

# 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

## 永續發展資訊系統規劃及其執行計畫 Sustainable Development Information System for Taiwan

計劃類別:            個別型計劃            整合型計劃

計劃編號: NSC-89-2621-Z-002-025

執行期間: 87 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日 (第二年 88.8~89.7)

整合型計劃:    總計劃主持人: 劉兆漢 校長  
                         子計劃主持人: 於幼華 教授

處理方式:  
                         可立即對外提供參考  
                         一年後對外提供參考  
                         兩年後對外提供參考

執行單位: 國立台灣大學環境工程學研究所

中華民國 89 年 11 月 15 日

## 目 錄

表目錄-----	2
圖目錄-----	2
中文摘要-----	3
英文摘要-----	4
前言-----	5
第一部份 各分組研究總結-----	5
研究方法與步驟-----	6
污染防治組-----	6
自然保育組-----	7
資能源善用組-----	7
資訊工具組-----	10
研究進度與成果-----	11
污染防治組-----	11
自然保育組-----	14
資能源善用組-----	18
資訊工具組-----	20
結論與建議-----	22
第二部份 總計畫本身在其分組協調工作外所完成幾項重要事務-----	24
查證部份污染組資訊的正確性與可用性 - 以空氣污染指標 PSI 為範例對象-----	24
協助部份資源善用組的物質流數據收集、整理與演譯	
- 以台灣建築砂石資源為研究範例-----	26
協助「台灣 2011」總計畫部份研究之資訊提供	
- 淡水河與蘭陽河流域之水資源概況-----	28
資訊庫建庫之部份前置作業 - 與國科會科資中心合作以建立詮釋資料之統一窗口--	29
參考文獻-----	31

## 表 目 錄

表 1 台灣砂石資源現有調查體系分析表-----	26
--------------------------	----

## 圖 目 錄

圖 1 第二年工作分工架構圖-----	5
圖 2 台灣地區物質流分析系統示意圖-----	8
圖 3 永續臺灣資訊系統 - 詮釋資料庫首頁查詢-----	12
圖 4 詮釋資料庫查詢界面及選項-----	12
圖 5 查詢系統結果簡表-----	13
圖 6 評量系統查詢界面-----	13
圖 7 臺灣地區河川流域森林覆蓋率圖-----	16
圖 8 臺灣地區河川流域天然林覆蓋率圖-----	17
圖 9 各國金屬物質需求趨勢-----	18
圖 10 各國工業礦產品物質需求趨勢-----	18
圖 11 濁水溪彰雲橋測站 72 至 87 年 logQ-logQC 關係圖-----	19
圖 12 META DATA 資料查詢系統畫面-----	21
圖 13 實體資料連結(WWW)-----	21
圖 14 網路 GIS 系統實體資料查詢畫面-----	22
圖 15 台灣地區歷年砂石開採數量統計圖-----	27
圖 16 依水泥用量推估之砂石需求量與縣市政府調查數據比較表-----	27
圖 17 美國、日本、德國、荷蘭與台灣歷年來單位土地面積砂石需求量比較圖-----	28
圖 18 日本、台灣與美國每年每人砂石需求量比較圖-----	28

## 中文摘要

「永續發展資訊系統」子計畫之主要目的係為：(1) 在短、中時程上係為建置一實用之環境資訊系統，以支援「永續台灣的評量系統」及「永續台灣 2011」等另二子計畫所需(2) 長程而言，乃就「污染防治」、「自然保育」、「資能源善用」三面向之永續發展課題，利用妥適之資訊工具，將散置於國內各界之有效資料加以整合，俾利學、研界利用，進而再視相應條件而擴大未來之使用者對象。

本計畫之第二年研究成果，有以下四點值得提出：

1. 將國內有關永續發展之資料(訊)分布概況與調查結果，加以系統化，整理為「永續臺灣資訊系統 - 詮釋資料庫」，以建立一可供資料需求者與資料之管理/供應者間互動之資料庫系統，使資料需求者可藉此系統查詢必須且有用之資訊。更進一步可透過此系統之連結，直接連結至<http://www.stic.gov.tw>遠端資料庫，擷取所需要之資料。
2. 繼續進行各類自然生態相關環境資料庫之調查，並收集有連續資料之資料庫 78-87 年之實際資料，建立趨勢圖、分析趨勢與分析出台灣各河川流域之森林覆蓋狀況；同時增加調查國外永續指標所需的資料項目在國內的現況。此外，繼續支援永續台灣評量系統與台灣 2011 計畫，協助其取得工作所需之資訊。
3. 繼續進行台灣地區物質流分析系統之建構、台灣水土資源善用之研究及台灣固體廢棄物資料庫建置之研究。物質流分析主要利用物質平衡中投入/產出的觀念，以重量為單位建立一套可衡量台灣資能源物質使用及需求情形的指標與物質流帳。台灣水土資源善用之研究則著重於資料收集。固體廢棄物資料庫建置仍延續上年度之工作重點，本年度著手進行核心指標實質資料庫之建置，並由資料建置過程探討相關問題，期使此資料庫成為可用之資訊。
4. 除各分組所撰就的研究計劃進度與成果外，本總計畫本身在其分組協調工作外所完成幾項重要事務，包括(1) 查證部份污染組資訊的正確性與可用性 - 以空氣污染指標 PSI 為範例對象。(2) 協助部份資源善用組的物質流數據收集、整理與演譯 - 以台灣建築砂石資源為研究範例。(3) 協助「台灣 2011」總計畫中部份研究之資訊提供 - 淡水河與蘭陽河流域之水資源概況及(4) 智識庫之規劃、各類資料源之持續蒐集、GIS 及 Temporal DB 之整合、資料品質管制技術之研究、資訊系統架構規劃/分析及技術可行性評估、電子資料交換標準及介面建立之研究和未來本資訊系統委外開發及研究成果轉移單位之各面向評估等，並為持續推動永續發展資訊系統之建置。

**關鍵字：** 永續發展、詮釋資料、物質流、資料倉儲、智識庫

## 英文摘要

The two objectives of this project are : (1) to build an information system to supply data required by the other two projects, i.e. , “Sustainable Taiwan 2011”and “Sustainable Development Indicators for Taiwan” and (2) to establish a long-term data base categorized into “Pollution Prevention and Abatement ”, “Nature Conservation ”and “Proper use of Energy and Matters ” .

The results are summarized as:

1. A web site <http://www.stic.gov.tw> has been established and open freely to all the users.
2. Investigations have been continued on the status of natural resources, conservation and ecosystem related databases. For those databases that accumulate data on a yearly basis, the data accumulated in the last 10 years are collected and analyzed to see the trend of change, such as the “forest cover”. We also expanded our range of investigation to include databases related to environmental indicators previously used by other countries or organization.
3. The study of materials flow has been worked to collect data on metallic materials, industrial minerals and energy resources. Other databases established include the suspended solid in streams, sediment transport models and the % recovery of solid waste.
4. Additionally, work besides the setup of data warehouse includes: verification of previous PSI data (QA/QC), (2) material-flows study on construction aggregate, (3) provisions of specific river data to Taiwan 2011’s project and (4) investigation on the framework on KD(Knowledge Database) for sustainable Taiwan.

**Keywords** : Sustainable Development , Database, Materials Flow, Data Warehouse, Knowledge Database

# 前言

本文擬分兩部份來做總結，第一部份即是下文中各分組 - 污染防治、自然保育、資訊工具及資源善用 - 其分組主持人所各別撰就的研究計劃進度與成果；第二部份內容則是本總計畫本身在其分組協調工作外所完成幾項重要事務，包括（1）查證部份污染組資訊的正確性與可用性 - 以空氣污染指標 PSI 為範例對象。（2）協助部份資源善用組的物質流數據收集、整理與演譯 - 以台灣建築砂石資源為研究範例。（3）協助「台灣 2011」總計畫中部份研究之資訊提供 - 淡水河與蘭陽河流域之水資源概況及（4）資訊庫建庫之部份前置作業 - 與國科會科資中心合作以建立詮釋資料之統一窗口。由於第一部份的總結已承蒙廖述良教授、李玲玲教授、朱子豪教授及張慶源教授提供了各分組的進度報告，故有關上述的第二部份內容當接隨在分組報告之後再予各別詳述。總之，環境資訊系統及其資料庫的建立確對台灣的永續發展前程具奠基的重要意義，時值建置之初，我們僅期盼此項工作本身也能得到持續的支助才好。

## 第一部份 各分組研究總結

本計畫分為污染防治、自然保育、資源善用及資訊工具等四個面向組來執行，每個面向組下再分別提出相關的子計劃，分工架構如下：「污染防治組」由廖述良教授負責領導召集與控制該面向下各個子計劃工作進度；「自然保育組」由李玲玲教授負責領導執行、召集與控制該面向下子計劃工作進度；「資源善用組」第二年起由張慶源教授負責領導召集與控制該面向下各個子計劃工作進度，並廣續第一年之規劃基礎與工作成果；「資訊工具組」由朱子豪教授負責領導執行、召集與控制該面向下的子計劃工作進度。各組召集人負責其面向下各個子計劃之領導召集、工作進度控制及與其他各面向組間的橫向溝通，而計劃主持人於幼華教授則負責各面向計劃縱向與橫向整合的領導與協調溝通。以下將分節說明各組之研究方法與步驟。

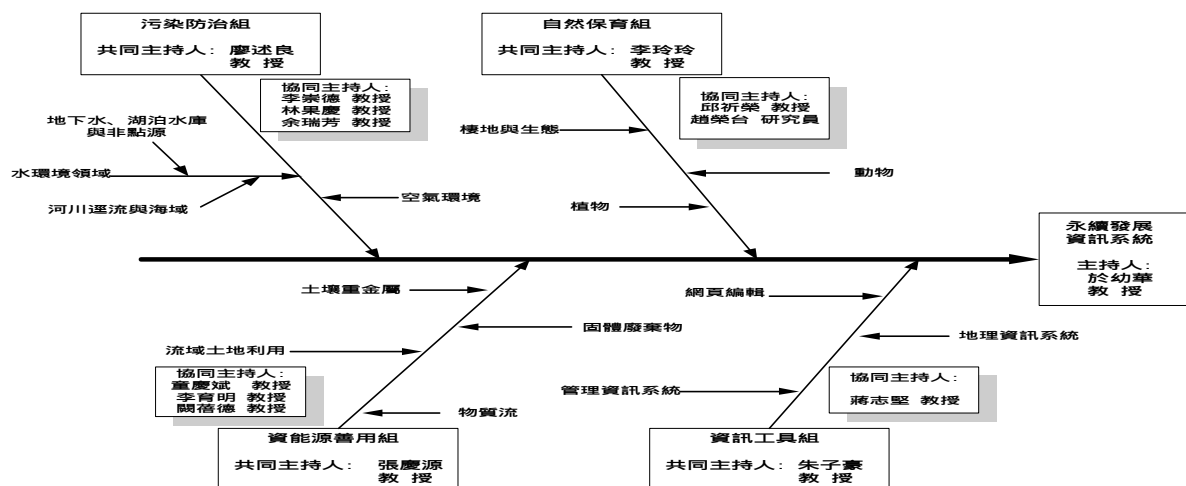


圖 1 第二年工作分工架構圖

## 研究方法與步驟

### § 污染防治組

永續發展之本質在追求經濟繁榮、環境保育及公平性之平衡點及交點，為目前許多國家在經濟發展與環境規劃之指導原則。而政府在擬定永續發展政策之決策過程及永續發展指標之評價與評量，均需以大量之環境資訊為決策之支援系統，因此環境資訊系統之建立實為推行永續發展最基礎且重要之工作。雖然政府各單位均積極發展資料庫或資訊系統，然目前國內之環境資料在量與質、供需共享、資料處理上仍有若干問題。由於電腦科技及資訊網路之快速發展，在環境資訊系統建置所需之軟硬體（如功能日益強大之PC及地理資訊系統等）易於獲取，訊息溝通管道日益暢通。再者，經由各單位長期監測調查之資料，也初具規模，這些資料實應加以妥善儲存，並善用於改善環境品質與永續發展上。資料之價值在於被使用，以產生有用之資訊，因此資料之流通性十分重要，目前於網路上可獲取之環境資料仍十分有限，雖然各單位均積極建立資訊系統，然在系統之完整性上宜有完善之規劃及建置之時程上應儘速。建立臺灣地區完整性之環境資料（訊）系統是十分急迫且需求的重要工作。尤其，首要之工作為建立一可供資料需求者與資料之管理/供應者間互動之資料庫系統，使資料需求者可藉此系統查詢所需之資料在何處、其時間與空間廣度與單位、資料之品質、資料之獲取方式等。更進一步，可透過此系統之連結，可直接連結至遠端資料庫，並直接擷取所需要之資料，或透過系統提出資料需求之訊息給資料管理者，資料管理者在藉其他管道提供需求者所需之資料。前者有關於提供描述資料之來源、特性、品質等功能可藉由系統之詮釋資料（Metadata）提供，而後者可藉發展網路資料庫（Web Database）達成。本文介紹針對目前存於國內之有關於永續發展之資料分佈概況調查，所得之資料（訊）加以系統化整理作後發展為符合上述功能之「永續臺灣資訊系統 - 詮釋資料庫」。目前系統之連結可透過國科會科資中心之STICWeb科技資訊網 <http://www.stic.gov.tw> 連結或直接連結至 <http://ems0.ev.edu.tw/edsen/>。

