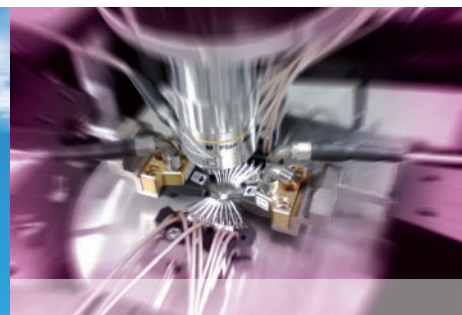




■ 專題企劃

2009年國研院 傑出科技貢獻獎



學術研究類

- 線性相位誤差補償器之研發與應用
- 發電與省電的綠能奈米元件
- 以原子層沉積製程成長氧化物薄膜與金屬奈米顆粒及其應用

技術發展類

- 智慧型橋梁地震災害與冲刷監測系統研究開發
- 醫療計算虛擬手術平台 - 睡眠呼吸中止症影像診斷平台
- 高頻元件與電路測試分析技術發展與應用
- 晶粒表面瑕疵之快速檢測系統

科技服務類

- 全國學術電子資訊資源共享聯盟服務
- 校舍耐震能力提昇之策略與技術開發
- 應用資訊服務平台技術於災害管理



編輯室報告



- 為提升本院科技研發能量，自2007年起設立「國家實驗研究院傑出科技貢獻獎」，獎勵對本院具有卓越貢獻之傑出科技研發人才，同時也為本院角逐一年一度的「行政院傑出科技貢獻獎」競賽選拔代表團隊參加。今年舉辦第三屆本院傑出科技貢獻獎之選拔，並選出三類共計十組優勝團隊。本期「專題企劃」單元特別介紹本屆得獎團隊，期與讀者分享他們的研發成果與研發心得。
- 本期「人物專訪」單元介紹於2008年獲國際科技管理學會頒發「全球TOP50卓越研究學者」殊榮的本院科技政策研究與資訊中心林博文主任，林主任於專訪中分享他對科技政策中心的期許：希望科技政策中心除了繼續扮演優異的科技資訊服務中心角色之外，未來更能以發展成為國家級科技智庫為願景，與國研院各中心一同合作，對國家社會提出貢獻。
- 本期「美藝鑑賞」單元展出為攝影作品-Yuanshan Night，攝影者為本院國家地震工程研究中心林敏郎先生。作品展現入夜後圓山在萬家燈火與二高車燈點綴下的迷人夜景。
- 感謝各單位同仁踴躍投稿，限於篇幅，難免有遺珠之憾，無法刊登之文章將於往後陸續刊登。

院長的話

National Applied
Research Laboratories



台灣正面臨「莫拉克風災災後重建」以及「H1N1防疫」的雙重挑戰。國研院如何整合院內相關核心技術及資源，支援政府建立完備預防機制，降低國家資源耗損，協助民眾安心度過危機考驗，實為當前迫切之工作。

H1N1校園疫情增溫，政府雖已實施「325」停課應變措施，但持續飆升的停課數，卻可能嚴重衝擊學生學習及教學工作。為避免疫情中斷學習，本院國網中心研擬以「Co-life平台」核心技術為基礎，與教育部合作建置「停課、不曠課」的虛擬教室，可於同一時間提供上百個班級、逾千名「在校」或「居家」師生同步互動教學，期藉此減低交叉感染的機會，減緩疫情擴散。

另由莫拉克風災之警示，極端氣候及災害型態的轉變，將造成災難常態化；為提升防救災機制之運作效能，本院已擬具以災防科技為主軸的精進計畫，並參與政府防災平台之建置，支援國土監測及保育，以協助政府決策，減低災損。本計畫包括：

- （一）整合遙測技術與災害分析於勘災應用：以太空中心之遙測科技為基礎，評估空載光達（Airborne LiDAR）與雷達衛星遙測技術，輔以儀科中心研發無人飛行載具系統（UAS）協助判釋，以克服天候、交通等勘災限制。
- （二）建立符合台灣環境之分析評估模式：考量台灣地理環境複雜，強震及強降雨常造成複合型災害，本院除持續颱風與地震潛勢分析之研發，亦將加強如崩塌及基礎設施所需之評估模式，以提供更精確之科學數據，有效支援預警防災工作。
- （三）推動強震即時警報系統與技術應用：本院將提升地震警報技術並開發可落實於住宅、學校及交通運輸之預警模式，以布建嚴密的警報網絡，讓防救災單位和民眾皆能及早掌握強震資訊，爭取應變時效，減少生命財產的損失。
- （四）參與建構全國災害管理平台：本院將透過跨中心合作，建置防災資訊平台，匯集學術、防救災單位之資源，促成橫向與縱向溝通；平時可做為政策研擬之依據，一旦災變發生，則可協助即時提出預警和管制措施，提升救災效率。

「與災害共生、與風險共存」已成為全球必須共同面對、學習的課題。本人期許同仁齊心協力，凝聚科技力量，將研究與政府政策緊密結合，構築一個安全、永續及低碳節能的綠色寶島。

院長

陳文華

目錄



封面故事 NO.24

為提昇國家實驗研究院科技研發能量，獎勵執行本院研發任務且成果具重大影響性、改革性及創造性之傑出科技人才，今年續辦第三屆國研院傑出科技貢獻獎選拔活動。該獎項分為學術研究類、技術發展類、科技服務類。為凸顯本院所屬各中心之研究領域差異性，並表彰研究人員追求知識、真理的毅力，一如登山者追求卓越的精神，各獎項之排名皆以台灣高山海拔排名來取代傳統獎項排序，以登山者來象徵研究人員，征服了一山的雄偉高峻，還望向另一個高峰的遼闊壯麗。期勉各科技領域得獎團隊共同追求卓越、再創新猷。

院長的話

專利上架

- 非3D立體影像快速校準投影輔助裝置 4
— 謝昌煥、莊朝鈞

專題企劃

2009年國研院傑出科技貢獻獎

- 2009年國研院傑出科技選拔紀要 8
— 國家實驗研究院
- 學術研究類-玉山獎** 線性相位誤差補償器之研發與應用 10
— 林棋勝、簡廷旭
- 學術研究類-雪山獎** 發電與省電的綠能奈米元件 21
— 吳文發、簡昭欣、呂明霈、羅廣禮、李耀仁、楊明瑞
- 學術研究類-秀姑巒山獎** 以原子層沈積製程成長
氧化物薄膜與金屬奈米顆粒及其應用 29
— 柯志忠
- 技術發展類-玉山獎** 智慧型橋樑地震災害與
沖刷監測系統研究開發 35
— 國家地震工程研究中心 沖刷監測系統研發團隊
- 技術發展類-雪山獎** 醫療計算虛擬手術平台-
睡眠呼吸中止症影像診斷平台 41
— 蕭宏達
- 技術發展類-秀姑巒山獎** 高頻元件與電路測試分析
技術發展與應用 49
— 國家奈米元件實驗室 高頻技術研發團隊
- 技術發展類-馬博拉斯山獎** 晶粒表面瑕疵之快速檢測系統 55
— 魏子軒、陳永祥
- 科技服務類-玉山獎** 全國學術電子資訊資源共享聯盟服務 59
— 游振宗、許長祺
- 科技服務類-雪山獎** 校舍耐震能力提昇之策略與技術開發 64
— 葉勇凱
- 科技服務類-秀姑巒山獎** 應用資訊服務平台技術於災害管理 70
— 蘇文瑞、黃俊宏、吳上煜

尖端科技

- 橫向擴散金氧半場效電晶體於射頻應用之佈局設計 78
— 陳坤明

科技交流

- 汶川地震重大坡地災害現地勘查2/2 90
— 陳繼光、陳樹群、周憲德、王文能、林銘郎
- 單一核苷酸多型性 (SNP, Single Nucleotide Polymorphism) 99
— 靖永皓

VoIP語音品質量測技術	103
— 吳東澤、吳建鴻、楊哲男	

人物專訪

堅持理想，永不放棄希望	
專訪科技政策研究與資訊中心林博文主任	112
— 張嘉珍	

科技小百科

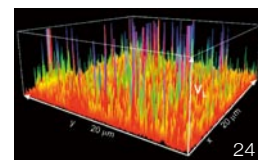
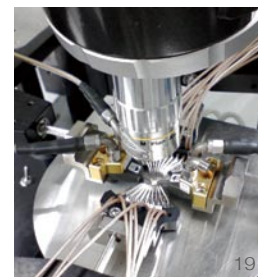
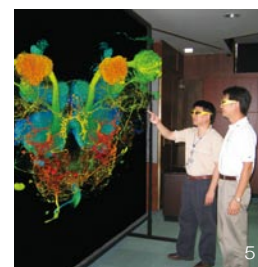
淺談軟硬體視訊壓縮	114
— 楊凱超	
圖像識別技術於結構健康診斷之應用	117
— 林子剛、游立辰	

活動報導

「2009大小鼠病理表現型分析研討會」迴響熱烈	119
— 梁鍾鼎	
國研院國網中心參展ISC SC+ISC=Global	122
— 鐘媚雅、魏孟秋	
第二屆台日奈米電子研討會報導	124
— 黃心寧	
TWAREN技術小組會議擴大舉行 TANet連線夥伴共襄盛舉	125
— 魏孟秋	
SPIE Optics+Photonics 2009	
參加研討會與展覽會紀要	128
— 伍秀菁	

各實驗室動態

國家實驗研究院院本部	130
國家奈米元件實驗室	130
國家實驗動物中心	131
國家地震工程研究中心	131
國家太空中心	132
國家高速網路與計算中心	132
國家晶片系統設計中心	133
儀器科技研究中心	133
科技政策研究與資訊中心	134
國家災害防救科技中心	134
台灣海洋科技研究中心	135
颱風洪水研究中心籌備處	135





專利上架 Patent Showcase



3D立體影像 快速校準投影輔助裝置

文 謝昌煥 / 圖 莊朝鈞 國家高速網路與計算中心

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

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

發明背景

在廟口看電影是台灣早期重要的休閒活動之一，也是五年級前段班的許多人共同的記憶，那時候我們在等待放映師調整機器，讓電影清晰的呈現出來的這一段時間，是不得不的折磨。近年來3D立體電影是個熱門的話題，好萊塢的電影製片商也看好這個未來的市場積極投資，我們希望有一天機動性地帶著放映設備，到台灣各地放映科學性的3D立體影像時，快速將立體電影所需的二個影像聚焦對準，讓觀眾不必再望穿秋水的等待，這是我們3D立體影像快速校準投影輔助裝置的目的。

專利簡介

我們提出的是一種3D立體影像快速校準投影輔助裝置，用來配合兩部投影機，以及兩片極性偏光片進行立體投影。這套3D立體影像快速校

準投影輔助裝置包含：多個支撐柱、一個承載單元，以及一個調整單元。承載單元包括兩片間隔地設置於支撐柱上的承載板。調整單元包括兩個設置於兩片承載板上可分別調整的調整板，以及一個與兩片調整板對應設置的定位架。利用調整單元的調整板配合定位架，增加分別置於兩片調整板上的兩部投影機所能調整的範圍，使得兩部投影機所投射出的雙重影像更易校準，也使得調整後之投影機不易偏移或滑動，讓立體投影的成像更易快速校準且影像更為穩定。

產生的影像分別經由兩部投影機投射出來，經過設置於投影機前的極性（線性或是圓性，linear or circular）偏光片，使得影像產生偏極化後聚焦投射於鍍銀的3D立體螢幕上，由於兩影像產生不同的偏極化方向，配合觀賞者所佩帶

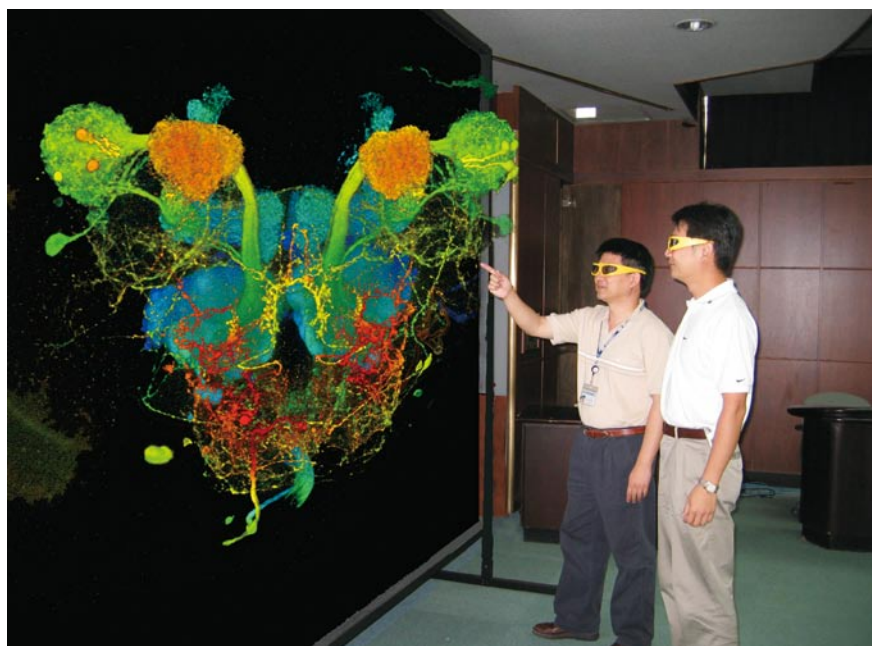


圖1 3D立體電影不僅影像更逼真，更可以協助科學家分析複雜的影像資料。

的3D立體眼鏡，使得自3D立體螢幕所反射的影像，分別為觀賞者的左、右眼所接收，再經腦部組合後產生立體影像的視覺效果。

專利特色

現有的3D立體投影裝置在投影前，以人工方式針對每一部投影機進行投影方向的調整，以使兩部投影機可將焦點同時集中在3D立體螢幕上，因為若投影機所投射出的影像無法同時聚焦於3D立體螢幕上，將會造成影像錯位或焦距不準，導致成像品質變差影響3D立體影像的效果。但是現有的投影機所能調整的範圍為投影機出廠時即受限制，調整投影方向時往往須借外界物品增加可調整的範圍，例如：書本、盒子……等，不但造成調整現有投影機的困難，更因為外界物品的穩定度低易受外力影響而產生偏移或滑動，連帶使得可能已調整好之投影機再次產生偏斜，造成立體成像的效果不穩定。這種缺乏便利性的裝置，實有可再進一步改善的空間。

我們的3D立體影像快速校準投影輔助裝置藉由結構設計，可以在10分鐘之內完成調整，並具有下列優點：

1.調整範圍廣：藉由將兩部投影機設置於上下兩個調整板上，利用調整模組的調整螺桿與調整螺帽，來調整並定位調整板相對應之承載板的位置與傾斜型態，使得投影機除了本身所能調整的範圍外，更增加了所能調整的範圍，讓投影機的投影調整範圍更廣。

2.調整方便：由於可利用調整模組的調整螺桿與調整螺帽，以調整並定位調整板相對應之承載板的位置與傾斜型態，無需於調整投影效果時另外尋找適合的替代物件，使得調整投影機時更加方便簡單。

3.穩定度高：利用調整模組調整螺桿與調整螺帽相配合的調整方式，整體結構較利用替代



圖2 可攜式3D立體影像快速校準投影輔助裝置。

物件之調整方式更為穩固，有效避免因受外力影響造成調整好的投影機再次發生偏斜，使調整後的穩定度更高，連帶也使得投影的效果更加穩定。

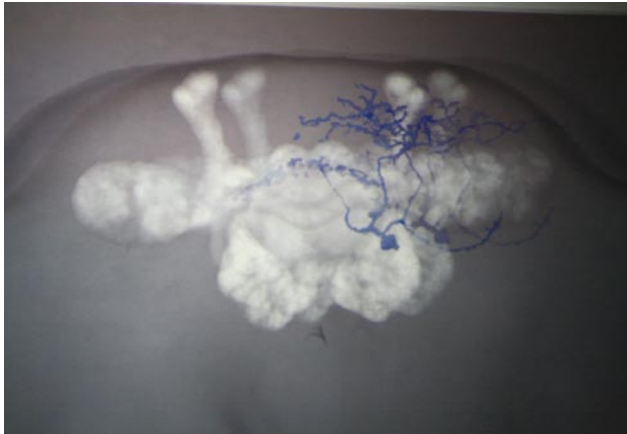
4.拆卸及攜帶方便：3D立體影像快速校準投影輔助裝置使用結束後，僅需旋鬆該固定單元上的個別固定螺栓上的固定件，即可拆解各支撐柱的第一、二柱體，及兩片承載板，再旋鬆每一調整模組的調整螺桿與結合螺帽，便能將調整板的板體和兩片承載板相互分離，以方便收納及攜帶。

實作與應用

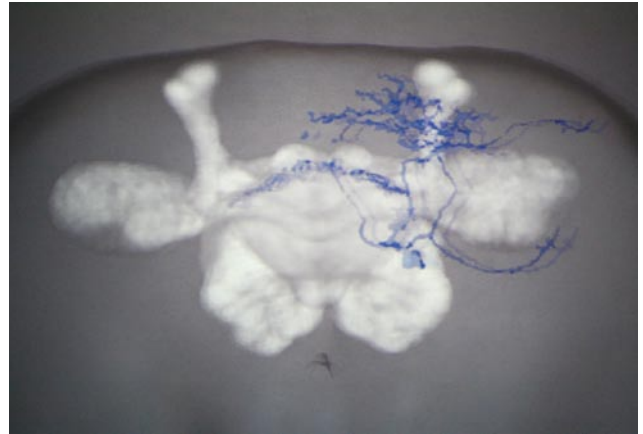
生命科學的研究者對生物體進行研究時的

最大希望，是在得到生物體內部結構影像（資訊）的同時，能夠不必破壞到生物體。但是在取得生物影像的時候，由於實驗設備的物理限制，往往得到的是一序列的二維平面影像，無法立即獲得生物體內器官之間的空間資訊。因此為了得到生物體內器官之間的空間資訊，科學家會藉由電腦輔助，將一序列的二維平面影像經由電腦軟體的協助，進行3D立體影像的重建（reconstruction），以提供科學家能從任意角度及方向來觀察生物體的結構。

因此，此創新發明將大大協助科學家們，以前所未有的視覺體驗，來觀看生物體內的三維立體影像。以國網中心協同清華大學腦科學研究中心的「果蠅腦神經」研究為例，藉由此裝



(a)



(b)

圖3 (a) 兩部投影機調整前所投射出來的二個影像重疊狀態不佳。(b) 經由快速校準投影輔助裝置後的二個影像重疊狀態。

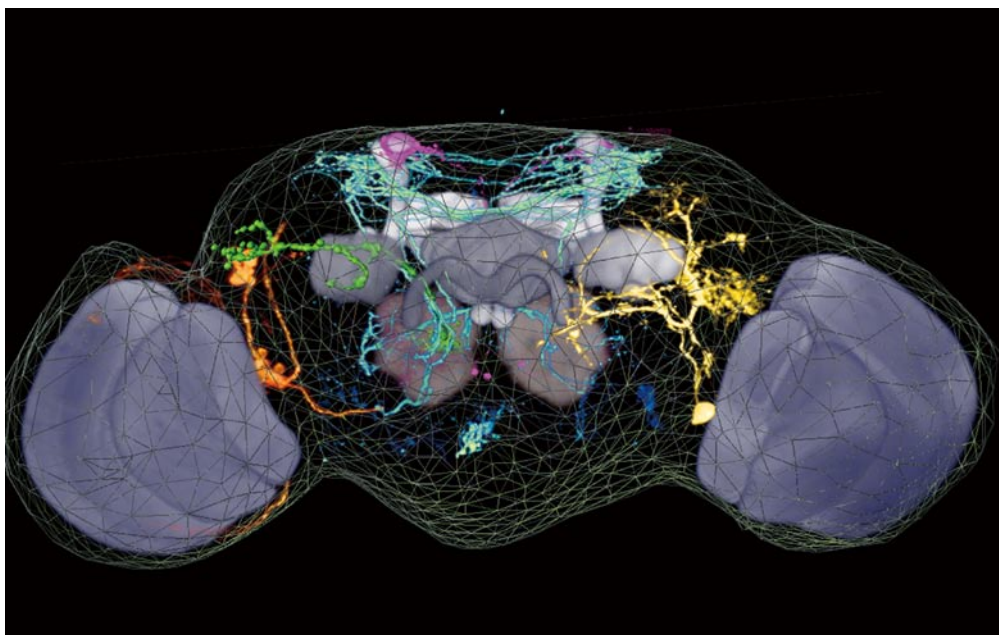


圖4 以果蠅腦神經網路的科學性3D立體電影為實例所展示的影像。

置，協助了清華大學的腦科學研究師生們，可以進一步清楚地觀察果蠅腦神經叢及神經網路在空間上的關係。立體影像讓複雜前後交錯的

果蠅腦神經不再令人困擾，也讓科學家們對單一腦神經、或神經信號傳遞路線的觀察及研究變得較為容易。



2009年國研院傑出科技貢獻獎選拔紀要

文 國家實驗研究院

為提昇國家實驗研究院科技研發能量，本院2007年起設立「國家實驗研究院傑出科技貢獻獎」，獎項共分為學術研究、技術發展、科技服務等三類，此獎主要為獎勵對國研院具有卓越貢獻之傑出科技研發專業人才，同時也為一年一度「行政院傑出科技貢獻獎」進行推甄初選。2007年首屆選拔，本院國家太空中心IPS團隊即以「高機動衛星高解析度影像處理系統自主研發及國內外終端站建置」獲得「行政院96年傑出科技貢獻獎」殊榮；2008年本院國家高速網路與計算中心，再度以「高效能計算平台企鵝龍（DRBL）與再生龍（Clonezilla）軟體的技術發展與推廣應用」獲獎，連續獲得國家級殊榮也更增加本獎項專業客觀選拔之肯定。

「2009年第三屆國研院傑出科技貢獻獎」於2009年4月8日公告開始接受推薦，截至5月20日

截止日止，總計獲得十五件由本院各實驗研究單位所推薦的個人或團隊。為符合選拔公開公平原則，並以客觀選出具有重大影響性、改革性及創造性之研究成果，乃依據三類獎項分別成立評選委員會，由本院陳文華院長、吳光鐘副院長及王永和副院長共同召集，聘請學術研究單位學者專家等11人組成，並於6月2日開始進行評審選拔工作。

各組評選委員會隨即召開初審會議，進行所有申請案件評選，選出內容符合獎項原則且成果具體者交付複審，經嚴謹評選討論後，初審會議共同決議提送複審者十二件。

2009年6月9日及16日分別邀請三類獎項被推薦團隊進行簡報並接受評審委員問題答詢，最後依評審委員評選順序，分別選出三類獎項前三名及佳作。由於所屬各實驗室分屬不同領域，且

優勝團隊皆為優秀專業人員，不應以名次分其軒輊，並期許同仁追求知識、真理的毅力不斷創新登高，如同登山者追求攀越高山的精神，故各獎項遂以台灣四高峰命名，分別為「玉山獎」、

「雪山獎」、「秀姑巒山獎」、「馬博拉斯山獎」。本屆共計十個專業團隊獲得優勝，得獎團隊同時被推薦參與「行政院2009年傑出科技貢獻獎」選拔。

2009年國研院傑出科技貢獻獎得獎列表

類別獎項	學術研究類	技術發展類	科技服務類
玉山獎	研究主題：線性相位誤差補償器之研發及應用 得獎單位：國家晶片系統設計中心 團隊成員：林棋勝、簡廷旭、魏慶隆、黃俊銘、莊英宗	研究主題：智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統研究開發 得獎單位：國家地震工程研究中心 團隊成員：張國鎮、林詠彬、李路生、李俊偉、彭信文、王永康	研究主題：全國學術電子資訊資源共享聯盟服務 得獎單位：科技政策研究與資訊中心 團隊成員：游振宗、石美玉、張清沼、江奂儀、潘姝琪、王淑、許長祺、陳紹麗、顏惠專、曹婷婷
雪山獎	研究主題：發電與省電的綠能奈米元件 得獎單位：國家奈米元件實驗室 團隊成員：吳文發、簡昭欣、呂明霈、羅廣禮、李耀仁、楊明瑞	研究主題：醫療計算虛擬手術平台-睡眠呼吸中止症影像診斷平台 得獎單位：國家高速網路與計算中心 團隊成員：蕭宏達、王聖川、林聖峰、李隆正、姚志民	研究主題：校舍耐震能力提昇之策略與技術開發 得獎單位：國家地震工程研究中心 團隊成員：黃世建、葉勇凱、鍾立來、簡文郁、蕭輔沛、周德光、邱聰智、沈文成、莊明介、游宜哲
秀姑巒山獎	研究主題：以原子層沉積製程成長氧化物薄膜與金屬奈米顆粒及其應用 得獎單位：儀器科技研究中心 團隊成員：柯志忠、卓文浩、游智傑、蕭健男	研究主題：高頻元件與電路測試分析技術發展與應用 得獎單位：國家奈米元件實驗室 團隊成員：黃國威	研究主題：應用資訊服務平台技術於災害管理 得獎單位：國家災害防救科技中心 團隊成員：林峰田、周學政、徐百輝、蘇文瑞、吳上煜、黃俊宏、包正芬、張智昌、葉家承、周恆毅、陸淑菁、紀和欣、詹喬晴
馬博拉斯山獎	從缺	研究主題：晶粒表面瑕疵快速檢測系統 得獎單位：儀器科技研究中心 團隊成員：魏子軒、江偉傑、溫仁佑、陳永祥、黃鼎名	從缺

學術研究類-玉山獎

線性相位誤差補償器之研發與應用

文/圖 林棋勝、簡廷旭 國家晶片系統設計中心

前言

在過去的幾十年來，由於半導體技術的快速發展，使得功能越來越複雜的積體電路得以整合在單一晶片內，使單晶片的功能日益強大，舉凡液晶數位電視、無線手機、網路通訊、遊樂器及多媒體影音設備都可看到積體電路的應用及製程的演進。為了應付這些功能日益複雜的電子應用產品，超大型積體電路需要更嚴謹的同步時脈訊號以達到更強大的處理效能。因此，同步時脈產生器—即鎖相迴路（phase locked loop，PLL），這種關鍵性技術被廣泛的使用在許多的同步應用中，如時脈產生器（clock generator）和頻率合成器（frequency synthesizer）等，在電路設計中扮演著相當重要的角色。

鎖相迴路簡介

一個典型的鎖相迴路是利用負回授的方式產生穩定的輸出頻率，使輸出頻率不受製程漂移或溫度變化所影響。如圖1所示，習知的鎖相迴路包括：相位偵測器10（Phase Detector）、電流幫浦20（Charge Pump）、迴路濾波器30（Loop Filter）、壓控震盪器40（Voltage Controlled Oscillator）以及除頻器50

（Frequency Divider）。其中相位頻率偵測器用以偵測振盪頻率 F_{vco} 經過除數訊號 N 之除頻處理後，與輸入之參考頻率 EXT 間之相位差，並將其透過電流幫浦轉換成相對應之電流輸出。

如圖2所示，理想的相位偵測器（Phase Detector），其平均輸出電流 $\overline{I_{out}}$ 係與輸入訊號相位差呈線性正比之關係。但在實際應用上，一個理想的相位偵測器尚未被實現。因此，鎖相迴路常採用相位頻率偵測器取代理想的相位偵測器，但其僅能於 2π 內保持線性輸出，並以 2π 為週期重複輸出固定比例之平均輸出電流 $\overline{I_{out}}$ 。

由於受限於相位頻率偵測器僅能於相位差介於 2π 間保持線性輸出之特性，因此當鎖相迴路之輸入訊號相位差大於 2π 時，相位頻率偵測器便無法正確的判斷相位差以提供相對應的平均輸出電流，進而使鎖相迴路出現週期滑動（Cycle Slip）之問題，其導致如圖3所示，使用相位頻率偵測器之鎖相迴路必須要花費較多的鎖相時間才可以鎖定正確之相位，而若能使用理想的線性相位偵測器之鎖相迴路則可快速的完成鎖相狀態。採用理想相位偵測器的鎖相迴路可達到快速

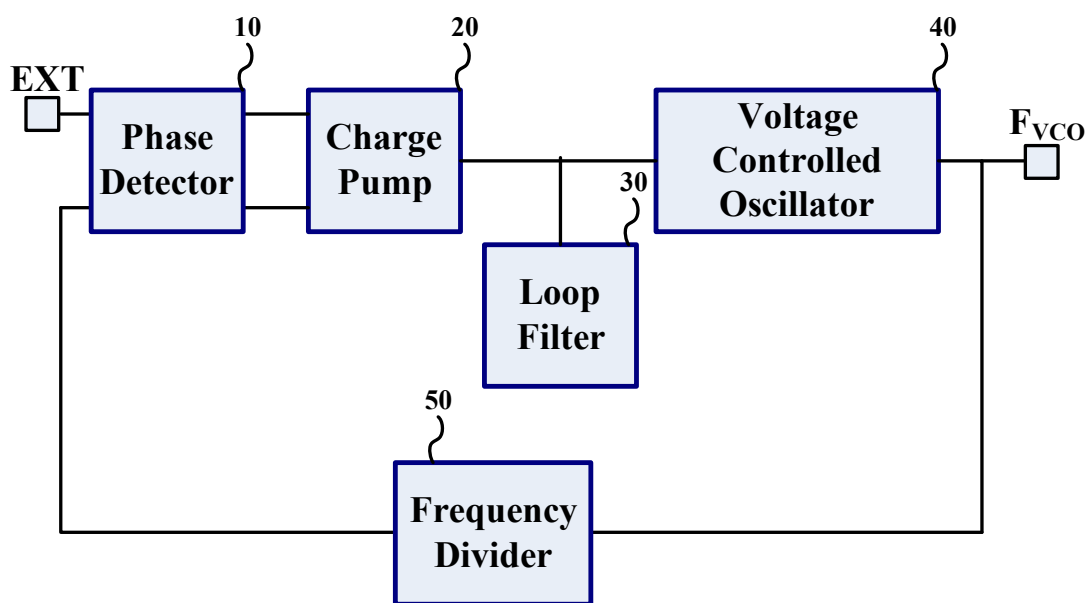


圖1 鎖相迴路。

鎖相效能（如圖3藍色曲線所示），而採用傳統非線性相位頻率偵測器之鎖相迴路，因面臨週期滑動現象而延遲相位鎖定時間（如圖3紅色曲線所示）。

研究動機

由於理想的線性相位偵測器目前為止尚無有效的實現方法，因此如美國專利第US 7,003,065

B2號所發表的「鎖相迴路週期滑動之偵測電路」藉由週期滑動偵測器之設置，使得當輸入訊號相位差大於 2π 時，週期滑動偵測器可控制相位偵測器之輸出電流值，因此可減少鎖相迴路中因為週期滑動而造成之誤差。然而此電路只能判斷輸入訊號相位差是否大於 2π ，並無法準確計算輸入訊號相位差是 2π 的幾倍，因此仍無法達到理想的線性相位偵測器之功效。

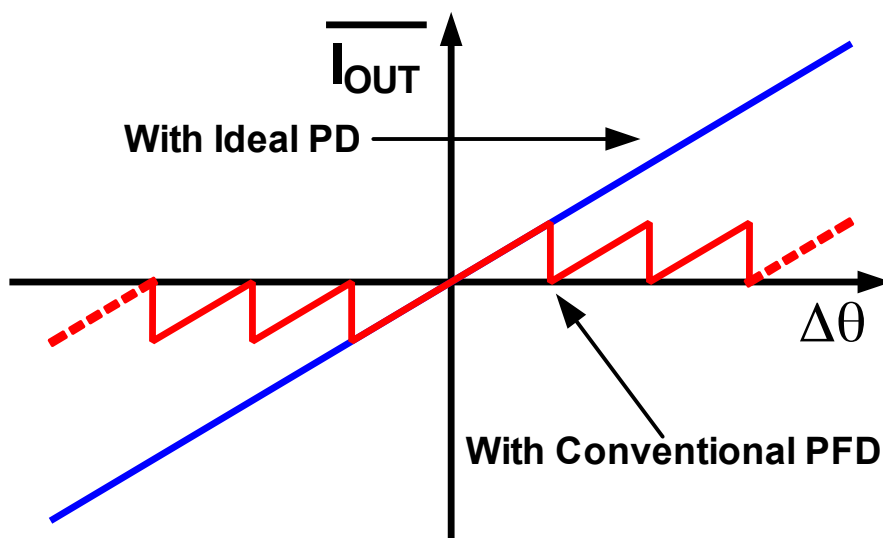


圖2 相位鎖定時間比較圖。

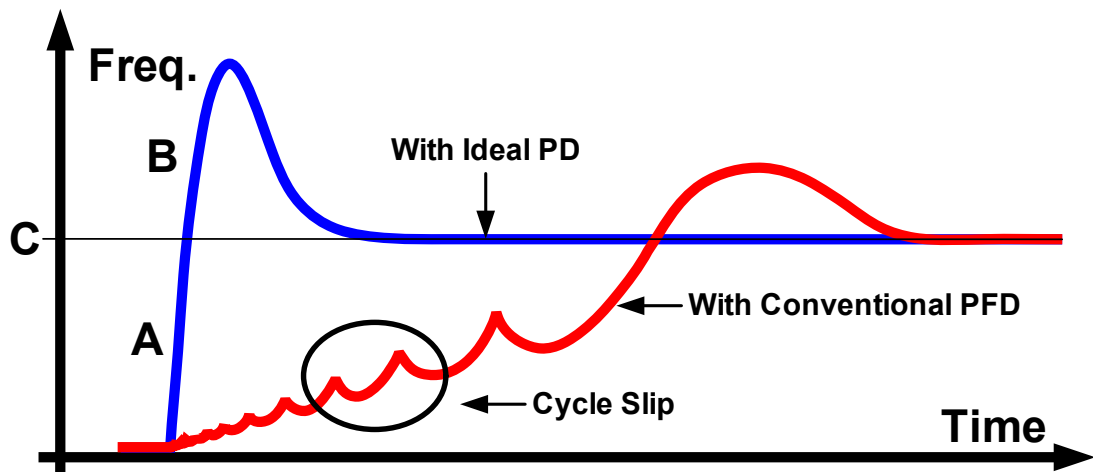


圖3 理想與非理想（傳統）相位偵測器之電流特性曲線。

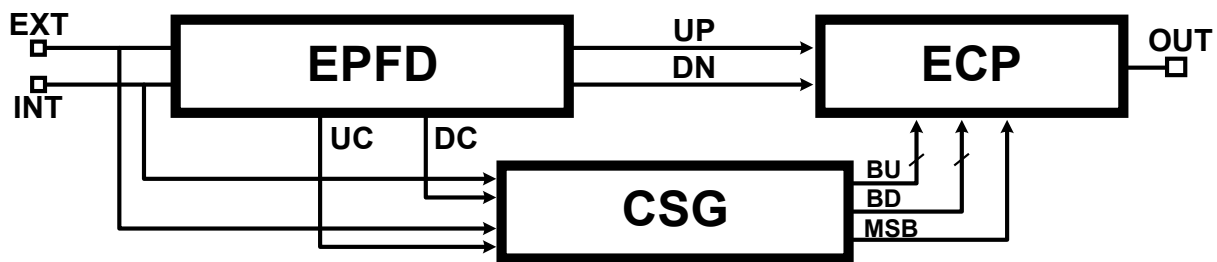


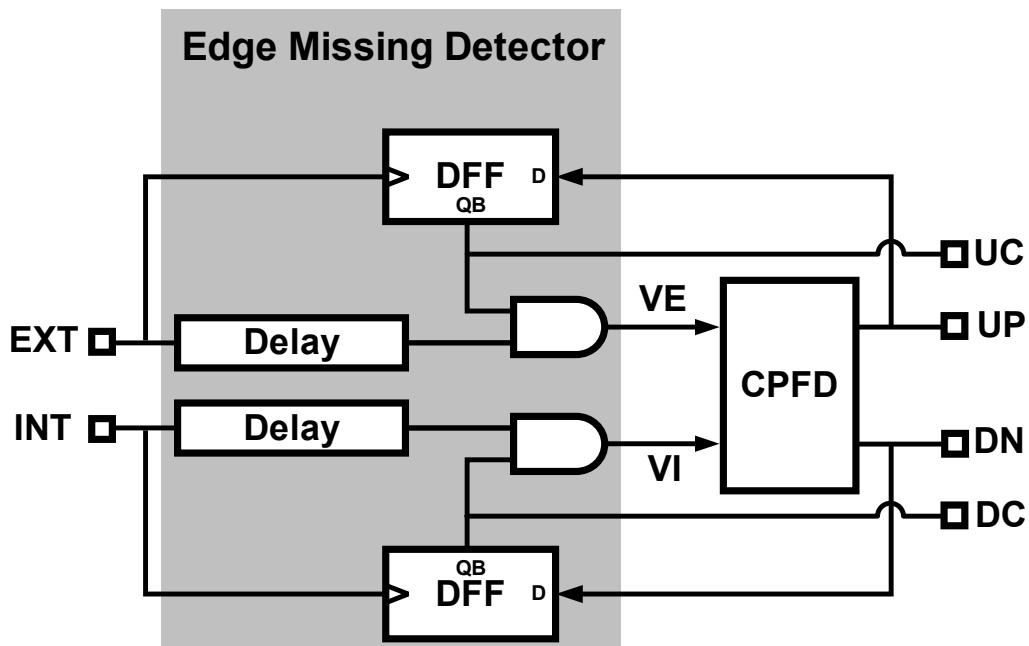
圖4 訊號邊緣遺失補償器電路圖。

本研發團隊發表一種訊號邊緣遺失偵測器結構以期達成理想相位偵測器之功能，用以偵測相位頻率偵測器之輸入訊號間相位差接近或大於 2π 時所發生之訊號邊緣遺失現象，並且根據訊號邊緣遺失的次數以給予相對應之補償電流，進而達到線性補償之功效。此外，其係可與現有之相位頻率偵測器直接配合使用，並且不需要額外之轉換電路，因此應用範圍相當廣泛。

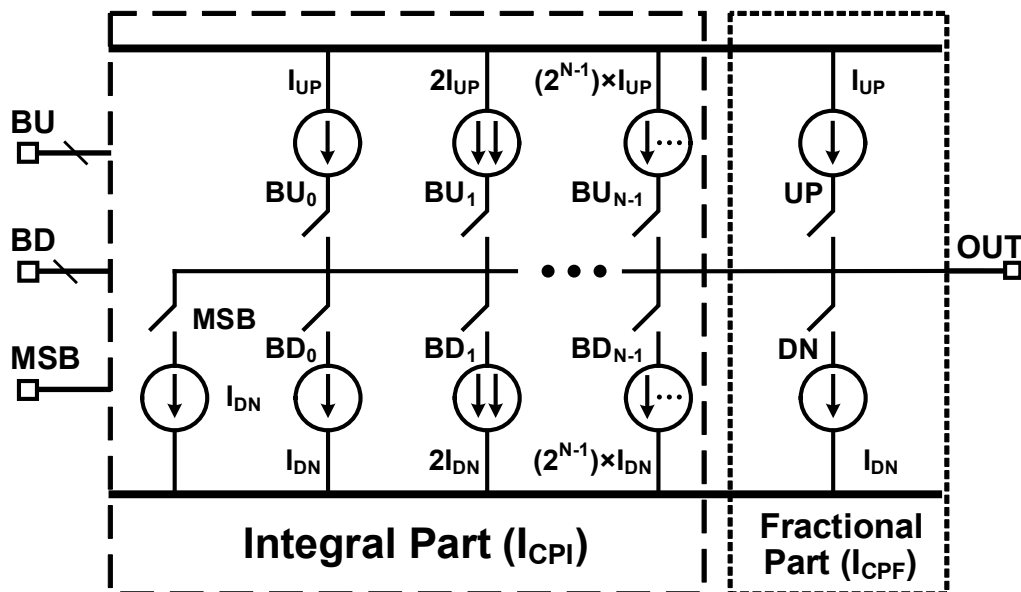
藉由研發的線性相位偵測器，至少可達到下列進步功效：

1. 藉由訊號邊緣遺失偵測器結構之設置，可準確地偵測輸入訊號中訊號邊緣遺失的次數，進而可避免週期滑動之問題。
2. 由於可避免產生週期滑動，因此縮減了鎖相迴路之鎖相時間。
3. 訊號邊緣遺失偵測器結構係以數位方式偵測，因此具有體積小及低功耗之優點。
4. 電路全以數位方式來製作，故可適用於所有製程，不受製程演進或低電壓影響。
5. 由於訊號邊緣遺失偵測器結構可幫助於鎖相迴路中呈現線性補償之功效，因此可透過線

(a)



(b)



(c)

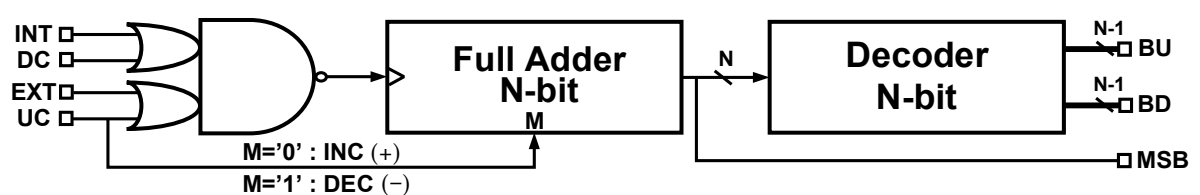


圖5 (a) 改良型相位頻率偵測器電路圖。(b) 改良型充電幫浦電路圖。(c) 控制訊號產生器方塊圖。

性模型估計鎖相迴路之鎖相時間，進而降低鎖相迴路之設計時間與成本。

邊緣遺失補償器設計概論

為達上述功效，圖4提出了訊號邊緣遺失補償器的整體電路圖。整體電路由改良型相位頻率偵測器（EPFD）、控制訊號產生器（CSG）及改良型充電幫浦（ECP）等三電路所組成。

如圖5（a）所示，由及閘（AND gate）、D型正反器（D Flip-Flop）及延遲單元（Delay unit）所構成的改良型相位頻率偵測器可以精準偵測兩輸入端相位誤差是否大於一個訊號週期（ 2π ）。一旦EXT及INT之間的相位誤差大於 2π 時，UC或DC端則輸出致能訊號給控制訊號產生器。控制訊號產生器中的計數器則會累計致能訊號的次數，也就是說能累積相位誤差超過 2π 的次數。同時，控制訊號產生器也會將所累積的個數送達改良型充電幫浦以輸出相對的電流量 I_{CPI} 。

此外，改良型相位頻率偵測器裡的及閘也會接收到致能訊號。由於延遲電路將EXT及INT訊號延後抵達及閘，故輸入相位超過 2π 時致能訊號會將EXT或INT訊號吞噬掉一個以上的訊號週期，而EXT及INT被處理後成為VE及VI訊號的相位誤差因此小於 2π ，如此一來傳統的相位頻率偵測器（CPFD）則可精確地偵測相位小於 2π 的誤差量，最後將誤差量由UP或DN訊號送至改良型充電幫浦以輸出 I_{CPF} 電流。

綜觀上述所提出的電路即可依據輸入的相位誤差而提供相對應的電流輸出（ $I_{CPI} + I_{CPF}$ ），如此一來即可達到理想線性的相位誤差補償器的功效。如圖6所示，電流特性曲線是由整數電流部份及分數電流部分所組合而成，其電流大小與相位差量成正比。由此可知，傳統相位頻率偵測器的線性範圍坐落在 2π （如黃色區域所示），而所研發的邊緣遺失補償器的線性區則可達 $2^{N-1} \times 2\pi$ 的範圍。如以3位元邊緣遺失補償器為例，而所提出的邊緣遺失補償器可以達到 8π 的線性範圍。

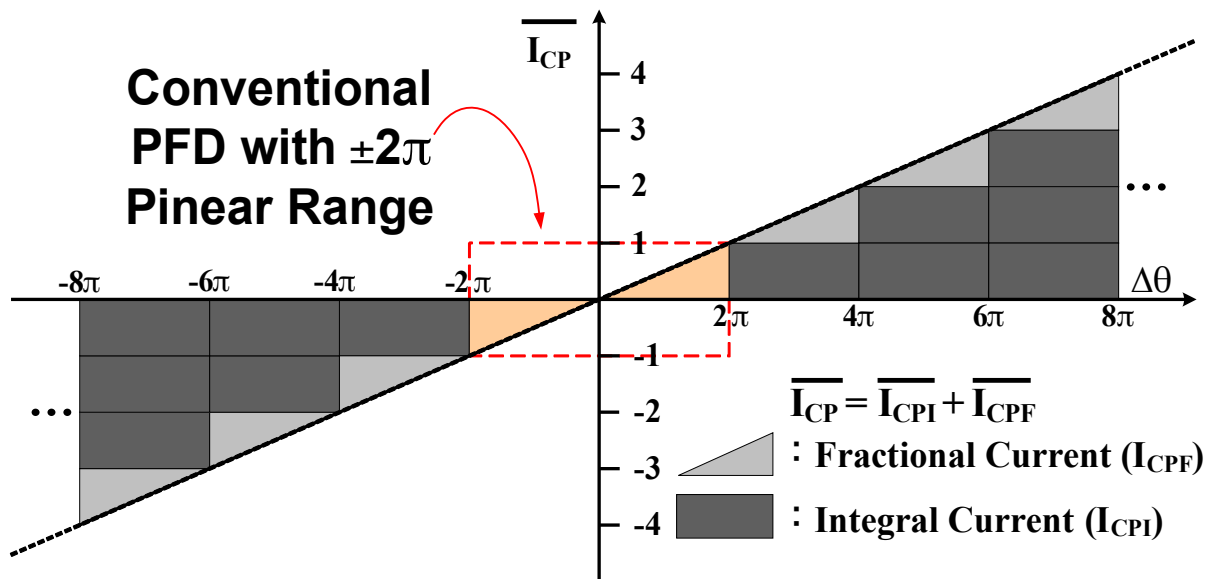


圖6 訊號邊緣遺失補償器電流特性曲線。

電路實作及量測結果

我們實際將所研發電路應用在傳統的鎖相迴路之中。這個鎖相迴路包含著環型壓控振盪器、二階迴路濾波器、可程式化除頻器及訊號邊緣遺失補償器。在這個實驗中，我們使用 頻率範圍且小面積的環形振盪器充當整體迴路的訊號源，而振盪電路實際量測則可操作在1.9-GHz to 3.7-GHz之間。

圖7顯示著當鎖相迴路使用傳統相位頻率偵測器的鎖定時間。在這個實驗中，我們將參考頻率固定在80-MHz，然後將除頻器的除數改變進而得到不同的鎖相迴路輸出頻率。一開始先將鎖相迴路輸出頻率設定在 $F_{32}=F_{INT}=32$

$\times F_{EXT}=2.56$ -GHz的情況下，然後我們改變除頻器數值來得到以下四種情況：(a) $F_{32} \rightarrow F_{33}=2.64$ -GHz; (b) $F_{32} \rightarrow F_{34}=2.72$ -GHz; (c) $F_{32} \rightarrow F_{35}=2.80$ -GHz; (d) $F_{32} \rightarrow F_{36}=2.88$ -GHz。在案例(a)中，鎖相迴路所校正的相位誤差並沒有超出 2π ，故黃色線在鎖定過程中並未發生週期滑落(cycle slip)的情況。在案例(b)-(d)中，由於跳頻範圍過大使得迴路相位誤差超過 2π 範圍，而傳統相位頻率偵測器並無法正確補償相對應的輸出電流，會使得鎖定過程的前段會發生週期滑動的狀況。

在相同的量測條件下我們啟動了所提出的相位遺失補償電路，看是否解決了週期滑動的缺點且加速了鎖定時間。如圖8採用研發之線性相位偵

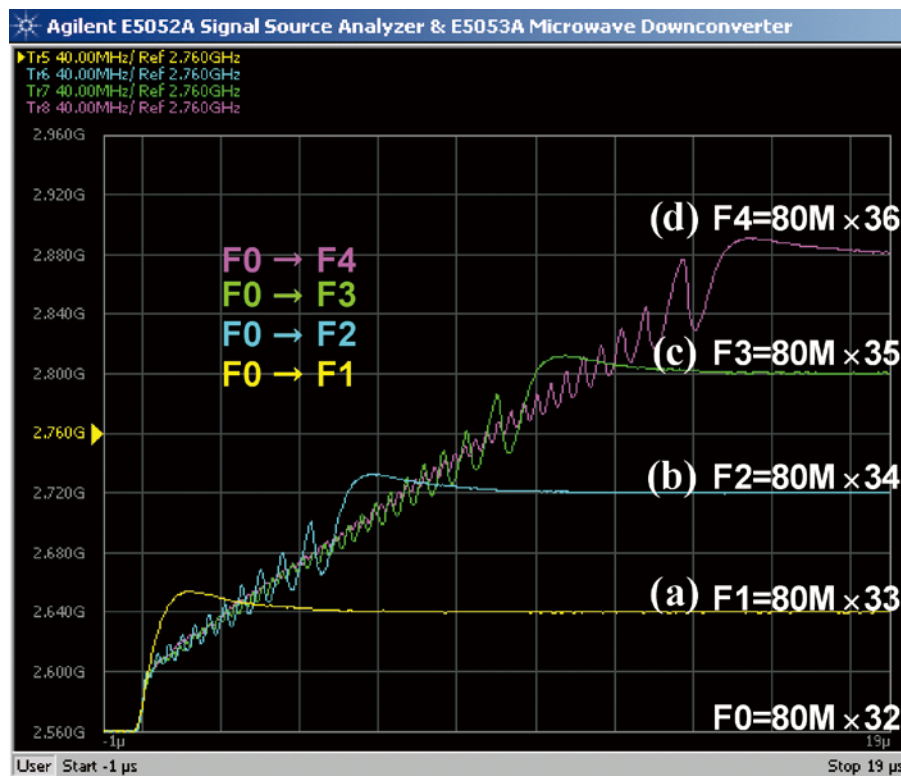


圖7 採用傳統相位頻率偵測器之PLL鎖定曲線。

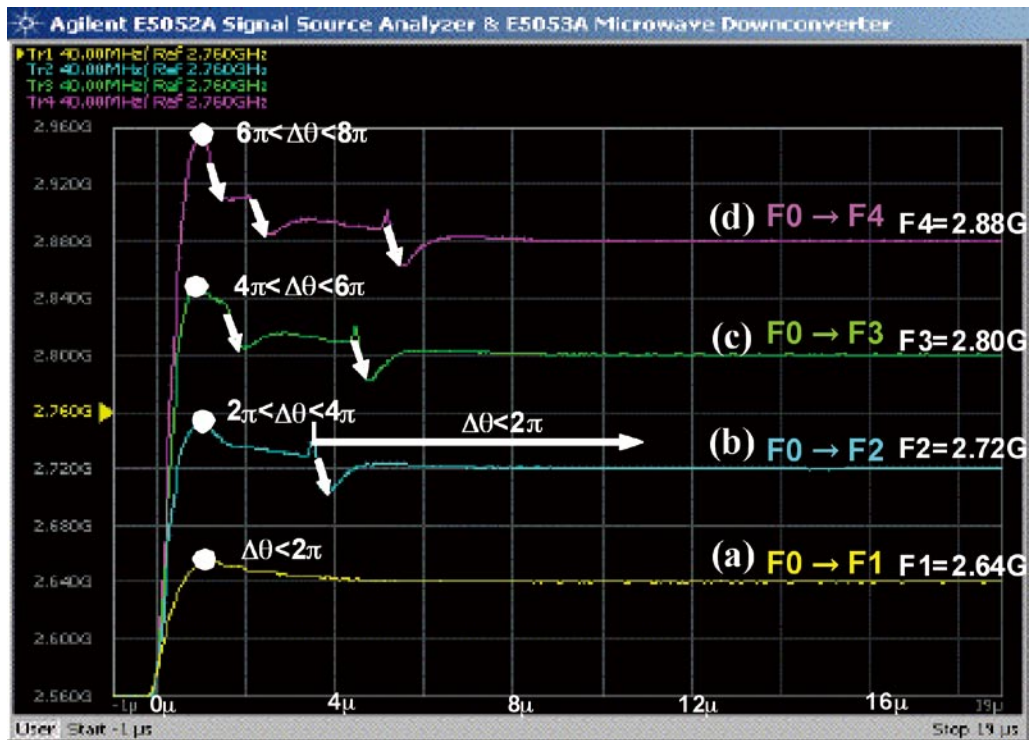


圖8 採用研發之線性相位偵測器之PLL鎖定曲線。

測器的PLL鎖定曲線，由於案例（a）跳頻過程所成的相位誤差並未超過 2π ，所以黃色曲線和圖7有著一樣的鎖定時間。在案例（b）時，跳頻的相位誤差超出了 2π ，這個誤差被所提出的電路偵測到且輸出相對應的補償電流輸出。當 $t=3.5\mu s$ 時，藍色曲線出現了一個向下拉的現象，其表示此時迴路的相位誤差量已經在 2π 之內，故所研發的電路將會關閉之前所補償的電流輸出（ I_{CPI} ），同時將相位差轉由 I_{CPF} 來補償。

由於迴路裡誤差量的縮小，鎖相迴路愈來愈接近相位鎖定的狀態，所研發的電路也和傳統電路一樣地只剩下 I_{CPF} 電流進行相位誤差的補償動作。故當迴路鎖定时，研發之電路並不會影響到迴路鎖定後原有的效能。相同情況，在案例（c）及（d）時跳頻所產生的相位誤差分別大於

4π 及 6π ，我們可以清楚看到綠色及紅色曲線發生了兩次及三次的下拉現象，也就是說迴路鎖定過程中研發電路分別補償了2倍及3倍的 2π 電流輸出。

圖9同時顯示著圖7及圖8的量測結果。如黃色線所示，在案例（a）時因為相位誤差都在 2π 之內，故研發之電路和傳統電路具有相同的鎖定特性及時間。但在案例（b）-（d）時，使用研發電路的曲線和傳統電路有著明顯的差異性。當一個訊號邊緣遺失時，若沒有即時地補償就會造成很多次的週期滑落現象，進而增加鎖定所需的時間也增加了分析時的困難度。在（a）-（d）四個跳頻條件下，傳統機制下的鎖定時間分別為6、12、18及24-ms，而這些鎖定時間則和迴路濾波器的電容及電阻充放時間呈線性關係。相

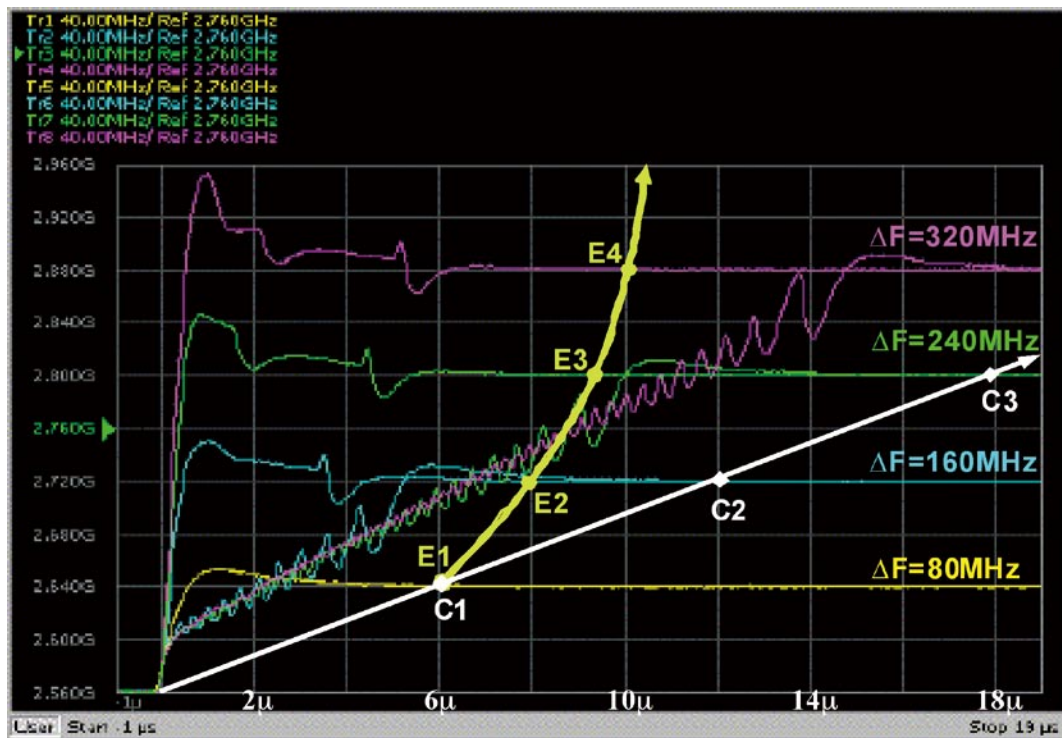


圖9 鎖定時間比較圖。

反地，所研發的電路避免了週期滑動的情況而達到了鎖定時間分別為6、8、9.2及10-ms的特性。值得注意的是，這個鎖定時間和跳頻頻率呈對數關係，也就是當跳頻頻 大到某程度時，鎖定時間幾乎是固定的。這個量測結果和線性模型理論的數學運算式是十分吻合的!!

