

第三章 線上決策支援系統之建立

本章說明線上決策支援系統之架構及建置流程，並詳細介紹系統各部分在輔助決策分析上之用途及貢獻，期能藉由整合式的電腦系統及分析方法，提升決策分析之效率及決策品質。

3.1 系統架構

本研究之目的在於建立一線上空氣品質監測站選址決策支援系統，以輔助決策工作之進行，其系統架構如圖 3.1 所示，分析者及決策者得以不受時間與空間之限制，透過網路連上系統，藉由友善且便利的使用者介面執行資料查詢分析、模式模擬及監測站選址等工作，期能因資訊整合、資料即時分析、使用操作便利及不受時空限制等優點，令決策分析工作能有效率地進行。

該系統整合了資料庫系統、線上地理資訊展示工具、模式模擬工具、選址分析方法、使用者介面及線上應用等電腦相關工具，分為資料管理、資訊分析、模式模擬、站網選址及其它資訊五大模組，期能透過各模組之分工及整合，輔助決策分析工作之進行，將於後續章節中分別說明各模組之建置流程。

3.2 使用工具

本研究主要以 Linux 工作站為系統開發平台，並以下列工具進行開發，以下分別簡介各使用工具及其功能需求：

1. 網路系統: 主要以 APACHE 網站伺服器 (The Apache Software Foundation, 2004) 架設本系統網站，並採用 XOOPS (XOOPS Official Site, 2004) 2.4 版作為系統主軸。

2. 開發程式：主要以本研究群所發展之 eblock 模組，並以 PHP 程式語言 (php, 2004) 及 JAVA SCRIPT (netscape devedge, 2004) 程式語言，編譯開發系統之各項功能。
3. 資料庫：以 MYSQL 資料庫伺服器 (Mysql, 2004)，分別建立空氣品質監測站選址決策所需之各資料庫，並於後續以 PHP 程式應用 SQL 資料庫語法建立本研究相關資料查詢、統計分析等功能。
4. 資訊分析：以 JPGRAPH (JpGraph, 2004) 分析圖繪製程式，用以顯示資料查詢及模式模擬分析結果，並以 Mapserver (Mapserver, 2004) 工具開發地理資訊展示介面，輔以排放源資料的線上查詢及選址結果展示。
5. 模式：本研究以 ISC3 (USEPA, 1995) 空氣品質模式進行污染物流佈之模擬分析，自行取得原始程式後在 Linux 工作站上進行重新編譯，產生執行檔供使用。

3.3 資料管理模組之建立

空氣品質相關的決策分析工作需要管理及分析不少相關資料，為使資料得以被即時分析且容易保存供後續使用，本研究以電腦化管理的方式，建置一資料管理模組，其核心為一資料庫系統，將相關資料有系統地保存，並提供資料查詢介面，以統計分析圖及線上地理資訊展示工具，輔助使用者查詢及解讀其所需資料。模組資料包括空氣品質監測資料、氣象資料及排放源資料，以下分別說明各資料收集之方法及其系統操作介面：

一、 空氣品質監測資料

資料收集整理

空氣品質監測資料紀錄污染物之濃度變化，可供分析者事先瞭解當地之污染情形。本研究首先由環保署收集過去數年桃竹苗地區之空氣品質逐時監測資料，包括桃園、大園、觀音、五權、龍潭、湖口、竹東、新竹、頭份、苗栗、三義及中壢空品監測站，每筆資料包括監測站代碼、監測站名稱、監測項目、監測日期及逐時監測濃度等，其中監測項目代碼所代表之污染物種如表 3.1 所示，原始資料中部分項目為空白或缺值，將以-999（表資料不存在）替代後存入資料庫中。

系統操作介面

為輔助使用者查詢及解讀其所需資料，本研究建立一資料查詢介面，使用者可選擇空品監測站、欲查詢污染物及查詢時段，藉由六種統計分析圖說明查詢之結果，各分析圖介紹如下：

1. 逐時平均、最大及最小濃度變化圖
 - 資料分析方法：由查詢時段之各日逐時濃度，計算所有相同小時之平均濃度，並紀錄各小時之最大及最小濃度，以輔助使用者瞭解逐時濃度之變化趨勢，觀察污染情形較嚴重之小時。
 - 示範案例：以 2002 年新竹測站監測臭氧為例，圖 3.2 為平均濃度變化，斷點部分為缺值或空白，同時註明各小時之最大與最小濃度值供比較，圖 3.3、3.4 則為最大及最小濃度變化，藉由以上三張圖可瞭解午後至傍晚為污染監測濃度高峰。
2. 逐日平均濃度變化圖
 - 資料分析方法：由查詢時段之各日逐時濃度，計算日平均濃

度，可供使用者瞭解逐日濃度之變化趨勢，藉以觀察各月份或季節性之變化。

- 示範案例：如圖 3.5 為 2002 年新竹測站監測臭氧之逐日濃度變化，顯示五月（150 天）至七月（210 天）濃度明顯較低。

3. 各濃度區間排放次數統計圖

- 資料分析方法：以該污染物之法規排放標準為依據，予以十等分為各濃度區間，分別計算各濃度區間發生之小時次數，可供使用者瞭解何者為主要的污染族群。
- 示範案例：如圖 3.6 為 2002 年新竹測站監測臭氧之各濃度區間排放次數統計，顯示低濃度區間之排放所佔次數較多，亦有極少數監測濃度高於臭氧法規排放標準之 120 ppb。



4. 濃度玫瑰圖

- 資料分析方法：由逐時監測資料取得各小時之風向（表 3.1 之項目 11），計算各風向濃度在各濃度區間發生之小時次數，其濃度區間由系統內定，亦可由使用者設定，可供使用者瞭解污染情形較嚴重時之風向及其嚴重程度。
- 示範案例：如圖 3.7 為 2002 年新竹測站監測臭氧之濃度玫瑰圖，顯示新竹測站吹東風及東北東風時污染情形較嚴重。

以上各統計分析圖皆可複選監測站作比較，如圖 3.8 為 2002 年湖口站與新竹站之逐時平均濃度變化比較圖。

二、 氣象資料

資料收集整理

空氣品質相關的決策分析工作經常以模式模擬污染物之可能流佈，然而模式模擬需要至少一年以上的氣象資料，方能輔助模擬之進行。此外，決策分析時往往需要掌握案例區盛行風之方向，以瞭解其對污染物流佈之影響，本研究因而由氣象局收集過去數年新竹地面測站之逐時與逐日氣象資料，然而，其逐時與逐日資料的格式並不相同，且資料年份以西元 2000 年為一分界點，在西元 2000 年前（不含 2000 年）與之後的資料格式也不相同，勢必需要先將資料格式進行處理。

本研究為了後續能以風玫瑰圖作風速與風向之分析，先將資料中缺值部分以-999 替代，並取出風玫瑰圖分析所需的平均、極大及最大風向與風速資料，依相同格式存入資料庫中，解決格式不相同之問題



系統操作介面

為提供使用者進行風速與風向分析，判斷案例區盛行風之方向，本研究提供一資料查詢介面，使用者可選擇氣象資料格式（逐時或逐日）、欲查詢時段及風速類型（平均、極大或最大），藉由風玫瑰圖判斷盛行風方向及瞭解各方向之風速大小，例如藉由圖 3.9 即可判斷 2003 年新竹測站之盛行風方向為 NNE，也有少部分的西風。此外，為了比較不同年間的盛行風差異，使用者亦可選取複數年繪製風玫瑰比較圖，如圖 3.10 所示。

三、 排放源資料

資料收集整理

空氣品質相關決策工作中，以模式模擬污染物之可能流佈除了需

要氣象資料外，最重要的便是排放源資料，本研究因而由新竹縣、市環保局收集案例區之排放源資料，每筆資料包括管制編號、廠名、污染源編號、排放代碼、排放量、排氣速度、排氣溫度、煙囪高度、煙囪內徑及工廠座標等，其中排放代碼所代表之污染物種如表 3.2 所示，本研究將各煙囪之排放量存入資料庫中，供後續模式模擬使用。然而，由於工廠通常擁有數隻煙囪，決策分析時應考量各廠之總污染排放量，而非以單一煙囪的排放量為依據，本研究因而將一工廠視為一排放源，將相同工廠的煙囪排放量加總處理，同樣存入資料庫中。

系統操作介面

決策過程中經常需要瞭解排放源之分佈情形，以掌握何處是高污染源地區，且為了方便使用者查詢各排放源相關資料，本研究提供一線上地理資訊展示介面，將各排放源點置於 GIS 地圖上，使用者可以很清楚地瞭解案例區污染源分佈情形，亦可直接於地圖上查詢某排放源各污染物之排放量，透過地圖位移、放大及縮小等功能，進行局部地區的資料查詢，操作介面如圖 3.11 所示。

經由上述資料管理模組之建立，所需的相關資料得以經電腦化管理，有系統地保存在資料庫中，且可透過相關資料查詢介面，繪製統計分析圖輔助資料的查詢及解讀，有助於資料的分析及確保資料後續能被有效運用。

3.4 資訊分析模組之建立

決策過程中往往需要分析許多的資訊，如排放源資料經過進一步分析後，方能提供更多有用的資訊，輔助決策工作能夠針對重點有效率地進行，本研究因而建置一資訊分析模組，由資料管理模組中取得

