105-086-6184
MOTC-IOT-104-TDB002

公路貨運服務碳足跡
公用係數建置計畫(1/2)

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 9 月

ISBN 978-986-04-9722-9

ISBN 條碼

GPN：1010501563
定價 490 元

105-086-6184
MOTC-IOT-104-TDB002

公路貨運服務碳足跡
公用係數建置計畫(1/2)

著者：許珮蒨、胡憲倫、周武雄、楊伊萍、黃琬淇
廖惠美、李沛生、廖坤泉、鄭維祐
張瓊文、朱珮芸、許義宏、傅強、張芳旭

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 9 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. (1/2) / 許珮蒨等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 105.09
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-9722-9(平裝)

1.公路管理 2.運輸系統

557 105015343

公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(1/2)

著　　者：許珮蒨、胡憲倫、周武雄、楊伊萍、黃琬淇、 廖惠美、
李沛生、廖坤泉、鄭維祐、
張瓊文、朱珮芸、許義宏、傅強、張芳旭
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 105 年 9 月
印 刷 者 ：承亞興圖文印刷有限公司
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：490 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：1010501563　ISBN：978-986-04-9722-9　(平裝)

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(1/2)</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
978-986-04-9722-9 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010501563</td><td>運輸研究所出版品編號
105-086-6184</td><td>計畫編號
104-TDB002</td></tr>
<tr><td>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：朱珮芸、許義宏、傅強、張芳旭
聯絡電話：02-2349-6871
傳真號碼：02-2712-0223</td><td colspan="2">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、周武雄、楊伊萍、黃琬淇、廖惠美、李沛生、廖坤泉、鄭維祐
地址：105 台北市南京東路五段 171 號
聯絡電話：02-27698388#20965</td><td>研究期間
自 104 年 3 月
至 104 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：公路貨運服務碳足跡、公用係數、溫室氣體</td></tr>
<tr><td colspan="4">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。
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。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>105 年 9 月</td><td>406</td><td>490</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">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</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Establishment of general emission factor for carbon footprint of road freight transport services(1/2)

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-04-9722-9 (pbk.)	1010501563	105-086-6184	104-TDB002

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

PROJECT PERIOD
FROM March 2015
TO December 2015

RESEARCH AGENCY: Sinotech Engineering Consultants, LTD.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsu Pei-chien
PROJECT STAFF: Hu Hsien-lun, Chou Wu-shiung, Yang Yi-ping, Huang Wan-chi, Liao Hui-mei , Li Pei-sheng, Liao Kun-chuan, Cheng Wei-yu
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 the both public and private sectors taking actions in carbon reducing goals and carbon disclosure management. Considering the carbon reducing of freight vehicles, it is necessary to investigate into carbon emission of freight vehicles. To act in concert Environmental Protection Agency, this study also establish general emission factor of carbon footprint for application by the companies.

This study review 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 UN CPC 6511 Road Transport Services of Freight of Food Products and Meals to identify the declared unit. By at least one case study and an experts consulting workshop, a road freight transport greenhouse gas inventory handbook, a guideline for calculating carbon footprint of road freight transport services, and a Carbon Footprint Product Category Rule (CFP-PCR) of road freight transport service will be proposed. Concluding with the investigation data and analysis results, the draft of Road Freight Transport Services CFP-PCR is thus developed. All the emissions causing at 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 characteristic of the local freight industry, transport services offered by truckload and less-than-truckload were proposed with different formula.

As a final outcome, a general emission factor representing local carbon footprint of road freight transport services will be determined on the basis of real data collection and calculation. This factor 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
September 2016	406	490	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ☑UNCLASSIFIED

目 錄

表目錄

圖目錄

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。

因此，本計畫 104 年主要工作目標係透過國內外溫室氣體管理制度、碳足跡計算制度發展，與運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算相關程序及方法蒐集，以作為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之參考。同時透過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，以瞭解貨運業者之組織型溫室氣體排放；並由盤查結果，再進一步執行營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

本計畫 104 年之文獻資料蒐集分析與公路貨運服務業者車隊盤查工作

成果，將於 105 年向行政院環境保護署申請公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)，並完成公路貨運服務碳足跡公用係數資料庫建置，供各界參考。

1.2 研究範圍與對象

本計畫 104 年研究範圍包含國內外溫室氣體管理、碳足跡制度、溫室氣體盤查與碳足跡計算等文獻蒐集分析，以作為研擬溫室氣體盤查手冊、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(草案)之參考。同時針對至少 1 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)進行盤查，以及營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

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)蒐集國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢。

(2)蒐集國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢。

(3)蒐集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。

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。受盤查之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)規模應在 450 輛以上。

(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)研擬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

(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)研擬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」，研擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則(Product Category Rules, PCR)(草案)。

(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。

4.其它工作項目

(1)針對「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」辦理專家學者座談會 1 場次。

(2)辦理「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 1 場次。

(3)本期研究成果於國內外期刊或學術研討會發表。

1.4 研究流程與方法步驟

本計畫以公路貨運業者為對象進行公路貨運業者溫室氣體盤查，並針對受盤查之公路貨運業者進行營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

根據研究目的與工作項目所需，本計畫蒐集與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相關文獻，藉以瞭解組織碳盤查與碳足跡計量之相關規範；並依據營業項目多樣性、配送服務完整性，以及業者配合意願篩選可供盤查之公路貨運業者，擬訂完成盤查工作計畫書，透過辦理盤查作業開始前說明會，啟動溫室氣體盤查工作。

在進行公路貨運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。其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。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，以提供公用係數檢核參考。研究流程如圖 1.1 所示。

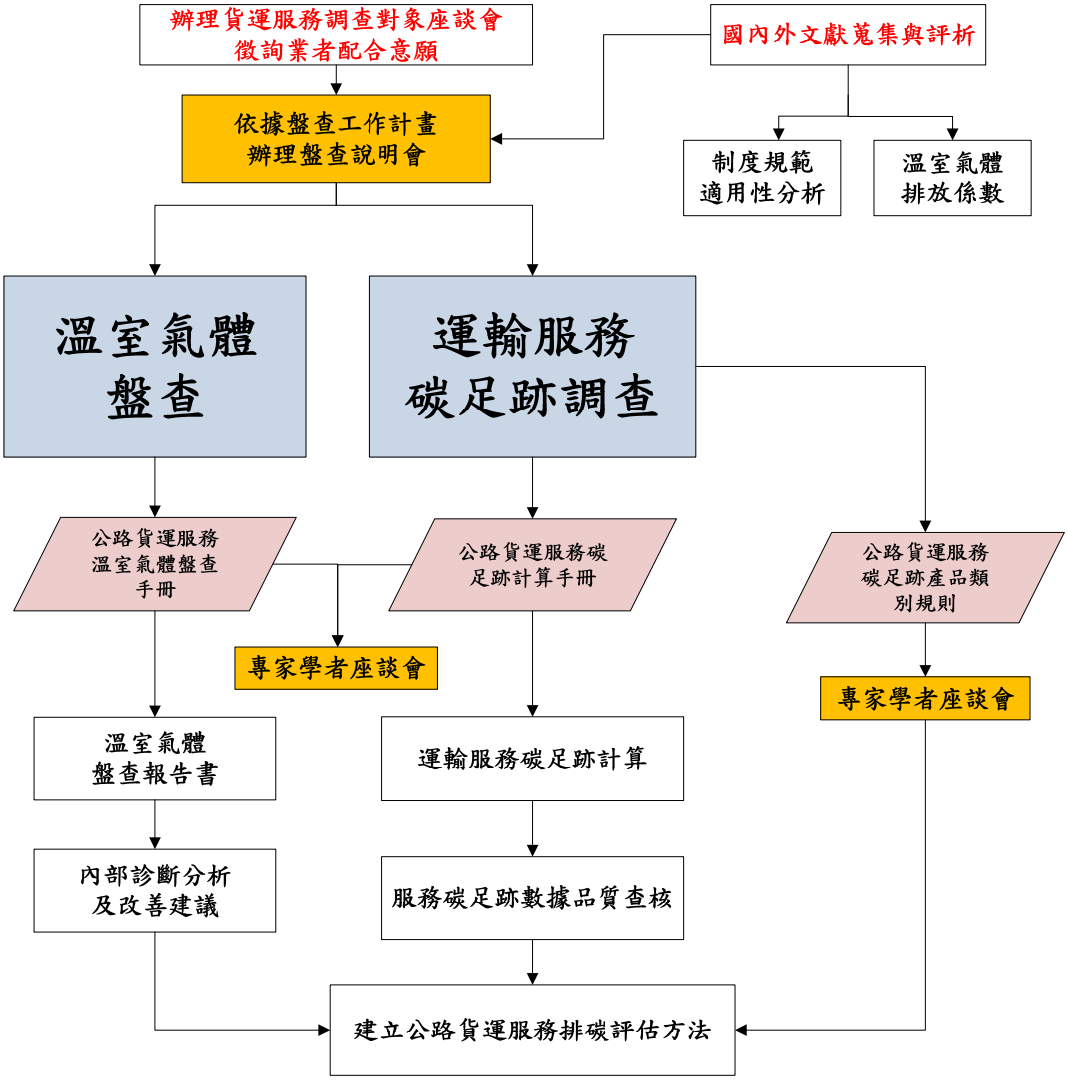


圖 1.1 研究流程圖

另外，有關公路貨運服務碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)，將依據相關文獻資料及標準規定，研擬碳足跡產品類別規則(草案)初稿，經由實際盤查結果，回饋修正產品類別規則(草案)。為使本計畫所訂定之公路貨運服務溫室氣體盤查及碳足跡計算手冊、公路貨運服務碳足跡產品類別規則

(CFP-PCR)(草案)更為完整，計畫執行後期召開專家學者座談會，蒐集專家學者意見，修正本計畫所訂定之溫室氣體盤查、碳足跡計算手冊及碳足跡產品類別規則(草案)。

各細部步驟和執行方法說明以下：

1.文獻蒐集回顧

本計畫蒐集文獻包括三大部分，分別為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及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。

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。另國際標準組織先前於 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、要求與指引內容，亦是本計畫文獻回顧重點。

考量國際上運輸碳排放大都以燃料使用直接排放為主，少有碳足跡計量管理概念，其中歐盟貨物運輸碳足跡計畫(Carbon Footprint of Freight Transport, COFRET)發展的碳足跡計算方法學，係排除運輸車輛與交通基礎設施的生命週期排放量，其計量方法與全球溫室氣體排放標準建議，亦將蒐集相關文獻資料，作為本計畫發展碳足跡計算之參考。

2.公路貨運服務溫室氣體盤查

本計畫分析規模 450 輛以上公路貨運業者共 7 家，依據營業項目多

樣性、配送服務完整性，以及業者配合意願篩選可供盤查之公路貨運業者，輔導其內部相關人員進行溫室氣體盤查作業。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、廢棄物委外處理之排碳量等。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鑑別與活動強度資料蒐集。

活動強度資料蒐集包含佐證及使用資料，以取得最真實之活動量，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。

盤查結果製作溫室氣體盤查報告書後，針對重大排放源進行分析，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。

本計畫依據環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」之各項要求及本計畫盤查經驗，研擬「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」，同時附件中提供盤查表單工、案例並更新排放係數。

3.公路貨運服務碳足跡調查

執行盤查過程，本計畫同步蒐集碳足跡計算所需之相關資料，並依據環保署 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；同步研擬「公路貨運服務碳足跡計算手冊」。

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，完成數據品質查核，

數據品質分為「高品質」、「基本品質」和「初估品質」等 3 個等級。

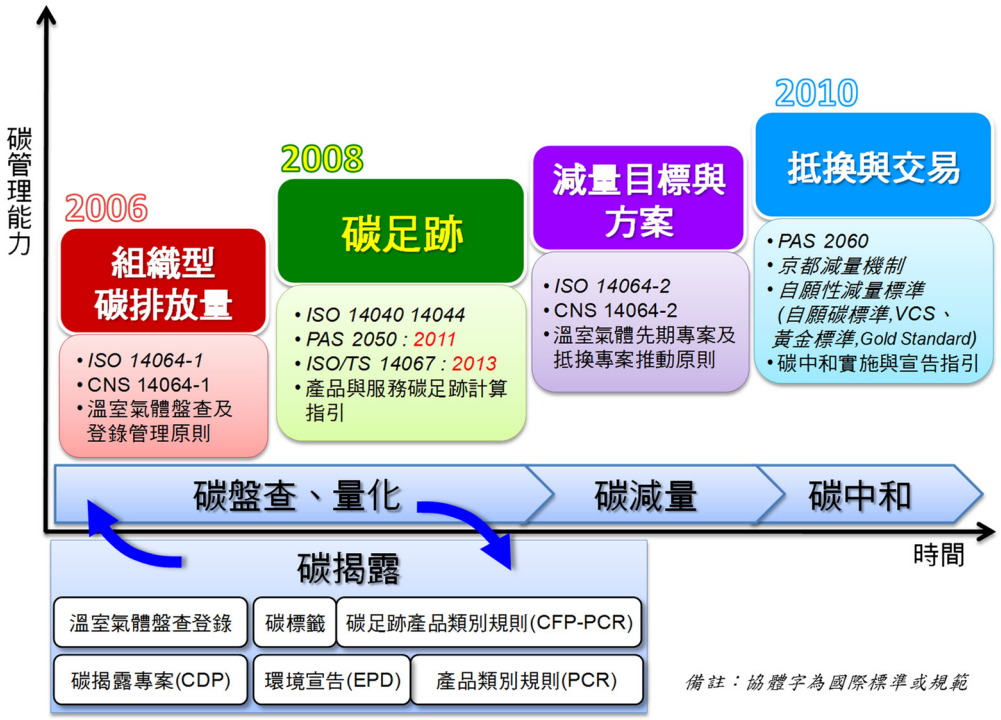
另依據我國「碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引」，研擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)(草案)內容，並由實際盤查、碳足跡計算結果及專家學者座談會意見修正草案內容。

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，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 所示。



圖片來源：本計畫整理

圖 2.1　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 溫室氣體排放與登錄發展趨勢

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。1997 年氣候變化綱要公約第三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。而後雖遲至 2005 年 2 月京都議定書才正式通過生效門檻，但卻是迄今唯一具體量化工業國家之溫室氣體減量責任的代表性文件，也帶動全球上由國家層級、地方政府乃至於企業組織及各人關注溫室氣體排放與減量議題。部分國家並已將溫室氣體減量目標納入法規規範，彙整如表 2-1。

除了 UNFCCC 之外，聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, UNEP)與世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)早在 1988 年即共同成立跨政府氣候變遷小組(Intergovernmental Panel of Climate Change, IPCC)，是目前評估氣候變遷的權威組織。自 1990 年提出第一次評估報告以來，約每六年提出一次全球氣候變遷的評估報告，為目前進行國際談判的重要科學依據。其評估報告所載之各類溫室氣體轉換為二氧化碳當量的數值(全球溫暖化潛勢；Global Warming Potential, GWP)，更是碳排放量計算過程中的換算依據。

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)，成為全球企業組織開始推動組織型碳盤查的重要參考文件。

表 2-1 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

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，提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。同時讓溫室氣體的限額或儲存量更易於交換，且易於支援溫室氣體計畫之設計、發展與實施。在該標準系列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

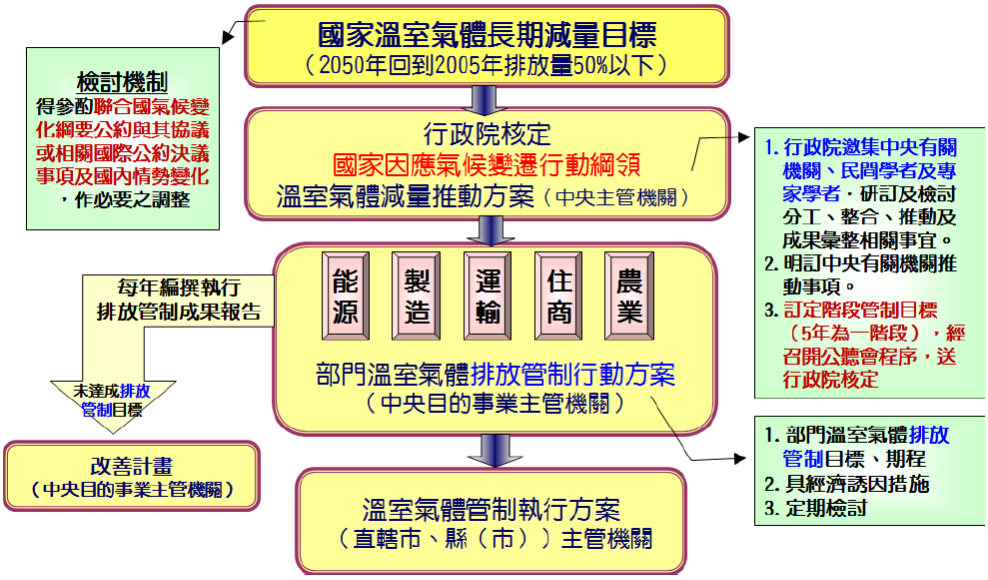
依國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2015 年「世界主要能源統計」[8]，臺灣 2013 年燃料燃燒所產生的二氧化碳排放量，占全球總排放量 0.77%，居全球第 24 位，人均排碳量約 10.63 公噸，全球排名 20。雖因政治因素無法參與 UNFCCC，也未被京都議定書所規範，但政府單位與民間團體仍積極主動參與各年度大會(COP、CMP)，並針對各項國際管制策略與減量目標進行國家策略與目標之研訂。

在經過 10 年的努力，我國之「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 2.2 所示。



圖片來源：行政院環境保護署，溫室氣體減量及管理法專區

圖 2.2 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。

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，包括：「溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法」、「一般廢棄物掩埋場降低溫室氣體排放獎勵辦法」、「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」(含「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」、「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」、「溫室氣體抵換專案管理辦法」共 5 項子法，並於 105 年 2 月底前完成前揭子法之公布施行。

此外，環保署已研訂溫管法施行細則以明確的說明相關方案內涵、文件提交時程等內容，另亦將邀集相關部會擬定國家因應氣候變遷行動綱領及溫室氣體減量推動方案。該細則第六條規定，各部門溫室氣體排放管制行動方案係在中央主管機關訂定之推動方案核定後 6 個月內，報請行政院核定，未來行動方案將依據推動方案，每 5 年至少檢討 1 次。

整體而言，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。目前溫室氣體排放申報與管制尚以既有管制對象為主，即第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之固定污染源。因此，現階段運輸部門之排放源尚未列入環保署之管制對象，但後續列管對象勢必逐步增加、擴充，運輸部門之管理機關需協助相關業者預先準備，以因應未來排放定量及減量之責任。

3.我國組織型溫室氣體排放管制

繼國際標準(ISO 14064 系列及 ISO 14065 標準)公告之後，我國隨後於 95 年 7 月陸續公告相對應之 CNS 14064-1、CNS 14064-2、CNS14064-3 及 CNS 14065 標準，環保署為我國溫室氣體之中央主管機關，鑑於審慎考量我國溫室氣體政策與國際標準制度的相容性，乃正式引用 CNS 14064-1 及溫室氣體盤查議定書等，於 98 年修正編訂「溫室氣體盤查與登錄指引」[9]。

為因應國際減碳需求及國內未來實施之總量管制及排放交易制度，環保署於溫管法通過之前即已著手進行產業盤查登錄並鼓勵減量之作為，亦對應國際與國家標準陸續公告溫室氣體管制相關行政命令，作為溫室氣體排放總量管制基礎。彙整國內外組織型溫室氣體管制規範之關聯性如圖 2.3 所示。

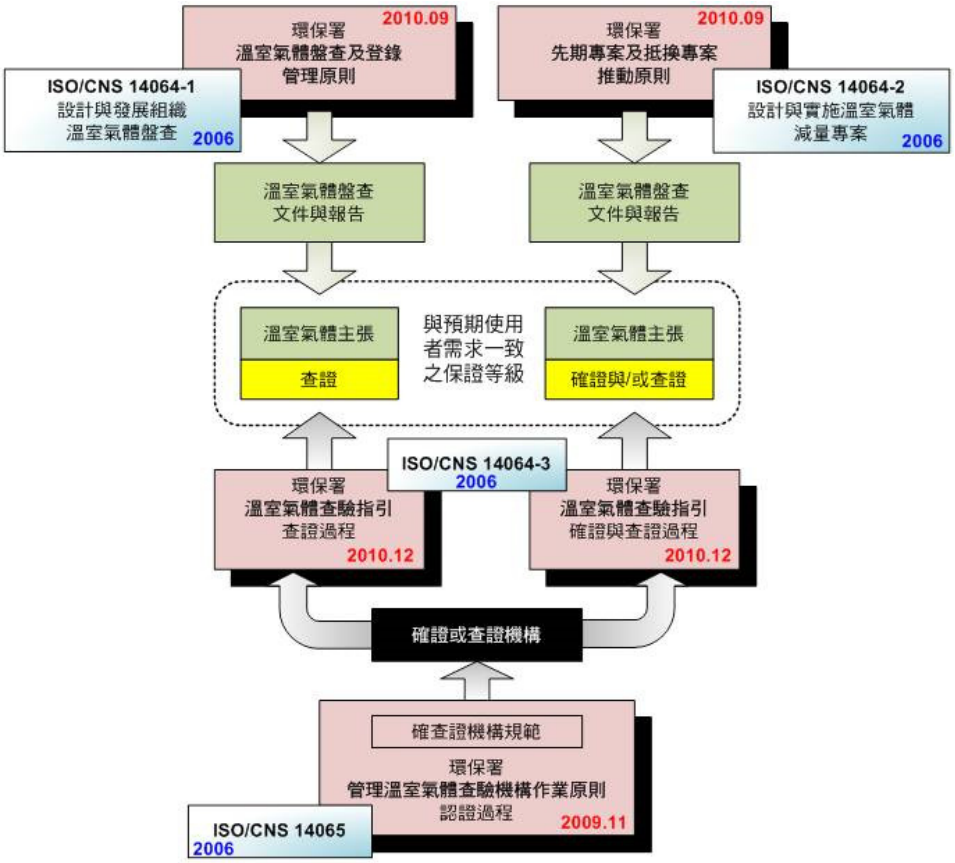
由圖 2.3 的上半部可以觀察到，對於國內溫室氣體排放源而言，欲對於溫室氣體排放情形進行組織盤查或專案減量，應遵循之規範分別為環保署的溫室氣體盤查及登錄管理原則，以及先期專案及抵換專案推動原則。

此兩項原則皆為 99 年 9 月正式公告的行政命令，其內容主要是依循 ISO 14064-1 和 ISO 14064-2 的內容，對於組織進行盤查與登錄，以及申請先期與抵換專案之程序加以規範，確保溫室氣體主張的相關性、完整性、一致性、準確性、透明度與保守性。

而由圖 2.3 下半部可觀察到，環保署為確保查驗機構有執行溫室氣體確證與查證減量成果之能力，而訂定管理溫室氣體查驗機構作業原則。原則中包括認可查驗機構的資格及申請程序。查驗機構在經環保署審核通過其經認證的業務項目後，才可對組織盤查或減量方案之溫室氣體主張進行查證或確認。

為確保查證機構進行查驗的程序、原則與重點具有一致性，環保署更參酌國際清潔發展機制溫室氣體確證與查證手冊(Clean Development

Mechanism Validation and Verification Manual, CDM VVM)相關規範，於 99 年編修「溫室氣體查驗指引」[10]。將查驗機構對於國內推動之先期專案與抵換專案之確查證規範納入，並說明確/查作業程序、確/查證原則、實質差異判定、排除門檻、取樣計畫等查驗技術規範，除作為查驗機構的作業原則外，亦作為溫室氣體排放源推動溫室氣體盤查、減量與查驗工作之參考。



圖片來源：本計畫整理

圖 2.3 現行國內外組織型溫室氣體管制規範關聯圖

4.我國「國家溫室氣體登錄平台」運作情形

我國溫管法第十六條中明訂「經中央主管機關公告之排放源，應每年進行排放量盤查，並於規定期限前登錄於中央主管機關指定資訊平台所開立之排放源帳戶，其排放量清冊及相關資料應每三年內經查驗機構查證。」

環保署在 96 年 7 月即正式啟動「國家溫室氣體登錄平台」，作為

國家溫室氣體盤查減量成果登錄之窗口，以整合國內溫室氣體排放源進行溫室氣體盤查與登錄的一致性，作為落實 99 年 9 月所發布之溫室氣體盤查及登錄管理原則及先期專案及抵換專案推動原則兩項行政命令的推手。

此國家溫室氣體登錄平台又於 98 年 12 月進一步改版，建立「溫室氣體盤查線上登錄系統」，其特點在於採製程設備層級進行填報，作為國家登錄平台登錄作業之整合應用。為協助產業順利完成登錄作業，目前系統已先行匯入固定污染源資訊管理系統基本資料、製程、設備及原(燃)物料別之靜態資訊，方便產業以檢查、修正的方式有效完成製程設備溫室氣體排放量資料建檔。

環保署於 101 年 5 月公告「二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫」為空氣污染物後，並於同年 12 月發布「溫室氣體排放量申報管理辦法」的方式，要求能源密集產業參照空氣污染物申報模式，於每年 8 月底前完成前一年度整廠(場)化石燃料燃燒產生之溫室氣體年排放量盤查、登錄及查證，並上傳盤查清冊、報告書、查證聲明書及查證總結報告書。

該管理辦法自 102 年 1 月 1 日起生效，第一批(102 年度起)管制對象為發電業、鋼鐵業、石油煉製業、水泥業、半導體業、薄膜電晶顯示器業及其他年排放量超過 100 萬噸二氧化碳當量者，第二批(103 年度起)則管制年排放量超過 2.5 萬噸二氧化碳當量之場所。

因應 104 年 7 月 1 日公布施行之溫室氣體減量及管理法，環保署於 105 年 2 月底前陸續公告施行溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法、第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源，優先進行子法轉換之銜接，並將既有對象納入，維持以固定污染源為主。爾後將視行政管制整合效益及查驗能量擴充情形等，再決定各批次訂定時程。

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[11]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[12]的內容重點與準則規範彙整如表 2-2，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 2-2　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[21]

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)[12]應鏈(範疇三)會計與報告標準(Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard)[13]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

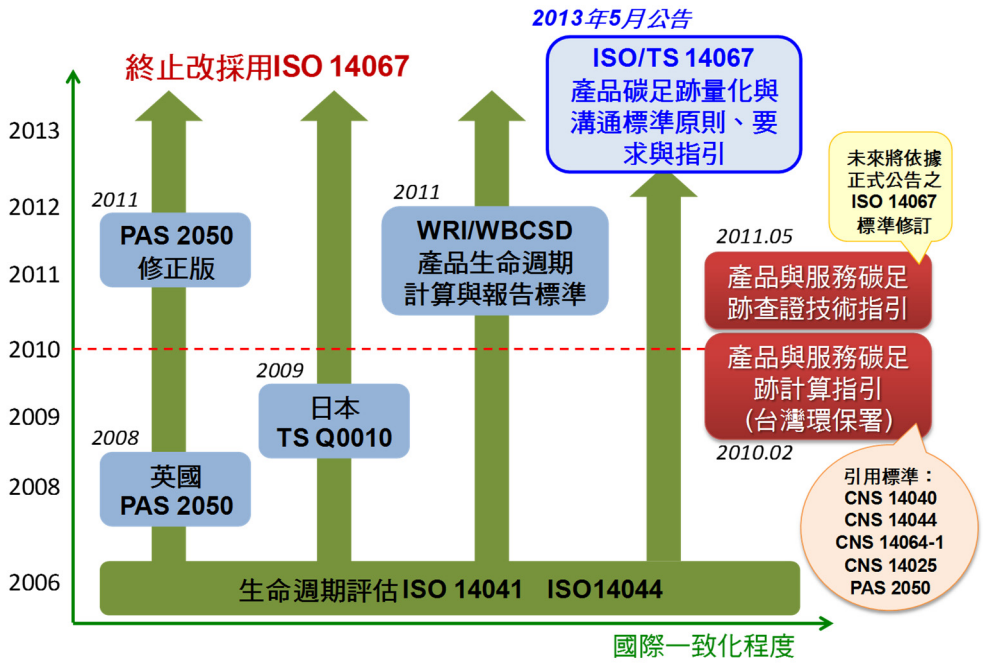
織進行碳排放量評估時的考量範圍。

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。

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[18] 14044[19]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 2.4。



圖片來源：本計畫整理

圖 2.4 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，其規劃發展的係數類別與子項如圖

2.5 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 2.5 環保署本土碳足跡排放係數資料庫建置內容規劃[76]

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[15]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 2-3。

表 2-3 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[12]	TSQ 0010	環保署產品與服務碳足跡計算指引[21]	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[20]

表 2-3 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[23]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」[24]，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[25]及旅客運輸服務(陸上及水上運輸)[26]、百貨零售服務[27]、廢棄物處理服務[28]。

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[29]、日本[31]、韓國[32][33]、泰國[34]、加拿大[35]、歐盟[36]、德國[37]、瑞士[38]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[30]

(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 2.6 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 2.6 英國碳標籤制度推動架構[29]

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。

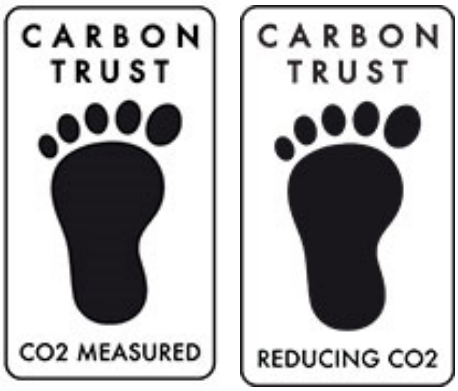
(3)碳標籤內涵與外觀揭露訊息

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 2.7 所示。



圖片來源：Carbon Trust

圖 2.7　英國 Carbon Trust 二氧化碳測量標籤與減量標籤[30]

2.日本-Carbon Footprint[31]

(1)簡介

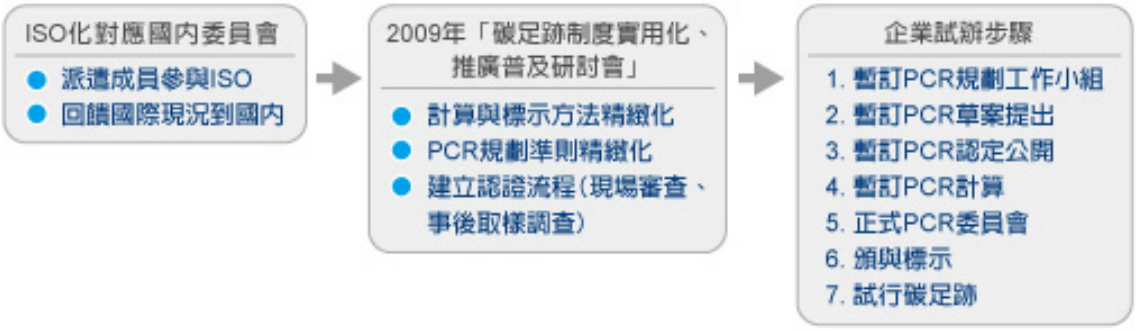
日本結合生態標章(Eco Leaf)之產品生命週期環境衝擊評估為基礎，於 2008 年完成首批 30 家企業及 54 種產品之碳標示示範，後續亦將遴選有意願之企業投入 PCR 草案研提，以完備各種產品之碳足跡計算方法。

(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。

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)店鋪試行販賣碳足跡標示產品，如圖 2.8 所示。



圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.8 日本碳足跡制度建置之流程[31]

(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 2.9 所示。

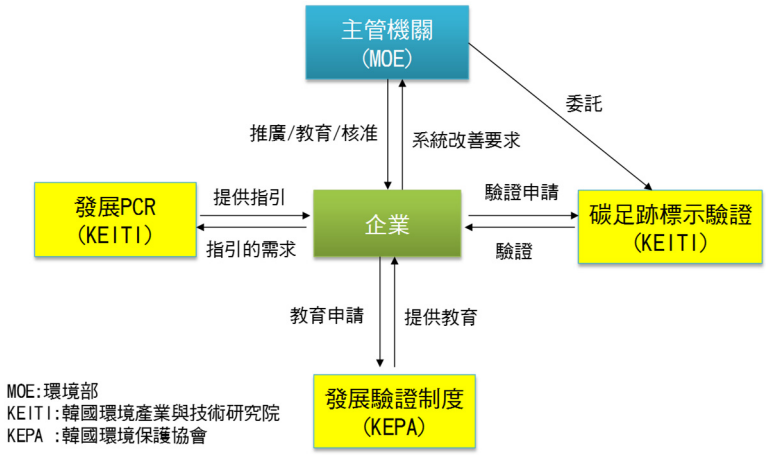
圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.9 日本兩種形式碳標籤

3.韓國-CooL(CO_2 Low)Label[32][33]

(1)簡介

韓國環保標章推動最早由 KOECO(Korea Eco-Product Institution)於 2008 年 7 月首次試行碳標籤，現已由 KEITI 機構負責，選出 10 項產品頒給碳標籤。在試行階段因為國家認可之可信賴碳排放計算尚未完成，韓國透過進行參與公司之人員訓練與計畫擬定碳排放量計算工具，並配合 ISO 標準建置之時程進行國家碳標籤之推動。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)。韓國的碳標示系統運作架構，如圖 2.10。



圖片來源：財團法人台灣產業服務基金會(2010)，我國碳足跡計算基準與低碳會議推動策略季劃期末簡報

圖 2.10 韓國產品碳標示系統運作架構

(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。另外，韓國將碳標籤產品分成三種產品項目類

別規則(Product Category Rules, PCR)。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。

CooL(CO_2 Low)Label 的兩類碳標籤，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 2.11。

圖片來源：韓國 EPD 官方網站

圖 2.11 韓國 CooL(CO_2 Low)Label 碳標籤的兩種外觀[33]

4.泰國- Carbon footprint of Product

(1)簡介

泰國碳標示制度係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。

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)在 2009 年一同推出碳足跡計畫，並於 2012 年 1 月公告產品碳足跡指引。泰國溫室氣體管理組織成立技術小組，針對產品碳標籤之使用申請進行審查。

泰國溫室氣體管理組織（公共組織 TGO）與國家金屬和材料技術

中心、泰國（MTEC）及國家科技發展局（NSTDA）科學技術部合作，共同促進發展產品碳足跡的（CFP）項目，該項目旨在通過購買低碳排放的產品和服務提供一個消費者對減少溫室氣體排放做出貢獻的方式，並促進及加強泰國工業部門在全球市場的競爭力。

(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。

圖片來源：泰國 TGO 網站

圖 2.12 泰國 Carbon Labels 碳標籤[34]

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 2.13。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.13 加拿大 Carbon Counted 碳標籤[35]

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。

(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 2.14)

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 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、收集初級和次級數據、確定分配規則、計算 PCF 及進行敏感性分析。

其標籤型式如圖 2.15，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 2.15 德國-Product Carbon Footprint 碳標籤[37]

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 2.16 所示。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.16 瑞士-Climatop 碳標籤[38]

9.小結

彙整目前各國碳標籤制度之推動情形如表 2-4 所示，由上述 8 個國家及地區及表 2-4 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 2-4 各國碳標示制度彙整表[39]

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	CO2 per 250g serving more CO2 than boiling or microwaving them. Whenever you boil potatoes, use a pan lid to further reduce the carbon footprint
	Quality Assurance Scheme	DECC	碳抵銷認證	AEA	-	-	-	APPROVED CO2 CARBON OFFSETTING Government assured offsetting direct.gov.uk/offsetting
	Climate Conscious Carbon Label	The Climate Conservancy	分級宣告達到標準	Climate Conservancy	Full life cycle	Climate Concious Methodology (base on process-LCA)	-	CLIMATE CO2NSCIOUS SILVER
加拿大	CarbonCounted	CarbonCounted	CO_2e	Third party	-	PAS 2050	啤酒	161 g CARBON counted.com

表 2-4 各國碳標示制度彙整表[39](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	Climate Marking in Sweden	KRAV,IP SIGILL Kvalitetssystem AB	宣告達到標準	KRAV or Svenskt Sigill	transport	Set criteria (based on LCA)	-	-
	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	

表 2-4 各國碳標示制度彙整表[39](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
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	
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	

表 2-4 各國碳標示制度彙整表[39](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 footprint of Product	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	-	-	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	高粱酒、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

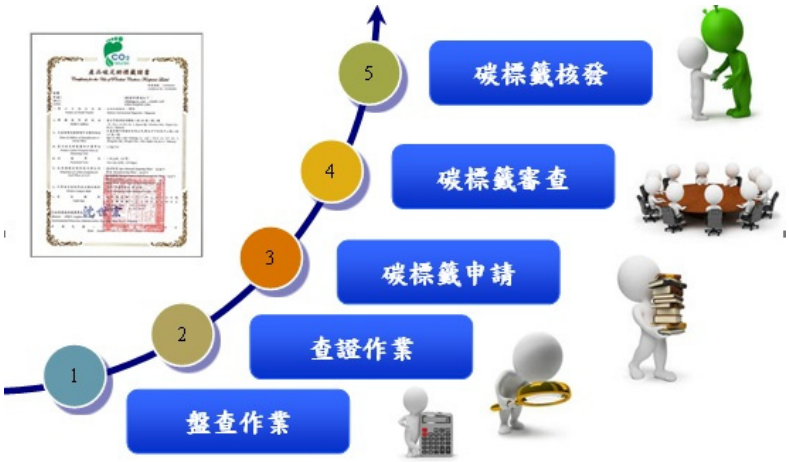
我國產品碳標籤制度規劃為二階段推動，先推動企業進行產品碳足跡揭露，再推動減碳標籤。

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 2.17。

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 2.17 我國碳足跡到碳標籤之流程[17]

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；
- 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 2-5 所示。

表 2-5　我國產品碳足跡標示審議會任務分配[40]

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。
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。

表 2-5 我國產品碳足跡標示審議會任務分配[40] (續)

負責單位	內容
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 5 月已有 207 件產品取得台灣碳標籤證書。

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 2.18 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。

圖片來源：台灣產品碳足跡資訊網

圖 2.18 我國碳標籤圖示[17]

2.3 國內外運輸部門與貨物運輸服務碳管理發展現況

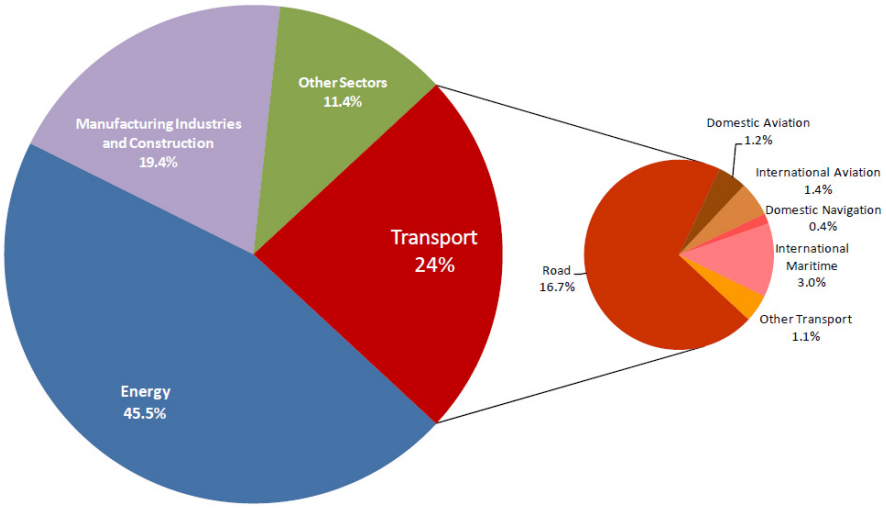
2.3.1 運輸部門排放現況

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[41]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)[41]統計如圖 2.19，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%。

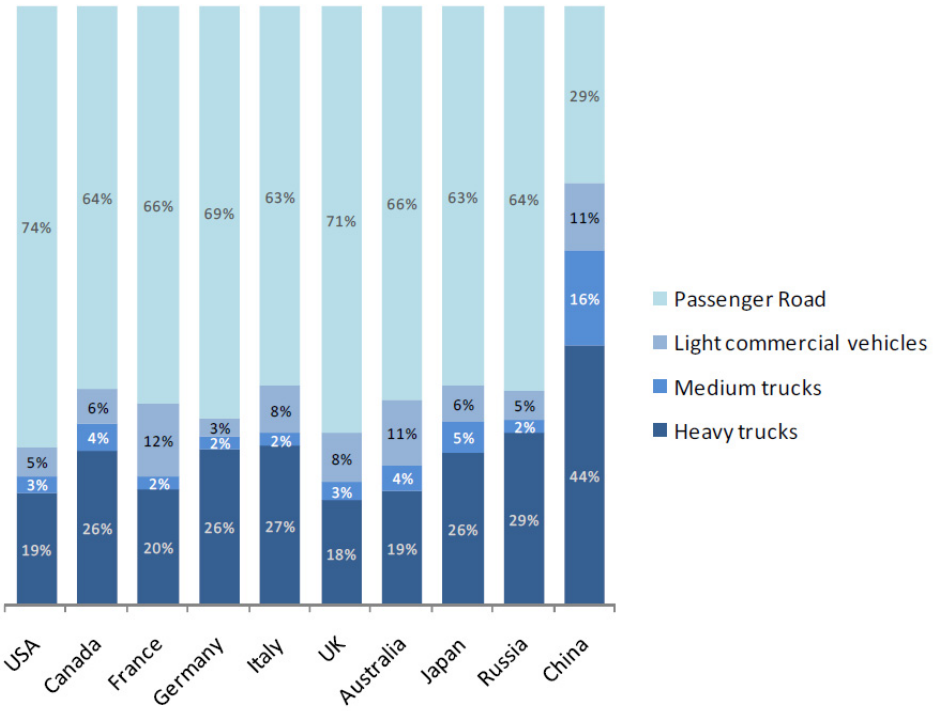
一般而言，運輸部門二氧化碳排放量的估算，主要根據所使用的各類化石燃料消耗量乘上其相對應的碳排放係數計算而得。由於運輸部門二氧化碳排放主要來自化石燃料燃燒所致，所以運輸部門的二氧化碳排放量成長趨勢，與運輸部門能源消耗量成長趨勢一致；而各運輸系統的二氧化碳排放占比與能源消耗占比大致是相似的。

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 2.20；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)

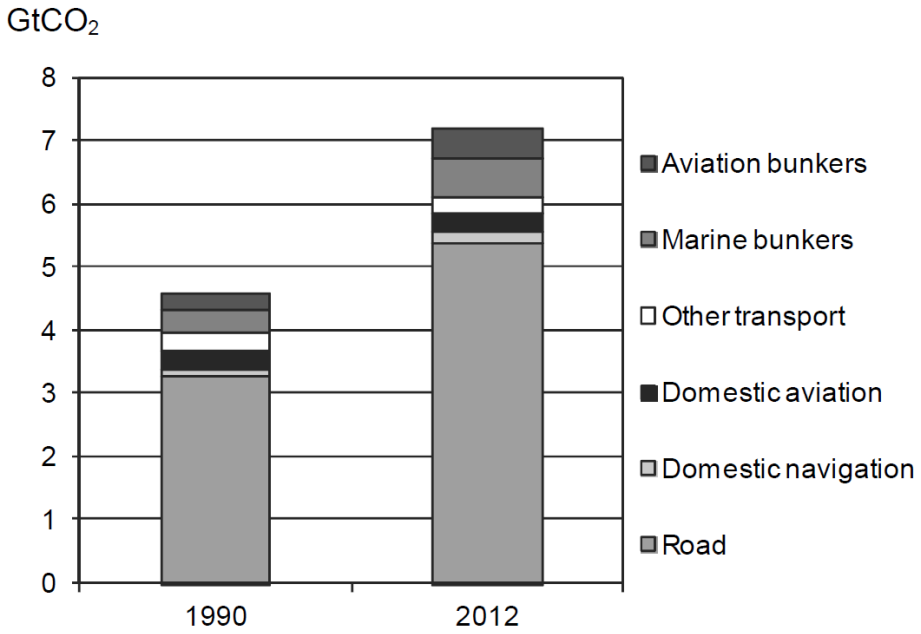
圖 2.19 全球運輸部門排放占比分析[42]



圖片來源：International Transport Forum (2010)

圖 2.20 各國貨運及非貨運公路運輸排放占比分析[43]

由國際能源署(International Energy Agency, IEA)2014 年的分析(圖 2.21)[43]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 2.21 運輸部門 1990 年及 2012 年各類別排碳量占比分析[44]

2.我國運輸部門溫室氣體排放情形

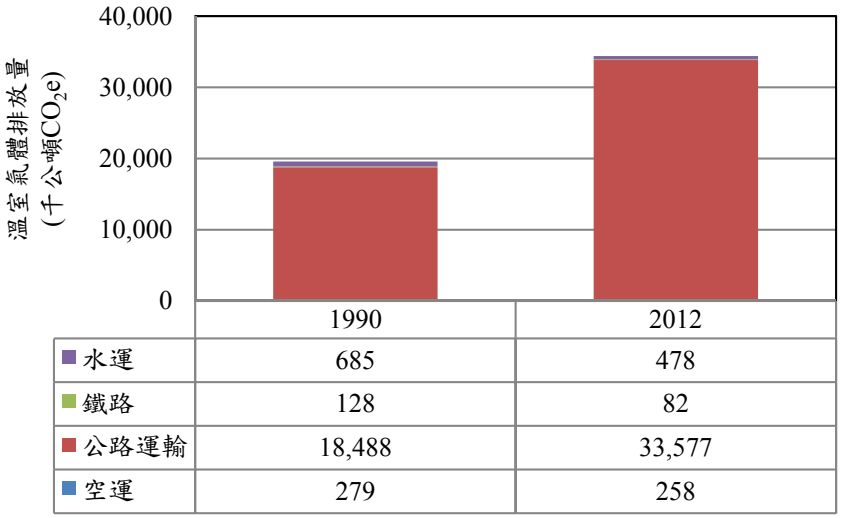
依據環保署於 2014 年 12 月出版之「國家溫室氣體清冊報告」[45]，2012 年總溫室氣體排放量為 270,682 千公噸二氧化碳當量，運輸部門排放 34,397 千公噸二氧化碳當量，約占 12.7%(不含電)。

相較於 1990 年運輸部門溫室氣體排放量 19,447 千公噸二氧化碳當量、占當年 14.3%，排放比例略微下降，而總排放量約增加 75.6%。比較我國運輸部門 1990 年及 2012 年各類別排碳量，顯示公路運輸為排放主要成長來源，如圖 2.22。

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

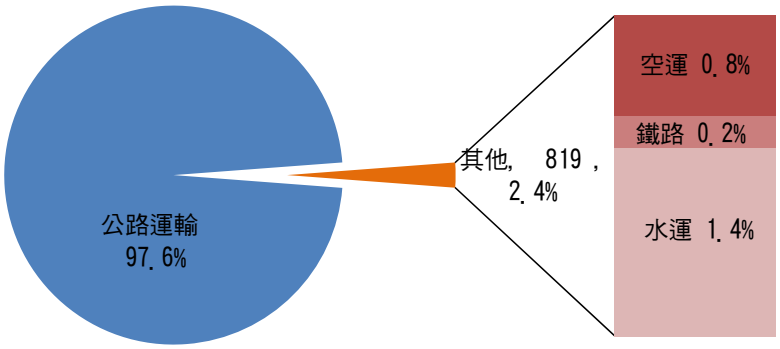
內水運，國際空運及國際航運數據則分開計算，歷年變化趨勢如表 2-6。

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 34,000 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 2012 年 97.6%，詳圖 2.23 及表 2-7 所示。



圖片來源：本計畫整理

圖 2.22 我國運輸部門 1990 年及 2012 年各類別排碳量占比分析



圖片來源：本計畫整理

圖 2.23 我國運輸部門 2012 年各類別排碳量占比

表 2-6 我國運輸部門歷年溫室氣體排放量(依氣體種類)[45]

(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	19,447	82	53	19,582	108,008	136,681	18.1%	14.3%
1991	20,676	89	56	20,821	116,768	144,829	17.8%	14.4%
1992	23,788	101	65	23,954	124,269	156,186	19.3%	15.3%
1993	25,837	110	71	26,018	133,434	168,354	19.5%	15.5%
1994	27,261	117	76	27,454	141,103	180,393	19.5%	15.2%
1995	28,529	123	81	28,733	148,483	185,523	19.4%	15.5%
1996	29,498	129	85	29,712	156,022	194,335	19.0%	15.3%
1997	30,226	132	87	30,445	167,956	208,227	18.1%	14.6%
1998	31,521	138	90	31,749	178,472	217,524	17.8%	14.6%
1999	32,439	143	92	32,674	187,586	224,060	17.4%	14.6%
2000	32,870	145	93	33,108	206,266	239,086	16.1%	13.8%
2001	32,909	146	92	33,147	209,903	243,233	15.8%	13.6%
2002	34,191	150	95	34,436	217,714	256,886	15.8%	13.4%
2003	34,159	153	94	34,406	227,163	265,387	15.1%	13.0%
2004	35,496	158	98	35,752	235,019	274,477	15.2%	13.0%
2005	36,471	162	100	36,733	241,711	277,034	15.2%	13.3%
2006	36,396	160	99	36,655	248,365	283,060	14.8%	12.9%
2007	35,056	155	95	35,306	252,077	284,699	14.0%	12.4%
2008	33,055	147	89	33,291	240,968	269,655	13.8%	12.3%
2009	33,370	150	90	33,610	238,478	253,989	14.1%	13.2%
2010	34,472	152	93	34,717	244,356	271,484	14.2%	12.8%
2011	34,936	154	94	35,184	249,262	276,288	14.1%	12.7%
2012	34,153	152	92	34,397	244,587	270,682	14.1%	12.7%

註：不含電情形

表 2-7 我國運輸部門歷年溫室氣體排放量(依排放來源)[45]

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	279	18,488	128	686	19,582	94.4%
1991	300	19,700	138	683	20,821	94.6%
1992	368	22,623	137	827	23,954	94.4%
1993	527	24,438	143	910	26,018	93.9%
1994	640	25,787	138	887	27,454	93.9%
1995	852	26,856	138	886	28,733	93.5%
1996	1,070	27,535	131	974	29,712	92.7%
1997	1,073	28,207	128	1,035	30,445	92.6%
1998	1,023	29,484	125	1,117	31,749	92.9%
1999	1,050	30,284	132	1,209	32,674	92.7%
2000	902	30,866	122	1,218	33,108	93.2%
2001	826	30,853	116	1,350	33,147	93.1%
2002	755	32,363	116	1,203	34,436	94.0%
2003	629	32,696	105	975	34,406	95.0%
2004	645	33,935	94	1,076	35,752	94.9%
2005	591	34,919	95	1,128	36,733	95.1%
2006	515	34,984	93	1,062	36,655	95.4%
2007	390	33,871	90	954	35,306	95.9%
2008	258	32,171	89	772	33,291	96.6%
2009	228	32,524	73	785	33,610	96.8%
2010	231	33,546	82	857	34,717	96.6%
2011	257	34,046	82	798	35,184	96.8%
2012	258	33,577	82	479	34,397	97.6%

註：不含電情形

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[46]，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)[47]

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。

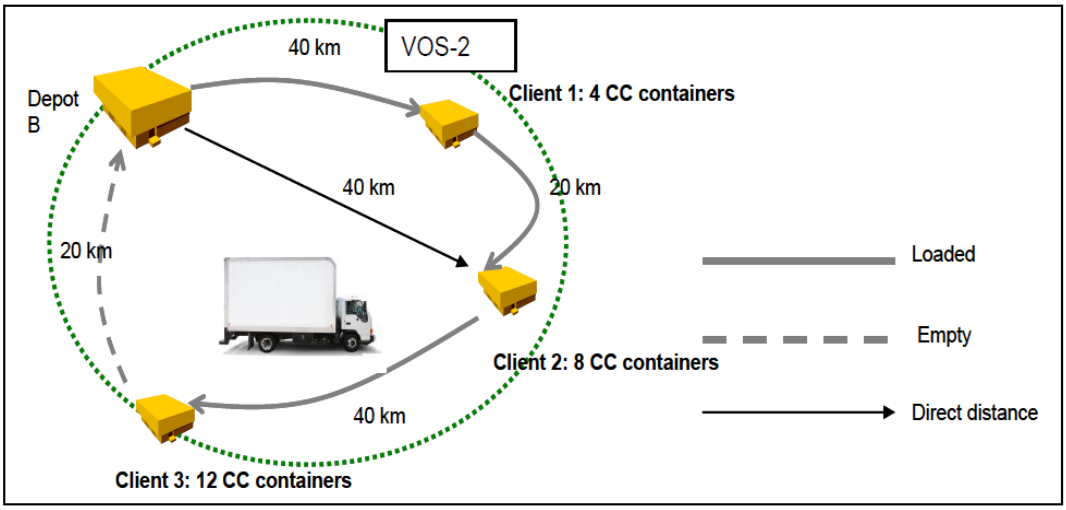
本計畫彙整依據EN 16258之分配方法於2014年1月所提出之指引

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 2.24 之運輸行為說明如下。



圖片來源：EN 16258

圖 2.24 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：

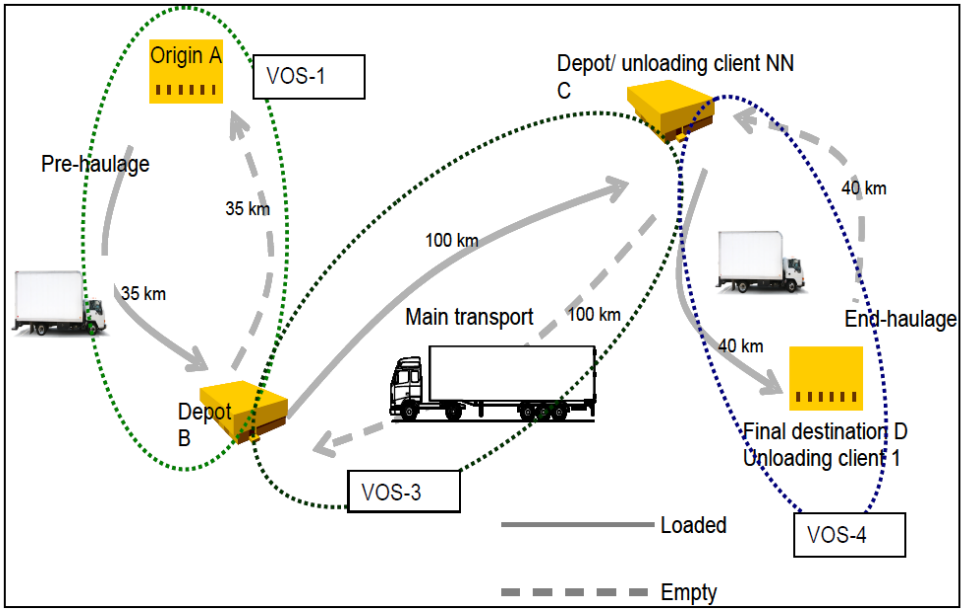
$$92.8\ kgCO_2e \times \frac{8\times40}{(4\times40+8\times40+12*20)} = 41.3\ kgCO_2e$$

■ 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 2.25 之運輸行為說明如下。



圖片來源：EN 16258

圖 2.25 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：

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

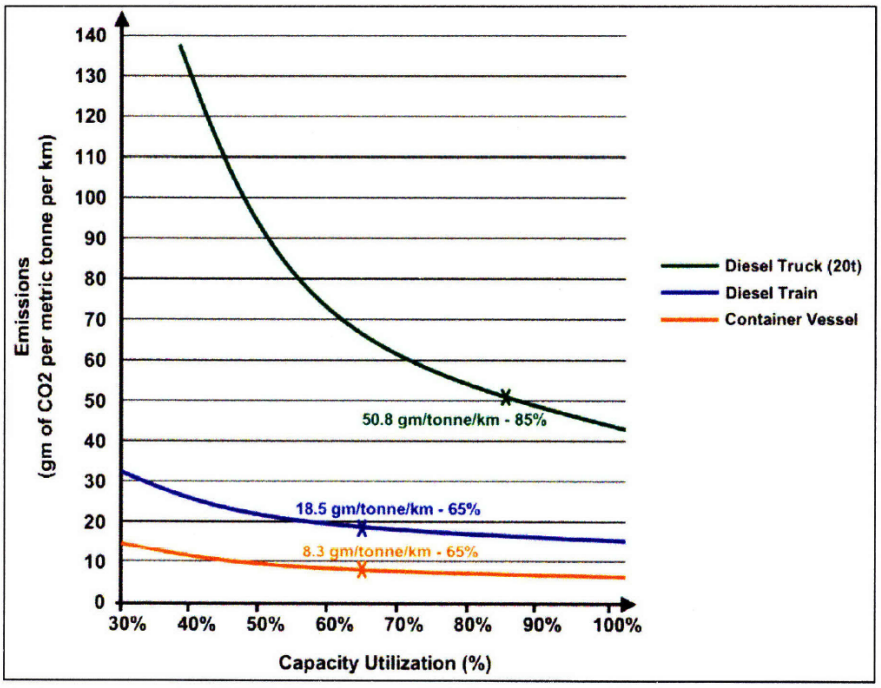
■ 客戶 1 托運 24 單位的排放量合計 233.9 $kgCO_2e$，計算如下：

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

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 2.26，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 2.26 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 2-8，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[49]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 2-8 貨車運輸碳排放係數彙整表

單位：$kgCO_2e/tkm$

<table>
<tr><th>型式</th><th colspan="4">我國環保署</th><th colspan="2">英國 2012 Defra / DECC</th><th colspan="2">生命週期軟體資料庫 SimaPro</th></tr>
<tr><td rowspan="4">小貨車</td><td rowspan="4"><3.5t</td><td rowspan="2">汽油</td><td>自用</td><td>0.74</td><td rowspan="2"><3.5t 汽油</td><td rowspan="2">0.58~1.02</td><td rowspan="4">Van<3.5t</td><td rowspan="4">1.54</td></tr>
<tr><td>營業</td><td>0.63</td></tr>
<tr><td rowspan="2">柴油</td><td>自用</td><td>0.69</td><td rowspan="2"><3.5t 柴油</td><td rowspan="2">0.61~0.79</td></tr>
<tr><td>營業</td><td>0.65</td></tr>
<tr><td rowspan="6">大貨車</td><td colspan="3" rowspan="6">>3.5t</td><td rowspan="6">0.24</td><td>3.5~7.5t 箱式</td><td>0.71</td><td>lorry7.5-16t,EURO4</td><td>0.266</td></tr>
<tr><td>7.5~17t 箱式</td><td>0.42</td><td>lorry7.5-16t,EURO5</td><td>0.269</td></tr>
<tr><td>17~33t 箱式</td><td>0.23</td><td>lorry16-32t,EURO4</td><td>0.153</td></tr>
<tr><td>3.5~33t 曳引式</td><td>0.20</td><td>lorry16-32t,EURO5</td><td>0.155</td></tr>
<tr><td>>33t 曳引式</td><td>0.10</td><td>Lorry>32t,EURO4</td><td>0.102</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>0.149</td><td>Lorry>32t,EURO5</td><td>0.104</td></tr>
</table>

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[49]

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。

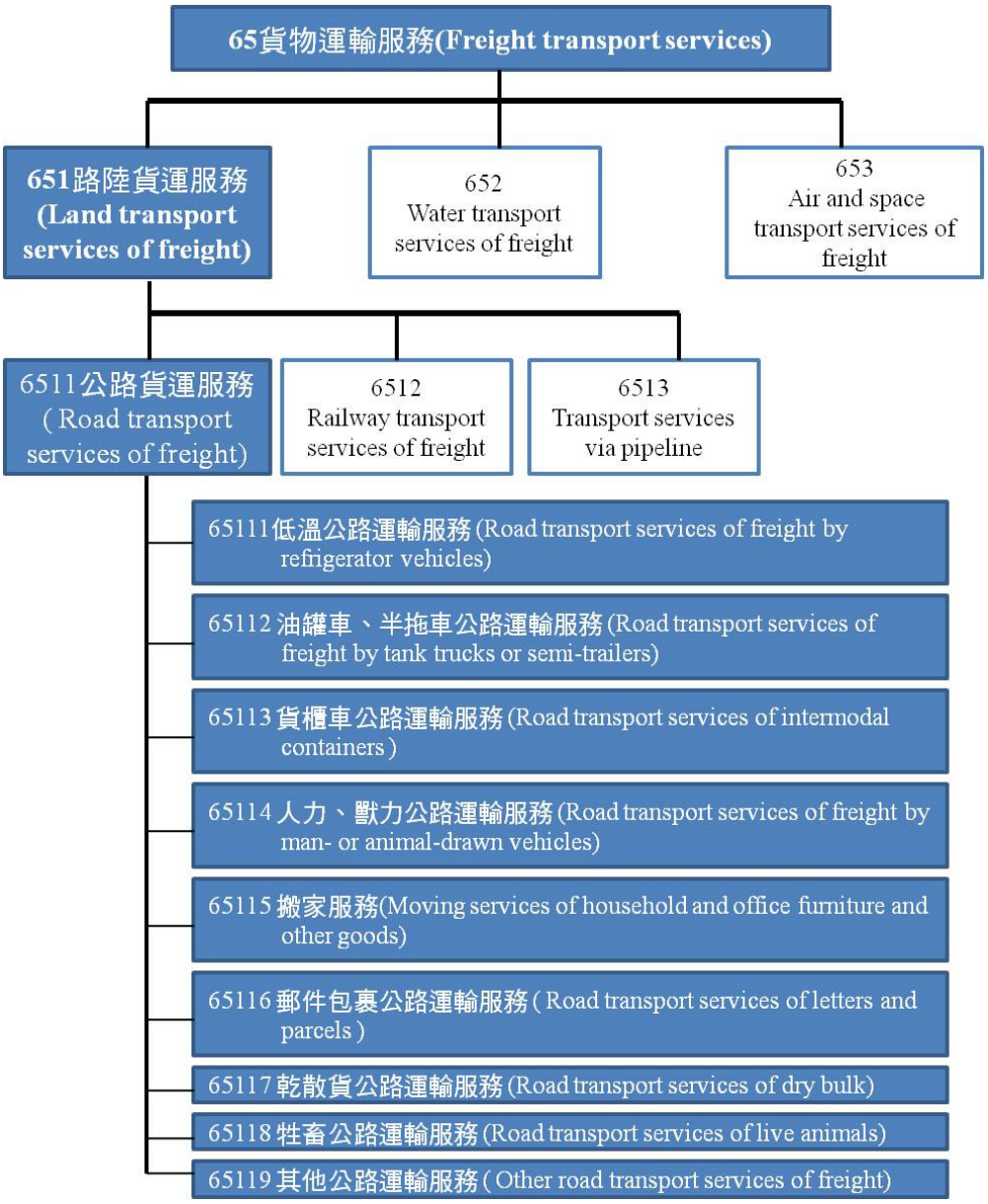
CPC 系統的編碼採分層法，主要是以部門(顯示於第一位數)、類(以第一位和第二位數表示)、組(以前三位數表示)、級(以前四位數表示)和次級(等同於所有五位數合在一起)共 5 階層對產品進行系統性分類。為利於有效連結與整合各類別標準，International EPD® System 建議作法為：先就產品的大類(編號為 2 碼)較廣泛地思考其特性、建立 PCR 基本模組(PCR basic module)；而後再依據產品的重要性，比對基本模組的內容說明，制定該類別分組、分級或分次級後的單項 PCR。而 PCR 基本模組並非產品評估時引用之 PCR，僅為基本參考。

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 2.27 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 2.27 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。

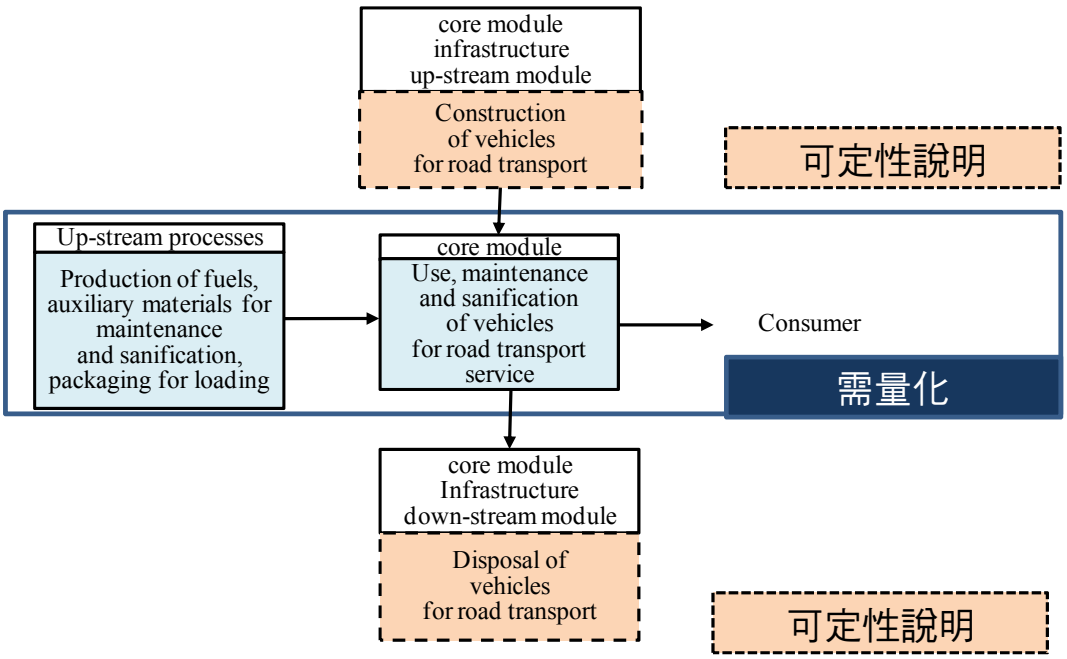
■ 評估邊界

評估邊界如圖 2.28 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 2.28 道路貨運服務(冷藏食品與肉品)PCR 邊界(UN CPC 6511)[51]

(2) UN CPC 6811 郵件服務 PCR[52]

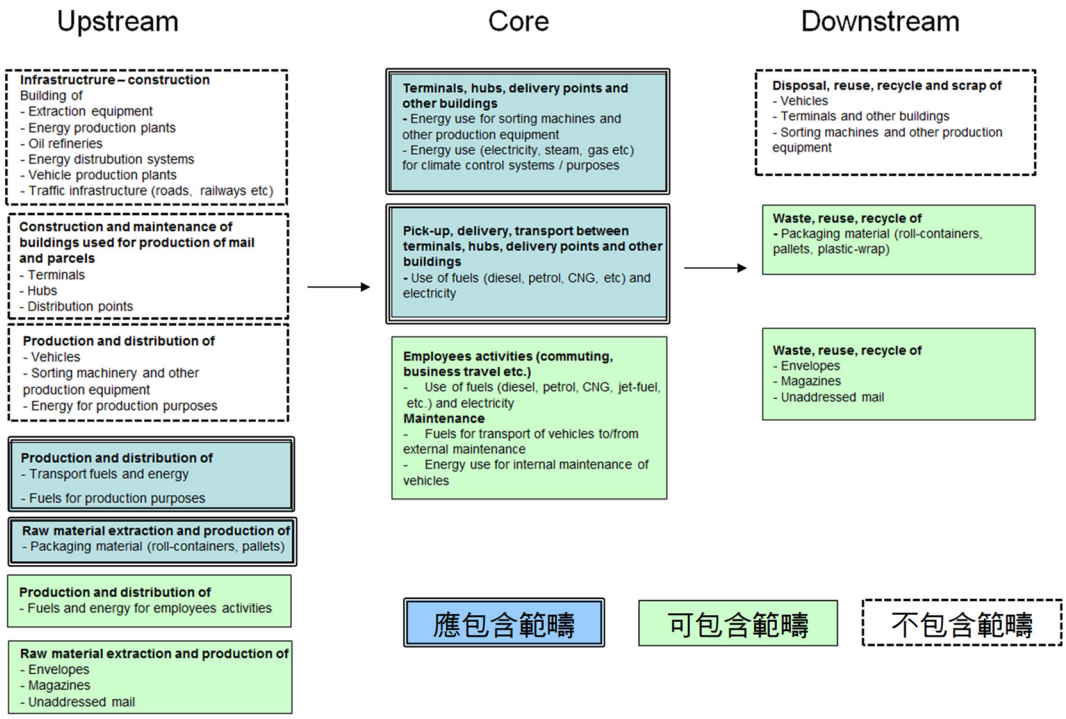
郵件服務 PCR(UN CPC 6811)係於 2014 年 2 月 11 日初次公告，並於 2015 年 1 月 21 日修正公告 1.01 版。主要內容係針對重量小於 2 公斤之信件與重量 2~50kg 之包裹的郵遞行為。

■ 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 2.29 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 2.29 郵件服務 PCR 邊界(UN CPC 6811)[52]

