

國研 科技

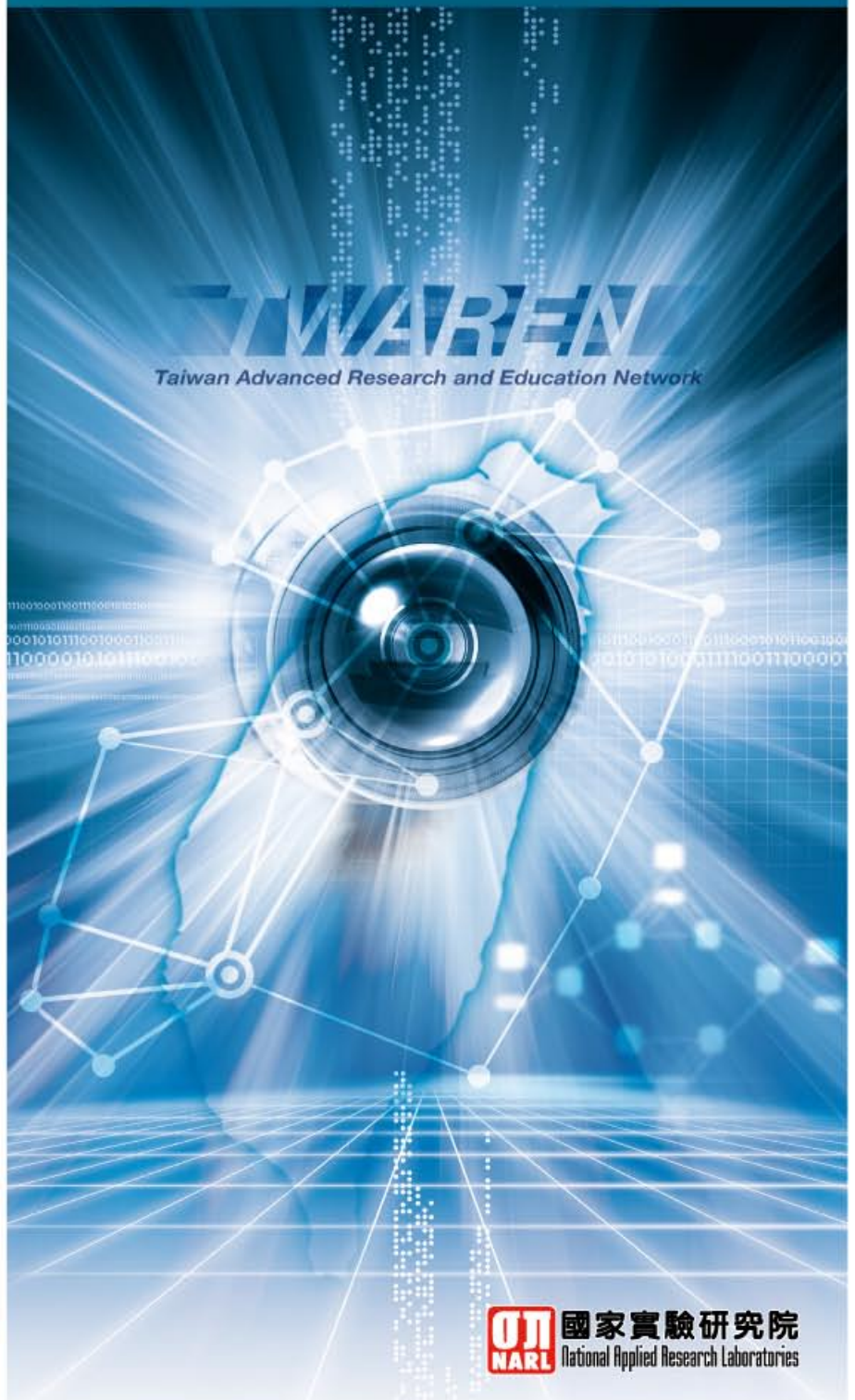
April 2010

NARL QUARTERLY

26

| 專題企劃 | National Applied Research Laboratories

掌握全局 洞悉未來 TWAREN 遠端監測與管理系統



- 迎接下一代全光波網路
- TWAREN遠端代理監控服務系統
- 預告警技術與動態臨界值計算方法與研究
- TWAREN混合式網管監控系統設計與實作
- TWAREN遠端監測與管理系統簡介

編輯室報告



- TWAREN為我國配備最新網路技術的高頻寬學術研究網路，透過北中南四節點服務全台學術研究單位，國際線路部分則以5Gbps與歐美亞五大洲35個國際研網接軌。因TWAREN為大型的光纖混合網路，加上備援機制複雜，所以監控有其難處，本期「專題企劃」單元，由本院國網中心特別企劃，以「混合式網管監控系統設計與實作」、「預告警技術與動態臨界值計算方法與研究」、「TWAREN遠端代理監控服務系統」、「迎接下一代全光波網路」等篇章，介紹本刊讀者有關國網中心為監控全台TWAREN線路，自行開發設計監測與管理的系統，以確保高頻寬網路服務不中斷，研究與學術網路服務運作順暢。
 - 本期「人物專訪」單元介紹本院颱風洪水研究中心籌備處李清勝主任，及經由伯樂計畫返國服務的簡英哲博士。2009年接任本院颱風中心籌備處總舵手的李主任，為當年旅美學者中，從事颱風研究返國的第一人。他於專訪中表示自己全力投入颱風中心的推動工作，就是為了讓大學培育的颱風人才，有可以發揮所長的出路，並成為一股群聚的力量，持續累積颱風相關研究成果，為社會民生作出更多貢獻。去年返國參加本院辦理之伯樂計畫的簡博士於今年初進入中原大學任教，於專訪中表示，期盼藉由知識及專業經驗的傳承，給台灣新生代注入可靠度分析及品質方面的新概念，也期待藉由產官學研合作，讓台灣產業從MIT（Made in Taiwan）進入DIT（Design in Taiwan）的新里程。
 - 本期「美藝鑑賞」單元展出為攝影作品，為全世界規模最大、最宏偉的教堂 - 梵蒂岡聖彼得大教堂。本攝影作品採HDR拍攝，現場光線雖暗，仍令照片中出色的藝術作品和建築本身呈現豐富的細節與層次！
 - 感謝同仁踴躍投稿，本刊才得以呈現多元、豐富的内容。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。
-



由於環境與時代的變遷，我們面臨的挑戰將不同於以往。在使命感的驅策下，國研院除致力防災預警科技研發與應用能力之提升外，更以前瞻的眼光推動與民生福祉相關的科技，為全民打造安全的生活。

今年三月，高雄甲仙地區發生百年首見的強震。本院隨即在第一時間啟動防救災機制，全力投入相關應變作業；透過國震中心研發之「台灣震災損失評估系統(TELES)」，即時發送災損評估簡訊予相關單位；同時利用福衛二號衛星針對震後大規模土石鬆動之高風險區進行取像；災防中心亦同步協助中央災害應變中心進行救災分析研判。此外，針對高雄、台南、嘉義等災損嚴重之學校，國震中心亦緊急協助教育部，會同學者專家進行校舍勘察，成果已提供主管單位作為後續校舍耐震評估與補強之重要依據。

為落實內部管控，本院最近特頒行「規章制訂要點」，全面檢視各單位現行規章之必要性與可行性，務求制度與思維皆能與未來發展相配合。此外，為促進資源有效運用，本院亦已完成統一全院電子郵件系統之規畫，同時訂定「國研院電腦與網路使用行為準則」，期許同仁秉持專業、誠信與尊重倫理的態度共同維護全院資訊安全。

在全院同仁共同努力下，本院的運作已逐漸獲致外界的認同及掌聲，更為同仁帶來莫大的鼓舞！今年本院將正式邁入第七年，也是我們推動興革的行動年，願所有同仁攜手同心，全力以赴！

院長

陳文華



封面故事 NO. 26

TWAREN為配備最新網路技術的高頻寬學術研究網路，其擁有20Gbps的國內骨幹頻寬，並透過北中南四節點，服務全台各大專院校、中小學、縣市網路、與研究單位，國際線路部分則以5Gbps與歐美亞五大洲35個國際研網接軌。因TWAREN為大型的光纖混合網路，加上備援機制複雜，所以監控有其難處，因此國網中心自行開發設計監測與管理系統，用來監控全台TWAREN線路，以確保高頻寬網路服務不中斷，研究與學術網路服務得以順暢運作，而國網中心所開發之網管系統與技術，皆為市面上所沒有之獨創、領先技術，歡迎各領域學者先進與我們一起深入瞭解、探討。

院長的話

專利上架

- 4** 利用光學微影技術製作抗反射結構之方法
— 陳俊淇

專題企劃

掌握全局，洞悉未來 TWAREN遠端監測與管理系統

- 6** TWAREN遠端監測與管理系統簡介
— 國家高速網路與計算中心
- 10** TWAREN混合式網管監控系統設計與實作
— 梁明章
- 18** 預告警技術與動態臨界值計算方法與研究
— 張聖翊、林孟璋
- 27** TWAREN遠端代理監控服務系統
— 鄭欣恬
- 33** 迎接下一代全光波網路
— 林書呈、陳俊傑

尖端科技

- 40** 奈米線場效電晶體於奈米生醫檢測的應用
— 呂明霽、楊裕雄、蕭程允
- 47** 計算系統之簡介
— 莊彥澤

科技交流

- 56** 衛星電腦之SpaceWire標準與協定
— 許吉元、林志隆、林信嘉、黃立光、吳雅榛、郭世宏、林泰維、張賢德
- 69** 基礎研究績效評估指標之結構性分析(下)
— 洪長春
- 76** 三維生醫螢光顯微影像定位分析軟體開發
— 王國肇、謝昌煥、王廷方
- 81** 高科技橋梁檢測系統建置
— 林詠彬
- 85** 日本綠色創新—由國際綠色新政談起
— 游振宗

人物專訪

- 92** 颱風研究的終身志工
專訪颱風洪水研究中心籌備處李清勝主任
— 國家實驗研究院
- 94** 追求人生的夢想
專訪簡英哲博士
— 朱怡靜

科技小百科

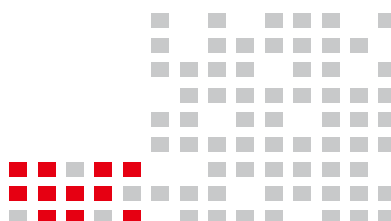
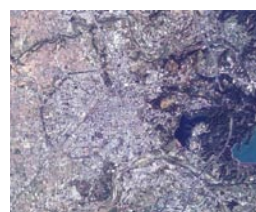
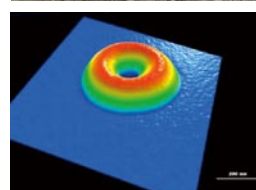
- 96** 淺談實驗鼠疾病模式
— 秦咸靜
- 98** 福爾摩沙衛星三號新應用地震前兆研究
— 蕭俊傑、顏隆政

活動報導

- 100** 2009 台灣奈米影像競賽國研院儀科中心榮獲佳績
— 蘇健穎
- 102** 2010年0304高雄甲仙地震勘災說明會
— 張毓文
- 104** 《福爾摩沙衛星影像展》
嘉燈節彩慶佳節 福臨太空觀天下
— 國家太空中心

各實驗室動態

- 106** 國家實驗研究院
- 106** 國家奈米元件實驗室
- 107** 國家實驗動物中心
- 107** 國家地震工程研究中心
- 108** 國家太空中心
- 108** 國家高速網路與計算中心
- 109** 國家晶片系統設計中心
- 109** 儀器科技研究中心
- 110** 科技政策研究與資訊中心
- 110** 國家災害防救科技中心
- 111** 台灣海洋科技研究中心
- 111** 颱風洪水研究中心籌備處



專利上架

Patent Showcase

利用光學微影技術製作 抗反射結構之方法

文/圖 陳俊淇 國家奈米元件實驗室

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。對本專欄之專刊技術有興趣者，請連絡國研院業務推廣室-蔡智華小姐 chtsai@narl.org.tw。

隨著3C產品的蓬勃發展，抗反射層（ARC）已漸漸的從高不可攀的產品轉變為基本必需品，舉凡需透過視窗螢幕讓眼睛接收訊息的所有產品，都需使用抗反射膜，其應用範圍包括液晶顯示器、觸控面板、投影電視、a電漿顯示器及映像管（CRT）及光學鏡片等光電元件，因此，應用範圍相當廣泛。經過ARC處理的光電元件，不但可以提高穿透率，降低眩光，同時也大大減少光在元件間連續反射的量，使影像清晰度增加。習知製作於單晶矽表面之抗反射層，通常藉由KOH或TMAH等鹼性蝕刻液，利用不同晶面之蝕刻率不同的特性，只要改變蝕刻液濃度與蝕刻溫度，即可控制作為抗反射層之表面粗糙程度；然而此種方法僅能處理結晶性基板，且其所製作出來的粗糙情形為隨機結構。另一種製作於多晶矽基材之抗反射層為多孔矽結構，此方法係利用電化學方式並配合氫氟酸（HF）蝕刻液進行蝕，雖然此種方法適用於多晶結構上，但此多孔結構為奈米尺寸，其所能降低反射率的效果卻是有限。另外，亦可利用光學微影方式來先定義圖樣，再搭配硬罩幕（氧化矽）或是用光阻剝離（Lift-off）方式（必須另外成長鉻化鎳金

屬膜），之後再進行乾式或溼式蝕刻，以便於矽基材上形成抗反射結構，但此種方式卻具有增加製程複雜度之缺點，且製造成本亦較高。有鑑於此，本發明係在針對上述之困擾，提出一種直接利用光學微影技術來製作抗反射結構之方法。

為達到上述之目的，本發明先準備一已形成有光阻層的半導體基材；圖1為模擬不同曝光劑量及聚焦深度所呈現出的光阻層側壁圖，由圖中所示，聚焦深度將直接影響抗反射結構之傾斜角度，取適當的曝光劑量（由A至D，劑量愈大）及聚焦深度，圈選出之結構即為最佳者；圖中顯

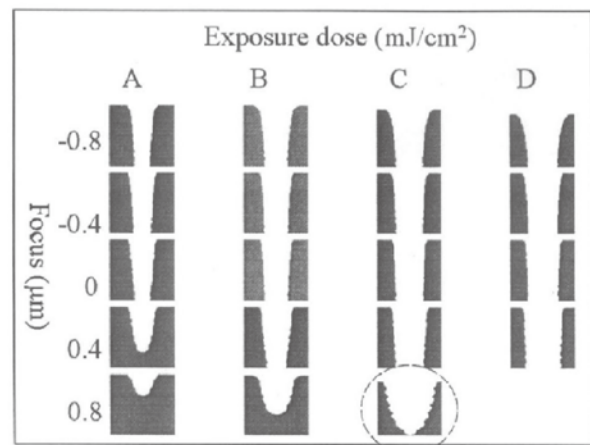


圖1 聚焦深度與曝光劑量模擬示意圖，虛線圈選處為進行曝光之條件與其阻劑型貌。

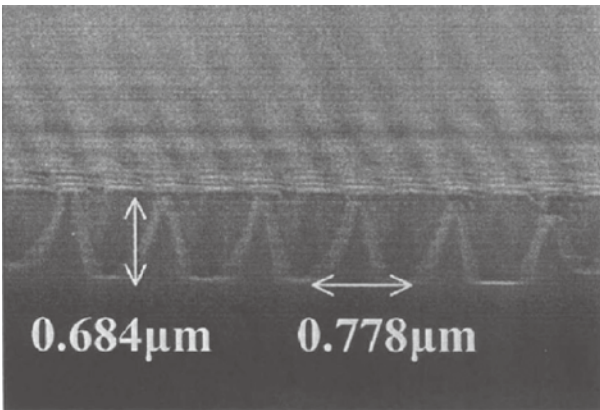


圖2 離焦曝光後之圖案化光阻層的剖視圖。

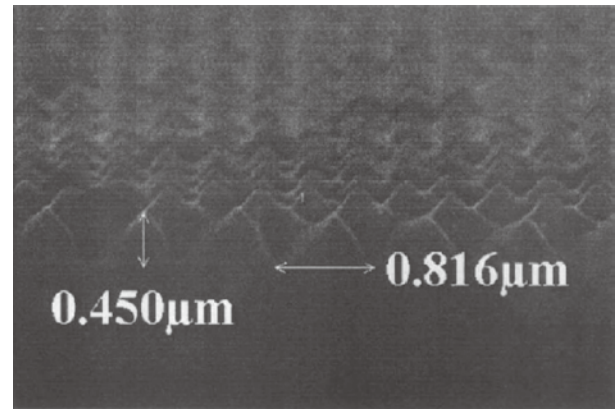


圖3 經過乾式蝕刻後之矽基材剖視圖。

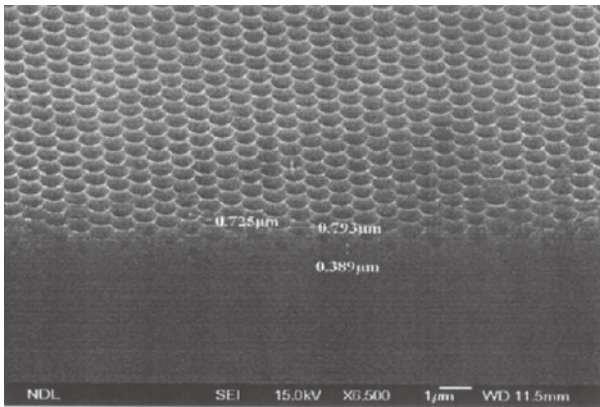


圖4 利用正離焦 (+1 μm) 曝光方式所造成的抗反射結構。

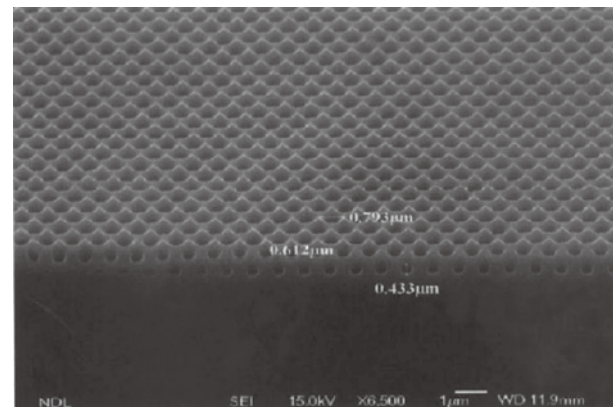


圖5 利用負離焦 (-1 μm) 曝光方式所造成的抗反射結構。

示只要調整曝光參數，即可輕易製造出符合光學抗反射結構的圖案，此外抗反射結構之傾斜角度、深度、週期與排列均能獲得適當的控制。

圖2所示為離焦曝光後，圖案化光阻層的剖視圖，如此可證明以上的模擬結果。圖3所示為利用乾式蝕刻技術，轉移光阻層圖案至矽基材後之剖視圖，由此可知，藉由本發明之光學微影技術與乾式蝕刻，即可改變矽底材之結構。圖4所示為利用正離焦 (+1 μm) 曝光方式所造成的抗反射結構，其係設計為最密堆積排列，且因其聚焦深度為正離焦曝光方式，則於基材上形成之圖案化抗反射結構係呈現凹陷狀圖案；圖5所示為利用負離焦 (-1 μm) 曝光方式所造成的抗反射

結構，其亦設計為最密堆積排列，且因其聚焦深度為負離焦曝光方式，則於基材上形成之圖案化抗反射結構係呈現凸起狀圖案。所以，於曝光時調整如曝光劑量、聚焦深度，或是改變蝕刻時間等，將會改變矽基材的表面結構，即可以控制所要降低反射率的波長範圍。

由以上結果可知，適當改變抗反射結構週期、排列、深度及傾斜程度，可以降低所需要的工作波長於各種光電元件及各式底材上，且本發明如同一般光學微影與蝕刻技術，無須複雜製程。因此，本發明可針對特定波長之光電元件應用設計抗反射結構，以降低反射率，提高光電元件之光電效率。

專題企劃

掌握全局，洞悉未來

TWAREN 遠端監測與管理系統

Special Report

TWAREN遠端監測與管理系統簡介

文/圖 國家高速網路與計算中心

前言

台灣高品質學術研究網路（Taiwan Advanced Research and Education Network, TWAREN）為一配備最新網路技術的高頻寬學術研究網路。其環島的光纖網路架構，擁有高達20Gbps的國內骨幹頻寬，並以超高頻寬5Gbps與國際研究網路接軌。服務對象主要為大專院校及目前在台灣學術網路上的各級學術研究單位，主要目的除了提供優質的網路服務之外，還希望能提供一個優良的研究平台，促進台灣網路的先進技術發展。

TWAREN目前已成為台灣最主要的研究網路，其連線優勢包含20Gbps的環島超高速寬頻骨幹、四個核心節點（台北、新竹、台中、台南）及全台12所大學及研究單位設置的區域網路中心，連線單位可透過都會型網路（MAN, Metropolitan Area Network）及區域網路中心連上TWAREN，享受連結環島超高速寬頻骨幹及全球學研網路的網路服務。

包括美國（Abilene）、澳洲（AARNet）、加拿大（CA*net4）、日本（JGN2）、韓國（KREONet2）及新加坡（SingAREN）等橫跨歐美亞洲等各國之研究網路。

TWAREN自2002年啟用以來，歷年維運表現皆達國際先進研究網路水準，但為改善舊有架構於斷線時無緊急備援之缺點，國研院國網中心（以下簡稱國網中心）於2006年將原有的部分星狀架構（Star Configuration），改成環狀架構（Ring Structure），並提升架構的備援機制。為節省經費，原有設備仍繼續使用，僅針對需求量大區網提供新的STM-64（10Gbps）或STM-16（2.5Gbps）線路，其他則以10GE或1GE線路連結骨幹網路。骨幹部分則維持原有頻寬（兩路10Gbps）及原有的台北、新竹、台中、台南四核心節點，另增加骨幹斷線時的備援機制，降低骨幹因設備不穩定時所造成的風險，使中斷情況發生時能自動切換，儘快恢復網路服務。至此，TWAREN的整體架構改進為多層式光／電混合網路系統（Hybrid Network）。

伴隨著TWAREN第二代網路架構的更新，隨之而來的監控需求也更加複雜和繁重。為能更完善的全方面監測TWAREN網路，國網中心於2008年開發出全新的網路監測與管理系統，這套新系統不但提高了TWAREN的可靠性，也降低維修資源的浪費，確保了未來長遠的維運便利性和發展性。

自行研發設計，超越商業軟體

要為TWAREN打造一個有效的網路監測與管理系統並非易事。在TWAREN的多層式混合網路系統中，每一層中均有各別的保護與備援機制，單一設備或線路的損壞並不會造成服務中斷，對抗線路與設備失能的能力極強。如此一來，僅能偵測實體設備狀況的傳統IP層式網管系統顯然不敷使用，而市面上宣稱具有管理混合式網路功能的商業軟體則要價不菲，功能也不適合

TWAREN這類服務多樣化的大型網路系統。

有鑑於此，國網中心團隊決心自行開發混合式網路監測與管理系統。新的網管系統不但完全合乎TWAREN混合式網路的監控需求，其性能更勝商業軟體一籌，不但能監測各類障礙，還可自行判斷受影響的網路和客戶，實現了以服務為導向的網路管理。

新系統並且成功整合了過去在多層網路中各個獨立的監測資料庫和介面，將監測的設備與線路拓撲、設備介面圖、和光路徑拓撲等重要資訊，改以直覺式的視覺化互動介面呈現。障礙發生時，系統會依照障礙點判斷網路服務是否受到影響，將各類資訊以不同的顏色和圖形清楚地顯示在螢幕上，讓維運人員對當下TWAREN運作的狀況一目瞭然。



圖1 新的TWAREN整合監控平台以視覺化的互動介面呈現。

未卜先知，先進的監控機制

從大型學術網路到小型民營網路，對任何網管系統漏告警和誤告警始終是個惱人的問題，常讓維護工程師疲於奔命，造成人力資源浪費。為了防患於未然，新網管系統特別強化其預告警功能，使其能在障礙發生之前，先自動啟用備援機制，警示工程師預作準備。

「趨勢偵測預告警機制」是網管系統的新利器，其針對網路設備與線路的品質進行監控及預測，改善了以往時區間計次監測的缺點，透過動態記錄觀看是否有超出臨界值的危險，準確而快速的反映出網路的品質狀況是否有惡化的趨勢，及早通知工程師預作處理。這項特性不但為維運人員爭取了寶貴的預警時間，更減少了服務中斷的次數，對於提升TWAREN的服務品質大有助益。

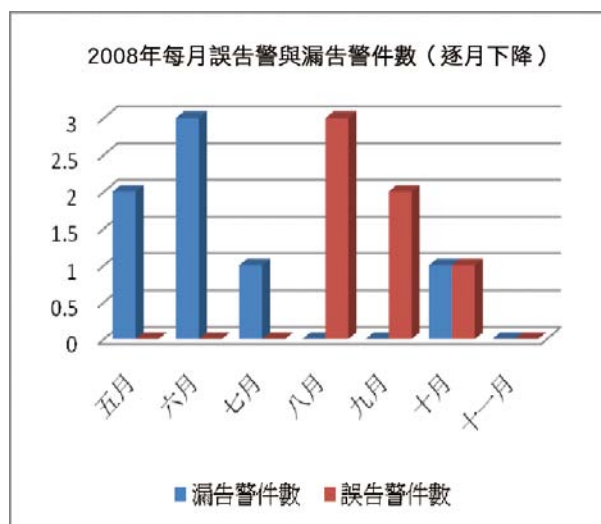


圖2 2008年下半年漏告警與誤告警件數統計表。

和傳統採用固定異常臨界值的網管系統大不相同，新系統採用了「異常臨界值動態預測」機制，系統按照各項監控標的之不同特性，週期性地自動計算其歷史臨界值，作為下一時刻異常與否的參考。這套機制大幅提高了監控系統的靈敏度和可靠性，自2008下半年啟用後起，TWAREN監控平台漏告警與誤告警件數逐月下降，至今無漏失任何告警事件。

掌握核心技術，實現客製化服務

由於是獨立自行開發的網管系統，國網中心完全具有接受連線單位需求，量身打造不同代理監控服務的客製化能力。考量各大學計算中心或研究單位之網路維運管理人力的不足，無法全天候偵測及監控校園網路異常，維運開發團隊進一步地思考如何將網管技術擴展，將監控服務由TWAREN骨幹端延伸至使用者端，讓使用者端也能享有TWAREN全方面的監控與管理服務。

有鑑於此，國網中心以連線單位的角度，建置一套可客製化的「遠端代理監控服務系統」，強調以連線單位為中心，規劃與設計客製化專屬的整合監控及報表平台，配合全年無休、7×24的網路維運中心，國網中心在代理監控之外，還可提供代理報修、網路代管、及友善的網頁介面報表等服務。

目前，這套性能優異的遠端監測與管理系統除運用於TWAREN外，並也獲得政府單位的青睞，積極引入佈署。可以想見在不久的將來，這套網管系統將在更多單位及領域展露身手，實現國網中心提供更高品質服務的承諾。



圖3 可客製化的專屬整合監控平台（以樹德科技大學為例）。

迎接下一代網路

藉由新網管系統的開發，國網中心團隊不但掌握了先進網管的核心技術，更為將來功能或設備的擴充做好了準備。在網路技術開發上，國網中心團隊則持續積極研究和開發下一代網路技術，使TWAREN新一代網路具備與國際先進研究網路同步的光網路技術。

在研究過程中有鑑可調式光分割多工轉換（ROADM）技術，可隨時配合網路分配的需要調整加入（Add）及卸下（Drop）的波長，亦即重新建構網路資源分配、滿足現代都會網路的彈性需求，多個先進國際研網如CA*net4、Internet2也在底層採用，因此下一代網路，國

網中心也評估以最先進的全光波ROADM網路為骨幹，使新一代網路達到可遠端動態調整光波長與增加骨幹頻寬之效果。未來還能免除頻寬不足時，還需更動電路架構之困擾，節省維運的成本。

成為世界級的先進網路平台，拓展國內學者與國際同儕共同合作的機會，是TWAREN的任務與使命。未來我們將持續觀察先進網路技術趨勢，並評估思考更新網路骨幹之全光波技術，以確保TWAREN持續提供各項網路應用。讓TWAREN成為世界級的先進網路平台，拓展國內學者與國際同儕共同合作的機會，確保台灣科技競爭力。

TWAREN混合式網管監控系統 設計與實作

文/圖 梁明章 國家高速網路與計算中心

前言

台灣高品質學術研究網路（Taiwan Advanced Research and Education Network, TWAREN）在2003年初始建置時，主要以路由網路為主，而使用的監控系統是當時伴隨著網路設備一同購入的網路管理系統，其是由廠商以數個著名的網路管理程式（CIC、Webtop、CW2K、HP Openview、HP NNM等等）串連而成，用來監控路由設備的狀態，由於各個程式有特定的資料庫與訊息傳遞方式，所以整合上並不容易，各個監控畫面也無法整合；經過兩年多的維運後TWAREN變更架構進化成一個光電混合型網路（Hybrid Network），以光路徑作為網路基礎，提供多層邏輯網路服務，並增備了多層保護與備援措施的能力，但單一或數個設備障礙發生時，未必會導致服務中斷，因此僅監控路由設備狀態的第一代網管系統已無法滿足混合網路的監控，它無法判斷實體障礙發生時與哪些服務會有關聯，更無法進一步描述是否有服務會因此中斷，而無礙服務的異常告警也會形成高階技術人力資源的浪費，多重保護與備援能力帶給維運工程師的效益將大打折扣，所以我們需要新開發一套針對新架構混合網路的網管系統。

因此我們先分析TWAREN第一代網管系統能否進行此客製化並滿足所有需求，初步的評估是不可行，接著我們審視一些著名的網路管理軟體，雖然有些軟體可以監控混合網路，但並未找到可完全符合需求的軟體，因此我們決定自行開發TWAREN混合式網管監控系統，來解決網路監控的需求。

首先，我們訂定網管系統開發的各階段重點與目標。第一階段目標乃是降低漏告警比率（指有障礙發生卻沒有觸發異常告警），寧可過度敏感，也不能漏失異常，然而這樣的網管系統將使工程師疲於奔命；因此第二階段就是降低非必要告警的比率（指無障礙卻誤判告警，或情節輕微無需緊急處理），但若是方法過於粗糙，有可能會導致漏告警率上升，所以我們必須尋找更有效率的異常判斷方法，以達到兩者兼顧，只要兩種比率都能降低，就能減少工程師被無謂呼叫的機率。在本文中，我們將討論異常偵測判斷相關的幾項議題及改善方法。

為了判斷影響等級，我們必須先能判斷障礙介面與上層網路服務的關連，然而在TWAREN混合網路架構上想要建構出1,2,3

層網路介面之間的關係並非易事，傳統網管軟體的網路蜘蛛（Network Spider）大多依靠CDP（Cisco Discovery Protocol）或設備的Configuration來達成，但面對光設備及MPLS、VLAN卻是無法發揮，所以我們必須研發拓撲建構方法來處理這個問題，本文中將說明研發之初步成果。

TWAREN成為混合網路之後，多重保護與備援能力大大提昇了網路服務可用率，加上網路維運中心（NOC）的各項處理流程都依循ISO 9000與ISO 27001運作，使障礙排除效率提昇，儘管如此，可用率到了一個境界之後，終究會遇到瓶頸，例如實務上工程師並非瞬間即可上網排除問題，基本的時間花費終究是難以免除的，故要突破瓶頸，最好的方法就是在障礙發生之前啟動備援方案，或是提前告警使工程師預先準備，都能有效減少服務中斷時間，也就是預告警機制，這也是我們研究的課題之一，在本文中也將概述目前的成果。

主要議題

在障礙管理及效能管理中，有許多監控項目的異常判定是藉由量測數據跟基準臨界值比較來決定，例如流量、溫度、flows、IP數量等等，而這些項目往往會因應不同環境、時刻與用戶行為而產生不同的合理變量範圍。為了開發更有效率的異常判斷方法，首先面臨的就是臨界值議題，臨界值是決定異常與否的比較基準，如果TWAREN僅監測設備介面的狀態，那麼單一固定臨界值或許足夠，因為僅需判斷Up或Down，然而TWAREN也監測了機房環境狀態如溫度、電壓，以及與使用者行為相關

的流量、Flow，還有互連網之間的路由交換行為等，這些標的都難以適用固定臨界值，因為其數值會依使用者群與時刻等因素的不同而變化，因此，我們必須尋找適用的動態臨界值計算方法。再來就是考量監測標的數值的性質相異，TWAREN除了監測狀態之外，也監測品質，所以我們所監測的標的，包含三個類別：狀態（例如Up/Down）、正常為零者（例如介面的CRC error，光的Errored Seconds）、正常非零者（例如溫度、流量），後兩類行為性質相異的數值型態，可能需要不同的臨界值計算方法。

當我們已經找到計算方法來預測下一刻的臨界值區間後，發現因預測失準而導致誤告警的機率仍然不小，所以如何降低預測的誤差便成為我們下一個關心的問題。換個方向思考，假如不執著於臨界值預測的準確度，回頭想想最初的目標，其實是希望能達成更有效率的異常判斷，只有情況緊急才需要立即通報工程師，也就是說系統不會因為單一次的臨界值被突破就告警，而是能判斷數值惡化的趨勢，只有急速惡化時才立即告警，也同樣能提昇告警效率，因此我們也開始研究趨勢偵測的議題。

當上述的異常偵測判定機制完成後，我們面臨的最後一道問題，就是管理介面。大部分情況下若是一條電路故障，至少會引發兩端的介面產生告警，而TWAREN是個混合網路，底層由許多光路徑與MPLS路徑所構成，單一線路或介面上可能通過多數邏輯網路路徑，因此線路或介面發生障礙時，可能影響多個邏輯網路，若以傳統的IP層來建構介面拓撲關係，將

無法呈現底層的障礙發生在何處，也無法判斷受影響的服務，因此同時我們需要建構一套同時包含1,2,3層網路介面的拓撲關係，方能在障礙發生時快速彙整影響介面之間的關聯，也能快速判斷受影響的上層邏輯網路服務範圍，進而判斷出事件的重要等級。

方法與設計

系統架構

為了縮短TWAREN新架構的監控空窗期，第一階段的開發以「儘快上線」為宗旨，架構使用比較分散且獨立的模組區塊如圖1，例如某位成員負責開發監控設備溫度的項目，他撰寫以SNMP MIB查詢各設備重要溫度的Data Collector modules，存入狀態資料庫，並觸發訊息給Fault Detector module，這位成員只需要明白如何去各監控標的取得溫度數據，以及溫度資料表欄位跟觸發Fault Detector module的訊息協定。而Fault Detector module依照訊息比對狀態資料庫的各點溫度數值與Threshold database對應的溫度數據，如有異常則觸發訊息給GUI、Ticket System與Fault Location module，因此Fault Detector module開發者不需要明白各個監控

標的的數據如何取得，也不需要使用同樣的程式語言。

動態臨界值預測方法

我們採用的方法，主要根據統計學的「中央極限定理」為基礎，針對TWAREN監控標的物，我們對RTT (Round Trip Time) 及網路流量進行統計分析，發現其統計分佈圖近似常態分配機率統計分佈圖。

網管主機會定時對設備Polling資料存在歷史資料庫中，歷史資料的收集從2007/8/2開始，臨界值計算模組會週期性地讀取相關的歷史資料計算下一刻的平均值與標準差，以上是本方法的基本概念，實際上，不同的網管監控標的具有不同的特性，再者，歷史資料雖然可以作為參考，然而一個好的方法還是需要能加上當下誤差的回饋來即時修正，才能有效降低誤告警或漏告警，因此當我們在實作動態臨界值計算機制的時候，程式仍須參考前幾刻的資料進行回饋修正，而公式中的常數幾乎是每面臨一種型態的網管數據就必須思考一種修正，這些實作上的細節將另行在獨立文章中進行詳述。

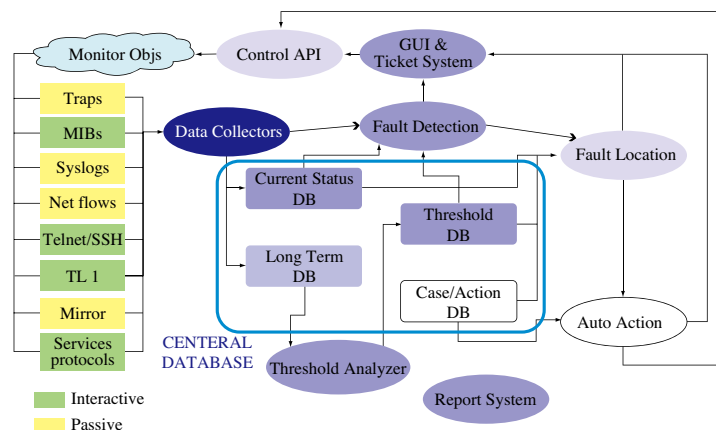


圖1 系統設計第一階段架構。

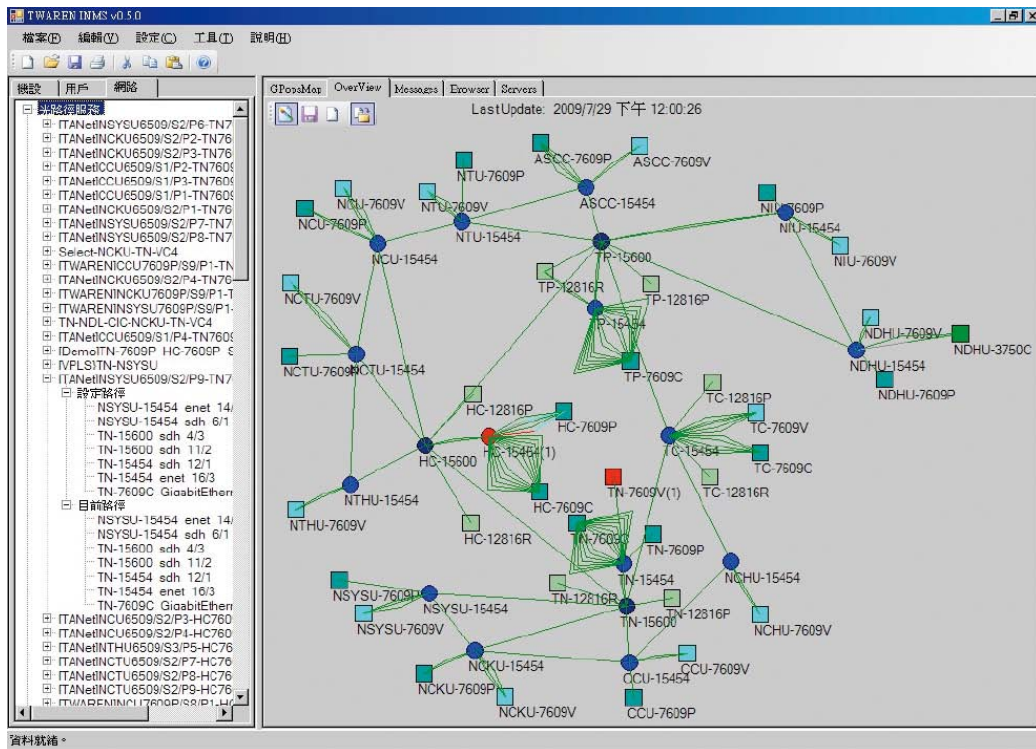


圖2 光路徑拓撲監控畫面。

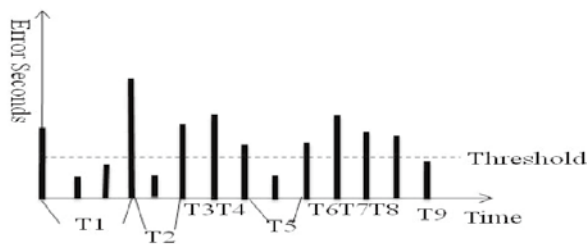


圖3 TTF資料取得示意圖。

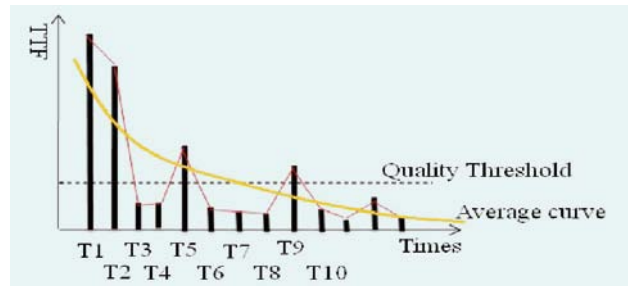


圖4 TTF趨勢圖。

趨勢偵測方法

為了判斷監測標的的變化趨勢，我們從時間軸的觀點來思考，發現可以利用TTF (Time to Failure) 的數值特性來達成目標。當監測標的突破臨界值時，就在資料庫記錄一筆資訊，

如圖3，並算出與上一筆的時間間隔，也就是TTF，如圖4，藉由這個方法獲得的TTF資料數列，本身就具備時間軸的意義，TTF值的大小可對應障礙發生的頻率，相鄰TTF的差值可表示狀態在惡化或改善，相鄰TTF的差值的變

化曲線可顯示變化的速度是越來越快或逐漸變慢，最後N次的TTF的平均值可代表最近的品質，而逐次移動N個TTF的區間所算得的平均值變化，可算出週線、月線、年線，顯示出此監測標的的長期品質，舉例來說，若是設備介面，可能發現其故障率已經升高，若是流量，可看出使用行為的改變。總而言之，若能善加利用TTF，將可達成許多時間概念上的監測。

每當異常（臨界值被突破）發生時，TTF資料表就多一筆，並往前讀取N筆資料，N為整數，可以直接選定，例如應用於短時間內的即時趨勢偵測時，可以指定N=10次，以進行快速反應。如針對長時間的趨勢偵測，例如線路或設備品質等，可以時間區間來決定，例如我們可決定計算區間為最近三個月，因此N筆TTF的值總和需大於三個月，而N為滿足此條件的最小值。

系統用最後N筆資料的TTF計算平均值，可得MTBF（Mean Time Between Failure），這代表最近的品質，如果低於品質臨界值，就觸發異常告警。若以流量為例，可能是當下的使用行為與歷史資料差異太大，或許發生了大規模網路攻擊。若以溫度為例，表示溫度變化嚴重異於歷史資料，可能是空調系統出問題或甚至是火災。至於品質臨界值的數值可以依經驗直接指定，因為此數值代表我們可接受的品質底線，例如我們最多只能忍受某電路的MTBF為四小時（意為平均每四小時就出事一

次），更低就無法忍受，於是品質臨界值就是四小時。

如果我們加上TTF變化曲線斜率的計算，可以判斷變化的速度與方向，如圖4，TTF變化曲線呈現向下趨緩曲線，表示情況雖仍持續惡化，但是惡化的速度有稍微趨緩。這樣的判斷可以實作為程式自動執行，並成為網管系統決定告警等級與緊急程度的依據之一。舉機房溫度為例來說明，由於我們的動態臨界值除了參考歷史資料之外，也會同時參考前幾刻的實際數值，用來推算下一刻的預測臨界，假設圖4代表某個機房環境溫度的TTF曲線圖，根據此向下趨緩曲線，表示該機房的溫度雖仍持續突破動態推算的臨界值，但突破的頻率已經趨緩，於是程式可以推測，可能只是空調問題，而不是發生了火災，在緊急等級上就能做出區分。

趨勢偵測方法可以有多種應用，當運用在短時間即時趨勢偵測時，可以搭配動態計算臨界值，因為趨勢法能夠緩衝單次的臨界值突破事件，不會每次突破就告警一次，因此動態臨界值計算模組就能將標準差縮小，意謂可以更加敏銳，若被頻繁突破則交給趨勢偵測來判斷TTF變化曲線斜率以決定是否需緊急告警，否則將僅記錄或是列入上班才處理。如此搭配的結果，可以同時降低漏告警率（因動態臨界值範圍變小，敏銳度提高）與非必要告警率（因趨勢偵測可緩衝突破次數並判斷是否緊急）。

若將趨勢偵測應用在長期的偵測上，例如電路的ES (Errored Seconds) / UAS (UnAvailable Seconds)，介面的CRC Error / Input Error 等等，就能由程式根據TTF變化曲線自動判斷品質的劣化速度，當劣化程度低於我們的忍受底線時，就觸發預告警，使工程師能預先啟動備援方案並安排改善施工，使原本可能發生的服務中斷事件消弭於無形，令服務可用率能在百尺竿頭更上一步。