最後我們量測鎖相迴路鎖定時的相位雜訊（phase noise）及參考突波（reference spur）。和分析的結果相同，研發的訊號邊緣遺失補償器並不會影響鎖定時的特性。

圖10顯示著輸入參考頻率為100MHz，鎖相迴路的參考訊號突波（reference spur）在使用 $KVCO = -2\text{GHz/V}$ 極為敏感的環型振盪器情況下，能得達到-48.8dBc的結果。

圖11顯示著輸入參考頻率為100MHz，鎖相迴路的相位雜訊在頻率內仍保持在-88.31 dBc/Hz @ 1KHz offset

圖12為鎖相迴路之晶片空照圖，可清楚的看出具有小體積的特性。

圖13為量測時的儀器及高頻探針架設圖。

國家實驗研究院之國家晶片設計中心（CIC）在2009年首度發表為晶片中心內部之研發成果ISSCC論文。晶片中心著重於服務導向的研發，期許以優質的服務帶動研發能量，以創新的研發提升服務品質。

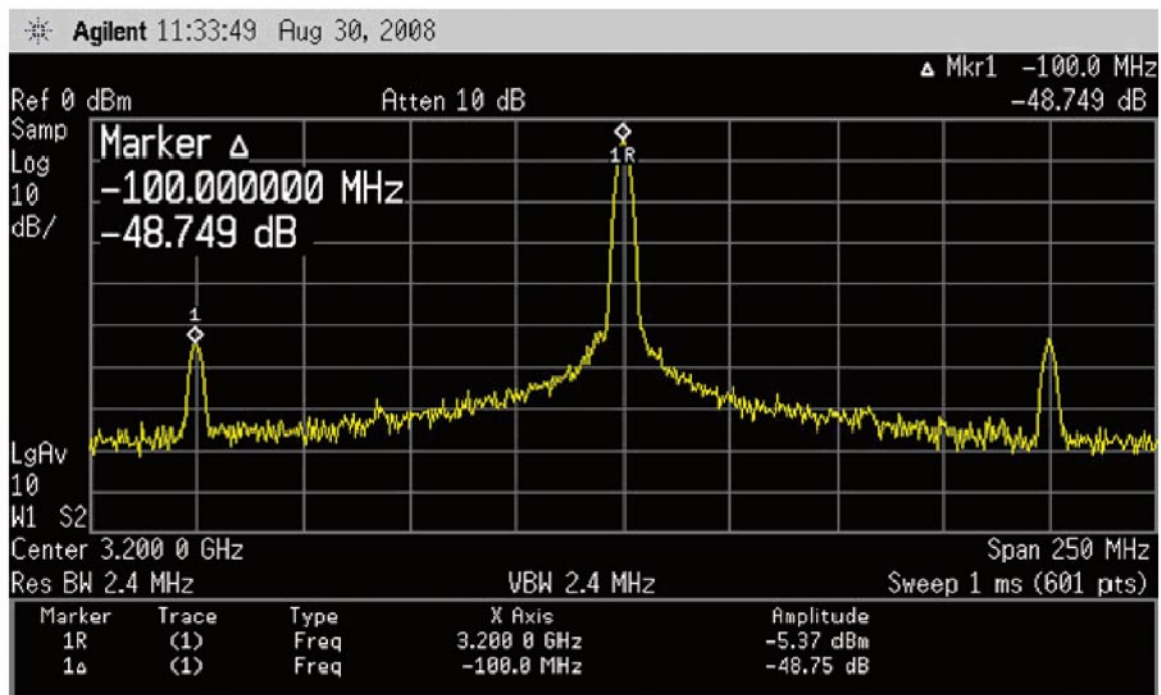


圖10 鎖相迴路參考突波量測結果。

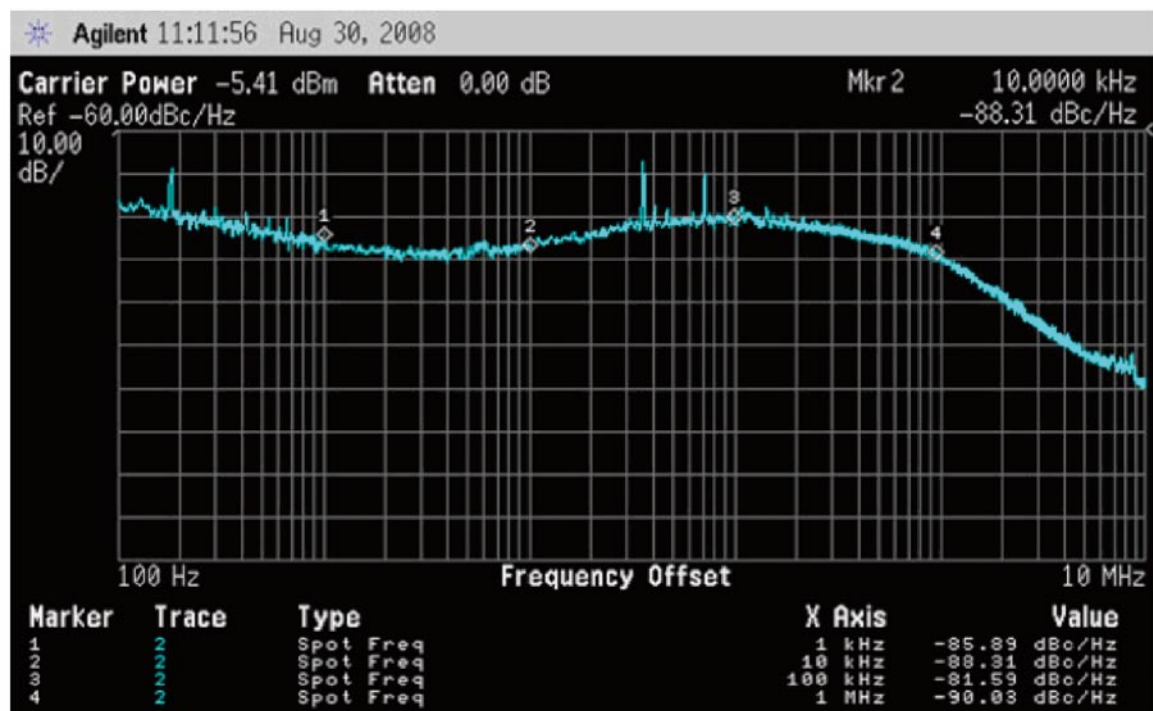


圖11 鎖相迴路相位雜訊量測結果。

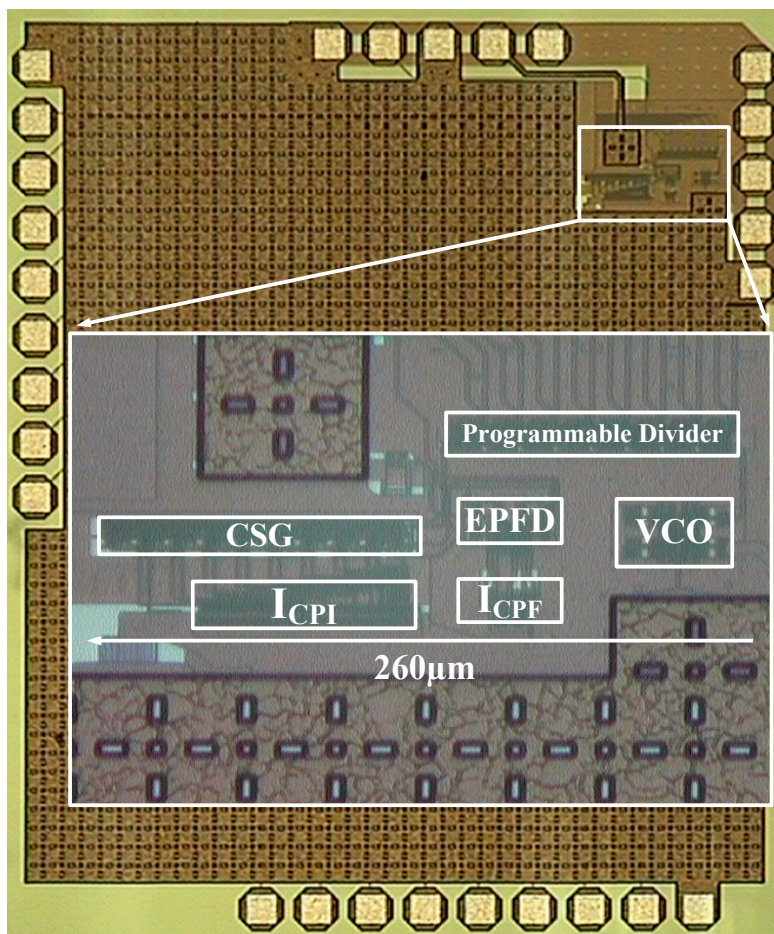


圖12 訊號邊緣遺失補償器的整體電路圖。

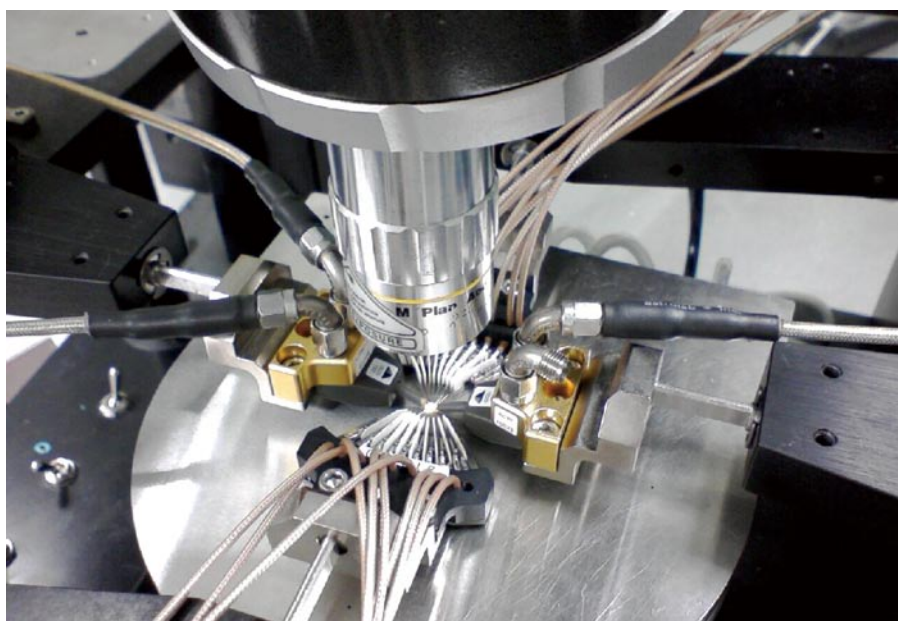


圖13 量測時的儀器及高頻探針架設圖。

本論文 “An Edge Missing Compensator for Fast Settling Wide Locking Range Phase-Locked Loops” 係晶片中心團隊在晶片設計及量測服務中，所衍生的研究成果。值得一提的是，大部份被接受的論文均以前瞻製程，

如90及65奈米。然而，本論文係以180奈米較低成本的製程來顯現IC設計的技術與理論。本篇論文的被接受及發表，足見晶片中心在前瞻研發方面質的提昇，亦有助於提升晶片中心及國家實驗研究院在國際的地位，及展現知名度。

研發團隊簡介

★ 魏慶隆先生為德州理工大學電機工程所博士，2007年起服務於國家晶片系統設計中心，目前為特聘研究員兼國家晶片中心主任，及國立中央大學電機系台積電傑出講座教授，專長為類比混合訊號電路系統之設計、測試、及偵錯；高可靠度系統設計與分析。

★ 黃俊銘先生為清華大學資訊工程研究所博士，1993年起服務於國家晶片系統設計中心，目前為研究員兼設計服務組組長，專長為多媒體通訊、超大型積體電路設計與測試。

★ 莊英宗先生為成功大學電機工程研究所博士，2002年起服務於國家晶片系統設計中心，目前為研究員兼晶片組組長，專長為射頻系統晶片設計、CMOS感測應用及系統封裝整合技術，並負責規劃建置新竹及台南之異質晶片系統量測實驗室。

★ 林棋勝先生為成功大學電機工程所博士，2004年起服務於國家晶片系統設計中心，目前為副研究員兼設計服務組技術課長，專長為超大型積體電路設計，鎖相迴路設計。

★ 簡廷旭先生為逢甲大學通訊所碩士，2004年起服務於國家晶片系統設計中心，目前為晶片組助理研究員，專長為射頻積體電路設計，鎖相迴路設計。



「線性相位誤差補償器之研發及應用」研發團隊與陳文華院長合影，左起：魏慶龍主任、簡廷旭先生、林棋勝博士、陳院長。

學術研究類-雪山獎

發電與省電的綠能奈米元件

文/圖 吳文發、簡昭欣、呂明霽、羅廣禮、李耀仁、楊明瑞 國家奈米元件實驗室

研究簡介

鑒於節能減碳的全球趨勢與擴展綠色能源的迫切需求，「發電與省電的綠能奈米元件」研究團隊近幾年投入相當多精力於相關議題之研究，目前已完成高效能低耗電的奈米微晶粒記憶體製作、低耗能的綠色奈米元件材料與製程開發與具壓電性質奈米線所製造的奈米發電元件研究。其中高效能低耗能的奈米微晶粒記憶體的技術重點在於奈米微晶粒之製備方法的開發，經由快速升溫退火，利用相分離相析出的方式把矽酸鉛氧化物薄膜形成二氧化鉛奈米微晶粒。經過研究團隊多年所挹注心血的醞釀，終於完成高密度、均勻、簡單可靠與和傳統CMOS製程完全匹配的奈米微晶粒製作，並成功地應用在下世代的記憶體。

一直以來，電子元件的發展一直以更小、更快、更冷為目標，其中更冷主要是進一步降低晶片的耗能。鍺（Ge）的電子遷移率是矽的兩倍，電洞遷移率是矽的四倍；三五族材料如砷化鎵（GaAs）、銦砷化鎵（InGaAs）甚至具有更高的電子遷移率，導入高遷移率通道材料可提高元件導通電流量，而減緩為提升元件效能而必須降低等效閘極介電層厚度所面臨的嚴重閘極漏電流問題，因此能達成綠能元件的目標，本研究

團隊提出利用高溫退火驅動差排湮滅機制和應變介面層差排阻擋機制，使得成長於矽基板上的鍺薄膜具有優良的單晶品質（線差排密度降為 $10^6/\text{cm}^2$ ），再以鍺作為緩衝層，成功地成長出高品質砷化鎵薄膜，並以此製作出了砷化鎵通道MESFET元件，為在矽基板上同時整合Ge pMOSFET元件和GaAs nMOSFET元件奠定了良好的基礎，研發成果意義重大。導入高導電性的銅導體材料，除了可以提昇晶片的傳輸速度與性能外，更能降低晶片耗能，但銅導體材料具有高擴散性易引致電路漏電流的問題，本研究團隊藉由夾層結構、電漿表面處理等技術運用，已開發出低漏電銅導體連線與高電容密度銅電極電容技術，成功達到低耗能的綠色奈米元件目標。另外，於低耗能的綠色元件製程開發上，本研究團隊成功開發新穎的低溫微波退火活化技術，利用低溫微波退火的方式不僅可以降低元件製程的熱預算以符合節能的需求，而且透過低溫的方式可以有效將不同的材料整合在元件上，對元件的效能將可以大量的提升。

針對綠色能源的開發，本研究團隊主要進行奈米線發電的研究，除了研究p型氧化鋅

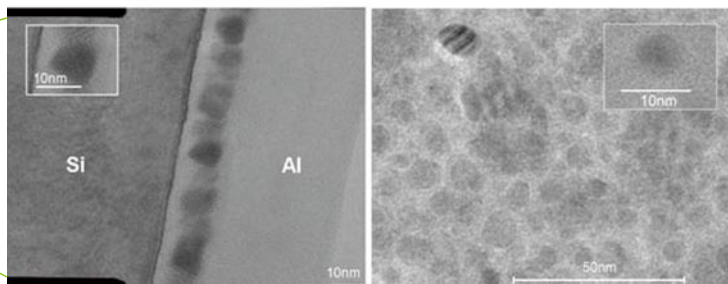
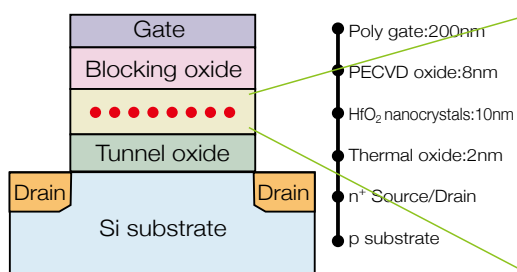
HfO₂-dotsThe density of nanocrystals: $0.9 \sim 1.9 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ 

圖1 奈米微晶粒記憶體剖面示意圖。

圖2 奈米微晶粒記憶體剖面穿透式電子顯微鏡圖。

圖3 奈米微晶粒記憶體俯視穿透式電子顯微鏡圖。

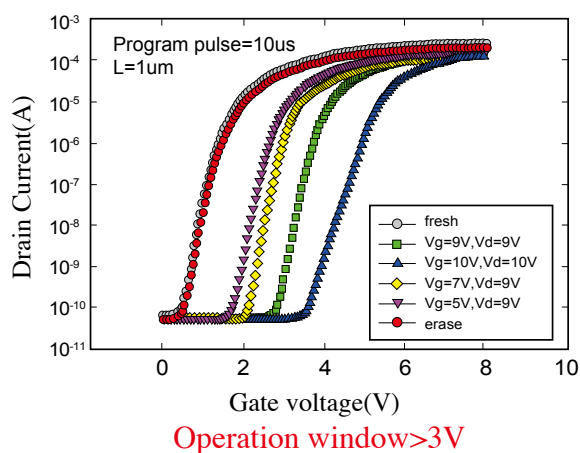
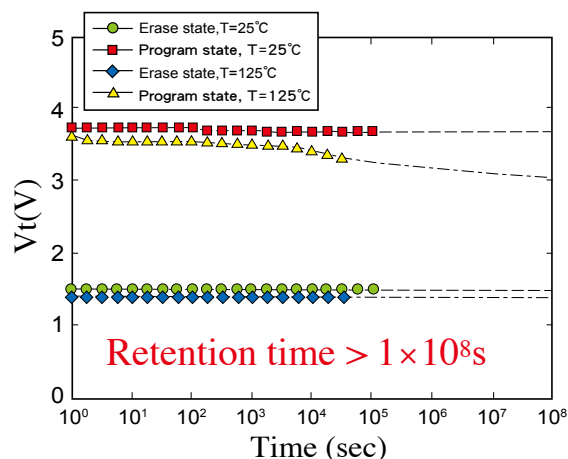
圖4 奈米微晶粒記憶體I_d-V_g視窗操作圖。

圖5 奈米微晶粒記憶體記憶保存時間圖。

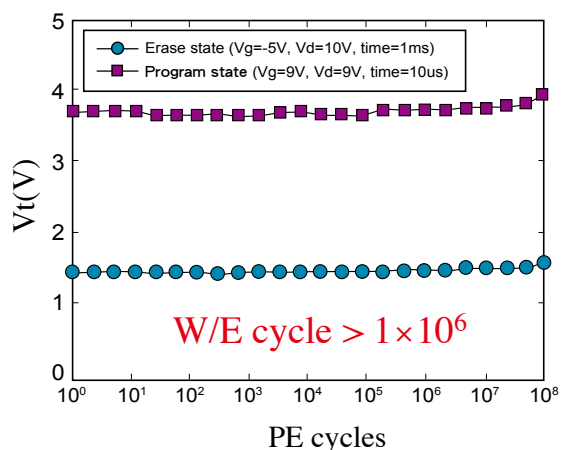


圖6 奈米微晶粒記憶體操作次數圖。

(ZnO) 奈米線的發電特性，得到p型氧化鋅奈米線將有高達50-90 mV左右的發電電壓大小外，還針對發電特性的可靠性做一連串的統計分析實驗，這對於要了解利用具壓電性質的奈米線所製造的奈米發電元件的基本操作特性有很顯著的幫助。期待不久的將來，因奈米元件科技的進展會為人類帶來更不一樣的生活，也會大大改變所需能源的獲得方式，唯有發展綠色能源才是生存永續之道。

綠能奈米元件研究

本「發電與省電的綠能奈米元件」研發團隊，主要成員為吳文發、簡昭欣、呂明霈、羅廣禮、李耀仁與楊明瑞六人，其中簡昭欣與楊明瑞主要進行高效能低耗電的綠色奈米記憶體研究，吳文發、羅廣禮、李耀仁負責低耗能的綠色奈米元件材料與製程開發，呂明霈則負責具壓電性質奈米線所製造的奈米發電元件研究。團隊近幾年所發表之相關著作，共計期刊論文64篇，國際研討會論文12篇，其中更包含奈米科技領域高影響性Nano Letters論文1篇、電子元件領域最重要的國際會議IEDM論文2篇、電子元件領域最重要的IEEE Electron Device Lett.論文6篇、IEEE Trans. Electron Devices論文4篇、Appl. Phys. Lett. 論文8篇，其中更有多篇論文被SCI相關學術期刊引用次數高於10次以上。相關研究成果重點敘述如下：

低耗能高效能奈米微晶粒記憶體

所開發之奈米微晶粒記憶體（圖1-6）具有高密度、均勻、簡單可靠與和傳統CMOS製程完全匹配的奈米微晶粒製作，可以應用在下世代的記憶體。e世代中，個人隨身高科技資訊裝備已成為時尚風潮，此記憶體展現超高效能的特性，如大工作區間、快速讀寫、超長記憶資料保存、上百萬次的讀寫耐性、低電壓以及多位元運轉等等，充分滿足e世代日益遽增對於「耗電量低、且儲存容量大」之記憶設備之需求。它的誕生使得NDL成為全世界在該領域的領先研究團隊之一^[1,2]。

低耗能高效能薄膜電晶體記憶體

所開發之薄膜電晶體非揮發性記憶體具有高效能的特性，如大工作區間、快速讀寫、長記憶資料保存、數十萬次的讀寫耐性、低電壓以及多位元運轉等等。為平面系統（System-On-Panel）開發成功奠下一個重要的基石^[3,4]。

壓電奈米線發電元件

隨著全世界石油含量越來越少，能源主要輸出國在國際社會扮演的角色日趨重要，也就是說，若能獲得能源來源就是掌握未來。目前全世界各大國皆為了能源取得來源感到非常棘手，除了推動綠色能源革命外，也想盡任何方案來降低能源的消耗量，就綠色乾淨能源而言，除了傳統的太陽能、風力、地熱以及水力發電外，若能把日常生活環境中的振動能轉化成電能，將會大大的擴展綠色能源取得來源。本研究團隊成員呂明霈與喬治亞理工學院的王中林教授進行國際合作，針對p型氧化鋅奈米線的壓電性質做有關發電（Energy Harvesting）方面的實驗（圖7），研究中除了研究p型氧化鋅奈米線的發電特性，得到p型氧化鋅奈米線將有高達50-90mV左右的發電電壓大小外，還針對發電特性的可靠性做一連串的統計分析實驗，這對於要了解利用具壓電性質的奈米線所製造的奈米發電元件的基本性質有很顯著的幫助。利用奈米線的壓電性質輕易的把存在環境中的振動轉成電能，將會大大的提升能源取得來源^[5]。

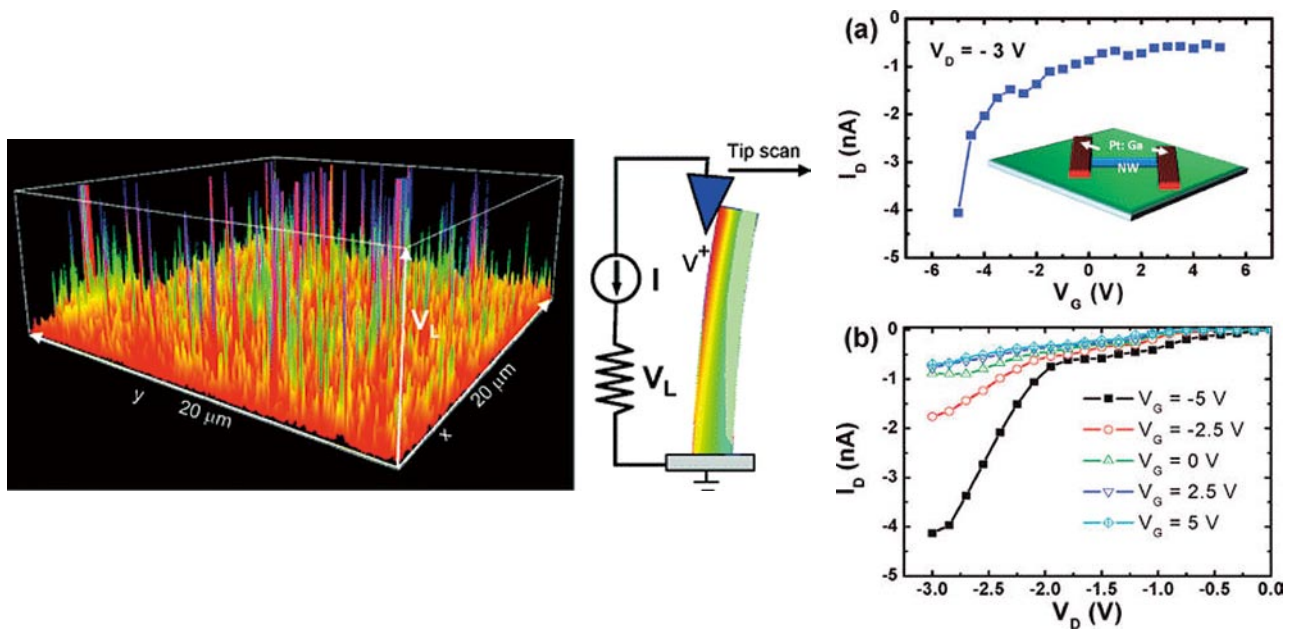


圖7 利用施加應力會對氧化鋅 (ZnO) 奈米線造成正負電荷產生的現象，可以作為將震動轉化為電能的奈米線元件。右邊圖為p型ZnO奈米線的基本導電特性。

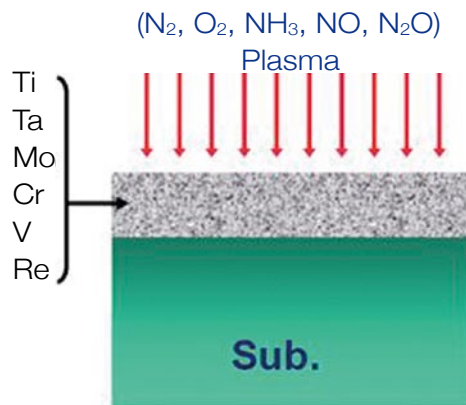


圖8 電漿處理擴散阻障層示意圖。

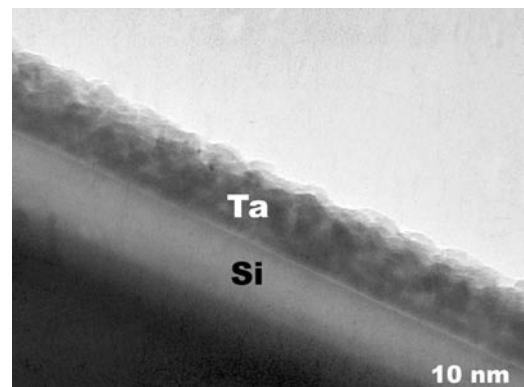


圖9 電漿處理擴散阻障層的穿透式電子顯微鏡照片。

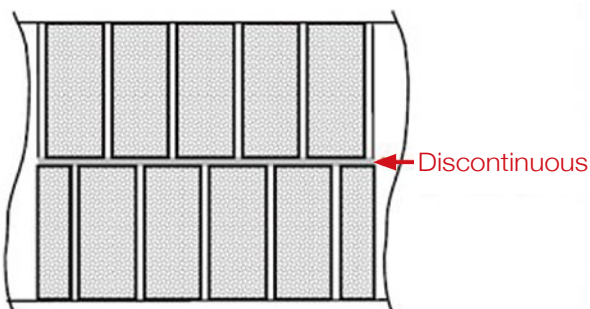


圖10 夾層結構擴散阻障層示意圖。

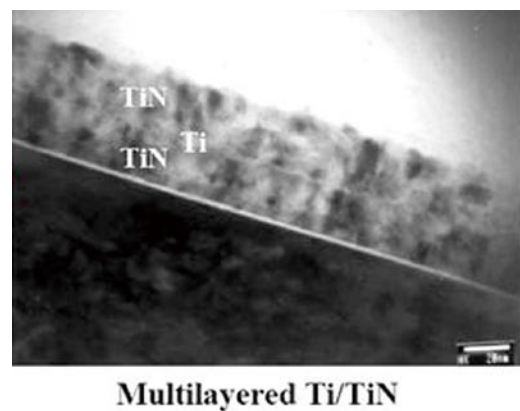


圖11 夾層結構擴散阻障層的穿透式電子顯微鏡照片。

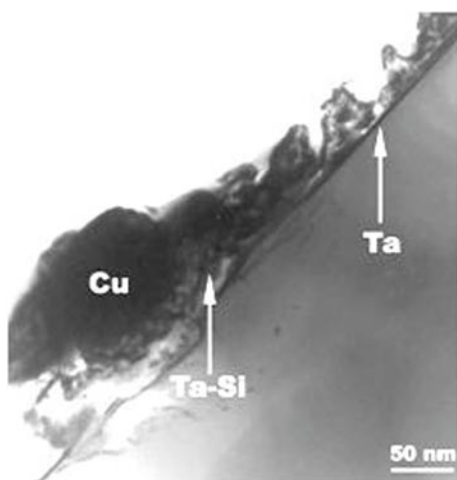


圖12 銅擴散所造成的界面破壞。

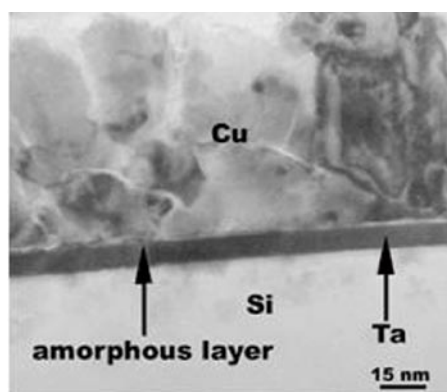


圖13 電漿處理擴散阻障層成功抵擋銅擴散。

低耗能、高可靠度的銅導線技術

導入高導電性的銅導體材料，除了可以提昇晶片的傳輸速度與性能外，更能降低晶片耗能，但銅導體材料具有高擴散性易引致電路漏電流的問題。本研究團隊利用夾層結構與不同氣氛電漿處理改質，成功開發低耗能、高擴散阻障特性之銅擴散阻障層製程（圖8-13），其中電漿處理改質乃由於經氮（氧）化電漿表面處理後，會形

成一奈米晶質化之氮（氧）化金屬表層，因此較多晶結構之擴散阻障層具備有更佳之擴散阻障效果。此外並進一步藉由擴散理論進行擴散模型分析及理論計算，了解銅金屬之擴散行為，相關研究成果已發表於J. Electrochem. Soc. 等國際學術期刊，並被SCI相關學術期刊高度引用（引用次數:31）^[6]。此外，並成功開發出一低氧擴散、低漏電流（漏電流= 1 nA/cm² at 1 MV/cm）、高崩潰電場之銅電極Ta₂O₅ MIM電容製程與高可靠度之銅電極BST薄膜電容技術^[7]。

Si基版上Ge與GaAs磊晶以及MESFET元件

首次提出利用高溫退火驅動差排湮滅機制和應變介面層差排阻擋機制，使得成長於矽基板上的鍺薄膜具有優良的單晶品質，鍺內的線差排密度可降為10⁶/cm²數量級。接著再以鍺作為緩衝層，在6°偏角矽基板上，成功地成長出高品質砷化鎵薄膜，並以此製作出了砷化鎵通道MESFET元件（圖14-16），為在矽基版上同時整合Ge pMOSFET元件和GaAs nMOSFET元件奠定了良好的基礎，研發成果意義重大^[8]。

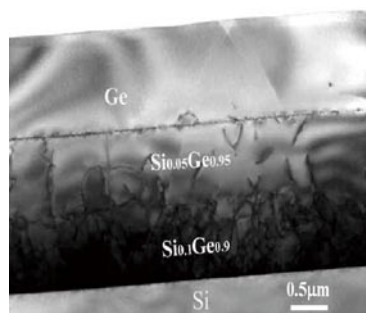


圖14 於Si基板上所成長的Ge薄膜。

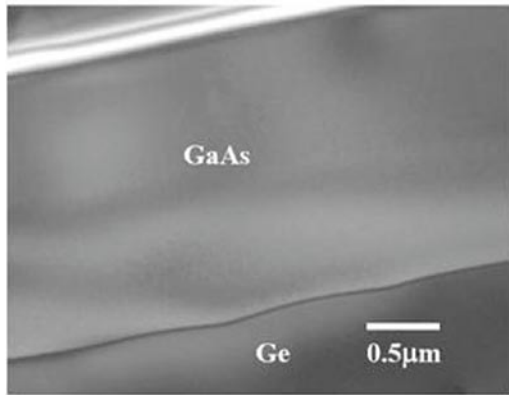


圖15 以Ge作為緩衝層所成長的GaAs薄膜。

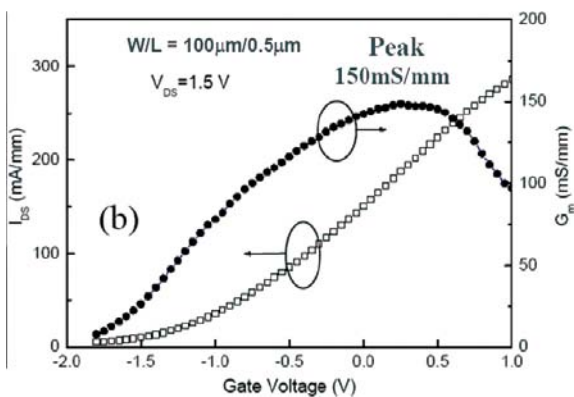


圖16 以GaAs/Ge/Si作為基材所製作的GaAs通道MESFET元件。

低耗能的綠色元件製程開發

開發低耗能的綠色元件製程，成功透過低溫微波有效活化硼離子，且驗證了鍺磊晶層不會因為活化的緣故而造成鍺磊晶層的破壞（圖17-18）。此低溫退火的方式不僅可以降低元件製程的熱預算以符合節能的需求，而且透過低溫的方式可以有效將不同的材料整合在元件上，對元件的效能將可以大量的提升。相較於傳統的高溫RTA方式活化，經過低溫微波後，元件摻雜並沒有任何明顯的擴散產生，活化的同時，可以對元件的P/N接面位置有良好的控制。這樣的發現，對於未來需要防止短通道效應的奈米尺寸電晶體製程，是一項很大的突破^[9]。

研發心得

本「發電與省電的綠能奈米元件」研發團隊，主要致力於高效能低耗電的綠色奈米記憶體製作、低耗能的綠色奈米元件材料與製程開發與壓電奈米線發電元件研究。本研發團隊所

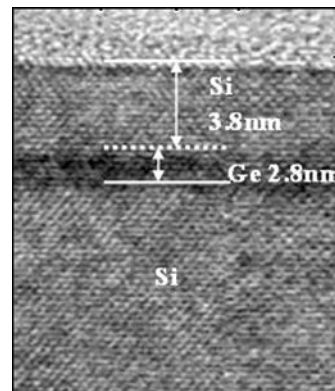
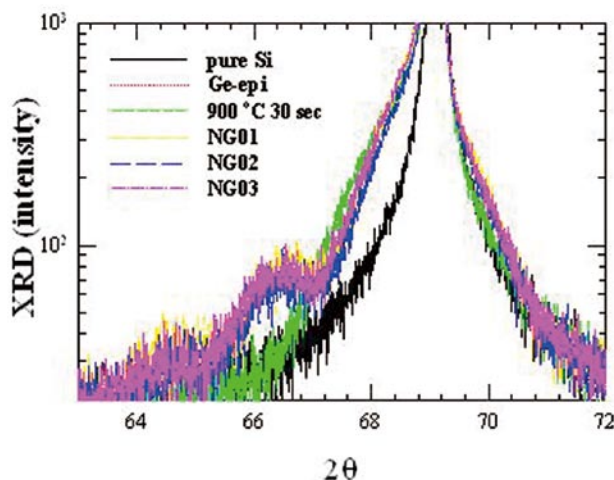


圖17 微波活化XRD與TEM的量測圖，NG01和NG02的最大的活化溫度皆為450°C，但是時間由60秒增加到100秒，而NG03的活化溫度只有320°C。

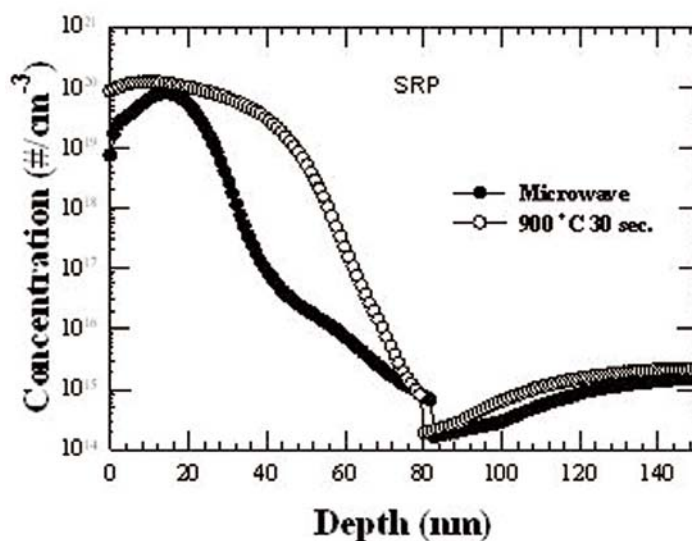


圖18 利用傳統RTA與微波之後的SRP圖。

完成之研發課題，由於完全由國家奈米元件實驗室既有製程試驗線所發展，因此具有潛力將相關元件或材料推廣至所有具有相同，或可相容之研發、製程平台，而開展出更多新研究課題或應用範疇。除了由於研究成果具有高度前瞻性，已發表多篇重要學術文章及獲得專利外，更由於具有高度應用性，對電子、儲存媒介、能源、光電等產業有極大影響，而得到許多工業界的合作。

在跨領域的合作上，在「壓電奈米線發電元件」研究，團隊成員除了與國立清華大學材料工程系的陳力俊教授團隊共同合作外，也與美國喬治亞理工學院的王中林教授團隊有深入的互動合作，相關成果不但是個優良的學術合作下的美好果實，也是代表國家奈米元件實驗室與國際知名研究團隊的攜手合作成果。

參考資料

- [1] Yu-Hsien Lin, Chao-Hsin Chien, Ching-Tzung Lin, Ching-Wei Chen, Chun-Yen Chang and Tan-Fu Lei, "High Performance Multi-bit Nonvolatile HfO₂ Nanocrystal Memory Using Spinodal Phase Separation of Hafnium Silicate", Intl. Elec. Dev. Meeting (IEDM), San Francisco, pp. 1080-1081, 2004.
- [2] Yu-Hsien Lin, Chao-Hsin Chien, Ching-Tzung Lin, Chun-Yen Chang and Tan-Fu Lei, "High Performance Nonvolatile HfO₂ Nanocrystal Memory", IEEE Electr. Dev. Lett., Vol. 26, No. 3, p. 154, 2005.
- [3] Yu-Hsien Lin, Chao-Hsin Chien, Tung-Hung Chou, Tien-Sheng Chao, Chun-Yen Chang and Tan-Fu Lei, "2-bit Poly-Si-TFT Nonvolatile Memory Using Hafnium oxide, Hafnium Silicate and Zirconium silicate", Int. Elec. Dev. Meeting (IEDM), Washington DC, pp. 949-953, 2005.
- [4] Yu-Hsien Lin, Chao-Hsin Chien, Tung-Hung Chou, Tien-Sheng Chao, and Tan-Fu Lei, "Low-Temperature Polycrystalline Silicon Thin-Film Flash Memory with Hafnium Silicate", IEEE Trans. Electr. Dev., Vol. 54, No. 3, pp. 531-536, 2007.

- [5] Ming-Pei Lu, Jinhui Song, Ming-Yen Lu, Min-Teng Chen, Yifan Gao, Lih-Juann Chen and Zhong Lin Wang, Nano Lett., 9 (3), pp 1223–1227, 2009.
- [6] Wen-Fa Wu, K. L. Ou, C. P. Chou, and C. C. Wu, “Effects of Nitrogen Plasma Treatment on Tantalum Barriers in Copper Metallization”, J. Electrochem. Soc., Vol. 150, pp. G83-89, 2003.
- [7] K. C. Tsai, Wen-Fa Wu, C. G. Chao, and C. P. Kuan, “High Reliability Ta₂O₅ MIM Capacitors with Cu-based Electrodes”, J. Electrochem. Soc., Vol. 153 (5), pp. G492-G497, 2006.
- [8] Guang-Li Luo, Yen-Chang Hsieh, Edward Yi Chang, and M. H. Pilkuhn, Chao-Hsin Chien, Tsung-Hsi Yang, Chao-Ching Cheng, and Chun-Yen Chang, “High-speed GaAs metal gate semiconductor field effect transistor structure grown on a composite Ge/GexSi1x/Si substrate”, J. Appl. Phys., 101, 084501 2007.
- [9] Yao-Jen Lee, Fu-Kuo Hsueh, Shih-Chiang Huang, Jeff M. Kowalski, Jeff E. Kowalski, Alex T.Y. Cheng, Ann Koo, Guang-li Luo, and Ching-Yi Wu,” A Low-Temperature Microwave Anneal Process for Boron-Doped Ultra-Thin Ge Epi-Layer on Si Substrate”, IEEE Electron Device Lett., Vol. 32, pp. 123-125, 2009.

