

國際產品碳足跡標準與產業案例之研究

黃聖傑、陳宜清、申永順

E-mail: 322036@mail.dyu.edu.tw

摘要

有鑑於全球暖化問題日趨嚴峻，已引起國際社會的廣泛關注，為達溫室氣體管理及減量之目的，國際間逐漸發展各種彈性減量機制以及輔助之工具，而產品碳足跡係利用生命週期評估之方式計算產品溫室氣體排放的量化數據，藉此幫助企業重新審視產品各生命階段的排放減量空間，並達到產品碳揭露及排放比較之目的，落實消費者綠色採購之保障。本研究主要收集國際間產品碳足跡的計算標準與案例，透過案例統計之應用，得以瞭解產業溫室氣體排放之特性，而彙整分析各計算標準之差異，來擬定本研究之國內產業問卷。爾後藉由統計分析及重要-績效分析法之應用，探討國內產業建構產品碳足跡執行績效，並依據分析結果提出五等第改善策略與輔導辦法。經由本研究探討與分析結果，可歸納以下結論：一、分析產品環境宣告之統計分析結果可發現產品重量及產品生命週期總能源消耗量皆與產品溫室氣體排放量有良好的線性相關，且大部分呈現正相關；就各生命週期階段比較而言，電子產品原物料開採與使用階段之斜率較其他階段大，意指改變單位因子會使得此兩階段碳排放劇增，此亦代表此階段為重點減量之處。二、使用對數圖形較適合迴歸電子產品平均重與斜率特性(以重量與碳排放量迴歸的斜率)間之關連性，結果顯示較重之電子產品其斜率特性值也相對較小；而以線性圖形較適合電子產品平均重與斜率(以總排放量與碳排放量迴歸的斜率)趨勢，且呈正相關，表示較重之電子產品其斜率相對較大。三、分析產品廢棄處理階段產品重量與有無包含回收之碳排放量的迴歸結果，定義兩條迴歸線間之夾角為回收減量效益，影響回收減量效益大小之因子包括產品可再利用元件、元件回收處理程序、元件回收處理方式、元件可再利用程度及可再利用元件材質等五項。以本研究探討及計算出案例之值，以利樂包得出之夾角 0.02° 最小，電子產品之夾角平均約為 60° ，顯示電子產品回收減量效率較利樂包為佳。利用本研究提出之回收減量效益指標，可供產品環保化設計時的參考與鑑別出各類產品回收階段之處理效率，並予以改善或提升之建議。四、經本問卷調查各產業對建構產品碳足跡各項因素執行困難之處，主要以缺乏人力為各項建構因素較困難執行原因。而企業對於各項建構因子又以客戶端排放計算的執行能力最低，排放分配方式的認知最差。五、經由本研究調查與分析得知，目前國內產業建構產品碳足跡績效分數普遍落在本研究提出之評等系統中的等級二及等級三，成績偏低，顯見官方與產業必須更積極推動，並配合輔導及參與示範性計畫，進一步提升環保表現之水平，達到溫室氣體減量目的。