「詮釋資料內涵」簡單的說，詮釋資料（Metadata）可解釋為「有關於資料之資料」（Data about data），他本身是一種資料，用來提供資料需求者對資料之說明。資料使用者在蒐集及使用資料時，常對資料本身之定義、範圍、品質等會產生疑義，因此資料提供者若能同時提供一份描述或詮釋此資料之資訊，將對資料之使用者有相當大之助益。詮釋資料基本上至少扮演兩個角色：

- } 提供資料使用者對資料之了解相關資訊：這類資料包括資料之格式、對應之空間與時間單位；資料提供之單位、方式、限制；資料之品質、特性等。
- } 提供資料之查詢功能：這類資料包括資料主題與內容、資料之時間與空間範圍、資料之關鍵詞 等。

由於資訊網路的發展，引起各領域積極發展適合其領域資源描述的Metadata標準，

除了描述檔案完整詳細記錄的EAD，適合大量網路電子資源組織的Dublin Core外，適合電子文件編碼的TEI(Text Encoding Initiative)、專為博物館資訊交換的CIMI(Consortium for the Interchange of Museum) 政府資訊的GILS(Government Information Locator Service)與地理資訊的CSDGM(Content Standards for Digital Geospatial Metadata)等，皆已發展為該領域的國際標準格式。

上述之Metadata標準項目大都相當龐大，對資料管理者而言，建置上壓力相對較大。另一方面環境領域所含之資料範圍廣泛，且各環境領域之資料各有其特性，資料儲存之格式亦不同（一般資料庫、文字報告、GIS），因此要建立一具完整性且適合所有環境領域資料之Metadata十分困難，因此本研究建立一較為精簡之Metadata，其主要內函如下：

本系統之 Metadata 共分為七類別共 58 項次，分別為

- 資料(庫)基本資訊（7項）
- 資料(庫)主要資訊（15項）
- 資料(庫)生產資訊（11項）
- 資料品質資訊（8項）
- 資料之備註說明（1項）
- 資料取得與使用資訊（9項）
- 詮釋資料者資訊（7項）

## § 自然保育組

永續發展資訊系統 - 自然保育組計畫之短中期目標在協助建立永續發展指標評選、評量、評價之資訊系統，長期目標則在協助規劃、建立永續發展之基礎資料庫，以提供國內規劃永續發展之相關環境資料。其中永續評量系統相關指標之資料收集與分析工作已告一段落，本組本年之工作包括(一)繼續進行其他各類非指標自然生態相關環境資料庫之調查，並依 metadata 格式整理下列調查結果：包括資料內容、格式、正確性或有無經過確認、流通性，是否足夠支援永續發展評量系統之指標等。對於有連續資料之資料庫，收集民國 78-87 年之實際資料，以建立民國 78-87 年間趨勢圖、分析趨勢與資料內容之品質，並對後續資料之更新或建立方式提出建議。(二)為增加環境資料庫內資料項目的廣度，並配合評量計畫收集國外與永續相關指標所需的資料項目，以做試算比較，本組又參考下列國外已知的指標，調查國內關於這些指標所需資料項目的現況。(三)本組邱祈榮教授依據民國 84 年第三次台灣森林資源及土地利用調查所判釋的航空照片樣點，套疊台灣河川流域圖，分析各河川流域之森林覆蓋狀況，以供本計畫及其他相關計畫使用。此外，本組繼續支援永續台灣評量系統與台灣 2011 計畫，協助其取得工作所需之資訊。

## § 資能源善用組

現代社會需要大量物質的流動以滿足人類直接與間接的需求；例如平均一個美國人一天需 50 公斤的物質需求，這些物質流動將對整個自然環境有直接的衝擊。目前國內迫切需要發展一套包羅廣泛的物質流(materials flow)架構，從自然資源對個人的輸入、輸出和廢棄等角度進行評定和量化。物質流分析，依一般之界定，係屬環境會計帳



(environmental accounts) 中實物分析 (physical accounting) 之一支，其內容主要就某一經濟體或某一地區，針對其投入及產出之物質進行實質之盤查，以分析該經濟體或該地區平均之物質投入產出概況，進而得出永續發展之相關指標。目前世界各國約有日本、德國、荷蘭及美國業已進行相關之研究。概括而言，一個地區或經濟體其物質耗用程度可由以下幾點評定：(1) 物質消耗的總體積、(2) 總體積的組成、(3) 如何隨時間改變、(4) 造成變化的原因為何、(5) 國外進口原始物質、(6) 大規模物質回收的情形。因此，物質流可利用「投入產出 input-output」的觀念進行量化分析，亦即物質(資源)的投入應該滿足能源供給、社會結構需求和民眾食物供給；污染排放 (pollution emissions) 和物質剩餘 (residuals) 則為物質流系統之產出。台灣地區地狹人稠且天然資源匱乏，經濟發展自有其限制，為改善發展受限及物質短缺的窘境，本研究因而初步建構一套反應台灣物質流動的架構(如圖 2)，俾利日後台灣經濟發展與環境改善能兼籌並顧。

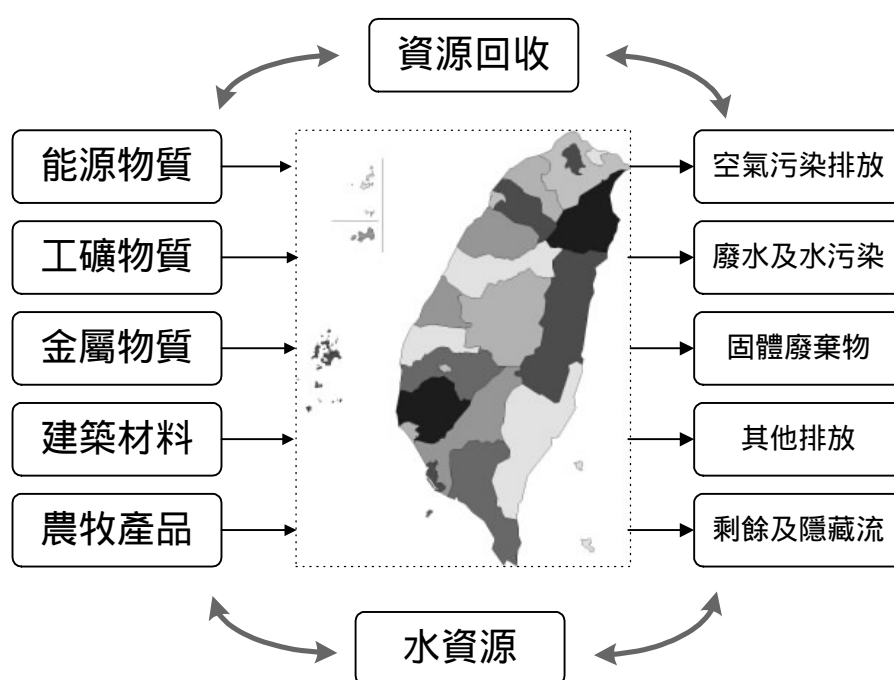


圖 2 台灣地區物質流分析系統示意圖

水資源為人類發展中不可或缺之要素，然而土地資源直接影響水資源，此外土壤之流失代表集水區水土保持能力下降及農業生產力之降低，其對人類發展永續性具有重大意義，因此水土資源自當一併考量。本分組因而另以水土資源為研究重點。國內資料庫在以往缺乏有系統之建置及維護，資料庫常常也只作為資料擁有者內部分析之用途，導致相關研究人員一再重覆資料收集之工作，對研究發展實在是一大阻礙。永續發展指標之建立更加仰賴資料之可利用性，因此本研究目的著重在於水土資源兩個方向進行資料收集，本群體已有環境資料庫全球資訊網之建置，本研究著重於水資源及土地使用分類資料分析。此外，本研究以集水區單位面積之河川懸浮輸砂量為土壤流失指標，然在政府部門僅有懸浮含砂量，並無逐年河川輸砂量資料，因此本研究亦建立一簡單回歸分析，推估歷年河川懸浮輸砂量。

本分組第三研究子題為固體廢棄物資料庫建置之第二年研究工作，延續上年度對於國內相關資料蒐集評析、國外環境資料庫建置經驗參考、核心指標初擬、本整合型計畫

「評量系統」及「台灣 2011」所需資料搜尋等工作後，本年度著手進行核心指標實質資料庫之建置，並由資料建置過程探討相關問題，期使此資料庫成為可用之資訊，並可供學術單位進階應用為固體廢棄物清理知識。此外，本研究亦繼續提供整合型計畫中其他子計畫資料需求，評析其評估所需資料之可及性及可用度。

## 研究範圍與研究方法

### 1. 物質流

物質流帳是對應於經濟帳，以實體（physical）為基礎重量有系統地對經濟體系作永續發展的檢測與評估，在美、日、德、荷四國人員研究中透過追蹤提煉萃取（extraction）生產、製造、使用、回收及最終處置（final disposal）過程找出物質耗用的情形。另外，水資源雖然是一種非常重要的自然資源，對一些國家而言為一種有限而珍貴的資源，但在四國人員的研究中水資源與空氣都並未列入物質流帳加以計算。物質之計量採用物質的乾重（dry weight）對於前述隱藏流部份，四國人員對於這些容易被人忽略的物質以對應投入面物質的分類，分別追蹤與估計其隱藏流，如開採一公噸的金可能有 350,000 公噸的隱藏流。除了投入面的隱藏流估計，四國人員也發展出一項指標 - 總物質需求（total material requirement, TMR）修正過去並未考慮隱藏流評估物質使用效率的指標。TMR 的計算方式如下：

$$TMR = D_p + H_d + IM + H_f$$

其中  $D_p$  為國內自產物質部份； $H_d$  為國內自產物質隱藏流； $IM$  為國外進口物質； $H_f$  為來自國外的隱藏流。

本研究之物質流流程主要與美、日、德、荷四國委由 World Resources Institute (WRI) 研究調查相同，將物質流的流程區分為四個步驟：投入（input）、產出（output）、國際貿易（foreign trade）及在萃取過程產出的廢棄物（wastes from extraction）。物質投入部份可分為六類（classes），分別是能源（energy）、建築礦產品（construction minerals）、工業礦產品（industrial minerals）、金屬（metals）、林產品（forestry products）及農產品（agriculture）。產出部份可分為五類：國內存貨（domestic stock）、大氣排放（atmospheric emissions）、消散（dissipation）、其他廢棄物（other wastes）及回收再循環之物。貿易則就個別商品（commodities）或商品等級（class）區分。而由工業提煉萃取過程產生的廢棄物則包括由採礦及石油與天然氣工業而來的殘餘（residues）廢棄物。

在製造可供人類消費利用之產品的過程中，除了將物質從自然環境中萃取提煉得到所需原料外，會產生額外挖掘（overburden）細小的礦渣（gangue）及多餘的提煉廢棄物（extractive wastes）。另外在將原料加工為半成品及製成品的過程也會產生類似之廢棄物質。這些廢棄物質因為多半沒有經濟價值，所以並不會進入人類的經濟活動，往往被人類所忽略；但是這些物質卻會造成環境負擔。為了方便稱呼這些過程中產生的廢棄物質，故我們將這些容易被人忽略的物質稱之為隱藏流（hidden flows）。這個名稱不但

貼切表達這些容易被人忽略卻實際存在的廢棄物質，也隱含著物質流是一種流量（flows）而非存量（stocks）的概念。

## 2. 水土資源 - 集水區土壤流失分析

集水區土壤流失不僅影響土壤肥沃力，流失土壤被帶入水中亦嚴重影響水質。本研究建立一簡單回歸分析式，推估歷年河川懸浮輸砂量，並考慮集水區單位面積之河川懸浮輸砂量為土壤流失指標。回歸分析式考慮取  $\log Q$  與  $\log QC$  的線性回歸方程式：

$$\log QC = A \log Q + B$$

回推輸砂量與流量的關係：

$$QC (\text{輸砂量}) = Q^A (\text{流量}) \times 10^B$$

## 3. 固體廢棄物資料庫建置研究方法

本年度研究範圍以建立上一年度選定之核心指標實質資料庫為主，並繼續蒐集相關資料，以回應其他子計畫之資料需求。此外，整體資料庫發展依照初擬架構逐步進行，即將廢棄物分為一般廢棄物及事業廢棄物兩大類，各類廢棄物並細分為質與量、相關計畫、重要研究課題等要項建構。本年度研究方法與步驟包含資料蒐集分析、資料庫時間與空間尺度評估、實質資料庫建置，以及相關子計畫資料需求分析等。

- (1) 資料蒐集分析：廢棄物質與量之變化與主管機關、目的事業主管機關之政策、相關計畫成果均具有高度相關性，故本研究進行資料蒐集分析為一持續性工作，同時需探討相關研究資料與資料庫內容之關聯性，解釋資料型態等。
- (2) 資料庫時間與空間尺度評估：依據前一年度研究成果，固體廢棄物核心指標之「每人每日垃圾量」資料，可以鄉鎮市為空間尺度，且有長達二十年之資料，惟資料可靠度不甚穩定；副指標「回收率」則以縣市為空間單元，僅有八十七年度以後之資料較為完整。然根據「台灣 2011」子計畫、國科會永續會「水土資源永續指標建立及對策」計畫，及美國流域性指標研究（index of watershed indicators, IWI）經驗，除全國性指標外，流域單元指標亦為評估資源永續之重要趨勢。
- (3) 實質資料庫建置：本研究考量所建置之資料需與空間尺度結合運用，配合地理資訊系統作進一步查詢、分析與展示，因此以 Microsoft Office Excel 建置，俾便連結使用。
- (4) 相關計畫資料需求分析：本年度繼續蒐集相關資料以供其他子計畫應用，如「台灣 2011」提出有關淡水河流域及蘭陽溪流域之廢棄物處理資料。

