

節能減排—物質流未來展望論壇 引言



以物質流導向產業永續發展

馬鴻文

台大環境工程學研究所

2008.6.9



討論題綱

政府、企業、學界在物質流分析與管理的角色分工



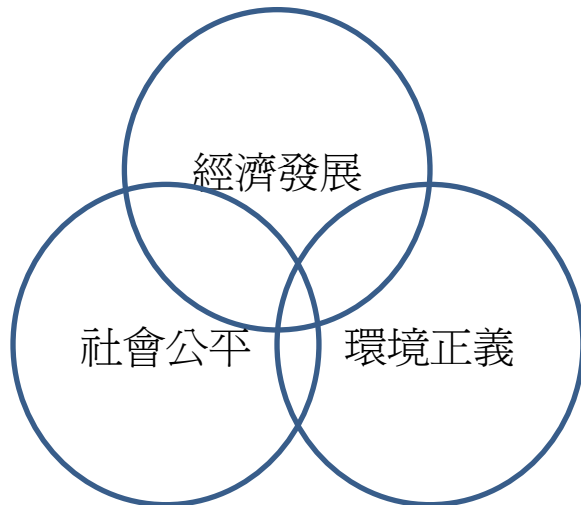
國際或區域合作的機制



擬定短、中、長程策略規劃，推動資源管理的深化
與落實

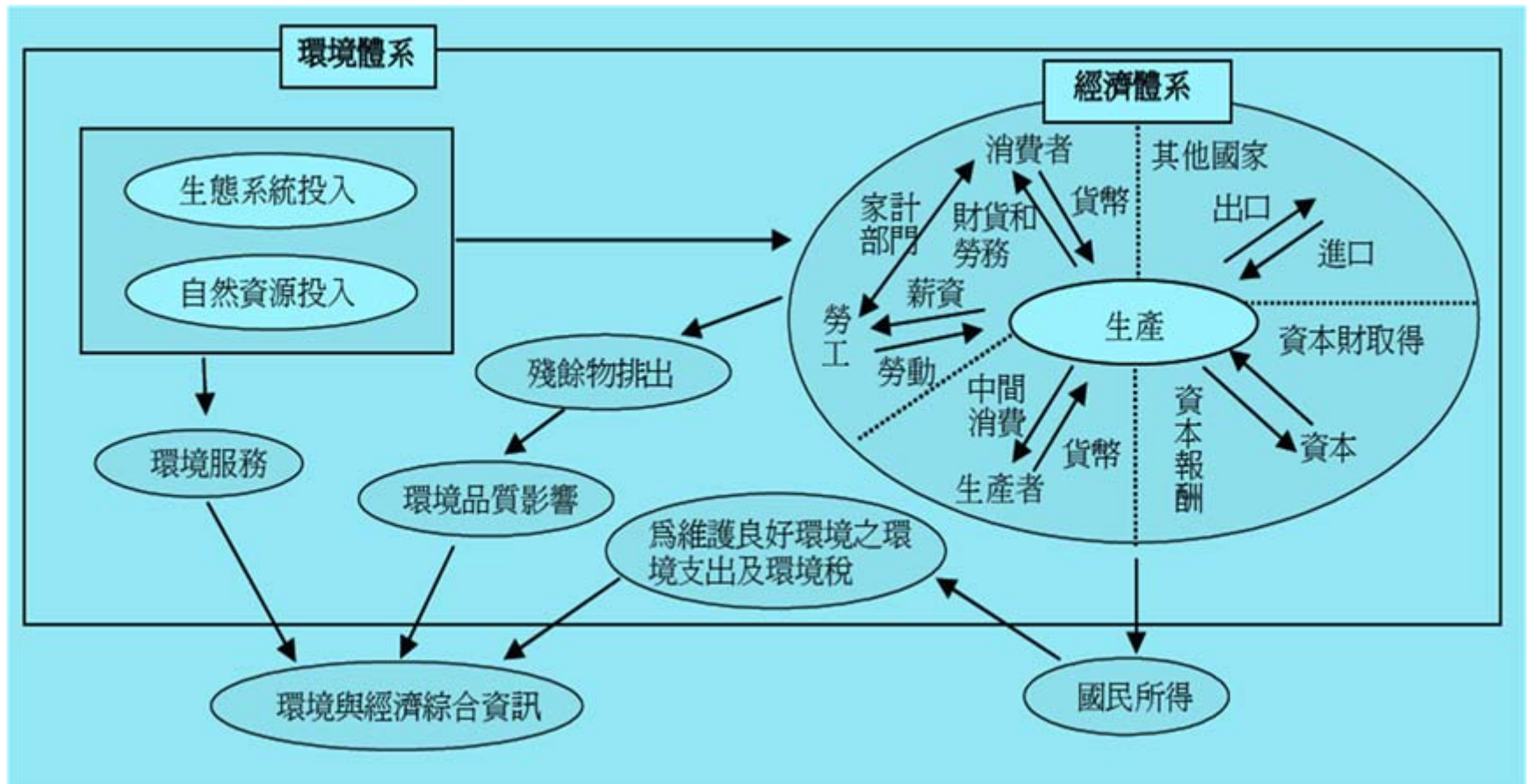
物質流與環境

- 資源使用導致：
 - 資源匱乏
 - 物質及能量擾動所帶來之環境惡化
- 永續或循環型社會→物質和能量的管理→提升
 - 資源利用
 - 環境維護的效率
- 描繪人類活動所造成的物質擾動