關鍵詞：溫室氣體、產品碳足跡計算標準、生命週期評估、PAS 2050、產品環境宣告、重要-績效分析法

目錄

封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi	誌謝	viii	目錄	ix	圖目錄	xiii	表目錄	xx	第一章 緒論	1	1.1 研究背景	2	1.2 研究動機	6	1.3 研究目的	7	第二章 文獻回顧	9	2.1 環境標誌與宣告	9	2.1.1 第三類產品環境宣告國際案例	11	2.2 國際碳足跡發展現況	18	2.2.1 個人碳足跡	19	2.2.2 產品碳足跡	20	2.2.3 企業碳足跡	22	2.2.4 國家/城市碳足跡	22	2.3 國際產品碳足跡標示案例探討	23	2.3.1 英國碳足跡標示案例	23	2.3.2 法國碳足跡標示案例	27	2.3.3 德國碳足跡標示案例	31	2.3.4 澳洲碳足跡標示案例	33	2.3.5 日本碳足跡標示案例	36	2.3.6 韓國碳足跡標示案例	39	2.3.7 泰國碳足跡標示案例	42	2.3.8 瑞士碳足跡標示案例	43	2.3.9 美國碳足跡標示案例	45	2.3.10 加拿大碳足跡標示案例	47	2.3.11 台灣碳足跡標示案例	48	2.3.12 各國碳標示差異性分析	53	2.4 國際產品碳足跡計算標準之發展	58	2.4.1 英國碳足跡計算準則-PAS 2050	60	2.4.2 日本碳足跡計算準則 - TS Q 0010 : 2009	69	2.4.3 國際標準組織(ISO)的碳足跡計算準則 - ISO 14067	72	2.4.4 WRI/WBCSD 產品生命週期標準(Product Life Cycle Standard)	75	2.4.5 各國產品碳足跡標準之綜合分析	77	2.5 產品碳足跡計算方法之研究	92	第三章 理論架構與研究方法	98	3.1 研究架構與流程	98	3.2 研究方法理論	100	3.2.1 文獻分析法	100	3.2.2 專家德懷術(The Delphi Method)	101	3.2.3 重要-績效分析法	104	3.3 研究對象	106	3.4 問卷設計	107	3.4.1 專家問卷	107	3.4.2 產業問卷	108	第四章 產品環境宣告(EPD)案例之碳足跡分析	109	4.1 產品環境宣告(EPD)案例介紹	109	4.2 產品碳足跡統計分析	115	4.2.1 產品重量與CO ₂ 排放量之迴歸分析	116	4.2.2 產品重量與單位重之CO ₂ 排放量之迴歸分析	130	4.2.3 產品總能源消耗與CO ₂ 排放量之迴歸分析	144	4.2.4 產品重量與總能源消耗之迴歸分析	160	4.2.5 產品廢棄處理階段含回收減量之迴歸分析	164	4.3 產品碳足跡案例綜合性分析研究	169	4.3.1 異產品之重量與CO ₂ 排放量的碳排放特性模擬分析	169	4.3.2 異產品之總能源消耗與CO ₂ 排放量的碳排放特性模擬分析	171	第五章 我國企業建構產品碳足跡之執行能力研析	174	5.1 專家問卷分析	174	5.1.1 專家基本資料填寫	174	5.1.2 影響產品碳足跡計算正確性因素分析	175	5.1.3 產品碳足跡應用領域之適合性評估	177	5.2 產業問卷	179	5.2.1 廠商基本資料分析	181	5.2.2 企業對於產品碳足跡之現況與認知調查	183	5.2.3 企業建構產品碳足跡之執行能力調查	240	5.2.4 企業建構產品碳足跡所面臨之需求	250	5.3 產業因應產品碳足跡建構之綜合討論	269	第六章 結論與建議	282	6.1 結論	282	6.2 建議	285	參考文獻	287	附錄A 第一次德懷術專家問卷	290	附錄B 第二次德懷術專家問卷	294	附錄C 產業問卷	298	附錄D 產品環境宣告	
------	-----	-----	-----	------	----	------	----	----	------	----	----	-----	------	-----	----	--------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	-------------	---	---------------------	----	---------------	----	-------------	----	-------------	----	-------------	----	----------------	----	-------------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-------------------	----	------------------	----	-------------------	----	--------------------	----	--------------------------	----	------------------------------------	----	---------------------------------------	----	---	----	----------------------	----	------------------	----	---------------	----	-------------	----	------------	-----	-------------	-----	--------------------------------	-----	----------------	-----	----------	-----	----------	-----	------------	-----	------------	-----	-------------------------	-----	---------------------	-----	---------------	-----	-------------------------------------	-----	---	-----	--	-----	-----------------------	-----	--------------------------	-----	--------------------	-----	--	-----	---	-----	------------------------	-----	------------	-----	----------------	-----	------------------------	-----	-----------------------	-----	----------	-----	----------------	-----	-------------------------	-----	------------------------	-----	-----------------------	-----	----------------------	-----	-----------	-----	--------	-----	--------	-----	------	-----	----------------	-----	----------------	-----	----------	-----	------------	--

