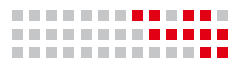


# 22

April 2009 / NARL Quarterly

# 國研科技

National Applied Research Laboratories



## 專題企劃

# 提升國家競爭力 - 科技政策研究與資訊服務



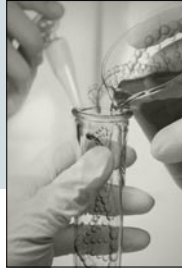
- 支援政府決策體系與強化學術研究發展基礎建設
- 科技發展趨勢分析模式與方法
- 建構創新政策研究工具 - 文字探勘之應用簡介
- 系統化科技計畫管理模式之建構
- 學術研究基礎建設 - CONCERT與INDDS服務

### 賀

本院國網中心蕭志梹博士及研發團隊  
榮獲行政院2008年傑出科技貢獻獎

**NARL** 國家實驗研究院  
National Applied Research Laboratories

## 編輯室報告



- 人類社會已正式邁入知識經濟時代，知識與資訊的運用及創新成為工商企業乃至國家競爭力的關鍵因素。本院科技政策研究與資訊中心以資訊的蒐集、整理、分析、研判、領域綜合建議為運作模式，提供科技資訊並進行科技政策研究，以達到支援政府科技決策與學術研究的任務，進而提升國家總體競爭力。此次「專題企劃」單元即由該中心主筆，藉由一系列篇章介紹本刊讀者有關該中心為因應國家科技研究發展需求所推動的重點工作項目，內容從科技政策研究所採用方法之簡介、科研計畫管理及資料庫建置到全國性的資訊服務，分別從歷史發展、理念、現況及未來發展等不同的角度切入，說明這些工作的內涵及其對支援科技政策決策與學術研究所帶來的影響。
- 國科會自2005年起主動延攬資深優秀的台裔人才返國服務，協助台灣產業技術深耕與轉型，本院即為國科會「延攬海外資深科技人才計畫」（簡稱伯樂計畫）執行機構，透過海外科技組的推薦，讓旅居國外的人才返國服務貢獻其科技長才。本期「人物專訪」單元專訪本院國家地震工程研究中心諮詢委員、同時曾於2008年4月參加國科會伯樂計畫的吳漢南博士。吳博士曾獲頒全美聯邦政府十大傑出工程師獎、美國海軍部文職人員最高榮譽勳章及其他不同獎項等，獲獎之多打破美國海軍部三十多年來所有文職官員的紀錄，本文報導即刻劃吳博士身上展現之務實精神與令人敬重的長者風範。
- 本期「美藝鑑賞」單元展出具本土風格之攝影作品 – 祈福的天燈，攝影者為國家奈米元件實驗室黃仕強先生。希望藉由呈現上百盞天燈一同施放、祈福，來點亮讀者心中的感動!
- 感謝本院同仁踴躍投稿，本刊才得以呈現多元、豐富的內容。再次謝謝您的支持與鼓勵，如有任何建議，尚請不吝來函指正。

# 院長的話

National Applied  
Research Laboratories



春回大地，萬物綻放全新氣息。在此欣欣向榮時節，國研院推動創新系統整合工作的成效亦透出新綠，在台灣與國際間嶄露頭角。

其中最值得慶賀的是，國研院連續三年榮獲「行政院傑出科技貢獻獎」的國家級肯定！今年，國網中心團隊以「高效能計算平台企鵝龍（DRBL）與再生龍（Clonezilla）軟體的技術發展與推廣應用」勇奪大獎。接連三屆獲此殊榮，肯定本院優良研發環境所涵養的能量，開闊了研發格局，創新能力也因此展現源源不絕的活力，所建構的科技研發平台，不僅為民生、學術、和產業帶來長遠效益，更在台灣甚至全球社會累積了可觀的影響力。

國研院近年推動的「前瞻科技整合」，是活化科技研發成果的整合運用機制，藉由移轉、加值、整合學研界之研究成果，發揮跨領域合作綜效，回應社會需求，營造更進步、安全、永續的生活環境。本年度透過院內整合型計畫運作機制，結合院內各實驗中心以及專業社群的優勢能量，進行「高解析度數位地球地理資訊展示平台」、「強震即時警報系統推動研究」、「遙測酬載技術研發」等整合計畫，另亦推動「橋梁安全監測跨領域整合平台」、「生醫電子研發平台」等多項先期研究，期望全院共同發展創新應用模式，讓加值後的科技能創造更大的社會效益。

對國研院而言，關懷環境永續的行動方案，不僅是活用核心科技，我們更願意以積極的態度，從自身做起，肩負起社會公民的責任。本年度我們已組成「節能減碳工作小組」，著手擬定節能減碳項目、實施措施及評鑑指標，作為全院節能行動的依據。在行政管理工作上，持續推動辦公室e化與員工自主節能行動之外，也將大力推動設備節能；我們希望從內部節能減碳的經驗，結合環境與防災科技研發，具體回應對環境與社會的關懷，共同為台灣節能減碳、永續環境盡一份心力。

在此，我也要再次感謝各界對我們的肯定以及全院同仁共同付出的努力。前瞻未來，國研院期許運用核心科技的優勢持續創新及成長，對台灣社會做出正面貢獻，並在環境永續發展上善盡社會公民職責，為全民打造更優質的生活。

代理院長

吳志全



## 封面故事 NO.22

1996年經濟合作暨發展組織（OECD）發表「知識經濟報告」，宣告人類社會正式邁入知識經濟時代。此一概念源於科技的高度發展，特別是資通訊技術的日新月異，改變了傳統企業的經營模式及競爭形態，使知識與資訊的運用及創新成為工商企業乃至於國家競爭力的關鍵因素。科技政策中心以資訊的蒐集、整理、分析、研判、領域綜合建議為運作模式，提供科技資訊並進行科技政策研究，以達到支援政府科技決策體系與學術研究的任務，進而提升國家總體競爭力。

## 院長的話

## 專利上架

- 可拆解式挫屈拘束韌性斜撐 ..... 04  
 — 蔡克銓、魏志毓、林聖霖

## 專題企劃

### 提升國家競爭力-科技政策研究與資訊服務

- 支援政府決策體系與強化學術研究發展基礎建設 ..... 06  
 — 謝家平
- 科技發展趨勢分析模式與方法 ..... 09  
 — 殷正華、簡國明
- 建構創新政策研究工具-文字探勘之應用簡介 ..... 17  
 — 葉乃菁、王玳琪、張嘉珍、吳騏、賴志遠
- 系統化科技計畫管理模式之建構 ..... 21  
 — 徐玉梅
- 學術研究基礎-CONCERT與NDDS ..... 25  
 — 邱淑麗、嚴惠專、謝家平

## 尖端科技

- WLAN頻率合成器之系統規畫及模擬技術 ..... 28  
 — 莊英宗、沙主榮
- 聚氧代氮代苯并環己烷之奈米複合材料在超疏水至親水間溼潤性控制之探討與應用 ..... 43  
 — 林漢清

## 科技交流

- 美國政府在高速計算技術發展的角色與相關政策 ..... 50  
 — 林品華、楊嘉麗
- 福衛二號極區監測 ..... 58  
 — 吳岸明
- CCSDS Reed-Solomon編碼器與解碼器 ..... 65  
 — 李清宏、彭家誠
- 高速計算與電子商務網站開發平台 ..... 80  
 — 吳建衡
- 自動化光學檢測應用於晶粒表面瑕疵檢測 ..... 87  
 — 魏子軒

## 人物專訪

踏實人生，長者風範

專訪地震工程研究中心諮詢委員吳漢南博士 94

— 林宜怡

## 科技小百科

深海無人載具ROV 96

— 陳冠宇

天然災害脆弱性與社經脆弱性因子介紹 99

— 郭彥廉、蕭代基

## 活動報導

連三次國家級榮耀加冕！

國研院再獲行政院2008年傑出科技貢獻獎 102

— 國家實驗研究院

科技台灣 高雄展翅-亞洲高速計算會議（HPC Asia）與  
亞太先進網路會議（APAN）會議報導 105

— 魏孟秋

## 各實驗室動態

國家實驗研究院 110

國家奈米元件實驗室 110

國家實驗動物中心 111

國家地震工程研究中心 111

國家太空中心 112

國家高速網路與計算中心 112

國家晶片系統設計中心 113

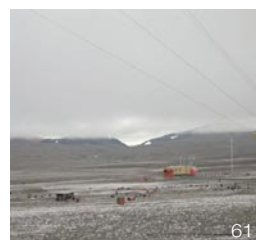
儀器科技研究中心 113

科技政策研究與資訊中心 114

國家災害防救科技中心 114

台灣海洋科技研究中心 115

颱風洪水研究中心籌備處 115





# 專利上架 Patent Showcase

## 可拆解式挫屈拘束韌性斜撐

文/圖 蔡克銓、魏志毓、林聖霖 國家地震工程研究中心

國研院改制財團法人後，研發成果之推廣亦益形重要，本專欄將定期報導本院最新研發成果資訊與內容，以期建構本院與國內各界技術媒合平台，落實本院研發成果之應用及商品化。

對本專欄之專利技術有興趣者，請連絡國研院業務推廣室-蔡智華小姐 [chtsai@narl.org.tw](mailto:chtsai@narl.org.tw)。

台灣地處於亞洲環太平洋地震帶上，地震頻繁，地狹人稠的環境使得建立於都會區的建築有越蓋越高的趨勢。大自然的力量在歷史上已給人類無數慘痛的教訓，台灣島上的建築耐震能力已更受到重視。近年來，具有高強度、高勁度與穩定的遲滯消能特性的挫屈束制消能支撐，已逐漸成為被應用最廣泛的結構抗震消能裝置。

設計恰當之斜撐構架系統，絕大部份輸入的地震剪力與能量主要是藉由斜撐的變形來吸收，一旦斜撐損壞喪失耐震性能，因此能及時獲得有關消能斜撐是否仍可繼續使用的訊息格外重要。本專利可拆解式挫屈拘束韌性斜撐（圖1），可在地震過後，即時檢測韌性斜撐是否損壞、獲得是否仍可使用的訊息，並且為一種同時具有安裝容易，拆解更換簡單之韌性斜撐，包括有軸力構件與可拆解的圍束構件，其中軸力構件可為單核心的十字形或一字形等斷面；或雙核心的T形、C

形、一字形等斷面，其中軸力構件的端部斷面較中間段斷面為大，置入圍束構件內；可拆解圍束構件包括由數個鋼管，鋼管內不可填充或不填充混凝土、或具特殊形狀的鋼板內含混凝土等構件搭配數個帶狀連接鋼板、墊塊、角鋼、隔板等共同組合而成之圍束構件，用以防止軸力構件在受壓力時發生挫屈，圖2為各種可拆解式挫屈拘束韌性斜撐的斷面示意圖。

如圖3所示，可拆解式挫屈拘束韌性斜撐製作與組裝程序如下：

- (1) 將核心鋼板裁切完成，置於隔板與鋼管之間；
- (2) 利用鋼管上的角鋼、墊塊與單側連結螺栓完成一個側單元製作；
- (3) 另一側單元之組裝方式亦同，而後利用雙側連結螺栓連結兩單元。

拆解步驟首先將雙側之連結螺栓解開，此後即

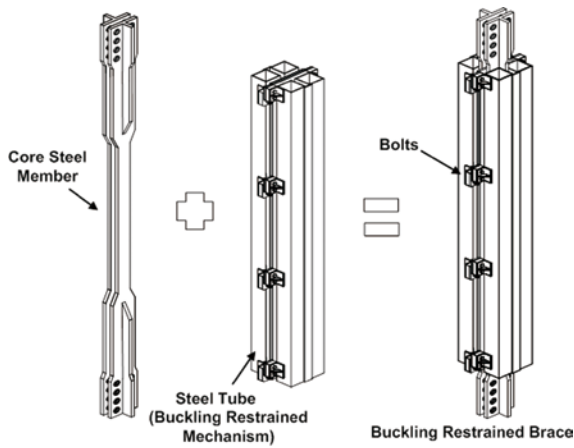


圖1 可拆解式挫屈拘束支撐的構造。

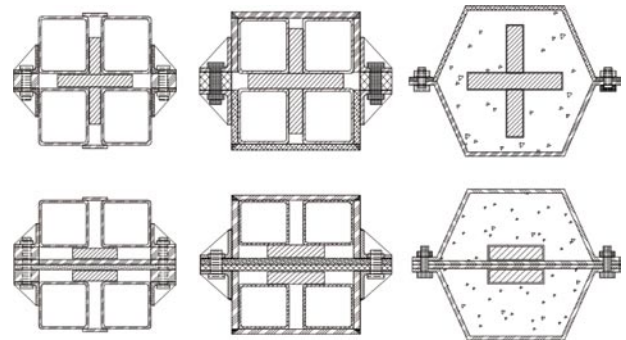


圖2 可拆解式挫屈拘束支撐斷面示意圖。



圖3 可拆解式挫屈拘束支撐組裝過程。

可針對每一側單元進行拆解查看核心是否損壞。

國家地震工程研究中心於2003年開始進行可拆解式挫屈拘束韌性斜撐試驗，如圖4所示，結果已證實本專利的各項優點：

- 相較於傳統挫屈拘束斜撐，可拆型可為全鋼材製作，重量輕且不需灌漿程序，一般鋼構廠可獨立製作完成。此外可免除黏貼脫層材料所需施工時間。
- 利用可拆的特性，在地震過後可直接拆解察看是否損壞，同時具有保障結構耐震性能與拆解更換容易之特性。

1999年發生的921地震，全島震動共持續了102秒，各地均可感受到地震的劇烈，據行政院主計處公佈的死亡（含失蹤）人數為2,378人，成為20世紀末台灣最大的天災，這場災難給台灣

一場悲痛的教訓，並在台灣地震史上留下重要的意義，已使國人更進一步加深對地震科學、地震工程與都市防災的重視。本專利可有效消散地震輸入結構之能量，設計與施工適當的此種結構系統，可使梁柱尺寸斷面減小且有效減少梁柱構件的非線性變形需求，因此是兼具安全性、可靠性及經濟性的耐震消能裝置。



圖4 可拆解式挫屈拘束支撐試驗。

Special Report

# 專題企劃 提升國家競爭力- 科技政策研究與資訊服務

## 支援政府決策體系與 強化學術研究發展基礎建設

文/圖 謝家平 科技政策研究與資訊中心

1996年「經濟合作開發組織（OECD）」甫發表「知識經濟報告」後，不僅獲得全球高度的重視，也宣告人類的歷史正式邁入知識經濟的時代。經濟的發展直接奠基於知識與資訊的產生、擴散與應用，知識成為生產力與經濟的主要趨動力，為因應此一變革，健全國家創新體系以確保科學技術、管理及行為科學等「知識」的創新與運用，成為各國維繫競爭力的不二途徑。相近的時間區段中，資通訊技術的長足發展，使人類也同時進入所謂的資訊化社會，而其特徵之一，就是資訊被大量的創造與運用，同時資訊的儲存與傳遞，也顛覆傳統紙本印刷媒介而轉化為數位形式並憑藉網路傳輸。二十一世紀的時代，對一個囿於政府體系並以提供科技資料的專業機構而言，不論是在提供學術研究所需的資料上，必須思考更符合研究人員所需的服務；或是更上一層樓，轉化資料成為特定人士所需要的資訊，來提

升資料（資訊）的價值，都是嚴峻的考驗。

科技政策中心原為行政院國家科學委員會科學技術資料中心，1974年成立之初，即以科技資料之蒐集、分析、處理，提供學術研究需要，促進科學技術研究發展做為主要任務，在國家快速發展年代，扮演幕後推動的角色。時至2000年初，科技政策中心為學術研究提供科技資料服務的任務，已無法彰顯資訊在時代中的功能，為提升服務的層次與配合政府組織改造，遂於2005年改隸財團法人國家實驗研究院，並更名為「科技政策研究與資訊中心（STPI）」，在主要任務上，除維繫原有科技資訊服務促進學術研究發展外，並朝向成為支援政府決策體系一環的方向發展，如圖1。

為達成新的組織使命，科技政策中心將支援政府決策體系的任務，建構在已具有多年經驗的資



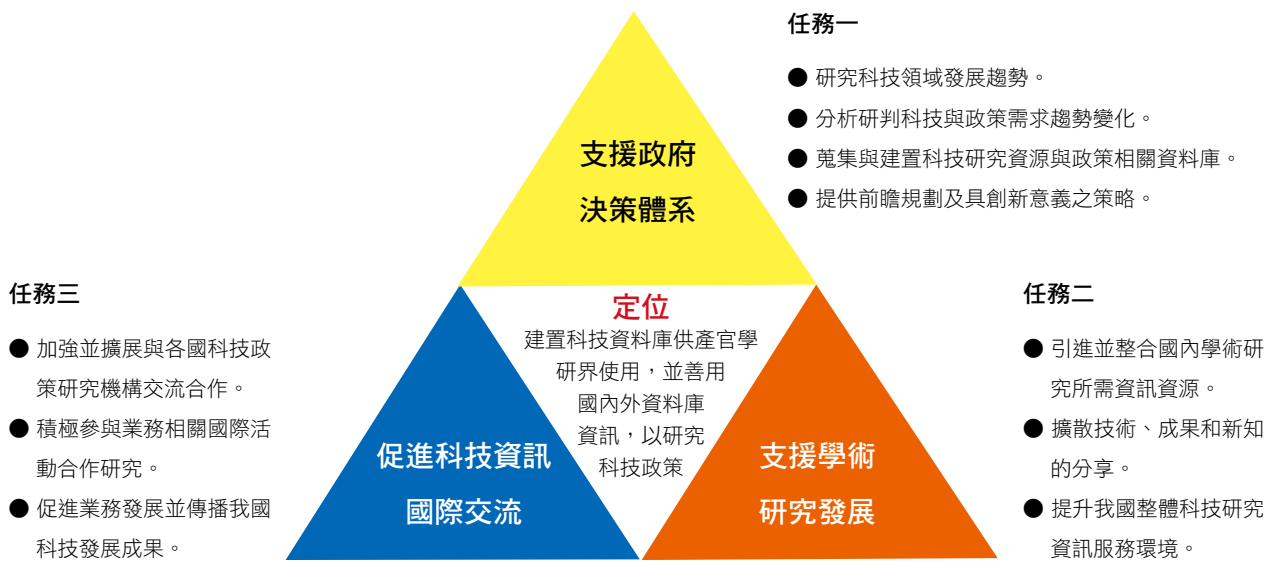


圖1 科技政策中心定位與任務。

訊蒐集與整理之上，並另建構資訊分析、研判及領域綜合建議等三種資訊處理模式，簡言之，也就是科技政策研究的內涵。由於這五種資訊處理模式在作業上有先後順序的因果關係，故而形成五種連續性層級，在科技政策中心中，每一種層級都代表著不同的核心能力與工作成果產出，層級越高，資訊處理的成果便越具價值，而其所產生的作用或影響力也就越大，如圖2所示。科技政策研究的範圍極廣，從科學的探究、技術的發展，一直衍生到產品、市場，甚至總體經濟；可以研究短期現象，也可以追蹤長期發展的趨勢，這麼寬廣的工作範疇，絕非少數專家或單一機構所能完全勝任。因此，在科技政策研究的定位中，科技政策中心側重於科學與技術中長期的發展研究，並以科學技術趨勢研究為核心，發展並研究策略規劃、績效評估及制訂政策目標與工具所需要的概念、知識、方法與系統，以協助政府制訂科技政策，達到支援決策體系的任務，並以效益導向的策略規劃、導引導向的績效評估與功能導向的政策工具做為科技政策研究成果的目標，如圖3所示。

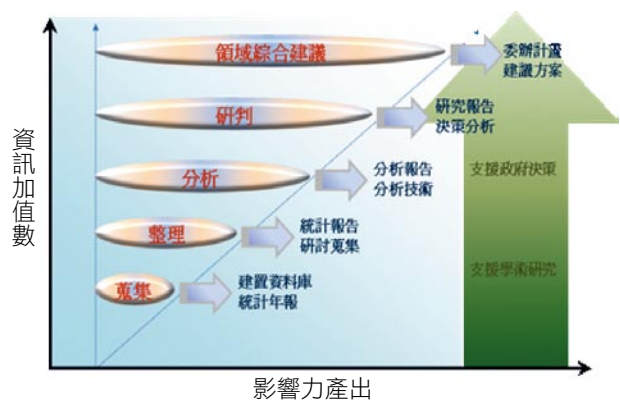


圖2 科技政策中心具業務連貫性的運作模式。

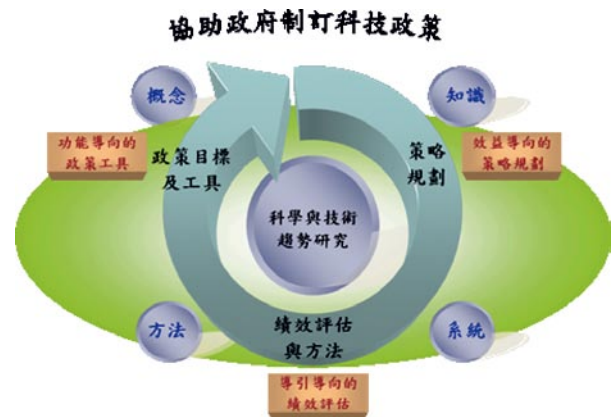


圖3 科技政策中心科技政策研究的範疇。

此次的專題報導，介紹科技政策中心為因應國家科技研究發展需求所推動的重點工作項目，內容從科技政策研究所採用方法的簡介、科研計畫管理及資料庫建置到全國性的資訊服務，分別從歷史發展、理念、現況及未來發展等不同的角度切入，說明這些工作的內涵及其對支援科技政策決策與學術研究所帶來的影響。

## 科技趨勢分析方法

掌握科學技術的應用發展是規劃科技政策的首要工作，範圍包含知識、技術與產業能量分佈、領域融合或分裂的發展與未來的預測，研究的成果用以協助決策者了解未來社會經濟需求，並藉以訂定國家未來科技願景，以及策訂科技研發與產業發展的方向。為使社會大眾進一步瞭解如何來掌握科技發展的趨勢，將簡要介紹科技政策中心所使用的「文獻分析」、「文字探勘」、「專利分析」、「前瞻分析」、「技術地圖」等數個核心方法的演進、內容、作用與國際間應用的情形，並就「文字探勘」研究方法，另闢專文，做更深入的闡述。

文字探勘（text mining），簡要的說，是從大量的資料中發掘資訊特徵及關聯性等有用資訊的一種技術，用以協助分析人員在趨勢分析、犯罪分析、知識萃取、知識管理與決策輔助等相關領域的研究。為在有限的人力與時間下，快速的掌握大量資料背後所蘊含的意義與趨勢徵兆，俾以取得先機，以協助科技政策的研擬與制訂，此一技術目前已成為科技政策中心重點發展的工作項目。

## 科技計畫管理模式

科技研發計畫是政府促進科技研究發展所使用的重要政策工具之一，為達成其預期效益，系統性的審議、考核及管理為必要的措施。科技政策中心自1997年起開始為行政院國家科學委員會規劃建構科研計畫的管理體系，並分別完成「科技政策管理平台」、「科技計畫審議作業資訊平台」、「科技計畫績效管考平台」及「政府研究計畫資訊系統」等相互銜接的系統，不僅有效的協助政府進行科研計畫的實施與管理，系統中所彙整的各種資訊，也是科技政策研究分析最重要的來源。

## 全國學術資訊服務

提供豐富且便捷的研究參考資訊是建設學術研究環境的基礎工作，在此項工作推動上，科技政策中心依據學術研究的需求，成立全國學術電子資訊資源共享聯盟（Consortium on Core Electronic Resources in Taiwan，CONCERT）及建構全國文獻傳遞系統服務（Nationwide Document Delivery Service，NDDS），以引進電子資訊資源並建立完整的全文參考資料取得網絡，大幅節縮研究人員搜尋參考資訊的時間，有效的促進學術研究環境的發展。

科技發展是支持經濟成長的重要因素，也是國家永續發展的基石，面對著經貿全球化的劇烈競爭，必須倚賴妥善的科技發展策略，以維繫科技研究發展的創造與創新，進而促進國家整體的競爭力。

# 科技發展趨勢分析模式與方法

文/圖 殷正華、簡國明 科技政策研究與資訊中心

趨勢分析的概念主要是假設未來是過去的延伸，因此若將過去之歷史資訊利用分析工具探索其運行軌跡，以找出其特定之運行規則，則可以藉由過去發展模式來推測未來的前景，作為未來策略規劃的參考依據，屬於未來學的一種方法或應用。因此，在領域範疇上與前瞻、預測等有許多概念相通或重疊之處。

Gabor在1963年首先將技術預測的方法依目的或時間序列區分為兩大類別，一類是藉由過去到現在的狀況來推測未來發展，稱為探索性預測（exploratory methods），另一類是先設定未來目標後，再來推演可能的技術演進，稱為規範性預測（normative methods）（陳家俊，2004）。許多外插式數值型量化預測法，以及文獻分析、專利分析、文字探勘等方法皆屬於前者，而技術地圖以及科技前瞻所採用的德菲法或社經需求調查等方法則屬於後者。

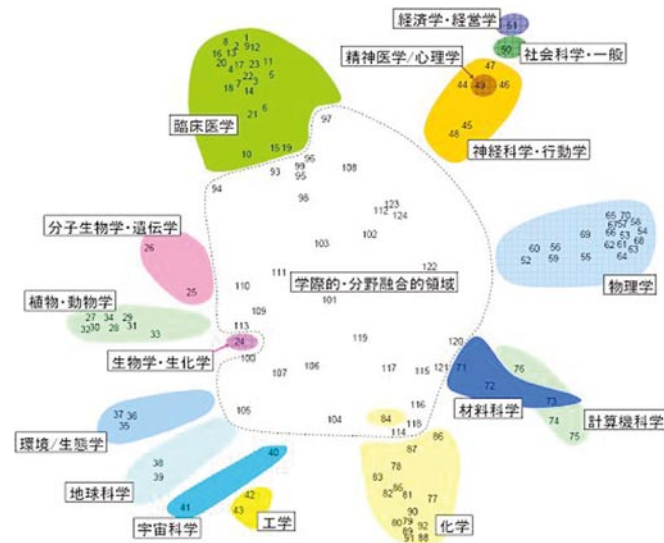
為掌握各國科技研發的先機，科技政策中心在提供政府決策支援所需之相關資訊時，一方面利用探索性預測工具之組合運用，藉以瞭解國際科學與技術之發展趨勢，包括知識、技術及產業的能量分佈、領域融合或分裂，並進一步預測出未來可能的發展模式。另一方面，利用規範性預測

工具，協助決策者了解未來社會經濟需求，訂定出由需求導向出發之科技願景，再輔以其他決策工具，規劃出科技研發或產業發展之最佳路徑。茲將科技政策中心所利用之核心方法簡介如下：

## 文獻分析

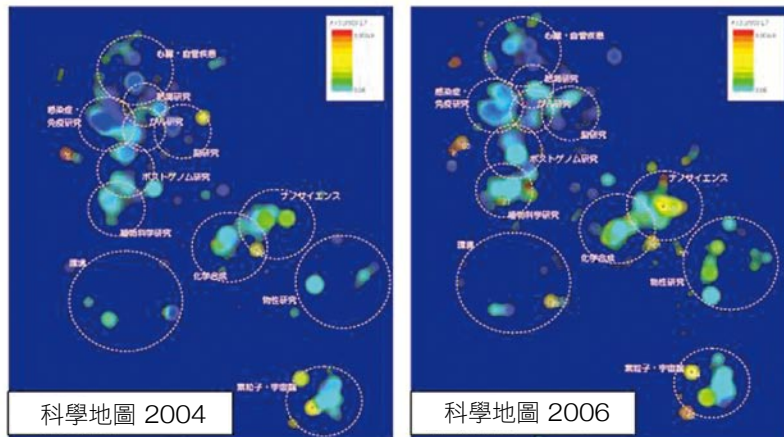
科技的演進過程是由科學研究演進到技術開發，然後進行商品化，最後才發展成產業，因此瞭解科技的發展必須先研究學術知識流動與應用趨勢。而論文的產出在國際上向來被視為科學能量的表現，自1964年美國資訊科學研究所（ISI）開始利用論文資料庫及科學引用索引（SCI），發展出評價的功能後，歐美陸續開發出一系列評估學術能量的文獻計量方法。在論文發表量、影響係數等代表研究能量指標以外，文獻之間的相互引證更能夠客觀地反映科學研究之流動或學術間之交流情形。

因此許多學者藉由學術文獻蒐集、詞彙擷取與過濾、索引檔建構、共現字分析等文獻分析來觀測科學技術演進，並以文獻計量學中的文獻共引用分析（co-citation analysis），以文獻之間相互引證和共引的次數為群集（cluster）標準，來代表某一學科或專題的研究結構和狀況，發現各領域中的研究前沿以及關聯性（如圖1）。



資料來源：NISTEP (2007)。

圖1 學科領域關聯圖。



資料來源：NISTEP (2008)。

圖2 科學地圖2004及科學地圖2006之中國論文領域比率變化。

Smaill (1973)、Callon (1983) 及 Noyons (2004) 利用共引用分析、White & McCain (1998) 利用作者共引用分析來找出急速發展中熱門的研究前沿 (李宜映等, 2008)。

藉由前沿分析不但可以了解熱門研究議題焦點，更可以分析主要活動者以及學科領域間交流、互動關係。因此日本的科學技術政策研究所 (NISTEP) 在2004年的「急速發展的研究領域調查」中，依據ESI資料庫中的學術研究論文，以及其被引用的狀況，進行研究領域演變的調查，採用被高度引用的論文，以客觀自動化資

訊統計方式，研究急速發展中的研究領域焦點、這些研究領域的跨領域變遷與流動傾向、以及在各研究領域中日本所佔的重要性 (NISTEP, 2005)。

2007年NISTEP以1999年至2004年之發表論文為標的，進一步改良過去「急速發展的研究領域調查」方法，將過去研究領域分群過細的缺點加以改善，並加入對於時間序列的分析，製作出能以俯瞰角度掌握科學發展動態的「科學地圖2004」。2008年更擴充分析至2006年之論文，發表「科學地圖2006」，除了比較日本與

美國、中國之研究現況分析，並分析在2年間生命科學、奈米、環境等重點領域之擴大、融合、分裂之變化，圖2是中國論文在科學地圖2004與2006之領域比率變化。經由此類交叉分析研判，即可以推論未來研究領域之發展方向，以作為學術研發能量比較、發展新興科學研究領域之良好參考資訊（NISTEP，2007；NISTEP，2008）。

### 文字探勘

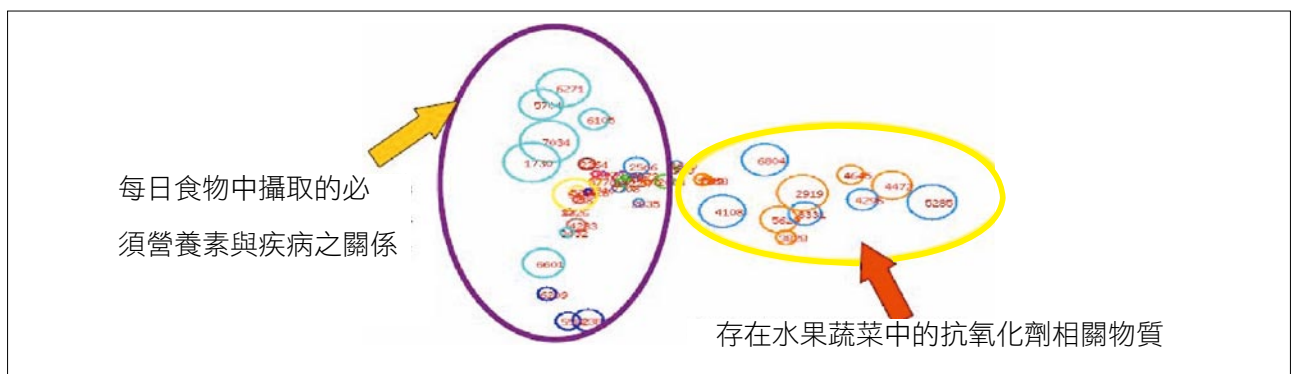
90年代由於資訊技術的快速發展，無論資訊內容與網路技術都快速累積與進步，因而發展出一套利用資訊系統萃取、分析文件內容的方法。1996年Usama等人定義「知識探勘」是擷取隱晦、有用、未被發掘、有潛在價值的規則、資訊或知識的一種過程。而根據資料特性的不同，知識探勘可分為資料探勘（data mining）與文字探勘（text mining）。前者處理結構化資料，即每筆資料有共同欄位可記錄於資料庫者，而後者處理非結構化資料。由於資料特性的不同，文字探勘主要運用在大量的文件庫，供作資訊搜尋、訊息過濾、事件關聯、趨勢預測、知識萃取、知識管理、決策輔助等之用，其運用的技術主要跟詞彙的頻率與出現篇數有關（曾元顯，2004）。

近年來日本與韓國將文字探勘應用於專利文獻之自動分析，亦將其應用於萃取出文件資料隱含之社會經濟需求議題。科技政策中心亦利用特定資料分析技術如資料與文字探勘，配合引證分析（citation analysis）、網絡分析、資訊擷取以及資料自動分類與群聚等分析技術，開發可能之組合應用方式以進行分析研究與比較，尋求可能之應用方式，例如利用關鍵詞建立前沿研究領域地圖，如圖3所示。

此外，利用特定文件之特性，如新聞文章之敘述、紀錄與政策傳播等特性，透過文字探勘、趨勢預測等分析技術進行資訊萃取，並藉由時間間隔分段分析各時期關鍵詞彙的重要度、影響度、支配關係，時間趨勢等維度，並顯示其內在因素與互動關係，可提供探索社會經濟與科技需求之趨勢、演變及決策規劃之輔助訊息。

### 專利分析

如果學術論文代表科學研究產出，那麼專利便是代表技術產出的成果。根據世界智慧財產權組織（WIPO）的報告，專利說明書中包含了世界上90-95%的研發成果，善用專利成果可以縮短60%研發時間並節省40%研究經費。因此，專



資料來源：李宜映等（2008）。

圖3 食品營養與健康前沿研究領域地圖。

利技術的發展不僅只於企業的商業活動，更代表了國家競爭力的科技實力。尤其在全球化時代，新的商業遊戲規則下，智財權可用來作為牽制或阻嚇競爭者發展的策略，並已成為影響各國科技研發與經貿談判的手段，因而成為國家競爭力的基石。日本政府在2002年發表的智財權策略大綱中曾提到，產、官、學、研在主導研發的初期階段便應活用國內外專利資訊，以評選研發課題、制定研發策略，顯示專利分析在科技、產業、國家經濟發展的重要性。

專利分析是將專利資訊（information）加值轉換為有用的專利情報（intelligence）的一種重要手段與方法。由於專利資訊中包含的訊息有專利著錄項目，如申請時間、國家、發明人、所有權人、技術內容與特點、功效、以及法律保護之範圍等。因此基於以上諸多訊息可以進行不同組合來提供以下情報：

1. 經濟情報：透過專利家族分析可以瞭解特定領域內活躍之企業，及其技術發展趨勢，以評估未來技術、經濟和市場範圍的競爭者。

2. 技術情報：在點的層級可解決特定問題或迴避專利地雷。在線的層級可以時間為主軸分析技術發展動態，也可以專利權人為主軸來分析技術與市場佈局。在面的層級則以技術為主軸，分別以時間、專利權人、技術分類系統（如國際專利分類號或美國專利分類號）進行交叉分析，瞭解技術發展路徑，從而進行技術預測。在立體層級則可綜合技術上、中、下游之專利分析，考慮多項變因以做綜合歸納與判斷。

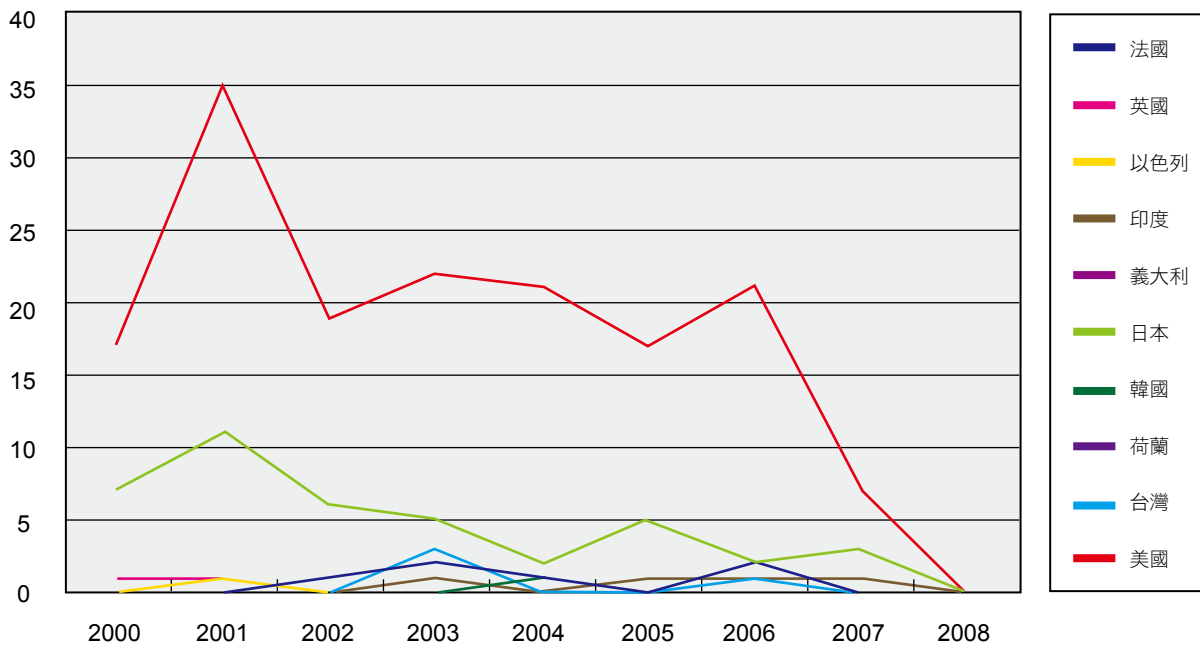
3. 法律情報：根據專利申請範圍、申請日期、優先權、以及特殊申請等項目進行法律面策略分析（郭光輝等，2003）。

技術		功效	材料		性能			產品	
			碳奈米管	衍生（新分子）	高表面積	高純度	電性	磁性	儲能
其他	機械	5626812 5925465					6280677	6250984 6283812	
	其他		6231980			6057637		6057637	
加工	熱處理	6228498				6228498 6256996			6256996
	機械加工	6216631 6280677	6157043 5933791			5933791 6216631 6299812	6157043	6250984 6283812 6299812 6312303	
	化學物質	6146277 6203864	6159742		6146227	6256996 6203864		5933791 6216631 6299812	6159742 6256996 6335059
	其他					6087765		6290564	6282907 6286226 6287765 6297592
應用	超導體		6157043				5627140 6157043		
	顯示器		6113807	5967873		6346775		5889372 5967873 5973444 6097138 6146230 6346775 6307323 6342276	
	其他			5800706 5985112		5985446		6019656	6020747 6038060 6247513 6258401 6270946 6310583

資料來源：麥富德等（2002）。

圖4 碳奈米管之技術功效矩陣分析。

國別專利申請趨勢



資料來源：洪長春等（2009）。

圖5 各國高速計算主題專利申請趨勢。

以往專利分析之層級多侷限於企業欲突破技術瓶頸、監控技術競爭對手、瞭解技術發展動向等目的；因此這類專利地圖多著重於技術功效矩陣分析（如圖4）。然而在國家決策或智庫層級的專利分析，著重的是宏觀視野、產業規模、科技政策導向的分析目的。因此這類專利分析著重管理面的分析，包括：專利件數分析、國家別分析、公司別分析、發明人分析、國際專利分類分析、引證率分析等（如圖5），藉以推導未來各國產業發展重心或潛力。而引證率分析可以進一步導出專利引用網絡、技術群聚以及技術群聚指標分析，如技術科學關聯度、科學強度與技術週期等分析。藉以了解各領域由科研邁向技術甚至產業的領域特性，例如未來被看好的生技與奈米科技，證實科學關聯度較強，因此若欲發展相關

產業，則必須加重相關科研投資，才足以突顯出技術優勢。

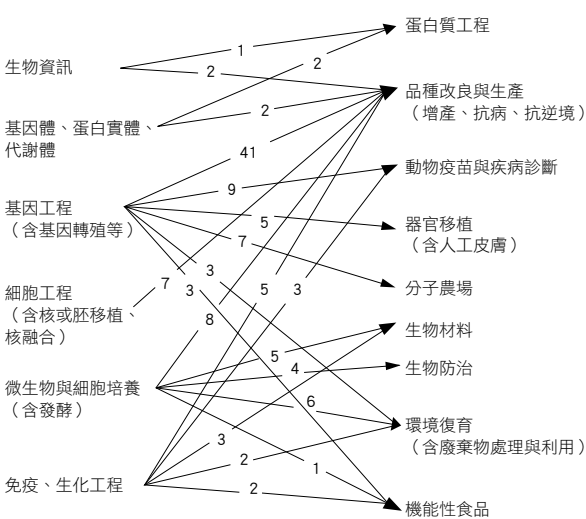
## 前瞻分析

前述三項分析方法多由數值分析支持，因此適用於特定領域之分析，且傾向於對於過去研發能量的盤點，在決策分析中適合用來作為國家競爭力分析之參考。而前瞻預測所仰賴的是大量專家的群體智慧、對於未來的預測與期許，適合用來凝聚研發共識、建立未來願景之用；特別是在多目標決策候選清單制定時，可以結合其他決策方法（如AHP）或策略規劃工具（如技術地圖）等，直接應用於政策規劃中，發揮資源有效運用、產學研發聚焦之宏效。

我國雖然並沒有真正執行過國家級的科技前瞻，然而利用國際間已完成之前瞻報告進行趨勢分析，對於技術發展與應用方向之掌握，仍相當具有參考價值。尤其國家前瞻涵括主要科技領域，甚至教育、服務等基礎建設領域，因此可應用於單一領域內之比較分析，也可用於跨領域間之趨勢評比，以作為選定國家發展重點之資源集中配置。

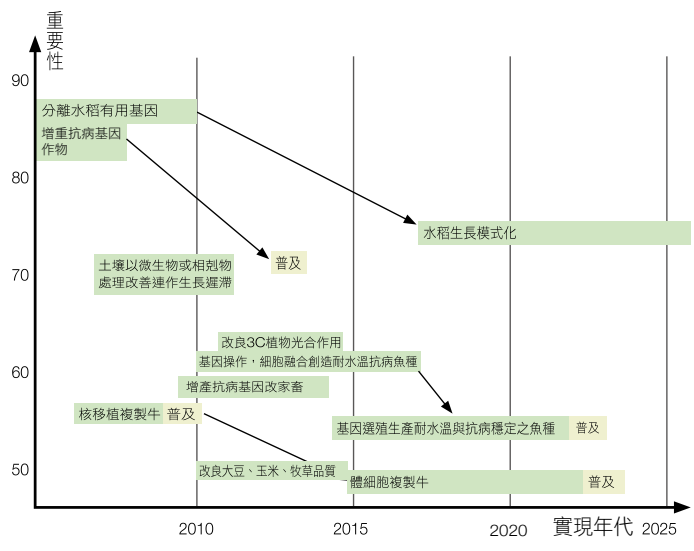
在多數國家前瞻所採用的德菲法問卷議題中蘊含了非常豐富的資訊，其主體內容包含三個主要構面---產品、技術、功效，在技術構面反應出科技研發四個階段---科學研究/學理闡明、技術開發、技術應用、社會普及。議題之調查問項包括：重要度、實現年代（技術實現/社會實現）、國際競爭評比、效果評價（對於知識/經濟/社會各層面之影響力評價）、政府參與之重要性等（殷正華，2008）。

因此就產品、技術、功效等項目，可以分析出各領域中之技術應用變遷（如圖6），包括新興技術之興起、技術之取代或分裂或融合、舊技術可能之新應用方向等。加入預測實現年代之分析，便可得到未來20-30年之技術發展時程。配合重要性分析，可以進一步得知大眾對於該項技術開發與應用之期待，甚至預知未來研發投入資源或政策投資配置之輪廓（如圖7）（殷正華、鄒麓生，2006；殷正華，2008）。在國際之競爭評比方面，可以分析出主要國家之研發定位以及該國之研發實力，在制定國家未來技術發展策略規劃時，作為決定自行開發、聯合研發或外購技術等之參考依據。而在效果評價及政府參與之重要性等項目，自然是提供政府是否該以國家力量投注於該項科技作為重點研發項目之參考。因而在完成上述分析之後，便可以了解技術融合趨勢與未來產業應用方向，作為技術地圖規劃之參考依據，提供未來產業發展或轉型方向。



資料來源：殷正華、鄒麓生（2006）。

圖6 生物技術在農業之應用趨勢。



資料來源：殷正華（2008）。

圖7 糧食安全相關議題之實現年代與重要性分佈。

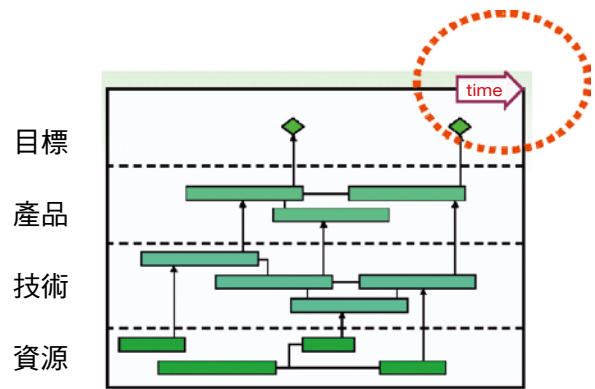


## 技術地圖

技術地圖之精神係以未來產品/技術/市場出發，藉各種技術預測方法，包括專家問卷、專家會議、前瞻分析、文獻分析或投入/產出分析等，去聯結相對應之技術路線，作為支援產品開發或策略規劃之工具。其基本架構包括建立於時間軸上之各階層項目，涵括：驅動因子、產業/市場、產品/服務、技術/資源等（如圖8），其操作重點在於聯結資源與目標，並建立各元素間之關聯性及其在時間軸之定位。

技術地圖可依不同目的而由不同路徑導出，得到各類不同型式之呈現。以預測的時間方向而言，可以由現在推演到未來可能的發展；也可以由已建立之未來願景，往回推導出由目前技術往目標發展的路徑。另一方面，也可以由技術出發推演至市場發展，建立技術供應導向的技術地圖；或由市場出發推演至產品開發，建立市場需求導向的技術地圖。

若以預測的層級範圍而言，則可大略區分為產品技術地圖、產業技術地圖、國家前瞻技術地圖等。由Motorola公司所開創之產品技術地圖，係在企業層級，建構市場/產品/技術/資源之間的關係，檢討驅動市場的關鍵因子與發展趨勢。而產業技術地圖則是前瞻產業未來的遠景，結合產業界與研究單位的共同研發，以促成該項產業共同願景的實現。國家前瞻技術地圖則是先建構出國家未來的願景（包括社會、政治、經濟、技術、環境等面向），再規劃達成該願景實現所需投入之基礎研究與應用研發藍圖，其目的在凝聚各界共識以形塑出大眾所想要的未來。



