

國研 科技

July 2010

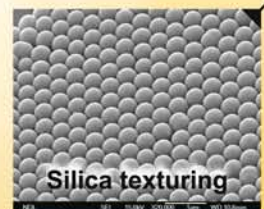
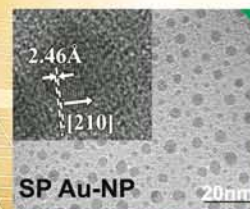
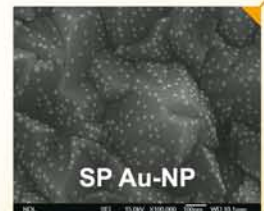
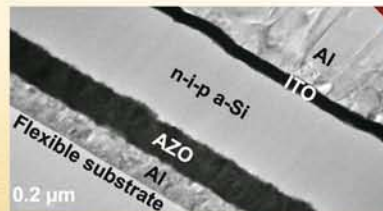
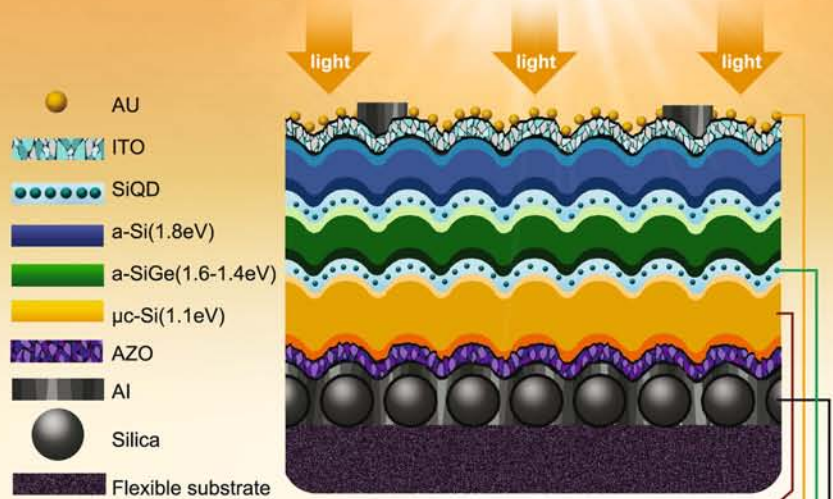
NARL QUARTERLY

27

| 專題企劃 | National Applied Research Laboratories

以國家奈米元件實驗室光電技術為基礎 邁向高效率太陽能電池發展

Thin-film nanotechnology for solar energy harvesting



- 低成本、高效率薄膜太陽能電池研發平台
- 可撓式矽薄膜太陽能電池
- 矽量子點綠色奈米材料應用於非揮發性記憶體及近紅外光偵測器
- 以氣液固法製作矽奈米線太陽能電池
- 以奈米材料技術發展第三代高效率薄膜太陽能電池
- 共蒸鍍製程技術發展銅銦鎵硒 (CIGS) 太陽能電池

編輯室報告



- 近年能源消耗遽增，導致嚴重溫室效應，如何利用新科技開發無（低）碳再生能源技術是 21 世紀科學界的重要使命，而太陽能無疑是最大無碳能源的供給來源。本院國家奈米元件實驗室為全世界首度整合粗造化表面及奈米金粒子至非晶矽太陽能電池中，其光電轉換效率高達 7.6% 者，相較於 Stanford University 於國際知名期刊（Nano Letters, 2010）發表之 4.7% 光電轉換效率，已超越世界領先研究團隊之水準。本期特別委請國家奈米元件實驗室提供「專題企劃」稿件，該實驗室於「低成本、高效率薄膜太陽能電池研發平台」、「可撻式矽薄膜太陽能電池」、「矽量子點綠色奈米材料應用於非揮發性記憶體及近紅外光偵測器」、「以氣液固法製作矽奈米線太陽能電池」、「以奈米材料技術發展第三代薄膜太陽能電池」、「共蒸鍍製程技術發展銅銦鎵硒（CIGS）太陽能電池」等篇章分享讀者該實驗室以光電技術及奈米技術為基礎，在薄膜太陽能電池研發方面的豐碩成果。
 - 本期「人物專訪」單元介紹本院國家地震工程研究中心張國鎮主任。2010 年初甫卸台下大土木系系主任職務便立刻接任本院國震中心首長的張主任表示，該中心過去以發展結構為主，未來，他將帶領同仁加強研發可應用於地震工程的新材料，並於參與國際合作進行實驗時，同步發展出國震中心的創新觀點。
 - 本期「美藝鑑賞」單元展出為油畫作品 – 向日葵，創作者為本院國家地震工程研究中心洪祥瑗小姐。向日葵富有朝氣並象徵生命力，創作者特意於作品中用飽滿的色彩表達每一朵花不同的姿態，將繽紛的花朵與沉穩、有歷史感的青花瓷瓶擺在一起，營造衝突的美感。
 - 感謝同仁踴躍投稿，本刊才得以呈現多元、豐富的內容。再次謝謝您的支持與鼓勵，如有任何建議，尚請不吝來函指正。
-



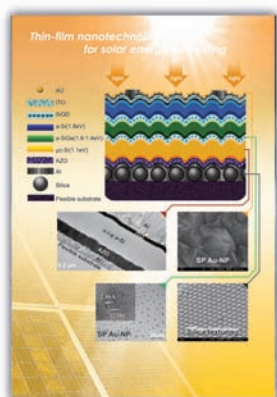
科技是驅策國家競爭力持續前進的動力，因應未來可能面臨的挑戰，本院各單位須以前瞻思維，適時擬定不同階段之發展策略，有效運用跨組織、跨中心資源，進行科技整合，扮演輔助推動社會進步與成長的力量。

本院不僅將持續擴大現有發展特色，同時亦逐步落實各中心之核心技術研發，如延伸福衛三號發展經驗，應用於福衛五號與七號衛星之自主研發計畫、推動「15奈米元件關鍵技術研發平台」及「科技研發服務雲端平台」等，奠定本院於前瞻科技與智慧型產業發展之潛能；本院除動物中心北部及南部設施，均獲實驗動物管理國際認證（AAALAC）外，也成功的加入「守望亞洲（Sentinal Asia）」之國際地球觀測與防救災網絡，未來將可與亞太各國分享即時衛星影像，有助於將我國天然災害監測訊息，迅速傳遞至救難單位，進一步強化預警機制或災後重建之所需。

同時，本院廳洪中心籌備處亦與中央大學等合作進行「移動式降雨雷達觀測實驗」，並邀集氣象局、水利署、水保局與學研機構，召開廳洪災害潛勢區之豪雨監測雷達建置規劃會議，對提升氣象單位降雨預報結果之精準度做出貢獻；本院災防中心也加緊腳步建立「基礎災害決策支援系統」，整合各單位之監測與災情資料於單一平台，在汛期來臨時提供防災指揮官研判與決策之參考，支援政府落實防災整備之工作。

面對下一個新階段的挑戰，本院除積極規畫未來十年之災防科技發展方案，同時也結合動物、儀科及晶片等中心之核心技術，支援「新竹生醫園區」之相關研究與產品研發。在有限資源中，本人謹以「創新活力」及「行動效率」和同仁共勉，貫徹執行力，走出國研院的新格局！

院長



封面故事 NO. 27

本期專題企劃國家奈米元件實驗室以光電技術及奈米技術為基礎，在薄膜太陽能電池方面，為全世界首度整合粗糙化表面及奈米金粒子至非晶矽太陽能電池中，其光電轉換效率高達 7.6%，相較於 Stanford University 於國際知名期刊 (Nano Letters, 2010) 發表之 4.7% 光電轉換效率，已超越世界領先研究團隊之水準。而此具大量製造、低溫製程及大面積特性之奈米粒子合成/自組裝技術，除應用於矽基太陽能電池外，未來將可應用於可撓式基板材料上，有效提昇太陽能電池的應用價值。

院長的話

專利上架

- 4 耦合式調諧質量阻尼器**
— 林瑞良、蔡克銓、莊勝智、游宜哲

專題企劃

以國家奈米元件實驗室光電技術為基礎 邁向高效率太陽能電池發展

- 8 低成本、高效率薄膜太陽能電池研發平台**
— 謝嘉民
- 12 可撓式矽薄膜太陽能電池**
— 沈昌宏、謝嘉民
- 23 矽量子點綠色奈米材料應用於非揮發性記憶體及近紅外光偵測器**
— 游文謙、謝嘉民
- 34 以氣液固法製作矽奈米線太陽能電池**
— 薛丁仁、林修毅
- 44 以奈米材料技術發展第三代高效率薄膜太陽能電池**
— 黃文賢、陳彥佑、游文謙、沈昌宏、謝嘉民
- 52 共蒸鍍製程技術發展銅銦鎵硒 (CIGS) 太陽能電池**
— 蕭育仁、謝嘉民、沈昌宏、薛丁仁、葉祐名

尖端科技

- 58 60GHz IPD Yagi Antenna 設計**
— 涂志和
- 67 使用 System Verilog 建立系統晶片設計驗證環境**
— 林辰諺

科技交流

- 76 多顯卡 3D 影像雲端服務系統可用率自動檢測**
— 萬建明、葉昌偉、謝昌煥
- 83 台灣各主要小鼠生產單位之近親品系、同源近親品系小鼠遺傳背景普查**
— 黃苡璋、靖永皓
- 89 混合式網路告警關聯分析系統之研發**
— 陳慧敏

95 整合型科技計畫策略規劃概要

— 李珊珊、李翎竹、鄒鏡生

103 T 頭鋼筋梁柱接頭錨定行為研究

— 林克強、陳政宇

人物專訪**108** 走不一樣的創新路

專訪國家地震工程研究中心主任張國鎮

— 國家實驗研究院

科技小百科**110** 海洋觀測雷達科技－利用地波雷達觀測之 CODAR 系統

— 楊文昌

114 何謂「關鍵基礎設施安全防護」？

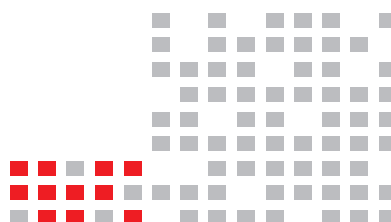
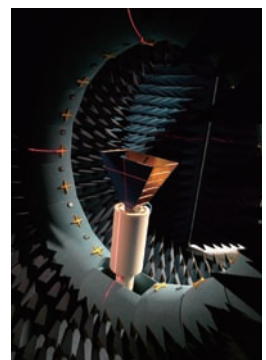
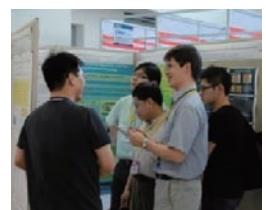
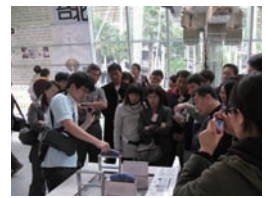
— 蘇昭郎

活動報導**116** 「2010 奈米元件技術研討會」暨「台灣半導體未來論壇」報導

— 黃心寧

120 赴美參加 I²MTC 研討會

— 陳俊仁

各實驗室動態**122** 國家實驗研究院**122** 國家奈米元件實驗室**123** 國家實驗動物中心**123** 國家地震工程研究中心**124** 國家太空中心**124** 國家高速網路與計算中心**125** 國家晶片系統設計中心**125** 儀器科技研究中心**126** 科技政策研究與資訊中心**126** 國家災害防救科技中心**127** 台灣海洋科技研究中心**127** 颱風洪水研究中心籌備處

專利上架

Patent Showcase

耦合式調諧質量阻尼器

文/圖 林瑞良、蔡克銓、莊勝智、游宜哲 國家地震工程研究中心

國研院改制財團法人後，研發成果之推廣亦益形重要，本專欄將定期報導本院最新研發成果資訊與內容，以期建構本院與國內各界技術媒合平台，落實本院研發成果之應用及商品化。對本專欄之專刊技術有興趣者，請連絡國研院業務推廣室-蔡智華小姐 chtsai@narl.org.tw。

發明背景

舉世聞名的台北 101 大樓，不僅是以其建築高度傲視全球，另一個觀光客必看的台北 101 大樓特色即是懸掛於建築物頂部的大球體，此一直徑 5.5 公尺重達 660 公噸的大球體正式名稱為「調諧質量阻尼器」(Tuned Mass Damper，簡稱 TMD)，為目前世界上最大的單一調諧質量阻尼器。TMD 的功用是在降低風力與地震力

所引起的大樓振動，以保護結構體的安全與增加使用者的舒適性。有關 TMD 的研究可以上溯至 1928 年 Den Hartog 為了降低機械振動所提出的阻尼器的基本原理與相關參數最佳化的方法。目前已有各種形式的 TMD 安裝於全球各地的結構體中，例如紐約花旗集團辦公大樓 (1970's) 與上海全球金融中心 (2008) 等。

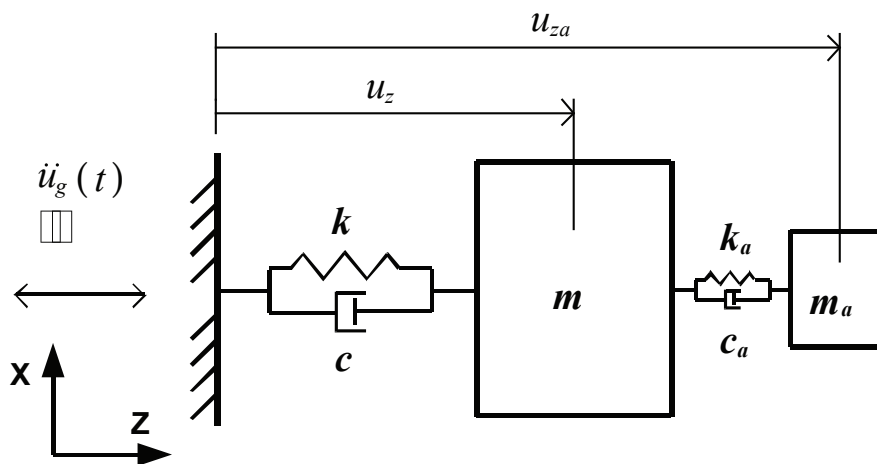


圖 1 TMD 基本原理示意圖。

TMD 的基本原理如圖 1 所示。TMD 是被設計為以接近於主體結構的振動頻率進行振動，並且將大部分輸入到由主體結構與 TMD 所構成的組合系統的能量經由 TMD 的阻尼消散出去，因此 TMD 可以降低主體結構的振動幅度。傳統的 TMD 是被設計成可以進行單向或雙向式的水平擺動，以控制主體結構在水平方向上的振動。然而，有越來越多的建築因為考量建築造形與使用功能上的需求，導致結構體在平面上具有不對稱性，此種所謂的平面不對稱性即是結構的質量中心與勁度中心不在相同的位置上，此一特性會造成結構在地震引致的慣性力作用下，同時產生平移與旋轉的振動。此種平移與旋轉同

時產生的振動即稱為耦合式的振動（coupled vibration）。針對平面不對稱結構的 TMD 設計，傳統上是採用兩個或多個單向擺動的 TMD（multiple TMD，簡稱 MTMD）以控制主體結構的耦合式振動（圖 2）。MTMD 的設計除了要考慮傳統單一個 TMD 的參數設計，還必須額外考慮 TMD 的數目、各個 TMD 的間距、所有 TMD 的頻寬、MTMD 的勁度中心與主體結構的質量中心的相對位置等問題，並且必須將這些參數進行最佳化的選取。從目前可得到的研究文獻中發現似乎尚無一套標準且簡易的 MTMD 設計方法，故對於工程師而言，採用 MTMD 以控制平面不對稱結構的耦合式振動確實是一大挑戰。

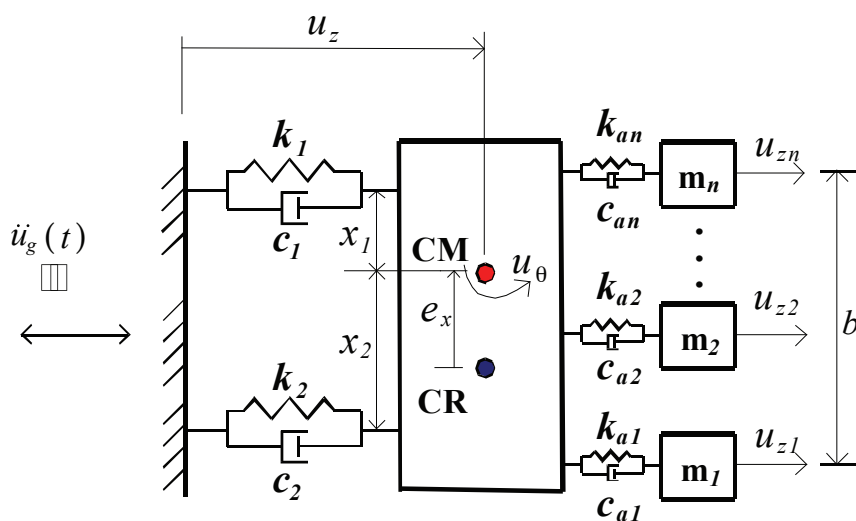


圖 2 MTMD 基本原理示意圖。

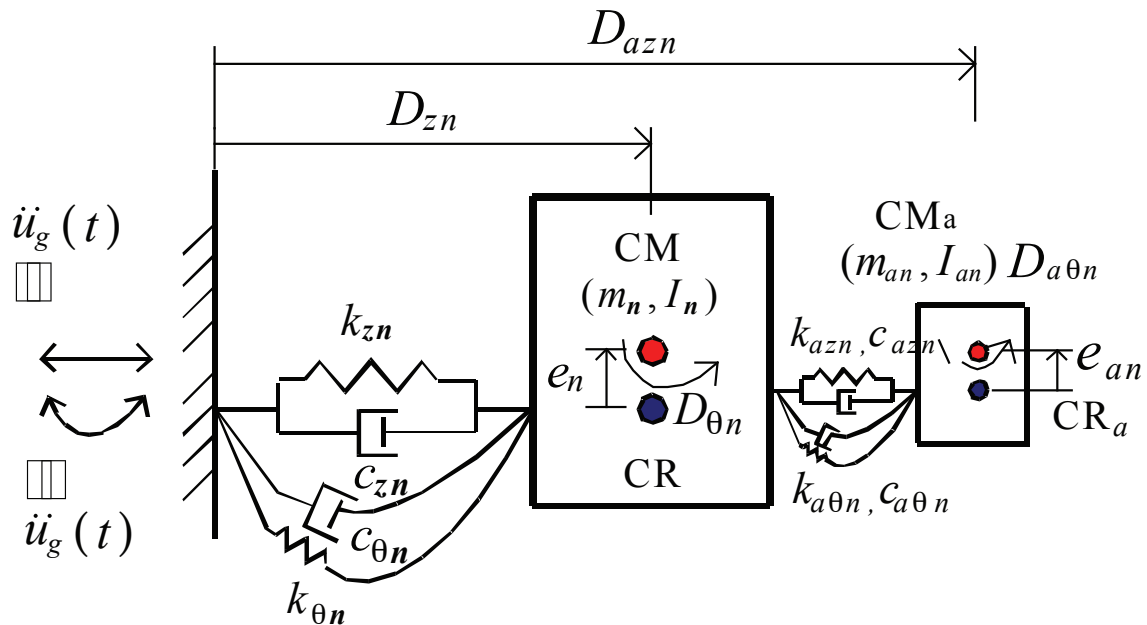


圖3 CTMD 基本原理示意圖。

專利介紹

此項專利的想法就是既然結構體的振動形式是耦合的，則採用的 TMD 的振動形式也應該是耦合的，亦即 TMD 本身也是要能夠又平移又旋轉，才能夠對症下藥。即所謂「以其人之道還治其人」，此一新型的 TMD 即稱為耦合式調諧質量阻尼器（Coupled TMD，簡稱 CTMD），基本原理如圖 3 所示。CTMD 的設計目標是控制平面不對稱結構的某一個振態（vibration mode）所產生的振動，從而降低結構的總振動量。從

結構動力學可知平面不對稱結構的每一個振形（mode shape）同時具有平移與旋轉的分量，故有別於傳統的單自由度振態運動方程式是將振態的平移與旋轉的特性合為一體，首先，我們將全結構有關平移與旋轉的特性作適當的切割，進而可以推求得到兩個自由度的振態運動方程式，故由此新的振態運動方程式即可得知振態的平移與旋轉的特性值。其次，對於採用 CTMD 控制兩個自由度振態的參數進行最佳化設計，結果顯

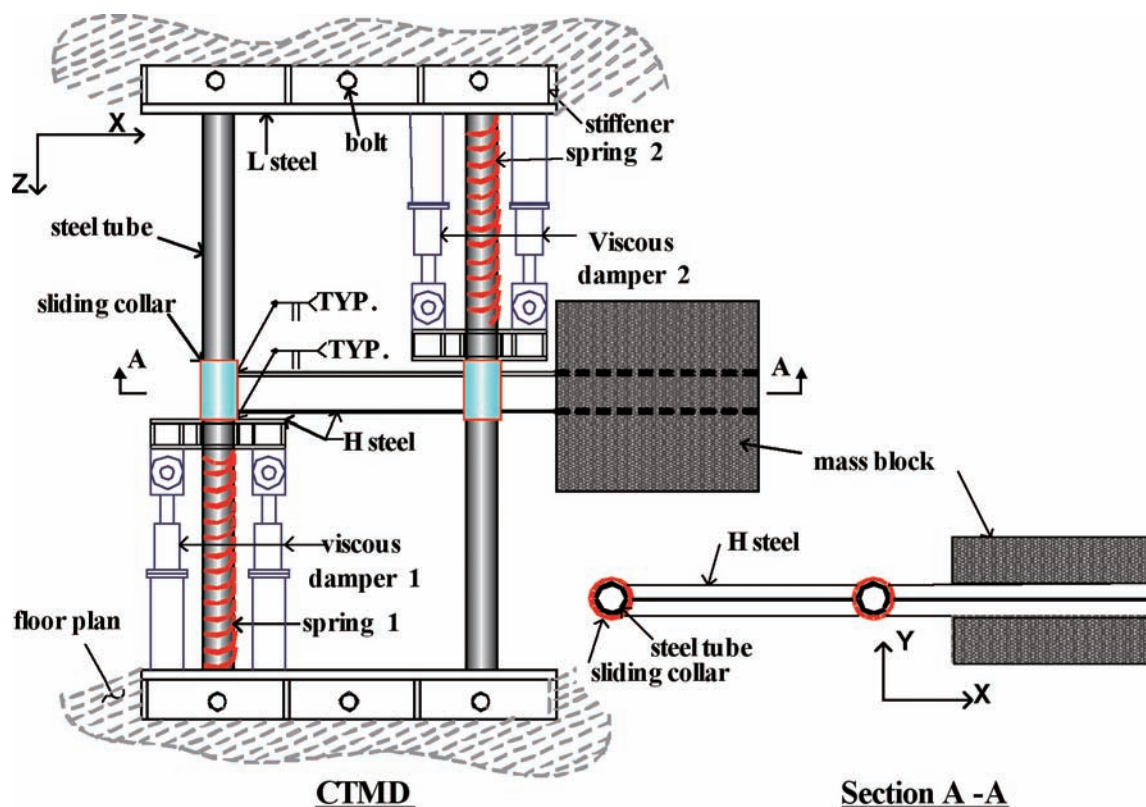


圖4 CTMD 構造示意圖。

示如同傳統單一的 TMD，CTMD 須要最佳化的參數只有兩個，並且能夠從相對應的 TMD 最佳化參數中經過簡單的計算即可求得。最後，我們將 CTMD 在控制兩個自由度振態時的特性值作適當的轉換，進而可以求得當 CTMD 安裝於實際單向平面不對稱建築的某一層樓以控制該建築某一個振態時的所有 CTMD 的特性值。CTMD 的構造示意圖如圖 4 所示。

結語

此項專利提出了以 CTMD 進行單向平面不對稱結構的振態控制的作法。未來發展的重點是在 CTMD 的製造與推廣，使工業界能夠樂於採用 CTMD。另一方面，應該對於最普遍的雙向平面不對稱結構受雙向地震力作用的情形進行相關的阻尼器的研究。

尖端科技

State-of-the-art Science and Technology

60GHz IPD Yagi Antenna 設計

文/圖 涂志和 國家晶片系統設計中心

前言

目前美國聯邦通訊委員會 (FCC) 保留 57-64GHz 之頻帶作為無須申請執照之無線通訊應用，如圖 1 所示為目前市面上最為熱門及普遍應用的無線通訊系統傳輸速率比較圖。

60GHz 的頻帶除了頻寬很大外 (5-7GHz)，其衰減的特性，根據 Friis 公式可知，衰減量每公里為數十 dB，因此此頻帶僅能應用於短距離通訊。毫米波應用上的另一個優點為天線可以有效地縮小化，甚至可以將其整合於晶片上。

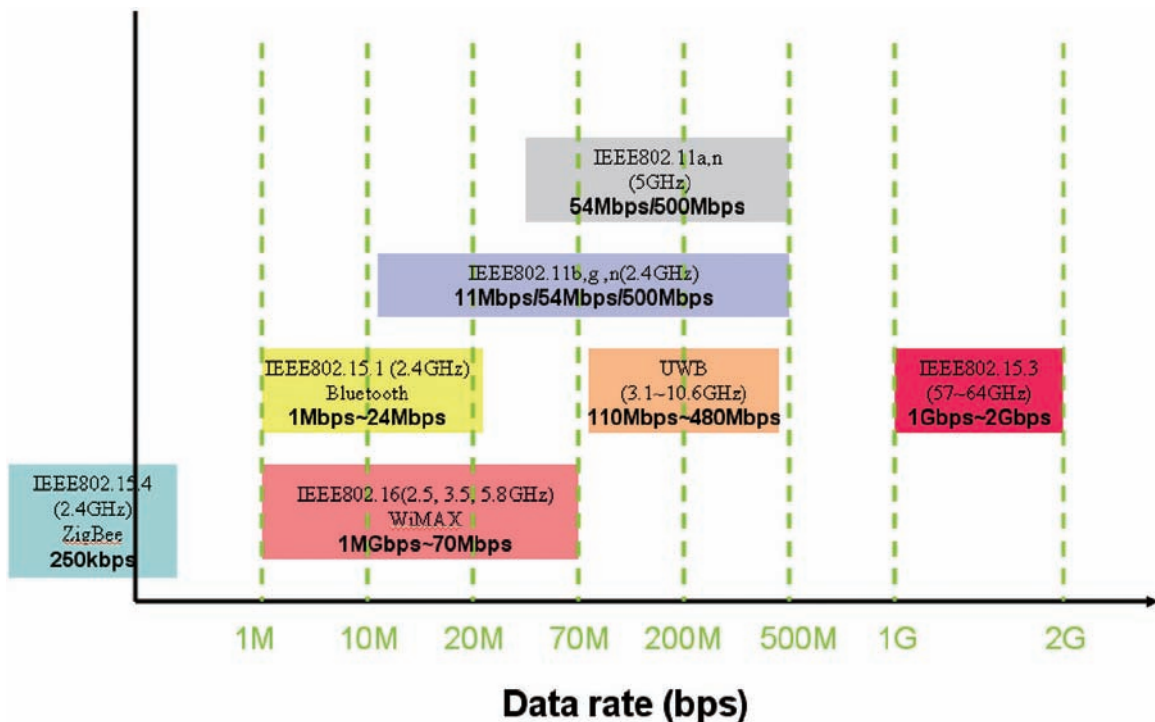


圖 1 無線通訊系統傳輸速率比較圖。

無線通訊推動被動元件之成長，IPD 製程之整合式元件為未來設計之趨勢，將在電子產品應用上漸嶄露頭角。因為目前被動元件在要求輕薄短小的可攜式電子產品上，雖以晶片型分離式元件（Discrete Components）為發展重心，但由於這一類的元件仍有其發展限制（如元件的切割及相關表面黏著設備之搭配等），而整合式元件之製程及封裝技術已逐漸成熟，且可以達到多層式 3D 結構之封裝，致使其逐漸受到青睞。

IPD 製程的優點為介質損耗較小且價格便宜，因此本文利用 IPD 製程實現 60GHz WPAN 通訊頻段之天線。天線架構上採具高增益及高指向性之八木天線（Yagi antenna）架構，饋入方面採用共平面波導 CPW 饋入，再使用傳輸線作阻抗轉換，最後再利用 Micro-strip Line via hole balun 激發二分之一波長偶極天線使之產生 60GHz 毫米波，將此毫米波藉由反射

器（Reflector）及指向器（Director）結構放射出。於設計過程我們整合 Ansoft HFSS 及 Cadence 軟體平台進行 Layout 及模擬設計，又此設計形式除了因為高增益及高指向性之優點外，在如圖 2 On-Wafer 量測上，當兩相同天線面對面角度擺放，此時剛好可得到天線的理想最高增益，因此可以很方便將天線增益透過 Friis 公式 [1] 之協助將其求出，且 Friis 公式之換算未來亦可應用於場型量測上之校準參考，便於 60GHz WPAN 天線場型量測平台之開發驗證。

天線設計

八木-宇田（Yagi-Uda）天線是在 1927 及 1928 由日本兩位科學家「八木秀次」（Hidetugu Yagi）教授及「宇田新太郎」（Shintaro Uda）講師所發明，後改稱為八木-宇田（Yagi-Uda）天線；不過，大家習慣上還是稱作八木天線（Yagi antenna）。

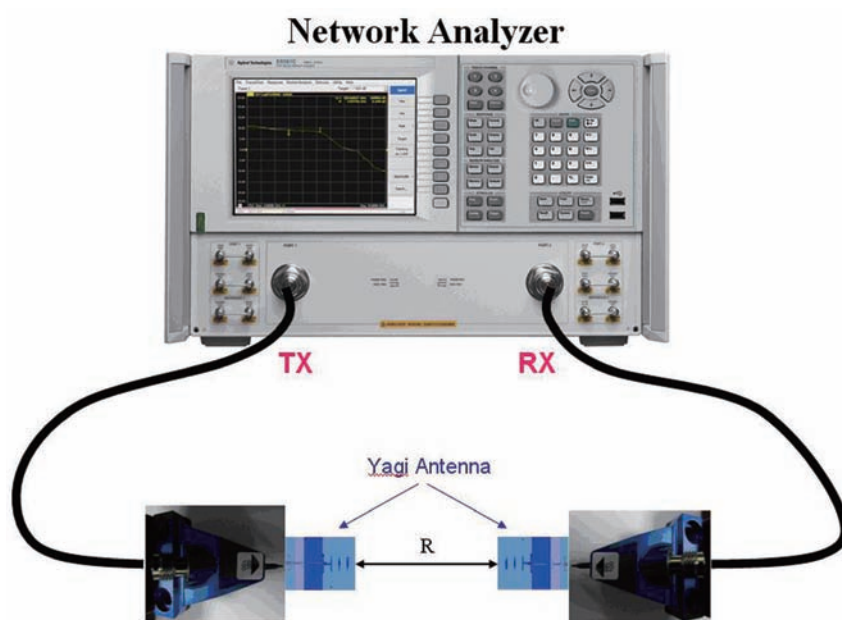


圖 2 Yagi 天線之 S 參數及增益量測環境示意圖。

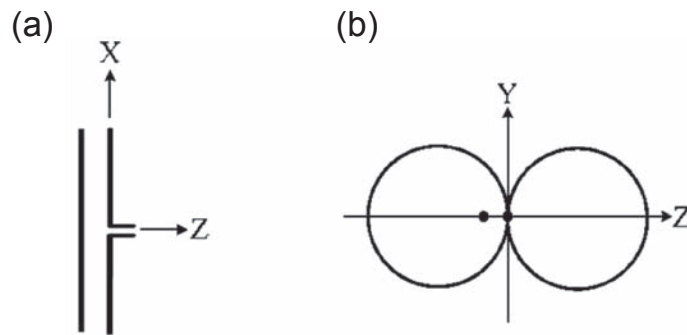


圖3 半波偶極子天線之二元素陣：(a) 陣示意圖、(b) H-plane。

一個基本的八木天線包含了三個元件：供電之源振子 (driver)，一般是使用偶極子天線；一個較源振子略長的反射器 (reflector) 及一個較源振子略短的引向器 (director)。八木天線具有很好的方向性，也有較偶極子天線較高的增益。八木天線的主要優點是結構簡單、體積小、饋入方便；而缺點是計算複雜、調整困難。為了解八木天線之基本動作原，首先使用一個半波長偶極子天線當作源振子，另外使用一個與源振子等長之無供電寄生元件置放於源振子左邊，以形成一個陣列 (array) 形式，如圖 3 (a) 所示。當寄生元件非常靠近源振子時，此元件會因為源振子而被感應出大約與激發電場振幅大小相同的電

