3.3-8 所示。

分析 4 家業者之年度溫室氣體排放範疇顯示，直接排放(範疇一)占比接近在 67~74%之間，用電之間接能源排放(範疇二)占比接近在 26~33%之間，其中，2 年度電力排放係數方面，103 年電力 0.521 $kgCO_2e$/度，104 年 0.528 $kgCO_2e$/度，增加 1.3%。由於 4 家業者的營業所遍布全臺各縣市，營業所用電產生的溫室氣體排放量亦須受到重視，如圖 3.3-9 所示。



	A公司	B公司	C公司	D公司
範疇二排放量	4,943	15,933	7,810	13,851
範疇一排放量	12,264	31,995	21,985	33,120
自有車隊規模	818	2,662	1,754	2,183

圖 3.3-8 2 年度配合調查業者溫室氣體排放及車隊規模

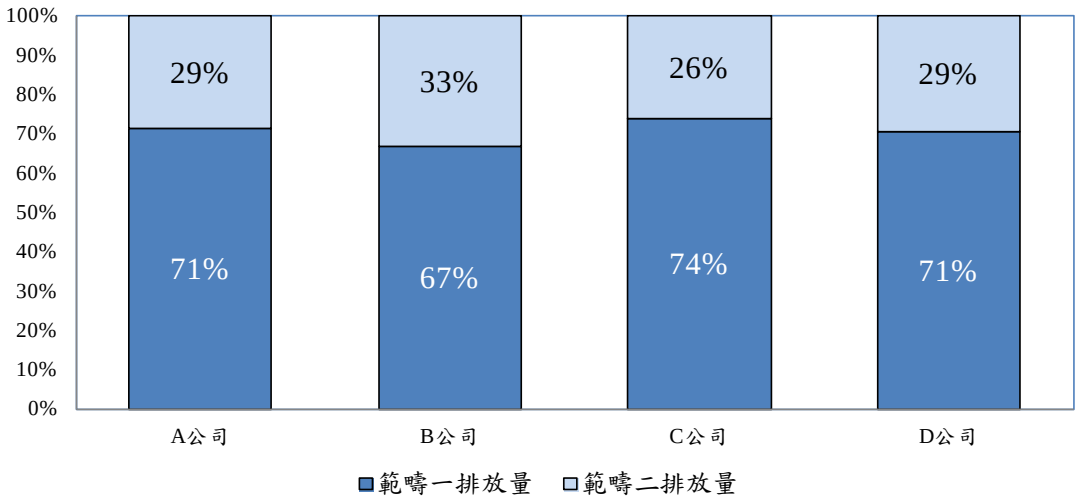
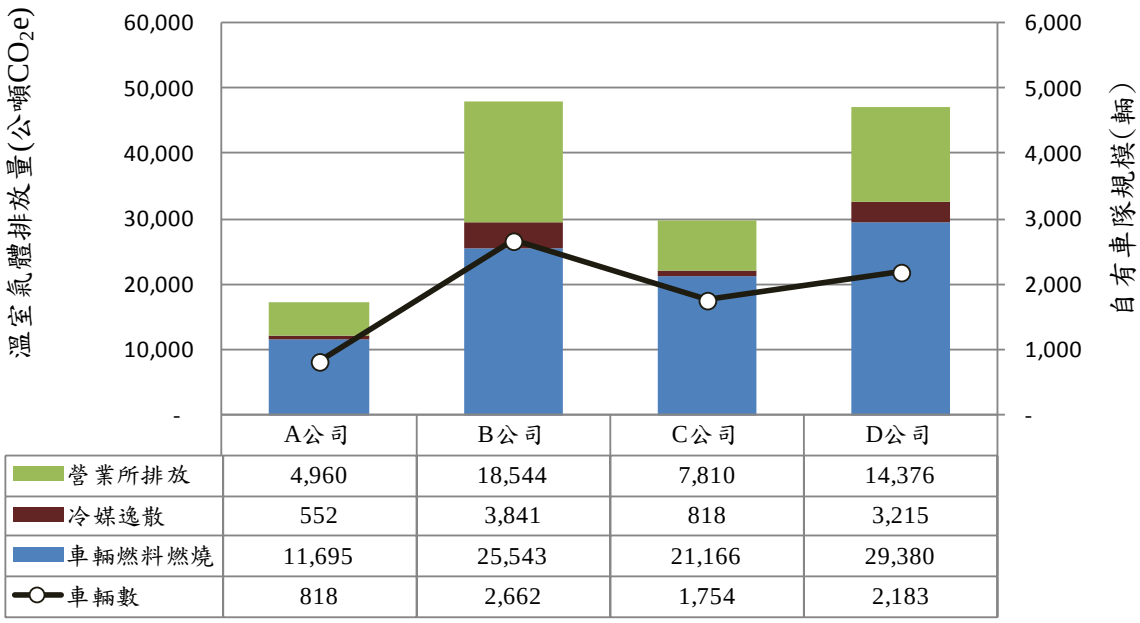


圖 3.3-9 2 年度配合調查業者溫室氣體排放範疇比例

另比較 2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源，各公司車輛燃料燃燒排放以B公司排放量最高，該公司車輛以大貨車為主，低溫與常溫車輛與

營業所採分流管理。而D公司之車輛燃料燃燒排放量最高，應與其車輛全面採用多溫層小貨車有關。另，B公司與D公司的運輸車輛直接燃燒溫室氣體排放量均已超過 2.5 萬公噸CO_2e，業者應評估後續因應法規要求之申報作業，如圖 3.3-10 所示。此外，B公司與D公司的冷媒逸散之溫室氣體排放量占比不低亦須受到重視，如圖 3.3-11 所示。



	A公司	B公司	C公司	D公司
營業所排放	4,960	18,544	7,810	14,376
冷媒逸散	552	3,841	818	3,215
車輛燃料燃燒	11,695	25,543	21,166	29,380
車輛數	818	2,662	1,754	2,183

圖 3.3-10　2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源比較

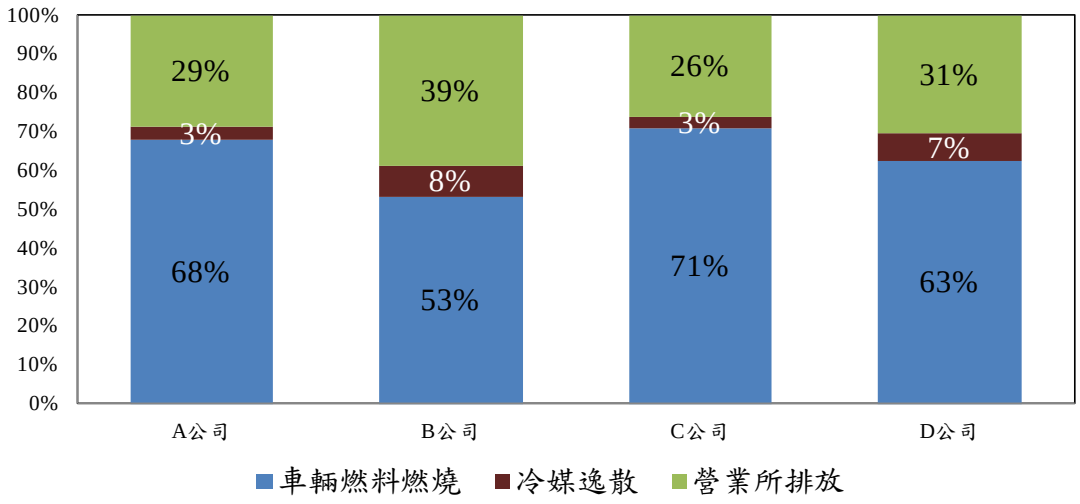


圖 3.3-11　2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源比例

3.4 研提內部診斷分析及改善建議

完成溫室氣體盤查後，評估排放源減量行動優先性，在評估時將適用法規要求、其他要求事項及所鑑別之改善重大排放源排放量機會納入考慮，亦應考慮其他包括財務、作業面、商業面及技術面之取捨。

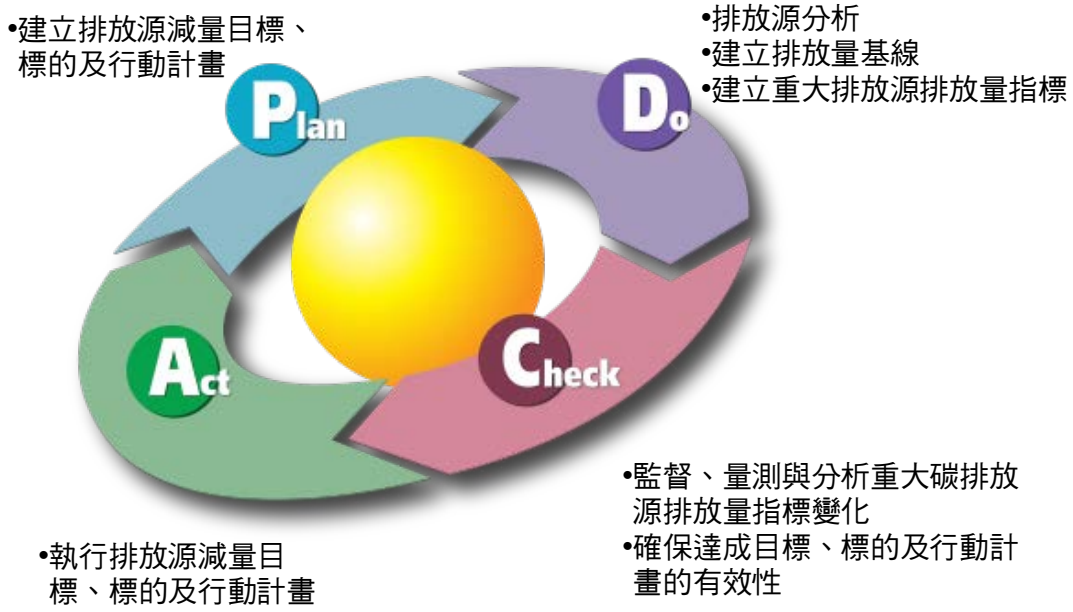


圖 3.4-1 系統檢討改善架構圖

3.4.1 運輸車輛汰換為低污染車輛效益評估

經分析 4 家業者之年度溫室氣體排放範疇顯示，運輸車輛燃料燃燒之直接排放(範疇一)占比最高，由於運輸車輛的使用年限一般在 8 年以上，有鑑於 2.5 噸以下小貨車自 106 年起將提升車輛容許耗用能源標準，本計畫以 D 公司運輸車輛汰換年限 10 年，每年新車導入數量 10%之假設條件，進行節能減碳效益評估，說明如下：

1.車輛容許耗用能源標準節能減碳效益評估

依據「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法(103.08.11)」第六條規定廠商製造或進口汽(柴)油引擎小貨車(總重量在 2500 公斤以下)、小客貨兩用車及小客車(非轎式、非旅行式)，自 105 年 1 月 1 日起申請車

型耗能證明者，應依歐盟指令及其後續修正指令執行測試；自 106 年 1 月 1 日起，銷售車輛之平均燃料消耗量高於平均燃料消耗量容許耗用值(表 3.4-1)。

表 3.4-1 平均燃料消耗量容許耗用值所定車型對應之平均耗能標準[94]

車輛參考車重等級(公斤)	平均耗能標準(公里／公升)
850 以下	15.2
超過 850 至 965	14.4
超過 965 至 1080	13.7
超過 1080 至 1190	13.1
超過 1190 至 1305	12.4
超過 1305 至 1420	11.9
超過 1420 至 1530	11.1
超過 1530 至 1640	10.5
超過 1640 至 1760	9.9
超過 1760 至 1870	9.3
超過 1870 至 1980	8.8
超過 1980 至 2100	8.3
超過 2100 至 2210	7.7
超過 2210 至 2380	7.3
超過 2380 至 2610	6.6
超過 2610	5.7

由於目前貨運業者主要使用的配送車輛以3.49噸營業小貨車較多，大於 3.5 噸之營業大貨車，現階段之管制規定尚未公告。因此，以D公司多溫層 3.49 噸運輸車輛平均耗能約在 4.3~5.3 公里/公升為例，其平均耗能標準若達成 5.7 公里/公升，其能源使用效率將提升 8~33%，以車輛汰舊換新每年 10%，平均提升 20%能源效率，預估全公司可減少 2%用油量，相當於降低溫室氣體排放量 554.3 公噸CO_2e/年。

- 每年減少 2%用油量：10,455 公秉x2%=209,100 L
- 每年減少溫室氣體排放量：209,100 公升 × 2.651 kg CO_2e/L ÷ 1,000≒554.3 公噸CO_2e/年

2.導入電動車輛之二氧化碳排放減量效益

參考經濟部補助之新北市智慧電動車先導運行計畫[95]，其國產 7 人座電動車輛營運數據 3.6 km/kWh，以及 104 年電力排放係數 0.528 kg CO_2e/ kWh，並以 106 年小貨車油耗平均燃料消耗量容許耗用值 5.7 km/L 與電動車電力使用溫室氣體排放量進行比較，以每年每車平均行駛 30,000 公里，預估D公司未來導入 10%電動車(約 200 輛)計算每年二氧化碳排放減量效益 1,910.4 公噸CO_2e/年。

- 每車每年減少用油量：30,000 公里/年÷5.7 km/L=5,263 L/年
- 200 輛車減少之燃料燃燒溫室氣體排放量：200 輛車× 5,263 L/年× 2.651 kg CO_2e/L ÷ 1,000≒2,790.4 公噸CO_2e/年
- 每車每年電力使用量：30,000 公里/年 ÷ 3.6 km/kWh =8,333kWh /年
- 200 輛車能源補充之溫室氣體排放量：200 輛車× 8,333kWh /年 × 0.528 kg CO_2e/ kWh÷ 1,000≒880.0 公噸CO_2e/年
- 每年二氧化碳排放減量效益：2,790.4 公噸CO_2e/年-880.0 公噸CO_2e/年=1,910.4 公噸CO_2e/年

因應全球溫室氣體管制工作推動，車輛製造商仍持續投入電動車輛研發，未來電動車輛之技術與成本若可符合業者需求，減量效益則相當顯著。

3.4.2 營業場所用電改善方案效益評估

另分析 4 家業者之年度溫室氣體排放範疇顯示，用電之間接能源排放(範疇二)占比在 26~33%之間，本計畫針對營業場所用電設備分析發現，冷凍空調設備可調整的空間較小，而照明用電部分，由於營業所燈具多數仍使用傳統燈具，具有短期可執行的減碳潛力。以下以本計畫 2 年度配合調查業者 A 公司之一處中型營業所為例提出改善建議。

1.營業場所用電情形

(1)空調與冷凍冷藏系統

營業所辦公區域一般設有分離式冷氣機，每年開啟約 6 個月，冷氣開啟時室內溫度控制在 26~28°C，並配合使用電風扇，定期保養冷氣並清洗冷氣機濾網，大門已有裝設手動玻璃門已防止冷氣外洩，關閉長時間不使用之電器或設備。

低溫貨物的存放係以低溫籠車進行理貨，低溫籠車內的蓄冷板則透過凍結機降溫，空調、冷藏冷凍系統現況如圖 3.4-2 所示。配合低溫貨物運送需求，凍結機幾乎全時運轉，以確保可供應所需之蓄冷板，改善空間較小。

<table>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>冷氣使用時間及溫度限制標語張貼</td><td>凍結機使用現況</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>冷氣機室外機</td><td>低溫籠車</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>冷氣機使用現況</td><td>凍結機溫度</td></tr>
</table>

圖 3.4-2 空調、冷藏冷凍系統現況

(2)照明系統

部分燈具以改換 T5 節能燈具，或仍採用 T8 傳統燈具，月台照明使用複金屬燈，而逃生指示燈已逐步更換為 LED 型式，現況如圖 3.4-3 所示。基礎照明應配合照度標準要求，除選用節能燈具外，尚需定期檢討各環境照度是否適當及照明開燈數量是否合理。有關場所之照明需求可參考 CNS 照度標準。

辦公室 T5 節能燈具	辦公室 T8 燈具
作業區照明 T8 傳統燈具	作業區照明 T8 傳統燈具
傳統式緊急照明燈	月台複金屬燈

圖 3.4-3 照明系統現況

2.節能減碳改善對策與方案建議方案

(1)辦公室照明汰換 LED 節能省電燈具

以營業所辦公室照明形式 T8-22W×4 傳統燈具 26 盞，汰換為 LED 節能燈具預期改善效益

- (88W/盞–36W/盞)×26 盞÷ 1,000W/kW×6,205 小時/年=8,389kWh/年
- 使用時間為 365 天×17 小時
- 省能金額為 8,389kWh/年×5.29 元/kWh(平均電價)=44,378 元/年≒4.43 萬元/年
- 推估改善後每年可減少溫室氣體排放約 4.42 公噸CO_2e：

8,389kWh/年×0.528kg CO_2e/kWh÷1,000≒4.42 公噸CO_2e/年

(2)作業區照明汰換 LED 節能省電燈具

以營業所廣場照明使用 T8-44W×2 傳統燈具，數量約 40 盞預期改善效益

- (88W/盞–36W/盞) × 40 盞 ÷ 1,000W/kW × 3,650 小時/年=7,592kWh/年
- 使用時間為 365 天 × 10 小時
- 省能金額為 7,592kWh/年 × 5.29 元/kWh(預估平均電價)=40,162 元/年≒4.01 萬元/年
- 推估改善後每年可減少溫室氣體排放約 4 公噸CO_2e：
- 7,592kWh/年 × 0.528kg CO_2e/kWh÷1,000≒4 公噸CO_2e/年

(3)緊急指示燈汰換 LED 節能省電燈具

以營業所緊急照明為傳統尚有 1 盞為 T8-12W 傳統燈具，汰換為 LED 逃生指示燈預期改善效益：

- (12W/盞–3W/盞) × 1 盞 ÷ 1,000W/kW × 8,760 小時/年=79kWh/年
- 使用時間為 365 天 × 24 小時
- 省能金額為 79kWh/年 × 5.29 元/kWh(平均電價)=418 元/年≒0.04 萬元/年
- 推估改善後每年可減少溫室氣體排放約 0.04 公噸CO_2e：
- 79kWh/年 × 0.528kg CO_2e/kWh÷1,000≒0.04 公噸CO_2e/年

(4)複金屬燈汰換為 LED 節能燈具

以營業所使用複金屬燈共 2 盞,建議故障後汰換為 LED 型式預期改善效益：

- (400W/盞–150W/盞)×2 盞 ÷ 1,000W/kW × 730 小時/年 =365kWh/年
- 使用時間為 365 天 ×2 小時
- 省能金額為 365 kWh/年 ×5.29 元/kWh(平均電價) = 1,930 元/年≒0.19 萬元/年
- 推估改善後每年可減少溫室氣體排放約 0.19 公噸CO_2e：
- 365 kWh/年 ×0.528kg CO_2e/kWh ÷ 1,000≒0.19 公噸CO_2e/年

(5)分離式冷氣汰換為高效率冷氣機

以營業所 1 樓辦公室使用 2 臺 4RT 分離式冷氣機，使用年限超過 10 年，更換成變頻分離式冷氣為例評估如下：

分離式冷氣機使用超過 8 年之運轉效率降低。依照 CNS14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級標準規定，105 年 1 月 1 日起第二階段能源效率比在額定冷氣能力為 10~71 範圍之分離式冷氣機，能源效率比應達 3.4 w/w(圖 3.4-4)。營業所目前之冷氣機，估計能源係數約在 2.7 左右。可考慮將分離式冷氣更換成變頻分離式冷氣，並參考經濟部能源局規定之窗(壁)型冷氣機能源效率分級基準表(圖 3.4-5)，選購能源效率標示較省電之機種(圖 3.4-6 第一級最省電)，降低空調用電支出。

機種		額定冷氣能力分類(kW)	容許耗用能源基準 (kWh/kWh)
氣冷式	單體式	2.2 以下	3.40
		高於 2.2，4.0 以下	3.45
		高於 4.0，7.1 以下	3.25
		高於 7.1，71.0 以下	3.15
	分離式	4.0 以下	3.90
		高於 4.0，7.1 以下	3.60
		高於 7.1，10.0 以下	3.45
		高於 10.0，71.0 以下	3.40
水冷式		全機種	4.50

圖片來源：經濟部能源局

圖 3.4-4 經濟部能源局公告之無風管空氣調節機容許耗用能源基準

機種	冷氣能力分類 (kW)	能源效率比 (W/W)				
各等級基準		5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
單體式	2.2 以下 高於 2.2，4.0 以下 高於 4.0，7.1 以下 高於 7.1，10.0 以下	低於 2.95	2.95 以上，低於 3.10	3.10 以上，低於 3.25	3.25 以上，低於 3.40	3.40 以上
分離式	4.0 以下	低於 3.45	3.45 以上，低於 3.69	3.69 以上，低於 3.93	3.93 以上，低於 4.17	4.17 以上
	高於 4.0，7.1 以下	低於 3.20	3.20 以上，低於 3.42	3.42 以上，低於 3.65	3.65 以上，低於 3.87	3.87 以上
	高於 7.1	低於 3.15	3.15 以上，低於 3.37	3.37 以上，低於 3.59	3.59 以上，低於 3.81	3.81 以上

註：上表適用範圍為消耗電功率 3kW 以下之單體式窗(壁)型冷氣機及分離式窗(壁)型冷氣機。

圖片來源：經濟部能源局

圖 3.4-5 經濟部能源局公告之能源效率分級標示標準

圖片來源：經濟部能源局

圖 3.4-6 經濟部能源局公告之能源效率分級標示標章

如汰換為第一級分離式冷氣(冷氣能力 14kW 為例)，以能源局公告標準其效率為 3.81，省能效益 5,436kWh/年。

- (14kW÷2.7(預估目前 EER 值)－14kW÷3.81(第一級標章之 EER 值))×2 臺×1,800hr/年≒5,438kWh/年
- 使用時間 10 小時×180 天
- 5,438kWh/年×5.29 元/kWh(平均電價)≒28,756 元/年≒2.8 萬元/年
- 推估改善後每年可減少溫室氣體排放約 2.87 公噸CO_2e
- 5,438kWh/年×0.528kgCO_2e/kWh÷1,000≒2.87 公噸CO_2e/年

綜合上述分析，以一般中型營業所可改善之方案彙總如表 3.4-2 所示。推估每年節電可達 21,861 度，節省電費約 11.47 萬元，減少溫室氣體排放量約 11.52 公噸CO_2e/年。

表 3.4-2 可改善方案之節能效益及投資回收年限彙整表

建議提案內容	省能效益 (KWh/年)	溫室氣體減量 (公噸CO_2e/年)	預估投資成本 (萬元/次)	降低成本 (萬元/年)	預估投資回收年限
辦公室照明汰換LED節能省電燈具(26 盞)	8,389	4.42	3.64[註1]	4.43	0.82
廣場照明汰換LED節能省電燈具(40 盞)	7,592	4	4.4[註2]	4.01	1.1
緊急出口指示燈汰換LED節能省電燈具(1 盞)	79	0.04	0.075[註3]	0.04	1.87
月台複金屬燈汰換為LED節能燈具(2 盞)	365	0.19	0.97[註4]	0.19	5.1
分離式冷氣汰換為高效率冷氣機	5,438	2.87	16	2.8	5.7
總計	21,863	11.52	25	11.47	2.18

註 1.辦公室照明汰換為 LED-12W 2 呎燈管，其投資費用估算方式：26 盞×4 支(數量) ×350 元/支(單價) =3.64 萬元。燈具單價參考來源：PChome 線上購物>>億光 T8 LED 玻璃燈管 9W 2 呎 白光 1 入 網路價 349 元。

註 2.停車場照明汰換為 LED-18W 4 呎燈管其投資費用估算：40 盞×2 支(數量)×549 元/支(單價) =4.4 萬元。燈具單價參考來源：PChome 線上購物>>億光 T8 LED 玻璃燈管 18W 4 呎白光 1 入 網路價 549 元。

註 3.緊急出口指示燈汰換為 3W-LED 型式，其投資費用估算方式：1 只(數量) ×750 元/只(單價) =0.075 萬元。燈具單價參考來源：PChome 線上購物>> 3:1 LED 緊急出口標示燈 臺灣製造 網路價 750 元。

註 4.月台複金屬燈汰換為 150W-LED 型式，其投資費用估算方式：2 只(數量) ×4,850 元/只(單價) =0.97 萬元。燈具單價參考來源：MOMO 購物網>>【君沛光電】大功率天井燈 led150W LED 天井燈 150W 廠房燈 天井燈 藍球場燈 網路價 4,836 元。

3.5 小結

本計畫篩選營業大貨車與小貨車自有車隊總數超過 450 輛之貨運業者，依據行政院環保署編訂之「溫室氣體盤查與登錄指引」進行溫室氣體盤查，104 年盤查之 2 家業者車隊規模合計約 3,300 輛，105 年累計 4 家業者共 7,180 輛。

彙整 2 年度共 4 家業者配合溫室氣體盤查結果顯示，各公司整體排放量與自有車輛數及營業所數量之公司規模相關，其中 B、C 兩間公司之自有車輛以大貨車為主，A、D 兩間公司之自有車輛以小貨車為主。分析 4 家業者之年度溫室氣體排放範疇顯示，直接排放(範疇一)占比在 67~74%之間，用電之間接能源排放(範疇二)占比在 26~33%之間，由於 4 家業者的營業所遍布全臺各縣市，營業所用電產生的溫室氣體排放亦須受到重視。

由於 4 家業者均首次進行溫室氣體盤查，除了車輛燃油使用量之數據較為準確，可直接透過加油卡等相關紀錄統計用油量，其他溫室氣體排放量之活動數據取得較為不易。以第二大排放來源電力使用為例，電力使用量統計，多以電費金額推估用電量，可能受各營業場所之規模影響平均電費單價，建議業者落實電力使用量之用電度數管理。冷媒逸散活動量之掌握更為不易，包括營業所空調設備、冷凍機組，以及運輸車輛之空調設備、冷凍機組，現階段係以設備數量清單與冷媒型號推估年度補充量，部分公司則透過設備保養廠商協助統計取得用量資料，B公司與D公司冷媒逸散之溫室氣體排放量占 7~8%，建議後續強化冷媒用量之管理。此外，B公司與D公司的運輸車輛直接燃燒溫室氣體排放量均已超過 2.5 萬公噸CO_2e，業者應評估後續因應法規要求之申報作業。

本計畫完成溫室氣體盤查後，研提貨運業者可執行之溫室氣體減量建議，以D公司每年運輸車輛汰換 10%，以符合車輛容許耗用能源標準之減碳效益達 554.3 公噸CO_2e/年，導入電動車輛之減量效益 1,910.4 公噸CO_2e/年。另以A公司之一處中型營業所為例，評估照明設備汰換之減碳效益每年可達 11.5 公噸CO_2e/年。

第四章　公路貨運服務碳足跡調查

4.1 碳足跡與組織型碳排放之差異

有鑒於碳足跡估算與組織型碳排放調查之範疇差異，本節特別先針對組織型碳排放與碳足跡計算相關名詞進行定義與釐清，再就兩者間計算目的、過程與結果呈現之差異進行分項說明，以提升本計畫成果之可讀性。

1.名詞界定

(1) 溫室氣體排放源(greenhouse gas source)：直接或間接排放溫室氣體至大氣中之單元或程序【溫室氣體減量及管理法，2015】。

(2) 碳匯(greenhouse gas sink)：將二氧化碳或其他溫室氣體自排放單元或大氣中持續分離後，吸收或儲存之樹木、森林、土壤、海洋、地層、設施或場所【溫室氣體減量及管理法，2015】。

(3) 溫室氣體排放量(greenhouse gas emission in CO_2e)：自排放源排出之各種溫室氣體量乘以各該物質溫暖化潛勢所得之合計量，以二氧化碳當量表示【溫室氣體減量及管理法，2015】。該排放量係特定期間內由碳排放源排出之各種溫室氣體排放量，乘以每單位該活動之溫室氣體排放或移除係數，再乘以所排放之溫室氣體的全球暖化潛勢(Global Warming Potential, GWP)所得之合計量。

(4) 全球暖化潛勢：是指在一段期間內單一溫室氣體質量單位產生之輻射衝擊，相對於相等單位的二氧化碳之倍數，故不同溫室氣體排放量以GWP換算後，則可成為同單位、一致以二氧化碳當量(CO_2e)表示的數量，進而可進行加總等運算。無論是組織型碳排放或碳足跡計算，過程中都需進行碳排放量的計算，惟參照國內外組織型溫室氣體盤查標準及碳足跡計算規範與指引，組織型碳排放與碳足跡計算過程，考量與國際主流採取一致的作法我國環保署建議參採IPCC西元 2007 年第四次評估報告公布之溫暖化潛勢值。

(5) 碳足跡(carbon footprint)：用以量化製程、製程系統或產品系統溫室

氣體排放的參數，以表現它們對氣候變遷的貢獻【產品與服務碳足跡計算指引，2010.03.13】。碳足跡是用以量化產品系統生命週期溫室氣體排放的參數，計算碳足跡主要是為了破除有煙囪才有污染的觀念，故在量化碳排放時，須就所選定的產品生命週期，包含：使用的原物料自開採至製造、產品製造與組裝、產品使用及廢棄或回收過程中所產生的總排放量。也因為是針對特定產品的碳排放量計算結果，其呈現方式需考量產品的功能，設定功能單位並以單位排放量呈現計算結果。

2.計算目的與主體差異說明

組織型碳排放計算之目的是希望透過盤查、調查與計算，建立組織的碳排放基線，作為組織擬定短、中、長程目標及施行減碳措施的依據。有鑒於組織型碳排放係以組織為主體，碳足跡則是以組織所生產的特定產品或提供的特定服務為主體，因此碳足跡的計算目的則是為了釐清產品的排碳究竟是在何階段產生，破除污染源轉移但實質上並未減量的假象。綜合來說，碳足跡計算係由產品的某個階段向上下游延伸，讓產品或服務的使用者或開發者得以掌握該品項的生命週期排放量，進而透過自我檢討或對於供應鏈上下游的影響力，達到減碳的效果。

3.計算邊界差異說明

(1)時間邊界

依據前述組織型碳排放與碳足跡計算目的之差異，其計算期程之設定方式亦有所不同。組織型碳排放計算是為了組織能夠控制並持續減少碳排放，故計算的時間邊界係以年度(一個或一個以上的年平均)為主，並透過設定基準年的方式，作為減碳目標設定與控制成效比較的依據。

引述我國環保署產品與服務碳足跡查證技術指引[24]第四章碳足跡查證重點中，有關邊界設定之說明如下：數據收集的期間足以代表與產品生命週期相關之平均溫室氣體排放。若產品是持續性生產，則

至少收集一年的生產數據，以平均值呈現較具代表性的排放量評估結果。然而若產品於特定期間生產，則至少收集該特定期間之數據；目的為確保時間邊界的設定對該產品碳足跡結果具代表性。簡而言之，產品與服務碳足跡計算期程應至少為一個年度，或是產品的一個完整生產期程。

(2)地理邊界

依據我國溫室氣體盤查及登錄管理原則[95]，組織型溫室氣體盤查邊界可界定為：盤查排放量及碳匯量所屬排放源之地理範圍，並將溫室氣體排放及碳匯量分類為:來自於製程或設施之直接排放(範疇一)、來自於外購電力、熱或蒸汽之能源利用間接排放(範疇二)及其他非屬自有或可支配控制之排放源所產生之間接排放(範疇三),例如因租賃、委外業務及員工通勤等造成的排放。鑒於範疇三之其它間接排放量化方法與各產業關聯者眾多，計算所需之相關數據蒐集困難，且不易確認其準確性，目前不列入計算範疇，但在編訂排放清冊時則應列入並定性描述。

另我國產品與服務碳足跡計算指引指出[23]：碳足跡評估的邊界必須以既存的產品類別規則為依據，若相關或類似之產品類別規則不存在時,則至少應考量產品生命週期各階段,包括:原物料的製程排碳、能源供應與使用排碳、製程耗材使用排碳、製造場所營運排碳、運輸排碳、儲存排碳、使用階段，及最終處理排碳。惟產品碳足跡計算可依據不同評估目的，界定不同的產品系統與評估邊界。

4.計算項目差異說明

(1)計算項目之差異

以 ISO/CNS 14064-1 標準為組織型碳排放計算項目之參照依據，另可依據所有權歸屬範圍不同，分為直接溫室氣體排放、能源間接溫室氣體排放與其他間接排放三種，即一般所稱之範疇一、範疇二及範疇三排放源。計算組織型盤查應定量計算範疇一及範疇二之排放，範

疇三則僅需定性描述而毋需量化。

若以 PAS 2050 : 2011 為碳足跡計算項目之參照依據，則需納入量化之項目為範疇一、二、三所含括的所有排放源。惟依據我國碳足跡計算指引 5.6 規範一般與產品或服務供應鏈無直接關聯之過程得排除之，包含：人力、行政管理與維護耗材、行銷與銷售、員工私人運輸、銷售點到家之間的運輸及員工差旅的運輸等。

(2)溫室氣體計算種類之差異

依據ISO/CNS 14064-1 標準、我國環保署溫室氣體盤查及登錄管理原則(99 年)及溫管法之相關規定，組織型碳排放計算需納入的溫室氣體類別，包括：二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)及六氟化硫(SF_6)及三氟化氮(NF_3)；但不包含已納入蒙特婁議定書規範之氫氟碳化物。

而依據 PAS 2050：2011 及我國環保署產品與服務碳足跡計算指引(2010)，計算碳足跡時應涵蓋所有 IPCC 所公布之溫室氣體。相較之下，碳足跡排放需考量之溫室氣體種類較多。

5.溫暖化潛勢值(GWP)選用差異說明

依據 ISO/CNS 14064-1 標準，以及我國環保署溫室氣體盤查與登錄指引(98 年)與溫室氣體查驗指引(99 年)，組織型碳排放計算之 GWP 值應統一採用 IPCC 1995 年公開之第二次評估報告數值。本年度計畫執行期間，環保署表示考量國際一致性作法，建議參採 IPCC 2007 年公開之第四次評估報告公布之溫暖化潛勢值。

而依據 PAS 2050：2011 及我國環保署產品與服務碳足跡計算指引(99 年)，計算碳足跡之 GWP 值應採用最新公布之數據，目前雖已公告第五次評估報告數值(2013 版 AR5)，惟環保署公告指引附件仍採用 IPCC 第四評估報告(2007)所公告之數值。

6.排放係數選用差異說明

組織型碳排放計算目的為組織可控制範圍內的排放量，故在引用排

放係數時，應引用僅考量燃料或電力使用階段溫室氣體排放的係數。而碳足跡計算目的為追蹤產品完整生產過程中的所有排放，故在係數引用時，必須以具備生命週期為考量。

以電力碳排放之計算為例，我國能源局所公告之 103 年使用單位電力碳排放係數為每度電(kWh)排放 0.521 公斤二氧化碳當量，但評估範疇並不符合生命週期考量，僅涵蓋發電程序的碳排放量。此數值即以符合組織型碳盤查之碳排放量計算所需，但不符合碳足跡查證要求。環保署另於「產品碳足跡計算服務平台」公告「電力碳足跡(2013)」之係數為 0.66 $kgCO_2e$/度，屬正式公告的國家電力生命週期排放數據，即為碳足跡計算可採用之數據。

由前述原則和電力係數案例說明可知，同一活動項目在計算組織型碳排放量時引用的係數(僅使用階段的排放)，必定小於計算碳足跡時所引用的係數(生命週期排放)。

7.排放清冊格式差異說明

組織型碳排放清冊格式分類方式係依據範疇別進行排放源鑑別、計算與定性說明；碳足跡排放清冊格式則分為營運與工程兩部份，其中再依材料使用、能資源使用、逸散、廢棄物處理及運輸進行分類。

8.計算結果呈現方式差異說明

組織型碳排放計算係以組織為主體進行年度的碳排放量統計，故可由分別計算各設施或活動之溫室氣體排放量，並將各種類溫室氣體利用 GWP 值轉換為公噸二氧化碳當量，進行加總並以年排放量表示。

產品碳足跡因以產品為主體，故必須選定可充分表示產品特性之功能單位，並以此功能單位呈現計算結果。考量本計畫係以運輸服務為主體，功能單位界定為「單位-延噸公里」，並在完成各設施或活動之溫室氣體排放量、將各種類溫室氣體利用 GWP 值轉換為二氧化碳當量後，再除以當期所調查得到之功能單位總量，求得每功能單位之碳排放量，作為碳足跡計算結果呈現方式。

本計畫彙整組織型碳排放與碳足跡計算之差異對照與重要資訊，綜整如表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 組織型碳排放與碳足跡計算之差異彙整

差異項目	組織型碳排放	碳足跡
計算目的	以組織即貨運服務業者之企業為主體。	以服務即託運貨物之移動距離與重量乘積主體。
評估主體	計算目的為協助貨運服務業者建立其碳排放基線，並持續訂定改善目標、推動減碳措施。	計算目的為釐清實際服務能量之平均排放情形，可提供公路貨運業者不同於單位里程油料消耗量的管理方式。
時間邊界	以年度(一個或一個以上的年平均)為主。	連續性生產的產品則至少為 1 年度，或是產品的完整生產期程。
計算項目	範疇一、範疇二需定量計算；範疇三僅需定性說明。	範疇三之委外運輸、材料使用、廢棄物處理等需納入量化計算。
溫室氣體計算種類	京都議定書所管制的 7 種溫室氣體。	所有 IPCC 公告之溫室氣體。
GWP 值選用	採用 IPCC 1995 年公開之第二次評估報告數值，環保署近期將更新為 IPCC 第四次評估報告(2007)所公告之數值。	採用最新公布之數據。
係數選用	採用使用階段排放係數	採用具備生命週期考量之排放係數
排放清冊格式	以範疇一、二、三為類別製表	以原物料使用、能資源使用、逸散及廢棄物處理等類別製表
溫室氣體排放量表示方式	■ 分別計算各設施或活動之各類溫室氣體排放量； ■ 將各類溫室氣體排放量利用 GWP 值轉換為公噸二氧化碳當量，加總為年排放量表示，	■ 選定可充分表示產品特性之功能單位，分別計算各生命階段之各類溫室氣體排放量，並將各類溫室氣體利用 GWP 勢值轉換並加總為二氧化碳排放總量。 ■ 以年度貨運服務量與碳排放總量進行運算，最後以每功能單位之碳排放量呈現。

4.2 公路貨運服務碳足跡計算手冊編訂

本計畫依據環保署 2010 年公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行前項受盤查之公路貨運業者營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業；並配合公路貨運服務產品類別規則擬定之內容，撰寫碳足跡計算手冊。碳足跡調查、計算及手冊擬定內容說明如後。

4.2.1 碳足跡調查活動數據要求

依據「產品與服務碳足跡計算指引」(以下簡稱碳足跡計算指引)，活動數據及佐證資料相關要求彙整如下。

1.一級活動數據之相關規定

一級活動數據應自施行碳足跡計算之組織所擁有、營運或控制之製程進行蒐集，但一級活動數據要求不適用於下游排放源。

在產品或投入尚未提供給另一組織或最終使用者之前，如果施行碳足跡計算之組織未貢獻產品或投入的上游溫室氣體排放達 10%以上，則一級活動數據的要求，適用於第一個、產品或投入確實貢獻 10%以上的上游供應商，其所擁有、營運或控制的製程。

一級活動數據應針對個別製程或製程發生所在之廠址進行蒐集，並應具該製程之代表性。由過去貨運業者盤查資料可知，其溫室氣體直接排放可達 90%以上，故在本計畫中，一級活動數據來源以受盤查之業者為原則已可符合該指引要求。

2.二級數據之相關規定

當投入不要求一級活動數據時，可使用二級數據。

(1)使用部分溫室氣體評估資訊做為二級數據

凡數據經查證符合碳足跡計算指引且可取得做為評估中產品生命週期的投入數據，應優先使用此數據而後其他二級數據。

(2)其他二級數據

二級數據來源之選擇應以來自經同儕審查之刊物，以及來自其他

同等資格來源之數據(例如：國家政府、聯合國正式刊物，以及聯合國贊助組織之刊物)，優於其他二級數據來源。

本計畫已請受盤查業者盡量提供一級數據資料，若確實有困難，且對於溫室氣體盤查結果影響不大，再使用二級數據。

3.佐證資料相關規定

佐證生命週期溫室氣體排放評估之資料，可包含(但不限於)產品與程序範圍、材料、排放係數與排放，以及其他碳足跡計算指引要求之資料。這些資料應整理歸檔並以適合進行分析以及查證之形式儲存成紀錄予以保存，時間為五年或產品之預期壽命。

相關數據已請受盤查業者提供佐證資料，以符合碳足跡計算指引要求，並作為後續數據品質查核確認依據。

4.2.2 數據品質指標之規定

蒐集後的數據需進行數據等級評分，以瞭解數據品質狀況及確保蒐集資料之有效性。依據「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」之規定，將數據品質分為「高品質」、「基本品質」和「初估品質」等三個等級。

先採用數據品質指標評估(系譜矩陣)方式，以「可靠性」、「完整性」、「時間相關性」、「地理相關性」和「技術相關性」等五個品質指標，每個品質指標分成數據品質之良莠，分成 1~5 分五個等級進行評分，如表 4.2-1 所示。數據品質評分標準說明如下：

1.數據品質等級計算方式

對一個產品生命週期評估或碳足跡計算作業而言，大都採用排放係數法來計算溫室氣體排放量，亦即 GHG 排放量=活動數據×排放係數；整體 GHG 排放量=Σ(活動數據×排放係數)。因此，針對每一個投入項或產出項之數據組而言，皆可對其活動數據和排放係數之來源特性，再搭配上述之數據品質評估系譜矩陣方式來評估數據品質等級。計算公式如下：

表 4.2-1 碳足跡數據品質指標系譜矩陣

等級 / 指標	1	2	3	4	5
來源之可靠性	基於量測之查證過的數據	部分基於假設之查證過的數據，或基於量測之未查證過的數據	部分基於假設之未查證過的數據	合格的估計值(例如經由產業專家之估計值)	不合格的估算值或來源未知之數據
完整性	來自場址之足夠的數據，且為經過一段時間得以穩定常態波動之具有代表性的數據	來自場址之較少數目但是為適當期間之具有代表性的數據	來自場址之適當數目，但來自較短期間之具有代表性的數據	來自場址之較少數目且較短期間之具有代表性的數據，或來自場址之適當數目和期間之不完整數據	代表性未知，或來自場址之較少數目和/或來自較短期間之不完整的數據
時間的相關性	與研究年差距低於 3 年	差距低於 6 年	差距低於 10 年	差距低於 15 年	年代未知或差距超過 15 年
地理相關性	來自研究區域的數據	來自包含研究區域之更大區域的平均數據	來自具有類似之生產條件區域的數據	來自稍微類似之生產條件區域的	來自未知地區之數據，或來自生產條件非常不同之地區的數據
更進一步之技術相關性	來自研究中之企業、製程和材料之數據	來自研究中之製程和材料，但來自不同企業之數據	來自研究中之製程和材料、不同技術的數據	來自相關之製程或材料，但是相同技術的數據	來自未知技術之數據，或與製程或材料有關但來自不同技術之數據

資料來源：行政院環境保護署，「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」，101 年 8 月。

DQR_{Ni}□=DQR $_{Ai}$ ×DQR $_{Ei}$

DQR_{Ni}表示投入項或產出項之單一指標得分

DQR_{Ai}表示該投入項或產出項之活動數據之系譜矩陣得分

DQR_{Ei}表示該投入項或產出項之排放係數之系譜矩陣得分

需將單一指標系譜矩陣 DQRNi 得分對照單一指標數據品等級進行轉換，轉換數值如表 4.2-2 所示。

表 4.2-2 單一指標數據品質等級轉換表

等級	DQR_{Ni}		
1	1	2	3
2	4	5	
3	6	8	9
4	10	12	16
5	15	20	25

資料來源：「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」，101 年 8 月。

將五個單一指標數據品質等級帶入單一數據組數據品質計算公式，即可得到單一數據組的數據品質等級；再帶入數據品質權重公式，得到單一數據組數據品質權重。公式如下：

$$DQRi= \frac{Re+Co+TiR+GeR+TeR+Xw*5}{i+5}$$

Re：可靠度指標等級

Co：完整性指標等級

TiR：時間相關性指標等級

GeR：地理相關性指標等級

TeR：技術相關性指標等級

Xw：在數據品質指標中所獲得之最弱的品質水平(亦即最高的數值)

i：可適用(即，不等於〝0〞)之數據品質指標的數目

若未挑選 100%投入產出項進行數據品質分析，須依挑選的投入產出項之單一數據品質權重(DQRw)相加後，按總分比例放大回 100%，即可得到標的產品碳足跡的數據品質。

2.整體數據品質分級標準

在整體數據品質分級標準方面，對「高品質」等級之數據組允許其有兩個品質指標分數為「良好」(相當於分數 2)，並依據計算結果，將數品質分為「高品質」、「基本品質」和「初估品質」等三個級，五個數據品質指標之分級標準如表 4.-3 所示。

表 4.2-3 整體數據品質等級標準

整體數據品質等級(DQR)	整體數據品質水平
DQR≤ 1.7	高品質
1.7 < DQR ≤ 3.0	基本品質
3.0 < DQR ≤ 5.0	初估品質

資料來源：「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」，101 年 8 月。

4.2.3 碳足跡評估方法與原則

1.評估範圍

公路貨運服務碳足跡計算邊界係自貨物交付起運地點至貨物抵達指定地點的期間內，各項溫室氣體排放產生均應列入評估範圍。公路貨運服務之生命週期範圍涵蓋原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等三階段，擬定之邊界如圖 4.2-1 所示。

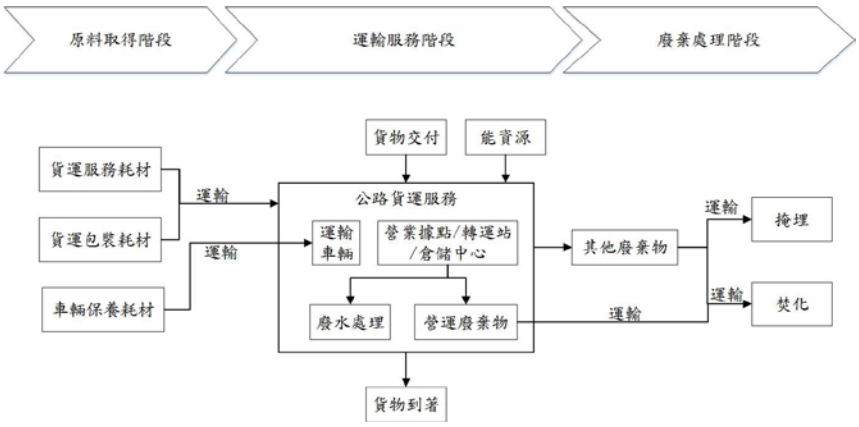


圖 4.2-1 公路貨運服務碳足跡計算邊界

2.功能單位與宣告單位

由於貨運服務的主體為委託運送之貨物，一般以尺寸或重量計算運送距離之服務費用，為統一比較基準，本計畫將公路貨運服務的功能單位定義為每延噸公里，為貨物交付起運地點至貨物抵達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

宣告單位定義為每噸-每公里，可依照服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)方式來宣告，並附註於宣告單位後。主要原因為貨運服務的溫室氣體排放受託運貨物的重量與託運距離，以及服務形式所影響。汽車路線貨運業、貨櫃貨運與專營搬家之汽車貨運業者可依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定，並依照貨櫃規格、車輛噸數、物件尺寸(規格)等資訊附註於宣告單位之後。

3.貨運服務量處理方式

因應碳足跡計算功能單位需求，需定義及計算貨運服務量，參考國際 PCR 內容及依據國內貨運業者特性，貨運服務量處理方式說明如後。

根據我國公路法第 34 條公路汽車運輸規範之分類營運業別為：汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業三種公路貨運業別，主要之運輸模式可分為兩大類：整車貨物貨運服務以及零擔貨物貨運服務(如圖 4.2-2)。

- 整車貨物貨運服務的運輸方式採點對點形式，由託運人為起點直接運輸至收件人為終點的運輸模式，途中並不經過營業據點、轉運站或倉儲中心。
- 零擔貨物貨運服務的形式又可區分為大型與小型兩種類別，其運輸方式以數名託運人為起點，貨物經由營業據點、轉運站或倉儲中心等據點集散後再運輸至收件人之地點為運輸終點。

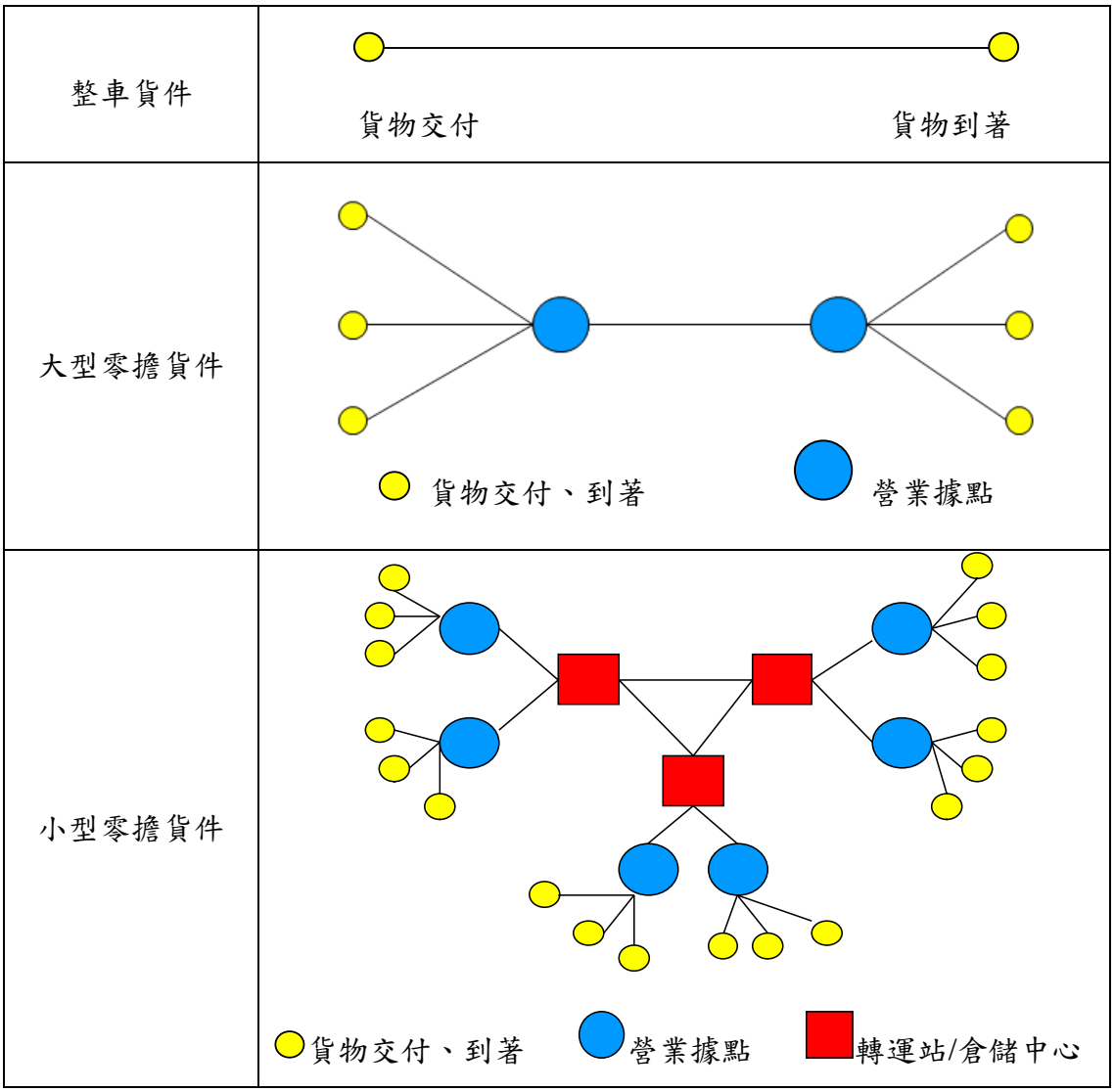


圖 4.2-2 公路貨運服務運輸模式

以下針對整車貨物之貨運服務量以及零擔貨物之貨運服務量計算方法進行說明：

(1)**整車貨物之貨運服務量(F_A)**：以各客戶貨物託運距離及累計重量之乘積總和，計算全年貨運服務量(如表 4.2-4)，其計算公式如下所示：

■ 貨運服務量F_A=

$\sum_{i=1}^{n}$ 託運距離×年度託運貨物累計重量=$\sum_{i=1}^{n} L_i \times W_i$……算式 A

表 4.2-4 整車貨物之貨運服務量(F_A)計算內涵

顧客	託運距離	年度託運貨物累計重量	貨運服務量F_A
1	L_1	$W_1=W_{1a}+W_{1b}+\ldots..$	$L_1\times W_1$
2	L_2	$W_2=W_{2a}+W_{2b}+\ldots..$	$L_2\times W_2$
3	L_3	$W_3=W_{3a}+W_{3b}+\ldots..$	$L_3\times W_3$
⋮			

(2)**零擔貨物之貨運服務量**：以當年度總貨物運輸重量與運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合，計算全年貨運服務量。

其中，汽車路線貨運業之營業據點、轉運站、倉儲中心之間之運輸可採整車貨運之模式計算貨運服務量(F_A)。

另汽車路線貨運業可分為起迄點所在區域不同之貨運服務量(F_B)與起迄點所在區域相同之貨運服務量，視為同一營業據點所屬車輛之貨運服務F_C。

F_B的計算方式乃根據貨運起迄點為不同區域設定，故其計算方法與F_A的計算方式相同；而F_C之計算方式則以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。

零擔貨物之貨運服務量為F_B+F_C。

F_B及F_C之計算方式說明如後：

■ **起迄點所在區域不同**之貨運服務量F_B：以距離矩陣及重量矩陣之乘積總和，以算式B計算全年固定點位間營業所服務量。其公式如下所示，距離矩陣及重量矩陣之內涵如圖 4.2-3。

● 貨運服務量$F_B=\sum_{i,j=1}^{n} Lij \times Wij = L_{12}\times W_{12} + L_{13}\times W_{13} +$.....算式B

距離矩陣(Lij)-單程距離

迄點 / 起點	1	2	3	…..n
1	L_{11}	L_{12}	L_{13}	……L_{1n}
2	L_{21}	L_{22}	L_{23}	……L_{2n}
3	L_{31}	L_{32}	L_{33}	……L_{3n}
⋮				
n	L_{n1}	L_{n2}	L_{n3}	……L_{nn}

重量矩陣(Wij)-累計重量

迄點 / 起點	1	2	3	…..n
1	W_{11}	W_{12}	W_{13}	……W_{1n}
2	W_{21}	W_{22}	W_{23}	……W_{2n}
3	W_{31}	W_{32}	W_{33}	……W_{3n}
⋮				
n	W_{n1}	W_{n2}	W_{n3}	……W_{nn}

圖 4.2-3 貨運服務量(F_B)之距離矩陣及重量矩陣內涵

■ **<u>起迄點所在區域相同</u>**之貨運服務量F_C：排除整車運輸之車輛後，其他運輸車輛之年度貨運服務量，以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算，其概念如圖 4.2-4 所示。運輸車輛平均每趟行駛里程係依據其總行駛距離除以年度出車次數計算，貨運服務量F_C公式如下：

● 貨運服務量$F_c=\frac{(W_1+W_2)}{2}\times L'$ ……算式 C

W_1：配送貨總重(公噸/年)

W_2：收集貨總重(公噸/年)

L'：平均每趟行駛里程(公里/車次)

=運輸車輛年度總行駛里程/年度出車次數

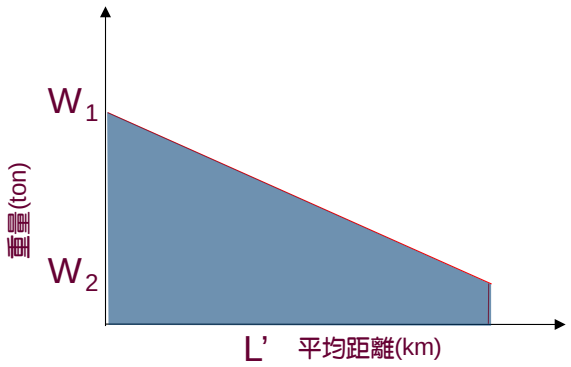


圖 4.2-4 路線貨運業營業據點所屬車輛之貨運服務量(F_C)計算概念圖

4.活動數據蒐集

依據圖 4.2-1 的三階段分別蒐集相關資訊，各階段活動數據如表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 各階段活動數據彙整

生命週期階段	活動數據名稱	所需資料	數據來源
原料取得階段	貨運服務耗材	年度用量	配送單採購單據
	貨運包裝耗材	年度用量	包裝材採購單據
	車輛保養耗材	年度用量	維修廠商提供機油、輪胎重量
	耗材運輸	距離	供應商與總公司倉庫之 google map 車行距離
運輸服務階段	電力	年度用電量	電費單據
	燃料	年度用油量	燃料油採購單據
	燃油(委外車輛)	燃料用量	派車資料
			起迄點 google map 距離與車型
	冷媒/滅火器	冷媒補充量 CO_2補充量	採購單據.
			設備資料
	清潔用水/清潔劑	年度用水量 清潔劑用量	水費單據 採購單據
	營運廢棄物	處理量	清運處理費用單據
廢棄物處理階段	其他廢棄物處理	處理量	與包裝材料、機油、輪胎等耗材
	營運廢棄物運輸	距離	google map 距離
	廢棄物運輸		

5.排放係數選用

必須選用具備生命週期考量之排放係數，主要的係數來源為環保署公告係數、生命週期資料庫係數及文獻刊載係數。選用原則考量排放係數的系統邊界、生命週期盤查方式、技術性、地理性與時間性，說明如下：

(1)系統邊界：生命週期之係數為優先；

(2)生命週期盤查方式：係數主要分為製程生命週期評估(PLCA)、經濟投入產出生命週期評估(EIO-LCA)以及混合式生命週期評估(Hybrid LCA)三種。以製程生命週期評估方式之係數為優先，係因其較完整考量該產品生命週期中

能耗及其製程造成之排放；

(3)技術及製程特性：需考量係數包含之技術及製程符合程度

(4)地理特性：優先選用國內環保署公布之本土化係數，其次為生命週期資料庫係數及文獻蒐集係數。若係數來源為生命週期係數資料庫，建議優先選用代表區域平均係數，其次才為代表單一國家之排放係數，以避免過多的差異性；

(5)時間性：一般而言，以最新產出之係數為優先，但仍應將該項產品之生產時間納入選用係數時之考量。

彙整本計畫蒐集及採用之公路貨運服務碳足跡計算所需係數如表 4.2-6 所示。

表 4.2-6 公路貨運服務碳足跡計算係數彙整表

範疇	排放源	單位	排放係數 ($kgCO_2e$/單位)	資料來源
能源	固定源柴油	L	3.42	環保署產品碳足跡計算服務平台
	移動源柴油	L	3.45	
	固定源汽油	L	3.00	
	移動源汽油	L	3.10	
	天然氣	m^3	2.52	
	電力(2013)	度	0.66	
資源	紙	公斤	1.08	環保署產品碳足跡計算服務平台
	塑膠	公斤	2.21	
	水	度	0.17	
	機油	公升	1.04	Gabi PE「EU-27 Lubricants at refinery
	輪胎	公噸	2,980	2015 全球可持續發展報告徵文-乘用車子午線輪胎碳足跡分析
服務	廢棄物處理	公噸	737.14	環保署產品碳足跡計算服務平台
	廢水處理	公噸	0.61	
	營業用大貨車(2012)	延噸公里	0.24	
	營業小貨車(2012)	延噸公里	0.65	

資料來源：本計畫整理

6.碳足跡計算

碳足跡計算必須納入評估之項目及計算原則說明如下：

(1)能源使用

辦公室、倉儲的能源使用以電力為主，運輸車輛則為汽、柴油使用；所需要之碳足跡生命週期係數均可直接對應使用環保署碳足跡計算服務平台之公告係數。

貨物運輸過程委託其他運輸業者執行部分，若取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級數據；若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估，或應選用 LCA 數據資料庫中公路貨運服務噸公里之碳足跡係數進行推估，為二級數據。

(2)資源使用

參考環保署碳足跡計算服務平台之公告係數可直接對應者直接使用，若無法直接對應使用者，必須分析材料的規格及組成，拆解並轉換為產品單位原物料重量來計算排碳量。針對材料的定義與計算原則彙整如表 4.2-7 所示。

表 4.2-7 貨運服務資源使用的定義與計算原則

名詞	計算原則
貨運服務耗材	包含業者提供與公路貨運服務相關之所有備品之原物料，以配送單為主，其他貨運服務耗材如棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務有關之必要物品視為資本財，不納入本階段之盤查清單中，但報廢上述貨運服務耗材時，視為營運廢棄物產出量，應納入碳足跡計算中。
貨運包裝耗材	業者提供公路貨運服務相關所有貨品的包裝耗材，例如：紙箱，膠帶，塑膠袋、緩衝材等耗材。貨品本身的包裝耗材、託運人自行包裝的包裝耗材不列入計算，但因運輸服務所需的包裝耗材須列入計算。
車輛保養耗材	運輸車輛的一般保養耗材量，例如：機油，輪胎等。本部分應排除運輸車輛重大修復

(3)資料檢核及彙整

依據服務形式將各階段排放量加總，並依活動數據等級分項統計，若運輸服務階段之一級活動數據溫室氣體排放量，未貢獻上游原料取得階段及運輸服務階段溫室氣體總排放達 10%以上，則原料取得階段就必須納入一級活

動數據蒐集。

最後將各階段排放量加總後再除以該服務形式之年度貨運服務量，以二氧化碳當量表示為每功能單位的溫室氣體排放，即為貨運服務之碳足跡。

4.2.4 公路貨運服務碳足跡計算手冊編訂

本計畫參考國內外碳管理規範及案例評估之經驗，以符合碳足跡計算要求為目標，制定一套適用於我國公路貨運服務碳足跡特性之評估準則，配合碳足跡產品類別規則擬定內容，撰寫公路貨運服務碳足跡計算手冊，提供國內業者進行其貨運服務碳足跡之計算參考。本計畫 105 年依據環保署 9 月 14 日公告之「公路貨運服務產品類別規則」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數，研擬之公路貨運服務碳足跡計算手冊章節架構與內容概要如表 4.2-8，詳細內容詳附錄 5。

表 4.2-8 公路貨運服務碳足跡計算手冊架構

標題	內容概要
前 言	
第一章 緒論	● 參考規範 ● 名詞解釋 ● 手冊使用說明
第二章 產業概況	● 產業定義 ● 產業現況與特性
第三章 服務敘述	● 定義功能單位 ● 貨運服務量計算原則
第四章 系統邊界	● 建立生命週期製程流程圖 ● 生命週期內各階段數據蒐集規定
第五章 生命週期內各階段碳足跡量化	● 碳足跡量化方法 ● 原料取得階段 ● 運輸服務階段 ● 廢棄物處理階段 ● 碳足跡彙整與分析
第六章 報告	報告書格式
參考文獻、附件	

4.3 公路貨運服務碳足跡調查成果及數據品質查核

本計畫產出之貨運碳足跡包括兩部分：貨運業者之碳足跡，及配合環保署推動產品碳足跡(Carbon Footprint)所需之各類運具碳足跡公用係數。

貨運業者之碳足跡部分，本計畫針對 105 年度配合調查之 B、C 及 D 公司所提供之相關營運資料，分別進行貨運服務碳足跡調查及其數據品質查核，以確定資料的可利用性，亦可作為該公司申請碳足跡查證聲明、提供民眾溝通參考之資訊。另由兩年度 A、B、C 及 D 共 4 家公司之運輸車輛及場站資料，計算零擔運輸之營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡，相關成果說明如後。

4.3.1 B 公司運輸服務碳足跡調查成果

1.貨運服務量說明

(1)體積與重量換算依據

該公司提供常溫與低溫貨運服務，並以託運貨物體積或重量計算運費，託運貨物係依據下列公式將體積才數換算重量，公司對外網站說明如圖 4.3-1 所示。

重量(kg)=長度(cm)×寬度(cm)×高度(cm) ÷2,700

圖 4.3-1 B 公司貨運服務之體積與重量換算依據

(2)貨運服務量處理

以當年度貨物運輸重量與貨物移動距離之乘積總合，計算年度總貨運服

務量。

依據該公司內部管理可取得之營運紀錄，分別計算該公司之各營業所間之運輸，計算整車貨運服務量F_B，以及由營業所負責的貨物蒐集與配送之零擔貨運服務量F_C。

■ 計算不同營業據點間貨物集配的貨運服務量F_B(整車運輸)

貨物重量為各營業所年度總集貨重量與配貨重量統計資料；貨物移動距離則依據 google map 查詢各營業據點間車行距離。貨運服務量為距離矩陣及重量矩陣之乘積總和，公式如 4.2.3 節之算式 B。

■ 計算零擔貨運服務量F_C (零擔運輸)

集配貨物均在同一營業所之貨運服務量，以及貨物交付/到著相對於營業所之零擔貨運服務量F_C。係排除整車運輸之車輛後，累計其他屬於營業所運輸車輛之年度貨運服務量，以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。計算公式如 4.2.3 節之算式C。

彙整該公司各營業所年度貨運服務量如表 4.3-1。103 年與 104 年 常溫總貨運服務量分別為 406,106,051 噸公里與 397,105,566 噸公里，低溫 總貨運服務量 為 分別為 53,007,048 噸公里與 57,591,307 噸公里。常溫運輸服務量與低溫運輸服務量占比 2 年度均相當接近，104 年總貨運服務量均略較 103 年降低。

表 4.3-1 B 公司年度貨運服務量統計

年度	貨物類型	整車運輸 (噸公里)	零擔運輸 (噸公里)	貨運服務量 (噸公里)	比例	合計
103 年	常溫運輸	324,542,718	81,563,333	406,106,051	88.45%	459,113,098
	低溫運輸	40,231,420	12,775,628	53,007,048	11.55%	
104 年	常溫運輸	320,187,403	76,918,163	397,105,566	87.33%	454,696,873
	低溫運輸	48,053,353	9,537,954	57,591,307	12.67%	

2.系統邊界說明

考量貨運服務所投入之能資源，進行生命週期碳足跡調查。

(1)時間邊界：調查期間為 103 年 1 月 1 日至 12 月 31 日以及 104 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，進行 2 年度比較。

(2)地理邊界：包括 B 公司所轄之各營業所、轉運中心提供之貨運服務。

(3)整體系統邊界：包含原料取得階段、運輸服務階段與廢棄物處理階段，如圖 4.3-2 所示。涵蓋範圍逐項說明如下：

- 原物料：主要原料製造及其運輸產生的 GHG 排放。
- 能源：電力、汽柴油製造及其運輸產生產生的 GHG 排放。
- 服務供應：委外運輸、車輛保養產生的 GHG 排放。
- 空調、冷藏設備運作：冷媒逸散產生的 GHG 排放(不含冷媒之製造階段)。
- 消防設備運作：滅火器未採用具溫室氣體種類之填充物，故未納入。
- 車輛清潔：運輸車輛清潔僅用清水沖洗並未使用清潔劑，故未納入。
- 廢棄物處理的 GHG 排放：除提供貨主包裝材料、運輸車輛保養耗材以全年使用量計算外，並計算營業產生之廢棄物處理。
- 資本財：營業場所、運輸車輛製造排除在外。其他貨運服務耗材如棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務有關之必要物品視為資本財，未納入計算。若報廢上述物品時，則納入營運廢棄物計算排放量。

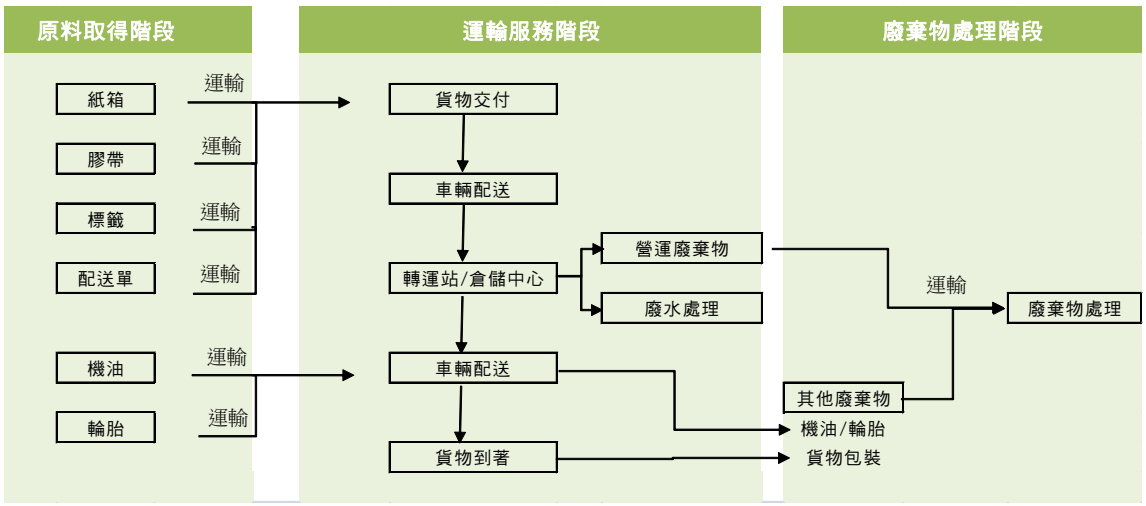


圖 4.3-2　B 公司碳足跡調查系統邊界範疇

3.活動數據品質分析

將前述活動數據依表 4.3-2 之數據等級分類，分為高、中、低三級，數據品質分析結果如表 4.3-3 所示。

表 4.3-2 數據等級分類

數據品質分類	定義
高	資料完整，引用一級活動數據(採購單據、會計報表)
中	資料完整，引用二級數據(設計值、理論值)
低	資料不完整，引用推估值

表 4.3-3 B 公司碳足跡調查數據等級分類

生命週期階段	活動數據名稱	數據來源	數據品質		
			高	中	低
原料取得階段	貨運服務耗材	配送單採購單據	■		
	貨運包裝耗材	包裝材採購單據	■		
	車輛保養耗材	維修廠商提供數量	■		
	耗材運輸	供應商與總公司倉庫之 google map 車行距離		■	
運輸服務階段	用電量	電費單據	■		
	營業場所、運輸車輛燃料	燃料採購單據	■		
	委託其他公司運輸車輛運輸排放	派車資料(車輛規格、派車次數、起訖點紀錄)、起訖點 google map 距離		■	
	冷媒使用	設備資料、理論逸散率		■	
	清潔用水	水費單據	■		
	營運廢棄物	清運處理重量統計	■		
廢棄物處理階段	其他廢棄物處理	同包裝材料、機油、輪胎等耗材資料	■		
	廢棄物運輸	以轉運中心至鄰近焚化廠之 google map 車行距離代表		■	

4.運輸服務碳足跡計算結果

功能單位採用貨運服務量「每公噸-每公里」，而原料取得階段之各項耗材、營業場所用電與冷媒等能資源使用排放，則以常溫運輸服務量與低溫運輸服務量比例進行分配。調查結果說明如下：

(1)常溫運輸

B公司 103 年常溫運輸碳足跡總排碳量為 133, 697 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.33 kgCO_2e/噸公里，各生命週期階段碳足跡排放量彙整如表 4.3-4。104 年常溫運輸碳足跡總排碳量為 139,402 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.35 kgCO_2e/噸公里，彙整如表 4.3-5。

一級活動數據排放量比例分別為 24.8%與 26.6%；營業所間運輸全部委託其他公司辦理，委外運輸排放量係由逐日派車紀錄表中統計委託其他運輸公司車輛之車輛噸數、載貨距離，選用環保署碳足跡資料庫營業用大貨車係數計算其排放量，其排放量占比分別為 70.4%與 69.0%。而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，合計排放量占全生命週期分別 5.2%與 5.0%，如圖 4.3-3 與圖 4.3-4。

表 4.3-4 B 公司 103 年常溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 (kgCO_2e)	占比	一級 活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	6,034,453	4.5%	6,034,453	-
原料取得階段-材料運輸	7,102	0.0%	-	7,102
運輸服務階段-營業所	11,001,195	8.2%	5,470,596	5,530,600
運輸服務階段-自有車隊	21,664,694	16.2%	21,632,194	32,500
運輸服務階段-委外運輸	94,071,414	70.4%		94,071,414
廢棄處理階段-廢棄物處理	917,498	0.7%	-	917,498
廢棄處理階段-廢棄物運輸	1,129	0.0%	-	1,129
合計	133,697,485	100.0%	33,137,243	100,560,243
一級活動數據排放量比例				24.8%
年度貨運服務量(噸公里)				406,106,051
貨運服務碳足跡 (kgCO_2e/噸-公里(常溫運輸))				0.33

表 4.3-5 B 公司 104 年常溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	6,287,135	4.5%	6,287,135	-
原料取得階段-材料運輸	8,012	0.0%	-	8,012
運輸服務階段-營業所	7,719,354	5.5%	2,772,937	4,946,417
運輸服務階段-自有車隊	28,407,477	20.4%	28,079,877	327,600
運輸服務階段-委外運輸	96,225,749	69.0%		96,225,749
廢棄處理階段-廢棄物處理	753,177	0.5%	-	753,177
廢棄處理階段-廢棄物運輸	1,012	0.0%	-	1,012
合計	139,401,915	100.0%	37,139,948	102,261,966
一級活動數據排放量比例				26.6%
年度貨運服務量(噸公里)				397,105,566
貨運服務碳足跡 ($kgCO_2e$/噸-公里(常溫運輸))				0.35

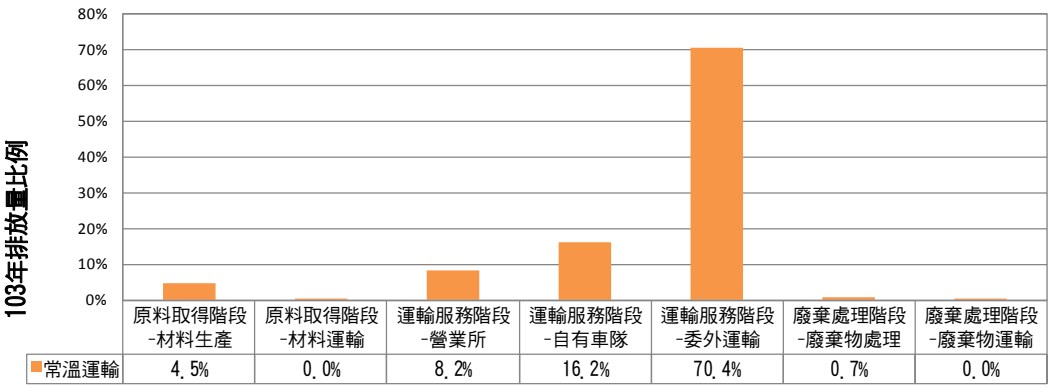


圖 4.3-3 B 公司 103 年常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

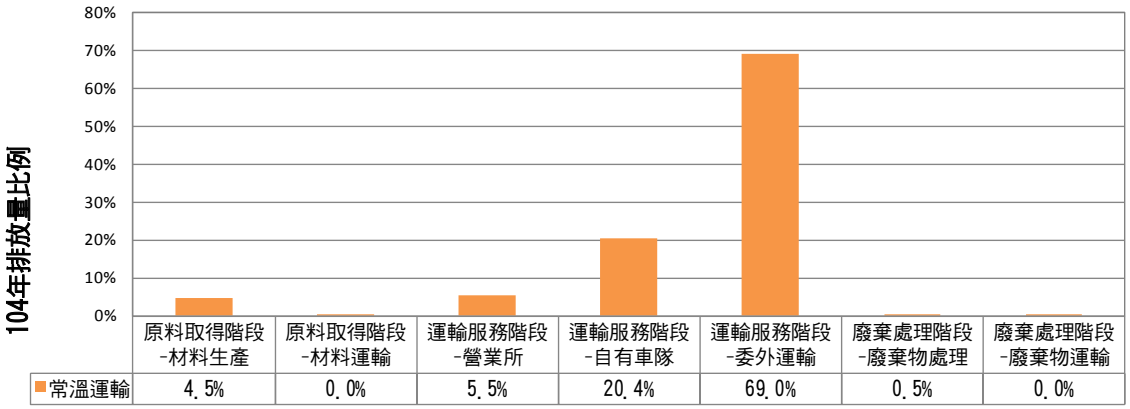


圖 4.3-4 B 公司 104 年常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

(2)低溫運輸

B公司 103 年低溫運輸碳足跡總排碳量為 42,593 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.80 kgCO_2e/噸公里，各生命週期階段碳足跡排放量彙整如表 4.3-6。總排放量為常溫運輸的 31.8%，功能單位排放量約為常溫運輸 2.16 倍。104 年低溫運輸碳足跡總排碳量為 51,279 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.89 kgCO_2e/噸公里，彙整如表 4.3-7。

一級活動數據排放量比例 2 年度分別為 35.1%與 30.5%；運輸服務階段之營業所排放量分別為31.5%與23.7%、自有車隊排放分別為36.4% 與35.7%，由於營業所間運輸僅部分委託其他公司辦理，排放量分別為28.7%與39.0%。而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，合計 2 年度分別占全生命週期 3.3%與 1.5%，如圖 4.3-5 及圖 4.3-6 所示。

表 4.3-6　B 公司 103 年低溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 (kgCO_2e)	占比	一級 活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	1,421,649	3.3%	1,421,649	-
原料取得階段-材料運輸	3,671	0.0%	-	3,671
運輸服務階段-營業所	13,436,087	31.5%	1,438,585	11,997,502
運輸服務階段-自有車隊	15,487,156	36.4%	12,092,405	3,394,751
運輸服務階段-委外運輸	12,243,811	28.7%		12,243,811
廢棄處理階段-廢棄物處理	300	0.0%	-	300
廢棄處理階段-廢棄物運輸	483	0.0%	-	483
合計	42,593,158	100.0%	14,952,639	27,640,519
一級活動數據排放量比例				35.1%
年度貨運服務量(噸-公里)				53,007,048
貨運服務碳足跡 (kgCO_2e/噸-公里(低溫運輸))				0.80

表 4.3-7　B 公司 104 年低溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	762,320	1.5%	762,320	-
原料取得階段-材料運輸	1,016	0.0%	-	1,016
運輸服務階段-營業所	12,163,684	23.7%	19,670	12,144,014
運輸服務階段-自有車隊	18,330,727	35.7%	14,868,376	3,462,351
運輸服務階段-委外運輸	20,021,278	39.0%		20,021,278
廢棄處理階段-廢棄物處理	198	0.0%	-	198
廢棄處理階段-廢棄物運輸	69	0.0%	-	69
合計	51,279,292	100.0%	15,650,366	35,628,926
一級活動數據排放量比例				30.5%
年度貨運服務量(噸-公里)				57,591,307
貨運服務碳足跡 $kgCO_2e$/噸-公里(低溫運輸)				0.89

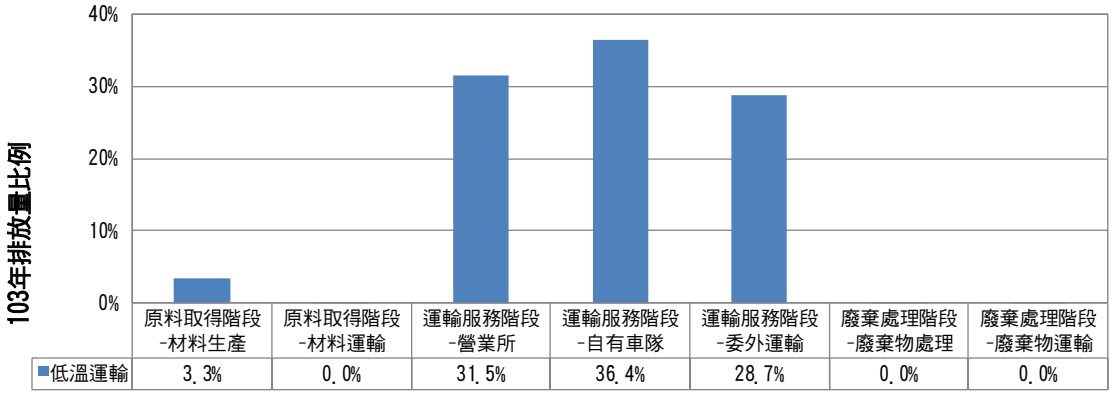


圖 4.3-5 B 公司 103 年低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

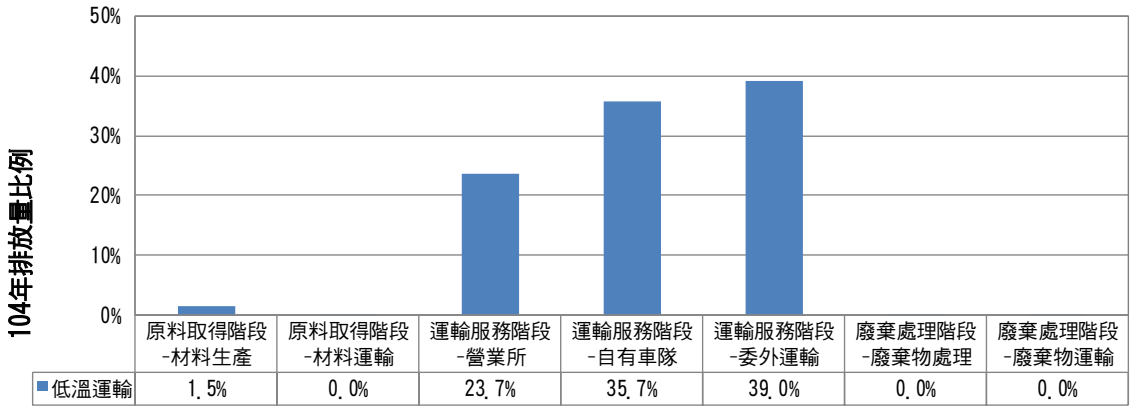


圖 4.3-6 B 公司 104 年低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

(3)兩年度碳足跡調查結果比較

B 公司常溫運輸 104 年度碳足跡增加 6.1%，經分析貨運量減少 2.2%，總排放量增加4.3%，如圖 4.3-10，其中委外運輸與自有車隊排放量均有增加，而營業場所用電則略有降低。另外經核對發現自有車隊排放量用油與營業場所用油量之統計歸類項目有誤，已建議該公司未來應加強數據管控。各生命週期階段排放量彙整如圖 4.3-7 所示。

低溫運輸 104 年度碳足跡增加 10.8%，經分析貨運量增加 8.6%，但總排放量增加 20.4%，如表 4.3-8。委外運輸與自有車隊排放量、營業場所用電均有增加。各生命週期階段排放量彙整如圖 4.3-8 所示。

表 4.3-8 B 公司 103 年與 104 年碳足跡比較

運輸形式	年度	103 年	104 年	增減
常溫運輸	總排放量(公噸CO_2e)	133,697,485	139,401,915	+4.3%
	總貨運量(噸公里)	406,106,051	397,105,566	-2.2%
	碳足跡(kgCO_2e/噸-公里)	0.33	0.35	+6.1%
低溫運輸	總排放量(公噸CO_2e)	42,593,158	51,279,292	+20.4%
	總貨運量(噸公里)	53,007,048	57,591,307	+8.6%
	碳足跡(kgCO_2e/噸-公里)	0.80	0.89	+10.8%

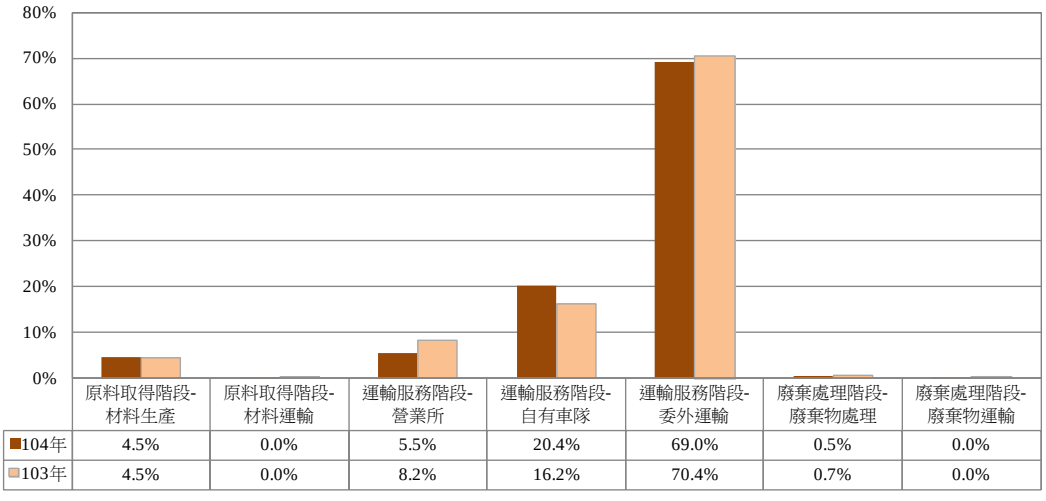
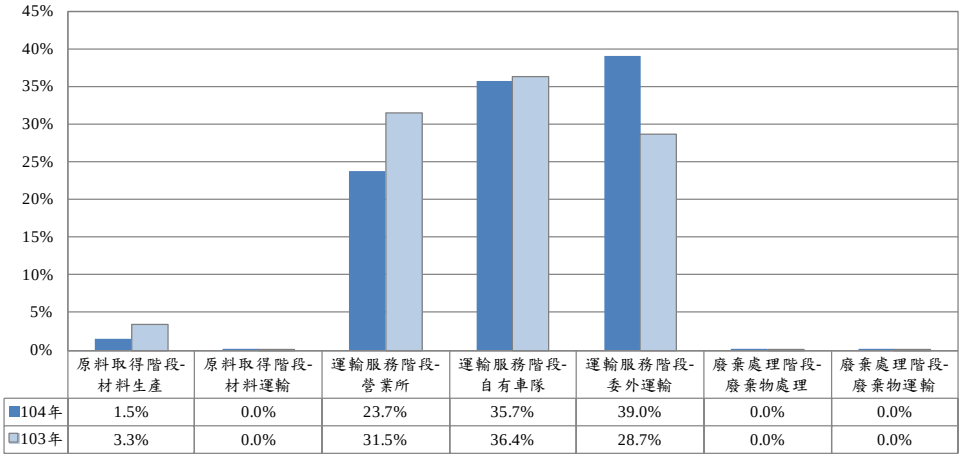


圖 4.3-7 B 公司 103 年與 104 年常溫運輸各生命週期階段排放量



	原料取得階段-材料生產	原料取得階段-材料運輸	運輸服務階段-營業所	運輸服務階段-自有車隊	運輸服務階段-委外運輸	廢棄處理階段-廢棄物處理	廢棄處理階段-廢棄物運輸
104年	1.5%	0.0%	23.7%	35.7%	39.0%	0.0%	0.0%
103年	3.3%	0.0%	31.5%	36.4%	28.7%	0.0%	0.0%

圖 4.3-8 B 公司 103 年與 104 年低溫運輸各生命週期階段排放量

5.數據品質查核

依據「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」規定，舉凡引用我國「產品與服務碳足跡計算指引」或欲提供碳足跡排放係數至「我國公用資料庫」者，均須提供碳足跡排放係數據品質評估資料；並建議碳足跡數據品質評估至少需提供前 75%之碳足跡排放係數投入/產出項資訊。本計畫針對調查對象中運輸服務階段碳足跡排放係數投入/產出項資訊排放比例>0.5%之數據進行數據品質查核，說明如後。

(1)常溫運輸數據品質查核

B 公司常溫運輸之運輸服務階段主要溫室氣體排放來源如表 4.3-9 所示，針對營業場所電力及燃料燃燒、固定源燃料使用、運輸車輛燃料燃燒、委外運輸排放量等主要項目進行數據品質查核。其數據品質投入產出資訊表說明如 4.3-10 所示。數據品質查核結果如表 4.3-11 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.30，小於 1.70，屬於高品質。

表 4.3-9 B 公司常溫運輸主要溫室氣體排放來源

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
營業所用電	電力	5,484,252	4.1%	94.7%
緊急發電機、堆高機	柴油(固定燃燒)	5,470,596	4.1%	
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	21,532,189	16.1%	
委外車隊運輸		94,071,414	70.4%	

表 4.3-10　B 公司常溫運輸數據品質投入產出資訊表

投入項/產出項名稱		活動數據相關資訊					排放係數相關資訊					碳足跡排放量	
		可靠性	完整性	盤查時間	來源或去向	技術相關性	可靠性	完整性	數據涵蓋期間	數據涵蓋之地理範圍	數據涵蓋之技術範圍	CO_2排放量(公噸CO_2e)	CO_2占比(%)
營業場所電力使用	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	5,484,252	4.1%
	說明	彙整營業所用電單據資料，未經查證	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國電力排放係數	採用我國電力技術		
營業場所燃料使用	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	5,470,596	4.1%
	說明	彙整營業所車輛用油單據資料，未經查證	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術		
自有車輛柴油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	21,532,189	16.1%
	說明	彙整營業所車輛用油單據資料，未經查證	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術		

表 4.3-10　B 公司常溫運輸數據品質投入產出資訊表(續)

投入項/產出項名稱		活動數據相關資訊					排放係數相關資訊					碳足跡排放量	
		可靠性	完整性	盤查時間	來源或去向	技術相關性	可靠性	完整性	數據涵蓋期間	數據涵蓋之地理範圍	數據涵蓋之技術範圍	CO_2排放量(公噸CO_2e)	CO_2占比(%)
委外運輸排放	等級分數	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	94,071,414	70.4%
	說明	彙整自轉運中心派車清單，假設其運輸車輛載重	全部委託之車輛派遣均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術		
總量												126,558,451	94.7%

表 4.3-11　B 公司常溫運輸數據品質查核

投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一數據品質 DQRi	排放占比 Fi	單一數據品質權重 DQRw
營業場所電力使用	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	4.10%	0.07
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
營業場所燃料燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	4.10%	0.07
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	1	1.60	16.10%	0.26
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	6	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
委外運輸排放	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	1	1.20	70.40%	0.84
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	6	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	3	1	1	1	1			
總計 ΣDQRi								94.70%	1.23
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.30	
整體數據品質等級								高品質	

(2)低溫運輸數據品質查核

B 公司低溫運輸之運輸服務階段主要溫室氣體排放來源如表 4.3-12 所示，針對營業場所電力、運輸車輛燃料、固定源燃料使用及冷媒、委外運輸排放量等主要項目進行數據品質查核。其數據品質投入產出資訊表說明如 4.3-13 所示。

數據品質查核結果如表 4.3-14 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.43，小於 1.70，屬於高品質。

表 4.3-12　B 公司低溫運輸主要溫室氣體排放來源

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
營業所用電	電力	11,835,999	27.8%	96.2%
緊急發電機、堆高機	柴油(固定燃燒)	1,438,585	3.4%	
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	12,060,980	28.3%	
運輸車輛冷媒	R404A	3,394,751	8.0%	
委外車隊運輸		12,243,811	28.7%	

表 4.3-13　B 公司低溫運輸數據品質投入產出資訊表

投入項/產出項名稱		活動數據相關資訊					排放係數相關資訊					碳足跡排放量	
		可靠性	完整性	盤查時間	來源或去向	技術相關性	可靠性	完整性	數據涵蓋期間	數據涵蓋之地理範圍	數據涵蓋之技術範圍	CO_2排放量(公噸CO_2e)	CO_2占比(%)
營業場所電力使用	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	11,835,999	27.8%
	說明	彙整營業所用電單據資料，未經查證	全部營業所均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國電力排放係數	採用我國電力技術		
營業場所燃料燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1,438,585	3.4%
	說明	彙整營業所用油單據資料，未經查證	全部營業所均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國燃油排放係數	採用我國燃油技術		
自有車輛柴油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	12,060,980	28.3%
	說明	彙整營業所車輛用油單據資料，未經查證	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術		

表 4.3-13　B 公司低溫運輸數據品質投入產出資訊表(續)

投入項/產出項名稱		活動數據相關資訊					排放係數相關資訊					碳足跡排放量	
		可靠性	完整性	盤查時間	來源或去向	技術相關性	可靠性	完整性	數據涵蓋期間	數據涵蓋之地理範圍	數據涵蓋之技術範圍	CO_2排放量(公噸CO_2e)	CO_2占比(%)
運輸車輛空調冷媒	等級分數	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3,394,751	8.0%
	說明	彙整自各營業所車輛冷媒設計資料，假設其理論逸散率	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	引用 IPCC 第四版 GWP 值	引用 IPCC 第四版 GWP 值	引用 IPCC 第四版 GWP 值，2007 年，相差<10 年	引用 IPCC 第四版 GWP 值	引用 IPCC 第四版 GWP 值		
委外運輸排放	等級分數	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	12,243,811	28.7%
	說明	彙整自轉運中心派車清單，假設其運輸車輛載重	全部委託之車輛派遣均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術		
總量												40,974,126	96.2%

表 4.3-14　B 公司低溫運輸數據品質查核

投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一數據品質 DQRi	排放占比 Fi	單一數據品質權重 DQRw
營業場所電力使用	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	27.8%	0.44
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
營業場所燃料燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	3.4%	0.05
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	28.3%	0.45
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
運輸車輛空調冷媒	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	1	1.00	8.0%	0.08
	排放係數DQR_{Ei}	1	1	3	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	3	1	3	1	1			
	單一指標數據等級轉換	1	1	1	1	1			
委外運輸排放	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	1	1.20	28.7%	0.34
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	6	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	3	1	1	1	1			
總計 ΣDQRi								96.2%	1.38
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.43	
整體數據品質等級								高品質	

4.3.2 B 公司運輸車輛碳足跡調查成果

B 公司由內部作業將託運貨物之體積才數換算為重量，並記錄各別運輸車輛年度載運量、行駛里程數及油耗資料。營業所車輛大致以零擔運輸型式作業，本計畫以零擔貨物之年度貨運服務量計算方式，透過車輛實際集配貨總載重與平均行駛里程，計算該公司 104 年度之運輸車輛碳足跡，作為公用係數之依據。

■ 年度貨運服務量

1/2(年度集貨總重+年度配貨總重) × 平均行駛里程

平均行駛里程=

車輛年度行駛里程 ÷ 實際出車日數 ÷ 每日平均迴轉趟數

■ 碳排放量

車輛年度燃料用量 × 燃油碳足跡係數

該係數依據環保署產品碳足跡計算服務平台公告係數，2012 年柴油為 3.49 $kgCO_2e/L$，汽油為 3.12 $kgCO_2e/L$

■ 樣本合理性檢核

為確保統計資料合理性，針對部分車輛資料不齊全或異常進行剔除，檢核原則包括：

(1)加油量不滿半年或異常:可能為新車導入或舊車淘汰階段，不納入統計。

(2)貨運量異常：零擔貨運服務量<100 噸公里者

(3)油耗異常：不在該公司各車種平均油耗±75%範圍內者

(4)貨重異常：裝載率超過 110%或低於 40%者

常溫與低溫運輸車輛樣本檢核情形彙整如表 4.3-15 與表 4.3-16 所示，合格樣本分別為 53%與 47%，主要檢核篩除原因為裝載率超過 110%的貨重異常。

表 4.3-15　B 公司常溫運輸車輛樣本檢核情形

常溫運輸車輛		3.49T	3.5~7.4T	7.5~16T	合計
合格統計車輛數		117	450	525	1,092
檢核篩除車輛數	加油量不滿半年	8	70	61	139
	加油量異常	56	35	16	107
	油耗異常	6	7	6	19
	貨重異常	395	177	117	689
總計		582	739	725	2,046
合格樣本(%)		20%	61%	72%	53%

表 4.3-16　B 公司低溫運輸車輛樣本檢核情形

低溫運輸車輛		3.49T	3.5~7.4T	7.5~16T	合計
合格統計車輛數		46	47	106	199
檢核篩除車輛數	加油量不滿半年	6	2	57	65
	油耗異常	9	4	—	13
	貨重異常	49	41	44	134
	貨運量異常	6	5	5	16
總計		116	99	212	427
合格樣本%		40%	47%	50%	47%

1.常溫運輸車輛係數

經前述篩選原則，統計 1,098 筆常溫運輸車輛年度營運資料，依據車輛總重區分為營業小貨車 3.49 噸、營業大貨車 3.5~7.4 噸、營業大貨車 7.5~16 噸。分析不同噸數貨車之車輛能源使用效率情形如圖 4.3-9 與圖 4.3-10 所示，碳足跡平均值與相關統計結果如表 4.3-17 與圖 4.3-11。

分析 117 輛 3.49 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 0.88 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.30，變異係數 34%；分析 450 輛 3.5~7.4 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 0.40 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.16，變異係數 40%。分析 525 輛 7.5~16 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 0.34 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.10，變異係數 29%。