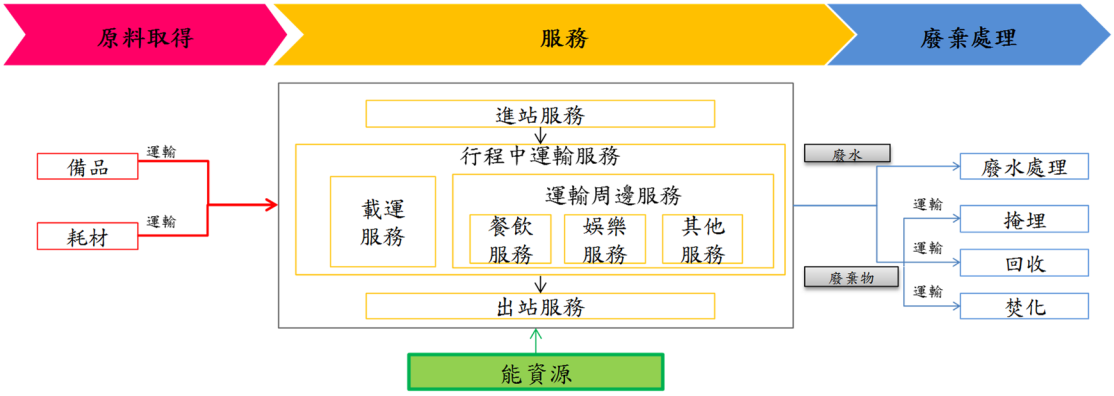
■ 數據要求

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，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 2.30。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。



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 2.30 我國旅客運輸服務 PCR 邊界[26]

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。

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

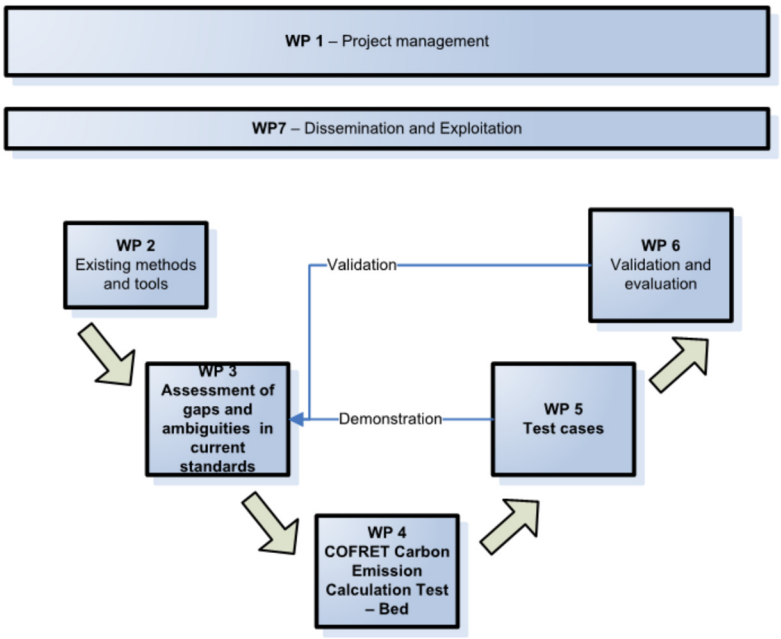
歐盟貨物運輸碳足跡(Carbon Footprint of Freight Transport, COFRET)計畫[53]，為歐盟委員會(European Commission)研究與創新總署(Directorate General for Research & Innovation)共同資助之第七框架計畫(7th Framework Programme)的一部分，計畫執行時間為 2011 年 6 月至 2014 年 11 月，目的在支持實現歐盟的排放減量目標。

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 計畫以工作分組的方式分工執行，各工作分組運作架構如圖 2.31 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。

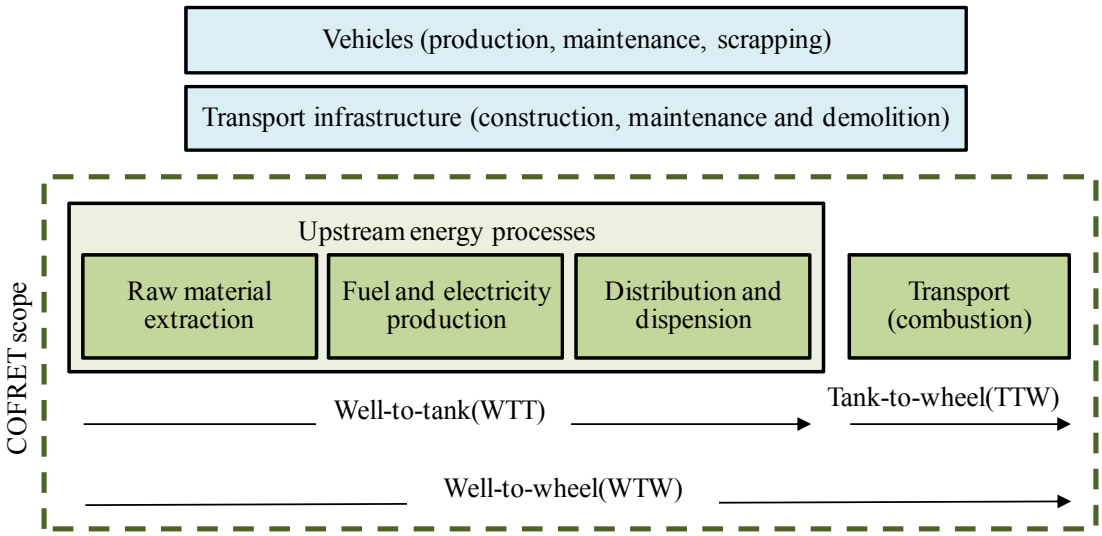


圖片來源：COFPET

圖 2.31 COFRET 計畫執行分組架構圖[53]

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 2.32 所示；分別為：



圖片來源：COFPET

圖 2.32 貨物運輸碳足跡及 COFRET 計畫計算範圍界定示意圖[53]

(1)運輸車輛的生產、維護與報廢；

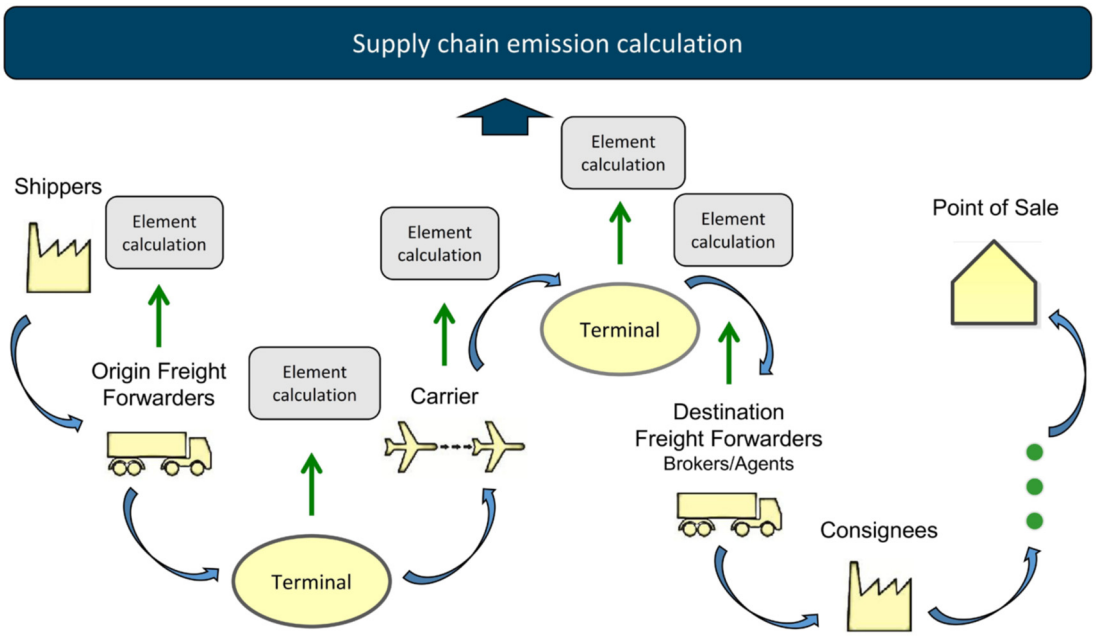
(2)交通基礎設施的新建、磨耗、維護與報廢；

(3)上游能源製程；

(4)實務運輸界面。

由圖 2.32 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 2.32 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 2.33 所示。



圖片來源：COFPET

圖 2.33 COFRET 計畫供應鏈元件分析圖[53]

3.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。

4.總結建議與研討議題

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.研究成果驗證及敏感性分析

為了解現有方法學在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，並示範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，為顯現運輸業者在目前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 個不同在歐洲中部和南部長程運輸過程的供應鏈配置(僅道路或公路/鐵路)，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%。

6.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[54]，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。

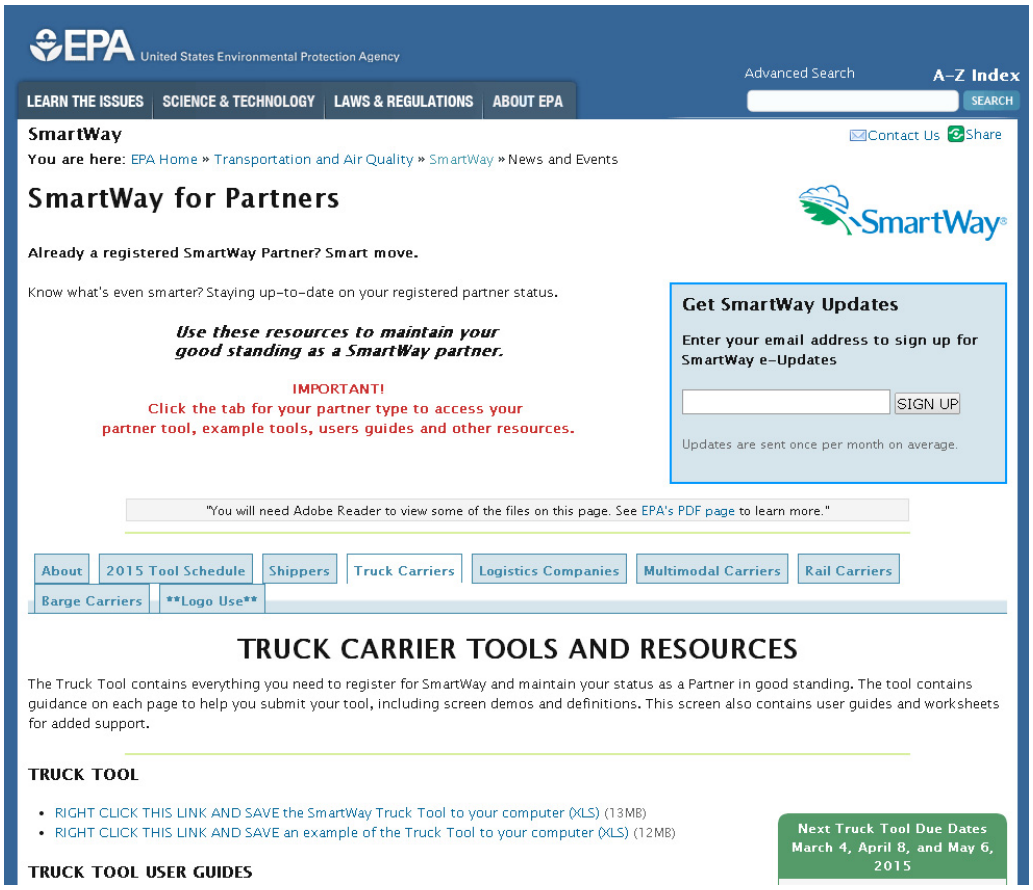
2.4.2 美國環保署高效運輸夥伴關係計畫(SmartWay)

美國 SmartWay 高效運輸夥伴關係計畫[55]，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 2.34，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 2.34 US EPA SmartWay 計畫載貨卡車業者專頁[56]

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 2.35；填報內容共包含五大類，包括：

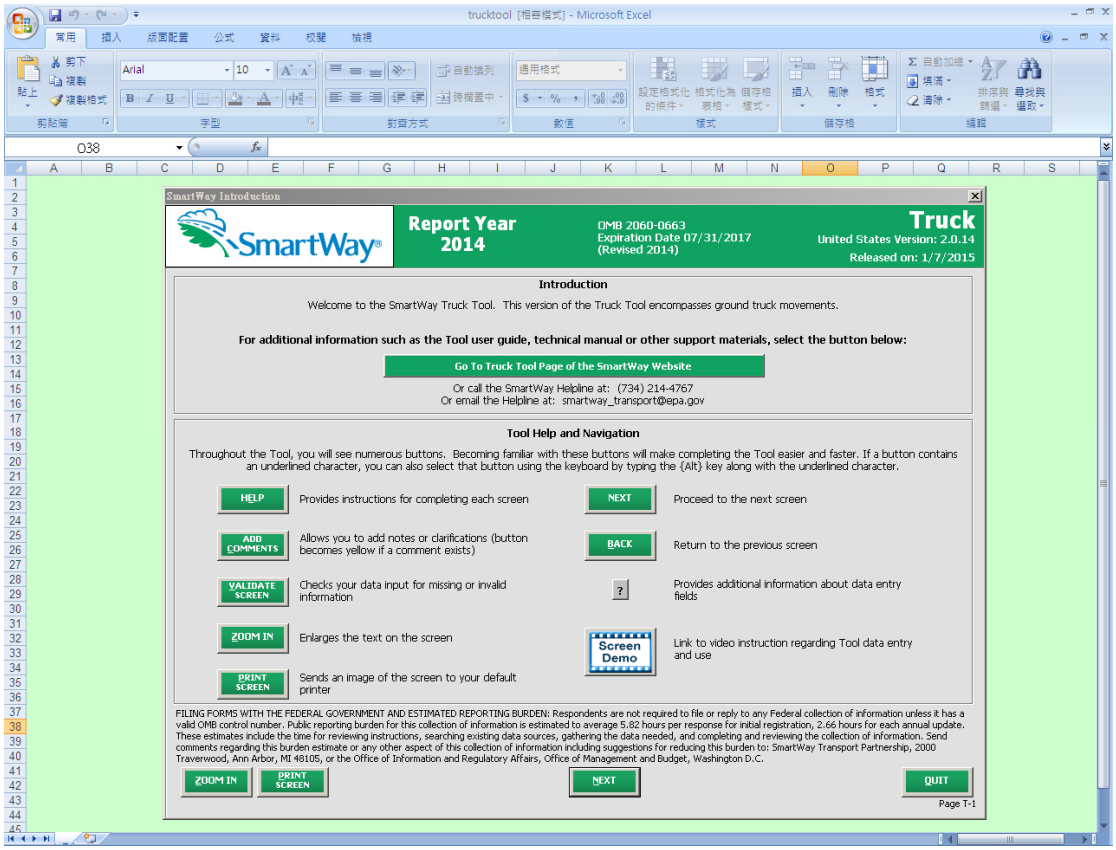
(1)操作國別比例(填報於美國及加拿大境內的作業百分比)；

(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 2.35 US EPA SmartWay 計畫 2014 年資料蒐集工具[56]

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 我國公路貨運背景與相關計畫成果彙整

2.5.1 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「103 年汽車貨運調查報告」[57]顯示(表 2-9)，我國汽車貨運總運量約近 82,704 萬公噸，貨運量中 65.1%由營業貨車運送；汽車貨運總延噸公里數為 520 億 7,477 萬噸公里，其中營業貨車占 85.9%。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 2-9 103 年汽車貨運運量及延噸公里分析[57]

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
102年	**82,918**	53,991	28,928	**4,902,733**	4,135,637	767,096
103年	**82,704**	53,827	28,878	**5,207,477**	4,470,886	736,591
結構比	**100.0**	65.1	34.9	**100.0**	85.9	14.1
較上年增減率(%)	**-0.3**	-0.3	-0.2	**6.2**	8.1	-4.0

資料來源：交通部統計處(104)

2.汽車貨運以國產內銷貨為大宗

103 年汽車貨運量以國產內銷貨占最大宗，計 5 億 7,556 萬公噸，占 69.6%；進口貨為 1 億 5,045 萬公噸，占 18.2%；出口貨為 8,205 萬公噸，占 9.9%；轉口貨為 1,899 萬公噸，占 2.3%。

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，其中自用貨車之國產內銷貨運量(2 億 8,292 萬公噸)已高達其總運量之 98.0%，顯示我國自用貨車仍以運送本國貨物為主，如表 2-10。

表 2-10 我國汽車貨運之商品來源統計[57]

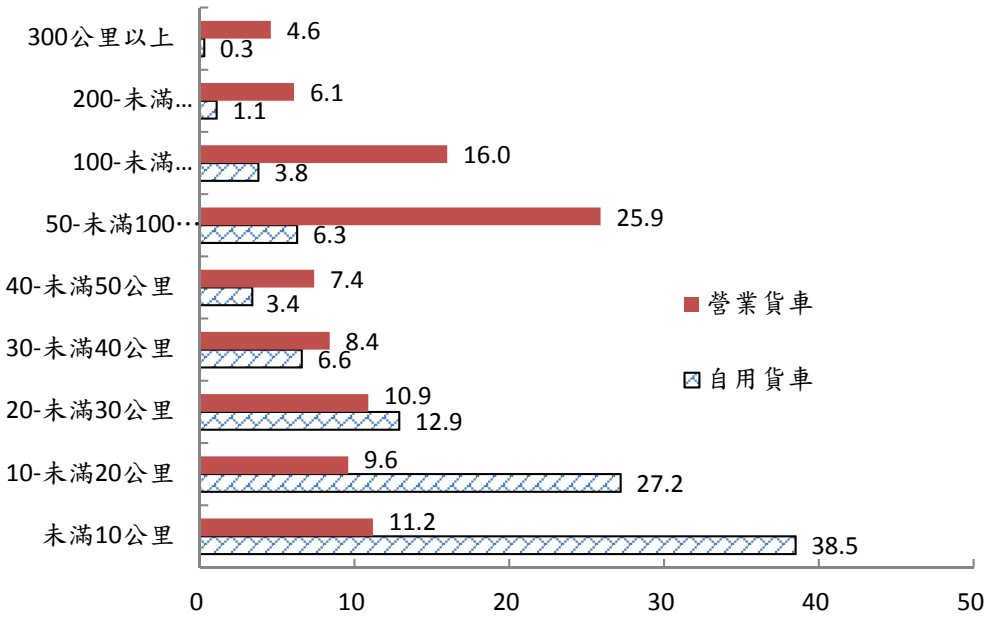
單位:萬公噸；%

年別	商品來源別	總計		營業貨車		自用貨車	
			結構比		結構比		結構比
102年	總計	82,918	100.0	53,991	100.0	28,928	100.0
	國產內銷貨	57,250	69.0	28,896	53.5	28,354	98.0
	進口貨	13,749	16.6	13,258	24.6	491	1.7
	出口貨	9,465	11.4	9,382	17.4	83	0.3
	轉口貨	2,455	3.0	2,455	4.5	-	-
103年	總計	**82,704**	**100.0**	53,827	100.0	28,878	100.0
	國產內銷貨	**57,556**	**69.6**	29,263	54.4	28,292	98.0
	進口貨	**15,045**	**18.2**	14,573	27.1	472	1.6
	出口貨	**8,205**	**9.9**	8,091	15.0	113	0.4
	轉口貨	**1,899**	**2.3**	1,899	3.5	-	-

資料來源：交通部統計處(104)

3.營業貨車平均每公噸貨物運距

103 年營業貨車平均運送每公噸貨物之運距為 83.1 公里，其中以每趟運距「50-未滿 100 公里」之貨運量占比 25.9%最高，「100-未滿 200 公里」(占 16.0%)次之；自用貨車運送每公噸貨物之平均運距為 25.5 公里，其中以每趟運距「未滿 10 公里」之貨運量占比 38.5%最多，「10-未滿 20 公里」(占 27.2%)次之，顯示自用貨車以運送短程貨物為主，如圖 2.36 所示。



圖片來源：交通部統計處(104)

圖 2.36 103 年汽車貨運平均運距[57]

2.5.2 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」[58]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%。

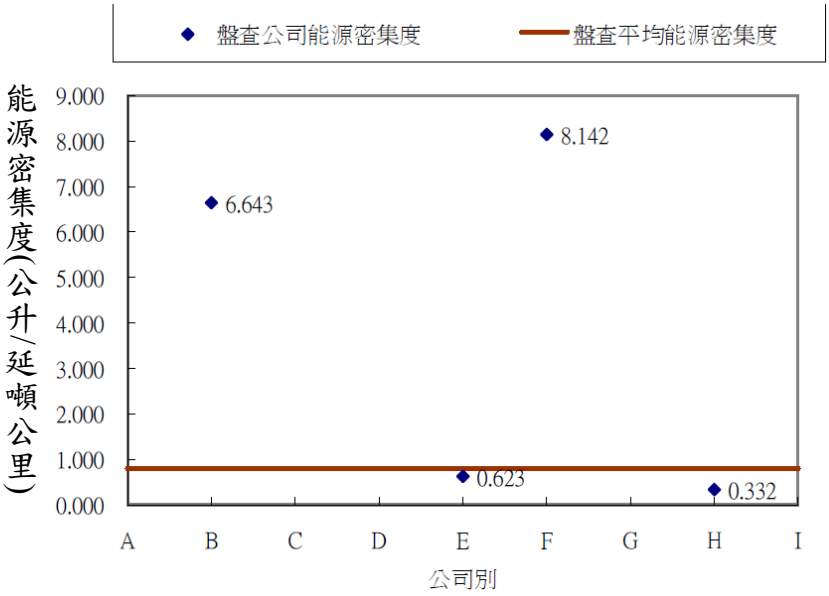
該計畫以業者回填之表單內容進行車種別能源密集度與溫室氣體排放強度分析，如表 2-11。公路客貨運業營業各車種中，以客運車輛能源密集度及溫室氣體排放強度較為接近，而貨車部分不同車種則差異較大。其中營業大貨車(含貨運曳引車)平均能源密集度約為 0.793 公升/延噸公里，但其資料來源為資料回填完整之 4 家業者平均值，各別能源密集度介於 0.332～8.142 公升/延噸公里，其差異性很大，如圖 2.37。

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 2-11 公路客貨運業車種別能源密集度與溫室氣體排放強度[58]

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 2.37 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[59]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 2-12 所示。

表 2-12 小貨車能源效率分析[59]

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 2-13 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 2-13 自用小貨車能源效率分析[59]

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 2-14。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 2-14 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[58]	99 年 統計值[60]	102 年 計畫調查[59]
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

2.6 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 2-15，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 2-15 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)[51]	郵件服務 (UN CPC 6811)[52]	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」[61]，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，103 年貨運業登記家數 5,469 家，車輛數為 82,302 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 184~808 輛，而兼營不同業別之總登記家數 301 家，占總登記家數 3%，車輛總數占 18%，如表 3-1。

表 3-1 汽車運輸業分類營運規定與統計[62]

營業分類	公路法第 34 條定義	103 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	4,606	60,412	73.4%	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	551	0.7%	184
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	559	6,287	7.6%	11
兼營汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業		286	6,354	7.7%	22
兼營汽車貨運業、汽車路線貨運業		8	3,040	3.7%	380
兼營汽車貨運、汽車貨櫃貨運業及汽車路線貨運業		7	5,658	6.9%	808
合計		5,469	82,302	100.0%	15

資料來源：交通部(104)，103 年交通年鑑

由 103 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 82,302 輛，約占營業用大小貨車總數之 78.1%，如表 3-2。

表 3-2 103 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)	69,883	93,563
小貨車登記數(輛)	35,512	855,191
營業用大小貨車登記數(輛)	105,395	948,754
汽車運輸業登記車車輛數(輛)	82,302	-
申報車輛數比例	78.1%	-

資料來源：交通部(104)，103 年交通年鑑

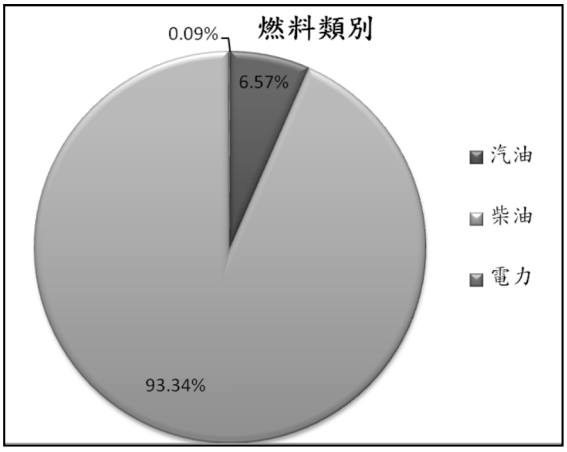
依據監理資料庫挑選出前 20 大提供公路貨運之業者，其轄下車輛共計有 12,700 輛，統計項目包括燃料別、車身式樣、保溫或冷凍設備、車齡、排氣量、總重、車重與載重等特徵。

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 3.1A 所示。車身式樣之統計如圖 3.1B 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 3.1C 顯示有 26.95%的車輛配置保溫或冷凍設備，73.05%則無。

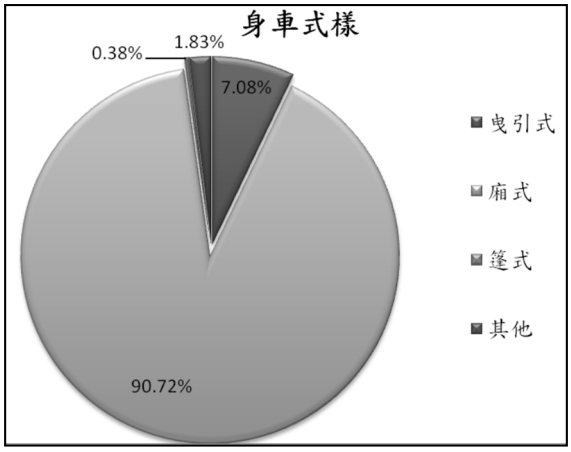
車齡部分，占比最高介於 9.1~12 年之間(如圖 3.2A)，次高車齡為介於 3.1~6 年間，至 12.1~15 年區間之後逐步遞減，前 20 大貨運公司擁有車輛車齡集中於 15 年內，平均車齡為 8.9 年。圖 3.2B 顯示車輛排氣量以 2,001~4,000 立方公分(cc.)為最多，計有 6,975 輛，其次為 4,001~6,000 立方公分(cc.)的 2,654 輛與 6,001~8,000 立方公分(cc.)的 1,192 輛，其餘組別均未達 1,000 輛，前 20 大貨運公司擁有車輛排氣量集中於 2,000~8,000 cc.，平均排氣量約為 3,907 cc.。

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

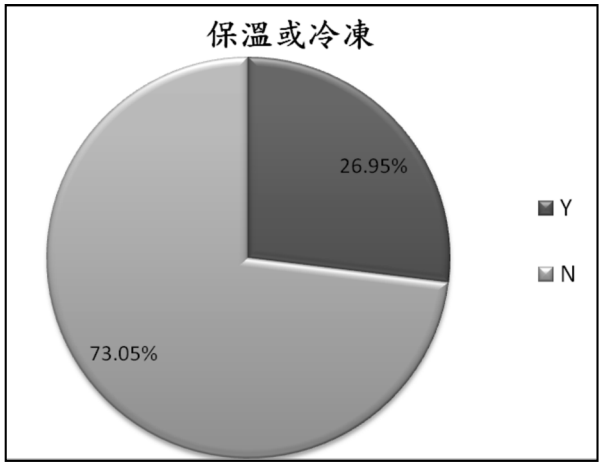
噸以下有 5,561 輛，4.1~8 公噸間之車輛則為 4,423 輛(圖 3.2C)，所有車輛平均總重為 6.5 公噸；車重的部分如圖 3.2D 所示，2.01~4 公噸者為前 20 大貨運公司車輛車重之主要區間，共計有 8,311 輛，所有車輛平均車重為 3.5 公噸；前 20 大貨運公司載重則集中於 6 公噸以下，其中 2 公噸以下車輛有 5,762 輛與 2.01~4 公噸有 3,639 輛，4.01~6 公噸亦有 1,223 輛，其餘組別則不足 1,000 輛(圖 3.2E)，所有車輛平均載重為 2.5 公噸。



(A) 燃料類別



(B) 車身式樣



(C) 保溫或冷凍設備

圖 3.1 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[63]

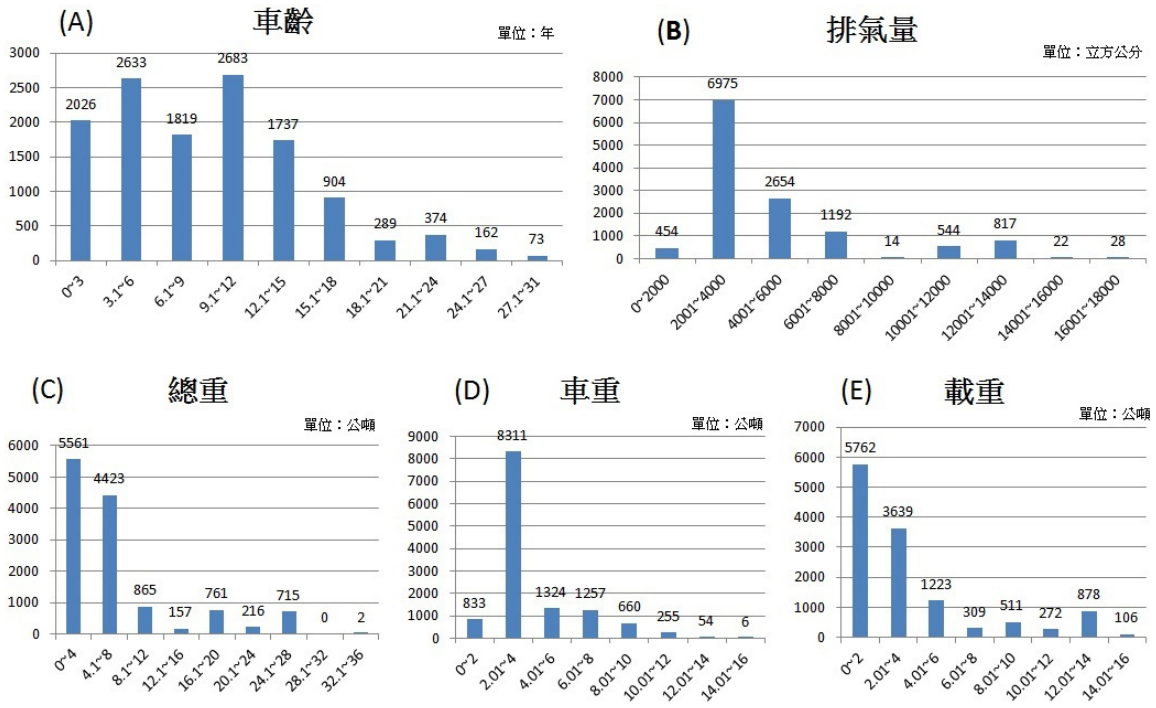


圖 3. 2 前 20 大貨運公司車輛「車齡」、「排氣量」、「總重」、「車重」與「載重」之分布[63]

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 3-3 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 3.3 所示。依序說明如後。

表 3-3 104 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。

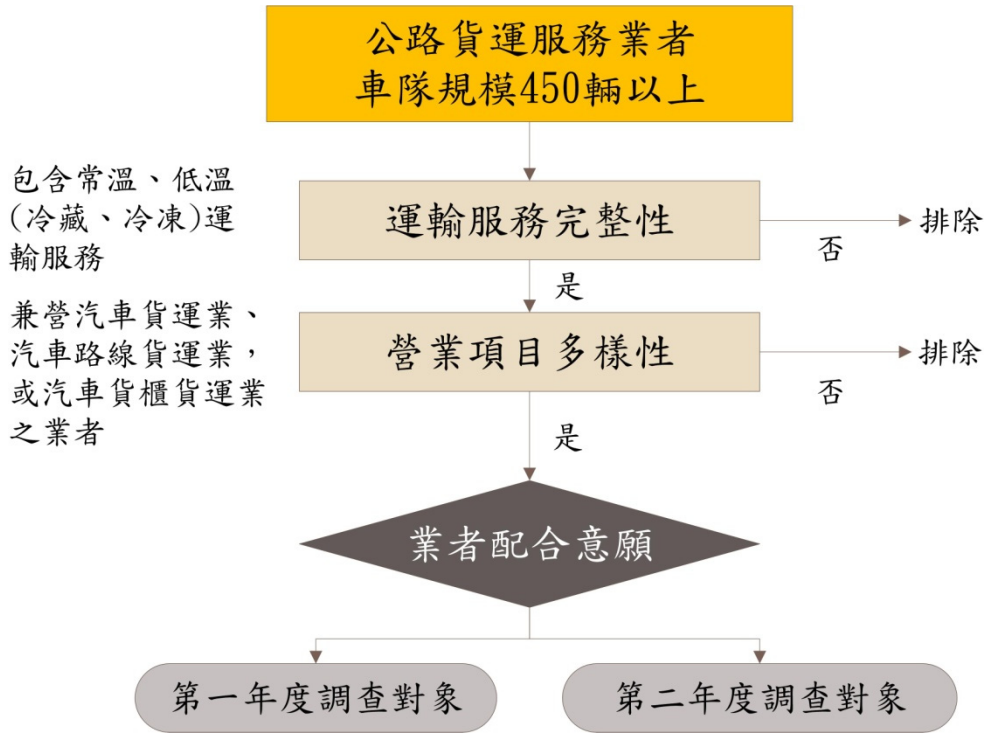


圖 3.3 國內公路貨運車隊盤查及調查對象篩選原則

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

本計畫於 104 年 4 月 21 日，依據第 3.1.1 節之相關原則遴選出第一順位公路運輸服務業者，召開碳足跡輔導資訊座談會，並針對本計畫執行內容進行說明，與會 4 家貨運業者均回函同意配合進行後續調查工作。輔導資訊座談會辦理情形如表 3-4 所示，業者回函彙整如表 3-5。

表 3-4 貨運服務碳足跡輔導資訊座談會辦理情形

時間	議程
09:45~10:00	報到
10:00~10:10	主席致詞
10:10~10:40	公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫內容說明
10:40~11:30	綜合討論
11:30~	散會

表 3-5 貨運服務碳足跡輔導業者回函

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 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	103-104 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 3-6 所示。

表 3-6 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	C	

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。本計畫針對配合本年度調查之貨運業者分別於 104 年 6 月 15 日與 6 月 17 日辦理盤查說明會，辦理情形如表 3-7 所示。

表 3-7 盤查說明會辦理情形

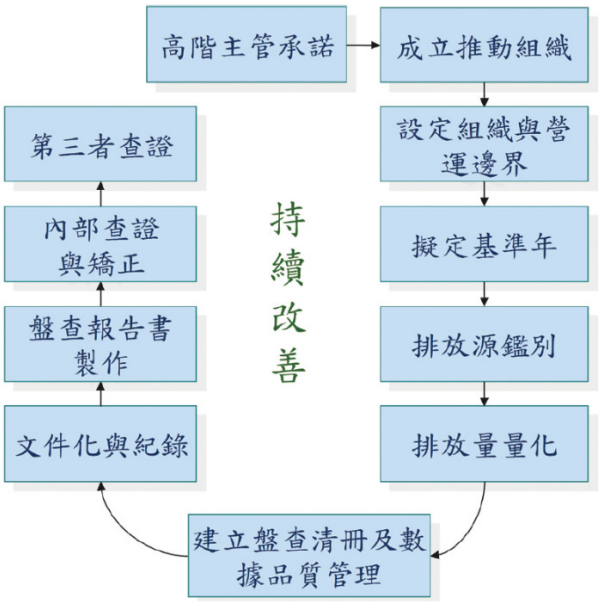
<table>
<tr><th>訪談日期</th><th>公司代碼</th><th colspan="2">辦理情形</th></tr>
<tr><td>104 年 6 月 15 日</td><td>A</td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>104 年 6 月 17 日</td><td>B</td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="4">議程</td></tr>
<tr><td>09:30~09:40</td><td colspan="3">致詞</td></tr>
<tr><td>09:40~09:50</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 colspan="2">邊界設定、排放源鑑別</td></tr>
<tr><td colspan="2">排放係數量化法</td></tr>
<tr><td colspan="2">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 98 年 12 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 3.4 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

圖 3.4 溫室氣體盤查與登錄指引盤查作業流程[9]

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 3-8。

表 3-8 溫室氣體盤查與登錄指引邊界設定要求[9]

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。

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 3-9。

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 3-9 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)。	**考量與國際主流採取一致的作法，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。**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。

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 3-10 所示。

盤查數據誤差等級公式：盤查數據誤差等級 $= A1 \times A2 \times A3$

表 3-10 溫室氣體數據品質管理誤差等級評分表[9]

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：行政院環境保護署，溫室氣體盤查與登錄指引

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 3-11 所示。

表 3-11 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。

表 3-11 盤查報告書應包含項目(續)

項目		內容
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3.5，並簡要說明各程序應考量之原則內容於後。

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。

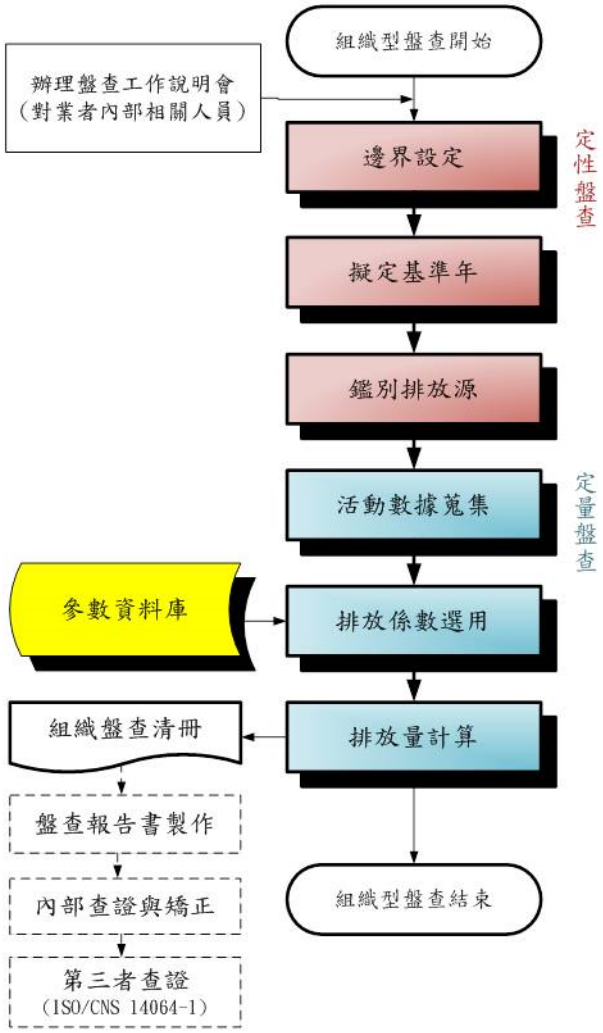


圖 3.5 盤查工作流程圖

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。考量資料取得之完整性，本計畫盤查對象將以 103 年作為基準年。

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 3.6 所示。

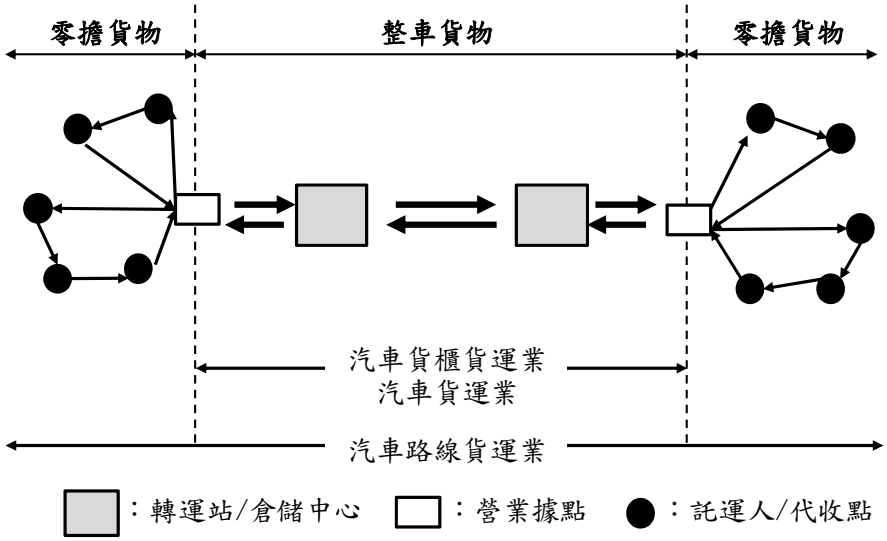


圖 3.6 貨運業者之輸配送系統模式

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 3-12。

表 3-12 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	HFCs
		冷凍冷藏之冰櫃、冰箱、飲水機	冷媒	HFCs
		污水蒐集	化糞池	CH_4
		消防設施	滅火器	CO_2、HFCs
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 3-13。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 3-13 公路貨運業者溫室氣體排放活動強度資料

<table>
<tr><th colspan="3">溫室氣體排放源</th><th>數據來源建議</th><th>比對數據參考</th></tr>
<tr><td rowspan="3">固定式燃燒排放</td><td>緊急發電機</td><td>柴油</td><td rowspan="2">採購單據</td><td rowspan="2">油槽之提領量或庫存變化量</td></tr>
<tr><td>宿舍熱水鍋爐</td><td>柴油、重油</td></tr>
<tr><td>餐廳瓦斯爐</td><td>天然氣</td><td>瓦斯費單據、瓦斯桶採購單</td><td>員工餐廳營業時間、供餐時數統計</td></tr>
<tr><td rowspan="3">移動式燃燒排放</td><td>運輸車輛</td><td>汽油、柴油</td><td rowspan="3">採購單據</td><td rowspan="3">油槽之提領量或庫存變化量，或行駛里程、載貨量、車輛能耗</td></tr>
<tr><td>公務車</td><td>汽油、柴油</td></tr>
<tr><td>堆高機</td><td>汽油、柴油</td></tr>
<tr><td rowspan="4">逸散排放</td><td>窗型冷氣、車輛冷氣</td><td>冷媒</td><td rowspan="2">採購單據</td><td rowspan="2">填充紀錄</td></tr>
<tr><td>冷凍冷藏之冰櫃、冰箱、飲水機</td><td>冷媒</td></tr>
<tr><td>廁所</td><td>化糞池</td><td>員工工時統計</td><td>水肥車清運紀錄</td></tr>
<tr><td>消防設施</td><td>滅火器</td><td>採購單據</td><td>填充紀錄</td></tr>
<tr><td>辦公室</td><td>照明、空調</td><td>電力</td><td rowspan="3">電費單據</td><td rowspan="3">設備能耗資訊、操作時間</td></tr>
<tr><td>常溫倉儲</td><td>堆高機、照明</td><td>電力</td></tr>
<tr><td>低溫倉儲</td><td>堆高機、照明、空調</td><td>電力</td></tr>
<tr><td>包裝材料</td><td colspan="2">紙箱、膠帶、塑膠袋、緩衝材</td><td>進貨數量</td><td>提領量或庫存變化量</td></tr>
<tr><td>車輛清洗</td><td colspan="2">水、清潔劑</td><td>水費單據、採購單據</td><td>車輛清洗紀錄表</td></tr>
<tr><td>車輛保養</td><td colspan="2">引擎機油、變速箱油、動力方向機油、煞車油、輪胎</td><td>採購單據</td><td>提領量或庫存變化量</td></tr>
<tr><td rowspan="2">其他</td><td colspan="2">配送單、物件標籤、棧板</td><td>採購單據</td><td>提領量或庫存變化量</td></tr>
<tr><td colspan="2">靠行車輛燃料</td><td>採購單據</td><td>行駛里程、載貨量、車輛能耗</td></tr>
<tr><td>廢棄物處理</td><td colspan="2">辦公室、倉儲廢棄物</td><td>清運重量</td><td>員工工時統計、貨運量</td></tr>
</table>

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 102 年 11 月第 6.0.1 版。彙整相關排放係數如表 3-14 所示，逸散源之化糞池的排放係數，參考表 3-15 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 103 年電力係數進行計算。

表 3-14 公路貨運業者組織型盤查溫室氣體排放係數[64][65]

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		

資料來源：本計畫整理

表 3-15 化糞池排放係數考量參數[64]

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 3-16。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，考量與國際主流採取一致的作法，環保署建議參採 IPCC 2007 年第四次評估報告公布之溫暖化潛勢值，如表 3-17。

表 3-16 特定設備之冷媒逸散率排放因子[64]

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 3-17 常用物質之溫室氣體全球溫暖化潛勢值[64]

溫室氣體化學式		IPCC 第四次評估報告(2007)
CO_2 二氧化碳		1
CH_4 甲烷		25
N_2O 氧化亞氮		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	1,430
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	675
R-404A HFC-125/HFC-143a/HFC-134a (44.0/52.0/4.0)	冷藏、冷凍設備	3,922
R-410A HFC-32/HFC-125 (50.0/50.0)	分離式室內空調	2,088
R-507A HFC-125/HFC-143a (50.0/50.0)	冷藏、冷凍設備	3,985
SF_6	中高壓變電盤絕緣氣體	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 3-18 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，如附錄 6。

表 3-18 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	公路客貨運業盤查表單工具(案例)

3.3 溫室氣體盤查報告書編訂

3.3.1 A 公司溫室氣體盤查成果

1.盤查邊界說明

(1)組織邊界

A 公司行政組織架構如圖 3.7 所示。該公司彙總方法採控制權法，包含總公司、45 處營運據點及 17 處物流轉運中心。涵蓋之營運據點分布如表 3-19。

(2)營運範圍

A 公司之營運範圍包括直接、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。排放源範疇界定如表 3-20，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。

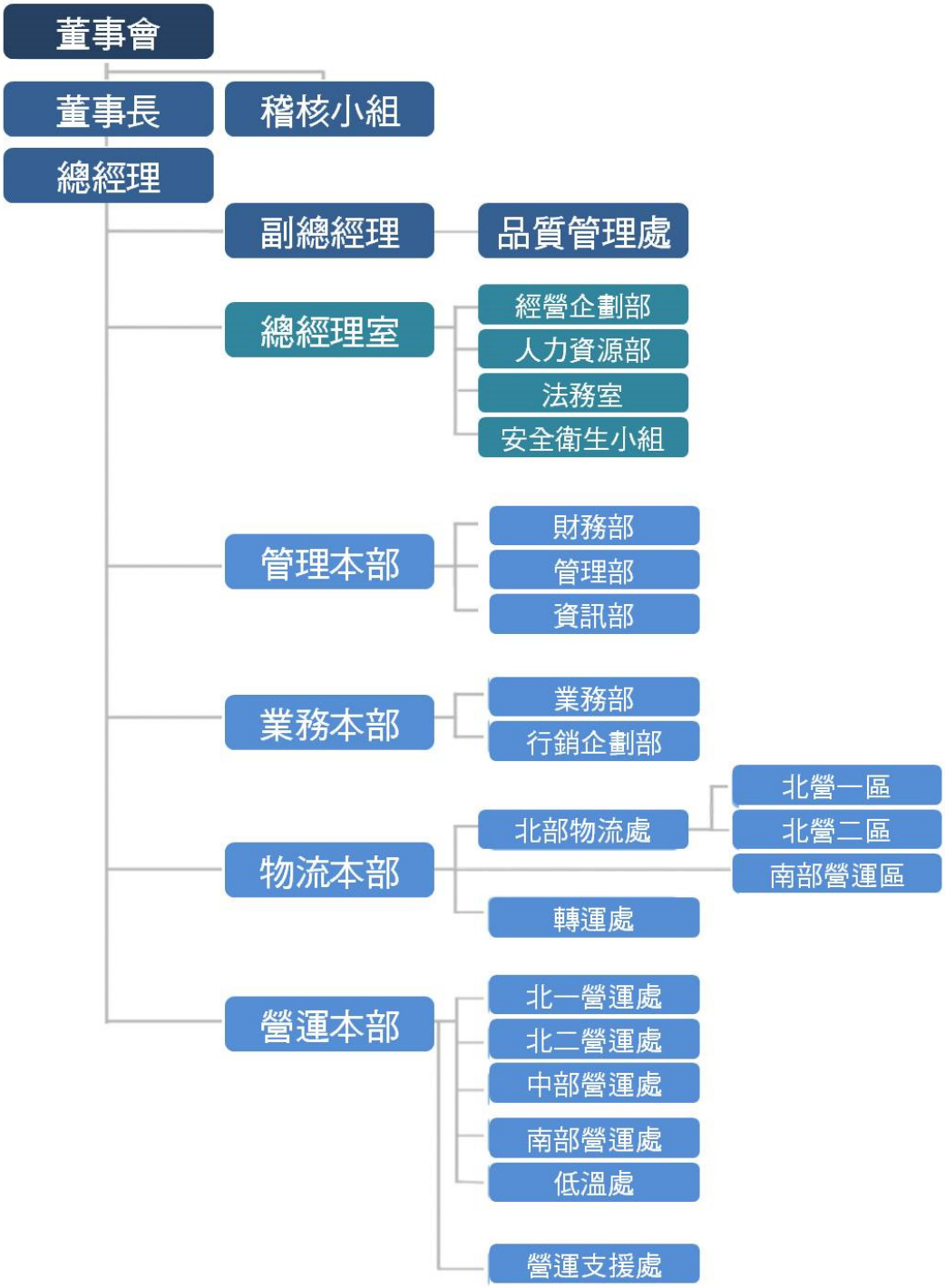


圖 3.7　A 公司行政組織架構

表 3-19 A 公司營運據點分布情形

縣市		營運據點	物流轉運中心	小計	
北部	基隆市	1		1	28
	臺北市	5		5	
	新北市	6	3	9	
	桃園市	5	7	12	
	新竹縣	1		1	
中部	苗栗縣	1		1	10
	臺中市	4	2	6	
	彰化縣	1		1	
	南投縣	2		2	
南部	雲林縣	2		2	16
	嘉義縣	1	1	2	
	臺南市	4		4	
	高雄市	5	2	7	
	屏東縣	1		1	
東部與外島	宜蘭縣	1	1	2	8
	花蓮縣	2	1	3	
	臺東縣	1		1	
	金門縣	1		1	
	澎湖縣	1		1	
合計		45	17	62	

表 3-20 A 公司排放源範疇界定

活動/設施	排放源	範疇別	溫室氣體種類						
			CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
緊急發電機、	柴油	1	V	V	V				
堆高機	柴油	1	V	V	V				
運輸車輛	汽油、柴油	1	V	V	V				
污水設施	化糞池	1		V					
辦公室空調、冷藏設備	冷媒	1				V			
運輸車輛空調、冷藏設備	冷媒	1				V			
飲水機	冷媒	1				V			
消防設施	滅火器	1	V			V			
營業據點/轉運中心/倉儲中心等	電力	2	V	V	V				
廢棄物及廢水委外處理	電力/柴油	3	V	V	V				
委外運輸車輛	柴油	3	V	V	V				
員工通勤及商務出差	柴油	3	V	V	V				

2.基準年

A 公司以 103 年作為調查溫室氣體排放量之基準年。

3.溫室氣體排放量

(1)排放源與排除排放源

- A 公司消防設備有乾粉滅火器,由於乾粉滅火器並不會產生溫室氣體，因此將其排除不計。
- A 公司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。
- A 公司受電站為非 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 3-21 所示。
- 依行政院環保署「溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版」所提供之排放係數進行排放量計算，如表 3-14~表 3-16。
- 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 3-17)，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。
- 本盤查清冊試算表輸入與輸出之數據小數點以三位數為準。

表 3-21 A 公司活動數據管理表(103 年度)

設施	原燃物料	排放源資料		年活動數據資訊			
		範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	保存單位	活動數據種類
緊急發電機	柴油	1	固定燃燒	200	公升	總務課	財務會計數據
堆高機	柴油	1	固定燃燒	6,197	公升	總務課	財務會計數據
營業場所空調設備	冷媒 R404a	1	逸散	2	公斤	總務課	依設備資料推估
營業場所冷藏設備	冷媒 R404a	1	逸散	29	公斤	總務課	依設備資料推估
污水設施	化糞池	1	逸散	1,186,932	人時	管理部	依設備資料推估
運輸車輛	汽油	1	移動燃燒	110,878	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛	柴油	1	移動燃燒	4,314,036	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛空調設備	冷媒 R134a	1	逸散	134	公斤	管理部	依設備資料推估
運輸車輛冷藏設備	冷媒 R404a	1	逸散	49	公斤	管理部	依設備資料推估
用電設施	電力	2	間接排放	9,487,681	度	總務課	財務會計數據

(3)排碳量彙整

A 公司 103 年溫室氣體排放總量為 17,207 公噸 CO_2e，詳如表 3-22。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 A 公司未來減量目標之達成狀況，計算過程詳附錄 10。

由表 3-22 可知，排放之溫室氣體種類以二氧化碳為主，占 95%以上，冷媒逸散共占近 3%(含 R404a 占 1.82%及 R134a 占 1.11%)。以範疇別而言，以範疇一占比 71.27%最高，範疇二的電力使用次之，占 28.73%。排放源分析如圖 3.8，以車輛燃料使用的排放量占比最高，達近 68%，營業場所用電占比次之，車輛冷媒逸散則占 2.23%。

其顯著門檻為 3%，相當於 516.217 公噸 CO_2e，未來年若因營運邊界、設施移入移出及量化方法改變等因素所致排放增量或減量變化之累計變化量高於此門檻，則需要重新計算基準年排放量。

未來統計排放源之排除門檻(排放量占基準年比例)為 0.5%，若不超過排除門檻，則可直接引用基準年的資料。A 公司低於排除門檻之排放源包括：緊急發電機、堆高機與化糞池排放，詳表 3-23。

表 3-22 A 公司溫室氣體排放總量(103 年度)

溫室氣體種類	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	
				R404a	R134a
排放量(公噸)	16,453.1980	2.5749	0.6208	0.0800	0.1335
GWP	1	25	298	3,922	1,430
排放量(公噸 CO_{2e})	16,453.1980	64.3725	184.9984	313.7600	190.9050
	95.62%	0.37%	1.08%	1.82%	1.11%
	17,207.234				

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})	16.7184	11,695.4686	551.9650	-	4,943.0819	17,207.234
比例	0.10%	67.97%	3.21%	0.00%	28.73%	100.00%
	71.27%					

表 3-23 A 公司各溫室氣體來源排放貢獻(103 年度)

排放源		排放係數			排放量			單一排放源排放當量小計(公噸 CO_2e/年)	單一排放源占排放總量比(%)
地點	名稱	種類	排放係數	單位	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)		
營業地點	緊急發電機柴油	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	0.5213	1	0.5213	0.5213	<0.01%
		CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	-	25	-		
		N_2O	0.000021	KgN_2O/L	-	298	-		
	堆高機柴油	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	16.1498	1	16.1498	16.1971	0.09%
		CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	0.0007	25	0.0175		
		N_2O	0.000021	KgN_2O/L	0.0001	298	0.0298		
	空調冷媒	HFCs R404a	1	kg/kg	0.0021	3,922	8.2362	121.1898	0.70%
	冷藏設備冷媒		1	kg/kg	0.0288	3,922	112.9536		
	污水設施	CH_4	0.001594	$KgCH_4$/人時	1.8920	25	47.3000	47.3000	0.27%
運輸車輛	柴油	CO_2	2.263133	$KgCO_2/L$	250.9306	1	250.9306	11,695.4686	67.97%
		CH_4	0.000816	$KgCH_4/L$	0.0905	25	2.2625		
		N_2O	0.000261	KgN_2O/L	0.0290	298	8.6420		
	汽油	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	11,242.5144	1	11,242.5144		
		CH_4	0.000137	$KgCH_4/L$	0.5917	25	14.7925		
		N_2O	0.000137	KgN_2O/L	0.5917	298	176.3266		
	空調冷媒	HFCs R134a	1	kg/kg	0.1335	1,430	190.9050	383.4752	2.23%
	冷藏設備冷媒		1	kg/kg	0.0491	3,922	192.5702		
營業地點	用電設施	CO_2	0.521000	$KgCO_2$/度	4,943.0819	1	4,943.0819	4,943.0819	28.73%
合　計								17,207.234	100%

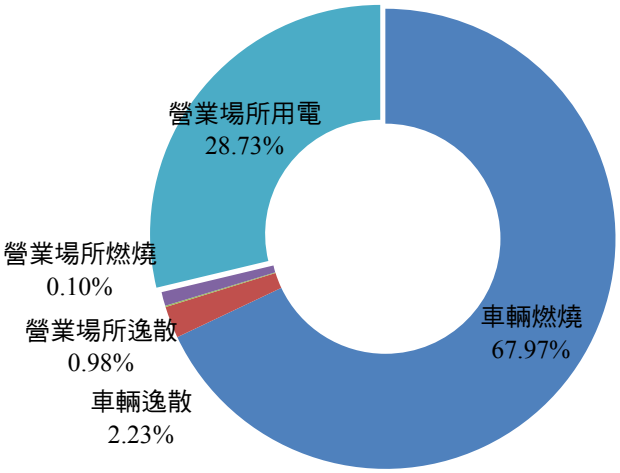


圖 3.8　A 公司溫室氣體排放源分布(103 年度)

3.3.2　B 公司溫室氣體盤查成果

1.盤查邊界說明

(1)組織邊界

B 公司行政組織架構如圖 3.9 所示。該公司彙總方法為控制權法，包含總公司、93 處營運據點及 25 處常溫配送點(含低溫、常/低溫倉儲)。涵蓋之營運據點分布如表 3-24。

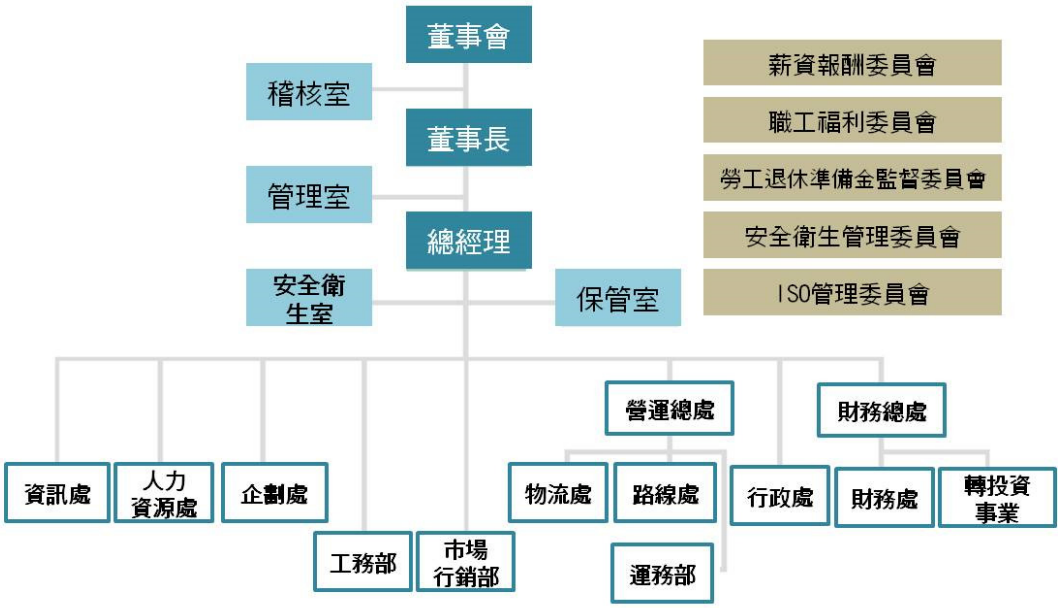


圖 3.9　B 公司行政組織架構

表 3-24 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。B 公司排放源範疇界定與 A 公司大致相同，不再贅述。

2.基準年

B 公司亦以 103 年作為調查溫室氣體排放量之基準年。

3.溫室氣體排放量

(1)排放源與排放源排除及排放係數選用

排放源與排放源排除及排放係數選用部分與 A 公司相同，不再贅

述。

(2)活動數據蒐集

各項排放源之活動數據彙整如表 3-25。B 公司已提供所有自有車輛之燃料使用資料，但僅提供部分營業所之電力及冷媒使用資料，本計畫係以部分營業所之資料，以假設條件推估全公司電力及冷媒使用之活動數據。

表 3-25 B 公司活動數據管理表(103 年度)

設施	原燃物料	排放源資料		年活動數據資訊			
		範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	保存單位	活動數據種類
緊急發電機/堆高機	柴油	1	固定燃燒	998,436	公升	總務課	財務會計數據
營業場所空調設備	冷媒 R410a	1	逸散	104	公斤	總務課	依部分營業所冷媒資料推估
營業場所冷藏設備	冷媒 R404a	1	逸散	34	公斤	總務課	依部分營業所冷媒資料推估
	冷媒 R507a	1	逸散	17	公斤	總務課	依部分營業所冷媒資料推估
污水設施	化糞池	1	逸散	5,130,298	人時	管理部	依設備資料推估
運輸車輛	汽油	1	移動燃燒	13,651	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛	柴油	1	移動燃燒	9,625,550	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛空調設備	冷媒 R134a	1	逸散	25	公斤	管理部	依設備資料推估
運輸車輛冷藏設備	冷媒 R404a	1	逸散	861	公斤	管理部	依設備資料推估
用電設施	電力	2	間接排放	39,175,440	度	總務課	依部分營業所用電資料推估

(3)排碳量彙整

由表 3-25 之活動數據及表 3-14~表 3-17 之排放係數及 GWP 值，計算 B 公司 103 年溫室氣體排放總量為 52,602 公噸 CO_2e，詳如表 3-26，計算過程詳附錄 10。此為基準年排放量，可作為建立溫室氣體管理績效的比較基準，以評估 B 公司未來減量目標之達成狀況。但實際年排

放總量仍應以實際蒐集之用電及冷媒使用量資料，作為排碳量為基準。

由表 3-26 可知，排放之溫室氣體種類以二氧化碳為主，占 91%以上，冷媒逸散共占近 7.3%(含 R507a、R410a、R404a 及 R134a)，以 R404a 占比較高，達 6.68%。以範疇別而言，以範疇一占比 61.20%最高，範疇二的電力使用次之，占 38.80%。排放源分析如圖 3.10，以車輛燃料使用的排放量占比最高，占 48.6%，營業場所用電占比次之，近 40%，車輛冷媒逸散則占 6.5%。

其顯著門檻為 3%，相當於 1,578.060 公噸 CO_2e，未來年若因營運邊界、設施移入移出及量化方法改變等因素所致排放增量或減量變化之累計變化量高於此門檻，則需要重新計算基準年排放量。

未來統計排放源之排除門檻(排放量占基準年比例)為 0.5%，若不超過排除門檻，則可直接引用基準年的資料。B 公司低於排除門檻之排放源僅化糞池排放，詳表 3-27。

表 3-26 B 公司溫室氣體排放總量(103 年度)

溫室氣體種類	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs			
				R507a	R410a	R404a	R134a
排放量(公噸)	48,127.7435	9.6144	1.3449	0.02	0.10	0.8953	0.0250
GWP	1	25	298	3985	2088	3,922	1,430
排放量(公噸 CO_2e)	48,127.7435	240.3605	400.7716	68.2929	217.8142	3,511.2686	35.7500
	91.49%	0.46%	0.76%	0.13%	0.41%	6.68%	0.07%
	52,602.001						

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	4,037.5680	-	20,410.4042	52,602.001
比例	4.96%	48.56%	7.68%	0.00%	38.80%	100.00%
	61.20%					

表 3-27 B 公司各溫室氣體來源排放貢獻(103 年度)

排放源		排放係數			排放量			單一排放源排放當量小計(公噸 CO_2e/年)	單一排放源占排放總量比(%)
地點	名稱	種類	排放係數	單位	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)		
營業地點	緊急發電機/堆高機柴油	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	2,601.96	1	2,601.9560	2,610.8679	4.96%
		CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	0.11	25	2.6336		
		N_2O	0.000021	KgN_2O/L	0.02	298	6.2784		
	空調	HFCs R410a	1	kg/kg	0.10	2088	217.8142	420.5336	0.80%
	冷藏設備	HFCs R404a	1	kg/kg	0.03	3922	134.4266		
		HFCs R507a	1	kg/kg	0.02	3985	68.2929		
	污水設施	CH_4	0.001594	$KgCH_4$/人時	8.18	25	204.4424	204.4424	0.39%
運輸車輛	汽油	CO_2	2.263133	$KgCO_2/L$	30.89	1	30.8940	25,543.1611	48.56%
		CH_4	0.000816	$KgCH_4/L$	0.01	25	0.2786		
		N_2O	0.000261	KgN_2O/L	0.00	298	1.0628		
	柴油	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	25,084.49	1	25,084.4893		
		CH_4	0.000137	$KgCH_4/L$	1.32	25	33.0059		
		N_2O	0.000137	KgN_2O/L	1.32	298	393.4304		
	空調	HFCs R134a	1	kg/kg	0.03	1430	35.7500	3,412.5920	6.49%
	冷藏設備	HFCs R404a	1	kg/kg	0.86	3922	3,376.8420		
營業地點	用電設施	CO_2	0.521000	$KgCO_2$/度	20,410.40	1	20,410.4042	20,410.4042	38.80%
合 計								52,602.001	100.00%

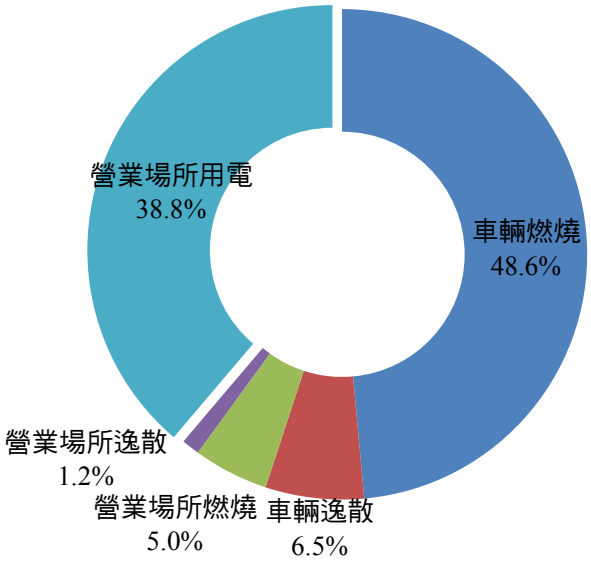


圖 3.10 B 公司溫室氣體排放源分布(103 年度)

3.4 內部診斷分析及改善建議

本計畫依據業者提供營運資料，分析運輸車輛與營業所溫室氣體排放情形。

在運輸車輛排放情形分析中，包括(1)不同噸數車輛之單位行駛里程溫室氣體排放量，其中不同車輛噸數係指車輛總重，即車重與載重之合計；(2)營業所排放情形分析，即依據運輸車輛所隸屬的營業所進行分配。

3.4.1 A 公司溫室氣體排放診斷分析

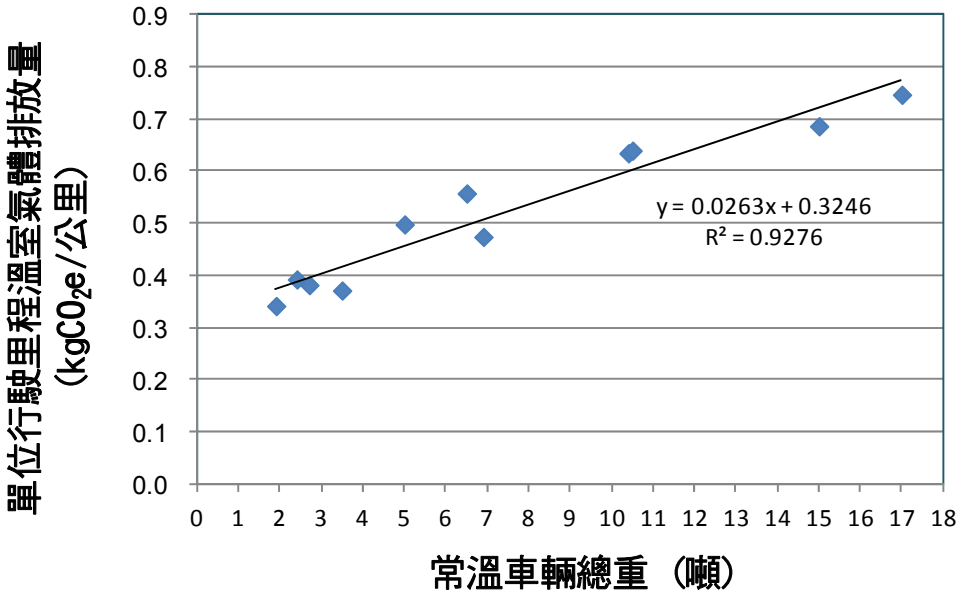
1.運輸車輛排放情形分析

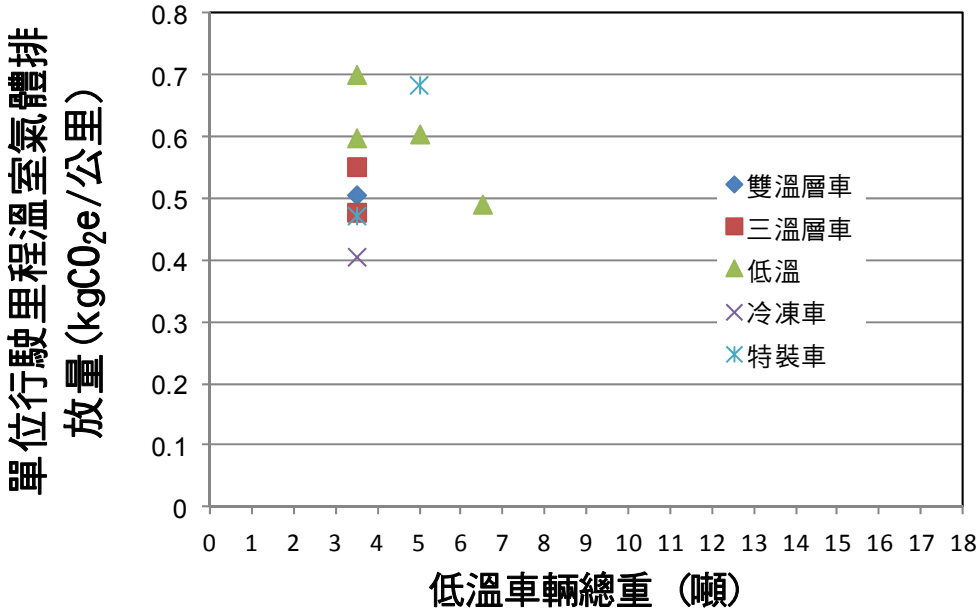
A 公司以 3.49 噸常溫車數量最多共 586 輛，占總車輛數 72%，行駛里程亦占總行駛里程 71%，平均耗油 7.1 公里/L，單位行駛里程溫室氣體排放量為 0.37 $kgCO_2e$/公里；3.49 噸雙溫層車數量次之共 118 輛，占總車輛數 14%，行駛里程亦占總行駛里程 14%，平均耗油 5.2 公里/L，單位行駛里程溫室氣體排放量為 0.51 $kgCO_2e$/公里。運輸車輛之單位行駛里程溫室氣體排放量介於 0.34~0.75 $kgCO_2e$/公里，常溫車輛單位行駛里程溫室氣體排放量與車輛總重的關係呈現正相關，R^2 為 0.93，低溫運輸車輛之類型與功能不一致，如表 3-28 及圖 3.11。