## § 資訊工具組

本研究主要研究方法如下；

1. 系統設計與調查測試

透過前期完成之系統，交由使用者試用，並與之溝通，瞭解其使用是否有問題存在，並依此修改系統之設計。

## 2.設計資料導出功能

在 Metadata 方面，增加 Metadata 後端實體資料連接的機制，未來可持續加強資料庫的蒐集與充實，以方便滿足多樣的查詢需求，另外再以新需求分析結果為基礎，設計系統之新資料導出(如環境指標計算)工具、輔助資料加值之產生。

## 3.整合系統設計

將已有之 GIS 與 WWW 兩者整合，將資料庫中關於空間資訊呈現不足的部分，以視覺化及互動環境的方式，建立線上 GIS 環境，提供空間查詢即屬性查詢之複合式查詢介面。

## 4.修定資料類別、格式、表現方式及詮釋資料內容

對已有之資料分類。而其標準格式、表現型態、詮釋資料內容格式皆依使用狀況加以修定。

## 5.充實資料庫

Meta 部分將持續收集填寫，而實體資料部分則納入現有的資料，另外將政府及學術單位之相關資料納入以充實資料庫。

# 研究進度與成果

## § 污染防治組

### 一、系統架構與關鍵字詞庫

#### 1、資料庫架構

本資料庫建立之初期規劃發展包括環境、生態、社會及經濟四大領域資料庫為架構。其中各領域又依其特性再分類為各個類別及分類。以環境品質與污染防治面向之資料而言，依環境領域概分為空氣環境、水環境及土地利用與土壤等3個領域類別 (Domain/Field)。另各類別又細分為幾項分類 (Catalog)，共29個分類如下：

- } 空氣環境：內含空氣品質、空氣污染源、氣象條件等三類別。
- } 水環境：依環境受體分為河川、海洋、湖泊及地下水四領域，四個水環境領域再細分為基本資料、水文資料、水資源資料、水質資料及污染源資料等分類。
- } 土壤及土地利用環境：內含各種土地利用面積與轉換率、各種土地利用之人口密度、各種土地利用之單位污染負荷量、土地開發利用限制、土壤品質、土壤污染源、土壤生產力、土壤沖蝕量等分類。

## 2、關鍵字詞庫

為使資料之查詢更有效率，本系統初步就每個資料分類（Catalog）建立建議之資料庫關鍵字詞庫，詮釋資料者可直接由資料登錄系統選用關鍵字詞庫，亦可直接鍵入其他適合之關鍵字詞，這些新增之關鍵字詞將被定期評估並納入關鍵字詞庫中。

## 二、系統之功能

### 1、系統介紹

介紹系統建立之背景，說明本系統為「永續臺灣的願景與策略總計畫」三大主軸議題中之「永續發展資訊系統」研究計畫之部份。另亦簡單介紹何謂詮釋資料及本系統之詮釋資料內涵。亦對本系統之功能與操作做一簡單說明。

### 2、詮釋資料查詢功能

因各環境領域之資料分類方式、範圍區域及關鍵字等都有差異，因此本系統各依環境領域類別分別建其查詢界面（圖4）。查詢之比對條件選項包括(1).資料分類、(2).資料涵蓋時間範圍、(3).資料涵蓋區域空間範圍；及(4).關鍵字等四項。查詢之選項除時間外均可複選，並提供”AND”及”OR”之邏輯組合，而每一查詢選項亦可單獨選擇。為使查詢者能簡便操作系統，所有查詢選項以點選為原則。



圖3 永續臺灣資訊系統 - 詮釋資料庫首頁查詢



圖4 詮釋資料庫查詢界面及選項

使用者點選/輸入查詢條件後，資料庫經比對條件後將符合之資料以簡表之方式依次列出（如圖5），此簡表提供此筆資料之主要資訊，若使用者由此簡表即可判斷此筆資料與其需求相符，而資料管理/供應者已將資料置入其網路資料庫中，使用者可透過簡

表中提供資料供應者之遠端資料庫連結網址直接進行連結，並擷取所需之資料。若無法透過網路直接連結遠端資料庫，或資料本身仍為書面報告格式，使用者仍可由查詢獲得之資訊，如資料管理/供應者之E-mail或電話及傳真等，並可透過這些管道進行資料之獲取。使用者若由簡表所提供之資訊仍無法判斷此筆資料是否符合其需求，亦可由簡表中點選詮釋資料全文，藉由詮釋資料全文中較充足之資訊再進行判斷資料是否滿足所需，再決定是否要在進行資料庫連結或其他資料索取之程序。藉由詮釋資料所提供之較完整之資訊，可提供使用者判斷此資料是否符合需求之正確性，將可大量降低資料蒐集者與供應者之工作負荷，尤其在此資訊爆炸的時代，如何選擇適當合理之資訊，十分重要，而設計適當之詮釋資料提供部份此項功能。

### 3、評量系統資料查詢功能

為支援「永續臺灣的願景與策略總計畫」三大主軸議題中另一「永續臺灣評量系統」研究計畫之資料需求，本系統另就該計畫所擬定之「永續發展指標系統」之各指標建立查詢界面（圖6）。此查詢界面依「永續發展指標系統」之指標分類概分為環境組、生態組、經濟組、社會組及制度組五類，當選取某一類別後，系統將表列各類之指標及項目供查詢者勾選，選項經勾選送出後，資料庫將與內定之對應資料項目進行比對並回應送出與前項查詢功能相同之簡表，此簡表之功能與前述之功能相同，可提供直接連結遠端資料庫，或提供資料蒐集之資訊及詮釋資料。

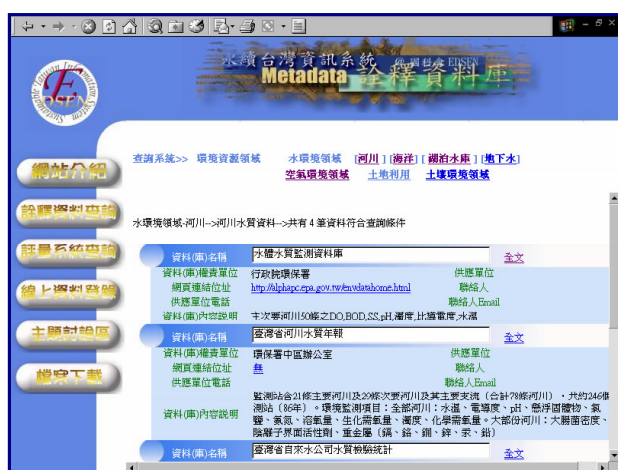


圖 5 查詢系統結果簡表



圖 6 評量系統查詢界面

### 4、資料登錄與更新功能

由於環境資料範疇極廣泛且資料散佈於各政府單位及研究單位，因此廣泛且完整蒐集此資料源及建立其詮釋資料十分困難且費時，需各資料擁有/管理單位充分配合，為提供一快速且有效之資料源整合管道，本系統建立資料登錄與更新之界面並透過網路提供資料登錄與更新功能。

系統提供兩種資料庫登錄及更新方式：

(1)線上資料登錄與更新：使用者若選用線上登錄與更新，為管理及維護資料庫之安全，需經資料庫管理者之認證（目前採用進入資料庫密碼之方式），選擇登錄資料，系統將提供一全新的登錄表。若選擇更新資料，系統將比對使用者與資料庫中詮釋資料者，並將相符之資料以前述簡表之方式傳回，由更新者選擇欲更新之資料，另一方面也限制使用者僅能更新自己之填入之資料，以維護資料之安全。

(2)離線資料登錄與更新：若因需登錄及更新之資料多或網路擁塞，使用者亦可選擇下載資料庫之資料檔，於離線環境完成資料之登錄與更新後將檔案上傳給資料庫管理者，資料庫管理者定期更新資料庫之內容。

資料登錄表中若干項次與資料庫之搜尋有關，為避免因名辭定義不同而產生搜尋上之困擾，茲予以標準化分類與關鍵字詞庫。

## 5、其他功能

本系統亦提供兩個其他功能如下：(1)主題討論區：提供資料之使用者、供應者及資料庫管理者間討論本系統及相關問題之討論管道。(2)檔案下載：提供資料使用者、供應者下載相關表格及檔案。

## § 自然保育組

### 一、資料庫調查

本組所收集調查之環境資料項目涵蓋農、林、漁、牧、生物、自然、水陸交通、觀光、氣象等範疇共三百餘項。已確定內容之資料項目之 metadata 已分別提供本計畫之工具組與污染防治組，做為整合本計畫之整體環境資料庫所用。有連續資料之資料項目民國 78-88 年間之資料，也已陸續收集，做出趨勢圖，進行趨勢分析，並請教相關學者專家對某些資料收集方式需要改進的資料庫，或是有資料但尚未彙整或數位化資料庫，提出更新或建立方式的建議。

### 二、新增調查資料項目

為增加環境資料庫內資料項目的廣度，並配合評量計畫的需求，本計畫參考收集國外與永續相關指標所需的資料項目，調查國內關於這些指標所需資料項目的現況，一方



面可以嘗試試算以與他國比較，同時可增加環境資料庫的完備性。以下介紹二類目前發展中的環境相關指標所需要的資料項目。

### 1. 環境脆弱指數(Environmental Vulnerability Index, EVI)之資料收集與試算

EVI 指數之內容簡介、其所使用之指標項目、以及計算方式，請參見台大全球變遷中心「全球變遷通訊」第 25 期 52~62 頁之介紹。EVI 指數共有 57 個指標，計算所需之資料項目涵蓋氣象、土地、農林漁牧、野生生物與其他自然資源之現況與利用程度、生物多樣性受自然與人為干擾之程度，交通運輸，以及政策與法規的執行狀況等。本組目前已完成及確定有資料可供計算的指標有 40 項，查詢中的指標有 9 項，無資料者 5 項，定義不明者 3 項，近期內將可進行初步試算。EVI 之原文資料請參考：  
<http://www.sopac.org.fj/evi/>。

### 2. 生態系健康度(Ecosystem health)之資料收集

由於目前許多自然生態相關之環境資料，多屬量化的資料，例如森林覆蓋度、農田面積、保護區面積等，比較不能反應這些資源或土地利用方式的品質如何。換言之，只從面積的資料，無法反應這些森林、農田、保護區是否都十分健康，可以充分發揮其生態功能或永續利用之價值。因此世界各國也在積極探討，如何能用一些量測項目來評估各類生態系的健康度。本組參考美國正在進行的生態系健康度評估方式，其中探討的生態系包括：農地是以 31 項量測項目評估，森林 30 項，海岸與海洋 22 項等。本組也據以調查這些量測項目所需資料項目在國內是否有應對之資料庫和其現況。生態系健康度原文資料請參考：<http://www.us-ecosystems.org/>，目前此健康度評估系統仍在發展中。

### 三、提供永續 2011 計畫、評量計畫所需相關資料

本組繼續支援永續台灣評量系統與台灣 2011 年計畫，協助其取得工作所需之資訊。其中評量系統中資源生態組原訂之部分指標，或因仍在建構中(例如災害敏感地、近岸海域健康度等)，或者完全沒有資料(例如外來種危害等)，將可能暫時保留不用。台灣 2011 年所需之生態環境資料，有許多需以流域的方式呈現，而無法直接取用大多數以行政區域為基礎所建立的資料庫內的資料，此點亦是未來環境資料庫改善意見所需注意的。

### 四、臺灣地區河川流域森林覆蓋率之探討

臺灣地區南北狹長，中央山脈橫互其中，致使河川流短湍急，乾雨季水量分明，加



以人口稠密集中，對於土壤、地下水的涵養更有賴森林來維持；長久開發以來，各河川上游的森林覆蓋率大不同以往，對於中下游居民財產安全，不啻為一大威脅，因此有必要了解各河川流域附近土地利用的情形。依據民國 84 年第三次臺灣森林資源及土地利用調查所判釋的航空照片樣點(調查時期從民國 79 至 82 年間，以像片基本圖上之方格座標系統，採系統取樣，每 12.5 公頃(500\*250 公尺)取一點，全省共 286925 個樣點)，套疊民國 78 年之臺灣地區河川流域圖(共畫分成 33 個流域)，可以呈現出臺灣地區各河川流域 74 種土地利用的現況，進一步再將 74 種土地利用畫分為天然林、竹林、人工林、人工竹林、草生地、開發區、裸露地、水面八類，或進一步僅分成森林、草生地、開發區、裸露地、水面五大類型。其結果列於圖 7。

