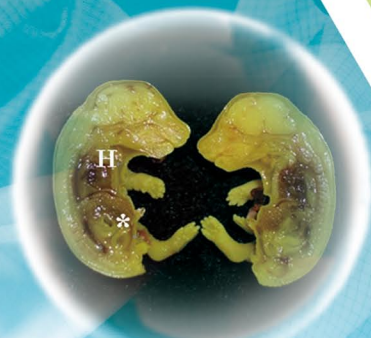
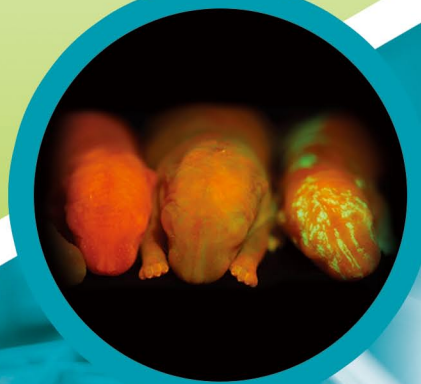


| 專題企劃 | 國家實驗動物中心

## 整合多元實驗動物核心技術平臺

### 透視實驗動物資源新世代

- ◆ 實驗動物資源新世代
- ◆ 基因改造技術開創實驗動物資源新世代
- ◆ 實驗動物飼育管理服務任意門
- ◆ 實驗動物遺傳背景與表現型分析
- ◆ 醫學影像技術透視 - 醫學影像簡介與概論



國家實驗研究院  
National Applied Research Laboratories



# 編輯室報告

- 生技及醫藥產業的發展促進了實驗動物資源的需求及實驗動物科學的興起，本期「專題企劃」單元由國研院動物中心以「基因改造技術開創實驗動物資源新世代」、「實驗動物飼育管理服務任意門」、「實驗動物遺傳背景與表現型分析」、「醫學影像技術透視－醫學影像簡介與概論」等系列篇章，向本刊讀者介紹實驗動物資源開發及實驗動物科學發展的現況，並娓娓述該中心如何整合多元實驗動物核心技術平臺，為實驗動物資源之使用者提供專業之技術服務。此外，也藉由所建置的國家實驗鼠種原庫，增進了國內與國際間資源及訊息交流。
- 本期「人物專訪」單元介紹本院國家太空中心張桂祥主任。張主任自1992年起即任職於國家太空中心，對我國太空科技的發展與運作具有豐厚的實務經驗；2010年4月接掌中心主任，以「利用臺灣產業優勢、加值太空計畫」為策略，推動結合產學研及國研院儀科中心、晶片中心的核心技術，共同發展福衛五號衛星本體與遙測酬載之關鍵元件，並積極培養大型計畫系統工程人才，以帶領該中心邁向創新的世代。
- 本期「美藝鑑賞」單元展出為攝影作品 - Panorama of downtown Portland at night。此幅照片描述由Willamette River東岸望向波特蘭市區的傍晚景象，呈現波特蘭迷人優美的夜景。攝影者為國研院國震中心林敏郎先生。
- 「國研科技」季刊自2004年初創刊迄今，已發行30期，在國研院同仁的共同努力下，使過去七年來的卓越研究成果及重要事件得為各界所知悉。然而，隨著國研院的成長與茁壯，本刊在各實驗室專業知識與資訊傳播的管道越來越多元與豐富的情況下，正式地在本期出版後，完成階段性任務。未來將配合國研院電子報之發行，即時將研發動態相關訊息傳遞至讀者手中，期盼各界持續給予本院支持與鼓勵。

# 院長的話

NATIONAL APPLIED RESEARCH LABORATORIES

「國研科技」自93年創刊至今七年餘，透過每季的發行，適時地將本院於災害防救、國土規劃、生技醫療、智慧電子及太空科技…等與民生及產業發展息息相關之議題，介紹予社會大眾。多年來在同仁的努力耕耘下，已逐漸灌溉成一畝科技知識交流與研發成果展示の良田，深受產官學研各界重視。

隨著網路日漸成為傳播與溝通的重要媒介，本院為因應此一時代變化，乃策劃將「國研科技」與網站、電子報等平台結合，以數位化方式取代原有紙本季刊の發行以兼顧時效性與環保，並將歷年所累積之報導建置成知識庫，引領讀者由小眾園地邁向互聯網の大世界，使讀者得以與全球各地同好更緊密相連。

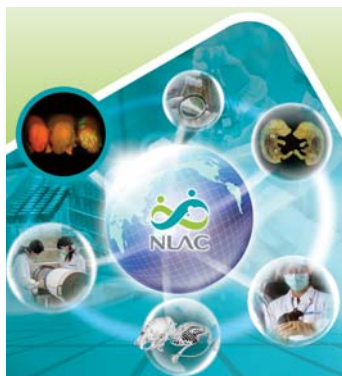
「國研科技」轉型之後，將配合本院電子報之發行，即時將研發動態相關訊息傳遞至讀者手中，歡迎前往國研院網站([www.narl.org.tw](http://www.narl.org.tw))訂閱，也期盼各界持續給予鞭策與鼓勵。



院長

陳文華





## 封面故事 NO. 30

實驗動物資源的需求伴隨生技及醫藥產業的發展而消長，面臨實驗動物資源的快速開發與實驗動物科學的崛起，國研院動物中心掌握實驗動物資源脈動，整合多元實驗動物核心技術平臺，提供專業技術服務，並藉由國家實驗鼠種原庫促進國內與國際間的實驗動物資源及訊息交流，為基因改造動物及新興實驗動物資源之使用者提供強大的後盾。

## 院長的話

## 專利上架

- 4 具客製化介面之系統晶片載體結構

錢偉德

- 8 雙向滾動單擺隔震墊

林沛陽

## 專題報導

## 整合多元實驗動物核心技術平臺 透視實驗動物資源新世代

- 12 實驗動物資源新世代

黃苡瑋

- 15 基因改造技術開創實驗動物資源新世代

許馨之、張小慧、吳佩華、周傳凱、林家鈺、洪書璇、秦咸靜、王繼廣

- 26 實驗動物飼育管理服務任意門

施艾、陳景富、黃炫榕、黃彥智

- 32 實驗動物遺傳背景與表現型分析

黃苡瑋、梁鍾鼎、靖永皓

- 39 醫學影像技術透視－醫學影像簡介與概論

李明芬、張維正

## 尖端科技

- 46 以高密度電漿技術製作矽薄膜太陽能電池及電晶體之自我功能模組

沈昌宏、謝嘉民、戴寶通

## 科技交流

- 56 影像辨識技術在水利防災科技之應用

林聖峰、張文鑑、游騰一、李隆正

- 65 非結構之耐震設計需求與性能測試

柴駿甫、林凡茹

- 71 儀器網路介面控制程式設計介紹

彭家誠

- 77 颱洪易致災區域調查技術與應用

王俞婷、謝龍生、李欣輯、林宣汝、黃俊宏、葉克家

## 人物專訪

- 90 創新思維·在歷練中不斷超越 專訪國家太空中心主任張桂祥  
國家實驗研究院

## 科技小百科

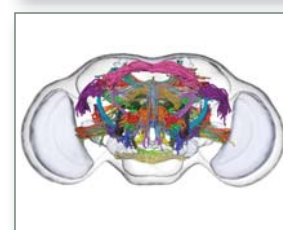
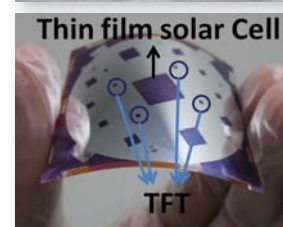
- 92 試驗流域  
王豪偉

## 活動報導

- 96 國網中心 Crawlzilla 榮獲 2010 開放原始碼創新應用開發大賽職業組冠軍  
魏孟秋
- 98 國網中心榮獲 2010 年優質無障礙網站首獎及公益網站評選鼓勵獎  
陳淑妙
- 101 雲端虛擬化技術 - Linux 技能競賽活動報導  
魏孟秋
- 103 與大師對話 - 儀科中心電漿子超穎材料研討會  
李淑雯
- 106 建構智慧型地震減災生活空間  
現地型強震即時警報系統之開發及應用記者會會後報導  
國家地震工程研究中心
- 109 MorPACK 智慧電子系統研發平臺  
IC 產業的得力推手記者會會後報導  
國家晶片系統設計中心
- 112 第五屆福衛三號星系資料使用者研討會暨 2011 年國際 GPS 掩星觀測研討會  
國家太空中心
- 115 三維神經影像資料庫成果重大突破  
獲選為刊登於《Current Biology》期刊封面  
國家高速網路與計算中心

## 各實驗室動態

- 118 國家實驗研究院
- 118 國家奈米元件實驗室
- 119 國家實驗動物中心
- 119 國家地震工程研究中心
- 120 國家太空中心
- 120 國家高速網路與計算中心
- 121 國家晶片系統設計中心
- 121 儀器科技研究中心
- 122 科技政策研究與資訊中心
- 122 災害防救科技中心
- 123 台灣海洋科技研究中心
- 123 颱風洪水研究中心籌備處
- 124 生醫科技與產品研發中心籌備處



# 專利上架

## Patent Showcase

# 具客製化介面之 系統晶片載體結構

文/圖 錢偉德 國家晶片系統設計中心

當今電子消費產品開發時程較過去更為短暫，而產品的功能要求卻更為多樣化。在考慮設計的成本因素之後，不同的系統設計往往會採用同一基本架構。例如不同型號的攜帶型通訊裝置中，其基頻部分（包括微控制器／處理器、數位訊號處理器、匯流排、類比數位轉換器、編解碼器與調變器等）很可能是使用同一規格的「共通」元件。當基本架構選定之後，系統設計者可依需求，各自決定系統內「功能擴充」元件的設計。例如前例之攜帶型通訊裝置中的射頻元件及記憶體等，可能因功率或是成本因素而有不同的選擇。此一形式之設計概念一般被稱為半客製化（Semi-Custom）系統設計。此種系統設計方式之核心精神在於元件整合與共用，過去我們所提出的Multi-Project SoC設計<sup>[1]</sup>亦源自於同一概念。

綜觀目前單一封裝系統模組的開發流程，在前端設計階段由系統開發者規劃所需的元件與架構，這些元件與架構可能出自系統開發者自己的設計，或是由第三方（Third Party）廠商所提供。在後端製造及驗證階段，系統開發者仍必須自行將此單一封裝系統模組設計投產並進行驗證。從設計、製造與驗證的整體角度觀察，系統開發者除了在設計階段可以引入部分委外設計 IP 外，其餘大部分的步驟仍是全客製（Full Custom）的。全客製的優點是系統開發者具有較大的自主權，可對產品進行最佳化的調整，然而其代價是高昂的人力與時間成本。對系統開發者而言，若半客製概念自設計階段延伸至製造及驗證階段，也就是將此單一封裝系統模組的部分實體採用預先製造與驗證完成的成品，如此系統開發者只需專注於系統功能擴充部分的設計、製造與驗證，可大幅縮短系統開發時間及測試流程，降低設計錯誤機率，從而減少開發成本。此一系統部份實體預先製造與驗證的概念，在 PCB 層級系統模組設計已有實例，但在單一封裝系統模組的設計上卻尚未被提及。

我們提出一種具客製化介面之系統晶片載體結構，此載體結構包含一基板，其上已預先固接一至數個共通元件晶粒並封裝，且預留一至數個客製化介面；另外此載體結構還具備對外連接端，透過對其他裝置之電氣連結進行訊號傳遞或電源

供應。共通元件指大部分系統所必備的元件，如處理器及匯流排等；功能擴充元件可以是任何具有特定功能的硬體設計，例如記憶體、射頻元件、數位訊號處理器等等。此一具客製化介面之系統晶片載體結構，其特徵在於載體結構內已包含已預先驗證之共通元件，使用者僅需專注於設計具備特定功能之功能擴充元件晶粒，依一般封裝流程固接並封入此一載體結構，即可完成一具備完整功能之系統晶片模組。