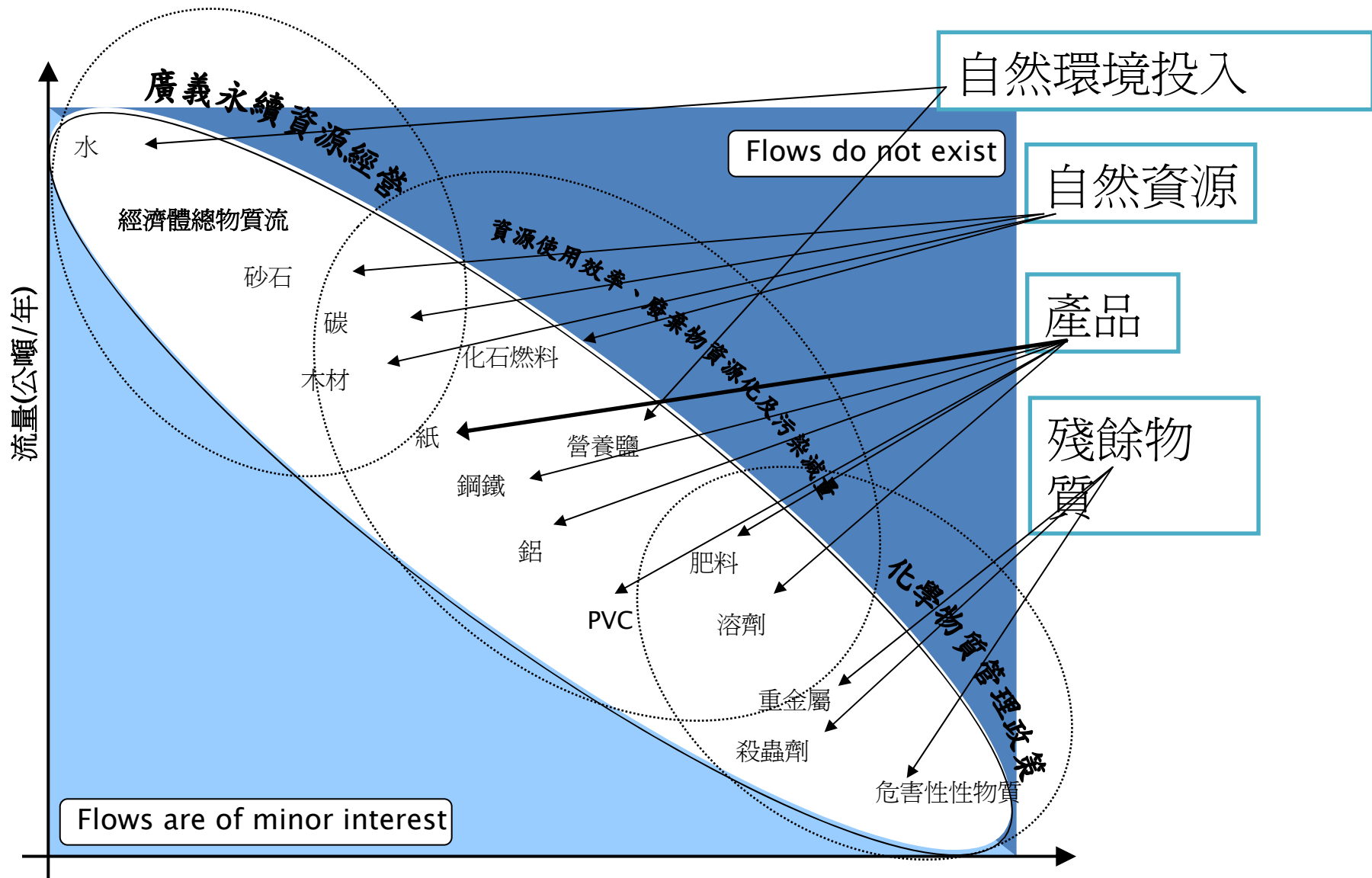


環境問題	牽涉物質
氣候變遷	碳
臭氧層破壞	NOx、CFCs
優養化	氮鹽、糧食生產
酸雨	硫、氮
毒性物質	重金屬、有機物、燃料
資源耗竭	資源物質
土地破壞	化石燃料、金屬礦、土石資源
廢棄物質管理	廢棄物
世代環境公平	總物質消費
區域的環境正義	總物質消費

環境體系與經濟體系之互動



資料來源：行政院主計處綠色國民所得SEEA系統



資料來源：Steurer A. (1996)

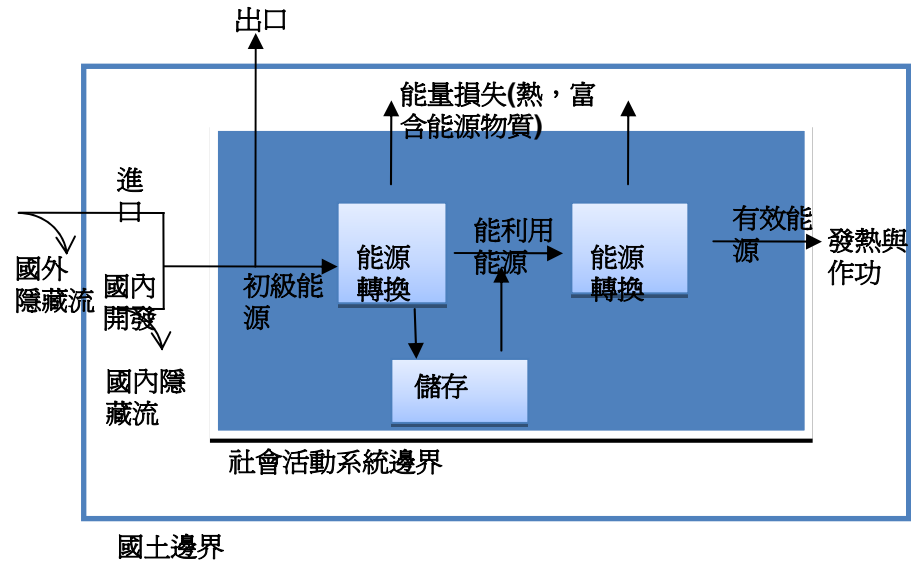
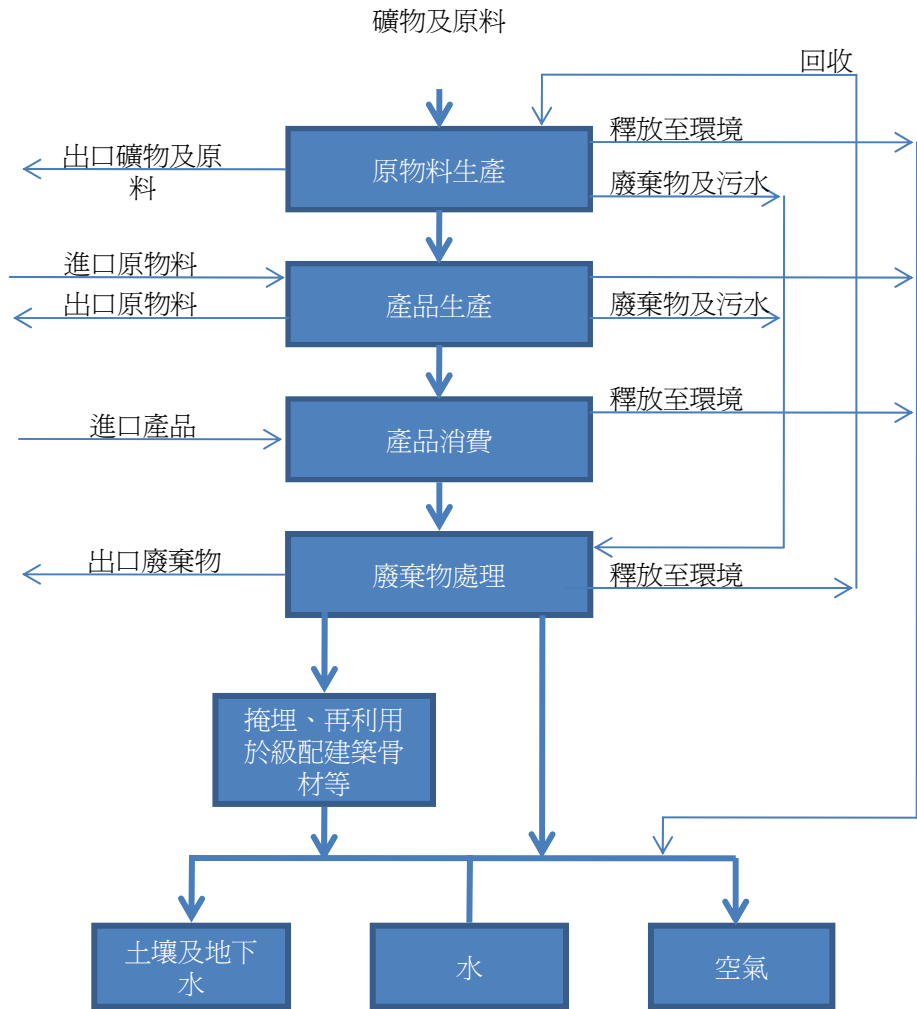
環境衝擊潛勢(每公噸物質)

