

「物質流評估座談會」會議紀要

【會議時間】97年11月12日上午9時至12時15分

【會議地點】財團法人中技社會議室（台北市敦化南路二段97號8樓）

【主持人】

財團法人中技社執行長 林志森
中華民國自來水協會榮譽理事長 李錦地

【討論提綱】

1. 物質流技術應用及推動的經驗
2. 政府機關及私人部門在物質流研究及應用上應扮演的角色
3. 協助物質評估應用所需之資料庫
4. 對台灣政府及企業的其他建議
5. 台灣可以參與未來國際物質流研究的可能性

【貴賓】

朱雲鵬 行政院政務委員

【引言人】

於幼華 台灣大學環境工程研究所教授

【與談貴賓】

Paul H. Brunner 奧地利維也納科技大學水質、資源暨廢棄物管理學院教授
兼院長

Peter Heck 德國特里爾應用科技大學物質流管理研究所所長

Stephen Moore 澳洲雪梨新南威爾斯大學土木環工所資深講師

Seiji Hashimoto 日本國家環境研究院資深研究員

【對談專家】

楊慶熙 行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處處長

張慶源 台灣大學環境工程研究所教授

廖述良 中央大學環境工程研究所教授

馬鴻文 台灣大學環境工程研究所教授

蕭登元 高雄餐旅學院休閒事業管理系副教授
洪克銘 台灣中油公司企研處專案
劉子銜 工研院能環所室主任

【會議紀要】(按發言序)

林志森

許多環境問題的發生，歸咎原因就是物質與能源的使用不當，如何減少能源消耗和廢棄物的產出，以致形成循環型社會，是永續發展的基礎，但前提是要對現今人類活動及經濟供需行為所造成的物質流動有所了解，透過物質流分析方法，一方面可以釐清物質的來源、使用流向；另一方面可依據分析結果提供資源及廢棄物管理的策略。

物質流評估，已經是國際研究與推動的主要方向，近來 MFA 的研究已朝向物質流管理 (Material Flow Management, MFM) 或永續物質管理 (Sustainable Material Management, SMM) 方向發展，也就是說，物質流不僅提供物質於環境中流布的資訊，更結合環境衝擊、社會、經濟等評估工具，呈現物質流布與環境、經濟與社會面向的關係，進而將結果回饋，進行有效的物質管理。

物質流分析應用的尺度可從產業尺度、縣市尺度、區域尺度，擴及國家尺度，甚至包括國際尺度；同時所應用的議題包括污染控制及處理系統的設計、廢棄物管理策略的規劃、生產程序的改善、污染預防與資源效率的提升、以及環境永續程度的增進等。

謝謝許多遠道而來的國際貴賓，「物質流評估座談會」的召開主要就是期待物質流分析與管理的觀念能在產、官、學界中交流激盪，在既有基礎上更進一步的深化與落實。

於幼華

歡迎各位參加今天的座談會，這次座談會目的是希望能夠對如何進行物質流評估研討以及未來不論是政府的決策，或者是產官學界之中長期的計畫架構，建立一些初步的結論。也藉此機會吸取國外專家學者在物質流技術應用推動，及政府機關及私人部門在物質流研究及運用上應扮演的角色等寶貴經驗，以及提供物質流評估應用資料庫建置之建議，更重要的是對台灣未來可以參與國際物質流研究可能性的看法。

Paul H. Brunner

MFA 不管對企業、城市、國家，甚至是國際間，都是一個很好用的工具，而我更要強調此技術在未來的前瞻性。

第一，MFA 對解決問題是很有幫助的，尤其對廢棄物減量、以及環境管理、甚至進一步的資源管理，包括學者的養成、數據的分析、資料的蒐集，都耗時甚鉅，所以 MFA 必須長期、持續的進行研究才符合經濟成本原則，所以物質流的研究必須定期進行，才能對系統做整體的衡量與觀察掌握。

第二，MFA 的進行，端賴政府與民間雙向進行：政府的角色是很重要的，法規的擬定至少必須考慮到未來五到十年的發展，尤其資料庫建立後，可以進一步應用在國土規劃方面，對國家資源做更精準的規劃，比如，鐵礦砂的開產；但民間的參與也很重要，有些民間自行所做的調查，與政府的調查可能有所重疊，不過，可能採用的術語不一致，國際上可針對這些術語有更清楚的定義，奧地利有一個 2096 的術語定義，台灣可以參考。

第三，國家在廢棄物的處理必須有全盤的研究計畫：MFA 的工具可以延伸到大學院校中，建議台灣可以利用學術交流的名義，與國際級的學校簽訂合作備忘錄，建立國際合作模式，比如參與今年才成立的歐盟合作計畫，都是台灣可以積極參與的。