圖 1 為具客製化介面之系統晶片載體結構之實施例示意圖。該載體結構 1 包含至少兩層電路層所構成基板 100，最上層及最下層分別稱為第一表面 101 及第二表面 102，兩面皆具有電路配置並相互以電路進行電氣連結。在第一表面預留一至多組由多個接球墊 106 構成之客製化介面 107，並連接至電路配置；其功能將以圖 2 說明。第二表面固接一至多顆共通元件晶粒 103；此元件晶粒可以覆晶、鐸線等現有技術固接於第二表面上。共通元件晶粒固定於第二表面之後，則以封裝膠體 104 完成封裝。此外封裝載體部分電路延伸至對外連接端 105，該對外連接端之實作方式可為金手指（golden-finger）、針腳陣列、鐸球陣列以至於無線裝置等技術，透過對外部裝置之電氣連結進行訊號傳遞或電源供應。和過去傳統封裝載體不同的是，過去封裝載體必須要把晶粒的 I/O 訊號及電源一對一電氣連接至載

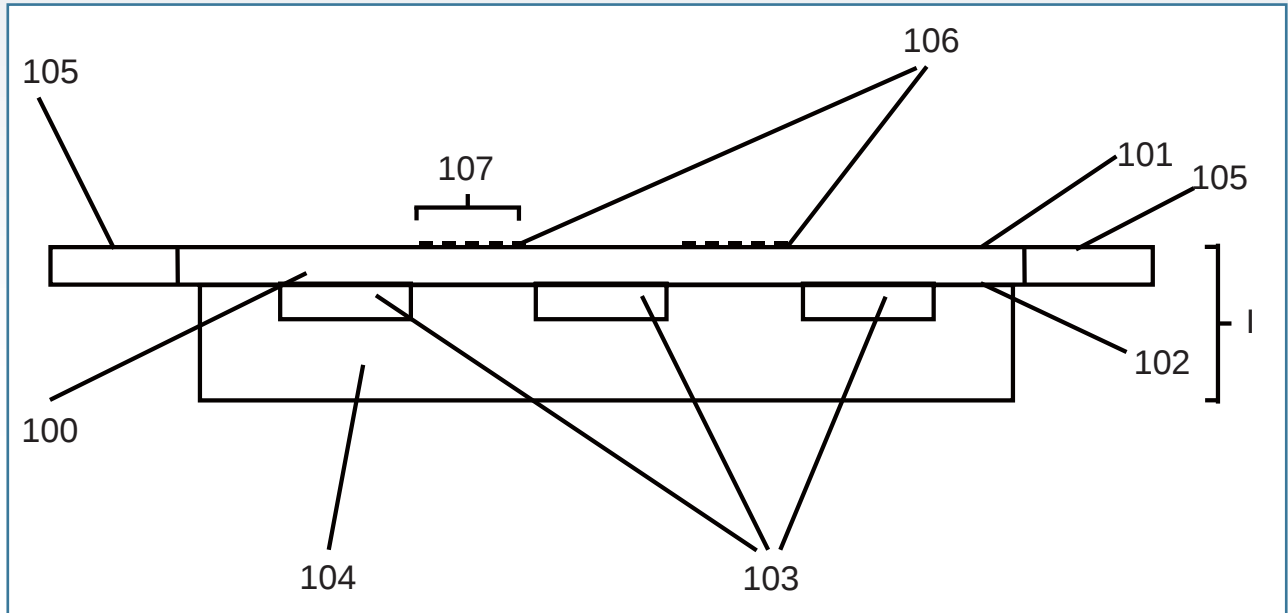


圖1 具客製化介面之系統晶片載體結構。

體之接腳，因此載體需要多而密集之腳位；然而本發明之封裝載體在運用時，系統建構於封裝內部，大部分系統運作時的訊號只在封裝內的電路運行，因此僅需少數對外連接點的腳位以連接外部裝置與電源。

圖2為圖1之載體結構加入功能擴充元件晶粒並封裝後之系統晶片模組示意圖。使用者將功能擴充元件晶粒109透過錫球108與客製化介面進行固接，再以封裝膠體110完成封裝。如此功能擴充元件晶粒即與已預置共通元件之封裝載體共同組成一具備完整功能之系統晶片模組。功能擴充元件晶粒與客製化介面之腳位配置方式必須對

應於一致之規格，如此兩者之訊號及電源之電氣連接才會正確。

本發明將半客製概念從系統設計階段，延伸至製造與驗證階段。相較於習知僅在設計部分引入委外設計，但其餘步驟皆為全客製之系統開發方式相比，此一具客製化介面之系統晶片載體結構具備下述之優點：

- 含共通元件之載體結構可由第三方設計與製造，系統開發者只需專注於功能擴充元件之設計製造，並對功能擴充元件應搭配何種規格之載體結構進行分析與選擇即可。
- 若將具客製化介面之系統晶片載體結構大量

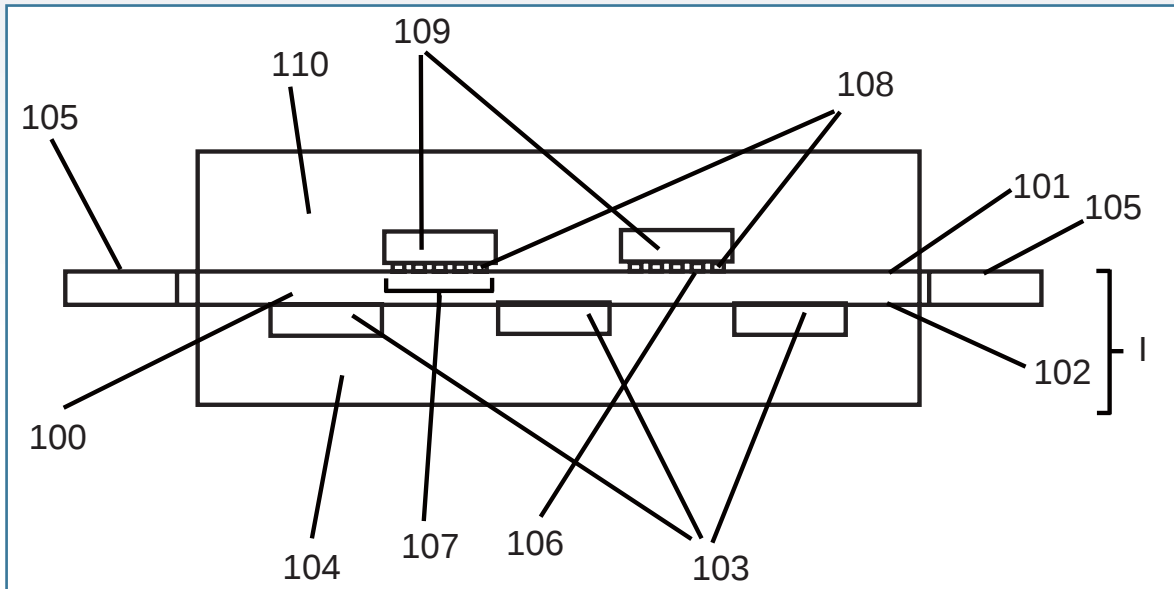


圖2 圖 1 之載體結構加入功能擴充元件晶粒並封裝後所構成之系統晶片模組。

生產，提供不同系統開發者作為基本架構，對此載體結構之生產者與使用者而言，在成本上皆可大幅降低。

- 提供給系統設計者之具客製化介面之系統晶片載體結構，內部之各元件與電路皆預先經過測試，因此加入功能擴充元件後僅需測試功能擴充元件之功能。
- 此一具客製化介面之系統晶片載體結構為系統設計與生產方式之創新，其實作面皆採用現時可用之技術方法，並不需要特別困難或昂貴的技术。

#### 參考資料

- [1] Chun-Ming Huang, Kuen-Jong Lee, Chih-Chyau Yang, Wen-Hsiang Hu, Shi-Shen Wang, Jeng-Bin Chen, Chi-Shi Chen, Lan-Da Van, Chien-Ming Wu, Wei-Chang Tsai and Jing-Yang Jou, "Multi-Project System-on-Chip (MP-SoC): A Novel Test Vehicle for SoC Silicon Prototyping," in IEEE Proc. SOCC, pp.137-140, 2006



# 雙向滾動單擺隔震墊

文/圖 林沛暘 國家地震工程研究中心

雙向滾動隔震墊，系使用於結構或是設備物的底座，減低結構與設備物的震動。雙向滾動單擺隔震墊包括以下四種構件：

- 1.上軌道盤（圖 1 綠色部份）：軌道盤為一曲面，材質為經硬化處理之金屬材質，曲率半徑可為固定（固定隔震周期，相當於線性彈簧系統），亦可為非線性（藉由最佳化設計出之曲率與隔震系統位移關係，相當於非線性彈簧系統）。
- 2.滾輪車組（圖 1 藍色部份）：雙滾輪設計，提供支承墊穩定之運動，隔震墊可以單獨穩定固定，無需假支撐。側面以滾輪提供無摩差力之側向支撐，保證無非預期之側向運動。
- 3.下軌道盤（圖 1 綠色部份）：同上軌道盤，軌道盤為一曲面，材質為經硬化處理之金屬材質，曲率半徑可為固定（固定隔震周期，相當於線性彈簧系統），亦可為非線性（藉由最佳化設計出之曲率與隔震系統位移關係，相當於非線性彈簧系統）。
- 4.中軌道盤（圖 1 紫紅色部份）：為上下軌道盤的整合體。

此雙向滾動單擺支承墊可以提供兩個水平向獨立互不干涉的運動，隔震墊可以單獨穩定固定，無需假支撐。隔震墊回復勁度（隔震周期）由軌道盤曲率決定，其曲率可為線性亦可為非線性，端視使用需求決定之。