排放源資料，使用者可於操作介面上選擇污染物種及分析圖類型，藉由二種統計分析圖，輔助排放源資料之分析，各分析圖說明如下：

1. 累積排放百分率圖

- 資料分析方法：依各排放源之排放量由大至小排列後，分別計算其累積排放百分率，可供瞭解哪些污染源是主要的污染貢獻者，決策時應注意其分佈現象，方能針對重點有效率地進行決策分析。
- 示範案例：如圖 3.12 顯示案例區之硫酸排放受到大型排放源影響，前五大的排放源即貢獻了約 90% 的排放量。

2. 各濃度區間排放源數量分析圖

- 資料分析方法：計算各濃度區間之排放源數量，其濃度區間由系統內定，亦可由使用者設定，以供瞭解是否有獨大污染源或哪個區間是主要的排放族群。
- 示範案例：如圖 3.13 顯示案例區硫酸排放在各濃度區間分佈不均，主要集中在大型與小型之排放。

經由上述資訊分析模組之建立，排放源資料得以進一步分析，瞭解排放源是否有獨大情形及排放濃度之分佈狀況，可輔助後續決策工作針對重點有效率地進行。

3.5 模式模擬模組之建立

一般與空氣品質相關的決策分析工作經常以模式模擬污染物之可能流佈，ISC3 (USEPA, 1995) 是一常用的高斯型擴散模式，可用於點源、線源、面源及體源污染源周遭污染物的濃度變化評估，亦屬於

USEPA (USEPA, 2001) 及國內空氣品質模式模擬規範 (環保署, 93 年) 建議使用的空氣品質模式之一。過去國內已有許多使用 ISC3 模式的經驗 (康城, 82 年, 90 年; 大順發, 89 年; 亞裕, 89 年; 中技社, 87 年; 曾, 90 年; 鄭, 91 年; 郭, 90 年; 謝, 86 年; 莫, 88 年等), 然而 ISC3 模擬時須建立一輸入檔, 其內容包括模式模擬控制 (Control Pathway)、污染源資料 (Source Pathway)、受體點資料 (Receptor Pathway)、氣象資料 (Meteorological Pathway) 及輸出控制 (Output Pathway) 等, 各部分皆有其參數設定項, 唯有具使用經驗之技術人員才能迅速操作, 本研究因而建立模式模擬模組, 以期有效輔助使用者執行模式, 並模擬案例區之污染物可能流佈。此模組分為模擬及分析二操作介面, 將有助於簡化模擬時的相關參數設定及取得模擬分析結果, 以下分別說明其建置流程與用途:



一、 模擬

模擬介面可輔助使用者設定模式相關參數, 建立 ISC3 模擬所需的輸入檔, 令使用者直接執行模式模擬, 解決執行模擬的技術性問題。本研究提供使用者設定模擬物種及模擬日期範圍, 其餘相關設定則採用模式預設值或採系統預先設定的方式, 操作介面如圖 3.14 所示, 系統顯示目前案例設定之相關資訊, 並預估模式執行所需的時間, 提供模擬執行及模擬進度查詢等功能。本研究使用 Linux 工作站作為平台進行 ISC3 空氣品質模擬, 其模擬輸入檔內容分為五個部分, 說明如下:

1. 模式模擬控制: 包括案例名稱、污染類型(都市型或鄉村型)、模擬時程、模擬物種、執行控制參數及錯誤輸出檔名等一般

設定，本研究提供使用者設定模擬物種，並依案例區類型採用都市型污染，其餘參數則採系統預先設定。

2. 污染源資料：污染源一般分為固定、移動、點、線、面等類型，因移動、線、面源之分析較為困難，故本研究主要針對固定點污染源進行分析，由資料管理模組中取得案例區各煙囪之排放資料，輸入點污染源的各項排放參數至模式中，包括排放率、排氣溫度、排氣速度、煙囪高度、煙囪內徑及點源座標等。
3. 受體點資料：為瞭解案例區鄰近污染物之可能流佈情形，本研究以案例區為污染源中心，向外擴張一定距離為範圍，依範圍決定網格之大小，並以網格分配法設置受體點，將案例區範圍劃分為數個大小一致的網格，取得各受體點之座標輸入模式中，以利模式模擬各受體點之污染物可能濃度。
4. 氣象資料：空氣品質模式模擬時，至少需要一年以上的氣象資料，以輔助模式模擬大氣之變化及污染物可能流佈。ISC3 模擬所需的氣象參數設定包括氣象資料檔位置、風力計距地面高度、地面與探空測站資料、模擬日期範圍及風速校正角度等，其中模擬日期範圍可供使用者設定，其餘參數則採系統預先設定。然而 ISC3 模式並未提供將地面及探空氣象資料轉換成模式所需的逐時大氣穩定度及混合層高度等資料，因此本研究參考伍（92 年）使用的方法，事先將氣象資料進行轉換，其方法乃依據美國環保署網站（USEPA, 2003b）中對於氣象資料的處理方式，採用 Mixing Height Program (MHP) (USEPA, 1998) 及 Pcramet (USEPA, 1999) 計算模式所需之氣象資料，步驟說明如下：

- a. 將地面氣象資料轉成 HUSWO 格式，並將探空氣象資料轉成 FSL 格式（註：HUSWO、FSL 格式為美國氣象資料格式之一，於附錄中說明）
 - b. 將 HUSWO 地面氣象資料及 FSL 探空氣象資料輸入 MHP 程式中，產生 1 天 2 次混合層高度輸出檔。
 - c. 將混合層高度輸出檔轉成 Td9768 格式，以 HUSWO 地面氣象資料、Td9768 混合層高度資料、測站經緯度及當地時區執行 Pcramet，產生逐時混合層高度及大氣穩定度（註：Td9768 格式為美國混合層高度資料格式之一，於附錄中說明），經由上述步驟處理後，可取得模式所需之氣象資料檔。
5. 輸出控制：本研究以一小時為模擬時距，觀察案例區各小時之濃度變化。



二、分析

分析介面可輔助使用者於 ISC3 模擬完成後，選擇案例名稱及分析圖類型，藉由四種統計分析圖解讀模式模擬結果，各分析圖說明如下：

1. 逐時濃度變化等高線圖

- 資料分析方法：模式模擬結果可供瞭解污染物之可能流佈情形，以判斷受污染源影響較嚴重之地區。本研究將案例區視為一個污染源進行模式模擬，連接模擬濃度在相同濃度區間之受體點，形成數個大小不一的等高線圈，靠近污染源之等高線圈濃度較高，向外濃度遞減，以瞭解污染物流佈情形。

- 示範案例：如圖 3.15 顯示某案例區該小時，西南方向受到較明顯的影響。

2. 逐時與逐日最大濃度圖

- 資料分析方法：為瞭解逐時或逐日之最大濃度變化趨勢，以判斷受污染情形較嚴重之小時、月份或季節，本研究取出各小時與各日之最大模擬濃度，並計算其平均濃度與標準誤差濃度供比較，以瞭解其濃度變化。
- 示範案例：如圖 3.16 顯示某案例區逐日最大濃度變化大致呈現規律性。

3. 各方向逐時最大濃度圖

- 資料分析方法：為瞭解污染情形較嚴重之方向，作為選址決策時應優先考慮設站之方向，使能發揮監測站之功效，監測到較大的污染濃度，本研究取出污染源各方向各小時之最大濃度，繪製各方向之逐時最大濃度變化圖，以瞭解各方向之污染情形。
- 示範案例：如圖 3.17 顯示某案例區在 NNE 方向濃度變化大。

4. 最大濃度發生次數與污染源距離關係圖

- 資料分析方法：最大濃度發生地點通常離污染源之距離較近，然受到污染排放、風速及風向等因子的影響，其結果並非全然如此，本研究計算各日最大濃度發生地點與污染源之距離，並統計在各距離區間所發生之次數，以瞭解距離與污染嚴重程度之關係。

- 示範案例：如圖 3.18 顯示某案例區一年中有 344 天之最大濃度發生在距離污染源 1000 m 內。

經由上述模式模擬模組之建立，得以有效解決模式操作所需之技術性問題，供使用者直接線上執行 ISC3 模式模擬及取得模擬分析結果，提供後續決策工作使用。

3.6 站網選址模組之建立

監測站選址必須考量許多的因素，如污染物可能流佈、人口分佈、氣象條件及法規要求等，若以傳統方式針對各目標進行篩選，將耗費大量的時間與人力，影響決策分析之效率。選址決策分析有許多方法可供使用，其中規則分析法是一常用的方法，郭（83 年）曾以規則分析法為核心，建立一整合式電腦系統，輔助掩埋場選址工作，本研究因而建置一站網選址模組，整合規則分析法及線上地理資訊展示工具，提供一設定介面供使用者直接設定各規則之篩選條件，輔助選出符合條件之候選監測站址，並以地圖及列表兩種方式查詢站址相關資訊，如圖 3.19 所示，期能提升決策效率及決策品質。

本研究所用的規則分析法依一般選址原則及法規要求，目前採用四個主要規則及三個次要規則，其中主要規則至少必須選取一項，篩選出的站址將依重要性排列順序，若選取多項主要規則，則篩選出符合各主要規則之結果聯集中的所有站址，次要規則為選項性，可輔助站址之篩選，以下分別說明：

一、 主要規則

1. 系統預設值或自訂恕限值：監測站必須監測足夠大之濃度，方能發揮其應有功效，一般是以污染物法規排放標準

為恕限值，唯模式模擬所得結果通常無法達到實際推估值，因而會與實際情況有一程度上之落差，故本研究提供兩種方式訂定濃度恕限值，其一採系統預設值，供使用者自訂一數值 n ，系統將由所有受體點之最大濃度中，自動計算出前百分之 n 大的濃度值，並以此值作為恕限值，其二為使用者參考模式模擬結果之逐日或逐時最大濃度圖，自訂一恕限值，無論以何種方式得到恕限值後，系統將自動篩選出站址濃度大於此恕限值者。