### 台灣主要河川流域森林覆蓋率

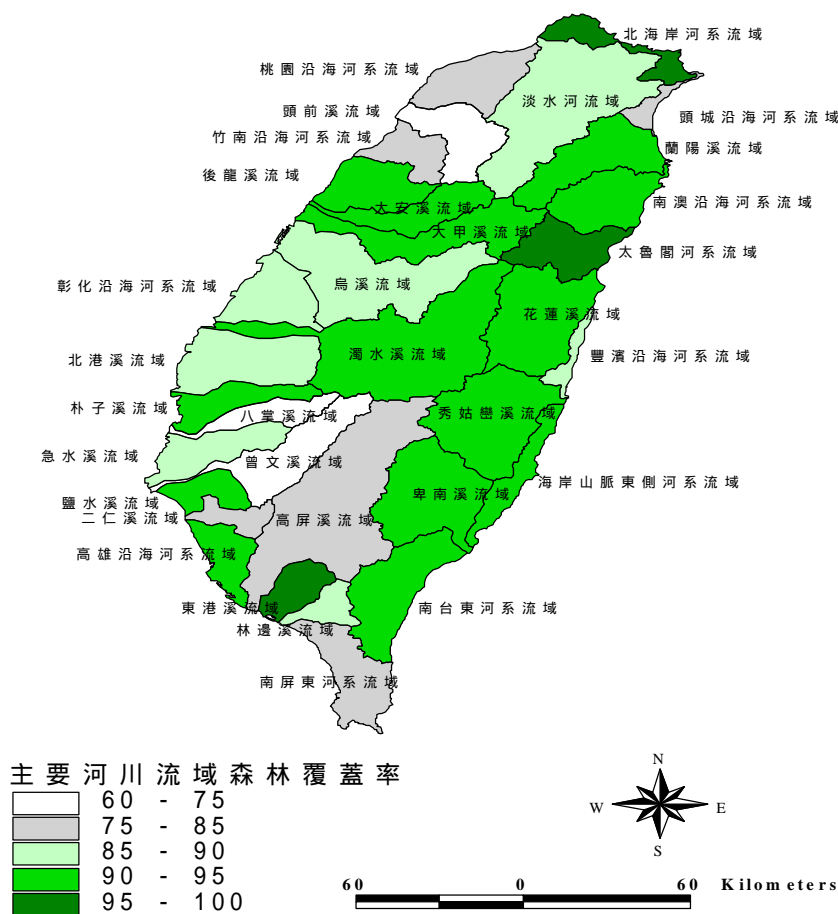


圖 7 臺灣地區河川流域森林覆蓋率圖

若單以竹、木所構成的森林覆蓋而言，以東港溪、太魯閣河系、北海岸河系為前三名（圖 8），其森林覆蓋率均在 96% 以上。曾文溪、八掌溪、頭前溪則居森林覆蓋最少的三個流域，其森林覆蓋均在 75% 以下。

但細究時，若將森林區分為天然林、天然竹林、人工林與人工竹林四大類時，可以發現天然林比例最高的為太魯閣河系、南澳沿海河系、豐濱沿海河系其比例均在 69% 以上，其中太魯閣河系更高達 85% 以上（圖 8）。北港溪、頭城沿海河系、彰化沿海河系則居天然林比例最低的名，其比例均在 4% 以下。

### 台灣主要河川流域天然林覆蓋率

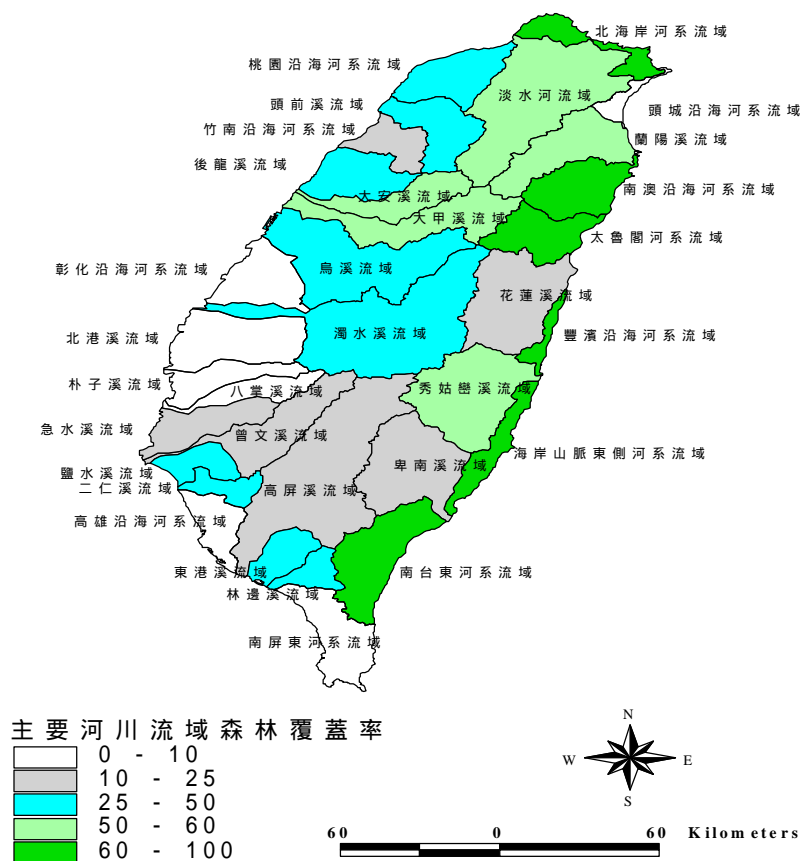


圖 8 臺灣地區河川流域天然林覆蓋率圖

另外，在某些流域內竹林所佔的比例相當高，若以天然竹林併合人工竹林來看，可以發現在彰化沿海河系、朴子溪、高雄沿海河系均超過 70% 為竹林。其次探討森林和開發區(併合都市與農業開發)所佔的比率及其相關性，各河川流域墾地所佔的比率從 1-

22%都有，大多分布在 5-10%之間，低於 5%者，森林覆蓋率皆占九成以上，流域範圍內墾地超過 10%者，森林覆蓋率低於 75%，初步可看出開發區比率高於 15%的流域(頭前溪、曾文溪與二仁溪)，恐有過度開發之虞。森林覆蓋率在 75%以下者，大部分的土地利用均轉移到草地及開發區，對於中下游居民財產安全，不啻為一大威脅。有了詳細的河川流域土地利用情形以及森林覆蓋比率的資訊，不僅可作為土地利用以及治山防洪的評估指標，亦可建立有效的長期災害防治監測系統。進一步，更可縮小套疊的尺度至一集水區的範圍，以提供更準確的評估依據。雖然本次分析使用的是將近十年前的資料，但仍有其可參考之處，況且若能再有最近的調查資料，更可作不同期之比較，更增其價值。

## § 資源善用組

### 1. 金屬與工業礦產品物質流

本研究已估計出金屬與工業礦產品之物質需求。雖然台灣的資料年間與美、日、德、荷四國不同，但是為了能方便將台灣地區歷年金屬與工業礦產品物質需求變動趨勢與四國作比較，我們將台灣金屬與工業礦產品物質需求除以台灣歷年人口，與四國每人每年金屬以及工業礦產品物質需求比較，分別如圖 9 與圖 10。由圖 9 來看，我國金屬物質需求，在 1992 年有相當幅度增加，增加至每人 14.25 公噸，原因為來自於進口金屬物質總需求的增加。除了 1992 年有需求高峰外，我國每人金屬物質需求在 2.68~7.72 公噸範圍。就整體趨勢而言，我國與美國相似有需求增加趨勢，但維持在較低的水準。而在工業礦產品物質需求方面（圖 10），我國則維持在每人每年 4.34~7.84 公噸的範圍內。物質使用強度方面，本研究擬以 TMR/GDP 加以度量，但是目前僅有台灣金屬及工業礦產品之資料，故暫時以台灣金屬及工業礦產品物質需求除以 GDP。研究結果顯示台灣的金屬物質使用強度在 1992 年有高峰，且歷年金屬物質使用強度皆低於各國。

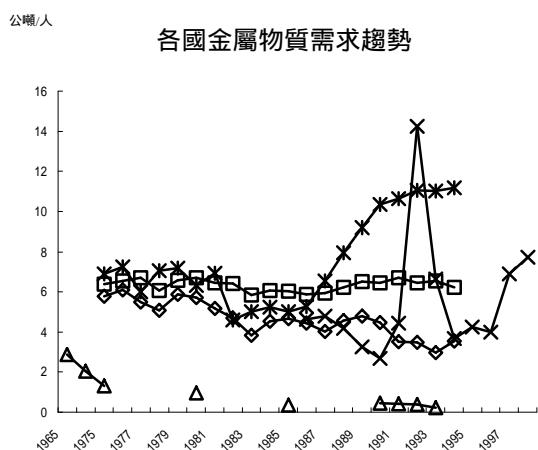


圖 9 各國金屬物質需求趨勢

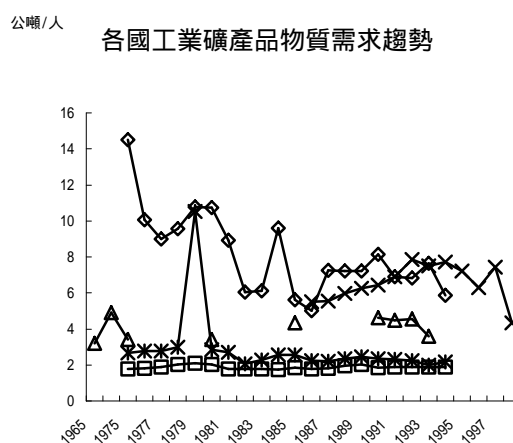


圖 10 各國工業礦產品物質需求趨勢

(附註：\*，□，X，△，○ 分別為美國、日本、台灣、德國、荷蘭)

## 2. 能源物質

能源不但是經濟發展的動力，更與人類生活密不可分。綜合而言，台灣地區能源蘊藏量貧乏，自產能源比率偏低，絕大部分能源仰賴進口，就能源特性而言，能源需求明顯超出供應甚多，本研究有關能源物質之分析，因而就需求面考量能源物質之投入，並以經濟部能源委員會發布之能源平衡表（能源委員會，2000）為主要之資料來源。後續工作則需進行石油產品容積與重量單位換算以及能源熱值單位換算。總結而言，近年來由於我國經濟持續成長，國民所得及生活水準不斷提高，能源消費量亦隨之增加，惟台灣地區自產能源匱乏，百分之九十六以上之能源仰賴進口，為配合今後經濟發展的需要，未來能源將持續增加，但能源建設受環境、土地等因素影響，推動不易，如何落實能源穩定供應，提升能源效率，已成為眾所關切之重要課題。

## 3. 水土資源資料分析與探討

本研究根據相關資料進行整理與分析，並整理下列二十一項，可資作為檢討建立永續發展指標體系之依據。

- 1.台灣地區土石流危險溪流及山坡地崩塌地統計
- 2.農業各使用標的面積
- 3.耕地面積（農委會）
- 4.林地面積（農委會）
- 5.魚塢面積（農委會、經濟部水資源局）
- 6.水田灌溉面積（經濟部水資源局）
- 7.旱作灌溉面積（經濟部水資源局）
- 8.塹面積（經濟部水資源局）
- 9.工業面積（經濟部）
- 10.水資源供需(台灣地區水資源)
- 11.農業各標的年用水量統計(經濟部水資源局)
- 12.工業年用水量統計(經濟部水資源局)
- 13.生活年用水量統計(經濟部水資源局)
- 14.工業單位面積用水量(經濟部水資源局)
- 15.農業灌溉單位面積用水量(經濟部水資源局)
- 16.養殖單位面積用水量（經濟部水資源局）
- 17.年平均流量（經濟部水資源局）
- 18.年最大洪峰量(經濟部水資源局)
- 19.年最枯流量(經濟部水資源局)
- 20.年輸砂量(經濟部水資源局)
- 21.年最大懸移含砂量(經濟部水資源局)

有關輸砂量推估方面，本研究利用台灣全省將近六十多個由經濟部水資源局所提供的水文測站之河川流量與含砂量之原始資料，來探討河川固體懸移質推測河川上游、中游、下游及水庫等土地沖蝕情形。利用線性迴歸方法回推輸砂量  $f$  其估算結果：輸砂量  $QC$  與流量  $Q$  之迴歸關係圖顯示如圖 11。

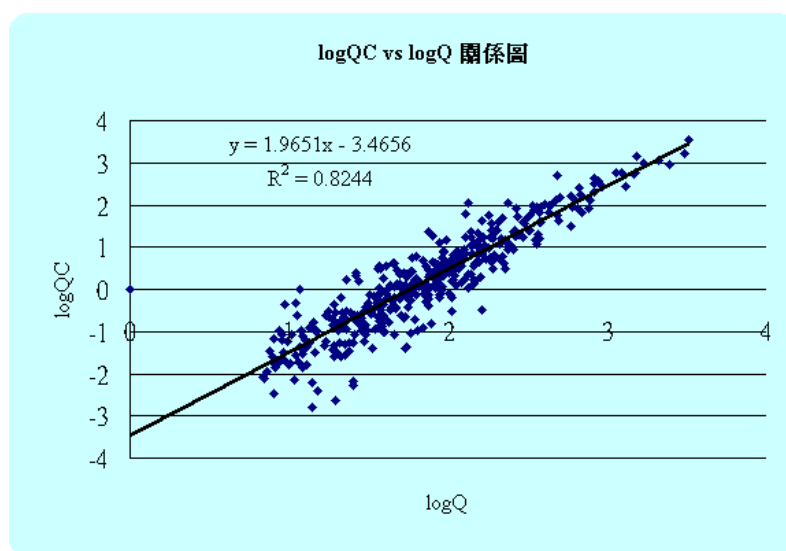


圖 11 濁水溪彰雲橋測站 72 至 87 年  $\log Q$ - $\log QC$  關係圖

#### 4. 固體廢棄物資料庫建置

本研究建立有鄉鎮尺度與縣市尺度之資料庫，其內容大致相同，鄉鎮尺度廢棄物資料庫除核心指標（每人每日垃圾量）外，包含總人口數、清運區人口數、平均每日溝泥清運量、平均每日垃圾清運量、總處理量、焚化處理量、衛生掩埋處理量、一般掩埋處理量、堆肥處理量、堆置量、其他方式處理量、各階清運員工人數、各式清運車輛數、各式掩埋機械數、垃圾清理經費、水肥清理經費、徵收規費、其他清潔規費等，縣市部分多增加回收率及垃圾性質資料；另部分鄉鎮尺度及縣市尺度資料庫已包含處理場（廠）現況。