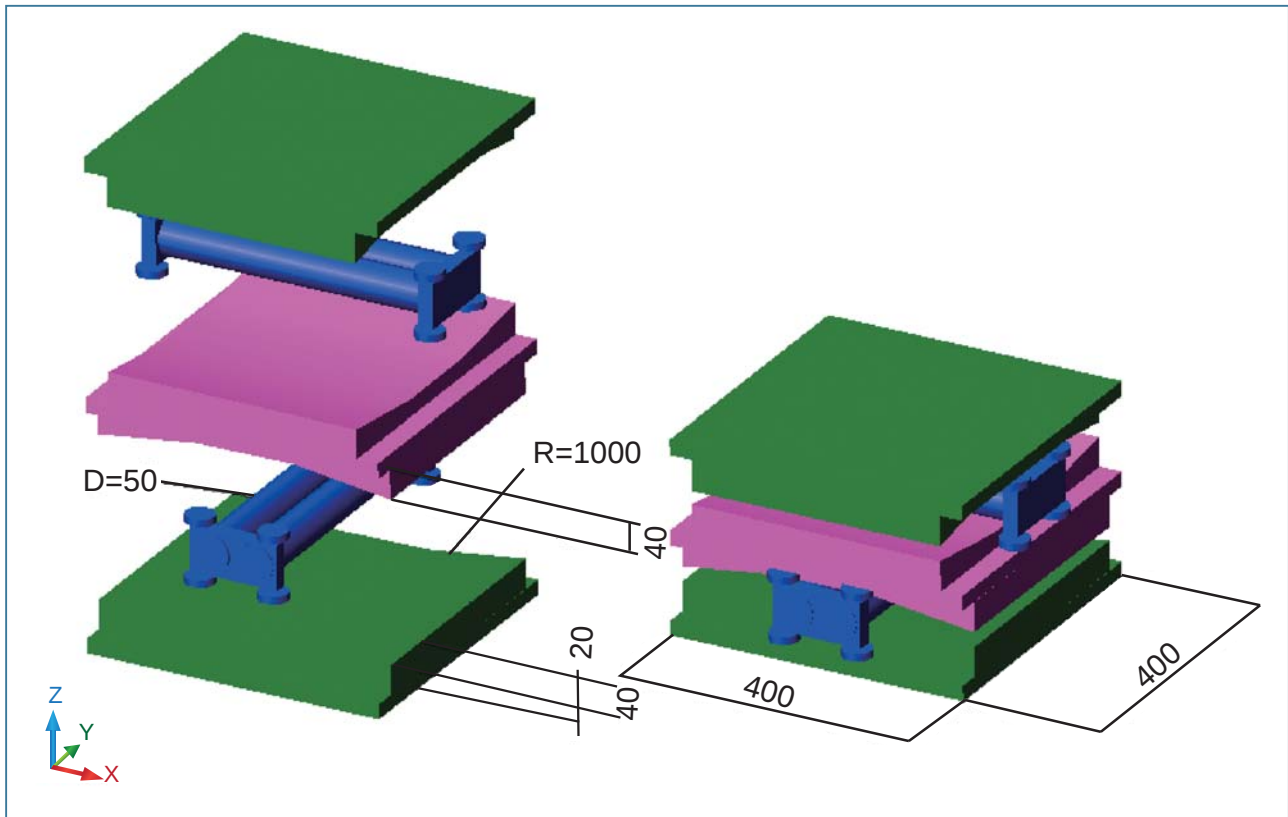


圖1 雙向滾動式單擺隔震墊（由上軌道盤、滾輪車組、中軌道盤、滾輪車組以及下軌道盤所組合而成）。

此雙向滾動單擺隔震墊與習知技術之比較有以下幾項特點：

1. 連續曲面設計之軌道盤以及滾輪車組的設計，可以提供隔震系統平順、穩定的隔震回復力（線性與非線性均可），在小震動下有優異的隔震效果。
2. 由於採雙滾輪設計，加上側向滾輪組的束制（滾輪），此雙向滾動單擺支承墊水平雙向互相獨立，互不干擾。
3. 隔震回復力與上部結構重量成正比，因此各種上部結構均適合採用，上部結構重量的變異性

亦不影響其控制效果。

4. 兩方向之隔震週期可以各自獨立，讓整體隔震系統設計更為自由。
5. 滾動單擺隔震墊可以自行穩定固定，無需額外假支撐，安裝簡單便利。
6. 曲盤面與雙滾輪的設計可以增加接觸面積，提升垂直支撐力。
7. 雙向滾動單擺隔震墊，幾乎沒有摩差阻力。在複合隔震系統設計時，可以增加減震器選取自由性，並提昇整體隔震系統控制效果。

## 已知技術之說明及其缺失

隔震系統運用範圍廣泛，可以用在整體結構之基底隔震系統，保護結構物在地震力作用下的安全。亦可以運用於局部的設備物隔震或是樓版隔震系統，減低設備物或是樓版的加速度反應。隔震之承墊的種類很多，例如鉛心橡膠支承墊、高阻尼橡膠支承墊、摩擦單擺系統等等。這類型的支承墊在設計之初，均設計為單獨使用，因此均具備相當大的阻尼亦或是摩擦力。也就因為如此，其對微小震動時的加速度隔絕效果不良。

且一些隔震支承墊對上部結構的重量也有一些限制，運用於設備物隔震系統有其不便性。

同時若隔震系統必須在極大地震力作用時正常運作，通常需額外配合減震器以減低位移反應。因此隔震系統的回復力由隔震墊負責，隔震墊同時與額外的減震器共同負擔阻尼遲滯力。因此減震器的選擇必需考量隔震支承墊，較易受限。若採用半主動減震器（如磁流變減振器），其不便性與受限制的控制效果更加明顯。

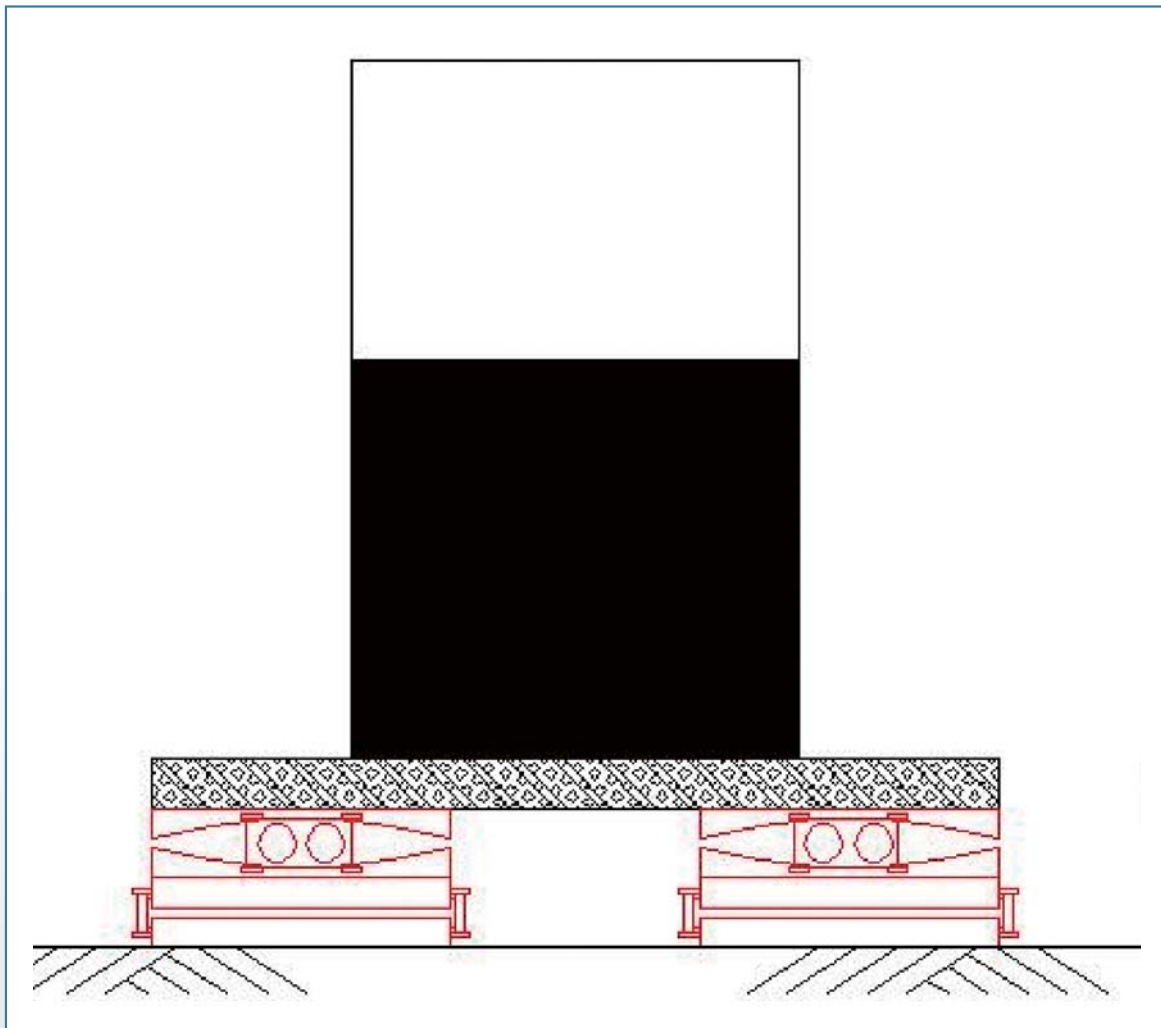


圖2 雙向滾動單擺隔震墊（紅色部分）單獨使用在設備物與展覽品的隔震座上。

## 可能應用之產業

博物館、展覽廳、藝廊、高科技產業、通訊產業、醫療、救災體系、建築業、公共工程。

## 可能應用之產品

展覽品隔震底座、設備物隔震系統、醫療院所局部隔震系統、通訊機房隔震系統、電子機房隔震系統、高科技廠房設備物隔震系統、重要機關之樓版隔震系統。

雙向滾動單擺隔震墊（紅色部分）可以單獨使用在一些設備物與展覽品的隔震座上，如圖 2 所示。

雙向滾動單擺隔震墊（紅色部分）也可以與其它減震器配合，組成複合式隔震系統，運用於樓板隔震系統、設備物減震、電子機房隔震、重要設施隔震系統等等，如圖 3 所示。

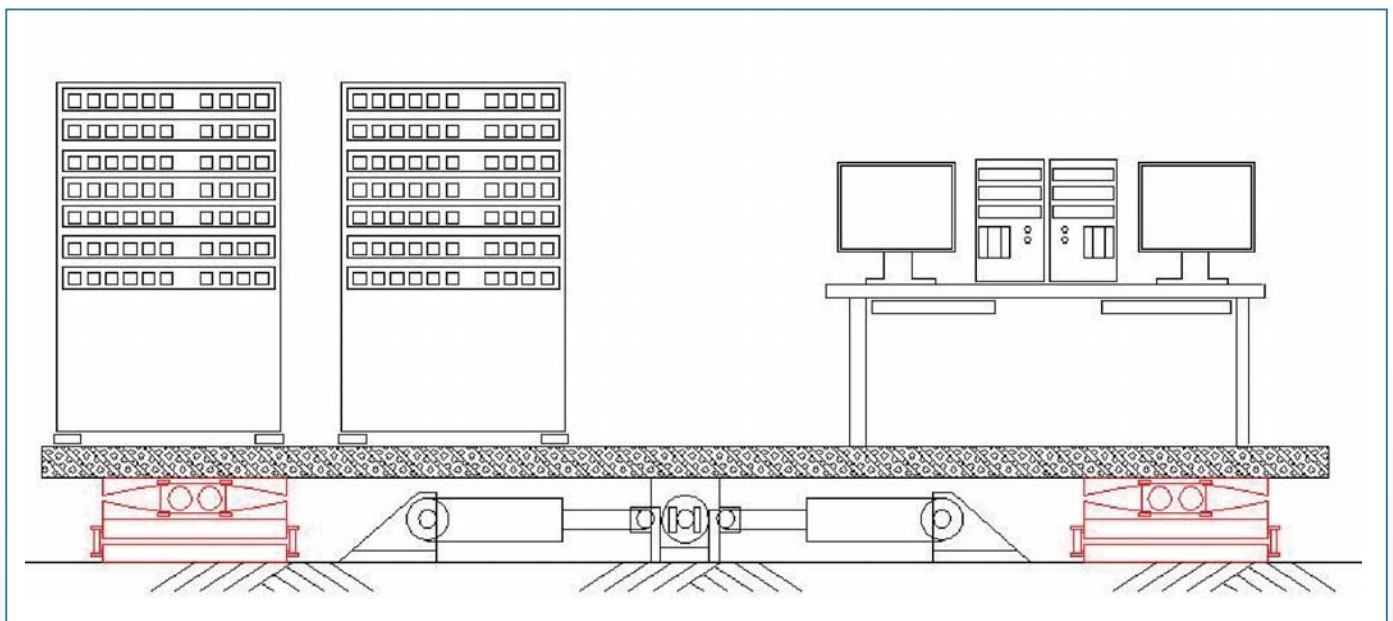


圖3 雙向滾動單擺隔震墊（紅色部分）与其它減震器配合，組成複合式隔震系統。

## 專題企劃

### Special Report

# 整合多元實驗動物核心技術平臺 透視實驗動物資源新世代



## 實驗動物資源新世代

文 黃苡瑋 國家實驗動物中心

動物和人類的關係相當密切，1859年達爾文發表「物種原始」(The Origin of Species)，書中的演化理論剖析各物種的演化關係，證實人類和動物之間有很大的相同性，這樣的理論促使醫學研究利用動物模式進行人類疾病研究。西方醫學起源於希臘，當時的醫生和生理學家開始利用豬、狗等動物做為醫學研究對象。15世紀文藝復興時期，實驗醫學和生物學活躍發展，科學家和研究者利用動物進行解剖和生理學研究，藉以了解生理機制和機械原理。直到18世紀，人們逐漸理解動物實驗的成果伴隨著醫學進步，有助於人類福祉及改善生活。