場，因此在寄生元件上之入射電場 ($E_{incident}$) 為：

$$\mathbf{E}_{incident} = \mathbf{E}_{driver}$$

因為從源振子到達寄生元件之電場是與其為切線方向，而在一個完全導體之切線上總電場為 0，因此在寄生元件上會感應出與激發電振幅大小相同但 180 度相位差之電流。所以，在寄生元件上之切線總電場為 0，或表示為 $E_{incident} + E_{parasit} = 0$ ，再由下式可得：

$$\mathbf{E}_{parasit} = -\mathbf{E}_{incident} = -\mathbf{E}_{driver}$$

參考 [2、3] 中陣列理論，可得知此二元素陣列 (two element array) 能得到較集中之輻射

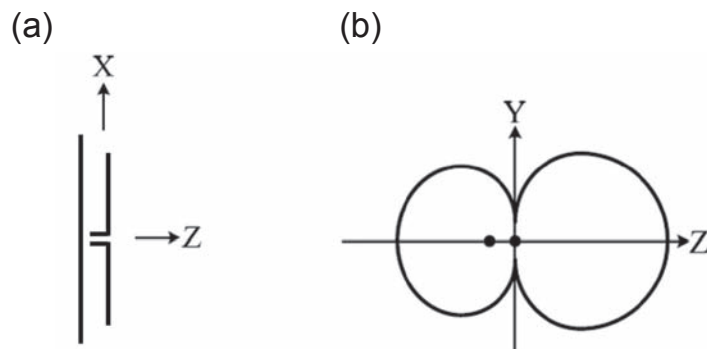
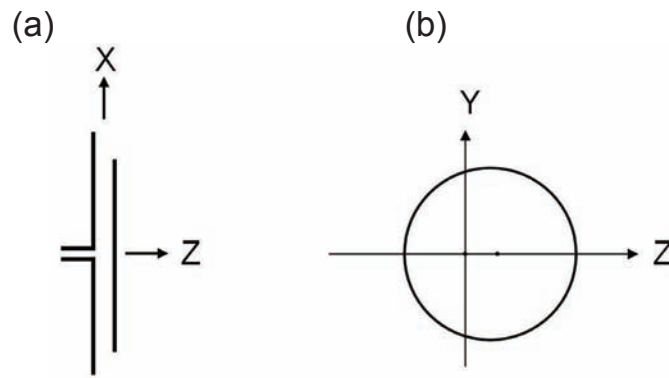


圖4 含反射器之八木天線：(a) 示意圖、(b) H-plane^[4]。

圖5 含引向器之八木天線：(a) 示意圖、(b) H-plane^[4]。

場型 (end-fire pattern)，其輻射場型如圖 3 (b) 所示。

若增加寄生元件的長度，且同樣置放在源振子之左邊，如圖 4 所示，可發現原本向兩邊集中之輻射場型，已改變為往其中單一方向集中，此響應可由圖 4 (b) 得知，其輻射場型是由寄生元件往源振子之方向集中，因此，此種寄生元件稱為反射器 (reflector)。接著縮短寄生元件的長度，但寄生元件置放在源振子之右邊，如圖 5 所示，可發現此種擺法的影響很類似使用反射器的情況，其射場型同樣往同一方向更集中；由圖 5 (b) 發現，其輻射場型是由源振子

往寄生元件之方向更集中，因此，此種寄生元件稱為引向器 (director)。所以，若要使得輻射場型往單一方向集中，可在源振子之兩邊同時使用反射器及引向器。一個基本三元素的八木天線如圖 6 所示，即為包含反射器及引向器之八木天線，其源振子長度為 0.46λ 、反射器長度為 0.475λ 、引向器長度為 0.44λ ，而彼此之間距為 0.25λ ，金屬線之半徑為 0.01λ 。E-plane 及 H-plane 如圖 6 (b)、圖 6 (c) 所示。

圖 7 為一般八木天線結構及元素數目與天線增益之關係圖。反射器與源振子之間的距離 S_R 最佳值約為 0.15λ 至 0.25λ 之間；引向器與

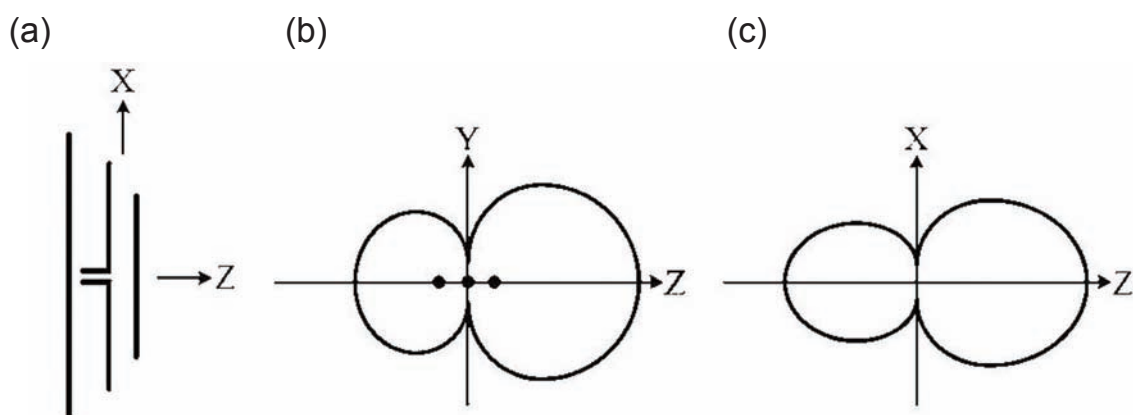


圖6 三元素之八木天線：(a) 示意圖、(b) H-plane、(c) E-plane。

引向器之間的距離 S_D 一般為 0.2λ 至 0.35λ 之間^[4]，且引向器長度 L_D 約較源振子長度 L 短 10% 至 20%。反射器與源振子之間的距離及引向器與引向器之間的距離為 $S_R = S_D = 0.15\lambda$ 。由圖發現，當數目 N 增加到 4 時，其天線增益以 1 dB 在遞增；但當數目 N 增加到 9 或 10 時，其天線增益只以 0.2 dB 在遞增。因此得知，並非引向器越多，其增益就越

高，而是會達到極限的，當引向器增加超過五個之後，會有體積變大、成本也隨著提高等問題。另外，反射器之數目增加，其增益變化不大，因此較少被討論。

接著我們再利用 Micro-strip Line via Hole Balun 技術^[1、5]，如圖 8 所示，方便我們在於晶片上做天線設計。

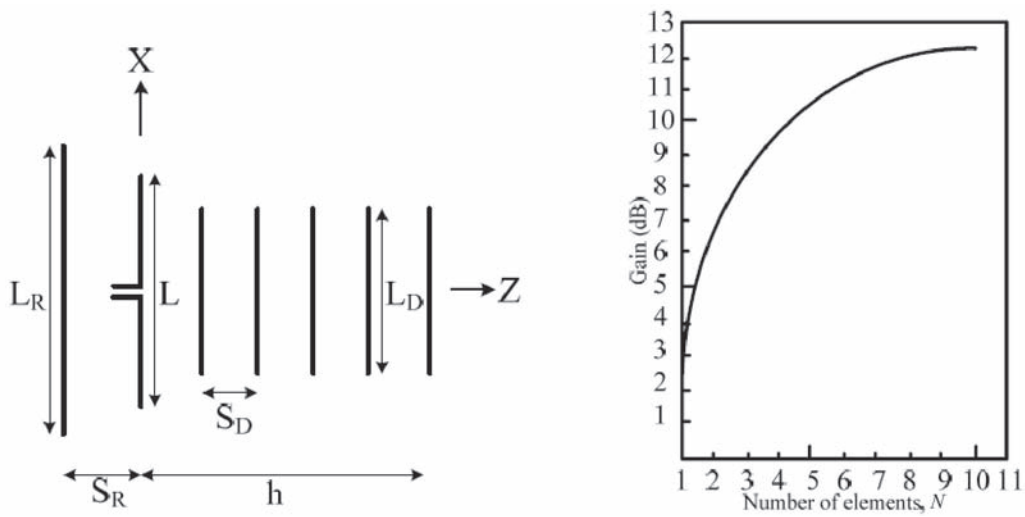


圖 7 一般八木天線示意圖及元素目與增之關係圖^[4]。

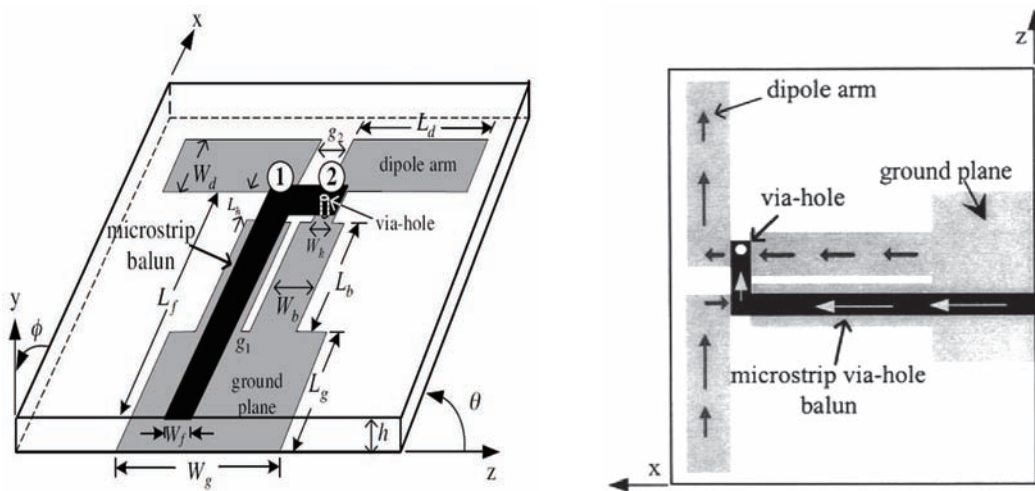


圖 8 Micro-strip Line via hole balun 穿孔連結型微帶線轉換器。

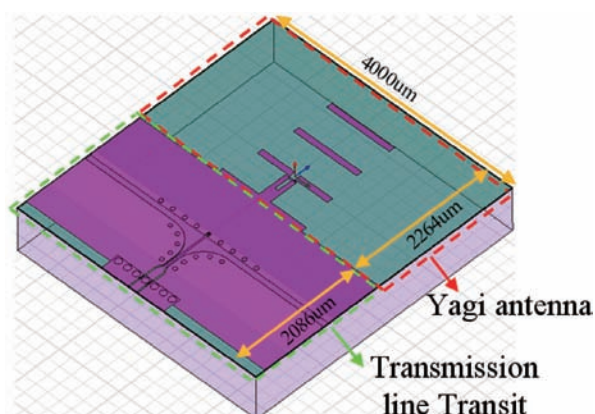


圖9 IPD Yagi Antenna 3D 結構圖。

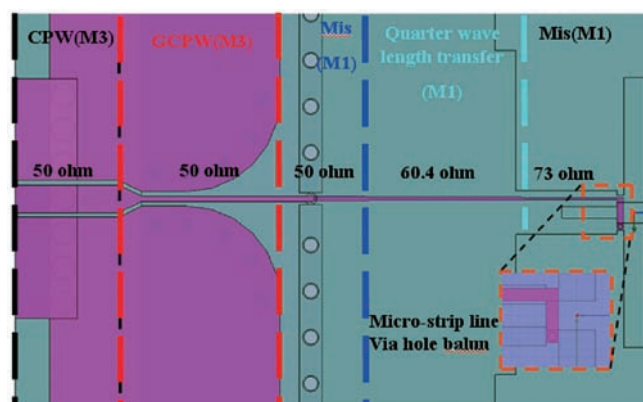


圖10 IPD Yagi Antenna 阻抗示意圖。

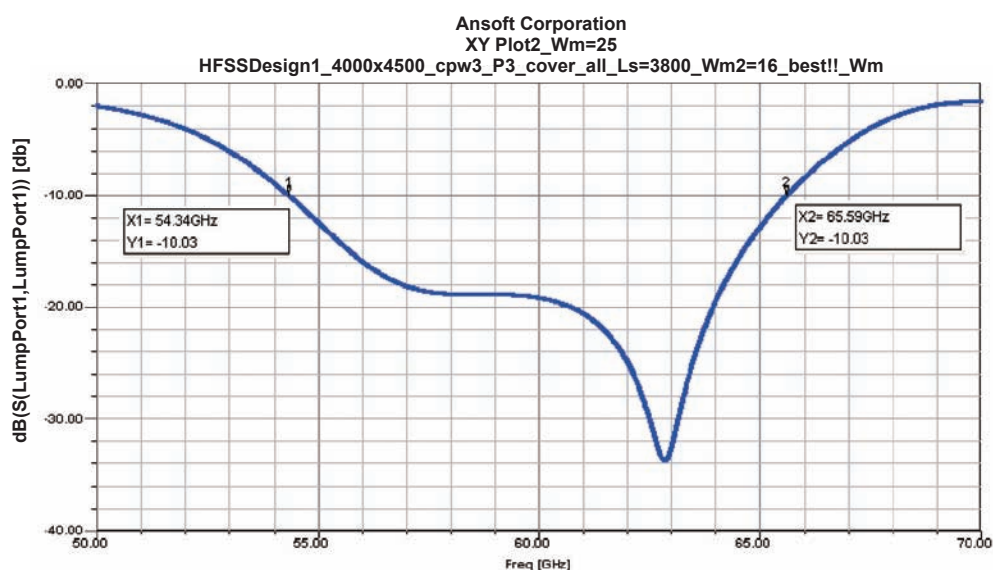


圖11 模擬之回歸損耗比 (Return Loss)。

最後，我們利用 IPD 的製程參數，設計一頻率含蓋 60GHz IPD Yagi 天線，天線 3D 立體結構圖如圖 9，阻抗示意圖如圖 10 所示，整體面積約 $4000 \times 4350 \times 724 \mu\text{m}^3$ 。饋入方面採用 Micro-strip Line via Hole Balun 激發二分之一波長偶極天線，將所激發毫米波利用擺在偶極天線前方的指向器結構產生高指向性且高增益之 60GHz 電波。

天線模擬結果

圖 11 為以 Ansoft HFSS 3D 模擬軟體進行回歸損耗比之模擬，此頻寬約有 11.2GHz，諧振頻率可含蓋 60GHz 通訊頻帶。圖 12 為此天線在 60GHz 之電場分佈圖，可看出電場由 Dipole 激發後，往後方的電場可由 Reflector 反彈往前；而往前的電場可耦合至 Director，讓電場能量集中向前，造成集中天線益的效果。

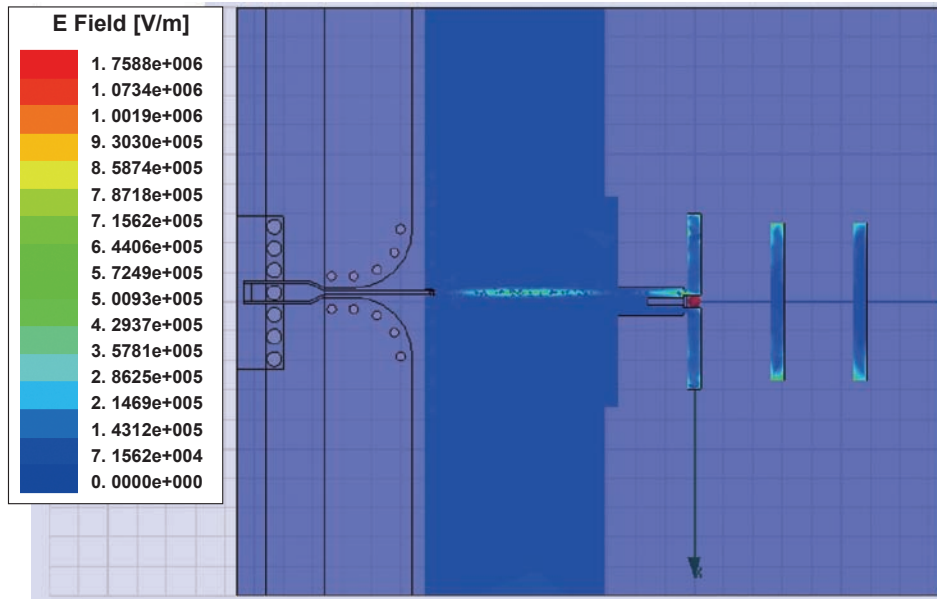


圖 12 電場分佈圖 @60GHz。

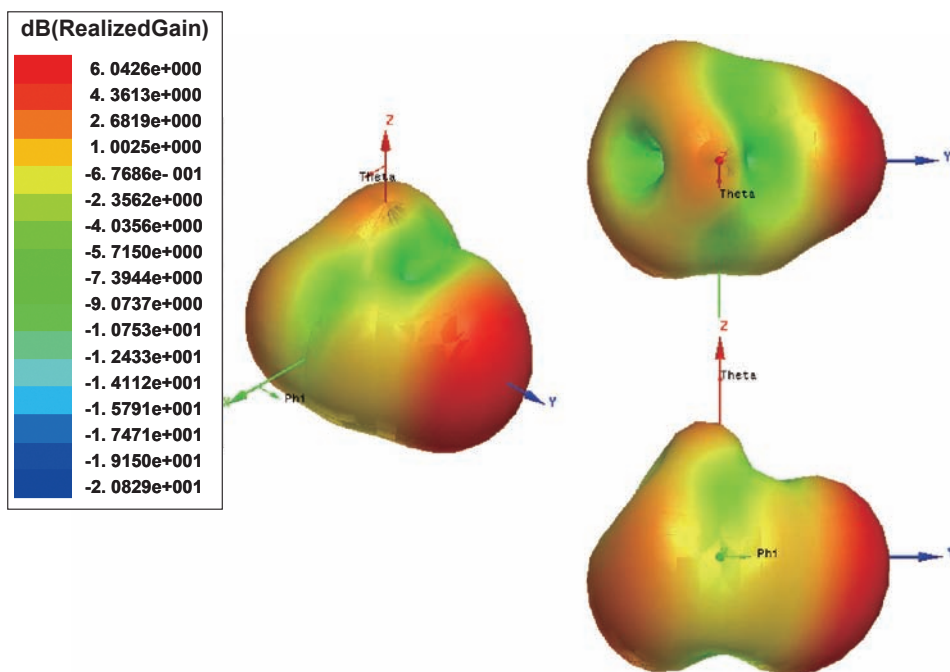


圖 13 3D 增益場形圖。

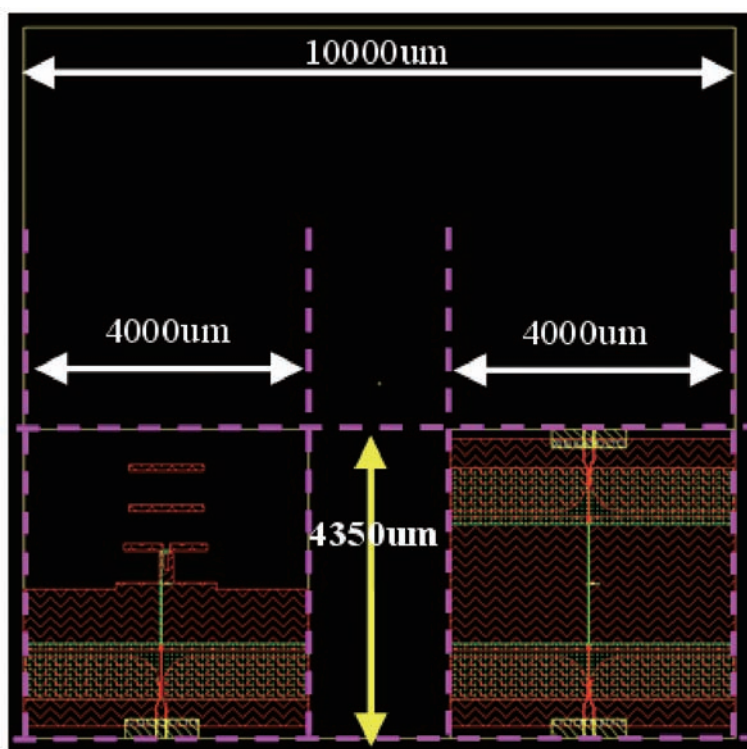


圖 14 下線 layout 圖。

圖 13 為天線增益場形圖，其最高增益可達約為 6 dBi。此天線場型跟理想之 Yagi 八木天線比較上仍有差異，這是因為設計過程中，為了考量天線場型量測治具接頭為 V-Connecter，故需加上轉接線（transmission line transit），再透過 Bond-Wire 方式連接到治具轉板，此路徑所造成之能量些微向後方發散的情況，但仍具有 Yagi 天線之型態。

圖 14 為藉由 Ansoft HFSS 將 GDS 檔案輸出至 Cadence 軟體平台之 IPD 晶片天線 layout 圖，並於此平台進行製程規範驗證，圖 14 左邊為 60GHz Yagi 天線、右邊為校正用傳輸線，主要為了能實際量測其多段傳輸線轉換之間的損耗，以進行 de-embedding 得到天線真正的增益值。

天線量測環境

天線的設計及量測平台是發展完整無線通訊系統不可或缺的一環，故國家晶片系統設計中心（下稱晶片中心）從原本開發建置及提供 IC 電路設計實作平台與量測環境外，於 2009 年開始引進 0.8~18GHz 天線 3D 輻射場型量測系統，並陸續建置相關天線量測技術環境，預計於 2010 年底前提供學術界此平台之量測服務，且計劃著手於 57-64GHz 頻帶之晶片型天線設計平台及電磁輻射場型量測環境之技術開發與建置，進而搭配此頻段之電路研發環境及系統級封裝 System-in-Package (SiP) 技術進行異質晶片整合，以建構完整之 60GHz 系統研發環境為目標，提升國內學術界無線通訊研發環境之能量。圖 15 為晶片中心所建構之 0.8~18GHz 天線 3D 輻射場型量測系統。

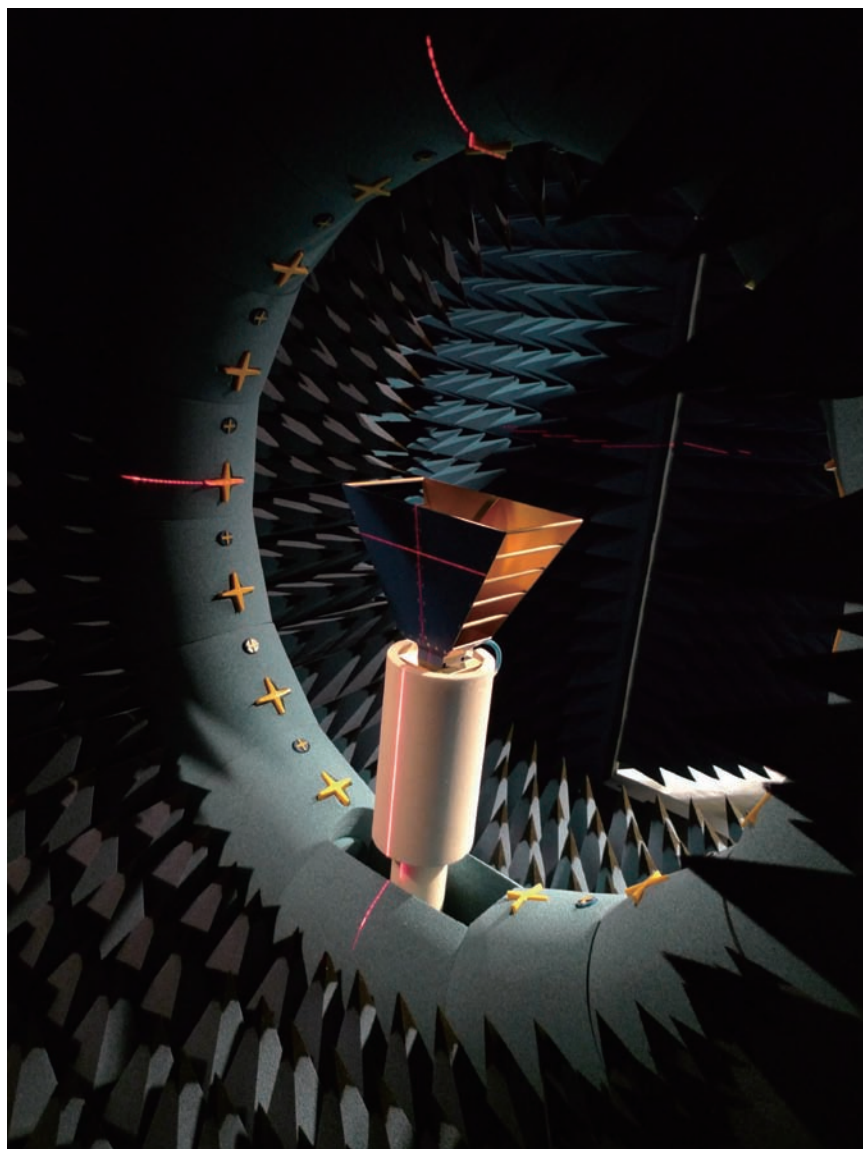


圖 15 晶片中心 0.8~18GHz 天線 3D 輻射場型量測系統。

參考資料

- [1] Huey-Ru Chuang, and Liang-Chen Kuo, "3-D FDTD Design Analysis of a 2.4-GHz Polarization-Diversity Printed Dipole Antenna With Integrated Balun and Polarization-Switching Circuit for WLAN and Wireless Communication Applications" IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 51, no. 2, pp. 374-381, Feb. 2003.
- [2] Hiroshi Uchimura, Naoyuki Shino, and Kentarou Miyazato, "Novel circular polarized antenna array substrates for 60GHz-band" , IEEE MTT-S International Microwave, 2005.
- [3] "Antenna Theory and Design" , Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele.
- [4] C. A. Balanis, "Antenna Theory : Analysis and Design" , 3rd ed. New York: Wiley, 2005.
- [5] D. Edward and D. Rees, "A broadband printed dipole with integrated balun" , Microwave Journal, pp. 339-344, May 1987.

使用 System Verilog 建立系統晶片設計驗證環境

文/圖 林辰諺 國家晶片系統設計中心

摘要

System Verilog 是一個整合設計與驗證的程式語言，使晶片的設計與驗證的流程得以在單一的語言完成，在本文中，我們介紹了 CRV (Constraint-Random Verification) 驗證方法與階層式驗證環境的概念，並介紹基於 System Verilog 之驗證用函式庫-VMM，利用標準的驗證函式庫進行系統電路驗證環境之建置，透過標準化的驗證環境可快速的建立可重複使用與易於修改的驗證環境。

簡介

系統單晶片 (System-On-Chip, SoC) 的設計隨著製程的進步，每顆晶片可容納的電路迅速增加，驗證的複雜度也隨之增加，目前的單晶片系統 (圖1) 內可能包含一個或數個處理器 (Processor)、DSP 加速器、記憶體控制單元與周邊控制電路等，完整的驗證系統功能越來越困難，在晶片設計流程中，約有 70%~80% 的時間會花在功能驗證 (Functional Verification) 上，功能驗證儼然成為晶片設計重要的課題之一。

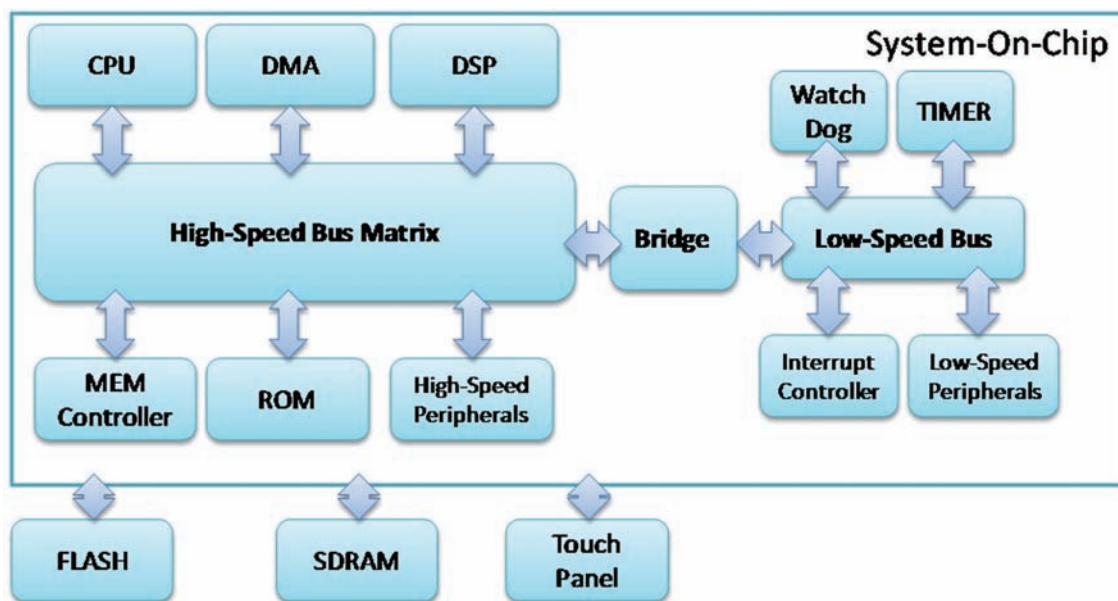


圖 1 單晶片系統範例。

晶片設計的流程從系統的構想與演算法的開發開始直到規格的建立與實現，每個過程都是一個轉換的動作（圖2），如何確保每個步驟轉換後功能正確就是功能驗證（Functional Verification）的主要工作。此外，現今複雜的系統皆由多人的團隊合作完成，如何快速的建立與整合一個通用的驗證環境亦是一大考驗。過去我們使用 C++ 等高階程式語言來建構設計架構與演算法的模型，在實現硬體的階段使用 Verilog 或 VHDL 等硬體描述語言，並且需要重新使用硬體描述語言建立驗證用的模型與環境，這使得我們在設計流程中改善與修正系統架構時需要對每個步驟的模型進行修正，此外硬體與驗證工程師必須學會不同的程式語言與函式庫，因此我們需要一種可在晶片設計流程中通用的程式語言。

System Verilog 是一個整合設計與驗證的語言，它除了提供一些較抽象化的硬體設計語法外亦導入了物件導向程式設計（Object-Oriented Programming, OOP）的概念，在系統層次撰寫的模型（System-Level Models）可直接在設計流程中其他層次使用，使得 System Verilog 可以在更高的抽象層次進行驗證。

SoC 驗證流程（Verification Process）

現今的 SoC 設計為了執行許多不同的任務使得硬體內包含了許多 IP，我們需要針對每個 IP 作驗證外，亦需要系統的整體驗證，過去硬體工程師直接針對 IP 的每個功能撰寫直接測試樣本（Direct Test），在現今複雜的 SoC 裡要建立這麼多的測試條件（Test Case）將變得非常不容易且需要花相當長的時間。因此，以隨機的方式產生測試樣本的概念開始被提出來使用，隨機樣本可以產生 IP 設計者未考慮到的測試樣本使未預期的 Bug 得以浮現。過去，Verilog 僅提供簡單的隨機的函數，其他限制條件須撰寫大量的程式，這使得改變測試條件變的不容易，此外，驗證的行為比較像軟體的行為而非硬體，以硬體設計方式建立測試環境將變得沒有效率。在 System Verilog 中提供 rand 與 randc 變數型態，可透過 constraint 來控制產生的範圍等（圖3），這使得隨機測試變得簡易且有彈性，因此，條件式隨機樣本驗證流程 CRV（Constraint-Random Verification）的概念得以快速的實現。