此外為配合「台灣 2011」計畫所需，本計畫亦建立焚化爐之數量及設置容量資料；垃圾掩埋場之數量、面積、capacity 及使用年限資料；行水區範圍內之垃圾場數量資料；廢棄物資源回收量及回收比率資料；垃圾妥善處理率、垃圾中可回收資源之回收百分比、資源回收後之垃圾焚化處理率、工業廢棄物妥善處理率、醫療廢棄物妥善處理率、農業廢棄物妥善處理率等資料或指標。而「台北市一般廢棄物清除處理費隨袋徵收計畫」對台北市垃圾量之影響、工業廢棄物清除處理亦有部份之探討。

#### § 資訊工具組

以下為本期計畫之主要成果及其內容：

##### 1. Metadata 查詢系統修整

已針對第一期之環境保護資料類型分類體系、標準格式、表現方式及詮釋資料 (Metadata)，做出一個基本的修正，在空間資訊的屬性方面增加了一些必要或選擇的基本欄位，提供空間查詢時的參考，以及對其他已訂定之數值資料(文數字或空間資料)、表單、文字報告、示意圖及影像等，完成資料分類、訂定標準格式、表現型態、存放之系統資料庫及描述資料內容等之詮釋資料內容格式，並依運用之狀況加以修正及規範。

關於 Metadata 資料查詢的部分，已完成初步的系統，可依據不同的查詢屬性類別，進行 Metadata 查詢，並依照使用者層級，加強可連結到實體資料查詢部分，讓使用者可以到達實體資料取得的層次，至於資料關於空間的部分，則進入 WEB 的 GIS 系統內進行查詢。而在 WWW 與 GIS 方面，空間資訊的取得與流通需要靠視覺化的查詢介面，方能提供最好的資料展現，故研究完成 GIS 之 WWW 線上查詢使用原型系統，提供實質資料的空間及屬性查詢，並建立其流通機制，方便使用者取得資料來源。

##### 2. 實質資料查詢、流覽及流通系統原型設計及建置

前已配合各組資料庫項目、主動由國土資訊系統九大資料庫中加以對應，並主動收取數值資料，以納入實質環境資料庫系統中。未來關於不同型態的資料(例如非空間資訊、非數值資料等)，也將多方蒐集，將其納入資料庫當中。至於資料的提供方面，Metadata 及實體資料庫仍持續收集，資料可依使用者層級作管理，未來可提供線上下載、線上訂購等、若資料未公開則可提供資料生產單位的連結，或是顯示樣張或是樣本資料供使用者參考，增加資料的推廣。

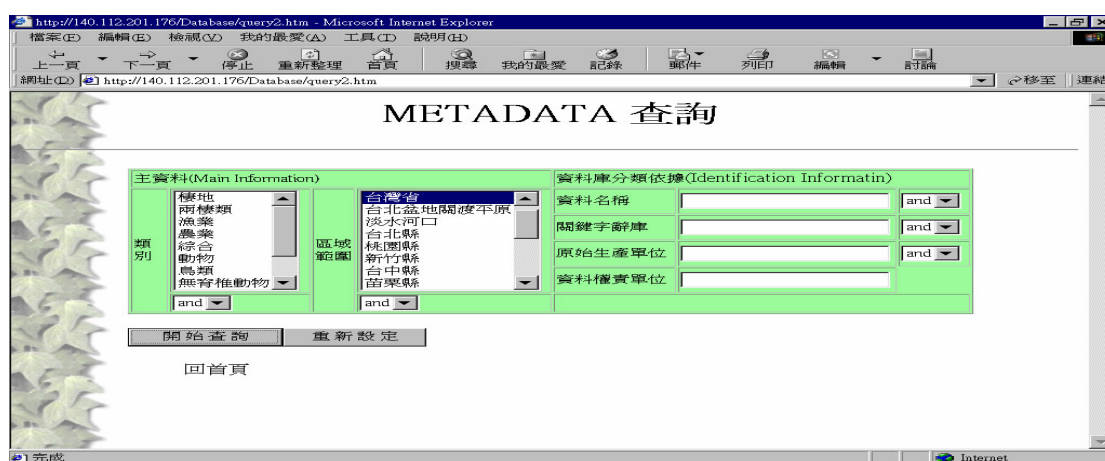


圖 12 Metadata 資料查詢系統畫面

代碼 Code	年 別 Year	民國 七十二 年 1983		民國 七十三年 1984		民國 七十四 年 1985		產 量 Quantity
		產 量 Quantity	價 值 Value	產 量 Quantity	價 值 Value	產 量 Quantity	價 值 Value	
000	總 計	930 582	62 012 254	1 002 599	64 376 358	1 037 721	66 892 998	1 094 58
100	遠洋漁業 合計	319 888	17 134 339	369 448	19 701 154	413 692	21 523 827	463 37
101	單 船 拖 網	60 590	2 966 092	76 426	3 524 843	90 509	4 131 459	91 78
102	雙 船 拖 網	71 097	3 232 127	89 741	3 465 862	72 141	3 483 368	87 75
103	鰔 魚 圍 網	10 015	413 536	8 199	344 527	22 326	817 519	17 98
104	鮪 魚 延 繩 釣	113 636	6 712 615	114 377	7 361 435	119 232	7 297 042	151 23
105	大 目 流 刺 網	25 869	1 279 290	42 063	2 059 225	55 512	2 601 393	46 28
106	魷 魚	37 350	2 519 326	44 218	2 863 085	48 966	3 018 053	50 49

圖 13 實體資料連結(WWW)

### 3. 組內 WWW 的改善成果

本研究之 WWW 採階層式連接方式，串連相關資訊，在 WWW 方面已完成新版面的設置，並保持與主計畫的連結，並加強收集相關網站資訊，在空間資訊的部分，將已有 GIS 與 WWW 整合於一環境中，以便交錯使用。使相關研究人員可透過 WWW 來取用或瀏覽相關環境資料，至於資料庫的建置與維護方面，也可以透過此機制來作新增



或修改的管理動作，同時加強組內的推廣。此外，除了 Metadata 及實質資料查詢外，另外加入功能鍵，未來可用以查詢及展示環境指標之空間分佈狀況及時間序列變化。

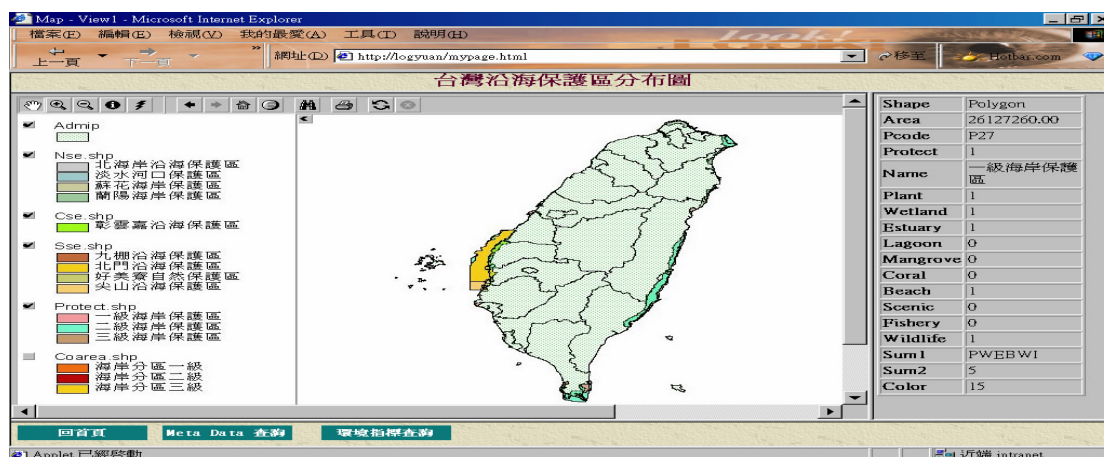


圖 14 網路 GIS 系統實體資料查詢畫面

#### 4. 已協助取得資料整理並提出未來資料搜集與維護之規劃。

目前已由國土資訊系統環境類資料庫及環保署環境資料庫中取得大量資料，未來將以本計畫之環境資料分類加以整理入庫。

## 結論與建議

1. 系統架構與功能之持續發展 - 「永續臺灣資訊系統 - 詮釋資料庫」架構建立之初，以資料庫架構之發展為主，目前仍屬初步之雛型系統，若干功能仍需持續測試，而系統之功能也將持續發展，使系統更加完善。

2. 資料之持續調查與更新 - 本系統之發展初期較偏重於系統之建立，諸如功能之需求、界面之設計等。資料庫內之資料量仍十分有限，而資料庫之主體仍為資料本身，因此持續性資料調查與更新十分重要，且，環境資料源之收集與建立其詮釋資料是十分困難且費時的，需各資料擁有/管理單位充分配合。惟此工作之推動仍存在許多層面不同之困難需一一克服，且需持續性進行，實有賴政府與民間共同合作，以有計畫與有組織的方式進行全面性的與長期性的資料收集、整理、分析、處理及維護等工作。以本計畫之人力、組成、經費、時限及運作方式，要由欠缺且散置於政府與學術研究單位之資訊中，收集、過濾並整理出可供其他計畫使用之資訊，基本上是一件不可能的任務。惟本計畫之資料調查之工作將持續進行，並透過本系統之資料登錄與更新界面，提供較有效之管道，以提高資料調查之效率。將來之調查方向原則上分兩方向進行，政府單位之

資料將擬尋求適當之政府單位協助與配合進行調查，而學術單位之資料則擬由學校教授協助調查，惟其成效仍需視可提供之人力、組成、經費、時限及運作方式而定，但可以肯定的是此工作是必需且緊迫的。

3. 資料之品質認證方法之研發 - 國內目前仍缺乏一套資料品質之認證之標準作業程序與分類，造成資料應用時之困擾，對資料品質之認證也因不同環境領域而有不同之需求與標準，因此資料之正確性、一致性、完整性、連續性之標準也難以定義，因此本文建議應加強此方面之相關研究，惟需整合不同環境領域之專業人士。本研究擬由環境污染面向之資料進行相關之初步研究，嘗試建立環境污染面向之資料品質認證之標準 分類 技術方法及作業程序。目前 MetaData 已填妥生態部分，並已全數納入 MetaData 查詢 WWW 系統，其他分組也將加速提供以便彙整。

4. 工具組之 WWW 已改版完成，並已與 GIS 相互結合，可以在網上查詢資料及瀏覽部分已有之實體資料。目前實體資料較少由本組提供，只有網路上的已存在資訊，可由 MetaData 查詢系統連接而瀏覽。指標部分已設計好指標 Metadata (描述)查詢與瀏覽系統模組，及部分線上統計功能。指標計算模式則正在設計中，可分為全國指標及地區指標，尤其是地區指標，可以有空間性及時間變化性，皆可由地圖來表現。國科會環境資料系統與國土資訊系統整合之規則，已可透過 WWW 與內政部未來之 NGIS 資料倉儲加以整合，而國科會負責部分品質檢核，資料分析、指標生產及其他環境資料附加之工作，並加協助收集學界較零星之科研成果中的環境資料。

5. 系統開發及技術支援要靠使用者提出需求及提供資訊內容，並反應系統的改進期望，才能逐步修改系統，成為更理想之環境資訊體系。且，環境資料庫系統很龐大，應結合政府部門及其他學術界共同經營及推動此系統，並應與國土資訊系統及環保行政資訊系統(含國家公園、農委會下之各機關)結合。已收集之環境資料庫應立即彙整上網，若有使用限制則先行成 INTRANET，限內部使用。若可公開則可直接成為 INTERNET 之資訊服務站。

6. 物質流分析主要之研究工作包括：收集台灣能源物質、金屬與工業礦產品物質之自產、進口、及出口數據；分析台灣實地作業與探勘及國外相關研究等資料；估計物質投入面中開採及提煉萃取過程所額外挖掘或產生的物質（即隱藏流）。台灣水土資源善用之研究則著重在於資料收集，目前擬以集水區單位面積之河川懸浮輸砂量為土壤流失指標，並建立一簡單回歸分析，推估歷年河川懸浮輸砂量。固體廢棄物資料庫建置仍延續上年度之工作重點，本年度著手進行核心指標實質資料庫之建置，並由資料建置過程探討相關問題，期使此資料庫成為可用之資訊，並可供學術單位進階應用為固體廢棄物清理知識。此外，本研究亦繼續提供整合型計畫中其他子計畫資料需求，評析其評估所需資料之可及性及可用度。