碳足跡係數與車重的乘冪具有相關性，依據實際貨運量統計碳足跡係數與車輛總重迴歸分析結果顯示R^2達 0.8738，本計畫另以裝載率 40%與 100%計算車重分組碳足跡係數進行比較，圖 4.3-12 所示。

表 4.3-17　　B 公司常溫運輸車輛碳足跡係數

車種	車重(噸)	樣本數	平均值($kgCO_2e$/噸公里)	標準差($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	117	0.88	0.30	34%
營業大貨車	3.5~7.4	450	0.40	0.16	40%
	7.5~16	525	0.34	0.10	29%

*篩選樣本車輛數>30 輛之車種計算

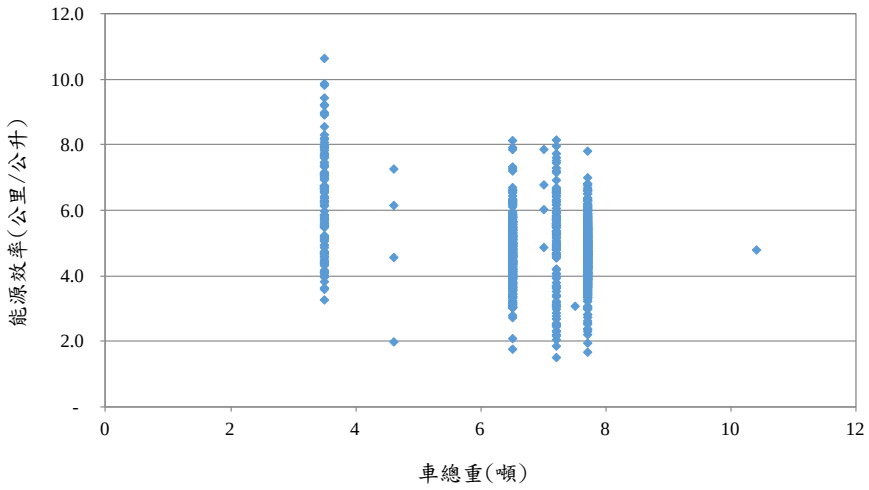


圖 4.3-9 B 公司常溫運輸車輛能源使用效率情形

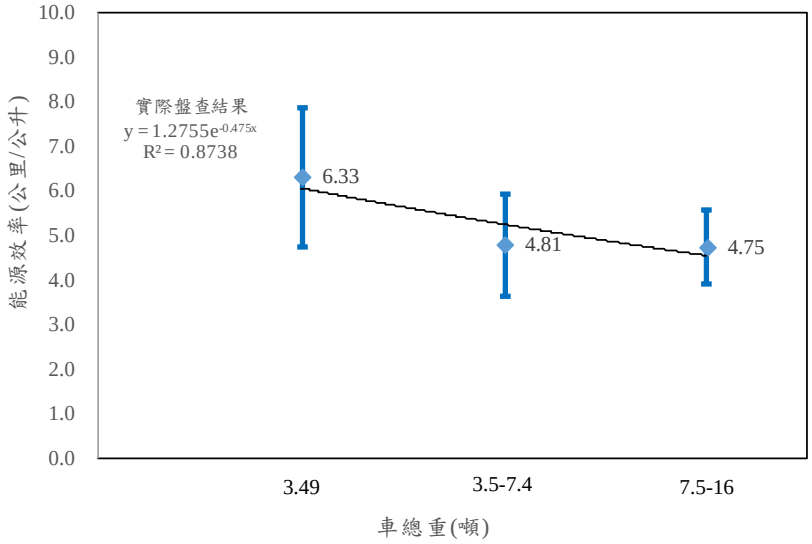


圖 4.3-10　　B 公司常溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸)

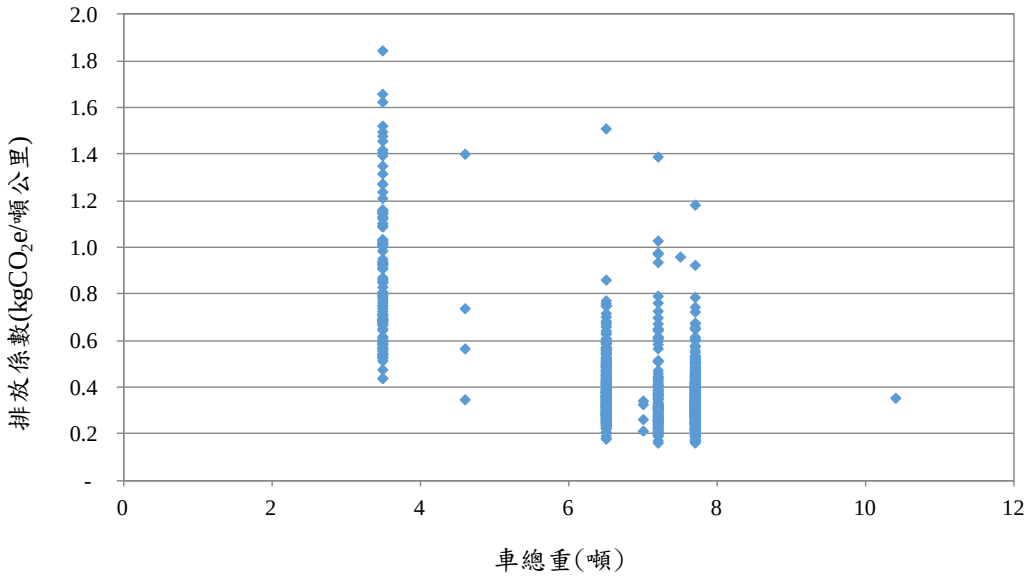


圖 4.3-11　　B 公司常溫運輸車輛碳足跡

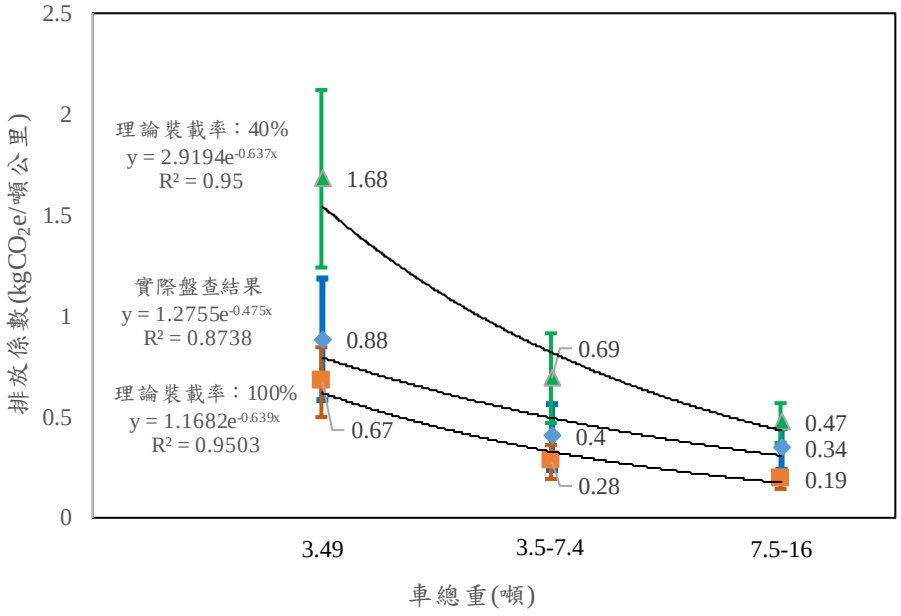


圖 4.3-12　　B 公司常溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸)

2.低溫運輸車輛係數

經前述篩選原則，統計 199 筆低溫運輸車輛年度營運資料，依據車輛總重區分為營業小貨車 3.49 噸、營業大貨車 3.5~7.4 噸、營業大貨車 7.5~16 噸。分析不同噸數貨車之車輛能源使用效率情形如圖 4.3-13 與圖 4.3-14 所示，碳足跡平均值與相關統計結果如表 4.3-18 與圖 4.3-15。

分析 46 輛 3.49 噸低溫貨車之碳足跡平均值為 1.64 $kgCO_2e$/噸公里，標準

差 0.96，變異係數 59%；分析 47 輛 3.5~7.4 噸低溫貨車之碳足跡平均值為 1.04 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.32，變異係數 31%。分析 106 輛 7.5~16 噸低溫貨車之碳足跡平均值為 0.80 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.28，變異係數 35%。

碳足跡係數與車重的乘冪相關，依據實際貨運量統計碳足跡係數與車輛總重迴歸分析結果顯示R^2達 0.9764，本計畫另以裝載率 40%與 100%計算碳足跡係數進行比較，如圖 4.3-16 所示。

表 4.3-18　B 公司低溫運輸車輛碳足跡係數

車種	車重(噸)	樣本數	平均值($kgCO_2e$/噸公里)	標準差($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	46	1.64	0.96	59%
營業大貨車	3.5~7.4	47	1.04	0.32	31%
	7.5~16	106	0.80	0.28	35%

*篩選樣本車輛數>30 輛之車種計算

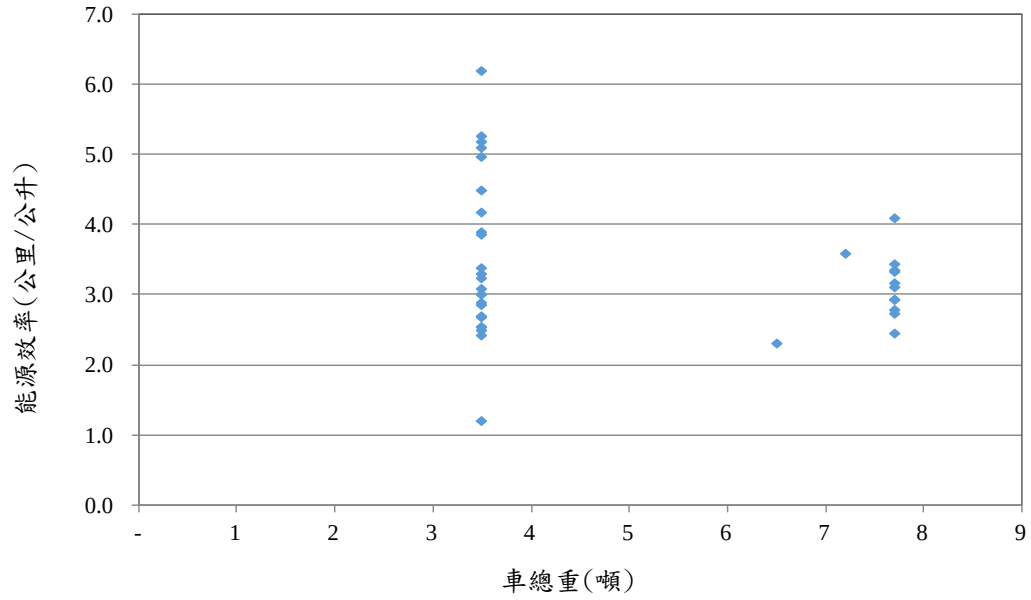


圖 4.3-13　B 公司低溫運輸車輛能源使用效率情形

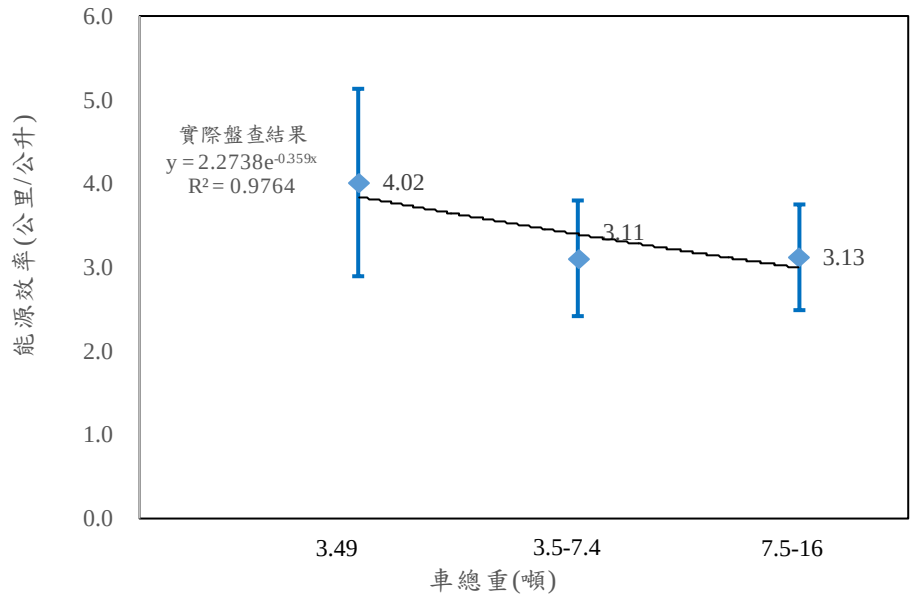


圖 4.3-14　B 公司低溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸)

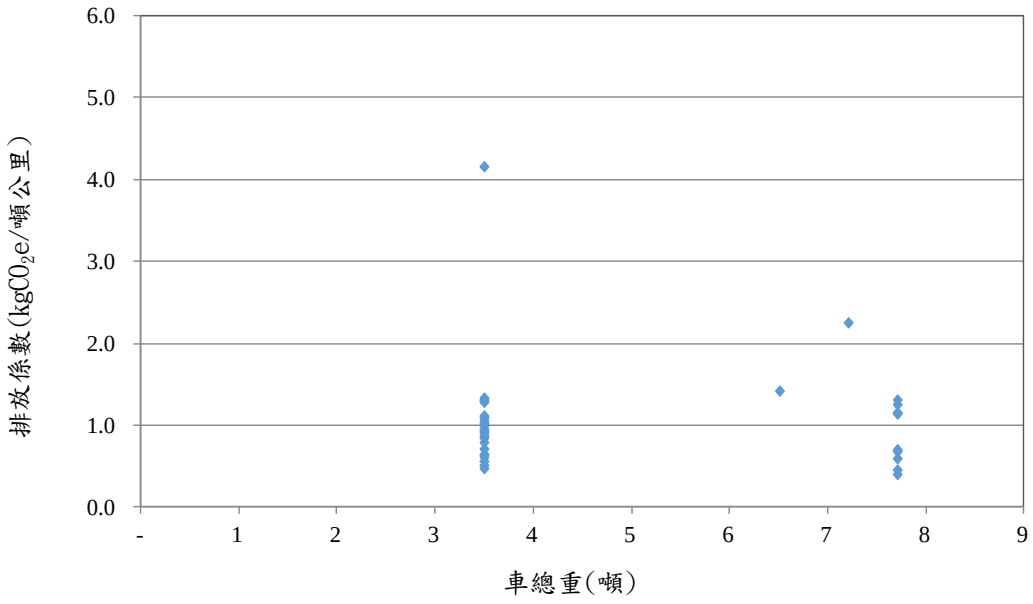


圖 4.3-15　B 公司低溫運輸車輛碳足跡

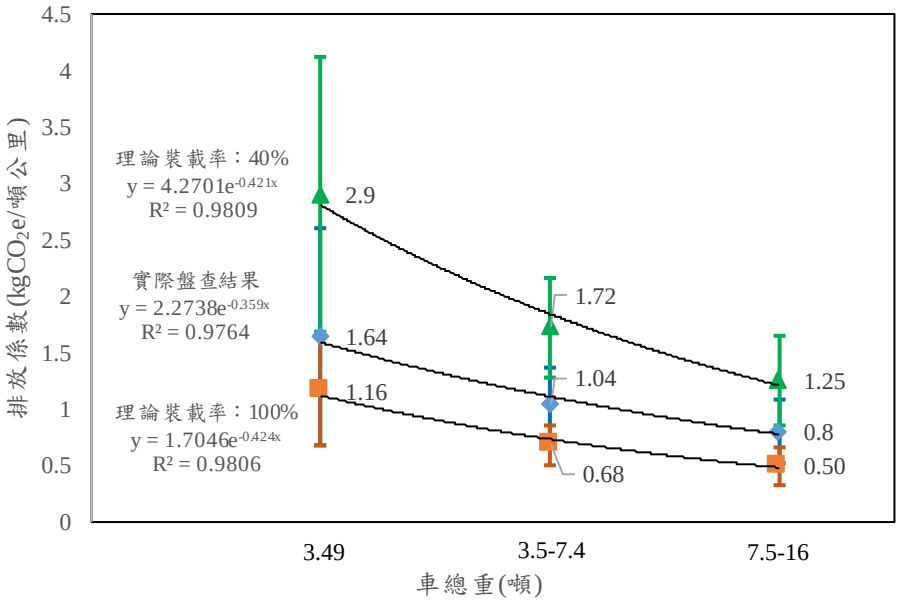


圖 4.3-16　B 公司低溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸)

3.營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡數據品質查核

本計畫據以進行營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡之計算，針對燃料之數據品質投入產出資訊表說明如 4.3-19 所示。數據品質查核結果如表 4.3-20 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.6，小於 1.70，屬於高品質。

表 4.3-19　營業大貨車與小貨車運輸服務數據品質投入產出資訊表

投入項/產出項名稱		活動數據相關資訊					排放係數相關資訊					碳足跡排放量
		可靠性	完整性	盤查時間	來源或去向	技術相關性	可靠性	完整性	數據涵蓋期間	數據涵蓋之地理範圍	數據涵蓋之技術範圍	CO_2 占比(%)
自有車輛汽油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	100%
	說明	彙整營業所車輛用油單據資料，未經查證	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術	
自有車輛柴油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	100%
	說明	彙整營業所車輛用油單據資料，未經查證	全部自有車輛均有納入	當年度資料，與研究年相差<3 年	調查單位之數據	研究中企業之數據	依據公用係數資料庫註記等級	依據公用係數資料庫註記等級	2013 年資料，相差<3 年	採用我國車用燃油排放係數	採用我國車用燃油技術	

表 4.3-20　營業大貨車與小貨車運輸服務數據品質查核

投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一數據品質 DQRi
自有車輛汽油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.6
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1	
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1	
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1	
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.6
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1	
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1	
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1	
整體數據品質等級							高品質

4.3.3　C 公司運輸服務碳足跡調查成果

1. 貨運服務量說明

(1)體積與重量換算依據

該公司提供常溫與低溫貨運服務，並以託運貨物體積或重量計算運費，託運貨物係依據下列公式將體積才數換算重量，公司對外網站說明如圖 4.3-17 所示。

重量(kg)=長度(cm)×寬度(cm)×高度(cm) ÷2,700

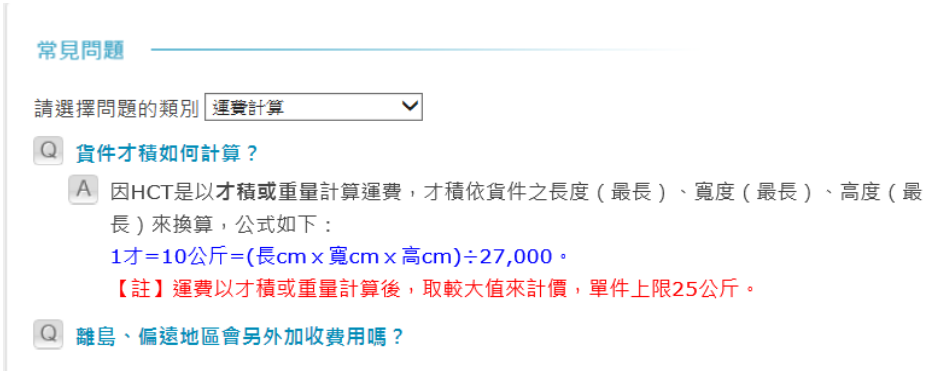


圖 4.3-17　C 公司貨運服務之體積與重量換算依據

(2)貨運服務量處理

以當年度貨物運輸重量與貨物移動距離之乘積總合，計算年度總貨運服務量，詳細內容同B公司，不再贅述。彙整C公司各營業所年度貨運服務量如表 4.3-21。其中，低溫貨運量僅占整體貨運 2%。104 年常溫總貨運服務量為 326,344,734 噸公里，低溫 總貨運服務量為 6,660,097 噸公里。

表 4.3-21　C 公司年度貨運服務量統計

年度	貨物類型	整車運輸 (噸公里)	零擔運輸 (噸公里)	貨運服務量 (噸公里)	比例	合計
104 年	常溫運輸	243,333,610	83,011,124	326,344,734	98.0%	333,004,831
	低溫運輸	4,965,992	1,694,105	6,660,097	2.0%	

2.系統邊界說明

考量貨運服務所投入之能資源，進行生命週期溫室碳足跡調查。

(1)時間邊界：調查期間為 104 年 1 月 1 日至 12 月 31 日。

(2)地理邊界：包括 C 公司所轄之各營業所、轉運中心提供之貨運服務

(3)整體系統邊界:包含原料取得階段、運輸服務階段與廢棄物處理階段。涵蓋範圍詳細內容同 B 公司。

3.活動數據品質分析,詳細內容同 B 公司,惟各車輛之載重係以裝載率 85%計算。

4.運輸服務碳足跡計算結果

功能單位為貨運服務量每公噸-每公里,原料取得階段之各項耗材、營業場所用電與冷媒等能資源使用排放以常溫運輸服務量與低溫運輸服務量比例進行分配。調查結果說明如下：

(1)常溫運輸

考量部分常溫貨物透過低溫車輛運送，經與C公司討論後，為反映實際營運現況,將50%低溫貨車之用油量分配至常溫運輸車輛用油。

C公司 104 年常溫運輸碳足跡總排碳量為 101,342 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.31 $kgCO_2e$/噸公里，彙整如表 4.3-22。

一級活動數據排放量比例為 27.5%；營業所間運輸全部委託其他公司辦理，委外運輸排放量係由逐日派車紀錄表中統計委託其他運輸公司車輛之車輛噸數、載貨距離，並選用環保署碳足跡資料庫營業用大貨車係數計算其排放量，其排放量占比達 63.2%。而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，合計占全生命週期 3.9%，如與圖 4.3-18 所示。

表 4.3-22　C 公司 104 年常溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級 活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	3,274,887	3.2%	3,274,887	-
原料取得階段-材料運輸	8,339	0.0%	-	8,339
運輸服務階段-營業所	8,080,022	8.0%	-	8,080,022
運輸服務階段-自有車隊	25,308,494	25.0%	24,572,044	736,450
運輸服務階段-委外運輸	64,005,805	63.2%		64,005,805
廢棄處理階段-廢棄物處理	662,726	0.7%	-	662,726
廢棄處理階段-廢棄物運輸	2,015	0.0%	-	2,015
合計	101,342,289	100.0%	27,846,931	73,495,357
一級活動數據排放量比例				27.5%
年度貨運服務量(噸公里)				326,344,734
貨運服務碳足跡 ($kgCO_2e$/噸-公里(常溫運輸))				0.31

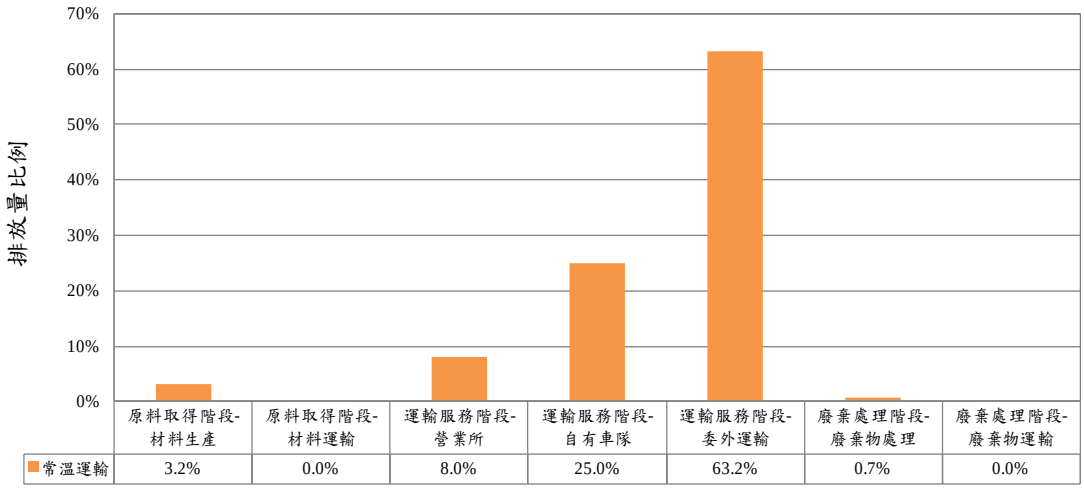


圖 4.3-18　C 公司 104 年常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

(2)低溫運輸

考量部分常溫貨物透過低溫車輛運送，經與C公司討論後，為反映實際營運現況，將50%低溫貨車之用油量分配至常溫運輸車輛用油。C公司 104 年低溫運輸碳足跡總排碳量為 6,481 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.97 kgCO_2e/噸公里，彙整如表 4.3-23。

一級活動數據排放量比例 52.0%；運輸服務階段之營業所排放量占 27.4%、自有車隊排放占比 53.6%，營業所間運輸委託其他公司辦理之排放量占 18.0%。而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，合計占全生命週期 1.0%，如圖 4.3-19 所示。

表 4.3-23　C 公司 104 年低溫運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	62,826	1.0%	62,826	-
原料取得階段-材料運輸	81	0.0%	-	81
運輸服務階段-營業所	1,774,029	27.4%	-	1,774,029
運輸服務階段-自有車隊	3,476,556	53.6%	3,308,987	167,569
運輸服務階段-委外運輸	1,165,770	18.0%		1,165,770
廢棄處理階段-廢棄物處理	30	0.0%	-	30
廢棄處理階段-廢棄物運輸	1,501	0.0%	-	1,501
合計	6,480,793	100.0%	3,371,813	3,108,980
一級活動數據排放量比例				52.0%
年度貨運服務量(噸-公里)				6,660,097
貨運服務碳足跡 ($kgCO_2e$/噸-公里(低溫運輸))				0.97

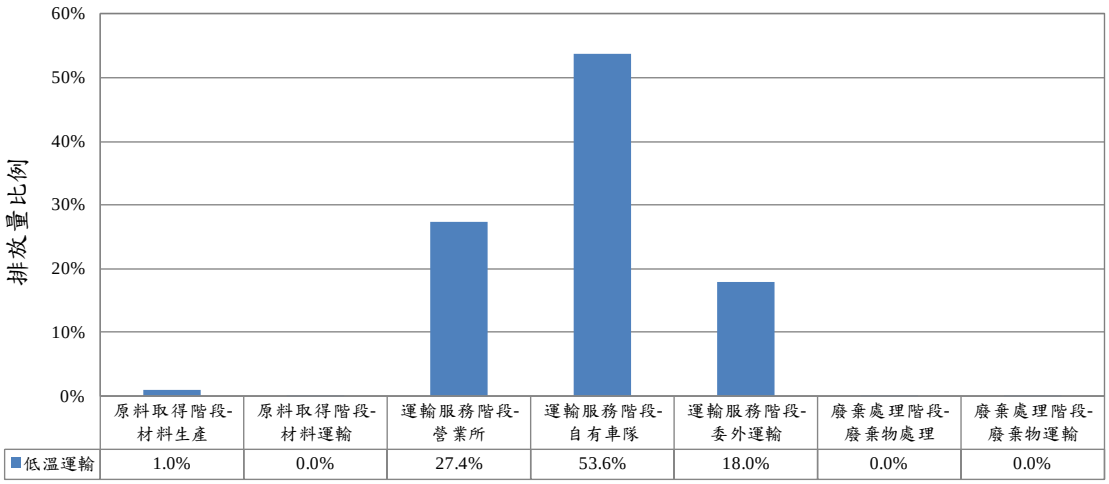


圖 4.3-19　C 公司 104 年低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

5.數據品質查核

(1)常溫運輸數據品質查核

C 公司常溫運輸之運輸服務階段主要溫室氣體排放來源如表 4.3-24 所示，針對營業場所電力、運輸車輛燃料燃燒及委外運輸排放量等主要項目進行數據品質查核。數據品質查核結果如表 4.3-25 所示，

整體數據品質 DQR 得分為 1.33，小於 1.70，屬於高品質。

表 4.3-24　C 公司常溫運輸主要溫室氣體排放來源

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
委外車隊運輸		64,005,805	63.2%	95.2%
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	24,472,191	24.1%	
營業所用電	電力	8,007,948	7.9%	

表 4.3-25　C 公司常溫運輸數據品質查核

投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一數據品質 DQRi	排放占比 Fi	單一數據品質權重 DQRw
委外運輸排放	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	1	1.6	63.2%	0.76
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	6	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	3	1	1	1	1			
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.6	24.1%	0.39
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
營業場所電力使用	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.2	7.9%	0.13
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
總計 ΣDQRi								95.2%	1.27
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.33	
整體數據品質等級								高品質	

(2)低溫運輸數據品質查核

C 公司低溫運輸之運輸服務階段主要溫室氣體排放來源如表 4.3-26 所示，針對營業場所電力、運輸車輛燃料燃燒及委外運輸排放量等主要項目進行數據品質查核。數據品質查核結果如表 4.3-27 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.53，小於 1.70，屬於高品質。

表 4.3-26　C 公司低溫運輸主要溫室氣體排放來源

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	3,300,256	50.9%	96.0%
營業所用電	電力	1,754,627	27.1%	
委外車隊運輸		1,165,770	18.0%	

表 4.3-27　C 公司低溫運輸數據品質查核

投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一數據品質 DQRi	排放占比 Fi	單一數據品質權重 DQRw
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.6	50.9%	0.81
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
營業場所電力使用	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.6	27.1%	0.43
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
委外運輸排放	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	3	1.2	18.0%	0.22
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	2			
	單一指標得分DQR_{Ni}	6	1	1	1	6			
	單一指標數據等級轉換	3	1	1	1	3			
總計 ΣDQRi								96.0%	1.46
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.53	
整體數據品質等級								高品質	

4.3.4 C 公司運輸車輛碳足跡調查成果

C 公司內部作業係以託運貨物之體積才數換算重量，與 B 公司相同，惟並未記錄各別運輸車輛年度載運量。因此本計畫以零擔貨物之年度貨運服務量計算方式，透過車輛載重與平均裝載率計算車輛載重，分析該公司 104 年度之運輸車輛碳足跡，作為公用係數之依據。

■ 年度貨運服務量

車輛平均載重 × 平均行駛里程

平均行駛里程

=車輛年度行駛里程 ÷ 實際出車日數 ÷ 每日平均迴轉趟數

車輛平均載重=車輛載重上限×平均裝載率

■ 碳排放量

車輛年度燃料用量 × 燃油碳足跡係數

該係數依據環保署公布之產品碳足跡公用係數資料庫，2012 年柴油為 3.49 $kgCO_2e/L$，汽油為 3.12 $kgCO_2e/L$

■ 樣本合理性檢核

為確保統計資料合理性，針對部分車輛資料不齊全或異常進行剔除，檢核原則包括：

(1)油耗異常：不在該公司各車種平均油耗±75%範圍內者

(2)貨重異常： 裝載率超過 110%或低於 40%者

常溫與低溫運輸車輛樣本檢核情形彙整如表 4.3-28 與表 4.3-29 所示，合格樣本分別為 98%與 93%，主要檢核篩除原因為油耗異常。

表 4.3-28 C 公司常溫運輸車輛樣本檢核情形

常溫運輸車輛		3.49T	3.5~7.4T	合計
合格統計車輛數		238	1,305	1,543
檢核篩除車輛數	油耗異常	10	28	38
	貨重異常	0	0	0
總計		248	1,333	1,581
合格樣本(%)		96%	98%	98%

表 4.3-29　C 公司低溫運輸車輛樣本檢核情形

低溫運輸車輛		3.49T	3.5~7.4T	合計
合格統計車輛數		227	66	293
檢核篩除車輛數	油耗異常	21	0	21
	貨重異常	0	0	0
總計		248	66	314
合格樣本%		92%	100%	93%

1.常溫運輸車輛係數

經前述篩選原則，統計 1,531 筆常溫運輸車輛年度營運資料，依據車輛總重區分為營業小貨車 3.49 噸及營業大貨車 3.5~7.4 噸。分析不同噸數貨車之車輛能源使用效率情形如圖 4.3-20 與圖 4.3-21 所示，碳足跡平均值與相關統計結果如表 4.3-30 與圖 4.3-22。

分析 238 輛 3.49 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 0.83 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.35，變異係數 42%；分析 1,305 輛 3.5~7.4 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 0.28 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.05，變異係數 18%。本計畫另以裝載率 40%與 100%計算碳足跡係數進行比較，如圖 4.3-23 所示。

表 4.3-30　C 公司常溫運輸車輛碳足跡係數

車種	車重 (噸)	樣本數	平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	標準差 ($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	238	0.83	0.35	42%
營業大貨車	3.5~7.4	1,305	0.28	0.05	18%

*篩選樣本車輛數>30 輛之車種計算

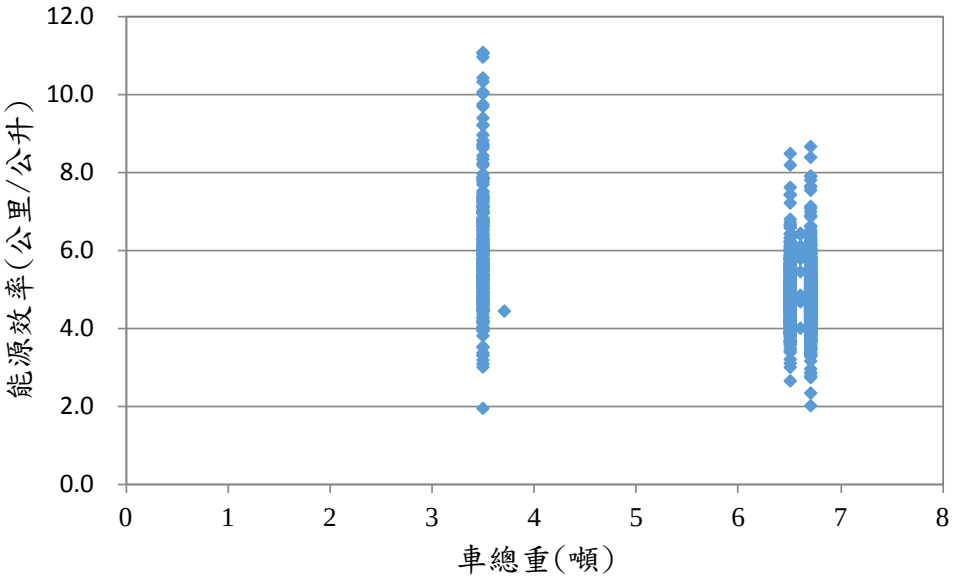


圖 4.3-20　C 公司常溫運輸車輛能源使用效率情形

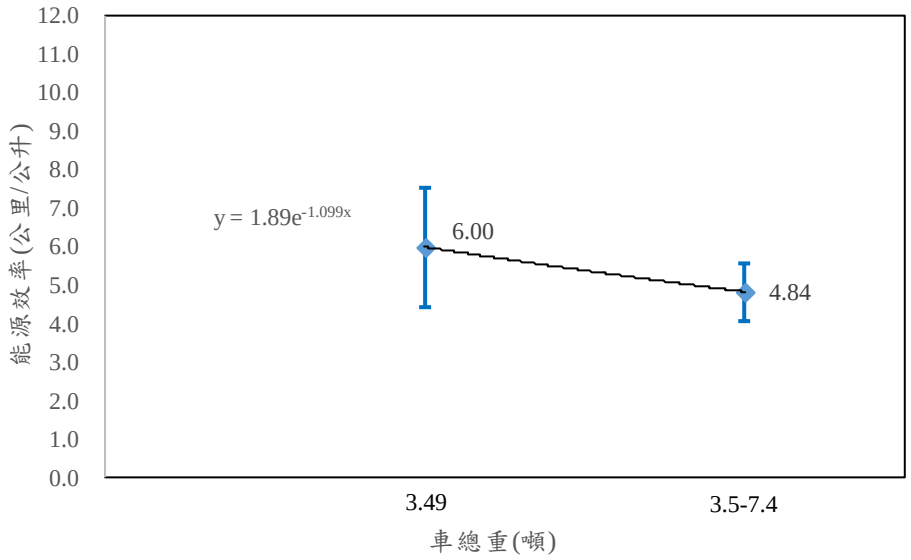


圖 4.3-21　C 公司常溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸)

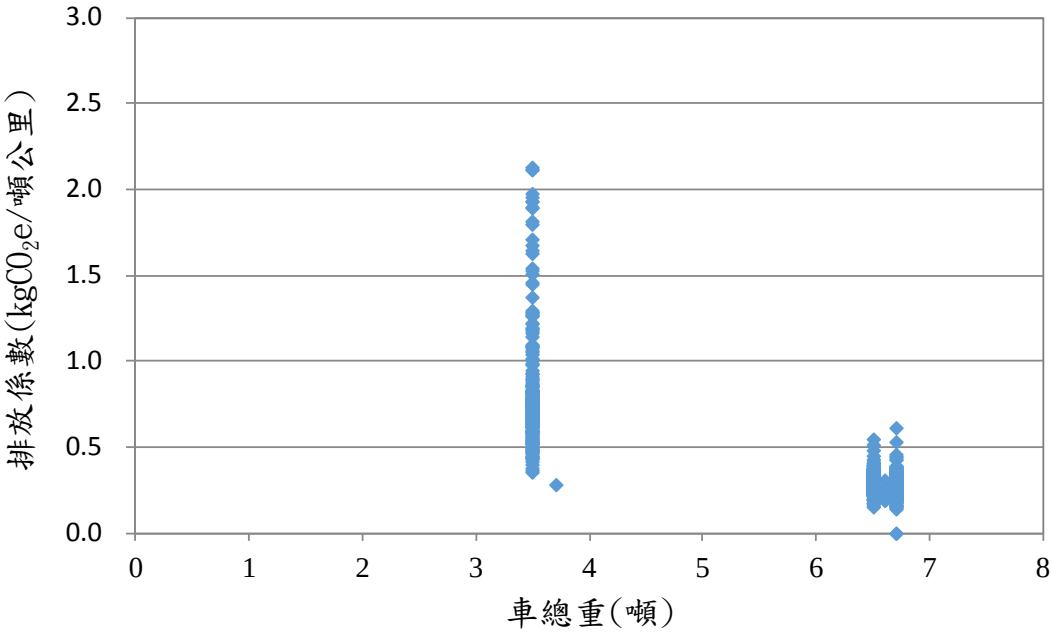


圖 4.3-22　　C 公司常溫運輸車輛碳足跡

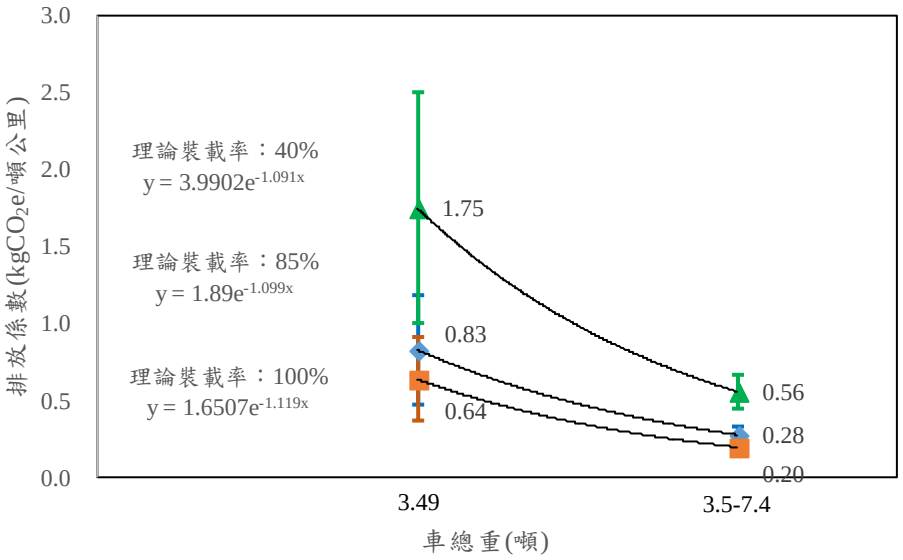


圖 4.3-23　　C 公司常溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸)

2.低溫運輸車輛係數

經前述篩選原則，統計 292 筆低溫運輸車輛年度營運資料，依據車輛總重區分為營業小貨車 3.49 噸及營業大貨車 3.5~7.4 噸。分析不同噸數貨車之車輛能源使用效率情形如圖 4.3-24 與圖 4.3-25 所示，碳足跡平均值與相關統計結果如表 4.3-31 與圖 4.3-26。

分析 227 輛 3.49 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 1.58 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.70，變異係數 44%；分析 65 輛 3.5~7.4 噸常溫貨車之碳足跡平均值為 0.42 $kgCO_2e$/噸公里，標準差 0.09，變異係數 21%。本計畫另以裝載率 40%與 100%計算碳足跡係數進行比較，圖 4.3-27 所示。

表 4.3-31　C 公司低溫運輸車輛碳足跡係數

車種	車重(噸)	樣本數	平均值($kgCO_2e$/噸公里)	標準差($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	227	1.58	0.70	44%
營業大貨車	3.5~7.4	65	0.42	0.09	21%

*篩選樣本車輛數>30 輛之車種計算

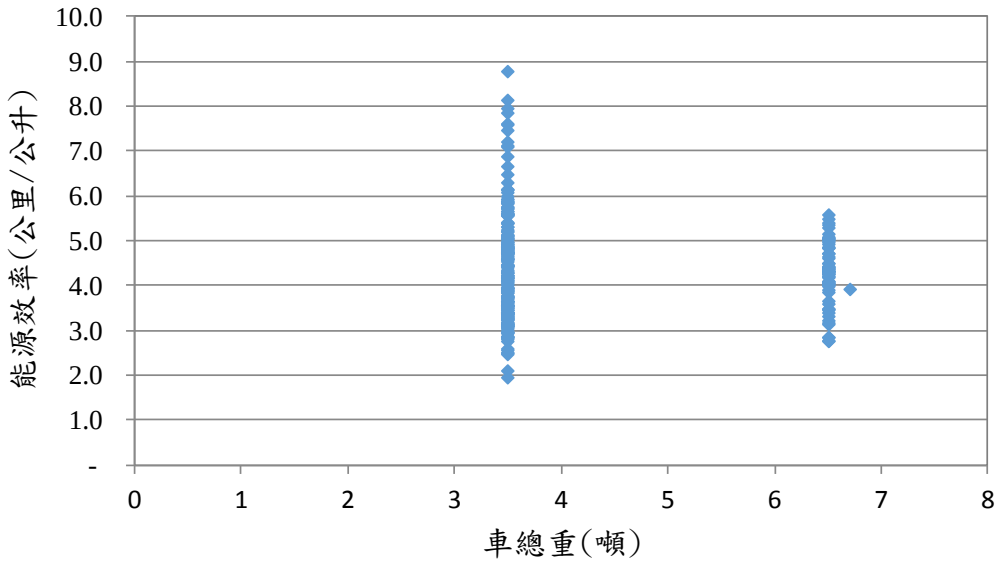


圖 4.3-24　C 公司低溫運輸車輛能源使用效率情形

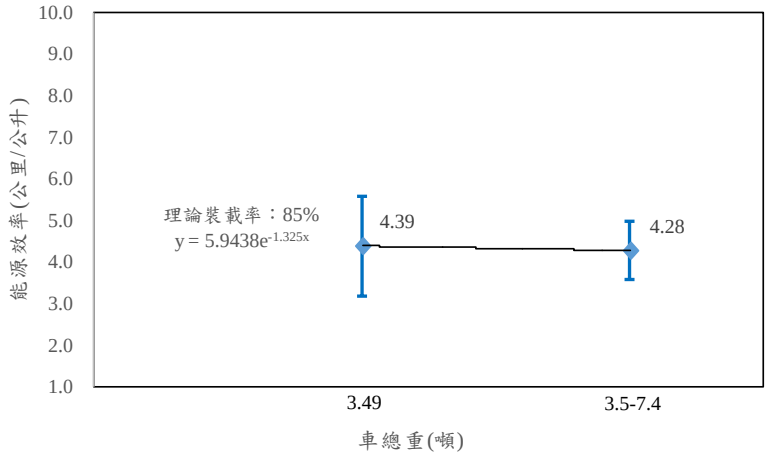


圖 4.3-25　C 公司低溫運輸車輛能源使用效率情形(依車重分組迴歸)

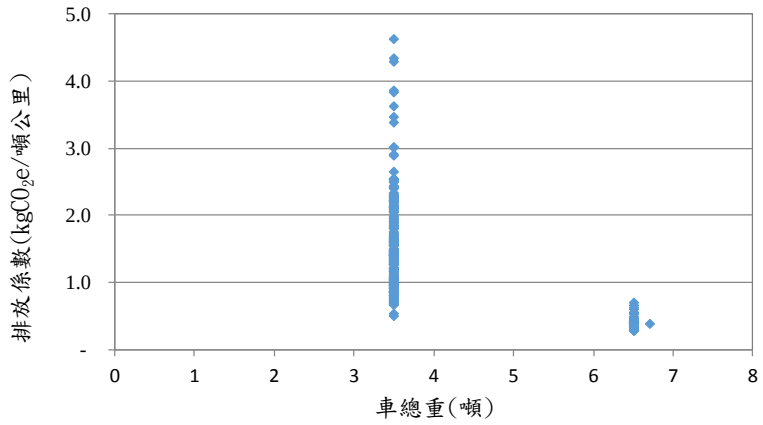


圖 4.3-26　C 公司低溫運輸車輛碳足跡

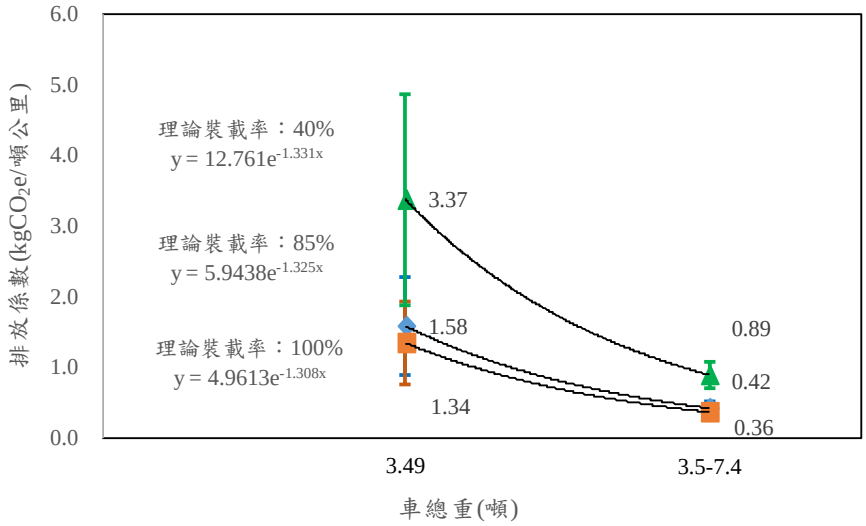


圖 4.3-27　C 公司低溫運輸車輛碳足跡(依車重分組迴歸)

3.營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡數據品質查核

由於各項車輛燃料資料均由營運資料所得，燃料之數據品質投入產出資訊表說明均與 B 公司相同，整體數據品質 DQR 得分為 1.6，小於 1.70，屬於高品質。

4.3.5 D 公司運輸服務碳足跡調查成果

1.貨運服務量說明

(1)體積與重量換算依據

該公司提供常溫與低溫貨運服務，並以託運貨物體積計算運費，託運貨物係依據下列公式將體積換算重量，體積與重量換算方式說明如圖 4.3-28 所示。

重量(kg)=長度(cm)×寬度(cm)×高度(cm) ÷5,000

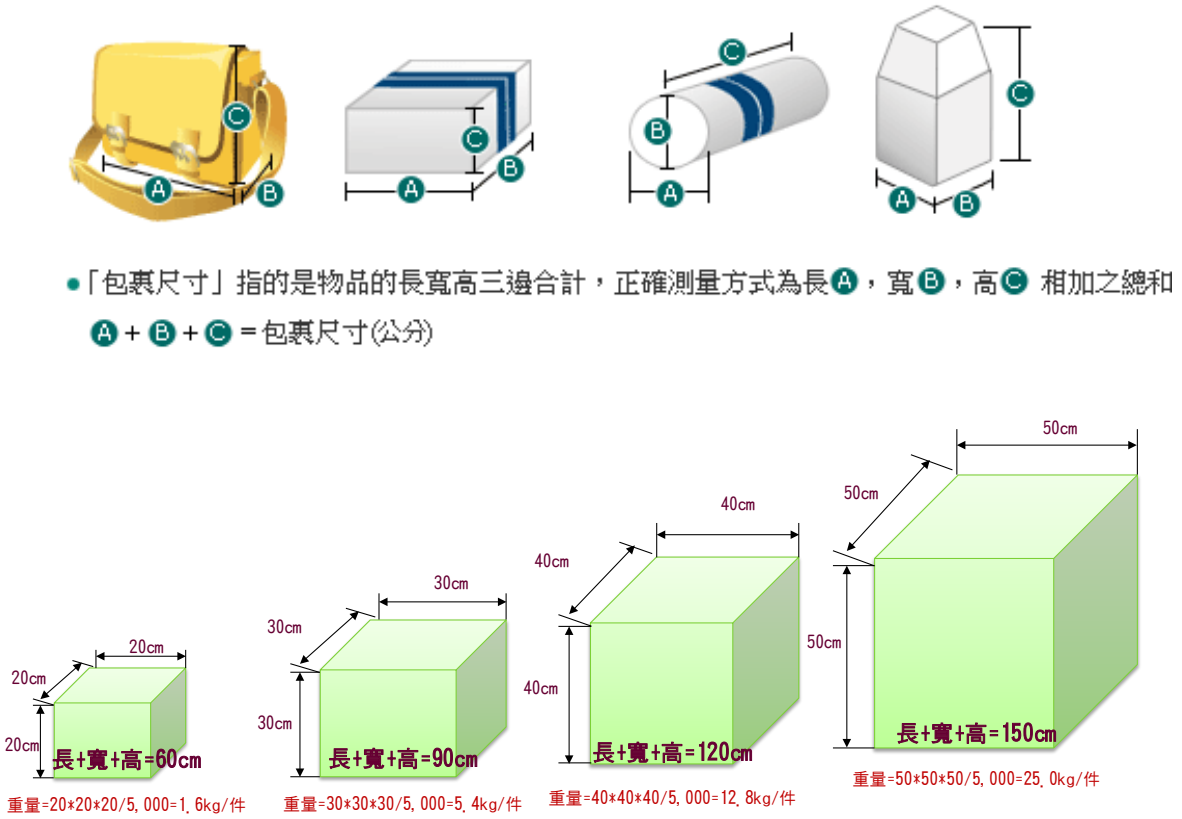


圖 4.3-28 D 公司貨運服務之體積與重量換算依據

(2)貨運服務量處理

以當年度貨物運輸重量與貨物移動距離之乘積總合，計算年度總貨運服務量，詳細內容同 B 公司，不再贅述。彙整 D 公司各營業所年度貨運服務量為 136,312,297 噸公里，如表 4.3-32。

表 4.3-32　D 公司年度貨運服務量統計

年度	貨物類型	整車運輸 (噸公里)	零擔運輸 (噸公里)	貨運服務量 (噸公里)
104 年	多溫層運輸	108,290,367	28,021,930	136,312,297

2.系統邊界說明

考量貨運服務所投入之能資源，進行生命週期溫室碳足跡調查。

(1)時間邊界：調查期間為 104 年 1 月 1 日至 12 月 31 日。

(2)地理邊界:包括 D 公司所轄之各營業所及轉運中心提供之貨運服務。

(3)整體系統邊界:包含原料取得階段、運輸服務階段與廢棄物處理階段。蓋範圍詳細內容同 B 公司，不再贅述。

3.活動數據品質分析,詳細內容同 B 公司,惟各車輛之載重係以裝載率 85% 計算，委外運輸排放量係依據委外總費用推估委外貨運量。

4.運輸服務碳足跡計算結果

該公司運輸車輛均為多溫層配送車輛，功能單位為貨運服務量每公噸-每公里。調查結果說明如下：

D公司 104 年多溫層運輸碳足跡總排碳量為 132,684 公噸CO_2e，單位排碳量為 0.97 kgCO_2e/噸公里，彙整如表 4.3-33。

一級活動數據排放量比例為 31.7%；營業所間運輸全部委託其他公司辦理，委外運輸排放量係依據委外總費用推估委外貨運量，各噸數的計價均以 17t 12 籠為基準值，以 60 公里運費 1,593 元計算總運費之委託行駛里程數，並選用環保署碳足跡資料庫營業用大貨車係數計算其排放量，其排放量占比 50.5%。而原料取得階段與廢棄處理階段之排放量所占比例相對較低，合計占全生命週期 4.4%，如圖 4.3-29 所示。

表 4.3-33　D 公司 104 年多溫層運輸碳足跡彙整與一級活動數據比例

生命週期階段	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級 活動數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	3,352,533	2.5%	3,352,533	-
原料取得階段-材料運輸	21,205	0.0%	-	21,205
運輸服務階段-營業所	17,949,658	13.5%	-	17,949,658
運輸服務階段-自有車隊	41,842,922	31.5%	38,707,603	3,135,319
運輸服務階段-委外運輸	66,961,472	50.5%		66,961,472
廢棄處理階段-廢棄物處理	2,546,616	1.9%	-	2,546,616
廢棄處理階段-廢棄物運輸	9,116	0.0%	-	9,116
合計	132,683,522	100.0%	42,060,136	90,623,386
一級活動數據排放量比例				31.7%
年度貨運服務量(噸公里)				136,312,297
貨運服務碳足跡 ($kgCO_2e$/噸-公里(多溫層運輸))				0.97

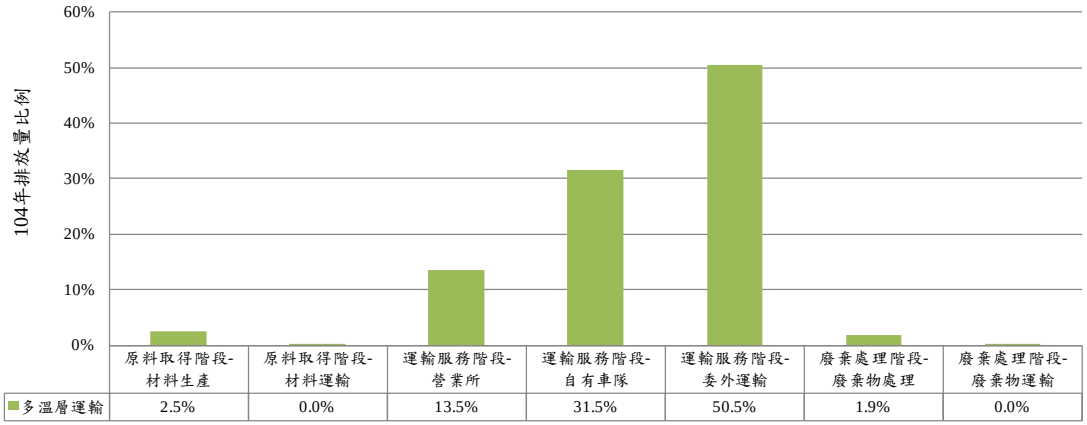


圖 4.3-29　D 公司 104 年多溫層運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

5.數據品質查核

D 公司多溫層運輸之運輸服務階段主要溫室氣體排放來源如表 4.3-34 所示，針對營業場所電力、運輸車輛燃料燃燒及委外運輸排放量等主要項目進行數據品質查核。數據品質查核結果如表 4.3-35 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.38，小於 1.70，屬於高品質。

表 4.3-34　D 公司常溫運輸主要溫室氣體排放來源

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
委外車隊運輸		66,961,472	50.5%	91.0%
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	36,488,763	27.5%	
營業所用電	電力	17,314,039	13.0%	

表 4.3-35　D 公司常溫運輸數據品質查核

投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一數據品質 DQRi	排放占比 Fi	單一數據品質權重 DQRw
委外運輸排放	活動數據DQR_{Ai}	3	1	1	1	1	1.20	50.47%	0.61
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	6	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	3	1	1	1	1			
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	27.50%	0.44
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
營業場所電力使用	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	13.05%	0.21
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
總計 ΣDQRi								91.02%	1.25
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.38	
整體數據品質等級								高品質	

4.3.6 D 公司運輸車輛碳足跡調查成果

D 公司內部作業係以託運貨物之規格與件數換算重量，但並未記錄各別運輸車輛年度載運量與里程數。因此本計畫以零擔貨物之年度貨運服務量計算方式，透過依據各廠牌期別之車輛載重上限與平均裝載率來計算車輛載重，分析該公司 104 年度之運輸車輛碳足跡，作為公用係數之依據。

- 年度貨運服務量

  各廠牌期別車輛平均載重 × 各廠牌期別車種之總行駛里程

  車輛平均載重=車輛載重上限×平均裝載率

- 碳排放量

  各廠牌期別車輛年度燃料用量 × 燃油碳足跡係數

  該係數依據環保署公布之產品碳足跡公用係數資料庫，2012 年柴油為 3.49 $kgCO_2e/L$，汽油為 3.12 $kgCO_2e/L$

- 樣本合理性檢核

  由於 D 公司主要車款為 3.49 噸營業小貨車，其他噸位之車輛數數量極少，非主要運輸車輛故不具代表性。

統計各廠牌期別車輛 104 年度營運資料，車輛能源使用效率情形及碳足跡平均值與相關統計結果如表 4.3-36。本計畫另以裝載率 40%與 100%計算碳足跡係數進行比較，圖 4.3-30 所示。

表 4.3-36　D 公司多溫層運輸車輛碳足跡係數

車種	能源使用效率 (公里/公升)	裝載率		
		40%	85%	100%
ISUZU3.49 噸(三期)	4.8	2.228	1.048	0.891
ISUZU3.49 噸(四期)	5.3	1.775	0.835	0.710
中華 CANTER3.49 噸(三期、四期)	4.4	2.995	1.409	1.198
中華 CANTER3.49 噸(五期)	4.3	4.190	1.972	1.676
國瑞 HINO3.49 噸	4.6	3.001	1.412	1.200
國瑞 HINO3.49 噸(五期)	4.8	3.805	1.790	1.522

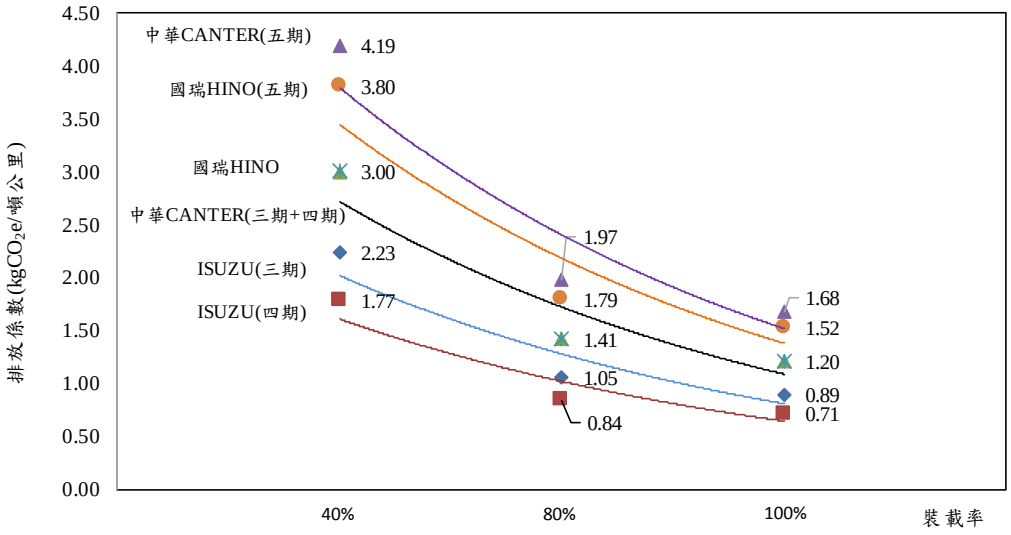


圖 4.3-30　　D 公司多溫層 3.49T 運輸車輛碳足跡

3.營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡數據品質查核

由於各項車輛燃料資料均由營運資料所得，燃料之數據品質投入產出資訊表說明均與 B 公司相同，整體數據品質 DQR 得分為 1.6，小於 1.70，屬於高品質。

4.4 公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置

4.4.1　4 家業者公路貨運服務碳足跡調查成果彙整

彙整 2 年度共 4 家配合本計畫進行碳足跡調查的業者資料如表 4.4-1，說明如後。

1.常溫運輸

汽車貨運業常溫運輸之碳足跡介於 0.31~1.39 $kgCO_2e$/噸公里，其中 B、C兩間公司營運型式較為相近，自有運輸車輛以營業大貨車為主。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等碳足跡介於 0.04~0.37 $kgCO_2e$/噸公里。

2.低溫運輸

汽車貨運業低溫運輸之碳足跡介於 0.89~2.69 $kgCO_2e$/噸公里，其中

B、C兩間公司自有運輸車輛均以營業大貨車為主，然而C公司之低溫貨運量僅占 2%，其營業所與常溫營業所共用。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等碳足跡介於 0.22~0.29 $kgCO_2e$/噸公里。

3.多溫層運輸

汽車貨運業多溫層運輸之碳足跡為 0.97 $kgCO_2e$/噸公里，扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等碳足跡 0.18 $kgCO_2e$/噸公里。

表 4.4-1 公路貨運服務碳足跡調查結果彙整

服務型式	調查年度	103 年	104 年		
	公司別	A 公司	B 公司	C 公司	D 公司
常溫運輸	總排放量($kgCO_2e$)	32,286,667	139,401,915	101,342,289	-
	貨運量(噸公里)	23,189,066	397,105,566	326,344,734	-
	碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	**1.39**	**0.35**	**0.31**	-
	車輛排放量($kgCO_2e$)	12,090,358	28,407,477	25,308,494	-
	委外排放量($kgCO_2e$)	11,545,474	96,225,749	64,005,805	-
	其他排放量($kgCO_2e$)	8,650,835	14,768,689	12,027,990	-
	其他碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	**0.37**	**0.04**	**0.04**	-
低溫運輸	總排放量($kgCO_2e$)	5,691,236	51,279,292	6,480,793	-
	貨運量(噸公里)	2,116,848	57,591,307	6,660,097	-
	碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	**2.69**	**0.89**	**0.97**	-
	車輛排放量($kgCO_2e$)	3,825,927	18,330,727	3,476,556	-
	委外排放量($kgCO_2e$)	1,242,041	20,021,278	1,165,770	-
	其他排放量($kgCO_2e$)	623,268	12,927,287	1,838,467	-
	其他碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	**0.29**	**0.22**	**0.28**	-
多溫運輸	總排放量($kgCO_2e$)	-	-	-	132,683,522
	貨運量(噸公里)	-	-	-	136,312,297
	碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	-	-	-	**0.97**
	車輛排放量($kgCO_2e$)	-	-	-	41,842,922
	委外排放量($kgCO_2e$)	-	-	-	66,961,472
	其他排放量($kgCO_2e$)	-	-	-	23,879,128
	其他碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	-	-	-	0.18

4.委外運輸對碳足跡排放影響

營業所之間整車運輸，4 間業者均有委託其他公司車隊協助，常溫運輸委外運輸排放量占 36~69%，低溫運輸委外運輸排放量占 18~39%，多溫層運輸委外運輸排放量占 50%，如表 4.4-20。由於國內外均無低溫車輛之排放係數可引用，低溫運輸與多溫層運輸亦採用常溫運輸車輛排放係數，可能會有造成低估之情形。

表 4.4-2 公路貨運服務碳足跡調查結果與委外運輸排放量占比

服務型式	A 公司	B 公司	C 公司	D 公司
常溫運輸($kgCO_2e$/噸公里)	1.39	0.35	0.31	
委外排放占比	**36%**	**69%**	**63%**	
低溫運輸($kgCO_2e$/噸公里)	2.69	0.89	0.97	
委外排放占比	**22%**	**39%**	**18%**	
多溫運輸($kgCO_2e$/噸公里)				0.97
委外排放占比				**50%**

4.4.2 運輸車輛服務碳足跡調查成果彙整

本節彙整 2 年度共 4 家業者之運輸車輛碳足跡排放係數，進行算數平均值，並依據服務量採加權平均方式計算國內營業用大貨車與小貨車平均碳足跡，加權平均方式計算如下所示，依運輸型式說明如下：

- 排放係數算術平均值($kgCO_2e$/噸公里)

$$= \frac{\sum_{k=0}^{n} (\text{車輛數 k} \times \text{排放係數 k})}{\sum_{k=0}^{n} (\text{車輛數 k})}$$

- 排放係數以貨運量加權平均($kgCO_2e$/噸公里)

$$= \frac{\sum_{k=0}^{n} (\text{貨運量 k} \times \text{排放係數 k})}{\sum_{k=0}^{n} (\text{貨運量 k})}$$

1.常溫運輸車輛服務碳足跡係數

彙整 2 年度各業者運輸車輛燃料使用與營運資料顯示，自有車隊大致作為零擔運輸使用，各車型碳足跡排放係數彙整，如表 4.4-3 所示。

3.49 噸營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.830~2.588 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.777~2.127 $kgCO_2e$/噸公里。3.5-7.4T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值 0.279 ~0.686 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.240~0.688 $kgCO_2e$/噸公里。7.5-16T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值 0.345~0.465 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.321~0.440 $kgCO_2e$/噸公里。

此差異可能與公司轉運模式相關，亦與裝載率有關，後續若要提供環保署公用係數資料庫，建議以排放係數之平均值為原則，如表 4.4-4 所示。其中 3.49T因A公司裝載率較低，故單獨呈現，而B、C兩公司在 3.49T與 3.5-7.4T之平均裝載率約在 80%，為使排放係數具有一致性，參考B公司依據車輛裝載率與排放係數之迴歸結果，調整以裝載率 80%計算之 0.226 $kgCO_2e$/噸公里作代表。B公司車輛裝載率與排放係數之迴歸結果，如圖 4.4-1~圖 4.4-3。

表 4.4-3 常溫貨車碳足跡排放係數彙整

分級		車輛樣本數	平均裝載率	排放係數算術平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	排放係數以貨運量加權平均 ($kgCO_2e$/噸公里)
3.49T	A 公司	558	31%	2.588	2.127
	B 公司	117	81%	0.877	0.777
	C 公司	238	85%	0.830	0.787
3.5-7.4T	A 公司	2	34%	0.686	0.688
	B 公司	450	73%	0.397	0.355
	C 公司	1,293	85%	0.279	0.240
7.5-16T	A 公司	12	46%	0.465	0.440
	B 公司	525	56%	0.345	0.321

表 4.4-4 常溫貨車碳足跡公用係數建議值

分級		車輛樣本數	平均裝載率	排放係數 算術平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	排放係數 以貨運量加權平均 ($kgCO_2e$/噸公里)
3.49T	A 公司	558	31%	2.588	2.127
	B、C 公司合計平均	355	84%	0.846	0.783
3.5-7.4T	A、B、C 公司合計平均	1,745	82%	0.310	0.266
7.5-16T	B 公司回歸結果		80%		0.226

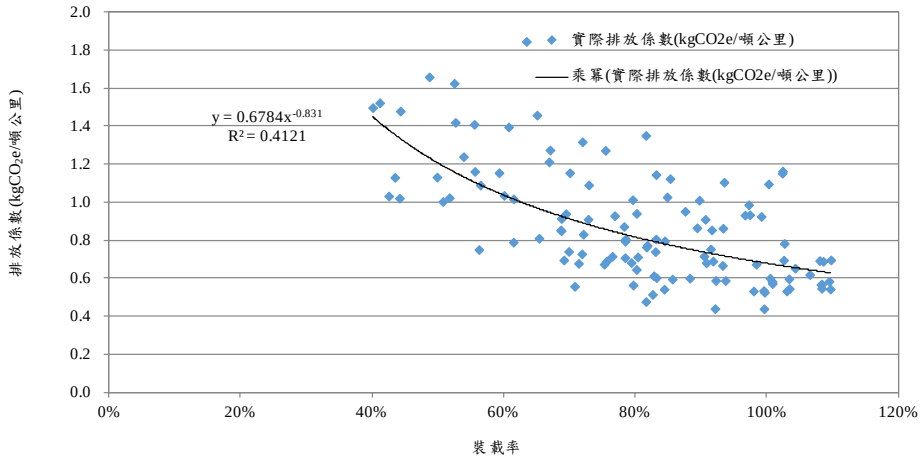


圖 4.4-1 常溫 3.49T 貨車碳足跡係數與裝載率關係(B 公司)

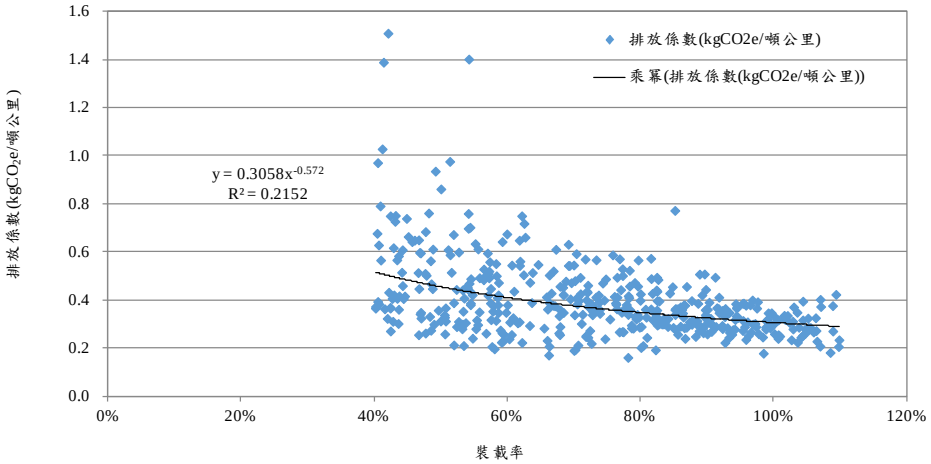


圖 4.4-2 常溫 3.5~7.4T 貨車碳足跡係數與裝載率關係(B 公司)

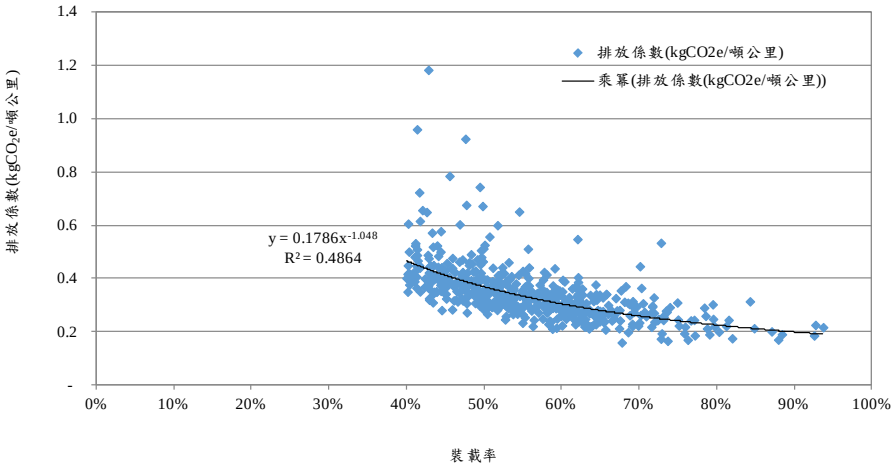


圖 4.4-3 常溫 7.5~16T 貨車碳足跡係數與裝載率關係(B 公司)

2.低溫運輸車輛服務碳足跡係數

由於 C 公司部分常溫貨物以低溫車輛運輸，故僅彙整 A 及 B 兩間業者運輸車輛燃料使用與營運資料各車型碳足跡排放係數，詳表 4.4-5 所示。

3.49 噸營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 1.641~2.967 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 1.317~2.486 $kgCO_2e$/噸公里。3.5-7.4T 營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.731~1.041 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.731~0.920 $kgCO_2e$/噸公里。7.5-16T 營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值為 0.805$kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 0.733 $kgCO_2e$/噸公里。

建議後續提供環保署公用係數資料庫，則依據 2 家公司不同裝載率範圍呈現，其中 B 公司車輛裝載率與排放係數之迴歸結果如圖 4.4-4~圖 4.4-6。

3.多溫層運輸車輛服務碳足跡係數

由於D公司全部車輛均為多溫層運輸車，故以該公司運輸車輛燃料使用與營運資料代表 3.49 噸營業小貨車多溫層碳足跡排放係數，碳足跡排放係數算術平均值為 1.411 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則

為 1.480 $kgCO_2e$/噸公里。詳表 4.4-6 所示。

表 4.4-5 低溫貨車碳足跡公用係數

分級		車輛樣本數	平均裝載率	排放係數算術平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	排放係數以貨運量加權平均 ($kgCO_2e$/噸公里)
3.49T	A 公司	158	32%	2.967	2.486
	B 公司	46	77%	1.641	1.317
3.5-7.4T	A 公司	1	41%	0.731	0.731
	B 公司	47	69%	1.041	0.920
7.5-16T	B 公司	106	65%	0.805	0.733

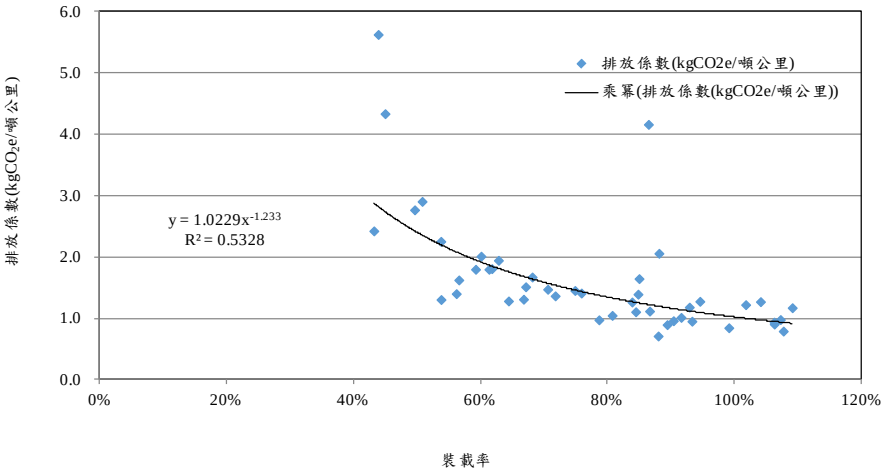


圖 4.4-4 低溫 3.49T 貨車碳足跡係數與裝載率關係(B 公司)

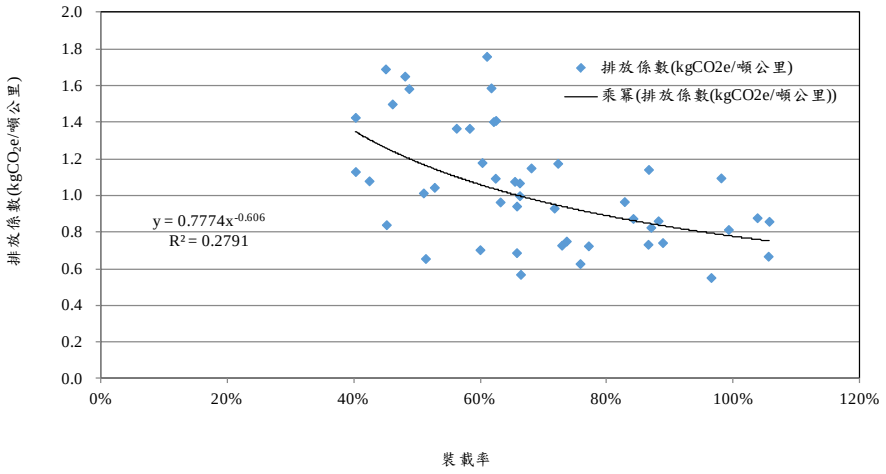


圖 4.4-5 低溫 3.5~7.4T 貨車碳足跡係數與裝載率關係(B 公司)

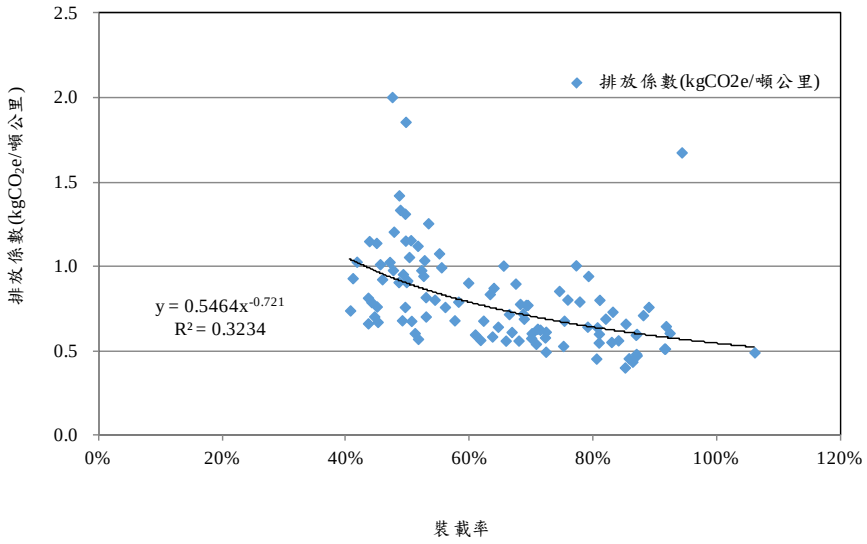


圖 4.4-6 常溫 7.5~16T 貨車碳足跡係數與裝載率關係(B 公司)

表 4.4-6 多溫層貨車碳足跡公用係數

分級		車輛 樣本數	平均 裝載率	排放係數 算術平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	排放係數 以貨運量加權平均 ($kgCO_2e$/噸公里)
3.49T	D 公司	1,439	85%	1.411	1.480

4.5 小結

本計畫依據環保署公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行 2 年度共 4 家業者之碳足跡調查及數據品質查核，調查成果彙整如表 4.5-1，茲說明如下：

1.貨運服務碳足跡

運輸服務階段碳足跡之主要排放源為運輸車輛、營業場所電力及委外運輸等，由於資料大部分可以取得，故數據品質查核皆為高品質。

(1) 常溫運輸之碳足跡

常溫運輸之碳足跡介於 0.31~1.39 $kgCO_2e$/噸公里，其中B、C兩間公司營運型式較為相近，自有運輸車輛以營業大貨車為主。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製

造與廢棄等之碳足跡介於 0.04~0.37 $kgCO_2e$/噸公里。

(2) 低溫運輸之碳足跡

低溫運輸之碳足跡介於 0.89~2.69 $kgCO_2e$/噸公里，其中B、C兩間公司自有運輸車輛均以營業大貨車為主，然而C公司之低溫貨運量僅占 2%，其營業所與常溫營業所共用。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡介於 0.22~0.29 $kgCO_2e$/噸公里。

(3) 多溫層運輸之碳足跡

多溫層運輸之碳足跡為 0.97 $kgCO_2e$/噸公里，扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡為 0.18 $kgCO_2e$/噸公里。

2.運輸車輛之碳足跡

車輛服務階段碳足跡之主要排放源為運輸車輛，用油量資料皆由業者取得，故數據品質查核皆為高品質。

(1)常溫運輸車輛服務碳足跡係數

彙整 2 年度各業者運輸車輛燃料使用與營運資料顯示，自有車隊大致作為零擔運輸使用。3.49T營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.830~2.588 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.777~2.127 $kgCO_2e$/噸公里。3.5-7.4T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.279 ~0.686 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.240~0.688 $kgCO_2e$/噸公里。7.5-16T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.34 5~0.465$kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.321~0.440 $kgCO_2e$/噸公里。此差異可能與公司運轉模式相關，亦與裝載率有關。

(2)低溫運輸車輛服務碳足跡係數

由於C公司部分常溫貨物以低溫車輛運輸，故僅彙整A及B兩間業者運輸車輛燃料使用與營運資料各車型碳足跡排放係數。3.49T營業小

貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 1.641~2.967 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 1.317~2.486 $kgCO_2e$/噸公里。3.5-7.4T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.731~1.041 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.731~0.920 $kgCO_2e$/噸公里。7.5-16T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值為 0.805 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 0.733 $kgCO_2e$/噸公里。

(3)多溫層運輸車輛服務碳足跡係數

由於D公司全部車輛均為多溫層運輸車，故以該公司運輸車輛燃料使用與營運資料代表 3.49T營業小貨車多溫層碳足跡排放係數，碳足跡排放係數算術平均值為 1.41 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 1.48 $kgCO_2e$/噸公里。

表 4.5-1 公路貨運服務碳足跡係數調查彙整表

分類	車輛分級	平均裝載率	排放係數($kgCO_2e$/噸公里)*			資料提供公司	調查年期
			車輛運輸	全生命週期	除車輛運輸-場站、耗材等		
常溫	3.49T	31%	2.127	2.177	0.050	A	103
		84%	0.783	0.833		B、C	103~104
	3.5-7.4T	82%	0.266	0.316		A、B、C	103~104
	7.5-16T	80%	0.226	0.276		B	103~104
低溫	3.49T	32%	2.486	2.714	0.228	A	103
		77%	1.317	1.545		B	103~104
	3.5-7.4T	41%	0.731	0.959		A	103
		69%	0.920	1.148		B	103~104
	7.5-16T	65%	0.733	0.961		B	103~104
多溫	3.49T	85%	1.480	1.655	0.175	D	104

備註：*排放係數為貨運量加權平均值

第五章 計畫產出之應用與推廣

本計畫透過公路貨運服務碳足跡之調查，協助貨運業者積極推動碳盤查及碳管理工作，計畫執行期間，除提送「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」經行政院環境保護署審核通過外，亦建置公路貨運服務盤查及碳足跡簡易計算工具供業者使用，同時藉由成果發表會推廣計畫產出。

5.1 公路貨運服務碳足跡產品類別規則之訂定

由國內外碳足跡標準內容對於邊界界定之論述(詳表 2.1-3)，及我國產品與服務碳足跡計算指引要求，為確保同類產品或服務在進行環境衝擊評估時的一致性，應訂定產品類別規則，作為計算之參考依據。本計畫於 104 年度研擬「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」，並於 105 年 9 月 14 日經行政院環境保護署公告通過審議，以此作為公路貨運服務碳足跡計算之準則。以下就我國碳足跡產品類別規則訂定流程與內容要求及本計畫研擬內容進行說明。

5.1.1 我國環保署產品類別規則制定流程與內容要求

1.我國產品類別規則之制定流程

我國環保署於 99 年 2 月提出產品與服務碳足跡計算指引後，於同年 7 月公告碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)訂定指引，作為製造商或提供該類服務業者所組成之同業公(協、商)會，透過標準化與程序化之流程，完成該類產品於國內碳足跡評估的標準。該指引並已於 103 年 9 月 1 日修訂為「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，本計畫即以此指引要求研擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則。

根據前述指引內容，產品類別規則文件訂定流程如圖 5.1-1，應包含以下四個階段。

(1)初始階段：依照產品特性並援引相關規範，確認現有產品類別規則文件之適用性，擬定產品適用範圍，及填寫產品類別規則文件基本資

料表送環保署確認是否需要訂定；若需要訂定，環保署將給予文件登錄編號。

(2)準備階段：依初始階段審查結果組成工作小組，並著手研擬產品類別規則文件草案(一)版，並依環保署規定之網際網路方式預告 14 日以上，供利害相關者審閱。

(3)磋商階段：邀集利害相關團體、對象及三人以上專家學者(其中至少一位須具生命週期評估與溫室氣體查驗相關技術資歷或經驗，專家學者名單可參考國內登錄平台之建議名單)召開研商會議，並參酌各方意見研擬草案(二)版，並依環保署規定之網際網路方式預告。

(4)完成階段：備妥相關資料後，送環保署推動產品碳足跡標示審議會技術小組審查，並列席會議；於文件審查通過後由環保署公告於網路平台。

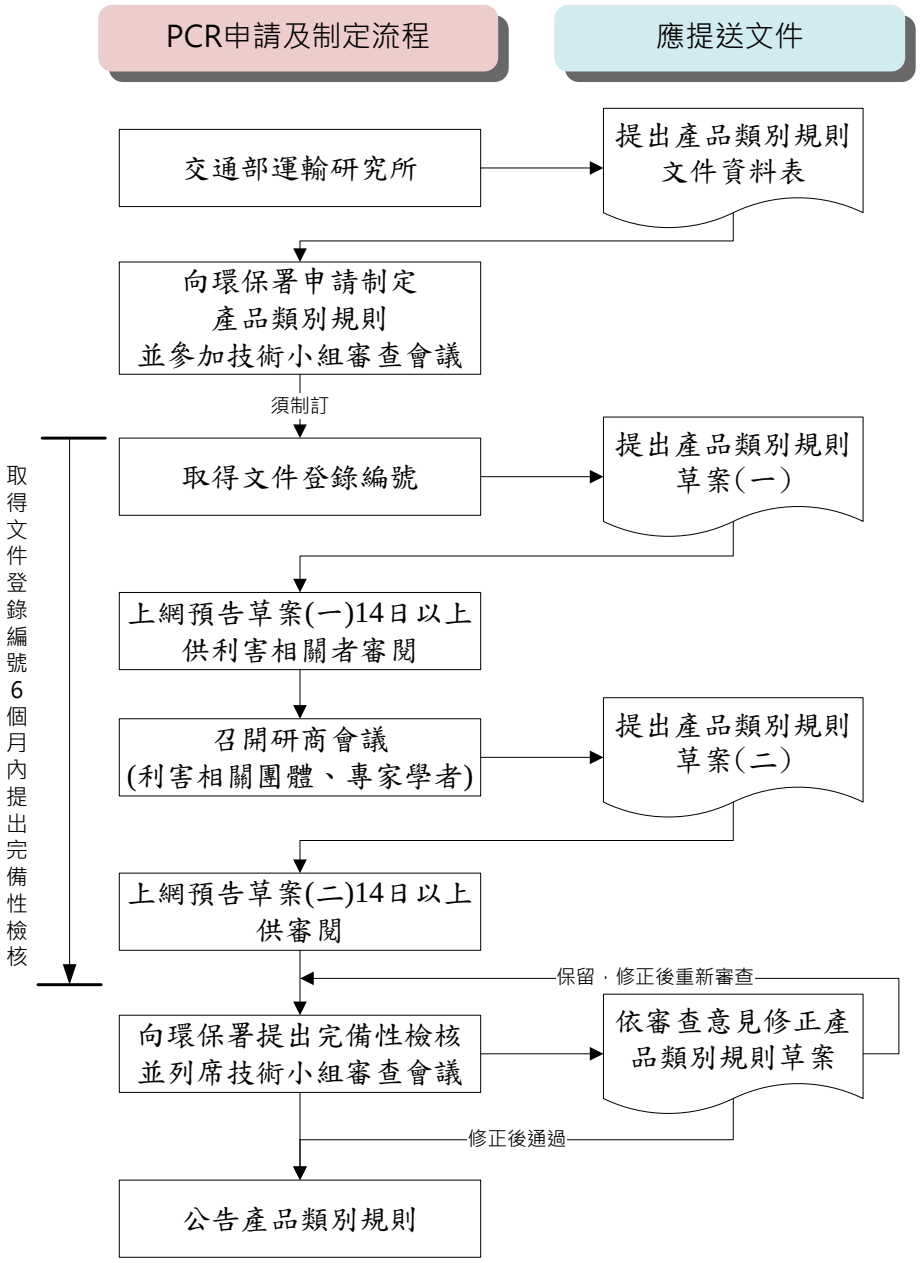


圖 5.1-1 環保署碳足跡產品類別規則文件訂定流程

2.我國碳足跡產品類別規則之組成

依據環保署公布之「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」內容，對於 CFP-PCR 之章節架構要求摘錄如表 5.1-1。

表 5.1-1 我國環保署碳足跡產品類別規則章節架構

章節架構
(一)一般資訊 1. 適用產品類別(包含指定商品分類號列或行業標準分類編碼) 2. 有效期限 3 計畫主持人 4 訂定單位 (二)範疇 1. 產品系統邊界 1.1 產品組成 1.2 產品機能與特性敘述 1.3 產品的功能單立或宣告單位 2. 生命週期階段 2.1 產品生命週期流程圖(應包含完整生命週期五階段) 2.2 生命週期範圍(應清楚描述各階段之實施實驟與分配原則) (三)名詞定義 (四)生命週期各階段之數據蒐集 1. 原料取得階段 1.1 規範一級活動數據與二級數據之蒐集項目：包含數據蒐集項目、一級活動數據蒐集項目、二級數據蒐集項目及本階段使用之一級活動數據或二級數據項目 1.2 一級活動數據蒐集規則：包含數據蒐集方法與要求、數據蒐集期間、從多個供應商取得原料之處理方式、分配方法、區域差異與季節性變化之處理方式及自發電力之處理方式 1.3 二級數據應用規則：包含二級數據的內容與來源及情境內容(包含原料運送情境) 1.4 切斷原則 1.5 回收材料與再使用產品之評估 2. 製造階段 2.1 規範一級活動數據與二級數據之蒐集項目：包含數據蒐集項目、一級活動數據蒐集項目、二級數據蒐集項目及本階段使用之一級活動數據或二級數據項目 2.2 一級活動數據蒐集規則：包含數據蒐集方法與要求、數據蒐集期間、從多個供應商取得原料之處理方式、分配方法、區域差異與季節性變化之處理方式及自發電力之處理方式 2.3 二級數據應用規則：包含二級數據的內容與來源及情境內容(應包含廢棄物運輸情境)

表 5.1-1 我國環保署碳足跡產品類別規則章節架構(續)

章節架構
2.4 切斷原則 2.5 回收材料與再使用產品之評估 3. 配送銷售階段 3.1 規範一級活動數據與二級數據之蒐集項目：包含數據蒐集項目、一級活動數據蒐集項目、二級數據蒐集項目及本階段使用之一級活動數據或二級數據項目 3.2 一級活動數據蒐集規則：包含數據蒐集方法與要求、數據蒐集期間、產品在多條運輸路線與銷售據點的處理方式(應包含運輸過程的分配方法、銷售過程的分配方法)、區域差異與季節性變化之處理方式及自發電力之處理方式 3.3 二級數據應用規則：包含二級數據的內容與來源及情境內容(應包含產品運輸情境、包材廢棄物運輸情境) 4. 使用階段 4.1 規範一級活動數據與二級數據之蒐集項目：包含數據蒐集項目、一級活動數據蒐集項目、二級數據蒐集項目及本階段使用之一級活動數據或二級數據項目 4.2 一級活動數據蒐集規則 4.3 二級數據應用規則：包含二級數據的內容與來源及情境內容(應包含使用過程情境、產品維修情境) 4.4 切斷原則 5.廢棄回收階段 5.1 規範一級活動數據與二級數據之蒐集項目：包含數據蒐集項目、一級活動數據蒐集項目、二級數據蒐集項目及本階段使用之一級活動數據或二級數據項目 5.2 一級活動數據蒐集規則：包含數據蒐集方法與要求、數據蒐集期間、產品在多種廢棄或回收設施的處理方式、分配方法、區域差異與季節性變化之處理方式 5.3 二級數據應用規則：二級數據的內容與來源及情境內容(應包含廢棄物運輸情境、廢棄物處理情境) (五)資訊揭露方法 1.標籤形式、位置與大小 2.額外資訊 (六)參考文獻 (七)磋商意見及回應 (八)審查意見及回應

5.1.2 公路貨運服務碳足跡產品類別規則之制定過程

本計畫公路貨運服務碳足跡產品類別規則制定作業分為四個階段，流程規劃如圖 5.1-2 所示，分項說明如下。

1.既有產品類別規則及環保署產品類別規則制定指引回顧

計畫執行期間持續關注及追蹤國內外各項 PCR 及 CFP-PCR 文件之發展，以確保本計畫所研提之產品類別規則草案可符合國內外碳足跡評估規範要求。運輸服務類別產品類別規則發展內容詳第 2.3 節。

2.產品範圍擬定

本計畫參考「汽車運輸業管理規則」(102 年 3 月 22 日修正)，定義分類出公路貨運服務之機能，並擬定合宜之 CFP-PCR 名稱及適用範圍。

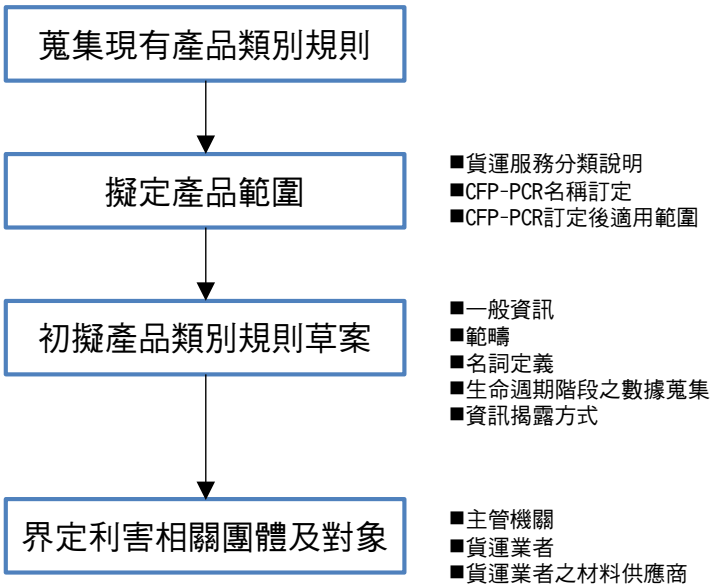


圖 5.1-2 CFP-PCR 制訂作業規劃

依據第 5.1.1 節之環保署 PCR 訂定流程，本計畫於 104 年完成「公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)」，並經專家學者座談會討論後，作為 105 年度向環保署提出審查申請之依據。經本計畫於 105 年 3 月 28 日研訂「擬訂定碳足跡產品類別規則文件基本資料」向環保署提出申請，並完成初始階段審查。

3.利害相關團體及對象界定

初步鑑定包括主管機關、驗證單位、貨運業者及貨運商業同業公會為主要利害相關團體及對象，在準備階段初擬之文件內容將會提供利害相關者參酌。

4.產品類別規則制定及審查過程

經環保署審查同意制定產品類別規則之文件編號後，105 年 4 月 14 日完成草案(一)版上網公告事宜。前揭草案(一)版經公告 14 日以上，本計畫分別於 105 年 5 月 4 日、5 月 5 日、5 月 9 日拜會汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業、汽車貨運業等公會之秘書長，提供會議資料並進行會前意見諮詢，同時於 105 年 5 月 19 日(星期四)上午 09 時 30 分召開利害相關者諮商暨專家學者研商會議，辦理情形與議程詳表 5.1-2，與會代表如表 5.1-3，同時將依據各界意見修訂草案(二)版後送環保署審查，並於 105 年 9 月 14 日經環保署公告審議通過，CFP-PCR 詳附錄 6，重點摘要說明如後。

表 5.1-2 利害相關者諮商暨專家學者研商會議辦理情形與議程

時間	議程
09:30-09:40	致詞
09:40-10:00	「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」草案說明
10:00-11:00	討論
11:00-11:30	結語&散會

表 5.1-3 利害相關者諮商暨專家學者研商會議與會代表

類別	對象	
研究機構	朝陽科技大學環境工程與管理系所	林盛隆助理教授
	工業技術研究院綠能與環境研究	黃文輝 資深工程師
	環境管理協會	陳志昇 工程師
政府機關	交通部公路總局	潘基財正工程司
	工業局永續發展組	陳良棟副組長
產業機構	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
	中華民國汽車貨櫃貨運商業同業公會全國聯合會	李昭功秘書長
	新竹物流股份有限公司、統一速達股份有限公司、嘉里大榮股份有限公司、台灣宅配通股份有限公司、美商聯邦快遞股份有限公司台灣分公司、台灣順豐速運股份有限公司	
驗證機構	台灣衛理國際品保驗證股份有限公司	

(1)名稱及一般資訊

本項文件係供公路貨運服務使用的 PCR，產品適用範圍包括各種公路貨運服務之相關服務系統。適用範圍包括我國公路法第 34 條公路汽車運輸規範之分類營運業別，包括：汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業，其所屬之中華民國行業標準分類－4940 汽車貨運業。

本項 PCR 之要求事項預期使用於依據「產品與服務碳足跡計算指引」標準來進行驗證之碳足跡(CFP)。本文件之有效期，自行政院環境保護署核准制訂後起算 3 年止。

(2)範疇

此部分需界定包括產品敘述、產品組成、功能單位、系統邊界。以功能單位與系統邊界最為關鍵。

(3)功能單位與宣告單位

本服務的功能單位定義為每延噸公里，為貨物交付起運地點至貨物抵達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

本服務的功能單位定義為每噸-每公里，為貨物交付起運地點至貨

物抵達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

宣告單位定義可依照服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)方式來宣告，並附註於宣告單位後。主要原因為貨運服務的溫室氣體排放受託運貨物的重量與託運距離，以及服務形式所影響。汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業之宣告單位以每噸-每公里為原則，另依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定，可採用之宣告單位有以下幾項：