我要補充一點，MFA 對廢棄物的最終處置可以做一個很好的追蹤，舉例來說，每年有 16000 噸的鉻進入土地，這是在土地裡的存量，我們知道這個數據之後，就要去檢查。

但，最終的處置就是政府的責任，而且是長期有效的監測，有些檢測出的數值並非天然的蘊藏，而是人造的存量，但這些必須有清楚的數據分析與規劃，所以 MFA 的利用就需要政府的支持，不管是前端的資料蒐集、或者後端的數據分析，這好像是學術性的問題，但對政府、民間來說，這卻是務實的問題。

尤其現在再生能源的使用趨勢蓬勃發展，比如在歐洲因為氣候變遷，很多產業部門現在用廢棄物取代原先使用的石化原料當燃料，比如水泥業，這衍生一個棘手問題，如 1990 年代，一半以上的鉻是進口的，但現在很多卻存在於都市的廢棄物中，所以現在奧地利、瑞典就針對鉻在水泥的含量進行研究與分析，這是我們不可避免的問題。

建議台灣政府可以先想想，現有的法令中，哪項法令最適合 MFA 的思維，比如在奧地利是廢棄物管理法，我們引進廢棄物管理，顯示硫、氮、鉻、鋅、銅等廢棄物的流向，而利用 MFA 的資料庫對奧地利的環境部、農業部、水資源局等，都有所助益。

而 MFA 另一項助益，則是很特別的，奧地利經濟部主動與學界聯繫，希望利用 MFA 進行國土規劃計畫，因為資源有限，必須有效利用，所以藉著完整的資料蒐集，才能準確掌握奧地利土壤中的資源，避免資源耗竭，所以 MFA 如果能有效的利用不管是廢棄物管理、或是經濟資源的管理都有所助益，畢竟不管是蒐集資料的方法與分析方式，其實都是一致的。

朱雲鵬

很榮幸來參加座談會，我從中技社辦理的一系列研討會中發現，今天的這個會議，各與談人皆為國際上知名的學者，我知道奧地利 Paul Brunner 教授提供許多很有價值的物質流評估建議，包括哪些政府機構應該負責推動及推動的法源依據等，這些寶貴的建議，未來可作為政府施政參考。

Stephen Moore

在澳洲，官方網站上是有國家資源的資料，而且各企業必須每年在其年報上，針對廢棄物的流向與管理作清楚的說明，但坦白說，在 MFA 的應用上，很多國家的官僚體系下，其實各部門整合的並不好，讓資料庫的資料無法互通有無，這是很可惜的，建議台灣可以有一個跨部門的機制，統籌各部門的數據與資料才能做最有效的利用。

但我必須先強調，MFA 這項工具的重要性，它可以發現很多隱藏性的資源利用，進一步幫助處理國際性的環保問題。比如，全世界對鉻原料的需求其實已經下降，但因為鋅的開產增加，連帶造成鉻的隱藏性使用值上升，比如大陸的煉鋼廠、或者肥料的應用，這卻會造成跨國際的汙染問題，究其原因，就是對廢棄物的管理，我們沒有做有效率的追蹤，這就是 MFA 這項工具可以著力之處。

針對有汙染可能的物質流，在環境當中的分布與影響，是有必要進行 MFA 的概念應用。如果把地球看成單一的系統，所有資源的流向在經濟消費上是一個複雜的系統，在過程中任何物質的形式都會影響人類，如果我們無法做很好的物質流分析，恐怕會衍生嚴重的問題，建議可以在國家層級基礎上，建立產業面的資料庫。

目前，澳洲 MFA 的應用是許多學校的重點課程，不少研究生都把資料庫的建立做為研究課題，建議台灣的學校可以參考一些國際性的指標，也做相關的資料分析，由學界擴散至企業間。

Seiji Hashimoto

目前日本相關的數據建置，來自於企業的需求，因各企業必須定期會報諸如廢棄物排放量、流向等數據給政府，而且來自於消費者的壓力讓各企業更加重視這些數據的研究與分析，不過，我要強調，資料庫的管理，要先確立研究目的與終極目標，以日本來說，日本全國也有散居各地的研究單位，但各地的研究方針不一致，如何把研究目的與目標統一化，是建立國家級資料庫首先要面對的課題。