參考文獻

- (一) 中文部份 1.友達光電股份有限公司 (2010). “ LCD 電視機碳足跡計算示範案例經驗分享 ” 跟隨碳足跡—發現減碳新道路國際論壇 2. 宇寧 (2009). “ 由國際碳標示看台灣的發展. ” 電子業自願性溫室氣體減量研討會 3.吳佩諭 (2005). “ 綠色企業評比系統暨其環保行政管制與輔導策略之研究—以電腦資訊產業為例. ” 大葉大學 4.袁方, Ed (2007). 社會學研究方法教程. 北京. 5.徐家偉 (2009). “ 國內推動產品碳標籤之芻議. ” 電子業自願性溫室氣體減量研討會 6.統一企業公司 (2010). “ 茶飲料碳足跡計算示範案例經驗分享 ” 跟隨碳足跡—發現減碳新道路國際論壇 7.產基會 (2009). “ 碳足跡計算準則與低碳會議推動策略 ” 8.黃香楓(2004). “ 生命週期評估技術應用於第三類環境宣告產品驗證之研究. ” 大葉大學 9.無線電技術月刊 (439期). “ 新年第一步:瞭解碳足跡. ” 10.環科顧問公司 (2009). “ 我國有關政府溫室氣體盤查與產品碳足跡之施政與推動現況 ” DNV溫室氣體與碳足跡查證人員訓練課程 11.龔信元 (2007). “ 以模糊理論綜合評估法評量工程教育成效. ” 大葉大學 (二) 外文部份 1.Carbon Trust (2008). “ Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services ” 2.Carbon Trust (2008). “ Guide to PAS 2050 How to assess the carbon footprint of goods and services ” 3.Carbon Trust (2008). “ Code of Good Practice for Product Greenhouse Gas Emissions and Reduction Claims ” 4.IPCC (2007). “ Climate Change 2007 Synthesis Repor ” 5.Japanese Technical Specification (2009). “ General principles for the assessment and labeling of Carbon Footprint of Products ” (TS Q0010) 6.K. Plassmann, A. Norton, N. Attarzadeh, M.P. Jensen, P. Brenton, G. Edwards-Jones., (2010). “ Methodological complexities of product carbon footprinting:a sensitivity analysis of key variables in a developing country context ”, Environmental Science & Policy, Volume 13, Issue 5, pp. 393-404 7.Padgett, J. Paul; Steinemann, Anne C.; Clarke, James H.; Vandenberg, Michael P. (2008). “ A comparison of carbon calculators ”, Environmental Impact Assessment Review, Volume 28, Issue 2-3, pp. 106-115 8.PCF Pilot Project Germany (2009). “ Project Results Report ” 9.Suzanne L. D. Andrews (2009). “ A Classification of Carbon Footprint Methods Used by Companies ” 10.WRI/WBCSD (2009). “ Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard ” 11.WRI/WBCSD (2009). “ Scope 3 Accounting and Reporting Standard ” 12.World Bank (2010). “ World Development Report 2010 ” (三) 參考網頁 1.日本經濟產業省, URL: <http://www.meti.go.jp/> 2.日本產業環境管理協會, URL: <http://www.jemai.or.jp/> 3.泰國溫室氣體管理組織, URL: <http://www.tgo.or.th/english/index.php> 4.行政院環保署綠色生活資訊網 URL: <http://greenliving.epa.gov.tw/GreenLife/> 5.Carbon-label, URL: <http://www.carbon-label.com/index.htm> 6.Carbonlabels, URL: <http://www.carbonlabels.org/> 7.Carbonfund, URL: <http://www.carbonfund.org/> 8.Carbonlabelca, URL: <http://www.carbonlabelca.org/index.html> 9.Climateconservancy, URL: <http://www.climateconservancy.org/> 10.Climatop, URL: <http://www.climaop.ch/> 11.Climatechange, URL: <http://www.climatechange.gov.au/government/initiatives/greenhouse-friendly/products.aspx> 12.Coolcalifornia.org, URL: <http://www/chinese/calculator.html> 13.KEITI, URL: http://www.edp.or.kr/carbon/english/system/system_line.asp 14.PCF Germany, URL: <http://www.pcf-projekt.de/> 15.SIS, Swedish Standards Institute, URL: http://www.sis.se/popup/Seminar_Climate_Change_Trade/programme.asp 16.TC 207/SC 7 - Green house gas management and related activitie, URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=546318