研發團隊簡介

★ 吳文發先生為國立交通大學電子研究所博士，現任國家奈米元件實驗室研究員兼副主任。專長為極大型積體電路技術、奈米電子元件與薄膜技術等。

★ 簡昭欣先生為國立交通大學電子研究所博士，現任國立交通大學電子研究所副教授兼任國家奈米元件實驗室副研究員。現主要從事高遷移率電子元件之研發。

★ 呂明霈先生為國立交通大學電子研究所博士，現為國家奈米元件實驗室副研究員，主要從事低維度奈米元件相關之研究。

★ 羅廣禮先生為國家奈米元件實驗室副研究員，現主要從事高遷移率電子元件之研發。

★ 李耀仁先生為國立交通大學電子研究所博士，國家奈米元件實驗室副研究員。

★ 楊明瑞先生為國家奈米元件實驗室副研究員，現主要從事低溫複晶矽薄膜電晶體、高介電系材料、先進半導體元件研發等方面研究。



「發電與省電的綠能奈米元件」研發團隊與陳文華院長合影，左起：呂明霈博士、羅廣禮博士、吳文發副主任、陳院長。

學術研究類-秀姑巒山獎

以原子層沉積製程成長氧化物薄膜與金屬奈米顆粒及其應用

文/圖 柯志忠 儀器科技研究中心

研究簡介

隨著半導體產業不斷演進，22-32nm節點製程技術為產學研界持續追求的研發目標，不僅通道長度繼續微縮至奈米等級，2003年ITRS報告提出有效氧化層厚度（Effective oxide thickness，EOT）更薄至數個原子直徑大小的超薄厚度^[1]，而元件的閘極穿隧電流隨著氧化層厚度微縮卻是劇烈驟升，漏電流會嚴重地影響元件的性能與可靠度，因而延緩半導體元件持續縮小的時程，因此相關產學研各界對奈米結構原子級薄膜製程設備的需求極為殷切。傳統方法如物理氣相沉積（Physical Vapor Deposition，PVD）鍍膜或化學氣相沉積（Chemical Vapor Deposition，CVD）鍍膜，已無法達到未來元件所需大面積均勻性、厚度控制性與階梯覆蓋性之需求。

原子層沉積製程（Atomic Layer Deposition，ALD）是CVD技術的一支，近年來由於奈米元件的製程需求，ALD逐漸受到產學界的重視，而有越來越多研究投入。ALD係利用前驅物氣體與基板表面所產生的自我侷限（self-limiting）交互反應，當反應氣體與基板表面形成單層化學吸附後，反應氣體不再與表面反應，

所以成長厚度可控制在Å等級^[2]，且均勻性極佳。故近年來ALD技術逐漸被應用在電晶體氧化物介電層製備。

由於ALD反應只在表面產生，所以只要足夠反應物劑量通入系統，使表面達到自我侷限，其厚度應當一致，因此ALD的大面積均勻性較CVD佳。由於反應物濃度梯度對ALD薄膜成長的影響不大，所以在高深寬比結構上成長的薄膜均勻而覆蓋性佳^[3]，所以ALD技術也被視為製作氧化物奈米線與奈米管等微結構的重要方法^[4-6]。另外，研究顯示ALD製程氣體會形成分布均勻的奈米顆粒，例如可利用ALD在碳氣凝膠（carbon aerogel）上製作W與Pt等貴金屬奈米顆粒^[7, 8]，並具有良好的分散性與顆粒尺寸分布（約2-3nm），由於ALD製程氣體穿透能力佳，因此在結構深處亦可成長尺寸一致的Pt奈米顆粒，證明ALD技術非常適合在奈米碳管等結構上成長貴金屬奈米顆粒。

過去這5年來，本技術團隊已成功地開發國內第一套自製4吋、8吋與12吋原子層沉積系統，除了不斷地提升ALD機台技術層次，並與交通

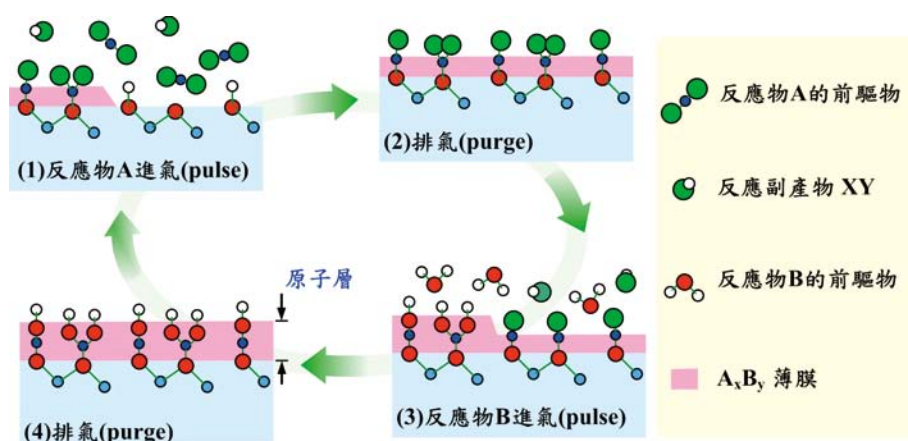


圖1 ALD反應示意圖。

大學張俊彥教授研究團隊合作投入ALD高介電薄膜元件開發，開發氧化物介電薄膜應用；同時與元智大學彭宗平校長共同開發ALD奈米製程，以及應用ALD製備金屬顆粒做為燃料電池技術觸媒，以下將本團隊在各領域研發成果進行說明。

ALD製程方法

本團隊採用的ALD氣體傳輸模式為垂直流（perpendicular flow），其厚度飄移率可小於1%，比傳統鍍膜技術（如PVD與CVD製程）佳，可與國際商業機台媲美。ALD的全反應方程式與CVD相同，可以方程式（1）表示：



其中n 代表前驅物的配體（ligand）數目。ALD反應時前驅物氣體是分別且連續地與基板進行交互反應（exchange reaction），其反應式（n = 2）可拆解成如下：



如圖1（1）所示， $AX_2(g)$ 會與基板形成單層的中間產物 $AX^*(s)$ ，待表面完全覆蓋 $AX^*(s)$ ，則 $AX_2(g)$ 不再與基板反應（圖1（2）），接著以purge 或pump方式把未反應的 $AX_2(g)$ 與副產物 $XY(g)$ 移除，再通入 $BY_2(g)$ 與表面中間產物 $AX^*(s)$ 進行交互反應（圖1（3））， $BY^*(s)$ 完全覆蓋表面後則形成單層（monolayer，ML）薄膜（圖1（4）），這樣四個步驟稱為ALD的一個cycle，重複進行ALD的cycle（即ABAB...）即可成長所需薄膜。

高介電薄膜元件開發

氧化鋁製程中，三甲基鋁（Trimethyl aluminum，TMAI）與水分別作為Al與O的前驅物，在兩種前驅物氣體進氣中間則通入大量氮氣，以移除未反應前驅物與其副產物，避免衍生相關CVD反應。本團隊與交大張俊彥前校長合作使用Ge與GaAs FET，利用ALD製程技術開

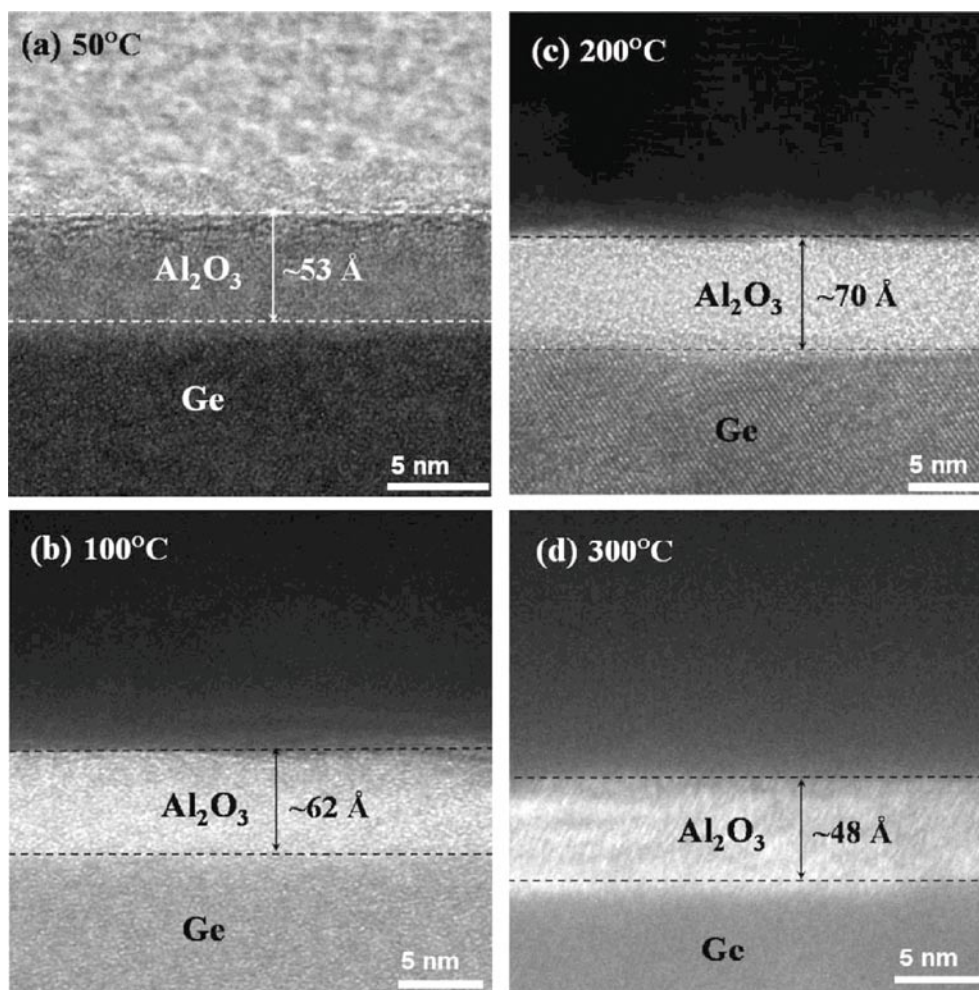


圖2 在 (a) 50、(b) 100、(c) 200 與 (d) 300°C 以 60 次 ALD cycle 成長之氧化鋁穿隧式電子顯微鏡 (Transmission electron microscope, TEM) 影像。

發高品質氧化鋁介電材料（如圖2）^[9-12]，此材料製程未來可延伸至高頻元件應用，同時創國內ALD製程應用在元件製作之先河，期待提供國內更優質的ALD製程與系統，協助提高國內半導體製程技術之國際能見度。

ALD奈米製程

ALD具有極佳的表面覆蓋性及厚度控制性，所以具有製備奈米材料之潛力，本團隊與元智大學彭宗平校長合作開發製備氧化鋁奈米管，為國際首次驗證運用ALD可以有機奈米線作為模板成長奈米結構（圖3），研究顯示ALD製

程可以精準地控制氧化鋁奈米結構尺寸，提供未來製作奈米結構的一種新穎技術，若能搭配奈米多層膜技術即可製作合金或參雜型奈米結構，本研究並獲得奈米領域*Nano Letters*等知名期刊的肯定^[13,14]。

本團隊亦以蝴蝶鱗粉結構作為模板，驗證ALD製程在3D結構上的低溫鍍膜覆蓋性，如圖4所示蝴蝶鱗粉尺寸約30 μm×100 μm，具有寬度約1 μm階梯狀結構（如圖4（c）箭頭所示），蝴蝶鱗粉表面成長200次ALD cycle氧化鋁後，在500°C下退火即可移除蝴蝶鱗粉的有機材料，得

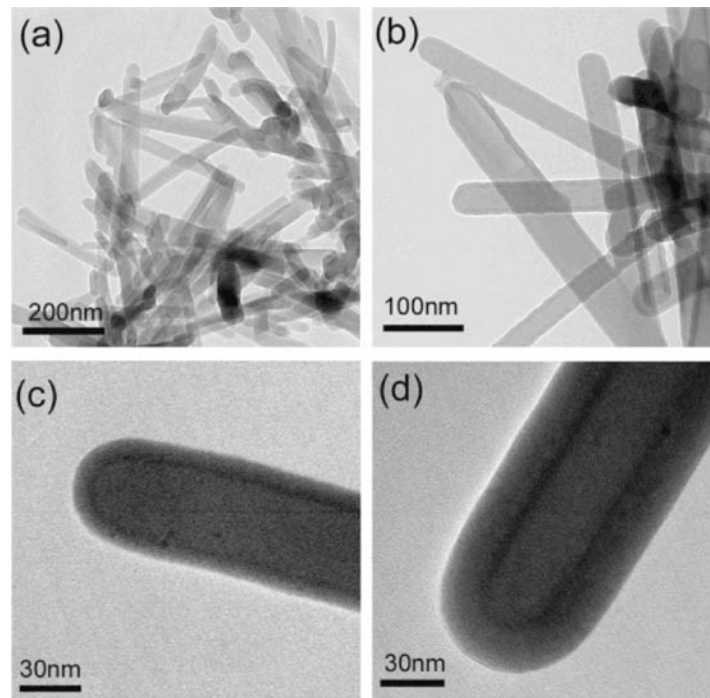


圖3 (a) 有機奈米線TEM影像及以(b)、(c) 100與(d) 200次ALD cycle在有機奈米線上成長氧化鋁TEM影像。

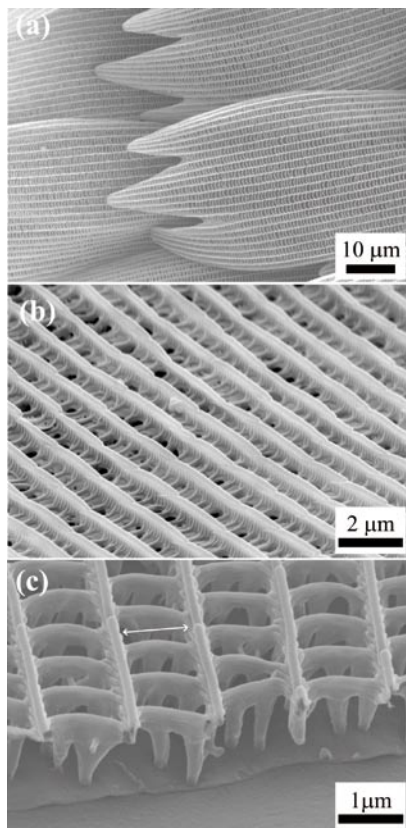


圖4 氧化鋁3D奈米級仿生結構之掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscopy, SEM) 影像，放大倍率分別為(a) 1500、(b) 10000、(c) 20000。

到如圖4所示之中空奈米結構，經由觀察測量可得到氧化鋁鍍膜厚度均為20nm左右，符合氧化鋁我們所預期之成長速度(0.1 nm/cycle)，未來本團隊將持續開發該奈米級仿生結構在奈米光電應用，此外本研究結果也獲得台灣大學奈米機電系統研究中心舉辦2008年台灣奈米影像競賽佳作獎榮譽。

本研究團隊首先利用Platinum Trimethyl (methylcyclopentadienyl) (MeCpPtMe_3) 與氧氣做為Pt前驅物，在薄膜電極組(membrane electrode assembly, MEA)上成長分散性良好的Pt奈米顆粒(圖5)，與商業用MEA相比僅需要約1/30之Pt負載量即可獲得相當的特性^[15]。

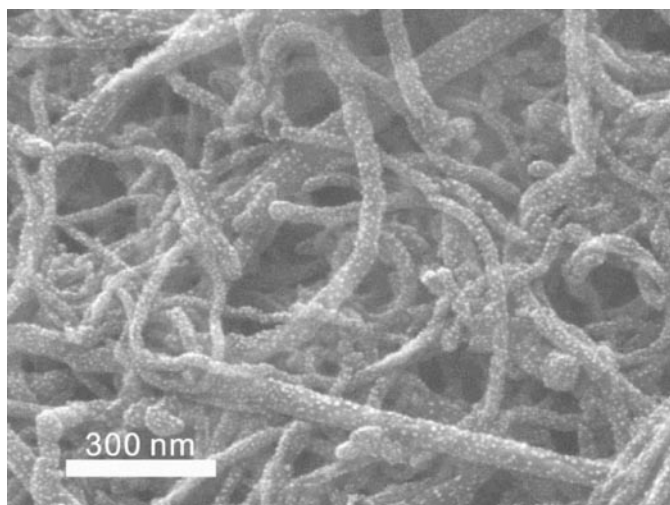


圖5 成長在奈米碳管上Pt奈米顆粒之SEM影像，ALD成長cycle次數為100。

研發心得

台灣半導體製程技術雖然佔有世界領先地位，但由於ALD機台取得不易，所以遲遲無法切入如高介電（high-k）薄膜與金屬閘極（metal gate）等次世代電晶體重要製程，本團隊藉由自行設計開發之ALD機台切入high-k技術，結合交大研發團隊的高載子遷移率（high- μ ）材料開發，可達到未來元件需求。本團隊將ALD應用在奈米模板技術，為實現製作尺寸與成分之奈米結構新穎技術，因此可藉由尺寸與成分控制而達到奈米材料的特性控制。

另外，本團隊為國際上少數具有以ALD製備白金材料之研究團隊，更是第一個將ALD製程延伸至製作質子交換膜燃料電池白金觸媒的研究團隊。傳統塗佈方式多為溼式製程，且容易造成白金觸媒聚集降低其觸媒效能，因此白金負載量需要20 mg/cm²才能達到所需特性，利用ALD製作之白金觸媒的分散性佳且顆粒尺寸均勻，因此只要小於0.1 mg/cm²即可獲得相當的電池特性，對於未來質子交換膜燃料電池的商業化有極大助益。

雖然ALD技術早在1970年代即有相關機台發展，然而台灣遲至2000年後才開始有相關ALD製程展開，大多數研究多侷限在半導體大廠之研發部門，主要原因在於ALD機台取得不易，藉由ALD機台技術與材料製程建立，本團隊已擠身國際少數具有自主研發高介電材料之實驗室，未來在半導體技術發展過程中已佔有先機，同時結合國內學術界將可持續地建立國研院在半導體技術之前瞻研究。

參考資料

- [1] International Technology Roadmap for Semiconductors 2003 Edition.
- [2] M. Leskela and M. Ritala, Angew. Chem. Int. Ed., 42, 5548 (2003).
- [3] Debra Vogler and Paula Doe, Sol. State Technol., 46, 35 (2003).
- [4] C. F. Herrmann, F. H. Fabreguette, D. S. Finch, R. Geiss and S. M. George, Appl. Phys. Lett., 87, 123110 (2005).
- [5] X. Wang, C. Neff, E. Graugnard, Y. Ding, J. S. King, L. A. Pranger, R. Tannenbaum, Z. L. Wang and C. J. Summers, Adv. Mater., 17, 21030 (2005).

- [6] W. H. Kim, S. J. Park, J. Y. Son and H. Kim, Nanotechnol., 19, 045302 (2008) .
- [7] T. F. Baumann, J. Biener, Y. M. Wang, S. O. Kucheyev, E. J. Nelson, M. J. Pellin and A. V. Hamza, Chem. Mater., 18, 6106 (2006) .
- [8] J. S. King, A. Wittstock, J. Biener, S. O. Kucheyev, Y.M. Wang, T. F. Baumann, S. K. Giri, A. V. Hamza, M. Baeumer and S. F. Bent, Nano Lett., 8, 2405 (2008) .
- [9] C. C. Cheng, C. H. Chien, G. L. Luo, J. C. Liu, C. C. Kei, D. R. Liu, C. N. Hsiao C. H. Yang, and C. Y. Chang, J. Electrochem. Soc., 155, G203 (2008) .
- [10] C. C. Cheng, C. H. Chien, G. L. Luo, C H. Yang, C. C. Chang, C Y. Chang, C. C. Kei, C. N. Hsiao and T. P. Perng, J. Appl. Phys., 103, 074102 (2008) .
- [11] C. C. Cheng, C. H. Chien, G. L. Luo, J. C. Liu, Y. C. Chen, Y. F. Chang, S. Y. Wang, C. C. Kei, C. N. Hsiao and C. C. Chang, J. Vac. Sci. Technol. B, 27, 130 (2009) .
- [12] C. C. Cheng, C. H. Chien, G. L. Luo, Y. T. Ling, R. D. Chang, C. C. Kei, C. N. Hsiao, J. C. Liu, and C. Y. Chang, IEEE Trans. Electron Devices, 56, 1118 (2009) .
- [13] C. C. Wang, C. C. Kei, Y. W. Yu and T. P. Perng, Nano Lett., 7, 1566 (2007) .
- [14] C. C. Wang, C. C. Kei, Y. Tao, and T. P. Perng, Electrochem. Solid-State Lett., 12, K49 (2009) .
- [15] C. Liu, C. C. Wang, C. C. Kei, Y. C. Hsueh, and T. P. Perng, Small, 5, 1535 (2009) .

研發團隊簡介

★ 蕭健男先生為台灣大學材料科學與工程學博士，現任儀器科技研究中心研究員兼任先進薄膜技術組組長。專長為材料相變態與顯微結構分析、太空規格光學薄膜蒸鍍、III族氮化物磊晶、透明導電薄膜濺鍍及原子層沉積等先進薄膜製程與設備研發。



「以原子層沉積製程成長氧化物薄膜與金屬奈米顆粒及其應用」研發團隊與陳文華院長合影，左起：卓文浩先生、游智傑先生、柯志忠先生、陳院長。

★ 柯志忠先生為國立清華大學材料

科學與工程碩士，現任儀器科技研究中心副研究員。專長為真空製程設備與技術開發，曾參與熱蒸鍍系統、溼氧式爐管與化學束磊晶系統建置與開發，於2003年起致力於ALD製程系統開發，新穎奈米材料與元件製程開發。

★ 游智傑先生為國立台灣科技大學機械工程碩士，現任儀器科技研究中心助理研究員。於薄膜製程與元件整合領域具有5年研發經驗。

★ 卓文浩先生為國立中央大學光電所碩士，現任儀器科技研究中心助理研究員。專長為光學薄膜設計與製作，從事相關薄膜材料開發已有3年經驗。

技術發展類-玉山獎

智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統研究開發

文/圖 國家地震工程研究中心 沖刷監測系統研發團隊

研究簡介

智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統之研究開發主要研究開發智慧型感測監測網路技術，尤其是即時橋梁沖刷安全預警監測系統，國內外並無此項技術可於現地橋梁即時使用，智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統包括光纖感測器、微機電感測元件之研發與無線監測網路技術之相關研發與應用發展，以便應用於防減災科技與智慧型居家服務，此一技術研發特別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。

智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統之相關研究課題開發，主要藉助於近年來無線網路傳輸技術之進步，例如WIFI、藍芽、ZigBee、RFID、WiMAX等無線傳輸網路系統，以便整合MEMS/NEMS等奈微米感測器之發展於防、減、救災及土木結構之實際驗證與應用，無線網路系統之趨勢為在單一矽晶片上擁有感測、辨識、計算功能之微處理器與無線通訊，不同的感測單元可以透過不同的網路訊號傳輸構架如叢集方式（mesh network, cluster network）相互連結，並可依照現地環境之需求，即時於遠端更新韌體。

技術研發之重要性

研究團隊所進行之智慧型監測系統開發具有感測、辨識、計算、分析、控制、警示的無線通訊網路，以便藉由台灣半導體製造與設計技術之優勢，推廣並建置防減災科技知識產業，此一技術對地震與颱風侵襲頻仍的台灣人民生命安全非常重要，例如，當此一系統安裝於橋梁與建物時，平常除可以長期監測以即時分析橋梁與建物的安全及健康診斷之外，當地震發生導致災區橋梁斷落與建物崩塌時，此一無線傳輸感測系統可以即時警示，發出橋梁與建物是否崩落倒塌狀況訊息，或是災區維生救災機構建物例如醫院等建物之倒塌狀況，並即時和地震災時搶救系統及維生系統連結，即時顯示災區之救災與維生路線，以供防救災單位進行資源管理與救災工作之推行。

此一技術更適合作為颱風期間降雨量、逕流量與水位即時監測網路，即時啟動相關防範措施如抽水站之運轉，避免都市積淹水，危及人民生命安全財產損失，或是即時計算分析河川洪峰水位，即時警示公路橋梁管理維護單位，進行橋梁管制，將相關災害減低到最小，透過相關微機電感測器之研發設計與測試，配合無



圖1 台一線大度橋光纖橋梁冲刷監測系統。

線監測網路技術之發展，提供政府相關主管機關作為地震與颱風多重災害緊急應變之決策依據。

技術研發與執行任務之重大影響性

橋梁建設為國家推廣永續發展中相當重要的一環，其耐震、冲刷與耐久性能力的良窳對於台灣發展永續環境、永續社會、永續經濟之影響甚鉅。目前台灣約有兩萬餘座橋梁，除了必須面臨天然與環境災害的威脅，隨著服務期齡增加的同時也加重主管機關維護管理負擔。因此，以更積極的態度規劃其服務年限，在橋梁生命週期內發揮最佳的營運功能，乃是刻不容緩的重要工作。

台灣的自然環境優美，但地理位置特殊，每年5~6月間會有異常梅雨，7~10月間則有頻仍之颱風侵襲，此等特殊氣候，常帶來豪雨；而且台灣恰位於歐亞大陸板塊與太平洋的菲律賓海板塊交界之處，平均每年大小地震超過四千個，其中有感地震可達二百餘個，為世界上有感地震最頻發的地區之一。

97年9月辛克樂颱風更導致台中后豐大橋、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急更有人員傷亡。因此，社會各界對於災害的問題一向非常關心，政府與民間都非常努力於防救災工作。近年來人民水準提昇，對保護生命財產安全的要求逐漸增高，拜科技進步之賜，應用高科技進行防救災，為政府與學界所重視，政府也體認到必須儘速研訂具體有效的防災救災對策，並加強將防災科技研究成果落實於防災業務。

技術成果之影響性、改革性及創造性

成果之技術突破性

橋墩冲刷監測之方式依所使用的感測器不同而有所差異，但最重要者必須滿足台灣河川冲刷特性要求，尤其是洪水除了泥沙泥漿外，更包括有巨大流木、流石之撞擊，即使監測感測元件晶片系統埋設於橋墩後方，不正面直接承受洪水衝擊，橋墩後方渦流亦將帶引相關流石與流木撞擊監測元件，因此監測元件之保護以及其相關設計

是否可以承受橋墩後方渦流所帶引相關流石與流木撞擊乃為團隊研發技術之最重要條件。

研究團隊藉由執行交通部公路總局「橋梁系統安全監測及預警系統之建立」、「河川橋梁沖刷並補強後之安全評估」以及「橋梁監測預警系統及沖刷保護措施及補強等策略之研究」三研究案所研發之光纖沖刷監測機構經實驗室相關測試及驗證後，實地安裝於台一線大度橋之P12橋墩（圖1），歷經2004年敏督利颱風及艾利颱風之洪水與流石、流木衝擊下，驗證可於颱風時進行橋梁河床沖刷深度、水位高程之即時監測，其成果可協助交通部相關單位與水利署對其所管轄之河川橋梁進行颱風即時監測。研究團隊研發之光纖沖刷監測系統，亦可應用於港灣、河海岸、水庫之沖刷與淤泥、流速、流向之監測。本研究所以產出之發明專利「感測裝置及其應用於大地與河川監測系統」（2006）已獲中華民國專利，並已完成技術授權於昭凌顧問工程有限公司（2006）與唯創光電精密科技股份有限公司（2007）。

無線感測網路為未來極為重要的傳輸媒介，微感測器則為該無線感測網路之重要元件，亟需開發適用於土木工程的微感測器，研究團隊藉由本院計畫「CMOS製程之溫度與應變感測積體晶片之製作與研究」，完成相關微機電晶片製程與積體電路晶片製程相關感測元件之研發與製作、測試及校正，了解CMOS晶片特性，並進行相關感測器之感測線路與邏輯電路之設計，最後與無線傳輸技術結合，完成智慧型無線傳輸感測機構（圖2、圖3），並進行無線傳輸Zigbee網路技術與微機電壓力感測器及加速度計之測試與整合。此一技術亦推廣於台北縣政府作為颱風豪雨期間都市積淹水之即時預警系統（圖2），對國人於颱風豪雨侵襲期間生命財產之保障貢獻良多。研究團隊也獲得高速公路局公告招標「高科技橋 檢測系統建置試辦計畫」三年研究計畫，於高速公路大甲流域之一號橋與三號橋進行實地裝設與驗證（圖4），以便即時監測並分析河川洪峰水位，即時警示公路橋梁管理維護單位，進行橋梁管制。



圖2 后豐橋微機電橋梁即時沖刷與地震監測預警系統與台北縣颱風豪雨即時都市積淹水預警系統。



圖3 高速公路淡水河橋及南投縣集集斜張橋梁颱風、地震長期行為zigbee監測網路。

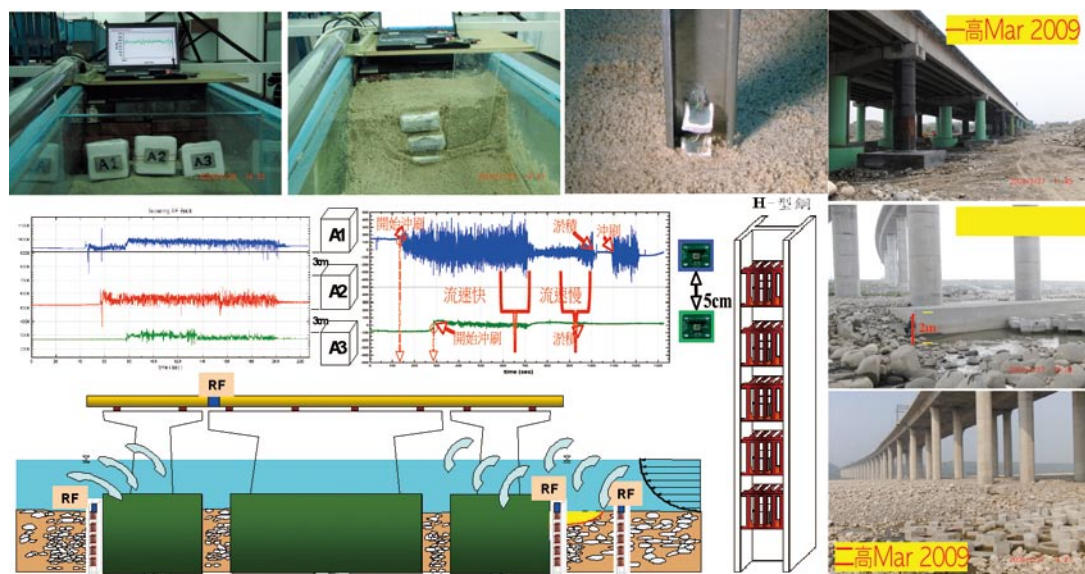


圖4 高速公路大甲溪流域一號橋與三號橋水力發電與震動機構自充電監測預警系統。

成果之國際水準

研究團隊所研發之無線監測系統不僅獲得台灣專利，亦且獲有美國等國外專利，相關論文並發表於SCI國際期刊，並且因全球環境變遷效應，全球水患災害包括都市積淹水預警與橋梁冲刷災害問題愈趨嚴苛，對冲刷與水災預警非常重視，並亟思其防制與預警方法，2008年研究團

隊參與第四屆冲刷與沖蝕國際研討會，獲相關機構如日本JR公司與日本關西電力公司重視，新加坡南洋科技大學與越南Water Resource University (WRU) 亦將於近期內與研究團隊商討雙方合作事宜。

提昇本院技術發展

研究團隊所研發之智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統研究開發，可防止橋梁於颱風及地震期間對人民生命財產之損害，對此一技術研發可供本院、國科會與行政院相關部會署作為地震與颱風多重災害緊急應變之決策依據。本團隊所研發整合之沖刷監測技術，將整合本院國震中心、颱風中心、災防中心與奈米元件實驗室相關研究學者執行「橋梁安全監測跨領域整合研究平台」，其創新的技術與成果將為產學研各界提供新穎的量測技術，現地即時監測量測數據資料將提供國內專家學者進一步利用與整合分析，對學術界之貢獻與裨益甚大，成果已提供交通部公路橋梁管理單位與經濟部水利單位於現地橋梁應用，作為跨河橋 沖刷安全預警、封橋與開放之決策依據，保護橋梁與通行於橋梁上之人員和車輛，避免斷橋造成人民財產損失的悲劇再次發生，以便維護國人生命財產之安全與經濟之發展。

技術應用、專利獲得或技術移轉之表現

技術應用之表現

研究團隊本年度（98年度）目前已獲得交通部高速公路局之「高科技橋 檢測系統建置試辦計畫」三年研究計畫，此外亦與交通部公路總局進行合作計畫於后豐新橋進行沖刷與橋梁安全監測計畫，颱風洪水沖刷對橋梁之災害防制非常急迫與重要，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。

專利獲得或技術移轉之表現

發明專利「感測裝置及其應用於大地與河川監測系統」已完成技術授權於昭凌顧問工程有限公司（2006）與唯創光電精密科技股份有限公司（2007）。

- 1.張國鎮、林詠彬、李俊偉、賴進松、彭信文、李路生「震動晶片自充電橋墩與河床沖刷無線監測系統」發明專利申請中，中華民國，日本、大陸、美國。
- 2.張國鎮、林詠彬、李志成、賴進松、王柄雄、陳俊仲、李路生「地貌及結構監測系統、該系統之感壓器及其製造方法」發明專利，中華民國，專利號碼：I302600，專利權法定起迄日：20081101-20260615、美國，Patent No.: US 7,373,828 B2, Date of Patent: May 20, 2008。
- 3.張國鎮、林詠彬、李路生「感測裝置及其應用於大地與河川監測系統」發明專利，中華民國，專利號碼：I265303，專利權法定起迄日：2006/11/01 - 2025/03/10。
- 4.張國鎮，林詠彬，陳俊仲，財團法人中華顧問工程司，「水系監測裝置及其監測方法」發明專利，中華民國，專利號碼：I230218，專利權法定起迄日：2005/04/00 - 2023/09/00。
- 5.張國鎮、林詠彬、陳振川「懸臂式監測裝置及其使用方法」發明專利，中華民國，專利號碼：197541，專利權法定起迄日：2004/02/00 - 2022/11/00。
- 6.張國鎮、林詠彬、許盈松「河床沈積沖刷監測裝置」新型專利，中華民國，專利號碼：199325，專利權法定起迄日：

2003/01/00 – 2014/04/00。

7.張國鎮、林詠彬、陳學禮「聲波偵測結構及裝置」發明專利，中華民國，專利號碼：I249024，專利權法定起迄日：2006/02/11 – 2024/12/14。

研發心得

智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統研究開發，可防止橋梁於颱風及地震期間對人民生命財產之損害。此一技術研發更可供行政院相關部會署作為地震與颱風多重災害緊急應變之決策依據。沖刷監測方法眾多，監測器可否在颱風期間發揮效果，則必須借助本團隊的人力、物力與精力，不斷的在水工實驗中作修正與驗證，尋求出

可行性高且成本低的監測方法。在橋梁組張國鎮組長的帶領下，給予本研究團隊對監測系統計畫方向之規劃與設計概念，方能發展出橋梁沖刷監測系統。如今，本團隊研發之監測方法已於大甲溪國道1號與國道3號橋梁現地實作，以颱風來臨期間作現場實例的驗證。

誌謝

研發團隊相當榮幸能與國研院諸多優秀團隊一同參與傑出科技貢獻獎之評選，並獲得技術發展類玉山獎。國家地震工程研究中心研究團隊特別感謝交通部公路總局、台灣世曦工程顧問公司以及國立台灣大學水工試驗所相關同仁的協助與支援。

研發團隊簡介

★ 張國鎮組長為State Univ. of NY at Buffalo土木工程研究所結構工程博士，現為國立台灣大學土木工程學系暨研究所教授、國家地震工程研究中心橋梁組組長。

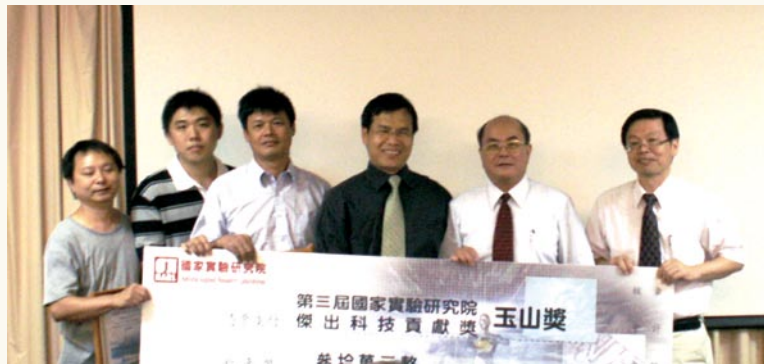
★ 林詠彬先生為國立台灣大學土木工程研究所結構工程博士，現為國家地震工程研究中心橋梁組研究員。

★ 李路生先生為中華大學土木工程資訊學系碩士，現為國家地震工程研究中心技術組副技術師。

★ 李俊偉先生為國立台灣大學土木工程研究所結構工程碩士，現為國家地震工程研究中心橋梁組專任助理。

★ 彭信文先生為逢甲大學電機工程學系光電組碩士，現為國家地震工程研究中心橋梁組專任助理。

★ 王永康先生主修電機工程科，現為國家地震工程研究中心橋梁組專任助理。



「智慧型橋梁地震災害與沖刷監測系統研究開發」研發團隊與吳光鐘副院長合影，左起：王永康先生、彭信文先生、李路生先生、林詠彬先生、張國震組長、吳副院長。

技術發展類-雪山獎

醫療計算虛擬手術平台-睡眠呼吸中止症影像診斷平台

文/圖 蕭宏達 國家高速網路與計算中心

研究簡介

睡眠呼吸中止症（Obstructive Sleep Apnea，OSA）是一種會造成睡眠障礙的疾病，並且對中年人來說已漸漸變得普遍。患者因夜間睡眠時上呼吸道的阻塞導致呼吸中止、睡眠片段化、及血中氧氣飽和度下降的情形，因而造成病患睡眠中斷。在傳統的診斷方式上，病人需要到特定醫院的睡眠中心接受多重睡眠電圖（Polysomnography，PSG）生理檢測來檢視睡眠品質，但由於相關醫療資源有限（尤其是偏遠地區醫療院所），使得病人必須經過冗長地排隊等待；而且在特定環境裡接受電子儀器監控的情況下，容易因為病人的生理因素（如：焦慮、緊張、興奮等）造成PSG數據的準確性降低；而且PSG檢查只能提供睡眠每小時的呼吸暫停與低通氣次數，無法提供關於上呼吸道狹窄區域與窄縮率（窄縮率為上呼吸道中最狹窄之截面積與鼻咽交接處之截面積的比值，如圖1所示）的任何資訊。故PSG檢測會造成病人的不方便，同時增加診斷過程的變異性與升高醫療成本。為此問題，本研發團隊提出一個「睡眠呼吸中止症影像診斷平台」，該平台利用醫療影像與高速計算流體力學能提供一個新的診斷流程，用以協助醫師能快速診斷出受檢者是否患有睡眠呼吸中止症。

研發心得

此平台內含我們從睡眠呼吸中止症眾多的案例研究中所歸納出的上呼吸道窄縮率（醫療影像所得）、呼吸壓力差（流體力學計算所得）以及睡眠呼吸紊亂指數（AHI，每小時睡眠呼吸中斷次數，睡眠中心所得）之間的關係曲線圖，此關係圖可以協助醫師更有效且快速地診斷出病人的病情輕重。在新的診斷方式裡，病人只需接受一次斷層掃描（Computed Tomography，CT）檢查取得所需要的醫療影像，不需要做多重睡眠電圖生理檢測，而醫師在平台中重建出病人的上呼吸道模型後，可以算出窄縮率或/與透過呼吸流場模擬取得壓力差資訊，利用此資訊來與資料庫中的AHI-窄縮率或/與壓力差-窄縮率的關係曲線圖做比對，便可以快速地診斷出是否為睡眠呼吸中止症。新的診斷方式大大降低了病人的負擔與醫療成本，診斷時間短，而所需要的醫療技術門檻也較低，僅需要此平台與醫學影像，故可以更容易地推廣到各個醫院裡，讓更多病人受惠。

如前所述，傳統的呼吸睡眠中止症診斷方法，有高醫療成本、檢測時程冗長與特定環境限制等缺點，為改善這些缺點，我們提出新的快速且精準科學地診斷流程，利用斷層掃描技術配合針對

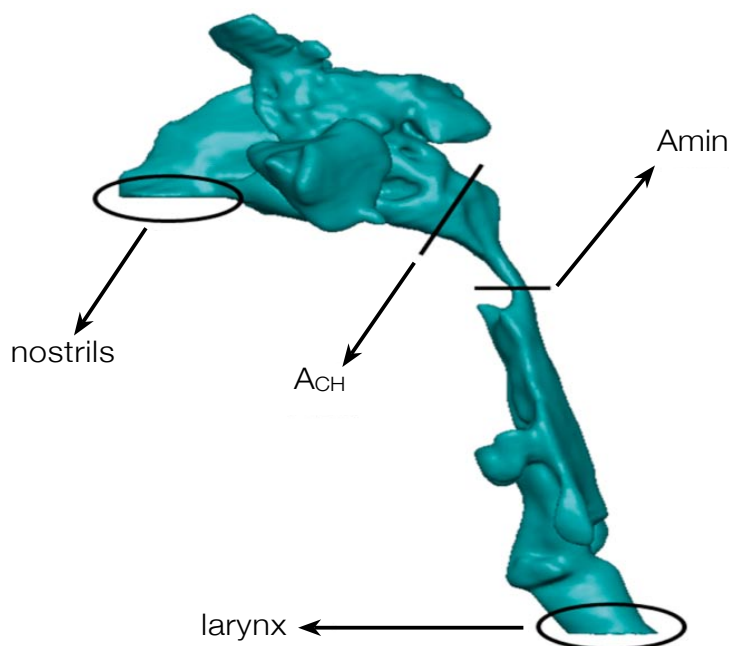


圖1 窄縮率示意圖，圖中 A_{CH} 為鼻咽交接處， A_{min} 為上呼吸道中最狹窄處，窄縮率為 A_{min} 之截面積除以 A_{CH} 之截面積。

病人做客製化地呼吸流場模擬，藉此分析可能的病理現象，並透過模擬結果的資料來與我們歸納出的關係曲線圖做比對來判斷病情。為達成快速與精準的診斷流程之目的，睡眠呼吸中止症影像診斷平台結合了多個領域的專業技術（醫療影像處理、流體力學數值模擬方法、電腦圖學），並且我們在各主要功能上都盡量簡化操作方式來便捷醫師的使用，減少非醫療專業領域相關功能上之負擔。

圖2為我們提出之新診斷流程示意圖，如圖所示，我們將整個流程分為快速診斷與精確診斷兩種：快速診斷只需要取得上呼吸道窄縮率的資訊，可以在五分鐘內完成，便能夠與AHI-窄縮率關係曲線圖做比對，我們認為當

窄縮率大於85%時，便能確認該病人有睡眠呼吸中止症，若窄縮率大於90%時，便判斷該病人應為重症病患，可能需要手術治療，但光憑窄縮率做病情判斷依據仍有不足的地方（如碰上狹長型之上呼吸道，窄縮率不會太高，但窄縮範圍較狹長，此情況下單以窄縮率判斷病情容易出現誤判）；精確診斷流程會做完整的上呼吸道之呼吸流場模擬，取得呼吸壓差分佈資料，進一步與資料庫中的壓力差-窄縮率關係曲線圖做比對，此模擬流程費時約二至三小時（國網中心IBM Cluster 1350，4 processors），可以從物理科學角度，結合人體生理學來解釋病人的致病機轉，做精確診斷。在我們的研究中，判斷病人是否為睡眠呼吸中止症患者或是病情是否為重度的時候，

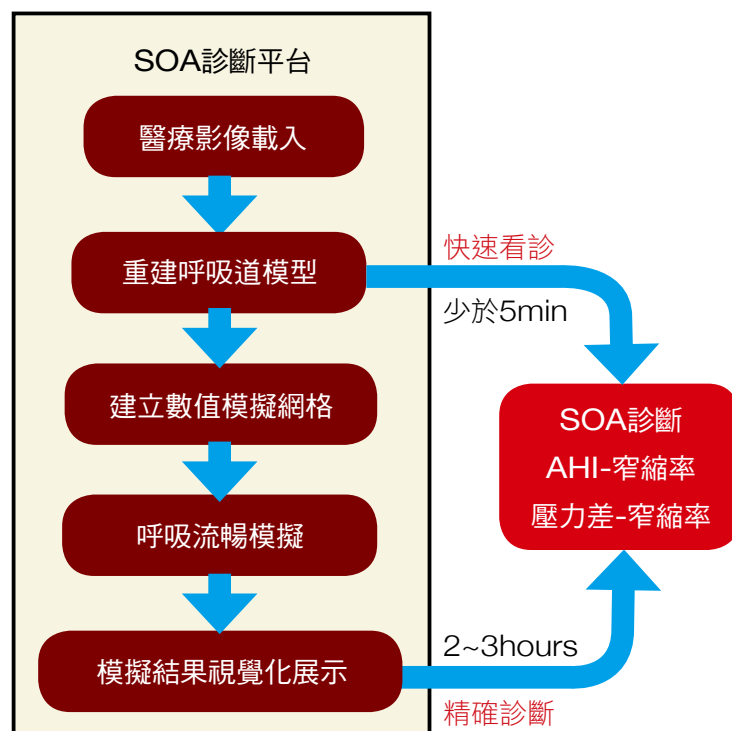


圖2 睡眠呼吸中止症影像診斷平台之診斷流程圖。

我們系統的準確率可以達到100%，而目前我們在判斷病情是否為輕中度的時候，準確率為85%，未來會收集更多病例做分析，來增進系統之準確率。

圖2為睡眠呼吸中止症影像診斷平台之診斷流程圖：首先醫學影像輸入到平台內，再由二維影像截取三維上呼吸道分割區域，然後重建出上呼吸道之外表模型，再建立內部網格點，然後以此網格資料進行呼吸流場模擬，最後模擬完成可以做視覺化展示之後處理。其中快速診斷流程僅需要醫學影像輸入與重建上呼吸道外表模型，進而取得窄縮率資訊和AHI-窄縮率之關係曲線圖做比對，可在五分鐘內完成；經確診斷流程則需要做完整的呼吸流場模擬，模擬計算的時間大約二至

三小時，進而取得呼吸壓差資訊和壓力差-窄縮率之關係曲線圖做比對。

由此我們可知整個診斷流程到達醫師能夠進行診斷程度保守估計約可在半個工作天內完成（若只用窄縮率來判斷，而不做流體力學計算，快則5分鐘便可研判出是否患有OSA）。相較於過去必須仰賴多重睡眠電圖（PSG）檢測時，病人排程等待的時間可能要三至六個月之久，而檢測過程需在指定睡眠中心過夜，取得睡眠資料達八小時才可以（不包括PSG資料分析），新的流程明顯有效率許多，對病人與醫院方面都是利多。

以往在呼吸道流場模擬的研究上會需要極深入地數值方法專業知識，此點也是造成醫療相關從業人員在做此類研究中最常面臨到的困難與挑戰。為解決此問題，我們特地在數值模擬相關功能模組的設計上下功夫，針對上呼吸道的呼吸流場模擬流程製作客製化的設計，做到只要找到正確的呼吸道影像區域或表面模型，本平台就可以自動化地快速建立數值模擬所需的網格模型（如圖3與圖4），並準備好數值

模擬所需要的環境設定，自動進行呼吸流場模擬。模擬結束後醫師可以在平台上對模擬結果做視覺化後處理（如圖5與圖6），檢視呼吸道的整體壓力分佈，並且量測壓力差與呼吸道窄縮率，此時便可以由這些資訊來跟平台資料庫中的AHI-窄縮率、壓力差-窄縮率之關係曲線圖做比對（如圖7），協助醫師判斷病人的病情嚴重程度。

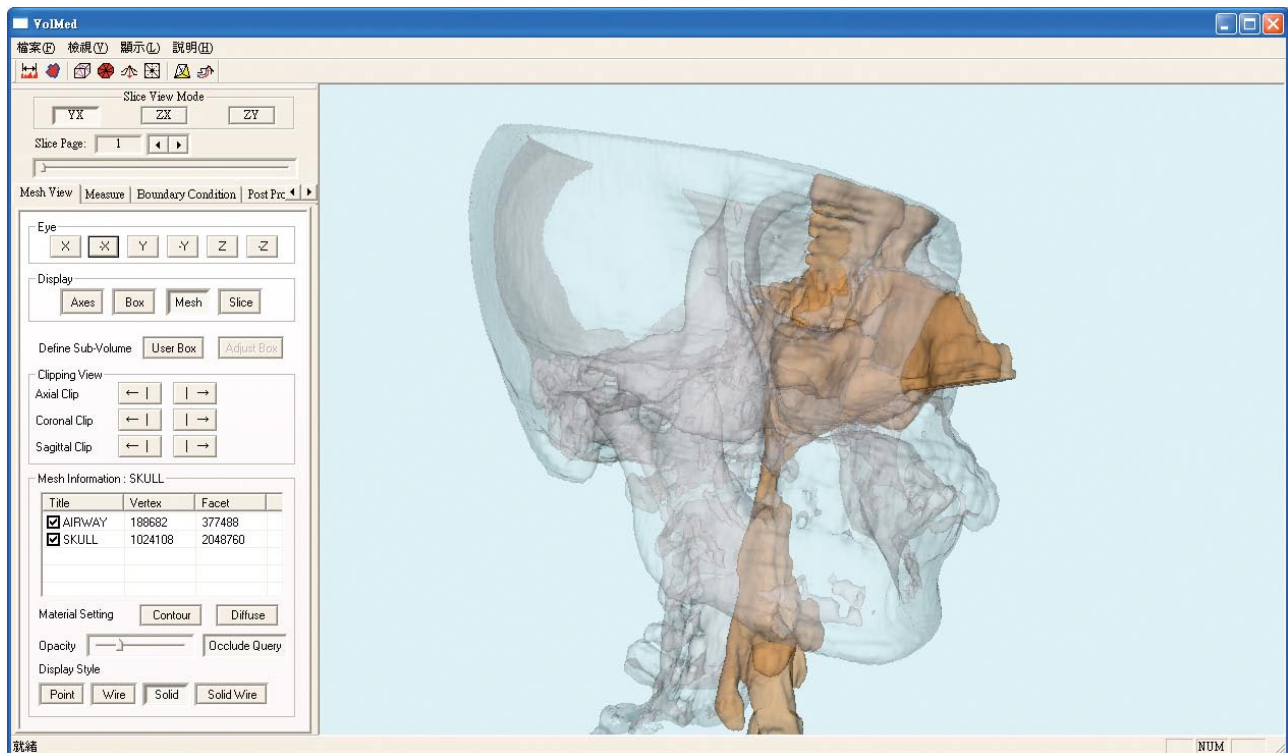


圖3 上呼吸道與頭骨網格模型相疊在一起的顯示圖，系統以透明化的方式來明顯表示出彼此的相對位置與構造。

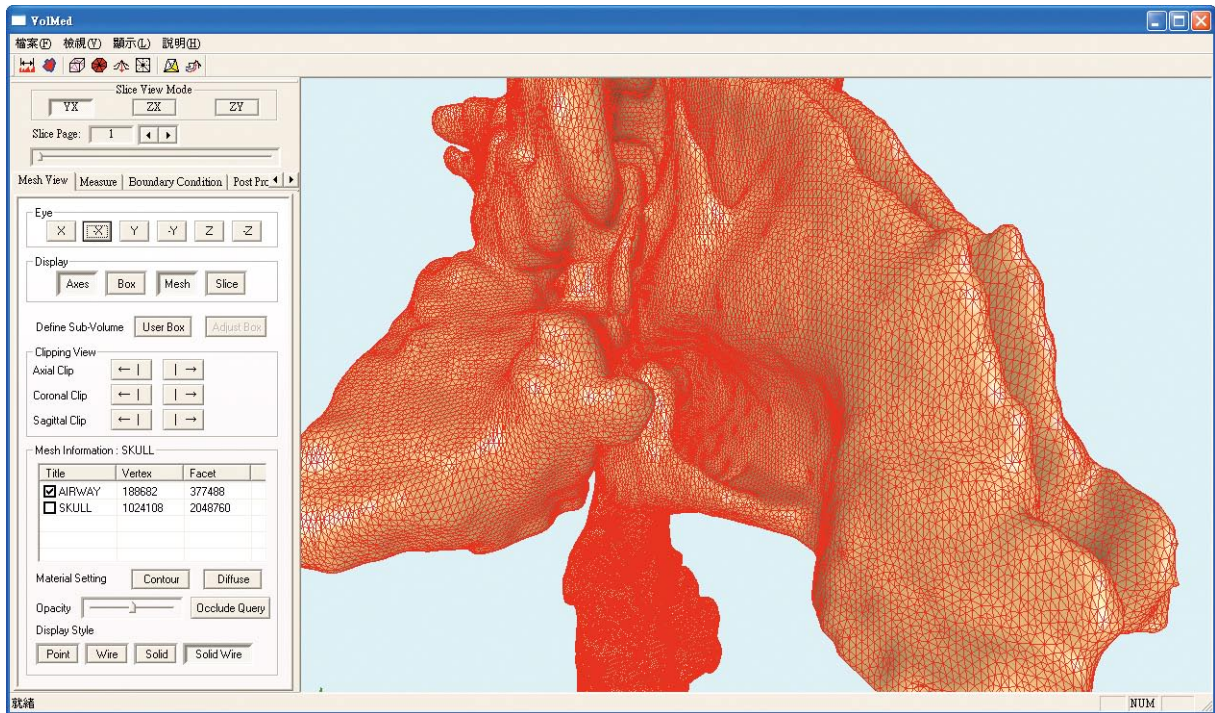


圖4 上呼吸道的網格模型顯示圖，圖中主要區域為上呼吸道的鼻腔區域。

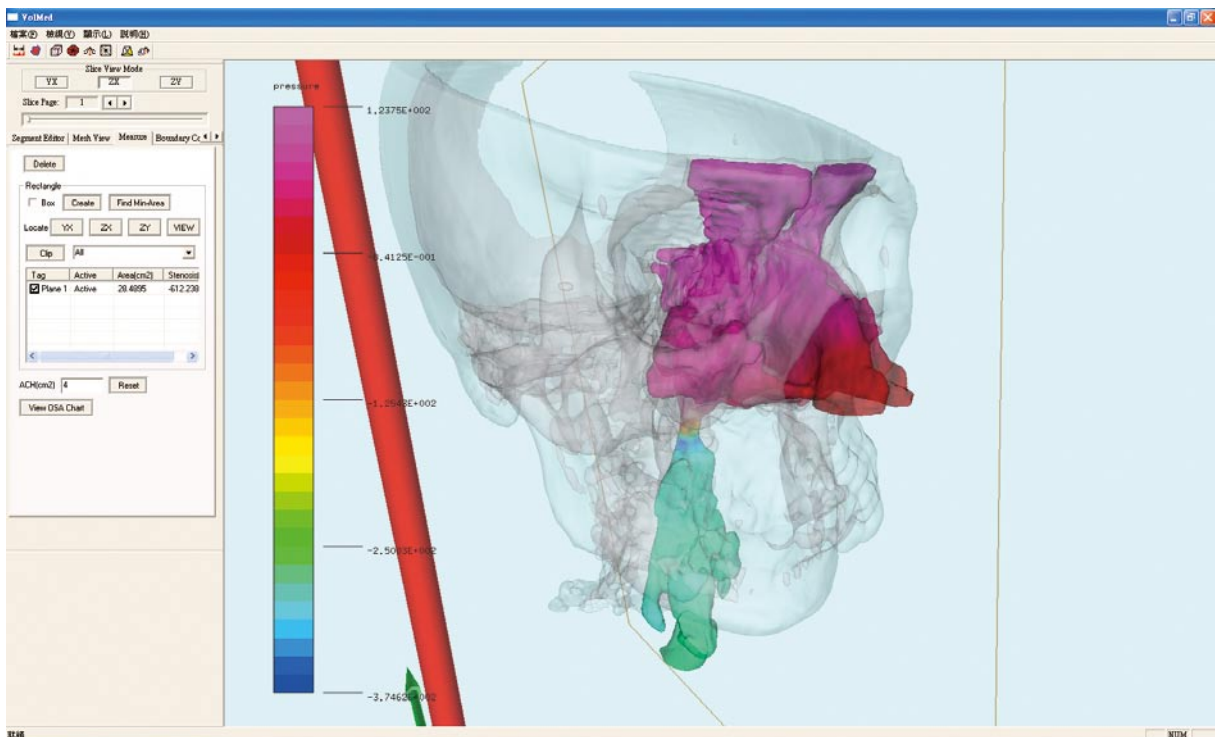


圖5 呼吸流場模擬結果之視覺化後處理顯示圖，圖中為整體壓力場分佈表示圖。

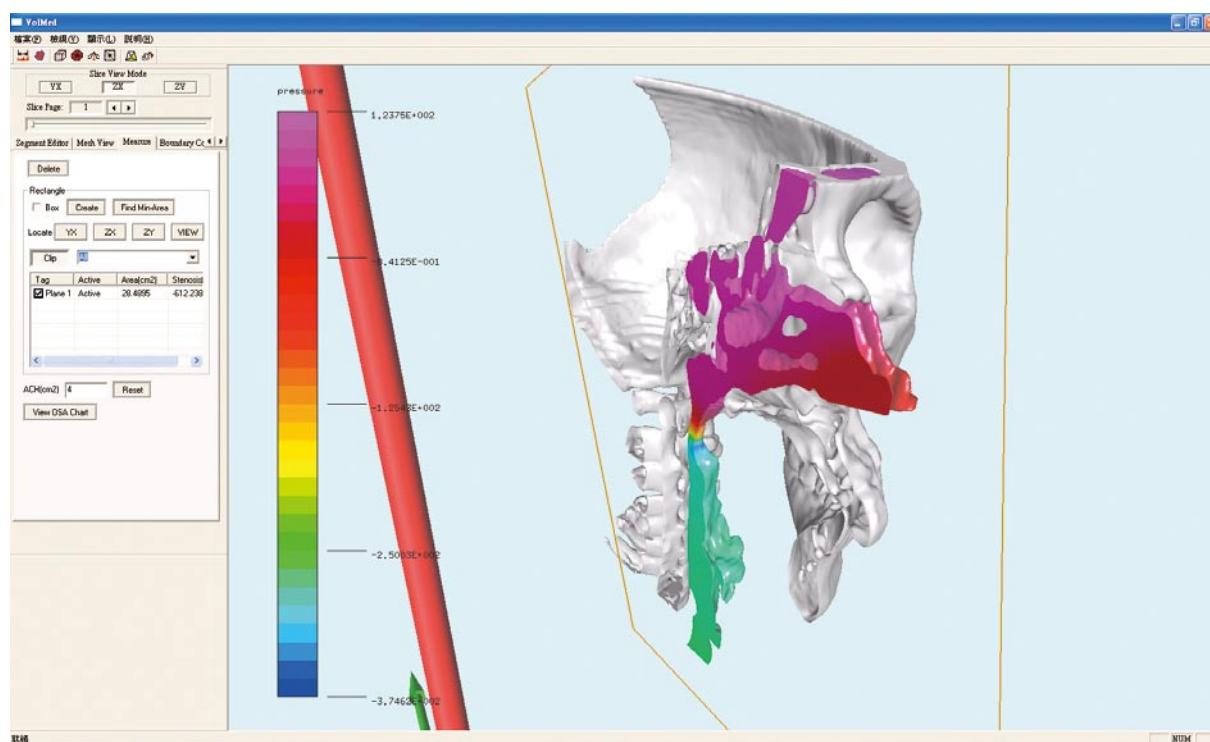


圖6 呼吸流場模擬結果之視覺化後處理顯示圖，在圖中系統對上呼吸道做截面處理，觀看截面內部的壓力分佈。

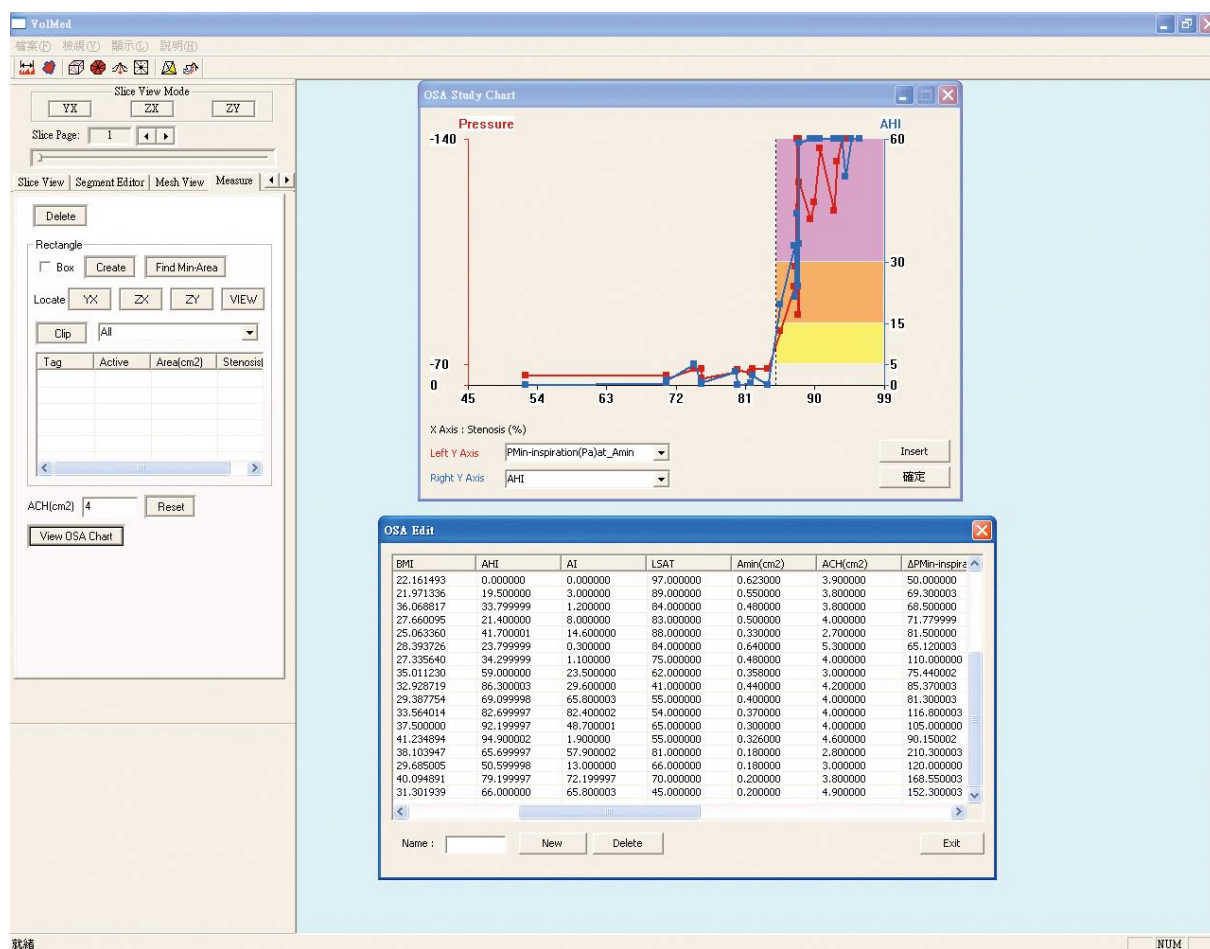


圖7 AHI-窄縮率、壓力差-窄縮率之關係曲線圖。圖中針對模擬所得的資料結果發現AHI-窄縮率、壓力差-窄縮率有顯著的相關性。

研發成果與具體貢獻

睡眠呼吸中止症影像診斷平台不但可以快速判斷病人的病情嚴重程度，也可以協助醫師了解重症患者在手術前後的差異，增加醫師在臨床手術後改善程度的定量評估。在2008年10月底已將「睡眠呼吸中止症影像診斷平台」交給長庚醫院測試使用。2008年12月3日國家實驗研究院召開睡眠呼吸中止症影像診斷平台記者發表會，在各電子媒體和平面報紙也皆有報導，之後長庚醫院也接受到許多看到報導想用本平台來做檢查的病患，目前已經累積27位病患。