日本是一個仰賴資源進口的國家，人們仰賴大量進口物資來生產，我們感興趣的議題是，未來物質流需求的預估各國都不一樣，針對 MFA 未來延伸應用的課題，可以多著墨在資源的開發與利用上，畢竟未來包括汽電共生、太陽能發展等因應環境變遷所衍生出來的新科技，都要討論到資源的有效利用，所以相關數據的建立與利用，更顯可貴，建議台灣未來也是也可以朝這方面多加規劃。

另外，對於日本來說，國際研究與合作是很重要，例如目前最迫切的是有關二手貨的調查，我們無法掌握確切數據，這需要國際合作來做調查，畢竟在環境資源、與系統流向，已經是牽一髮而動全身。

Peter Heck

在德國，一流的大公司如果沒有在物質流上採用 MFA 會受到譴責的，但要進一步推動到城市中採用，端賴城市領導者與企業多要有所承諾，難度較高。

德國今年將進行第三次工業革命的基礎分析，MFA 就是一個很好的管理工具，比如歐洲初估將投入約 10 億歐元作廢棄資源再次利用的研究，這將創造更多的工作機會與提高更多的經濟產值。

我要強調，MFA 不能只是一個花錢研究的報告與數據，必須進一步當成對未來機會的投資，不管是資源的投資與管理，都可以給政府在經濟活動中帶來相當大的利益。過去 40 年，全世界都利用掩埋方式處理廢棄物，既不環保也很不經濟，政府應該建立指導原則，善用資源。

但各國在橫向的溝通是不夠的，所以造成資源的浪費，未來有必要擬定一套完整、而且全面性的指導原則，包括把廢棄物資源化，所以 MFA 不能只是花錢，而是要創造更大的經濟產值，但我也要強調，一切經費的來源與未來系統的再利用，都在流程中要縝密規劃。

我建議台灣政府要有全國性資源的主計畫，畢竟台灣有 90% 以上的資源端賴進口，所以要作全面性情境分析，深度評估台灣現有資源的可利用性。

台灣可以進行鄉鎮系統資源流的評估，因為台灣的面積與規模都較小，進行

深度鄉鎮系統資源流的評估是相對容易的。

另外，教育學生要有系統性的思維，不能只是單一層面的思考，畢竟未來許多問題是跨領域的發展，建議能成立專屬部門跨部會整合資源。比如，水是資源也是能源，藉著跨部會合作，才能有效能的利用。

國際合作才能避免全球資源的浩劫，德國明年開始推動零排放量的架構，明年九月在柏林召開國際會議，台灣可以考慮加入。

張慶源

台灣廢棄物管理主要是環保署，資源的統計則是主計處，但能源局應該也扮演此角色，建議政府應有長期的計畫，可以委託智庫，如中華經濟研究院之類的，做長期的追蹤與研究，然而，現在類似研究採用競標制，今年這各單位研究、明年換人，資料無法延續，是很可惜的事情。

廖述良

資料庫的建立應該由上而下的制定國家、地方、及事業單位的資料項目與標準，在由內政部國土資訊系統的架構中，要求各部會（分組）就本身權責進行法規訂定、資料庫建置、與資料供應。

另外，資料的蒐集成本應納入考量，資料庫的使用效益亦應加以納入考量。

物質流分析與管理是永續環境管理的基礎工具，但應以人類自然的生態系統為對象與範圍，以系統思維原則與方法建立系統動力模式，做為研究與實務應用的基礎，並在物質流之外，加入能量流、金錢流、資訊流及知識流等系統基本組成與作用機制項目。

馬鴻文

物質流推動，這些年來成效尚不明顯，但相信日積月累，慢慢會展現成果。參考學者專家高見，首先應有上位的國家永續管理政策，需結合前端資源管理到末端廢棄物處置之兩大計畫，對整個國家在推動上有著力之處。主要之關鍵應屬資料建置之問題，除資料建置耗成本外，已建立之資料尚未被有效利用，形成雙重浪費。從既有之資料來看，如何整合成形式一致之國家資料庫，瞭解哪些項目是最迫切及最關鍵的，是需思考的。

現階段可以先從既有的且屬國家層級，包括國土規劃、經濟發展、或是環境保護的策略上，把物質流評估及物質流管理之觀念及作法置入。

蕭登元

物質流分析方法應用層面除工業與環境研究領域外，國外亦有應用於服務性產業之研究案例(如銀行、餐廳、旅館等)，其研究目的皆是期以全面盤查物質與能源流向與流量，檢視企業如何降低物質暨能源資源使用，在源頭減量與零廢棄的概念下，達到真正去物質化的最終結果。

洪克銘

國內物質流在學界多年推動下，已經略具成效，產業界也有些許的應用，但比起國外發展上有成長的空間，比如，物質流數據的標準化、法規及相關工具的建置等，應可師法國際經驗。