資料來源：陳家俊（2004）。

圖8 技術地圖基本架構。

由於技術地圖的主要目的在於對未來技術之佈局及規劃，故可作為企業、產業、甚至國家創新技術發展策略的參考。在國家決策支援系統之應用上，日、韓等國已將科技前瞻與國家創新系統結合，並實際應用於科技基本計畫及國家產業發展規劃，而技術地圖則是在科技前瞻調查結束後，將前瞻預測結果落實於產業策略規劃的重要步驟。日本利用前瞻調查中，政府參與必要性較高，且結合科技影響力、經濟影響力、社會影響力的綜合影響力較高的前瞻次領域作為技術地圖之情境願景，進行研發及產業發展規劃。韓國則是以前瞻調查所篩選出的重要策略性核心技術作為國家發展之重點技術，甚至進一步挑選出國家發展之未來重點技術，以作為國家整體經濟發展之依歸。

以上各種分析方法皆各有其特色與侷限，在日益複雜的科技競爭環境中，必須整合各種趨勢預測及創新規劃工具，從單一國家、單一領域的模式提高至跨國家、跨領域的矩陣評比分析，以篩選出科技政策規劃的最適模式，才能突破科技障礙並減少發展風險，從而提供更為完整的施政措施資訊。另一方面，先進國家的科技規劃目前多

設置科技政策之專責研究單位，除可發揮科技政策的研究分析、整合與績效評估等功能，並可就重大科技議題進行系統化或長期性的資訊蒐集與分析，從而歸納出10-30年以上的中長期科技發展的目標，使得研發因由上而下的決策規劃模式得以因集中聚焦而發揮槓桿效益。對於研究資源相對限縮的我國而言，此決策模式更加值得我國學習與效法。

因此科技政策中心積極導入上述各項科技發展趨勢分析工具，根據研究目的及需求加以整合運用於各種跨領域分析，期能突破我國過去長期由下而上的科技規劃方式。於2006年先行開發完成科學技術關聯分析系統，建立科學期刊論文與美國專利技術關聯性分析平台，並隨後陸續完成「台灣技術前瞻運作機制建置案先導規劃計畫」、「推動科技前瞻形成農生產業發展策略之研究」等計畫，並出版「台灣農業生技產業發展策略規劃報告書」。至2007年將發展漸臻成熟之分析方法拓展至前瞻策略規劃層級，進一步完成「推動農業科技前瞻規劃之研究」計畫、「建構農業生技綱要計畫之研究」等，首先將前述各項分析能量落實於農業科技政策規劃，期能發揮國家科技智庫的角色。

2008年則以「碳奈米管」、「農業生技」、「高速計算（HPC）」、「保健食品」等主題，整合內部核心研究方法並結合外部領域專家學者之合作，進行科技發展趨勢分析研究並擴及國家競爭力分析，完成「碳奈米管科技研發趨勢分析」、「由各國趨勢分析探討我國農業生技之發展策略」、「全球高速計算科技發展趨勢分析」等三本研究報告書。尤其後者，乃結合本院國網

中心在高速計算的專業知識所完成，而其相關研究成果業已在國網中心2008年HPC用戶研討會中發表，相關研究成果除獲得肯定之外，並已將相關議題納入第八次「全國科技會議」結論中，充份發揮趨勢分析在政策規劃之效用。未來科技政策中心除在前述各項工具之應用上更加深化以外，也積極開發更多整合型決策規劃方法，以及產學互動之媒合機制（如SN轉換法等），期能協助將我國學術研發成果落實於產業技術開發，創造未來更具國際競爭力之發展項目，以厚植我國之科技實力。

#### 參考資料

- 1.科學技術政策研究所NISTEP（2007）サイエンスマップ 2004---論文データベース分析（1999年から2004年）による注目される研究領域の動向調査，NISTEP report No.100。
- 2.科學技術政策研究所NISTEP（2008）サイエンスマップ 2006---論文データベース分析（2001年から2006年）による注目される研究領域の動向調査報告書，NISTEP report No.110。
- 3.科學技術政策研究所NISTEP（2005）急速に發展しつつある研究領域調査---論文データベース分析から見る研究領域の動向，NISTEP report No.95。
- 4.曾元顯（2004）專利文字之知識探勘:技術與挑戰，現代資訊組織與檢索研討會。
- 5.李宜映等（2008）以知識探勘方法探索農業科技發展新動向。[http://thinktank.stpi.org.tw/eip/index/techdoc\\_content.jsp?doc\\_id=1203408635914&ver\\_id=2](http://thinktank.stpi.org.tw/eip/index/techdoc_content.jsp?doc_id=1203408635914&ver_id=2)
- 6.殷正華、鄒蕩生（2006）從各國農業前瞻分析探討未來農業技術的趨勢。國際農業新知，32，p.3-6。
- 7.殷正華（2008）由前瞻趨勢分析日本安全農業發展願景與生技策略之運用。農業生技產業季刊，16，p.8-16。
- 8.麥富德等（2002）碳奈米管專利地圖及分析，國科會科學技術資料中心。
- 9.洪長春等（2009）全球高速計算科技發展趨勢分析，國研院科技政策研究與資料中心。
- 10.陳家俊（2004）奈米生醫之技術地圖，國科會科學技術資料中心。
- 11.郭光輝等（2003）生物分子馬達專利地圖及分析，國科會科學技術資料中心。

# 建構創新政策研究工具 文字探勘之應用簡介

文/圖 葉乃菁、王玳琪、張嘉珍、吳騏、賴志遠 科技政策研究與資訊中心

## 前言

依照「聯合國教育文化科學組織」(UNESCO)報告定義科技政策為：「一個國家為強化其科技潛力，以達成其整體發展目標與提高其國家地位，所建立之組織、制度及執行方向。」因此科技政策可視為政府為推動國家科技發展進而達成國家建設目標，所採取的法規、措施、施政方針以及研發資源配置等策略。自90年代知識經濟的興起，經濟的發展模式從效率、技術導向轉變成創新及需求導向，而先進國家亦從過去著重「科技政策」(science and technology policy)發展轉而更強調「科技創新政策」(science technology and innovation policy)的建立。科技發展已為國家競爭力的重要指標，日本更推動科技立國之相關政策方針，由上而下的科技政策制定模式中更顯決策支援體系的重要性。決策支援體系必須在其所對應的科技發展環境與文化背景下，蒐集重要政策資訊並提出政策分析建議。然而，在資訊爆炸的年代單純依賴人力已不足以因應此需求，因此自動化資訊系統與創新分析方法將是未來政策支援體系更為重視的政策分析工具。

## 科技政策研究與分析

近年來國外科技政策相關智庫除了從事一般的政策研究工作之外，也負有執行國家前瞻調查、績效評估等使命，為因應大環境的變遷及部會需求，亦增加許多新的工作內容。例如日本「科學技術政策研究所」(NISTEP)所建立的「科學地圖2004」和「科學地圖2006」，與過去常見的基本數據統計圖表資訊相較之下，其所展現的國家科技力盤點比較分析、跨領域融合知識流動研判、新興科學議題分析等深度分析，更名為科技政策決策者提供更明確、清晰的圖像。此類的研究成果比起以往的統計數據報告，更加依賴各領域的專業知識、研究方法、系統工具及資料庫，而研究成果也更具時效性。由於網路應用的普及化及討論議題之複雜程度高，研究人員所需蒐集的文獻資料多且龐雜，不論是科技政策研究或是社會經濟需求分析等都需要自動化輔助系統整合專業知識，以提升研究效率與品質。科技政策中心身為我國科技政策研究智庫之一員，如何在既定的角色及任務基礎上，建立具創新性的研究方法及工具，提供科技部會更具體且完整的科技政策分析與建議，是現階段所需重視的議題。

「文字探勘」(text mining) 技術在學術界已有深入研究的基礎 (Group & Owrang, 1995; Berry & Linoff, 2000)，更在產業界有廣泛的應用。由於科技政策研究領域涵括相當大量的政策資訊，包括科學研究計畫、各國科技政策訊息與政策白皮書等，如能在科技政策研究引進文字探勘技術，可在大量的文本資料中挖掘出有價值的知識，可協助政策研究人員或幕僚人員更快速地掌握全球科技政策趨勢。因此，為有效提升科技政策管理與分析品質，科技政策支援體系應建立科技政策資訊自動化管理系統，後續將概述「文字探勘」(text mining) 技術及其對於科技政策研究分析之應用。

## 文字探勘 (text mining) 技術與操作程序

Piatetsky-Shapior和Frawley (1991) 指出資料探勘是從大量的資料中萃取出隱含的、未發現的資訊，其產出為具潛在價值的規則或高層次的資訊。一般而言，資料探勘可分為描述型 (descriptive) 和預測型 (predictive) 兩種類型，描述型資料探勘主要描述資料庫中資料的一般特性；預測型資料探勘則是在現有的資料基礎上進行推論與預測，所採用的技術包括一般統計

分析、類神經網路分析、序列相關分析、機器學習、人工智慧等量化及質化分析方法。文字探勘 (text mining) 是資料探勘的延伸應用，其囊括資訊檢索萃取、計算語言學、自然語言處理、資料探勘、機器學習等跨領域知識，特別強調從非結構 (un-structured) 或半結構 (semi-structured) 的文字中發掘出未知、隱含且有用的資訊。Sullivan (2001) 定義文字探勘為「一種編輯、組織及分析大量文件的過程，主要提供分析人員或決策者等特定使用者對特定資訊 (如摘要、關鍵字)，發現資訊特徵及其間的關聯性」。與資料探勘相較之下，文字探勘需要額外的資料選擇處理程序及複雜的資料特徵萃取步驟，其後端通常以大量的文字資料庫為基礎，採用與詞彙出現的頻率及數量等相關數據進行分析，可應用於趨勢預測、犯罪分析、知識萃取、知識管理、決策輔助等領域。

文字探勘的作業方式基本上與資料探勘一樣，亦即資料探勘的演算法可以直接應用在文字探勘上。常用的分析方式包括：(1) 分類分析 (classification)：從文件中依據既定的分類架構，系統根據資料的特徵與屬性對文件進行分類；(2) 群集分析 (clustering analysis)：

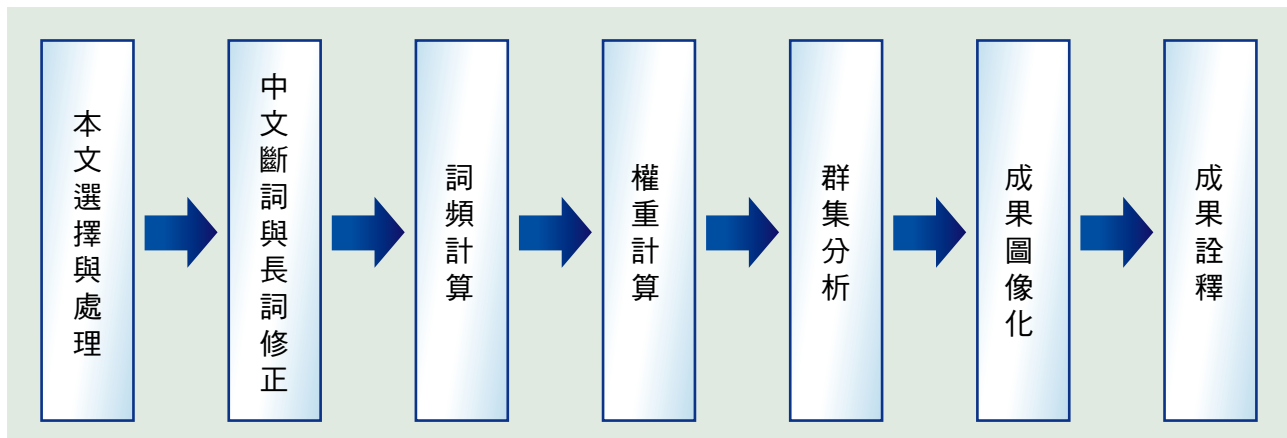


圖1 文字探勘操作程序。

依據資料本身的相似性分成若干個群集，使得群集內的資料具有高度同質性；（3）關聯式法則分析（association rule analysis）：找出資料間彼此的關聯性。此外，尚有序列分析、預測分析、概略分析等分析模式。一般而言，進行文字探勘的操作程序包括七大流程，如圖1所示。各操作程序分別說明如下：

### 1. 文本選擇與處理

文字探勘所處理的資料是分別獨立的文章，龐大的文字數量會增加系統處理的負荷，因此必須針對所要處理的文件進行分割整理，將非研究目標的段落事先移除，或是將長篇的論文切割成不同的部份予以命名，以作為分析標的，例如將論文摘要或結論部份切割成文本作為研究標的，如此一來除了可大幅減少系統工作量，同時亦能更清楚界定研究主題。

### 2. 中文斷詞與長詞修正

文本切割完成後須饋入斷詞系統進行斷詞處理，並對斷詞後的結果進行檢查。由於科技與公共政策等領域，在關鍵字及新詞的設定上具有專業性，因此亦須透過人工判斷針對長詞等專有名詞進行檢視，並納入詞庫以持續提升斷詞的品質與效率。

### 3. 詞頻計算

針對每一個文本斷詞後的詞彙，依照名詞、動詞、副詞、語助詞等詞性進行排列，將非名詞及動詞的詞彙刪除後，計算各詞彙出現的頻率，在每一個文本都經過相同的處理後，以一個 $M \times N$ 的矩陣表格呈現。

### 4. 權重計算

TF-IDF（Term Frequency Inverse Document Frequency）是用來評估一個詞彙在文件集中重要程度的統計方法，TF是詞彙在文本中出現之頻率，可視為該詞彙在文本的絕對貢獻，一般而言TF值愈高代表該詞彙愈具代表性；而IDF則是文件集的總數與該詞彙在所有文件集出現次數的比值，因此當IDF值愈高反而代表這個詞彙的代表性愈低，可視為一個普遍使用的詞彙。將TF值與IDF值相乘，可使真正具有代表性的詞彙更為突顯，而抑制常用普通詞的假性重要程度。權重分析的結果也是以 $M \times N$ 的矩陣表格呈現，以供分類程式進行計算（Jing, Huang, & Shi, 2002）。

### 5. 群集分析（clustering analysis）

將權重計算的矩陣表透過類神經網路方法（又稱層級自組織映射圖）GHSOM或k-mean統計方法，分析出研究所需之群集（Kohonen，2001）。

### 6. 成果圖像化

將最後分類的成果以圖的形式呈現。

### 7. 成果詮釋

針對分類的結果進行深入的質化分析與探討，其探討的模式主要有兩個主軸：a. 分析演算法完成自動分類結果之合理性，同時評估該演算法所具有之潛在潛力與應用於不同議題之可行性，並評估除自動化操作外人力介入之投入成本與干擾程度；b. 列出各分類的重要關鍵字，並且以時間作為參數，採用編年的模式分析關鍵字的歷史演變，進而找出關鍵思想的演化及其因應措施。

表1 文字探勘應用規劃、研究方法與政策分析用途

應用規劃	研究方法	政策分析用途
關鍵字萃取	中文斷詞	萃取非結構性政策文獻之關鍵字，協助政策研究人員更快速瞭解政策文獻之概略意涵。
群集分析	中文斷詞、GHSOM、知識地圖	分析政策事件之關鍵議題及重要因素，進而得到重要線索，並歸納出合理之政策建議。
自動摘要	中文斷詞、關聯性分析	進行文章自動摘要，可協助使用者在大量資料中透過系統自動化產生簡要性的短篇文章，以供讀者快速瞭解文章內容。
自動分類	自動分類架構建立、自動分類方法	在既有的架構下將大量文本資料如期刊文獻、新聞等非結構性文章自動分門別類，協助政策研究人員進行龐雜之人工分類作業。

資料來源：本研究整理。

## 文字探勘於科技政策分析之應用與未來規劃

科技政策中心針對2007年17份農業中程綱要計畫書總目標進行先導分析，主要利用中研院的中文斷詞系統進行斷詞，並將進行詞頻資料加總後進行權重分析（TF-IDF）及層級自組織映射圖（GHSOM）處理，最後將分析結果以知識地圖形式呈現。從研究成果發現，17個研究計畫依其特性分成8個群組：生物工法、生物技術、防檢疫、農業科技、防災、產品安全、林業及其他群組。從群組的分類結果可以看出利用GHSOM的群聚方法可以有效的處理非結構化的文本資料，因此可以預期，若未來文本資料件數若擴充至非人力所能處理至數千或數萬筆，則也可以依靠系統來協助研究人員進行一個簡單但有效的知識架構分類。

## 結論

現階段科技政策中心已完成中文斷詞系統建置，對科技政策中心非結構性的中文文字探勘研究而言具有相當程度之推動力，在文字探勘相關

研究方法的基礎上，試圖建立出一套利用文字探勘於科技政策研究之可操作程序及計算工具。如表1所示，未來研究團隊將繼續深化群集分析及關鍵字萃取的應用研究，並規劃其學術意涵與政策用途，期望建構出更具應用價值之研究工具。

## 參考參考

- Berry, M. J. A. & Linoff, G. (2000). *Mastering Data Mining. The Art & Science of Customer Relationship Management*. NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Group, F. H. & Owrang, M. M. (1995). Database mining: Discovering new knowledge and cooperative advantage. *Information System Management*, 12 (4), 26-33.
- Jing, L., Huang, H., & Shi, H. (2002). Improved feature selection approach tfidf in text mining. *Proceedings of the First International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Beijing.
- Kohonen, T. (2001). *Self-organizing maps* (3rd edition). New York : Springer-Verlag.
- Piatetsky-Shapiro, G. & Frawley, W. (1991). *Knowledge Discovery in Databases* (Eds.). CA: AAAI/MIT Press.
- Sullivan, D. (2001). *Document Warehousing and Text Mining*. Wiley.

# 系統化科技計畫管理模式之建構

文/圖 徐玉梅 科技政策研究與資訊中心

自民國68年政府頒布科技發展方案開始，行政院國科會即被賦予政府科技計畫審議的任務，實施至今已三十年，期間評審作業不斷的檢討改進，近幾年的檢討調整主要焦點在領域分類、經費分配及回應政策目標。在領域審查方面，96年度計畫改成群組審查的方式，共分成生命科技、地球環境科技、產業科技、科技服務、科技政策研究及國防科技等六個群組，98年度計畫則調整為生命科技、環境科技、資通電子、工程科技、科技服務及科技政策等六個群組，由群組委員及群組專家參與審查，以期符合學科跨際融合的發展趨勢，並自96年度計畫起，為求貫徹政府科技政策之實施，科技計畫須填列相關科技政策，以為政府掌握科技政策推動情形之依據。另外，科技計畫績效評估之制度亦已逐步建立，

98年度計畫首次將前期綱要計畫績效報告與審議作業結合，並介接本院科技政策中心建置多年之政府研究資訊系統（Government Research Bulletin, GRB），以提供審查委員參考。以下即針對科技政策中心為國科會所建科技計畫管理相關之平台加以介紹，以期呈現科技計畫管理之概略面貌。

科技政策中心於86年開始執行「政府研究資訊系統」之建置與服務計畫，95年依國科會需求完成「科技政策管理資訊平台」及「科技計畫績效管考平台」之建置，嗣後，又於97年建置「政府科技計畫審議作業資訊平台」。至此，科技計畫從研提、審議、執行，到績效管考完成初步之銜接，其整體作業流程概念架構如圖1。

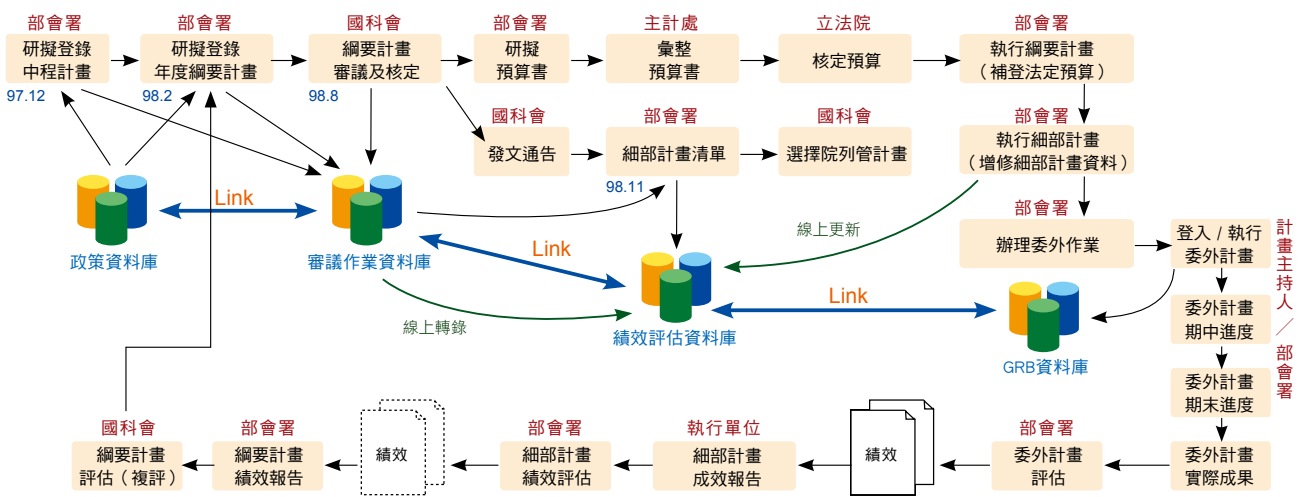


圖1 科技計畫審議及管考作業流程概念架構圖--以99年度計畫為例。

從資料的縱向整合來看，科技計畫管理包含了最上游的科技政策資料、審議作業資料，以及下游之細部執行計畫與個別研究計畫資料與績效報告，其間脈絡關聯如圖2。參與人員則包含了國科會企劃處相關人員、各部會署窗口與計畫連絡人、審查委員、群組召集人及個別研究計畫主持人。

至於各平台之功能，簡要說明如下：

#### ● 科技政策管理資訊平台

本平台乃依據第七次全國科學技術會議的結論而建置，極具政策意涵，所收錄之科技政策資料包含國內重大科技會議具體結論，如全國科學技術會議、科技顧問會議、SRB會議，以及重大計畫等，並將陸續增加總統政見、院長指示事項等資料。從資料庫統計得到各政策項目投入經費之分析

結果，可做為觀測科技政策推動及科技預算資源分配之參考。

#### ● 科技計畫審議作業資訊平台

本平台係專為科技計畫之審議作業而設計，產生之資訊包含各部會署研提之中程個案計畫、總體說明書、年度綱要計畫基本資料及概算需求，以及審查意見及部會署回復說明等資料。為科技計畫審查制度不可或缺之一環，能有效協助國科會完成年度科技計畫之審議作業。

#### ● 科技計畫績效管考平台

本平台係專為科技計畫之績效管考作業而設計，產生之資訊包含科技計畫之績效指標資料、成效報告、各部會署之績效報告書，以及績效評

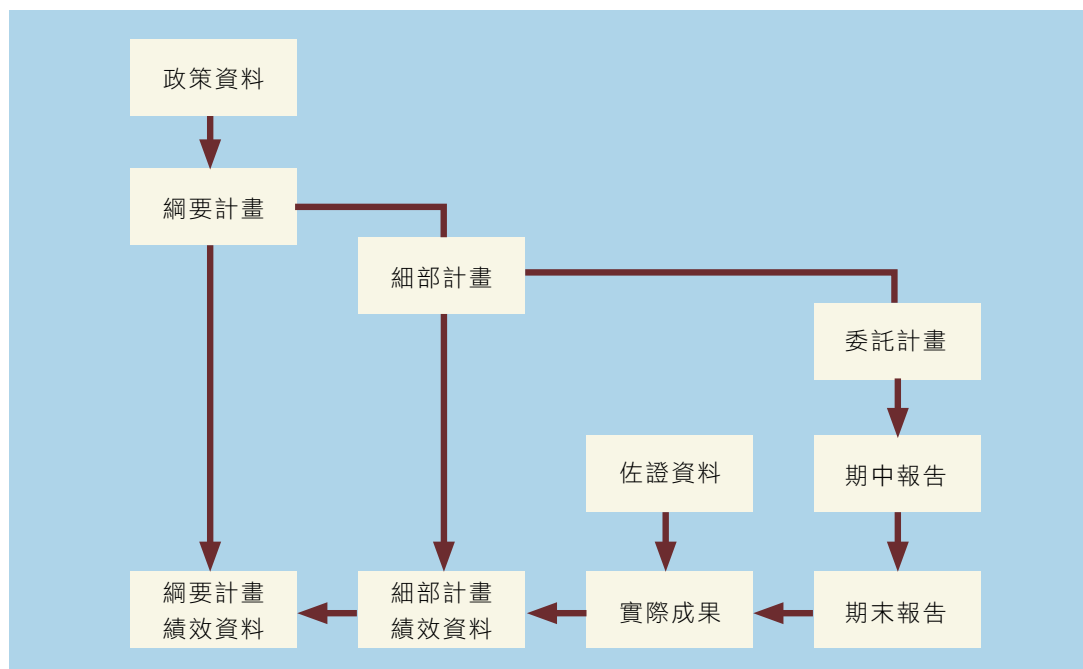


圖2 科技計畫相關資料關聯架構圖。



估結果資料。為科技計畫績效管考制度不可或缺之一環，能有效協助國科會完成年度科技計畫之績效評估作業。

政府研究資訊系統：本系統已運作及服務十多年，原為了行政院所屬各機關委託研究計畫基本資料檔而建置，後陸續發展為各部會署及地方政府研究計畫管理與服務之共通性平台，收錄資料包含82年度以後政府預算或基金資助之個別研究計畫資料及成果報告，迄今已累積研究計畫資料約30萬筆，成果報告約20萬筆。除可做為各機關研究計畫管理之介面外，亦提供資料庫查詢服務，可供學術研究人員參考。

上述系統運作以來，其效益已逐步顯現，包括：

1. 累積政府歷年重要科技會議之結論、重大計畫內容等。
2. 支援科技計畫審議作業之進行，提高審議作業運作之順暢及管理之功效，並提供各機關所提綱要計畫與科技政策之關係，以瞭解政策推動之情形及相關缺口。
3. 系統化累積科技計畫資料，可記錄及呈現政府長期投入科技發展之資源分配情形。
4. 支援科技計畫績效評估作業之進行，建立系統化之績效指標資料庫及提升評估作業之管理功效。

5. 透過科技政策、科技計畫審議及績效評估等資料之連結，一方面逐步朝向績效預算制度發展，另一方面可呈現科技政策推動情形，對國家整體科技發展的掌握提供有效之管理工具。

此外，為能參酌國外先進國家之作法，以期增進前述科技計畫管理及績效評估等相關作業及系統之發展，科技政策中心曾嘗試尋找標竿系統。然計畫管理的核心內涵屬於業務層面，因此在網際網路中，很難找到完全相同的系統。搜尋結果顯示，國外大部分著重在合約管理、公開資訊的發布及計畫研提的功能，如美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）的FastLane為計畫研提系統；英國的JE-S及美國聯邦政府聯邦補助金計畫申請及管理平台（Grants.gov）為徵求計畫的訊息發布與上傳系統；另一類為提供研究計畫資料庫查詢功能者，這類系統最多；而較為接近計畫管理系統者，如韓國的KISTEP-KORDI內容重視計畫績效的登錄，與科技政策中心所欲尋求的全功能計畫管理系統仍有差距。整體而言，目前科技政策中心為國科會所建置之各項平台，主要還是從現有的制度，配合實務作業來發展。

最後，從科技計畫的整體生命週期來看，不論是政策、計畫、成果都包含了產生（plan）、執行（do）、評估（check）及調整（action）等運行過程，其間亦存在著相互循環的關聯關係，其概念架構如圖3。整體而言，現有國科會

各平台的介接發展，使科技計畫的研提必須說明科技政策的依據為何，因此，科技政策的推動總覽可以由科技計畫的投入與執行結果來展現，而現階段績效評估資訊要做為預算決策的依據雖有困難，但仍為計畫審議及資源配置之重要參考，整合結果兼具了科技計畫管理與服務的全面性功能。展望未來，若能進一步具體實現成果管理，並能對政策產生反饋的作用，則政策、計畫到成果環環相扣的整體管理循環模型將能逐步落實。

第八次全國科學技術會議剛剛結束，總結報告中提到科技決策平台機制的建立，期能以「系統化之方法架構，快速蒐集全球各國政策方向，匯

集產官學研專業知識，配合政策訂定需要，提升規劃效率。」從科技政策決策支援的角度來看，除了政策分析及研究模型之外，政策資訊的提供，包含國內科技政策內容、政策執行情形、國內外相關文獻，甚至是政策研究人員及其觀點、建議等都是決策支援體系不可或缺的一環。而本文所述各平台所建置累積之資訊即包含我國近幾年已公布之科技政策項目與內容、落實執行政策之科技計畫資訊；另外，科技政策中心建構中之科技發展資料庫則將陸續提供國內外科技政策相關文獻及數據資訊。展望未來，這些資訊都能做為科技決策平台機制的基礎資訊，對促進提升科技政策決策規劃效率的目標將有所助益。

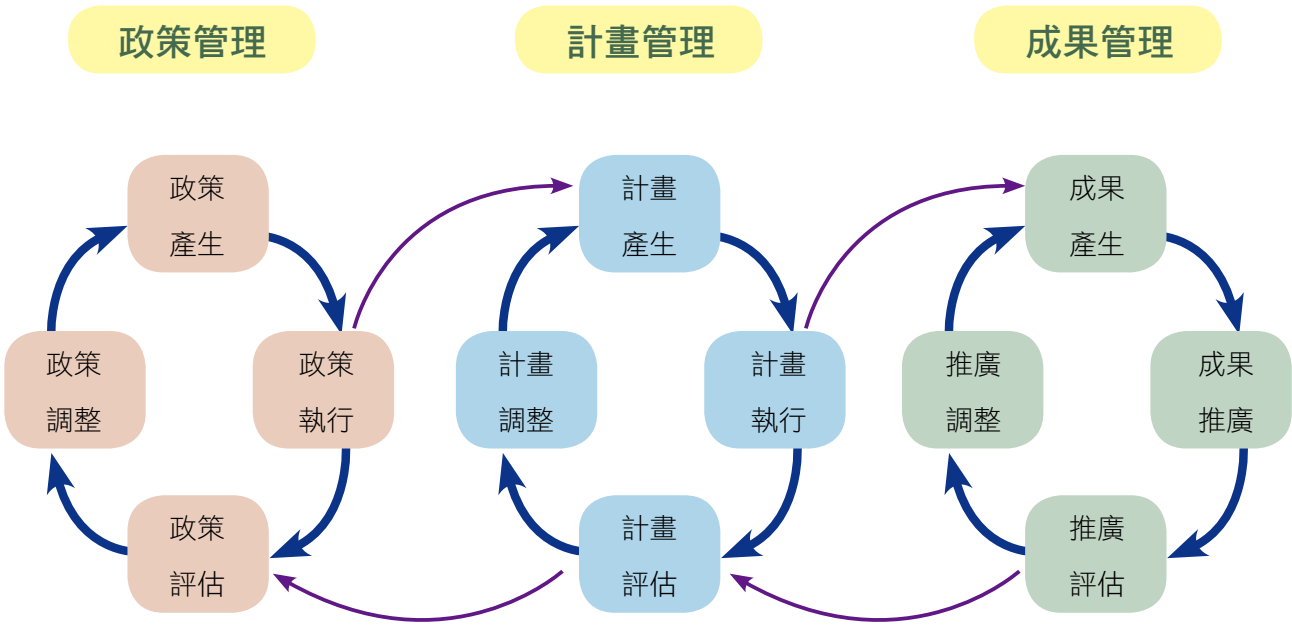


圖3 科技政策、計畫與成果管理運行過程及循環概念架構圖。

# 學術研究基礎建設 CONCERT與NDDS

文/圖 邱淑麗、顏惠專、謝家平 科技政策研究與資訊中心

提供科技資訊服務、促進資訊資源流通分享以協助學術研究發展是科技政策中心成立三十餘年來一貫的任務，1990年代末期，隨著資通訊技術與電子資訊資源的長足發展，科技政策中心為因應網路時代研究人員的資訊使用需求、電子資源數量急速增加與圖書期刊資源購置經費快速成長等因素，所推動的「全國學術電子資訊資源共享聯盟（CONsortium on Core Electronic Resources in Taiwan，簡稱CONCERT）」與「全國文獻傳遞服務系統（Nationwide Document Delivery Service System，簡稱NDDS）」服務，目前儼然已成為支撐國內學術研究不可或缺的兩大中流砥柱。

## CONCERT

CONCERT是科技政策中心邀集全國大專院校、研究機構及政府機關，為引進學術研究所需之電子資訊資源而成立的聯盟，並由科技政策中心統籌辦理聯盟運作規劃、推動、執行等相關業務，以確定學術電子資訊資源之合理取得與使用、提昇我國學術資訊服務整體環境，並強化我國研究發展與教學之基礎建設。

本項服務以「充實國內大專院校網路電子資訊資源，改善資訊服務環境，滿足使用者資訊需

求，以提升研究發展與教學品質，並促進資訊化社會發展」為宗旨，並訂定四項工作目標：（1）掌握全國學術研究資訊需求，迅速評估並引進所需資訊資源；（2）藉由集體採購或共同使用授權協定，提高資訊資源引進成本效益；（3）強化學研整體基礎建設，提升資訊取得普及性與方便性；（4）建立長期、穩定使用國外電子資訊資源機制，確保研究人員得以獲取所需資訊。

CONCERT以代表國內大專院校及研究機構談判引進研究所需電子資源為主要工作，此外，相關的業務尚包括制訂與修訂資料庫引進政策、資料庫需求蒐集與評估作業、建置與維護成員基本資料、議定各資料庫系統價格、審視各資料庫系統授權協議書、簽署共同供應契約、次年度訂購意願調查、建置及維護各資料庫系統網頁、整理分析各資料庫系統使用統計、建置電子期刊聯合目錄系統及提供電子期刊資源整合服務等，並定期舉辦各資料庫系統教育訓練課程、年度成員單位座談會及相關國際研討會等推廣訓練活動。

2008年參與此一聯盟的機構數已達210個，其中大學107個，學院48個，專科學校14個，政府機關及研究機構41個。引進的電子資源數則由草

創之初的7個系統20個資料庫，增加為41個系統110個資料庫，成長幅度超過5倍，如圖1所示。其中索摘資料庫41個，全文資料庫30個，電子期刊資料庫21個，參考工具類資料庫18個，提供14,450種電子期刊，內容涵蓋理、工、醫、農、人文社會各學科，在科技政策中心與電子資源提供者努力斡旋折衝下，使聯盟成員得以有限經費選購更多的電子資源，進而對其所屬研究人員提供最優質的資訊服務。2008年總計聯盟成員單位訂購電子資源數為2,399項次，訂購金額由1999年的新台幣0.61億元發展至2008年的新台幣13.92億元，業務成長幅度近23倍，如圖2所示；同年度為聯盟成員節省資訊資源購置之總經費，更高達新台幣2.94億元。在推廣訓練方面，2008年CONCERT共舉辦教育訓練課程、全台巡迴座談會、國際研討會等各項推廣訓練活動計

98場次，共3,014人次出席。

## NDDS

NDDS是以提供線上文獻申請及圖書互借的館際互借系統（Interlibrary Loan System，ILL）為核心，結合國內重要圖書館資訊流通共享機制，以及科技政策中心與國際圖書資訊機構佈建的文獻傳遞管道，所建構的研究參考資訊流通網絡，藉以達到協助研究人員快速獲取全文資料、整合國內學術資訊資源及促進研發圖書館資源共享的目的。換句話說，科技政策中心建置ILL系統及國內圖書館期刊聯合目錄資料庫，同時佈建國內、外全文文獻取得機制與管道，再藉由串連我國重要的學術研究資訊資源查詢系統，形成完整的全文資訊服務體系，使參與本項系統運作的四百餘所圖書館所屬研究人員，得以快速取得

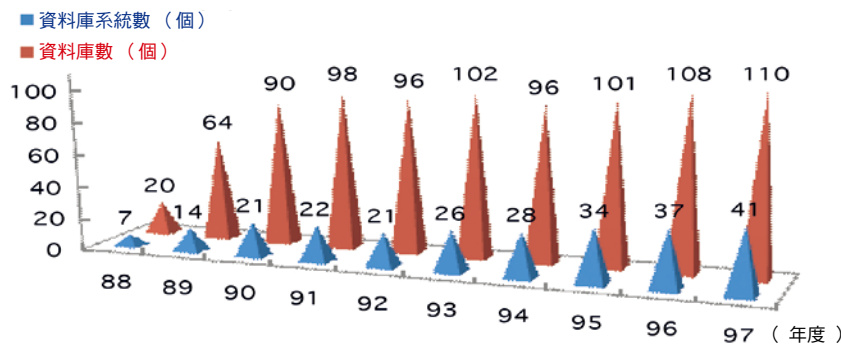


圖1 CONCERT歷年引進資料庫系統/資料庫數。

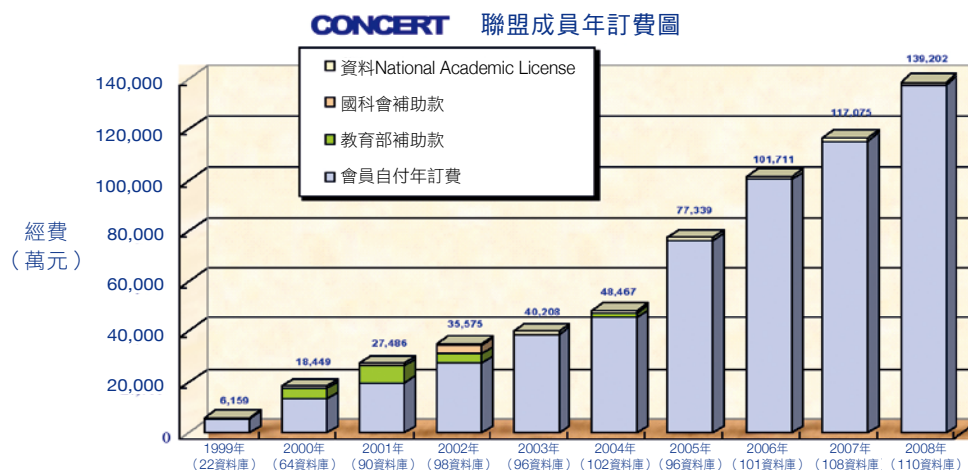


圖2 聯盟成員歷年訂購CONCERT所引進資訊資源費用。

所需的期刊、圖書、博碩士論文、研究報告及會議論文等全文資料。

期刊一向是學術研究最主要的資訊資源，為使文獻申請者知悉期刊館藏所在而得以投遞申請，因此，建置與更新期刊聯合目錄資料庫，是本服務除了維繫ILL系統正常運作外，最重要的工作項目。2008年「全國期刊聯合目錄資料庫」共收錄433所國內大學校院、醫院及研究機構等圖書館之館藏期刊共67,437種，其中西文期刊計有44,631種，大陸期刊計有9,116種，日文期刊計有7,680種，中文期刊計有6,010種，各類期刊比例如圖3所示。

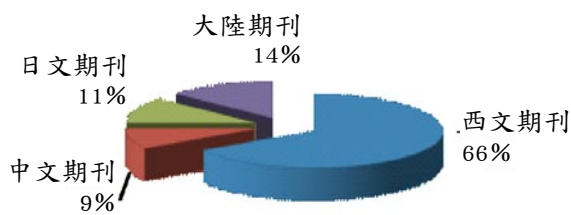


圖3 期刊聯合目錄資料庫蒐集不同種類期刊比例。

在連結的資料庫查詢系統工作推動上，目前已涵蓋科技政策中心自行建置的「學術會議論文摘要」、「政府研究計畫成果報告」、「博碩士論文（STPI館藏）」、「睿鷗（REAL）圖書館藏」、「CONCERT電子期刊聯合目錄」外，還串連了國家圖書館「中文期刊篇目索引影像系統」、「全國圖書書目資訊網」及「全國博碩士論文資訊網」等資料庫或查詢系統，使研究人員在全文資料的蒐尋與取得上越趨便利。在佈建國外文獻取得管道上，則與大英圖書館文獻提供中心（BLDSC）、加拿大科技資訊中心（CISTI）、美國國家醫學圖書館（NLM）等國際重要資料提供機構建立文獻交流的管道，做為當國內各圖書館無法提供特定文獻時的備用機制。

2008年參與此項服務的圖書館共有437所，包括大學校院圖書館189個（含所屬分館）、醫療單位圖書館107個、研究機構圖書館69個、公共圖書館39個、生產事業圖書館22個、其他類型圖書館11個。註冊有效的使用者約有10萬餘人，上網查詢近百萬人次。全年文獻複印及圖書借閱的總件數約達15萬件，服務申請成功的比例達86.5%，期刊的成功比例更高達90.5%；圖書館回覆申請件的平均時間為2.6天，並在各參與圖書館人員熱忱服務下，其中70%以上的圖書館回覆時間已達到2天以內。全年各圖書館被申請複印的期刊約達15,000餘種，約佔433所圖書館期刊總數之22%，概估節省各館的期刊購置經費至少達新臺幣2千萬元。此外，由於NDDS系統具帳務沖銷結算功能，可簡化各圖書館每月因交互申請全文文獻或借閱圖書所產生的費用結算作業，預估每年可節省各館業務及帳務處理人力共約25人年。

## 結論

CONCERT與NDDS的推展，是我國學術研究參考資訊服務全面數位化的轉捩點，是學術研究環境基礎建設大幅躍進的主要推手，是加速我國科技發展的幕後功臣，對提升國家整體科技競爭力產生莫大影響。因此，CONCERT在2008年榮獲行政院國家科學委員會遴選為該會成立後最重要50項科學成就之一。近年來，為提供穩定且優質的資訊服務，科技政策中心積極推動導入品質管理系統，2008年5月通過ISO 27001:2005認證，有效提昇資訊設備與服務運作之安全與正常；同年9月NDDS服務也通過ISO9001認證。未來，希望藉由穩定、優質的管理機制，提供我國學研人員最好的學術研究資源與服務。

# 尖端科技 State-of-the-art Science and Technology

## WLAN頻率合成器之系統規畫及模擬技術

文/圖 莊英宗、沙主榮 國家晶片系統設計中心

### 摘要

在設計一適用於WLAN之頻率合成器電路時，需針對內部各子電路建立適當之規格，並同時評估系統在整體收發機之特性是否符合要求，因此頻率合成器之系統分析將有助於在電路設計前，快速了解其特性在整體系統中的影響，藉以建立並修正各子電路之電性規格，以滿足WLAN系統之要求。

本文主要介紹WLAN頻率合成器之系統分析，並利用Verilog/Verilog-A建立其子電路之行為模型方塊。藉由AMS平台，整合數位/RF電路進行系統模擬，以確認各電路方塊於系統中可正確工作，減少整合上所需之額外設計修改。另外，在相位雜訊對WLAN系統之影響，將利用ADS進行模擬，藉以評估頻率合成器之相位雜訊規格。

### 可應用於WLAN之頻率合成器電路系統 頻率合成器之系統及頻率規畫

本文件之頻率合成器主要將應用在WLAN (IEEE 802.11a) 規格<sup>[1]</sup>中的Upper/Lower Bands頻段，其頻率範圍在5.15GHz~5.825GHz。而另外，因為WiMAX (IEEE 802.16) 之規格<sup>[2]</sup>，亦同時規劃包含5GHz頻段，因此在系統之頻段規劃時，將一併規劃此頻段，以增加此頻率合成器之應用範圍。

圖1為傳統常見之鎖相迴路頻率合成器之電路方塊圖，其中包含Phase Frequency Detector (PFD)、Charge Pump (CP)、Loop Filter、Voltage Control Oscillator (VCO) 和 Programmable Divider等子電路。一般之頻率合成器架構將以圖1為主，可以此規劃並設定其系統模擬所需之相關參數。

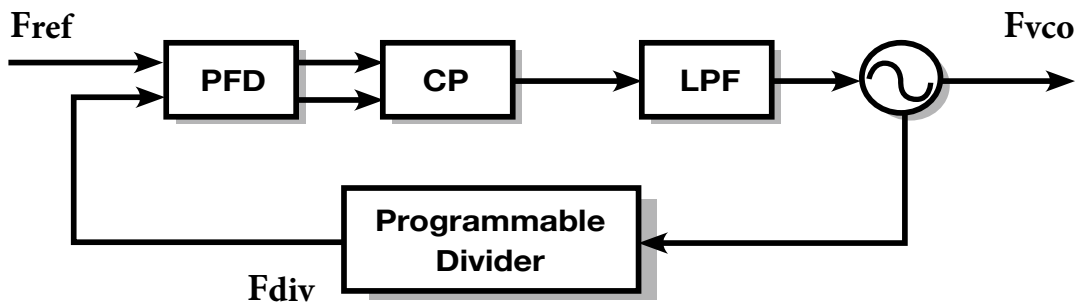


圖1 常見之頻率合成器電路方塊圖。

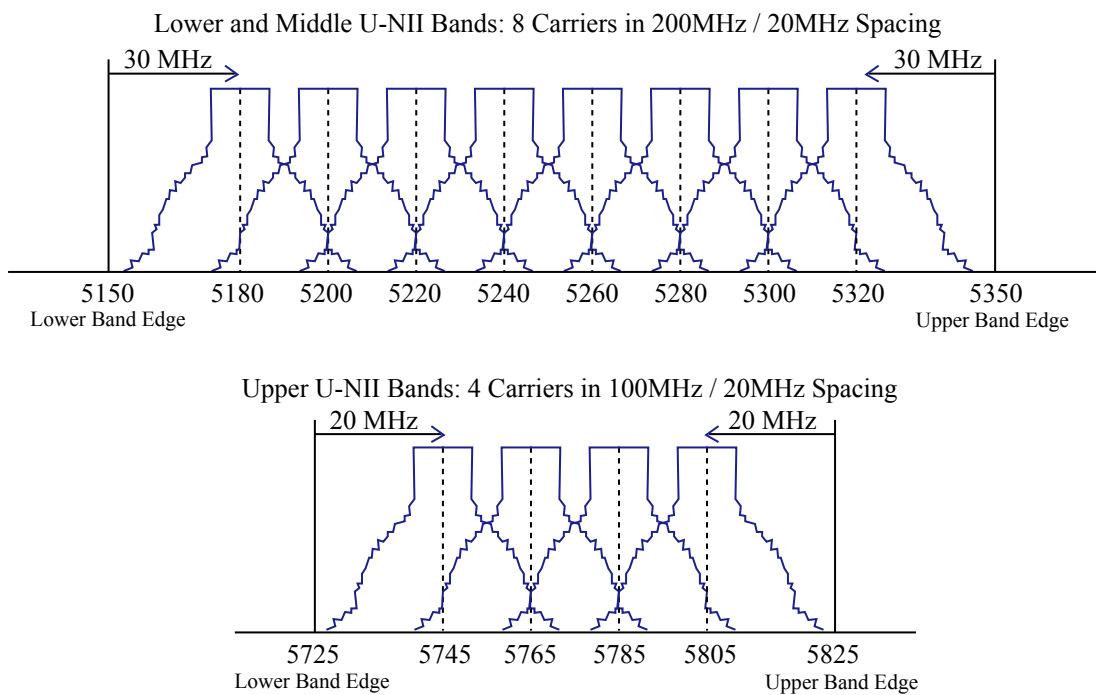


圖2 WLAN (IEEE 802.11a) 頻段規劃[1]。

參考圖2為WLAN 802.11a之Lower and Middle U-NII Bands和Upper U-NII Bands之頻段分配。在5.15GHz~5.35GHz總計200MHz頻寬內，包含8個載波，每個通道頻寬20MHz；在5.725GHz~5.825GHz，總計100MHz頻寬內，包含4個載波，通道頻寬也為20MHz。而在WIMAX 5.0GHz~5.995GHz的頻段規格中（如表1），通道頻寬則分別有10MHz和20MHz兩種。但其每個通道中心頻率