物質流分析方法

- 評量經濟體內物質及能源的流布轉換
- 量化的環境系統分析工具
- 採用投入產出方式以及質量平衡的法則
- 歸納經濟與物質的資訊
- 物質的會計系統
- 原料開採 + 進口 = 消費 + 出口 + 庫存 + 廢棄



物質流與能量流的系統



能源物質與資金的相互依存



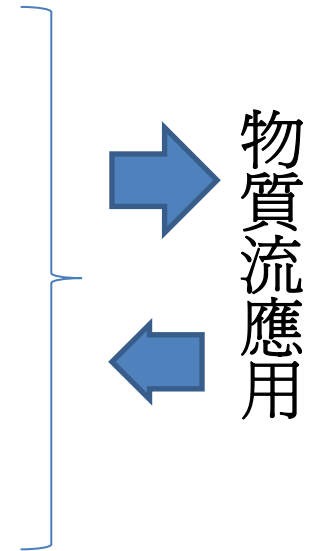
資源/廢棄物之管理

策略議題

- 經濟成長與廢棄物產量
- 減少有害物質
- 資源化、再利用
- 零廢棄
- 區域合作
- 永續生產與消費

評估規劃工具

- 生命週期評估
- 環境影響評估
- 環境風險評估
- 環境品質管理指標
- 成本效益評估



物質流的應用

應用層面	
生產 交易 消費	供應及需求趨勢預測
	產品成分認定
	微量元素估算
法規 決策支援	評估污染防治策略
	管制法規訂定參考
	檢視控管成效
	環境稅(費)的估算
化學物質宿命	推估未知物質流之流失
	探究引起物質流的源頭問題
	預測環境問題
	建立廢棄物生命週期指標
人體健康效應	數量化的暴露評估
一般性用途	系統資訊支援
	挑選替代物質
	物質損失情境分析預測
	環境問題篩選

國際間物質流推廣應用

歐洲環境署	指令規範物質運作
丹麥EPA	追蹤管理危害性物質流布
日本環境省	建構循環型社會(SMS)
美國USGS	應用於礦物資源管理
聯合國	推動SEEA環境會計
荷蘭VROM	評估環境政策對6種重金屬的減量成效
瑞典SNCI	評估都市金屬流之環境衝擊
德國UBA	支援含氯有機溶劑及重金屬削減措施

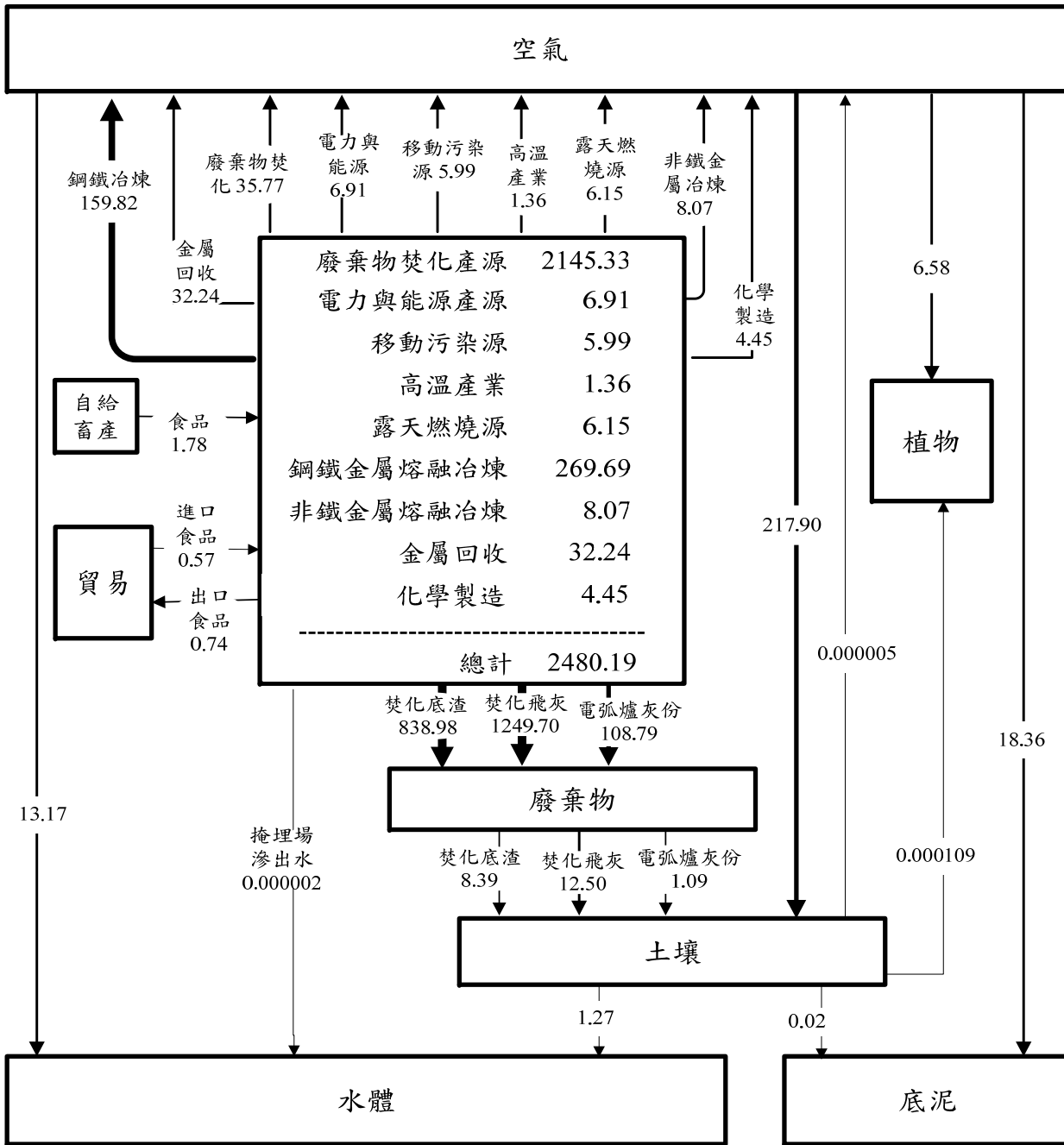
- **OECD** 要求各國改善物質流資訊
- **OECD** 國家推動
 - 永續物質管理
 - 3R政策
 - 整合產品政策
 - 循環型經濟

SEEA: System Of Environmental And Economic Accounting
VROM: Ministry of Housing, Physical Planning and Environment
OECD: Organization for Economic Co-operation and Development

SNCI: Swedish National Chemical Inspectorate
SMS: Sound Material-Cycle Society
UBA: Federal Environment Agency
USGS: U.S. Geological Survey