表 3-28 A 公司運輸車輛之單位里程溫室氣體排放量分析

車種		車輛數	燃油種類	總用油量(L)	總行駛里程(公里)	平均耗油(公里/L)	溫室氣體排放量($kgCO_2e$)	單位里程溫室氣體排放($kgCO_2e$/公里)
總重(噸)	功能							
1.9	常溫	25	92 無鉛	99,443	687,929	6.9	234,800	0.34
2.4	常溫	2	92 無鉛	5,341	32,147	6.0	12,612	0.39
2.7	公務車	1	92 無鉛	6,093	37,702	6.2	14,387	0.38
3.49	三溫層	24	高柴	123,129	591,244	4.8	326,457	0.55
	低溫	1	高柴	7,660	28,944	3.8	20,308	0.70
	低溫車	17	高柴	102,798	455,050	4.4	272,553	0.60
	冷凍車	1	高柴	7,226	47,160	6.5	19,158	0.41
	改裝三溫層	1	高柴	2,880	15,962	5.5	7,635	0.48
	特裝車	3	高柴	19,361	108,562	5.6	51,334	0.47
	常溫	586	高柴	2,778,993	19,857,143	7.1	7,368,076	0.37
	雙溫層	118	高柴	748,496	3,917,210	5.2	1,984,524	0.51
5	低溫車	1	高柴	6,517	28,554	4.4	17,278	0.61
	特裝車	3	高柴	17,559	68,053	3.9	46,556	0.68
	常溫	7	高柴	31,900	169,937	5.3	84,578	0.50
6.5	低溫車	5	高柴	34,915	188,411	5.4	92,571	0.49
	常溫	8	高柴	31,827	151,476	4.8	84,384	0.56
6.9	常溫	1	高柴	10,006	55,994	5.6	26,530	0.47
10.4	常溫	2	高柴	42,888	179,322	4.2	113,710	0.63
10.5	常溫	9	高柴	238,936	991,126	4.1	633,503	0.64
15	常溫	1	高柴	32,105	124,080	3.9	85,122	0.69
17	常溫	2	高柴	76,840	273,012	3.6	203,730	0.75
合計		818		4,424,913	28,009,018	-	11,699,804	-

註：未含運輸車輛冷媒逸散排放量。





註：未含冷媒逸散排放量

圖 3.11 A 公司運輸車輛之單位里程溫室氣體排放量

2.營業所溫室氣體排放情形分析

由 A 公司溫室氣體排放分布資料顯示，運輸車輛燃油燃燒與冷媒逸散之溫室氣體排放高達 70.2%，營業場所之溫室氣體排放達 29.8%，以電力使用為主。

彙整運輸車輛燃油燃燒與年度用電量排放量，分析各營運據點、轉運中心及倉儲中心之溫室氣體排放情形如圖 3.12 所示。各營業所平均溫室氣體排放量為 309 公噸 CO_2e/年，以北區營業所平均 347 公噸 CO_2e/年為最高，逐漸往南遞減，中區營業所平均 289 公噸 CO_2e/年，南區營業所平均 247 公噸 CO_2e/年。而轉運中心之年平均排放量 520 公噸 CO_2e/年，高於營業所之平均值，離島 2 處營業所年平均排放量 100 公噸 CO_2e/年最低。

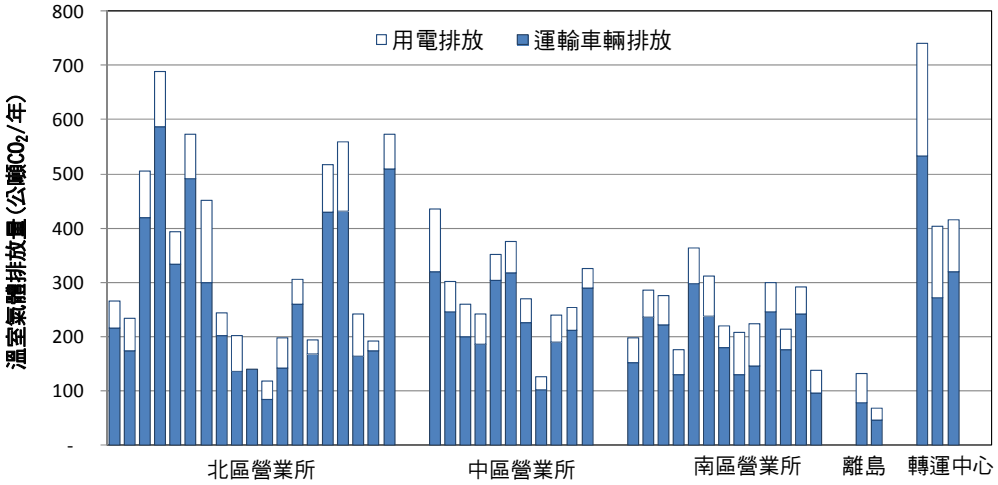


圖 3.12 A 公司各營業所溫室氣體排放量盤查結果

為了解各營業所排放情形差異，另依據其服務範圍所涵蓋的行政區面積進行比對，運輸車輛之排放情形與營業所涵蓋服務面積並無明顯相關性。其中以北部營業所之排放情形差異最大，範圍在 100~600 公噸 CO_2e/年間，而中區與南區營業所之運輸車輛排放量範圍大致在 300 公噸 CO_2e/年以下，如圖 3.13 所示。

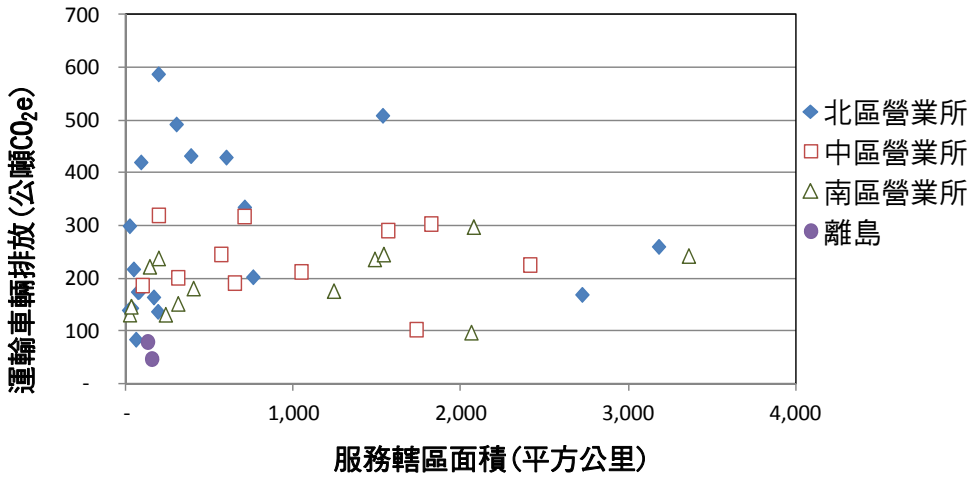


圖 3.13 A 公司運輸車輛溫室氣體排放量與服務轄區面積分析

分析各營業所運輸車輛排放情形與年度服務量(件-公里)關係如圖 3.14，結果顯示北區運輸車輛平均排放量 0.04 $kgCO_2e$/件-公里，中區運輸車輛平均排放量 0.02 $kgCO_2e$/件-公里，南區運輸車輛平均排放量 0.03 $kgCO_2e$/件-公里，離島則高達 0.05 $kgCO_2e$/件-公里，各區營業所可透過此依指標進行評估，其中超出所在區域之平均排放量之營業所共 10 處，建議 A 公司除進行車輛能耗檢討外，並可進一步調整車輛空車行駛里程，與提高貨物裝載率。

分析各營業所含運輸車輛之排放情形與年度服務量(件-公里)關係如圖 3.15，結果顯示北區營業所平均排放量 0.05 $kgCO_2e$/件-公里，中區營業所平均排放量 0.03 $kgCO_2e$/件-公里，南區營業所平均排放量 0.04 $kgCO_2e$/件-公里，離島營業所則高達 0.08 $kgCO_2e$/件-公里，各區營業所可透過此依指標進行評估，其中超出所在區域之平均排放量之營業所共 13 處，建議 A 公司可優先分析其營業場站內之設備用電情形。

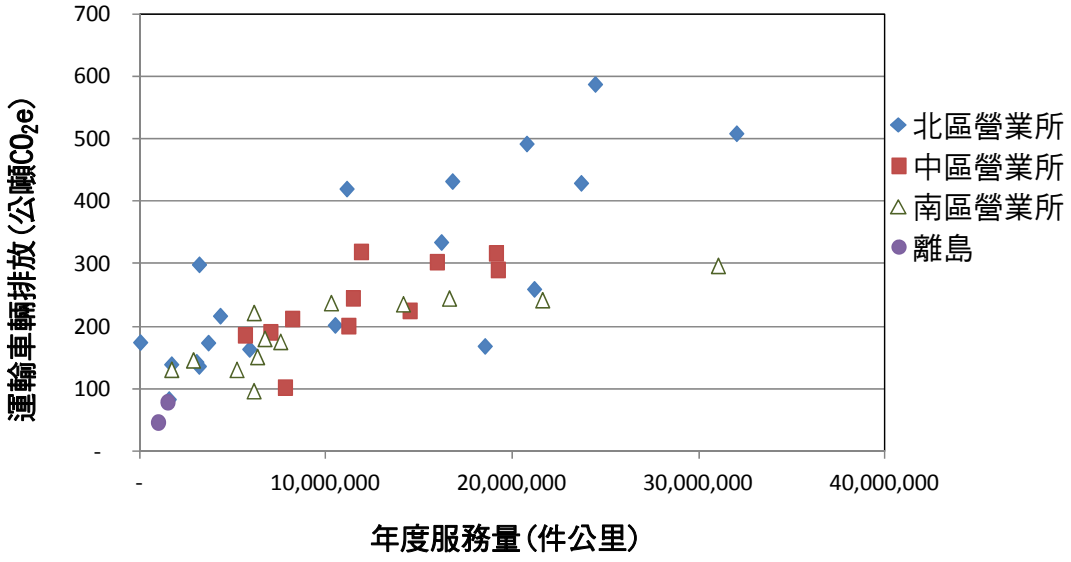


圖 3.14 A 公司各營業所運輸車輛溫室氣體排放量與貨運量分析

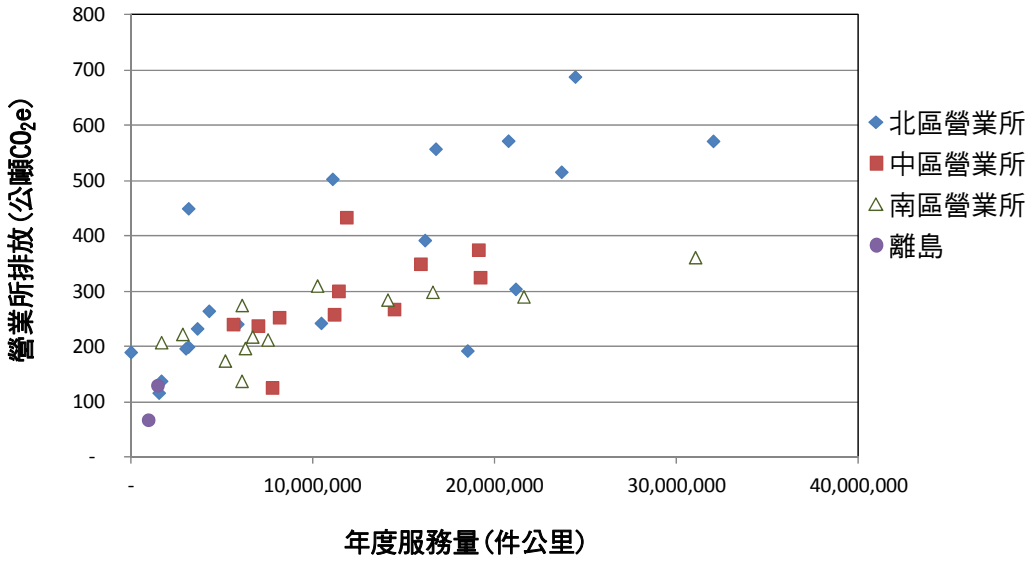


圖 3.15 A 公司各營業所(含車輛)溫室氣體排放量與貨運量分析

3.4.2 B 公司溫室氣體排放診斷分析

1.運輸車輛單位油耗排放情形分析

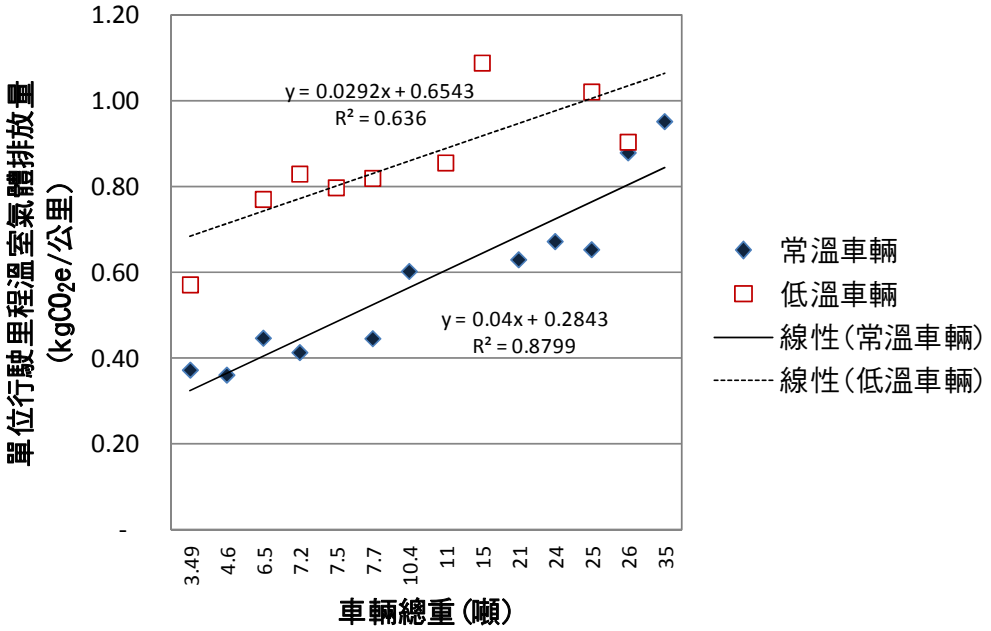
由於 B 公司無法完整提供各營業所之用電量數據，本計畫針對該公司所提供之部分運輸車輛運行資料，分析運輸車輛單位行駛里程溫室氣體排放量與車輛總重的關係呈現正相關，常溫運輸車輛的 R^2 為 0.88，低

溫運輸車輛的 R^2 為 0.64 略低於常溫車輛，如表 3-29 及圖 3.16 所示。低溫運輸車輛之單位里程溫室氣體排放量高於常溫運輸車輛。

表 3-29 B 公司運輸車輛之單位里程溫室氣體排放量分析

車種		車輛數	總用油量 (L)	總行駛里程 (公里)	平均油耗 (公里/L)	溫室氣體排放量 ($kgCO_2e$)	單位行駛里程溫室氣體排放量 ($kgCO_2e$/公里)
噸數	功能						
3.49	常溫	392	1,056,836	7,476,550	7.1	2,800,881	0.37
	低溫	99	406,924	1,881,364	4.6	1,078,452	0.57
4.6	常溫	2	3,483	25,429	7.3	9,232	0.36
6.5	常溫	389	1,442,877	8,408,350	5.8	3,774,795	0.45
	低溫	35	115,993	398,079	3.4	307,410	0.77
7.2	常溫	160	511,605	3,263,915	6.4	1,355,882	0.42
	低溫	40	240,226	765,993	3.2	636,658	0.83
7.5	低溫	83	468,648	1,553,957	3.3	1,242,036	0.80
7.7	常溫	532	2,133,242	12,570,573	5.9	5,629,124	0.45
	低溫	53	398,741	1,287,017	3.2	1,056,764	0.82
10.4	常溫	4	8,850	38,807	4.4	23,454	0.60
11	低溫	1	12,697	39,260	3.1	33,651	0.86
15	低溫	2	8,412	20,459	2.4	22,295	1.09
21	常溫	16	40,294	169,084	4.2	106,789	0.63
24	常溫	30	86,601	319,028	3.7	215,031	0.67
25	常溫	3	3,153	12,758	4.0	8,358	0.66
	低溫	12	347,320	900,302	2.6	920,486	1.02
26	常溫	2	15,324	46,111	3.0	40,612	0.88
	低溫	18	446,958	1,308,200	2.9	1,184,550	0.91
35	常溫	3	11,503	29,812	2.6	28,424	0.95

註：未含運輸車輛冷媒逸散排放量



註：未含冷媒逸散排放量

圖 3.16 B 公司運輸車輛之單位里程溫室氣體排放量

2.營業所車輛溫室氣體排放情形分析

B 公司之內部管理系統有紀錄各車輛年度之載貨重量及車輛周轉率，本計畫依據車輛所屬之營業所分析車輛之年度服務量與排放量關係。

分析 54 處營業所常溫運輸車輛排放情形與載貨量關係如圖 3.17 所示。結果顯示北區、中區、南區及離島營業所平均排放量依序為 4.52 $kgCO_2e$/公噸載貨、4.05 $kgCO_2e$/公噸載貨、5.99 $kgCO_2e$/公噸載貨及 7.07 $kgCO_2e$/公噸載貨，各區營業所可透過此指標評估各自營業所車輛是否有溫室氣體排放量偏高之情形。目前各區域中超出其所在區域平均排放量之營業所共 22 處。

分析 19 處營業所低溫運輸車輛排放情形，其排放量約為常溫運輸排放之 2.2~3.8 倍，北區營業所平均排放量為 14.37 $kgCO_2e$/公噸載貨，中區營業所平均排放量為 15.19 $kgCO_2e$/公噸載貨，南區營業所平均排放量為 15.62 $kgCO_2e$/公噸載貨，如圖 3.18 所示。

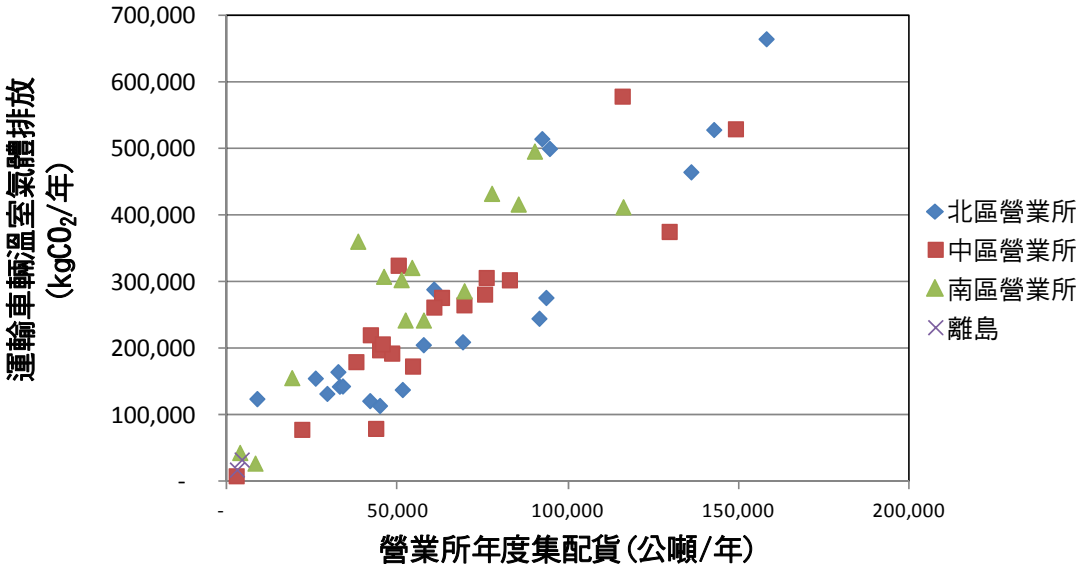


圖 3.17 B 公司各營業所溫室氣體排放量與貨運量分析(常溫運輸車輛)

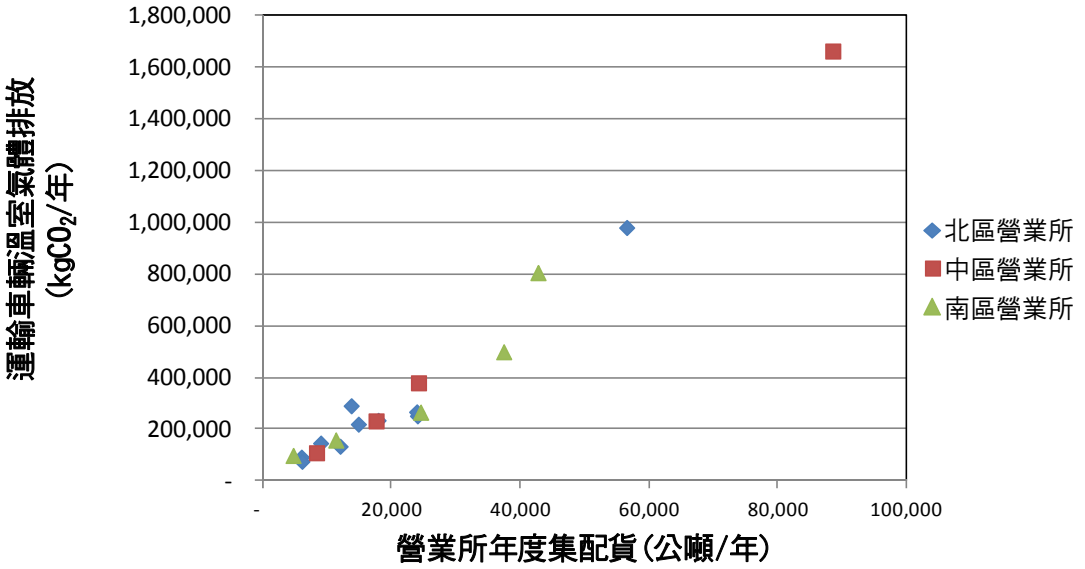


圖 3.18 B 公司各營業所溫室氣體排放量與貨運量分析(低溫運輸車輛)

3.4.3 貨運業者改善技術彙整

1.系統檢討改善

A、B 兩公司之運輸車輛單位里程溫室氣體排放數據(表 3-27 及表 3-28)，彙整如圖 3.18，顯示 2 間公司不同噸數車種之排放差異。

比較不同噸數之常溫車輛顯示，B 公司單位行駛里程之溫室氣體排放量略低於 A 公司，可能與 B 公司整車運輸比例較高有關；低溫車輛部分，由於 A 公司有雙溫層、三溫層等不同形式，排放則高於常溫車輛單位行駛里程之溫室氣體排放量，略低於 B 公司低溫車輛。

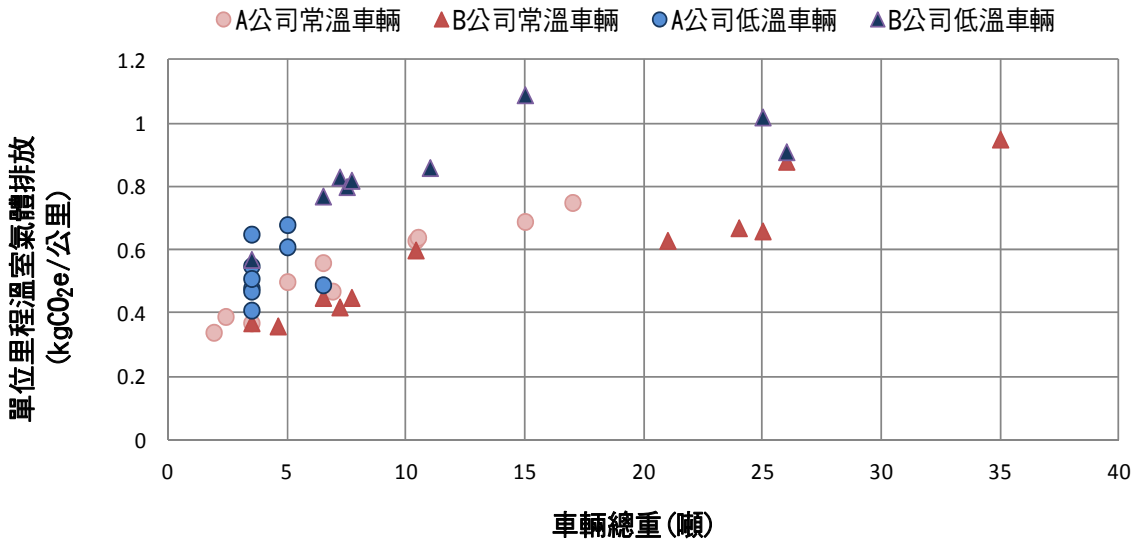


圖 3.19 A、B 兩公司之運輸車輛單位里程溫室氣體排放比較

本計畫針對配合調查之貨運業者之溫室氣體盤查結果，分析主要溫室氣體排放源，提出操作效能超出平均值之運輸車輛以及營業所名單，協助業者導入 ISO 50001 能源管理系統之概念，作為溫室氣體減量之優先對象。系統檢討改善架構如圖 3.20 所示，概要說明如下。

(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，可評估排放源減量行動之優先性，在評估時將適用法規要求、其他要求事項及重大排放源排放量改善之機會納入考慮，亦應考慮其他包括財務、作業面、商業面及技術面之機會成本。

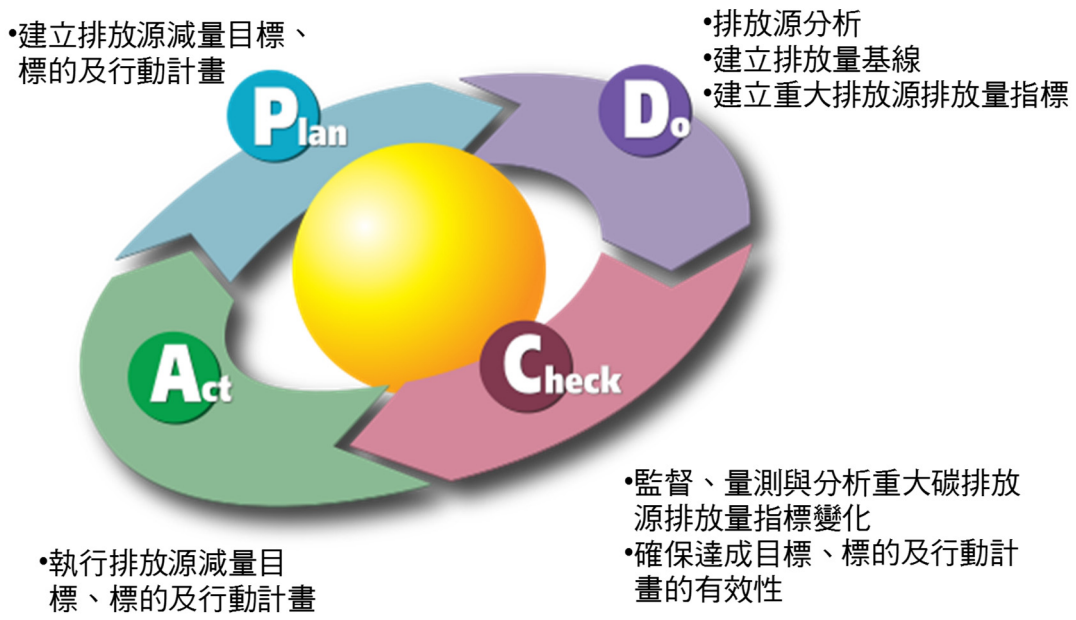


圖 3.20 系統檢討改善架構圖

本計畫蒐集跨國物流業者於車輛電動化、採用再生能源、低能耗倉儲、優化之路網規劃等減少溫室氣體排放技術應用導入之措施彙整如表 3-30。其中 DHL 與 UPS 兩間公司均已可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。本計畫並彙整國內貨運業者可參考之節能技術說明如後。

表 3-30 跨國物流業者減少溫室氣體排放技術應用

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。[66]
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。[67] 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%。[68] 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%。我國 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。今年，我國 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。[69]
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。[70]

2.車隊節能技術應用

參考經濟部能源局車輛節能應用網站[72]中所列舉之車隊節能技術依序列舉如下：

(1)空氣動力套件

商用重型運輸車輛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，如表 3-31。

表 3-31 空氣動力節能數據[72]

載貨	測試車速 (km/hr)	空力套件	耗油量 (km/L)	節能效益 (%)	節省油量 (L/100km)
空　載	60	卸	4.63	—	—
		裝	4.68	1.08%	0.23
	90	卸	3.04	—	—
		裝	3.09	1.64%	0.53
負　載	60	卸	3.71	—	—
		裝	3.75	1.08%	0.29
	90	卸	2.55	—	—
		裝	2.61	2.35%	0.90

資料來源：經濟部能源局車輛節能應用網站

(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。由於國內外隨著情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。截至 2013 年應用液壓混合動力技術的車輛如表 3-32。

表 3-32 已推出之液壓混合動力車輛[72]

主導廠商	系統名稱	適用車輛底盤
Eaton	HLA, Hybrid Hydraulic Launch Assist	Crane carrier – hydraulic hybrid(重型底盤)
		Peterbilt Motors – Model 320 Hybrid HLA(大貨車)
Parker Hannifin	RunWise IVT, Infinitely Variable Transmission	Autocar – Xpeditor E3(大貨車)
		Daimler / Freightliner Custom Chassis Corporation - WALK-IN VAN(中型底盤、中型客貨車)
Bosch Rexroth / 台灣大東車體企業股份有限公司	HRB, Hydrostatic Regenerative Braking system	Mercedes-Benz /台灣大東車體企業股份有限公司 - Atego 1524(大貨車)
Lightning Hybrid	HYDRAULIC DRIVE SYSTEM	GM、Ford、Freightliner 與 Isuzu 之 2008 車型年後的中重型車輛，採售後改裝。
KersTech Vehicle Systems	TorqPak Hybrid Drive	可應用於各式客貨車上，採售後改裝。

資料來源：經濟部能源局車輛節能應用網站

3.運輸車隊節能管理

透過數據資料的建立、分析進行車隊管理，包括：車輛行駛里程、車輛每次加油公升數、平均油耗及駕駛行為資料等。可由業者建立之溫室氣體盤查表單內容，初步檢視車隊目前油耗狀況，其他可建議業者導入的管理手段依序列舉如下：

(1)建立節油獎勵制度

獎勵制度辦法需透過車隊歷史油耗資料，逐年或逐月檢視公司的用油狀況後，選取其中一年或季的平均值訂為標準油耗，往後再定期調整。

節油獎勵辦法可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，如：高於標準油耗的 20%，發放 2,000 元獎金；高於標準油耗的 30%，發放 5,000 元等獎勵作法。

(2)駕駛行為與管理

由於車輛燃料使用為主要溫室氣體排放來源，駕駛人員之訓練亦應納入作業管制中，駕駛行為的管理，可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，以了解車輛駕駛者是否有不當的駕駛行為。

應定期舉辦節能教育訓練，提供節能駕駛觀念、行為及新知給駕駛者，亦可請優良駕駛者進行駕駛經驗分享。參考環保署 Eco Driving 環保駕駛資訊網內容，環保駕駛作業管制建議如表 3-33。

(3)車輛調度與車型選用

業者可針對公司營運特性，於汰換或增購車輛時，針對載貨量進行分析置入適合的車型。並於指派車輛行駛前，規劃較佳之行駛路線，以避免交通壅塞之道路與時間。

(4)車輛保養管理與記錄

目前車輛維修保養大致透過委外廠商辦理，需應建立各車輛之完整保養履歷。影響油耗的機件或部品，包含有：離合器片、輪胎、來

令片等，從機油消耗量可了解引擎是否有異常，以致於影響油耗。

(5)落實怠速管理

建立車輛怠速的時間管制，可搭配行車記錄器進行管理。另針對車輛的暖車時間，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。

表 3-33 環保駕駛作業管制建議[73]

環保駕駛措施	重點提醒
啟動後避免怠速暖車	● 暖車雖可稍微減少行車時的油料消耗，但為了暖車所消耗的油量反而更多。 ● 停車好幾天且無發動的情形之下，為了使引擎內部的燃料油順利流通，發動後等待約 10 秒鐘再出發即可。 ● 若前後擋風玻璃出現霧氣，還是需要稍微暖車開空調，以消除霧氣，確保視線的清晰與駕駛安全。
溫和駕駛，並依速限行駛	● 車輛剛起動時會消耗較多的能源，盡可能地平穩地起動引擎，引擎緩步起動的話，雖然一開始跟前車的車距較大，但慢慢加速後就能將車距調整到適當距離。以 5 秒達到時速 20 km/h 為目標。 ● 保持適當的安全車距，減少加減速的駕駛習慣。若車距過短，習慣緊跟前車的話，產生加減速的機會就會增加，行駛速度不要太慢也不要太快，眼睛注意前方，平穩地加速駕駛，並善用車距來減少速度的變動。 ● 若知道要在前方停車或轉彎，提早放開油門，利用引擎煞車來減速。
開車時盡可能使用較低的引擎轉速	● 以超速傳動檔位行駛(自排車輛的 4 檔或 5 檔)，可以降低引擎轉速，提昇燃油經濟，同時降低引擎的磨耗。
避免引擎停等熄火(Idling stop)	● 在十字路口怠速熄火的注意事項 ● 因安全氣囊等裝備會無法作用，所以若停在十字路口最前面的話不要怠速熄火。 ● 在斜坡不要怠速熄火。 ● 怠速熄火時若一直踩煞車就會影響其效能。 ● 若電池沒電，就無法再起動引擎。 ● 頻繁進行的話，零件壽命(如起動裝置、電池等)會下降。 ● 方向燈、雨刷有時會無法運作。 ● 電子儀器啟動需要數秒時間。
注意車內冷氣空調的使用狀況	● 使用車內空調時若使用車內循環功能，並將風量設成自動的話就能節省耗油。

表 3-33 環保駕駛作業管制建議[73] (續)

環保駕駛措施	重點提醒
定期檢查胎壓	● 輪胎中的空氣會慢慢地漏掉，所以需要經常檢查胎壓。為了安全起見，行駛高速公路前請先檢查胎壓。 ● 車輛行駛後輪胎會變熱，胎壓也會改變，所以請於冷車狀態下檢查胎壓。 ● 不要隨意更換輪胎大小，輪胎越寬車輪阻力越大，更加耗油。
定期保養檢查	● 依車廠建議選用適當的機油，可避免機件損壞與減少油料消耗。 ● 引擎或廢氣排放系統狀況不良的車輛，經維修調整後，可減少油料消耗。
減少車輛風阻係數及阻力	● 高速行駛時，駕駛座窗戶全開，空氣阻力將增加 2.5%；高速行駛時，車上窗戶若全部打開，空氣阻力將增加 10%。 ● 車頂上若堆放物品，將產生較大的空氣阻力。高速行駛時，車輛裝有車頂行李箱，其空氣阻力將增加 25%。
行前旅程規劃	● 有效規劃行駛的路線。 ● 出門前先檢查塞車和道路障礙等的訊息，且活用車上的收音機獲取即時路況。

資料來源：行政院環保署 Eco Driving 環保駕駛資訊網

4.營業場所節能管理

營業場所主要溫室氣體排放以用電為主，貨運服務業者若有提供低溫貨物運輸於儲藏功能，則空調與冷藏設備管理之用電管理相對重要。以下就照明、空調及冷藏設備管理提出建議。

(1)照明管理

本計畫蒐集經濟部能源局「照明系統 Q&A 節能技術手冊」[74]中，北美與日本照明學會推薦 7 種照明節能方法彙整如表 3-34 所示。

此外，照明控制(Lighting Control)亦為可行方法。從簡單的手控開關、定時裝置、偵測感應器，到複雜的場景預設及時程設定系統，運用自動化的點滅控制、調光控制、使用偵測感應器、時程設定、晝光調節、流明衰減調節及電力需量控制等功能，給予設計者及管理者全程控制室內環境的機會，減少無謂的能源浪費，常用的控制方式有：

■ 配合時序控制器(Timer)，控制不同作業時段照明之自動點滅。

■ 配合晝光感知器或附亮度檢知器，控制辦公場所靠窗側燈具之點

滅。

- 利用熱感開關裝置控制廁所等場所照明之點滅。
- 部分較少有人員進出之場所，可使用附加感知器之自主控制型燈具，可自主控制燈具之明滅或調節亮度。
- 整體群控式照明控制系統，例如採照明中央監控系統、二線式照明控制系統等，可機動配合營業場所作息變動需求，來加以監控管理，而節約照明用電 30%以上。

表 3-34 照明節能方法彙整[74]

項目	內容
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。
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。

資料來源：經濟部能源局，照明系統 Q&A 節能技術手冊

(2)空調與冷藏設備管理

針對空調與冷藏設備規劃任何節能技術時，必須確保不影響其原有設備功能及品質的前提下進行，本計畫蒐集經濟部能源局「商業冷凍冷藏 Q&A 節能技術手冊」所提供之相關作法如表 3-35，彙整提供貨運業者參考。

表 3-35 冷凍冷藏櫃設備管理節能技術彙整[75]

技術名稱	內容	投資回收年限
熱氣除霜	熱氣除霜法係將壓縮機吐出之高溫氣態冷媒導入蒸發器，加熱管排將蒸發器表面的霜融化掉。相對於電熱除霜而言，因熱氣除霜法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，大大節省運轉電費。	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，普遍應用在具需轉速控制之電子產品，其效率遠比一般小馬力的傳統馬達還高，特別是在低轉速運轉時，因此蒸發器之小馬力風扇採用 ECM 馬達，並且搭配變頻控制將可獲得很好之節能效果。	約 1~3 年
除霜控制	傳統之除霜控制皆為定時啟動以及定時關閉，除霜時間的設定必須克服最大結霜量的時間，如此，不需長時間除霜的季節如冬季等，則視同一種多餘的耗能。因此，建議應採用需量控制方法，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。	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。	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：經濟部能源局「商業冷凍冷藏 Q&A 節能技術手冊」

此外，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 3-36。

表 3-36 氣態冷媒壓損致使冷凍能量下降與耗能增加情形[75]

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「商業冷凍冷藏 Q&A 節能技術手冊」

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，邀請 4 家貨運業者配合進行溫室氣體調查，規劃分別於 104 年度與 105 年度各執行 2 家。104 年 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。

本計畫依據行政院環保署編訂之「溫室氣體盤查與登錄指引」進行 2 家貨運業者 103 年度溫室氣體盤查，A 公司提供資料相對完整，103 年溫室氣體排放總量為 17,207 公噸 CO_2e。溫室氣體排放種類以二氧化碳占 95%以上最高，冷媒逸散共占近 3%；以範疇別而言，以範疇一占比 71.27%最高(其中車輛燃料使用的排放量占比達 68%)，範疇二的電力使用占 28.73%。分析各營業所年度貨運量與溫室氣體排放情形，依據各營業所對應之轉運中心，分為北區、中區、南區與離島等 4 組，以營業所之單位貨運量排放量，高於該區域平均值作為優先檢核對象。

B 公司中營業所電力與冷媒逸散資料係以部分營業所推估，103 年溫

室氣體排放總量為 52,602 公噸 CO_2e。溫室氣體排放種類以二氧化碳占 92%以上最高，冷媒逸散共占近 7%；以範疇別而言，以範疇一占比 61.20%最高(其中車輛燃料使用的排放量占比達 48%)，範疇二的電力使用占 38.80%。由於 B 公司之內部管理系統有紀錄各車輛年度之載貨重量，以及車輛周轉率，本計畫依據車輛所屬之營業所分析車輛之年度服務量與排放量關係，建議各區營業所可透過此一指標評估溫室氣體排放量偏高的營業所車輛。

另外，由於營業所用電與運輸車輛燃料燃燒為貨運業者主要的溫室氣體排放來源，減碳技術彙整項目則包括：車隊節能技術應用、運輸車隊節能管理、營業場所照明、空調與冷藏設備節能管理。

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)：又稱為碳排放源，泛指各類會釋放溫室氣體進入大氣之實體單元或過程。

(2)溫室氣體匯(greenhouse gas sink)：又稱為碳匯，泛指各類能自大氣中移除溫室氣體之實體單元或過程；例如海洋、土壤、岩石與森林等能夠將自然界的碳進行固定者，都屬於碳匯。

(3)碳排放量(greenhouse gas emission in CO_2e)：在此所稱之碳排放量，即為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。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，則可成為同單位二氧化碳當量(CO_2e)之表示數量，進而加總運算。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性作法，我國環保署建議參採 IPCC 2007 年第四次評估報告公布之溫暖化潛勢值。

(4)碳足跡(carbon footprint)：碳足跡是用以量化產品系統生命週期之溫室氣體排放量，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。另外，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(2011 年)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(環保署，2010 年)，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：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(環保署，2010 年)。

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(民國 98 年)與溫室氣體查驗指引(民國 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。

碳足跡計算的電力排放係數部份，中興公司曾透過文獻蒐集方式取得工研院所發表之數據：利用程序型生命週期評估方法、結合生命週期評估軟體 DoItPro 及過去研究我國電力碳足跡的計算方式，計算出 2010 年我國電力的碳足跡約為 0.78 公斤二氧化碳當量(朱志弘等人，2012)；而環保署另於 2015 年於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。

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 所示。

表 4-1 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 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　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」，101 年 8 月。

$DQR_{Ni} = DQR_{Ai} \times DQR_{Ei}$

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 4-3 所示。

表 4-3 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 4-4 所示。

表 4-4 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 4.1 所示。

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。

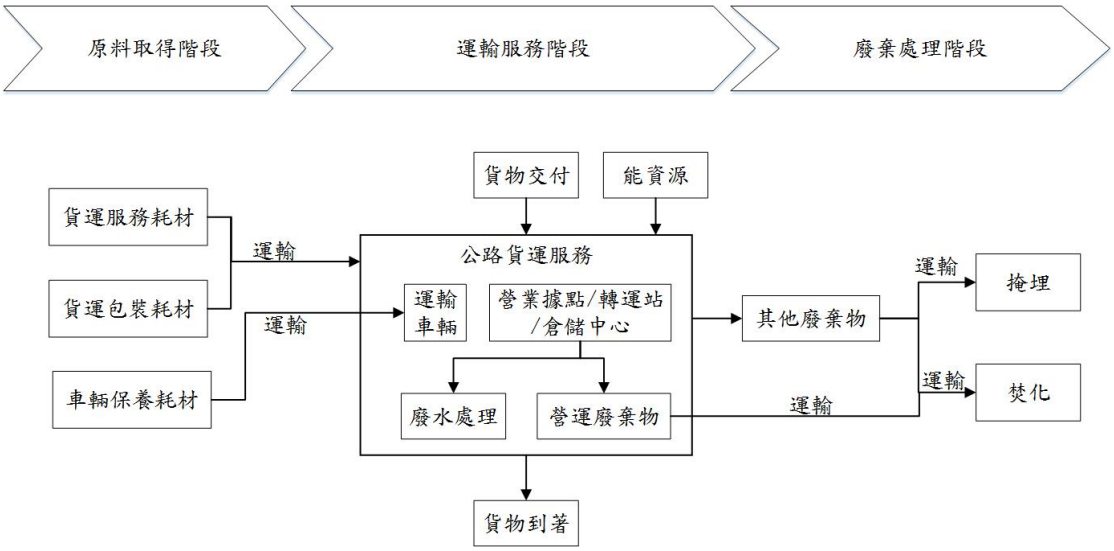


圖 4.1 公路貨運服務碳足跡計算邊界

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)。

- 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。

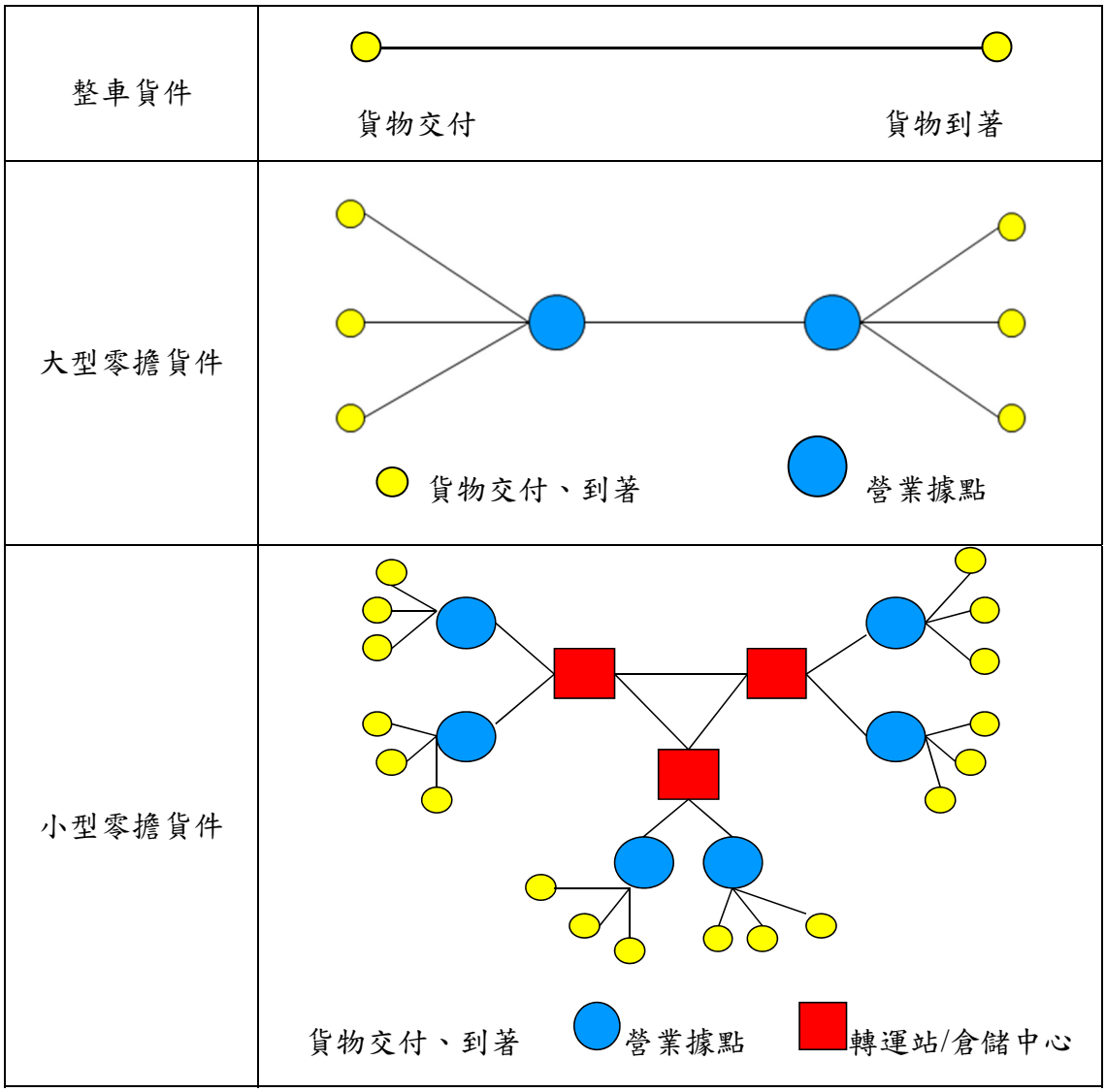


圖 4.2 公路貨運服務運輸模式

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(如圖 4.3)，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 4-5 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 4.3。

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

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 4.3 貨運服務量 F_B 之距離矩陣及重量矩陣內涵

■ **起迄點所在區域相同**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 4.4 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

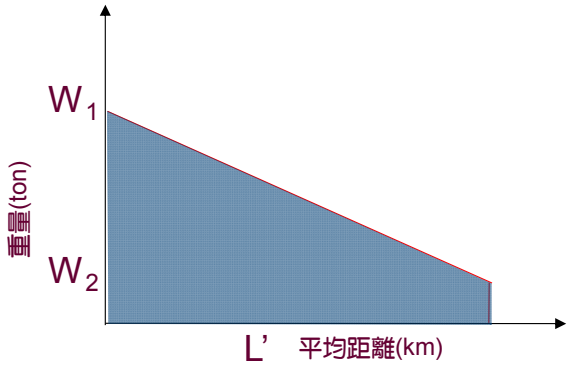


圖 4.4 路線貨運業營業據點所屬車輛之貨運服務量(F_C)計算概念圖

4.活動數據蒐集

依據圖 4.1 的三階段分別蒐集相關資訊，各階段活動數據如表 4-6 所示。

表 4-6 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4-7所示。

表 4-7 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

表 4-7 公路貨運服務碳足跡計算係數彙整表(續)

範疇	排放源	單位	排放係數 ($kgCO_2e$/單位)	資料來源
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	
	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	

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 4-8 所示。

表 4-8 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。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 4-9，詳細內容詳附錄 7。

表 4-9　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，係針對配合調查之 2 家貨運業者提供之相關營運資料，分別進行該公司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。

公用係數部分，彙整 2 家業者之運輸車輛資料，計算營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡，並完成數據品質查核，以備未來經由環保署審查後，作為各類運具碳足跡公用係數，以供廠商核算產品的碳足跡使用。相關成果說明如後。

4.3.1 A 公司運輸服務碳足跡調查成果及數據品質查核

1.貨運服務量說明

該公司提供常溫與低溫貨運服務，並以託運貨物體積規格計算運費，其物件規格彙整如表 4-10。

表 4-10 A 公司貨運服務計價規格

規格	s60	s90	s120	s150
尺寸	60 cm(含)下	61 cm~90 cm	91 cm~120 cm	121 cm~150 cm
配送服務	常溫/低溫	常溫/低溫	常溫/低溫	常溫

各類物件規格要求如下：

- 常溫貨件規格：長+寬+高≦150 公分(含)以下。
- 低溫貨件規格：長+寬+高≦120 公分(含)以下，貨件單邊長≦75 公分(含)以下。
- 貨件重量：限 20 公斤(含)以下。

(1)貨運重量之處理

該公司之託運貨物係依據國際快遞收費基準換算重量，換算公式如下：

- 常溫重量(kg)=長度(cm)×寬度(cm)×高度(cm)÷5,000
- 低溫重量(kg)=長度(cm)×寬度(cm)×高度(cm)÷5,000× $\frac{6}{5}$

體積與重量換算方式如表 4-11 所示。

表 4-11 A 公司貨運服務規格

規格	s60	s90	s120	s150	文件
尺寸(cm)	15×15×15	25×25×25	35×35×35	45×45×45	35×25×1
常溫件重量(kg/件)	0.675	3.125	8.575	18.225	0.175
低溫件重量(kg/件)	0.810	3.750	10.290	-	-

(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 103 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、轉運站、倉儲中心之間之運輸，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。貨物重量係由統計件數轉換為重量方式累加各營業所 103 年度總集貨重量與配貨重量，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，公式如第 4.2.3 節之算式 B。

- 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。計算公式如第 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 4-12。

表 4-12 A 公司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)	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%

103 年常溫運輸貨物量總計 25,602,115 件，總重 98,303 公噸，平均每件託運貨物重量約 3.84 公斤，依據營業所集配貨營運報表計算，常溫總貨運服務量為 23,126,281 噸公里。低溫運輸總計 16,73,935 件，總重 7,853 公噸，平均每件託運貨物重量約 4.69 公斤，依據營業所集配貨營運報表計算，低溫總貨運服務量為 2,116,848 噸公里。常溫運

輸服務量與低溫運輸服務量分別占 91.6%與 8.4%。

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 103 年 1 月 1 日至 12 月 31 日

(2)地理邊界：包括 A 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 4.5 所示。涵蓋範圍逐項說明如下：

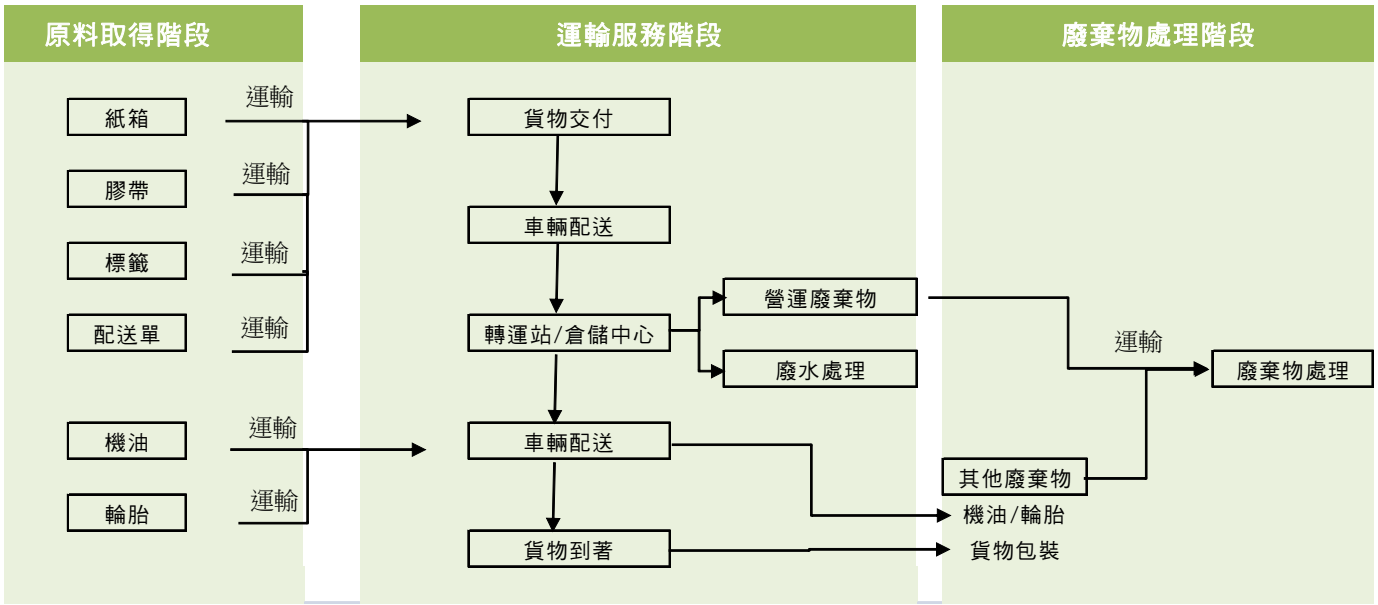


圖 4.5　A 公司碳足跡調查系統邊界範疇

- 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。

3.活動數據品質分析

將前述活動數據依表 4-13 之數據等級分類，分為高、中、低三級，數據品質分析結果如表 4-14 所示。

表 4-13 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 4-14 A 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、起迄點紀錄)、起迄點 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	■		

表 4-14　A 公司碳足跡調查數據等級分類(續)

生命週期階段	活動數據名稱	數據來源	數據品質		
			高	中	低
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

功能單位為貨運服務量每噸-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

A 公司 103 年常溫運輸碳足跡總排碳量為 31,713.8 公噸 CO_2e，單位排碳量為 1.37 $kgCO_2e$/噸-公里，各生命週期階段碳足跡排放量彙整如表 4-15。

表 4-15 A 公司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	一級數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	718,009	2.3%		718,009
原料取得階段-材料運輸	6,891	0.0%		6,891
運輸服務階段-營業所	5,888,507	18.6%	5,763,976	124,530
運輸服務階段-自有車隊	11,942,070	37.7%	11,785,505	156,566
運輸服務階段-委外運輸	12,975,137	40.9%		12,975,137
廢棄處理階段-廢棄物處理	178,536	0.6%		178,536
廢棄處理階段-廢棄物運輸	4,644	0.0%		4,644
合計	31,713,794	100.0%	17,549,481	14,164,313
一級活動數據排放量比例	55.3%			
年度貨運服務量(噸-公里)	23,126,281			
貨運服務碳足跡	1.37			
宣告單位	$kgCO_2e$/噸-公里(常溫運輸)			

A 公司常溫運輸之一級活動數據排放量比例達 55.3%；委外運輸排放量係由逐日派車紀錄表統計委託其他運輸公司車輛之車輛噸數、裝載率、起迄點，再依據車輛噸數選用生命週期軟體資料庫係數計算其排放量，其排放量占比為 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，共占全生命週期 2.84%，如圖 4.6 所示。

另由排放來源分析顯示，自有運輸車輛占 37.7%，非自有運輸車輛占 40.9%，營業站所占 18.6%，如圖 4.7，可發現 A 公司以車輛運輸為最主要之排放(占 78.6%)。

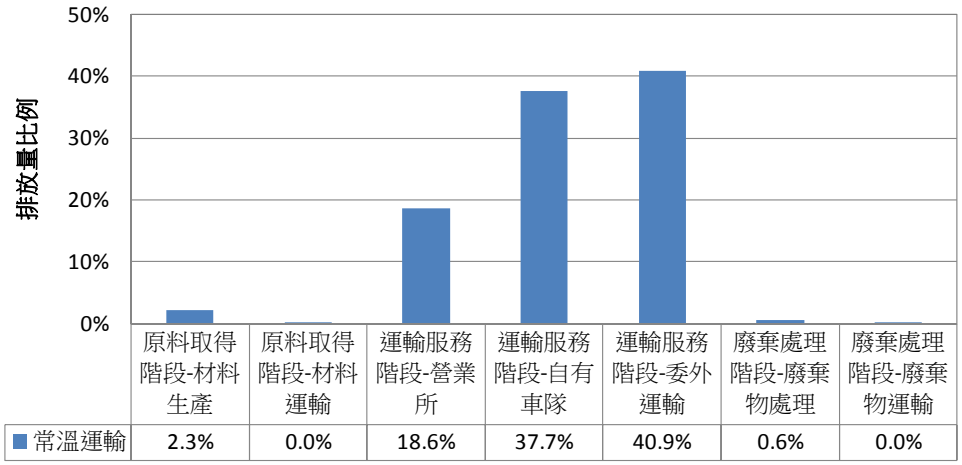


圖 4.6　A 公司常溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

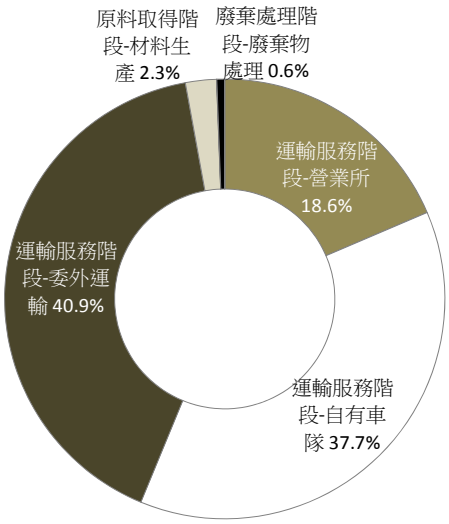


圖 4.7　A 公司常溫運輸碳足跡排放分析(依排放來源)

(2)低溫運輸

A 公司 103 年低溫運輸碳足跡總排碳量為 5,691.2 公噸 CO_2e，單位排碳量為 2.69 $kgCO_2e$/噸-公里，各生命週期階段碳足跡排放量彙整如表 4-16。總排放量為常溫運輸的 17.8%，功能單位排放量約為常溫運輸 1.95 倍。

表 4-16 A 公司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	二級
原料取得階段-材料生產	65,844	1.2%		65,844
原料取得階段-材料運輸	632	0.0%		632
運輸服務階段-營業所	539,994	9.5%	528,574	11,420
運輸服務階段-自有車隊	3,825,927	67.2%	3,597,282	228,645
運輸服務階段-委外運輸	1,242,041	21.8%		1,242,041
廢棄處理階段-廢棄物處理	16,372	0.3%		16,372
廢棄處理階段-廢棄物運輸	426	0.0%		426
合計	5,691,236	100.0%	4,125,857	1,565,380
一級活動數據排放量比例	72.5%			
年度貨運服務量(噸-公里)	2,116,848			
貨運服務碳足跡	2.69			
宣告單位	$kgCO_2e$/噸-公里(低溫運輸)			

A 公司低溫運輸之一級活動數據排放量比例達 72.5%；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中加註低溫之車輛噸數、裝載率、起迄點，再依據車輛噸數，選用生命週期軟體資料庫係數計算其排放量，其排放量占比為 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%，如圖 4.8 所示。

另由排放來源分析，則自有運輸車輛占 67.2%，非自有運輸車輛占 21.8%，其他約占 10.6%，如圖 4.9。

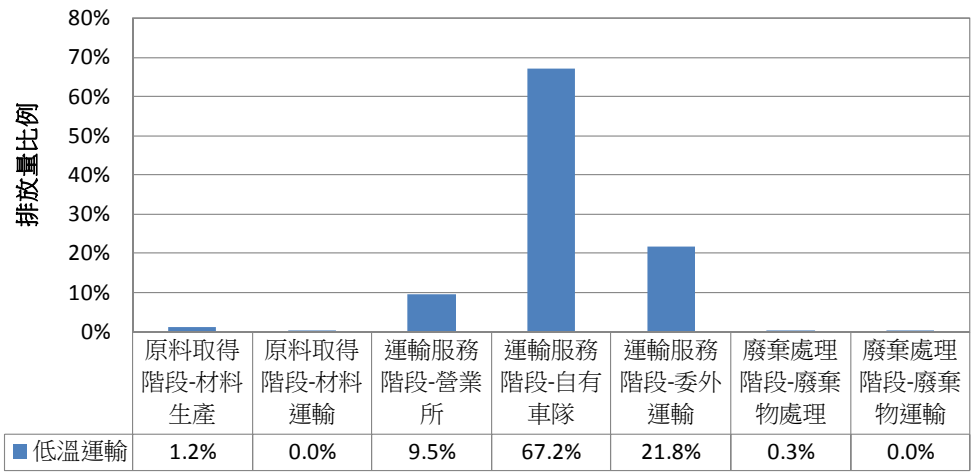


圖 4.8　A 公司低溫運輸碳足跡排放分析(依生命週期階段)

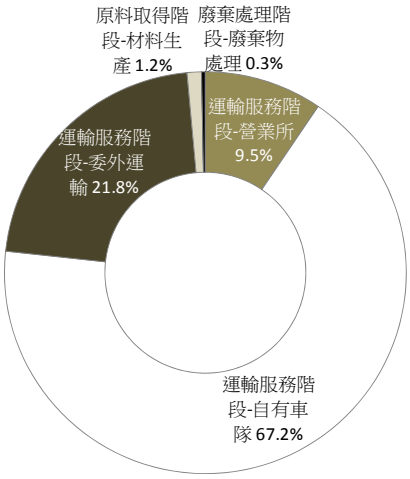


圖 4.9　A 公司低溫運輸碳足跡排放分析(依排放來源)

彙整 A 公司常溫運輸碳足跡 1.37kgCO_2e/噸-公里，平均每件重量 3.84kg，碳足跡 5.26gCO_2e/件-公里；低溫運輸碳足跡 2.69kgCO_2e/噸-公里，平均每件重量 4.69kg，碳足跡 12.62gCO_2e/件-公里，各種規格換算之排放情形如表 4-17 所示。

表 4-17 A 公司 103 年各規格貨物之碳足跡彙整

單位：gCO_2e/件-公里

規格	s60	s90	s120	s150	文件
尺寸(cm)	15×15×15	25×25×25	35×35×35	45×45×45	35×25×1
常溫-碳足跡	0.92	4.28	11.75	24.97	0.24
低溫-碳足跡	2.18	10.09	27.68	58.83	0.57

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之數據品質評估資料；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

A 公司常溫運輸之運輸服務階段碳足跡排放如表 4-18 所示，針對營業場所電力、運輸車輛柴油/汽油以及冷媒、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 4-19 所示。數據品質查核結果如表 4-20 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.64，小於 1.70，屬於高品質。

表 4-18 A 公司常溫運輸-運輸服務階段溫室氣體排放情形

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
營業場所	電力	5,735,872	18.09%	97.14%
緊急發電機	柴油(固定燃燒)	635	0.00%	
堆高機	柴油(固定燃燒)	19,641	0.06%	
常溫運輸車輛	柴油(移動燃燒)	11,458,577	36.13%	
常溫運輸車輛	汽油(移動燃燒)	326,928	1.03%	
常溫運輸車輛空調機組	R134A	156,566	0.49%	
營業所空調、冷凍機組	R404A	111,010	0.35%	
營業所空調	R22	13,520	0.04%	
運輸車輛清潔	水	7,828	0.02%	
委外運輸排放量	柴油(移動燃燒)	12,975,137	40.91%	

表 4-19 A 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	5,736	17.9%
	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		
自有車輛柴油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	11,459	35.9%
	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		
自有車輛汽油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	327	1.0%
	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 4-19 A 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(%)
運輸車輛空調冷媒	等級分數	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	157	0.5%
	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	1	1	4	4	2	12,975	40.6%
	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	引用 Simapro 歐盟四期運輸車輛排放係數	引用 Simapro 歐盟四期運輸車輛排放係數	歐盟四期標準車輛於 2005 年開始採用，相差<15 年	來自生產條件區域稍微類似之歐盟數據	來自相同技術不同企業數據		
總量												30,653	95.9%

表 4-20 A 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	17.95%	0.29
	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	35.86%	0.57
	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			
自有車輛汽油燃燒	活動數據 DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	1.02%	0.02
	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	0.49%	0.00
	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	1.70	40.60%	0.69
	排放係數 DQR_{Ei}	1	1	4	4	2			
	單一指標得分 DQR_{Ni}	3	1	4	4	2			
	單一指標數據等級轉換	1	1	2	2	1			
總計 ΣDQRi								95.92%	1.57
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.64	
整體數據品質等級								高品質	

(2)低溫運輸數據品質查核

A 公司低溫運輸之運輸服務階段碳足跡排放如表 4-21 所示，針對營業場所電力、運輸車輛柴油及冷媒、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表 4-22 所示。

數據品質查核結果如表 4-23 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.60，小於 1.70，屬於高品質。

表 4-21 A 公司低溫運輸-運輸服務階段溫室氣體排放情形

排放源		碳排放量($kgCO_2e$)	占總生命週期排放量比例	
營業所/倉儲/轉運中心等	電力	525,997	9.24%	98.65%
緊急發電機	柴油(固定燃燒)	58	0.00%	
堆高機	柴油(固定燃燒)	1,801	0.03%	
低溫運輸車輛	柴油(移動燃燒)	3,597,282	63.21%	
低溫運輸車輛空調機組	R134A	43,290	0.76%	
低溫運輸車輛冷凍機組	R404A	196,100	3.45%	
營業所空調、冷凍機組	R404A	7,060	0.12%	
營業所空調	R22	397	0.01%	
運輸車輛清潔	水	510	0.01%	
委外運輸排放量	柴油(移動燃燒)	1,242,041	21.82%	

表 4-22　A 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	526	9.2%
	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		
自有車輛柴油燃燒	等級分數	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3,597	63.2%
	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		
運輸車輛空調冷媒	等級分數	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	239	4.2%
	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		

表 4-22　A 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(%)
委外運輸排放	等級分數	3	1	1	1	1	1	1	4	4	2	1,242	21.8%
	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	引用 Simapro 歐盟四期運輸車輛排放係數	引用 Simapro 歐盟四期運輸車輛排放係數	歐盟四期標準車輛於 2005 年開始採用，相差<15 年	來自生產條件區域稍微類似之歐盟數據	來自相同技術不同企業數據		
總量												5,605	98.5%

表 4-23 A 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	9.2%	0.15
	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	63.2%	1.01
	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	4.2%	0.04
	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	1.70	21.8%	0.37
	排放係數 DQR_{Ei}	1	1	4	4	2			
	單一指標得分 DQR_{Ni}	3	1	4	4	2			
	單一指標數據等級轉換	1	1	2	2	1			
總計 ΣDQRi								98.48%	1.57
整體數據品質得分 DQRTotal/ΣFi								1.60	
整體數據品質等級								高品質	