間隔則為5MHz，因此每個載波之中心頻率為

$$F_{center} = 5000 + 5 * N_{ch}$$

$$N_{ch} = 0, 1, 2, 3, \dots, 199 \quad (1-1)$$

綜合上述與（1-1）式可知，本頻率合成器之操作頻率範圍在5GHz~6GHz，且其最小頻率解析度為5MHz方可滿足上述兩種規格。

表1 WiMAX (IEEE 802.16) OFDMA 頻率規劃表[2]

RF profile name	Channel bandwidth	Center frequency step $\Delta F_c$	Uplink $F_{start}$	Downlink $F_{start}$	$N_{range}$
OFDMA_ProfR24	28	1.75	3614	3657	{0,1,...,41}
OFDMA_ProfR25	28	1.75	3714	3757	{0,1,...,41}
OFDMA_ProfR26	10	5	5000	N/A	{55,57,59,61,63,65,67}
OFDMA_ProfR27	10	5	5000	N/A	{148,150,152,154,156,158,160,162,164,166}
OFDMA_ProfR28	10	5	5000	N/A	{147,149,151,153,155,157,159,161,163,165,167,169}
OFDMA_ProfR26	20	5	5000	N/A	{56,60,64,} {149,153,157,161,165}
OFDMA_ProfR27	20	5	5000	N/A	{149,153,157,161,165}
OFDMA_ProfR28	20	5	5000	N/A	{148,152,156,160,164,168}
OFDMA_ProfR29	8.75	0.125	2304.375	N/A	{0,...,730}
OFDMA_ProfR30	17.5	0.125	2308.75	N/A	{0,...,660}

由於此頻率合成器未來會提供直接降頻接收器使用，需提供Quadrature Phase的輸出端，因此在架構考量將VCO先接單獨一組除2電路，利用其電路具Quadrature Phase特性，在配合後級Mixer產生Quadrature Phase之輸出。而後級的Mixer主要功能為利用Upper Conversion的方式，將VCO之震盪頻率，升頻至系統所需之操作頻率，如此在收發機系統應用時，可避免因VCO與功率放大器相同頻率，而產生之frequency pulling的影響。因此整體頻率合成器之電路方塊如圖3所示，其電路共包含：PFD、CP、Loop Filter、VCO、1st Divided-2 Divider (Div2\_S1)、Mixer。

而在頻率規劃上，VCO之其中一路會經由

Div2\_S1再進入Mixer，產生真正頻率合成器之輸出訊號，因此

$$F_{vco} = \frac{2}{3} F_{out} = 5 \sim 6 \text{ GHz}$$

$$\Rightarrow F_{vco} = 3.33 \sim 4 \text{ GHz}$$

在頻率解析度的選擇方面，由先前的系統分析可知最小需為5MHz，故VCO之頻率解析度將為3.33MHz。因此，可採用分數型之頻率合成器架構。

在可程式除頻器的架構上，可選擇用Sigma-Delta Modulator (SDM) 與多級串接之Multi-Modulus Divider (MMD) [3]來實現。



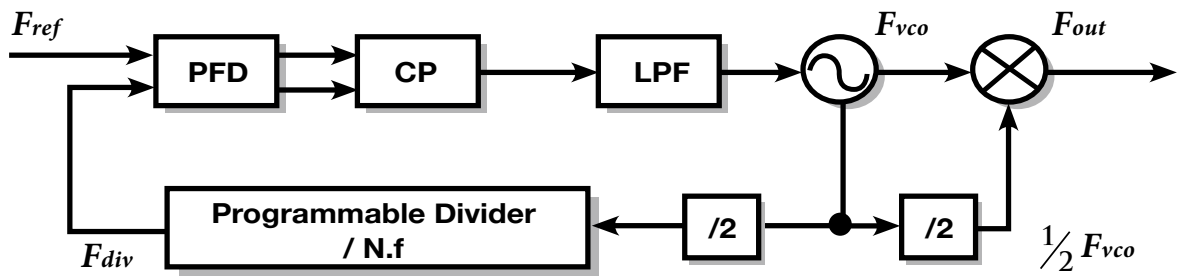


圖3 頻率合成器之電路方塊。

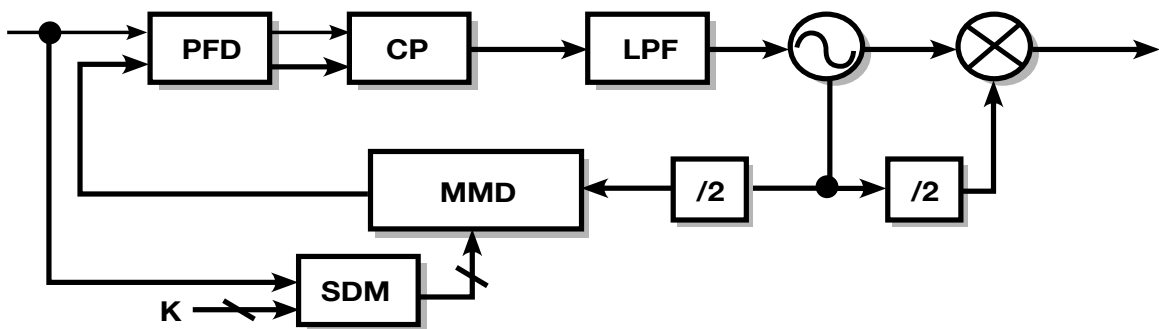


圖4 由SDM+MMD組成之頻率合成器電路方塊圖。

故可將圖3之Programmable Divider，改為如圖4之SDM+Programmable Divider電路方塊。

另外，為降低可程式除頻器所造成之雜訊，當除數數值（Ntotal）越小，其雜訊將以log（Ntotal）的比例降低，故在選定輸入端參考訊號源頻率（Fref）為26MHz的情況下，可計算出SDM與MMD所需的規格參數如下：

$$F_{vco} = \frac{2}{3} F_{out} = \frac{2}{3} \cdot (5000 \sim 6000 \text{MHz}) = N_{total} \cdot F_{ref}$$

$$\text{且 } N_{total} = 2 \cdot (N \cdot f) = 2 \cdot \left(N + \frac{K}{2^k}\right), F_{ref} = 26 \text{MHz}$$

(1-2)

$$\left\{ \begin{array}{l} N = 65 \sim 75 \\ \Rightarrow \text{let } 2^k = 78, \Rightarrow k = 7 \text{bits}, \\ K = 0 \sim 77 \end{array} \right.$$

其中 Ntotal 為整體頻率合成器之除數數值，  
N 為 MMD 可提供之整數部份，  
.f 為 MMD 可提供之小數部份。  
K 為 SMD 之輸入控制位元數，  
k 為 SMD 之 Quantization 位元數。

(1-3)

由（1-3）式可知MMD共需完成6級電路，SDM共需7 bits之輸入控制位元。在此我們可完成頻率合成器之頻率規劃，所需之頻率對應除數控制參數如表2。

在訂出頻率規劃後，接著可訂出其他符合應用端系統之相關參數，如鎖定時間及相位雜訊

表2 輸出頻率與除數控制參數之對應表

## For Lower and Middle U-NII Bands

Fout (MHz)	5180	5200	5220	5240	5260	5280	5300	5320
Fvco (MHz)	3454.33	3466.67	3480	3493.33	3506.67	3520	3533.33	3546.67
N	66	66	66	67	67	67	67	68
K	32	52	72	14	34	54	74	16

## For Upper U-NII Bands

Fout (MHz)	5745	5765	5785	5805
Fvco (MHz)	3830	3843.333	3856.667	3870
N	73	73	74	74
K	51	71	13	33

## For WIMAX OFDMA 5GHz Bands

Fout (MHz)	5100	5105	5110	.....	5995	6000
Fvco (MHz)	3400	3403.333	3406.667	.....	3996.667	4000
N	65	65	65	.....	76	76
K	30	35	40	.....	67	72

等。接著，進一步針對頻率合成器之各子電路設定相關參數，如PFD/ CP之增益（Gain）、Loop Filter的型態（Type），階數（order）、VCO的增益（Gain）、可調頻寬（Turning Range）、相位雜訊（Phase Noise）、可程式除頻器之除數（Division）等。接著再利用 Behavior Model作單一頻率合成器之系統模擬，確認符合應用端所訂之需求後，即可初步確認該頻率合成器各子電路所需之電路規格。

鎖定時間（Settling Time）與相位雜訊的相位雜訊（Phase Noise）的評估方式如下：

在鎖定時間（Settling Time）的評估中，可參考<sup>[4]</sup>在中有提到之通道切換時間，此即可回推

為頻率合成器切換不同頻率時所需之時間，其定義為224usec，但因為考量整體應用時，可能同時有多組接收機相互溝通，因此在鎖定時間的評估中，一般論文並無太多說明，通常會以<100usec<sup>[5]</sup>，一般而言50usec為合理的設計目標。

在相位雜訊（Phase Noise）的評估上，首先利用ADS將頻率合成器視為一個帶有相位雜訊之本地震盪源，接著設定其相位雜訊大小並作整體接收機模擬，藉由模擬結果之BER/PER是否符合WLAN的規範作為判斷頻率合成器之相位雜訊好壞的標準。其詳細模擬方式與結果將在後文中詳加說明。經過ADS之WLAN系統模擬評估後，可發現其頻率合成器之相位雜訊在1MHz

表3 頻率合成器系統規格表

項目	規格
Frequency Range	5.0 GHz ~ 6.0 GHz
VCO Tuning Rang	3.33 GHz ~ 4.0 GHz
Phase Noise	< -106dBc/Hz @1MHz offset
rms Phase Error	±20ppm
Settling Time	< 50 usec
Power Consumption	As Low As Possible
Area	As Low As Possible
Supply Voltage	1.0V
Technology	TSMC 90nm CMOS 1P9M

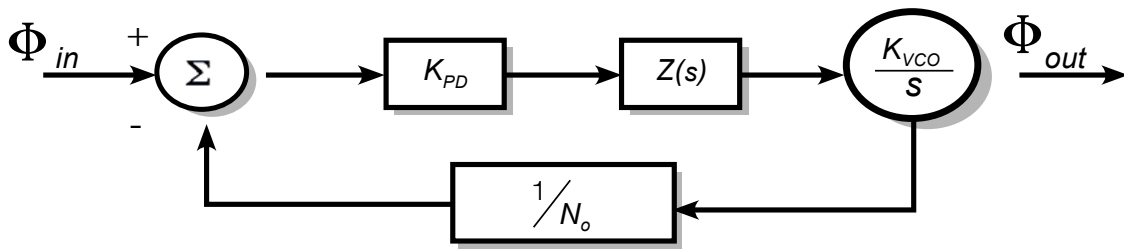


圖5 鎖相迴路頻率合成器之線性模型。

offset，需小於-106dBc/Hz，方可滿足系統規格要求。經由上述之系統評估與頻段規劃後，可得到此頻率合成器之規格如表3。

### Sub-Block Parameter Setup

根據圖4之架構，可設定各子電路之相關參數，並經由模擬確認其符合表3之系統規格。

首先，可將鎖相迴路頻率合成器以線性模型表示，如圖5所示，其中：

$K_{PD} = \frac{I_{CP}}{2\pi}$ ， $K_{PD}$  為 PFD 之增益，  
 $I_{CP}$  為 Charge Pump 之電流  
 $K_{VCO}$  為 VCO 之增益  
 $Z(s)$  為 Loop Filter 之轉移函數  
 $N_o$  為可程式除頻器之總除數

參考<sup>[6]</sup>所定義之參數並挑選所需之迴路濾波器架構與階數，接著先初步給定各子電路設計所需之參數值，並作開迴路與閉迴路之分析計算，然後再經由軟體模擬反覆微調驗證各參數值，並從

表4 各參數之設定值

Parameter	Value	Description
$K_{VCO}$	$2\pi \cdot 200\text{MHz}$	VCO gain
$I_{CP}$	1.25mA	Charge-Pump Current
$b$	8	
$\omega_C$	$2\pi \cdot 250\text{KHz}$	cross-over frequency, Bandwidth

模擬結果確認鎖相迴路之Phase Margin及鎖定時間符合先前描述之系統規格。如此完成各子電路之參數規劃，接著進入各子電路之電路架構選擇與設計模擬。

在迴路濾波器的挑選上，通常會採用一般常見由電阻、電容所組成之二階濾波器如圖6，其轉移函數：

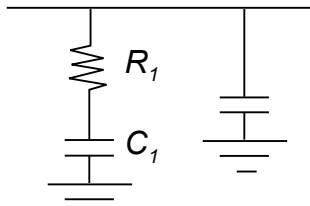


圖6 二階之被動元件濾波器。

另外，考慮因PFD所造成之Spurious Sideband，若因其雜訊太大將會干擾到鄰近通道，因此會在迴路濾波器多增加一階極點，用來減少Spurious Sideband noise。因此我們將使用三階之迴路濾波器，其架構如圖7。

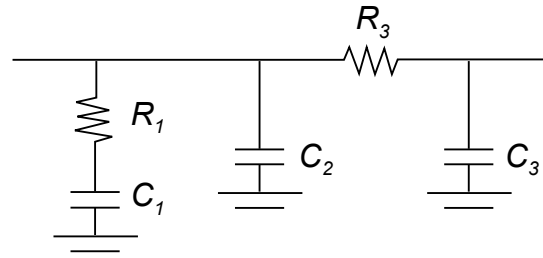


圖7 三階之被動元件迴路濾波器。

$$Z(s) = \left(\frac{b}{b+1}\right) \cdot \frac{\tau_1 s + 1}{s C_1 \left(\frac{\tau_1 s}{b+1} + 1\right)}$$

$$\text{其中， } \tau_1 = R_1 C_1, \quad b = \frac{C_1}{C_2}$$

因此其開迴路之轉移函數

$$G(s) = \frac{K_{VCO} I_{CP}}{2\pi N_0} \cdot \left(\frac{b}{b+1}\right) \cdot \frac{\tau_1 s + 1}{s C_1 \left(\frac{\tau_1 s}{b+1} + 1\right)}$$

並且根據<sup>[7]</sup>可知其鎖相迴路之PM

$$\text{PM} = \tan^{-1}(\tau_1 \omega_c) - \tan^{-1}\left(\frac{\tau_1 \omega_c}{b+1}\right)$$

其中， $\omega_c$  為鎖相迴路之頻寬

在了解上述鎖相迴路的線性模型公式後，我們確認使用三階之迴路濾波器，並先設定各子電路之初始參數值如表4。

接著根據<sup>[6]</sup>，可知

$$\frac{I_P}{2\pi} \cdot \frac{K_{VCO}}{N_0} \left(\frac{b}{b+1}\right) = \frac{C_1}{\tau_1^2} \sqrt{b+1}$$

$$\text{且 } \tau_1 = \frac{\sqrt{1+b}}{\omega_c}$$

代入表4之各項參數後， $N_0 = 148 \frac{66}{78} = 2 \cdot (74 \frac{33}{78})$  可計算當時，所需迴路濾波器之電阻、電容值。

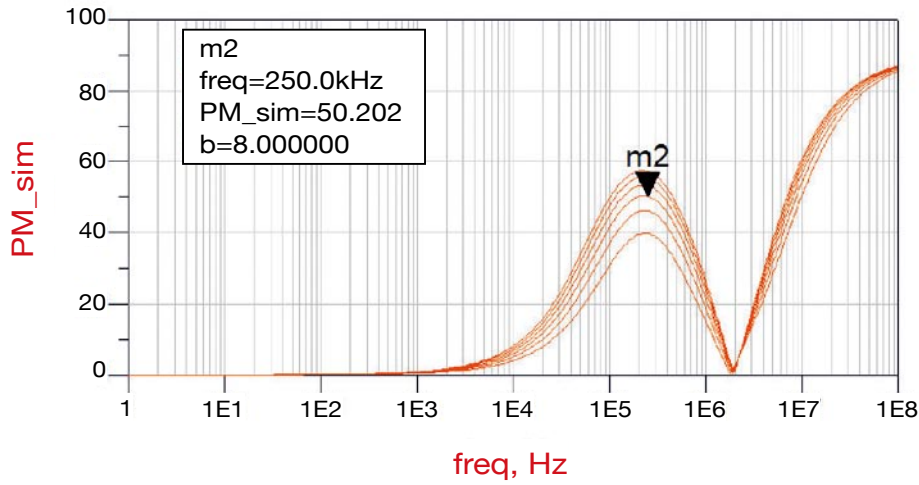


圖8 Phase Margin模擬結果。

參考表2，此即為頻率合成器操作在Upper U-NII Bands時，VCO之輸出頻率應為3870MHz之狀況。

因此經由帶入公式計算可得知

$$\tau_1 = \frac{\sqrt{1+b}}{\omega_c} = \frac{\sqrt{1+8}}{2\pi \cdot 250} = 1.91E-6$$

$$C_1 = \frac{I_P}{2\pi} \cdot \frac{K_{VCO}}{N_0} \left(\frac{b}{b+1}\right) = \frac{\tau_1^2}{\sqrt{b+1}}$$

$$= \frac{1.25E-3 \cdot 2\pi \cdot 200E6}{148 \cdot \frac{22}{26}} \left(\frac{8}{8+1}\right) \frac{(1.91E-6)^2}{\sqrt{8+1}}$$

$$= 1.815E-9 = 1.82nF$$

$$R_1 = \frac{\tau_1}{C_1} = 1.052E3 = 1.052K \text{ ohm}$$

$$C_2 = \frac{C_1}{b} = 2.27E-10 = 227pF$$

$$R_3 = 5 \cdot R_1 = 5.26K \text{ ohm}$$

$$C_3 = 5.446pF$$

$$\Rightarrow \text{Atten} = 13.6dB$$

將迴路濾波器所有需要之數值算出後，可先利用ADS模擬系統開迴路，得知在此情況下，其Phase Margin有50.2°，可滿足鎖相迴路穩定性之要求。其模擬結果如圖8所示。

接著利用ADS作系統之閉迴路模擬，可了解此頻率合成器所需之設定時間，經由模擬發現，其  $N_0 = 148 \frac{66}{78} = 2 \cdot (74 \frac{33}{78})$  時，即為頻率合成器操作在Upper U-NII Bands時， $N_{total} = N_0 = 2 \cdot (N \frac{K}{78}) = 2 \cdot (74 \frac{33}{78})$ ，VCO之輸出頻率應為3870MHz狀況下，其鎖定時間小於50usec，同樣可滿足規格要求。模擬結果如圖9所示。

經由模擬確認頻率合成器之各子電路所設定之參數，確實可以符合表3之規格要求後，我們將配合圖4將各子電路之規格列如表5。

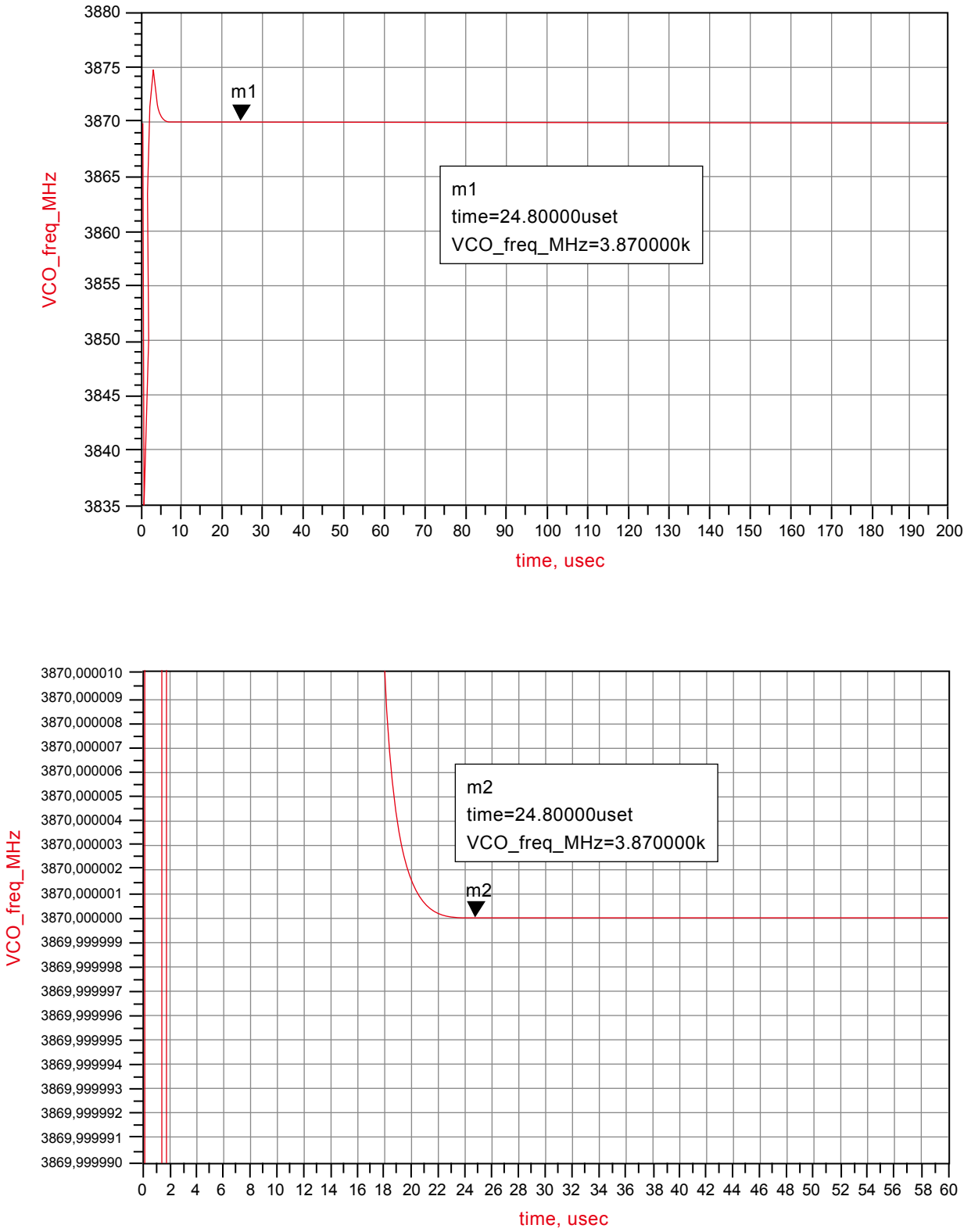


圖9 Settling Time模擬結果。

表5 頻率合成器之各子電路規格列表

子電路	參數	數值
VCO	$K_{VCO}$	$2\pi \cdot 200\text{MHz}$
VCO	Tuning Range	3.0~4.0GHz
VCO	Phase Noise	$<-110\text{dBc/Hz @1MHz offset}$
PFD	Operation Frequency	$> 26\text{MHz}$
Charge Pump	$I_{CP}$	1.25mA
Bandwidth	$\omega_C$	$2\pi \cdot 250\text{KHz}$
Div2_S1	Operation Frequency	$> 4\text{GHz}$
Div2_S1	Phase	Quadrature Phase
MMD	Stage	6
SDM	Order	MASH 1-1

### Circuit Block Behavior Model of Verilog / Verilog-A

在設定頻率合成器各子電路之規格後，應先作系統之模擬並確認子電路設定之歸和符合系統要求，由先前我們利用ADS所作之系統模擬可知其所設定子電路參數應可符合需求，但因ADS之各子電路為內建之行為電路方塊，為能夠更貼切真正電路設計之需求，我們將利用Verilog-A撰寫各子電路之Behavior Model，並利用Spectre 來進行系統模擬。

因此考慮圖4之電路方塊，完成撰寫Behavior Model並整合在一起，如圖10所示，接著帶入前面表5所設定之各子電路參數值，進行模擬，依照圖11之模擬結果可知，其頻率合成器之鎖定時間小於50usec，符合整體系統要求。

### Phase Noise Effect of Synthesizer in WLAN System by ADS System Simulation

在相位雜訊的評估上，利用ADS的WLAN系統模擬範例，如圖12，為ADS內建整合之WLAN Transmitter，它將欲傳送之資料（Data）與「WLAN Signal」整合，其可設定WLAN之PSDU Length與Data Rate。根據WLAN之規格要求，其Length需設定為1000，其Data Rate則可視未來應用作設定，在此模擬時設定為54Mb/sec，接著將調變後之OFDM訊號，經過「WLAN RF Transmitter」發送，在此我們可設定其功率，此處之功率可視為接收機之最小可接收功率（ $P_{rxmin}$ ）。

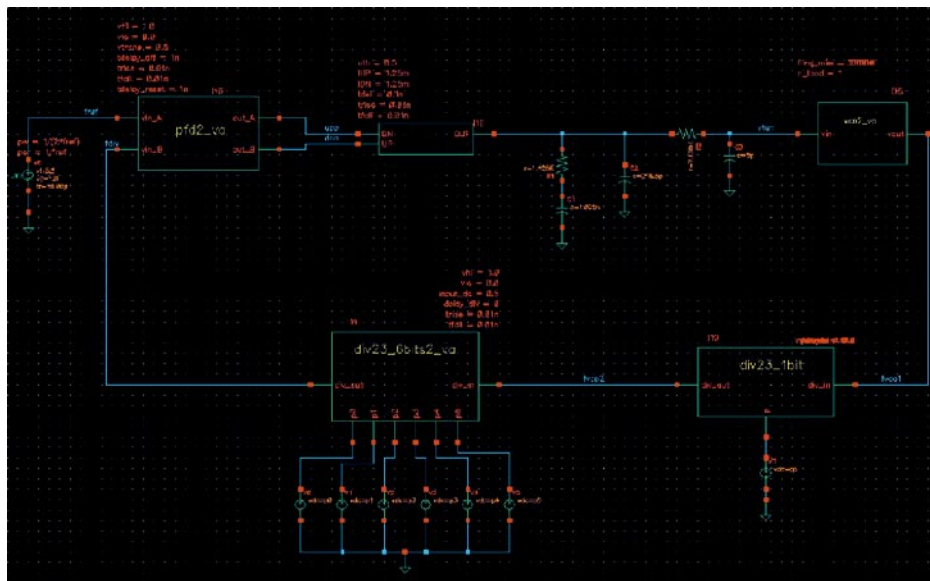


圖10 利用Verilog-A所撰寫之Behavior Model果。

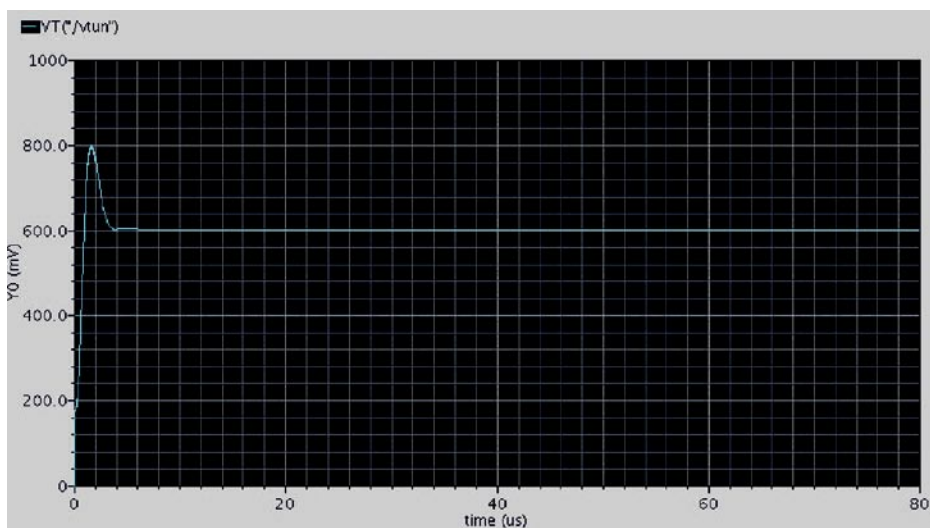


圖11 利用Spectre模擬頻率合成器之鎖定時間。

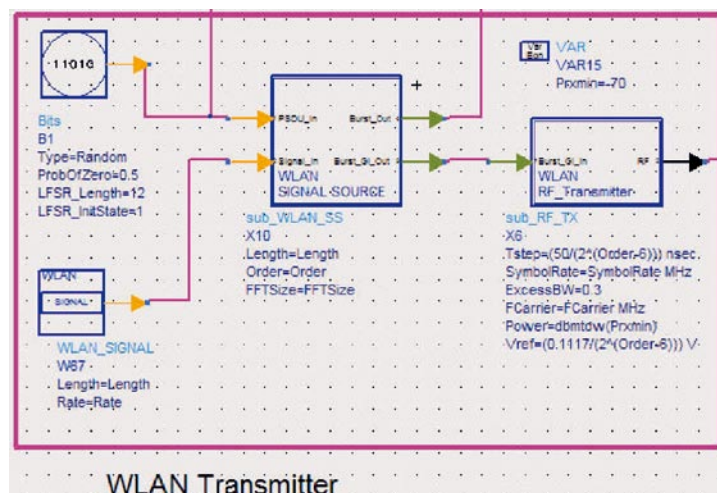


圖12 ADS內建範例整合之WLAN Transmitter。



接著，在整體系統模擬時，如圖13，假設接收機收到Prxmin，經過接收機之切換濾波器、低雜訊放大器，並將頻率合成器視為一個帶有相位雜訊之訊號產生器（ADS稱之為「N\_Tones」），作為WLAN系統之本地振盪源，並可自行輸入其相位雜訊之規格。

最後訊號經由QAM\_DemodExtOsc解調，輸入直接降頻接收機所設定之IF濾波器與可程式增益放大器（如圖14），最後再透過ADS將訊號轉

換為Burst、Signal、PSDU等輸出資料，並比較經過與未經過接收機之資料（如圖15），進而了解整體接收機之BER/PER是否符合WLAN規格。

經由上述說明，我們設定N\_Tones之相位雜訊（如圖16），並同時掃描Prxmin，藉以了解在何種程度之相位雜訊上，接收機將因雜訊所造成的影響，而降低其BER/PER的規格，藉此了解並設定頻率合成器之相位雜訊。

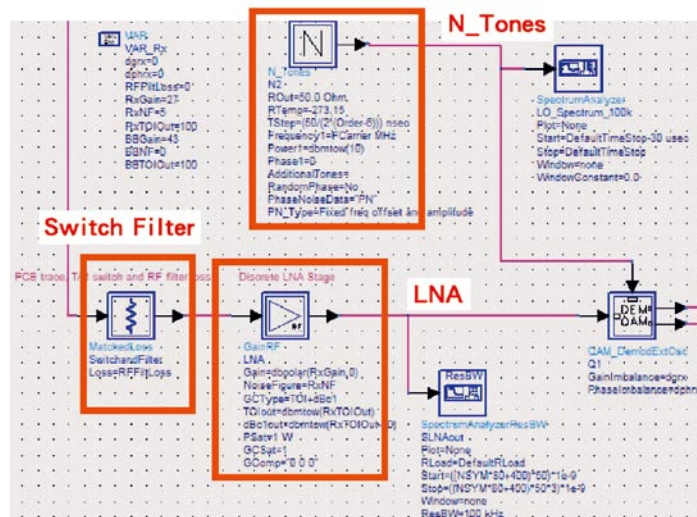


圖13 接收機前端之Switch Filter、LNA與N\_Tones。

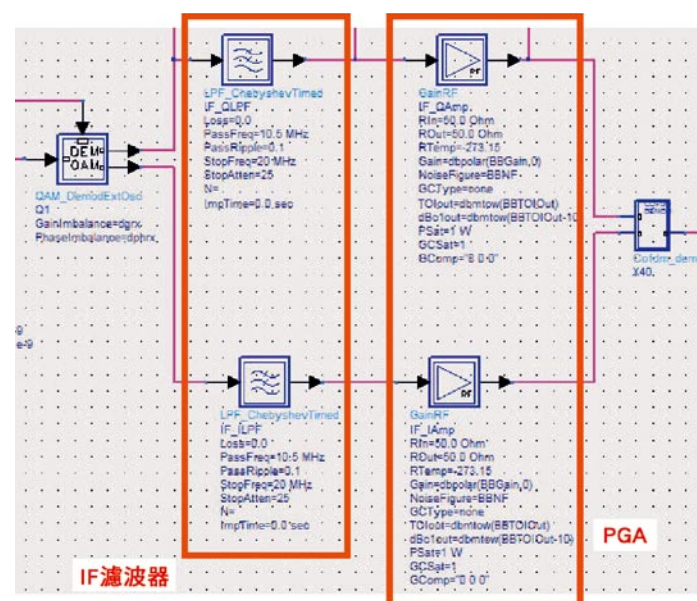


圖14 直接降頻接收機之IF濾波器與PGA。

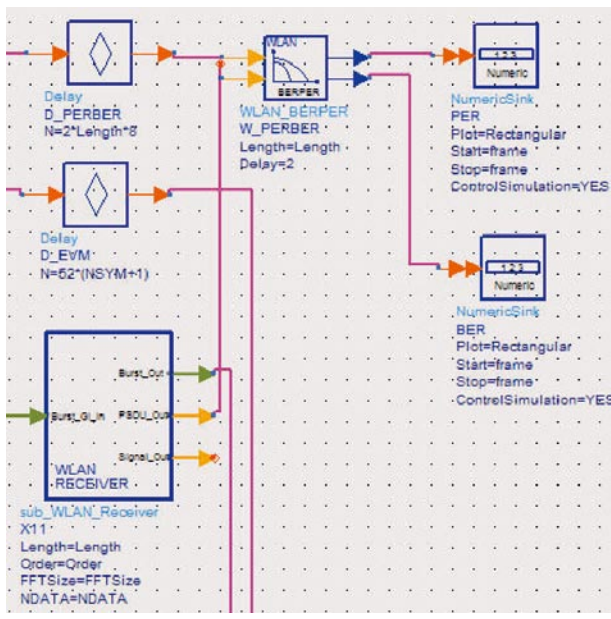


圖15 解調與BER/PER之模擬。

為確認模擬結果之正確性與減短模擬時間，可調整參數frame設定，frame越大，模擬之資料越大，模擬時間也越長，雖然要求frame>100即可，但發現當frame<500時，BER/PER之模擬結果明顯隨著frame數量而改變，但frame>500時，其模擬結果趨於穩定值（如圖17），因此為求資料之可靠性，建議將frame>500較佳，在往後之模擬，frame=800

另外，若當相位雜訊為PN1（極差狀況下），整體接收機之BER因此變差，即使降低LNA之雜訊指數也無法達到規格之Prxmin要求，並且增加Prxmin亦無法有效降低BER，其結果如圖18所示。

接著，設定RxNF=10dB，觀察BER/PER的結果（如圖19）發現，PN1完全無法達到要求，而PN2與PN0幾乎很接近，僅有些許差異，因此可試著放寬相位雜訊的規格，重複模擬。

因此經過ADS之WLAN系統模擬評估後，可發

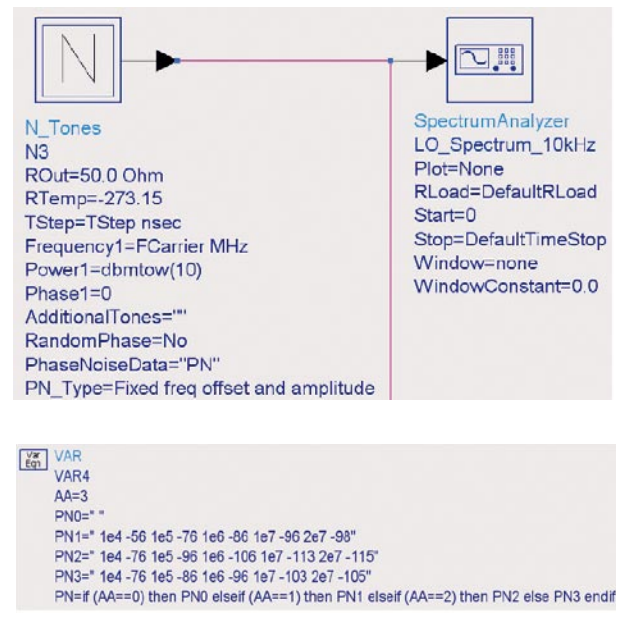


圖16 N\_Tones之相位雜訊設定。

現其頻率合成器之相位雜訊在1MHz offset，需小於-106dBc/Hz，即可滿足系統規格要求。注意：此為LNA之NF在10dB之模擬情況。

## 結論

在設計頻率合成器電路時，需針對內部各子電路建立適當之規格，並同時評估系統在整體收發機之特性是否符合要求。因此本文介紹如何從應用端開始規劃頻率合成器之頻率規劃及採用架構，並利用線性模型之公式，找出各子電路之參數初始值，接著以Behavior Model分析各子電路之參數，是否符合頻率合成器之系統規格要求，進而能在電路設計前，快速了解其特性在整體系統中的影響，並藉以建立並修正各電子路之電性規格，以滿足WLAN系統之要求。

另一方面，在相位雜訊對WLAN系統之影響，本文亦利用ADS進行模擬，藉以評估Synthesizer之相位雜訊規格。

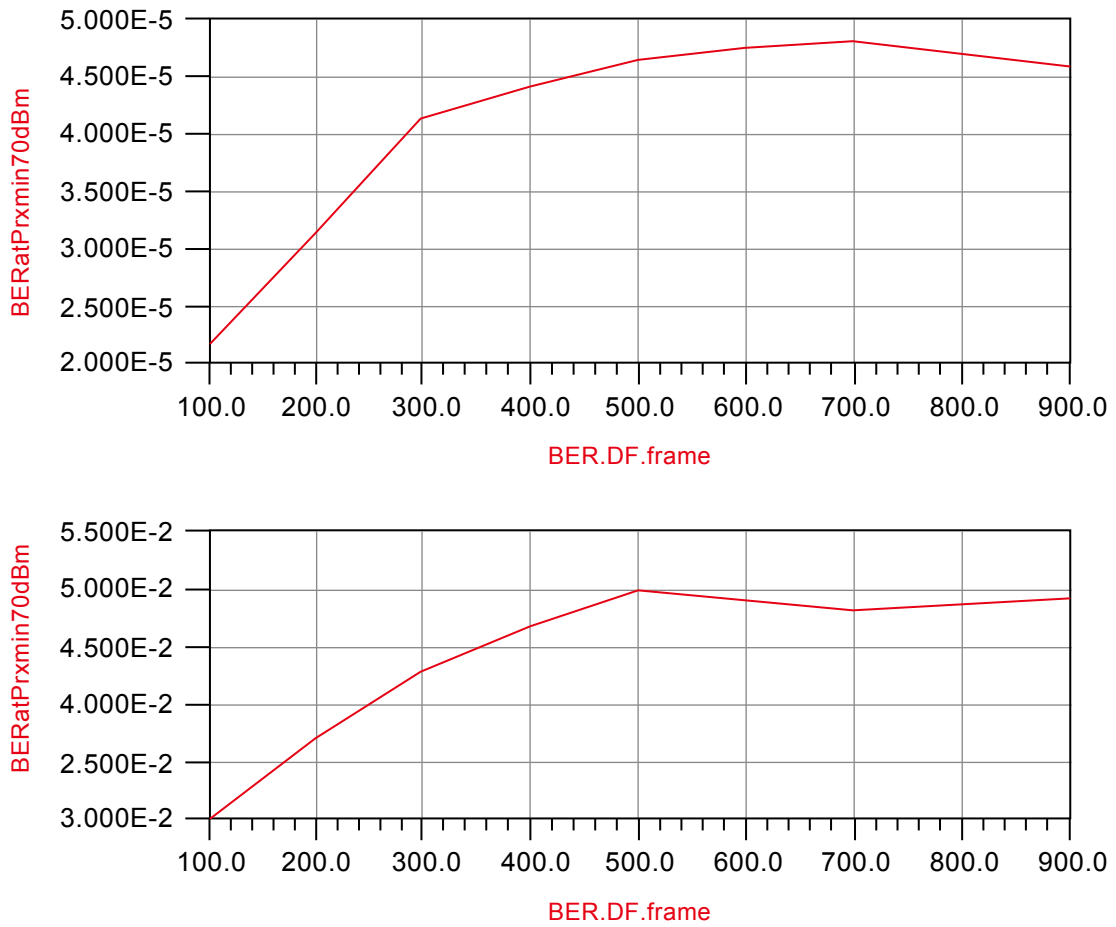


圖17 Frame對BER/PER之影響。

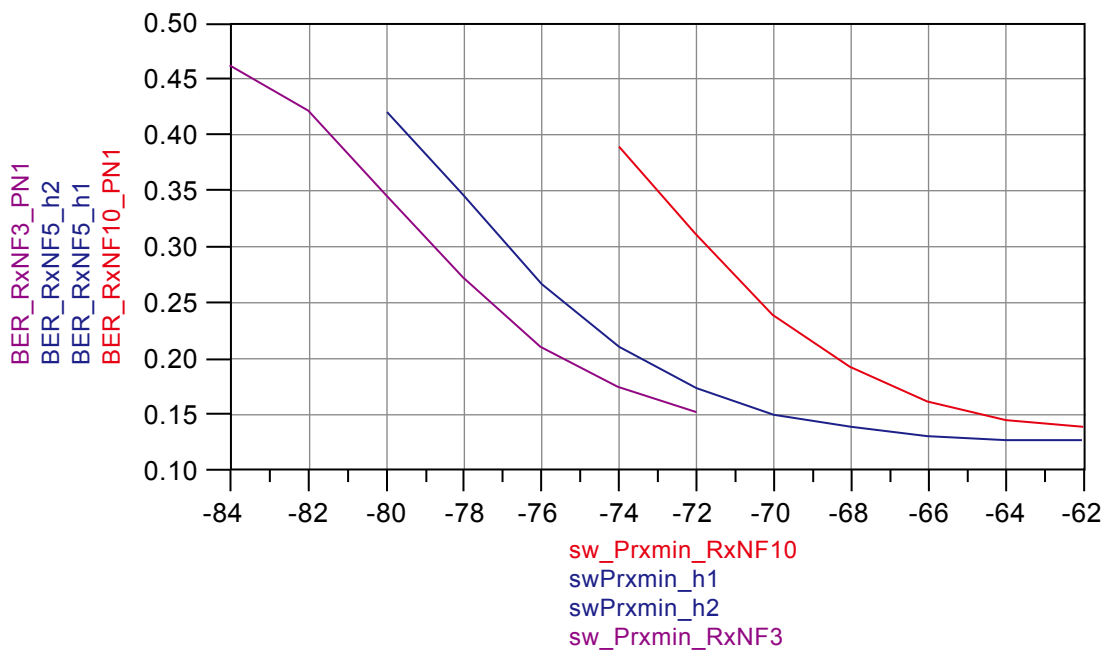


圖18 PN1情況下，接收機之BER。

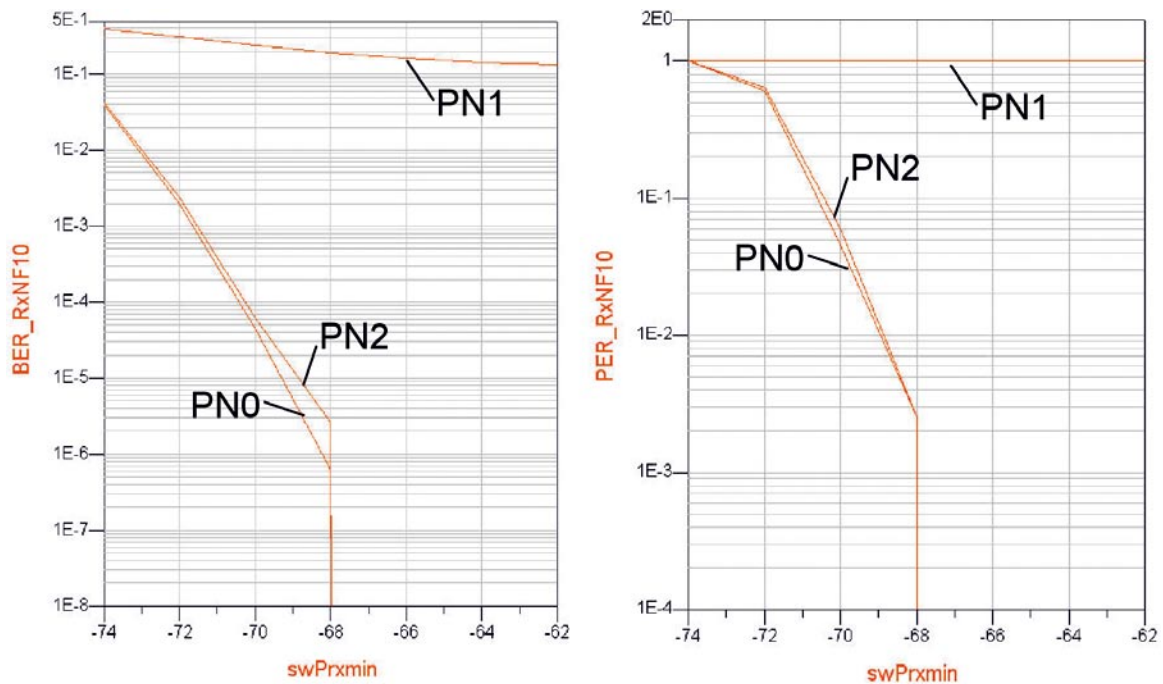


圖19 RxNF=10dB, PN0,PN1, PN2之BER/PER模擬結果。

#### 參考資料

1. "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High-speed Physical Layer in the 5 GHz Band", IEEE-SA Standards Board, 1999.
2. 802.16 IEEE Standard for Local and metropolitan area networks, "Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", IEEE-CS and IEEE-MTTS, 2004.
3. Ovid Lin, "Multi-Modulus Divider", CIC, 2004.
4. "Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications", LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, 2005.
5. Mohammadi, A., Ayatollahi, A., Abrishamifar, A., Beygi, A., "Frequency Synthesizer Settling Time and Phase Noise Issues For WLAN Transceiver Application in IEEE 802.11n Standard", International Conference of Electrical Engineering, pp.1-5, April, 2007.
6. H.R. Rategh, T.H. Lee, "Multi-GHz Frequency Synthesizer & Division Frequency Synthesizer Design for 5 GHz Wireless LAN Systems", pp.23-30, Kluwer Academic Publishers, 2001.
7. J.R. Sha, ADS project file: pll\_sys.zap, Oct., 2007.