各國的物質流分析

國家	物質流分析經驗
奧地利	纖維、肥料、塑膠、PCB、Zn、Ag、Pb、N及有機碳等
丹麥	偶氮染料、溴化耐燃劑、石蠟、戴奧辛、氟化烴類、含氯有機溶劑、CFCs、Al、As、Cd、Cr、Co、Cu、Pb、Hg、Ni及Sn等
德國	環境荷爾蒙、Pb、Cu、Cd、Al、N、P、Na、Cl及PVC等
荷蘭	重金屬、營養鹽、含氯化合物及PVC等
挪威	Cr、As、Cu、Pb、Ni、Zn、含氯溶劑、戴奧辛、溴化耐燃劑，含氯石蠟，全氟磺酸鹽、壬基酚等
瑞典	Cd、Cr、Cu、Pb、Hg、Ni、Zn、Sb、PBDE、PAHs、及新興污染物APA、DEHP、PFOS等
瑞士	Cd、鹵化有機溶劑、戴奧辛、呋喃、溴化耐燃劑、含氯石蠟、廢電子電機產品內的金屬與非金屬元素
我國	鋼鐵、砂石、石化、水資源、農業資源、鉻、鎘、戴奧辛、PET、紙、



國內Dioxins物質流

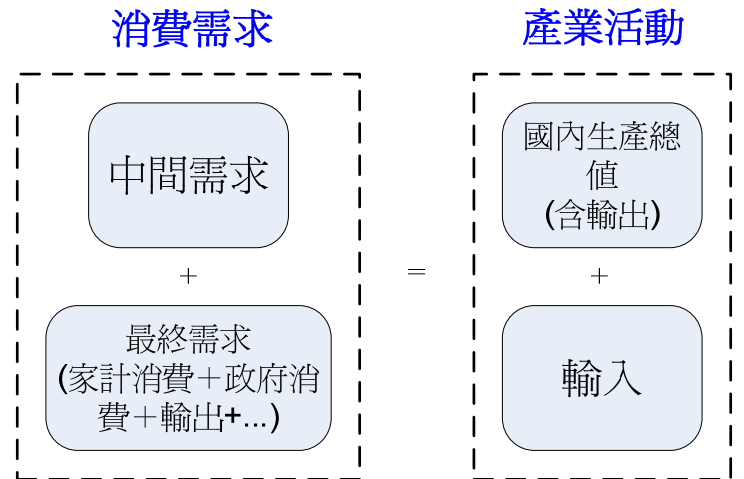
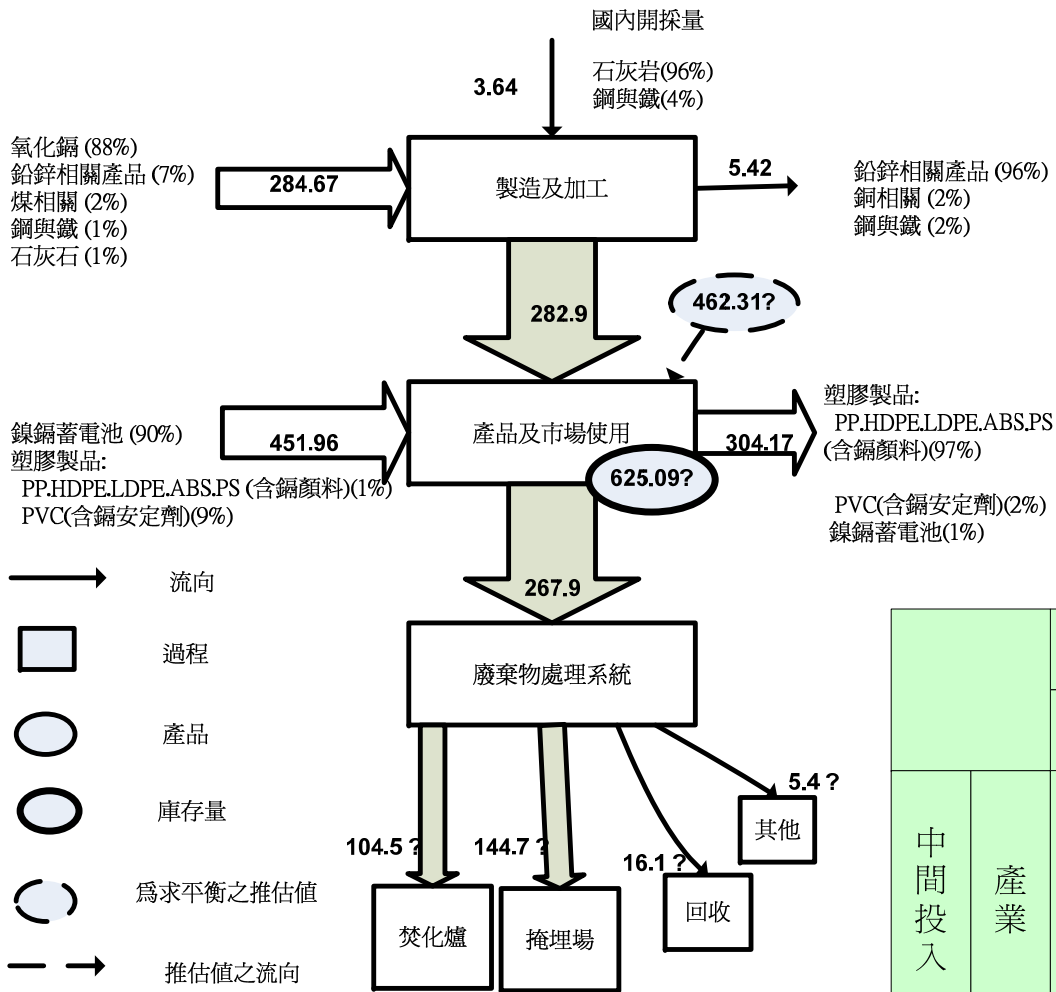
單位:g I-TEQ

經濟圈釋放量	2480.19
空氣	256.31
收集固化量	2197.46
土壤	21.97
水體	2E-06

單位:g I-TEQ

進口食品	0.57
出口食品	0.74
自給畜產	1.78

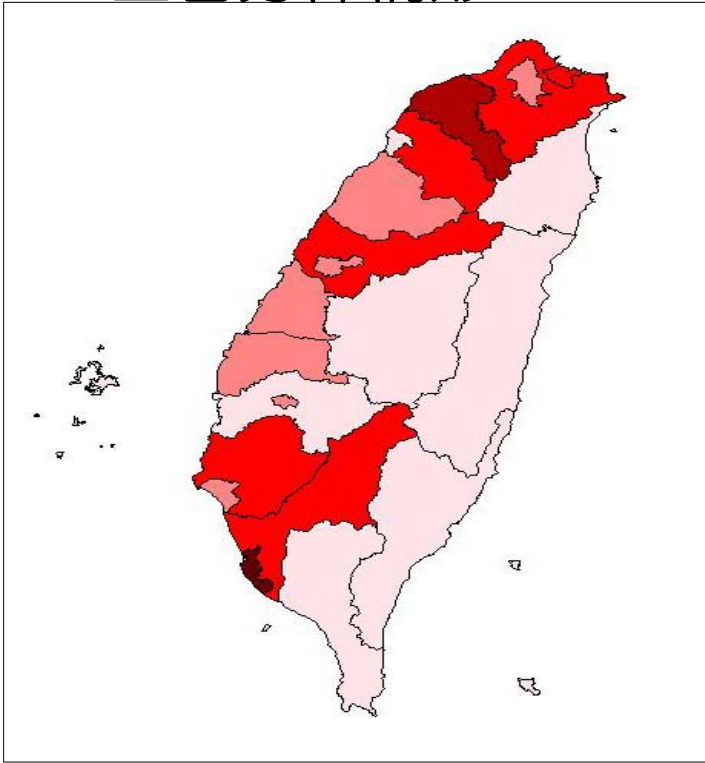
台灣戴奧辛流佈現況(平均量) (g I-TEQ/yr)