2. 保護人口數：人體長期曝露在空氣污染中將造成呼吸道方面之疾病，因而設置監測站時應考慮到當地人口之多寡，以保護較多的人口數為優先考量，本研究提供使用者自訂監測站必須保護之人口數，系統將由案例區人口分佈資料中，篩選出站址人口數大於此值者。
3. 考慮損害量：僅考慮保護人口數尚不夠周全，因可能發生某些地區人口數雖不多，污染濃度卻很高的情況，對該地區人口造成的危害風險反而較大，故設站時應考量污染所造成之損害量，損害量係人口數與污染濃度之乘積，使用者勾選此規則後，系統將計算所有站址之污染損害量。

二、 次要規則

1. 避免設站方向：某些方向因污染濃度遠低於其它方向，若設站於此將無法發揮監測站應有之功效，本研究提供使用者參考模式模擬結果之各方向逐時最大濃度圖，選擇不予設置監測站之方向，系統將刪除位於該方向之可能站址。
2. 盛行風下風處距離限制：由環保署空氣品質監測品質保證

作業網站（93 年）提供之空氣品質監測站選址程序中，規定監測站應避免位於距離點排放源盛行風下風處 1500 m 內，本研究提供使用者自訂其限制距離，系統將刪除盛行風下風處該距離範圍內之可能站址。

3. 總設站數：選址決策中站數的多寡將影響設站成本，設站位置也會因站數的不同而有所差別，故在設置站址前確定總設站數是重要的，本研究因而提供使用者設定總監測站數 n ，系統經由上述各規則挑選出所有可能站址後，依重要性排列站址順序，篩選出前 n 個站址為最後結果。