我們已經進行此方法的實作，如同動態臨界計算一般，由於標的數據的特性不同，在實作上仍須視其特性進行細節方法的修正，這些實作上的細節將在獨立的文章中進行詳述。

混合型網路拓撲關係建構方法

為了建構TWAREN網路設備與介面的拓撲關係，我們使用了幾個資訊來源，包括「設備的組態設定 (Configuration)」、「SNMP」、「TL1 (Transaction Language 1)」等等，獲取方法包括模擬SNMP、模擬SSH/Telnet、模擬HTTP/HTTPS等等，取得大量資訊來進行複雜的彙整分析拓撲關連，由於我們光設備的乙太介面無法獲取CDP資訊，我們不得不以命名規則的方法來標註光與電之間的連接關係，這樣的方法是無可奈何下的變通方式，缺點就是難以維護，不過我們透過視覺化整合網管系統可以讓維護變得比較容易，如圖5所示，只要工程師在

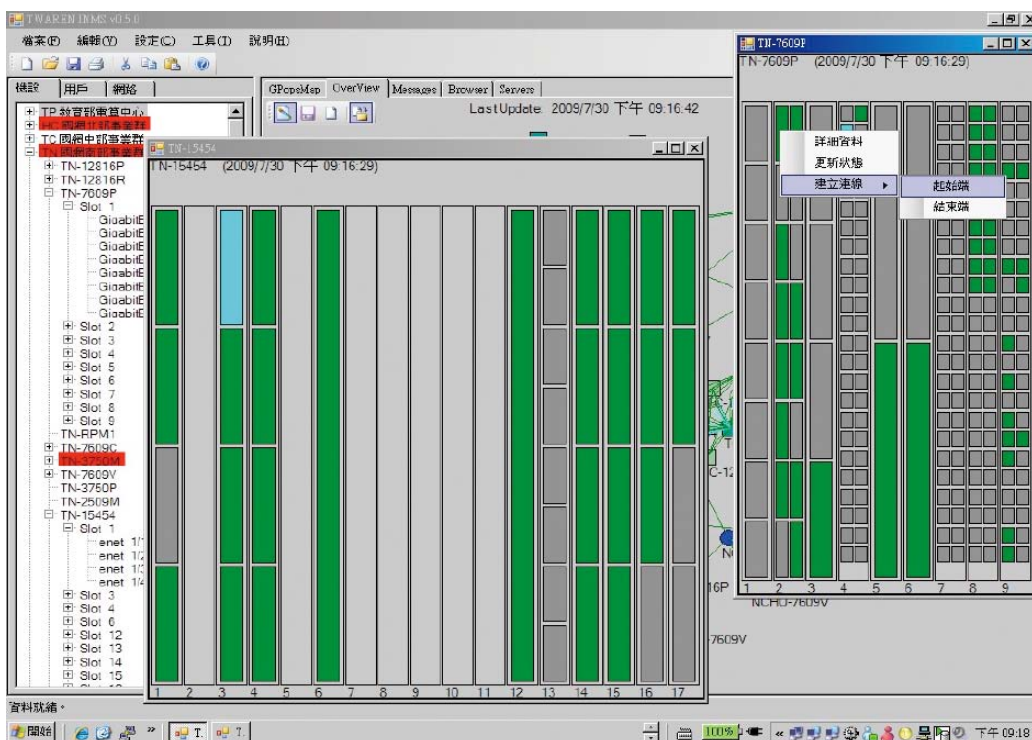


圖5 在設備面板上選擇接線端點。

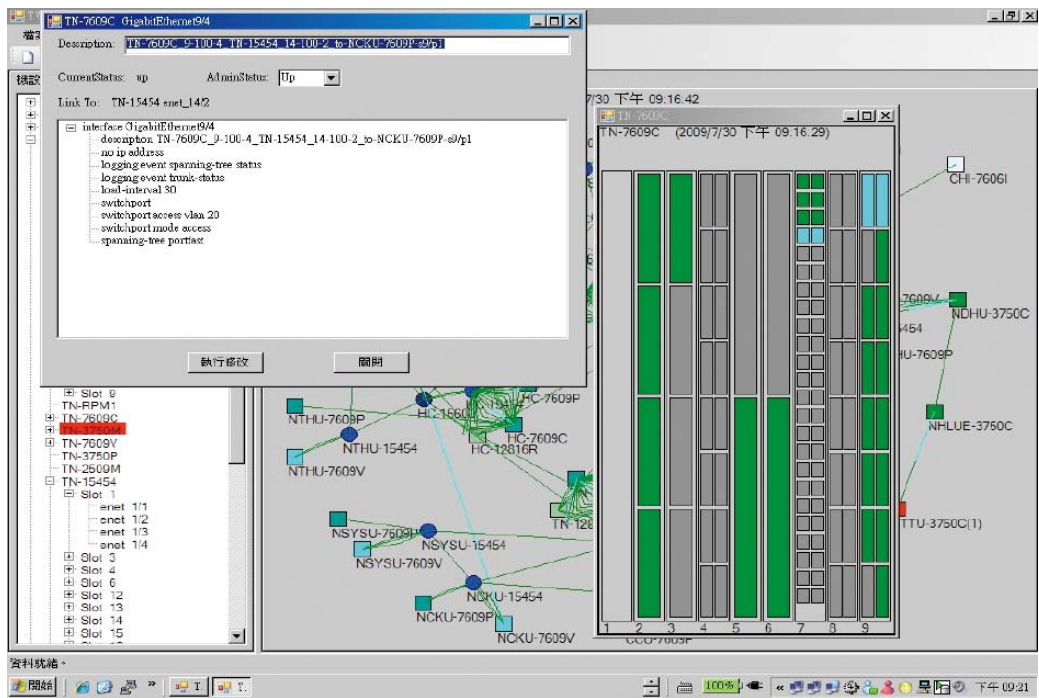


圖6 直接在介面上行設定修改。

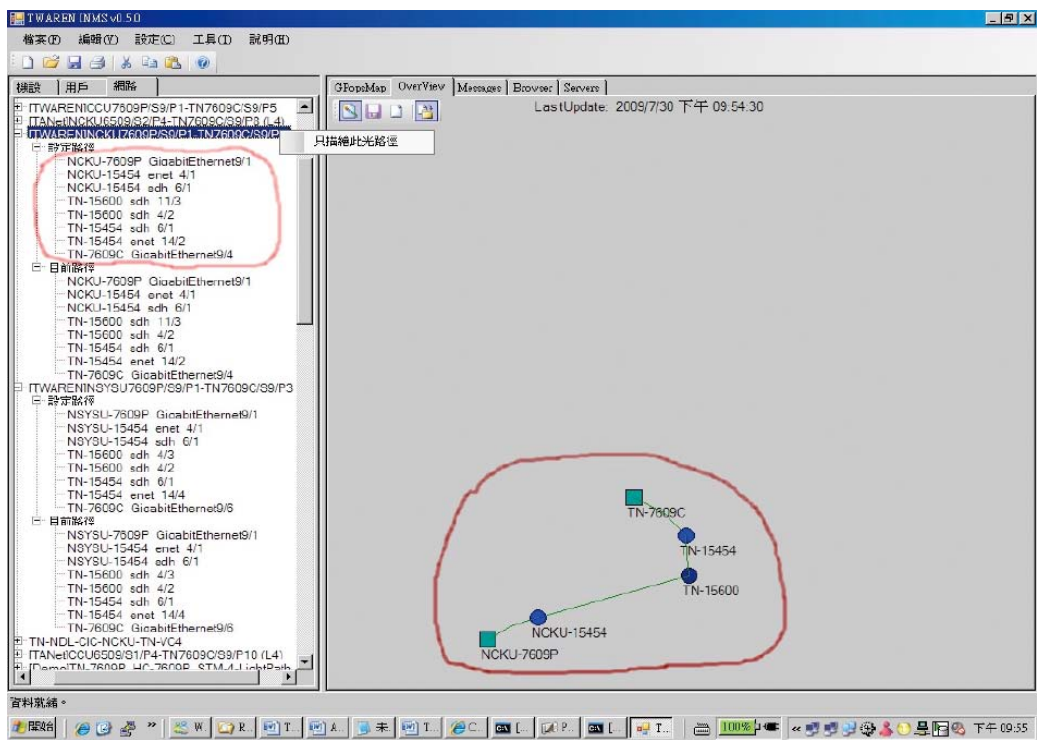


圖7 光路徑拓撲建構顯示。

兩端設備的面板上將相接的介面建立連線關係即可，程式會自動替兩端介面命名，無需人手輸入，當然，若要手動變更設定也是可以在介

面上直接進行，如圖6，確保光設備跟乙太設備之間的實體連接關係被標註在介面埠名稱上，就是拓撲建構的第一步。

光設備與光設備之間的關係無需使用人工的方式，TL1指令可列出ONS的鄰接ONS、ONS內部的Cross Connections（亦即A port的vcM~vcN橋接至B port的vcP~vcQ的關係）、連向外界的Connections（亦即C port的vcS~vcT連至某ONS的D port vcU~vcV），當程式分別對所有ONS取得上述資訊後進行全面彙整，就能組建出所有的光路徑資訊，如圖7左邊紅框所示，結合前述的光電命名規則，就能將兩端的乙太設備透過光路徑連接起來，繪出如圖7右邊紅框所示的光電路徑。

再來我們需建構乙太設備跟乙太設備之間的實體連線關係。在Cisco與Cisco乙太設備之間，有CDP協定可以使用，透過MIB即可取得CDP資訊，當然需要經過一番連連看的彙整處理，就能建立兩個Cisco乙太設備之間的實體連線關係，由於我們已經建構好光與光、光與乙太之間的連接關係，所以乙太與乙太的連接關係是否有經過光拓撲是可以比對出來的，因此無需擔心重複。

最後，剩下的就是無法以CDP建構的部分，通常是非Cisco廠牌或是關掉CDP的設備，其實Foundry、Juniper、Extreme等也都各有類似CDP的協定，但通常無法與Cisco互通，最終在廠牌之間依然會形成鴻溝，此時只好再度利用前述介面命名規則來處理這樣的問題。

當實體連線拓撲關係建構完成之後，就能成為上層邏輯網路服務的基礎資訊，例如VLAN

拓撲的建構，只要分析所有乙太設備的組態設定，可得知哪些VLAN包含哪些設備的哪些介面埠，即可繪出VLAN網狀拓撲，再來僅需透過MIB查詢這些介面埠的STP狀態是Forward或Block等等，就能定位哪些線段是被Spanning Tree block，繼而將VLAN網狀拓撲變成樹狀拓撲。

所以一套完整的實體連線拓撲關係，就是整個混合網路管理系統最重要的基礎，也是最難建構的部分，但只要建構完成，所有上層網路服務監控就能夠很快實現，也能據以判斷線路或介面障礙造成的服務影響，能自動判定告警等級，甚至能了解哪些用戶受到影響並自動發出通告。

未來工作

在雲端運算漸成主流的資訊世界中，骨幹網路乃是雲端的基礎建設，TWAREN網路維運中心（NOC）身負全國學術網路骨幹的維運重任，且是國家實驗研究院的一員，亦有研究的任務，所以NOC利用自行開發的機會，不僅實際掌握了網管核心技術，並在完成全面監控之後，逐步進入研究領域，本文介紹目前NOC在網管系統開發過程中，與研究較為相關的一些成果，我們的網管系統仍在持續研發中，將繼續往「自動化」「智慧化」的方向前進，例如骨幹領域的資安防衛偵測研究、障礙原點判斷、簡易障礙自動排除等等，往「無人NOC」或「行動NOC」的目標邁進。

預告警技術與動態臨界值計算方法與研究

文/圖 張聖翊、林孟璋 國家高速網路與計算中心

前言

預告警技術的主要目的，就是我們希望在網路發生異常前，網管系統能提早發出告警訊息告知網管人員，以提早發現問題、並進行必要的處理，以提升網路的可用率。而所謂動態臨界值預測就是臨界值每一段時間會隨著時間自動調整，此技術可以協助網管系統正確偵測出異常並降低系統之誤告警率。預告警技術與動態臨界值技術分別是目前世面上網管系統所沒有之功能。台灣高品質學術研究網路（TaiWan Advanced Research and Education Network, TWAREN）維運工程師為了維持及持續提升TWAREN網路可用率，自行開發了一套網路整合監控系統，網管系統除了監測網路狀態之外，也監測網路品質，所以我們所監測的標的物，可以分成三種類別：（1）網路狀態（例如設備介面Up/Down、BGP Session Up/Down）、（2）正常情況下監測值為零值（例如介面的CRC error、光網路品質的Errored Seconds）、（3）正常情況下監測值為非零值（例如機房溫度、網路流量、互連網之間的路由交換筆數、Flow）。面對第一種監控類別，網管程式可以很明確判斷UP就是代表正常的，而DOWN代表是異常的。面對第二種類別監控標

的物，我們使用固定臨界值配合預告警機制來監控，面對第三種類別監控標的物，我們使用動態臨界值預測技術來監控，本文分別介紹這兩種方法及如何於TWAREN網路上實作預告警機制及動態臨界值預測技術。

方法與設計

我們參考了一些文獻，並加上自行開發的方法，結合出幾項設計，以下分別介紹預告警機制及動態臨界值預測技術這兩種方法：

1. 預告警機制

TWAREN主要提供高品質學術及研究網路服務，網路服務可用率成為網路品質的指標之一。雖然目前TWAREN使用多重路由保護機制，並配合網路管理系統的隨時監控，當發生事件時，工程師立即做排除故障的動作，防止斷線發生，提高可靠率；但對於日後網路可用率不斷向上進步的需求，我們轉而思考是否可在斷線發生前發佈預告警的機制，有助於工程師密切注意線路目前的狀況，這對於幫助網路可用率從四個9（99.99%）提升到五個9（99.999%）是個可行的方案。

(1) 光網路品質測指標

光網路品質測指標有三個，分別是錯誤秒ES (Errored Second)、多錯誤秒SES (Severely Errored Second)、不可用秒 (Unavailable Second)。錯誤秒的定義是當該條電路一秒內出現一個錯誤區塊 (Errored Block)，則記錄錯誤秒為一秒，一條正常且品質良好的電路，錯誤秒是零。多錯誤秒的定義是，當一秒內有百分之三十或更高的比例出現錯誤區塊，則紀錄多錯誤秒為一。不可用秒的定義是，連續出現十個多錯誤秒時，紀錄不可用秒為一，如果電路出現不可用秒，則表示該條電路品質堪慮。

(2) 趨勢分析方法

我們制訂了一個光網路品質趨勢分析的偵測方法^[1]。首先當電路品質的錯誤秒出現超過制訂的臨界值 (Threshold) 情況時，稱之為失敗 (Failure)，舉例來說，某條電路的臨界值為100秒，當這條電路量測到的ES數據為110秒，

則紀錄這條電路發生失敗，並將當時的發生時間，及超出臨界值多少等相關資料加以儲存。透過持續記錄這些超出臨界值的數據，算出下一發生失敗的時間間隔，就是所謂的TTF (Time To Failure)，我們對TTF做出以下整理。

- TTF= (下次發生失敗的開始時間點) - (這次恢復正常時間點)。
- TTF，意義代表發生下一次失敗的時間間隔。

以臨界值為100秒的情況為例，X軸表示時間點，Y軸表示量測到的ES值，透過圖示方式來呈現TTF，如圖1。

因為TTF定義為發生下一次失敗的時間間隔，本身帶有時間量化的屬性，我們透過此項數據做為趨勢分析告警的依據。從TTF的屬性得知，當TTF如果越小，表示該條電路越常出現超過臨界值的狀況，也表示該條電路越容易發生問題，如果將這些TTF的數值表列成圖形顯示，當TTF的走勢有越來越向下沈淪的趨勢，並伴隨TTF沒有

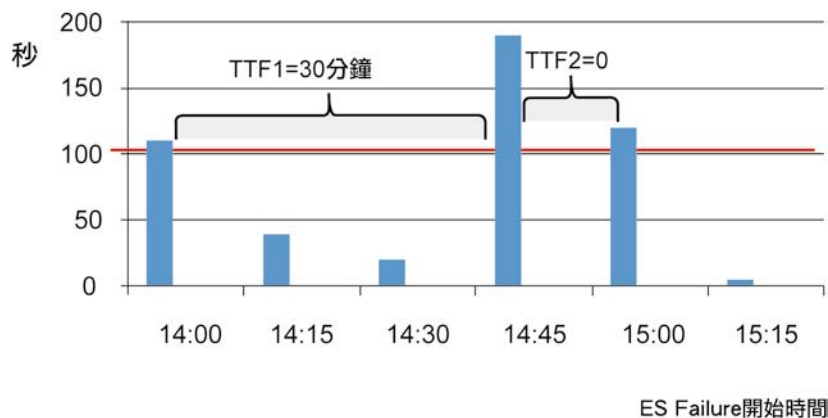


圖1 TTF (Time To Failure) 示意圖。

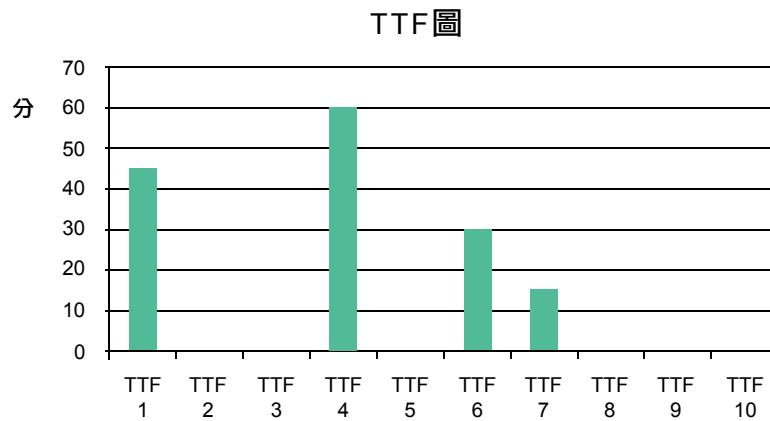


圖2 TTF表列圖。

任何增加的跡象，我們做出該條電路的異常預告警措施。透過TTF的數據放置於Y軸表示，X軸依序表列TTF，表列出的圖示如圖2所示。

當有下列情況出現時，系統會發出現電路品質異常的預告警訊息。

- 1.有連續兩次TTF=0的情況出現。
- 2.算出平均TTF，當平均TTF小於我們制訂的品質臨界值（Threshold of Quality）。
- 3.算出各個TTF的差值（Diff），針對這些TTF差值算出移動平均（Moving Average），當20次移動平均小於60次的移動平均。

（3）品質臨界值與TTF差值移動平均化

於上述預告警的成立條件的第二項中，我們得知平均TTF也被視為失敗間隔平均時間（MTBF，Mean Time Between Failure），MTBF為品質可靠度的一個指標，當平均TTF值小於制訂的品質臨界值時，即表示電路到達需要被告警的程度。

由於電路發生超過臨界值時才會有TTF的紀錄，對於長期電路異常的趨勢偵測而言，需要更多筆的異常數據資料來判定，我們除了以平均

TTF為議題^[2]之外，還以各項TTF的差值來做研究，並且透過移動平均來算出斜率的走向。移動平均是一個以視窗大小（Window Size）為單位，依序算出這些單位內的算數平均值，並且有著撫平短期波動的技术，因為在異常偵測上，關於TTF上昇的情況會造成趨勢偵測的不準確，透過20次移動平均，與60次移動平均之間的關係，更能有效達到長期趨勢的偵測。畫出這個移動平均的曲線圖，如圖3分別為MA20、MA60的TTF差值曲線。

當MA20的曲線向下至MA60的下方，TTF斜率走向有向下的趨勢，表示TTF下一步可能向下的機率大增，TTF有遞減的趨勢，因此我們可以發出預告警措施，避免真正事件發生。

（4）趨勢偵測預告警成果

TWAREN台北主節點（TP）到GigaPOP中研院（ASCC）之電路於2009年5月21日15點02分，在ASCC 15454上的STM-64卡版發生故障，我們持續記錄該條電路的ES與UAS值，並且發現在14點23分，ES持續上升，且超過臨界值，繪出當時這兩個監控標的圖形，如圖4，

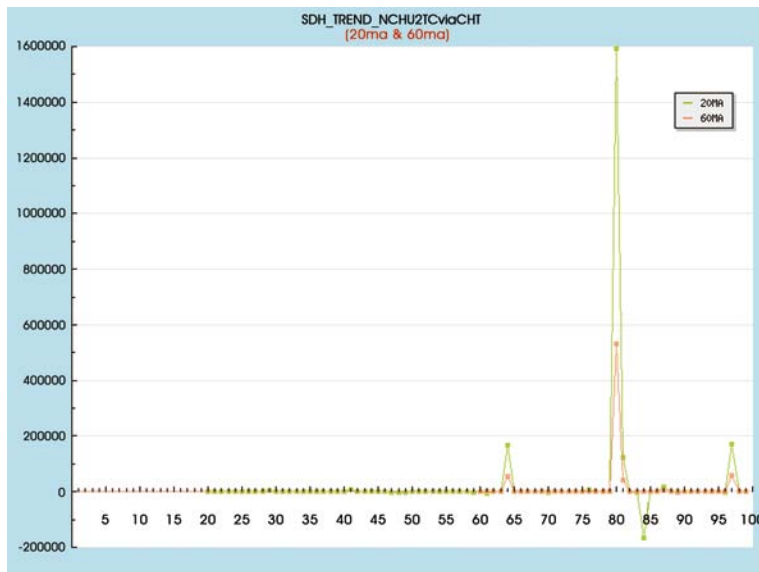


圖3 20MA(Moving Average)與60MA關係圖。

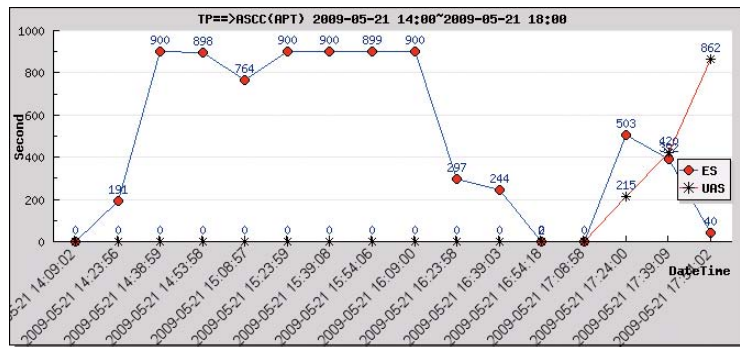


圖4 台北主節點至中研院ES、UAS圖。

事由：SDH線路 TP ==>ASCC via APT Error Second 異常
 說明：經趨勢分析後的結果該線路即將發生異常,請通知工程師密切注意。
 詳細描述：該線路平均2次的Time To Failure 小於 Threshold (900 sec),以此依據送出告

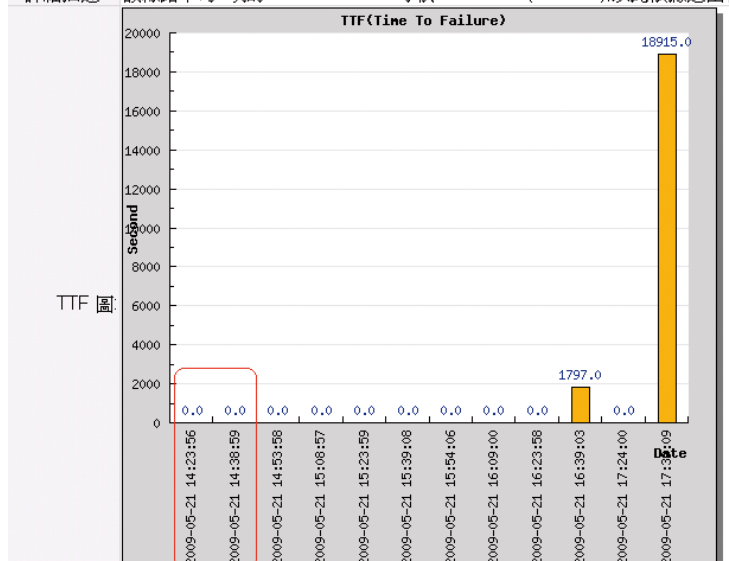


圖5 預告警信件。

經過預告警偵測程式於14點40分發出預告警訊，成功告知值班工程密切注意該條電路狀況，圖5是工程師收到的預告警信件。

2. 動態臨界值預測技術

為了能夠準確的偵測出網路異常，我們使用動態臨界值預測技術，所謂動態臨界值預測就是臨界值每5分鐘會隨著時間調整，而不是一個固定值，動態臨界值能有效的協助網管系統偵測到網路異常並降低誤告警率，進而協助網管人員快速找出網路問題點，以達到提早發現問題解決問題之功效，以下詳細介紹此方法並如何實作此方法。

(1) 預測模型方法介紹

我們所使用的方法是時間序列分析 (Time Series Analysis) 的Holt-Winters 預測法^[3]，它的預測值是由三個指數平滑公式所構成，此預測法會同時考慮到循環變動因素 (Cyclical Fluctuation)、季節變動因素 (Seasonal Variation) 及趨勢因素 (Tread)，其預測準確度最高，其公式定義如下：

$$\begin{aligned} \hat{y}_{t+1} &= a_t + b_t + c_{t+1-m} \\ a_t &= \alpha(y_t - c_{t-m}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t &= \beta(a_t - a_{t+1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ c_t &= \gamma(y_t - a_t) + (1 - \gamma)c_{t-m} \\ d_t &= \gamma|y_t - \hat{y}_t| + (1 - \gamma)d_{t-m} \\ \text{High Threshold} &= \hat{y}_t + \delta_H \times d_{t-m} \\ \text{Low Threshold} &= \hat{y}_t - \delta_L \times d_{t-m} \end{aligned}$$

其中 y_t 代表量測值， \hat{y}_t 代表預測值， a_t 代表基準線 (Baselin)， b_t 代表線性趨勢，也就是斜率因素 (Slope)， c_t 代表循環變動因素， d_t 代

表量測值與預測值之間的標準差。系統模型參數 (α, β, γ) 、 $0 < (\alpha, \beta, \gamma) < 1$ ， δ_H 、 δ_L 代表正常範圍的常數參數， m 代表循環 (Cycle) 的週期參數，我們採用一週7天的週期。

在大多數的預測研究中，評判的標準就是預測的正確程度，我們所採用的檢定方法是誤差平方和 (Sum of Squares Error, SSE)^[4]及平均絕對誤差百分比 (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) 來判斷，當其值愈小時，表示預測值與量測值之間的離散程度愈小，即預測結果愈佳，MAPE評估準則可以參考表1所示。其計算方式可以用下列方程式來表示：

$$\begin{aligned} e_t &= y_t - \hat{y}_t \\ \text{SSE} &= \sum e_t^2 \\ \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\% \end{aligned}$$

y_t 代表時間 t 的量測值， \hat{y}_t 代表時間 t 的預測值， e_t 代表時間 t 的預測誤差值， n 代表預測值數目。

表1 MAPE預測準確度之評估標準

MAPE	預測能力
<10%	高精準度
10% ~ 20%	良好
20% ~ 50%	合理
>50%	不正確

(2) 資料收集與分析

在資料收集的部份，我們採用CLI (Command Line)、Netflow、SNMP的方式定期取得每五分鐘網管資料，並存入資料庫中，資料庫中以每五分鐘記錄為一筆資料，網管監控示意圖如圖6。

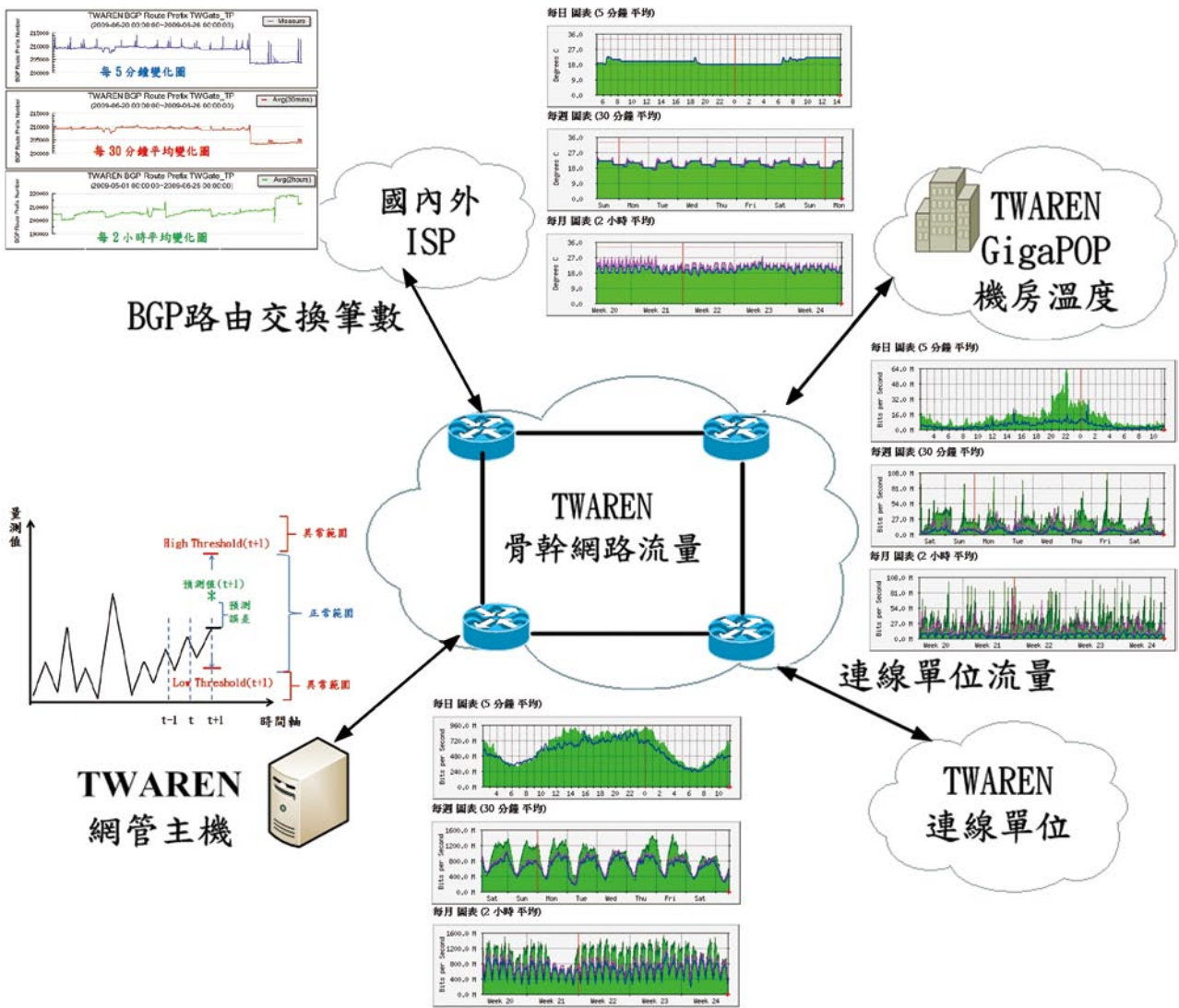


圖6 網管偵測示意圖。

(3) 預測模型最佳化參數

我們採用Holt-Winters的預測方法來實作TWAREN骨幹流量、GigaPOP溫度、BGP路由交換筆數、連線單位流量這四種監控標的物，我們分析歷史資料庫中的資料，以線性搜尋法

(Linear search) 找出監控標的物之最佳預測模型參數 (α, β, γ) ，最佳預測模型參數如表2， δ_H 、 δ_L 是由手動設定調整後得之，根據公式計算出MAPE值，如表3，從表3及表1我們可以發現此模型預測的正確性是良好的。

表2 監控標的物的最佳化模型參數

監控標的物	α	β	γ	δ_H	δ_L
機房溫度	0.99	0.01	0.1	0.5	0.5
BGP路由交換筆數	0.99	0.01	0.1	0.1	0.1
骨幹流量	0.99	0.01	0.1	2	2
連線單位流量	0.74	0.01	0.1	6	1

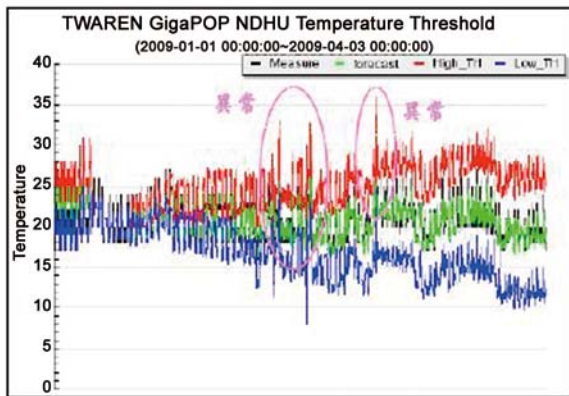
表3 MAPE檢定結果

監控標的物	MAPE檢定
機房溫度	1.79%
BGP路由交換筆數	0.21%
骨幹流量	5.51%
連線單位流量	23.75%

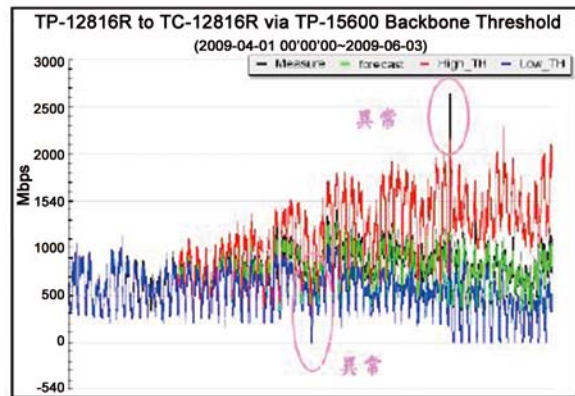
(4) 異常偵測實作

根據上一章節所計算出表2之模型，套入Holt-Winters預測公式，畫出四種監控標的每五分鐘量測值 (Measure)、每五分鐘預測值 (Forecast)、每五分鐘高臨界值 (High_TH) 與每五分鐘低臨界值 (Low_TH)，圖中X軸代表時間軸，Y軸代表監控標的物之量測值單位。

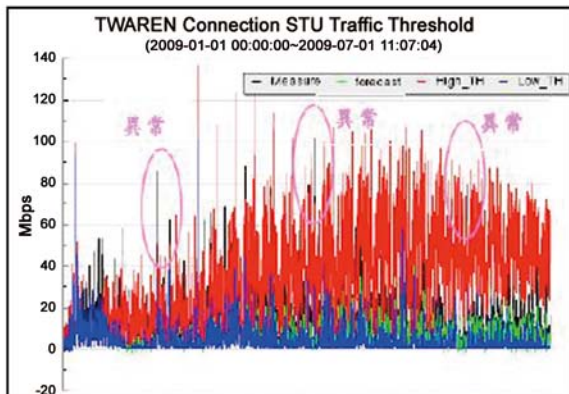
從圖7之偵測圖我們可以發現Holt-Winters所計算出之臨界值均能協助網管系統偵測到四種監控標的物之異常，以BGP交換路由筆數此監控標的物為例，圖7中之圖d為2008/10/15~2009/3/15 TWAREN與國內ISP業者 TWGate的BGP路由交換筆數偵測圖，TWGate主要負責轉送TWAREN到商業用網站的路由，此BGP交換路由筆數的變化會影響



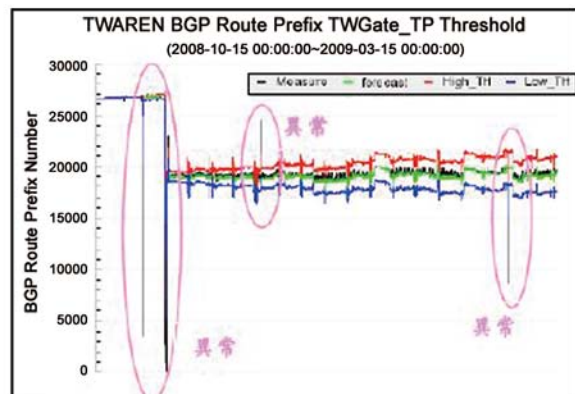
a. 機房溫度異常偵測圖



b. 骨幹流量異常偵測圖



c. 連線單位流量異常偵測圖



d. BGP路由交換筆數異常偵測圖

圖7 四種監控標的物異常偵測圖。

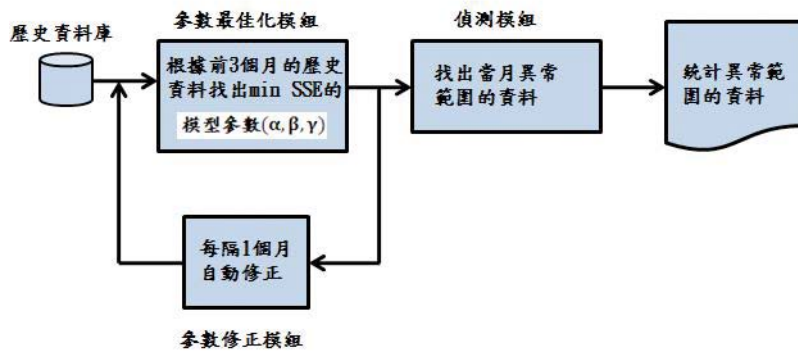


圖8 模型參數自動修正機制。

到TWAREN到國內外商業用網站的連通性，圖中的幾次BGP路由的大量增加與減少，都可以被偵測到，而這幾次的異常現象，均是TWAREN維運工程師調整路由或TWGate調整路由所造成。

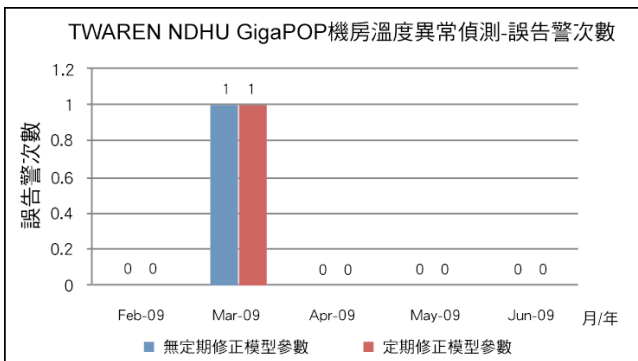
（5）定期修正模型參數機制

在我們測試Holt-Winters預測法於四種監控標的物之異常監控後，我們發現此預測法所計算出之臨界值雖然可以偵測出異常，但相對的也產生誤告警，於是我們提出定期修正模型參數機制，如圖8，我們以3個月為一個取樣計算之Window，每1個月之模型參數根據前3個月之歷史資料計算得之，模型參數每1個月自動修正一次

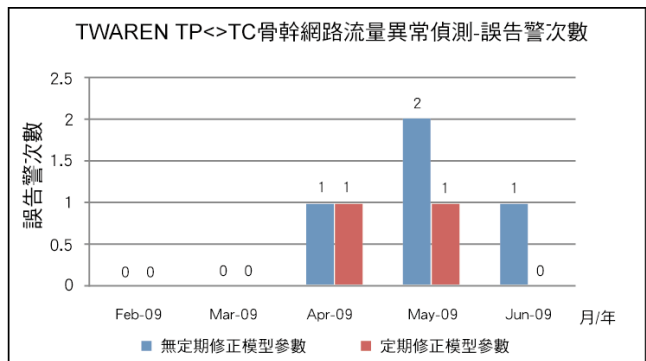
圖9之4張統計圖，分別比較這4種監控標的物，在有經過定期修正模型參數及無定期修正模型參數之誤告警次數統計比較，當量測值高於高臨界值或低於低臨界值，系統判斷為一筆異常，統計值自動加一，圖9中之圖a,b,c,d為異常告警

統計圖表，統計時間從2009/02~2009/06共5個月，圖表中之誤告警次數，代表量測值高於高臨界值或低於低臨界值，但事後經工程師比對系統判斷為異常之時間點，無異常現象發生之統計值。

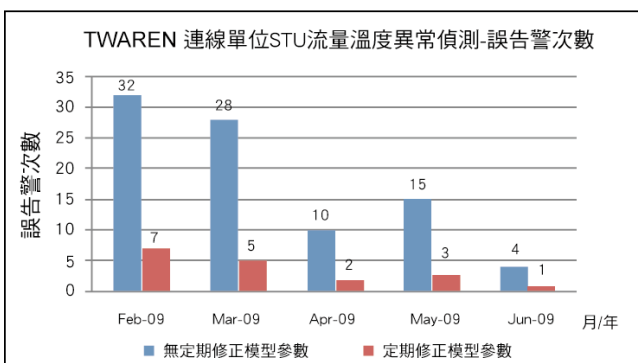
由統計圖表我們可以發現，對於變化緩慢且具有規率週期性變化之監控標的物，包括GigaPOP溫度、TWAREN骨幹流量、BGP路由交換筆數，如圖9中之圖a,b,d，此種類之監控標的物不論是否定期修正模型參數，Holt-Winters預測法所計算出臨界值皆能正確偵測到異常且達到低誤告警次數之成效。相對的，對於連線單位流量這一種隨時間變化快速的監控標的物，如圖9中之圖c，我們發現其每一個月的誤告警統計次數比其它三種監控標的物還要多，而我們發現使用定期修正模型參數方法，可以定期的更新模型參數，並且有效的降低誤告警次數，例如2009年2月之誤告警次數，在經過定期修正模型參數之方法後，其誤告警次數從32次降為7次，而其它月份之誤告警次數也有明顯的改善。



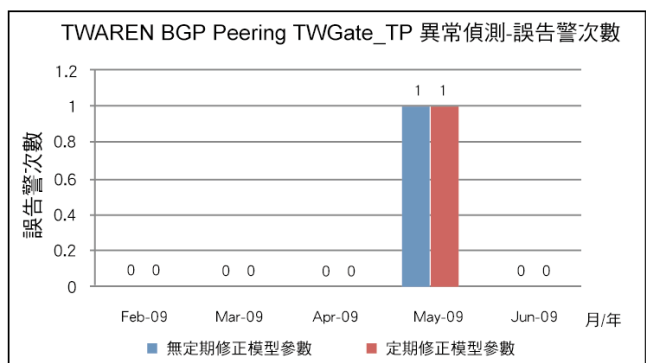
a. 機房溫度告警統計圖



b. 骨幹流量告警統計圖



c. 連線單位流量告警統計圖



d. BGP路由交換筆數告警統計圖

圖9 誤告警統計圖。

經由此統計結果我們也發現，系統只需要針對過去3個月的資料做分析,就可以達到正確預測之效果，因此網管資料庫中之歷史資料只需要儲存最近3個月的資料即可，而且可以減少網管程式計算臨界值之時間。

結論

本文之研究發現，我們所提出之預告警機制及動態臨界預測技術，應用於網路異常偵測之效果良好，未來我們將結合此兩種技術於網路異常偵測上，以持續提高系統之告警正確率，進而持續提升網路整體之可用率。

參考資料

- [1] Ming-Chang Liang, Sheng-I Chang, Meng-Chang L in, Chen-Tsai Chiang, "The advanced implementation of network management system with fault detection in TWAREN hybrid network", APAN 27th, 2009, Malaysia.
- [2] 林孟璋、梁明章，TWAREN光網路品質趨勢偵測方法之研究與實作，TANET2009論文集，彰化，2009年10月。
- [3] Kunio GOTO, and Koji KOKIMA," Network Intrusion and Failure Detection System with Statistical Analyses of Packet Header," IEEE, 2005.
- [4] Paulo Cortez, Migrel Rio,Miguel Rocha,and Pedro Sousa." Internet Traffic Forecasting using Neural Network ," IJCNN 2006.