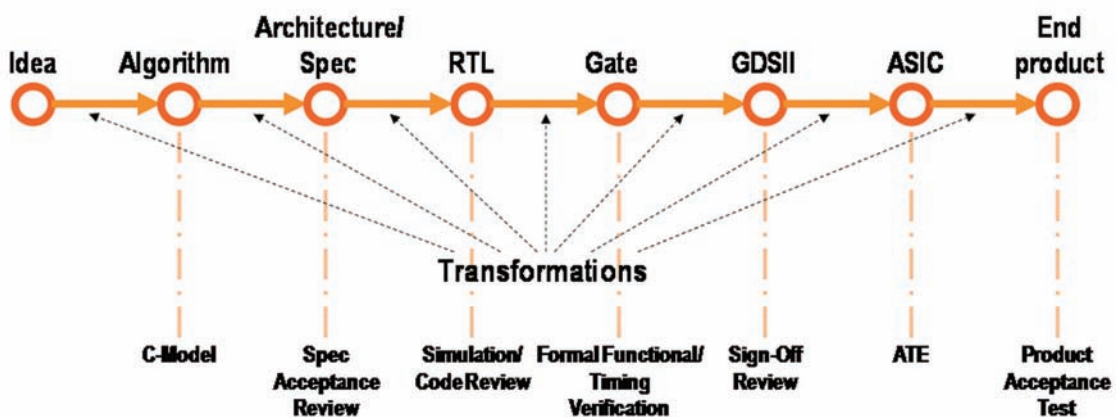


圖2 SoC 設計流程。


```

class random_data;
  rand opcode_t opcode;
  rand logic [7:0] data_a;
  rand logic [7:0] data_b;
  constraint limit {
    (opcode == MUL) -> data_a inside { [0:15] };
    (opcode == MUL) -> data_b inside { [0:15] };
  }
endclass

```

圖3 System Verilog Constraint 語法範例。

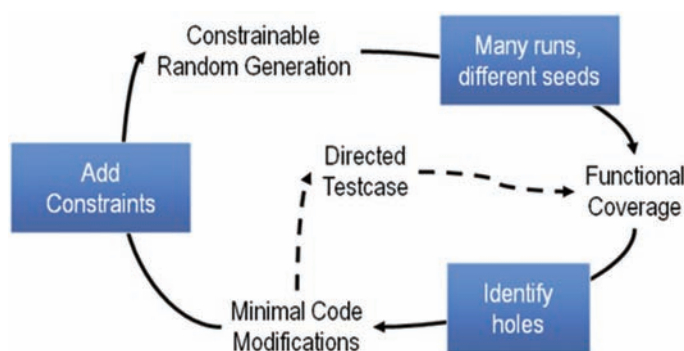


圖4 條件式隨機樣本驗證流程 (Constraint-Random Verification)。

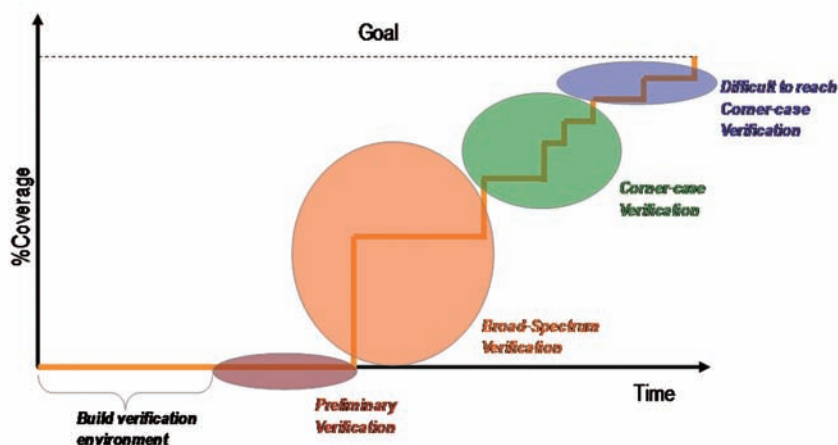


圖5 驗證的階段 (Phase of Verification)。

在 CRV 的流程中 (圖4)，透過不同的種子 (Seed) 與條件 (Constraint) 的改變控制隨機樣本的產生，藉由觀測覆蓋率 (Coverage) 的方式來判斷系統的驗證狀況，透過覆蓋率來檢視沒有測試到的部分，並且只需要少許的修改程式就可以產生新的測試樣本，或者透過程式的自動控制，判斷覆蓋率的完成度自動的修改隨機種

子或條件，使其達到自動化測試的功能。少部分無法由隨機樣本測試到的 Corner-Case，可藉由直接產生測試樣本做驗證，使覆蓋率到達目標。

應用了 CRV 的驗證流程概念後我們可以將驗證分成幾個階段 (圖5)，初期的驗證環境建置後每個 IP 設計工程師可依據規格做局部的驗證

(Preliminary Verification)，如記憶體讀取與寫入或者是觸控面板的控制等驗證單一 IP 的功能，當系統整合後可使用較廣範圍的樣本條件做驗證 (Broad-Spectrum Verification)，如 H.264 的播放流程，從使用者的影片選擇到執行影像壓縮或解壓縮等動作劇本，測試系統實際運行可能發生的狀況，以不同的種子快速的測試各個整合後的功能，直到覆蓋率無法有效的提升時，再以較直接的樣本做驗證。

階層式驗證環境 (Layered Verification Environment)

在設計階段的驗證環境中如同真實的晶片測試我們需要有提供測試系統的輸入與擷取輸出的硬體測試機台，而在模擬時亦須要相同的環境，我們將待測的系統晶片 DUT (Design Under Test) 包在 Testbench (圖6) 裡面，而在 Testbench 內包含了驗證用的模型 (Model) 與測試樣本 (Test Case) 等用來產生輸入與輸出回應，例如圖 6 的系統內包含了一組 SPI 介面

的電路，在我們的 Testbench 中必須包含可以產生 SPI 介面輸出資料與檢查通訊協定等電路功能的模型，這類的模型會在較抽象的層次實現來取得較快的執行速度，因此不能也不需要實際可實現在晶片上。

為了實現 CRV 的概念，System Verilog 將系統驗證環境分層建置，雖然在初期建置階層式驗證環境時較為複雜，但是透過將驗證分成數個任務可使得驗證環境得以重複使用，並且容易修改與快速加入不同的測試樣本 (Test Case)，此外統一的 Testbench 可使得後期系統整合時的驗證環境得以快速整合建置。

System Verilog 階層式驗證環境 (圖7) 可以分成下列四層，Signal、Command、Functional 與 Scenario 層，在最外層還須有收集各層間傳回的測試資訊來計算功能覆蓋率 (Functional Coverage) 的任務 (Task) 或物件 (Object) 與測試樣本 (Test Case)。以下就各層之任務介紹:

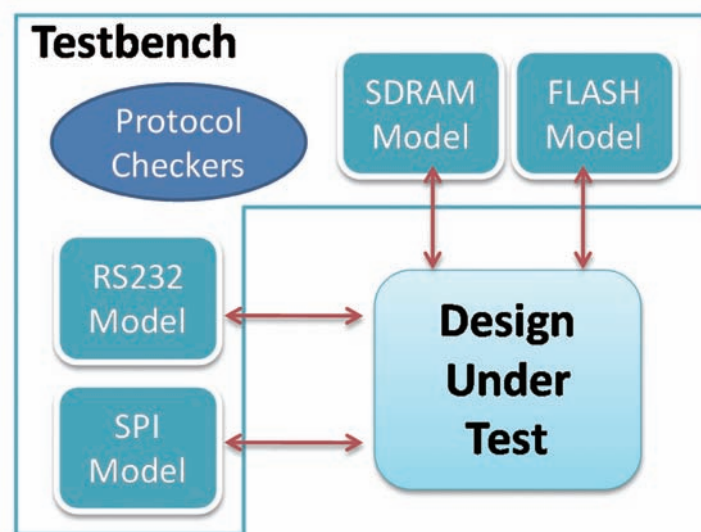


圖6 設計用之驗證環境- Testbench。

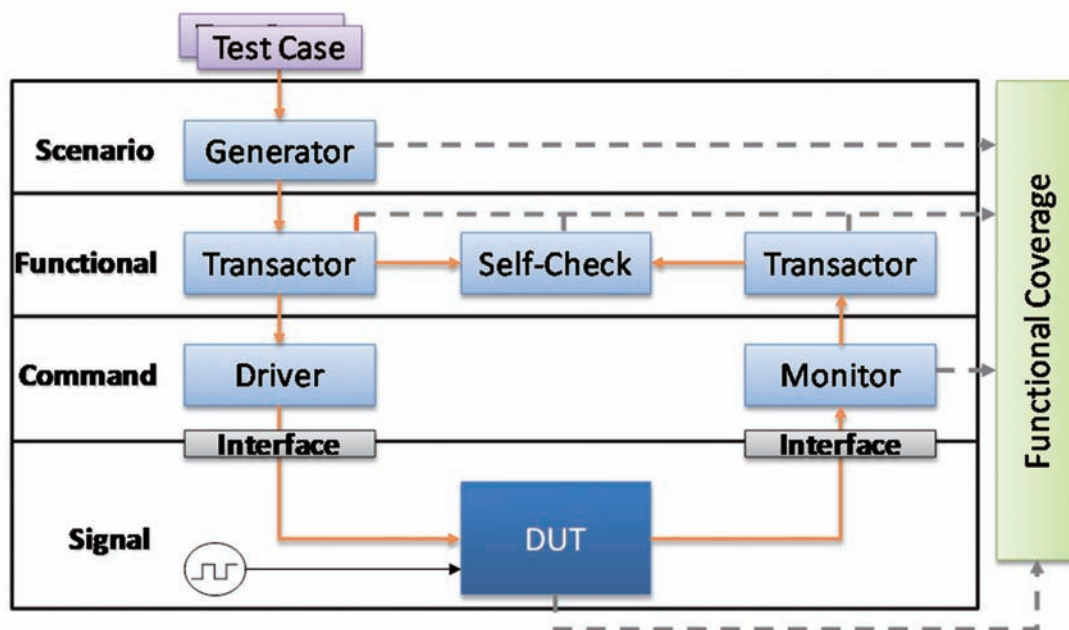


圖 7 階層式 System Verilog 測試平台。

Signal Layer

Signal Layer 是整個驗證環境的最底層，包含所要測試的系統設計 DUT 與實體訊號的連接，以及產生時脈訊號（Clock），System Verilog 提供了 interface 與 clocking 的語法可以將訊號整合與同步連接至 Testbench。

Command Layer

在這個階層主要包含兩個任務 Driver 與 Monitor，Driver 負責將 Functional Layer 傳送過來的 Transaction 轉換成 DUT 的介面與通訊協定，例如匯流排的讀取與寫入等指令，將測試的樣本透過 Driver 輸入到 DUT 中，而觀測與接收 DUT 產生之結果則由 Monitor 來執行，將 DUT 回應的資料解析出來傳回給 Functional Layer。

Functional Layer

Functional Layer 將收到較複雜的 Transactions 分成獨立的 Transaction，並將這些 Transaction 送至 command layer 與 self-check 中。而 Self-Check 必須儲存由 Generator 產生的測試樣本與由 Monitor 傳回的結果比對，或者在 Self-Check 中使用參考用的模型，計算測試結果的正確性。

Scenario Layer

Scenario Layer 裡面包含了樣本產生器（Generator），驗證工程師可以容易的改變測試的條件，樣本產生器根據這些條件產生亂數的 Transaction 送至 Functional Layer。

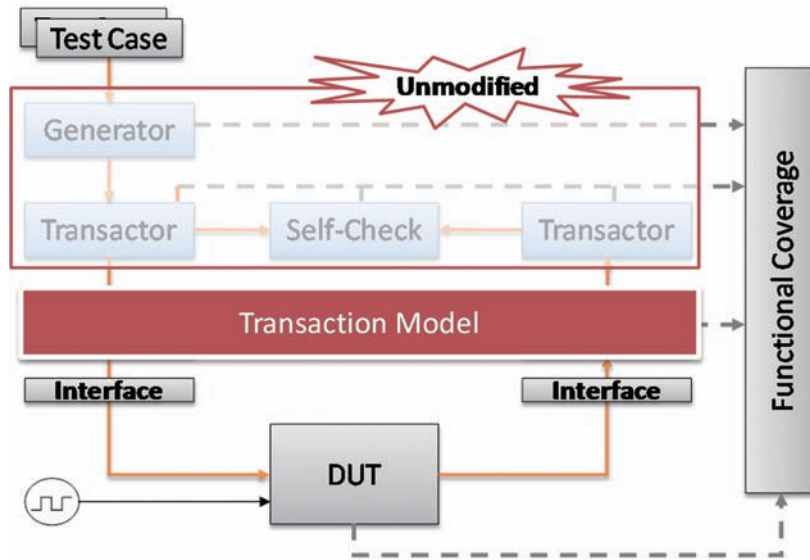


圖8 驗證環境重複使用之概念。

Test Case 與 Functional Coverage

在 Testbench 的最外層包含了有限制的測試樣本 (Constrained Test Case) 與功能覆蓋率 (Functional Coverage) 計算驗證結果是否符合功能需求。

透過分層的概念，驗證環境變得非常彈性，除了改變測試樣本不須變動整個驗證環境外，亦可直接使用 EDA 公司或使用者過去完成的驗證模型。如圖 8 中所示，Command 層的任务可依據不同的 DUT 改變產生命令之模型，如 Synopsys 公司提供許多驗證用的 IP 如 AMBA VIP、UART VIP、USB VIP 等可依據系統使用的 IP 或匯流排協定 (Bus Protocol) 直接更換模型後驗證環境就可以再重複使用或快速的建立。

標準化階層式驗證環境之實現

上述的驗證環境在 System Verilog 裡可以使用 task 的函式或是 Class 完成，雖然在

System Verilog 裡增加了許多驗證的功能，但是要如何有效的應用這些功能是一大難題，因此，由 Synopsys 公司提出了 Verification Methodology Manual (VMM) 的概念，在 VMM 裡面定義了一些建立 SoC 驗證環境的規

```

Log file report:

!ERROR![FAILURE] on test_log(log) at 0:
  This is a ERROR Message
WARNING[FAILURE] on test_log(log) at 0:
  This is a WARNING Message
Normal[NOTE] on test_log(log) at 0:
  This is a NOTE Message at time 0
Trace[DEBUG] on test_log(log) at 0:
  This is a TRACE Message
Debug[DEBUG] on test_log(log) at 0:
  This is a DEBUG Message
*FATAL*[FAILURE] on test_log(log) at 0:
  This is a FATAL Message
    
```

圖9 VMM訊息回傳格式。

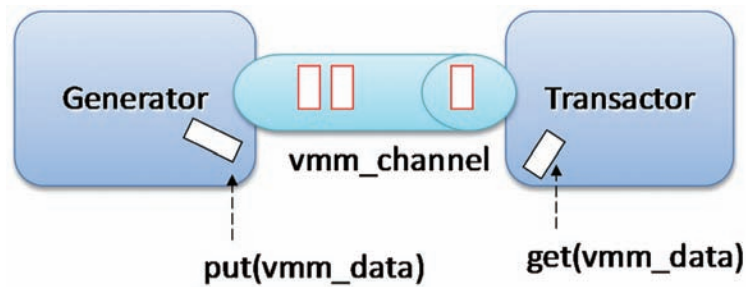


圖 10 VMM 通道概念 (VMM_Channel)。

則，並且釋出 VMM 函式庫的原始碼，透過基本的規範與基礎函式類別，我們可以建立標準的驗證環境，使得專案中的工程師可快速的建立與整合 SoC 驗證環境。VMM 提供驗證環境所需的基礎類別 (Base Class) 如下列：

- vmm_log – 訊息與報告格式
- vmm_data – 基礎的資料類別
- vmm_channel – 各層間通訊用的通道
- vmm_xactor – 基礎的 Transactor 類別
- vmm_atomic_gen – 產生樣本產生器的基礎類別
- vmm_env – 定義驗證環境之流程

在 vmm_log 的類別中它為驗證環境的訊息分類成 Fatal、Error、Warning、Normal、Trace、Debug 與 Verbose，模擬結果的報告可以依據不同的需求篩選出回報資訊與詳細的程度 (圖9)。

而建立測試樣本時可使用 OOP 的繼承特性繼承 vmm_data 類別，並且可加入合理的限制條件 (reasonable constraint)，讓外加測試條件產生之隨機樣本不會超出合理的範圍。各層之間的溝通與資料傳遞則是透過通道 (channel) 完成 (圖10)，channel 的動作如同佇列一

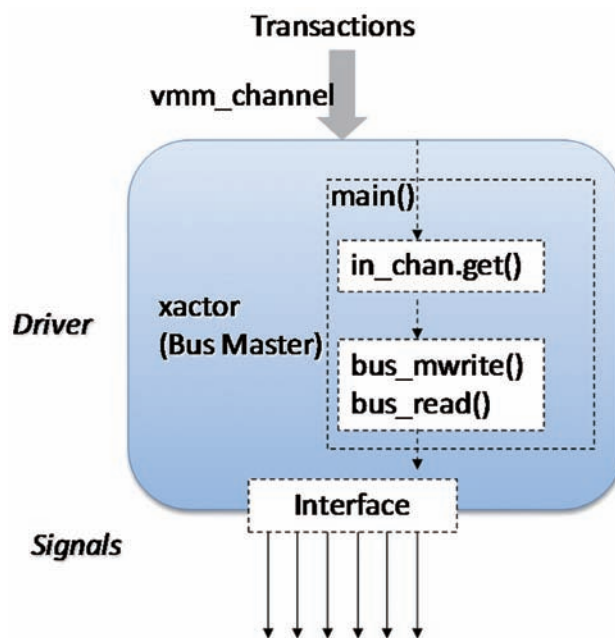


圖 11 Xactor 範例-以 Driver 為例。

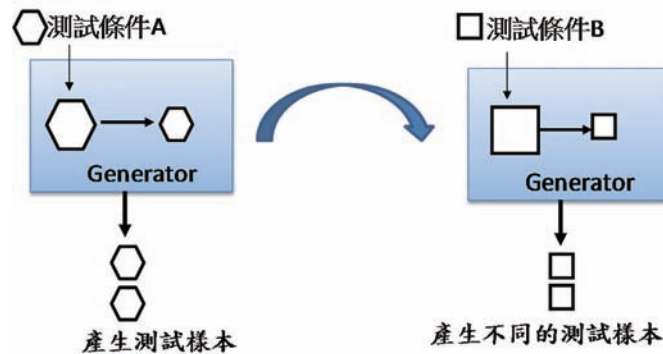


圖 12 樣本產生器示意圖。

樣，不同的是，佇列只能夠傳遞特定的變數型態而使用 `vmm_channel` 可傳遞物件，這使得應用上更有彈性，在 `vmm_channel` 定義了 `put()` 與 `get()` 的虛擬函式，各層可透過 `put()` 將 `vmm_data` 傳送到 `channel` 上，而下一層的可借由 `get()` 來取得資料，`channel` 的概念使每層的物件輸入輸出標準化，達到驗證環境重複使用的目的。

`vmm_xactor` 是用來實現 `Transactor`、`Monitor` 或 `Driver` 等觀察或執行的任務，`vmm_xactor` 裡定義了三個基礎的虛擬函式，`start_xactor()`、`stop_xactor()` 與 `main()`，當驗證環境呼叫 `start_xactor()` 或 `stop_xactor()` 後，`main()` 的函式會被啟動或停止，透過這樣的機制控制 `vmm_xactor`，而 `vmm_xactor` 要執行的功能則在 `main()` 裡面完成，以 `Driver` 為例（圖11），在 `main()` 裡面透過 `channel` 裡的 `get()` 從中取得上一層的 `Transaction` 解析 `vmm_data` 後透過 `bus_mwrite()` 或 `bus_read()` 的任務將測試的資料轉換成匯流排協定後送至 `Interface` 驅動 `DUT`。

在標準化的驗證環境中 `Generator` 的實現可以使得加入測試樣本變的比較容易，`vmm_atomic_gen` 會建立一個 `Generator` 類別用來產生隨機的樣本，當 `vmm_atomic_gen`

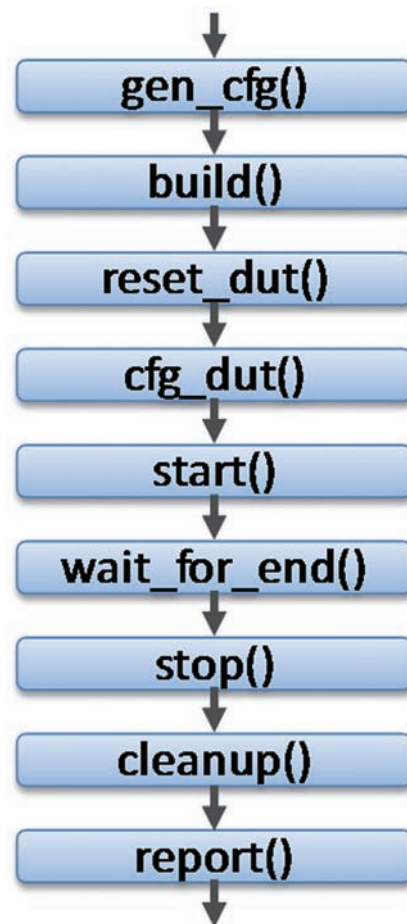


圖 13 VMM 驗證環境執行流程。

收到帶有條件限制的 vmm_data 後會根據裡面的條件組合產生對應的隨機測試樣本（圖12）。

vmm_env 定義了一個標準化的驗證流程（圖13），執行使用 VMM 建立的驗證環境時必須完成這些步驟。gen_cfg（）用來設定每個 SoC 內的裝置，隨機的測試條件也會在這裡設定，執行完 gen_cfg（）後在 build（）裡完成驗證環境中所有物件的建構，此時驗證環境已經建立完成，接下來 reset_dut（）與 cfg_dut（）會對 DUT 作 reset 與執行設定的動作，下一個步驟 start（）內會啟動所有物件如 driver、monitor 等的 start_xactor（），在 wait_for_end（）的階段中觀察驗證環境結束訊號，或者是執行到超過一定執行周期後跳至下一個步驟呼叫驗證結束 stop（）與清除記憶體 cleanup（），最後驗證流程會透過 report（）將結果回傳到終端機或檔案上。

每個基礎類別定義了所需完成的任務與虛擬方法（Virtual Methods），使用者必須完成這些虛擬方法後物件才可建立。藉由 VMM 的函式庫我們可以很容易的實現一個標準化的分層式驗證環境。

結論

本文介紹使用階層式驗證環境的概念幫助 SoC 驗證工程師建立 System Verilog 驗證的環境，透過分層分工的概念可以快速的擴充或重複使用，並且在短時間內增加 TestCase。透過 CRV 流程，驗證工程師可以增加測試直接測試所忽略的樣本的機會，此外，可藉由驗證覆蓋

率的判斷建立一個自動化測試的機制，加速驗證流程。使用基於 System Verilog 訂定的 VMM 基礎類別，可以幫助 System Verilog 使用者的建立一個標準的階層式驗證環境加速驗證環境的建立與整合。

參考資料

- [1] Synopsys, 2009, "System Verilog Test Bench Language Workshop" .
- [2] Purvi D. Mulani, "SoC Level Verification Using System Verilog," icetet, pp.378-380, 2009.
- [3] Synopsys, 2008, "Introduction to Design Verification with VMM: A Quick start Guide" .
- [4] Synopsys, 2006, "Verification Methodology Manual : SystemVerilog Self-Peaced Tutorial" .
- [5] Synopsys, "Verification Methodology Manual for SystemVerilog" .
- [6] Doulos, "VMM Companion Guide" .
- [7] Chris Spear, "System Verilog for Verification Second Edition : A Guide to Learning the Testbench Language Features" .
- [8] <http://www.vmmcentral.org>

科技交流

Technology Promotion

多顯卡3D影像雲端服務系統可用率自動檢測

文/圖 萬建明、葉昌偉、謝昌煥 國家高速網路與計算中心

摘要

本文提出一個簡易的方式供系統人員得知遠端伺服器之顯示卡是否正常運作，並且結合電腦自動化的模式，使它能夠二十四小時隨時自動取得顯示卡的最新狀態，這種方法最大的特點在於不會帶給顯示卡額外的檢測負擔，而且系統可以在第一時間通知系統人員顯示卡發生異常狀況。目前已於果蠅嗅覺迴路 3D 影像資料庫的服務中，測試多顯卡 3D 影像雲端服務系統，並可以成功準確回報顯示卡異常的位置，這是提供 3D 影像資料庫服務中的重要工作之一。

過去對於伺服器系統監控都只著重在系統與網路的運作狀態，而我們的服務系統在運作的過程中，運用大量 3D 影像資料的運算，因此需要隨時注意顯示卡的狀態，了解其是否超出所能夠承載的負荷，藉著電腦自動化檢測程式能夠隨時監看遠端伺服器顯示卡的運作情形，使系統可以在發生異常時馬上進行問題排除，以提供良好的服務品質。

前言

進行 3D 影像運算時，往往會伴隨著許多計算複雜度高的問題，一般電腦必須花費較多的時間來完成相關的運算工作，而隨著 IT 技術不斷地發展和突破，使用者已能夠透過網際網路的便利性，將高計算量的問題交由遠端伺服器進行高速的運算處理，這也是近日熱門的雲端計算所討論的範圍，我們提供的 3D 影像服務系統是此類型技術下的產物之一，並且成功的應用在果蠅嗅覺迴路資料庫服務^[1, 2, 3, 4, 5]。

圖 1 為 3D 影像服務的系統架構圖。使用者可以透過網際網路連接到本服務系統，由瀏覽器將使用者的需求傳送到遠端伺服器進行 3D 影像的處理，並將處理完的結果展示給使用者觀看。利用這樣的架構能夠讓使用者可以在不同平台的主機也能進行操作使用，為使用者們帶來便利的服務^[6]。

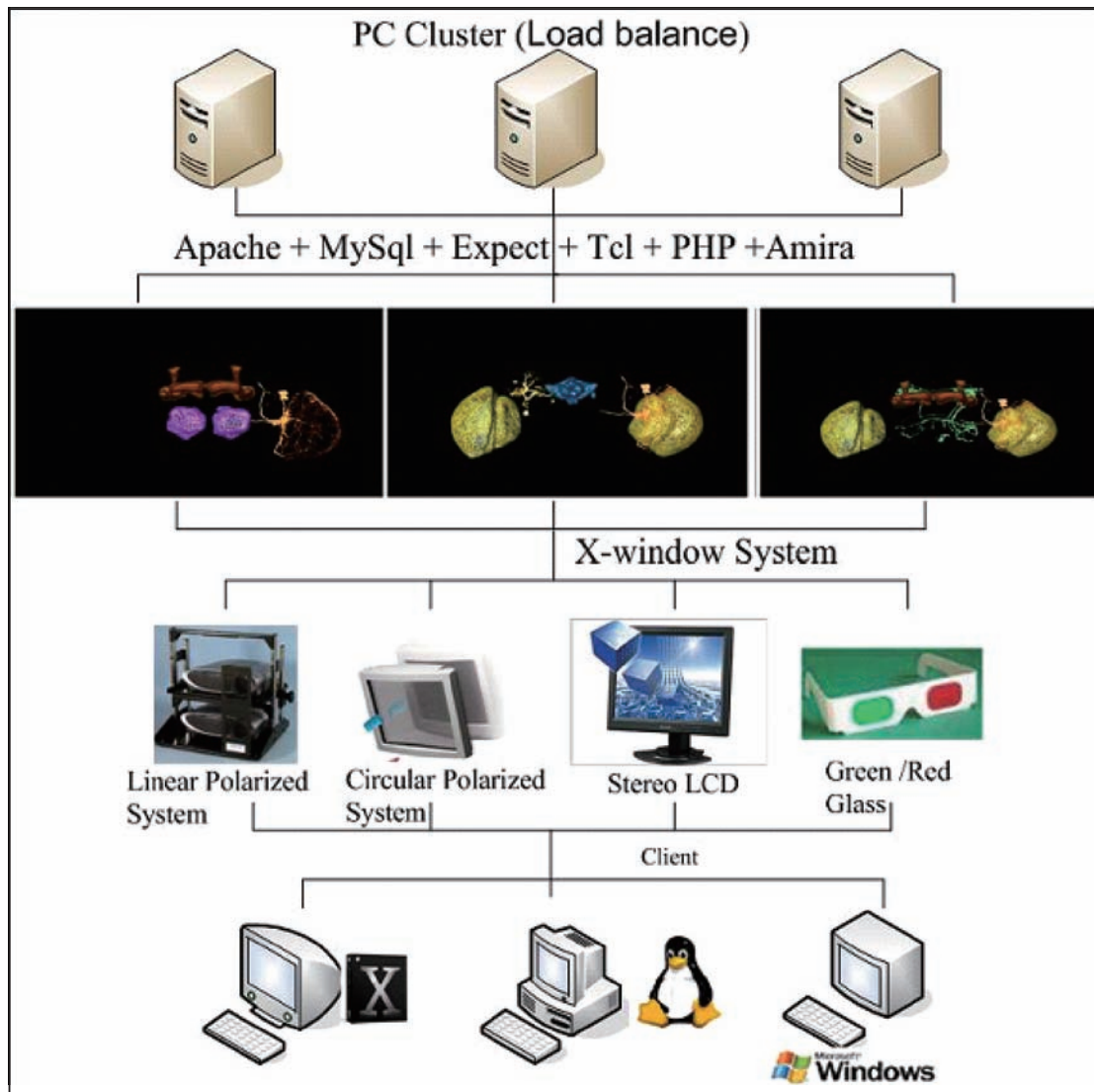


圖 1 3D 影像服務系統架構圖。

在一個服務系統中，決定其優與劣的方式，不光是取決於系統的設備配置和流程架構，服務的品質也是重要的一環，而要維持良好的服務品質就要能隨時掌握設備的運作狀況，一旦有異常狀況發生，系統人員就必須馬上進行問題排除，盡可能將異常發生的時間減到最短。為了能夠有效率地掌握設備的運作與人力資源的運用，使用電腦自動化的監視系統是最佳的方式。

多顯卡主機遠端監看系統

果蠅嗅覺迴路資料庫（如圖 2）是一套果蠅嗅覺神經迴路定位的展示系統^[1]，它提供一個 3D 影像資料庫的展示平台，使學者們可以在這平台上清楚了解神經迴路在大腦內分佈的位置，再搭配互動式的操作模式，讓使用者可以自行隨意進行影像的旋轉及縮放，進而調整至想要觀測的角度位置，以了解不同神經間的相對位置^[2]。

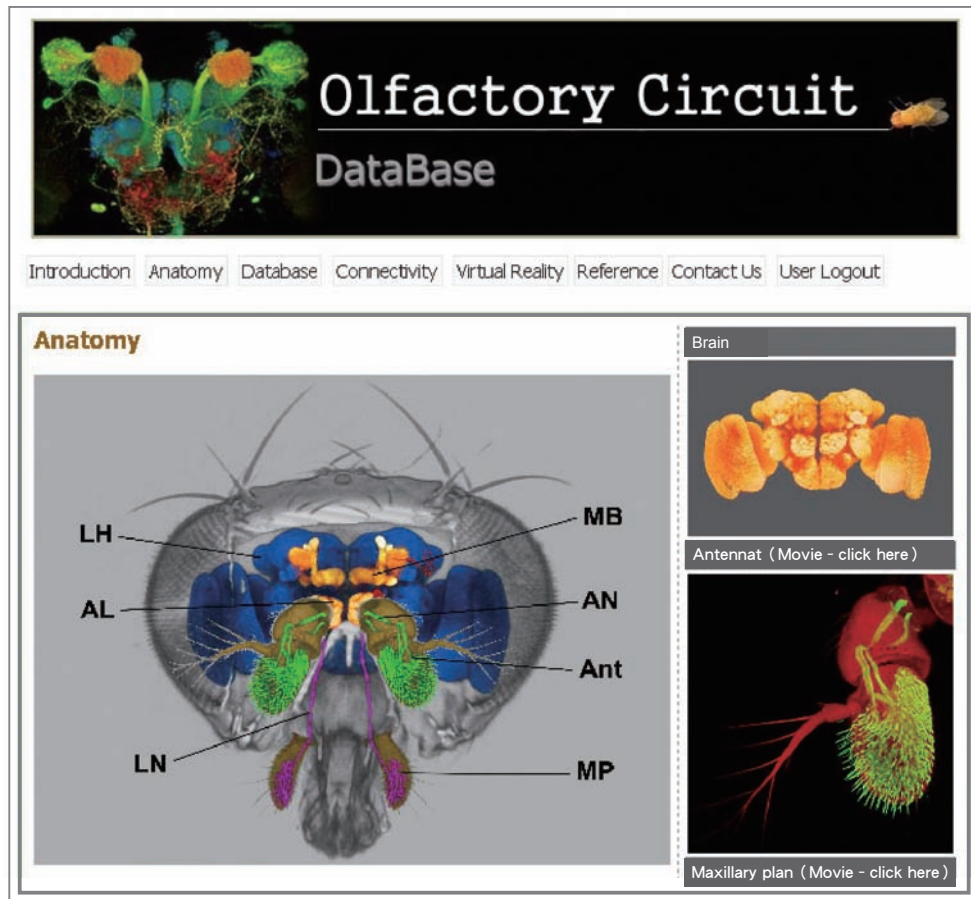


圖 2 果蠅嗅覺迴路資料庫。

由於 3D 影像的畫面是藉由顯示卡即時運算所呈現出來的，這對顯示卡而言是個相當沉重的負擔，甚至可能會造成顯示卡當掉或故障的狀況發生，所以在進行這類型的服務時，顯示卡的狀態是不可或缺的檢測重點之一。