4.3.2 營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡調查成果及數據品質查核

1. A 公司運輸車輛碳足跡

該公司零擔貨物之各運輸車輛之年度貨運服務量計算，係以該車輛車籍資料庫中所登記之「載重 × 營業所平均裝載率 × 年度行駛里程」而得。碳排放量以「車輛年度燃料用量 × 燃油碳足跡係數」計算，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 $kgCO_2e/L$。其中，各營業站所之年度集貨與配貨不同規格件數之體積換算之總重量，以及各營業所編制車輛之載重，計算營業所年度平均車輛裝載率為重量裝載率。

該公司整車貨物之運輸車輛隸屬轉運中心，係專營專運站與營業據點間的整車運輸，本計畫並依據實際車輛派遣紀錄，由「貨物重量 × 移動距離」計算結果，作為運輸車輛之年度貨運服務量，並與前述採「載重 × 營業所平均裝載率 × 年度行駛里程」計算所得之貨運服務量分別計算碳足跡係數，以比較其差異性。其中車輛調派紀錄，係由車籠數量以體積換算平均裝載率計算載重，其平均車輛裝載率為體積裝載率。

(1)常溫運輸車輛係數

計算結果如表 4-24 與圖 4.10 所示，3.49 噸為 A 公司營業據點主要車種，分析 558 輛 3.49 噸常溫貨車之平均裝載率僅約 31.2%，碳足跡平均值為 2.59 $kgCO_2e$/噸公里，排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低，6.5 噸常溫貨車碳足跡平均值 1.09 $kgCO_2e$/噸公里。說明如後。

表 4-24 A 公司常溫運輸車輛碳足跡係數

車種	車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)
營業小貨車	1.9	23	30.2%	3.39
	3.49	558	31.2%	2.59
營業大貨車	5	10	30.5%	1.29
	6.5	6	32.3%	1.09
總計		598	-	-

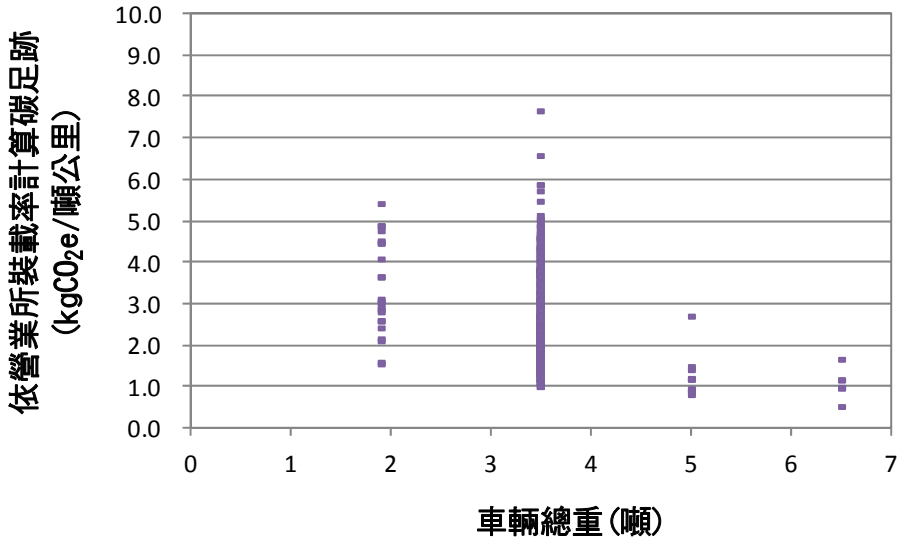


圖 4.10 A 公司依營業所平均裝載率計算常溫運輸車輛碳足跡

■ 營業小貨車

營業小貨車包括車重 1.9 噸及 3.49 噸兩種車型。1.9 噸車常溫貨車之裝載率介於 23~44%，平均裝載率 30.2%；碳足跡係數介於 1.57~5.44 kgCO2e/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.39；3.49 噸車常溫貨車之裝載率介於 22~49%，平均裝載率 31.2%，碳足跡係數介於 1.02~7.68 kgCO2e/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.48，如圖 4.11 所示。

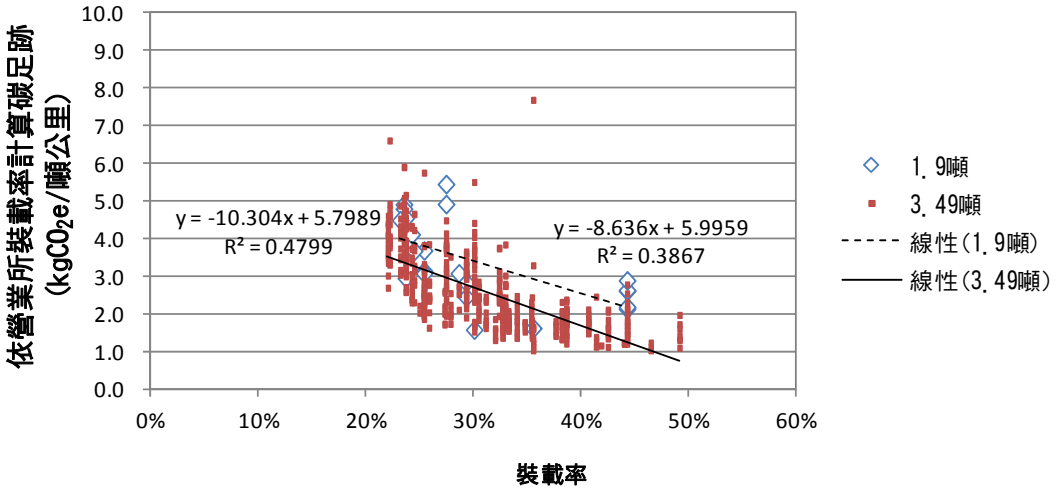


圖 4.11 A 公司營業小貨車碳足跡與裝載率分布情形(常溫運輸)

■ 營業大貨車

營業大貨車包括車重 5.0 噸及 6.5 噸兩種車型。5.0 噸車常溫貨車之裝載率介於 24~44%，平均裝載率 30.5%，碳足跡係數介於 0.83~2.72 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.28；6.5 噸車常溫貨車之平均裝載率 32.3%%，裝載率介於 25~49%，碳足跡係數介於 0.54~1.68 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.49，與裝載率關係如圖 4.12 所示。

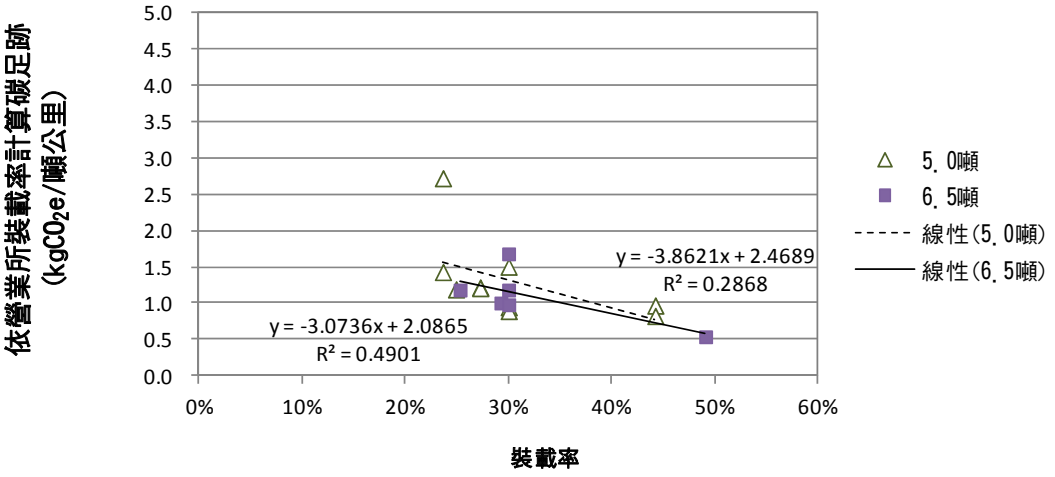


圖 4.12 A 公司營業大貨車碳足跡與裝載率分布情形(常溫運輸)

(2)低溫運輸車輛係數

計算結果如表 4-25 與圖 4.13 所示，3.49 噸為 A 公司營業據點主要車種，分析 158 輛 3.49 噸低溫貨車之平均裝載率僅約 32.0%，碳足跡平均值為 2.97 $kgCO_2e$/噸公里，排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低；6.5 噸低溫貨車碳足跡平均值 1.03 $kgCO_2e$/噸公里。依車種說明如後。

■ 營業小貨車

營業小貨車僅 3.49 噸車型，低溫貨車之裝載率介於 22~49%，平均裝載率 31.2%，碳足跡係數介於 1.15~10.04 $kgCO_2e$/噸公里，，與裝載率之線性關係 R^2 值僅 0.21，如圖 4.14 所示。

表 4-25 A 公司低溫運輸車輛係數

車種	車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)
營業小貨車	3.49	158	32.0%	2.97
營業大貨車	5.0	1	25.8%	1.54
	6.5	2	27.4%	1.03
總計		162	-	-

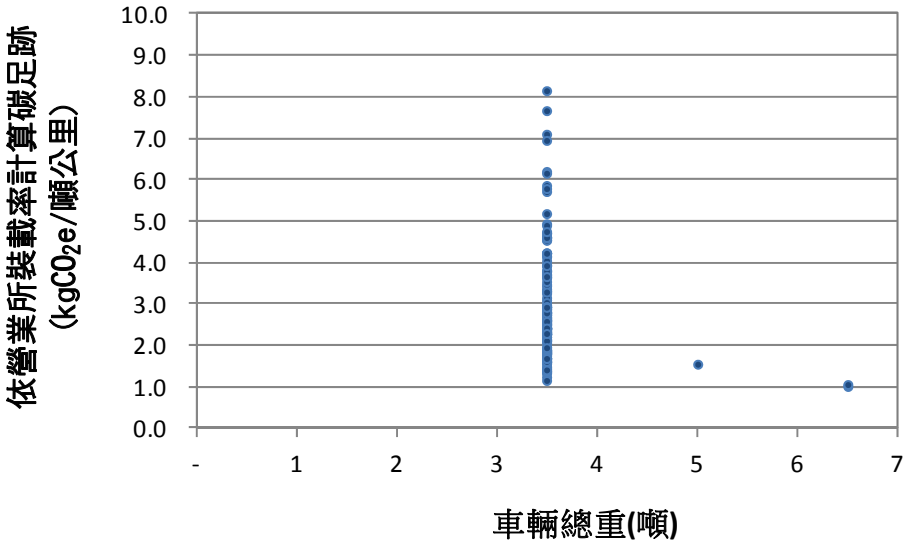


圖 4.13 A 公司依營業所平均裝載率計算低溫運輸車輛碳足跡

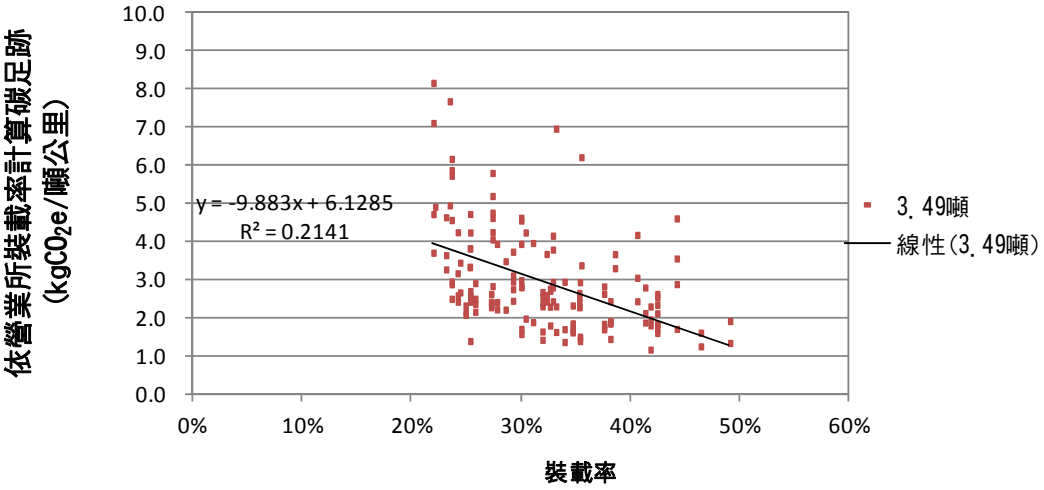


圖 4.14 A 公司營業小貨車碳足跡與裝載率分布情形(低溫運輸)

■ 營業大貨車

營業大貨車包括車重 5.0 噸及 6.5 噸兩種車型，車輛數較少，5.0 噸裝載率 26%，碳足跡係數為 1.54 $kgCO_2e$/噸公里；6.5 噸低溫貨車營運資料僅 2 筆，裝載率分別為 25%及 30%，計算所得碳足跡分別為 1.05 及 1.01 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率關係如圖 4.15 所示。

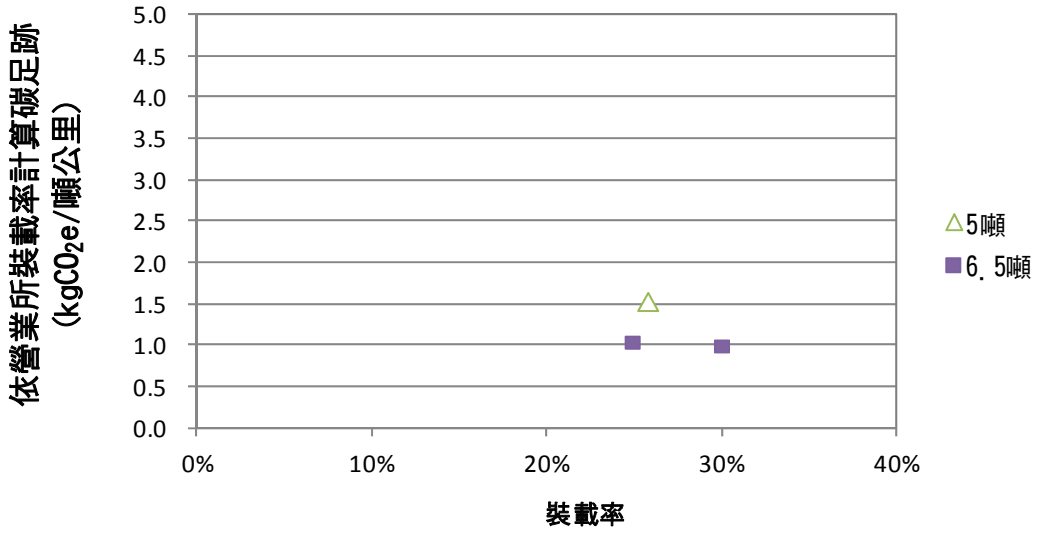


圖 4.15 A 公司營業大貨車碳足跡與裝載率分布情形(低溫運輸)

(3)整車運輸之車輛碳足跡係數

貨運服務量以貨物運送重量與運輸距離之乘積累加所得(如第 4.2.3 節算式 A 計算之 F_A)，不僅真實反映運輸車輛貨運效能，亦與國際間通用之貨運服務計算方式相符合。本計畫由 31,276 筆轉運中心車輛指派資料，運送距離以 google map 查詢起點與迄點間之車行距離，以計算車輛實際載貨距離；貨物重量的部分，則依據運輸車輛載重乘上裝載率(A 公司之裝載率係以體積換算)，以同一車輛之年度調派紀錄，依據算式 A 計算其年度貨運服務量。由實際派車資料顯示，各車輛年度實際貨物運送距離，約占年度總行駛里程 44~64%，如表 4-26 所示。

表 4-26 A 公司整車運輸碳足跡係數計算及比較

車輛資料					碳足跡係數(以平均裝載率計算)					碳足跡係數(依實際貨運服務量計算)				載貨行駛距離 %
噸級	載重	燃料類	低溫/常溫	車輛代碼	年度用油量(公升)	行駛里程數(公里/年)	平均油耗(公里/公升)	平均裝載率	碳足跡係數($kgCO_2e$/噸公里)	派車次數(次/年)	總派車距離(公里/年)	貨運服務量(噸公里)	碳足跡係數($kgCO_2e$/噸公里)	
6.5	2.5	高柴	常溫	A-1	4,637	24,377	5.3	38%	0.69	615	11,788	23,995	0.67	48%
6.5	2.2	高柴	低溫	A-2	6,832	36,029	5.3	41%	0.74	538	15,812	32,601	0.73	44%
6.5	2.6	高柴	常溫	A-3	6,459	38,562	6.0	29%	0.77	777	18,235	32,327	0.70	47%
10.4	4.5	高柴	常溫	A-4	21,690	86,768	4.0	44%	0.45	1,566	40,676	164,985	0.46	47%
10.4	4.5	高柴	常溫	A-5	21,197	92,554	4.4	44%	0.40	2,684	44,983	176,027	0.42	49%
10.5	3.42	高柴	常溫	A-6	33,271	139,445	4.2	53%	0.46	2,374	89,196	268,886	0.43	64%
10.5	3.68	高柴	常溫	A-7	26,825	99,231	3.7	45%	0.57	2,008	47,229	158,978	0.59	48%
10.5	4.1	高柴	常溫	A-8	28,094	133,035	4.7	42%	0.42	1,779	65,409	240,119	0.41	49%
10.5	3.6	高柴	常溫	A-9	20,492	87,096	4.3	48%	0.48	1,738	49,697	149,377	0.48	57%
10.5	3.67	高柴	常溫	A-10	26,411	102,057	3.9	45%	0.55	2,066	48,829	162,532	0.57	48%
10.5	4.35	高柴	常溫	A-11	27,345	91,828	3.4	43%	0.56	1,695	42,052	165,270	0.58	46%
10.5	3.58	高柴	常溫	A-12	25,399	110,035	4.3	47%	0.48	2,305	62,112	187,246	0.47	56%
10.5	4.2	高柴	常溫	A-13	26,596	114,642	4.3	47%	0.41	2,339	63,757	226,363	0.41	56%
10.5	3.2	高柴	常溫	A-14	24,504	113,757	4.6	45%	0.52	1,564	60,204	169,949	0.50	53%
15	6.53	高柴	常溫	A-15	32,105	124,080	3.9	47%	0.29	1,747	72,880	418,688	0.27	59%
17	7.69	高柴	常溫	A-16	39,761	140,121	3.5	52%	0.25	2,721	86,172	584,312	0.24	61%
17	7.69	高柴	常溫	A-17	37,079	132,891	3.6	52%	0.24	2,760	81,570	548,370	0.24	61%

依據「實際貨運服務量」而得之貨運服務碳足跡係數，與採用「車輛載重 × 車輛年度平均裝載率 × 車輛總行駛里程」之貨運服務量計算結果進行比較，其中車輛年度平均裝載率之計算假設為非指派之行駛距離為空車。兩種計算結果相近，顯示影響排碳係數之主要因子包括裝載率、空車率、能源效率，與單位能源消耗溫室氣體排放量，與相關文獻相吻合，如表 4-25 及圖 4.16。

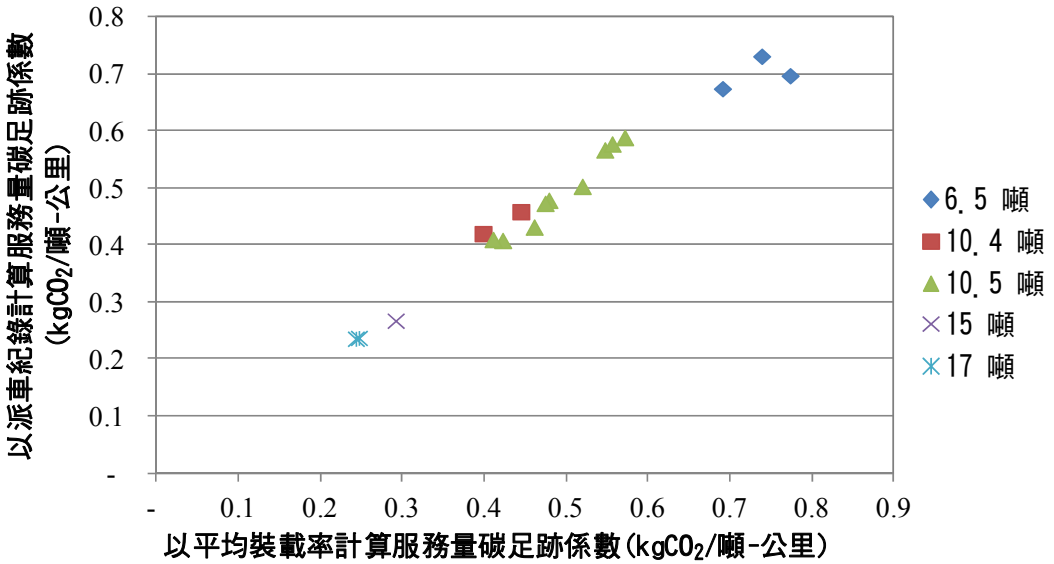


圖 4.16 A 公司營業大貨車碳足跡計算方式差異比較

2. B 公司運輸車輛碳足跡

由於 B 公司內部作業係以託運貨物之體積才數換算重量，並記錄各別運輸車輛年度載運量、行駛里程數及油耗資料，截至本年度計畫結束仍無法提供各營業場所間之年度貨物蒐集與配送統計。

本計畫以零擔貨物之年度貨運服務量計算方式，分析該公司運輸車輛碳足跡，計算營業所年度平均車輛裝載率為重量裝載率。各運輸車輛之年度貨運服務量係以該車輛車籍資料庫中所登記之「載重 × 營業所平均裝載率 × 年度行駛里程」計算。碳排放量以「車輛年度燃料用量 × 燃油碳足跡係數」計算，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 $kgCO_2e/L$。

(1)常溫運輸車輛係數

計算結果如表 4-27 與圖 4.17 所示，3.49 噸、6.5 噸及 7.7 噸為 B 公司營業據點主要車種，分析 389 輛 3.49 噸常溫貨車之平均裝載率為 73.3%，碳足跡平均值為 0.78 $kgCO_2e$/噸公里，排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低；387 輛 6.5 噸常溫貨車碳足跡平均值為 0.47 $kgCO_2e$/噸公里；531 輛 7.7 噸常溫貨車碳足跡平均值為 0.32 $kgCO_2e$/噸公里，與車重的乘冪相關，R^2 達 0.46 依據車種說明如後。

表 4-27 B 公司常溫運輸車輛碳足跡係數

車種	車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)
營業小貨車	3.49	389	73.3%	0.78
營業大貨車	4.6	2	81.8%	0.26
	6.5	387	57.2%	0.47
	7	10	52.9%	0.26
	7.2	159	48.8%	0.31
	7.5	2	38.6%	0.37
	7.7	531	49.8%	0.32
	10.4	4	58.0%	0.30
	20	6	40.9%	0.31
	21	16	54.1%	0.18
	24	27	46.7%	0.16
	25	3	28.0%	0.33
	26	2	15.7%	0.54
	35	2	30.2%	0.16
總計		1,540	-	-

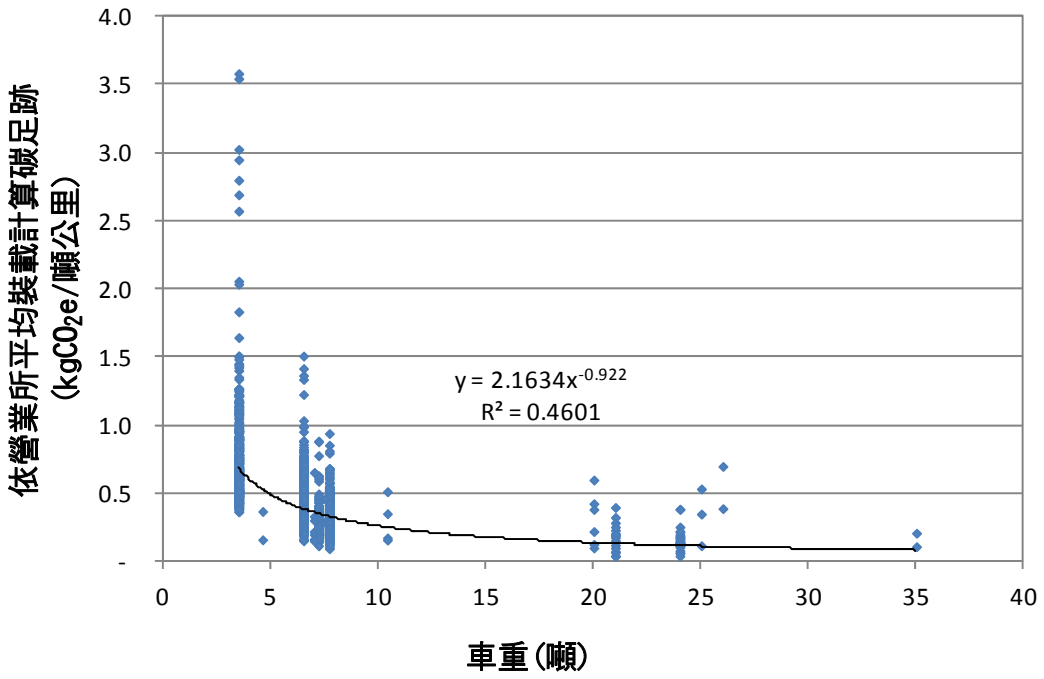


圖 4.17 B 公司依營業所平均裝載率計算常溫運輸車輛碳足跡

■ 營業小貨車

營業小貨車僅 3.49 噸車型。裝載率介於 16~98%，平均裝載率 73.3%，碳足跡係數介於 0.37~3.58 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.46，如圖 4.18 所示。

■ 營業大貨車

營業大貨車主要劃分為 4.6-6.5 噸、7.0-7.7 噸、10-20 噸及 21-35 噸等 4 種級距，碳足跡與裝載率關係如圖 4.19 所示，並針對主要車種說明如後。

6.5 噸常溫貨車之裝載率介於 16~98%，平均裝載率 57.2%，碳足跡係數介於 0.15~1.51 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.40。7.2 噸常溫貨車之裝載率介於 24~76%，平均裝載率 48.8%，碳足跡係數介於 0.12~0.88 $kgCO_2e$/噸公里。7.7 噸常溫貨車之裝載率介於 24~98%，平均裝載率 49.8%，碳足跡係數介於 0.09~0.94 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率之線性關係 R^2 值 0.41，如圖 4.19 所示。

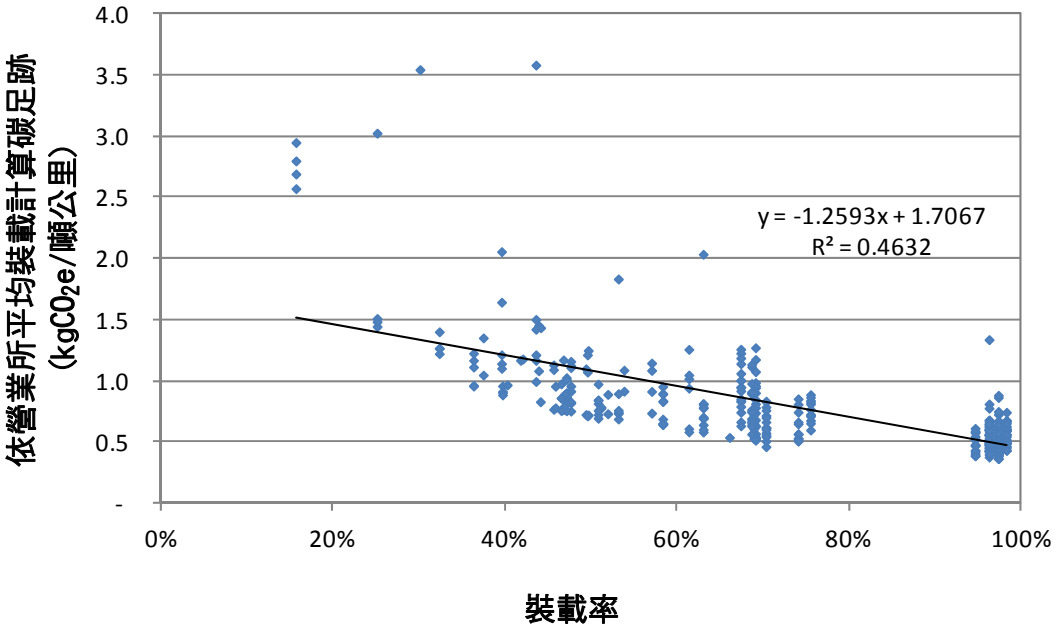


圖 4.18 B 公司營業小貨車碳足跡與裝載率分布情形(3.49 噸常溫運輸)

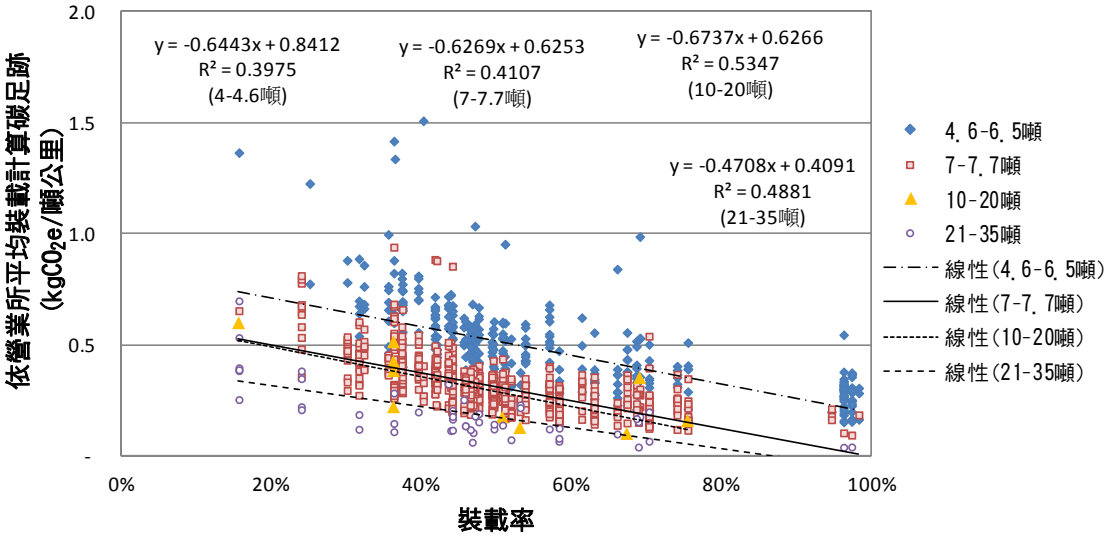


圖 4.19 B 公司營業大貨車碳足跡與裝載率分布情形(常溫運輸)

(2)低溫運輸車輛係數

計算結果如表 4-28 與圖 4.20 所示，3.49 噸、6.5 及 7.5 噸為 B 公司營業據點主要車種，分析 99 輛 3.49 噸低溫貨車之平均裝載率僅約 32.8%，碳足跡平均值為 2.99 $kgCO_2e$/噸公里，6.5 噸低溫貨車碳足跡平均值為 1.77 $kgCO_2e$/噸公里，7.7 噸低溫貨車碳足跡平均值為 1.22

$kgCO_2e$/噸公里，排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低，與車重的乘冪相關，R^2 達 0.82。依車種說明如後。

■ 營業小貨車

營業小貨車僅 3.49 噸車型。裝載率介於 30~34%，平均裝載率 32.8%，碳足跡係數介於 1.47~4.90 $kgCO_2e$/噸公里，與裝載率關係關係較不顯著，如圖 4.21 所示。

■ 營業大貨車

營業大貨車主要劃分為 6.5 噸、7.2-7.7 噸、10-20 噸、21-26 噸等 4 種級距，碳足跡與裝載率關係如圖 4.22 所示，並針對主要車種說明如後。

6.5 噸低溫貨車之裝載率介於 30~34%，平均裝載率 32.2%，碳足跡係數介於 0.71~3.09 $kgCO_2e$/噸公里；7.5 噸低溫貨車之裝載率介於 31~34%，平均裝載率 33.0%，碳足跡係數介於 0.91~2.99 $kgCO_2e$/噸公里；7.7 噸低溫貨車之裝載率介於 30~34%，平均裝載率 33.0%，碳足跡係數介於 0.62~3.43 $kgCO_2e$/噸公里。而大型低溫運輸 25-26 噸車輛，裝載率介於 31~34%，平均裝載率分別為 32.8% 及 32.9%，碳足跡係數介於 0.22~0.57 $kgCO_2e$/噸公里。與裝載率關係關係較不顯著，如圖 4.22 所示。

表 4-28 B 公司低溫運輸車輛係數

車種	車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值 ($kgCO_2e$/噸公里)
營業小貨車	3.49	99	32.8%	2.99
營業大貨車	6.5	35	32.2%	1.77
	7.2	40	33.0%	1.31
	7.5	83	33.0%	1.59
	7.7	53	33.0%	1.22
	10.5	3	33.2%	0.76
	11	1	33.7%	0.88
	15	2	33.7%	0.67
	20	1	33.5%	0.40
	21	4	32.2%	0.56
	24	4	32.6%	0.39
	25	12	32.8%	0.33
	26	18	32.9%	0.32
總計		355	-	-

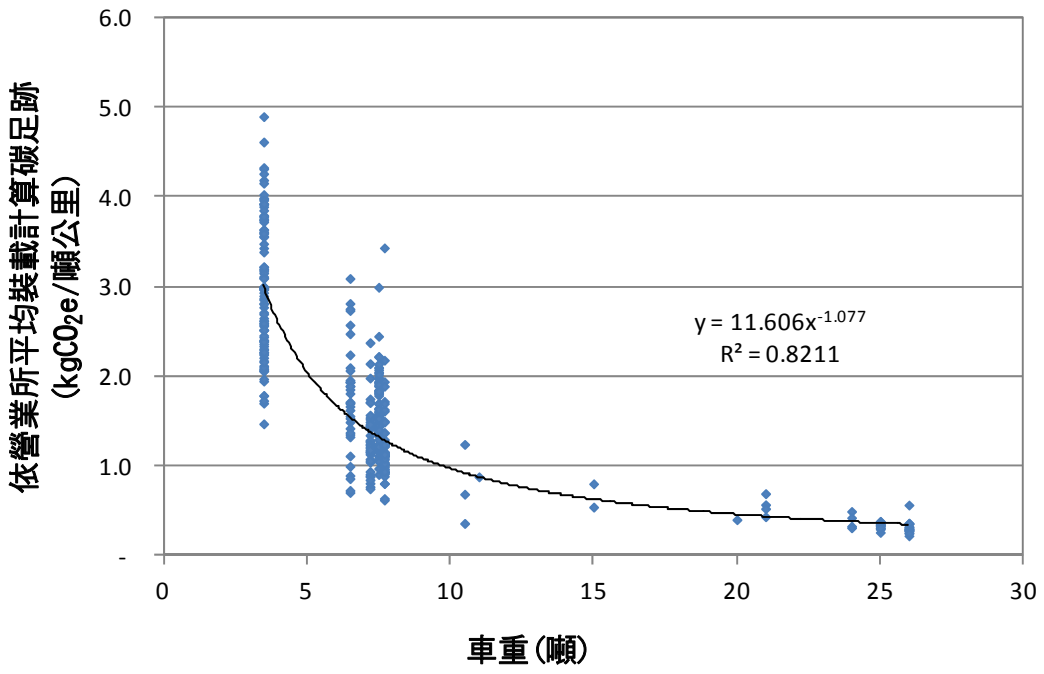


圖 4.20 B 公司依營業所平均裝載率計算低溫運輸車輛碳足跡

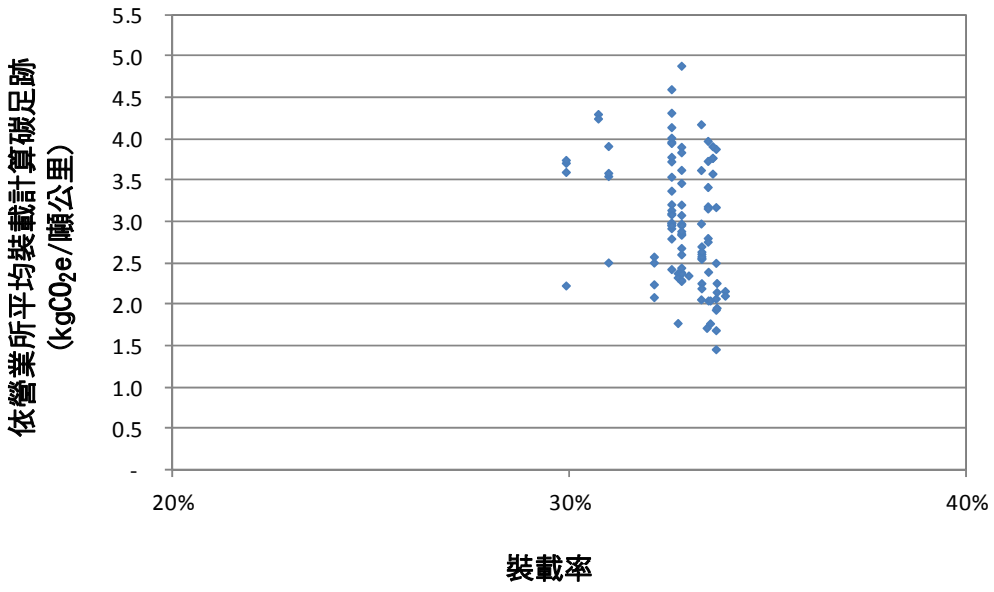


圖 4.21 B 公司營業小貨車碳足跡與裝載率分布情形(低溫運輸)

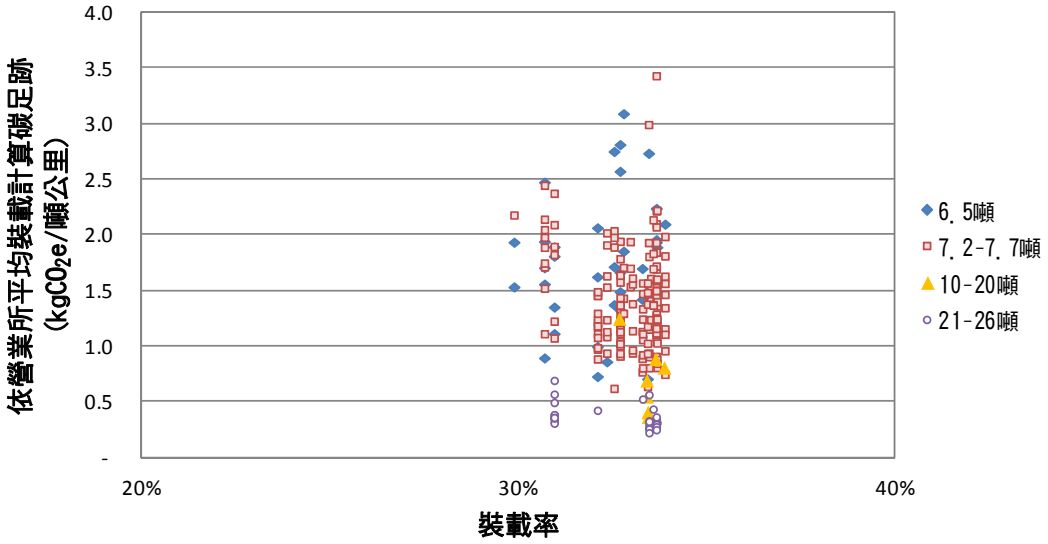


圖 4.22 B 公司營業大貨車碳足跡與裝載率分布情形(低溫運輸)

3.營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡數據品質查核

配合本計畫調查之 2 家貨運業者，均提供自有車輛年度燃料使用紀錄，以及相關營運數據。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表 4-29 所示。數據品質查核結果如表 4-30 所示，整體數據品質 DQR 得分為 1.6，小於 1.70，屬於高品質。

表 4-29 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 4-30 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.影響碳足跡排放之因素彙整

本研究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。分析服務全生命週期各階段之排放占比顯示，原料取得階段、廢棄處理階段所占的溫室氣體排放量比重相對偏低，常溫與低溫運輸服務，主要的排放均在運輸服務階段。

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。本研究受限於配合調查業者未針對冷凍設備單獨加掛電表，因此，在廠站用電的分配上，以貨運服務量分配用電量無法實際呈現低溫運輸服務於廠站停留時之溫室氣體排放量。以 A 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% (如表 4-18、表 4-21)。

第 4.3.2 節中，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。

本計畫透過 A 公司整車運輸之逐筆紀錄，比對 2 種貨運服務量並計算碳足跡之差異。依據「實際貨運服務量」得到的貨運服務碳足跡係數，與採用「車輛載重 × 車輛年度平均裝載率 × 車輛總行駛里程」之貨運服務量計算結果(車輛年度平均裝載率之計算假設以空車作為非指派車輛之行駛距離)進行比較，其兩種計算結果相近，顯示影響排碳係數之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；與英國研究[71]提出之總體貨運部門的溫室氣體排放決定性影響因子為平均運輸的長度、模式分割、平均負載、空轉的平均百分比、燃料效率和二氧化碳排放強度，大致上相符。

4.4 公路貨運服務碳足跡產品類別規則研訂

由國內外碳足跡標準內容對於邊界界定之論述(詳表 2-3)，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。本計畫於本(104)年度研擬「公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)草案」，以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。

4.4.1 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 4.23，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。

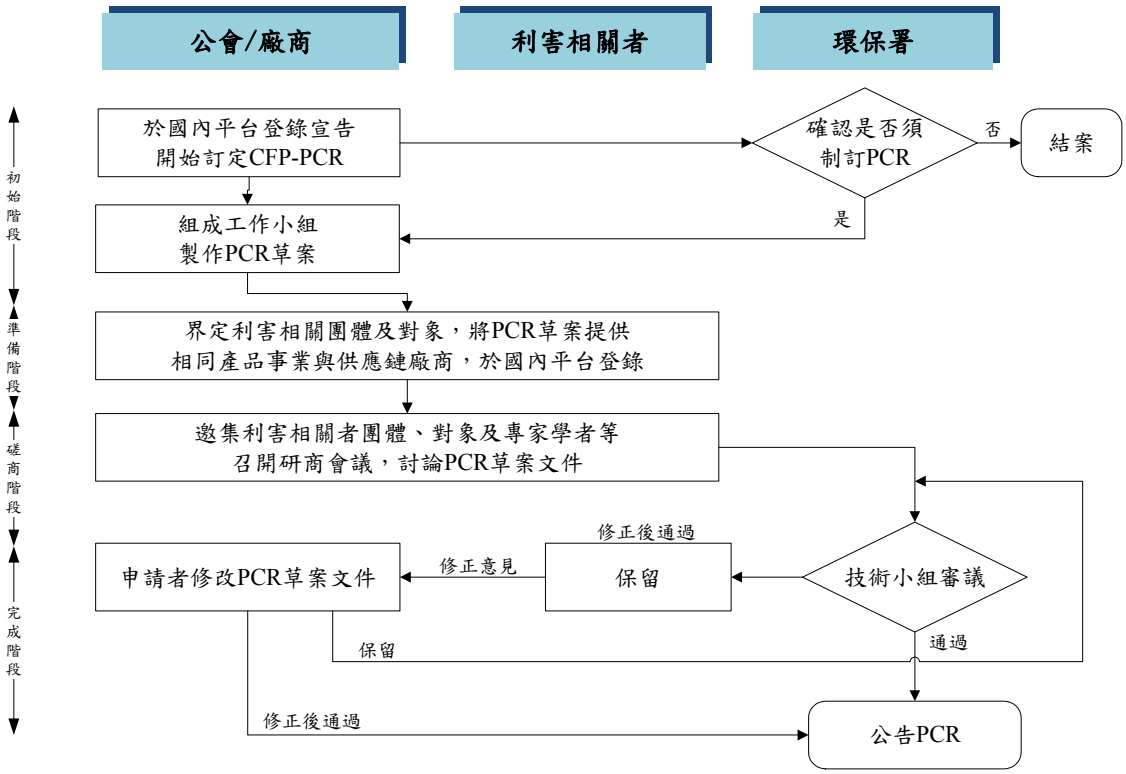


圖 4.23 環保署碳足跡產品類別規則文件訂定流程

(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。

依據前述流程，本計畫於第一年度(104 年)將研擬 1 項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，作為第二年度向環保署提出審查申請之依據，接近圖 4.23 初始階段之準備工作。第二年度(105 年)向環保署提出申請後，完成初始階段；而後配合環保署審查程序，執行後續各階段工作，以完成 1 項公路貨運服務碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)申請。

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 4-31。

表 4-31 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

表 4-31 我國環保署碳足跡產品類別規則章節架構(續 1)

章節架構
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)
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)

表 4-31 我國環保署碳足跡產品類別規則章節架構(續 2)

章節架構
(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

4.4.2 公路貨運服務碳足跡產品類別規則研訂

本計畫公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)制定作業分為四個階段，流程規劃如圖 4.24 所示，規劃內容分項說明如下。

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本報告第 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。

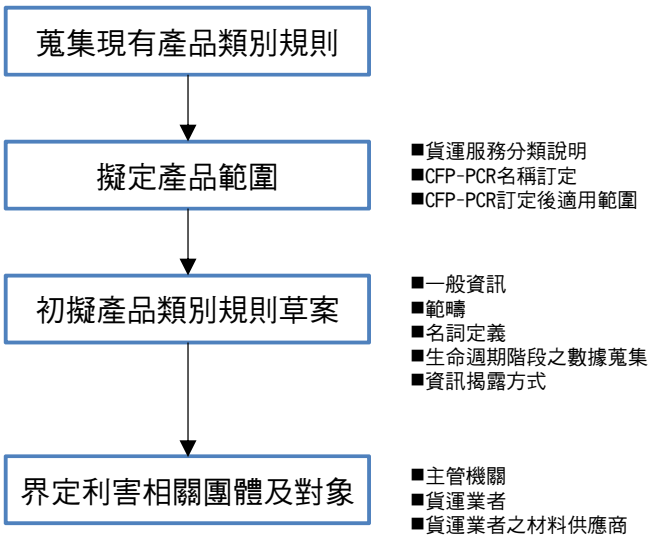


圖 4.24 CFP-PCR 制訂作業規劃

3.產品類別規則草案初擬

本計畫已完成我國公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)之研擬，並辦理一場專家學座談會，蒐集專家學者及各單位意見，作為草案修正參考。專家學座談會辦理情形詳附錄 5，草案內容詳附錄 8，重點摘要說明如後。

(1)名稱及一般資訊

本項文件係供公路貨運服務使用之 CFP-PCR，其目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。本 CFP-PCR 之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編號如下：

- 4940 汽車貨運業

汽車貨運業根據公路法之定義為「以載貨汽車運送貨物為營業者」，泛指從事以載貨汽車或聯結車運送貨物或貨櫃貨物之行業，搬家運送服務亦歸入此類。汽車路線貨運業依據公路法之定義為「在核定路線內，以汽車運送貨物為營業者」。汽車貨櫃貨運業依據公路法定義為「在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者」。

本文件之有效期，自行政院環境保護署核准後起算 3 年。

(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。

■ 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。

■ 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。

■ 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 4.1 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。

(3)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。

(4)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，統計委託貨運之起迄資料或重量推算，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。

(5)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。

(6)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。

4.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。

4.5 小結

本年度調查之貨運業者以經營汽車路線貨運業之零擔貨物運送為主，其中 A 公司營業用 3.49 噸常溫小貨車碳足跡平均值 2.59 $kgCO_2e$/噸公里，B 公司 0.78 $kgCO_2e$/噸公里。另外，營業用大貨車碳足跡，A 公司 6.5 噸常溫貨車碳足跡平均值 1.09 $kgCO_2e$/噸公里，B 公司 0.47 $kgCO_2e$/噸公里，排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低。

分析結果顯示，調查對象之主要車型為 3.49 噸營業小貨車，集配車輛主要行駛於市區道路外，集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放，顯示出零擔運輸相對高於整車運輸碳足跡排放。此外，本次調查對象之營業大貨車之車型主要為箱型非拖曳式車輛，其排放係數比生命週期軟體之係數資料庫略高。

本計畫透過 A 公司整車運輸之逐筆紀錄，比對 2 種貨運服務量並計算碳足跡之差異。其分析結果顯示影響排碳係數之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等。

第五章 結論與建議

依據我國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，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。

因此，本計畫 104 年主要工作目標係透過國內外溫室氣體管理制度、碳足跡計算制度發展，與運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算相關程序及方法蒐集，以作為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之參考。同時透過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，以瞭解貨運業者之組織型溫室氣體排放；並由盤查結果，再進一步執行營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業，本年度相關成果於 105 年提供向行政院環境保護署申請公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)，並建立公路貨運服務碳足跡公用係數供各界參考。

本計畫結論與建議彙整於第 5.1 及 5.2 節，分述如後。

5.1 結論

1.貨運服務量計算方法

藉由文獻資料蒐集及參考歐盟 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，本計畫確

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，其計算方式如下：

(1) 整車貨物之貨運服務量：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。

2.公路貨運服務範疇界定

參考國內外貨運服務碳管理案例與碳標籤標示制度發展趨勢，針對我國公路貨運業者之營運模式，本計畫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。

(1) 公路貨運服務碳足跡範疇：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 3 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。

(2) 委託其他運輸業者載運貨物之服務範疇：計算碳足跡時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)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，或使用 LCA 數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估。

(3) 資本財與耗材之範疇：參考 UN CPC 6511 道路貨運服務產品類別規則以及我國旅客運輸服務(陸上及水上運輸)產品類別規則，均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。

(4) 貨運服務耗材之範疇：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，應納入碳足跡計算中。

3.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，於 104 年邀請 2 家業者車隊規模合計約 3,300 輛進行調查工作。盤查結果如下：

(1) 本計畫依據行政院環保署編訂之「溫室氣體盤查與登錄指引」進行 2 家貨運業者 103 年度溫室氣體盤查，A 公司提供資料相對完整，103 年溫室氣體排放總量為 17,207 公噸 CO_2e。溫室氣體排放種類以二氧化碳占 95%以上最高，冷媒逸散共占近 3%；以範疇別而言，以範疇一占比 71.27%最高(其中車輛燃料使用的排放量占比達 68%)，範疇二的電力使用占 28.73%。經分析各營業所年度貨運量與溫室氣體排放情形，依據各營業所對應之轉運中心，分為北區、中區、南區與離島等 4 組，以營業所之單位貨運量排放量，高於該區域平均值作為優先檢核對象。

(2) 另外 B 公司中營業所電力與冷媒逸散資料係以部分營業所推估，103 年溫室氣體排放總量為 52,602 公噸 CO_2e。溫室氣體排放種類以二氧化碳占 92%以上最高，冷媒逸散共占近 7%；以範疇別而言，以範疇一占比 61.20%最高(其中車輛燃料使用的排放量占比達 48%)，範疇二的電力使用占 38.80%。由於 B 公司之內部管理系統有紀錄各車輛年度之載貨重量，以及車輛週轉率，本計畫依據車輛所屬之營業所分析車輛之年度服務量與排放量關係，建議各區營業所可透過此一指標評估溫室氣體排放量偏高的營業所車輛。

(3) 由於營業所用電與運輸車輛燃料燃燒為貨運業者主要的溫室氣體排放來源，可採行之減碳技術包括：車隊節能技術應用、運輸車隊節能管理、營業場所照明、空調與冷藏設備節能管理。

4.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」，針對 A 公司提供之營運資料，進行其常溫與低溫貨運服務之碳足跡調查。調查成果如下：

(1) A 公司貨物係依據國際快遞收費基準換算體積重量，並以當年度總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。103 年常溫運輸總計 25,602,115 件，依據營業所集配貨營運報表計算，總貨運服務量 23,126,281 噸公里；低溫運輸總計 16,73,935 件，總貨運服務量 2,116,848 噸公里；常溫運輸服務量與低溫運輸服務量分別占 91.6%與 8.4%。

(2) 103 年 A 公司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，一級活動數據排放量比例達 55.3%，委外運輸排放量係由逐日派車紀錄表中統計排放量，占比 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%。整體數據品質 DQR 得分 1.64，小於 1.70，屬於高品質。

(3) 103 年 A 公司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，一級活動數據排放量比例達 72.5%，委外運輸排放量占比 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%。整體數據品質 DQR 得分 1.60，小於 1.70，屬於高品質。

(4) 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。A 公司運輸車輛的燃油使用(包含委外運輸)對於碳足跡影響最大，分別占常溫運輸與低溫運輸碳足跡比例 78.6%、89.0%。由於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，爰在場站用電分配上，無法呈現低溫運輸服務於場站停留時之實際溫室氣體排放量。

5.營業用大貨車與小貨車碳足跡計算

本年度配合調查之 2 家貨運業者規模與營運模式略有不同，A 公司以車輛總重 3.49 噸營業小貨車為主，B 公司則以車輛總重 6~8 噸之占比最多。在貨物運送性質上，A 公司託運貨物形式以宅配小件包裹為主，B 公司之託運貨物係傳統之大宗貨物為主，此結果明顯反映 B 公司車輛的重量裝載率相對較高。經計算營業用大貨車與小貨車碳足跡成果，說明如下：

(1) 依據 A 公司營運資料計算零擔運輸貨車以及整車運輸貨車之碳足跡排放，B 公司營運資料採用整車運輸貨車進行碳足跡排放計算。本年度調查結果顯示兩家公司所得之各車輛延噸公里碳足跡有所差異，如表 5-1；但 2 家公司隨車重增加，單位碳足跡皆有下降趨勢。整體數據品質 DQR 得分 1.6，屬於高品質。

表 5-1 營業用大貨車與小貨車碳足跡

車種	車輛總重(噸)	碳足跡平均值($kgCO_2e$/噸公里)			
		常溫		低溫	
		A 公司	B 公司	A 公司	B 公司
營業小貨車	1.9	3.39			
	3.49	2.59	0.78	2.97	2.99
營業大貨車	4.6		0.26		
	5	1.29		1.54	
	6.5	0.69~0.77(整車)/ 1.09(零擔)	0.47	0.74(整車)/ 1.03(零擔)	1.77
	7.0~7.7		0.26~0.37		1.22~1.59
	10.4-11	0.40~0.57(整車)			0.76~0.88
	15	0.29(整車)			0.67
	17	0.24~0.25(整車)			-
	20		0.31		0.40
	21		0.18		0.56
	24		0.16		0.39
	25		0.33		0.33
	26		0.54		0.32
	35		0.16		-

(2) 本計畫針對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。而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。

(3) A 公司營業用 3.49 噸小貨車碳足跡平均值 2.59 $kgCO_2e$/噸公里，B 公司 0.78 $kgCO_2e$/噸公里。排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低，營業用大貨車碳足跡，A 公司 6.5 噸常溫貨車碳足跡平均值 1.09 $kgCO_2e$/噸公里，B 公司 0.47 $kgCO_2e$/噸公里。

(4) A 公司整車運輸之碳足跡主要針對 10 噸以上隸屬於轉運中心車輛，以平均裝載率計算之碳足跡係數，10.5 噸常溫貨車 0.40~0.57 $kgCO_2e$/噸公里，與依據實際貨運服務量計算之 0.41~0.59 $kgCO_2e$/噸公里接近。B 公司擁有車隊之營運大貨車較多，主要車輛規格為 7.0~7.7 噸常溫大貨車，碳足跡係數為 0.26~0.37 $kgCO_2e$/噸公里，而 21 噸與 24 噸常溫大貨車碳足跡係數分別為 0.18 與 0.16 $kgCO_2e$/噸公里。

(5) 低溫運輸車輛之碳足跡係數，2 間公司在 3.49 噸營業小貨車之碳足跡排放係數相近，分別為 2.97 與 2.99 $kgCO_2e$/噸公里，2 間公司之低溫運輸車輛平均裝載率相近，僅 30%。另外在大貨車碳足跡係數部分，6.5 噸營業大貨車 1.77 $kgCO_2e$/噸公里、7.0~7.7 噸營業大貨車 1.22~1.59 $kgCO_2e$/噸公里、10.4~11 噸營業大貨車 0.76~0.88$kgCO_2e$/噸公里、20 噸營業大貨車 0.40$kgCO_2e$/噸公里、25 噸營業大貨車 0.33 $kgCO_2e$/噸公里。

(6) 本年度調查之貨運業者以經營汽車路線貨運業之零擔貨物運送為主，主要車型為各營業所 3.49 噸營業小貨車，集配車輛主要行駛於市區道路外，集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放，顯示出零擔運輸相對高於整車運輸碳足跡排放。此外，本次調查對象之營業大貨車之車型主要為箱型非拖曳式車

輛，故排放係數與生命週期軟體之係數資料庫相比略高。

(7) 本計畫亦透過 A 公司整車運輸之逐筆紀錄，比對 2 種貨運服務量並計算碳足跡之差異。依據「實際貨運服務量」得到的貨運服務碳足跡係數，與採用「車輛載重 × 車輛年度平均裝載率 × 車輛總行駛里程」之貨運服務量計算結果(車輛年度平均裝載率之計算假設以空車作為非指派車輛之行駛距離)進行比較，其兩種計算結果相近，顯示影響排碳係數之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。

6.公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)

本計畫依據環保署 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。主要成果如下：

(1) 適用範圍以我國公路法第 34 條公路汽車運輸所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編號為 4940 汽車貨運業。

(2) 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：每公斤-每公里、每立方公尺-每公里、每車-每公里、每件-每公里或每貨櫃-每公里，並依照貨櫃規格、車輛噸數、物件規格等資訊附註於宣告單位之後。

(3) 各階段之數據量化要求分別為：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。

5.2 建議

1.貨運業者碳揭露資訊之提供

本計畫依據國內公路貨運業者之營運行為，參考 ISO/TS 14067 及我國碳足跡計算指引，建立公路貨運服務碳足跡計算原則，協助國內貨運業者有一致的計算方法，因應客戶未來碳管理需求。

以服務碳足跡之延噸公里排碳量概念，將可提供公路貨運業者不同於過去之單位里程油料消耗量的管制方式，進而引導降低空車率、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，碳足跡管理亦可透過貨運業者間內部需求，提升靠行車輛燃油效率，避免因為委外而造成排碳量低估。

參考國際上貨運服務、貨運業者計價及碳足跡計算時需要之單位多為噸-公里，其中的貨物重量及運送距離皆為重要數據；且碳足跡是以全生命週期觀點進行，除燃料使用外，冷媒、場站用電、車輛保養等資訊，皆為碳足跡計算所需資料。

本年度配合調查之貨運服務業者，擁有營業貨車之數量為國內前 10 大企業，車輛管理以及貨物追蹤系統等營運資料相對較為完善。未來其他貨運業者若要進行貨運服務碳足跡之量化作業，建議可在內部管理程序中，優先建置或準備下列資料：

(1)年度貨運服務量統計：貨運業者現階段多未記錄貨品種類、載貨重量、起迄點距離等資料，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記錄託運運貨物起迄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。託運貨物起迄點距離可由託運貨物起迄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。

(2)委外運輸燃料使用：一般貨運業者對於自有車輛之加油量、行駛里程均有記錄並管理，然而靠行車輛與委外運輸車輛之燃料使用資料尚無法取得。本年度配合調查之貨運業者委外運輸部分現階段亦無法提供運輸車輛燃料使用紀錄，乃透過排放係數法推估排放量，因應碳足跡計算需求，未來應著手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。

(3)貨物體積重量記錄：由於貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價，部分業者並未記錄相關資訊。本年度採用之換算公式，係依據業者計價規定，大致反映其託運貨物之物理性質，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.國家溫室氣體管制要求之因應作為

「溫室氣體減量及管理法」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，建議交通主管機關可研訂適合運輸部門各事業溫室氣體排放量之量化方法與原則，供業者依循。

依據「汽車運輸業管理規則」，我國公路貨運業者包括汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運貨運業，103 年度申報貨運車輛數共

82,302 輛，約占營業用大小貨車總數之 78.1%。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，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。

本年度已研擬「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」，未來可持續發展盤查表單、計算工具，提供業者線上試算，並與業者提送公路主管機關之統計報表營業數據相互比對，提升貨運業者之導入碳管理工作之意願。本計畫於完成 2 年度之貨運業者實際輔導後，建議未來可評估建置貨運業溫室氣體管理之技術指引，或以案例彙編/技術手冊之形式發行。

3.營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數持續建置

本計畫嘗試以實際貨運重量與運輸距離之乘積累加所得之貨運服務量，不僅真實反映運輸車輛實際運作，亦與國際間通用之貨運服務計算方式相符合。由於業者內部管理系統並未記錄所有車輛之前述資料，本年度係以車輛載重、營業所平均裝載率、車輛總行駛里程相乘，做為貨運服務量計算方式，計算營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數。

由於本年度配合調查之路線貨運業者營運模式，係將各營業所蒐集之貨物整車運輸至各區轉運中心，轉運中心間、轉運中心至營業所間之整車運輸業務，係委託其他貨運業者轉運(汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業)，建議下年度配合執行調查之貨運業者，要求受委託廠商提供車輛燃料資訊一併進行碳足跡調查，方能提高係數之代表性。

本計畫 2 年度之調查對象係以營業用大貨車與營業用小貨車為主，已採用油品、電力等係數，待第 2 年期計畫完成後，可提供研究成果至「產品碳足跡計算服務平台」,供國內廠商計算產品碳足跡時參考引用。建議後續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健全資訊需求。

參考文獻

[1] 溫室氣體減量及管理法，(2015.07.01 公告)。

[2] 行政院環境保護署，(2015)，中華民國國家溫室氣體清冊報告，105 年 2 月，(http://unfccc.saveoursky.org.tw/2015nir/)。

[3] 交通部運輸研究所，我國運輸部門運具別能耗與溫室氣體排放推估暨作業手冊之研究，105 年 3 月。

[4] 行政院環境保護署，(2015)，溫室氣體減量及管理法簡要說明，溫室氣體減量及管理法專區網站(http://www.epa.gov.tw/mp.asp?mp=ghgact)。

[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) (2015), Key World Energy Statistics, (http://www.iea.org/publications/freepublications/).

[9] 行政院環境保護署，(2009)，溫室氣體盤查與登錄指引。

[10] 行政院環境保護署，(2010)，溫室氣體查驗指引。

[11] Wiedmann, T. and Minx, J. (2007), A Definition of Carbon Footprint, ISA-UK Research Report.

[12] 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).

[13] WRI/WBCSD (2011), Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard.

[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_ca

talogue/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] 台灣產品碳足跡資訊網，(https://cfp.epa.gov.tw/carbon/defaultPage.aspx).

[18] ISO/CNS 14040 (2006)，環境管理-生命週期評估-原則與架構。

[19] ISO/CNS 14044 (2006)，環境管理-生命週期評估-要求事項與指導綱要。

[20] ISO/CNS 14025 (2006)，環境標誌與宣告-第 3 類環境宣告原則與程序。

[21] 行政院環保署，(2010)，產品與服務碳足跡計算指引。

[22] 行政院環保署，(2011)，產品與服務碳足跡查證技術指引。

[23] International EPD® System, (2013), General Programme Instructions (Version 2.01).(http://www.environdec.com/it/The-International-EPD-System/General-Programme-Instructions/#.Uuc2WNIVHGg).

[24] 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。

[25] 行政院環境保護署(2014)旅館住宿服務碳足跡產品類別規則。

[26] 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。

[27] 行政院環境保護署(2015)，百貨零售服務碳足跡產品類別規則。

[28] 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。

[29] 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/FLABELINSTITUTION/FLCARBONTRUST.ASPX)(瀏覽日期：2015/12/21)。

[30] Carbon Trust, (http://www.carbontrust.com/client-services/footprinting/ footprint-certification/carbon-footprint-label/)(瀏覽日期：2015/12/21).

[31] 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)。

[32] 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)。

[33] 韓國 EDP 官方網站，(http://www.edp.or.kr/)。

[34] 泰國官方組織泰國溫室氣體管理組織網站(Thailand Greenhouse Gas Management Organisation,TGO) (http://www.tgo.or.th/english/)。

[35] 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)。

[36] Official Carbon Labelling, (http://www.co2star.eu/index.html) (accessed date：2015/12/21).

[37] 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)。

[38] 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。

[39] 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。

[40] 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。

[41] IPCC Fifth Assessment Report , Intergovernmental Panel on Climate Change, https://www.ipcc.ch/report/ar5/ (accessed date：2015/12/21).

[42] REDUCING TRANSPORT GHG EMISSIONS Opportunities and Costs (2010), International Transport Forum, (http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/09GHGsum.pdf(accessed date：2015/12/21).

[43] REDUCING TRANSPORT GREENHOUSE GAS EMISSIONS Trends & Data (2010), (http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10GHGTrends.pdf) (accessed date：2015/12/21).

[44] International Energy Agency, IEA, (2014), CO_2 Emissions From Fuel Combustion Highlights 2014.

[45] 行政院環境保護署(2014)，中華民國國家溫室氣體清冊報告(http://unfccc.saveoursky.org.tw/2014nir/) (瀏覽日期：2015/12/21)。

[46] Cefic-ECTA (2011) ,Guidelines for Measuring and Managing CO_2 Emission from Freight Transport Operations.

[47] 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.

[48] Nelly Andrieu and Lee Weiss (2008), Transport Mode and Network Archite cture:Carbon Footprint as a New Decision Metric.

[49] 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.

[50] United Nations Statistics Division (2012), CPC Ver.2(Central Product Clas sification, Ver.2) (http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=25).

[51] International EPD® System (2015). Product Group Classification: UN CPC 6511 Road Transport Services of Freight of Food Products And Meals.

[52] International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6811 Postal Services.

[53] COFRET (2014), Existing Methods and Tools for Calculation of Carbon Footprint of Transport and Logistics.

[54] COFRET website (2014) (http://www.cofret-project.eu/).

[55] US Environmental Protection Agency (EPA) (2010). EPA Climate Leaders Simplified GHG Emissions Calculator (SGEC), U.S. Environmental Protection Agency.

[56] US EPA SmartWay website (2015), (http://www3.epa.gov/smartway/)(accessed date：2015/12/21).

[57] 交通部統計處，「103 年汽車貨運調查報告」，104 年 6 月。

[58] 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)。

[59] 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。

[60] 交通部 (2012)「101 年運輸政策白皮書(綠運輸)」。

[61] 交通部 (2013)，汽車運輸業管理規則。

[62] 交通部 (2015)，103 年度交通年鑑。

[63] 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，104 年 8 月。

[64] 行政院環境保護署 (2013)，溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版(102.11)。

[65] 經濟部能源局公告 (2015)，103 年電力係數。

[66] DB Sustainability Report 2012, (http://www.deutschebahn.com/en/sustainability/sustainability_report/the_report.html)(accessed date：2015/12/21).

[67] 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)。

[68] DHLwebsite, (http://cr-report2014.dpdhl.com/shared-value/environment/)(accessed date：2015/12/21).

[69] 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)。

[70] UPS website, (https://www.ups.com/content/tw/zh/bussol/browse/carbon_neutral_red_strat.html) (accessed date：2015/12/21).

[71] Piecyk, M.I., McKinnon, A.C., 2010, Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020. Int. J. Prod. Econ. 128, 31e42.