■ 汽車貨運業

每公斤-每公里

每立方公尺-每公里

每車-每公里(車輛噸數)

■ 汽車路線貨運業

每公斤-每公里

每立方公尺-每公里

每件-每公里(物件規格)

■ 汽車貨櫃貨運業

每立方公尺-每公里

每貨櫃-每公里(貨櫃規格)

(4)系統邊界

系統界限設定，即生命週期範圍釐清，此步驟應考量：原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等不同生命週期階段，其邊界如圖 5.2-1 所示，以下概述各階段之 CFP-PCR 內容要求。

- 原料取得階段：包含所有公路貨運服務過程中所需的原物料之開採、生產與其運輸過程。其包含：貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材等。
- 運輸服務階段：包括託運貨物於運輸車輛及轉運倉儲等過程所耗用之能資源，本階段包括常溫、低溫不同情境之服務程序。

- 廢棄處理階段：本階段主要僅盤查其他廢棄物，包含提供消費者使用之包裝耗材以及車輛保養所必要之耗材。運輸車輛及倉儲機具之使用終結的報廢及可能之廢棄物處理不納入考量；以回收處理方式之廢棄物處理亦不納入考量。

(5)名詞定義

此部分係用以定義與產品相關主要名詞及計算內容概要說明，根據公路貨運服務之內容，定義之名詞包含：營業據點、倉儲中心、轉運站、運輸車輛、貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材、營運廢棄物、其他廢棄物、常溫運輸、低溫運輸、多溫層運輸、整車貨物、零擔貨物及貨運服務量等。

(6)生命週期各階段之數據蒐集

此部分應說明生命週期各階段之一級活動數據與二級數據之蒐集項目，包含數據蒐集方法與要求、一級活動數據要求、多個供應商取得原料之處理方式、分配方法、切斷原則等內容。

針對一級活動數據蒐集方法與要求應蒐集服務階段之運作資料，包括能資源耗用量(汽油、柴油、水、電、天然氣、瓦斯等)。並可由貨運管理系統系統，統計委託貨運之起訖資料或重量推算，取得貨運服務量之數據。

二級數據可能的內容及來源，可由文件使用者或原料供應商提，同時備有具相關效性的證據，可供產品碳足跡計算結果驗證時使用的數據。當無法從原料供應商獲得二級數據時，則可使用政府公布的數據，或國際/政府認可的生命週期評估軟體資料庫進行計算相關的溫室氣體排放量。

(7)切斷及分配規則

盤查之任何單一溫室氣體源之排放貢獻占產品預期之生命週期內溫室氣體排放量≦1%者，且除使用階段外，其納入評估的排放貢獻至少應包含 95%的功能單位預期生命週期 GHG 排放量，該項溫室氣

體排放量之活動數據若不易收集，可以排除。

依據規範要求，建議優先使用實際數量、重量、加權數值等物理方法作為分配之基本參數。若無法使用物理方法則可引用其他參數(如經濟價值等)以外之實際數量，但得說明採用此參數之依據。

(8)資訊揭露方式

此部分包含內容為標籤形式、大小、揭露位置等圖文說明，另外該業者因應節能減碳所採用之特殊材料或特殊措施等額外資訊亦應於此節進行說明。

5.2 公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡簡易計算工具建置

本計畫針對公路貨運業者辦理組織型碳盤查及碳足跡計算時，可能需要載入的品項欄位、數據來源、常用係數、運算公式等項目建置簡易計算工具，由於溫室氣體盤查及碳足跡計算之範疇與使用係數不同，故建置 2 套簡易計算工具，作為後續推廣應用及業者分析計算使用。

5.2.1 溫室氣體盤查計算需求分析與表單欄位規劃

本計畫規劃公路貨運服務溫室氣體盤查計算工具架構與功能，係採用環保署溫室氣體盤查表單設計架構，並配合 105 年貨運業者調查之需求調整，規劃計算流程及表單設計示意如圖 5.2-1。排放源鑑別如 3.2.2 節表 3.2-5 所示，資料需求如表 3.2-6。溫室氣體盤查簡易計算工具詳附錄 7。

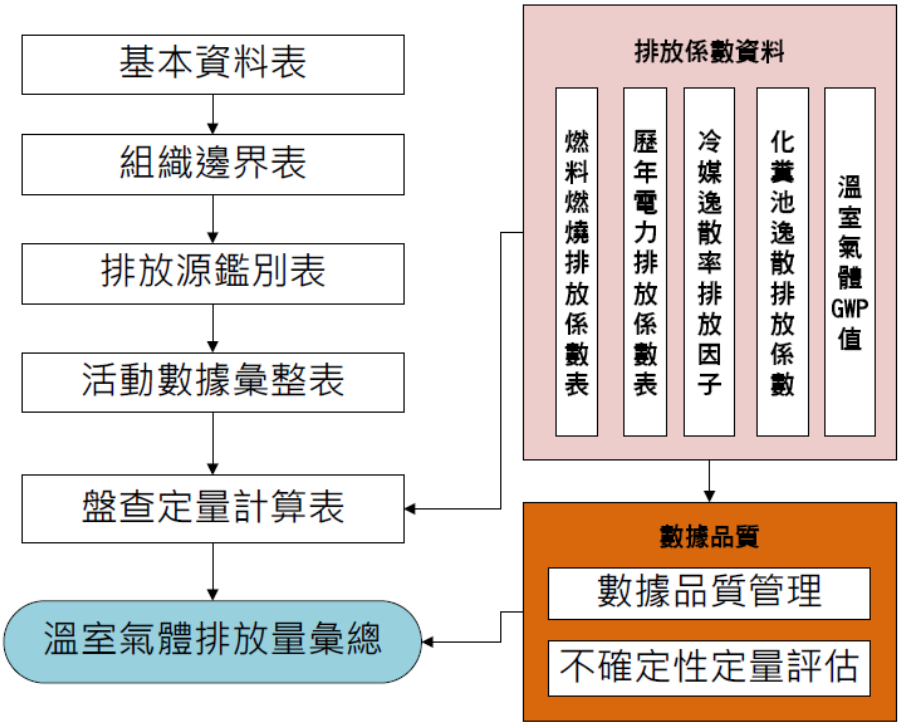


圖 5.2-1 溫室氣體盤查計算流程及表單設計規劃示意圖

計算工具主要依據環保署公告於國家溫室氣體登錄平台之溫室氣體盤查表單 2.6.2 版(105 年 3 月)進行簡化，為方便推廣業者使用，規劃採用通用的 Excel 檔格式，並整併排放係數資料於同一個 Excel 檔中。彙整溫

室氣體盤查計算工具之功能需求包括：

1.項目選擇(預設值)或自行輸入功能；

2.輸入活動量填入功能；

3.排放係數選擇(預設值)或自行輸入功能；

4.計算結果呈現功能。

各表單以及欄位如表 5.2-1 及表 5.2-2 所示。

表 5.2-1 溫室氣體盤查計算工具表單規劃

序號	表單名稱	說明
01	基本資料表	盤查年度、公司與聯絡人基本資料，查證資訊等
02	組織邊界表	總公司外涵蓋區域/扣除區域、設定方法、門檻值設定等
03	排放源鑑別表	組織邊界設定及排放源鑑別資料
04	活動數據彙整表	設備排放源活動數據數值及來源等相關資料填寫
05	盤查定量計算表	設備排放源排放係數、來源、GWP 值及排放量計算等資訊
06	數據品質管理	提供品質管理等及管控作業，主要利用活動數據、排放係數及儀器校正等項目進行數據品質分級管理評估
07	不確定性定量評估	提供不確定性定量評估作業表單，主要利用活動數據及排放係數之不確定性數值，進行清冊不確定性量化評估
08	溫室氣體排放量彙總	展現各類溫室氣體排放量、數據品質及不確定性評估結果
附 1	燃料燃燒排放係數表 (含排放係數之不確定性)	依據溫室氣體排放係數管理表(6.0.2 版本 105 年 1 月)，適用盤查年度為 2015 年(含)後之對象
附 2	歷年電力排放係數表	提供 94~104 年能源局所公佈之電力係數計算參考
附 3	冷媒逸散率排放因子	提供 IPCC 2006 年於不同設備情況下冷媒逸散之排放因子數據
附 4	化糞池逸散排放係數	提供 GHG Protocol 之化糞池係數參考
附 5	溫室氣體 GWP 值	提供 GWP 值參酌資訊(GWP 值目前採 IPCC 1995 年第二次評估報告為主)，未來配合環保署公告情形調整

表 5.2-2 溫室氣體盤查計算工具表單欄位規劃

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
01	基本資料表	盤查年度		自行填寫之欄位
		基本資料	公司名稱	自行填寫之欄位
			統一編號	自行填寫之欄位
			公司登記地址	自行填寫之欄位
			員工人數	自行填寫之欄位
			負責人姓名	自行填寫之欄位
			電子信箱	自行填寫之欄位
		聯絡資訊	姓名	自行填寫之欄位
			電話	自行填寫之欄位
			電子信箱	自行填寫之欄位
			傳真	自行填寫之欄位
			手機	自行填寫之欄位
		行業分類		下拉式選項，由使用者選擇「汽車貨運業」、「汽車貨櫃貨運業」、「汽車路線貨運業」、「其他」
		查證資訊	第三者查證	下拉式選項，由使用者選擇「是」、「否」
			查驗機構名稱	下拉式選項，由使用者選擇 經環保署認證之查驗機構名稱
02	組織邊界表	總公司外涵蓋區域		下拉式選項，由使用者選擇「營業所」、「轉運中心」、「倉儲中心」、「其他」
		總公司外涵蓋區域說明		自行填寫之欄位
		總公司內扣除區域		自行填寫之欄位
		設定方法		下拉式選項，由使用者選擇「所有權法」、「營運控制法」、「財物控制法」
		門檻值設定	顯著性門檻	自行填寫之欄位
			實質性門檻	自行填寫之欄位
			排除門檻	自行填寫之欄位
03	排放源鑑別表	排放來源	名稱	下拉式選項，由使用者選擇代入「全公司」、「營業所」、「轉運中心」、「倉儲中心」、「其他」
			其他名稱	自行填寫之欄位，名稱帶入「其他」才需填寫
			設備	下拉式選項，由使用者選擇「運輸車輛」、「緊急發電機」、「堆高機」、「空調設備」、「冷藏冷凍設備」、「污水設施/化糞池」、「消防設備」、「其他」
			其他設備	自行填寫之欄位
			種類	下拉式選項，由使用者選擇「電力」、「柴油」、「汽油」、「液化石油氣」、「天然氣」、「冷媒」、「其他」
			其他種類	自行填寫之欄位

表 5.2-2 溫室氣體盤查計算工具表單欄位規劃(續 1)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
03	排放源鑑別表	排放分類	範疇別	下拉式選項，由使用者選擇「範疇 1」、「範疇 2」、「範疇 3」
			排放型式	下拉式選項，由使用者選擇「固定」、「移動」、「逸散」、「製程」
		可能產生溫室氣體種類	CO_2	下拉式選項，由使用者選擇「∨」、「空白」
			CH_4	
			N_2O	
			HFC_S	
			PFC_S	
			SF_6	
			NF_3	
		備註		自行填寫之欄位
04	活動數據彙整表	排放來源	名稱	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			其他名稱	
			設備	
			其他設備	
			種類	
			其他種類	
			範疇別	
			排放型式	
		年活動數據資訊	活動數據	自行填寫之欄位
			活動數據單位	下拉式選項，由使用者選擇「公升」、「公秉」、公斤」、「公噸」、「度電」、「立方公尺」、「其他」
			其他活動數據單位	自行填寫之欄位
		數據管理	表單來源	自行填寫之欄位
			保存單位	自行填寫之欄位
			活動數據種類	下拉式選項，由使用者選擇「量測值」、「財務會計資料」、「推估值」
		備註		自行填寫之欄位
05	盤查定量計算表	排放來源	名稱	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			其他名稱	
			設備	
			其他設備	
			種類	
			其他種類	
		排放來源	範疇別	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			排放型式	

表 5.2-2 溫室氣體盤查計算工具表單欄位規劃(續 2)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
05	盤查定量計算表	活動數據	活動數據	由 04 活動數據彙整表自動產生，使用者無需填寫
			活動數據單位	
		排放係數	溫室氣體種類	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			係數類型	下拉式選項，由使用者選擇「預設」、「自訂」
			預設排放係數	係數類型欄位選擇「預設」則本欄位參照附 1 燃料燃燒排放係數表自動產生，使用者無需填寫
			預設係數來源	
			自訂排放係數	係數類型欄位選擇「自訂」則須自行填寫
			自訂係數來源	
			係數單位	係數類型欄位選擇「預設」則本欄位自動產生排放係數，係數類型欄位選擇「自訂」則須自行填寫
			係數種類	下拉式選項，由使用者選擇「量測/質能平衡所得係數」、「同製程/設備經驗係數」、「製造廠提供係數」、「區域排放係數」、「國家排放係數」、「國際排放係數」
		排放量	排放量	本欄位自動產生數值
			GWP	
			CO_2排放當量	
			單一排放源排放當量小計	
			單一排放源占排放總量比	
06	數據品質管理	排放來源	名稱	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			其他名稱	
			設備	
			其他設備	
			種類	
			其他種類	
		等級	活動數據種類等級	由 04 活動數據彙整表自動產生，使用者無需填寫「量測值=1」、「財務會計資料=2」、「推估值=3」
			活動數據可信種類	下拉式選項，由使用者選擇「有進行外部校正或有多組數據茲佐證者」、「有進行內部校正或經過會計簽證等証明者」、「未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者」

表 5.2-2 溫室氣體盤查計算工具表單欄位規劃(續 3)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
06	數據品質管理	等級	活動數據可信等級	由 04 活動數據彙整表自動產生，使用者無需填寫「有進行外部校正或有多組數據茲佐證者=1」、「有進行內部校正或經過會計簽證等証明者=2」、「未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者=3」
			排放係數種類等級	由 05 盤查定量計算表自動產生，使用者無需填寫「量測/質能平衡所得係數=1」、「同製程/設備經驗係數=1」、「製造廠提供係數=2」、「區域排放係數=2」、「國家排放係數=3」、「國際排放係數=3」
			單一排放源數據誤差等級	由 06 數據品質管理表自動產生，使用者無需填寫 「活動數據可信種類」×「活動數據可信等級」×「排放係數種類等級」
			單一排放源占排放總量比	由 05 盤查定量計算表自動產生，使用者無需填寫
			評分區間範圍	由 06 數據品質管理表自動產生，使用者無需填寫
			排放量占比加權平均	
07	不確定性定量評估	排放來源	名稱	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			其他名稱	
			設備	
			其他設備	
			種類	
			其他種類	
		活動數據不確定性	95%信賴區間之下限	自行填寫之欄位
			95%信賴區間之上限	
			數據來源	
		排放係數不確定性	溫室氣體種類	由 03 排放源鑑別表欄位自動產生，使用者無需填寫
			排放量	由 05 盤查定量計算表自動產生，使用者無需填寫
			95%信賴區間之下限	由 05 盤查定量計算表與附 1 燃料燃燒排放係數表自動產生，使用者無需填寫

表 5.2-2 溫室氣體盤查計算工具表單欄位規劃(續 4)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
08	溫室氣體排放量彙總	排放係數不確定性	95%信賴區間之上限	由 05 盤查定量計算表與附 1 燃料燃燒排放係數表自動產生，使用者無需填寫
			數據來源	
		單一排放源不確定性	95%信賴區間之下限	由 07 不確定性定量評估自動產生，使用者無需填寫
			95%信賴區間之上限	
		7 種溫室氣體排放量統計表		由 05 盤查定量計算表自動產生，使用者無需填寫
		範疇一 7 種溫室氣體排放量統計表		
		溫室氣體範疇別及範疇一排放形式排放量統計表		
		溫室氣體數據等級評分結果		
		溫室氣體不確定性量化評估結果		

5.2.2 碳足跡各階段計算需求分析與表單規劃

本年度規劃公路貨運服務碳足跡計算工具架構與功能時，依據第一年度碳足跡各階段計算表單設計結果，並搭配第二年度配合調查業者之需求調整，規劃計算流程及表單設計示意如圖 5.2-2。碳足跡簡易計算工具詳附錄 8。

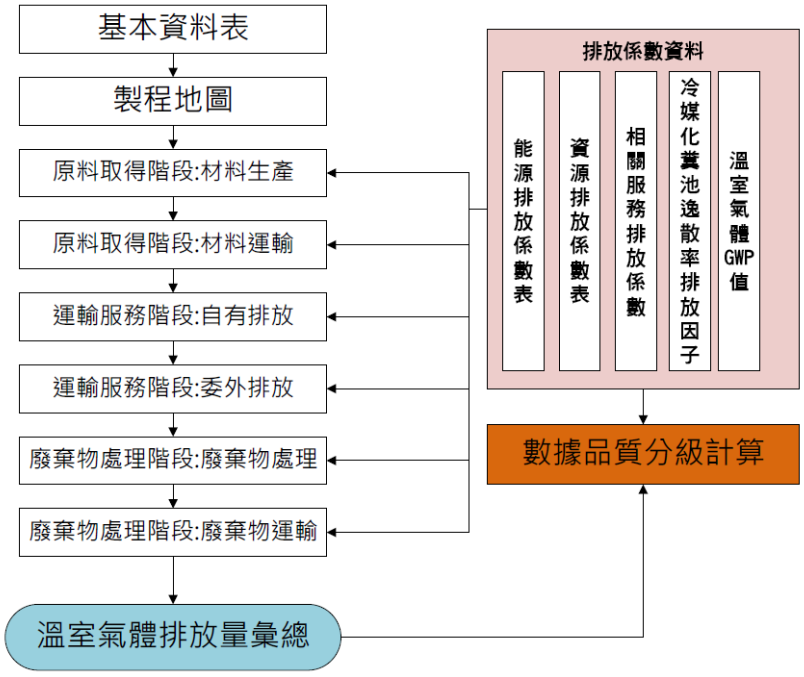


圖 5.2-2 碳足跡計算工具及表單設計流程規劃示意圖

碳足跡計算工具為方便推廣業者使用，採用通用的 Excel 檔格式，並整併排放係數資料於同一個 Excel 檔中。彙整碳足跡計算工具之功能需求包括：

1.項目選擇(預設值)或自行輸入功能；

2.輸入活動量填入功能；

3.排放係數選擇輸入功能；

4.計算結果呈現功能。

各表單以及欄位如表 5.2-3 及表 5.2-4 所示。

表 5.2-3 碳足跡計算工具表單規劃

序號	表單名稱	說明
01	基本資料表	調查年度、公司與聯絡人基本資料，查證資訊等
02	製程地圖	以流程圖形式分為原料取得階段、貨運服務階段、廢棄物處理階段說明公路貨運服務之流程。
03	原料取得階段：材料生產	各項耗材之材料使用量、排放係數、來源及排放量計算等資訊。
04	原料取得階段：材料運輸	各項耗材之材料運輸活動量、排放係數、來源及排放量計算等資訊。
05	運輸服務階段：自有排放	運輸服務階段之自有營業場所、車輛之能資源使用量、排放係數、來源、GWP 值及排放量計算等資訊。
06	運輸服務階段：委外排放	運輸服務階段委託其他業者車輛之能資源使用量、排放係數、來源及排放量計算等資訊。
07	廢棄物處理階段：廢棄物處理	各項耗材之廢棄物處理量、排放係數、來源及排放量計算等資訊。
08	廢棄物處理階段：廢棄物運輸	各項耗材之廢棄物運輸量、排放係數、來源及排放量計算等資訊。
09	溫室氣體排放量彙總	展現各階段溫室氣體排放總量，以及每宣告單位溫室氣體排放量
10	數據品質分級計算	以數據品質指標系譜矩陣進行數據品質評估
附 1	能源排放係數表	提供我國產品碳足跡計算服務平台內歷年電力、汽/柴油、天然氣等能源相關排放係數。
附 2	資源排放係數表	提供我國產品碳足跡計算服務平台內包裝材料、車輛保養耗材、水等資源相關排放係數，國內尚未建置則提供其他商用資料庫排放係數。
附 3	相關服務排放係數表	提供我國產品碳足跡計算服務平台內廢棄物清除處理、廢水之處理排放、運輸服務等相關服務排放係數。
附 4	冷媒化糞池逸散率排放因子	提供 IPCC2006 年於不同設備情況下冷媒逸散之排放因子數據與 GHG Protocol 之化糞池係數參考。
附 5	溫室氣體 GWP 值	參酌 2007 年第四次評估報告提供各項溫室氣體排放，包括冷媒之 GWP 值。

表 5.2-4 碳足跡計算工具表單欄位規劃

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
01	基本資料表	調查年度		自行填寫之欄位
		基本資料	公司名稱	自行填寫之欄位
			統一編號	自行填寫之欄位
			公司登記地址	自行填寫之欄位
			員工人數	自行填寫之欄位
			負責人姓名	自行填寫之欄位
			電子信箱	自行填寫之欄位
		聯絡資訊	姓名	自行填寫之欄位
			電話	自行填寫之欄位
			電子信箱	自行填寫之欄位
			傳真	自行填寫之欄位
			手機	自行填寫之欄位
		行業分類		下拉式選項，由使用者選擇「汽車貨運業」、「汽車貨櫃貨運業」、「汽車路線貨運業」、「其他」。
		調查年度貨運服務量		自行填寫之欄位，依據整車運輸、零擔運輸形式統計低溫/常溫/多溫層之調查年度貨運服務量。
		查證資訊	第三者查證	下拉式選項，由使用者選擇「是」、「否」。
			查驗機構名稱	下拉式選項，由使用者選擇經環保署認證之查驗機構名稱
02	製程地圖	原料取得階段		提供「汽車貨運業」、「汽車貨櫃貨運業」、「汽車路線貨運業」不同類型之圖示供使用者選擇，亦可依據實際情形自行繪製。
		貨運服務階段		
		廢棄物處理階段		
03	原料取得階段：材料生產	原物料名稱		自行填寫之欄位
		類型		下拉式選項，由使用者選擇「貨物包裝耗材」、「車輛保養耗材」、「貨運服務耗材」
		活動強度	原始使用量	自行填寫之欄位
			原始單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「其他」。
			其他單位	自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
			資料來源	下拉式選項，由使用者選擇「採購單據」、「供應商統計」、「其他」。
			其他資料來源	自行填寫之欄位，資料來源「其他」才需填寫
			轉換使用量	自行填寫之欄位，配合排放係數單位進行轉換，不轉換則預設與原始使用量
			轉換單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「其他」。
			其他轉換單位	自行填寫之欄位，轉換單位「其他」才需填寫

表 5.2-4 碳足跡計算工具表單欄位規劃(續 1)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
03	原料取得階段：材料生產	排放係數	數值	自行填寫之欄位，使用者可查詢附 2 資源排放係數表
			單位	
			資料來源	
		碳排放量	單一項目總量	自動產生，使用者無需填寫。
			分配比例	自行填寫之欄位，依據使用者計算需求填入。
			分配後排放量	自動產生，使用者無需填寫。
			階段排放總量	
04	原料取得階段：材料運輸	活動強度	原始使用量	由 03 原料取得階段：材料生產，自動產生，使用者無需填寫。
			原始單位	
			其他單位	
			轉換使用量	自行填寫之欄位，配合排放係數單位進行轉換，不轉換則預設與原始使用量
			轉換單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「其他」。
			其他轉換單位	自行填寫之欄位，轉換單位「其他」才需填寫
			載貨運輸距離	自行填寫之欄位。
			空車運輸距離	自行填寫之欄位。
			總運輸距離	自動產生，使用者無需填寫。
			距離單位	下拉式選項，由使用者選擇「公里」、「其他」。
			其他距離單位	自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
			起訖點說明	自行填寫之欄位
			載具	下拉式選項，由使用者選擇「營業小貨車」、「自用小貨車」、「營業大貨車」、「自用大貨車」。
			載具噸數	自行填寫之欄位(運輸車輛總重)。
			資料來源	自行填寫之欄位。
		排放係數	數值	自行填寫之欄位，使用者可查詢附 3 相關服務排放係數表。
			單位	
			資料來源	
		碳排放量	單一項目總量	自動產生，使用者無需填寫。
			分配比例	自行填寫之欄位，依據使用者計算需求填入。
			分配後排放量	自動產生，使用者無需填寫。
			階段排放總量	

表 5.2-4 碳足跡計算工具表單欄位規劃(續 2)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
05	運輸服務階段：自有排放	排放源	名稱	下拉式選項，由使用者選擇代入「全公司」、「營業所」、「轉運中心」、「倉儲中心」、「其他」
			其他名稱	自行填寫之欄位，名稱帶入「其他」才需填寫
			設備	下拉式選項，由使用者選擇「運輸車輛」、「緊急發電機」、「堆高機」、「空調設備」、「冷藏冷凍設備」、「污水設施/化糞池」、「消防設備」、「其他」
			其他設備	自行填寫之欄位
			種類	下拉式選項，由使用者選擇「電力」、「柴油」、「汽油」、「液化石油氣」、「天然氣」、「冷媒」、「其他」
			其他種類	自行填寫之欄位
			屬性	下拉式選項，由使用者選擇「能源」、「資源」
		活動強度	原始使用量	自行填寫之欄位
			原始單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「公升」、「公秉」、「立方公尺」、「度電」、「度水」、「其他」。
			其他單位	自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
			資料來源	下拉式選項，由使用者選擇「採購單據」、「供應商統計」、「其他」。
			其他資料來源	自行填寫之欄位，資料來源「其他」才需填寫
			轉換使用量	自行填寫之欄位，配合排放係數單位進行轉換，不轉換則預設與原始使用量
			轉換單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「其他」。
			其他轉換單位	自行填寫之欄位，轉換單位「其他」才需填寫
		排放係數	數值	自行填寫之欄位，使用者可查詢附 1 能源排放係數表與附 2 資源排放係數表。
			單位	
			資料來源	
		碳排放量	單一項目總量	自動產生，使用者無需填寫。
			分配比例	自行填寫之欄位，依據使用者計算需求填入。
			分配後排放量	自動產生，使用者無需填寫。
			階段排放總量	
06	運輸服務階段：委外排放	活動強度	運輸服務形式	下拉式選項，由使用者選擇「低溫」、「常溫」、「多溫層」、「其他」。
			其他運輸服務形式	自行填寫之欄位，運輸服務形式「其他」才需填寫
			載具	下拉式選項，由使用者選擇「營業小貨車」、「自用小貨車」、「營業大貨車」、「自用大貨車」。

表 5.2-4 碳足跡計算工具表單欄位規劃(續 3)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
06	運輸服務階段：委外排放	活動強度	委託運輸車輛噸數	自行填寫之欄位(運輸車輛總重)。
			載貨運輸距離	自行填寫之欄位。
			空車運輸距離	自行填寫之欄位。
			總運輸距離	自動產生，使用者無需填寫。
			距離單位	下拉式選項，由使用者選擇「公里」、「其他」。
			其他距離單位	自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
		排放係數	數值	自行填寫之欄位，使用者可查詢附 3 相關服務排放係數表。
			單位	
			資料來源	
		碳排放量	單一項目總量	自動產生，使用者無需填寫。
			分配比例	自行填寫之欄位，依據使用者計算需求填入。
			分配後排放量	自動產生，使用者無需填寫。
			階段排放總量	
07	廢棄物處理階段：廢棄物處理	假設情境		自行填入公司廢棄物處理之方式。
		廢棄物名稱		下拉式選項，由使用者選擇「營運廢棄物」、「廢水」、「車輛保養耗材-廢輪胎」、「車輛保養耗材-廢機油」、「其他廢棄物-貨運包裝耗材」、「其他」。
		其他廢棄物名稱		自行填寫之欄位，廢棄物名稱「其他」才需填寫
		處理方法		下拉式選項，由使用者選擇「焚化」、「掩埋」、「回收」、「廢水處理」、「其他」。
		其他處理方法名稱		自行填寫之欄位，處理方法「其他」才需填寫
		活動強度	處理量	自行填寫之欄位
			單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「立方公尺」、「其他」。
			其他單位	自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
			資料來源	自行填寫之欄位
			轉換處理量	自行填寫之欄位，配合排放係數單位進行轉換，不轉換則預設與原始使用量
			轉換單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「其他」。
			其他轉換單位	自行填寫之欄位，轉換單位「其他」才需填寫
		排放係數	數值	自行填寫之欄位，使用者可查詢附 3 相關服務排放係數表。
			單位	
			資料來源	
		碳排放量	單一項目總量	自動產生，使用者無需填寫。
			分配比例	自行填寫之欄位，依據使用者計算需求填入。
			分配後排放量	自動產生，使用者無需填寫。
			階段排放總量	

表 5.2-4 碳足跡計算工具表單欄位規劃(續 4)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
08	廢棄物處理階段：廢棄物運輸	廢棄物名稱		由 07 廢棄物處理階段：廢棄物處理，自動產生，使用者無需填寫。 自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
		其他廢棄物名稱		
		其他單位		
		活動強度	轉換使用量	自行填寫之欄位，配合排放係數單位進行轉換，不轉換則預設與原始使用量
			轉換單位	下拉式選項，由使用者選擇「公斤」、「公噸」、「其他」。
			其他轉換單位	自行填寫之欄位，轉換單位「其他」才需填寫
			載貨運輸距離	自行填寫之欄位。
			空車運輸距離	自行填寫之欄位。
			總運輸距離	自動產生，使用者無需填寫。
			距離單位	下拉式選項，由使用者選擇「公里」、「其他」。
			其他距離單位	自行填寫之欄位，單位「其他」才需填寫
			起訖點說明	自行填寫之欄位
			載具	下拉式選項，由使用者選擇「營業小貨車」、「自用小貨車」、「營業大貨車」、「自用大貨車」。
			載具噸數	自行填寫之欄位(運輸車輛總重)。
			資料來源	自行填寫之欄位。
		排放係數	數值	自行填寫之欄位，使用者可查詢附 3 相關服務排放係數表。
			單位	
			資料來源	
		碳排放量	單一項目總量	自動產生，使用者無需填寫。
			分配比例	自行填寫之欄位，依據使用者計算需求填入。
			分配後排放量	自動產生，使用者無需填寫。
			階段排放總量	
09	溫室氣體排放量彙總	生命週期階段		自動產生，使用者無需填寫。
		各階段排放總量碳排放量		
		調查年度貨運服務量		
		單位服務貨運服務碳足跡		
10	數據品質分級計算	排放源	名稱	由 05 運輸服務階段：自有排放自動產生，06 運輸服務階段：委外排放自動產生，使用者無需填寫。
			其他名稱	
			設備	
			其他設備	
			種類	
			其他種類	
			屬性	
			排放量	
			排放量佔比	

表 5.2-4 碳足跡計算工具表單欄位規劃(續 5)

序號	表單名稱	欄位		欄位設定
10	數據品質分級計算	活動數據	可靠性	下拉式選項，由使用者選擇「1」、「2」、「3」、「4」、「5」。
			完整性	
			盤查時間	
			投入/產出之來源或去向	
			技術相關性	
		排放係數	可靠性	下拉式選項，由使用者選擇「1」、「2」、「3」、「4」、「5」。
			完整性	
			數據涵蓋期間	
			涵蓋之地理範圍	
			數據涵蓋之技術範圍	
		數據品質分級計算		自動產生，使用者無需填寫。

5.3 研究成果發表及推廣情形

5.3.1 「2016 年永續性產品與產業管理研討會」發表

本計畫研究成果以「台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究」為題，於 105 年 3 月 19 日「2016 年永續性產品與產業管理研討會」中發表，該研討會議程、論文、發表證明等文件詳附錄 10。

5.3.2 臺北國際發明暨技術交易展能源國家型計畫成果發表

本計畫研究成果以「綠色物流的現況與展望-台灣宅配通取得 PAS2050 碳足跡查證聲明經驗分享」為題，於 105 年 9 月 30 日能源國家型計畫成果發表，當天活動情形如表 5.3-1 所示，該發表簡報資料詳附錄 11。

表 5.3-1 臺北國際發明暨技術交易展之能源國家型計畫成果發表

日期/時間	活動	主持人
09:30 ~ 10:30	展覽	
10:30 ~ 10:50	主軸活動:綠色物流的現況與展望-台灣宅配通取得 PAS2050 碳足跡查證聲明經驗分享	台灣宅配通股份有限公司　劉世昌協理
10:50 ~ 11:10	主軸活動：我國智慧型運輸系統車路整合應用研究	鼎漢國際工程顧問股份有限公司　李永駿協理
11:10 ~ 11:30	主軸活動：製造業面對氣候變遷應有之調適作為	台灣綠色生產力基金會 林群燁專案經理
11:30 ~11:50	主軸活動：製造業節能減碳實務	台灣產業服務基金會 馬勝雄協理
11:50 ~ 12:10	主軸活動：綠能變黃金	台灣 ESCO 協會 陳輝俊理事長

5.3.3 成果發表會辦理

為能展現計畫 2 年研究成果，及收集各界之意見，辦理 1 場次成果發表會，執行情說明如下：

1.邀請對象

包含我國、溫室氣體主管機關環保署代表、學術界代表、公路貨運相關公會與國內貨運業者、與溫室氣體管制研究領域相關之人士、溫室氣體查驗機構代表、通過我國碳/減碳標籤廠商及物流設備廠商。

2.辦理時間與地點

於 105 年 11 月 11 日在本所 B1 國際會議廳辦理。

3.會議辦理情形

成果發表會議程及辦理情形如表 5.3-2 及圖 5.3-1 所示，包括表揚貨運業者及進行專題演講與計畫成果報告。本計畫第一年度配合執行單位，A 公司已於 105 年 1 月間依據環保署「產品與服務碳足跡計算指引」與「產品與服務碳足跡查證技術指引」取得碳足跡查證聲明，並依據公路貨運服務產品類別規則正式通過後申請國內碳標籤。

表 5.3-2 成果發表會議程

時間	內容	說明
09:00-09:20	報到	與會來賓簽到及領取資料
09:20-09:40	致詞	交通部運輸研究所 行政院環境保護署
09:40-09:50	頒發感謝狀及合影	
09:50-10:10	國內外碳足跡制度與ISO/TS 14067發展現況	臺北科技大學環境工程與管理所 胡憲倫教授
10:10-10:30	現代科技在冷鏈物流產業上的應用	工業技術研究院服務系統科技中心 郭儒家副主任
10:30-10:50	休息時間	
10:50-11:10	我國公路貨運服務碳足跡評估之方法與公用係數調查成果	中興工程顧問股份有限公司
11:10-11:30	台灣宅配通取得碳足跡查證聲明經驗分享	台灣宅配通股份有限公司
11:30-12:30	綜合討論	

圖 5.3-1 成果發表會辦理情形

4.問卷調查

本次成果發表會並配合發放問卷調查貨運業者與與會人士意見，以作為未來政策推動與研擬之參考，問卷內容如表 5.3-3 所示，主要詢問因應未來溫室氣體管制，業者需要主管機關提供之協助，以作為未來施政工作之參考。本研討會共回收有效問卷 36 份，其身分類型比例如圖 5.3-2 所示。

表 5.3-3 成果發表會問卷內容

大項問題	細項問題
一、知道取得碳標籤之產品與服務可納入政府機關優先採購範圍?	
二、身分類型	
三、因應未來溫室氣體管制，您認為主管機關協助下列事項之需求	
3.1 提供節能減碳相關法規動態訊息	(1)建立資訊平台提供業者使用 (2)主動訊息通知業者 (3)定期辦理最新法規動態說明會
3.2 溫室氣體盤查工作技術輔導協助	(1)建立計算平台提供業者使用 (2)專案計畫協助盤查瞭解排碳 (3)辦理溫室氣體盤查人員訓練課程
3.3 申請環保署碳標籤技術輔導協助	(1)環保署碳標籤申請輔導 (2)申請碳標籤相關費用補助 (3)提供平台揭露碳標籤業者供企業查詢
3.4 車輛、廠房節能技術輔導協助	(1)成立輔導團提供減碳輔導診斷 (2)建立減碳技術平台提供業者參考 (3)定期辦理績優減碳單位觀摩 (4)辦理溫室氣體減量訓練課程
3.5 法規與補助配套措施	(1)提供節能設備汰換補助 (2)提供老舊車輛汰換補助 (3)提供設備/車輛汰換低利貸款 (4)低污染車輛之牌照稅、燃料稅減免 (5)貨車停車臨時停放配套 (6)提供公有貨物轉運中心降低建置成本
四、選擇貨物運送貨品時，是否會優先選擇具有碳標籤的貨運業者	
五、您認為電子購物平台提供消費者自行選擇貨運業者，是否能提升業者之碳管理意願	

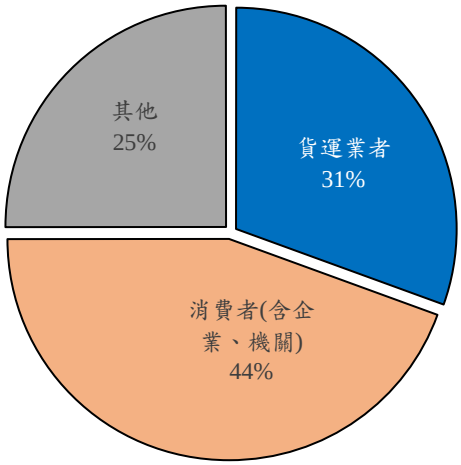


圖 5.3-2 問卷調查身分類型統計

(1)問卷調查結果

A.碳標籤推廣效益之調查

由圖 5.3-3 知道取得碳標籤之產品與服務可納入政府機關優先採購範圍顯示，貨運業者僅 36%得知此訊息，低於消費者 68%。顯示應強化相關訊息之布達，以提升業者自主進行溫室氣體管理之動機。

B.業者需要主管機關提供之協助

由圖 5.3-4 因應未來溫室氣體管制需主管機關協助事項顯示，5 個協助項目之中度需求以上皆占 80%；業者亟需主管機關協助之項目以車輛、廠房節能技術輔導協助之需求最高(高度需求占 73%)，其次為申請環保署碳標籤技術輔導及推動法規與補助配套措施次之占 64% 。

由細項需求項目之問卷結果顯示(圖 5.3-5~圖 5.3-9)，業者亟需主管機關執行專案計畫協助排碳掌握(圖 5.3-6)、提供減碳輔導診斷(圖 5.3-8)及溫管法相關訊息主動通知(圖 5.3-5)。

對於經濟協助項目則包含了低污染車輛之牌照稅/燃料稅減免、提供老舊車輛汰換補助為最高(圖 5.3-9)，提供節能設備汰換補助(圖 5.3-9)、申請碳標籤相關費用補助(圖 5.3-7)次之。由於車輛、設備及碳標籤之補助，分屬不同單位，後續可建立平台以利業者申請相關

補助。

C.低碳貨運

由圖 5.3-10 及圖 5.3-11 可看出，對於貨物運送優先選擇具有碳標籤的貨運業者執行，及推動電子購物平台提供消費者自行選擇貨運業者提升業者碳管理兩項議題，持肯定態度之比例高，且消費者比業者更具信心。由於消費者對於低碳消費有一定之認同，對於業者未來長期推動低碳貨運工作將有正面效益。

(2)未來貨運節能減碳工作優先順序建議

由問卷結果顯示，建議未來貨運節能減碳工作優先順序如下:

- 推動專案計畫協助貨運業者盤查溫室氣體排放
- 辦理節能減碳輔導團，提供業者減碳建議；並建立節能減碳平台，提供業者減碳訊息，及相關補助資訊。
- 協助業者申請碳標籤，以做為長期推動低碳貨運之依據

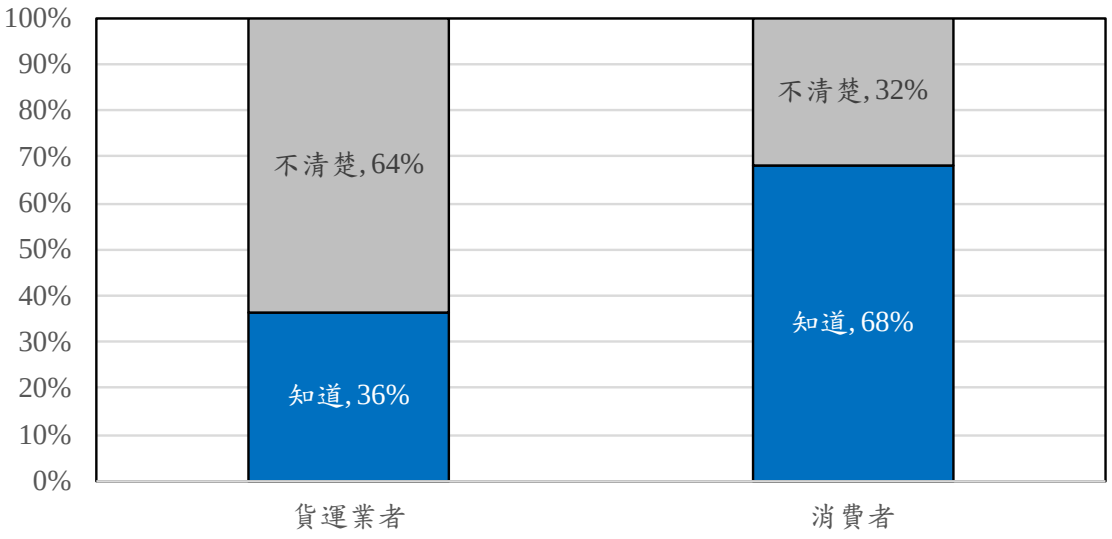


圖 5.3-3 知道取得碳標籤之產品與服務可納入政府機關優先採購範圍

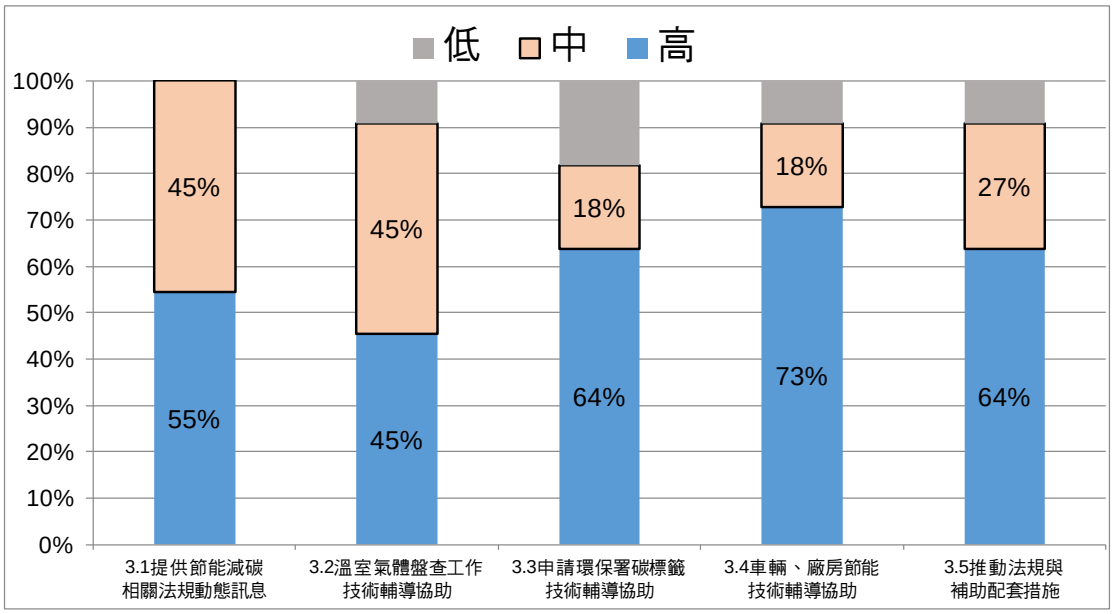


圖 5.3-4 因應未來溫室氣體管制需主管機關協助事項

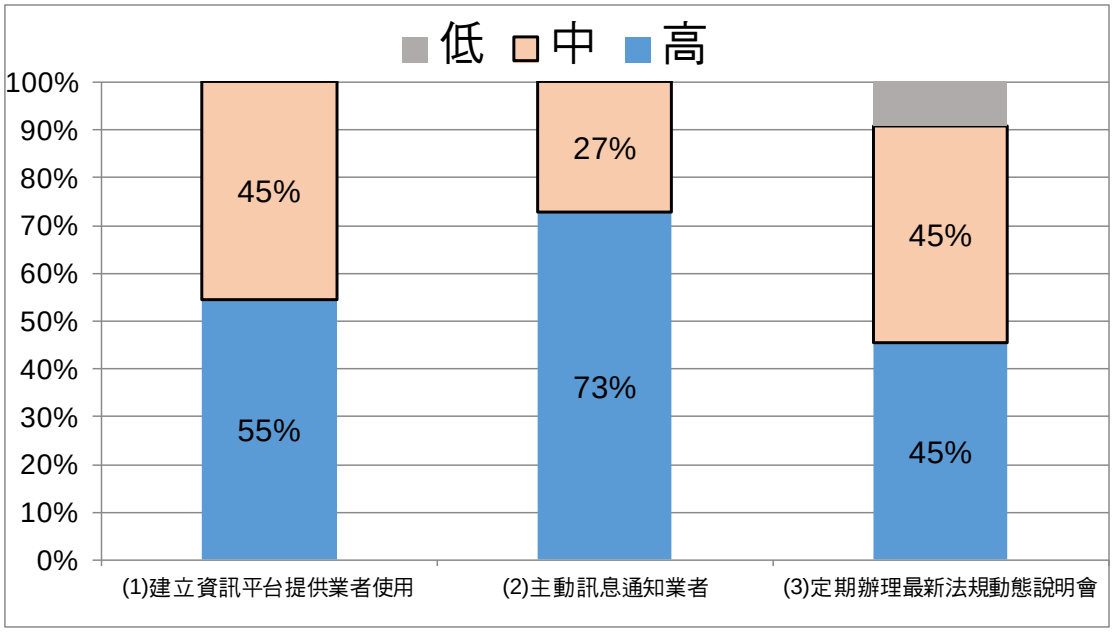


圖 5.3-5 提供節能減碳相關法規動態訊息細項需求

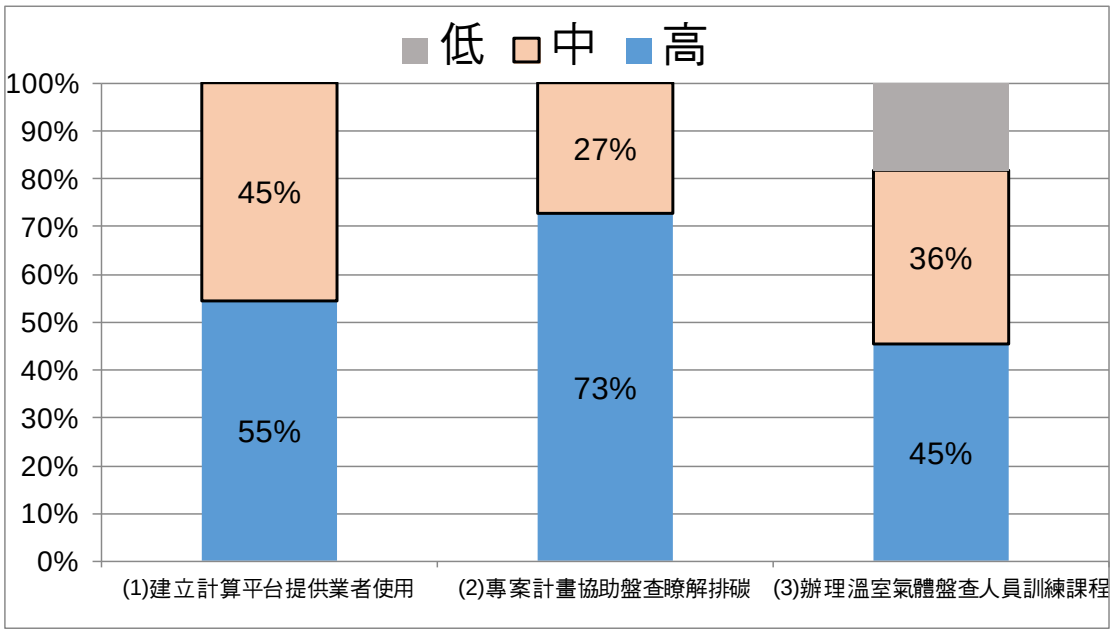


圖 5.3-6 溫室氣體盤查工作技術輔導協助細項需求

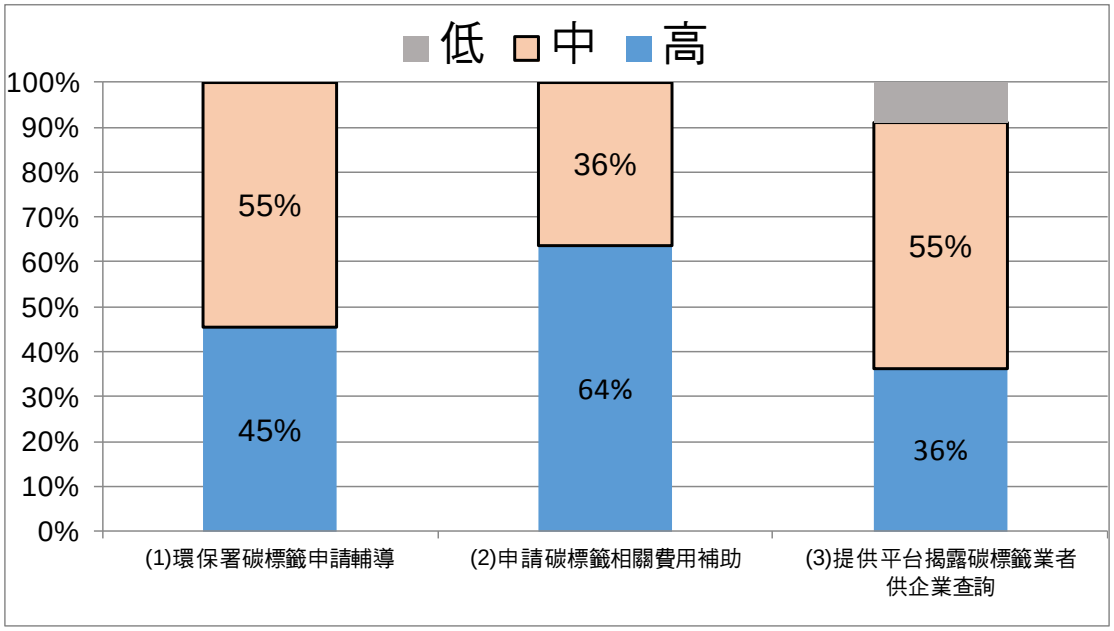


圖 5.3-7 申請環保署碳標籤技術輔導協助細項需求

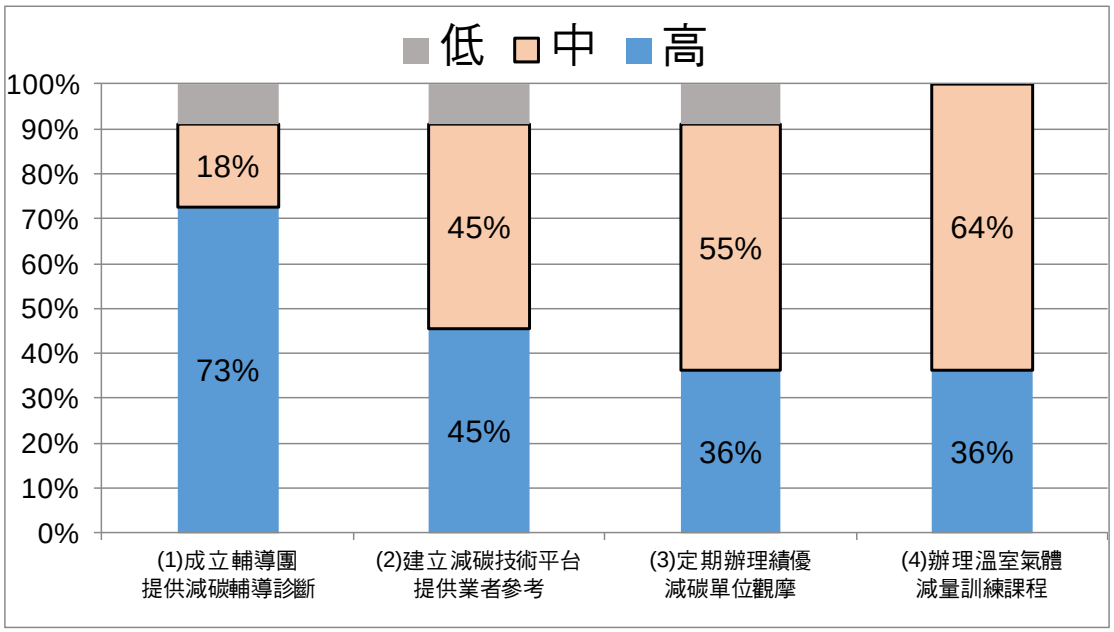


圖 5.3-8 車輛、廠房節能技術輔導協助細項需求

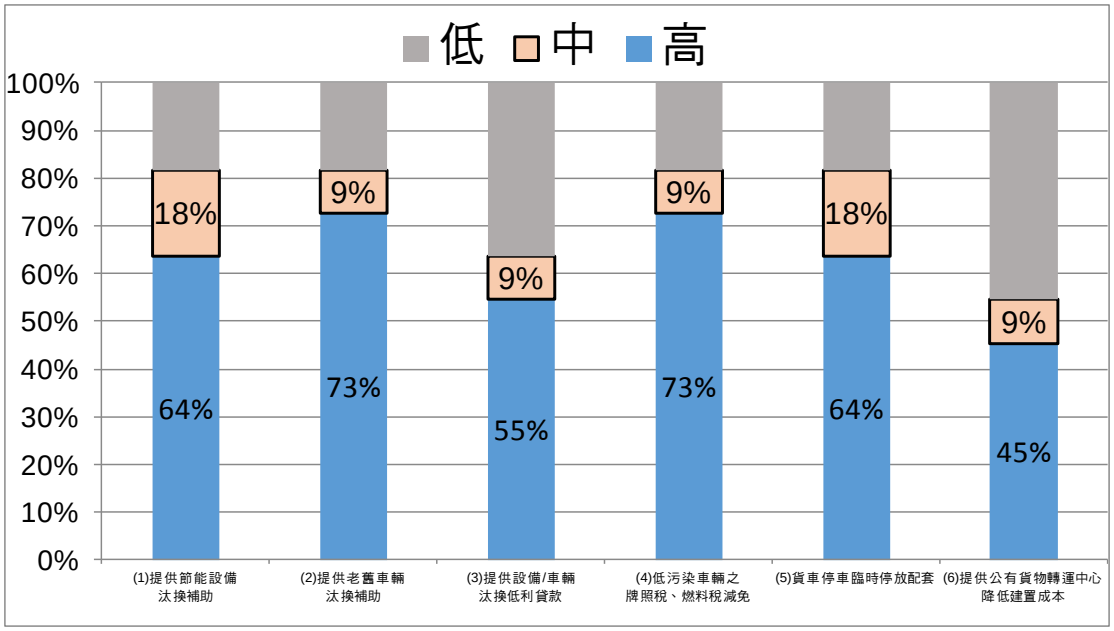


圖 5.3-9 法規與補助配套措施細項需求

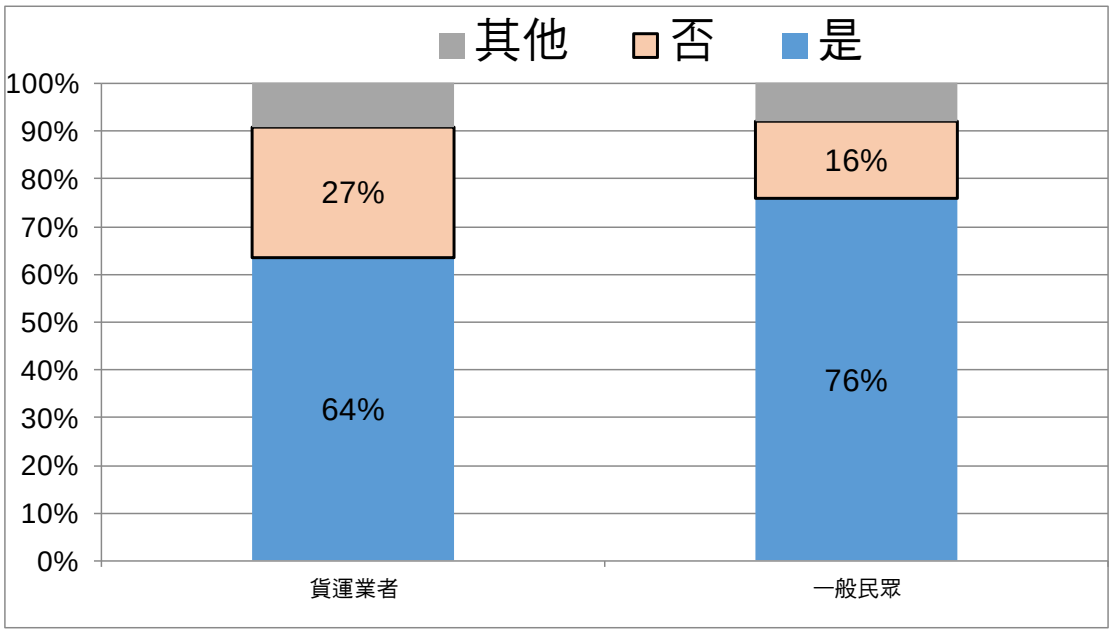


圖 5.3-10 貨物運送貨品時優先選擇具有碳標籤的貨運業者執行

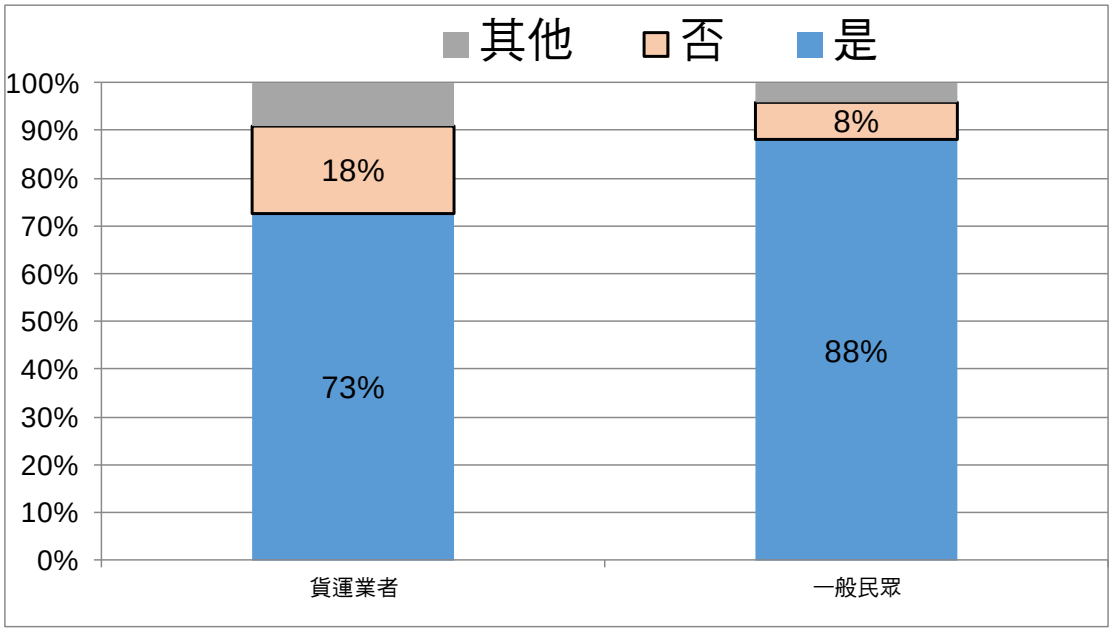


圖 5.3-11 電子購物平台提供消費者自行選擇貨運業者提升業者之碳管理

5.4 小結

本計畫完成「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」，並於 105 年 9 月 14 日經行政院環境保護署公告審議通過，其中台灣宅配通刻依該 CFP-PCR 向環保署申請碳標籤，將有助公路貨運業者及相關產業投入節能減碳之工作。

此外，本計畫建置之公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具，未來公路貨運業者辦理組織型碳盤查及碳足跡計算時，可以針對需要載入的品項欄位、數據來源、常用係數、運算公式等項目，逐一檢視填入計算，可減少推動碳管理之困難點。

本計畫推動過程，透過研討會論文發表、國際展覽場合適時將研究成果曝光，同時於 105 年 11 月 11 日在本所國際會議廳辦理「公路貨運服務碳足跡成果發表會」，除表揚公路貨運業者配合計畫進行公路貨運服務碳足跡調查外，並辦理專題演講及經驗分享，產、官、學界約有 100 人響應參與，以推廣本計畫成果應用。

第六章 結論與建議

本計畫為 2 年期之研究，旨在蒐集及建置我國公路貨運服務碳足跡公用係數資料庫，並藉由計畫執行過程，建立公路貨運服務溫室氣體盤查方法及程序，以提供作為交通部或其它相關部會制定節能減碳策略之參考。第 1 年期(104 年)已完成國內外碳足跡之相關文獻蒐集、公路貨運服務溫室氣體盤查作業及手冊擬訂、公路貨運服務碳足跡調查，以及「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」研擬等工作。105 年度持續蒐集、彙整及調查相關資料，並建置簡易計算工具，以使研究成果更完整，且利於推廣溫室氣體減量工作，同時本計畫更於 105 年 9 月 14 日完成「公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)」並經行政院環境保護署公告審議通過，此外，亦完成 10 組公路貨運服務碳足跡公用係數，以及溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具建置，並透過成果發表會等活動進行成果露出。

茲針對本計畫結論與建議彙整於第 6.1 及 6.2 節，分述如後。

6.1 結論

1.公路貨運溫室氣體盤查結果

本計畫篩選營業大貨車與小貨車自有車隊總數超過 450 輛之貨運業者，依據行政院環保署編訂之「溫室氣體盤查與登錄指引」進行溫室氣體盤查，104 年盤查之 2 家業者車隊規模合計約 3,300 輛，105 年累計 4 家業者共 7,180 輛。

彙整 2 年度共 4 家業者配合溫室氣體盤查結果顯示，各公司整體排放量與自有車輛規模相關，其中 B、C 兩間公司之自有車輛以大貨車為主，A、D 兩間公司之自有車輛以小貨車為主。分析 4 家業者之年度溫室氣體排放範疇顯示，直接排放(範疇一)占比在 67~74%之間，用電之間接能源排放(範疇二)占比在 26~33%之間，由於 4 家業者的營業所遍布各縣市，營業所用電產生的溫室氣體排放亦須受到重視。

比較 2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源依據，各公司車輛燃料

燃燒排放情形顯示，以D公司車輛燃料燃燒排放量最高，應與其車輛全面採用多溫層小貨車有關；B公司車輛以大貨車為主，低溫與常溫車輛分流管理。B公司與D公司的運輸車輛直接燃燒溫室氣體排放量均已超過2.5 萬公噸CO_2e，業者應評估後續因應法規要求之申報作業。

本計畫完成溫室氣體盤查後，研提貨運業者可執行之溫室氣體減量建議，以D公司每年運輸車輛汰換 10%，以符合車輛容許耗用能源標準之減碳效益達 554.3 公噸CO_2e/年，導入電動車輛之減量效益為 1,910.4 公噸CO_2e/年。另以A公司之一處中型營業所為例，評估照明設備汰換之減碳效益每年可達 11.5 公噸CO_2e/年。

2.公路貨運服務碳足跡調查結果及數據品質查核

本計畫依據環保署 2010 年公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行 2 年度共 4 家業者之碳足跡調查及數據品質查核，相關成果說明如下。

(1)常溫運輸

常溫運輸之碳足跡介於 0.31~1.39 kgCO_2e/噸公里，其中B、C兩間公司營運型式較為相近，自有運輸車輛以營業大貨車為主。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡介於 0.04~0.37 kgCO_2e/噸公里。

(2)低溫運輸

低溫運輸之碳足跡介於 0.89~2.69 kgCO_2e/噸公里，其中B、C兩間公司自有運輸車輛均以營業大貨車為主，然而C公司之低溫貨運量僅占 2%，其營業所與常溫營業所共用。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡介於 0.22~0.29 kgCO_2e/噸公里。

(3)多溫層運輸

汽車貨運業多溫層運輸之碳足跡為 0.97 kgCO_2e/噸公里，扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材

製造與廢棄等之碳足跡為 0.18 $kgCO_2e$/噸公里。

(4)委外運輸對碳足跡排放影響

營業所之間的整車運輸，4 間業者均有委託其他公司車隊協助，常溫運輸委外運輸排放量占 36~69%，低溫運輸委外運輸排放量占 18~39%，多溫層運輸委外運輸排放量占 50%，由於國內外均無低溫車輛之排放係數可引用，目前本計畫對於委外部分之低溫運輸與多溫層運輸亦採用常溫運輸車輛排放係數，有造成低估之可能性。

因此，本計畫於「公路貨運服務碳足跡產品類別規則第 1.0 版」及「公路貨運服務碳足跡計算手冊」中，針對委外運輸車輛之數據蒐集「若取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級數據；若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估，或應使用生命週期評估(LCA)數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估，為二級數據。採用自有車輛燃油效率推估，或引用資料庫係數推估排放量判定為二級數據。」委外車輛輪胎、機油之資料蒐集，若無一級數據，可參考委外運輸車輛總里程數換算相當之車輛數，即可得知輪胎、機油等用量資訊，作為推估依據。

(5)數據品質查核

運輸服務階段碳足跡之主要排放源為運輸車輛、營業場所電力及委外運輸等，由於資料大部分可以取得，故數據品質查核皆為高品質。

3.營業用大貨車與小貨車碳足跡計算及數據品質查核

(1)常溫運輸車輛服務碳足跡係數

彙整 2 年度各業者運輸車輛燃料使用與營運資料顯示，自有車隊大致作為零擔運輸使用。3.49T營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.830~2.588 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.777~2.127 $kgCO_2e$/噸公里。3.5-7.4T營業大貨車之碳足跡排放係數算

術平均值介於 0.279 ~0.686 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.240~0.688 $kgCO_2e$/噸公里。7.5-16T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.34 5~0.465$kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.321~0.440 $kgCO_2e$/噸公里。此差異可能與公司運轉模式相關，亦與裝載率有關。

後續若要提供環保署公用係數資料庫，以 3 間公司排放係數之平均值為原則，如表 5.4-4 所示。其中 3.49T中由於A公司裝載率較低(僅31%)故單獨呈現。另B及C兩公司在 3.49T與 3.5-7.4T車輛之平均裝載率約在 80%，而A及B公司在 7.5-16T車輛之裝載率約 50%左右，與 80%差異大，為使排放係數具有一致性，參考B公司依據車輛裝載率與排放係數之迴歸結果，7.5-16T車輛調整以裝載率 80%計算之 0.226 $kgCO_2e$/噸公里作為代表。

(2)低溫運輸車輛服務碳足跡係數

由於C公司部分常溫貨物以低溫車輛運輸，故僅彙整A及B兩間業者運輸車輛燃料使用與營運資料各車型碳足跡排放係數。3.49T營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 1.641~2.967 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 1.317~2.486 $kgCO_2e$/噸公里。3.5-7.4T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.731~1.041 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.731~0.920 $kgCO_2e$/噸公里。7.5-16T營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值為 0.805 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 0.733 $kgCO_2e$/噸公里。後續提供環保署公用係數資料庫之數值，依據 2 家公司不同裝載率範圍呈現。

(3)多溫層運輸車輛服務碳足跡係數

由於D公司全部車輛均為多溫層運輸車，故以該公司運輸車輛燃料使用與營運資料代表 3.49T營業小貨車多溫層碳足跡排放係數，碳足跡排放係數算術平均值為 1.41 $kgCO_2e$/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 1.48 $kgCO_2e$/噸公里。

(4)數據品質查核

車輛服務階段碳足跡之主要排放源為運輸車輛，用油量資料皆由業者取得，故數據品質查核皆為高品質。

4.公路貨運服務碳足跡公用係數

由本計畫兩年度 4 家貨運業者之調查作業，完成路線貨運服務業及 3.49T、3.5-7.4T 及 7.5-16T 貨運車輛之碳足跡本土化係數，各項係數之樣本數至少達 30 輛以上，應具有一定之代表性。其中各路線貨運業者常溫、低溫或多溫運輸服務之碳足跡，由於車輛型式(噸數)配置、裝載狀況、委外運輸比例等差異，此部分係數可由個別業者以個案方式向環保署申請納入碳足跡計算服務平台之碳足跡資料庫，提供需求者使用。

各類型運輸車輛之碳足跡部分，除以載重噸數分類外，可再區分常溫、低溫及多溫層運輸車輛，並加註裝載率，並以各家業者之貨運量加權平均取得供用係數；另考量運輸服務之全生命週期(包括場站、冷媒逸散、廢棄處理等)碳足跡，提供環保署係數之「車輛運輸」及「全生命週期」，如表 6.1-1 所示。

表 6.1-1 公路貨運服務碳足跡係數調查彙整表

分類	車輛分級	平均裝載率	排放係數($kgCO_2e$/噸公里)*			資料提供公司	調查年期
			車輛運輸	全生命週期	除車輛運輸-場站、耗材等		
常溫	3.49T	31%	2.127	2.177	0.050	A	103
		84%	0.783	0.833		B、C	103~104
	3.5-7.4T	82%	0.266	0.316		A、B、C	103~104
	7.5-16T	80%	0.226	0.276		B	103~104
低溫	3.49T	32%	2.486	2.714	0.228	A	103
		77%	1.317	1.545		B	103~104
	3.5-7.4T	41%	0.731	0.959		A	103
		69%	0.920	1.148		B	103~104
	7.5-16T	65%	0.733	0.961		B	103~104
多溫	3.49T	85%	1.480	1.655	0.175	D	104

備註：*排放係數為貨運量加權平均值

5.建立相關文件、工具

(1)公路貨運服務溫室氣體盤查手冊：依據環保署 105 年 6 月最新公告之「溫室氣體盤查登錄作業指引」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數。

(2)公路貨運服務碳足跡計算手冊：依據環保署核定之「公路貨運服務產品類別規則」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數。

(3)公路貨運服務碳足跡產品類別規則：已於 105 年 9 月 14 日經環保署核定公告。

(4)建置公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具：針對業者辦理組織型碳盤查及碳足跡計算時，需要載入的品項欄位、數據來源、常用係數、運算公式等項目，建立簡易計算工具。

6.其他成果

(1)2016 年永續性產品與產業管理研討會發表：本計畫研究成果以「台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究」為題，於 105 年 3 月 19 日發表。

(2)參加臺北國際發明暨技術交易展能源國家型計畫成果發表：本計畫研究成果以「綠色物流的現況與展望-台灣宅配通取得 PAS 2050 碳足跡查證聲明經驗分享」為題，於 105 年 9 月 30 日能源國家型計畫成果發表。

(3)成果發表會：於 105 年 11 月 11 日假交通部運輸研究所 B1 國際會議廳辦理，並於本次成果發表會發放問卷，調查貨運業者及與會人士意見，以作為未來政策推動與研擬之參考。

(4)協助 A 公司取得碳足跡查證聲明申請國內碳標籤，已於 105 年 11 月 24 日取得英國標準協會(BSI)核發之產品碳足跡查證聲明，並於 12 月 6 日完成完整性及符合性檢核意見修正後提送環保署辦理碳標籤申請事宜。

6.2 建議

1.貨運業者因應碳揭露資訊需求

由本計畫執行過程顯示，貨運業者對於碳管理所需蒐集資料內容並不孰悉，除車輛或場站用油量可有明確數據外，部分業者對於行駛里程亦無明確資訊；冷媒、場站用電、車輛保養等使用量資訊更難取得，大部分皆以經費方式進行統計。建議未來貨運業者因應碳管理或碳揭露需求時，應將內部資訊管理加入排碳量定量所需資料。包括：

(1)年度貨運服務量統計：運輸車輛裝載率記錄、貨品種類(尺寸)、載貨重量(或才積)、起迄點距離、個別車輛行駛車次紀錄、各場站進出貨量等。

(2)委外運輸燃料使用：協調委外運輸業者提供加油量、行駛里程等資訊，並配合進行資料蒐集及碳足跡計算。

(3)建立貨物體積重量關係：貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價，大部分業者並無體積及重量實際關係之資訊。建議未來應可透過運輸車輛地磅站的紀錄，佐證貨物體積與重量之物理性質代表性，作為託運貨物換算重量之依據。

(4)營運資料保存：貨運業者除了車輛燃油使用量之數據較為準確，可直接透過加油卡等相關紀錄統計用油量，其他溫室氣體排放量之活動數據取得較為不易。以第二大排放來源電力使用為例，電力使用量統計，多以電費金額推估用電量，可能受各營業場所之規模影響平均電費單價，建議業者落實電力使用量之用電度數管理。冷媒逸散活動量之掌握更為不易，包括營業所空調設備、冷凍機組，以及運輸車輛之空調設備、冷凍機組，現階段係以設備數量清單與冷媒型號推估年度補充量，部分公司則透過設備保養廠商協助統計取得用量資料，建議後續強化冷媒用量之管理。貨運業者內部紀錄統計資料項目不足或保存不完整，將無法因應未來排放量之盤查、查證、登錄之要求。因此，貨運業者須盡速建立內部精確貨物運輸量管理制度，增加溫室氣體排放源之活動量管理，由現有之費用化資料提升為使用量紀錄，並協調委

託廠商提供用量資料，例如：電力、冷媒充填、輪胎更換等。透過進行組織內部溫室氣體排放盤查，提升組織管理能力。

2.本土化貨車運輸服務碳足跡係數持續建置與產品類別規則持續修正

本計畫兩年度完成 3.49T、3.5-7.4T 及 7.5-16T 貨車之本土化碳足跡係數建置，然以汽車路線貨運業之車輛為主，大於 16T 之貨車或貨櫃車等尚無法取得相關資訊；且此一部分之數據對於路線貨運業或國內貨運運輸排碳量將具有一定之影響。建議後續研究可針對汽車貨運業及汽車貨櫃貨運業者進行調查，以補充此部分資料；而後以此調查結果回饋修正汽車路線貨運業者之排放係數，提高本土化資訊之準確度。另可持續將研究範圍擴大至國內各項交通運具，以瞭解國內交通運具碳足跡狀況及建全資訊需求。

本計畫已完成「公路貨運服務產品類別規則」之修訂並由環保署公告，而此項產品類別規則僅有 3 年之有效期限，於到期前須進行展延或修正，以維持其有效性並持續提供相關貨運業者使用。依據「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」規定，文件計畫主持人或利害相關者得對公告實施之產品類別規則文件及引用要求文件提出修正建議，環保署亦得委託文件訂定單位、商品製造商、提供該類服務業者、產品業者所組成之同業公(協、商)會、政府機關(構)或執行單位進行前開文件檢討。建議後續研究計畫須將此項工作列入應辦理事項。

3.管理面及政策面之建議

由問卷調查結果顯示，民眾及業者皆在意運輸碳管理議題，國家減碳目標亦已訂定，此為推動貨運業者關注企業整體碳排放之機會。由政府部門未來提供車輛、廠房節能技術輔導協助，以及法規與補助配套措施等項目較為急迫，相關措施包括：提供節能設備汰換補助、提供老舊車輛汰換補助、提供設備/車輛汰換低利貸款、低污染車輛之牌照稅、燃料稅減免、貨車停車臨時停放配套、提供公有貨物轉運中心降低建置成本等方面。

雖然在「汽車運輸業管理規則」第 24 條規定：汽車運輸業應按期向公路主管機關提供燃料消耗統計年報表，此為貨運業者溫室氣體排放定量重要資訊;但據初步了解,此部分資料並未進行檢核或進一步應用。除車輛之外，場站亦為部分貨運業者主要排碳來源，這部分之溫室氣體排放則非公路主管機關管理。

本計畫已完成貨運服務碳盤查及碳足跡計算方法及簡易計算工具之建立，貨運業者可據以進行企業整體碳排放計算，後續並可依此進行減碳評估。但目前對於貨運業者不同溫室氣體排放來源之管理，由不同單位執行，尚未有整合性之主管機關主導，協助業者進行整體性評估。建議未來可推動以下工作，協助貨運業者進行整體性之節能減碳工作。

- 推動專案計畫協助貨運業者盤查溫室氣體排放
- 辦理節能減碳輔導團，提供業者減碳建議；並建立節能減碳平台，提供業者減碳訊息，及相關補助資訊。
- 協助業者申請碳標籤及減碳標籤，以作為長期推動低碳貨運之依據。

另關於低污染車輛之牌照稅/燃料稅減免、提供老舊車輛汰換補助等議題，可建議相關主管機關納入國家節能減碳政策考量。

關於貨運業者之溫室氣體排放管理，在無整合性主管機關主導前，可依據「汽車運輸業管理規則」汽車運輸業者需定期提送統計報表之要求，由公路主管機關透過統計資料掌握整體貨運服務與能源使用情形，並增加查核及輔導作業，以使資料更具可用性。

4.貨運業者導入低污染車輛之補助需求

針對車輛補助的部分，目前交通部已針對客運車輛、計程車輛均有編列汰舊換新補助預算，以提升公共運輸服務品質及能源使用效率，說明如下：

- 交通部公路總局依據「公路公共運輸提昇計畫」身心障礙者權益保障、發展大眾運輸條例等規定，於 103 年 5 月起訂定「公路汽車客

運車輛汰舊換新補助作業要點」，補助審查係以申請車齡為主要審查標準，且輔以申請業者營運績效及執行能力，按當年度預算審定優先次序後，依序補助汰換，補助購置車輛價格比例 30~49%。

- 為協助老舊計程車所有人減輕購車負擔，並提升公共運輸服務品質及能源使用效率，於 100 年 12 月起訂定「交通部鼓勵老舊計程車更新補助要點」，交通部及行政院環境保護署對於購買油電混合計程車者，共同補助每輛全新計程車購車費用合計 11.5 萬元，其他燃料種類之計程車補助 4 萬元。

因應溫管法未來減碳工作之推行，建議交通部與環保署可比照補助老舊計程車，對於國內貨運業者提供車輛汰舊換新補助提升能源使用效率，並針對取得碳標籤之業者優先進行補助。

參考文獻

[1] 溫室氣體減量及管理法，2015.07.01 公布。

[2] 行政院環境保護署，(2016)，中華民國國家溫室氣體清冊報告，http://unfccc.saveoursky.org.tw/2015nir/tw_nir.php (瀏覽日期：2016/7/10)。

[3] 交通部運輸研究所，運輸部門歷年二氧化碳排放量推估表，http://www.iot.gov.tw/public/Data/4102120134671.csv (瀏覽日期：2015/8/21)。

[4] 行政院環境保護署，(2015)，「溫室氣體減量及管理法」立法院三讀條文簡要說明，http://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiJnsfTqezJAhXGLqYKHZyYCbgQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.epa.gov.tw%2Fpublic%2FData%2F56178474371.pdf&usg=AFQjCNFkIHstDvzh1-rRRgIokurSfb8PJQ&sig2=6Wu38vyGA2gh5moXY2N0Tg(瀏覽日期：2015/12/21)。

[5] ISO/CNS 14064-1 (2006)。溫室氣體-第 1 部：組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告附指引之規範。

[6] ISO/CNS 14064-2 (2006)。溫室氣體-第 2 部：計畫層級溫室氣體排放減量或移除增量監督及報告附指引之規範。

[7] ISO/CNS 14064-3 (2006)。溫室氣體-第 3 部：溫室氣體主張之確證與查證附指引之規範。

[8] International Energy Agency(IEA)，(2014)，Key World Energy Statistics，http://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjMp8WDqezJAhXGnaYKHS6PAe8QFggxMAc&url=http%3A%2F%2Fwww.iea.org%2Fpublications%2Ffreepublications%2Fpublication%2Fkeyworld2014.pdf&usg=AFQjCNFX92MbI8lsvnDKqHCZqqoBnSMtSQ&sig2=QwfA5WjO5U5DvYIIWSiObg (accessed date：2015/12/21)

[9] 行政院環境保護署，中華民國(臺灣)「國家自定預期貢獻」(INDC)(核定本)。

[10] 楊伊萍、許珮蒨、胡憲倫、張瓊文、朱珮芸、傅強，(2015)，「我國公路貨運服務碳管理制度之展望」，中華民國環境工程學會 2015 環境資訊與規劃管理研討會。

[11] 行政院核定之個人資料保護法非公務機關之中央目的事業主管機關，http://www.moea.gov.tw/mns/colr/content/ContentLink.aspx?menu_id=6419 (105.2.15 下載)

[12] 行政院主計總處，行業標準分類(第 10 次修訂)，中華民國 105 年 1 月。

[13] Wiedmann, T. and Minx, J. (2007). A Definition of Carbon Footprint, ISA-UK Research Report.

[14] PAS 2050:2011 (2011).Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.

[15] ISO/DIS 14067 (2012). Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=59521

[16] ISO/TS 14067 (2013). Greenhouse gases - Carbon footprint of products－Requirements and guidelines for quantification and communication.

[17] WRI/WBCSD (2011). Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Product%20Life%20Cycle%20Accounting%20and%20Reporting%20Standard.pdf (accessed date：2015/12/21)

[18] WRI/WBCSD (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard.

[19] 台灣產品碳足跡資訊網，https://cfp.epa.gov.tw/carbon/defaultPage.aspx

[20] ISO/CNS 14040 (2006)。環境管理-生命週期評估-原則與架構。

[21] ISO/CNS 14044 (2006)。環境管理-生命週期評估-要求事項與指導綱要。

[22] ISO/CNS 14025 (2006)。環境標誌與宣告-第 3 類環境宣告原則與程序。

[23] 行政院環保署，(2010)。產品與服務碳足跡計算指引。

[24] 行政院環保署，(2011)。產品與服務碳足跡查證技術指引。

[25] International EPD® System, (2013). General Programme Instructions (Version 2.01). http://www.environdec.com/it/The-International-EPD-System/General-Programme-Instructions/#.Uuc2WNIVHGg

[26] 行政院環保署，(2014)。碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引。

[27] 行政院環境保護署，(2014)旅館住宿服務碳足跡產品類別規則。

[28] 行政院環境保護署，(2014)旅客運輸服務(陸上及水上運輸)碳足跡產品類別規則。

[29] 行政院環境保護署，(2015)，百貨零售服務碳足跡產品類別規則。

[30] 行政院環境保護署，(2015)，廢棄物處理服務碳足跡產品類別規則。

[31] 台灣產品碳足跡資訊網，碳標籤制度-英國，https://cfp.epa.gov.tw/CARBON/EZCFM/FUNCTION/PLATFORMINFO/FLABELINS

TITUTION/FLCARBONTRUST.ASPX(瀏覽日期：2015/12/21)

[32] Carbon Trust ，http://www.carbontrust.com/client-services/footprinting/footprint-certification/carbon-footprint-label/(瀏覽日期：2015/12/21)

[33] 台灣產品碳足跡資訊網，碳標籤制度-日本，https://cfp.epa.gov.tw/CARBON/EZCFM/FUNCTION/PLATFORMINFO/FLABELINSTITUTION/FLJAPAN.ASPX(瀏覽日期：2015/12/21)

[34] 台灣產品碳足跡資訊網，碳標籤制度-韓國，https://cfp.epa.gov.tw/CARBON/EZCFM/FUNCTION/PLATFORMINFO/FLABELINSTITUTION/FLKOREA.ASPX(瀏覽日期：2015/12/21)

[35] 韓國 EDP 官方網站，http://www.edp.or.kr/。

[36] 泰國官方組織泰國溫室氣體管理組織(Thailand Greenhouse Gas Management Organisation, TGO)網站。http://www.tgo.or.th/english/ (瀏覽日期：2015/12/21)

[37] 台灣產品碳足跡資訊網，碳標籤制度-加拿大 https://cfp.epa.gov.tw/CARBON/EZCFM/FUNCTION/PLATFORMINFO/FLABELINSTITUTION/FLCARBONCOUNTED.ASPX(瀏覽日期：2015/12/21)

[38] Official Carbon Labelling，http://www.co2star.eu/index.html (accessed date：2015/12/21)

[39] 台灣產品碳足跡資訊網，碳標籤制度-德國，https://cfp.epa.gov.tw/CARBON/EZCFM/FUNCTION/PLATFORMINFO/FLABELINSTITUTION/FLGERMANY.ASPX(瀏覽日期：2015/12/21)

[40] 張彥中，製造業廠商採用產品碳足跡標籤行為意向模式之建構，(2013)，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

[41] 香港產品碳足跡標籤認證指引，2016

[42] 行政院環境保護署，(2009)，應用現行環保標章驗證系統推動商品實施碳標籤可行性之研究計畫。

[43] 行政院環境保護署，推動產品碳足跡標示審議會設置要點，103.06.10 修正。

[44] 胡憲倫等，國際碳標籤的發展趨勢及現階段台灣的因應做法介紹，2009。

[45] 「產品碳標籤台英互相驗證機制之分析研究」成果報告，2014。

[46] IPCC Fifth Assessment Report , Intergovernmental Panel on Climate Change, https://www.ipcc.ch/report/ar5/ (accessed date：2015/12/21)

[47] REDUCING TRANSPORT GHG EMISSIONS Opportunities and Costs ,(2010),International Transport Forum,

http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/09GHGsum.pdf(accessed date：2015/12/21)

[48] REDUCING TRANSPORT GREENHOUSE GAS EMISSIONS Trends & Data, (2010),http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10GHGTrends.pdf(accessed date：2015/12/21)

[49] International Energy Agency, IEA, (2014), CO_2 Emissions From Fuel Combustion Highlights 2014

[50] Cefic-ECTA, (2011) ,Guidelines for Measuring and Managing CO_2 Emission from Freight Transport Operations,

[51] Françoise van den Broek (Duoinlog),Aad van den Engel (Panteia),Hedi Maurer (Panteia), (2014).Allocation methodology CO_2: Road Freight Transport based on CEN-EN 16258.

[52] Nelly Andrieu and Lee Weiss ,(2008),Transport Mode and Network Architecture:Carbon Footprint as a New Decision Metric.

[53] AEA for the Department of Energy and Climate Change (DECC), Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra), (2012), 2012 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting.

[54] United Nations Statistics Division, (2012). CPC Ver.2(Central Product Classification, Ver.2). http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=25

[55] International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6511 Road Transport Services of Freight of Food Products And Meals.

[56] International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6811 Postal Services.

[57] 認定 CFP-PCR 番号：PA-DP-01 対象製品：引越サービス(搬家服務)

[58] COFRET, (2014), Existing Methods and Tools for Calculation of Carbon Footprint of Transport and Logistics.

[59] Carbon Footprint of Freight Transport Project ,(2014), Deliverable 5.1 Putting the EN 16258 in practice The COFRET test cases.

[60] COFRET website. (2014) http://www.cofret-project.eu/

[61] US Environmental Protection Agency (EPA), (2010). EPA Climate Leaders Simplified GHG Emissions Calculator (SGEC), U.S. Environmental Protection Agency.

[62] US EPA SmartWay website ,(2015),http://www3.epa.gov/smartway/(accessed date：2015/12/21)

[63] Cefic, ECTA, (2011), Guidelines for measuring and managing CO_2 emissions from transport operations, Issue 1.

[64] Piecyk, M.I., McKinnon, A.C.,(2010), Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020. Int. J. Prod. Econ. 128, 31e42.

[65] Rua de Luis Gonzaga Gomes, Macao SAR, (2015),Greenhouse gases emissions from the logistics sector: the case ofHong Kong, China, Journal of Cleaner Production 103658e664.

[66] Orian Kellner • Johannes Igl, (2012), Estimating the effect of changing retailing structures on the greenhouse gas performance of FMCG distribution networks, Logist. Res. 4:87–99.

[67] 亞洲清潔空氣中心網站(CAA)，http://cleanairasia.org/node12753/

[68] S. A. Tassou, G. De-Lille, J. Lewis, Food trasport refrigeration, Brunel University Centre for Energy and Built Environment Research School of Engineering and Desig.