19世紀末，實驗動物因應科學研究的需求，運用於各式各樣的動物試驗中，促進當今農業、生物、醫學等領域的發展，造就人類與動物的健康福祉。隨著基因體解碼，後基因體時代來臨，著重於全基因體探討的相關研究因應而蓬勃發展，實驗動物的使用量也隨之增加，實驗動物科學也逐漸受到重視。1960年，全世界所使用的脊椎動物類實驗動物估計約

有 3000 萬，1970 年急遽增加為 1 至 2 億，1980 年以後，實驗動物使用量趨緩，1990 年後因遺傳工程動物之研究使實驗小鼠使用量遽增。由此可知，實驗動物資源的需求伴隨生技及醫藥產業的發展而消長，實驗動物協助人類了解生命現象與在生醫、藥學、生技產業的貢獻不言而喻，實驗動物資源需求的多元化也勢在必行。

在本期的專題企劃單元中，逐一介紹國研院動物中心在現今實驗動物資源新世代中，如何利用既有及開發中的技術平臺及核心技術團隊，開發實驗動物資源、協助實驗動物資源管理及交流，利用相關技術服務為動物品質及動物福祉把關，並協助新世代基因改造動物的分析與應用。

## 實驗動物資源需求多元化

過去實驗動物常用於解剖與生理實驗，但是相關的實驗動物資訊相當貧乏，對於實驗動物遺傳背景、健康品質、動物福祉等都缺乏深入的探討和研究，研究人員對實驗動物的使用僅止於“我需要動物來執行實驗”。事實上，實驗動物本身就是一門深奧的學問，實驗動物科學乃專門研究實驗動物生物特性、飼養繁殖、遺傳育種、疾病防治、健康管理和相關開發應用的科學。任何生物體都具有其特殊性和複雜性，研究人員應依據實驗需求選擇合適的實驗動物模式，唯有深入了解實驗動物，才能發揮實驗動物的最大效益。

實驗動物可依其所含微生物規格分為不同等級，目前世界各國所生產的嚙齒類實驗動物多以

繁殖與生產無特定病原（specific pathogen-free, SPF）品質實驗動物為主，但仍有部分動物中心生產傳統式清潔動物（clean conventional animals）供研究使用，由於此類動物飼養於初級乾淨之衛生與安全的環境，雖仍監控或檢查其主要病原微生物，但動物品質較不嚴格要求，對於病原感染的掌握度也較弱。國研院動物中心致力於供應全國實驗動物使用者 SPF 高品質實驗動物，使研究人員免除動物品質影響實驗結果的疑慮，而能獲得再現性及可信度較高的研究結果。

因應實驗動物資源新世代對實驗動物資源需求的多元化，國研院動物中心也致力於提供多品系大小鼠資源，除 SPF 等級多品系大小鼠，另有倉鼠、天竺鼠和無菌大小鼠供應。針對生物醫學研究所需的疾病模式動物需求，也開發相應之技術平臺，未來將能提供產製服務。

## 疾病模式動物及基因改造動物

過去的疾病模式動物通常是自發模式（spontaneous or nature models），疾病為自然發生，並非受實驗誘導而發生的，例如裸大鼠或高血壓鼠模式，此類模式再現性較高，但來源常為偶發之自發性突變（spontaneous mutation），因此並非所有疾病皆可獲得自發模式動物。另一常用模式為實驗或誘發模式（induced or experimental models），為研究人員嘗試將所研究之疾病，以實驗方式誘導在動物身上表現，例如將部分肝臟切除觀察其肝臟

再生，通常誘發模式的變異大於自發模式，但再現性和穩定性較差。

因應人類疾病研究及實驗動物技術的蓬勃發展，疾病模式動物需求大增，基因改造技術成為疾病模式動物產製的有力工具。基因改造動物以人為方式置入或剔除基因，所產製出的疾病模式動物屬於誘發模式。國研院動物中心整合基因改造鼠相關核心技術，建置基因改造鼠開發技術平臺，加速實驗動物新資源開發。

## 實驗動物資源保存與交流的重要性

實驗動物資源隨時間不斷累加成長，資源的保存與交流成為實驗動物使用者重要的課題。動物資源的適當保存、飼育空間管理、實驗動物族群管理和動物相關資訊的取得皆為研究人員亟需解決的問題。國研院動物中心因應研究人員需求和實驗動物資源趨勢，提供胚冷凍和精子冷凍技術、隔離操作箱（Isolator）和代養技術服務（Animal Hotel）。動物資源的冷凍保存不僅解決實驗動物飼育空間不足的問題，也減少相關人力物力的耗費，更可預防天災、遺傳漂變和人為失誤等難以避免的問題；專業的代養技術協助飼育管理，並利用隔離操作箱免除不同來源之實驗動物間病原傳播污染的疑慮。

近年來以冷凍胚或精子進行實驗鼠資源分享與運輸逐漸成為趨勢，不但可以免除活體動物運輸可能產生的檢疫與動物福祉疑慮，更可降低動物資源分享時可能產生的污染風險。國家實驗鼠種原庫（RMRC）集結國內實驗動物資源，促進國

內實驗鼠資源與國際接軌，有利資源的流通與獲取，避免重複產製基因改造鼠，造成資源的浪費。

## 實驗動物品管及分析技術

實驗動物品質往往為動物實驗成敗的關鍵，卻常成為研究人員疏忽的部分，國研院動物中心提供例行健康及遺傳監測，協助研究人員控管實驗動物品質，也避免遺傳背景的混雜造成研究結果無法判讀。因應實驗動物資源的開發，遺傳品質的管控更顯得重要，遺傳背景的混雜不但增加研究人員設計實驗和結果分析的困難度，也影響後續的各項分析。國研院動物中心整合實驗動物品管、表現型分析及醫學影像分析技術平臺，為基因改造動物及新興實驗動物資源之使用者提供強大的後盾。

面臨實驗動物資源的快速開發與實驗動物科學的崛起，國研院動物中心整合多元實驗動物核心技術平臺，協助國內實驗動物使用者掌握實驗動物新世代的脈動，扮演新世代實驗動物資源整合的重要角色。



## 基因改造技術開創實驗動物資源新世代

文/圖 許馨之、張小慧、吳佩華、周傳凱、林家鈺、洪書璇、秦咸靜、王繼廣 國家實驗動物中心

二十世紀對遺傳與基因工程學來說是個跨世紀的里程碑，從 1951 年華生（Watson）與克利克（Crick）發現去氧核糖核酸（Deoxyribonucleic acid, DNA）的雙股螺旋結構，到 2000 年人類基因體（human genome）被成功地揭開神秘面紗，更確立生物科技為二十一世紀的當紅炸子雞。人類基因體中約有 3 萬個基因，然而在這片汪洋的基因海中，了解每一個基因的功能成為接下來的一大挑戰。對於證實基因在生物體內的病理分子機制，以及生醫產業證明藥物對症下藥的準確性及副作用上，基因改造動物都扮演了舉足輕重的角色。

實驗大鼠與小鼠以其快速的繁殖力及穩定一致的遺傳背景等特性，成為生物醫學研究的尖兵。自 1980 年 Gorden 等人發表了第一篇利用小鼠

研究外源性基因的報告後，基因表現與基因引起的疾病之相關研究如火如荼的展開。近 20 年來小鼠在基因轉殖、標的突變以及幹細胞等研究領域不斷創新突破，利用胚原核顯微注射法或是以胚幹細胞搭配基因標的與囊胚注射的方法建立了許多和人類疾病相仿的模式動物，例如：大腸癌、肝癌等癌症小鼠、糖尿病小鼠、肌肉萎縮症小鼠等，提供了醫學研究及藥物試驗更多的機會，也使許多疾病出現治癒的希望。也因此，第一個建立基因標的鼠的幾個團隊也於 2007 年獲得了諾貝爾獎的殊榮（圖 1），其重要性可見一斑。

國研院動物中心有感於全球基因改造技術之發展迅速，必須在國內加速建立相關技術服務及配套支援環境，才能讓國內研究人員之前瞻性研發



圖1 2007年諾貝爾生理醫學獎（The Nobel Prize in Physiology or Medicine）得主，由左至右依序為 Mario R. Capecchi、Sir Martin J. Evans 及 Oliver Smithies。

進行的更加順利，因此在 2010 年正式成立種原服務組，提供基因改造鼠開發、保存及資源分享服務，期望以基因改造鼠研發中最重要的黃金三角核心技術，深化國內生醫研發基礎，加速展現最大能量。

## 訂做一個牠 - 簡介基因改造鼠開發技術

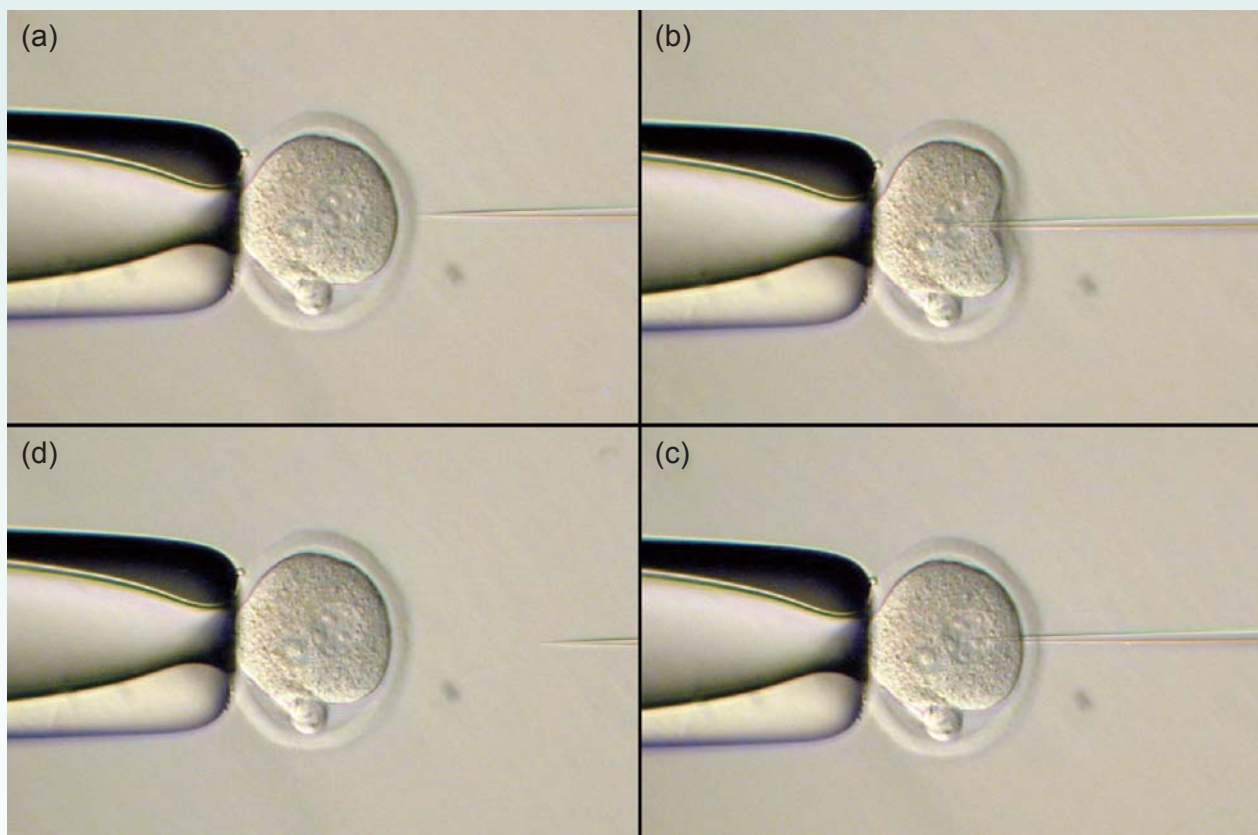
現今講求人性化、客製化產品的時代，實驗動物也席捲著一股客製化的風潮。對於研究學者，要創造出基因改造動物不再是遙遠的夢想。針對研究人員實驗的需求，不論是想要剔除（gene knockout）或表現（transgene）哪個基因、什麼時候表現或剔除、抑或特殊疾病模式需求，相關單位都可以針對不同的要求產製出特殊的實驗動物。