TWAREN遠端代理監控服務系統

文/圖 鄭欣恬 國家高速網路與計算中心

前言

由台灣高品質學術研究網路 (TaiWan Advanced Research and Education Network, TWAREN) [1]維運開發團隊自行研發的多項網路管理及監控系統，目前皆已穩定地運行在監控TWAREN骨幹網路設備上，並且能即時偵測出網路之異常問題，提供TWAREN網路維運人員可靠的訊息。

近來，維運開發團隊進一步地思考網管技術的擴展，將監控服務由TWAREN骨幹端延伸至使用者端。因此，研發一套「遠端代理監控服務系統」(RSMS, Remote Service Monitor System)，並可結合TWAREN網路維運中心(NOC)現有的人力與資源，提供使用者端7*24小時全天候的網路代理監控服務，補強各大學計算中心或研究單位之網路維運管理人力之不足。

此套「遠端代理監控服務系統」，強調以使用者端為中心，規劃及設計客製化的專屬整合監控及報表平台，並可針對使用者需求提供多樣化

的加值服務。使用者透過網頁瀏覽器並經由權限認證登入後，即可獲得最即時的監控和告警等資訊，有效地監控校園網路設備、伺服器設備、電路品質及機房設備等狀況，達到提早發現問題、解決問題之目的，進而提升網路服務品質。

研發簡介

1. 系統架構

本系統是以Web為基礎的一套網路監控平台，以PHP程式設計語言來開發監控網頁介面，並結合MySQL資料庫。而底層網管資料的蒐集則是利用SNMP、Command Line Interface (CLI)、Trap和NetFlow等四種技術來進行，並透過維運開發團隊自行開發的數個ETL(擷取、轉換及載入)程式，以排程方式定期的將網管資料彙整至MySQL資料庫中。

使用者一旦申請本系統之登入權限後，即可透過瀏覽器來監控其單位的網路設備、伺服器主機、電路品質及機房設備等各種監控標的物之狀況。系統架構示意圖如下圖1所示。

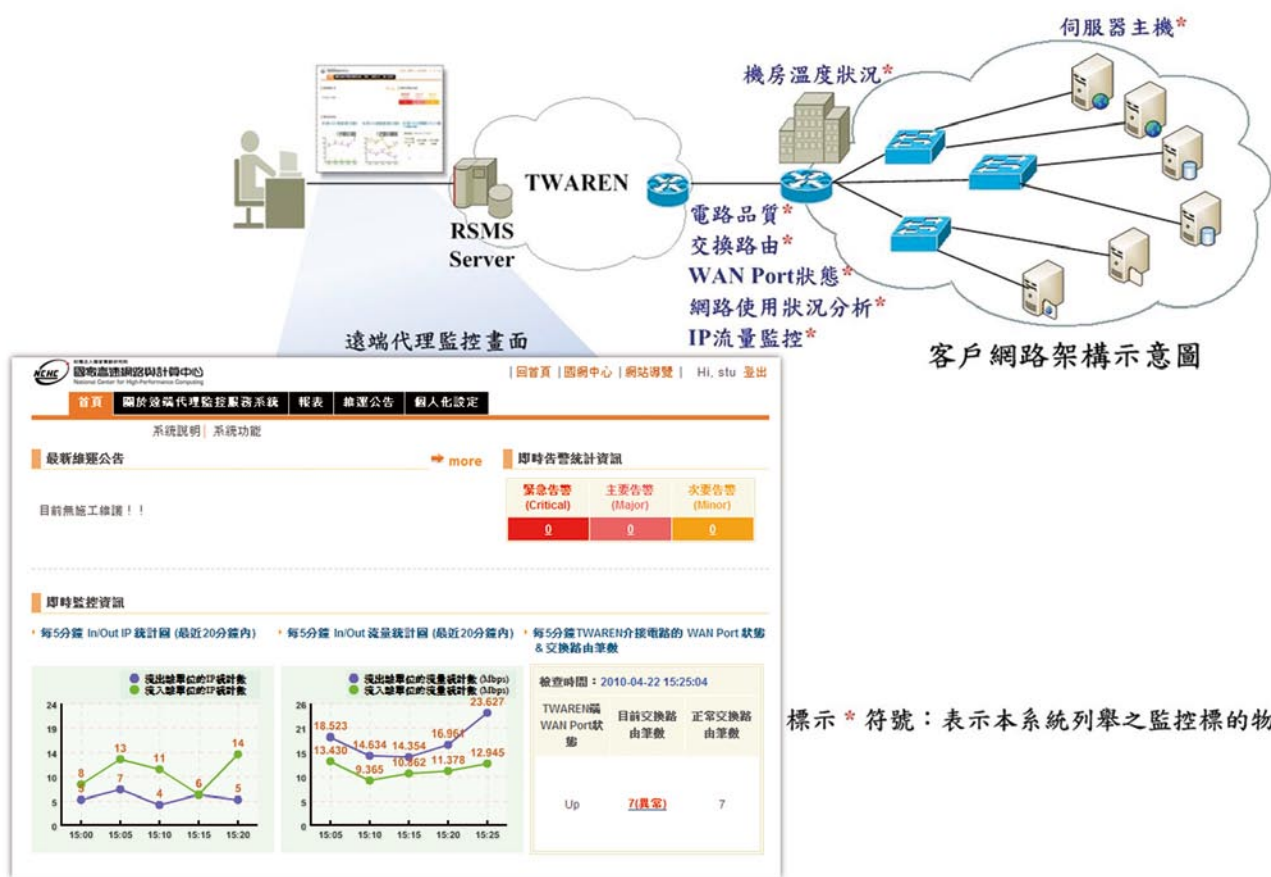


圖1 系統架構示意圖。

2. 監控標的物之設計

本系統的監控標的物之定義與設計，主要是依據目前運行於TWAREN網路維運中心的TWAREN整合式監控平台^[2]所監控之網管監控項目，作為規劃與設計本系統監控標的物之參考依據。

為了更明確瞭解與掌握使用者對於代理監控服務項目之需求，故採用「問卷調查」方式，針對TWAREN各區網中心之網管人員進行需求訪查。此問卷調查表分別以「區網中心監控需求訪查」和「遠端代理監控服務項目」兩個面向進行需求分析。

根據問卷調查之結果，彙整及歸納以下分析結果：

(1) 「區網中心監控需求訪查」之分析

由調查的分析結果亦可獲悉使用者對於系統所提供的「即時校園網路監控機制」、「異常告警機制」、「7*24全年無休代理監控且代理通報」及「例行性報表及歷史報表」等服務，具有較高的需求比率。因此本系統針對以上這些功能進行規劃與設計，以提供校園網路之網路維運人員實質的參考價值。

(2) 「遠端代理監控服務項目」之分析

本系統初步設計的網管監控標的物，即以TWAREN整合式監控平台的網管監控項目為基礎，並依據問卷調查結果，定義出本系統所包含的最基本之監控服務項目。共包含五大類監控項目，分別為(1)網路設備、(2)伺服器主機、(3)電路品質、(4)機房狀態和(5)網路使用狀況分析等，而每項類別所包含的監控標的

物，如下表1所列之監控項目類別與監控標的物之對應關係。

3. 網管資料蒐集方法

本系統主要是以SNMP、Command Line Interface (CLI)、Trap和NetFlow等四種方法進行網管資料的蒐集。本系統各項監控標的物詳細的資料蒐集方法，如表1所列。

4. 系統功能與特色

本系統主要研發的功能如圖2所示，每項功能的特色簡述如下。

(1) 即時圖形化監控平台

本系統具備登入權限控管機制，提供每一使用者專屬的整合式圖形化監控介面。使用者經登入權限認證後，即可觀看到其單位專屬的「圖形化即時報表」、「即時維運公告」和「即時告警資訊」等資訊，可快速地獲得最即時的資訊。即時圖形化監控畫面如圖3所示。

(2) 客製化的監控標的物

本系統可針對不同使用者的需求，量身訂做專屬的監控標的物，並整合於圖形化的監控畫面上，提升使用者對資訊的掌握度。使用者亦可在

表1 本系統之網管資料蒐集方法彙整表

監控項目類別	監控標的物	資料蒐集方法
網路設備	CPU使用率、記憶體使用率、電源供應器狀態、設備卡板溫度	SNMP
	設備存活檢查、路由狀況、組態設定檔	CLI
	介面up/down狀況	SNMP、Trap
伺服器主機	硬碟空間使用率、CPU使用率、記憶體使用率	SNMP
	服務監控 (DNS、FTP、HTTP、HTTPS、NNTP、POP3、SMTP)	CLI
電路品質	流量狀態	SNMP
	傳輸延遲時間 (RTT)、封包遺失率 (Packet loss rate)	CLI
機房狀態	環境溫度 (用戶端需有sensor，支援SNMP協定)	SNMP
網路使用狀況分析	每五分鐘IP 使用狀況之統計、每五分鐘流量之統計等	NetFlow

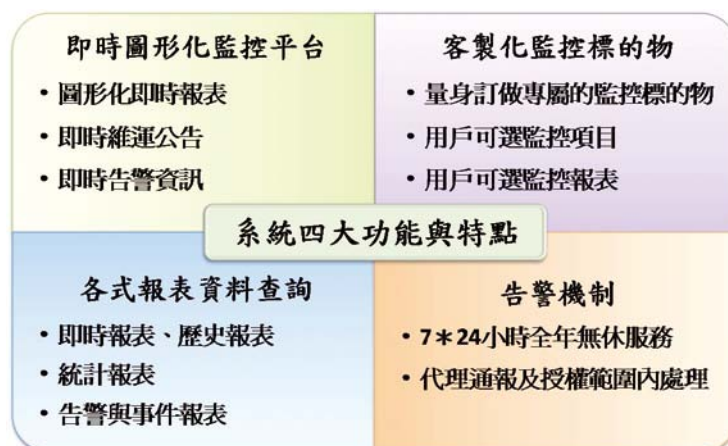


圖2 本系統之系統功能簡介。

本系統平台上，進行個人化設定，自行選擇及設定欲監控的標的物，以便針對特定的監控標的物進行隨時的監控，更快速地掌握即時情況。

(3) 各式報表資料查詢

針對使用者所需監控的監控標的物，提供其觀看及查詢「即時監控報表」、「統計報表」、



圖3 首頁即時監控畫面。



圖4 歷史報表查詢畫面。

「歷史報表查詢」和「告警與事件查詢」等各式報表。除了可讓使用者獲悉各項監控標的物的即時狀況外，亦可藉由統計報表及歷史報表的查

詢，瞭解各種監控項目的每日、每週或每月的趨勢狀況，以便隨時掌握各種資訊，如圖4所示。本系統提供的報表及其監控內容說明，如表2所列。

表2 本系統之報表與其監控內容說明表

【即時監控報表】	
報表名稱	報表監控內容說明
流出／流入連線單位的IP 統計	可監控到連線單位與TWAREN介接的即時IP統計數。
流出／流入連線單位的流量統計	可監控到連線單位與TWAREN介接的即時流量統計數。
WAN Port 狀態與交換路由檢查	可監控到連線單位與TWAREN介接電路的即時設備介面狀態，以及與TWAREN交換之路由。
電路品質監控	可監控到連線單位與TWAREN介接電路的即時傳輸延遲時間（RTT）和封包遺失率（Packet loss rate）。
網路設備狀態	可監控到連線單位與TWAREN介接之設備的即時CPU使用率、Memory使用率、所有Power Supply的狀態，以及所有卡板sensor溫度相加之平均溫度值。
【統計報表】	
報表名稱	報表監控內容說明
從連線單位流出至TWAREN之來源IP的前十大排行榜	可監控到昨日連線單位流出至TWAREN之來源IP的前十大IP位址、流量和使用率排行榜。
從TWAREN流入至連線單位之目的地IP的前十大排行榜	可監控到昨日從TWAREN流入至連線單位之目的地IP的前十大IP位址、流量和使用率排行榜。
從連線單位流出至TWAREN之來源Port的前十大排行榜	可監控到昨日連線單位流出至TWAREN之來源Port的前十大埠號（Port Number）、流量及使用率排行榜。
從TWAREN流入至連線單位之目的地Port的前十大排行榜	可監控到昨日從TWAREN流入至連線單位之目的地Port的前十大埠號（Port Number）、流量及使用率排行榜。
【歷史報表查詢】	
報表名稱	報表監控內容說明
流出／流入連線單位的IP統計	可查詢到某日、某週或某月份連線單位與TWAREN介接的IP統計數。
流出／流入連線單位的流量統計	可查詢到某日、某週或某月份連線單位與TWAREN介接的流量統計數。
電路品質監控	可查詢到某日、某週或某月份連線單位與TWAREN介接電路的最小傳輸延遲時間（Min RTT）、平均傳輸延遲時間（Avg RTT）和最大傳輸延遲時間（Max RTT）。
從連線單位流出至TWAREN之來源IP的前十大排行榜	可根據日期，查詢到連線單位流出至TWAREN之來源IP的前十大IP位址、流量和使用率排行榜。
從TWAREN流入至連線單位之目的地IP的前十大排行榜	可根據日期，查詢到從TWAREN流入至連線單位之目的地IP的前十大IP位址、流量和使用率排行榜。
從連線單位流出至TWAREN之來源Port的前十大排行榜	可根據日期，查詢到連線單位流出至TWAREN之來源Port的前十大埠號（Port Number）、流量及使用率排行榜
從TWAREN流入至連線單位之目的地Port的前十大排行榜	可根據日期，查詢到從TWAREN流入至連線單位之目的地Port的前十大埠號（Port Number）、流量及使用率排行榜。
【告警與事件查詢】	
可針對事件發生的起迄日期、事件等級或事件告警原因，進行即時或歷史事件的查詢。從查詢報表結果可瞭解事件告警原因是屬於（1）連線單位與TWAREN交換路由異常、（2）ICMP Ping Unreachable，或（3）流量異常等種類的異常。	

(4) 告警機制

配合TWAREN網路維運中心的7*24小時監控服務，提供全天候代理監控，為校園網路做24小時的把關。並可依不同的告警等級及異常狀況，以E-mail、簡訊、電話等方式即時通知使用者端，提供代理通報、代理報修，或進行第一時間的處理。此項服務猶如為使用單位提供最佳的保全服務，有助於使用單位節省網路維運管理的人力與時間成本。

結論與未來展望

遠端代理監控服務系統是TWAREN為代理監控單位所開發的一套多功能網路服務監控系統。此系統研發之功能，不但可協助申請單位監控各種網路設備、伺服器設備、電路品質及機房設備等狀況，並且提供使用者一個客製化的專屬整合監控平台及各種增值服務。

有別於市面上的商業套裝網管軟體，本系統的主要特色如下所述：

- 本系統以Web based設計，不需要於使用者端安裝軟體，只要透過瀏覽器，即可使用系統所提供的各項功能服務，可更方便且即時地掌握及監控各項監控標的物之狀況。
- 本系統強調以「使用單位」為中心，設計及建置符合客製化需求的單一整合式圖形化監控平台，提供使用者便捷的操作及使用介面，讓使用者不需同時開啟多個畫面，即可在單一平台上監控到各種監控標的物之狀況，如此將有助於降低用戶軟體採購所需的客製化成本及網路維運的成本。

本系統未來發展方向將著重於擴充多樣化的增值服務，除提供用戶單位使用本系統之基本功能服務之外，用戶亦可針對各自單位之需求，選擇更多元化的增值服務。未來預計提供的增值服務內容，例如：用戶可透過本平台與TWAREN網路維運中心之維運人員進行溝通，雙方透過平台的互動，有利於雙方的經驗傳承，並提昇網路維運的品質。

致謝

本系統之問卷調查設計階段，特別感謝國網中心推廣組王迎春組長，以及推廣組參與本系統推廣服務之全體成員給予的協助。我們特別表達最誠摯的感謝。

參考資料

- [1]NCHC, TaiWan Advanced Research and Education Network, <http://www.twaren.net/>
- [2]曾金山、劉德隆，「台灣高品質學術研究網路整合式監控平台之設計與實作」，TANET2007臺灣網際網路研討會論文集。

迎接下一代全光波網路

文/圖 林書呈、陳俊傑 國家高速網路與計算中心

前言

網路建設是國家科技競爭力的重要觀察指標，台灣是亞太地區的學術網路樞紐，必須建置高頻寬、高穩定度、高可靠性的先進學術研究網路環境，才能與世界先進國家接軌，促進國際研發創新合作機會。政府在推動「六年國家重點發展計畫（2003-2008）」時，就規劃以台灣高品質學術研究網路（TaiWan Advanced Research and Education Network, TWAREN）做為國內研究網路的基礎平台，以期強化台灣的國際競爭力。為因應網路技術之日新月異與學研界先進的網路應用需求，TWAREN網路也進行數次的更新，以滿足國內學研界先進之需求。近年來全光網路（All-Optical Network）技術逐漸成熟，勢必在下一代網路骨幹中扮演重要的角色。本文將介紹下一代網路最新技術-全光波ROADM網路的演進歷程，並以不同世代的TWAREN網路架構作為範例，說明先進網路技術為台灣的網路研究帶來哪些關鍵性的影響。

網路技術發展趨勢

光網路（Lambda Networking）是推展下世代網路技術的關鍵。未來全球學研網，將急速向光網路發展。此一趨勢，近年來已可歸納

出一個定律，即長程連線資費每9個月降五成，而光纖之容載量（Capacity）亦每6-9個月倍增。光網路之所以發展神速，歸功於1990年代兩種技術的突破，一為摻鉕放大器（Erbium-Doped Fiber Amplifier, EDFA），此技術能不受限於通訊的方法和速度，把光訊號加強。另一突破為分波多工技術（Wavelength-Divison Multiplexing, WDM），使單一光纖，可承載多個傳輸頻道（Channels），且各頻道可有不等之頻率。圖1顯示光網路的發展，遠超過儲存設施（Storage）和CPU的發展，打破「CPU運算率每18個月加倍」的鐵律（Moore's Law，詳見圖2）。所以目前雖然整個系統昂貴，但是其效能與價值比（Performance / Price ratio）為三者最高者。

早期的光網路發展是由分時多工（Time-Divison Multiplexing, TDM）技術開始發展，利用不同的時隙或訊框來傳送SONET/SDH的訊號，可在一固定有限的頻寬當中，切割出專屬獨立的光通道供特定服務使用。但分時多工技術在頻寬發展上遭遇到技術瓶頸，無法持續提升SONET/SDH的最大可用頻寬，造成服務受到限制。為了提升傳輸網路的吞吐量，在

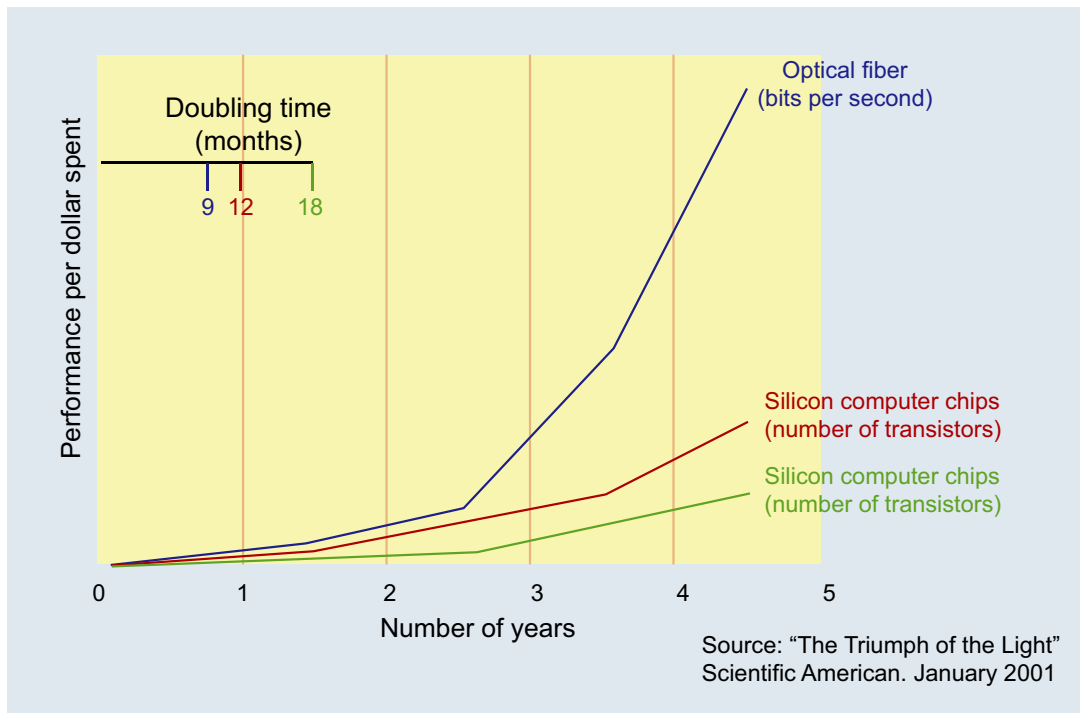


圖1 比較光、儲存、運算三種技術創新速度。

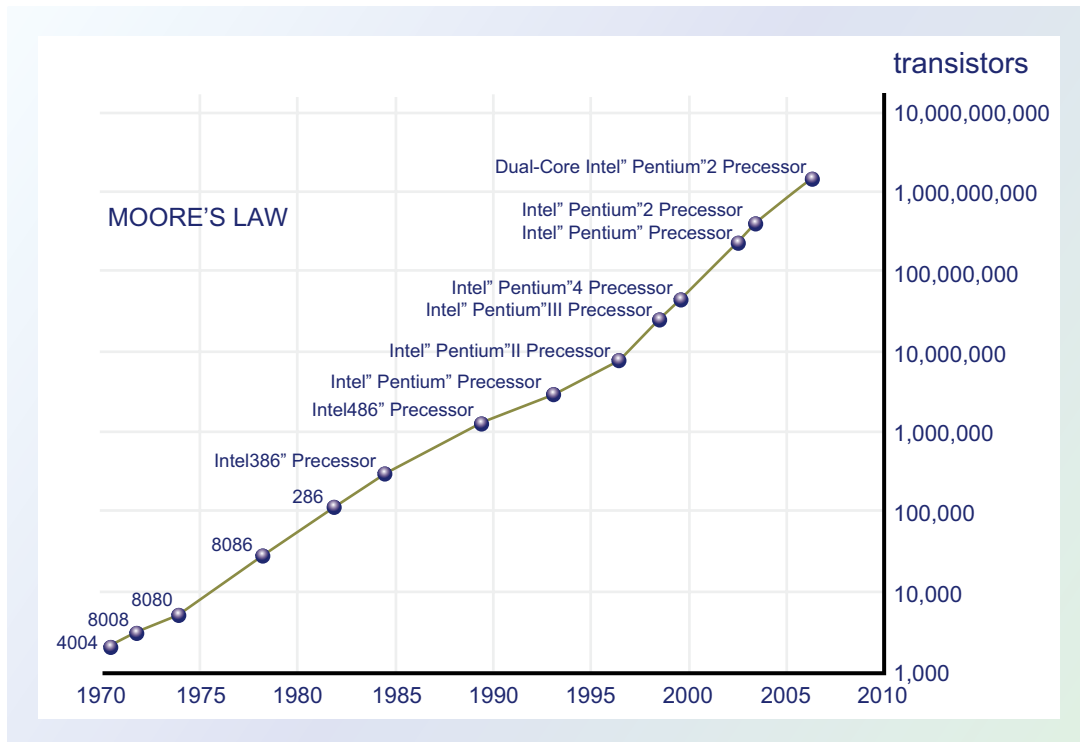


圖2 Moore's Law。

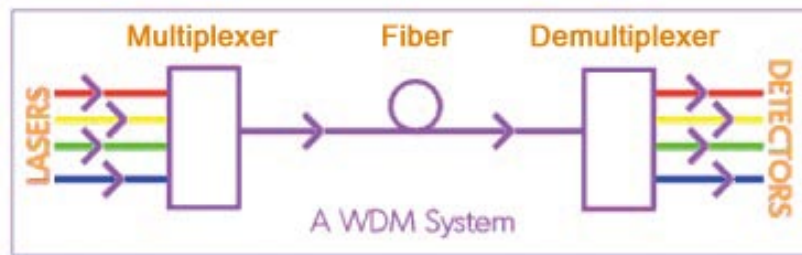


圖3 點對點之WDM系統。

單一光纖上傳輸更多的資料量，於是分波多工技術（WDM）開始受到重視。圖3為點對點之WDM系統示意圖，傳送端雷射以不同波長射出訊號，統一由多工器（multiplexer）結合後傳輸至光纖上，接收端則將輸入訊息透過解多工器（de-multiplexer）分離出各波長至所屬之檢光器並轉換回電子訊號，因此透過分波多工技術，我們可大幅提升現有光纖系統之傳輸頻寬。高密度分波多工（Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM）技術為ITU-T G.694.1所規範，以193.1THz頻率（對應波長為1552.52nm）為中心，在光譜上以100GHz或50GHz間距獲取40~100個波長作為傳輸通道，各通道最高可達10Gbps，DWDM技術之優點為其波長範圍位於摻鉕放大器（Erbium-Doped Fiber Amplifier, EDFA）等全光放大器之工作範圍，故經適當之規劃設計後可在不需還原回電訊號之情況下進行長距離傳輸。

DWDM技術有效的擴充單一光纖的傳輸能力，但僅能用在簡單的點對點架構上，當網路架構較為複雜時，就需要光塞取多工器（Optical Add-Drop Multiplexer, OADM）設備的幫

助，才能完成網路的建置。光塞取多工器節點可擷取特定之輸入光波長或是塞入特定之光波長至輸出光纖，讓光波的傳送增加更多的方向性，但是在傳統的光塞取多工器上要新增或移除光波均需要運算功率預算（power budget）等複雜之運算以達成頻道間等化（equalization）之效果，並需要手動方式進行組態設定，增加維運之時間、成本和複雜度與發生人為錯誤之可能。近年來隨著技術演進，可重構光塞取多工器（Reconfigurable OADM, ROADM）之發展已日趨成熟，在可重構光塞取多工器節點上所有對波長之操作均可達到遠端自動配置之效果，因此大幅減少了配置波長之時間與各項人力成本。

TWAREN第一代網路

TWAREN計畫的目的，在於提供學研界國內外頻寬與研究環境，激發國內創新與發明之能量，除了基礎的網路服務之外，亦提供研究測試的平台並引進最新的網路技術，帶動國內科技之創新。在2003年第一代網路規劃時期，光網路（Optical Network）剛由電信網路領域引進至學術研究界，TWAREN身為台灣網路技術研究的先驅，亦將光網路技術納入

考量，規劃了三層級不同型態的網路環境：一般研究網路（Production Network）、實驗網路（Research Network）、以及光網路（Optical Network）。一般研究網路提供研究人員與研究單位間高速的資料交換服務，滿足學研單位最基礎的高速網路連線需求；實驗網路則是提供研究人員與網管人進行實驗使用，特別設置一個獨立的網路環境，供新通訊協定、新版網路設備以及作業系統的相關測試，且不會影響到一般研究網路的資料傳輸。光網路則是最先進的光交換設備所建構而成，使用具備彈性的光通道控制技術，依照個別需求自行建立所需要的虛

擬自有網路，連結分散各地的資源，建立有效整合和共享的資訊系統架構，提供前所未有的方便與彈性，來支援政府前瞻研究技術與國際學術合作。第一代網路架構如下圖4、圖5、圖6。

TWAREN第二代網路

TWAREN第一代網路維運一段時間之後，維運團隊發現舊有架構採用IP網路與光網路分離之設計，遭逢斷線時兩套分別供工作網路與光網路使用之骨幹無法進行緊急調度備援。為提升先進網路服務之品質，維運團隊自2005年開始進行TWAREN第二代網路規劃，考量光網路的發展

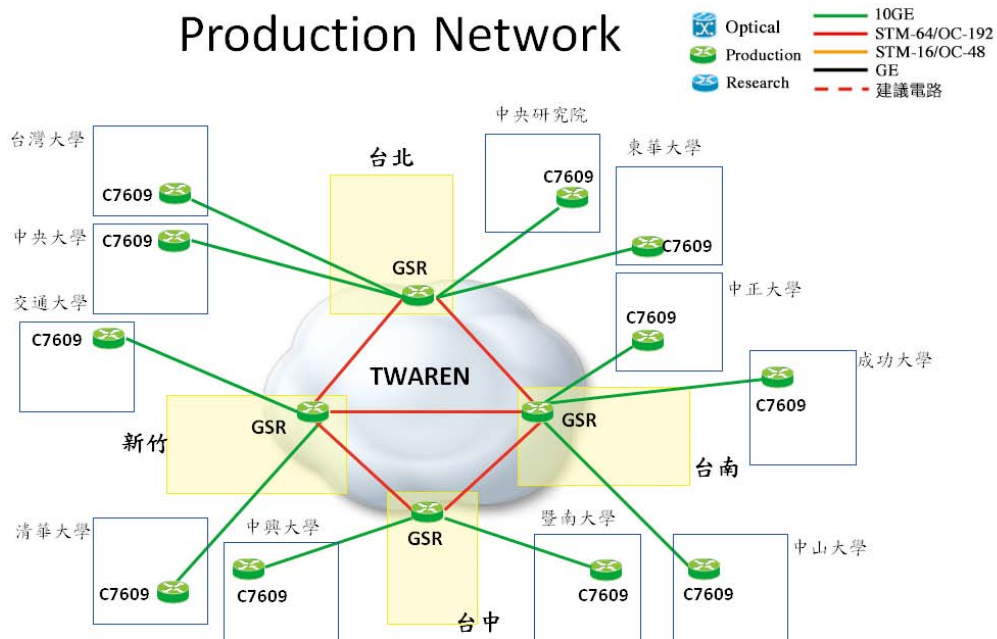


圖4 第一代一般研究網路架構。

Research Network

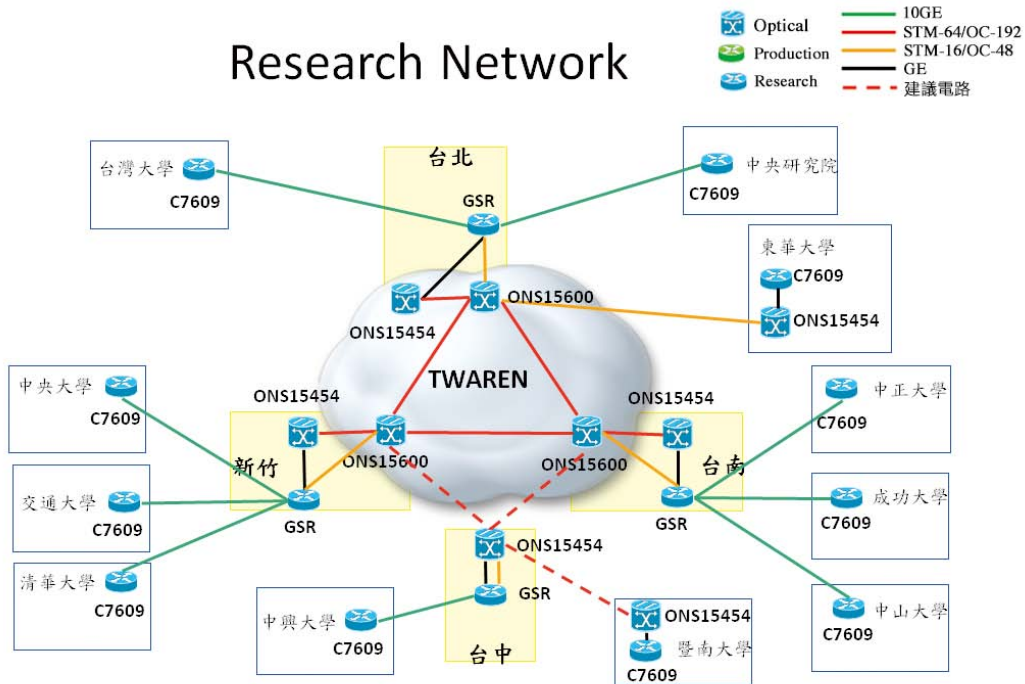


圖5 第一代實驗網路架構。

Optical Network

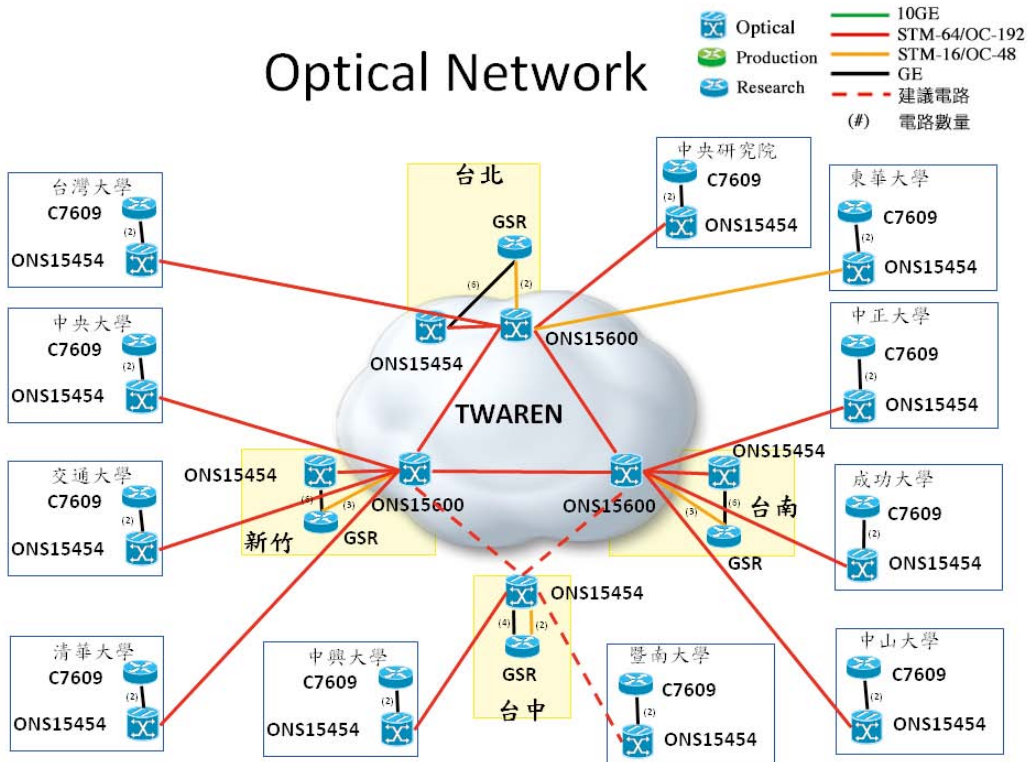


圖6 第一代光網路架構。

日益成熟加上逐漸累積之維運經驗，設計出單一骨幹之混合網路架構，並順利於2006年底建置暨完成移轉啟用至今。

TWAREN第二代網路以光網路為底層，以SDH技術為主建構出單一骨幹混合式的網路架

構來提供服務，骨幹仍維持原有兩路STM-64頻寬（20Gbps）及原台北、新竹、台中、台南四主節點（core node），原來如下圖7的部分星狀架構（Star Structure），則改成如下圖8的環狀架構（Ring Structure）以增加架構備援之機制。主節點至GigaPoP間則視需求

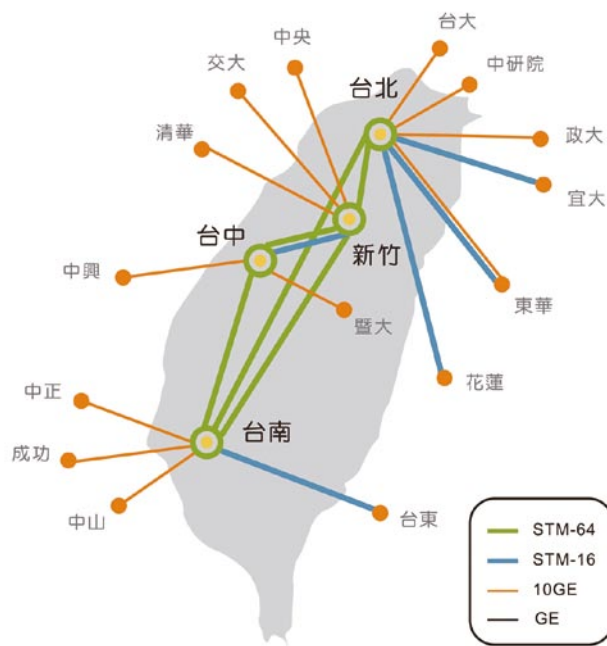


圖7 TWAREN第一代架構實體線路圖（星狀）。

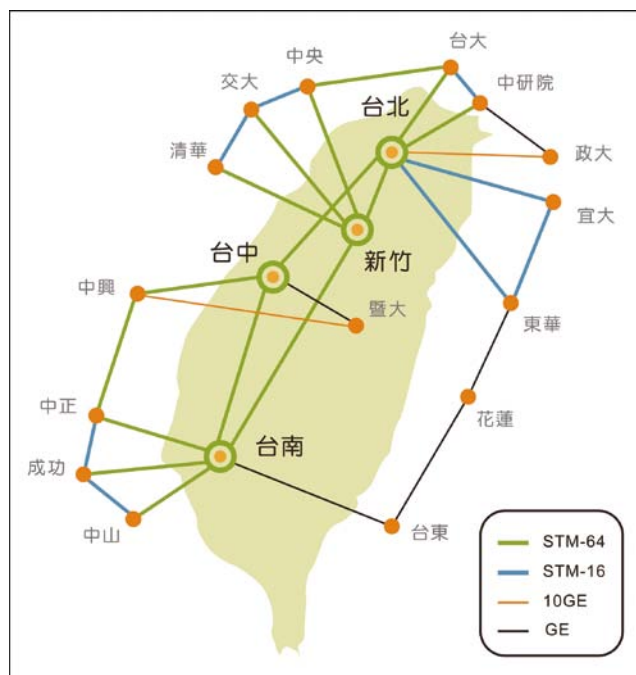


圖8 TWAREN第二代架構實體線路圖（環狀）。

狀況分別以STM-64 (10Gbps) 或STM-16 (2.5Gbps) 線路進行供裝連結骨幹網路。在使用既有設備及最低經費支出的前提下，提升網路服務的可用性，並保留原光網路動態調整專屬頻寬的特性，提供各階層不同服務需求的Layer-1與layer-2 VPN給各類用戶群使用。新架構兼具 IP packet-switching及 lightpath provisioning 的特性，提供彈性多元的網路服務，與國際先進研網技術同步。

下一代網路

我們觀察到近年來各學研網均投入全光網路的研究，最早邁入光網路領域的加拿大研網CA*net4除了骨幹頻寬持續提升外，也最早建置部分區域使用DWDM/ROADM實驗平台；荷蘭SURFnet6自2006年初正式啟用，也使用DWDM技術作為底層網路骨幹使用；美國除了NLR (National Lambda Rail) 外，Internet2目前亦積極建立自有骨幹，與業者合作使用DWDM/ROADM技術提供學研界光纖與光波等底層服務。

DWDM與ROADM皆是可增加骨幹頻寬或提供可彈性調配頻寬的骨幹網路之新技術，DWDM技術能有效擴充單一光纖的傳輸能力，ROADM則可隨時配合網路分配之需要動態調整光波長，重新建構網路資源分配，免除未來頻寬不足時，還需更動電路架構之困擾。因此，為了配合優質網路社會之基礎網路建設，下一代網路我們也評估各項網路新技術以更新TWAREN骨幹，帶動國內光通訊網路產業之發展。

若未來採ROADM技術，新一代TWAREN網路將可動態調整光波長與骨幹網路的頻寬，擺脫現有SDH光網路的限制，增加骨幹頻寬及提供可彈性調配頻寬的骨幹網路，使TWAREN新一代網路具備與國際先進研究網路同步的光網路技術，滿足既有與潛在大頻寬之國內外連線需求。亦可將ROADM技術擴充至GigaPOP節點中，提供國內學研界所需之先進網路服務。

成為世界級的先進網路平台，拓展國內學者與國際同儕共同合作的機會，是TWAREN的任務與使命。我們將持續觀察各種先進網路技術趨勢，如ROADM，未來我們也將評估、規劃最適合之全光波技術，以確保TWAREN持續提供各項網路應用所需之虛擬網路，如防災應用、遠距教學、IPv6與VoIP等應用，除此之外，藉由光通道頻寬專屬之特性，亦可提高傳輸之安全性，並保護網路應用研究之資料與成果，催化各項網路應用之發展。讓TWAREN成為世界級的先進網路平台，拓展內學者與國際同儕共同合作的機會，確保台灣科技競爭力。

尖端科技

State-of-the-art Science and Technology

奈米線場效電晶體於奈米生醫檢測的應用

文/圖 呂明霽^[1]、楊裕雄 & 蕭程允^[2] ^[1]國家奈米元件實驗室、^[2]交通大學

摘要

有鑒於目前全球正在邁向老人社會且近年來具高危險性傳染疾病對整個人類社會的威脅，故要發展一個具微小化且可攜帶的醫療監控系統或具高靈敏度的疾病檢測系統，這對於整體人類社會及醫療環境來說，將是一個非常重要的醫療技術革新，其中即時且具有高靈敏度的奈米生醫感測器是其中的關鍵，相關的前瞻性研究正如火如荼的在全世界展開，尤其是以矽（Silicon）相關製程為基礎的矽奈米線生醫感測元件最為受到重視，不僅是其具備高靈敏度的感測能力，且其製程流程相容於現今的半導體工業技術，這將有助於未來的應用發展及商業化。

簡介

近幾十年來，發展具高靈敏度的醫療檢測元件一直是生醫感測器的發展方向之一。早期研究上所提出的生醫感測器可以就感測原理的不同，大致上分成以下幾種：（一）表面電漿共振元件（Surface Plasma Resonance: SPR）；（二）

微懸臂樑感測器（Microcantilever）；（三）石英晶體微天平（QCM）；（四）兩端點電極式感測元件；（五）離子感應元件（ISFET）。其中ISFET元件發展將近三十年，是以傳統半導體電晶體為架構，差異在於把閘極金屬電極的部份，改以與生物相容的材料來取代。換句話說，可以把生物體固定化於此元件的閘極區域，因帶有電荷的生物標定物吸附在閘極區域後，將會改變整體電晶體通道的表面電位分布，因而造成輸出的電訊號有相對應的改變。另外，奈米線生醫感測器是這幾年來最吸引注意的奈米感測元件，由早期的Bottom-up方式來製作矽奈米線元件，利用自組裝技術（Self-Assembly）來定位所合成的奈米線並且將其製作成為奈米線元件，但因此技術所製造的元件良率及產量較低，所以到目前為止，越來越多研究是採用 Top-down方式來製作奈米線生醫感測器，也就是以現有的半導體製程技術來製作發展具高密度且具高良率的奈米線感測器。奈米線生醫感測器的偵測原理為帶電荷的生物特定標定物會被已固定於奈米線表面的Probe抓取，因而會造成奈米線導

電特性的改變，就此可以來判斷是否有感測行為的發生。況且，針對實現一個具高靈敏度的生醫感測元件，元件尺寸的微小化或是以奈米結構來建構生醫感測元件是其必要之路，根據文獻中的相關資料，可以發現奈米線元件為目前在研究階段的奈米生醫感測器中，最具靈敏度且最具有應用潛力的發展方向。所以，以下將會更深入介紹這幾年來，奈米線元件在生醫感測應用方面的研究發展。

對以場效電晶體（MOSFET）為基礎的生醫感測器而言，雖然早期提出的ISFET感測器製程方法可與現有工業界半導體製程技術相容，但是因其元件的感測面積較大，故感測的靈敏度似乎不夠理想。為了要追求具高靈敏性的即時奈米生醫感測器，有很多國際研究團隊提出了異於傳統ISFET的研究構想。自二十世紀末以來，奈米技術的大幅進展造就了很多具奈米尺度效應的材料應聲而生，其中以具一維結構特性的奈米線材料最為吸引人，因奈米線擁有較高的表面積對體積比（Surface-to-Volume Ratio），它對於表面環境的電位變化將具有極高的靈敏性，因此在2001年哈佛的Lieber's Group發表利用以Bottom-Up方式所製作的矽奈米線元件來當作生醫感測器的研究報告^[1]，此研究是以Vapor-Liquid-Solid（VLS）方法成長直徑約為10-20nm左右的矽奈米線，然後再轉移到已覆蓋氧化層（Oxide）的矽晶片上，接著再用微影方式來定義金屬電極，最後便完成了基本的奈米線感測器元件架構，研究中不僅僅是針對奈米線元件在不同pH值溶液下的阻值變化有一番研究，另外也展示奈米線元件可以拿來偵測生物樣品，其最低濃度可達pM等級，從此由低