在提供 3D 影像運算服務的伺服器裡，我們使用具有多個 PCI-Express 介面的主機板，用來安裝市場上現有的顯示卡，這種具有多張顯示卡主機的伺服器，可以節省機器佔用的空間，工作站主機的硬體費用。雖然配置多張顯示卡的伺服器擁有這些優勢，卻也帶來檢測上的不便。

傳統在顯示卡的狀態檢測上，最簡單的方式就是直接透過電腦螢幕顯示的狀況判斷其是否正常

運作，然而對於裝有多張顯示卡的伺服器來說，用這樣的檢測方式其螢幕就得裝設等同於顯示卡的數量（如圖 3A），這需要較高的硬體購置成本，且這種方式僅適用在伺服器端的檢測；或是利用 KVM 螢幕切換器做為輔助（如圖 3B），但這樣的方式還是需要在伺服器端操作。為了避免資源過度浪費的問題發生以及伺服器端檢測的不便，在多顯卡的系統中，我們可以利用網路進行指定單一顯示卡輸出影像工作，讓其能夠在被選定的顯示卡上執行，並透過監測端螢幕將該影像輸出，藉此觀察其影像是否能夠正常顯示做為判斷顯示卡正常與否的依據（如圖 3C）。這樣的檢測方法可在監測端進行，但必須透過人為的方式進行操作切換，而且在過程中仍會耗費相當多的時間，除此之外，在檢測時仍需執行影像相

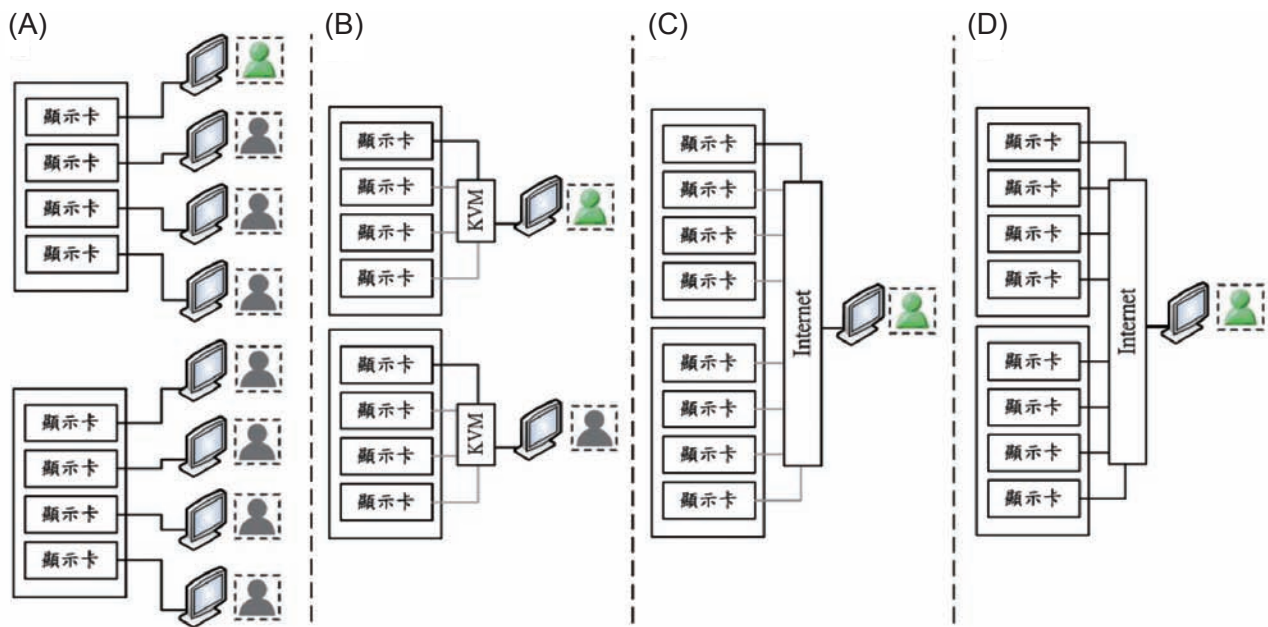


圖3 多顯卡系統檢測方式：(A) 伺服器端目測式；(B) 伺服器端切換式；(C) 監測端切換式；(D) 本文提出之可同時檢測系統。

關的程式，無形中增加了顯示卡的負擔，勢必會對於未來在進行系統服務上有一定的影響。現在我們改成使用本文提出的檢測方式進行顯示卡的狀態檢測，系統架構如圖 3D 所示，這種方法可同時監看所有主機之顯示卡的狀態，而且在檢測的過程中不會帶給顯示卡額外的負擔，加上搭配了電腦自動化的處理模式，大大降低檢測時所花費的時間，除此之外，在人力資源的使用上也能做更有效的運用。

技術分析與實例展示

這是一個電腦自動化的監視程式，能夠監視遠端主機顯示卡運作的狀況，目前這個程式成功應用在監控果蠅嗅覺迴路資料庫的服務系統上。程式設計概念可分成兩個部份，一個部份是利用 Socket 建立起與遠端影像伺服器溝通的橋樑^[7]，另一部分是擷取每張顯示卡的運作狀況。

Socket 是負責建立不同電腦之間溝通的管道，透過網際網路的方式將兩者連結起來，而它

在連結的程式中提供了兩種不同的通訊協定—TCP 和 UDP。TCP 的通訊協定提供了較為可靠的資料傳送服務，在傳送資料時會檢查資料的完整性，因為增加了封包檢查的程序，使得在傳送資料的效率上就會相對較差；而 UDP 協定除去封包檢查的程序，提高了資料在傳輸上的效率，卻也因此可能造成某些封包會有遺失的狀況發生。程式裡我們使用較為可靠的 TCP 作為系統的通訊協定。

在本文中的自動化多顯卡狀態檢測系統，是透過 lspci 工具擷取主機中每一張顯示卡的狀態資訊，並且藉由 Socket 將該顯示卡的狀態回傳至監測端的程式，以完成遠端自動化之多顯卡狀態檢測。lspci 是 Linux 作業系統提供的應用程式^[8]，可用來取得主機上之各項硬體設備的資訊，在該資訊中會條列出各個 PCI/AGP 介面卡上的插槽編號（即 Bus ID）以及硬體型號等資訊，而在裝有多張顯示卡的伺服器中，每張顯示卡都配置了專屬特有的 Bus ID，當顯示卡發生故

障時，會造成 lspci 無法擷取到對應之 Bus ID 資訊，即表示該張顯示卡沒有正常運作，使得我們可以透過顯示卡 Bus ID 回傳的資訊有無來判斷各個顯示卡運作的狀況。藉由這種方式判斷顯示卡運作的情況，大大縮減了檢測時所消耗的時間，並且配合電腦自動化的處理模式，使系統能夠隨時且快速地更新遠端的資訊。除此之外，這個方法能夠解決先前在檢測時會增加顯示卡負擔的問題。而本系統除了可以判斷顯示卡之正常與故障的狀態外，還能夠藉由其他檢測顯示卡之工具來添加該自動化多顯卡狀態檢測系統之檢測項目，如同溫度或效能，可作為顯示卡之負載（loading）狀況檢測（如圖 4）。

系統在運作時分成伺服器端與監測端，如圖 5 所示，伺服器端為被監視的 3D 影像服務伺服器，監測端為安裝監測程式的個人電腦及系統維運的人員，負責監視伺服器的運作狀態；而在伺服器端的影像伺服器會先等待監測端的連結，若成功取得聯繫後，會一直反覆不斷取得每一張顯示卡 Bus ID 的資訊，並且將顯示卡的運作情況

透過 Socket 的傳輸管道回傳給監測端的監測程式，反之，若沒有取得監測端聯繫則會持續等待連結。在監測端中，會先與伺服器端進行溝通聯繫，連結建立完成便開始接收伺服器之顯示卡的狀態資訊，若顯示卡有異常的狀況發生，監測端的程式會即時送出系統發生異常的訊息告知，讓系統維運人員馬上進行異常排除的處理程序。

系統介面

圖 6 為監視遠端影像伺服器的程式介面，目前監視的主機共有五台，分別以每台主機的 IP 示之。系統程式的介面可分成上下兩個部分，上面的部分是用來顯示目前伺服器的狀況，系統人員可以藉由這裡的圖像資訊了解彼此之間連線的狀況和遠端系統是否正常運作；而下面的部分展示了每台主機搭載的顯示卡狀態，可以透過這裡清楚了解每張顯示卡的運作情形。

系統測試

開始監視遠端的影像伺服器時，系統程式會隨時不斷地更新遠端伺服器及其顯示卡的狀態。假

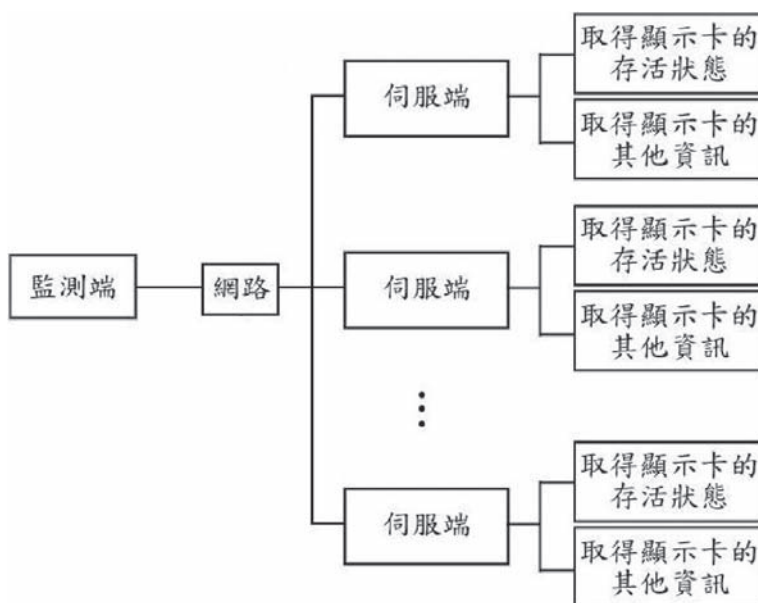


圖 4 多顯卡檢測系統架構。

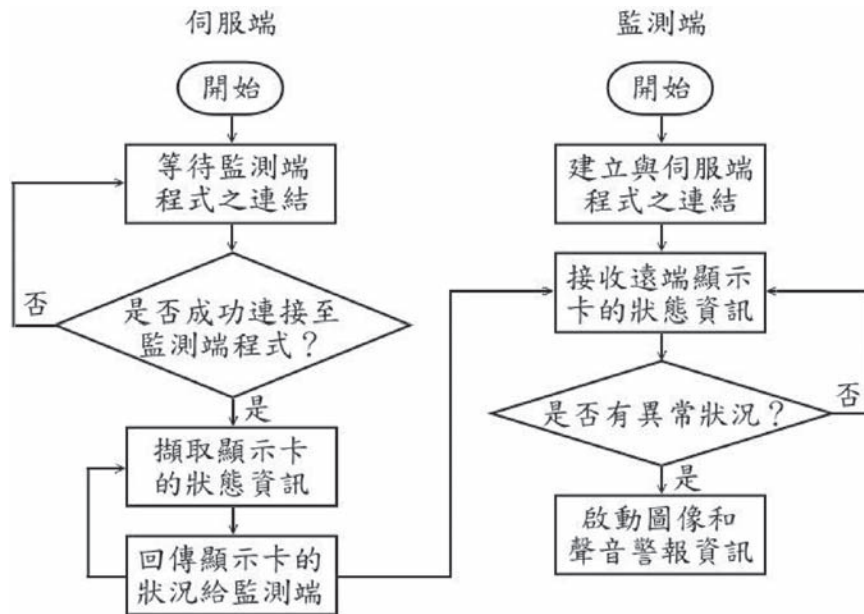


圖 5 多顯卡檢測系統流程圖。



圖 6 兩台七顯卡和 three 台四顯卡之 3D 影像資料庫服務監視系統介面及實際測試結果。

```

root: bash
File Edit View Scrollback Bookmarks Settings Help
flycircuit03:~ # vglrun -d :0.0 /opt/VirtualGL/bin/glxsppheres64
Polygons in scene: 62464
Visual ID of window: 0x22
flycircuit03:~ # vglrun -d :0.1 /opt/VirtualGL/bin/glxsppheres64
Polygons in scene: 62464
Visual ID of window: 0x22
flycircuit03:~ # vglrun -d :0.2 /opt/VirtualGL/bin/glxsppheres64
Polygons in scene: 62464
Visual ID of window: 0x22
flycircuit03:~ # vglrun -d :0.3 /opt/VirtualGL/bin/glxsppheres64
Polygons in scene: 62464
[VGL] ERROR: Could not open display :0.3.
flycircuit03:~ #

```

圖 7 監測端切換式進行顯示卡檢測的方式。

使遠端伺服器有異常的狀態發生，系統人員可以透過圖像和警告聲的資訊馬上知曉，如圖 6 所示。由這個真實發生的異常狀況中，我們可以很清楚得知 IP 位址為 192.168.0.13 的主機有顯示卡異常的狀況發生，並且藉由程式擷取的資訊能夠讓系統人員馬上知道是第四張顯示卡發生故障。

系統驗證

圖 7 是過去利用圖 3C 人為的方式檢驗顯示卡狀態時的檢測流程。在檢測的過程中，我們會執行一個簡單的影像範例程式，觀察其影像是否能夠正常輸出，再透過顯示卡切換的方式完成多顯示卡系統的狀態檢測。由圖中測試的結果可以得知第四張顯示卡發生異常的狀況，與本程式所得到的結果一致，這充分驗證了本程式的準確性。

結語

顯示卡運作的狀況，對於 3D 影像服務的系統而言，是一項需要時常進行檢測的項目之一。過去在進行這方面的檢測時，往往需要耗費不少的時間才能完成所有的檢驗，而且這樣的檢測程序仍需要不斷地進行，除此之外，在檢測的過程中

會增加顯示卡的處理負擔，間接影響到系統服務的品質。在本文中，使用電腦自動化的檢測程式，能夠在極短時間內準確地取得遠端主機顯示卡的運作狀態，而且在檢測的過程中不會帶給顯示卡任何的負擔，讓系統能夠維持最佳的服務品質。

參考資料

- [1] 果蠅嗅覺迴路資料庫，<http://211.73.64.34/olfactory/>。
- [2] 謝昌煥（2005），果蠅大腦三維神經網路地圖—生物體分子醫學影像資料庫建立之實例，國研科技，第七期，57-63。
- [3] 莊朝鈞，謝昌煥（2005），以網頁為單一入口整合 X-視窗介面軟體資源的格網平台，WOGTA 2005 第二屆格網技術與應用研討會，145-149。
- [4] Lin HH, Lai JSY, Chin AL, Chen YC and Chiang AS（2007），“A map of olfactory representation in the *Drosophila* mushroom body”，*Cell* 128, 1205-1218.
- [5] 蔡永彬（2009），果蠅嗅覺圖譜全球首度亮相，科學發展，443期，59-61。
- [6] Yeh CW, Chuang CC, Wann JM and Hsieh CH（2010），“An Interactive 3D Image Service System for 3D Internet”，*The Fifth International conference on Internet and Web Applications and Services (ICIN 2010)*，Barcelona, Spain, May, 2010.
- [7] 徐千洋（2001），Linux C 函式庫參考手冊，旗標出版股份有限公司，民國九十年初版。
- [8] <http://mj.ucw.cz/pciutils.html>

台灣各主要小鼠生產單位之近親品系、同源近親品系小鼠遺傳背景普查

文/圖 黃苡璋、靖永皓 國家實驗動物中心

奠基於過去基礎科學研究的累積，近代科學日新月異，隨著實驗方法的改進和新技术的開發，科學家的工具不再是一根釣竿或赤手空拳的博鬥，面對廣大的未知領域，大規模、全面性、整體分析的科學研究儼然成為新趨勢。其中又以人類、小鼠和與日俱增的物種基因體定序計畫為基因體科技帶來劃時代的影響，隨著基因體定序的完成，物種基因體解碼揭開序幕，並開啟了後基因體時代（post-genomic era），研究類型的轉變觸發蛋白質體學、藥物基因體學、功能性基因體學等，研究對象以整個基因體為尺度的科學研究。這些新興的科學研究方向最終都冀望能運用在解析人類疾病發生模式、新藥開發、個體差異對投給藥物反應的不同，並進一步治癒疾病，其中實驗動物扮演著銜接實驗室研究和臨床試驗的重要角色。

實驗動物包含了所有用於科學研發過程中的脊椎及無脊椎動物，其中小鼠又因其基因結構及功能與人類相似，加上易於育種、生育週期短、子代繁多等特點，因此在探討基因遺傳特性上，廣為研究者使用。20世紀初美國傑克森實驗室（The Jackson Laboratory）創始人之一，遺傳生物學家 Clarence Cook Little 培育出第一個小鼠近親繁殖品系（inbred strain）— DBA

（Dilute，Brown，Agouti），並接續培育出許多現在廣為使用的小鼠品系，隨著小鼠純品系（strains）及次品系（substrains）的增加，科學家逐漸注意到小鼠遺傳背景對科學研究的影響^[1-3]，若忽略了小鼠遺傳背景的重要性，可能造成研究結果混淆或不可靠的結果發表^[4-5]。正因為實驗動物品質和科學研究的正確性和品質息息相關，美國傑克森實驗室也特別指出，在執行小鼠相關的生醫研究時，小鼠遺傳背景必須被列為重要的考量因素^[6]，務求降低可能影響研究結果的遺傳背景因素，以避免各研究結果互相抵觸、混淆不清。因此清楚了解實驗動物遺傳背景和其衍生的特性，為設計動物實驗時的重要考量，而維持實驗用小鼠遺傳背景的正確性實為各主要實驗小鼠生產單位責無旁貸的責任。

台灣近親品系、同源近親品系小鼠遺傳背景普查

影響實驗動物品質的兩大要素包含實驗動物的健康狀態和遺傳背景的正確性，由於高品質實驗動物對於科學研究的重要性，國家實驗研究院國家實驗動物中心（國研動物中心）致力於提供台灣研究人員高品質實驗小鼠，建立嚴密的健康監測及遺傳監測項目，每季監測飼育環境、飼育方式是否維持實驗動物的健康狀態和遺傳背景的正

確性，確保實驗動物品質。遺傳監測乃是利用基因型鑑定 (genotyping) 的方式測定檢體樣本基因型 (genotype)，利用能夠區辨各近親品系的特殊標記 (marker) 來檢測區辨不同品系小鼠，避免錯誤配種或不當的飼育方式造成遺傳背景互相汙染。

國研動物中心依循嚴謹的繁殖方法，並利用定期遺傳監測維持實驗動物品質，然而小鼠族群在純品系化的過程中，可能由於基因漂變 (genetic drift) 造成雜合子現象 (heterozygosity) [7]，這些雜合子隨世代選種、育種累積，使得純品系小鼠基因序列上某些位點偏離了原始的族群，是純品系化過程中不可避免的現象，並非人為造成的遺傳汙染。隨著小鼠基因體序列解碼，全基因體基因型鑑定更進一步為小鼠遺傳品質把關，國研動物中心為求將小鼠遺傳品質提高至目前科技所能達到之最高品質，於 2009 年利用市售單核苷酸多型性微點陣晶片 (single nucleotide polymorphism microarray) 全面檢測中心飼育之純品系小鼠 BALB/cJNarl、C57BL/6JNarl 和 CBA/CaJNarl，並網羅台灣各主要小鼠生產單位之 BALB/c 和 C57BL/6 小鼠組織樣本，進行遺傳背景普查，以掌握台灣實驗用小鼠遺傳背景，提供研究人員做為參考依據。

基因型鑑定方法

基因型鑑定是利用能夠區辨不同遺傳背景小鼠的基因標記 (genetic marker) 為目標，利用不同分析方法測定個體、器官或細胞的基因組

成 (基因型)，常用的方法包括聚合酶鏈鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR)、DNA 定序、特定對偶基因寡核苷酸 (allele-specific oligonucleotide, ASO) 探針和 DNA 微點陣晶片 (DNA microarray) 雜合法。常用的基因標的可分為兩大類，第一類為利用 DNA 片段長短不同來區別的基因標的，包含限制性片段多型性 (restriction fragment length polymorphism, RFLP)、隨機擴增多型 DNA (random amplification of polymorphic DNA, RAPD)、擴增片段長度多型性 (amplified fragment length polymorphism, AFLP)、可變數目串聯重複序列 (variable number tandem repeat, VNTR)；第二類則是利用 DNA 序列的不同來區別，像是單核苷酸多型性 (single nucleotide polymorphism, SNP) [8]。

國研動物中心每季例行之遺傳監測採用的是微衛星標記 (microsatellite markers)，屬於 VNTR 的短串聯重複序列 (short tandem repeat, STR) 標記。以分布在不同染色體上的八個微衛星標記，利用膠體電泳來區辨各品系小鼠微衛星標記 DNA 片段長短的不同 (圖1)。

2009 年國研動物中心利用市售單核苷酸多型性微點陣晶片 Illumina mouse medium density (MD) linkage array 進行全基因體檢測，則是以核苷酸多型性來區辨各品系小鼠遺傳背景的不同。此微點陣晶片包含遍佈於小鼠基因體中的 1,449 個 SNP 檢測位點，平均每 5

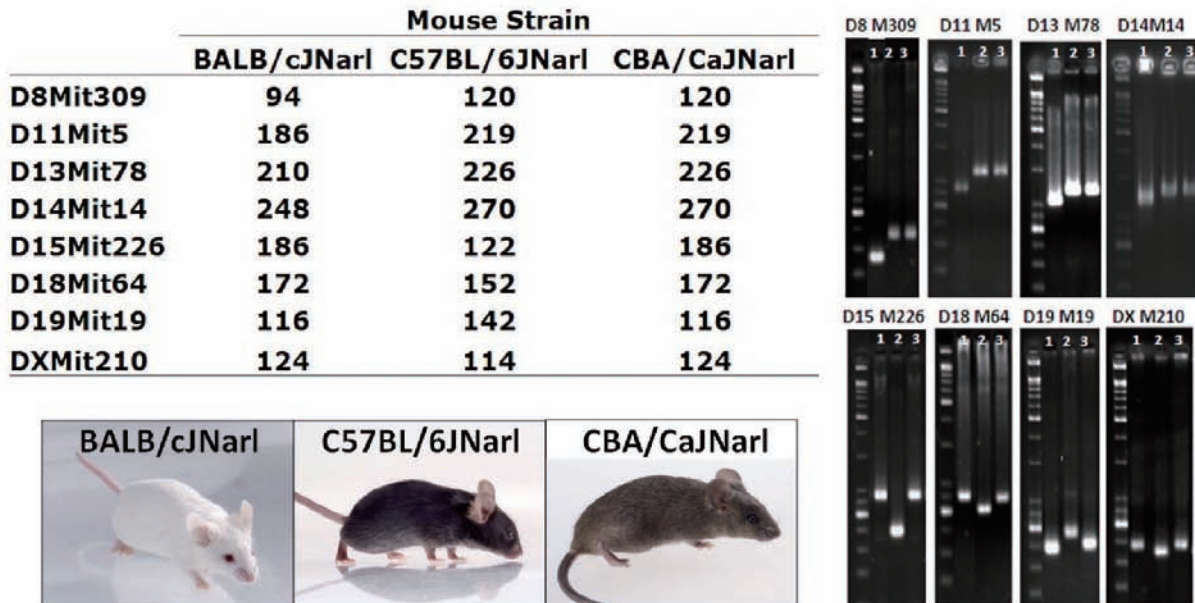


圖 1 國研動物中心每季例行遺傳監測

使用八個微衛星標記，利用短片串聯重複序列在不同品系小鼠的重複次數不同，造成 DNA 產物長度不同（如表列），以膠體電泳上 DNA 產物泳動距離遠近的差異（如右圖）來區辨 BALB/cJNarl、C57BL/6JNarl 和 CBA/CaJNarl 小鼠。

Megabases (Mb) 便有三個 SNP 檢測位點，使基因型檢測涵蓋整個小鼠基因體。全基因體檢測以 Golden Gate Assay 技術進行，利用特殊設計的探針雙重確認檢測訊息的專一性與正確性，並可同時檢測 1,449 個 SNP 位點，提供快速、精確、高品質的基因型鑑定結果。

台灣近親品系小鼠遺傳背景結果分析

利用 Illumina mouse MD linkage array 所進行的近親品系小鼠全基因體檢測結果，統計各近親品系小鼠同型合子 (homozygote) 及異型合子 (heterozygote) 檢出數，並分析雜合子現象比例：

異型合子檢出數 / (1,449 個 SNP 檢測位點 - 失敗的檢測位點數) × 100%

在 1,449 個 SNP 檢測位點中有部分位點檢測失敗，必須以有效檢測位點計算雜合子現象比例（扣除少數失敗的檢測位點）。

結果顯示國研動物中心及台灣各主要小鼠生產單位之 C57BL/6 小鼠皆為遺傳品質極佳之純品系小鼠，在有效檢測位點中均沒有雜合子現象被檢出；國研動物中心之 CBA/CaJNarl 小鼠也同樣具有極佳之遺傳品質。部分單位在 BALB/c 小鼠檢出雜合子現象，但其比例極低，代表純品系小鼠有部分位點為雜合子，為小鼠族群在純品系化過程中不可避免之現象，並非人為疏失造成的遺傳汙染（圖2）。

| % of heterozygosity | | Institute | | | | | |
|---------------------|--|-----------|----------------------------|------|------|------|------|
| | | NLAC | Animal Breeding Facilities | | | | |
| Mouse Strain | | | A | B | C | D | E |
| BALB/c | | 0.09 | 0.00 | 0.18 | | 0.18 | 0.18 |
| C57BL/6 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CBA/Ca | | 0.00 | | | | | |

圖2 國研動物中心及台灣各主要小鼠生產單位近親品系小鼠遺傳背景分析統計全基因體檢測結果，分析各單位之近親品系小鼠雜合子比例（% of heterozygosity），雜合子比例愈低代表遺傳背景品質愈好，結果顯示各單位之近親品系小鼠皆具有高素質的遺傳背景品質。

此次全基因體檢測結果顯示國研動物中心及台灣各主要小鼠生產單位對於小鼠遺傳品質的掌控得宜，皆能維持各近親品系小鼠良好的遺傳背景，日後也應時時檢討飼育環境、執行嚴謹的鼠房管理，並定期送檢進行例行性遺傳監測，以確保小鼠遺傳品質。國研動物中心針對此次檢測結果，於2010年啟動小鼠遺傳品質提升計畫，利用分子遺傳學技術進行基因型鑑定，依據鑑定結果進行純品系小鼠選種及育種，進一步降低遺傳雜合性，以期提高全中心之小鼠遺傳品質至目前科技所能達到之最高品質，以提供研究人員可信賴的高品質實驗動物。

台灣各單位 C57BL/6 次品系小鼠遺傳背景分析

目前最廣為研究人員使用的 C57BL/6 小鼠主要有兩大來源，分別是來自美國傑克森實驗室的 C57BL/6J 和來自美國衛生研究院（National Institutes of Health, NIH）的 C57BL/6N。C57BL/6N 是在 1951 年由傑克森實驗室引入美國衛生研究院進行繁殖培育而成的次品系

小鼠，然而過去許多研究顯示，C57BL/6J 和 C57BL/6N 小鼠仍然有相當程度上的差異，例如在恐懼反應（fear response）的研究^[9-10]或是麻醉藥劑對心臟功能的影響程度研究中^[11]，以 C57BL/6J 或 C57BL/6N 小鼠進行實驗所得到的結果不盡相同。日本理化學研究所（RIKEN BioResource Center）Dr. Mekada 利用 Illumina mouse MD linkage array 普查機構內不同來源的七個 C57BL/6 次品系小鼠，發現 C57BL/6J 與 C57BL/6N 在 1,449 個 SNP 檢測位點中有 12 個位點有所差異^[12]，進一步和其他純品系小鼠比較，在這些 SNP 位點的變異上，C57BL/6J 和其他大多數的純品系小鼠不同。

有鑑於目前 C57BL/6 小鼠廣為研究人員所使用，且經常以 C57BL/6J 遺傳背景為主要參考依據，然而過去的研究證實 C57BL/6J 和 C57BL/6N 小鼠在部分位點有不一樣的基因型，且兩次品系小鼠在某些試驗呈現不同的反應和結果，因此有必要瞭解台灣各單位 C57BL/6 次品系小鼠彼此間的異同。

| Reference SNP ID | Chromosome | NLAC | | | | Animal Breeding Facilities | | | | | | | | | | Allele | |
|------------------|------------|--------|----|--------|----|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------|
| | | Taipei | | Tainan | | A | | B | | C | | D | | E | | C57BL/6J | C57BL/6N |
| | | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | | |
| rs13477019 | 3 | TT | TT | TT | TT | AA | AA | AA | AA | AA | AA | TT | TT | TT | TT | T/T | A/A |
| rs13478783 | 6 | AA | AA | AA | AA | GG | GG | GG | GG | GG | GG | AA | AA | AA | AA | A/A | G/G |
| rs13479522 | 7 | AA | AA | AA | AA | GG | GG | GG | GG | GG | GG | AA | AA | AA | AA | A/A | G/G |
| rs13480122 | 9 | TT | TT | TT | TT | CC | CC | CC | CC | CC | CC | TT | TT | TT | TT | T/T | C/C |
| rs13480619 | 10 | TT | TT | TT | TT | CC | CC | CC | CC | CC | CC | TT | TT | TT | TT | T/T | C/C |
| CEL-10_58149652 | 10 | GG | GG | GG | GG | AA | AA | AA | AA | AA | AA | GG | GG | GG | GG | G/G | A/A |
| rs13480759 | 10 | CC | CC | CC | CC | TT | TT | TT | TT | TT | TT | CC | CC | CC | CC | C/C | T/T |
| rs13481014 | 11 | TT | TT | TT | TT | CC | CC | CC | CC | CC | CC | TT | TT | TT | TT | T/T | C/C |
| rs13481734 | 13 | AA | AA | AA | AA | GG | GG | GG | GG | GG | GG | AA | AA | AA | AA | A/A | G/G |
| CEL-14_116404928 | 14 | GG | GG | GG | GG | AA | AA | AA | AA | AA | AA | GG | GG | GG | GG | G/G | A/A |
| rs4165065 | 16 | TT | TT | TT | TT | CC | CC | CC | CC | CC | CC | TT | TT | TT | TT | T/T | C/C |
| rs13483055 | 17 | TT | TT | TT | TT | CC | CC | CC | CC | CC | CC | TT | TT | TT | TT | T/T | C/C |

圖3 台灣各單位 C57BL/6 次品系小鼠在 12 個 SNP 檢測位點的異同及來源判定廣為研究人員使用的 C57BL/6 小鼠主要來源分別為美國傑克森實驗室 (C57BL/6J) 或美國衛生研究院 (C57BL/6N)，在 12 個 SNP 檢測位點之基因型有所差異如表列。基因型鑑定結果顯示，台灣各主要生產單位之 C57BL/6 小鼠並非全為 C57BL/6J，有鑑於 C57BL/6J 與 C57BL/6N 仍具有相當程度的差異，研究人員應特別注意所使用的 C57BL/6 次品系小鼠來源。