在開發過程中，我們與長庚醫院醫師發表一篇期刊論文“Computational Fluid Dynamic Study on Obstructive Sleep Apnea Syndrome Treated with Maxillomandibular Advancement”，The Journal of Craniofacial Surgery, Volume 20, Number 2, March 2009, pp426-430（SCI），此期刊為International Society of Craniofacial Surgery的官方雜誌，專門收錄顱顏畸形與手術的臨床與基礎研究論文，是全世界惟一標榜只收相關顱顏畸形醫學的雜誌，不收單一病例報告，具領導作用與權威效力。此論文引起Alvaro A. Figueroa（矯正牙科大師DDS, MS, Co-Director Rush Craniofacial Center, Chicago）的興趣，並表達希望能有合作機會。目前希望我們能幫其先模擬顱顏畸形開刀自頭頂至上顎往前拉的病例，包含術前與術後共20個病患的呼吸道，而我們也積極表達國際合作的意願，希望平台能推廣至國際。

「醫療計算虛擬手術平台」為一研發與應用導向的平台，目前已開發出如顱骨修補、睡眠呼吸中止症影像診斷等應用。除了上述兩應用持續增加功能之外，目前另有規劃如顱骨修補補釘強度計算（與長庚醫院合作）、呼吸聲音之特性研究（與長庚醫院合作）、耳膜修補術前評估與內耳擴散型藥療研究（與花蓮慈濟醫院合作）、牙科矯正顱顏外觀評估（與台大醫院合作）等其他醫療研究與應用。

致謝

我們要特別感謝長庚醫院顱顏中心主治醫師余忠志和長庚醫院睡眠中心主任陳淳宏醫師，對於我們在執行此計劃期間所給予的協助與他們提供的寶貴專業意見，讓我們可以順利完成睡眠呼吸中止症影像診斷平台。另外要感謝國家高速網路與計算中心這些年來對於本研發團隊在醫療計算研究上的支持，使我們有足夠的能量可以產出高水準的醫療系統與技術。最後這次國家實驗研究院對於我們研究成果的肯定，給予我們傑出科技貢獻獎（技術發展類）的雪山獎，此獎項對於我們團隊來說是莫大的鼓勵與肯定，亦讓我們對於未來在醫療計算研究上的發展充滿動力與信心。

研發團隊簡介

★ 蕭宏達先生為國立台灣科技大學機械工程研究所碩士，目前任職國家高速網路與計算中心計算應用組之專案助理研究員，專長為計算流體力學、數值模擬，負責睡眠呼吸中止症影像診斷平台之計算模擬上呼吸道流場，設計呼吸流場模擬流程，系統測試與檢驗。

★ 王聖川先生為國立海洋大學資訊工程研究所碩士，目前任職國家高速網路與計算中

心計算應用組之助理研究員，專長為電腦圖學領域、科學視算技術與視窗程式開發技術，負責睡眠呼吸中止症影像診斷平台之系統程式開發、整合計算模擬工具與視覺化相關功能。

★ 林聖峰先生畢業於國立台南大學數位學習科技系碩士班，目前任職於國家高速網路與計算中心計算應用組，職稱為專案助理研究員，專長為影像處理，人臉辨識，數位學習。目前負責睡眠呼吸中止症影像診斷平台開發與維護，開發有關於醫療影像相關方面的技術與應用。

★ 李隆正先生為國立成功大學航空太空工程研究所碩士，目前任職國家高速網路與計算中心計算應用組之副研究員，專長為計算流體力學、渦輪機械流體力學、平行與分散式計算在計算熱流之運用，目前負責睡眠呼吸中止症醫療診斷平台規劃平台功能與走向、不同領域技術整合與人員工作協調。

★ 姚志民先生為國立台灣大學機械工程學研究所博士，目前任職國家高速網路與計算中心機要秘書，專長為微機電系統設計分析與模擬、結構有限元素分析與應用和多體動力學模擬與應用，目前負責睡眠呼吸中止症影像診斷平台平台功能建議與文獻研讀，對外形象建立與擴展。



「醫療計算虛擬手術平台—睡眠呼吸中止症影像診斷平台」研發團隊與吳光鐘副院長合影，左起：姚志民機要、王聖川先生、林聖峰先生、李隆正先生、吳副院長。

技術發展類-秀姑巒山獎

高頻元件與電路測試分析技術發展與應用

文/圖 國家奈米元件實驗室 高頻技術研發團隊

研究簡介

高頻技術為無線通訊之所以能夠實現的核心能力，由於人類對於無拘無束生活方式的深切渴望，民間企業因此找到前仆後繼投入無線通訊產業的動力，而高頻技術受到重視的程度也隨著無線通訊應用的蓬勃發展而急遽升高。然而不論是利用無線通訊技術實現於遠距及時醫療照護、災害預警、物流管理等新穎應用以創造人類更美好的生活，或是進一步發展通訊協定及系統架構並提高通訊頻率以取得大量頻寬來滿足人類對於及時傳遞大量資料的饑渴，唯一不變的是高頻技術對於無線通訊發展的核心價值。因此我們全力發展高頻元件與電路測試分析技術，強化核心能力及實務經驗，進一步協助產學研界進行無線通訊所需高頻元件/電路之研發工作，以實際行動支援國內二十餘所大專院校百餘位教授的研究群及包括台積電、聯電、聯發科等近三十家廠商，在學界及業界建立起非常好的口碑。並以「Wireless for Better Life」為核心價值進而激發多面向的合作，共同為增進人類美好生活而努力。

重要技術里程碑

由1995年國家奈米元件實驗室建立第一套網路分析儀開始，我們即和學界先進緊密合作，建立當時國內缺乏的高頻雜訊參數及高頻功率參數量測分析技術，並藉以開發高頻元件特性分析模型化技術，協助當時率先踏入高頻元件製程開發的台積電、聯電、旺宏等國內廠商打下良好的基礎。在1999年並將高頻S參數量測能力提昇至50GHz，2000年起則逐步建立RFIC測試驗證能力。近年和產學研各界的合作日益密切，配合無線通訊產業的技術脈動投入高頻元件與電路測試分析技術發展與應用，以每年至少建立一項重要技術自我突破，茲將其技術與重要性分別摘要如下：

- 2002年建立RFIC自動量測程式，可節省60%的量測時間。
- 2003年建立脈衝式射頻量測技術，對於高功率元件及脈衝模式操作元件極為重要。
- 2004年建立110GHz元件高頻S參數量測技術，發展偏壓補償演算法並據以撰寫具備及時偏壓補償能力的量測程式。
- 2005年建立50GHz四埠高頻S參數量測技術，成功解決四埠網路分析儀於晶圓級校正所遭遇之技術問題，並自行發展此四埠高頻S參數

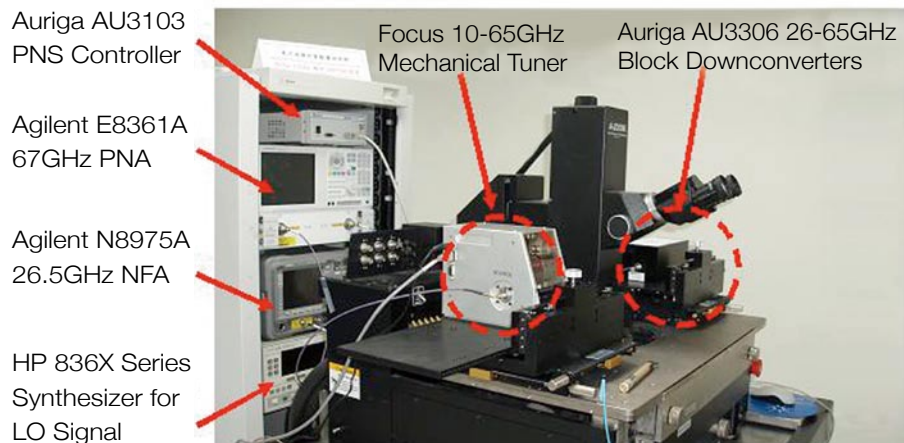


圖1 65GHz毫米波雜訊參數量測系統。

量測系統之儀控程式，可節省46%的量測時間。

- 2006年建立高達110GHz之高頻電路驗證平台協助國內團隊之重要研究成果刊登於ISSCC等各大國際會議與JSSC等重要期刊。
- 2007年建立高達65GHz之毫米波雜訊參數量測技術，支援產學研界發展60GHz 無線通訊技術。英特爾、Nokia、Atheros、微軟、Dell、聯發科、NEC等逾15家全球科技大廠甫於2009年5月7日宣布成立Wireless Gigabit (WiGig) 聯盟 (WGA)，將共同推動 60GHz短距無線通訊技術的統一規格，本技術將更顯其重要性。圖1所示為本實驗室之65GHz毫米波雜訊參數量測系統。
- 2008年建立26.5GHz非線性網路分析系統及特性分析技術，對於發展功率元件/電路技術及特性驗證及降低各通訊系統間干擾以達到Wireless Everywhere之實現極為重要，系統架設如圖2所示。
- 2009年本團隊和CIC在院部的支持下，推動新興計畫「整合元件模型能力之60-90/110GHz RF CMOS設計驗證技術」，協助國內產學研界投入目前最熱門的60GHz頻帶、77GHz的汽車防撞雷達、71-76GHz及81-86GHz

的10Gbps戶外高速網路應用，甚至94GHz Security/Imaging應用等前瞻研究領域，在下一代新興無線寬頻應用產業取得先機。

技術發展與應用成果

在良好的互動下，不僅學界相關研究群均能獲得滿意的技術支援與服務，每年都有論文發表於國際頂尖的元件技術或電路設計研討會，如ISSCC、IEDM、VLSI、IMS…；我們在高頻相關技術的研發工作亦交出了漂亮的成績單。茲將重要成果依高頻元件與電路測試分析技術、高頻元件設計與模型化技術、高頻元件的熱特性與可靠度研究、雜訊分析技術四大主軸分別摘錄如後：

高頻元件與電路測試分析技術

- 我們提出了一適用於以GSGSG高頻探針測試高頻元件之新穎測試架構，非常適合置放於晶圓上晶粒間之切割線，用以監測無線/寬頻通訊產品所需高品質高頻/高速元件之特性，而且改善了過去高頻元件測試架構無法適用於所有直流參數萃取之缺點。已獲得美國及中華民國發明專利。

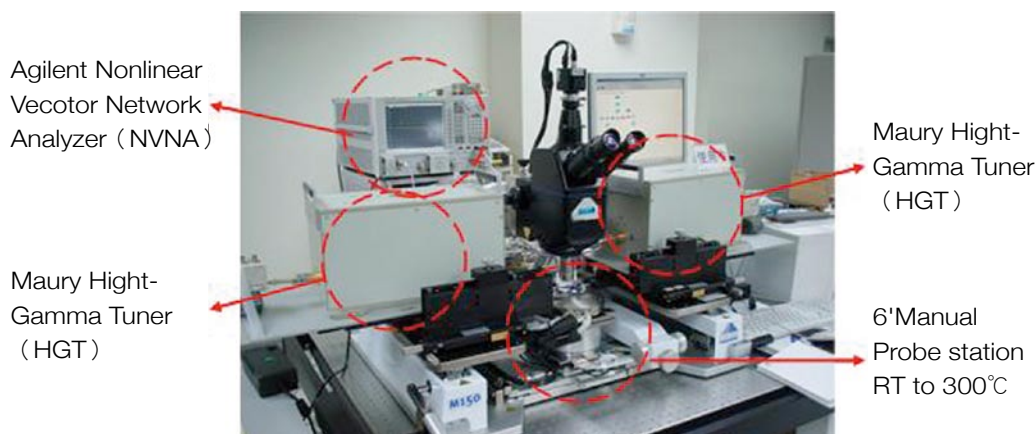


圖2 26.5GHz非線性網路分析系統。

- 我們亦針對矽晶片上之高頻測試元件全力發展高頻散射參數及高頻雜訊參數測試時所需之去嵌化 (De-Embedding) 技術，配合所設計之測試鍵及相關Dummy Patterns發展演算法則，更引進了傳輸線理論的應用，可從根本解決其相關模型不夠準確之苦，有助於相關高頻元件模型技術發展及電路設計所需，其重要性隨著測試頻率增加更顯重要。
- 利用四埠散射參數量測技術來萃取基板造成的訊號耦合效應及耗損，可供探索金氧半場效電晶體完整的特性，對於Compact Model及Small Signal Model的發展非常重要，可改善現今RF CMOSFET元件高頻模型參數萃取技術，隨著製程技術演進及應用頻率越高而將愈形重要。
- 針對低雜訊放大器發展晶圓級雜訊指數測試之解決方案，其成本遠低於目前市場上高頻元件雜訊參數特性分析系統，完全符合Embedded RF SOC中前端電路中之低雜訊放大器的雜訊指數測試需求，對系統單晶片的技術發展非常重要。

高頻元件設計與模型化技術

- 在RF MOSFET方面，我們提出新的方法來萃取臨界電壓、等效通道長度、及通道遷移率等模型參數，此一新方法將汲極偏壓於零，藉由閘極電壓與通道電導之關係進行參數萃取，所有物理參數皆直接由待模型元件之S參數獲得，非常適用於自動量測應用。並進一步發展在RF MOSFET、PDSOI MOSFET、及SOI DT MOSFET的小訊號與雜訊模型技術。
- 在SiGe HBT方面，主要發展元件的小訊號等效電路模型及高頻雜訊模型。我們推導出新的SiGe HBT基板模型參數萃取公式，更進一步發展萃取SiGe HBT的內部雜訊電流源的新技術，可以較傳統方法簡化萃取流程，並可加以程式化。並藉由此一雜訊源萃取技術，建立準確的高頻雜訊模型。
- 以BSIM3v3模型外接集總零組件來模擬閘極、源/汲極、及基板之雜散效應，發展出可適用於不同溫度操作之SOI varactor其等效電路及其模型參數萃取技術。

- 發展可應用於功率放大器之矽質元件。在CMOS元件方面，我們利用0.13 μm 標準CMOS製程開發高頻功率元件，僅經由佈局的改變，成功將崩潰電壓提升至4.3 V，並有良好的高頻與功率性能。我們並成功設計出射頻應用的LDMOS元件，僅利用佈局設計方法來實現同時具有高崩潰電壓及低開啟態電阻的元件，並進一步研究RF LDMOS的高頻特性與電容特性隨溫度變化的機制。

高頻元件的熱特性與可靠度研究

- 當元件在高功率操作時，由於功率之消耗，會使接面溫度上升（Self-Heating Effect），我們發現SiGe HBT在不同偏壓條件下其輸出功率對溫度之變化有不同之趨勢，因此當電路設計在考量溫度穩定度時，必須針對偏壓條件做不同之設計。另外，我們利用脈衝式射頻量測系統量測SiGe HBT的脈衝直流與S參數特性，由脈衝直流特性可計算出元件之熱阻抗，並比較熱阻抗與元件幾何之關係，據以得出可以降低元件熱效應的最佳元件佈局設計。並由脈衝S參數可知SiGe HBT在脈衝模式操作下具有較佳高頻特性，乃因元件之自我加熱效應已被壓制。
- 由於SiGe HBT其射極與基極磊晶層皆為高摻雜濃度，造成其基-射接面存在著高電場；因此實際應用於電路時必須考慮其熱載子效應所造成的可靠度問題。我們利用Load-Pull量測系統研究在不同偏壓設計下的矽鍺異質接面雙極性電晶體放大器的功率特性，發現放大器採用定集極電流源的設計方式，其輸出功率與線性度較不易受熱載子效應之影響。
- 隨著元件技術的微縮化，金氧半場效電晶體的可靠度問題將更為嚴重，因此我們研究熱載子效應以及閘極氧化層崩潰對元件高頻及功率特性之影響，並建立相對應之元件模型；研究中發現元件高頻及功率特性之退化情形，與元件直流特性之退化並不一致，尤其是高頻雜訊特性。因此，MOSFET的高頻及功率特性之退化，無法單由直流參數的變化來預知。

雜訊分析技術

- 在射頻電路設計上，為了提供高頻元件及電路設計者，更快速且詳實的元件雜訊特性，必須發展準確的高頻元件雜訊量測技術。在設計低雜訊放大器時，傳統的方法在解最小雜訊指標、雜訊電阻、最佳源端電導、及最佳源端電納等四個雜訊參數時，則很有可能會陷入局部最佳解中，而計算出較不適當的問題答案。我們利用基因演算法計算四個雜訊參數，能夠在多重最小值的數值問題上找到最佳解。
- 對PD SOI MOSFET元件而言，當本體（body）懸浮時，由於本體/源極接面的Shot Noise與本體阻抗之等效RC電路之交互作用，造成本體電位之變動，而形成低頻雜訊，因此我們會觀察到一個Lorentzian-Like Noise Overshoot。我們研究元件操作在線性區時輸入端的等效低頻雜訊對溫度變化的特性，隨著溫度的上升，Flicker Noise會被Noise Overshoot所覆蓋，此一現象可由汲極接面漏電的溫度特性來解釋。另外，我們也觀察熱載子效應對Noise Overshoot之影響，元件在經過熱載子傷害後，汲極端之氧化層介面會產生較多的缺陷，增加汲極接面之漏

電，使得Noise Overshoot之大小下降，並使corner frequency上移。

- 在SiGe-Channel MOSFET方面，研究元件在覆蓋高壓縮應力的SiN層後的低頻雜訊特性，並萃取閘極氧化層的缺陷密度，發現高應力元件之雜訊較其他元件為低，同時與閘極長度無關，因此得知高應力元件的低缺陷密度源自於高應力SiN層的沉積製程。另外，我們亦探討了Co-silicide/SiGe Contacts 的低頻雜訊特性及其機制。

執行任務成果之貢獻

多年來，我們持續進行高頻元件與電路測試分析技術發展與應用，並規劃及維護世界一流等級的測試驗證環境，提供產、學、研界相關研發單位高品質的測試服務與技術支援。本團隊同時具備完整之110GHz高頻電路驗證平台、高達65GHz之毫米波雜訊參數量測技術、26.5GHz非線性網路分析系統及特性分析技術等三項獨步國內之核心能力，及其他多年前即已發展成熟之儀控程式撰寫能力及高頻元件與電路測試分析技術，放眼世界亦是少見，不僅成為國際知名高頻相關儀器製造商原廠高層人員來台灣指定參訪的單位，更爭先恐後與本研究團隊以各種型式合作。除Agilent Technologies早已與本團隊在技術發展與應用合作多年，Cascade Microtech更是連年將其12吋半自動探針台置於NDL供本團隊服務研發使用，各廠商均極力爭取將其發展中的原型機供本團隊試用並進一步合作的機會。

我們不僅成功協助國內研究團隊每年都有論文發表於國際頂尖的元件技術或電路設計研討會，

如ISSCC、IEDM、VLSI、IMS、RFIC…，以全世界微波技術領域最重視的Microwave Week中之IMS（International Microwave Symposium）及RFIC Symposium為例，本團隊不僅連年發表論文，更值得自豪的是對國內自2001年起大幅增加的論文發表數目貢獻良多；而國內高頻技術相關大廠亦對本團隊的技術實力非常重視，分別和本團隊進行合作研究計畫，透過我們充分而即時的技術支援大幅提其競爭力；IMEC、Sematech、IHP等知名國際研究機構於參訪本研究團隊相關研究成果後亦指定為優先合作對象，足見本團隊多年來整合之高頻元件與電路測試分析技術發展與應用受到高度的肯定。如此連結國內產、學、研界為台灣高頻相關技術領域共同打拼所帶來的社會效益相當可觀。

結語

本團隊十多年前成立的時空背景在於高頻量測技術的建立與傳承相當不易，國內如能設立此資源集中進而提供全國各研發單位高品質的測試服務與技術支援的平台，可降低國內大學自行建置相關設備技術傳承上的風險，以有限資源獲致最大效益。多年來我們不僅充分達成國科會交付我們的使命，並進而擴大影響力，不僅提供產、學、研界相關研發單位高品質的測試服務與技術支援，並運用各型研發合作計畫進而建立核心技術能力，從而再利用此核心技術進一步協助產、學、研界高頻相關研發技術更上層樓。如此以「研發型的服務」及「服務型的研發」相互帶動、循環不已。如此提升自身定位價值的做法，對於近幾年全國在高頻相關研發實力爆炸性的成長有直接而顯著的貢獻，觀諸全球亦屬罕見。此應歸功於本團隊經營與發展理念上

不同於傳統思想之跳躍性改革，我們充分利用自身價值，創造與國際儀器製造商對話進而合作的機會，再進而提供國內產、學、研界相關

研發單位測試服務與技術支援，如此提昇核心價值與技術的作法，創造了登上國際舞台的機會，對於國研院任務具有重大貢獻。

研發團隊簡介

★ 黃國威先生為國立交通大學電子研究所博士，現任國家奈米元件實驗室研究員兼高頻技術組組長。專長為高頻元件/電路技術。

★ 陳坤明先生為國立交通大學電子研究所博士，現任國家奈米元件實驗室研究員。專長為高頻元件製程、特性分析、模型技術。

★ 吳師道先生為國立交通大學電子研究所博士，現任國家奈米元件實驗室副研究員。專長為晶圓級多埠高頻元件/電路測試與模型技術。



「高頻元件與電路測試分析技術發展與應用」研發團隊與吳光鐘副院長合影，左起：吳師道博士、廖國祥先生、王生圳先生、陳柏源先生、吳副院長、蕭治華先生、黃國威博士、陳文林先生、邱佳松先生。

★ 王生圳先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為RFCMOS/SOI元件特性分析/模型技術、高頻雜訊測試技術。

★ 邱佳松先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為高頻電路設計與驗證技術、相位雜訊測試技術。

★ 陳文林先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為高頻電路/系統設計與驗證技術。

★ 廖國祥先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為毫米波電路測試技術、高頻測試儀控程式撰寫及自動化發展、功率特性測試技術。

★ 陳柏源先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為1/f雜訊測試技術、Pulse IV測試技術。

★ 蕭治華先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為高頻電路設計與驗證技術。

★ 鄧裕民先生現任國家奈米元件實驗室助理研究員。專長為毫米波元件測試技術、脈衝式射頻測試技術。

★ 林書毓先生現任國家奈米元件實驗室研究助理。主要協助高頻電路測試技術發展。

★ 劉汶德先生現任國家奈米元件實驗室研究助理。主要協助高頻電路測試技術發展。

★ 廖榮彥先生現任國家奈米元件實驗室研究助理。主要協助高頻元件/電路測試技術發展。

技術發展類-馬博拉斯山獎

晶粒表面瑕疵之快速檢測系統

文/圖 魏子軒、陳永祥 儀器科技研究中心

前言

IC產業為台灣最重要的經濟產業，其發展歷史已超過30年，在政府積極支持和產業界的努力下，產業結構發展已相當完整，台灣亦已成為全球IC產業的重鎮，尤其IC製造能力在全球半導體市場更扮演舉足輕重的角色，在國際上展現的成績有目共睹。

由於IC的製造過程非常精密，若其中任一步驟稍有不慎，便會使IC失效，而成為不可使用之產品，此點不同於其他製造業的產品，製造過程的錯誤大多只會造成不良品，非不能使用的產品；因此，IC製造業的良率相較於傳統的工業製造良率來的低且變異大，如何有效提升良率，便成為封裝廠不斷努力的目標。

在IC製程中加入分類與檢測功能，即為提升良率的一個重要過程，也具體展現機台自主化降低成本的優勢。晶粒分類設備因此不斷地被應用於各種不同領域，不論是在驅動IC、DRAM及影像感測器等各方面，近年來尤以驅動IC為運用大宗。

在一般的封裝廠內，驅動IC於晶圓切割後會加入晶粒分類過程，分類好的晶粒會再送到

離線檢測設備進行瑕疵檢測。傳統上，在晶粒影像檢測中，有缺陷的區域通常是檢測人員藉助於電子顯微鏡判斷污損或缺陷。一般是以肉眼檢查晶圓及手動標記缺陷位置，相當容易造成誤判，而這些誤判的原因以檢測人員疲備佔絕大多數。此外，這些過程也會產生較大的人工成本如此等於多了一道製程，不僅耗時耗工，還提高風險，並非一個有效率的作法。若能在晶粒分類設備上將晶粒入料於拖料盤，同時附加進行瑕疵檢測，如此即可省下成本，降低風險，進而提升良率及盈餘。線上進行晶粒瑕疵檢測最快實現的方式即為自動光學檢測（Automatic Optical Inspection）。

除提升良率外，產業用機台自主化亦為降低成本另一可行辦法。長期以來政府亦推動半導體機械自主化的政策，經多年的推行後，封裝段的機台已逐漸進駐各生產廠房，為廠商爭取訂單奠定良好基礎，此作法的優點在於國人自主機台可免除國外廠商高價剝削，另一方面產線廠商可就近與機台生產廠商討論進行必要機台改善，隨時適應需求變化。

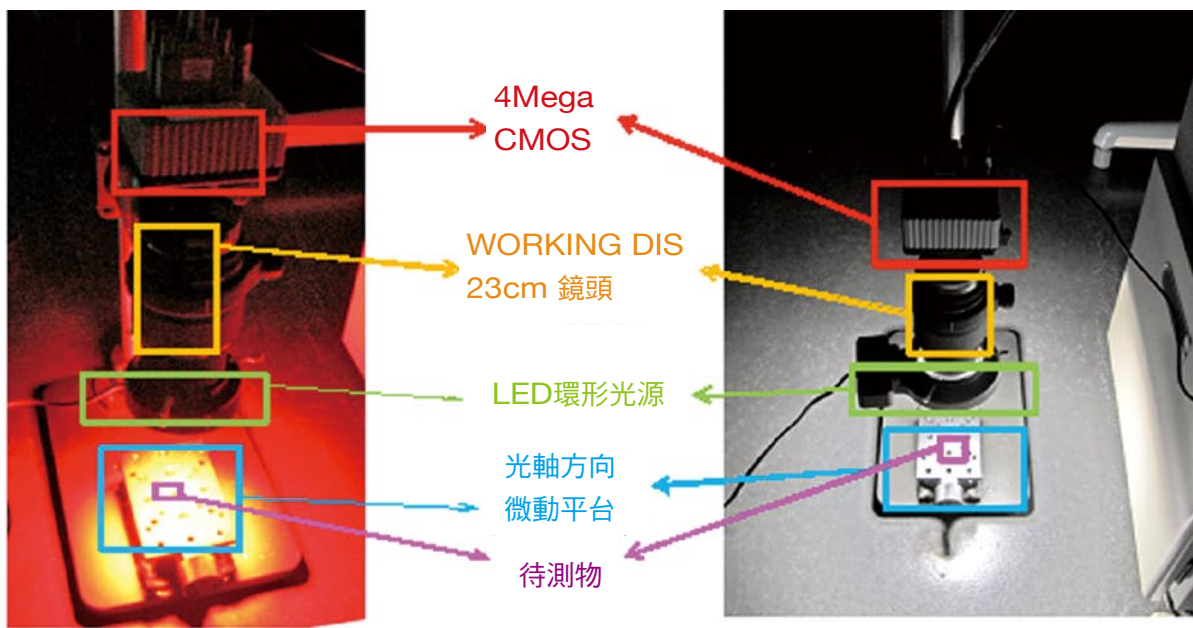


圖1 檢測系統硬體架構圖。

研究簡介

國內廠商針對半導體製程設備已投注相當的心力，此類機台必須符合半導體廠高可靠度的要求，又要與國際廠商競爭，因此必須積極創新並修正過去機台的缺失。目前國內廠商對於半導體封裝部分機台已極具競爭力，然而著眼於擴大未來市場的佔有率，必得提升現有機台功能，例如晶粒分類及瑕疵檢測過去為製程的兩大階段，如能於現有晶粒分類機台上增加瑕疵檢測模組，則客戶不僅可降低製程所需時間，同時降低不同製程階段晶粒遭受污染的可能性。

儀器科技研究中心長期以來發展遙測儀器，過程中已建立多項檢測技術，這些技術大多屬於自動光學檢測的範疇。接受機台廠商之委託，建立一套「晶粒表面瑕疵快速檢測模組」，該模組可直接附加於晶粒分類設備機台進行即時的IC晶粒檢測。

本研究需求為：（1）模組需能與現有檢測機台結合，（2）於0.7秒內於晶粒尺寸（20mm×2mm）檢出25 μ m的瑕疵，（3）Loss rate（壞的被分到好的）< 2%，（4）Overkill rate（好的被分到壞的）< 5%。

本檢測機台可概分硬體及軟體兩大系統。圖1為檢測系統硬體架構圖，包含四個重要組件：高解析度攝影機、高倍率鏡組、光源組及微動平台。微動平台主要功能為輔助對焦，於實驗階段架設以獲取清晰影像。硬體部分為可任意搭配廠商機台、無須更動機械手臂抓取晶粒之原始架構，因此無法採用過去常見之近距離顯微鏡組拍攝，而改採長工作距離（約150mm）高解析取像設計。而為配合機械手臂工作速率以及晶粒尺寸，採取一次取像之檢測方式，即選取的光學鏡頭視野需能搭配此一需求。以解析度限制於取樣頻率

表1 取像鏡頭與感測器搭配之特性分析

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

資料來源：本研究整理。

觀點而言，若欲於3個像素內檢測出晶粒中 $25\mu\text{m}$ 的瑕疵，感測器搭配光學鏡組其解析度以 $8\mu\text{m}$ 至 $12.5\mu\text{m}$ 為佳，而為了配合待測物尺寸，感測器最大成像範圍則需至少20mm，此兩項為鏡頭重要規格。感測器確立後為搭配鏡頭且符合規範，鏡頭光學倍率需0.56~0.8倍。如表1所示。

此外，為獲得較佳影像品質之光源，光源波長及打光角度均很重要。晶粒主要由特殊功能數位電路及輸出入接腳構成，在各個部分不同型號和用途上使用的製程材料有所不同。不同晶粒表面顏色材質，對光線的反射能力亦不相同，加上不同的檢測機台所用的打光技術也不同，因此增加取像的複雜度。打光部分可概分前照式、背照式及側照式三種，根據選用光源的波長不同，可再細分紅光、綠光、藍光及白光等光源，其照度會依機台的設定調整亮度大小。在進行光源實驗測試檢測晶粒與光源波長的響應後，結果顯示偏紅光對於晶粒取像有更好的對比與響應，有益於縮短感測器曝光時間及演算法分析，因此本系統乃選用偏紅光環型光源與感測器置於同側，做為強化晶粒表面特徵時之照明。

在檢測演算法部分，可以概分為影像定位匹配、影像背景消除、正交子空間匹配

(Orthogonal Subspace Projection)、相關性匹配及判別晶粒影像瑕疵與否。在影像定位前，所拍攝之晶粒影像先行與空盤影像相減，找出概略之晶粒影像位置，再用影像定位法精細定位出晶粒位置，其原理為正規相關係數匹配法(Normalized Cross Correlation)。而後引入正交子空間匹配法用於最初判斷瑕疵與否，此方法針對大範圍區域檢測，可快速剔除具有顯著瑕疵之晶粒，接著使用相關性匹配處理局部區域，如此精細的檢測加上高解析度的感測器，可將 $25\mu\text{m}$ 以上之瑕疵完全檢測出，且Loss rate及Overkill rate均符合規格。

研發成果與心得

本研究團隊為儀器科技研究中心光機電技術整合工作團隊之一，成員除了執行本院自有之計畫外，亦肩負支援學術研究與產業科技的任務。基於國內中小企業的需求與期望，於極短時間內發揮團隊成員專長，迅速開發出「晶粒表面瑕疵之快速檢測系統」，且技術移轉給國內廠商，為業界與研究單位合作的範例，結合雙方專長項目，快速達到符合下游廠商需求，有效降低生產成本並提高良率。本研究亦榮獲2008年9月台北國際發明展金牌獎項，圖2為本研究晶粒表面瑕疵檢測系統得獎及機台實體照片。



圖2 晶粒表面瑕疵檢測系統得獎及機台實體照片。

本檢測儀器為儀器科技研究中心運用光機電整合技術，支援國內中小科技產業創新產品開發之成功案例。該創新技術的提出，有助於提升國內自製晶粒分類機台的功能完整性。在機械手臂針對晶粒進行撷取動作時所可能造成的毀損瑕疵，立即進行判斷及檢驗，降低機械手臂大量損害晶粒之風險。不僅提升國內廠商現有機台的完整性，也強化晶粒分類機台在國際市場競爭能力。

研發團隊簡介

★ 魏子軒先生為國立中央大學資訊工程碩士，現任儀器科技研究中心遙測光電儀器發展組助理研究員，專長為影像處理與辨識、機械視覺系統開發，負責演算法建立與程式撰寫。

★ 江偉傑先生為國立雲林科技大學機械工程碩士，現任儀器科技研究中心遙測光電儀器發展組助理研究員，專長為光機系統設計、機械視覺系統開發，負責系統機構設計與製作。



「晶粒表面瑕疵快速檢測系統」研發團隊與吳光鐘副院長合影，左起：蔡定平主任、陳永祥先生、魏子軒先生、吳副院長。

★ 溫仁佑先生為國立中央大學土木工程碩士，現任儀器科技研究中心遙測光電儀器發展組助理研究員，專長為數據影像處理、衛星大地測量與GIS應用，負責演算法建立與程式撰寫。

★ 陳永祥先生為國立彰化師範大學電機工程碩士，現任儀器科技研究中心先進電子系統製作廠助理研究員，專長為影像處理與機械視覺系統分析，負責演算法模擬與分析。

★ 黃鼎名先生為國立成功大學航太工程博士，現任儀器科技研究中心研究員兼任遙測光電儀器發展組組長，專長為熱傳學、光學遙測儀器系統，為「晶粒表面瑕疵之快速檢測系統」計畫主持人，負責計畫管理。

科技服務類-玉山獎

全國學術電子資訊資源共享聯盟服務

文/圖 游振宗、許長祺 科技政策研究與資訊中心

研究簡介

21世紀是一個知識經濟世代，追求一個知識化社會，強調建構能以知識發揮大綜效的環境場域。因此，提昇知識泉源的整體學術與研究資訊服務環境，提供優質研究發展與教學基礎設施，乃是國家重要基礎建設之一。學術研究電子資源是建構現今此一研究與教學所必備且重要的基礎設施。國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心（以下簡稱政策中心）在教育部與國科會的支持下，於1999年邀集國內學研單位成立「全國學術電子資訊資源共享聯盟（CONsortium on Core Electronic Resources in Taiwan，CONCERT）」，建構全國引進學術研究電子資訊資源的核心機制。

研發心得

政策中心CONCERT小組肩負著此一聯盟業務之策劃與推展，業務範圍包括電子資源的選擇引進、分析資訊資源特質、研析議價策略與談判、採購前置作業、使用推廣和後續服務等，更積極以有限經費引進共同需要的全國學術版（National Academic License）電子資源，供全國大學校院使用，達到支援學術研究的任務，如圖1所示。

CONCERT服務機能

掌握電子資源之需求

電子資源成長快速，考量有限人力和資源並發揮最大聯盟整體效益，釐定CONCERT電子資源選擇政策，長期穩定引進能滿足眾多成員需求之電子資源。每年定期進行新增電子資源需求調查，研議年度預定引進之電子資源。

學術資源發展委員會

遴聘國家圖書館和大學校院圖書館館長以及學術領域專家學者代表擔任委員，因應環境變化與需求研議聯盟營運重大議題，強化CONCERT服務與運作機能，並議決年度引進和採購全國學術版電子資源清單與議價策略等。

議定各系統資料庫價格

由於各資料庫訂購方式與計費模式歧異複雜，成員單位規模與需求相異，務必先行整合具體共識，再經專業研判資料庫特質與價值、議價策略和訂定底價後，逕行與資料庫廠商談判與議價，以爭取最優惠價格與條件。

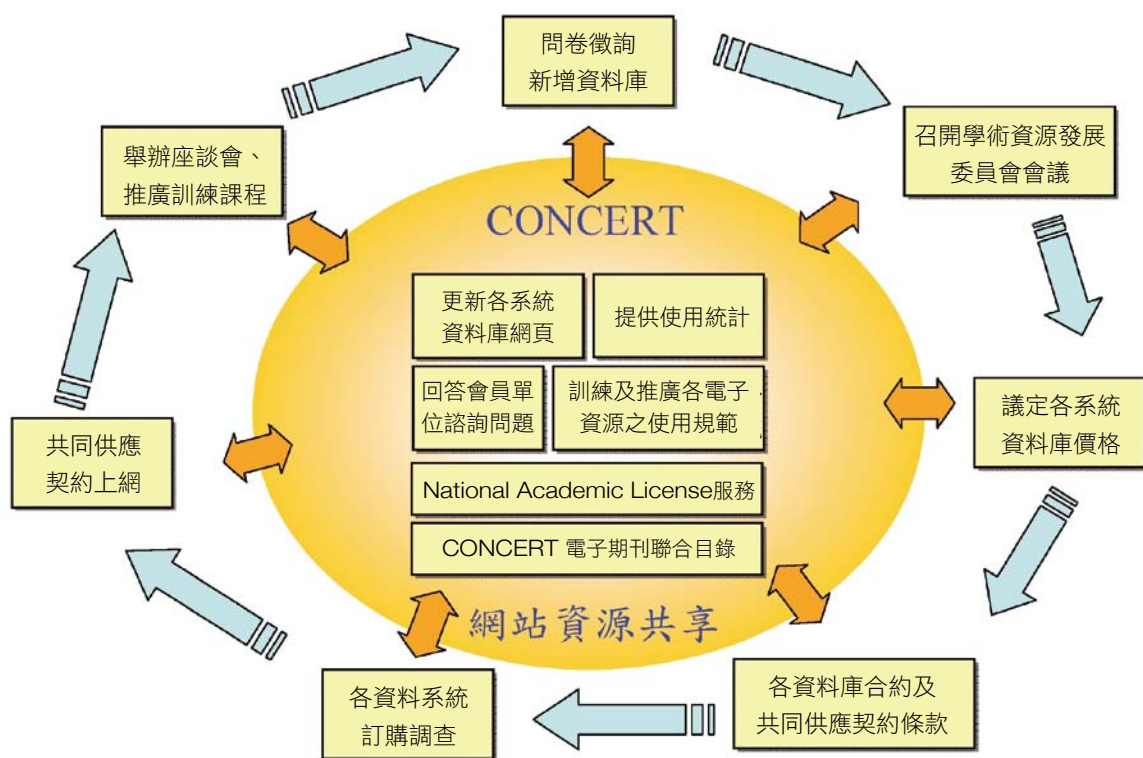


圖1 CONCERT服務機能。

各資料庫合約及共同供應契約

就議價談判結果分別與資料庫廠商確認約本，包括授權資料庫、權責、費用等。又政策中心代表聯盟成員與資料庫廠商簽署共同供應契約，以節省聯盟成員採購人力與作業時間。

各資訊系統訂購調查

資料庫多以訂購數多寡、單位規模而訂定不同價格與使用條件，故每年議價完成後就進行訂購意願調查；再依訂購意願確認訂購後交付相關資料庫廠商，俾便訂購單位後續採購作業。

共同供應契約上網

共同供應契約完成簽署後，即公告於行政院公共工程委員會共同供應契約電子採購系統，供訂購單位自行上網使用。

舉辦座談會、推廣訓練及國際研討會

為促進成員互動與加強電子資源使用經驗分享，並確切掌握聯盟單位需求，每年定期舉辦座談會與教育訓練。另外，每年舉辦一場國際研討會，邀請國內外知名專家學者與會演講與研討，提供國內外環境發展趨勢與新知交流。

此外，CONCERT更建專屬網站，即時提供各類相關資訊，更新各系統資料庫簡介、提供使用統計資料、教育訓練及推廣各電子資源使用規範、全國學術版資料庫服務、電子期刊聯合目錄等網站資源共享，以及相關諮詢服務。

CONCERT主要成果

**建立機制引進學術研究電子資訊資源，
提昇教學與研究資訊服務環境**

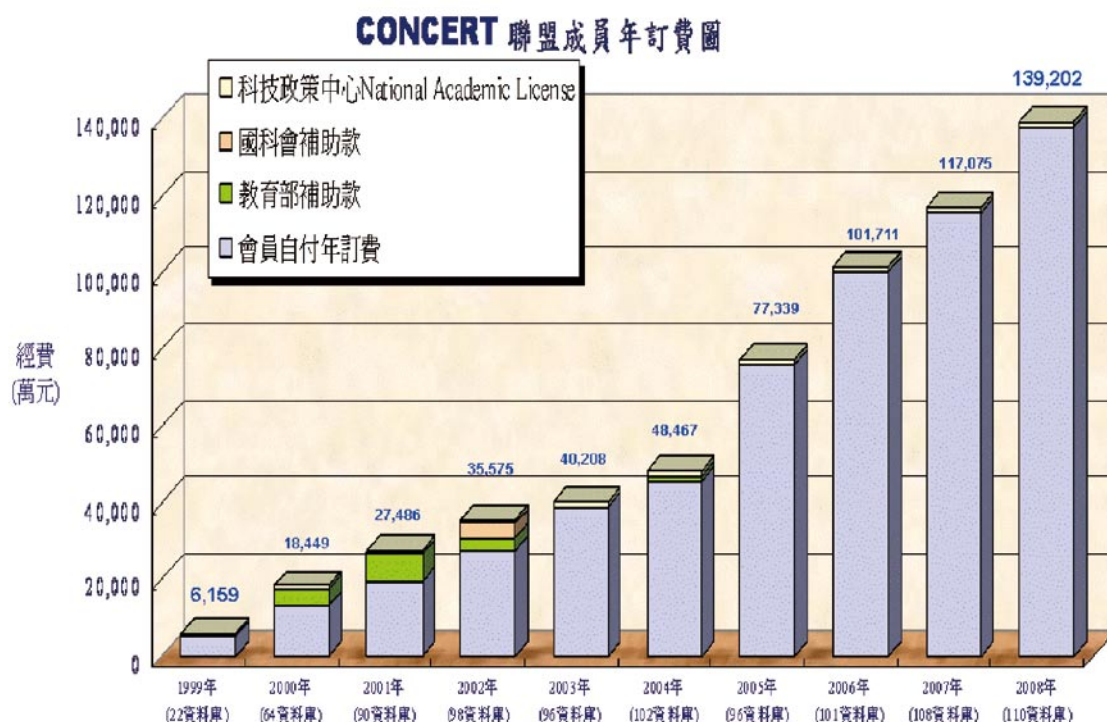


圖2 CONCERT聯盟成員年訂費圖。

經「學術資源發展委員會」委員會議，以整體學術研究環境需求面，長期穩定推動聯盟營運與服務，求取整體最大利益協助成員引進學術電子資訊資源。目前計引進44種國內外重要資訊系統，106種資料庫而訂購數達2,366個，約17,000種電子期刊，涵蓋理、工、醫、農、人文、社會各學科，提供教學研究的優質資訊服務基礎設施。

平衡各校資源差異，充實整體基礎資訊服務環境

CONCERT聯盟成立初期，因網路傳輸等問題，服務品質深受影響。旋即與教育部電算中心協調開闢TANet專屬傳輸國際頻寬，再幾經擴充，已由原設定2 Mbps增至340 Mbps。同時，目前引進七種共通性全國學術版電子資源，提供全國大學校院免費使用，減輕各校經費負擔

並充實整體學術電子資訊資源服務環境。

註：Mbps即每秒百萬位元傳輸速率。

節省電子資訊資源購置經費與人力

在聯盟集體採購機制下，不僅節省各校議價採購專業人力、時間，更可享受有整體訂購數級距優惠價，節省總體可觀經費支出。經由CONCERT議價採購資料庫，年訂費已達新台幣13億9千萬元，如圖2示；CONCERT創始初時，採購年訂費僅新台幣6千餘萬元。同時，協助國科會推動建置全國學術版人文及社會科學資料庫檢索系統（NSC Humanities & Social Sciences Research Resources, HUSO）上線使用服務並承接國科會化學中心引進美國化學學會（American Chemical Society, ACS）的電子期刊資料庫議價及後續服務工作。



圖3 CONCERT活動熱絡場面。

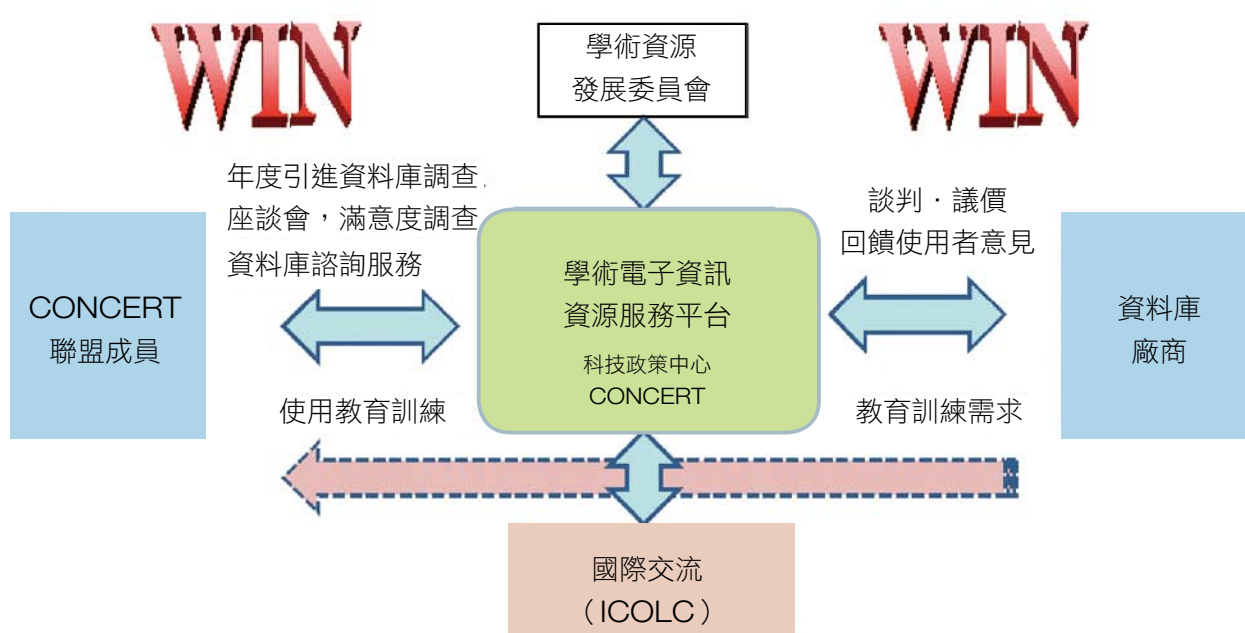


圖4 學術電子資訊資源服務平台。

舉辦教育訓練，促進電子資訊資源有效管理與廣泛使用

經由各種推廣、訓練、研討會與座談活動，如圖3，掌握國際發展趨勢及使用者需求意見，促進引進電子資訊資源之使用。建置CONCERT專屬服務網站及「CONCERT電子期刊聯合目錄」，以協助成員使用與管理各項電子資訊資源，做為館藏建置、資料庫續訂及預算控管之決策參考資訊。