# 聚氧代氮代苯并環己烷之奈米複合材料在超疏水至親水間溼潤性控制之探討與應用

文/圖 林漢清 國家奈米元件實驗室

## 摘要

濕潤性 (wettability) 是表面結構的重要性質，取決於表面的化學組成和微觀結構。本研究主要為利用一新穎低表面能高分子：聚氧代氮代苯并環己烷 (Polybenzoxazines) 與二氧化矽奈米粒子組成之高分子奈米複合材料，以浸潤於乙醇水溶液及真空乾燥之往復式操作來達成超疏水至親水間可逆濕潤性的控制，且自超疏水狀態至親水狀態中間的任一接觸角都可以經由控制浸潤水溶液之時間以及真空乾燥的時間、溫度、浸潤水溶液之種類和二氧化矽奈米粒子之含量來加以控制達到。浸潤於水溶液之後其吸附力大為增加的特性可以作為微小液滴傳輸之應用。

## 關鍵字

濕潤性 (wettability)；蓮花效應 (Lotus effect)；表面響應材料 (surface responsive materials)。

## 簡介

能夠自由操控物質表面的濕潤性是人們一直渴望的，無論是超疏水 (水接觸角  $>150^\circ$ ，滾動角  $<10^\circ$ ) 到超親水 (水接觸角  $\sim 0^\circ$ ) 都有許多已知令人驚豔的應用，還有更多尚待開發的潛在

應用。在自然界中蓮葉表面是超疏水表面的最典型也是最早被研究的例子。1997年，德國生物學家 Barthlott 和 Neinhuis 通過觀察植物葉子表面的微觀結構<sup>[1]</sup>，認為蓮葉表面的自清潔 (self-clean) 現象是來自於表面微結構以及表面蠟質結晶，被侷限在這表面奈米級微結構層中的空氣猶如在蓮葉表面形成一層氣墊，灰塵或液體之接觸面大多由空氣支撐，因此減少了其與蓮葉間的吸附力量。而表面蠟質結晶則提供了疏水性的化學結構，使的蓮葉表面由於擁有此種兼具微奈米的細緻結構以及疏水性的化學組成，從而達成蓮葉表面自清潔的特性。此種超疏水結構並不是蓮葉的專利，在許多其他的動植物身上也可以發現到類似的應用，例如能夠在水面行走的水黽、蝴蝶身上色彩繽紛的翅膀以及壁虎的腳爪，我們都可以發現大自然除了賦予這些生物超疏水自清潔的能力之外，更賦予它們更多其他的求生能力，比如蝴蝶翅膀上的規則微結構除了擁有抗沾黏水滴的功用，它其實也具有光子晶體的規則排列而使的蝴蝶擁有色彩鮮豔的翅膀顏色。而壁虎腳爪上的微結構使的壁虎腳掌除了擁有自清潔的功用之外，更使的它擁有極強的吸附力可以如此微小的腳掌支撐起壁虎整個身體的重量而能夠輕易爬上陡峭光滑的牆壁。

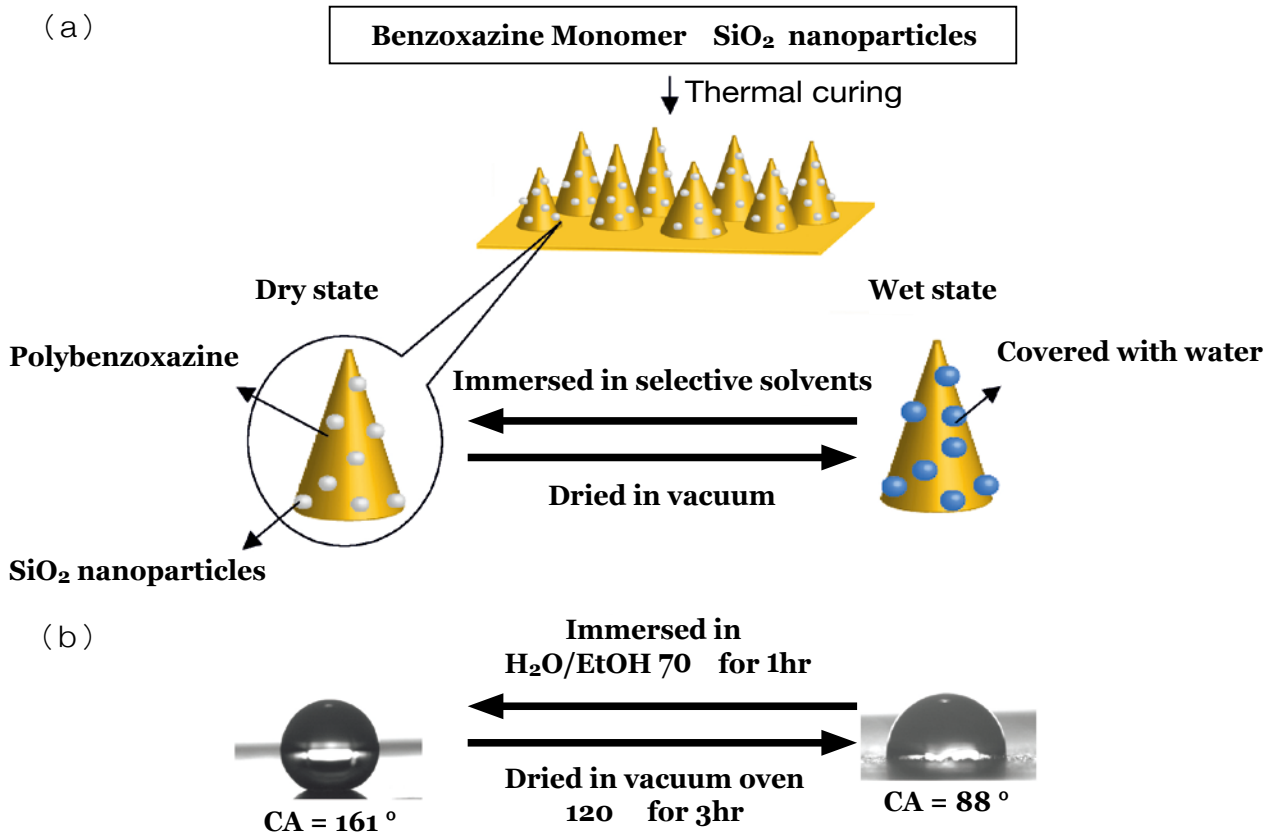


圖1 聚氧代氮代苯并環己烷/二氧化矽奈米粒子之奈米複合材料可逆濕潤性之示意圖：  
 (a) 親疏水可逆實驗步驟示意圖；  
 (b) 當配製添加重量比至120phr的奈米粒子可達到之最大親疏水轉換差距。

這些生物體上優異的求生本能被人們發現以及探究原因之後，許多人造超疏水表面就被製造出來：如溶膠-凝膠法 (sol-gel)<sup>[2]</sup>、電漿法<sup>[3]</sup>和微影蝕刻法<sup>[4]</sup>等。雖然超疏水材料在日常生活中就擁有廣泛的應用（如汽車外殼的自清潔塗料乃至以超疏水處理後的纖維織成的襯衫），但是超親水材料同樣也在應用面上有其一席之地，如超親水玻璃可使霧氣在其表面迅速攤平，而不至於凝結成不易滾走的微小液滴從而達到防霧的效果，在交通工具的後視鏡已經有普遍的應用。若能夠在材料表面濕潤性控制上實現如開關電燈般的自由控制則是人們所最為希望的：經由簡單的切換

就能使材料展現出不同的濕潤性，例如由超疏水狀態轉變為超親水狀態。在2002年，表面響應材料 (surface responsive material) 的概念被提出來<sup>[5]</sup>，就是希望實現這個理想。所謂的表面響應材料，就是會因應外在環境條件的改變，而改變自身表面特性的材料。製備表面響應材料有三個要件：適當的化學結構、與此化學結構相對應的外在激發源以及適當的表面粗糙結構。不同的外在激發源則可以製備出不同的表面響應材料，如利用紫外光、溫度、電磁場和pH值等<sup>[6-9]</sup>。另外，具有強吸附力兼具疏水特性的表面（如壁虎腳掌）因為在應用面上已經有所謂的壁虎膠帶

(gecko tape) 的問世<sup>[10]</sup>以及在微量液滴傳輸上的用途，也在近年來受到相當的關注。壁虎腳掌上的超強吸附力究竟是來自於凡德瓦力還是毛細管作用力，至今仍沒有一個確定的結論，最近的研究指出其可能是來自於凡德瓦力和毛細管作用力的共同作用。本研究即利用一新型的低表面能材料混合二氧化矽奈米粒子，簡易的透過浸潤於水溶液與真空烘烤即可操縱此奈米複合材料表面的濕潤性，並且在最後我們利用原子力顯微鏡量測其吸附力發現在浸潤於水溶液之後其吸附力有相當程度的提升。

### 結果與討論

在先前研究我們已經發現聚氧代氮代苯并環己烷 (polybenzoxazines) 此熱交聯型高分子的低表面能特性，其表面能甚至可以低於一般公認的低表面能材料鐵氟龍 (PTFE，其表面能約為21mJ/m<sup>2</sup>)<sup>[11]</sup>。雖然polybenzoxazines和氟系高分子均具有低表面能的特性，但是polybenzoxazines相對的較為便宜以及易於加工。我們使用的二氧化矽奈米粒子之表面為氫氧基修飾，可展現出較為親水的性質。圖1 (a) 所示為製備此奈米複合材料之示意圖。在旋塗上BA-a benzoxazine於玻璃基材上接著高溫交聯 (210° C, 1h) 之後，我們可以得到一平坦表面如圖2 (a) 所示。在此表面之均方根粗糙度 (root-mean-square roughness) 為0.17 奈米，且其水接觸角為107度。當我們以高分子對二氧化矽奈米粒子之重量比高於50phr之狀況混攪奈米粒子之後，我們可得到一超疏水表面，

表1所示為混攪奈米粒子之濃度與製備出來之表面的粗糙度比較，可以看出當奈米粒子濃度越高我們所得之粗糙度即越高。圖2 (b) 和2 (c) 展示了混攪50phr及120phr兩種奈米粒子濃度之原子力顯微鏡圖，可以看出120phr之奈米粒子濃

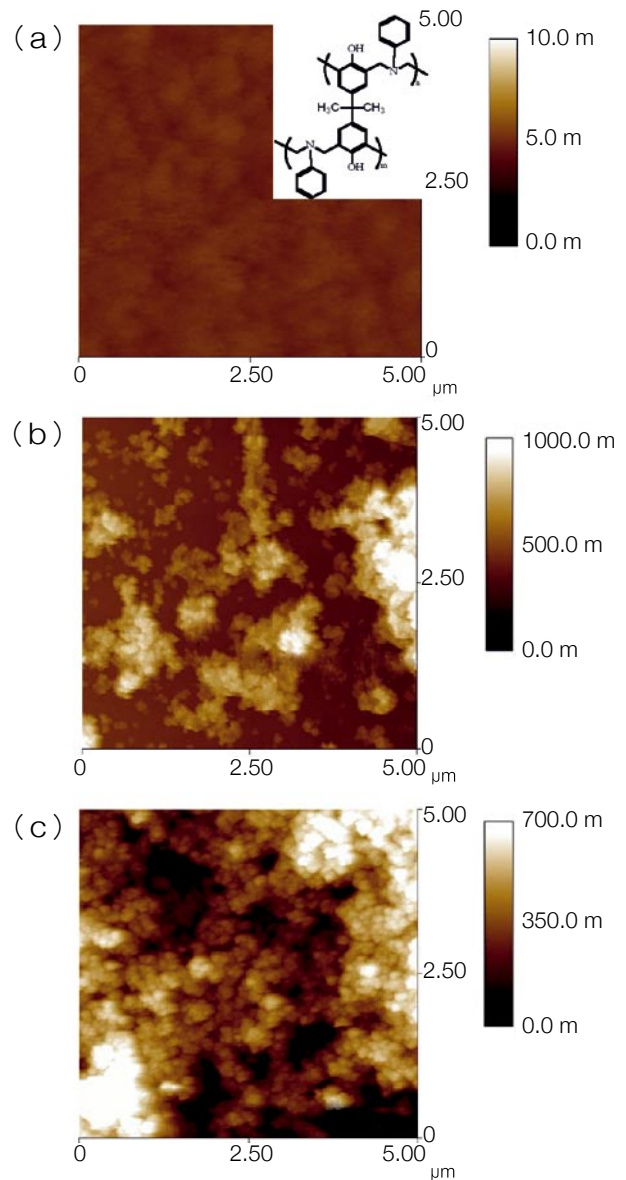


圖2 含不同奈米粒子濃度之奈米複合材料的原子力顯微鏡圖：  
(a) 純的polybenzoxazine表面，右上方為其化學結構；  
(b) 含50 phr濃度的奈米粒子；  
(c) 含120 phr 濃度的奈米粒子之表面。

表1 改變奈米粒子含量對表面均方根粗糙度以及水接觸角之變化

sample no.	THF (mL)	benzoxazine (g)	SiO <sub>2</sub> nanoparticle (g)	rms roughness (nm)	Water contact angle for first cycle		
					as prepared	wet state	dry state
1	10	0.5	0.25	218±11	164	125	164
2	10	0.5	0.35	231±15	164	125	161
3	10	0.5	0.45	259±16	165	121	161
4	10	0.5	0.50	270±18	167	118	161
5	10	0.5	0.60	303±21	167	88	161

度的表面遠較50phr之表面來的粗糙，但是此兩者皆具有超疏水的特性，在原子力顯微鏡圖下皆可看出他們均擁有如蓮葉表面般的微米與奈米等級的粗糙度，每個微米等級的小島（1~3微米）上均覆蓋著奈米等級的顆粒（20~60奈米），水接觸角分別為164度及167度。此種結構由於空氣所佔比例高，在水滴與表面之間可形成氣墊撐起水滴，因此造成超疏水現象。

親疏水可逆實驗步驟流程圖以圖1（a）表示。透過選擇性溶劑25%Ethanol（EtOH）加溫至沸點浸煮70°C 1小時，推論浸煮時EtOH使水溶液的表面張力降低後，水溶液在原本超疏水的表面浸潤的更好，因此降低水在表面的接觸角，浸煮產生的氣泡使奈米粒子表面覆蓋一層水膜，使測得接觸角由超疏水表面變成親水表面<sup>[12, 13]</sup>。經由真空烘烤120°C三小時，即可將薄膜表面所覆蓋的水膜帶走，回復Polybenzoxazine薄膜低表面能性質，使測得接觸角由親水表面變回超疏水表面。圖1（b）當配製添加重量比至120phr的奈

米粒子，可達到最大親疏水轉換差距。

由上述低表面能材料輔以奈米粒子添加至50phr時，所製備的薄膜表面即可達到超疏水特性。由表1觀察改變奈米粒子比例與疏水角度的變化，於疏水表面增加SiO<sub>2</sub>奈米粒子的比例，可使表面粗糙度增加所測得的接觸角度相對比較大。經由浸煮後比例高的SiO<sub>2</sub>奈米粒子所測得的接觸角較低，推論SiO<sub>2</sub>奈米粒子的作用除了增加表面粗糙度外，造成的粗糙度也使覆蓋的水膜更多，可使測得的親水角度更低。透過不同SiO<sub>2</sub>奈米粒子的比例，均可達成可逆（reversible）的現象。

使用OH基改質之奈米粒子，透過浸煮不同時間觀察其變化，由圖3（a）比較添加50phr與120phr的SiO<sub>2</sub>奈米粒子，浸煮不同的時間與親水角度變化，並使用烘箱65°C烘烤至乾確認仍保有潤濕性。浸煮後的表面使用噴槍將表面吹乾後測接觸角，當配製的表面粗糙度越大時浸煮後角



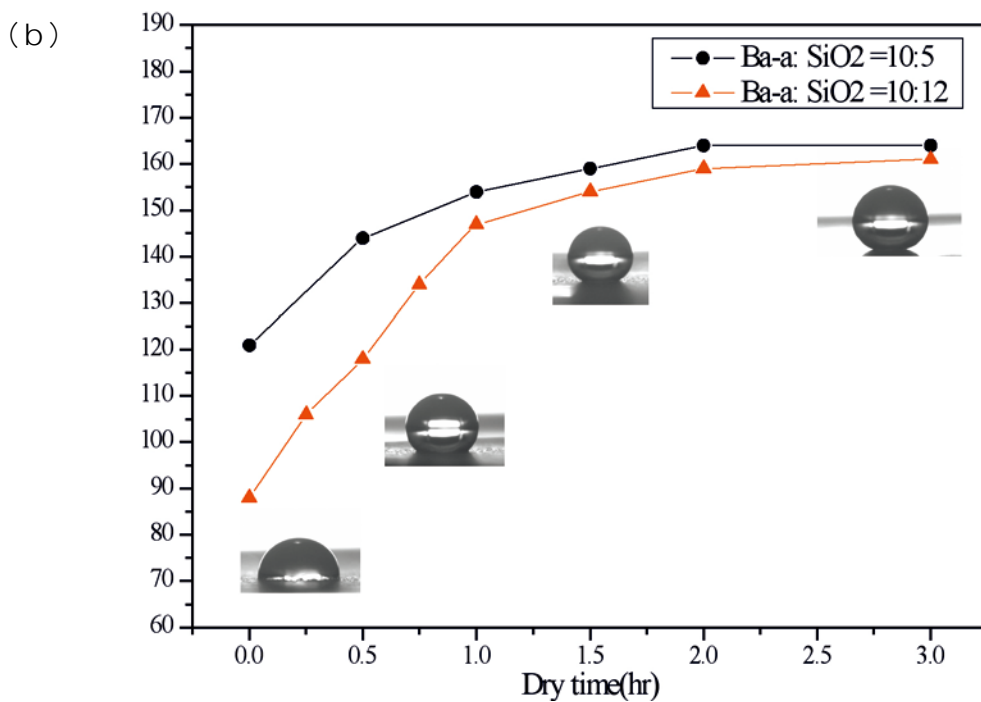
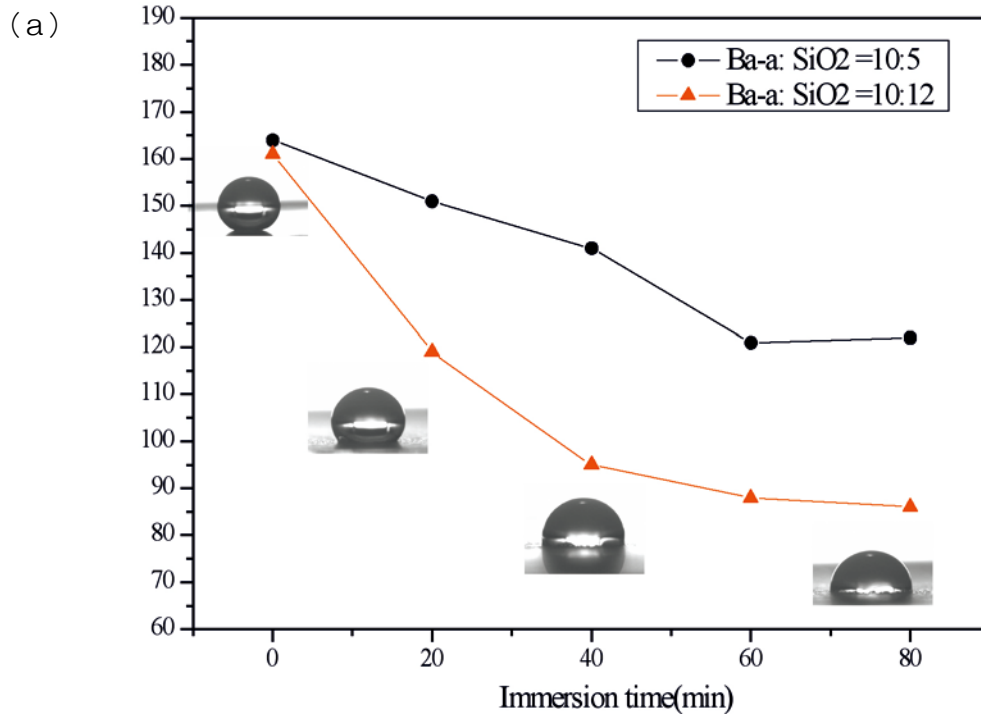


圖3 經由控制浸煮時間和烘烤時間可改變薄膜表面之接觸角：(a) 浸煮不同的時間與親水角度變化；(b) 烘烤時間不同與疏水角度變化。

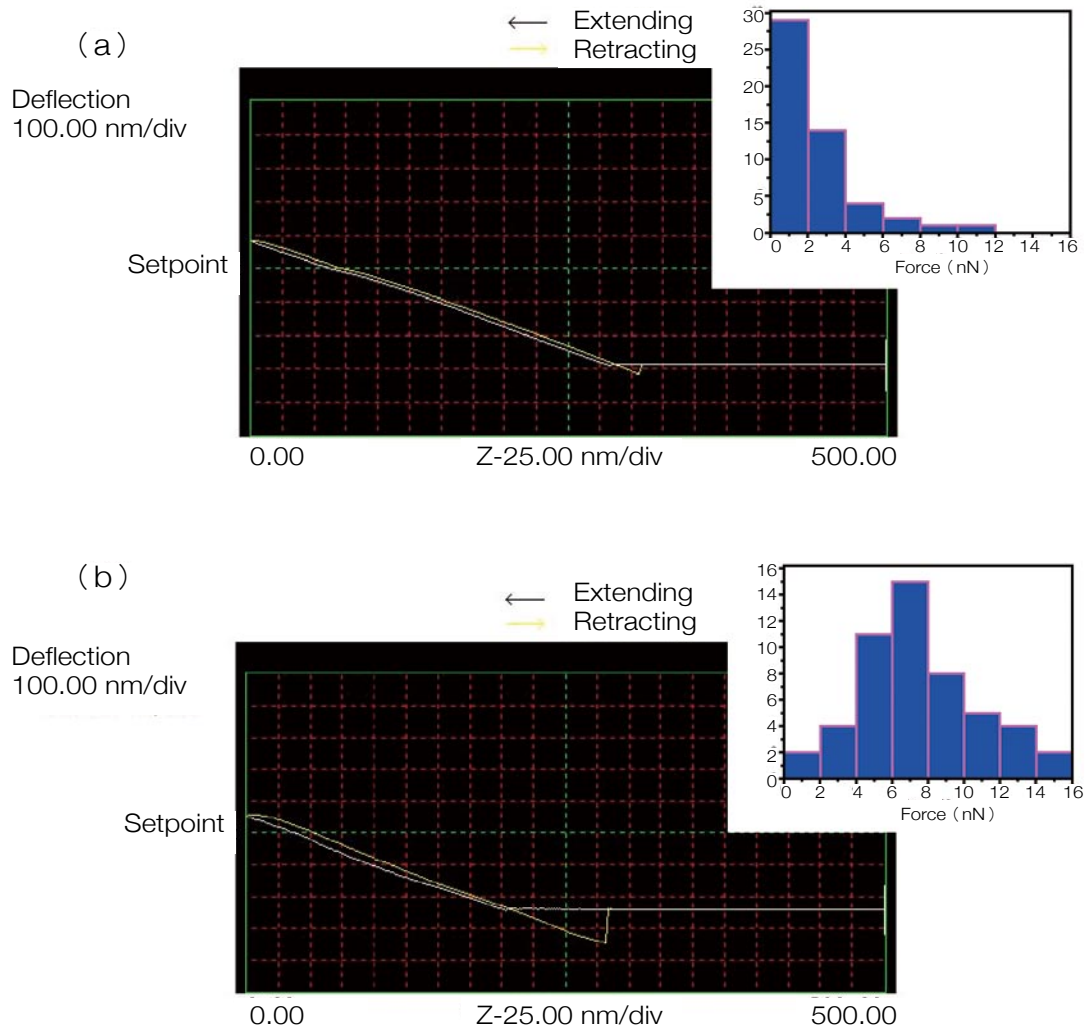


圖4 利用彈性係數為15 N/m之探針所得之原子力顯微鏡力-位移圖：(a) 浸潤水溶液前之狀況；(b) 浸潤水溶液之後。

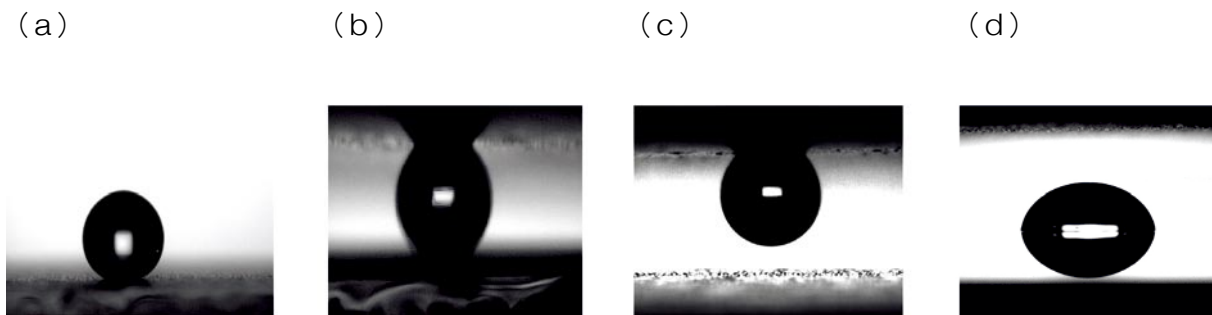


圖5 利用製備出之吸附力提升之複材表面將水滴由超疏水表面轉移至親水表面。

度變化較大，且浸煮時間至60min後測得的親水角度趨於定值，推論此時表面奈米粒子已完全覆蓋水膜後角度變化變小。圖3(b)真空烘烤時間與疏水角度的變化，隨著烘烤時間至3小時後水接觸角度趨於定值，推論此時表面奈米粒子所覆蓋的水膜，已完全被真空烘烤帶離，回復疏水的薄膜性質。我們可以經由控制浸煮時間還有真空烘烤的時間，自由掌控此表面的水接觸角。

我們利用原子力顯微鏡來研究添加50phr濃度奈米粒子之複合材料表面在浸潤水溶液前（水接觸角=167度）後（水接觸角=118度）之吸附力，如圖4所示。在浸潤水溶液之後，吸附力大幅的由1.96nN提升至7.28nN，顯示出在本實驗中吸附力增強的主要因素為毛細管作用力。此種疏水卻又吸附力強的表面特性潛在許多有趣的應用。圖5即為利用我們所製備出來之超疏水表面以及疏水且具有強吸附力的表面，將一個微小液滴沒有體積損失的運送到另一個親水表面的範例。

## 結論

在超疏水表面的製備上，我們不使用一般認知之低表面能物質氟化物進行修飾，只使用無機奈米粒子SiO<sub>2</sub>以及本身具疏水性質之熱交聯型低表面能材料（BA-a Polybenzoxazine）製備出超疏水表面。我們提供一種改變薄膜的表面特性的方法，利用浸潤於水溶液與真空烘烤可自由操控接觸角，可達到最佳親疏水特性

由最低88度。親水接觸角至最高167度。超疏水接觸角，並且經由控制實驗條件即可自由的操控親疏水可逆變化。另外我們透過原子力顯微鏡發現在浸潤於水溶液後奈米複合材料的吸附力有大幅提升，我們並示範了此吸附力提升之表面特性擁有微量液滴傳輸的應用。

## 參考資料

1. W. Barthlott and C. Neinhuis *Planta* 1997, 202, 1.
2. I. Woodward, W. C. E. Schofield, V. Roucoules, J. P. S. Badyal, *Langmuir* 2003, 19, 3432.
3. T. Onda, S. Shibuichi, N. Satoh, K. Tsujii, *Langmuir* 1996, 12, 2125.
4. D. Oner and T. J. McCathy *Macromolecules* 2000, 16, 777.
5. T. P. Russel, *Science* 2002, 297, 964.
6. T. Sun, G. Wang, L. Feng, B. Liu, Y. Ma, L. Jiang, D. Zhu, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2004, 43, 357.
7. Robert Langer, *Science* 2003, 299, 371.
8. Feng, X. Feng, L. Wang, S. Sun. T. Song, W. Jiang, W. Jiang, L. *Adv. Mater.* 2006, 18, 432.
9. R. P. Garrod, L. G. Harris, W. C. E. Schofield, J. McGettrick, L. J. Ward, D. O. H. Teare, and J. P. S. Badyal *Langmuir* 2007, 23, 689.
10. A. K. Geim, S. V. Dubonos, *Nat. Mater.* 2003, 2, 461.
11. Wang, C. F.; Su, Y. C.; Kuo, S. W.; Huang, C. F.; Sheen, Y. C.; Chang, F. C. *Angew Chem. Int. Ed.* 2006, 45, 2248.
12. Mohammadi, R.; Wassink, J.; Amirfazli, A. *Langmuir* 2004, 20, 9657.
13. Soeno, T.; Inokuchi, K.; Shiratori, S. *Appl. Surf. Sci.* 2004, 237, 543.



## 美國政府在高速計算技術發展的角色與相關政策

文/圖 林品華 科技政策研究與資訊中心  
楊嘉麗 國家高速網路與計算中心

### 前言

美國白宮科學委員會（White House Science Committee）在1985年曾提出，任何國家欲控制其未來，必須能有效率地開發高效能的高速計算技術。一國若渴望佔居軍事優勢地位，則必須能支配高速計算技術的發展。而在資訊化時代，若要追求強勢的經濟地位，更必須在產業與研究上，引進高速計算技術的發展與應用（Forbes & Marlin，1992）。

就上述言論，足可瞭解到美國政府對高速計算技術發展的期待與重視程度，同時也能解釋為何美國能在高速計算技術領域一直以來持續保有領導地位，其背後有著政府期待、政策重視與實質的資源挹注。

### 政府角色與重視程度

從過去迄今，全球高速計算技術發展與應用皆以美國執牛耳。而美國之所以能持續保持領先，則肇因於美國政府在當中扮演積極推動的角色。

由於高速計算系統（早期以超級電腦為主）技術難度高，研發成本相當龐大，而應用市場又多以科學與工程大尺度運算為主，因此一般國家或廠商難以長期且獨立投資。在這樣的市場特性下，政府資金支持就格外的重要，而美國政府扮演的正是穩定市場需求與技術持續研發的角色。

### 政策面：高速計算列入國家重點發展政策

美國政府一貫重視科學研究的資訊化能力，將資訊發展視為國家競爭力的成長引擎，多年來一直將高速計算和網路基礎建設作為優先發展

領域，並搭配具體措施與計畫。如從80年代中期，白宮科學委員會在給予總統的建言中，曾提及發展高速計算技術對國家發展上的重要性，爾後持續也有相關言論；90年代正式制訂高速計算技術法案（High Performance Computing Act，HPCA），保障高速計算技術能有穩定的資源挹注。

又如2003年1月，美國國家科學基金會（National Science Foundation，NSF）的資訊化基礎建設諮詢小組（NSF blue-ribbon advisory panel on cyberinfrastructure），所提交的研究報告《以資訊基礎建設推動科學與工程研究變命》（Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure）中指出，由於計算、資訊和通訊技術不斷進步，使得當前科學與工程問題的複雜度、研究範圍和計算規模快速擴大，雖然當前已能提供全面的資訊基礎建設，讓科學家或工程師以更新且有效的方式進行研究，但另一方面，卻也存在著計算速度若未能迅速提升與給予足夠的資金，意謂著可能喪失美國在科學與工程研究上的領導地位，將會帶來美國經濟衰退。因此呼籲美國政府應當把握此機會，透過協調發展和充分應用資訊基礎建設，來領導和促進科學與工程的發展（桂文莊，2007）。

在2005年6月，美國總統資訊技術諮詢委員會（Present's Information Technology Advisory Committee，PITAC）向總統提交的《計算科學：確保美國競爭力》

（Computational Science：Ensuring America's Competitiveness）研究報告中，也再次強調計算科學，對於國家在科學、經濟、社會和安全的目標都有相當重要的貢獻（PITAC，2005）。

近期方面，2007年3月，NSF發佈2006-2010資訊化發展規劃《21世紀科學研究的資訊基礎建設》（Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery），提出建設一個以人為中心、世界級的、可支援科學與工程界廣泛應用、可持續發展、穩定而又可擴展的資訊基礎建設之目標，其中高速計算是其重要內容之一。此規劃指出，目前跨科學與工程學科領域，特別是多學科（例如物理、生物、醫藥、化學、宇宙學、電腦科學、數學等）跨領域、多空間與時間尺度，以及具有高度複雜性的問題，高速計算在這些研究議題之模型建立、模式對比以及巨量資料分析愈來愈具重要性，規劃在2010年完成建立每秒千萬億次浮點運算（petascale）之的「國家高速計算環境」（桂文莊，2007；中國科學院超級計算專家委員會，2007）。

2007年8月，在PCAST提出的《挑戰下的領導地位：全球競爭中的資訊科技研發》（Leadership Under Challenge: Information Technology R&D in a Competitive World）報告中，重申高速計算領域（High-end computing，HEC）的優先性，高速計算技術所提供的模型與模擬，對美國在國防、國家與國土安全、科學技術

領先地位及經濟競爭力提供了策略性的優勢。而此優先發展的策略方向，更應該繼續維持（PCAST，2007）。

### 市場面：以「政府採購」方式推動超級電腦產業發展

實際作為上，早期美國政府主要以「政府採購」的方式，來發展與建立其超級電腦產業，這樣的研發與產業政策，正為高速計算技術持續發展階段創造了奇功，並奠定與保持其在全球市場中的領導者地位（Forbes & Marlin，1992）。

過去美國支持高速計算發展之政府採購，可分為兩種類型（Holcomb，1984），分別稱之為「友善購買」型態（friendly buyer）與「嚴苛要求」（fly off）型態。前者政府與企業的採購關係相當友善，採購原則是以產業發展為前提，政府訂定非常寬鬆的採購標準，甚至在購買後會再提供軟體發展支援，實際案例如1963年研發出之CDC6600超級電腦，當時的採購案並沒有特定效能的要求，由原子能委員會（今能源部）下的勞倫斯立斐摩爾國家實驗室（Atomic Energy Commission's Lawrence Livermore National Laboratories，LLNL）為首批使用者，後續於1969年的6800與7600，均採用「友善購買」採購。

相對的，「嚴苛要求」（fly off）採購，對所採購的超級電腦標準，訂有相當嚴謹的系統標

準。代表範例為美國國家太空總署（National Aeronautics and Space Administration，NASA）採用的採購。

### 相關重要措施與計畫

美國在1990年初期制訂高速計算技術法案後，與高速計算技術相關的計畫陸續持續的提出進行，當中不乏有部會應本身技術需求而推動的計畫，如國防部與能源部，也有跨部會整合的計畫，以協同的方式促進所有部門的研發活動。90年代至今相關重要的措施與計畫整理如下：

#### 高速計算技術法案（High Performance Computing Act，HPCA）

美國參議院在1990年7月，通過高速計算技術法案（High Performance Computing Act，HPCA）。法案中最值得注意的是，成立高速計算技術任務小組（Federal Interagency High-Performance Computing Task Force），該任務小組由含括能源部長、商業部長、國防部長、太空總署署長、國家科學委員會執行長共同組成，由能源部部長（Secretary of Energy and Department of Energy）來領導，用意在最大化資產的使用效率，以及確保在研發社群、政府、產業與學界間的資源共享。該小組任務是負責與高速計算的研究、發展與應用相關的長程計畫，編列投入預算並推動相關計畫。

此法案的規範下，要求：（1）興建擁有每秒傳輸gigabit以上能力的國家研究教育網絡（National Research and Education Network，NREN），並計於1993年底開始運作；（2）建立軟硬體研發的合作聯盟（Collaborative Consortia），每一聯盟由一個國家實驗室領導，並由產業、聯邦研究室與學研單位共同參與；（3）廣泛地徵求潛在使用者的建言；（4）致力優先推動對產業部門的技術移轉。

HPCA法案的成效相當顯著，NSF估計其美國研究者的生產力因而提升200%，而NREN（NASA Research and Engineering Network）超級電腦因此獲利增加766億美元（Forbes & Marlin，1992）。

### 高性能計算與通訊計畫（High Performance Computing and Communications，HPCC）

HPCC計畫自1991年12月展開，目的在1996年希望能達到運算能力1,000倍成長，及通訊速度提升100倍。在研究上則希望有下列目標：（1）藉由合作研發協定數量的增加，來促使技轉的進行；（2）擴大國家實驗室的角色，因實驗室預計扮演協助形成研發聯盟與產學合作協定的重要角色；（3）建議使用研究與實驗的稅制減免；（4）鼓勵跨國公司的研發（Forbes & Marlin，1992）。

HPCC實施成效亦相當顯著，在Super

computing 96大會上，HPCC計畫全國協調委員會主席John Toole在「危機、創新與機會：HPCC將向何處去」的報告中，指出HPCC對美國的國家安全及保持美國在未來的優勢至關重要。而HPCC計畫也推動了可擴充電腦系統、前瞻網路等技術革新，並推動了高速計算在氣象預報、環境監測、流體力學、生物醫學、地球物理學、先進製造等方面的應用。

因此美國政府將在高速計算與通訊、高品質網路、高可靠系統、以人為中心的系統和教育培訓等5個方面，制定10-15年的長期計畫，保持長期性、持續性投資，鼓勵創新性技術及向產業界的轉換，建立政府、產業界和學術界新一代的夥伴關係（錢德沛、李未，1997）。

### 國防部「高速計算現代化計畫」（High Performance Computing Modernization Program，HPCMP）

美國國防部的HPCMP計畫自1992年開始執行，其初步目的在於提供國防武器研發小組高速計算軟、硬體設備，增進新式武器系統的功能及效能，並減少產品設計程序及生命週期成本。其基本精神認為，「科學」和「科技」為美國國防部維持軍事現代化及持續進步的兩大基礎，因此必須在高速計算技術領域投入龐大的資金、人力及物力，以確保美國在軍事科技方面，處於絕對的領先地位。

該計畫第一期共計投入20億美元的經費，時

為期8年，計畫內容是採購市場上最先進的軟硬體構成系統，建立共16個由高速網路串連之高速計算中心（葉志博，2000）。

目前該計畫仍在執行，目標是在國防部內部建立世界級的計算能量之超級電腦，以解決國防部的問題。此外，透過高速計算資訊技術來確保軍事與作戰優勢，以及支援國防科技的高速計算技術需求等目的（HPCMP，2008）。

### 國防部先進研究計畫署（DARPA）的「高生產力運算系統計畫」（High Productivity Computing System，HPCS）

美國國防部下的先進研究計畫署（DARPA）推動高生產力運算系統計畫（HPCS），主要目的是希望透過高速計算系統，解決諸多美國國防部關鍵區域技術的瓶頸，如氣象與海象預測、密碼解析、武器存活性和追蹤設計、監視與偵察、虛擬製造與失敗分析、以及生物工學等。

DARPA的HPCS計畫分3個階段運作：

（1）自2002年起，以一年時間進行概念研究，提出革命性的思路與手段；（2）以三年時間展開關鍵性的研發活動和旨在降低風險的工程實踐，探索上一階段提出的技術要點和概念性方案的實現途徑，實現完整系統的原型；（3）以四年時間進行最終商業性研制，在用戶提出一系列需求與可能採用的技術間進行平

衡性設計，完善每個細節，在2010年將完整系統交付國防部選定的相關部門試用（孟丹等，2005）。

HPCS的最終目標是希望在2010年開發完成具經濟可行性的高生產力計算系統（HPCS，2008），此系統除了計算效能要達PetaFlops等級，更要克服超級電腦難以使用及編輯複雜程式的老問題，開發出一套高運行效率的計算系統，在生產率、可攜性（portability）和可靠性方面，都要求大幅的提高。

實際運作上，HPCS計畫第三階段已經於2007年由美國超級電腦大廠Cray和IBM執行，Cray和IBM分別獲得2億5千萬美元和2億4千4百萬美元資金，預計在2010年開發出全新超級電腦原型系統。該系統必須達到每秒超過千兆次浮點運算（PetaFlops）速度，並將應用程式開發時間提升為2002年HPCS計劃啟動時的10倍。此項政府計畫的資金，不僅讓技術前瞻卻經營慘澹的Cray重獲生機，也讓IBM加速高速計算技術深耕，維持住美國在全球高速計算領域獨領風騷的地位。

### 能源部（DOE）的「尖端模擬與計算計畫」（Advanced Simulation and Computing Program，ASC）

ASC計畫的前身為「加速策略計算方案」（Accelerated Strategic Computing Initiative，ASCI）（ASC，2008），設立背景乃是在全面禁止核子試驗條約簽訂後，對核



武器的研製只能通過在實驗室的數值模擬來完成的90年代中期，1996年6月由美國能源部提出ASCI 計畫專案。ASCI計畫的目標是為虛擬核子試驗及核武器儲備管理問題提供足夠的計算能力，其目標是在2002年左右研製出100萬億次（100Teraflops）的超級電腦。該計畫被認為是與當年曼哈頓計畫等同的一個巨大的挑戰，它不僅需要自然科學家的參與，而且也需要與電腦等產業界的合作，提供保障ASCI計畫中應用所需的電腦平台（張懷，2006）。

此外，由美國能源部國家核能安全管理部（National Nuclear Security Administration，NNSA）委由IBM所打造的「Roadrunner」，在2008年6月公布全球500大超級電腦排行榜中，計算效能已達1.026 PetaFlops浮點運算速度，為全球首次超過1 PetaFlops。該款超級電腦主要在進行美國核能武器儲存量安全及可靠性的虛擬測試，除了軍事用途外，Roadrunner也將被作為天文、能源、人類染色體及氣候變遷等研究使用。

### 白宮科學和技術策略（OSTP）辦公室協同國家科學和技術委員會聯合創立「高速計算振興任務組計畫」（HECRTF R&D）

由於高速計算對於眾多科技應用領域前瞻發展，具有促進作用，因此在網路與資訊技術研發（Networking and Information Technology R&D，NITRD）計畫中，

特將高速計算（high-end computing（supercomputing）和資訊基礎建設研發（cyber infrastructure R&D）視為優先領域，除反映在各部門的預算申請作業中，並從優先程度較低的研發活動中撥出資金來支持其發展（OMB，2004）。

在高速計算技術（core high-end computing technology）方面，除計算能力（capability）、容量（capacity）和連接性（accessibility）外，另重視跨機構研發活動之間的合作與協調。包括各部門有關高速計算的計畫，應與HECRTF的計畫保持的計畫保持一致，強調協同合作，在適當的時候通過協調的跨機構投資，為多家機構提供直接支援。

在網路基礎建設方面，則重視硬體和軟體工具方面的研究，包括加強新式與現有超級電腦、資料庫、科學設備、研究人員和建設之間的聯繫，藉由網路基礎建設的改進，提供安全、可靠、分散式的計算環境和工具，使科學和工程界能夠創造（produce）、收集（collect）、儲存（store）、傳輸（communicate）、分析並迅速共享大量的資訊，如此將有利於加速科學發現。

### 「國家網路與資訊技術研發計畫」（Networking and Information Technology R&D，NITRD）

NITRD計畫是根據1991年《高性能電腦法案》（High-Performance Computing

Act) 與1998修正案《下一代網際網路法案》(Next Generation Internet Research Act of 1998) 建立的, 負責協調各部門資訊技術研發的規劃、預算、實施以及對資訊成果評價, 以促進聯邦機構在資訊技術領域的研發工作(NITRD, 2007)。計畫的目標在確保美國在計算、網路和資訊技術的領先地位, 滿足科學界、產業界、政府在21世紀的利益需求; 加速先進和實驗資訊技術開發以保持美國在科學、工程學、數學領域的世界領先地位, 改善生活品質, 促進經濟的長期成長, 促進終身教育, 保護環境, 開發資訊技術, 促進國家安全; 促進生產率和企業的競爭力。

參與NITRD計畫的政署機構, 包括部會、部會中的重要處室、研究室及實驗室。協調工作由國家科學技術委員會(National Science and Technology Council, NSTC) 成立的部門間資訊技術研發計畫工作組(Subcommittee on Networking and Information Technology Research and Development) 負責。該工作組由NITRD計畫參與部門的高級管理人員以及聯邦管理與預算辦公室、科技政策辦公室國家資訊技術協調辦公室的代表組成(NITRD, 2007)。

計畫活動主要在協調八個研究領域(Program Component Areas, PCAs), 分別為: (1) 高速計算基礎建設與應用; (2) 高速計算研發; (3) cyber安全性與資訊保證; (4) 人工電腦互動與資訊管理; (5)

大規模網絡; (6) 高可靠軟體與系統; (7) 社會、經濟與IT勞動力應用發展; 以及(8) 軟體設計與生產力(NITRD, 2007)。

## 結語

隨著計算、資訊與通訊技術的不斷進步, 2008年高速計算技術已經正式進入PetaFlops時代, 除美國之外, 日本也在次世代超級電腦計畫中宣示2011年力爭全球第一的決心, 各國在技術效能上也力求突破, 使得美國在運算效能優勢的維持也愈來愈具挑戰。

究其推動高速計算技術持續突破的原因, 在於國家主導大規模的投入預算, 而政府之所以願意在這個領域投入, 則肇因於瞭解到科學與工程研究, 隨其問題的複雜性、範圍與規模不斷增加, 已經進入到一個重視研究速度的新時代, 尤其是跨學門領域與高度複雜性的問題, 如奈米科技、生命科學、材料、災防、環境、航太等領域的應用, 高速計算已經是必須的工具。

對世界各國政府而言, 如何有效投資高速計算相關設備, 並將有限資源運用在該國最具發展潛力的研究領域, 維持住該國的科技競爭優勢, 相信仍是政府亟需關注的重點, 也考驗著政府資源投入方向如何決定的智慧。

## 備註

1. 高速計算 (High-performance computing, HPC) 係指運用高效能電腦軟硬體系統，解決大尺度的計算問題。而高效能電腦軟硬體系統指的是計算效能超過一般個人用桌上型電腦效能10倍以上的計算資源，結合了電腦硬體、軟體、計算法則及配備必要的計算環境，例如大型叢集電腦或超級電腦。
2. 美國核能武器皆為三、四十年前所製造，隨後美國布希總統在1992年就禁止進行秘密核能測試行為，因此美國政府開始透過以科學為基礎的研究與開發來延伸這些武器的壽命，並確保這些年代頗為久遠的軍用武器效能，在此需求下，美國持續投入超級電腦技術研發，核能武器也因此為美國高速計算應用上主要的領域之一。

## 參考資料

1. 中國科學院超級計算專家委員會 (2007)。我院超級計算需求及佈局研究。2007年7月20日。上網日期：2008/3/25。取自：<http://www.sccas.cn/gb/news/download/demandofcas.pdf>
2. 孟丹、張志宏、陳明宇 (2005)。高生產率計算系統。計算機研究與發展，42 (4)，563-569。
3. 胡蘇太 (2005)。高性能計算機發展趨勢與展望。高性能計算發展與應用，2，15-23。
4. 桂文莊 (2007)。科研活動資訊化-實現科學技術現代化的必由之路。中國科學院資訊化工作動態，2007 (1)。上網日期：2008/3/25。取自<http://www.cas.cn/html/Dir/2008/01/15/5194.htm>
5. 張懷 (2006)。平行演算法與並行軟體設計。上網日期：2008/3/25。取自：<http://hpcc.gscas.ac.cn/data/parallel-lecture-notes/book-chapter-five.pdf>
6. 錢德沛、李未 (1997)。美國高性能計算與通信發展動向。上網日期：2008/3/25。取自：<http://www2.ccw.com.cn/1997/13/155834.shtml>
7. 葉志博/編譯 (2000)。美國防部與新墨西哥大學合作利用Linux叢集協助太空任務。OpenScope開放視界電子報，2000/11/27。上網日期：2008/3/25。取自：<http://enews.tacocity.com.tw/index.php?action=history&url=/csiuser/20001129204838.txt>
8. ASC. (2008)。The Mission of the Advanced Simulation and Computing Program (ASC) Retrieved March 25, 2008, from [https://asc.llnl.gov/asc\\_history/asci\\_mission.html](https://asc.llnl.gov/asc_history/asci_mission.html)
9. DARPA. (2002)。High Productivity Computer System (HPCS) Program. Retrieved March 25, 2008, from <http://www.darpa.mil/ipto/Programs/hpcs/index.htm>
10. Forbes, J. & Marlin, G. (1992)。High Performance Computing and Communications Initiative: A Paradigm for National Industrial Policy? Washington, D.C.: National Defense University.
11. Holcomb, Lee B. (1984)。The U.S. Supercomputer Industry: A Strategy for the Future. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 1984.
12. HPCS. (2008)。Providing a New Generation of Economically Viable.
13. High Productivity Computing Systems. Retrieved May 13, 2008, from <http://www.highproductivity.org/>
14. NITRD. (2007)。Supplement to the Present's Budget for Fiscal Year 2008. Arlington, VA: Networking and Information Technology Research and Development.
15. OMB. (2004)。Updated Administration Research and Development Budget Priorities” Retrieved March 29, 2008, from [http://www.ostp.gov/pdf/m04\\_23.pdf](http://www.ostp.gov/pdf/m04_23.pdf)
16. PACST. (2007)。Leadership Under Challenge: Information Technology R&D in a Competitive World. Arlington, VA: President's Council of Advisors on Science and Technology.
17. PITAC. (2005)。Computational science: Ensuring America's competitiveness. Retrieved May 23, 2008, from [http://www.nitrd.gov/pitac/reports/20050609\\_computational/computational.pdf](http://www.nitrd.gov/pitac/reports/20050609_computational/computational.pdf)
18. HPCMP. (2008)。About HPCMP. Retrieved May 13, 2008, from <http://www.hpcmo.hpc.mil/>