[69] DB Sustainability Report 2012, http://www.deutschebahn.com/en/sustainability/sustainability_report/the_report.html(accessed date：2015/12/21)

[70] DHL 綠色解決方案，http://www.dhl.com.tw/zt/about_us/green_solutions.html (瀏覽日期：2015/12/21)

[71] DHLwebsite，http://cr-report2014.dpdhl.com/shared-value/environment/(accessed date：2015/12/21)

[72] 德國郵政 DHL 持續擴編替代能源車隊，http://www.dhl.com.tw/zt/press/releases/releases_2014/local/042114.html(瀏覽日期：2015/12/21)

[73] UPS website，https://www.ups.com/content/tw/zh/bussol/browse/carbon_neutral_red_strat.html(accessed date：2015/12/21)

[74] 美國商業資訊(Business Wire)網站，http://www.businesswire.com/news/home/20120410005197/en/Shipping-FedEx-Envelopes-Carbon-Neutral

[75] FedEx website，http://csr.fedex.com/stories/deliver-it-forward/what-does-a-forester-in-oregon-have-in-common-with-aircraft-mechanics-students-in-turkey.php(accessed date：2016/11/15)

[76] 產業永續發展整合資訊網，
https://proj.ftis.org.tw/isdn/News/Detail/82F1D25EEB9A21B6

[77] 經濟部能源局，車輛節能應用網站，
http://energy.artc.org.tw/content/coach/coach01.aspx?CType=1(瀏覽日期：2015/12/21)

[78] 行政院環境保護署，Eco Driving 環保駕駛資訊網，http://ecodriving.itri.org.tw/(瀏覽日期：2015/12/21)

[79] 經濟部能源局，照明系統 Q&A 節能技術手冊，
https://egov.ftis.org.tw/DataQuery/AddOnFun/FtisBooksDownloads，節能工具書下載專區(瀏覽日期：2015/12/21)

[80] 經濟部能源局，商業冷凍冷藏 Q&A 節能技術手冊，102 年節約能源表揚大會官方網站 http://www.energypark.org.tw/website/102_firmn/Main.asp?Page=3060(瀏覽日期：2015/12/21)

[81] 工業技術研究院服務系統科技中心，現代科技在冷鏈物流產業上的應用，
http://www.glct.org.tw/knowledge-detail.php?sn=31

[82] 工業技術研究院，物流節能減碳模式研究－宅配物流節能減碳建議方案，98 年。

[83] 工研院網站，冷鏈物流技術與服務解決方案
https://www.itri.org.tw/chi/Content/MsgPic01/Contents.aspx?SiteID=1&MmmID=620605426052357245&MSid=620611703004322704

[84] 工研院網站，長效保鮮蓄冷容器
https://www.itri.org.tw/chi/Content/MsgPic01/Contents.aspx?SiteID=1&MmmID=620624055077076070&MSid=620637477341771364

[85] 交通部統計處，(2016)，104 年汽車貨運調查報告，民國 105 年 6 月。

[86] 交通部運輸研究所，(2009)，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(2/3)。

[87] 交通部運輸研究所，(2013)，輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用。

[88] 交通部，(2012)「101 年運輸政策白皮書(綠運輸)」。

[89] 交通部，(2013)，汽車運輸業管理規則。

[90] 交通部，(2015)，103 年度交通年鑑。

[91] 交通部運輸研究所，(2015)，我國公路貨運服務業申請碳足跡標示之課題研析，民國 104 年 8 月。

[92] 行政院環境保護署，(2016)，溫室氣體盤查與登錄指引。

[93] 行政院環境保護署，(2016)，溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版(105.01)。

[94] 車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法，(103.08.11)

[95] 經濟部智慧電動車先導運行計畫，(105.01)，新北市智慧電動車先導運行計畫專案結案報告

[96] 行政院環境保護署，(2016)，溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法。

附錄 1

計畫摘要

計畫摘要

一、研究緣起與目的

自 1992 年聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)通過後，各國政府與民間組織持續推動溫室氣體減量與能源管理相關措施。我國溫室氣體減量及管理法於 104 年 7 月公布並明訂國家溫室氣體在 2050 年排放量降為 2005 年 50%以下之長期減量目標。

依據國家溫室氣體清冊報告，運輸部門排放量占 2013 年全國總溫室氣體排放量 14.06%，並以公路運輸排放為主(占 97.72%，不含電情況)。根據本所 104 年相關研究推估[3]國內運輸部門之各運具別二氧化碳排放量，貨運車輛溫室氣體排放量占公路系統總體排放量達 33.20%，其中大貨車(21.53%)與小貨車(11.67%)。

過去運輸部門之節能減碳政策多著重在推廣公共運輸，以移轉私人運具之使用旅次，對於貨物運輸車輛之節能減碳政策著墨不多。因應貨運車輛運輸減碳需求，且國內貨物運輸車輛之排碳量資料不足，有必要進行貨運車輛排碳量資料調查；另配合環保署推動產品碳足跡(Carbon Footprint)之相關發展，亦有必要建立各類運具之碳足跡公用係數，供廠商核算其產品碳足跡使用。

本計畫為 2 年期之研究，旨在蒐集及建置我國公路貨運服務碳足跡公用係數資料庫，並藉由計畫執行過程，建立公路貨運服務溫室氣體盤查方法及程序，以提供作為交通部或其它相關部會制定節能減碳策略之參考。第 1 年期(104 年)已完成國內外碳足跡之相關文獻蒐集、公路貨運服務溫室氣體盤查作業及手冊擬訂、公路貨運服務碳足跡調查，以及「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」研擬等工作。本年度持續蒐集、彙整及調查相關資料，並建置簡易計算工具，以使研究成果更完整，且利於推廣溫室氣體減量工作，同時本計畫將向環保署申請公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)，完成公路貨運服務碳足跡公用係數資料提供、溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具建置，並辦理成果發表會。

二、研究內容

本計畫主要工作內容與工作項目說明如下：

1.文獻蒐集回顧

(1)持續進行國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢資料蒐集。

(2)持續進行國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢資料蒐集。

(3)持續進行國內外運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算之方法、程序及案例評估方式資料蒐集。

(4)持續進行國內外公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢資料蒐集。

2.進行公路貨運服務溫室氣體盤查：

(1)依據環保署 2009 年編撰之「溫室氣體盤查與登錄指引」，至少完成 1 家公路貨運服務業者溫室氣體盤查。

(2)於實際進行盤查工作前擬訂工作計畫書，並於盤查作業開始前辦理 1 場次說明會。

(3)製作溫室氣體盤查報告書。

(4)依據盤查結果，研提內部診斷分析及改善建議。

(5)檢討修訂公路貨運服務溫室氣體盤查手冊。

3.進行公路貨運服務碳足跡調查計畫：

(1)依據環保署 2010 年公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行前項受盤查之公路貨運業者營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

(2)檢討修訂公路貨運服務碳足跡計算手冊。
(3)依據環保署 2014 年公告之「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)申請。
(4)完成營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡計算及完成數據品質查核。
(5)完成公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置，並將該係數資料庫整合至本所「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」資料庫。

4.建置公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具

針對公路貨運業者辦理組織型碳盤查及碳足跡計算時，可能需要載入的品項欄位、數據來源、常用係數、運算公式等項目，建立簡易計算工具，提供本所後續推廣應用及業者分析計算使用。

5.其它工作項目

(1)辦理本 2 年期計畫成果發表會 1 場次。
(2)本期研究成果投稿國內外期刊或學術研討會。

三、重要研究成果

本計畫為 2 年期之研究，旨在蒐集及建置我國公路貨運服務碳足跡公用係數資料庫，並藉由計畫執行過程，建立公路貨運服務溫室氣體盤查方法及程序，以提供作為交通部或其它相關部會制定節能減碳策略之參考。第 1 年期(104 年)已完成國內外碳足跡之相關文獻蒐集、公路貨運服務溫室氣體盤查作業及手冊擬訂、公路貨運服務碳足跡調查，以及「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」研擬等工作。105 年度持續蒐集、彙整及調查相關資料，並建置簡易計算工具，以使研究成果更完整，且利於推廣溫室氣體減量工作，同時本計畫更於 105 年 9 月 14 日完成「公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)」並經行政院環境保護署公告審議通過，此外，亦完成 10 組公路貨運服務碳足跡公用係數，以及溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具建置，並透過成果發表會等活動進行成果露出。

本計畫主要成果說明如後：

1.公路貨運溫室氣體盤查結果

本計畫篩選營業大貨車與小貨車自有車隊總數超過 450 輛之貨運業者，依據行政院環保署編訂之「溫室氣體盤查與登錄指引」進行溫室氣體盤查，104 年盤查之 2 家業者車隊規模合計約 3,300 輛，105 年累計 4 家業者共 7,180 輛。

彙整 2 年度共 4 家業者配合溫室氣體盤查結果顯示，各公司整體排放量與自有車輛規模相關，其中 B、C 兩間公司之自有車輛以大貨車為主，A、D 兩間公司之自有車輛以小貨車為主。分析 4 家業者之年度溫室氣體排放範疇顯示，直接排放(範疇一)占比在 67~74%之間，用電之間接能源排放(範疇二)占比在 26~33%之間，由於 4 家業者的營業所遍布各縣市，營業所用電產生的溫室氣體排放亦須受到重視。

比較 2 年度配合調查業者溫室氣體排放來源依據，各公司車輛燃料燃燒排放情形顯示，以 D 公司車輛燃料燃燒排放量最高，應與其車輛全面採用多溫層小貨車有關；B 公司車輛以大貨車為主，低溫與常溫車輛分流管理。B 公司與 D 公司的運輸車輛直接燃燒溫室氣體排放量均已超過 2.5 萬公噸 CO2e，業者應評估後續因應法規要求之申報作業。

本計畫完成溫室氣體盤查後，研提貨運業者可執行之溫室氣體減量建議，以 D 公司每年運輸車輛汰換 10%，以符合車輛容許耗用能源標準之減碳效益達 554.3 公噸 CO2e/年，導入電動車輛之減量效益為 1,910.4 公噸 CO2e/年。另以 A 公司之一處中型營業所為例，評估照明設備汰換之減碳效益每年可達 11.5 公噸 CO2e/年。

2.公路貨運服務碳足跡調查結果及數據品質查核

本計畫依據環保署 2010 年公告之「產品與服務碳足跡計算指引」，進行 2 年度共 4 家業者之碳足跡調查及數據品質查核，相關成果說明如下。

(1)常溫運輸

常溫運輸之碳足跡介於 0.31~1.39 kgCO2e/噸公里，其中 B、C 兩間公司營運型式較為相近，自有運輸車輛以營業大貨車為主。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡介於 0.04~0.37 kgCO2e/噸公里。

(2)低溫運輸

低溫運輸之碳足跡介於 0.89~2.69 kgCO2e/噸公里，其中 B、C 兩間公司自有運輸車輛均以營業大貨車為主，然而 C 公司之低溫貨運量僅占 2%，其營業所與常溫營業所共用。扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡介於 0.22~0.29 kgCO2e/噸公里。

(3)多溫層運輸

汽車貨運業多溫層運輸之碳足跡為 0.97 kgCO2e/噸公里，扣除自有車隊與委外運輸排放量後，其他排放量包括營業場所、冷媒、耗材製造與廢棄等之碳足跡為 0.18 kgCO2e/噸公里。

(4)委外運輸對碳足跡排放影響

營業所之間的整車運輸，4 間業者均有委託其他公司車隊協助，常溫運輸委外運輸排放量占 36~69%，低溫運輸委外運輸排放量占 18~39%，多溫層運輸委外運輸排放量占 50%，由於國內外均無低溫車輛之排放係數可引用，目前本計畫對於委外部分之低溫運輸與多溫層運輸亦採用常溫運輸車輛排放係數，有造成低估之可能性。

因此，本計畫於「公路貨運服務碳足跡產品類別規則第 1.0 版」及「公路貨運服務碳足跡計算手冊」中，針對委外運輸車輛之數據蒐集「若取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級數據；若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估，或應使用生命週期評估(LCA)數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估，為二級數據。採用自有車輛燃油效率推估，或引用資料庫係數推估排放量判定為二級數據。」委外車輛輪胎、機油之資料蒐集，若無一級數據，可參考委外運輸車輛總里程數換算相當之車輛數，即可得知輪胎、機油等用量資訊，作為推估依據。

(5)數據品質查核

運輸服務階段碳足跡之主要排放源為運輸車輛、營業場所電力及委外運輸等，由於資料大部分可以取得，故數據品質查核皆為高品質。

3.營業用大貨車與小貨車碳足跡計算及數據品質查核

(1)常溫運輸車輛服務碳足跡係數

彙整 2 年度各業者運輸車輛燃料使用與營運資料顯示，自有車隊大致作為零擔運輸使用。3.49T 營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.830~2.588 kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.777~2.127 kgCO2e/噸公里。3.5-7.4T 營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.279 ~0.686 kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.240~0.688 kgCO2e/噸公里。7.5-16T 營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.34 5~0.465kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.321~0.440 kgCO2e/噸公里。此差異可能與公司運轉模式相關，亦與裝載率有關。

後續若要提供環保署公用係數資料庫，以 3 間公司排放係數之平均值為原

則，如表 5.4-4 所示。其中 3.49T 中由於 A 公司裝載率較低(僅 31%)故單獨呈現。另 B 及 C 兩公司在 3.49T 與 3.5-7.4T 車輛之平均裝載率約在 80%，而 A 及 B 公司在 7.5-16T 車輛之裝載率約 50%左右，與 80%差異大，為使排放係數具有一致性，參考 B 公司依據車輛裝載率與排放係數之迴歸結果，7.5-16T 車輛調整以裝載率 80%計算之 0.226 kgCO2e/噸公里作為代表。

(2)低溫運輸車輛服務碳足跡係數

由於 C 公司部分常溫貨物以低溫車輛運輸，故僅彙整 A 及 B 兩間業者運輸車輛燃料使用與營運資料各車型碳足跡排放係數。3.49T 營業小貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 1.641~2.967 kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 1.317~2.486 kgCO2e/噸公里。3.5-7.4T 營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值介於 0.731~1.041 kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則介於 0.731~0.920 kgCO2e/噸公里。7.5-16T 營業大貨車之碳足跡排放係數算術平均值為 0.805 kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 0.733 kgCO2e/噸公里。後續提供環保署公用係數資料庫之數值，依據 2 家公司不同裝載率範圍呈現。

(3)多溫層運輸車輛服務碳足跡係數

由於 D 公司全部車輛均為多溫層運輸車，故以該公司運輸車輛燃料使用與營運資料代表 3.49T 營業小貨車多溫層碳足跡排放係數，碳足跡排放係數算術平均值為 1.41 kgCO2e/噸公里，若依據貨運量加權平均則為 1.48 kgCO2e/噸公里。

(4)數據品質查核

車輛服務階段碳足跡之主要排放源為運輸車輛，用油量資料皆由業者取得，故數據品質查核皆為高品質。

4.公路貨運服務碳足跡公用係數

由本計畫兩年度 4 家貨運業者之調查作業，完成路線貨運服務業及 3.49T、3.5-7.4T 及 7.5-16T 貨運車輛之碳足跡本土化係數，各項係數之樣本數至少達 30 輛以上，應具有一定之代表性。其中各路線貨運業者常溫、低溫或多溫運輸服務之碳足跡，由於車輛型式(噸數)配置、裝載狀況、委外運輸比例等差異，此部分係數可由個別業者以個案方式向環保署申請納入碳足跡計算服務平台之碳足跡資料庫，提供需求者使用。

各類型運輸車輛之碳足跡部分，除以載重噸數分類外，可再區分常溫、低溫及多溫層運輸車輛，並加註裝載率，並以各家業者之貨運量加權平均取得供用係數；另考量運輸服務之全生命週期(包括場站、冷媒逸散、廢棄處理等)碳足跡，提供環保署係數之「車輛運輸」及「全生命週期」，如表 1 所示。

5.完成相關文件、工具之建立

(1)公路貨運服務溫室氣體盤查手冊：依據環保署 105 年 6 月最新公告之「溫室氣體盤查登錄作業指引」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數。

(2)公路貨運服務碳足跡計算手冊：依據環保署核定之「公路貨運服務產品類別規則」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數。

(3)公路貨運服務碳足跡產品類別規則：已於 105 年 9 月 14 日經環保署核定公告。

(4)建置公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡之簡易計算工具：針對業者辦理組織型碳盤查及碳足跡計算時，需要載入的品項欄位、數據來源、常用係數、運算公式等項目，建立簡易計算工具。

6.其他成果

(1)2016 年永續性產品與產業管理研討會發表：本計畫研究成果以「台灣貨運服務

業碳足跡盤查分析研究」為題，於 105 年 3 月 19 日發表。

(2)參加台北國際發明暨技術交易展能源國家型計畫成果發表：本計畫研究成果以「綠色物流的現況與展望-台灣宅配通取得 PAS 2050 碳足跡查證聲明經驗分享」為題，於 105 年 9 月 30 日能源國家型計畫成果發表。

(3)成果發表會：於 105 年 11 月 11 日假交通部運輸研究所 B1 國際會議廳辦理，並於本次成果發表會發放問卷，調查貨運業者及與會人士意見，以作為未來政策推動與研擬之參考。

(4)協助 A 公司取得碳足跡查證聲明申請國內碳標籤，已於 105 年 11 月 24 日取得英國標準協會(BSI)核發之產品碳足跡查證聲明，並於 12 月 6 日完成完整性及符合性檢核意見修正後提送環保署辦理碳標籤申請事宜。

表 1 公路貨運服務碳足跡係數調查彙整表

分類	車輛分級	平均裝載率	排放係數($kgCO_2e$/噸公里)*			資料提供公司	調查年期
			車輛運輸	全生命週期	除車輛運輸-場站、耗材等		
常溫	3.49T	31%	2.127	2.177	0.050	A	103
		84%	0.783	0.833		B、C	103~104
	3.5-7.4T	82%	0.266	0.316		A、B、C	103~104
	7.5-16T	80%	0.226	0.276		B	103~104
低溫	3.49T	32%	2.486	2.714	0.228	A	103
		77%	1.317	1.545		B	103~104
	3.5-7.4T	41%	0.731	0.959		A	103
		69%	0.920	1.148		B	103~104
	7.5-16T	65%	0.733	0.961		B	103~104
多溫	3.49T	85%	1.480	1.655	0.175	D	104

備註：*排放係數為貨運量加權平均值

本計畫相關建議如後：

1.貨運業者因應碳揭露資訊需求

由本計畫執行過程顯示，貨運業者對於碳管理所需蒐集資料內容並不孰悉，除車輛或場站用油量可有明確數據外，部分業者對於行駛里程亦無明確資訊；冷媒、場站用電、車輛保養等使用量資訊更難取得，大部分皆以經費方式進行統計。建議未來貨運業者因應碳管理或碳揭露需求時，應將內部資訊管理加入排碳量定量所需資料。包括：

(1)年度貨運服務量統計：運輸車輛裝載率記錄、貨品種類(尺寸)、載貨重量(或才積)、起訖點距離、個別車輛行駛車次紀錄、各場站進出貨量等。

(2)委外運輸燃料使用：協調委外運輸業者提供加油量、行駛里程等資訊，並配合進行資料蒐集及碳足跡計算。

(3)建立貨物體積重量關係：貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價，大部分業者並無體積及重量實際關係之資訊。建議未來應可透過運輸車輛地磅站的紀錄，佐證貨物體積與重量之物理性質代表性，作為託運貨物換算重量之依據。

(4)營運資料保存：貨運業者除了車輛燃油使用量之數據較為準確，可直接透過加油

卡等相關紀錄統計用油量，其他溫室氣體排放量之活動數據取得較為不易。以第二大排放來源電力使用為例，電力使用量統計，多以電費金額推估用電量，可能受各營業場所之規模影響平均電費單價，建議業者落實電力使用量之用電度數管理。冷媒逸散活動量之掌握更為不易，包括營業所空調設備、冷凍機組，以及運輸車輛之空調設備、冷凍機組，現階段係以設備數量清單與冷媒型號推估年度補充量，部分公司則透過設備保養廠商協助統計取得用量資料，建議後續強化冷媒用量之管理。貨運業者內部紀錄統計資料項目不足或保存不完整，將無法因應未來排放量之盤查、查證、登錄之要求。因此，貨運業者須盡速建立內部精確貨物運輸量管理制度，增加溫室氣體排放源之活動量管理，由現有之費用化資料提升為使用量紀錄，並協調委託廠商提供用量資料，例如：電力、冷媒充填、輪胎更換等。透過進行組織內部溫室氣體排放盤查，提升組織管理能力。

2.本土化貨車運輸服務碳足跡係數持續建置與產品類別規則持續修正

本計畫兩年度完成 3.49T、3.5-7.4T 及 7.5-16T 貨車之本土化碳足跡係數建置，然以汽車路線貨運業之車輛為主，大於 16T 之貨車或貨櫃車等尚無法取得相關資訊；且此一部分之數據對於路線貨運業或國內貨運運輸排碳量將具有一定之影響。建議後續研究可針對汽車貨運業及汽車貨櫃貨運業者進行調查，以補充此部分資料；而後以此調查結果回饋修正汽車路線貨運業者之排放係數，提高本土化資訊之準確度。另可持續將研究範圍擴大至國內各項交通運具，以瞭解國內交通運具碳足跡狀況及建全資訊需求。

本計畫已完成「公路貨運服務產品類別規則」之修訂並由環保署公告，而此項產品類別規則僅有 3 年之有效期限，於到期前須進行展延或修正，以維持其有效性並持續提供相關貨運業者使用。依據「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」規定，文件計畫主持人或利害相關者得對公告實施之產品類別規則文件及引用要求文件提出修正建議，環保署亦得委託文件訂定單位、商品製造商、提供該類服務業者、產品業者所組成之同業公(協、商)會、政府機關(構)或執行單位進行前開文件檢討。建議後續研究計畫須將此項工作列入應辦理事項。

3.管理面及政策面之建議

由問卷調查結果顯示，民眾及業者皆在意運輸碳管理議題，國家減碳目標亦已訂定，此為推動貨運業者關注企業整體碳排放之機會。由政府部門未來提供車輛、廠房節能技術輔導協助，以及法規與補助配套措施等項目較為急迫，相關措施包括：提供節能設備汰換補助、提供老舊車輛汰換補助、提供設備/車輛汰換低利貸款、低污染車輛之牌照稅、燃料稅減免、貨車停車臨時停放配套、提供公有貨物轉運中心降低建置成本等方面。

雖然在「汽車運輸業管理規則」第 24 條規定：汽車運輸業應按期向公路主管機關提供燃料消耗統計年報表，此為貨運業者溫室氣體排放定量重要資訊；但據初步了解，此部分資料並未進行檢核或進一步應用。除車輛之外，場站亦為部分貨運業者主要排碳來源，這部分之溫室氣體排放則非公路主管機關管理。

本計畫已完成貨運服務碳盤查及碳足跡計算方法及簡易計算工具之建立，貨運業者可據以進行企業整體碳排放計算，後續並可依此進行減碳評估。但目前對於貨運業者不同溫室氣體排放來源之管理，由不同單位執行，尚未有整合性之主管機關主導，協助業者進行整體性評估。建議未來可推動以下工作，協助貨運業者進行整體性之節能減碳工作。

- 推動專案計畫協助貨運業者盤查溫室氣體排放
- 辦理節能減碳輔導團，提供業者減碳建議；並建立節能減碳平台，提供業者減碳

訊息，及相關補助資訊。

- 協助業者申請碳標籤及減碳標籤，以作為長期推動低碳貨運之依據。
- 另關於低污染車輛之牌照稅/燃料稅減免、提供老舊車輛汰換補助等議題，可建議相關主管機關納入國家節能減碳政策考量。

關於貨運業者之溫室氣體排放管理，在無整合性主管機關主導前，可依據「汽車運輸業管理規則」汽車運輸業者需定期提送統計報表之要求，由公路主管機關透過統計資料掌握整體貨運服務與能源使用情形，並增加查核及輔導作業，以使資料更具可用性。

4.貨運業者導入低污染車輛之補助需求

針對車輛補助的部分，目前交通部已針對客運車輛、計程車輛均有編列汰舊換新補助預算，以提升公共運輸服務品質及能源使用效率，說明如下：

- 交通部公路總局依據「公路公共運輸提昇計畫」身心障礙者權益保障、發展大眾運輸條例等規定，於 103 年 5 月起訂定「公路汽車客運車輛汰舊換新補助作業要點」，補助審查係以申請車齡為主要審查標準，且輔以申請業者營運績效及執行能力，按當年度預算審定優先次序後，依序補助汰換，補助購置車輛價格比例 30~49%。
- 為協助老舊計程車所有人減輕購車負擔，並提升公共運輸服務品質及能源使用效率，於 100 年 12 月起訂定「交通部鼓勵老舊計程車更新補助要點」，交通部及行政院環境保護署對於購買油電混合計程車者，共同補助每輛全新計程車購車費用合計 11.5 萬元，其他燃料種類之計程車補助 4 萬元。

因應溫管法未來減碳工作之推行，建議交通部與環保署可比照補助老舊計程車，對於國內貨運業者提供車輛汰舊換新補助提升能源使用效率，並針對取得碳標籤之業者優先進行補助。

附錄 2

期中報告審查意見

處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）
☑期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(2/2)

執行單位：中興工程顧問股份有限公司

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
(一)國立臺灣海洋大學河海工程學系 蕭教授再安		
1、計畫背景部分(去年成果說明)： (1)P7 台灣宅配通與嘉里大榮的營業小貨車碳足跡差異大；若以 UPS 為標準更是落後很多，請加強分析。 (2)P8 報告已將調查對象之公司名稱列出，是否仍有必要稱呼 A、B 公司。	(1) 2 間公司除載貨物件之重量及體積特性差異外，常溫運輸與低溫運輸之營業站所為獨立或整併，亦影響排放量分配。UPS 之計算範圍與本計畫調查內容不盡相同，故不適合比較。針對各家業者碳足跡計算結果之差異及與文獻之差別，將於期末報告階段補充說明。 (2)期末報告階段將統一以英文代碼區分各貨運業者。	同意
二、國內外發展背景部分： (1)P25 請更新溫管法制度相關進度內容。 (2)P27 請更新能源局與環保署在車輛管制標準之內容。 (3)P28 表 3.1-4 請增加欄位說明哪些業者達到管理標準。 (4)P66 圖 3.3-2 請比較已開發、開發中，以及低度開發國家之運輸市占率。 (5)P105 表 3.6-6 請加強分析，提高資料應用性。	(1)已依據行政院環保署法規公告網站查詢結果，確認溫管法相關配套法規公告廢止情形。 (2)車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法，針對大貨車之相關規定仍未納入規範，已調整說明內容。 (3)彙整能源用戶之列管業者中鐵路、航空、運輸業者涵蓋情形共 89 處，補充說明於表 2.1-5。 (4)圖 3.3-2 中開發中國家為俄羅斯與中國，平均貨運占 46%，高於已開發國家貨運占比 23%。 (5)經檢討前期計畫成果彙整將以民國 99 年以後之數據呈現，避免因資料取得之不確定性影響其應用性。	同意
3、調查計畫部分： (1)P185 請列出平均行駛里程	(1)期末報告將增列計算公式加強平均行駛里程文字說明之可讀	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
的計算公式。 (2)P185 表 5.3-18 請增加欄位補充「變異係數」。 (3)請再檢討對排放係數之迴歸分析。	性。 (2)期末報告將補充變異係數。 (3)期末報告階段，將針對不同之碳足跡的影響因素進行迴歸分析，強化研究成果之展現。	
(二) 行政院環境保護署 蕭處長慧娟		
1、 本計畫104及105年度進行台灣宅配通、嘉里大榮、新竹物流及統一速達公司之營業用大貨車與小貨車碳族跡盤查計算工作，該 4 家業者已屬國內貨運服務業車隊規模較大之業者，建議可依服務量採加權平均方式，計算國內營業用大貨車與小貨車平均碳足跡，納入碳足跡係數資料庫，於「碳足跡計算服務平台」揭露供各界參考使用。	本計畫調查對象之服務型式以零擔貨運為主，以小貨車(車輛總重3.5 噸以下之車輛)佔大宗，總重3.5 噸以上的大貨車數量較少、規格差距亦大，將依據 4 家業者擁有車輛噸數、常溫低溫設備作為分類，再依據服務量採加權平均方式計算國內營業用大貨車與小貨車平均碳足跡，納入碳足跡係數資料庫，揭露於「碳足跡計算服務平台」供各界參考使用。	同意
2、本計畫進行業者組織型碳盤查及貨運服務碳足跡調查，如有相關碳排放減量建議事項，亦可列入計畫成果報告中，供主管機關參考或後續推廣貨運服務業者採行減碳具體作為。	本計畫於調查期間，提供貨運業者節能減碳自主檢核表，協助業者評估減碳作為，除優先汰換老舊車輛與導入電動車輛外，車輛怠速監控、營業場所能源管理、資材導入環保再生材質等具體作為將持續蒐集國內外技術案例納入期末報告中，以作為推廣。	同意
3、P35 提及環保署預估至2016 年完成約 6,000 項碳足跡排放係數，請修正為2018；另本署目前已公告321 項碳足跡排放係數。	遵照辦理。修正期末報告內容為持續推動碳足跡標示制度並建置相關排放資料庫及維護，規劃於2018 年完成約 6,000 項碳足跡排放係數(目前已公告 467 項碳足跡排放係數)	同意
4、P46 韓國 CooL label 介紹內容有誤，韓國目前發放	遵照辦理，將蒐集目前韓國最新的碳標籤資訊並更新。並補充碳	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
的標籤有三種（碳標籤、低碳標籤及碳中和標籤），請修正。	標籤、低碳標籤及碳中和標籤與圖 2.2-6~圖 2.2-8。	
5、P47 泰國碳標籤內容，依本署相關計畫蒐集的資料顯示，泰國之搖籃到大門（B2B）及搖籃到墳墓（B2C)產品皆可申請碳標籤，非僅限搖籃到墳墓產品，請修正相關內容。	感謝指正，已補充泰國碳標籤制度，B2B 產品及 B2C 產品皆可申請碳標籤，但 B2B 產品不可於產品上標示標籤。	同意
6、P57 減碳標籤產品已納入機關綠色採購範圍，請修正相關文字。。	感謝指正，將依目前我國產品碳標籤推動制度更新資訊。	同意
7、公路貨運服務碳足跡產品類別規則草案與今年 5 月 16 日環保署已公告之「無實體店面零售服務產品類別規則」內容相近，差別只在於沒有提供郵件、電視、網際網路等電子媒介給消費者進行選購而已，本案後續提送環保署推動產品碳足跡標示審議會技術小組會議審查時，可能面臨委員詢問「新訂此產品類別規則的必要性？或為何不修訂無實體店面零售服務產品類別規則適用範圍？」等問題，建議預作分析及因應。	「無實體店面零售服務產品類別規則」與本 PCR 之適用範圍、功能單位及評估邊界皆不同。在無實體店面零售服務 PCR 的服務階段中包含了產品、環境及運輸服務，而本 PCR 服務階段僅包含運輸服務；本 PCR 係針對「公路貨運服務」訂定，並在計算情境上有不同計算方法，因此「無實體店面零售服務產品類別規則」服務階段中的運輸服務可使用本 PCR 之計算方法進行評估，因此有訂定本 PCR 之必要性。	同意
8、溫室氣體排放部分，溫管法規定有 7 種溫室氣體，表格僅列出 6 種溫室氣體，並在盤查中列出 4 種，在表格寫法應有一致性（有「－」、「0.0000」及	將於期末報告更新文字，並統一數據表達方式。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
「0.00%」等表示方式)。		
9、建議鼓勵業者申請碳足跡標籤，並在三年後申請減碳標籤，可納入機關綠色採購。	本計畫將協助完成碳足跡調查之業者申請碳足跡標籤，並於成果發表會中傳達減碳標籤可納入機關綠色採購之相關訊息。	同意
10、以下誤繕處，請修正： (1)P3 倒數第 4 行「…(3)依據環保署 2010 年公告之…」，請修正為「…(3)依據環保署 2014 年公告之…」。 (2)P10 第 8 行「…輕『笨』貨物亦…」，請修正之。 (3)P53 英國碳標籤圖示未完全顯示，請修正之。	感謝委員指正。誤植部分將依委員意見修正，另輕笨貨物係依據汽車運輸業管理規則，為針對體積大重量輕的貨物使用之用語。	同意
(三) 財團法人台灣環境管理協會 吳經理伋		
1、報告中第 2.1.2（P9）的內部管理應先進行之準備工作說明(1)~(4)均述及現階段技術困難或假設方式，建議整理較有條理的說明方式或列表。	遵照辦理。期末報告中將整併 2 年度計畫執行所遭遇的困難與現階段解決方式，進行條列說明。	同意
2、請補述 ISO14067 之發展狀況（P33）、新推動標籤國家資料，例如新加坡、馬來西亞，以及更新日本的資訊；另有關國際趨勢可追蹤 ACFN 之發展。	遵照辦理。ISO14067 已蒐集目前國際最新的碳標籤推動資訊，並依委員建議蒐集 ACFN 開會會議結果，追蹤亞洲碳足跡發展趨勢。	同意
3、表 3.5-1 列出影響溫室氣體排放因素，可否整理相關論述文字，使其方便業者參考需要注意的項目，以便延伸到節能技術。	期末報告將補充說明表 2.5-1 所提及的燃料效率、燃料排放強度、負載率、空車率、運輸路網調度，並補充公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢。	同意
4、名詞界定（P149）請補充參考文獻或直接說明引	名詞界定優先引用「溫室氣體減量及管理法」，以及「產品與服務	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
用出處，以區隔出「定義」和「解釋」；另 P153 請補述優先使用「產品碳足跡計算服務平台」公告者。	碳足跡計算指引」，並在期末報告中區隔「定義」與「解釋」。於排放係數選用差異文字中，補述優先使用「產品碳足跡計算服務平台」公告者。	
5、盤查 CFP 過程與彙整資料後，可以分析出有利業者持續減碳的技巧（或技術），期待在期末報告中可以清楚的整理與提出建議。	碳足跡調查的主要排放貢獻為車輛燃油效率與裝載率、轉運路網規劃，期末報告將蒐集相關的節能減碳技術，提供業者作為減量之參考。	同意
(四) 工業技術研究院 王處長漢英		
1、本年度有實際與國內領導的貨運業者進行溫室氣體盤查，過程中針對數據的記錄方式、數據完整性、盤查方式、計算方法應建立可以被其他業者學習的模式，以減少未來再擴大至更多貨運業者的導入時間與困難。但也要適度保護先期參與貨運業者及提供鼓勵誘因。	本計畫 2 年度執行期間，透過國際相關資訊，與評估國內貨運業者營運模式與資料取得情形，提出符合我國貨運業者之公路貨運服務產品類別規則，作為貨運服務碳足跡溫室氣體排放一致之計算方式。計畫執行期間將輔導配合調查業者完成組織盤查與碳足跡調查報告書，以利先期參與之業者，瞭解本身排碳狀況及後續申請環保署碳標籤使用。	同意
2、依本研究顯示溫室氣體排放主要在於運輸服務階段，因此本研究結果可與環保署及能源局在推動節能減碳車輛法規連結，以鼓勵業者採用環保車輛。	車輛燃油效率、驅動車輛之能源種類，對運輸行為之溫室氣體排放影響甚大，國際間導入電動車輛作為運輸車隊之進程，亦與電動車輛技術研發與成本緊密相關。期末報告將建議未來相關單位對於貨運業者導入低排放車輛，比照客運業者，編列補助經費方式推動。	同意
3、本計畫已針對國內貨運車輛及運輸服務作實地深入研究，並建立自主資料庫與作業手冊，值得肯定。建議可以顯示出是否	感謝委員肯定。 (1) 以目前蒐集之國內外資料顯示，零擔貨運業於進行貨物整併改以大型車輛進行夜間長途運輸，與我國貨運業形式相同。而我國因應國情以貨車搭	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
有下列發現： (1)臺灣地區與國際貨運型態及溫室氣體管理上的比較，及獨特性或優缺點檢視。 (2)與國際相互承認的碳標籤及國際參考案例分析過程中，修正本研究項目的國際學習經驗。	配機車配送模式，可降低市區貨車集配貨之燃油消耗之作法，係具備其獨特性。 (2) 本計畫所提出之產品類別規則，係蒐集國際間相關文件制定，如 International EPD® System Product Group Classification: UN CPC 6511 Road Transportation Services of Freight of Food Products and Meals，與日本認定 CFP-PCR 番号：PA-DP-01 対象製品：引越サービス(搬家服務)，未來若有跨國承認碳標籤之需求，仍應符合該國的產品類別規則相關規定。	
4、期中計畫經費與人力應用狀況需列出，以便瞭解計畫執行進度狀況或困難點。	本計畫於每月工作月報皆有提報進度，期末報告將補充計畫經費與人力運用狀況說明情形供委員檢視。	同意
(五) 本所 張組長瓊文		
1、 本計畫成果具體，肯定團隊的辛勞與努力，也非常感謝合作貨運公司的協助與配合。	感謝委員肯定與貨運公司之配合調查。	同意
2、 本計畫所獲得的資料相當豐碩，後續仍有需要深入的比較分析，請團隊與承辦單位討論執行的類別分析，可更有助於政府決策與業者管理。	遵照辦理。將於工作會議中，針對提送「碳足跡計算服務平台」之公用係數類別進行細部討論。	同意
3、 有關本年度檢討修訂「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」及「公路貨運服務碳足跡計算手冊」兩項工作，建議補充說明與去年內容差異處，俾瞭解本年度修訂之重點	遵照辦理。「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」後續將依據環保署 105 年 6 月最新公告之「溫室氣體盤查登錄作業指引」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數。「公路貨運服務碳足跡計算手冊」則依據環保署核定之「公路貨運服務產品	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
	類別規則」進行修訂，並依據環保署產品碳足跡計算服務平台更新附件係數。	
(六) 台灣宅配通股份有限公司		
各家的碳足跡係數結果差異很大，其主要因素包括油耗及電力，基本上電力計算方法差異不大，而油耗則受到貨件重量及里程數的影響，在本公司貨件體積換算重量時，例如本公司體積換算重量是除以 5,400，而嘉里大榮是除以 2,700，計算就有 2 倍差距，其他影響差異的原因是否為里程數計算部分，請團隊補充說明。	針對各家業者碳足跡計算結果之差異，將於期末報告階段補充說明。除載貨物件之重量及體積特性之差異外，常溫運輸與低溫運輸之營業站所為獨立或整併狀況，亦將影響排放量分配。	同意
(七)嘉里大榮物流股份有限公司		
從 2 家公司分析結果差異，本公司推測可能在於車輛因素，宅配通多溫層的車輛較多，而本公司的車輛較為單純，僅分為常溫跟低溫，而沒有多溫層車輛，另外在常溫及低溫的營運站所也有各自的損益表，其資料分析登記比較詳細，計算結果可能會跟宅配通有較大的差異。	針對各家業者碳足跡計算結果之差異，將於期末報告階段補充說明。嘉里大榮公司常溫運輸與低溫運輸之營業站所與車輛為獨立運作之 2 套系統，與其他業者不同，其碳足跡量化階段未涉及分配的問題。期末階段將協助該公司進行 103 年與 104 年 2 年度服務碳足跡之差異。	同意
(八)統一速達股份有限公司		
1、從 4 家排放量分析，本公司經營型態與宅配通類似，同樣缺乏重量數據，後續在計算的換算方式為何？另外用體積換算重量時，可能會造成差異較大，也要請研究團隊協助思考較為客觀的計算	重量與體積之換算須依據各公司之特性作為計算基準。因此，本計畫所提出之公路貨運服務產品類別規則，功能單位定義為每噸-每公里，宣告單位可依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定，汽車路線貨運業可採用每公斤-每公里、每立方公尺-每公	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
方法。	里、每件-每公里(物件規格)等方式呈現溫室氣體排放。	
2、另外本公司非常關注如何去減碳，本公司也有積極配合工研院智慧電動車的試運行，但短期內還沒辦法符合需求，如果相關單位有節能技術的推動，後續也會儘可能配合推動。	碳足跡調查的主要排放貢獻為車輛燃油效率與裝載率、轉運路網規劃，期末報告將蒐集相關的節能減碳技術，提供業者作為減量之參考。	同意
(九)本所 綜合技術組		
1、在文獻回顧部分，可再進一步補充貨運碳足跡計算之應用案例，例如國外DHL、UPS、FedEx之碳足跡報告或碳中和配送服務。	期末報告將補充國外之碳足跡報告或碳中和配送服務資訊。	同意
2、在調查進度方面，本年度目前僅完成嘉里大榮之相關數據蒐集，至於統一速達及新竹物流之資料蒐集工作，請研究團隊積極協助2家業者完成調查工作，俾使各業者均能透過年底成果發表會展示相關推動成果。	遵照辦理。期中報告階段已提出統一速達及新竹物流主要溫室氣體排放調查，期末將完成碳足跡調查之原料生產 與廢棄處理之活動量調查結果。並完成嘉里大榮公司進行 103 年與 104 年 2 年度服務碳足跡之調查差異分析。相關成果將於成果發表會展示。	同意
3、本計畫2年期計畫將完成4家貨運業者之碳足跡相關調查，內容十分豐碩，其數據資料應有更大的分析價值，請團隊進一步強化分析碳足跡的影響因素(包括車輛噸數、裝載率、常溫低溫設備、委外運輸比例等)，俾利作為公路貨運公用係數分	遵照辦理。期末報告階段，將針對不同之碳足跡的影響因素進行分析，強化研究成果之展現。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
類之參據。		
4、 從近2年針對公路貨運業者之組織型排放及碳足跡調查結果來看，委外運輸為重要排放因子之一，研究團隊可進一步探討本計畫所調查4家公路貨運業者在委外運輸載運量(延噸公里)占比與碳足跡的關係，以作為後續貨運業營運管理及減碳規劃參考。	遵照辦理。期末報告階段，將針對委外運輸排放進行深入比較分析，強化研究成果之展現。	同意
5、 本計畫蒐集超過5,000輛以上的貨車行駛里程及油耗資料，可針對車輛噸數、出廠年份，以及載運量等重要因子進行交叉分析，以進一步探討貨車能源使用效率之改善策略。	本計畫將分析行駛里程及油耗資料具有代表性之車輛年度運行資料，補充車輛噸數、車齡、載運量之能源使用效率分析，於期末報告中呈現。	同意
6、公路貨運業者在耗材使用部分，以紙箱及配送單等紙製品為大宗，目前紙類PCR 及相關排放係數已公布，建議可進一步分析選用較低碳足跡紙製品之減碳潛力，以作為後續公路貨運業者推動減碳標籤之參考。	本計畫針對耗材部分之量化係優先選用「產品碳足跡計算服務平台」公告係數，業者未來可採購取得產品碳標籤之供應商，選用排放量較低的產品，以降低耗材使用之排放量。	同意
7、為利於本計畫成果之後續推廣應用，請針對在組織盤查及碳足跡調查之研究過程中，業者在資料蒐集與保存、資料庫建立、跨部門溝通協調，或者計算方法與內容等執行所	遵照辦理。期末報告中將整併 2 年度計畫執行所遭遇的困難與現階段解決方式，依資料蒐集與保存、資料庫建立、跨部門溝通協調，或者計算方法與內容進行條列說明。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
遭遇之困難點予以記錄，並提出解決建議。		
8、本計畫另一項重點在於公路貨運服務公用係數之產出，請再補充及規劃後續要納入環保署碳足跡公用係數平台之內容(包括車輛噸數、生命週期範疇、技術描述等資訊揭露表)。	後續將依據環保署碳足跡公用係數平台規定格式，提送本計畫調查產出之營業大、小貨車之公用係數。初步規劃將以不同噸級車輛行駛排放係數，並納入營業所排放之方式呈現。	同意
9、成果發表會之規劃，可以綠色物流為主題，結合環保署、經濟部或工研院在車輛技術、節能設備及資通訊應用，進行成果交流。	本計畫之成果發表會，將修正議程，增加車輛技術、節能設備及資通訊應用之專題演講邀請。	同意
(十)主席結論		
1、透過2年期的調查，所得到的資料十分豐富(包括4大公路貨運業者、6,000輛貨車、450個營業站所等)，請研究團隊進一步分析碳足跡的影響因素(包括車輛噸數、裝載率、常溫低溫設備、委外運輸比例等)，作為公路貨運服務碳足跡公用係數之分類參據。另外，亦請妥為規劃並提出各項係數之描述內容說明(包括車輛噸數、生命週期範疇、技術描述等資訊揭露表)，以納入環保署碳足跡公用係數平台供各界引用參考。	本計畫調查對象之服務型式以零擔貨運為主，並以小貨車(車輛總重 3.5 噸以下之車輛)佔大宗，總重 3.5 噸以上的大貨車，數量較少、規格差距亦大，將依據 4 家業者車輛噸數、常溫低溫設備作為分類，再依據服務量採加權平均方式計算國內營業用大貨車與小貨車平均碳足跡，納入碳足跡係數資料庫，揭露於「碳足跡計算服務平台」。初步規劃將以不同噸級車輛行駛排放係數，並納入營業所排放之方式呈現。	同意
2、本計畫透過碳足跡公用係	期末報告中將整併 2 年度計畫執	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
數調查及協助業者進行碳管理的經驗與成果，實可作為後續推廣及應用的指引。因此，請研究團隊針對調查過程中，業者在辦理碳盤查所遭遇之困難點予以記錄，並提出解決建議，以鼓勵更多公路貨運業者投入及減少其進入之障礙。	行所遭遇的困難與現階段解決方式，依資料蒐集與保存、資料庫建立、跨部門溝通協調，或者計算方法與內容進行條列說明。	
3、本期中報告經與會審查委員評分後，平均分數為84.8分，原則審查通過。	感謝委員肯定。	同意
4、請研究團隊針對與會委員及各單位代表所提意見，於會議紀錄文到1週內研提回覆辦理情形說明表，以作為後續撰提期末報告之依據。	遵照辦理。已於105年8月17日提送回覆辦理情形說明表。	同意

附錄 3

期末報告審查意見

處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）
□期中☑期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(2/2)

執行單位：中興工程顧問股份有限公司

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
(一)國立臺灣海洋大學河海工程學系 蕭教授再安		
1、應建立能源查核制度之運輸業者統計,若未涉及個資法,請公布業者名單。	因能源局提供之能源用戶資料涉及營業秘密，無法公布業者名單，各列管能源用戶係依據相關法規訂定節約能源目標及執行計畫。	同意
2、碳足跡係數及其影響因子之迴歸分析可再檢討。	遵照辦理。期末修正定稿將補充未分組之車重與碳足跡係數迴歸結果。	同意
3、公路貨運業之節能減碳對策分析,請強化系統分析。	期末修正定稿 3.4 節補充節能減碳對策之減量潛力分析，以協助貨運業者評估採用。	同意
4、碳足跡公用係數是否具代表性,請強化說明。	本計畫以汽車路線貨運業之車輛為主，完成路線貨運服務業及其 3.49T、3.5-7.4T 及 7.5-16T 貨運車輛之碳足跡本土化係數，針對運輸型式、裝載率差異提供不同範圍資訊。各家業者調查結果以貨運量加權平均方式分為車輛運輸、全生命週期不同形式之排放係數。各項係數之樣本數至少達 30 輛以上，應具有一定之代表性。 16T 以上之貨車或貨櫃車等尚無法取得相關資訊，後續可持續將研究範圍擴大至國內各項交通運具，以瞭解國內交通運具碳足跡狀況及建全資訊需求。	同意
5、請留意範疇三是否納入盤查的趨勢。	結合生命週期與碳排放量評估、釐清產品或活動全生命週期的溫室氣體排放量，即以碳	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
	足跡的考量來檢視污染者與排放源。本計畫貨運服務碳足跡係數之計算，已將範疇三納入包括委外運輸、包裝材料使用等之排放狀況。而本計畫產出之貨運服務碳足跡係數，亦可提供其他廠商計算範疇三所需之資訊。	
(二)財團法人台灣環境管理協會 吳經理伋		
1、本計畫之執行成果與預定執行進度相符合,從資料的整理亦可感受到執行團隊的用心。	感謝委員肯定。	同意
2、對於已參與計畫執行的業者,本計畫確實可掌握資訊的不足之處,亦能提供適當之建議,但對於各業者如何透過這次經驗,在未來能影響其在管理或改善節能減碳的措施其實更為重要,或許可依這方面補充說明業者後續的內部作法。	感謝委員肯定。業者的後續內部作法建議已補強於結論與建議之貨運業者因應碳揭露資訊需求。	同意
3、有關係數的計算,在既有情形下,必然有許多選擇性的資料與不得不使用的假設情境,這部分或可擇重要性資料,建議貨運業者考量留存。	針對車輛裝載率及運輸服務量相關資訊之不足，已於結論與建議之貨運業者因應碳揭露資訊需求，建議業者納入未來營運管理資訊中。	同意
4、環保署的 CFP-PCR 有可以修訂的程序,如有後續研究計畫,且對現	依據「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」規定，文件計畫主持人或利害相關者	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
行內容有疑義時,請協助提請文件內容的修改。	得對公告實施之產品類別規則文件及引用要求文件提出修正建議，環保署亦得委託文件訂定單位、商品製造商、提供該類服務業者、產品業者所組成之同業公(協、商)會、政府機關(構)或執行單位進行前開文件檢討。相關規定將補充於結論與建議中，建議後續研究計畫辦理。	
(三) 工業技術研究院 張組長念慈		
1、完成公路貨運服務溫室氣體盤查， 並研提給業者內部診斷分析及改善建議,對於貨運業者碳足跡等排放減量有較明確方向,符合計畫產出。	感謝委員肯定。	同意
2、建立碳足跡計算工具,可讓業者及交通部掌握整體貨運資料,惟本計畫仍應思考如何在政策上鼓勵相關業者進行減碳,提出可能方向較適合能源國家型計畫之屬性。	因應未來溫室氣體管制需主管機關協助事項，本計畫於辦理成果發表會調查貨運業者需求顯示，由政府部門未來提供車輛、廠房節能技術輔導協助，以及法規與補助配套措施等項目較為急迫，相關措施包括：提供節能設備汰換補助、提供老舊車輛汰換補助、提供設備/車輛汰換低利貸款、低污染車輛之牌照稅、燃料稅減免、貨車停車臨時停放配套、提供公有貨物轉運中心降低建置成本等方面，已補充於結論與建議中。	同意
3、對於未來物品運輸生命週期中進行節能減	於期末修正定稿 3.4 節補充節能減碳對策之減量潛力分析，	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
碳方案有初步陳述,但可在多種節能方面,尤其自主駕駛車隊、貨物多溫層控管及怠速熄火等,提出調查及建議較為合適,至少可針對已調查之業者可能的提案方向提出建議。	以協助貨運業者評估採用。	
(四)本所綜合技術組 張組長瓊文		
1、計畫執行成果非常具體,肯定團隊的努力。	感謝委員肯定。	同意
2、研究成果表 7.2-1 於報告中提及建議提供環保署碳足跡資料庫,惟「平均裝載率」所列範圍有限,在實際應用計算上是否有更詳細的說明?	表 6.2-1 中裝載率差異主要來自於貨物體積重量換算基準不一致所致，以國際快遞計價基礎【以貨件包裝之長度(公分)*寬度(公分)*高度(公分)/5,000=重量(公斤)】之裝載率較低，以才積算法【以貨件包裝之長度(公分)*寬度(公分)*高度(公分)/27,818=才數】之裝載率較高。實際應用計算上，預期使用者可依據貨物性質選用所對應之裝載率碳足跡係數，將補充說明於表 6.2-1 說明文字中。	同意
3、研究建議中涉及來年度協助業者進行整體性之減碳工作部分,建議增加主管機關權責、補助或獎勵等作為之論述。	因應未來溫室氣體管制需主管機關協助事項，本計畫於辦理成果發表會調查貨運業者需求顯示，政府部門未來提供車輛、廠房節能技術輔導協助，以及法規與補助配套措施較為急迫，相關論述補充於結論與建議中。	同意
(五) 行政院環境保護署 鄭技正惠文		
1、第 33、63 頁：提及環保署預估至 2018 年完成約 6000 項碳足跡排	感謝委員指正，已進行修正。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
放係數,應為 600 項之誤植，請修正。		
2、 第 54-55 頁：介紹馬來西亞生態標籤內容,此標籤內容較接近我國的環保標章，非碳標籤，此部分內容與第 3.2.1 節標題「國際間碳足跡標示制度發展情形」不符。	感謝委員指正，已刪除該項內容。	同意
3、 第 59 頁：泰國標籤之「產品評估範疇」為 B2B 及 B2C，此部分在前文已修正,但表格未同步修正。	感謝委員指正，已修正表格內文。	同意
4、 第 279 頁：結論 6.(4)提及「協助 A 公司…於公路貨運服務產品類別規則正式通過後申請國內碳標籤」,目前本署尚未接獲相關碳標籤申請案,請問本案目前進度?	感謝委員關切。A 公司已於 105 年 11 月 24 日取得英國標準協會(BSI)核發之產品碳足跡查證聲明，並已於 12 月 6 日完成完整性及符合性檢核意見修正後提送環保署辦理碳標籤申請事宜。	同意
5、 感謝交通部運研所願意將本計畫產出之碳足跡排放資料庫係數資料提供給本署,納入我國碳足跡排放係數資料庫，俾利各界引用。	本計畫將配合彙整國內營業用大貨車與小貨車碳足跡係數產出成果，揭露於「碳足跡計算服務平台」。	同意
(六)嘉里大榮物流股份有限公司		
1、 本公司 2 年度均協助配合計畫調查,提供相關營運資料,推動低碳	申請碳標籤有助於企業環保形象之提升，取得減碳標籤則可納入政府綠色採購。另因應溫	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
是企業應努力的方向,收集期間不僅需協調資訊部門技術支援,並投入大量人力、設備、持續管理執行等成本。建議政府相關單位應提供業者實質的獎勵,以提升業者自主進行溫室氣體管理的意願。	管法未來減碳工作之推行，建議交通部與環保署對於車輛汰舊換新補助，可針對取得碳標籤之業者優先進行補助。另「低碳產品獎勵辦法(草案)」已進入公聽研商會階段，本計畫將彙整業者建議補充於結論與建議中。	
2、車重分組 3.49 噸、3.5~7.4 噸、7.5~16 噸係依據一般路線貨運車隊車廂規格尺寸區分,可符合貨運業者實際營運情形。	感謝說明。本計畫車重分組係參考我國業者營運情形呈現。	同意
(七)統一速達股份有限公司		
1、由於裝載率並非作業流程之必要資訊,故無法提供本公司配送車輛之資訊,只能採用假設情境進行推估貨運服務量。公路貨運服務產品類別規則,相關規定過於嚴格的情形下,小型貨運業者將無法配合參與。	為協助業者進行貨運量計算，本計畫已完成公路貨運服務碳足跡計算手冊，並建置盤查及碳足跡簡易計算工具。貨運服務碳足跡計算確實需有相關資料方能執行，溫室氣體管理工作應由一定規模以上業者率先導入。	同意
2、本公司曾參與國產自製電動貨車測試營運,初步使用狀況對於電動貨車之載重、續航力與充電時間,尚無法符合本公司營運需求,現階段仍以採購柴油電動車輛為主。	因應溫室氣體管制工作推動，車輛製造商仍持續投入電動車輛研發，以符合業者需求。	同意
3、本公司小型營業所以	照明設備汰換為省電燈具初步	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
租賃為主,汰換照明設備之規劃須考量租約期限;大型轉運中心之照明設備汰換為省電燈具,則可優先評估導入能源服務業(Energy Services Company, ESCO)之財務機制。	評估回收年限在 3 年以內，建議業者可評估營業所之租期以規劃汰換順序。大型轉運中心導入能源服務業可比照新竹物流公司之模式辦理。	
4、配合本計畫碳足跡調查,本公司有意願申請國內碳標籤,並建請政府部門提供相關政策誘因,以利更多貨運業者響應。	申請碳標籤有助於企業環保形象之提升，取得減碳標籤則可納入政府綠色採購。另因應溫管法未來減碳工作之推行，建議交通部與環保署對於車輛汰舊換新補助，可針對取得碳標籤之業者優先進行補助。本計畫將彙整業者建議補充於結論與建議中。	同意
(八)交通部公路總局 潘正工程師基財		
1、報告書第 122 頁，請於公路貨運業之敘述刪除小貨車租賃業之文字。	感謝委員指正。已刪除相關文字。	同意
2、貨車汰舊更新之補助，建議環保署納入低污染車輛補助範疇。	建議交通部與環保署對於車輛汰舊換新補助，可針對取得碳標籤之業者優先進行補助，將補充於結論與建議中。	同意
3、國內小型汽車貨運業者與汽車貨櫃貨運業者受限於企業規模,不易推動溫室氣體管理工作。	為協助業者進行貨運量計算，本計畫已完成公路貨運服務碳足跡計算手冊，並建置盤查及碳足跡簡易計算工具。由於溫室氣體管理仍有其必要性，建議相關管理工作由一定規模以上業者率先導入。	同意
(九)本所 綜合技術組		
1、 第 4.3 節 C、D 公司溫室氣體盤查內容均無	遵照辦理。C 公司溫室氣體固定排放來源為營業所內推高	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
固定排放數值,其原因為何？請補充說明。	機、緊急發電機燃油燃燒，惟該公司並未提供相關資料。D公司表示營業所內推高機全面採用電力，故無相關排放。將於3.3節中加註說明。	
2、第4.3.4節針對4家貨運業者比較部分,因溫室氣體盤查之基準年不同,請於報告中加註說明。	遵照辦理。4家貨運業者中A、B公司之盤查基準年為103年，C、D公司之盤查基準年為104年，將於3.3.4節中加註說明。	同意
3、承上,為強化本報告之應用價值,建議針對已取得之車輛行駛里程數及燃油使用資料,補充分析不同噸數貨車之車輛能源使用效率情形。	遵照辦理。不同噸數貨車之車輛能源使用效率情形將補充於4.3.2、4.3.4節運輸車輛碳足跡調查成果。	同意
4、有鑑於小貨車106年起將提升車輛容許耗用能源標準,建議於第4.4節針對小貨車汰換之節能減碳效益進行評估。	遵照辦理。本計畫將以運輸車輛汰換年限10年，每年新車導入10%進行節能減碳效益評估。	同意
5、P213、P225及P232針對車輛碳足跡樣本合理性係將車輛資料不齊全或異常進行剔除(包括貨運量、油耗及貨重異常)，其異常資料占比為何？請補充說明。	遵照辦理。將補充異常資料占比於運輸車輛碳足跡調查成果相關內容。	同意
6、第5.4.2節碳足跡排放係數之算數平均值與加權平均值,其計算方式為何？請補充說明。	遵照辦理。碳足跡排放係數之算數平均值與加權平均值，係依據4家業者車輛噸數、常溫低溫設備作為分類，再依據服務量採加權平均方式計算國內	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
	營業用大貨車與小貨車平均碳足跡,將補充於 4.4.2 節中說明。	
7、 第 6.3 節成果發表會之問卷調查部分,請補充問卷回收份數及填報者身分類型等資料。	遵照辦理。問卷回收份數及填報者身分類型等資料，將補充於 5.3 節中說明。	同意
8、 本研究結果發現委外運輸對碳足跡排放可能造成低估之現象,對於整車及零擔運輸,甚至委外運輸所引用之係數資料,建議可提出改善建議,俾納入後續研究參考。	遵照辦理。本計畫產出整車和零擔運輸之排放係數，而委外運輸因為未配合調查，故無法取得實際資料。建議後續研究可針對汽車貨運業及汽車貨櫃貨運業者進行調查，以補充此部分資料；而後以此調查結果回饋修正汽車路線貨運業者之排放係數，提高本土化資訊之準確度。關於委外運輸車輛數據蒐集方式於本計畫研擬之碳足跡計算手冊第五章及 CFP-PCR 第 3.2.3 節中已有詳細說明。相關說明將補充於結論與建議中。	同意
9、 本研究完成 10 組碳足跡係數,建議於報告中補充說明該係數之應用方式及潛在使用族群,俾作為後續推廣之參據。	遵照辦理。本計畫以調查汽車路線貨運業之車輛為主，建議使用族群為 B2C 之運輸模式，B2B 之運輸模式係以整車運輸為主。此外，表 6.2-1 中 10 組碳足跡係數裝載率差異主要來自於貨物體積重量換算基準不一致所致，以國際快遞計價基礎之裝載率較低，以才積算法之裝載率較高。實際應用計算上，預期使用者可依據貨物性質選用所對應之裝載率碳足跡係數。	同意
10、請於各章增加「小結」內容。	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
(十)主席結論		
1、本期末報告經與會審查委員評分後，平均分數為 84.5 分，原則審查通過。	感謝委員肯定。	同意
2、請研究團隊依據與會委員及各單位代表所提意見修訂報告書，並研提回覆辦理情形說明表納入報告附錄。	遵照辦理。已於 105 年 12 月 23 日以電子郵件提送回覆辦理情形說明表，並納入期末報告修正定稿附錄中。	同意
3、請於 105 年 12 月 28 日(星期三)前提送期末報告修正定稿，俾利辦理後續相關事宜。	遵照辦理。已於 12 月 28 日提送期末報告修正定稿。	同意

附錄 4

公路貨運服務溫室氣體盤查手冊

公路貨運服務溫室氣體盤查手冊

CO2
Carbon Footprint
Taiwan EPA

目　　錄

目　　錄 ..... 附 4-2
前　　言 ..... 附 4-3
第一章　溫室氣體盤查管理系統之建置 ..... 附 4-3
1.盤查的目的 ..... 附 4-3
2.盤查原則與流程 ..... 附 4-4
3.溫室氣體盤查程序 ..... 附 4-7
第二章　邊界設定 ..... 附 4-8
1.組織邊界的設定 ..... 附 4-8
2.營運邊界的設定 ..... 附 4-8
3.基準年之選擇與建立 ..... 附 4-10
第三章　排放源鑑別 ..... 附 4-12
1.排放源形式 ..... 附 4-12
2.溫室氣體種類 ..... 附 4-12
第四章　排放源量化 ..... 附 4-14
1.選擇計算方法 ..... 附 4-14
2.蒐集活動數據並選擇排放係數 ..... 附 4-15
3.溫室氣體計算方法的說明 ..... 附 4-17
4.彙整全公司的溫室氣體數據 ..... 附 4-19
第五章　溫室氣體盤查作業文件化 ..... 附 4-20
第六章　系統檢討改善 ..... 附 4-22
1.清冊的品質保證 / 品質控制(QA/QC) ..... 附 4-22
2.溫室氣體查驗資訊準備 ..... 附 4-22
3.溫室氣體排放分析及改善規劃 ..... 附 4-23

附錄　　公路貨運業溫室氣體盤查計算案例

前　言

全球氣候變遷的效應日益顯著，對台灣等海島地區的生存環境、資源生態、民生安全和產業發展等面向衝擊相對嚴重，調適與減緩已成為國際間最重要的環境議題之一。我國雖非聯合國氣候變化綱要公約與京都議定書的簽約國，然而身為地球村的一員，仍願依據公約精神，來防制氣候變遷並追求永續發展。

企業進行溫室氣體盤查具體效益，明確掌握集團溫室氣體的實際排放量，提升企業溫室氣體管理能力與能資源使用效率，降低生產成本，晉身綠色產業，提升企業形象與競爭力。同時也呼應國內外相關法令要求，減緩溫室氣體及能效管制之衝擊，辨識可能的減量機會，與節能工作同步進行，將能發揮事半功倍的效果，有助於執行成效的量化。

本手冊依據環保署公告「溫室氣體盤查與登錄指引」、「溫室氣體排放量申報作業指引」內容包含盤查工具表單與相關盤查作業程序，期能作為公路貨運服務業推動溫室氣體盤查與減量之參考，並協助公路貨運業者提升溫室氣體盤查能力。

第一章 溫室氣體盤查管理系統之建置

1.盤查的目的

透過溫室氣體盤查工作的辦理，除協助公路貨運服務業瞭解掌握車隊之能源使用效率現況，可作為運輸部門推動下列措施之基礎：

(1) 針對能源效率高之業者給予獎勵或表揚，提昇業者形象，有助其營運。

(2) 輔導業者提昇能源使用效率、節省能源及減少花費，並提高營運績效。

(3) 評估減量潛力，建立產業減量指標。

(4) 因應強制性溫室氣體提報的要求—「溫室氣體減量及管理法」第十四條：目的事業主管機關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、查證、登錄、減量及參與國內或國際合作執行抵換專案。。

有關國內溫室氣體的稽核驗證管理方面，國家標準局將 ISO 國際標準轉為 CNS 國內標準，CNS 14064 系列標準包括：CNS 14064-1、CNS 14064-2、CNS 14064-3，分別於 2006 年 7 月、8 月與 2007 年 1 月完成審查公告。盤查程序主要即參考以上盤查議定書及 **CNS**14064-1 內容整理而得。

(1) CNS14064-1：溫室氣體-第一部分：組織層級溫室氣體排放量與削減量之量化與報告規範。

(2) CNS14064-2：溫室氣體-第二部分：計畫層級之溫室氣體排放量與削減量之量化、監測與報告規範。

(3) CNS14064-3：溫室氣體-第三部分：溫室氣體主張之確證與查證規範。

2.盤查原則與流程

為確保溫室氣體盤查報告的資訊能可靠、真實與公正地反映出企業在溫室氣體排放上的狀況，溫室氣體會計及報告應以下列 5 項原則為基礎：

(1) 相關性

選擇適合預期使用者 3需求之溫室氣體源、溫室氣體匯、溫室氣體儲存庫、數據及方法。 (CNS 14064-1 3.2)

就組織的溫室氣體盤查報告來說，相關性是指這份報告所涵蓋的資訊是為了滿足公司內外部資訊使用者在決策上所需要的資訊。在選取組織邊界時，應考量組織或企業的相關特性，溫室氣體資訊之應用目的，以及資訊使用者的需求等。

(2) 完整性

納入報告邊界內所有相關的溫室氣體排放與移除。 (CNS 14064-1 3.3)

為了彙整全面且有意義的盤查資訊，應包含已選定盤查邊界內的所有排放源。但在實務上，資料不足或蒐集資料所需的成本資源，可能是一項限制性因素。故一般會設定一排放量門檻，當排放源的排放量小於該門檻時，盤查時可將此排放源排除。

(3) 一致性

使溫室氣體相關資訊能具有比較的意義。 (CNS 14064-1 3.4)

溫室氣體資訊的使用者，通常會追蹤並比較公司長期的溫室氣體排放趨勢，並據以評估公司的績效。因此，對於時間序列資訊運用一致性的原則在會計方法、盤查邊界及計算方法上是很重要的，這樣才能進行溫室氣體排放數據的跨期比較。

(4) 準確性

儘可能依據實務減少偏差與不確定性。 (CNS 14064-1 3.5)

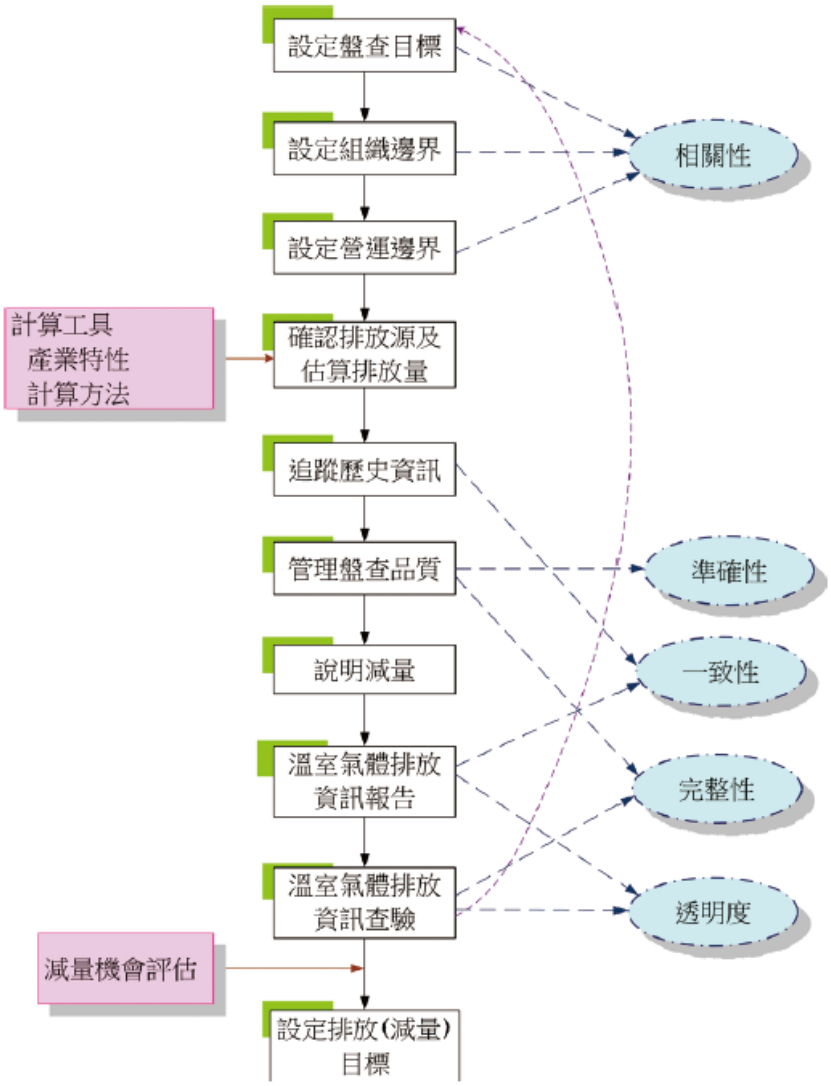
數據應具備足夠的正確性，讓資訊使用者能在合理地確信報告所載資訊為可信的情形下來進行決策。溫室氣體的量測、估計或計算須系統化，不高估也不低估，儘可能擴及可判斷範圍，且在可行的狀況下，儘量降低不確定性。量化的過程也要儘量選擇不確定性最低的方式來進行。

(5) 透明度

揭露充分且適當的溫室氣體相關資訊，使預期使用者做出合理可信之決策。(CNS 14064-1 3.6)

符合透明度原則的溫室氣體盤查資訊應是以清晰、真實、中性且易懂的方式呈現盤查程序、量化作業、假設及限制條件等，使其他人或查驗者可據以查證，並使用相同的數據來源演算出相同的結果。

圖 1-1 為在進行溫室氣體的盤查時，各盤查程序與前述 5 大基本原則間的關聯性之示意圖。

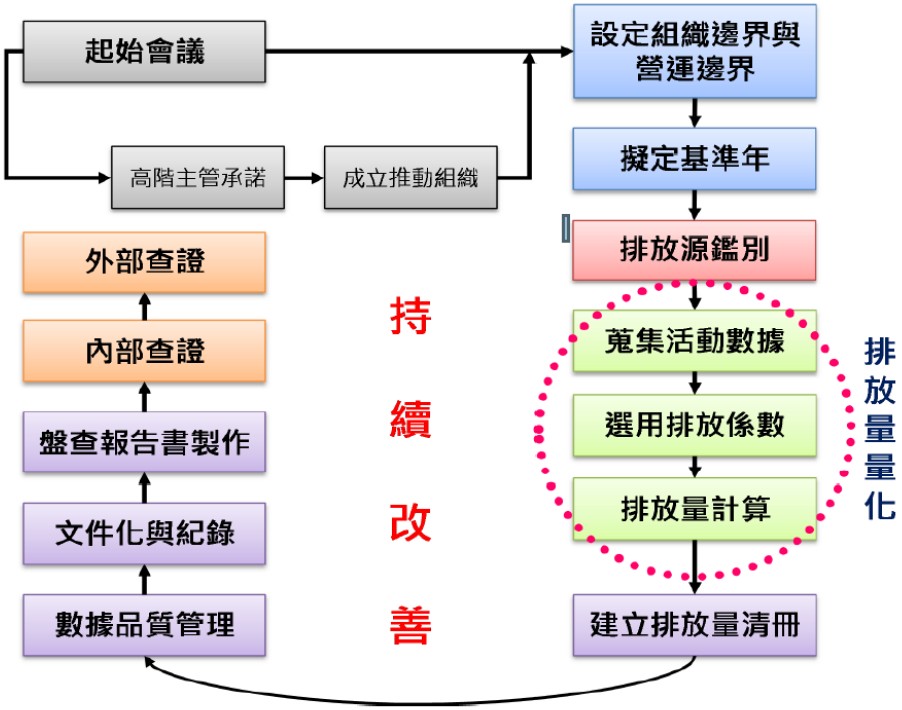


資料來源：中華民國企業永續發展協會，93 年。

圖 1-1　溫室氣體盤查程序與盤查原則

3.溫室氣體盤查程序

業者在執行盤查作業時，應依據標準溫室氣體盤查程序進行。執行內容應包含邊界設定(組織邊界、營運邊界與基準年設定)、排放源鑑別、排放源量化、建立盤查清冊及數據品質管理等，並將盤查過程中之程序、方法及數據等予以文件化，產出盤查報告書，完成第三者查證後，才能登錄至國家登錄平台。環保署訂定溫室氣體盤查程序，如圖 1-2 所示。



資料來源：溫室氣體盤查登錄作業指引(105.6)

圖 1-2　溫室氣體盤查程序

第二章 邊界設定

邊界設定是進行溫室氣體盤查作業第一個步驟，在計算組織之溫室氣體排放量時，須先清楚界定盤查邊界，以確保提報的內容能夠正確反映溫室氣體排放狀況。盤查邊界設定時，須考量基準年，以建立具比較基礎之盤查清冊；其邊界可分為「組織邊界」及「營運邊界」。設定好組織邊界後，再定義營運邊界(分為範疇 1、範疇 2、範疇 3)。

1.組織邊界的設定

公司的營運隨法律與組織架構而有所變動：包括全部自有的營運、法人或非法人化的合資事業、子公司及其他等為了財務設定的規則來處理。

在設定溫室氣體盤查的組織邊界上，由公司先選擇一種方式來彙整其溫室氣體排放資訊，然後應用一致性地的方式來定義構成公司的事業體與營運。

彙整公司整體溫室氣體排放資訊一般有二種不同的方式，分別為股權比例(equity share)法與控制(control)法。

(一)股權持分法：依照持有的股權比例，認列溫室氣體排放量。

(二)控制權法：不考慮持股比例，擁有該公司財務或營運控制權者應 100%認列其排放量，反之則為 0%。

環保署溫室氣體方案適用對象或自願登錄於國家溫室氣體登錄平台者，應採營運控制權法彙總排放量。

2.營運邊界的設定

在完成溫室氣體盤查組織邊界後，需進一步鑑別出盤查地理邊界範圍內之所有排放源，以清楚界定其營運邊界，並區分為直接和間接排放源，以協助使用者管理溫室氣體之風險與機會；若邊界內已排除部分排放源時，均應提出合理證據與說明。所謂直接與間接排放意指：

(1) 直接排放：指排放係來自由公司所擁有或控制的排放源。

(2) 間接排放：指排放係為公司作業活動的結果，但排放源為另一公司所擁

有或控制。

針對營運邊界則以三種範疇加以分類，主要分為範疇 1、範疇 2 及範疇 3。公司至少應分開計算與報告範疇 1 及範疇 2 的溫室氣體排放，目前國際上所推動執行之盤查，多數推動至範疇 2 的範圍。

(1) 範疇 1：直接溫室氣體排放

直接的溫室氣體排放係源自於公司擁有或控制的排放源，以公路貨運業來說，包括來自於自有或控制之交通工具燃料燃燒的排放，也包括運具冷媒逸散排放至大氣的溫室氣體；另非屬運具(辦公室或場站等)之冷藏及空調設備使用時的 HFC 排放亦屬於該公司之直接溫室氣體排放。

另外，來自於生質燃料燃燒的直接二氧化碳排放，以及不屬於京都議定書規範的溫室氣體的排放(如 CFCs、NOx 等)，不應納入範疇 1 中，但可分開報告。

(2) 範疇 2：能源之間接溫室氣體

範疇 2 係指來自於公司自用之外購能源所產生的溫室氣體。外購能源係定義為買進或輸入至公司組織邊界內的能源，範疇 2 之排放實體上是發生在生產能源的設施上。以公路貨運業來說，主要在於運輸場站或公司場所的日常用電，以及使用電力驅動之運具的電力耗用。

(3) 範疇 3：其他間接溫室氣體

範疇 3 是一個選擇性的報告類別，允許以此類別來處理所有其他的間接排放。範疇 3 排放是公司作業活動的結果，但產生自其他非公司所擁有或控制的排放源。以公路貨運業來說，通常範疇 3 包括員工通勤與商務旅行、長途轉運運輸委託其他運輸公司、廢棄物委託處理等。

通常範疇 3 的數據取得上較為困難，所以使用精確度較低的數據是可接受的，環保署規範範疇 3 不列入計算範疇，業者可依其管理目的自行選擇是否納入計算。

營運邊界設定部份，應清楚掌握各排放源所有權歸屬，並清楚界定各範疇別分類原則，對於排除部分，則要求合理證據之提出與說明；此外，建議組織至少以範疇 1 及 2 來進行計算與提報。邊界設定示意如圖 2-1。

3.基準年之選擇與建立

基準年可能為單一年度，或過去數年之平均表現。使用者可自訂基準年以展現其溫室氣體管理績效。

建立基準年排放量之主要目的在於建立溫室氣體管理的績效比較基準，評估其減量目標之達成狀況。為使溫室氣體相關資訊能具有比較的意義，使用者應採與基準年一致之組織與營運邊界設定原則，以及盤查量化的方式，包含活動數據與排放係數之選擇等；若有任何的變更應作合理說明，並建立基準年重新計算之原則與程序，適當時，重新計算基準年之溫室氣體盤查清冊。

發生下列情況時，應考量重新計算基準年溫室氣體盤查盤查清冊：

(1) 營運邊界改變。

(2) 溫室氣體排放源或匯之所有權移出或移入組織邊界。

(3) 量化方法改變導致溫室氣體排放量或移除量有顯著變化。

在國內，亦避免因營運邊界、設施移入移出及因量化方法改變等因素所致排放量或減量變化即需重新計算，故得設定顯著性門檻為 3%，累計變化量高於此門檻才需要進行重新計算基準年排放量。

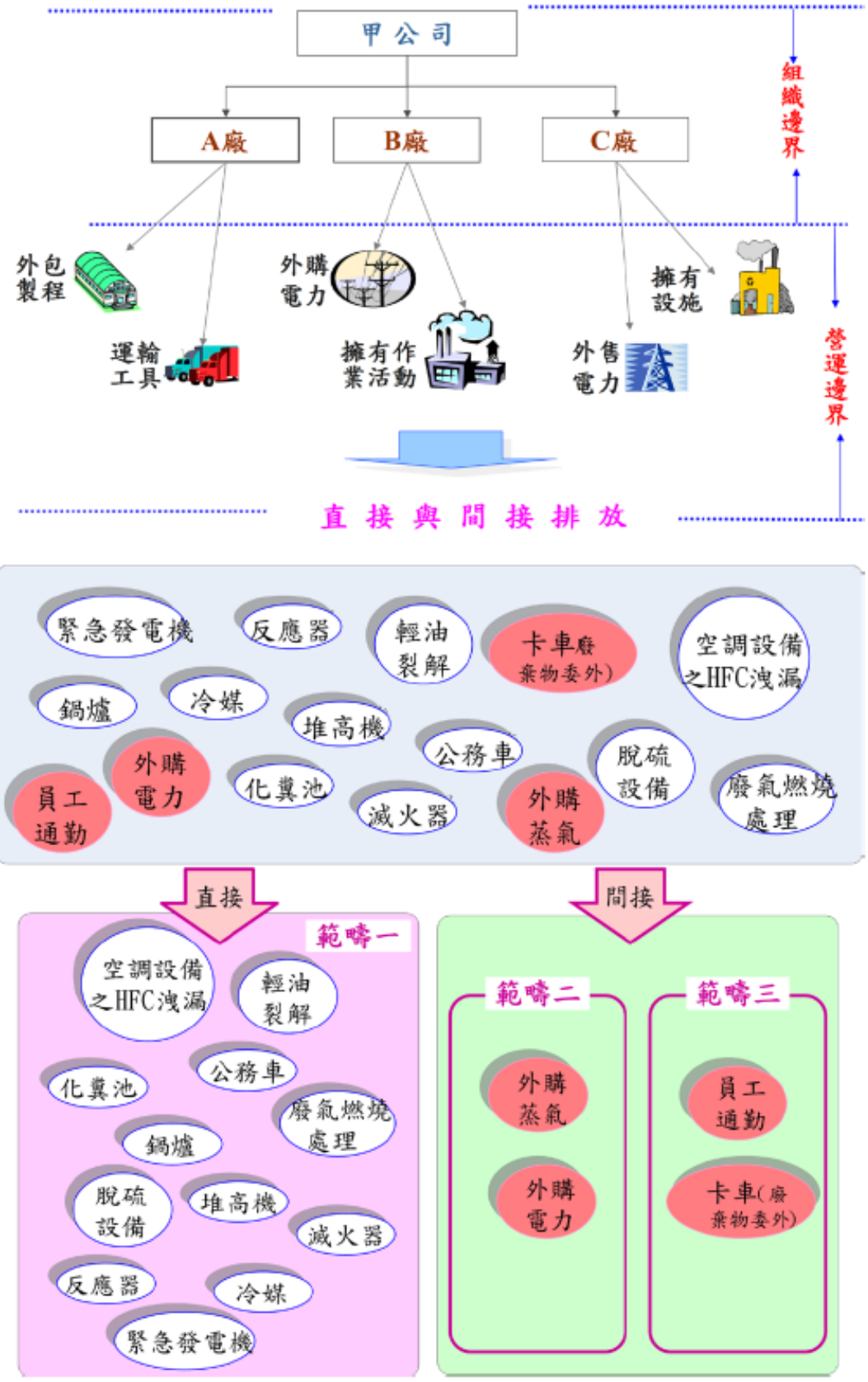

甲公司
A廠
B廠
C廠
組織邊界
外包製程
外購電力
擁有設施
運輸工具
擁有作業活動
外售電力
營運邊界
直接與間接排放
緊急發電機
反應器
輕油裂解
卡車(廢棄物委外)
空調設備之HFC洩漏
鍋爐
冷媒
堆高機
公務車
外購電力
脫硫設備
員工通勤
化糞池
滅火器
外購蒸氣
廢氣燃燒處理
直接
間接
範疇一
空調設備之HFC洩漏
輕油裂解
公務車
化糞池
廢氣燃燒處理
鍋爐
脫硫設備
堆高機
滅火器
反應器
冷媒
緊急發電機
範疇二
外購蒸氣
外購電力
範疇三
員工通勤
卡車(廢棄物委外)

圖 2-1　邊界設定示意圖

第三章 排放源鑑別

本階段主要是延續營運邊界調查並做更詳細的定性工作。主要進行工作為排放源形式與溫室氣體排放種類的鑑別。

1.排放源形式

將邊界內之排放源依據不同類型加以完整鑑別，區分方式主要依據其排放特性不同，主要分為四大形式：

(1)固定燃燒源：指固定式設備之燃料燃燒，如鍋爐、備用發電機等。

(2)移動燃燒源：指交通運輸設備之燃料燃燒，如汽車、貨車。

(3)逸散排放源：有意及無意的排放，如從設備之接合處、密封處、頃料、填塞物之洩漏，如冷媒設備逸散排放的 HFCs 或由化糞池逸散排放甲烷等。

(4)製程排放源：物理或化學製程之排放。此類排放源在公路貨運業比例較少故不多做說明。

除能源間接排放源(範疇 2)外，其他二類包括直接排放(範疇 1)與其他間接排放(範疇 3)部分，皆可能包含上述排放形式。

2.溫室氣體種類

本步驟主要檢視排放源之溫室氣體排放種類，尋找出溫室氣體可能產生源與發生途徑，同時確認其所產生之溫室氣體。

目前京都議定書所規範之溫室氣體，包括二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6) 及三氟化氮及其他經中央主管機關公告者。一般使用化石燃料之交通工具，排放之溫室氣體種類包括CO_2、N_2O與CH_4。

CO_2排放比較能夠直接估計，因為主要的相關因子有兩個：燃料形式與數量。N_2O與CH_4排放量，主要則依據所採用的排放控制設備(例如：觸媒轉化器的類型)而異。固定燃燒源及移動燃燒源除會造成CO_2之排放外，亦會產生少量的CH_4及N_2O，故在做此項調查時必須多加注意。

除燃燒排放外，逸散排放源之可能來源包括有冷凍空調設施之HFCs、化糞池之CH_4、滅火器之CO_2、及高壓配電盤之絕緣材料SF_6等，若逸散氣體之組成成分未包含CO_2、CH_4、N_2O、HFCs、PFCs及SF_6 等六種溫室氣體，則毋需納入盤查範圍。

如果廠商擁有電動車輛應用外購電力並有使用量的紀錄，則此部份的排放量應該以間接排放量來申報，其主要即屬前述範疇 2 的排放。

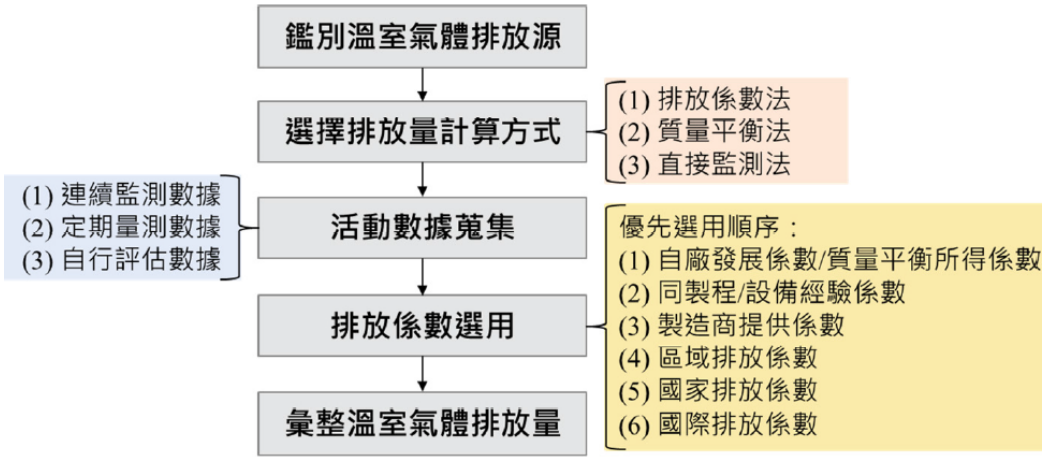
不同活動/設施若有相同之氣體排放，則應依據活動/設施項目分別紀錄，以免產生混淆或遺漏之情形。由於排放源鑑別將會影響到日後溫室氣體排放量的完整性，故務必謹慎調查及判別。溫室氣體鑑別範例，請參考表 3-1。

表 3-1　公路貨運業排放源鑑別範例

範疇	排放源			溫室氣體種類
範疇一 直接排放	固定式燃燒排放	緊急發電機	柴油	CO_2、CH_4、N_2O
		宿舍熱水鍋爐	柴油	CO_2、CH_4、N_2O
			重油	CO_2、CH_4、N_2O
		餐廳瓦斯爐	天然氣	CO_2、CH_4、N_2O
	移動式燃燒排放	運輸車輛	汽油	CO_2、CH_4、N_2O
			柴油	CO_2、CH_4、N_2O
		公務車	汽油	CO_2、CH_4、N_2O
			柴油	CO_2、CH_4、N_2O
		堆高機	汽油	CO_2、CH_4、N_2O
			柴油	CO_2、CH_4、N_2O
	逸散排放	窗型冷氣、車輛冷氣	冷媒	HFC_S
		冷凍冷藏之冰櫃、冰箱、飲水機	冷媒	HFC_S
		污水蒐集	化糞池	CH_4
		消防設施	滅火器	CO_2、HFC_S
範疇二 能源間接排放	辦公室	照明、空調	電力	CO_2
	常溫倉儲	推高機、照明	電力	CO_2
	低溫倉儲	推高機、照明、空調	電力	CO_2
範疇三 其他間接排放	員工通勤	車輛燃料		CO_2、CH_4、N_2O
	委外運輸	委託其他貨運公司運輸之車輛燃料		CO_2、CH_4、N_2O
	廢棄物處理	辦公室、倉儲廢棄物		CO_2

第四章 排放源量化

完成排放源鑑別後，可依據排放源量化步驟計算溫室氣體排放量，如圖 4-1 所示。



資料來源：溫室氣體盤查登錄作業指引(105.6)

圖 4-1　確認及計算溫室氣體排放的步驟

1.選擇計算方法

藉由監測濃度和流量來直接量測溫室氣體的排放並不常見。比較常用的排放量計算方法，可以是質量平衡法，或針對特定設施或製程的化學計量理論。然而，最常用來計算溫室氣體排放量的方法是使用已建檔的排放係數。

利用原料、物料、燃料之使用量或產品產量等數值乘上特定之排放係數所得排放量之方法稱之。排放係數法為最常見的量化方式，國內進行燃料溫室氣體排放量計算時多採用此法，其計算公式如下：

$$\text{排放量} = \text{活動數據} \times \text{排放係數}$$

依據燃料為衡量基礎：燃料消耗量乘上各種燃料的 CO_2 排放係數。若無直接燃料耗用量資料，由車輛活動數據與燃油效率亦能用來計算燃料消耗量。

2.蒐集活動數據並選擇排放係數

範疇 1 的排放主要根據商用燃料之購買量(如柴油及車用汽油)，並使用已公告的排放係數來計算。範疇 2 的排放量主要使用電錶，以及供電者特定的、地方供電網路的或其他已公告的排放係數來計算。範疇 3 的排放量會根據如委託清運廢棄物重量、委託運輸車輛燃油使用之作業數據，以及已公告的或為第三單位所提出的排放係數來計算。

(1) 活動數據的蒐集

燃料耗用數據通常可由燃料採購收據或其他採購紀錄中獲得。在應用這些收據時，最好區分燃料採購量與實際應用量，避免把實際未消耗的燃料數量納入排放量的計算中，而直接的量測數據可能包括燃料計量錶或儲存槽的資料，可由公司紀錄中查獲。

查資料中之運輸車輛汽油、柴油、機油年用量統計，應依據實際加油量，並與公司提報監理所行車油料消耗資料相符。

> 環保署規範：活動數據蒐集，使用者應採實務可行下最高準確等級之量化方法，以準確地估算排放量。選擇優先順序為：連續監測數據＞定期量測數據＞自行估算數據。

(2) 排放係數的選擇

我國油品CO_2、CH_4及N_2O排放係數，係彙整環保署公告之溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版，如表 4-1。逸散源之化糞池，以及冷媒等氟氯化合物的排放係數，參考表 4-2 及 4-3 中逸散率排放因子。

如範疇 2 使用外購電力者其排放係數需引用依國內發電能源耗用狀況推估而得之係數，此係數主要是參考能源局公告數值，各年度因實際發電能源耗用狀況不同，應隨能源局公告係數進行更新使用，如表 4-4。

然依據實務可行條件下選用前述準確等級最高之排放係數時，亦應注意當發展自廠係數仍須同步檢具計算方式及適當證明文件，以作為未來依

相關規定核定之參考。

環保署規範排放係數選用量化參數之選擇優先順序為：自廠發展係數＞同業使用係數＞設備提供係數＞區域公告係數＞國家公告係數＞國際公告係數。

表 4-1　公路貨運業者組織型盤查溫室氣體排放係數

範疇別	溫室氣體排放源		CO_2	CH_4	N_2O
範疇一 直接排放	固定式 燃燒排放	柴油(kg/L)	2.6060	0.000106	0.000021
		蒸餘油(燃料油) (kg/L)	3.1110	0.000121	0.000024
		天然氣 (kg/M^3)	1.8790	0.000033	0.000003
	移動式 燃燒排放	汽油(kg/L)	2.2631	0.000816	0.000261
		柴油(kg/L)	2.6060	0.000137	0.000137

資料來源：溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版(105.01)。

表 4-2　化糞池排放係數考量參數

設備名稱	BOD 排放因子	單位	平均污水 濃度 mg/L	每人每小時 廢水量 (公升/小時)	化糞池 處理效率 (%)	CH_4排放係數 (kg/人-時)
化糞池	0.6	ton CH_4/ ton BOD	200	15.625	85	1.594E-03

註：CH_4排放係數＝BOD排放因子 × 平均污水濃度 × 每人每小時廢水量(公升/小時) × 化糞池處理效率

表 4-3　特定設備之冷媒逸散率排放因子

設備名稱	排放因子 x(%)	防治設備 回收率(%)
家用冷凍、冷藏裝備	0.1≦x≦0.5	70
獨立商用冷凍、冷藏裝備	1≦x≦15	70
中、大型冷凍、冷藏裝備	10≦x≦35	70
交通用冷凍、冷藏裝備	15≦x≦50	70
工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	7≦x≦25	90
冰水機	2≦x≦15	95
住宅及商業建築冷氣機	1≦x≦10	80
移動式空氣清靜機	10≦x≦20	50

資料來源：溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版(105.01)。

表 4-4　我國電力排放係數

民國年	全國電力排放係數(公斤CO_2e/度)
101 年	0.532
102 年	0.522
103 年	0.521
104 年	0.528

資料來源：經濟部能源局網站。

3.溫室氣體計算方法的說明

完成活動數據蒐集及排放係數選擇等步驟後，使用者應計算各排放源所產生之每種溫室氣體排放量。由於其它五種氣體因其溫室效應對氣候衝擊程度的不同，因此需要利用全球暖化潛勢(global warming potential，簡稱GWP)轉換成二氧化碳當量公噸(CO_2e)。依據 105 年 6 月最新公布之「溫室氣體盤查登錄作業指引」之GWP採用規範，需參照國家溫室氣體登錄平台盤查登錄資訊下載區，之公告最新版次為依據。現階段溫室氣體盤查登錄表單 2.6.2（2016.03 修正），係採用IPCC 1995 年公佈之第 2 次評估報告GWP值。

溫室氣體排放量

=使用量 × 排放係數 × 溫室氣體排放潛勢

=CO_2 排放排放量＋CH_4 排放排放量×21＋N_2O 排放排放量×310

而冷媒等氟氯化合物的逸散量計算方法，可採用質量平衡法或排放係數法，在應用上因排放係數法所導入的不確定性較高，在數據完備的情況下應以質量平衡法為優先選擇。計算方法說明如下。

■ 質量平衡法(冷凍空調設備自行維護者使用)：

E = D + P – S – C

E = 冷媒逸散量

D = 盤點減量

P = 購買量 S = 出售量

C = 設備內含冷媒量增量

■ 排放係數法(冷凍空調設備維護委外者使用)：

E = N × C × ALR

E ：特定設備之總冷媒溢散量

N ：特定設備之數量

C ：特定設備之原始充填量

ALR：特定設備之年平均逸散率(%)，如表 4-3。其中車用冷媒、低溫倉儲、辦公室空調設備與飲水機等冷媒之溫室氣體排放量計算，係由重量乘上 GWP 值(溫室氣體潛勢），溫室氣體全球暖化潛勢現階段仍採用 IPCC 第二次評估報告，如表 4 -5。

■ 外購電力使用的間接排放量，相對較為單純應用公式如下：

排放量 ＝ 電力使用量 × 電力排放因子

溫室氣體排放量紀錄於清冊上時，參考目前溫室氣體申報格式，單一排放源之溫室氣體排放量於清冊上統一採小數點 4 位數呈現；排放當量亦以小數點後 4 位為呈現，而排放總量則以小數點後 3 位為呈現。

表 4-5　常用物質之溫室氣體全球暖化潛勢

溫室氣體化學式		IPCC 第二次評估報告(1995)	IPCC 第四次評估報告(2007)
CO_2二氧化碳		1	1
CH_4甲烷		21	25
N_2O氧化亞氮		310	298
HFC-134a/R-134a 1,1,1,2-四氟乙烷，$C_2H_2F_4$	汽車、冰箱、中央空調	1,300	1,430
R22 HCFC-22(CHF_2Cl)	大客、貨車空調 冷藏、冷凍設備	-	1,810
R32	中、低溫冷藏冷凍庫	650	675
R-404A HFC-125/HFC-143a/HFC-134a (44.0/52.0/4.0)	冷藏、冷凍設備	3,260	3,922
R-410A HFC-32/HFC-125 (50.0/50.0)	分離式室內空調	1,725	2,088
R-507A HFC-125/HFC-143a (50.0/50.0)	冷藏、冷凍設備	3,300	3,985
SF_6	中高壓變電盤絕緣氣體	23,900	22,800

資料來源：溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版(105.01)。

4.彙整全公司的溫室氣體數據

為減低彙整資料時產生誤差的風險，確保全部設施都是以一核可且一致的基礎來蒐集數據，謹慎地規劃作業流程即相當重要。理想的狀況是企業將溫室氣體報告整合到原公司內部工具及程序中來進行，並且善加利用由設施現場已經蒐集好並提報給部門、企業總部、管制者或其他利害相關者的相關數據。

報告數據所使用的工具與程序，將視目前是否有妥善的資訊與通訊基礎而定（亦即在企業資料庫中加入新類別資料的難易度），也視企業總部希望各設施報告資料的詳細程度而定。在排放源量化過程中，若直接或間接的溫室氣體排放量或移除量之貢獻低於 0.5 % ，使用者得以直接引用該排放源首年或最近一年的排放量，但應確保其所有簡易量化之排放量加總低於實質性門檻(總排放量之5%)，此即為排除門檻。

基於完整性的原則，首次進行盤查與設立基準年時，應將邊界內所擁有或控

制之排放設施或作業活動完整納入盤查，並儘可能量化其產生之直接溫室氣體排放(範疇一)或能源間接溫室氣體排放（範疇二），以掌握組織邊界內各排放設施或作業活動之排放量占比。

對於排放量低於所設立排除門檻之排放源，於首年進行盤查作業上，仍需進行該排放源之鑑別並量化，自第二年起則可直接引用首次之活動數據將其排放量列入盤查總量計算，而不應將其自盤查清冊中刪除，以免誤導資訊使用者有減量事實。

第五章 溫室氣體盤查作業文件化

盤查清冊之建立，如同一溫室氣體排放資訊資料庫般，使用者可就其內容進行更新與維護，也代表了使用者對於溫室氣體管理更向前邁進一步。依據前述盤查程序，盤查清冊內容應包括：

- 溫室氣體組織/營運邊界調查
- 溫室氣體排放源鑑別
- 溫室氣體盤查活動數據管理
- 溫室氣體排放係數管理
- 溫室氣體排放量計算

本手冊為便於業者使用，配合附錄之公路貨運業盤查表單工具使用。另依據環保署溫室氣體盤查指引對於盤查報告書應包含項目之撰寫內容要求說明，如表5-1。

表 5-1　盤查報告書格式

項目		內容
一、報告書編製說明	報告書之目的	說明報告書編製之目的，如因應法規要求、自願性盤查登錄或溫室氣體自主管理等。
	報告書適用之溫室氣體管理方案	說明報告書所適用之溫室氣體管理方案。
二、盤查邊界說明	盤查邊界	說明組織邊界、報告書的盤查地理邊界範圍。營運邊界應分為範疇一、範疇二與範疇三，應列出範疇一與範疇二的所有排放源；如適用之溫室氣體管理方案無特別規定，得不列出範疇三之排放源。
	彙總方法	說明選用之彙總方法為股權比例法或控制權法，如為控制權法，應說明為財務控制權法或營運控制權法。
三、基準年	基準年	說明基準年設定年份及設定原因，如為因應法規要求，應依所適用之溫室氣體管理方案設定基準年。如符合基準年變更規定時，應於報告書說明。此基準年的設定，在未來待國家基準年政策確定後，應以國家政策為重要依據。
四、溫室氣體排放量	排放源與排放源排除	說明報告書量化之排放源，包含範疇一與範疇二之排放源，亦可量化範疇三之排放源，但範疇三之排放量不列入排放總量。 如使用排除門檻進行排放源量化計算時，應於此處說明排除之排放源與排除理由。
	活動數據蒐集與排放係數選用	說明排放源之活動數據如何蒐集或推估。應列出排放源所使用排放係數與排放係數之引用來源，如排放係數為自廠發展之係數，應說明排放係數的發展過程與方法。
	溫室氣體排放量	說明總排放量(範疇一與範疇二之總量)、各範疇別排放量、範疇一之溫室氣體排放量，與主要溫室氣體排放源與排放比例。
五、報告書查證	外部查驗	說明執行外部查驗之查驗機構、執行時間與所獲得查證聲明保證等級，查證聲明登載之內容應與報告書內容一致
六、報告書管理	盤查數據期間	說明報告書之盤查數據期間。
	報告書保管及維護	說明報告書保管、維護單位與聯絡資訊。

第六章 系統檢討改善

1.清冊的品質保證 / 品質控制(QA/QC)

使用者可採用溫室氣體數據及資訊品質等級分類與評分之持續改善觀念，執行盤查數據品質之定性管理，做為不確定性管理及後續數據品質改善之依據。現階段在數據品質管理作業，主要依據活動數據誤差等級（A1）、儀器校正誤差等級（A2）及排放係數誤差等級（A3），進行等級誤差評分，作為後續溫室氣體數據品質管理改善之參考。盤查數據誤差等級公式及溫室氣體數據品質管理誤差等級評分表如表 6-1 所示：

盤查數據誤差等級 = A1 × A2 × A3

表 6-1　溫室氣體數據品質管理誤差等級評分表

等級評分 / 數據項目	1 分	2 分	3 分
活動數據誤差等級(A1)	連續監測	定期量測	自行估算
儀器校正誤差等級(A2)	每年外校 1 次以上的儀器量測而得之數據	每年外校不到 1 次的儀器量測而得之數據	非量測所得之估計數據
排放係數誤差等級(A3)	自廠發展之排放係數或同業使用之排放係數	設備提供係數或區域公告排放係數	國家排放係數或國際公告排放係數

資料來源：「溫室氣體盤查與登錄指引」，行政院環境保護署，98 年 12 月。

使用者應評估溫室氣體排放量或移除量數據的不確定性，描述方式可用定性說明可能造成數值分散之原因或用定量方式描述數值可能的分散程度。考量選擇之量化方法、相關參數來源及量測儀器之校驗情況，自行決定數據品質分級管理方式或其它定性方式描述不確定性之衝擊，以尋求數據品質改善與成本增加之間的平衡點。

2.溫室氣體查驗資訊準備

查驗(verification)是一種客觀的評估，檢視所報告的溫室氣體資訊的正確性和完整性，以及與預設之溫室氣體會計和報告原則的相符性。查驗的主要目標，乃將所報告的資訊和相關聲明，展現其係可靠、確實和公平地計算公司的

溫室氣體排放，以讓數據使用者有信心。確保透明化和盤查數據的可查驗性，對於查驗而言非常重要。公司的排放數據與盤查系統愈透明、控制愈好、文件建檔愈完整，查驗的效率就愈高。當在彙整溫室氣體盤查資訊時，需謹記一些溫室氣體的盤查會計和報告原則，嚴守這些原則，以及具有一個透明且建檔完備的系統，是成功查驗的基礎。

內部查證是維持溫室氣體盤查管理系統有效性之基礎要件，組織可自行依據 ISO/CNS 14064 標準規範指引建立查核工具，以定期自我評估。而依據溫室氣體減量法精神，組織盤查結果未來需經查驗機構查證後始能登錄，相關辦法目前仍在草案研擬階段。外部查驗機構將需經過環保署合格註冊為原則，並以 ISO/CNS 14064 標準為基本實施程序。

3.溫室氣體排放分析及改善規劃

組織完成排放源量化及溫室氣體盤查作業文件化後，應基於計算或其他資料，建立碳排放量基線與排放源分析，內容包括：

(1)鑑別重大碳排放來源：基於分析結果，鑑別重大碳排放源、過程及與操作人員，說明影響重大排碳源之相關變數。

(2)評估重大碳排放源減量優先機會提出改善建議

完成排放源分析後，評估排放源減量行動優先性，在評估時將適用法規要求、其他要求事項及所鑑別之改善重大排放源排放量之機會納入考慮，亦應考慮其他包括財務、作業面、商業面及技術面之取捨。。

(3)節能技術應用資訊

貨運服務業者主要之溫室氣體排放來源以運輸車輛燃料燃燒為主，營業所用電排放次之，參考經濟部能源局車輛節能應用網站中所列舉之車隊節能技術如表 6-2 所示。降低用電使用量，一般性做法包括採用高效率之設備、汰換耗能之設備、加裝變頻器減少耗能、功率因數改善，彙整如表 6-3 所示

表 6-2　車隊節能技術彙整

面向	節能技術
車隊節能管理	(1)建立節油獎勵制度 (2)駕駛行為與管理 (3)車輛調度與車型選用 (4)車輛保養管理與記錄 (5)落實怠速管理
車輛改造	(1)空氣動力套件 (2)電動化冷凍系統 (3)節能輪胎 (4)液壓混合動力車輛

資料來源: 彙整經濟部能源局車輛節能應用網站

表 6-3　電力設備節能技術彙整

面向	節能技術
電力系統	提高功因、需量控制、時間電價、監控系統、諧波分析、合理契約容量
照明系統	汰換為 LED 燈具、裝設偵測器、裝設時間控制器、裝設晝光調控器
空調系統	提高溫度設定、加強保養清洗、冰水/冷卻泵浦變頻、風車馬達變頻、水質循環淨化、自動多機並聯控制
冷藏冷凍系統	壓縮機變頻控制、加強除霜除冰、櫃內物品擺設

資料來源: 彙整電力節能整合控制系統，中小企業節能減碳資訊網

參考文獻

1.World Resources Institute(WRI) et al, The Greenhouse Gas Protocol, A Corporate Accounting and Reporting Standard, A Corporate Accounting and Reporting Standard, REVISED EDITION ， 2005 年。