學術電子資訊資源服務平台

CONCERT小組，即結合成員單位與資料庫廠商建構一個居間服務並得以運籌帷幄的互動平台，如圖4，藉由整體運作機制，共創雙贏環境，提昇整體學術資訊服務。

註：全國學術版資料庫一由政策中心編列預算購置共通性基礎電子資訊資源，提供全國大學校院免費使用者。

研發團隊簡介

- ★ 游振宗先生為國研院政策中心服務推廣組組長，負責CONCERT計畫之督導及績效評估。
- ★ 石美玉小姐為國研院政策中心CONCERT計畫主持人，負責規劃及執行CONCERT業務。
- ★ 張清沼小姐為國研院政策中心副研究員，負責CONCERT營運規劃與業務執行。
- ★ 陳紹麗小姐為國研院政策中心助理研究員，負責CONCERT引進資料庫之議價、合約協議、採購等相關業務與資料統計分析。
- ★ 顏惠專小姐為國研院政策中心副研究員，負責CONCERT引進資料庫之議價、合約協議、採購等相關業務與資料統計分析。
- ★ 潘姝琪小姐為國研院政策中心助理研究員，負責CONCERT業務執行與資料統計分析工作。
- ★ 江奂儀小姐為國研院政策中心助理研究員，負責CONCERT資料庫引進、資料統計分析及電子期刊聯合目錄維護等業務。
- ★ 曹婷婷小姐為國研院政策中心助理研究員，負責規劃及籌辦CONCERT各項教育訓練活動。
- ★ 許長祺先生為國研院政策中心助理研究員，負責建置維護CONCERT服務網站與論壇。
- ★ 王淑小姐為國研院政策中心研究助理，負責CONCERT行政作業與協調聯繫。



「全國學術電子資訊資源共享聯盟服務」研發團隊與王永和副院長合影，左起：游振宗先生、陳紹麗小姐、潘姝琪小姐、顏惠專小姐、江奂儀小姐、王淑小姐、許長祺先生、石美玉小姐、張清沼小姐、王副院長。

科技服務類-雪山獎

校舍耐震能力提昇之策略與技術開發

文/圖 葉勇凱 國家地震工程研究中心

近年兩個國際重大地震，2005年10月8日巴基斯坦的喀什米爾地震，及2008年5月12日中國的汶川地震，均由於校舍的倒塌，造成大量學童的傷亡。我國在民國88年亦曾發生921集集地震，造成南投縣災區293棟中小學之校舍全毀或半毀。校舍因為採光與通風之使用要求而容易在結構系統上形成弱點，故在地震中容易受損。國家地震工程研究中心長期與教育部合作，針對校舍耐震能力提昇之策略與技術進行研究，並協助教育部提出與執行「加速高中職及國中小老舊校舍及相關設備補強整建計畫」，預計於民國98年至101年四年期間，全面改善老舊校舍的耐震安全。

校舍耐震安全之重要性

台灣位於全球地震活動最為激烈頻繁的環太平洋地震帶上，隨時受到地震災害的威脅。2005年10月8日巴基斯坦的喀什米爾發生規模7.6的強烈地震，造成八萬七千餘人死亡，其中約有一萬九千學童因教室倒塌而死亡，佔總死亡人口的22%。2008年5月12日的中國汶川地區發生規模8.0的強烈地震，造成六萬九千餘人死亡，無正式統計，但估計因教室倒塌而死亡的學童超過萬人。這兩次地震因為學童的大量傷亡，都造成

受災國社會極大的衝擊，也引起國際上對校舍耐震安全的普遍注視，並形成政策與法案，積極進行校舍耐震能力與安全的提昇作業。我國88年發生的921集集地震，也造成南投縣災區293棟中小學之校舍全毀或半毀，所幸地震發生在清晨，學童不在學校內，若地震不是在清晨而是發生在上課時間，其後果必定不堪設想。我國校舍數量龐大，若要在有限的預算及時間下，全面地改善校舍的耐震安全，必須建立一套經濟有效的耐震評估與補強策略，配合以評估與補強技術，依序進行。

校舍耐震能力提昇之策略

由於台灣校舍數量龐大，根據統計資料顯示國中小之校舍棟數即達1萬餘棟，若全部進行詳細評估及補強工程必須耗費大量之時間與費用，故國家地震工程研究中心（以下簡稱國震中心）自民國92年即接受教育部委託，研擬了一套經濟有效的校舍耐震能力評估與補強程序，針對民國88年之前興建之老舊校舍，全面地改善其耐震能力。此程序為簡易調查、初步評估、詳細評估、補強設計與補強工程，其流程如圖1所示。

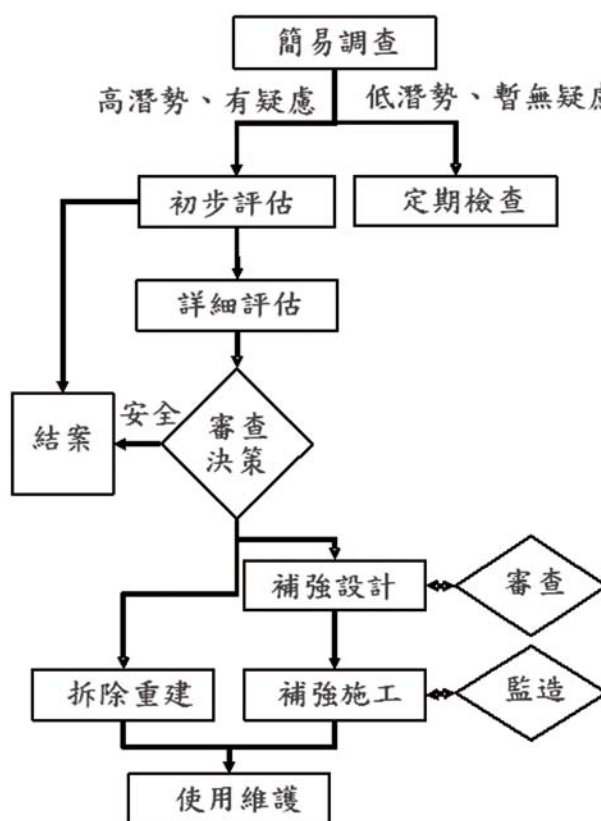


圖1 校舍耐震能力提昇之程序。

簡易調查係由校方行政人員調查校舍基本結構資料，國震中心據以可粗估校舍耐震能力，將耐震能力有疑慮之校舍篩選出來，交由專業工程師進行初步評估，此作業單純，費用約需數千元一棟；初步評估進一步將耐震能力有疑慮之校舍篩選出來，交由專業工程師進行詳細評估，確認校舍的耐震能力，此作業需進行結構分析，費用約需數十萬元一棟；經詳細評估確認耐震能力不足之校舍，若不予以拆除，即需進行補強設計與施作補強工程，費用超過數百萬元一棟，約為拆除重建費用的五分之一。各階段的耐震評估皆需有具鑒別力之評估方法，並配合專業審查，才能經濟有效地篩選出耐震能力不足之校舍，大量降低需施作補強工程或拆除重建之校舍數量，節省作

業所需經費。藉由網際網路收集各階段作業產生的資料，建立校舍耐震資訊網，分析校舍耐震資料，可提供權責單位作為施政之參考。

校舍耐震評估與補強技術之開發

老舊校舍數量龐大，欲確實篩選出亟待拆除或補強之老舊校舍，需有一套具有鑒別力的耐震詳細評估方法；本項技術開發引進美國ATC-40建議之容量震譜法，以非線性側推分析評估校舍結構之耐震能力，並根據過去國內外學者之理論，給予結構元件對應的非線性鉸參數，並以試驗室及現地試驗結果加以驗證，本項技術已於2009年通過內政部營建署認證，已被認定可使用於我國建築物耐震評估與補強作業。非線性側



圖2 校舍現地耐震能力測試。

校舍耐震資訊網

推分析除了可運用商業套裝軟體外，國震中心透過客製化包裝既有之高性能結構非線性分析軟體 PISA3D/GISA3D，為本評估方法量身打造專屬結構分析軟體。

國震中心投入校舍耐震能力評估與補強之研究多年，致力於理論分析、數值模擬、試驗驗證等一系列之探討。針對校舍之構件試體、大型縮尺試體及小型足尺試體，進行反復載重及振動台等地震模擬試驗，以探討校舍結構耐震之性能及補強之效益。此外，更充分利用待拆校舍之剩餘價值，於校舍拆除前先執行耐震評估與補強之現地試驗，如圖2，以四所國中小真實之校舍結構，驗證評估方法及補強工法。此項校舍現地耐震能力測試曾吸引美、日及印度等多位學者參觀。

本項技術開發成立了校舍耐震資訊網，如圖3，網址為<http://school.ncree.org.tw/school/>，已將簡易調查、初步評估、詳細評估與補強設計以及竣工報告等資料庫納入同一平台，校舍耐震能力提昇作業執行過程之評估、補強設計及竣工結果，皆可經由網際網路加以蒐集。執行成果之校舍耐震評估與補強等相關資料亦可加以統計分析，透過校舍耐震資訊網完整呈現給教育單位、各界學者及專家分享。讓教育單位了解校舍耐震能力及其提昇之狀況，提供給工程師相關專業資訊，作為校舍耐震評估與補強設計之參考依據，使校舍耐震評估及補強設計資料能夠發揮其最大的功效。校舍耐震資訊網開放給各界人士使用，至民國98上半年為止，已有三萬五千多人次瀏覽。



圖3 校舍耐震資訊網。

加速高中職及國中小老舊校舍及相關設備補強整建計畫

921震後，為了提昇公有建築的耐震能力，行政院於民國89年頒佈了「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，要求於民國90年至95年間，各目的事業主管機關及各級政府逐年編列預算，提昇所轄建築物的耐震能力。行政院於民國97年頒佈其修正案，延長執行期間至102年，確保執行的成果。另一方面，教育部基於原有的老舊校舍整建計畫，提出「95-98年度國民中小學老舊校舍整建計畫」，近三年每年皆編有60億左右的預算，從事國中小老舊校舍的整建工作；同時由民國93年開始即與國震中心合作，開發校舍耐震資訊網及研擬提昇中小學校舍耐震能力之對策。

教育部老舊校舍整建計畫主要以拆除重建為主要手段，需求經費龐大，無法在短時間內全面改善校舍耐震安全；為加速處理校舍耐震能力不足之問題，國震中心於97年8月彙整多年校舍評估與補強之經驗，根據校舍簡易調查資料，研擬「國民中小學校舍耐震問題與對策」，向國科會提出說明。國科會主委並於97年9月11日在科技首長會議中提出報告，會議結論指示「教育部及國科會指定專責聯絡窗口，並提出校舍耐震問題之最佳方案」；97年9月18日行政院3,110次會議，院長指示「老舊校舍潛在的安全問題不容漠視，請曾政務委員志朗協調教育部、國科會等機關會同災害防

救科技中心及地震工程相關科技單位，持續檢視，排定優先順序迅速予以補強」，國科會指定國震中心協助教育部提出老舊校舍耐震能力提昇計畫，爭取行政院特別預算支持。

教育部將高中職校舍納入計畫，提出「加速高中職及國中小老舊校舍及相關設備補強整建計畫」，併入行政院「振興經濟擴大公共建設投資」特別預算案，並獲得立法院通過，正式形成政府重大施政政策。預計由民國98至101之4年期間，分別完成約6千餘棟校舍之初步評估，進而篩選出耐震能力不足，需進行下一階段之詳細評估之校舍預計約3千餘棟，完成耐震能力詳細評估後，確實需進行結構修復補強之校舍估計約為1千5百餘棟，投入評估補強作業預算約為182億，將有效解決近3,000所公立學校之校舍耐震安全問題，使老師學童之生命安全受到更多保障。為了確保整體計畫在經濟有效的原則下進行，國震中心接受教育部委託，於98年四月成立專案辦公室，提供技術支援、安排教育訓練、協助推動專業審查、建立耐震資訊網、建置校舍耐震能力履歷資料庫等服務。其中，校舍資料庫為整體校舍補強整建計畫管考與計畫檢討評核之重要依據。國震中心已舉辦多場教育講習會，推廣本項技術開發的耐震詳細評估方法及常見的補強工法，已吸引超過800人次的建築師或專業技師參與。

研發團隊簡介

★ **黃世建**先生為美國柏克萊加州大學土木工程研究所博士，國家地震工程研究中心建物組組長，國立台灣大學土木工程系教授。

★ **葉勇凱**先生為國立台灣大學應用力學研究所博士，國家地震工程研究中心研究員。

★ **鍾立來**先生為美國紐約州立大學土木工程研究所博士，國家地震工程研究中心研究員。



「校舍耐震能力提昇之策略與技術開發」研發團隊與王永和副院長合影，左起：游宜哲先生、莊明介先生、周德光先生、沈文成先生、葉勇凱博士、黃世建博士、邱聰智先生、王副院長。

★ **簡文郁**先生為國立台灣大學土木工程研究所博士，國家地震工程研究中心研究員。

★ **蕭輔沛**先生為國立成功大學土木工程研究所博士，國家地震工程研究中心副研究員。

★ **周德光**先生為美國紐約州立大學土木工程研究所碩士，國家地震工程研究中心助理技術師。

★ **邱聰智**先生為國立台灣科技大學營建工程研究所碩士，國家地震工程研究中心助理研究員。

★ **沈文成**先生為國立台灣海洋大學河海工程研究所碩士，國家地震工程研究中心助理研究員。

★ **莊明介**先生為國立台灣大學土木工程研究所碩士，國家地震工程研究中心專案助理研究員。

★ **游宜哲**先生為國立台灣大學土木工程研究所碩士，國家地震工程研究中心專案助理研究員。

科技服務類-秀姑巒山獎

應用資訊服務平台技術於災害管理

文/圖 蘇文瑞、黃俊宏、吳上煜 國家災害防救科技中心資訊組團隊

臺灣面臨的天然災害種類繁多，諸如颱風、淹水、坡地崩塌、土石流及地震等，造成許多生命財產的損失。為了減少天然災害造成的損失，整合災害資訊、分析模式，並結合資訊服務是為當務之急。因此國家災害防救科技中心引進行政院研究發展考核委員會的資訊服務平台技術，以跨機關橫向合作模式，整合防救災相關部會署之資料進行加值運用，發揮政府整體災害防救效益，有效提昇資訊整合之時效性。防救災資訊服務平台目前已運用於災害管理不同階段，且產生一定的成效。

前言

理想的災害管理平台應以各部會署所建立之防救災資料庫為基礎，並整合相關模式，再運用地理資訊系統、網路服務、動態災害模式、使用者介面等網際網路技術，實際應用於減災、整備、應變、復原等災害管理不同階段（如圖1）。

過去，台灣在防救災領域的基礎研究相當多，但要將這些研究成果應用於實務面，常面臨到分析資料取得不易之困擾。國家災害防救科技中心（以下簡稱災防中心）引進行政院研究發展考核委員會「電子化政府共通作業平台」架構，建置

防救災資訊服務平台（如圖2），使得防救災資料流通及交換有一致的介面及標準，可有效增加防救災資料的流通性。災防中心目前已與交通部中央氣象局、交通運輸研究所、經濟部水利署、農委會水土保持局及衛生署疾病管制局等部會署進行防救災資料交換業務。

在此平台基礎上，災防中心利用防救災資訊服務平台的服務導向架構技術，包含網路服務（Web Service）、網路地圖服務（Web Map Service）等技術，逐步將災害管理平台及各應用系統與防救災資訊服務平台接軌。其中，應用系統包含：颱洪應變決策支援系統、毒化災決策支援系統、災害勘查資訊系統等，各應用系統分別運用於不同災害階段與災害類別，並整合各機關的防救災資訊，讓各部會署之防救災資訊透過防救災資訊服務平台達成跨平台的防救災資訊交流與分享。圖3說明災防中心於災害管理四階段運作時，各階段運用防救災資訊服務平台之應用系統及參與資料介接的防救災資料生產單位。

減災階段-結合協力團隊 尋找致災因子

掌握與瞭解各縣市之易致災區域及致災原因，並強化災防中心在颱洪應變期間之預警資訊分析

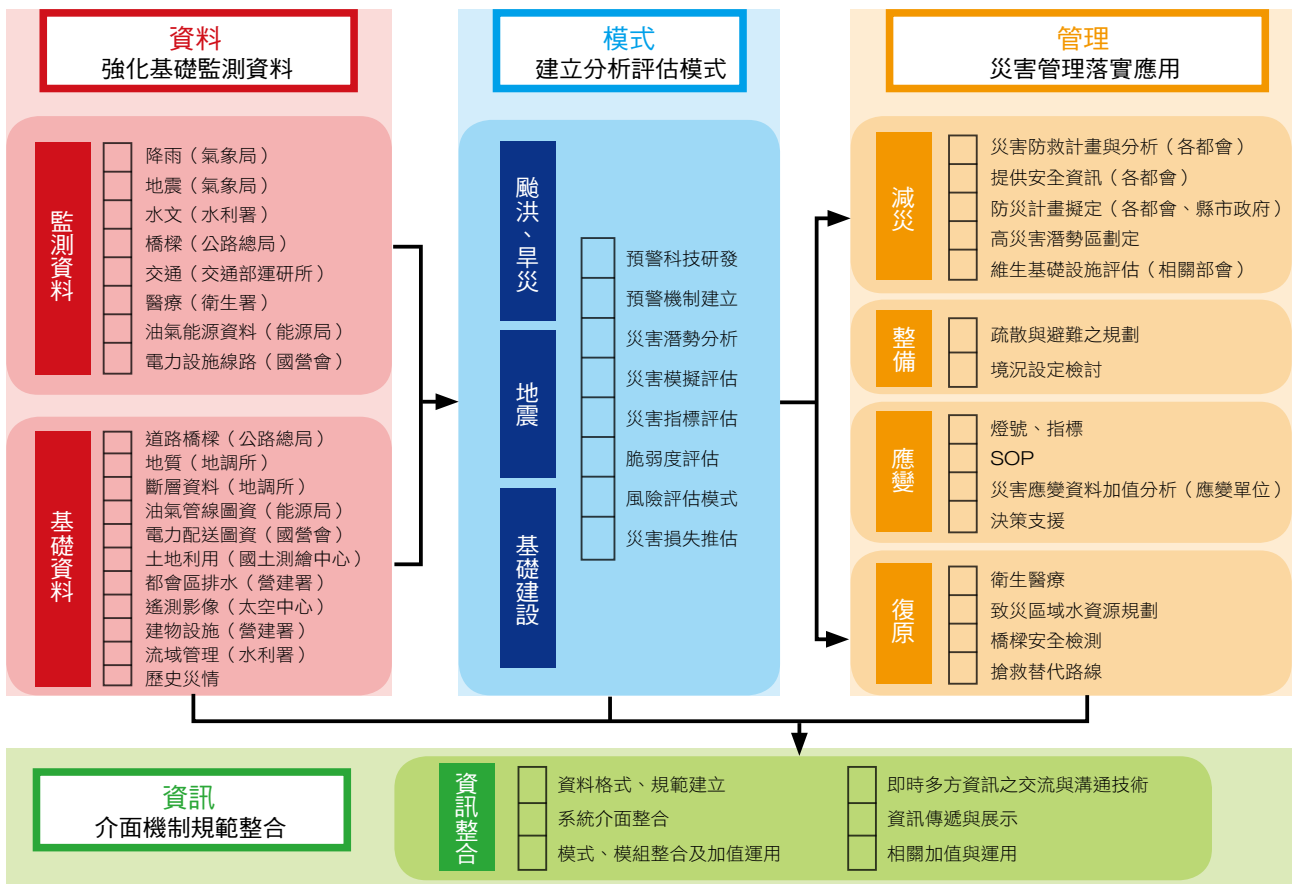


圖1 災害管理平台架構。

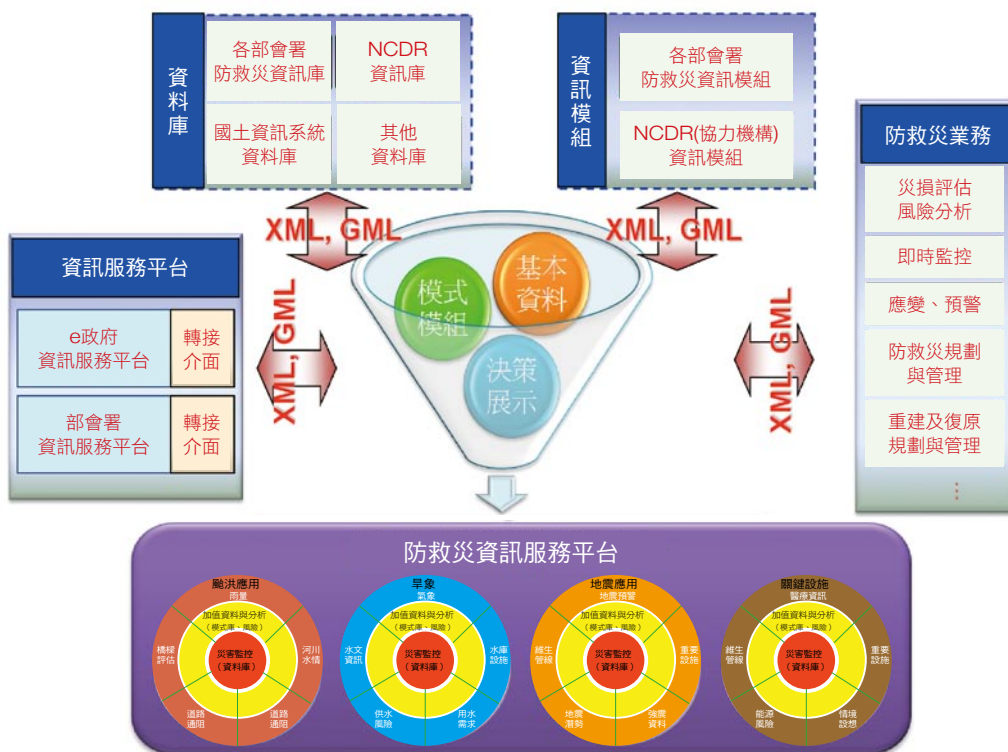


圖2 防救災資訊服務平台架構。

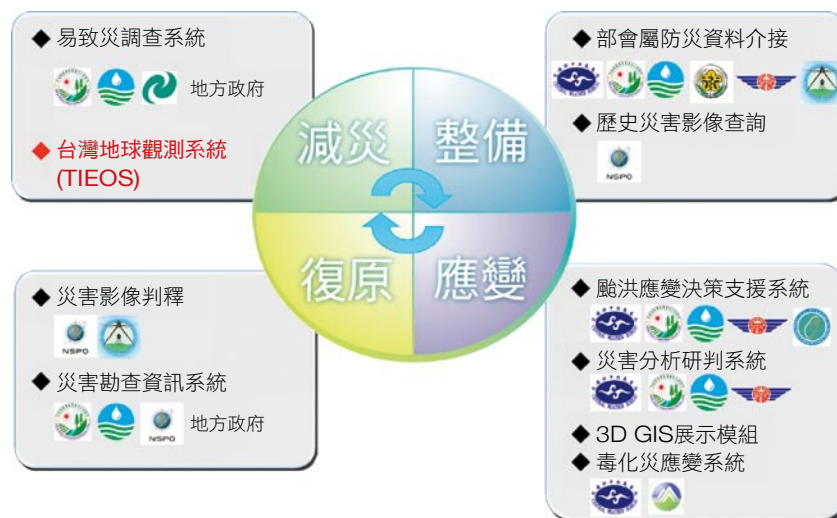


圖3 災害生命週期不同階段之整合效益。

研判作業，2008年起結合在地學術機構與地方政府，合作調查當地易致災區域及致災原因。在地調查人員現地訪查後，透過災防中心易致災資訊管理系統回報易致災調查成果，災防中心彙整調查成果建置成資料庫，並依據各縣市、鄉鎮及災害類別分別製作易致災地圖。

易致災調查資料後續亦將透過災防中心防救災資訊服務平台回饋給各地方政府，應用於保全計畫修訂、減災策略研擬及地區災害防救計畫修訂之重要參考。

整備階段-積極介接部會署資料

防救災資訊服務平台建置目的主要是建立防救災資料流通的單一服務窗口，使得防救災資料流通及交換有一致的介面及標準，以有效增加資料之流通性。圖4為防救災資訊服務平台技術架構。

在此技術架構下，防救災資訊服務平台目前已逐步與防救災部會署建立資料、圖資交換機制，由以往只在行政院災害防救委員會中央災害應變

中心開設時才能不定時取得防救災資料，到目前已改為每日定時傳遞資料，或透過資訊應用系統即時查詢各項資料。防救災資訊服務平台提高防救災資料流通性，更使得防救災資料能無障礙流通於資料需求單位。表1為防救災資訊服務平台建置後與相關部會署資料交換之頻率。

應變階段-強化災害預警資訊

災防中心於災害應變期間之主要任務，以行政院災害防救委員會中央災害應變中心分析研判組的角色功能，須在最短時間內提出決策建議供中央災害應變中心作業參考及各部會署緊急應變措施之擬定。災害管理平台中適用於應變階段之應用系統，包含颱風災害應變管理決策支援系統、災害分析研判簡報系統、3D GIS動態展示系統、毒化災災害防救決策支援系統。相關系統說明：

颱風災害應變管理決策支援系統

本系統主要將交通部中央氣象局之颱風相關資訊及即時降雨監測資料運用相關模式進行災害潛



圖4 防救災資訊服務平台技術架構。

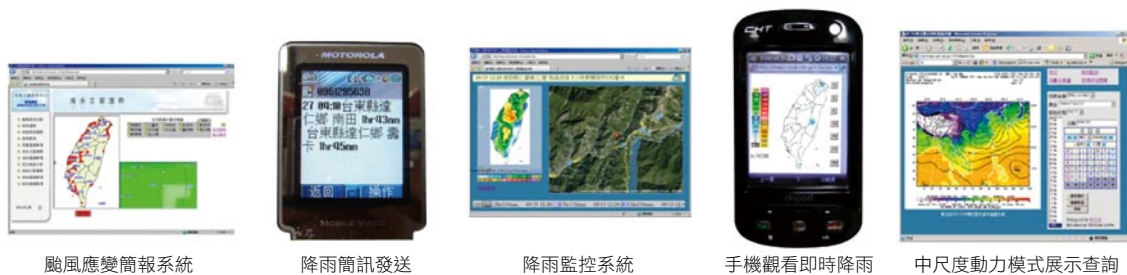


圖5 颱風災害應變管理決策支援系統。

勢分析，最後以圖形及文字方式提供給災害管理決策者緊急應變參考資訊。本系統的資料產製流程包含四大分析及應用模組：a.降雨監測與預測模組、b.淹水災害預警模組、c.坡地災害預警模組、d.災情資料管理模組。其中，本系統並定時將雨量統計結果以簡訊方式提供給決策人員，提醒決策人員注意雨量警戒狀況（如圖5）。

毒化災災害防救決策支援系統

台灣地區工商業迅速發展，大量的化學物質被應用於製造各類產品的使用量逐年增加，一旦發生毒化物洩漏意外，將對廠區、周遭民眾造成嚴

重的生命財產與環境損害損失，對社會與環境同樣造成相當大的衝擊。因此，毒化物災害風險之分析與評估，以及風險指標模組之建立有其急迫性與需求性。

災防中心將美國常用的重質氣體擴散模式（SLAB）予以簡化及本土化，本系統提供重質氣體擴散模式線上即時境況模擬，將模擬結果以Web-GIS圖層展示，並於決策支援系統中新增增值應用功能，提供現場指揮官、毒災諮詢及環境監控中心人員緊急應變決策之重要參考依據。本系統同時透過防救災資訊服務平台接收交通部

表1 資訊服務平台資料交換頻率

項次	資料來源單位	資料名稱	資料取得狀況	資料接收頻率及時機	目前設定接收頻率
1	中央氣象局	颱風警報單	已取得xml及xsd格式	颱風時期1~3小時1次	
2	中央氣象局	衛星雲圖	已取得VSUM及VTYP區域模式測試資料，測試資料，未談妥。	1小時1次	
3	中央氣象局	雷達圖	已取得MOS0區域模式測試資料，測試資料，未談妥。	1小時1次	
4	中央氣象局	風雨預報單（1.颱風24小時雨量預測 2.颱風各警戒地區風力預測）	已取得	颱風時期1~3小時1次	
5	中央氣象局	豪（大）雨定量降水預報QPF	已取得	1天2次	
6	水保局	土石流警戒分析（debrisinfo）	已取得	1月1次	每月1日0045 00
7	水保局	土石流警戒發佈（debrisalertinfo）	已取得	颱風時期1~3小時1次	每日0040 00
8	水保局	潛勢溪流影響範圍（debrisregiontinfo）	已取得	1月1次	每月1日0015 00
9	水保局	重機待命資料（machineinfo）	已取得	1月1次	每月1日0030 00
10	水保局	避難所資料（refugeinfo）	已取得	1月1次	每月1日003.5 00
11	水保局	保全對象（contactinfos）	已取得	1月1次	每月1日0101-41 00
12	公路總局、 運研所	路況資料（roadinfo）	已取得	颱風時期1~3小時1次	
13	消防署	全國各縣市各類災情資料（disater）	已取得	測試資料	
14	疾管局	急診空床代碼BED	已取得	1天1次	每天0730 00
15	疾管局	急診空床數BEDSINFO	已取得	1天1次	每天0730 00
16	疾管局	通報醫院代碼emergencyreport	已取得	1天1次	每天0730 00
17	疾管局	醫院資訊hospital	已取得	1天1次	每天0730 00
18	疾管局	急診病患通報資料（歷史） History_Report	已取得	1天1次	每天0730 00
19	疾管局	急診病患通報資料OLD_REPORT	已取得	1天1次	每天0730 00

中央氣象局氣象站即時監測資料，達到防救災資訊整合與流通之目的。本系統目前已推廣至環保專業單位應用。

復原階段-勘查致災原因 強化復原能力

災防中心為提升國內重大災害事件之災因分析能力，期望能從災害事件中汲取重要學習經驗，因此推動災後勘查作業機制，災後勘查對於致災原因分析、災後重建復原策略與災害防救政策研訂具有相當重要之參考價值，同時作為後續面對類似災害之減災、整備及應變之參考。因應災後勘查作業機制，災防中心分別開發兩大系統，一是影像查詢系統，一是災害勘查資訊系統。

影像查詢系統

災害發生後，往往不利於災害勘查人員進行即時勘查，為了能於最短時間內掌握災害現場之狀況，災防中心與國家太空中心合作，由國家太空中心提供災區衛星影像，災防中心透過影像判釋技術獲得第一手災區資訊，並藉由影像查詢系統比對災前災後之影像，可快速確認災害規模大小。本系統於2008年颱風應變期間已實際發揮功效，並提供災害區域之災前災後影像資訊給災害勘查人員比對參考。圖6為2008年辛樂克颱風南投縣廬山地區災害前後影像比對，透過航照影像可清楚判釋坡地災害情形。



圖6 辛樂克颱風廬山地區災前、災後影像。

災害勘查資訊系統

為使災害勘查資料得以有效保存及查閱，並於災害發生後讓災害勘查人員更有效地收集相關資料，自2005年起災防中心陸續開發災害勘查資訊系統。2008年將災害勘查資訊系統依據功能、系統目的再細分為四大模組：a.籌組災害勘查團隊之災害勘查人才資料庫、b.前端系統之災害勘查電子表單系統、c.後端系統之重大天然災害勘查資訊系統、d.後端系統之颱風災害資料加值分析資訊系統。各項應用模組依據災害勘查時程與應用需求陸續開發，應用模組的使用時機與應用目標如圖7所示。表2為災害勘查資訊系統建置以來啟動之次數，隨著每年重大災害次數不同，啟動次數也有所不同。

災害勘查資訊系統已成為災防中心災害現地勘查作業不可或缺的一環，災防中心陸續加強與各

部會署及各地災害勘查團隊的合作、訂定各類型天然災害勘查的標準作業程序以及勘查表單、並強化災害勘查儀器間整合與資料傳輸。同時，災害勘查資訊系統結合防救災資訊服務平台的服務導向架構網路服務技術，透過網路服務技術擴大災防中心地圖網路服務，有效提升災害勘查的作業效率及提供跨平台的資訊服務。此外，災害勘查資訊系統後續將與歷史環境資訊整合，以瞭解災害發生之特性與關聯性，以做為應變、整備的決策與研究之用。

結論

災防中心防救災資訊服務平台的推動建置上，除資訊系統開發外，主要是整合協調各部會署災害防救意見，並將各單位防救災資訊整合於實際應用上。本項服務成果展現於下列方向：

表2 災害勘查資訊系統啟動服務次數

(1) 勘災調查作業						(2) 易致災調查作業		
	93年	94年	95年	96年	97年		97年	98年(已經啟動)
啟動次數	1	0	1	1	2	啟動次數	1	1
團隊次數	3	0	6	3	11	團隊次數	6	4

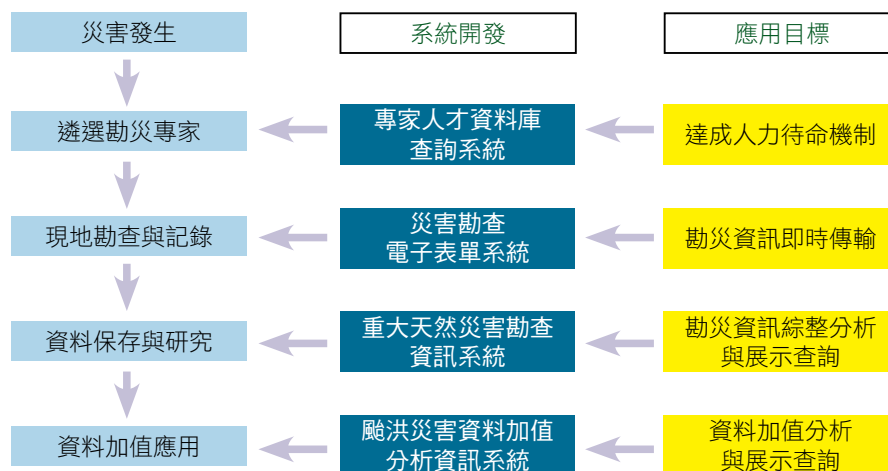


圖7 災害勘查資訊系統四大模組使用時機。

規劃、協調推動「防救災資訊服務平台」建置，達成跨部會署、兼顧中央與地方之整合工作

災防中心持續與各部會署協調，促使各部會署之資料及模式得以緊密結合與落實應用，對於強化防救災應變作業能力發揮極大帶動效果。

導入先進平台技術，提昇防救災應變能力

災防中心在災害應變時期需整合部會署之分析研判資訊，災防中心將資訊服務平台技術導入災

害管理平台後，讓防救災資訊更加快速流通，縮短決策分析時程，有效提升防救災應變能力。

推廣平台技術

為積極厚植災害防救與災害管理平台之知識與觀念，災防中心主辦、協辦或委辦各類防救災研討會與活動，冀望透過相關活動能吸引更多部會署，甚至地方政府及學術單位，加入防救災資訊服務平台行列，達成跨平台的防救災資訊交流與分享之目標。

研發團隊簡介

- ★ 林峰田先生為國家災害防救科技中心資訊組召集人，現任國立成功大學都市計劃學系教授兼規劃與設計學院院長。負責統籌「防救災資訊服務平台之發展及災害管理支援之應用」計畫之規劃與執行。
- ★ 周學政先生為國家災害防救科技中心資訊組共同召集人，現任國立臺灣師範大學地理系副教授。負責統籌「防救災資訊服務平台之發展及災害管理支援之應用」計畫之規劃與執行。
- ★ 徐百輝先生為國家災害防救科技中心資訊組顧問，現任國立台灣大學土木系助理教授。負責協助規劃「應用資訊服務平台技術於災害管理」、「高解析數位台灣地理資訊展示平台之發展及災害管理支援之應用」計畫。

★蘇文瑞先生為國立中央大學土木工程學系博士，現任國家災害防救科技中心助研究員兼組長。負責協助規劃及執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」、「高解析數位台灣地理資訊展示平台之發展及災害管理支援之應用」計畫，以及後續計畫相關推動及應用。

★吳上煜先生為國立台灣大學地理環境資源所碩士，現任國家災害防救科技中心助研究員。負責協助規劃及執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」計畫之災害管理資訊系統建置，以及後續計畫相關推動及應用。

★黃俊宏先生為淡江大學水資源及環境工程所碩士，現任國家災害防救科技中心助研究員。負責協助規劃及執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」計畫之毒化災災害防救決策支援系統、災害勘查資訊系統建置，以及後續計畫相關推動及應用。

★周恆毅先生為淡江大學水資源及環境工程所碩士，現任國家災害防救科技中心佐理研究員。負責協助規劃及執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」計畫之防救災資訊服務平台，以及後續計畫相關推動及應用。

★包正芬小姐為世新大學資訊管理學系學士，現任國家災害防救科技中心佐理研究員。負責協助規劃及執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」計畫之災害管理資訊系統建置，以及後續計畫相關推動及應用。

★張智昌先生為國立台灣大學地理環境資源所碩士，現任國家災害防救科技中心佐理研究員。負責協助規劃及執行「高解析數位台灣地理資訊展示平台之發展及災害管理支援之應用」計畫之3D GIS動態展示模組研發，以及後續計畫相關推動及應用。

★葉家承先生為世新大學資訊管理所碩士，現任國家災害防救科技中心技術士。負責協助規劃及執行「高解析數位台灣地理資訊展示平台之發展及災害管理支援之應用」計畫之衛星影像判釋研發，以及後續計畫相關推動及應用。

★陸淑菁小姐為南台科技大學資訊管理系學士，現任國家災害防救科技中心技術員。負責協助執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」計畫之防救災資訊服務平台硬體維護，以及後續計畫相關推動及應用。

★紀和欣先生為淡江大學公共政策所碩士，現任國家災害防救科技中心技術士。負責協助執行「應用資訊服務平台技術於災害管理」計畫之防救災資訊服務平台硬體維護，以及後續計畫相關推動及應用。

★詹喬晴小姐為國立台灣藝術大學視覺傳達設計所碩士，現任國家災害防救科技中心研究助理。負責協助執行災害管理平台美術設計，以及後續計畫相關推動及應用。



「應用資訊服務平台技術於災害管理」研發團隊與王永和副院長合影，左起：徐百輝博士、蘇文瑞博士、王副院長。

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

橫向擴散金氧半場效電晶體於射頻應用之佈局設計

文/圖 陳坤明 國家奈米元件實驗室

摘要

橫向擴散金氧半場效電晶體（Lateral-Diffused MOS Transistor, LDMOS）已廣泛地應用在手機基地台中，作為功率放大器的主要元件；為了因應新一代通訊標準的需求，LDMOS的特性必須不斷的加以改進。本文提出不同的LDMOS元件佈局設計方法，來實現同時具有高崩潰電壓及低導通電阻的元件，經過元件特性的量測結果比較，我們所新設計的元件結構可以大幅降低導通電阻，並改善截止頻率與最大震盪頻率，在脈衝模式操作時，新結構元件的性能改善更為顯著。

簡介

目前無線通訊已進入2.5G與3G的時代，使得基地台均需要接近於線性且更具效率的放大器，先進的橫向擴散金氧半場效電晶體（LDMOS）

因此孕蘊而生^[1]；由於Si LDMOS具有良好的線性度，以及較高的增益與效率，已經逐漸取代雙極性電體，成為應用在範圍介於450MHz與2.5GHz之間基地台功率放大器應用的主要技術^[2]；目前由飛利浦公司所推出的高性能LDMOS WiMAX基地台則應用在3.8GHz^[3]。

影響3G無線系統最重要的性能指標為線性度和效率，而在LDMOS中和此相關的元件特性參數則包括了導通電阻（On Resistance）、崩潰電壓、轉導（Transconductance）、寄生電容及熱阻。為了改進元件的性能，LDMOS的通道（Channel）與漂移區（Drift Region）長度必須微小化，以降低導通電阻，以及提高轉導值，且規格較小的元件具有較低的寄生效應，並可於更高頻率下產生較高的增益。然而，元件尺

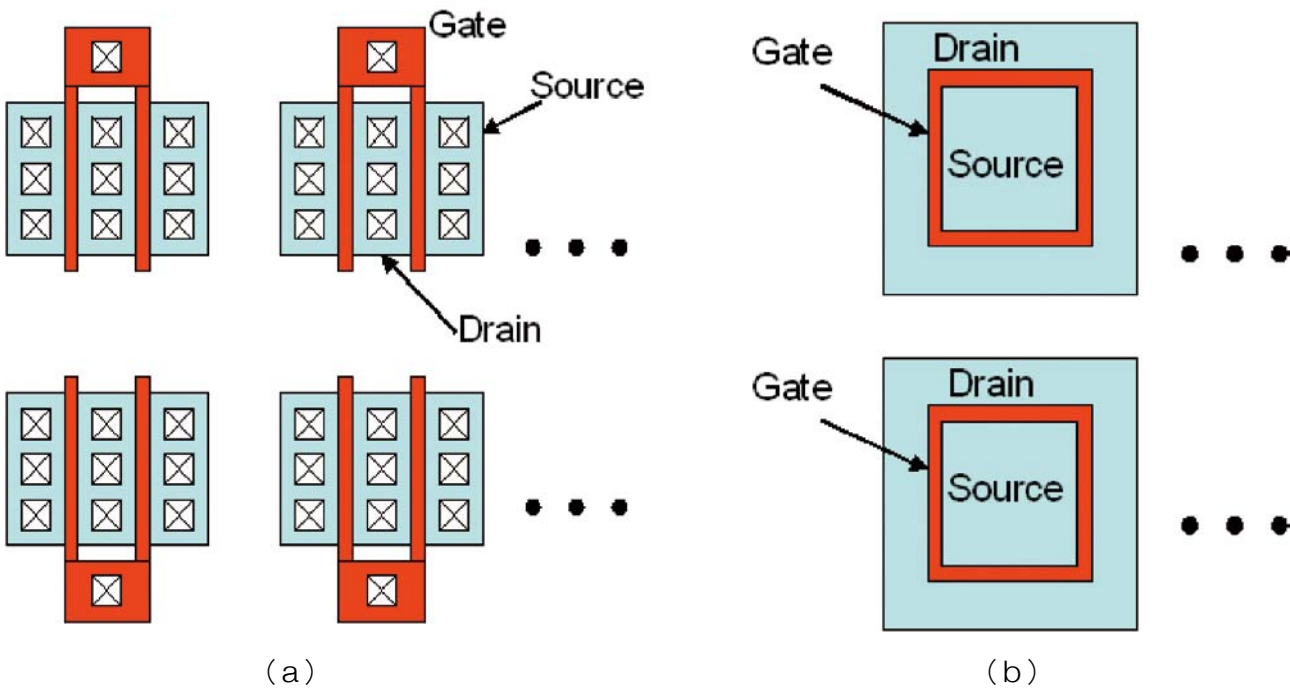


圖1 LDMOS佈局結構：(a) 魚骨形；(b) 環形。

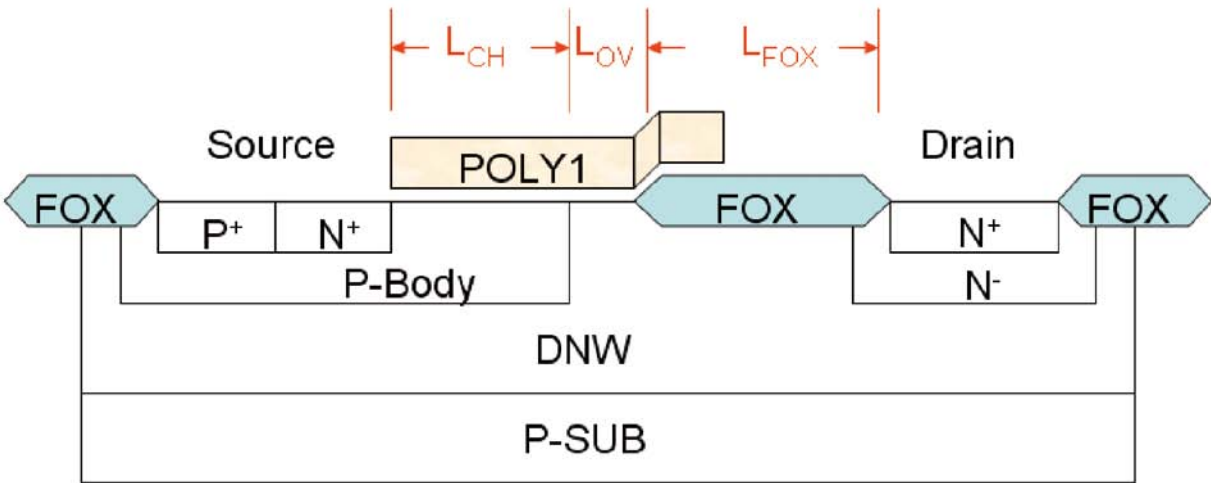


圖2 LDMOS的剖面圖。

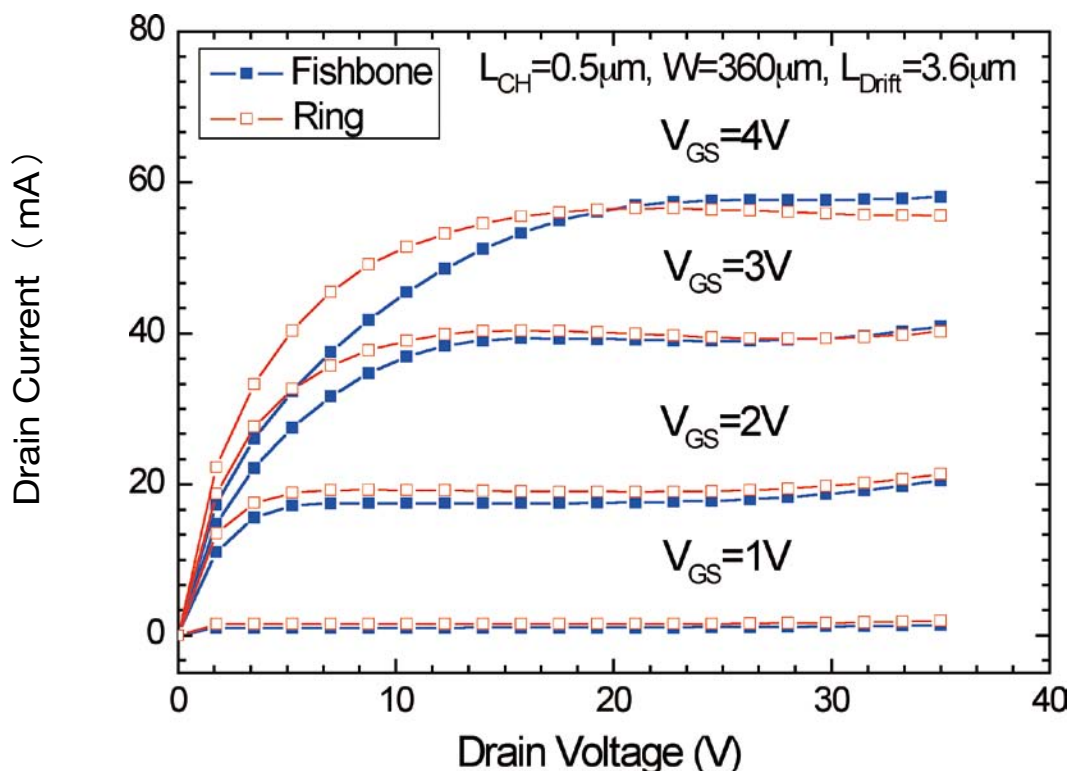


圖3 LDMOS之直流特性。

寸的微縮化，會使元件在功率放大操作時的電壓耐久性變差，影響功率傳送能力及附加功率效率（Power-Added Efficiency, PAE），且熱電子的注入和閘極至汲極的電容亦會對高頻特性造成影響。因此，傳統的LDMOS必須在導通電阻與崩潰電壓之間做取捨。為了解決此一問題，許多新的製程技術已陸續被提出^{[4]-[7]}。然而，縱觀目前的文獻，大部分的解決方法為更改製程參數或材料，如此將間接改變其他步驟的製程參數導致複雜度增加。

因此，本實驗室著手RF LDMOS之技術開發，僅利用佈局設計方法來實現同時具有高崩潰電壓及低導通電阻的元件。我們設計兩種不同佈局結構的LDMOS（圖1），其中魚骨形（Fishbone）結構為高頻功率元件常用之結構，經過量測結果比較，發現我們所新設計的環形結構可以大幅降低導通電阻，並改善截止頻率與最大震盪頻率^[8]；同時，我們也利用脈衝量測方法研究此兩種結構元件的熱效應。

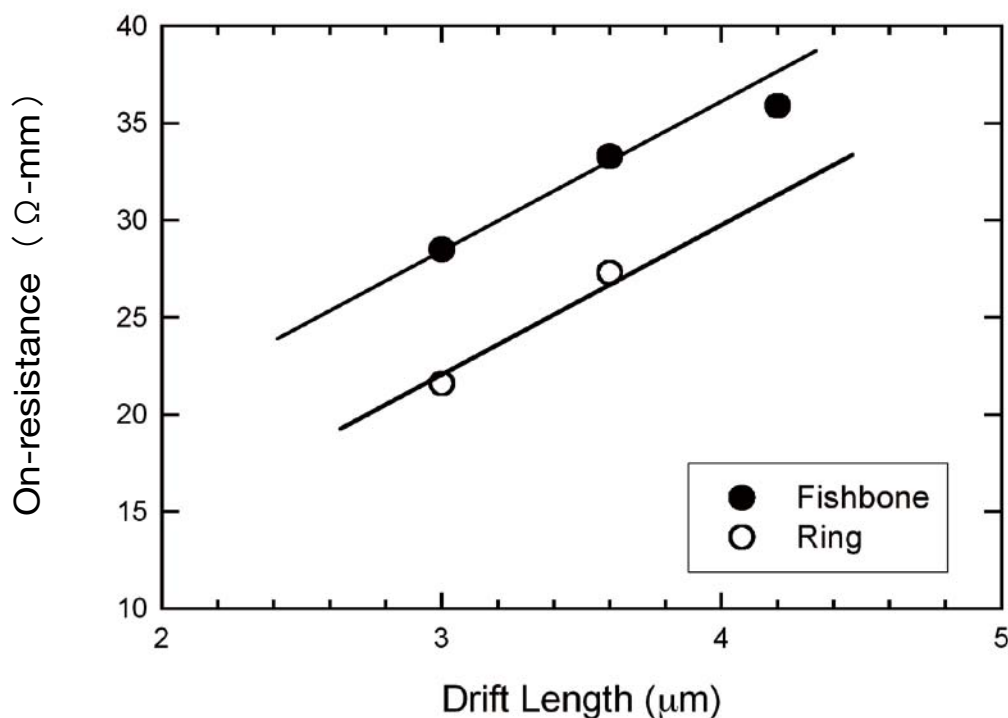


圖4 LDMOS的導通電阻。

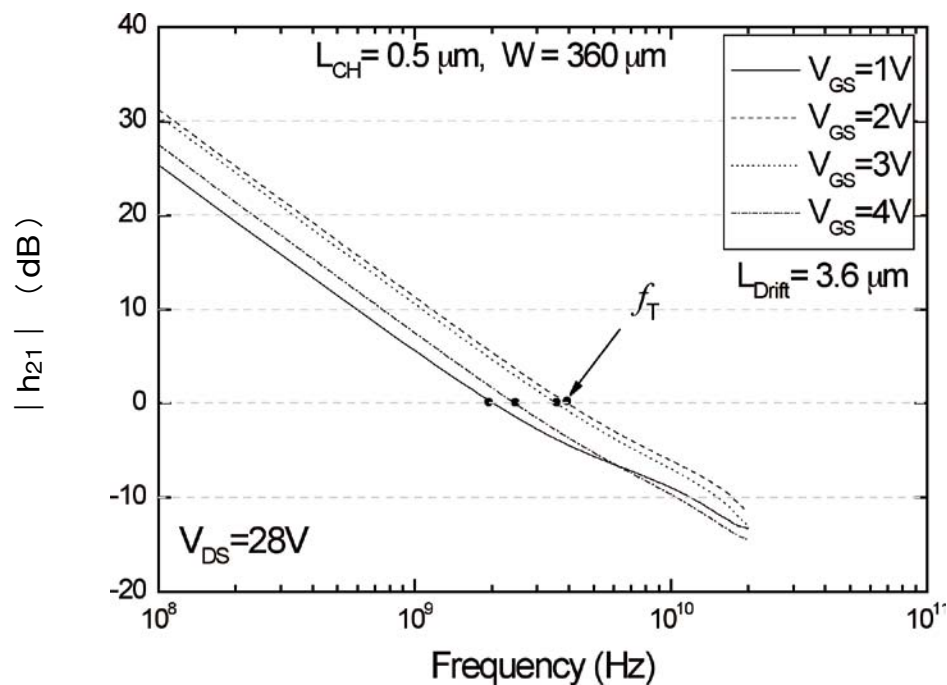
實驗方法

本研究利用聯華電子公司的40V LDMOS製程來設計元件，元件剖面圖如圖2所示，汲極區包含了低摻雜的深負型井（Deep N-Well，DNW）漂移區來降低電場、提高崩潰電壓，以及稍高摻雜的N-區域來降低導通電阻；閘極氧化層厚度為135 Å，光罩定義的通道長度（ L_{CH} ）為0.5 μm，漂移區長度（ $L_{Drift}=L_{OV}+L_{FOX}$ ）為3、3.6、4.2 μm。其中魚骨形結構由6個並聯的cell組成，每個cell有6個10 μm長的指狀閘極；而環形結構在3×3的cell矩陣排列下，每個