[72] 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)。

[73] 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)。

[74] 經濟部能源局，照明系統 Q&A 節能技術手冊，節能工具書下載專區 (https://egov.ftis.org.tw/DataQuery/AddOnFun/FtisBooksDownloads) (瀏覽日期：2015/12/21)。

[75] 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)。

[76] 蕭慧娟，(2014)，我國產品碳足跡標示制度推動現況，公路工程碳管理制度及實務研討會，103 年 5 月 9 日。

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，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。

因此，本計畫 104 年主要工作目標係透過國內外溫室氣體管理制度、碳足跡計算制度發展，與運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算相關程序及方法蒐集，以作為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之參考。同時透過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，以瞭解貨運業者之組織型溫室氣體排放；並由盤查結果，再進一步執行營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

本計畫 104 年之文獻資料蒐集分析與公路貨運服務業者車隊盤查工作成果，將於 105 年向行政院環境保護署申請公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)，並完成公路貨運服務碳足跡公用係數資料庫建置，供各界參考。

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)蒐集國內外溫室氣體管理制度最新發展趨勢。

(2)蒐集國內外碳足跡標示制度最新發展趨勢。

(3)蒐集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。

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。受盤查之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)規模應在 450 輛以上。

(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)研擬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

(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)研擬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」，研擬公路貨運服務碳足跡產品類別規則(Product Category Rules, PCR)(草案)。

(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。

4.其它工作項目

(1)針對「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」辦理專家學者座談會 1 場次。

(2)辦理「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 1 場次。

(3)本期研究成果於國內外期刊或學術研討會發表。

三、重要研究成果

本計畫 104 年主要工作目標係透過國內外溫室氣體管理制度、碳足跡計算制度發展，與運輸部門進行溫室氣體盤查與碳足跡計算相關程序及方法蒐集，以作為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之參考。同時透過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，以瞭解貨運業者之組織型溫室氣體排放；並由盤查結果，再進一步執行營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡調查作業。

本計畫主要成果說明如後：

1.貨運服務量計算方法

藉由文獻資料蒐集及參考歐盟 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，本計畫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，其計算方式如下：

(1) 整車貨物之貨運服務量：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。

2.公路貨運服務範疇界定

參考國內外貨運服務碳管理案例與碳標籤標示制度發展趨勢，針對我國公路貨運業者之營運模式，本計畫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。

(1) 公路貨運服務碳足跡範疇：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 3 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。

(2) 委託其他運輸業者載運貨物之服務範疇：計算碳足跡時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)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，或使用 LCA 數據資料庫中公路貨運服務噸公里之方式推估。

(3) 資本財與耗材之範疇：參考 UN CPC 6511 道路貨運服務產品類別規則以及我國旅客運輸服務(陸上及水上運輸)產品類別規則，均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。

(4) 貨運服務耗材之範疇：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，應納入碳足跡計算中。

3.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，於 104 年邀請 2 家業者車隊規模合計約 3,300 輛進行調查工作。盤查結果如下：

(1) 本計畫依據行政院環保署編訂之「溫室氣體盤查與登錄指引」進行 2 家貨運業者 103 年度溫室氣體盤查，A 公司提供資料相對完整，103 年溫室氣體排放總量為 17,207 公噸 CO_2e。溫室氣體排放種類以二氧化碳占 95%以上最高，冷媒逸散共占近 3%；以範疇別而言，以範疇一占比 71.27%最高(其中車輛燃料使用的排放量占比達 68%)，範疇二的電力使用占 28.73%。經分析各營業所年度貨運量與溫室氣體排放情形，依據各營業所對應之轉運中心，分為北區、中區、南區與離島等 4 組，以營業所之單位貨運量排放量，高於該區域平均值作為優先檢核對象。

(2) 另外 B 公司中營業所電力與冷媒逸散資料係以部分營業所推估，103 年溫室氣體排

放總量為 52,602 公噸 CO_2e。溫室氣體排放種類以二氧化碳占 92%以上最高，冷媒逸散共占近 7%；以範疇別而言，以範疇一占比 61.20%最高(其中車輛燃料使用的排放量占比達 48%)，範疇二的電力使用占 38.80%。由於 B 公司之內部管理系統有紀錄各車輛年度之載貨重量，以及車輛週轉率，本計畫依據車輛所屬之營業所分析車輛之年度服務量與排放量關係，建議各區營業所可透過此一指標評估溫室氣體排放量偏高的營業所車輛。

(3) 由於營業所用電與運輸車輛燃料燃燒為貨運業者主要的溫室氣體排放來源，可採行之減碳技術包括：車隊節能技術應用、運輸車隊節能管理、營業場所照明、空調與冷藏設備節能管理。

4.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」，針對 A 公司提供之營運資料，進行其常溫與低溫貨運服務之碳足跡調查。調查成果如下：

(1) A 公司貨物係依據國際快遞收費基準換算體積重量，並以當年度總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。103 年常溫運輸總計 25,602,115 件，依據營業所集配貨營運報表計算，總貨運服務量 23,126,281 噸公里；低溫運輸總計 16,73,935 件，總貨運服務量 2,116,848 噸公里；常溫運輸服務量與低溫運輸服務量分別占 91.6%與 8.4%。

(2) 103 年 A 公司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，一級活動數據排放量比例達 55.3%，委外運輸排放量係由逐日派車紀錄表中統計排放量，占比 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%。整體數據品質 DQR 得分 1.64，小於 1.70，屬於高品質。

(3) 103 年 A 公司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，一級活動數據排放量比例達 72.5%，委外運輸排放量占比 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%。整體數據品質 DQR 得分 1.60，小於 1.70，屬於高品質。

(4) 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。A 公司運輸車輛的燃油使用(包含委外運輸)對於碳足跡影響最大，分別占常溫運輸與低溫運輸碳足跡比例 78.6%、89.0%。由於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，爰在場站用電分配上，無法呈現低溫運輸服務於場站停留時之實際溫室氣體排放量。

5.營業用大貨車與小貨車碳足跡計算

本年度配合調查之 2 家貨運業者規模與營運模式略有不同，A 公司以車輛總重 3.49 噸營業小貨車為主，B 公司則以車輛總重 6~8 噸之占比最多。在貨物運送性質上，A 公

司託運貨物形式以宅配小件包裹為主，B 公司之託運貨物係傳統之大宗貨物為主，此結果明顯反映 B 公司車輛的重量裝載率相對較高。經計算營業用大貨車與小貨車碳足跡成果，說明如下：

(1) 依據 A 公司營運資料計算零擔運輸貨車以及整車運輸貨車之碳足跡排放，B 公司營運資料採用整車運輸貨車進行碳足跡排放計算。本年度調查結果顯示兩家公司所得之各車輛延噸公里碳足跡有所差異，如表 1；但 2 家公司隨車重增加，單位碳足跡皆有下降趨勢。整體數據品質 DQR 得分 1.6，屬於高品質。

表 1 營業用大貨車與小貨車碳足跡

車種	車輛總重(噸)	碳足跡平均值($kgCO_2e$/噸公里)			
		常溫		低溫	
		A 公司	B 公司	A 公司	B 公司
營業小貨車	1.9	3.39			
	3.49	2.59	0.78	2.97	2.99
營業大貨車	4.6		0.26		
	5	1.29		1.54	
	6.5	0.69~0.77(整車)/ 1.09(零擔)	0.47	0.74(整車)/ 1.03(零擔)	1.77
	7.0~7.7		0.26~0.37		1.22~1.59
	10.4-11	0.40~0.57(整車)			0.76~0.88
	15	0.29(整車)			0.67
	17	0.24~0.25(整車)			-
	20		0.31		0.40
	21		0.18		0.56
	24		0.16		0.39
	25		0.33		0.33
	26		0.54		0.32
	35		0.16		-

(2) 本計畫針對 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。而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。

(3) A 公司營業用 3.49 噸小貨車碳足跡平均值 2.59 $kgCO_2e$/噸公里，B 公司 0.78 $kgCO_2e$/

噸公里。排放係數隨著車輛總重增加逐漸降低，營業用大貨車碳足跡，A 公司 6.5 噸常溫貨車碳足跡平均值 1.09 kgCO_2e/噸公里，B 公司 0.47 kgCO_2e/噸公里。

(4) A 公司整車運輸之碳足跡主要針對 10 噸以上隸屬於轉運中心車輛，以平均裝載率計算之碳足跡係數，10.5 噸常溫貨車 0.40~0.57 kgCO_2e/噸公里，與依據實際貨運服務量計算之 0.41~0.59 kgCO_2e/噸公里接近。B 公司擁有車隊之營運大貨車較多，主要車輛規格為 7.0~7.7 噸常溫大貨車，碳足跡係數為 0.26~0.37 kgCO_2e/噸公里，而 21 噸與 24 噸常溫大貨車碳足跡係數分別為 0.18 與 0.16 kgCO_2e/噸公里。

(5) 低溫運輸車輛之碳足跡係數，2 間公司在 3.49 噸營業小貨車之碳足跡排放係數相近，分別為 2.97 與 2.99 kgCO_2e/噸公里，2 間公司之低溫運輸車輛平均裝載率相近，僅 30%。另外在大貨車碳足跡係數部分，6.5 噸營業大貨車 1.77 kgCO_2e/噸公里、7.0~7.7 噸營業大貨車 1.22~1.59 kgCO_2e/噸公里、10.4~11 噸營業大貨車 0.76~0.88kgCO_2e/噸公里、20 噸營業大貨車 0.40kgCO_2e/噸公里、25 噸營業大貨車 0.33 kgCO_2e/噸公里。

(6) 本年度調查之貨運業者以經營汽車路線貨運業之零擔貨物運送為主，主要車型為各營業所 3.49 噸營業小貨車，集配車輛主要行駛於市區道路外，集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放，顯示出零擔運輸相對高於整車運輸碳足跡排放。此外，本次調查對象之營業大貨車之車型主要為箱型非拖曳式車輛，故排放係數與生命週期軟體之係數資料庫相比略高。

(7) 本計畫亦透過 A 公司整車運輸之逐筆紀錄，比對 2 種貨運服務量並計算碳足跡之差異。依據「實際貨運服務量」得到的貨運服務碳足跡係數，與採用「車輛載重 × 車輛年度平均裝載率 × 車輛總行駛里程」之貨運服務量計算結果(車輛年度平均裝載率之計算假設以空車作為非指派車輛之行駛距離)進行比較，其兩種計算結果相近，顯示影響排碳係數之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。

6.公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)

本計畫依據環保署 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。主要成果如下：

(1) 適用範圍以我國公路法第 34 條公路汽車運輸所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編號為 4940 汽車貨運業。

(2) 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：每公斤-每公里、每立方公尺-每公里、每車-每公里、每件-每公里或每貨櫃-每公里，並依照貨櫃規格、車輛噸數、物件規格等資訊附註於宣告單位之後。

(3) 各階段之數據量化要求分別為：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。

本計畫相關建議如下：

1.貨運業者碳揭露資訊之提供

本計畫依據國內公路貨運業者之營運行為，參考 ISO/TS 14067 及我國碳足跡計算指引，建立公路貨運服務碳足跡計算原則，協助國內貨運業者有一致的計算方法，因應客戶未來碳管理需求。

以服務碳足跡之延噸公里排碳量概念，將可提供公路貨運業者不同於過去之單位里程油料消耗量的管制方式，進而引導降低空車率、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，碳足跡管理亦可透過貨運業者間內部需求，提升靠行車輛燃油效率，避免因為委外而造成排碳量低估。

參考國際上貨運服務、貨運業者計價及碳足跡計算時需要之單位多為噸-公里，其中的貨物重量及運送距離皆為重要數據；且碳足跡是以全生命週期觀點進行，除燃料使用外，冷媒、場站用電、車輛保養等資訊，皆為碳足跡計算所需資料。

本年度配合調查之貨運服務業者，擁有營業貨車之數量為國內前 10 大企業，車輛管理以及貨物追蹤系統等營運資料相對較為完善。未來其他貨運業者若要進行貨運服務碳足跡之量化作業，建議可在內部管理程序中，優先建置或準備下列資料：

(1)年度貨運服務量統計：貨運業者現階段多未記錄貨品種類、載貨重量、起迄點距離等資料，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記錄託運運貨物起迄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。託運貨物起迄點距離可由託運貨物起迄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。

(2)委外運輸燃料使用：一般貨運業者對於自有車輛之加油量、行駛里程均有記錄並管理，然而靠行車輛與委外運輸車輛之燃料使用資料尚無法取得。本年度配合調查之貨運業者委外運輸部分現階段亦無法提供運輸車輛燃料使用紀錄，乃透過排放係數法推估排放量，因應碳足跡計算需求，未來應著手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。

(3)貨物體積重量記錄：由於貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價，部分業者並未記錄相關資訊。本年度採用之換算公式，係依據業者計價規定，大致反映其託運貨物之物理性質，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.國家溫室氣體管制要求之因應作為

「溫室氣體減量及管理法」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，建議交通主管機關可研訂適合運輸部門各事業溫室氣體排放量之量化方法與原則，供業者依循。

依據「汽車運輸業管理規則」，我國公路貨運業者包括汽車貨運業、汽車路線貨運業、汽車貨櫃貨運貨運業，103 年度申報貨運車輛數共 82,302 輛，約占營業用大小貨車總數之 78.1%。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，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。

本年度已研擬「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」，未來可持續發展盤查表單、計算工具，提供業者線上試算，並與業者提送公路主管機關之統計報表營業數據相互比對，提升貨運業者之導入碳管理工作之意願。本計畫於完成 2 年度之貨運業者實際輔導後，建議未來可評估建置貨運業溫室氣體管理之技術指引，或以案例彙編/技術手冊之形式發行。

3.營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數持續建置

本計畫嘗試以實際貨運重量與運輸距離之乘積累加所得之貨運服務量，不僅真實反映運輸車輛實際運作，亦與國際間通用之貨運服務計算方式相符合。由於業者內部管理系統並未記錄所有車輛之前述資料，本年度係以車輛載重、營業所平均裝載率、車輛總行駛里程相乘，做為貨運服務量計算方式，計算營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數。

由於本年度配合調查之路線貨運業者營運模式，係將各營業所蒐集之貨物整車運輸至各區轉運中心，轉運中心間、轉運中心至營業所間之整車運輸業務，係委託其他貨運業者轉運(汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業)，建議下年度配合執行調查之貨運業者，要求受委託廠商提供車輛燃料資訊一併進行碳足跡調查，方能提高係數之代表性。

本計畫 2 年度之調查對象係以營業用大貨車與營業用小貨車為主，已採用油品、

電力等係數，待第 2 年期計畫完成後，可提供研究成果至「產品碳足跡計算服務平台」，供國內廠商計算產品碳足跡時參考引用。建議後續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健全資訊需求。

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(1/2)

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) 國立臺北大學自然資源與環境管理研究所 李教授育明		
1、 本計畫擬編寫之文件或手冊，建議列為進度管控重點，並儘速完成如期中報告附錄 2、3 之草案內容。	「公路貨運服務碳足跡計算手冊」將依據公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)架構撰寫，增列於報告附錄 6。	同意
2、 期中報告部分專有名詞之縮寫仍有不一致之處，以「歐盟貨物運輸碳足跡計畫」為例，其縮寫便出現 COFRET、CPFRET 及 CORFRET 等呈現方式，建請再行核校、修訂。	感謝委員指正。已統一歐盟貨物運輸碳足跡計畫(Carbon Footprint of Freight Transport) 之縮寫為 COFRET。	同意
3、 請釐清溫室氣體排放量計算之 GWP 採 IPCC 第 2 版(盤查)及第 4 版(碳足跡)數值之理由，並請進一步留意環保署未來規劃採取之版本。	溫室氣體排放量盤查及碳足跡作業採用之 GWP 數值版本，已依據環保署建議統一採用 2007 年公告之第 4 版。	同意
4、 請釐清或比較「公路貨運服務碳足跡 PCR」採用 CFP-PCR 或 EPD-PCR 指引之理由或選用依據。	EPD-PCR 為使同一種類型、功能之商品，在計算環境衝擊時能有相同的基準，其面向較 CFP-PCR 廣。本計畫已蒐集與公路貨運服務相關之 EPD-PCR，以作為擬訂我國公路貨運服務 CFP-PCR 之參考。	同意
5、 運輸服務能源耗用及 GHG 排放計算之分配方法(或分配準則)，建議綜整 EN 16258 及國內業者之作業模式(P.89 圖 4.2-4)，研提適用本地之分配準則。	本計畫參考 EN 16258 方法，並依據我國貨運業者內部貨物配送系統資料建置情形，簡化貨運服務量計算方式，包括以起訖點營業所計算貨物託運距離，與營業據點集/配貨統計資料。 此外，長程運輸段委託其他運輸業者之營運模式，排放	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
	量計算若取得供應商提供燃油使用量(依重量或價值分配燃油量) 則可納入一級活動數據,採用自有車輛燃油率推估或引用資料庫係數推估排放量判定為二級數據。	
(二)國立交通大學運輸工程與物流管理學系 陳教授穆臻		
1、 公路貨運服務碳足跡公用係數建置範圍宜更具體界定，包括車輛型態、運送型態等。例如物流中心、營業所、車輛種類（例如常溫、多溫共配、低溫）等不同範圍對碳排放係數可能有不同的影響。	公用係數依據車輛型態,分為常溫、低溫及多溫層配送。目前配合調查業者提供資料計算車輛種類碳排放係數，各營業所 3.49 噸營業小貨車,集配車輛主要行駛於市區道路外,集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放,顯示出零擔運輸相對高於轉運中心間、轉運中心至營業所間之整車運輸業務整車運輸碳足跡排放。	同意
2、 產品類別宜更具體界定，以避免單純用重量、體積或價值造成估算誤差。例如醫藥生技、電子產品、雜貨等不同類別的特性(例如，重量、體積、報價等)對碳排放量計算可能有其適用性。	本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。	同意
3、 公路貨運服務碳排之影響因素宜更具體彙整分析,並探討其影響程度。	本計畫團隊目前搜集相關文獻指出,影響排碳係數之主要因子包括裝載率、空車率、能源效率，與單位能源消耗溫室氣體排放量。本計畫依據業者提出資料進行計算,由於車輛燃料使用量為主要溫室氣體排放來	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
	源，故車輛油耗與裝載率為碳足跡係數主要之影響因素。	
4、 碳排係數計算邏輯宜更具體說明。	貨運服務業者碳排係數計算範疇，詳附錄 7 公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)，排除車輛生產與報廢排放，納入營業據點、運輸車輛排放及委外運輸排放量。	同意
(三)國立臺灣海洋大學河海工程學系 蕭教授再安		
1、 請確認公路貨運服務碳足跡計算邊界(P.126 圖 5.3-1)	公路貨運服務碳足跡計算範疇，詳附錄 7 公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)，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。	同意
2、 請檢討權益關係人(stakeholders) 名單(P.146 表 5.5-2)。	專家諮詢會邀請之出席名單參考環保署 104 年碳足跡產品類別規則專家學者清單，邀請政府單位、學術界、顧問及法人、驗證單位、產業界等各界代表出席。	同意
3、 請確認產出之參數值是做為個案研究使用或通案使用之母體估計值。	本計畫針對國內自有車輛超過 450 輛之貨運服務業者進行溫室氣體排放情形之個案研究，產出之手冊與產品類別規則(CFP-PCR)則可作為國內其他公路貨運服務業者計算之依循。	同意
4、 我國小貨車運輸碳排係數明顯高於英國(P.49 表 3.3-2)，估算的方法是否有差異，請補充說明。	原表 3.3-2 中英國貨車運輸排放係數係包含連結式貨車(Articulated HGV)資料其排放係數低於箱式貨車，已於比較表中補充車輛型式。	同意
5、 引用之圖表請註明資料來源(e.g.,P.48)。	將重新檢核報告內容，標註引用圖表之資料來源。	同意
6、 我國運輸部門的能源消費趨勢(P.46)，請補充圖表與數據說明。	以依據環保署「國家溫室氣體清冊報告」補充我國運輸部門的能源消費趨勢。	同意
7、 P.9 每噸-每公里，請確	「延噸公里」做為貨物運輸	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
認是否為延噸公里。	的衡量單 位，一延噸公里相當於將一噸貨物運送一公里。	
(四)財團法人台灣環境管理協會 吳經理伋		
1、 執行計畫內容涵蓋範圍很廣，執行團隊現有之成果值得肯定。	感謝委員肯定。	同意
2、 期末報告請增加可讀性，進度達成情形(甘特圖、查核點)。例如流程圖應標註考量點、篩選方式等，而文字敘述可標示(1)、(2)、(3)或分段描述，文獻蒐集成果該以表格呈現(美、澳可略去)，並儘量避免有流水帳的型式。	各項進度均於期末報告階段完成，並修正格式已增加報告可讀性。	同意
3、 請調整 P.6 圖 2.1-1(依實際與可操作性)與 P.106 圖 4.4-1(PDCA)。	已依計畫實際執行方式調整流程圖，並修正系統檢討改善架構圖。	同意
4、 提供業者的資訊與呈現方式宜注意: (1) 包含範疇三(其他間接排放)涵括 CFP 意義不同(邊界)，建議在 CFP 增加說明。 (2)採用 ISO 或 PAS 標準的部分，請清楚說明採用哪項認證標準，例如 14064-3、14065。 (3)表 3.1-1 PCR 具有溝通利害相關人的功能，但與 ISO 所講的溝通(B2C)不同。	感謝委員指正。期末報告之資訊呈現方式將依指示修正。已調範疇三說明內容避免造成誤解。 本計畫依據環保署公告「溫室氣體盤查與登錄指引」、「產品與服務碳足跡計算指引」進行調查，14064-3、14065 為國內組織及計畫進行溫室氣體確認與認證之指引，已刪除相關文字。	同意
5、 有關技術面之內容應補充說明，例如邊界範疇、車輛生產與報廢(視為資本財?)，以及標準內容差異。	感謝委員建議，相關內容已進行補充如附錄 8 產品類別規則(草案)。另比較 ISO/TS 14067 : 2013 與 PAS 2050 : 2011 之差異，主要為 PAS 2050 在資本財(capital goods)部分可不列入產品生命週期評估；而 ISO/TS	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
	14067 中則無明確規定，建議由 CFP-PCR 之系統邊界來定義。	
6、 P.132 與 P.135 之重量推算法的合理性與列入 PCR 時的一致性、不確定性的考量，建議補充說明。為有助於第 3 方查證，建議後續可進行短期調查，以降低不確定性。	已於附錄 7 公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)中，針對貨運重量之處理方式增加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。	同意
(五)行政院環境保護署 蕭處長慧娟		
1、 P.13：我國二氧化碳排放量占全世界 0.81%。「溫室氣體減量及管理法」2015 年 7 月 1 日公布施行(非公告實施)，請修正報告。	感謝委員指正。已修正文字。	同意
2、 P.42：環保署在碳標籤制度的權責分工部分，請刪除「盤查申報及管理系統」,「持續進行溫室氣體盤查工作並建置…」請修正為「持續推動碳足跡標示制度並建置...」。。	感謝委員指正。已修正文字。	同意
3、 P.43：倒數第 5 行 「…特訂定『碳足跡產品類別規則訂定指引』,且已於…」請修正為 「…特訂定『碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引』，且已於…」。	感謝委員指正。已修正文字。	同意
4、 「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」皆是用於計算公路貨運服務碳足跡，建議 2 份文件之內容及架構能儘量相同。手冊中可能會交代比較細節之內容，建議可移至最	「公路貨運服務碳足跡計算手冊」係依據公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)架構撰寫，增列於報告附錄 6。	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
後，或以附錄方式呈現，避免 2 份文件出現不一致情形，造成業者無所適從。		
5、 P.139：本計畫原規劃於 104 年研擬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；105 年才向環保署提出申請。建議公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)於今(104)年先提送基本資料表至環保署確認碳足跡產品類別規則名稱及適用範圍，同時說明貨運服務之分類方式，後續再邀請專家學者進行內容討論及研擬草案，避免今年已完成草案，明(105)年送環保署審查時，在名稱及適用範圍等討論時有不同看法。	公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案) 基本資料表提送至環保署之相關作業，將依據委員建議於 104 年度期末報告審查通過後提送。	同意
6、 P.124：溫室氣體減量及管理法第 3 條第 1 個解釋名詞，除了京都議定書管制的 6 種溫室氣體外，多加三氟化氮(NF_3)。	感謝委員指正。已於溫室氣體名詞解釋增列三氟化氮(NF_3) 。	同意
7、 本期中報告資訊蒐集及整理得很好，並依預定進度完成。惟仍有多字(P.9)、錯字(P.42、59、60)等，請修正。	感謝委員指正。已修正文字。	同意
(六)運研所綜合技術組		
1、 文獻回顧部分： (1)請補充並蒐集國外已通過溫室氣體減量及管理法之國家在貨運碳排放之相關管理或管制作為。	遵照辦理。 (1)將彙整瑞士(2013 年二氧化碳法)、英國(2008 年氣候變遷法)、澳洲(2011 年潔淨能源包裹法案)、墨西	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
(2)請於第 3 章補充小結，彙析該章各節之文獻回顧重點。 (3)本所「我國公路貨運服務業申請碳足跡標示之課題研析」研究計畫將於 8 月底完成，其中有關貨運業者車輛之統計與分析，將於會後提供參考。	哥(2012 年氣候變遷法)等國家之內容，補充減碳目標納入法規要求國家之目標、期程與管制作為等。 (2)將增加文獻回顧重點小節。 (3)已補充我國前 20 大貨運業者之車輛之統計與分析。	
2、聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 已於 COP18 通過三氟化氮 (NF_3) 新增納入國家溫室氣體清冊之溫室氣體，並於 2015 年開始實施；另我國亦於今年通過之溫室氣體減量及管理法將該氣體納入列管。請研究團隊可預先檢視並盤查貨運業是否有該氣體之排放。	遵照辦理。經查國家溫室氣體清冊新增之三氟化氮 (NF_3) 係用於微電子工業中，作為蝕刻氣體。主要運用於晶元製造、高能激光器，非屬本計畫研究對象貨運業排放之種類。	同意
3、第 4.4.2 節針對內部診斷分析及改善建議部分，鑑於調查顯示運輸場站排放達 30%以上，建議可進一步補充運輸場站管理之相關改善作為。	已補充運輸場站照明、空調與冷藏設備管理節能減碳管理之相關措施。	同意
4、為釐清本計畫貨運服務之碳足跡適用對象範圍及排除對象理由，請於第 5 章補充公路貨運服務在公路法、公路運輸業管理規則及我國行業標準分類之相關定義與規定，並補充說明各業別營運屬性之差異，以作為本計畫訂定 PCR 及相關作業手冊適用範圍之背景資訊。	適公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)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。 汽車貨運業根據公路法之定義為「以載貨汽車運送貨物為營業者」，泛指從事以載貨汽車或聯結車運送貨	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
	物或貨櫃貨物之行業，搬家運送服務亦歸入此類。汽車路線貨運業依據公赴法之定義為「在核定路線內，以汽車運送貨物為營業者」。汽車貨櫃貨運業依據公路法定義為「在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者」。	
5、有關數據品質評估，建議後續應將資料調查結果進行歸納分析(例如冷氣機冷媒補充量之數據品質屬於初估品質)，並提出貨運服務盤查或碳足跡係數調查檢核表單建議，以提供貨運業者資料登載及內部調整參考。	本計畫碳足跡調查結果之數據品質係依據「產品碳足跡排放係數據品質評估標準手冊」之規定辦理，相關表單將納入公路貨運服務碳足跡計算手冊附件。	同意
6、運輸車輛之載重比係影響碳足跡之主要因素，由於貨運業者處理貨物可能採取重量計價或體積計價，後續請研究團隊蒐集並勾稽託運貨物重量及運送里程之關聯性，以提高貨運服務碳足跡係數之準確性。	本年度係以車輛載重、營業所平均裝載率、車輛總行駛里程相乘，做為貨運服務量計算方式，計算營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數。並於附錄 7 公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)中，針對貨運重量之處理方式增加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。	同意
7、圖 5.3-2~5.3-4 分析行駛里程與碳足跡之關係，建議針對里程數影響不明顯的論述進行統計檢定。	本計畫已調整相關內容，依據業者提出資料進行計算，由於車輛燃料使用量為主要溫室氣體排放來源，故車輛油耗與裝載率為碳足跡係數主要之影響因素。	同意
8、本計畫建議後續可進一步比較分析不同業者於車種、服務型態與營業所配置之碳足跡計算差	目前配合調查業者提供資料計算車輛種類碳排放係數，各營業所 3.49 噸營業小貨車，集配車輛主要行駛	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
異，以瞭解碳足跡之主要影響因素，並作為後續改善措施之參考。	於市區道路外，集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放，顯示出零擔運輸相對高於轉運中心間、轉運中心至營業所間之整車運輸業務整車運輸碳足跡排放。	
9、報告內圖表請再檢視其清晰度並標示資料來源，另文字及內容錯誤部分，請依檢還之期中報告(初稿)修訂。	已於期末報告中修正。	同意
(七)主席結論		
1、本計畫將研訂公路貨運碳足跡產品類別規則，有助於業者作為申請碳標籤時計算之依循，因此有關公路貨運服務之適用對象範圍及排除對象原因，應於報告中詳實說明。另請研究團隊針對公路貨運服務之營運型態與碳足跡計算的差異進一步歸納整理，以作為後續碳足跡產品類別規則研訂參據。	適公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)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。適用對象依據公路法營業分類，未將 5420 快遞服務業列入，未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，可視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之 CFP-PCR。	同意
2、公路貨運服務碳足跡產品類別規則中對於重量推算法應再審慎分析，必要時進行短期調查以確認推算方式之合理性。	本年度係以車輛載重、營業所平均裝載率、車輛總行駛里程相乘，做為貨運服務量計算方式，計算營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數。並於附錄 7 公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)中，針對貨運重量之處理方式增加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	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
	單位與重量之關係。	
3、考量公路貨運業者因營運型態不同，可能影響車種選用及配送方式，後續可進一步比較分析不同業者於車種、服務型態之碳足跡計算差異，以瞭解影響碳足跡計算之主要因素，並作為未來提送環保署公路貨運服務碳足跡係數之分類參據。	由於車輛燃料使用量為主要溫室氣體排放來源，故車輛油耗與裝載率為碳足跡係數主要之影響因素。目前配合調查業者提供資料計算車輛種類碳排放係數，各營業所 3.49 噸營業小貨車，集配車輛主要行駛於市區道路外，集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放，顯示出零擔運輸相對高於轉運中心間、轉運中心至營業所間之整車運輸業務整車運輸碳足跡排放。	同意
4、請研究團隊儘可能於今年度完成公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)時，即先行提送基本資料表至環保署確認，以確保研究成果之實用價值。	公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案) 基本資料表提送至環保署之相關作業，將依據委員建議於 104 年度期末報告審查通過後提送。	同意
5、報告中文字、資料來源應依據委員意見修正補充，專家諮詢會邀請之出席名單請再研議。	已依據委員意見修正補充，專家諮詢會邀請之出席名單參考環保署 104 年碳足跡產品類別規則專家學者清單，邀請政府單位、學術界、顧問及法人、驗證單位、產業界等各界代表出席。	同意
6、本期中報告原則審查通過，請研究團隊依據各與會委員及與會代表意見修訂報告書，並於文到 1 週內研擬回覆辦理情形送本所承辦單位。	已於 104 年 8 月 17 日提送期中報告審查會議意見及處理情形，並據以修訂報告書內容。	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(1/2)

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、本計畫現階段是針對營業車進行研究，未來如果納入自有貨車時，將委外車輛納入計算，在範疇界定中如何去表達？另外在委外車輛計算時，如何去切割以避免重複計算？建議可用圖示說明。	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。相關內容已納入附錄 8 公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)。	同意
2、P98 公務車是否作為客運上的使用，員工上下班衍生的交通是否要計算？請說明。	依據環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」內容，公務車之燃料使用應納入組織排放，而員工上下班衍生的交通屬於範疇三其它間接排放，於進行組織型溫室氣體排放量計算時，可不列入計算範疇。 而環保署「產品與服務碳足跡計算指引」中指出員工私人運輸為與產品供應鏈無直接關聯之過程，得排除於系統邊界之外，故本研究研擬之方法中，員工上下班交通並未列入計算範疇。	同意
3、圖 4.4-6(P118)針對車輛總重、載重等名詞要明確定義。另外在分析解釋上，分析結果是否具有相關性，應透過科學方法(例如統計方法)來檢定。	增加名詞定義及說明，修正報告中文述內容。分析解釋上將透過科學方法表示，例如報告中提及之運輸車輛單位行駛里程溫室氣體排放量與車輛總重的關係呈現正相關，常溫運輸車輛的	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
	R^2 為 0.88，低溫運輸車輛的 R^2 為 0.64 略低於常溫車輛，已修正表 4.4-2 及圖 4.4-6 之文字敘述。	
4、為提供各界參數應用，本計畫數據都由抽樣中取得，研究每一階段可透過參數彙整表，隨著後續研究規模擴增，未來可再作參數的調整。	本計畫為 2 年度計畫，下年度將持續擴充調查業者；並新增運輸車輛樣本數量，調整參數。本年度產出之參數彙整表已彙整至表 6.1-1。	同意
5、P107-108 之表 4.3-3~表 4.3-4 屬於結果呈現，但在報告中缺乏說明，建議應把詳細的內容呈現出來，亦可放在附錄中。	將於報告內文中補充各排放源之量化結果彙整，盤查及碳足跡計算之各項選用參數及資料來源，則補充至修正定稿報告附錄。	同意
6、平均裝載率是以重量或體積進行計算，應明確說明。	本計畫計算運輸車輛公用係數係以託運貨物營運資料，以重量換算營業所管轄車輛之年度平均載重率。而表 5.3-16 中，A 公司整車運輸車輛排放係數，則依據內部車輛調派紀錄，係由車籠數量以體積換算平均裝載率計算載重，將於報告相關敘述中補充說明。	同意
7、改善對策係引用能源局的研究資料，其主要關心節能面的對策，建議可再蒐集國外文獻，包括減碳面的策略。	將再補充國際間主要貨運業者於電動車輛與再生能源、路網規劃等減少溫室氣體排放技術應用導入之措施。	同意
8、其他文字修正內容(P50、P51、P169)，亦請參考。	已修正誤植文字。	同意
(二)財團法人台灣環境管理協會 吳經理伋		
1、本計畫內容符合工作項目與研究要求，多項子項工作為國內重要基礎資料，亦為運輸類先行研究成果，值得肯	本計畫為 2 年度計畫，下年度將持續擴充調查對象，並新增運輸車輛樣本數量，建置國內營業用運輸車輛之基本資訊。	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
定。		
2、重要文獻應清楚標明出處，對應編號，如此可以呈現出資料研析成果與團隊整理出的結論與差異。	修正定稿報告將重新檢閱報告中各項文獻、圖表之資料來源對應編號。	同意
3、建議表 3.6-1 可以再進一步列出兩份 PCR 之異同，並在適當處說明考量我國背景後，所建議採用之內容，以作為後續 CFP-PCR 使用。	將補充兩份 PCR 之異同及採用之內容於修正定稿報告中。兩份 PCR 中主要參考的部分為功能單位與宣告單位，計算範疇包含原料取得、運輸服務及廢棄物處理階段之完整生命週期，排除建築物與車輛之製造與報廢。	同意
4、以常溫運輸、低溫運輸及多溫層運輸方式宣告，是否有清楚的依據或經驗來源，請說明。宣告單位較多樣性，宜再考量較具代表性或一致性的方式。	依據貨運業者提供資訊已於 PCR 中明確定義運輸方式，將評估增加溫度範圍之需求後再補充於相關文件中。宣告單位依據座談會中學者專家與業者之建議，主要提供貨運業者與消費者溝通之用，故提供多樣性選擇；功能單位則統一為每噸-每公里。	同意
5、結論與建議中，可再調整執行經驗相關部分的呈現，尤其是影響運輸碳足跡的因素。現階段無法解決之問題（A、B 公司可以執行，但其他公司會有問題的項目，如平均裝載率、貨物重、體積計算），請提供其他建議供業者參考。	將補充影響運輸碳足跡的因素，以及現階段無法解決之問題於結論與建議中。	同意
(三)交通部公路總局		
1、 團隊所提研究報告非常詳細，路線貨運業者也相當配合，業者如有其他意見，也請再檢討納入。	後續研究規模擴增，將持續蒐集業者意見納入。	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
2、本階段較著重在貨運業研究，下階段如以貨運及貨櫃業作研究，建議找較具規模業者，如臺塑、長榮、中國航運公司等，另外也可以請公會推薦有意願之一般靠行車主協助，以符實際。	本研究為 2 年期計畫，下年度研究對象為至少一家需符合自有車隊規模 450 輛以上之貨運業者，將嘗試取得貨櫃業者或靠行車輛配合調查之意願，依相關業者提供資料情形，納入至研究成果中。	同意
(四) 台灣宅配通股份有限公司		
1、本公司貨運服務係依據體積分 5 種規格進行統計，採用簡報 40 頁的方式以每件-公里宣告碳足跡資訊。	將於修正定稿報告中，補充該公司依據體積分 5 種規格之每件-每公里的碳足跡資訊。	同意
2、本公司常溫運輸係指運輸車輛無製冷設備，低溫運輸之運輸車輛提供冷藏、冷凍保溫設備，多溫層運輸之運輸車輛則包含常溫、冷藏、冷凍三種溫度。	本計畫已於公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)依據此定義常溫運輸、低溫運輸與多溫層運輸，將評估增加溫度範圍之需求後再補充於相關文件中。	同意
(五)嘉里大榮物流股份有限公司		
1、本公司部分溫室氣體排放之活動數據並未登入至管理系統中，逐層透過營業所蒐集彙整，建議縮短資料調查時間，以減輕投入人力。	不論國內外對於溫室氣體盤查之規範均以年度或至少 1 年之要求作為排碳量之統計時間，未來該公司若欲取得第三方查證聲明，仍須彙整年度完整營運資訊。	同意
2、建議各項資料定義於手冊中，以利未來其他貨運服務業者審視與依循。	相關資料已彙整至本計畫報告附錄 5 與附錄 6 中。	同意
3、建議提供溫室氣體排放量計算之清冊與公式檔案，以利本公司持續進行年度排放資料更新。	由於期末報告階段該公司彙整提供之營運數據尚未完整，已與該公司確認 105 年度持續配合調查，完成營運資料彙整後，提供溫室氣體排放量計算之清冊與公式檔案。	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
(六)行政院環境保護署(書面意見)		
1、 第 198 頁：提及「…隨車重增加，單位碳足跡皆有下降趨勢…」，建議分析可能原因。	隨著車輛總重增加，車輛載重占總重比例亦逐步增加。本計畫計算零擔貨物之碳排放量之功能單位為每公噸-公里，係以該車輛車籍資料庫中所登記之「載重 × 營業所平均裝載率 × 年度行駛里程」而得，車輛油耗與裝載率為影響碳足跡係數主要之主要因素。	同意
2、 建議未來執行相關計畫時，可透過我國「產品碳足跡計算服務平台」進行各項交通運具之碳足跡盤查，盤查所得之碳足跡排放係數，也可加速納入平台公用係數資料庫中。	本計畫 2 年度之調查對象係以營業用大貨車與營業用小貨車為主，已採用油品、電力等係數，本研究產出之係數待 2 年期計畫完成後，可提供至「產品碳足跡計算服務平台」。並將於結論與建議中提出後續擴大至各項交通運具之碳足跡盤查之建議。	同意
3、 建議本計畫所得之營業大貨車及營業小貨車運輸服務碳足跡排放係數，於結案後盡速送本署納入我國「產品碳足跡計算服務平台」公用係數資料庫中，供各界使用。	本計畫將持續分析碳足跡的影響因素，俾利作為提送環保署「產品碳足跡計算服務平台」公用係數資料庫之公路貨運公用係數分類之參據。	同意
(七)本所綜合技術組(書面意見)		
1、 第 3.3.2 節，表 3.3-3 貨車運輸碳排放係數表，請補充說明該係數之計算範疇，例如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，以釐清本計畫之碳足跡係數與該表之差異，避免誤用。	表 3.3-3 中英國 Defra/DECC 及 LCA 資料庫之排放係數亦僅針對車輛，未包含場站，燃料則包含生產製造階段之全生命週期排放。	同意
2、 第 4.4 節 A、B 業者之運輸車輛單位里程溫	A 公司主要車型為各營業所 3.49 噸營業小貨車，集	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
室氣體排放數據（表 4.4-1 及表 4.4-2），可進一步彙整比較分析，以瞭解各噸數及車種之排放差異。	配車輛主要行駛於市區道路；B 公司 6~8 噸之營業大貨車亦為主要運輸車輛車型，將針對表 4.4-1 及表 4.4-2 中，兩公司之車輛單位里程溫室氣體排放量進行比較，補充至修正定稿報告 4.4.3 節。	
3、 本年度針對 2 家貨運業者進行碳足跡調查，雖然營運屬性尚有差異，建議仍可適度比較 2 家公司之差異性與調查結果，並分析可能差異因子，以納入明年度調查參考。	A、B 公司之貨物重量皆以體積換算，但兩公司載貨性質具差異性，個別採用反映其載貨性質之體積與重量換算公式，因此，B 公司之貨物單位重量約為 A 公司 1.85 倍，此結果直接反應在營業所之平均裝載率之差異。此外，A 公司之貨物透過轉運送交顧客比例較高。兩公司之差異性與調查結果可能差異因子，補充至修正定稿報告結論與建議。	同意
4、 第 5.1 節，請補充組織型碳排放與碳足跡計算之差異對照表，並綜整重要資訊，以利閱讀。	補充組織型碳排放與碳足跡計算之差異對照表與重要資訊綜整於修正定稿報告 5.1 節。	同意
5、 本計畫已針對車輛總重分別計算碳足跡，建議可進一步分析其是否具有線性關聯性，以作為後續碳足跡公用係數分群(類)之參考。	分析運輸車輛每噸-公里之溫室氣體排放量與車輛總重的關係，將進一步分析相關係數後，補充至修正定稿報告中。	同意
6、 請於附錄詳列 A、B 業者進行盤查及碳足跡計算時之各項選用參數及資料來源。	盤查及碳足跡計算之各項選用參數及資料來源，將補充至修正定稿報告附錄。	同意
7、 有關期末報告文字、圖表及格式部分，請依下列事項修訂： (1)報告內部分圖檔請再檢視其清晰度，必要時請重新繪製。	將重新檢閱報告文字、圖表及格式，以及圖表之資料來源標示，提送修正定稿報告。	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
(2)圖表之資料來源應清楚標示，如為本計畫整理或繪製者，可標示「本計畫整理」。 (3)文字及內容錯誤部分，請依檢還之期末報告(初稿)修訂。		
(七)主席結論		
1、本計畫於今年度已完成2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，俾利作為公路貨運公用係數分類之參據。	碳足跡的影響因素，主要為車輛油耗、總重與載貨率，將進一步分析相關係數後，補充至修正定稿報告中。	同意
2、嘉里大榮今年在碳足跡調查資料蒐集也投入相當心力，建議嘉里大榮明年度可持續與本計畫合作，作更完整的資料呈現。	已與該公司確認 105 年度持續配合調查，提供相關營運資料進行研究。	同意
3、委外運輸之能源消耗與溫室氣體排放占貨運業者之比例超過40%，目前係選用國外生命軟體軟體資料庫係數進行碳足跡估算，考量國外貨物運輸屬性之差異，建議團隊可進一步探討運用本土化係數或補充調查驗證之可能性。	下年度研究對象，若可取得其委外運輸廠商之車輛燃料用量，將依相關業者提供資料情形，納入至研究成果中。	同意
4、本期末報告原則審查通過，請研究團隊依據各與會委員及與會代表意見修訂報告書，並研擬回覆辦理情形，於文到1週內送本所承辦單位。	已於104年12月16日提送回覆辦理情形。	同意
5、修正後之定稿報告請	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
於 104 年 12 月 25 日前送達本所，俾利辦理後續驗收作業。		

附錄 4

「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」專家學者座談會意見及辦理情形

「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」專家學者座談會意見及辦理情形

壹、會議日期：104 年 10 月 5 日（星期一）上午 9 時 30 分

貳、會議地點：本所 5 樓會議室

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
中原大學工業與系統工程學系　郭財吉教授	
1、建議可用案例說明計算方式，以利業者瞭解。	將調整填寫範例為案例說明。
2、溫室氣體盤查不僅只是配合國家要求，亦可提升貨運服務之企業形象，並可增加企業之業務機會。建議在手冊前言中簡述其效益。	將補充溫室氣體盤查對貨運業者之效益於前言中。
3、棧板排除是否適當?建議再議，因為有些業者可能會努力透過棧板再利用以減少碳排放。	針對貨運服務中之棧板、籠車、物流專用箱等視為資本財，不計入原料取得，其報廢時則反映於營運廢棄物中，業者再利用其棧板可降低廢棄物處理之溫室氣體排放。
4、建議數據可以儘量本土化，而不只採用國外數據，儘量還是往上游端盤查。	於手冊中補充業者若欲提升相關數據品質，貨運業者可透過增訂委託契約管理以利取得實際投入資料作為一級數據。
臺灣師範大學地理系 郭乃文教授	
1、關於運輸服務階段之委外運輸碳足跡計算需更加強化數據品質提升，因其占總排放量比重很高。若能取得燃油數據，建議用燃油碳排係數法計算。若無法取得燃油數據，而採延噸公里的數據時，建議取國內數據，而非使用 Simapro 的公用數據。	由於委外長程運輸燃料若欲提升相關數據品質，貨運業者可透過增訂委託契約管理以利取得實際投入資料作為一級數據，現階段無法取得時，得以採用引用資料庫係數推估燃料使用之排放量。
2、目前在碳足跡計算之廢棄物焚化處理所採用的數值建議採實際各焚化廠的排放係數為佳，目前取南科園區的數據似乎較不適當。	現階段我國環保署產品碳足跡計算服務平台公告之廢棄物焚化處理係數僅南科園區。惟廢棄物處理服務碳足跡產品類別規則，已於今(104)年 8 月公告，預計將會陸續新增其他廢棄物焚化處理之排放數據可引用。
3、目前計算範例中所使用的排放係數有部分誤植情形，建議再仔細檢視，特別是冷媒引用之數值。	已修正冷媒於 GWP 各版本中呈現的數值為使用階段之排放當量(未含製造運輸階段)。
4、建議提供給業者的手冊可以更簡化、更具引導性，以方便日後推廣使用。	調整文字內容，以利推廣業者使用。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
社團法人台灣環境管理協會 吳伋經理	
1、盤查手冊與服務碳足跡計算手冊均需引用相關資料、文獻與務實作法，建議內容主軸能凸顯預期需求或特定目的。例如某些規範係環保署申報規定，CFP-PCR 為碳標籤強制規範等，可加註內文中，作為主文的補充內容。	將針對申報規定、強制規範等文字，以圖文框的方式呈現補充內容。
2、許多用語、定義與盤查要求會牽涉到不同標準(ISO/CNS、EPA 指引、PAS……)，建議整合其來源(儘量一致)或以某一標準即可。	統一依據環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」與「產品與服務碳足跡計算指引」為手冊用詞之基準。
3、有關活動數據的蒐集與係數選用，不妨列表或列點(清楚精要)可方便業者使用。	補充活動數據的蒐集與係數選用之彙整表。
4、碳足跡計算手冊 Ch6 中分述了敏感度分析、品質標準等較偏向技術的內容，建議將表 6-3 做介紹或以簡單範例方式較實用與適合「手冊」性質。	敏感度分析、數據品質標準等內容移至手冊附件。
5、貨櫃貨運(每貨櫃-每公里)及汽車貨運(每車-每公里)的宣告單位選取，宜先確認可取得的資料與考量的單位。	功能單位統一採用延噸公里，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。業者可透過貨物體積與重量之物理性質轉換，提供預期使用者不同宣告單位。
6、CFP 的 LCA 中回收段可考量「價值」決定邊界。委託同業運輸部分宜儘量取得一級數據。	廢棄物回收之運輸與處理排放量，不納入計算。
工研院綠能所 王壬經理	
1、建議補充說明靠行車輛數據處理方式。	貨運業者可透過增訂委託契約管理以利取得實際投入資料作為一級數據，現階段無法取得時，得以採用引用資料庫係數推估燃料使用之排放量。
2、建議同步發展 PCR，以避免後續產生不一致的問題。	已同步研擬公路貨運服務產品類別規則(草案)。
3、計算指引之格式建議要與環保署發行之計算指引格式(章節編號、專有名詞)一致或儘量接近。	參考環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」與「產品與服務碳足跡計算指引」調整格式。
4、目前章節(如第七章)建議可放在附錄。	將貨運服務發展趨勢與溫室氣體盤查效益調整章節至前言，碳標籤與減碳標籤相關則調整至附錄。
5、貨車噸數、冷凍與否之差異對單位	委託貨物一般以尺寸或重量計算運送距離之

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
排放量之影響很大,建議在指引或PCR中要依噸數來分別計算或宣告。	服務費用，為統一比較基準，功能單位定義為每延噸公里；宣告單位定義為每噸－每公里，依運具規格與功能(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。而貨櫃貨運業，與專營搬家的汽車貨運業者，以每貨櫃-每公里、每車-每公里形式宣告，並附註貨櫃尺寸與車輛規格於宣告單位之後，以利與預期使用者溝通。
6、在系統邊界中將包裝材料列為必要項目，對於 C2C 型態，應說明客戶自行包裝者如何處理?	由業者提供貨主之包裝耗材，則須將貨品包裝之耗材納入原料取得與廢棄物排放量計算。貨主自行處理之包裝則可排除不計。
7、依製造業計算碳足跡之慣例，車輛保養之耗材，如機油、輪胎、雨刷……等似可納入運輸服務階段(表 4-1)。	運輸車輛保養耗材相關溫室氣體排放量比照貨運服務耗材，歸類於原料取得階段計算其溫室氣體排放量。
8、數據品質可於指引中直接列出環保署相關網址，請使用者直接上網計算。敏感度分析之計算方式不夠明確,使用者將無法使用。不確定性分析未納入的原因為何?	敏感度分析、數據品質標準等內容至附件說明。盤查手冊中之不確定性分析係參考環保署「溫室氣體盤查與登錄指引」中數據品質管理內容撰寫，以盤查數據誤差等級的方式呈現。
9、廢輪胎、機油等應納入計算。	運輸車輛保養耗材相關溫室氣體排放量比照貨運服務耗材，歸類於原料取得階段計算其溫室氣體排放量。廢輪胎、機油進入回收體系，則不計入該部分之運輸與處理排放量。
10、計算手冊的定位為何?需補充資料(數據)之來源、紀錄之保留，後續發展盤查表單、計算工具之需求。	計算手冊係協助國內運輸業者進行溫室氣體排放管理之用，溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法(草案)刻正擬定中，未來汽車貨運業者若達應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源規定，則須依據相關法規保留相關資料來源與年限。本計畫可協助評估計算工具軟體開發之需求性。
11、手冊中應強調以實際盤查結果為優先,如運輸階段要以實際用油量來計算(如附表 2-3)。	委外運輸之燃料用量取得較為困難，若取得供應商提供燃油使用量(依重量或價值分配燃油量) 則可納入一級數據，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。
12、委外或靠行車輛之運輸服務應優先採用環保署公告係數。	手冊案例說明將優先引用環保署公告係數，現階段計算採用國外相關研究資料。
環境與發展基金會 丁執宇經理	
1、目前「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」主要內容著重於符合查驗標準之 GHG 計算流程，對於貨運服務業者之 GHG 盤查實務與困難說明內容較為薄	(1)將補充說明盤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。 (2) 顯著性門檻設定為 3%係參考環保署「溫室

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
弱。 (1)建議增加不同業者之案例說明，尤其是盤查資料所引用之數據可與業者哪些法規申報資料結合,可增加手冊之應用。 (2)目前顯著性門檻設定為 3%門檻過低，會增加基準年基準異動過大。 (3)手冊可增加國內外成功案例，以及 GHG 結果如何與業者之管理指標結合，以增加手冊之可讀性。	氣體盤查與登錄指引」規定。 (3)手冊前言將補充貨運服務發展趨勢與溫室氣體盤查效益。
2、碳足跡手冊之計算方面，可能需參考修正事項包括： (1)功能單位：除噸-公里與服務形式外，可能亦須考量車輛的載重量。 (2)計算原則：應考量車輛載重之滿載或載重比，是否空車回程等。 (3)服務階段：車輛保修之年限納入計算之項目如輪胎、機油等。 (4)手冊增加實務案例，並考量不同服務型式業者。	(1)功能單位定義為每延噸公里，可依運具規格與功能(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。而貨櫃貨運業，與專營搬家的汽車貨運業者，以每貨櫃-每公里、每車-每公里形式宣告，並附註貨櫃尺寸與車輛規格於宣告單位之後，以利與預期使用者溝通。 (2) 貨運服務量為貨物起訖點距離與重量之乘積總和，車輛排放則須納入空車回程之燃料使用。 (3)增加運輸車輛保養耗材之頻率，可參考車輛原廠之建議訂定車輛保養頻率的情境內容。排除車輛重大修復。 (4)補充案例計算說明於手冊附件中。
台灣檢驗科技股份有限公司(SGS) 鮑柏宇總監	
1、公路貨運服務碳足跡 (1)體積重量換算公式，依業者計價規定換算,是否與實際重量具有合理關聯及代表性。 (2)委託同業運輸之排放量(及靠行模式)，取得委外車輛之燃油用量之數據品質，應注意是否可受查驗。 (3) 是否有其他已發展或公告之同類別 CFP-PCR，可供參考。	(1)由於貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價。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。 (2)業者委託同業運輸可透過增訂委託契約管理委外運輸之燃料用量，並配合查驗。 (3)本手冊參考目前已公開之 PCR 包括道路貨運服務(食品與肉品)PCR(UN CPC 6511)及郵件服務 PCR(UN CPC 6811)，國內較為相近的運輸服務 CFP-PCR 為「旅客運輸服務(陸上及水上運輸)」。
2、查驗”保證等級”，合理保證等級是否對業者來說容易達成。	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，須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，方能取得合理保證等級。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
3、溫室氣體排放量，若以距離來估算，須提供車輛燃油效率數據做為估算依據。	碳足跡計算之耗材/廢棄物運輸、委外車輛運輸排放係以延噸公里法進行排放量計算，自有車輛排放則需取得燃料用量。
4、建議後續可發展相關領域之查證技術指引與規範。	現階段可依據行政院環境保護署 100 年 5 月頒布之「產品與服務碳足跡查證技術指引」。
香港商英國標準協會太平洋有限公司台灣分公司(BSI) 黃雪娟 副協理	
1、本手冊之製作在定位上，可作為盤查組織及產品碳足跡之參考，為公路貨運因應氣候變遷之具體行動方案，作法值得肯定；唯本手冊位階尚在作為盤查要求、範疇界定及計算要求之參考，實務上應可在後續發展如建置指引(配合案例輔導成果)，工具表單建立(以協助業者未來自行盤查可應用參考)，或案例彙編/技術手冊之形式發行，以嘉惠更多業者使用及提升盤查意願。	本計畫於完成貨運業者實際輔導後，可以評估後續之建置指引、工具表單建立，或案例彙編/技術手冊之形式發行。
2、目前 GHG 盤查手冊初稿中，排放源鑑別表中所列包材、車輛保修及垃圾等範疇 3 項目，與目前環保署之盤查指引(僅針對範疇 1 及 2)有差異，請再確認是否列為正式盤查項目。	調整盤查手冊之鑑別表內容。
3、碳足跡手冊，回到服務碳足跡定義應為搖籃到墳墓(非大門)；IPCC 評估報告引用是否採用最新版本(2013 版 AR5)，或參採 EPA 碳標籤準則(2007 版 AR4)，請再確認何者為宜。	現階段參採「產品與服務碳足跡計算指引」採用 2007 版 AR4。
4、因應溫管法公告，未來主管機關須加強管制；建請運研所應向主管機關建言，提早辦理相關宣導會，以利業者及早建立共識，進行溫室氣體盤查及減量，以符合國家管制目標。	敬悉。
中華民國汽車貨運商業同業公會全國聯合會　林汶賢秘書長	
1、財團法人車輛研究測試中心已針對車隊節能管理提出相關措施，協助車輛進行節能減碳。	彙整車測中心之車隊節能管理提出相關措施納入手冊中。
2、建議針對車輛與營業場所的排放量分開計算與呈現。	溫室氣體排放量係由車輛與營業場所分開計算後加總，業者可視管理需求調整呈現方式。
3、貨運業者進行溫室氣體排放量計算為自發性提升企業形象需求，然而一般貨運業者的回頭車多為空車，造成每延噸公里的碳排放量較高，如何因應。	不同於單位里程油料消耗管制，碳足跡排放管理，需透過降低空車率，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，實際減少產業活動之溫室氣體排放。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
中華民國汽車路線貨運商業同業公會全國聯合會 陳耀昌秘書長	
1、汽車路線貨運業者受相關法令規範需設置營業站點，而從事快遞服務業、宅配服務之貨運業者，營業性質相同但無相關規定，恐有不公平之情形。	敬悉。
2、透過溫室氣體管理之排放減量效益應補充說明。	手冊前言將補充貨運服務發展趨勢與溫室氣體盤查效益。
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	
1、貨運業者依法均須申報能源使用、車輛行駛里程，相關營運資訊可作為溫室氣體排放管理的基礎，無須再增加業者負擔。	盤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。
2、國內貨運業靠行車輛的數量，高於公司自有車輛，不易執行溫室氣體管理工作。	業者可透過增訂委託契約管理以利取得燃油使用量(依重量或價值分配燃油量)，若無法取得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。
3、溫室氣體排放管理資訊，應加強與貨運業者間的溝通，並及早與公會連繫。	敬悉。
4、溫室氣體排放管理如何協助業者降低營運成本，應補充呈現於相關資訊中。	貨運服務業主要之溫室氣體排放以營業據點能資源使用，及車輛運輸階段之燃料燃燒為主，為業者重要成本支出，可透過內部管理系統掌握。
5、汽車貨櫃貨運以延噸公里計算並不合理，未來溫室氣體排放應依實際營運狀況，採每櫃-公里方式作為碳排放量的呈現方式。	功能單位定義為每延噸公里，可依運具規格與功能(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。而貨櫃貨運業，與專營搬家的汽車貨運業者，以每貨櫃-每公里、每車-每公里形式宣告，並附註貨櫃尺寸與車輛規格於宣告單位之後，以利與預期使用者溝通。
6、環保署目前訂定的二氧化碳排放測試方法，僅可應用於新車檢驗，不適用於使用中車輛，會導致車輛的損壞。	敬悉。
台灣宅配通股份有限公司	
1、本公司係以財務報表進行成本管控，溫室氣體盤查資料須與公司內部財務報表連結。	該公司內部資料管理完善，亦具有取得服務碳標籤意願，本計畫現階段提供配合研究業者 EXCEL 表單填寫年度活動資料。並協助進行溫室氣體排放量化工作。
2、本年度配合運研所進行溫室氣體排放調查，係為提升公司環保形象，提供客戶需求，即依據顧問公司所研擬之表單提供營運活動數據，計算溫室氣體排放量，以取得我國服務碳標籤為目標。	

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
行政院環境保護署(書面意見)	
1、「公路貨運服務溫室氣體盤查手冊」書面意見 (1) 緒論(P.1)，本署公告之溫室氣體盤查指引名稱為「溫室氣體排放量申報作業指引」，建議應完整呈現指引名稱。 (2) 第 10 頁有關京都議定書所規範之溫室氣體種類，因聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）已於第十七次締約國大會第十五號決議決議新增三氟化氮（NF_3）為第七種溫室氣體，並於《聯合國氣候變化綱要公約第十八次締約國大會及京都議定書第八次締約國大會（COP18/CMP8）對《京都議定書》的杜哈修正案中將其納入《京都議定書》第二承諾期。且溫室氣體減量及管理法已於本（104）年 7 月 1 日施行，亦包含 NF_3，故建議應將 NF_3 納入。 (3) 第 15 頁，考量與國際主流採取一致的作法，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。 (4) 第 16 頁，建議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。	(1)於前言補充相關文字說明，因應溫室氣體排放量申報管理法於民國 102 年 11 月公告「溫室氣體排放量申報作業指引」。 (2)增列溫室氣體種類將三氟化氮（NF_3）納入。 (3)更新溫暖化潛勢值採用版本至 IPCC2007 年版 AR4。 (4)更新溫室氣體排放量之小數點後位數規定。
2、「公路貨運服務碳足跡計算手冊」書面意見 (1) 第四章標題建議修改成「系統邊界」（與本署產品與服務碳足跡計算指引用語一致）。 (2) 表 4-1：「一級數據」應是「一級活動數據」之誤植，請修正。 (3) 第五章：建議可朝直接使用本署「產品碳足跡計算服務平台」計算之方式撰寫，取代附表範例。 (4) 第 26 頁：目前公路運輸服務尚未訂定碳足跡產品類別規則文件，若業者有進一步取得碳標籤之需求，需先「訂定碳足跡產品類別規則文件」及取得第	(1)修正第四章標題。 (2)修正相關文字。 (3)修正第五章計算方式撰寫方式，活動數據的蒐集與係數選用，改以列表或列點，方便業者使用。 (4) 調整章節內容至附件 4 修正碳標籤取得流程說明，附圖 4-1 係為「訂定碳足跡產品類別規則文件」、「取得第三者查驗機構核發之合理保證等級之查證聲明書」後之相關流程，已調整文字說明。 (5)增列「行政院環境保護署產品碳足跡計算服務平台」網址。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
三者查驗機構核發之合理保證等級之查證聲明書才可提出標籤申請,建議修改相關內容及圖 7-1 之流程。 (5) 參考文獻：建議增列「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」。	

附錄 5

產品類別規則(草案)專家學者座談會意見及辦理情形

「研訂公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)(草案)」專家學者座談會意見及辦理情形

壹、會議日期：104 年 10 月 12 日（星期一）上午 9 時 30 分

貳、會議地點：本所 5 樓會議室

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
淡江大學運輸管理學　溫裕弘副教授	
1、本草案 PCR 內容詳實，架構完整值得肯定。	感謝肯定。
2、適用產品類別(一般資訊)所涵蓋業別範圍，可定義更明確與詳細(對應”產品敘述”、單位)。是否不包含郵政業務(郵局亦已提供宅配服務)?	本 PCR 適用對象已修正為我國公路法第 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。未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，則視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之 CFP-PCR。
3、系統界限與規範，參考國外(國際如 EU)貨運 PCR 運輸服務階段(功能單位)因貨運業別差異，營運特性、產出、銷售單位複雜 (ton-km, container-km, carload-km, truckload-km, less-than-truckload-km)，功能單位與宣告單位、越庫，路線 routing 策略、存貨策略…各服務活動數據，貨運服務量計算公式(Fa,Fb,Fc)應確認其合適性與適用性(避免重複計算、漏算)，是否依循國際(EU)之計算規範公式?	本 CFP-PCR 訂定之功能單位貨運服務量定義:貨物起訖點距離×貨物重量，係參考已公告之道路貨運服務 PCR (UN CPC 6511)。不同於單位里程油料消耗管制，可引導降低貨運業者空車率、提升貨物運輸路線規劃之效率。
4、計算方式之複雜度，業者是否能配合?是否有計算軟體協助資料庫建置與計算?業者對各計算公式是否能理解?訂在規則內是否完備?	本計畫依據 CFP-PCR 內容規定，撰寫公路貨運服務碳足跡計算手冊，提供業者計算表單填寫，並協助評估軟體開發之需求性。
(二)朝陽科技大學環境工程與管理系 林盛隆副教授	
1、本 PCR 草案架構非常完整，內容非常詳實合理。	感謝肯定。
2、在生命週期之界限將運輸車輛的生產與報廢不納入是否合理?運輸車輛是主要排碳來源，其生命週期的考量可能會有影響。	已於 1.1 中明定 PCR 目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。
3、廢棄物處理應包括產出之數量，此類數據應納入一級活動數據。	已修正 PCR 內容，針對貨運服務中之棧板、籠車、物流專用箱等視為資本財，不計入原料取

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
	得，其報廢時則反映於營運廢棄物中，清運處理重量應可取得一級活動數據。由業者提供貨主之包裝耗材，由於處理地點並非位於業者營業範圍，則依據貨品包裝之耗材原料取得資料計算廢棄物排放量。
4、請釐清產品適用類別是否涵蓋所有之公路貨運服務。	本 PCR 適用對象已修正為我國公路法第 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。未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，則視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之 CFP-PCR。
5、回收材料與再利用產品之評估，建議採用何種方法?是屬於情境模擬或法定之數據推估?	已補充回收材料與再利用產品之評估於 4.1.6 節。
(三)大葉大學環境工程系　彭元興教授	
1、功能單位：延噸公里、貨櫃-公里、車-公里，只要註明清楚即可，但須清楚註明如何換算。	本 CFP-PCR 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。
2、棧板：國內以木棧板為主，塑膠及紙棧板為輔,大部分的棧板以回收為主，排除損壞不能再利用，建議可不計入。	貨運服務中之棧板、籠車、物流專用箱等視為資本財，不計入原料取得，其報廢時則反映於營運廢棄物中。
3、包裝耗材：因貨品包裝所需建議不計入，但因運輸服務所需的包裝耗材，建議須計入。	於 2.2.2.1 原料取得階段說明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。
4、車輛生產及廢棄是否計入，請慎重，因會影響結果甚劇。	已於 1.1 中明定 PCR 目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。
5、建議發展套裝軟體提供業界使用。	本計畫依據 CFP-PCR 內容規定，撰寫公路貨運服務碳足跡計算手冊，提供業者計算表單填寫，並協助評估軟體開發之需求性。
(四)社團法人台灣環境管理協會　吳伋經理	
1、請依照環保署現階段所公告的 PCR 格式進行調整。	已修正格式。
2、有關適用產品類別中所描述行業標準編號，宜討論釐清 4940 與 5420 的細部內容，是否都適用本份 CFP-PCR 範圍。(建議在送入審查時，準備說明資料)	本 PCR 適用對象已修正為我國公路法第 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。補充行業別分類編號 4940 之說明。 未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，則視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之 CFP-PCR。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
3、宣告單位須要從消費者考量「消費者所直接看到與感受到的是何種服務?」	本 CFP-PCR 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。
4、LCA 流程圖完成後，各階段所包括過程應與圖中之文字敘述內容相對應。另數據蒐集項目，一級活動數據蒐集項目、二級數據...etc，需要依序清楚羅列。	已修正生命週期流程圖並據以調整數據蒐集項目相關文字。
5、情境內容宜在技術相關部分明確化；例如保養頻率為多少公里?或是要按車輛決定等。	於 4.1.5 節增加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。
6、貨運服務量之處理方式，可提供說明，或標示計算來源參考等細節。	貨運服務量之處理方式以調整內容至附件中，以協助使用者了解。
(五)工研院綠能所 黃英傑資深工程師	
1、碳標籤主要目的在與消費者溝通。故最終表達之形式若以「噸-公里」為宣告單位。消費者於收到一件貨物時，恐較難獲知確切的碳足跡數值，建議可考量於宣告單位上轉換為每件的確切碳足跡數值(考量重量或體積)。	本 CFP-PCR 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。
2、2.1 節：……自託運貨物交由貨運業者至……，語意不清，建議再明確說明之。	已調整產品機能與特性敘述，公路貨運服務主要係以陸上公路為運輸線，利用汽車等陸路運輸工具，以完成貨物位移的運輸方式。
3、9.2.3 節之 6.委外運輸排放量……：宜考量增列委外比重達一比率時，「應」採用一級數據。	委外運輸排放量之處理方式，調整至 4.2.3 節。本 CFP-PCR 運輸服務階段相關投入與產出之收集項目，應採用一級數據，但在無法蒐集時二級數據亦可應用。 若運輸服務階段所擁有、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。
4、若最終有多種宣告單位，則宜在 10.1 節處，列出所有形式的碳標籤圖示方式。	已調整碳標籤圖示方式之說明於 5.1。
(六)景曄科技有限公司 張家淵經理	
1、PCR(草案)5.1.1 建議於包裝耗材，加入”消費者自行提供之排除”。	於 2.2.2.1 原料取得階段說明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。
2、PCR(草案)5.1.2.3 加入車輛電力耗用描述。	於 2.2.2.2 節增加 3.車輛運輸過程耗用之燃料及電力。
3、碳標籤之圖示加入常溫、低溫、多	已調整碳標籤圖示方式之說明於 5.1。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
溫描述。	
4、討論議題： (1)情境假設，車輛保養建議可參考原廠手冊。 (2)委外處理，建議加入考量委外比例。	(1)於 4.1.5 節增加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。 (2) 委外運輸排放量之處理方式，調整至 4.2.3 節。本 CFP-PCR 運輸服務階段相關投入與產出之收集項目，應採用一級數據，但在無法蒐集時二級數據亦可應用。
(七)香港商英國標準協會太平洋有限公司台灣分公司(BSI)　林文華顧問	
1、建議在名詞解釋能將 4940 及 5420 涵蓋範疇定義納入。	本 PCR 適用對象已修正為我國公路法第 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。補充行業別分類編號 4940 之說明。
2、時間邊界納入 CFP-PCR 定義內。	已於四、生命週期各階段之數據蒐集中補充「服務數據蒐集期間係以一年為基準。若計算時非使用一年/最近一年數據，須詳述其原因，且使用非一年/最近一年的數據必須確認其正確性」等文字。
3、行駛里程應釐清至客戶處取貨，或客戶送貨至託運站是否納入。	貨運服務量之計算僅針對貨物起訖點距離與重量之乘積，車輛燃料排放則須納入取件之燃料使用，因此客戶送貨至託運站並未納入。
4、PCR(草案)9.1.5 節包裝耗材若由託運人自行包裝時，是否納入盤查範圍。	於 2.2.2.1 原料取得階段說明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。
5、PCR(草案)9.2.3 節自發電力用於原料生產時之描述與本階段不恰當，運輸服務階段不會有原料之生產。	刪除 4.1.3 節的自發電力的敘述項目，並移至 4.2.3 節補充敘述。
6、掩埋場處理程序不考慮的情境，應再更詳盡說明，如台東並無焚化爐，只能以掩埋處理。	已調整 4.3 節廢棄物處理階段相關文字增加掩埋處理。
(八)立恩威國際驗證股份有限公司(DNV GL)　林俊男博士	
1、功能單位 (1)建議依照目的決定功能單位。 (2)若同一份 PCR 包含不同功能單位定義，則相對應之運輸量計算公式宜明確制定。	(1)本 CFP-PCR 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。 (2)貨運服務量之處理方式以調整內容至附件中，以協助使用者了解。
2、生命週期階段 (1)因為目的不同，車輛製造及廢棄階段不納入系統界限，宜明定限制此 PCR 不應用於比較性碳足跡研究。 (2)保養清潔活動未被納入運輸服務階段。	(1)已於 1.1 中明定 PCR 目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。 (2)保養清潔活動納入原料取得階段之保養耗材溫室氣體排放。 (3)本 CFP-PCR 車輛製造及廢棄階段不納入系