產製基因改造鼠技術有幾種方式被廣為使用：原核顯微注射（pronuclei microinjection）、胚幹

細胞基因標的技術（embryonic stem cell）、反轉錄病毒感染（retrovirus transduction）、精子載體（sperm vector）及體細胞核轉移（somatic cell nuclear transfer）等方法。由於基因改造鼠生產方式依核心技術不同而異，以下簡介國研院動物中心所使用的方法及特色：

## 大片段基因載體技術

目前國研院動物中心利用大片段的基因載體 BAC（bacterial artificial chromosome）作為承載外來 DNA 的工具，接著藉由原核顯微注射及胚幹細胞基因標的技術兩種方法來產製基因改造鼠。由於 BAC 承載 DNA 的能力是傳統載體所不能及，在實務運用上可以將單一或多個基因及其調控因子一起構築在轉殖基因上，以提高轉殖基因的表現程度及穩定性。這個方式目前在國際上是屬於前瞻技術，只有少數單位有執行能力。



**圖2** 原核顯微注射過程。(a)將原核(pronucleus)(E0.5,直徑約100  $\mu\text{m}$ )利用固定器(holder)固定住(圖片左邊),含外源基因片段的DNA稀釋液則在玻璃微量注射針內(圖片右邊),注射針管尖極細;(b)利用注射針穿過原核的透明帶(zona),進入原核內的雄原核或是雌原核中;(c)將外源基因片段DNA稀釋液直接注入至雄原核或雌原核中;(d)將注射針移出原核,完成顯微注射。

## 原核顯微注射技術

原核顯微注射(pronuclei microinjection, 圖2)顧名思義是直接將外來DNA注入受精卵的原核內,讓外來DNA藉細胞分裂進入染色體內,產出基因改造小鼠,通常成功率約5%~30%。原核顯微注射最大特色是其技術門檻極高,並非一般實驗室能夠執行,因此各國皆以設置核心技術設施來協助研究人員生產開發。現在全球許多名校,甚至以校內擁有高效率的基因轉殖核心設施來吸引優秀研究人員,其重要性可見一斑。

## 基因轉殖大鼠開發技術

基因轉殖技術發展至今,基因轉殖小鼠因得利於小鼠繁殖助孕技術及遺傳工程技術的成熟與應用,相關研發成果散發驚人的能量,成為現今最重要的生醫研究資產。預估全球有數百個基因轉殖小鼠生產單位可以執行顯微注射;相對的,大鼠受限於繁殖生理相關資訊的缺乏及技術的不成熟,而使得大鼠在科學應用上及發展上遭受很大的阻礙。然而,由於大鼠與小鼠在體型上的差異,大鼠仍在人類體內器官及功能系統疾病模式的相關研究分析上佔有優勢。目前大鼠基因序

列解碼已在 2004 年完成，遺傳基因片段也可取得，大鼠基因轉殖、幹細胞、基因標的等研究更已蓄勢待發。本中心為了讓臺灣研究人員擁有更多的研究工具，已完成基因轉殖大鼠產製技術平臺之建立，並將進一步開發多種可調控基因轉殖大鼠及工具鼠（圖 3），期望未來能夠提供更多元、更具國際競爭力的服務內容。

### 胚幹細胞基因標的技術

80 年代首度發現小鼠胚幹細胞（embryonic stem cells, ES cells）具有發育多元性（totipotency）及生殖傳遞能力（germline transmission），此後各項相關研究便如火如荼的展開。而所謂基因標的是指利用在外源基因或 DNA 片段的兩端加上與目標基因區域同源的序列，使其在進入細胞核後，可以藉由同源重組（homologous recombination）的作用將此

外源基因或 DNA 片段準確地（非隨機地）嵌入基因組內特定的位置。由於利用基因標的技術可以精準地模擬人類疾病的發生，近年來許多研究皆利用此項技術來生產特殊疾病模式動物，可說是目前最先進的疾病研究模式之一。

一個完整的基因標的技術，需包含以下幾個實驗階段：

1. 設計含有標的基因的特殊質體。
2. 利用電穿孔法 (electroporation) 將標的基因轉染至小鼠胚幹細胞內，並進行藥物篩選。
3. 進行基因型鑑定分析，選出真正帶有標的基因的小鼠胚幹細胞。
4. 利用囊胚微注射技術 (blastocyst injection) 注入帶有標的基因的小鼠胚幹細胞，生產嵌合鼠。
5. 進行生殖傳遞測試，取得具基因標的的後代。

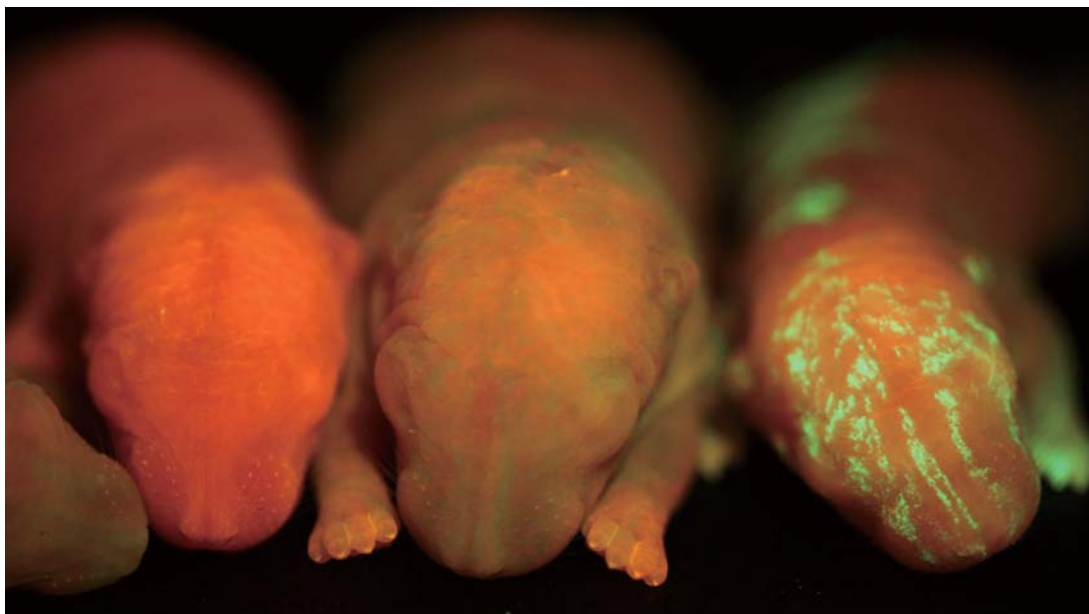
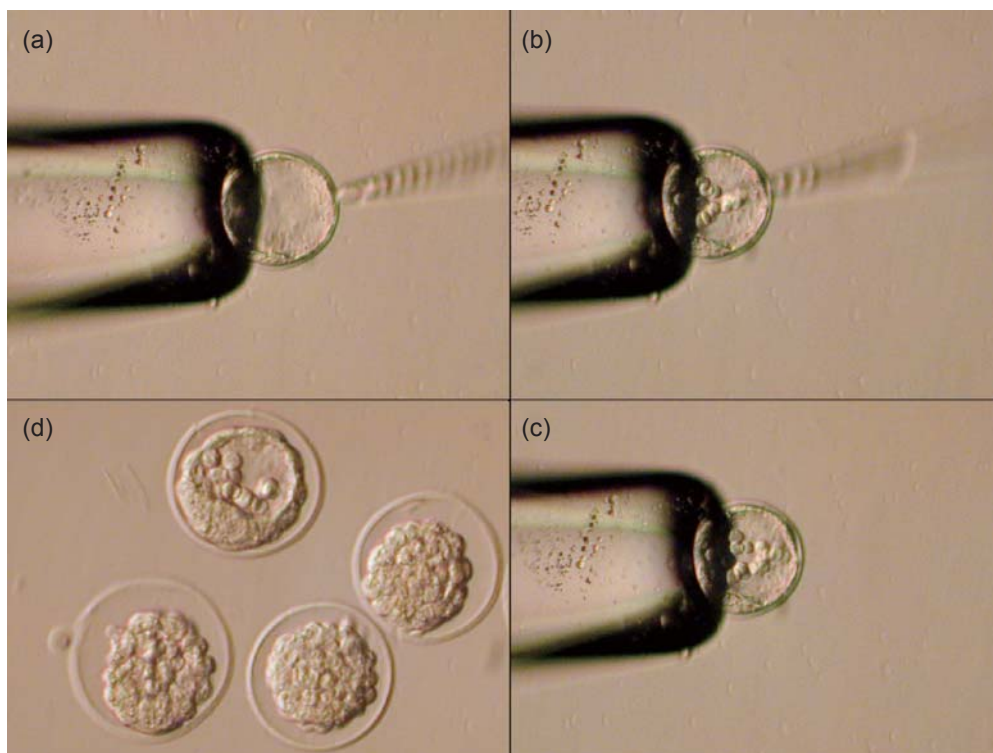


圖3 國研院動物中心開發的可調控基因轉殖大鼠。左至右：紅色螢光大鼠、經基因調控後大鼠部份皮膚細胞由發紅光轉變成發弱綠光（中）、經基因調控後大鼠部份皮膚細胞由發紅光轉變成發強綠光（右）。



**圖4** 囊胚顯微注射過程。(a) 將囊胚 (blastocyst) (E3.5, 直徑約100  $\mu\text{m}$ ) 利用固定器 (holder) 固定住 (圖片左邊), 帶有標的基因的胚幹細胞則在玻璃微量注射針內 (圖片右邊); (b) 利用注射針進入囊胚腔, 將帶有標的基因的胚幹細胞注入囊胚腔內; (c) 已注入胚幹細胞的囊胚; (d) 圖上方為剛注入完胚幹細胞的囊胚型態; 圖下方為注入完胚幹細胞一段時間後的囊胚型態, 胚幹細胞與內細胞團塊 (inner cell mass) 融合。

## 囊胚顯微注射技術

完成基因標的的胚幹細胞必須設法進入實驗鼠生殖器官中, 才有機會產出經過基因改造的下一代。產製基因標的鼠的方法很多, 其中最常被提到但也最需要高度技術的方法莫過於囊胚顯微注射 (blastocyst microinjection) 了。囊胚顯微注射 (圖 4) 是將這些帶有特定基因變異的胚幹細胞經由顯微注射方式送入毛色相異的 3.5 天囊胚腔, 使胚幹細胞與囊胚中的內細胞群 (inner cell mass) 發生嵌合, 並參與細胞的分化及個體發育。由於嵌合鼠的細胞由胚幹細胞及囊胚二個不同來源各自分化而來, 透過毛色我們即可得知哪些是體內帶有特定基因變異的子代 (圖 5)。若送入的胚幹細胞能成功地參與性腺分化, 則可成為生殖細胞系的成員, 使這些帶有特殊基因變異的遺傳物質得以傳承至其後

裔。經過嵌合鼠的生殖傳遞測試, 便可以取得基因標的鼠。

目前全球被製造出來的基因改造鼠有近 20,000 種, 約有 10,000 個基因被修飾。基因不僅僅可被剔除, 也可以被開啟, 甚至可以在不同的發育時期、在特定器官關閉或開啟。基因改造鼠的出現, 讓研究人員不必再為了如何模擬特定的疾病模式而傷神, 更使得新藥開發有更合適的舞臺。近年來, 國研院動物中心致力於疾病模式鼠核心技術的建立, 希望利用此項技術平臺, 協助國內建置具有高應用價值之基因改造鼠, 以供轉譯醫學及新藥開發運用, 除了可以強化國內生醫研究開發的能量, 同時也能發揮國研院動物中心技術團隊的最大效益, 使訂做一個「牠」不再遙不可及!