環形cell的環長為40 μm，源極在內圈、汲極在外圈、閘極介於中間；因此，所有元件的總通道寬度固定為360 μm。

待測元件的直流特性用HP4156半導體參數分析儀量測，散射參數（S-Parameter）以HP8510網路分析儀量測，並用OPEN Dummy來去除金屬墊與連線的寄生效應，功率特性則以Load-Pull系統來量測；最後，元件的熱效應測試用Agilent 85124A脈衝式射頻量測系統來完成。

(a)



(b)

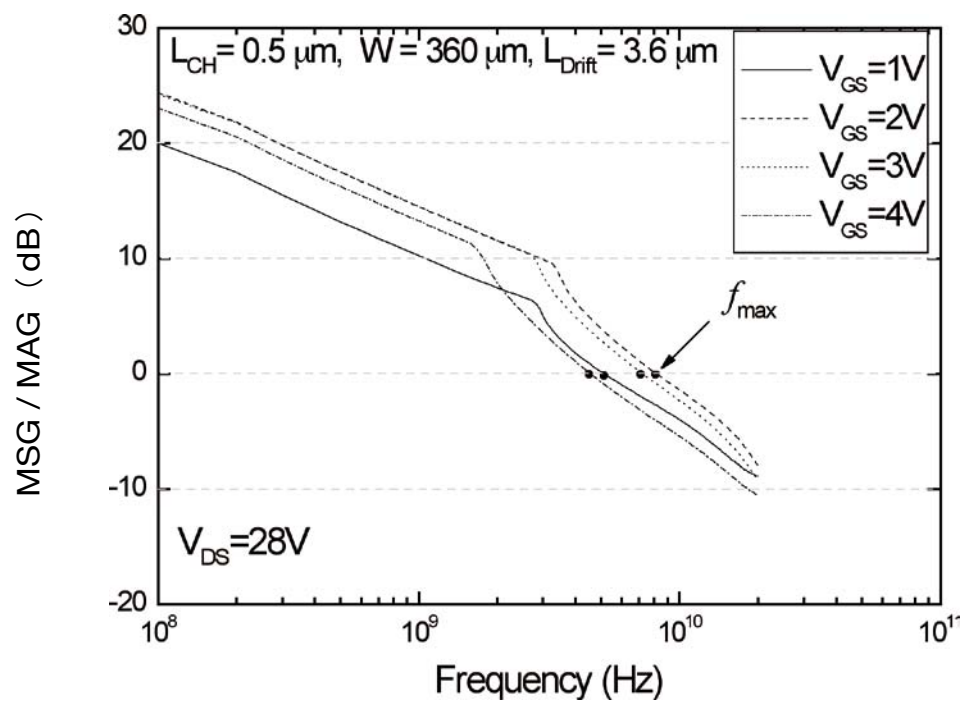


圖5 魚骨形元件的高頻特性曲線。

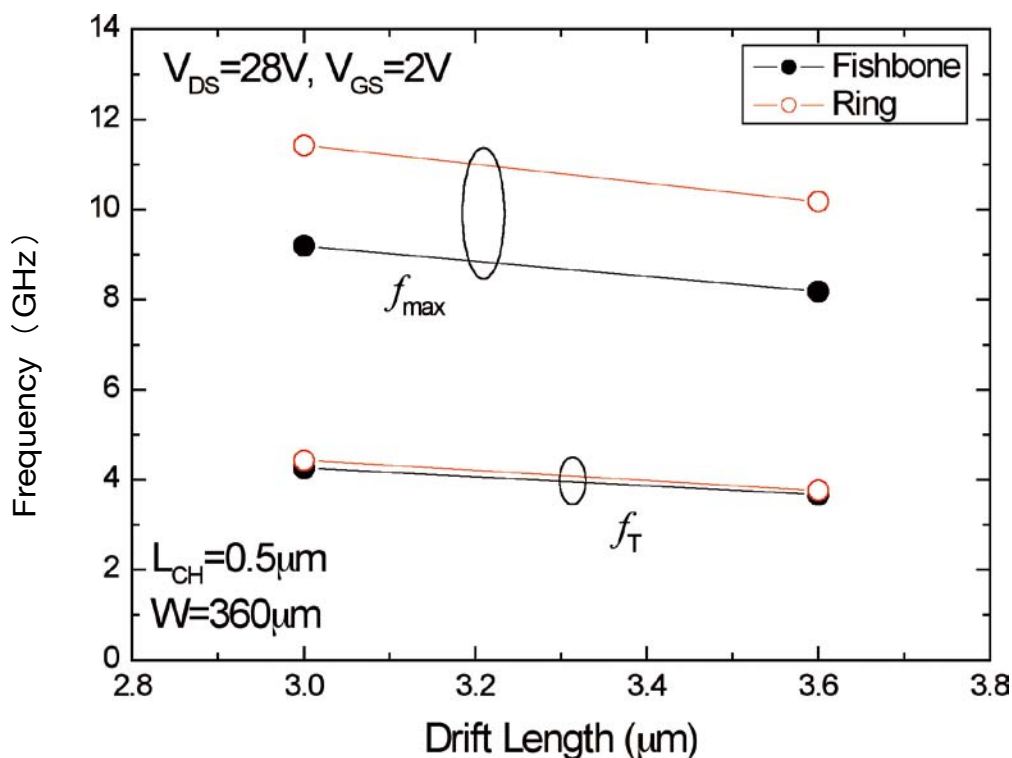


圖6 LDMOS的 f_T 及 f_{max} 與漂移區長度的關係。

直流與高頻特性

圖3為LDMOS的直流特性曲線，在中低偏壓時，環形元件比魚骨形元件有更高的汲極電流，乃因較低的汲極電阻；然而，當元件操作在較高的閘極和汲極電壓時，環形元件的汲極電流將減少並低於魚骨形元件，從環形元件的輸出曲線，我們觀察到在高電流區有負輸出電阻，表示此元件遭遇了嚴重的自我加熱效應（Self-heating Effect），將每個cell的間距拉大可以有效改善此一自我加熱效應。由圖3的線性區域，我們可以萃取出元件的導通電阻（ R_{on} ）。圖4為元件操作在閘極電壓 $V_{GS}=2\text{ V}$ 時所萃取的導通電阻，當漂移區長度增加時，

由於汲極雜散電阻的增加，導通電阻也會增加，此外，環形元件因有較低的汲極電阻，其導通電阻值低於魚骨形元件。

圖5為LDMOS的高頻特性，短路電流增益（ h_{21} ）以及最大穩定增益/最大有效增益（MSG/MAG）由散射參數計算得到，截止頻率（ f_T ）與最大震盪頻率（ f_{max} ）分別為 h_{21} 及MAG降至0 dB時的頻率。當元件的汲極電壓 $V_{DS}=28\text{ V}$ 時， f_T 及 f_{max} 的最大值在 $V_{GS}=2\text{ V}$ ，此處的轉導值也最大，若繼續增加閘極電壓，由於載子遷移率的衰減及類飽和效應（Quasi-

表1 模型參數在不同元件結構下對 f_{max} 的影響

	R_d (Ω)	C_{jdb} (F)	R_g (Ω)
Fishbone	18.1	244f	2.0
Ring	7.8	149f	4.5
Δf_{max}	+21.5%	+14.3%	-10.5%

Saturation Effect)， f_T 及 f_{max} 皆會降低。圖6為LDMOS的 f_T 及 f_{max} 與漂移長度的相依關係，元件偏壓於 $V_{GS}=2$ V及 $V_{DS}=28$ V以獲得最大的 f_T ，我們觀察到 f_T 及 f_{max} 隨著漂移區長度的增加而減少，乃因汲極電阻的增加。由圖6，我們也發現環形元件因有較低的汲極電阻，其 f_T 及 f_{max} 比魚骨形元件高；此外，因汲極電阻對 f_{max} 有較大的影響，所以環形元件與魚骨形元件的 f_{max} 間的差異遠大於 f_T 間的差異。

藉由分析元件的小訊號等效電路，我們可以更清楚地了解元件參數對高頻特性的影響；首先，利用文獻^[9]的方法萃取LDMOS的等效電路參數，接著一次調變一種參數值，來看模型參數對 f_T 及 f_{max} 的影響。當我們改變元件結構及漂移區長度時，元件的本質參數，如：轉導、閘極-源極電容、閘極-汲極電容，幾乎不會改變；因此，僅需考慮外質參數的影響即可。會明顯影響 f_{max} 的參數已列於表1，汲極電阻（ R_d ）包含汲極接觸電阻與漂移區電阻，當元件結構由魚骨形改為環形時， R_d 由18.1 Ω 變

化至7.8 Ω ，此部分改善了 f_{max} 將近21.5%。而較低的汲極-基板接面電容（ C_{jdb} ）也幫助 f_{max} 增加了14.3%， C_{jdb} 為DNW至P-Substrate與P-Body的接面電容，環形元件有較小的面積，因此其 C_{jdb} 也相對較低。在閘極電阻（ R_g ）方面，由於環形結構的佈局設計使 R_g 增加，從而使 f_{max} 降低了10.5%。最後，我們估計在使用了環形結構後，元件的 f_{max} 改進了約24.5%（環形元件的 f_{max} 為8.2 GHz，魚骨形元件的 f_{max} 為10.2 GHz），而且 R_d 為改善 f_{max} 的重要因素。

由於環形結構的汲極區在最外圈，對固定通道寬度的元件來說，此種結構會使汲極區的等效寬度較傳統的魚骨形結構大，可以有效地降低汲極電阻。因此，我們無需用減少漂移區長度的方式來降低導通電阻，從而犧牲了崩潰電壓；也就是說，利用環形結構可以使我們在維持崩潰電壓不變的條件下，降低導通電阻，增加截止頻率與最大震盪頻率。

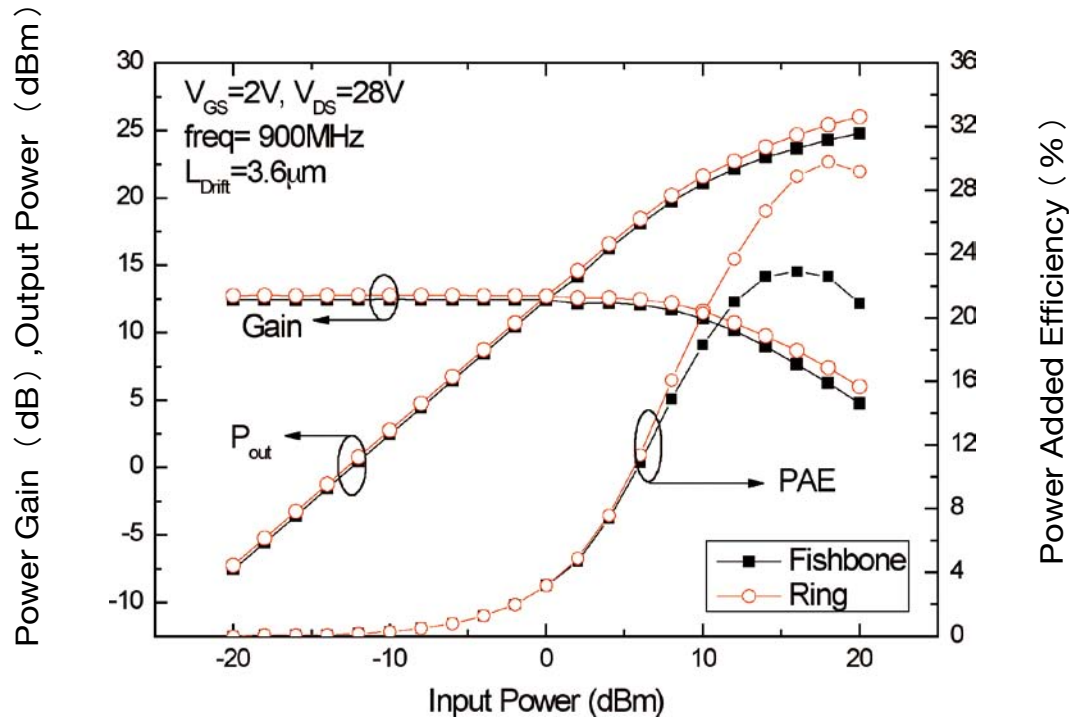


圖7 LDMOS在不同元件結構下的射頻功率特性。

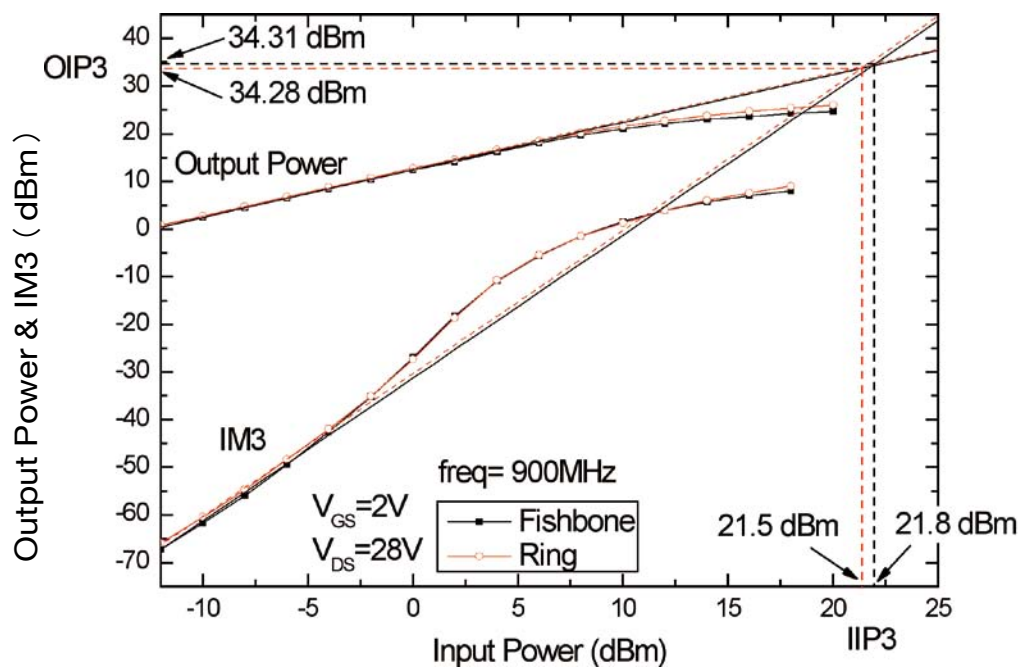


圖8 LDMOS在不同元件結構下之線性度。

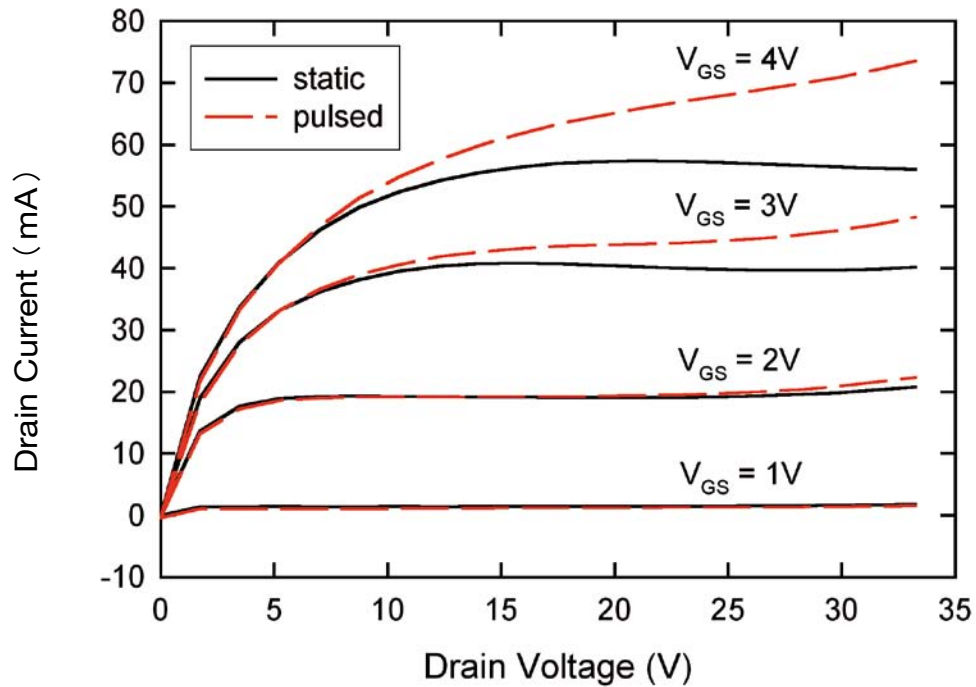


圖9 LDMOS在穩態及脈衝模式下之輸出特性。

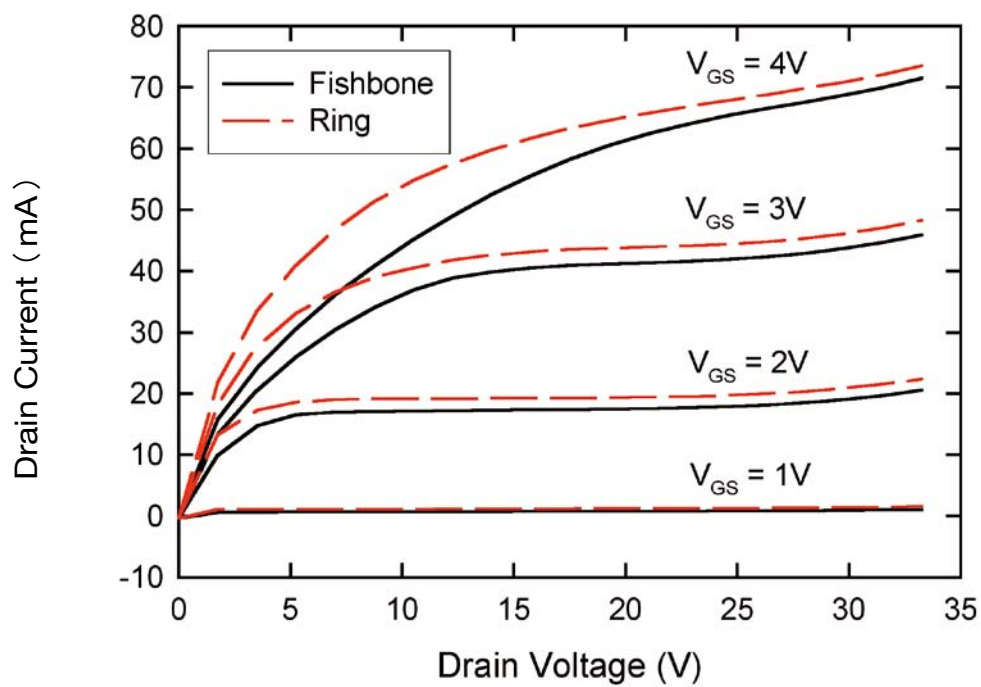


圖10 LDMOS在不同元件結構下的脈衝輸出特性。

功率特性與線性度

圖7為不同佈局結構在元件偏壓條件為 $V_{GS}=2\text{ V}$ 、 $V_{DS}=28\text{ V}$ 及頻率900 MHz下的輸出功率、功率增益與附加功率效率，此時元件的輸入端接 50Ω ，輸出端之負載調整至元件有最大輸出功率；由於環形元件比魚骨形元件有較大的截止頻率與最大震盪頻率，因此其功率增益與附加功率效率較大；另外，我們觀察到環形元件在1 dB壓縮點（Compression Point）的輸出功率比魚骨形元件大。增益壓縮的主要原因為截斷效應（Clipping Effect），即輸入信號振幅增加時，輸出電流信號的負半波可能進入元件的操作截止區，使波形被部分截斷，從而降低功率增益；因環形元件有較高的操作點電流，因此，輸出信號的負半波較不易進入截止區，使其有較高的1 dB壓縮點。

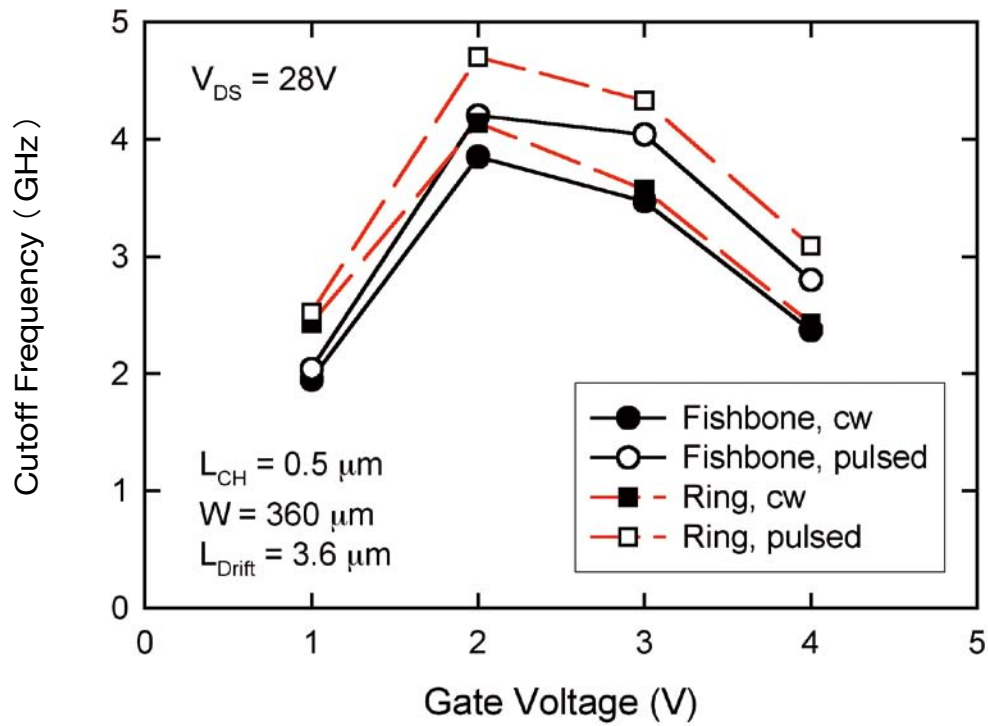
當元件操作於混頻（Mixed-Signal）模式時，由於信號間的交互調變（Intermodulation）將使信號失真；其中以三次諧波對元件線性度的影響最大。通常主波功率與三次諧波功率的線性延伸線之交點定義為三次交叉點（Third-Order Intercept Point, IP3），三次交叉點上的功率值愈高，表示元件的線性度愈好。我們將Load-Pull系統操作於Two Tone模式下，量測元件的主波功率與三次諧波功率，藉以評估元件的非線性程度，其結果如圖8所示，我們看到不論是輸出IP3（OIP3）或是輸入IP3（IIP3），環形元

件與魚骨形元件的量測值都差不多，表示環形元件可以有較大的輸出功率與PAE，卻不會損及線性度。

元件熱效應

本文利用脈衝式射頻量測系統進行LDMOS的熱特性分析，此系統在很短的方形脈衝波期間內量測直流與高頻資料，由於元件溫度的改變無法追隨脈衝電壓的快速變化，使得元件溫度在整個量測過程中維持定值，並對應於靜態偏壓條件。圖9比較元件在穩態與脈衝模式下的汲極電流，脈衝量測時的靜態偏壓設為0，脈衝寬度與週期分別為 $5\mu\text{s}$ 與 1ms ，以確保元件有足夠的脈衝停止時間進行冷卻，資料在很短的延遲時間（ $t_p=1.5\mu\text{s}$ ）下取樣以去除自我加熱效應，如圖所示，在低閘極電壓時（ $V_{GS}<2\text{ V}$ ），元件的穩態與脈衝電流相近，但在高電壓時，穩態電流低於脈衝電流，此乃在穩態時，元件的功率逸散使通道溫度上升，造成電子遷移率降低的關係。而在脈衝模式下，元件有足夠的脈衝停止時間去降溫，因此藉由短脈衝量測方法可消除元件自我加熱效應。圖10為LDMOS在脈衝模式下的輸出特性，與圖3不同的是環形元件的汲極電流在所有偏壓條件下皆高於魚骨形結構，乃因元件自我加熱效應的去除，此結果顯示在脈衝式功率放大器應用方面，環形元件將比魚骨形元件有更好的性能。

(a)



(b)

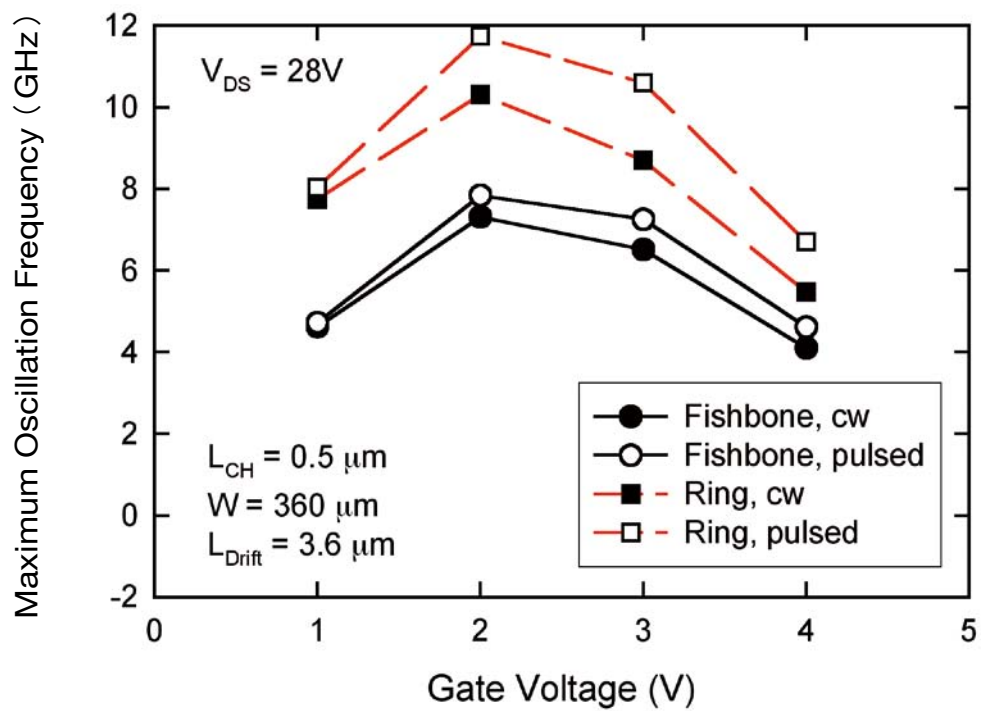


圖11 LDMOS在不同元件結構下的脈衝高頻特性。

圖11比較兩種佈局結構的LDMOS在連續波（cw）與脈衝模式下量得的截止頻率與最大震盪頻率。同樣地，在低閘極偏壓下，元件的自我加熱效應並不明顯；當閘極偏壓增加後，元件的自我加熱效應逐漸影響高頻特性，使在連續波與脈衝模式下的量測頻率值有較大的差異，元件自我加熱效應所造成的高頻特性退化，主要因素是轉導值的下降，其與溫度相依的載子遷移率有很密切的關係。由圖11可知，元件的高頻特性在脈衝模式下，藉由消除自我加熱效應，可以得到很大的改善，尤其是環形元件，因為環形元件本來就有較嚴重的自我加熱效應。

結論

本文介紹兩種不同結構佈局設計的橫向擴散金氧半場效電晶體，在不改變製程流程的情況下，環形結構較魚骨形結構具有較優異的特性，乃因較低的汲極電阻。另外，在脈衝模式操作下，由於元件自我加熱效應的去除，環形元件的汲極電流、截止頻率與最大震盪頻率可以更進一步的提升。因此，本實驗室所開發的環形元件結構，使橫向擴散金氧半場效電晶體技術更適於射頻功率放大器應用。

致謝

感謝聯華電子公司以及國家奈米元件實驗室高頻技術組對本文之協助。

參考資料

- [1] A. Wood, C. Dragon, and W. Burger, IEDM Tech. Dig., p.87, 1996.
- [2] G. Vacca, Microwave Journal, vol. 49, pp. 98, 2006.
- [3] G. Ma, Q. Chen, O. Tornblad, T. Wei, C. Ahrens, and R. Gerlach, IEDM Tech. Dig., p.361, 2005.
- [4] M. Shindo, M. Morikawa, T. Fujioka, K. Nagura, K. Kurotani, K. Odaira, T. Uchiyama, and I. Yoshida, Proc. IEEE SISPAD, p.107, 2001.
- [5] J. Cai, C. Ren, N. Balasubramanian, and J. K. O. Sin, IEEE Electron Device Lett., vol. 22, pp. 236, 2001.
- [6] G. Cao, S. K. Manhas, E. M. Sankara Narayanan, M. M. De Souza, and D. Hinchley, IEEE Trans. Electron Devices, vol.51, pp. 1296, 2004.
- [7] M. Kondo, N. Sugii, Y. Hoshino, W. Hirasawa, Y. Kimura, M. Miyamoto, T. Fujioka, S. Kamohara, Y. Kondo, S. Kimura, and I. Yoshida, IEDM Tech. Dig., p. 365, 2005.
- [8] H. H. Hu, K. M. Chen, G. W. Huang, C. Y. Chang, Y. C. Lu, Y. C. Yang, and E. Chen, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 46, pp. 2032, 2007.
- [9] S.C. Wang, G.W. Huang, K.M. Chen, H.C. Tseng, and T.L. Hsu, 2004 Workshop on Compact Modeling, Boston, MA, March 9-11, 2004.



汶川地震重大坡地災害現地勘查-2/2

文/圖 陳聯光^[1] 陳樹群^[2] 周憲德^[3] 王文能^[4] 林銘郎^[5]

^[1]國家災害防救科技中心 ^[2]國立中興大學 ^[3]國立中央大學 ^[4]前工研院研究員 ^[5]國立臺灣大學

前言

本次臺灣團隊之汶川地震現地調查行程根據首震與餘震沿線，並根據國家減災中心衛星遙感部於汶川地震發生後持續監測沿山麓地帶大型崩塌滑坡地區之衛星和航空遙感資料，並參酌京都大學防災研究所汪發武教授之現勘建議，從成都四川大學出發在交通不受影響以及現地調查時間安排下，沿著龍門山斷層從汶川縣（漩口鎮、映秀鎮）、都江堰市（紫坪鋪鎮）、廣元市青川縣（紅光鄉）、北川縣（擂鼓鎮、曲山鎮）、安縣（茶坪鄉）以及彭州市（小魚洞鎮、龍門山鎮）等沿線幾處重大坡地災害點位進行現地勘查，行程規劃如圖1所示。

北川縣擂鼓鎮-曲山鎮-安縣茶坪鄉

北川縣擂鼓鎮

擂鼓鎮為盆地地形，未來可能為北川縣城遷址預定地，臺灣汶川地震調查團經成青公路（S105號道路）一進入北川縣擂鼓鎮，即於公路左側（蘇寶河右岸）發現擂鼓鎮西南緣坡地為一舊有地滑地，因512汶川地震觸發而再次發生滑動現象。此次地震誘發老地滑復活，屬多滑面之複合形滑坡，有數個滑動體產生連鎖性滑動，但滑動方向不一。滑坡體積約1,600萬立方公尺，擠壓南側河道，掩埋當地1個酒廠、1個飼養場（陳曉清，2008），且地滑源頭之陡峭山壁因地震產生許多裂縫與崩塌，還在繼續活動，未來地滑與崩塌對於坡趾之房舍之威脅不容忽視。擂鼓鎮地滑現地調查相關說明如圖2-5所述。

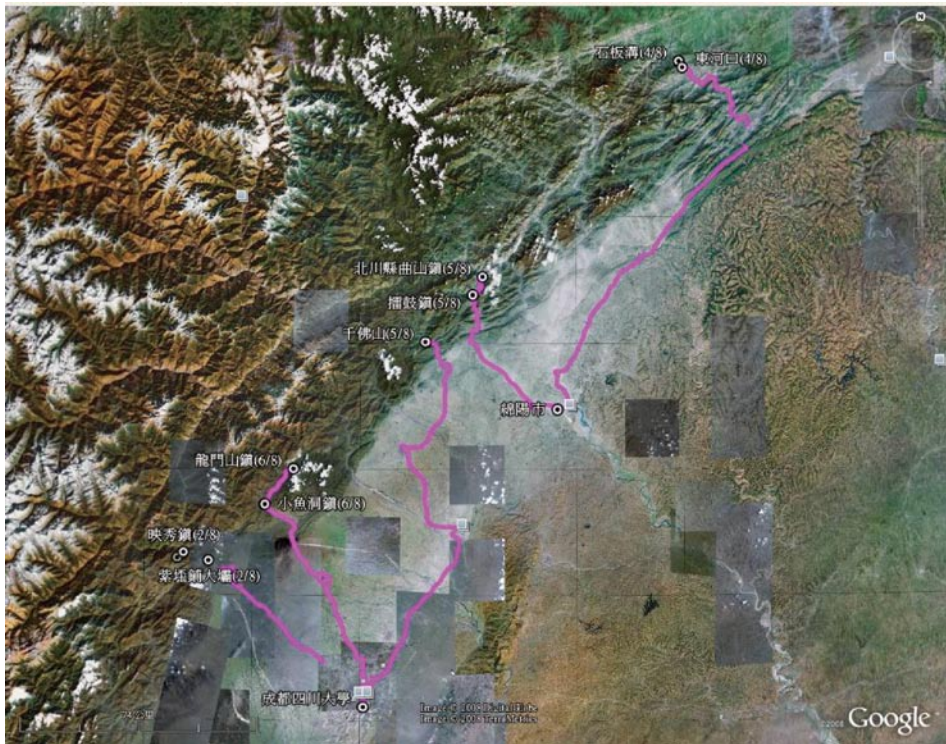


圖1 汶川地震現地調查行程路線（底圖資料取自GoogleEarth）。



圖2 自綿陽市進入北川縣的縣界牌樓，未受地震影響。



圖4 擂鼓鎮西南緣多滑面之複合形滑坡，地震誘發老地滑復活，而形成數個滑動體連鎖性滑動，但滑動方向不一。



圖3 擂鼓鎮西南緣，蘇寶河右岸，多滑面之複合形滑坡，地震誘發老地滑復活。



圖5 地滑將危及坡趾處許多房舍與公共設施之安全。

北川縣曲山鎮

曲山鎮在汶川大地震中，被夷為平地，傷亡極其慘重。老縣城80%、新縣城60%以上建築物垮塌，曲山鎮城區內1萬餘人僅4,000多人脫險，其餘人員死亡或下落不明。地震造成縣城區環山的崩塌，包括舊縣城區的王家岩地滑，地質為寒武紀屬板岩、千枚岩、及變質砂岩等，約700萬立方公尺的土石滑移500公尺左右，掩埋了數百棟房屋及1,600餘人；以及王家岩地滑對岸新縣城區的景家山大崩塌屬石灰岩，約500萬立方公尺的崩塌土石掩埋整個北川中學新區校舍，造成900餘人死亡。另外，湔江上游3公里漩坪鄉大水村，因山體崩塌而形成唐家山堰塞湖，根據中國水利部網站資訊，壩體長度沿河長約800公尺，橫河最大寬約620公尺，最大壩高約120公尺，崩積土石方約2,000萬立方公尺；因其上游流域面積廣達3,550平方公里，6月初庫容即超過2億立方公尺，壩前水深超過65公尺，經官方評估上游集

水區平均2公釐之降雨，壩前水位就會上升1公尺，且超過2,000萬立方公尺的崩積滑坡體，若潰決將對曲山鎮以及下游涪江廣大流域約20萬人形成嚴重威脅；經水利部緊急調派重型機具人員開挖長475公尺、上部寬約50公尺、底部寬大於7公尺以及深度大於10公尺的洩洪槽，壩前水位於震後持續上升並於6月7日開始洩流，於6月10日洩流達最高峰，堰塞壩體受沖刷後水位已下降並排除對下游的威脅。

由於北川縣城曲山鎮受地震破壞嚴重，已不具備恢復重建的條件，相關單位均提出了在縣城舊址建立「北川地震博物館」的構想，為確保地震災後損毀的縣城原貌不再被破壞，亦需要對縣城採取必要的管制措施。因此北川縣城將遷新址，北川縣城新址選定與其鄰近的安縣安昌鎮和北川擂鼓鎮都是備選之一。曲山鎮地震現地調查相關說明如圖6~13所述。



圖6 地震後之北川中學（舊校區，位於縣城南方約2公里處）。



圖7 北川縣城地震後環山崩塌情形，照片下緣綠色鐵網圍籬已將縣城區全部封鎖，禁止一般人進入，並不進行復建，以保留地震災後原貌做為地震遺址博物館。



圖8 王家岩地滑掩埋舊北川縣城。王家岩地滑區地質為板岩、千枚岩、及變質砂岩等；本地滑原本就是一老（舊）地滑。



圖11 曲山鎮因地震而損毀之房屋因土石流再次受災掩埋。



圖9 王家岩地滑掩埋舊北川縣城約1600人，以及湑江曲山段經唐家山堰塞湖洩流後淤積掩埋河岸房舍情形。



圖12 位於新北川中學上方景家山之木造房舍，屬柔性結構，雖歷經512汶川地震衝擊，但仍大致完整無損，其前方磚砌之圍牆則因地震而倒塌。



圖10 景家山崩塌掩埋坡腳之新北川中學與房舍。



圖13 景家山崩塌（新北川中學後山）冠部所見之次級崩崖，高1~2公尺。

安縣茶坪鄉雙電村肖家橋堰塞湖

安縣受災最嚴重的是千佛山風景區，肖家橋堰塞湖即位於安縣茶坪鄉雙電村，距離千佛山風景區大門外3.5公里處的茶坪河。肖家橋附近因山體滑坡，崩塌土方約200萬立方公尺的土石堵塞茶坪河，形成長度約272公尺、寬約198公尺、壩高約61公尺的堰塞壩，庫容超過1,000萬立方公尺，壩體除了掩埋肖家橋及河邊一座水電站外，向外移動的8位災民也被無情吞噬，肖家橋堰塞湖經評估列為僅次於唐家山的"高危險級"堰塞壩，滑坡坡度為30度（騰訊網）。根據國家減災中心調查，6月初的肖家橋堰塞湖壩前水深已超過50公尺，堰塞湖面積繼續擴大，最寬處約135公尺，長約3.1公里，水面面積共約0.34平方公里，堰塞湖水體從壩底滲透，形成水流，堰塞湖有潰堤之虞，並危及下游超過5個鄉村約13萬人的安全。因此水利單位於壩頂挖出一條寬40公尺的洩洪溝，又在溝的一側挖了一條導流渠，並於6月6日下午開始通過導流渠進行導流，最大排洪量達每秒1,000立方公尺，直到6月7日，肖家橋堰塞湖水位下降過半，洩水700萬立方公尺，排除險情；惟經衛星影像研判，茶坪河上游崩塌面積廣闊，於汛期時將對於茶坪河中下游造成淤積及原水濁度升高等問題。經現地勘查發現茶坪河肖家橋崩塌為一順向坡崩塌，屬輕變質石灰岩地質，因風化程度極高，岩體碎屑均勻，且岩層明顯受多組節理切割，崩塌與地滑大多沿層理發生。肖家橋堰塞湖現地調查相關說明如圖14-19所述。



圖14 茶坪河肖家橋段河岸石灰岩之層理明顯，本區崩塌與地滑大多沿層理發生。



圖15 往茶坪河上游看天然壩上游殘存的肖家橋堰塞湖，枯死的植物為曾浸泡於未引流洩洪前的湖水中。



圖16 茶坪河右岸肖家橋崩塌之崩崖，為一順向坡崩塌；照片中之平臺階段，為洩流後人工整平之平臺階段，預防坡面繼續崩滑。



圖17 肖家橋堰塞湖開挖排洪溝，兩岸以竹編之蛇籠穩定堆積土砂坡腳。



圖18 堰塞湖潰決過程的渠床冲刷演化歷程。可以看見潰決時的渠床坡度由陡變緩，相對而言，表示潰決開始流量極大，而後逐漸變小。



圖19 河岸孔隙水壓洩壓後土砂崩落堆積情形。



圖20 斷層作用形成的單斜褶皺崖，斷層係由照片左側的上盤（西南）推向照片右側的下盤（東北）。



圖21 斷層通過附近造成地板龜裂與房屋嚴重受損。



圖22 因地震力作用造成小魚洞大橋橋板陷落河床。



圖23 小魚洞大橋因地震力作用造成橋板分離。

彭州市小漁洞鎮-龍門山鎮

小漁洞鎮

彭州市小漁洞鎮受災嚴重，主要是小漁洞鎮背靠龍門山脈，距震央（汶川）不到30公里。臺灣汶川地震調查團在往龍門山鎮途中，一進入小漁洞鎮即可觀察到汶川大地震的地表痕跡，除了房屋倒塌嚴重之外，另外最明顯的就是斷層通過小漁洞鎮洛陽村，因斷層作用在地表形成的單斜褶皺崖，橫斷公路形成約1-2公尺的隆起，斷層走向為N30~50°W，並造成小漁洞大橋橋墩傾斜及橋板陷落河床。小漁洞鎮現地調查相關說明如圖20-23所述。

龍門山鎮-九峰村謝家店子堰塞湖

原本屬避暑勝地之龍門山鎮，距離汶川震央不足20公里，故成為512地震的重災區，因地屬山區，道路多沿著岷江河岸山坡興建，故於地震之後，道路因落石、崩塌、土石流而柔腸寸斷，尤其是在龍門山鎮通往銀廠溝的銀白公路途中的九峰村七社中，有一村落的居民大部份姓謝，所以又稱謝家店，其背後山區發生大規模崩塌，約數百萬立方公尺的崩塌潰決土體下滑約2公里，不但阻斷道路，並且堵塞白水河而形成一堰塞湖，威脅下游地區居民安全。據當地村民所述，謝家店當時大約有16戶，以及20餘家「農家樂」休閒區共約60人遭掩埋，本地人約佔一半；因地震發生時，大部份本地人在田裏忙農活，或外出辦貨，躲過了一劫，而幾十名遇難者則多為在此度假的遊客，其中還有從重慶遠道而來的遊客。地震時由於這突如其來的崩塌土體，除了兩家房屋倖免於難外，其餘全部深埋在20-30公尺下。龍門山鎮九峰村謝家店子堰塞湖現地調查相關說明如圖24-27所述。

汶川地震現勘後的省思

512汶川大地震後可發揮他山之石可攻錯之效。本次現地調查探討以下議題亦值得我們深思：

地震地質方面

1. 汶川大地震如此規模之地震是否會重覆發生於同一或附近斷層？其地震規模週期為何？以及預警是否有可行性？
2. 龍門山斷層在已往地震學家之認知中並非主要關注的活動斷層，地質調查是否確實能呈現地震之潛勢？
3. 斷層及地質構造特性及次生坡地災害如崩塌、地滑、土石流等是否有定性及定量關係？



圖24 龍門山鎮九峰村謝家店遭崩塌土石流掩埋約30公尺，土石下方約16戶民宅及60人遭掩埋，照片方向為往白水河下游。



圖25 謝家店崩塌土石堆積，中央為洪水過後沖刷而成深約3公尺的渠槽。



圖26 照片水面右側可見屋頂，堰塞湖淹沒河岸旁住家。



圖27 於現地調查最後一天，因前晚及當天有下雨，謝家店子堰塞湖旁公路的上邊坡持續發生滑坡及落石，造成道路中斷而無法繼續向前，為本次汶川地震現地調查的最後一站。

地震工程方面

- 1.軟性基礎及地盤對於地震波之傳遞特性為放大亦或是有柔性保護作用？
- 2.汶川地震所引致的災害與抗震規範的修訂，以做為未來重大工程評估與減災防護標準。這些規範除建築結構物與橋梁外、邊坡擋土工程、壩工、隧道工程、路堤、河堤甚至天然壩與堰塞湖的應急處置都應儘快進行。
- 3.公路邊坡工程之抗震能力與災後安全檢測需要專家協助提供檢核標準。
- 4.已有受損但堪用的結構物維護補強的規範與技術應儘快研究推行。
- 5.何種工程方法可有效減少地震誘發崩塌災害：例如汶川地震災害中，抗滑樁在都江堰往映秀途中道路邊坡及北川王家岩兩處地滑，其發揮減災效能之探討。

坡地災害與次生災害

- 1.防範地滑在震後數年內加劇惡化，並推估滑坡未來之演化與影響，以降低災害潛勢。
- 2.坡地災害之整治方法應因地制宜，配合不同需求與方法以減輕對環境衝擊。
- 3.地震波的傳遞以及放大效應對於崩塌及滑坡之影響？
- 4.對於512汶川地震不同流域堰塞湖穩定分析與潰決機制及其影響可提供許多寶貴案例進行科學研究，以做為堰塞湖安全研判之標準。
- 5.唐山大地震與汶川大地震以及臺灣921地震特性與經驗應系統化比較，以做為未來地震災害防治之參考。
- 6.應加強推動地震引致坡地源頭大型崩塌處之調查，以掌握集水區土砂供給量。

- 7.快速推估崩塌土砂，提供救災有關工作之基本資料，如崩塌分佈與數量資料，可藉遙測技術快速而正確求得；但對於崩塌規模與平均深度或厚度的關係，是值得後續研究。
- 8.影響範圍，亦即崩塌土石運動距離，是日後疏散避難、社區開發規劃等的重要依據，此或與活動斷層的影響範圍有點類似。

生態平衡（環境承載量）與永續經營方面

- 1.地震後對於地區居民之生產、生存以及環境承載量問題應有系統規劃不宜搶快以避免產生新的風險。
- 2.紫坪鋪水庫上游崩塌對於水庫淤砂、漂流木問題可能未來幾年內會發生。
- 3.地震引致水砂之變化及紫坪鋪水庫營運將有可能影響世界遺產都江堰之安全與永續經營。

災害風險管理體系方面

- 1.推動定點、定時預報地震警戒資訊提供應變疏散時機參考。
- 2.推動相關示範監測規劃以提昇研究素質。
- 3.地震引致之裂縫應持續監測處置，以避免引發後續之災害。
- 4.協助地方政府檢查防災準備為臺灣目前防災重要工作項目。
- 5.工程師防減災必須面對的環境生態保育問題以期永續經營。
- 6.對於易致災地區之土地管理是否能落實為政府單位與在地居民共同的課題。
- 7.重大災害造成災民心理健康層面的潛在問題不容忽視。
- 8.結合在地民眾之災害預警工作將可降低災害傷亡損失。

9. 坡地科學教育普及化，將可提昇山區民眾危機意識降低災害傷亡損失。
10. 應用高科技遙測、地理資訊、全球定位系統配合雷射掃瞄系統將有助評估大規模災害，提供防救災人員救災與工程規劃參考。
11. 災害防治及重建搬遷宜邀集在地人觀點，將有利於長期防災規劃決策。
12. 參照香港訂定相關法規與設立單一窗口，以檢核規劃並做為當地服務管理權責單位。
13. 災害防治如何整合科學縱向上下游以及橫向不同領域研究，將基礎研究成果轉化成工程設計規範是未來重要課題。
14. 建議成立國家級單位統一規劃防減災工作，避免多頭馬車或乏人問津之情形發生。
15. 災後重建家園面臨生存環境破壞安遷新址所可能面對新的挑戰為何？
16. 新科技應用於搶救災，如利用遙控機具挖掘堰塞湖疏洪道等。

參考資料

1. Google Earth, 2008, <http://earth.google.com/>.
2. Google Maps, 2008, <http://maps.google.com/>.
3. National Space Technology for Disaster Reduction, <http://www.jianzai.gov.cn/rs/>.
4. USGS, 2008, <http://earthquake.usgs.gov/>.
5. 中國地質調查局，2008，<http://www.cgs.gov.cn/>.
6. 中國地震局，2008，<http://www.cea.gov.cn/>.
7. 中國國土資源部，<http://www.cags.net.cn/dizhen/indextuotu.html>.
8. 中國環境報，2008，<http://www.cenews.com.cn/>.
9. 北川羌族自治縣政務網，2008，<http://beichuan.my.gov.cn/>.
10. 北方網，2008，<http://www.enorth.com.cn/>.
11. 北高國遙新天地資訊技術有限公司，2008，<http://www.ev-image.com/>.
12. 四川線上，2008，<http://www.crionline.com.cn/>.
13. 石菊松，2008，汶川地震次生地質災害應急製圖的實踐與思考，地震次生地災害及其減災技術專題研討會，成都。
14. 百度百科，2008，<http://baike.baidu.com/>.
15. 國家災害防救科技中心，2008，512四川汶川地震分析評估報告。
16. 國家減災中心，2008，<http://www.ndrcc.gov.cn/>.
17. 崔鵬，2008，5.12汶川地震堰塞湖危險性評估與風險分析，地震次生地災害及其減災技術專題研討會，成都。
18. 許強，2008，5.12汶川大地震誘發重大崩潰災害成因機理研究，地震次生地災害及其減災技術專題研討會，成都。
19. 陳曉清，2008，汶川地震後北川新縣城選址探討，地震次生地災害及其減災技術專題研討會，成都。
20. 黃潤秋，2008，汶川大地震誘發斜坡地質災害發育分佈規律及動力特徵的初步分析，地震次生地災害及其減災技術專題研討會，成都。
21. 搜狐新聞，2008，<http://news.sohu.com/>.
22. 新浪網，2008，<http://news.sina.com/>.
23. 新華社，2008，<http://www.xinhuanet.com/>.
24. 新華網，2008，<http://news.xinhuanet.com/>.
25. 亨網，2008，<http://news.cnyes.com/>.
26. 圖吧，2008，<http://www.mapbar.com/>.
27. 維基百科，2008，<http://zh.wikipedia.org/>.
28. 騰訊網，2008，<http://news.qq.com/>.