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
(3)廢棄階段一般指車輛廢棄處理活動。	統界限，廢棄階段假設投入之相關原料扣除回收比例後均須計算廢棄物處理排放。
3、分配計算：當有不同運輸服務需做分配計算，則運輸量計算基礎不一樣，宜另外制定分配方法。	已於四、生命週期各階段之數據蒐集中補充「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。」
(九)交通部公路總局潘基財 正工程司	
1、 快遞服務目前包含之運輸載具較廣(海運、空運、鐵路、汽機車…等)，公路貨運服務 PCR 範圍不適用。	本 PCR 適用對象已修正為我國公路法第 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。補充行業別分類編號 4940 之說明。 未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，則視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之 CFP-PCR。
2、 國內汽車運輸業規模差別很大，營業規模較小的汽車運輸業，難以進行碳標籤申請。	本 CFP-PCR 訂定係配合環保署推動產品碳足跡標籤政策，同時輔導運輸業者申請服務碳標籤，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。
(十)新竹物流股份有限公司	
1、 備品：定義是否須包含：棧板、物流箱、籠車、車廂等。	已修正本 CFP-PCR 備品用字為，貨運服務耗材與貨運包裝耗材，棧板、籠車、物流專用箱等視為貨運業者資本財，不計入原料取得，其報廢時則反映於營運廢棄物排放量。車廂視為車體部分構造，車輛製造及廢棄階段不納入系統界限。由業者提供貨主之包裝耗材，則須將貨品包裝之耗材納入原料取得與廢棄物排放量計算。
2、 功能單位：本公司貨運以才積、件數紀錄，若要再透過地磅紀錄換算為重量，應如何認證。	透過換算方式呈現不同宣告單位時，貨物體積與重量之物理性質代表性，則以運輸車輛地磅站的相關紀錄佐證。
3、 零擔貨運服務量計算方式可符合實際貨運業者營運資料，Fb 轉運站貨運服務量是否納入考量，Fc 不僅只包含同一營業點服務量。	貨運服務量之處理方式以調整內容至附件中，以協助使用者了解。
4、 建議宣告方式貼近消費者需求。	本 CFP-PCR 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。
(十一) 統一速達股份有限公司	
1、 本公司貨物運輸均採轉運方式辦理，亦無車輛過磅紀錄；且本公司未紀錄重量資料，透過地磅站資料亦無法代表實際託運貨物物理性質。因此	本 CFP-PCR 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。

出席會議人員所提之意見	執行單位說明
以“延噸公里“為宣告單位在公司(快遞業)運作實務上無法適用，建議建立一材積換算的參數公式,或如學者所言未必須以重量為計算單位。	
2、 由客戶自行輸出配送單與貨物包裝者，應不計入。由於並非每件貨物都由公司貼上配送單與用公司紙箱包裝(就算是也並無記錄)，因此耗材部份只能計算每月(年)公司總採購量，但並不等於該月(年)使用量。	於 2.2.2.1 原料取得階段說明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。總採購量搭配庫存取用量，可反應年度耗材用量。
3、 部分委外運輸廠商營運模式為駕駛帶車靠行，無法取得一級數據。且這些數量眾多大小不一的委外運輸商也不單只服務速達一家客戶,可能白天接受速達委外運輸,晚上又去幫別家運輸,因此真實之一級數據極難取得。	委外運輸排放量之處理方式，調整至 4.2.3 節。本 CFP-PCR 運輸服務階段相關投入與產出之收集項目，應採用一級數據，但在無法蒐集時二級數據亦可應用。
4、 建議快遞服務業依據行業差異另行制定 PCR。快遞業與貨運業在貨物運作模式和車輛使用方式差異甚大，應無法共用同一個 PCR。	本 PCR 適用對象已修正為我國公路法第 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。補充行業別分類編號 4940 之說明。 未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，則視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之 CFP-PCR。

附錄 6

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

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)

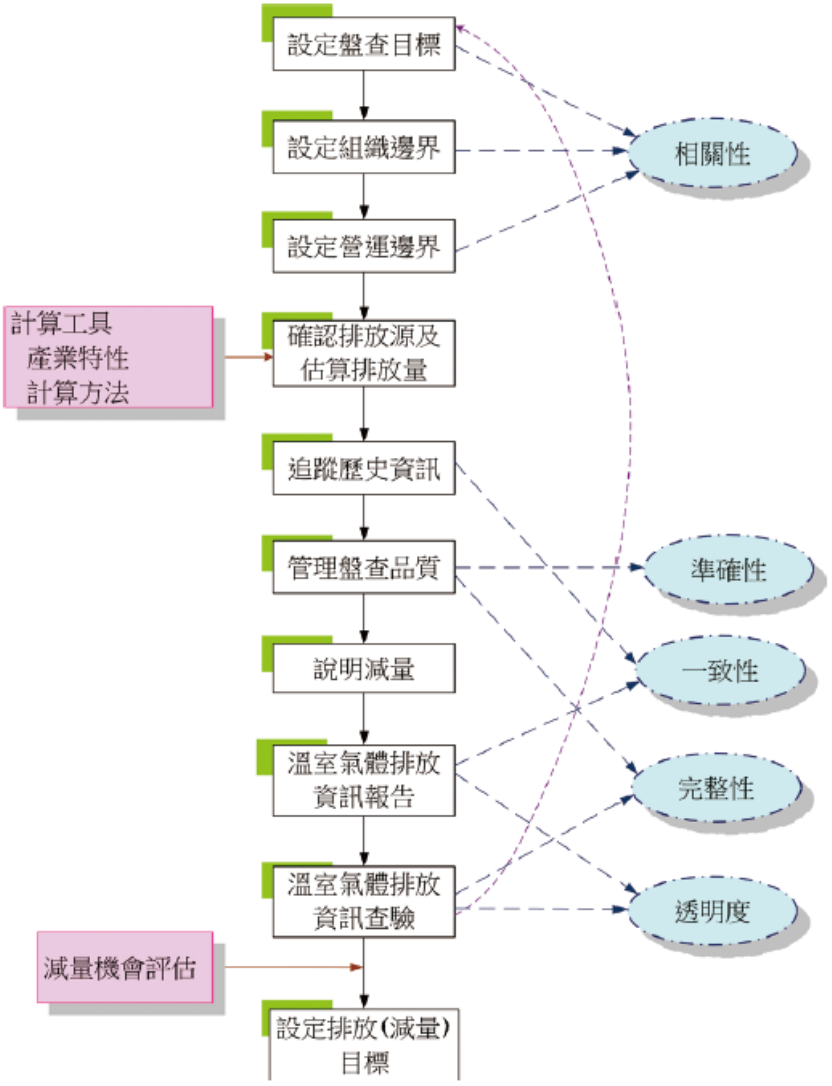
數據應具備足夠的正確性,讓資訊使用者能在合理地確信報告所載資訊為可信的情形下來進行決策。溫室氣體的量測、估計或計算須系統化，不高估也不低估，儘可能擴及可判斷範圍，且在可行的狀況下，儘量降低不確定性。量化的過程也要儘量選擇不確定性最低的方式來進行。

(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。

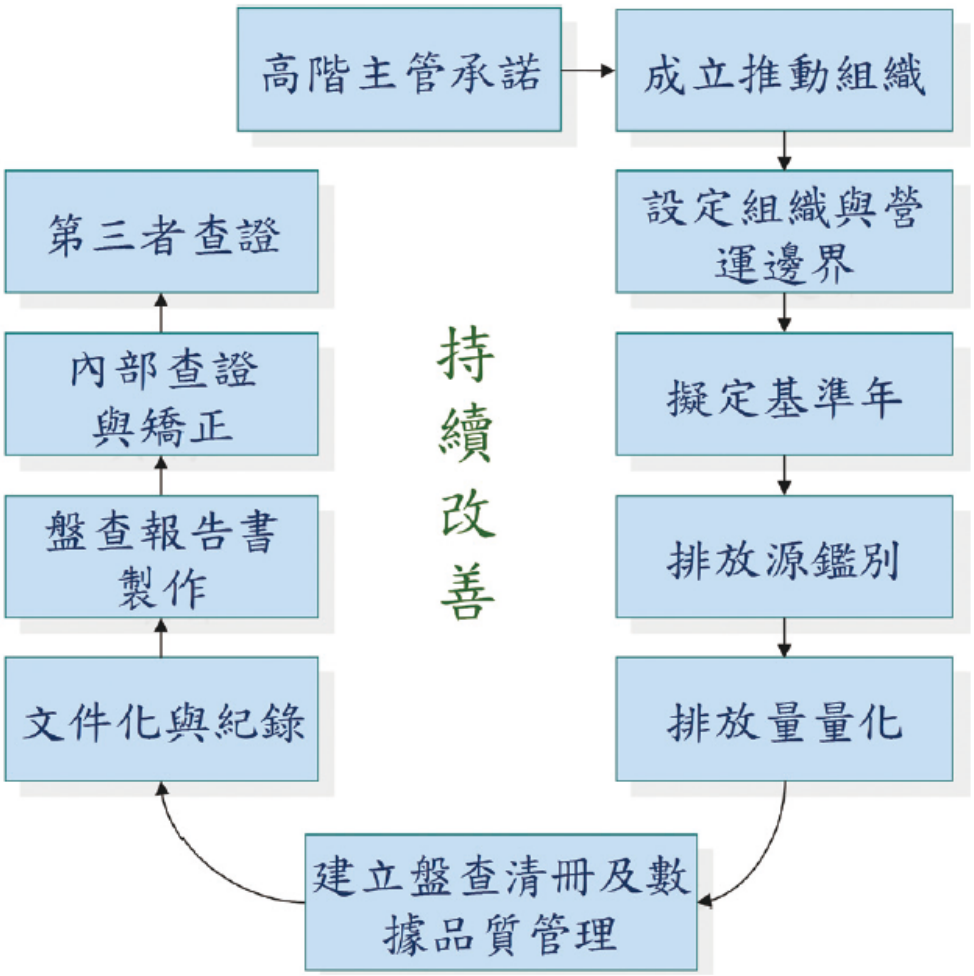


圖 1-2　溫室氣體盤查程序

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。

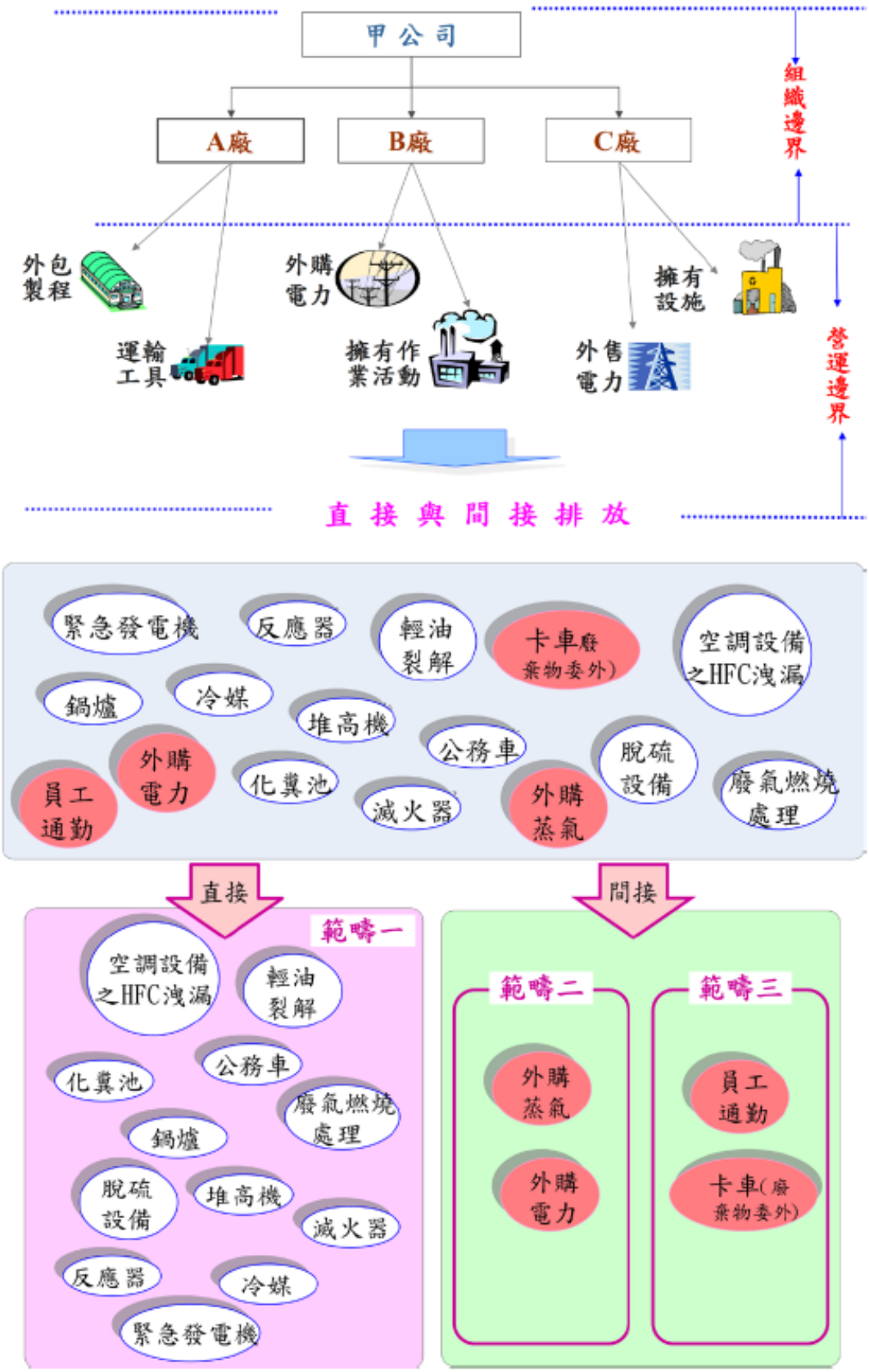

甲公司
A廠
B廠
C廠
組織邊界
外包製程
外購電力
擁有設施
運輸工具
擁有作業活動
外售電力
營運邊界
直接與間接排放
緊急發電機
反應器
輕油裂解
卡車(廢棄物委外)
空調設備之HFC洩漏
鍋爐
冷媒
堆高機
公務車
外購電力
化糞池
滅火器
外購蒸氣
脫硫設備
廢氣燃燒處理
員工通勤
直接
間接
範疇一
範疇二
範疇三
空調設備之HFC洩漏
輕油裂解
公務車
化糞池
廢氣燃燒處理
鍋爐
脫硫設備
堆高機
滅火器
反應器
冷媒
緊急發電機
外購蒸氣
外購電力
員工通勤
卡車(廢棄物委外)

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	HFCs
		冷凍冷藏之冰櫃、冰箱、飲水機	冷媒	HFCs
		污水蒐集	化糞池	CH_4
		消防設施	滅火器	CO_2、HFCs
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。

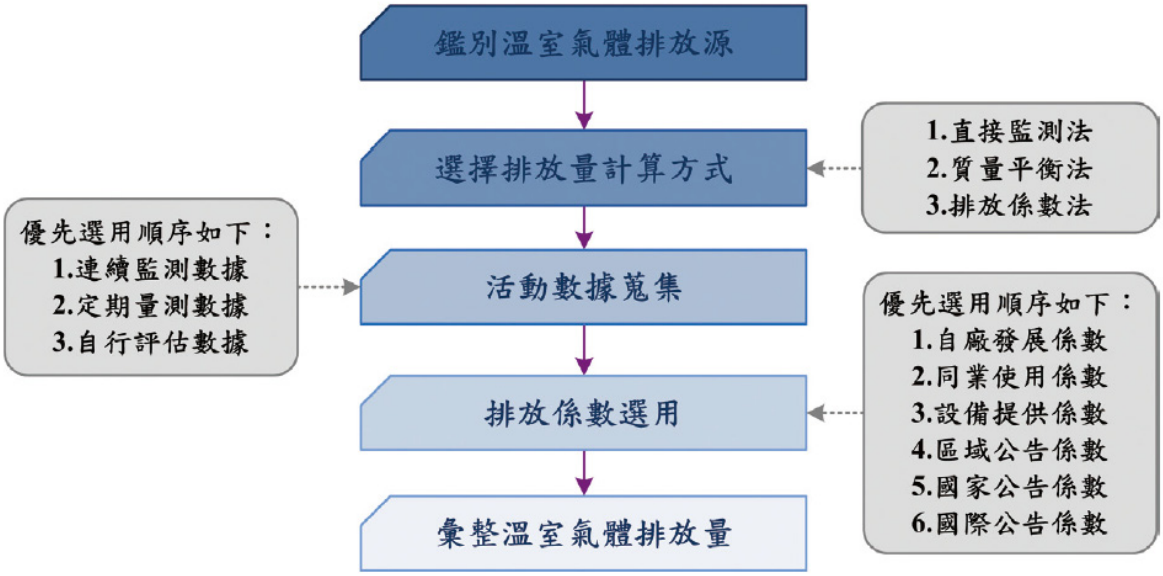


圖 4-1　確認及計算溫室氣體排放的步驟

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：

$$排放量 = 活動數據 \times 排放係數$$

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
		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

資料來源：溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版(102.11)。

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(%)	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

資料來源：溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版(102.11)、2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories。

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

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)。考量與國際主流採取一致的作法，採用 IPCC 2007 年公佈之第 4 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×25＋N_2O 排放排放量×298

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)：

$E = N \times C \times ALR$

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 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 第四次評估報告(2007)
CO_2 二氧化碳		1
CH_4 甲烷		25
N_2O 氧化亞氮		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	1,430
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	675
R-404A HFC-125/HFC-143a/HFC-134a (44.0/52.0/4.0)	冷藏、冷凍設備	3,922
R-410A HFC-32/HFC-125 (50.0/50.0)	分離式室內空調	2,088
R-507A HFC-125/HFC-143a (50.0/50.0)	冷藏、冷凍設備	3,985
SF_6	中高壓變電盤絕緣氣體	22,800

資料來源：溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版(102.11)。

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。

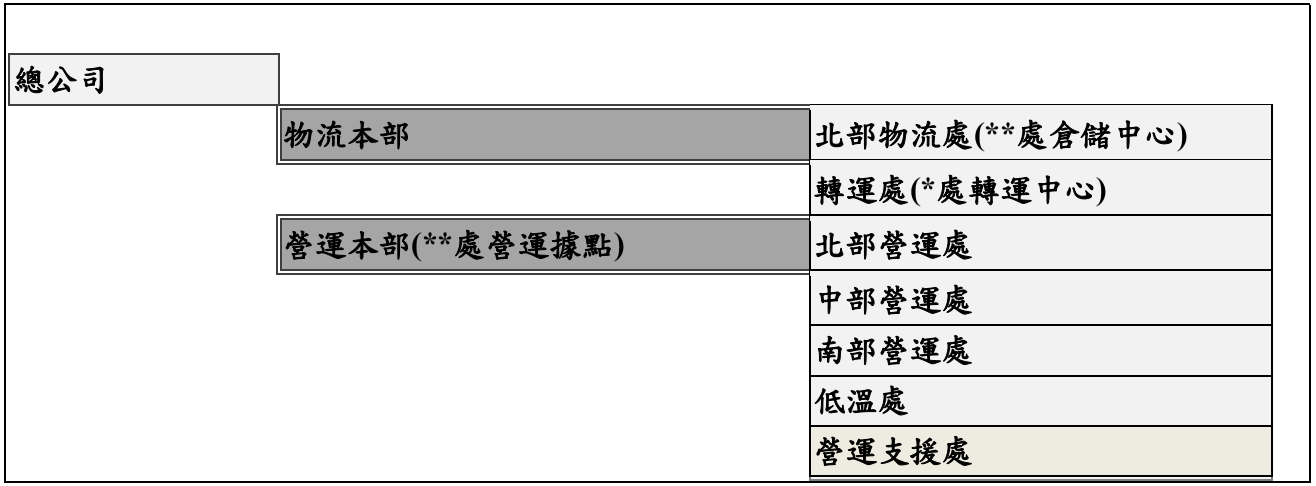
5.「溫室氣體盤查與登錄指引」，行政院環境保護署，2009 年 12 月。

附錄　公路貨運業盤查表單工具(案例)

1.1 基本資料

盤查年度	民國 103 年
盤查期間	103.01.01~103.12.31
盤查標的	**股份有限公司
地址	台北市**路**號
聯絡電話	
傳真	
登記自有車輛數	宅配車**輛
員工人數	1,000 人
營運控制權範圍	營業據點**處、*座轉運中心、*座倉儲中心

1.2 繪製碳排放量評估邊界圖



2. 排放源鑑別表(案例)

活動/設施	排放源	範疇別	排放源類別				可能產生溫室氣體種類							
			固定	移動	逸散	製程	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs / 物種		PFCs / 物種		SF_6
緊急發電機	柴油	1	V				V	V	V					
堆高機	柴油	1	V				V	V	V					
車輛	汽油	1		V			V	V	V					
車輛	柴油	1		V			V	V	V					
污水設施	化糞池	1			V			V						
辦公室空調、冷藏設備	冷媒	1			V					V				
車輛空調、冷藏設備	冷媒	1			V					V				
飲水機	冷媒	1			V					V				
消防設施	滅火器	1			V		V			V				
營業據點/轉運中心/倉儲中心等	電力	2	V				V	V	V					

3. 活動數據管理表(案例)

排放來源		原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊						備註
活動	設施名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據分配比率%	活動數據單位	表單來源	保存單位	活動數據種類	
營業地點	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	100	100%	公升	【103 發電機用油】	總務課	財務會計數據	
營業地點	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	10,000	100%	公升	【103 堆高機用油】	總務課	財務會計數據	
營業地點	空調	冷媒 R404a	否	1	逸散	3	100%	公斤	【103 冷媒清冊】	總務課	推估值	
營業地點	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	30	100%	公斤	【103 冷媒清冊】	總務課	推估值	
營業地點	飲水機	冷媒 R134a	否	1	逸散	-	100%	公斤	【103 冷媒清冊】	總務課	推估值	
營業地點	消防設施	二氧化碳	否	1	逸散	-	100%	公斤	【103 滅火器換藥】	總務課	推估值	
營業地點	污水設施	化糞池	否	1	逸散	1,000,000	100%	人時	【103 員工出勤】	管理部	推估值	
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,000	100%	公升	【103 車輛用油】	管理部	財務會計數據	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	5,000,000	100%	公升	【103 車輛用油】	管理部	財務會計數據	
運輸車輛	空調	冷媒 R134a	否	1	逸散	150	100%	公斤	【103 運輸車輛冷媒清冊】	管理部	推估值	
運輸車輛	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	50	100%	公斤	【103 運輸車輛冷媒清冊】	管理部	推估值	
運輸車輛	消防設施	二氧化碳	否	1	逸散	-	100%	公斤	【103 滅火器換藥】	管理部	推估值	
營業地點	用電設施	電力	否	2	間接排放	10,000,000	100%	度	【103 電費度數】	總務課	財務會計數據	

4.排放量計算(案例)

排放來源		原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊		排放係數							單一排放源排放當量小計(CO_2e 公噸/年)	單一排放源占排放總量比(%)
活動	設施名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	溫室氣體種類	預設排放係數	係數單位	係數種類	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)		
營業地點	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	100	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	0.26	1	0.26	0.26	0.00%
	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	100	公升	CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.00	21	0.00		
	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	100	公升	N_2O	0.000021	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.00	310	0.00		
	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	10,000	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	26.06	1	26.06	26.15	0.14%
	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	10,000	公升	CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.00	21	0.02		
	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	10,000	公升	N_2O	0.000021	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.00	310	0.07		
	空調	冷媒 R404a	否	1	逸散	3	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.00	3260	9.78	118.38	0.61%
	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	30	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.03	3620	108.60		
	污水設施	化糞池	否	1	逸散	1,000,000	人時	CH_4	0.001594	$KgCH_4$/人時	5 國家排放係數	1.59	21	33.47	33.47	0.17%
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,000	公升	CO_2	2.263133	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	248.94	1	248.94	13,516.90	70.10%
	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,000	公升	CH_4	0.000816	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.09	21	1.89		
	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,000	公升	N_2O	0.000261	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.03	310	8.91		
	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	5,000,000	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	13,030.16	1	13,030.16		
	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	5,000,000	公升	CH_4	0.000137	KgCH4/L	5 國家排放係數	0.69	21	14.40		
	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	5,000,000	公升	N_2O	0.000137	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.69	310	212.60		
	空調	冷媒 R134a	否	1	逸散	150	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.15	1300	195.00	376.00	1.95%
	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	50	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.05	3620	181.00		
營業地點	用電設施	電力	否	2	間接排放	10,000,000	度	CO_2	0.521000	$KgCO_2$/度	5 國家排放係數	5,210.00	1	5,210.00	5,210.00	27.02%
總計															19,281.16	100%

附錄 7

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

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，目前已累計有 227 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」已於今(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)

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，包刮包裝用紙箱，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抵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 9 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(第九次修訂)				
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(對應圖 2-1 之汽車貨運業)，而汽車路線貨運業運送零擔貨物(對應圖 2-1 之快遞服務業)。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

營業分類	公路法第 34 條定義	103 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	4,606	60,412	73.4%	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	551	0.7%	184
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	559	6,287	7.6%	11
兼營汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業		286	6,354	7.7%	22
兼營汽車貨運業、汽車路線貨運業		8	3,040	3.7%	380
兼營汽車貨運、汽車貨櫃貨運業及汽車路線貨運業		7	5,658	6.9%	808
合計		5,469	82,302	100.0%	15

資料來源：103 年度交通年鑑，中華民國交通部，民國 104 年 5 月。

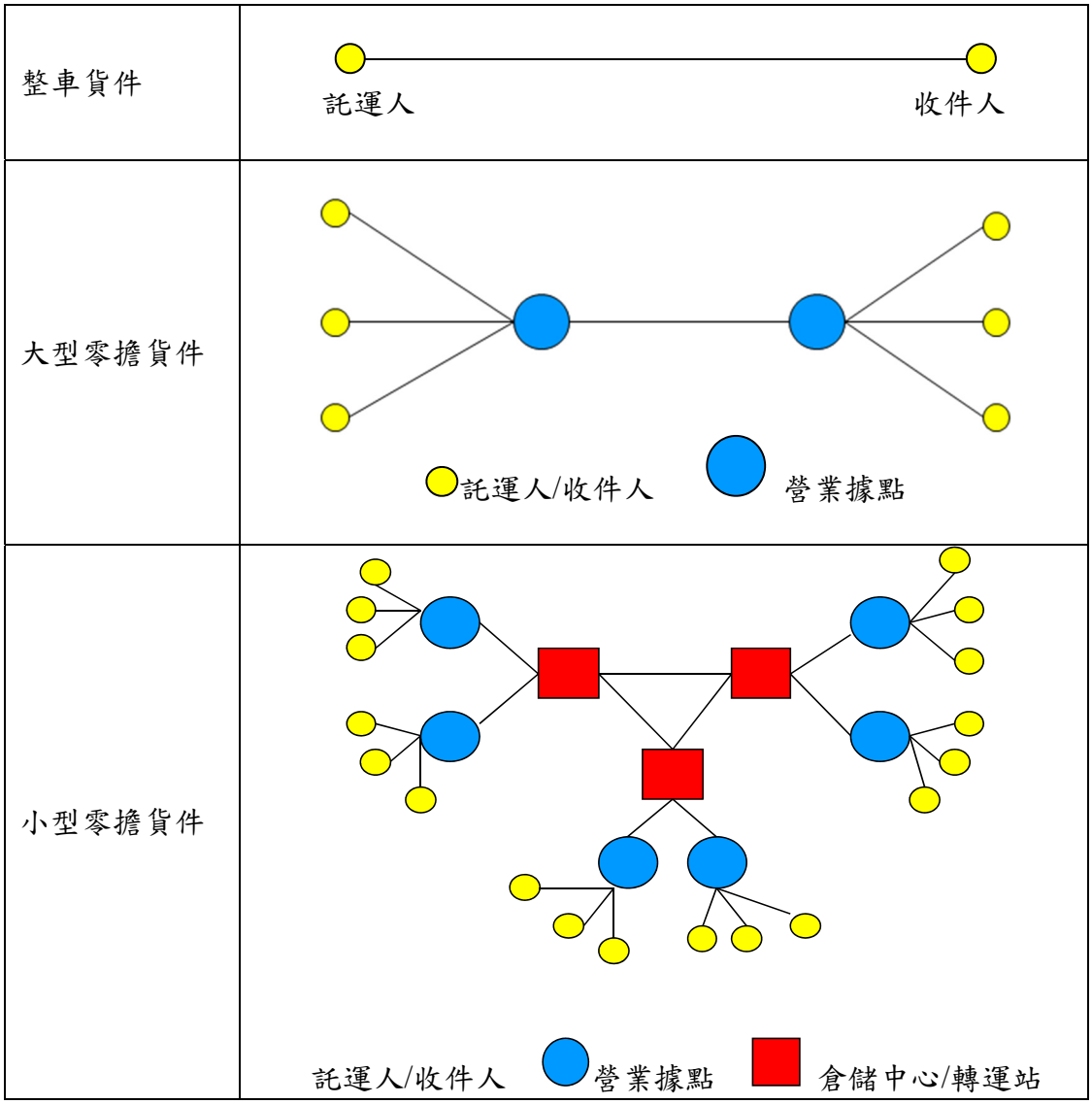


圖 2-2　公路貨運業者作業模式

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。

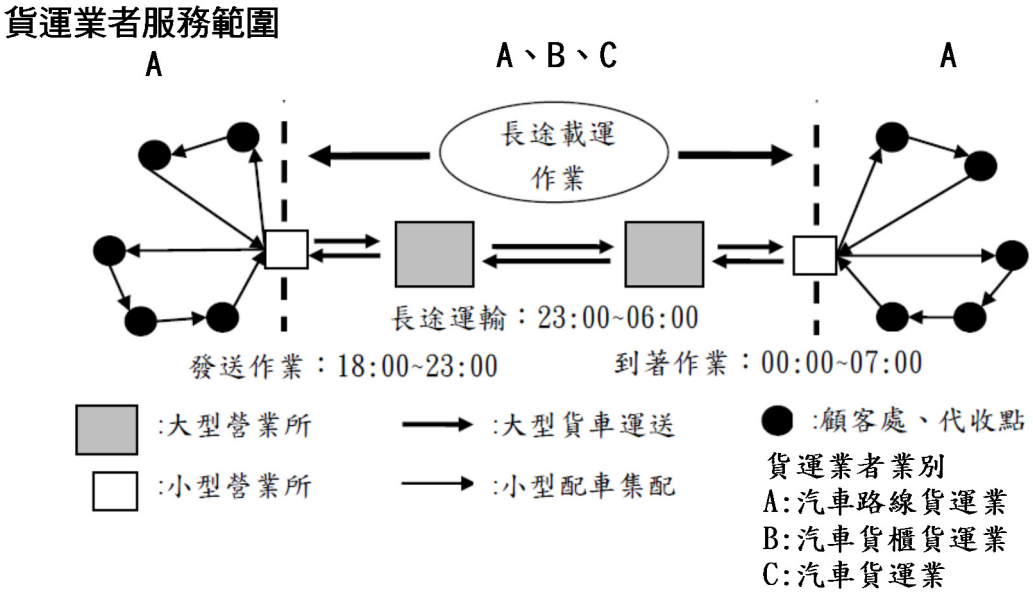


圖 2-3　路線貨運業者之輸配送系統模式

第三章 服務敘述

1.定義功能單位

委託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，功能單位定義為每延噸公里。宣告單位定義為每噸－每公里，且可依照服務形式(常溫配送、低溫配送或多溫層配送)方式來宣告，並附註於宣告單位後。

而貨櫃貨運業，與專營搬家的汽車貨運業者，則視其需求採用每貨櫃-每公里、每車-每公里形式宣告。

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。

2.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 3-1)。

- 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。
- 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。

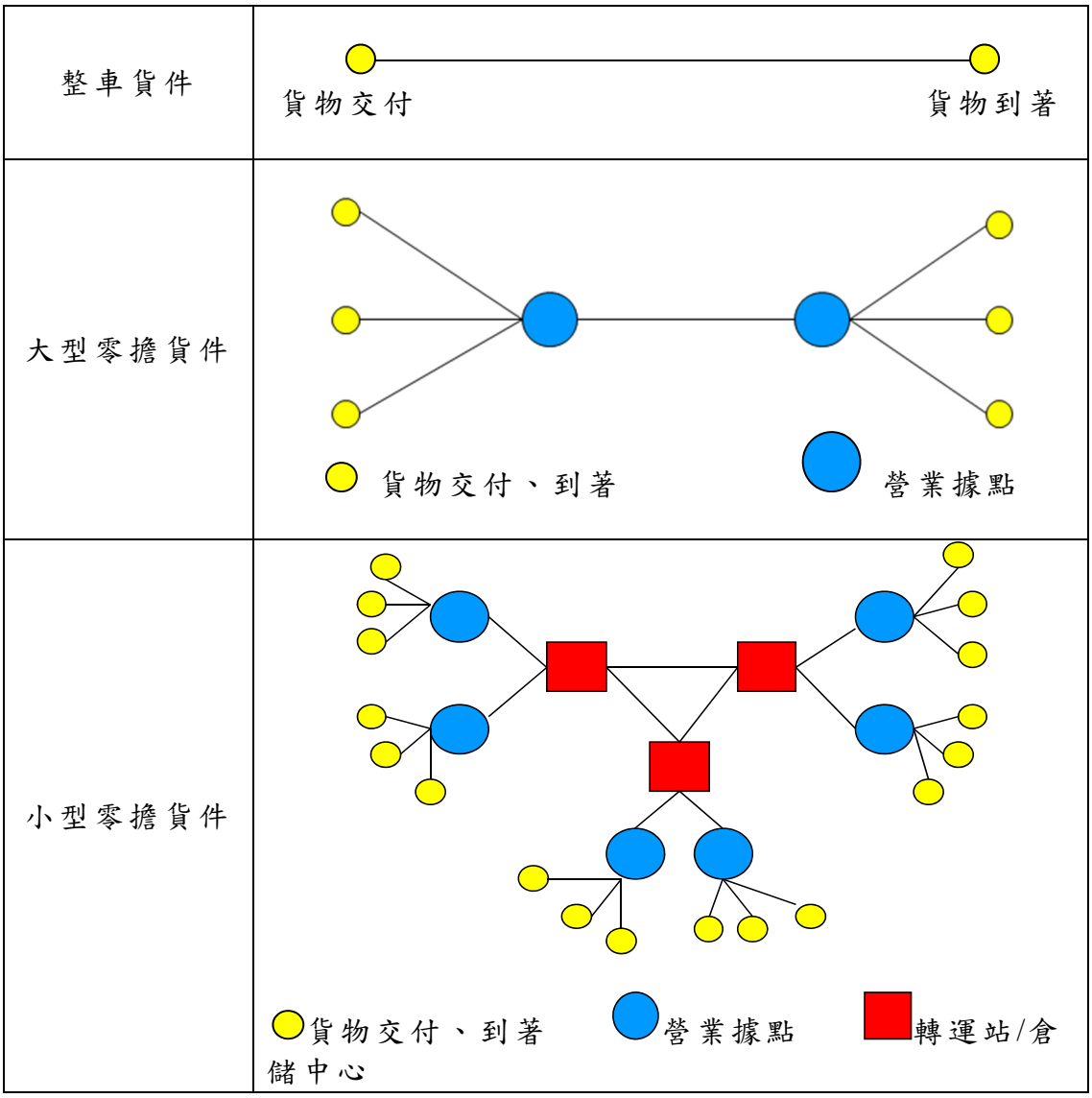


圖 3-1　公路貨運服務運輸模式

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 3-1)，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 3-1　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	$W_1=W_{1a}+W_{1b}+\cdots..$	$L_1\times W_1$
2	L_2	$W_2=W_{2a}+W_{2b}+\cdots..$	$L_2\times W_2$
3	L_3	$W_3=W_{3a}+W_{3b}+\cdots..$	$L_3\times W_3$
⋮			

(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。

F_B 及 F_C 之計算方式說明如後：

■ <u>**起訖點所在區域不同**</u>之貨運服務量 F_B：以<u>距離矩陣及重量矩陣之乘積總和</u>，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表 3-2。

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

表 3-2　貨運服務量 F_B 之距離矩陣及重量矩陣內涵

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}

■ **起訖點所在區域相同**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 3-2 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

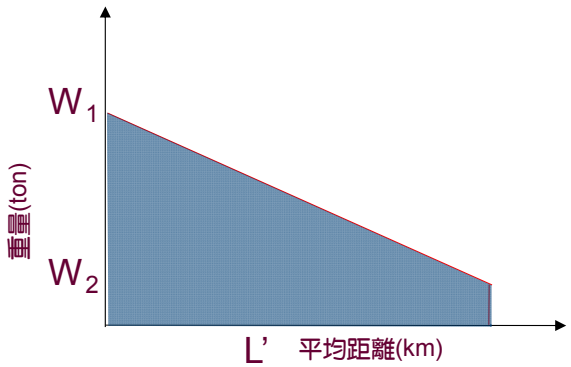


圖 3-2　路線貨運業營業據點所屬車輛之貨運服務量(F_C)計算概念圖

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，利用汽車等陸路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。

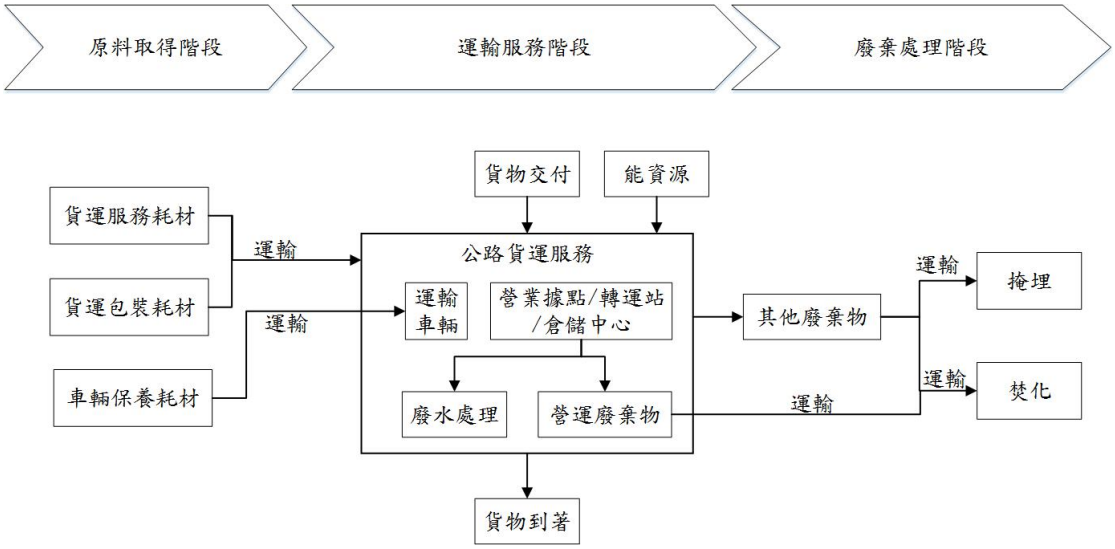


圖 4-1　公路貨運服務碳足跡計算邊界

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。

(2)二級數據

當不要求一級活動數據時，可使用二級數據。

凡數據經查證符合「產品與服務碳足跡計算指引」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。

若無上述二級數據來源之選擇，則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。

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

生命週期階段	活動數據名稱	所需資料	數據來源
	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	

範疇	排放源	單位	排放係數 ($kgCO_2e$/單位)	資料來源
	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	
	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

名詞	計算原則
	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

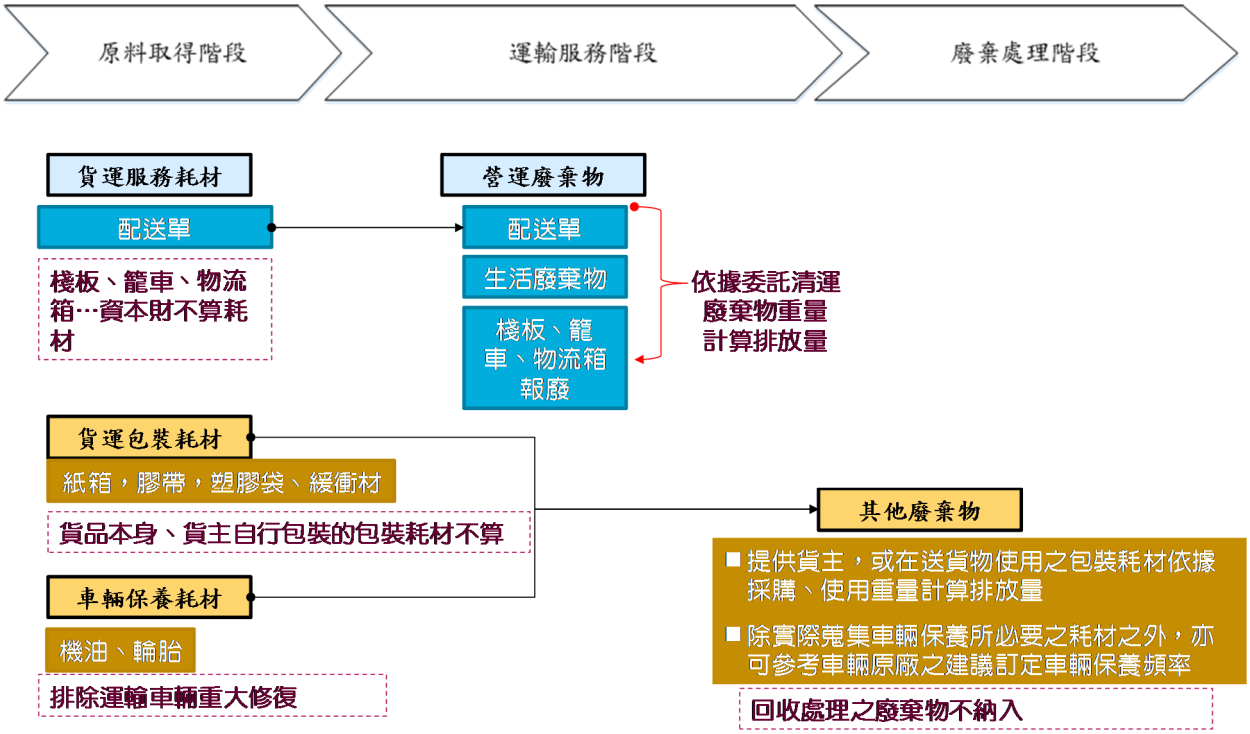


圖 5-1　耗材定義與計算原則

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。

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	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

與倉儲中心/轉運站所耗用之能資源		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/

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。

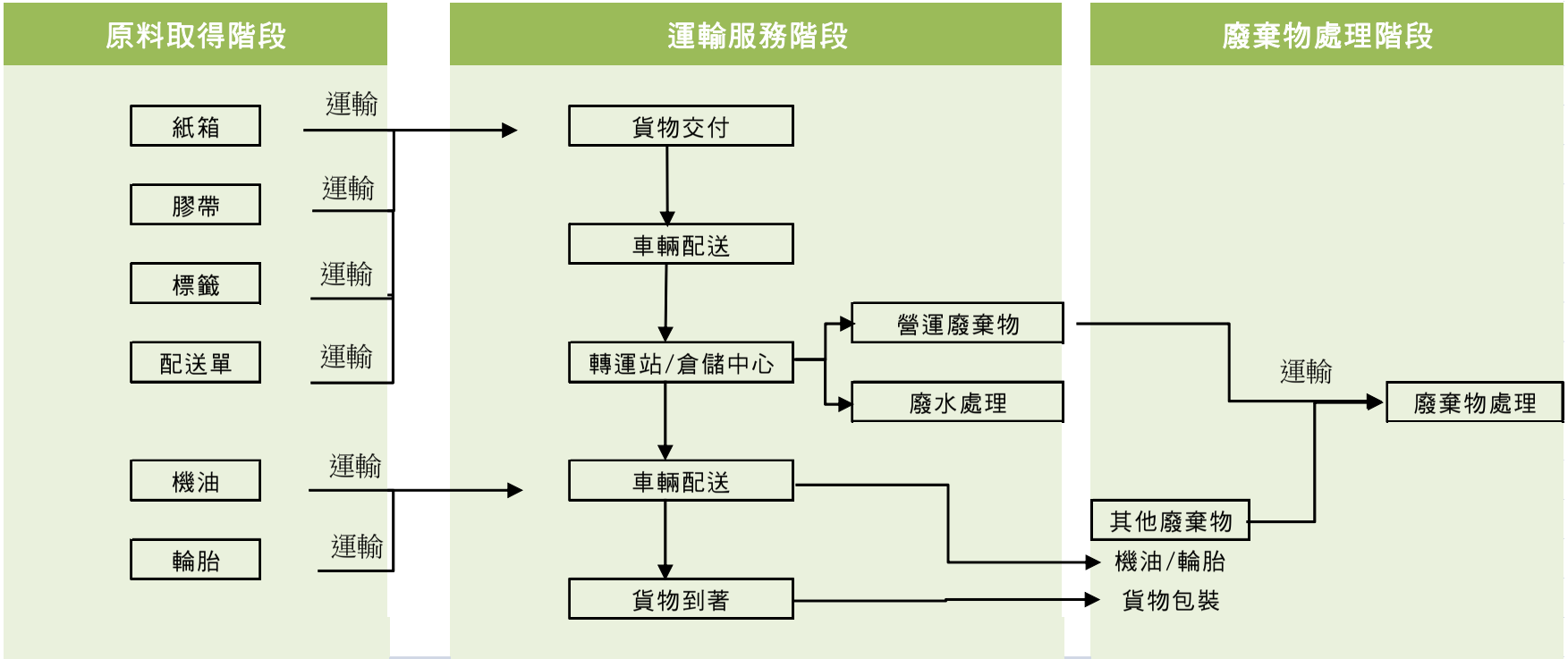
資料庫項次	中文名稱	碳足跡數值	單位	宣告單位	盤查起訖日	公告年份
3	台灣自來水 (2011)	0.17	Kg CO_2e	度	20110101-20111231	2013
12	聚氯乙烯 (膠膜、膠布、電線電纜用)-PVC	2.21	Kg CO_2e	kg	20100101-20101231	2013
13	PET 塑膠 (一般用)	2.35	Kg CO_2e	kg	20100101-20101231	2013
16	牛皮紙	1.08	Kg CO_2e	kg	20100101-20101231	2013
26	PP 塑膠	2.01	Kg CO_2e	kg	20110101-20111231	2013
64	臺北自來水 (2013)	0.17	Kg CO_2e	度	20120101-20121231	2014
65	電力碳足跡(2012)	0.69	Kg CO_2e	度	20120101-20121231	2014
70	柴油(於固定源使用，2012)	3.42	Kg CO_2e	L	20120101-20121231	2014
71	柴油(於固定源使用，2012)	0.10	Kg CO_2e	MJ	20120101-20121231	2014
72	柴油(於移動源使用，2012 年)	3.45	Kg CO_2e	L	20120101-20121231	2014
73	柴油(於移動源使用，2012 年)	0.10	Kg CO_2e	MJ	20120101-20121231	2014
76	車用汽油(於固定源使用，2012)	3.00	Kg CO_2e	L	20120101-20121231	2014
77	車用汽油(於固定源使用，2012)	0.09	Kg CO_2e	MJ	20120101-20121231	2014
78	車用汽油(於移動源使用，2012)	3.10	Kg CO_2e	L	20120101-20121231	2014
79	車用汽油(於移動源使用，2012)	0.10	Kg CO_2e	MJ	20120101-20121231	2014
80	液化天然氣(於固定源使用，2012)	2.52	Kg CO_2e	立方米	20120101-20121231	2014
81	液化石油氣(於固定源使用，2012)	2.09	Kg CO_2e	L	20120101-20121231	2014
82	液化石油氣(於固定源使用，2012)	0.08	Kg CO_2e	MJ	20120101-20121231	2014
92	再生影印紙	3.08	Kg CO_2e	kg	20121001-20130331	2014
93	南部科學工業園區_台南園區廢棄物焚化清理服務(2009	737.14	Kg CO_2e	ton	20090101-20091231	2014

資料庫項次	中文名稱	碳足跡數值	單位	宣告單位	盤查起訖日	公告年份
	年)					
94	南部科學工業園區_台南園區廢棄物固化清理服務(2009年)	649.10	Kg CO_2e	ton	20090101-20091231	2014
95	南部科學工業園區_台南園區廢棄物物化清理服務(2009年)	122.78	Kg CO_2e	ton	20090101-20091231	2014
96	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	20090101-20091231	2014
97	南部科學工業園區_台南園區廢棄物清除處理服務(2009年)	715.79	Kg CO_2e	ton	20090101-20091231	2014
98	自用小客車(汽油)	0.11	Kg CO_2e	pkm	20120101-20121231	2014
99	營業小客車(汽油)	0.13	Kg CO_2e	pkm	20120101-20121231	2014
100	自用小貨車(汽油)	0.74	Kg CO_2e	tkm	20120101-20121231	2014
101	自用小貨車(柴油)	0.69	Kg CO_2e	tkm	20120101-20121231	2014
102	營業小貨車(汽油)	0.63	Kg CO_2e	tkm	20120101-20121231	2014
103	營業小貨車(柴油)	0.65	Kg CO_2e	tkm	20120101-20121231	2014
104	自用大客車(柴油)	0.06	Kg CO_2e	pkm	20120101-20121231	2014
105	營業遊覽車(柴油)	0.04	Kg CO_2e	pkm	20120101-20121231	2014
106	營業大客車(市區公車及公路客運-柴油)	0.09	Kg CO_2e	pkm	20120101-20121231	2014
107	自用大貨車(柴油)	0.22	Kg CO_2e	tkm	20120101-20121231	2014
108	營業大貨車(柴油)	0.24	Kg CO_2e	tkm	20120101-20121231	2014
109	機器腳踏車(汽油)	0.10	Kg CO_2e	pkm	20120101-20121231	2014
145	陰離子性有機界面活性劑	2.84	Kg CO_2e	kg	20120101-20120101	2014
146	陽離子性有機界面活性劑	2.95	Kg CO_2e	kg	20120101-20120101	2014
147	非離子性有機界面活性劑	2.75	Kg CO_2e	kg	20120101-20120101	2014
158	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	20110101-20111231	2014

資料庫項次	中文名稱	碳足跡數值	單位	宣告單位	盤查起訖日	公告年份
159	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	20110101-20111231	2014
164	電力碳足跡(2013)	0.66	Kg CO_2e	度	20130101- 20131231	2015
165	燃料油使用(蒸餘油/重油使用，2013)	4.02	Kg CO_2e	L	20130101- 20131231	2015
167	柴油(於固定源使用，2013)	3.46	Kg CO_2e	L	20130101- 20131231	2015
168	柴油(於移動源使用，2013)	3.49	Kg CO_2e	L	20130101- 20131231	2015
170	車用汽油(於固定源使用，2013)	3.03	Kg CO_2e	L	20130101- 20131231	2015
171	車用汽油(於移動源使用，2013)	3.12	Kg CO_2e	L	20130101- 20131231	2015
172	液化天然氣(於固定源使用，2013)	2.59	Kg CO_2e	立方米	20130101- 20131231	2015
173	液化石油氣(於固定源使用，2013)	2.34	Kg CO_2e	L	20130101- 20131231	2015
200	廢輪胎-再生橡膠片	0.06	Kg CO_2e	kg	20130101- 20131231	2015
201	廢輪胎-再生橡膠粉	0.13	Kg CO_2e	kg	20130101- 20131231	2015

附件二 碳足跡計算案例

附圖 2-1 製程地圖



附表 2-1 原料取得階段-材料生產(案例)

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)	分配	
		原始活動數據			單位轉換後活動數據(A)						服務形式	
		購買量	單位	資料來源	使用量	單位	數值	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送
紙箱	貨物包裝耗材	160,570	公斤	採購單據	160,570	公斤	1.08	$kgCO_2e/kg$	環保署產品碳足跡計算服務平台	173,416	158,849	14,567
膠帶	貨物包裝耗材	11,030	公斤	採購單據	11,030	公斤	2.21	$kgCO_2e/kg$		24,376	22,329	2,048
塑膠類包材	貨物包裝耗材	58,318	公斤	採購單據	58,318	公斤	2.21	$kgCO_2e/kg$		128,883	118,057	10,826
標籤	貨物包裝耗材	6,205	公斤	採購單據	6,205	公斤	1.08	$kgCO_2e/kg$		6,701	6,138	563
配送單	貨物服務耗材	214,700	公斤	採購單據	214,700	公斤	1.08	$kgCO_2e/kg$		231,876	212,398	19,478
機油	車輛保養耗材	29,960	公升	供應商提供	29,960	公升	1.04	$kg\ CO_2e/L$	Gabi PE「EU-27 Lubric	31,158	28,541	2,617
輪胎	車輛保養耗材	63	公噸	供應商提供	63	公噸	2,980	$kgCO_2e$/ 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	187,442	171,697	15,745
									合 計		718,009	65,844

附表 2-2 原料取得階段-材料運輸(案例)

原物料			活動強度							排放係數			碳排放量 D=A×B×C (kg CO2e)	分配 服務形式	
名稱	使用量(A)	單位	載貨運輸距離	空車運輸距離	單位	起點/終點	載具	資料來源	總運輸距離(B)	數值(C)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送
紙箱	161	公噸	32	32	km	桃園蘆竹/新北市新莊	營業大貨車	供應商	64	0.24	$kgCO_2e/tkm$	環保署產品碳足跡計算服務平台	2,466	2,259	207
膠帶	11	公噸	18	18	km	台北市松山/新北市新莊	營業大貨車	供應商	36	0.24	$kgCO_2e/tkm$		95	87	8
塑膠類包材	58	公噸	14	14	km	桃園市/新北市新莊	營業大貨車	供應商	28	0.24	$kgCO_2e/tkm$		392	359	33
標籤	6	公噸	12	12	km	新北市土城/新北市新莊	營業小貨車	供應商	24	0.65	$kgCO_2e/tkm$		97	89	8
配送單	215	公噸	12	12	km	新北市土城/新北市新莊	營業小貨車	供應商	24	0.65	$kgCO_2e/tkm$		3,349	3,068	281
機油	30	公噸	18	18	km	台北市松山/新北市新莊	營業小貨車	供應商	36	0.65	$kgCO_2e/tkm$		701	642	59
輪胎	63	公噸	14	14	km	桃園市/新北市新莊	營業大貨車	供應商	28	0.24	$kgCO_2e/tkm$		423	387	36
												合計		6,891	632

附表 2-3 運輸服務階段(案例)

名稱	排放源		活動強度			排放係數			碳排放量 C=A×B (kg CO2e)	分配 服務形式	
	屬性	名稱	用量 (A)	單位	資料來源	數值 (B)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送
營業所/倉儲/轉運中心等	能源	電力	9,487,681	度	電費單據	0.66	$kgCO_2e$/度	環保署產品碳足跡計算服務平台	6,261,869	5,735,872	525,997
緊急發電機	能源	柴油(固定燃燒)	201	L	購油單據	3.46	$kgCO_2e$/L		694	635	58
堆高機	能源	柴油(固定燃燒)	6,197	L	購油單據	3.46	$kgCO_2e$/L		21,442	19,641	1,801
常溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	3,283,260	L	購油單據	3.49	$kgCO_2e$/L		11,458,577	11,458,577	
低溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	1,030,740	L	購油單據	3.49	$kgCO_2e$/L		3,597,282		3,597,282
常溫運輸車輛	能源	汽油(移動燃燒)	104,785	L	購油單據	3.12	$kgCO_2e$/L		326,928	326,928	
常溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	109	kg	理論逸散量	1,443	$kgCO_2e$/kg	IPCC Fourth Assessment Report	156,566	156,566	
低溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	25	kg	理論逸散量	1,443	$kgCO_2e$/kg		36,075		36,075
低溫運輸車輛冷凍機組	資源	R404A	49	kg	理論逸散量	3922	$kgCO_2e$/kg		192,570		192,570
營業所空調、冷凍機組	資源	R404A	31	kg	理論逸散量	3922	$kgCO_2e$/kg		121,190	111,010	10,180
營業所空調	資源	R22	7	kg	理論逸散量	2203	$kgCO_2e$/kg		14,760	13,520	1,240
運輸車輛清潔	資源	水	50,268	度	水費單據	0.17	$kgCO_2e$/度	環保署產品碳足跡計算服務平台	8545.56	7,828	718
								合計		17,830,577	4,365,922

附表 2-4 運輸服務階段-委外運輸(案例)

運輸型式	車輛噸數	派車筆數	年度貨運服務量(噸公里)	排放量($kgCO_2e$)
常溫	3.5	14	178	113
	6.5	3	431	116
	10.5	31	4,577	1,231
	15	4,625	2,280,780	613,530
	17	10,608	3,634,150	563,293
	25	2,365	2,536,136	393,101
	35	35,624	111,987,878	11,646,739
	總計	**53,270**	**120,444,131**	**13,218,124**
低溫	35	3,643	11,942,700	1,242,041

附表 2-5　　廢棄物處理階段-廢棄物處理(案例)

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

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)	分配	
		原始活動數據			單位轉換後活動數據						服務形式	
		用量	單位	資料來源	用量 (A)	單位	數值 (B)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送
營運廢棄物	焚化	462	公噸	清運統計量	461.6	公噸	737.14	kgCO_2e/ton	環保署產品碳足跡計算服務平台	340,264	311,682	28,582
廢水	接觸曝氣法	50,268	度	水費單據	50,268	公噸	0.61	kgCO_2e/ton	環保署產品碳足跡計算服務平台	30,663	28,088	2,576
車輛保養-廢輪胎	回收	42	公噸	基管會103年回收率統計	42	公噸	0	kgCO_2e/kg	環保署產品碳足跡計算服務平台	-	-	-
車輛保養-廢輪胎	焚化	21	公噸	使用量扣除回收量	21	公噸	737.14	kgCO_2e/ton	環保署產品碳足跡計算服務平台	15,380	14,088	1,292
車輛保養-廢機油	回收	22,536	公升	基管會103年回收率統計	23	公噸				-	-	-
車輛保養-廢機油	焚化	7,424	公升	使用量扣除回收量	7	公噸	737.14	kgCO_2e/ton	環保署產品碳足跡計算服務平台	5,473	5,013	460
其他廢棄物-貨運包裝耗材	焚化	236	公噸	使用量	236	公噸	737.14	kgCO_2e/ton	環保署產品碳足跡計算服務平台	174,056	159,435	14,621
									合 計		178,536	16,372

附表 2-6　　廢棄處理階段-廢棄物運輸(案例)

廢棄物名稱	活動強度									排放係數			碳排放量 D=A×B×C (kg CO_2e)	分配 服務形式	
	貨物重量 (A)	單位	載貨運輸距離	空車運輸距離	單位	起點/終點	載具	資料來源	總運輸距離 (B)	數值 (C)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送
廢輪胎處理	21	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/桃園龍潭	營業大貨車	供應商	28.6	0.24	kgCO_2e/tkm	環保署產品碳足跡計算服務平台	143	131	12
廢機油處理	7	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/中油直營站	營業小貨車	供應商	28.6	0.65	kgCO_2e/tkm		138	126	12
營運廢棄物處理	462	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/樹林焚化廠	營業大貨車	供應商	28.6	0.24	kgCO_2e/tkm		3168	2,902	266
其他廢棄物處理	236.123	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/樹林焚化廠	營業大貨車	供應商	28.6	0.24	kgCO_2e/tkm		1621	1,485	136
												合 計	4,644	426	

附表 2-7 碳排放量彙整(案例)

服務形式	常溫配送				低溫配送			
生命週期階段	碳排放量 (kg CO_2e)	占比	一級數據	二級數據	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	718,009	2.2%		718,009	65,844	1.2%		65,844
原料取得階段-材料運輸	6,891	0.0%		6,891	632	0.0%		632
運輸服務階段	17,830,577	55.8%	17,549,481	281,096	4,365,922	76.7%	4,125,857	240,065
運輸服務階段-委外運輸	13,218,124	41.4%		13,218,124	1,242,041	21.8%		1,242,041
廢棄處理階段-廢棄物處理	178,536	0.6%		178,536	16,372	0.3%		16,372
廢棄處理階段-廢棄物運輸	4,644	0.0%		4,644	426	0.0%		426
合計	31,956,781	100.0%	17,549,481	14,407,300	5,691,236	100.0%	4,125,857	1,565,380
一級數據佔比	54.9%				72.5%			
年度貨運服務量(噸-公里)	23,126,281				2,116,848			
貨運服務碳足跡	1.38				2.69			
宣告單位	$kgCO_2e$/噸-公里(常溫運輸)				$kgCO_2e$/噸-公里(低溫運輸)			

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。

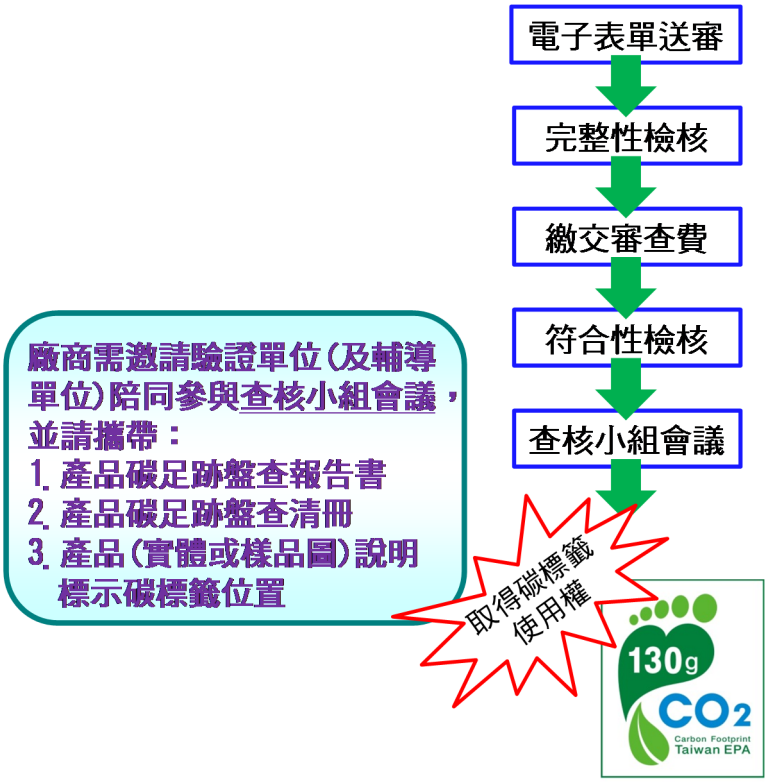
附表 3-2　　整體數據品質等級標準

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。

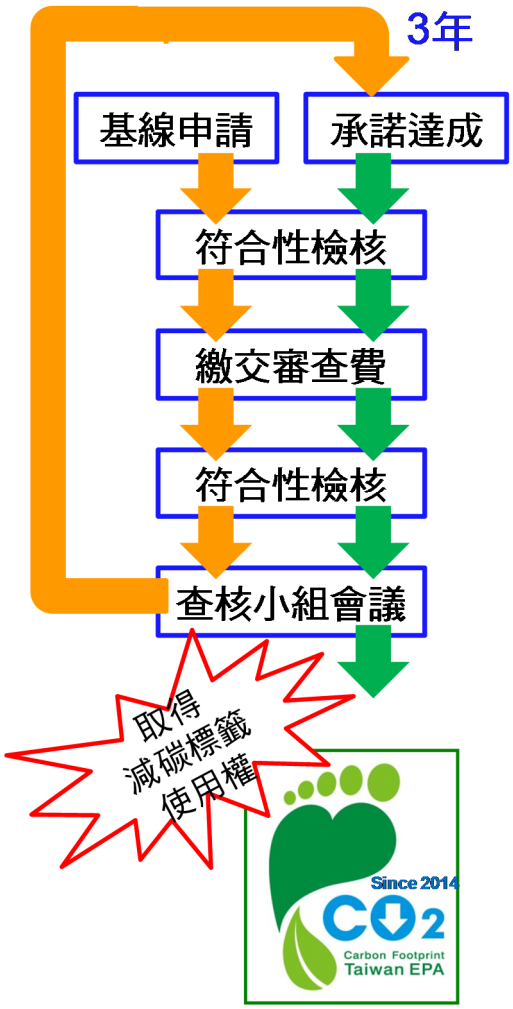
本所現階段刻正進行訂定碳足跡產品類別規則文件，預計於 105 年度完成「公路貨運服務碳足跡產品類別規則」，貨運業者若有進一步取得服務碳足跡標籤之需求，須於該產品類別規則正式公告後後，取得第三者查驗機構(須經環保署認證核可)核發之合理保證等級之查證聲明書才可申請碳標籤。相關流程如附圖 4-1。網址:https://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLabelApply/ FormInstruction.aspx



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。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 8

公路貨運服務碳足跡

產品類別規則(草案)

文件編號：XX-XXX

碳足跡產品類別規則

(CFP-PCR)

公路貨運服務

Road Freight Transport Services

草案()版

行政院環境保護署核准日期：○○○

目　　錄

一、一般資訊

1.1 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)

本項文件係供公路貨運服務使用的 PCR，其目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。本 PCR 之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編號如下：

- 4940 汽車貨運業

汽車貨運業根據公路法之定義為「以載貨汽車運送貨物為營業者」，泛指從事以載貨汽車或聯結車運送貨物或貨櫃貨物之行業，搬家運送服務亦歸入此類。汽車路線貨運業依據公路法之定義為「在核定路線內，以汽車運送貨物為營業者」。汽車貨櫃貨運業依據公路法定義為「在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者」。

1.2 有效期限

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。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。

1.3 計畫主持人

本計畫主持人為交通部運輸研究所XXXX組XXX組長(TEL：02-XXXXXXXX 分機XXXX；FAX：02-XXXXXXXX；E-mail：XXXX@.iot.gov.tw，地址：台北市敦化北路240號11樓)。

1.4 訂定單位

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 20965；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

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、運輸車輛及辦公室冷媒補充、辦公室及倉儲電力等。

2.1.2 產品機能與特性敘述

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，利用汽車等陸路運輸工具完成貨物位移至貨物抵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

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 生命週期階段

2.2.1 產品生命週期流程圖

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1所示。

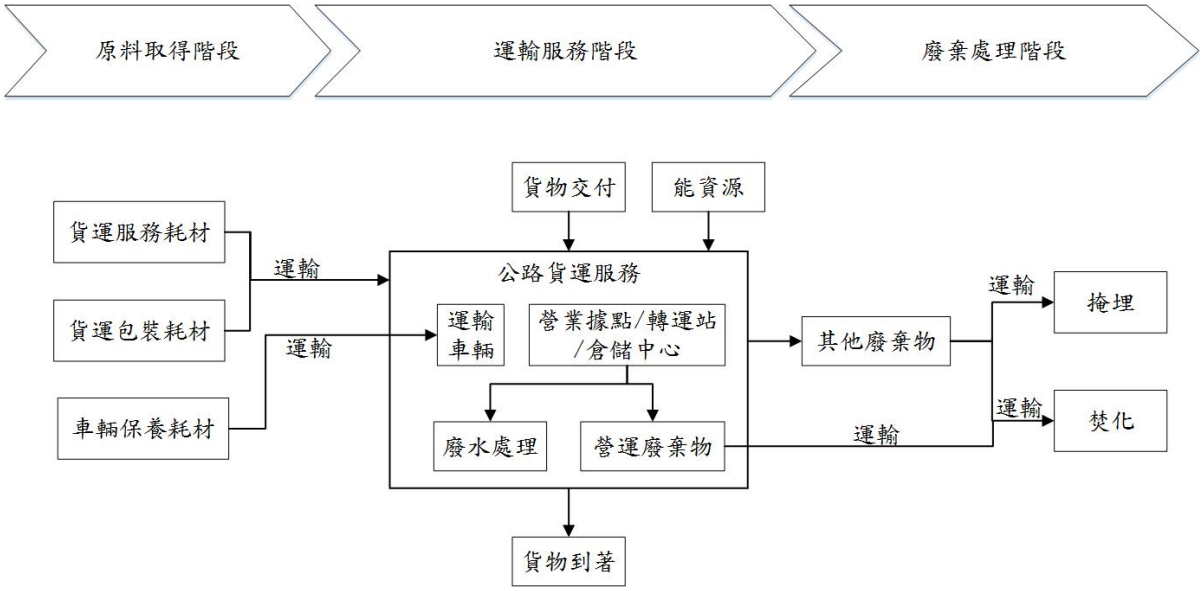


圖 1. 公路貨運服務碳足跡生命週期系統邊界

2.2.2 生命週期範圍

2.2.2.1 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：

   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。

2. 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。

3. 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。

2.2.2.2 運輸服務階段

運輸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

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。

(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。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。

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

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。

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。

2.2.2.3 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。

三、名詞定義

與本服務相關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，包刮包裝用紙箱，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抵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

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。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；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。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%。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。

生命週期分析所使用之產品數據資料，蒐集時應該以盤查標的之完整生命週期為蒐集單位。

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. 與運輸服務相關之備品的溫室氣體排放量。
2. 與貨品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。若運輸服務階段所擁有、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運輸服務階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。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。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

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。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

數據蒐集期間應為運輸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

對於供應鏈中與建造程序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。

若供應商不只一家，則應向所有供應商蒐集一級活動數據。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。

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 運輸服務階段

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/轉運站所耗用之能源相關溫室氣體排放量。
2. 與營業據點與倉儲中心/轉運站所耗用之冷媒補充相關溫室氣體排放量。
3. 與運輸車輛耗用之燃料相關溫室氣體排放量。
4. 與運輸車輛耗用之冷媒補充相關溫室氣體排放量。
5. 與廢水處理相關所耗用之能資源相關溫室氣體排放量。
6. 貨運服務量(依據服務形式統計)。
7. 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:

1. 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。
2. 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。
3. 與運輸車輛耗用之燃料相關溫室氣體排放量。
4. 與運輸車輛耗用冷媒補充與逸散相關溫室氣體排放量。
5. 與廢水處理相關之能資源相關之溫室氣體排放量。
6. 貨運服務量(依據服務形式統計)。
7. 其他相關溫室氣排放量(以便後續版本添加使用)。

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

數據蒐集期間應為運輸貨運服務全生命週期。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

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。或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。

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。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；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

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。

4.2.4 二級數據內容與來源

1. 本運輸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. 運輸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). 冷媒耗用興供應相關生命週期溫室氣體排放量。

   (2). 供應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。

4.3 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 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. 如上所述，且所有制定的假設應調整與記錄歸檔。

4.3.4 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. 碳標籤應公開在公路貨物運輸服務之資訊看版或相關網頁。
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，及行政院環境保護署網站等字樣，如下圖範例：

碳標字第○○○○號 每噸－每公里*	公路貨運服務碳排放量為○kg CO_2e，包括運輸場站服務、載運服務及其他周邊服務(如空調、照明、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(常溫配送、低溫配送以及多溫配送)等方式進行宣告。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、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。

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」並經由PCR委員會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運輸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，2010年公告。
2. 行政院環境保護署，碳足跡產品類別規則訂定指引，2014年公告。
3. 行政院環境保護署，產品與服務碳足跡計算指引，2010年公告。
4. 交通部，汽車運輸業管理規則，2013年公告。
5. COFRET, (2014), Existing Methods and Tools for Calculation of Carbon Footprint of Transport and Logistics.
6. International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6511 Road Transportation Services of Freight of Food Products and Meals.
7. International EPD® System, (2015). Product Group Classification: UN CPC 6811 Post Services.