**圖5** 嵌合鼠：利用黑毛色之小鼠胚幹細胞注射至白毛色之囊胚中，可以得到黑白相間的實驗鼠，稱為嵌合鼠。其中右邊小鼠黑色毛較多（嵌合度高），顯示胚幹細胞在體內占有比例較高，較適合進行後續繁殖育種。

## 人工生殖技術對現今基因改造鼠研發扮演的角色

對於大部分人來說，聽到老鼠竟然需要靠人工方式來幫助牠們繁殖，似乎是一件匪夷所思的事。老鼠給人的一般印象，除了「過街老鼠，人人喊打」的刻板印象外，還有多子多孫，而且不只會生，又生得多的特性，這也是老鼠給人的普遍觀感。但曾幾何時，因生命科學與生物醫學研究發展之所需，基因改造技術被大量使用在實驗動物身上，其中又以實驗小鼠為最主要對象，這可從歐、美與日本等國近年來紛紛啟動大型的基因改造鼠產製計畫得知其重要性；而這也意味著這些不為一般民眾所喜愛的「鼠輩」，將在未來生技與醫學甚至製藥發展上扮演更重要的角色。隨著基因改造鼠被大量產製與使用後，所衍生出的一些問題，也愈來愈受到重視，包括動物飼養空間的不足、動物國際分讓與交流所產生的病原傳播與管控，此外，這些基因異常的動物經常伴

隨著不易生存或具有繁殖障礙的特性，這些問題造成研究人員使用實驗動物時的困擾與不便，進而阻礙研究的進展。因此，為了解決這些問題，相關技術也就因應而生。

人工生殖技術（或稱為輔助生殖技術，Artificial or Assisted Reproductive Techniques, ART）的應用層面非常廣泛，在人類生殖醫學上的應用，主要是為了不孕症的治療與研究。而對於實驗鼠來說，近幾年來愈來愈受到重視與被普遍的使用，其最主要的原因就是為了解決上述的問題。以下就分別對相關技術作一簡單介紹。

### 胚冷凍技術

小鼠的胚冷凍保存技術自從 1971 年由英國學者 Whittingham 博士成功建立以來，已成為全世界各個種原庫或資源中心最普遍使用的種原保



**圖6** 程式化降溫冷凍法過程中所進行的植冰（seeding）步驟，目的為減少冰晶的形成，進而降低對胚的傷害。右下小圖為用來冷凍之正常二細胞期小鼠胚。

存方式。目前普遍用來做為小鼠胚冷凍保存的方法有程式化降溫（programmable freezing）（為目前國研院動物中心所使用的方法）（圖6）與胚玻璃化（vitrification）冷凍保存技術。此技術在國研院動物中心除了用來保存中心內供應全國研究人員所需的近親品系動物種原外，我們也在2006年正式開放此一技術服務給國內的研究人員，用來保存其所開發或引進的珍貴動物品系，並解決動物飼育空間不足等問題。至2010年底為止，國研院動物中心保存品系數總計已達367個，冷凍管數3,569管，冷凍胚數達135,317個。

## 精子冷凍技術

自從1949年研究人員成功進行雞的精子冷凍保存，許多哺乳類動物精子冷凍技術也相繼被發展出來，由於精子冷凍仍具有操作簡易，成本較低等優勢，這對於物種保存與畜牧業發展有很大的影響。而實驗小鼠的精子冷凍技術則是在1990年時，才由日本學者Tada等人發表，而目前最為普遍使用的則是日本學者中瀉直己博士（Naomi Nakagata）於2000年發表的方法。但由於小鼠物種所具有的特性，再加上不同近親品系所造成的差異，精子非常容易受到滲透壓改變、離心或吸取而造成物理性傷害，使得以精子冷凍作為種原保存主要標的受到限制。

## 體外受精技術

此項技術在2010年諾貝爾生理醫學獎頒給英國生理學家羅伯特·愛德華茲（Robert Geoffrey Edwards）博士，以表彰他在體外受精技術領域作出的開創性貢獻後，引起了廣大的重視。雖然世界上第一位利用體外受精技術而出生的試管嬰兒在1978年才誕生，但自從1959年第一隻利用體外受精技術的試管兔誕生後，此項技術已被大量的使用在不同物種；目前已有近20種的實驗動物可以成功進行體外受精。近年來由於小鼠胚冷凍保存的需求，除了應用於繁殖障礙的動物復育外，還被普遍使用於大量且快速的取得鼠胚供冷凍所需，以及用於快速建立動物繁殖族群。（圖7）

## 單一精子卵質內顯微注射技術

此項技術原理為利用人工輔助的顯微操作技



圖7 小鼠精子於體外培養基內活化後情況（放大 150 倍）；右下小圖為精子與卵子於體外受精時結合情況。

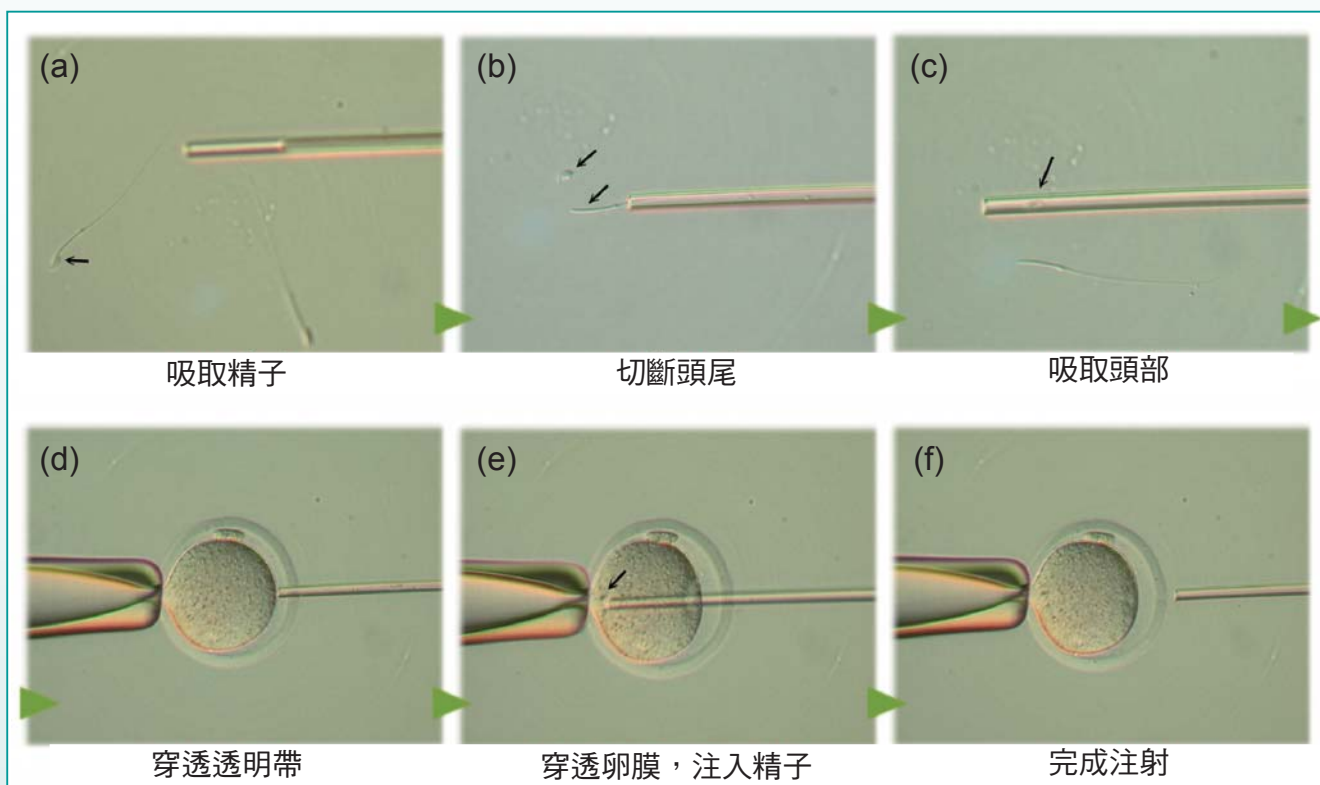


圖8 單一精子卵質內顯微注射之操作程序圖解。

術，直接將精子注射入成熟的卵子細胞質內，完成受精的步驟。目前，已成功應用於生產試管嬰兒及畜產動物的輔助生產，在研究領域上則對於哺乳類動物受精機制的探討有很大助益。然而應用於小鼠的技術發展，則一直受限於卵細胞很容易因機械性的操作受到傷害，因而影響後續胚胎發育之品種特性。直到 1995 年，日本學者 Yanagimachi 等人發展出一套顯微注射方式，將卵的傷害減到最低，也因而大大的提升胚存活率，技術也才開始普遍；但由於此技術需仰賴一特殊儀器設備—壓電槌（Piezo drill），而且需要熟練的操作技巧，因此能成功建立的實驗室並不多。（圖 8）

## 動物淨化技術

由於國際間動物資源交流日趨頻繁，動物的健康品質與病原傳播的風險便成為重要的課題。不同動物中心或實驗室對於動物健康品質的要求並不一致，往往造成病原藉此機會散播，甚至因此造成研究人員所取得動物不符合標準，而被拒於動物中心之外。動物淨化技術為一整合性的技術平臺，主要是運用帝王切開術或胚移植技術，再配合負壓隔離操作箱的使用與嚴謹的操作手續，利用子宮內乾淨的環境與胚所具有的透明帶外層（zona pellucid）具有隔絕病原的特性，來將病原移除。

## 基因改造鼠後續分析及資源分享

全球實驗動物使用量近年來隨著生物醫學科技發展而快速成長，特別是基因改造、可用於研究人類疾病研究的疾病模式實驗鼠，更是研究人

員以驚人速度快速開發的首選。然而，儘管基因改造鼠對生技發展極其重要，其開發過程卻常受限於技術門檻及耗時耗力傷財的關鍵瓶頸。過去為了實驗機密，研究團隊通常傾向閉門苦練，不是自行研發、就是花錢請專人產製或是向國外購買，此舉有時不僅導致研究進度遲滯，若重覆產製更造成資源上的浪費。有鑑於此，全球性基因改造鼠資源分享便成為勢在必行的趨勢。

為妥善管理各種基因改造實驗鼠資源，世界各地陸續成立實驗鼠種原庫；而隨著全球快速地資訊化，國際間特殊品系交流日益興盛，也促成國際小鼠資源聯盟（Federation of International Mouse Resources, FIMRe）、亞洲突變鼠資源聯盟（Asian Mouse Mutagenesis and Resource Association, AMMRA）的成立，使各區域種原庫資訊即時流通，並建立一致的分讓品質標準。除此之外，為使研究人員能夠取得動物全方位的資料，在開發出各種人類疾病模式實驗鼠後，如何進行動物的選種維持、建立相關的基礎值及表現型分析，再將品系資料及分析結果全面資訊化，也成為後基因體世代重要課題。以下簡單介紹國研院動物中心基因改造鼠交流及資訊建立之關鍵技術及服務。

## 國家實驗鼠種原庫

國家實驗鼠種原庫是基因改造鼠分讓與交流的平臺，其成立宗旨不僅為避免資源重複開發而造成的浪費，亦努力推動國內現有模式動物交流，同時也是臺灣與國際進行生物資源分享的重要橋樑。目前全球種原保存及交流多半採用冷凍