單一核苷酸多型性 (SNP , Single Nucleotide Polymorphism)

文/圖 靖永皓 國家實驗動物中心

隨著人類、小鼠及與日俱增的物種基因體定序完成，遺傳工程研究也進入了後基因體時代^[1]。基因體科技的突破也連帶開啟了分子生物學、蛋白質體學、藥物基因體學等新研究趨向。後基因體時代的研究重點是運用基因定序資料的草圖來尋找及了解個體間基因序列的差異性。目前許多已知的遺傳差異（Genetic variation）中又以SNPs（Single nucleotide polymorphism）的數量最多又最讓人感興趣，這是因為SNP之分佈最廣，也是最常見之序列變異，且SNPs之偵測已可自動化，故現已被廣泛研究。藉由比較個體之間的SNPs之差異，我們便可研究藥物對不同個體所可能造成的生理生化反應（也就是俗稱的「體質」），或者針對單基因遺傳性疾病進行全基因體研究（Whole-genome search），對多基因遺傳性疾病進行已知染色體位置之關連研究（Association study）以及全基因體搜尋（Whole-genome scanning）。

什麼是SNPs？

單一核苷酸多型性（Single nucleotide polymorphism, or SNP, 發音為“s-nip”）是「DNA序列中的單一鹼基對（Base pair）變異」，也就是DNA序列中A、T、C、G（腺

嘌呤、胸腺嘧啶、胞嘧啶和鳥嘌呤）鹼基的改變，即基因組的一個特異和定位的位點出現兩個或多個的核苷酸可能性。在目前已知的DNA序列差異性（Sequence variations）中SNPs是最普遍發生的一種遺傳差異。根據2009年8月1日在小鼠的 2.7×10^9 個鹼基對的基因體中目前已確定的SNPs約有 1.4×10^7 個，約佔基因體的3.78%^[1]。由於SNP的發生頻率非常之高，且每品系的小鼠的DNA上所發生的SNPs不盡相同，故SNP常被當作一種基因標記（Genetic marker），以用來進行研究。SNP通常為雙等位基因（Biallelic），且SNP密集分佈在整個基因體中，數目比微衛星序列（Microsatellite，又稱簡單重複序列，Simple sequence repeats, SSRs，或稱短縱列重複序列，Short tandem repeats, STRs）高出數十倍到近百倍，因此被認為是應用前景最好的遺傳標記物^[2]。

SNP 為何重要？

單核苷酸多型性標記（SNP marker）會出現於蛋白質的編碼基因（Genetic codes）上，其可改變蛋白質的結構和功能，所以SNP也成為影響個體體質的關鍵，使人可能特別容易或特別不容易患上某些疾病，或使得每個人對於

治療藥物的反應性有所差異。SNP也可能出現在基因的非編碼區，操控基因的表達（Gene expression）。

SNP的種類有哪些？

根據SNP改變的類型，可以分為序列改變（Substitution）、插入鹼基（Insertion）、移除鹼基（Deletion），而後兩種改變（合稱Ins/Del）則可能造成移碼突變（Frameshift mutation）進而改變蛋白質之序列。根據SNP改變的位置又可分基因編碼序列（Coding sequences of genes）及非基因編碼序列（Non-coding regions of genes如圖1中之rSNP、iSNP、gSNP）；位於編碼區的SNP又可細分為Synonymous（同義）見圖1之sSNP，及Nonsynonymous change（不同義）見圖1之cSNP。在這些SNP中，以rSNP、iSNP及cSNP有可能造成表現型之改變[2, 3, 4]。

SNP有何應用？

SNP檢測已經廣泛應用於許多領域如基因型檢測、尋找致病基因、診斷及預測致病風險、藥物基因體學及新藥的發現以及族群演化之研究，其中以診斷及藥物基因體學（Pharmacogenomics）尤受重視^[5]。

在SNPs檢測的各種應用中，以基因型檢測與國家實驗動物中心之業務最為相關。SNP可以用來進行遺傳監測（Genetic quality control），確保生產販售之小鼠無因人為疏失所造成之遺傳污染。由於國家實驗動物中心為國內最重要之實驗鼠供應單位之一，小鼠之遺傳品質攸關全國使用小鼠作為研究模式動物之品質，因而至為重要。除此之外當運用於基礎遺傳學研究，SNP檢測亦可應用於尋找突變小鼠之致病基因位點^[6]。

SNPs決定著群體和個體基因序列的細微差別，科學家可依此找到疾病的易感基因，進而依個體之基因型調整治療方式及用藥選擇。先前的

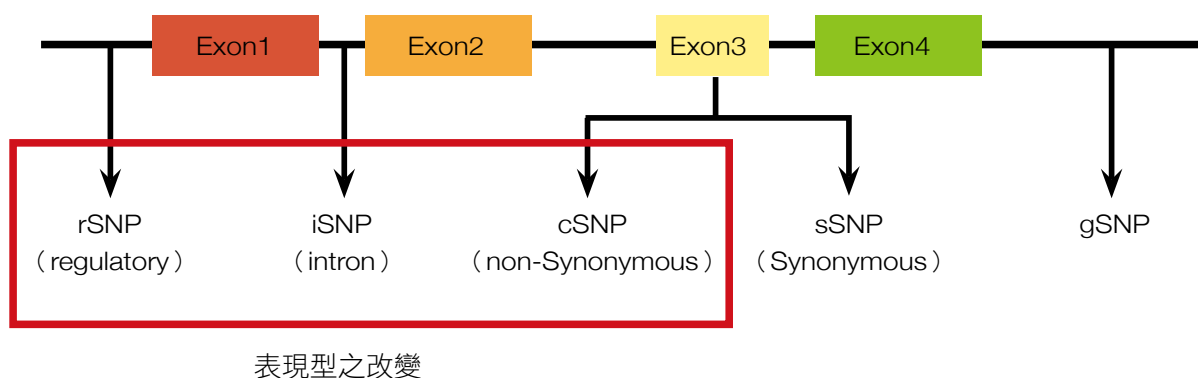


圖1 為基因構造示意圖及根據SNP因發位置和狀況的不同所產生的種類：根據SNP改變的位置和狀況可分基因編碼序列（coding sequences of genes）及非基因編碼序列（non-coding regions of genes如中之rSNP、iSNP、gSNP）；位於編碼區的SNP又可細分為synonymous（同義）sSNP，及nonsynonymous change（不同義）cSNP。在這些SNP中，以rSNP、iSNP及cSNP有可能造成表現型之改變。

研究證實，人類的大部分疾病可以通過基因易感性分析，對該個體進行生活或飲食方式的干預加以預防。這些研究將會為疾病預防產生貢獻。藉由對致病基因的瞭解與認識，可進行細部比對，更正確地診斷與預測潛在的或遺傳性疾病^[7, 8]。

藥物的有效劑量在個體之間存在極大差異，也可以視為一種基因的表型，換句話說，個體間可能因為基因序列的差異而影響的藥物有效的運作。藥物目標的基因變異，會改變藥物與目標蛋白質間的相互作用；基因變異位於負責運輸藥物的蛋白質基因序列上，會影響藥物的吸收、運送和排出；藥物代謝酶的基因變異，會改變藥物的代謝；DNA修復酶的基因變異，則可改變藥物的安全性。利用SNP基因診斷，能加速檢驗醫學從表型診斷轉向基因型診斷，並預防藥物副作用，提高療效^[7]。此外，對於藥物效果也可有進一步的認識，甚至可以預測用藥結果，減少藥物誤用或濫用的情況。通過對藥物代謝相關基因的SNP研究，還能夠分辨不同患者間藥物代謝及藥效差別的遺傳基礎，可根據不同個體的遺傳背景，來選擇最佳之治療方案。因為SNP在遺傳演化上很穩定，因此在研究數量性狀基因位點（Quantitative trait loci, QTL）及多基因遺傳性疾病之關連研究（Association study）常用以取代較不穩定的遺傳標記如微衛星序列（Microsatellites）^[9]。

如何發現新的“SNP”？

目前的資料庫裡有大量的SNPs，來源主要還是要靠基因定序得到原始之序列資料，然後用生物資訊學（Bioinformatics）的方法比對分析。

如何檢測“SNP”？

由於對SNPs之檢測需求極大，日益增加的各式檢測技術的發展也呼應了這一個趨勢。主要的方法可略分為DNA定序法、DNA雜化法（Hybridization）、酵素法及物理性質分析法，其原理簡述如下：

DNA定序法-利用化學反應及物理性質分析來決定一段DNA分子的腺嘌呤、鳥嘌呤、胞嘧啶和胸腺嘧啶之鹼基順序。在1970年代發展出螢光染劑標定合成法，使得原先費時費力的DNA定序法得以自動化分析，成為不可或缺的研究基礎^[10]。DNA測序技術的突破，大大加速生物研究和發現。值得注意的是Next-generation sequencing technologies（例如Pyrosequencing）^[11]，由於其通量極大，適合在小範圍內尋找SNPs。

DNA雜化法（Hybridization）-有許多的SNPs檢測技術是採用雜化互補於SNP位點之DNA序列的技術，其共通的困難在於如何降低交叉雜化（Cross-hybridization）的污染，通常以最佳化探針雜化條件來降低非特异性。例如SNP microarrays將數十萬計的探針排列在一個小芯片，可同時檢測許多的SNPs，由於不同的探針需要不同的雜化條件，因此芯片上的探針設計困難，且特异性和敏感性均較低。例如Affymetrix公司出產的GeneChip® Mouse Mapping 5K SNP Kit，可以同時檢測500,000個小鼠SNPs^[12]。

酵素法-DNA連接酶 (DNA Ligase) , DNA聚合酶 (DNA polymerase) 和核酸酶 (Nucleases) , 均可用來作為精確的 SNPs 檢測法。值得一提的是Illumina公司的GoldenGate Genotyping Assay , 使用特異性DNA同時檢測至多1,500個SNPs位點^[13]。

物理性質分析法-利用DNA的物理特徵特性, 如熔化溫度和單股構造 (Single stranded conformation) 。這些方法往往具有特異性特高, 但也需要高度優化的條件, 不適合於高通量的檢測。例如變異性高效能層析方法 (Denaturing high performance liquid chromatography) 利用離子配對逆向層析及溫控式異型雙股分析系統 (Temperature Modulated Heteroduplex Analysis , TMHA) 原理來進行突變和SNPs之檢測^[14]。

結論

SNP雖然列於基因體學的範疇內, 但結合遺傳學、藥物學、藥理學、毒理學、生物信息學、蛋白質體學、生物資訊學等的學科, 將可發展成針對個人基因特質的個體化醫學。

參考資料

- [1] http://www.informatics.jax.org/mgihome/homepages/stats/all_stats.shtml#allstats_snp
- [2] Vignal A, Milan D, SanCristobal M, Eggen A (2002) A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genet Sel Evol* 34 (3) : 275-305
- [3] Vali U, Brandstrom M, Johansson M, Ellegren H (2008) Insertion-deletion polymorphisms (indels) as genetic markers in natural populations. *BMC Genet* 9: 8
- [4] Yue P, Moulton J (2006) Identification and analysis of deleterious human SNPs. *J Mol Biol* 356 (5) : 1263-1274
- [5] Twyman RM (2004) SNP discovery and typing technologies for pharmacogenomics. *Curr Top Med Chem* 4 (13) : 1423-1431
- [6] Quigley D, Balmain A (2009) Systems genetics analysis of cancer susceptibility: from mouse models to humans. *Nat Rev Genet*
- [7] Volkow N, Rutter J, Pollock JD, Shurtleff D, Baler R (2008) One SNP linked to two diseases-addiction and cancer: a double whammy? Nicotine addiction and lung cancer susceptibility. *Mol Psychiatry* 13 (11) : 990-992
- [8] Roses AD, Saunders AM, Huang Y, Strum J, Weisgraber KH, Mahley RW (2007) Complex disease-associated pharmacogenetics: drug efficacy, drug safety, and confirmation of a pathogenetic hypothesis (Alzheimer's disease) . *Pharmacogenomics J* 7 (1) : 10-28
- [9] Sham PC, Cherny SS, Purcell S (2009) Application of genome-wide SNP data for uncovering pairwise relationships and quantitative trait loci. *Genetica* 136 (2) : 237-243
- [10] Sanger F, Nicklen S, Coulson AR (1977) DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proc Natl Acad Sci U S A* 74 (12) : 5463-5467
- [11] Ronaghi M, Uhlen M, Nyren P (1998) A sequencing method based on real-time pyrophosphate. *Science* 281 (5375) : 363, 365
- [12] Laurie CC, Nickerson DA, Anderson AD, Weir BS, Livingston RJ, Dean MD, Smith KL, Schadt EE, Nachman MW (2007) Linkage disequilibrium in wild mice. *PLoS genetics* 3 (8) : e144
- [13] Fan JB, Chee MS, Gunderson KL (2006) Highly parallel genomic assays. *Nat Rev Genet* 7 (8) : 632-644
- [14] Horvath CG, Preiss BA, Lipsky SR (1967) Fast liquid chromatography: an investigation of operating parameters and the separation of nucleotides on pellicular ion exchangers. *Anal Chem* 39 (12) : 1422-1428

VoIP語音品質量測技術

文/圖 吳東澤、吳建鴻、楊哲男 國家高速網路與計算中心

簡介

語音品質量測在電信服務以及電信產品之中扮演著非常重要的角色，網路管理者可以透過其觀察出實驗性的技術對於服務品質所造成的影響。採用了新的play out設定、不同的codec或新的網路架構都會讓使用者感受到差異，而語音品質量測就是意圖要量化這些使用者的感受^[8]。而本篇文章將綜合不同的觀點以討論語音品質量測。第二章則介紹主觀與客觀的語音品質量測，並闡述會影響網路語音品質的因素，第三章則針對兩類語音品質量測法Signal based與Link Parametric based相互對照，並在第四章提出新的概念，跨domain下的語音品質量測。

語音品質量測與損壞因子

語音品質量測分為試聽員經過審慎測試而得的主觀品質量測（Subjective measurement）與利用程式演算法計算得的客觀品質量測（Objective measurement）。客觀品質量測的目標是提供一個與主觀量測結果擁有高相關度的語音品質估計值，並且可以在快速與低成本的情況之下提供管理者必要的資訊。

主觀品質量測（Subjective measurement）

主觀品質量測即是利用試聽員來評分，在審慎的環境與實驗設定下，評分的主題區分了聆聽品質（Listening Quality）與交談品質（Conversation Quality）。如其名稱所述，聆聽品質指的是如同一個聆聽者一樣，針對所聽到的部分對語音樣本去做評量，而交談品質指的就是擁有互動的交談，此時會將延遲考量進去，並且由聆聽者對於交談的品質評分。

多年來電信工業已經廣泛採用聆聽品質作為測試的標準，ITU-T（The International Telecommunication Union）對於實施主觀的評估發佈了許多的建議與指引^[4]，以便得到可靠的測試結果。常用的方式是對於一組聆聽測試人員實施欲評分的語音，以整數絕對評分法ACR（Absolute Category Rating）來對預測語音計分，分數範圍是1到5，1為最差5為最佳，而聆聽人員評定分數的平均則稱為主觀品質量測的MOS（Mean Opinion Score）值。

客觀的語音品質量測

（Objective measurement）

客觀的量測方式一般來說被區分為以訊號為基礎的（Signal Based）以及以網路參數為基礎的（Link Parametric Based）兩類方法，Signal Based方法計算語音訊號特徵的差異來估計語音的品質，而Link Parametric Based方法是利用RTP表頭與一些網路參數的對應關係來估計語音的品質^[8]，會影響通話品質的網路參數因子包括：

語音codec、PLC方式、封包遺失樣式、封包遺失率、封包的跳動（jitter）與延遲（delay）。下一節將會對於網路語音codec、封包的遺失與延遲等足以影響語音品質的特性做一個介紹。

影響網路語音品質的因素

封包的遺失（Packet Loss）

封包的遺失會導致語音品質的下降，解決封包遺失的辦法被稱為PLC技術（Packet loss concealment）。PLC的方式往往因codec而異，傳統上對於waveform based的PLC方式是不斷重複最後收到的封包，並且依重複的次數將該訊號逐次衰減，以將音訊平滑化。此種方法對於20ms以下的遺失程度都有不錯的效果。

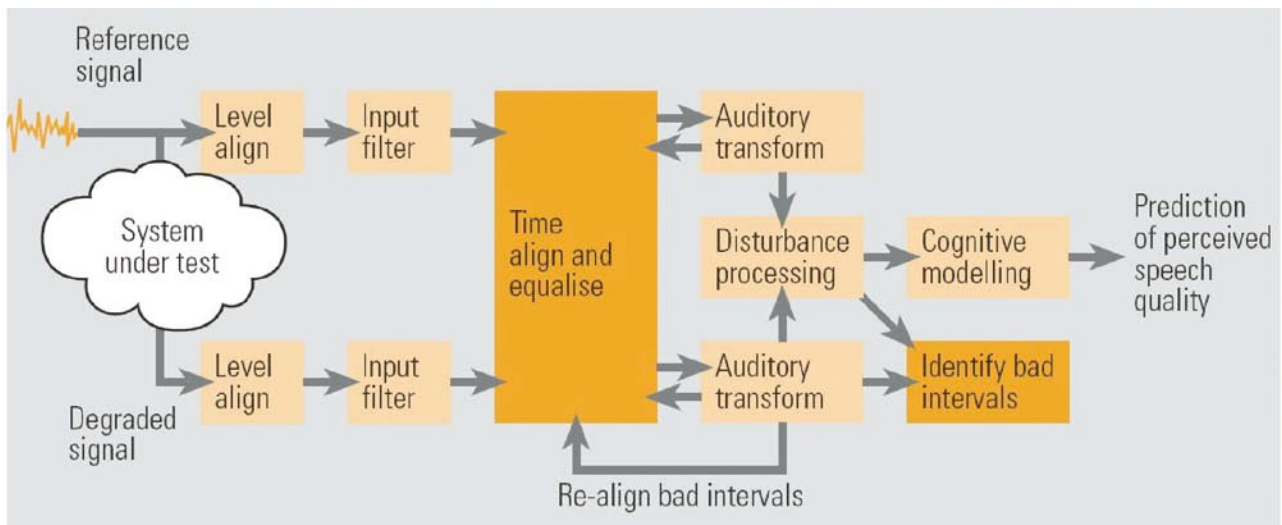
另一方面，對於frame based的codecs如G.723.1與G.729來說，則必須使用更複雜的方法，而效果對於30ms~40ms的遺失都有顯著的功效。然而PLC機制同樣也會產生取樣與計算延遲。

封包的延遲（Packet Delay/Latency）

VoIP語音延遲指的是說話者口中至聆聽者耳的延遲，這是由於三種不同的原因所導致。其一是散佈延遲，其二是處理延遲，其三是佇列延遲。散佈延遲導因於訊號於空間中旅行的所需要的時間。處理延遲是指收到第一筆數位訊號之後到將之處理為類比訊號所需要的時間，通常越高壓縮率的codec所需要的處理時間越高，例如G.729需要25ms的處理時間，G.723.1需要37ms的處理時間。佇列延遲指的是封包進入交換機之後遇到壅塞，而這時就必須以一些佇列排程如WFQ、Priority Queue等方法因應。傳統電信的口耳延遲是150ms，但是實驗顯示與200ms以下的延遲對於語音MOS值的差異是微乎其微的。

封包的延遲變異（Packet Jitter）

當語音使用封包傳遞時，發送端會依照既定的周期（例如每20ms）發送一個封包，但是經過網路以後，封包並不會以相同的時間區間來送到接收端，而是有早有晚，甚至會導致後發先至的情況，而封包的跳動指的是就是封包並不是依發送的順序被接收端收到的現象。這是封包網路的正常現象，解決之道便是利用緩衝區（Jitter buffer）預先記載提早到達的封包，待遲到的封包到齊之後再行處理。但是Jitter buffer過小則導致提早到達的封包必須被丟棄，Jitter buffer過大則會導致語音的延遲增加，兩者同樣會降低通話的品質。

圖1 PESQ與PSQM+的差異架構圖^[12]。

我們很容易理解語音從取樣到聆聽者端會經過許多延遲與損壞，過分的延遲會讓使用者感到不適，如果延遲到了500ms之多，那麼使用者將會發生搶話的現象，這是工程師在設計接收端的play out機制時必須考量到的。

適合VoIP的語音品質量測

在PSTN電信通訊中，Signal based的演算法非常適合傳統的電信應用，但是VoIP的語音必須負擔封包的延遲與遺失，而這些網路參數往往隨著時間大幅變動，高計算複雜度也導致Signal Based演算法不適合得到VoIP即時線上的語音品質，Signal Based演算法的時間複雜度甚至超過Link Parametric方法的1000倍之多^[5]，以下對Signal Based與Link Parametric Based的語音品質量測方法做一個對照。

Signal Based語音品質量測

Signal Based量測系統顧名思義，是依照發話端的語音訊號受損程度來判斷語音品質，著名的演算法包括了PSQM與最新最具代表性的PESQ^[1]。PSQM專門為量測codec轉換後的音質而設計，其僅比較了原始與受損後的音訊，在封包化的VoIP語音會有經常的延遲，使PSQM誤判而得到較低的分數，PSQM以及其延伸版PSQM+顯然是不敷使用。PESQ在加入了Time Alignment 機制之後可以處理音訊的隨機延遲與遺失，其得到的分數會較PSQM來的準確，圖一深色的區塊為PESQ與PSQM+有差異的部分^[12]。

另一種架構則不需要發話端的乾淨訊號作為參考，而是依賴語音的機率模型來做預測，ITU-T P.563是目前最具代表性的演算法^[2]。由於缺少乾淨的音訊做為比對，量測準確度會較PESQ來的差。

上述量測方法都是直接計算訊號的受損程度，這是導致其高計算量的主要原因，即使如此，仍然有許多地方十分受用。假設我們考慮到一個未知的語音codec，欲求其在不同packet loss rate之下的MOS值、或是不同的packet loss type對於MOS值的影響程度、或是不同的網路架構在相同packet loss rate之下是否會產生不同的MOS值，這時利用PESQ來測量是一個非常方便的解決之道，而這些測量的結果便可以使用在Link Parametric語音品質量測的方法上，下一節將對此做更深一層的介紹。

Link Parametric語音品質量測

VoIP使用IP網路封包的語音通訊，於是，封包在傳遞過程中的耗損率成為了估計通話品質的主要標的，計算封包的表頭比起評量音訊內容還來的省力得多，此類方法通稱為Link Parametric品質量測法，著名的標準是ITU-T G.107 E-model^[3]。只要透過E-model，便可以由表頭的耗損狀況得知音訊的品質如何。以下對於E-model語音品質量測方法做一個介紹。

E-model是最為著名的網路傳輸規劃工具，其中描述了代表網路通話品質的參數模型，其中包括數種會導致通話品質缺陷的網路參數。E-model著名的公式是：

$$R=R_o-I_s-I_d-I_e+A \cdots \cdots (1)$$

其中R代表的是整個聆聽者的滿意度， R_o 代表的是欲測目標的原始分數，滿分為100， I_s 代表的是傳輸電路所受側音雜訊（side tone）所產生的影響，A是使用者認為VoIP服務相較於傳統PSTN服務的優勢，比如說費率較為便宜，朋友與同儕之間的誘因等等。因子 I_d 是與網路延遲（network delay, codec delay, jitter buffer delay）有關的參數，代表網路延遲對於通話品質所造成的影響，一般來說使用ITU-T G.107的建議值。而因子 I_e （packet loss effect, codec effect）通常對應到封包的遺失。封包的遺失與延遲相較之下顯得較為複雜，假若遺失的封包間隔較大，那麼PLC機制很容易將之修復，人們也不容易查覺，通常為求方便以隨機遺失（random loss）稱之。假若遺失的間隔較小甚至連續，這時造成的損壞會非常明顯，常以bursty情況稱之^[9]。實際的語音品質不相符的時候，我們就需要更審慎的分析封包遺失狀況與受損音質之間的對應關係。

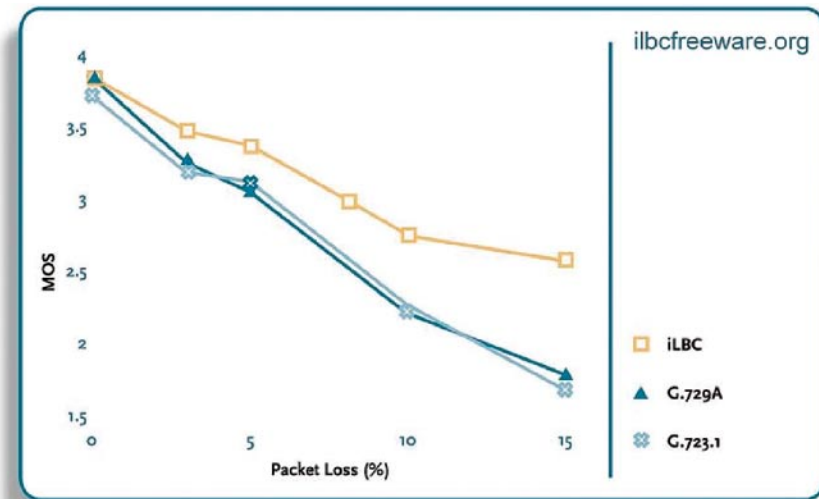
如何計算impairment factor I_e

E-model可以只透過表頭的耗損狀況得知音訊的品質如何，但是這也要事先找出表頭的耗損狀況與音訊損壞程度之間的對應關係才行。如果我們遇到一個陌生的codec，那我們該如何求不同封包遺失率下的 I_e 呢？

先前提到的PESQ可用來求出不同封包遺失率下的MOS值。這裡以iLBC來當一個例子，其公司GlobalIPsound提供了不同封包遺失率下的MOS值，如圖2所示。

Edited by Foxit Reader

Copyright(C) by Foxit Software Company,2005-2008 For Evaluation Only.



The tests were performed by Dynstat, Inc., an independent test laboratory.
Score system range : 1=bad, 2=poor, 3=fair, 4=good, 5=excellent

Courtesy of GLOBAL IP SOUND

圖2 iLBC在不同封包遺失率下的MOS值^[13]。

於是我們可以得知在怎樣的封包遺失率之下，MOS值會受到怎樣的損壞，接下來我們可以利用公式（2）^[9]將MOS值轉換為R值，於是便可以利用公式（1）求得不同封包遺失率下的 I_e ^[10]。

$$MOS = 1 + 0.035R + 7 \times 10^{-6}R(R-60)(100-R) \quad (2)$$

於是iLBC在不同封包遺失率P的受損程度 I_e 表示為公式（3）^[10]：

$$I_s = 10 + 19.8 \ln(1 + 29.7 \times P) \quad (3)$$

公式（3）的圖形如圖3，橫軸為封包遺失率，縱軸為 I_e 。

我們有了iLBC的E-model公式，但是這樣的考量是建構在封包的遺失是均勻的假設之下，欲得知bursty的情況下的 I_e 則必須再針對需求做更多試驗，結果可用一個三維曲面來表示，x軸為封包遺失率，y軸為平均burst的大小，z軸為MOS或 I_e 。

跨domain的語音品質量測

分析了VoIP語音MOS值的計算之後，我們必須探究真實網路端到端之間的效能狀況，諸如前段所述的封包的delay、jitter、loss、mean burst size等。記錄這些網路參數須要一個龐大的資料庫，而各項量測參數也需要不同的工具。為了要整合各種工具並且能夠達到跨domain端到端的網路量測，一個以web services為基礎的網路效能量測協定，用來收集與發佈量測的數據結果。

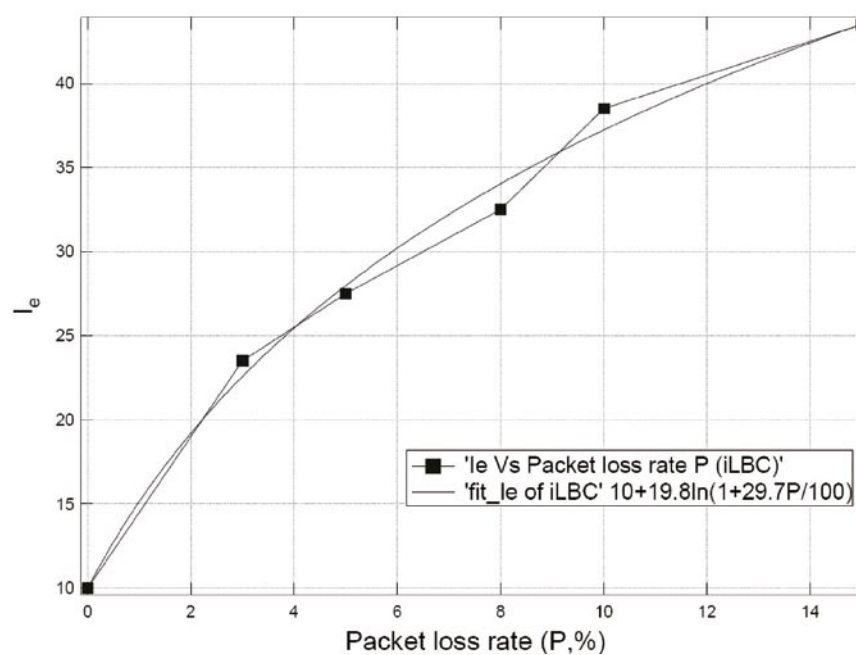


圖3 iLBC在不同封包遺失率下的 $I_e^{[10]}$ 。

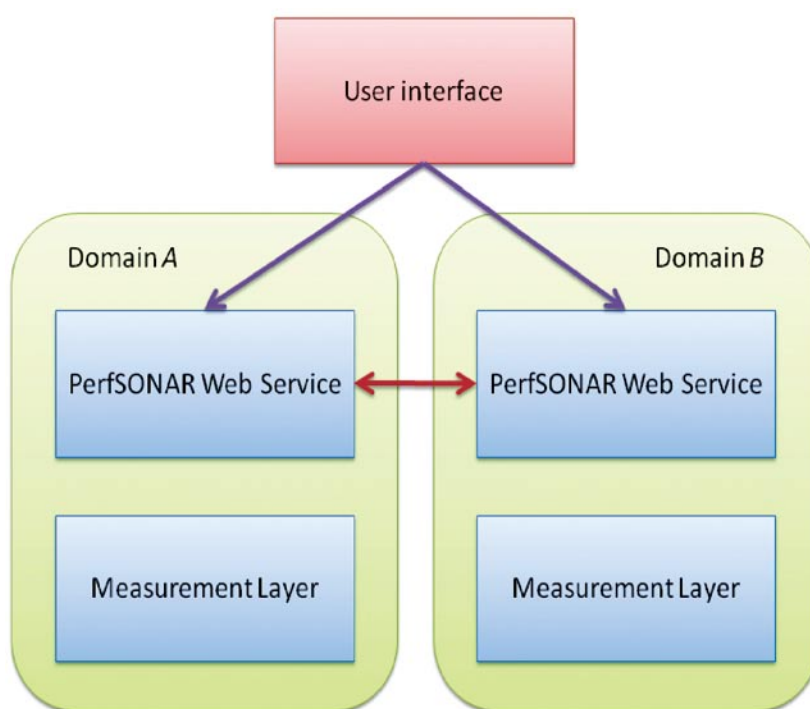


圖4 perfSONAR能輕易整合跨domain的效能量測。

基於perfSONAR下的量測平台可以輕易地達到跨domain的相互量測。以圖4兩個不同domain的網路為例，兩個domain下原有各自獨立的量測架構，而perfSONAR的各項服務在則擔任中繼與協調的角色，而網路管理者則可以利用User interface即perfSONAR UI來執行管理與監控的任務。

perfSONAR的各項web services

perfSONAR整合了各項web services諸如：效能量測工具、資料儲存庫、Look up服務與認證機制。perfSONAR SOA (Services-

oriented Architecture) 服務架構如圖5^[11]，Measurement Point (MP) Service，提供建立或發佈主動或被動網路效能量測數據結果；Measurement Archive (MA) Service，負責儲存與發佈來自MP的量測結果；Lookup Service (LS)，註冊每一個服務的資訊與維護每一個服務的服務內容資訊；Authentication Service (AS)，認證服務管理domain-level存取服務的權限；Transformation Service (TS)，提供效能量測數據結果資料轉換服務；Resource Protector Service (RPS)，管理每個量測資源的可用性，避免不正常的量

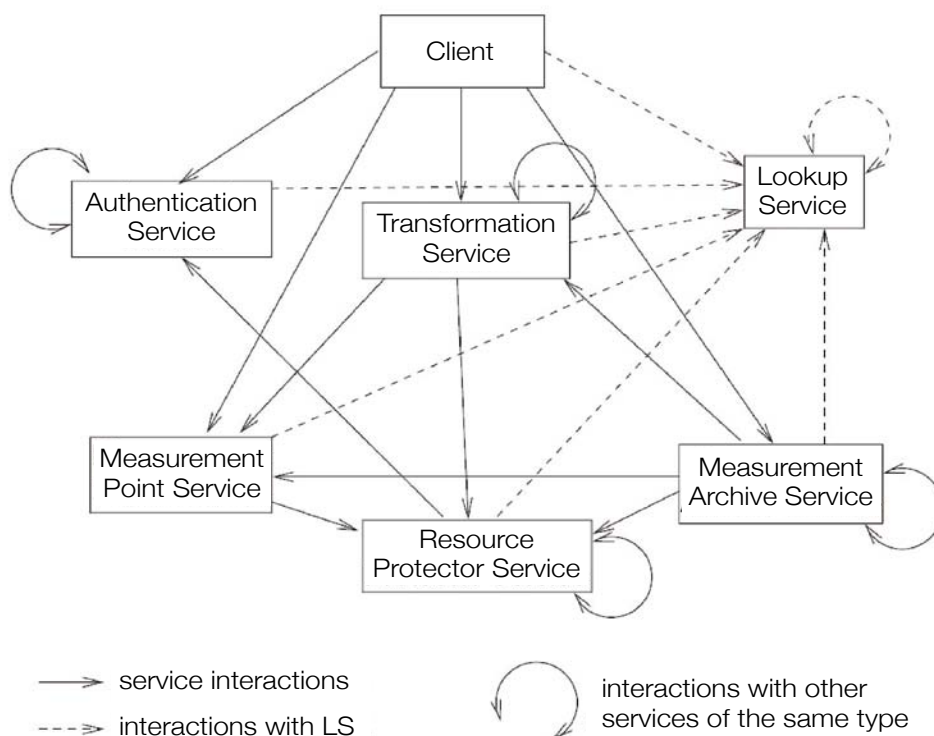


圖5 perfSONAR各服務之間的互動^[11]。

測指令導致系統資源耗盡；Topology Service (TS)，提供網路拓樸資訊。如圖5中的各項服務間可依箭頭達到資訊與資源的共享，LS擔任服務查找的角色，故所有服務皆有虛線連至LS，而相同性質的兩個服務也可以相互溝通以迴圈表示。

語音品質量測與perfSONAR的整合

VQM原本為獨立的一支語音品質量測程式，可以利用PESQ量測兩主機間的MOS值。為了達到與perfSONAR的其他services互動的功能，我們在圖6中的VQM上增加一層perfSONAR framework使VQM可以處理perfSONAR message成為VQM-MP，並接受來自perfSONAR平台的效能量測訊息需求，經由perfSONAR framework處理perfSONAR message。於是VQM-MP可以接收需要執行量測的指令，然後開始進行語音品質效能量測，量測完畢後將計算後的結果傳回給perfSONAR framework進行訊息封

裝，再將結果以perfSONAR message傳回給perfSONAR平台。

VQM尚未與perfSONAR整合前，需使用VQM量測程式之指令直接進行量測，在透過perfSONAR CLMP (Command Line MP) ^[12]使VQM成為MP，可以收送來自perfSONAR平台的訊息，進行語音效能量測的任務。perfSONAR CLMP作為VQM與perfSONAR 平台的溝通介面，解析perfSONAR訊息，對應到VQM的量測指令，接收來自perfSONAR平台的訊息指令，使VQM進行量測工作。

語音品質量測在與perfSONAR整合之後便可以利用perfSONAR通訊協定，讓網路工程師或是網路應用程式輕鬆地連結不同的監控資源，並經由認證與授權提供遠端網路資源控管，也可更安全地透過web接收遠端量測數據結果。

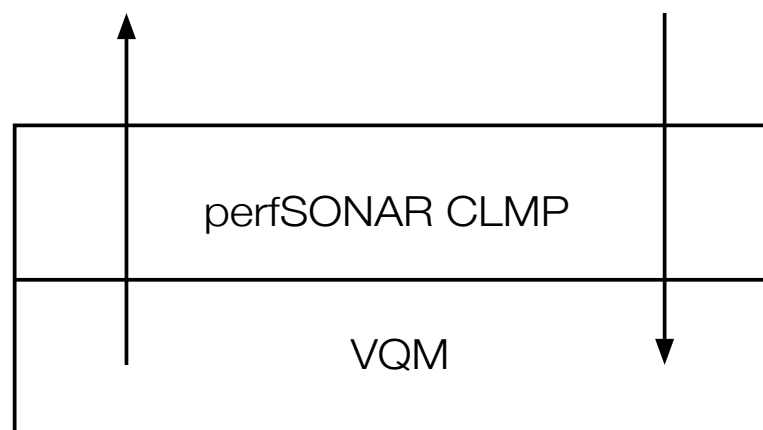


圖6 perfSONAR與VQM的結合。

總結

實際量測某段網路並建立封包遺失模型之後便可在許多應用面做為參考依據，VoIP的語音品質量測即是其中一項應用，語音品質量測可以與perfSONAR結合，先利用PESQ將欲測網路的延遲對於語音的損壞效應量化為MOS值，再將MOS與當下的網路效能metadata如delay、封包遺失率、平均burst大小做記錄與分析，並求得可套入E-model中使用的 I_e ，如此便可將既有的E-model作改良，而改良後的E-model所判斷的語音品質與主觀品質評測ACR的分數差距則反映了當初對於網路因子的考量是否足夠周延。如果ACR的分數與E-model足夠接近，等於是對語音品質量測平台的準確度的最佳證明。量身規畫周詳而準確的E-model參數不僅能創造極高的價值，達成這個目標絕對需要深厚與足夠的經驗。

參考資料

- [1] ITU-T P.862, Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs.
- [2] ITU-T P.563, Single-ended method for objective speech quality assessment in narrow-band telephony applications.
- [3] ITU-T G.107, The E-model: a computational model for use in transmission planning.
- [4] ITU-T P.800, Methods for subjective determination of transmission quality.
- [5] A. Clark, "VoIP performance management," in Proc. Internet Telephony Conf., 2005.
- [6] James Peters, "Voice over IP Fundamentals," isbn:1578701686.
- [7] W. Jiang, H. Schulzrinne, "Comparisons of FEC and codec robustness on VoIP quality and bandwidth efficiency," in Proc. of the ICN Conf., Atlanta, GA, Aug. 2002.
- [8] T. H. Falk, W.-Y. Chan, "Hybrid Signal-and-Link-Parametric Speech Quality Measurement for VoIP Communications," IEEE Trans. on Audio, Speech and Language Proc., Vol. 16, No. 8, pp. 1579-1589, Nov. 2008.
- [9] R.G. Cole and J. H. Rosenbluth, "Voice over IP Performance Monitoring", SIGCOMM Comput. Commun. Rev., 31 (2) :9-24, 2001.
- [10] X. Zhou, F. Muller, R. E. Kooij, P. Van Mieghem, "Estimation of Voice over IP Quality in the Netherlands," 4th International Workshop on Internet Performance, Simulation, Monitoring and Measurement (IPS-MoMe 2006), February 27-28, Salzburg, Austria.
- [11] Andreas Hanemann, Jeff W. Boote, Eric L. Boyd, Jérôme Durand, Loukik Kudrimoti, Roman šapacz, D. Martin Swany, Szymon Trocha, and Jason Zurawski, PerfSONAR: , ICSOC 2005, LNCS 3826, pp. 241-254, 2005.
- [12] <http://www.opticom.de/>
- [13] <http://www.gipscorp.com/>

人物專訪 Feature Person

堅持理想，永不放棄希望

專訪科技政策研究與資訊中心
林博文主任

文 張嘉珍 國家實驗研究院 / 圖 林博文



科技政策中心林主任出生於台北南港，林主任表示他從小自己認為書念的好就是可以獲得大人肯定的一種方式，謙虛的說其實自己現在想想那可能是不好的習慣，但因此林主任從小一直都很勤奮向學，高中就讀建國中學，大學畢業於清華大學動力機械工程系，後來進入台大應用力學研究所就讀，求學過程順遂。他在就讀應力所時，覺得還想更充實自己，於是也修了台大EMBA碩士班的課程；除此之外，當年林主任也努力考取了許多證照、另外也修習師大教育學分班學分，所以年輕求學時期每天都過的非常充實。

林主任碩士畢業後先在中科院服國防役六年，服完役後準備在半年後赴美公費留學深造，但林主任在等待到國外念書的這段期間，也絲毫不浪費寶貴時光，他在此半年內因為也有考取高考資格，於是便先在健保局台北分局

服務，半年後才帶著太太一起赴美繼續求學。在美國念書的這段期間，有著太太照料起居，林主任便更能專注於研究，三年後即取得美國壬色列理工學院（Rensselaer Polytechnic Institute，簡稱R.P.I.）的科技管理博士學位。至於林主任當年為什麼會想再嘗試攻讀第二個博士學位？他笑著表示因為當年公費留學期限是四年，取得第一個博士學位後還有剩下一年，想著不要浪費剩下的時間，於是便又努力讀取決策科學與工程系統博士學位。

1999年林主任回國先在元智大學企業管理系任教二年，隨後在清華大學科技管理研究所服務至今。林主任除了在學校任教外，他也多次接受國科會、科學園區管理局等委託，進行科技管理實務與科技政策的研究工作，重要的如中華民國科學技術白皮書先期研究、我國科學技術發展願

景與策略前期研究、科技政策形成機制與國家創新之相關研究和科技政策論壇等，將所學之科技管理理論與實務相結合。

林主任說他以前還在學校擔任教職時就曾思考過，他認為科技政策研究與資訊中心是能夠成為協助政府以提供重要科技政策議題和發揮影響力之首選單位，沒想到多年過後因緣際會之下，很慶幸自己現在能夠擔任此中心主任，因為科技政策中心是一個具有三十多年發展歷史的單位，已建立相當良好的資訊能量與基礎，目前林主任積極帶領科技政策中心，也對科技政策中心有諸多期許，希望科技政策中心現在除了繼續扮演優異之科技資訊服務中心角色之外，未來更能以發展成為國家級科技智庫為願景，除配合政府施政之工作外，亦能主動發掘國家未來發展重要議題，向政府提出建議。林主任目前已對科技政策中心設定十年後要達成之目標，希望能與科技政策中心全體同仁共同努力且儘快提早達到發展目標。林主任也表示希望科技政策中心在未來有機會能夠與國研院各中心一同合作，來對國家社會提出貢獻。

問到對後學有些什麼建議？林主任說有一種人的特質是很清楚自己想要做什麼，會選定好目標，並且設定進度去達成；另外一種人是自己本身充滿著廣泛的興趣，希望能與人互動，甚至領導人們、希望可以做些什麼、影響什麼。這二種人沒有優劣之別，會劃分此二種人的目的是在於希望可以幫助瞭解自己是屬於哪一種人，清楚瞭解自己才能選定好方向前進。林主任覺得學生在求學的時候要能做好基本功、要能耐得住寂寞，目的是要持續累積經驗，而且要能知道自己

想要做什麼，確立目標並且「累積、努力、等待」，一邊累積自己本身的實力、一邊等待機會，永遠不要放棄自己的希望，之後機會來臨時才能有足夠的能力去承擔。

人生的際遇真的很奇妙，林主任說他不論何時身在何處，自己身邊都會出現指導過及幫助過他的人，像是現任的國研院陳文華院長就是林主任大學時期系上的系主任，另外還有對於自己當年求學時期的應力所指導教授-吳政忠老師、以及國企所指導教授-江炯聰老師，和現在的清大科管所史欽泰教授等人，林主任都充滿了感謝。林主任有著前人的指點以及靠著自身努力不懈的精神，在科管研究領域也創造了卓越學術成就，像是在2008年更獲頒了「全球TOP50卓越研究學者」的殊榮，此獎項由國際科技管理學會（The International Association for Management of Technology, IAMOT）所頒發。（註：IAMOT為國際科技管理領域最重要的學術組織之一，目的在於促進技術管理的研究和教育。）相信科技政策中心在林主任的帶領之下，必有更好的發展及貢獻。



陳文華院長（左）、林博文主任（中）、王永和副院長（右）於林主任佈達典禮上合影。

科技小百科

Mini-Encyclopedia
of NARL

淺談軟硬體視訊壓縮

文/圖 楊凱超 國家晶片系統設計中心

隨著電子資訊產業不斷地進步，各種數位科技也早已進入我們生活當中，其中最明顯的就是各種多媒體產品的數位化，如數位相機與數位電視。當視訊數位化後，最重要的便是資料如何儲存。未經壓縮的視訊資料需要使用3個Byte來儲存每個畫素，因此一部 720×480 、歷時兩小時、每秒鐘紀錄30張畫面的視訊影片，需要 $3 \times 720 \times 480 \times 30 \times 60 \times 60 \times 2 = 224\text{GB}$ 的儲存空間，相當於48張DVD光碟片（每張容量4.7GB）。若要將未經壓縮的影片從伺服器經由目前最快速的ADSL線路（約8Mb/s）傳送到使用者端即時播放，使用者需要花費62個小時才能看完這部影片。由此可見，視訊壓縮是不可忽略的重要技術。

視訊壓縮標準

目前全世界有許多公認的視訊壓縮標準。這

些標準主要由兩個小組在負責制定，一個是隸屬於國際電信聯盟遠端通訊標準化組（ITU-T）的Video Coding Experts Group，簡稱VCEG小組；另一個則是較為大家所熟知的國際標準化組織（ISO）之下的Moving Picture Experts Group，簡稱MPEG小組。

圖1說明了視訊壓縮標準的演進史。第一個數位視訊壓縮標準是VCEG在1990年所制定完成的H.261，而這個標準所使用到的技術也成為日後視訊壓縮標準的基石。MPEG在1992年與1993年制定的MPEG-1與MPEG-2則分別被VCD與DVD所採用，並逐漸取代傳統錄影帶的地位。之後，VCEG參考H.261、MPEG-1、MPEG-2等，在1995年提出H.263，大幅改進低頻寬下的畫質水準。而MPEG為提供更全面而廣泛的應用，亦參考

ISO/IEC MPEG

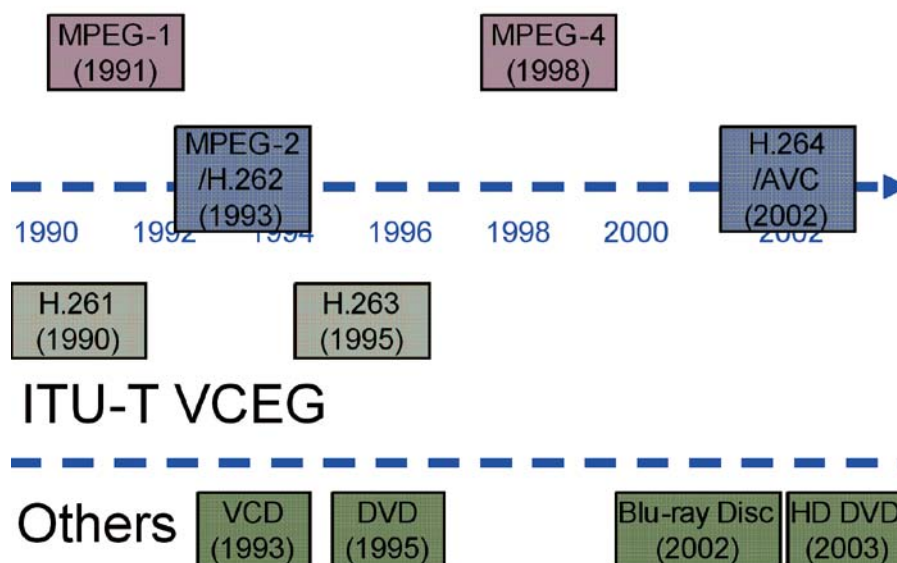


圖1 視訊壓縮標準演進史。

視訊壓縮原理

視訊影像的壓縮方式類似靜態影像，但兩者最大的不同點在於，前者是由一連串的畫面所組成，而後者只有一張畫面。在視訊畫面中，由於相鄰兩張畫面的相似度很高，我們只需挑選一些關鍵畫面來壓縮。至於其他畫面，僅需要儲存與關鍵畫面之間的變化值即可。這便是視訊壓縮技術的主要精神。

軟體壓縮與硬體壓縮

在整個壓縮過程中，需要大量的搜尋與計算，不管對CPU或Memory而言都是負擔。而隨著編碼技術的進步，壓縮效率雖不斷提昇，編解碼器的複雜度也不斷增加。從實驗結果可以發現，H.264/AVC雖然較MPEG-2提升2倍的壓縮效率，但其編碼器的計算量卻是以往的3倍，而解碼器的計算量也是以往的2倍左右。如此龐大的計算量對編碼器與解碼器的負擔極大，尤其是對

前述標準，並加入物件壓縮與合成、數位版權管理等功能，制定龐大而複雜的MPEG-4標準。現今廣為流傳的DivX與XviD編解碼器與都是以MPEG-4技術為基礎而開發的。在2003年，由VCEG與MPEG共同組成的Joint Video Team (JVT) 攜手開發了本世代最先進的視訊壓縮標準。這個標準被ITU-T定名為H.264，同時也被ISO納入MPEG-4的Part 10-Advance Video Coding (AVC)。因而一般人稱之為H.264/AVC。H.264/AVC是目前壓縮效率最高的視訊編碼技術，因此JVT在2007年提出的Scalable Video Coding (SVC) 標準與即將制定完成的Multi-view Video Coding (MVC) 標準都是以H.264/AVC為基礎而發展的。此外，HD DVD與Blu-ray Disc也先後宣佈採用H.264/AVC作為影片播放標準，預期將在不久後取代DVD。



圖2 連續的視訊畫面，相鄰畫面的相似度很高，因此僅需壓縮變化值即可。

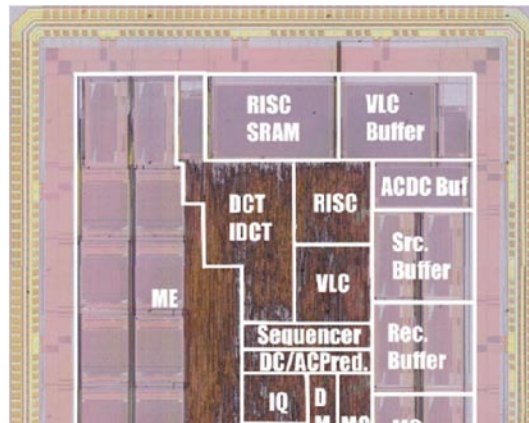


圖3 台大陳良基教授所設計的MPEG-4 SoC晶片。

於提供即時影音服務的業者而言，更是難以實現。為了解決這個問題，各種硬體加速方案陸續出現。一般而言，硬體加速晶片可分為使用數位訊號處理器（Digital Signal Processor，DSP）或是特定應用積體電路（Application-Specific Integrated Circuit，ASIC）。DSP是以數位計算的方式進行信號處理，可視為一個具有強大計算能力的CPU，因此DSP擁有比CPU更快速的計算能力及更短的計算延遲，對於複雜而龐大的運算有相當的加速效果，缺點則為價格較高。ASIC是針對特定應用所設計的邏輯元件，開發者可依照欲加速的部份設計特定的

電路，擁有省電與低成本的特性，但缺乏彈性，且開發時間長。而隨著IC技術不斷地進步，製程持續向65奈米以下縮小，不管是哪種硬體加速方式，都逐漸朝向系統單晶片（System on Chip，SoC）發展，也就是將所有的元件都放在同一個晶片上，以達成低成本、低耗電、小體積、高效率與高可靠度等目標。如現在的智慧型手機，體積逐漸縮小功能卻日益強大，便是歸功於SoC技術。綜觀未來，單晶片體積越來越小，卻需整合更加複雜的編解碼器，這使得晶片複雜度不斷提升，成本與產品時程亦隨之增加，也成為晶片設計公司急需克服的新挑戰。

圖像識別技術於結構健康診斷之應用

文/圖 林子剛 國家地震工程研究中心
游立辰 國立台灣大學

圖像識別技術（Pattern Recognition Technique）是一種利用處理原始數據，以預先處理之結果為種類根據來進行分類的一種概念。圖像識別技術試圖以特殊設計的診斷邏輯分析資訊，搭配由資料庫抽取出的資料進行統計作為根據，來達到分類資料目的。將被分類的圖像以測量或觀察方式群組化，使結果更能貼切的反映出真實狀態。與圖像比對（Pattern Matching）不同，圖像識別技術更嚴謹地對於圖像模式或種類加以指定。