詳細分析比較此次 C57BL/6 次品系小鼠檢測結果，將 12 個具差異性的 SNP 位點列表比較，並對照 C57BL/6J 與 C57BL/6N 小鼠基因型 (圖三)。結果顯示台灣各主要小鼠生產單位之 C57BL/6 小鼠分為兩大次品系：國研動物中心台北、南部設施及 D 單位和 E 單位所送出的 C57BL/6 樣本檢體在 12 個檢測位點都具有相同的基因型，且顯示其來源為美國傑克森實驗室；A 單位、B 單位和 C 單位之 C57BL/6 小鼠則來自美國衛生研究院。基因型鑑定結果與 Dr. Mekada 檢測結果吻合，次品系分群結果證實目前台灣所流通的 C57BL/6 小鼠並非全為 C57BL/6J 遺傳背景，研究人員在設計實驗、挑選 C57BL/6 小鼠時應特別注意其屬於何種次品系，以利實驗的進行和分析，避免因錯誤的遺傳背景認定致使不正確的結果判讀。

展望

由於實驗動物遺傳背景的重要性，各主要小鼠生產單位必須嚴謹的執行例行遺傳監測 (Genetic quality control)，以有效管控遺傳品質，確保提供研究人員使用之小鼠無因人為疏失所造成之遺傳污染。國研動物中心為國內最重要之實驗鼠供應單位之一，所飼育之近親品系小鼠及同源近親品系小鼠之遺傳品質攸關全台灣動物實驗之品質，故為小鼠遺傳品質把關不遺餘力。

藉由全基因體檢測囊括國研動物中心及台灣主要小鼠生產單位之重要近親品系小鼠樣本，施行小鼠遺傳背景普查，藉此機會進行各單位遺傳背景管控整合性的檢測，有利台灣小鼠遺傳品質的全面提升；並呈現相關分析結果，提供研究人員了解小鼠遺傳品質現況的途徑，確實掌握實驗用

小鼠遺傳背景；了解各大單位實驗鼠遺傳背景的異同處，也有利於相關遺傳研究的進行，對於小鼠生產單位及研究人員無疑都是一大利多。

國研院動物中心更即刻啟動小鼠遺傳品質提升計畫，利用分子遺傳學技術進行基因型鑑定，配合嚴謹的育種、選種，降低純品系小鼠遺傳雜合性，提高小鼠遺傳品質至目前科技所能達到之最高品質，對當前基因轉殖鼠產製勢必有所助益。除維持例行遺傳監測的準確度、對外小鼠販售的高品質控管，更積極與國內外各小鼠生產單位互動合作，時時以最高標準審視中心內小鼠遺傳品質，以期成為實驗動物使用者最有力、最值得信賴的後盾。

參考資料

- [1] Gerlai R (2001) Gene targeting: technical confounds and potential solutions in behavior brain research. *Behav Brain Res* 125 (1-2) : 13-21
- [2] Linder CC (2001) The influence of genetic background on spontaneous and genetically engineered mouse models of complex diseases. *Lab Anim* (NY) 30 (5) : 34-39
- [3] Wolfer DP, Crusio WE, Lipp HP (2002) Knockout mice: simple solutions to the problems of genetic background and flanking genes. *Trends Neurosci.* 25 (7) : 336-340
- [4] Bailey DW (1982) How pure are inbred strains of mice? *Immunol Today* 3 : 210-214
- [5] Threadgill DW, Yee D, Matin A, Nadeau JH, Magnuson T (1997) Genealogy of the 129 inbred strains : 129/SvJ is a contaminated inbred strain. *Mamm Genome* 8 (6) : 390-393
- [6] The Jackson Laboratory (2006) The importance of genetic background in mouse-based biomedical research. *Jax® Notes Issue* 502
- [7] Loeb LA, Liu PK, Das SK, Silber JR (1983) Infidelity of DNA synthesis as a cause of mutagenesis. *Princess Takamatsu Symp.* 13 : 267-276
- [8] S.J. D' Surney, L.R. Shugart, C.W. Theodorakis (2001) Genetic markers and genotyping methodologies: an overview. *Ecotoxicology* 10 (4) : 201-204
- [9] Radulovic J, Kammermeier J, Spiess J. (1998) Generalization of fear responses in C57BL/6N mice subjected to one-trial foreground contextual fear conditioning. *Behav Brain Res* 95 : 179-189
- [10] Stiedl O, Radulovic J, Lohmann R, Birkenfeld K, Palve M, Kammermeier J, Sananbenesi F, Spiess J. (1999) Strain and substrain differences in context- and tone-dependent fear conditioning of inbred mice. *Behav. Brain Res* 104 : 1-12
- [11] Roth DM, Swaney JS, Dalton ND, Gilpin EA, Ross J. (2002) Impact of anesthesia on cardiac function during echocardiography in mice. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 282 : H2134-2140
- [12] Mekada K, Abe K, Murakami A, Nakamura S, Nakata H, Moriwaki K, Obata Y, Yoshiki A (2009) Genetic differences among C57BL/6 substrains. *Exp Anim.* 58 (2) : 141-149

混合式網路告警關聯分析系統之研發

文/圖 陳慧敏 國家高速網路與計算中心

前言

隨著影音串流交換的普及化及各式應用軟體的興起，網路負載的容量與品質比以往更為重要。為了因應新形式的網路行為，國際學術研究網路^[1]開始著手研究光網路架構，光網路之特性在於可動態建立專屬的光通道，透過無壅塞、獨享頻寬的實現，達到確保使用者的網路頻寬及品質之需求。當光網路架構與傳統的 IP 網路整合時，網路告警的管理問題需要重新考慮告警與整個光網路拓樸和 IP 網路的關係。告警關聯分析系統^[3, 15]即是在解決混合式網路^[2]的告警管理問題，透過已提出的告警關聯演算法，可將非關鍵性的告警訊息歸納至核心的告警訊息，提供網路管理員快速、準確的故障定位系統，降低故障排除時間，進而提高網路的穩定性。

混合式網路

混合式光網路包含 DWDM(Dense Wave Length Division Multiplexing)、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 和 IP 技術，DWDM 技術可承載 30 個光波同時傳送資料於單一光纖上，每個光波頻寬可達到 10G。SDH 使用分時多工的技術將光波分割成獨立的光通道 (lightpath)^[4]，光通道的兩端以 GE 卡版或 POS 介面和使用者設備連接。建構包含上述技術的混合式網路如圖一所示，底層架構是由使用 DWDM 技術之暗光纖佈建的拓樸圖；第二層由光纖的波長轉換成 SDH 訊號，進而切割出 STM-1~STM-64c 點對點之專屬光通道；第三層為 IP 設備，中間經由 SDH 光通道互相連接。

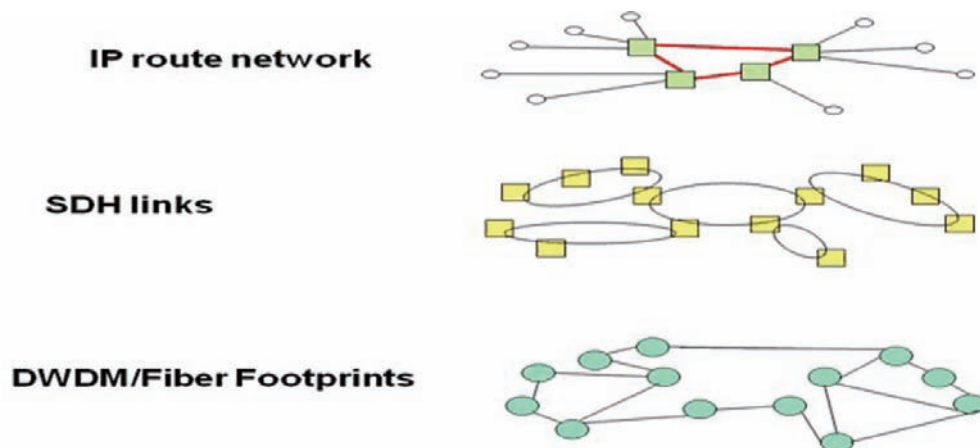


圖 1 結合 DWDM，SDH 和 IP 技術之混合式網路拓樸。

故障問題定位之困難性

使用混合式網路架構可解決網路壅塞的問題，並提昇頻寬的使用效率，但是當網路告警發生時，需要考慮橫跨多個網路層的狀況，使故障定位複雜度提高。例如，當光纖斷裂時，所有的光波會視為故障並發出告警，而位於上層的 SDH 層和 IP 層網路也會受到影響且發出服務中斷的訊息。在這種情形下，大量的網路告警造成網路管理員判別故障點的困難，因此我們提出告警關聯演算法，利用告警訊息的拓樸關聯性找出真正發生故障的設備位置。

告警關聯演算法流程

如圖 2，告警關聯圖記錄所有告警的關聯路徑，系統將告警訊息由上層往底層追蹤根源訊息，直到沒有路徑為止，以下介紹演算法的執行流程。

- 1.將收到的告警訊息依設備卡版分類（GE,CE/ML，STM-64，TXP32WSS，32DMX和 OSCCSM）。
- 2.由卡版的最上層挑選一個告警訊息（x），若最上層的告警都已挑選過，則往下一層挑選告警訊息（x）；若已達最底層且全部訊息都已走訪過，則停止流程。
- 3.判斷 x 在關聯圖上有無存在通往下一個告警（y）的路徑，若存在，則跳到下一個步驟；否則，重複步驟 2。
- 4.比對 y 和已接收的告警訊息，若 y 存在於已接收的告警訊息中，將 x 設定為已走訪過，並由 y 取代 x 的值並跳至步驟 3；否則跳至步驟 2。

最後，未被設定為走訪過的訊息即為告警根源訊息，其它已走訪過的告警訊息表示皆因根源訊息而引起。

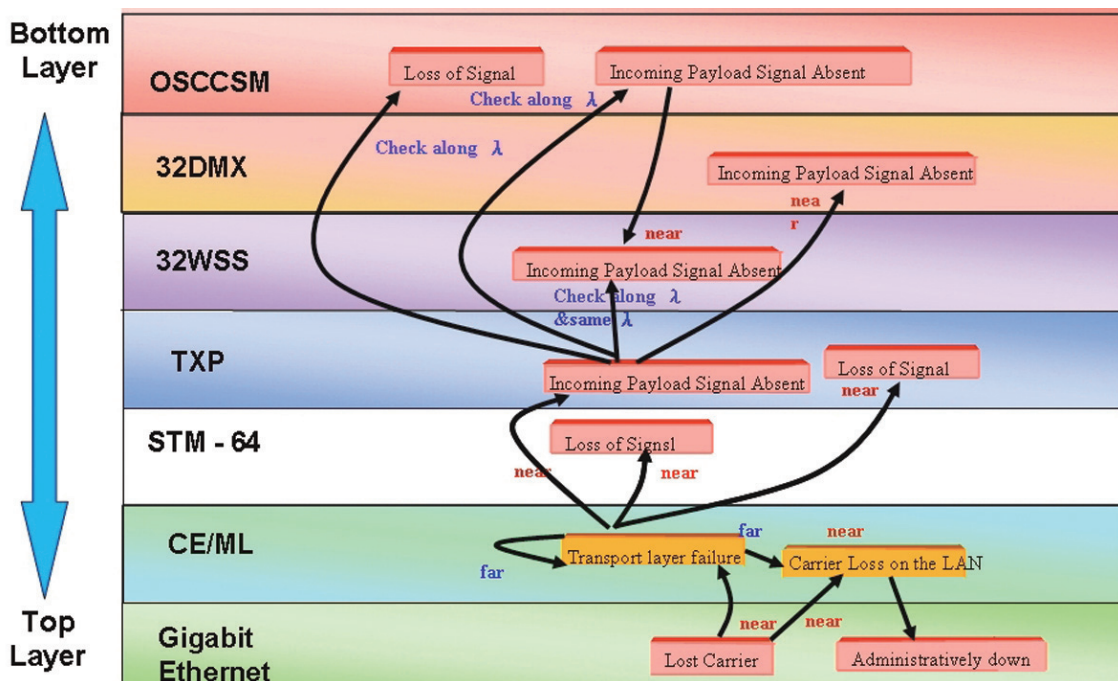


圖 2 告警關聯圖。

系統架構概念

傳統的系統設計主要以 Client-Server 作為系統開發的架構，透過共用的資料庫整合各軟體系統。為了使系統可以平開發且縮短開發時間，低耦合性（Loosely Coupling）的系統設計概念日趨受到重視，讓各個系統能擁有自己的資源，在資源上需與其他系統共用，此設計概念能更容易整合分散於各地的服務。perfSONAR 正是以此上述觀念所發展出來的服務框架，為了保留系統開發的彈性和未來與其他系統間整合的便利性，我們採用 perfSONAR 框架作為本系統的設計架構。

PERFSONAR 網路服務

perfSONAR [5]-[8] 始由 Internet2 [9]，並由 ESnet、RNP 和 GEANT2 等研網單位共同合作開發，期望能在跨數個網域的架構下，仍能輕易的執行點對點的網路效能量測。perfSONAR 自訂服務間的溝通協議標準，此協議基於 SOAP XML [12] 並遵循 OGF（Open Grid Forum）網路監測標準，開發者可任意新增服務於其架構之上。perfSONAR 遵循 Services-Oriented Architecture（SOA）為網路服務框架 [10, 11]，架構主要包含三層，由上而下分別為 User Interface Layer，Service Layer 和 Measurement Point Layer，其中 Service Layer 是由數個獨立的服務所組成，其服務包括收集資訊，儲存資料，分析和傳送結果等 [13]。

perfSONAR 提供許多已開發完成的服務 [14]，如下：

- Measurement Point（MP）Service：透過主動或被動量測方式提供監控資訊。
- Measurement Archive（MA）Service：從 MP 取得監控資訊並儲存、發佈。
- Lookup Service：記錄所有可被使用的服務。
- Authentication Service：管理服務存取權限。
- Topology Service：提供拓樸資訊。
- Transformation Service：提供架構中服務間的資料傳送。
- Resource Protector Service：系統資源消耗管理。

系統架構及服務

本系統架構如圖 3 所示，我們開發了三個 MP 服務，分別為負責取得光網路設備告警訊息的 TL1 MP、取得路由設備告警訊息的 SNMPLite MP 與進行告警分析的 Correlation MP。TL1 MP 透過 Transaction Language 1 來進行光設備的管理與維護，透過類似 telnet 的命令介面，對光設備進行建立光通道、查詢光設備訊息等動作。我們所開發的 TL1 MP 為了讓服務更有彈性，設計成可提供 MP 的管理人員自行定義指令，且針對執行指令回傳的結果，使用正規表示法來解析回應的訊息；SNMPLite MP 透過 SNMP 取得目前路由器的即時告警訊息，主要功能為讀取指定路由設備介面目前的狀態，所以僅實作 snmp get 功能，為了讓 SNMPLite 的功能更為完整，未來我們也計畫將提供 snmp walk 功能；Correlation MP 接收來自 UI 的告警訊息，依循前文所介紹的告警

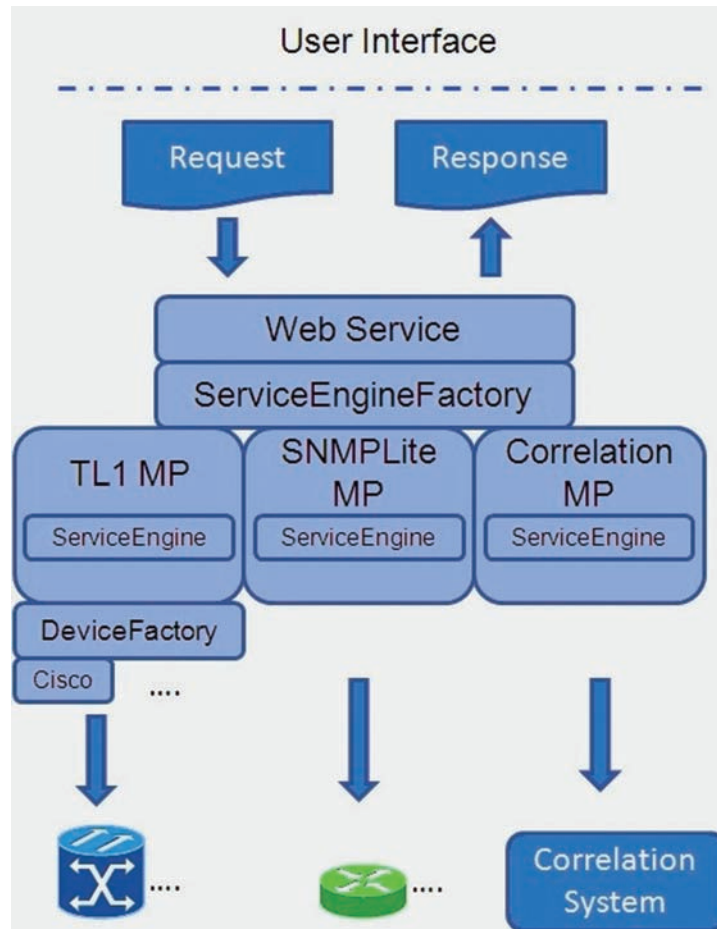


圖3 系統架構圖。

關聯演算法將相關訊息歸類、簡化至最少，分析結果再透過 SOAP 回傳至 UI。本系統之 MP 藉由 perfSONAR 定義之框架，發佈 MP 為 Web Service，提供跨語言的工具與光設備系統進行溝通。

研發成果

為了使用者方便執行後端的服務，必須開發視覺化的工具呈現執行結果，PerfSONARUI^[16]即是在本系統中擔任視覺化使用者介面的角色。PerfSONARUI 是開放原始碼的軟體，且廣泛

地被使用來執行散佈於各處的 perfSONAR 服務，因此我們將告警關聯分析系統整合進 PerfSONARUI 之中，除了可使用 perfSONAR 原有的基本服務外，也可以操作相同的介面來進行告警分析服務。

告警關聯分析系統的使用者介面如圖 4 所示，畫面的上半部是預設的光網路/路由設備資訊；右下角為網路拓樸圖，包含光設備 A、A2、B 和 C，及路由設備 7609A2、7609B 和 7609C；左下角為系統目前取得的告警訊息以及經過告警

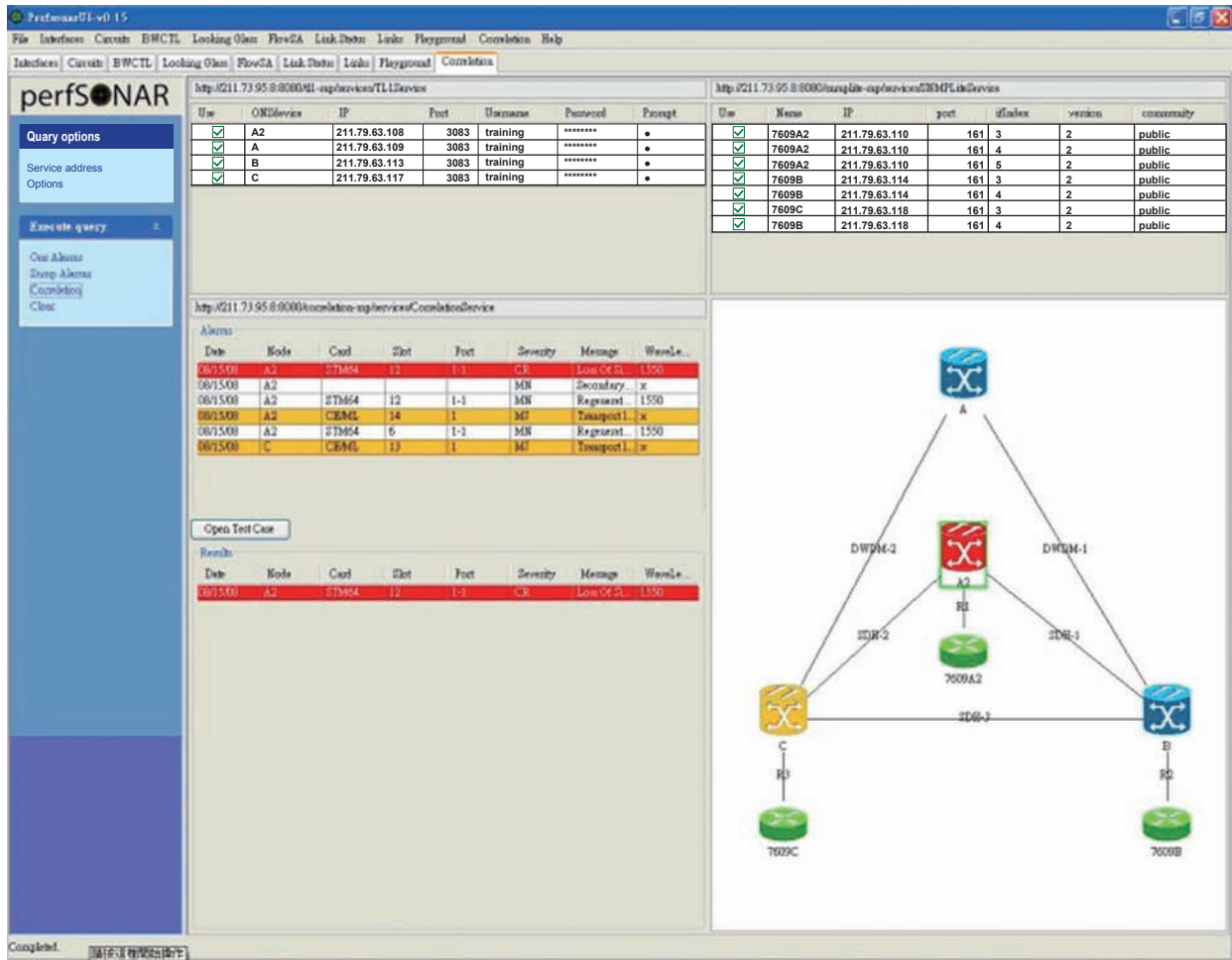


圖 4 告警關聯分析系統使用者畫面。

分析後所得到的根源訊息。即時告警訊息依影響網路服務的程度而用不同顏色呈現，紅色告警表示已嚴重影響服務，需要被立即修復；橘色告警較紅色輕微，不影響提供的服務。

總結

在 Internet2 與其它國際研網極力推展下，perfSONAR 已成為國際研網間網路服務的標準。有鑑於此，我們將告警關聯分析系統移植至 perfSONAR 平台，承襲 perfSONAR 服務導向與跨平台的優點，使系統框架符合國際化的

標準並加強了系統彈性。例如：系統中的 TL1 MP，SNMPLite MP 和 Correlation MP 皆可脫離告警關聯分析系統單獨向 MA 或 UI 提供服務，系統中任一個 MP 被卸載或替換也不會影響整個系統的運作，此架構大大提昇了系統穩定性與系統元件的可再用性。未來我們將告警關聯系統應用於 TWAREN 網路，並研究與 VPLS 等服務告警之整合，使維運系統的告警功能更臻完善，協助維運人員縮小網路中斷時間，使 TWAREN 受到固網線路中斷與設備失能的影響降低，有效提昇網路可用率。

參考資料

- [1] C. R. McClure and others, The National Research and Education Network (NREN) : Research and Policy Perspectives, Ablex Publishing Corporation, 1991.
- [2] TWAREN Optical Laboratory, <http://optlab1.twaren.net/optlabEN/>.
- [3] 曾惠敏、劉德隆、楊竹星, "路由網路和光網路混合環境下之故障管理", TANET 2008 論文集, 高雄, 2008 10 月。
- [4] J. Wu, M. Savoie, S. Campbell, H. Zhang, G. V. Bochmann, and B. St. Arnaud: "Customer-managed end-to-end lightpath provisioning". International Journal of Network Management, Vol. 15, Issue 5, 2005, pp. 349-362.
- [5] B. Tierney, J. Boote, E. Boyd, A. Brown, M. Grigoriev, J. Metzger and others, "Instantiating a Global Network Measurement Framework", LBNL Technical Report LBNL-1452E, January 2009.
- [6] J. Boote, A. Hanemann, L. Kudarimoti, P. Louridas, L. Marta, M. Michael, N. Simar, and I. Tsompanidis, "Quality Assurance in perfSONAR Release Management", Quality of Information and Communications Technology Conference, Lisbon, Sept. 2007, pp. 131-142.
- [7] A. Hanemann, L. Marta and M. Michael, "Quality Assurance in the perfSONAR Project: Release, Incident and Problem Management", Software Quality Professional Journal, American Society for Quality, Vol. 10, No. 4, Sept. 2008, pp. 39-50.
- [8] A. Hanemann, V. Jeliazkov, O. Kvittem, L. Marta, J. Metzger and I. Velimirovic, "Complementary Visualization of perfSONAR Network Performance Measurements", Proceedings of the International Conference on Internet Surveillance and Protection (ICISP), IARIA/IEEE, Cap Esterel, France, Aug. 2006, pp. 1-6.
- [9] D. Cameron, Internet2: The Future of the Internet and Next-Generation Initiatives, Computer Technology Research Corp., February 1999.
- [10] G. Alonso, H. Kuno, F. Casati, and V. Machiraju, Web Services: Concepts, Architectures and Applications, Springer Verlag, 2004.
- [11] B. Benatallah, F. Casati, and F. Toumani, "Analysis and Management of Web Service Protocols", in Proceedings of the 23rd Int'l Conf. Conceptual Modeling, ser. LNCS, 2004, pp. 524-541.
- [12] SOAP, <http://www.w3.org/TR/soap/>.
- [13] J. Zurawski, J. Boote, M. Glowiak, A. Hanemann, M. Swany, and S. Trocha, "Hierarchically Federated Registration and Lookup within the perfSONAR Framework", Integrated Network Management, 10th IFIP/IEEE International Symposium, May 2007, pp. 705-708.
- [14] perfSONAR services, <http://www.perfsonar.net/services.html>.
- [15] T. L. Liu, H. M. Tseng, H. M. Chen, J. W. Hu, C. S. Yang and C. E. Yeh, "Design of Alarm Management System in Hybrid IP/Optical Networks", Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2009, pp. 607-611.
- [16] N. Jeliazkova, L. Iliev, and V. Jeliazkov, "PerfsonarUI - a Standalone Graphical User Interface for Querying perfSONAR Services", Proceedings of the IEEE John Vincent Atanasoff 2006 International Symposium on Modern Computing, 2006, pp.77-81.

整合型科技計畫策略規劃概要

文/圖 李珊珊、李翎竹、鄒箴生 科技政策研究與資訊中心

前言

面臨知識經濟時代，強調「需求驅動、創新導向」之科技思維模式，因應此科技思維之轉變，我國政府期許朝向跨領域、跨機構融合之趨勢，以營造創新需求驅動環境，我國政府近年逐漸強化整合各項科技相關策略，並落實發展部會協同合作機制（行政院國科會，2009）。國際間政府為解決問題重大社經議題，常採行策略與任務導向的大型整合研發計畫（Strategic and Mission-Oriented Research Programmes），如：歐盟的研究架構計畫（the EU Framework Programme for Research and Technological Development），或國家型研發計畫等，皆從國家政策方向與社會經濟發展進行整體性考量，其計畫目標的制定乃遵循國家政策總體目標來擬定研發策略（李珊珊，2007）。

我國政府為解決重大社經議題亦採行整合型科技計畫作為科技施政的手段，如：行政院國科會為推動重點領域國家型科技計畫所輔助進行之「國家型奈米科技教育」整合型計畫（行政院國科會科學教育發展處，2009）、「節能減碳教育研究」整合型計畫（行政院國科會國際合作處，2009），主要是鼓勵跨系、跨院或跨校之

研究團隊或不同機關團體策略聯盟，針對計畫主軸提出分項議題相關計畫，以達成計畫總目標；行政院農委會亦於近年度提出「十大產業研究團隊」計畫，以跨領域、跨機構的整合為手段，發展以產業推動為目標之策略性研發計畫。

整合型科技計畫乃是跨機構、跨領域的大型科技研發計畫，其所需的經費多，執行時間長，往往需要多項科技成果相互搭配，方能達成預期目標。因其為質變，產業相關的各利益關係人之營運方式、技術層次、人員素質、依存關係也勢必有所改變。而各個成員間需對計畫之目標具有共識，以期規劃各分項或子項計畫的目的。此類大型研發計畫的目標層次廣泛且複雜，難以確實且有效評估其效益，是目前所面臨的一大挑戰。

英國策略規劃手冊（Strategy Survival Guide）中提及一個好的策略規劃，需釐清問題、界定目標、鼓勵利益關係人的參與，以及定位計畫架構與其課責，才易確保預期效益產生（UK's Strategic Capability Team at the Prime Minister's Strategy Unit, 2004）。因此，更有效地推動整合型計畫，在最初規劃階段，其考慮因子需涵蓋下列諸項構面：（1）情境分析：明確說明計畫推動前後現況與預期情景

的改變，鼓勵利益關係人之涉入；（2）目標導引：釐清問題樹，納入利益關係人之意見，轉換成目標樹之建構；（3）預期效益指標導引：計畫通常由各項工作活動而產出特定事或物，此類產出，往往針對特定之目標對象來設計，以期影響目標對象產生預期改變。因此整合型科技計畫的策略規劃階段應將上述的各要點予以釐清，作為規劃的主要內容。

情境分析

整合型計畫常以解決現況問題，將現況提升至更理想境界為目標，情境分析（Situation Analysis）常是策略規劃所提及的最初步驟（USAIDS, 1998）。預期情境的設計，必需考慮其可行性及協助釐清潛在機會，需考量的因素，如：社會、經濟、文化等因素，及計畫成員

與利益關係人的行為改變。由於整合型計畫的執行時間較長，原則上情境一旦確定，則盡量不要更改，若面臨的環境變化，只需修正方法、工具及時程，但應盡量維持目標及衡量指標。

整合型計畫的情境描述或可用下列方式來導引：

1. 情境界定與描述

大型計畫目標往往來自期望對現況有所改變，初期可能只是一個方向上的概念，在規劃時則需釐清改變的內涵及科技對這些改變所帶來的可能貢獻。大型整合計畫的整體效益，來自於產業各利益關係人的獨自改變而所產生的綜合結果，因此情境分析，最好能解析各利益關係人所必要的改變，以導引出針對不同利益關係人的科技需求。

表 1 情境描述表

| | |
|------|---------------|
| 預期情境 | (為一段文字) |
| 現況描述 | (對應預期情景的一段文字) |

表 2 現況描述與預期情境之改變對照表

| 改變項目 | 現況 | 預期 | 科技貢獻 ^註 |
|------|----|----|-------------------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| ... | | | |

註：科技是否為導致改變的核心條件。

表 3 利益關係人預期改變及條件表

| 利益關係人 | 預期改變 | 必要條件 ^註 |
|-------|------|-------------------|
| 業界 | | |
| 研發人員 | | |
| 政策單位 | | |
| 作業人員 | | |
| 設備提供者 | | |
| 資材提供者 | | |
| 相關服務業 | | |
| 直接顧客群 | | |
| 間接顧客群 | | |
| ... | | |

註：必要條件是指利益關係人面臨內外環境因素之條件下所進行預期改變，以導引效益，故內在環境因素，如：能量、規模、營運方式、組織架構、品管方法...；而外在環境因素，如：法令規章、認證公信力、市場規範、金融體系、服務業成熟度...