維度的奈米材料所構成的奈米元件被拿來當作具高靈敏度的生醫感測器的研究，如雨後春筍般冒出來。目前比較多人研究的奈米線元件除了矽奈米線外，當然也包含奈米碳管（Carbon Nanotube）^[2]以及金屬氧化物奈米線^[3]，相關研究成果除了驗證了奈米線元件擁有極高的靈敏度外，且具有的奈米材料特性將很適合拿來製作具高效能的生醫感測器。因此製作材料特徵尺寸與待測物大小（10nm ~100nm）接近的奈米線生物感測器，有其幾個好處：第一、可以達到以即時方式偵測單一生物分子為目標的生醫感測器。目前醫學上最靈敏的病毒檢測方法是須要經由連鎖複製反應（PCR），用可大量複製標定物的生物方法以提升其標定物濃度，使其標定物濃度高到能被市售檢測儀器所分辨出來，有時其中流程，將根據檢測方式不同往往需要經過特定標定程序，這些耗時且複雜的生物技術流程，將大大降低檢測的時效性以及普及性，故發展一個即時且不需要標定（Label-free）的生物檢測方式在醫學疾病檢測上是有其重要性，甚至發展一個具有極高靈敏度的奈米生醫感測元件，將可以在病毒濃度很低的時候即可篩檢出來，這將大為降低致命性病毒散播的潛在危險，所以具高靈敏性的奈米生醫感測器是未來在生醫感測元件發展上值得投資的方向之一。第二、因奈米線具較高的表面積對體積比，載子在奈米線中的傳導行為很容易被表面化學電位變化所影響，所以可以藉由奈米線的感測反應來了解生物分子的表面化學特性，故其具備相當的靈敏度。因此發展以奈米線為基礎的生醫感測元件，應用於低濃度且及時的疾病檢測上是很值得發展的方向，以下將介紹多晶矽奈米線生醫感測元件的相關應用研究。

多晶矽奈米線感測元件

(1) 奈米線製程與結構

多晶矽奈米線元件電晶體的製程相當簡單，並能相容於現今半導體之製程。製程步驟如圖1所示^[4]，即是先在覆有絕緣層之晶圓上沉積並定義出多晶矽閘極，而後依序沉積閘極氧化層和通道層，並進行雜質摻雜，接續以電漿非等向性蝕刻出奈米線通道和源/汲極區域便可完成元件之製作。

圖2a顯示在掃描式電子顯微鏡下介於電晶體的源極（Source）和汲極（Drain）之間有五條長度約2微米的Dummy Gate。為了降低在水溶液

中源極和汲極之間所造成的漏電流影響，兩電極均被絕緣層所覆蓋^[5]。圖2b顯示出元件中奈米線（NW）與Dummy Gate之間的關係，由於奈米線是藉由半導體中的Side-Wall Spacer技術所製造出來，因此一條Dummy Gate會伴隨兩條奈米線產生。因此可知圖2a中的五條Dummy Gate將會伴隨著10條奈米線。藉由奈米線之穿透式電子顯微鏡（TEM）影像，其中經電漿蝕刻後位於閘極側壁上之奈米線通道厚度和寬度分別約為72.73nm和26.66nm，由於此元件是以側閘極來控制奈米線通道的導通，故此寬度可定義為傳導通道之寬度。因此這裡我們可以藉由不同的感測需求，設計出2到10條不等的奈米線，換

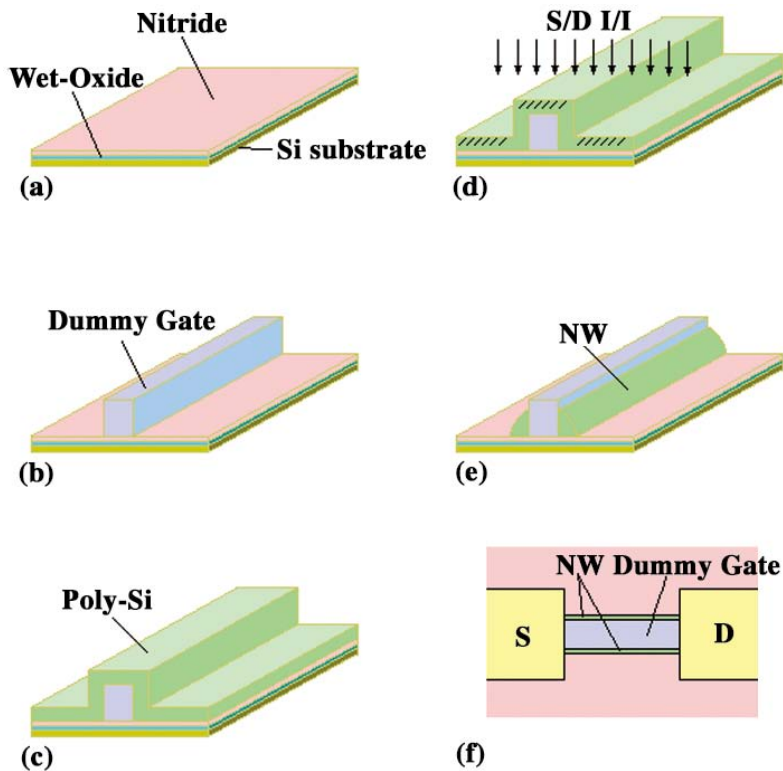


圖1 側壁多晶矽奈米線場效電晶體元件的製作流程 (a) - (e)；(f) 電晶體元件的上視圖^[4]。

句話說就是設計1到5條Dummy Gate。而這個製程方式能結合現有的半導體製程技術，並捨棄傳統昂貴的電子束微影機台，這個製程方式對未來奈米線場效電晶體生物晶片的開發上將是一大貢獻。

這裡我們將使用Keithley 4200 作為電訊號量測儀器，並對我們所製作的元件做初步的電性探討。首先我們將供給閘極的電壓（VG）從-1V慢慢升到5V（圖3a），此時我們可以看到，當供給閘極電壓為正電壓時此元件呈現出半導體特性的現象，電流（ID）將隨著增加的閘極電壓而慢慢變大，最後達到飽和。然而當供給閘極電壓為

負時，並沒有相對應的現象發生，因此我們可以斷定此電晶體為n型（n-type）的奈米線場效電晶體。這裡我們可以看到當元件開跟關的電流比例相差將近106倍，因此表示出我們的元件呈現非常好的電晶體特性。接著我們將在不同的VG下針對不同VD電壓來做掃描（圖3b），可清楚的看出隨著VG越大（箭頭方向）電流也越大，再次呈現出典型的n型半導體特性。

接著我們也測試多晶矽奈米線在水溶液中的電子特性，由於多晶矽包含許多的結晶邊界缺陷，因此以往推測此缺陷將阻礙載體的傳輸而降低電子的傳導特性，進而引響元件的感測靈敏度。

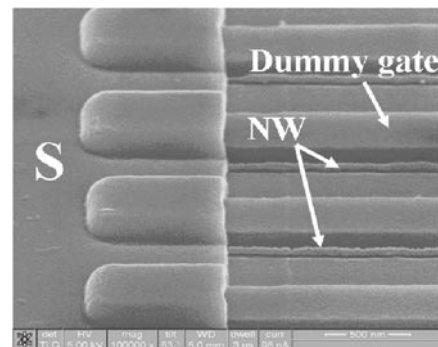
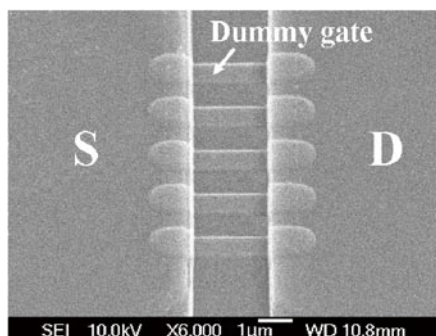


圖2 掃描式電子顯微鏡（SEM）下的奈米線影像。(a) 圖中顯示五條平行排列的dummy gate；(b) 箭頭表示dummy gate與奈米線（NWs）的相關位置圖^[4]。

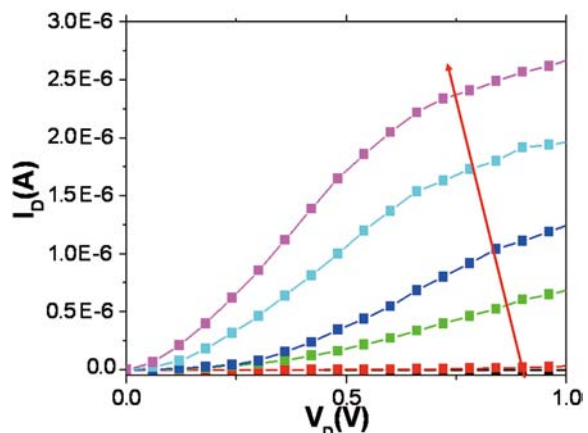
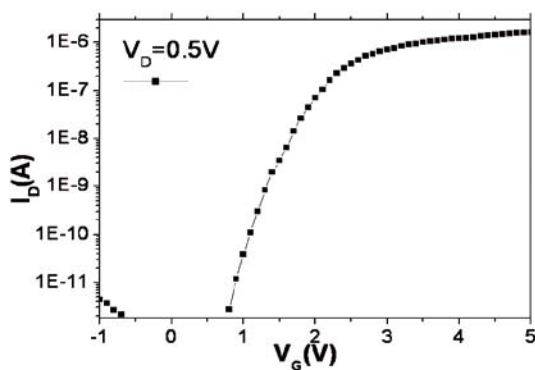


圖3 多晶矽奈米線的基本電性。(a) ID-VG 圖；(b) 在不同的VG下針對不同VD電壓來做掃描^[4]。

(2) 奈米線表面修飾及驗證

為了驗證多晶矽奈米線表面可藉由APTES和Glutaraldehyde兩化學分子進行表面修飾（圖4c），我們間接連接一個帶有5nm金奈米球的Anti-mouse IgG到我們的奈米線表面。首先，在元件經過簡單的清潔步驟之後，分別與APTES及Glutaraldehyde反應30分鐘及1.5個小時。接著將經過化學修飾的奈米元件浸泡於含有Mouse IgG的水溶液中，並反應3.5個小時，此時Mouse IgG可藉由身上的胺基群與Glutaraldehyde上的醛基進行共價性鍵結。待

反應完成後將未連接到奈米線的Mouse IgG用緩衝液洗淨，並將帶有Mouse IgG的奈米元件浸泡於帶有5nm金奈米球的Anti-mouse IgG溶液中。待反應完成後，藉由掃描式電子顯微鏡比較有經過修飾與沒經過修飾的奈米線表面差別，發現有經過修飾的奈米線表面帶有許多奈米金球如圖4（b），而未經過面修飾的奈米線並沒有任何奈米金球殘留如圖4（a），因此證明我們可藉由簡單的APTES與Glutaraldehyde化學修飾將生物分子連接到奈米線表面。

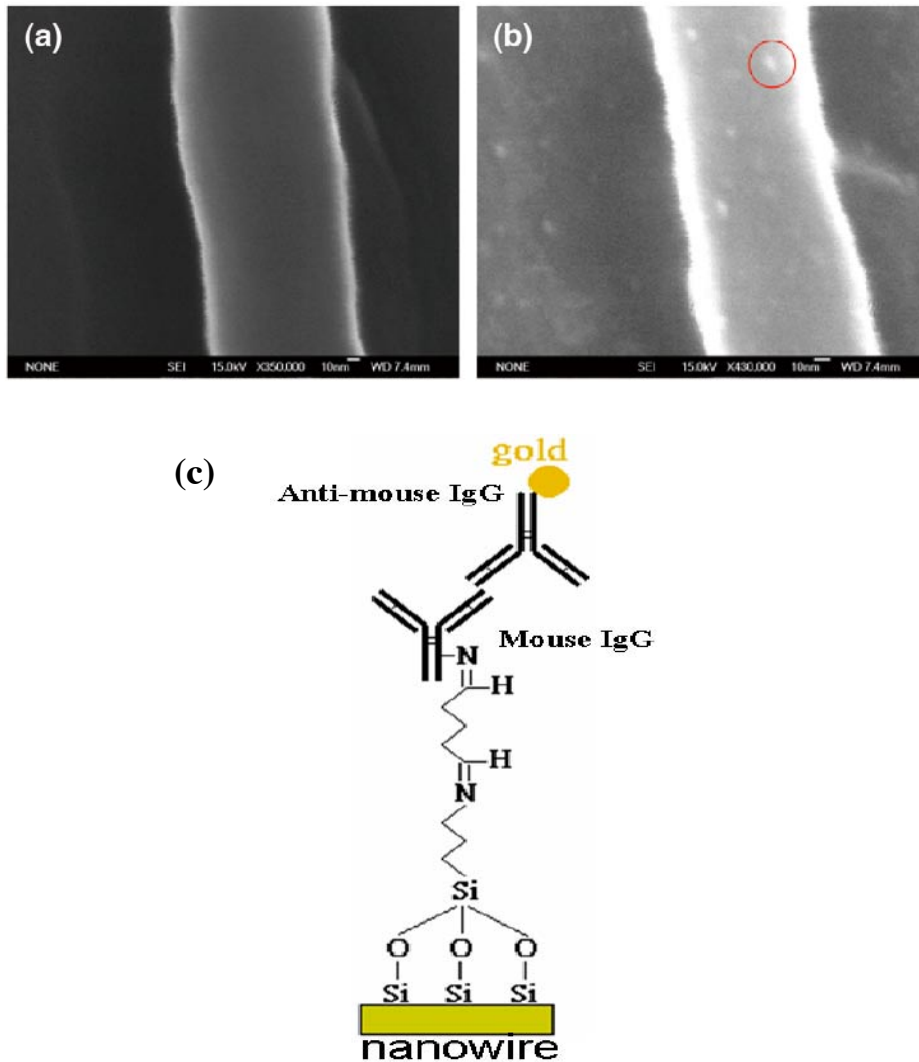


圖4 奈米線表面功能化修飾。(a) 未修飾前的奈米線表面；(b) 修飾後的奈米線表面；(c) 藉由APTES 和glutaraldehyde的表面修飾，間接的將帶有胺基抗體分子連接到奈米線表面^[4]。

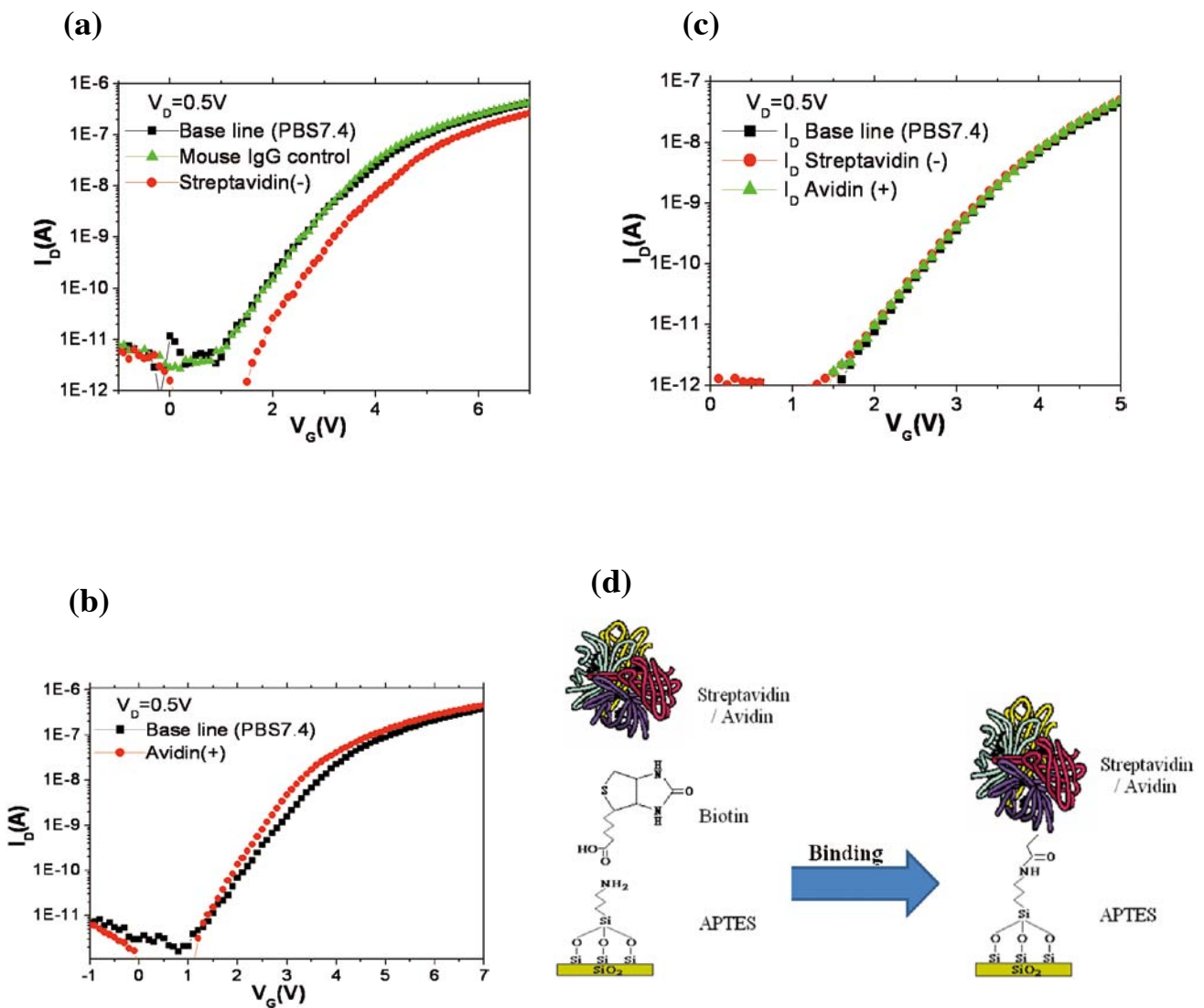


圖5 藉由已知的biotin-avidin/streptavidin生物模型來驗證多晶矽奈米線的感測能力。(a) 當增加streptavidin，由於streptavidin在pH 7.4的溶液中帶負電荷，因此造成N-type的電晶體電流下降；(b) 當增加avidin於元件上時，由於avidin在pH 7.4的溶液中帶正電荷，因此造成N-type的電晶體電流上升；(c) 圖中呈現出當奈米線表面沒經過biotin修飾時並不會受到streptavidin/avidin的引響；(d) 圖中biotin與streptavidin/avidin之間的關係^[4]。

(3) Biotin-Streptavidin/Avidin 感測實驗

我們使用已知的Biotin-Avidin/Streptavidin系統來驗證多晶矽奈米線生物感測的能力，這裡將清楚的呈現當有經過biotin修飾的多晶矽奈米線對Streptavidin/Avidin具有辨識能力。圖5 (a) 和圖5 (b) 中表示經過biotin修飾的

奈米元件分別與17pM Streptavidin與1.5nM Avidin 反應前後的 ID-VG 曲線圖，圖中清楚呈現在增加Streptavidin與Avidin之後電性號有明顯的變化。由結果顯示電晶體的電訊號變化符合我們一開始的預期，當我們加入Streptavidin時，由於Streptavidin在pH 7.4的溶液中帶負電荷，因此造成n-type的電晶體電流下降。相

對的，當增加Avidin於元件上時，由於Avidin在pH 7.4的溶液中帶正電荷，因此造成N-type的電晶體電流上升。此外當奈米線表面沒有經過Biotin的修飾時，電性號並不會隨著增加的Streptavidin/Avidin變化（圖5（c））。接著我們依序增加不同濃度的Streptavidin溶液（167fM到167nM）於元件表面，我們可以發現隨著濃度慢慢增加，電性號也慢慢減少，最後達到飽和。我們推測當Streptavidin到達一定濃度，奈米線表面的Biotin已經被Streptavidin所接滿，因此不會再造成任何電訊號的變化。

結論

奈米線生醫感測元件，其具備高靈敏度以及即時偵測的感測優勢，故發展以此奈米線元件為基礎的生醫感測系統，將可提供人類社會一個醫療防護網，可大大降低高危險性的傳染性疾病對整體人類的危害，可在當病毒入侵人體初期，即可篩選檢測出來並及早投藥治療。相信不久將來，可將此感測技術應用到生活之中。

致謝

感謝交通大學電子工程所林鴻志教授以及國家奈米元件實驗室在元件製作上的協助。感謝國科會在此研究上的支持。

參考文獻

1. Y. Cui, Q. Wei, H. Park, and C. M. Lieber, "Nanowire Nanosensors for Highly Sensitive and Selective Detection of Biological and Chemical Species" *Science*, vol. 293, 1289 (2001).
2. K. Besteman, J. Lee, F. G. M. Wiertz, H. A. Heering, and C. Dekker, "Enzyme-Coated Carbon Nanotubes as Single-Molecule Biosensors" *Nano Letters*, vol. 3, 727 (2003).
3. J. X. Wang, X. W. Su, A. Wei, Y. Lei, X. P. Cai, C. M. Li, and Z. L. Dong, "Zinc Oxide Nanocomb Biosensor for Glucose Detection" *Appl. Phys. Lett.*, vol. 88, 233106 (2006).
4. C. Y. Hsiao, C. h. Lin, C. h. Hung, C. J. Su, Y. R. Lo, C. C. Lee, H. C. Lin, F. H. Ko, T. Y. Huang, and Y. S. Yang, "Novel Poly-Silicon Nanowire Field Effect Transistor for Biosensing Application" *Biosens. Bioelectron*, vol. 24, 1223 (2009).
5. M. P. Lu, C. Y. Hsiao, P. Y. Lo, J. H. Wei, Y. S. Yang, and M. J. Chen, "Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotubes Exposed to Distilled Water and Aqueous Solution: Electrical Measurement and Theoretical Calculation" *Appl. Phys. Lett.*, vol. 88, 053114 (2006).

計算系統之簡介

文/圖 莊彥澤 國家晶片系統設計中心

摘要

本文將說明「計算系統 (Computing System)」的發展及其原理。我們會先介紹計算模式的種類，再解釋其運作原理及其實現方式，讓讀者對計算系統能有進一步的認識。

計算系統之簡介

計算系統的應用，來自於人類智慧對生活不斷改進之過程。以傳統的「運輸系統」來看，過去外出自助旅行時，所需準備的地圖常常需要多種類型，例如一般街道地圖、地鐵路線圖、巴士路線圖等，才能掌控如何從甲地到乙地的交通方式。現在藉由計算系統的整合性，我們可以方便地直接在手機得到相同的資訊。

例如圖1 (a) 是東京地鐵路線圖，當我們要從新橋前往住吉神社時，要在眾多的地鐵線中找出正確的搭乘路線後，再根據街道圖找到正確的路徑。圖1 (b) 則是直接上網 (Gmap) 輸入起、迄點後，計算裝置 (手機) 自動計算並顯示如何搭乘、班次等資訊，真是科技人享受的生活便利。

而一個計算系統的定義，主要可分成負責內部計算與溝通的元件 (Component)，與對外

(Boundary)的輸入與輸出。以前面的「運輸系統」為例，一般的使用者會以為輸入即為我們的起、迄點，但是就系統設計人員的角度來看，此系統的輸入其實是整個運輸工具、路線等，以適當的資料結構 (Data Structure) 所表示之資訊。包括路線變化較大的東京市區街道圖可能以四元樹 (Quad Tree) [1]來表示其幾何資訊，而地鐵線的路線較為固定，可以Graph來建置其站間距離、車行時間、班次等資訊。當使用者輸入起、迄站條件後，計算系統可利用幾何上的數值運算方法來求出街道圖中地點之間的距離，得到步行所需資訊，也可以利用「圖論」中的最短路徑演算法求得電車的搭乘時間。經過這一連串的運算後，使用者可以得到最合適的搭乘方式之輸出。

計算之模式

有了基本的計算系統之觀念後再來進一步了解一個計算系統之「計算模式」(Model of Computation)，可以幫助我們清楚該系統之計算能力。計算模式可以利用語言 (Language)、文法 (Grammar)，或是自動機 (Automata) 等三種方式來表示[2,3]，而這三種表示方式彼此之間是等價、可互相轉換的。底下將進一步說明。



圖1 (a) 不具備計算能力的地圖；(b) 具備計算能力的地圖 (Gmap)。

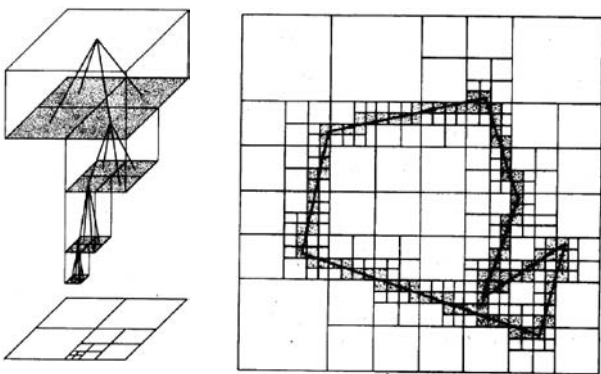


圖2 左圖：四元樹的表示方式；右圖：以四元樹表示不規則路徑^[1]。

語言，就功能面來看，是一種溝通的工具，可以用來就不同的對象作一個過程的描述。語言之形成，則是由字母 (Alphabet) 或單字 (Vocabulary) 根據特定的規則所組成的句子 (Sentence) 之集合。而文法就是這些替代規則 (substitution rules) 的集合，用以產生其所能表示的對應之語言，所以文法又被稱作「語言產生器」 (Language generator)。例如，由字母 {0, 1} 搭配文法 $S \rightarrow 0S1 \mid \epsilon$ ，所產生的句子可以是 $\{\epsilon, 01, 0011, 000111, \dots\}$ ， ϵ 代表空字串。可得知該文法所表示的語言為 $\{0^n 1^n\}$ 。

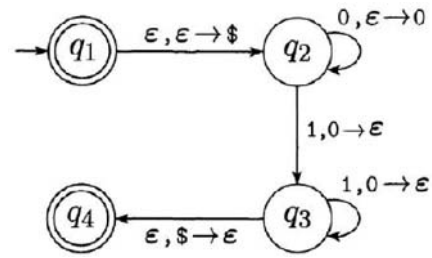
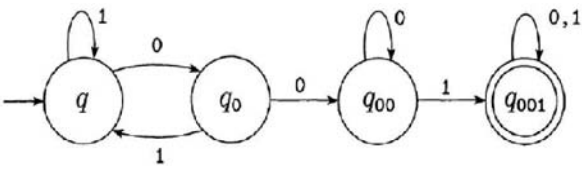


圖3 自動機的例子[2]。(a) FA；(b) PDA。

透過文法，語言可以精確地被定義，所以文法可被視為是一個語言的數學表示方式，或是說：文法是「一個語言的規格 (Specification)」。

另一種可以視為「一個語言的規格」的工具，便是辨識器 (Recognizer)，又稱作自動機，可以看成是一種 Machine。主要是將語言當作其輸入，經過運算後，如果合乎該語言的正確文法，便輸出 Yes，不合乎正確文法，便輸出 No。以前述提及之例子來看，該文法對應的自動機便如圖 3 (b) 所示。

自動機の種類可根據其所能辨識的語言之表示能力來區分，例如有限自動機 (Finite Automata, FA) 可辨識的語言為 Regular Language、堆疊機 (Stack Machine, 或稱 Push-Down Automata, PDA) 可辨識的語言為 Context-Free Language，而圖靈機 (Turing Machine, TM) 可辨識的語言則為 Context-Sensitive Language。

FA 這一種機器只能根據輸入在內部有限的狀態 (Finite State) 之中作轉換，並沒有可供內部運算的 working tape，如圖 3 (a) 中的 FA，能辨識輸入字串中有無 “001” 的子字串，亦即此 FA 所能辨識的語言為 $\{^*001^*\}$ 。

PDA 中的 Push-Down，指的是這種機器內部包含一個堆疊 (Stack) 性質的 working tape，只能在該堆疊最上面的位置作讀出 (Pop) 或寫入 (Push) 的動作。由於多了 working tape 可供機器就輸入進行運算，可以預期 PDA 的功能可以比 FA 來的強大，或是說，FA 所能處理的語言，PDA 都能處理。前面提及的圖 3 (b) 之 $\{0^n1^n\}$ 一例即為 PDA。

TM 則是計算理論與複雜度分析中最基本的工具，是由 Alan Turing 在 1937 年所提出。這種假想的機器中有一個能任意讀寫，且無限長的 working tape，具備的運算能力比前述兩類機

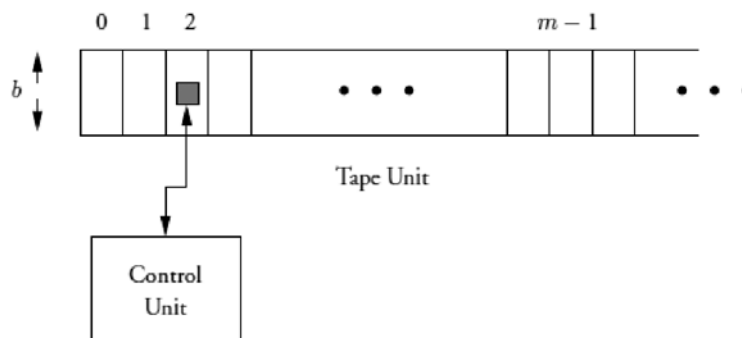


圖4 TM的例子[3]。

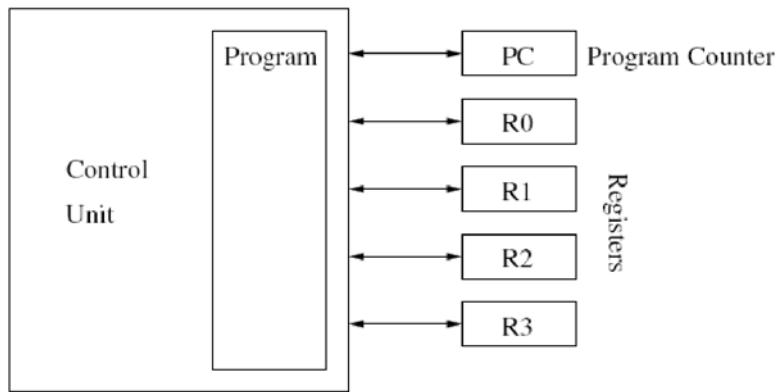


圖5 RA-Machine的系統架構圖^[4]。

器都還強大，且能用TM解決的問題才是計算系統能解的問題。

而當代電腦的計算模式（Model of Computation），屬於Random Access Machine (RA-Machine)^[4]，如圖5所示。主要由一組Control Unit (CU) 與一組Random Access Memory (RAM) 組成，且其本身皆為FA。RA-Machine很像TM，但因其內部的working tape有限，所以計算能力不及TM。

RA-Machine的運作，係由指令（Instruction，或Statement）來控制CU執行對應的運算，同時會自RAM內的暫存器（Registers）存取運算所需之資料或其結果，亦即將RAM視為一可讀、寫的working tape。運算完後會將下一步將執行的指令位置存放在PC（Program Counter）暫存器中。表一即為一RA-Machine的指令集及其對應動作之範例。

表1 RA-Machine的指令集及其對應動作之範例^[4]

Statement	Effect on registers	Program Counter
$R_i \leftarrow R_j$	$\langle R_i \rangle := \langle R_j \rangle$	$\langle PC \rangle := \langle PC \rangle + 1$
$R_i \leftarrow RR_j$	$\langle R_i \rangle := \langle R \langle R_j \rangle \rangle$	$\langle PC \rangle := \langle PC \rangle + 1$
$RR_i \leftarrow R_j$	$\langle R \langle R_i \rangle \rangle := \langle R_j \rangle$	$\langle PC \rangle := \langle PC \rangle + 1$
$R_i \leftarrow k$	$\langle R_i \rangle := k$	$\langle PC \rangle := \langle PC \rangle + 1$
$R_i \leftarrow R_j + R_k$	$\langle R_i \rangle := \langle R_j \rangle + \langle R_k \rangle$	$\langle PC \rangle := \langle PC \rangle + 1$
$R_i \leftarrow R_j - R_k$	$\langle R_i \rangle := \max \{0, \langle R_j \rangle - \langle R_k \rangle\}$	$\langle PC \rangle := \langle PC \rangle + 1$
GOTO m		$\langle PC \rangle := m$
IF $R_i=0$ GOTO m		$\langle PC \rangle := \begin{cases} m & \text{if } \langle R_i \rangle = 0 \\ \langle PC \rangle + 1 & \text{otherwise.} \end{cases}$
IF $R_i > 0$ GOTO m		$\langle PC \rangle := \begin{cases} m & \text{if } \langle R_i \rangle > 0 \\ \langle PC \rangle + 1 & \text{otherwise.} \end{cases}$

計算系統之設計與實現

在具備計算系統的基本觀念後，我們進一步介紹如何將其具體實現。圖6是當前計算系統中，軟、硬體設計之參考流程；其中，右半部是軟體開發時，使用編譯器（Compiler）的設計流程，左半部則是硬體開發流程，包括實現到RTL層級的行為合成，及接著下來實現成實際硬體的邏輯合成與實體合成之設計流程。本文僅做概略性介紹，進一步說明請參考^[5]。

在設計一個系統之前，必須先定義好該系統的規格（Specification），包括其功能、所待處理的輸入與對應的輸出結果，而設計人員會根據此系統所要解決的問題，來設計合適的演算法（Algorithm）。演算法的設計，一般會根據系統的特性選用合適的開發語言，例如通信系統的演算法常用Matlab，而一般較常用的語言則為C/C++。

當功能驗證完成後，我們會開始考慮如何實現此一系統。最簡單的方式，就是直接以軟體實現。確切的說法應該是，以現成的電腦系統，包含處理器（Processor）、記憶體（Memory）、輸出入裝置等，在上面設計內存程式（Stored-Program）之軟體並執行，來實現所要設計之系統的功能。同樣的，也可以在現成的手機上面執行軟體程式，來實現該系統的功能。手機跟電腦系統之間的計算模式皆為RAMachine，除了大小不同外，其效能上的差異主要在於手機使用的處理器運算速度較慢，可以用的記憶體也較小，輸出螢幕為小尺寸等，不過這些都是為了達到省電的效果。

以處理器所建構出的系統之優點，在於可以利用程式來執行所要的運算，所以一般又稱為通用型處理器（General Purpose CPU）。不過就效能來看，這樣的系統之效能沒有全部用硬體實作來的好，只能由本身的規格來補強，包括處理器的速度、記憶體大小等。

硬體的組成是利用半導體的特性製作出不同電子裝置（Electronic Device），例如二極體（Diode）與電晶體（Transistor），再設計出像Inverter（NOT）、AND、OR等基本邏輯功能的元件，之後再利用這些元件設計出所要的其他功能。當功能的要求愈來愈強大時，便開始有電腦輔助設計（Computer Aid Design，CAD）的工具出現，幫助設計人員作整個系統的設計、模擬、驗證與測試。本中心的設立便是協助學校在此一方面能更快上手。

一個完全用硬體所實現出的系統即為「特定應用晶片」（Application-Specific Integrated Circuit，ASIC），所能實現的功能特定無法改變。其優點為效能高、體積小，雖然設計成本會多了電路設計與製造的部份，但是整個系統的成本在生產量大的前提下會較低。不過，當通用型處理器所實現之系統的硬體規格提升到一個階段後，便漸漸地取代了單純只有ASIC的硬體。這就是為什麼目前嵌入式系統當紅的原因，因為所嵌入的就是一顆可以Program的處理器。

這就像如果小明只會中文，當他被丟到阿拉伯國家時，有一台“中阿”的翻譯機，會比一台“中英”，搭配一台“英阿”的翻譯機來的有效

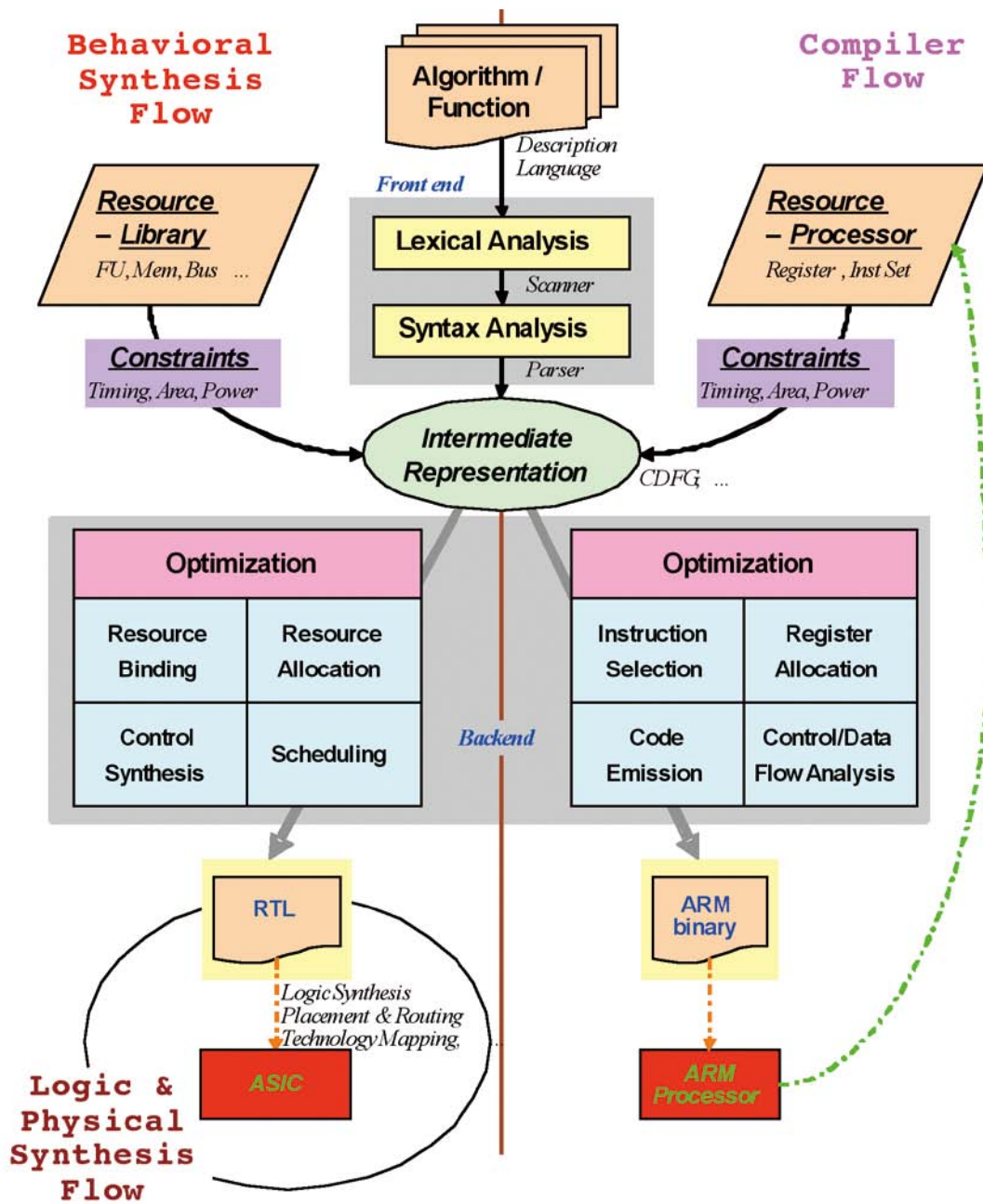


圖6 計算系統中，軟、硬體設計之參考流程。

率多了。不過台灣的市面上可能較難買到前者功能的翻譯機，或是這種翻譯機價格較貴，所以可能反而一般常用的解決方案會是後者。後者就是將英文是為一種Universal Language，扮演的角色就類似前面所提到的通用型處理器。如果小

明又被丟去土耳其，只要趕快去當地買一台“英土”的翻譯機即可。但是，如果是被丟到日本呢？由於坊間“中日”的翻譯機很容易買到，就不會有人大費周章地用兩台翻譯機的方法了。

但是如果小明被丟去環遊世界，他要帶翻譯機才是最有效率的？當然是一台「X翻Y」，X, Y可以適任何語言這樣的系統。但是這種系統要怎麼實作呢？設計的人也許很容易可以找到同時懂中文跟日文的人，但是可能找不到同時懂藏文跟希伯來文的人，這時就可以透過藏文轉英文，再將英文轉希伯來文的方法來實現。

同樣地，當一個系統被賦予愈來愈多的功能時。比如現在的智慧型手機，裡面不會是單純地只有ASIC，或是只有一個通用型處理器，而是許多不同功能、不同效能的ASIC跟通用型處理器所組成，然後全部都實作在一顆晶片上——這就是所謂的系統單晶片（System-on-Chip，SoC）。這樣的系統發展出的設計流程，已經與過去單純設計ASIC的方式不同。在於設計系統

時，必須同時考慮到如何選用/設計合適的通用型處理器，哪些功能交給處理器運算，哪些功能另外設計硬體電路來實現，以求最合乎需求，包括效能、成本與耗電等，的設計方式。這也是「電子系統層級」（Electronic System Level，ESL）的設計流程中所欲解決之首要課題。

計算系統之過去與未來

回顧計算系統的設計之初，可追溯到1822年，英國數學家Charles Babbage在因緣際會下，開始著手第一部具備計算能力的機器之設計^[6]。這一部機器稱作差分機（Difference Engine），主要是用來製作數學運算表，以期能減少人工計算的錯誤。不過當時的機械技術尚無法將其與以實現。到十九世紀後半期才有人以機械方式實現出來，如圖7所示。

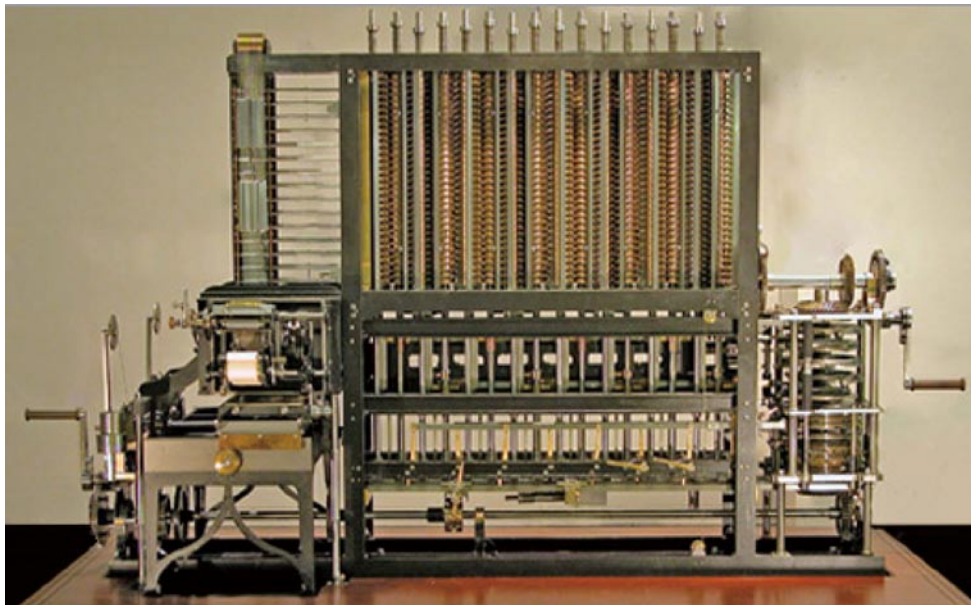


圖7 Babbage的差分機^[6]。

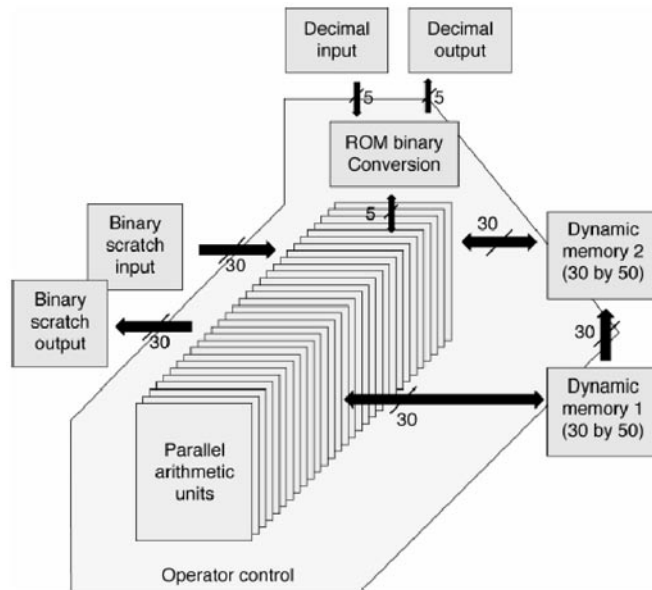


圖8 ABC的系統架構圖 [7]。

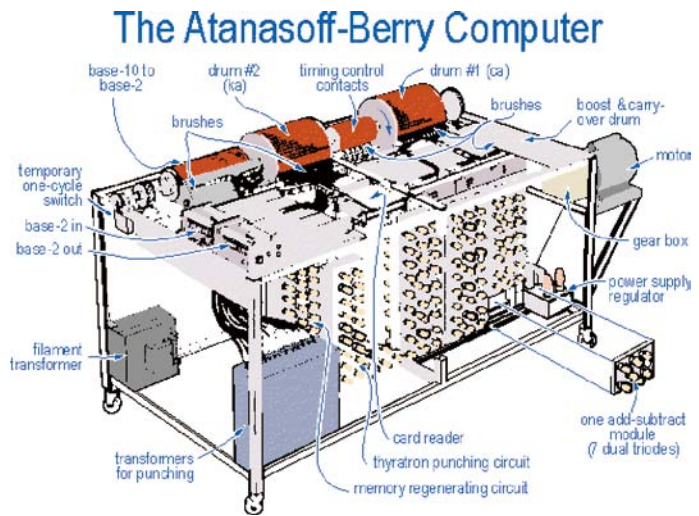
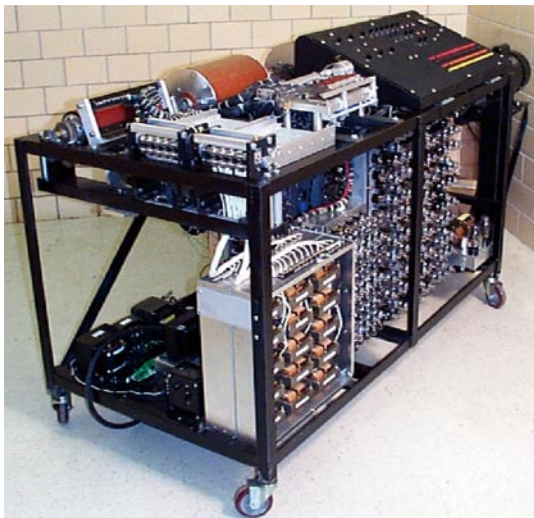