## 福衛二號極區監測

文/圖 吳岸明 國家太空中心

### 前言

世界上的冰主要分布在加拿大北部、丹麥格陵蘭、南極大陸、低緯地區的高山。冰以冰原（Ice Field）、冰川（Glacier）、冰架（Ice Shelf）、冰島（Ice Island）、冰山（Iceberg）等方式存在。全球暖化現象反應到冰原消退、冰川流動加快，還有冰架崩解形成冰島、冰山、碎冰等。冰島、冰山漂流入海，由追蹤其路徑可量測海流速度，而海流型態也可用以推測氣溫。陸冰變少使人類面臨缺水威脅，陸冰融化入海使海平面上升淹沒陸地。

為了探究極區冰原變化對全球氣候變遷的影響，世界氣象組織（World Meteorological Organization）及國際科學委員會（International Council for Science, ICSU）推動「國際極區年」（International Polar Year, IPY），在2007年3月至2009年3月間盛大舉行，進行密集觀測及研究活動。全球科學家共襄盛舉，目前已有六十餘國家參與，投入的計畫則超過一千個。

全球氣候變遷所造成的南北極冰川融化的現

象日趨顯著，全球氣候變遷機構「政府間氣候變遷委員會」（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於2007年2月2日提出警告<sup>[1]</sup>。考慮海洋範圍擴大及冰山融化的影響，21世紀末海平面將上升28至58公分（與1989至1999年間的海平面高度相比），2001年報告的推估值為上升9至88公分。若溫度繼續上升、冰架持續融解，到2100年之時，海平面也很有可能上升到1公尺之多。上一次北極地區溫度上升到比現在更高的溫度，導致冰塊體積縮減、海平面上升4~6公尺，是在大約12萬5千年前。北極區海面的冰塊面積自1978年起，每年減少約2.7%，夏季更是減至7.4%以上。在過去150年裡，北半球河川湖泊結冰的時間，平均一世紀延後了5.8天，而解凍時間卻提早了6.5天。北極千年冰架崩塌，百萬年永凍土漸融等效應，可能對地球氣候、陸地分布等造成急劇變化的影響。

面臨著如此嚴重的環境衝擊下，福衛二號發揮其高解析度、高機動性、每日監測之特性，於2006年初即開始針對南北極地區進行取像，截至目前為止已有三年的影像資料<sup>[2,3]</sup>。

## 福衛二號特性

福衛二號影像解析度黑白2公尺、彩色8公尺，目前每天於上午10點左右通過台灣，在災害調查、環境監測、及作物普查方面特別有用。福衛二號因其軌道高及視角大，充分發揮每日再訪（Daily Revisit）特性，展現舉世無雙的廣域、緊急、動態、極限四種獨特取像能力。極限取像使得福衛二號拍攝到位於南緯90度南極科學觀測站的第一張高解度衛星影像，同時也證明福衛二號是當今世上唯一可以每日對全球任何地區取像的遙測衛星<sup>[4,5]</sup>，如圖1所示。

福衛二號是每日再訪衛星，今天照不到明天照，明天照不到後天照，統統照得到就獲得連續影像可監測變化。其他衛星是兩三天再訪，對於一個特定地點只能兩三天照一次。因此，福衛二號相對於其他衛星，照到清晰影像的機率是兩三倍，也就是說福衛二號快速

反應的能力是其他衛星的兩三倍。這幾乎顛覆一般遙測衛星保守的操作概念，要像福二具備快速反應的能力，需要兩三顆的衛星構成星系（Constellation）聯合觀測。

近幾年適逢大型災害頻傳，福衛二號每次都幾乎以第一時間獲得衛星影像，例如2004年南亞強震，2005年卡翠娜颶風，2006年吉尼號漏油，2007年美國加州大火，2008年南極冰架崩解、四川大地震等。

## 極區取像

IPY於2007~2008年展開，福衛二號亦從2006年春天到2009年春天為時三年對極區取像。北極地區有141個取像點位，包括美國阿拉斯加、加拿大北部、丹麥格陵蘭、俄國北部等。南極地區有42個取像點位，包括南極科學站、冰架、冰川、冰川出海口等。影像主要支援國際

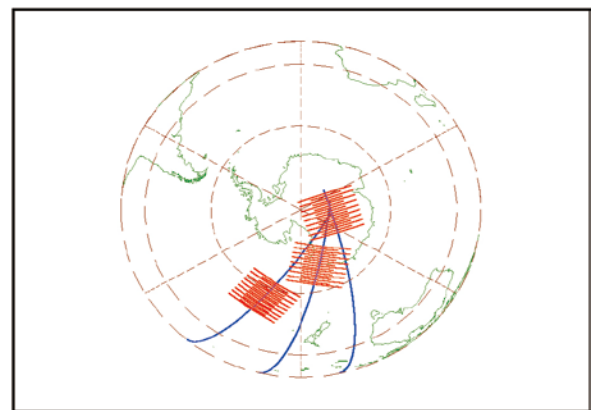
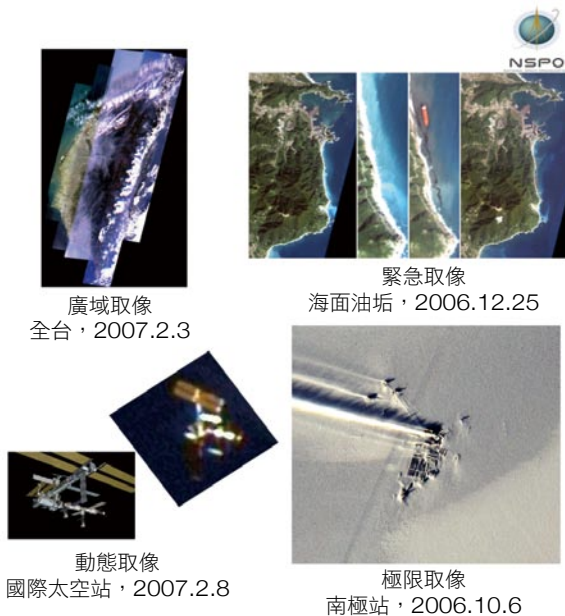


圖1 福衛二號取像能力：  
左圖表示四種獨特取像能力。右圖中藍線表示軌道在地面之投影；  
紅線表示視野，窄線為視角30度，寬線為視角45度。  
從圖中可看到視角45度可涵蓋南極。

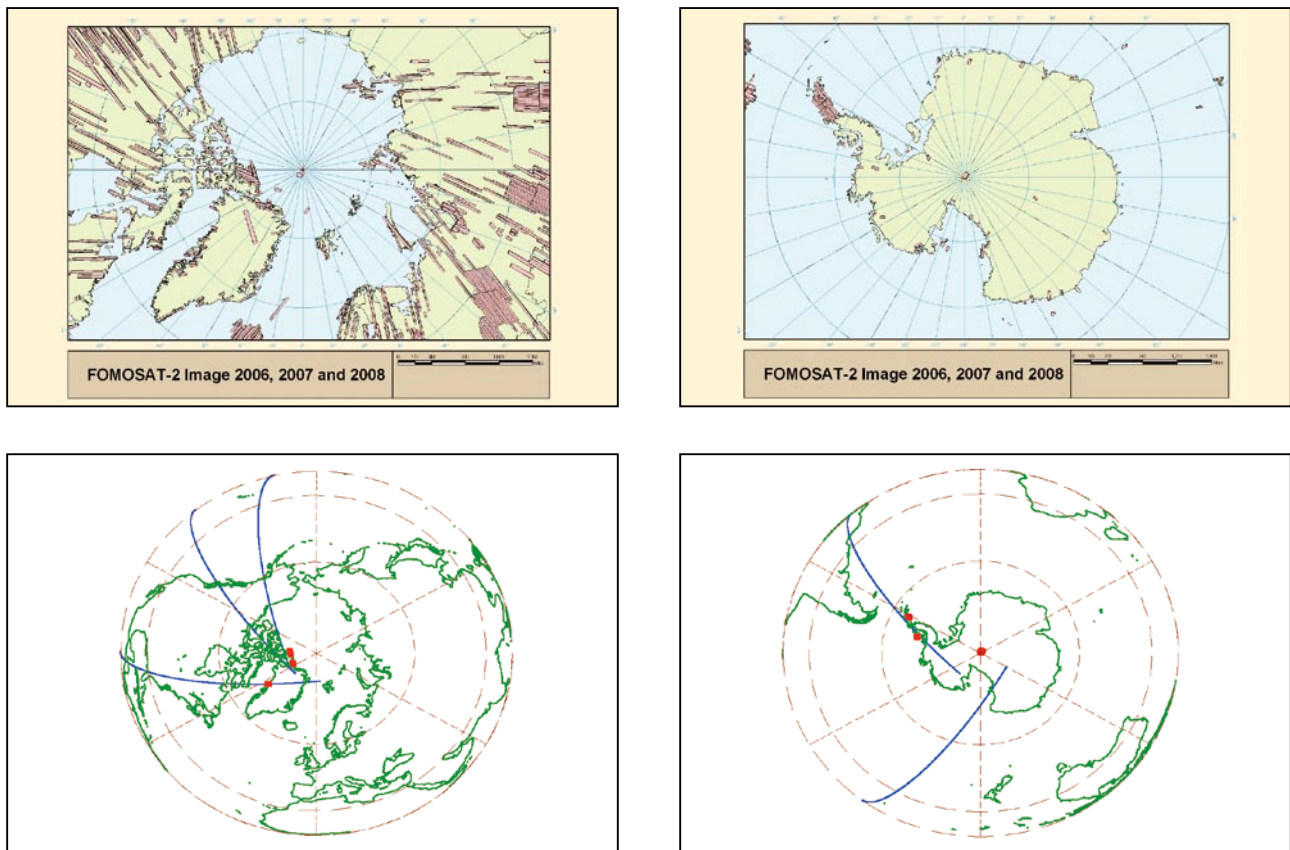


圖2 福衛二號極區取像點位：

左上：北極地區點位。右上：南極地區點位。左下：北極地區點位地名，紅點由上而下分別為Ayles Ice Shelf, Alert, Upernavik。  
右下：南極地區點位地名，紅點由上而下分別為Crane Glacier, Wilkins Ice Shelf, South Pole。

合作計畫，參與單位包括中央大學、成功大學、美國航太總署（NASA）、美國冰雪資料中心（NSIDC）、加拿大北部研究中心（CNS）、法國行星行動計畫（Planet Action）、冰島大學（University of Iceland）等。

海陸交接處的陸冰，其底層受到海水侵蝕而形成冰架。陸冰和水一樣會往低處流而形成冰川，只是流動緩慢每天移動幾公尺而已。氣溫升高時，冰架容易崩塌，冰川移動加快。本文主要以極區幾個代表性地方的福二影像看冰架與冰川之日變化、週變化、月變化、季變化、甚至年變

化，極區取像點位如圖2所示。

## 阿勒（Alert）

**(-62.4165 deg E, 82.5747 deg N)**

阿勒（Alert）為世界最北有人居住的城市<sup>[6]</sup>，位於加拿大努納武特地區（Nunavut）埃爾斯米爾島（Ellesmere Island）的西北角。埃爾斯米爾島為加拿大北極群島中最北島嶼，世界第十大島。根據2006年人口普查資料，當地僅有5位住民，但上面有軍事基地、測候站、科學站，還有一座機場。阿勒環境監測站如圖3所示。阿勒地名是來自一艘英國船的名字，它曾於1875年冬在



圖3 阿勒環境監測站。

此探測。1991年10月加拿大一架C-130運輸機在阿勒附近撞山，機上18人其中5人死於空難，此事件後來曾拍成電影「冰原空難」(Ordeal in the Arctic)。阿勒海灘由板岩及頁岩所構成，海面終年由浮冰覆蓋。阿勒氣候乾冷，每年有11

個月由雪覆蓋著，冬季平均溫度約-30°C，七月最高溫約6°C。

阿勒的福二影像如圖4所示。圖中比較左上和右上，也可看年變化。從影像中可看出2006年春分過後，海冰即出現裂縫約1公里，2007年同時間海冰已出現裂解。五月海冰與陸冰分離，七月陸冰完全融化。

### 艾爾斯冰架 (Ayles Ice Shelf) (-85.3475 deg E, 82.4771 deg N)

艾爾斯冰架 (Ayles Ice Shelf)<sup>[7]</sup>於1896年由探險家艾爾斯 (Adam Ayles) 所發現，故取其名。艾爾斯冰架是加拿大六大冰架之一，位於

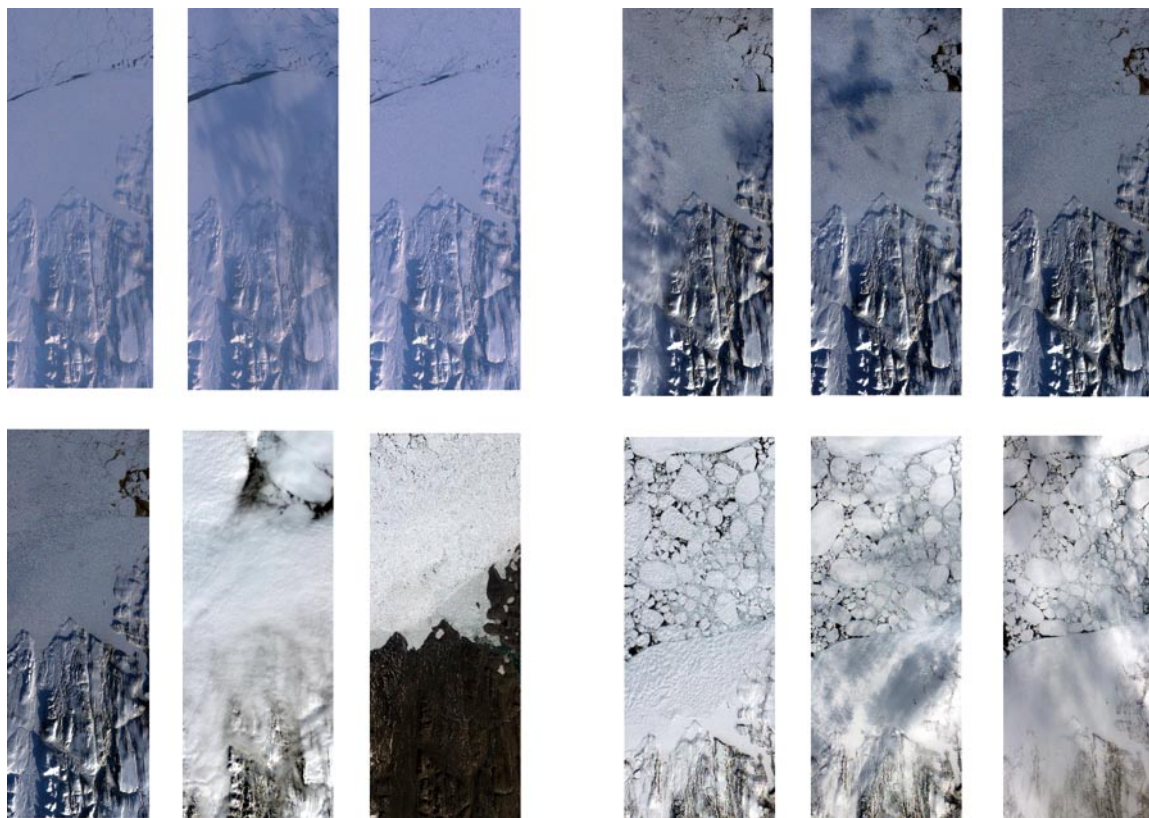


圖4 阿勒監測

左上：2006.3.25/26/27之日變化。右上：2007.3.25/26/27之日變化。  
左下：2007.3.27, 2007.5.27, 2007.7.27之雙月變化。右下：2008.5.23/24/25之日變化。

加拿大努納武特地區（Nunavut）埃爾斯米爾島（Ellesmere Island）北岸，2005年8月13日

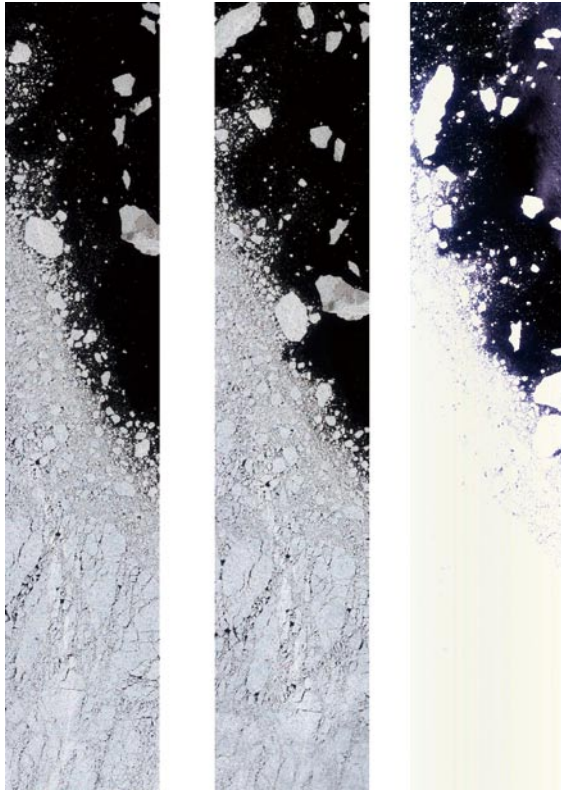


圖5 艾爾斯冰架監測，2007.8.10/11/12之日變化。

崩塌，形成一座長14米寬5米高37米的冰島。此冰架有些冰形成於三千年前，此冰架崩解事件為加拿大30年來最大的一次。崩塌速度極快在一小時內發生，規模之大連加拿大北邊之測震儀都有量測記錄。崩解後科學家整整花了16個月透過衛星影像才重建崩塌過程，並引起重視。此事件顯然與全球暖化有關，類似2002年南極拉爾森B冰架（Larseb B Ice Shelf）崩塌事件。加拿大在最近100年內已消失百分之九十的冰架。有些冰架崩塌是由海潮或地震引起，例如1961與1962年間沃德亨特（Ward Hunt Ice Shelf）冰架之崩塌。艾爾斯冰架崩塌後形成艾爾斯冰島，漂流至外海50公里，在冬季時與海冰凝結在一起。2007年間漂浮至北極海內，對鑽油平台造成威脅。曾經一度靠岸後又一分為二繼續在海中漂浮。此漂浮於海中之冰島對於過往船隻及鑽油平台造成巨大的威脅，歷年來美加軍方均傾力追蹤冰島行蹤。

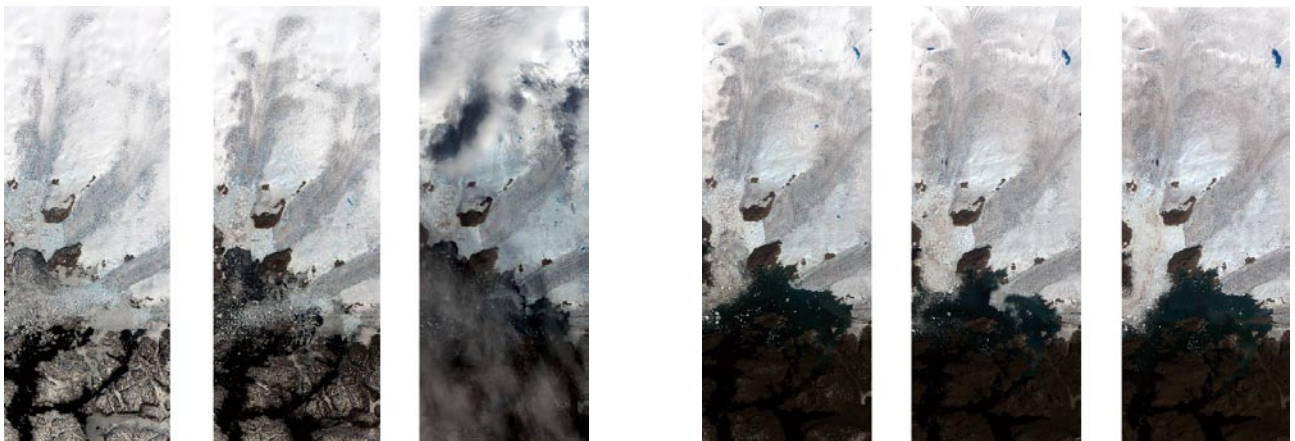


圖6 烏佩納維克監測，左：2008.6.1, 2008.6.7, 2008.6.13之六日變化，右：2008.6.25, 2008.7.1, 2008.7.7之六日變化。





圖7 鶴冰川監測，2008.2.14/16之二日變化。

艾爾斯冰架影像如圖5所示。從影像中可看出艾爾斯冰架自從2005年崩塌以後，冰塊有的遺留在陸地上，有的隨海流漂移，每天變化顯著。

### 烏佩納維克 (Upernavik) (-54.3792 deg E, 72.8924 deg N)

烏佩納維克 (Upernavik)<sup>[8]</sup>位於丹麥格陵蘭西岸，其上居住一千多人，為捕鯨和捕海豹基地。島上發現維京人的十三世紀遺物，為目前所知維京人活動的最北端。烏佩納維克影像如圖6所示。從影像中可看出烏佩納維克在六月間陸冰完全融化。

### 鶴冰川 (Crane Glacier) (-61.3162 deg E, -65.351 deg N)

鶴冰川 (Crane Glacier)<sup>[9]</sup>又名列帕冰川 (Leppard Glacier)，1928年澳洲探險家休伯特威爾金斯爵士 (Sir Hubert Wilkins) 從空中鳥瞰，其地形像一隻鶴而得名。鶴冰川影像如圖7所示，冰川出海口在二月裡已成碎冰。

### 威爾金斯冰架 (Wilkins Ice Shelf) (-74.20 deg E, -70.30 deg N)

南極威爾金斯海灣是南極的主要航道，威爾金斯冰架 (Wilkins Ice Shelf)<sup>[10]</sup>覆蓋其上，1929年由澳洲探險家休伯特威爾金斯爵士 (Sir Hubert Wilkins) 所發現。冰架長約150公里，寬約110公里。冰架於2008年2月28日發生大崩塌，面積約405平方公里，之後陸續發生幾次小崩塌，剩餘部分亦岌岌可危。冰架崩塌比預期更早，科學家認為是因全球暖化嚴重所造成，但因不屬於內陸冰不會造成海面上升。

冰架崩解主要是受到兩個因素影響：氣溫、水壓。冰架受海水擠壓變形產生裂縫，氣溫升高使裂縫周圍的冰融解，再經海水沖擊而斷裂<sup>[11]</sup>。假使氣溫未升高，冰層裂縫不致融解而擴大。冰架崩解機制類似我們從冰箱拿出冷凍肉塊的退冰過程，一面加溫一面施壓，肉塊便輕易地一塊塊脫落。

福衛二號在2008年3月8日照到威爾金斯冰架崩解，那時剛好是發生冰架崩解之後。冰架崩解現象主要是平行海岸的冰山斷裂，然後形成一堆碎片還有上面平坦的冰山。福衛二號影像中可以清楚看到大量碎冰，可見冰架崩解過程中發生一連串撞擊造成冰塊破裂。影像放大圖以假色呈現，即以紅、綠、藍表示近紅外、紅、綠三波段，上面有雪的碎冰呈現白色，上面沒有雪的碎冰呈現淺藍色，深藍色則為冰架的底層。威爾金斯冰架影像如圖8所示。

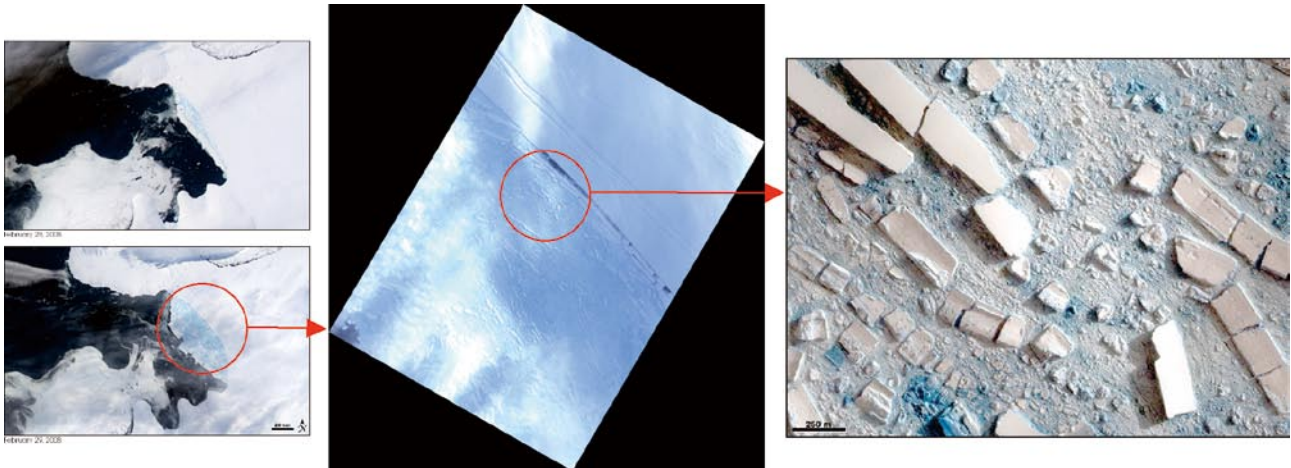


圖8 威爾金斯冰架於2008.2.28崩解  
 左上：崩解前（2008.2.28）MODIS影像。左下：崩解後（2008.2.29）MODIS影像。  
 中間：福衛二號2008.3.8之彩色影像。右：福衛二號2008.3.8之假色影像放大圖。

## 結語

福衛二號的每日再訪與全球涵蓋的特性，不僅在救災或緊急事件可以在第一時間取像，亦可對南北極任何地區每天以同一角度監測。此對五十年一度之國際極區年貢獻不可磨滅。本文僅大略介紹幾處極區影像，讀者如需更詳細之福衛二號極區影像進行研究，可與國家太空中心聯繫。

## 參考資料

1. Climate Change 2007: AR4 Synthesis Report, Summary for Policymakers, [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_spm.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf)
2. Yuei-An Liou, Jason Lin, An-Ming Wu, G. S. Chang, "Study of Arctic and South Pole ice dynamics and wind field using Formosat-2 satellite data", 2007 Remote Sensing Symposium across Taiwan Strait, 19-24 March 2007, Chungli, Taiwan, 2007.
3. Cheng-Chien Liu, Yueh-Cheng Chang, Stefani Huang, Sheng-Yun Yen, Frank Wu, An-Ming Wu, Soushi Kato and Yasushi Yamaguchi, "Monitoring the dynamics of ice shelf margins in Polar Regions with high-spatial- and high-temporal-resolution space-borne optical imagery", *Cold Regions Science and Technology* 55 (1), 14-22, 2009.
4. An-Ming Wu, Yung Liu, Lance Wu, Frank Wu, Ching-Jyh Shieh, "FORMOSAT-2 Images for Daily Monitoring", IAC-05-B.1.4.02, 56th International Astronautical Congress, 17-21 Oct 2005, Fukuoka, Japan, 2005.
5. Cheng-Chien Liu, Yueh-Cheng Chang, Stefani Huang, FrankWu and An-MingWu, "First high-spatial- and high-temporal-resolution optical imagery of polar regions from Formosat-2", 2007 AGU Fall Meeting, 10 Dec. 2007.
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/Alert,\\_Nunavut](http://en.wikipedia.org/wiki/Alert,_Nunavut)
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ayles\\_Ice\\_Shelf](http://en.wikipedia.org/wiki/Ayles_Ice_Shelf)
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/Upernavik>
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Leppard\\_Glacier](http://en.wikipedia.org/wiki/Leppard_Glacier)
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wilkins\\_Sound](http://en.wikipedia.org/wiki/Wilkins_Sound)
11. Scambos, T., Fricker, H. A., Liu, C.-C., Bohlander, J., Fastook, J., Sargent, A., Massom, R., and Wu, A.-M., "Ice Shelf Disintegration by Plate Bending and Hydro-fracture: Satellite Observations and Model Results of the 2008 Wilkins Ice Shelf Break-ups", Vol. 280, PP.51-60, *Earth and Planetary Science Letters*, 2009.

# CCSDS Reed-Solomon編碼器 與解碼器

文/圖 李清宏、彭家誠 國家太空中心

## 前言

在衛星通訊系統中，地面站與衛星之間的聯絡須經過一段很遙遠的距離，不論是上傳或是下載的訊號都會受到衰減甚至干擾。為了維持一定的通訊品質而又不需增加發射器的功率或增大天線尺寸，於是就有了通道編碼（channel coding）的出現。目前常用的通道編碼方式有Reed-Solomon Codes，Convolutional Codes，Turbo Codes，及LDPC（Low-Density Parity-Check Codes），每種編碼方式各有其優缺點，有時會結合兩種編碼方式以達到需求，例如將Reed-Solomon Codes及Convolutional Codes串接使用也是常見的方式。雖然使用通道編碼可得到編碼增益（coding gain）以降低發射器的功率或天線尺寸，但是必須付出增大頻寬的代價。國內所發展的衛星最常使用的通道編碼方式為Reed-Solomon Codes，本文將探討其編碼及解碼方式。

## Reed和Solomon小檔案

有名的Reed-Solomon Code是由Irving Stony Reed和Gustave Solomon兩位博士所發展出來的編碼系統。



圖1 Reed博士（左）與Solomon博士合影。

Reed博士於1923年出生在美國西北部華盛頓州的西雅圖市（Seattle）。1944年畢業於加州理工學院（Cal Tech）數學系，於1949年在同校獲得數學博士學位。畢業後曾服務於Northrop Aircraft Company 及 Computer Research Corp.各一年。1951至1960年間任職於麻省理工學院（MIT）的林肯實驗室（Lincoln Lab.）。1960至1963年間在RAND Corporation（這是一個為美國軍方做系統分析或研發之非營利性智庫機構）工作。1963年後任教於南加大電機及電腦科學系。他的專長是資訊及編碼理論（information and coding theory），但是他總是喜歡在南加大電機系的博士口試中提問有關電磁學的問題，尤其是馬克

斯威爾方程式 (Maxwell's equations) 的問題。他在世界上第一部數位電腦、Northrop的鯊魚 (Shark) 巡弋飛彈導航系統、以及適應性雷達 (adaptive radar) 發展上都有卓越貢獻。Reed 博士在編碼理論上最為人所熟知的貢獻即是發展出Reed-Solomon編碼及Reed-Muller編碼。

Solomon博士於1930年出生在美國紐約市布魯克林區 (Brooklyn)。1951畢業於Yeshiva University數學系，1956獲得MIT數學博士學位。1957至1961年間任職於麻省理工學院 (MIT) 的林肯實驗室 (Lincoln Lab.)，1961至1967年間任職於Pasadena 的噴射推進實驗室 (JPL)，1967至1976年間任職於加州的TRW衛星公司，最後在Hughes Aircraft Co. (1978-1989) 退休。退休之後還擔任JPL的顧問至1995年。Solomon 博士於1996年1月31日病逝於比佛利山莊 (Beverly Hills) 家中，享年65歲。來自一個歌唱家庭，音樂是Solomon博士的第二事業，他經常在合唱團中唱男高音，曾經作過四十幾首流行歌曲及民謠歌曲。除了與Reed 博士共同發明了Reed-Solomon Codes外，Solomon博士還與H.F. Mattson博士共同發表了Mattson-Solomon polynomial及與Bob McEliece博士共同發表了Solomon-McEliece weight formula，還有許多其他影響深遠之著作。

Reed-Solomon Codes是Reed博士與Solomon博士在麻省理工學院的林肯實驗室共事時共同研究的結果。他們的五頁論文「Polynomial Codes over Certain Finite

Fields」於1959年1月21日寄出給Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics，直到1960年6月才刊出。

## R-S Encoder

國內衛星通訊上所使用的Reed-Solomon Codes是CCSDS RS (255,223) 格式，本文將探討其理論基礎及實作。

Gorenstein與Zierler於1961年證明Reed-Solomon Codes與BCH Codes 之關係，那就是：Reed-Solomon Codes是一種non-binary BCH Codes。

Binary與Non-binary codes之區別可由下列二多項式碼字 (code word) 看出：

### Binary codeword:

$$\begin{aligned} U(X) &= 1 + 0X + X^2 + 0X^3 + X^4 + 0X^5 + X^6 \\ &= 1 + X^2 + X^4 + X^6 \end{aligned}$$

### Non-binary codeword:

$$\begin{aligned} U(X) &= (10010101) + (11101100)X \\ &+ (10100101)X^2 + (01100010)X^3 \\ &+ (00110110)X^4 + (11111110)X^5 \\ &+ (01110010)X^6 \end{aligned}$$

Binary codeword的多項式係數非0即1；而non-binary codeword多項式的係數則由好幾個位元 (bit) (此例由8個位元) 所組成的符元 (symbol)，最常見的non-binary code是CD中所使用的Reed-Solomon code。

Reed-Solomon codes是屬於Block code

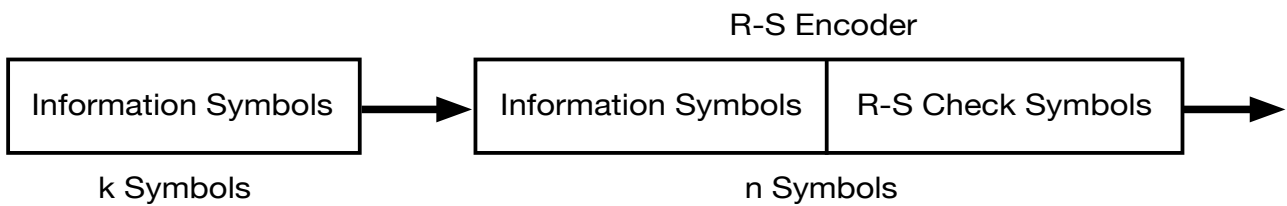


圖2 RS (n,k) 編碼器。

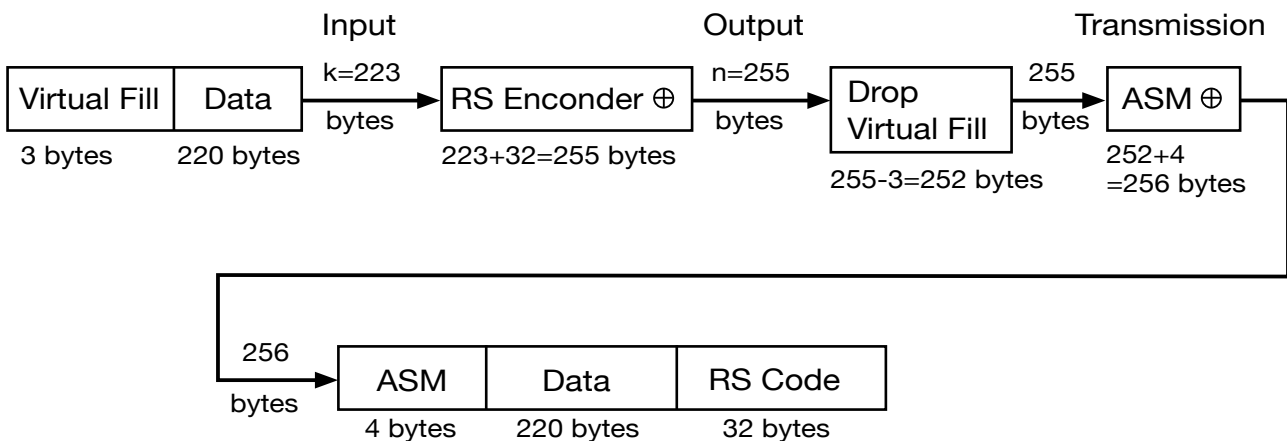


圖3 CCSDS R-S遙傳格式。

的一種，其編碼方塊圖如圖2所示。k個資料符元 (information symbols) 進入R-S編碼器後加上 (n-k) 個偵錯符元 (check symbols)，然後輸出n 個符元的碼字 (codeword)，以 RS (n, k) 來表示。

實際上CCSDS的R-S遙傳格式常如圖3所示，圖2為RS (255,223) 且資料符元為Byte的範例，其輸入資料必須為223個，若輸入資料只有220個byte的資料符元，則需加上全為零的3個byte「虛資料 (virtual fill)」，使成為223個byte的資料符元，然後將其輸入RS Encoder，會產生32個byte的偵錯符元加在資料後端，成為255個byte的輸出。然後再將原先加入的3個

byte「虛資料」丟棄，最後成為252Byte的RS編碼資料，「虛資料」並不會被傳送出去。

在實際運用時，會將RS編碼過的資料，經過亂碼器 (randomizer) 處理，再於整個資料前端加入4個byte的ASM (Attached Sync Marker) 後才傳送出去。

做亂碼 (randomize) 處理是為了接收端作位元同步 (bit synchronize) 時，需要信號有足夠的變化 (transition)，才能鎖住 (lock) 信號。ASM是作為接收端資料同步 (Frame Synchronize) 及解決相位混淆 (phase ambiguity) 之用。

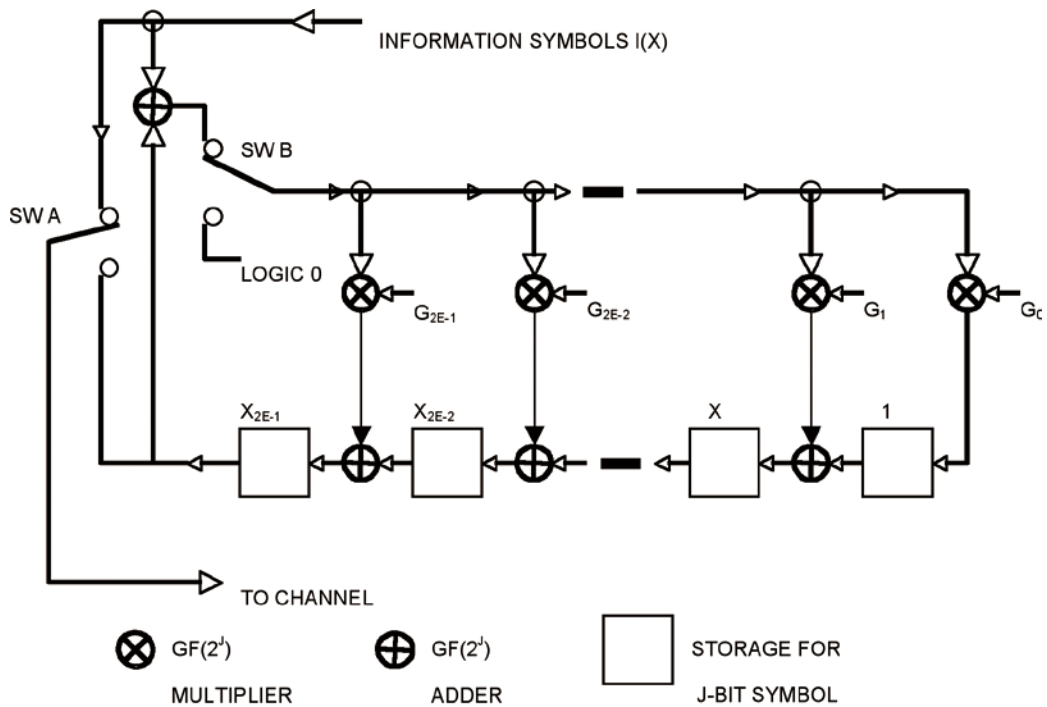


圖4 傳統RS (n,k) 編碼器。

傳統的編碼方式如圖4所示，其對應之方程式為EQ-2。

傳統的編碼器是由 $2E$ 個 $J$ -位元的移位暫存器 (shift register) 所組成，起始值都設成零 (0)。假設資料多項式 (information polynomial) 為

$$I(X) = C_{N-1}X^{K-1} + C_{N-2}X^{K-2} + \dots + C_{2E} \quad (\text{EQ-1})$$

其中

$N$ =每個RS codeword所含之符元數

$K$ =輸入資料所含之符元數

$E$ =符元錯誤更正能力

$2E$ =檢查碼之符元數

$J$ =每個符元所含之位元數。

例如：在RS (255,223) 中： $N=255$ ；

$K=223$ ； $E=16$ ； $2E=32$ ； $J=8$ 。

而

$$g(x) = \prod_{j=1}^{143} (x - \alpha^{11j}) = \sum_{i=0}^{32} G_i X^i \quad (\text{EQ-2})$$

為RS (255,223) Code之”自我倒數產生器多項式” (self-reciprocal generator polynomial)。當

$$g(x) = x^{n-k} g\left(\frac{1}{x}\right) \quad (\text{EQ-3})$$

則  $g(x)$  稱為”自我倒數產生器多項式”，其多項式之係數有下列關係

$$G_i = G_{n-k-i} \quad (\text{EQ-4})$$

即  $G_0=G_{32}$ ， $G_1=G_{31}$ ， $\dots$ ， $G_{15}=G_{17}$ ，

$G_{16}=G_{16}$ 。

在圖4中，起初SWA及SWB打至上面位置，資料符元同時循序進入移位暫存器及通道（channel）。 $C_{N-1}$ 符元最先進入， $C_{2E}$ 符元最後進入。當 $C_{2E}$ 符元進入後，SWA及SWB打至下面位置。在移位暫存器裡的值為檢查符元（check symbol），因為SWB打至Logic 0而循序被推出至通道與先前輸出之資料符元合成為一個RS codeword。移位暫存器也同時被清光（全為0），為下次K個資料符元輸入做準備。

用傳統的編碼器做RS (255,223) 編碼需要一個很大的兩個場元素（field elements）的乘法對照表。有鑑於此，Elwyn R. Berlekamp

於1981年提出「Bit-Serial Multiplier Algorithm」，只需要移位暫存器及互斥或（Exclusive-OR）即可，如圖5所示。

假設傳統編碼器與Berlekamp編碼器有相同的「自我倒數產生器多項式」（self-reciprocal generator polynomial） $g(x)$ ，則它們的關係如圖6所示。

其中 $I$ 及 $I'$  為資料符元（information symbols）； $C$ 及 $C'$  為檢查符元（check symbols）。

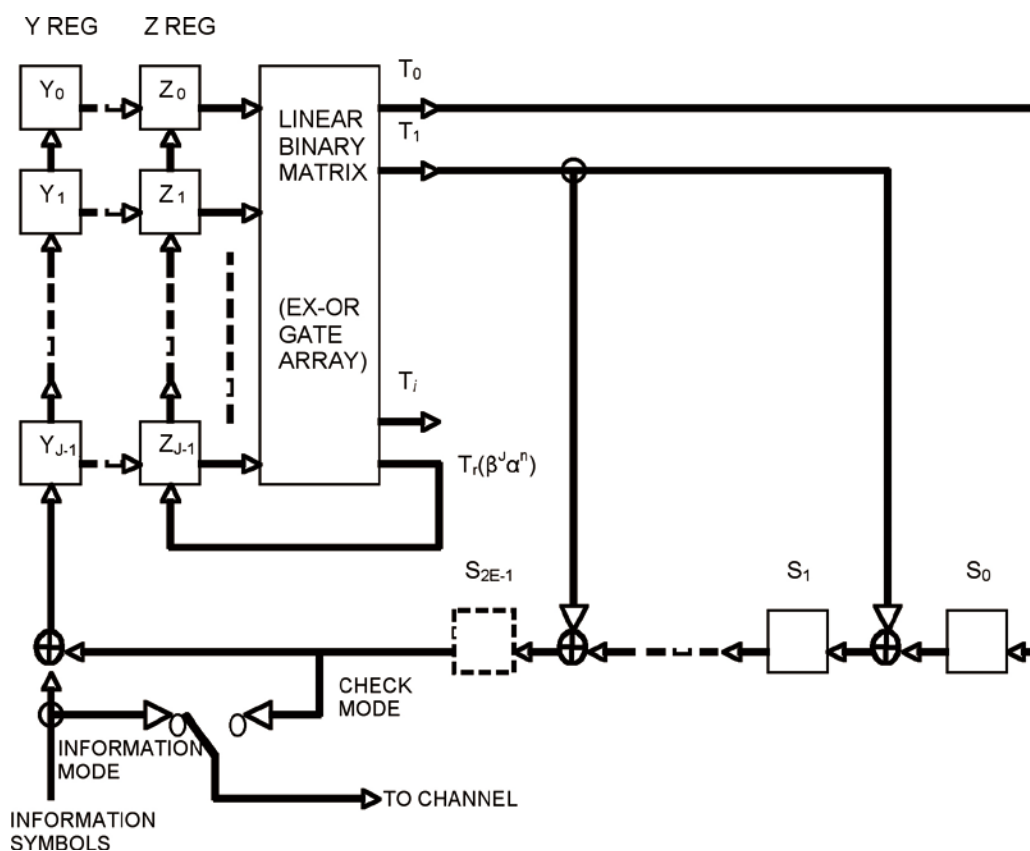


圖5 Berlekamp架構之RS (n,k) 編碼器。

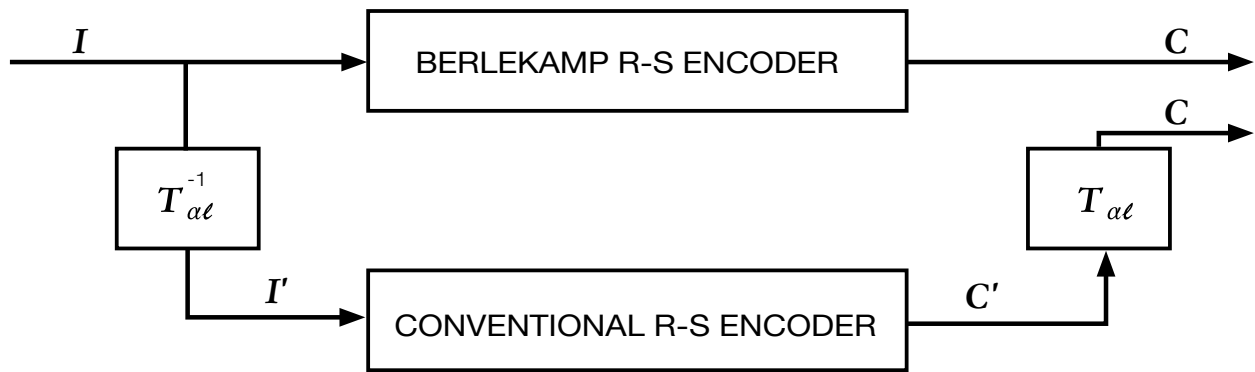


圖6 Berlekamp與傳統編碼器轉換圖。

假設傳統編碼器的8個位元是以 $\{1, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_7\}$ 為基底 (basis)，則GF (256) 的任何一個符元可表示為

$$\alpha^n = u_7 \alpha^7 + u_6 \alpha^6 + \dots + u_0$$

其中 $0 \leq n < 255$ ； $u_7, u_6, \dots, u_0$ 為1或0。

而Berlekamp編碼器的8個位元是以

$\{\ell_0, \ell_1, \ell_2, \dots, \ell_7\}$  為基底 (basis)，稱為dual basis，則GF (256) 的任何一個符元可表示為

$$\mathbf{z} = z_0 \ell_0 + z_1 \ell_1 + \dots + z_7 \ell_7$$

而

$$[u_7, u_6, \dots, u_0] = [z_0, z_1, \dots, z_7] T_{\alpha l}^{-1}$$

即

$$[u_7, \dots, u_0] = [z_0, \dots, z_7] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

其中

$$T_{\alpha l}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

而

$$[z_0, z_1, \dots, z_7] = [u_7, u_6, \dots, u_0] T_{\alpha l}$$

即

$$[u_7, \dots, u_0] = [z_0, \dots, z_7] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

其中

$$T_{\alpha l} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

根據以上關係式可得：

$$\mathbf{I}' = \mathbf{I} T_{\alpha l}^{-1} \quad \text{及} \quad \mathbf{C} = \mathbf{C}' T_{\alpha l}$$