A. 情境描述

整合型計畫的預期情境規劃應由利益關係人共同討論協商，如：計畫主持人、出資單位（或主管單位）、產官研界代表與計畫成員等。並在規劃過程中，需界定此預期情境的主題範圍。此一作業的產出為情境描述表，如表 1。

B. 現況與情境比對

依照預期情境的內涵，針對每一項預期情境提出相對應的現況描述，比較這兩者差別，即是該計畫所欲追求的改變，接著將這兩段文字作一比較，找出科技可能提供的潛在改變。而對非科技性的改變，則列為前提或假設，提供相關機構參考，作為配套條件。改變對照表如表 2 所示。

C. 依據改變對照表

針對科技項目的內涵，改變預期目標情境，並最好能建議如何檢視此一情境的方法，如：產值、規模、市場改變、從業人員數值、技術移轉數

量、產品品質改良等。此一文字界定計畫未來執行時是否成功的要素，作為將來撰寫效益或績效報告的基礎。

2. 情境解析

情境改變是各利益關係人個別改變的綜合結果。如要確定此情境的變化，需進一步解析具體目標及其分項目標相對應利益關係人的預期改變，以便由預期改變所產生的效益導引計畫目標。可依上述改變對照表的內容建構各利益關係人之預期改變，如表 3 所示。為確保各利益關係人改變之可行性，製作表 3 最好由這些利益關係人參與整個過程。某些關係人可能不需要做太多改變，但仍需納入分析過程，僅在預期改變註明不需重大改變或僅需微幅調整即可，此類項目則可不列入計畫目標的規劃策略中。

目標導引

計畫總目標確立

依照情境分析所確立之主要改變，導引出計畫所欲解決的「關鍵問題」。整合型計畫有時會有二個以上的關鍵問題，而其間並無相互依存的因果關係，則可用優先順序或同時並進兩種方式處理，選擇的原則決定在計畫的資源規模及時效之急迫性。有時可由上階機構（如部會）推動兩個獨立的大型計畫來運作，此時兩個計畫間應有溝通機制，以期互補互利及避免資源的重複。

所謂計畫目標是指因計畫產出對利益關係人所造成的影響而導致的改變。故在目標確立的過程中，第一步是將情境之改變轉換成“問題”，其中所思考的方式從現況描述之觀點切入，這是因為問題的存在會導致現況與預期情境有所落差，其思維方式之導引可以依下列之思考：

情境差異→所追求的改變本質→阻礙改變的原因(問題)→誰的問題→目標對象應有的改變→那些產出可導引目標對象做出改變

導引計畫目標的方式很多，決定因子也很複雜，在國外一些機構，如：澳洲國際發展署（The Australian Agency for International Development）（AusAID, 2005）、亞洲開發銀行（Asian Development Bank）（Saldanha & Whittle, 1998）等在進行計畫規劃時採用邏輯架構方法（Logical Framework Approach），針對情境分析下所產生的改變（問題）進行問題樹（Problem Tree）的建構，納入利益關係人而轉換成目標樹（Objective Tree）；而國內政府部會（如

國科會、農委會）則是在大型計畫中以反魚骨圖（Reverse Fishbone Diagram）呈現計畫目標與其分項目標之層次（行政院國科會，2009）。在進行這個規劃過程中，大型計畫目標仍需以科技計畫之產出為主，但也需掌握非科技性的條件作外在因素的前題。

魚骨圖與邏輯架構概念之結合

魚骨圖與邏輯架構方法的推導有其共通性：強調因果邏輯關係；魚骨圖與問題樹之相似性；反魚骨圖與目標樹之相似性。然在一些魚骨圖相關文獻中，如：Defense Acquisition University（2007）、國研院科技政策研究與資訊中心（2007）等，並未明確提及利益關係人的納入，且對於魚骨圖轉換成反魚骨圖也沒有諸多著墨。而反魚骨圖（目標樹）是建構計畫架構的邏輯依據，是推論計畫產出及計畫目標間必然性的方法。因此目標導引將以魚骨圖為主結合邏輯架構方法之概念進行（李翎竹等，2009）。

A. 魚骨圖的製作

魚骨圖是由日本品管大師石川馨（Kaoru Ishikawa）所製，乃以因果關係（Cause-and-effect）思維方式來分析問題的圖像化工具，其目的在釐清各種相關問題間的因果關係並制定目標以反映解決問題的條件。其製作方式，乃依各問題間的因果關係製成如圖 1。

圖 1 表示，大骨所提示的問題是目標問題之因，而中骨為大骨問題之因，依此類推，唯各大骨應無因果關係，彼此獨立互斥。原則上，每一中骨應僅是某一特定大骨問題的因，而與其他大骨間

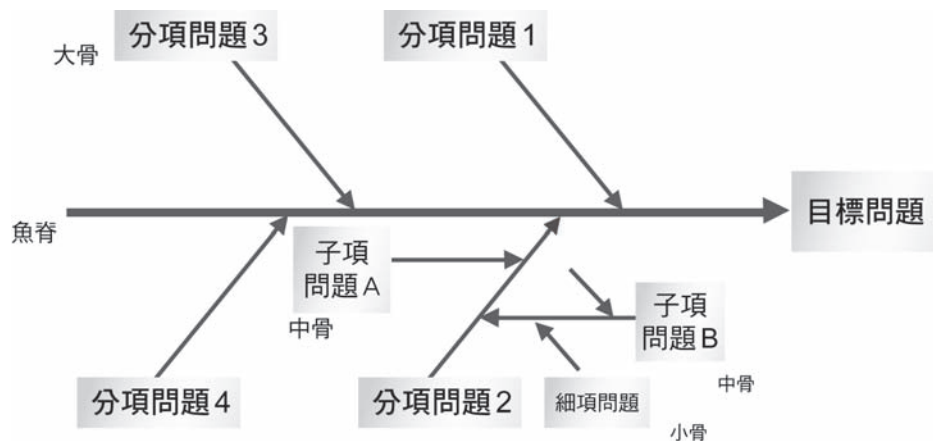
題無關。在實際操作上，同一中骨問題可能是兩個以上大骨的因。展開至小骨與細骨層次，問題更為精緻，因此往往選最重要的問題來呈現。

再者，魚骨圖製作應具無遺漏之原則。即在邏輯上，每一中骨的問題綜合起來是導致大骨問題的「充份條件」，而每一中骨為「必要條件」。因此如每一中骨問題予以解決，則大骨的問題“必然”解決。唯在操作上，某些問題不屬於計畫範圍內（如非科技議題），此類問題可列入計畫架構的前題（為必要條件，但不屬於計畫目標，因此假設此一問題會有別的計畫或機制予以

滿足。而前題是計畫成功的風險項目，如某些前題是不可能實現的，則需修改計畫內容）。

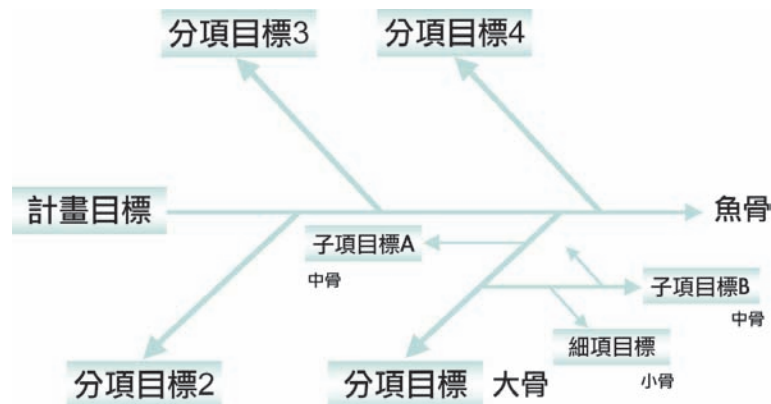
B. 反魚骨圖的製作

將魚骨圖的問題，分別訂定解決方案的定義，此一定義的推論乃依細骨、小骨、中骨、大骨、主脊骨的順序而來。因細骨的層次低，問題明確單純，較容易提出解決問題的定義。而將各細骨目標予以綜合則成小骨、中骨、大骨的目標。在綜合上階目標時，需考慮衡量指標。此一過程，在情境分析時所做的利益關係人預期改變及條件表（表 3）是重要參考資訊。將解決問題的目標



資料來源：李翎竹等（2009）。

圖 1 魚骨圖架構（問題樹）。



資料來源：李翎竹等（2009）。

圖 2 反魚骨圖架構（目標樹）。

取代魚骨圖的問題則是反魚骨圖，亦即邏輯架構方法中所說的目標樹，如圖 2。團隊可利用此目標樹，檢視達成各項目標所需要的產出之完整性，並依目標樹來估計工作計畫及所需的投入。

預期效益指標導引

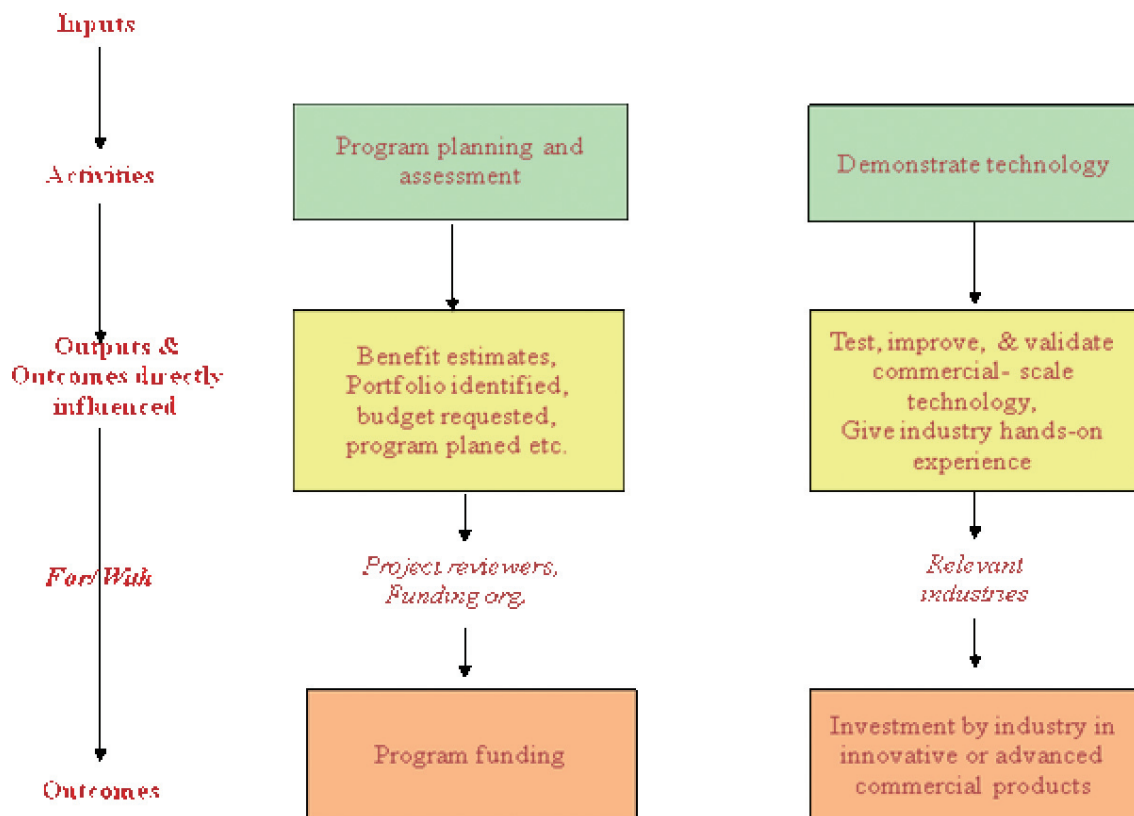
計畫通常由各項工作活動而產出特定的事或物，此類產出往往針對特定之目標對象來設計，並以期影響目標對象做某種改變以得到預期效益。以對目標對象影響的廣度及深度導引效益，來支持目標所設效益的正確性。圖 3 顯示計畫經由資源投入、活動執行，而產生相對應的產出，同時從產出階段瞭解其未來效益衡量，需先考慮產出對利益關係人之行為改變影響，再探究效益之所在，制定相對應的衡量指標。

在指標的設定上建議可以 SMART 原則檢視指標的合適性，該原則的內容與使用技巧分別如下，如表 4 所示（李珊珊，2007）。

(1) 明確性 (Specific)：指標須明確且具體。應清楚界定衡量工具與指標本身內容的範圍。如果指標無法完全清楚描繪出具體且欲衡量的工作方向，則可再針對該指標進行分解，以利於清楚表現欲衡量工作事項。

(2) 可衡量的 (Measurable)：易達成且可量化。指標應清楚傳達欲衡量的單位，故需先釐清每個指標的價值設定，蒐集完整資訊，並確保有一定方法進行定義與衡量。

(3) 可接受 (Accepted)：指標應為組織全體人員共同理解與接受，並適時反映出目標達



資料來源：Gretchen B., Jordan. (2005)。

圖 3 計畫週期各階段之效益導引。

成標準，以利於相關人員都能瞭解其中涵義。

(4) 真實性 (Realistic)：指標需經過驗證，並在組織或計畫可用資源環境下，反映出實際工作活動的效益本質，以及利益關係人的期望。

(5) 時間性 (Time-dependent)：指標應以成本有效性的觀點界定其欲達成期間或頻率，並考量當時目標達成情況。

表4 效益指標設定 SMART 原則

| SMART-ness | 特點 | 意義 | 診斷性問題 | 考量點 |
|-------------------------|--|---|---|--|
| 明確性 (Specific) | <ul style="list-style-type: none"> ● 精確具體 ● 使用動詞 ● 明確界定 | <ul style="list-style-type: none"> ● 明確定義的效益，如數字、頻率、百分比、科學效益等呈現 ● 清楚說明計畫議題、目標群體、時間與地點 | <ul style="list-style-type: none"> ● Who (誰涉入) ● What (想達成甚麼) ● When (何時達成) ● Where (地點) ● Why (達成目標之原因、目的或好處) ● Which (界定需要與條件) 哪個部分是必要性 | <ul style="list-style-type: none"> ● 清楚界定 ● 描述所欲執行功能/作用 ● 使用動詞說明甚麼該做 |
| 可衡量的 (Measurable) | <ul style="list-style-type: none"> ● 量化 ● 質化 ● 比較 | <ul style="list-style-type: none"> ● 指標需可衡量 ● 其中衡量基準與資料須明確界定 | <ul style="list-style-type: none"> ● How much ● How many ● How will I know (我如何知道已達成目標) | <ul style="list-style-type: none"> ● 行為：可觀察行動 ● 量化：數量 ● 質化：如何符合標準 ● 循環時間：要求完成時間 ● 效率：資源配置以達到效果 ● 彈性：協調特殊需求 |
| 可接受 (Accepted) | <ul style="list-style-type: none"> ● 在組織願景與任務範圍內 ● 在組織成員掌控之下 | <ul style="list-style-type: none"> ● 制定保有動力的目標與指標 ● 以可能達成方式去思考設定 | <ul style="list-style-type: none"> ● What exactly do I need to do? (實際上需要做甚麼) | <ul style="list-style-type: none"> ● 參與人員為符合目標之權責與監控 |
| 真實性 (Realistic) | <ul style="list-style-type: none"> ● 可衡量的成果 ● 可使用的資源 ● 實際合理 | <ul style="list-style-type: none"> ● 考量所擁有的資源 ● 確實評估其真實達成性 | <ul style="list-style-type: none"> ● Am I willing ● Am I able ● Is this doable (願意且能夠做) | <ul style="list-style-type: none"> ● 所需體驗的程度必備知識技能 ● 資源是否符合可達成所欲執行目標 |
| 時間性 (Time-dependent) | <ul style="list-style-type: none"> ● 明確時間點 ● 可監控追蹤過程 | <ul style="list-style-type: none"> ● 清楚界定目標預計完成的時間 ● 知道預計完成時間 | <ul style="list-style-type: none"> ● How often ● By when (多久做) | <ul style="list-style-type: none"> ● 明確完成時間或達成目標的期間 |

資料來源：李珊珊 (2007)。

綜合討論

整合型計畫因較為複雜，在策略規劃時往往需依賴管理工具來補助，但工具的選擇是否適當固然主要，但主要的考量在工具是否能滿足計畫規劃的需要。基本上，可分為目標設定、策略規劃及指標建構，三者環環相扣。

對計畫主持人而言，在規劃計畫內容時實際上皆會有上述三項考量。就大型計畫而言，嚴謹的規劃是計畫成功的重要保障，因此通常有一先導性規劃計畫，以決定計畫的內涵，再提出計畫。大型計畫是以重要社會經濟需求為出發的需求導向計畫，規劃時重點在為什麼要做（Why）及目標是什麼（What）兩項為主。當這兩項決定後方能思考如何做的問題（How），這與一般由技術導向的計畫有所不同，其原因之一是大型計畫中各項計畫皆有其核心技術的考量，而非由單一技術來決定成敗，因此技術面的考量通常是選擇合適的機構或個人來執行各分項或子項計畫。因此 How 的問題是交由專家來處理，而非總主持人所必須掌握的細節。

策略規劃是計畫事前評估（Ex-ante Evaluation）最為核心的作業，程序上通常以情境確立為基礎以導出計畫目標，再以目標問題為主軸，導出目標導向計畫架構，並以執行預期產出項目所需之工作計畫規劃資源需求及分配。

參考資料

1. 行政院國科會（2009）。民國 100 年度政府科技計畫概算編製暨審議作業手冊。台北市：行政院國科會。
2. 行政院國科會（2009）。第八次全國科學技術會議北部預備會議--議題三：完備法規制度，整合科技資源。上網日期：

期：2010 年 5 月 17 日，取自：www.nsc.gov.tw/pla/tc/8th/doc/N3.2.1.doc

3. 行政院國科會科學教育發展處（2009）。98 年度「國家型奈米科技教育」整合型計畫徵求書。上網日期：2010 年 5 月 17 日，取自：<http://www.nsc.gov.tw/sci/ct.asp?xItem=14372&ctNode=3395>
4. 行政院國科會國際合作處（2009）。98 年度「節能減碳教育研究」整合型計畫徵求書。上網日期：2010 年 5 月 17 日，取自：<http://www.nsc.gov.tw/int/ct.asp?xItem=14370&ctNode=3395>
5. 李珊珊（2007）。專家會議在策略性大型研發計畫評估的應用。研考會雙月刊，第 259 期，93-95。
6. 李珊珊（2007）。科技計畫目標形成與指標展開之探討。台北市：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。
7. 李翎竹、林海珍、殷正華、李珊珊、張瀨文、詹德譯、王碧玲、林品華（2009）。農業科技發展策略及施政績效指標之研究（行政院農委會委託計畫期末報告，98 農科-5.3.1-科-a2）。台北市：國研院科技政策研究與資訊中心。
8. 國研院科技政策研究與資訊中心（2007）。魚骨圖、因果圖與問題解決思考流程。科技產業資訊室。上網日期：2010 年 5 月 17 日，取自：http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/analysis/pat_A107.htm
9. Australian Agency for International Development. (2005). AusGuide - A Guide to Program Management. Commonwealth of Australia 2005 Overseas Aid Program.
10. Defense Acquisition University (2007). Basic Tools for Process Improvement. Retrieved May 17, 2010, from <https://acc.dau.mil/CommunityBrowser.aspx?id=184574>.
11. Gretchen B., Jordan. (2005). Generic R&D Logic Models Suggest Key Performance Indicators. Workshop on National Models for Public R&D Evaluation, Seoul, Korea.
12. Saldanha, Cedric D., & Whittle, John F. (1998). Using the Logical Framework for Sector Analysis and Project Design: A User's Guide. Manila: Asian Development Bank.
13. UK's Strategic Capability Team at the Prime Minister's Strategy Unit. (2004). Strategy Survival Guide (Version 2.1). London: The Prime Minister's Strategy Unit.
14. USAIDS. (1998). Guide to the Strategic Planning Process for a National Response to HIV/AIDS. Geneva: USAIDS.

T 頭鋼筋梁柱接頭錨定行為研究

文/圖 林克強、陳政宇 國家地震工程研究中心

摘要

梁柱交會區位於柱構件與一或兩方向梁構件交會點為結構中受力最複雜的元素之一，其鋼筋的配置擁擠，特別在邊柱、角柱或在頂層柱之梁柱節點（joints），或不連續梁或柱構件之主筋端部需彎鉤錨定，且鋼筋彎鉤一般均朝向交會區核心錨定，導致交會區的鋼筋配置更為擁擠，施工困難且可能造成混凝土澆置品質不良，引發梁柱交會區強度不足之疑慮。本研究目的乃利用 T 頭鋼筋取代傳統彎鉤鋼筋應用於梁柱接頭中，此應用可有效減緩接頭因鋼筋端部 90 度彎鉤所導致之鋼筋擁擠情形，提升混凝土澆注品質外，並預期可獲得較佳之耐震性能，有助於預鑄工法之應用。過去探討梁構件主筋採 T 頭鋼筋錨定於梁柱接頭中之相關研究極為有限，且國內本土相關研究更是缺乏，因此本研究針對此議題進行探討，並對國內有關 T 頭鋼筋的施工與設計細節提出建議。本研究試驗正進行中，其研究成果將盡速利用適當的機會發表。

關鍵詞

梁柱接頭、T 頭鋼筋、90 度標準彎鉤、交會區剪力需求、交會區剪力容量。

介紹

梁柱接頭在梁端塑鉸之塑性機構發生時，梁柱交會區（panel zone），或節點區（joint）受到嚴重的剪力作用，故交會區剪力強度及剪力需求的大小，直接控制梁柱接頭的韌性行為，進而影響抗彎構架系統耐震性能。梁柱交會區不僅為結構中受力最複雜的元素之一，同時為柱構件與一或兩方向梁構件交會點，在此兩或三向構件的交會處，其鋼筋的配置擁擠，特別在邊柱、角柱或在頂層柱之梁柱節點（joints），因不連續的梁或柱構件之主筋端部需彎鉤錨定，且鋼筋彎鉤一般均朝向交會區核心錨定，導致交會區的鋼筋配置更為擁擠。若採用 T 頭鋼筋取代傳統彎鉤鋼筋則可為工程施工提供有效的解決辦法。T 頭鋼筋於梁柱接頭中除可有效減緩接頭因鋼筋端部 90 度彎鉤所導致之鋼筋擁擠情形，以提升混凝土澆注品質外，並有助於預鑄工法之應用。因此，採用 T 頭鋼筋取代傳統彎鉤鋼筋有下列優點：（1）有助減緩接頭因彎鉤所導致之鋼筋擁擠情形，提升混凝土澆注品質；（2）T 頭鋼筋綁紮作業簡單，可減少工時；（3）若應用於大號鋼筋，T 頭的製作費用較彎鉤鋼筋的成本為經濟；（4）可縮短鋼筋之埋置長度，使 RC 構件尺寸及鋼筋配置更具彈性；（5）T 頭鋼筋於製作時其鋼筋必須裁剪平整，精度較高，但施工方

便，若能廣泛使用有助於提升 RC 構造的施工精度；（6）提升預鑄 RC 構造在現場澆置 RC 梁柱交會區之施工品質。

鋼筋採機械式錨定工法製作，可於工廠中事先加工，確保材料尺寸精度及其品質，機械化大量生廠可增進生產速率並降低成本，減緩現場施作趕工壓力並確實控制施工品質。若搭配預鑄工法施作，其鋼筋籠綁紮、搭接、組裝皆可於工廠內進行，免除天候影響工期因素，並於組裝及混凝土澆置後可確實養護，提高工程品質，減少人力需求及施作工期，並降低建造成本。

梁柱交會區剪力

為使梁柱交會區滿足剪力強度要求，交會區剪力強度 $V_{jh,n}$ 應大於剪力需求 $V_{jh,u}$ 。交會區剪力需求為當梁端產生塑鉸時，所傳入梁柱交會區的水平剪力，可以下式計算

$$V_{jh,u} = 1.25(A_s + A'_s)f_y - V_{col}$$

其中 A_s 、 A'_s 分別為梁上、下層鋼筋斷面積， f_y 為鋼筋標稱降伏強度， V_{col} 為柱剪力。本研究之梁柱交會區剪力強度主要依 ACI 318-08 [1] 規範與軟化壓拉桿模型 [2] 之建議計算，軟化壓拉桿模型之剪力強度 $V_{jh,sst}$ 乃參考黃世建教授 2002 年 [2] 所建議之預測模型計算。ACI 318-08 規範於耐震設計規定中之梁柱接頭交會區標稱剪力強度 V_n 為

$$V_n = \gamma\sqrt{f'_c}b_jh_c \text{ (psi)}$$

$$V_n = 0.083\gamma\sqrt{f'_c}b_jh_c \text{ (MPa)}$$

其中剪力容量係數 γ 依束制條件分類，可分為：（1）接頭四面皆受圍束者， γ 為 20；（2）三面或兩對面圍束者， γ 為 15；（3）其他型式者， γ 為 12； $b_j \times h_c$ 為交會區有效抗剪面積 (mm^2)， b_j 為交會區有效抗剪寬度， h_c 為交會區受剪方向之深度。為確保安全之梁柱接頭剪力設計，規範要求強度應考慮材料的不確定性與構件受力種類等因素，而需經強度折減因子 ϕ 的折減，其設計公式如下：

$$\phi V_n \geq V_{jh,u} \quad \phi = 0.85$$

同時 ACI 318-08 規範也規定應檢核柱梁的撓曲強度比 R_m ，其值須大於 1.2，以確保梁柱接頭在側向力作用下，梁端比柱端先達降伏條件。梁柱撓曲強度比定義為

$$R_m = \sum M_{nc} / \sum M_{ng}$$

$\sum M_{nc}$ 、 $\sum M_{ng}$ 分別為梁柱接頭在受地震力作用方向之柱構件與梁構件標稱撓曲強度總和。

鋼筋拉力發展長度

ACI 318-08 規範之耐震設計條文中建議，梁構件主筋採用標準 90 度彎鉤與 T 頭錨定時，於梁柱接頭中之拉力埋置長度 l_{dn} 、 l_{dt} 分別為

$$l_{dn} = 0.24 \frac{f_y d_b}{\sqrt{f'_c}} \geq \max[8d_b, 152 \text{ mm (6 in.)}]$$

$$l_{dt} = 0.19 \frac{f_y d_b}{\sqrt{f'_c}} \geq \max[8d_b, 152 \text{ mm (6 in.)}]$$

其中 f_y 為梁主筋之降伏強度， d_b 為梁主筋直徑， f'_c 為混凝土之抗壓強度。此規定顯示，採用 T 頭鋼筋可較 90 度標準彎鉤縮短拉力埋置長度 20%。

試體參數設計與試驗規劃

試體設計

本研究預計共進行九組梁柱接頭試驗，六組內柱接頭，三組外柱接頭試體，試體柱斷面尺寸均為 650 mm × 650mm，梁斷面尺寸均為 400mm × 700mm，試體之混凝土材料設計強度 34.3 MPa (5000 psi)，主筋及交會區箍筋分別採用 SD420W 及 SD420 鋼筋，降伏強度為 412 MPa (60000 psi)。每組試體整體尺寸柱長為 3700mm，支承中心距離

為 3200mm，梁長度從柱中心至試體梁端之距離為 2700mm，柱心至梁端施力中心為 3000 mm，所有試體均符合 ACI 318-08 規範中柱梁撓曲強度比 R_m 大於 1.2 之規定。梁、柱縱向鋼筋量均採用 #8 鋼筋，柱構件主筋均採用 16 支，梁主筋支數隨著梁柱交會區剪力需求而調整，故梁端塑鉸彎矩強度與交會區剪力需求為本研究之重要參數。詳細研究參數及變化如表一所示，各試體梁主筋於接頭中配置形式詳表一中 I 至 V 類型。

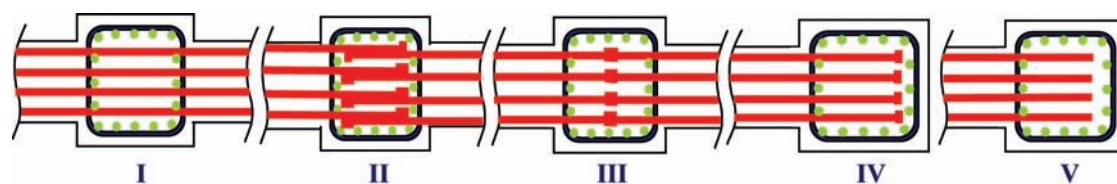


表 1 試體參數設計表

| specimens | beam bars | | $R_m = \frac{\Sigma M_{jc}}{\Sigma M_{ng}}$ | $R_s = \frac{V_{jh,u}}{V_n}$ | $\frac{V_{jh,u}}{V_{jh,sst}}$ | type | | Minimum spacing of bars | ρ | | la (mm) | |
|-----------|---------------|------------------|---|------------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Top beam bars | bottom beam bars | | | | Top beam bars | bottom beam bars | | Top beam bars | Top beam bars | Top beam bars | bottom beam bar |
| T 1 | 5-#8 | 5-#8 | 1.42 | 0.88 | 1.25 | I | II | 4.0db | 0.010 | 0.010 | none | 528 |
| T 2 | 5-#8 | 5-#8 | 1.42 | 0.88 | 1.25 | I | III | 4.0db | 0.010 | 0.010 | none | 309 |
| T 3 | 6-#8 | 6-#8 | 1.20 | 1.06 | 1.50 | I | II | 2.2db | 0.012 | 0.012 | none | 528 |
| T 4 | 6-#8 | 6-#8 | 1.20 | 1.06 | 1.50 | I | III | 2.2db | 0.012 | 0.012 | none | 309 |
| T 5 | 8-#8 | 4-#8 | 1.20 | 1.06 | 1.50 | I | I | 2.2db | 0.016 | 0.008 | none | none |
| T 6 | 8-#8 | 4-#8 | 1.20 | 1.06 | 1.50 | III | III | 2.2db | 0.016 | 0.008 | 309 | 309 |
| T 7 | 6-#8 | 6-#8 | 2.40 | 0.66 | 0.76 | IV | IV | 2.2db | 0.012 | 0.012 | 528 | 528 |
| T 8 | 6-#8 | 6-#8 | 2.40 | 0.66 | 0.76 | IV | IV | 2.2db | 0.012 | 0.012 | 309 | 216 |
| T 9 | 6-#8 | 6-#8 | 2.40 | 0.66 | 0.76 | V | V | 2.2db | 0.012 | 0.012 | 528 | 528 |

Notes :

R_m = ratio of column to beam flexural strength ;

$V_{jh,u}$ = joint shear demand ;

V_n = nominal joint shear capacity (EQ (2)) ;

$V_{jh,sst}$ = joint shear capacity (computed based on Softened Strut and Tie model , SST) [2] ;

ρ = reinforcement ratio of beam top or bottom main bars ;

l_a = anchored length of T headed bar in joint measured from column face.