圖9 ABC的實體照片與其系統示意圖 [7]。

到了一九四〇年代，美國愛荷華州立大學的 John Vincent Atanasoff 及其研究生 Clifford Berry 開始設計 Atanasoff-Berry Computer (ABC)，此為第一台電子式的數位化計算系統 (Electronic digital computer)，主要可用來解線性方程式。其系統架構圖如圖8所示，包括二進位與十進位的輸入、輸出，平行算術單元、以及用磁鼓 (Magnetic Drum) 實現的動態記

憶單元 (Dynamic memory)，不過並不具備內存程式的功能。實體照片與其系統示意圖如圖九所示，進一步資料可參考 [7]。

之後各式各樣的電腦陸續被設計與實現，包括具備內存程式功能的 EDSAC、ENIAC、Manchester Mark 1 等，到後來的 IBM、Intel 等個人電腦時代的來臨。而隨著後來電晶體、積



(a) 「人類視覺+大腦運算」後以紙筆之輸出



(b) 「影像感測器+數位影像處理系統」之輸出

圖10 德國Rothenburg o.d.T街頭一景。

體電路 (Integrated Circuit) 的發明，計算系統的體積也跟著摩爾定律 (Moore's Law) 愈來愈小，到今日日常生活中處處可見。然而，計算系統的運作模式仍可見ABC的影子。

未來計算系統的計算模式與其實現方式會如何演進仍不得而知，但是已吸引眾多研究人員投入的包括：利用生物的DNA做的電腦 (DNA Computer) [8]、以量子機制發展出的計算模式 (Quantum Computing) [9]等，對未來的計算系統之發展勢必有所影響。

結論

現今電子系統之設計愈來愈龐大且愈來愈複雜，應用層面之廣泛也早已超乎當初之預期。透過適當的設計流程搭配對應的輔助設計工具，我們才有辦法有效率地設計、實現這些計算系統。尤其不同研究中心的專業不同，所需發展的系統亦有差異，能多瞭解電子計算系統應會有所助益。

下次當你到風景區發現有人拿著紙筆在那畫畫時，你可以知道他們跟你拿相機拍下照片的行為就某種程度上來看其實是一樣的 (圖10) [10]。

了解一個系統的原理與實現方式，我們更能清楚要表達的是什麼、該掌握的是什麼，以及如何用適當的角度來欣賞。這就是設計系統的藝術。

參考資料

- [1] Gregory M. Hunter and Kenneth Steiglitz, Operations on images using quad trees. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-1, no. 2, April 1979.
- [2] Michael Sipser, Introduction to the Theory of Computation, PWS Pub. Co., 1996.
- [3] John E. Savage, Models of Computation: Exploring the Power of Computing, Addison-Wesley, 1998.
- [4] Michael Bader, <http://www5.in.tum.de/lehre/vorlesungen/fundalg/WS02/docs/ram.pdf>
- [5] 莊彥澤，高階合成之專案研究，國家晶片系統設計中心技術報告，2009。
- [6] Campbell-Kelly and William Aspray, Computer: A History of the Information Machine, Westview Press, 2004.
- [7] <http://www.scl.ameslab.gov/ABC/>
- [8] Bio FAB Group, Engineering Life: Building a FAB for Biology, Scientific American, 2006.
- [9] Dean Copesey, Mark Oskin, Francois Impens, Tzvetan Metodiev, Andrew Cross, Frederic T. Chong, Isaac L. Chuang, John Kubiawicz, Toward a scalable, silicon-based quantum computing architecture, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, vol.9, no.6, Nov.-Dec. 2003.
- [10] 薛雅琦，Private collection，2009。

科技交流

Technology Promotion

衛星電腦之SpaceWire標準與協定

文/圖 許吉元、林志隆、林信嘉、黃立光、吳雅榛、郭世宏、林泰維、張賢德
國家太空中心

摘要

每顆衛星的衛星電腦大都是獨特且唯一，以達成衛星特殊之任務。衛星電腦為衛星系統指令與資料處理中心，負責處理並傳遞指令與蒐集衛星狀態資料。目前福衛系列衛星衛星電腦已採用32位元之LEON3-FT CPU，並依需求配置MIL-STD-1553B、CAN（Controller Area Network）與SpaceWire等傳輸介面與元件溝通。SpaceWire為一新興高速資料傳輸標準，可視為IEEE-1355與LVDS標準之合併，已廣為航太科技所採用。本文將介紹SpaceWire標準，福衛衛星電腦所採用之SpaceWire RMAP協定，以及本院太空中心（以下簡稱太空中心）SpaceWire相關硬體與設備。

前言

衛星電腦的設計依衛星任務需求不同而異，唯一一致的概念是朝結構化與模組化來設計。標準介面是模組系統設計成功之關鍵，可以減少系統

複雜度，降低整合時間與成本，增加系統之重複使用性。

常用的衛星電腦介面標準特性列舉如下：

1) MIL-STD-1553B

- 廣泛使用於商用、軍用、太空之飛行載具。
- Master-Slave架構。
- 資料傳輸速率1 Mbit/s。

2) CAN

- 發展始於汽車與工業上之使用。
- Two-wire differential bus架構。
- 資料傳輸速率1 Mbit/s。
- 廣泛使用於衛星上是始於SSTL, UK。

3) SpaceWire

- 發展始於歐洲太空署（ESA）MARS Express任務。
- Point-to-point serial link架構，藉由Router形成網路架構。
- 資料傳輸速率2 Mbit/s ~ 400 Mbit/s。

SpaceWire之所以漸為航太工業所採用，相對於其它資料傳輸介面標準，在於其擁有以下之關鍵特質：

- SpaceWire易於合成於FPGA或ASIC內。
- SpaceWire所佔邏輯閘相當小。
- SpaceWire具低功率。
- SpaceWire可用於點對點傳輸或藉由Router形成SpaceWire網路。
- SpaceWire可快速由連結失效中回復。

由以下所列舉發展中的大型衛星系統與其所採

用之資料傳輸介面，更可以看出SpaceWire標準其高資料傳輸速率與網路彈性架構已漸漸廣為太空任務所採用。

Galileo (2011~2013) 是歐洲即將推出的導航衛星系統，也是歐盟最大規模的太空計畫。其主要資料傳輸介面為1553與SpaceWire。

Sentinel 1,2,3 (2011~2012) 是歐洲的地球觀測衛星，搭載C-Band SAR，其主要資料傳輸介面為CAN、1553與SpaceWire。

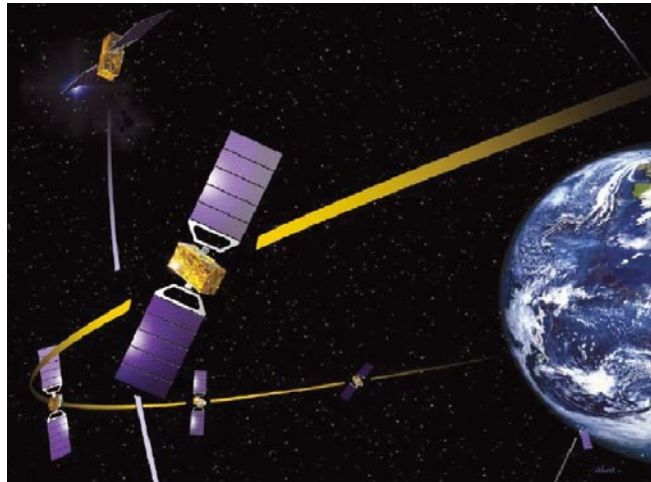


圖1 歐盟發展的導航衛星系統「伽利略」Galileo (<http://www.spacetoday.org/images/Sats/GalileoEuroNavSatGalileoESAart750x554.jpg>)。



圖2 歐盟發展的地球觀測衛星系統「哨兵」Sentinel 1, 2, 3 (http://www DISP.uniroma2.it/earth_observation/edu/images/Sentinel-1.jpg)。



圖3 美國太空總署發展的「詹姆斯·韋伯太空望遠鏡」。James Webb Space Telescope (http://www1.nasa.gov/centers/jpl/images/content/146376main_james-webb-browse.jpg)。

James Webb Space Telescope (2013) 是美國太空總署 (NASA) 一個體積龐大的紅外線太空望遠鏡，用於宇宙觀測。其主要資料傳輸介面為1553與SpaceWire。

SpaceWire Standard

SpaceWire是一全雙工、雙向、序列、點對點的資料傳輸。

(1) Physical level

- SpaceWire Cables

SpaceWire纜線組成包含4對雙絞線與隔離層，如圖所示。標準建議SpaceWire纜線長以不超過10公尺為限。

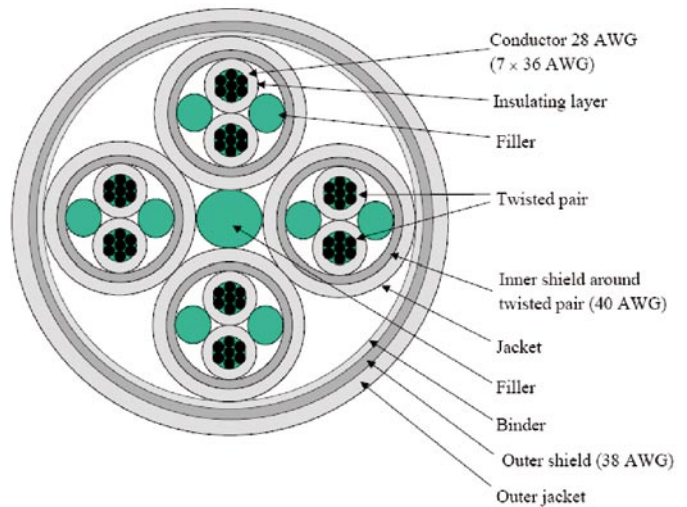


圖4 SpaceWire纜線 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

- SpaceWire Connectors

SpaceWire接頭是9針微D型接頭 (micro-miniature D-type)，儀器或電路板上使用母座，而SpaceWire纜線兩頭使用公頭。標準建議PCB上使用帶焊線之母座接頭而不用PCB專屬之接頭以改善機械震動之耐性。

- PCB and backplane tracking

差動對信號 (differential pair signals) 必須靠近並平行於PCB上繞線，差動阻抗在 $(100 \pm 6) \Omega$ 範圍內。差動對兩信號繞線長度差異應小於5%或小於5mm。Data信號對與Strobe信號對PCB繞線長度差異亦應小於5%或小於5mm。

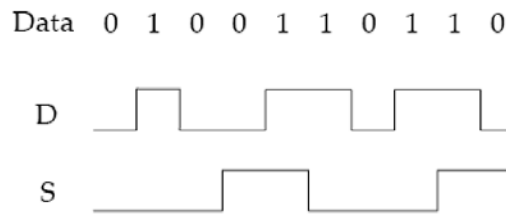


圖5 Data-Strobe (DS) 編碼 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

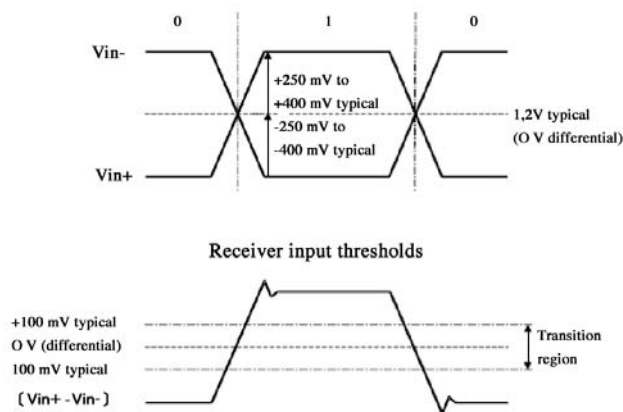


圖6 LVDS 信號準位 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

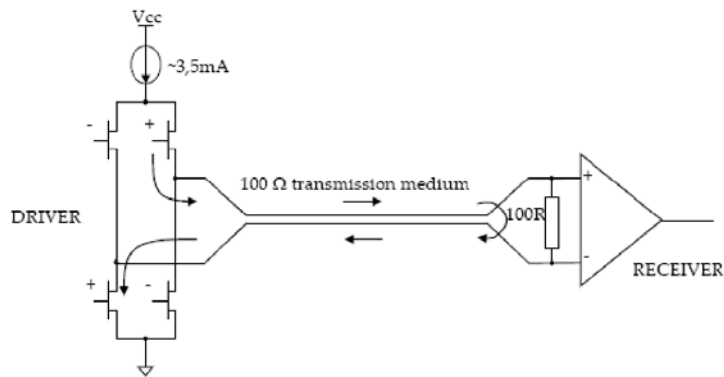


圖7 LVDS 運作 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

(2) Signal levels

SpaceWire使用Data-Strobe (DS) 編碼與LVDS (Low Voltage Differential Signalling) 技術。SpaceWire鏈路包含兩對差動信號，一

對傳送D與S訊號於去之方向，另一對接收D與S訊號於來之方向，所以共8線用於SpaceWire雙向鏈路。

Data characters

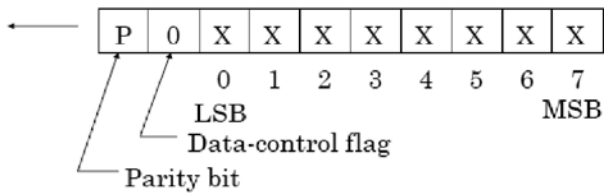


圖8 資料字元 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

Control characters

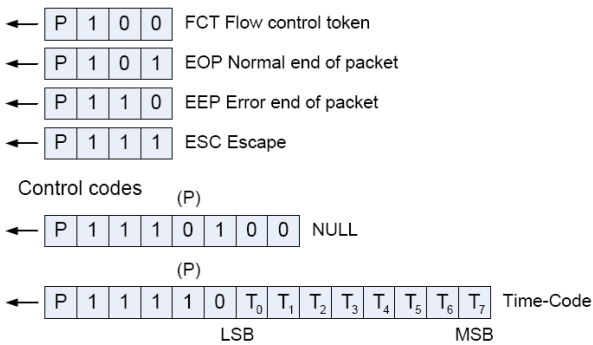


圖9 Control characters (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

(3) Character level

- 資料字元
每一資料字元包含1 parity位元，1資料控制旗標位元以及8位元資料。
- 控制字元
每一控制字元包含1 parity位元，1資料控制旗標位元以及2控制位元。FCT字元，用於資料流量控制，EOP字元為正常封包結尾，EEP字元為異常封包結尾，ESC+FCT形成NULL字元用於維持連結與斷線之偵測。Time-Code字元用於時間之發佈。

- Parity Check
Parity檢查是奇同位，計算範圍涵蓋前資料字元之8位元資料或控制字元之2控制位元以及本身parity位元與控制位元。

(4) Exchange Level

由圖11.與圖12.可清楚了解SpaceWire鏈結之溝通步驟:

- 首先SpaceWire兩端節點均會送出NULL字元，以開始建立連結。
- 當接收到對方之NULL字元後，會送出FCT字元以告知對方目前有多少空間可接收資料字元。
- 接收到對方之FCT字元即可送出資料給對方。
- 當無資料傳輸時，會補上NULL字元以保持連線，一旦偵測不到對方NULL字元，及視為斷線，雙方將回到步驟(1)重新建立連結。

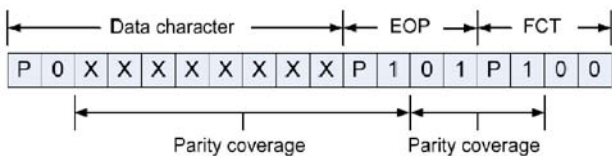


圖10 同位元涵蓋範圍 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

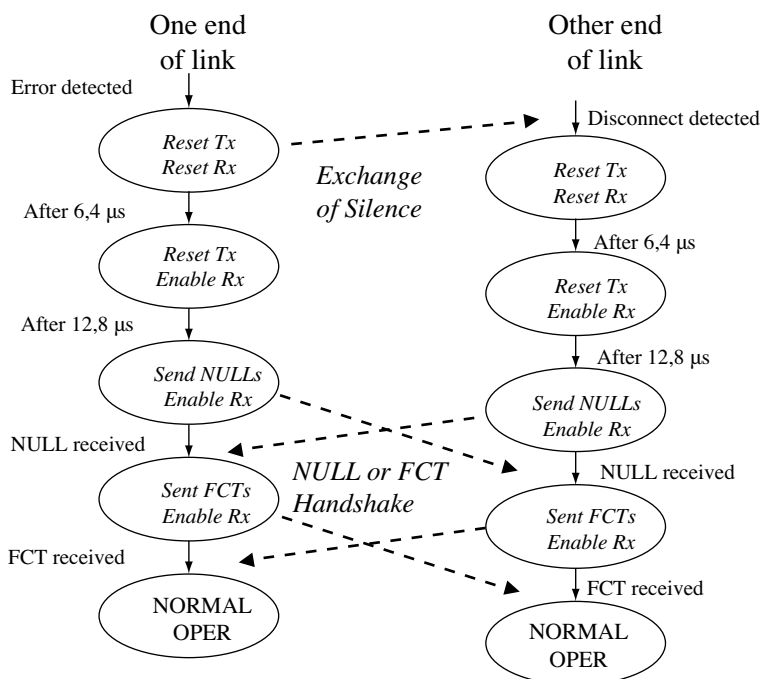


圖11 鏈結起始 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

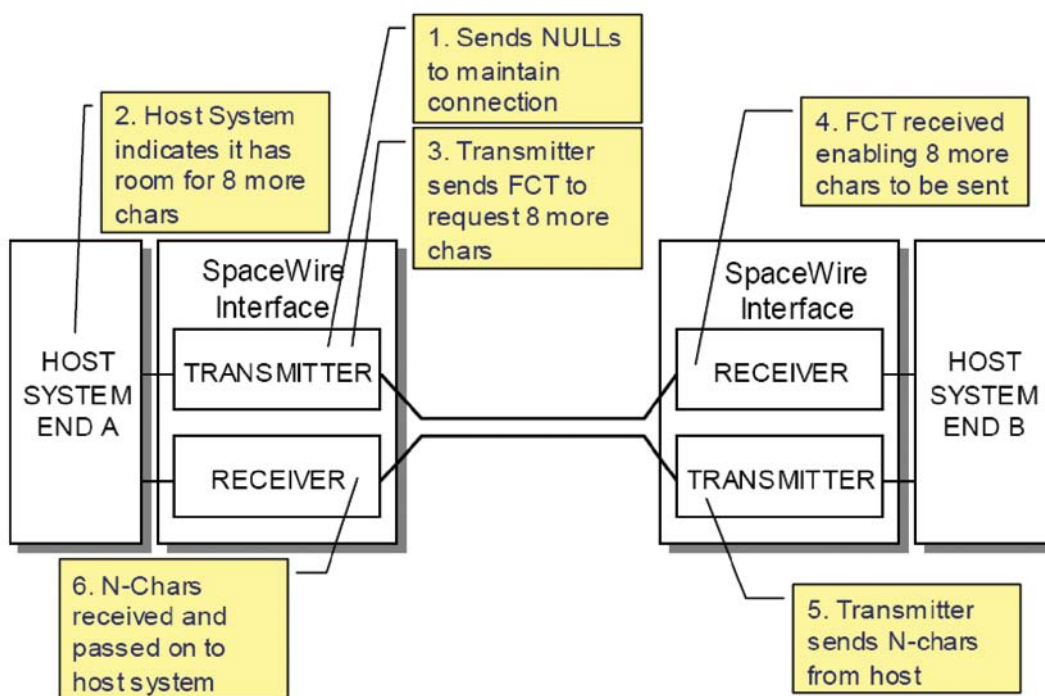


圖12 鏈結流程控制 (The SpaceWire Onboard Network for Spacecraft S.M. Parkes, C. Mc Clements)。

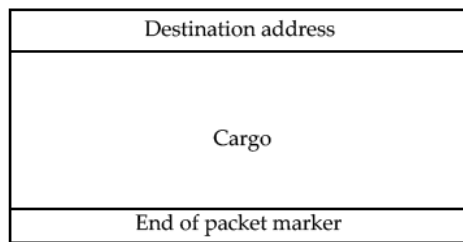


圖13 封包格式 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

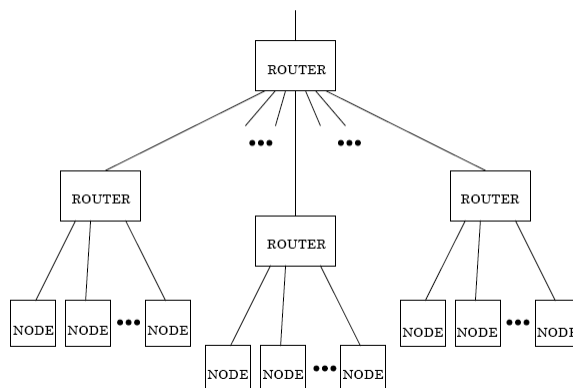


圖14 SpaceWire網路 (ECSS-E-ST-50-12C SpaceWire – Links, nodes, routers and networks)。

(5) Packet Level

SpaceWire封包格式相當簡單:

Destination address : 為目的地節點之位址。

Cargo : 為傳遞之資料。

End of packet marker : EOP (正常) 或 EEP (異常) 字元。

(6) Network Level

SpaceWire節點透過SpaceWire Router以建立SpaceWire網路。

SpaceWire RMAP Protocol

SpaceWire RMAP (Remote Memory Access Protocol) 設計以支援SpaceWire廣

泛之應用，主要目的是透過SpaceWire網路，控制SpaceWire節點，以取得SpaceWire節點之資料與狀態，如用於讀取或寫入記憶體或暫存器等。

RMAP操作指令有Write、Read以及Read-Modify-Write三種。

(1) Write指令用於將資料寫入SpaceWire網路遠端之記憶體，該指令亦可指定是否須確認 (Acknowledge) 或核對 (Verify)。若指定確認，則對方SpaceWire節點將檢查指令標頭 (Command Header) CRC，並回覆狀態碼 (Error/Status Code) 封包。若指定核對，對方SpaceWire節點會檢查資料 (Data) CRC，正確後才會將資料寫入記憶體。

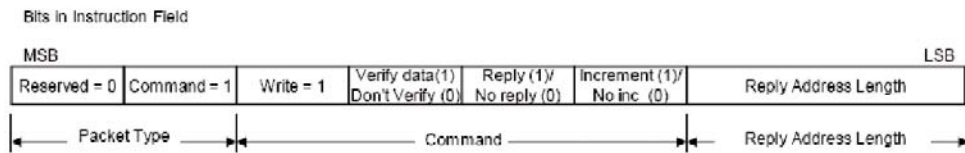
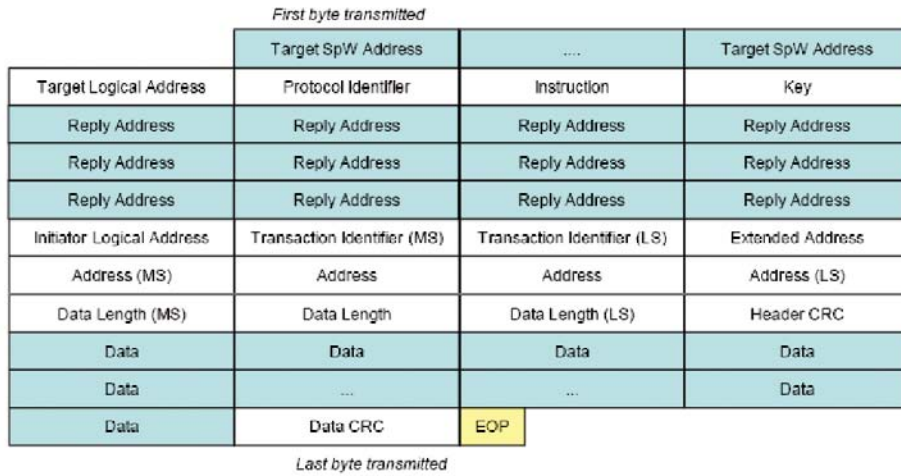


圖15 寫入指令格式 (ECSS-E-ST-50-11C SpaceWire Protocols)。

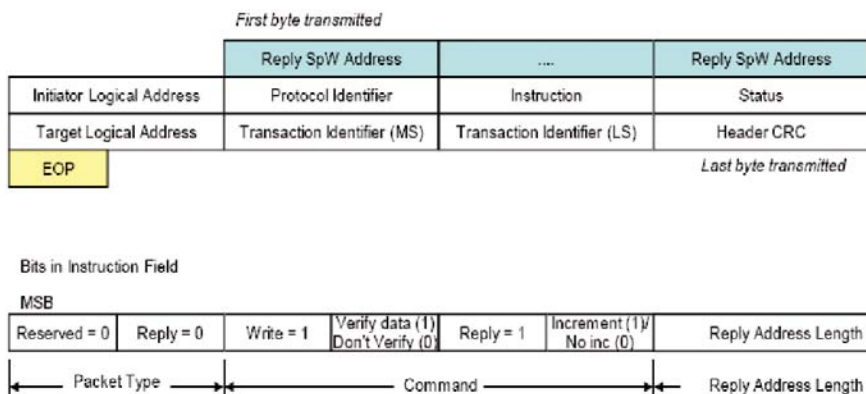


圖16 寫入回覆格式 (ECSS-E-ST-50-11C SpaceWire Protocols)。

(2) Read指令用於讀取SpaceWire網路遠端之記憶體之資料，對方SpaceWire節點會回覆資料內容封包。

(3) Read-Modify-Write指令用於記憶體以位元為單位之寫入，將欲寫入之資料與遮罩送

出，讀取原SpaceWire網路遠端之記憶體之資料，合併欲寫入資料之位元（被遮罩）與讀取資料之位元（未遮罩），寫入原SpaceWire網路遠端之記憶體內。

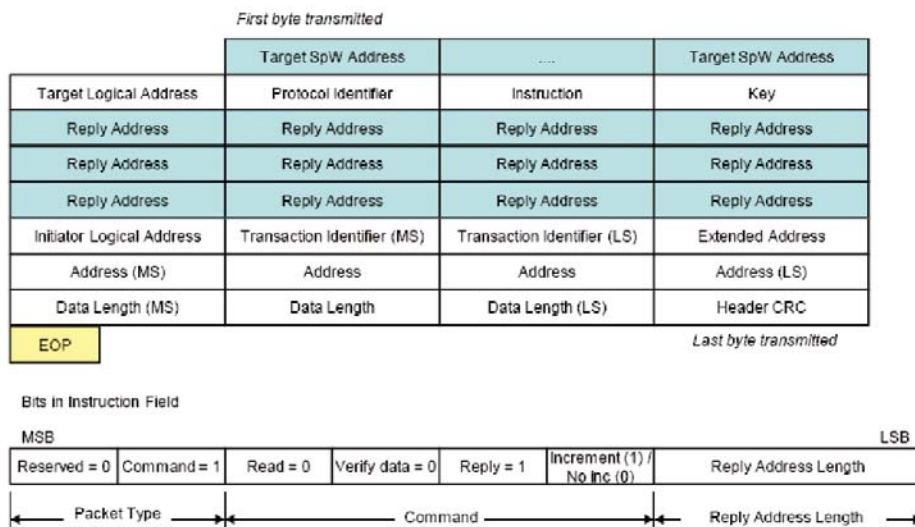


圖17 讀取指令格式 (ECSS-E-ST-50-11C SpaceWire Protocols)。

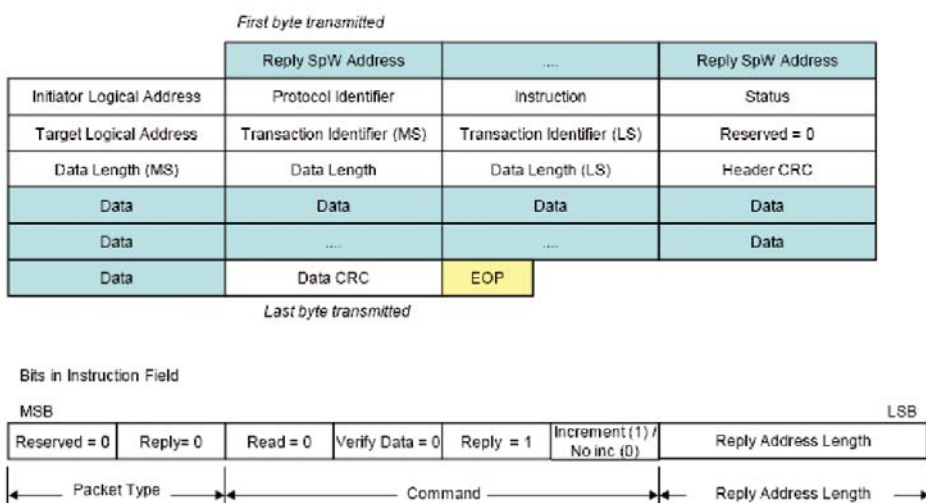


圖18 讀取回覆格式 (ECSS-E-ST-50-11C SpaceWire Protocols)。

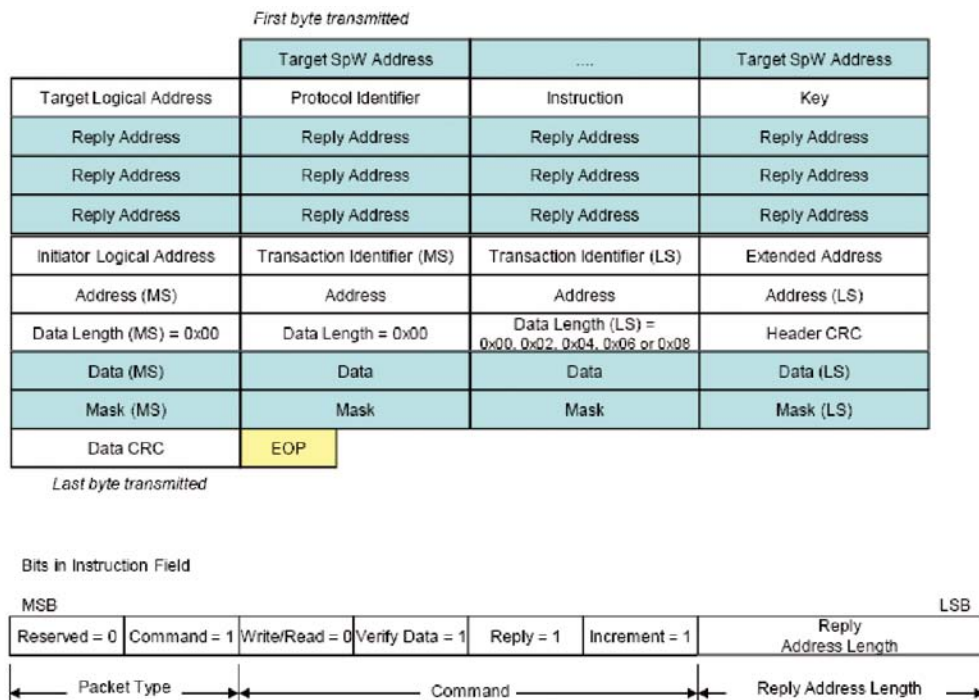


圖19 讀後寫指令格式 (ECSS-E-ST-50-11C SpaceWire Protocols)。

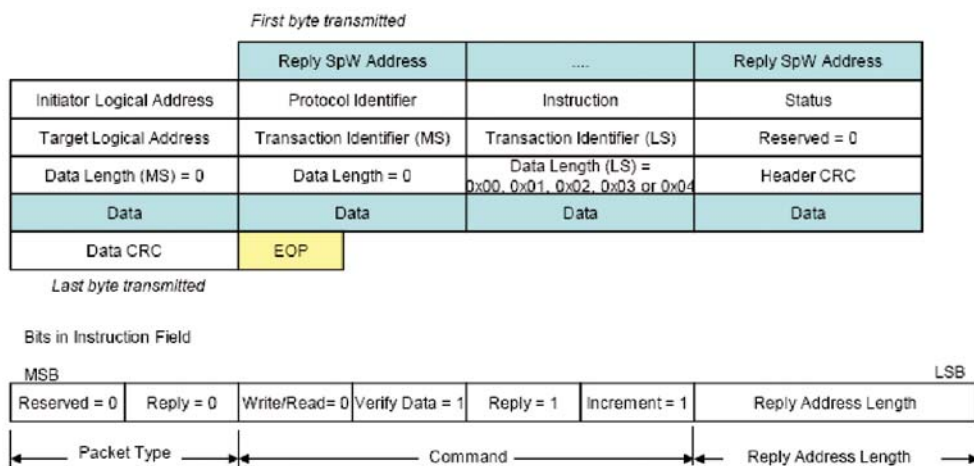


圖20 讀後寫回覆格式 (ECSS-E-ST-50-11C SpaceWire Protocols)。

SpaceWire Test Equipment

太空中心採購4Links SpaceWire測試設備用於衛星電腦測試。4Links SpaceWire測試設備是一具備8埠SpaceWire節點之主

機，SpaceWire傳輸速率可分別程式由2 Mbit/s至400 Mbit/s，透過網路來控制與回傳SpaceWire封包資料。該設備可經由記憶卡來改變測試組態，目前具備之測試功能有分析儀

(Multi-Link SpaceWire Analyzer)、診斷介面 (Diagnostic SpaceWire Interface)、路由器 (Flexible SpaceWire Router) 與記錄器 (Multi-Link SpaceWire Recoder)。

(1) 分析儀

分析儀可監看4條SpaceWire鏈結，統計各種

SpaceWire封包數量，可設定條件，記錄觸發之SpaceWire波形。

(2) 診斷介面

診斷介面可同時8埠收送SpaceWire封包，標記時間，事件報告與擷取，並可模擬送出錯誤封包供測試用途。

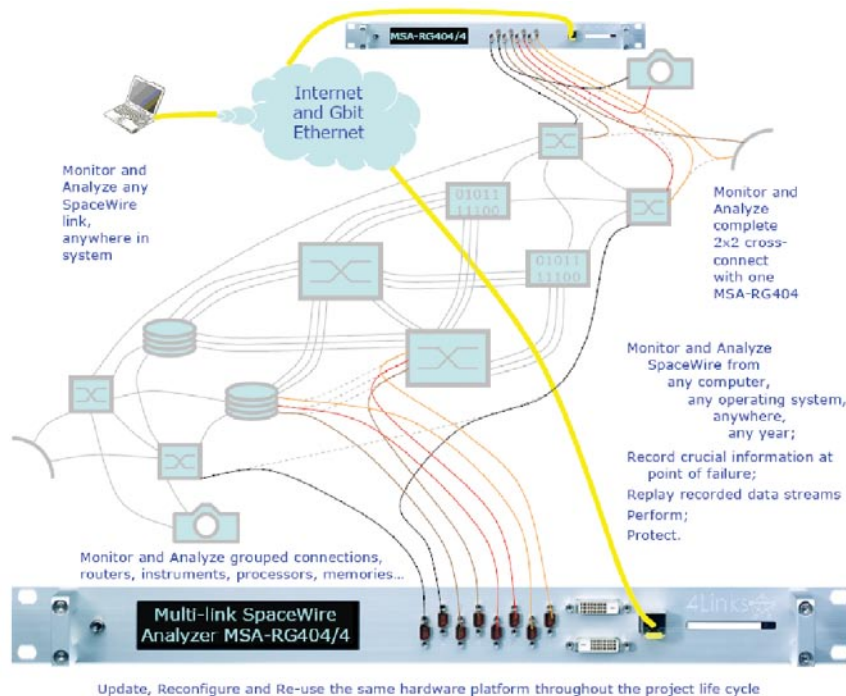


圖21 SpaceWire分析儀 (<http://www.4links.co.uk>)。

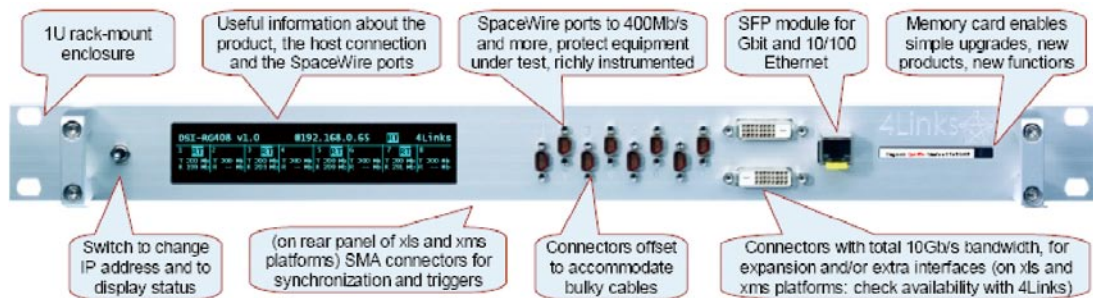


圖22 SpaceWire診斷介面 (<http://www.4links.co.uk>)。

(3) 路由器

SpaceWire路由器可依需求設定不同組態，可為單一8埠路由器，可為4+4埠路由器或為3+5埠路由器，並可相互串接，形成SpaceWire網路。

(4) 記錄器

SpaceWire記錄器可高速記錄SpaceWire封包並標記時間。

FORMOSAT衛星電腦SpaceWire設計

福爾摩沙衛星之衛星電腦系統設計，為提高衛星之可靠度，除主衛星電腦（Primary）外，會另外有備援衛星電腦（Redundant），其設計與主電腦完全相同。

衛星電腦A與衛星電腦B有著相同的功能單元，Processor模組配備著LEON3 CPU

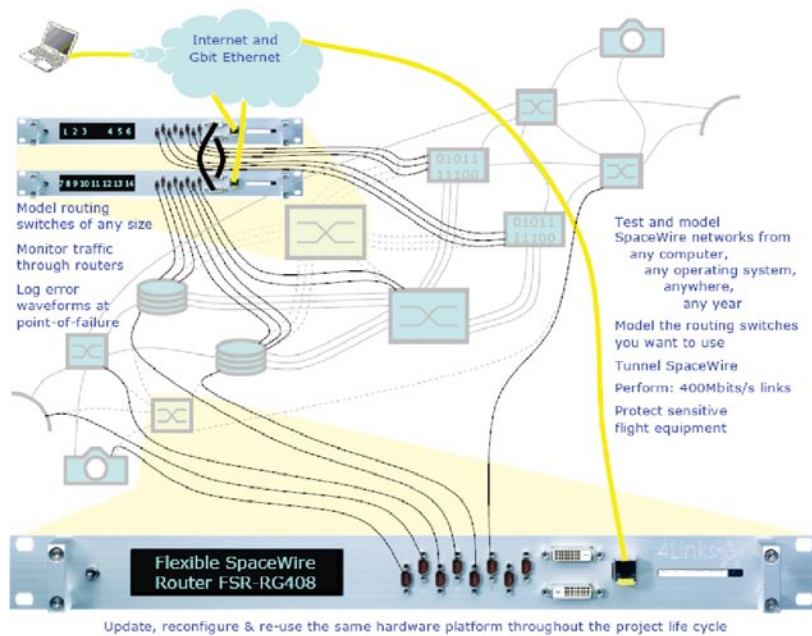


圖23 SpaceWire路由器 (<http://www.4links.co.uk>)。

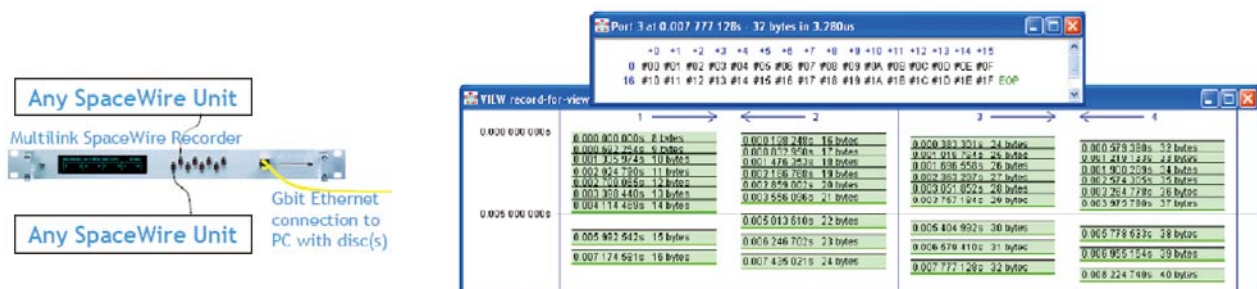


圖24 SpaceWire記錄器 (<http://www.4links.co.uk>)。

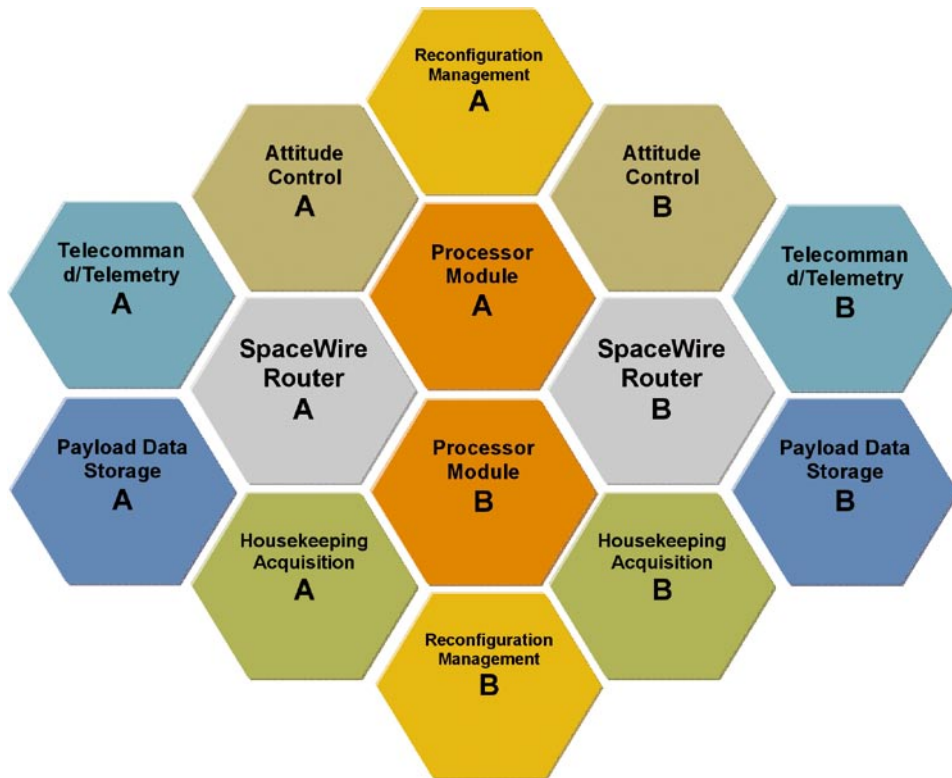


圖25 衛星電腦方塊圖。

與飛行軟體，透過SpaceWire Router，Processor模組可與衛星電腦內部其他模組溝通，當內部部份模組損壞時，Processor模組可透過另一SpaceWire Router，啟動並溝通另一備援模組，可提高衛星電腦之可靠度。而Reconfiguration管理模組監控衛星電腦異常狀態，負責主要與備援模組間之切換重組，讓衛星電腦系統繼續維持正常之運作。