胚與精子，其優點除能大幅減少飼養動物所需空間之外，亦可免除活體動物運輸時病原散播的可能性，也能避免在運輸時可能產生之動物福祉相關問題；此外，在冷凍胚解凍復育成無特定病原（Specific Pathogen Free, SPF）等級的活鼠，對於研究結果亦有正面幫助。研究人員可藉由申請種原公開寄存服務，將辛苦研發之珍貴實驗鼠保存，並將資料歸檔於種原庫的線上資料庫中，方便與其他研究人員進行動物資源分讓交流。國研院動物中心亦提供智慧財產權及相關法律之諮詢服務，讓研究人員心血與權益可受到最適當的保護。

為免除因天災人禍導致種原庫內珍貴實驗鼠資源消失，國研院動物中心於2010年啟動南部設施實驗小鼠種原分庫的設置，提供異地備存的防護。為保護大鼠資源，亦同步與國防醫學院實驗動物中心合作，於國醫中心建立實驗大鼠種原分庫。目前國家實驗鼠種原庫已登錄在國際小鼠資源聯盟組織（International Mouse Strain Resource, IMSR），成為全世界第19個（亞洲第3個）小鼠品系資源線上資料庫，進而更完整快速的將國內研發能量呈現於世界舞臺，並促進國際珍貴實驗鼠資源交流與研究，提升臺灣的研發競爭力。

### 基因改造鼠育種及基礎值建立

有別於一般老鼠給人「多子多孫」的印象，由於基因改造鼠的遺傳特性，牠們的繁殖育種可是門很大的學問。在族群管理上，必須針對各品系繁殖性能優劣，例如：可配種週齡、產仔數、胎距、子代公母比率及出現的疾病病徵等表現型，

調整配種的動物量，而且一旦出現繁殖性能低下的警訊，就必須在第一時間採用前段介紹的人工生殖技術進行補救，才不會讓珍貴的動物「絕種」。另一方面，為了不讓有限的動物房被一直不斷增加的動物塞滿，如何在有限的飼育空間內及不同性狀的動物間，進行育種維持上的調整，是一門很有趣的學問。

另一方面，為了找尋有意義的臨床表現，確認可能可以發展成有利於科學研究用的疾病動物模式，基礎背景資料的建立非常重要。為了得到穩定可信的基礎表現型資料，每一個品系需要生產60隻動物進行分析，並需包括公母各半的同合子、雜合子與野生型3種基因型。一般常用到的基礎生理值包括：體重週齡對照、繁殖性狀資料、血液生化數據、以及套裝的行為學分析資料如：SHIRPA分析（圖9）、開放空間測試（open field test）、滾輪測試（Rotarod test）、籠內活動力測試（home-cage activity test）、熱板疼痛測試（hot-plate test）等，這些資料未來可以提供國內研究人員在選擇適合實驗的特殊品系時做為參考，也可做為實驗分析時的比較標準。

面對基因改造鼠趨於多品系但少量維持的國際趨勢，國研院動物中心亦著手進行飼育資料資訊化，將複雜的飼育資料簡化、效率化、精緻化，同時藉由數位化的同步資訊，讓飼育人員不論在動物房內、辦公室甚至於家裡，都能在線上平臺直接應用管理，掌握動物房最新狀況，達到事半功倍的效果。

## 基因改造鼠資料庫

現今基因改造鼠使用品系多樣化，實需一個完整的支援保存及公開資訊系統，才能落實資源整合並強化研發效益。基因改造鼠品系資訊化的目的在於讓龐雜的小鼠品系履歷資料更有效率地被運用，同時也可有效推動珍貴品系合作研發及分享。國研院動物中心在國科會的補助指導下，將逐步建置國內基因改造鼠常用品系資料庫、疾病模式鼠需求及開發進度查詢、並將結合目前國家實驗鼠種原庫功能，提供研究人員查詢國內外現有品系、分讓品系及基礎生理資料分析結果。

為了精確地反應疾病在體內的發展進程，在執行基因改造研究時，需要可以定時定點調控基因的工具，這項重要工作必須仰賴帶有重組酶的實驗小鼠，如 Cre 小鼠、Flp 小鼠等，藉由適當的設

計，使研究人員可以在正確的時間及器官啟動或關閉，甚至刪除指定的基因。但是，因 Cre 工具小鼠的生產方式不一，許多工具鼠品系不純、或是表達量不足，造成後續運用許多的不便；況且全球 Cre 工具小鼠種類不齊全，且許多國外產製之工具鼠在臺灣取得不易，造成使用上極大的不便，也限縮了在臺灣利用相關技術的發展，因此，在國內建置一個 Cre 轉殖小鼠之資源整合機制實有其必要。未來我們也將參考美國 Jax Cre Resource 網頁 (<http://cre.jax.org/data.html>) 建置臺灣 Cre 小鼠資料庫，將國內現存 Cre 基因轉殖小鼠之相關資料彙整，提供研究人員參考。希望在不久的將來，我們可以藉由資料庫服務，大幅增加研究人員取得基因改造鼠資源的質與量，深化國內生醫研發根基，協助展現更強大的研發能量。



圖9 利用 SHIRPA 分析小鼠之基礎表現情況。



## 實驗動物飼育管理服務任意門

文/圖 施艾、陳景富、黃炫榕、黃彥智 國家實驗動物中心

隨著轉譯醫學的盛行，動物實驗已成為新興科學不可或缺之過程。您曾經煩惱好不容易得到的基因改造鼠如何才能快速得到實驗所需族群？基因改造鼠繁殖不易，即將面臨斷種的危機，怎麼辦？實驗動物區的動物品質好嗎？感染性動物實驗會引起大汙染嗎？實驗數據可信嗎？多希望有一個任意門，打開門即有一盞明燈幫忙解答問題、解決煩惱。國研院動物中心已發展成熟隔離操作箱技術及 Animal Hotel 代養服務，希望藉由此兩項核心技術協助實驗動物使用者解決可能面臨的煩惱。

### 隔離操作箱技術

#### 隔離操作箱介紹

隔離操作箱（圖 1）是由一個封閉不透氣的本體區隔內、外在環境，並經由高效率過濾網

提供內部無菌空氣而構成。隔離操作箱技術主要應用於種原維持、污染動物之復育重建、無菌（germ-free）動物之建立及提供高精密度微生物研究的實驗平臺。目前國內各主要動物中心所培育實驗動物最高等級為無特定病原級（specific pathogen free, SPF），飼養在大環境的隔離區（Barrier），一旦動物發生感染時，不容易隔離管制。然而，隔離操作箱技術除可顯著減低感染機會外，並可藉由隔離來分散感染風險。因此，基於風險管控及復育的實用性，重要的種原及特殊的品系應飼養於無菌隔離操作箱。國研院動物中心自 92 年 8 月起於臺北中心成功建立 5 種無菌級小鼠及 3 種無菌級大鼠迄今，為目前國內唯一擁有無菌級隔離操作箱技術的單位。



圖1 隔離操作箱設備。

## 正、負壓隔離操作箱應用

因為隔離操作箱區隔環境的特性，在應用上可以視需要轉換成正、負壓兩種不同模式。當研究人員需要更高規格的飼養環境或實驗平臺時，可以使用正壓模式，使隔離操作箱內部壓力大於外部環境，維持由內往外的氣流流動，藉以維持隔離操作箱內部的潔淨。利用正壓隔離操作箱可以進行無菌種鼠的建立，再藉由無菌種鼠建立各種特定菌（Gnotobiotic，GB）、SPF 鼠或符合研究要求的微生物模式動物。國研院動物中心即應用隔離操作箱技術成功建立南部設施實驗鼠種原，並將 SPF 等級由原來的 19 種提升到 43 種，提供國內研究人員更高規格、高品質實驗動物。近年來分子

生物和轉譯醫學研究的蓬勃發展，大量基因改造、疾病模式鼠的開發研究因應而生，這些動物族群在一般環境下並不容易維持，便可以利用正壓隔離操作箱保存這些珍稀種原、基因改造（Genetic Modified，GM）鼠或模式動物。

近年來研究發現實驗鼠處於不同微生物狀態，會顯著影響自發突變、基因轉殖、基因剔除、藥物誘發之基因變異動物的表現。因此基因改造鼠的表現型（phenotype）呈現及判讀，必須考量實驗鼠的微生物等級。也就是說，當我們以基因轉殖或基因剔除方法，來研究基因功能時，必須明確地掌控實驗動物的微生物條件，才能獲得恆定及精確的結果。為了避免環境干

擾，增加實驗精確度，需利用正壓隔離操作箱協助研究基因改造鼠在無菌及已知菌狀態下基因表現型的差異；微生物除了可能影響基因表現，在微生物彼此之間也存在著干擾、抑制、共生、互存的現象。臺灣目前動物研究的實驗對象，普遍以 SPF 實驗鼠作為實驗的材料，雖然沒有特定病原微生物，然而依然帶有一般正常菌叢（normal flora），可能與宿主交互作用而干擾病原菌的致病力，進而影響到實驗結果。若要釐清微生物之間、微生物和宿主間的交互作用情形，可以利用隔離操作箱進行單菌、多菌作用機轉的研究來排除 SPF 鼠在研究上的一些限制與干擾，並進一步建立全人菌相（human flora）的動物模式。

相對於正壓隔離操作箱，為了避免飼養環境或研究標的影響到一般環境，研究人員可將隔離操作箱改裝為負壓模式，利用內部低壓，維持隔離操作箱由外往內的氣流流動，避免隔離操作箱內的污染源逸散。進行感染性實驗操作應利用負壓隔離操作箱，以確保實驗進行中感染性物質的控管，負壓隔離操作箱亦可進行外來動物檢疫及感染動物淨化。國研院動物中心南部設施即應用此技術自 2008 年至今共檢疫 64 批外來動物，其中數次篩檢出帶有 *Syphacia* spp.、*Helicobacter* spp.、Norovirus 等高傳染病原動物，所幸憑藉著負壓隔離操作箱的防護，並未因此影響到客戶的代養動物及內部生產之 SPF 動物，國研院動物中心亦數次使用此技術成功將感染的動物淨化保存。

## 隔離操作箱在飼育管理上所扮演的角色

國內多數研究人員在實驗動物飼育管理上，對於如何在實驗過程中維持良好的實驗動物品質及實驗環境，以及飼育環境空間的有效利用，有諸多困擾。如前所述，應用隔離操作箱技術，即可有效的解決這些問題。相對於建立一個 Barrier 來說，隔離操作箱在空間利用上或是經濟效益上都有相當明顯的優勢。在環境維持上，隔離操作箱可以在有需要的時候再組裝，平時並不需要耗費固定的人力、物力和資源來維持。在實驗操作上，隔離操作箱可以長期製造出一個無菌的密閉空間，達成相關研究所需的精密度與穩定度。

## Animal Hotel 代養技術服務

### Animal Hotel 介紹

國研院動物中心提供高品質實驗動物及技術服務，並擁有高品質飼育設備、飼育環境、專業飼育人員及專業獸醫師團隊等，為提供國內研究單位良好的嚙齒類動物之代養及實驗環境，國研院動物中心建置全國最大規模之實驗鼠五星級 Animal Hotel，於 2008 年正式啟用。屏除一般人對於老鼠總是橫行街頭及衛生不佳的形象，在這座五星級的 Animal Hotel 中，實驗鼠可是享受入住總統套房般高品質待遇！

Animal Hotel 接受來自世界各地符合健康標準之實驗鼠，首先運用隔離操作箱技術隔離飼育，動物一旦通過嚴格把關之檢疫作業後，即可入住代養區動物套房，代養區面積總計 1,080 坪，全區動物房均備有固定溫濕度、壓差及