傳統上，圖像識別技術往往有賴於將拍攝的影像、圖片等數位轉化成一系列的數字或訊號，經由適當的選取、分析訊號後，便可進行對於資料加以分類，進而識別出圖像之內容。然而隨著科技的日新月異，人們對於圖像識別技術也有了新的詮釋。新一代的圖像識別技術，有別於傳統圖像識別，並非依賴拍攝影像或圖片來分類，而是導入較為抽象的概念，將圖像識別技術的應用領域無限拓展。舉例而言，過去的十年間，許多專家學者已經開發出新一代的圖像識別技術並已經嘗試應用於結構健康診斷上。以往傳統圖像識別技術往往以照片、影片來分析結構的破壞情形，頂多只能發現外觀的破壞，例如混凝土的剝落或

開裂的狀況，無法完全了解內部結構的真實破壞情形。然而新一代的技術應用於結構健康診斷上，不同於傳統圖像識別技術，採用以統計理論為基礎的圖像識別方法，先利用計算結構之非物理特性參數的變異性，以及其變異性屬於某一種結構物破壞模式的機率大小，再將多個結構物破壞模式事件的機率值由大到小排列，最後，以機率值最大的結構物破壞模式事件，定義為現階段結構物最有可能產生之破壞模式。

在圖像識別技術於結構健康診斷之實際應用上，整個程序大致上包含以下三個部分：（1）結構物現況與損壞定義及診斷範圍評估（Operational Evaluation）。（2）損傷診斷特徵參數選取（Feature Extraction）。（3）統計分析模型之發展（Statistical Model Development）。以下即針對各部份作一概略介紹：

在結構物現況與損壞定義及診斷範圍評估方面，首先，診斷系統需要針對目前結構反應歷時資料所量測的現況環境進行瞭解，以便在後續資料處理上採取適當的策略。同時，亦必須針對結構物想要進行的診斷目標，定義結構物在何種使

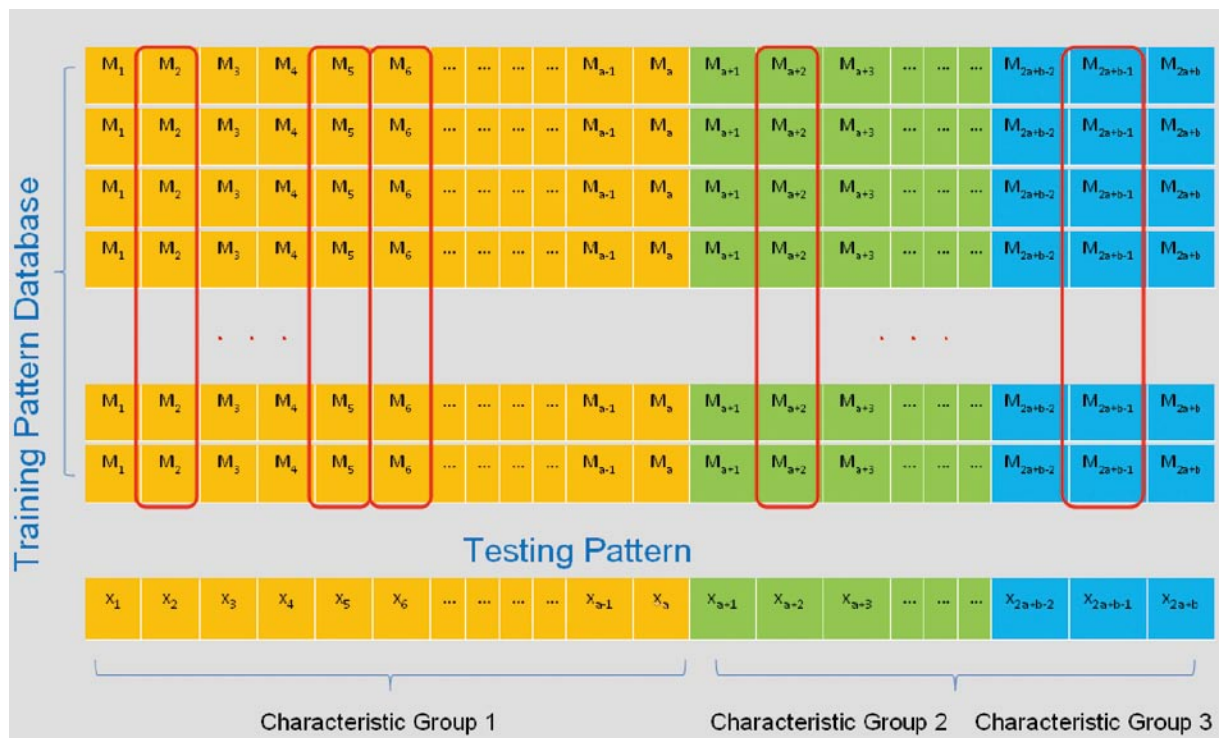


圖1 圖像識別技術資料庫示意圖。

用狀態下稱為可維持功能性運作狀態，並且定義發生何種影響程度的情況下為結構物產生破壞，以便建立圖像識別比對資料庫。

適當之損傷診斷特徵參數選取，則能夠有效反應結構物損害情況。一般用以診斷損傷特徵的參數又可稱為破壞敏感指標（Damage-Sensitive feature），該指標來自於實際結構物量測的反應歷時資料分析或轉換後的數值，可能為單一數值或數值向量。經由適當的方法選取參數後，以所選取的參數反映出目前結構物所處的破壞情況。

在統計分析模型之發展方面，包含兩個主要元素：（1）圖像識別分類的演算法（Algorithm）。利用它來計算多種不同類別之

間的分界，並使各個分類的分界線能被明顯地切割出來，使得分類進行較為精確。（2）適當的分類統計模型（Statistical Model）分布假設。適當統計模型的假設對於能否成功分類結構物破壞種類相當重要，當統計模型的假設不適當，容易造成分類分界線的分割結果不清楚。

總而言之，新一代的圖像識別技術已經逐漸跨過傳統界線，並與各種不同領域結合進行成為各式跨領域研究中的利器。以結構健康診斷應用為例，圖像識別技術搭配各種新穎之分類演算法，以及新一代結構分析模型，已成功的在結構健康診斷領域開創出新的契機。



活動報導 Activities

「2009大小鼠病理表現型分析研討會」 迴響熱烈

文/圖 梁鍾鼎 國家實驗動物中心

隨著後基因體世代的來臨，大量基因改造動物隨著人類醫學需求而產生，突變鼠分析技術的強化因此也成為一個重要的課題。有感於國內實驗鼠表現型分析服務的不足，國研院實驗動物中心於2008年起開始規劃表現型分析平台的建置，提供專業服務，協助研究人員將得自突變鼠之實驗數據銜接至人類臨床醫學，達到轉譯醫學的目的；除此之外，動物中心更傾注全力籌辦「2009大小鼠病理表現型分析研討會」，為規劃中的相關技術服務揭開序幕。

「2009大小鼠病理表現型分析研討會」由國研院實驗動物中心主辦，中華技術學院及中華技術學院生物科技系協辦，活動期間為7月20～24日，一連五天。本研討會是美國約翰霍布金斯醫學院及查理斯河實驗室表現型分析專業團隊（Johns Hopkins University, School of Medicine, Baltimore, Rodent Phenotyping

Core ; Charles River Laboratories）首度在亞洲舉辦相關研討課程，五位授課講師由Dr. Cory Brayton帶領，成員含Dr. Julie Watson ; Dr. Kathleen L. Gabrielson; Dr. Charles B. Clifford及Miss. Nadine Forbes等人（圖1），陣容堅強，因而吸引了84名來自台灣、中國及新加坡的研究人員踴躍報名參加。顯見課程深具前瞻性，並能呼應當今相關研發者的需求。

「2009大小鼠病理表現型分析研討會」的五天課程包括14場主題演講、6個單元的實習操作、一場期末測試及一場圓桌討論。五名講員與助教輪番上陣，課程豐富，與會者的發問與討論非常熱絡，會後學員反應極佳，高達95%的學員對課程感到滿意，講師們也盛讚國家實驗動物中心的努力。



圖1 大小鼠病理表現型分析研討會國外講師。左一Dr. Kathleen L. Gabrielson; 左二Miss. Nadine Forbes; 中間Dr. Cory Brayton; 右一Dr. Julie Watson; 右二Dr. Charles B. Clifford。

此次研討會對國內病理獸醫師是一次非常好的學習機會，因此參加的學員中，也包括數名病理獸醫師。事實上，病理表現型分析技術多半由專業獸醫師團隊提供服務，因為病理獸醫師對動物或動物品系了解較多，可利用其專業的病變判讀能力，協助分生及遺傳學專家，判斷動物特定器官的病理變化來自於先天因素（遺傳表現及背景病變）或後天因素（非感染因素及感染因素），並分析該病變對疾病的影響及重要性，協助研究

人員做出正確的實驗判斷，以決定實驗方向與未來投入人類疾病治療的可行性。

本院實驗動物中心主任梁善居博士表示，本研討會相當成功，要感謝所有參加者的支持與肯定，動物中心未來將會更加努力，加強與學界的溝通，並多方聆聽建言，持續提供能滿足生醫領域需求的各項資源及技術服務，建構國際交流平台，好好發揮「國家級實驗動物資源中心」的功能。

此次課程為亞洲地區第一次全程英文舉辦的大小鼠病理表現型分析研討會。共計84位學員參加（3位學員來自新加坡，3位學員來自中國）。課程內容分基礎課程（84位學員）與實習課程（45位學員）兩部分（圖2）。2009年7月20日展開為期5天的課程，課程分為四種型態呈現：

1. 講師授課，共14場，每場約1~1.5小時，每一位講師針對一個主題，進行介紹（圖3）。



圖2 大小鼠病理表現型分析研討會國外講師與所有學員，工作人員，主辦及協辦單位長官合影留念。



圖3 講師Dr. Julie Watson講師授課，講授臨床及行為學表現型分析。

2.實習課程：共6場，每場約1~2小時，3位講師輪流針對一個主題，進行技術教學，主要包括數位病理病例診斷兩場，為時4小時，由Dr. Brayton主持，計討論25個組織切片病例。主要利用由APERIO組織切片掃描/分析系統，此一系統可將組織切片進行掃描，成為數位化檔案，此一檔案可進行影像分析、遠距組織病理學討論及組織病理影像檔案管理，經數位化保存之影像即不必擔心組織切片染色性逐年褪色，此為病理表現型分析的國際趨勢。其它實習題目包括初級臨床及行為檢查、活體採樣及採血收集、大小鼠解剖步驟、福馬林固定組織整修技巧（圖4，5）。



圖4 實習課程，學員分組實習。

3.期末測試一場，為時1小時，由Dr. Brayton、Dr. Clifford、Dr. Watson、Dr. Gabrielson等四位經驗豐富的學者主持。

4.Round-Table Discussions：圓桌討論，一場，為時1小時，由Dr. Brayton、Dr. Clifford、Dr. Watson、Dr. Gabrielson等四位經驗豐富的學者，和與會的學員對實驗動物病理診斷及健康監測常遇到的問題進行經驗交換及討論。

會後學員反應極佳，講師也盛讚本院動物中心的獸醫師群及公關企劃組同仁在梁主任領導下，做了一次很成功的國際交流及專業能力的展現。



圖5 實習課程，講師Dr. Cory Brayton正在進行技術教學。



歐洲一年一度的高速計算盛事International Supercomputing Conference 2009 (ISC09) 於6月26日圓滿落幕，如同國際高速計算會議SC (SuperComputing Conference) 在美洲地區的重要性，ISC則是歐洲地區第一大高速計算會議，引領高速計算、網路與儲存議題的發展。而ISC對於國研院國網中心的重要性，則是今年首次代表台灣參展。為了有系統、更完整地將台灣以及國研院國網中心推廣至國際，國網中心今年正式以參展方式，積

極佈局歐洲，藉ISC將觸角延伸至美國地區之外的歐洲、中東、非洲等地。

ISC固定每三年輪流在德國的不同城市舉辦，今年是第一年在漢堡市 (Hamburg) 舉辦，共吸引1,670位與會者、120個參展廠商參加，大會主題涵蓋HPC市場趨勢及其科學與技術應用兩大主軸。其中由產業界主導的HPC市場趨勢，主題包括目前最夯的GPU、多核心 (Multi-core CPU)、InfiniBand內部網路傳輸、及雲



圖1 ISC09於德國漢堡市 Congress Center (CCH) 舉辦。

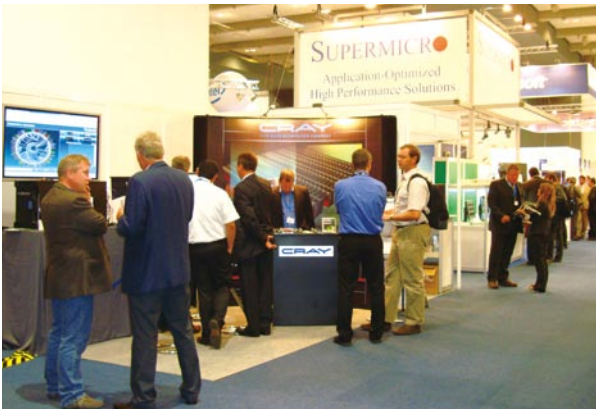


圖2 ISC09吸引聚集來自各國的專家學者與會，提供觀摩交流的舞台。

端運算等，與提升計算主機的效率或能量有關；而科學與技術應用方面，則大多由學研界發表，議題為全球關注之氣候變遷、航空大氣、再生能源、高能物理等。同時因全球500大超級電腦排行計畫之發起人為德國慕罕大學的Hans Meuer教授，亦是ISC大會主席，所以每年六月固定在ISC公佈之最新全球500大排行榜備受矚目。

此次本院國網中心積極參與會議，除欲瞭解市場趨勢並吸取前瞻資訊與技術外，並擬藉首次設攤參展，促進國際合作與交流，包含維繫既有國合關係與促進開拓新合作。中心長期合作的國際夥伴們，如德國的HLRS、韓國的KISTI、南非的CHPC等、及西班牙的BSC等也都來參展，在會場上，大家互相交流最新研發技術與成果，再次強化雙方合作關係，也為未來潛在合作多加一些催化劑。而國網中心參展主軸，也以綠色科技為形象，傳遞「The Only HPC Service Provider In Taiwan」概念，希冀能在第一次參展就拔得頭籌。

此次本院國網中心展示的成果包含中心之基礎能量、及延伸高速計算核心技術所開發出的



圖3 國研院國網中心以「The Only HPC Service Provider in Taiwan」鮮明形象，贏得深刻印象。

加值服務如DRBL/Clonezilla軟體、格網服務平台Grid Widget、及溝通合作平台Co-Life等；在研發成果方面，則是展出促成科學研發的果蠅腦神經資料庫、及與長庚醫院協同研究的醫療計算等應用成果，另外還有大型地理資訊展示等計畫。贏得與會者的深刻印象，在推廣國研院國網中心的同時，將相關研發成果推廣至國際，並將台灣推向世界之林。

綜觀此次參展ISC，本院國網中心在瞭解市場趨勢、吸取新知、推廣成果以及促進國際合作與交流等均大有收獲，未來國研院國網中心要走的更遠、更廣，相信透過結合ISC與已長期耕耘的SC，更能發揮1+1=global的效益！



圖4 與國研院國網中心具合作交流往來的南非高速電腦中心亦為第一次參展，與國網中心有諸多交流。

第二屆台日奈米電子研討會報導

文/圖 黃心寧 國家奈米元件實驗室

繼2008年台灣成功的承辦了第一屆台日奈米電子研討會，2009年台灣再度獲得「第二屆台日奈米電子研討會」的主辦權，已於7月23~24日假國家奈米元件實驗室舉行（圖1），本研討會特邀請相關領域內的教授、工程師和碩博士研究生共同參與並發佈研究成果，同時提出關於奈米電子技術最新的想法與理念，會中亦邀集領域內有建樹的科學家和研究員們討論他們在奈米電子研究領域的遠見，藉此會議能促進奈米電子技術相關學業界人士在各方面的交流（圖2），讓與會的外賓對奈米電子相關元件、材料的製程技術及應用技術上的發展方面有更加深入的探討。

此次研討會為期兩天，共有五個主題的專題演講，分別為Solar Cell、Nanoelectronics、High K / Metal Gate、Solar Cells and Nanophotonics、Memory，每單元特邀請國內外知名學者發表演說。本研討會主要針對奈米電子技術發展之現況及未來趨勢，希望藉由專業性之研討會議以達學者間的互動交流，期望對未來奈米電子元件、材料的製程技術與應用技術有更深入的探討。

第二屆台日奈米電子研討會（The 2nd NSC-JST NANO WORKSHOP）於7月24日圓滿

落幕，在此領域專業人士共同參與後，成功的加強台灣與日本在奈米電子相關技術的交流，且更強化我國在全球奈米電子元件的製程技術與應用技術的重要地位。研討會之舉辦成功不僅促進台日間奈米電子相關領域的專家學者之交流，亦促使台灣之相關國際學術地位及所帶動之研發風氣的提升。藉由研討會之舉辦而促成之國際交流，使我國奈米電子元件、材料的製程技術與應用技術合作及產品市場亦形擴大並更加區域多元化，同時積極促進我國學研界在尖端科技研討的參與及前瞻奈米電子技術的投入。



圖1 會議報到盛況。



圖2 專題演講單元與會者提問情景。

TWAREN技術小組會議擴大舉行 TANet連線夥伴共襄盛舉

文/圖 魏孟秋 國家高速網路與計算中心

2009年9月17日由國研院國網中心（下簡稱國網中心）舉辦的「TWAREN技術小組會議暨應用研討會」於台中前瞻系統事業群首度擴大舉行，除TWAREN的12個區網中心及連線單位外，並廣邀TANet學研網路區網及連線單位與會，共計有80位網路先進、台灣學術及研究網路的資訊服務人員齊聚一堂，讓以往的TWAREN技術小組會議別開生面。

每年固定舉辦三次的「TWAREN技術小組會議」，主要是國網中心與區網中心對台灣高品質學術研究網路（TWAREN）例行性的維運報

告，但此次會議國網中心獨出心裁，特安排多項與網路技術及應用相關的豐富議程，及格網前瞻技術研發等展示，希望趁此機會向網路先進們介紹國網中心更多元之服務、進行技術交流，並與國網中心建立緊密關係。

網路安全專題演講：打造安全的學術環境

會議開始，由教育部電算中心趙涵捷主任以「What about end point security?」專題演講揭開研討會序幕。隨著電腦及網路科技的進步，移動式計算、無線通訊與無所不在的學習成為趨勢，各種行動學習載具的端點安全防護也成為不可忽視的問題，趙涵捷主任倡導無論是設備學習使用、個人資訊保密、遠端通訊連線、共用儲存空間安全都要做好資訊安全防護。

趙涵捷主任亦提及教育部電算中心的資訊安全防護工作，以目前火紅的殭屍網路（BotNet）為例，也是電算中心所關注的問題，為此電算中心計畫成立資訊共享與分析中心（ISAC）、與安全監控中心（SOC），監控觀察學術研究網路是否有遭受殭屍網路等惡意攻擊，以確保TANet上四千多所學校、研究單位享有安全的學



圖1 國網中心葉俊雄主任致歡迎詞，感謝各連線單位不辭遠道而來。



圖2 教育部電算中心趙涵捷主任專題演說。



圖3 林書呈先生報告TWAREN網路維運現況。

術網路環境。同時趙涵捷主任致謝國網中心這幾年的維運支持，及國網中心於資安工作的挹注，共同為打造安全的學術環境而努力。

TWAREN維運報告：國際研網連線增

會議中TWAREN網路的維運報告也是備受矚目，透過國網中心與各區網中心的共通努力，TWAREN今年起至9月的平均可用率達99.99%。在國際連線部分，TWAREN網路近期完成與日本教育學術網路SINET3、荷蘭研網SURFnet、及歐洲研網GEANT的互連。

其中SINET3為日本最大、最先進的教育學術網路，骨幹頻寬速度可達40Gbps，目前連接七百多所日本大學和研究機構；SURFnet也是荷蘭最主要的國家學研網路；而GEANT則是歐洲最大的研究與教育網路組織，其經費是由歐洲34個國家的研究與教育網路所提供，主要目標為建立跨全歐洲的學研網路骨幹並連接歐洲所有的

研究與教育網路，對外GEANT則提供全球34個國家之研究與教育網路的轉訊服務，近似美國的Internet2（Abilene）。

相信透過國際研網之互連，將大幅提昇台灣至日本、及與歐洲各國之研究及教育網路的網路傳輸效能，創造更多的國際合作機會。同時國網中心也預計成立TWAREN出國路由優化小組，讓出國路由更加順利。

TWAREN監測管理系統開發：從監控到趨勢告警

TWAREN網路為一多重備援之多層次網路，因此管理工作也更為複雜，為此國網中心網路監控工程師也身兼網管系統開發工作，以設計符合TWAREN網路之監測管理系統，首要任務便是整合不同設備的網管系統，以消彌不同設備、與系統間的整合問題。同時，國網中心也投注心力進行網管技術研發，包含改良使用動態臨界值預測技術、及開發趨勢偵測預警技術，以提升告警的



圖4 梁明章先生報告TWAREN網管開發。



圖5 與會來賓戴上立體眼鏡觀看虛擬實境成果。

精確度，將TWAREN網管從例行性監控提升至自動趨勢告警等級。

因握有核心技術，國網中心今年也新推出使用者端遠端監控服務，監控面向包含設備監控、線路監控、伺服器監控、以及電路監控服務，如預測巨大網路流量的發生時間、型態與地點、電路品質劣化預測等，可以讓網管人員提早因應這些網路災難的發生。讓使用者端也能享有優異的7x24網路監控服務，補強各大學計算中心與研究單位網路管理人力的不足。

創造多元合作機會：格網前瞻研發展示

值得一提的是，因會議地點為國網中心格網前瞻系統事業群的三維劇場，因此國網中心安排虛擬實境展示、及格網前瞻技術研發等展示，希望趁機會向網路先進們介紹中心更多元之服務，其中虛擬實境將科學成果栩栩如生展示在來賓眼前，與會來賓均感撼動。在格網前瞻技術部分，

蕭志梔組長展示支援多元化電腦教學的企鵝龍 與再生龍軟體（DRBL/Clonezilla）、林錫慶研究員展示互動式遠距協同教學平台Co-Life，及林昀德先生展示高解析度影像串流平台，三項均是技術成熟、適合資訊教育應用之展示。

會議期間，與會來賓不時與中心實際開發者、及場外服務諮詢人員互動交流，來賓們均感獲益良多。國網中心也期待透過此會議開創一學研網路各連線單位間的對話平台，拓展廣泛的合作機會，讓彼此的關係更加緊密。

更多訊息，請參考 www.twaren.net

SPIE Optics+Photonics 2009 參加研討會與展覽會紀要

文/圖 伍秀菁 儀器科技研究中心

為了迎向全球化趨勢、積極與世界頂尖科技接軌，國研院儀器科技研究中心首次參與國際性展覽，旨在將國研院所研發的技術及對外服務的能量推向國際舞台。這次本院儀科中心蔡定平主任、蔣東堯副主任以及筆者一行同赴美國參加國際光學工程學會（The International Society for Optical Engineering, SPIE）所主辦的研討會與展覽會，自8月2日至6日共五天。

每年於美國聖地牙哥舉行之「SPIE Optics+Photonics」為定期的大型國際研討會暨展覽會，亦為世界上規模最大的光電技術研討會之一，今年計有3,200篇技術論文發表，約5,000多人參與，與會人士來自全球主要光電研究領域機構與領導廠商。這次約有超過200多家

國際知名廠商參展，展出最先進且新穎的光學儀器、奈米光電元件、有機材料與設備、固態照明與太陽能等相關產品。除產業界外，也有不少研發機構（如NASA、NIST）與大專院校利用此研討會與展覽會積極進行技術推廣與交流。

在此次研討會中，本院儀科中心蔡主任受邀擔任多項技術論壇的會議主席，並於SPIE大會的「Metamaterials: Fundamentals and Applications」技術論壇中發表演說。此外，本院儀科中心於「Optical Engineering +Applications」技術論壇中亦有一篇論文「The Development of a Multi- Function Lens Test Instrument Using The Computer Aided Variable Test Patterns」發表，該文由陳俊仁博



圖1 本院儀科中心蔡主任、蔣副主任以及筆者一行同赴美國參加SPIE 研討會與展覽會。



圖2 國際友人參訪本院儀科中心的展覽攤位。

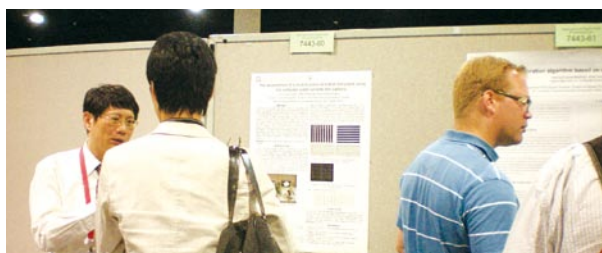


圖3 本院儀科中心蔣副主任向國際友人解說論文。

士等人撰寫，主要介紹一套設備可經濟又有效地測試多項鏡頭的重要特性，例如鏡頭的MTF、焦深、偏心及像差等，這是目前工業界相當重要且關心的議題，故吸引了許多人前來詢問。

本院儀科中心在這次展覽中，主要展示光學廠所研製的精密光學元件、薄膜組所開發鍍製的各式頻寬濾光片及機械廠自行設計製作的指南車，後者在會場中成為眾人矚目的焦點。針對多位好奇的參觀者，我們除了滿足他們對於古中國發明—指南車的好奇心外，也藉此機會利用大型海報看板與簡介等各式文宣，積極地推廣中心的研發成果。

此次本院儀科中心的攤位看板名稱因特別加註台灣「TAIWAN」，故吸引了許多現場參觀者的注意與詢問。例如曾來訪台灣的參觀者會提及當時遊訪寶島的美好經驗，並進一步詢問本院儀器



圖4 國際友人詢問有關本院儀科中心的技術或產品。

中心在台灣的位置，以及目前中心的核心技術與研發成果等；若有來自亞洲的參觀者，多半會親切地前來寒暄；來自台灣或大陸的學者、研究人員與留學生也會前來攤位上，瞭解本院與台灣的現況。當然，同是來自台灣的參加者亦會親至攤位，彼此寒暄、相互鼓勵，以增加人氣。

本院儀科中心第一次參與國外展覽，收穫豐碩，藉此機會與世界各地的學者與業者相互交流，同時盡可能地拓展彼此合作的機會，且可多方面的觀摩學習國外展場的規劃及各式文宣資料之設計與製作，相信有助於未來本院參與各項展覽。此外，更重要的是，可現場快速直接掌握世界各國產學研最新的研發趨勢，對於提升本院研發技術與服務品質至國際水準有很大的助益。

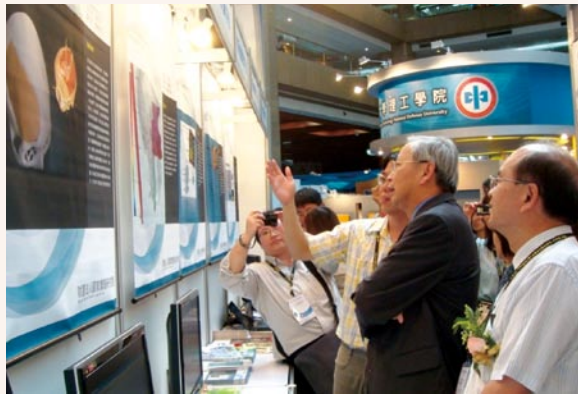
因應國研院推動國際化、打造世界級國家實驗室任務，本院儀科中心將會更積極投身全球儀器科技的各項活動，並持續參與國際性展覽。藉此強化與世界各國產學研交流的機會，協助本院對於未來研發技術之拓展，並使本院研發產品更契合國際市場脈動，真正打造本院儀科中心成為國際級的儀器科技研發整合卓越中心。



圖5 本院儀科中心蔡主任親自向國際友人解說指南車的製作。

各實驗室動態

國家實驗研究院本部



國科會張副主委（右二）由本院陳院長（右一）陪同，蒞臨本院展示攤位參觀。

「2009台北國際發明暨技術交易展（Taipei INST）」由經濟部、國科會、農委會、教育部及國防部共同主辦，已於2009年9月24至27日於台北世貿一館圓滿展出。本次國研院參與國科會創新科技館之展示，推出由本院國震中心所

2009台北國際發明展秀實力 國研院再奪雙金一銅

研發之「地貌及結構監測系統-該系統之感壓器及其製造方法」，以及本院國網中心與長庚大學醫療擴增實境研究中心合作開發之「顱骨破損之補骨製作虛擬手術平台」等13件技術發明，向國內外專家以及一般民眾解說「智慧生活」與「生醫科技」領域的創新科技，如何為全民勾勒安心、安全的未來生活。

本院儀科中心之三項專利技術亦於本次交易展之發明競賽活動中榮獲兩面金牌與一面銅牌的好成績，本屆榮獲金牌肯定之作品分別為：「發光體檢測裝置及其方法」、「不可見光之發光元件其輸出光束之檢測裝置」兩項發明；「液體鏡頭模組之檢測裝置」發明則獲得銅牌肯定。



國研院於「2009台北國際發明暨技術交易展」發明競賽活動獲得雙金一銅佳績。

國家奈米元件實驗室



新竹「認識半導體製程元件」參與學員合影於大廳。

適逢國科會成立50週年，特舉辦「50科學之旅」活動，以推動大眾科普教育；國研院國家奈米元件實驗室配合該活動承辦「奈米半導體世界」系列，已於2009年7月30日、31日在新竹與台南各展開第三梯次與第四梯次活動，並圓滿結束。

新竹活動內容有（1）認識半導體：日常生活IC的應用，讓參訪民眾明瞭科技與生活結合所帶來的便利。（2）IC製作流程：以蓋房子做比喻，讓參訪民眾容易了解IC製作的流

推動大眾科普教育50科學之旅 活動花絮

程。（3）漫遊新時代能源-太陽能體驗：透過解說與實驗，讓學員明白利用太陽光產生的能源發電及應用。（4）無塵衣體驗：無塵衣的穿著，使學員體驗工程師在無塵室工作情境。（5）微觀世界：透過投影片播放，觀賞顯微鏡下不同材料試片或細胞的多種樣貌；請學員提供頭髮代替試片，在顯微鏡下觀看毛鱗片狀況。

台南活動內容有（1）液晶顯示專區：講解液晶顯示的原理與架構。（2）有趣的化學反應：透過手工肥皂DIY，了解化學反應的應用。（3）太陽能初體驗：透過太陽能展示區，講解太陽能的各種運用。（4）太陽能車DIY：DIY組成太陽能車，並將成品實際在陽光下進行10公尺賽道趣味競賽。（5）微觀世界：靜態展示自然界與工程界奈米物質影像，搭配現場解說；並準備不同細胞樣本，在顯微鏡下觀看細胞眾多型態變化。

參訪民眾透過圖說講解、DIY實驗、競賽及有獎問答，更了解半導體奈米科技與日常生活是息息相關的，讓大家對這次的活動感到收穫良多。

Laboratories

國家實驗動物中心

國研院國家實驗動物中心 南部設施辦理98年度暑期實習課程



98年度暑期實習學員與工作同仁合影。

為增進執行動物實驗人員對實驗動物科學之了解，國研院動物中心南部設施自2009年8月3日起開設為期四週共計160小時的暑期實習課程。課程內容包含：動物試驗所需之理論學理、動物照護、基本動物試驗操作技術、實驗設計、動物試驗安全及動物福祉等。

本次課程除強調動物使用的3R觀念（Replacement、Reduction and Refinement）外，同時傳達「善待動物」的理念及實務操作。有別於一般學校所提供之實習課程，具有以下兩大特色：（1）係依據歐洲聯盟實驗動物學會（Federation of European Laboratory Animal Science Associations, FELASA）訂定的類別B為「執行動物試驗之研究人員」所設計；（2）除提供一般實驗動物科學課程外，亦提供具國際標準設施軟體之實習機會。

本期共有來自全國12所大學的20名學員參加，全部課程於8月28日結束，結業當天除安排學員舉辦成果展並舉辦歡送會。

國家地震工程研究中心

多軸向試驗系統MATS啟用典禮



MATS試驗系統啟用典禮。

過去大型結構試驗受限試驗設備空間或能量的限制，而須採用縮尺模型試驗預測之，常無法模擬實際結構構件複雜的受力條件。因此國研院國震中心為因應國內新式隔、制震技術研發的需要，及符合節能減碳之永續發展趨勢，研發採超高強度綠色營建材料之建築，在國科會與國研院全力支持下，完成建置一多軸向多功能的試驗系統（Multi-Axial Testing System, MATS），進行研發或測試各型結構元件的受震反應。

MATS是基於前述多功能試驗目的而完成之試驗系統，由國震中心MATS設計研發小組與美國MTS公司合作，國震中心負責整體試驗機構架系統的設計，MTS公司負責提供油壓管線與控制系統技術。為達到多功能的試驗目的，MATS可提供模擬子結構或元件的六個自由度受力狀況，能符合結構柱、梁柱接合、斜撐等受地震力作用下的複雜受力條件、隔震支承墊常須承受巨大的水平位移、及來自多樓層內高層柱的巨大垂直載重。MATS系統的主要特色包括：最大垂直力為6,000噸、最大水平位移為正負1.2公尺、最大水平拉壓力約為700噸、及最高可容納5公尺高的試體。

MATS試驗系統於2006年7月開始進行設計，試驗構架與油壓管線及控制系統在2007年9月開始施工，於2008年6月完成，隨後展開MATS試驗系統一系列測試並設計與建造控制室，於2008年底完成，2009年初開始進入正式營運，並在2009年9月14日舉行正式啟用典禮。

各實驗室動態

國家太空中心

擴大產業與研發界參與太空科技夥伴說明會



說明會照片集錦。

國研院國家太空中心為推動太空科技自主發展，擴大國內產業界參與我國太空計畫，成為合作夥伴，特於2009年8月14日9:00~12:40在台北世界貿易中心展覽大樓二樓第5會議室舉辦「擴大產業與研發界參與太空科技夥伴說明會」，廣邀國內各項產業界代表參與。與會人員涵蓋航太、電子、電機、機械、材料、推進、控制、軟體、化工等產業界百餘科技人士。國家太空中心在會中提出數十項衛星與地面系統、次系統及元件發展等合作機會，如結構次系統之衛星本體結構、衛星推進次系統之燃料槽、電力次系統之電力控制與配置單元、姿態控制次系統之衛星導航接收機與飛行軟體模組等等，期能落實建立我國太空科技發展的自主能力。另，介紹國家太空中心之設備能量以及工業服務作業說明，可提供產業界於研發階段所需要的環境測試與技術諮詢，包括振動機、熱真空艙、音震艙、電磁相容與電磁干擾、天線量測、磁力校正及質量量測等，以協助國內產業對產品的品質驗證。

國家高速網路與計算中心

科學志工動起來 前進災區服務



2009 K-12科學夏令營學員與工作小組的合影。

八八水災過後災區滿目瘡痍，在這次風災中共計有千餘所學校受創，導致教學資源不足及設備殘缺，生活其中的孩童處境令人堪憐，亟需外界的關懷與援助。為讓災區學童得到完善的教育資源以及學習不致中斷，在教育部、國科會及青輔會的指導下，國研院國網中心科學志工團隊迅即組織行動科學團隊，聯合台北教育大學自然科學教育學系、台灣拜耳股份有限公司、台灣科學教育館與受災地區志工團隊，深入災區12所小學，替1,300多位學童進行巡迴科學教育課程。

本次科學教育的課程由台北教育大學設計，課程由國研院國網中心的科學志工團隊進行實際教學，台灣科學教育館並提供了一輛8噸行動科學巡迴車載運科學教學儀器及支援戶外示範教學。另外，台灣拜耳公司除提供本次教學的實驗器材外，並允諾未來將贊助災區學校自然專科教室重建工作。

Laboratories

國家晶片系統設計中心

國科會50科學之旅-晶片設計大觀園



晶片設計大觀園學員合影留念。

國研院國家晶片系統設計中心，設立宗旨為「培育積體電路晶片及系統設計人才、提昇積體電路晶片及系統設計技術」，期能強化我國積體電路晶片及系統設計能力。晶片系統設計中心的主管機關為行政院國家科學委員會，因國科會50周年慶的機緣而特別規劃科學之旅路線-晶片設計大觀園，將中心的研發與服務成果，藉由參觀國家晶片系統設計中心，搭配自己動手實作、多媒體影片、簡單晶片設計介紹等，以深入淺出的方式與「科技普及化」為目標，推廣大眾

科學教育，激發探索科學的興趣，並使民眾了解本中心在推動科學發展上所扮演的角色與成效。

此活動第四、五、六、七梯次活動時間分別為2009年7月24日、8月14日、8月27日與8月28日，早上9:30所有的學員於中心的訓練教室C開始一整天的活動，首先由吳祥銘同仁簡介中心的各項服務與研發，並播放多媒體影片讓學員了解晶片設計、製作等流程，接著由林棋勝博士介紹IC設計之基本觀念，包含數位邏輯電路簡介、VLSI設計簡介等，此外還提供簡易晶片設計實驗，讓參觀者親自動手於電路麵包板上實作，體驗動手做的樂趣，另外也讓學員利用簡單的實驗來操作晶片設計的軟體工具等，最後整個活動在趣味遊戲後結束。

整個活動共舉行7個梯次，共有154人參與此活動，以建立參與學員對晶片設計之認識，瞭解從事晶片設計者的工作環境，明瞭晶片設計與電子產業在生活面及在國家產業發展的重要角色。

儀器科技研究中心

拜訪IEEE中華民國分會林進燈理事長



儀科中心蔡定平主任（左三）帶領同仁拜訪IEEE中華民國分會林進燈理事長（左四）。

為進一步使台灣儀器科技的發展與國際接軌，國研院儀科中心運用雄厚的研發實力以及與國內產學研各界密切合作的豐富經驗，結合國內儀器科技先進，積極參與國際性組織，展開更多國際合作交流，以發揮台灣在全球科技的影響力。

IEEE Taipei Section Instrumentation & Measurement Society Chapter在國家實驗研究院與

IEEE中華民國分會（Taipei Section）的共同支持下，由IEEE國際委員會審查同意，已於2009年8月10日正式成立，並由國研院儀科中心蔡定平主任擔任首屆主席（Chapter Chair）。

為期會務順利開展，儀科中心蔡定平主任率領陳峰志副主任、蔣東堯副主任與汪若文組長於9月18日拜訪IEEE中華民國分會理事長同時也是國立交通大學教務長林進燈教授，就會務的運作向其請益，並就近期規劃推動之工作交換意見。林理事長與分會財務長王蒞君教授公務繁忙，仍熱情接待並詳細解說IEEE相關組織概況與會務運作方式，對於中心辦理中及欲推動之相關工作除表示肯定外，亦給予極具價值的建議。

此次IEEE Taipei Section Instrumentation & Measurement Society Chapter在國內科技界殷切期盼中成立，相信必能有效整合國內資源，強化台灣與國際間儀器科技組織與團體之合作，為台灣儀器科技朝國際發展建立新的里程碑。

各實驗室動態

科技政策研究與資訊中心

「2008年日本科學豐收年-JST研發成果實用化」專題演講



日本科學技術振興機構北澤宏一理事長演講。

國研院科技政策中心於2009年9月7日邀請日本獨立行政法人科學技術振興機構 (Japan Science and Technology Agency, JST) 北澤宏一理事長，以「2008年日本科學豐

收年-JST研發成果實用化」為題，對中心同仁進行一場專題演講。演講的內容以日本與國際社會在研發與教育經費的比較為始，接續闡述該機構對推動日本研發成果實用化所採取的策略與措施，並介紹經由這些措施產生的諸如皮膚幹細胞 (ips cells) 效能的確立、免疫疾病與傳染病的先進醫療技術、鐵系高溫超導體 (iron-based superconductors) 的發現等13項具有領先國際或具鉅大經濟效益的研發成果，有些成果並同時在2008年發表。北澤理事長以科學家的身份評論此事，指出這些對人類社會有重大影響的每一項成果，研究時程長達20至30年，兩項研究成果同時發表的機會是600年一次，他有幸在擔任理事長的期間恭逢其盛。最後以全球所面臨的挑戰及如何以綠色科技因應大環境的變動做為結尾，獲得與會同仁一致的喝采。北澤理事長此次應中華經濟研究院之邀，來臺出席「2009臺日科技高峰論壇-邁向低碳社會」，特撥冗走訪科技政策中心。

國家災害防救科技中心

921 地震10週年國際學術研討會 International Conference in Commemoration of the 10th Anniversary of the 1999 Chi-Chi Earthquake



與會貴賓於南投縣水里鄉上安社區參訪災後重建社區並合影留念。

921地震距今已十年，此時正是檢視過去十年的努力成果與策勵未來發展目標的適當時機，此會議由行政院國家科學委員會、經濟部中央地質調查所、國研院國家地震工程研究中心、交通部中央氣象局、內政部建築研究所、國立中央大學、台灣災害管理學會與國研院國家災害防救科技中心等共同規劃策辦，於2009年9月17~19日三天，於台大醫院國際會議中心舉行。會中邀請國內、外學

術界人士，針對「地震科學」、「地震工程」、「社會經濟」、「山區集水區之土地動態」等專題，共同研討與經驗交流。

共計超過180篇論文發表，其中40篇來自世界各地知名的地震災害研究學者。所有的論文與研究貢獻者均由主/協辦單位推薦與邀請，均屬各領域知名的研究學者，分別來自美國、日本、加拿大、紐西蘭、法國、印度、英國、韓國、馬來西亞

等國之專家學者參加，國內則包括政府單位、學校、民間組織代表等超過五百人。

透過此次國際地震學術科技的發展交流與經驗回顧，將獲取最新研發心得與實務經驗，供日後災後重建、防救災相關政策擬訂及後續研究工作參考；並提昇我國災後重建與減災科技技術及研究水準，見證台灣這10年來，所共同締造的歷史新頁，達到國土永續經營的目的。

Laboratories

台灣海洋科技研究中心

國科會50科學之旅-「開啟神祕海洋之鑰-研究船及探測儀器的展示」



參觀民眾專注聆聽解說人員的講解。



參觀民眾排隊依序登上海研三號參觀。

為慶祝國科會創立50周年，並推廣大眾科學教育，國研院海洋中心在2009年8月1、2日於高雄市鹽埕港區駁三庫（駁二藝術特區旁）舉辦「國科會50科學之旅：開啟神祕海洋之鑰-研究船及探測儀器的展示」活動。開幕當日中山大學楊弘敦校長、高雄市政府海洋局孫志鵬局長與教育局蔡清華局長、高雄縣政府葉南銘副縣長、海巡署企劃處黃肇嘉處長、中山大學海科院劉金源院長、曾若玄所長、海洋大學海資院李明安院長等都應邀蒞臨指導。本次活動在各界支

持與相關單位的協助，以及中山大學海地化所所長，同時也是海洋中心災防組組長的林慧玲教授所帶領的工作團隊的努力下得以順利進行，國研院王永和副院長與海洋中心邱逢琛主任雙雙在致詞中表達了最深的感謝。

本次活動所展出的內容包括國立中山大學所屬的研究船海研三號，以及十多項用於海洋研究的精密探測儀器。現場還展示了受

到海下三千五百米深度水壓擠壓後縮小的保麗龍飲料杯，與原尺寸的保麗龍杯一起比較，讓參觀民眾直呼有趣。現場設計了連連看的小遊戲，配對正確的民眾可獲得主辦單位準備的紀念品，讓參觀民眾能了解儀器的用途，更學習到海洋科技新知。為期兩天的展出人潮不斷，估計超過千人，也都十分肯定這次展出，除了為夏日艷陽下的高雄，增添許多知識與趣味的海洋科學風情，更達成推展科普教育的目標。

颱風洪水研究中心籌備處

颱風籌備處與中央大學地科研究推動中心共同主辦「大氣科學研究規劃會議」



颱風洪水研究中心籌備處李清勝主任於大氣科學研究規劃會議中說明國研院災防領域科技能量提升課題。

國研院颱風中心籌備處與中央大學地球科學研究推動中心於2009年9月25、26日假國家高速網路與計算中心中部事業群大樓共同合辦「大氣科學研究規劃會議」，由行政院國家科學委員會大氣學門審議委員會召集人/台灣大學大氣科學系許晃雄教授主持，邀請國內大氣、水文、太空、物理

等相關科系教授、及中央研究院與氣象局專家約35人，共同探討大氣學門與相關研究機構發展近況、規劃方向及整合事宜，同時規劃未來五年及長期重要及重點研究議題（學門規劃、氣象前瞻研究），以及莫拉克颱風後國科會交辦之工作事項，包含氣象前瞻研究、莫拉克颱風科學報告、定量降水預報與雨量分級、莫拉克颱風國際學術研討會等。

會議中針對莫拉克颱風議題進行多項討論，討論重點包含強化關鍵觀測技術、加強利用現有的國內外觀測資料發展資料同化技術與系統、強化3~9小時雨量預報能力、提升本土氣象模式模擬與預報能力、針對歷史重大颱風個案進行事後預報建立多模式雨量定量預報系統、探討如何依據雨量作颱風分級、考慮季風系統與氣候變遷對於颱風預報的影響及短期內完成氣象前瞻研究之規劃。

另外，莫拉克颱風國際學術研討會將由本籌備處與台灣大學大氣科學系共同主辦，預計辦理時間為今年12月或明年元月。

國研科技 徵稿 啟事

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  October 2009 No. 24
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：邱逢琛、李穎昀、余憲政、林博文、苗君易、陳亮全、
梁善居、陸璟萍、葉俊雄、楊富量、楊龍杰、蔡克銓、
蔡定平、蔡俊輝、蔡深浩、蔡惠峰、魏慶隆

總編輯：陳明智

執行編輯：蔡智華

編輯小組：杜佳穎、吳佳穎、李玠樺、何鳳珍、吳靜文、邵守麗、
施美合、黃心寧、張嘉修、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>

美 藝 鑑 賞

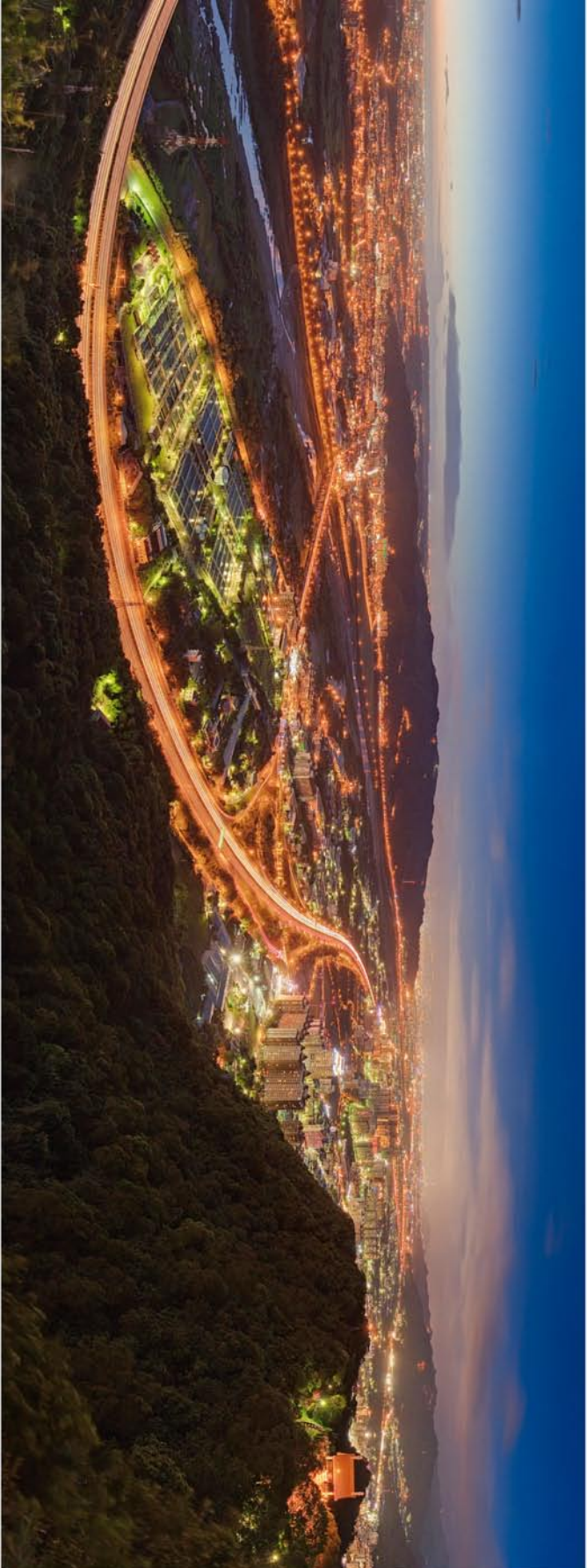
Yuanshan Night

相機 / Canon 5D Mark II,

EF 16-35mm f2.8L USM II

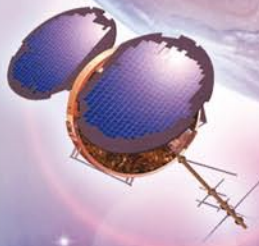
作品簡介 / 台北三峽鳶山頂視野遼闊，近瞰大漢溪、北二高與三鶯交流道，遠望桃園、八德、鶯歌、樹林、板橋與大台北，入夜後在萬家燈火與二高車跡的點綴下，更是閃閃動人。

作者簡介 / 林敏郎，國家地震工程研究中心副研究員。





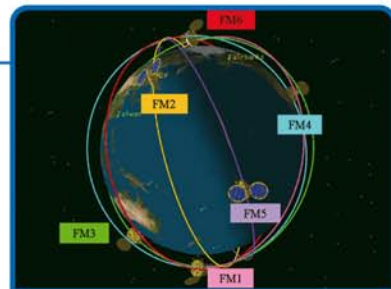
財團法人國家實驗研究院
國家太空中心



FORMOSAT-3 福爾摩沙衛星三號

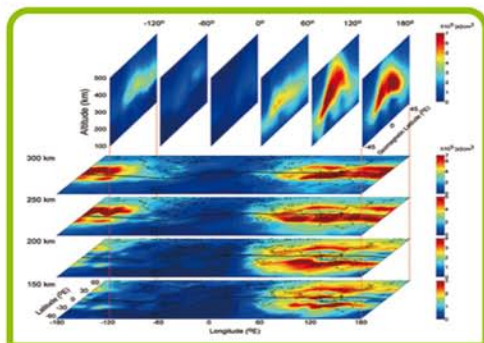
現況

福爾摩沙衛星三號自成功發射後，業已屆滿三年，截至目前累積的全球大氣有效資料點已突破2,005,000點，超過原科學任務的預期點數。福爾摩沙衛星三號資料吸引國際科學界注意，業有50個國家及1,165位研究人員使用，歐美亞等重要的氣象中心已正式納入其氣象預報系統。



電離層觀測

利用福爾摩沙衛星三號的掩星觀測資料，建立電離層三維結構，進行天氣研究。



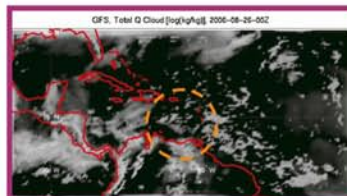
不同高度
電離層
電子濃度變化

大氣研究應用之一

福爾摩沙衛星三號大氣觀測資料應用於颱風形成之研究



真實情況



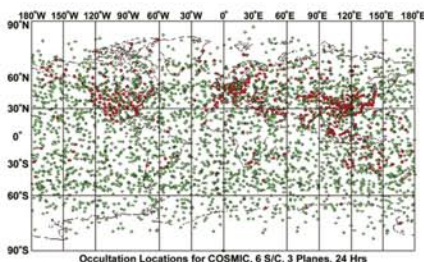
未使用福爾摩沙衛星三號
資料之模擬



使用福爾摩沙衛星三號
資料之模擬

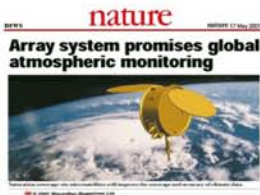
大氣研究應用之二

福爾摩沙衛星三號所提供的掩星資料觀測範圍涵蓋全球，彌補了海洋上空大氣觀測資料的不足。



紅色為地面觀測站分佈，綠色為福爾摩沙衛星三號一天所能提供之資料。

科學和應用的成果展現



NARL Quarterly

www.narl.org.tw