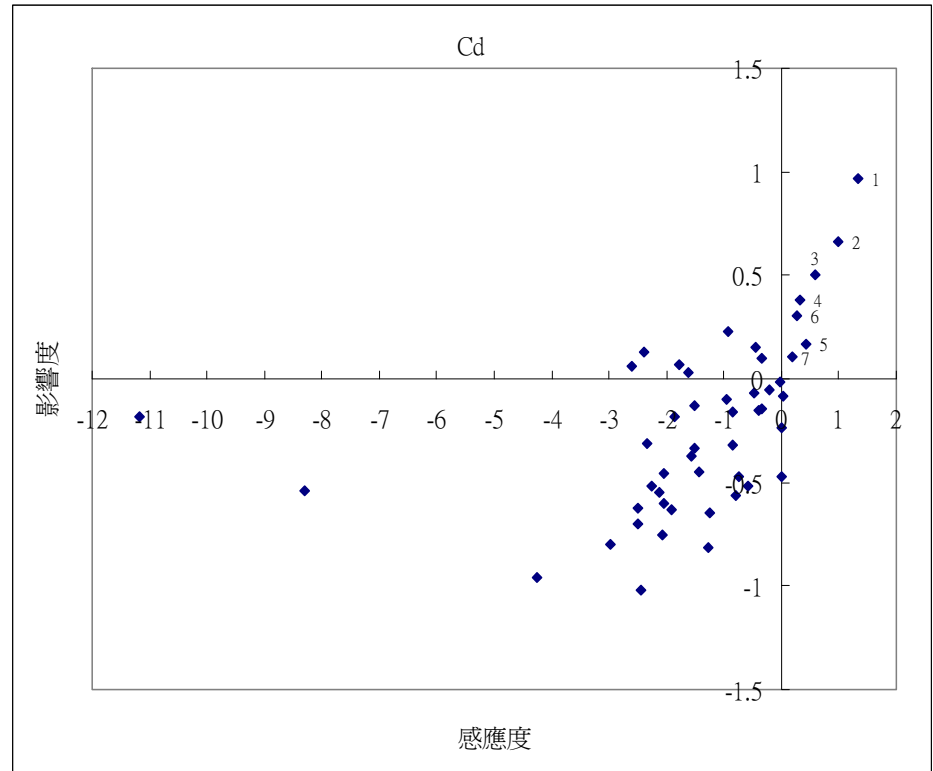
		中間需要	家計消費	政府消費	固定本形成	存貨變動	輸出	輸入
		產業						
中間投入	產業							
	廢棄物							