七、磋商意見及回應

單位	磋商意見	答覆情形

八、審查意見及回應

單位	審查意見	答覆情形

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

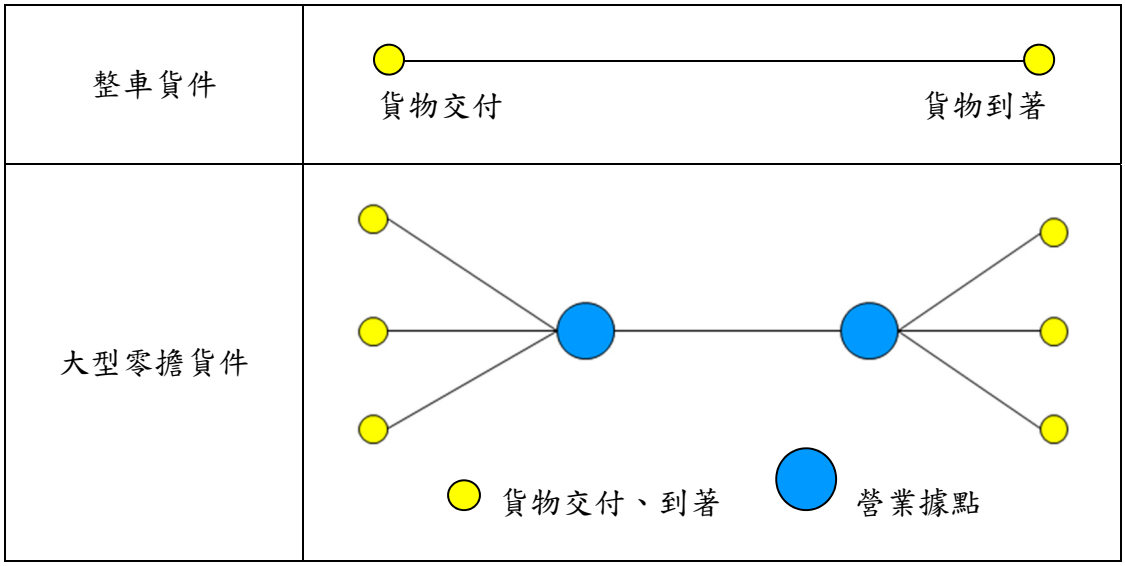
需透過運輸車輛經由地磅站秤重之紀錄佐證其託運貨物體積、統計單位與重量之關係。

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。



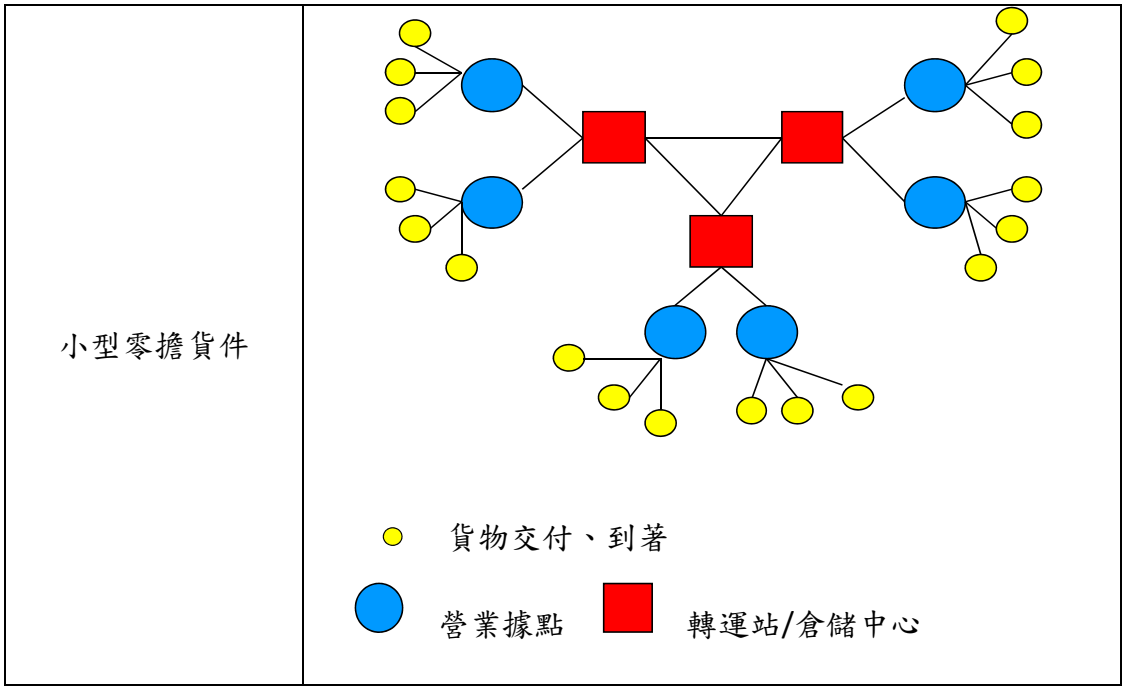


圖 1 公路貨運服務運輸模式

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：

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

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}

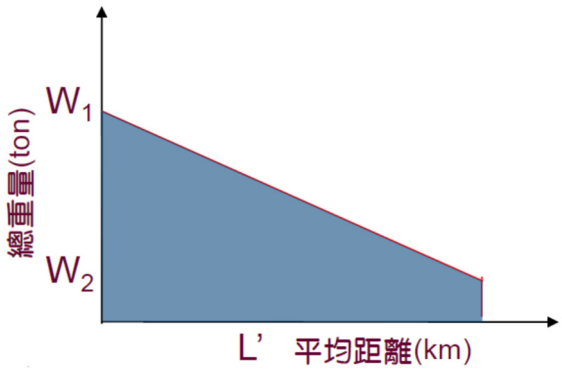
重量矩陣(Wij)-累計重量

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：

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

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 9

我國公路貨運服務碳管理制度之展望(論文發表)

我國公路貨運服務碳管理制度之展望

楊伊萍，中興工程顧問股份有限公司環境工程一部 工程師
許珮蒨，中興工程顧問股份有限公司環境工程一部 計畫主任
胡憲倫，臺北科技大學環境工程與管理研究所 教授
張瓊文，交通部運輸研究所綜合技術組 組長
朱珮芸，交通部運輸研究所綜合技術組 副組長
傅　強，交通部運輸研究所綜合技術組 研究員

計畫編號：MOTC-IOT-104-TDB002

摘要

國內外碳管理之標準及制度持續發展，我國環保署亦推動產品碳足跡(Carbon Footprint)標籤的建立，本土化貨運服務碳足跡需求逐漸增加；此外，「溫室氣體減量及管理法」(以下簡稱溫管法)於今(104)年 7 月 1 日公布施行，運輸部門排碳量占全國 14%，整體溫室氣體管制受到關注。

本文即以回顧國內外碳管理規範發展進程、國際公路貨運碳排放評估管理案例評析，對於我國公路貨運業者之經營型態及車隊特性進行概述，探討我國公路貨運服務推動碳足跡可能遭遇之問題，提出推動公路貨運業碳足跡制度建議。

關鍵字：公路貨運、碳排放量推估、服務碳足跡、溫室氣體減量及管理

一、前言

依據 2012 年全國溫室氣體排放量統計資料顯示，運輸部門排放約占全國 14%，以公路系統排放為主(95%)，故公路系統乃運輸部門節能減碳主要目標；公路系統中除一般民眾用車外，其中之大貨車(21.54%)與小貨車(11.64%)共占總體排放量之 33.18%，為可優先進行管制之對象。因應溫室氣體管制相關制度推動，以及中央目的事業主管機關及地方政府未來擬定貨運業者溫室氣體排放管制之需求，建立公路貨運服務碳足跡邊界與計算準則，為推動貨運車輛排碳量資料建置與管理之重要基礎。

二、國內外碳管理規範發展進程

1.碳管理規範整體發展

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。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；此進程及各項國內外標準、規範之發展如圖 1 所示。

不論是組織型碳盤查或碳足跡，碳排放與減碳之量化皆以邊界設定開始，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。碳管理作為除量化、減量與中和三部分，在量化的過程中，無論是執行組織碳

盤查或碳足跡計算，皆應思考以適當的碳揭露方式(如圖 1 左下角)，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。

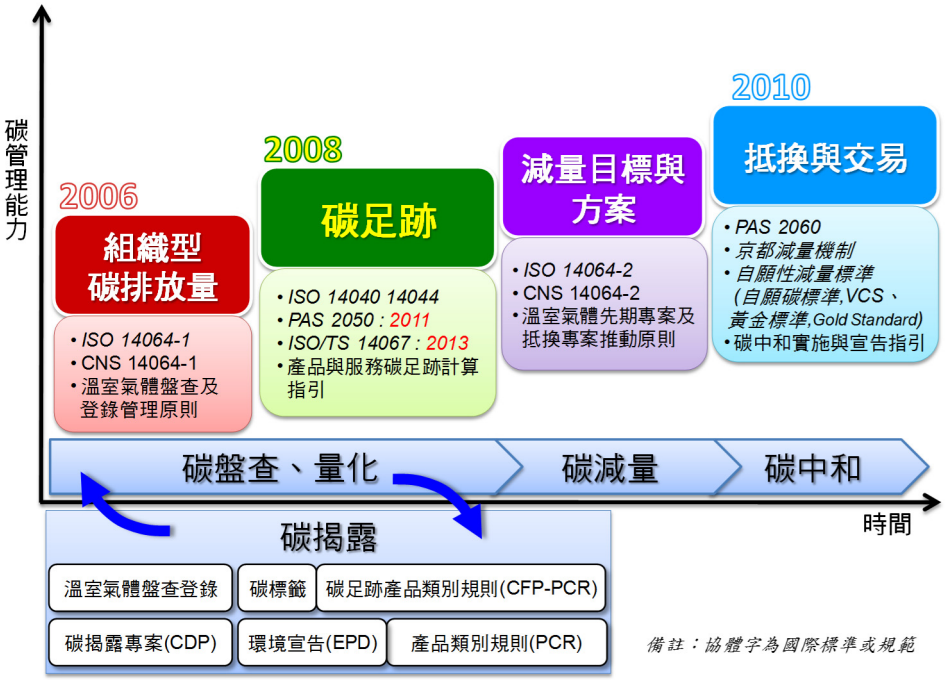


圖 1 國內外碳管理進程與規範發展關係圖

2.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

瑞典發起的 International EPD® System 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。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：貿易服務、住宿餐飲服務、運輸服務、電力、氣體及水配送服務等，並可再細分為 61~69 大類。其中運輸服務分為客運服務(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)。而公路貨運服務應屬於 65 貨物運輸服務(Freight transport services)之 6511 道路運輸(Road transport services of freight)項下。

目前已在該組織中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，主要內容說明如後。

A.道路貨運服務(食品與肉品)產品類別規則(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。評估邊界如圖 2 所示。

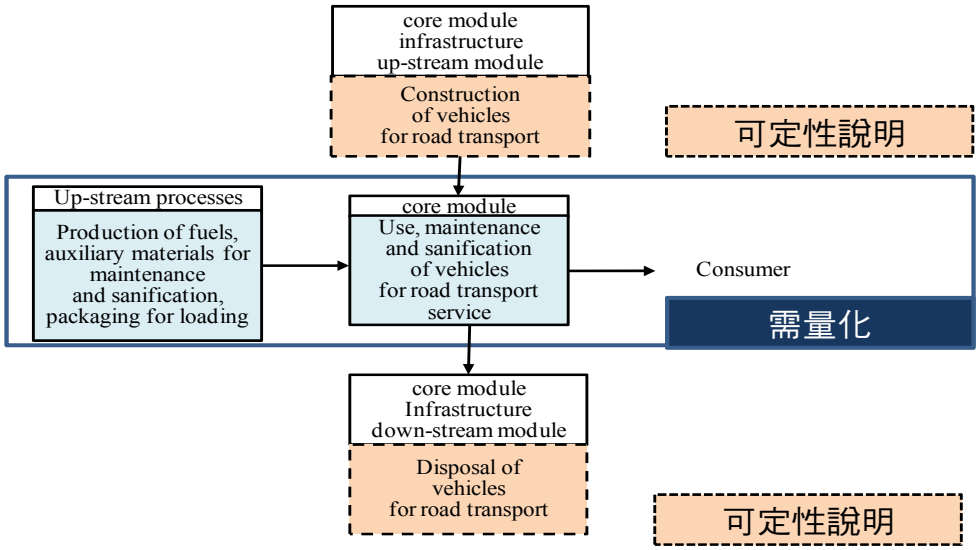


圖 2 道路貨運服務(食品與肉品)產品類別規則邊界(UN CPC 6511)

B.郵件服務產品類別規則(UN CPC 6511)

於 2014 年初次公告，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。評估邊界如圖 3 所示。

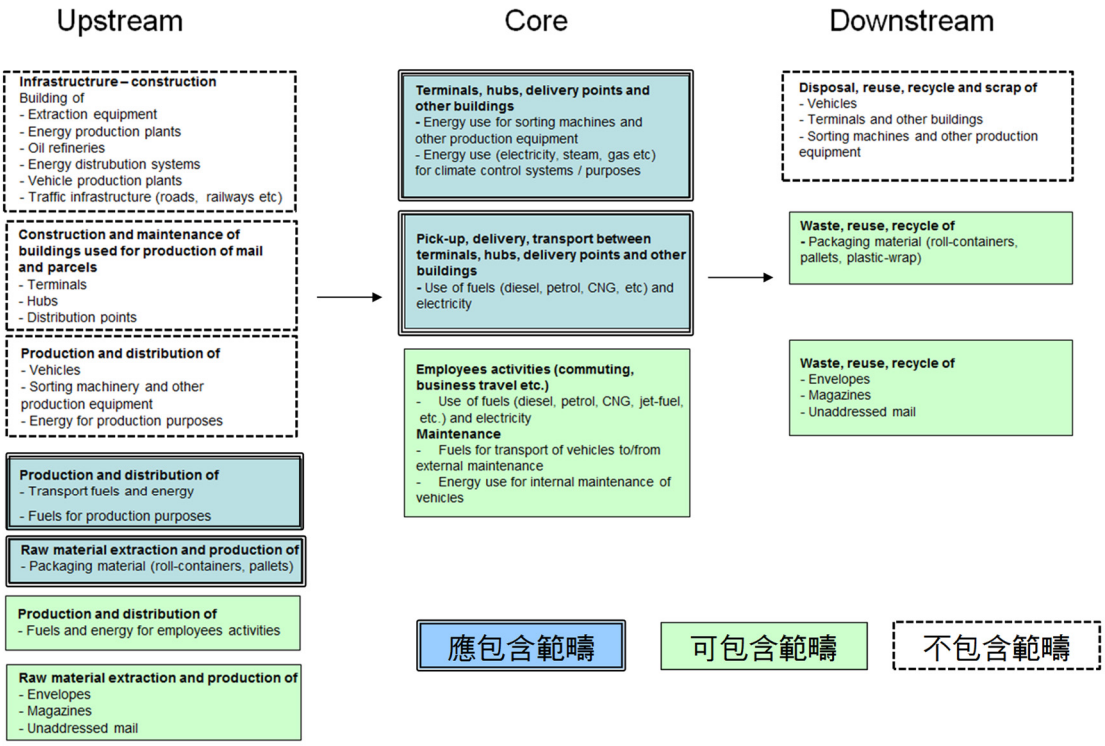


圖 3 郵件服務產品類別規則邊界(UN CPC 6811)

比較前述兩項產品類別規則如表 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。

表 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)	郵件服務 (UN CPC 6811)
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。
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。
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。

(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，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 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。

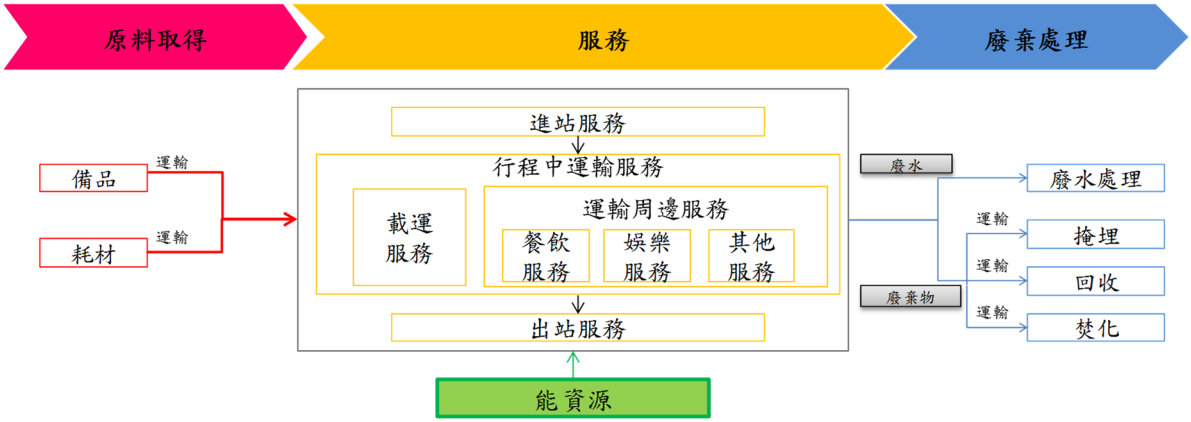


圖 4 我國旅客運輸服務產品類別規則邊界

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。

3.公路貨運服務排碳量計算方法

整體而言，運輸服務之服務量計算皆會考量載送物品單位(重量、件、人次等)及距離兩項因子。而貨運服務之排碳量與貨運的運輸距離、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)有關；在進行排碳量計算時，除直接以調查之燃料使用量計算外，亦可採用不同車型的單位距離排放係數作為輔助，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。因此，許多碳排放計算工具或資料庫提供的一般或平均係數，以延噸公里為單位。

三、國際公路貨運碳排放評估管理案例評析

1.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

本標準係於 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。

EN 16258 之分配方法中提出貨運服務分配方法，其計算流程分為 3 個步驟：(1)描述物流鏈，計算燃料消耗量和確定二氧化碳排放量；(2)分配二氧化碳排放量的運輸活動；(3)將分段運輸排放彙整後分配給客戶端。

以同一運輸車輛為例，分別向客戶 1、客戶 2 及客戶 3 各託運不同單位之貨物，其運輸行為如圖 5 所示。各客戶所分配到的溫室氣體排放量說明如後。

在已知總油耗之情形下，該行程之總貨物公里為 4×40+8×40+12×20，客戶 2 托運 8 單位、40 公里(依據客戶托運距離，非車輛行駛距離)，分配到的排放量比例為 $\frac{8\times40}{(4\times40+8\times40+12\times20)}$，此分配比例與該車輛實際行駛距離無關；配送服務之油耗及排碳量將直接反應至實際運送狀況。在道路貨運服務(UN CPC 6511)PCR 中，亦以此方法作為貨運服務量計算方法，用以統計各客戶全年貨運量及託運距離乘積的總和，作為計算功能單位的依據。

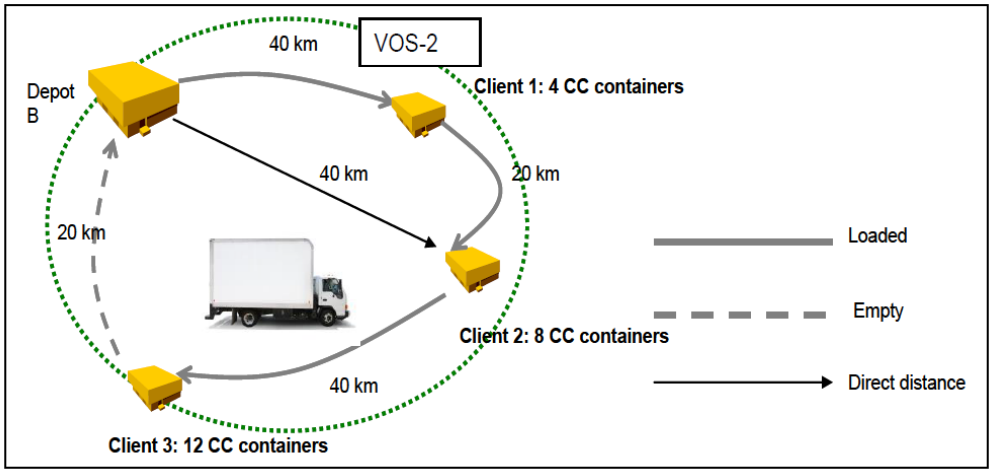


圖 5 EN 16258 不同客戶分配方法計算案例

此外，若貨物運輸係透過幾種不同的貨運車輛分段運送，不論由同一公司所擁有，或委託其他廠商車輛運輸之外包運輸活動，皆應被包括在運輸服務總排放量中。若委外運輸無法取得車輛燃油用量，則應參考係數資料庫，或以自有車輛油耗情形推估排放量。

德國郵政 DHL 公司(Deutsche Post DHL)亦依據 EN 16258 碳排放計算方式，以實際寄送的貨件為計算基礎，依照貿易航線、目的地、時期或帳號提供碳排放量。客戶可付費取得自身之季度和年度碳足跡報告，並提供 GOGREEN 環保快遞碳中和服務。

2.歐盟貨物運輸碳足跡(COFRET)計畫

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，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。共計有 10 個國家 14 個合作夥伴的共同參與，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。

COFRET 計畫考量 ISO/TS 14067 界定運輸服務碳足跡，如圖 6 所示；其碳足跡計算方法學，主要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。

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。

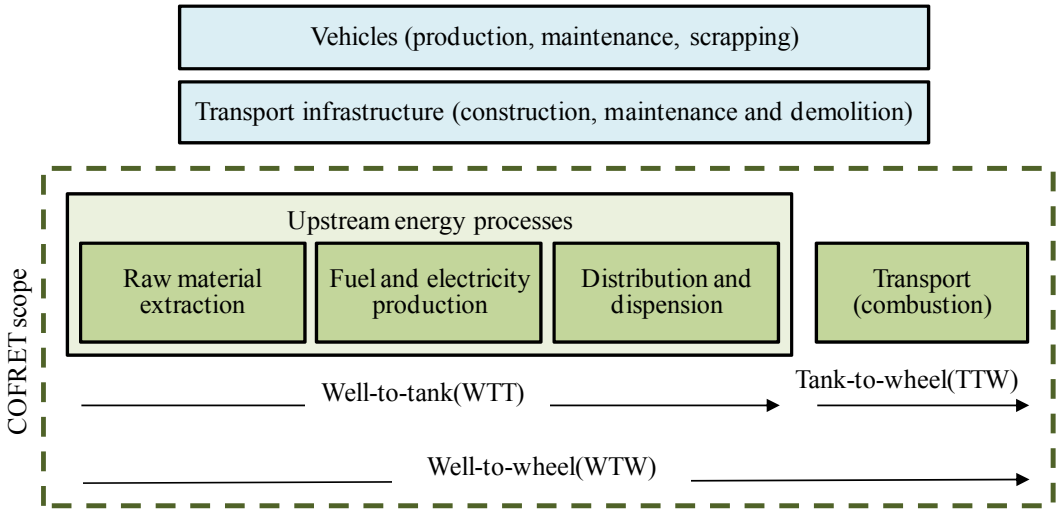


圖 6 貨物運輸碳足跡及 COFRET 計畫計算範圍界定示意圖

3.美國環保署高效運輸夥伴關係計畫(SmartWay)

本計畫自 2004 年 2 月開始啟動，在美國卡車運輸協會的(American Trucking Associations, ATA)的大力支持下，目前在美國此計畫已有超過 3,000 個合作伙伴、超過 65 萬輛運輸車輛及每年約 6,000 萬英里的運量(約為美國年貨運量的 30%)參與。

SmartWay 計畫的重點為減少不必要的引擎空轉、提高多種聯運方式的效率，和落實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。

美國環保署提供不同類型的夥伴以年度方式進行活動資料蒐集，由 2004 年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，亦有溫室氣體減量近 5,160 萬公噸二氧化碳當量之成效。該計畫已擴展至加拿大，也帶動中國和墨西哥發起類似的綠色運輸專案。

四、我國貨運業營運模式概述

依據汽車運輸業管理規則，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。

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以有效蒐集與配送零擔貨件，過程中將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。整體運輸網路包括與託運人及代收點接觸之站所、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，此部分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)，以提升經濟經營績效。如圖 7 所示。

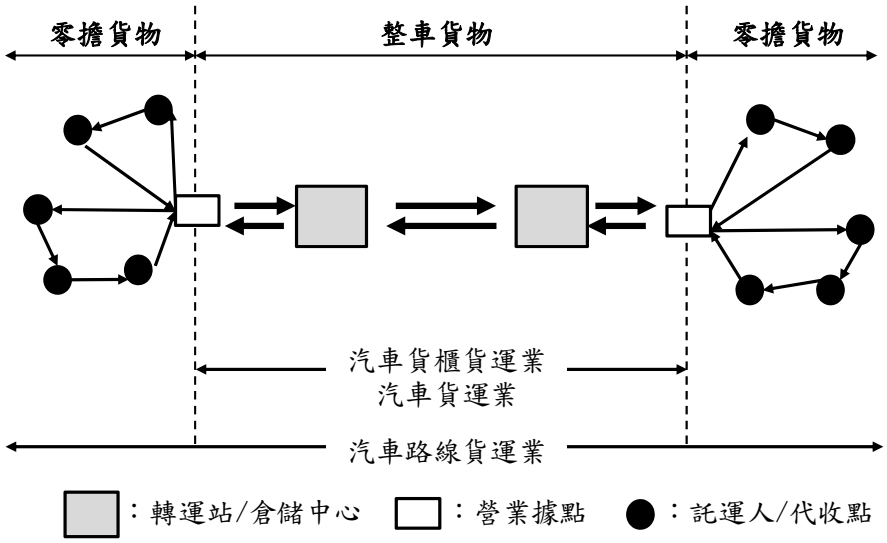


圖 7 路線貨運業者之輸配送系統模式

貨櫃貨運業之運輸型態區分為三類，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。亦有部分業者兼營 2~3 種不同運輸業別，經訪談路線貨運業者，路線貨運業之長程運輸部分委由貨櫃貨運業者於夜間進行轉運。

由交通部統計處汽車貨運調查摘要分析，民國 103 年汽車貨運總運量之 65%由營業貨車運送，35%由自用貨車運送。自 102 年起，交通統計要覽以符合公路法之汽車貨物運輸型態者為統計範圍，「行駛里程」以貨車延車公里(非以商品延車公里)，及「貨運噸數」以實際載貨噸數(不含車重)為計算基礎。由 103 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 82,302 輛，約占營業用大小貨車總數之 78.1%，此為未來公路主管機關可透過統計資料掌握汽車運輸業者貨運服務與能源使用之主要對象。

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 2 所示。

表 2 汽車運輸業者能源管理相關法規彙整

法規內容		管理面向與職掌
汽車運輸業管理規則第 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。	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。
能源管理法第 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。	中央主管機關為經濟部，以能源局為執行單位。
車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法	依據能源管理法第 15 條，規範機車、小客車、小客貨兩用車、小貨車容許耗用能源標準。	現階段尚未對營業用大貨車訂定容許耗用能源之規定。
交通工具空氣污染物排放標準第 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。	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。

五、因應「溫管法」推動公路貨運業碳足跡計算及制度發展

「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，供貨運業者依循，以了解其自身排放情形，及揭露相關資訊提供客戶需求。

溫室氣體排放量計算方式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之排碳量計算，主要計算直接排放及能源間接排碳量；而碳足跡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，內容包含自身與供應鏈之直接、能源間接及其他間接排碳量。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，可避免透過委外運輸或採用靠行車輛之模式，造成碳洩漏。

本文依據國內公路貨運業者之營運行為，參考 ISO/TS 14067 及我國碳足跡計算指引，建立公路貨運服務碳足跡計算原則，讓貨運業者有一致的計算方法，也為未來因應溫管法之減量要求預作準備。

1.範疇邊界

建議運輸服務之邊界為從託運貨物交付至貨物到著，此過程中各項溫室氣體排放均應列入評估範圍，擬定邊界如圖 8 所示。參考國內外運輸服務產品類別規則內容，排除運輸車輛製造、報廢與重大修復，擬定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。原料取得階段包括與公路貨運服務相關之所需耗材；運輸服務階段包括營業據點與轉

運站、倉儲中心所耗用之能源，車輛運輸過程耗用之能源，以及相關設施之冷媒；廢棄處理階段包含貨運服務營運廢棄物、廢水處理，以及貨運包裝耗材、車輛保養耗材所投入之能資源耗用量。

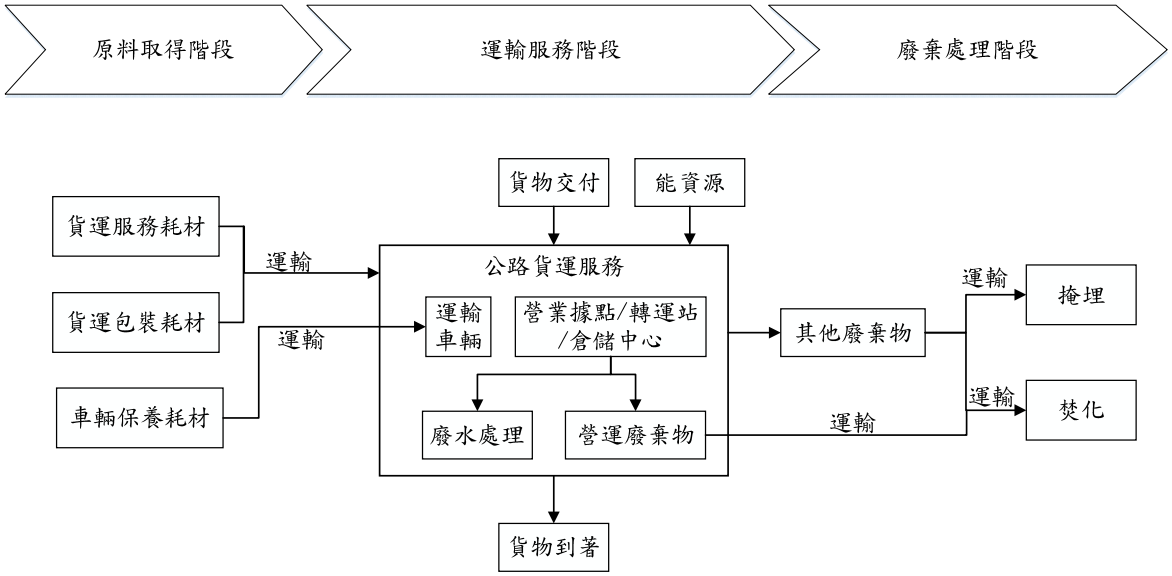


圖 8 公路貨運服務碳足跡計算邊界

2.功能單位與宣告單位

委託貨物一般以尺寸或重量為活動量，其與運送距離的乘積則為服務量，以此作為費用之計算基準；另由文獻資料亦顯示，一般貨運服務以重量與距離之乘積為服務量之計算原則；為統一比較基準，功能單位定義為每延噸公里；宣告單位定義為每噸-每公里，並依運具規格與功能(常溫運輸、低溫運輸或多溫層運輸)方式來宣告，附註於宣告單位後。

而貨櫃貨運業與專營搬家的汽車貨運業者，可以每貨櫃-每公里或每車-每公里形式宣告，並附註貨櫃尺寸與車輛規格於宣告單位之後，以利與預期使用者溝通。

3.溫室氣體排放量化要求

(1)貨運服務業主要之溫室氣體排放以營業據點能資源使用，及車輛運輸階段之燃料燃燒為主，此亦為業者重要成本支出，可透過內部管理系統掌握。

(2)委外運輸之燃料、車輛定期保養耗材(如：輪胎、機油)，均應納入公路貨運服務碳足跡計算範疇。業者可透過增訂委託契約管理以取得實際投入資料作為一級數據，提升數據品質；初步若無法取得實際之燃料耗用資料，則可引用相同規模自有車輛之油耗率、資料庫係數推估運輸階段排碳量。另可由車輛原廠保養手冊，訂定車輛保養頻率情境，推估原料取得與廢棄物排放量。

(3)不同貨運業別之運送貨物管理，將影響營業據點相關設施排放與貨物包裝材料使用之排放量量化。貨運服務中之棧板、籠車、物流專用箱等視為資本財，不計入原料取得階段，但其報廢時則反映於營運廢棄物中。包裝耗材排除貨主自行處理及貨品本身之包裝；由貨運業者提供貨主之包裝耗材，

則須將貨品包裝之耗材納入原料取得與廢棄物排放量計算。

4.貨運業者因應課題

延噸公里為國際上貨運服務、貨運業者計價及碳足跡計算時需要之單位，其中的貨物重量及運送距離皆為重要數據;且碳足跡是以全生命週期觀點進行，除燃料使用外，冷媒、場站用電、車輛保養等資訊，皆為碳足跡計算所需資料。經由訪談國內貨運業者，未來若要依據前述設定邊界進行貨運服務碳足跡之量化，內部管理應先進行之準備工作說明如後。

(1)貨運業者現階段多未記錄貨品種類、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，業者可透過組織內部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，及路線貨運業亦應建立個別車輛行駛車次紀錄，以作為運輸服務量計算基準。

(2)一般大型貨運業者皆有進行車輛加油量、行駛里程之紀錄，該管理方式應持續進行，並建立資料庫系統，作為委外運輸參考。因應碳足跡計算需求，委外運輸部分應著手協調委託業者提供碳排放資訊。

(3)由於貨運服務除採取重量計價外，輕笨貨物亦以體積計價。在無法確認體積與重量之關係下，未來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。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。

(4)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。

六、結論

本文彙整公路貨運碳足跡評估方法與綜合評析管理案例，提出我國貨運服務碳足跡推動構想，期能作為國內規劃推動公路貨運服務碳管理之參考。以服務碳足跡之延噸公里排碳量概念，將可提供公路貨運業者不同於過去之單位里程油料消耗量的管制方式，進而引導降低空車率、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，碳足跡管理亦可透過貨運業者間內部需求，提升靠行車輛燃油效率，避免因為委外而造成排碳量低估。

產品與服務之碳足跡計算已逐漸成為政府及業界達成減碳目標、碳資訊揭露及提升企業國際貿易競爭力之重要工具，因應產業尋求低碳供應鏈的趨勢，公路貨運服務業者勢將投入評估，並降低運輸過程排碳量。我國公路貨運服務業之碳管理制度，可透過推動業者取得碳足跡標籤，逐步落實公路貨運服務業內部碳管理機制，以提升運輸部門能源使用效率。

誌謝

本文蒙交通部運輸研究所委託專案：公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫(1/2)之經費補助，謹此致謝。

參考文獻

[1] 政府資料開放平台，http://data.gov.tw/node/gov/resource/2543。
[2] ISO/TS 14067 : 2013, Greenhouse Gases - Carbon Footprint of Products - Requirements and Guidelines for Quantification and Communication (2013).
[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] 張瓊文，朱珮芸，傅強，劉子豪，”我國公路貨運服務業申請碳足跡標示之課題研析”，交通部運輸研究所(2015)。
[6] 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)。
[7] Cefic-ECTA, Guidelines for Measuring and Managing CO_2 Emission from Freight Transport Operations (2011).
[8] Françoise van den Broek (Duoinlog), Aad van den Engel (Panteia), Hedi Maurer (Panteia), Guide: Allocation methodology CO_2: Road Freight Transport based on CEN-EN 16258 (2014).
[9] DHL, DHL Green Services - decrease emissions - increase efficiency (2015).
[10] COFRET, Existing Methods and Tools for Calculation of Carbon Footprint of Transport and Logistics (2014).
[11] COFRET website. http://www.cofret-project.eu/(2014).
[12] SmartWay website. http://www.epa.gov/smartway/(2015).

附錄 10

103 年研究對象排放計算相關表格

研究對象 103 年排放計算相關表格

A 公司 103 年溫室氣體盤查

活動數據管理表

地點	設施	原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊					
名稱	名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據分配比率 %	活動數據單位	表單來源	保存單位	活動數據種類
營業地點	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	200	100%	公升	【103 發電機用油】	總務課	財務會計數據
營業地點	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	6,197	100%	公升	【103 堆高機用油】	總務課	財務會計數據
營業地點	空調	冷媒 R404a	否	1	逸散	2	100%	公斤	【103 冷媒清冊】	總務課	推估值
營業地點	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	29	100%	公斤	【103 冷媒清冊】	總務課	推估值
營業地點	飲水機	冷媒 R134a	否	1	逸散	-	100%	公斤	【103 冷媒清冊】	總務課	推估值
營業地點	消防設施	二氧化碳	否	1	逸散	-	100%	公斤	【103 滅火器換藥】	總務課	推估值
營業地點	污水設施	化糞池	否	1	逸散	1,186,932	100%	人時	【103 員工出勤】	管理部	推估值
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,878	100%	公升	【103 車輛用油】	管理部	財務會計數據
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	4,314,036	100%	公升	【103 車輛用油】	管理部	財務會計數據
運輸車輛	空調	冷媒 R134a	否	1	逸散	134	100%	公斤	【103 運輸車輛冷媒清冊】	管理部	推估值
運輸車輛	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	49	100%	公斤	【103 運輸車輛冷媒清冊】	管理部	推估值
運輸車輛	消防設施	二氧化碳	否	1	逸散	-	100%	公斤	【103 滅火器換藥】	管理部	推估值
營業地點	用電設施	電力	否	2	間接排放	9,487,681	100%	度	【103 電費度數】	總務課	財務會計數據

A 公司 103 年溫室氣體盤查.排放量計算

地點	設施	原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊		排放係數							單一排放源排放當量小計(公噸 CO_2e/年)
名稱	名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	溫室氣體種類	預設排放係數	係數單位	係數種類	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)	
營業地點	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	200	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	0.5213	1	0.5213	0.5213
營業地點	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	200	公升	CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	-	25	-	
營業地點	緊急發電機	柴油	否	1	固定燃燒	200	公升	N_2O	0.000021	KgN_2O/L	5 國家排放係數	-	298	-	
營業地點	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	6,197	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	16.1498	1	16.1498	16.1971
營業地點	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	6,197	公升	CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.0007	25	0.0175	
營業地點	堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	6,197	公升	N_2O	0.000021	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.0001	298	0.0298	
營業地點	空調	冷媒 R404a	否	1	逸散	2	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.0021	3922	8.2362	121.1898
營業地點	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	29	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.0288	3922	112.9536	
營業地點	污水設施	化糞池	否	1	逸散	1,186,932	人時	CH_4	0.001594	$KgCH_4$/人時	5 國家排放係數	1.8920	25	47.3000	47.3000

地點	設施	原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊		排放係數							單一排放源排放當量小計(公噸 CO_2e/年)
名稱	名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	溫室氣體種類	預設排放係數	係數單位	係數種類	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)	
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,878	公升	CO_2	2.263133	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	250.9306	1	250.9306	11,695.4686
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,878	公升	CH_4	0.000816	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.0905	25	2.2625	
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	110,878	公升	N_2O	0.000261	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.0290	298	8.6420	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	4,314,036	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	11,242.5144	1	11,242.5144	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	4,314,036	公升	CH_4	0.000137	KgCH4/L	5 國家排放係數	0.5917	25	14.7925	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	4,314,036	公升	N_2O	0.000137	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.5917	298	176.3266	
運輸車輛	空調	冷媒 R134a	否	1	逸散	134	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.1335	1430	190.9050	383.4752
運輸車輛	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	49	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.0491	3922	192.5702	
營業地點	用電設施	電力	否	2	間接排放	9,487,681	度	CO_2	0.521000	$KgCO_2$/度	5 國家排放係數	4,943.0819	1	4,943.0819	4,943.0819
總計															17,207.234

B 公司 103 年溫室氣體盤查

活動數據管理表

地點	設施	原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊					
名稱	名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據分配比率%	活動數據單位	表單來源	保存單位	活動數據種類
營業地點	緊急發電機/堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	998,436	100%	公升	103 灌桶加油油量統計表	總務課	財務會計數據
營業地點	空調	冷媒 R410a	否	1	逸散	**104**	**100%**	**公斤**	**依據松山營業所推估**	總務課	推估值
營業地點	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	**34**	**100%**	**公斤**	**依據松山營業所推估**	總務課	推估值
營業地點	冷藏設備	冷媒 R507a	否	1	逸散	**17**	**100%**	**公斤**	**依據松山營業所推估**	總務課	推估值
營業地點	飲水機	冷媒 R134a	否	1	逸散	**0**	**100%**	**公斤**	**依據松山營業所推估**	總務課	推估值
營業地點	消防設施	二氧化碳	否	1	逸散	-	100%	公斤	103 滅火器清冊	總務課	財務會計數據
營業地點	污水設施	化糞池	否	1	逸散	5,130,298	100%	人時	103 工時統計表	管理部	財務會計數據
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	13,651	100%	公升	路線碳足跡總表	管理部	財務會計數據
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	9,625,550	100%	公升	路線/物流碳足跡總表	管理部	財務會計數據
運輸車輛	空調	冷媒 R134a	否	1	逸散	25	100%	公斤	103 運輸車輛保養冷媒統計	管理部	財務會計數據
運輸車輛	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	861	100%	公斤	103 運輸車輛保養冷媒統計	管理部	財務會計數據
營業地點	用電設施	電力	否	2	間接排放	**39,175,440**	**100%**	**度**	**依據松山營業所推估**	總務課	推估值

B 公司 103 年溫室氣體盤查.排放量計算

地點	設施	原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊		排放係數							單一排放源排放當量小計(公噸 CO_2e /年)
名稱	名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	溫室氣體種類	預設排放係數	係數單位	係數種類	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)	
營業地點	緊急發電機/堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	998,436	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	2,601.96	1	2,601.9560	2,610.8679
營業地點	緊急發電機/堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	998,436	公升	CH_4	0.000106	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.11	25	2.6336	
營業地點	緊急發電機/堆高機	柴油	否	1	固定燃燒	998,436	公升	N_2O	0.000021	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.02	298	6.2784	
營業地點	空調	冷媒 R410a	否	1	逸散	104	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.10	2088	217.8142	420.5336
營業地點	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	34	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.03	3922	134.4266	
營業地點	冷藏設備	冷媒 R507a	否	1	逸散	17	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.02	3985	68.2929	
營業地點	污水設施	化糞池	否	1	逸散	5,130,298	人時	CH_4	0.001594	$KgCH_4$/人時	5 國家排放係數	8.18	25	204.4424	204.4424
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	13,651	公升	CO_2	2.263133	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	30.89	1	30.8940	25,543.1611
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	13,651	公升	CH_4	0.000816	$KgCH_4/L$	5 國家排放係數	0.01	25	0.2786	

地點	設施	原燃物料		排放源資料		年活動數據資訊		排放係數							單一排放源排放當量小計(公噸 CO_2e /年)
名稱	名稱	名稱	是否為生質能源	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	溫室氣體種類	預設排放係數	係數單位	係數種類	排放量(公噸/年)	GWP	排放當量(公噸 CO_2e/年)	
運輸車輛	燃料	汽油	否	1	移動燃燒	13,651	公升	N_2O	0.000261	KgN_2O/L	5 國家排放係數	0.00	298	1.0628	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	9,625,550	公升	CO_2	2.606032	$KgCO_2/L$	5 國家排放係數	25,084.49	1	25,084.4893	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	9,625,550	公升	CH_4	0.000137	KgCH4/L	5 國家排放係數	1.32	25	33.0059	
運輸車輛	燃料	柴油	否	1	移動燃燒	9,625,550	公升	N_2O	0.000137	KgN_2O/L	5 國家排放係數	1.32	298	393.4304	
運輸車輛	空調	冷媒 R134a	否	1	逸散	25	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.03	1430	35.7500	3,412.5920
運輸車輛	冷藏設備	冷媒 R404a	否	1	逸散	861	公斤	HFCs	1	kg/kg	6 國際排放係數	0.86	3922	3,376.8420	
營業地點	用電設施	電力	否	2	間接排放	39,175,440	度	CO_2	0.521000	$KgCO_2$/度	5 國家排放係數	20,410.40	1	20,410.4042	20,410.4042
總計															52,602.001

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

原料取得階段-材料生產

原物料名稱	類型	活動強度					排放係數(B)			碳排放量 C=A×B (kgCO2e)	分配		數據分類
		原始活動數據			單位轉換後活動數據 (A)						服務形式		
		購買量	單位	資料來源	使用量	單位	數值	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送	
紙箱	貨物包裝耗材	160,570	公斤	採購單據	160,570	公斤	1.08	$kgCO_2e/kg$	環保署產品碳足跡計算服務平台	173,416	158,849	14,567	2 級
膠帶	貨物包裝耗材	11,030	公斤	採購單據	11,030	公斤	2.21	$kgCO_2e/kg$		24,376	22,329	2,048	2 級
塑膠類包材	貨物包裝耗材	58,318	公斤	採購單據	58,318	公斤	2.21	$kgCO_2e/kg$		128,883	118,057	10,826	2 級
標籤	貨物包裝耗材	6,205	公斤	採購單據	6,205	公斤	1.08	$kgCO_2e/kg$		6,701	6,138	563	2 級
配送單	貨物服務耗材	214,700	公斤	採購單據	214,700	公斤	1.08	$kgCO_2e/kg$		231,876	212,398	19,478	2 級
機油	車輛保養耗材	29,960	公升	供應商提供	29,960	公升	1.04	$kgCO_2e/L$	GabiPE「EU-27Lubricantsatrefinery	31,158	28,541	2,617	2 級
輪胎	車輛保養耗材	63	公噸	供應商提供	63	公噸	2,980	$kgCO_2e$/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	187,442	171,697	15,745	2 級

合計	718,009	65,844

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

原料取得階段-材料運輸

原物料			活動強度							排放係數			碳排放量 D=A×B×C (kgCO2e)	分配		數據分類
														服務形式		
名稱	使用量(A)	單位	載貨運輸距離	空車運輸距離	單位	起點/終點	載具	資料來源	總運輸距離(B)	數值(C)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送	
紙箱	161	公噸	32	32	km	桃園蘆竹/新北市新莊	營業大貨車	供應商	64	0.24	$kgCO_2e/tkm$	環保署產品碳足跡計算服務平台	2,466	2,259	207	2 級
膠帶	11	公噸	18	18	km	台北市松山/新北市新莊	營業大貨車	供應商	36	0.24	$kgCO_2e/tkm$		95	87	8	2 級
塑膠類包材	58	公噸	14	14	km	桃園市/新北市新莊	營業大貨車	供應商	28	0.24	$kgCO_2e/tkm$		392	359	33	2 級
標籤	6	公噸	12	12	km	新北市土城/新北市新莊	營業小貨車	供應商	24	0.65	$kgCO_2e/tkm$		97	89	8	2 級
配送單	215	公噸	12	12	km	新北市土城/新北市新莊	營業小貨車	供應商	24	0.65	$kgCO_2e/tkm$		3,349	3,068	281	2 級
機油	30	公噸	18	18	km	台北市松山/新北市新莊	營業小貨車	供應商	36	0.65	$kgCO_2e/tkm$		701	642	59	2 級
輪胎	63	公噸	14	14	km	桃園市/新北市新莊	營業大貨車	供應商	28	0.24	$kgCO_2e/tkm$		423	387	36	2 級

合計	6,891	632

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

運輸服務階段-自有車隊與營業所

名稱	排放源		活動強度			排放係數			碳排放量 C=A×B ($kgCO_2e$)	分配 服務形式		數據分類
	屬性	名稱	用量(A)	單位	資料來源	數值 (B)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送	
營業所/倉儲/轉運中心等	能源	電力	9,487,681	度	電費單據	0.66	$kgCO_2e$/度	環保署產品碳足跡計算服務平台	6,261,869	5,735,872	525,997	1 級
緊急發電機	能源	柴油(固定燃燒)	201	L	購油單據	3.46	$kgCO_2e$/L		694	635	58	1 級
堆高機	能源	柴油(固定燃燒)	6,197	L	購油單據	3.46	$kgCO_2e$/L		21,442	19,641	1,801	1 級
常溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	3,283,260	L	購油單據	3.49	$kgCO_2e$/L		11,458,577	11,458,577		1 級
低溫運輸車輛	能源	柴油(移動燃燒)	1,030,740	L	購油單據	3.49	$kgCO_2e$/L		3,597,282		3,597,282	1 級
常溫運輸車輛	能源	汽油(移動燃燒)	104,785	L	購油單據	3.12	$kgCO_2e$/L		326,928	326,928		1 級
常溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	109	kg	理論逸散量	1,443	$kgCO_2e$/kg	IPCCFourthAssessmentReport	156,566	156,566		2 級
低溫運輸車輛空調機組	資源	R134A	25	kg	理論逸散量	1,443	$kgCO_2e$/kg		36,075		36,075	2 級
低溫運輸車輛冷凍機組	資源	R404A	49	kg	理論逸散量	3922	$kgCO_2e$/kg		192,570		192,570	2 級
營業所空調、冷凍機組	資源	R404A	31	kg	理論逸散量	3922	$kgCO_2e$/kg		121,190	111,010	10,180	2 級
營業所空調	資源	R22	7	kg	理論逸散量	2203	$kgCO_2e$/kg		14,760	13,520	1,240	2 級
運輸車輛清潔	資源	水	50,268	度	水費單據	0.17	$kgCO_2e$/度	環保署產品碳足跡計算服務平台	8545.56	7,828	718	1 級

合計	17,830,577	4,365,922

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

運輸服務階段-委外運輸(常溫運輸)

車輛總重(噸)	派車筆數	平均裝載率	貨物延噸公里	排放量(kgCO2e)
3.5	14	98	177.7	108
6.5	3	100	431.1	306
10.5	31	91	4,577.1	1,218
15	4,625	94	2,280,780.4	606,688
17	10,608	81	3,634,150.4	556,025
25	2,365	88	2,536,136.3	388,029
35	35,624	90	111,987,877.9	11,422,764
總計	**53,270**	**89**	**120,444,131.0**	**12,975,137**

運輸服務階段-委外運輸(低溫運輸)

車輛總重(噸)	派車筆數	平均裝載率	貨物延噸公里	加總-排放量(kgCO2e)
35	3,643	94	11,942,700	1,242,041

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

廢棄物處理階段-廢棄物處理

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

廢棄物名稱	處理方法	活動強度					排放係數			碳排放量 C=A×B ($kgCO_2e$)	分配	
		原始活動數據			單位轉換後活動數據						服務形式	
		用量	單位	資料來源	用量(A)	單位	數值 (B)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送
營運廢棄物	焚化	462	公噸	清運統計量	461.6	公噸	737.14	$kgCO_2e/ton$	環保署產品碳足跡計算服務平台	340,264	311,682	28,582
廢水	接觸曝氣法	50,268	度	水費單據	50,268	公噸	0.61	$kgCO_2e/ton$		30,663	28,088	2,576
車輛保養-廢輪胎	回收	42	公噸	基管會 103 年回收率統計	42	公噸	0	$kgCO_2e/kg$		-	-	-
車輛保養-廢輪胎	焚化	21	公噸	使用量扣除回收量	21	公噸	737.14	$kgCO_2e/ton$		15,380	14,088	1,292
車輛保養-廢機油	回收	22,536	公升	基管會 103 年回收率統計	23	公噸				-	-	-
車輛保養-廢機油	焚化	7,424	公升	使用量扣除回收量	7	公噸	737.14	$kgCO_2e/ton$		5,473	5,013	460
其他廢棄物-貨運包裝耗材	焚化	236	公噸	使用量	236	公噸	737.14	$kgCO_2e/ton$		174,056	159,435	14,621

合計	178,536	16,372

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

廢棄處理階段-廢棄物運輸

廢棄物名稱	活動強度									排放係數			碳排放量 D=A×B×C ($kgCO_2e$)	分配 服務形式		數據分類
	貨物重量(A)	單位	載貨運輸距離	空車運輸距離	單位	起點/終點	載具	資料來源	總運輸距離(B)	數值(C)	單位	資料來源		常溫配送	低溫配送	
廢輪胎處理	21	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/桃園龍潭	營業大貨車	供應商	28.6	0.24	$kgCO_2e/tkm$	環保署產品碳足跡計算服務平台	143	131	12	2 級
廢機油處理	7	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/中油直營站	營業小貨車	供應商	28.6	0.65	$kgCO_2e/tkm$		138	126	12	2 級
營運廢棄物處理	462	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/樹林焚化廠	營業大貨車	供應商	28.6	0.24	$kgCO_2e/tkm$		3168	2,902	266	2 級
其他廢棄物處理	236.123	公噸	14.3	14.3	km	新北新莊/樹林焚化廠	營業大貨車	供應商	28.6	0.24	$kgCO_2e/tkm$		1621	1,485	136	2 級

合計	4,644	426

A 公司 103 年貨運服務碳足跡調查

各生命週期排放數據彙整

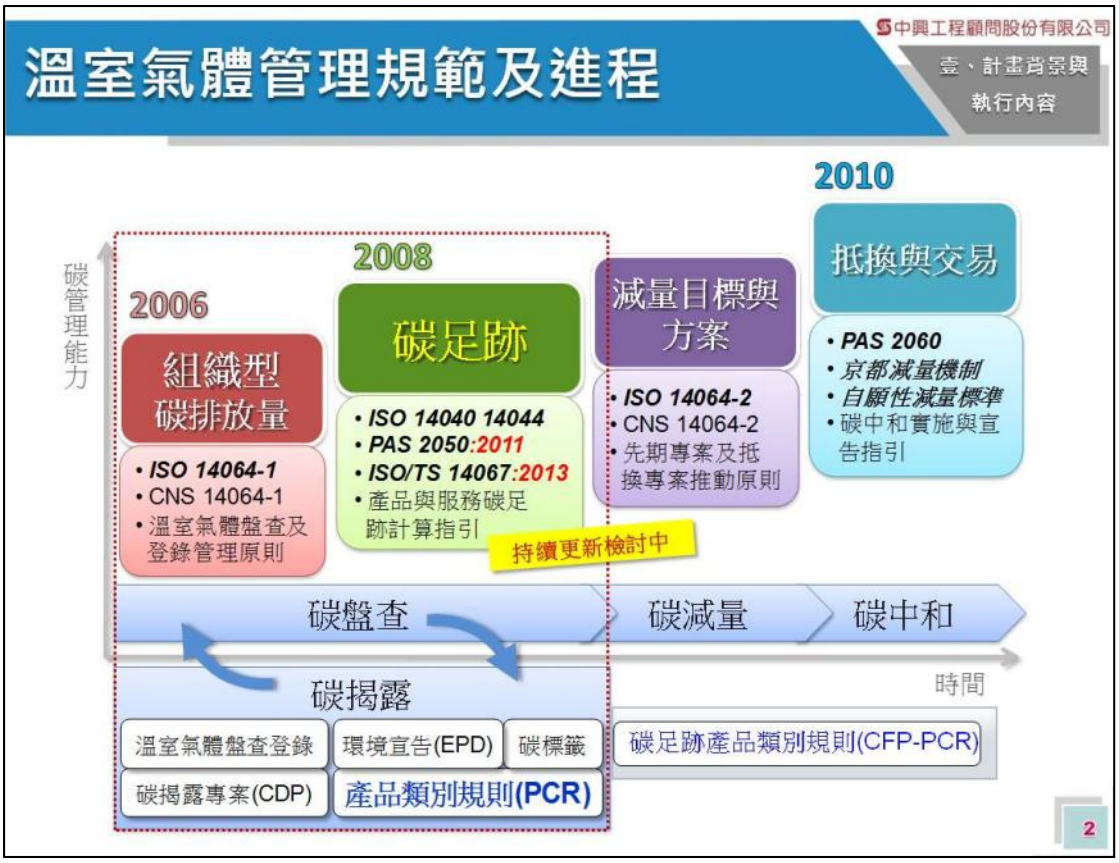
服務形式	常溫運輸				低溫運輸			
生命週期階段	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級數據	二級數據	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	一級數據	二級數據
原料取得階段-材料生產	718,009	2.3%		718,009	65,844	1.2%		65,844
原料取得階段-材料運輸	6,891	0.0%		6,891	632	0.0%		632
運輸服務階段-自有車隊與營業所	17,830,577	56.2%	17,549,481	281,096	4,365,922	76.7%	4,125,857	240,065
運輸服務階段-委外運輸	12,975,137	40.9%		12,975,137	1,242,041	21.8%		1,242,041
廢棄處理階段-廢棄物處理	178,536	0.6%		178,536	16,372	0.3%		16,372
廢棄處理階段-廢棄物運輸	4,644	0.0%		4,644	426	0.0%		426
合計	31,713,794	100.0%	17,549,481	14,164,313	5,691,236	100.0%	4,125,857	1,565,380
一級數據佔比	55.3%				72.5%			
年度貨運服務量(噸-公里)	23,126,281				2,116,848			
貨運服務碳足跡	1.37				2.69			
宣告單位	$kgCO_2e$/噸-公里(常溫運輸)				$kgCO_2e$/噸-公里(低溫運輸)			

附錄 11

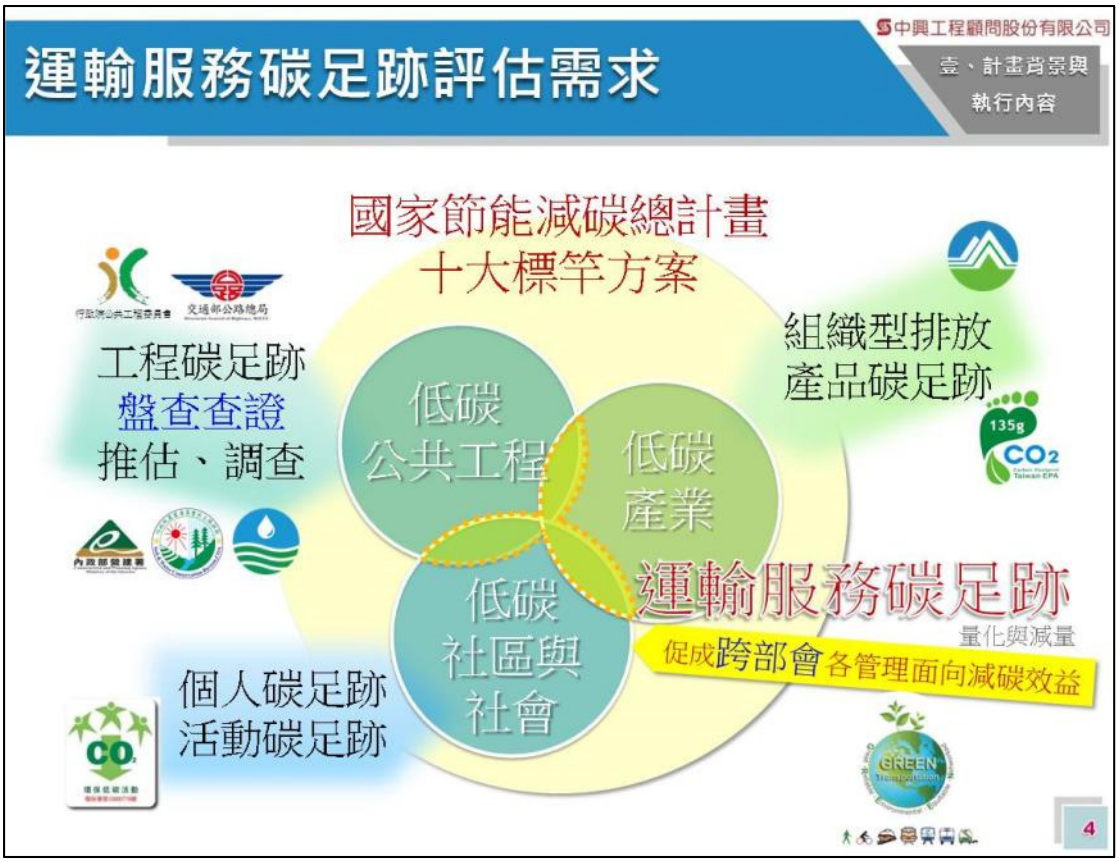
簡報資料

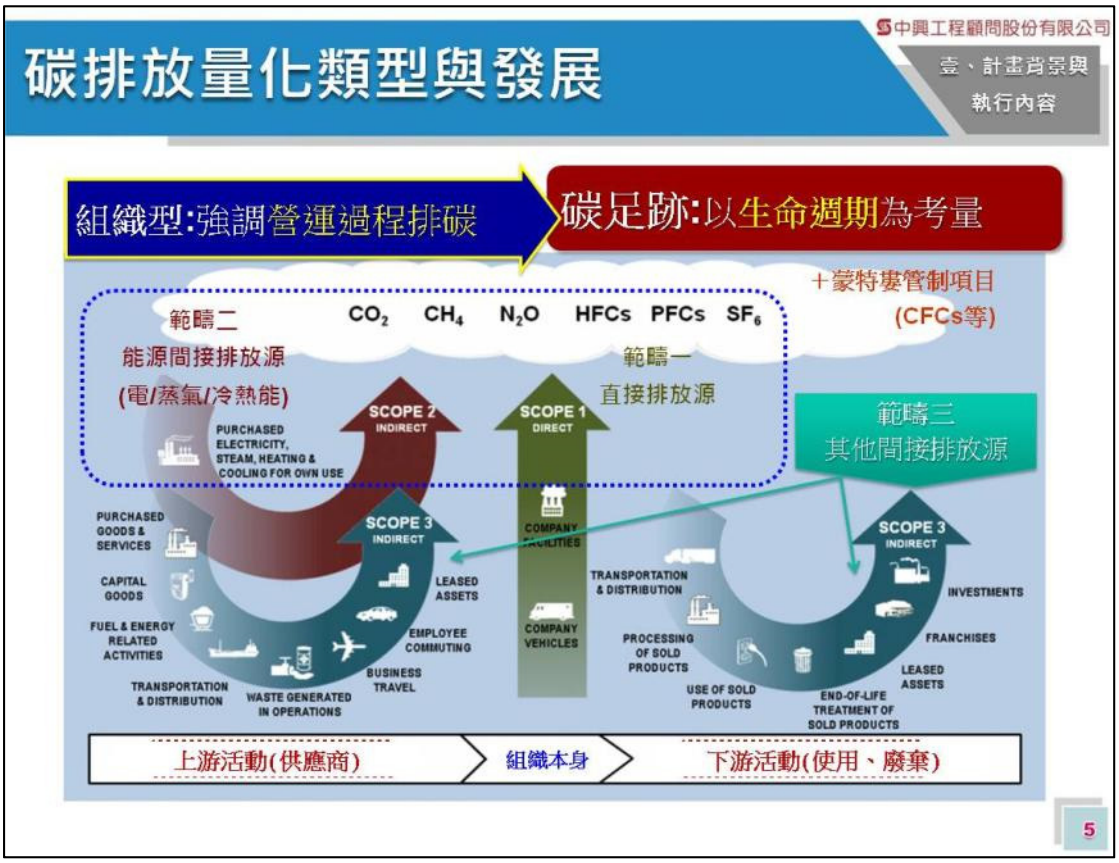

交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC
公路貨運服務碳足跡
(1/2)
公用係數建置計畫
計畫簡報


簡報大綱
壹、計畫背景與執行內容
貳、方法學建立
參、調查結果
肆、結論與建議
1


中興工程顧問股份有限公司
壹、計畫背景與執行內容
溫室氣體管理規範及進程
碳管理能力
2006
組織型碳排放量
• ISO 14064-1
• CNS 14064-1
• 溫室氣體盤查及登錄管理原則
2008
碳足跡
• ISO 14040 14044
• PAS 2050:2011
• ISO/TS 14067:2013
• 產品與服務碳足跡計算指引
持續更新檢討中
減量目標與方案
• ISO 14064-2
• CNS 14064-2
• 先期專案及抵換專案推動原則
2010
抵換與交易
• PAS 2060
• 京都減量機制
• 自願性減量標準
• 碳中和實施與宣告指引
碳盤查
碳減量
碳中和
時間
碳揭露
溫室氣體盤查登錄
環境宣告(EPD)
碳標籤
碳揭露專案(CDP)
產品類別規則(PCR)
碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)
2


中興工程顧問股份有限公司
壹、計畫背景與執行內容
我國溫室氣體管制趨勢
溫室氣體減量及管理法(104年7月1日公布施行)
中央主管機關
環保署
•國家因應氣候變遷行動綱領
•溫室氣體減量推動方案
•階段管制目標(5年為一階段)
•彙整各部門階段管制目標執行狀況、國家溫室氣體排放清冊
•溫室氣體國家報告(每3年對外公開)
中央目的事業主管機關
能源、製造、運輸、住商及農業等部門
•溫室氣體排放管制行動方案
•部門別排放管制目標
•執行排放管制成果與改善計畫
•輔導事業進行盤查與減量工作
直轄市、縣市主管機關
•溫室氣體管制執行方案
•教育宣導工作
事業單位
溫室氣體排放源
由免費核配到有償配售的總量管制與交易制度
法源依據
「空氣污染防制法」
「溫室氣體減量及管理法」施行後，成立管理基金
強制盤查登錄
自願減量
效能標準
獎勵
總量管制
及排放交易
規範對象
• 特定產業
• 排放量達25,000公噸 CO_2e之排放源
經公告之排放源
分配減量責任予排放源
所屬事業
國家溫室氣體長期減量目標
2050年降為2005年排放量50%以下
3


中興工程顧問股份有限公司
壹、計畫背景與執行內容
運輸服務碳足跡評估需求
國家節能減碳總計畫
十大標竿方案
工程碳足跡
盤查查證
推估、調查
組織型排放
產品碳足跡
低碳公共工程
低碳產業
低碳社區與社會
運輸服務碳足跡
量化與減量
促成跨部會各管理面向減碳效益
個人碳足跡
活動碳足跡
4


中興工程顧問股份有限公司
壹、計畫背景與執行內容
碳排放量化類型與發展
組織型:強調營運過程排碳
碳足跡:以生命週期為考量
+蒙特婁管制項目
(CFCs等)
範疇二
能源間接排放源
(電/蒸氣/冷熱能)
CO2 CH4 N2O HFCs PFCs SF6
範疇一
直接排放源
範疇三
其他間接排放源
SCOPE 2 INDIRECT
SCOPE 1 DIRECT
SCOPE 3 INDIRECT
PURCHASED ELECTRICITY, STEAM, HEATING & COOLING FOR OWN USE
PURCHASED GOODS & SERVICES
CAPITAL GOODS
FUEL & ENERGY RELATED ACTIVITIES
TRANSPORTATION & DISTRIBUTION
WASTE GENERATED IN OPERATIONS
BUSINESS TRAVEL
EMPLOYEE COMMUTING
LEASED ASSETS
COMPANY FACILITIES
COMPANY VEHICLES
TRANSPORTATION & DISTRIBUTION
PROCESSING OF SOLD PRODUCTS
USE OF SOLD PRODUCTS
END-OF-LIFE TREATMENT OF SOLD PRODUCTS
LEASED ASSETS
FRANCHISES
INVESTMENTS
上游活動(供應商)
組織本身
下游活動(使用、廢棄)
5

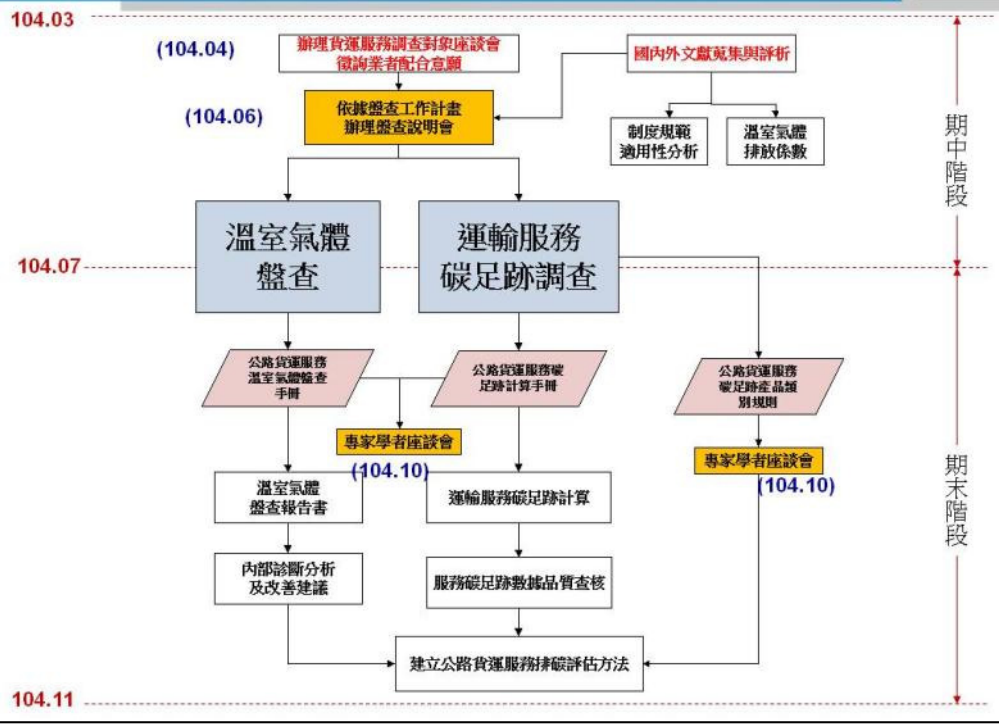
計畫工作內容

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
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
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 (4)公路貨運服務碳足跡產品類別規則(草案)
其他	(1)專家諮詢會 (2)研究成果論文發表

調查對象:

- 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)規模應在450輛以上
- 本年度調查對象
  A公司:
  營業大貨車輛 39輛
  營業小貨車輛 779輛
  B公司:
  營業大貨車輛1,891輛
  營業小貨車輛 771輛

計畫執行流程



期中審查意見彙整

中興工程顧問股份有限公司

壹、計畫背景與執行內容

溫室氣體排放計算

- 釐清溫室氣體排放量計算之GWP採IPCC第2版(盤查)及第4版(碳足跡)數值
  - 溫室氣體排放量盤查及碳足跡作業採用之GWP數值版本，已依據環保署建議統一採用2007年公告之第4版。
- 綜整EN 16258及國內業者之作業模式，研提適用本地之分配準則
  - 簡化貨運服務量計算方式，包括以起訖點營業所計算貨物託運距離，與營業據點集/配貨統計資料。
- 有關技術面之內容應補充說明，例如邊界範疇、車輛生產與報廢以及標準內容差異。
  - ISO/TS 14067中無明確規定資本財，建議由CFP-PCR之系統邊界來定義。
- 公路貨運服務碳足跡公用係數建置範圍宜更具體界定，包括車輛型態、運送型態等。
  - 公用係數依據車輛型態，分為常溫、低溫運輸，並配合調查業者提供資料計算車輛規格碳排放係數
- 公路貨運服務碳排之影響因素宜更具體彙整分析，並探討其影響程度。
  - 本計畫團隊目前搜集相關文獻指出，影響排碳係數之主要因子包括裝載率、空車率、能源效率，與單位能源消耗溫室氣體排放量。
  - 本計畫依據業者提出資料進行計算，由於車輛燃料使用量為主要溫室氣體排放來源，故車輛油耗與裝載率為碳足跡係數主要之影響因素。

8

期中審查意見彙整

中興工程顧問股份有限公司

壹、計畫背景與執行內容

綜合意見

- 我國小貨車運輸碳排係數明顯高於英國，估算的方法是否有差異，請補充說明。
  - 原表3.3-2中英國貨車運輸排放係數係包含連結式貨車(Articulated HGV)資料其排放係數低於箱式貨車，已於表3.3-3中補充車輛型式。
- 鑑於調查顯示運輸場站排放達30%以上，建議可進一步補充運輸場站管理之相關改善作為。
  - 已補充運輸場站照明、空調與冷藏設備管理節能減碳管理之相關措施。
- 重量推算法的合理性與列入PCR時的一致性、不確定性的考量，建議補充說明。為有助於第3方查證，建議後續可進行短期調查，以降低不確定性。
  - PCR草案中針對貨運重量之處理方式增加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。
- 分析不同業者於車種、服務型態與營業所配置之碳足跡計算差異，以瞭解碳足跡之主要影響因素。
  - 目前配合調查業者提供資料計算車輛種類碳排放係數，各營業所集配車輛主要行駛於市區道路，集配過程之車輛怠速、或高頻率之熄火啟動均反應在燃料使用造成之溫室氣體排放。
  - 顯示出零擔運輸相對高於轉運中心間、轉運中心至營業所間之整車運輸業務整車運輸碳足跡排放。

9


貳、
方法學建立
碳足跡計算方法與程序彙整
■ UNCPC6511道路貨運服務(食品與肉品)PCR
Road Transport Services Of Freight Of Food Products and Meals
■ UNCPC6811郵件服務PCRPOSTALSERVICES
■ 碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)旅客運輸服務(陸上及水上運輸)Passenger Transport Services (Land or Water Transportation)
■ 歐盟EN16258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
Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions oftransport services(freight and passengers)
辦理會議彙整各界意見
■ 104.10.05「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」專家學者座談會
■ 104.10.12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
10


中興工程顧問股份有限公司
碳足跡計算之參考文件-PCR
貳、方法學建立
文件名稱
相關規範
訂定指引
相關產出
產品類別規則(PCR)
ISO 14025
瑞典國際環境宣告系統 General programme instructions for the international EPD system v2.01
(採用聯合國CPC分類系統)
PCR UNCPC6511 RoadTransportServicesOffreightOfFoodProductsandMeals 2015-01-27
PCR UNCPC6811 POSTALSERVICES 2014.01 VERSION1.01
碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)
ISO/TS 14067 產品與服務碳足跡計算指引
• ISO/TS 14067 6.2節(2013.05)
• 環保署碳足跡產品類別規則訂定、引用及修訂指引(2014.09)
旅客運輸服務
2014-08-28
38 g CO2
台灣高鐵碳標籤
2015-01-08
11

食品與肉品道路貨運服務PCR

中興工程顧問股份有限公司

貳、方法學建立

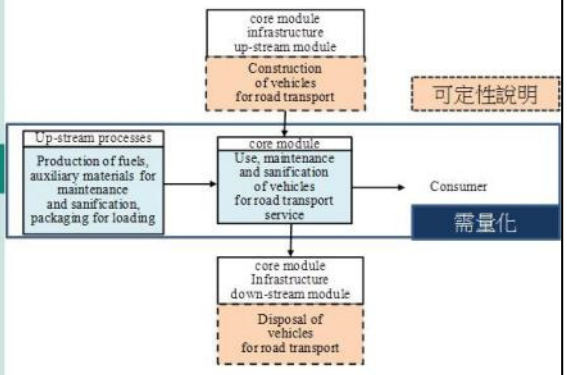
參考文件		功能單位
道路貨運服務PCR (食品與肉品) UN CPC 6511 2015.01.27修正後公告 (2013.07.01初次公告)		1 kg of goods transported for 1km(1kgkm)

參考重點

- ■功能單位設定
  - ➢為每公斤-每公里貨物運送(1kgkm)。為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。
- ■數據要求
  - ➢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

需量化

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。



可定性說明 車輛的生產與報廢

12

貨運服務量計算

中興工程顧問股份有限公司

貳、方法學建立

- 功能單位:1kg of goods transported for 1km(1kgkm)
  - ➢ **The declared unit is 1kg of delivered goods transported from the loading site(s) to the unloading site(s).**
- 範例:
  - ➢ 總噸-公里=W1×L1+W2×L2+…+W6×L6
  - ➢ 車輛行駛里程之影響直接於用油量反應

Site	Number of meal transported per year				Transported meal (kg)	運輸重量 (kg)	預期距離 (L)
	Meal Typology						
	Hot meal and fruit (Weight = 0,5 kg)	Crude meal (Weight = 0,45 kg)	Complete meal (Weight = 0,5 kg)	Total			
Site 1	1.500.000	600.000	1.200.000	3.300.000	1.620.000	ΣW1	L1
Site 2	0	0	50.000	50.000	25.000	ΣW2	L2
Site 3	0	300.000	200.000	500.000	235.000	ΣW3	L3
Site 4	0	0	720.000	720.000	360.000	ΣW4	L4
Site 5	0	0	380.000	380.000	190.000	ΣW5	L5
Site 6	150.000	258.000	20.000	428.000	201.100	ΣW6	L6
Total	*1.650.000*	*1.158.000*	*2.570.000*	*5.378.000*	*2.631.100*		

Example(logistic service applied to meal delivering): The declared unit is 1kg of delivered goods transported from the production site to the distribution centres.