以求得32個R-S符元的檢查碼，其編碼程式及軟體人機介面圖表如表1及圖11所示。



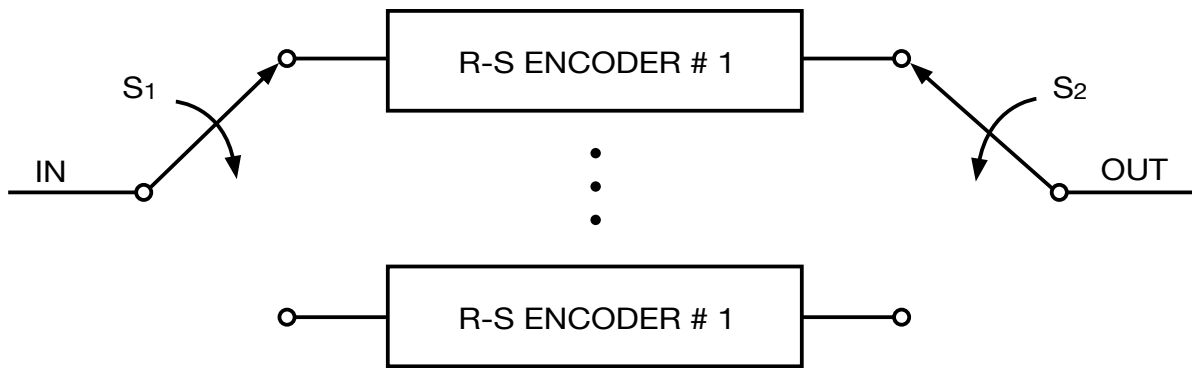


圖7 R-S 間插示意圖。

### Interleaving (間插) 及 De-interleaving (反間插)

做間插的主要目的是要將叢發錯誤 (burst errors) 打散，以利糾正錯誤碼。在接收端做R-S解碼的同時也做反間插 (de-interleaving)。表一所示的程式可做I=1以上正整數的間插。

在衛星通訊中，往往在做R-S編碼的同時也做間插，如圖7所示，其中I=1, 2, 3, 4, 5, …，稱為「間插深度」(interleaving depth)。當I=1時，則沒有做間插；I值越大越能抗干擾，但做反間插所需時間就越長。圖8上圖所示的資料符元從圖7左邊「IN」端輸入，a0進入R-S Encoder#1，b0進入R-S Encoder#2，c0進入R-S Encoder#3，依此類

推。在原始資料符元後方需有32I 個符元空間以便填入32I個R-S編碼的檢查碼。資料符元在進入R-S Encoder後即加入32個符元檢查碼，如 a223, …, a254; …; 及e223, …, e254，如圖7下圖所示。經過R-S Encoder編碼後的資料再從圖7的「OUT」端依圖8下圖縱行循序輸出，所得結果為原始資料加上32I個符元檢查碼，如圖9所示。

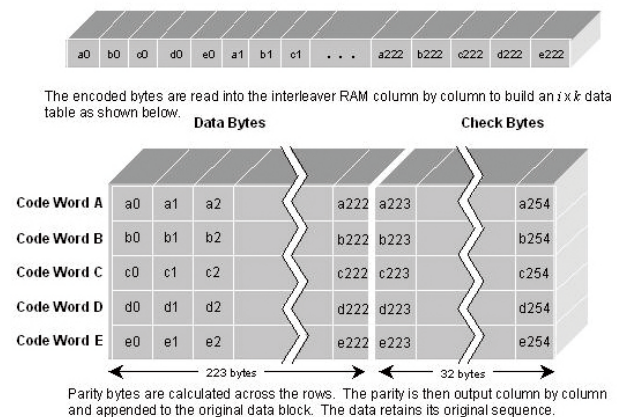


圖8 間插 (Interleaving)。

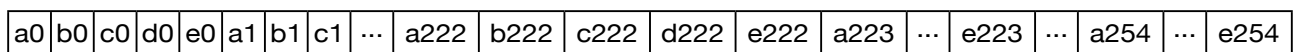


圖9 R-S 間插輸出。

第一步：取得接收碼字 (received codeword)  $r(X)$

第二步：計算徵狀 (Syndrome)  $S(X)$

$$S_k = \sum_{n=0}^{N-1} r_n \alpha^{nk} \quad , \quad 1 \leq k \leq 2t \quad (1)$$

其中  $r_n$  ( $0 \leq n \leq N-1$ ) 為接收到的碼字 (codeword) ;  $E_k = S_k$  ( $1 \leq k \leq 2t$ ) ,  $E_k$  為錯誤序列 (error sequence)  $e(X)$  的FFT轉換。

第三步：利用modified Euclid algorithm 在  $X^{2t}$  及徵狀多項式 (syndrome polynomial)

$$S(x) = \sum_{k=1}^{2t} S_k x^{2t-k} \quad (2)$$

的演算求得error-location polynomial  $\sigma(X)$  :

$$\sigma(x) = x^t + \sigma_1 x^{t-1} + \dots + \sigma_t \quad (3)$$

第四步：從 (3) 式中已知  $\sigma$  係數去求得  $d \leq k \leq N$  之剩餘錯誤序列 (error sequence)  $e(X)$  的FFT轉換  $E_k$  , 其中  $E_0 = E_N$  。

$$E_{2t+j} + \sum_{k=1}^t (-1)^k \sigma_k E_{2t+j-k} = 0 \quad , \quad \text{其中 } j \geq 1 \quad (4)$$

第五步：計算  $E_k$  之IFFT以求得估計錯誤碼 (estimated error pattern)  $e(X)$  :

$$e_n = \sum_{k=0}^{N-1} E_k \alpha^{-nk} \quad , \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (5)$$

第六步：求得解碼後之碼字  $u(x)$  = 接收碼 + 錯誤碼 =  $r(x) + e(X)$  以輸出結果。

## Reed-Solomon Decoding

Reed-Solomon的解碼方式有Peterson-Gorenstein-Zierler Algorithm、Berlekamp-Massey Algorithm、Euclidean Algorithm、Frequency Domain Algorithm、Step-by-Step Algorithm、Welch-Berlekamp Algorithm、List Decoding 等等幾種方式，本文所附的程式是根據Richard P. Brent與H. T. Kung於1984年所發表的Modified Euclidean Algorithm所撰寫。

Euclidean Algorithm 是利用「輾轉相除法」求得error-location polynomial  $\sigma(X)$  , 再利用此多項式以倒數 (inversion) 方法求得誤碼位置 (error-location) 的誤碼值 (error-value) 以糾正錯誤碼。

而以Modified Euclidean Algorithm方式求error-location polynomial  $\sigma(X)$  則不須求倒數 (inverse) 。其解碼步驟如左：

以上解碼之流程如圖10所示。

## 程式開發

CCSDS Reed-Solomon編碼器與解碼器是衛星測試系統所需要之軟體功能，由於台灣衛星都是使用CCSDS RS (255,223) 之編碼，故而決定以此為規格開發相關程式。表1是以Visual C# 2008所開發之RS 編碼及解碼類別 (class) , 專門用於CCSDS RS (255,223) 編碼及解碼，其間插深度 (interleave depth) 可設定任意一個正整數，內定值 (Default Value) 為「1」，一般最多用到  $I=5$  。

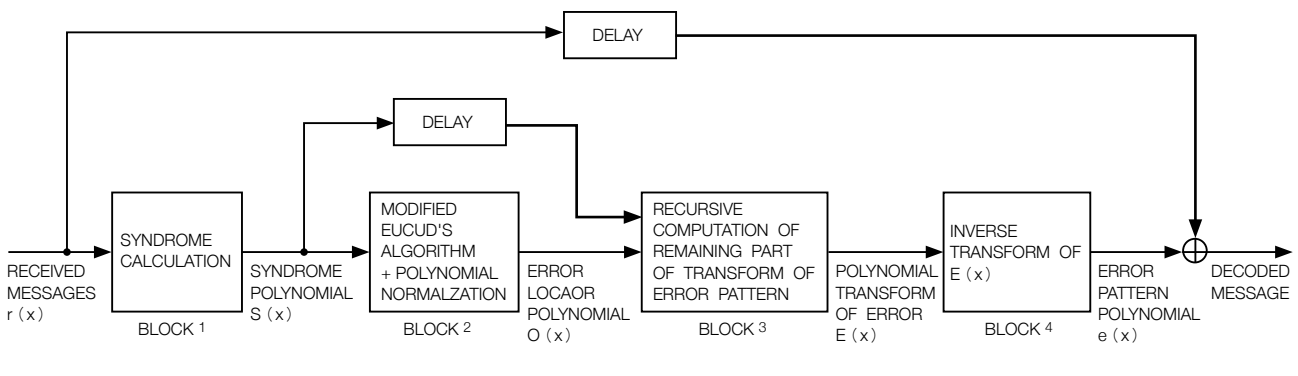


圖10 Pipeline (n,k) RS 解碼器方塊圖。

程式開發主要是參考附錄2及附錄11之文件，本程式之CCSDS RS編碼是採用傳統RS編碼，故而輸入及輸出都需經過矩陣轉換。另撰寫一測

試程式如圖11所示，並與美國AVTEC公司PTP設備之測試案例比對，確認開發之CCSDS RS (255,233) 編碼及解碼類別功能無誤。

表1 Reed-Solomon 編碼器及解碼器之C#類別 (Class) 原始碼

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
namespace CCSDS
{
    class RS
    {
        // Transformation T^-1 from dual basis (Berlekamp) to standard basis
        (conventional)
        byte[] TTo = { 0, 204, 172, 96, 121, 181, 213, 25, 240, 60, 92, 144, 137, 69, 37,
            233, 253, 49, 81, 157, 132, 72, 40, 228, 13, 193, 161, 109, 116, 184, 216, 20, 46,
            226, 130, 78, 87, 155, 251, 55, 222, 18, 114, 190, 167, 107, 11, 199, 211, 31, 127,
            179, 170, 102, 6, 202, 35, 239, 143, 67, 90, 150, 246, 58, 66, 142, 238, 34, 59, 247,
            151, 91, 178, 126, 30, 210, 203, 7, 103, 171, 191, 115, 19, 223, 198, 10, 106, 166,
            79, 131, 227, 47, 54, 250, 154, 86, 108, 160, 192, 12, 21, 217, 185, 117, 156, 80, 48,
            252, 229, 41, 73, 133, 145, 93, 61, 241, 232, 36, 68, 136, 97, 173, 205, 1, 24, 212,
            180, 120, 197, 9, 105, 165, 188, 112, 16, 220, 53, 249, 153, 85, 76, 128, 224, 44, 56,
            244, 148, 88, 65, 141, 237, 33, 200, 4, 100, 168, 177, 125, 29, 209, 235, 39, 71, 139,
            146, 94, 62, 242, 27, 215, 183, 123, 98, 174, 206, 2, 22, 218, 186, 118, 111, 163,
            195, 15, 230, 42, 74, 134, 159, 83, 51, 255, 135, 75, 43, 231, 254, 50, 82, 158, 119,
            187, 219, 23, 14, 194, 162, 110, 122, 182, 214, 26, 3, 207, 175, 99, 138, 70, 38, 234,
            243, 63, 95, 147, 169, 101, 5, 201, 208, 28, 124, 176, 89, 149, 245, 57, 32, 236, 140,
            64, 84, 152, 248, 52, 45, 225, 129, 77, 164, 104, 8, 196, 221, 17, 113, 189 };
        // Transformation from standard basis (Conventional) to dual basis (CCSDS
        Berlekamp)
    }
}
```

```

byte[] TFBack = { 0, 123, 175, 212, 153, 226, 54, 77, 250, 129, 85, 46, 99, 24,
204, 183, 134, 253, 41, 82, 31, 100, 176, 203, 124, 7, 211, 168, 229, 158, 74, 49,
236, 151, 67, 56, 117, 14, 218, 161, 22, 109, 185, 194, 143, 244, 32, 91, 106, 17,
197, 190, 243, 136, 92, 39, 144, 235, 63, 68, 9, 114, 166, 221, 239, 148, 64, 59, 118,
13, 217, 162, 21, 110, 186, 193, 140, 247, 35, 88, 105, 18, 198, 189, 240, 139, 95,
36, 147, 232, 60, 71, 10, 113, 165, 222, 3, 120, 172, 215, 154, 225, 53, 78, 249, 130,
86, 45, 96, 27, 207, 180, 133, 254, 42, 81, 28, 103, 179, 200, 127, 4, 208, 171, 230,
157, 73, 50, 141, 246, 34, 89, 20, 111, 187, 192, 119, 12, 216, 163, 238, 149, 65,
58, 11, 112, 164, 223, 146, 233, 61, 70, 241, 138, 94, 37, 104, 19, 199, 188, 97, 26,
206, 181, 248, 131, 87, 44, 155, 224, 52, 79, 2, 121, 173, 214, 231, 156, 72, 51, 126,
5, 209, 170, 29, 102, 178, 201, 132, 255, 43, 80, 98, 25, 205, 182, 251, 128, 84, 47,
152, 227, 55, 76, 1, 122, 174, 213, 228, 159, 75, 48, 125, 6, 210, 169, 30, 101, 177,
202, 135, 252, 40, 83, 142, 245, 33, 90, 23, 108, 184, 195, 116, 15, 219, 160, 237,
150, 66, 57, 8, 115, 167, 220, 145, 234, 62, 69, 242, 137, 93, 38, 107, 16, 196, 191 };
// G[] are the coefficients of the generating polynomial
byte[] G = { 1, 91, 127, 86, 16, 30, 13, 235, 97, 165, 8, 42, 54, 86, 171, 32, 113,
32, 171, 86, 54, 42, 8, 165, 97, 235, 13, 30, 16, 86, 127, 91, 1 };
// H[] and F[] compute the power and log in GF ( 256 ) ,
// H[] is alpha in CCSDS
// F[] use to locate H[], if H[]=j, --> F[]=i
byte[] H = { 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 135, 137, 149, 173, 221, 61, 122, 244,
111, 222, 59, 118, 236, 95, 190, 251, 113, 226, 67, 134, 139, 145, 165, 205, 29, 58,
116, 232, 87, 174, 219, 49, 98, 196, 15, 30, 60, 120, 240, 103, 206, 27, 54, 108, 216,
55, 110, 220, 63, 126, 252, 127, 254, 123, 246, 107, 214, 43, 86, 172, 223, 57, 114,
228, 79, 158, 187, 241, 101, 202, 19, 38, 76, 152, 183, 233, 85, 170, 211, 33, 66,
132, 143, 153, 181, 237, 93, 186, 243, 97, 194, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 7, 14, 28,
56, 112, 224, 71, 142, 155, 177, 229, 77, 154, 179, 225, 69, 138, 147, 161, 197, 13,
26, 52, 104, 208, 39, 78, 156, 191, 249, 117, 234, 83, 166, 203, 17, 34, 68, 136, 151,
169, 213, 45, 90, 180, 239, 89, 178, 227, 65, 130, 131, 129, 133, 141, 157, 189, 253,
125, 250, 115, 230, 75, 150, 171, 209, 37, 74, 148, 175, 217, 53, 106, 212, 47, 94,
188, 255, 121, 242, 99, 198, 11, 22, 44, 88, 176, 231, 73, 146, 163, 193, 5, 10, 20,
40, 80, 160, 199, 9, 18, 36, 72, 144, 167, 201, 21, 42, 84, 168, 215, 41, 82, 164, 207,
25, 50, 100, 200, 23, 46, 92, 184, 247, 105, 210, 35, 70, 140, 159, 185, 245, 109,
218, 51, 102, 204, 31, 62, 124, 248, 119, 238, 91, 182, 235, 81, 162, 195 };
byte[] F = { 0, 0, 1, 99, 2, 198, 100, 106, 3, 205, 199, 188, 101, 126, 107, 42, 4,
141, 206, 78, 200, 212, 189, 225, 102, 221, 127, 49, 108, 32, 43, 243, 5, 87, 142,
232, 207, 172, 79, 131, 201, 217, 213, 65, 190, 148, 226, 180, 103, 39, 222, 240,
128, 177, 50, 53, 109, 69, 33, 18, 44, 13, 244, 56, 6, 155, 88, 26, 143, 121, 233, 112,
208, 194, 173, 168, 80, 117, 132, 72, 202, 252, 218, 138, 214, 84, 66, 36, 191, 152,
149, 249, 227, 94, 181, 21, 104, 97, 40, 186, 223, 76, 241, 47, 129, 230, 178, 63, 51,
238, 54, 16, 110, 24, 70, 166, 34, 136, 19, 247, 45, 184, 14, 61, 245, 164, 57, 59, 7,
158, 156, 157, 89, 159, 27, 8, 144, 9, 122, 28, 234, 160, 113, 90, 209, 29, 195, 123,
174, 10, 169, 145, 81, 91, 118, 114, 133, 161, 73, 235, 203, 124, 253, 196, 219, 30,
139, 210, 215, 146, 85, 170, 67, 11, 37, 175, 192, 115, 153, 119, 150, 92, 250, 82,
228, 236, 95, 74, 182, 162, 22, 134, 105, 197, 98, 254, 41, 125, 187, 204, 224, 211,
77, 140, 242, 31, 48, 220, 130, 171, 231, 86, 179, 147, 64, 216, 52, 176, 239, 38, 55,
12, 17, 68, 111, 120, 25, 154, 71, 116, 167, 193, 35, 83, 137, 251, 20, 93, 248, 151,

```

```
46, 75, 185, 96, 15, 237, 62, 229, 246, 135, 165, 23, 58, 163, 60, 183 };
int TT = 32;      // Reed Solomon Parity Length
int K = 223;     // Reed Solomon Encoder Input Data Length
int N = 255;     // Reed Solomon Encoder Output Data Length
int interleave; // Reed Solomon Interleave Number
byte[] B = new byte[32]; // Tempary RS Encoder 32 Bytes Parity
public RS ( )
{ interleave = 1; } // Initial with default Interleave number = 1
public RS ( int ia )
{ interleave = ia; } // Initial with interleave number parameter
public bool Encoder ( byte[] blnput, out byte[] bParity )
{ bParity = new byte[interleave * TT];
  if ( blnput.Length < K * interleave )
  { return false; }
  int i,j;
  byte[] bdata=new byte[K];
  byte[,] bP = new byte[interleave, TT];
  for ( i = 0; i < interleave; i++)
  { for ( j = 0; j < K; j++)
    { bdata[j] = blnput[i + interleave * j]; }
    byte[] bPTemp;
    EncoderNoInterleave ( bdata, out bPTemp ) ;
    for ( j = 0; j < TT; j++)
    { bP[i,j] = bPTemp[j]; } }
  for ( j = 0; j < TT; j++)
  { for ( i = 0; i < interleave; i++)
    { bParity[j*interleave+i] = bP[i, j]; } }
  return true; }
public void EncoderNoInterleave ( byte[] blnput, out byte[] bParity )
{ int i, k;
  byte x, WV;
  bParity = new byte[32];
  for ( i = 0; i < TT; i++) B[i] = 0; // Set Parity Check Pattern = 0
  for ( k = 0; k < N; k++)
  { if ( k < K) // 原始輸入資料
    { Transformation T^-1 from dual basis to standard basis
      x = TTo[blnput[k]];
      // Begin conventional RS encoder, Input symbols x in standard basis Now.
      WV = ( byte ) ( x ^ B[TT - 1] ) ;
    }
    else
    { WV = 0; x = B[TT - 1]; }
    for ( i = TT - 1; i > 0; i--)
    { if ( WV == 0 ) { B[i] = B[i - 1]; }
      else { B[i] = ( byte ) ( B[i - 1] ^ ( H[ ( F[G[i]] + F[WV] ) % N] ) ) ; }
    }
    if ( WV == 0 ) { B[0] = 0; }
```

```

    else { B[0] = (byte) ( ( H[ ( F[G[0]] + F[VW] ) % N] ) ); }
    // End of Conventional RS Encoder
    // Transformation from standard basis to dual basis, and save Parity to out array
    if ( k > K - 1 ) bParity[k - K] = TFBack[x];
  }
  return;
}
byte MUL ( int A, byte B )
{   if ( B == 0 ) { return 0; }
    else { return H[ ( A + F[ ( B ) ] ) % N]; }
}
public int Decoder ( byte[] bInput, ref string syndrome, ref string strError )
{ if ( bInput.Length < N * interleave )
  { return 3; }
  int i, j;
  byte[] bdata = new byte[N];
  syndrome = "";          strError = "";
  bool bError = false;
  for ( i = 0; i < interleave; i++ )
  { for ( j = 0; j < N; j++ )
    { bdata[j] = bInput[i + interleave * j];    }
    string strsyn=""; string strE=""; int ireturn;
    ireturn=DecoderNoInterleave ( bdata, i, ref strsyn, ref strE ) ;
    if ( ireturn == 2 )
    { return 2;    }
    else if ( ireturn == 1 )
    { syndrome = syndrome + " ; " + strsyn;
      strError = strError + strE;
      for ( j = 0; j < N; j++ )
      { bInput[i + interleave * j] = bdata[j]; }
      bError = true;    }
    else
    { syndrome = syndrome + " ; " + strsyn;    } }
  if ( bError ) return 1; return 0; }
public int DecoderNoInterleave ( byte[] REC, int itime, ref string syndrome, ref string strError )
{ int i, j;
  // Do Transformation
  for ( i = 0; i < N; i++ ) REC[i] = TFTo[REC[i]];
  // Parameter for Decoder
  int M = 112;      int G = 11; byte[] et = new byte[17]; byte[] ex = new byte[N];
  byte[] ee = new byte[N];      // Error Location and Pattern
  byte[] E = new byte[N + TT + 1];
  byte[] S = new byte[TT + 1];      // Syndrome
  byte fa, fb; byte[] R = new byte[TT + 1];
  byte[] mu = new byte[TT + 1]; byte[] lam = new byte[TT + 1];
  byte[] PR, PS, PT, Plam, Pmu; byte a, b;
  int L, CL, TH, ix, jx, i1, i2, j1, j2, j3; int tem, degR, degS;
  PR = R;    PS = S;    Plam = lam;    Pmu = mu;

```

```

for ( j = 0; j <= TT; j++) { R[j] = 0; S[j] = 0; lam[j] = 0; mu[j] = 0; }

// Syndrome Calculation
for ( i = 0; i < N; i++)
{ ix = N - 1 - i;
  for ( j = 0; j < TT; j++)
  { S[j] = (byte) ( REC[ix] ^ MUL ( G * ( j + M ), S[j] ) ); }
}
degS = TT;
while ( ( PS[degS] == 0 ) && ( degS > 0 ) ) --degS;
syndrome = "";
for ( i = 0; i <= TT; i++) syndrome = syndrome + S[i].ToString ( "X2" ) + " ";
// S[] is syndrom, if all item = 0, ( same as degS=0 ), then it is no error.
if ( degS == 0 )
{ return 0; }
else
{ // Modified Euclid Algorithm
  for ( j = 0; j < TT; j++) E[j + 1] = PS[TT - 1 - j];
  PR[TT] = 1; mu[0] = 1; degR = TT; degS = TT; i = 1; TH = TT / 2;
  while ( i <= TT )
  { while ( ( PR[degR] == 0 ) && ( degR > 0 ) ) --degR;
    while ( ( PS[degS] == 0 ) && ( degS > 0 ) ) --degS;
    L = degR - degS; CL = L;
    if ( L < 0 ) CL = -L;
    if ( degR < TH || degS < TH )
    { if ( degR >= TH ) Plam = Pmu; break; }
    else
    { if ( degR < degS )
      { PT = PR; PR = PS; PS = PT;
        PT = Plam; Plam = Pmu; Pmu = PT;
        tem = degR; degR = degS; degS = tem; }
      if ( PS[degS] == 0 )
      { degS--;
        if ( degS < TH )
        { Plam = Pmu; break; } }
      else
      { // Compute R lam *****
        a = PR[degR]; b = PS[degS];
        fa = F[a]; fb = F[b]; degR--;
        for ( j = 0; j <= TT; j++)
        { tem = 0;
          if ( j >= CL ) tem = PS[j - CL];
          byte baa, bbb; baa = 0;
          if ( b != 0 ) baa = MUL ( fb, PR[j] );
          bbb = 0;
          if ( a != 0 ) bbb = MUL ( fa, ( byte ) tem );
          PR[j] = ( byte ) ( baa ^ bbb );
          tem = 0;
        }
      }
    }
  }
}

```