物質流分析 ↔ 產業關聯表 ↔ 環境衝擊

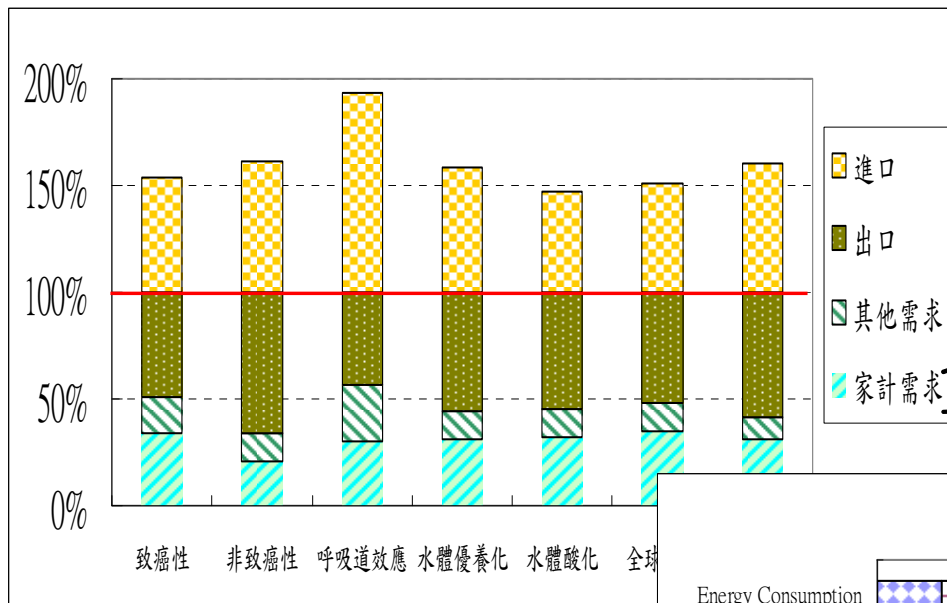
全台分佈情形



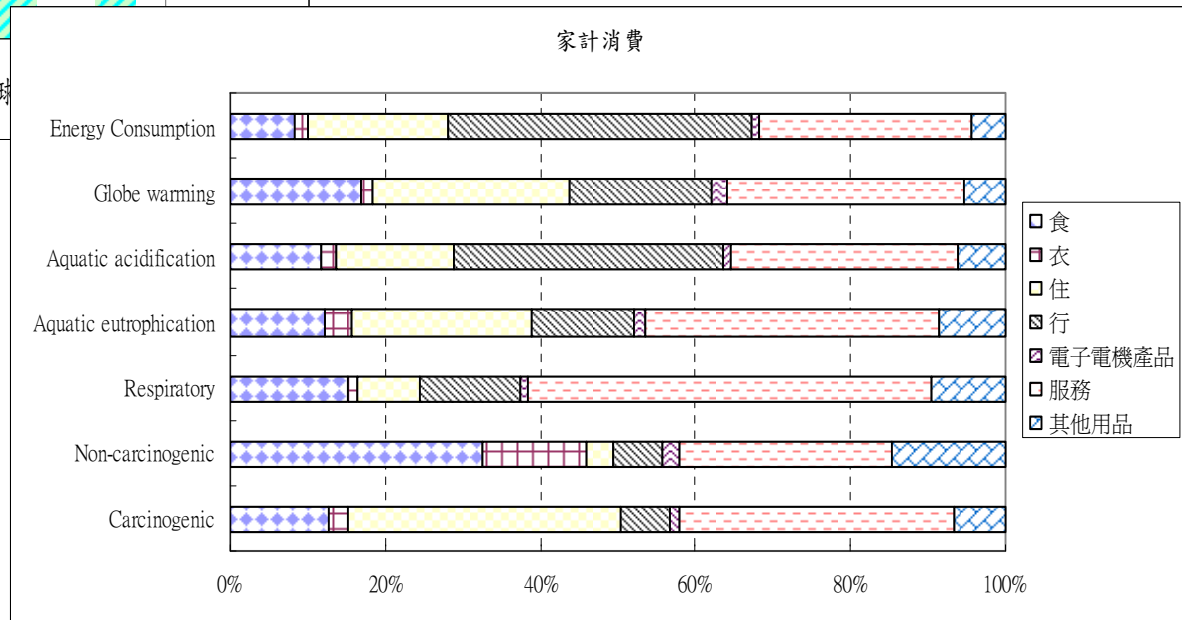
關鍵產業分析



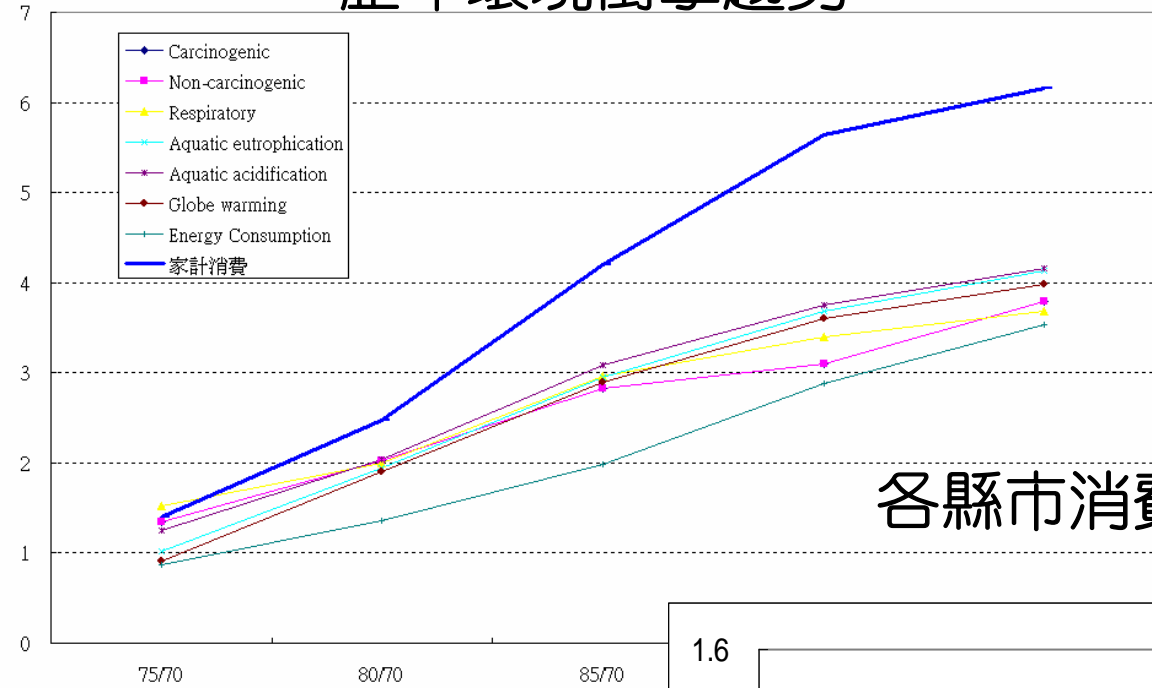
進出口及消費情形



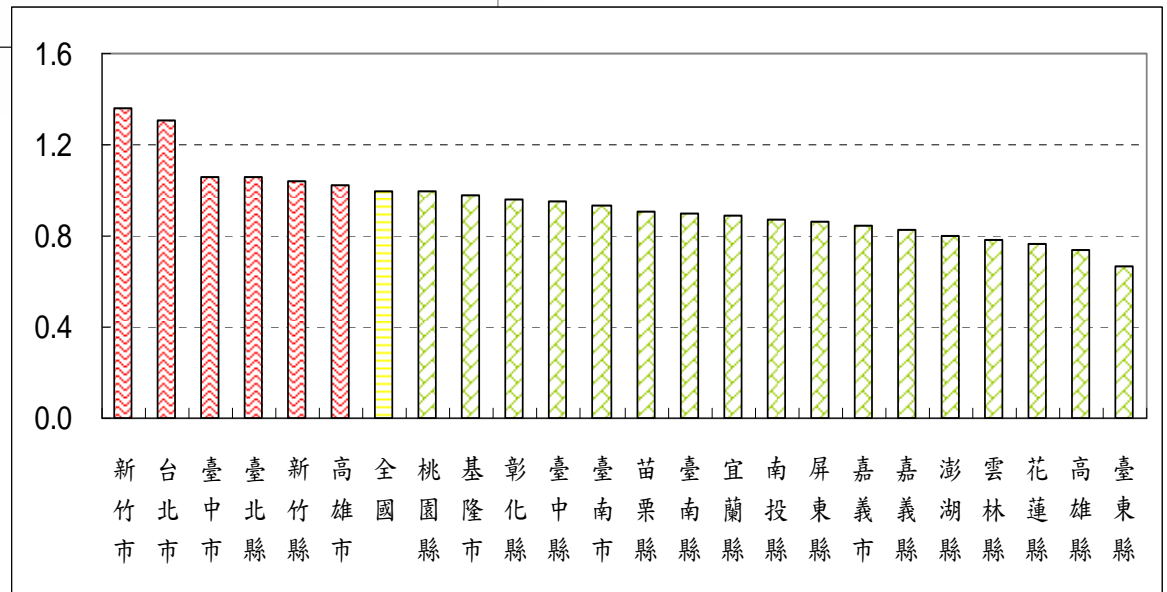
食衣住行之環境衝擊



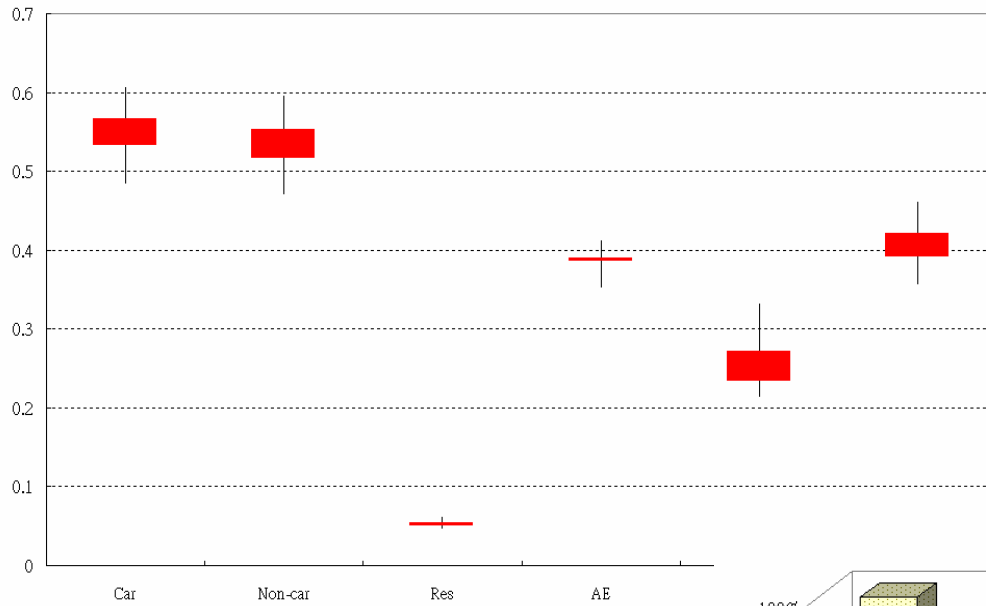