經由上述站網選址模組之建立，使用者得以藉由規則分析法及相關電腦工具，進行監測站選址決策分析工作，期能透過系統之整合性，改善決策效率及品質。

3.7 其它資訊模組之建立

本研究設置一其它資訊模組，提供污染物之法規排放標準及 ISC3 模式中英文使用手冊，方便使用者在操作模式或分析時參閱。

線上決策支援系統

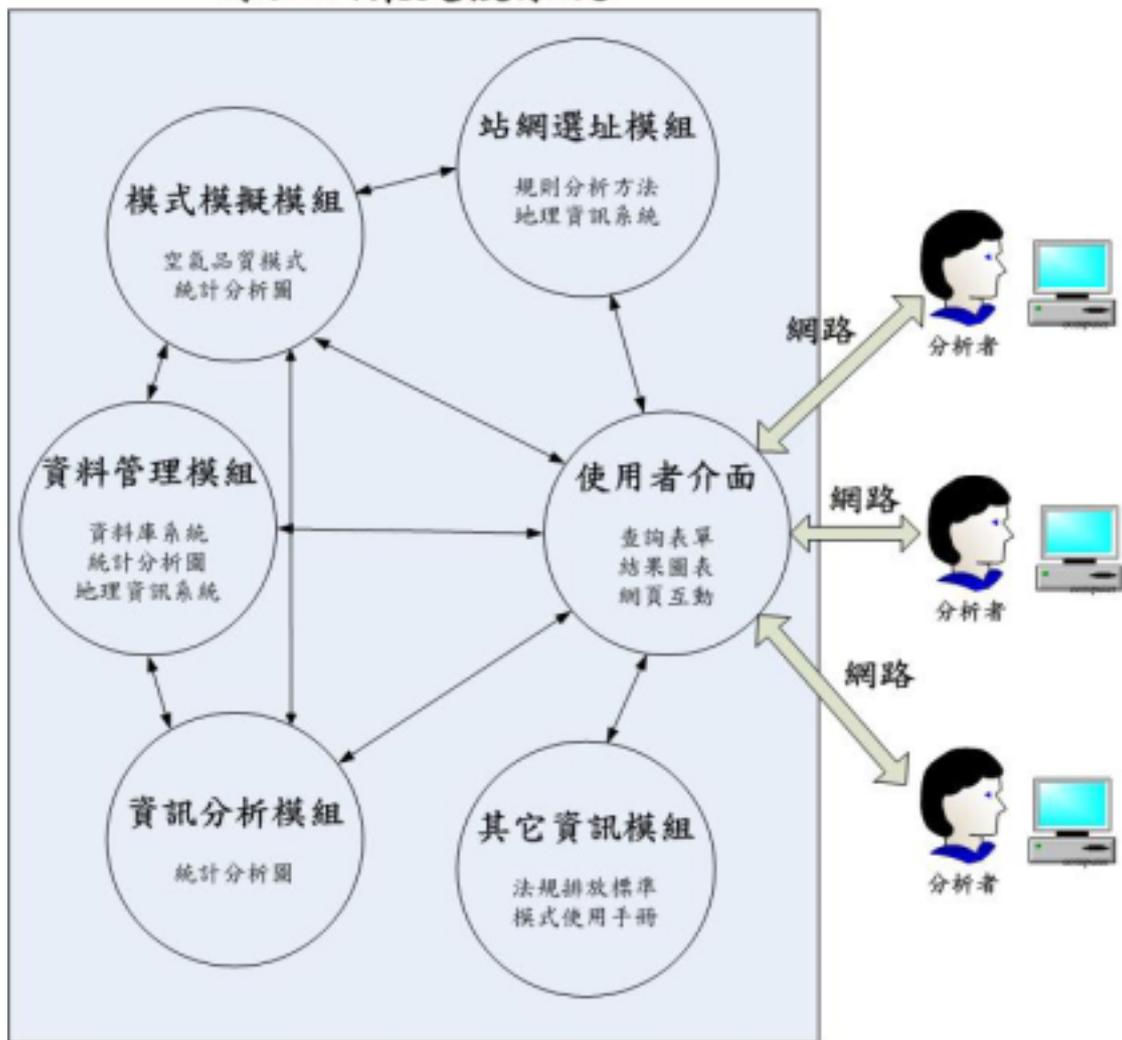


圖 3.1 系統架構圖

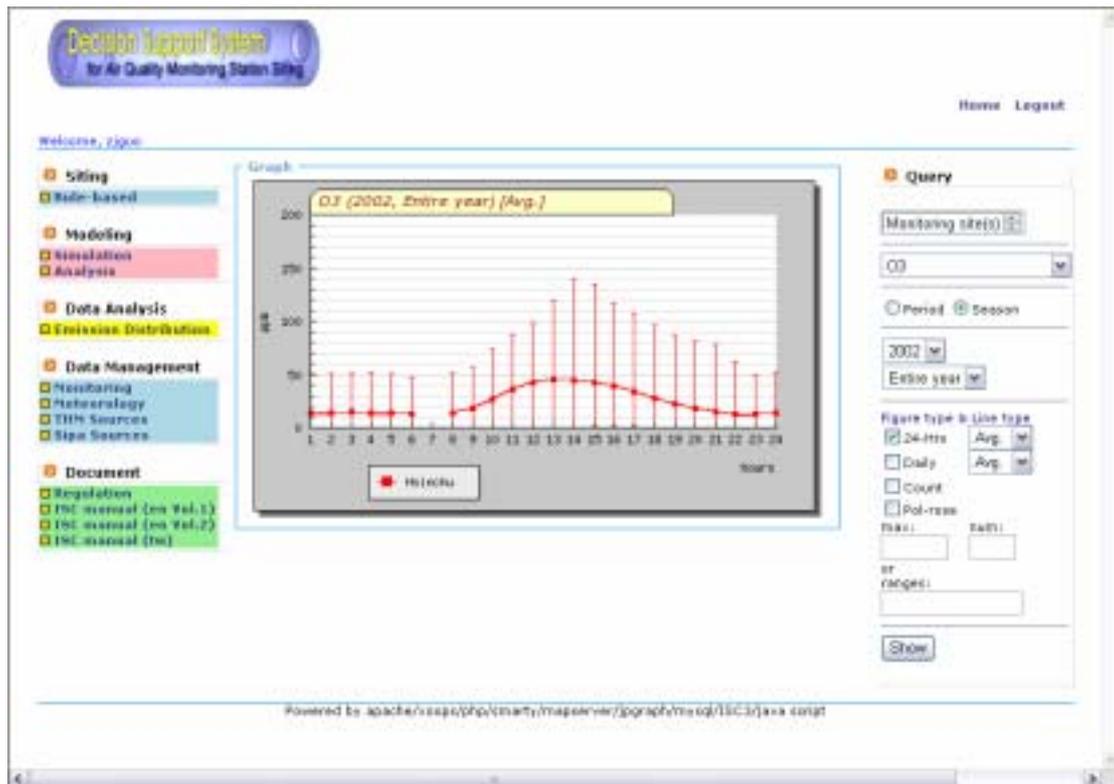


圖 3.2 空品監測逐時平均濃度變化圖

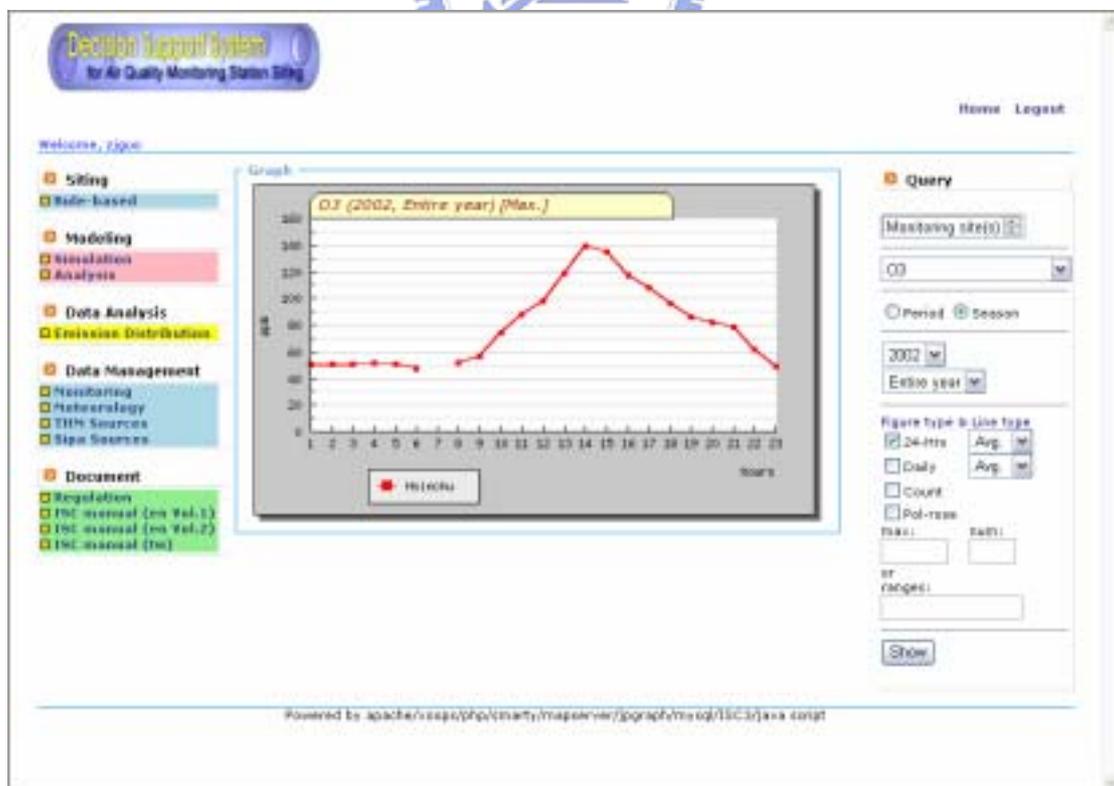


圖 3.3 空品監測逐時最大濃度變化圖

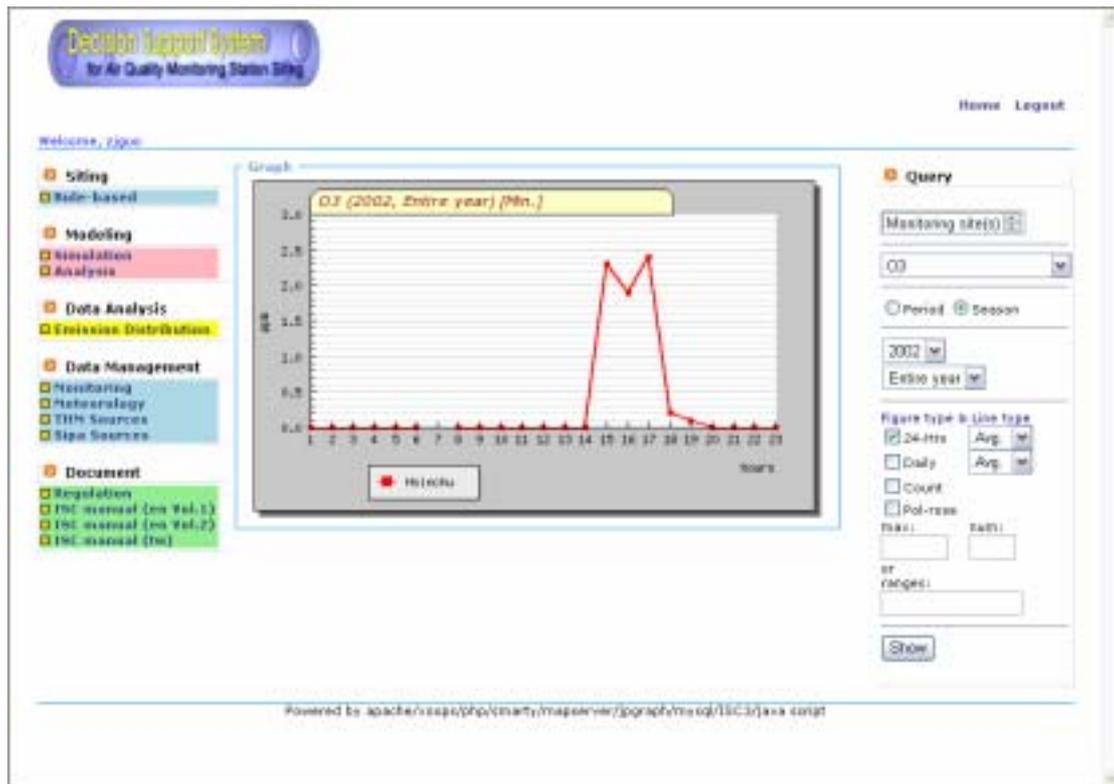