## 第二部份

### 總計畫本身在其分組協調工作外所完成幾項重要事務

#### 一、 查證部份污染組資訊的正確性與可用性 - 以空氣污染指標 PSI 為範例對象

##### 1.1 前言

「永續發展資訊系統」群體計劃的目的，乃在尋求台灣邁向未來必須要有的海島永續發展策略，作為未來政策發展的參考，並針對生態資源、環境污染、土地利用理念與制度、經濟活動及社會結構等方向來開發永續台灣永續發展之願景與目的。同時將現階段國內零散於產、官、學各界之環境基本資料，加以系統化的整合與整理，使永續發展環境資料/資訊得以充分發揮其應具備之功能與效用，藉本群體計劃研究進行過程，將各研究子題之研成果加以整合、整理與建檔，以供作建構永續發展環境資料庫/資訊系統之重要素材。「永續發展資訊系統」計劃中，就其研究內涵，分別就資料可及性規劃水、空氣、土壤、廢棄物及生態等領域之長程建庫核心指標。PSI 為本系統下空氣領域之長程建構基礎核心指標之一（Core Indicator），在建庫過程中為確保本資訊系統之 QA/QC 工作原則及提供使用者有效之永續發展資訊窗口，本研究子題將先取得環保署各空氣品質測站之原始監測濃度數據，再基於合理性及有效性兩個設定條件前題下，重新核算各測站每日之 PSI 值，再進一步與官方（環保署）公佈數據進行比對查核，藉以檢視環保署所公佈 PSI 值之有效性及可用性。

##### 1.2 PSI 核算架構

基於充分反映空氣品質之變化趨勢、站數之有效性及資料完整性之考量，本研究子題將採用 1994 年以後原始監測資料為核算與建庫之數據來源。本研究設定核算流程如下說明：

###### （一）原始監測資料的取得與資料品質

「永續發展資訊系統」基於 QA/QC 工作原則，以資料來源屬「學界研究結果」、「中央」、「地方政府與其他」分為「優」、「良」、「存疑」等三級；而時序上以 1990 年以後為「第一級」待整數據、1980-1990 年間為「第二級」待整數據，而 1980 年前為「不擬採用」數據。

本研究子題資料來源為環保署、台大環工所空氣品質模式研究室、中央大學李崇德

教授研究室，屬「學界研究結果」及「中央」的優、良級；而時序上則為第一級。

## (二) 合理性及有效性核算條件設定

(1)合理性條件：依各測站設置目的分類與過去資料特色，決定各類測站之「優勢副指標」，本研究所謂之「優勢副指標」係依據過去各測站 PSI 資料中之主要貢獻副指標來研定。而合理性條件，為測站當日含有一項或以上之優勢副指標為無效或為 0 者，則應不可計入該站當日之 PSI，即該站當日無合理之 PSI 值。

(2)有效性條件：在推算副指標的原始監測濃度資料中，測站當日 24 個小時平均值中至少需有 16 個 (67%) 小時平均值之污染物濃度測值，方為有效之副指標值，否則無效；此外年中應至少有 250 日 (67%) 之合理 PSI 值，方為年中有效之測站。

(3)CO 副指標之核算：採美國環保署規定之 8 小時移動平均 (Moving Average) 計算方式。

## 1.3 結果與建議

經原始監測濃度數據與核算結果，顯示環保署在推算 PSI 值時，並未就優勢副指標缺漏之合理性作處理，即若測站當日副指標有一項以上之遺漏項或為 0 者，則以其他非遺漏項或為 0 副指標值來推算該站當日之 PSI 值，可能因而造成低估的不合理性誤差。此外，查核結果亦指出，環保署並未就原始監測濃度數據有效性規定，來推算測站之 PSI 副指標值，且在監測日數的認定上，本研究採有效測定日數，而環保署採實測日數。環保署若採實測日數來計量 PSI 年平均值將失去其合理性、有效性與統計意義。環保署在計算一般測站 PSI 平均值時，將非一般監測站分類之背景監測站 3 萬里站納入「台北基隆預報區」及納入國家公園測站 61 恆春站於「南高屏預報區」中，意義為何？是否用以降低 PSI 平均值之嫌。本研究子題結果顯示，經本研究設定之核算結構查核結果指出核算值與環保署公告值大多吻合，因此建議本資訊系統使用者可直接引用環保署公佈之 PSI 數值，惟在監測日數的引用上當留意其有效性。

就瞭解近來環保署與學術單位在計算區域或全國年均值時方法並不統一，有以算數平均值 (本研究採用) 中位數或取最高三站平均者。如環保署近年以區內各污染物濃度最高三站取平均(宜蘭、花東 則只取最高二站)，當做該區之污染物濃度值，並換算為副指標，取副指標中最高者做為此區之 PSI，其污染物為區域指標污染物，此核算方式雖可避免低估區域 PSI 平均值之嫌，但卻可能因異常值而造成高估之疑慮，建議環保署應統一並公布計值方式。建議環保署公布有效監測日數與站數而非實測日數與站數，實測日數與站數本身不具統計代表性，亦會影響使用者對某些與測定日數相關連指標項目的誤解與誤用，如年中 PSI>100 日數百分比。最後，環保署已於 1996 年將 66 冬山站由工業測站變更為一般測站，但公告於網站的資料上卻仍登記為工業測站，造成網路使用者的模糊，請主管人員盡速改善。

## 二、 協助部份資源善用組的物質流數據收集、整理與演譯 - 以台灣建築砂石資源為研究範例

台灣地區砂石供應的來源大略可分為河川砂石、陸上砂石、海域砂石與農地砂石等四大類。有關砂石產銷存量之調查體系主要有如表 1 所示，唯台灣省礦務局（民國 88 年 7 月 1 日精省後已併入經濟部礦務局）依政府統計法之規定定期每月辦理台灣砂土石產銷調查，調查範圍主要是以台灣省各縣市為調查區域，對象則以土石採取區與碎石洗選場為主；其他調查體系單位則配合專案計畫進行研究。以往台灣地區砂石生產量之統計，係由砂石業者及廠家自行填報資料，但因砂石採取業者在規避賦稅的心理因素及大部分地方縣府機關對此項業務不甚重視之下，再加上非法者之濫採、盜採和許多建築工程非法的就地取材，使得生產統計數字的正確度與可信度令人存疑。經濟部礦業司（民國 88 年 7 月 1 日精省後更名為經濟部礦務局）遂於 1992 年開始回顧彙整歷年統計數字與每年台灣省礦務局調查之砂土石生產量，以確實掌握全台灣地區砂石供應情形，歷年彙整結果如圖 15 所示。

表 1 台灣砂石資源現有調查體系分析表  
（資料來源：內政部建築研究所）

單位 項目	台灣省礦務局	台灣省水利處	經濟部 中央地質調查 研究所	工研院能資所
調查範圍	各縣市之土石採取區與碎解洗選場	台灣省各主要 21 條河系	台灣地區沿海地區	配合計畫實施
調查方式	委由各縣市實地訪查	實地訪查	實地訪查	實地訪查
調查週期	每月	專案計畫	專案計畫	不定期
負責業務	河川砂石、陸上砂石資源開採生產管理及資源量調查	河川砂石資源之調查、水庫淤砂	規劃海域砂石專用區陸上砂石資源開發規劃	海域砂石開發之可行性研究
出版物	砂土石產銷調查計畫報告	台灣地區河川砂石資源調查總報告	台灣地區沿海海砂分佈與成份分析調查研究報告	各委託計畫案研究報告

台灣砂石需求統計資料，由於目前並無完整之調查體系能提供實際而且正確之需求量，因此僅能以各類建材（如水泥、瀝青、紅磚、鋼材及預拌混凝土）之使用量或產量相關性指標來推估砂石需求量。但除了砂石、水泥、預拌混凝土及鋼材之間具有正相關性外，鋼材、紅磚與預拌混凝土會部分產生互相取代與結構性取代，因此其個別之間具有負相關性，若用以推估砂石需求量則不易判定其整體性關係，唯以水泥或瀝青之生產量來推估最為恰當，且其與砂石之間使用比率有理論及經驗數字可據以估算砂石之需求量。如下圖 16 為依水泥用量推估之砂石需求量與縣市政府調查數據的比較，由圖中顯示地方縣市政府砂石需求調查數據與依水泥用量推估之砂石需求量比較，平均約低於推估結果 5~6 千萬公噸，此乃由於地方縣市政府主要是針對合法之砂石場來進行砂土石產銷調查，而業者謊報或非法盜採等皆有可能造成縣市政府的低估。國內砂石需求量近幾

年皆平均維持再 1 億 2 千萬公噸左右，其中有 95 % 係由河川採掘供應，近來中央水利單位以明確訂出 2003 年時，國內河砂供應比例將降至 50 % 水準，2006 年再降至 30 % 水準，但工程建設不斷在進行著，此時政府主管機關與業者不能只顧著「開源」，而是要回過頭來「節流」，尋求建築砂石的最佳使用與善用。

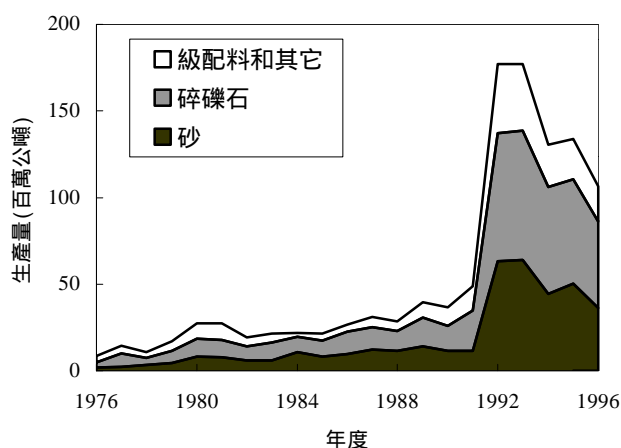


圖 15 台灣地區歷年砂石開採數量統計圖

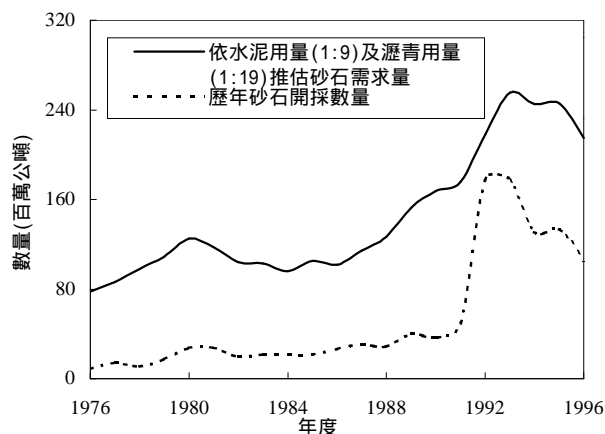


圖 16 依水泥用量推估之砂石需求量與縣市政府調查數據比較表

(資料來源：內政部建築研究所)

為解決國內砂石嚴重不足問題，1997 年 6 月經濟部國貿局決定開放砂石間接進口，主要來源為中國大陸和菲律賓，而 1998 年 7 月至 1999 年 6 月進口砂石數量統計有逐漸增加的趨勢。政府單位表示開放砂石進口是為短期紓解砂石供應不足壓力的方式之一，開採陸砂才是長遠必須走的方向，但國內目前正面臨砂石嚴重不足而建築廢棄土量卻不斷增加的窘境，所以，如何提供一套建築砂石利用與善用的方法，以俾利檢視台灣地區建築砂石的永續利用才是當務之急。

本文以上僅提及台灣建築砂石供給面之資料與面臨之問題，接下來，將就台灣地區歷年來單位土地面積與每年每人砂石的需求量與歐美先進國家做相對應之比較。

經由以上的整理發現，歷年來台灣平均每人砂石需求量曲線有較大的變動與逐漸上升的趨勢，而日本與美國平均每人砂石需求量皆維持在相當固定的水平上。由此可見，若不即刻建立一個以工業生態為根本的經濟生活型態、善用物質、減少人口成長、過簡約和少消費的生活，台灣寶貴的自然資源將會被肆無忌憚的消耗。

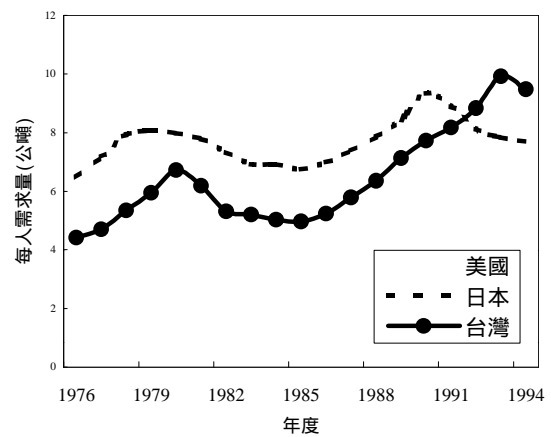
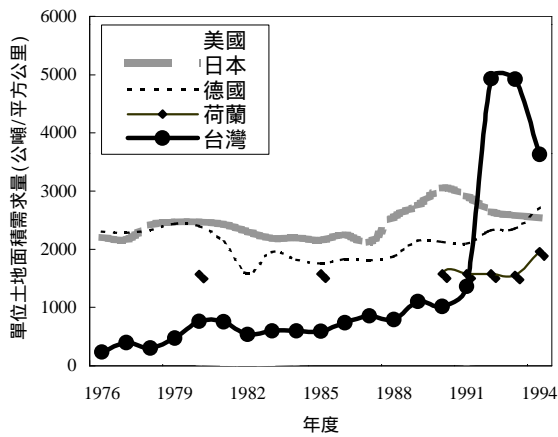