2.運輸部門溫室氣體盤查管理、策略分析、減量規劃及試行計畫之推動－「運輸業溫室氣體盤查手冊」，行政院環境保護署， 2005 年 10 月。

3.World Resources Institute(WRI)，移動源的 CO_2 排放量計算作業表指引，溫室氣體盤查議定書倡議行動， 2001 年 10 月。

4. 中鼎工程公司，「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立（2/3）-建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」，交通部運研所，2009 年 9 月。

5.「溫室氣體盤查與登錄指引」，行政院環境保護署，2009 年 12 月。

6.「溫室氣體盤查與登錄指引」，行政院環境保護署，2016 年 6 月。

附錄　公路貨運業溫室氣體盤查計算案例

業別:汽車貨運業 NN 公司

情境說明：

民國 104 年

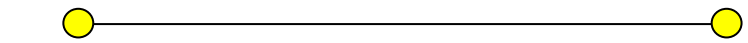
運輸車輛柴油用量:10,000 公升

辦公室用電量:10,000 度電

R134a 冷媒補充：2 公斤

假設:無包裝材料使用與廢棄物處理、均以自有車輛運輸

營運模式:

整車貨件	 貨物交付　　貨物送達

計算年度溫室氣體排放量

計算該業者年度溫室氣體排放量，活動強度及排放係數之乘積總和，NN公司104年溫室氣體排放量為34,027.360kgCO_2e，如下表。

表 1 汽車貨運業年度排放量

排放來源	活動強度	排放係數	GWP	溫室氣體排放量(kgCO_2e)	
運輸車輛柴油年用量(公升)	10,000	2.6060 CO_2kg/L	1	26,147.3600	34,027.360
		0.000106 CH_4kg/L	21		
		0.000021 N_2Okg/L	310		
辦公室年用電量(度電)	10,000	0.528	1	5,280.0000	
R134a 冷媒使用(kg)	2	1	1,300	2,600.0000	

附錄 5

公路貨運服務碳足跡

計算手冊

公路貨運服務碳足跡計算手冊

CO2
Carbon Footprint
Taiwan EPA

目　　錄

前　言 ..... 附 5-3
第一章　緒論 ..... 附 5-4
1.參考規範 ..... 附 5-4
2.名詞解釋 ..... 附 5-4
3.手冊使用說明 ..... 附 5-5
第二章　產業概況 ..... 附 5-7
1.產業定義 ..... 附 5-7
2.產業現況與特性 ..... 附 5-7
第三章　服務敘述 ..... 附 5-10
1.定義功能單位 ..... 附 5-10
2.貨運重量之處理方式 ..... 附 5-11
3.貨運服務量計算原則 ..... 附 5-11
第四章　系統邊界 ..... 附 5-15
1.建立生命週期製程流程圖 ..... 附 5-15
2.生命週期內各階段數據蒐集規定 ..... 附 5-17
第五章　生命週期內各階段碳足跡量化 ..... 附 5-20
1.碳足跡量化方法 ..... 附 5-20
2.原料取得階段 ..... 附 5-21
3.運輸服務階段 ..... 附 5-22
4.廢棄物處理階段 ..... 附 5-24
5.碳足跡彙整與分析 ..... 附 5-24
第六章　報告 ..... 附 5-25
參考文獻 ..... 附 5-26
附件一　環保署產品碳足跡計算服務平台常用排放係數彙整 ..... 附 5-27
附件二　碳足跡計算案例 ..... 附 5-29
附件三　數據品質查核 ..... 附 5-38
1.敏感度分析 ..... 附 5-38
2.數據品質指標計算 ..... 附 5-38
附件四　碳足跡標籤申請流程 ..... 附 5-41

前 言

隨著氣候變遷與溫室氣體排放的關聯日漸明確，國內外碳管理標準與制度至今仍持續發展；碳排放量化與管制也從初期的組織型排放，延伸為重視生命週期考量的碳足跡(Carbon Footprint)。目前國際碳足跡標準包括：2008 年公告、2011 年修正的 PAS 2050 及 2013 年公告的 ISO/TS 14067 技術規範；我國環保署於 2010 年公告產品與服務碳足跡計算指引，並持續推動產品跡標籤制度，累計至 2016 年 11 月有 266 筆產品或服務通過審查、取得碳標籤。

我國「溫室氣體減量及管理法」已於 104 年 7 月 1 日公布施行，運輸部門排碳量占全國 14%，未來溫室氣體管制成效勢必將受到關注。有鑑於目前國際間已有貨運業者開始提供客戶貨運服務碳足跡或低碳運輸選項，且貨運服務係為各行業別公司著手進行碳排放量化、編撰企業社會責任報告或永續報告時需考量的項目之一，交通部運研所(以下稱本所)特配合環保署產品碳足跡標籤推動政策制定公路貨運服務碳足跡計算手冊(以下稱本手冊)，供廠商瞭解公路貨運服務之各類運具碳足跡公用係數需求，並據以核算其服務碳足跡。

本手冊參考各界碳管理規範及案例評估之經驗，以符合碳足跡計算要求為目標，制定一套適用於公路貨運服務碳足跡特性之評估準則，內容包含申請公路貨運服務碳足跡標籤之作業程序，期能作為公路貨運服務業推動溫室氣體管理之依據。

第一章 緒論

1.參考規範

參照國內外碳排放管制規範與參考文件內容，盡可能符合要求，可作為量化參考之計算指引與規範如下,參考原則係以國內 CNS 標準與 ISO 標準優先。

(1)產品與服務碳足跡計算指引(環保署，2010)

(2)PAS 2050 ： 2011 商品和服務生命週期溫室氣體排放評估規範(英國標準協會，2011)

(3)ISO/TS 14067 ： 2013 產品碳足跡量化與溝通標準原則、要求與指引(ISO，2013)

(4) 16-007 公路貨運服務 PCR 第 1 0 版，(環保署，2016)

2.名詞解釋

(1) 營業據點：公路貨運服務業提供之服務地點。

(2)倉儲中心：提供公路貨運服務之貨物保存空間的集合點。

(3) 轉運站：公路貨運服務由不同運輸方式或同種運輸方式聯合(接力)運輸的物流據點。

(4)運輸車輛：公路貨運服務中運輸貨物的車輛。

(5) 貨運服務耗材：提供公路貨運服務相關之耗材，包括配送單、棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務相關之物品。

(6)貨運包裝耗材:在提供公路貨運服務的過程中所使用的包裝耗材,包括紙箱、膠帶、塑膠袋、緩衝材等。

(7) 車輛保養耗材：提供公路貨運服務之運輸車輛保養所耗用之材料。

(8)營運廢棄物：與貨運業者用於公路貨運服務之營運相關報廢之廢棄物，包括報廢棧板、報廢籠車、報廢物流箱等報廢資本財需委外清運之廢棄物。

(9) 其他廢棄物：提供與公路貨運服務相關之物品但並非由貨運業者處理之廢棄物，包括包裝用紙箱，包裝用緩衝材、塑膠袋，膠帶、車輛保養耗材等廢棄物。

(10)常溫運輸：託運貨物於運輸車輛中未提供溫度控制之運輸模式。

(11)低溫運輸：運輸過程提供「冷凍、冷藏」環境溫度控制之運輸模式。

(12)多溫層運輸：運輸車輛包含常溫運輸與低溫運輸功能之運輸模式。

(13)整車貨物：整車貨物按車輛之載重量收費者。

(14)零擔貨物：按車輛所載貨物之件數及每件重量計算運費者。

(15)　貨運服務量：貨物交付起運地點至貨物送達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

3.手冊使用說明

本手冊主要針對公路貨運服務，彙集與說明有關碳足跡計算等議題，內容綱要如下：

第一章：說明本手冊公路貨運服務碳足跡計算之相關標準與名詞解釋，以協助貨運業者瞭解溫室氣體排放管理， 並簡要說明各章節內容。

第二章：介紹公路貨運服務業範圍及分類，說明該產業現況、服務流程概況及特性。

第三章：說明貨運服務量的計算原則，以統一的功能單位做為各貨運業者計算溫室氣體排放量比較的基礎。

第四章：介紹貨運服務業者建立生命週期製程流程圖的方法，與生命週期內各階段數據收集規定。

第五章：解說廠商實務上應如何準備、執行碳足跡計算。

第六章：針對碳足跡報告書所要求提出的敏感度分析、數據品質指標計算方式進行說明，並提出報告書格式範本。

第七章：簡述目前國際碳管理趨勢，提供貨運服務業者因應之道。

第二章 產業概況

1.產業定義

公路貨運服務碳足跡計算以「公路貨運服務」為評估標的，可提供貨運業者進行公路貨運服務碳足跡計算及報告之原則與要求事項。

依據我國「汽車運輸業管理規則」中所規定之汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業者，其與中華民國行業標準分類(第 10 次修訂)之關聯彙整歸類如表 2-1 所示。

表 2-1 公路貨運服務業分類

公司行號營業項目代碼表					中華民國行業標準分類(第 10 次修訂)				
大類	**中類**	**小類**	**細類**	**分類名稱**	**大類**	**中類**	**小類**	**細類**	**分類名稱**
G	運輸、倉儲及通信業				H	運輸及倉儲業			
	G1	陸上運輸業				49	陸上運輸業		
		G101	汽車運輸業				494	汽車貨運業	
			G101061	汽車貨運業				4940	汽車貨運業
			G101071	汽車路線貨運業				5420	快遞服務業
								4940	汽車貨運業
			G101081	汽車貨櫃貨運業				4940	汽車貨運業
			G101091	小貨車租賃業				7721	汽車租賃業

2.產業現況與特性

依據「汽車運輸業管理規則」之汽車貨運業、汽車路線貨運業，以及汽車貨櫃貨運業，皆為按契約或法定費率收取費用，主要分別在於汽車貨運業運送整車貨物，汽車貨櫃貨運業運送貨櫃，而汽車路線貨運業運送零擔貨物。亦有部分業者兼營 2~3 種不同運輸業別，產業現況如表 2-2 所示，服務型態如圖 2-2 所示。

表 2-2　汽車運輸業分類營運規定與統計

年底別	汽車貨運業		汽車路線貨運業		汽車貨櫃貨運業		汽車貨運業兼營汽車貨櫃貨運業		汽車貨運業兼營汽車路線貨運業		汽車貨運業兼營汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業	
	家數（家）	車輛數（輛）	家數（家）	車輛數（輛）	家數（家）	車輛數（輛）	家數（家）	車輛數（輛）	家數（家）	車輛數（輛）	家數（家）	車輛數（輛）
101 年底	4,655	60,332	4	686	551	6,059	289	6,336	7	2,563	7	5,566
102 年底	4,633	60,091	4	700	557	6,249	288	6,377	7	2,820	8	5,523
103 年底	4,606	60,412	3	551	559	6,287	286	6,354	8	3,040	7	5,658
104 年底	**4,613**	**61,776**	**3**	**557**	**552**	**6,291**	**287**	**6,630**	**8**	**3,277**	**7**	**5,761**

資料來源：104 年度交通年鑑，中華民國交通部，民國 105 年 5 月。

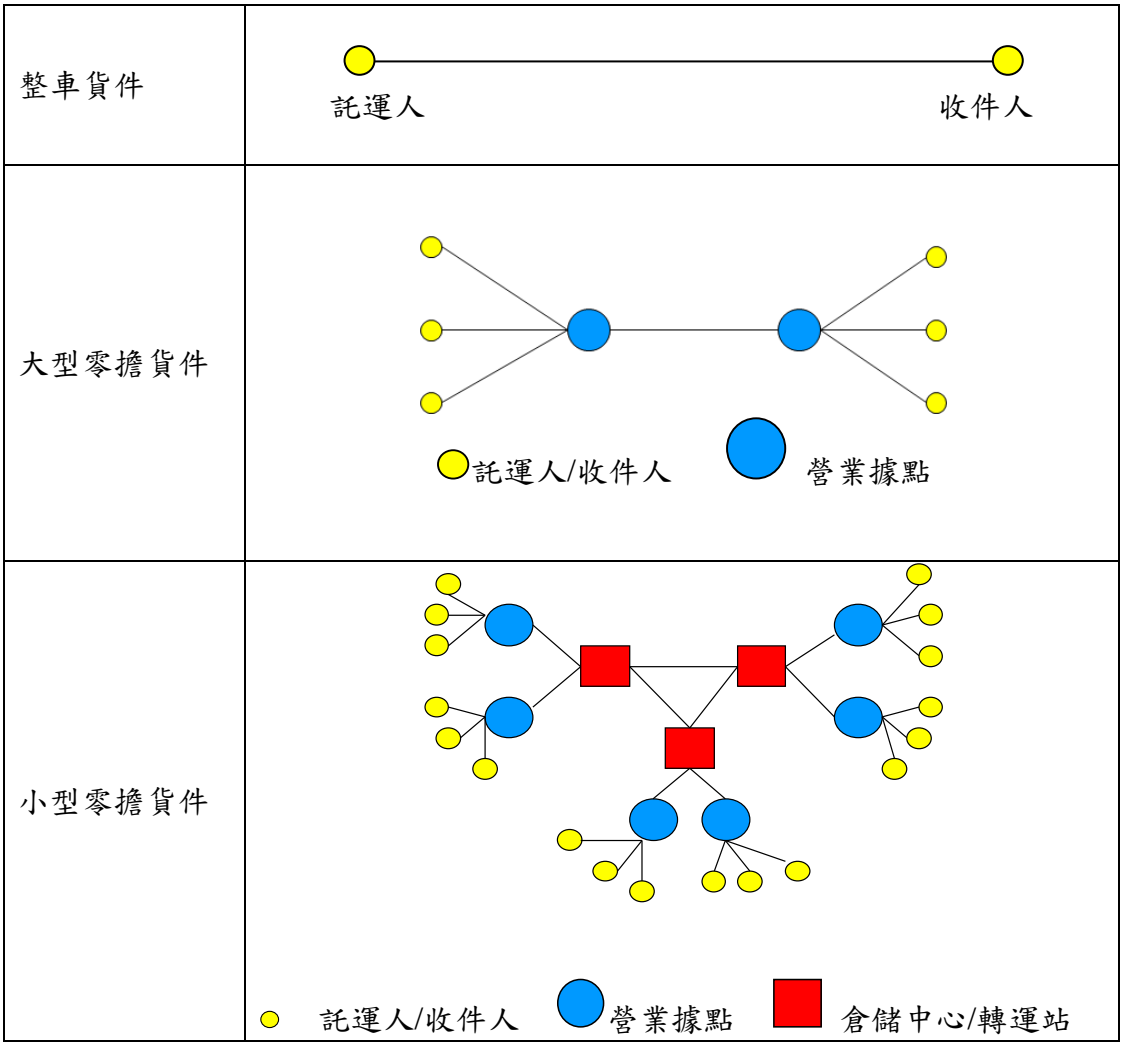


圖 2-2　公路貨運業者作業模式

不同貨運營業別之運輸模式差異大致說明如下。

(1)汽車貨運業服務對象以企業為主，提供整車貨物之運輸，並以整車載重收費。業者會與貨主簽訂結盟合約，提供定期的運輸服務外，亦按企業或個人戶對戶不定期之運輸需求。

(2)貨櫃貨運業態則區分為三類，分為船邊運輸、轉運運輸及整櫃(CY)運輸。船邊運輸以經營港口各碼頭與貨櫃場間之貨櫃運輸、轉運運輸經營往來各港口之貨櫃場彼此間之貨櫃運輸、整櫃(CY)運輸則經營貨櫃場與貨櫃集散站或貨主間之貨櫃運輸。

(3)汽車路線貨運業營運模式最為複雜，且牽涉不同車種以有效蒐集與配送零擔貨件，進行併裝以減少未足整車之運輸，採用軸輻式營運網路(Hub-and-Spoke Network, H/S)，進行貨物運輸與組裝營運作業。整體運輸網路含外部服務網路與內部營運網路。外部服務網路的站所包括集貨站與營業站所；而內部營運網路除營業站所外，尚包括中繼站所，如圖 2-3 所示(張紹俞，2010)。其中，長途載運作業由於屬整車貨物多委託汽車貨運業者或貨櫃貨運業辦理，以提升經濟經營績效。

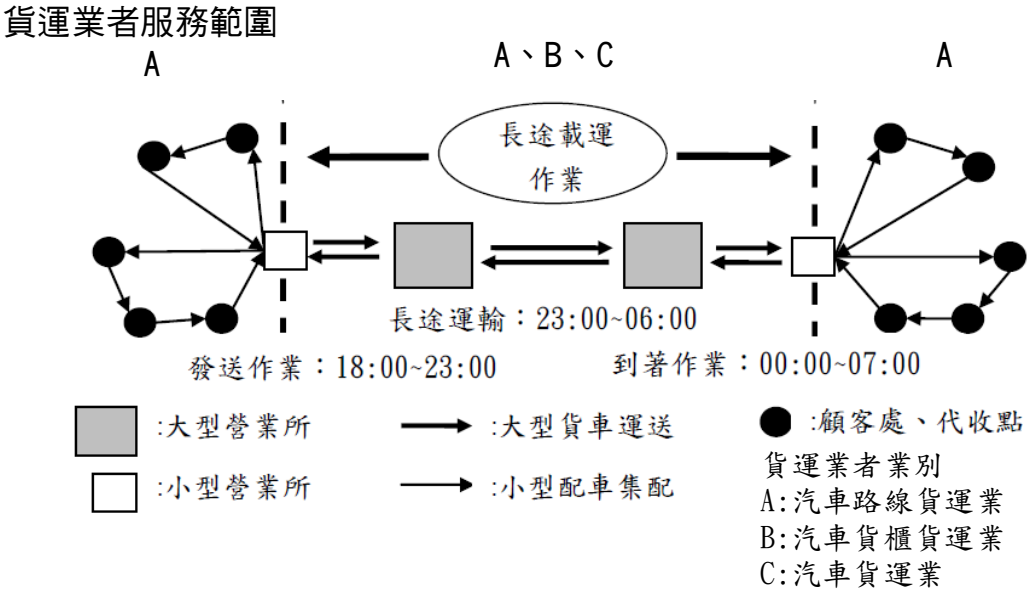


圖 2-3　路線貨運業者之輸配送系統模式

第三章 服務敘述

1.定義功能單位

若業者須申請環保署碳標籤，則須依據產品類別規則規定之功能單位，提出短期調查資料佐證體積與重量換算關係，作為貨運服務碳足跡係數之計算基準。依據 2016.9.14 公布之公路貨運服務產品類別規則，功能單位定義為每噸-每公里，為貨物交付起運地點至貨物送達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

宣告單位定義可依照服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)方式來宣告，並附註於宣告單位後。主要原因為貨運服務的溫室氣體排放受託運貨物的重量與託運距離，以及服務形式所影響。汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業之宣告單位以每噸-每公里為原則，另依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定，可採用之宣告單位有以下幾項：

汽車貨運業

- ✓ 每公斤-每公里
- ✓ 每立方公尺-每公里
- ✓ 每車-每公里(車輛噸數)

汽車路線貨運業

- ✓ 每公斤-每公里
- ✓ 每立方公尺-每公里
- ✓ 每件-每公里(物件規格)

汽車貨櫃貨運業

- ✓ 每立方公尺-每公里
- ✓ 每貨櫃-每公里(貨櫃規格)

2.貨運重量之處理方式

依據公路貨運服務產品類別規則，若有貨物實際重量紀錄，則以實際重量計算。

若無重量紀錄，可透過運輸車輛地磅站的紀錄，佐證貨物體積與重量之物理性質代表性，作為託運貨物換算重量之依據。

佐證貨物體積與重量可依照國際通用收費標準、貨運業者收費換算公式以及一般常用之換算公式，將體積、件數等貨運營運統計單位轉換為重量單位。常用之單位轉換公式表 3-1。

若同時存在體積及重量計算之業者，應於計算時清楚說明，並分別呈現其計算結果。在計算之前應先清楚說明選擇重量或體積來計算。

表 3-1　貨運重量之處理方式

依據	處理方式
汽車運輸業管理規則第一百十條	輕笨貨物之零擔貨物以體積四立方公吋折一公斤計算。
國際快遞計價基礎	以貨件包裝之長度(公分)*寬度(公分)*高度(公分)/5,000=重量(公斤)
才積算法	以貨件包裝之長度(公分)*寬度(公分)*高度(公分)/27,818=才數，重量(公斤)=才數*10
貨運業者自身轉換公式	需透過運輸車輛經由地磅站秤重之紀錄佐證其託運貨物體積、統計單位與重量之關係。

3.貨運服務量計算原則

因應碳足跡計算功能單位需求，需定義及計算貨運服務量，參考國際 PCR 內容及依據國內貨運業者特性，貨運服務量處理方式說明如後。

根據我國公路法第 34 條公路汽車運輸規範之分類營運業別為：汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業三種公路貨運業別，主要之運輸模式可分為兩大類：整車貨物貨運服務以及零擔貨物貨運服務(如圖 2-2)。

- 整車貨物貨運服務的運輸方式採點對點形式，由託運人為起點直接運輸至收件人為終點的運輸模式，途中並不經過營業據點、轉運站或倉儲中心。
- 零擔貨物貨運服務的形式又可區分為大型與小型兩種類別，其運輸方式以數名託運人為起點，貨物經由營業據點、轉運站或倉儲中心等據點集散後再運輸至收件人之地點為運輸終點。

以下針對整車貨物之貨運服務量以及零擔貨物之貨運服務量計算方法進行說明：

以下針對整車貨物之貨運服務量以及零擔貨物之貨運服務量計算方法進行說明：

(1)**整車貨物之貨運服務量(F_A)**：以各客戶貨物託運距離及累計重量之乘積總和，計算全年貨運服務量(如表 3-2)，其計算公式如下所示：

貨運服務量$F_A=\sum_{i=1}^{n}$託運距離×年度託運貨物累計重量$=\sum_{i=1}^{n} L_i \times W_i$.....算式A

表 3-2　整車貨物之貨運服務量(F_A)統計

顧客	託運距離	年度託運貨物累計重量	貨運服務量($F_{A)}$
1	L_1	$W_1=W_{1a}+W_{1b}+.....$	$L_1 \times W_1$
2	L_2	$W_2=W_{2a}+W_{2b}+.....$	$L_2 \times W_2$
3	L_3	$W_3=W_{3a}+W_{3b}+.....$	$L_3 \times W_3$
⋮			

(2)**零擔貨物之貨運服務量**，以當年度總貨物運輸重量與運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合，計算全年貨運服務量。而汽車路線貨運業之營業據點、轉運站、倉儲中心之間之運輸可採整車貨運之模式計算貨運服務量。由於汽車路線貨運業可分為起訖點所在區域不同之貨運服務量F_B與起訖點所在區域相同之貨運服務量，視為同一營業據點所屬車輛之貨運服務F_C。F_B的計算方式乃根據

貨運起訖點為不同區域設定，故其計算方法與F_A的計算方式相同；而F_C之計算方式則以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。零擔貨物之貨運服務量為F_B+F_C。

(a) **起訖點所在區域不同**之貨運服務量F_B：以距離矩陣及重量矩陣之乘積總和，以算式B計算全年固定點位間營業所服務量。其公式如下所示：

$$\text{貨運服務量}F_B=\sum_{i,j=1}^{n} Lij \times Wij = L_{12}\times W_{12} + L_{13}\times W_{13} + \cdots\cdots \text{算式B}$$

表 3-2　起訖點所在區域不同之貨運服務量(F_B)統計

距離矩陣(Lij)-單程距離

起點＼迄點	1	2	3	…..n
1	L_{11}	L_{12}	L_{13}	……L_{1n}
2	L_{21}	L_{22}	L_{23}	……L_{2n}
3	L_{31}	L_{32}	L_{33}	……L_{3n}
⋮				
n	L_{n1}	L_{n2}	L_{n3}	……L_{nn}

重量矩陣(Wij)-累計重量

起點＼迄點	1	2	3	…..n
1	W_{11}	W_{12}	W_{13}	……W_{1n}
2	W_{21}	W_{22}	W_{23}	……W_{2n}
3	W_{31}	W_{32}	W_{33}	……W_{3n}
⋮				
n	W_{n1}	W_{n2}	W_{n3}	……W_{nn}

(b) **起訖點所在區域相同**之貨運服務量F_C計算方法：排除整車運輸之車輛後，其他運輸車輛之年度貨運服務量，以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。運輸車輛平均每趟行駛里程係依據其總行駛距離除以年度出車次數計算，貨運服務量F_C公式如下：

$$\text{貨運服務量}F_c=\frac{(W_1+W_2)}{2}\times L' \quad \cdots\cdots \text{算式 C}$$

W_1：配送貨總重(公噸/年)
W_2：收集貨總重(公噸/年)
L'：平均每趟行駛里程(公里/車次)
=運輸車輛年度總行駛里程/年度出車次數

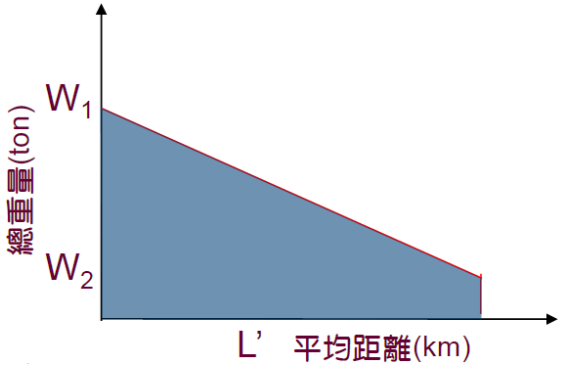


表 3-3　起訖點所在區域相同之貨運服務量(F_C)統計

營業所	0.5×(集貨+配貨) (ton)	總行駛里程 (公里/年)	總出車趟次 (趟/年)	零擔貨運服務量 (tkm)
1				
2				
3				
4				

第四章 系統邊界

1.建立生命週期製程流程圖

完整之貨運服務為公路貨運服務主要係自貨物交付起運地點，並以陸上公路為運輸線，利用車輛為運輸工具完成貨物位移至貨物抵達指定地點的運輸方式，各項溫室氣體排放產生均應列入評估範圍，系統邊界如圖 4-1 所示。

參考國內外運輸服務產品類別規則發展情形，納入營業據點、運輸車輛、委外運輸、必要耗材，及車輛維修保養排放量，排除車輛生產與報廢階段之排放。生命週期流程至少需要包含原料取得階段、運輸服務階段、廢棄物處理階段等 3 個階段，如圖 4-1，依據業者實際運輸之模式繪製。

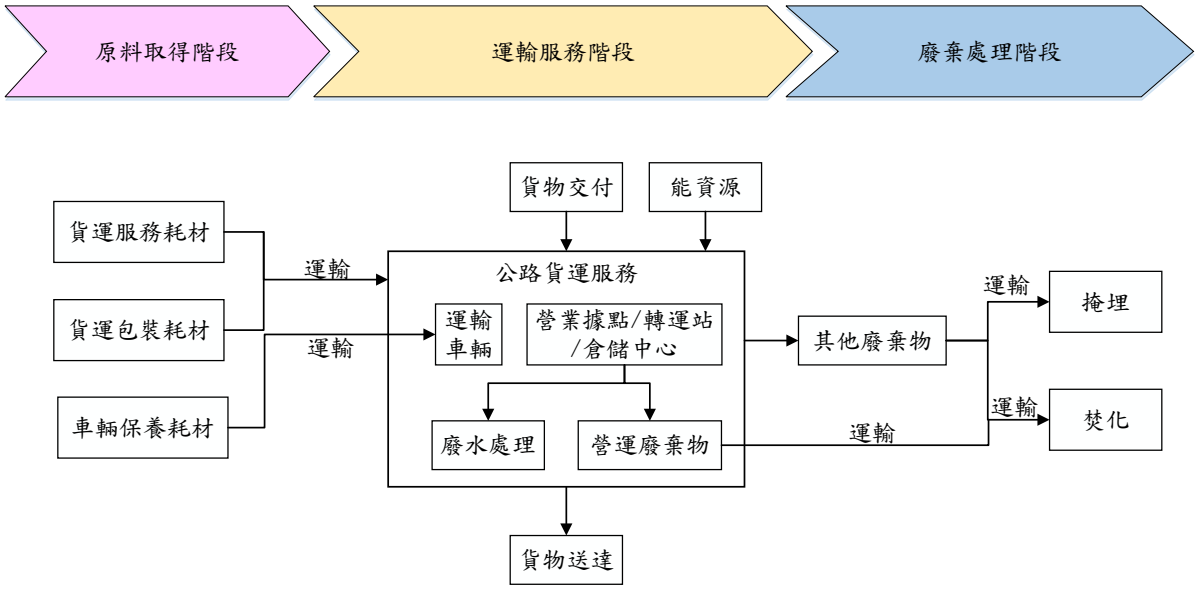


圖 4-1　公路貨運服務碳足跡計算邊界

(1)原料取得階段

原料取得階段包括與公路貨運服務相關之所需物品：包含所有公路貨運服務過程中所需的原物料之開採、生產與其運輸過程。其包含：

- 貨運服務耗材：包含業者提供與公路貨運服務相關之所有備品之原物料，以配送單為主。其他貨運服務耗材如棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務有關之必要物品視為資本財不納入本階段計算。報廢上述貨運服務耗材時，視為營運廢棄物產出量，

應納入碳足跡計算中。

- 貨運包裝耗材：包含業者提供公路貨運服務相關所有貨品的包裝耗材，例如：紙箱，膠帶，塑膠袋、緩衝材等耗材。貨品本身的包裝耗材、託運人自行包裝的包裝耗材不列入計算；但因運輸服務所需的包裝耗材須列入計算。
- 車輛保養耗材：包含運輸車輛的保養清洗之水資源、清潔劑與一般保養耗材量，例如：機油，輪胎等。本部分應排除運輸車輛重大修復。

(2)服務階段

- 營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能資源。
  - 營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能源。辦公室、轉運站以及倉儲中心營運所排放之溫室氣體主要來自營運之電力耗用，與其內部機具與緊急發電機之燃油使用，其盤查時間區間應涵蓋完整的運輸服務期間與營運據點。
  - 若有員工宿舍或餐廳，其使用之緊急發電機柴油、宿舍熱水鍋爐使用的重油與柴油、天然氣使用量應納入於本過程之能源計算。
  - 若倉儲中心非提供運輸服務要求應排除。
  - 營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之冷媒補充。營運據點、轉運站以及倉儲中心使用與製冷相關之器具皆須補充冷媒以維持運作，本階段需考量各項製冷相關設備可能逸散之冷媒量。
- 運輸車輛所耗用之能資源
  - 運輸車輛所耗用之燃料及電力
  - 車輛運輸主要的溫室氣體排放，主要來自用於公路貨運服務階段之車輛汽、柴油及電力之耗用，以及營運用之公務車等移動式車輛所使用之燃料燃燒、電力消耗造成的溫室氣體排

放。

- 運輸車輛所耗用之冷媒補充。服務過程中，車輛所使用之冷藏、冷凍機具會造成冷媒之逸散導致溫室氣體的排放，由於冷媒的全球溫暖化潛勢與二氧化碳相比，相當巨大，故本階段需考量運輸車輛冷媒補充時可能逸散之冷媒量。

■ 廢水處理：營運據點、轉運站以及倉儲中心納管處理廢水之廢水量。

■ 營運廢棄物：與營運據點、轉運站以及倉儲中心因營運需求而報廢之廢棄物量，主要係指貨運業者委託清運的廢棄物，包含配送單、報廢的棧板、籠車、物流箱、生活廢棄物等廢棄物。

(3)廢棄處理階段

■ 本階段主要包含提供消費者使用之包裝耗材以及車輛保養所必要之耗材。

■ 運輸車輛及倉儲機具之使用終結的報廢及可能之廢棄物處理不納入考量。

■ 以回收處理方式之廢棄物處理亦不納入考量。

2.生命週期內各階段數據蒐集規定

依據「產品與服務碳足跡計算指引」溫室氣體排放源數據，分類為一級活動數據與二級數據，進行碳足跡計算時應參考產品類別規則中所建議之數據蒐集規定，表 4-1 所示。

(1)一級活動數據

一級活動數據應自進行碳足跡調查的組織所擁有、營運或控制之製程蒐集，但一級活動數據要求不適用於下游排放源。

在產品或投入尚未提供給另一組織或最終使用者之前，若組織未貢獻產品或投入的上游溫室氣體排放達 10%以上，則一級活動數據的要求，適用於第一個、產品或投入確實貢獻 10%以上的上游供應商，其所擁有、營運或控

制的製程。

一級活動數據應針對個別製程或製程發生所在之廠址進行蒐集，並應具該製程之代表性。各階階段一級活動數據收集要求如下：

- 原料取得階段：原料取得階段不強制要求蒐集一級活動數據，但應優先採用一級活動數據。
- 服務階段：
  - 與營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之冷媒補充與逸散相關溫室氣體排放量。
  - 與運輸車輛耗用之燃料相關溫室氣體排放量。
  - 與運輸車輛耗用冷媒補充與逸散相關溫室氣體排放量。
  - 與廢水處理相關之能資源相關之溫室氣體排放量。
  - 貨運服務量(依據服務形式統計)。
  - 上述數據蒐集項目建議優先採用一級活動數據， 但在無法蒐集時二級數據亦可應用 。
- 廢棄處理階段：此階段無特別要求一級活動數據。

(2)二級數據

未要求蒐集一級活動數據之相關流程所產生之溫室氣體排放皆可使用二級數據。引用資料庫係數需依循以下原則：

- 應優先引用環保署碳足跡計算平台之資料庫中的碳排放係數。
- 若因技術、時間、地理範疇與其他因素無法引用環保署碳足跡計算平台之係數，則可採用 LCA 數據資料庫之係數。
- 若因技術、時間、地理範疇與其他因素且LCA數據資料庫無符合之係數，則可引用具公信力且具備同儕審查之國際期刊之碳排放係數。
- 若具公信力且具備同儕審查之國際期刊無相關係數引用，則可引用相關國內研究與論文之碳排放係數。

各階階段二級活動數據收集範圍如下：

- 原料取得階段：貨運服務耗材相關的溫室氣體排放量、貨運包裝耗材相關的溫室氣體排放量、車輛保養耗材相關的溫室氣體排放量、運輸耗材所消耗之燃料的溫室氣體排放量。
- 服務階段:冷媒耗用與供應生命週期溫室氣體排放量、車輛保養之輪胎、機油、用水生命週期溫室氣體排放量。
- 廢棄處理階段：營運廢棄物掩埋/焚化等處理程序相關溫室氣體排放量、其他廢棄物掩埋/焚化等處理程序相關溫室氣體排放量。

表 4-1　公路貨運服務碳足跡數據取得情形一覽表

生命週期階段	活動數據名稱	所需資料	數據來源
原料取得階段	貨運服務耗材	年度用量	配送單採購單據
	貨運包裝耗材	年度用量	包裝材採購單據
	車輛保養耗材	年度用量	維修廠商提供機油、輪胎重量
	耗材運輸	距離	供應商與總公司倉庫之 google map 車行距離
運輸服務階段	電力	年度用電量	電費單據
	燃料	年度用油量	燃料油採購單據
	燃油(委外車輛)	燃料用量	派車資料
			起訖點 google map 距離與車型
	冷媒/滅火器	冷媒補充量 CO_2補充量	採購單據.
			設備資料
	清潔用水/清潔劑	年度用水量 清潔劑用量	水費單據 採購單據
	營運廢棄物	處理量	清運處理費用單據
廢棄物處理階段	其他廢棄物處理	處理量	與包裝材料、機油、輪胎等耗材
	營運廢棄物運輸	距離	google map 距離
	廢棄物運輸		

第五章 生命週期內各階段碳足跡量化

1.碳足跡量化方法

(1)一級活動數據以及二級數據應以該活動的排放係數，乘上活動數據，轉換成溫室氣體排放。計算係數彙整詳表 5-1 與附件 1，最新年度資訊可至 http：//cfp-calculate.tw/Bmodule/Inventory/Metadata2.aspx 查詢。

(2)溫室氣體排放數據應將相對之全球暖化潛勢(GWP)，乘上個別溫室氣體排放數據，轉換成二氧化碳當量排放。

(3)產品碳儲存部份，初步判定，包裝材料等物品中之碳儲存期間短暫，不具實質碳儲存功能，將不自上述步驟所計算出之總量扣除。

(4)應加總結果，以二氧化碳當量表示為每功能單位的溫室氣體排放。

表 5-1　公路貨運服務碳足跡計算係數彙整表

範疇	排放源	單位	排放係數 ($kgCO_2e$/單位)	資料來源
能源	固定源柴油	L	3.42	環保署產品碳足跡計算服務平台
	移動源柴油	L	3.45	
	固定源汽油	L	3.00	
	移動源汽油	L	3.10	
	天然氣	m^3	2.52	
	電力(2013)	度	0.66	
資源	紙	公斤	1.08	環保署產品碳足跡計算服務平台
	塑膠	公斤	2.21	
	水	度	0.17	
	機油	公升	1.04	Gabi PE「EU-27 Lubricants at refinery
	輪胎	公噸	2,980	2015 全球可持續發展報告徵文-乘用車子午線輪胎碳足跡分析
服務	廢棄物處理	公噸	737.14	環保署產品碳足跡計算服務平台
	廢水處理	公噸	0.61	

範疇	排放源	單位	排放係數 ($kgCO_2e$/單位)	資料來源
	營業用大貨車(2012)	延噸公里	0.24	
	營業小貨車(2012)	延噸公里	0.65	
	1.74~3.5t 輕型商用車(2012)	延噸公里	0.61	英國 2012 Defra / DECC
	3.5~7.5t 箱式貨車(2012)	延噸公里	0.71	英國 2012 Defra / DECC
	7.5-16t 貨車(EURO4)	延噸公里	0.266	SimaPro
	16-32t 貨車(EURO4)	延噸公里	0.153	
	>32t 貨車(EURO4)	延噸公里	0.102	

2.原料取得階段

參考環保署碳足跡計算服務平台之公告係數可直接對應者直接使用，若無法直接對應使用者，必須分析材料的規格及組成，拆解並轉換為產品單位原物料重量來計算排碳量。針對耗材的定義與計算原則彙整如表 5-2，與圖 5-1 所示。

表 5-2　耗材定義與計算原則

名詞	計算原則
貨運服務耗材	包含業者提供與公路貨運服務相關之所有備品之原物料，以配送單為主，其他貨運服務耗材如棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務有關之必要物品視為資本財，不納入本階段之盤查清單中，但報廢上述貨運服務耗材時，視為營運廢棄物產出量，應納入碳足跡計算中。
貨運包裝耗材	業者提供公路貨運服務相關所有貨品的包裝耗材，例如：紙箱，膠帶，塑膠袋、緩衝材等耗材。貨品本身的包裝耗材、託運人自行包裝的包裝耗材不列入計算，但因運輸服務所需的包裝耗材須列入計算。
車輛保養耗材	運輸車輛的一般保養耗材量，例如：機油，輪胎等。本部分應排除運輸車輛重大修復

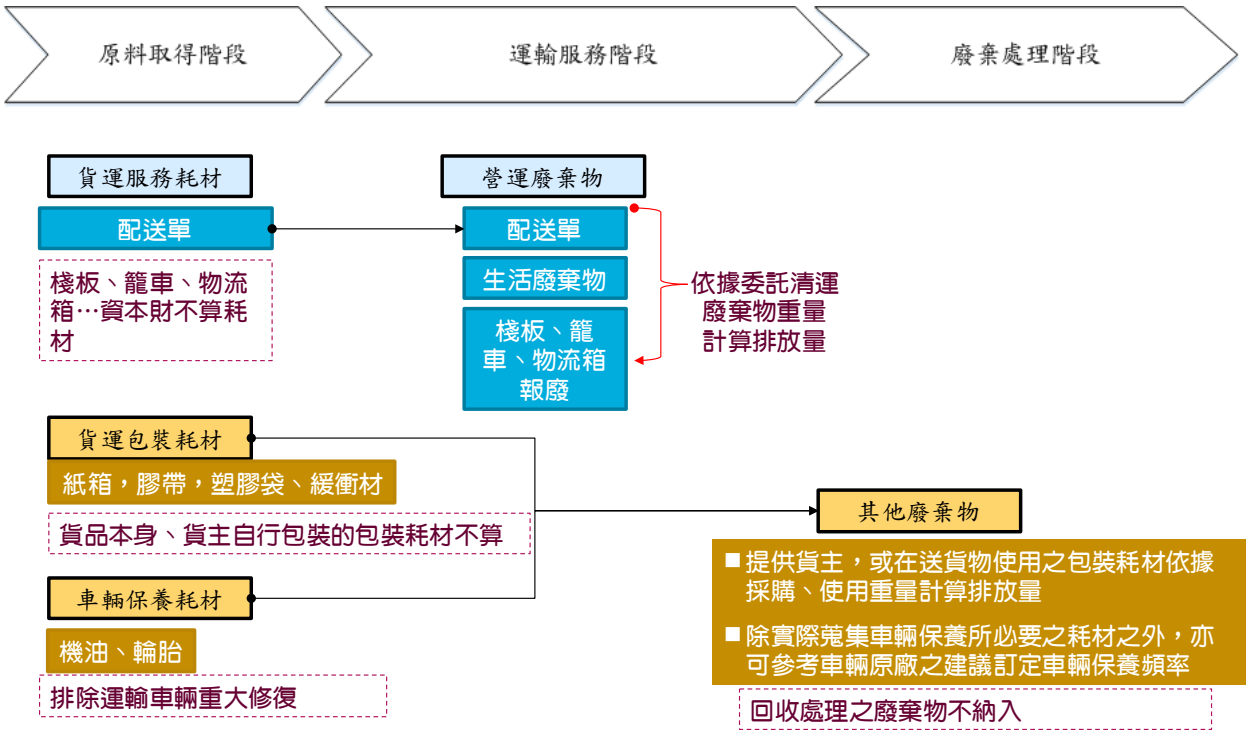


圖 5-1　耗材定義與計算原則

3.運輸服務階段

運輸服務階段包括下列過程分為，營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能資源、運輸車輛所耗用之能資源、廢水處理、營運廢棄物，如表 5-3。

委外運輸排放量之處理方式

貨物長途運輸過程委託其他運輸業者執行部分，若取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級數據。

若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估。或使用 LCA 數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估，為二級數據。

委外車輛輪胎、機油之資料蒐集，若無一級數據，可參考委外運輸車輛總里程數換算相當之車輛數，作為推估依據。

採用自有車輛燃油效率推估，或引用資料庫係數推估排放量判定為二級數據。

表 5-3　運輸服務階段投入產出定義與計算原則

項目		內容
營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能資源	能源	辦公室、轉運站以及倉儲中心營運所排放之溫室氣體主要來自營運之電力耗用，與其內部機具與緊急發電機之燃油使用，其盤查時間區間應涵蓋完整的運輸服務期間與營運據點。若有員工宿舍或餐廳，其使用之緊急發電機柴油、宿舍熱水鍋爐使用的重油與柴油、天然氣使用量應納入於本過程之能源計算。若倉儲中心非提供運輸服務要求應排除。
	冷媒補充	營運據點、轉運站以及倉儲中心使用與製冷相關之器具皆須補充冷媒以維持運作。由於冷媒的全球溫暖化潛勢與二氧化碳相比，相當巨大，故本階段需考量各項製冷相關設備可能逸散之冷媒量。
運輸車輛所耗用之能資源。	燃料及電力	車輛運輸主要溫室氣體排放，主要來自用於公路貨運服務階段之車輛汽、柴油及電力之耗用，以及營運用之公務車等移動式車輛所使用之燃料燃燒、電力消耗造成的溫室氣體排放。
	冷媒補充	運輸服務過程中，車輛所使用之冷藏、冷凍機具會造成冷媒之逸散導致溫室氣體的排放，由於冷媒的全球溫暖化潛勢與二氧化碳相比，相當巨大，故本階段需考量運輸車輛冷媒補充時可能逸散之冷媒量。
廢水處理	營運據點、轉運站以及倉儲中心納管處理廢水之廢水量	
營運廢棄物	與營運據點、轉運站以及倉儲中心因營運需求而報廢之廢棄物量，主要係指貨運業者委託清運的廢棄物，包含配送單、報廢的棧板、籠車、物流箱、生活廢棄物等廢棄物。	

4.廢棄物處理階段

廢棄處理階段本階段主要包含提供消費者使用之包裝耗材以及車輛保養所必要之耗材。運輸車輛及倉儲機具之使用終結的報廢及可能之廢棄物處理不納入考量；以回收處理方式之廢棄物處理亦不納入考量。

5.碳足跡彙整與分析

(1)依據服務形式將各階段排放量加總，並依活動數據等級分項統計，若運輸服務階段之一級活動數據溫室氣體排放量，未貢獻上游原料取得階段及運輸服務階段溫室氣體總排放達 10%以上，則原料取得階段就必須納入一級活動數據蒐集。

(2)各階段排放量加總後再除以該服務形式之年度貨運服務量，以二氧化碳當量表示為每功能單位的溫室氣體排放，參考附表 2-7 範例。

第六章 報告

為管理及確保計算結果之數據品質、完整性與一致性，應文件化執行碳排放量估算過程之相關資訊。依據我國產品與服務碳足跡計算指引要求，建議「公路貨運服務碳足跡報告」章節如表 6-1 所列。

表 6-1　公路貨運服務碳足跡報告章節

第一章 一般事項
1.1 生命週期評估委託者、生命週期評估之執行者
1.2 報告日期
1.3 作業係依據本指引要求事項進行之聲明
第二章 評估目的
2.1 執行此作業之原因
2.2 預期應用
2.3 標的讀者
第三章 評估範疇
3.1 功能
3.2 功能單位
3.3 系統界限
第四章 生命週期盤查分析
4.1 數據蒐集程序
4.2 單元過程之定性與定量描述
4.3 發表的文獻來源
4.4 計算程序
4.5 數據之確認
4.6 分配原則及程序
第五章 生命週期闡釋
5.1 結果
5.2 與結果闡釋有關的假設與限制，兩者均與方法與數據相關
5.3 數據品質評估
第六章 查證與聲明 (若盤查作業取得查證聲明才撰寫)
6.1 查證的型態
6.2 聲明的內容

參考文獻

1.產品與服務碳足跡計算指引，行政院環境保護署，2010

2.PAS 2050 ： 2011 商品和服務生命週期溫室氣體排放評估規範，英國標準協會，2011

3.ISO/TS 14067 ： 2013 產品碳足跡量化與溝通標準原則、要求與指引 ISO，2013

4. 行政院環境保護署 產品碳足跡計算服務平台，網址 http://cfp-calculate.tw

5.行政院環境保護署資源回收管理基金管理委員會網站，網址 http：//recycle.epa.gov.tw/Recycle/

6.16-007 公路貨運服務 PCR 第 10 版，行政院環境保護署，2016

附件一 環保署產品碳足跡計算服務平台常用排放係數彙整

最新年度資訊可至 http：//cfp-calculate.tw/Bmodule/Inventory/Metadata2.aspx查詢。

類型	中文名稱	碳足跡數值	單位	宣告單位	公告年份
資源	台灣自來水 (2011)	0.167	Kg CO_2e	度	2013
資源	聚氯乙烯 (膠膜、膠布、電線電纜用)-PVC	2.21	Kg CO_2e	kg	2013
資源	PET 塑膠 (一般用)	2.35	Kg CO_2e	kg	2013
資源	牛皮紙	1.08	Kg CO_2e	kg	2013
資源	PP 塑膠	2.01	Kg CO_2e	kg	2013
資源	臺北自來水 (2013)	0.17	Kg CO_2e	度	2014
能源	電力碳足跡(2012)	0.69	Kg CO_2e	度	2014
能源	柴油(於固定源使用，2012)	3.42	Kg CO_2e	L	2014
能源	柴油(於固定源使用，2012)	0.10	Kg CO_2e	MJ	2014
能源	柴油(於移動源使用，2012 年)	3.45	Kg CO_2e	L	2014
能源	柴油(於移動源使用，2012 年)	0.10	Kg CO_2e	MJ	2014
能源	車用汽油(於固定源使用，2012)	3.00	Kg CO_2e	L	2014
能源	車用汽油(於固定源使用，2012)	0.09	Kg CO_2e	MJ	2014
能源	車用汽油(於移動源使用，2012)	3.10	Kg CO_2e	L	2014
能源	車用汽油(於移動源使用，2012)	0.10	Kg CO_2e	MJ	2014
能源	液化天然氣(於固定源使用，2012)	2.52	Kg CO_2e	立方米	2014
能源	液化石油氣(於固定源使用，2012)	2.09	Kg CO_2e	L	2014
能源	液化石油氣(於固定源使用，2012)	0.08	Kg CO_2e	MJ	2014
資源	再生影印紙	3.08	Kg CO_2e	kg	2014
服務	南部科學工業園區_台南園區廢棄物焚化清理服務(2009 年)	737	Kg CO_2e	ton	2014
服務	南部科學工業園區_台南園區廢棄物固化清理服務(2009 年)	649	Kg CO_2e	ton	2014
服務	南部科學工業園區_台南園區廢棄物物化清理服務(2009 年)	123	Kg CO_2e	ton	2014
服務	南部科學工業園區_台南園區廢棄物掩埋清理服務(2009 年)	7.07	Kg CO_2e	ton	2014
服務	南部科學工業園區_台南園區廢棄物清除處理服務(2009 年)	716	Kg CO_2e	ton	2014
能源	自用小客車(汽油)	0.115	Kg CO_2e	pkm	2014
能源	營業小客車(汽油)	0.133	Kg CO_2e	pkm	2014

類型	中文名稱	碳足跡數值	單位	宣告單位	公告年份
能源	自用小貨車(汽油)	0.739	Kg CO_2e	tkm	2014
能源	自用小貨車(柴油)	0.693	Kg CO_2e	tkm	2014
能源	營業小貨車(汽油)	0.626	Kg CO_2e	tkm	2014
能源	營業小貨車(柴油)	0.647	Kg CO_2e	tkm	2014
能源	自用大客車(柴油)	0.06	Kg CO_2e	pkm	2014
能源	營業遊覽車(柴油)	0.04	Kg CO_2e	pkm	2014
能源	營業大客車(市區公車及公路客運-柴油)	0.09	Kg CO_2e	pkm	2014
能源	自用大貨車(柴油)	0.22	Kg CO_2e	tkm	2014
能源	營業大貨車(柴油)	0.235	Kg CO_2e	tkm	2014
能源	機器腳踏車(汽油)	0.095	Kg CO_2e	pkm	2014
資源	陰離子性有機界面活性劑	2.84	Kg CO_2e	kg	2014
資源	陽離子性有機界面活性劑	2.95	Kg CO_2e	kg	2014
資源	非離子性有機界面活性劑	2.75	Kg CO_2e	kg	2014
服務	南部科學工業園區管理局-高雄園區廢水處理排放服務	0.61	Kg CO_2e	公噸	2014
服務	南部科學工業園區管理局-台南園區廢水處理排放服務	0.77	Kg CO_2e	公噸	2014
能源	電力碳足跡(2013)	0.66	Kg CO_2e	度	2015
能源	燃料油使用(蒸餘油/重油使用，2013)	4.02	Kg CO_2e	L	2015
能源	柴油(於固定源使用，2013)	3.46	Kg CO_2e	L	2015
能源	柴油(於移動源使用，2013)	3.49	Kg CO_2e	L	2015
能源	車用汽油(於固定源使用，2013)	3.03	Kg CO_2e	L	2015
能源	車用汽油(於移動源使用，2013)	3.12	Kg CO_2e	L	2015
能源	液化天然氣(於固定源使用，2013)	2.59	Kg CO_2e	立方米	2015
能源	液化石油氣(於固定源使用，2013)	2.34	Kg CO_2e	L	2015
資源	廢輪胎-再生橡膠片	0.06	Kg CO_2e	kg	2015
資源	廢輪胎-再生橡膠粉	0.13	Kg CO_2e	kg	2015
能源	燃料油使用(蒸餘油/重油使用，2014)	4.00	Kg CO_2e	L	2016
能源	柴油(於固定源使用，2014)	3.45	Kg CO_2e	L	2016
能源	柴油(於移動源使用，2014)	3.48	Kg CO_2e	L	2016
能源	車用汽油(於固定源使用，2014)	3.02	Kg CO_2e	L	2016
能源	車用汽油(於移動源使用，2014)	3.10	Kg CO_2e	L	2016
能源	液化天然氣(於固定源使用，2014)	2.61	Kg CO_2e	立方米	2016
能源	液化石油氣(於固定源使用，2014)	2.26	Kg CO_2e	L	2016
能源	電力碳足跡(2014)	0.65	Kg CO_2e	度	2016
能源	車用汽油(於固定源使用，2014)	3.02	Kg CO_2e	L	2016
能源	車用汽油(於移動源使用，2014)	3.10	Kg CO_2e	L	2016

附件二 碳足跡計算案例

碳足跡計算案例(一)

業別:汽車貨運業 NN 公司

情境說明：

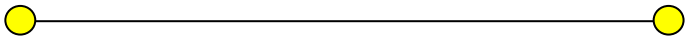
運輸車輛柴油年用量:10,000 公升

辦公室年用電量:10,000 度電

R134a 冷媒補充：2 公斤

假設:無包裝材料使用與廢棄物處理、均以自有車輛運輸

營運模式:

整車貨件	 貨物交付　　貨物送達

步驟 1：計算年度溫室氣體排放量

計算該業者年度溫室氣體排放量，為活動強度及排放係數之乘積總和，NN公司年度溫室氣體排放量為 44,100 $kgCO_2e$，如表1。

表 1 汽車貨運業 NN 公司年度排放量

排放來源	活動強度	排放係數	溫室氣體排放量($kgCO_2e$)
運輸車輛柴油年用量(公升)	10,000	3.49 $kgCO_2e$/L	34,900
辦公室年用電量(度)	10,000	0.66 $kgCO_2e$/度	6,600
R134a 冷媒使用(kg)	2	1,300 $kgCO_2e$/kg	2,600
合　計		44,100	

步驟 2：年度貨運服務量(整車貨物F_A)：

計算各客戶貨物託運距離及累計重量之乘積總和，NN公司年度溫室氣體年度貨運服務量為89, 000tkm，如表2。

表 2 貨運服務量計算

客戶	託運距離 (km)	年度託運貨物累計重量 (ton)	年度貨運服務量 (tkm)	
A	50	100	50×100	5,000
B	100	300	100×300	30,000
C	60	400	60×400	24,000
D	150	200	150×200	30,000
合　　計				89,000

步驟 3：NN 公司貨運服務碳足跡

以年度溫室氣體排放量，除以年度貨運服務量，計算NN公司年度貨運服務碳足跡，為 0.496 $kgCO_2e$/ tkm。

44,100 $kgCO_2e$ ÷ 89, 000 tkm = 0.496 $kgCO_2e$/ tkm

碳足跡計算案例(二)

業別：汽車路線貨運業 PP 公司

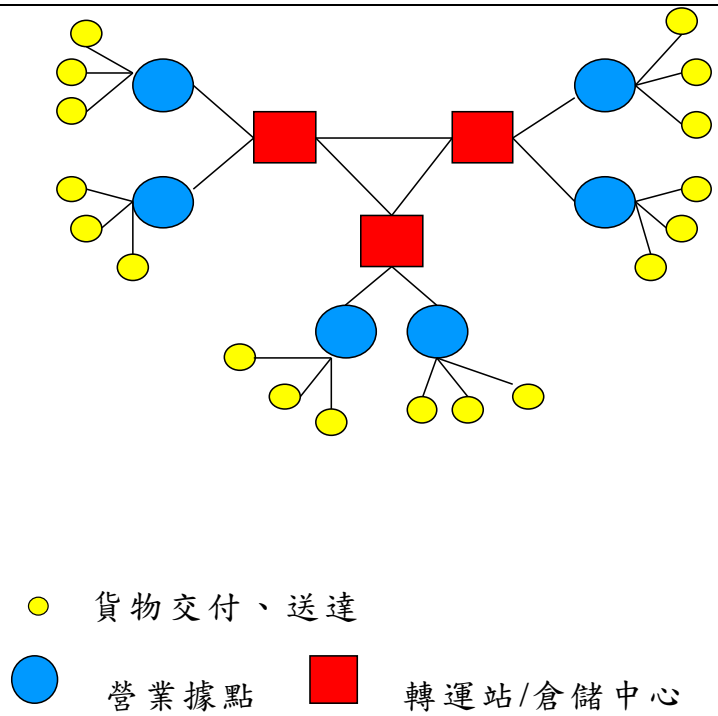
情境說明：

- 運輸車輛柴油年用量：212,500 公升
- 辦公室年用電量：10,000 度電
- R134a 冷媒補充：2 公斤

情境假設：

- 使用紙箱：2,000 公斤(供應商距離倉庫 50 公里)
- 使用機油：100 公升(密度 0.88g/cm^3，供應商距離倉庫 20 公里)
- 委外運輸：80,000(tkm)
- 年廢棄物處量：6 公噸
- 距焚化廠：10 公里
-

營運模式：

小型零擔貨件	

步驟 1：計算年度溫室氣體排放量

計算該業者年度溫室氣體排放量，為活動強度及排放係數之乘積總和，PP公司年度溫室氣體排放量為 798,306.3 $kgCO_2e$，如表3。

表 3 汽車路線貨運業 PP 公司年度排放量

階段	排放來源	活動強度	排放係數	溫室氣體排放量 ($kgCO_2e$)
原料取得階段	紙箱製造(kg)	2,000	0.72 $kgCO_2e$/kg	1,440.0
	機油製造(L)	100	1.04 $kgCO_2e$/L	104.0
	紙箱運輸(tkm)	2×50	0.626$kgCO_2e$/tkm	62.6
	機油運輸(tkm)	0.88×0.1×20	0.626$kgCO_2e$/tkm	1.1
服務階段	柴油年用量(公升)	212,500	3.49 $kgCO_2e$/L	741,625.0
	年用電量(度)	10,000	0.66 $kgCO_2e$/度	6,600.0
	R134a 冷媒使用(kg)	20	1,300$kgCO_2e$/kg	26,000.0
	委外運輸(tkm)	80,000	0.235$kgCO_2e$/tkm	18,800.0
廢棄物處理階段	廢棄物焚化量(公噸)	6	606 $kgCO_2e$/公噸	3,636.0
	廢棄物運輸(tkm)	6×10	0.626$kgCO_2e$/tkm	37.6
合　計				798,306.3

步驟 2：年度貨運服務量($F_{B+}F_C$)：

步驟 2-1：體積轉換重量：

PP公司營業所共有北、中、南、東四個營業所，運送貨物規格共分為五種(s60、s90、s120、s150、文件)，要分別計算F_B、F_C的貨運服務量，需先將貨物的尺寸轉換成重量單位，過程如下：統計營業所各種貨物尺寸運送的件數，如表3；體積重量換算依業者計價規定，換算公式如下式，各種規格對應之重量如下表所示(5種規格依國際快遞收費基準)：

重量(kg)=長度$_{(cm)}$ x寬度$_{(cm)}$ x高度$_{(cm)}$ / 5,000

貨物規格	體積重量換算(kg/件)
S60	= (15×15×15)/5000= 0.675 kg/件
S90	= (25×25×25)/5000= 3.125 kg/件
S120	= (35×35×35)/5000= 8.575 kg/件
S150	= (45×45×45)/5000=18.225 kg/件
文件	= (35×25×1)/5000 = 0.175 kg/件

透過表 4 營業所各尺寸貨物件數加總後轉換成表 5 重量單位(ton)，即為營業所的託運重量。

表 4　營業所貨物件數

集貨	貨物規格	重量(kg/件)	配送			
			北	中	南	東
北	S60	0.675	10,000	5,000	20,000	15,000
	S90	3.125	10,000	10,000	10,000	10,000
	S120	8.575	5,000	8,000	7,000	10,000
	S150	18.225	3,000	1,000	2,000	14,000
	文件	0.175	1,000	1,000	6,000	2,000
中	S60	0.675	5,000	8,000	7,000	10,000
	S90	3.125	1,000	1,000	6,000	2,000
	S120	8.575	3,000	1,000	2,000	14,000
	S150	18.225	10,000	10,000	10,000	10,000
	文件	0.175	10,000	5,000	20,000	15,000
南	S60	0.675	1,000	1,000	6,000	2,000
	S90	3.125	3,000	1,000	2,000	14,000
	S120	8.575	5,000	8,000	7,000	10,000
	S150	18.225	10,000	10,000	10,000	10,000
	文件	0.175	10,000	5,000	20,000	15,000
東	S60	0.675	3,000	1,000	2,000	14,000
	S90	3.125	1,000	1,000	6,000	2,000
	S120	8.575	10,000	10,000	10,000	10,000
	S150	18.225	10,000	5,000	20,000	15,000
	文件	0.175	5,000	8,000	7,000	10,000

表 5　營業所貨物託運重量(ton)

集貨	配送				
	北	中	南	東	集貨總重(ton)
北	136	122	142	383	782
中	216	200	226	318	961
南	237	256	256	316	1,064
東	273	181	470	375	1,299
配貨總數(ton)	862	758	1,095	1,391	4,106

步驟 2-2：計算營業所間之貨運服務量(F_B)：

計算轉運中心與營業據點間的貨運服務量(如下圖網底區域)，為距離矩陣及重量矩陣之乘積總和。由表5的重量與表6距離之乘積總和即得表7，年貨運服務量為731,977 tkm。

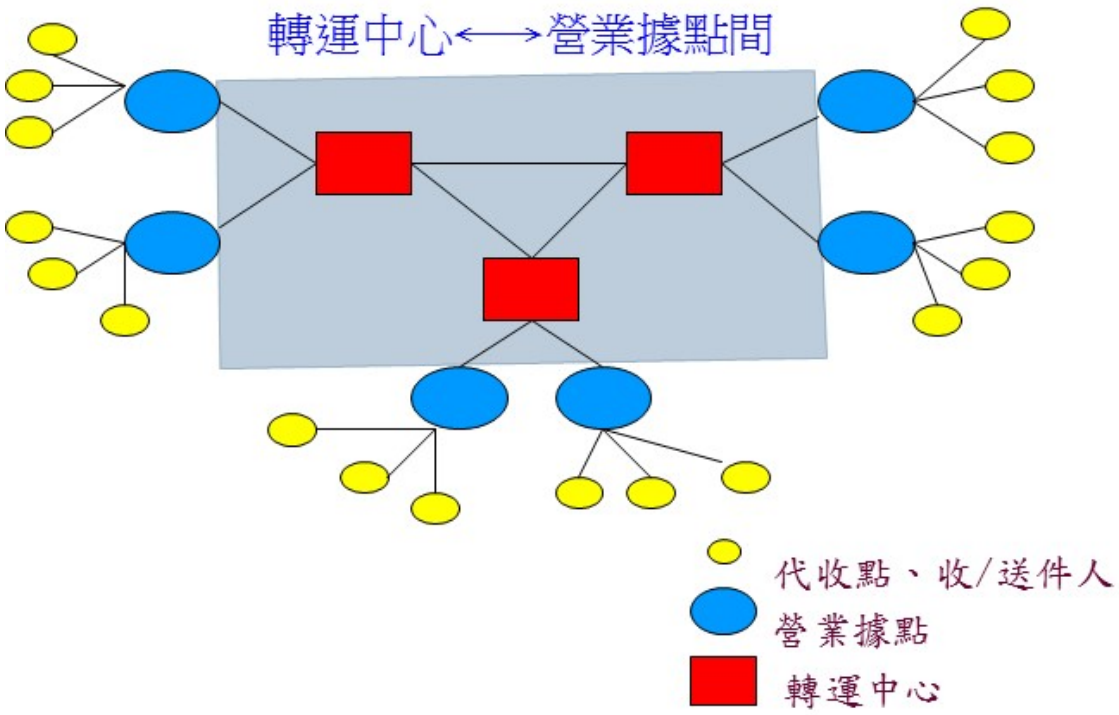


表 6　營業所矩陣距離（以 Google 計算短行車時間距離，km）

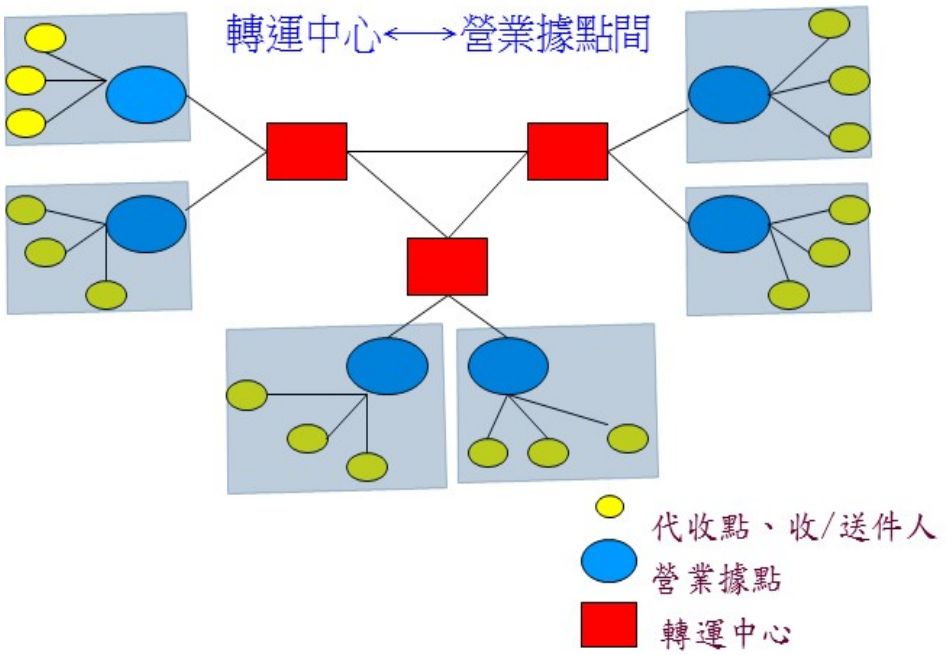
營業所	北	中	南	東
北	-	120	300	250
中	120	-	200	400
南	300	200	-	150
東	250	400	150	-

表7 營業所間貨物服務量(F_B)

營業所	北	中	南	東	F_B貨運服務量(tkm)	
北	-	14,595	42,683	95,656	=14,595+42,683+95,656	152,934
中	25,947	-	45,275	127,170	=25,947+45,275+127,170	198,392
南	71,078	51,105	-	47,359	=71,078+51,105+47,359	169,541
東	68,288	72,270	70,553	-	=68,288+72,270+70,553	211,110
總　　計						**731,977**

步驟 2-3：計算營業所內之貨運服務量(F_C)：

計算營業據點與代收點或寄/收件人間的貨運服務量(如下圖網底區域)，以當年度總貨物運輸重量之1/2與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。如表7將營業所各車輛的年度集貨總重及年度配貨總重，相加後重量的1/2乘上每車次的平均行駛里程，即表8年度貨運服務量為338,151 tkm。



貨運服務量 $F_c=\frac{(W_1+W_2)}{2}\times L'$

W_1：配送貨總重(公噸/年)

W_2：收集貨總重(公噸/年)

L'：平均每趟行駛里程(公里/車次)

=運輸車輛年度總行駛里程/年度出車次數

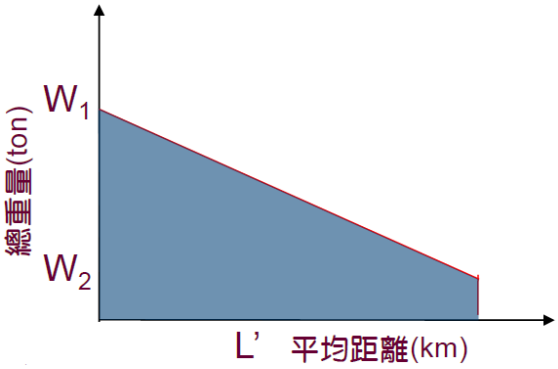


表8 營業所內貨物服務量(Fc)

營業所	車輛數	0.5×(集貨+配貨) (ton)	總行駛里程(公里/年)	總出車次(車次/年)	平均每趟行駛里程(公里/車次)	零擔貨運服務量 (tkm)
北	30	0.5×(862+782)	9,000	38.89	31,967	9,000
中	25	0.5×(758+961)	7,500	53.33	45,840	7,500
南	15	0.5×(1,095+1,064)	4,500	88.89	95,956	4,500
東	15	0.5×(1,391+1,299)	4,500	122.22	164,389	4,500
合計						338,151

步驟 2-4：計算年度貨運服務量(F_B +F_C)：

計算該業者年度貨運服務量，即營業所間之貨運服務量(F_B)與營業所內之貨運服務量(F_C)之總和，為 157,819 tkm。

731,977 tkm + 338,151 tkm = 1,070,128 tkm

步驟 3：PP 公司貨運服務碳足跡

以年度溫室氣體排放量，除以年度貨運服務量，計算PP公司年度年度貨運服務碳足跡，為0.746 $kgCO_2e$/ tkm。

798,306.3 $kgCO_2e$ ÷1,070,128 tkm = 0.746 $kgCO_2e$/ tkm

附件三 數據品質查核

1.敏感度分析

敏感度分析(sensitivity analysis)係用以估算碳足跡研究選定方法與數據對作業結果影響之系統化程序。計算結果的差異原因可能為不同的計算方法，或不同方法的參數(有限的資料造成計算公式參數不精準)。

敏感度分析係用來限制那些被確定為產品碳足跡的目標具有顯著性的輸入和輸出數據的後續處理，及對所達成的結論與給予的建議是合適的。敏感性分析的步驟簡要說明如下：

(1)選取不確定因素

在進行敏感性分析時，並不需要對所有的不確定因素都考慮和計算，而應視方案的具體情況選取幾個變化可能性較大，並對碳足跡影響作用較大的因素。

(2)計算不確定因素變動時對分析指標的影響程度

若進行單因素敏感性分析時，則要在固定其它因素的條件下，變動其中一個不確定因素；然後，再變動另一個因素(仍然保持其它因素不變)，以此求出某個不確定因素本身對碳足跡的影響程度。對假設與數據變動某一範圍(如±25%)對結果的影響予以查核，並將兩者的結果加以比較。敏感度表示的方法，可以變動的百分比或對結果的絕對偏差的表示。

2.數據品質指標計算

依據「產品碳足跡排放係數數據品質評估標準手冊」之規定，將數據品質分為「高品質」、「基本品質」和「初估品質」等三個等級。

(1)採用數據品質指標評估(系譜矩陣)方式

以「可靠性」、「完整性」、「時間相關性」、「地理相關性」和「技術相關性」等五個品質指標，每個品質指標分成數據品質之良莠，分成 1~5 分五個等級，如附表 3-1 所示。可於行政院環保署網站進行線上試算，網址:https://cfp-calculate.tw/Fmodule/News.aspx(需註冊會員登入)。

附表 3-1　碳足跡數據品質指標系譜矩陣

等級 / 指標	1	2	3	4	5
來源之可靠性	基於量測之查證過的數據	部分基於假設之查證過的數據，或基於量測之未查證過的數據	部分基於假設之未查證過的數據	合格的估計值(例如經由產業專家之估計值)	不合格的估算值或來源未知之數據
完整性	來自場址之足夠的數據，且為經過一段時間得以穩定常態波動之具有代表性的數據	來自場址之較少數目但是為適當期間之具有代表性的數據	來自場址之適當數目，但來自較短期間之具有代表性的數據	來自場址之較少數目且較短期間之具有代表性的數據，或來自場址之適當數目和期間之不完整數據	代表性未知，或來自場址之較少數目和/或來自較短期間之不完整的數據
時間的相關性	與研究年差距低於 3 年	差距低於 6 年	差距低於 10 年	差距低於 15 年	年代未知或差距超過 15 年
地理相關性	來自研究區域的數據	來自包含研究區域之更大區域的平均數據	來自具有類似之生產條件區域的數據	來自稍微類似之生產條件區域的	來自未知地區之數據，或來自生產條件非常不同之地區的數據
更進一步之技術相關性	來自研究中之企業、製程和材料之數據	來自研究中之製程和材料，但來自不同企業之數據	來自研究中之製程和材料、不同技術的數據	來自相關之製程或材料，但是相同技術的數據	來自未知技術之數據，或與製程或材料有關但來自不同技術之數據

資料來源：「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」，民國 101 年 8 月。

(2)整體數據品質分級標準

在整體數據品質分級標準方面，對「高品質」等級之數據組允許其有兩個品質指標分數為「良好」(相當於分數 2)，並依據計算結果，將數品質分為「高品質」、「基本品質」和「初估品質」等三個級，五個數據品質指標之分級標準如附表 3-2 所示。

附表 3-2　　整體數據品質等級標準

整體數據品質等級(DQR)	整體數據品質水平
DQR≤ 1.7	高品質
1.7 < DQR ≤ 3.0	基本品質
3.0 < DQR ≤ 5.0	初估品質

附件四　碳足跡標籤申請流程

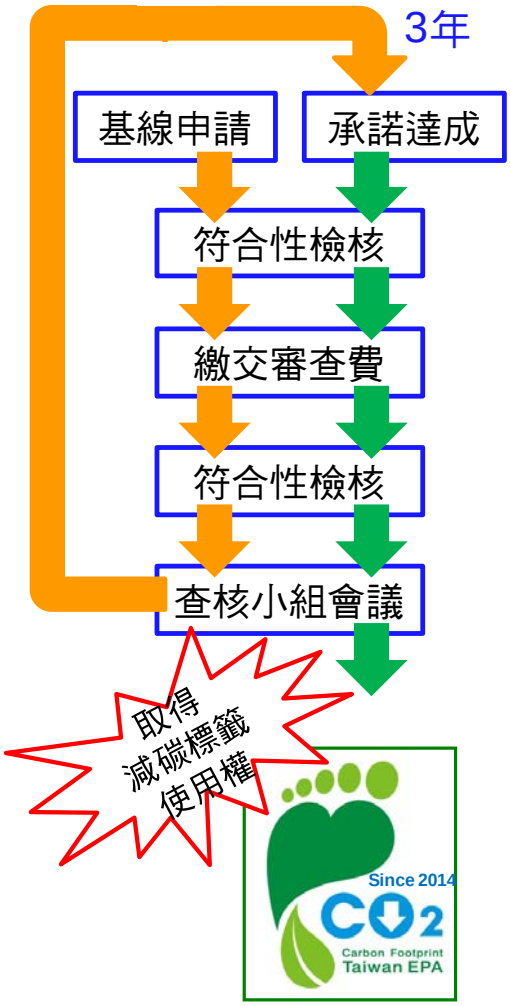
分析產品碳足跡可以瞭解該產品在各生命週期階段產生溫室氣體之比例，進一步檢討溫室氣體減量的對策，例如採用對環境友善之原料、產品包裝減量或回收、提升運輸效率等，減少溫室氣體排放的同時，可以得到降低成本的效果。對消費者而言，可以優先選購具碳標籤產品支持廠商揭露產品碳足跡，並於產品使用及廢棄處理時配合減少碳排放，達到減少溫室氣體排放之目的。

本所現階段刻正進行訂定碳足跡產品類別規則文件，預計於 105 年度完成「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」，貨運業者若有進一步取得服務碳足跡標籤之需求，須於該產品類別規則正式公告後後，取得第三者查驗機構(須經環保署認證核可)核發之合理保證等級之查證聲明書才可申請碳標籤。相關流程如附圖 4-1。

網址:https://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/ FLabelApply/FormInstruction.aspx

附圖 4-1　　產品碳標籤申請流程

此外，我國的減碳標籤制度以現行碳標籤為基礎，廠商以碳標籤證書或經審查認可之第三者查驗機構產品碳足跡查證聲明書上所載產品碳足跡數值，做為減碳基線，並提出具體減碳承諾與實施方法，後續經環保署審查達成減碳承諾者，可取得減碳標籤使用權。取得減碳標籤之產品未來會與環保集點制度結合，並可納入政府機關綠色採購範圍，具申請誘因，應能達到實質溫室氣體減量與形成綠色供應鏈之成效。相關流程如附圖 4-2。網址 :https://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLabelApply_n/EFormLessCarbonInstruction.aspx



附圖 4-2　減碳標籤申請流程

附錄 6

公路貨運服務碳足跡

產品類別規則 v1.0

文件編號：16-007

碳足跡產品類別規則

(CFP-PCR)

公路貨運服務

Road Transport Services of Freight

第 1.0 版

行政院環境保護署核准日期：2016.09.14

目　錄

一、一般資訊 ..... 附 6-4

二、範疇 ..... 附 6-5

2.1 產品系統邊界 ..... 附 6-5
2.1.1 產品組成 ..... 附 6-5
2.1.2 產品機能與特性敘述 ..... 附 6-5
2.1.3 產品的功能單位或宣告單位 ..... 附 6-5
2.2 生命週期範圍 ..... 附 6-6
2.2.1 原料取得階段 ..... 附 6-6
2.2.2 服務階段 ..... 附 6-7
2.2.3 廢棄處理階段 ..... 附 6-8

三、名詞定義 ..... 附 6-8

四、生命週期各階段之數據蒐集 ..... 附 6-9

4.1 原料取得階段 ..... 附 6-9
4.1.1 數據蒐集項目 ..... 附 6-9
4.1.2 一級活動數據蒐集項目 ..... 附 6-9
4.1.3 一級活動數據蒐集方法與要求 ..... 附 6-9
4.1.4 二級數據內容與來源 ..... 附 6-10
4.1.5 情境內容 ..... 附 6-11
4.1.6 回收材料與再利用產品之評估 ..... 附 6-11
4.2 服務階段 ..... 附 6-11
4.2.1 數據蒐集項目 ..... 附 6-11
4.2.2 一級活動數據蒐集項目 ..... 附 6-11
4.2.3 一級活動數據蒐集方法與要求 ..... 附 6-12
4.2.4 二級數據內容與來源 ..... 附 6-13
4.2.5 情境內容 ..... 附 6-13
4.3 廢棄處理階段 ..... 附 6-14
4.3.1 數據蒐集項目 ..... 附 6-14
4.3.2 一級活動數據蒐集項目 ..... 附 6-14
4.3.3 一級活動數據蒐集方法與要求 ..... 附 6-14
4.3.4 二級數據內容與來源 ..... 附 6-14
4.3.5 情境內容 ..... 附 6-14

五、資訊揭露方法 ..... 附 6-15

5.1 標籤形式、位置與大小 ..... 附 6-15
5.2 額外資訊 ..... 附 6-15

六、參考文獻..... 附 6-17
七、磋商意見及回應 ..... 附 6-18
八、審查意見及回應 ..... 附 6-21

一、一般資訊

本項文件係供公路貨運服務使用的產品類別規則(PCR)，產品適用範圍包括各種公路貨運服務之相關服務系統。適用範圍包括我國公路法第 34 條公路汽車運輸規範之分類營運業別，包括：汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業，其所屬之中華民國行業標準分類－4940 汽車貨運業。

本項 PCR 之要求事項預期使用於依據「產品與服務碳足跡計算指引」標準來進行驗證之碳足跡(CFP)。本文件之有效期，自行政院環境保護署核准制訂後起算 3 年止。

本計畫主持人為交通部運輸研究所綜合技術組張瓊文組長(TEL：02-23496877；FAX：02-271200223；E-mail：changcwn@ot.gov.tw；地址：台北市敦化北路 240 號 9 樓)。本項文件係由交通部運輸研究所擬定。有關本項PCR之其他資訊，請洽：中興工程顧問股份有限公司楊伊萍工程師(TEL：02-27698388 分機 20916；FAX：02-87611589；E-mail：yiping@mail.sinotech.com.tw；地址：台北市松山區南京東路五段 171 號)；臺北科技大學環境工程與管理研究所胡憲倫教授(TEL：02-27712171 分機 4151；FAX：02-27764702；E-mail：allenhu@mail.ntut.edu.tw；地址：台北市大安區忠孝東路三段一號)。

二、範疇

2.1 產品系統邊界

公路貨運服務碳足跡計算邊界係自貨物交付起運地點至貨物送達指定地點的期間內，各項溫室氣體排放產生均應列入評估範圍。

2.1.1 產品組成

各種類型之公路貨運服務，並包含其他必要附屬設施。公路貨運服務係指下列之服務：運輸過程中之服務及運輸場站服務，並包含能源開採過程、運輸車輛保養清潔、業者提供之貨物包裝、運輸車輛及營業場所冷媒補充、營業場所電力等。

2.1.2 產品機能與特性敘述

公路貨運服務主要機能為利用汽車等陸路運輸工具完成貨物位移至貨物送達指定地點的運輸方式。

2.1.3 產品的功能單位或宣告單位

本服務的功能單位定義為每噸-每公里，為貨物交付起運地點至貨物送達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

宣告單位定義可依照服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)方式來宣告，並附註於宣告單位後。主要原因為貨運服務的溫室氣體排放受託運貨物的重量與託運距離，以及服務形式所影響。汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業之宣告單位以每噸-每公里為原則，另依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定，可採用之宣告單位有以下幾項：

汽車貨運業

- 每公斤-每公里
- 每立方公尺-每公里
- 每車-每公里(車輛噸數)

汽車路線貨運業

- 每公斤-每公里
- 每立方公尺-每公里
- 每件-每公里(物件規格)

汽車貨櫃貨運業

- 每立方公尺-每公里
- 每貨櫃-每公里(貨櫃規格)

並加註常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸等資訊附註於宣告單位之後。

2.2 生命週期範圍

公路貨運服務之生命週期流程如下圖1所示：

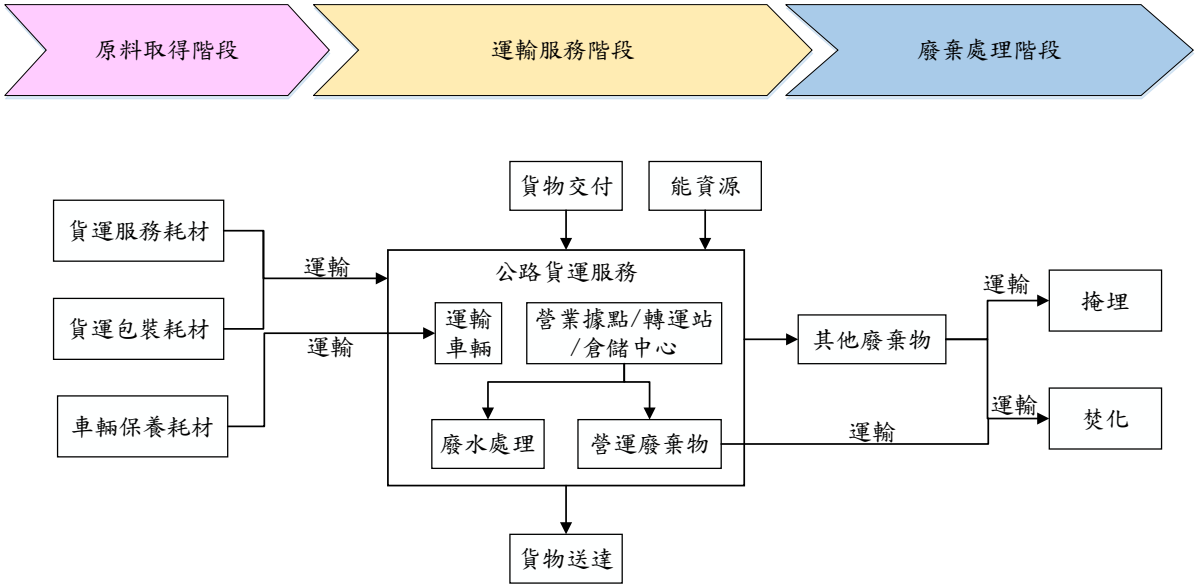


圖 1. 公路貨運服務碳足跡生命週期系統邊界

2.2.1 原料取得階段

原料取得階段包括與公路貨運服務相關之所需物品：包含所有公路貨運服務過程中所需的原物料之開採、生產與其運輸過程。其包含：

1. 貨運服務耗材：
   (1) 包含業者提供與公路貨運服務相關之所有備品之原物料，以配送單為主。
   (2) 其他貨運服務耗材如棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務有關之必要物品視為資本財不納入本階段計算。
   (3) 報廢上述貨運服務耗材時，視為營運廢棄物產出量，應納入碳足跡計算中。
2. 貨運包裝耗材：
   (1) 包含業者提供公路貨運服務相關所有貨品的包裝耗材，例如：紙箱，膠帶，塑膠袋、緩衝材等耗材。
   (2) 貨品本身的包裝耗材、託運人自行包裝的包裝耗材不列入計算；但因運輸服務所需的包裝耗材須列入計算。
3. 車輛保養耗材：
   (1) 包含運輸車輛的保養清洗之水資源、清潔劑與一般保養耗材量，例如：機油，輪胎等。
   (2) 本部分應排除運輸車輛重大修復。

2.2.2 服務階段

服務階段包括下列過程：

1. 營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能資源。

(1) 營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能源

i. 辦公室、轉運站以及倉儲中心營運所排放之溫室氣體主要來自營運之電力耗用，與其內部機具與緊急發電機之燃油使用，其盤查時間區間應涵蓋完整的運輸服務期間與營運據點。

ii. 若有員工宿舍或餐廳，其使用之緊急發電機柴油、宿舍熱水鍋爐使用的重油與柴油、天然氣使用量應納入於本過程之能源計算。

iii. 若倉儲中心非提供運輸服務要求應排除。

(2) 營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之冷媒補充

營運據點、轉運站以及倉儲中心使用與製冷相關之器具皆須補充冷媒以維持運作，本階段需考量各項製冷相關設備可能逸散之冷媒量。

2. 運輸車輛所耗用之能資源。

(1) 運輸車輛所耗用之燃料及電力

車輛運輸主要的溫室氣體排放，主要來自用於公路貨運服務階段之車輛汽、柴油及電力之耗用，以及營運用之公務車等移動式車輛所使用之燃料燃燒、電力消耗造成的溫室氣體排放。

(2) 運輸車輛所耗用之冷媒補充

服務過程中，車輛所使用之冷藏、冷凍機具會造成冷媒之逸散導致溫室氣體的排放，由於冷媒的全球溫暖化潛勢與二氧化碳相比，相當巨大，故本階段需考量運輸車輛冷媒補充時可能逸散之冷媒量。

3. 廢水處理：

營運據點、轉運站以及倉儲中心納管處理廢水之廢水量。

4. 營運廢棄物：

與營運據點、轉運站以及倉儲中心因營運需求而報廢之廢棄物量，主要係指貨運業者委託清運的廢棄物，包含配送單、報廢的棧板、籠車、物流箱、生活廢棄物等廢棄物。

2.2.3 廢棄處理階段

1. 本階段主要包含提供消費者使用之包裝耗材以及車輛保養所必要之耗材。
2. 運輸車輛及倉儲機具之使用終結的報廢及可能之廢棄物處理不納入考量。
3. 以回收處理方式之廢棄物處理亦不納入考量。

三、名詞定義

與本服務相關之主要名詞定義如下所述。

1. 營業據點：公路貨運服務業提供之服務地點。
2. 倉儲中心：提供公路貨運服務之貨物保存空間的集合點。
3. 轉運站：公路貨運服務由不同運輸方式或同種運輸方式聯合(接力)運輸的物流據點。
4. 運輸車輛：公路貨運服務中運輸貨物的車輛。
5. 貨運服務耗材：提供公路貨運服務相關之耗材，包括配送單、棧板、籠車、物流箱與其他協助公路貨運服務相關之物品。
6. 貨運包裝耗材:在提供公路貨運服務的過程中所使用的包裝耗材,包括紙箱、膠帶、塑膠袋、緩衝材等。
7. 車輛保養耗材：提供公路貨運服務之運輸車輛保養所耗用之材料。
8. 營運廢棄物:與貨運業者用於公路貨運服務之營運相關報廢之廢棄物，包括報廢棧板、報廢籠車、報廢物流箱等報廢資本財需委外清運之廢棄物。
9. 其他廢棄物:提供與公路貨運服務相關之物品但並非由貨運業者處理之廢棄物，包括包裝用紙箱，包裝用緩衝材、塑膠袋，膠帶、車輛保養耗材等廢棄物。
10. 常溫運輸：託運貨物於運輸車輛中未提供溫度控制之運輸模式。
11. 低溫運輸：運輸過程提供「冷凍、冷藏」環境溫度控制之運輸模式。
12. 多溫層運輸：運輸車輛包含常溫運輸與低溫運輸功能之運輸模式。
13. 整車貨物：整車貨物按車輛之載重量收費者。
14. 零擔貨物：按車輛所載貨物之件數及每件重量計算運費者。
15. 貨運服務量：貨物交付起運地點至貨物送達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量的乘積。

四、生命週期各階段之數據蒐集

生命週期分析所使用之產品數據資料，應依循以下之原則：

1. 蒐集時應該以盤查標的之完整生命週期為蒐集單位。
2. 數據蒐集範疇係以生命週期階段敘述之邊界為基準，並以一年盤查數據為數據蒐集期間。
3. 若計算時非使用上述全期數據，須詳述其原因，且須確認其正確性。
4. 辦公室與倉儲營運分配可依服務形式 (常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)之服務量作為分配基礎，若引用其他參數應說明採用之依據。
5. 對於不具實質性貢獻排放源之加總，不得超過產品預期生命週期內溫室氣體總排放量 5%。
6. 公路貨運服務碳足跡在生命週期階段之數據蒐集項目與規則如下所述。

4.1 原料取得階段

4.1.1 數據蒐集項目

原料取得階段，需蒐集的項目包括與運輸服務相關之材料的製造與運輸相關流程，包含以下項目：

1. 與貨運服務相關之耗材的溫室氣體排放量。
2. 與貨運包裝相關之耗材的溫室氣體排放量。
3. 與運輸車輛保養相關之耗材的溫室氣體排放量。

4.1.2 一級活動數據蒐集項目

1. 原料取得階段不強制要求蒐集一級活動數據，但應優先採用一級活動數據。
2. 實施產品類別規則的組織本身，若對產品溫室氣體排放量未達到以下情境，則原料取得階段必須納入一級活動數據蒐集要求。若服務階段所擁有、營運或控制之溫室氣體排放量未貢獻全生命週期階段溫室氣體總排放達10%以上，則原料取得階段就必須納入一級活動數據蒐集，直到所蒐集的溫室氣體排放量大於或等於原料取得及服務階段溫室氣體總排放量之貢獻率10%以上。

4.1.3 一級活動數據蒐集方法與要求

1. 數據蒐集方法

   一級活動數據可以由下列三種方法取得：

   (1) 依據各流程所需設備或設施所投入之能源。

   (例如：設備設施作業時間(小時) x 電力消耗/(小時) = 電力投入量)

   (2) 將各供應商在特定時間中之資源消耗分配到各產品。

   (例如：年度燃料投入總量分配到製造的標的產品上)

(3) 其他相關溫室氣體盤查(ISO 14064-1)常見數據蒐集方法。
(例如：質量平衡法)
以上三種數據蒐集方法在產品類別規則之原料取得階段中均可接受。

i. 若採用方法(1)，則在同一地點生產但非本產品類別規則目標之產品，亦應採用相同分配原則，如此所有產品測量結果總值不致與整個地點所產生的數值差距過大。

ii. 若採用測量方法(2)，則分配方法應優先採用物理關係。若辦公室中央空調與照明之間接燃料與電力消耗無法排除在測量以外時，得包含於測量範圍內。

2. 運輸資訊收集方式
(1) 關於運輸部分之計算範圍，從供應商開始到最終交付給製造商之處，且包括供應鏈中的各個分配點(例如：儲藏室或倉庫)所構成之運送要素，皆須納入計算。
(2) 關於運輸資訊及車輛負荷等資訊，需根據實際運輸模式，由供應商處開始算起。

3. 數據蒐集期間
數據蒐集期間應為服務階段之全生命週期，未採用最近的數據時，則應說明其原因，另應保證並非取得自最近數據的精確性。

4. 從多個供應商取得原料之處理方式
(1) 對於供應鏈中與服務階段活動有關的數據之收集，若是組織對於這些供應鏈擁有直接管理與控制權，應於供應商之所在地蒐集。
(2) 若供應商不只一家，則應向所有供應商蒐集一級活動數據。
(3) 若供應商數量龐大，其中主要供應商之提供原物料量超過總提供原物料量的50%以上時，則主要供應商之一級活動數據之平均值，可作為所有其他供應商之二級數據。

4.1.4 二級數據內容與來源

1. 本原料取得階段未要求蒐集一級活動數據之相關流程所產生之溫室氣體排放皆可使用二級數據。
2. 原料取得階段之二級數據，可由生命週期評估軟體資料庫或具有公信力文獻中取得；內容包括：
(1) 貨運服務耗材相關的溫室氣體排放量。
(2) 貨運包裝耗材相關的溫室氣體排放量。
(3) 車輛保養耗材相關的溫室氣體排放量。
(4) 運輸耗材所消耗之燃料的溫室氣體排放量。
3. 引用資料庫係數需依循以下原則：
(1) 應優先引用環保署碳足跡計算平台之資料庫中的碳排放係數。
(2) 若因技術、時間、地理範疇與其他因素無法引用環保署碳足跡計算平台之係數，則可採用 LCA 數據資料庫之係數。

(3) 若因技術、時間、地理範疇與其他因素且 LCA 數據資料庫無符合之係數，則可引用具公信力且具備同儕審查之國際期刊之碳排放係數。

(4) 若具公信力且具備同儕審查之國際期刊無相關係數引用，則可引用相關國內研究與論文之碳排放係數。

4.1.5 情境內容

本產品類別規則建議於原料取得階段需考量以下情境進行合理之假設與計算碳足跡：原料運輸階段供應商出貨之運輸，得考量有關運輸距離、運輸方式、裝載率及載重噸公里、運費、平均耗油量/油價(費)等方式來訂定運輸情境。

1. 貨運包裝耗材的使用需考量寄件人是否自行包裝裝貨與公路貨運服務業者協助包裝等兩種方式訂定情境假設。
2. 運輸車輛保養耗材之頻率，建議參考車輛原廠之建議訂定車輛保養頻率的情境內容。

4.1.6 回收材料與再利用產品之評估

1. 若使用之貨運服務耗材、貨運包裝耗材以及車輛保養耗材為資源回收或再利用之產品，則與其製造及運輸相關的溫室氣體排放量須包含資源回收(回收、前處理、在處理等)或再利用過程(回收、洗淨等)。
2. 如主管機關已公布相關之溫室氣體排放係數或計算原則時，則依規定計算及評估。

4.2 服務階段

4.2.1 數據蒐集項目

需蒐集以貨運服務主體為主之項目，包括：

1. 與營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能資源相關溫室氣體排放量，若倉儲中心非提供運輸服務需求應排除。
2. 與運輸車輛耗用之燃料相關溫室氣體排放量。
3. 與運輸車輛耗用之冷媒補充相關溫室氣體排放量。
4. 與廢水處理相關所耗用之能資源相關溫室氣體排放量。
5. 貨運服務量(依據服務形式統計)。
6. 其他相關溫室氣排放量(以便後續版本添加使用)。

4.2.2 一級活動數據蒐集項目

有關本階段相關投入與產出之收集項目，應採用一級數據：

與營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之能源相關溫室氣體排放量。

1. 與營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之冷媒補充與逸散相關溫室氣體排放量。
2. 與運輸車輛耗用之燃料相關溫室氣體排放量。

3. 與運輸車輛耗用冷媒補充與逸散相關溫室氣體排放量。
4. 與廢水處理相關之能資源相關之溫室氣體排放量。
5. 貨運服務量(依據服務形式統計)。
6. 其他相關溫室氣排放量(以便後續版本添加使用)。
7. 上述數據蒐集項目建議優先採用一級活動數據， 但在無法蒐集時二級數據亦可應用 。

4.2.3 一級活動數據蒐集方法與要求

1. 數據蒐集方法
   (1) 一級活動數據蒐集方法與 4.1.2 相同。
   (2) 關於運輸服務部分，應蒐集貨運服務之場所直接蒐集資料，包括與服務相關之過程中投入原料、能資源耗用(燃料、電力等)、冷媒的種類與量之一級資料。
   (3) 可由內部管理系統，統計託運貨物物理性質(重量、體積)紀錄與其起訖點所在區域資料，取得貨運服務量之數據。
   (4) 辦公室與倉儲營運分配可依服務形式 (常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)之服務量作為分配基礎，若引用其他參數應說明採用之依據。
2. 數據蒐集期間
   (1) 數據蒐集期間應為運輸貨運服務全生命週期。
   (2) 若未採用最近的數據時，則應說明其原因，另應保證並非取得自最近之數據的精確性。
3. 自發電力之處理方式

   若一營業據點、轉運站或倉儲中心具備自發電力之方式，應納入電力產生之燃料之一級數據。
4. 貨運重量之處理方式
   (1) 若有貨物實際重量紀錄，則以實際重量計算。
   (2) 若無重量紀錄，可透過運輸車輛地磅站的紀錄，佐證貨物體積與重量之物理性質代表性，作為託運貨物換算重量之依據。
   (3) 佐證貨物體積與重量可依照國際通用收費標準、貨運業者收費換算公式以及一般常用之換算公式，將體積、件數等貨運營運統計單位轉換為重量單位。常用之單位轉換公式詳見附件一。
   (4) 若同時存在體積及重量計算之業者，應於計算時清楚說明，並分別呈現其計算結果。在計算之前應先清楚說明選擇重量或體積來計算。
5. 貨運服務量之處理方式