政府在物質流分析的角色，可儘快推動研究建立相關標準、效能指標、標準資料庫，以及相關法規的擬制，以利產業界在物質流的應用推廣。

在國際合作上，除加強相關經驗交流及合作外，在建置相關的標準、法規、資料庫，並讓術語統一，以利國際接軌，應有合作的空間。

劉子衙

工研院從 1996 年起，迄今已利用「生命週期評估(LCA)」技術協助台灣公部門（如行政院環保署限用塑膠袋政策）與私部門（如台積電、聯電、廣達、宏碁等）進行政策或綠色產品的設計，並開發台灣唯一本土的資料庫-DoITPro。

近來，工研院能環所也應用物質流分析(MFA)，於國內四座環保科技園區(桃園、台南、高雄、花蓮)進行能/資源循環再利用之生態鏈結工作，故對於國內欲推動物質流評估應用所需之國家型資料庫之建置工作，工研院能源所亟願扮演媒合與執行者的角色，在現有 DoITPro 資料庫上擴充「基線資料」(如重金屬流布)和公用資料(如用水、用電資料)的完整性與適切性。

楊慶熙

物質流的確非常重要，個人過去推動廢棄物流向管理，現在推動二氧化碳碳足跡，以及固定污染源空氣污染物排放管制系統，很多都要從生命週期來計算，有物質流所需之數據，使用上將會非常便利，希望能儘速建立二氧化碳資訊平台，提供給環保單位、事業及各界使用。過去建置完成之事業廢棄物的資訊平台，已提供給各部會使用，對資料更新及整合有所助益，並達最大效益。很樂意提供空、水、廢、毒資料庫建置經驗予物質流應用資料庫開發參考，未來並希望朝向做好數據 QA/QC 以及相關資料庫整合方向努力。

李錦地

「物質流評估座談會」主要希望針對物質流的技術應用與管理方式，做一個國際性的交流與討論，進一步能凝聚共識，提供政府做短、中、長期的規劃，尤其是產學間如何整合，希望在國際性的交流下，未來台灣在此方面的研究，有一個更清晰的輪廓。

國內的學者都提到，有必要建立「國家永續物質管理計畫」，當然這有短、中、長期的目標，希望以此成為架構的導向。

在短期目標方面，分為前端資源面與末端廢棄物面兩部分來談，最重要的是資料庫的建立，這包括資源管理、環境管理、廢棄物管理。

不過，在談所有計畫之前，要先做的就是資料的蒐集與清查，比如廢水污染方面，國內包括各事業活動產生的廢水已經有一個獨立的申報系統、四個科學園區也有相關的系統、中油方面也有相關的資料，如何把這些資料庫統一就是當務之急。

建議可以先做出一個檢核表，將有關的資料先清查出來。

另外，資料庫的建置需要標準化，先要建立指標、工具、程序，我們可以參考國際經驗。

而政府在資料庫的建置上，當然必須要扮演重要角色，除了財務的支持、最重要的是人力的投入。

當然，目前這類資料庫建置的目的要解決的問題，必須有優先順序，目前最優先的應該是毒性化學物，其次為被篩選出的重要物質，如本土資源中的水，境外輸入的能源、礦物。尤其毒性化學物或有害事業廢棄物，也是巴塞爾公約最關注的問題。

未來，物質流資訊的提供應做為國家經濟及社會發展在決策時衡量環境承載力或物質限制條件之參考依據。而統合的政府單位建議目前先由環保署做整合部門，未來則交由環境資源部統籌。

建議由中技社作為一平台，結合在座國內外專家，協助環保署提出國家永續物質管理計畫的草案，分工上，政府單位應納入相關部會，如內政部有國土資料庫、經濟部是管理資源的、主計處為統計之中央部會及能源局等；學術機構則協助建立標準化之資料庫、程序以及指標之研究等，以提供學術基礎，在環保署主導之下，各單位進行分工，最後整合到環保署或未來之環境資源部，提供環境資源重要決策上之一個依據。

這次研討座談，國外專家所提到物質流推動的架構、工具及方法論，在學術上及實務上，都已提供台灣寶貴的經驗，國際合作應持續進行，並有一對外窗口，建議由中技社作為長期持續推動的窗口。

物質流確實重要，也必須推動，其對資源的管理、環境的管理，以及廢棄物的管理有所助益，對本土資源、外來資源、本土資源產生之廢棄物、外來資源製成產品輸出所留下來之廢棄物及對環境的衝擊，都可以掌握，台灣是一個密閉系統，非常適合推動。