圖 17 美國、日本、德國、荷蘭與台灣歷年來單位土地面積砂石需求量比較圖

圖 18 美國、日本與台灣歷年每人砂石需求量比較圖

(資料來源：本文整理自內政部建築研究所 1998 & World Resources Institute 1997)

### 三、 協助「台灣 2011」總計畫中部份研究之資訊提供 - 淡水河與蘭陽溪流域之水資源概況

就「台灣 2011」總計畫下劉小如教授所需之資料，本計畫經整理與查證後如下所示。

所需資料數據	資料需求單元	相關協同主持人	資料現況有或無	資料來源
政府投入疏浚及各項水利工程經費	淡水河及蘭陽溪流域	余瑞芳、 林果慶 副教授	有	經濟部水資源局及經濟部水利處
河川堤防長度與丁壩數量	淡水河及蘭陽溪流域		有	經濟部水資源局及經濟部水利處
河川污染長度及比例	淡水河及蘭陽溪流域		有	行政院環保署
河川生態水質指標（生物歧異度）	淡水河及蘭陽溪流域		無	可能僅限於少數河川之目標性單一調查
歷年降雨量及雨量月分配狀況（中央氣象局）	淡水河及蘭陽溪流域		有	中央氣象局
每年降雨量補注地下水、水庫及由地表逕流損失之比例及數量	淡水河及蘭陽溪流域		有	經濟部水資源局及經濟部水利處，部份資料為估算值部份為實測值
有效水源水量	淡水河及蘭陽溪流域		有	經濟部水資源局及經濟部水利處
地下水超抽量及地層下陷區面積	淡水河及蘭陽溪流域		有	經濟部水資源局及經濟部水利處
污水下水道普及率	淡水河及蘭陽溪流域		有	內政部營建署
平均每人在機動車輛上的汽油消耗率	淡水河及蘭陽溪流域	李崇德教授	-	-
綠地覆蓋率	淡水河及蘭陽溪流域	李玲玲教授	-	-

優質農地面積比	全國	童慶斌	-	-
每人每年水泥、砂石使用量	台北市及台灣省	助理教授、	-	-
山坡地土壤沖蝕量	淡水河及蘭陽溪流域	經濟部水資	-	-
表土流失率	淡水河及蘭陽溪流域	局謝政道組	-	-
土壤污染面積	淡水河及蘭陽溪流域	長	-	-
砂石（河砂、陸砂、海砂）之開採量	淡水河及蘭陽溪流域		-	-
地表不透水化面積（水泥覆蓋面積）	淡水河及蘭陽溪流域		-	-
焚化爐之數量及 capacity	淡水河及蘭陽溪流域	關蓓德	有	環保署
垃圾掩埋場之數量、面積、capacity 及使用年限	淡水河及蘭陽溪流域	助理教授	有	環保署
行水區範圍內之垃圾場數量	淡水河及蘭陽溪流域		有	環保署

註：

(1)台灣省：除台北市、高雄市、金門縣、馬祖以外之所有縣市。

淡水河流域：包括台北市、台北縣、基隆市、桃園縣及新竹縣。

蘭陽溪流域：主要為宜蘭縣。

(2)“-”表示由相關協同主持人自行將收集到之書面資料，遞送給劉小如教授。

#### 四、 資訊庫建庫之部份前置作業 - 與國科會科資中心合作以建立詮釋資料之統一窗口

本研究之主要目的係進行一系統化整理及整合國內產、官、學界相關環境資料庫，研究其資料分享及透過網路連結使用之可行性，初期以配合本主軸研究計劃、建立一完整的永續發展基本資料庫系統架構為主，並研擬出此一資料庫配合對應之國際相關標準，如：各類資料之標準取樣程序、資料品質管制標準程序、各類資料交換標準格式、分類資料標準單位等，以有效整合建立其標準化、透明化、國際化及永續性之特色，並支援『永續台灣評量系統』與『永續台灣2011』兩個相關計劃所需的基本資料與資訊，發展對國際民生實用的永續評量指標群系統，對各永續發展剖面提供及時診察之決策支援功能【R1】；在長程發展目標上，則建議政府配合全面電子化，成立一國家級的永續發展智識資料庫管理職權單位，以持續推動本計劃所規劃之永續發展資訊系統，維護管理各類環境資料及資訊，並可供未來永續發展策略之規劃 - 執行 - 考核 - 矯正及預防（Plan-Do-Check-Act, PDCA）四大管理循環應用於各階段不同之功能需求，及提供政府綠色智識經濟發展/管理之決策制定參考、產業新製程選擇/更新時之加速綠化（MfE）參考、新產品設計/研發時之環境考量（DfE）參考、各類永續發展相關學術研究之支援及一般民眾之教育/查詢使用。【R10】

#### 研究方法與進行步驟

1、依據原計劃設定之永續發展資訊系統工作程序，繼續推動本（第二）年度之各階段性作業，並就前述目標進行策略性資訊系統（SIS）之規劃，使得未來完成之永續發展資訊系統不僅只定位為一資料查詢服務系統，而成為一高級之智識庫（Knowledge

Database), 兼具知識學習成長/累積及各類永續發展問題之決策/規劃支援等功能【R7】, 扮演我國未來發展永續政策及知識經濟之重要基礎建設。

2、繼續對國內外主要環境資料庫及環境管理資訊系統持續進行現況調查及其屬性、功能和資料來源分析, 並依據其他分組對所蒐集之資料依據其完整性、有效性、正確性、可用性可及性做分類整理分析之結果, 作為規劃永續發展資訊系統之重要參考, 其範疇包括: 土地資源、森林資源、農業資源、漁業資源、海洋/海岸資源、生物多樣化、土壤資源、水資源、廢棄物管理、噪音、近岸海域、土壤退化、水環境問題、大氣變遷、空氣品質、酸雨問題、空氣污染、水污染、固體廢棄物、土壤污染等領域資料, 未來並將彙整各資料來源, 建置於本組之全球資訊網( WWW ) 首頁, 以供各分組研究時可連結參考。

3、因為以上各類永續發展研究資料皆有明確的地理/空間分布( Spatial ) 特性及時間序列( Temporal ) 特性, 故本組特別對地理資訊系統( GIS )【R3】及時間序列資料庫之設計【R6】進行整合研究, 未來希望以整合式資訊呈現方式來建置本資訊系統之使用者介面, 並對資料/資訊有效進行其生命週期管理, 及支援對物質流方面的研究【R9】。

4、針對資料品質進行分析, 建議各分組就所需之各項資料來源及其蒐集/量度方式、取得步驟和計算精度等建立為標準作業程序( Standard Operating Procedure, SOP ), 並應儘量引用該研究領域之國際標準【R2】, 以利資料品質管制( data quality control ) 及其可用度( usability ) 之永續經營。

5、對本資訊系統之功能及各等級使用者之使用需求, 提出一系統架構( System Architecture 如附圖所示 ), 並在第一年成果之基礎上, 綜合各組對前一年度所提之 Metadata 資料類別、格式、表現方式及詮釋資料內容等之檢討建議, 以進行系統細部規劃及分析【R9】, 此外並對建立智識庫所需之資料倉儲( Data Warehouse )【R4】及資料探勘( Data Mining )【R5】等技術獲得, 進行可行性研究。

6、對國內外線上電子資料交換( EDI ) 協定及其技術、電子文件認證機制和領域資料標準格式差異情形進行資料蒐集及研究, 以評估本系統未來在跨越異質平台及異質資料庫進行資料快速交換及即時分享時可能遭遇之困難及其解決方案。

7、規劃本資訊系統之軟硬體需求、資訊系統建置細節與委外開發規格和系統後續委外開發建置與維護計劃, 並對國科會科資中心、環保署資訊中心或是否建議另行建立一資訊中心, 以為未來轉移本研究案成果及持續執行永續發展資訊系統相關業務, 進行 SWOT 評估分析。

## 結果與討論

- 1、 以上各研究項目均依原定目標及步驟，依序推動，但是本分組在面臨研究資源及人力不足的情況下，有實際困難，若在配合上有所不足，請其他各分組先進包涵，本組將努力推動建構永續發展資訊系統之各項工作。
- 2、 針對資料品質進行分析，建議各分組採用 US EPA 對資料品質管制所使用之技術及規範。【R2】
- 3、 將彙集本主軸計劃下各分組之研究成果及所獲得之資料源等資訊，於第三年初建置/更新於主軸計劃之 WWW 首頁，以協助加強研究成果整合和可能的問題協調解決，並向原計劃目標之完成持續邁進。
- 4、 希望參與評量指標組討論，瞭解各指標計算時所需之資料項目，以便規劃建立各指標計算/統計模型，納入整體資訊系統功能中，此外並針對資料不足或計算方式不確定之指標，討論可行之替選資料，建議評估/修正/重新定義此類評量指標項目。

## 參考文獻

- } Ir. Bruno Kestemont and Ir. Dirk Le Roy “Technology manual for the implementation of a metadatabase on sustainable development” Federal services of Scientific, Techniques and Cultural Affairs, University Libre de Bruxelles, Belgium, 1998.
- } B. Kestemont and W. Hecq “Information technology tools for sustainable development” Federal services of Scientific, Techniques and Cultural Affairs, University Libre de Bruxelles, Belgium, 1998.
- } U. S. EPA “Overview of the EPA Quality System-Peer Review Draft” 2000.
- } U. S. EPA “Guidance for Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection-Use in the Development of a Quality Assurance Project Plan” EPA QA/G-5S, 2000.
- } Botkin, D. B. "Summary of findings and recommendations regarding the development of environmental data directory for Taiwan" Council for Economic Planning and Development, Execution Yuan, R. O. C. 1985.
- } Vroge, F. D. and Est, J. V. "Spatially oriented information system for planning and decision making in the Netherlands" Environmental and planning, Vol. 12, pp. 251-267, 1985.
- } 林素貞、余瑞芳「環境背景資料源系統建立之研究」，第一屆環境規劃與管理研討會論文集，pp. 161-185，中壢中央大學，1988。
- } 李琳山、張嘉詳、何建明、許慈倩、邵喻美「環境資訊系統之設計與建立：以曾文溪為例」，中央研究院資訊科學研究所，1998。



- } 於幼華、廖述良、李玲玲、張尊國、朱子豪「永續台灣的願景與策略研究-主軸計劃三 永續發展資訊系統及其執行計劃」國科會研究計劃報告，NSC 89-2621-Z-002-025，2000。內政部「國土資訊系統實施方案」中華民國八十一年七月。
- } I. K. Wernick and J. H. Ausubel, "National Materials Flows and the Environment," Annu. Rev. Energy Environ. 20, pp. 463 - 492, 1995.
- } TAIBOM (Taiwan Bureau of Mines of Ministry of Economic Affairs), "Mineral Statistic Yearbook Taiwan Area, the Republic of China, 1998," 經濟部礦業司，中華民國台灣地區八十六年礦產品統計報告，1998 年。
- } TAIBOM (Taiwan Bureau of Mines of Ministry of Economic Affairs), "Mineral Statistic Yearbook Taiwan Area, the Republic of China, 1999," 經濟部礦業司，中華民國台灣地區八十七年礦產品統計報告，1999 年。
- } TAIBOM (Taiwan Bureau of Mines of Ministry of Economic Affairs), 經濟部礦業司，"台灣南部地區陸上砂石調查評估與開發規劃計畫"，1996 年。
- } TAIBPD (Taiwan Bureau of Planning and Development) 台灣省建設統計第三輯礦業，1998 年。
- } TAIDOS (Taiwan Department of Statistics of Ministry of Finance), "Annual and Monthly Statistics of Export and Import, Taiwan Area, The Republic of China, 1998," 財政部統計處，中華民國進出口貿易統計年刊及統計月報，1998 年。
- } TAISD (Taiwan Statistics Department of Ministry of Economic Affairs), "Annual Statistics of Industrial Production, 1998," 經濟部統計處，工業生產統計年報，1998 年。
- } WRI (World Resource Institute) (Washington, D.C., U.S.A.), WI (Wuppertal Institute) (Wuppertal, Federal Republic of Germany), NMOH (Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment) (The Hague, Netherlands), and NIES (National Institute for Environmental Studies) (Tsukuba, Japan), "Resource Flows: the Material Basis of Industrial Economies," April 1997.
- } 中國礦冶工程學會，礦業評論彙集, p.4, 1996 年。
- } 台北市政府環境保護局網站 (<http://www.epb.taipei.gov.tw>)，台北市一般廢棄物清除處理費隨袋推動計畫、台北市七月份實施垃圾費隨袋徵收績效指標統計表。
- } 台灣省礦務局，"86 年度大理石(石材)礦源礦場及加工調查輔導計畫 - 大理石產製輔導措施 - 本省主要工業原料礦產(大理石、石灰石、蛇紋石)之整體產銷規劃"，1997 年。
- } 行政院環保署「台灣地區垃圾掩埋場安全評估分級及地理資訊系統建置計畫」期中工作報告初稿，民國 89 年 7 月。
- } 行政院環境保護署編印，各年度「中華民國台灣地區環境保護統計年報」。
- } 行政院環境保護署編印，各年度「台灣地區市鄉鎮垃圾水肥清理狀況調查資料彙編」。
- } 能源委員會，「中華民國八十八年台灣能源平衡表」，經濟部能源委員會編印，民國八十九年四月(2000)。
- } 張瑞麟，"台灣東部石材礦開發及開採技術附錄:台灣石材礦開採之發展"，刊於台灣省礦務局之"八十七年度大理石(石材)礦源礦場加工調查輔導規劃計劃 - 大理石產製輔導措施 - 大理石(石材)礦源礦場加工調查輔導規劃計劃研究完成成果之整合運用與展示"，p. 103, 1998 年。
- } 陳其瑞，"礦業資源地質及礦量評估"，刊於台灣省礦務局之"八十七年度大理石(石材)礦源礦場加工調查輔導規劃計劃 - 大理石產製輔導措施 - 大理石(石材)礦源礦場加工調查輔導規劃計劃研究完成成果之整合運用與展示"，p.47, 1998 年。