   公路貨物運輸之貨運服務量處理方式可分為兩種，分別為整車貨物貨運服務量以及零擔貨物貨運服務量。
   (1) 整車貨物貨運服務量以各客戶貨物託運距離及累計重量之乘積總和，計算全年貨運服務量。
   (2) 零擔貨物之貨運服務量，以當年度總貨物運輸重量與運輸車輛平均每趟

行駛里程之乘積總合，計算全年貨運服務量。

(3) 其詳細計算方式與貨運路線可參閱附件一。

6. 委外運輸排放量之處理方式

(1) 貨物長途運輸過程委託其他運輸業者執行部分，若取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級數據。

(2) 若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估。或使用LCA數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估，為二級數據。

(3) 委外車輛輪胎、機油之資料蒐集，若無一級數據，可參考委外運輸車輛總里程數換算相當之車輛數，作為推估依據。

(4) 採用自有車輛燃油效率推估，或引用資料庫係數推估排放量判定為二級數據。

7. 引用資料庫係數需依循以下原則：

(1) 應優先引用環保署碳足跡計算平台之資料庫中的碳排放係數

(2) 若因技術、時間、地理範疇與其他因素無法引用環保署碳足跡計算平台之係數，則可採用LCA數據資料庫之係數

(3) 若因技術、時間、地理範疇與其他因素且LCA數據資料庫無符合之係數，則可引用具公信力且具備同儕審查之國際期刊之碳排放係數。

(4) 若具公信力且具備同儕審查之國際期刊無相關係數引用，則可引用相關國內研究與論文之碳排放係數。

4.2.4 二級數據內容與來源

1. 本服務階段未要求蒐集一級活動數據之相關流程所產生之溫室氣體排放量皆可使用二級數據。
2. 服務階段之二級數據，可由生命週期評估軟體資料庫或具有公信力文獻中取得；內容包括：

(1) 冷媒耗用與供應生命週期溫室氣體排放量。

(2) 車輛保養之輪胎、機油、用水生命週期溫室氣體排放量。

3. 如上所述，且所有制定的假設應調整與記錄歸檔。

4.2.5 情境內容

貨物長途運輸過程委託其他運輸業者執行部分，運輸車輛之燃料排放，可採噸公里之方式推估，冷媒、輪胎、機油用量，可參考委外運輸車輛總里程數換算相當之車輛數，作為推估依據。

4.3 廢棄處理階段

4.3.1 數據蒐集項目

本廢棄處理階段，應依據實際運輸服務廢棄物處理情形，需蒐集之項目包括：

1. 服務階段所產生之營運廢棄物透過掩埋、焚化的處理量。
2. 服務階段所產生之其他廢棄物透過掩埋、焚化的處理量。

廢棄物採用回收方式進行處理不列入本階段之溫室氣體的數據蒐集項目。

4.3.2 一級活動數據蒐集項目

此階段無特別要求一級活動數據。

4.3.3 一級活動數據蒐集方法與要求

此階段無特別要求一級活動數據。

4.3.4 二級數據內容與來源

1. 本廢棄處理階段相關之以下項目，得採用二級數據：
   (1) 營運廢棄物掩埋、焚化等處理程序相關溫室氣體排放量。
   (2) 其他廢棄物掩埋、焚化等處理程序相關溫室氣體排放量。
2. 廢棄處理階段之二級數據,可由生命週期評估軟體資料庫或具有公信力文獻中取得；內容包括：廢棄物處理生命週期溫室氣體排放量(廢棄物處理若為回收，則不納入計算)。
3. 引用資料庫係數需依循以下原則：
   (1) 應優先引用環保署碳足跡計算平台之資料庫中的碳排放係數。
   (2) 若因技術、時間、地理範疇與其他因素無法引用環保署碳足跡計算平台之係數，則可採用 LCA 數據資料庫之係數。
   (3) 若因技術、時間、地理範疇與其他因素且 LCA 數據資料庫無符合之係數，則可引用具公信力且具備同儕審查之國際期刊之碳排放係數。
   (4) 若具公信力且具備同儕審查之國際期刊無相關係數引用，則可引用相關國內研究與論文之碳排放係數。
4. 如上所述，且所有制定的假設應調整與記錄歸檔。

4.3.5 情境內容

本服務於廢棄回收階段之情境假設，為將營運廢棄物以及其他廢棄物運送至處理地點之距離，且考量現有資源回收體系，未來將視主管機關相關辦法訂定之要求進行考量。

五、資訊揭露方法

5.1 標籤形式、位置與大小

1. 碳標籤格式與大小應符合「推動產品碳足跡標示作業要點」，並視當時實際情況進行修正。
2. 碳標籤圖示，除心型內應依實標示產品碳足跡數據及計量單位外，不得變形或加註字樣，但得依等比例放大或縮小，且其寬度不得小於1.0 cm、高度不得小於1.2 cm。
3. 碳標籤得公開在公路貨物運輸服務之運輸車輛、貨運包裝材料、配送單或營業場所適當位置與公司網站等。
4. 在產品碳足跡標籤下方加註相關資訊，標示碳標籤字號、宣告單位，如下圖範例：

CO2 Carbon Footprint Taiwan EPA 碳標字第○○○○號 每噸－每公里(常溫運輸) *	公路貨運服務碳排放量為○kg CO_2e/每噸-每公里，包括貨運服務、運輸場站及其他耗材使用(如貨運服務耗材、包裝耗材、車輛維修保養及清潔...等)，本公司配合國家節能減碳政策，承諾將降低公路貨運服務之碳排放量。

圖 碳標籤(範例)

*貨運業者可依自身收費的統計貨物之形式進行宣告，其宣告單位與功能單位之轉換過程須說明清楚且提出合理之佐證資料，方能採用自身之宣告單位進行碳足跡之揭露。此外，貨運業者亦應依照不同之服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)等方式進行宣告。而其宣告單位可依2.1.3節所述之不同貨運業別自行宣告。

5.2 額外資訊

額外資訊說明應符合「推動產品碳足跡標示作業要點」並經行政院環境保護署審查認可之內容作為額外資訊(例如：運輸車輛地磅站的紀錄，佐證貨物體積與重量之物理性質代表性，作為託運貨物換算重量之依據。將每延噸公里轉換成每體積-每公里的方式進行宣告)。此外，部分貨運業者由於營運模式之差異，並無託運貨物重量之數據統計，故可透過經驗公式或國際上常用之轉換公式，將本文件規範之功能單位轉換為

貨運業者常用之統計單位進行宣告。

請先行評估未來在原料取得階段與服務階段之減量目標，並於申請產品碳足跡標籤時載明於申請書中。

由於運輸服務因運輸模式而有所差異，建議申請單位應在產品碳足跡報告書中揭露運輸模式等相關資訊。

六、參考文獻

1. 行政院環境保護署，推動產品碳足跡標示作業要點，2015年修訂。
2. 行政院環境保護署，碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引，2014年修訂。
3. 交通部，汽車運輸業管理規則，2013年公告。
4. COFRET, (2014), Existing Methods and Tools for Calculation of Carbon Footprint of Transport and Logistics.
5. International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6511 Road Transportation Services of Freight of Food Products and Meals.
6. International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6811 Post Services.
7. カーボンフットプリント製品種別基準（CFP-PCR）, (2014).認定CFP-PCR番号：PA-DP-01 対象製品：引越サービス

七、磋商意見及回應

單位	磋商意見	答覆情形
工業局永續發展組-陳良棟 副組長	PCR 宣告單位之選用，宜符合一致性及單純化原則，申請者在計算碳足跡前先選取一項計算單位，如重量、體積或貨櫃數等，建議該選取原則可在 PCR 中予以適當之建議，俾使公路貨運業者提出可與消費者溝通之碳足跡，並減少單位換算的誤差。	本 PCR 提供之計算基準為功能單位，功能單位訂定為每噸-每公里，因此使用者應使用重量作為計算基準，惟考量貨運服務之多樣性，宣告單位以每噸-每公里為原則，另可依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定。
朝陽科技大學-林盛隆副教授	1. 本 PCR 非常完備，給予高度肯定。 2. 產品功能單位，列舉「其他」的目的為何？請說明。 3. 在本 PCR 建議的分配準則為何？服務量之定義？服務形式之服務量與貨運服務量有何不同？請說明。	1. 感謝肯定。 2. 列舉「其他」之目的係徵詢業者是否有其他建議之產品功能單位，研商會議後已將宣告單位之「其他」類別刪除。 3. 由於貨運服務中可能包含不同形式的運輸行為，針對公用設施之溫室氣體排放量分配，本 PCR 建議可依服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)之貨運服務量作為分配基礎。
工研院綠能所-黃文輝資深工程師	1. 宣告單位有多重選項，若業者有多種表達方式，於向環保署申請標籤時，如何整合?若使用此 PCR 時未特別註明完整，易造成混亂。 2. 資料庫的選用除了需具備公信力外，其數據品質的要素仍要考慮進去，如技術性的符合度、時間性的接近度及地理性之參考性。 3. 若業者同時存在以體積	1. 宣告單位係指引用為產品系統銷售或提供服務時的最小基本單位，業者應參考其自身服務形式與收費方式。 2. 已於 4.1.4 活動數據蒐集方法中引用資料庫係數補充需依循選擇具備數據品質的要素。 3. 本 CFP-PCR 功能單位統一採用每噸-每公里，業者可透過貨物體積與重量之物理性質代表性，提供預期使用者不同宣告單位。藉由功能單位的計算基準，換算並統一以體積或重量為基礎的值分別呈現，以避

單位	磋商意見	答覆情形
	及重量為計算基準，建議可分別呈現，不一定要加以整合，以避免整合換算過程中之誤差，以及未來計算減碳標籤之困擾。	免整合換算過程中之誤差。
貨櫃貨運公會	倉儲中心只提供整理、存放貨物，並不提供運輸，因此不能將倉儲納入計算	倉儲中心若提供貨運業者於服務過程所進行的存放、冷藏，應納入計算。若僅租借提供其他公司或客戶使用，與運輸服務過程無關則可排除。已於PCR中4.2.1節的第2項增加說明，「若倉儲中心非提供運輸服務需求應排除」。
路線貨運公會	1. 舊車會增加碳排放，希望環保署能補助業者車輛汰舊換新。若業者有碳標籤，是否有優先申請補助車輛汰舊換新的機會? 2. 有關碳排放研究之數據，提供業者參考，以改善、減少碳排放量。 3. 取得減碳量之優良標籤為期三年，再次取得需再減碳3%，方能取得。本會對此有異議：不可能一直減少碳排放量，總是有個極限。對此研究團隊應對取得碳標籤幾年後，設訂最低排放值，或訂定最低排放值，低於排放值均可獲得減碳排放標籤。	1. 申請碳標籤有助於企業環保形象之提升，取得減碳標籤則可納入政府綠色採購。因應溫管法未來減碳工作之推行，未來將於適當會議中，建議交通部與環保署車輛汰舊換新補助，可針對取得碳標籤之業者優先進行補助。 2. 交通部運研所歷年運輸碳排放相關研究報告可於網路上下載供各界參考。 3. 公會所提的建議係屬運輸業效能標準訂定範疇，建議環保署可參考做為未來減碳標籤之相關規範發展。
環境管理協會-陳志昇先生	1. 建議第2.2節標題架構可改為「2.2 生命週期範圍」、「2.2.1 原料取得階段」、「2.2.2 服務階段」及「2.2.3 廢棄處理階段」。 2. 全文中「運輸服務階段」一詞，建議可改為「服務	1. 已針對格式進行修改。 2. 已修改為「服務階段」。 3. 已針對格式部分進行修改。 4. 已引用最新之文獻。

單位	磋商意見	答覆情形
	階段」。 3. 建議再檢視文件內容格式，例如：編號、空格及對齊等問題。 4. 第六章參考文獻，建議更新至目前最新的文件名稱及日期； (1) 推動產品碳足跡標示作業要點，「2015 年公告」 (2) 「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，2014 年公告。	
統一速達	1. 是否可提供較簡易方便的計算工具(APP 或系統)，例如：各據點間的貨運量計算，若有幾百個據點，彼此間的貨運路線可達上萬條，若無較省力工具或計算方式，對查驗公司來說是很大負擔且不易執行。 2. 提供業者申請碳足跡標籤之經費補助。 3. 取得碳標籤認證的補助。 4. 每年若有減碳達到一定標準，可減免營業稅。	1. 運研所為協助業者進行貨運量計算，將提供公路貨運服務碳足跡計算手冊，並建置盤查及碳足跡簡易計算工具，營業據點間距離可採用網路行車路線規劃之軟體進行運算。 2. 針對業者提出第 2~4 點意見進行回應，申請碳標籤有助於企業環保形象之提升，取得減碳標籤則可納入政府綠色採購。另因應溫管法未來減碳工作之推行，建議交通部與環保署車輛汰舊換新補助，可針對取得碳標籤之業者優先進行補助。
新竹物流	1. 貨運服務量 Fb 之距離矩陣，是否需經過認證？ 2. Fc 的計算不易，是否可建議改採取 Fb 加權計算？ex.以目前 HCT 的經驗，幹線車里程：服務車里程≒1:1.2~1.3。 3. 建議在各種產品生命週期中的原料、運輸服務等資料收集，詳細說明委外之模式如何運算。Ex.委外車輛的用油、輪胎、機油等，如何計算？	1. 碳足跡計算過程及結果需透過第三方查證單位認證取得查證聲明方可申請環保署碳標籤。 2. 零擔貨運服務量之計算，需足以反映業者運輸情形，建議仍需搭配運輸車隊年度行駛里程數計算。 3. 委外運輸車輛之數據蒐集於第 4.2.3 節第 6 點說明，「若取得供應商提供燃油使用量(依貨運服務量、重量或價值分配燃油量)則可納入一級數據；若無法取得供應商提供之燃油使用量，可採用自有車輛燃油效率推估，或應使用 LCA 數據資料庫中

單位	磋商意見	答覆情形
		公路貨運服務噸公里之方式推估，為二級數據。採用自有車輛燃油效率推估，或引用資料庫係數推估排放量判定為二級數據。」委外車輛輪胎、機油之資料蒐集，若無一級數據，可參考委外運輸車輛總里程數換算相當之車輛數，即可得知輪胎、機油等用量資訊，作為推估依據。

八、審查意見及回應

單位	審查意見	答覆情形
行政院環保署技術小組會議(105/8/19)	2.2節生命週期流程圖服務階段之「貨物到著」用語為日文用法，建議修改成「貨物送達」。	生命週期流程圖已修正為「貨物送達」。
	2.2.1節所提「貨運服務耗材」用詞與4.1.1節所提「運輸服務相關之備品」用詞，有何不同？倘無不同，請統一用詞。	已統一為「貨運服務耗材」用詞。
	5.1節第3項描述建議修改成「碳標籤得公開在公路貨物運輸車輛、託運單或相關網頁…等」，倘有其他適宜標示碳標籤處，也請一併列出。	已修正為「碳標籤得公開在公路貨物運輸服務之運輸車輛、貨運包裝材料、配送單或營業場所適當位置與公司網站等。」。
	附件一之第1項「貨運重量之處理方式」項下子項編號有誤，請修正。	已修正。

附件一

1. 貨運重量之處理方式

貨運業者應用本產品類別規則應將統計託運物物理性質以重量形式表示，若無實際重量紀錄，應透過常用之公式轉換為重量單位以利計算服務碳足跡，轉換原則應說明於報告中。以下為常用之轉換公式：

(1) 汽車運輸業管理規則第一百十條

輕笨貨物之零擔貨物以體積四立方公吋折一公斤計算。

(2) 國際快遞計價基礎

以貨件包裝之長度(公分)*寬度(公分)*高度(公分)/5,000=重量(公斤)

(3) 才積算法

以貨件包裝之長度(公分)*寬度(公分)*高度(公分)/27,818=才數

重量(公斤)=才數*10

(4) 貨運業者自身轉換公式

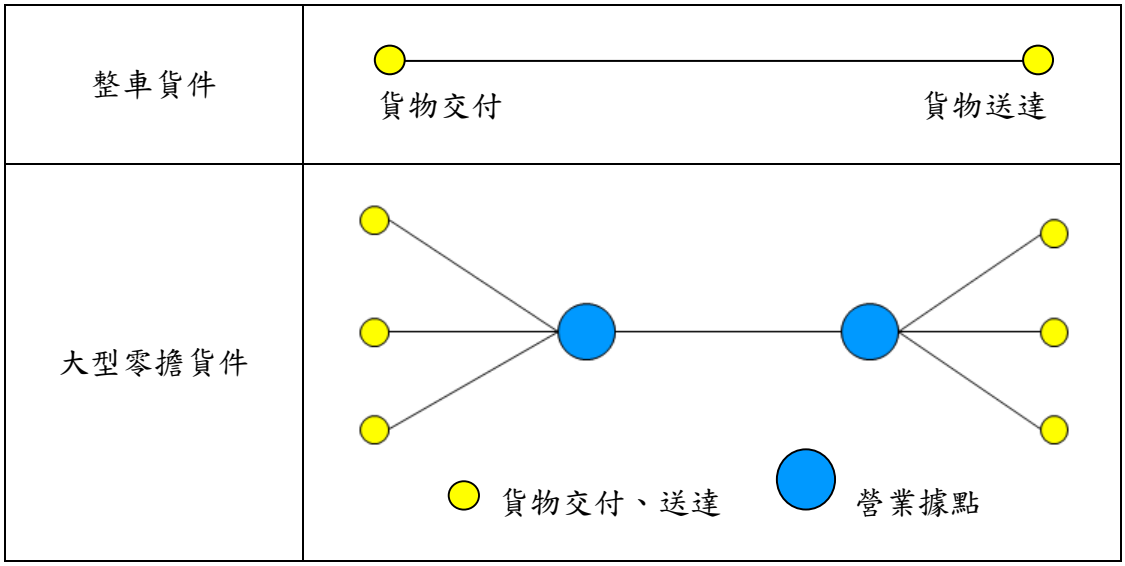
需透過運輸車輛經由地磅站秤重之紀錄佐證其託運貨物體積、統計單位與重量之關係。

2. 貨運服務量處理方式

根據我國公路法第 34 條公路汽車運輸規範之分類營運業別為：汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業三種公路貨運業別，主要之運輸模式可分為兩大類：整車貨物貨運服務以及零擔貨物貨運服務(詳見圖 1)。

(1) 整車貨物貨運服務的運輸方式採點對點形式，由託運人為起點直接運輸至收件人為終點的運輸模式，途中並不經過營業據點、轉運站或倉儲中心。

(2) 零擔貨物貨運服務的形式又可區分為大型與小型兩種類別，其運輸方式以數名託運人為起點，貨物經由營業據點、轉運站或倉儲中心等據點集散後再運輸至收件人之地點為運輸終點。



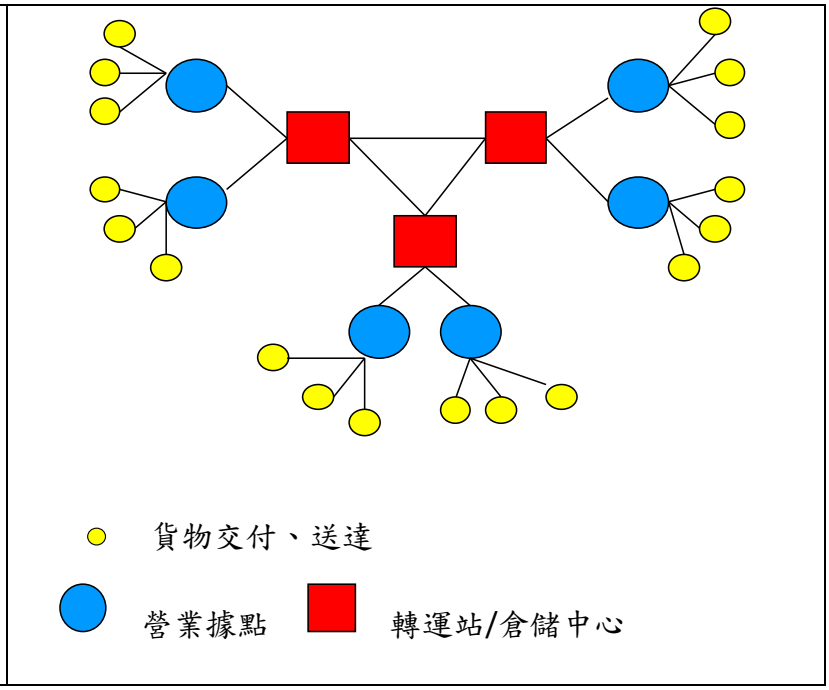
小型零擔貨件	

圖 1 公路貨運服務運輸模式

以下針對整車貨物之貨運服務量以及零擔貨物之貨運服務量計算方法進行說明：

(1) **整車貨物之貨運服務量(F_A)**：以各客戶貨物託運距離及累計重量之乘積總和，計算全年貨運服務量(如表 1)，其計算公式如下所示：

貨運服務量$F_A=\sum_{i=1}^{n}$託運距離×年度託運貨物累計重量$=\sum_{i=1}^{n} L_i \times W_i$.....算式A

表 1

顧客	託運距離	年度託運貨物累計重量	貨運服務量F_A
1	L_1	$W_1=W_{1a}+W_{1b}+.....$	$L_1 \times W_1$
2	L_2	$W_2=W_{2a}+W_{2b}+.....$	$L_2 \times W_2$
3	L_3	$W_3=W_{3a}+W_{3b}+.....$	$L_3 \times W_3$
⋮			

(2) **零擔貨物之貨運服務量**，以當年度總貨物運輸重量與運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合，計算全年貨運服務量。而汽車路線貨運業之營業據點、轉運站、倉儲中心之間之運輸可採整車貨運之模式計算貨運服務量。由於汽車路線貨運業可分為起訖點所在區域不同之貨運服務量F_B與起訖點所在區域相同之貨運服務量，視為同一營業據點所屬車輛之貨運服務F_C。F_B的計算方式乃根

據貨運起訖點為不同區域設定，故其計算方法與F_A的計算方式相同；而F_C之計算方式則以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。零擔貨物之貨運服務量為F_B+F_C。

(a) **起訖點所在區域不同**之貨運服務量F_B：以距離矩陣及重量矩陣之乘積總和，以算式B計算全年固定點位間營業所服務量。其公式如下所示：

$$\text{貨運服務量}F_B=\sum_{i,j=1}^{n} Lij \times Wij = L_{12}\times W_{12} + L_{13}\times W_{13} + \text{.....算式B}$$

距離矩陣(Lij)-單程距離

起點＼迄點	1	2	3	.....n
1	L_{11}	L_{12}	L_{13}	……L_{1n}
2	L_{21}	L_{22}	L_{23}	……L_{2n}
3	L_{31}	L_{32}	L_{33}	……L_{3n}
⋮				
n	L_{n1}	L_{n2}	L_{n3}	……L_{nn}

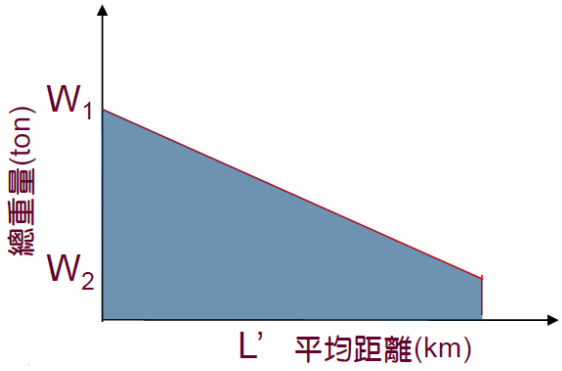
重量矩陣(Wij)-累計重量

起點＼迄點	1	2	3	.....n
1	W_{11}	W_{12}	W_{13}	……W_{1n}
2	W_{21}	W_{22}	W_{23}	……W_{2n}
3	W_{31}	W_{32}	W_{33}	……W_{3n}
⋮				
n	W_{n1}	W_{n2}	W_{n3}	……W_{nn}

(b) **起訖點所在區域相同**之貨運服務量F_C計算方法：排除整車運輸之車輛後，其他運輸車輛之年度貨運服務量，以當年度總貨物運輸重量之 1/2 與各運輸車輛平均每趟行駛里程之乘積總合計算。運輸車輛平均每趟行駛里程係依據其總行駛距離除以年度出車次數計算，貨運服務量F_C公式如下：

$$\text{貨運服務量}F_c=\frac{(W_1+W_2)}{2}\times L' \quad \text{.....算式 C}$$

W_1：配送貨總重(公噸/年)
W_2：收集貨總重(公噸/年)
L'：平均每趟行駛里程(公里/車次)
=運輸車輛年度總行駛里程/年度出車次數



附錄 7

公路貨運服務溫室氣體盤查簡易計算工具

溫室氣體盤查登錄作業表單目錄 (2016/01更新 2.6.2版次)

本表單適用時機：適用於2015年(民國104年)之盤查作業。

表單編號	表單名稱	填寫準則	適用對象	簡介	表單為新增或修改	改版內容說明
表一	公私場所資料	◎	適用管理辦法與溫室氣體相關方案者及自願登錄盤查資訊者	內容涵蓋盤查年度、基本資料、盤查及查證資訊、門檻值設定等(適用於2015年(含)之後之溫室氣體盤查作業)	修改(2016.01)	增加第2類行業別及盤查及查證資訊，其中盤查及查證資訊包含登錄原因、盤查依據規範、是否完成第三者查證、門檻值設定等。
表二	組織邊界調查	◎		內容涵蓋場址外涵蓋區域、場址內扣除區域、設定方法等	新增	包含場址外涵蓋區域、場址內扣除區域、邊界設定方法。
表三	排放源鑑別	◎		內容涵蓋組織邊界設定及排放源鑑別資料	修改	將原表單之排放型式與範疇二型式整合為單一欄位(排放型式)，該欄位可依範疇別變換其排放型式選項；修正製程或逸散類別之欄位選項，調整與登錄平台設定一致。 新增溫室氣體種類NF_3。
表四	活動數據	◎		內容涵蓋設備排放源活動數據數值及來源等相關資料填寫	修改(2016.01)	增加活動數據分配比率之欄位。 活動數據種類（R欄位）文字調整與系統一致。
表五	定量盤查	◎		內容涵蓋設備排放源排放係數、來源、GWP值及排放量計算等資訊	修改(2016.01)	增加係數類型之欄位，選項內容與登錄平台設定一致；並依有效位數之運算邏輯將排放量與排放當量之小數位數由2位修改為4位。 102年(含102年)之係數，以轉換為係數管理表6.0.1版次。 104年(含104年)之係數，以轉換為係數管理表6.0.2版次。
表六	數據品質管理	◎		提供自廠品質管理等及管控作業，主要利用活動數據、排放係數及儀器校正等項目進行數據品質分級管理評估	修改(2016.01)	由於單一排放源之各類溫室氣體排放係數來源出處應相同，因此刪除以各類溫室氣體排放係數分列其數據品質，僅保留單一排放源排放係數之數據品質欄位。 G欄位，活動數據種類等級評分修改，財務會計推估之評分修改為3
表七	不確定性定量評估	◎		提供不確定性定量評估作業表單，主要利用活動數據及排放係數之不確定性數值，進行清冊不確定性量化評估	修改(2016.01)	O、P、W、X、AE、AF欄位鎖定位數至小數點後3位。
表八	溫室氣體排放量彙總	◎		包括填寫整廠電力資訊及展現各類溫室氣體排放量、數據品質及不確定性評估結果	修改	因應溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法規定將排放總量之小數位數由2位修改為3位。 另其餘溫室氣體排放量統計顯示至小數點後4位。
附表一	溫室氣體排放係數管理表	△		適用盤查年度為2009年(含)後之對象，提供IPCC 2006年燃料燃燒CO_2原始係數與95%信賴區間不確性%及能源局熱值	新增	綜合各版次(6.0.1版與6.0.2版)之排放係數管理表
附表二	GWP表	△		溫暖化潛勢值(GWP)，包括IPCC之1995年、2001年、2007、2014年等年度。	修改(2016.01)	新增2014年之GWP值
附表三	郵遞區號	△		國內地政資訊		
附表四	行業別分類表	△		行業別之代碼與所對應名稱	修改	調整為與登錄平台之內容設定一致
附表五	製程分類	△		製程之代碼與所對應名稱	修改	調整為與登錄平台之內容設定一致
附表六	設備分類表	△		設備之代碼與所對應名稱	修改	調整為與登錄平台之內容設定一致
附表七	原燃物料或產品分類表	△		原燃物料或產品之代碼與所對應名稱	修改	調整為與登錄平台之內容設定一致 新增GG3501認購綠電代碼

註1：◎→必填；△→僅供參酌

註2：本盤查申報作業表單僅供單一管制編號進行溫室氣體盤查清冊資訊蒐集。

註3：工作表皆已設置保護程式，保護密碼為1234。

註4：＊為非必要填寫欄位。

註5：於盤查表單表中橘色欄位會提供下拉式選擇；灰色欄位會自動帶出資訊。

一、公私場所資料　　盤查日期： 民國105年01月01日

盤查年度		基本資料												聯絡人資訊					行業分類[4]			
		管制編號	公私場所名稱	統一編號	工廠登記證編號	縣市別	鄉鎮別	郵遞區號[3]	里別*	鄰別*	地址	員工人數*	負責人姓名	公私場所電子信箱(忘記密	姓名	電話	電子信箱	傳真*	手機	行業代碼1	行業名稱1	行業代碼*	行業名稱2
民國	104		統一速達股份有限公司			臺北市	南港區	115												4940	汽車貨運業		

盤查及查證資訊				門檻值設定			備註
登錄原因	盤查依據規範	是否經第三者查證	查驗機構名稱	顯著性門檻	實質性門檻	排除門檻	
自願性登錄	溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法/溫室氣體盤查登錄指引	否	無	3.0%	5.0%	0.5%	

填表說明

1. 白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。

2. "*" 表非必填位。

3. 行業別代碼為 4 位數字，如為 0500 石油及天然氣礦業，行業別代碼及其所對應名稱請參閱附表四。

二、組織邊界調查　　盤查日期： 民國105年01月01日

(一)	場址外涵蓋區域*	其他	轉運中心*處
		其他	倉儲*處
		其他	營業所*處
(二)	場址內扣除區域*		
(三)	設定方法	營運控制法	

填表說明

1. 白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。
2. "*" 表非必填欄位。

三、排放源鑑別　　盤查日期： 民國105年01月01日

製程			設備			原燃物料或產品				排放源資料			可能產生溫室氣體種類[12]							是否屬汽電共生設備
編號[3]	代碼[4]	名稱	編號[5]	代碼[6]	名稱	類別[7]	代碼[8]	名稱	是否屬生質能源	範疇別[9]	排放型式[10]	製程或逸散類別[11]	CO_2	CH_4	N_2O	HFC_S	PFC_S	SF_6	NF_3	
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	1.原燃物料	170001	車用汽油	否	範疇1	移動 (T)		v	v	v					否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	1.原燃物料	170006	柴油	否	範疇1	移動 (T)		v	v	v					否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	050004	液化天然氣	否	範疇1	固定 (E)		v	v	v					否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	106	4092	冰水機	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	108	4094	交通用冷凍、冷藏裝備	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	109	4095	中、大型冷凍、冷藏裝備	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	110	4096	獨立商用冷凍、冷藏裝備	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	111	4097	家用冷凍、冷藏裝備	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	292	9795	化糞池	1.原燃物料	GG3805	廢水處理(BOD)	否	範疇1	逸散 (F)			v						否
963	490001	陸上運輸服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	282399	其他電力設備及零組件	否	範疇2	外購電力		v							否
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	170006	柴油	否	範疇1	固定 (E)		v	v	v					否
976	530001	普通倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
976	530001	普通倉儲服務作業程序	292	9795	化糞池	1.原燃物料	GG3805	廢水處理(BOD)	否	範疇1	逸散 (F)			v						否
976	530001	普通倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	282399	其他電力設備及零組件	否	範疇2	外購電力		v							否
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	324	A210	其他	1.原燃物料	170006	柴油	否	範疇1	固定 (E)		v	v	v					否
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	106	4092	冰水機	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否
977	530002	冷凍冷藏倉儲服務作業程序	108	4094	交通用冷凍、冷藏裝備	1.原燃物料	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)					v				否

四、活動數據　　盤查日期： 民國105年01月01日

製程			設備			原燃物料或產品			排放源資料					
編號	代碼	名稱	編號	代碼	名稱	原燃物料或產品代碼	原燃物料或產品名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據[3]	活動數據分配比率%*[4]	活動數據單位[5]	其他單位名稱[6]
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170001	車用汽油	否	範疇1	移動 (T)	1,000.0000		公秉	
963	490001	陸上運輸服務作業程序	296	9799	運輸作業車輛	170006	柴油	否	範疇1	移動 (T)	1,000.0000		公秉	
963	490001	陸上運輸服務作業程序	324	A210	其他	050004	液化天然氣	否	範疇1	固定 (E)	100.0000		千立方公尺	
963	490001	陸上運輸服務作業程序	105	4091	住宅及商業建築冷氣機	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	106	4092	冰水機	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	107	4093	工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	108	4094	交通用冷凍、冷藏裝備	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	109	4095	中、大型冷凍、冷藏裝備	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	110	4096	獨立商用冷凍、冷藏裝備	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	111	4097	家用冷凍、冷藏裝備	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷 HFC-134a/R-1	否	範疇1	逸散 (F)	1,000.0000		其他	公斤
963	490001	陸上運輸服務作業程序	292	9795	化糞池	GG3805	廢水處理(BOD)	否	範疇1	逸散 (F)	10,000.0000		人小時	

附 7-6

六、數據品質管理　　盤查日期：民國105年01月01日

製程		設備		原燃物料或產品							排放源資料		排放係數		數據品質管理			
編號	代碼	編號	代碼	代碼	名稱	活動數據種類等級[3]	活動數據可信種類[4]	活動數據可信等級[5]	數據可信度資訊說明*[6]	負責單位或保存單位[7]	範疇別	排放型式	係數種類	係數種類等級[8]	單一排放源數據誤差等級[9]	單一排放源占排放總量比(%)	評分區間範圍[10]	排放量占比加權平均
963	490001	296	9799	170001	車用汽油	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	移動(T)	5國家排放係數	3	12	25.52%	2	3.06
963	490001	296	9799	170006	柴油	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	移動(T)	5國家排放係數	3	12	28.65%	2	3.44
963	490001	324	A210	050004	液化天然氣	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	固定(E)	5國家排放係數	3	12	3.08%	2	0.37
963	490001	105	4091	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
963	490001	106	4092	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
963	490001	107	4093	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
963	490001	108	4094	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
963	490001	109	4095	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
963	490001	110	4096	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
963	490001	111	4097	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.02%	3	0.01
963	490001	292	9795	GG3805	廢水處理(BOD)	3	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	逸散(F)	5國家排放係數	3	18	0.00%	2	0.00
963	490001	324	A210	282399	其他電力設備及零組件	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇2	外購電力	5國家排放係數	3	12	5.63%	2	0.68
976	530001	324	A210	170006	柴油	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	固定(E)	5國家排放係數	3	12	2.83%	2	0.34
976	530001	105	4091	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
976	530001	292	9795	GG3805	廢水處理(BOD)	3	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	逸散(F)	5國家排放係數	3	18	0.00%	2	0.00
976	530001	324	A210	282399	其他電力設備及零組件	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇2	外購電力	5國家排放係數	3	12	5.63%	2	0.68
977	530002	324	A210	170006	柴油	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	固定(E)	5國家排放係數	3	12	0.28%	2	0.03
977	530002	105	4091	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	106	4092	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	107	4093	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	108	4094	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	109	4095	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	110	4096	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	111	4097	GG1835	HFC-134a/R-134a，四氟乙烷HFC-134a/R-1	3	(3)未進行儀器校正或未進行紀錄彙整者	3			範疇1	逸散(F)	6國際排放係數	3	27	0.01%	3	0.00
977	530002	292	9795	GG3805	廢水處理(BOD)	3	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇1	逸散(F)	5國家排放係數	3	18	0.00%	2	0.00
977	530002	324	A210	282399	其他電力設備及零組件	2	(2)有進行內部校正或經過會計簽證等証明者	2			範疇2	外購電力	5國家排放係數	3	12	28.15%	2	3.38

八、溫室氣體排放量彙總　　盤查日期： 民國105年01月01日

彙整表一、全廠電力*

全廠電力(仟度)	全廠火力電力(仟度)	風力(仟度)	水力(仟度)	地熱(仟度)	潮汐(仟度)	其他再生能源(仟度)	其他再生能源備註	核能發電量(仟度)	其他發電量(仟度)	其他發電量備註	全廠蒸汽產生量(公噸)
0											

彙整表二、全廠七大溫室氣體排放量統計表

	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3	六種溫室氣體年總排放當量*	生質排放當量
排放當量(公噸CO_2e/年)	9,086.7807	21.5523	125.0850	20.2800	0.0000	0.0000	0.0000	**9,253.698**	0.0000
氣體別占比(%)	98.20%	0.23%	1.35%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	-

註：依溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法第二條第一款規定，溫室氣體排放量以公噸二氧化碳當量(公噸CO_2e)表示，並四捨五入至小數點後第三位。

彙整表三、範疇一七大溫室氣體排放量統計表

	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF6	NF_3	範疇一六種溫室氣體年總排放當量
排放當量(公噸CO_2e/年)	5,439.7807	21.5523	125.0850	20.2800	0.0000	0.0000	0.0000	**5,606.6980**
氣體別占比(%)	97.02%	0.38%	2.23%	0.36%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

彙整表四、全廠溫室氣體範疇別及範疇一排放型式排放量統計表

	範疇1				範疇2	範疇3	總排放當量*
	固定排放	製程排放	移動排放	逸散排放	能源間接排放	其他間接排放	
排放當量(公噸CO_2e/年)	5,606.6980				3,647.0000	0.0000	**9,253.698**
	572.6910	0.0000	5,012.7253	21.2817			
氣體別占比(%)	60.59%				39.41%	-	100.00%
	6.19%	0.00%	89.41%	0.38%			

註：依溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法第二條第一款規定，溫室氣體排放量以公噸二氧化碳當量(公噸CO_2e)表示，並四捨五入至小數點後第三位。

彙整表五、全廠溫室氣體數據等級評分結果

等級	第一級	第二級	第三級
評分範圍	X<10分	10分≦X<19分	19≦X≦27分
個數	**0**	**11**	**15**
清冊等級總平均分數	**11.99**	清冊級別	**第二級**

彙整表六、溫室氣體不確定性量化評估結果

進行不確定性評估之排放量佔總排放量之比例	本清冊之總不確定性	
	95%信賴區間下限	95%信賴區間上限
88.23%	**- 1.55%**	**- 3.81%**

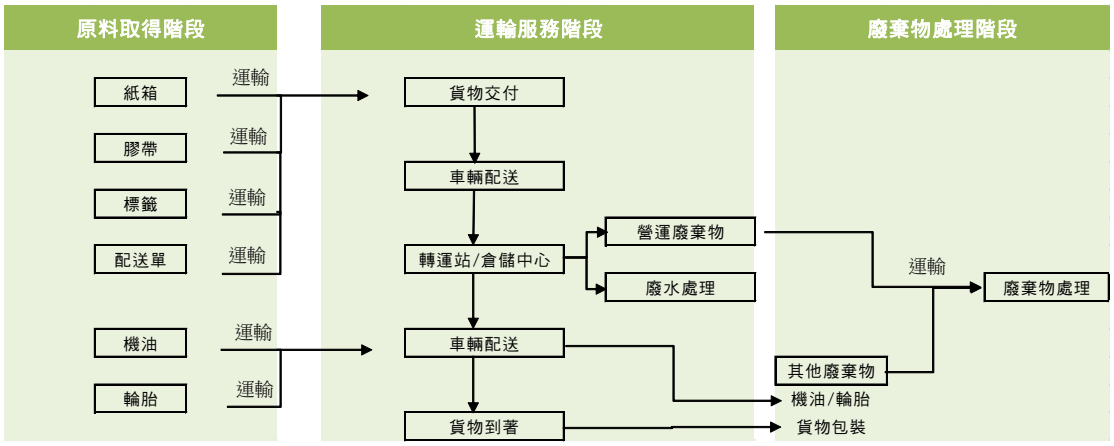
附錄 8

公路貨運碳足跡

簡易計算工具

公路貨運服務碳足跡簡易計算工具

製程地圖



原料取得階段-材料生產	白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式或參照）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。

原物料名稱		類型	活動強度					排放係數(B)			碳排放量 C=A×B (kg CO2e)	數據分類	1級數據排放量 (kg CO_2e)	2級數據排放量 (kg CO_2e)
			原始活動數據			單位轉換後活動數據(A)								
			購買量	單位	資料來源	使用量	單位	數值	單位	資料來源				
紙箱		貨物包裝耗材	1,000	公斤	採購單據	1,000	公斤	0.72	kgCO2e/kg	環保署產品碳足跡計算服務平台	720	1級	14,046	0
配送單		貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	1.08	kgCO2e/kg		1	1級		
事務用紙	出貨單	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	4.24	kgCO2e/kg		4	1級		
	單據	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	1.08	kgCO2e/kg		1	1級		
塑膠類包材	打包帶	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	2.01	kgCO2e/kg		2	1級		
	塑膠袋	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	2.21	kgCO2e/kg		2	1級		
	膠帶	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	0.45	kgCO2e/kg		0	1級		
	膠膜類	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	1.90	kgCO2e/kg	環保署台灣產品碳足跡資訊網	2	1級		
	封條	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	3.83	kgCO2e/kg	環保署產品碳足跡計算服務平台	4	1級		
標籤	掛牌類	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	4.24	kgCO2e/kg		4	1級		
	貼紙類	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	2.85	kgCO2e/kg	環保署台灣產品碳足跡資訊網	3	1級		
其它	手套	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	2.76	kgCO2e/kg	Simapro	3	1級		
	碳粉	貨物包裝耗材	1	公斤	採購單據	1	公斤	7.30	kgCO2e/kg		7	1級		
機油(含機車)		貨物包裝耗材	1	公升	供應商提供	1	公升	1.04	kg CO2e/L	Gabi PE「EU-27 Lubricants at refinery	1	1級		
輪胎(含機車)		貨物包裝耗材	1	公噸	供應商提供	1	公噸	13,291	kgCO2e/公噸	2015全球可持續發展報告徵文-乘用車子午線輪胎碳足跡分析	13,291	1級		

原料取得階段-材料運輸	白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式或參照）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。																		

原物料								活動強度					活動強度			碳排放量 D=A×B×C (kg CO2e)	數據分類	1級數據排放量 (kg CO_2e)	2級數據排放量 (kg CO_2e)
原物料名稱		類型	購買量	單位	資料來源	使用量	單位	載貨運輸距離 (B)	單位	起點/終點	載具	資料來源	數值 (C)	單位	資料來源				
紙箱		貨物包裝耗材	1,000	公斤		1	公噸	1	km		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm	環保署產品碳足跡計算服務平台	0.2	2級	-	0.477175
配送單		貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
事務用紙	出貨單	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	單據	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
塑膠類包材	打包帶	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	塑膠袋	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	膠帶	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	膠膜類	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	封條	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
標籤	掛牌類	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	貼紙類	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
其它	手套	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
	碳粉	貨物包裝耗材	1	公斤		0	公噸	1	km		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
機油(含機車)		貨物包裝耗材	1	公升		0	公噸	1	km		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
輪胎(含機車)		貨物包裝耗材	1	公噸		1	公噸	1	km		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm		0.2	2級		

運輸服務階段-自有車隊與營業所	白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式或參照）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。

名稱	排放源		活動強度			排放係數			碳排放量 C=A×B (kg CO2e)	數據分類	1級數據排放量 (kg CO_2e)	2級數據排放量 (kg CO_2e)
	屬性	名稱	用量 (A)	單位	資料來源	數值 (B)	單位	資料來源				
營業所/倉儲/轉運中心等	能源	電力	100,000	度電		0.66	kgCO_2e/度	環保署產品碳足跡計算服務平台	66,000	2級	352,134	74,303
緊急發電機	能源	柴油(固定燃燒)	1	公升		3.46	kg CO2e/L		3	1級		
堆高機	能源	柴油(移動燃燒)	1	公升		3.49	kg CO2e/L		3	1級		
常溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	100,000	公升		3.49	kg CO2e/L		349,000	1級		
常溫運輸車輛	能源	汽油(移動燃燒)	1,000	公升		3.12	kg CO2e/L		3,120	1級		
常溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	1	公斤		1,300	kgCO2e/kg	IPCC Fourth Assessment Report	1,300	2級		
低溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	1	公升		3.49	kg CO2e/L		3	1級		
低溫運輸車輛	能源	汽油(移動燃燒)	1	公升		3.12	kg CO2e/L		3	1級		
低溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	1	公斤		1,300	kgCO2e/kg		1,300	2級		
營業所空調	資源	R404A	1	公斤		3,943	kgCO2e/kg		3,943	2級		
營業所空調	資源	R22	1	公斤		1,760	kgCO2e/kg		1,760	2級		
運輸車輛清潔	能源	水	1	度水		0.167	kgCO2e/ 度電	環保署產品碳足跡計算服務平台	0	1級		

運輸服務階段-委外車隊	白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式或參照）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。

名稱	排放源		活動強度				排放係數			碳排放量 D=A×B×C ($kg\ CO_2e$)	數據分類	1級數據排放量 ($kg\ CO_2e$)	2級數據排放量 ($kg\ CO_2e$)
	屬性	載具	貨物重量 (A)	單位	運輸距離 (B)	單位	數值 (C)	單位	資料來源				
常溫運輸	能源	營業大貨車	8	公噸	50,000	公里	0.235	$kgCO_2e/tkm$	環保署產品碳足跡計算服務平台	94,000	2級	0	394,800
低溫運輸	能源	營業大貨車	8	公噸	10,000	公里	0.235	$kgCO_2e/tkm$		18,800	2級		
常溫運輸	能源	營業大貨車	20	公噸	50,000	公里	0.235	$kgCO_2e/tkm$		235,000	2級		
低溫運輸	能源	營業大貨車	20	公噸	10,000	公里	0.235	$kgCO_2e/tkm$		47,000	2級		

廢棄物處理階段-廢棄物處理	白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式或參照）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。
假設情境	廢潤滑油、廢輪胎回收比例查詢公告列管材質回收率統計資料計算:100年廢潤滑油回收比例75.22%、103年廢輪胎回收比例66.83% 廢棄物以焚化方式處理，運輸距離以新莊轉運中心至樹林焚化廠距離代表 廢水處理量以自來水用量代表，假設經污水處理廠接觸曝氣法後放 根據台灣區造紙工業同業公會2010年出版之台灣造紙工業統計，我國2009年廢紙回收率為74.8%

廢棄物名稱	處理方法	活動強度					排放係數			碳排放量 C=A×B ($kg\ CO_2e$)	數據分類	1級數據排放量 ($kg\ CO_2e$)	2級數據排放量 ($kg\ CO_2e$)
		原始活動數據			單位轉換後活動數據								
		用量	單位	資料來源	用量 (A)	單位	數值 (B)	單位	資料來源				
營運廢棄物	焚化	1.0	公噸	清運統計量	1.0	公噸	737	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	737	2級	-	1,168
廢水	接觸曝氣法	1.0	度水	水費單據	1.0	公噸	0.61	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	1	2級		
車輛保養-廢輪胎	回收	0.7	公噸	基管會103年回收率統計	0.7	公噸	0	kgCO2e/kg	環保署產品碳足跡計算服務平台	-	2級		
車輛保養-廢輪胎	焚化	0.3	公噸	使用量扣除回收量	0.3	公噸	737	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	244	2級		
車輛保養-廢機油	回收	0.8	公升	基管會103年回收率統計	0.0	公噸	0	kgCO2e/kg	環保署產品碳足跡計算服務平台	-	2級		
車輛保養-廢機油	焚化	0.2	公升	使用量扣除回收量	0.0	公噸	737	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	0	2級		
其他廢棄物-貨運包裝耗材	回收	748.0	公斤	使用量	0.7	公噸	-	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	-	2級		
其他廢棄物-貨運包裝耗材	焚化	252.0	公斤	使用量	0.3	公噸	737	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	186	2級		

廢棄處理階段-廢棄物運輸	白色底色欄位表示由使用者自行填寫之欄位；灰色底色欄位表示由表單自動產生之欄位（已設定公式或參照）；橘色底色欄位為下拉式選項，由使用者選擇代入。

廢棄物名稱	活動強度							排放係數			碳排放量 D=A×B×C (kg CO_2e)	數據分類	1級數據排放量 (kg CO_2e)	2級數據排放量 (kg CO_2e)
	貨物重量 (A)	單位	載貨運輸距離 (B)	單位	起點/終點	載具	資料來源	數值 (C)	單位	資料來源				
廢輪胎處理	0	公噸	1	公里		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm	環保署產品碳足跡計算服務平台	0.1	2級	-	0.4
廢機油處理	0	公噸	1	公里		營業小貨車		0.647	kgCO_2e/tkm		0.0	2級		
營運廢棄物處理	1	公噸	1	公里		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm		0.2	2級		
其他廢棄物處理	0	公噸	1	公里		營業大貨車		0.235	kgCO_2e/tkm		0.1	2級		

碳足跡彙整

服務形式	常溫配送			
生命週期階段	碳排放量 (kg CO_2e)	占比	一級數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	14,046	1.7%	14,046	
原料取得階段-材料運輸	-	0.0%		-
運輸服務階段-自有車隊與營業所	426,437	51.1%	352,134	74,303
運輸服務階段-委外運輸	394,800	47.3%		394,800
廢棄處理階段-廢棄物處理	-	0.0%		-
廢棄處理階段-廢棄物運輸	-	0.0%		-
合計	835,283	100.0%	366,180	469,103
一級數據佔比				43.8%
年度貨運服務量(噸-公里)				800,000
功能單位碳足跡(kgCO_2e/噸-公里)				1.04

生命週期階段	常溫運輸
運輸服務階段-自有車隊與營業所	51.05%
運輸服務階段-委外運輸	47.27%
原料取得階段-材料生產	1.68%
原料取得階段-材料運輸	0.00%
廢棄處理階段-廢棄物處理	0.00%
廢棄處理階段-廢棄物運輸	0.00%
合計(ton CO_2e)	835
一級數據佔比	44%

附錄 9

報導文章

附錄 9-1　國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢

2015 年底通過的「巴黎協定」，是繼 1992 年的「氣候變化綱要公約」及 1997 年的「京都議定書」，全世界通過的第三份多邊氣候協定。同年稍早我國「溫室氣體減量及管理法」正式公布施行，顯示溫室氣體管制已正式進入新的階段。本文旨在介紹國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢及影響。

國際溫室氣體排放管制演進

1992 年聯合國通過氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change ,UNFCCC)目標為將大氣中溫室氣體的濃度穩定在防止氣候系統受到人為干擾的危險水準之上，這一水平應當在足以使生態系統能夠自然地調適氣候變化、確保糧食生產免受威脅並使經濟發展能夠可持續地進行的時間範圍內實現。其後每年一度的公約締約國大會(Conference of the Parties, COP)，為近 200 個締約國提供了談判磋商的平臺。

1997 年氣候變化綱要公約第三次締約國大會(COP 3)為落實溫室氣體排放管制工作，通過具有約束效力的京都議定書(Kyoto Protocol)，確認附件一國家(已開發國家為主)之溫室氣體排放量須於 2008 至 2012 年承諾期內回歸至 1990 年水準至少再減 5%，而非附件一國家(以開發中國家為主)則暫不承擔減排義務。遲至 2005 年 2 月才正式通過生效門檻的京都議定書，並沒有實際的約束效果，導致 2012 年議定書到期時，多數國家無法達成當初的減量承諾。2012 年於杜哈舉行 的第 18 次締約國大會(COP18)決議將於 該年失效的京都議定書延長至 2020 年。

2015 年 12 月於巴黎舉行的第 21 次締約國大會(COP21)則有了具體的進展，共有 187 個國家繳交了「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) ，涵蓋全球 98％以上的排碳量。COP21 並通過了巴黎協定，29 項條文中包含減緩、調適、損失與損害補償、能力建構、資金、技術發展移轉等六大元素，各國提交國家自主貢獻允許在不同國情下，考量共同但有區別

的責任，更確立每五年滾動式檢討的定期驗收方式。

在簽署國的減量責任上，有別於京都議定書採用由上而下(top-down)的方式分配各國的減量責任，改以明訂簽署國可依據各國衡量自身可行減量貢獻後提交「國家自主貢獻」(Nationally Determined Contribution, NDC)。已開發國家應作為表率提交絕對減量目標，且加強協助開發中國家將有助於提高其減量貢獻；開發中國家則應加強減量，並於不同國情下鼓勵邁向絕對減量或限制排放目標；而對低度開發國家、小島開發中國家則允許其依國情提交低排放發展的策略行動。

巴黎協定的生效門檻為不少於 55 個公約締約方，且溫室氣體排放量總和需達全球排放量的 55%，開放簽署日期由 2016 年 4 月 22 日至 2017 年 4 月 21 日。2020 年若正式生效，各國必須向聯合國提出涵蓋至 2030 年的國家自主貢獻，並於 2050 年後達成人為溫室氣體排放與碳匯移除量平衡。

國家自主貢獻(NDCs)本質上屬於由下而上(bottom-up)的評估，除了較具實務上之可行性外，每五年一次的檢核機制也容許了各國動態檢視減量貢獻之彈性，更有利於各國務實地逐步實踐自提的減量貢獻，包括我國在內部分國家已將溫室氣體減量目標納入法規規範，彙整如表 1。

表 1　減碳目標入法國家彙整[1]

國家		法案名稱	法定目標	目標調整彈性機制
附件一國家	歐盟	2009 年 氣候能源包裹指令	2020 年較 1990 年低 20% (呼應哥本哈根協議)	無。
	瑞士	2013 年 二氧化碳法	2020 年較 1990 年低 20%	無。若未達成則請聯邦議會提供其他減量措施。
	英國	2008 年 氣候變遷法	2050 年較 1990 年低 80% (具目標修正機制)	有。國務卿可視科技發展、法規或政策需要調整。
	澳洲	2011 年 潔淨能源包裹法案	2050 年較 2000 年低 80% (具目標修正機制)	有。氣候變遷專責機構定期審查並可修改。
非附件一國	墨西哥	2012 年 氣候變遷法	2050 年較 2000 年低 50% (具目標修正機制)	有。氣候變遷秘書處至少每 10 年及每 6 年檢視氣候變遷減緩與調適執行狀況，適時更新情境、方案、對象及目標。
	臺灣	2015 年	2050 年較 2005 年低 50%	有。參酌聯合國氣候變化綱要公

國家		法案名稱	法定目標	目標調整彈性機制
家		溫室氣體減量及管理法	(具目標修正機制)	約與其協議或相關國際公約決議事項及國內情勢變化，適時調整目標及定期檢討之機制。

我國溫室氣體排放管制演進

依國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2014 年「世界主要能源統計」[3]，臺灣 2012 年燃料燃燒所產生的二氧化碳排放量占全球總排放量 0.81%，居全球第 24 位，人均排碳量約 10.95 公噸，全球排名 20。我國雖因政治因素無法參與氣候變化綱要公約，仍針對各項國際管制策略與減量目標進行國家策略與目標研訂，因應重要的國際氣候談判提出相應行動，如圖 1 所示。並於京都議定書訂定之後，針對氣候變遷的治理開始設立專職單位，並逐步提升這些單位的層級。2009 年起行政院積極推動能源四法：能源管理法(2009.7.8)、再生能源發展條例(2009.7.8)、溫室氣體減量及管理法(2015.7.1)、能源稅條例，作為我國能源及節能減碳的政策法源依據，並陸續完成前 3 項法案的立法程序，我國溫室氣體減量已進入法制化。

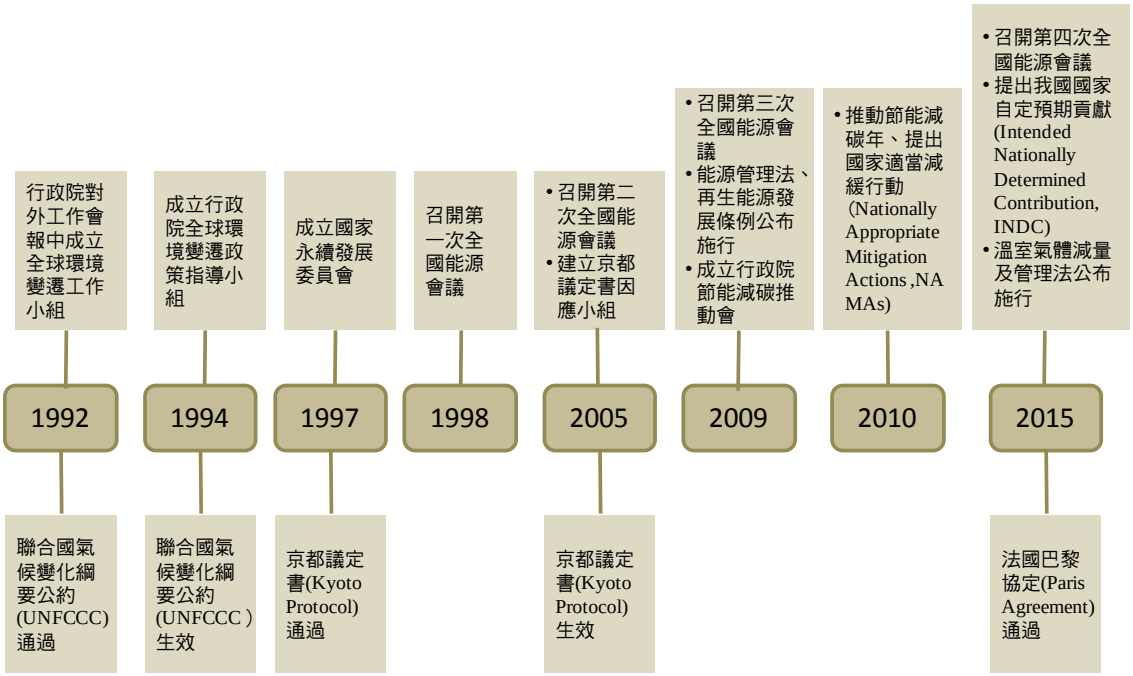


圖 1　　我國政府因應國際氣候談判的行動

環保署於 2015 年 9 月 17 日在行政院院會提報我國「國家自定預期貢獻」

(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) [2]，設定 2030 年溫室氣體排放量為依現況發展趨勢推估情境(Business as Usual, BAU)減量 50%，相當於 2005 年排放量再減 20%。配合「溫室氣體減量及管理法」公布施行，此INDC設定的 2030 年排放量可作為在 2050 年將排放量降至 2005 年 50%以下的階段性目標。

溫室氣體減量及管理法概要及發展

我國「溫室氣體減量及管理法」(以下簡稱溫管法)於 2015 年 7 月 1 日公布施行，條文架構分為總則、政府機關權責、減量對策、教育宣導與獎勵、罰則與附則，共 6 章 34 條，其內容簡述如下：

(1)總則：明訂溫室氣體種類包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫、三氟化氮及其他經中央主管機關公告者。並宣示國家溫室氣體長期減量目標，保留定期檢討、適時調整目標的彈性，明列政府相關法律與政策之規劃管理原則。依據 2014 年環保署公告的國家溫室氣體清冊報告，我國 2005 年總溫室氣體排放量為 277 百萬噸，2050 年目標排放量須控制在 138.5 百萬噸之內，相當於 1990~1991 年之排放量。

(2)政府機關權責：中央主管機關為行政院環境保護署，於擬訂《國家因應氣候變遷行動綱領》及《溫室氣體減量推動方案》後，能源、製造、運輸、住商及農業等各部門之中央目的事業主管機關及地方政府，須對應提出《溫室氣體排放管制行動方案》。階段管制目標以 5 年為一階段，且每年定期向行政院報告階段管制目標執行狀況。政府機關權責如圖 2 所示。

(3)減量對策：透過總量管制及排放交易制度的實施，納入總量管制之排放源，其溫室氣體排放額度將分階段從免費核配到有償配售。排放量超過其核配額度，得以執行先期專案、抵換專案、符合效能標準獎勵、交易或其他方式，取得排放額度以扣減抵銷其超額量。並成立溫室氣體管理基金，專供溫室氣體減量及氣候變遷調適之用。

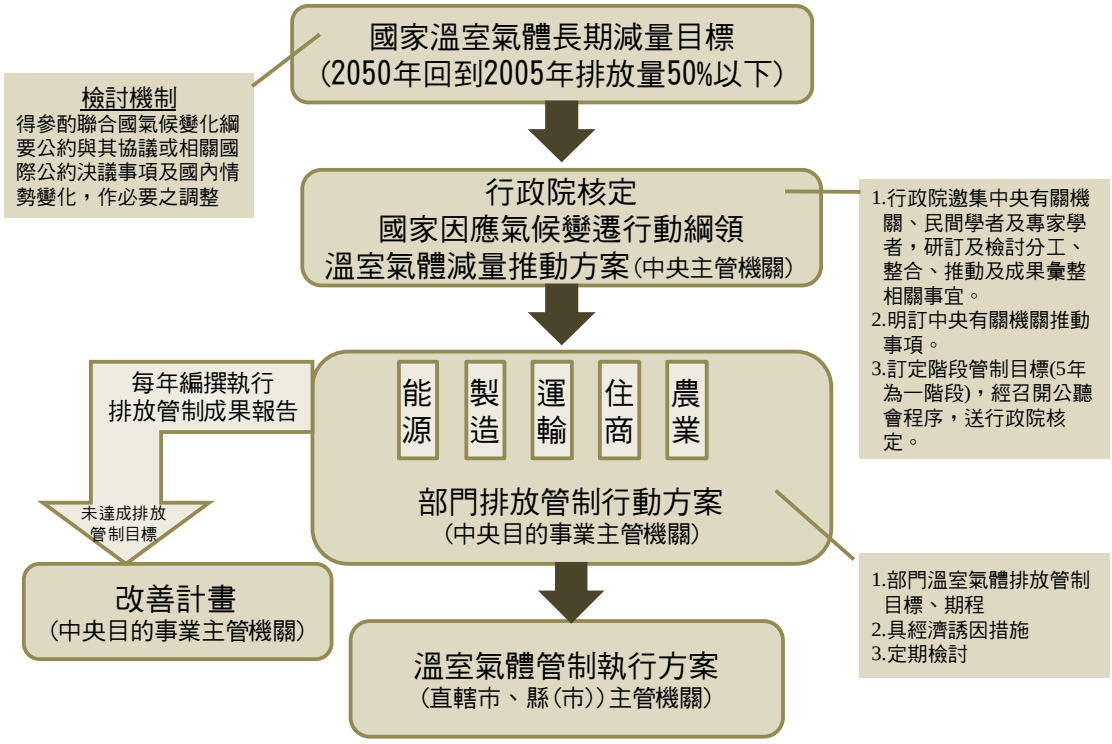


圖 2　溫管法規定之政府機關權責示意圖[1]

(4)教育宣導與獎勵：明定應推展事項，以及推動績優單位應予獎勵或補助。

(5)罰則：除訂定違反相關條文之罰鍰外，並明訂每公噸超額量處碳市場價格 3 倍之罰鍰，以新臺幣 1,500 元/公噸為上限。登載不實情節重大者主管機關得要求違法廠商停止操作、停工、停業，並限制或停止碳交易。

(6)附則：自公布日施行，並由中央主管機關定施行細則。

統計至 2016 年 3 月我國溫室氣體管制相關法規命令公告情形如表 2。環保署優先推動方向為將現有隸屬於空污法下之子法進行轉換，對於溫室氣體管理目標為先掌握我國溫室氣體排放基礎資料後，再據以訂定總量目標或是進行總量管制。在「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」規定中，部份行業尚未列入管制對象，但後續列管對象勢必逐步增加、擴充，中央目的事業主管機關需協助相關業者預先準備，以因應未來溫室氣體排放量化及減量之責任。

表 2　我國溫室氣體管制相關法規命令公告情形彙整

類型	名稱	公告日期	說明
施行細則	溫室氣體減量及管理法施行細則	105.01.06	依溫管法第 33 條規定訂定
辦法	一般廢棄物掩埋場降低溫室氣體排放獎勵辦法	104.12.25	依溫管法第 27 條第 2 項規定訂定
	溫室氣體抵換專案管理辦法	104.12.31	依溫管法第 22 條第 3 項規定訂定
	溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法	105.01.05	依溫管法第 16 條第 3 項規定訂定
	溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法	105.01.07	依溫管法第 16 條第 2 項規定訂定
	溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法	105.01.30	依溫管法第 19 條第 1、5 項規定訂定
行政規則	行政院環境保護署國家溫室氣體排放清冊審議會設置規範	101.07.09	確保國內部門及排放源類別之溫室氣體排放統計及其相關排放係數等之數據品質
	行政院環境保護署溫室氣體減量成效認可審議會設置要點	105.01.04	辦理抵換專案、符合效能標準獎勵及非總量管制公告之排放源自願減量申請之審議相關作業
	溫室氣體階段管制目標諮詢委員會設置要點	105.01.28	依溫管法第 11 條第 1 項規定訂定
公告	第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源	105.01.07	依溫管法第 16 條第 1 項規定訂定

運輸部門未來溫室氣體管制之影響

交通部為運輸部門之中央目的事業主管機關，運輸部門的溫室氣體排放係以燃料燃燒為主，能源需求主要來自汽柴油、液化石氣、航空燃油、水運燃油及電力，二氧化碳排放量自 2005 年後呈現持平趨勢。

現階段鐵路、航空、運輸業者規模達「能源管理法」之能源用戶規定者，應建立能源查核制度，並訂定節約能源目標及執行計畫。而我國汽車運輸業者需依據「汽車運輸業管理規則」定期提送統計報表，公路主管機關可透過統計資料掌握整體貨運服務與能源使用情形。而在車輛管制部分，雖於能源管理法中授權訂定容許耗用能源之規定，但規範對象僅至小客貨兩用車及小貨車；目前我國對於大貨車尚未訂定能耗規範。相關管制情形彙整如表 3 所示。

溫管法訂定了國家減碳目標及各級政府機關之權責，其中目的事業主管機

關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、查證、登錄、減量及參與國內或國際合作執行抵換專案。因應前項規定，交通主管機關應訂定適合運輸部門中各事業之溫室氣體排放量量化方法與原則，供國內業者依循，以為國內未來總量管制及排放交易制度的實施預作準備。

表 3 運輸業者能源與二氧化碳管理相關法規彙整[4]

<table>
<tr><th>對象</th><th colspan="3">法規內容</th><th>管理面向與職掌</th></tr>
<tr><td rowspan="2">鐵路、航空、運輸業者</td><td>能源管理法</td><td colspan="2">第 9 條：能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應建立能源查核制度，並訂定節約能源目標及執行計畫，報經中央主管機關核備並執行之。</td><td rowspan="2">中央主管機關為經濟部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市) 為縣 (市) 政府。</td></tr>
<tr><td>公告能源供應事業及能源用戶達應辦理能源管理法規定事項之能源供應數量、使用數量基準及應儲存之安全存量</td><td colspan="2">附表二：能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準<table><tr><td>燃料油</td><td>年使用量超過六千公秉</td></tr><tr><td>電能</td><td>契約用電容量超過八百瓩</td></tr><tr><td>裝設中央空氣調節系統</td><td>屬非生產性質且冷凍主機容量超過一百馬力</td></tr></table></td></tr>
<tr><td rowspan="4">運輸業者、汽車製造或進口廠商</td><td>能源管理法</td><td colspan="2">第 15 條：廠商製造或進口中央主管機關指定之車輛供國內使用者，其車輛之能源效率，應符合中央主管機關容許耗用能源之規定，並應標示能源耗用量及其效率。
不符合前項容許耗用能源規定之車輛，不准進口或在國內銷售。</td><td>中央主管機關為經濟部，以能源局為執行單位。</td></tr>
<tr><td>交通工具空氣污染物排放標準</td><td colspan="2">第 9 條：自民國 104 年 1 月 1 日起針對新車型審驗、新車檢驗訂定二氧化碳之排放標準。</td><td>中央環境保護主管機關現階段尚未對使用中車輛管制二氧化碳排放。</td></tr>
<tr><td>車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法</td><td colspan="2">第 4 條：製造或進口汽（柴）油引擎之小客車（轎式、旅行式）應符合之耗用能源標準。
第 5 條：製造或進口之機器腳踏車應符合之耗能標準。
第 6 條：製造或進口汽（柴）油引擎之小貨車（總重量在二千五百公斤以下）、小客貨兩用車及小客車（非轎式、非旅行式）之耗用能源標準。</td><td>中央主管機關為經濟部，以能源局為執行單位。交通主管機關為交通部。現階段尚未對營業用大貨車訂定容許耗用能源之規定。</td></tr>
<tr><td>汽車運輸業管理規則</td><td colspan="2">第 24 條：汽車運輸業應按期將以下報表，送請公路主管機關查核：一、運</td><td>公路主管機關透過統計資料掌握汽車</td></tr>
</table>

對象	法規內容		管理面向與職掌
		輸成績月報表。二、車輛狀況月報表。三、員工統計年報表。四、燃料消耗統計年報表。五、核定經營路線者，行駛路線年報表。六、營業報告書。	運輸業貨運服務與能源使用情形。

資料來源

[1] 行政院環境保護署,(2015),「溫室氣體減量及管理法」立法院三讀條文簡要說明。

[2] 行政院環境保護署，中華民國(臺灣)「國家自定預期貢獻」(INDC)(核定本)。

[3] International Energy Agency(IEA)，(2014)，Key World Energy Statistics。

[4] 楊伊萍、許珮蒨、胡憲倫、張瓊文、朱珮芸、傅 強，(2015) ，「我國公路貨運服務碳管理制度之展望」，中華民國環境工程學會 2015 環境資訊與規劃管理研討會。

附錄 9-2 國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢

碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)，又稱碳標籤(Carbon Label)或碳排放標籤(Carbon Emission Label)，是一種透過標籤的方式，呈現企業生產製程、產品(含服務)及個人碳排放量之標示方式，其定義為：「一項產品從原料取得，經過工廠製造、配送銷售、消費者使用到最終處置等全生命週期各階段所產生的溫室氣體，經過換算成二氧化碳當量的總和」。

英國於2001年成立之Carbon Trust在2006年推出碳減量標籤(Carbon Reduction Label)，是全球最早推出的碳標籤。透過碳標籤制度的執行，使產品各階段碳排放透明化，促使企業調整碳排放量較大之製程，透過製程改善，提高能源效率進而達到減少產品碳排放量之效益。目前包括英國、日本、韓國、泰國、歐洲等國家或區域整合經濟體皆展開碳標籤相關政策與工作的建置。從已實施產品碳標籤的經驗可見，許多國家正朝著「低碳社會」的目標邁進，並且也為企業帶來碳排放減量與強化公司品牌聲譽的機會。台灣的碳標籤政策推動始於2009年，透過我國碳標籤政策之實行，強化低碳產品的市場競爭力，並提升消費者對於碳標籤產品的購買意識，達到低碳經濟的永續消費與生產模式。

一、各國碳標籤制度說明比較

各國碳標籤之標示與基本解紹如表1與表2所示，分析亞洲4個國家及歐美國家在碳足跡標示制度的發展上其異同之處，如表3與表4所示。

表 1　各國碳標籤之標示

日本	韓國	泰國	中華民國(台灣)
碳標籤	碳排放認證	碳標籤	碳標籤

	 低碳產品認證	 減碳標籤	 減碳標籤
英國	法國	德國	瑞士
 碳標籤 減碳標籤	 碳標籤	 碳標籤	 碳中和標籤(上) 優化標籤(中) 碳足跡標籤(下)

表 2　各國碳標籤發展歷程基本介紹

國家	發展歷程
日本	1. 源於政府發起之碳足跡溝通計畫，由民間單位日本社團法人產業環境管理協會(Japan Environmental Management Association for Industry, JEMAI)負責推動與執行，以結合生態標章(Eco Leaf)之產品生命週期環境衝擊評估基礎。 2. 於2008年完成首批30家企業、54 種示範產品碳標示之呈現。 3. 至2016年為止，碳標籤累計授權1,196件產品使用碳標籤；產品類型包括食品、生活用品、服飾、印刷、辦公用相關產品、土木工程及建築相關產品等。
韓國	1. 韓國環保標章之推動由政府發起、非營利機構-韓國環境產業與技術研究院(Korea Environmental Industry & Technology Institute, KEITI)負責執行

國家	發展歷程
	與核發。 2. 碳標籤以志願性的認證制度，透過許多產品與服務之碳標籤審核(不包含農產品、漁業、畜牧業、林業、醫藥產品及醫療設備)。 3. 依據官方網站資料顯示，至2016年為止，有效之碳標籤產品數量達1,607件；低碳標籤產品為350件。
泰國	1. 泰國碳標示制度由官方所成立之機構負責進行研究與推廣，除碳標籤外，亦有減碳標籤。 2. 於2009年推出碳足跡計畫，並於2012年公告產品碳足跡指引，由泰國溫室氣體管理組織(TGO)及國際金屬材料技術中心(MTEC)發起，TGO執行及核發碳標籤/減碳標籤。 3. 據官方網站資料，至2016年止共有413家廠商取得1,775件產品碳標籤、35家廠商獲得136件減碳標籤產品。
台灣	1. 碳標籤核發對象為B2C產品。 2. 依據官方網站資料，至2016年3月為止，累計數量共393件，其中以飲料(23.4%)、動植物產品(21.6%)與調製食品(19.8%)占大宗。
英國	1. 為全球首推碳標籤的國家，由政府發起，碳信託公司(Carbon Trust)執行核發。 2. 英國碳標籤制度發展成熟，其所制定之 PAS 2050 標準也成為各國推動碳標籤之主要參考依據。 3. 據Carbon Trust資料顯示，至2016年為止碳標籤產品已多達27,000多件。 4. 台灣環保署透過專案計畫，委請Carbon Trust比較雙方制度異同，並於2014年讓台灣歐萊德的洗髮精產品，取得英國碳標籤。
法國	1. 碳標籤由官方單位的環境標籤推動部門發起，據官方資料顯示，至2016年止已有230家企業自願參與試行計畫。 2. 2011年開始執行碳標籤制度，於市場上銷售的產品將被強制性要求披露產品的環境資訊。
德國	2008年由德國政府所支持的「產品碳足跡」標籤計畫開始執行，該計畫由世界自然基金會(World Wildlife Fund, WWF)、應用生態學研究所(Oko-Institute)、波茨坦氣候影響研究所(PIK)及THEMA1共同合作，負責此計畫的協調管理及業務監督工作。
瑞士	1. 由非營利組織Climatop所推動。Climatop組織由環境中心(Ö kozentrum Langenbruck, ÖZL)以及國際性非營利環保組織Myclimate發起，兩者皆為民間組織，其建立與發行標誌都始於2008年。 2. 目前Climatop是瑞士碳標籤的核發單位。

表 3　碳標籤主張制度與特色

國家	主張制度與特色
日本	1. JEMAI提出「值得信賴且穩健計畫」、「迅速取得CFP標籤」及「完善的輔導體系」三大原則。 2. 2009年宣布碳足跡系統的準則及宣告相關要求事項(Guidelines on the Carbon Footprint System)，也建立產品類別規則標準(Standards for Establishing Product Category Rules)。
韓國	1. PCR僅分類為一般產品類別計算規則、耗能產品類別計算規則，以及使用情境模式類別計算規則。 2. 2013年10月成立亞洲碳足跡網絡(Asia Carbon Footprint Network)。 3. 透過與金融單位的合作推動綠卡，落實綠色消費。
泰國	1. B2B產品及B2C產品皆可申請碳標籤，但B2B產品不可於產品上標示標籤。 2. 減碳標籤，產品碳足跡與基準年相比需減少2%以上、產品碳足跡應小於或等於由TGO設定之值。
台灣	1. 全球少數由官方單位審查核發的標籤。行政院公共工程委員會規定所有公共工程應將碳足跡計算納入招標規範。 2. 碳排放係數資料庫將建置600項係數；由跨部會機關以及民間企業共同合作參與完成。 3. 積極推廣宣導並參與亞洲碳足跡網絡，並於2014年6月發展減碳標籤制度。
英國	1. 英國標準協會(BSI)研擬公共取得規格(Publically Available Specification，PAS)，為PAS 2050，以及另一份溫室氣體排放與減量主張之守則(The Code of Good Practice on GHG emissions and reductions claims)，以確保測量範圍內的產品與服務類別皆能標準化，亦使得消費者可以在相同規則下，比較各種不同產品的碳足跡。 2. 此標籤的精神為減量承諾，而揭露數字採取自願性。
法國	1. 考量於不同類別產品必須揭露不同的環境衝擊影響。 2. 產品都必須計算產品碳足跡及其他重要衝擊項目。
德國	產品碳足跡依據國際標準的生命週期分析對產品進行衡量，包含以下六個步驟：建立網絡的過程、確定系統邊界、收集初級和次級數據、確定分配規則、計算PCF及進行敏感度分析。
瑞士	1. 產品的二氧化碳排放量需相較於同項產品減少20%以上的碳排放量，才可獲得標誌之肯定。經認證的產品可用標籤期限為兩年。 2. 獲得10%減量標籤的產品，代表比傳統產品減少溫室氣體排放量達10%。每一件產品申請許可為需證明該產品可減少20%以上的二氧化碳，該產品也需履行其他環境和社會標準的要求。

表 4　各國碳標籤之比較表

	相同點	相異點
亞洲國家與歐美國家之比較	1. 於產品上有碳標籤後，會使產品的價值提高，可能引起的附加效益如下： ➢ 因資訊公開引發消費者或客戶相互比較與關注，促使企業創造更大的排放減量機會。 ➢ 創造產品的差異化，使產品與競爭者區隔。 ➢ 強化公司的品牌與聲譽。 2. 取得產品碳標籤的產品類型，產品涵蓋多項產業類別，包括生活用品、服飾、建築、食品、運輸、3C產品等。 3. 於產品碳標籤上皆有揭露碳排放量。 4. 產品碳標籤不僅可用於產品的包裝上，亦可用於網站、廣告、手冊及產品目錄等。 5. B2B產品及B2C產品皆可申請碳標籤。目前台灣仍以B2C之產品或服務為發放碳標籤之原則。 6. 透過碳標籤制度的推動與執行，使碳排放量透明化，促使綠色消費者更易選擇綠色產品。 7. 在減碳標籤推動制度上，皆需提出目標減碳的數值。	1. 亞洲國家碳標籤之推動或發行機構大部分為官方機構負責；而歐美國家的碳標籤執行機構有些為官方單位，有些為非營利機構負責。 2. 大部分的亞洲國家，除了有碳標籤之外，亦有減碳標籤的發展；而歐美國家，除了英國之外，目前較少有減碳標籤的發展。 3. 查驗單位，不同國家有不同的查驗單位，有的是第三方查證，有的則是由獨立機構查證。 4. 在產品評估範疇上，各國家的評估範疇不同，有些評估全生命週期，有些只有評估搖籃到大門。 5. 碳足跡的計算準則上，有些國家參考PAS 2050，而有些則參考ISO 14040、ISO14044等準則。

二、相互承認碳足跡標示之國際趨勢

彙整目前各國碳標籤制度之推動情形，由上述國家及地區之碳足跡發展狀況，各國碳標籤制度之主張制度並不一致，部分僅作碳排放量標示，有部分國家已進展至減碳標籤；但其目標皆一致，即希望透過碳標示、碳標籤之推動執行，讓企業、消費者瞭解自身活動對於排碳量之影響，進一步控制並減少溫室氣體排放。

在文中介紹英國碳標籤的發展制度中提及，台灣環保署透過專案計畫，委託Carbon Trust比較雙方制度異同，辦理「產品碳標籤台英互相驗證機制」之分析研究。此為環保

署為協助國內廠商推動產品碳標示與碳揭露，於101~102年「產品碳足跡資訊揭露服務專案工作計畫」與英國碳信託公司(Carbon Trust)就台英雙方產品碳標籤相互承認之相關要求事項進行合作，並於102年完成台英產品碳標籤互相承認之可行性方案評估，以實際瞭解台英雙方於產品碳標籤相關作業程序與制度運作之差異。評估結果建議台英雙方以「等效規則(Equivalent rules)」為主要考量，即未來我國廠商規劃同時申請臺灣與英國碳標籤時，等效規則將不會影響原本廠商申請臺灣碳標籤之規範與流程，只要再以「補充資料」之方式，即可同步完成英方碳標籤之申請。等效規則/單方面認證之可行性方案示意圖如圖1所示。

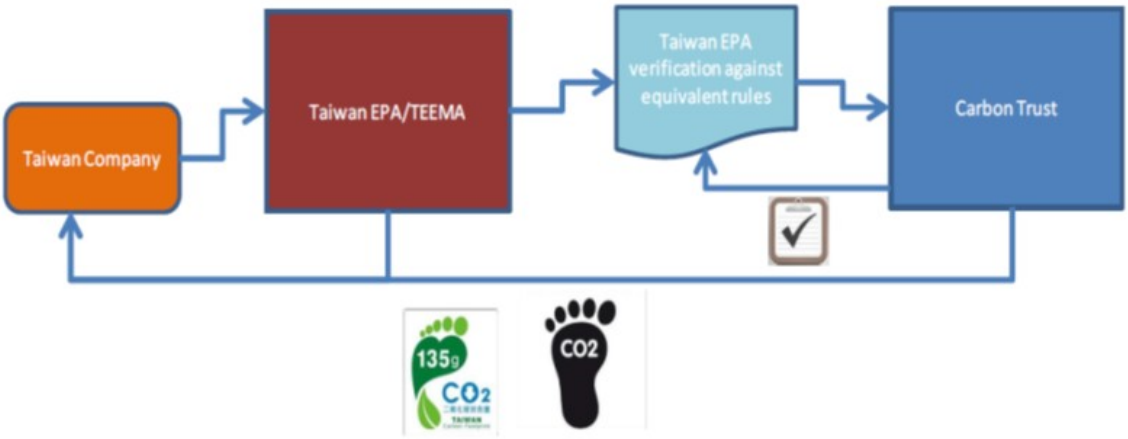


圖 1　等效規則/單方面認證之可行性方案【10】

圖 2　歐萊德茶樹洗髮精 (1000ml)【10】

台灣環保署和Carbon Trust歷經一年多的時間一起評估、設計和實施各自的互認制度碳標籤計劃，而台灣歐萊德的洗髮精(如圖2所示)歷經3個月的時間順利取得英國碳標籤，目前Carbon Trust亦致力協助歐萊德進行英國市場宣傳工作。這兩個組織間成功互

認制度，將帶來以下好處：

- 增加台灣產品在英國或是歐洲市場的競爭力
- 降低台灣企業原本申請英國碳標籤之成本
- 將台灣碳標籤與國外(國際)碳標籤接軌
- 建置一平台與流程推動台英碳標籤相互認證

針對歐萊德試行案例，英國方面提出未來雙方繼續合作，其所建議之執行流程與重點：

(一)文件（Documentation）：

1. 語言：由於雙方使用語言不同，審查過程中會碰到一些障礙，因此應鼓勵未來有規劃申請英國碳標籤之台灣企業，應開始將其碳足跡重要文件轉為英文版本，以利後續審核之用。
2. 碳足跡盤查與計算：目前台灣企業在申請碳標籤時，其盤查清單與軟體使用並未侷限，因此其碳足跡計算模型與數據呈現方式亦未有一統一的格式。因此，建議未來可建置一標準模板，其若亦取得台灣企業之認同，相信亦可提高其申請之意願。

(二)程序（Procedural）：

1. 引用之計算標準：目前台英雙方引用之計算標準不同，其須列入未來評估計算之考量。台灣環保署是使用「Product & Service Carbon Footprint Calculation Guide 及 PAS2050: 2008」，而英國 Carbon Trust 是使用「Product Carbon Footprint Protocol part 1 and 2 及 PAS2050: 2011」。
2. 第三方驗證結果：由於程序問題，台灣企業碳足跡計算結果若通過第三方驗證，其內容應亦須揭露予台灣環保署及英國 Carbon Trust，不可僅供內部使用。
3. 對於英國(歐洲)市場的使用階段情境假設：由於英國 Carbon Trust 在其過往之案例中，已建置許多產品在英國(歐洲)的使用情境，因此雖然這部份目前鑑別出是台英雙方主要的差異之一，但未來英國 Carbon Trust 將透過其現有之相關產品案例情境，輔助台灣申請企業進行英國(歐洲)使用情境假設。
4. 土地利用改變：由於台灣申請碳標籤並不需要考量土地利用情形，然而英國 Carbon Trust 認為其是有必要考量之因素，因此後續台灣申請案例即使確定不

會對於土地利用造成影響，仍須針對這部份作補充說明。

5. 生物碳要求：同上，後續台灣申請案例即使確定與生物碳沒有關連性，仍須針對這部份作補充說明。

(三)技術（Technical）：

1. 功能單位：在歐萊德洗髮精案例中，英國 Carbon Trust 建議除每瓶(400 ml & 1000 ml)外，可再提供每次使用量為功能單位，未來申請案例建議應依據英國 Carbon Trust 建議增加功能單位(如有需要)，則可更符合英國(歐洲市場)。
2. 碳排放係數：目前台灣碳足跡計算使用之係數，主要來自相關軟體 SimaPro、Gabi 以及 DoItPro。而本次歐萊德案例所選用之排放係數英國 Carbon Trust 普遍認同，唯有台灣電力排放係數以及英國廢水排放係數之選用未達共識，但在後續雙方持續溝通與討論後，此兩項目之排放係數亦取得共識，將提供予後續類似情形之產品使用。
3. 使用階段：目前台灣洗髮精產品 PCR 中，對於使用階段的情境假設僅模擬單一事件，英國 Carbon Trust 建議亦納入更多不同之情境，以利計算結果更符合現況。
4. 數據品質：建議台灣後續申請產品，其盤查項目之數據來源可以依據 PAS2050:2011 進行數據品質評估，以利加速審核之流程。
5. 四捨五入原則：建置台英雙方對於碳足跡計算結果之四捨五入原則，以利更快速作轉換。

因碳標籤計畫在亞洲的成就令人印象深刻，Carbon Trust近來與亞洲碳足跡聯盟(Asia Carbon Footprint Network, ACFN)合作，於2016年與亞洲國家進行協議，以「足跡無國界」為口號，為亞洲國家的產品碳足跡建立統一的框架，使各國的產品碳足跡在比較時可提高其一致性及國際間的可比較性。碳足跡來自各種消費，涉及服務和工業部門等行業，於實務上涵蓋多樣化的範圍，如計畫組織、市場營銷、銷售、計畫方法、邊界、產品類別規則(PCR)、工具，計算器、數據、驗證方法、確認原則和標籤。 但現實中，碳足跡可能因各國制訂的標準不同，因此無法相互比較。Carbon Trust進行此計畫的最終目的是為了制訂生態標籤計畫的框架，以建立國際間更緊密的工作關係，並藉由建立框架統一評估的方法，以達成努力與潛在效益相互平衡的狀態。此框架以長遠的角度來

設計，透過此計畫可以受益下列事項：

1. 促使文件的設計和設置更快、更有效率。
2. 透過工具和基礎設施的共享，達到降低運行成本之目的。
3. 可更輕易地識別並與其他各國之足跡評估結果進行比較，達到不同市場間推廣更多產品碳標籤之目的。
4. 企業將降低從產品碳足跡發展至PCR的成本，透過該計畫的推展，進而使各國標籤的開發成本達到最小化。

由於此計畫具有提高一致性和國際間可比較性的優點，且有助於滿足跨國公司尋求足跡遍及其他國家或企業想出口到海外市場的需求。對於參與此計畫之國家，可以透過共享基礎設施和執行活動，以減少企業的參與費用，有助於增加產量和提高標籤的價值。目前此計畫之報告尚未公開，若對此計劃有興趣者未來可進一步至Carbon Trust的官方網站深入了解。

資料來源

[1] 英國官方網站 https：//www.carbontrust.com/home/

[2] 法國官方網站 http：//www.developpement-durable.gouv.fr/Product-Environmental-Footprint.html

[3] 日本官方網站 http：//www.cfp-japan.jp

[4] 韓國官方網站 http：//www.edp.or.kr

[5] 泰國官方網站 http：//thaicarbonlabel.tgo.or.th

[6] 台灣行政院環境保護署台灣產品碳足跡資訊網 https：//cfp.epa.gov.tw/carbon/defaultPage.aspx

[7] 社團法人台灣環境管理協會，國內外產品碳足跡標示制度，2016。

[8] Carbon Trust, Product carbon 1. footprinting: the new business opportunity. Experience from leading companies, Carbon Trust, 2008.