結語

隨著SpaceWire標準與協定的訂定與發表，愈來愈多的航太應用與太空任務採用SpaceWire網路架構，隨著耐輻射FPGA產出與SoC (System on Chip) 技術之精進，採用SpaceWire之晶片與設備在衛星系統開發上，更為廣泛。

太空中心衛星電腦部門亦掌握SpaceWire通信協定之關鍵技術，與業界共同開發相關SpaceWire晶片，未來將搭載用於福爾摩沙系列衛星上。福爾摩沙衛星衛星電腦具備SpaceWire連線能力，將有利於搭載未來更多採SpaceWire介面之太空元件與酬載，而能直接應用在更多不同衛星任務上。

參考資料

1. ECSS - Space Engineering, SpaceWire - Links, Nodes, Routers and Networks, ECSS-E-ST-50-12C, 31 July 2008.
2. ECSS - Space Engineering, SpaceWire Protocols, ECSS-E-ST-50-11C, Draft 1.3, July 2008.
3. S.M. Parkes, C. Mc Clements. The SpaceWire Onboard Network for Spacecraft .
4. <http://www.4links.co.uk>
5. <http://spacewire.esa.int/content/Home/HomeIntro.php>

基礎研究績效評估指標之結構性分析 (下)

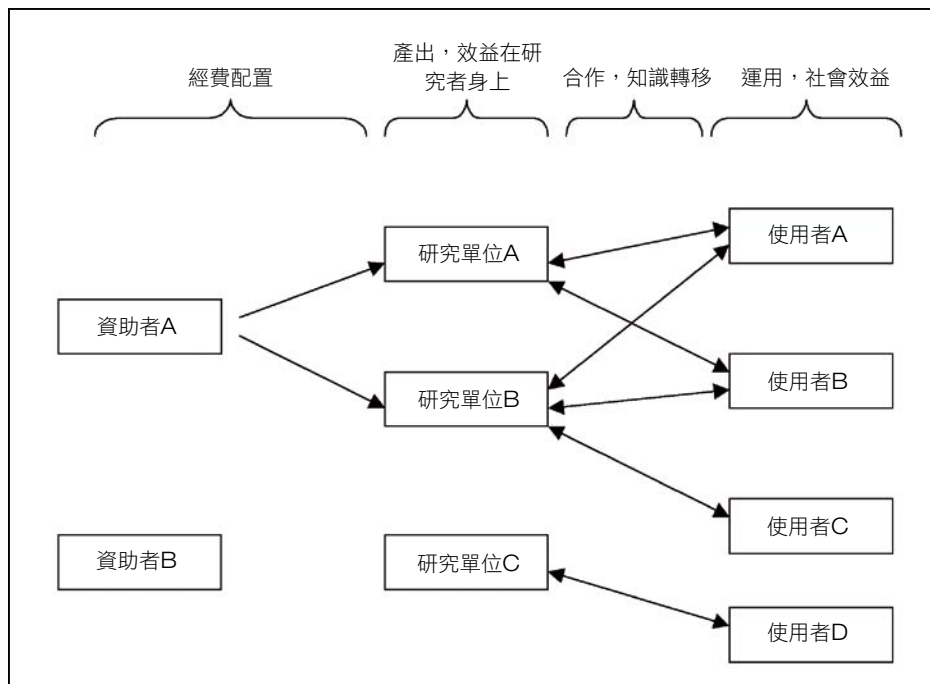
Structural Analysis of Impact Assessment Indicators on Basic Research

文/圖 洪長春 科技政策研究與資訊中心

績效評估計畫指標在概念性架構之分析

由於12個績效評估計畫之評估目的各異，所採用或發展的評估方法也有所不同，本文整理出此12個績效評估計畫之分析項目如表2所示，從表2顯示，12個績效評估計畫分析的層次，隨著評估目的或目標不同，所分析的項目或指標也有所不同，從基礎研究投入到效益產出，由概念性架構圖（圖1）可說明評估計畫分析指標之意義，

本文從概念性架構之4個階段構面探討12個績效評估計畫之指標，第一構面為經費配置部份，包括研究基礎投入、資助機構經費資助的重要性、研究執行者之特徵、附加性；第二構面為研究產出及成果在科學上之影響部份，包括科學產出、用於使用者之產出、產出在研究者身上之效益；第三構面為合作研究部份，包括科學合作、國際交流合作及研究執行者與使用者間之知識轉移；第四構面為研究之運用及結果效益部份，包括研



資料來源：Sami Kanninen, Tarmo Lemola (2006)，本研究整理。

圖1 基礎研究計畫績效評估之概念性架構圖。

表2 12個績效評估計畫之評估方法及分析項目

計畫編號	評估方法	評估目標/目的	分析項目
1	問卷調查	產出奧地利FWF資助的重要性評估	1.經費配置（不同學門，機構之申請數及核准率等）2.從ABIV資料庫取得科學文獻及外部經費來源做產出效率之模型分析
2	問卷調查 個案研究 訪談	1.FP相較於其它計畫之附加價值 2.英國參與FP者相對於其它國家之績效	1.附加價值評估是分析申請FP經費的參與者之動機 2.詢問回答者之計畫（project）如何貢獻於大型計畫（program）之目標，對這些目標指出成功的重要性
3	發展評比學術機構之新方法	根據不同指標排名德國大學，不僅評估研究型大學之效益，也確認學術卓越的局部性	1.分析DFG給大學之經費核准數及其它指標 2.根據5種不同型態衡量學術卓越：DFG經費核准數、由DFG合作研究計畫所形成的研究網絡之中心性、DFG評審人（reviewer）之分佈、研究的國際性及文獻產出
4	個案研究 論文回顧 經驗法則	在較早收益的計畫投資上產生資訊，以瞭解研究經費未來等級做政策性決定	1.ARC經費在澳洲多因子生產力（MFP）成長之效益（少描述） 2.估算來自公共經費R&D之不同型態助益，操作每一助益管道，計算投資之收益
5	發展一組財物指標	衡量政府經費R&D之效益	以財物度量型式估算經濟效益：淨現值（NPV），益本比（BCR），內部報酬率（IRR）
6	與受獎人電話訪談， 個案研究	產出從研究機構到產業的知識擴散或研究在國際上地位之資訊	1.文獻產出分析 2.研究人員之移動性（mobility）
7	論文回顧 用訪談初探新方法	確認實用的方法，用於系統性測試ESRC資助之研究在非學術團體之效益	根據概念性架構發展出3類效益機制：研究產出、擴散管道、效益型態
8	個案研究	提供策略制定者瞭解ATP的助益及成本，改善R&D評估現存方法	根據知識創造、知識擴散、商品化進展，計算計畫組合（portfolio）之總和績效分數，並給予0-4顆星等級
9	問卷調查 個案研究 （其中2項指標）	每年以標準格式從研究機構收集資訊，瞭解研究成果明顯貢獻來自FRST投資	分析監測系統6項指標，類似CPRS方法，以總和數表示研究之成果
10	駐點訪談組織之主要人員（外部評估）	1.透過根據國際標準品質及適切性評估以改善研究品質 2.改善研究管理及領導能力 3.研究組織、資助機構及政府、社會之權責相符性到較高層次水準	分析公共研究機構所報告之資料： 1.前6年之研究人員及其它同仁 2.前6年之資源、經費及設施 3.學術成就（文獻計量分析、獎項等） 4.前6年機構聚集成果（出版品、專題論文、博士論文等） 5.其它可推薦之成果（專利、受獎等） 6.成果回顧（選擇3-5本可代表研究品質及效益之出版品，用數值展示過去成果）
11	O E C D 及 Thomson ISI之資料統計	調查英國研究系統相較於其它國家之績效（相對值及絕對值），研究資助之效果性（effectiveness）	分析6項研究腳印（footprint）之作圖指標： 1.公部門執行研發之支出佔GDP比例（輸入） 2.數量與佔OECD博士學位之比例（產出） 3.數量與佔全球文獻之比例（產出） 4.數量與佔全球引用之比例（產出） 5.9項主要研究領域之全球引用之比例排名-通常是Top3（成果） 6.每千人勞動力之研究人員（人）
12	加拿大及大學技術經理人協會之資料統計	檢視加拿大大學研究運用之商品化績效	分析5類型商品化指標： 1.不同類型IPR之數量 2.從IPR授權之收入 3.新創公司之數量 4.新創公司之公平價值（equity value） 5.效率衡量（上述指標相關之研究支出）

資料來源：Sami Kanninen, Tarmo Lemola（2006），本研究自行整理。

究適切性、研究結果商品化、使用者機構之改變及社會整體之效益。從表2列出12個績效評估計

畫之分析項目（指標）皆可對應於概念性架構中之4個階段構面分析如表3所示，

表3 績效評估計畫於概念性架構之指標分析

經費配置	構面指標說明	對應之績效評估計畫及指標
研究基礎投入	1.國內研發支出毛額（GERD）、高等教育研發支出（HERD）及經濟上之研究強度 2.經費來源資訊，分為不同部門（大學自籌、企業及政府）	1.Public Service Agreement（PSA）Target Metrics 2004計畫分析之6項研究腳印之作圖指標 2.ACST分析研發經費來源及不同部門之研發支出，5類型商品化指標
資助機構經費資助的重要性	1.計算大學的外部經費佔總經費比例，說明外部經費的資助機構之比例 2.與資助機構之適切性，說明在客戶活動中資助機構之重要性	1.DFG評估計畫分析學術卓越指標，使用DFG經費核準數 2.每大學計算DFG經費核準數與第三方（團體）經費收入作圖，說明總外部經費與DFG補助之關係
研究執行者之特徵	1.研究申請者個人特徵，如年齡、早期經驗、職業類型及性別 2.申請特徵，如投入的程度、可獲得之資源及主要科學領域 3.計畫特徵，如動機、目標、內容、跨學科性及重要性 4.組織特徵，如型態、研究範圍、地理位置、相對於其它組織之績效	1.FWF評估計畫，以計畫特徵來看，分析成功取得經費及申請經費失敗兩種型態之問卷調查 2.DFG評估計畫，以組織特徵來看，DFG經費是補助具高學術績效機構，以產出、在研究網絡之中心性、參與國際性計畫或DFG提案計畫評核人數為指標
附加性	直接詢問經費申請失敗計畫之申請人，在缺乏經費補助下，會發生何種狀況	EU FP評估計畫分析成功與失敗計畫間之特徵差異及因果關係，成功案例則以申請人經驗之成本及益處為接近之衡量變數

研究產出及成果在科學上之影響	構面指標說明	對應之績效評估計畫及指標
科學產出	1.出版品產出、引用及新進、夠水準研究人員之數量 2.產出的生產效率衡量，將研究投入作正常化，以研究者多寡來衡量研究規模	1.FWF評估計畫分析經費來源對文獻活動之影響，以大學、研究機構不同型態的產出數量做因變數，研究範疇及經費來源做自變數，做迴歸模式分析 2.DFG評估計畫資助經費之排序，使用文獻計量方法，將補助配置給高執行機構 3.荷蘭Protocol評估計畫，以同儕評鑑委員會（peer review committee）評估列出3至5個具研究水準且有影響性文獻 6.Wellcome Trust評估計畫分析接受獎學金博士生群中最具生產力者之事業發展
用於使用者之產出	1.非學術民眾之出版文獻 2.有關研究結果之發表會、演講及討論 3.專利 4.產品、服務及諮詢	1.FRST評估計畫分析3項成果指標系統： （1）有形助益，例如：對使用者而言，新或改良之產品、製程及服務 （2）智慧財產 （3）用於使用者之報告、發表會及出版刊物之數量 2.FRST評估計畫導入個案研究方法，以探求在使用者方面產出之潛在效益
產出在研究者身上之效益	1.研究者（個人或機構）長期性之技能，以問卷調查或面談方式進行自我評估 2.個人等級方面，評估研究計畫對個人在組織之位置、接觸網絡、技能或使用新技術與方法之能量的影響 3.研究機構等級方面，以研究計畫可產生後續計畫或對研究機構能量及競爭地位之影響評估	1.EU FP評估計畫要求回覆者評估，是否參與計畫的相關助益勝過所涉及之成本，以此當作計畫成功最接近的衡量 2.成本助益比（cost-benefit ratio）並無明顯與計畫產出有關聯性，而是與計畫在執行機構的效益有關，最成功的計畫是與執行機構的內部目標一致

合作研究	構面指標說明	對應之績效評估計畫及指標
科學合作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計算參與合作研究之數量 2. 協調計畫中之夥伴機構數量 	<ol style="list-style-type: none"> 1. DFG評估計畫是唯一提到研究機構間網絡之形成 2. DFG協調計畫有4種類型分析：研究單位、研究訓練群、合作的研究中心及優先性計畫 3. 利用視覺化技術顯示研究機構間之合作結構，網絡結構的視覺化提供科學完整的網絡及主要領域
國際交流合作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國際化，分析研究人員從國外到國內研究機構之國際移動 2. 國際化，分析國內研究人員之國際移動 	<ol style="list-style-type: none"> 1. DFG評估計畫之指標，分析吸引海外研究人員，從AvH及DAAD機構取得海外研究人員在德國主要大學與其它機構間之分佈情形 2. Wellcome Trust評估計畫，視研究人員之國際移動為他們事業發展的一面向，評估離開學術工作的動機
研究執行者與使用者間之知識轉移	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評估研究計畫期間，研究機構與研究使用者間知識擴散之程度 2. 評估研究計畫是否有助於建立參與者之間的合作交流網絡 	<ol style="list-style-type: none"> 1. FRST評估計畫發展的成果指標系統，類似使用者方面之成果產出：夥伴關係的數量、契約及聯結 2. ESRC評估計畫之使用者座談方法，可分析研究人員在計畫之前及之後，與座談的使用者成員接觸，調查使用者參與不同計畫的活動 3. ESRC評估之網絡及流通方法，適合於研究知識流通到使用者之管道，讓使用者在計畫開始之前了解研究人員，提供初次諮詢 4. ESRC評估追蹤研究者研究後動態，調查個人是否在研究工作中所學到之技能有應用在往後非學術領域的問題上 5. Wellcome Trust方法適合於改善現有研究資助計畫，ESRC評估則適合於長期性研究效益之評估

研究之運用及結果效益	構面指標說明	對應之績效評估計畫及指標
研究適切性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第三方（團體）投入於研究過程，作為研究切題性最接近的衡量，例如：研究是由企業經費支持 	<ol style="list-style-type: none"> 1. DFG資助經費排序評估提到，第三方（團體）經費的重要性隨著研究範疇之間有很大的改變，簡單而言，第三方（團體）經費資助之等級愈高，代表具有高研究活動力 2. ACST評估計畫提出評估企業支出的一組指標： <ol style="list-style-type: none"> (1) 企業研發投資在公共執行的研發上 (2) 企業研發投資在政府部門執行的研發上 (3) 企業研發投資在私人非營利部門執行的研發上 (4) 企業研發投資在高等教育研發支出之比例
研究結果商品化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察基礎研究的成果，在商品化過程中可確認的產品及公司提供之服務 2. 商品化的效益是評估研究利益的價值，反映來自產品銷售的收入上 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ACST評估報告提供商品化績效的多重指標（包含實際及加拿大/美國比例績效之衡量）：總捐助研究支出，發明揭露，申請之美國專利，執行的授權及選擇權，授權金收入，公告之美國專利，形成新創公司，收入/美金花費，美金花費/新創公司形成數，產生收入的授權案數量，大學衍生公司的公平價值。商品化效率衡量有：每美金研究支出之發明揭露，每美金研究支出產生收入的授權數，每百萬美金研究支出之授權金收入毛額，每美金研究支出之形成新創公司數 2. FWF及EU FP評估計畫之商品化探索效益評估是以問卷調查方式，由研究者自行評估 3. ARC評估計畫以確認之各種助益管道來估算收益率（見表4） 4. NIST評估計畫之ATP商品化潛力是用複合績效評比系統（CPRS）之概念性架構，以個案研究型態進行三類複合指標評估，此評估方法最可用於較大型研究計畫且長期及規模之計畫（見表5）
使用者機構之改變	<ol style="list-style-type: none"> 1. 廣義使用者族群可區分成企業及政府機構2類 2. 以間接調查研究人員及直接收集不同型態潛力之使用者族群之資訊 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ESRC評估計畫之概念性架構，成果之使用性包括在判斷上之影響（例如：調整、確認或政策的發展）及當作解決問題工具使用（直接或間接） 2. 使用者族群評估時必須做明確的界定，成果之使用性可在給定的領域中較特定需求做確認。例如使用者座談評估，網絡及流通等方法就可以做詳細的效益評估
社會整體之效益	<ol style="list-style-type: none"> 1. 效益通常不是任何單一活動的結果 2. 效益可歸類成主題群，根據計畫或組織的目標，或根據研究成果所增生不同潛在研究之概念性架構，由研究者做主觀的衡量 	<ol style="list-style-type: none"> 1. EU FP效益評估計畫，根據歐洲不同團體之目標而歸類：例如歐洲科學及技術能量、跨越會員國間之社會內聚力、歐洲產業競爭力、生活品質及歐洲市民健康、環境保護或預防、橫跨歐洲各國之雇用情形 2. NIST及ARC兩評估計畫之社會經濟效益有很大差異是不同的含蓋率。ARC是估算所有經費之總效益，因為潛在使用者太多而無法被確認，因此評估方法是用top-down方式；NIST僅聚焦於從特定研發計畫活動得到助益之參與者，其經濟效益鎖定在有助於和價值鏈經濟互動之標準技術發展有關，適合用bottom-up方式評估。

資料來源：Sami Kanninen, Tarmo Lemola(2006)，本研究自行整理。

ARC及CPRS效益評估之方法簡介

澳洲研究委員會（Australian Research Council, ARC）之研究經費主要是資助澳洲大學的基礎研究及能量，提升大學研究與終端使用者之間的聯結，ARC評估計畫的目的是要在研究投資之早期收益上產出資訊，以期能對未來研究經費資助的水準提供政策性決定。評估計畫是由The Allen Consulting Group主導執行，評估基礎研究的方法有兩種，一種是根據ARC經費資助對澳洲多因子生產力（multifactor productivity, MFP）成長之估計，另一種則是根據公部門研發經費，估算不同型態的助益並計算投資之收益，兩種估算都是以文獻的回顧為主，第一種方法之估算較少用，主要是粗估投資的收益。本文針對第二種方法進行介紹，由評估結果提供投資收益之真實數字，分析團隊研究現有的文獻資料，其目的是要確認及歸類來自基礎研究不同型態的助益（benefits），文獻回顧結果建立六類型之助益管道，如表4所示，根據表4所列的各種助益管道可計算每一區塊的

投資收益，最後再加總每一區塊的投資收益即得到總投資收益，此計算方法是經過許多簡化及假設限制，例如：社會收益率（social rate of return）來自建立基礎知識庫存，其估算是根據專利引證分析（patent citation analysis），評估者（evaluator）假設大約有10 % ARC經費資助之研究找到使用之途徑，意即研究成果是與產業界合作所得到的助益，或發表的研究發現隨即被其它利益使用者做商業的用途等，為估算此研究區塊的社會收益率，評估者必須分析許多受ARC經費資助，導入研究助益的高科技公司之個案研究，最後才得到10%之數值；另外，評估者也做兩種型態的假設：第一是歸因於ARC經費資助學生之技能資訊程度，第二是有關畢業生及在校生程度之生產力價值金（productivity premium）等。

美國國家標準與科技機構（National Institute of Standards and Technology, NIST）之先進科技計畫（Advanced Technology

表4 ARC估算社會收益率之分類及衡量的助益(benefit)

助益類別	衡量的助益
助益來自建立基礎知識庫存	此範圍是確定平均10 %社會收益率來自ARC經費資助（此管道有些ARC經費資助產生較高利潤，有些則產生較低利潤），此經費資助具10年時間滯遲。這是根據相當成功ARC資助經費的研究發現，途徑使用且發生時取得高回收（pay-offs）
助益來自商品化的智慧財產生成	此範圍是確定平均3 %社會收益率來自ARC經費資助，此經費資助具10年時間滯遲。此估算是根據過去25年ARC資助經費研究之商品化所觀察到的效益
直接助益來自改善技能基礎	此範圍是確定平均12.5 %社會收益率來自ARC經費資助，此經費資助具4年時間滯遲。此估算是根據ARC經費資助貢獻養成的技能所觀察到的產出效益
助益來自改善通往國際研究之方法	此範圍是確定平均7.5 %社會收益率來自ARC經費資助，此經費資助具8年時間滯遲。此估算是根據接近國際研究經費的水平，ARC能讓澳洲取得及從國際研究中獲得回收
助益來自較佳訊息的策略制定	此範圍是確定平均6 %社會收益率來自ARC經費資助，此經費資助具8年時間滯遲。此估算是僅根據相關澳洲微經濟改革（microeconomic reform）所觀察到的效益且假設ARC僅貢獻0.25 %到微經濟改革策略
健康、環境及文化助益	當此範圍助益可能很明顯時，就已不可能在這研究的時間限制，以貨幣項目估算回收

資料來源：Sami Kanninen, Tarmo Lemola（2006），本研究自行整理。

Program, ATP) 主要是藉由資助產業界 (公司) 與研究機構間合作研發的夥伴關係, 達到創新科技的發展目的。複合績效評比系統 (Composite Performance Rating System, CPRS) 是NIST先進科技計畫之評估計畫的一部份, 目的是要提供決策者有關ATP計畫之助益及成本, 後來更賦予額外角色, 其中之一就是改善現有研發評估之方法論, 尤其針對跨領域ATP計畫間, 因個別計畫之評估指標無法相互比較, 進而發展出複合指標評估方法。ATP計畫之CPRS評估系統也是符合創新研究之概念性架構, 此架構是以三類的指標構面做基礎:

(1) 知識創造; (2) 知識擴散; (3) 商品化進展。表5列出此三類構面之指標說明, 每一類

構面指標的重要性會有不同的權重, 例如: 知識擴散方面外部機構認可的技術受獎, 其複合分數之計算如下: 此指標貢獻之比重 = $0.25 * \sqrt{\text{技術受獎之數目}}$; 其它構面指標之複合分數也是類似計算方式, 最後複合分數加總及正常化 (normalization) 後於0-5之間的複合績效評等給予0-4顆星, 此方法可以有效分開高績效之計畫 (program) 或低績效之計畫, 但無法對獨立計畫 (project) 提供績效資訊, 所使用的指標及其權重是與評估內容有其特定性, 若應用到其它特定的計畫上, 指標及權重則必須重新校正, 由於此方法需蒐集不同面向個別計畫之詳細資訊, 相當費力, 若沒有完整的監控系統是無法做到。

表5 CPRS之三構面指標說明

構面	指標	原始分數	指標說明
知識創造	外部機構認可的技術及科學成就之受獎 (技術判定)	0-4	由第三方 (團體) 評定新技術在科學與科技上知識之創新程度
	計畫執行者申請之專利, 無論公告與未公告 (專利資料)	0-2.5	專利申請與通過數量, 探討專利間之引用或被引用關係
	計畫執行者所發表之出版品及發表會 (出版及發表)	0-1.9	期刊及研討會論文發表數量
	在市場上或預期很快之產品及製程 (預期上市之產品)	0或0.5 (N>=1)	商品已命名及已上市之產品數量
知識擴散	計畫執行者所發表之出版品及發表會 (出版及發表)	0-4.6	期刊及研討會論文發表數量
	計畫執行者申請之專利, 無論公告與未公告 (專利資料)	0-3.6	專利申請與通過數量, 探討專利間之引用或被引用關係
	計畫執行者之合作研究活動 (共同研究)	0-3.0	參與其它機構共同研究數量, 例如合資、轉包、委託大學、授權等
	在市場上或預期很快之產品及製程 (預期上市之產品)	0-1.1	商品已命名及已上市之產品數量
	外部機構認可的技術及科學成就之受獎 (技術判定)	0-0.5	由第三方 (團體) 評定新技術在科學與科技上知識之創新程度
商品化進展	在市場上或預期很快之產品及製程 (預期上市之產品)	0-5.8	商品已命名及已上市之產品數量
	吸引額外資本進一步取得科技 (增資吸引力)	0-3	研發過程中是否有其它資金來源投入
	中小企業獲獎所增益之雇用 (勞動變動率)	-6-5.2	廠商勞動力雇用數量變化百分比
	外部機構之受獎 (商業判定)	0-3.8	由第三方 (團體) 評定新產品或製程之商品化能力
	分析者對計畫執行者與其合作者手中之科技的願景評估 (未來展望)	-4-+4	質化分析 (專家意見法)

資料來源: Sami Kanninen, Tarmo Lemola (2006) 及耿筠, 劉耀中, 薛招治, 張淑敏, 陳樹榮 (2008), 本研究自行整理。

結論

績效評估是整個國家創新系統（National Innovation System, NIS）很重要的一環，舉凡由公部門資助的研究計畫，透過創新體系的運作才能有效率地將研究成果運用於社會及改善生活品質。我國基礎研究大部份都集中在大學，至今尚無一套完整的績效評估系統對於各種基礎研究計畫所產生的效益進行評估，許多創新的研究成果無法顯現出真正的效益。本文列舉各國評估計畫之指標來看，包括科學產出、知識（人才）的流通、合作研究、成果商品化等，例如像ARC計畫評估R&D不同型態助益管道之收益分析；Wellcome Trust計畫評估接受獎學金博士班學生畢業後所從事之事業發展及知識的移動性和ESRC計畫評估追蹤研究者研究後動態，是否在研究工作中所學到之技能有應用在往後非學術領域問題上；FRST評估計畫建立對研究機構的監測系統指標等，這些指標分析長期以來台灣並無完整且監控蒐集的資料庫。另外，基礎研究以知識累積及庫存來說，從科學文獻產出到具有生產力階段可能有20-30年之時間遲滯，基礎研究之經濟效益也無法用簡單模式或單一方法來評估，從各國評估計畫之經驗來看，透過同儕評鑑、訪談及個案研究等方法之非數量指標分析，例如：知識擴散、商品化潛力、社會整體效益等都需要仰賴具專業能力之專家進行判斷，因此專家顧問群之聘任及選派就顯得特別重要。目前科技政策研究與資訊中心建立國科會歷年補助的研究計畫之政府研究資訊系統（GRB）及近年來陸續建置的研發及創新能量資料庫（DBRIC）、國家科技人力資源庫（NPHRST）等，這些資料庫

經過長期的蒐集及建立，應可用於未來基礎研究計畫績效評估之用。

參考資料

1. Sami Kanninen, Tarmo Lemola. Methods For Evaluating The Impact of Basic Research Funding : An Analysis of Recent International Evaluation Activity. Publication of the Academy of Finland , ISSN 0358-9153, May 2006.
2. Martin, B., Salter, A., Hicks, D. Pavitt, K., Senker, J., Sharp, M. & Von Tunzelmann, N.. The Relationship Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance : A SPRU review. HM Treasury, London. 1996.
3. 耿筠, 劉耀中, 薛招治, 張淑敏, 陳樹榮, 我國與美國科技計畫績效評估方法之探討, 科技發展政策報導第1期, 民97年1月, 頁53-68。
4. 我國研發及創新能量資料庫95年度統計報告, 科技政策研究與資訊中心, 民96年7月。
5. 許家豪, 淺談專家評鑑在科研計畫效益評估之角色, 科技政策研究與資訊中心科技政策智庫議題觀點, 民97年8月25日。

三維生醫螢光顯微影像定位分析軟體開發

文/圖 王國肇^[1]、謝昌煥^[1]、王廷方^[2]

^[1]國家高速網路與計算中心、^[2]中央研究院分子生物研究所

背景說明

染色體存在於細胞核（大小約 $1\ \mu\text{m}$ ）內，由DNA與蛋白質所組成。染色體是一動態的結構，其形態變化不僅與細胞週期密切相關，近年來許多研究發現染色體動態變化還執行著一定的其他生物學功能，例如DNA重組修補與基因表現。為了觀測染色體在細胞不同的生長條件或細胞週期中，各時期在細胞核中的動態分布，科學家們將一條或多條染色體上的特定區域，如染色體中點（centromere）或染色體末端（telomere）等位置，利用綠色螢光蛋白質標定。由於活體細胞總是持續在運動，同時細胞核膜也用紅色螢光蛋白質標定，顯像後的紅色核膜殼作為固定座標來正確地定位染色體上綠色螢光點隨時間的動態變化。

本軟體開發計劃由國家高速網路與計算中心生物小組，與中央研究院分子生物研究所王廷方博士合作，以酵母菌減數分裂前期為模式，探討控制染色體中點動態分布的分子機制。在進入減數分裂前所有染色體中點會與紡垂體極體（spindle pole body）一起聚集在細胞核膜上一點，完成減數分裂DNA複製後，任意兩條染色體中點會耦合在一起，此現象就是所謂的“非同源染色體中點耦合（non-homologous

centromere coupling 簡稱NHCC）”作用。接下來NHCC會消失，然後同源染色體發生配對與DNA重組，此時所有成對的同源染色體會從頭到尾緊密的結合在一起，形成聯會複合體（synaptonemal complex）。如前段簡介所述，王博士實驗室已將酵母菌第五號染色體的中點利用綠色螢光蛋白質標定，細胞核膜上的Nup49蛋白質則用紅色螢光蛋白質標定，王博士使用中央研究院分子生物研究所現有的Delta Vision螢光顯微鏡取像設備取得一序列二維影像，我們將這些二維影像重組成三維立體影像，並計算出兩個綠色螢光蛋白質標定的第五號染色體中點分別與細胞核膜最近距離的時間函數。

資料處理流程



原始影像資料需經過三個步驟的處理，首先由螢光顯微鏡所得到的一序列二維影像，經由影像重組程式重組成3D的影像，而後經由程式將螢光標定物定位與統計分析，最後輸出圖表與統計資料。

由於資料處理流程繁雜，若用人工處理將耗費大量的時間，我們以開放原始碼的含式庫為基礎（包含 wxWidgets^[1]、GSL^[2]、CGAL^[3]、OpenGL^[4]），發展此一分析軟體，以加速生物影像資料處理的速度。

三維影像重組

三維影像重組之步驟中，本軟體所接受之檔案格式為一序列之 TIFF 圖檔，在開啟一序列之 TIFF 圖檔並指定 Voxel Size 後，即可顯示出重組之後之三維影像（圖1），在此視窗中使用者可透過滑鼠的控制，自由的旋轉、平移或放大，藉此使用者可由各種角度觀察重組後之三維影像。另外因每組影像之亮度皆不同，在影像亮度過高或過低時，會直接影響視覺上之效果，此時可透過左側之選單調整至適宜之亮度，以利後續觀察與影像辨識。

四、螢光標定物質之定位與距離量測

將重組完成後之三維影像，以 Active

Contour方法為基礎^[5]，同時使用影像之 Red Channel與Green Channel實做影像分割（Segmentation）^[6]，本軟體採用三角形網格（triangle mesh）之方式，以一球狀網格為初始模型（圖2），使其依照影像之資訊收斂至細胞所在之位置，藉此定位影像中每一個細胞之位置（圖3）。

Active Contour 在進行收斂時，其結果會因為影像訊號之強弱而有所差異，若每一組之影像之訊號強度差異太大，必須經過校調演算法中之參數之後，才能得到較好之結果。

細胞模型建構完成後，本軟體即自動將每個細胞依序編號，並標定出每個細胞之中心點、綠色螢光點、綠色螢光點距核膜之最短距離點（圖4），分別為圖中之洋紅色點、綠點與藍點。在左側之選單中，提供使用者切換是否顯示洋紅色點、綠點、藍點與細胞模型之選項，方便使用者觀察所得到之模型。

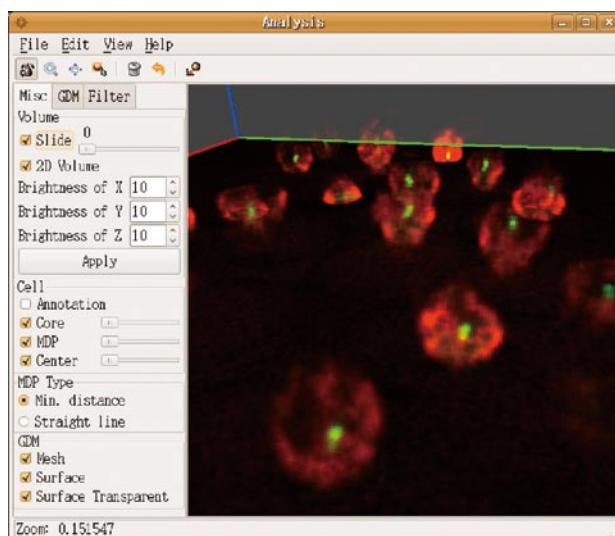


圖1 重組後的三維立體影像提供各種角度的觀察。

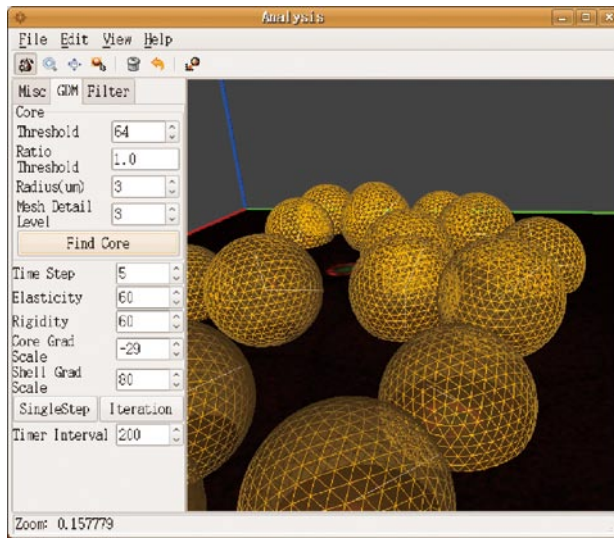


圖2 球狀網格的初始模型。

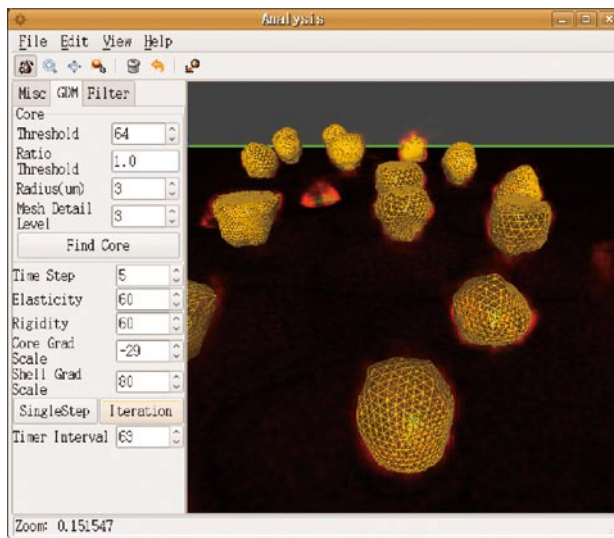


圖3 Active Contour 方法收斂後的酵母菌細胞模型。

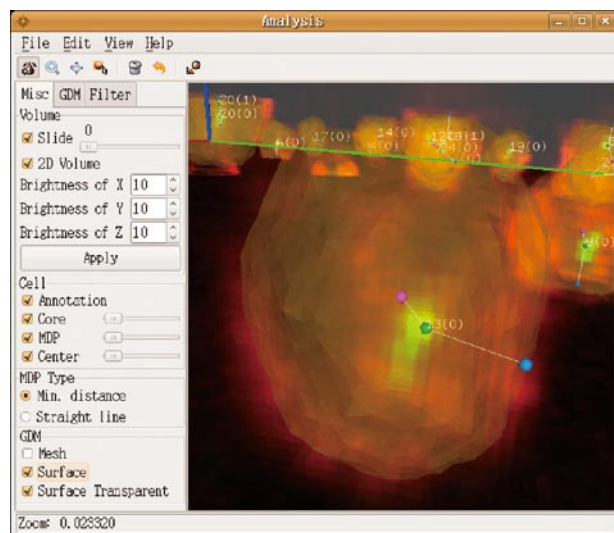


圖4 酵母菌細胞模型參數標定。

在計算綠色螢光點與核膜之距離上，本軟體提供兩種方式，一種為綠色螢光點與核膜之最短距離，另一種為以通過細胞中心點與綠色螢光點之線段，向外延伸至核膜之距離（圖5）。

統計分析

我們的定位分析軟體同時提供了一個簡易的統計分析圖（圖6），提供使用者快速與直覺的

統計資訊，其中包含兩綠色螢光點距離、細胞半徑、綠色螢光點與中心距離、綠色螢光點與核膜距離之直方圖（其中距離之單位為 μm ），並以 kernel density estimation 估計其機率密度函數（probability density function）（藍色），另外也標示出平均值（紅色）與一倍標準差之區間（綠色）。

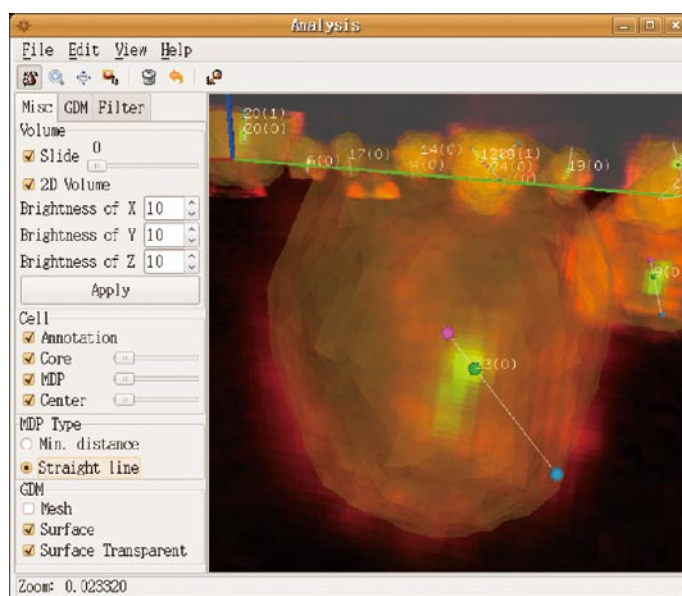


圖5 第五號染色體的中點綠色螢光標定位置與核膜的距離計算。

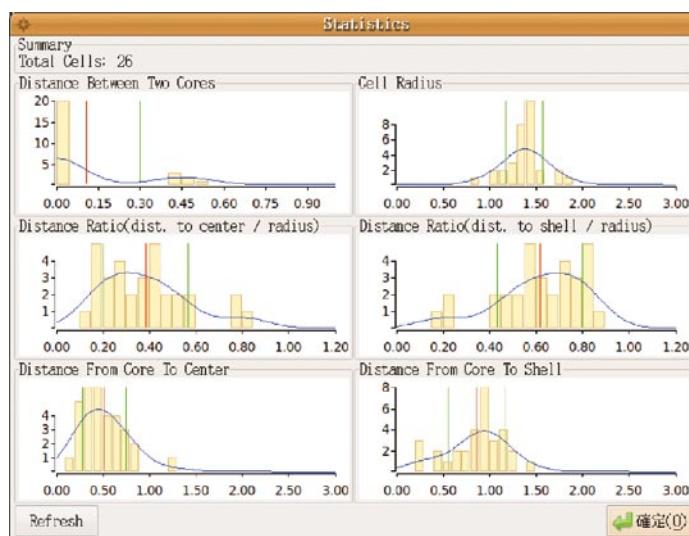


圖6 酵母菌第五號染色體的中點(centromere)定位分析統計圖。

透過本軟體分析完成之資料，可透過匯出功能將所有細胞之中心點、綠色螢光點、綠色螢光點距核膜之最短距離點之座標匯出至CSV (comma-separated values) 檔，檔案中之資料每個欄位皆以逗點分隔，此檔案格式可直接使用Excel開啟，透過此功能，使用者可直接使用資料做進一步分析。

結論

我們的定位分析軟體將三維影像重組、螢光標定物質之定位與距離量測、使用者介面、細胞資料批次統計分析等功能整合在一起，在影像品質良好的情況下，可以輕易地得到很好的分析結果，而在影像訊號不良的情形，以人工調整演算法參數之後，亦可以得到較好之結果，但影像訊號品質不良時容易產生較多收斂不正確之細胞，造成統計分析上之誤差，在分析之前必須將錯誤的資料剔除，再進行統計分析。

目前在分析影像上主要的問題為：在拍攝時螢光訊號會隨時間而衰減與螢光訊號不均勻的問題。針對第一個問題目前規劃減低每次的拍攝張數，一種方式為將每張影像之間距拉大，以減少拍攝所需之時間，每張影像中間再以內插法計算，另一種則是直接捨棄後半部不清楚的影像。而螢光訊號不均勻的問題，在軟體上要處理這種問題較為困難，可能就要在拍攝的技巧上尋求突破。

我們開發的軟體，可以經由本小組先前的技術，安裝於伺服器上，使用者可透過網頁瀏覽器便可使用^[7]，可擴大使用者社群，以及免除使用者程式安裝之步驟。

在另一方面，三維之影像可結合立體影像設備，以立體 (stereo) 影像之方式呈現，若未來有立體影像之需求，本軟體亦可加入輸出立體影像之功能，再配合本小組開發的可攜式3D 立體影像快速校準投影輔助裝置^[8]，即可以很方便地將三維立體影像的方式在各種場合進行展示說明。

參考資料

1. <http://www.wxwidgets.org/>
2. <http://www.gnu.org/software/gsl/>
3. <http://www.cgal.org/>
4. <http://www.opengl.org/>
5. M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contour models," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 1, p321-p331, 1988.
6. Dzung L. Pham, Chenyang Xu, and Jerry L. Prince (2000): "Current Methods in Medical Image Segmentation", *Annual Review of Biomedical Engineering*, volume 2, p315-p337.
7. 謝昌煥、何智雄、莊朝鈞、葉昌偉 (2005) "X-視窗介面與網路瀏覽器整合與應用—以網頁自動設定生物化學應用軟體環境為例" *國研科技*第五期, p 54-p58。
8. 謝昌煥、莊朝鈞 (2009) "專利上架--3D 立體影像快速校準投影輔助裝置" *國院科技*第24期p4~p7。

高科技橋梁檢測系統建置

文/圖 林詠彬 國家地震工程研究中心

前言

颱風洪水沖刷對橋梁之災害防制非常急迫與重要，2009年8月莫拉克颱風造成台灣中南部地區一百多座橋梁斷裂，40多座交通部公路總局管轄的橋梁斷裂，橋梁受創極為嚴重，其中雙園大橋有16座橋墩被沖垮，橋面斷落460公尺，造成車輛墜河，民眾傷亡失蹤；2008年9月辛克樂颱風導致台中后豐大橋、埔里牛眠橋、嘉義五虎寮橋及高縣甲仙大橋等四座主要公路橋梁倒塌，后豐橋因封橋作業不及導致人員傷亡。颱風豪雨不僅沖蝕河床與海岸，危害跨河構造物與港灣海岸結構，並且影響河川與海岸國土地貌地形遷移變換，亦且造成土石流與都市積淹水，嚴重威脅人民財產生命安全，應用高科技進行防救災，為政府與學界所重視，因此，如何確保橋梁於颱風豪雨洪水侵襲中仍能確保其功能性，減少橋梁倒塌災害發生，並儘早發出橋梁危險訊號示警與橋梁危險即時警報，提供交通養護管理單位工程人員儘速採取適當措施應變，減低災害發生及防止二次災害發生，有賴於沖刷即時監測的開發研究與驗證，與其相關監測資料的判讀，分析橋梁的穩定性，評估橋梁安全。