- } 經濟部工業局，工業廢棄物清除處理推動方案（草案）。
- } 內政部「國土資訊系統短、中、長程實施計畫」，中華民國八十一年三月。
- 經濟部資訊中心「國土資訊系統自然環境基本資料庫需求規劃報告」，中華民國八十一年。
- } 朱子豪(1996) 保護(育)區環境管理及災害防治資訊系統之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- } 周學政, 朱子豪(1995) 國土資訊系統應用空間資料標準交換格式互傳之研究, 行政院研究發展考核委員會委託研究。
- } 朱子豪 (1993) 應用系統化空間查詢觀念於地理資料供應及管理系統之新設計, 國立臺灣大學地理學系地理學報, 16:84-101.
- } 朱子豪 (1992) 國土資訊系統自然環境及生態資料庫之規劃研究, 國立臺灣大學地理學系地理學報, 15:49-62.
- } 朱子豪研究主持(1992) 臺灣海岸地區環境資源管理研究計劃, 國立臺灣大學地理研究所。
- } **【R1 : Sustainable Development and Indicators】**
- 1. Berg, P.G. & Nycander, G., 1997. "Sustainable neighborhoods – a qualitative model for resource management in communities," *Landscape and Urban Planning*, vol. 39, pp. 117-135.
- 2. Bosseboeuf, D., et al, 1997. "Cross-country comparison on energy efficiency indicators: the on-going European effort towards a common methodology," *Energy Policy*, vol. 25, no. 7-9, pp. 673-682.
- 3. Hanley, N., et al, 1999. "Measuring sustainability: a time series of alternative indicators for Scotland," *Ecological Economics*, vol. 28, pp. 55-73.
- 4. Hanssen, O.J., 1999. "Sustainable product systems-experiences based on case projects in sustainable product development," *J. of Cleaner Production*, vol. 7, pp. 27-41.
- 5. Hass, H., et al, 1997. "Comparison of model results obtained with several European region air quality models," *Atmospheric Environment*, vol. 31, no. 19, pp. 3259-3279.
- 6. Hertwich, E.G., et al, 1997. "Evaluating the environmental impact of products and production processes: a comparison of six methods," *The Science of the Total Environment*, vol. 196, pp. 13-29.
- 7. Kasai, J., 1999. "Life cycle assessment, evaluation method for sustainable development," *J. of SAE Review*, vol. 20, pp. 387-393.
- 8. Kelly, K.L., 1998. "A systems approach to identifying decisive information for sustainable development," *European J. of Operational Research*, vol. 109, pp. 452-464.
- 9. Patten, B.C., 1998. "Ecology's AWFUL theorem: sustaining sustainability," *Ecological Modelling*, vol. 108, pp. 97-105.
- 10. Rennings, K. & Wiggering, H., 1997. "Steps towards indicators of sustainable development: Linking economic and ecological concepts," *Ecological Economics*, vol. 20, pp. 25-36.
- 11. Wallner, H.P., 1999. "Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters," *J. of Cleaner Production*, vol. 7, pp. 49-58.
- } **【R2 : Data Quality】**
- 12. Ballou, D.P. & Tayi, G.K., 1999. "Enhancing data quality in data warehouse environments," *Communications of the ACM*, vol. 42, no. 1, pp. 73-78.
- 13. Jarke, M., et al, 1999. "Architecture and quality in data warehouses: an extended repository approach," *Information Systems*, vol. 24, no. 3, pp. 229-253.
- 14. Raghunathan, S., 1999. "Impact of information quality and decision-maker quality on decision quality: a theoretical model and simulation analysis," *Decision Support*

- Systems, vol. 26, pp. 275-286.
15. U.S. EPA, 1997. *Environmental Data Registry (EDR)*.
  16. U.S. EPA, 1997. *EPA's Information System Inventory (ISI)*.
  17. U.S. EPA, Office of Environmental Information, 2000. *Data Quality Objectives Process for Hazardous Waste Site Investigations*, EPA QA/G-4HW, EPA/600/R-00/007.
  18. U.S. EPA, Office of Environmental Information, 2000. *Guidance for the Data Quality Objectives Process*, EPA QA/G-4, EPA/600/R-96/055.
  19. U.S. EPA, Office of Research and Development, 1997. *Data Quality Evaluation Statistical Toolbox (DataQUEST) User's Guide*, EPA QA/G-9D, QA96 version, EPA/600/R-96/085.
  20. Vigon, B.W. & Jensen, A.A., 1995. "Life cycle assessment: data quality and databases practitioner survey," *J. of Cleaner Production*, vol. 3, no. 3, pp. 135-141.
  21. Weidema, B.P. & Wesnæs, M.S., 1996. "Data quality management for life cycle inventories - an example of using data quality indicators," *J. of Cleaner Production*, vol. 4, no. 3-4, pp. 167-174.
- } **【R3 : Integration with GIS Applications】**
22. Bengtsson, M., et al, 1998. "An approach for handling geographical information in life cycle assessment using a relational database," *J. of Hazardous Materials*, vol. 61, pp. 67-75.
  23. Meiner, A., 1996. "Integration of GIS and a dynamic spatially distributed model for non-point source pollution management," *Wat. Sci. Tech.*, vol. 3, no. 4-5, pp. 211-218.
- } **【R4 : Data Mining】**
24. Aggrawal, R., et al, 1993. "Mining association rules between sets of items in large databases," *Proc. ACM SIGMOD Conference on Management of Data*, pp. 207-216.
  25. Angstenberger, J., et al, 1995. "Intelligent methods for data mining," *IEEE Colloq Data Mining*, pp. 38-67.
  26. Chen, M.S., et al, 1996. "Data Mining: an overview from a database perspective," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 866-883.
  27. Cheung, D.W., et al, 1994. "Knowledge discovery in databases: A rule-based attribute-oriented approach," *Proc. Int'l Symposium On Methodologies for Intelligent Systems*, pp. 164-173.
  28. Donato, J.M., et al, 1999. "Mining multi-dimensional data for decision support," *Future Generation Computer Systems*, vol. 15, pp. 433-441.
  29. Shen, L., et al, 1999. "New algorithms for efficient mining of association rules," *Information Sciences*, vol. 118, pp. 251-268.
- } **【R5 : Data Warehouse】**
30. Daniels, W.J. & Salisbury, S., 1998. "EPA provides Internet users with environmental information through Web-based data warehouse," *Applied Occup. Environ. HYG.*, vol. 13, no. 4, pp. 216-220.
  31. Devlin, B., 1997. *Data Warehouse: from Architecture to Implementation*, Addison Wesley.
  32. Nikolaou, C.N., et al., 1997. "Transaction routing for distributed OLTP systems: survey and recent results," *Information Sciences*, vol. 97, pp. 45-82.
  33. Theodoratos, D. & Sellis, T., 1999. "Designing data warehouses," *Data and Knowledge Engineering*, vol. 31, pp. 279-301.
- } **【R6 : Temporal Database】**
34. Apostolopoulos, T.K. & Daskalou, V.C., 1997. "Temporal network management model concepts and implementation issues," *Computer Communications*, vol. 20, pp. 694-708.
  35. Botti, V., et al, 1995. "A temporal blackboard for a multi-agent environment," *Data and Knowledge Engineering*, vol. 15, pp. 189-211.

36. Brzoska, C., 1998. "Programming in metric temporal logic," *Theoretical Computer Science*, vol. 202, pp. 55-125.
37. Dey, D., et al, 1995. "A conceptual model for the logical design of temporal databases," *Decision Support Systems*, vol. 15, pp. 305-321.
38. Lorentzos, N.A., et al, 1999. "An integrated spatiotemporal system," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 22, pp. 233-242.
39. Shahar, Y., 1997. "A framework for knowledge-based temporal abstraction," *Artificial Intelligence*, vol. 90, pp. 79-133.
- } **【R7 : Knowledge Database】**
40. Frawley, W.J., et al, 1991. "Knowledge discovery in databases: An overview," AAAI/MIT, pp. 1-27.
41. Kamp, J.A.L.M., 1999. "Knowledge based systems: from research to practical application: pitfalls and critical success factors," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 22, pp. 243-250.
42. Kang, B., et al, 1999. "AHA: a knowledge based system for automatic hazard identification in chemical plant by multimodel approach," *Expert Systems with Applications*, vol. 16, pp. 183-195.
43. Mi, P. & Scacchi, W., 1996. "A meta-model for formulating knowledge-based models of software development," *Decision Support Systems*, vol. 17, pp. 313-330.
44. Studer, R., et al, 1998. "Knowledge engineering: principles and methods," *Data and Knowledge Engineering*, vol. 25, pp. 161-197.
45. Terano, T & Ishino, Y., 1996. "Knowledge acquisition from questionnaire data using simulated breeding and inductive learning methods," *Expert Systems with Applications*, vol. 11, no. 4, pp. 507-518.
- } **【R8 : Material Flows】**
46. Brown, H.L., et al, 1985. *Energy Analysis of 108 Industrial Processes*, Drexel University, U.S. DoE. Fairmont Press.
47. Hinterberger, F., et al, 1997. "Material flows vs. natural capital - what makes an economy sustainable?" *Ecological Economics*, vol. 23, pp. 1-14.
48. Kandelaars, P.P.A.A.H. & van den Bergh, J.C.J.M., 1997. "Dynamic analysis of material -product chains: an application to windows frames," *Ecological Economics*, no. 22, pp. 41-61.
49. Kowalski, Z. & Mazanek, C., 1998. "Sodium chromate - material flow analysis and technology assessment," *J. of Cleaner Production*, no. 6, pp. 135-142.
50. Lee, C.-H., 1998. "Formulation of resource depletion index," *Resource, Conservation and Recycling*, vol. 24, pp. 285-298.
51. Pereira, C.J., 1999. "Environmentally friendly processes," *Chemical Engineering Science*, vol. 54, pp. 1959-1973.
52. Ruth, M., 1995. "Information, order and knowledge in economic and ecological systems: implications for material and energy use," *Ecological Economics*, no. 13, pp. 99-114.
53. Tjahjadi, B., et al, 1999. "Material and energy flow accounting in Germany - data base for applying the national accounting matrix including environmental accounts concepts," *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 10, pp. 73-97.
54. van Berkel, R., et al, 1999. "Opportunities and constraints for product-oriented environmental management systems," *J. of Cleaner Production*, vol. 7, pp. 447-455.
- } **【R9 : Information System Development】**
55. Hansen, G.W. & Hansen, J.V., 1996. *Database Management and Design*, Prentice-Hall.
56. Kroenke, D.M., 1995. *Database Processing*, Prentice-Hall.
57. McLeod, R.J., 1998. *Systems Analysis and Design: An Organizational Approach*, Dryden Press.

58. Sutcliffe, A., 2000. "Domain analysis for software reuse," J. of Systems and Software, no. 50, pp. 175-199.
  59. Zantout, H. & Marir, F., 1999. "Document management systems from current capabilities towards intelligent information retrieval: an overview," Int'l J. of Information Management, vol. 19, pp. 471-484.
  60. 資訊工業策進會, 1988, 「軟體發展指引」, SDG 2.0。
  61. 資訊工業策進會, 1991, 「資訊系統規劃指引」。
- } 【R10 : Other Environmental Issues】
62. Davis, D.N., 2000. "Agent-based decision-support framework for water supply infrastructure rehabilitation and development," Computers, Environment and Urban Systems, vol. 24, pp. 173-190.
  63. Hanssen, O.J., 1998. "Environmental impacts of product systems in a life cycle perspective: a survey of five product types based on life cycle assessments studies," J. of Cleaner Production, vol. 6, pp. 299-311.
  64. Jungmeier, G., et al, 1998. "Environmental burdens over the entire life cycle of a biomass CHP plant," Biomass and Bioenergy, vol. 15, no. 4/5, pp. 311-323.
  65. Sokolow, R., et al, 1994. *Industrial Ecology and Global Change*, University Press.
  66. Sonesson, U., et al, 2000. "Environmental and economic analysis of management systems for biodegradable waste," Resources, Conservation and Recycling, vol. 28, pp. 29-53.
  67. Tiwari, D.N., Loof, R. and Paudyal, G.N., 1999. "Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques," Agricultural Systems, vol. 60, pp. 99-112.
  68. van Berkel, R., et al, 1997. "Development of an industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises - I," J. of Cleaner Production, vol. 5, no. 1-2, pp. 11-25.