13

郵件服務PCR

中興工程顧問股份有限公司

貳、方法學建立

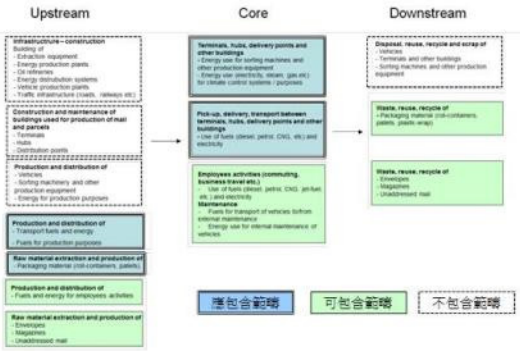
參考文件	功能單位
郵件服務 PCR UN CPC 6811 2015.01.21 修正後公告 (2014.02.11 初次公告) 	信件(<2kg): One average gram of a delivery of the defined service 包裹(2~50kg): One average kilogram of a delivery of the defined service

參考重點

- 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
- 委外運輸部分
  - 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。

應包含範疇

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。



不包含範疇：建築物的建造與廢棄；車輛/設備生產與廢棄

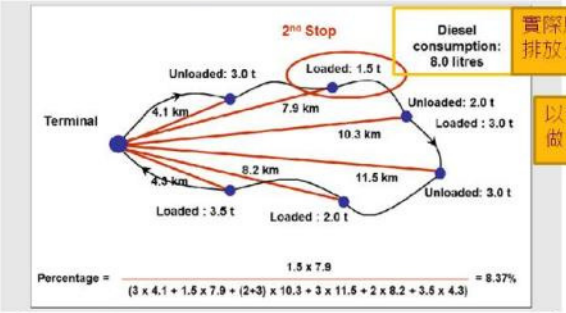
14

EN16258分配方法計算案例

中興工程顧問股份有限公司

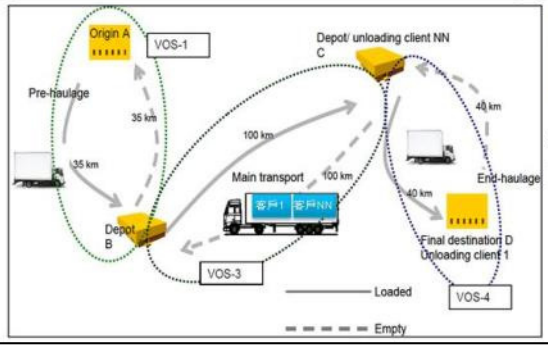
貳、方法學建立

依據貨運服務比例分配



實際用油量8L
排放分配至貨物

以預期距離×貨物重量
做為分配依據

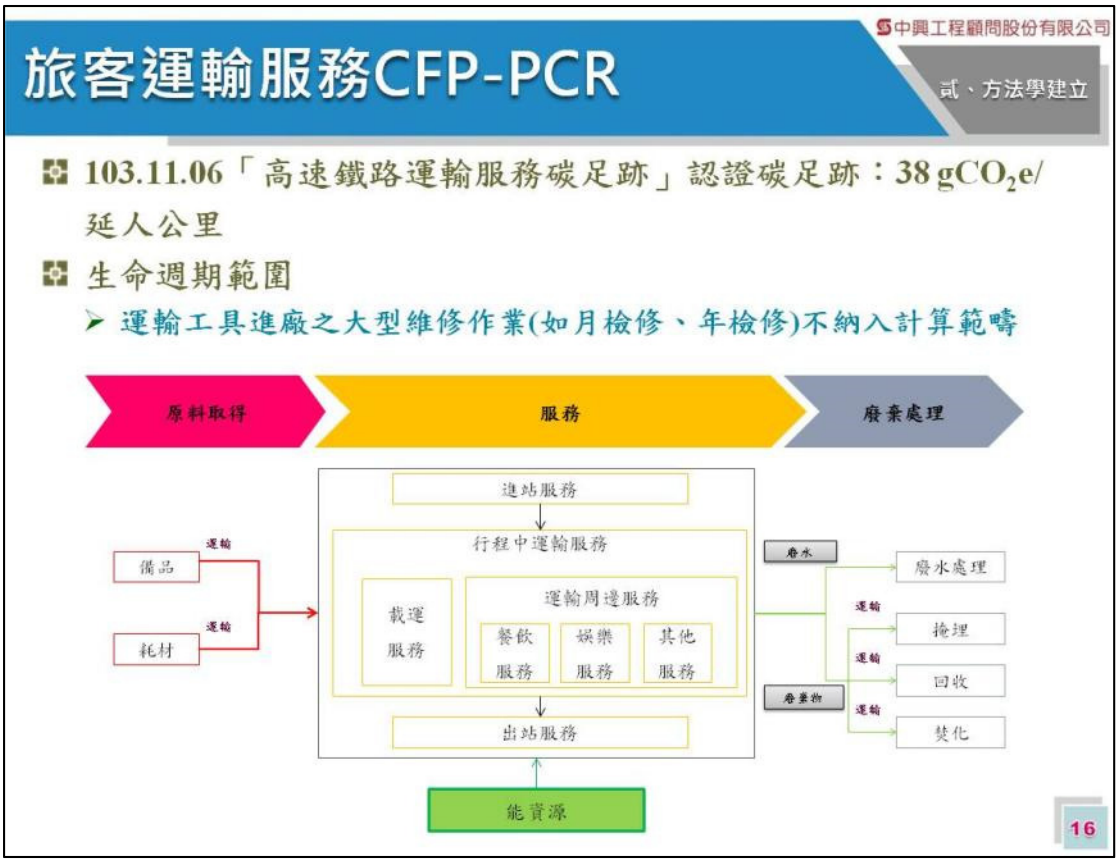


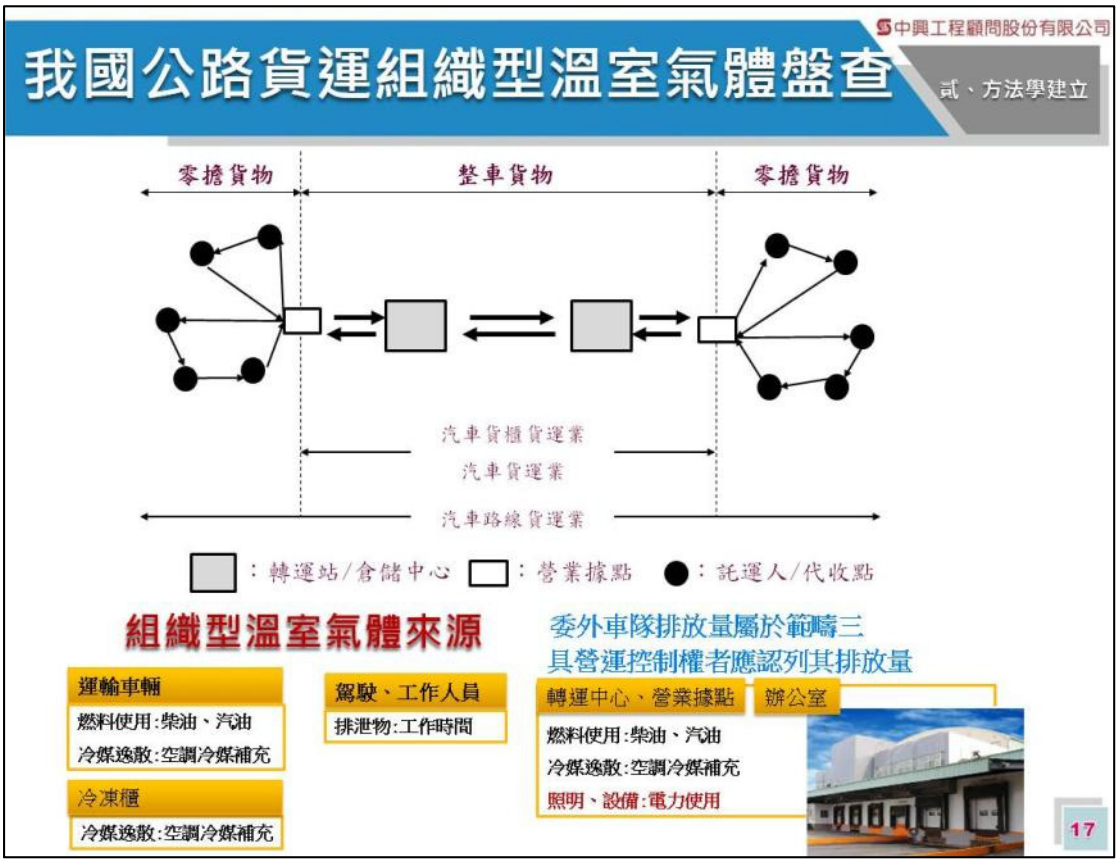
轉運站B-C段情境：
客戶1:託運24單位x100公里
客戶NN:託運19單位x100公里

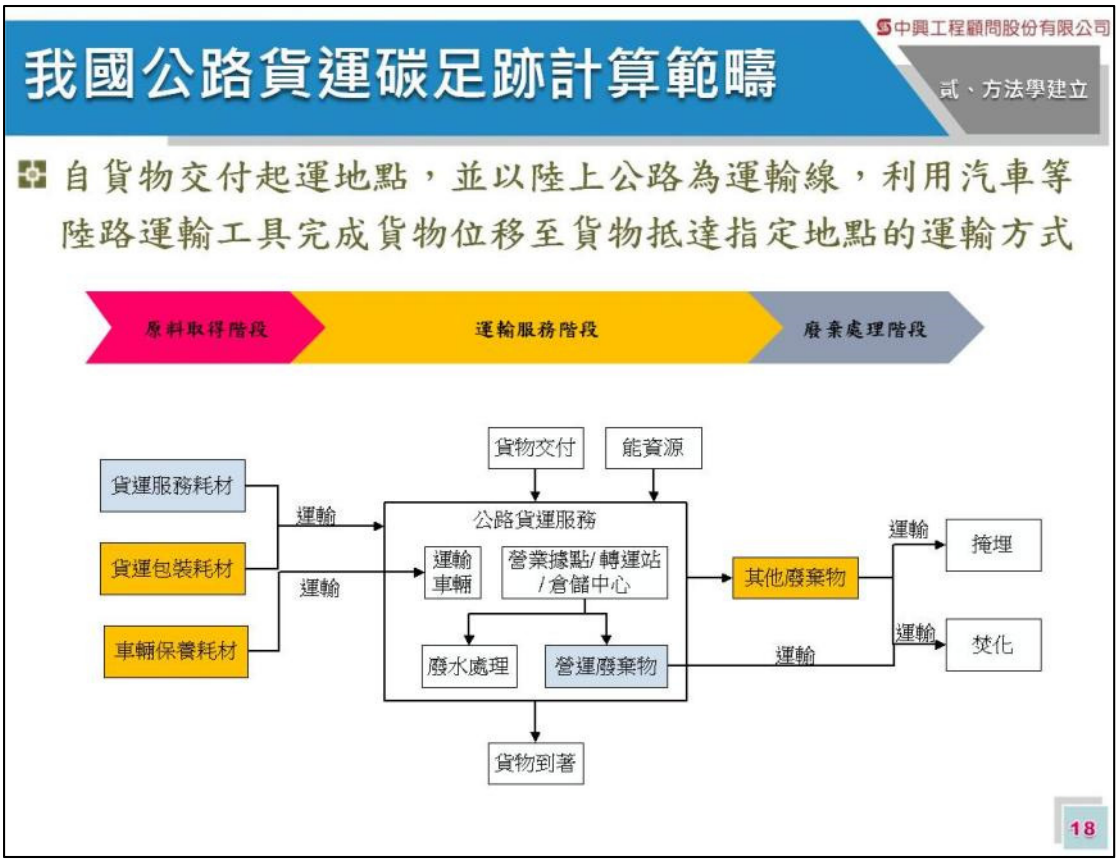
- B-C段：運輸車輛燃油排放211.3kgCO_2e
- 客戶1分配B-C段的排放量

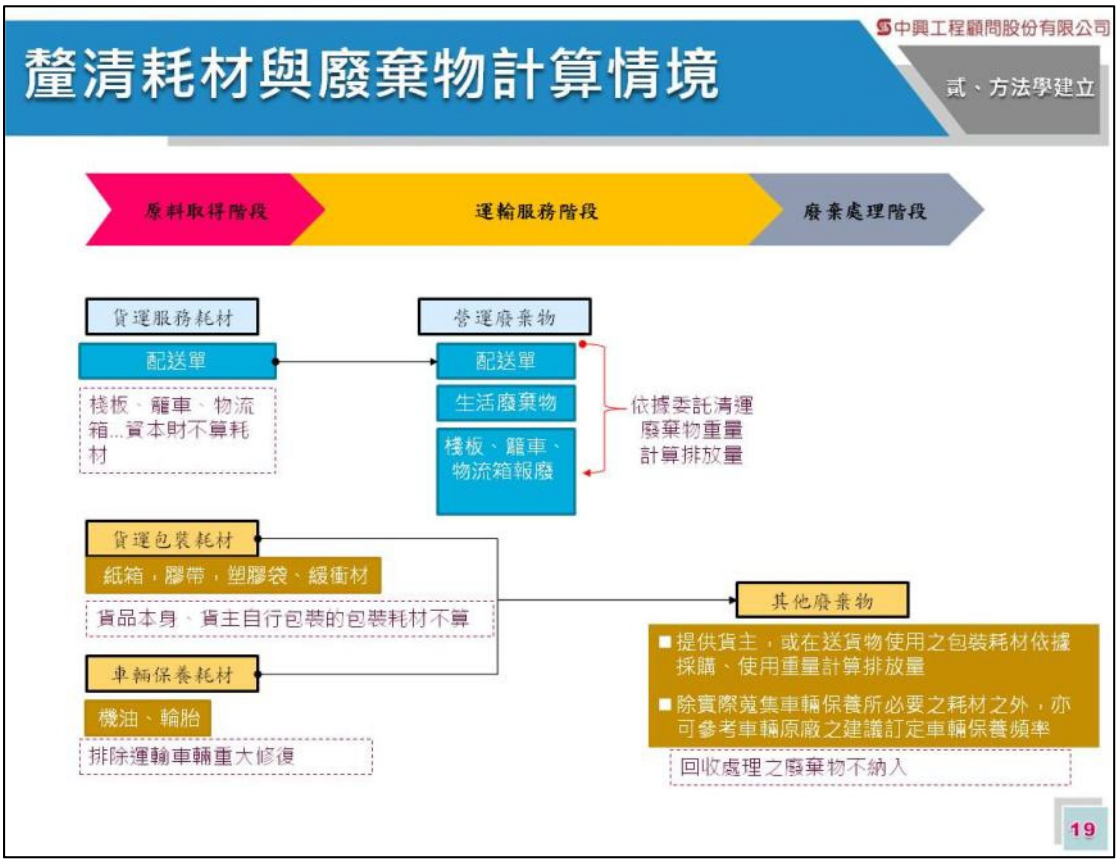
$$211.3\text{kgCO}_2\text{e} \times \frac{24\times100}{(24\times100)+(19\times100)} = 118.0\text{kgCO}_2\text{e}$$

15


中興工程顧問股份有限公司
旅客運輸服務CFP-PCR
貳、方法學建立
103.11.06「高速鐵路運輸服務碳足跡」認證碳足跡：38 gCO2e/延人公里
生命週期範圍
運輸工具進廠之大型維修作業(如月檢修、年檢修)不納入計算範疇
原料取得
服務
廢棄處理
進站服務
行程中運輸服務
載運服務
運輸周邊服務
餐飲服務
娛樂服務
其他服務
出站服務
備品
耗材
運輸
廢水
廢棄物
廢水處理
掩理
回收
焚化
能資源
16


中興工程顧問股份有限公司
我國公路貨運組織型溫室氣體盤查
貳、方法學建立
零擔貨物
整車貨物
零擔貨物
汽車貨櫃貨運業
汽車貨運業
汽車路線貨運業
：轉運站/倉儲中心
：營業據點
：託運人/代收點
組織型溫室氣體來源
運輸車輛
燃料使用:柴油、汽油
冷媒逸散:空調冷媒補充
冷凍櫃
冷媒逸散:空調冷媒補充
駕駛、工作人員
排泄物:工作時間
委外車隊排放量屬於範疇三
具營運控制權者應認列其排放量
轉運中心、營業據點
辦公室
燃料使用:柴油、汽油
冷媒逸散:空調冷媒補充
照明、設備:電力使用
17


中興工程顧問股份有限公司
我國公路貨運碳足跡計算範疇
貳、方法學建立
自貨物交付起運地點，並以陸上公路為運輸線，利用汽車等陸路運輸工具完成貨物位移至貨物抵達指定地點的運輸方式
原料取得階段
運輸服務階段
廢棄處理階段
貨物交付
能資源
貨運服務耗材
運輸
公路貨運服務
貨運包裝耗材
運輸
運輸車輛
營業據點/轉運站/倉儲中心
其他廢棄物
運輸
掩埋
車輛保養耗材
廢水處理
營運廢棄物
運輸
運輸
焚化
貨物到著
18


中興工程顧問股份有限公司
釐清耗材與廢棄物計算情境
貳、方法學建立
原料取得階段
運輸服務階段
廢棄處理階段
貨運服務耗材
配送單
棧板、籠車、物流箱...資本財不算耗材
營運廢棄物
配送單
生活廢棄物
棧板、籠車、物流箱報廢
依據委託清運廢棄物重量計算排放量
貨運包裝耗材
紙箱，膠帶，塑膠袋、緩衝材
貨品本身、貨主自行包裝的包裝耗材不算
車輛保養耗材
機油、輪胎
排除運輸車輛重大修復
其他廢棄物
提供貨主，或在送貨物使用之包裝耗材依據採購、使用重量計算排放量
除實際蒐集車輛保養所必要之耗材之外，亦可參考車輛原廠之建議訂定車輛保養頻率
回收處理之廢棄物不納入
19

中興工程顧問股份有限公司

適用產品類別

貳、方法學建立

- 本項文件係供使用公路貨運服務的PCR，其目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。
- 本PCR之產品適用範圍包括各種公路貨運服務之相關服務系統。如果在公路貨運服務之適用範圍之中，存在著已經核可的PCRs，應使用該PCR作為其產品碳足跡之計算指引。
- 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如下：
  - ✓ 4940汽車貨運業
    - 汽車貨運業根據公路法之定義為「以載貨汽車運送貨物為營業者」，泛指從事以載貨汽車或聯結車運送貨物或貨櫃貨物之行業，搬家運送服務亦歸入此類。
    - 汽車路線貨運業依據公路法之定義為「在核定路線內，以汽車運送貨物為營業者」。
    - 汽車貨櫃貨運業依據公路法定義為「在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者」。

車輛生產與報廢的排除

明定目的乃是協助適用此項文件之產業取得主管機關核發之碳標籤，並不適用於貨運運輸模式之比較性研究。

適用對象依據公路法營業分類

未來郵政業務、宅配快遞與物流業者若有碳標籤申請需求，可視其所登記之運輸業別選擇反映其營運模式之CFP-PCR。

中興工程顧問股份有限公司

功能單位或宣告單位

貳、方法學建立

- 貨運服務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，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

功能單位與宣告單位轉換

本CFP-PCR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。

委外運輸與重量之處理方式

委外運輸排放量之處理方式

- 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。

貨運重量之處理方式

- 貨運業者應用本產品類別規則，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。

一級數據比例規定

■若運輸服務階段所擁有、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。

常用之轉換公式

■運輸業管理規則第一百十條
輕芋貨物之零擔貨物以體積四立方公吋折一公斤計算。

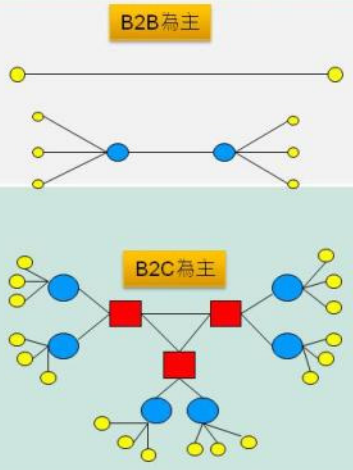
■國際快遞計價基礎
以貨件包裝之長度(公分)×寬度(公分)×高度(公分)/5,000=重量(公斤)

■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、統計單位汽車與重量之關係。

我國公路貨運業營運模式

業別	計價模式	運輸模式	
汽車貨運業	以車計費	運送整車貨物	B2B為主
汽車貨櫃貨運業	以車計費	船邊運輸、轉運運輸、整櫃CY（ContainerYard）運輸	
汽車路線貨運業	以件計費	承載之貨物大多為零擔運輸，法令規定須設置營運場站	B2C為主
部分業者兼營2~3種不同運輸業別			



整車貨運之貨運服務量

- 整車貨物之貨運服務量，以各客戶貨物託運距離及累計重量之乘積總和，計算全年該營業所服務量：

算式A：

貨運服務量F_A

$$= \sum_{i=1}^{n} \text{貨物運輸距離} \times \text{年度貨運重量累計}$$

顧客	客戶託運距離	託運貨物量	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	$W_3=W_{3a}+W_{3b}+\ldots..$	$L_3 \times W_3$
⋮			

- 營業據點、倉儲中心、轉運站之間之運輸可採整車貨運之模式計算貨運服務量，採用算式B計算
  - 以距離矩陣及重量矩陣之乘積總和，以算式B計算全年該營業所服務量。

算式B：

貨運服務量F_B

$$= \sum_{i,j=1}^{n} L_{ij} \times W_{ij}$$

$$= L_{12} \times W_{12} + L_{13} \times W_{13} + \ldots + L_{31} \times W_{31} + L_{32} \times W_{32} + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

距離矩陣(L_{ij})-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(W_{ij})-累計重量

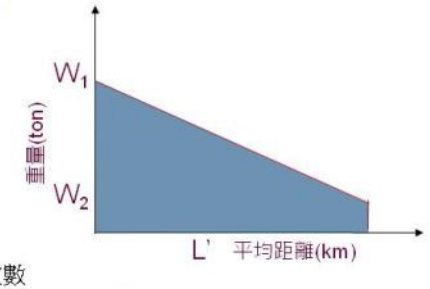
迄點 / 起點	1	2	3	……n
1	W_{11}	W_{12}	W_{13}	……W_{1n}
2	W_{21}	W_{22}	W_{23}	……W_{2n}
3	W_{31}	W_{32}	W_{33}	……W_{3n}
⋮				
n	W_{n1}	W_{n2}	W_{n3}	……W_{nn}

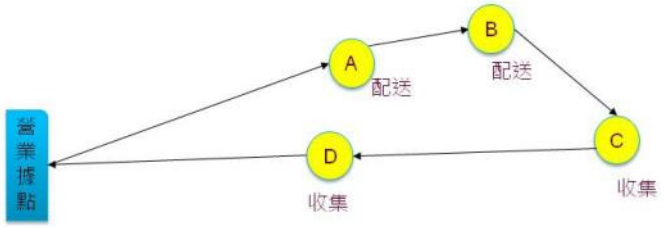
零擔貨運之貨運服務量(路線貨運業者)

- 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，採用算式C計算
  - 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，計算全年該營業所服務量。

$$\text{貨運服務量}Fc = \frac{(W_1+W_2)}{2} \times L'$$

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





中興工程顧問股份有限公司

座談會議辦理情形

貳、方法學建立

「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」

104.10.05(一)運研所5樓會議室

與會代表:

學者(2位)、輔導單位(3位)、查驗單位(2位)、汽車貨運公會(3位)、貨運業者(3家)

意見彙整:

1. 簡化技術內容，增加引導性
2. 補充案例計算說明
3. 本土係數優先於國外係數
4. 盤查數據與業者法規申報資料整合
5. 以環保署文件為手冊用詞之基準
6. 後續發展盤查表單、計算工具

研訂公路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)草案

104.10.12(一)運研所5樓會議室

與會代表:

學者(3位)、輔導單位(3位)、查驗單位(2位)、汽車貨運公會(1位)、貨運業者(4家)

意見彙整:

1. 適用對象依據公路法營業分類
2. 運輸車輛生產與報廢的排除
3. 釐清耗材與廢棄物計算情境
4. 功能單位與宣告單位轉換
5. 委外運輸排放量之數據品質要求
6. 碳標籤圖式呈現

26

中興工程顧問股份有限公司

文件產出與成果發表

貳、方法學建立

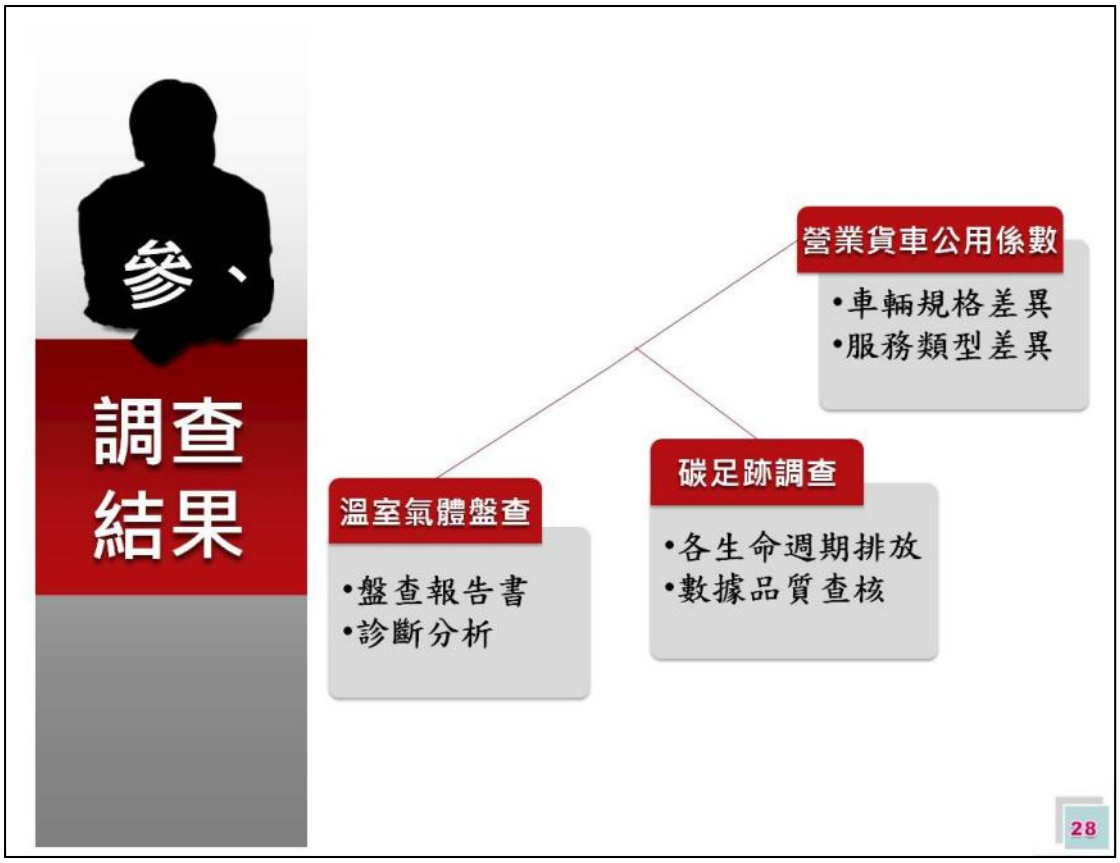
- 文件產出
  - 公服務溫室氣體盤查手冊
  - 公路貨運服務碳足跡計算手冊
  - 公路貨運路貨運服務碳足跡產品類別規則(PCR)草案
- 研究成果發表
  - 於中華民國環境工程學會2015環境資訊與規劃管理研討會發表研究成果
    - ✓ 我國公路貨運服務碳管理制度之展望

中華民國環境工程學會

第27屆年會暨各專門學術研討會

環境資訊與規劃管理研討會議程表

2015年11月13日(五)			
時間：10:00-11:40(口頭發表)A			
議題一 水環環境政策與法規	教室：教學大樓 510R	主持人：江瑞分涵 教授	
	論文名稱	論文編號	作者
10:00-11:55	1. 我國公路貨運服務碳管理制度之展望	1968	楊伊萍、許琬蓉、林惠仙、張曉文、朱姬芸、傅強
	2. 都市開體廢棄物變化氣溫之管理決策分析-以澳門為例	IPL1040019	蘇惠萬、劉銘均、謝孫德
	3. 建構臺灣石化業高強化之永續性評比架構	IPL1040048	林惠仙、詹益和、謝銘傳
	4. 都市洪災災害與物流設施之特徵價格相關	IPL1040057	江瑞分涵、方宗馨、林冠翔
	5. 資源再生綠色產品認證制度之檢討與展望	IPL1040011	翁國強、蔡耀義、李宜孝、曾冠倫、楊人傑、陳文卿
	6. 城市發展與環境品質之協調度分析	IPL1040025	楊嘉慶、楊雅涵、黃賢光
	Q/A 綜合討論		
議題二 能源與環境系統規劃	教室：教學大樓 509R	主持人：謝孫德 教授	
	論文名稱	論文編號	作者
	1. 臺北市都市生質廢棄物之都市代謝研究	IPL1040047	曾俊倫、沈銘中、謝孫德
	2. 我國火力與再生能源發電之經濟與環境影響分析	IPL1040065	鄭光利、張曉之、潘子欽


參、
調查結果
營業貨車公用係數
•車輛規格差異
•服務類型差異
碳足跡調查
•各生命週期排放
•數據品質查核
溫室氣體盤查
•盤查報告書
•診斷分析
28


中興工程顧問股份有限公司
組織型排放與碳足跡之差異
參、調查結果
組織型
碳足跡
貨運服務公司
評估主體
公路貨運服務
營運控制權範圍
空間邊界
搖籃到大門/生命週期
年度(1個或1個以上年平均)
時間邊界
連續生產之產品至少1年
範疇一、範疇二
(範疇三僅需定性說明)
計算項目
範疇一、範疇二、範疇三
7種溫室氣體
計算種類
所有IPCC公告之溫室氣體
IPCC第4次評估報告(2007)
GWP選用
IPCC第4次評估報告(2007)
採用使用階段排放係數
係數選用
採用生命週期排放係數
年度之總公噸二氧化碳當量
排放清冊與表示方式
公斤二氧化碳當量/功能單位
29


中興工程顧問股份有限公司
調查對象意願徵詢
參、調查結果
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
104.04.21於運研所辦理座談會
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
否
排除(1家)
是
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
否
排除(2家)
是
業者配合意願
第一年度調查對象
(2家)
第二年度調查對象
(2家)
公司代碼 | 調查年度(民國年) | 自有運輸車輛
A | 103年 | 常溫651輛 低溫167輛
B | 103年 | 常溫2,205輛 低溫457輛
C | 104年 | 常溫1,500輛 低溫300輛
D | 104年 | 多溫層2,079輛
3,000
2,500
2,000
1,500
1,000
500
-
A公司
B公司
營業大貨車-低溫 6 342
營業大貨車-常溫 33 1,549
營業小貨車-低溫 161 115
營業小貨車-常溫 618 656
30


中興工程顧問股份有限公司
盤查工作計畫與說明會辦理
參、調查結果
溫室氣體盤查
依業者特性製作盤查工作計畫書
辦理盤查工作說明會(對業者內部相關人員)
(ISO/CNS 14064-1)
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
A公司(6/15)
B公司(6/17)
31

A公司103年度溫室氣體盤查結果

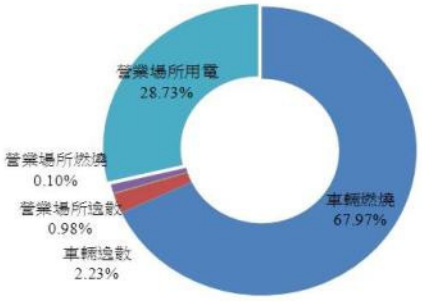
採用「排放係數法」計算，溫室氣體排放總量為17,207公噸CO_2e

設施	原燃物料	排放源資料		年活動數據資訊			
名稱	名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	保存單位	活動數據種類
緊急發電機	柴油	1	固定燃燒	200	公升	總務課	財務會計數據
堆高機	柴油	1	固定燃燒	6,197	公升	總務課	財務會計數據
營業場所/空調	冷媒 R404a	1	逸散	2	公斤	總務課	依設備資料推估
營業場所/冷藏	冷媒 R404a	1	逸散	29	公斤	總務課	依設備資料推估
污水設施	化糞池	1	逸散	1,186,932	人時	管理部	依設備資料推估
運輸車輛	汽油	1	移動燃燒	110,878	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛	柴油	1	移動燃燒	4,314,036	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛/空調	冷媒 R134a	1	逸散	134	公斤	管理部	依設備資料推估
運輸車輛/冷藏	冷媒 R404a	1	逸散	49	公斤	管理部	依設備資料推估
用電設施	電力	2	間接能源	9,487,681	度	總務課	財務會計數據

A公司103年度溫室氣體盤查結果

車輛用油、營業所用電占96.7%為主

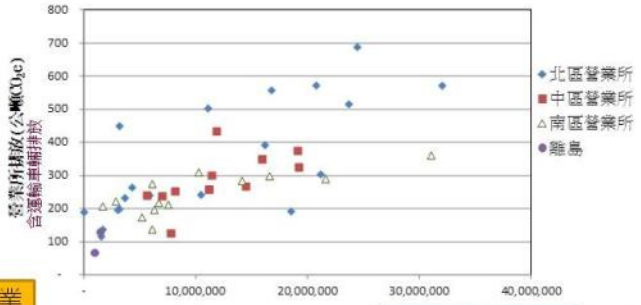
溫室氣體種類	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	
				R404a	R134a
排放量(公噸)	16,453.20	2.57	0.62	0.08	0.13
GWP	1	25	298	3,922	1,430
排放量(公噸CO_{2e})	16,453.20	64.37	184.99	313.76	190.91
	95.62%	0.37%	1.08%	1.82%	1.11%
	17,207.234				



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})	16.72	11,695.47	551.97	-	4,943.08	17,207.23
比例	0.10%	67.97%	3.21%	0.00%	28.73%	100.00%
	71.27%					

A公司診斷分析

- 各營業所平均溫室氣體排放量309公噸CO_2e/年
  - 由北往南遞減
  - 運輸車輛之排放情形與營業所涵蓋服務面積並無明顯相關性。
    - ✓ 北區營業所平均排放量 0.05kgCO_2e/件-公里
    - ✓ 中區營業所平均排放量 0.03kgCO_2e/件-公里
    - ✓ 南區營業所平均排放量 0.04kgCO_2e/件-公里
    - ✓ 離島營業所則高達 0.08kgCO_2e/件-公里



年度服務量(件公里)

超出所在區域之平均排放量之營業所共13處

由營業所所轄行政區面積定義其平均遞送距離

B公司103年度溫室氣體盤查結果

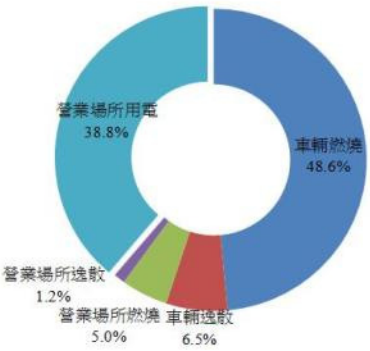
- 用電量以部分營業所推估，溫室氣體排放總量為52,602公噸CO_2e

設施	原燃物料	排放源資料		年活動數據資訊			
名稱	名稱	範疇別	排放型式	活動數據	活動數據單位	保存單位	活動數據種類
緊急發電機、堆高機	柴油	1	固定燃燒	998,436	公升	總務課	財務會計數據
營業場所/空調	冷媒R410a	1	逸散	104	公斤	總務課	依部分營業所冷媒資料推估
營業場所/冷藏	冷媒R404a	1	逸散	34	公斤	總務課	依部分營業所冷媒資料推估
	冷媒R507a	1	逸散	17	公斤	總務課	依部分營業所冷媒資料推估
污水設施	化糞池	1	逸散	5,130,298	人時	管理部	依設備資料推估
運輸車輛	汽油	1	移動燃燒	13,651	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛	柴油	1	移動燃燒	9,625,550	公升	管理部	財務會計數據
運輸車輛/空調	冷媒R134a	1	逸散	25	公斤	管理部	依設備資料推估
運輸車輛/冷藏	冷媒R404a	1	逸散	861	公斤	管理部	依設備資料推估
用電設施	電力	2	間接能源	39,175,440	度	總務課	依部分營業所用電資料推估

B公司103年度溫室氣體盤查結果

- 車輛用油、營業所用電占87.4%為主

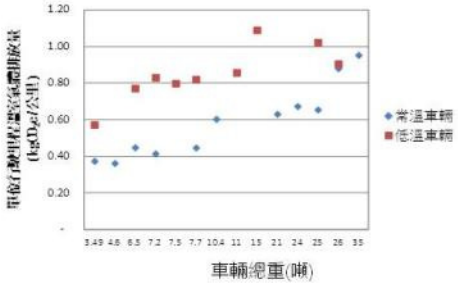
溫室氣體種類	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs			
				R507a	R410a	R404a	R134a
排放量(公噸)	48,127.74	9.61	1.34	0.02	0.10	0.90	0.03
GWP	1	25	298	3985	2088	3,922	1,430
排放量(公噸CO_2e)	48,127.74	240.36	400.77	68.30	217.81	3,511.27	35.75
	91.49%	0.46%	0.76%	0.13%	0.41%	6.68%	0.07%
	52,602.001						



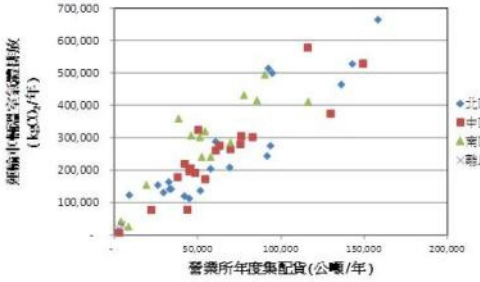
範疇與排放源	範疇一				範疇二	合計
	固定排放	移動排放	逸散	製程		
排放量(公噸CO_2e)	2,610.87	25,543.16	4,037.57	-	20,410.40	52,602.00
比例	4.96%	48.56%	7.68%	0.00%	38.80%	100.00%
	61.20%					

B公司診斷分析

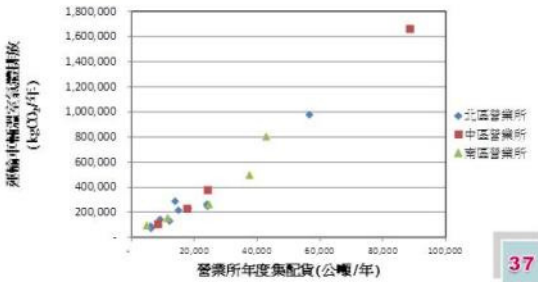
- 低溫運輸車輛排放情形約為常溫車輛2.2~3.8倍
- 各區域中超出其所在區域平均排放量之營業所共22處。
  - ✓ 北區4.52kgCO_2e/公噸
  - ✓ 中區4.05kgCO_2e/公噸
  - ✓ 南區5.99kgCO_2e/公噸
  - ✓ 離島7.07kgCO_2e/公噸



常溫營業站所



低溫營業站所



中興工程顧問股份有限公司

技術彙整

參、調查結果
溫室氣體盤查

車輛節能技術	✓空氣動力套件 ✓電動化冷凍系統 ✓節能輪胎 ✓液壓混合動力車輛
車隊節能管理	✓建立節油獎勵制度 ✓駕駛行為與管理 ✓車輛調度與車型選用 ✓車輛保養管理與記錄 ✓落實怠速管理
照明管理	✓符合工作要求的照度水準 ✓使用高效率的光源 ✓照明器具的選擇 ✓天然光的利用 ✓對照明環境的考慮 ✓有效的配線設計 ✓易於維護管理的設計
空調與冷藏設備管理	✓熱氣除霜 ✓蒸發器風扇採用ECM馬達 ✓除霜控制 ✓設置壓縮機回氣側之液氣冷媒熱交換器(LSHX) ✓增加隔熱保溫性能

38

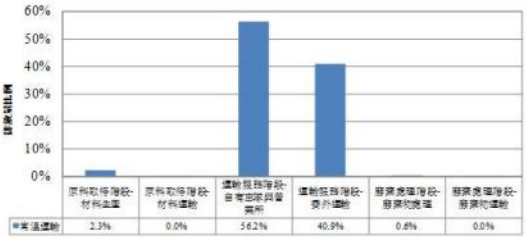
中興工程顧問股份有限公司

A公司碳足跡調查結果

參、調查結果
碳足跡調查

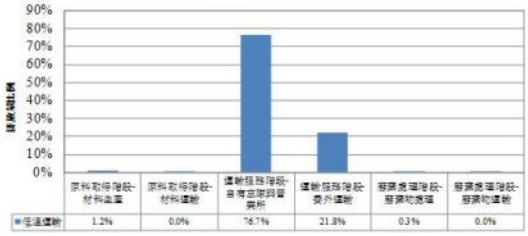
常溫運輸碳足跡

1.37kgCO$_2$e/噸-公里



低溫運輸碳足跡

2.69kgCO$_2$e/噸-公里



依據國際快遞收費基準換算重量：
重量(kg)=長度(cm)×寬度(cm)×高度(cm)÷5,000

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)	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%

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googlemap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googlemap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googlemap車行距離代表		■	

39

A公司碳足跡調查結果

- 常溫運輸碳足跡1.37kgCO_2e/噸-公里
  - 平均每件重量3.84kg，碳足跡5.26gCO_2e/件-公里

規格	s60	s90	s120	s150	文件
尺寸(cm)	15x15x15	25x25x25	35x35x35	45x45x45	35x25x1
常溫件重量(kg/件)	0.675	3.125	8.575	18.225	0.175
碳足跡(gCO_2e/公里)	0.92	4.28	11.75	24.97	0.24

- 低溫運輸碳足跡2.69kgCO_2e/噸-公里
  - 平均每件重量4.69kg，碳足跡12.62gCO_2e/件-公里

規格	s60	s90	s120	s150	文件
尺寸(cm)	15x15x15	25x25x25	35x35x35	45x45x45	35x25x1
低溫件重量(kg/件)	0.810	3.750	10.290	21.870	0.210
碳足跡(gCO_2e/公里)	2.18	10.09	27.68	58.83	0.57

數據品質等級評估規定

- 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

中興工程顧問股份有限公司

A公司碳足跡數據品查核

參、調查結果

碳足跡調查

常溫運輸數據品質查核：1.64，屬於高品質

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	單一投入/產出數據品質DQRi	碳足跡排放占比 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	17.95%	0.29
	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	35.86%	0.57
	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			
自有車輛汽油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	1.02%	0.02
	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	0.49%	0.00
	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	1.70	40.60%	0.69
	排放係數DQR_{Ei}	1	1	4	4	2			
	單一指標得分DQR_{Ni}	3	1	4	4	2			
	單一指標數據等級轉換	1	1	2	2	1			
							總計ΣDQRi	95.92%	1.57
							整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi	1.64	

42

中興工程顧問股份有限公司

A公司碳足跡數據品查核

參、調查結果

碳足跡調查

低溫運輸數據品質查核：1.60，屬於高品質

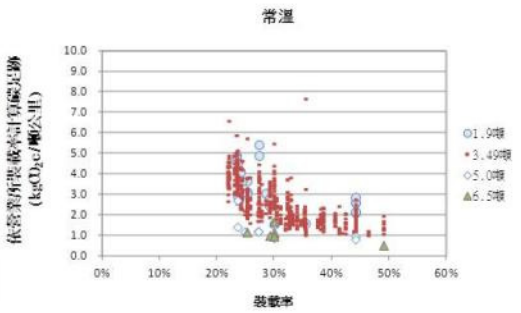
投入/產出名稱	DOIs	可靠性 Re	完整性 Co	時間相關性 TiR	地理相關性 GeR	技術相關性 TeR	單一投入/產出數據品質DQRi	碳足跡排放占比 Fi	單一數據品質權重 DQRw
營業場所電力使用	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	9.2%	0.15
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	單一指標得分DQR_{Ni}	4	1	1	1	1			
	單一指標數據等級轉換	2	1	1	1	1			
自有車輛柴油燃燒	活動數據DQR_{Ai}	2	1	1	1	1	1.60	63.2%	1.01
	排放係數DQR_{Ei}	2	1	1	1	1			
	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	4.2%	0.04
	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	1.70	21.8%	0.37
	排放係數DQR_{Ei}	1	1	4	4	2			
	單一指標得分DQR_{Ni}	3	1	4	4	2			
	單一指標數據等級轉換	1	1	2	2	1			
							總計ΣDQRi	98.48%	1.57
							整體數據品質得分DQRTotal/ΣFi	1.60	

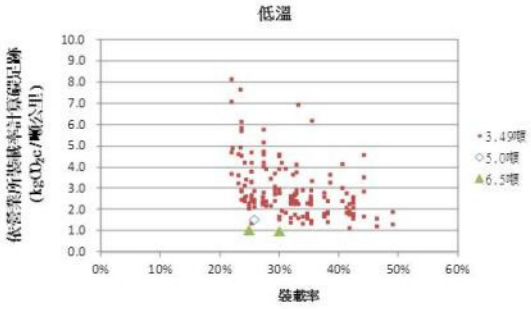
43

A公司零擔運輸排放情形

- 零擔運輸採用「車輛載重×營業所平均裝載率×車輛總行駛里程」
  - 依據營業所營運資料計算裝載率
  - 採用車輛載重(非總重)

車種		車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值($kgCO_2e$/噸公里)
常溫	營業小貨車	1.9	23	30.2%	3.39
		3.49	558	31.2%	2.59
	營業大貨車	5	10	30.5%	1.29
		6.5	6	32.3%	1.09
低溫	營業小貨車	3.49	158	32.0%	2.97
	營業大貨車	5.0	1	25.8%	1.54
		6.5	2	27.4%	1.03





A公司整車運輸排放情形

- 統計31,276筆轉運中心車輛指派資料
  - 各車輛年度實際貨物運送距離，約占年度總行駛里程44~64%

車輛資料				碳足跡係數(以平均裝載率計算)			碳足跡係數(依實際貨運服務量計算)				載貨行駛距離%
噸級	載重	平均油耗(公里/公升)	年度用油(公升)	平均裝載率	行駛里程數(公里/年)	碳足跡係數($kgCO_2e$/噸公里)	派車次數(次/年)	總派車距離(公里/年)	貨運服務量(噸公里)	碳足跡係數($kgCO_2e$/噸公里)	
6.5	2.5	5.3	4,637	38%	24,377	0.69	615	11,788	23,995	0.67	48%
6.5	2.2	5.3	6,832	41%	36,029	0.74	538	15,812	32,601	0.73	44%
6.5	2.6	6.0	6,459	29%	38,562	0.77	777	18,235	32,327	0.70	47%
10.4	4.5	4.0	21,690	44%	86,768	0.45	1,566	40,676	164,985	0.46	47%
10.4	4.5	4.4	21,197	44%	92,554	0.40	2,684	44,983	176,027	0.42	49%
10.5	3.42	4.2	33,271	53%	139,445	0.46	2,374	89,196	268,886	0.43	64%
10.5	3.68	3.7	26,825	45%	99,231	0.57	2,008	47,229	158,978	0.59	48%
10.5	4.1	4.7	28,094	42%	133,035	0.42	1,779	65,409	240,119	0.41	49%
10.5	3.6	4.3	20,492	48%	87,096	0.48	1,738	49,697	149,377	0.48	57%
10.5	3.67	3.9	26,411	45%	102,057	0.55	2,066	48,829	162,532	0.57	48%
10.5	4.35	3.4	27,345	43%	91,828	0.56	1,695	42,052	165,270	0.58	46%
10.5	3.58	4.3	25,399	47%	110,035	0.48	2,305	62,112	187,246	0.47	56%
10.5	4.2	4.3	26,596	47%	114,642	0.41	2,339	63,757	226,363	0.41	56%
10.5	3.2	4.6	24,504	45%	113,757	0.52	1,564	60,204	169,949	0.50	53%
15	6.53	3.9	32,105	47%	124,080	0.29	1,747	72,880	418,688	0.27	59%
17	7.69	3.5	39,761	52%	140,121	0.25	2,721	86,172	584,312	0.24	61%
17	7.69	3.6	37,079	52%	132,891	0.24	2,760	81,570	548,370	0.24	61%

B公司常溫運輸貨車排放情形

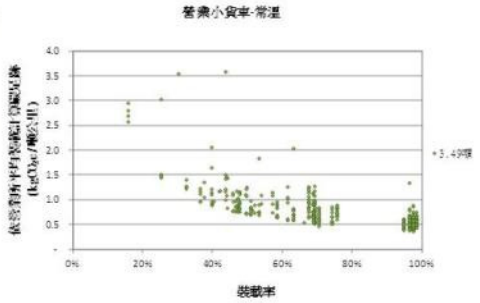
中興工程顧問股份有限公司

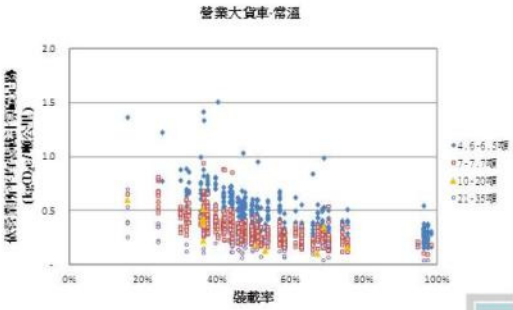
參、調查結果

公用係數

- 零擔運輸採用「車輛載重×營業所平均裝載率×車輛總行駛里程」
  - 依據車輛載重資料計算營業所平均裝載率
  - 採用車輛載重(非總重)

車種	車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值($kgCO_2e$/噸公里)
營業小貨車	3.49	389	73.3%	0.78
營業大貨車	4.6	2	81.8%	0.26
	6.5	387	57.2%	0.47
	7	10	52.9%	0.26
	7.2	159	48.8%	0.31
	7.5	2	38.6%	0.37
	7.7	531	49.8%	0.32
	10.4	4	58.0%	0.30
	20	6	40.9%	0.31
	21	16	54.1%	0.18
	24	27	46.7%	0.16
	25	3	28.0%	0.33
	26	2	15.7%	0.54
	35	2	30.2%	0.16
總計		1,540	-	-





46

B公司低溫運輸貨車排放情形

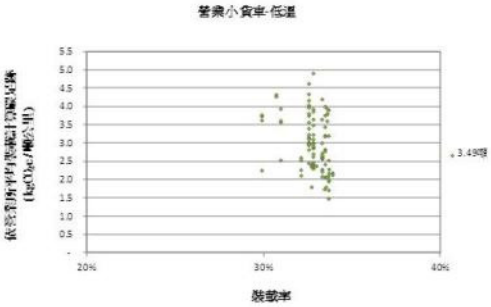
中興工程顧問股份有限公司

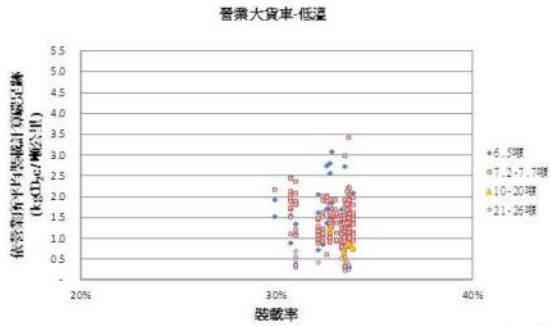
參、調查結果

公用係數

- 低溫貨車排放高於常溫貨車
  - 營業所平均裝載率較低
  - 車輛油耗較高

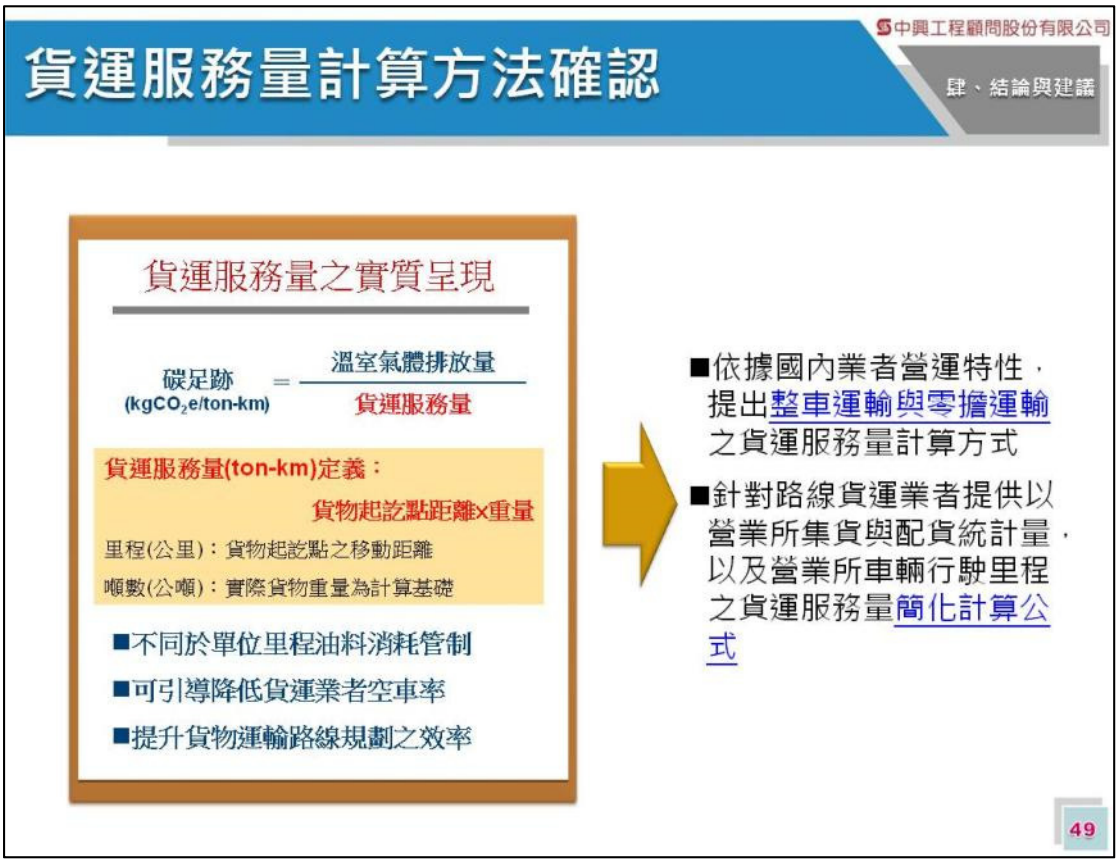
車種	車輛總重(噸)	車輛數	平均裝載率	碳足跡平均值($kgCO_2e$/噸公里)
營業小貨車	3.49	99	32.8%	2.99
營業大貨車	6.5	35	32.2%	1.77
	7.2	40	33.0%	1.31
	7.5	83	33.0%	1.59
	7.7	53	33.0%	1.22
	10.5	3	33.2%	0.76
	11	1	33.7%	0.88
	15	2	33.7%	0.67
	20	1	33.5%	0.40
	21	4	32.2%	0.56
	24	4	32.6%	0.39
	25	12	32.8%	0.33
	26	18	32.9%	0.32
總計		355	-	-





47


肆、
結論與建議
結論
■ 貨運服務量計算方法確認
■ 公路貨運服務範疇定義
■ 溫室氣體盤查結果與減量建議
■ 公路貨運服務碳足跡調查結果
■ 營業用大貨車與小貨車公用係數
建議
■ 貨運業者因應碳揭露資訊提供客戶需求
■ 因應國家溫室氣體管制需求
■ 營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數持續建置
48


中興工程顧問股份有限公司
貨運服務量計算方法確認
肆、結論與建議
貨運服務量之實質呈現
碳足跡 (kgCO2e/ton-km) = 溫室氣體排放量 / 貨運服務量
貨運服務量(ton-km)定義：
貨物起訖點距離×重量
里程(公里)：貨物起訖點之移動距離
噸數(公噸)：實際貨物重量為計算基礎
■不同於單位里程油料消耗管制
■可引導降低貨運業者空車率
■提升貨物運輸路線規劃之效率
■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
■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
49

公路貨運服務範疇定義

透過碳足跡計算管理委外車輛

$$\text{碳足跡 } (kgCO_2e/ton\text{-}km) = \frac{\text{自車排放+外車排放}}{\text{貨運服務量}}$$

外車排放：委託其他業者車輛運輸

一級數據：取得供應商提供燃油使用量

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

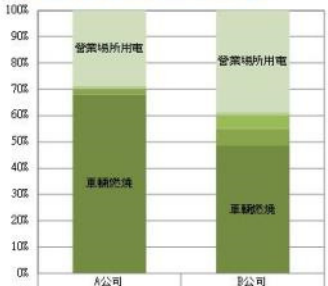
- 透過貨運業者供應鏈內部需求，提升靠行車輛燃油效率
- 避免透過委外造成排放量低估

- 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
- 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
- 釐清耗材與廢棄物計算情境

溫室氣體盤查結果與減量建議

103年溫室氣體排放量盤查

A公司17,207公噸CO_2e
B公司52,602公噸CO_2e



	A公司	B公司
營業場所用電	4,943	20,410
營業場所逸散	168	625
營業場所燃燒	17	2,611
車輛逸散	383	3,413
車輛燃燒	11,695	25,543

- 依據各營業所對應之轉運中心，分為北區、中區、南區與離島等4組
- 以營業所之單位貨運量排放量，高於該區域平均值進行檢討

- 減碳技術彙整項目則包括：車隊節能技術應用、運輸車隊節能管理、營業場所照明、空調與冷藏設備節能管理

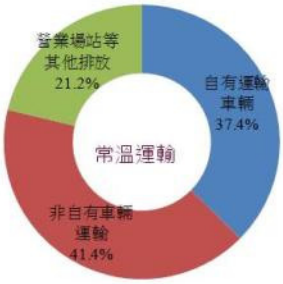
中興工程顧問股份有限公司

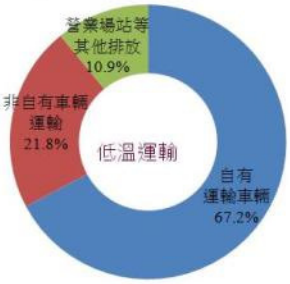
公路貨運服務碳足跡調查結果

肆、結論與建議

A公司各生命週期排放情形

生命週期階段	常溫運輸		低溫運輸	
	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比	碳排放量 ($kgCO_2e$)	占比
原料取得階段-材料生產	718,009	2.3%	65,844	1.2%
原料取得階段-材料運輸	6,891	0.0%	632	0.0%
運輸服務階段	17,830,577	56.2%	4,365,922	76.7%
運輸服務階段-委外運輸	12,975,137	40.9%	1,242,041	21.8%
廢棄處理階段-廢棄物處理	178,536	0.6%	16,372	0.3%
廢棄處理階段-廢棄物運輸	4,644	0.0%	426	0.0%
合計	31,713,794	100.0%	5,691,236	100.0%
一級數據佔比	**55.3%**		**72.5%**	
年度貨運服務量(噸-公里)	**23,126,281**		**2,116,848**	
貨運服務碳足跡($kgCO_2e$/噸-公里)	1.37		2.69	





52

中興工程顧問股份有限公司

營業用大貨車與小貨車公用係數

肆、結論與建議

運輸數據品質查核：2.0，屬於基本品質

- **A公司營運資料計算零擔運輸貨車、整車運輸貨車之碳足跡係數**
- **B公司營運資料採用零擔運輸貨車進行碳足跡排放計算**

兩公司託運貨物性質不同，B公司之貨物單位重量約為A公司1.85倍，反應在平均裝載率差異。

車種	車輛總重(噸)	碳足跡平均值($kgCO_2e$/噸公里)			
		常溫		低溫	
		A公司	B公司	A公司	B公司
營業小貨車	1.9	3.39			
	3.49	2.59	0.78	2.97	2.99
營業大貨車	4.6		0.26		
	5	1.29		1.54	
	6.5	0.69~0.77(整)/1.09(零擔)	0.47	0.74(整車)/1.03	1.77
	7.0~7.7		0.26~0.37		1.22~1.59
	10.4-11	0.40~0.57(整車)			0.76~0.88
	15	0.29(整車)			0.67
	17	0.24~0.25(整車)			-
	20		0.31		0.40
	21		0.18		0.56
	24		0.16		0.39
	25		0.33		0.33
	26		0.54		0.32
	35		0.16		-

53

建議

貨運業者因應碳揭露資訊提供客戶需求	■ 貨運業者透過組織內部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，及路線貨運業亦應建立個別車輛行駛車次紀錄，以作為運輸服務量計算基準。 ■ 因應碳足跡計算需求，委外運輸部分應著手協調委託業者提供碳排放資訊。 ■ 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。
因應國家溫室氣體管制需求	■ 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，供貨運業者依循。 ■ 可持續發展盤查表單、計算工具，提供業者線上試算，並與業者提送公路主管機關之統計報表營業數據相互比對 ■ 可評估後續之建置貨運業溫室氣體管理之技術指引，或以案例彙編/技術手冊之形式發行。
營業大貨車與小貨車運輸服務碳足跡係數持續建置	本年度調查汽車路線貨運業者排放，建議下年度配合執行調查之貨運業者，要求委託廠商(汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業)提供車輛燃料資訊一併進行碳足跡調查，方能提高係數之代表性。

簡報完畢

敬請指導

中興工程顧問股份有限公司
地址：台北市南京東路五段171號
電話：02-27698388