```

        if (j >= CL) tem = Pmu[j - CL];
        baa = 0;
        if (b != 0) baa = MUL (fb, Plam[j]);
        bbb = 0;
        if (a != 0) bbb = MUL (fa, (byte) tem);
        Plam[j] = (byte) (baa ^ bbb);
    }
    if (degR < TH) break;
} } i++;
// Error Locator Polynomial *****
degR = TT;
while ((Plam[degR] == 0) && (degR > 0)) --degR;
tem = N - F[Plam[degR]];
for (j = 0; j <= degR; j++)
{ Plam[j] = MUL (tem, Plam[j]); }
for (j = TT; j < N + TT; j++)
{ E[j + 1] = 0;
  for (i = 0; i < degR; i++)
  {tem = Plam[degR - i - 1]; jx = j - i;
   if (tem != 0) E[j + 1] = (byte) (E[j + 1] ^ MUL (F[tem], E[jx]));}
E[0] = E[N];
for (j = 0; j <= TT; j++)
{ if (E[j] != E[j + N])
  {j = 0; return 2; }
  if (j != 0)
  {/inverse FFT *****
   for (j2 = 0; j2 < 15; j2++)
   {jx = G * 17 * j2;
    for (i1 = 0; i1 < 17; i1++)
    { et[i1] = 0;
     for (i2 = 0; i2 < 15; i2++)
     { i = (N + 1 - M + 8 * (15 * i1 + 17 * i2)) % N;
      et[i1] = (byte) (et[i1] ^ MUL (jx * i2, E[i])); } }
    for (j1 = 0; j1 < 17; j1++)
    { ix = G * 15 * j1;
     j = (15 * j1 + 17 * j2) % N; ee[j] = 0;
     for (i1 = 0; i1 < 17; i1++)
     { ee[j] = (byte) (ee[j] ^ MUL (ix * i1, et[i1])); } }
    for (j3 = 0; j3 < N; j3++) REC[j3] = (byte) (REC[j3] ^ ee[j3]);
    byte x; strError = "";
    for (i = 0; i < N; i++)
    { if (ee[i] != 0)
     { x = TFBack[ee[i]];
      strError = strError + (i*interleave+itime + 1).ToString() + "\t" + ee[i].
ToString("X2") + " " + x.ToString("X2") + "\r\n";
     } } } }
    // Do Transformation
    for (i = 0; i < N; i++) REC[i] = TFBack[REC[i]]; return 1; } } }

```



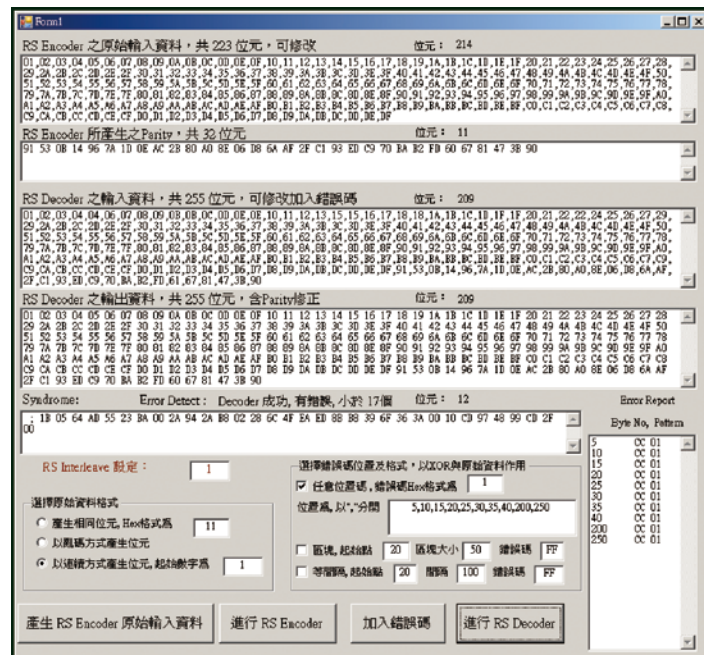


圖 11 Reed-Solomon 測試軟體人機介面。

## 結語

美國於 1977 年發射兩顆航海家太空船 (Voyager I 於 9 月 5 日升空, Voyager II 於 8 月 20 日升空), 能將遠至天王星 (Uranus) 及海王星 (Neptune) 的影像成功的送回地球就是靠 Reed-Solomon 的編碼與解碼所賜。目前廣泛使用的 CD 片即使受到輕微的刮傷或裂開還是可以正常使用也是利用 Reed-Solomon 編碼、解碼的結果。不論是數位資料的傳送或是儲存, Reed-Solomon 編碼都扮演了不可或缺的角色。

繼 BCH 編碼器與解碼器的程式開發之後, 我們又利用 C# 語言撰寫出 Reed-Solomon 編碼器與解碼器的程式, 並且與現有 Avtec PTP 對照印證過, 對於自主開發 EGSE (Electrical Ground Support Equipment) 的 STC (Satellite Test Controller) 又向前邁進了一步。

## 參考資料

1. "Reed-Solomon Encoders-Conventional vs. Berlekamp's Architecture", Perlman, M., and Lee, J., JPL Publication 82-71, NASA-Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, December 1, 1982.
2. "A Software Simulation Study of a (255,223) Reed-Solomon Encoder/Decoder", Pollara, Fabrizio, JPL Publication 85-23, NASA-Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, April 15, 1985.
3. "Error Control Coding, Fundamentals and Applications", Shu Lin and Daniel J. Costello, 2nd Ed. Prentice Hall, 2004.
4. Telemetry Channel Coding, CCSDS 101.0-B-4. Blue Book. Washington, D.C., May 1999.
5. "Reed-Solomon Codes and Their Applications", Stephen B. Wicker and Vijay K. Bhargava, IEEE Press, 1994.
6. New York Times, Feb. 18, 1996.
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Irving\\_S.\\_Reed](http://en.wikipedia.org/wiki/Irving_S._Reed)
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Gustave\\_Solomon](http://en.wikipedia.org/wiki/Gustave_Solomon)
9. "CCSDS Telemetry and Command Quick Reference Guide Vol. 2", Avtec Systems.
10. R.P. Brent and H.T. Kung, "Systolic VLSI Arrays for Polynomial GCD Computation," IEEE Trans. On Computers, Vol. C-33, No. 8, Aug. 1984.
11. H.M. Shao, et al, "A VLSI Design of a Pipeline Reed-Solomon Decoder," IEEE Trans. On Computers, Vol. C-34, No. 5, May 1985.

# 高速計算與電子商務網站開發平台

文/圖 吳建衡 國家高速網路與計算中心

## 前言

長久以來，有些政府組織、企業團體、教育單位及其它中小企業常面臨資訊系統專案預算不足的問題。特別是近一年來，因全球景氣衰退，更多的組織及企業將大量減少相關資訊系統專案預算。雖然如此，資訊系統專案仍然須繼續依企業內部的相關需求做開發。因此，自由軟體之網站開發平台扮演重要的角色，它結合開發與支援小組提供相關的服務，但它所付出的成本比商業軟體要減少許多。

為了提供符合全球趨勢與俱備先進技術的自由軟體之網站開發平台，因而產生「高速計算與電子商務網站開發平台HPC Portal Development Platform」（圖1）。此平台提供極佳的網站開發平台給Java開發者來設計、撰寫程式，客制化與部署網站系統。它採用Tomcat（Web Server）and JBoss（J2EE Application Server）將呈現層、邏輯層與資料層分開，因此它的架構相當健全，穩定與先進。此架構讓Java開發者針對他們的需求將內容豐富化。此外，此研發平台提供使用者一個完整的互動環境，給企業或個人使用服務導向型架構（Service Oriented Architecture）的相關應用，並且能使

用在所有形式的服務，讓使用者可以有更佳、更有效率的體驗。<sup>[1][2][3]</sup>

## 內容

高速計算與電子商務網站開發平台HPC Portal Development Platform（圖1）允許Java的開發者打開Web-based portals與高速計算應用方面的隔閡。它能讓他們開發活用以內容為主的工作環境，特別在程式設計與撰寫方面，高速計算的知識工作者將可使用單一窗口操作各方面的高速計算服務、高速計算應用、高速計算內容、與高速計算搜尋服務。

## 「高速計算與電子商務網站開發平台HPC Portal Development Platform」能為高速計算做些什麼？

不單只為高速計算，此研發平台也能成為其它功能的Portal（入口網站），例如：

- Personal Portal 個人入口網站
- Business Portal 商業入口網站
- Enterprise Portal 企業入口網站
- Educational Portal 教育入口網站

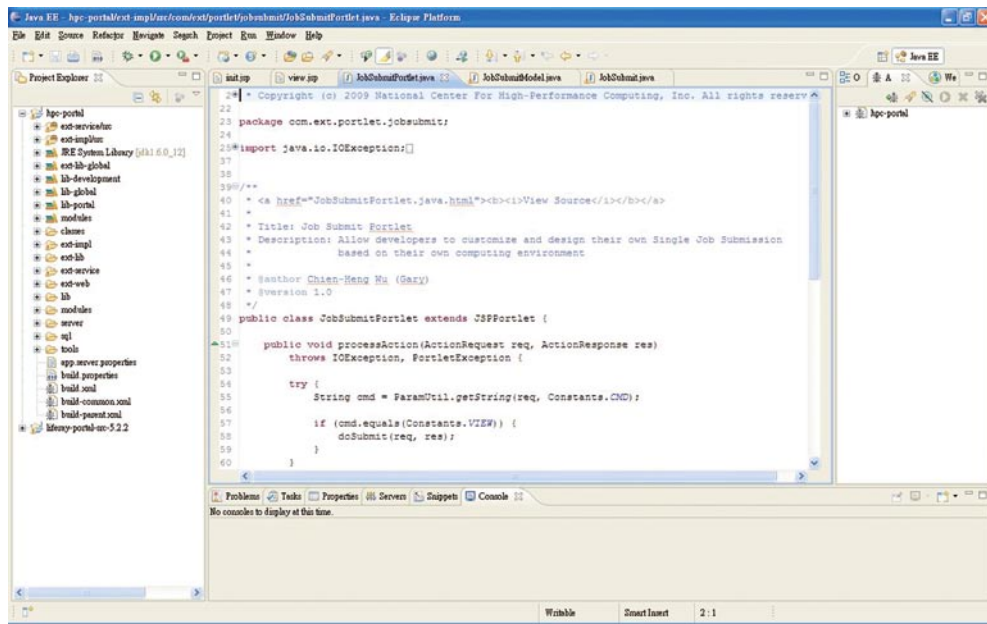


圖1 高速計算與電子商務網站開發平台。

身為高速計算與電子商務網站開發平台 HPC Portal Development Platform，Java 的開發者與程式設計師能設計與撰寫高速計算相關的 Portlet 程式與應用，例如：

- Role of Infrastructure Portal with the highest security for High Performance Computing
- Cluster Status
- Single Job Submission
- Queue Status
- Workflow
- Other specific portlets for HPC users to query

### 此研發平台能提供那些益處？

#### 資訊科技架構與需求最佳化

高速計算與電子商務網站開發平台 HPC Portal Development Platform 能將現有 IT 環境最佳化，因為它整合 Liferay Enterprise Portal [4]

with JBoss-Tomcat Application Server。它能夠使用在各式的資料庫伺服器、或作業系統。

JBoss-Tomcat Application Server 是一種標準的 Java EE (Java Enterprise Edition) Application Server，它提供相當強大的功能給 Web and Java EE 的開發。它也是全球最熱門的 Java EE Application Server。JBoss Application Server (AS) 並提供 Clustering 支援，能在 Server 起動時自動偵測是否為 Cluster。

#### 透過 Single Sign On 來調整與切入所有的資料與應用

高速計算與電子商務網站開發平台 HPC Portal Development Platform 提供單一入口點，從組織內部到外部進入使用者所有的內容、資料、與資訊。Single Sign On 讓使用者 Login 一次後使用所有的資訊。

在登入後，相關的認證與權限控管，提供使用者針對各式層面高速計算使用者，控制與客制相關的機密資訊與功能，例如: Enterprise Admin Portlet、Community Portlet、Other access control portlets。

### 協同合作與客制化

- 為了讓不同的高速計算使用者能協同合作，此研發平台允許它們建立真實的社群，例如: Instant Messaging、Message Boards、Blogs & Wikis。
- 為使增強使用者對此研發平台的體驗與忠誠度，每一個HPC的社群成員能夠提供他們自有的頁面與URL連結。
- 此研發平台裏的HPC Portal允許drag-and-drop portlets來根據使用者的喜好做相關的客制化。
- 在無需撰寫複雜的程式下，相關的Themes與Portlets能改變使用者的觀感（Look and Feel）。

### 延展高速計算領域

高速計算與電子商務網站開發平台（HPC Portal Development Platform）能將企業與高速計算領域裏，根據無限的內容與應用叢集化（Clustering）。並且，此研發平台能幫助企業組織與單位避免產生「vendor lock-in or dependence on a single third-party」。它也含蓋許多核心的先進技術，因此可大大的縮短開發時間。

### 研發平台架構

給予開發者有充足的力量去操控與開發針對它們的需求所開發的相關應用。高速計算與電子商務網站開發平台HPC Portal Development Platform提供Structs、Tiles、JSP and JSF等相關的物件，讓開發者能客制化他們的應用。使用者也可以在頁面上，增加、移動、或移除物件。

此研發平台支援多層次（multiple tiers – presentation, service, business logic, and database）架構（圖2），能夠符合相關的負載需求。它使用Session EJBs將Web server, EJB server, and database server分開，以其達到叢集化（Clustering），使系統本身最佳化。另外，此架構支援High Availability，透過HTTP Failover、Session Replication、與Hardware/Software Load Balancing來達到無關機時間。

此研發平台使用Session EJB and POJO implementation來提供在大型組織所需要的高延展性與高交易量。Local Session EJBs將商務邏輯提供給其它的Session EJBs，並且無需做特別檢查，因為它們無法從遠端呼叫。商務規則或政策也可以從POJO implementations透過遠端呼叫Remote Session EJBs傳回本機端。

此研發平台不僅支援「服務導向型架構 Service Oriented Architecture（SOA）」<sup>[5]</sup>設計方法，並且提供工具與架構來延伸SOA到HPC application portlets。它也支援傳統與無線的行動裝置，讓高速計算與電子商務的使用者更加便利。

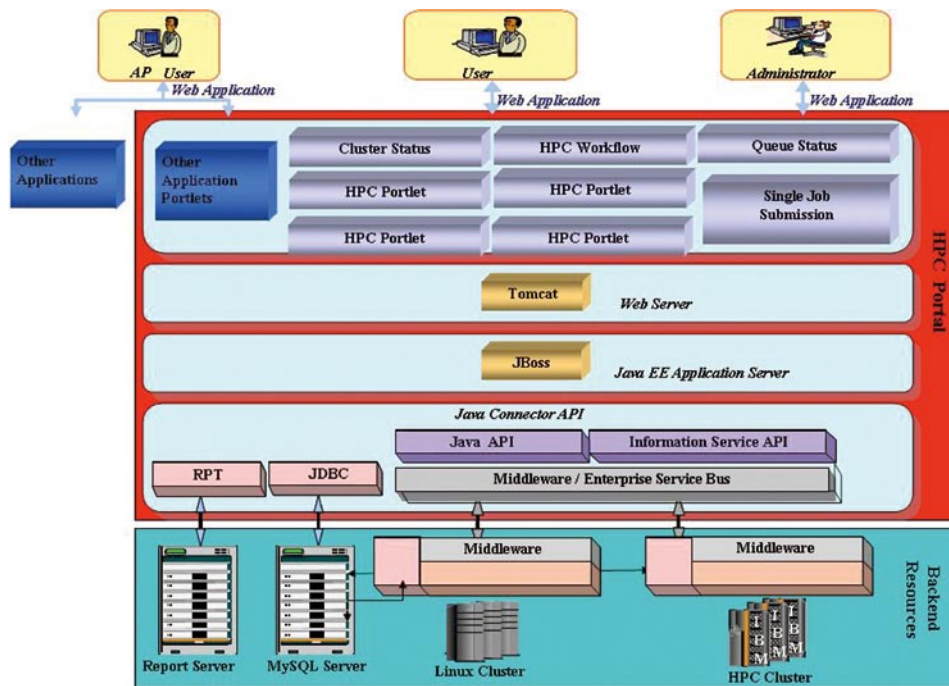


圖2 研發平台架構。

## 展示

在HPC Portal 開始運作後 使用者就可看到以下的 Login In (登入) 畫面 (圖3)。這些預設的Portlets 可被高度客製化，也可被設成特別的群組。

開發者或使用者也可以改變「介面 (Look and Feel)」 (圖4) 給特定的群組或HPC使用者，此功能能讓使用者選擇他們的喜好。

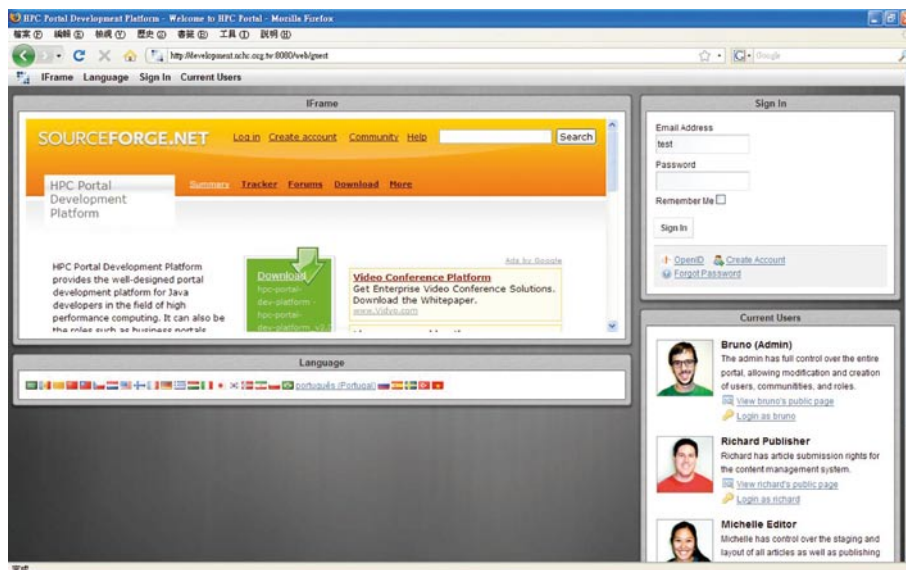


圖3 登入頁面。

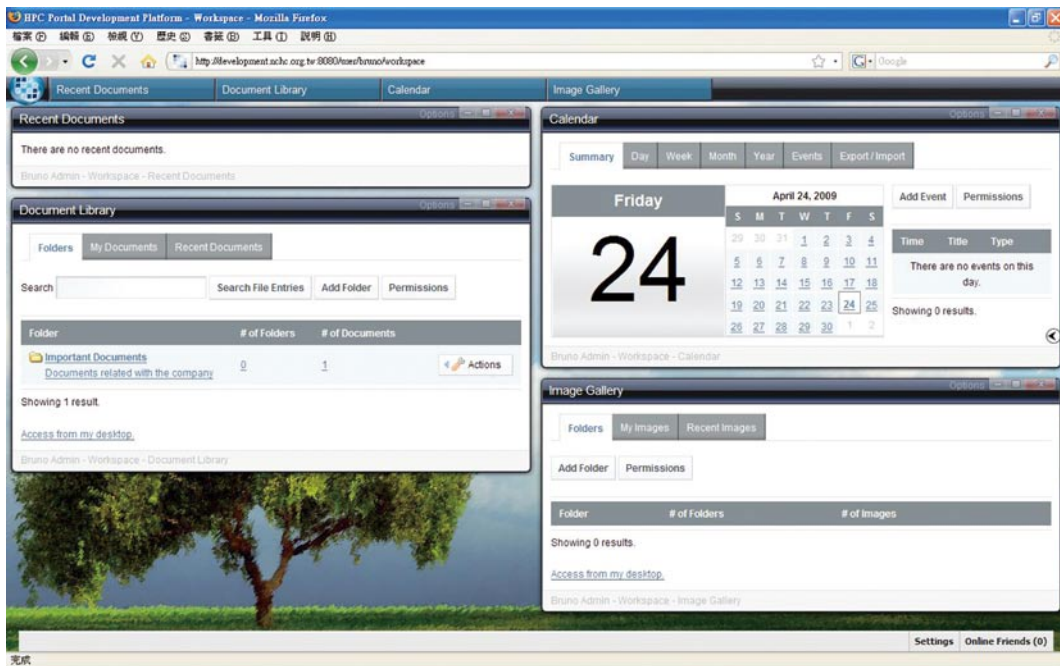


圖4 視覺觀感。

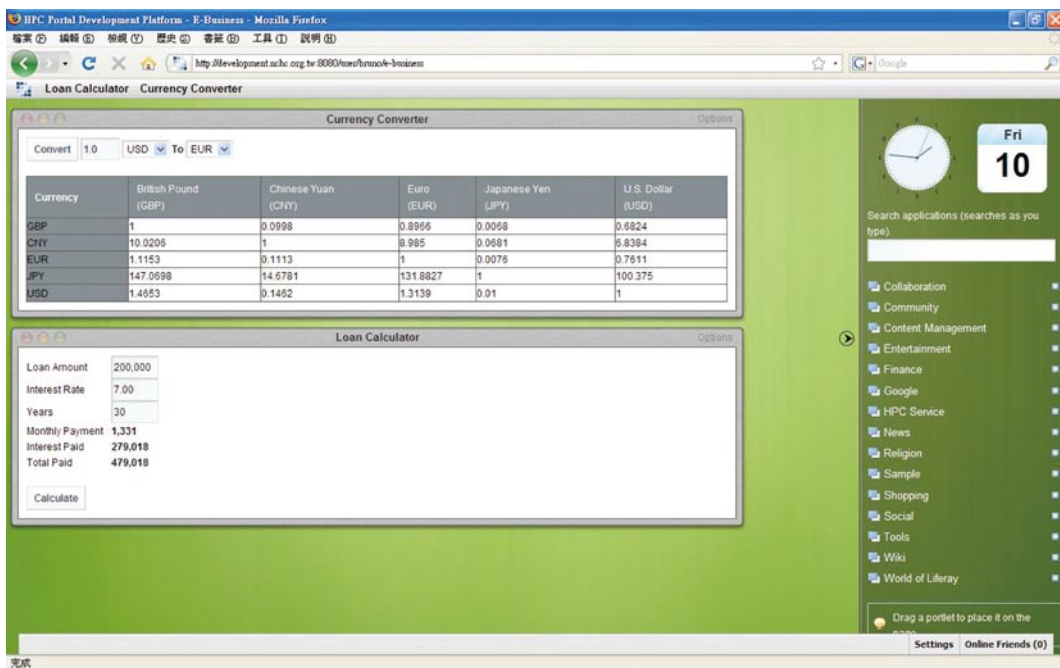


圖5 支援AJAX技術。

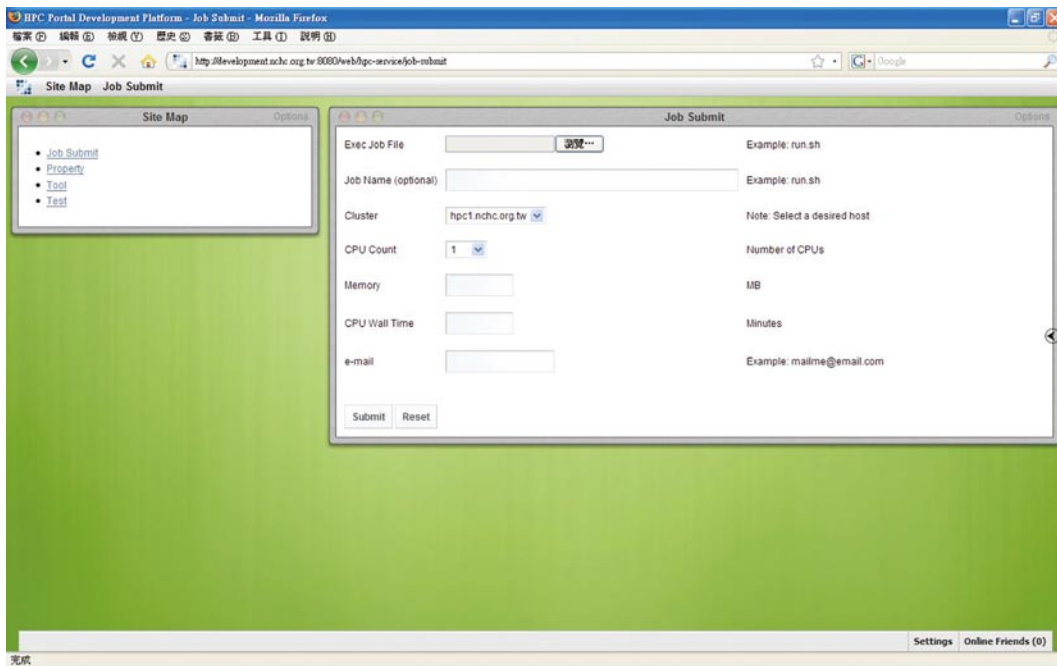


圖6 工作執行應用組件。

此研發平台支援目前全球相關的先進技術，AJAX技術也包含在裏面，在下圖（圖5）左上角的地方，就是用AJAX技術開發而成。開發者也能修改核心程式碼，以達到期望的內容。

## Job Submit Portlet

此研發平台裏的Job Submit Portlet（圖 6）是一個專為高速計算而開發的應用，它允許HPC Portal的開發者針對他們後端的高速計算環境，持續做前瞻性的開發與客製化。HPC Portal的使用者可以送出單一的程式（Single Job）到後端執行高速計算。

## Property Portlet

此研發平台裏的Property Portlet（圖7）主要是讓HPC Portal的管理者使用與設定LDAP Server

or MDS Server。並且允許HPC Portal開發者針對他們的高速計算環境做特定的修改與開發。

## 結語

每一個企業或組織無論大小，都需要讓內部的資訊工作者提高效率與增加工作產量。要達到內部越來越多的需求，資訊工作者更是需要一套先進與能量產化的Portal研發平台。高速計算與電子商務網站開發平台HPC Portal Development Platform將扮演此重要的角色。它必須是「角色與工作導向為主（role- and task- focused）」，資訊工作者能針對他們內部需求持續開發與創新，對企業或組織將會有正面的幫助。

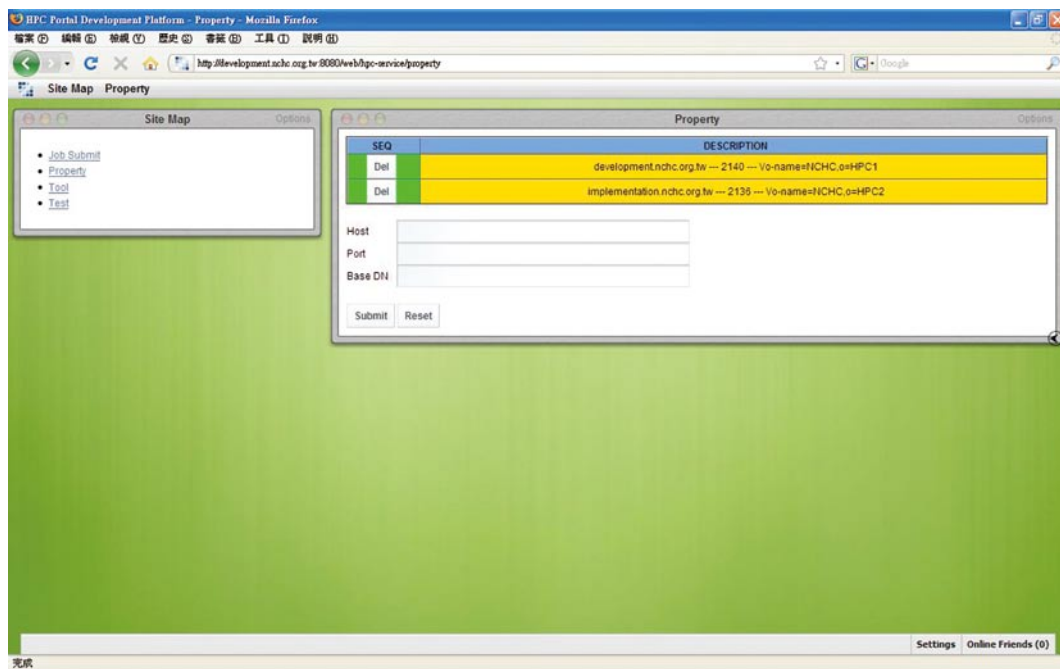


圖7 屬性客製應用組件。

### 參考資料

1. 吳建衡Chien-Heng Wu, "HPC Portal Development Platform for High Performance Computing and E-Business", HPC Asia 2009, Kaohsiung, Taiwan.
2. 吳建衡Chien-Heng Wu, "High Performance Computing: HPC Portal Development Platform with SOA Enabled", 第十四屆高性能計算編譯技術研討會 (Workshop on Compiler Techniques for High-Performance Computing -- CTHPC 2008), Taipei, Taiwan.
3. 吳建衡 Chien-Heng Wu, "高速計算與電子商務網站開發平台\_開發者手冊\_v1.1GA (HPC-Portal-Development-Platform\_Developer-Guide.pdf)", <http://sourceforge.net/projects/hpc-portal/>
4. Liferay, <http://www.liferay.com>
5. Service-Oriented Architecture, [http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented\\_architecture](http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture)

### 關鍵字

HPC Portal Development Platform, Job Submit Portlet, Property Portlet.

URL: <http://sourceforge.net/projects/hpc-portal/>



# 自動化光學檢測應用於晶粒表面 瑕疵檢測

文/圖 魏子軒 儀器科技研究中心

## 前言

台灣IC產業發展歷史已超過30年，在政府積極支持和產業界的努力下，台灣已成為全球IC產業的重鎮，尤其IC製造能力在全球半導體市場更扮演舉足輕重的角色。IC產業一直為我國最重要的經濟產業，產業結構發展至今已相當完整，在國際上展現的成績也有目共睹，依據經濟統計2005年台灣IC產業的產值已達1.2兆元，其中設計業、製造業、封裝業、測試業產值分別占25%、54%、15%、6%<sup>[1]</sup>。

而追求利潤及爭取訂單時，維持品質並降低成本為國內廠商常用的手段。由於IC的製造過程非常精密，若其中一步驟稍有不慎，便會使IC失效，而成為不可使用之產品，此點不同於其它製造業的產品，製造過程的錯誤大多只會造成不良品，非不能使用的產品；因此，IC製造業的良率相較於傳統的工業製造良率來得低且變異大，如何有效提升良率，便成為封裝廠不斷努力的目標。

產業用機台自主化亦為降低成本另一可行辦法，長期以來政府亦推動半導體機械自主計畫的政策，經多年的推行後，封裝段的機台已逐漸進

駐各生產廠房，為廠商爭取訂單奠定良好基礎，此作法的優點在於國人自主機台可免除國外廠商高價剝削，另一方面產線廠商可就近與機台生產廠商討論進行必要機台改善，隨時適應需求變化。

在IC製程中加入分類與檢測功能，即為提升良率的一個重要過程，也具體展現機台自主化降低成本的優勢。晶粒分類設備因此不斷的被應用於各種不同領域，不論是在DRAM、驅動（driver）IC及CMOS sensor等各方面；近年來尤以驅動IC為運用大宗。以面板驅動IC為例，其製程如圖1所示。

由於在一般的封裝廠內，驅動IC於晶圓切割後會加入晶粒分類過程，分類好的晶粒會再送到離線檢測設備進行瑕疵檢測。傳統上，在晶粒影像檢測中，有缺陷的區域通常是檢測人員藉由電子顯微鏡的幫助來判斷污損或缺陷。一般是以肉眼檢查晶圓及手動標記缺陷位置，相當容易造成誤判，而這些誤判的原因以疲勞所產生佔大多，除此之外，這些過程也會產生較大的人力花費。如此等於多了一道製程，不僅耗時耗工，還

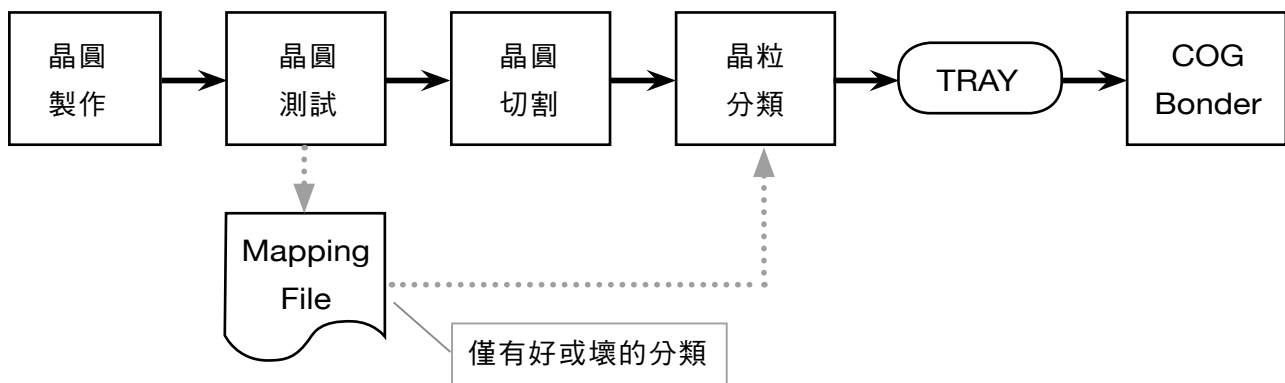


圖1 一般面板驅動IC製程。

提高風險，並非一個有效率的作法，如能在晶粒分類設備上附加進行檢測，將晶粒入料於拖料盤（tray）的同時，即進行瑕疵檢測，如此即可省下成本，降低風險，進而提升良率及盈餘。

線上進行晶粒瑕疵檢測最快實現的方式即為自動光學檢測（automatic optical inspection）。儀科中心長期以來發展遙測儀器，過程中已建立多項檢測技術，這些技術大多屬於自動光學檢測的範疇。因此近期接受機台廠商之委託，建立一套「晶粒表面瑕疵快速檢測模組」，該模組可直接附加於晶粒分類設備機台進行即時的IC晶粒檢測。

本文說明自動化光學檢測技術應用於快速檢測晶粒表面瑕疵的發展過程及結果。

## 計畫需求

本計畫需求如下：

- 1.可檢測尺寸為20mm×2 mm的晶粒。
- 2.可檢測晶粒中之瑕疵，最小可檢測線寬為25 $\mu$ m。
- 3.一次檢測時間需小於0.7秒。
- 4.檢錯率（loss rate，表示原本有瑕疵之晶粒未

被檢出率） $\leq 2\%$ 。

- 5.誤判率（overkill rate，表示原本無瑕疵之晶粒被檢出為瑕疵率） $\leq 5\%$ 。

0.7秒內即可完成檢測之需求，使機台適合架設於生產線上，進行全面性之線上檢測，避免抽檢所耗費的人力物力，亦可即時發現機械手臂出現問題，避免後續晶粒續受污染。

## 模組系統設計

本模組分硬體及軟體二部分，硬體部分用於取得影像，軟體則搭配檢出法則，快速判斷晶粒是否有瑕疵，分述如後。

### 硬體架構

依據需求本模組需能於0.7秒內檢測20mm×2mm的晶粒中25 $\mu$ m線寬的瑕疵。感測器與鏡頭的選配為建立一套自動光學檢測系統首要解決之問題。為求檢測快速，除演算法能力外，硬體所搭配獲取資料量速率也為重要一環，故選用全畫素至少優於40fps之感測器。

為求不更動機台內機械手臂抓取晶粒之架構，乃捨棄過往近距離顯微鏡組取像，而改採長工作

表1 取像鏡頭與感測器搭配之特性分析

感測器畫素尺寸 ( $\mu\text{m}$ )	感測器尺寸 ( mm )	鏡頭放大倍率	待測物尺寸解析度 ( $\mu\text{m}$ )	待測物觀測範圍 ( mm )
7.0	16.1×11.9	0.875 ×	8.0	18.4×13.6
		0.8 ×	8.75	20.125×14.875
		0.56 ×	12.5	28.75×21.25

資料來源：本研究整理。

距離(約150mm)高解析取像；此外，為配合機械手臂工作速率及晶粒尺寸，採取一次取像之檢測方式，即選取的光學鏡頭視野需能搭配此一需求。解析度限制於取樣頻率觀點而言，若欲於3個像素內檢測出晶粒中 $25\mu\text{m}$ 線寬的瑕疵，感測器搭配光學鏡組其解析度以 $8\mu\text{m}$ 至 $12.5\mu\text{m}$ 為佳，而為了配合待測物尺寸，感測器最大成像範圍則需至少20mm，此兩項為鏡頭重要規格，感測器確立後為搭配鏡頭且符合規範，鏡頭光學倍率需0.56~0.8倍，如表1所示。

經設計後本檢測系統硬體架構如圖2所示，包含四個重要組件：高畫素CMOS、高倍率鏡組、光源組及微動平台。微動平台主要功能為輔助對焦，於實驗階段架設以獲取清晰影像。此外，為獲得較佳影像品質之光源，光源波長及打光角度均很重要。晶粒主要由特殊功能IC及輸出入接腳構成，在各個部份不同型號和用途上使用的製程材料有所不同。不同晶粒表面顏色材質及透明、半透明或不透明，對光線的反射能力亦不相同，加上不同的檢測機台所用的打光技術也不同，因

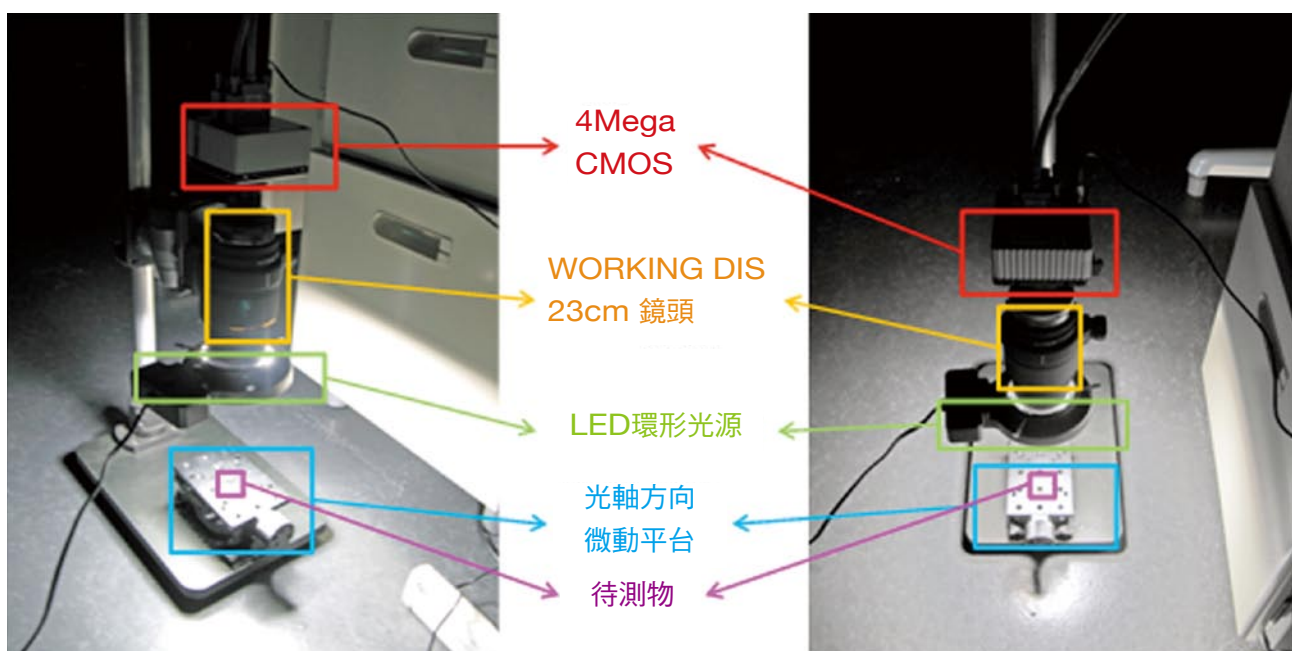


圖2 檢測模組架構示意圖。

此增加取像方面的複雜度。打光部分可概分前照式、背照式及側照式三種，根據選用光源的波長不同，可再細分紅光、綠光、藍光、白光等光源，其照度會依機台的設定調整亮度大小。本系統採LED環形光源做為打光方式。

### 晶粒污損檢測方法

目前已有幾種晶粒污損檢測方法被提出來，Mital<sup>[2]</sup>發展了一個自動化的晶粒樣本檢測系統，此檢測系統是以知識型的資料庫，在知識型的資料庫中有各式各樣晶粒影像的幾何特徵和外觀，這也表示需要收集各式各樣的樣本。Zhang<sup>[3]</sup>發展出一種以電腦視覺的技術做自動化的檢測，此方法屬於監督式的學習方式，學習樣本的選取

會直接影響到類神經網路的效能，為了達到檢測方法的精確，像是缺陷的樣本、晶粒的邊界都是必須知道的；另外，為了達到有效的檢測，像是一些邊界的剪裁和複雜的方向校正都是需要執行的，而這些動作都是複雜且耗時的過程。故以上方法並不適用於現階段需求。

因此本模組引入正交子空間匹配法 (orthogonal subspace projection)<sup>[4]</sup>用於初判定瑕疵，此方法針對大範圍區域檢測，可快速剔除具有顯著瑕疵之晶粒；接著使用相關性匹配處理局部區域，如此精細的檢測加上高解析度的感測器，可將25 μm以上線寬之瑕疵完全檢測出。

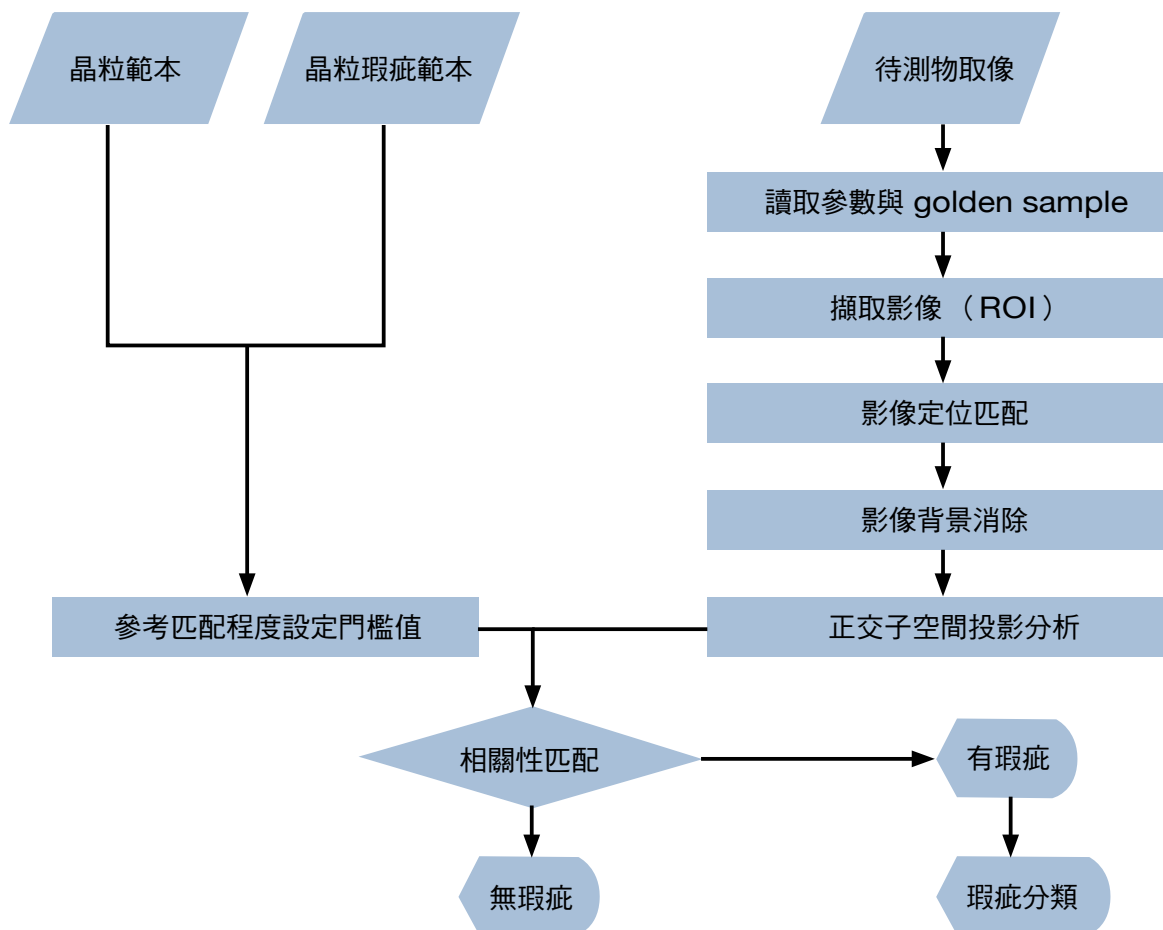


圖3 影像處理流程圖。

為獲得最佳檢測效率，在檢測同一類型之晶粒需利用樣本品粒訓練並建立三個參數檔，分別為粗匹配參數檔、細匹配參數檔、去背景參數檔。參數檔格式均相同，唯一不同之處在於內容詳細程度，參數檔內含晶粒於旋轉各種角度之位置及灰度值資訊。粗匹配所記錄之內容為±6度，角度解析度為1度，影像解析度為原始影像7分之1，每種角度紀錄晶粒內依長寬平均分配10×5個點之位置及灰階值；細匹配參數檔記錄±6度，角度解析度為0.1度，影像解析度與原始影像相同，點位記錄15×9個點之位置及灰度值；去背景參數檔記錄±6度，角度解析度0.1度，影像解析度與原始影像相同，點位紀錄晶粒上每一像素之位置及灰度值。

圖3為影像處理流程圖，可以概分為影像定位匹配、影像背景消除、正交子空間匹配、相關性匹配及判別晶粒影像瑕疵與否。

在影像定位前，所拍攝之晶粒影像先行與空盤影像相減，找出概略之晶粒影像位置，再用影像定位法精細定位出晶粒位置，其方法原理為正規相關係數匹配法（normalized cross correlation）<sup>[5-7]</sup>。主要步驟包含影像粗匹配、

影像細匹配及影像去背景。

影像粗匹配主要為獲得概略晶粒位置及擺放角度。將前步驟搜尋出概略位置由左上右下伸展一區塊作為粗匹配區域，將影像重新取樣成為七分之一，角度在±6度內每一度進行匹配，所得匹配結果為粗略定位影像。影像細匹配主要功能在於接續粗匹配所獲得位置及角度以0.1度繼續搜尋晶粒精確位置及角度，細匹配完成後即可得到晶粒最佳之位置及角度。影像去背景任何演算法其效率均不如查表快，透過以上二個步驟之後，再經由查詢參數檔中其位置資訊即可迅速獲得去除背景後之影像。

將影像定位並去背景後，再經過直方圖統計處理，應用正交子空間投影法處理影像直方圖資料，即可獲得初步的影像瑕疵判斷。圖4為正交子空間投影法示意圖，正交子空間投影主要是使用一矩陣運算（投影運算），消除原始訊號中不欲被檢測出之物質特徵或雜訊之干擾，而後使用一向量運算，增益訊號以及欲被檢測出之物質特徵之訊雜比（maximize SNR）。

與樣本品粒經投影比對後，再將檢測影像中與

表2 晶粒表面瑕疵快速檢測系統規格

測試晶粒樣本尺寸	≤ 2mm×20 mm			
量測功能	檢測線寬	取像速率	鏡頭工作距離	可檢測晶粒尺寸
	≥25 μm	40fps	≥15 cm	長度≤ 25 mm
量測時間	≤ 0.7 秒			
檢錯率	≤ 2%			
誤判率	≤ 5%			

資料來源：本研究整理。

$$\bar{X}_g = \frac{1}{n} \sum_{(x,y)} f_g(x,y) \quad (1)$$

for  $(x,y) = \{(x_1,y_1), (x_2,y_2), \dots, (x_n,y_n)\}, x \in \text{Position X and } y \in \text{Position Y}$

$$\bar{X}_s = \frac{1}{n} \sum_{(x,y)} f_s(x,y) \quad (2)$$

for  $(x,y) = \{(x_1,y_1), (x_2,y_2), \dots, (x_n,y_n)\}, x \in \text{Position X and } y \in \text{Position Y}$

$$\gamma_{xy} = \frac{\sum_{(x,y)} [f_g(x,y) - \bar{X}_g][f_s(x,y) - \bar{X}_s]}{\sqrt{\sum_{(x,y)} [f_g(x,y) - \bar{X}_g]^2} \sqrt{\sum_{(x,y)} [f_s(x,y) - \bar{X}_s]^2}} \quad (3)$$

樣本影像差異過大之像素值進行相關性匹配計算相關係數  $r_{xy}$ ，將可能為瑕疵之像素值與樣本影像比對，未通過門檻值即視為瑕疵，反之則否。相關係數公式如式 (1) ~ (3)。

## 測試成果

為求較佳影像對比，先進行光源實驗測試檢測晶粒與光源波長的響應，其結果如圖5所示。結果顯示偏紅光對於晶粒取像有更好的對比與響應，有益於縮短感測器曝光時間及演算法分析。因此本系統乃選用偏紅光環型光源與相機置於同側，做為檢測晶粒表面特徵時之照明。

實測時以100組20mm長之晶粒影像進行實驗，其中包含無瑕疵晶粒影像50組，有瑕疵晶粒影像50組。另以20組無瑕疵晶粒影像做為 Golden Sample，以建立各個角度組之晶粒角度定位參數。經實際檢測結果可知，約佔3個像素寬之瑕疵在本系統中可順利被檢測出，以影像解析度換算後可知本系統檢測線寬至少為25  $\mu\text{m}$ 。此外，50組瑕疵晶粒皆正確被檢測出，50組無瑕疵晶粒則有1組被誤判為瑕疵晶粒，檢錯率及誤判率分別小於2%及5%，檢測時

間均小於0.7秒，檢測正確率與效能都有極高的水準。表2為本機台之規格表。

## 結論

本模組為業界與研究單位合作的範例，結合雙方專長項目，快速達到符合下游廠商需求，有效降低生產成本並提高良率。其中硬體為配合業界機台需求之工作距離為150mm，可於0.7秒內檢測晶粒中大於25  $\mu\text{m}$ 線寬之瑕疵。為獲得較佳影像品質，於光源實驗中進行檢測晶粒與光源波長響應測試，實驗結果發現偏紅光對於晶粒取像有較好的對比與響應，有益於縮短感測器曝光時間及演算法分析。此外，本系統利用了多項影像處理演算法進行晶粒瑕疵偵測。首先，為取得晶粒之正確擺放位置，進行影像定位匹配及去除背景，並應用正交子空間與相關係數演算法，與樣本影像進行比對，可快速判斷晶粒是否具有瑕疵。

儀科中心所發展之晶粒表面瑕疵快速檢測系統，可內建於生產機台上，其特色為檢測時間短，受測晶粒模組也無需精密定位等優勢，可大幅縮減時間及人力，並降低生產成本。利用本設備可適時地淘汰不良瑕疵品，確實提高產品之出貨良率。

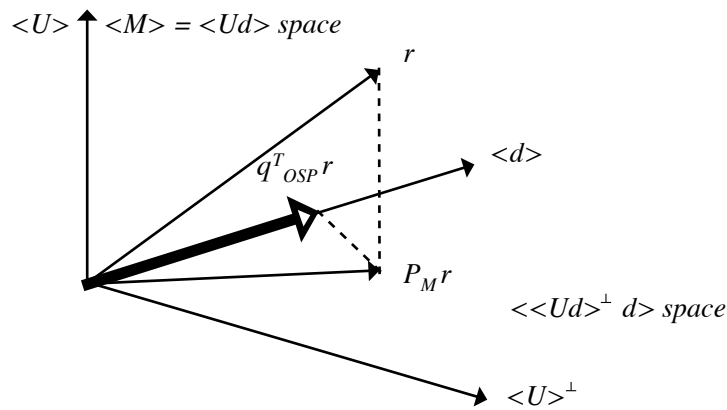


圖4 正交子空間投影法示意圖。

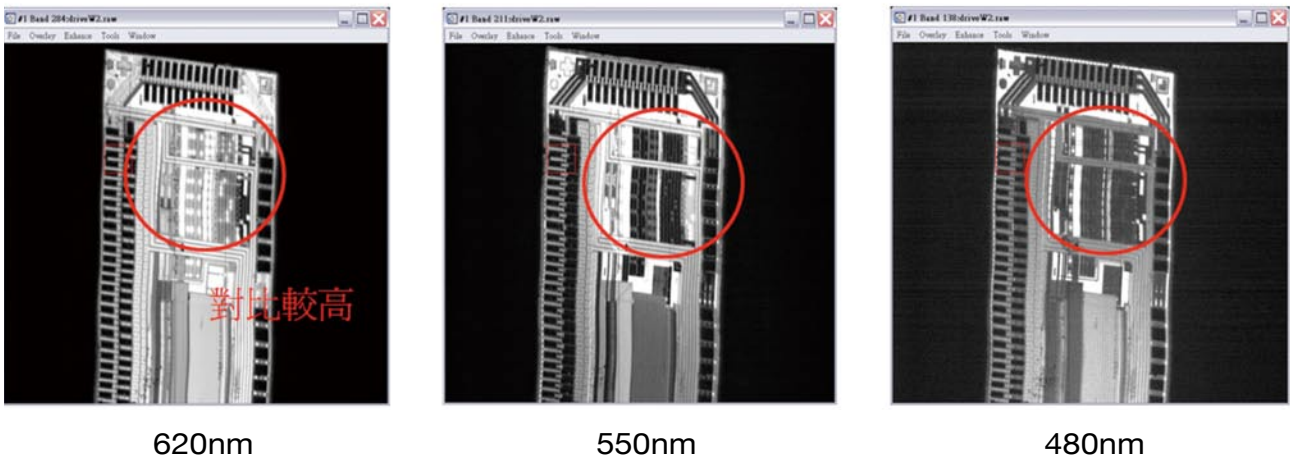


圖5 光源波長與晶粒響應測試圖。

參考資料

1. 台灣主要IT產業發展趨勢分析，<http://www.twbusiness.com.tw/asp/industry13.asp>，經濟部投資業務處。
2. Mital, D.P. & Teoh, E.K. (1991). Computer Based Wafer Inspection System. Proceeding of International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation. 3, 2497-2503.
3. Zhang, J.M., Lin, R.M. & Wang, M.J. (1999). The Development of an Automatic Post-Sawing Inspection System Using Computer Vision Techniques. Computers in Industry, 30, 51-60.
4. C. Harsanyi and C.-I Chang, (1994) "Hyperspectral image classification and dimensionality reduction: an orthogonal subspace projection approach", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 32, no.4, pp.779-785, July 1994.
5. W. Förstner, "A feature-based correspondence algorithm for image matching", International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 26, no.3, pp.150-166, 1986.
6. Z. Zhang, R. Deriche, O. Faugeras, and Q.-T. Luong, "A robust technique for matching two uncalibrated images through the recovery of the unknown epipolar geometry", Artificial Intelligence Journal, vol. 78, no.1-2, pp.87-119, 1995.
7. M. Pilu, "A direct method for stereo correspondence based on singular value decomposition", In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.261-266, 1997.



## 踏實人生，長者風範

專訪地震工程研究中心諮詢委員  
吳漢南博士

文 林宜怡 國家實驗研究院 / 圖 吳漢南



吳漢南博士2006至2009年擔任本院地震工程研究中心諮詢委員，也曾於2008年4月參加國科會伯樂計畫（註1）研究台灣離岸風能開發之可行性。他曾服務美國海軍部工程總署三十年，擔任應用工程處處長及代理海軍總工程師職位。其間發表過一百多篇有關工程方面的文章刊登在專業刊物，也完成了三部經典著作，這三本書被列為美國國防部大地工程領域的標準規畫書。吳博士並曾在台灣大學工學院舉辦兩次暑期大地工程講習會。吳博士所獲頒的獎項如：柯氏勳章（The Goethals Medal-56年來第一次授與亞裔工程師）、全美聯邦政府十大傑出工程師獎、兩次年度傑出工程師獎、海軍部文職人員最高榮譽勳章等，獲獎之多打破美國海軍部三十年來所有文職官員的記錄。另外也曾登上美國名人錄、美國科學和工程名人錄以及國際傑出領導名人錄等。旅居美國近半世紀，除了職涯上許多傲人成就外，吳博士夫婦二人待人誠懇並熱心公益，

參與許多當地的台灣社團及學協會組織，例如：創立北美洲成功大學校友基金會，並任董事長十年、擔任美國華府玉山科技協會會長、美國台灣產業科技協會秘書長及美國華府台灣信用合作社理事長、監事長等，於當地華人社群中享有美譽。訪談過程中，相較上述的豐功偉業，吳博士更喜歡談論他的家人。

吳博士於1932年出生於台南市，小學六年接受完整的日本教育，日文說寫流利。家中有六個姊弟，吳博士排行老五。父親在他國中時過世，所幸能幹的四位姊姊一肩挑起家計，讓吳博士得以一無掛慮繼續求學，先後就讀台南高級工業學校機械科、成功大學土木工程系。畢業後服空軍預備軍官役時在台南空軍俱樂部的聖誕舞會上認識了吳夫人。五十年前的台灣，民風非常保守，當時會跳社交舞的年青人都被列為「品行不良」者。但吳博士說明大家只是一塊跳舞的普通朋



友，每次舞會後一出空軍俱樂部便分道揚鑠，連一次宵夜都沒吃過，就怕禁不住街頭巷尾的謠言。

服完兵役，吳博士順利通過「就業考試」，被分發到經濟部水資源委員會就職，隨後被派至斗六工程處參與集集水壩開發工程。此期間鄉居斗六，因無雜事叨擾，遂準備高考，另一方面也開始思索自己的終身大事。德貌兼俱的吳夫人，是吳博士心中最佳的理想對象。但第一次提筆寫情書給吳夫人，卻硬生生地被回絕了。原來吳博士犯了個大忌，把吳夫人的名字寫錯了！！怎麼辦才好？同事不忍他為愛神傷，便找個機會安排他算命解憂。雖說讀工程的人不應怪力亂神，但算命仙點明兩人必然的緣份，著實令吳博士勇氣大作也積極對吳夫人展開追求。起初吳夫人總是鐵了心不予理會，但終究經不起吳博士一再邀約，只好直說要當她的男友一定要具備高考及格的資格。吳博士後來真的如願考上高考，吳夫人也只得信守承諾。吳博士回憶第一次約會的窘境，因萬分緊張，想說的話全哽塞在喉頭。兩人默默牽著腳踏車走在街道上，因不知往那兒好，最後居然把台南公園繞一圈就回家了。

交往一段時間後向吳夫人求婚，未料吳夫人卻又給他出難題，即必須通過留學考試才肯嫁。終究皇天不負苦心人，讓吳博士再次過了關，又進入成大攻讀第一屆土木工程碩士班，才歡喜迎娶美嬌娘。婚後一年，吳博士順利在成大土木工程研究所完成碩士學位，也在畢業後爭取到美援研究經費，進行平頂隔熱材料方面的研究。吳博士在1962年拿到美國俄亥俄大學全額獎學金，一個人隻身赴美取得土壤力學第二個碩士學位。畢業後才陸續接吳夫人和一對子女前往美國定居。



吳博士夫婦與兒子（Benjamin），媳婦（Teresa）合照。

工作多年後，吳博士以半工半讀方式完成喬治華盛頓大學工程力學博士學位，也在吳夫人的鼓勵下轉職美國海軍部，同時也兼任大學教授職位，自此於職涯上平步青雲。吳夫人在赴美後，取得電腦科學碩士，在職場上的表現同樣不凡，曾擔任美國農業部資訊科技處處長以及美國聯邦政府亞太裔委員會全美主席，於一年前退休。如今子女、媳婦及女婿皆事業有成，兒子曾任美國商務部助理部長主管全美科技政策、媳婦為美國先進醫藥器材公司副總裁；女兒任台灣高科技產業公司國際貿易部經理、女婿為台灣大學應力所教授，同時也是現任工研院副院長。

吳博士表示所有的成就除靠自身努力外，也將功勞歸給太太。他感性的說，人生的旅途中，有一個能幹的賢內助是相當重要的事。由於吳夫人的遠見與支持，讓他得以完成一項又一項艱難的任務。最後，他勉勵大家，要好好把握機會，全力以赴，成果如何端看付出多少。吳博士一生盡其所能踏實的工作、待人以誠，乃至今日未曾後悔。從他的身上充份展現出務實的精神與令人敬重的長者風範。

註1：伯樂計畫全名為「延攬海外資深科技人才計畫」，參考網址：[www.elite.narl.org.tw](http://www.elite.narl.org.tw)

# 科技小百科

## Mini-Encyclopedia of NARL

### 深海無人載具ROV

文/圖 陳冠宇 台灣海洋科技研究中心

所謂的ROV，是Remotely Operated Vehicle的簡稱，意指於水面下、可進行遠端遙控、搭載各式探測用裝備的載台。針對所執行任務的不同，ROV可有多種不同的形貌以及工作深度；海洋科學界最常用的深海載具是「雙載具」式架構。雙載具式設計概念的最大優點是可搭配「視覺追蹤」技術利用雙體主載具（depressor）上所安裝之視訊系統回授副載具（ROV）的運動狀態，使得其於下潛與上浮的過程中，雙載具能相互協調運動使二者在深海環境下不致發生接合問題，來避免重達數噸的臍帶纜繩可能在海況不佳的狀況下拖曳載具，使得載具與施測船間產生較大相對運動而扯斷纜線。

以海洋中心研發中的3,000米級ROV為例，其系統分成以下四大部分：

#### 導航系統（Navigation System）

藉由運動感測器、全球衛星定位系統以及酬載端相關的量測裝備所傳送回來的即時訊息，透過海洋中心自行發展的整合式水下定位運算技術來精確推估ROV目前所在的位置及航跡，以提供駕駛員有效的操控訊息與導航載具。

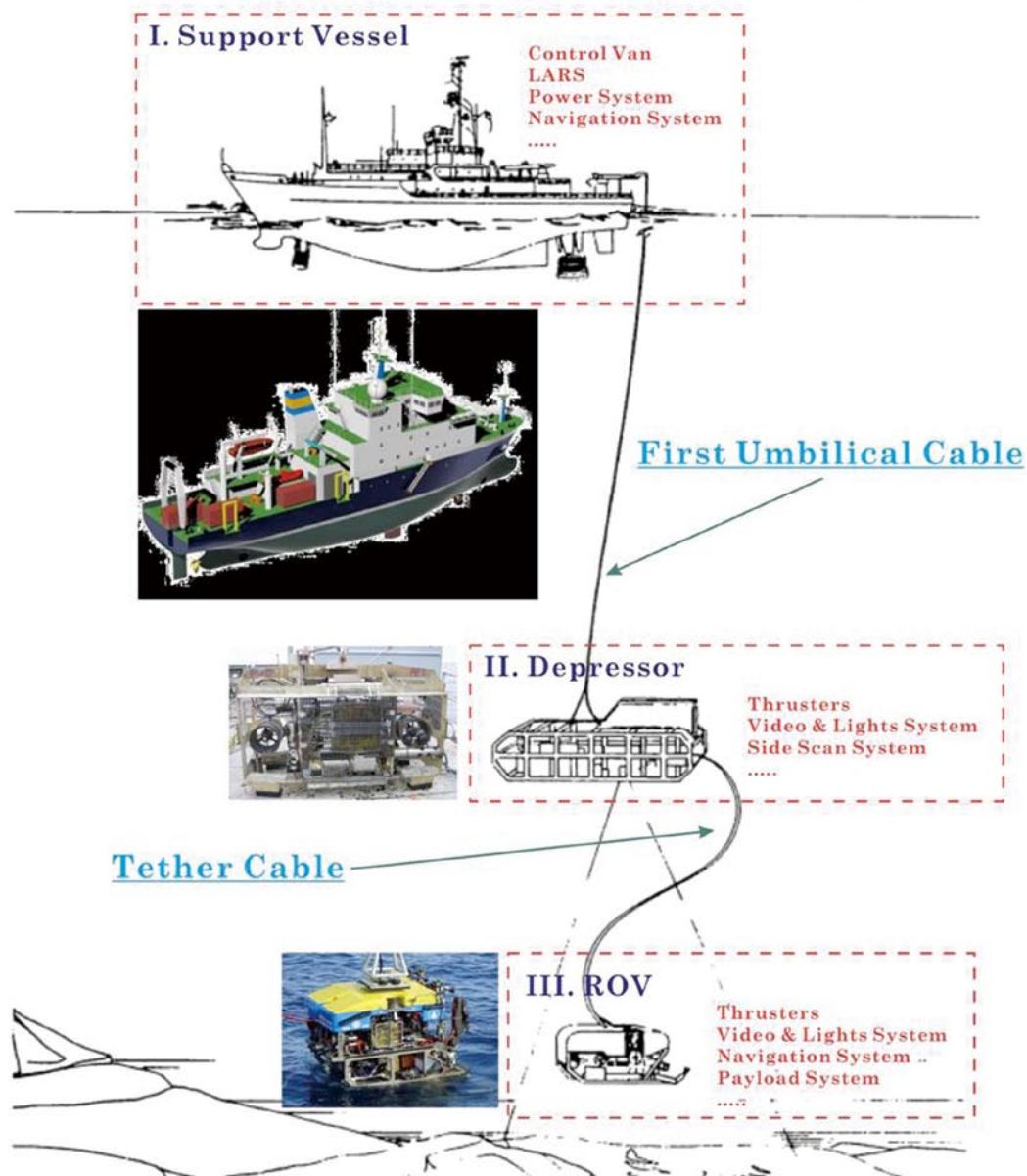
#### 控制系統（Control System）

在支援母船上的控制中心透過遠端遙控的方式，以人工判斷導航訊息，以手動駕駛或是整合式水下定位導航系統自動航行模式來驅動和控制水下載具，使能以適當的路徑或運動方式來執行深海科學探測任務。

#### 酬載系統（Payload）

深海ROV上的探測籌載系統均依不同任務需求設計規劃，為因應ROV水下航行的基本需求，其上的標準裝備至少包括以下：Altimeter、Echo-

## TORI Scientific Deep-Sea ROV System



資料來源：郭彥廉等（2008）。

圖1 海洋中心科學用雙載具式深海ROV系統模組：圖中之研究船為海洋中心建造中之2,700噸船舶外形圖、雙體載具為美國伍茲霍爾海洋研究中心（WHOI）所發展之Jason II。

Sounder、Side Scan Sonar、Sub-Bottom Profiler、CTD、機械手臂等，或視探測目的所需隨時增減，如：DO、PH、Optic、SS等。

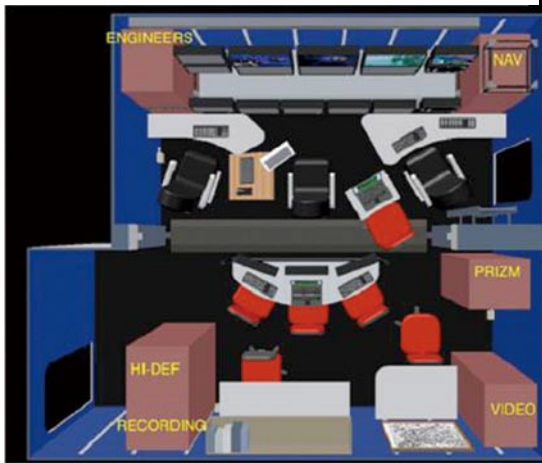
### 動力系統（Power）

深海ROV的動力系統主要包含了兩大部分：電源及推進系統。對深海的ROV系統來說，所需克服的就是電力由支援母船上經過數千公尺電纜傳輸後到達水面下載具時已形成的大量電力耗損問題。

題，這部份直接就限制住ROV推力大小及所能攜帶的籌載裝備多寡，因此水面下各系統的耗電量須經精密的計算與配置，來使載具能發揮最大功效。此外，推進系統設計是否得當、運作是否有

效率、所產生的推力大小、靜音及減震問題（避免干擾聲納系統運作）、耗電量等問題亦是影響工作能力、環境條件限制、操控性及任務執行能力的重要關鍵因素。

### Control Van Set : 2x20ft ISO Containers



- 1x Pilot
- 1x Navigator
- 1x Engineer
- 3x Scientists

圖2 海洋中心深海ROV支援母船上控制室配置示意 (From WHOI Jason II System)。

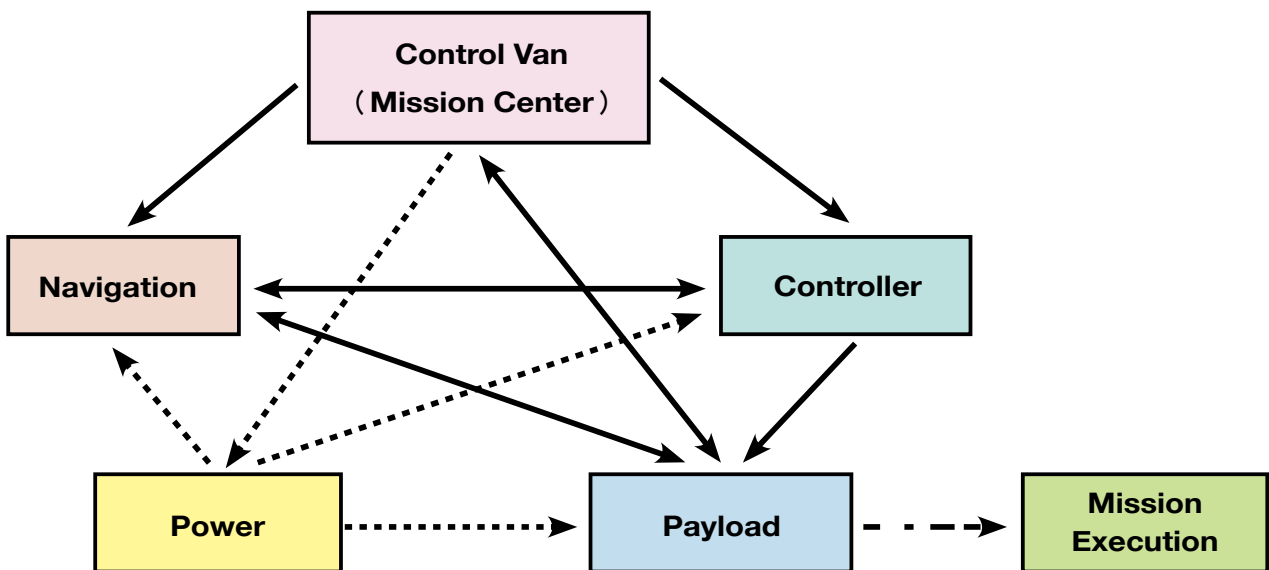


圖3 「3,000米級深海遙控無人載具 (ROV) 研發」系統架構圖。