本研究主要探討 T 頭鋼筋應用於耐震梁柱接頭之適用性，並聚焦於下列研究參數：

1. 交會區剪力需求與剪力容量比 (R_s)：藉由調整梁柱交會區剪力需求與容量之比值，探討 T 頭鋼筋於不同交會區剪應力之柱梁接頭之力學行為。試體 T1 與 T2、試體 T3 至 T6、及試體 T7 至 T9 之 R_s 值分別為 0.88、1.06 及 0.66，因此試體 T1 與 T3、及試體 T2、T4 與 T8 之試驗結果可分別進行比較分析。

2. T 頭鋼筋於梁柱接頭之配置型式：為使 T 頭鋼筋可確實有效地應用於鋼筋混凝土梁柱接頭中，因此本研究比較梁鋼筋採用 T 頭、一般直通及傳統彎鉤鋼筋之力學行為差異，因此梁鋼筋排列共採用五種型式：(I) 內柱直通鋼筋；(II) 內柱 T 頭鋼筋搭接；(III) 內柱 T 頭鋼筋對接；(IV) 外柱 T 頭鋼筋；及 (V) 外柱傳統 90 度彎鉤鋼筋。其中 (1) 試體 T1 與 T2 於梁柱接頭中梁上下層鋼筋的不同配置型式，可比較梁鋼筋間距 $4d_b$ 時，直通鋼筋、T 頭鋼筋搭接型式、與 T 頭鋼筋對接型式的力學行為差異；(2) 試體 T3 與 T4 對應於試體 T1 與 T2，可比較梁鋼筋間距 $2.2d_b$ 時，直通鋼筋、T 頭鋼筋搭接型式、與 T 頭鋼筋對接型式的力學行為差異；(3) 試體 T7、T8 與 T9 為外柱接頭試體，梁鋼筋間距採用 $2.2d_b$ ，利用上下層鋼筋埋置接頭深度的不同，比較標準 90 度彎鉤鋼筋、T 頭鋼筋埋入梁柱接頭 528、309、與 216mm 之耐震錨定性能差異。

3. 不同鋼筋量之握裹效果：試體 T4、T5 與 T6，鋼筋間距均採用 $2.2d_b$ ，此試驗結果預期可探討梁柱接頭中梁鋼筋採用直通與 T 頭對接型式

配置，對 4、6 與 8 根 8 號梁主筋之不同鋼筋量對其混凝土握裹效應之影響。

4. T 頭鋼筋淨間距限制：以 ACI 318-08 規定 T 頭鋼筋淨間距 $4d_b$ 的限制為基礎，將其間距縮小至 $2.2d_b$ ，探討 T 頭鋼筋縮小間距應用之可行性。試體 T1、T3 與 T7，及試體 T2 與 T4 之試驗結果，可分別比較梁主筋間距 $4d_b$ 與 $2.2d_b$ 之 T 頭錨定行為差異。

5. T 頭鋼筋錨定長度：外柱試體 T7 與 T8 之梁上下層 T 頭鋼筋分別以 ACI 318-08 及 ACI 352-02 建議 [3] 之不同錨定長度設計，其錨定長度 l_a 分別採用 528、309 與 216mm，探討梁柱接頭中 T 頭鋼筋錨定長度對梁柱接頭耐震性能之影響。

試驗計畫

本研究之內柱及外柱梁柱接頭之試驗裝置配置圖分別如圖 1 及圖 2 所示。試體梁端藉由鋼造轉接盒與一端固定於強力地板之油壓伺服閥千斤頂接合，試體梁端部預埋 20mm 厚鋼板，此端板與試體梁主筋電鍍錨定，且預埋 10 支螺栓與轉接盒接合。試體柱上、下端部各採用一 20mm 厚鋼板，大小與試體柱橫斷面相同，作為柱主筋錨定用，並於靠近上、下端附近處各預留 4 個穿透式孔洞，以螺桿貫穿鎖固，下端座落於一短柱上，側面固定於三角形反力架上，上端側向與一端固定於反力牆上之水平油壓伺服閥千斤頂相接。試驗構架從柱中心線至梁端施力點中心距離為 3000mm，梁高程中央至上、下端點之支承中點距離均為 1600mm，梁端與柱端均模擬鉸支承。本研究之試驗乃利用與梁端相接之油壓伺

服閥千斤頂施加反向反覆逐漸增大之垂直載重，以模擬實際結構中梁柱接頭承受水平力之受力效應。試驗時軸力施加 725 kN 為 $0.05A_g f'_c$ 。此柱軸力利用柱上端配置鋼梁並兩端放置預力鋼棒錨定於強力地板，使用置於鋼梁兩端之千斤頂施加之；在距柱心 2m 處之梁側面配置側向支撐，以防止試體梁於實驗中產生側向變形。

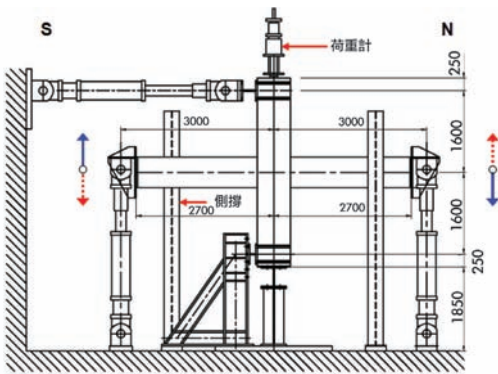


圖 1 內柱梁接頭試驗構架圖。

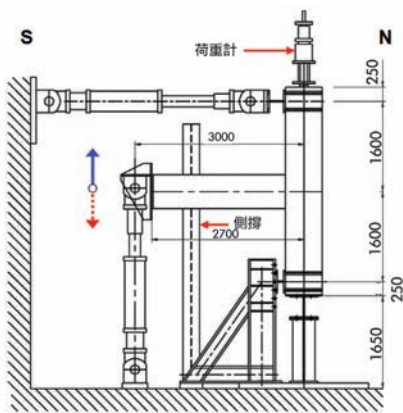


圖 2 外柱梁接頭試驗構架圖。

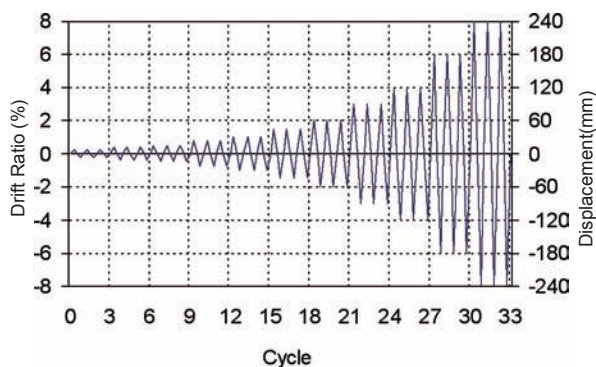


圖 3 試驗之施載程序圖。

試驗採用施加梁端位移載重之方式進行。梁端位移以結構物之層間變位角 (Drift Ratio) 為基礎，乘以柱心至梁施力點間距離求得，施加反覆之三角形位移。試驗層間尖峰變位角分別為 0.25%、0.375%、0.5%、0.75%、1%、1.5%、2%、3%、4%、6%、8% 等逐漸增大，每個尖峰位移角進行三個迴圈 [4]，如圖 3 所示。試驗至試體破壞或強度嚴重衰減後結束試驗。試驗過程中於每個尖峰位移角之第一迴圈正反向最大位移後，分別進行混凝土表面裂縫描繪，並量測與記錄裂縫之寬度。

展望

本研究目前進度正於試驗階段，其試驗結果有待進一步分析、比較、歸納與討論。由本研究計畫預期成果可突破現有 ACI 318-08 規範中對 T 頭鋼筋間距應用的侷限，以增加 T 頭鋼筋於營建市場的應用價值，並可提高鋼筋混凝土工程更具彈性的施工技術。

參考資料

- [1] ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary (ACI 318R-08)," American Concrete Institute, Farmington Hills, 2008.
- [2] Hwang, S.J., and Lee, H.J., "Strength Prediction for Discontinuity Regions by Softened Strut-and-Tie Model", Journal of Structural Engineering, ASCE, December, 128 (12), 2002, pp1519-1526.
- [3] ACI-ASCE Committee 352, "Recommendations for Design of Beam-Column Joints in Monolithic Reinforced Concrete Structures," ACI Journal, Proceedings, 2002.
- [4] ACI Innovation Task Group 1 and Collaborators, "Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing (T1.1-01)," American Concrete Institute, Farmington Hills, 2001.

人物專訪

Feature Person

走不一樣的創新路

專訪國家地震工程研究中心
張國鎮主任

文 國家實驗研究院 / 圖 張國鎮 國家地震工程研究中心



「若要提升地震工程至另一個新境界，試想新素材會是什麼？研究需注入創新，新材料的研發與應用正是創新的重要元素，新材料加入後，整個地震工程或許將被重新塑造，新的營建材料也將問世，地震工程的未來發展勢將更為創新。」國家實驗研究院地震工程研究中心主任張國鎮期許。

一路走來，張主任特別重視「務實」與「合作」，此觀念主要源自生長的台中大家庭，三代和諧、孝順、重倫理的身教對他影響至深。大同國小畢業後，就讀衛道初中並直升高中部，當時家中經營貨運行，每到寒暑假，天還沒亮兄弟們就開始幫忙裝貨，好趕得及清晨五、六點從台中運往基隆港口；工作完成後父親打賞的一百元體驗獎勵，更讓他充分領略付出才有收穫的踏實感。

追溯張主任和地震工程的淵源，得從「我的志願」回憶起。當年受阿姆斯特壯登陸月球的啟發，立志成為科學家，因此電機、機械、土木及物理科系，都成了選填大學志願的口袋名單。父親尤其鼓勵就讀土木系；1972年果然不負期望考上

台大土木系，大學四年更與系上同學建立深厚情誼，從此埋下深耕地震工程的種子。

儘管累積了土木工程的學養，卻到服役時才真正接觸工程實作。原本抽中金門簽王，因緣際會下輾轉至苗栗擔任測量官，長官看重張主任擁有木工工程背景，於是交付砲陣地的營造任務。然而砲陣台構圖與所學的建築設計圖迥然不同，再加上部隊中舉凡估價採購、材料發包及對步兵施工講習等工作皆需親自帶隊完成，對未曾有實務經驗的張主任是一大挑戰。窮則變、變則通，火速召集隊上的建築科弟兄幫忙製作模型，再等比例換算至實際工程中，施工講習時再請有經驗之工兵弟兄協助綁鋼筋、釘磨板、灌水泥等示範作業，因而磨練出理論與實務兼備的好功夫。

「曾有一度差點被抓去關。」張主任提及生涯中的第一個大危機。由於部隊長久以來深受材料品質低落所困擾，因此張主任規劃了改善營繕規則的方法，將最低標改為最合理標，以妥善控管品質，此構想亦獲各級長官同意。不料因此得罪

廠商，差點釀成「當兵當不完」的大禍，幸好最後功過相抵才讓紛擾落幕。此番折騰無異是一記當頭棒喝！張主任從此體認到儘管制度不合理，仍需周延思量並獲各方認可後才付諸施行，莫因一時氣盛而做過了頭！

1978 年退伍後考上台電；隔年在好友號召下，赴美攻讀土木結構碩士，1980 年取得學位後，在親情召喚下返國至中華顧問建築部從事建築結構設計；當時公司多半承攬公家建築，主要使用的工法為工作應力法（Working Stress Design Method），相較於美國採用的極限設計法（Ultimate Stress Design, USD），台灣當時的設計方法似乎太過時，因此尋求創新的思維漸漸萌芽。1981 年在恩師李兆治（George Lee）教授的鼓勵下二度赴美研修博士，期間正逢水牛城大學建造全美第二座震動台並爭取設立美國國家地震中心，為把握此難得的機會，1984 年 10 月取得美國紐約州立大學水牛城分校土木系博士後，張主任續留美國從事地震工程相關研究，且於紐約州立大學擔任研究副教授，研究方向也逐漸由力學轉向地震工程。

思維創新、行動務實的張主任，也有柔情細膩的一面。在大學郊遊聯誼的機緣下認識了夫人，憑著電話情書不間斷的柔情攻勢，成功擄獲芳心，至今仍記得兩人初次見面及結婚的紀念日。婚後師母全職照料家庭，嚴謹持家的風格塑造了慈父嚴母的家庭型態；師母的獨立與支持，讓張主任更能全心投入研究事務。

旅美時曾與 3M 公司合作，將 3M 提供的材料應用於地震工程上，這段經歷促使張主任更加



張國鎮主任與夫人合影留念。

確立「材料創新」就是未來學術發展想走的路。1991 返回台大土木系任教，張主任全心投入教學與研究，1997 年接任台大地震中心主任且兼任國震中心組長；自 2004 年起連任兩屆台大土木系系主任，期間為抒解系所研究空間不足的瓶頸，四處奔走籌措，終於在潤泰集團尹衍樑總裁和土木系好友與各方資助下，以不到六個月的時間打造出當時全國校園的第一棟隔震建築—台大新土木研究大樓，除加裝隔震層與阻尼器外，也納入「綠建築」的設計概念，使大樓更符合生態、節能、減廢、健康等目標。

馬不停蹄，2010 年甫卸下系主任職務便立刻接任國震中心主任。過去中心以發展結構為主，在全體同仁努力下，效益已獲國際認可，但在新材料的開發及跨領域之研究上仍有進步空間。未來將加強研發可應用於地震工程的新材料，如符合環保原則之新建材，並於參與國際合作進行實驗時，同步發展出國震中心的創新觀點；應用研究上亦將結合國家公共建設，與公路、橋梁等單位策略聯盟，由中心針對創新構想進行先期試驗，經過謹慎的評估驗證才予施做；帶領國震中心全體同仁朝兼具效率與創新的前瞻研究中心邁進。

海洋觀測雷達科技－利用地波雷達觀測之 CODAR 系統

文/圖 楊文昌 台灣海洋科技研究中心

海洋研究的演進與海洋觀測技術的研發息息相關，直至今日海洋研究工作仍充斥著相當的困難度，這些包括不良的天候與海況條件之影響、需要投入大量的人力與物力，以及觀測資料往往無法含括時空分佈等。海洋遙測技術的發展，開啟了海洋觀測的新里程，實現了能夠同時對大範圍海域的觀測，提供海洋研究上豐富的資訊。遙測技術通常係透過電磁波（如可見光、微波以及雷達等）為觀測媒介，而於海洋遙測應用上，目前廣為熟悉的屬衛星遙測與岸基海象遙測系統，其觀測之海洋特性包括海洋水色、海面高度（SSH）、海面溫度（SST）、海面鹽度（SSS）、波浪等，藉此能夠即時地瞭解與掌握其海洋特性之分佈情況。

海洋中心於四年期（2008 至 2011 年）計畫中，將於環台沿岸建置觀測表層海流之岸基遙測系統；當此高頻雷達測流網建置完成之後，即可長期地對台灣四周沿海海流進行觀測，不僅對於學術研究上有很大的助益，且對國家社會提供莫

大之貢獻。例如，海難事件發生時，藉此系統能夠即時掌握與預估不幸落海人員之漂流軌跡，提供救難單位有效搜救範圍，以提高搜救成功率；另外，海洋溢油事件發生時，藉此系統能夠確實掌握油污之傳輸與擴散情況，以使環保單位於污染防治上能迅速釐定對策，使海洋環境的污染程度減到最低。

海洋中心所建置之高頻雷達測流網係屬岸基遙測系統，經評估採用美規之 CODAR（Coastal Ocean Dynamic Application Radar）系統，主要使用高頻雷達（High Frequency，HF）波段之電磁波作為觀測媒介，利用主動式設計，不受天候、時間等環境因素影響，可以長期連續地針對目標海域進行觀測，即使在惡劣氣象條件下，仍然可以測得海象變化。簡單來說，其原理係雷達主動發射電磁波，碰到海面波浪的粗糙表面時（稱「目標」），產生布拉格散射（Bragg scattering，如圖 1 所示），利用發射與接收電磁波的時間差來計算目標的距離，並測量發射與

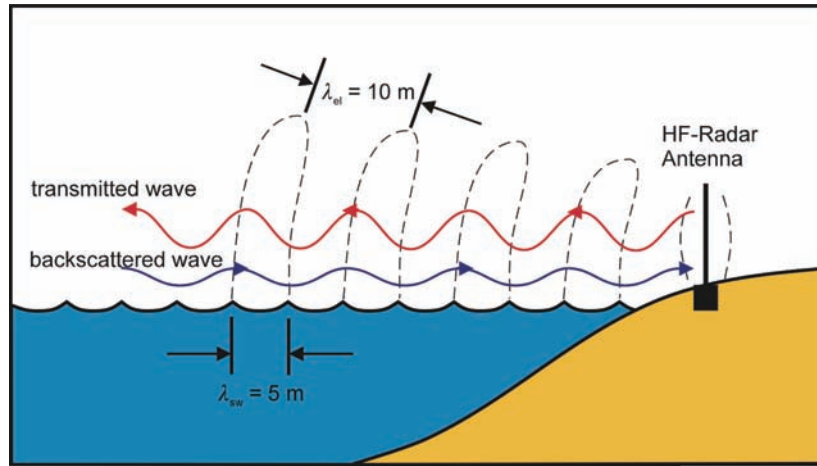


圖 1 布拉格散射示意圖（取材自 <http://ifmaxp1.ifm.uni-hamburg.de/>）。

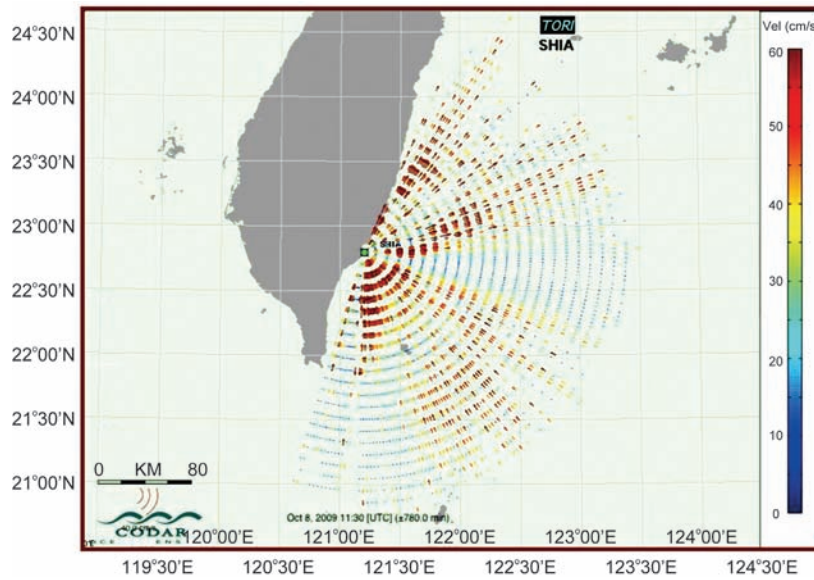


圖 2 單一雷達站觀測所得徑向流場圖。

接收到之電磁波的都普勒頻移，同時配合深水波理論，即可推算表面流速，另比較三個不同相位天線所接收到的訊號，則可計算出目標的方位。因此，單一雷達站可以得到一幅射狀、方向為靠

近或遠離雷達站的流速圖，如圖 2 所示。若有兩個不同位置的雷達站對同一區域進行觀測，即可合成共同涵蓋範圍內的表層平面流場，如圖 3 所示。

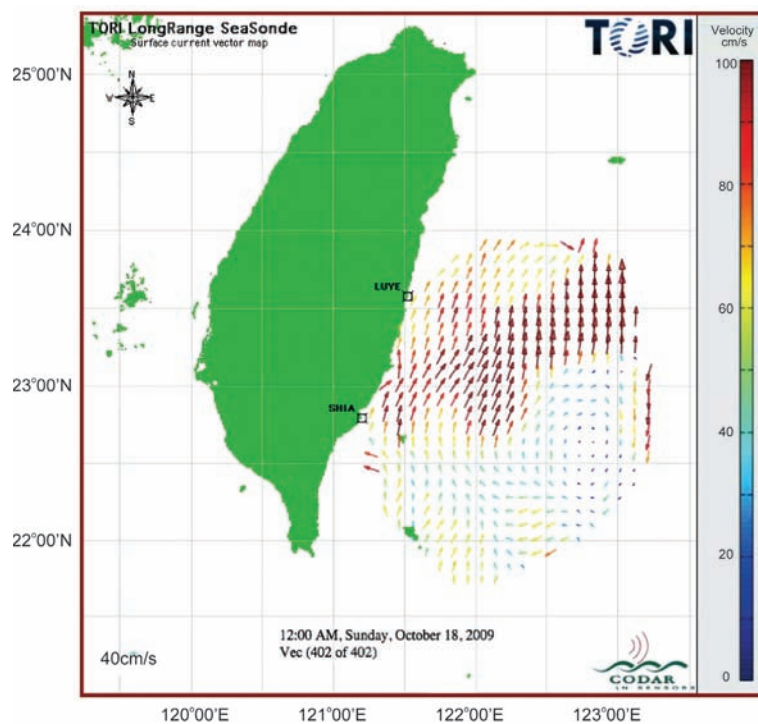


圖 3 合成兩雷達站徑向流場及可得平面流場圖。

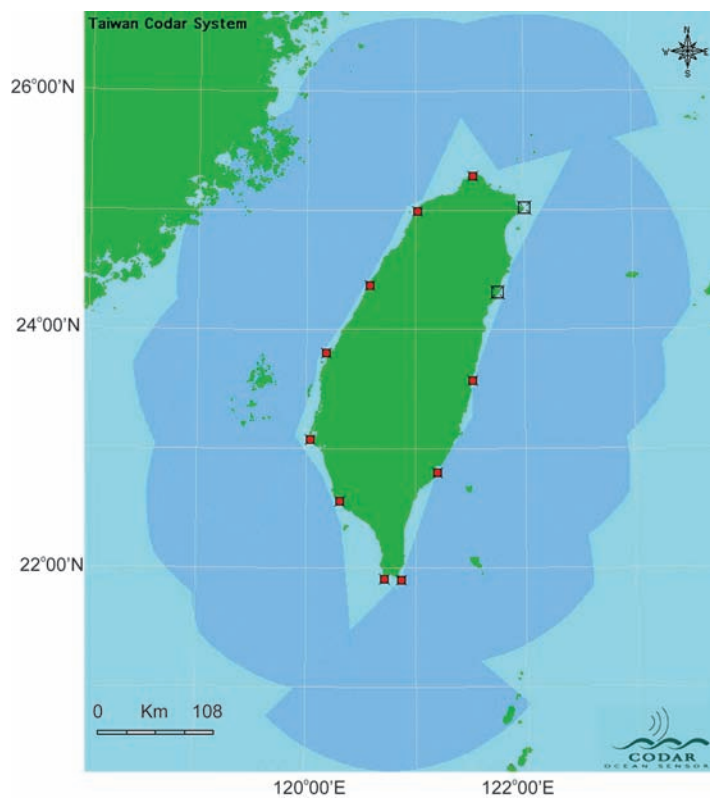


圖 4 環台建置 12 個 CODAR 雷達站之遙測範圍。

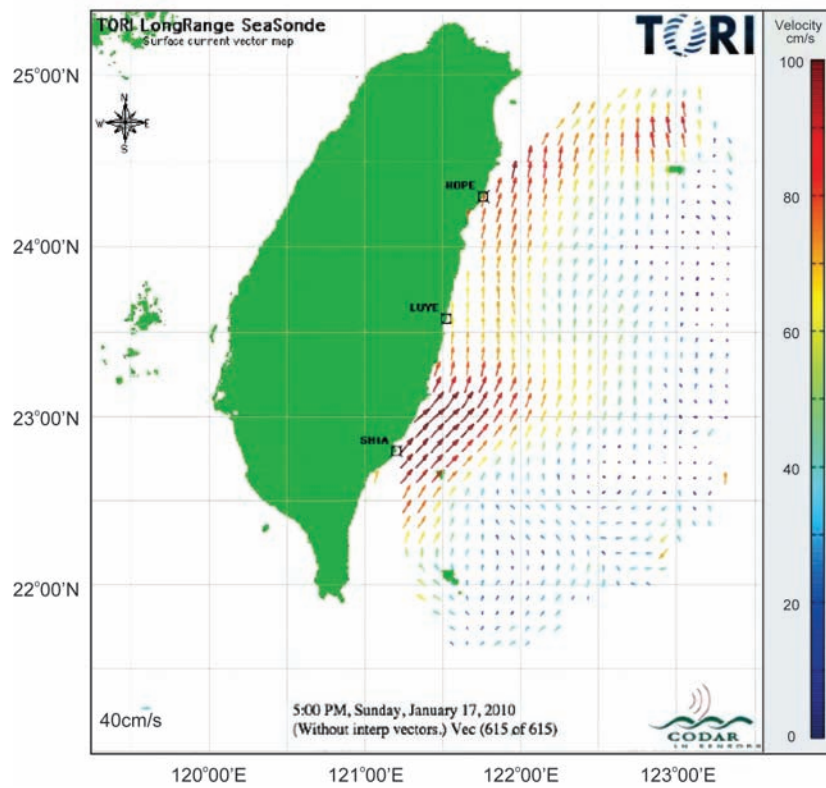


圖 5 已建置完成 3 站之觀測所得表層平面流場。

海洋中心所採用之 CODAR 系統係以高頻長距離型為主，其功能為：遙測距離在沿岸方向為 100-220 公里，在離岸方向為 140-220 公里，解析度依頻寬而定約為 3 至 12 公里，頻率範圍為 4.3 至 5.4MHz。在四年期計畫中預計於台灣沿海設置 12 個長距離雷達測站，遙測範圍大約涵蓋十萬平方公里之海域，觀測面積約

為台灣的 2.78 倍，如圖 4 所示；目前已獲國家通訊傳播委員會核定之頻率為 4.580 與 5.262 MHz，並已完成小野柳站、綠野機動站與和平站等 3 站之建置，觀測到的台灣東岸表層平面流場如圖 5 所示，初步以定性觀點來看已有黑潮雛型的呈現。

何謂「關鍵基礎設施安全防護」？

文/圖 蘇昭郎 國家災害防救科技中心

所謂關鍵基礎設施 (Critical Infrastructures, CI)？其定義為「該設施因人為破壞或自然災害受損，導致無法使用或提供服務，因而有影響政府功能運作，或造成人民傷亡或財產損失，或引起經濟衰退，或生態環境改變，或其他足使國家安全或利益遭受損害之虞者」。簡單的說，是指在一個國家中為維持國家安全、民生、經濟所提供的基本功能或服務，包括設施實體和以資訊為基礎的運作系統，常見的 CI 有公民營的電信、能源、銀行、財金、交通、供水及防救災等系統。

自 2001 年美國發生「九一一恐怖攻擊事件」之後，以及因全球氣候變遷導致各國天然災害事件頻傳，「關鍵基礎設施安全防護」(CIP) 已列入許多國家重要的政府議程和全球公共治理亟需面對之迫切議題。舉凡各國的金融、股市、通訊網路、海空港口、高速鐵路、重要科技研發、科學園區、或是淨水、供水、電力、能源等設施都可視為是影響民生經濟至鉅的 CI，一旦受到天然災害或人為破壞而導致功能癱瘓時，對民眾生存、經濟發展和國家社會正常運作都將帶來巨大的衝擊影響，故有必要對這些關鍵基礎設施之維護做好萬全的風險管理工作。

觀察世界各主要國家的運作經驗，在 CIP 概念的界定上，大致與美國實踐經驗相去並不遠，皆係將 CI 定義為攸關經濟發展、公共安全及社會生活之網絡、服務、系統或資產等。各國推動 CIP 的動機與目的並不完全相同，有以反恐為主軸的國家 - 如美國、新加坡、澳洲等；亦有以天然災害為主軸 - 全球多數國家，包括台灣；其他也有特別強調貿易、資通訊、衛生、能源、交通、產業等，以及其他緊急事件之衝擊或綜合因素考量，如歐洲國家、法、德與日、韓等國家。

CI 的確保與防護在國土安全領域中扮演重要之角色，近年來亦成為各國在推動國土安全政策中重要的一環。台灣基於其氣候條件及地理位置特殊，天然災害頻仍，無法避免颱風與地震等天然災害之發生，我們生活的國土環境屬於高災害潛勢地區。因此，在考量國土安全與 CIP 時，應針對台灣國土環境之災害衝擊特性，將天然災害列為國土的主要威脅項目之一。

有鑑於國家關鍵基礎設施或重要資源一旦遭受破壞，將可能造成政府及企業營運中斷，形成骨牌及擴大效應，嚴重衝擊經濟發展、民心士

表 1 各國關鍵基礎設施部門類別彙整表

| 設施類別 \ 國別 | 美國 | 英國 | 加拿大 | 瑞士 | 荷蘭 | 法國 | 德國 | 澳洲 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|--------------|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 銀行與金融* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 能源/電力* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 電信通訊* | √ | √ | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 交通運輸/物流/配送* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 中央政府/政府服務* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | √ | |
| 糧食/農業* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | √ |
| 供水及其設施# | √ | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | √ |
| 資訊服務/媒體# | √ | | | √ | √ | √ | | √ | | √ | √ |
| 緊急/救援服務# | √ | √ | √ | √ | | √ | | √ | | √ | |
| 衛生醫療服務 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | | | √ |
| 化學與核能 | √ | | √ | √ | √ | | | | | | |
| 軍事防衛/軍隊/防衛設施 | √ | √ | | | | √ | | | | √ | |
| 國家圖像/紀念碑 | √ | | | | | | | √ | | | |
| 污水排水/廢棄物管理 | √ | √ | | √ | √ | | | √ | | | |

* 指多數國家均列為優先關鍵基礎設施 # 指以台灣為例，建議增列為優先關鍵基礎設施

氣與政府運作。因此，行政院國土安全辦公室（Office of Homeland Security, OHS）積極推動我國 CIP 相關工作，並協調國安會、經濟、交通、國科會等相關單位共同推動。

基此，國家災害防救科技中心參與推動 CIP 計畫，提供技術層面的支持與發展災防面向的應用，由 OHS 負責實務、法制、宣導層面的推動，積極參與國家整體 CIP 計畫推動工作。綜觀我國 CIP 計畫推動主要具有下列特色：

- 透過國土安全與災害防救之技術與實務的

結合，針對共同的外力威脅與防護對象，將相關資料庫與技術整合。

- CIP 計畫議題應考量台灣國土環境之災害特性，依發生頻率與影響規模情境，規劃與推動關鍵基礎設施安全防護計畫，政府各部會過去已有一定程度之基礎與運作經驗。

- 我國 CIP 計畫推動的具體方式為建立符合台灣國土特性與需求，以產官學漸進式合作，逐步完成合乎台灣國土特性且可具體執行的方法，來推動 CIP 的計畫。

活動報導

Activities

「2010 奈米元件技術研討會」 暨「台灣半導體未來論壇」報導

文/圖 黃心寧 國家奈米元件實驗室

國家奈米元件實驗室（簡稱奈米實驗室）第 17 屆的「奈米元件技術研討會」已於 99 年 5 月 4 至 5 日於新竹國賓飯店及新竹市科學工業園區奈米電子研究大樓國際會議廳舉行，這次研討會共有投稿論文 161 篇，23 家廠商贊助，447 位教授、研究生與相關業界人士報名參加，與會中有相關領域內的教授、工程師和碩博士研究生共同參與，發佈研究成果，並提出關於奈米元件/材料技術最新的想法與理念。本次研討會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元件研究領域的遠見，促進奈米元件技術相關學界、業界人士在各方面的交流。透過本研討會專業性之互動交流，對未來奈米元件、材料的製程技術與應用技術有更深入的探討。

研討會開場演說（Plenary Session）邀請到中央研究院院士胡正明、國立台灣大學校長李嗣涔、國立交通大學校長吳重雨發表演說，一早即吸引人潮與會，中研院院士胡正明演說（圖 1）中指出目前全球幾個百分比的電能是消耗在電子產品裡的電晶體，已經超越冷氣機的耗電比率。隨著電子產品日益廣泛的應用，如何降低電晶體的耗能已經成為越來越重要的科研課題。本演說中亦介紹最新的節能電晶體，次臨界擺幅可達 30mV/dec.，比一般電晶體最佳理論值的 60mV/dec. 可減少一半以上的操作電壓。將來此高效率節能電晶體一旦開發成功，將可使電晶體的耗電量降至目前的一成以下。台灣大學校長李嗣涔（圖 2）會議中介紹全球氣候變遷，各國節能減碳目標與台灣政府目前的能源政策，及各類新能源發展現況。包含淨煤電廠、智慧型電網、油電混合動力車、台灣 LED 產業、生質與核能電廠的新技術、風力發電與太陽能電池、黑潮發電的未來展望。結論時將強調為了挽救人類文明，節能減碳是每一個地球人的責任，尤其是



圖 1 中研院院士胡正明。/圖 2 台灣大學校長李嗣涔。
/圖 3 交通大學校長吳重雨。

台灣目前被列為地球村節能減碳的後段班，更應該以國家的力量全力以赴。國立交通大學校長吳重雨（圖 3）介紹智慧電子國家型計畫之醫學電子、綠能科技、車用電子和 3C 電子之研究目標、執行狀況與展望。希望在 2015 年我國 IC 設計總價值達 6400 億，配合世界未來趨勢潮流，開拓新興電子產業機會。另提升附加價值，推動業界創新與系統整合，及培育高階人才，鼓勵訓練及引進設計人才，提供開放多元之產業布局。

今年首次於會議的第一天上午 Plenary Session 之後增加焦點議題「台灣半導體未來論壇」，本論壇以「新應用、新技術、未來人才培育重點、產學研新合作模式」等主題邀請科技界名人與談（圖 4），在國家奈米元件實驗室主任楊富量親自主持下，由國家實驗研究院院長陳文華在論壇開幕之前致詞，他提到奈米實驗室為國研院 11 個中心之一，台灣半導體電子領域的研究生有六分之一使用奈米實驗室的設備完成他們的碩博士論文研究，台灣半導體產能居世界第

三，產值居世界第四，在美、日、韓之後，並面臨與中國、印度、新加坡競爭，展望未來，台灣的優勢如何延續並更上一層樓，希望能透過此論壇來與大家共同討論。論壇中國立交通大學校長吳重雨指出 IC 產業乃鎮國之寶引起熱烈回應；中研院院士胡正明表示教育能與本地工業配合才能支持經濟發展，學校研究需要工業來實現經濟價值，不能全部把資源放在未來新型技術，而不支持本土已做好的產業；國立台灣大學校長李嗣涔強調政府應提供專案員額及經費改善大學實驗室，以及半導體廠商提供較大的產學合作經費；台積電副董事長曾繁城表示目前大陸在市場系統產業良好，可增加半導體 IC 之應用，提升自己競爭力，學校培養相關人才，開放大陸人才，為我所用；旺宏電子總經理盧志遠表示目前迫切需要傑出的半導體人才投資，政府一定要輔助，不要投資在不確定未來。會後並由國科會副主委周景揚博士擔任開場致詞和總結為本論壇會劃下完美句點及另一新契機。



圖 4 論壇與會貴賓左起：交通大學校長吳重雨、旺宏電子總經理盧志遠、中研院院士胡正明、台積電副董事長曾繁城、國家奈米元件實驗室主任楊富量、台灣大學校長李嗣涔、國科會副主委周景揚、漢民科技總經理許金榮。