因地形關係，台灣地區四分之三都是山地，

台灣地區河川坡陡流急、地質脆弱，加上地震頻繁及颱風豪雨造成河川豐枯流量懸殊及河道輸砂量產生極大變化，導致河道產生強烈沖淤變化，河床沖蝕極為嚴重，深水河槽容易變遷，威脅橋基穩定性。橋基之洪水災害除與豪雨洪流沖刷有密切關係外，亦與上游集水區之山林水源環境、沿河流域之河川環境、橋址附近地形與地質環境、橋址之周邊水力環境、乃至於橋梁本身之構造條件等因素息息相關。近十餘年來，因經濟與交通之發展，河床興建各種蓄水、攔砂壩及橋梁等跨河構造物，除導致河川下游段砂石補充來源大幅減少外，亦影響跨河構造物安全，如未整體性的就氣象因素、地形地貌、水利、水文、水理及結構體等等進行詳細考量規劃，除造成土石崩落、河川水理條件改變，亦將造成跨河構造物尤其是橋梁之損壞。本計畫藉由無線通訊技術與微機電感測元件之進步，研發現地橋梁無線感測網路監測，希望對危險老舊橋梁之地震與沖刷危害提供技術支援，完善的監測與預警系統，可以即時監測橋梁地震與橋墩基礎安全與河床沖刷變化情形，及早察覺橋梁缺陷，使橋梁損壞能及時預警與處理，維護橋梁工程颱風洪水安全與健全運輸功能，防止災害發生，避免損壞持續惡化與擴大，甚至造成二次災害。

無線感測網路監測技術

近年來由於無線網路技術的蓬勃發展，促使無線網路式遠端監控的概念廣泛被應用於防救災中。其擬藉由網際網路與資訊科技，提供遠端監視、控制，以及資料蒐集與分析等功能。傳統的監測儀器系統，由於系統線路與不同儀器系統之整合甚為複雜，且颱風期間為因應不定時的停電問題，需備妥相當數量的備用電源，不僅佔用空間，亦造成資源損耗，感測器與機具容易損壞等問題，而且，因為該等監測儀器設備過於昂貴，往往只能單點佈設於重要地方，無法形成廣域密集面的佈設，甚至不能與其他不同種類的感測器例如雨量計、水位計、風速計、加速度計、傾斜計、壓力計…等對同一災害事件同步同時整合，進行多重災害的監測，因此，亟需利用最新科技之發展，研發適用於未來的先進監測技術。無線監測網路之相關研發與應用發展，對各種天然與人為的災害之防災、減災及救災有莫大之助益；尤其是近年來因為無線網路傳輸技術之進步，例如WIFI、藍芽、zigbee、GPRS/3G/3.5G與Wimax等無線傳輸網路系統與MEMS感測器之發展於防、減、救災及土木結構之應用更顯重要。

為了達到大量佈建的目的，無線感測網路必須具備低成本、低耗電、小體積、容易佈建，並具備可程式化、可動態組成等特性。zigbee因具備全球開放性標準、可靠、低成本效、低耗電等優點，所以越越多的無線感測網的應用是採用這項技術。而其主要訂定的標準為IEEE 802.15.4。藉由感測器技術、網、微機電和無線通信的進步，推動無線傳感器網的產生和發展。無線感測器網的應用十分廣闊，主要應用於數位家庭控制、安全監控、物流追蹤與居家照護等領域，而

且由於微型製造的技術、通訊技術及電池技術的改進，促使微小的感測器可具有感應、無線通訊及處理資訊的能力。此類感測器不但能夠感應及偵測環境的目標物及改變，並且可處理收集到的數據，並將處理過後的資料以無線傳輸的方式送到資料收集中心或基地台。zigbee大多使用於工業環境自動化、家庭自動化與商業大樓自動化等工業控制應用。zigBee是針對低傳輸速率之低成本應用，其中大多數是採用電池供電運作方式，因此對低功率消耗極為重視。用於感測和控制應用的無線產品及技術正迅速部署到實際應用；眾多分析人士、技術供應商和產品整合商都認同無線技術的大規模部署只是時間早晚的問題。由於微機電感測器體積小且價格低，使用者可以將大的感測器灑在欲觀察的環境下，感測器之間經由無線網結，形成互通的網環境。在此網中的感測器可透過感測裝置收集使用者感興趣的資，並將收集到的資經由處器運算轉換成有意義的資訊，透過無線網互相交換彙整，最後將整體環境的資訊回傳給使用者。

大甲溪國道高速公路橋梁安全監測系統建置

水文水理資料，包括周遭環境之變遷，與河道河槽之變異息息相關，因此歷年之河床斷面資料、河床保護工之設置，橋墩基礎之補強等，應加以蒐集、整理分析；國道1號大甲溪橋之位置在后里鄉與神岡鄉之間，而國道3號大甲溪橋則位於清水鎮與外埔鄉之交界處。大甲溪流域位於台灣中西部，北面為大安溪流域，南與烏溪流域相鄰，流域面積廣達1235.73平方公里，為全省流域面積第三大之河川，而河道之平均坡降為1/39，主流全長約124.2公里。

橋梁發生倒塌斷橋前，往往經歷數次颱風豪雨之沖刷，且由於河岸之側向侵蝕崩退、河道之深槽移動等河道流路變遷，橋址上下游河岸變遷與高灘地逐漸崩退之現象，而造成橋梁基礎嚴重裸露的沖刷歷程，進而導致原理置於高灘地內之橋

基嚴重裸露。沖刷裸露橋基將引致橋基之穩定度降低或穩定失衡，產生傾斜、移位或下陷、崩塌損毀的情事。亦因此，於施行現地沖刷監測之前應就橋梁災害歷史成因的深入瞭解、進行橋梁沖刷潛勢與流路變遷趨勢之評估，並預先模擬監測

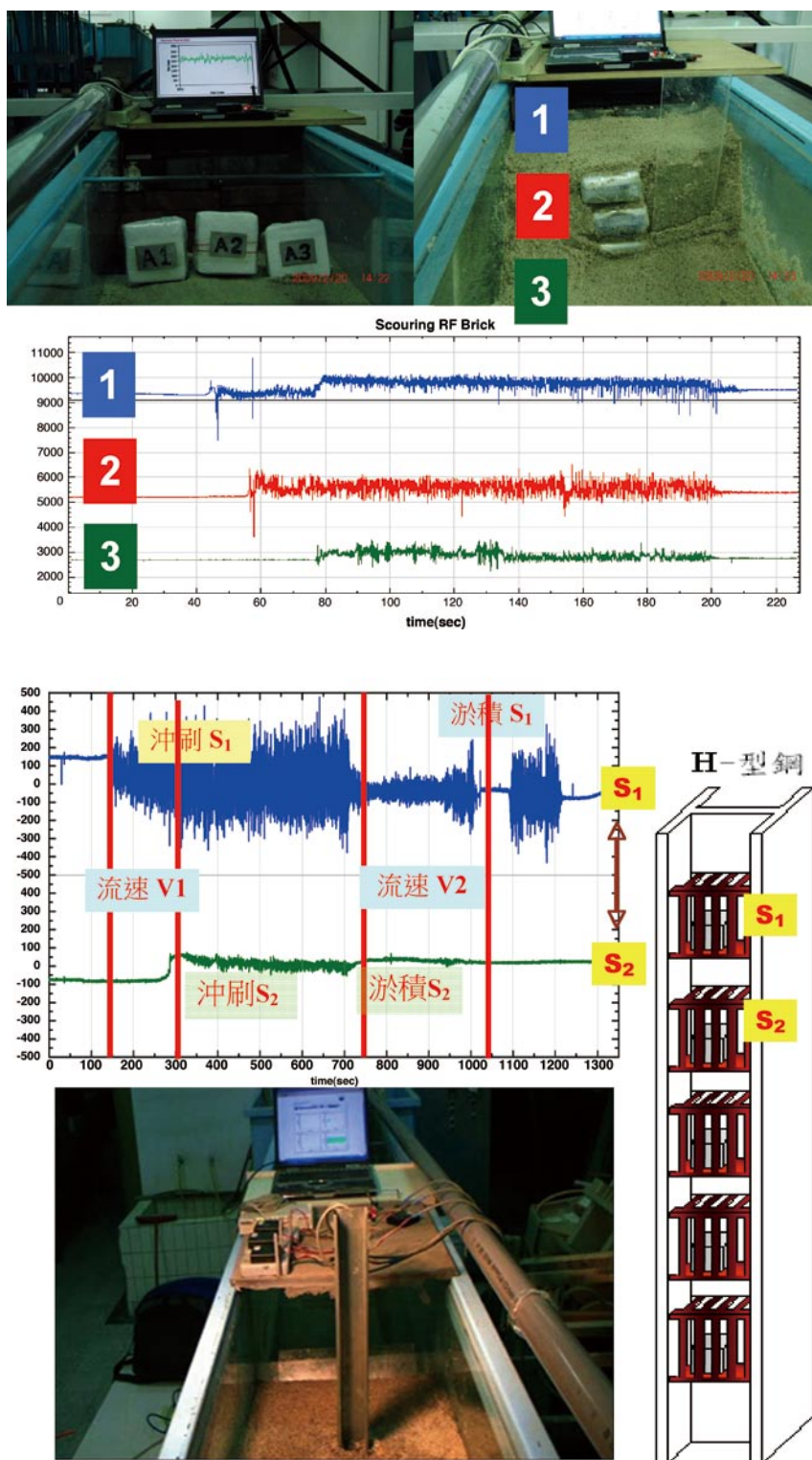


圖1 無線漂浮磚與沖刷磚之淤沙和沖刷歷程。



圖2 大甲溪國道一號及三號高速公路橋墩基礎監測系統安裝。

預警系統以偵測橋梁的沖刷與變位情形，據以研判橋梁之狀態，以利在颱風沖刷歷程中採行相關緊急應變處置作為，進而確保橋梁與行車安全，研發並建立高科技橋梁檢監測系統，在斷橋災害發生前，橋梁管理單位能先行採取應變處置措施，以確保用路人之生命安全，實乃極為重要之研究課題。

傳統上河床沖刷常於河床藉由挖土機具於河床埋設不同高度的磚塊，當河床沖刷時帶走河床鋪設的磚塊，並於洪水過後再於埋設磚塊位置，利用挖土機具開挖，藉由洪水沖刷後留存的磚塊數目與高度據以判別當次洪水沖刷深度，此一方法極為簡便，但因河床深槽區常為水流區域，機具於河床挖掘極為不便利且危險，施工尚有其不便處，因此本研究藉由無線傳輸經年積累的經驗，研發震動式無線漂浮磚及H-beam沖刷磚，本試驗概念是以無線網路接收漂浮磚及H-beam沖刷磚發出的訊號方式，來監測河川橋墩基礎沖刷深度。試驗結果如圖1所示，感測器都依沖刷深的先後順序浮出水面或於H-beam沖刷磚顯示洪水沖刷及淤積深度，並透過無線網路的方式傳送到接收端，即時顯示橋墩沖刷裸露狀況。本計畫已於大甲溪國道一號P6,P12及三號P24,P28高速公路橋墩基礎安裝光纖感測系統、微機電壓力計感測系統、無線漂浮磚、無線沖刷磚等相關沖刷監測系統以及加速度震動反應、傾斜計、沈陷計

和水位計、流速計等即時監測系統（圖2），未來即可透過網路視訊資料即時觀看現地橋墩基礎沖刷情形，並透過結構計算評估橋梁穩定安全，即時發出預警。

結論

無線網路微機電感測器沖刷監測系統，無線網路通訊技術及嵌入式系統的蓬勃發展，使無線感測網路已成為未來感測與控制系統的主流，無線網路微機電感測器沖刷監測系統除大幅提升使用及安裝的便利性外，其軟硬體設備成本也隨著技術提升及市場擴張逐年下降極具競爭優勢。無線感測網路與微機電感測器可達成大量佈建感測器的目的，可同時整合不同的感測器於同一晶片（例如加速度計、溫度計、濕度計、壓力計、風速計、GPS…等），低成本、低耗電、體積小、佈建容易、網路自癒能力，並具遠端雙向同步監控能力、可程式化、可動態組成，並可傳送現地即時影像等特性，無線感測網路架構整合微機電製程感測元件應用於結構監測預警系統，對國家之防災、減災與救災的貢獻極大。本研究藉由無線網路微機電感測器沖刷監測系統研發可即時監測水位、沖刷深度、洄淤及現地流域流況，適合用於現地進行預警監測。當達預警資訊時，此系統可即時自動傳送相關訊息於相關人員，以採取適當應變措施，減少國人生命財產之損害。

日本綠色創新—由國際綠色新政談起

The Green New Deal : Japan's Green Innovation

文/圖 游振宗 科技政策研究與資訊中心

前言

北極振盪偏負，太陽黑子週期低谷，北極圈冷氣團溢散流洩，北半球天寒地凍，南極氣溫上昇，冰溶、海平面上昇或海洋大循環的異常現象，陸地淹水或寒冷化，是數十年僅見的。報載巴黎冷得像西伯利亞，北京居民生活停擺、國際油價高漲，經濟復甦困難...，肯亞、澳洲、巴西等南半球洪水和土石流成災，人民流離失所的新聞，時有所聞。

此一地球暖化現象，導致氣候變遷，影響糧食生產、海岸侵蝕、物種減少等生態改變，甚至有著國土消失的威脅，大都會區治水付出龐大代價的警訊。全人類已經深惕戒慎，是本世紀所要面對的共業。

國際綠色新政

綠色新政

在此大環境陰霾下，前年後半又發生全球金融危機，使困頓環境更是雪上加霜。英國智庫「New Economics Foundation」（2008）（NEF），就以1930年代全球大恐慌而美國羅斯福總統以積極政策強力介入的緊急手段，提出大規模且有計畫新政（New Deal）為啟示，發表了「綠色新政」（Green New Deal）。

此一綠色新政，以整頓金融體系改革，提供就業機會與自足能源，促進經濟復甦，長期建構低碳經濟體系。即，強化金融體系體質，導引環境或再生能源投資，短期開創就業機會，刺激景氣，長期以減輕環境負荷，舒解金融危機、氣候變遷和原油價格高漲問題，使產業與社會結構變革為目標的政策考量。

全球綠色新政

以環境為對象的聯合國補助機構，United Nations Environment Programme（2009）（UNEP），也做效美國羅斯福總統的新政，發表了「全球綠色新政」（Global Green New Deal）要旨。

旨揭，今後兩年，全球務必投入相當全球1%GDP，即約7,500億美元的綠色經濟臨界規模為種子，進行綠色基礎建設。推動公共設施、辦公室住宅省能源化，建構綠色交通系統和再生能源體系，致力永續經營農業與水資源。已開發、開發中和低度開發國家的國情各有不同，依政策重點、優先度與投資額度而相異，藉由國際框架協商，以政府強力領導，全球規模介入作為契機。

國際綠色新政動態

英國NEF發表「綠色新政」後，引發國際漣漪。嗣後，美國、韓國、中國、日本等國家，也相繼發表相關政策。

2008年聯合國在波蘭Pozna的COP14中，就呼籲各國倡議「綠色新政」，主要以未來綠色發展為投資，開創綠色工作機會。

在布希總統主政時，美國就反對簽署京都議定書，但是DC與加州、德州等25州政府卻實施了「Renewable Portfolio Standards」（RPS）收購制度，而英特爾、百事可樂等民間大企業，積極利用綠能，風力發電領先全球，而太陽能發電也不落人後。歐巴馬總統在選舉諾言中，就揭示了環境與再生能源諸政策。上任後發表了「New Energy for America」和相關法案，揭櫫至2020年削減溫室效應氣體達1990年水準的綠色新政，使得唯一不動的聯邦政府也動起來。

歐洲對地球暖化最為積極，揭示了2020年溫室效應氣體排放，相較於1990年削減20%，而政策就不曾間斷。諸如德國於1991年，以固定價格收購制度導入風力與太陽能發電，並擴及歐洲各國；德國已經是全球太陽能發電量最高的國家。於2005年，首先在歐洲域內對大量消費能源者實施the European Union greenhouse gas Emission Trading Scheme（EU-ETS）的歐洲排放權交易，在2013年以後，將要求企業排放CO₂全要付費。對家庭、辦公室和運輸等，則以Decision on Effort Sharing（DoES）規範各國政府。

在亞洲國家中，誠如岡山純子（2009）所稱，以韓國投入最積極。筆者（2009）彙整，韓國於2008年，提出「低碳與綠色成長」作為新願景。於2009年以3大領域17項技術為新成長動力，相繼提出「綠色技術研究開發總合政策」，強調「綠色」是日後政策標記，成立「綠色成長委員會」，提高政策重要性。同年，在OECD理事會主席會議中，強調克服經濟危機與綠色新政扮演國際標竿角色的企圖心。

中國於2006年提出第11次5年計畫，表明至2010年每單位GDP能源費用比2005年削減20%，主要污染物質總排放量削減10%。2007年發布「再生能源中長期發展計畫」中，再生能源占總能源消費量，至2010年提升10%、2020年提升15%為目標。

日本，於1994年，就以住宅太陽能發電的剩餘電力設置補助金制度而設置量領先全球。在1999年以後，為世界最大太陽能電池生產國，至2004年出貨量約占全世界50%，但是年度設置量卻被德國超越，而於2006年度打住此一補助制度，並以外銷為主，尤其是歐洲市場。不過，於2009年，政府提出「綠色經濟與社會變革」方針，往後宣示了「低碳革命」。在政策上，於RPS制度中，加上自2010年實施固定價格收購自用太陽能剩餘電力。在稅法上，也同意綠能電力認證費用化。

2009年日本新政府上台後，更提出在2020年以前，要減少以1990年為基準的25%為目標並在聯合國提出。副總理Naoto Kan（2009）在

一項致詞中，就提出「綠色創新」思維，更顯具大幅改革決心。

日本綠能科技

綠能產業技術

在低碳社會中，再生能源、電動汽車和省能源家電可以視為生活上的新三寶，而再生能源係以太陽能與風力發電為主。

三木優（2009）就認為，Sharp、Kyocera、三洋電機的太陽能電池技術力都非常強，在生產規模、發電效率和品質稱得上是世界頂尖的，而Sharp次世代太陽能電池工廠更預定於2010年開始運轉。風力發電以三菱重工業製造大型風車馳名，以海外市場，尤其美國為中心。日本製鋼所和富士重工業，以國內市場取向。不過，優質風況的風車適建地不易覓得，今後以離岸「海洋風車」受到矚目。此外，無論巨大太陽能或風力發電，日本碍子擁有NaS蓄電池優勢，在儲存穩定供電技術上，就具發揮潛力。

於1997年，豐田油電混合車「PRIUS」上市，又引發一波浪潮，於2009年使用「太陽能換氣系統」。日產、三菱的「iMiVE」和富士重工的「Stellar」電動汽車也相繼要上市。又，日本以太陽能為補助電力，在開發全球首艘「Auriga Leader」汽車搬運船，並以2030年為目標設計「NYK SuperEcoShip 2030」概念船舶。

電動汽車的馬達，有明電、東芝和日本電產等主要廠商。馬達上所用磁石，有日立金屬、

信越化學和TDK等。電動汽車主要組件馬達、鋰離子電池，三木優（2009）也認為，日本企業朝小型與高性能化，激化競爭而極具企業競爭力。Bridgestone與KYB工業和AKEBONO BRAKE共同開發並發表了小型輕量化「輪內馬達」試作品，三菱汽車也臻至發表試作車了。此外，諸如Denso、Keihin、Aisin精機、日立製作所、安川電機、Eta電機工業等都是油電混合車、電動汽車的動能控制、控制單元和轉換器供應者。

日本在2009年施行的修訂能源法中，針對一年銷售150棟以上成屋的住宅公司，至2013年要求達一定省能源義務。太陽能電池面板型住宅、油電混合車對應住宅和省能源家電改建等都是趨勢產業，由流動消費型社會轉向惜福保值型社會。「All電化」、生態熱泵熱水機「Eco-cute」或「EcoWill」、「ECO Jo-Zu」、「EneFarm」電熱共生系統，自然採光、排除待機或感應人的自動開關燈、家庭能源管理系統（HEMS），大型開放建築的「高效率太陽能空調系統」或「換氣通風空調套裝系統」等節能省電商品與服務相繼推出。

新能源開發

以陽光計畫為主

現今日本在太陽能技術的國際競爭力，係奠基於1970年代石油危機後啟動的陽光計畫。於1980年設立新能源開發機構，即現今新能源暨產業技術綜合開發機構（NEDO），以煤液化技術、大規模深部地熱探勘、挖掘技術開發、太陽能發電技術等為重點計畫。

1993年陽光計畫與月光計畫統合為新陽光計畫。於1997年制定「促進新能源利用特別措施法」，明確規範國家、地方公共團體、事業者和國民角色分工基本方針及訂定新能源利用等事業者金融支援措施等。於2001年新陽光計畫，以大型計畫方式實施，由經濟產業省整合外部意見進行主題開發並評鑑成果。

NEDO於2004年，發表「邁向2030年太陽能電池路圖PV 2030」，就國家而言，揭示了至2030年導入量達100吉瓦，就技術而言，以「色素增感型」與「有機膜薄型」新觀念太陽能電池為開發重點。因而，於2006年，NEDO啟動了「太陽能發電系統未來技術研究開發」計畫，不僅是色素增感型，還包括薄膜矽、CIS、有機薄膜型等所有太陽能電池，甚至光觸媒的人造光合作用研發。

節能省碳開發應用

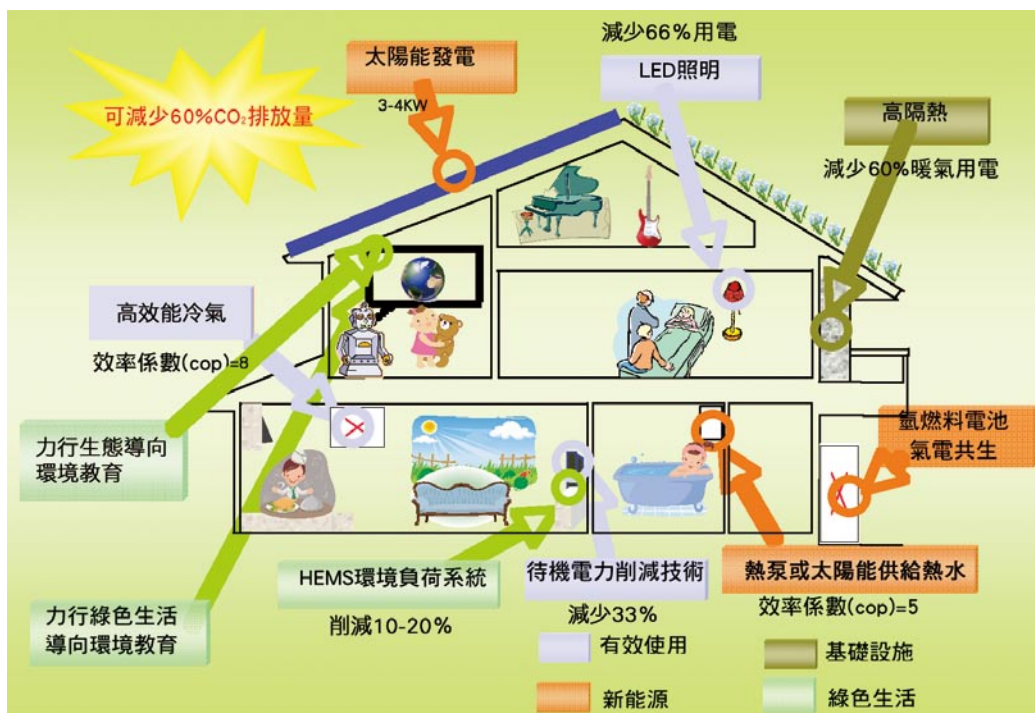
2008年「Cool Earth-能源創新技術計畫」彙整21項技術，以國家推動技術開發路圖，運用最新技術由民間主導商用材料開發。「宇宙太陽能發電研究開發大型計畫」就是一項太空的太陽能發電，以具十倍以上發電效能，對地面傳送，是值得推動的。又，地球環境產業技術研究機構在經濟產業省支持下，也在進行CO₂封存的實證實驗。

於2005年，「流山綠色鏈策略」強調「綠化」鏈，以省能源住宅「點」投入，抑制CO₂排放、隔熱、地面輻射控制、通風等而擴張至「線」或「面」街道打造的巨觀擴展。

日本創新政策

打造低碳社會願景

在環境、能源和高齡少子議題下，日本以科學技術政策研究所（NISTEP）擅長的第八次科



資料來源：Kuniko Urashima (2009)。

圖1 2050節能省碳居家生活願景。

技前瞻調查結果為骨幹，於2007年提出「創新25」。如筆者（2009）所陳，係凝聚社會菁英意識並集結科學家智慧，以情境分析描繪出二、三十年後的社會生活寫照，建立社會共識並規劃出國家策略政策路圖。

在此分析上，以省能源資訊技術為基礎，資訊技術（IT）與機器人技術（RT）融合的IRT發想，建構虛擬實境並結合網路系統化機械人，以疏解人力，居家生活節能省碳，如圖一所示，自行健康管理與遠距醫療，甚至以IRT技術或合成生物學進行醫療開發。又，以汽車電氣化與次世代智慧運輸系統（TTS）、阻塞資訊連動高度定位系統（VICS）、衝撞自動迴避或自動收費系統（ETC）整合，期以電子控制一元化管理發展「全自動駕駛」，甚至以光觸媒開發人造光合作用，以「CO₂」作為汽車能源，來實現一個美麗國度，不是不可能的。

科學技術振興機構（JST）於2009年12月成立「低碳社會策略中心」，以2020年生活樣態、社會結構、產業結構和技術體系等情境分析，作為打造低碳社會願景的司令塔。

技術前瞻

NISTEP以德菲法進行科技預測，在國際上頗具知名度。在第八次科技前瞻調查，就以德菲法調查、書目計量分析急速發展研究領域、注目科技領域情境分析、社會與經濟需求分析，作為擬定第三期科學技術基本計畫重要依據。

在第三期基本計畫進行至第三年，開始進行政策執行度追蹤調查並做「取捨與集中」，以銜接

並策劃次期基本計畫。就以環境與能源為主軸，歸結出12項融合型議題計837項科技課題。因而，Kuniko Urashima（2009）就指出，第九次科技前瞻調查，就以「創新25」為藍圖，根據此一追蹤調查歸結議題與課題，針對社會需求導向的安心、安全、國際合作與競爭力面向進行預測調查。

科學技術基本計畫

日本自1995年實施為期五年而前瞻十年的科學技術基本計畫。第一期基本計畫中，以建構知識為根基奠下重大基礎研究環境為重點。第二期基本計畫，就明確提出國家四大優先領域與四大重要領域，並放眼未來50年造就30位諾貝爾獎得主為指標。第三期基本計畫，再就國家優先領域聚焦，篩選出273項重要研發課題，其中62項策略性重點科技。

第四期基本計畫預定於明年實施，不過可以預期，低碳社會、綠能科技與醫療福祉將是計畫主軸，誠如筆者（2009）分析，在管理循環PDCA的抽絲剝繭下，循序漸進並聚焦，分階段追求創新。

日本創新策略

火箭推進器式研發

日本為求科技突破創新，自1995年實施科學技術基本法以來，在策略上就採取火箭推進器式。第一階段是科研補助經費，以研究人員自由意志研發，著重獨創性、多樣性和科學價值。平均每人年約300萬日圓研究補助經費，形成多樣且廣泛盤踞的基礎研究範疇。

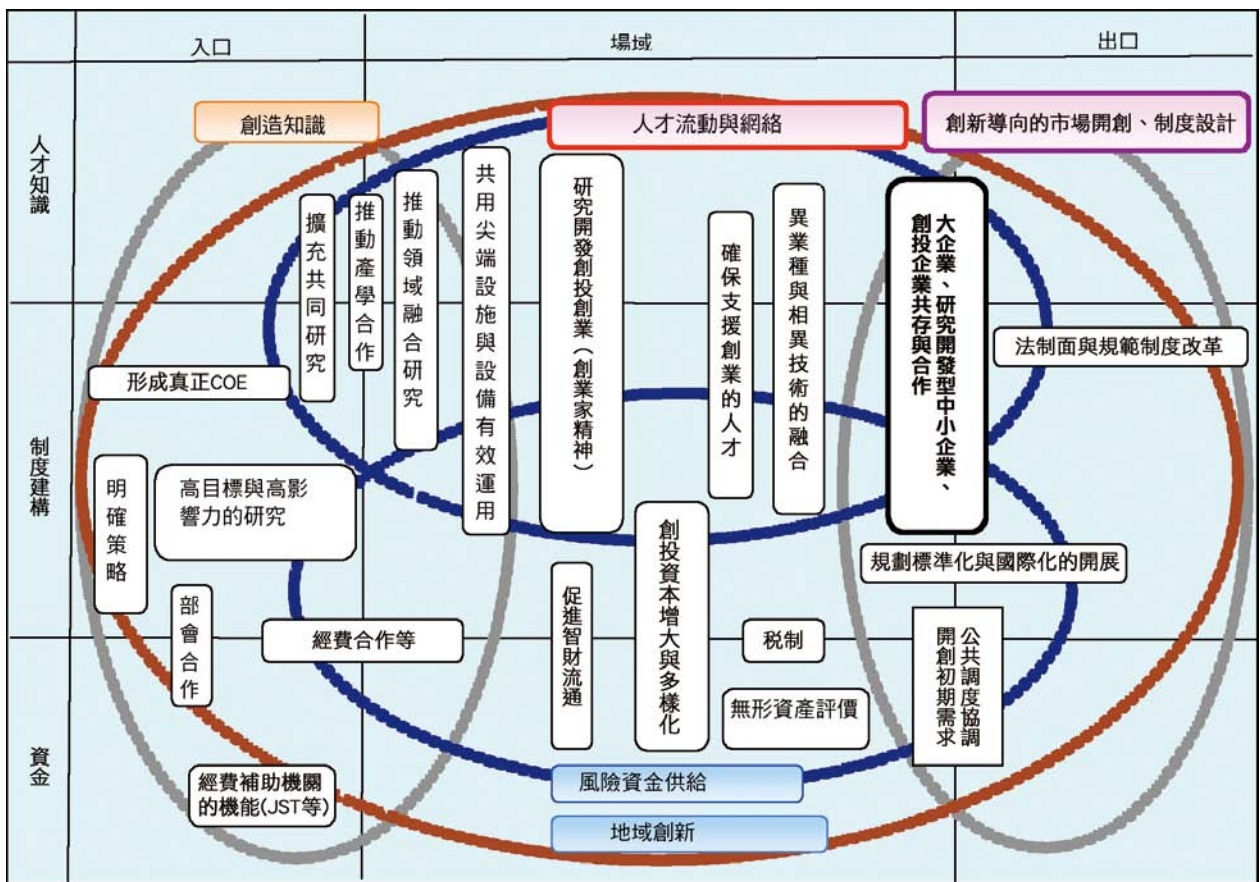
第二階段，就此一研究中，遴選出似乎蘊藏可蘊育新產業或社會變革芽者，約1%具潛力計畫。以火箭推進器式機能，即約十倍經費，以五年每人年支援約3,000萬日圓經費，在世界頂級研究環境中，開展研究。JST理事長，北澤宏一（2009）就指出，歷經13年努力，2008年終究在iPS細胞、鐵系高超導體、強相關電子物性、自然免疫和免疫控制等斬獲國際矚目的卓越成果來。

日本創新生態體系

在基礎研究與應用研發的罅隙，如何跨越，使研究成果創新實用化，要克服風險跨越「死亡之谷」、進化競逐橫越「達爾文海」的。科

學技術振興機構研究開發戰略中心（CRDS）（2009）就認為日本需要的創新，是「毀掉既存價值，破壞既存市場，取而代之，就是開拓新價值與市場，促進經濟發展行為」者。因此，在創新經濟上，必須在市場中競逐生存，打開新願景、新通路、新行動和行動計畫的。創新，是不斷地反應經濟或社會種種要素，擁有多面向性的，是一個生態體系。

CRDS（2009）就指出，生態體系是相異部門一邊協調、合作或競爭，一邊誘發創新的活動體系，如圖2所示。就以科技創新觀點而言，以知識創造、人才流動性與網絡、風險資金供給、創新意圖市場開創、制度設計、地域創新作為要



資料來源：CRDS (2009)。

圖2 科技創新要素與要素群。

件，形成創新的生態場域文化最為重要。諸如日本文部科學省推動「智慧型群聚創成事業」，就是期待此等生態體系的。就國家支援體系而言，由基礎研究至創新的初始階段為支援重點，強調企業、政府、教育機構和勞動者的新合作關係。諸如JST的單一窗口A-STAGE產學合作服務、十年期S-innova創新研發等支援。

無論跨越死谷或橫越達爾文海，障礙寬廣度與深度是依設定目標而異的。如非晶質矽薄膜太陽能電池，早期在計算機、手錶電源使用與現今液晶面板或電力用途就不同，光觸媒殺菌、污染物分解或空氣淨化實用化，再相較於日後開發色素增感型或有機膜薄型太陽能電池，或光觸媒人造光合作用，又將是另一項艱鉅挑戰的了。因而，創新是累積研究成果與技術突破，分階段聚焦而循序漸進發展的。

結論

日本在「打造低碳社會行動計畫」中，揭示了太陽能發電大幅降價的決心，又在聯合國提出大幅降低排碳量。實現此一艱巨目標，主要是寄望於再生能源科技突破創新。尤其是太陽能科技與應用，較不受地形條件限制，日本又擁有高度研發能力與技術，是寄於厚望的。新能源概念為再生能源供給、能源效率、能源多樣化開展發展之途。

日本全國科技研發相關經費，一年約17兆多日圓，其中民間約投資13兆多日圓，政府約投資

4兆多日圓。在產業技術力上，民間擔負絕對重任，而政府著眼於國家整體政策，投資未來十年或二、三十年後需要的科技，聚焦而循序漸進推動。在創新角色上，產、官、學、研角色分工合作，高度風險由政府承擔，低度風險則由民間負責，承擔責任依風險高低而比重不同。

參考資料

1. Kuniko Urashima (2009). *Japan S&T Strategy for Global Warming and Climate Change*. 台北市：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。
2. Naoto Kan (2009). *Keynote Address at the Opening Ceremony of the 6th Annual Meeting of Science and Technology in Society Forum*. Tokyo, Japan:JST.
3. New Economics Foundation (2008). *UK needs 'Green New Deal' to tackle 'triple crunch' of credit, oil price and climate crises*. UK:NEF.
4. United Nations Environment Programme (2009). *Global Green New Deal:Policy Brief*. Switzerland: UNEP.
5. 三木 優 (2009)。グリーン・ニューディール—これから起こる変化と伸びるビジネス。日本東京：株式会社近代セールス社。
6. 北澤宏一 (2009)。2008年—日本の科学当たり年：JST活動紹介。台北市：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。
7. 岡山純子 (2009)。グリーンニューディール政策のアジアへのインパクト～韓國の分散エネルギーシステム構築に向けた挑戦～。シンポジウム”未来への挑戦”、グリーンニューディール—世界、そして日本はどう変わるのか?—。日本東京：日本教育会館一ツ橋ホール。
8. 科学技術振興機構研究開発戦略センター (2009)。21世紀の科学技術イノベーション—日本の進むべき道。日本東京：丸善プラネット株式会社。
9. 游振宗 (2009)。日韓科技政策重點分析—轉型低碳社會與發展綠色科技—。台北市：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。
10. 游振宗 (2009)。日本科技政策暨政策形成機制—邁向知識經濟社會—。台北市：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。

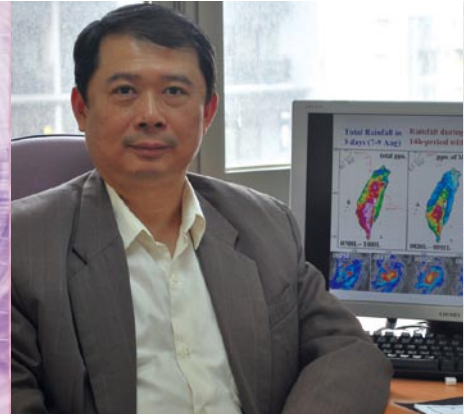
人物專訪

Feature Person

颱風研究的終身志工

專訪颱風洪水研究中心籌備處
李清勝主任

文 國家實驗研究院 / 圖 李清勝 颱風洪水研究中心籌備處



當初為何選擇進入大氣科學領域？「因為大氣這個名字很炫！」國家實驗研究院颱風洪水研究中心籌備處主任李清勝，給了一個很KUSO的答案。

出生於高雄縣路竹鄉，李清勝是道地的高雄孩子，從溪州國小、旗山國中、到高雄中學，升學一路平順；原本預期的生涯是就讀大學工程科系，卻在選填志願時出現了有趣的轉折：「台大大氣系那年剛成立，一看名字好炫就填了，那也是我當時填的唯一一所非工程科系。」未料這個決定竟讓李主任從此和颱風研究結下不解之緣，轉眼就是三十餘年。

「颱風對台灣實在太重要了，攸關著全民的身家性命。」這位堪稱颱風研究的終身志工，堅毅的使命感其實是源自於蔡清彥（現任工研院董事長）與陳泰然（現任台大副校長）兩位教授的啟蒙。在國內對颱風研究還很陌生的年代，李主任

獲陳泰然教授推薦，於1979年赴美科羅拉多州立大學（CSU）攻讀大氣科學博士，專注「颱風中積雲動量傳送與環境影響颱風形成的觀測分析」研究；1986年在兩位教授的感召下，返回台大繼續研究與教學工作，而李主任亦是當時旅美學者中，從事颱風研究返國的第一人，後續更在蔡清彥教授的帶領下，著手在國內成立颱風研究群。

儘管當年國內的研究環境不比美國環境與大氣研究的翹楚CSU，更遑論與美國大氣科學研究中心（NCAR）相提並論。既缺少完善的研究設施，也沒有大型電腦提供運算，李主任仍樂於從兩台PC開始做起，憑著「凡事往正面看」、「對的事就要做到好」的信念，一步步協助推動國內的颱風研究工作。為解開颱風眼之謎，2001年和國內研究團隊締造全球首次無人飛機進入颱風眼觀測的紀錄；近年更協助中央氣象局發展侵台颱風風雨機率預報技術。

如今，各界對颱風的關注已演變成「社會議題」，預報的準確性因而動見觀瞻。李主任也再三強調，預報有其不確定性，如觀測資料的取得、大氣渾沌的特性以及資料運算上所產生的誤差等，使預報存在某種程度的風險；因此，站在預警防範的角度，唯有重視每個颱風的潛在風險，才是正確的做法。

回顧和颱風交手的經驗，令李主任印象最深的是2001年在登陸前突然向左轉的桃芝颱風。當時氣象局原本預測桃芝在7月30日凌晨零時20分登陸，但卻在29日晚間8時前後開始大轉彎。當晚，李主任在中央氣象局判讀資料後，便立刻警覺轉向的桃芝將可能對花蓮地區造成嚴重災情，於是立刻通報於中央災害應變中心值班的防災國家型科技計畫辦公室同事，並連繫地方防災單位緊急疏散潛勢區居民；而所有如實撤離的鄉里，人員都一切平安。即使桃芝橫掃之處仍造成不少災損，氣象單位也飽受輿情批判，但由於事前預警、撤離等工作之貫徹落實，阻止了更多悲劇的發生。

滿口「颱風經」的李主任，雖將大部分時間奉獻給了颱風相關事務的推動，但重視家人的他，為兼顧研究與孩子的教育，每日下課後，便將寶貝女兒接到研究室，一方面指導孩子課業，另一方面完成手邊工作。或許是這種浸淫在研究環境中的親子互動模式，讓兩位女兒在學業上都有不錯的表現，一家四口連同夫人，皆很有默契的成為台大校友。

2009年接任國研院颱風中心籌備處的總舵手，李清勝主任沒有太多猶豫。「從歷史的軌跡可以看出，我們需要更了解自然，才能和平共處；因此要有更多人投入研究，才能有更前瞻的眼光，守護我們的美麗之島。」全力投入颱風中心的推動工作，就是為了讓大學培育的颱風研究人才，有可以發揮所長的出路，並成為一股群聚的力量，研究成果才能持續累積，爾後逐步落實於氣象與水利單位，為社會民生做出更多貢獻。「沒有退休的時間表。」拼命三郎的敬業態度表露無遺，李主任把颱風相關事務當做終身志業，為後浪樹立了榜樣，也為颱風中心籌備處開啟了另一番新氣象。



莫拉克颱風國際研討會圓滿閉幕 颱風工作同仁開心大合照。

追求人生的夢想 專訪簡英哲博士

文 朱怡靜 國家實驗研究院 / 圖 簡英哲 中原大學



簡英哲博士出生於南投，不久後就搬到台南市，小學時代就在純樸的南部成長。小學畢業後即北上就讀大安中學、師大附中，之後考入中原大學電子工程學系，大學畢業後就高唱從軍樂，分發到海軍陸戰隊。

與簡夫人的姻緣，彷彿上天註定一般。簡夫人家曾於小時候租屋於簡博士祖父之房子，兩家長輩早已認識，但不久後簡夫人家搬家，在簡博士出國深造前久久不曾再有聯繫。簡博士服完兵役後，進入泰國亞洲理工學院工業工程與管理學系深造，在泰國與簡夫人再度相遇，此時才發現兩家從小就已經結緣，簡博士也在研究所畢業後一年與簡夫人共結連理。

在泰國取得工業工程與管理學碩士後，簡博士選擇了返台工作。第一年在工業技術研究院工作之後，其餘十三年在台灣業界就職，包括擔任台灣摩托羅拉電子公司可靠性與品質保證部經理、台灣美國無線電公司品質管制部經理、奎茂電子公司品質保證部經理、聯美電子公司品質管制部及設計工程部經理等。在這段時間內，適逢台灣製造業及出口導向的工業起飛時期，簡博士積極地參與了建立消費性電子如電視、電腦、電子零組件、半導體等的品質與可靠度制度，改善產

品的良率及培育人才，見證了台灣製造（MIT）產品開始立足全球的時代。簡博士認為在當時要改善台灣工業體質，應多學習外資大企業的經營制度、品管和生產流程，以提昇產品生產力和品質。

在台灣累積了多年的工作經驗後，簡博士在四十歲時毅然放棄在台灣高階主管的工作，帶著夫人及兩個孩子舉家搬遷到美國，進入亞利桑那大學攻讀系統及工業工程學博士。一方面簡博士深感追求知識的熱望，也希望能尋求更精深的可靠度知識，以便將來能以自己在此方面的能力，為台灣工業在可靠度的提昇提供一己之力。於是以上班時累積的儲蓄、學校提供的獎學金及家人的全力支持下，簡博士下定決心赴美深造，一圓取得博士學位的夢想。

1995年簡博士獲得亞利桑那大學系統及工業工程學博士後，進入美國AT&T、美國朗訊科技公司、美國Alcatel - 朗訊公司所屬之貝爾實驗室擔任研究員，從事電訊系統及光電產品的可靠性分析、設計及改進，具十四年大型及中、小型系統之高可靠度及高可用度之實務經驗。簡博士認為，人生中都有不同的階段，在每個階段的理想實現後，就該朝向下一個階段的目標邁進。



簡英哲博士與夫人合影留念。

簡博士始終念茲在茲希望本身所吸收到的知識及實務經驗，可以帶回台灣，建立台灣與國際的接軌，進而走向具有設計及品牌自主之路。簡博士於2008年透過友人卓耀宗博士（註1）介紹，了解到台灣有伯樂計畫（註2）的管道引進具有跨國公司經驗、多項專門技術之高階人才返台進行短期服務，因此於2009年9月初回台參加本院所舉辦之伯樂計畫，並於2010年2月進入中原大學工業與系統工程學系擔任助理教授，深以能服務母校，為國家教育年輕學子為榮。

簡博士認為，要改善產業發展從代工（OEM，ODM）跨越到自有品牌，具備設計能力是極重要的先決條件；而除了產品本身專業的設計知識外，設計適當的可靠度水準，兼顧消費者可接受的可靠度水準及生產者生產成本的考量，必須建置一套可調式的可靠度設計方法，以降低廠商出廠前生產成本及事後因產品瑕疵所造成的失敗成本。在執行伯樂計畫期間，走訪了全台將近三分之一的大學及部份代表性產業單位，