歷年環境衝擊趨勢



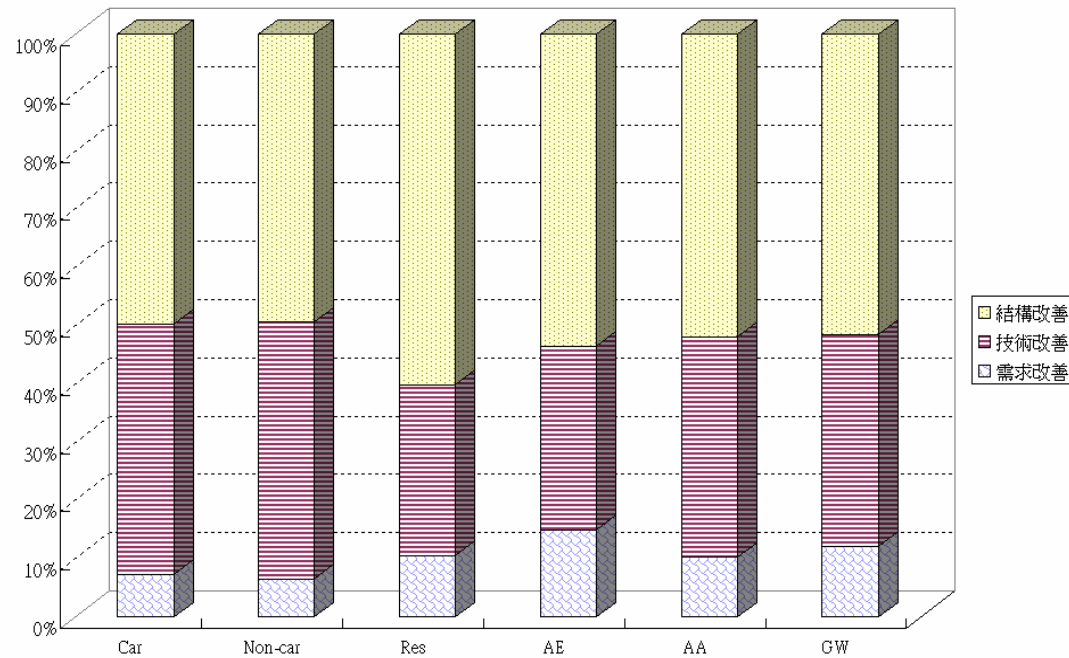
各縣市消費之環境衝擊



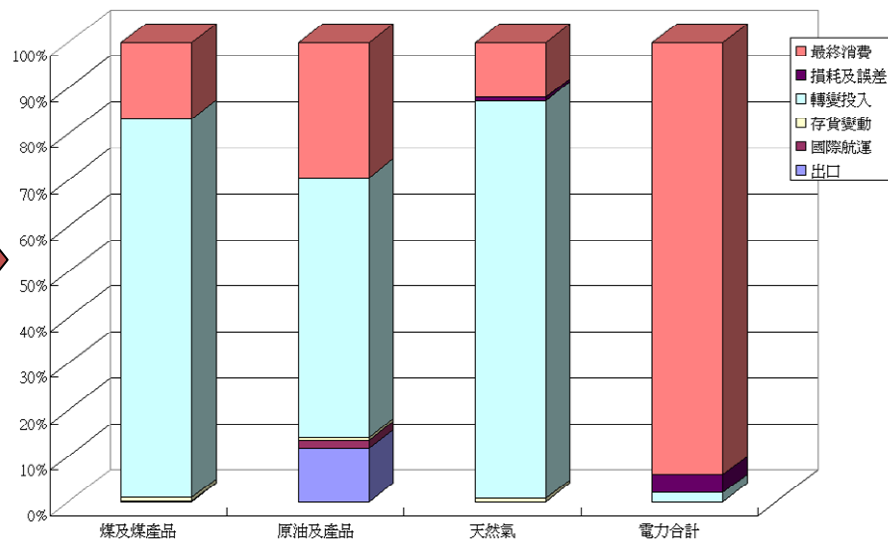
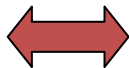
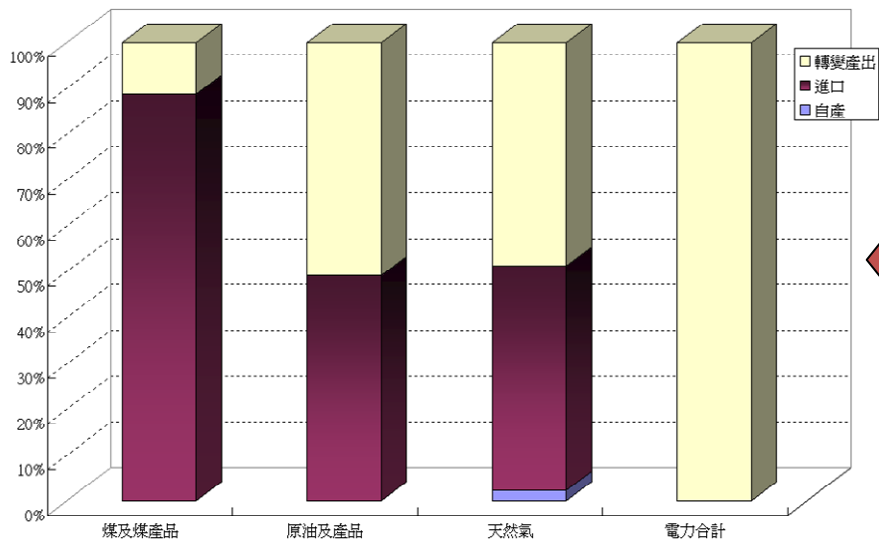
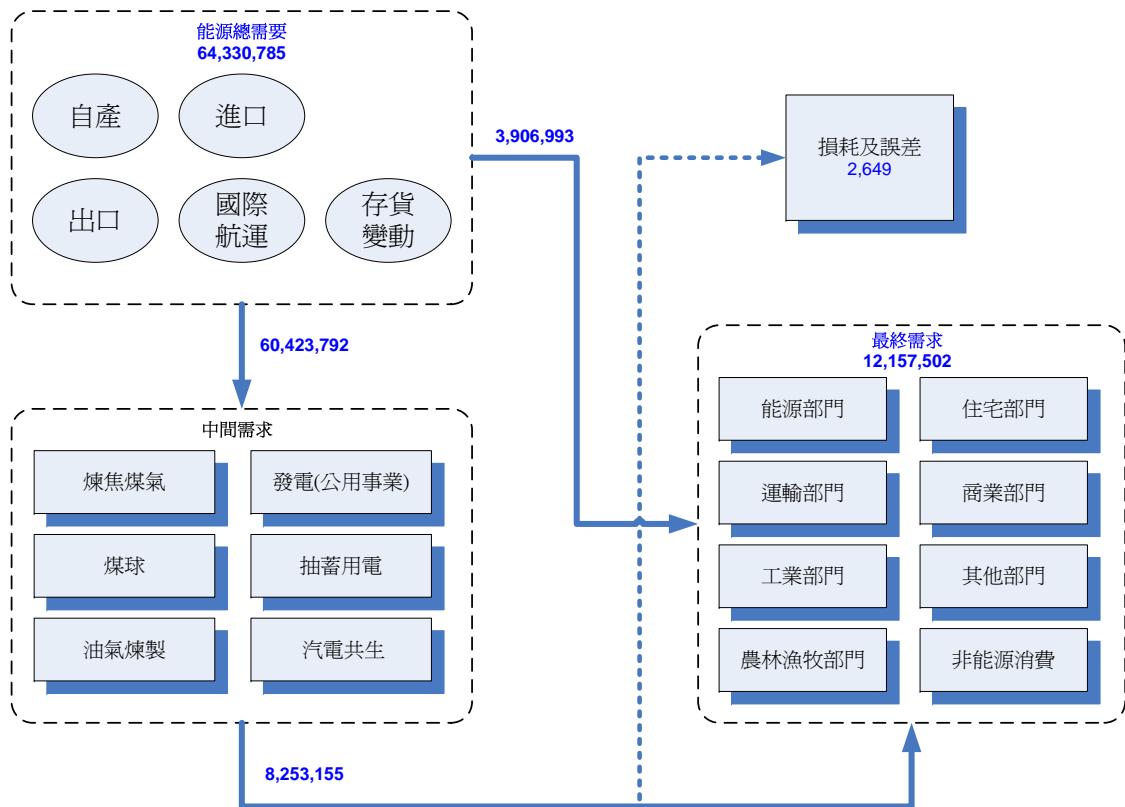
消費/效率/結構對環境衝擊之影響