圖 3.4 空品監測逐時最小濃度變化圖

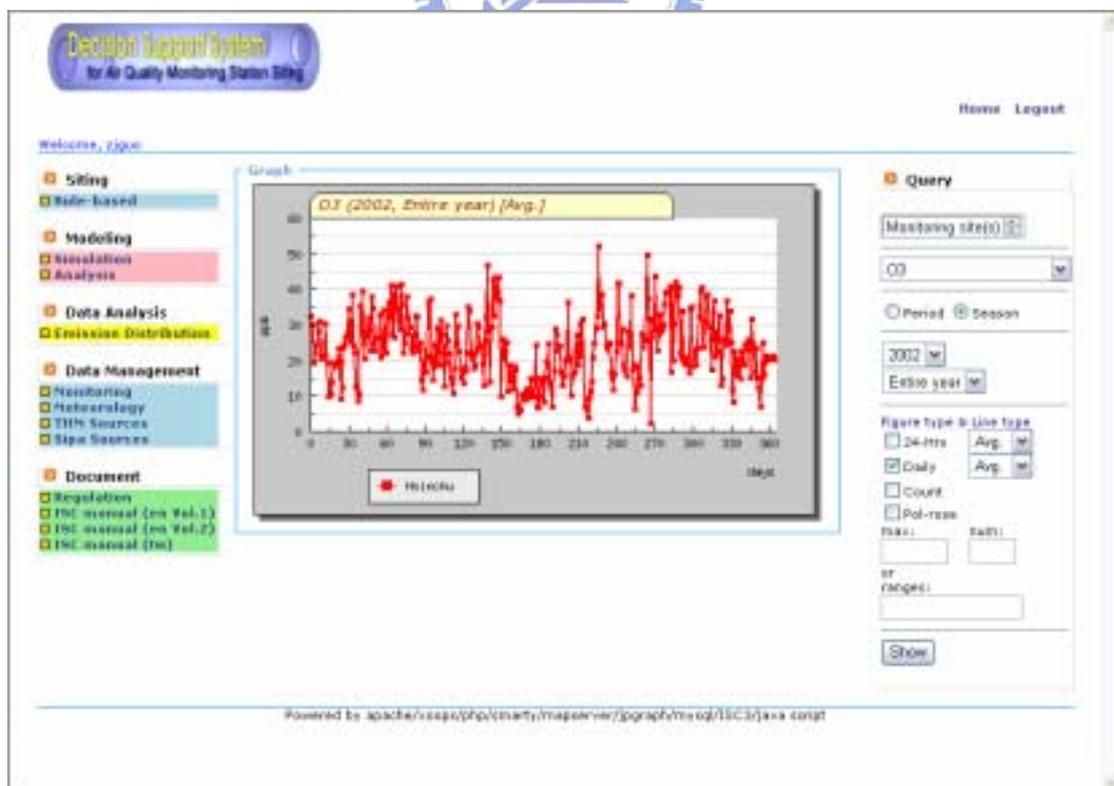


圖 3.5 空品監測逐日平均濃度變化圖

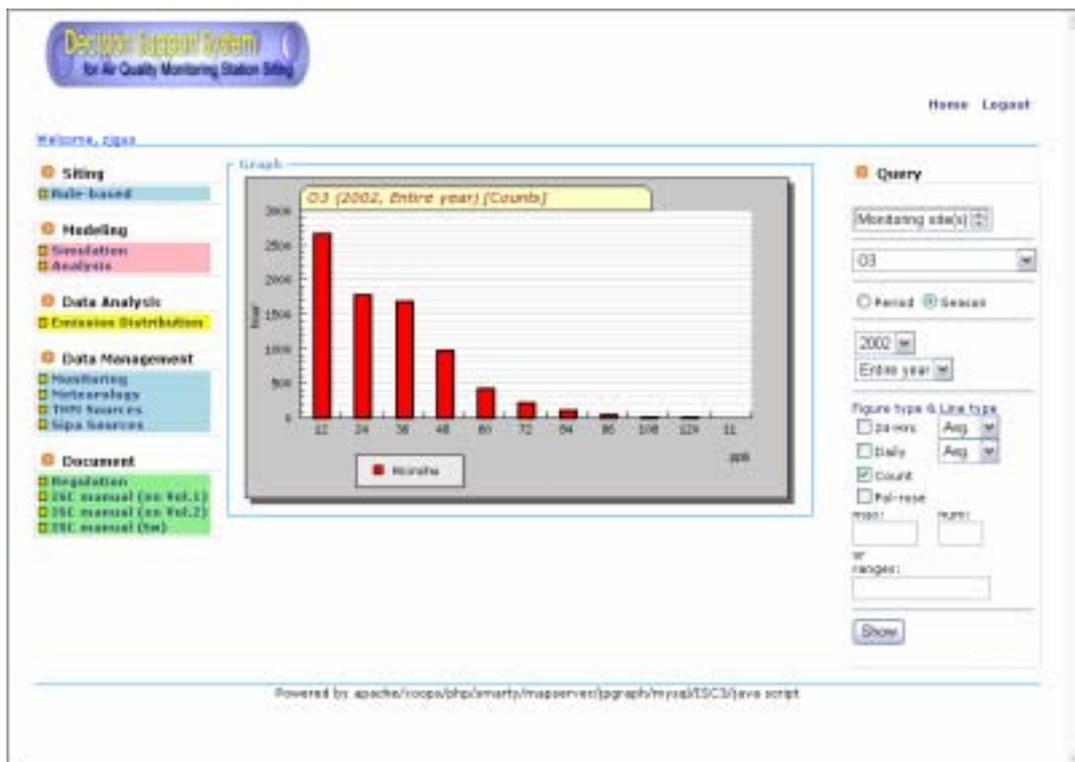


圖 3.6 空品監測各濃度區間排放次數統計圖

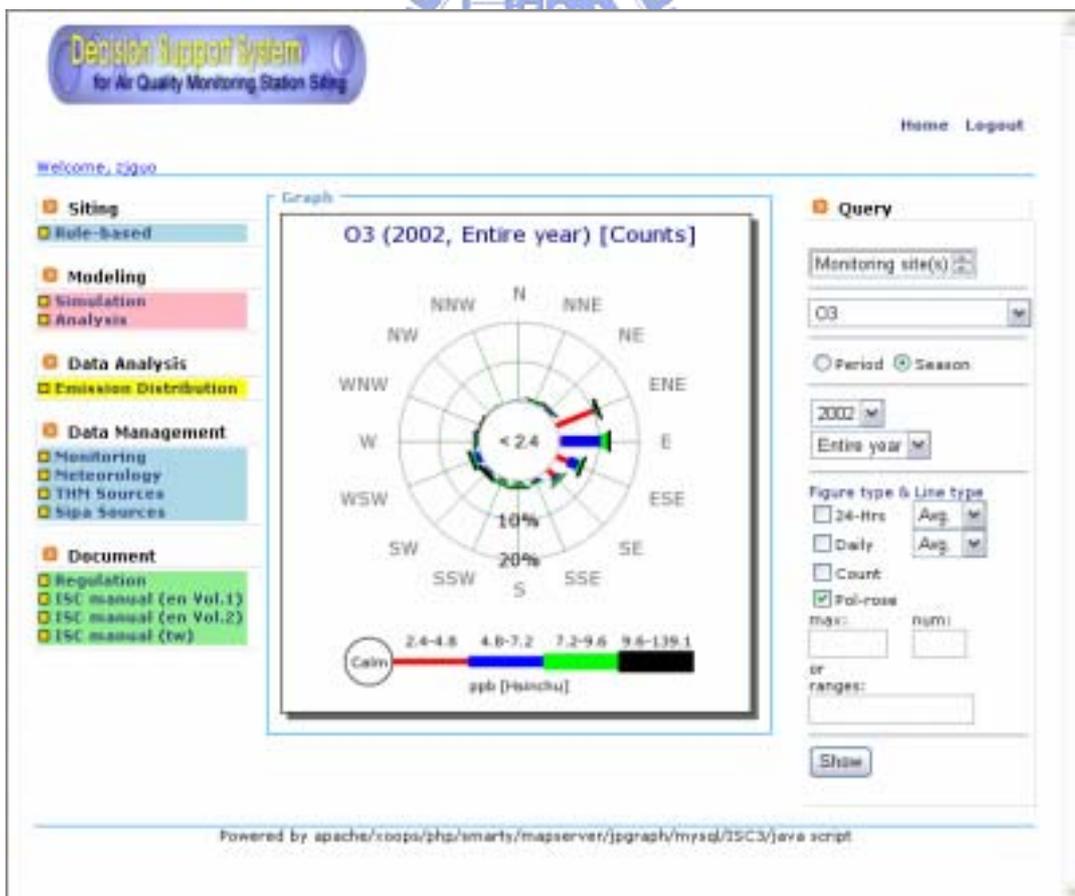


圖 3.7 空品監測濃度玫瑰圖

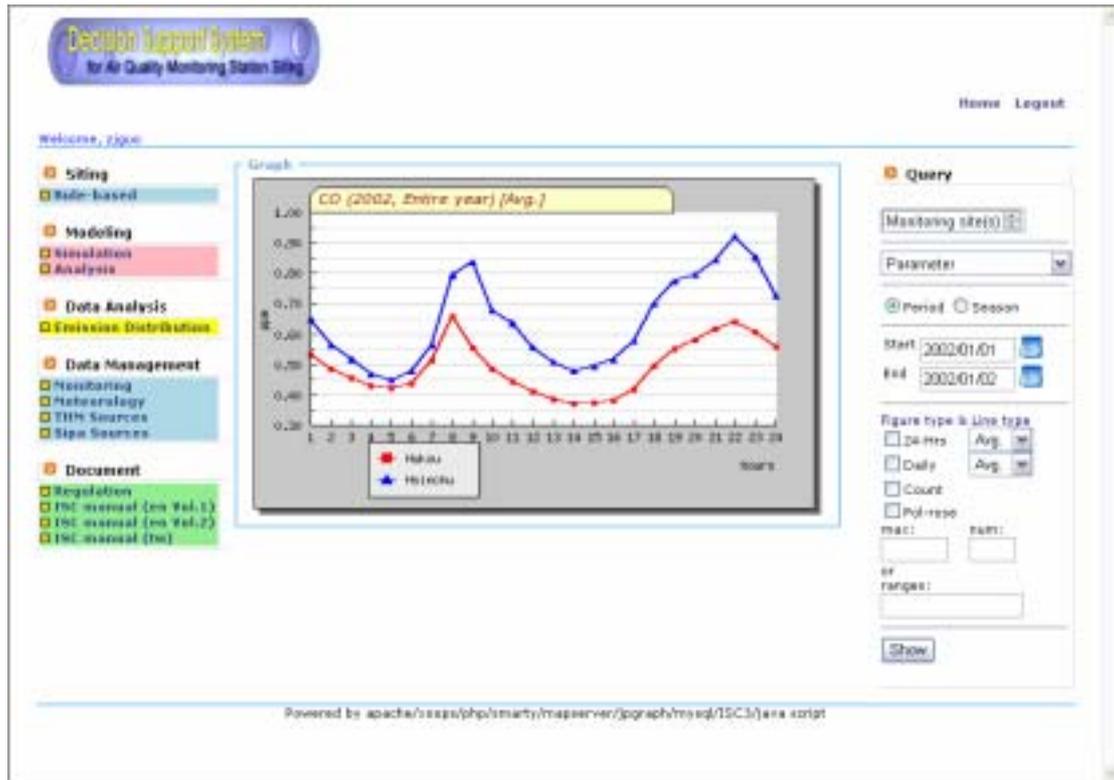


圖 3.8 空品監測逐時平均濃度變化比較圖

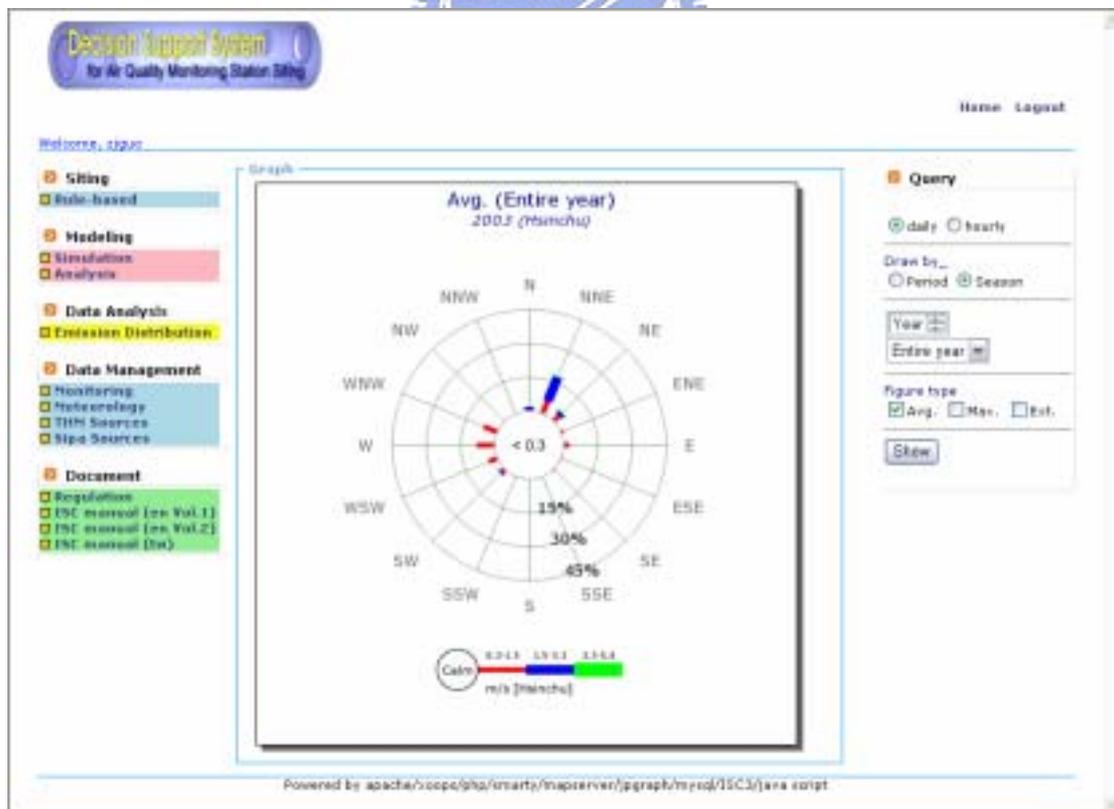


圖 3.9 風玫瑰圖

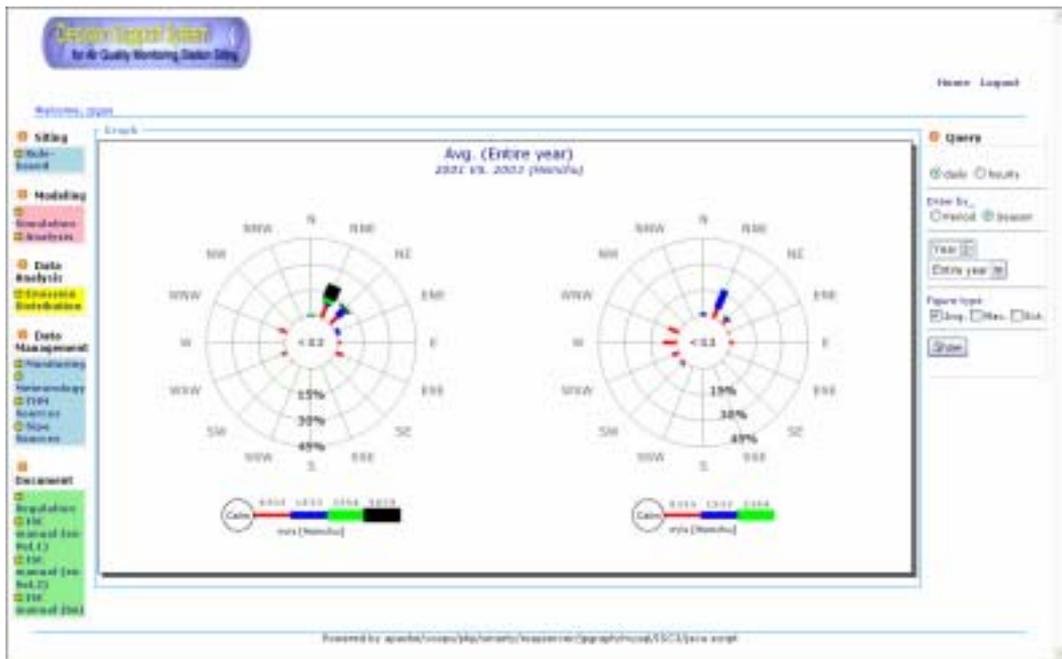


圖 3.10 風玫瑰比較圖