[9] 「國際碳標籤的發展趨勢及現階段台灣的因應做法介紹」，胡憲倫等，2009。

[10] 「產品碳標籤台英互相驗證機制之分析研究」成果報告，2014。

附錄 9-3 歐盟國際貨運碳足跡研究計畫之案例探討

COFRET 背景介紹

歐盟貨物運輸碳足跡(Carbon Footprint of Freight Transport, COFRET)計畫，為歐盟委員會(European Commission)研究與創新總署(Directorate General for Research & Innovation)共同資助之第七框架計畫(7th Framework Programme)的一部分，為一合作型示範計畫，計畫執行時間為 2011 年 6 月至 2014 年 11 月。共計有 10 個國家 14 個合作夥伴的共同參與，主要目標為提出消弭國際貨運公司碳足跡盤查不確定因素之措施，作為後續國際間發展出以供應鏈為考量、採用一致的貨物運輸碳足跡計算方法；並支持實現歐盟的排放減量目標。

COFRET 計畫考量 ISO/TS 14067 界定運輸服務碳足跡應包含四個面向；然其碳足跡計算方法學界定之範圍，係計算實務運輸界面與上游能源製程之排放量，運輸車輛及交通基礎設施的生命週期排放量排除不計。如圖 1 所示。其案例研究即以此邊界為原則執行。

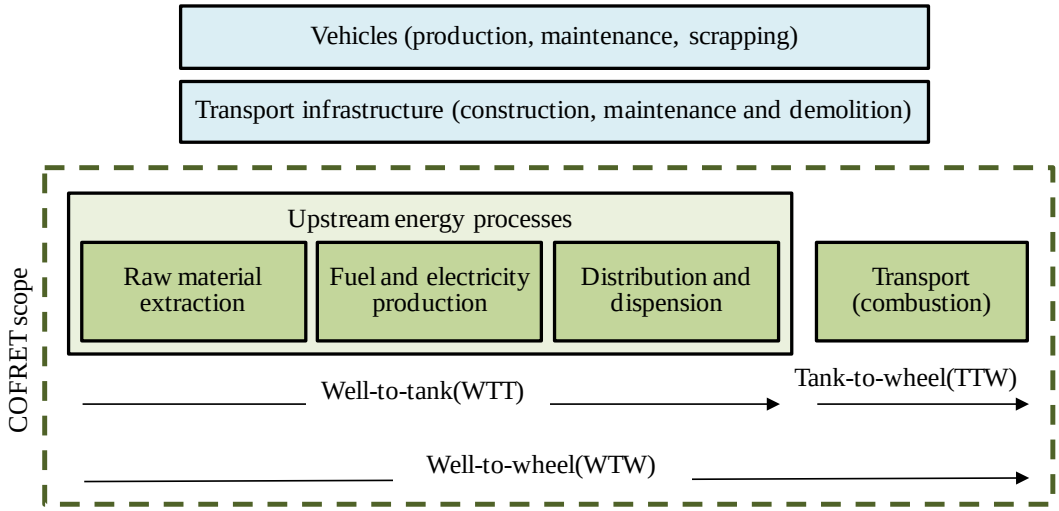


圖 1 貨物運輸碳足跡及 COFRET 計畫計算範圍界定示意圖

EN 16258 為歐盟運輸服務標準，為確保 COFRET 計畫可達成其預定目標，該計畫除檢視既存貨物運輸碳足跡與溫室氣體排放計算方法學與運算邏輯，並評估其與 EN 16258 內容間的相容性；以下就 EN 16258 中之分配方法學進行說

明。另該計畫共完成十項具代表性的測試案例研究，並就與公路貨運服務相關之案例(Dachser 德莎國際貨運公司)進行說明；最後提出結論及建議。

歐盟運輸服務標準(EN 16258)

歐盟運輸服務(貨運及客運)能源耗用及溫室氣體排放計算及宣告方法學(EN 16258)於 2012 年 12 月 31 日公告，規範運輸服務能源耗用和溫室氣體(GHG)排放的計算和申報的共同方法。包括總則、定義、系統邊界、計算方法、分攤規則(分配)和數據的建議，其目標是使能源消耗和溫室氣體排放相關的運輸服務量化具一致之規則。

依據 EN 16258 之分配方法於 2014 年 1 月所提出之指引內容，分配方法之計算流程分為 3 個步驟：(1)步驟 1：描述物流鏈，計算燃料消耗量和確定二氧化碳排放量。(2)步驟 2：分配二氧化碳排放量的運輸活動。(3)步驟 3：將分段運輸排放彙整後分配給客戶端。分段運輸車輛分配案例方法說明如下：

位於由 A 點托運 24 單位貨物至 D 點的客戶 1，所分配到的溫室氣體排放量。其中車輛由 B 點到 C 點轉運過程中，運輸車輛同時載運 19 單位貨物至位於 C 點的客戶 NN，以圖 2 之運輸行為說明如下。

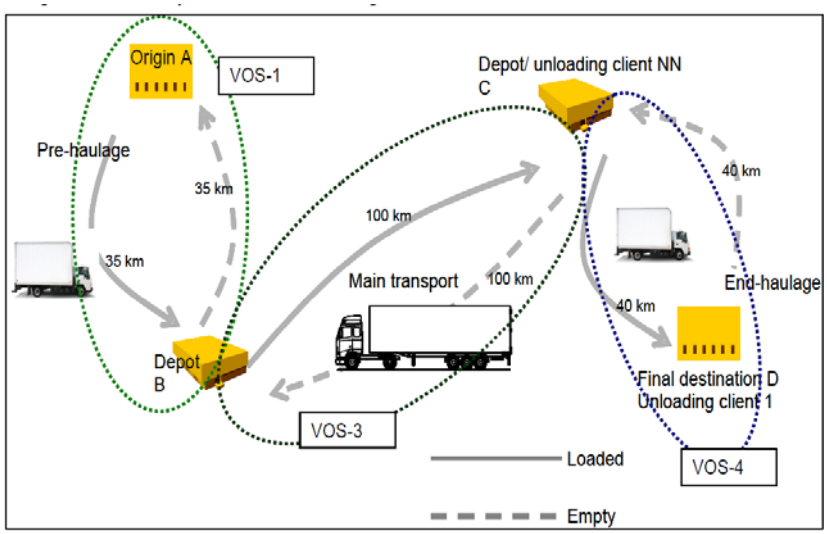


圖 2 EN 16258 分配方法計算案例

A-B段：運輸車輛行駛　70 公里，燃油排放 54.1 kgCO_2e

B-C段：運輸車輛行駛 200 公里，燃油排放 211.3 $kgCO_2e$

C-D段：運輸車輛行駛　80 公里，燃油排放 61.9 $kgCO_2e$

總排放量合計 327.3 $kgCO_2e$，其中B-C段的排放量，以託運客戶之貨物重量與車輛行駛距離的乘積，分配至客戶 1 與客戶NN。

- 客戶 1 托運 24 單位×100 公里，客戶NN托運 19 單位×100 公里，因此客戶 1 分配到的排放量為 118.0 $kgCO_2e$，計算如下：

  $$211.3\ kgCO_2e \times \frac{2400}{(2400+1900)} = 118.0\ kgCO_2e$$

- 客戶 1 托運 24 單位的排放量合計 233.9 $kgCO_2e$，計算如下：

  $$54.1\ kgCO_2e + 118.0\ kgCO_2e + 61.9\ kgCO_2e = 233.9\ kgCO_2e$$

多數的貨物運輸，係透過幾種不同的貨運車輛分段運送，可能是由同一公司所擁有，但也可能是委託其他廠商車輛運輸。外包運輸活動也應被包括在總的排放量。在進行委外運輸的排放量計算時，若無法取得車輛燃油的使用量，則可參考原本廠商自有車輛情形進行推估。

Dachser 德莎國際貨運公司案例

一、執行步驟

該計畫參考歐盟 EN 16258 方法，案例研究之執行步驟如下：

(一)背景調查：掌握案例之工業合作夥伴名單、聯絡窗口，調查其是否已具備二氧化碳當量計算方法與碳足跡資料庫。此外亦進一步了解案例之運輸特性、貨物類型、運輸時間、供應鏈據點、交通工具系統等基本資訊。

(二)數據計算：將所有資訊進行數據化，描述計算方法、採用係數及運算過程。

(三)成果展現：計算結果以油箱到車輪(Tank-to-wheel, TTW)二氧化碳當量與能源消耗、油井到車輪(Well-to-wheel, WTW)二氧化碳當量與能源消耗呈現。

二、案例背景

Dachser 德莎國際貨運公司位於德國南部，2012 年時擁有全球約 22,000

名員工，年營收高達 44.1 億歐元。該公司之商業模式包括歐陸貨運、海空物流及食品物流三大方向，各項目營收比例依序為 59%、29%及 12%，歐洲公路貨運占最大宗。身為歐洲物流市場龍頭之一，德莎公司設置 3,900 條每日例行貨運路線。

零擔貨運(Less-Then-Truckload, LTL)為重要的商業活動項目，其中一條運輸鏈由德國南部 Pfullendorf(以下簡稱 A 點)運至法國 Strasbourg(以下簡稱 D 點)，此例行貨運路線約 200 公里，如圖 3 所示。本案例以兩個棧板、貨物總重 336 公斤的運輸活動，進行案例介紹及探討。

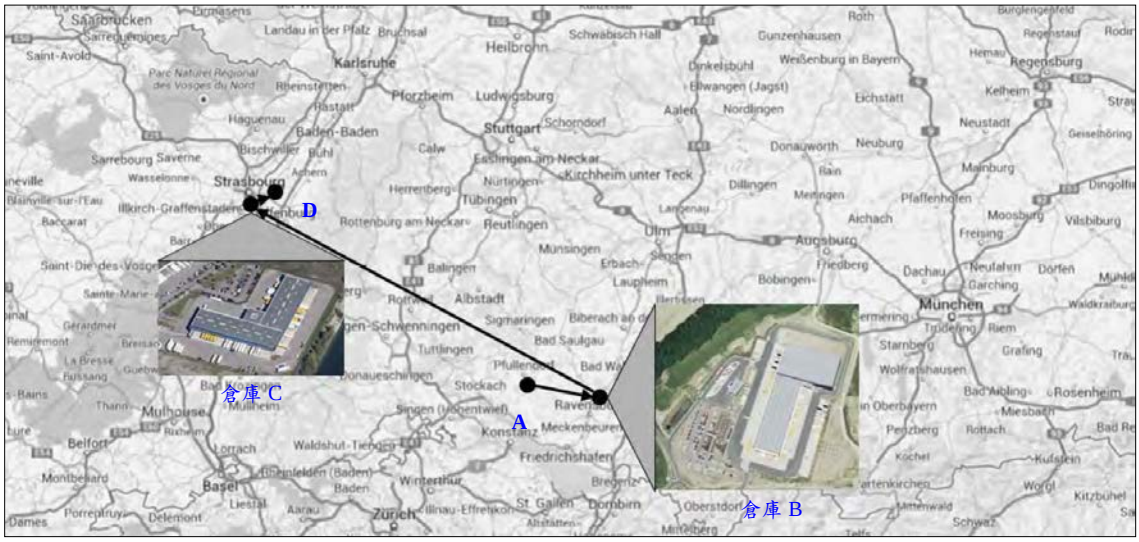


圖 3 德莎案例貨運路線圖

此一典型運輸鏈分為三階段運輸。首先於下午時段，在 A 地使用當地交通車輛提貨，運送至德國 Baindt 倉庫 B，統一管理以便收貨、盤點、配貨;接著夜間長途運輸至法國 Strasbourg 倉庫 C,並在此規劃本地配貨路線；最後將兩個棧板送至收貨人所在處 D 地。整個運輸活動過程之供應鏈元件如圖 4 所示。

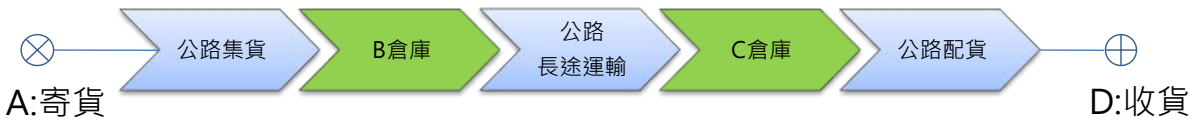


圖 4 德莎案例運輸供應鏈

三、評估結果

德莎公司自行研發 DOMINO 軟體，以統整蒐集及計算所需之相關數據，該軟體應用於整個貨運過程。該公司將主要運輸活動發包給第三方，也因此無法取得實際的盤查資料；而是透過 IT 系統進行數據匯集，本案例各段運輸資訊如表 1 所示。

IT系統可蒐集運輸交通工具資訊以及裝載重量數據，進而應用EN 16258方法原則、HBEFA 3.1 排放係數，得到碳排放資訊。本案例共獲得四個輸出結果CO_2e TTW, CO_2e WTW, Energy TTW, Energy WTW，如圖 5 及圖 6 所示，呈現每段運輸的二氧化碳排放當量及能源消耗。所有供應鏈中，最終配送(公路配貨)的過程貢獻了最大的排碳量，主要原因為集貨與長途運輸採用大型車輛合併裝運所產生的效應。

表 1 德莎案例以 IT 之系統匯集之資訊

IT-system domino	運輸階段	公路集貨 Road Pickup	公路長途運輸 Road Linehaul	公路配貨 Road Delivery
	車種期別	Euro III	Euro V	Euro IV
	限制重量	25 噸	40 噸	12 噸
	實際載重	16 噸	24 噸	6 噸

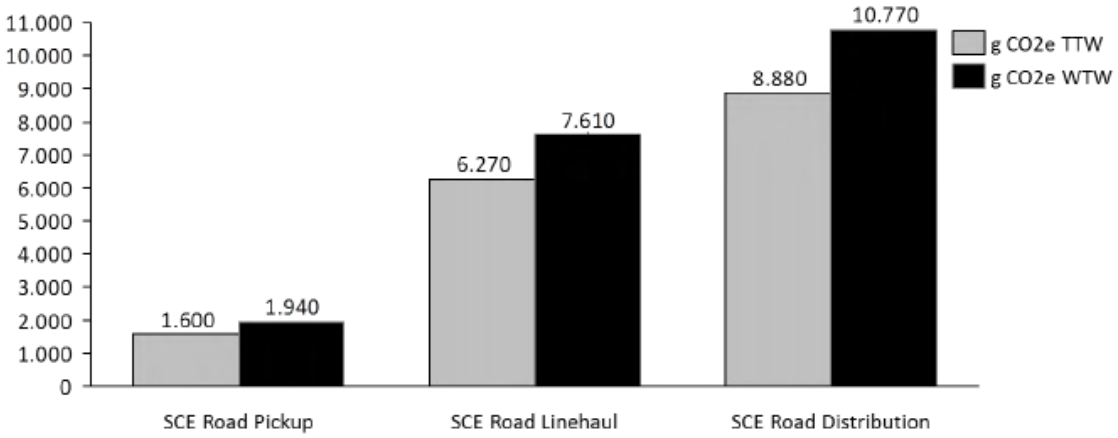


圖 5 德莎案例之 TTW 及 WTW 二氧化碳排放當量

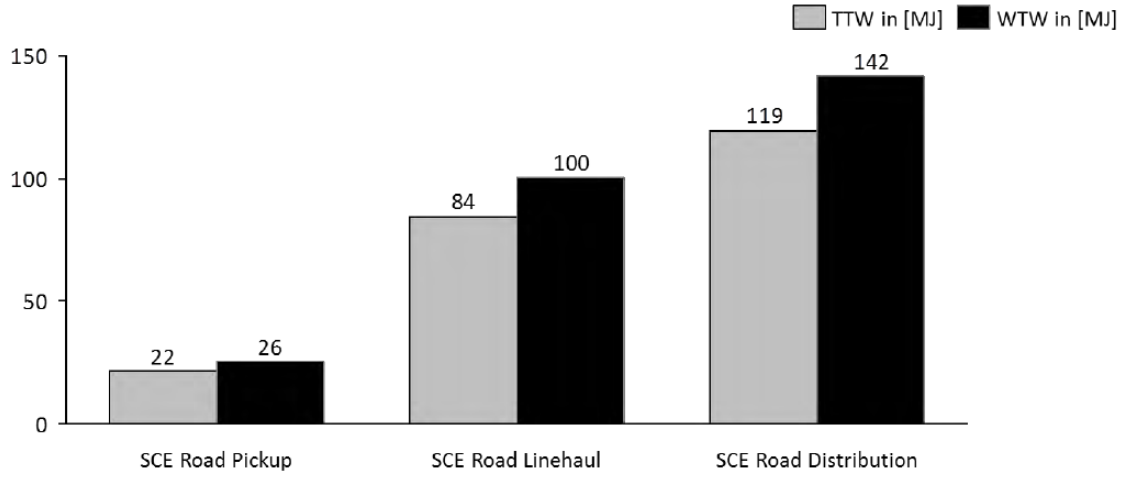


圖 6 德莎案例之 TTW 及 WTW 能源消耗量

結論與建議

根據歐盟 EN 16258 碳足跡標準方法，考量每段運輸過程中消耗的能資源，實際負載與最大負載之比值(負載因子)，估計運輸活動中的能源使用。然而 EN 16258 並不包含運輸過程中倉庫、轉運站、卸貨碼頭等非運輸工具，因此計算結果可能會低估整體能耗值。目前最迫切的課題，為建置各類運輸活動之碳足跡計算指南，以期完備資料庫。該研究報告調查對象為歐盟國際貨運公司，在計算碳足跡時需考量各國電力排放係數差異，執行起來較為複雜。

在以 EN 16258 為基礎進行計算方法學的發展與標準化之原則下，COFRET 計畫對於全球溫室氣體排放標準提出的總結建議與研討議題包括：

(1)改善局部貨物運輸服務排放分配的公平性，此項可透過導入重量分配的概念，或不僅是以重量還包括車輛的尺寸如體積，採用直接或最短距離作為一種方法，使分配更公平；

(2)可鼓勵採用直接或最短可行距離的方法，提升排放分配的公平性，同時降低排放分配的資料需求；

(3)改善運輸鏈中的資訊提供與交換，COFRET 建議釐清排放責任歸屬，如貨運代理人或貨物擁有人，以及排放量報告人如運輸業者，並將排放歸屬人與排放量報告人作有效關聯，以確保運輸鏈層級的排放量能夠備正確的運算；

(4)物流的截點如碼頭或分銷中心等，應被包括在一致的溫室氣體排放運算方法中。為針對這個議題尋求最佳解決方法，目前已有進行中之調查作業；

(5)可藉由排放量化結果的推廣以及明確指出排放量計算或估算結果的品質(正確性程度)，解決基本資料的提供狀況及估算正確性問題。

資料來源

[1] Françoise van den Broek (Duoinlog),Aad van den Engel (Panteia),Hedi Maurer (Panteia), (2014).Allocation methodology CO_2: Road Freight Transport based on CEN-EN 16258.

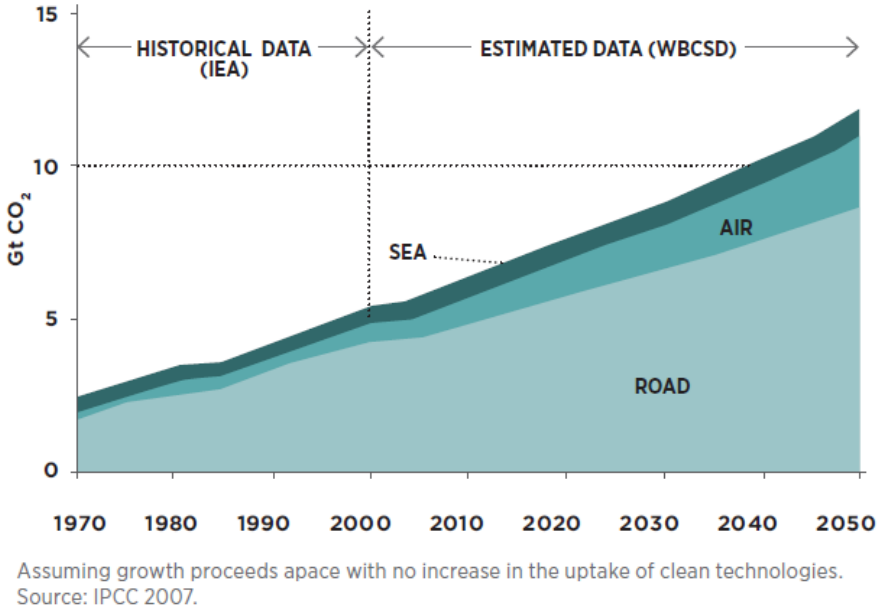
[2] Carbon Footprint of Freight Transport Project ,(2014), Deliverable 5.1 Putting the EN 16258 in practice The COFRET test cases.

[3] *Website Address:* www.cofret-project.eu

附錄 9-4 國內外公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢

一、前言

公路貨運（含中型和重型商業化使用的卡車）約占全球溫室氣體排放總量的 5.75%，其中貨運服務業每年造成約排放 1.6 億公噸二氧化碳到大氣中(Ribeiro and Kobyashi, 2007)。如果公路運輸需求如預測般的持續成長，則貨運服務車輛排放勢必將對於全球穩定氣候的減碳目標造成負面影響。因此，如何在公路貨運服務量增長的情況下，控制溫室氣體排放是一個重要課題。



Assuming growth proceeds apace with no increase in the uptake of clean technologies.
Source: IPCC 2007.

圖 1 公路貨運溫室氣體排放預測

二、常溫運輸

世界銀行自 2011 年起，在中國及巴西交通運輸部門、財政部門等國家行政機關及亞洲清潔空氣中心(CAA)等國際組織的支持下，開始實施綠色貨運倡議(World Bank Green Freight Transport Initiatives)，是全球環境基金在道路貨運行業實施的第一個節能減碳示範行動；以下簡要說明中國及巴西貨運服務減能減碳相關探討結果。

(一)中國綠色貨運示範計畫

有鑑於道路貨運約占中國交通運輸能耗量的 54%，且貨運服務需求隨著由製造業主導的經濟持續增長，此計畫選擇以廣東省為例，藉由引進國外先進科技和創新的政策機制，鼓勵道路貨運業者應用車輛節能減排技術、改進運輸模式、提升資訊化程度等策略提升貨運服務之能耗率，實現溫室氣體減量的目標。

廣東省貨運業落實減碳的策略主要可分為三項，包括：綠色貨車技術、甩掛運輸模式和建置物流資訊交換平台。綠色貨車技術達成節能減碳的手段包括：減少空氣阻力、降低地面摩擦、提高駕駛操控能力，及使用輕量化半掛車廂和清潔能源貨車（LNG 車）等，實作方式則如圖 2 所示。由廣東省貨運逾 1,500 台貨車的實測結果顯示，各項實作方式皆有相當程度的節油效果。其中，低阻力輪胎、車頂導流罩和節能駕駛系統在大、重型卡車上安裝使用的節油率分別達 3.91%、2.16% 和 1.35%。

圖 2 綠色貨車技術示意圖[1]

低阻輪胎是指選擇低滾動阻力(low rolling resistance tires)的輪胎，透過輪胎的胎紋、胎壁厚度，乃至於材料來減低輪胎在地面滾動時所受到的阻力，從而達到節油的效果。據加州能源委員的報告，使用低阻輪胎約可節省 1.5%至 4.5%的汽油。除輪胎的選擇外，改用重量較輕的鋁質輪框及配備胎壓自動監測設備也是降低地面磨擦的可行技術。裝設車頂導流罩是為

[1] http://cleanairasia.org/node12753/

減少行車時風阻的方法之一，此外還可透過加裝側裙及縮小車頭和貨櫃間的距離漸少風阻。

甩掛運輸模式、物流運輸資訊平台則主要是透過便利的網路及資訊交換系統，建立可減少車輛空駛、提升甩掛運輸效率的內部資訊系統，以及可促進業者及有貨運服務需求的客戶有效媒合、完成交貨、支付及追蹤的資訊平台，創造便捷的智慧化物流交易機制。

(二)巴西綠色貨運示範計畫

巴西車輛運輸二氧化碳排放情形及貨運占比如圖 3 所示，2009 年貨車排放約占車輛運輸排放的 30%，預計在 2020 年將提高到 33%。

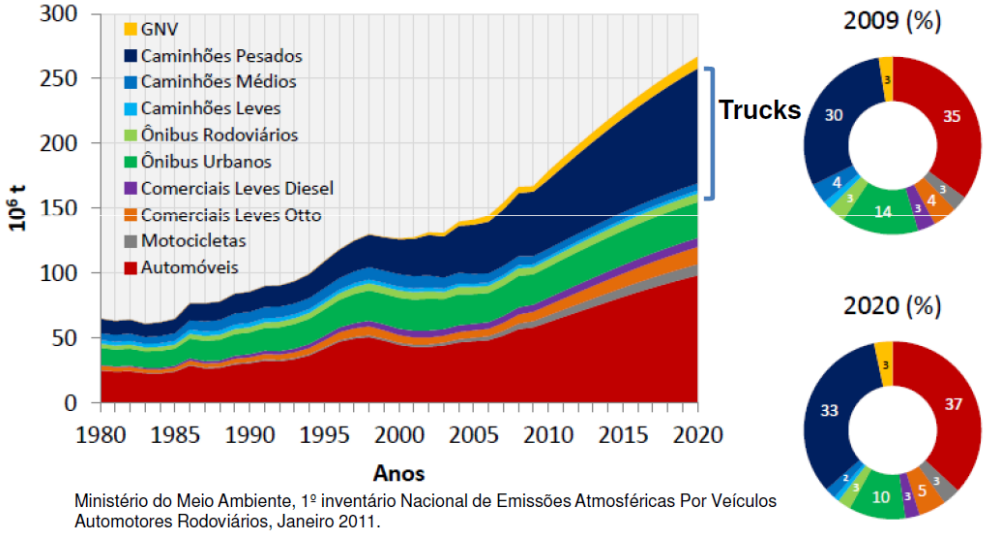


圖 3 巴西車輛運輸排放量分布及貨車運輸占比

不同於中國貨運服務約 59%的營運成本來自於燃料費，燃料費約占巴西貨運服務營運成本的 40%，工資約占營運成本的 30%。即便如此，燃料成本依然是最大宗，且與溫室氣體排放有直接關係，故巴西綠色貨運亦以如何降低車輛行駛油耗率的探討為主，並就油耗減量效果與所需成本提出分析結果。

採行的行車油耗減量技術可分為兩部分，車頭部分包括：加裝車頂罩、裝載空力保險桿和後照鏡罩、加裝減少怠速設備；車體(貨櫃及貨架)部分則包括：採用低阻輪胎、加裝貨艙尾翼及側裙。另外，巴西貨運服務還採

用更新引擎、添加環保觸媒等非關減碳但屬於環境友善的綠色貨車技術，如圖 4。

整體而言，車頭減量技術可的節油率約為 18%，車體部分節油技術之效果則些微較低，約為 16%；但由所需成本之數據分析結果可知，車頭節油技術的增加成本約為每車 20,025~29,425 美元，車體部分的成本則僅增加約 6,650~9,100 美元，顯見車體節油技術之經濟效益較高。另必須注意的是節油效率並非可持續累積的，保守估計節油技術的節油效果可維持約 1.8~2.6 年。

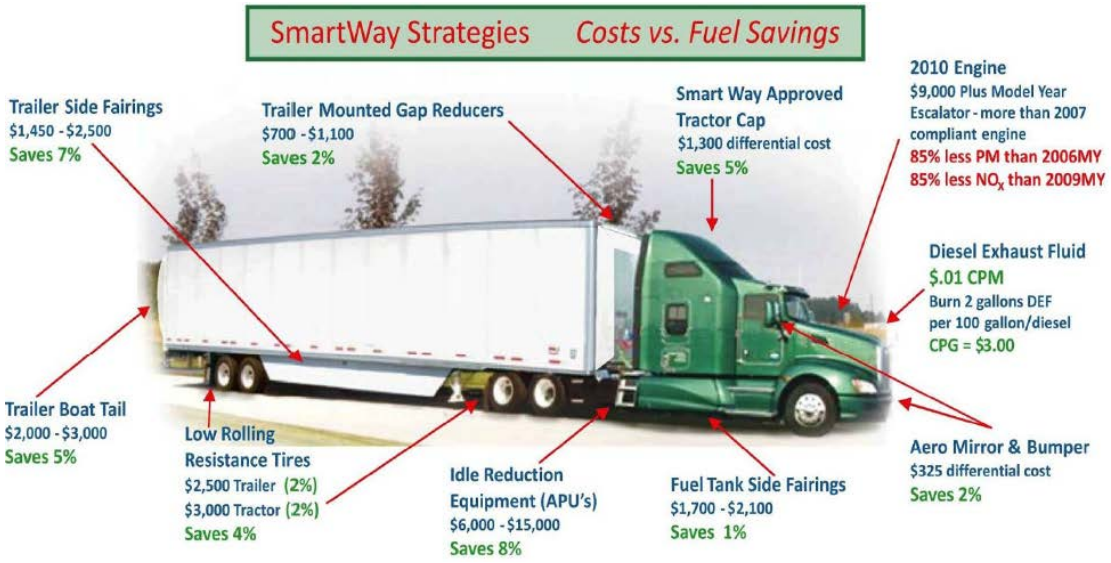


圖 4 巴西貨運服務車輛減碳技術示意圖

三、低溫運輸

(一)歐洲冷鏈物流技術[2]

在歐洲半掛車的典型結構尺寸，硬質盒外部的長度和寬度需固定，外部高度和內部尺寸可根據個別設計的類型而變化，相關技術說明如下：

1.車廂保溫材料

剛性半掛車箱通常在兩個外層間藉由膨脹發泡來保溫，每層由數毫米的夾板覆蓋著玻璃纖維增強聚酯、鋼或鋁表層。常見的絕緣膨脹是用聚氨酯（PU）泡沫加環戊烷作為發泡劑。另一種保溫材料為聚苯乙烯，熱導率比聚氨酯高，但在地板和屋頂的結構，其中有整體限制，厚度較薄，機身製造商可以使用較厚的面板轉移熱損失。

2. 製冷機組

運輸製冷系統操作的負載通常範圍很大，以符合製冷系統可被切換、關閉或它的容量調製成維持在設定溫度、效率降低的負載，根據系統的設計包層和設置性能的預期係數（Coefficient of Performance, COP）一般為0.5到1.5之間。冷藏運輸蒸汽壓縮系統中最常見的驅動系統如：

(1)汽車發電機：此方法最常見是小型送貨車使用，車輛發動機曲軸驅動升級單交流發電機和一個 70 Ah 電池。交流發電機充電供給 12 V 直流電源小型製冷系統的車輛電池。

(2)直接皮帶傳動：有了這個系統，這是大多數麵包車使用，製冷單元的壓縮機是直接從汽車發動機通過皮帶驅動。

(3)輔助發電機：本系統採用專用的大發電機驅動通過從主牽引機的皮帶，在製冷單元發電功率來驅動電動馬達。

(4)輔助柴油單位：該系統使用內置的製冷發動機單元可以透過紅色柴油（便宜）或白色柴油供電（降低對環境的影響）。可選的粒子過濾器和催化劑在新發動機技術可以在發動機運行透過白柴油清潔廢氣排放，導致排放量減少 90%。

[2] S. A. Tassou, G. De-Lille, J. Lewis, FOOD TRASPORT REFRIGERATION, Brunel University Centre for Energy and Built Environment Research School of Engineering and Desig

3. 車廂內空調系統

車輛頂部空氣輸送是最主要的典型佈置，製冷機組的風扇造成溫度控制的空氣四周流通的車頂內、牆壁、地板及門，以避免熱從內部傳導或從外部滲入，返回到通過下托盤的地面或空間中的冷卻盤管，如圖5所示。冷凍貨物的水平通道間需要紙箱的排列，讓良好的回風的負載，空氣應透過迴流空氣流動於貨物間。為了便於空氣迴流到蒸發器盤管，一些拖車配有金屬格柵的假隔板牆或下面返回空氣通道孔中。

在多隔室車輛的冷凍空間被細分成若干個獨立溫度設定車廂，提供物流業務營運的靈活度。是連鎖超市常見的做法，以多間隔拖車運輸產品。在每個隔室中不同溫度下，透過使用分佈式蒸發器盤實現從單一的冷凝單元供應。一般來說實踐最冷的部份位於最前面，而最溫暖的部份在後方。特定因子設計多間隔車輛的製冷系統是隔室間的熱轉移，產品裝載之間的傳熱模式、門開口及溫度控制的方法，如圖 6 所示。

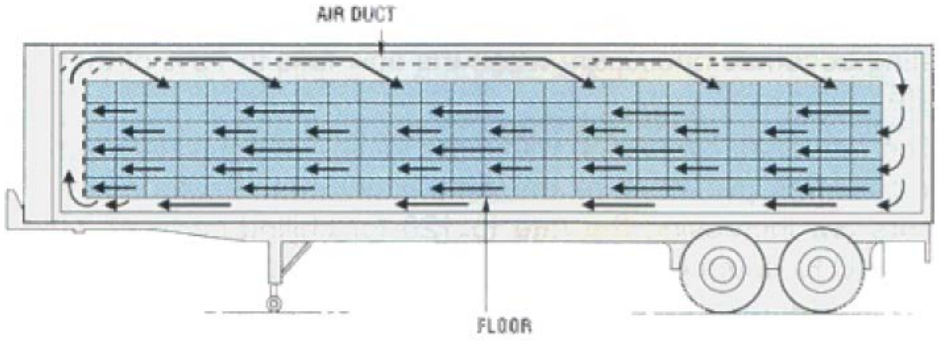


圖 5　冷藏車廂空調循環模式[2]

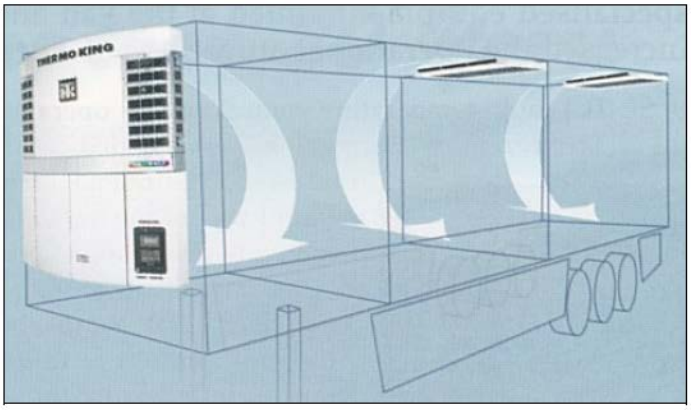


圖 6　多溫層車廂空調循環模式[2]

4. 其他道路運輸製冷技術

(1)共晶系統

共晶體系統：共晶體系統由裝有空心管、橫梁或板。食品運輸應用系統可基於共晶熱能量存儲或可以共晶和蒸汽壓縮系統的組合。這樣的系統適合於小型運輸，其中熱損失可能因經常開關門而造成。透過使用提供的小型製冷系統相對有效地運行，或者再加上機械製冷設備可以透過減少其數量，提供效率並節省的開/關控制循環。有固定板或梁的尺寸，提供的選擇包括計算運輸次數、路程遠近、開關門次數、時段等。目前一些廠商已開發的靜態製冷機組，其能夠透過連接器連接起來充電共晶系統。這將移除每個製冷車輛的冷凝單元，進而降低成本。

(2)低溫冷卻系統

利用總損耗的液氮系統或二氧化碳注入作為替代機械製冷，優點是快速降低溫度和相對安靜，冷凍機械系統存在結合快速製冷劑快速下降，有更經濟、更穩定運行總損耗的系統。

(二)國內冷鏈物流技術發展與案例[4]

國內市場上對於不同溫度需求之物品運送，主要仍以專用車輛方式配送，冷鏈產業包含的貨物不僅僅係農產品、生鮮食品、加工食品而已，諸如醫藥物流、生技產業等均屬冷鏈產業的範疇。冷凍/冷藏車售價，約莫是同噸數常溫車的 1.6 倍左右，而低溫倉庫的建造成本更高。為了滿足少量多樣、新鮮、高頻且及時的需求，快速將低溫商品配送到消費者手中，各種新型節能低溫物流技術應運而生，包含蓄冷保溫模組、多溫層蓄冷片、溫度監視器、RFID 技術、資通訊管理系統等，如表 1 及圖 6 所示。

表 1 異溫層共配系統比較[3]

[3] 工業技術研究院，物流節能減碳模式研究－宅配物流節能減碳建議方案，98 年。

異溫共配 系統種類		傳統多車配送 (冷凍/冷藏/常溫)	機械式 冷凍車廂區隔	機電共用式 保冷櫃	抽換式 蓄冷保冷箱
系統特色		使用多種溫度車輛各別配送,無共配	車箱區隔多種溫域，車引擎驅動冷凍機組	用電冰箱式保冷櫃及機械式冷凍冷藏箱	抽換式蓄冷保溫箱之多溫無冷凍動力運載
設備需求	集配車	常溫車+冷凍車	冷凍車+車廂隔間	常溫車+機械式冷凍箱	常溫車+保冷箱+蓄冷片
	營業所	常溫車+冷凍車	冷凍冷藏庫	冷凍庫+電冰箱保冷櫃	凍結機+保冷箱+保冷櫃
	集散轉運	常溫車+冷凍車	常溫車+冷凍車	常溫車+電冰箱保冷櫃	常溫車+蓄冷櫃+蓄冷器
	轉運中心	常溫車+冷凍車	冷凍冷藏庫	冷凍庫+電冰箱保冷櫃	凍結機+蓄冷櫃
系統比較	不同溫域	單車單溫	多溫	多溫	多溫
	共　　配	不可	可	可	可
	冷凍系統	個別車用冷凍機	個別車用冷凍機	個別車用/櫃用冷凍機	集中式一般用冷凍機
	故 障 率	高(壽命約 3 年)	高(壽命約 3 年)	稍高	低
	均 溫 性	低(機械冷凍)	低(機械冷凍)	不高(機械冷凍)	高
	溫度彈性	低	高(設定溫控)	高(設定溫控)	高(抽換蓄冷器)
	空間彈性	低	低	不高	最高
	投資成本	-	最高(100%)	頗高(85%)	最低(35%)
	操作成本	-	最高	高	低

圖 6　全溫層保鮮配送服務Total Solution[4]

我國工研院並設計可結合後端溫度管理平台之輕量智慧蓄冷箱，協助

[4] 現代科技在冷鏈物流產業上的應用，工業技術研究院 服務系統科技中心
http://www.glct.org.tw/knowledge-detail.php?sn=31

物流業者在配送作業上，於單一車趟建立多溫層共配模式，支援通路少量、多樣化之冷鏈物流需求。同時，設計符合冷鏈物流作業需求之無線溫度感測元件，打造便捷之全程溫度自動化蒐集與傳輸機制，以建立商品運途之物流履歷，並透過後端之溫度管理平台，提供企業對於商品流通之記錄與追蹤可視化管理。[5]主要應用兩種低溫設備在低溫品之配送保鮮上，第一種為低溫配送保冷箱，利用常溫車配合保冷箱進行多溫層之配送；第二種為長效型低溫蓄冷籠車，其容積為保冷箱的十倍以上，因此適合使用於北中南轉運站之轉運長時間理貨，大量低溫貨品處理，轉運站之間對點配送使用。新竹物流應用情形如圖 7 所示。[6]

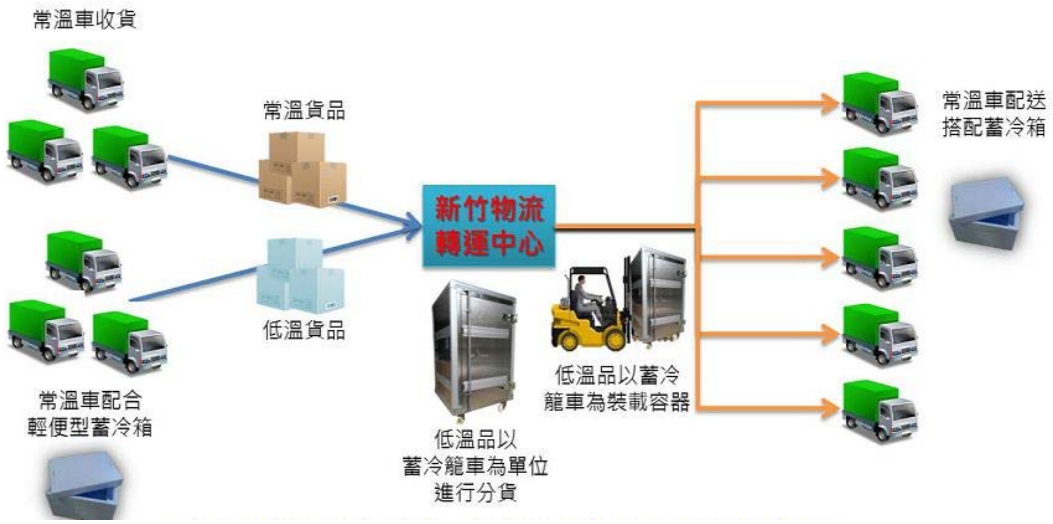


圖 7 我國導入低溫設備之冷鏈物流技術案例

[5] 工研院網站，冷鏈物流技術與服務解決方案
https://www.itri.org.tw/chi/Content/MsgPic01/Contents.aspx?SiteID=1&MmmID=620605426052357245&MSid=620611703004322704

[6] 工研院網站，長效保鮮蓄冷容器
https://www.itri.org.tw/chi/Content/MsgPic01/Contents.aspx?SiteID=1&MmmID=620624055077076070&MSid=620637477341771364

四、小結

我國低溫運輸業者多已具備優良技術及經營管理能力，由於低溫運輸之單位能源消耗與溫室氣體排放量均高於常溫運輸，在溫室氣體排放的管理上，交通部運研所已於 105 年 9 月完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則之申請，建立國內貨運業者溫室氣體排放量統一計算方式。為我國綠色物流供應鏈建立量化的基礎，未來國內運輸業者更可透過我國碳標籤與減碳標籤認證，滿足日益增加的顧客碳管理需求，及提升企業形象。

附錄 10

台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究(論文發表)

sspim 2016

永續性產品與產業管理研討會

Symposium on Sustainable Products and Industrial Management

證　明　書

茲證明

胡憲倫 陳汝潔 楊伊萍 許珮蒨
張瓊文 朱珮芸 黃泓維

發表「台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究」論文

於嘉南藥理大學

2016 永續性產品與產業管理研討會。

嘉南藥理大學
Chia Nan University of Pharmacy & Science

綠色產業發展中心
Research and Development Center of Green Industry

環境資源管理系
Department of Environment Resource & Management

職業安全衛生系
Department of Occupational Safety & Health

召集人 楊英賢 博士　嚴聖博 博士

西元 2016 年 3 月 19 日

2016永續性產品與產業管理研討會議程表

時間	中華民國 105 年 3 月 19 日(星期六)					
09:00-09:30	報到(國際會議廳 3 樓)					
09:30-09:40	開幕/致詞(國際會議廳 3 樓)				09:30 - 10:40	海報論文準備
09:40-10:40	專題演講一(國際會議廳 3 樓) 主持人：杜瑞澤 教授 演講人：好點子創意群 **潘為 創意總監** 主題：Green packaging, oxymoron? 綠色包裝是一種矛盾嗎？					
10:40-11:00	Coffee Break				10:40 - 16:30	海報論文發表(國際會議廳 3 樓)
11:00-12:00	論文發表(資訊暨教學大樓 Qs)					
	場次 A	場次 B	場次 C	場次 D		
	主題： 綠色消費 主持人：胡憲倫 教授 地點： Qs003	主題： 綠色供應鏈 主持人：邱銘傳 教授 地點： Qs004	主題： 永續產品設計/策略 主持人：陳家豪 教授 地點： Qs007	主題： 產業永續管理 主持人：廖志祥 教授 地點： Qs008		
發表者	A1 蔡璧如 A2 李柏建，蔡璧如 A3 沈盛達，黃承令 A4 鄭庭君，許弼元，陳方元	B1 胡憲倫，蔡德慧 B2 陳思穎，郭財吉，武坊庭 B3 曾香斐，湯奕華 B4 張韋豪	C1 陳巧庭，施勵行 C2 Yi-Cin Jheng, Li-Hsing Shih C3 林至軒，郭財吉，黎子毅 C4 楊芳雲，許家維，柯柏年，陳湘鳳	D1 呂年成，董寶鴻，嚴聖博 D2 林冠霖，黃信豪 D3 Nguyen Thi Phuong，郭財吉，李以勤 D4 許家偉，于世恆		
12:00-13:30	午餐(國際會議廳 2 樓宴會廳)					
13:30-13:40	團隊介紹(國際會議廳 3 樓) 主持人：嚴聖博 教授					
13:40-14:40	專題演講二(國際會議廳 3 樓) 主持人：楊英賢 教授 演講人：茂發電子股份有限公司 **李棟樑 總經理** 主題：物聯網在永續生活之應用					
14:40-15:00	Coffee Break					
15:00-16:30	論文發表(資訊暨教學大樓 Qs)					
	場次 E	場次 F	場次 G	場次 H		
	主題： 產品服務化/系統 主持人：郭財吉 教授 地點： Qs003	主題： 低碳管理 主持人：李育明 教授 地點： Qs004	主題： 綠色創新設計 主持人：施勵行 教授 地點： Qs007	主題： 永續發展主題 主持人：許家偉 教授 地點： Qs008		
發表者	E1 李彥廷，施勵行 E2 胡憲倫，剛致偉，黃泓維 E3 胡憲倫，陳汝潔，楊伊萍，許珮蒨，張瓊文，朱珮芸，黃泓維 E4 Chih-Yuan Chu，Ming-Chuan Chu E5 Chi-Shiuan Tsai，Chih-Yuan Chu，Ming-Chuan Chiu	F1 呂宗翰，陳家豪 F2 鍾武勳 F3 胡憲倫，楊傑翔，黃慶耀 F4 林盛隆，黃鉉哓，蔡李廷，施昌盛 F5 胡憲倫，洪巧馨，黃慶耀	G1 胡憲倫，黃雍雅 G2 林冠翰，陳家豪 G3 范秩達，陳家豪 G4 杜瑞澤，黃裕宸，林采葳 G5 梁景堯，劉毅祥，杜瑞澤	H1 胡憲倫，張宴綾，黃泓維 H2 許書宗，龍彥先，顏鈺庭 H3 朱嫣螢，李育明 H4 沈盛達 H5 張世桑，凌文秀，董寶鴻 H6 陳羊庭，黃世輝		
16:30-16:50	閉幕&頒獎(國際會議廳 3 樓)					
16:50-	賦歸					

上午場次論文發表				
場次 時間	場次 A 綠色消費	場次 B 綠色供應鏈	場次 C 永續產品設計/策略	場次 D 產業永續管理
	主持人：胡憲倫 教授	主持人：邱銘傳 教授	主持人：陳家豪 教授	主持人：廖志祥 教授
11:00-11:15	環保意識、環保行為與環保認知失調 (蔡璧如)	基於創新擴散理論探討企業採用物質流成本會計影響因素之研究 (胡憲倫，蔡德慧)	行動式擴增實境應用於環保標章行銷之使用者介面設計 (陳巧庭，施勵行)	推動強化安全衛生管理活動提升安全文化探討－以南部某鋼鐵公司為例 (呂年成，董寶鴻，嚴聖博)
11:15-11:30	綠色民宿業者主動式行銷對於消費者認知失調之研究 (李柏建，蔡璧如)	分析新興市場的消費者之供應鏈策略 (陳思穎，郭財吉，武坊庭)	Exploring the persuasive strategies and game design elements and possible demographic differences for energy saving behavior (Yi-Cin Jheng, Li-Hsing Shih)	化學儲槽清理之風險管理 (林冠霖，黃信豪)
11:30-11:45	影響民眾選擇綠色醫院之因素初探 (沈盛達，黃承令)	推動綠色工廠邁向國際發展 (曾香斐，湯奕華)	實際用電行為結合永續行為的產品設計策略分析研究 (林至軒，郭財吉，黎子毅)	航空業導入企業社會責任報告書之研究 (Nguyen Thi Phuong，郭財吉，李以勒)
11:45-12:00	航空碳抵銷計畫對旅客搭乘意願關係之研究 (鄭庭君，許弼元，陳方元)	中小企業如何推動綠色工廠 (張韋豪)	建立一個具有自然使用者介面的複合式力回饋虛擬組裝系統 (楊芳雲，許家維，柯柏年，陳湘鳳)	建立以效率為基礎之勞工衝擊評估模式 (許家偉，于世恆)

下午場次論文發表				
場次 時間	場次 E 產品服務化/系統	場次 F 低碳管理	場次 G 綠色創新設計	場次 H 永續發展主題
	主持人：郭財吉 教授	主持人：李育明 教授	主持人：施勵行 教授	主持人：許家偉 教授
15:00-15:15	應用物聯網技術的產品服務系統商業模式創新 (李彥廷，施勵行)	產品之環境足跡評估方法 (呂宗翰，陳家豪)	金字塔底層市場之包容性創新策略模式研究 (胡憲倫，黃雍雅)	從聯合國永續發展目標(SDGs)探討台灣企業之永續發展 (胡憲倫，張宴綾，黃泓維)
15:15-15:30	產業綠色轉型之新科技整合與商業模式之永續評估初探 (胡憲倫，剛致偉，黃泓維)	產品生產之動態碳足跡盤查估算架構 (鍾武勳)	ARIZ 結合案例式推理方法應用於金字塔底層族群產品創新設計之研究 (林冠翰，陳家豪)	歐美廢棄太陽光電模組回收再利用與環境規範研究 (許書宗，龍彥先，顏鈺庭)
15:30-15:45	台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究 (胡憲倫，陳汝潔，楊伊萍，許珮蒨，張瓊文，朱珮芸，黃泓維)	電信業線上影音服務之碳足跡評估以台灣某電信業為例 (胡憲倫，楊傑翔，黃慶耀)	仿生學結合 TRIZ 方法與機械工程詞彙連結之綠色創新設計方法研究 (范秩逢，陳家豪)	艋舺龍山寺之環境空間再造－ 以日本淺草觀音寺為借鏡 (朱嫣螢，李育明)
15:45-16:00	A Pilot Study of PSS Typology applying Rough Set Theory (Chih-Yuan Chu，Ming-Chuan Chu)	運用生命週期評估探討自行車之環境衝擊與碳足跡 (林盛隆，黃鉉喨，蔡季廷，施昌盛)	傳統產業轉型之綠色創新關鍵要素 (杜瑞澤，黃裕宸，林采葳)	影響綠色大學學生採取環保行為意願之因素以台灣北部某大學為例 (沈盛達)
16:00-16:15	Design of Personalize Product Service System Utilizing Multi-Agent System (Chi-Shiuan Tsai，Chih-Yuan Chu，Ming-Chuan Chiu)	以生命週期方法評估污泥資源化之減碳效益 (胡憲倫，洪巧馨，黃慶耀)	從綠色創新觀點探討永續服務模式-以偏鄉日照中心為例 (梁景堯，劉毅祥，杜瑞澤)	模擬主管機關空污稽核無預警演練執行成果 (張世燊，凌文秀，董寶鴻)
16:15-16:30	-	-	-	友善耕作支持性組織之可持續經營模式之研究－以斗六三小市集為例 (陳芊庭，黃世輝)

時間	海報論文發表
10:40-16:30	P01 綠色行銷的跨境貿易新通路(陳重叡，王壬) P02 協助廠商因應國際綠色認驗證之諮詢輔導構想(林馨如，王壬) P03 說服式反饋模型對於個人用電行為意圖之影響(廖炘婷，郭財吉) P04 建構環保關鍵紀錄暨巡檢查核制度(王崴，凌文秀，董寶鴻) P05 中鴻公司推動主動式績效指標經驗分享(林盟斌，呂年成，董寶鴻，陳淨修) P06 從網購族探討資訊圖像與綠色訊息對環保態度之影響(杜瑞澤，杜雅雯，王泰然) P07 綠色海報對大學生環保態度與行為影響之研究(杜瑞澤，施閔傑，陳揚峻) P08 綠色廣告自我參照效果調查研究(高彩鳳，杜瑞澤) P09 台灣永續福祉與環境績效(廖志祥，楊英賢，葉仲超，藍承炫，曾國章) P10 從碳足跡探討客家生活文化之減碳價值研究(謝宇恩，楊英賢，顏哲揚，蕭景祥) P11 紡織產業之永續性行動解析-以三大時尚品牌為例(顏哲揚，楊英賢，謝宇恩，劉泱辰，吳道昌) P12 淺談集水區農業發展現況與趨勢-以台灣茶業為例(林効賢，彭元興，李勝雄，吳世卿) P13 考量市場不確定之穩健設計對於永續產品設計的影響(王麒蓉，郭財吉) P14 包材模組化設計之經濟與環境效益研究(楊子逸，郭財吉) P15 簡約(Trimming)創新設計方法於綠色創新研究(周紀佑，陳家豪) P16 The innovation service feasibility analysis of electric motorbike battery exchange system(Shin-Han Lin, Ming-Chuan Chiu) P17 低碳設計應用於產品設計開發-以熱電材料為例(謝宇恩，楊英賢，顏哲揚，黃以松，黃菁儀，簡朝棋，吳調原，吳展維，黃伯仁) P18 稀土元素應用之減碳效益探討-以照明產品為例(吳 謙，楊英賢，顏哲揚) P19 以生命週期思考探討空氣清淨機運用於 $PM_{2.5}$ 室內空氣品質提升之研究(陳宇修，楊英賢，謝宇恩，高國鐘，蔡長權，周政賢，葉仲超) P20 具雙重鎖掣效果並可自動調度之公共廁所(潘宏一，鄭世岳，嚴聖博)

台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究

胡憲倫[1*] 陳汝潔[1]，楊伊萍[2] 許珮蒨[2] ，張瓊文[3] 朱珮芸[3]，黃泓維[4]
[1*,4]國立臺北科技大學環境工程與管理研究所
[2]中興工程顧問股份有限公司環境工程一部
[3]交通部運輸研究所綜合技術組

摘要

自 1992 年聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)通過後，各國政府與民間組織持續推動溫室氣體減量與能源管理相關措施。我國溫室氣體減量及管理法於 2015 年 7 月 1 日公布施行，根據國家溫室氣體清冊報告，運輸部門排放量占 2012 年全國總溫室氣體排放量12.7%，並以公路運輸排放為主(占 97.6%)，故公路系統乃運輸部門節能減碳的首要目標。據國家溫室氣體清冊報告，台灣貨物運輸市場歷年來均以公路汽車貨運所占比例最高，因此公路貨運業才成為本研究的研究目標，期望透過本研究了解貨運業碳排放的主要貢獻來源，以利於提出具體的改善措施，使台灣的貨運業朝節能減碳方向邁進。

本研究首先藉由國內外溫室氣體管理制度及運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算相關文獻，了解目前國內外進行貨運服務碳管理案例之功能單位、評估邊界、盤查內容等，整合文獻結果，草擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則。最後，透過國內某貨運業者盤查結果，了解貨運業者之溫室氣體排放，並作為本評估方法的實證案例。案例研究首先進行碳足跡盤查，依據貨運業者營業項目特性(汽車路線貨運業)來分配貨運服務碳足跡(每延噸公里)，並依公路貨運服務各階段的活動數據使用SimaPro 8.0.2 軟體計算公路貨運服務碳足跡，結果顯示，案例研究所得之碳足跡為 1.505 kgCO_2e/噸公里，在生命週期階段中以運輸服務階段為主要貢獻來源。後續研究將依其結果分析其可能影響貨運服務碳排放量之因素，藉由DoItPro軟體分析各生命週期階段對環境的衝擊結果，最後透過敏感度分析來確定對環境衝擊最大的階段有哪些因素對公路貨物運輸具有顯著性之影響，進而提出改善建議。

關鍵字：公路貨運服務、碳足跡盤查、溫室氣體減量及管理、生命週期評估

一、緒論

1.1 研究背景及動機

為減緩人類活動所排放之溫室氣體造成全球氣候變遷，自 1992 年 聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)通過後，各國政府與民間組織持續推動溫室氣體減量與能源管理相關措施。我國溫室氣體減量及管理法於 104 年 7 月通過，其明文規範我國之溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50%以下。

根據國家溫室氣體清冊報告，運輸部門排放量占 2012 年全國總溫室氣體排放量 12.7%，並以公路運輸排放為主(占 97.6%)，故公路系統乃運輸部門節能減碳的主要目標。

台灣貨物運輸之支援體系，可分為公路、鐵路、海運及航空等 4 大類，台灣貨物運輸市場歷年來均以公路汽車貨運所占比例最高，2012 年占台灣總貨運量高達 94.46%，此乃因台灣公路路網完善綿密，由北至南長度僅約 400 多公里，加上公路汽車貨物運輸具有及戶運送特性、機動性高、貨物運送

班次密集且運送時間彈性大，故長期以來，公路汽車運輸一直以來都是臺灣地區貨物運送的主要方式。 (交通部運研所，張朝能;翁美娟，2014 年)。為因應貨運車輛運輸減碳的需求，應先了解其碳足跡後，再針對主要排放源改善，進而達到溫室氣體減量。

1.2 研究目的

依據國家溫室氣體清冊報告，運輸部門為主要的排放來源，而過去運輸部門之節能減碳政策多著重於推廣公共運輸，對於貨物運輸車輛之節能減碳政策著墨不多，為因應貨運車輛運輸減碳需求，且國內貨物運輸車輛之排碳量資料不足，有必要進行貨運車輛排碳量資料建置；並配合環保署推動產品碳足跡(Carbon Footprint)標籤的建立，建立各類運具之碳足跡公用係數，以供業者計算其產品碳足跡。

本研究以生命週期評估的觀點評估公路貨運提供服務時的碳足跡，期望能透過評估結果來了解公路貨運服務業提供服務時碳排放量，其具體目標如下:

1. 草擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則。
2. 以草擬的產品類別規則，評估案例公路貨運服務每延噸公里之碳排放。
3. 依據研究結果，分析其造成的環境衝擊。
4. 依據研究結果，分析可能影響貨運服務碳排放量之因素，並找出其影響的顯著因子，以提供公路貨運服務業在未來推行貨運服務碳足跡的實務上給與參考建議。

1.3 研究流程與架構

本研究之流程與架構如圖 1.1 所示。

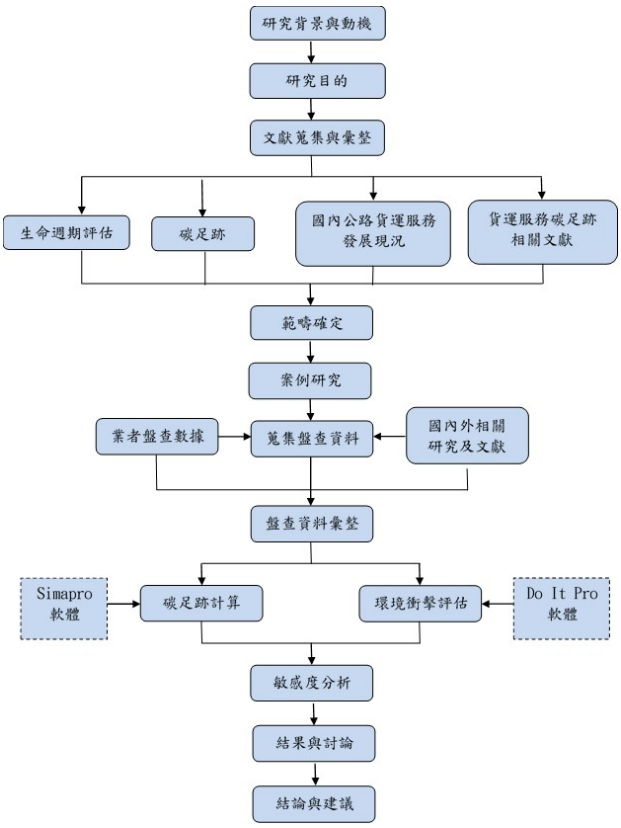


圖 1.1　研究流程與架構圖

二、文獻回顧

2.1 生命週期評估定義與發展

生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA)是藉著生命週期思維(Life Cycle Thinking, LCT)概念發展的系統性分析方法之一，從整合原料開採、產品生產、處理與製造、其運輸、使用以及最終處置等各階段對環境產生的影響來評估環境衝擊之大小，藉此作為產品或服務在環境改善方面的相關參考。

生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA)是透過生命週期思維的概念衡量產品於原料開採、生產製造、運輸配送、使用以及廢棄等各階段過程，皆納入生命週期計算範疇，評估所有過程於投入產出可能產生的環境衝擊(ISO, 2006)。 根據「ISO 14040 環境管理－生命週期評估－原則與架構」所述：需考量環境衝擊通常包含資源使用、人體健

康、生態影響等類別。評估流程分為以下四大步驟，如圖2.1 所示。

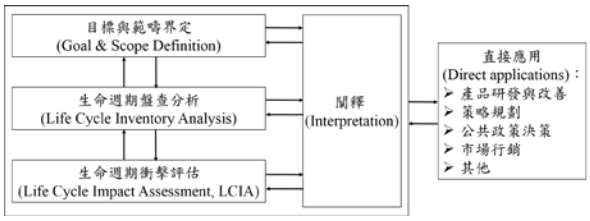


圖2.1　生命週期評估基本架構

(資料來源： ISO, 2006)

2.2 碳足跡

碳足跡的概念源自於生態足跡(Ecological Footprint)，是一種量化環境涵容能力的環境指標，目的為計算每個人每天的生活所消耗的資源與服務需要多大的生態系面積支持(Wackernagel and Rees, 1996)。然而在氣候變遷的議題之中，以碳足跡作為耗竭性能源的指標比起生態足跡更加方便計算，因為碳足跡是以量化的方式顯示排放到大氣中的溫室氣體，以這點而言，碳足跡比起生態足跡更加具體。而學者Wiedmann與Minx透過會計原則及建立模式將碳足跡定義為「藉著測量經濟活動或者是產品的全生命週期過程所累積的直接與間接所產生之二氧化碳當量排放總量。」

2.3 運輸服務產品類別規則發展

在以溝通為目標進行碳足跡計算與揭露時，依據相關標準之要求，應參照產品類別規則或碳足跡產品類別規則(Carbon Footprint Product Category Rule, CFP-PCR)進行，PCR 中界定計算範疇、確認功能單位，並訂定活動數據蒐集等相關規定，以確保評估結果之一致性。以下就現階段蒐集之國內外運輸服務相關之產品類別規則分別介紹。

1. International EPD® System 之產品類別規則發展

瑞典近年來推動以聯合國中央產品分類標準(united nations central product classification, UN CPC)編碼作為產品類別規則制定之依據。UN CPC係由聯合國統計署所制定，目的是對任何經濟體生產成果的貨物和服務進行分類。

在 CPC 分類中與公路貨運服務相關的產品類別為部門編碼 6，包括：分銷貿易服務、住宿、食品和飲料供應服務、運輸服務、電力、氣體及水的配送服務等 (Distributive trade services; accommodation, food and beverage serving services; transport services; and electricity, gas and water distribution services)，並可再細分為 61~69 大類。其中運輸服務細分為客運服務(屬於 64 大類)、貨運運輸服務(65 大類)，運輸車輛與運營商租賃服務(66 大類)、配套運輸服務(67 大類)、郵政和快遞服務(68 大類)。而公路貨運服務係屬於 65 貨物運輸服務(Freight transport services)之 6511 道路運輸(Road transport services of freight)項下。

目前在 International EPD® System 中，已有貨運運輸服務(65 大類)、零售服務(62 大類)、住宿、食品和飲料供應服務(63 大類)、運輸車輛與運營商租賃服務(66 大類)及郵政和快遞服務(68 大類)之 PCR 基本模組公開討論，並有部分子項目 PCR 已完成訂定。而本研究的 PCR 撰寫以我國行業別分類標準為主。

目前已公開之道路貨運服務(食品與肉品)PCR(UN CPC 6511)及郵件服務 PCR(UN CPC 6811)分別說明如下。

(1) UN CPC 6511 道路貨運服務(食品與肉品)(PCR International EPD® System, 2015)

主要針對食品與肉品自生產現場至配送點間之運輸行為。

- 功能單位

  每公斤-每公里貨物運送(1kgkm)。從交付運輸的貨物自生產現場至配送點運輸距離，與運輸貨物重量的乘積。

- 評估邊界

  評估邊界如圖 2.2 所示，上游包括：運輸車輛使用燃料生產、車輛保養消毒等活動所需材料之生產、包裝材料生產。核心模組為服務階段之運輸車輛服務、例行性車輛保養與維修、例行

性車輛消毒。而車輛生產與報廢並未強制納入評　　估。

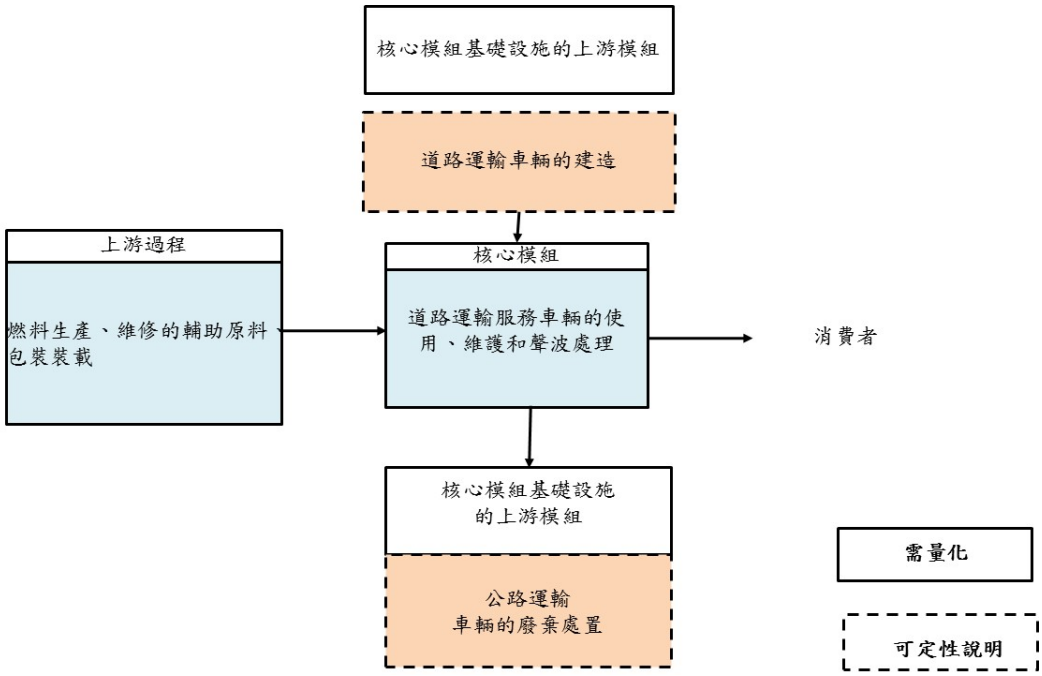


圖 2.2　UN CPC 6511 道路貨運服務(食品與肉品)PCR 邊界

(資料來源：International EPD® System, 2015)

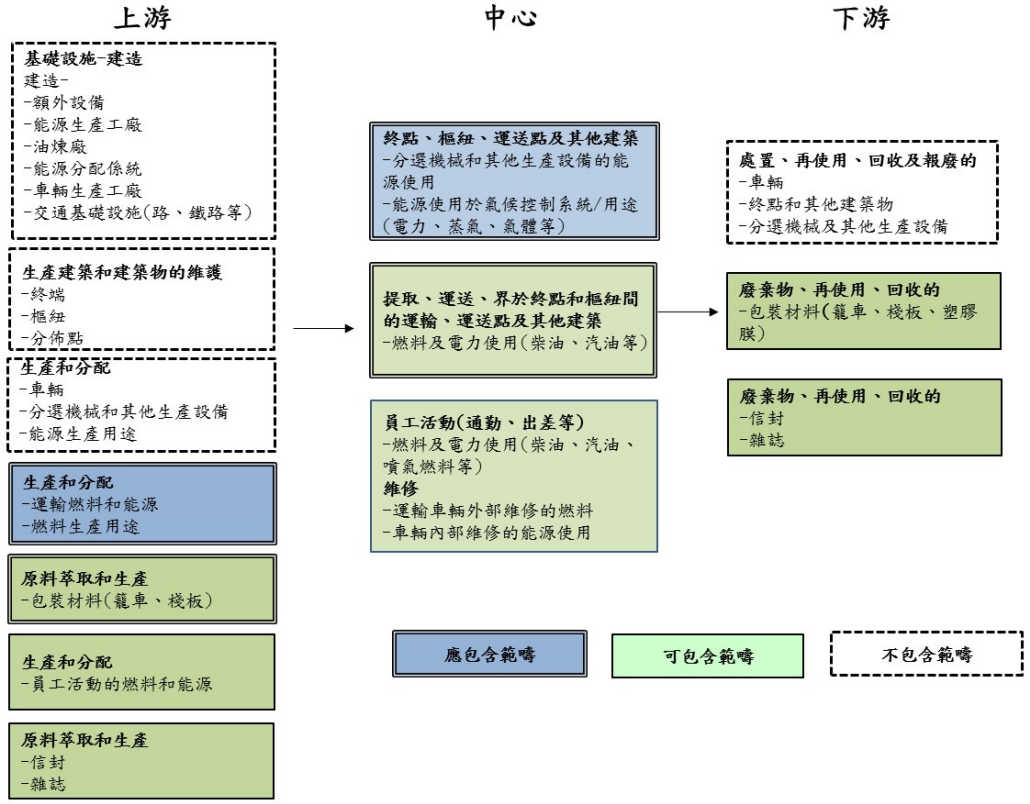


圖 2.3　UN CPC 6811 郵件服務 PCR 邊界

(資料來源：International EPD® System, 2015)

(2) UN CPC 6811 郵件服務 PCR(International EPD® System, 2015)

主要係針對重量小於 2 公斤信件與重量 2~50 公斤包裹之郵遞行為。

■ 功能單位

每公克信件郵遞或每公斤包裹郵遞。投遞服務以平均距離計算(分為國內、洲際、全球)，若採用「件」作為功能單位，則以平均重量反推。

■ 評估邊界

評估邊界如圖 2.3 所示，包括在核心模組中的主要活動是收集、整理、運輸和分配郵政服務。須考慮用於分選機等生產設備的能源使用、建築物的用電量、運輸設備使用燃料、車輛的維護，委外運輸的排放量也應被包括在內。

■ 數據要求

除計算自身經營運輸之燃料消耗量數據外，委託其他廠商的運輸需納入燃料消耗的部分，若無法取得供應商之燃料消耗量數據，應使用 LCA 數據資料庫中貨運運輸噸公里之方式推估。

2. 國內運輸服務碳足跡產品類別規則發展

我國已陸續有碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)經環保署審議通過，但主要仍以食品、家電等民生消費產品為主，服務類別相關之 PCR 於 2014 年陸續產出，目前有「旅客運輸服務(陸上及水上運輸)」與其他服務等共 4 項公告。

「旅客運輸服務(陸上及水上運輸)」之適用範圍包括從事陸上及水上之旅客運輸系統，且於國內有固定或特定班次及路線之旅客運輸服務業，範疇界定如圖 2.4。該服務的功能單位定義為每延人公里；宣告單位定義為每人-每公里，且可依運具種類(如高鐵、臺鐵、捷運、市區公車、公路客運、船舶、纜車)方式來宣告，並附註於單位後。

本項旅客運輸服務之產品類別規則亦與國外產品類別規則的範疇類似，排除場站建造、列車生產與報廢等之排碳影響。

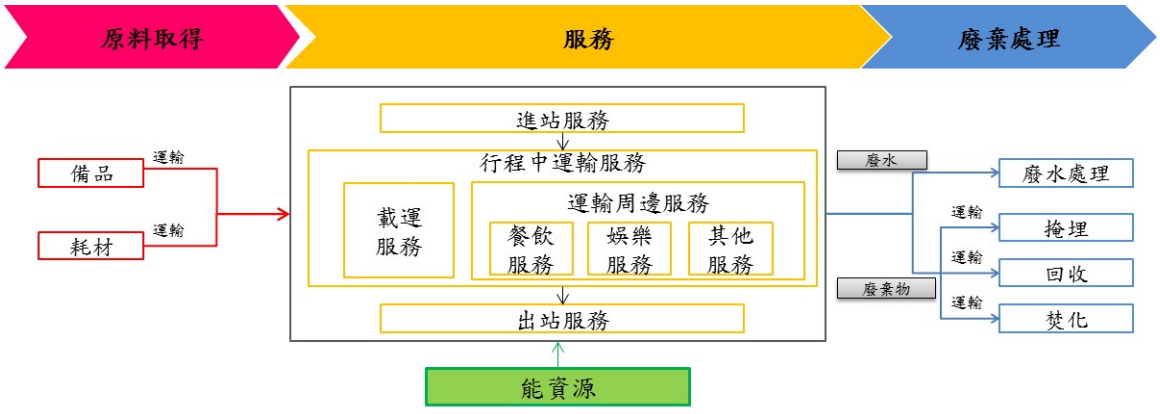


圖 2.4 我國旅客運輸服務 PCR 邊界

(資料來源：行政院環境保護署旅客運輸服務碳足跡產品類別規則，2014)

三、研究方法

3.1 研究流程與架構

本研究以國內某貨運業者蒐集從搖籃至墳墓之盤查數據，包括原料、運輸及廢棄階段，使用生命週期評估軟體 SimaPro8.0.2，透過生命週期概念進行碳排放量計算，藉以瞭解公路貨運服務的碳排放量。本研究流程圖如圖 3.1 所示。

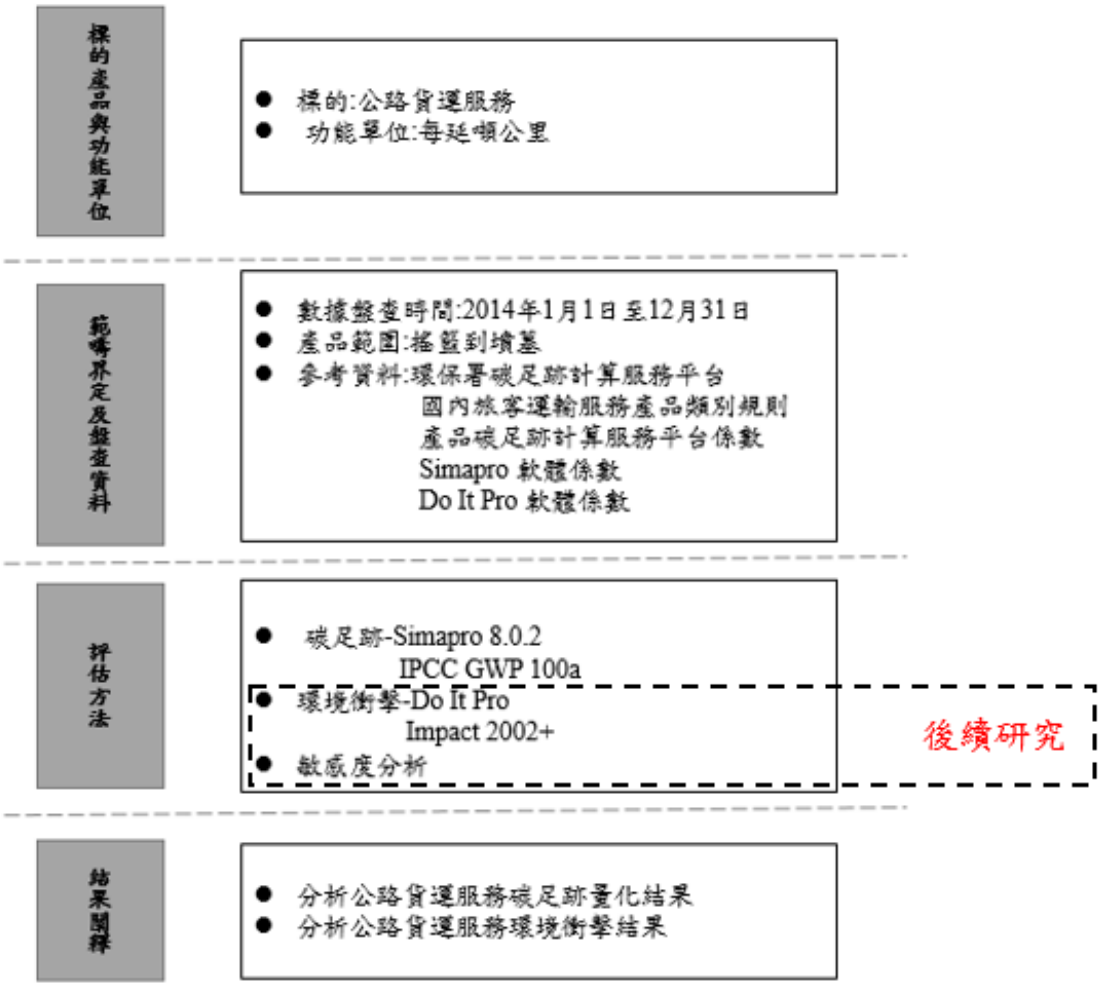


圖 3.1　研究流程圖

3.2 產品類別規則草案之擬定

本研究透過 2.3 節國內外運輸服務產品類別規則發展之文獻回顧，參考瑞典的 UN CPC6511 道路貨運服務(食品與肉品)、UN CPC 6811 郵件服務產品類別規則及國內旅客運輸服務(陸上及水上運輸)產品類別規則等，參考其文獻的功能單位、評估邊界、盤查內容等來草擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則。

3.3 盤查個案背景說明

本研究以公路貨運服務業者為對象，進行 1 家公路貨運服務業者車隊於 103 年整年度(營業大貨車及營業小貨車數量總和約 800 輛)之盤查，並由盤查結果再進一步執行運輸服務碳足跡之後續研究。

- **評估範圍與功能單位**

公路貨運服務碳足跡計算邊界係從貨物交付起運地點至貨物抵達指定地點的期間內，包括該公司所轄之各營業所、轉運中心提供之貨運服務，各項溫室氣體排放產生均應列入評估範圍。公路貨運服務之生命週期範圍涵蓋原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等三階段，擬定之邊界如圖 3.2 所示。由於貨運服務的主體為委託運送之貨物，一般以尺寸或重量計算運送距離之服務費用，為統一比較其基準，本服務功能單位定義為每延噸公里，為貨物交付起運地點至貨物抵達指定地點之運輸距離，與託運貨物重量之乘積。

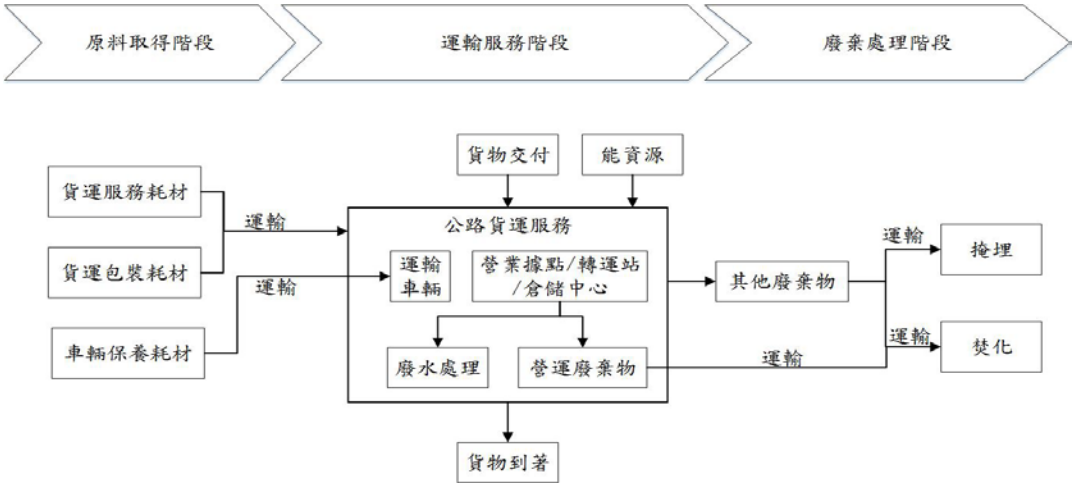


圖 3.2　公路貨運服務碳足跡計算邊界

3.4 碳足跡計算方法

在 ISO/TS 14067 中產品碳足跡的系統邊界可分為搖籃到大門(Business to business, B2B)以及搖籃到墳墓(Business to consumer, B2C)，其中搖籃到大門之生命週期範疇，不考慮使用與廢棄處置階段；若為搖籃到墳墓之生命週期範疇，則需包含原料取得、製造、配送與銷售至消費者使用，以及最終處置或回收階段之完整生命週期。而本研究探討公路貨運服務之碳足跡評估，所採用系統邊界即為搖籃到墳墓(B2C)的概念。

本研究之計算方式參考 ISO/TS 14067，將產品生命週期中所有發生於原料、能資源與廢棄階段之一級活動數據或是二級活動數據乘上其相對應之碳排放係數，並累積加總即為碳足跡，計算公式如下：

碳足跡＝

∑(活動數據i(質量、體積、kWh、km) ×碳排放係數f (每單位CO_2 eq.)　　(1)

全球暖化潛勢值(Global Warming Potential, GWP)，指相對於二氧化碳而言，個別溫室氣體在所特定時間(20 年、100 年或 500 年)內累積的輻射作用力，表示個別溫室氣體在不同時間的暖化能力，其中碳排放係數即為 100 年週期的溫室氣體特性因數。本研究生命週期評估碳足跡以 IPCC 所公告之 2007 100a 做為評估基準，並選用我國環保署碳足跡計算服務平台的排放係數，如表 3.1 所示，其他排放係數之選用敘述於各盤查階段中。

表 3.1　電力及燃油排放係數

類別	電力	單位CO_2排放量	生命週期範疇
電力	102 年	0.66 $KgCO_2e$/KWh	搖籃至大門：從原料開採到售電戶
柴油 (固定燃燒)	104 年	3.46 $KgCO_2e$/L	搖籃至大門：產品涵蓋範圍從原料開採到固定源使用為止
柴油 (移動燃燒)	104 年	3.49 $KgCO_2e$/L	搖籃至大門：產品涵蓋範圍從原料開採到移動源使用為止

(資料來源：產品碳足跡計算服務平台，2015)

第四章 結果與討論

本研究實地盤查貨運服務之碳足跡，包括原物料使用、耗用的能資源、運輸服務階段及廢棄處理階段排放等數據，經彙整後使用生命週期評估軟體 Simapro8.0.2 計算，最後得到公路貨運服務每延噸公里的碳足跡。

4.1 產品類別規則草案

本研究盤查公路貨運服務之碳足跡，是以公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)作為計算的基礎，其公路貨運服務的生命週期範圍為搖籃至墳墓評估碳排放量及環境衝擊影響。以下針對產品類別規則簡單概要說明，如表 4.1 所示:

表 4.1　產品類別規則初擬內容

項目	資訊內容
一般資訊	適用範圍包括我國汽車運輸業管理規則第二條汽車運輸業依下列規定分類營運業別:汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業，其所屬之中華民國行業標準編號如下：- 4940 汽車貨運業
產品功能單位	本服務的功能單位定義為每延噸公里，為貨物自託運起點至託運終點運輸距離，與託運貨物重量的乘積。貨櫃貨運與專營搬家之汽車貨運業者基於營運特性，則以每貨櫃公里、每車公里作為服務之功能單位。 宣告單位定義為每噸-每公里，且可依照服務形式(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)方式來宣告，並附註於宣告單位後。主要原因為貨運服務的溫室氣體排放受託運貨物的重量與託運距離，以及服務形式所影響。汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運業除每噸-每公里之宣告單位外，可依據自身服務形式與收費方式進行宣告單位訂定，其宣告單位有以下幾項： ● 汽車貨運業 每體積-每公里 每車-每公里(專營搬家之車輛噸數) 其他 ● 汽車路線貨運業 每件-每公里(物件尺寸規格) 每體積-每公里 其他 ● 汽車貨櫃貨運業 每貨櫃-每公里(貨櫃尺寸規格) 其他 並加註常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸等資訊附註於宣告單位之後。
系統邊界	公路貨運服務碳足跡計算邊界係自託運貨物交由貨運業者為起點，至託運貨物送達指定地點的期間內，各項溫室氣體排放產生均應列入評估範圍。公路貨運服務之生命週期範圍涵蓋原料取得階段、運輸服務階段、廢棄處理階段等三階段。
切斷及 分配原則	盤查之任何單一溫室氣體源之排放貢獻占產品預期之生命週期內溫室氣體排放量≦1%者，且除使用階段外，其納入評估的排放貢獻至少應包含 95%的功能單位預期生命週期 GHG 排放量，該項溫室氣體排放量之活動數據若不易收集，可以排除。依據規範要求，建議優先使用實際數量、重量、加權數值等物理方法作為分配之基本參數。若無法使用物理方法則可引用其他參數(如經濟價值等)以外之實際數量，

	但得說明採用此參數之依據。

(資料來源：本研究整理)

4.2 公路貨運服務碳足跡

4.2.1 盤查結果與系統邊界

1. 系統邊界

考量貨運服務所投入之能資源，進行生命週期碳足跡調查。

(1) 時間邊界：調查期間為民國 103 年 1 月 1 日至 12 月 31 日 。

(2) 地理邊界：包括該公司所轄之各營業所、轉運中心提供之貨運服務 。

(3) 整體系統邊界：包含原料取得階段、運輸服務階段與廢棄物處理階段。

2. 盤查結果

本研究透過與國內某家貨運業者實際進行訪談而取得相關盤查數據，各生命週期階段的系統邊界及盤查清單結果如下:

(1) 原料取得階段

此原物料階段所使用的耗材，包括耗材的生產及運輸階段兩個部份，而活動數據是由業者的採購單據或供應商所提供，而本階段的排放係數是選用產品碳足跡計算服務平台上之係數、GaBi 軟體係數及 2015 全球可持續發展報告的係數，盤查清單結果如表 4.2、4.3 所示。

(2) 運輸服務階段

在運輸服務階段以公路為主，該業者負責運送貨物的距離為自營業所到消費者的過程，運輸距離以盤查結果及運用 Google 地圖進行估算，而中間透過轉運中心運送的部份則委外運輸，其運輸距離則由委外業者提供的數據為主，而本階段的排放係數是選用產品碳足跡計算服務平台上之係數、Simapro 軟體係數及 IPCC Fourth Assessment Report 係數，盤查清單結果如表 4.4、4.5 所示。

(3) 廢棄物處理階段

廢棄物處理階段主要包含提供消費者使用之包裝耗材以及車輛保養所必要的耗材及其處置、運輸，僅計算以焚化處理方式之廢棄物處理，而以回收處理方式之廢棄物處理不納入考量。而運輸車輛及倉儲機具的使用終結的報廢、可能產生的廢棄物處理皆不納入考量。廢棄物處理運輸的部份，只從廢棄物運送的起點計算至廢棄物運送的終點。本階段的排放係數是選用產品碳足跡計算服務平台上之係數，盤查清單結果如表 4.6、4.7 所示。

表 4.2 原料取得階段-材料生產

原物料名稱	原物料類型	活動數據		
		使用量	單位	資料來源
紙箱	貨物包裝耗材	160,570	公斤	採購單據
膠帶	貨物包裝耗材	11,030	公斤	採購單據
塑膠類包材	貨物包裝耗材	58,318	公斤	採購單據

標籤	貨物包裝耗材	6,205	公斤	採購單據
配送單	貨物包裝耗材	214,700	公斤	採購單據
機油	貨物包裝耗材	29,960	公斤	供應商提供
輪胎	車輛保養耗材	63	公噸	供應商提供

表 4.3　原料取得階段-材料運輸

原物料名稱			活動數據			
名稱	使用量	單位	起點/終點	總運輸距離	單位	載具
紙箱	161	公噸	桃園蘆竹/新北市新莊	64	km	營業大貨車
膠帶	11	公噸	台北市松山/新北市新莊	36	km	營業大貨車
塑膠類包材	58	公噸	桃園市/新北市新莊	28	km	營業大貨車
標籤	6	公噸	新北市土城/新北市新莊	24	km	營業小貨車
配送單	215	公噸	新北市土城/新北市新莊	24	km	營業小貨車
機油	30	公噸	台北市松山/新北市新莊	36	km	營業小貨車
輪胎	63	公噸	桃園市/新北市新莊	28	km	營業大貨車

表 4.4　運輸服務階段(自有車隊與營業所)

名稱	排放源		活動數據		
	屬性	名稱	使用量	單位	資料來源
營業所/倉儲/轉運中心等	能源	電力	9,487,681	度	電費單據
緊急發電機	能源	柴油(固定燃燒)	201	L	購油單據
堆高機	能源	柴油(固定燃燒)	6,197	L	購油單據
常溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	3,283,260	L	購油單據
低溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	1,030,740	L	購油單據
常溫運輸車輛	能源	汽油(移動燃燒)	104,785	L	購油單據
常溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	109	Kg	理論逸散量

低溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	25	Kg	理論逸散量
低溫運輸車輛冷凍機組	資源	R404A	49	Kg	理論逸散量
營業所空調、冷凍機組	資源	R404A	31	Kg	理論逸散量
營業所空調	資源	R22	7	Kg	理論逸散量
運輸車輛清潔	資源	水	50,268	度	水費單據

表 4.5　運輸服務階段(委外運輸)

車輛總重(噸)	活動數據		
	貨物延噸公里	單位	資料來源
3.5	178	tkm	委外業者提供
6.5	431	tkm	委外業者提供
10.5	4577	tkm	委外業者提供
15	2,280,780	tkm	委外業者提供
17	3,634,150	tkm	委外業者提供
25	2,536,136	tkm	委外業者提供
35	123,930,578	tkm	委外業者提供

表 4.6　廢棄物處理階段-廢棄物處理

廢棄物名稱	處理方法	活動數據		
		使用量	單位	資料來源
營運廢棄物	焚化	461.6	公噸	清運統計量
廢水	接觸曝氣法	50,268	公噸	水費單據
車輛保養-廢輪胎	回收	42	公噸	基管會 103 年回收率統計
車輛保養-廢輪胎	焚化	21	公噸	使用量扣除回收量
車輛保養-廢機油	回收	23	公噸	基管會 103 年回收率統計
車輛保養-廢機油	焚化	7	公噸	使用量扣除回收量
其他廢棄物-貨運包裝耗材	焚化	236	公噸	使用量

表 4.7 廢棄物處理階段-廢棄物運輸

廢棄物名稱	活動數據						
	貨物重量	單位	總運輸距離	單位	起點/終點	載具	資料來源
廢輪胎處理	21	公噸	28.6	km	新北新莊/桃園龍潭	營業大貨車	供應商
廢機油處理	7	公噸	28.6	km	新北新莊/中油直營站	營業小貨車	供應商
營運廢棄物處理	462	公噸	28.6	km	新北新莊/樹林焚化廠	營業大貨車	供應商
其他廢棄物處理	236.123	公噸	28.6	km	新北新莊/樹林焚化廠	營業大貨車	供應商

4.1.2 碳足跡評估分析結果

以當年度貨物運輸重量與貨物移動距離之乘積總合，計算 103 年度總貨運服務量。彙整該公司各營業所年度貨運服務量如表 4.8 所示。

本研究利用生命週期評估軟體Simapro8.0.2，評估方法為IPCC 2007 GWP 100a，計算出公路貨運服務的生命週期於各個階段包含原料生產、原料運輸、運輸服務階段以及廢棄物處理階段總和後的總碳排放量，再利用 103 年度總貨運服務量為 25,243,129 噸公里(不分常、低溫)，來除以其總碳排放量($3.8*10^7$ $KgCO_2eq.$)(如表 4.9 所示)，最後得出該貨運業者 103 年度貨運服務平均碳排放量為 1.505 $KgCO_2eq./$噸公里，其各階段碳排放評估結果比例分析如圖 4.1 所示。

表 4.8　業者年度貨運服務量統計

貨物類型	整車運輸(噸公里)	零擔運輸(噸公里)	年度貨運服務量(噸公里)	所佔比例
常溫運輸	15,191,337	7,934,944	23,126,281	91.6%
低溫運輸	1,461,900	654,948	2,116,848	8.4%
總計	16,653,237	8,589,892	25,243,129	-

(資料來源：業者提供 ； 本研究彙整)

表 4.9　使用 Simapro 運算所得之碳足跡結果

方法學	單位	總碳排放量	原料取得階段	運輸服務階段	廢棄處理階段
IPCC GWP 100a	$KgCO_2eq.$	$3.8*10^7$	$7.92*10^5$	$3.67*10^7$	$5.71*10^5$

(資料來源：本研究整理)

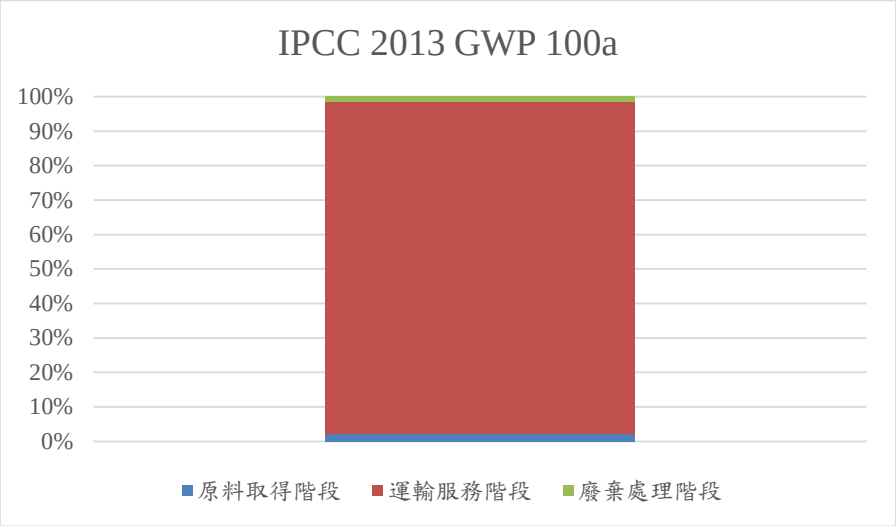


圖 4.1　公路貨運服務-生命週期評估結果

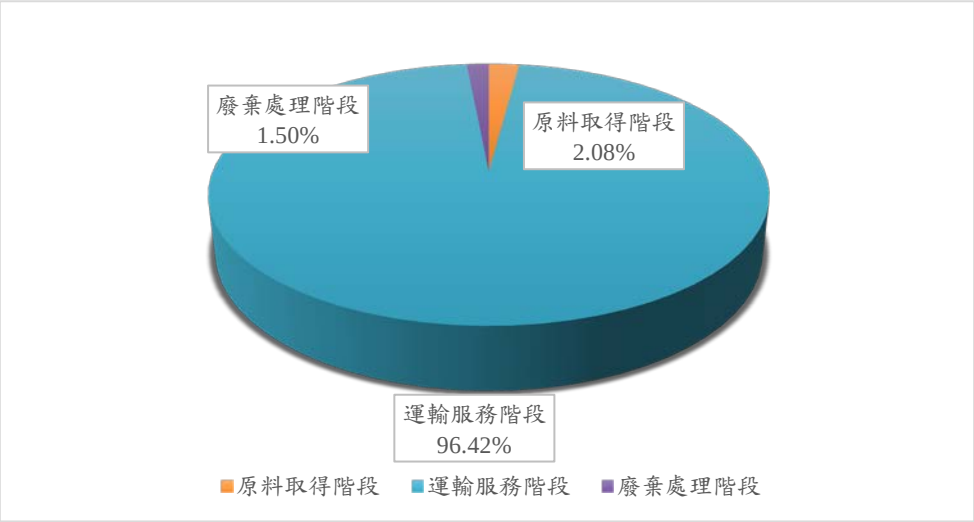


圖 4.2　公路貨運服務各階段碳足跡排放比例

從圖 4.2 可得知公路貨運服務分別於原料取得、運輸服務以及廢棄物處理階段中，碳排放量所佔的比例多寡，其中以運輸服務階段 96.42%為最高，其次為原料取得階段 2.08%，佔比最低為廢棄物處理階段 1.5%。

4.1.3 小結

總括來說，公路貨運服務在方法學 IPCC GWP 100a 評估分析下，結果得知碳排放量的主要貢獻來源為運輸服務階段，與蒐集的文獻結果(Florian Kellner • Johannes Igl, 2012)相呼應(如圖 4.3 所示)，皆是為提高運輸效率所提出的改善方法，若要使整體的溫室氣體排放減少，可透過增加運輸轉運站數量、增加在轉運站客戶的集中度、增加整車裝滿再運輸的比例、減少未透過轉運站直接運輸的比例。在運輸服務階段中造成碳排最主要的因素是燃油，而上述原因主要目的皆是為了減少運輸距離、降低貨運服務量(噸-公里)，為減少碳足跡最主要的方法就是以最有效率的方式來提供貨運服務，透過有效率的方式提供貨運服務，以減少運輸距離進而減少燃油消耗，因此所造成的碳排放自然就減少了。

變因	產品流	影響排放 溫室氣體 （直接運輸-整車運輸）	溫室氣體-main leg （直接運輸-未裝滿整車運輸）	溫室氣體-delivery trip （直接運輸-未裝滿整車運輸）
製造商分配中心數量	增加	減少	減少	持平
轉運站數量	持平	持平	增加或持平	減少
客戶集中度	持平	持平	持平	減少
貨物尺寸的結構（(增加整車運送比例;減少未裝滿就運送的比例;減少零擔運輸）	持平	增加	減少	減少
直接運送比例占比	持平	減少	增加	增加

圖 4.3　綜觀單一變因改變所造成溫室氣體性能的影響

(資料來源：修改自 Florian Kellner • Johannes Igl, 2012)

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究係以國內某貨運業者 2014 整年度的貨運服務量來進行全生命週期的評估分析與探討，進而得到於不同生命週期階段評估的二氧化碳排放量結果，並探究其影響碳排的因素，提出相關實質可行因應策略，以降低碳排放量，且提供台灣貨運業朝向節能低碳做為參考，希冀經由本研究之評估與分析，提供社會大眾瞭解公路貨運服務業對於環境的影響，針對本研究過程與結果彙整以下結論與建議，並提出後續研究的方向。

- **公路貨運服務碳排放評估結果**

本研究經實際與業者溝通得到的盤查資料，參考國外相關產品類別規則及國內旅客運輸服務產品類別規則之規範，且依 ISO/TS 14067 蒐集活動數據，經 Simapro8.0.2 軟體之 IPCC 2007 100a 的評估方法進行碳足跡計算:

(1) 本研究以公路貨運服務每延噸公里的全生命週期為功能單位，進行各生命週期階段碳排放評估，而在各生命週期階段中，以運輸服務階段為主要碳排放來源，占全生命週期的九成以上。

(2) 公路貨運服務碳足跡的主要貢獻來源為運輸服務階段，其主因是運輸服務階段的燃油，運輸距離越多則造成消耗的燃油越多，在此階段影響碳排的主要因子包括裝載率、空車率、能源效率，與燃料本身之溫室氣體排放量。

5.2 建議

1. 以服務碳足跡之延噸公里碳排量概念，可提供公路貨運業者異於過去單位里程油料消耗量的管制方式，進而降低空車率、提升貨物運輸路線規劃之效率、調整轉運站的數量、運輸車輛規格與車輛調度規劃之管理。此外，碳足跡管理也可透過貨運業者之間內部的需求，提升靠行車輛燃油效率，避免因為委外而造成排碳量低估。
2. 貨運業者現階段大多未記錄貨品種類、載貨重量、起訖點距離等資料，僅記錄運送地點、

區域以及運輸費用等與營運金額相關之營業數據；提報於主管機關之貨運服務量則以經驗公式推估。因應碳足跡計算需求，貨運業者可透過組織內部管理系統確實紀錄託運運貨物起訖點距離及重量或才積、尺寸等資料，除統計個別車輛行駛車次紀錄、以及每趟次之重量或體積裝載率紀錄，應統計各場站進出貨量以作為運輸服務量計算基準。託運貨物起訖點距離可由託運貨物起訖點郵遞區號計算託運距離，或透過各營業據點年集配貨量計算貨運服務量。

3. 委外運輸燃料使用，未來因應碳足跡計算需求，應開始協調委託業者提供碳排放資訊，可透過於委託契約加註提供購油單據、行駛里程紀錄等方式，取得相關資訊，使得計算結果更有準確性。

4. 為使台灣的貨運服務業漸邁向節能低碳的目標前進，貨運業者可透過內部有效的系統管理(如有效管控車輛載重率、有效行駛距離、避免怠速……)，從源頭管制紀錄開始，不僅節省公司營運成本也可使碳排放量逐漸降低。

5.3 後續研究

本研究透過 Simapro 8.0.2 軟體進行公路貨運服務各生命週期階段的碳足跡評估，研究結果顯示，在運輸服務階段中造成的碳足跡最大，約占全生命週期九成以上。後續研究還需使用本土係數資料庫 Do It Pro 軟體來進行各生命週期階段的環境衝擊評估，藉由此分析結果得知哪個生命週期階段對環境衝擊的影響最大，進而找出此階段影響碳排放的因素，再透過敏感度分析得到其顯著性的影響因子，最後藉由本研究分析結果，給予貨運業者建議及改善措施。

致謝

本研究特此感謝交通部運輸研究所「公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫」編號為 104-TDB002。

參考文獻

中文文獻

[1] 中興工程顧問，公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫期末報告，2015。

[2] 台灣產品碳足跡資訊網，https://cfp.epa.gov.tw/carbon/defaultPage.aspx.

[3] 交通部運輸研究所「公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(1/2)」，2015。

[4] 張朝能、翁美娟，交通部運輸研究所「台灣汽車貨運業之現狀與未來發展趨勢」第67期，2014年2月。

[5] 行政院環保署，台灣產品碳足跡資訊網，2014。http://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLConcept/FLFootIntroduction.aspx

[6] 行政院環保署，我國碳足跡計算指引架構圖，2014。http://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLFootProduct/ProductGuide.aspx

[7] 行政院環保署，產品與服務碳足跡計算指引，2010。

[8] 行政院環保署，碳足跡計算服務平台，2015。

[9] 行政院環境保護署，中華民國國家溫室氣體清冊報告，2014。

[10] 行政院環保署，碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引，2014。

[11] 行政院環境保護署，旅客運輸服務(陸上及水上運輸)碳足跡產品類別規則，2014。

[12] 李育明，生命週期衝擊評估方法，2000 年生命週期評估與環保化設計研討會論文集，2000。

[13] 溫室氣體減量及管理法，(2015.07.01 公告)。

英文文獻

[1] British Standards Institution (BSI), “PAS 2050:2011 Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services,” BSI, London, UK. ,

2011.

[2] Florian Kellner • Johannes Igl, “Estimating the effect of changing retailing structures on the greenhouse gas performance of FMCG distribution networks. “, 2012.

[3] International EPD® System. Product Group Classification: UN CPC 6511 Road Transport Services of Freight of Food Products And Meals, 2015.

[4] International EPD® System. Product Group Classification: UN CPC 6811 Postal Services, 2015.

[5] ISO/CNS 14025，環境標誌與宣告-第 3 類環境宣告原則與程序，2006。

[6] ISO/CNS 14040，環境管理-生命週期評估-原則與架構，2006。

[7] ISO 14040, “Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework”, 2006.

[8] ISO, “ISO/TS 14067:2013, Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication”, 2013.