關鍵因素分析



能源流之應用



物質流-政策工具

- 整體經濟層次
 - － 整合經貿與環境政策
 - － 指引永續發展計畫
 - － 制定國家廢棄物管理及資源保育政策
- 產業層次
 - － 監控資源生產力及其環境影響
 - － 挖掘潛在環境問題
 - － 提升產業部門效率
- 地方層次
 - － 細部檢視工廠、流域、城市之新陳代謝
 - － 實施永續物質管理
 - － 改善能源效率

物質流系統化管理之落實

民眾參與

民眾與產業參與
利害關係者認知

政策工具

產業促進條例或總量管制
化學物質管制系統
土地及資源開發限制

決策者



衝擊評估工具

風險評估
生命週期評估
生態足跡
經濟影響評估

資訊整合與流通

國際貿易物質監控
物質供應需求之預測
綠色國民帳與環境指標

基礎資料庫之建置

國內 常用資料來源

行政院主計處

經濟部國貿局

經濟部工業局

ITIS智網 產銷資料庫

事業廢棄物管制系統IWMS

資料庫整合

- 項目品名比對
- 加總計算或再分配至細項
- 單位換算
- 物質含量數據之代表性
- 資料不確定及代表性說明

各國物質資料來源

資料來源

政府統計資料

生產量統計

銷售統計

公司申報

環境統計數據

技術書刊

產品登記

以現有資料推估

貿易統計

環境監測

產官學界之合作

主管機關

指導產業結構

工業生態園區

物質流導向的資料庫及申報系統

廢棄物交換機制與通路

研究單位

估算我國物質流指標

整合環境系統分析工具

規劃物質流資料庫

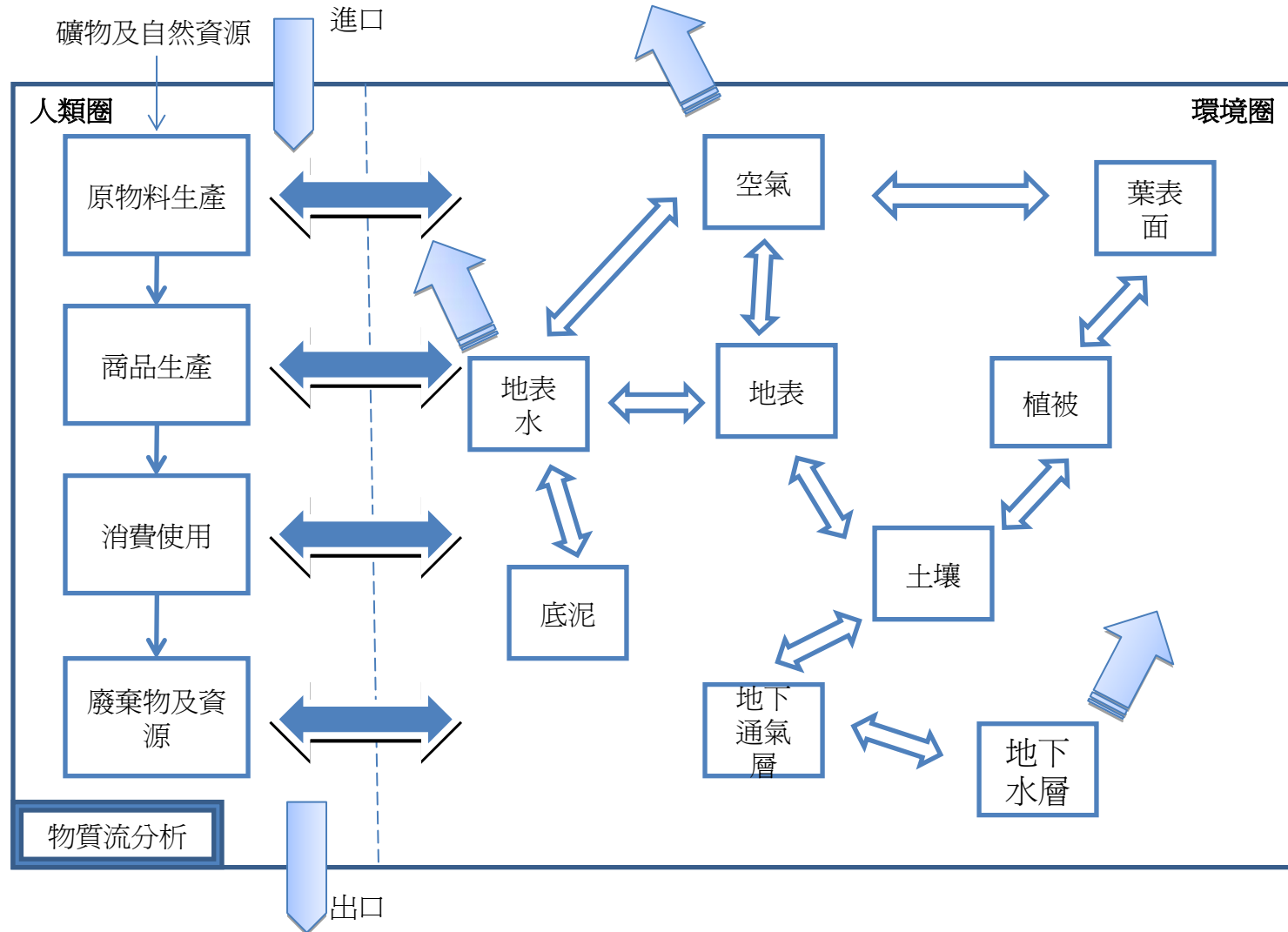
決策支援系統

工商事業單位

建立物質能量平衡數據

依物質流建立環境管理系統

從物質流動著眼之整體性評估



物質流管理



面對窘迫的資能源侷限，以及因資能源的使用引發物質和能量之流動所導致的環境問題，如何藉物質及能量的有效管理，一方面讓資源循環再利用，一方面減輕環境衝擊，成為社會是否能邁向永續的關鍵



單一問題的獨立分析常難以提出有效之管理策略，甚而造成問題的轉移



若能在循環型社會的政策研擬架構下，結合物質與衝擊的分析，將有助於設計具體有效之物質流動干預機制與管理策略，兼顧資源保育與環境品質



討論題綱

政府、企業、學界在物質流分析與管理的角色分工



國際或區域合作的機制



擬定短、中、長程策略規劃，推動資源管理的深化
與落實