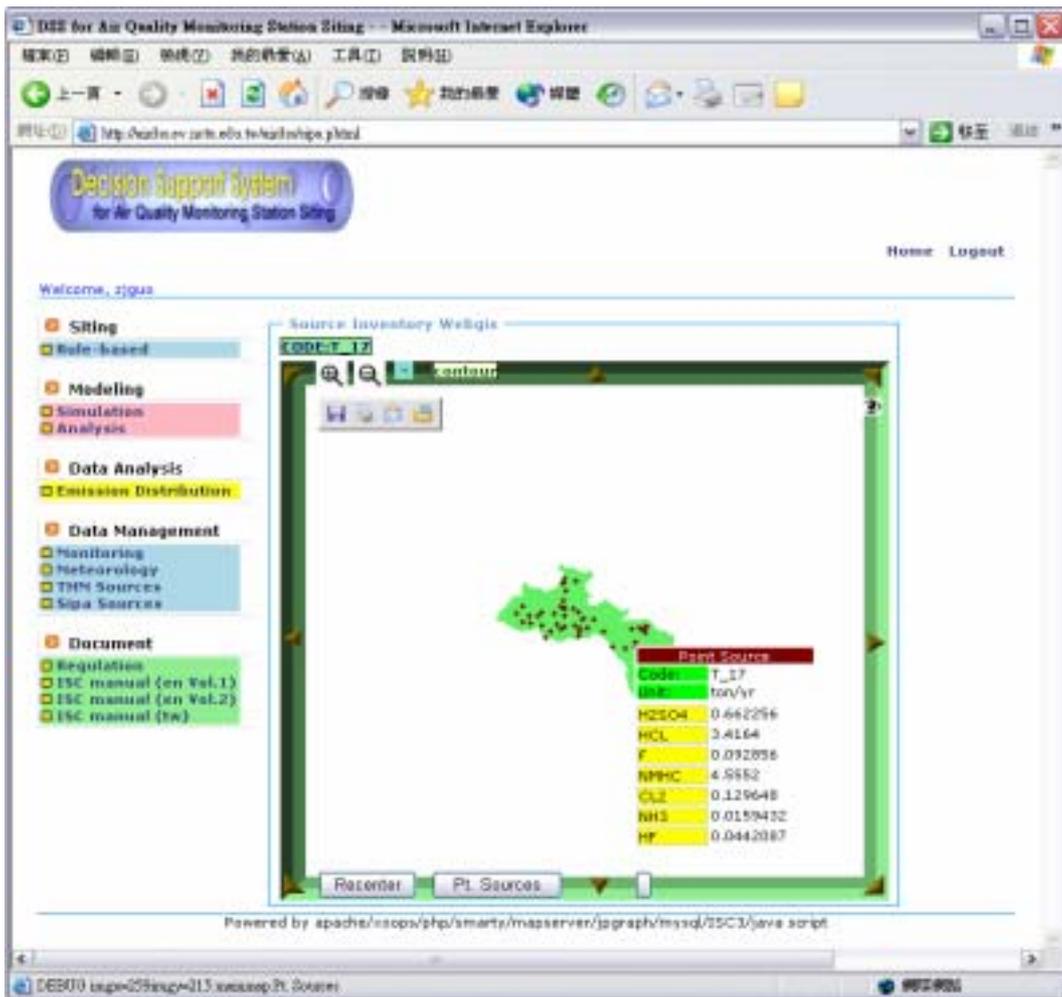


圖 3.11 排放源資料查詢介面

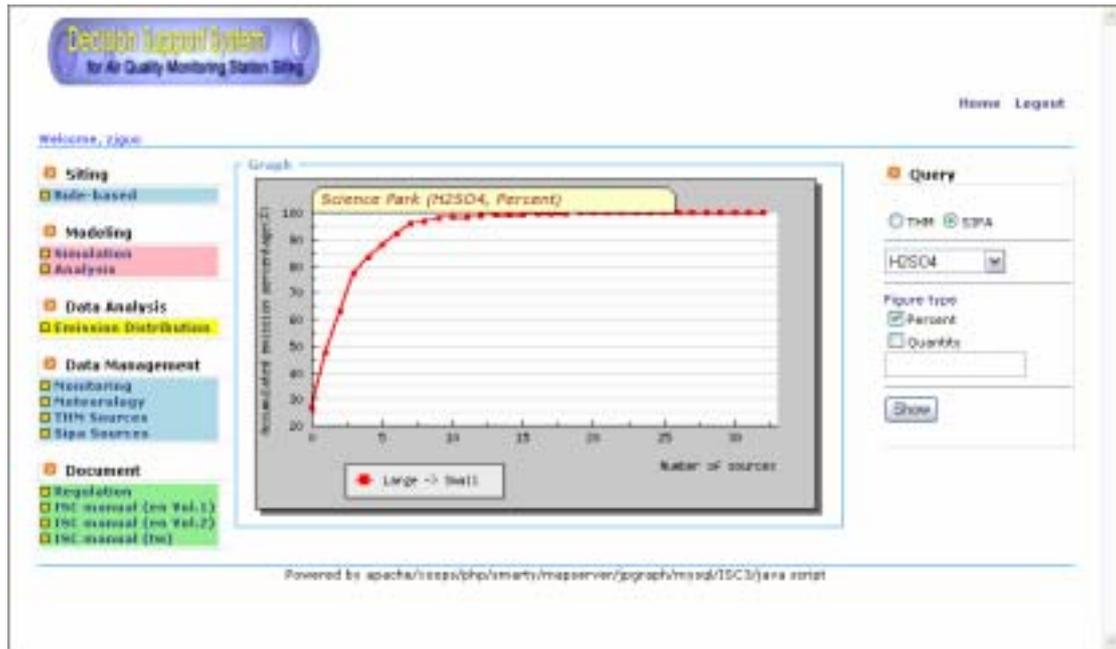


圖 3.12 污染物排放累積百分率圖

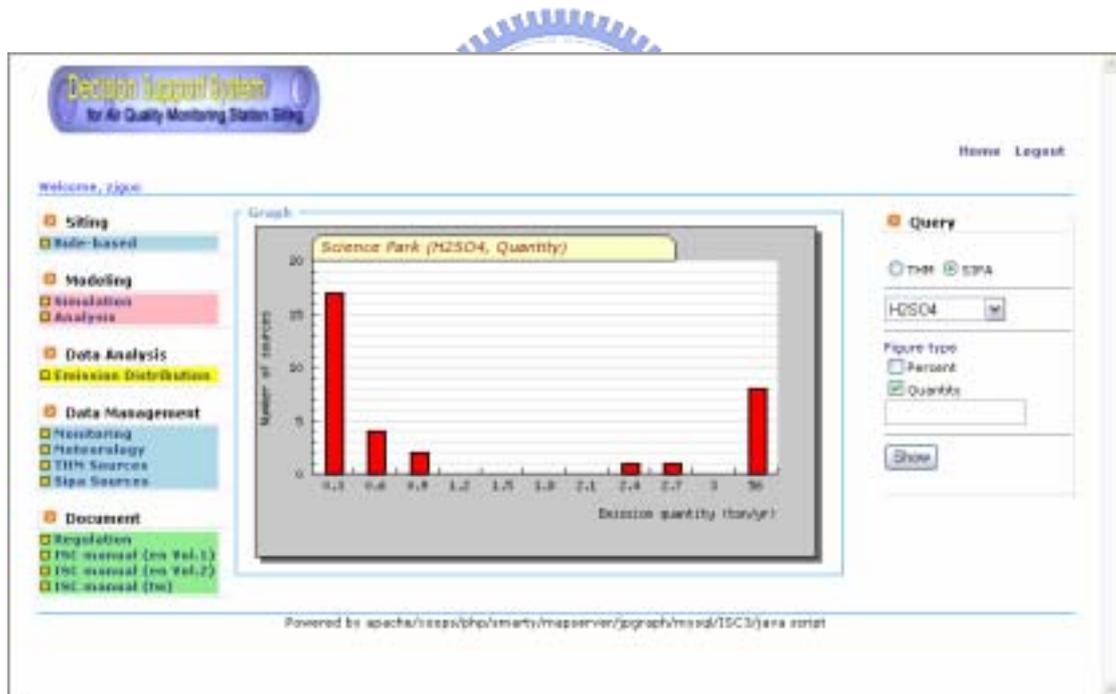


圖 3.13 各濃度區間排放源數量分析圖

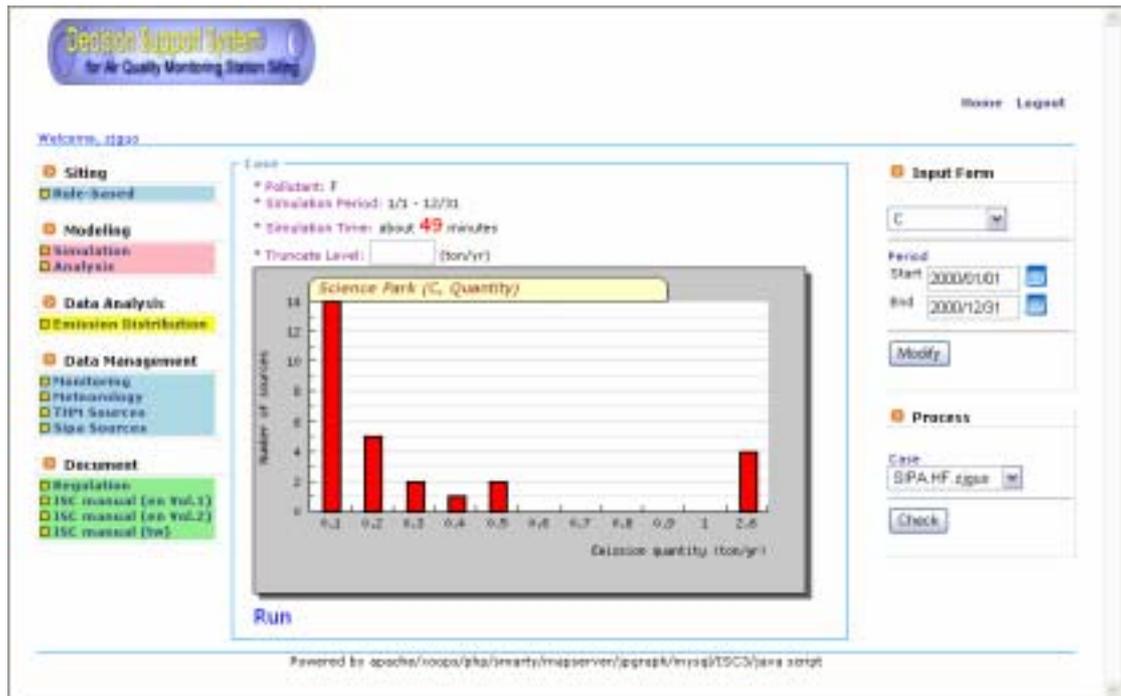


圖 3.14 模式模擬執行介面

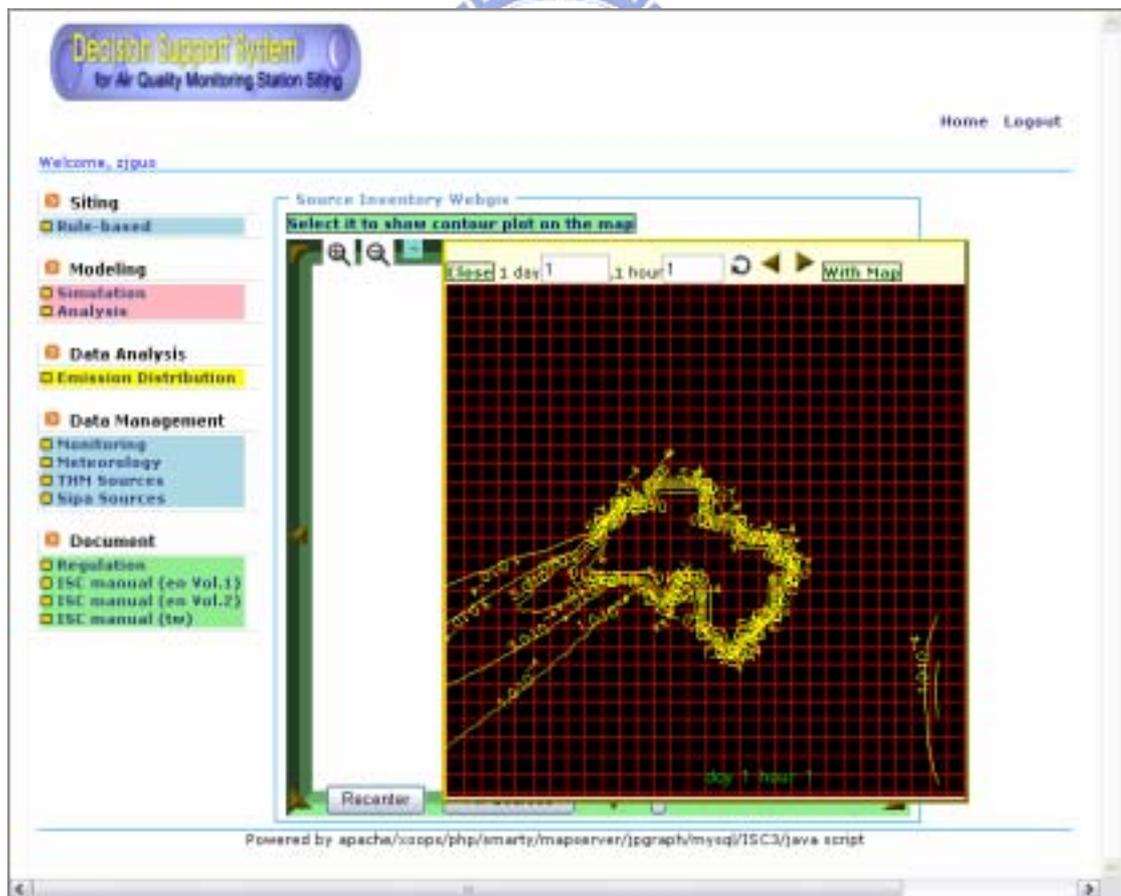


圖 3.15 模式模擬結果之逐時濃度變化等高線圖

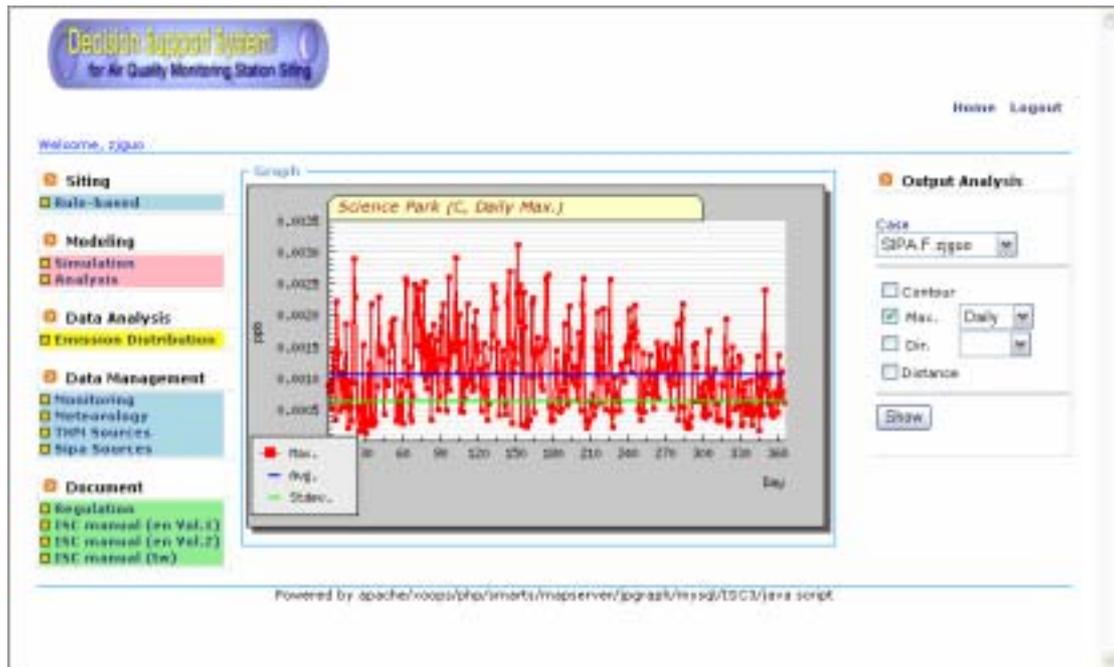


圖 3.16 模式模擬結果之逐日最大濃度圖