# 天然災害脆弱性與社經脆弱性因子介紹

文/圖 郭彥廉 國家災害防救科技中心  
蕭代基 中華經濟研究院、國家災害防救科技中心

探討天災脆弱性（vulnerability，又譯作易損性）的文獻非常多，各種災害的研究也都常引用脆弱性的概念或進行脆弱性/度評估，但各研究對於脆弱性卻有不同的定義。本文先從傳統的風險評估架構及各種脆弱性的定義探討脆弱性包含的範圍，再彙整相關的研究將評估天災常用的社經脆弱性因子作回顧與分類。

## 脆弱性定義與包涵的範圍

傳統的風險評估架構如圖1所示。災害的損失（loss）或衝擊（impact）與災害的特徵（hazard）、暴露於災害的資產（inventory）或稱暴露量（exposure）、及其他影響最後災害損失的因素或稱脆弱性（vulnerability）有關。脆弱性分析的目的是藉由對造成損失的潛在

因素加以分析，以確認降低脆弱性的方法，強化社會對災害的適應。Cutter（1996）歸納出三個脆弱性主要討論的面向：（1）脆弱性是一種災前的既存的條件；（2）脆弱性是災害的調適與因應能力；（3）脆弱性是一個特定地點的災害影響程度。以下分別討論這三類型脆弱性定義。

### 脆弱性是一種災前的既存的條件

此類研究主要在探討災害、人類位於災害發生區域的條件、及損失的程度，特別關注災害的規模、持續的時間、頻率、發生的速度等，以及洪水平原、海岸地區、地震危害區等的生物物理條件（S. L. Cutter，1996）。這類型研究的一個分支為探討建築環境中與災害事件相關的結構損失及減災方法。

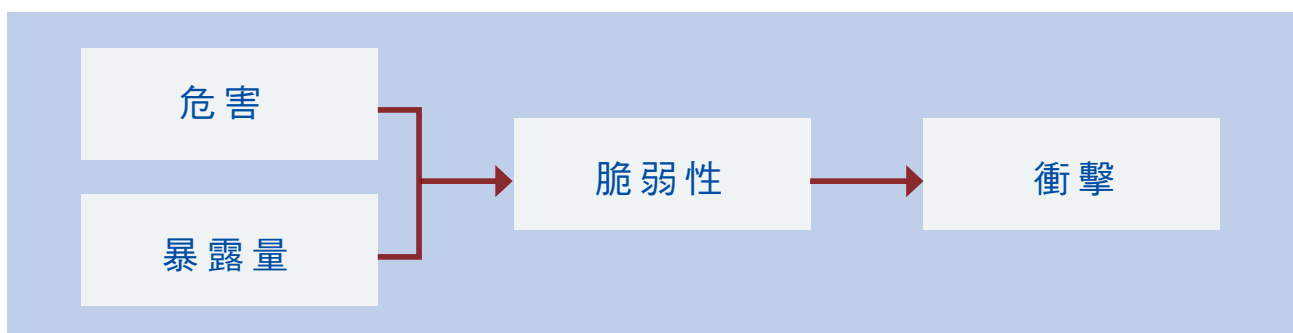


圖1 風險評估架構。

### 脆弱性是災害的調適與因應能力

Cutter (1996) 歸納這類研究，其將脆弱性定義為人類社會對於災害的妥善因應能力，包括抗災與回復能力。災害的特徵在這類研究中通常被視為給定，多數這類研究在探討長期或慢性的危害，如乾旱、飢荒、氣候變遷、環境變遷等。這類研究強調脆弱性的社會建構，意即能改變個人或社會因應災害能力之歷史、文化、社會經濟條件。

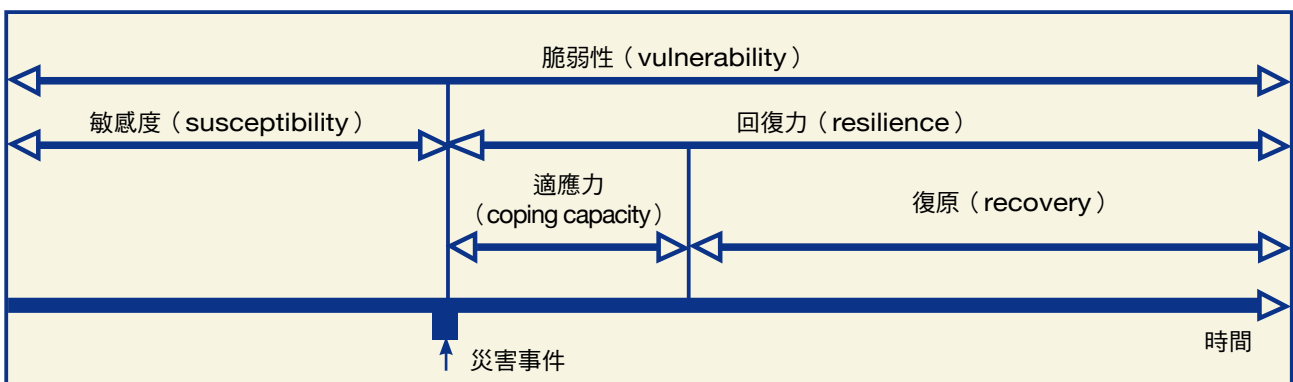
### 脆弱性是一個特定地點的災害程度

Cutter (1996) 歸納這第三種脆弱性定義便是將前面兩者加總，較新的文獻中Chambers (2006) 及IPCC (2007) 也是採這樣的定義方式。IPCC指在氣候變遷下脆弱度是「一個系統在面對氣候變遷時受影響或未能處理的程度（此處提及的氣候變遷包括氣候變異的程度及極端氣候事件），而且脆弱度是一個函數，函數中包括一個系統暴露於氣候變遷的特徵、強度、速率及本身的敏感度及適應能力等因子」。這種定義也可以用更廣義的方式來說明－脆弱性是造成損失的潛在因素（S. L. Cutter, Boruff, & Shirley, 2003）。因脆弱度因子多因地而異，故這類研究均強調某一特定地點的某種災害脆弱性。

## 脆弱性因子的分類

若是針對天災的脆弱性進行分析，因多數天災的危害特徵較難以透過人類社會的對策加以改變，所以主要的評估焦點仍放在因應能力（含暴露的條件）。Cutter et al. (2000) 將這群主要探討因應能力的脆弱性研究稱為社會經濟脆弱性。

社經脆弱性因子的分類有許多種。由於一般災害管理將之依時間順序分為災前減災、整備、災時應變、與災後復原，Schneiderbauer and Ehrlich (2004) 根據這樣的時間概念，進一步將脆弱性分為災前的敏感度（susceptibility）與災後的回復力（resilience）（參見圖2）。但Folke et al. (2002) 則認為脆弱度與回復力為一體兩面，因子是相似的。Sutherst, et al. (2000) 則是將脆弱度分為敏感度與適應能力（adaptive capacity）。Schmidt-Thomé (2005) 將各因子區分為潛在損害（damage potential）及妥善處理能力（coping capacity）。敏感度與災前的減災、備災相關，回復力、適應能力、妥善處理能力等主要與災後的應變、復原階段之能力相關。



資料來源：Schneiderbauer and Ehrlich (2004)。

圖2 脆弱性因子的分類與災害時間的關係。

表1 社會經濟易損性影響因子彙整表

個體(個人與家戶)	d	c	社區(或村里)	d	c	社會與政府	d	c
經濟能力			人口居住密度			人口成長		
社群地位			人口居住特質			產業類型		
職業/失業			社區網絡/組織			基礎建設		
年齡			社區減災措施			維生管線		
健康/失能			社區緊急應變計畫			地方政府資源與效率		
性別			社區復原共識			土地使用管理		
教育/資訊取得						減災政策		
居住型態						緊急應變計畫		
風險知覺						復原計畫		
心理脆弱性								
家戶結構								
房屋所有權								
保險								

備註：d：潛在損害因子，c：妥善處理能力

資料來源：本研究整理。

## 社經脆弱性因子

表1彙整探討脆弱性的文獻將社經相關因子列出（各因子的文獻來源請參考郭彥廉等（2008）），表中脆弱性因子依據Schmidt-Thomé（2005）的分類，及Cutter et al.（2003）對各因子特性的討論，將各因子區分為潛在損害（damage potential）及妥善處理能力（coping capacity）。

## 結論

脆弱性的定義以「造成損失的潛在因素」為最廣，但在進行天災的風險管理時，需將焦點放在因應能力。社會的因應能力又稱社經脆弱性。社經脆弱性因子隨災別、時間、地點而不同，故應用上仍需個別進行實證。

### 參考資料

1. 郭彥廉、謝雯惠、蕭代基、廖楷民（2008）。「都會區震災社會易損性因子分析」，2008年臺灣災害管理研討會，財團法人台灣災害管理學會，台北，10月25日。
2. Chambers, R.（2006）。Vulnerability, Coping and Policy. IDS bulletin, 37（4），33-40。
3. Cutter, L. S., Mitchell, T. J., & Scott, S. M.（2000）。

Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*, 90（4），713-737.

4. Cutter, S. L.（1996）。Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography*, 20（4），529-539.
5. Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L.（2003）。Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84（2），242-260.
6. Folke, C., r, S. C., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C., Walker, B., et al.（2002）。Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. Stockholm, Sweden: Environmental Advisory Council to the Swedish Governmento. Document Number）。
7. IPCC.（2007）。Summary for Policymakers. In M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. v. d. Linden & C. E. Hanson（Eds.），*Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
8. Schmidt-Thomé, P.（2005）。The Spatial Effects and Management of Natural and Technological Hazards in Europe o. Document Number）。
9. Schneiderbauer, S., & Ehrlich, D.（2004）。Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards—a review of definitions, concepts and data. Luxembourg: European Commission Joint Research Centreo. Document Number）。
10. Sutherst, R. W., Maywald, G. F., & Russell, B., L.（2000）。Estimating Vulnerability under Global Change: Modular Modelling of Pests. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 82, 303-319.



## 連三屆國家級榮耀加冕! 國研院再獲行政院2008年傑出科技貢獻獎

文/圖 國家實驗研究院



國研院國網中心DRBL與Clonezilla研發團隊，成就與貢獻榮獲行政院2008年傑出科技貢獻獎。國家實驗研究院的創新研發實力與貢獻，三度獲得國家級肯定!「行政院2008年傑出科技貢獻獎」於2009年3月11日揭曉，國研院國網中心蕭志槐研究員所帶領的研發團隊，以「高效能計算平台企鵝龍（DRBL）與再生龍（Clonezilla）軟體的技術發展與推廣應用」獲獎，這也是國家實驗研究院連續第三年榮獲國家級榮耀加冕，成果令人驚艷!

### 優良研發環境+專業研發團隊=超強創新力

自2006年起，接連三年，國研院分別以生態格網科技、太空科技、高效能計算平台之軟體技術研發獲行政院肯定。這份殊榮同時也肯定了國研院多年來在優良研發環境的經營、以及凝聚團隊合作向

心力的點滴付出；好的研發環境提升了研發的格局，加上團隊合作的向前趨力和多面向的創意，相乘之下所激盪出的創新能量，為環境生態觀測、防災救災、以及資訊教育帶來長遠的效益，更在台灣甚至全球社會累積了可觀的影響力。



圖1 行政院院長劉兆玄（左）頒發獎座，國網中心蕭志槐研究員（右）代表授獎。





圖2 行政院院長劉兆玄（中）與DRBL團隊合影：蔡育欽（左一）、孫振凱（左二）、蕭志槐（右二）、王耀聰（右一）。

## 以創新科技為環境生活加分

今年（2008年獎項）獲獎的國研院國網中心團隊，其創新研究成果：「高效能計算平台企鵝龍（DRBL）與再生龍（Clonezilla）軟體的技術發展與推廣應用」，將企鵝龍（DRBL）與再生龍（Clonezilla）兩項前瞻技術以自由軟體模式發行，對國際智財成果分享極具公益示範作用。此外，其快速、便捷、省成本的設計與友善的多國語言版本（中文、英文、日文、法文、西班牙文、義大利文），吸引全球高達70萬人次下載使用，尤其自由軟體可複製分享的特質，不僅嘉惠高速計算之相關技術領域，企業、中小學等教學領域都成了受惠者，對全球資訊教育與縮減數位落差貢獻卓越。

2007年則由國研院太空中心IPS團隊，以「高機動衛星高解析度影像處理系統自主研發及國內外終端站建置」獲評審青睞。由台灣自行研發的遙測衛星影像處理系統已具備國際級水準，更令

人矚目的是，應用該大型影像處理系統的福爾摩沙衛星二號，亦是目前全球唯一能夠拍攝南北極地區之遙測衛星，對於台灣在防災勘災、國土利用與國家安全等領域之進展有實質的助益。南亞大海嘯以及中國汶川地震是兩則顯見的實例，攸關救災關鍵時刻，國研院代表台灣提供福衛二號所擷取的第一手衛星影像資料，同時整合防救災科技，輸出台灣經驗，對於協助台灣與國際間的救災與災害勘查、災後重建等工作貢獻良多。

2006年國研院國網中心研發之生態格網，因其創新模式的構想，將格網計算應用在長期生態觀測領域，利用資料管理與計算模式分析，對全球重要生態做跨國的觀察、比對與分析，為生態的永續觀測與民生福祉上帶來重大影響。同時，引領台灣在全球湖泊觀測（GLEON）和全球珊瑚礁觀測（CREON）等國際組織中，扮演重要的角色、佔有領先地位，因此獲傑出科技貢獻獎殊榮。



圖3 國科會主委李羅權（前排右二）與DRBL團隊以及國研院、國網中心主管合影。



圖4 2006年國網中心林芳邦博士（左二）代表生態格網團隊授獎。

## 跨國、跨領域合作分享「Taiwan」 經驗遠播全球

行政院傑出科技貢獻獎不僅為國家級榮耀，審視歷屆獲獎成果所展現的效益，均已具備影響全球社群的大格局，貢獻可謂世界級；在跨國、跨領域的合作下，以台灣經驗嘉惠國際，成功彰顯科技台灣的正面形象。國研院推動研發平台的整合，是為促成基礎設施、核心科技、人才、經驗、知識的合作分享，做為學術研究、產業發展最有力的後盾；期許累積的成果逐漸匯集成龐大的知識庫，永續台灣活躍於全球舞台競爭力。

### 更多參考資料

1. 太空中心IPS團隊榮獲96年度科技貢獻獎殊榮（[http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news\\_id=519](http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news_id=519)）。
2. 國網中心企鵝龍DRBL榮獲法國Cetril國際自由軟體競賽 Public sector applications首獎（[http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news\\_id=500](http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news_id=500)）。
3. 成本節約大作戰，資訊教學新選擇，自由軟體開發：企鵝龍DRBL與再生龍Clonezilla之民生與教育貢獻記者會（[http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news\\_id=458](http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news_id=458)）。
4. 生態格網獲行政院肯定，國網中心林芳邦博士榮獲科技傑出貢獻獎（[http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news\\_id=449](http://www.narl.org.tw/tw/news/news.php?news_id=449)）。



圖5 2007年太空中心IPS團隊獲獎合影。

## 科技台灣 高雄展翅

### 亞洲高速計算會議(HPC Asia)與亞太先進網路會議(APAN)會議報導

文 魏孟秋 國家高速網路與計算中心 / 圖 國家高速網路與計算中心

由財團法人國家實驗研究院高速網路與計算中心（簡稱國網中心）主辦的2009年亞洲高速計算會議與亞太先進網路國際會議（HPC Asia 2009 & APAN 2009 International Conference & Exhibition）於2009年3月2日至6日假高雄漢來大飯店舉辦，為期五天的會議，共計有來自美國、日本、韓國、中國、印度、新加坡、菲律賓、泰國、馬來西亞、紐西蘭、瑞典等二十多個國家507位專家學者共同與會，為南台灣帶來一場高速計算與先進網路領域的國際盛會。此會議也受到國科會、高雄市政府、國家實驗研究院支持，及財團法人台灣網路資訊中心（TWNIC）、教育部電算中心共同協辦。



圖1 HPC Asia 2009 & APAN 2009兩大會議共有國內外高速計算與網路領域441人參與。

### HPC Asia 亞洲高速計算最頂尖的學術聚會

亞洲高速計算會議（HPC Asia）是亞太地區各國高速計算與網路社群所引頸期盼的國際盛會，每18個月舉辦一次，主要任務在推動與提昇亞太地區的高速計算前瞻研究與發展能量。每屆會議匯集來自亞太區如台灣、日本、韓國、澳洲、紐西蘭、中國、印度、新加坡、泰國、越南、菲律賓、印尼等十幾國的專家學者齊聚一堂，討論高速計算的技術層、應用層、及使用層的各项議題與成果，並藉由國內外多元及跨領域的研究者參與，促進亞太區各國間的緊密交流與合作。同時此會議也受到歐美先進開發國家高度重視，如美國（NSF、UCSD、SDSC、NCSA）、加拿大、德國（HLRS）、英國（NESC）等研究單位與國際組織，以尋求全球性資訊基礎設施合作的契機。此次共計262人參與此會議。

### APAN 亞太地區最重要的先進網路會議

而亞太先進網路會議（APAN）為亞太地區最重要的先進網路跨國組織，主要宗旨是提供亞太區的學術研究者一個先進的網路研究環境，促進

網路先進技術發展，並促成各項網路相關的國際合作。根據這次APAN主席吳建平教授所做的報告，目前共有澳洲、中國、日本、韓國、馬來西亞、泰國、台灣、菲律賓、孟加拉、香港、印度、斯里蘭卡、越南、巴基斯坦、紐西蘭、新加坡等20個以上主要會員國；及超過40個各國的聯盟網路組織、分支機構及業界代表所構成的相關組織派員參與，而此次共有245人參加會議。

## HPC ASIA 與 APAN 首次同台演出

此次HPC ASIA與APAN 2009為兩大會議首次合辦，實屬難得。其中HPC ASIA代表的是亞洲高速運算最頂尖的學術盛會，而APAN為亞太地區最重要的網路會議。3月3日大會開幕典禮上，國網中心葉俊雄主任特致歡迎詞表示，國網中心相當榮幸同時爭取成為HPC ASIA與APAN國際會議的主辦國，早在1995年國網中心曾舉辦首屆HPC ASIA會議，為HPC ASIA創始會員之一。睽違多年，再度取得主辦權，並與APAN同時舉辦，相信將使會議更具加乘效果。APAN主席吳建平教授也表示，高速計算與網路原本就是一個大家庭、密不可分，相信透過會議將帶給這兩個研究領域絕佳的融合契機，讓雙方產生互補及激盪效益。



圖2 國網中心葉俊雄主任開幕致詞。



圖3 APAN主席吳建平教授致詞。

## GPU、雲端運算揭序幕

此次會議為HPC ASIA 與 APAN首次同台演出，所以議程內容安排的相當豐富，在HPC ASIA方面，共有2場訓練課程（tutorial）、8場專題演講、4個專題研究小組（workshop）、及18場論文發表，內容涵蓋高速計算技術、應用、中介軟體等議題。而APAN方面，主要分為網路技術、網路應用、環境科學應用、國際合作等主題，同時每個會議時段並有3至5場工作會議同時進行。除了會議，展場並有中華電信、NVIDIA、Super Micro、AMD、HP、等廠商展示，同時TWNIC、中華電信、Cisco、IBM的四場產業趨勢論壇也同時舉行。

在HPC ASIA方面，會議先由3月2日的兩



圖4 APAN 會議一景。



圖5 大會展場一景。

場訓練課程 (tutorial)：GPU運算及雲端運算展開序幕。因應高速計算趨勢，大會特安排「High Performance Computing on GPUs with CUDA」、及「Market-Oriented Cloud and Grid Computing」兩場課程。其中GPU運算課程主要教導如何以CUDA語言驅動GPU (Graphics Processing Unit, 圖形處理器)，使其運用在高速運算並發揮效能；而來自澳洲墨爾本大學的Dr. Buyya則分享其實驗室在格網中介軟體之開發，及探討未來經營雲端運算、格網運算可能的商業模式。

### 高速計算巨幅成長 專題演講見端倪

會議中的邀請專題演講，也是備受矚目的部分，藉由講題將使與會者更了解國際高速計算與網路發展趨勢。此次會議邀請的講者皆為高速計算領袖代表，包含美國Oak Ridge國家實驗室Dr. Jack Dongarra、美國超級電腦應用中心Dr. William Kramer、及環太平洋格網應用及中介軟體聯盟 (PRAGMA) 主席Dr. Peter Arzberger、美國Lawrence Livermore國家實

驗室Dr. Mark Seager等發表演說。

其中Dr. Jack Dongarra為全球五百大主機統計專案 (TOP 500 Supercomputers) 之創辦人，同時也是今日主導統計者之一，為現代HPC之統計權威。在他的演說中，他根據TOP500的統計顯示說明，過去十四年間，高速計算能量成長了18,500倍，他以現今的個人筆記型電腦為例，說明現在筆電也可以登上過去TOP500的排行，我們正處於高速計算巨幅成長的時代。

而Dr. William Kramer則為目前美國超級電腦應用中心 (NCSA) 最新一代超高速計算平台Blue Waters計畫的副主持人，Blue Waters計畫旨在2011年之前建立一個達到千兆次浮點計算能力 (Petaflops) 的超級計算平台。身為副主持人的Dr. William Kramer，特以探討如何應用現在的兆級 (Terascale) 的技術與經驗來開發下一代的千兆級 (Petascale) 計算系統為題，並以Blue Waters系統的開發為例，向與會者解說下一代系統開發的挑戰與契機。

## 計算、網路應用生活化 農業科技、 計算金融成議題

在議程方面，可觀察到的趨勢為高速計算與網路應用越來越生活化。以APAN所邀請的專題演講為例，來自日本的中央農業總合研究中心農業情報研究部部長二宮正士博士（Dr. Seishi Ninomiya），演說如何運用資訊網路科技，與農業結合、協助農業轉型，以協助解決糧食短缺、及環境破壞等問題。同時APAN議程中，也同時段召開多個小組會議，分別探討文化（e-Culture）、科學（e-Science）、網路醫療（Medical Workshop）、農業科技（Agriculture）、高畫質顯示（HDTV）等應用

議題，並進行進度追蹤報告。

在HPC ASIA方面，因應金融海嘯，並增設計算金融與風險管理應用專題研究小組（workshop），成員包含財經權威 美國羅格斯商學院（Rutgers Business School）李正福教授、政大、台大、交大等財經教授，及日本產業科學與技術協會（AIST）及國網中心格網運算的計畫主持人，共同探討如何運用計算科學及高速計算協助準確分析及決策，同時討論運用格網運算提升金融服務的競爭力與挑戰。



圖7 二宮正士博士演講科技於農業之應用。



圖6 Dr. Jack Dongarra演說「高速計算趨勢觀察及未來的挑戰」。



圖8 APAN Medical Workshop連線展示網路醫療運用。

## 會議討論促交流 晚宴展現台灣文化美

此次會議的另一重點，就是促進高速計算、格網應用及先進網路技術等領域之間的交流。雖領域學門不同，但實有密不可分，互為增益的關係，因此藉由共同舉辦的機會、專題演講、展覽及各自由參加的議程，將增加雙方對話的管道，帶給這兩個研究領域絕佳的融合契機。除了正式的會議之外，晚宴聯誼也會議的重頭戲，第一天歡迎晚宴在「高雄市原住民祖韻文化樂舞團」隆隆的迎賓擊鼓中展開了序幕，接著是「爵劇影色

舞團」搭配歌仔戲樂的舞蹈表演，與會人士對此文化演出皆驚豔不已，讓彼此的交流更為熱絡。第二個晚上國網中心則邀請所有與會貴賓，至高雄的真愛碼頭，參加遊船體驗或感受港都之美。相信透過這次活動的舉辦，更能讓更多國際與會人士更加了解南台灣的特色及風土民情，在學術領域的交流外也能促進國際人士對於南台灣的認識與喜愛，這也是最強而有力的國民外交。



圖9 歡迎晚宴。

# 各實驗室動態

## 國家實驗研究院



財團法人國家實驗研究院與國立彰化師範大學產學合作簽約典禮合影。

為有效運用雙方研究資源、提升學術研發能量、共同培育更多科技人才，本院代理院長吳光鐘與彰化師大校長張惠博於2009年3月19日共同簽署合作協議。即日起，雙方無論在共用研究設施、合聘師資、訓練科技人才、以及共同研擬創新研究議題等多方面都將密切合作。

科技和教育的結合，是永續科技競爭力最重要的課題之一。如何完善兩者間對話的平台、擴大溝通場域、促使科技與教育能更進一步緊密融合並相輔相成，正是國研院與彰化

## 培育新世代接班人- 國研院與彰化師大締約合作

師大簽訂協議後，積極努力的一大目標。

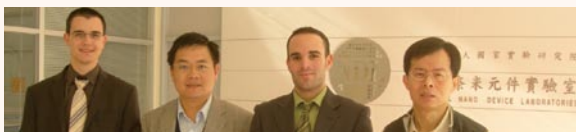
吳光鐘代理院長指出，科技發展最重要的就是人才，彰化師大育才的歷史悠久，在學術研究和培育人才方面有極深厚的經驗。國研院6年來累積了豐富的設施與技術資源，目前已發展多項科技平台，藉由高品質學術研究網路和計算資源串接環島研發能量，可提供相關研究資源協助與技術支援。

簽約儀式上，本院特別致贈彰化師大一幅由國家太空中心「福爾摩沙衛星二號」所拍攝的彰師大校區衛星影像，作為本次結盟合作的紀念，並期許未來雙方更密切合作，共創璀璨新局！



國研院與彰師大產學合作簽約合影。

## 國家奈米元件實驗室



2月2日法國UTT大學二名碩士生Nicolas GUILLLOT (左1) 與 Anthony DICHIARA (右2) 與奈米實驗室楊富量主任 (左2) 及丁志華博士 (右1) 於奈米元件實驗室大廳合影。

2006年11月法國參議員Michel Guerry、Philippe Adnot 受外交部邀請訪問台灣，並經外交部推薦，由法國在台協會 (French Institute of Taipei, FIT) 前科技專員Dr. Dominique AYMER-DE-LA-CHEVALERIE陪同參訪奈米元件實驗室，他們皆對奈米實驗室的成果、發展等印象深刻，Philippe Adnot 參議員遂推薦其所創立之Univeristy of Troyes (UTT) 與奈米實驗室在奈米科技相關領域建立雙邊交流和合作，並建議奈米光學中心主任Gilles Lérondel教授為UTT的聯絡人。2007年5月UTT的Gilles Lérondel教授接受中央大學及奈米元件實驗室 (由國科會補助機票) 邀請至該實驗室參訪，開啟雙方學術交流。經雙方持續之討論，在國科會之支持下，同年7月UTT及奈米元件實驗室於法國巴黎台北駐法大使館舉行

## 國際化交流平台-奈米元件實驗室與 法國UTT大學共同進行合作研究計畫

簽約典禮，由中華民國呂慶龍大使代表奈米實驗室與UTT Christian Lermiaux校長簽署學術交流合作協議。

為進行後續交流和合作事宜，UTT大學Christian Lermiaux校長於2007年11月親自來台了解並洽談合作事宜，以期落實雙方實質之發展。後經雙方研究人員之努力，於去 (2008) 年依據上述協議書，完成合作研究之細節。

依協議，2009年2月2日UTT大學二名碩士生Nicolas GUILLLOT與Anthony DICHIARA至奈米實驗室開始為期約6個半月的實習 (如圖)，由UTT大學Gilles Lérondel教授及奈米元件實驗室丁志華博士共同指導，進行其碩士論文之研究，二位學員研究計畫主題分別為「Fluorescent detection of immobilized DNA on silicon nitride surface」、 「Fabrication of Carbon Nanotube AFM Probes by Thermal CVD」。此將有助奈米實驗室未來建立更為完善之國際化平台，並促進台法雙邊學術及文化之交流。

註：國家奈米元件實驗室感謝外交部與國家科學委員會的支持與協助。



# Laboratories

## 國家實驗動物中心



動物中心同仁與日本理化學研究所生物資源中心研究人員合影。

國家實驗動物中心邀請合作機構-日本理化學研究所生物資源中心 (RIKEN BioResource Center, RIKEN BRC) Dr. Ike 和 Dr. Mekada於2009年1月12日至1月16日參訪動物中心台北中心及南部設施，對於動物中心生產組之組成、工作內容與實驗動物品質提昇計畫提供專業的指導與建議。

Tsukuba Life Science Center建立於1984，至2001年成立RIKEN BRC正式隸屬日本理研筑波研究所

## 日本理化學研究所生物資源中心 研究人員蒞臨參訪動物中心

(Tsukuba Institute) 的一員。RIKEN BRC主要區分6個部門，充分提供RIKEN及國家重要的研究計畫，並且與民間企業技術合作、教育訓練，是一個和美國Jackson Laboratory及歐洲EMMA相同的世界性研究中心。

在動物中心台北中心及南部設施參訪過程中，同仁與Dr. Mekada進行討論與交流，對於如何預防種原基因漂移與污染、族群管理之軟體與資料庫、RIKEN對於接收之動物是否進行相關的鑑定、現場飼育人員如何了解與飼養新引進之特殊品系等議題請教Dr. Mekada，Dr. Mekada也充份提供其技術經驗給動物中心同仁參考，對於雙方的合作與技術交流提供更深一層的認識。另外，Dr. Ike則提供有關血清學檢驗、細菌學檢驗及環境監測、寄生蟲檢驗、人畜共通傳染病等議題之經驗及建議。

藉由此次邀訪，動物中心充分強化與日本理化學研究所生物資源中心之人員互訪及交流，並為雙方同質結盟創造未來合作機會。

## 國家地震工程研究中心

## 校舍結構耐震能力詳細評估 與補強設計講習會



校舍結構耐震評估與補強技術手冊講習會 (2008.10.18高雄場)。

國家地震工程研究中心彙整多年來在校舍結構耐震評估與補強之研究成果，編訂研究報告「校舍結構耐震評估與補強技術手冊」，詳述耐震詳細評估方法及四種傳統補強工法之設計分析流程。

為將技術推廣至工程界，地震中心先後舉辦一系列之講習會，第一場為「校舍結構耐震評估與補強技術手冊講習會」，已於2008年10月3日、10月18日及2009年1月7日

分別在台北、高雄及台中完成講習，並受技師公會邀請，於2009年3月21日再次舉辦；第二場為「校舍結構耐震能力詳細評估(容量震譜法)實作講習會」，已於11月28日及2009年1月9日分別在高雄及本中心完成講習，2009年3月27日於本中心舉辦第三次講習；第三場為「校舍結構耐震補強設計實作講習會」，已於2009年3月6日及4月2日在本中心舉辦、3月30日南下高雄舉辦第三次講習。

透過地震中心出版之技術手冊與講習會之教育訓練推廣，將該中心建議之耐震詳細評估法(容量震譜法)介紹給工程界，期能使政府單位及工程師在短時間內，兼顧成本效益，有效地做好校舍結構耐震評估與補強，在下次地震來臨前，做好預先防範之措施，以保障師生之安全。

# 各實驗室動態

## 國家太空中心

### 太空中心舉辦 高中地理種子教師研習營



研習教師上課情景。

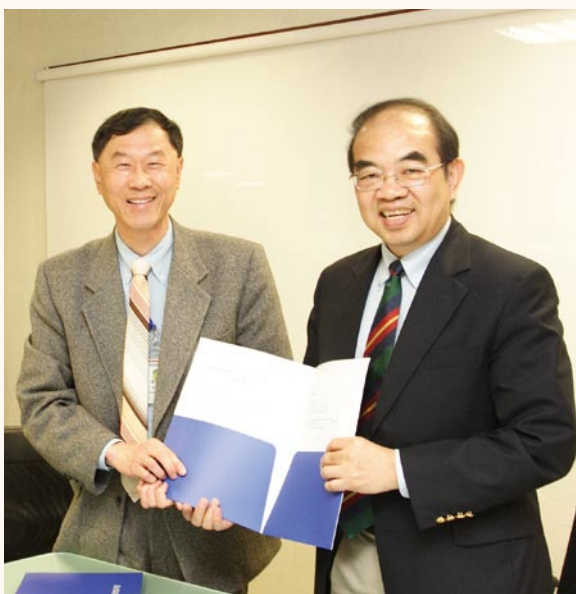
為培養高中地理衛星影像與GIS (geographic information system) 技術的「種子」教師，以確立遙測與空間科技在高中地理科教學上的落實，國家太空中心與台灣師範

大學地理學系於2008年12月13日在台灣師範大學，針對高中地理科教師舉辦「福衛二號衛星影像、GIS技術應用於高中地理種子教師研習營」，課程內容包括福衛二號影像與空間資訊在高中地理課程教學應用、GIS在高中人文與自然地理教學的應用、福衛二號影像與鄉土地理教學、福衛二號影像與空間資訊應用於國土規劃的教學等，以長期培育地理教育人才和研發地理教材的經驗為基礎，配合國家太空中心提供的福衛二號影像資源，從技術面介紹遙測與空間科技的基本原理，並從應用面介紹遙測與空間科技在教學、教材製作和防災、區域規劃等各式的運用。讓種子教師透過原理與應用的理解，拓展教學應用多元性，以達執行2009地理課程綱要教學內容的研習目的。

此次研習共有85位學員參加，其中於有效回收問卷中達90.5%表示滿意或非常滿意此次研習、84.5%表示內容非常豐富且有益於教學，並希望未來開放更多梯次及規劃更多課程，讓研習教師受益匪淺，充分運用於高中地理教學。

## 國家高速網路與計算中心

### 計算資源整合 - 國研院國網中心與 中研院物理所簽訂合作備忘錄



國網中心葉主任(左)與中研院物理所吳茂昆所長，於中研院物理所簽署合作備忘錄。

2009年2月16日，國研院國家高速網路與計算中心葉俊雄主任與中研院物理所吳茂昆所長，於中研院物理所簽署合作備忘錄，為雙方促進技術資訊交流、共享高速計算資源、建立研發合作，奠下互惠互利、共謀發展的根基。

此合作將先以計算格網的方式，透過國網中心計算格網團隊的協助，串連雙邊的計算資源，以提升中研院物理所的高速計算能力。而國網中心可藉此參與物理所之卓越研究。相信結合雙方優勢，對高能物理、奈米計算、高分子生物等研究領域將是一大助益。

為建設國內高效能格網計算環境平台，國網中心從事格網中介軟體平台研發，以期有效整合異地之高速計算資源，提供中心使用者與合作單位，便利地使用計算服務。此次與中研院物理所整合，為跨出整合計算資源的第一步，未來將持續以此模式推展至學研團體、與國際相關格網組織，以期更擴大國網中心之計算格網規模。

# Laboratories

## 國家晶片系統設計中心

## 大葉大學參訪晶片中心



大葉大學參訪團於大廳合影留念。

2008年12月24日大葉大學師生至晶片中心進行參訪。此行主要目的係為了讓該校學生，進一步認識晶片中心，同時對晶片應用系統相關知識有所瞭解。

首先，大葉大學師生觀賞了介紹晶片系統設計相關影片，

接著同仁以簡報方式，向師生介紹晶片中心歷史背景、成立宗旨、內部組織、業務範圍及願景展望。隨後，來訪師生在晶片中心同仁帶領下依序參觀其他樓層各項設施，並由同仁向師生介紹Agilent 93000 SoC tester與解說晶片測量實驗室與晶圓設計各項原理，在參訪過程中，師生亦向同仁詢問各項設備功能，透過完整的解說下，教授及學生

們對各項測試儀器有了基本的概念，而整個參訪活動，即在大眾合影留念後圓滿落幕！期盼舉行此項活動，能將IC科技種子廣泛散播於校園，並於日後吸引更多優質菁英人才，陸續投入IC相關產業行列，進而提昇前瞻科技研發水準、開創我國IC產業璀璨光明的未來。

## 儀器科技研究中心

## 儀科中心接受TAF頒發 ILAC-MRA實驗室組合標記陶板



儀科中心獲頒實驗室組合標記陶板。

ILAC-MRA 實驗室組合標記陶板，代表儀科中心之實驗室測試／校正能力已達國際水準，與全球47國61個認證機構的認可實驗室具有一致的品質保證。

國際認證乃各國評斷實驗室專業程度之指標，通過認證不僅證明其品質水準、技術能量及國際競爭力，亦是提高實

儀科中心實驗室品質系統已符合ISO/IEC 17025 國際規範，並於2009年2月9日接受全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation，TAF）頒發

實驗室能見度的良方。有鑑於此，近年來政府致力於推動認證，並由經濟部輔導成立公正、客觀與獨立之全國認證基金會，逐步推廣認證觀念及實際從事國內各實驗室認證業務。

儀科中心所屬真空標準（實驗室編號：0081）、光電檢校（實驗室編號：1529）、薄膜測試（實驗室編號：1889）、電顯標準（實驗室編號：1957），以及掃描探針顯微術標準（實驗室編號：1958）等五間實驗室已取得九類認證項目。其中薄膜測試實驗室更為國內首間通過光學領域TAF認證之測試實驗室，其包含薄膜反射率與穿透率（O001）等認證項目。電顯標準實驗室與掃描探針顯微術標準實驗室亦為國內首間通過線距標準（KA2014）TAF認證之校正實驗室。

儀科中心為確保最佳品質及技術能力，持續通過並維持TAF認證業務，嚴守「精準」、「創新」、「敬業」、「樂群」品質政策，貫徹國家級實驗室的品質目標，提供顧客最佳之校正／測試服務。

# 各實驗室動態

## 科技政策研究與資訊中心



15國24位學員與主辦單位人員合照，第一排與第二排右1分別為科技政策中心康美鳳小姐與詹德譯博士。

以增進APEC各會員國科學技術政策發展策略之規劃、評估與合作，促進各國相關領域研究學者之交流為目的，由韓國科技政策研究院（The Science and Technology Policy Institute, STEPI）所主辦為期五日的2009年APEC Research and Technology (ART) Program，已於2009年2月27日假韓國釜山落幕。在主辦單位的邀請

## 科技政策中心出席 ART 2009國際研討會

下，科技政策中心首次派員與會，並於大會所安排的四個分組中，分別在「各國科技政策形成差異」與「研發評估」兩個小組內分享此二領域實際操作相關的研究方法與經驗。

ART Program是1998年正式納入APEC科學技術合作網絡（APEC Science and Technology Network, ASTN）下的一項活動，提供APEC會員國學者專家進行最新科學技術政策研究、創新與實例探討的討論平台。2009年以「全球合作放眼未來-APEC會員國策略規劃」為主題，討論議題包含現有評估方法的發展、全球合作策略規劃、評估方法與科技政策的連結、評估方法的管理、策略規劃的科學基盤、創新評估方法的發展等。出席人員包括台、美、中（含香港）、日、越、韓、俄、墨、紐、加、智、菲、泰、印尼、巴布亞紐幾內亞等共計15國24位學員。

未來科技政策中心將積極參與相關的國際活動，以引進最新之科技政策研究概念與方法，並開拓科技政策國際合作研究的契機。

## 國家災害防救科技中心



陳亮全主任與中心同仁與馬華工會志工團團長周美芬於東禪寺合影。

新春開年二月初，災防中心陳亮全主任率領中心同仁共五人前往馬來西亞，與馬華工會商討今（2009）年度將展開之防災社區志工人員重點示範區培訓工作。並同時與馬華工會志工分享台灣落實社區防災相關工作之經驗，並藉由

## 災防中心前進馬來西亞 推廣社區防災經驗

參訪馬來西亞過去發生坡地災害與水災之區域，進一步瞭解當地災害的特性，以及相關的防救災資源與設備等，以利於後續推廣防災社區教育訓練的專員與製作防災地圖等工作進行。

馬華工會志工團的團長拿汀巴杜卡周美芬連續三年拜訪本院災防中心，並曾參與該中心於2008年舉辦的颱風研習營之-社區防災教育訓練課程。近年來馬國水患事件頻傳，尤以發生於2007年，彭州、柔州及東海岸三州的水災為最，造成各項重要公共設施中斷及毀損。志工團有鑑於馬國近年來遭受到各種重大的天然災害的侵襲，造成人民的生命財產遭受到威脅，甚至損失嚴重人員傷亡。希望藉由與本院災防中心交流的活動，分享台灣防災社區的經驗，未來也可以培訓當地防災社區專員，利用防災教育降低災害對民眾的衝擊，並針對水患研擬減災、應變及復原重建計畫。因馬華工會的熱情邀約促成此次參訪的活動，也藉由此項國際交流，將該中心過去在國內執行的社區防災成果推廣至國際，並可協助他國進行相關的防災計畫，達到防災無國界之重要目標。

# Laboratories

## 台灣海洋科技研究中心



美國夏威夷大學海洋研究船Kilo Moana為少見之雙體海洋研究船。

美國夏威夷大學海洋研究船Kilo Moana於2009年3月17日抵台靠泊高雄港，國研院海洋中心舉辦了簡單的歡迎

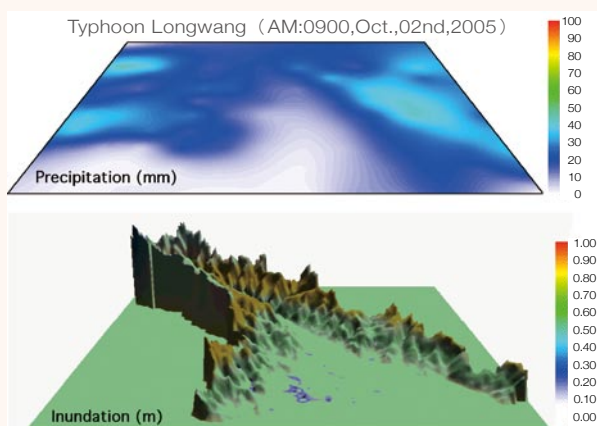
## 美國海洋研究船Kilo Moana 來台協助進行海洋研究

茶會，並安排研究人員登船參觀，隨後，與本院海洋中心研究人員進行為期21天的「海洋現場海氣象即時觀測平台」研究計畫。

Kilo Moana為少見的小水線面雙體海洋研究船 (swath ; small waterplane area twin hull)，此次耗費將近20天的航程遠渡重洋抵台進行台美合作研究計畫，除了其特殊船體外觀吸引不少民眾目光外，海洋中心亦於3月18日邀請目前正在規劃新建研究船之造船廠商-中信造船及顧問團隊-聯合船舶設計發展中心成員一同前往參訪，並由船長Rick Meyer、首席技術員Kuhio Velallos及助理技術員Victor Polidoro向參訪人員做專業解說。

參訪活動結束後，由國研院台灣海洋科技研究中心、台灣大學海洋研究所及中央研究院等單位共15名研究學者於3月20日搭乘Kilo Moana，於西太平洋海域進行為期21天的「海洋現場海氣象即時觀測平台」研究計畫，已於4月9日返回高雄港。

## 颱風洪水研究中心籌備處



WRF大氣模式與WASH123D水文模式耦合示意圖。  
(以模擬龍王颱風於蘭陽溪流流域為例)

本院於2007年1月1日成立「颱風洪水研究中心籌備處」(簡稱颱風籌備處)，並於2007年12月7日經國研院董事會同意通過設置「台灣颱風洪水研究中心」，國科會於2008年5月16日召開颱風中心作業計畫討論會議，會中結

## 颱風洪水研究中心籌備處現況

論原則同意颱風中心設立，但應釐清中心之定位、目標、發展方向及工作內容，颱風籌備處並於2008年12月完成修訂設置計畫書報會。2008年12月迄今，颱風籌備處配合國科會意見持續修訂設置計畫書，於財務規劃、經費需求、中心定位、績效呈現、成果移轉、計算資源需求等加強說明，將繼續努力尋求支持，儘速完成颱風中心正式成立。

颱風中心未來以發展成為世界級之颱風洪水研究機構為遠程目標，本籌備處為達成此目標，正積極網羅國內外優秀學者，2009年6月1日起中佛羅里達大學 (University of Central Florida) 的葉高次教授將加入颱風籌備處。葉高次教授研發超過100套模擬系統，其中多數已被各國政府機關、學術界及工程界廣泛應用。其中WASH123D集水區模式可合併不同維度間的模組 (一維河川、二維漫地流與三維地下水) 進行演算，並處理不同介質整合問題 (流體、熱能、鹽度、沉積物及水質的傳輸等等)，曾經成功應用於美國兵工團地下水整治之評估。目前颱風籌備處正積極發展大氣模式與WASH123D耦合系統，以進行颱風期間洪水模擬應用。

# 國研科技 徵稿 啟示

**主要目的**：增進本院各實驗研究單位間之互相了解與交流、對外提昇本院知名度與形象

**徵稿內容**：與本院任務相關之通識性科技文章或活動報導

**徵稿對象**：國研院同仁及參與本院計畫人員，文章刊登後依本院「稿酬給付辦法」致贈稿酬

**出 版**：每年1月、4月、7月、10月出刊，每季截稿日期為出刊前二個月

**聯 絡 人**：稿件請以電子檔寄至院本部蔡智華小姐 [chtsai@narl.org.tw](mailto:chtsai@narl.org.tw)

**敬請支持、踴躍投稿**

國研科技  April 2009 No. 22  
NARL Quarterly

榮譽發行人：李羅權

發行人：吳光鐘

副發行人：王永和

編審委員：邱逢琛、苗君易、陳亮全、梁善居、葉俊雄、  
楊富量、蔡克銓、蔡定平、蔡惠峰、魏慶隆  
李穎昀、余憲政、陸璟萍、蔡深浩、蔡俊輝

總編輯：陳明智

執行編輯：蔡智華

編輯小組：杜佳穎、吳佳穎、何鳳珍、吳靜文、邵守麗、施美合、  
洪駿之、黃心寧、蔡杰廷、謝家平、魏孟秋

設計印刷：肯迪思創意有限公司

發行所：財團法人國家實驗研究院

地 址：台北市(106) 和平東路二段106號3樓

電 話：02-2737-8000

傳 真：02-2737-8044

網 址：<http://www.narl.org.tw>

# 祈福

2009 讓世界亮起來

相機簡介

相機：Nikon D-80

鏡頭：35mm

快門：1/10

光圈：f2.8

ISO：800



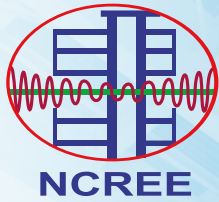
## 作品簡介

天燈相傳源於東漢末年，為蜀漢的孔明發明，起初做為軍事通訊之用。也有一說是山區部落間為了抵禦外辱，做為通訊傳遞平安。無論當初的用途為何，老祖先的智慧是值得保存與發揚。徐志摩：「數大便是美」，看著上百盞天燈一同施放，除了帶著祈福緩緩升空，心裏同時也滴下感動的眼淚。

## 作者簡介

黃仕強先生

任職於國家奈米元件實驗室，目前服務於奈米CMOS元件平台組，身為研發團隊的一員，必須時時面對時間緊迫的窘境，同時需擁有冷靜客觀穩重的態度、創意大膽新穎的思維。喜愛旅遊、登山、衝浪、潛水及馬拉松路跑等戶外活動，造就研發人員大膽冷靜穩重的態度，喜歡利用攝影紀錄生活的點滴，旅行的觀感，人文的風情，養成科技人創意客觀新穎的思維。



國家地震工程研究中心  
National Center for Research on Earthquake Engineering

# 鋼骨同心斜撐構架

鋼骨同心斜撐構架為廣受使用之耐震系統之一，由於此種構架具較高之側向勁度與施工可行性，因此頗具經濟效益。本研究為大型國際合作計畫，合作單位包括美國華盛頓州西雅圖大學、美國柏克萊加州大學、美國明尼蘇達大學與國家地震工程研究中心。研究目的為研發先進之耐震同心斜撐構架系統型式與構件接合方式，研究方法包括利用有限元素模型分析最佳化細節並預測受力變形行為、在國震中心進行實尺寸試驗驗證各式構架耐震性能表現、研擬分析與設計方法與提出耐震設計建議。