簡博士發現台灣在可靠度系統的建立上似乎尚未準備好，觀念上，多數業者仍只視可靠度為品質設計的延伸，而較少瞭解到可靠度與品質都必須在產品設計階段就設計好。可靠度的設計，並非只有大系統如通訊設備及複雜、昂貴產品如太陽能裝置、飛機等才用得上，而是任何產品皆可應用。在實務上，甚多業界對可靠度保證的作法，仍然停留在二十多年前，以壽命試驗為中心的方式因應，但這些作法實不足以防範不良品出廠並保障使用者權益。現階段，台灣的電子、半導體、LED、太陽能等工業，已具有完整的產業上、中、下游一貫生產鏈。政府及業者應利用此優勢，建立產業在上、中、下游間可靠度資訊互通的平台，進一步使各產業階段能因可靠度資訊的交換，都得以改進可靠度設計能力及降低成本，建立一個在品質、可靠度、成本及產品設計時程方面，都具有強大世界競爭力的工業生產鏈國家。

如今，簡博士進入學術界，在與學生的接觸中，簡博士感受到台灣新一代的活力與希望，期盼藉由知識及專業經驗的傳承，給台灣的新生代注入可靠度分析及品質方面的新概念和有系統的方法，也期待藉由產、官、學的合作，讓台灣的產業從MIT（Made in Taiwan）進入DIT（Design in Taiwan）的新里程。對一個海外遊子，這將是對這塊撫育我們的土地和誠直、古道心腸的國人，最衷心的回饋。

註1：卓耀宗為97年度參加伯樂計畫返台之伯樂人才。

註2：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。

淺談實驗鼠疾病模式

文/圖 秦咸靜 國家實驗動物中心

「疾病模式」(animal models of disease)是指利用實驗動物做為人類疾病之研究模型，以便在實際進入臨床試驗及應用之前，能先對試驗有一定的掌握度。為了使在實驗動物進行研究的成果可以正確運用在人類醫學，在模式動物品種的選擇上，應配合實驗目的、疾病的複雜度與疾病發生原因等因素，多方考量。常見疾病模式動物除實驗鼠外，還包括：斑馬魚、實驗犬、家禽類、家畜類及非人類靈長類等，各自有其不可取代的地位。雖然實驗鼠並不一定是研究人類疾病最適合的動物模式，但由於基因改造技術的出現，加上實驗鼠多樣化的品系選擇，及實驗鼠的基本生理特性：生殖期短，繁殖快速等，使得實驗鼠成為現今最重要的模式動物之一。尤其二十一世紀初，科學家完成了實驗小鼠基因體解碼，及第一份人類基因體草圖，正式宣告生物科技進入後基因體世代後，實驗鼠疾病模式更成為一個重要的討論課題。

人類與實驗鼠的關係非常親近：人類與實驗鼠各都擁有約三萬多個基因，其中有80%的相似性，且只有三百多個人類基因是在實驗鼠找不到的。早期的實驗鼠疾病模式，多由自發性突變而產生，最著名的例子是發現突變小鼠和人類的局部白化病症(Piebaldism)外表特徵相同，即前額與腹部含有白斑特徵，經分析後發現其遺傳變異竟也與人類相同(圖1)，使研究人員確認實驗鼠可以有效成為研究人類疾病的重要工具。此外包括糖尿病小鼠(ob/ob及db/db)小鼠、高血壓大鼠(SHR品系)等常用品系，也是由自發性突變育種而成。而近年來因轉譯醫學之發展，需要許多人類疾病模式進行新藥開發與醫療研究，使大規模基因改造鼠的生產與開發亦成為全球性的趨勢。目前全球已經產出超過二萬個品系的基因改造鼠，其中包括神經退化性疾病、精神性疾病、癌症、肥胖及代謝症候群等人類重要

疾病的模式鼠，成為新藥開發的重要工具。由於基因改造鼠的建置是生物醫學發展上重要的里程碑，使得基因標的技術的創始研究人員於2007年獲得諾貝爾獎的殊榮，更加突顯了實驗鼠疾病模式的重要性。

實驗鼠疾病模式的未來發展方面，除期望能夠持續建置具臨床意義的模式鼠外，也將結合幹細胞及再生醫學技術、及表現型分析技術，突破現代醫療的瓶頸，研發新藥或新的醫療方式來對抗目前仍束手無策的疾病，以解決人類生老病死之困擾。



(A)



(B)

圖1 (A) 人類的局部白化病症 (Piebaldism) 及 (B) 局部白化病自發性突變小鼠擁有類似的外表特徵及其它臨床症狀，包括不孕、貧血等。二者皆由於KIT基因突變所造成。圖片摘自Developmental Biology, 6th, S.F.Gilbert。

福爾摩沙衛星三號新應用 地震前兆研究

文/圖 蕭俊傑、顏隆政 國家太空中心

地震是影響人類生活主要的天然災害之一，更有報導指出過去10年全球天災奪走的78萬人命，有6成是由於地震所引起的。雖然截至目前為主，科學家們仍然無法對地震的發生提出有效的預測，但各種不同方式的地震前兆觀測研究卻是從來不曾停止。我國福爾摩沙衛星三號的電離層掩星觀測資料，也在地震前兆研究上有了初步的成果。

福衛三號發射昇空後，國家太空中心福衛三號任務操作團隊便全天候掌握衛星狀態，確保衛星正常運作，以提供高品質之觀測資料，服務全世

界各主要氣象相關單位及支援各項科學研究為目標；而福衛三號計畫相關同仁也全力推廣福衛三號，使其獨步全球之星系掩星觀測資料能為各學門廣泛使用。地震前兆研究，則是福衛三號電離層觀測資料的一個全新應用領域。

科學家們對地震在電離層引起的擾動進行分析後發現，地震發生前，白天電離層帶電粒子濃度會有劇烈的減少（Liu et al., 2000）。2006年福衛三號發射昇空後不久，台灣屏東地區在12月26日就發生規模7.0的地震，福衛三號也觀測到本次地震之電離層地震前兆。圖一左圖與中

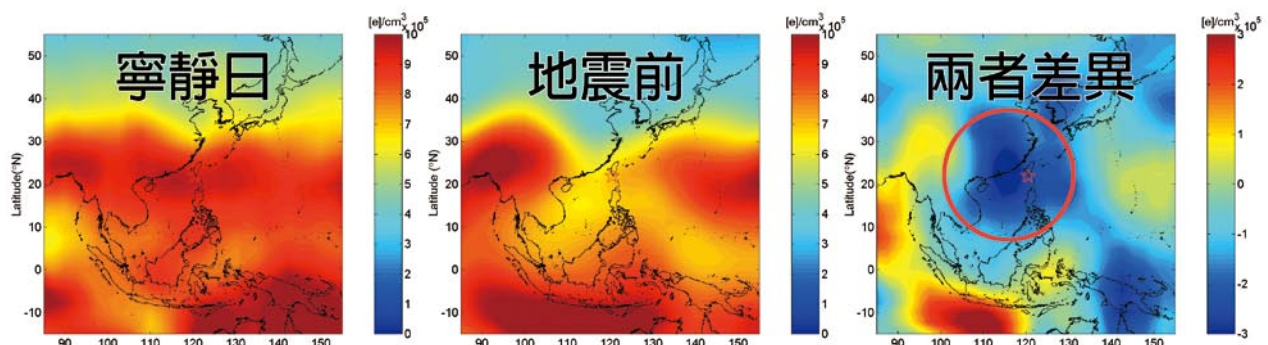


圖1 福衛三號所觀測之2006年12月26日屏東地震電離層前兆。

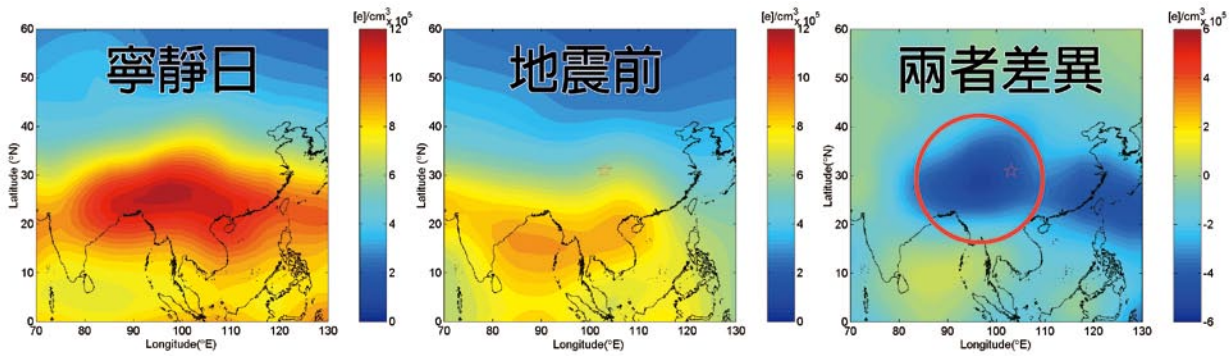


圖2 福衛三號所觀測之2008年5月12日中國四川汶川地震電離層前兆。

圖分別顯示了地震發生前6到20天之參考寧靜期間，以及前1到前5日之前兆期間之電離層層峰電子濃度中位數，圖一右圖則為兩者差異。由圖可以看出，在地震震央臨近區域電離層層峰電子濃度有明顯的減少，減少量已超過依統計方式計算出之電子濃度正常範圍（詳見Hsiao et al., 2008）。再次利用福衛三號資料，對2008年5月12日，發生於中國大陸四川地區汶川大地震進行分析結果，也發現在地震震央附近有同樣的電離層層峰電子濃度異常減少的現象（Hsiao et al., 2009）（圖2）。有別與傳統常用之觀測方式，地面電離層雷達僅能對測站附近區域做一維垂直觀測；而地面GPS接收器僅推估電離層電子的垂直總量，利用福衛三號的掩星觀測資料可重建全球三維電離層立體結構，確實掌握地震臨近區域電離層發生異常變化的高度與位置，提供相關地震研究人員參考。

福爾摩沙衛星三號的主要任務為氣象與氣候觀測，本研究並非強調福衛三號具有預測地震之能力。筆者希望經由福衛三號觀測地震前兆研究，除提供地震相關研究學者參考之外，同時推廣福衛三號觀測全球三維電離層立體結構之能力，使我國衛星資料能有更廣泛的應用。

參考資料

1. Hsiao C. C., Liu J. Y., K.-I. Oyama, N. L. Yen, Y. A. Liou, S. S. Chen and J. J. Miao (2009) Seismo-ionospheric precursor of the 2008 Mw7.9 Wenchuan, earthquake observed by FORMOSAT-3/COSMIC, GPS Solut., DOI 10.1007/s10291-009-0129-0 (SCI).
2. Hsiao C. C., J.Y. Liu, K.-I. Oyama, N.L. Yen, Y.H. Wang and J.J. Miao (2008) Ionospheric electron density anomaly prior to the December 26, 2006 M7.0 Pingtung earthquake doublet observed by FORMOSAT-3/COSMIC, J Phys Chem Earth, doi:10.1016/j.pce.2008.06.058 (SCI).
3. Liu J.Y., Chen Y.I., Pulnits S.A., Tsai Y.B. and Chuo Y.J. (2000) Seismoionospheric signatures prior to M C 6.0 Taiwan earthquakes. Geophys. Res. Lett. 27:3113–3116 (SCI).

活動報導

Activities

2009 台灣奈米影像競賽 國研院儀科中心榮獲佳績

文/圖 蘇健穎 儀器科技研究中心

國研院儀科中心參加由國立台灣大學奈米機電系統研究中心與東南科技大學奈米機電系統研究中心主辦之 2009 台灣奈米影像競賽，以「開心農場 一個蘿蔔一個坑」作品於「掃描式電子顯微鏡 (SEM) 影像組」榮獲第一名佳績。本實驗結合奈米球模板技術 (nanosphere

lithography)、旋鍍法與薄膜沉積技術，製備新穎奈米微結構。先以聚苯乙烯奈米球鋪排於 Si 基板上，再使用 NiO 溶液進行旋鍍法並加熱至 350°C 移除奈米球，形成連續蜂巢狀結構作為農場場地；隨後鍍製 Au 或 Ag 金屬薄膜，再進行 1050°C 高溫熱處理，則在蜂巢狀結構內形

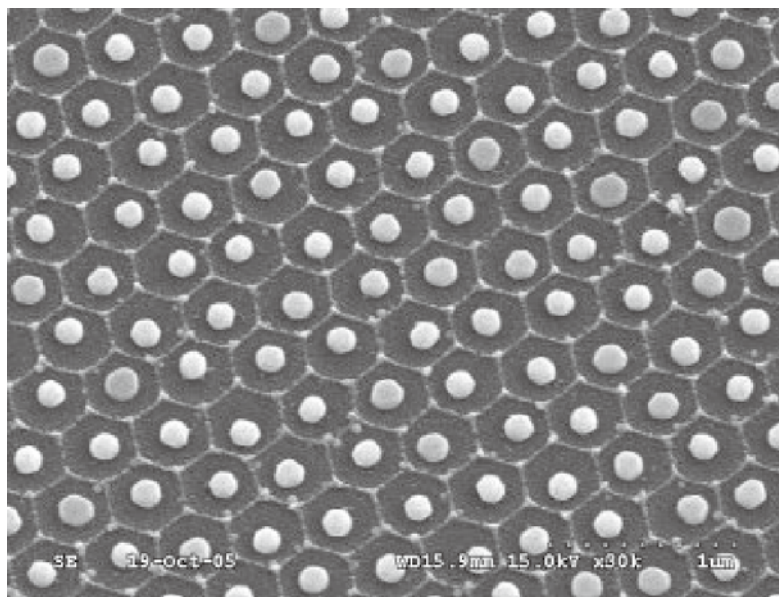


圖1 「開心農場 一個蘿蔔一個坑」作品於「掃描式電子顯微鏡 (SEM) 影像組」榮獲第一名佳績。

成奈米尺寸之金屬顆粒，如同散佈於農場上之農作物。顆粒尺寸如同農作物健康情形，因而略有所不同。傳統奈米球模板技術主要是將奈米球作為遮罩及利用其最密堆積特性，成長奈米顆粒陣列。本實驗製備新穎奈米微結構，將金屬奈米顆粒各自局限於單一蜂窩狀微結構內，並維持週期性陣列排列，提供未來開發奈米微結構之參考。

另一項作品「奈米甜甜圈」於「掃描探針顯微鏡 (SPM) 影像組」榮獲第二名佳績。「奈米甜甜圈」使用氣相合成法於 1000°C 爐管中成長氧化鋅 (ZnO) 環狀微結構，影像中奈米甜甜圈外徑達 320 nm，內徑小至 60 nm，而高度達 72 nm。由於 ZnO 為一種寬能帶半導體材料，

可廣泛應用於發光材料、透明導電薄膜、氣體偵測器及場發射元件等。此影像取得耗時 5 天，由於此樣品 ZnO 環狀微結構密度極低 (2-5/100 μm^2)，使用一般研究型原子力顯微儀尋找特定形狀自然耗費時間。目標定位後，以高解析進行 500 nm \times 500 nm 影像掃描，掃描頻率微調小於 0.8 Hz，以清楚呈現 ZnO 環狀微結構表面細緻形貌，並有助於探討成長參數對於 ZnO 環狀微結構表面粗糙度的影響。

本項競賽活動作品投稿截止日期為 2009 年 12 月 10 日，於今 (2010) 年 1 月 11 日公佈競賽成果，並於 1 月 15 日在東南科技大學國際會議廳舉行頒獎典禮。

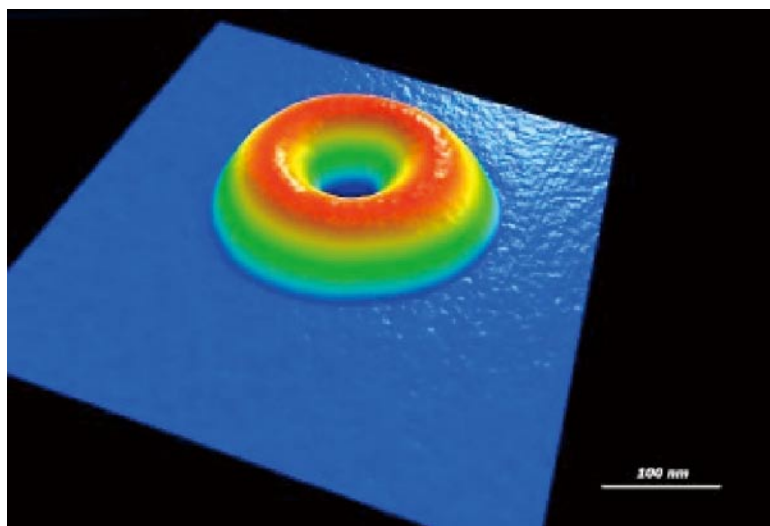


圖2 「奈米甜甜圈」作品於「掃描探針顯微鏡 (SPM) 影像組」榮獲第二名佳績。

2010年0304高雄甲仙地震勘災說明會

文/圖 張毓文 國家地震工程研究中心

台灣時間2010年3月4日8時18分（世界時間0時18分）於高雄甲仙地震站東偏南方 17.0 公里發生一起芮氏規模ML6.4之地震，震央位置在北緯23.00度、東經120.73度（位於高雄縣甲仙鄉），為高雄地區近年來規模較大的地震，震撼整個台灣，各地感受到明顯搖晃，嘉義縣大埔地區最大震度達到六級。依據中央氣象局之統計，在主震發生後28小時內，約有275次的餘震發生，最大的餘震達到規模5.7。除此外，主震發生過後南部各地陸續傳出校舍、建物損傷災情，其中台南縣的玉井國中因柱子嚴重毀損，造成緊急停課；部分民宅傳出倒塌及土壤液化等因地震所引發之災情。

財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心有鑑於本次地震於南部各地帶來震害，於地震發生後啟動勘災隊伍前往，針對校舍、民宅、液化等震害進行調查，瞭解初步的災損狀況。並於2010年3月22日舉辦「2010年0304高雄甲仙地震勘災說明會」，分享本中心針對此地地震所進行災損評估分析及蒐集之勘災資料，會中廣邀國內學者與工程界專家參與討論及分享相關實務經驗，使各界瞭解該地震於臺灣南部地區所造成之災損狀況，圖1為國震中心張國鎮主任於會前致詞。本說明會主要議題分為四大項目：（1）高雄甲仙地震的地震特性介紹及本中心TELES系

統針對該地震所分析之早期評估結果；（2）校舍、民宅等建物之損傷狀況，內容包括9處校舍（其中含括損傷嚴重的玉井國中，如圖2）、8處民宅及1座水庫（圖3為台南縣虎頭埤水庫因地震產生之裂縫）之受損情形；（3）醫院、校舍等處非結構設施之震害；（4）公、鐵路、橋等公共設施於本次地震之損傷情形。當天與會人員約有60餘人，均來自於臺灣各地之土木相關人員，包含大專院校之教授及學生，圖4為與會人員聆聽相關資料之分享。會議中除講員針對議題進行資料分享外，最後亦進行實務討論，各界針對校舍、民宅等建物受損與評估結果以及所應補強之方法等相關問題均發言踴躍、參與討論，互相交流相關意見，皆獲益良多。

本說明會除分享寶貴資料外，亦提供一個橋樑，使工程、學界能就地震災損之議題進行溝通，藉由說明會的舉辦，讓國人對高雄甲仙地震能有深入的瞭解，進而對國內結構耐震問題與因應對策有深一層的探討與思。



圖1 國震中心張國鎮主任於會議開始前致詞。



圖2 玉井國中校舍實際損傷情形。



圖3 台南縣虎頭埤水庫因地震產生之裂縫。



圖4 講員針對議題進行簡報及參與人員與會情形。

《福爾摩沙衛星影像展》 嘉燈節彩慶佳節 福臨太空觀天下

文/圖 國家太空中心

今年適逢台灣一年一度的全台燈會在嘉義市舉行，為能讓更多鄉親瞭解本土之美，國研院太空中心特別與嘉義市政府共同策劃，自2010年2月28日至4月27日於嘉義市政府大樓舉辦「福爾摩沙衛星影像展 ~自嘉義觀天下」，展示遙測衛星影像的各項應用。民眾不但可以在嘉義燈會欣賞絢爛奪目的燦爛燈飾，同時也可以從不同角度觀賞嘉義之美--欣賞從890公里高的太空看到嘉義古典且饒有趣味的衛星空照圖。

本院太空中心是我國太空計畫的執行單位，自1999年成功發射福爾摩沙衛星一號後，又陸續發射福爾摩沙衛星二號及三號，總計有8枚衛星。其中，福爾摩沙衛星二號每天通過台灣上空二次，在災害調查、環境監測、作物普查及高空向上閃電觀測方面表現特別亮眼，獨特的軌道設

計，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。

本次《福爾摩沙衛星影像展 自嘉義觀天下》將透過以下四個主題，呈現世界著名美景及嘉義地方發展概況。

福臨天下：展示近年拍攝之全球重大事件經典影像，如南亞海嘯、四川大地震以及因暖化而造成的南極冰架崩解等。

世界全紀：從福爾摩沙衛星二號拍攝之全球各地的影像中，精挑細選最具代表性經典影像，介紹台灣及世界知名景點，如高雄港、紐約、巴黎等，邀民眾從另一角度俯瞰世界。

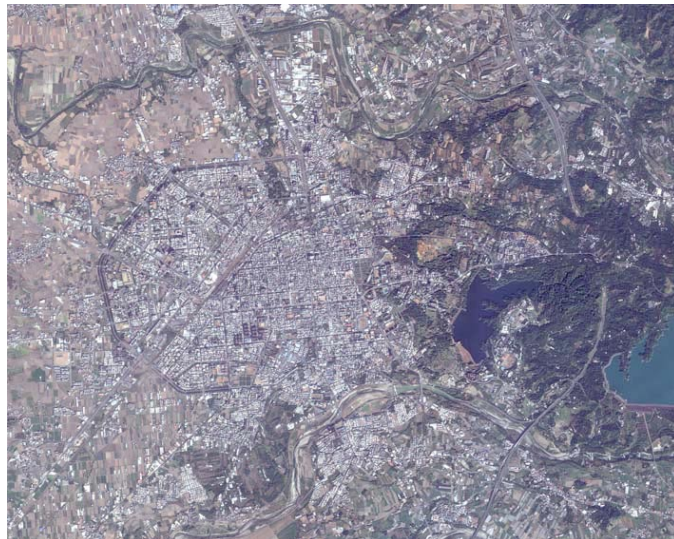


圖1 福衛二號遙測影像：嘉義市。

嘉義特色：嘉義市古名「諸羅山」，是人文歷史及自然景觀兼具的城市，亦是充滿熱情與藝術的文化藝術之都。本次運用嘉義古地圖及衛星影像，循序介紹嘉義發展歷程、觀光景點及其姐妹市。

太空計畫：介紹本院太空中心、福爾摩沙衛星系列計畫以及未來發展。現場展示發射載具模型及衛星模型，讓參觀民眾對太空科技有更直接的認識。



圖2 福衛二號遙測影像：布袋鹽田。

福爾摩沙衛星二號所拍攝的遙測影像，每一幅都記錄了歷史的一個片段，讓我們可以看到現在的台灣，也看到台灣的過去。福爾摩沙衛星二號每天不間斷的經過台灣，為台灣的每個城鄉聚落的發展，留下彌足珍貴的記憶。也希望藉此機會，讓國人體驗台灣之美，更能體認自然資源的可貴，進而能為守護這片土地共同努力。

詳細活動資訊，歡迎連結《福爾摩沙衛星影像展 自嘉義觀天下》網站http://www.nspo.org.tw/chiayi_exhibition/index.htm。



圖3 《福爾摩沙衛星影像展 自嘉義觀天下》開幕典禮。



圖4 招募嘉義大學學生，擔任展場解說。

各實驗室動態 Laboratories

國家實驗研究院

俄羅斯科學院遠東分院參訪國研院



本院吳副院長（左6）、國科會駐俄羅斯科技組鄭正元組長（左5）會後與俄羅斯科學院遠東分院副院長Yuri N. KULCHIN（中）等來訪貴賓合影留念。

俄羅斯科學院遠東分院（Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences）副院長 Yuri N. KULCHIN應國科會之邀請率領代表團6人來台訪問，該團於2010年3月30日拜會本院院本部，由吳光鐘副院長偕本院海洋科技研究中心高家俊主任及院部業務推廣室陳明智主任負責接待。遠東分院旗下34個研究單位之研究方向多為海洋、地質、防災及生醫製藥等領域，故雙方以目前擁有

之發展技術針對海洋科技及地質生態等相關議題進行意見交換以及討論未來可能合作發展之方向。

雙方尤以地震、海嘯預測技術、高智慧無人水下偵測系統-autonomous unmanned underwater vehicles (AUV) 之設計及認證以及雷射雷達 (Lidar) 與衛星 (Satellite) 監測控制為討論重點。此次訪台本院亦特別安排參訪本院儀器科技研究中心，藉此展示該中心近年來於遙測、太空、生醫及奈米創新儀器之重要研發成果。



本院吳副院長與俄羅斯科學院遠東分院副院長 Yuri N. KULCHIN就未來合作議題進行討論。

國家奈米元件實驗室

10 Years of Innovations in CMOS Logic Scaling Behind Moore's Law –Intel (intel) Dr. Chia-Hong Jan受邀公開演講



楊富量主任（圖右）代表本實驗室表達感謝之意並致贈Dr. Jan（圖左）紀念品。

本院國家奈米元件實驗室楊富量主任很榮幸於去（2009）年12月受邀前往美國巴爾的摩參加全球最重要的國際電子元件會議（International Electron Devices Meeting, IEDM）時，當面盛情邀約美國知名英特爾（INTEL）專案經理 Chia-Hong Jan博士於今（2010）年1月7日至本實驗室國際會議廳舉行一場主題為「10 Years of Innovations in CMOS Logic Scaling Behind Moore's Law – Strained Silicon, High k/Metal Gate, Ni Salicide, Cu Metallization, Low k ILD, Lead-free Flip Chip, Adv. Lithography and More」的演講，藉由此次演講，希望Dr. Jan 能有機會將其所學和在英特爾近20年之經歷與國內產學研界人士分享交流，幫助啟發國內相關領域人員不同之思維。

由於英特爾為全球晶片技術創新的領導者，並持續發展提昇大眾工作和生活的技術、產品和解決方案，故 Dr. Jan 此次以其專長與國人分享英特爾創辦人之一摩爾在 1965 年所作觀察發現之摩爾定律（Moore's Law）（即 IC 上的電晶體密度從 IC 發明以來每年增加一倍，後來被用來形容高科技產業發展速度的定律修正為每 18 個月，資料的儲存容量就增加一倍）之基礎下闡述在CMOS邏輯電路上10年的創新發明，如新材料、新元件及新技術上的發明。現場吸引來自產學研界人士近200人，其中除了本實驗室研究及工程人員外，尚包括台積電、聯電、旺宏等知名新竹科學園區廠商之主管及同仁及清、交大等校之教授及學生前來聆聽並參與討論，該實驗室南區分中心則採同步視訊進行，反應極為熱烈。

會後，由楊富量主任代表該實驗室表達感謝之意並致贈紀念品，希望藉此拋磚引玉，日後能有機會持續邀請一些優秀的海外華人回國分享交流，以提升並激勵國內之研究發展。

國家實驗動物中心

美國資深獸醫病理學家 Dr. Jerrold M.Ward 蒞臨國家實驗動物中心演講



Dr.Ward夫婦與中心研究人員合影。

繼2009年成功舉辦大小鼠病理表現型分析課程，獲得熱烈迴響後，本院動物中心再於2010年2月26日與國衛院聯合舉辦病理表現型進階課程，邀請曾在美國NIH任職的資深病理授醫師 Dr. Jerrold M.Ward 擔任講師，進行兩場專題演講。

Dr. Jerrold M.Ward 在美國康乃爾大學取得獸醫學學位，後於加州大學戴維斯分校取得比較病理學博士學位。他是毒物學、化學致癌物及實驗動物病理學等領域的專家，過去幾年他致力研究動物的癌症、免疫、感染疾病等，目前他是實驗動物病理學及毒物病理學顧問。

本課程涵蓋兩項主題，上午的演講主題是小鼠病理學：老化與人類疾病之特定小鼠模式概要，演講內容包含老化小鼠的病理學、小鼠傳染疾病模式、小鼠傳染性消化道疾病模式、神經性損傷之神經病理學，近年小鼠研究的進展；下午演講主題是：胚胎及小鼠出生前後的死亡原因研究，內容包含小鼠胚胎及胎盤正常發育、不正常發育、新生小鼠及出生後死亡率評估、小鼠胚胎的各項指標評估等。由於課程內容相當實用，吸引共70位學員報名參加，其中不乏許多研究小鼠胚胎致死基因及人類疾病動物模式的專家也紛紛前來取經，演說結束後學員們發問相當踴躍，圓滿達成人才培育與專業交流的課程目標。

國家地震工程研究中心

地震工程科學探索體驗營



研究員導覽學生參觀國震中心實驗場。

本院國震中心承辦國科會「親身體驗-科學探究計畫」，於2010年2月3日至5日舉辦「地震工程科學探索體驗營」，藉由活動來推廣科普防災教育，將先進的地震工程技術，防災滅災的意識，介紹給高中學生。

地震營首日由國震中心張國鎮主任以及台灣大學大氣科

學系郭鴻基教授主持開幕，隨即舉辦專題演講：「安全的家-地震工程防災教育」、「光纖科技在地震工程的應用」、「台灣地震活動與地震觀測」。專題演講後，導覽學生參觀國震中心實驗場、台大土木系隔震大樓、台北101大樓風阻尼器。次日活動為地震工程遺跡之旅，參觀地震毀壞的龍騰斷橋、斷層穿切過的石岡壩、921地震教育園區，讓學生瞭解自然災害可怕的力量、建物損毀的原因與改善策略。活動第三日舉辦意大利麵屋抗震競賽，學員們以兩人為一組，利用意大利麵、熱熔膠、綿繩、白紙等材料，製作抗震模型，模型置於小型振動台進行比賽，看看誰的模型最耐震。賽後則進行座談，學員們彼此分享學習心得，並回饋主辦單位活動改進的意見。

國震中心藉由地震工程教育體驗營的舉辦，連結一系列活動：演講、實驗室參觀、震災遺蹟參訪、先進地震工程技術參觀，期望促使學生瞭解科學並不是艱深難懂的學問，而是能實際體驗的知識，進而啟發學生對於科學探索的興趣。

國家太空中心

遙測酬載國內自製、太空計畫展翅再飛



福衛五號遙測酬載儀器研發團隊成軍發表會。

國家實驗研究院致力建立自主太空科技，又有一個全新的作為，其研製之福衛五號遙測衛星所搭載的光學遙測酬載，從設計到製造組裝將由國內團隊一手包辦。其中，為掌握關鍵元件，將首次採用由國內廠商開發之互補式金屬氧化層半導體（CMOS）感測器，來突破無法取得國外傳統光學遙測酬載電荷耦合元件（CCD）感測器之困境，發展我國第一枚自製的遙測衛星取像儀。這項應用國內CMOS既有產業技術優勢於太

空科技之策略，將大幅提昇我國太空科技發展的自主性。

本院於2010年2月2日假台北舉行福衛五號遙測酬載儀器研發團隊成軍發表會，主要就是要宣示團隊接受任務挑戰的決心。本項遙測酬載儀器由本院國家太空中心負責系統整合，本院儀科中心將負責光學系統設計及鏡片磨製，本院晶片中心則協助CMOS晶片驗證，而由國內四家廠家負責發展的部分則有：微像科技股份有限公司負責研製CMOS型聚焦面組合，鑫豪科技股份有限公司負責研發固態紀錄器，中山科學研究院負責研製酬載電子單元，漢翔航空工業股份有限公司負責研製酬載結構體，團隊將以三年期程打造首枚國產遙測酬載。

福衛五號遙測衛星，預計於2013年正式發射升空，搭載國人自製對地解析度2米（全色相）及4米（多頻譜）光學遙測酬載，執行對地觀測任務。該計畫順利執行後，國家太空中心將擁有500公斤等級之高解析度光學遙測衛星之傳承設計平台及相關關鍵技術能量。屆時我國所建立完整的光學酬載遙測衛星的製造能力，將使我國太空科技發展步入新紀元。

國家高速網路與計算中心

國研院國網中心與華新麗華簽署合作備忘錄



梁越昇總經理（左四）與江國寧主任（左五）率雙方團隊合影留念。

2010年2月8日華新麗華股份有限公司（簡稱華新麗華）梁越昇副總經理兼精密材料事業群總經理協同該公司三名技術及製程部門高階主管至本院國網中心進行合作洽談。國網中心

就高速計算研發、多項產研合作成果、以及雲端運算技術進行報告，並提出多項協助企業有效運用雲端運算於提升整體效能之方案。

華新麗華於簡要報告公司業務之後表示，華新麗華據點散佈廣闊，其生產據點、銷售據點與供應商等遍佈在全球各地，為達到事業管理與生產管理等目標，勢必倚重國研院國網中心之高速計算與網路技術專長，而雲端將是最好的解決方案。期望國網中心以雲端運算技術幫助改善有關工廠自動化最佳管理與即時生產資訊回饋與操作等業

務。雙方於洽談之後隨即簽署合作備忘錄，並將以雲端運算為建立合作的第一步，奠定雙方互惠、共謀發展的長遠根基。

國家晶片系統設計中心

多核心嵌入式平台課程

有鑒於多核心 (multi-core) 嵌入式系統/系統單晶片設計已成為趨勢，晶片中心為配合參與國科會「多核心系統研究開發環境建置計畫」師生之需求，於計畫起始第一年引進五種國內外研發之同質/異質多核心軟/硬體研究開發平台，免費供學界申請使用，以期提升學界之設計及實作能力，藉此縮短產學之間的技术差距。

為落實晶片中心各項設計環境及技术服務的推廣運用，且便於學界於申請晶片中心多核心平台前能了解各平台的軟硬體開發環境，特地舉辦「多核心系統平台短期課程」，課程內容包含Sun Microsystems OpenSPARC 多核心平台、工研院晶片中心 (ITRI/STC) PAC Duo 多核心平台、晶心科技 (Andes Technology) AG102 多核心平台、IBM PowerPC 460 多核心平台、及IBM CELL 多核心平台等五種多核心嵌入式平台之硬體架構及軟體開發環境簡介、以及未來平台申請及審查流程說明。本活動吸引不少有興趣向晶片中心申請多核心嵌入式平台

進行研究計畫的教授及學生前來參加，眾師生更於課程會後Q&A時段踴躍發問，由中心工程師親自解答，活動成果廣受好評。

晶片中心預計未來將陸續提供更多元更優質的服務平台及課程供學術界使用，亦將配合高壓製程、綠能電子、嵌入式系統等發展趨勢提出新興課程項目，協助拓展研究範疇並提升競爭力。



教授及學生出席踴躍。

儀器科技研究中心

國研院儀科中心於紐倫堡國際發明展獲獎同仁受總統召見表揚



儀科中心同仁魏子軒 (第一排左一) 及曾釋鋒 (第一排左二) 隨同其他德國紐倫堡國際發明展得獎人於 2010年1月12日獲馬總統召見表揚。

在 2009 年第 61 屆德國紐倫堡國家發明展中，台灣代表團一共獲得 26 金、26 銀及 15 銅，拿下團體總冠軍，展現極為豐碩之成果。本院儀科中心以「透鏡量測裝置及其

量測方法」與「晶粒表面瑕疵快速檢測系統」參展競賽，雙雙獲得金牌。馬英九總統為肯定代表團為國爭光的貢獻，特別於 2010年1月12日接見代表團成員，儀科中心兩件金牌作品代表同仁亦受邀出席。對於台灣代表團的優異表現，總統讚許有加，勉勵代表團成員用腦力彌補天然資源的不足，創造台灣在國際上的競爭優勢。

儀科中心致力儀器科技發展，各項成果皆有賴研發與技術團隊的密切合作與努力。此次兩位同仁受邀代表接受表揚倍感榮耀。儀科中心於國際競賽活動屢屢獲獎，不僅突顯研發創新實力獲得國際肯定，也展現在支援前瞻學術研究與高

科技產業發展上的貢獻。未來儀科中心將繼續發揮所長，為學術界與產業界提供最高品質保證的技術與服務。

科技政策研究與資訊中心

「日本科技前瞻與科技政策」專題演講



日本文部科學省科技政策研究所和田智明所長。

日本文部科學省科學技術政策研究所（NISTEP）和田智明（Tomoaki WADA）所長於2010年1月29日以「日本科技前瞻與

科技政策」為題，在政策中心舉辦專題演講，獲得來自行政院科技顧問組、台灣經濟研究院、工業技術研究院產業經濟及科政中心等單位出席者熱烈的討論與迴響。

科技前瞻（technology foresight）是利用系統性方法來展望未來科技、社會與經濟長期發展的一種方法，以制訂新興或策略性技術領域，創造最大的社會及經濟效益。由於這種方法兼具預測、溝通、預警等功能，所以長期以來普遍為世界各國用來作為科技決策的工具。NISTEP隸屬日本文部科學省，專責科技政策的協調與規劃，自1970年起即運用科技前瞻的方法彙整及凝聚各界共識，形成國家未來發展願景，並制訂科技政策，提供政府科技決策參考。該機構在科技政策研究的領域中執世界之牛耳，並具有豐富的政策參與經驗，其成功的運作模式也成為我國各界學習的標竿。在本次的演講中，和田所長以日本科技前瞻為經，政策規劃與科技基本計畫為緯，娓娓兩者之相關性，其精闢說明，使我國推動科技前瞻相關人員獲益良多。

國家災害防救科技中心

2009年颱風災害調查技術交流與成果發表會



2009年颱風災害調查技術交流與成果發表會活動花絮。

災害管理可分為減災、整備、應變及重建復原等四階段，災後調查工作為其中重要、且為過去較易被忽略的一環。而災後調查資料亦為相關工作推動之重要參考，亦可作為擬定具體有效減災策略與災後重建復原對策之依據。有鑑於此，本院國家災害防救科技中心於每次重大颱風事件之後，即協商邀請國內各地區域之大學協力團隊，共同啟動災後調查與分析工作，以掌握事件之災情規模與可能致災原因，並研提短期應變措施及未來中長期減災策略，提供後續中央、地方政府於減災整備工作與政策研議推動

之參考。

2009年國家災害防救科技中心與中央大學、中興大學、宜蘭大學及屏東科技大學等四所協力大學團隊，共同完成「基隆、宜蘭、桃園、新竹、苗栗、台中縣/市及花蓮、台東等九縣市之易致災區域調查與分析計畫」及「芭瑪颱風災害與勘查分析」兩專案工作，並於2010年2月3日假大坪林聯合開發大樓15F，舉行為期一天之「2009年颱風災害調查技術交流與成果發表會」進行分享。

當日計國內災害防救部會署、地方政府及協力團隊單位等共約120人參與。透過本次成果發表會之辦理，除將調查成果提供國內相關防救災單位分享及進行後續之資料加值利用外，並藉此發表會之互動交流機會，強化後續協力團隊合作分工之機制，亦讓各單位瞭解災後調查之重要性及其應用，以期增進未來國內防救災體系於災後調查資訊之合作與分享。

台灣海洋科技研究中心

幸福大高雄產業活動嘉年華

「幸福大高雄產業活動嘉年華」於2010年3月21-28日在衛武營舉行，展覽匯集包括了生技醫療、環保科技、觀光文化產業、電信技術、有機農業、地方產業創新研發計畫等，展出各產業最新技術以及研發的成果，海洋中心受邀參展，成為嘉年華活動的焦點。

展覽的內容，包含了台灣海洋氣候觀測、地震觀測、海洋生物資源，以及中心正在建造中的2700噸研究船。此次展覽的重點之一是國內自行研發的海底地震儀（Yardbird I），這是中心與中山大學及中研院共同研發自製海底地震儀第一次在公開的場合中亮相，加上適逢甲仙大地震，第二代的自製海底地震儀成功的收回甲仙地震的餘震資料，並進入資料分析階段，吸引了許多民眾的目光。展覽現場由中心的工程師與研究員擔任解說員，詳盡的將研究過程與成果解釋給一般大眾，不但讓民眾了解海洋對於台灣的重要性，更體會到海洋中心在氣候、地震災害與生態保育上的用心與努力。

為期一周的展期中，高雄縣長楊秋興親臨現場主持開幕、國內多家媒體採訪，參觀人數更不下千人，學校老師帶領班上學生前來共襄盛舉，現場中舉辦了有獎徵答活動，吸引了許多小朋友，不但寓教於樂，同時也達到認識海洋中心的目的，並拉近了中心與民眾之間的距離。



展場參觀人潮眾多，工作人員跟大家解釋海報內容。

颱風洪水研究中心籌備處

莫拉克颱風國際研討會暨學生海報論文競賽

International Workshop on Typhoon Morakot (2009)

國研院颱洪中心籌備處與台大大氣系於2010年3月25-26日，假集思台大會議中心合辦「莫拉克颱風國際研討會暨學生海報論文競賽」，針對莫拉克颱風因路徑複雜、移速緩慢造成長時連續降雨等特性之議題，邀請國內外學者專家進行交流。為鼓勵國內青年研究生的國際學術參與，同時舉辦颱風研究學生海報論文競賽，提供總額達新台幣84,000元的獎勵。

為期二天的研討，由「國科會莫拉克颱風科學小組」召集人許晃雄教授的特別報告為大會揭開序幕。會中該小組成員分別就颱風結構與強度、觀測技術、模擬與資料同化、降雨預報與西南氣流議題作發表外，其他受邀來台進行交流者包含來自美國NOAA、NCAR、海軍研究部及知名大學、日本氣象廳、香港、菲律賓以及法國的氣象專家。本中心並展示國內首度將莫拉克颱風之觀測資料製作為3D模擬圖、視覺化立體呈現「阿凡達版」的降雨分布，有別於一般純數字或顏色表示法，有助非專家民眾也能看出雨量多寡訊息。

兩天與會人次共約360人次，席間討論熱烈，由國內外知名學者組成的海報論文競賽評審團亦對台灣研究生的學術能力感到驚艷。會後講者群及與會者持續積極聯繫、共同研究發表事宜。



會議中發表的簡報與影片檔、得獎學生名單可於線上閱覽或下載：
<http://www.ttfri.narl.org.tw/workshop/morakot>。

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

敬請支持、踴躍投稿

國研科技  April 2010 No. 26
NARL Quarterly

榮譽發行人：李羅權

發行人：陳文華

副發行人：王永和、吳光鐘

編審委員：江國寧、李清勝、李穎昀、余憲政、林博文、高家俊、
陳亮全、梁善居、陸璟萍、張桂祥、張國鎮、楊富量、
楊龍杰、蔡定平、蔡俊輝、蔡深浩、魏慶隆

總編輯：陳明智

執行編輯：蔡智華

編輯小組：王頌雯、宋伊平、杜佳穎、吳佳穎、何鳳珍、邵守麗、
許明仁、陳盈臻、黃心寧、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>

中華郵政台北誌字第317號執照登記為雜誌交寄



聖彼得大教堂

相機介紹 / Canon 5DII, EF16-35II

作品簡介 / 梵蒂岡聖彼得大教堂是全世界規模最大、最宏偉的教堂，本照片採

HDR拍攝，現場光線雖暗，仍可呈現豐富的細節與層次！

作者簡介 / 林敏郎，國家地震工程研究中心副研究員



財團法人國家實驗研究院

國家晶片系統設計中心

0.8GHz~18GHz 天線3D場型量測系統

本院國家晶片系統設計中心為提升國內學術界IC設計之研發能量，進行異質晶片設計實作及量測平台之建置開發。針對SIP異質整合晶片研發平台之發展目標，該中心已陸續建置並提供高頻、類比、微機電等晶片之量測環境；且於2009年引進0.8GHz~18GHz天線3D場型量測系統(Antenna 3D Field Measurement System)，並預計於2010年12月開放服務。

0.8GHz~18GHz為目前無線通訊產品應用最為廣泛之頻段，0.8GHz~18GHz天線3D場型量測系統主要功能為量測此頻段天線之一維(1D)、二維(2D)、三維(3D)電磁輻射波型參數，如天線增益(Gain)、輻射指向性(Directivity)、輻射角寬度(Beam-Width)、效率(Efficiency)等。

國家晶片系統設計中心引進此天線3D場型量測系統並進行天線相關量測環境之建立，不僅未來可以提供學術界量測服務，培訓天線設計人才，對於WMAX、WLAN、GSM等目前市場熱門通訊應用頻段之系統天線開發亦有所助益。