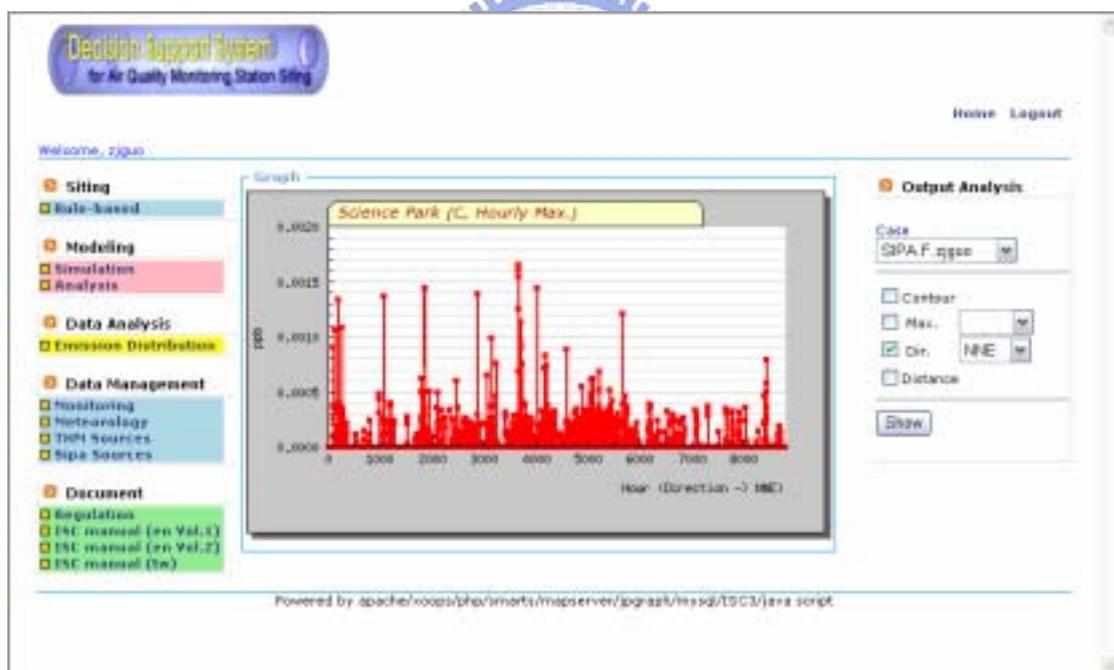


圖 3.17 模式模擬結果之污染源各方向逐時最大濃度圖

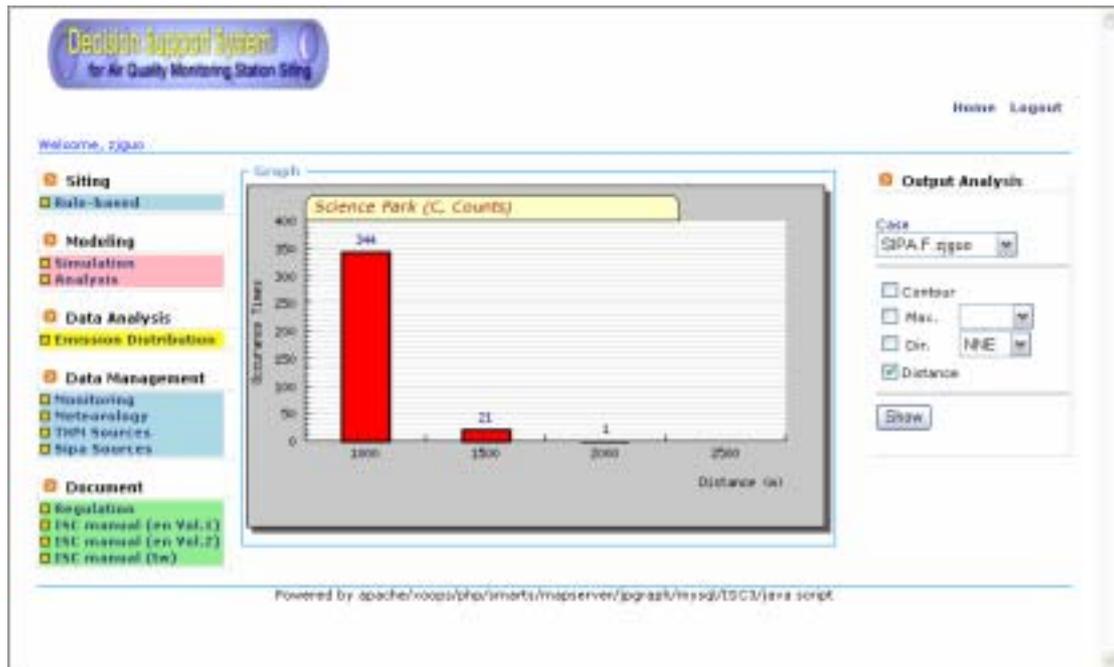


圖 3.18 模式模擬結果之最大濃度發生次數與污染源距離關係圖

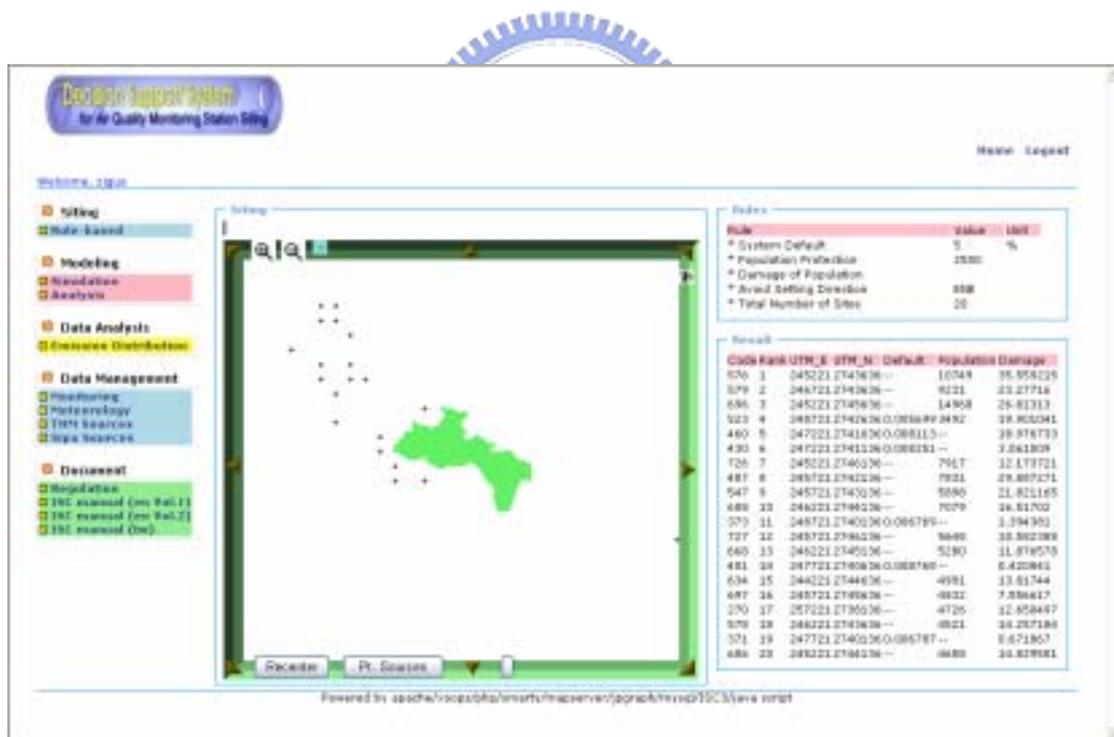


圖 3.19 站網選址結果介面

表 3.1 空品監測項目代碼

編號	汙染物種	單位
1	SO ₂	ppb
2	CO	ppm
3	O ₃	ppb
4	PM ₁₀	ug/m ³
5	NO _x	ppb
6	NO	ppb
7	NO ₂	ppb
8	THC	ppm
9	NMHC	ppm
10	風速	m/sec
11	風向	角度 (0 度為北方)
12	標準差	
13	Global 風向	角度 (0 度為北方)
14	大氣溫度	
15	露點	
16	測站室內溫度	
17	壓力	
21	雨水之 pH	pH
22	雨水之導電度	
23	雨量	mm
31	CH ₄	ppm
32	降雨強度	

表 3.2 排放源排放項目代碼

編號	汙染物種	編號	汙染物種
1	IPA	18	一氧化碳
2	H ₂ SO ₄	19	二甲基甲醯銨
3	HCL	20	AsH ₃
4	F	21	SiH ₄
5	HNO ₃	22	二甲苯
6	非甲烷總碳氫	23	乙酸乙酯
7	總碳氧化物	24	粒狀污染物
8	磷酸	25	NO _x
9	CL ₂	26	乙酸正丁酯
10	乙醇	27	甲醇
11	NH ₃	28	甲苯
12	SO	29	醋酸
13	NO	30	甲基乙基酮
14	Pa ₂	31	PH ₃
15	HF	32	BF ₃
16	ACET	33	B ₂ H ₆
17		34	HBr