[9] Wackernagel, M. and W. Rees. “Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth,” New Society Publishers Gabriola Island, B. C., Canada, 20

附錄 11

公路貨運服務碳足跡

公用係數

碳足跡揭露資訊表 1

揭露項目		內容
中文名稱		3.49 噸常溫貨車服務(裝載率 31%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.49T vehicles (Loading rate 31%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		2.18E+00
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		是
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 2

揭露項目		內容
中文名稱		3.49 噸常溫貨車服務(裝載率 84%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.49T vehicles (Loading rate 84%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		8.33E-01
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		2 家以上廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 3

揭露項目		內容
中文名稱		3.5~7.4 噸常溫貨車服務(裝載率 82%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.5~7.4T vehicles (Loading rate 82%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		3.16E-01
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇 (系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		2 家以上廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 4

揭露項目		內容
中文名稱		7.5~16 噸常溫貨車服務(裝載率 80%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 7.5~16T vehicles (Loading rate 80%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		2.76E-01
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 5

揭露項目		內容
中文名稱		3.49 噸低溫貨車服務(裝載率 32%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.49T refrigerator vehicles (Loading rate 32%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		2.71E+00
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 6

揭露項目		內容
中文名稱		3.49 噸低溫貨車服務(裝載率 77%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.49T refrigerator vehicles (Loading rate 77%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		1.55E+00
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 7

揭露項目		內容
中文名稱		3.5~7.4 噸低溫貨車服務(裝載率 41%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.5~7.4T refrigerator vehicles (Loading rate 41%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		1.15E+00
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 8

揭露項目		內容
中文名稱		3.5~7.4 噸低溫貨車服務(裝載率 69%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.5~7.4T refrigerator vehicles (Loading rate 69%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		9.59E-01
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 9

揭露項目		內容
中文名稱		7.5~16 噸低溫貨車服務(裝載率 65%，包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 7.5~16T refrigerator vehicles (Loading rate 65%, including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		9.61E-01
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20140101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

碳足跡揭露資訊表 10

揭露項目		內容
中文名稱		3.49 噸多溫貨車服務(包含營業據點排放，2016)
英文名稱		Road transport service of freight by 3.49T multi-temperature vehicles (including business offices, 2016)
化學式或俗名		---
碳足跡數值($kgCO_2e$)		1.66E+00
宣告單位		延噸公里(tkm)
數量		1
生命週期範疇(系統邊界)		搖籃到墳墓
排除項目		不含車輛重大修復之耗材、託運人自行包裝之耗材、運務使用設備(視為資本財，僅計算報廢時之廢棄物階段)、車輛清潔、消防設備運作、冷媒製造階段(僅計算冷媒逸散)之能資源消耗
技術描述		流程自貨物交付經車輛運送服務至貨物送達
生產區域名稱		臺灣
盤查起迄日		20150101～20151231
活動數據來源		單一廠家提供
排放係數來源		產品碳足跡計算服務平台、SimaPro、Defra/DECC(2012)
數據品質等級	可靠性	2
	完整性	1
碳足跡計算輔導單位名稱(選擇性揭露)		中興工程顧問股份有限公司
建置單位名稱(選擇性揭露)		交通部運輸研究所
是否經第三方查驗		否
備註		1.生命週期範疇包含原料取得階段(貨運服務耗材、貨運包裝耗材、車輛保養耗材)、服務階段(營業據點與倉儲中心耗用能資源、運輸車輛耗用能資源、廢水處理、營運廢棄物)、廢棄處理階段(其他廢棄物之掩埋及焚化)。 2.產品數據品質分數評分說明: (1)可靠性：計算所使用的數據，是經假設且部分查驗過之數據，故給予等級 2；(2)完整性：計算所需的數據，已來自相關場址提供且具代表性，故給予等級 1。

附錄 12

NEP-II 成果展簡報

105年度NEP-II總期程期中成果展
推廣型計畫

綠色物流的現況與展望
-台灣宅配通取得碳足跡查證聲明經驗分享

公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫
主辦單位：交通部運輸研究所
計畫主持人:中興工程顧問公司 許珮蒨
共同主持人:台北科技大學 胡憲倫 教授
簡報主講人:台灣宅配通 劉世昌 協理

第二期能源國家型科技計畫
National Energy Program-Phase II

105年09月30日
台北世貿展覽館

台灣宅配通基本資料

項目	內容
成立時間	2000.07.28 台灣第一家營運宅配業者
上市時間	2013.12.12 台灣第一家上市宅配業者
創辦人	東元集團黃茂雄會長
董事長	邱純枝　女士
資本額	新台幣9.5億元
股東結構	東元電機、富邦媒體科技、伊藤忠、 東安投資、日本通運
技術合作	日本通運
員工數/車輛數	1,700人(正職)/1,000輛
營業範圍	台灣本島、金門、澎湖 全台50個大型營業所 全台3個宅配轉運中心 全台13座物流中心 宅配服務、家電物流、生活物流經營

TECO With Your Life
日本通運 NIPPON EXPRESS

第二期能源國家型科技計畫
National Energy Program-Phase II

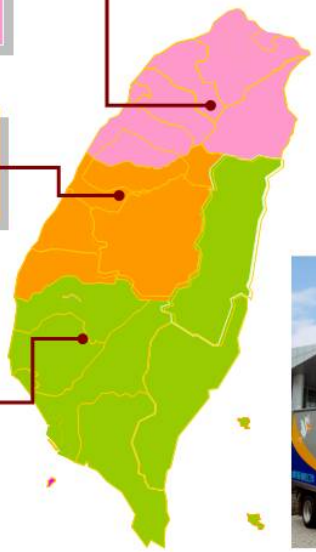
台灣宅配通營業據點

共50個營業處、13個物流中心、1,000輛宅配車

北區：21個營業所
8個物流中心
558輛宅配車

中區：13個營業所
2個物流中心
193輛宅配車

南區：16個營業所
3個物流中心
249輛宅配車
(含金門、澎湖、花東地區)



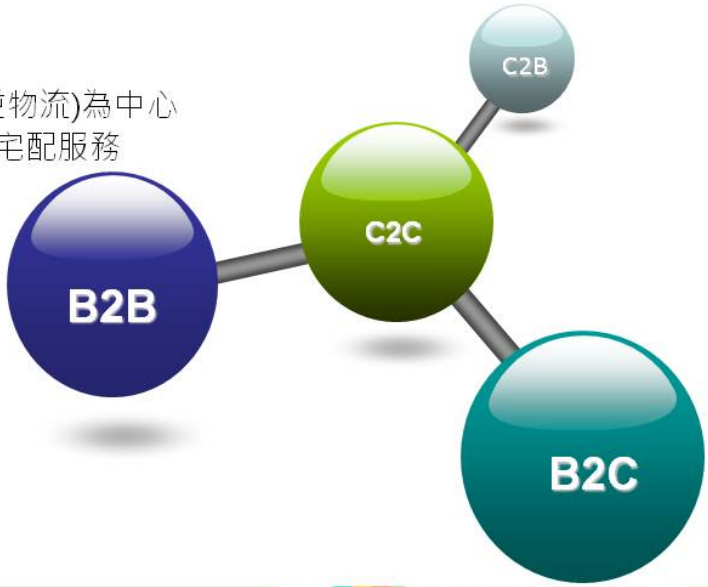
3個轉運中心		
台北轉運中心	台中轉運中心	高雄轉運中心

第二期能源國家型科技計畫 National Energy Program-Phase II

宅配通服務介紹

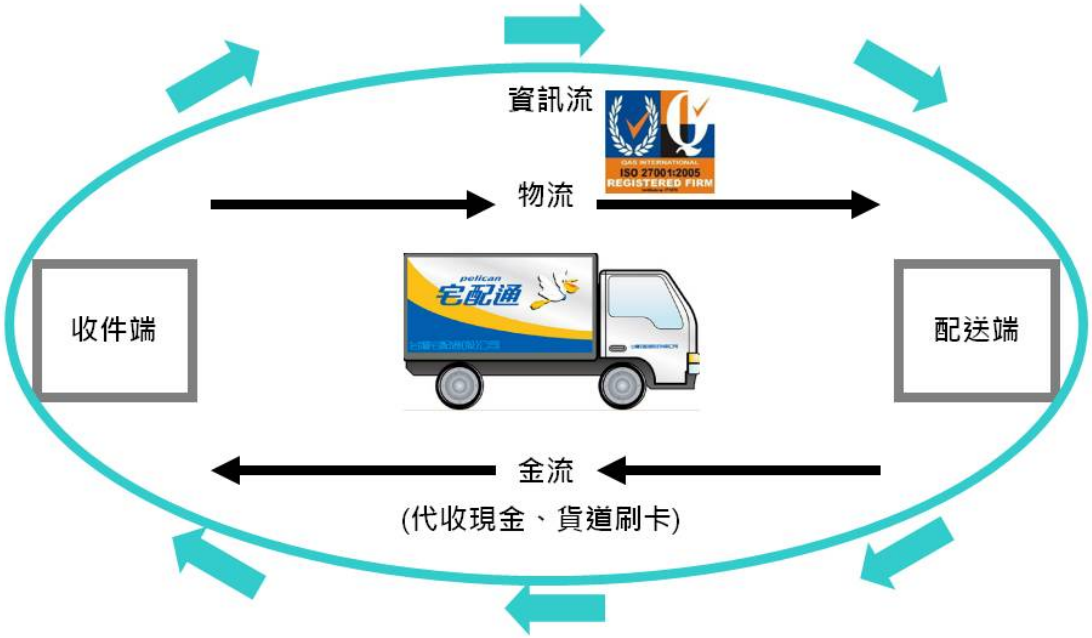
- 貨運業：
  - 以B2B+B2C為中心
- 宅配業：
  - 以C2C+B2C+C2B(逆物流)為中心
  - 常溫宅配服務、低溫宅配服務

簽約廠商超過5萬家
代收通路超過1萬5千個



第二期能源國家型科技計畫 National Energy Program-Phase II

提供專業的物流、金流、資訊流整合服務



物流服務

■ 宅配服務
- 24小時便利商店宅配服務
- 常低溫宅配服務
- 3C維修件服務
- 當日宅配通服務
- 機場行李宅配服務

■ 全方位物流解決方案

■ 倉儲理貨
- 進貨卸櫃
- 揀取分類
- 倉儲保管
- 流通加工

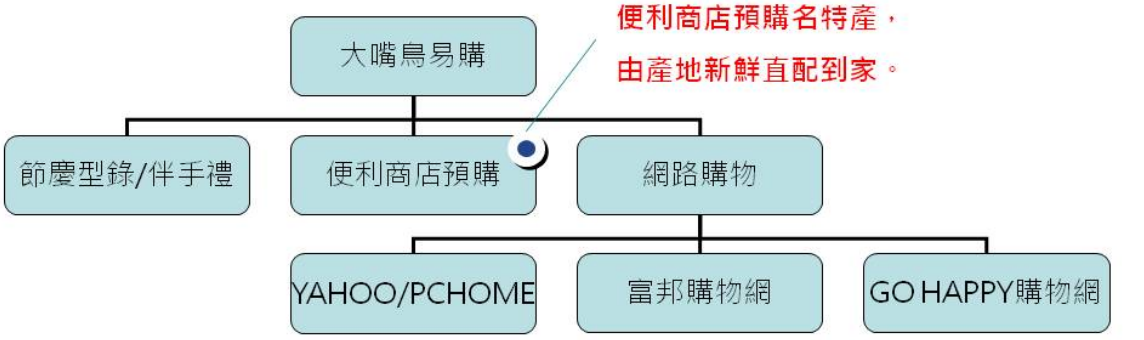
■ 運輸配送
- 長途移運
- 短途配送
- 宅配安裝
- B2B配送

資訊流服務 Super MIS

- e化傳輸 效能加分
  - 客戶服務諮詢 - 30分鐘內即時回覆
  - 貨件線上追蹤 - 全程不漏失
  - 客戶簽單掃描 - 簡便追蹤包裹
  - RF設備 - 即時訊息回覆
  - GPS設備 - 車輛定位、車行記錄

※100%個人資料保密

物販服務

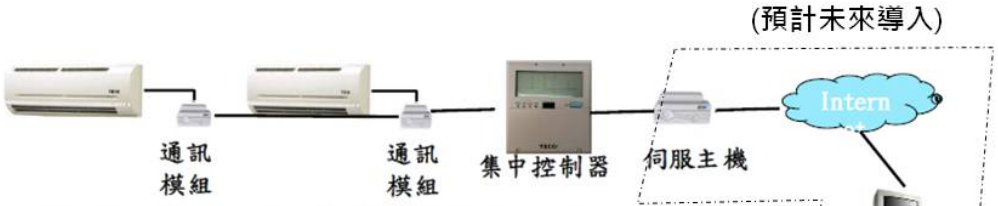


公司減碳管理-車輛

- 優先汰換齡超過9年之車輛
  - 2015年導入37輛新車
  - 2016年導入10輛新車
- 導入電動車輛
  - 2014年導入3台電動商用物流車輛
  - 於市區型站所(中和、平鎮)進行短程配送
  - 預計2016年10月導入21台電動機車，於市區內配送
- 2014.3成立營運行控中心
  - 單位油量行駛里程監控
  - 車輛怠速監控：怠速超過5分鐘即由行控中心專人通知駕駛檢視車輛狀態

公司減碳管理-用電

- 能源管理
  - 依季節核配營業所每月用電量納入營業所績效考核
  - 新增或搬遷之營業所改用省電燈泡
- 東元冷氣節能監控架構



- **優點:群組控制機能完整且方便，總公司可以立即取得空調控資訊，若配合電表，可以進行用電量預估，達到完整節能監控目標。**

公司減碳管理-包裝

- 紙箱加印再生可回收標誌
  - 符合歐盟PPW包裝規定
    瓦楞紙箱回收「RESY標示」
- 打包帶包材
  - SGS無毒檢測、符合歐盟
    環保ROHS指令
- 超值袋/防水文件袋
  - 破壞袋LDPE使用美國
    環保愛可來(ECOLYTE)
    分解塑膠添加劑，使
    塑膠袋可在陽光下分解

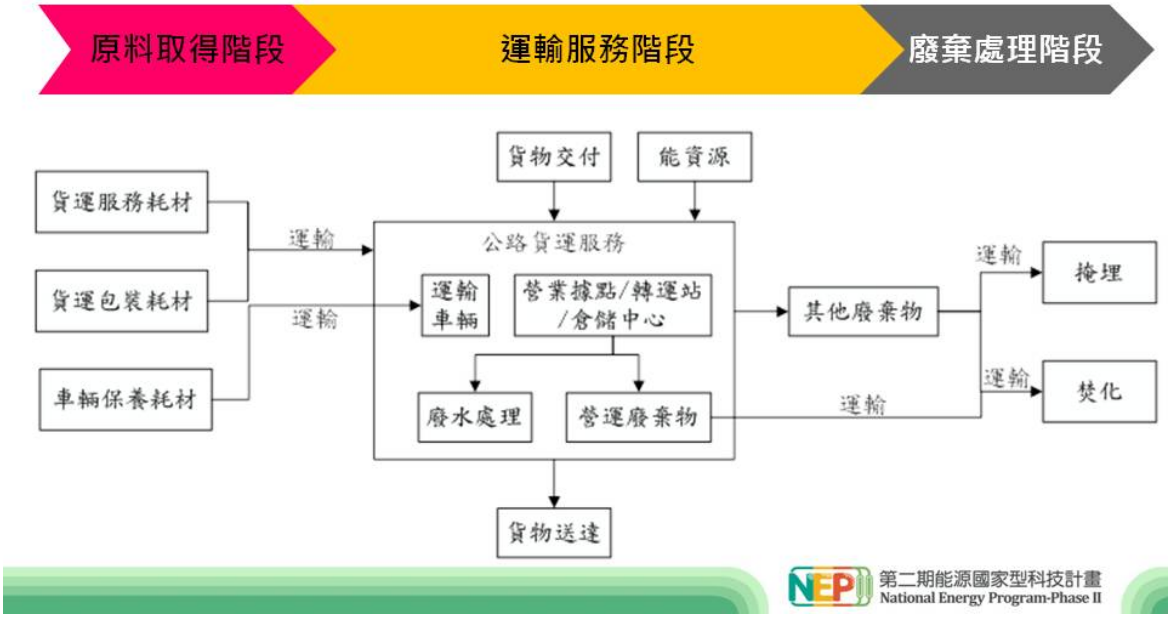
配合交通部運研所計畫調查

- 公路貨運服務碳足跡公用
  係數建置計畫(104-105年)

貨運服務碳足跡計算範疇

■ 協助制訂我國公路貨運服務產品類別規則

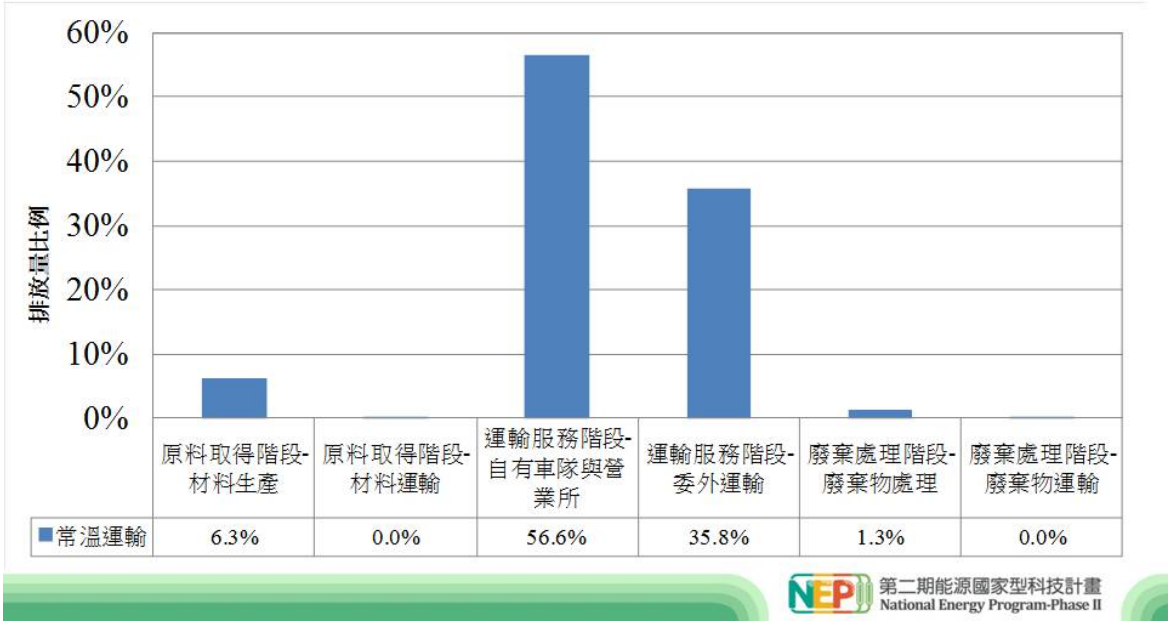
已於8月19日產品碳足跡標示技術小組會議審議通過



貨運服務碳足跡調查成果

■ 本公司2014年貨運服務碳足跡

1.39gCO_2e/公斤-公里(常溫運輸)



本公司已於2016.2取得碳足跡查證聲明

bsi.

Opinion Statement

By Royal Charter

Product Carbon Footprint
Verification Opinion Statement

This is to verify that: Taiwan Pelican Express Co., Ltd.
2F
No. 19-9, Sanchong Rd.
Nangang Dist.
Taipei City
Taiwan

台灣宅配通股份有限公司
臺灣
台北市
南港區
三重路 19-9 號
2 樓

Holds Statement No: PCFV 155

As a result of carrying out the verification of product life cycle greenhouse gas emissions, it is the opinion of BSI with reasonable assurance that:

- The product carbon footprint with the functional unit of per kilogram-kilometer of room temperature express service is 1.39 g of CO_2 equivalent.
- No material misstatements in this product life cycle greenhouse gas emission assertion were revealed.

The product life cycle GHG data quality was verified to be acceptable against the requirements of guide to assess the carbon footprint of products and services:2010

This statement shall be valid for a maximum period of two years after the latest data collection date on this certificate. Should there be a change in the life cycle of the product whose GHG emissions are being assessed, the validity of this opinion statement will cease.

For and on behalf of BSI: Managing Director BSI Taiwan, Peter Pu

Originally Registration Date: 19/02/2016 Effective Date: 19/02/2016

Latest Revision Date: 19/02/2016 Expiry Date: 18/02/2018

Page: 1 of 2

Page: 1 of 2

...making excellence a habit.

真道理性 真愛台灣 中時電子報 chinatimes.com

樂公益 | 廣播 | 旺

台灣宅配通領先同業獲「PAS 2050碳足跡認證」

2016年03月02日 14:58 張佩芬

點閱 392 2/10 我要評比

分享至Facebook 分享至Google+ 分享至Twitter 分享至Weibo

宅配通獲得「PAS 2050碳足跡認證」。圖：業者提供

台灣宅配通於今年成功通過英國標準協會（BSI）碳足跡查證獲得碳足跡標準

配送單、超值袋宣告消費者

貨件追蹤查詢號碼
405-12-345-6789

未來發展

■台灣配送網絡已建置完成，未來將
- ■繼續擴大在電子商務(EC)市場的占有率
- ■延伸服務觸角至兩岸以及海外市場
- ■持續減碳並申請環保署產品碳標籤

CO2 Carbon Footprint Taiwan EPA

宅配通 時刻用心
竭誠為您服務
謝謝指教

特別用心準時配達

第二期能源國家型科技計畫 National Energy Program-Phase II

附錄 13

簡報資料

交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

公路貨運服務碳足跡 (2/2)

公用係數建置計畫

簡報資料

簡報大綱

壹、計畫背景與執行內容

貳、本年度調查成果

參、成果之價值與貢獻

肆、結論與建議

巴黎協定於2016.11.4生效

京都議定書(1997-2020) 巴黎協定 (post 2020)

The Paris Agreement

117 Parties have ratified of 197 Parties to the Convention

On 5 October 2016, the threshold for entry into force of the Paris Agreement was achieved. The Paris Agreement entered into force on 4 November 2016. The first session of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Paris Agreement (CMA 1) took place in Marrakech, Morocco from 15-18 November 2016.
More information

* Data Resource:
http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php

* 資料統計至2016年12月14日

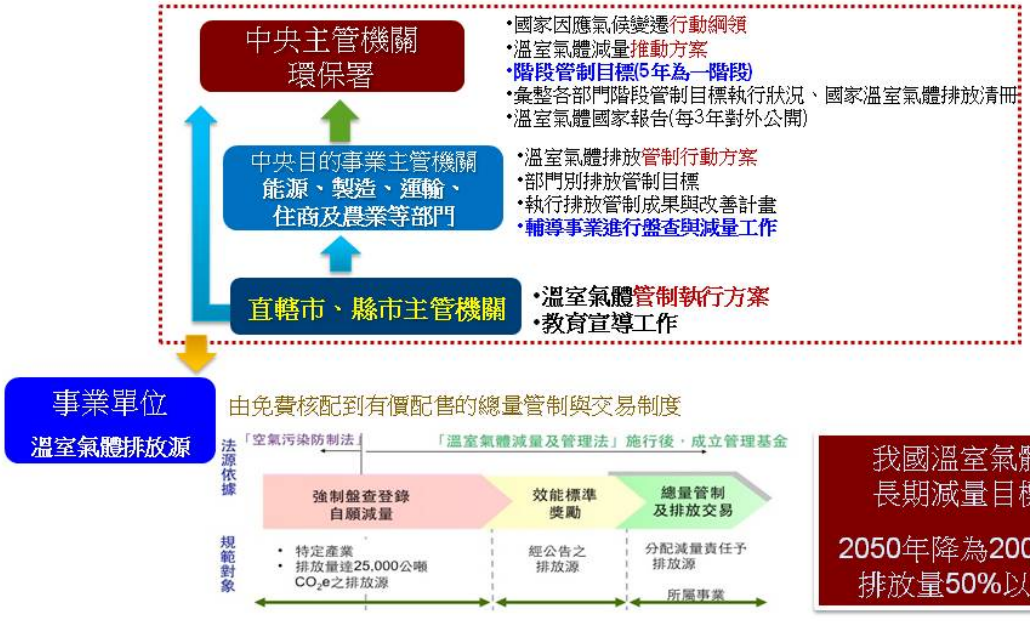
我國提報減量目標設定：

✓2030年溫室氣體排放量為現況發展趨勢(BAU)減量50%

✓相當於2005年排放量再減20%

我國溫室氣體管制進入法制階段

溫室氣體減量及管理法（104.07.01公布施行）



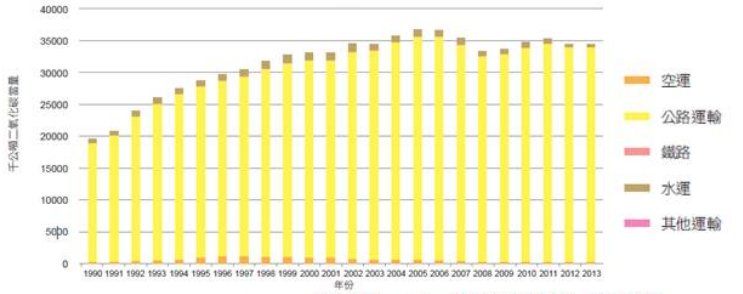
我國溫室氣體長期減量目標

2050年降為2005年排放量50%以下

我國運輸部門排放以公路運輸為主

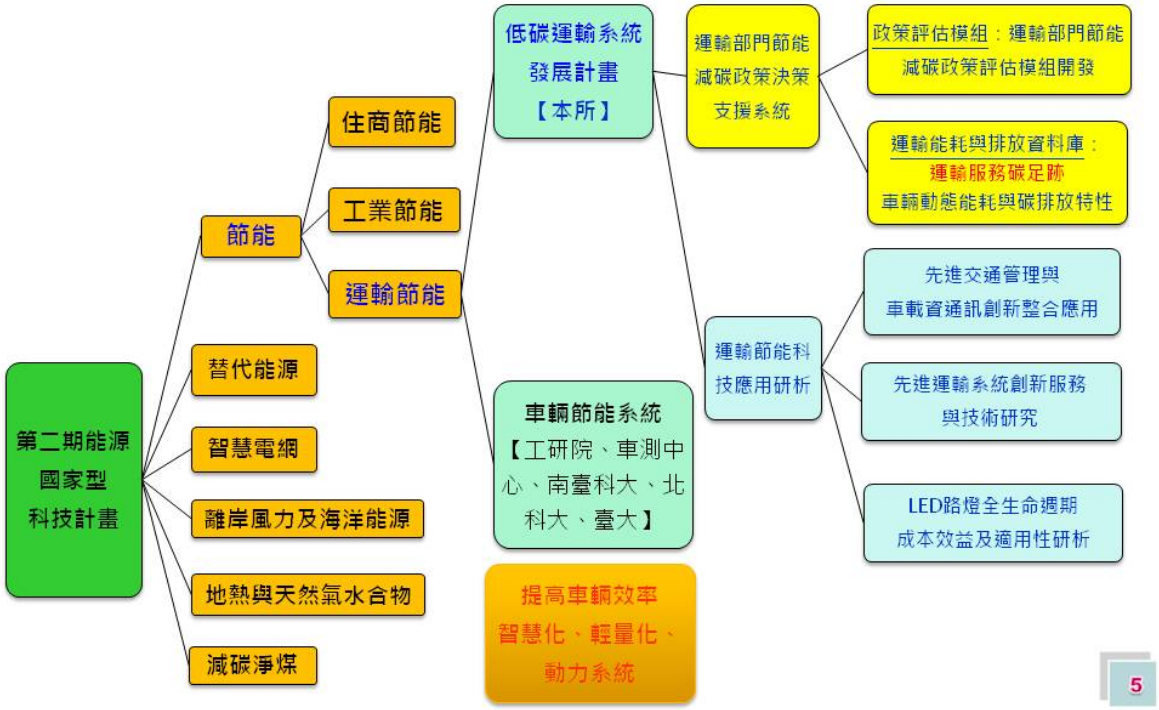
- 2013年運輸部門排放35,254千公噸CO_2e
  - 占能源部門14.06%
  - 公路運輸占運輸部門燃料燃燒二氧化碳排放97.72%

2013 年運輸部門二氧化碳排放來源

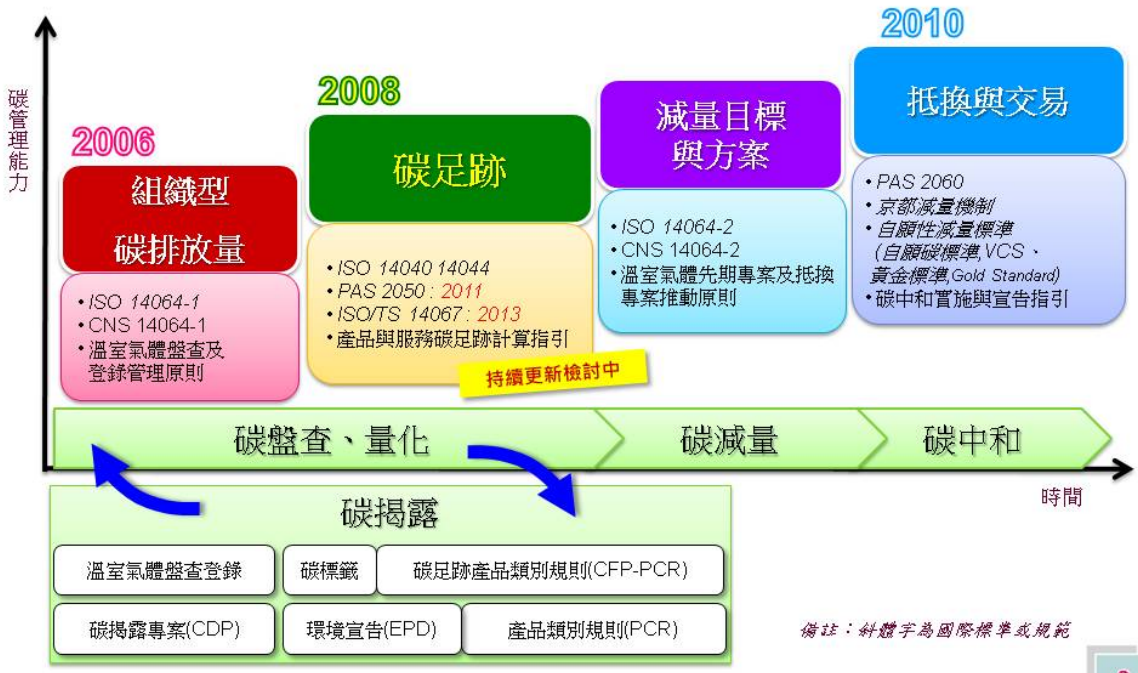


資料來源：2015年中華民國國家溫室氣體清冊報告

本計畫於總計畫之關聯性



溫室氣體管理規範及進程



備註：斜體字為國際標準或規範

國際運輸業碳足跡量化/減量實績

- UPS公司永續報告書(2015)：
  - 提出各運輸工具服務碳足跡減量成果
- DHL公司環保快遞服務(GOGREEN)
  - 全球擁有300多輛電動車、300多輛油電混合動力車，以及約2,500輛車採用低排放燃料
  - 提供客戶碳評估報告與碳中和服務

加值服務

加值服務	計算單位	費用
非收件方支付進口稅費	依每筆提單	新台幣756元(包含5%營業稅)
貨件價值保障	依貨件申報價值	出口：新台幣420元(包含5%營業稅) 或者2%申報價值，取其高者 進口/第三地付費：新台幣420元(包含5%營業稅) 或者1%申報價值，取其高者
文件延伸保障服務	依每筆提單	新台幣158元(包含5%營業稅)
GoGreen 環保快遞高碳中和服務	依貨件重量	每公斤新台幣4元，每筆提單最低收費金額為新台幣4元(包含5%營業稅)
GoGreen 碳評估報告	依報告次數	新台幣4,200元(包含5%營業稅)
GoGreen 碳足跡報告	依年度	新台幣42,000元(包含5%營業稅)

我國運輸服務碳足跡評估需求

Carbon Footprint Taiwan EPA

■ **產品碳足跡標籤(Carbon Labeling)**

- **透過嚴謹的審核程序，傳達產品碳足跡訊息給消費者。**

統計至105年12月14日共282筆

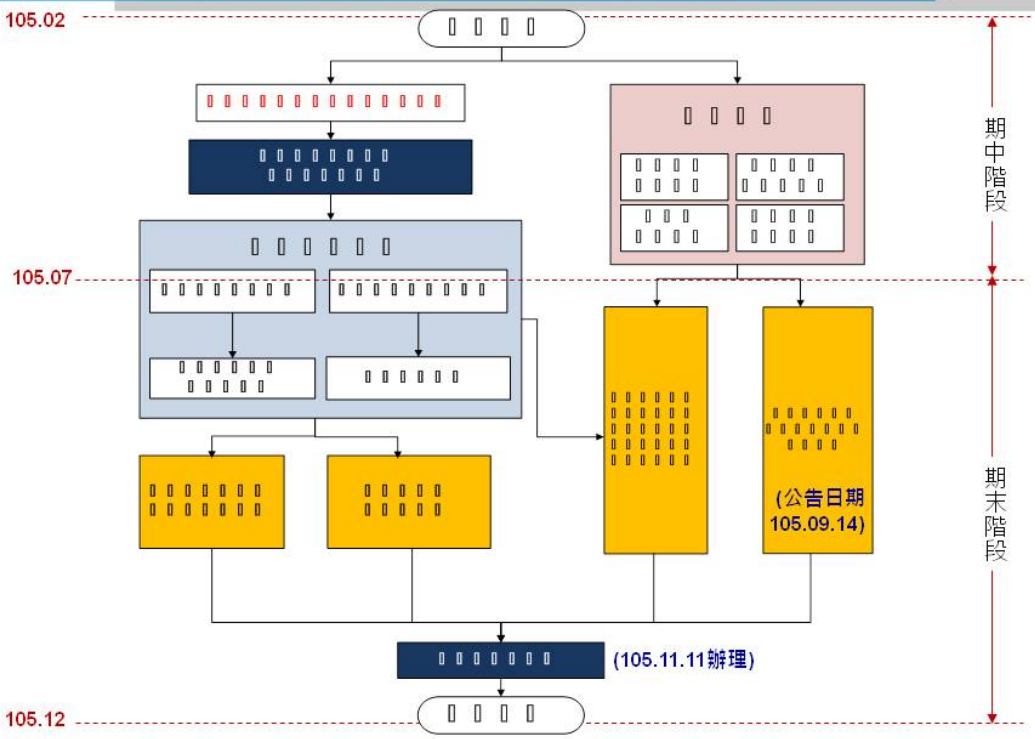
- 商品272筆(食品、用品、建材等)
- 服務10筆(大台南公車、不動產買賣仲介服務、高速鐵路運輸服務、桃園福容住宿服務、苗栗焚化廠廢棄物處理、太平洋崇光百貨零售服務、農產品網路零售服務、廢(污)水處理服務)

產品名稱	麥香紅茶TP375ml	
碳足跡數據/宣告單位	130g CO_2e/1包(375ml)	
產品生命週期各階段碳足跡比例	原料取得	59.67%
	製造	31.73%
	配送銷售	5.83%
	使用	0.94%
	廢棄回收	1.83%

計畫工作內容

文獻蒐集回顧	(1) 國內外溫室氣體管理制度 (2) 國內外碳足跡標示制度 (3) 溫室氣體盤查與碳足跡計算 (4) 國內外公路貨運服務節能減碳技術
溫室氣體盤查	(1) 盤查工作計畫書 (2) 盤查作業開始前說明會 (3) 公路貨運服務業者溫室氣體盤查 (4) 溫室氣體盤查報告書 (5) 公路貨運服務溫室氣體盤查手冊檢討修訂
碳足跡調查	(1) 運輸服務碳足跡調查 (2) 碳足跡計算及完成數據品質查核 (3) 公路貨運服務碳足跡計算手冊檢討修訂 (4) 完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則申請
其他	(1) 建置盤查及碳足跡之簡易計算工具 (2) 辦理本2年期計畫成果發表會、研究成果論文發表

計畫執行流程



執行進度說明

工作項目	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備註
1.文獻蒐集回顧												
(1)國內外溫室氣體管理制度	—	※										
(2)國內外碳足跡標示制度	—	—	※									
(3)運輸部門溫室氣體盤查與碳足跡計算	—	—	—	※								
(4)公路貨運服務節能減碳技術	—	—	—	—	—	※						
(5)國外最新資料內容報導文章		※	※	※			※					
2.公路貨運服務溫室氣體盤查												
(1)盤查工作計畫書	—	※										
(2)盤查作業開始前說明會		※	※	※								
(3)公路貨運服務業者溫室氣體盤查			—	—	—	—	—	—	※			
(4)溫室氣體盤查報告書(含內部診斷分析及改善建議)								—	—	※		
(5)公路貨運服務溫室氣體盤查手冊修訂						—	—	※				
3.公路貨運服務碳足跡調查計畫												
(1)運輸服務碳足跡調查			—	—	—	—	—	—	※			
(2)碳足跡計算及完成數據品質查核								—	—	※		
(3)公路貨運服務碳足跡計算手冊修訂						—	—	※				
(4)公路貨運服務碳足跡產品類別規則申請	—	—	—	—	—	—	—	※				
(5)公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置			—	—	—	—	—	—	—	※		
4.建置盤查及碳足跡之簡易計算工具	—	—	—	—	—	—	—	※				
5.計畫成果發表會								—	—	※		
6.投稿國內外期刊或學術研討會		※										
7.提交期中、期末報告						※				※		
工作進度估計百分比(累積數)	6	16	29	40	52	62	72	83	94	98	100	

預定查核點	
	第1季：105.1~3，完成1.(1)、2(1)(2)；提交1篇報導文章
	第2季：105.4~6，完成1.(2)(3)；提交2篇報導文章
	第3季：105.7~9，完成1.(4)、2.(5)、3.(3)、4；提交期中報告；提交1篇報導文章
	第4季：105.10~11，完成所有工作；提交期末報告初稿

貳、本年度調查成果

公司	服務型式	溫室氣體盤查	碳足跡調查	貨運服務公用係數
A公司	常溫/低溫	103年	103年	103年
B公司	常溫/低溫	103年	103~104年	104年
C公司	常溫/低溫	104年	104年	104年
D公司	多溫層	104年	104年	104年

調查對象篩選與執行

- 車籍監理資料符合規定10家
  - 公路貨運服務業7家
  - 汽車租賃業3家

公路貨運服務業者
車隊規模450輛以上

包含常溫、低溫(冷藏、冷凍)運輸服務

運輸服務完整性

兼營汽車貨運業、汽車路線貨運業，或汽車貨櫃貨運業之業者

營業項目多樣性

業者配合意願

第一年度調查對象：A公司、B公司

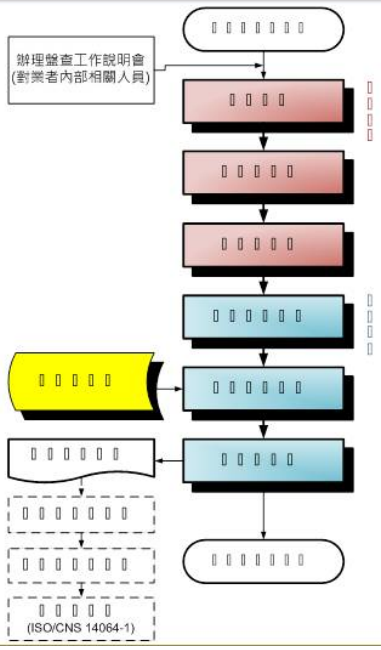
第二年度調查對象：B公司、C公司、D公司

B公司本年度持續配合調查，提供相關營運資料進行研究

盤查工作計畫與說明會辦理

貳、本年度調查成果

依業者特性製作盤查工作計畫書



盤查說明會議辦理

- 盤查表單填寫說明
- 碳足跡調查作法討論

C公司(105/3/23)

D公司(105/4/8、5/4)

溫室氣體排放數據來源

貳、本年度調查成果

- 涉及組織內、外部跨部門間協調

營運邊界		數據來源建議	比對數據參考
範疇一 (Scope 1) 直接排放	緊急發電機	柴油採購單據	操作時數報表
	運輸車輛、公務車、堆高機	柴油採購單據	油槽之提領量或庫存變化量，或行駛里程、載貨量、車輛能耗
	窗型冷氣、車輛冷氣	維護廠商提供冷媒用量與型號	維護檢修紀錄
	冰櫃、冰箱、飲水機		
	化糞池	員工工時統計	水肥車清運紀錄
	消防設施	委託維護廠商提供用量與型號	填充紀錄、採購數量
範疇二 (Scope 2) 能源間接排放	辦公室、常溫倉儲、低溫倉儲	電費單據	設備能耗資訊、操作時間

溫室氣體量化方式

排放量計算採用活動係數法

活動強度 × 排放係數 × 暖化潛勢因子(GWP) = 碳排放量

由各公司營運資料統計彙整年度活動總量

	排放係數		暖化潛勢因子(GWP)	
	排放係數($tonCO_2$)	×	1 $kgCO_2e/KgCO_2$	1 $kgCO_2e/KgCO_2$
	排放係數($tonCH_4$)	×	21 $kgCO_2e/kgCH_4$	25 $kgCO_2e/kgCH_4$
+)	排放係數($tonN_2O$)	×	310 $kgCO_2e/kgN_2O$	298 $kgCO_2e/kgN_2O$
			組織盤查(AR2)	碳足跡調查(AR4)

環保署公告數值　GWP值參考IPCC評估報告　以二氧化碳當量($tonCO_2e$)表示

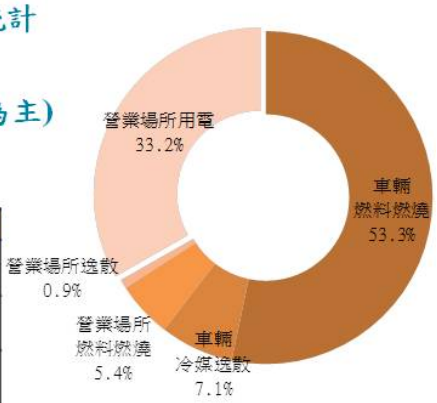
優先採用環保署公告係數

項目	組織型係數(使用階段)	資料來源	碳足跡係數(全生命週期)	資料來源
汽油-移動源($kgCO_2e/L$)	2.361	環保署係數管理表6.0.2	3.100	環保署產品碳足跡計算服務平台 碳足跡資料庫
柴油-移動源($kgCO_2e/L$)	2.650		3.490	
電力($kgCO_2e$/度)	0.521 0.528	能源局103年 能源局104年	0.690	
自來水($kgCO_2e$/度)	-	-	0.17	

B公司溫室氣體盤查

103年溫室氣體排放總量為47,928.591 公噸CO_2e

- 車輛燃料燃燒、營業所用油以實際加油量統計
- 營業場站用電量係以電費換算
- 車輛冷媒逸散由車輛維護廠商提供(R404a為主)



	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
排放當量(公噸CO_2e/年)	43,650.6383	240.3605	400.7716	3,636.6135	-	-	-
氣體別占比(%)	91.07%	0.50%	0.84%	7.59%	-	-	-
七種溫室氣體年總排放當量*	47,928.591						

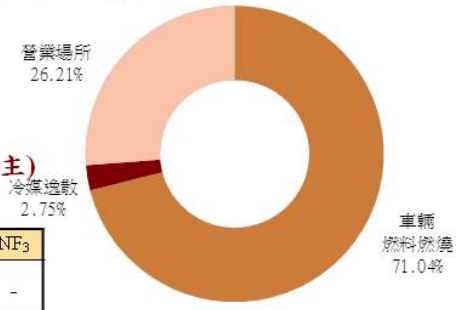
範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	2,610.8679	25,543.1611	3,841.2635	-	15,933.2990	47,928.591
比例	5.45%	53.29%	8.01%	-	33.24%	100.00%

C公司溫室氣體盤查

貳、本年度調查成果

104年溫室氣體排放總量為29,794.830公噸CO_2e

- 車輛燃料燃燒以實際加油量統計
- 營業場站用電量係以電費換算
- 逸散
  - ✓ 車輛冷媒逸散由車輛維護廠商提供(R134a為主)
  - ✓ 未提供人員工時計算化糞池排放



	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
排放當量(公噸CO_2e/年)	28,612.4089	23.4087	340.6590	818.3535	-	-	-
氣體別占比(%)	96.03%	0.08%	1.14%	2.75%	-	-	-
七種溫室氣體年總排放當量*	29,794.830						

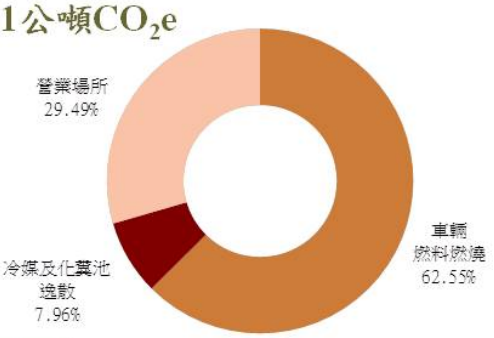
範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	-	21,166.4168	818.3535	-	7,810.0598	**29,794.830**
比例	-	71.04%	2.75%		26.21%	100.00%

D公司溫室氣體盤查

貳、本年度調查成果

104年溫室氣體排放總量為46,971.031公噸CO_2e

- 車輛燃料燃燒以實際加油量統計
- 營業場站用電量係以電費換算
- 冷媒逸散
  - ✓ 由車輛型號推估補充量(R404a為主)
  - ✓ 由低溫籠車數量推估補充量(R404a為主)



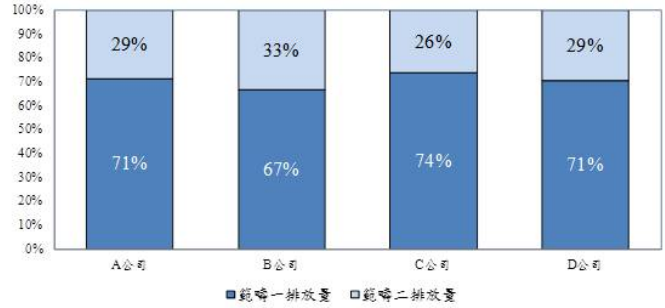
	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
排放當量(公噸CO_2e/年)	42,687.2810	199.1934	501.4250	3,583.1320	-	-	-
氣體別占比(%)	90.88%	0.42%	1.07%	7.63%	-	-	-
七種溫室氣體年總排放當量*	46,971.031						

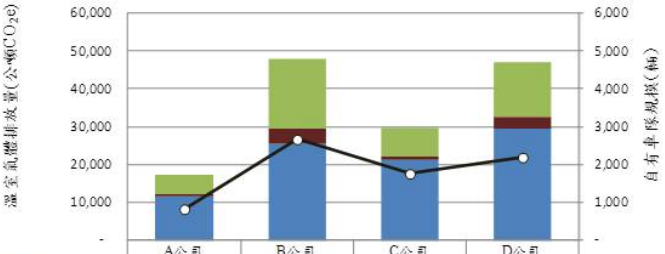
範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	-	29,379.6301	3740.17	-	13,851.2313	**46,971.031**
比例	-	62.55%	7.96%	-	29.49%	1.12%

2年度溫室氣體盤查彙整

貳、本年度調查成果

- 整體排放量與自有車輛規模相關
  - 直接排放(範疇一)占比接近在67~74%之間，用電之間接能源排放(範疇二)占比接近在26~33%之間
  - B公司與D公司
    - ✓ 運輸車輛直接燃燒溫室氣體排放量超過2.5萬公噸 CO_2e
    - ✓ 建議評估後續因應法規要求之申報作業
    - ✓ 冷媒逸散之溫室氣體排放量占比



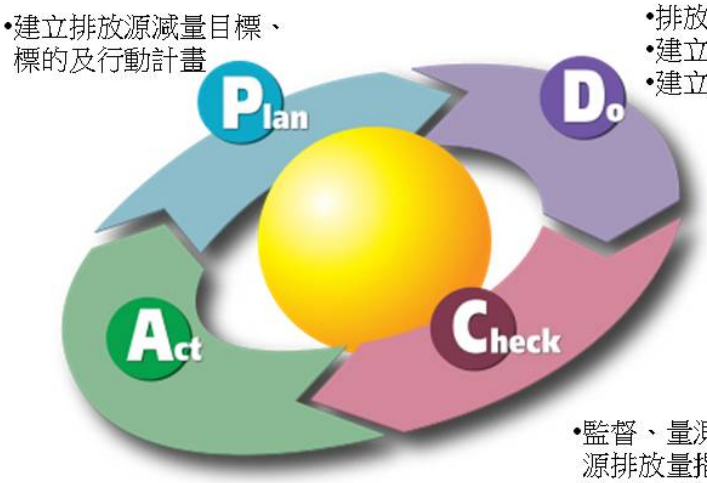


	A公司	B公司	C公司	D公司
營業所排放	4,960	18,544	7,810	14,376
冷媒逸散	552	3,841	818	3,215
車輛燃料燃燒	11,695	25,543	21,166	29,380
車輛數	818	2,662	1,754	2,183

透過盤查診斷排放熱點進行改善

貳、本年度調查成果

- 改善行動：評估重大碳排放源減量優先機會提出改善建議
- 作業管制：配送員之環保駕駛措施



- 建立排放源減量目標、標的及行動計畫
- 排放源分析
- 建立排放量基線
- 建立重大排放源排放量指標
- 執行排放源減量目標、標的及行動計畫
- 監督、量測與分析重大碳排放源排放量指標變化
- 確保達成目標、標的及行動計畫的有效性

車輛節能技術與駕駛管理

貳、本年度調查成果

- 液壓混合動力車輛
- 電動化冷凍系統
- 空氣動力套件
- 低阻力輪胎

資料來源：中國綠色貨運示範計畫

駕駛行為與管理

- ✓ 管理車隊油耗資料
- ✓ 車輛調度與車型選用
- ✓ 建立各車輛之完整保養履歷
- ✓ 搭配行車記錄器進行怠速管理

環保駕駛措施

- ✓ 啟動後避免怠速暖車
- ✓ 溫和駕駛，並依速限行駛
- ✓ 開車時盡可能使用較低的引擎轉速
- ✓ 避免引擎停等熄火(Idling stop)
- ✓ 注意車內冷氣空調的使用狀況
- ✓ 定期檢查胎壓
- ✓ 定期保養檢查
- ✓ 減少車輛風阻係數及阻力
- ✓ 行前旅程規劃

資料來源：環保署Eco Driving環保駕駛資訊網 http://ecodriving.itri.org.tw/。

22

移動式蓄冷櫃之冷媒

貳、本年度調查成果

- 常見蓄冷種類比較

乾冰	蓄冷板	化學恆溫系統 (TCU)	冷凍車
■ 二氧化碳固體形式 ■ -78.5℃	■ 由水與礦物鹽溶液混合成 ■ -32℃~ +18℃	■ 利用固體-氣體之間所產生的化學反應達到降溫效果 ■ -20℃ ~ +25℃	■ 運輸製冷系統操作的負載範圍可設定溫度
■ 降溫速度快 ■ 需要較高的溫控技術 ■ 冷藏產品易凍傷 ■ 乾冰是一種耗材	■ 溫度好控制，可重複使用 ■ 需與凍結機搭配使用 ■ 凍結機定期維修 ■ 凍結機零件更換	■ 可調整溫度，溫度可記錄及追蹤 ■ 無壓縮機，低噪音 ■ 保冷櫃需配置化學恆溫系統	■ 車廂保溫材料 ■ 製冷機組 ■ 車廂內空調系統效率
溫室氣體排放 (直接逸散)	溫室氣體排放 (凍結機冷媒與用電)	溫室氣體排放 (化學還原用電)	溫室氣體排放 (車輛燃油與凍結機冷媒)

資料來源：台聯法新科技股份有限公司

23

營業場所照明效率提升

建議提案內容	省能效益 (KWh/年)	溫室氣體減量 (公噸CO_2e/年)	預估投資成本(萬元)	降低成本 (萬元/年)	預估投資回收年限
辦公室照明汰換LED節能省電燈具(26盞)	8,389	4.42	3.64	4.43	0.82
廣場照明汰換LED節能省電燈具(40盞)	7,592	4	4.4	4.01	1.1
緊急出口指示燈汰換LED節能省電燈具(1盞)	79	0.04	0.075	0.04	1.87
月台複金屬燈汰換為LED節能燈具(2盞)	365	0.19	0.97	0.19	5.1
分離式冷氣汰換為高效率冷氣機	5,436	2.87	16	2.8	5.7
總計	**21,861**	**11.52**	**25**	**11.47**	**2.18**

新竹物流ESCO工程改善能源使用

- 汰換儲冰主機為高效率主機
  - 1台120RT儲冰用螺旋雙壓縮主機更換
- 傳統T9日光燈具複金屬燈汰換為高效率LED燈具
  - 既有複金屬燈400W共265盞
    - ✓ 汰換成BVP162 LED110/CW 110W 220-240V AWB
  - 月台將既有工型燈40WX1共3,359盞
    - ✓ 汰換成MAS LEDtube STD 1200mm 14.5W865 T8 I W
  - 辦公室既有TB燈T8燈20WX4共376盞
    - ✓ 汰換成TBS190/3xT5 LED/865 L600

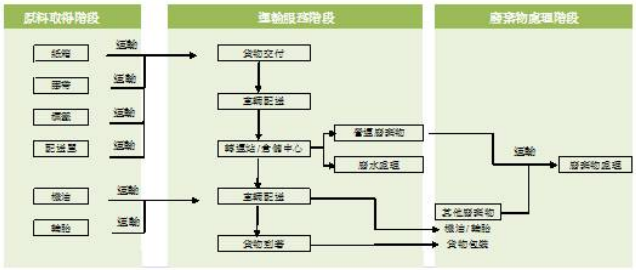
能源耗用	儲冰空調系統	照明系統	合 計
改善前耗電量(kWh)	473,970	1,203,985	1,677,955
改善後耗電量(kWh)	370,474	373,526	744,000
節約電量(kWh)	103,496	830,459	933,955
節約金額(元)	379,830	3,047,785	3,427,615
節省電費比率	21.80%	68.98%	55.65%
CO_2減量(噸)	**54**	**433**	**487**

碳足跡調查邊界範疇及數據等級

貳、本年度調查成果

- 時間邊界
  - 全年度
- 地理邊界
  - 所轄之各營業所、轉運中心提供之貨運服務
- 整體系統邊界
  - 原料取得階段、運輸服務階段與廢棄物處理階段

數據品質分類	定義
高	資料完整，引用一級活動數據（採購單據、會計報表）
中	資料完整，引用二級數據（設計值、理論值）
低	資料不完整，引用推估值



生命週期階段	活動數據名稱	數據等級	所需資料	數據來源
原料取得階段	貨運服務耗材	高	年度用量	配送單採購單據
	貨運包裝耗材	高	年度用量	包裝材採購單據
	車輛保養耗材	高	年度用量	維修廠商提供機油、輪胎重量
	耗材運輸	中	距離	供應商與總公司倉庫之運輸距離
運輸服務階段	電力	高	年度用電量	電費單據
	燃料	高	年度用油量	燃料油採購單據
	燃油(委外車輛)	中	燃料用量	派車資料
	冷媒/滅火器	中	冷媒補充量 CO_2補充量	採購單據 設備資料
	清潔用水/清潔劑	高	年度用水量 清潔劑用量	水費單據 採購單據
	營運廢棄物	高	處理量	清運處理費用單據
廢棄物處理階段	其他廢棄物處理	高	處理量	與包裝材料、機油、輪胎等耗材
	廢棄物運輸	中	距離	運輸距離

26

數據品質等級評估規定

貳、本年度調查成果

- 產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊相關規定

初估品質 3.0 < DQR ≤ 5.0 ｜ 基本品質 1.7 < DQR ≤ 3.0 ｜ 高品質 DQR≤ 1.7

等級 指標	1	2	3	4	5
來源之可靠性	基於量測之查證過的數據	部分基於假設之查證過的數據或基於量測之未查證過的數據	部分基於假設之未查證過的數據	合格的估計值(例如經由產業專家之估計值)	不合格的估算值或來源未知之
完整性	來自場址之足夠的數據，且為經過一段時間得以穩定常態波動之具有代表性的數據	來自場址之較少數目但是為適當期間之具有代表性的數據	來自場址之適當數目但來自較短期間之具有代表性的數據	來自場址之較少數目且較短期間之具有代表性的數據或來自場址之適當數目和期間之不完整數據	代表性未知，或來自場址之較少數目和/或來自較短期間之不完整的數據
時間的相關性	與研究年差距低於3年	差距低於6年	差距低於10年	差距低於15年	年代未知或差距超過15年
地理相關性	來自研究區域的數據	來自包含研究區域之更大區域的平均數據	來自具有類似之生產條件區域的數據	來自稍微類似之生產條件區域的	來自未知地區之數據或來自生產條件非常不同之地區的數據
更進一步之技術相關性	來自研究中之企業、製程和材料之數據	來自研究中之製程和材料，但來自不同企業之數據	來自研究中之製程和材料、不同技術的數據	來自相關之製程或材料，但是相同技術的數據	來自未知技術之數據或與製程或材料有關但來自不同技術之數據

27

B公司碳足跡調查結果

貳、本年度調查成果

- 貨運量計算
  - 以才數換算重量
  - 可取得個別車輛貨重、行駛里程
- 運輸情形
  - 常溫貨物與低溫貨物大致分流
    - ✓ 由不同營業所與車輛配送
  - 營業所間轉運情形
    - ✓ 常溫:全部委外辦理
    - ✓ 低溫:部分自有車輛運輸
- 自有運輸車輛型式
  - ✓ 以營業大貨車為主占80%
  - ✓ 低溫車輛占16%

依據收費基準換算重量：
重量(kg)=
長度(cm)x寬度(cm)x高度(cm)÷ 2,700

才數計算：(最大長x最大寬x最大高)÷27,000【尺寸丈量採公分計，才數無條件進位至整數】

整箱貨件請依體積換算才數(1才=10公斤)；沈重貨件請依實際重量計算。

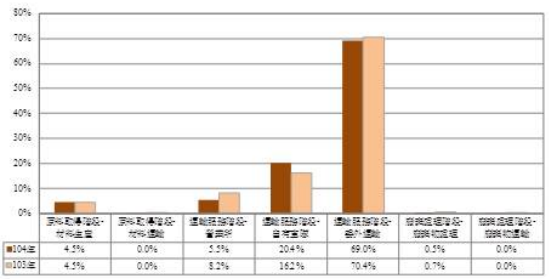
車種		監理機關車種	常溫	低溫	小計
班車	特大營	貨櫃曳引	2		2
	半曳引	貨運曳引	2	8	10
	全曳引	大貨兼供曳引	49		49
	普大營	營業大貨車	5	56	61
集配車	大集配	營業大貨車	1,451	301	1,752
	中集配	營業大貨車	10		10
	小集配	營業小貨車	534	109	643
	汽油車	營業小貨車	4		4
拖車	全拖車	營業全拖車	6		6
	半拖車(廂式)	營業半拖車	153	6	159
	貨櫃車	營業半拖車	458	29	487
合計			2,674	509	3,183

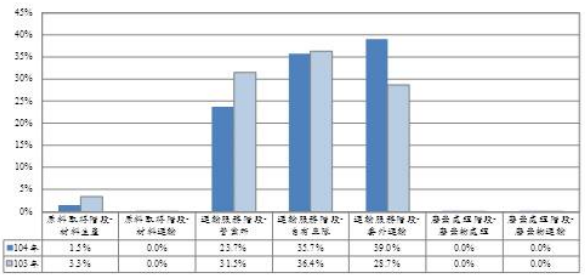
B公司碳足跡調查結果

貳、本年度調查成果

- 常溫運輸碳足跡0.33~0.35 $kgCO_2e$/噸公里
  - ✓ 自有車隊排放量用油與營業場所用油量，經核對發現統計歸類項目錯誤導致
- 低溫運輸碳足跡0.80~0.89 $kgCO_2e$/噸公里
  - ✓ 委外運輸降低
  - ✓ 自有車隊、營業場所用電均有增加

運輸形式	年度	103年	104年	增減
常溫運輸	總排放量(公噸CO_2e)	133,697,485	139,401,915	+4.3%
	總貨運量(噸公里)	406,106,051	397,105,566	-2.2%
	碳足跡($kgCO_2e$/噸-公里)	**0.33**	**0.35**	**+6.1%**
	一級活動數據占比	24.8%	26.6%	
低溫運輸	總排放量(公噸CO_2e)	42,593,158	51,279,292	+20.4%
	總貨運量(噸公里)	53,007,048	57,591,307	+8.6%
	碳足跡($kgCO_2e$/噸-公里)	**0.80**	**0.89**	**+10.8%**
	一級活動數據占比	35.1%	30.5%	





B公司碳足跡數據品查核

貳、本年度調查成果

常溫運輸數據品質查核：1.30，屬於高品質

排放源		碳排放量 ($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例		單一數據品質 DQRi	單一數據品質權重 DQRw
營業所用電	電力	5,484,252	4.1%	94.7%	1.60	0.07
緊急發電機、堆高機	柴油(固定燃燒)	5,470,596	4.1%		1.60	0.07
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	21,532,189	16.1%		1.60	0.26
委外車隊運輸		94,071,414	70.4%		1.20	0.84
整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi		1.30				

低溫運輸數據品質查核：1.43，屬於高品質

排放源		碳排放量 ($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例		單一數據品質 DQRi	單一數據品質權重 DQRw
營業所用電	電力	11,835,999	27.8%	96.2%	1.60	0.44
緊急發電機、堆高機	柴油(固定燃燒)	1,438,585	3.4%		1.60	0.05
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	12,060,980	28.3%		1.60	0.45
運輸車輛冷媒	R404A	3,394,751	8.0%		1.00	0.08
委外車隊運輸		12,243,811	28.7%		1.20	0.34
整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi		1.43				

B公司車輛排放係數

貳、本年度調查成果

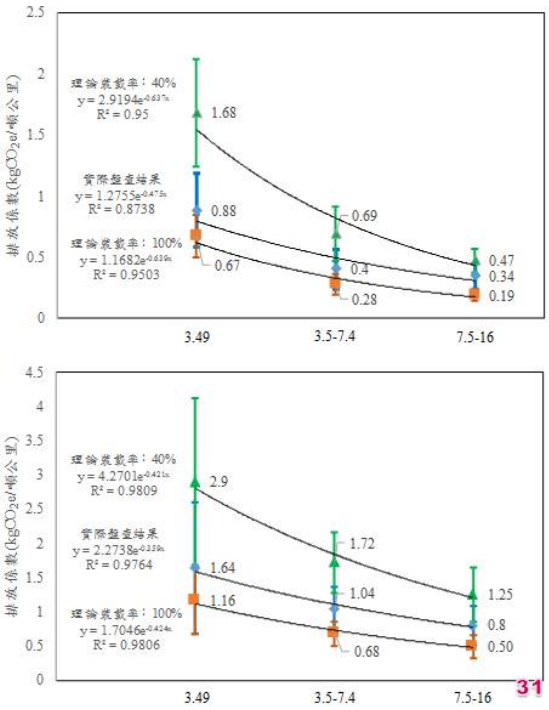
樣本合理性檢核

- ✓ 加油量不滿半年
- ✓ 貨運量異常<100噸公里者
- ✓ 油耗異常：不在該公司各車種平均油耗±75%範圍內者
- ✓ 貨重異常：裝載率超過110%或低於40%者

車輛排放係數

常溫運輸	車重(噸)	樣本數	平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	標準差 ($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	117	0.88	0.30	34%
營業大貨車	3.5~7.4	450	0.40	0.16	40%
	7.5~16	525	0.34	0.10	29%

低溫運輸	車重(噸)	樣本數	平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	標準差 ($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	116	1.64	0.96	59%
營業大貨車	3.5~7.4	99	1.04	0.32	31%
	7.5~16	212	0.80	0.28	35%



C公司碳足跡調查結果

- 貨運量計算
  - 以才數換算重量
  - 可取得個別車輛行駛里程
  - 車輛之載重以裝載率85%計算
- 運輸情形
  - 常溫/低溫貨物未完全分流
    - ✓ 部分常溫貨物以低溫貨物運輸
  - 營業所間轉運情形
    - ✓ 常溫:全部委外辦理
    - ✓ 低溫:部分自有車輛運輸
- 運輸車輛型式
  - ✓ 以營業大貨車為主占74%
  - ✓ 低溫車輛占16%

依據收費基準換算重量：
重量(kg)=
長度(cm)x寬度(cm)x高度(cm)÷ 2,700

常見問題

請選擇問題的類別 運費計算

Q 貨件才積如何計算？

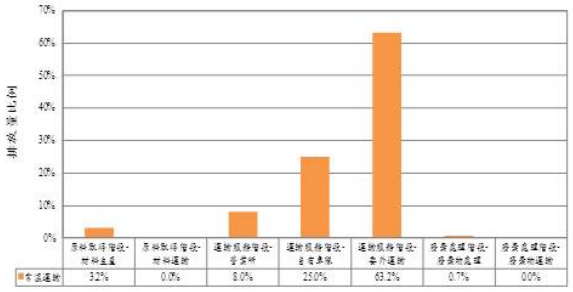
A 因HCT是以才積或重量計算運費，才積依貨件之長度（最長）、寬度（最長）、高度（最長）來換算，公式如下：
1才=10公斤=(長cm×寬cm×高cm)÷27,000。
【註】運費以才積或重量計算後，取較大值來計價，單件上限25公斤。

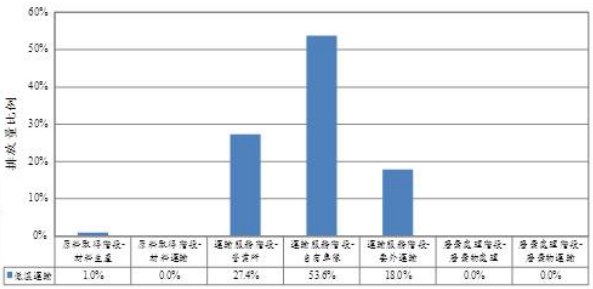
車輛總重	常溫車	低溫車	小計
3.49T	248	248	496
3.5-7.4T	1,333	66	1,399
7.5-16T	20		20
17-32T	22	7	29
合計	1,601	314	1,915

C公司碳足跡調查結果

貳、本年度
調查成果

- 低溫貨運量僅占整體貨運2%
  - 常溫運輸碳足跡0.31 $kgCO_2e$/噸公里
  - 低溫運輸碳足跡0.97 $kgCO_2e$/噸公里
    - ✓ 部分常溫貨物以低溫車輛運送
    - ✓ 將50%低溫貨車之用油量分配至常溫運輸車輛用油





年度	貨物類型	整車運輸(噸公里)	零擔運輸(噸公里)	貨運服務量(噸公里)	比例
104年	常溫運輸	243,333,610	83,011,124	326,344,734	98.0%
	低溫運輸	4,965,992	1,694,105	6,660,097	2.0%

C公司碳足跡數據品查核

貳、本年度調查成果

常溫運輸數據品質查核：1.33，屬於高品質

排放源		碳排放量 ($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例		單一數據品質 DQRi	單一數據品質權重 DQRw
委外車隊運輸		64,005,805	63.2%	95.2%	1.6	0.76
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	24,472,191	24.1%		1.6	0.39
營業所用電	電力	8,007,948	7.9%		1.2	0.13
整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi		1.33				

低溫運輸數據品質查核：1.53，屬於高品質

排放源		碳排放量 ($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例		單一數據品質 DQRi	單一數據品質權重 DQRw
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	3,300,256	50.9%	96.0%	1.6	0.81
營業所用電	電力	1,754,627	27.1%		1.6	0.43
委外車隊運輸		1,165,770	18.0%		1.2	0.22
整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi		1.53				

34

C公司車輛排放係數

貳、本年度調查成果

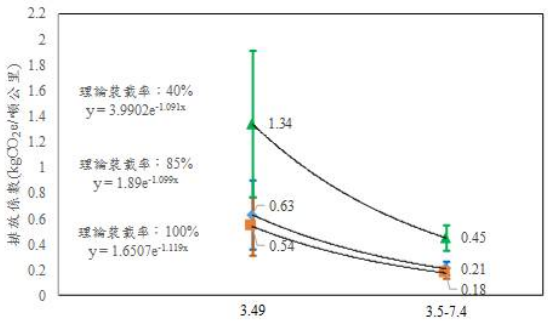
樣本合理性檢核

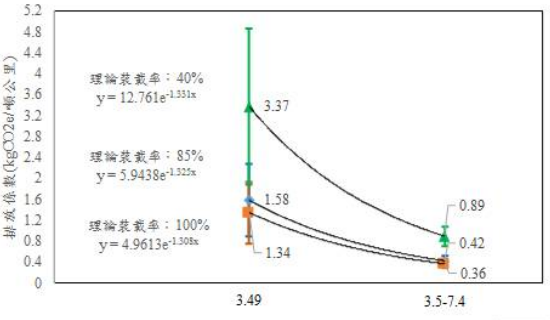
- ✓ 油耗異常：不在該公司各車種平均油耗±75%範圍內者
- ✓ 貨重異常：裝載率超過110%或低於40%者

車輛排放係數

車種	車重(噸)	樣本數	平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	標準差 ($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	238	0.63	0.27	43%
營業大貨車	3.5~7.4	1,293	0.21	0.05	24%

車種	車重(噸)	樣本數	平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)	標準差 ($kgCO_2e$/噸公里)	變異係數
營業小貨車	3.49	227	1.58	0.70	44%
營業大貨車	3.5~7.4	65	0.42	0.09	21%





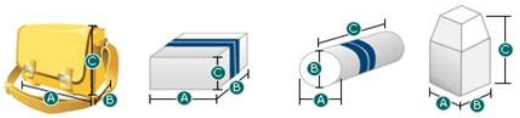
35

D公司碳足跡調查結果

貳、本年度調查成果

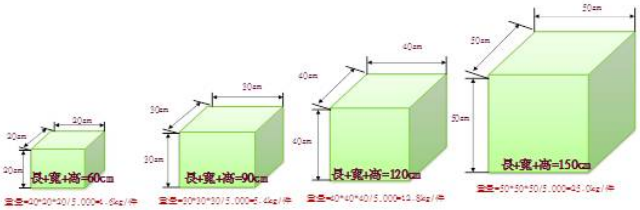
- 貨運量計算
  - 以假設之體積換算重量
  - 無法取得個別車輛貨重、行駛里程
  - 車輛之載重以裝載率85%計算
- 運輸情形
  - 全部貨物均以多溫層車輛配送
  - 營業所間全部委外轉運
- 運輸車輛型式

依據收費基準換算重量：
重量(kg)=
長度(cm)x寬度(cm)x高度(cm)÷5,000



•「包裹尺寸」指的是物品的長寬高三邊合計，正確測量方式為長Ⓐ，寬Ⓑ，高Ⓒ 相加之總和
Ⓐ+Ⓑ+Ⓒ=包裹尺寸(公分)

HINO - 11噸	4
HINO - 17噸	11
ISUZU 3.49噸(三期)	51
ISUZU 3.49噸(五期)	88
ISUZU 3.49噸(四期)	15
TOYOTA DINA 6.5噸	1
TOYOTA HINO 6.5噸	8
中華 - DELICA 2.51噸	9
中華 - VARICA 1.75噸	1
中華 CANTER 3.49噸(五期)	344
中華 CANTER 3.49噸(四期以前)	1280
國瑞 HINO 3.49噸	265
國瑞 HINO 3.49噸(五期)	132
總計	**2209**

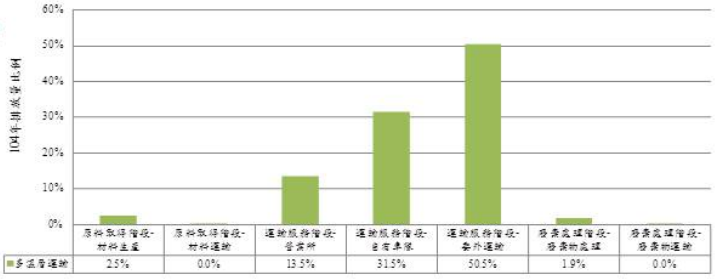


D公司碳足跡調查結果

貳、本年度調查成果

- 多溫層運輸碳足跡0.97 $kgCO_2e$/噸公里
  - 委外運輸排放量係依據委外總費用推估委外貨運量
    - ✓ 以17t 12籠為基準值
    - ✓ 以60公里運費1,593元計算總運費之委託行駛里程數
- 數據品質查核：1.38 屬於高品質

年度	貨物類型	整車運輸(噸公里)	零擔運輸(噸公里)	貨運服務量(噸公里)
104年	多溫層運輸	108,290,367	28,021,930	136,312,297

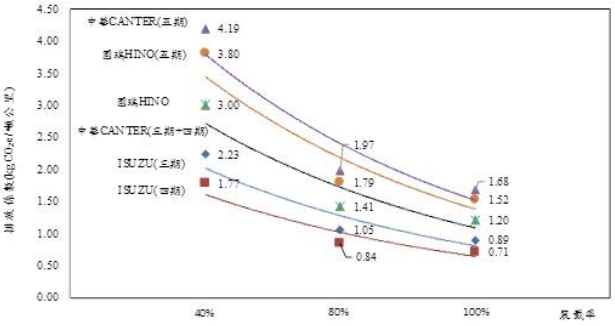


排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例		單一數據品質 DQRi	單一數據品質權重 DQRw
委外車隊運輸		66,961,472	50.5%	91.0%	1.2	0.61
運輸車輛用油	柴油(移動燃燒)	36,488,763	27.5%		1.6	0.44
營業所用電	電力	17,314,039	13.0%		1.6	0.21
整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi		1.38				

D公司車輛排放係數

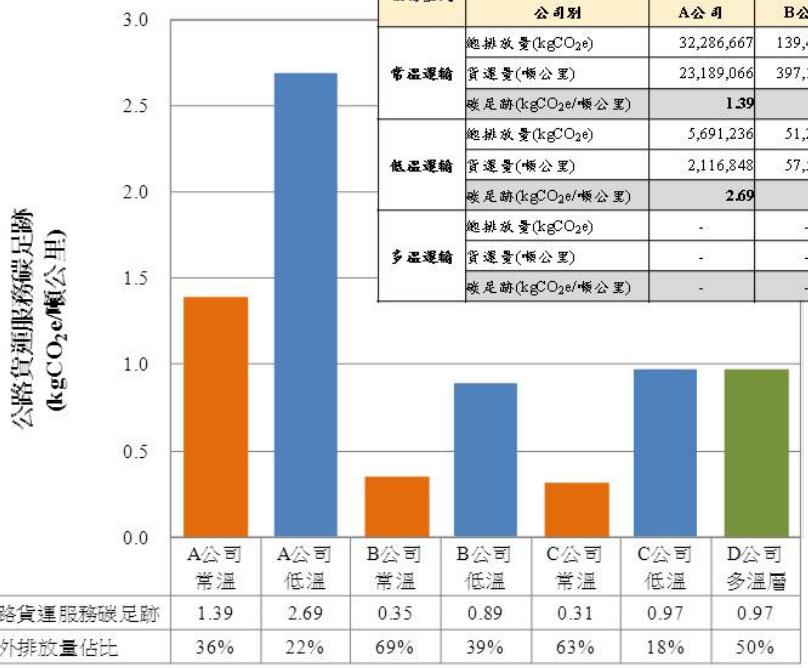
- 樣本合理性檢核
  - ✓D公司主要車款為3.49噸營業小貨車，其他噸位之車輛數數量極少，非主要運輸車輛故不具代表性
- 車輛排放係數
  - ➢ 以零擔貨物之年度貨運服務量計算方式，透過依據各廠牌期別分組車輛載重與平均裝載率計算車輛載重
  - ✓各廠牌期別車輛平均載重x各廠牌期別車種之總行駛里程
  - ✓車輛平均載重=車輛載重上限x平均裝載率

裝載率	85%
ISUZU3.49噸(三期)	1.048
ISUZU3.49噸(四期)	0.835
中華CANTER3.49噸(三期、四期)	1.409
中華CANTER3.49噸(五期)	1.972
國瑞HINO3.49噸	1.412
國瑞HINO3.49噸(五期)	1.790



2年度貨運服務碳足跡彙整

服務型式	調查年度	103年	104年		
	公司別	A公司	B公司	C公司	D公司
常溫運輸	總排放量($kgCO_2e$)	32,286,667	139,401,915	101,342,289	-
	貨運量(噸公里)	23,189,066	397,105,566	326,344,734	-
	碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	**1.39**	**0.35**	**0.31**	-
低溫運輸	總排放量($kgCO_2e$)	5,691,236	51,279,292	6,480,793	-
	貨運量(噸公里)	2,116,848	57,591,307	6,660,097	-
	碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	**2.69**	**0.89**	**0.97**	-
多溫運輸	總排放量($kgCO_2e$)	-	-	-	132,683,522
	貨運量(噸公里)	-	-	-	136,312,297
	碳足跡($kgCO_2e$/噸公里)	-	-	-	**0.97**



	A公司常溫	A公司低溫	B公司常溫	B公司低溫	C公司常溫	C公司低溫	D公司多溫層
■公路貨運服務碳足跡	1.39	2.69	0.35	0.89	0.31	0.97	0.97
委外排放量佔比	36%	22%	69%	39%	63%	18%	50%

公路貨運服務碳足跡公用係數

公路貨運服務碳足跡公用係數 = 車輛排放係數 + 營業所及其他排放

車輛排放係數 = 車輛燃油碳排放量 / 車輛年度貨運服務量

營業所及其他排放 = 營業所及其他排放 / 全公司年度貨運服務量

分類	車輛分級	平均裝載率	排放係數($kgCO_2e$/噸公里)*		
			車輛運輸	全生命週期	除車輛運輸-場站、耗材等
常溫	3.49T	31%	2.127	2.177	0.050
		84%	0.783	0.833	
	3.5-7.4T	82%	0.266	0.316	
	7.5-16T	80%	0.226	0.276	
低溫	3.49T	32%	2.486	2.714	0.228
		77%	1.317	1.545	
	3.5-7.4T	41%	0.731	0.959	
		69%	0.920	1.148	
	7.5-16T	65%	0.733	0.961	
多溫	3.49T	85%	1.480	1.655	0.175

備註：*排放係數為貨運量加權平均值

參、成果之價值與貢獻

- 學術成就(科技基礎研究)
- 經濟效益(產業經濟發展)
- 社會影響(民生社會發展、環境安全永續)
- 非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導)
- 其它效益(科技政策管理及其它)

學術成就

- 「2016年永續性產品與產業管理研討會」發表「台灣貨運服務業碳足跡盤查分析研究」
- 能源國家型計畫成果展示發表「綠色物流的現況與展望-台灣宅配通取得PAS2050碳足跡查證聲明經驗分享」
- 編撰4則報導文章

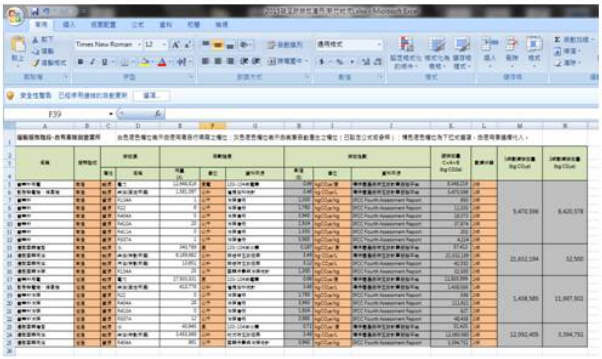
- 蒐集國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢
- 蒐集國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢
- 歐盟國際貨運碳足跡研究計畫之案例探討
- 國內外公路貨運服務節能減碳技術發展趨勢

經濟效益

- 已協助台灣宅配通於105年3月通過英國標準協會(BSI)碳足跡查證，獲得國際碳足跡標準「PAS 2050認證」，為國內首家取得公路貨運碳足跡認證的業者

社會影響-建立溫室氣體管理工具

- 公路貨運服務溫室氣體盤查手冊
- 公路貨運服務碳足跡計算手冊
- 公路貨運服務溫室氣體盤查簡易計算工具
- 公路貨運服務碳足跡之簡易計算工具



碳足跡計算手冊更新內容

第二章	■ 表2-2補上101-104年汽車運輸業分類營運統計
第三章	■ 功能單位定義，依據2016.9.14公布之公路貨運服務產品類別規則內容更新。 ■ 增加貨運重量處理方式之說明。 ■ 貨運服務量計算原則，新增表3-3起訖點所在區域相同之貨運服務量(F_C)。
第四章	■ 圖4-1公路貨運服務碳足跡計算邊界，已依據2016.9.14公布之公路貨運服務產品類別規則內容更新，並以文字補述各生命週期階段的計算邊界。 ■ 補述一級及二級活動數據收集要求。
第五章	■ 運輸服務階段，補充委外運輸排放量之處理方式。
附件一	■ 更新2016年環保署產品碳足跡計算服務平台常用排放係數。
附件二	■ 新增碳足跡計算案例，以簡例案例說明，使計算過程更清楚明瞭。
附件四	■ 內容更新取得減碳標籤之產品未來會與環保集點制度結合，並可納入政府機關綠色採購範圍。

44

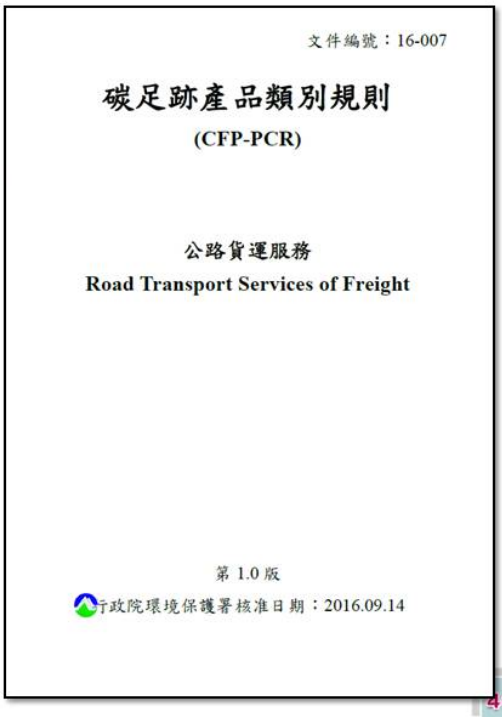
社會影響-環境效益

- 未來本計畫協助盤查之4家貨運業者向環保署申請碳標籤
  -達成3年3%之減量承諾後可再申請減碳標籤

45

非研究類成就

- 推動輔導
  - 協助業者掌握溫室氣體排放狀況與自我診斷能源耗用與減量潛力
  - 協助4家公路貨運業者辦理服務碳足跡調查
- 法規制度
  - 完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則第1.0版



文件編號：16-007

碳足跡產品類別規則

(CFP-PCR)

公路貨運服務

Road Transport Services of Freight

第 1.0 版

行政院環境保護署核准日期：2016.09.14

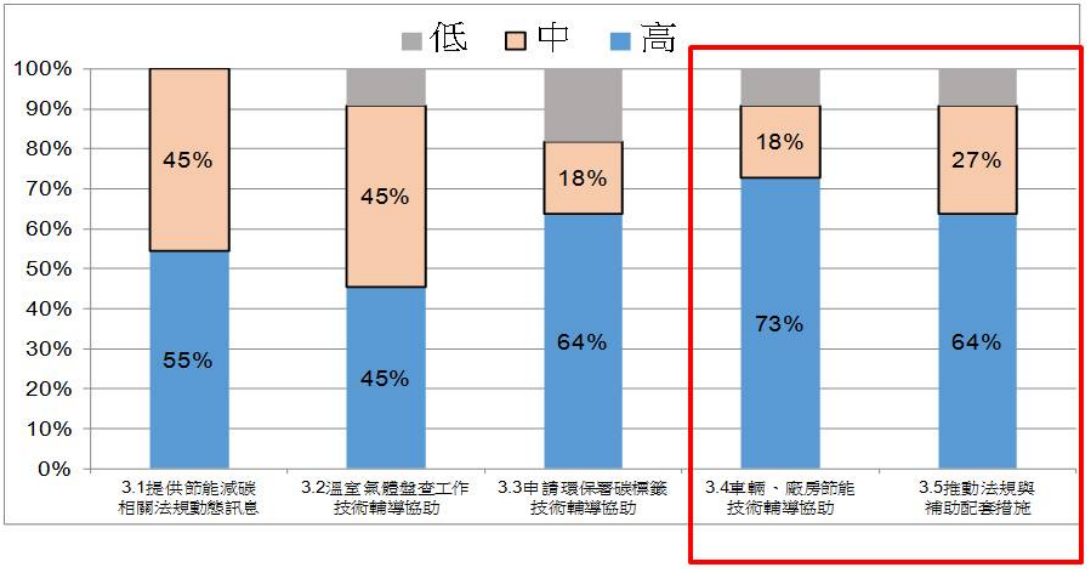
其它效益

- 辦理公路貨運服務碳足跡成果發表會
  - 辦理時間
    - ✓ 105年11月11日 上午9:00~12:30
  - 地點
    - ✓ 交通部運輸研究所B1國際會議廳

時間	內容	說明
09:20-09:40	致詞	交通部運輸研究所 行政院環境保護署
09:40-09:50	頒發感謝狀及合影	
09:50-10:10	國內外碳足跡制度與ISO/TS 14067發展現況	臺北科技大學環境工程與管理所 胡憲倫教授
10:10-10:30	現代科技在冷鏈物流產業上的應用	工業技術研究院服務系統科技中心 郭儒家副主任
10:30-10:50	休息時間	
10:50-11:10	我國公路貨運服務碳足跡評估之方法與公用係數調查成果	中興工程顧問股份有限公司
11:10-11:30	台灣宅配通取得碳足跡查證聲明經驗分享	台灣宅配通股份有限公司
11:30-12:30	綜合討論	

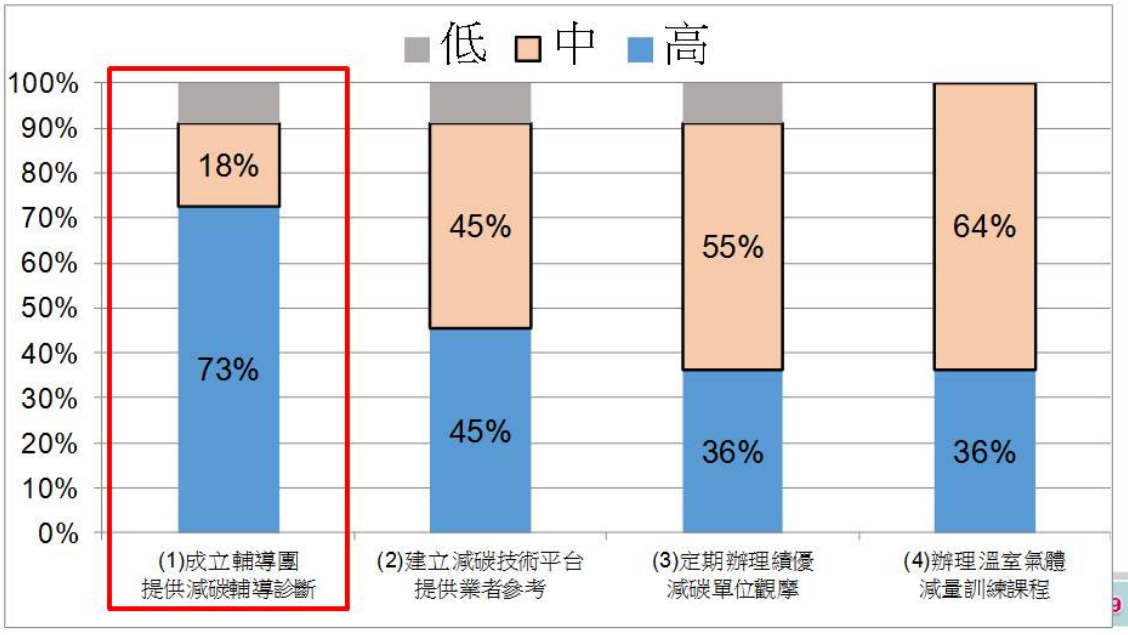
其它效益

因應未來溫室氣體管制需主管機關協助事項調查貨運業者需求



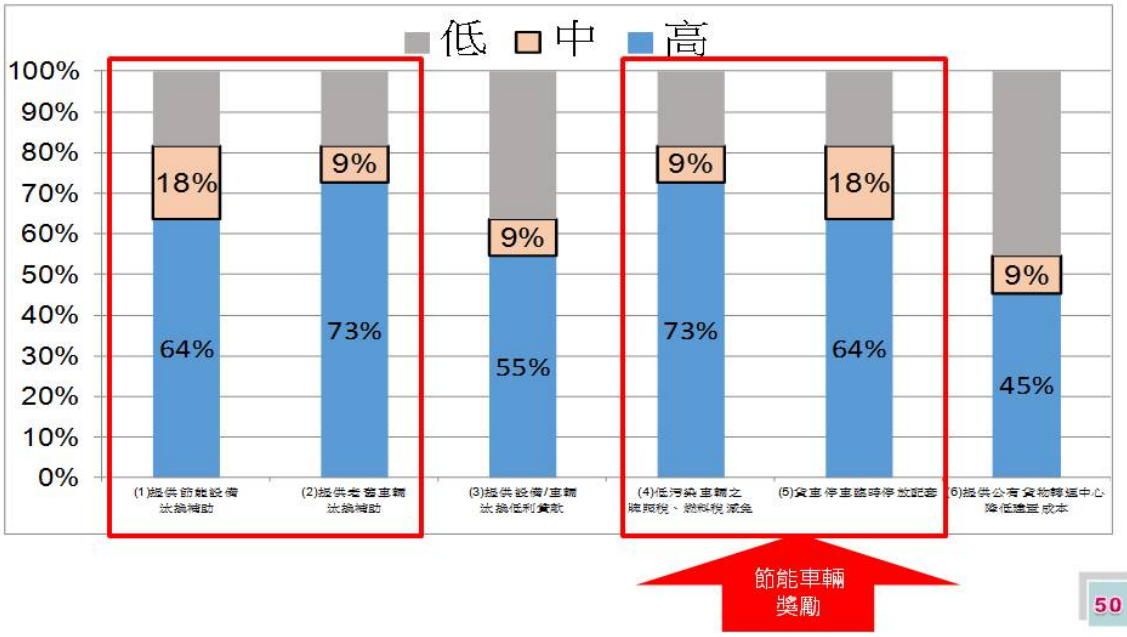
其它效益

貨運業者需求分析-車輛、廠房節能技術輔導協助



其它效益

貨運業者需求分析-法規與補助配套措施

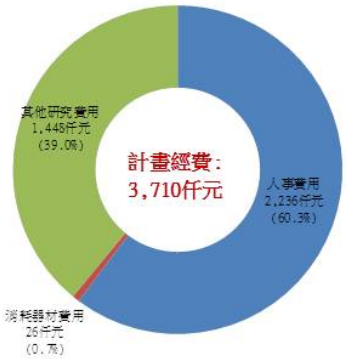


其他評分項目說明

與相關計畫之配合

- 本研究完成公路貨運服務碳足跡係數資料庫建置，並將該係數資料庫整合至本所「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」資料庫
- 可用以驗證「反映實際交通情境之大貨車動態能耗與碳排放特性研究」
- 支援「城際運輸節能減碳策略評估模組之開發與應用」之建置

計畫經費及人力運用的適善性



職級	姓名	在本計畫內工作月數
主持人	許珮蒨	3
協同主持人	胡雪倫	9
正研究員級	周武雄	0.4
正研究員級	宋國安	1.6
研究員級	楊伊萍	7
正研究員級	廖惠美	1
副研究員	李沛生	2
副研究員	蘇芷儀	1.5
副研究員	廖坤泉	6.5
副研究員	鄭維祐	4
助理研究員	黃泓維	9
研究助理	陳汝潔	9

肆、結論與建議

結論

- 彙整文獻回顧並撰寫報導文章
- 溫室氣體盤查與減量建議
- 服務碳足跡調查及數據品質查核
- 營業用大、小貨車碳足跡計算
- 完成相關文件、工具之建立
- 其他成果

建議

- 提供環保署貨運服務碳足跡資料需求
- 管理面及政策面之支援及支持
- 貨運業者因應碳揭露資訊需求
- 本土化貨車運輸服務碳足跡係數持續建置

彙整文獻回顧並撰寫報導文章

影響公路貨運之溫室氣體排放因素

- **貨運服務主要之排碳來源為車輛燃油，然場站耗電及低溫運輸之冷媒逸散逸占有一定比例，應為貨運業者可控制之因子。**
  - ✓ **歐洲化學品運輸協會(ECTA)及歐洲化學工業理事會(Cefic)對於貨運運輸服務階段二氧化碳排放之量測及管理手冊中指出，影響排碳係數的主要因子包括：負載因子(荷載量)、空車率、能源效率及能源的碳強度**

■負載因子及空車率與車輛載重狀況相關

在本計畫調查中受限於資料取得之內容，整合為裝載率

■能源效率

以使用柴油之貨車為例，係以油耗率的結果呈現，本計畫調查之為各營業所集配車輛為例，其主要行駛於市區道路，於集配過程中車輛有怠速或高頻率之熄火啟動等需求，均反應在燃料使用效率上，顯示出零擔運輸(集配車輛)相對高於整車運輸碳足跡排放

■使用能源的種類及型式

如電動車、柴油車、場站用電等，不同能源類別之排碳強度亦不相同

溫室氣體盤查與減量建議

- 公司整體排放量與自有車輛規模相關
  - 直接排放(範疇一)占比在67~74%之間
  - 用電之間接能源排放(範疇二)占比在26~33%之間
    - ✓ 由於4家業者的營業所遍布全台各縣市，營業所用電產生的溫室氣體排放亦須受到重視
    - ✓ 以一家貨運業者之中型營業所為例，進行溫室氣體減量潛勢診斷，提出營業場所減碳建議方案

■B公司與D公司的運輸車輛直接燃燒溫室氣體排放量均已超過2.5萬公噸CO_2e
■業者應評估後續因應法規要求之申報作業

服務碳足跡調查及數據品質查核

- 主要排放源為運輸車輛、營業場所電力及委外運輸等，數據品質查核皆為高品質
  - 國內外均無低溫車輛之排放係數可引用，目前本計畫對於委外部分之低溫運輸與多溫層運輸亦採用常溫運輸車輛排放係數，有低估之可能

■常溫運輸
- 碳足跡介於0.31~1.39 $kgCO_2e$/噸公里
- 委外運輸排放量占36~69%

■低溫運輸
- 碳足跡介於0.89~2.69 $kgCO_2e$/噸公里
- 委外運輸排放量占18~39%

■多溫層運輸
- 碳足跡為0.97 $kgCO_2e$/噸公里
- 委外運輸排放量占50%

大、小貨車碳足跡本土係數

- 完成路線貨運服務業及3.49T、3.5-7.4T及7.5-16T貨運車輛之碳足跡本土化係數
  - 針對運輸型式、裝載率差異提供不同範圍資訊
  - 以各家業者調查結果採貨運量加權平均方式
  - 提供係數分為車輛運輸、全生命週期不同形式之排放係數

分類	車輛分級	平均裝載率	排放係數(kgCO_2e/噸公里)*		
			車輛運輸	全生命週期	除車輛運輸-場站、耗材等
常溫	3.49T	31%	2.127	2.177	0.050
		84%	0.783	0.833	
	3.5-7.4T	82%	0.266	0.316	
	7.5-16T	80%	0.226	0.276	
低溫	3.49T	32%	2.486	2.714	0.228
		77%	1.317	1.545	
	3.5-7.4T	41%	0.731	0.959	
		69%	0.920	1.148	
	7.5-16T	65%	0.733	0.961	
多溫	3.49T	85%	1.480	1.655	0.175

貨運業者因應碳揭露資訊需求

年度貨運服務量統計	包含貨品種類(尺寸)、載貨重量(或才積)、起訖點距離、個別車輛行駛車次紀錄、各場站進出貨量等
委外運輸燃料使用	協調委外運輸業者提供加油量、行駛里程等資訊，並配合進行資料蒐集及碳足跡計算。
建立貨物體積重量關係	貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價，大部分業者並無體積及重量實際關係之資訊。建議未來應可透過運輸車輛地磅站的紀錄，佐證貨物體積與重量之物理性質代表性，作為託運貨物換算重量之依據。
營運資料保存	•貨運業者內部紀錄統計資料項目不足或保存不完整，將無法因應未來排放量之盤查、查證、登錄之要求 •貨運業者須盡速建立內部精確貨物運輸量管理制度，增加溫室氣體排放源之活動量管理，由現有之費用化資料提升為使用量紀錄，並協調委託廠商提供用量資料 •透過進行組織內部溫室氣體排放盤查，提升組織管理能力

管理面及政策面之支援及支持

- 協助貨運業者進行整體性之節能減碳工作
  - 推動專案計畫協助貨運業者盤查溫室氣體排放
  - 辦理節能減碳輔導團，提供業者減碳建議；並建立節能減碳平台，提供業者減碳訊息，及相關補助資訊
  - 協助業者申請碳標籤及減碳標籤，以作為長期推動低碳貨運之依據
- 低污染車輛之牌照稅/燃料稅減免、提供老舊車輛汰換補助等議題，可建議相關主管機關納入國家節能減碳政策考量

■現階段貨運業溫室氣體管理

- 已完成貨運服務碳盤查及碳足跡計算方法及簡易計算工具之建立，貨運業者可據以進行企業整體碳排放計算，後續並可依此進行減碳評估
- 可依據「汽車運輸業管理規則」汽車運輸業者需定期提送統計報表之要求，由公路主管機關透過統計資料掌握整體貨運服務與能源使用情形，並增加查核及輔導作業，以使資料更具可用性

後續工作構想

因應溫室氣體減量及管理法之管制工作推動，交通部門應掌握貨運業者排放現況，除透過統計資料掌握整體貨運服務與能源使用情形外，應主動輔導客、貨運業者自主推動溫室氣體盤查與管理。	本計畫已建立貨運服務碳盤查及碳足跡計算方法及簡易計算工具
本計畫以汽車路線貨運業之車輛為主，16T以上之貨車或貨櫃車等尚無法取得相關資訊。 後續可持續將研究範圍擴大至國內各項交通運具，以瞭解國內交通運具碳足跡狀況及建全資訊需求。	本計畫已完成4家路線貨運業者調查建置3.49T、3.5-7.4T、7.5-16T常溫/低/多溫運輸排放係數
建議成立輔導團協助業者評估導入車輛、廠房節能技術，進行整體性之節能減碳工作。 政策方面搭配碳標籤推動、車輛汰換補助與稅賦減免之相關配套措施鼓勵業者導入低排放車輛。	本計畫已協助業者碳標籤申請、進行營業場所照明效率提升之投資回收年限評估