本年度除了精彩的 Plenary Session 及焦點議題「台灣半導體未來論壇」外，研討會另安排專題演講、論文海報、及短期課程三大部分。研討會中除邀集學術界、工業界及政府機構相關人士投稿發表研究成果外，另安排多場領域專家學者的專題演講，進行專業知識與實務經驗的分享。其中，專題演講將涵蓋 CMOS 元件技術、太陽能元件、16 奈米 CMOS 元件、CMOS 微機電、高頻技術及應用、生醫微機電、高壓元件、奈米材料、檢測等領域內備受關注的研發課題，內容吸引許多人熱烈參與。

除場內專題演講進行外，場外亦同步進行論文海報成果展示與學生論文獎競賽，人潮聚集熱鬧非凡，本競賽由主辦單位邀請兩組評審委員分別進行線上論文與現場海報二階段的評審。凡參加競賽之論文在第一階段評審完後再統一以海報之方式作展示，研討會當天受評審委員親評分（圖 5），參加競賽者於公佈評選時間站立海報張貼位置前，專注解說海報內容及回答評審委員的問題（圖 6），並細心地與與會者解說研究成果以進行學術交流。此外，大會現場並設有攤位提供相關領域廠商進場展示（圖 7）。



圖 5 評審委員親自評分。



圖 6 參加競賽者於海報張貼位置前，專注解說海報內容及回答評審委員的問題。



圖 7 大會現場各家廠商提供相關領域之展示資訊。



圖 8 「2010 奈米元件技術研討會」論文競賽結果出爐，得獎者於頒獎典禮合影留念。

「奈米元件技術研討會」是一場奈米科技人才的學術盛宴，舉辦本研討會意義在於共同探討台灣的奈米元件科技研發趨勢，俾可對未來的研究重點作一規劃。另外，由於奈米科技及半導體元件的快速進展，國內學術研究機構及產業界，正積極推動前瞻性奈米元件、材料與製程各領域的研發計畫，以及所需相關人才之培育，以期奠

定並鞏固台灣在未來全球科技發展之優勢。每年該實驗室藉此研討會邀集相關領域的專業人士參與，共同分享研究成果，同時也藉此機會和與會者齊聚一堂互動交流，大會最後在閉幕式的論文競賽結果公佈以及頒獎典禮進行將會場氣氛帶至最高潮（圖 8），本年度的奈米科技盛宴也讓大家滿載而歸。

赴美參加 I²MTC 研討會

111 101 000 001 010 0100100 00 10 01 10

文/圖 陳俊仁 儀器科技研究中心

每年舉辦之國際電機電子工程學會國際儀器與量測技術研討會（IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference, I²MTC），自 1984 年於加州長堤（Long Beach）舉辦至今已 20 餘載，儼然成為電機電子領域儀器與量測技術發表重要場合。每屆會議均有其強調的主題，如 2009 年於新加坡舉辦時的主題為網路世界的儀器與量測，本屆的主題為儀器與量測的整合應用。

國際電機電子工程學會 2010 國際儀器與量測技術研討會，今年 5 月 3 至 6 日於美國德州首府奧斯汀城的 Hilton Hotel 舉行。此次大會除了論文發表外，也邀請到 Google 副總裁 Viton G. Cerf 先生針對網路資訊量測演講，且每天舉辦兩場新研究領域技術推廣的專門課程。本院儀科中心以發展儀器科技平台為職志，與國際電機電子工程學會中的儀器與量測學會（IEEE Instrumentation and Measurement Society, IEEE I&M Society）的宗旨吻合。

此次參與研討會的目的，除發表論文以提高本院儀科中心在國際能見度及知名度外，另一重要工作即與 I&M Society 重要幹部以及

各 Session Chairs 建立友誼關係，爭取儀科中心主導 Taipei Chapter 在 IMS 社群的參與度，同時研議爭取未來在台灣舉辦 I²MTC 會議，以進一步提升台灣於儀器與量測領域之地位。

此次會議參訪團由儀科中心黃吉宏副主任、蔣東堯副主任帶領黃國政組長、廖泰杉廠長及陳俊仁博士等，同行還有成功大學楊中平教授。此行於 5 月 2 日深夜抵達奧斯汀，並於 5 月 3 日晚於研討會會場舉辦 Taipei Chapter Meeting，由於出發前儀科中心主任室已充分準備，抵達會場後在大家齊心努力下迅速完成會場布置。會議參與人員包含 Dr. Kim Fowler（I&M Society President）、Dr. Mihaela Albu（Vice President of Membership）及 Dr. Subhas Chandra Mukhopadhyay（New



圖 1 IEEE Taipei Chapter Meeting 大合照。

Zealand Chapter Chair)。會議中由蔣副主任簡報 I&M Society Taipei Chapter 成立經過及學會相關活動，並由黃副主任共同回答與會人員之問題。會議參與人員對儀科中心的行動力、國外學者邀請能力以及舉辦 *i* - ONE 活動留下極深刻印象，學會主席 Kim 更請求儀科中心提供簡報資料，希望成為 Society 的範本。同時在 5 月 4 日的大會歡迎晚宴，Kim 特別與台灣與會學者同桌共宴，肯定 Taipei Chapter 提供優良榜樣。

此次儀科中心共發表 6 篇論文，其中 3 篇口頭發表論文，另外 3 篇壁報論文。大會期間，大會主席一再鼓勵作者，希望能夠再加強補充內容，以利轉投至 SCI 期刊 IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement。此次會議台灣與會學者及會議參加者大多 5 月 4 日開始參加大會活動，儀科中心團隊在黃吉宏與蔣東堯兩位副主任領導下，不論是論文發表現場、歡迎晚宴或休息時間等場合與其他與會人員皆有良好互動。

爭取 I²MTC 會議的主辦權需要實力及毅力，明年的年會在大陸杭州浙江大學舉行，大陸早在前 4 至 5 年即積極爭取主辦，下屆會議主題為 better life。由於 I²MTC 不成文規定，每 3 年需回美國舉辦一次，因此各國對於爭取主辦權競爭激烈，目前有強烈意願爭取的國家有土耳其、巴西、義大利及智利等國。

藉由參加大型國際研討會可快速吸收技術發展現況，透過與報告者的互動，深入了解技術發展內涵。相較於研讀論文，向作者當面提問，往往

可獲得更多解答。而且，藉由口頭報告的論文，在相同領域的學者與會下，更容易達成主動宣傳儀科中心之目的。

希望藉由參加國際研討會，可訓練研究人員獨立與國外研究人員互動之能力，有利未來邀請國外研究人員來台進行交流。除此之外，讓大會主席與學會重要幹部或成員認識 Taipei Chapter 舉辦之活動，可提高中華民國分會於學會之曝光率及影響力，有助於未來爭取於台灣舉辦會議，並提高未來台灣會員成為研討會委員會成員之機會。



圖 2 I²MTC 研討會歡迎晚宴合影。



圖 4 本院儀科中心（左起）蔣東堯副主任與黃德成教授（中興大學）、Dr. Kang Lee (NIST)、Prof. Yong Yan (U of Kent, UK) 及向丹先生。

各實驗室動態 Laboratories

國家實驗研究院本部

國際合作新舞台 - Sentinel Asia



於新竹參訪太空中心：左起為院部業務推廣室陳明智主任、日本 JAXA 貴賓 Takanami 資深工程師、Kawai 工程師及國家太空中心張桂祥主任。

國家實驗研究院(國研院)本著太空中心於衛星上的根基，及福爾摩沙衛星二號截至目前的任務成果於 2009 年申請加入「Sentinel Asia」(SA) 組織，而至 2010 年 3 月以 Data Provider 的身份正式加入。

「Sentinel Asia」成立於 2006 年，為亞太區域太空機構論壇 APRSAF (Asia-Pacific Regional Space Agency Forum) 下倡議，利用「遙測」(Remote Sensing) 衛星技術藉以促進亞洲各國進行災防資訊共享與相關管理，主要活動含野火、洪水、乾旱與山坡災害，並成立「Joint Project Team (JPT)」推動相關計畫，成員共 58 個會員體，來自 23 個國家及 9 國際組織，會員體包含各國相關機關、大學、研究機構等。

2010 年 4 月底，Sentinel Asia 主政機關 JAXA 派員來台，計有 Takanami 資深工程師及 Kawai 工程師兩位。訪台第一日安排兩位參訪新竹太空中心及台中國網中心，並於第二日舉行 JAXA-NARL Coordination Meeting For Sentinel Asia，國研院即刻於會議中提出要求提供 2010 年 4 月 25 日下午台灣國道 3 號基隆七堵路段發生走山崩塌意外之衛星影像，以供災防中心分析使用，並成功獲允。

國家奈米元件實驗室

台灣半導體未來論壇 引領產業再創新契機



論壇與會貴賓左起：交通大學校長吳重雨、旺宏電子總經理盧志遠、中研院院士胡正明、台積電副董事長曾繁城、國家奈米元件實驗室主任楊富量、台灣大學校長李嗣涔、國科會副主委周景揚、漢民科技總經理許金榮。

本院國家奈米元件實驗室 2010 年 5 月 4 日於新竹國賓飯店舉行「台灣半導體未來論壇」引領產業再創新契機，論壇以「新應用、新技術、未來人才培育重點、產學研新合作模式」等主題邀請科技界名人與談，在國家奈米元件實驗室主任楊富量親自主持下，由國家實驗研究院院長陳文華在論壇開幕之前致詞，他提到奈米實驗室為國研院 11 個中心之

一，台灣半導體電子領域的研究生有六分之一使用本院奈米實驗室的設備完成他們的碩博士論文研究，台灣半導體產能居世界第三，產值居世界第四在美、日、韓之後，並面臨與中國、印度、新加坡競爭，展望未來，台灣的優勢如何延續並更上一層樓，希望能透過此論壇來與大家共同討論。論壇中交通大學校長吳重雨指出 IC 產業乃鎮國之寶引起熱烈回應；中研院院士胡正明表示教育能與本地工業配合才能支持經濟發展，學校研究需要工業來實現經濟價值，不能全部把資源放在未來新型技術，而不支持本土已做好的產業；台灣大學校長李嗣涔強調政府應提供專案員額及經費改善大學實驗室，以及半導體廠商提供較大的產學合作經費；台積電曾繁城副董事長表示目前大陸在市場系統產業良好，可增加半導體 IC 之應用，提升自己競爭力，學校培養相關人才，開放大陸人才，為我所用；旺宏電子盧志遠總經理表示目前迫切需要傑出的半導體人才投資，政府一定要輔助，不要投資在不確定未來。會後並由國科會副主委周景揚博士擔任開場致詞和總結為本論壇會劃下完美句點及另一新契機。

國家實驗動物中心

舉辦 2010「動物實驗專業技術訓練課程」



本次課程共吸引 94 位學員報名，共 91 人參加，上午為講習課程（上圖），下午為實際操作，學員們全程參與並親手練習動物實驗技術（下圖）。

本院國家實驗動物中心一直以來提供研究人員使用高品質的 SPF 老鼠做研究，因應國內實驗人員對於專業技術需求增高，為了讓研究人員使用正確的動物實驗技巧，同時獲得更準確的實驗數據，故本院動物中心於 2010 年 5 月 28 日在中國醫藥大學舉辦第一次「動物實驗專業技術訓練課程」，為從事啮齒類動物實驗之研究

人員安排一系列正確專業的技術操作，包括各種大小鼠保定、投藥、採血及安樂死技術，並特別安排大小鼠組織學簡介及解剖技術教學。一天課程分為講授（4 小時）及實習（4 小時），在操作之前先由動物中心獸醫師團隊講授大鼠與小鼠保定與投藥技術、成鼠安樂死技術與相關之動物福祉、大小鼠組織學，獸醫師傾囊相授自身經驗與學員分享造成廣大迴響，課後獸醫師仍被學員團團包圍。下午的實習課程為顧及教學品質，實習課程限額 15 人，動物中心提供每位學員 3 隻小鼠、2 隻大鼠使用，學習大鼠與小鼠保定技術、大鼠與小鼠存活採血（顏面採血、隱靜脈採血、眼窩採血、尾靜脈採血）、大鼠與小鼠投藥技術（皮下注射、靜脈注射、肌肉注射、腹腔注射、胃管投藥）、成鼠安樂死技術（二氧化碳安樂死、頸椎脫臼、斷頭）、大鼠與小鼠試驗終點採血（心臟採血）、動物解剖。每位學員皆能在專業獸醫師指導下親自操作，習得正確、人道的動物實驗技術，讓每隻實驗動物能在最符合動物福祉的情況下犧牲。藉本次專業技術的訓練課程，讓研究人員日後在進行動物實驗時能選擇最合適的實驗技巧，減少人為操作產生的變因，更能掌握實驗的精準度。

國家地震工程研究中心

921 地震園區地震知能研習暨校舍耐震補強觀摩



來賓參觀地震工程館。

本院國家地震工程研究中心始於 2009 年 3 月接受教育部委託辦理「加速高中職及國中小老舊校舍及相關設備補強整建計畫」，因此校舍耐震能力提升的工作正如火如荼地展開，為使各級學校總務人員具備地震專業知能，以利推動校舍耐震補強工作。本院地震中心 2010 年 4 月 15 日於國立自然科學博物館 921 地震教育園區辦理地「921 地震園

區地震知能研習暨校舍耐震補強觀摩」。活動當日上午先由 921 地震教育園區王哲夫博士專題講座揭開序幕，內容由 921 地震教育園區建立的背景到防災教育，不只讓來賓了解園區所要傳達的概念及意涵，更藉此機會讓學校老師對於防災教育有進一步的認識。隨後由台灣大學土木系黃世建教授針對「加速高中職及國中小老舊校舍及相關設備補強整建計畫」做整體說明，強調台灣校舍耐震補強之重要性。最後則是由計畫案之專案經理沈文成經理對於耐震補強執行面進行說明。結束上午一系列的講座後，來賓對於地震工程都有基本概念，下午即展開園區內各展點的參觀活動。921 教育園區內保存的斷層剖面及毀損校舍皆是參觀重點，大自然的威力在此展露無遺，讓所有來賓正視耐震補強的重要性，另外地震工程館內的補強工法及基本的耐震設計更讓來賓對於耐震補強的方法有一基本概念。本活動利用地震教育園區之活教材，讓學校人員了解提升耐震能力之重要性，並防患於未然，提升校舍補強之品質及建立正確之防震救災觀念，增加本計畫案附加之教育意義。

國家太空中心

探空七號火箭完成科學實驗



探空七號火箭於 2010 年 5 月 5 日成功發射。

我國探空火箭研究計畫邁向全新里程！本院國家太空中心於 2010 年 5 月 5 日晚間 7 點 50 分，在屏東九鵬基地成功發射探空七號火箭，發射高度為 289 公里，射程 210 公里，其推力性能更超越歷次探空火箭任務。

探空七號火箭的鼻錐罩於火箭昇空後 58 秒開啟，隨即以中央大學團隊所研製之酬載，進行電離層不規則體科學實驗。所搭載之科學酬載是由兩個離子捕獲器 (Ion Trap)，一個

阻滯電位分析儀 (Retarding Potential Analyzer)，一具電子溫度探測器 (Langmuir Probe)，並搭配姿態量測計 (Aspectmeter) 與全球定位儀 (GPS) 所構成。六項酬載同時進行次軌道科學實驗，為我國探空火箭科學實驗的首次。科學酬載的量測參數包括電離層電漿密度、離子溫度、電子溫度以及火箭飛行座標與姿態。

在地面觀測設備方面，則包括位於九鵬的 30MHz 與 52 MHz 特高頻雷達各一座、位於中壢的 52MHz 特高頻雷達與電離層觀測儀各一座、福爾摩沙衛星三號三頻標識 (TBB) 訊號接收機一具及高解析度 GPS 接收機一具。所觀測的參數包括電離層 E 層 (88 公里到 144 公里高度之間) 與 F 層 (144 公里到 384 公里高度之間) 電子密度不規則體的空間分布，以及人造衛星訊號的閃爍現象。

探空七號火箭成功發射，取得珍貴的電離層量測資料，除使學研界得以進一步了解電離層不規則體之特性與形成原因及其對通訊品質的影響外，也再一次驗證我國太空相關導控技術，意義著實重大。

國家高速網路與計算中心

國網中心成立雲端計算技術與應用聯盟



本院國家高速網路與計算中心推動之「雲端計算技術與應用聯盟 (Alliance of Cloud Computing Technologies and Applications, ACCTA)」，將於 2010 年 8 月 1 日正式成立，特此邀集各界加入聯盟，共襄盛舉。

本聯盟為提供雲端計算技術與應用之交流平台，藉由雲端計算在基礎設施 (IaaS)、平台 (PaaS)、應用 (SaaS) 等相關面相之討論交流，使產官學研各能發揮所長，充分運用相互之資源。透過各個會員在網路、資安、資料中心、電腦叢集、網路架構、系統整合等技術與應用領域進行交流，分享最新科技發展與趨勢訊息，提升全體會員之國際競爭力。

國網中心推動雲端計算的特長

- 專業團隊與人才雲集
- 技術、設施與經驗齊備
- 叢集計算技術與軟體環境建置
- 格網運算技術 (Grid Computing)
- 雲端計算無間斷組建技術
- 資訊安全技術發展
- 二度獲行政院科技貢獻獎

加入聯盟專線

吳曼宣小姐
電話：03-5776085 分機 429
傳真：03-6669461
會址：30076 新竹市科學園區研發六路七號

聯盟的詳細活動辦法、服務條款及會員權益等事項，請參閱「雲端計算技術與應用聯盟規章」(<http://accta.nchc.org.tw/tw/>)。

國家晶片系統設計中心

98 學年度「大學院校積體電路設計競賽」



參賽者競賽情況。

由教育部顧問室 SoC 聯盟主辦，本院國家晶片系統設計中心及國立雲林科技大學電子工程系承辦的「98 學年度大學院校積體電路設計競賽」，2010 年 4 月 28 日於新竹奈米電子研究大樓八樓訓練教室一連舉行三日之決賽。

本屆決賽共分為大學組全客戶設計 (Full-custom, 共 43 隊)、研究所組全客戶設計 (Full-custom, 共 20 隊)、類比電路設計 (Analog Circuit, 共 60 隊)、大學組可程式邏輯設計 (FPGA, 共 32 隊)、大學組標準元件數位電路設計 (Cell Based Design, 共 10 隊)、及研究所組標準元件數位電路設計 (Cell Based Design, 共 58 隊)，總計 223 隊、437 人進入複賽。今年報名隊伍較去年增加 34 隊，報名盛況為歷年之最，其中不少為一人組隊，實力陣

容之堅強，令人不容小覷。

為求比賽行程順利進行，晶片中心於賽前投入相當多的人力於試題的出題、模擬與設計環境的建立。本次題目生動有趣、應用性高，結合時下最夯的 iPhone 話題構想，讓學生體會到 IC 設計應用也可以如此生活化，以激勵學生們可開發出更優秀的應用程式。所有參賽者皆使用 Sun blade 6000 伺服器作為工作平台；FPGA 組之參賽者則利用晶片中心所設計研發之 MorFPGA 發展平台電路板完成「解三元一次聯立方程式電路」，並將設計載入實驗板，藉由發展板上周邊實際驗證結果。競賽須於 12 個小時內完成創意設計，各設計團隊不僅比設計功力，還要比設計軟體熟練度。評分項目包含完成度、晶片面積、性能 (performance)，對於試卷的印製及彌封，晶片中心也相當慎重與保密，以求競賽之公平。

整場賽事於 4 月 30 日完美的畫上句點。希望藉由本次競賽國內優秀學子的腦力激盪，培育出更多的積體電路設計人才，進一步提升台灣獨具全球競爭的 IC 設計軟實力。

儀器科技研究中心

先進材料技術發表會



國研院儀科中心邱柏凱先生技術發表。

本院儀器科技研究中心於 2010 年 4 月 27 日參加臺灣大學發起之「技術服務聯盟」首場「先進材料」技術發表會，由先進薄膜技術應用組邱柏凱先生代表參與這項盛事，展現本院儀科中心對於產業技術服務之重視。大會由臺灣大學副研發長張培仁教授擔任主持人，並協助廠商詢問技術相關問題。會場外同時搭配各技術聯盟學校與研究單位進行現場技術展示，提供與會廠商進行技術與需求的媒合，活絡產學交流，以達專利授權及技術移轉目的。

此次發表之技術為「一種具有表面電漿共振效應之新型材料結構透明導電薄膜及其製造方法」。本專利技術為透明導電膜之新型材料結構，為採用氧化物搭配金屬層之三明治結構，並透過電磁場模擬軟體設計製作成一透明導電薄膜。

本發明所採用的多層膜結構可藉由蒸鍍系統或是濺鍍系統於室溫下製成透明導電薄膜 (transparent conductive oxide, TCO)，因此除了可大量縮短製程時間、提高生產效率與有效降低材料成本外，亦可適用於低溫製程，使 TCO 薄膜應用範圍更廣泛。另外本發明亦可藉由機台之設計來達到捲曲式量產之可行性。

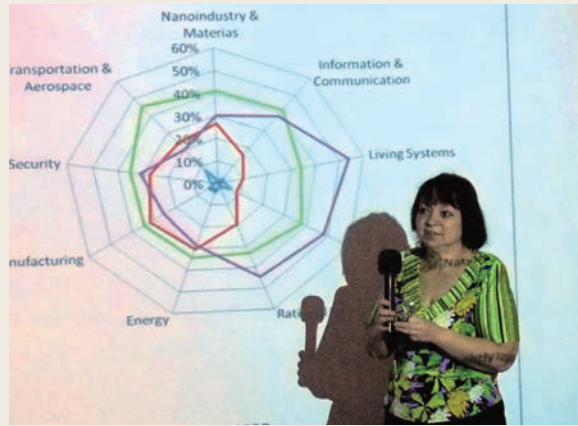
此技術應用的產業包括平面顯示器、太陽能電池、光電晶體、接觸感應面板 (touch panel)、發光元件、氣體感測器、電漿顯示面板 (PDP panel)、建築物上的熱絕緣層及熱反射鏡等。

科技政策研究與資訊中心

俄羅斯莫斯科大學 Dr. Sageiva 來訪暨專題演講

俄羅斯莫斯科大學計量分析與知識經濟研究所 (Institute for Statistical Studies and Economics of knowledge, ISSEK) Dr. Galina Sageiva 於 6 月 17 日至 6 月 22 日來台，此次來訪主要目的係針對政策中心與該研究所共同進行的「國家科學與創新系統與前瞻科技發展之比較研究計畫」第三年工作內容進行討論，為使我方同仁瞭解俄方工作成果，故於來訪期間以「俄羅斯科技政策及其優先順序--關鍵技術 (S&T Policy and Priorities in Russia: Critical Technologies)」為題，在科技大樓舉辦一場專題演講。

ISSEK 運用前瞻 (foresight) 與專家腦力激盪方法有系統的篩選出提升俄羅斯未來經濟成長的關鍵技術群，並將其歸諸於「解決社會問題」、「需在國內市場競爭」及「需在國際市場競爭」等三大類技術，並繪製關鍵性技術地圖 (Critical technology roadmap)，勾勒該國未來科學、技術與市場的發展策略，俾做為俄羅斯政府建構未來發展願景與依循方向的參考。在本次演講中，Dr.



Dr. Sageiva 專題演講剪影。

Sageiva 詳細闡述在本項研究中所使用的方法、工具及其研究成果，經驗的交流，有助於政策中心國家創新系統研究與前瞻科技工具運用的提升。鑑於此三年期跨國合作研究計畫已近於尾聲，Dr. Sageiva 特別提供後續研究議題，做為雙方下階段合作的開端。

國家災害防救科技中心

98 年度「強化災害防救科技研發與落實運作方案」成果研討會

「98 年度『強化災害防救科技研發與落實運作方案』成果研討會」係由行政院災害防救委員會、國家災害防救科技中心主辦，經濟部、交通部、內政部、教育部、行政院農業委員會、行政院衛生署、行政院勞工委員會及國家實驗研究院等相關部會署共同協辦，於 2010 年 5 月 5 日假大坪林聯合開發大樓 15~16 樓

舉行。參加對象包括各級政府災害防救業務單位、相關學術研究機構及民間團體等，與會人數超過 400 名。

本次研討會內容除邀請 6 個部會署針對歷年參與強化方案計畫之整體研發成果、落實應用於災害防救業務的具體事項以及未來應用推動規劃構想等進行報告說明外，另有 32 項政府單位重要防救災專案計畫執行成果，分「潛勢分析與評估」、「環境調查與分析」、「預警精度提升」、「體系與計畫檢討」、「潛勢評估與風險分析」、「環境監測技術」、「減災方法與調適策略」及「教育推廣與落實」等八大主題，採二時段各四個場次同步進行成果發表及意見交流，同時展示 98 年度參與強化方案之 111 個計畫海報並進行評選。

期望各單位災害防救工作所面臨的問題以及研究的成果，均可透過研討會獲得進一步的交流與推廣，並藉由與會專家學者的交互研討，對日後災害防救研究與實務工作提供寶貴意見，相信可對相關政策擬訂及工作推動會有很大的助益。



98 年度強化方案研討會活動照片集。

台灣海洋科技研究中心 「探索海洋—海洋儀器展」活動



「探索海洋—海洋儀器展」當日活動照片集錦。

本院台灣海洋科技研究中心為喚起國人對「世界海洋日」的重視，並提升對海洋的認識、強調海洋對人類的重要性以及海洋所面臨日益嚴重的威脅，特別邀請中山大學與高雄海洋科技大學共同規劃，於 2010 年 6 月 5 日至 8 日在高雄市鹽埕觀光碼頭泊三倉庫舉辦「探索海洋—海洋儀器展」活動，6 月 5 日由王副院長永和主持開幕儀式，現場

也展示多項的海洋儀器並安排專業解說員及導覽員與民眾互動、進行近距離的接觸，同時 5 日及 6 日二天也安排寶拉利絲號調查船停靠在展覽場旁讓民眾自由登船參觀。

在本次展覽中，也讓民眾了解海洋中心的任務與功能，並提升中心的形象。包含預計於 101 年 7 月交船的「2700 噸級研究船」未來可大幅提升台灣海洋調查與探測能量；「台灣四週表層海流即時監測」系統可提供海難救助、溢油污染防治等事件之所需海流資訊。在西太平洋佈放之「海洋大氣觀測浮球」可提供即時海氣象資料，有助於改進台灣地區颱風之預報功能，提高對颱風路徑、強度之預測準確度。「海底地震與板塊位移監測」所佈放於海板塊之海底地震監測系統，可補強陸上地震測站資料之不足，未來結合即時預報功能，加速震源定位及縮小誤差等功用。

本次為期四天的展覽，約有 4000 位人次參觀。期望讓大眾更能了解台灣的海洋科技，強化對海洋的重視，更瞭解、親近海洋，以達到海洋永續的目的。

颱風洪水研究中心籌備處 移動式降雨雷達觀測實驗

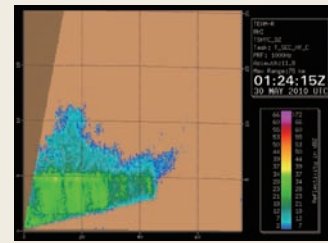


移動式降雨雷達觀測實驗車：觀測中。

本院颱洪中心籌備處與中央大學合作，利用國科會補助中央大學建置的TEAM-R (Taiwan Experimental Atmospheric Mobile RADAR) 雷達，於 2010 年 5 月 27 日至 6 月 15 日，共同參與 2010 年西南氣流實驗。台灣地區劇烈的降水常伴隨梅雨及颱風發生，氣象雷達為觀測及研究颱風及豪雨相當重要的工具之一，但台灣現有作業型雷達觀測網卻也因山區地形的阻礙而產生觀測死角，無法對部份山區之災害潛勢區進行有效的觀測。TEAM-R 雷達是目前國內唯一一部研究型車載式雙偏極化都卜勒雷達，與現有作業用雷達相較更能提供多種降水參數，進而提供更精確的降雨估算。其車載式可移動的特性，更可補強因地形影響而造成的觀測資料不足。

本院颱洪中心籌備處與中央大學合作，利用國科會補助中央大學建置的TEAM-R (Taiwan Experimental Atmospheric Mobile RADAR) 雷達，於 2010 年 5 月 27 日至 6 月 15 日，共同參與 2010 年西南氣流實驗。

本次主要觀測地區位於 2009 年莫拉克颱風受災的高雄縣甲仙及杉林山區。颱洪中心籌備處負責於杉林鄉共架設了TEAM-R 雷達車乙部、陸氣水文通量塔乙座及氣象局提供之



雷達觀測產品圖例。

自記雨量筒乙套，中央大學亦同時架設地面氣象站及雨滴譜儀乙套。西南氣流實驗計畫辦公室於 5 月 28 至 30 日發佈第一次加強觀測期 (Intensive Observational Period, IOP#1)，6 月 10 日至 11 日為第二次加強觀測期 (IOP#2)，期間各觀測設備均正常作業完成觀測任務。6 月 17 日依原訂計畫停止觀測並撤離。

本次實驗中同時進行了雷達水平校驗、太陽追蹤對北校驗、掃描策略設定及產品製作之人員教育訓練，期藉此加強並提升颱洪中心籌備處技術人員對於氣象雷達瞭解及操作，以做為該中心籌備處未來觀測設備建置的參考與基礎。

國研科技 徵稿 啟示

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

徵稿內容：與本院任務相關之通識性科技文章或活動報導

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

出 版：每年1月、4月、7月、10月出刊，每季截稿日期為出刊前二個月

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

敬請支持、踴躍投稿

國研科技 July 2010 No. 27 NARL Quarterly

榮譽發行人：李羅權

發行人：陳文華

副發行人：王永和、吳光鐘

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

總編輯：陳明智

執行編輯：蔡智華

編輯小組：王頌雯、宋伊平、吳佳穎、何鳳珍、邵守麗、洪小薇、
許明仁、陳盈臻、黃心寧、謝家平、魏孟秋

設計印刷：肯迪思創意有限公司

發行所：財團法人國家實驗研究院

地址：106 台北市和平東路二段 106 號 3 樓

電話：02-2737-8000

傳真：02-2737-8044

網址：<http://www.narl.org.tw>

中華郵政台北誌字第 317 號執照登記為雜誌交寄



向日葵

尺 寸 / 8P

作品簡介 / 向日葵是一種很有朝氣與生命力的象徵，與沉穩有歷史感的青花瓷瓶擺在一起，有種衝突的美感。創作者想要表達出每一朵花都有不同的姿態與位置，同時給予較飽和的色彩，給畫面製造一種既繽紛喧嘩又平靜沉穩的感覺。

創作者簡介 / 洪祥瑗，國家地震工程研究中心助理研究員，興趣為旅遊、畫畫及發呆。在忙碌而規律的生活中，有條件的放空，可以給予自己更大的進步空間。

GPU 叢集電腦開放服務申請



國研院國家高速網路與計算中心建置之全新GPU叢集電腦，正式對外開放服務，為國內高速計算電腦資源再添新的生力軍，也期望藉此提昇高速計算能量與環境。因GPU計算有較高的技術門檻，所以被譽為當今世上高速計算界的明日之星。

GPU計算主要為利用圖形處理器，以強大的平行處理能力進行一般計算任務，尤其特別適合需要大量浮點運算能量的題目。國網中心近年來結合產業界及學術界，進行相關實驗和研究，並持續開設CUDA程式設計課程，為各界使用GPU計算打下穩固的根基。

設備規格

1. 系統架構：由48台SUN X4170伺服器，22 台Nvidia Tesla S1070-500 GPU 模組組成。
2. 計算節點：共42計算節點，各節點均配備2.93GHz 4核心Intel Nehalem-EX X5570中央處理器2顆，24GB記憶體、Nvidia Tesla GPU 2組、Infiniband高速網路連接卡。
3. 連結裝置：Infiniband QDR高速網路交換器。
4. 計算能力：High Performance Linpack 達6.0Tflops (Rmax)。

服務特點

1. 具高度彈性：依需求進行CPU和GPU搭配數量的調整，非常適合做為新興實驗研究平台。
2. 混合型計算：CPU+GPU混合型計算模式的應用程式，擁有良好的計算加速功能。
3. 協助提供用戶移植應用程式、平行化專業服務：有效降低GPU計算的應用門檻，節省人力亦縮短研究時間。

想瞭解申請事宜，請與國網中心呂小姐聯絡

03-5776085 ext 442

網址：<http://service.nchc.org.tw/crs/index.php>