圖2 五星級實驗鼠套房之獨立通氣飼育盒（Individually Ventilated Cage，IVC）飼育設備。

光照週期調控，全年無休 24 小時監控運作。飼育設備採用獨立通氣飼育盒（Individually Ventilated Cage，IVC）（圖 2），並藉由隔離飼育區的多重屏障系統來維持實驗鼠無特定病原（SPF）等級。代養動物由受過專業訓練之人員飼育照護，並由獸醫為動物健康品質把關，每季均定期為代養動物進行健康檢測。Animal Hotel 並配備高規格特殊空調設計之動物運輸車，如同保母車般將代養動物送達研究人員端進行試驗。此高品質之硬體設備及專業能力更是受到了國際實驗動物管理評鑑及認

證協會（Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International，AAALAC）之肯定。國研院動物中心 Animal Hotel 不僅僅為單純的動物代養機構，配合多年來累積的經驗、技術與專業知識，協助代養客戶擬定實驗鼠之繁殖策略，並結合其他配套技術服務，如協助客戶施行實驗動物淨化復育、基因型鑑定、胚冷凍、代謝籠、注射及採血服務等，提供全方位及客製化服務。另外，Animal Hotel 亦提供開放實驗室資源（圖 3）及設備完善之技術訓練教室（圖 4），



圖3 開放性實驗室資源。



圖4 設備完善之技術訓練教室。

讓研究人員就近使用。因此國研院動物中心 Animal Hotel 多元化的服務不但解決了目前國內研究單位常面臨的實驗鼠飼育空間不足、無專業人力飼育、動物健康品質不佳等問題，更藉由專案客製化的實驗鼠飼育管理，以符合實驗動物 3R（替代 Replacement、減量 Reduction 及精緻化 Refinement）原則，有效率地提供品質保證之實驗動物供研究人員使用。

### Animal Hotel 服務平臺價值

隨著後基因體時代的來臨，研究單位使用基因改造鼠的需求與日俱增，也因基因改造鼠飼養需要專業能力及良好飼育空間，國研院動物中心代養服務從 2008 年開放至今已累計飼養多達 100 種以上來自美國、義大利、日本等全球各地之珍貴小鼠品系。良好的實驗動物品質可提高實驗的準確性和可靠性，透過 Animal Hotel 之淨化服務，截至目前已完成 27 種小鼠品系之淨化作業，淨化後動物並於五星級動物房中持續飼育維持 SPF 等級。為達節省飼育空間及人力，待實驗告一段落後，利用胚冷凍保存技術進行保種。截至目前為止，胚冷凍保種之案件亦已完成 26 件。

藉由繁殖代養服務平臺，提供研究人員或生技製藥公司之基因改造或疾病模式動物所需，符合國際認證規範之繁殖代養空間，並以專案客製化規劃動物育種選種、採樣試驗之專業技術服務，使研究人員在最短時間內取得所需基因型動物或特殊疾病模式動物進行試驗。不但節省由國外進口取得之等待時間，亦大大降低動物成本及人力

物力開銷，預估每年經由繁殖代養服務平臺產出 5000 隻以上之實驗動物，價值超過千萬。研究人員因節省時效而加速獲得研發成果，價值更是無法估計。

### 結語

動物交流與分享日漸頻繁，動物品質常為交流管道中的重大議題，Animal Hotel 代養技術扮演交流管道的中繼站，運用服務套餐中的病原淨化及繁殖管理，可將有疑慮之動物經由淨化及繁殖擴產後再運送至其他單位，使各單位間的動物品質得以保持一致，並免除不同單位間病原的交互污染與擴散。

隨著實驗動物人道精神的重視，以及基因改造鼠大量產製，動物飼育管理已從過去大宗品系單純擴產，演進至目前注重動物福祉、策略性計畫生產基因改造鼠、動物房污染防治、整體性飼育管理等，族群飼育管理（Colony Management）已不僅是經驗傳承，而是一門值得深入探討的科學。國研院動物中心藉由 Animal Hotel 核心技術，協助產、學、研各界維持動物品質，並利用計畫性的繁殖策略以符合 3R 精神，同時運用隔離操作箱技術，將「mission impossible」的無菌鼠／GB 鼠長期飼育管理，以運用在相關研究上，使產製的實驗鼠皆能發揮最完整的功能。



## 實驗動物遺傳背景與表現型分析

文/圖 黃苡瑋、梁鍾鼎、靖永皓 國家實驗動物中心

遺傳學的起源很早，人們在新石器時代就已經觀察到同種生物體具有不同的特性，並懂得利用生物體的遺傳特性透過選擇、育種的方式，提高牲畜和作物的產量和品質，意味著生物能夠利用交配、繁殖，將某些特性遺傳給後代的子孫。人類於是開始從事農業和畜牧，將植物的結實加以播種，並把野生動物馴服、圈養以供食用，人類不再只依賴大自然提供食物。在這樣的基礎上，人類生活得到了更進一步的改善，使人類開始出現文明。到了19世紀，孟德爾在栽種各式各樣的豌豆時，發現不同性狀親代交配後（雜交）所產生的子代，其性狀與親代有微妙的關係，並長時間觀察、記錄豌豆在雜交實驗中所表現的遺傳規律<sup>[1]</sup>，進而歸納成現代人所熟知的「孟德爾遺傳定律」，事實上，孟德爾所觀察到的便是基因型影響表現型的現象。

基因（gene）、基因型（genotype）及表現型（phenotype）觀念於1909年由丹麥植物學家 Wilhelm Johannsen 提出。基因是遺傳訊息的基本單位，基因影響著生物的遺傳特徵，一個生物體內所包含、特有的那組基因便稱為基因型，而生物體的特定物理外觀則稱為表現型。早期遺傳學家因為欠缺分子生物技術，無法直接得知 DNA 攜帶的遺傳訊息，生物和其後代的表現型就是遺傳學家判別基因型的工具。

隨著基因體序列解碼，表現型不再是判斷基因型的唯一方式，然而近幾年來，大小鼠實驗動物模式已成為研究人類各種疾病的重要工具之一，實驗動物的表現型分析相對受到重視。但因為基因功能的重覆性、多樣性及其表達與時間調控的複雜性，加上環境因素及其他外在因素的影響，

在執行表現型分析時，如何排除非實驗條件所造成的影響，便是相當重要的課題。

表現型的影響因素

表現型（phenotype）是來自希臘字 phainen，意指表現（show）的意思，即動物個體受到基因表現和環境影響所造成的表現狀態。換句話說，表現型即反應動物個體的先天（nature）及後天影響（nurture）的表現，影響表現型的因素非常複雜，可分為：遺傳因素、環境因素及交互作用產生的因素。

遺傳因素

影響生物體表現型首當其衝的便是生物個體的遺傳背景和基因組成，不同品系小鼠因為遺傳背景差異，最顯而易見的便是毛色的不同。事實上，同品系小鼠在不同年齡階段也會有

不同的表現型（表1），甚至具有性別差異性（sexual dimorphism）（表2）；近親品系小鼠因具有完全相同的遺傳性狀及同型合子（homozygous）特性，會表現出它們最具感受性的性狀表現，例如 A 品系小鼠好發肺臟腫瘤，AKR、C58 及 SJL 品系好發淋巴瘤（白血病），C3H 小鼠好發乳腺及肝腫瘤，這些便是遺傳背景對表現型的影響。

在族群繁衍的過程中，可能由於基因漂變（genetic drift）及／或遺傳污染造成雜合子現象（heterozygosity），甚或是基因突變造成基因組成改變，同年齡的近親品系及次品系小鼠與 20 或 50 年前親代的基因組成比較起來已經有所改變，基因組成的改變也可能影響生物體的表現型。

表1 遺傳因素對表現型的影響

| 不同年齡層小鼠常見表現型 |                                                                                                                                                |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 較年輕小鼠（包括離乳鼠） | 咬合不正、水腎                                                                                                                                        |
| 任何年齡         | 性別差異性（sexual dimorphism）、瞎眼／耳聾、理毛／皮膚炎、子宮閉鎖、水腎、前庭症候群（vestibular syndrome）                                                                       |
| 老年鼠          | 自發性病變：嗜酸球性巨噬細胞性肺炎、類澱粉及絲球體性腎炎、動脈炎肝細胞核、質變大或多染色體、肝細胞核內包涵體、骨纖維化病變（C57BL／6）、丘腦鈣化、卵巢色素或類蠟質（ceroid）沉積、腎上腺類蠟質沉積、類澱粉（amyloidosis）沉積等腫瘤（淋巴瘤、肺臟、肝臟、乳腺腫瘤等） |

表2 小鼠表現型的性別差異性

| 性別差異性 (sexual dimorphism) |                                                                 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 腦、脊髓                      | 雌性小鼠的腦比較大、腦重量較重、脊髓也較重                                           |
| 腎臟                        | 雄性小鼠的腎上腺較小，可能是所含脂肪較少；雄性成年小鼠因腎臟皮質部較大，腎臟較重，且可能受睪固酮影響，腎絲球體上皮細胞成立方形 |
| 耳下腺                       | 雄性小鼠受性荷爾蒙影響，耳下腺較雌性小鼠大                                           |

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<sup>[2-4]</sup>，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重複的結果發表<sup>[5-6]</sup>，這意味著實驗動物的遺傳背景具有左右實驗結果的能力，在表現型分析的過程中，應設法排除實驗動物遺傳背景對於表現型分析結果的影響。

### 環境因素

無論是自然發生或是實驗過程所造成，環境因素都將影響實驗動物的表現型，其中又包含感染因素和非感染因素。環境中的動物或微生物感染因素會造成實驗動物的病理變化和表現型，這些感染因子所誘發之表現型常和動物品系、宿主性別、宿主年齡、宿主免疫狀態或健康狀況、病毒種類、病毒力價、感染途徑、致病機制等有關。實驗動物常見之感染性微生物例如 Mouse hepatitis virus<sup>[7]</sup>、*Mycoplasma pulmonis* 及 Sendai virus，可單獨或偕同其他因子引發消化或呼吸系統的表現型，而妨礙呼吸

及免疫系統的研究；*Helicobacter hepaticus* 影響肝臟及腸道的表現型；內外寄生蟲（例如：蟯蟲<sup>[8]</sup>及毛皮蟎）則妨礙免疫系統的研究。因為依據 2004-2007 年統計，目前在臺灣地區仍有 20% 以上動物設施，在下列病原中，小鼠至少有一種以上呈陽性反應，這些病原最常見為 mouse parvovirus、mouse hepatitis virus、Theiler murine encephalomyelitis virus 及 *Mycoplasma pulmonis*<sup>[7]</sup>；大鼠在下列病原中，至少有一種以上呈陽性反應，這些病原最常見為 *Mycoplasma pulmonis*、Kilham rat virus 及 rat parvovirus 等。這已經是最保守估計，臺灣地區仍有 80% 以上動物設施其健康狀態不明朗<sup>[9]</sup>，所以表現型分析必須考量所進行之動物分析結果或實驗病變，其背後所表示的意義。

環境中的非感染因素則包含更廣，包括實驗因子或群居行為、動物年齡、胎兒在子宮的位置、子宮的緊迫情況、飼養密度、飼養溫度、墊料種類及更換頻率、運動及飼養方法、噪音、群居或單獨飼養（非侵入性因素）、食物

（非癌症引發的表現型）、藥物（非癌症或具有致癌基因的表現型）、光照強度（尤其是對具有白化表型的老鼠）、光週期和暗週期等，在在都可能影響實驗動物的表現型，進而影響表現型分析的結果評估。

## 疾病模式動物的表現型分析

因應後基因體時代（post-genomic era）來臨，科學研究對象轉以整個基因體為尺度，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。基因改造動物及疾病模式動物因應研究需求大量產生，扮演著銜接實驗室研究和臨床試驗的重要角色。

疾病模式動物產生，要應用至實驗測試之前，表現型分析成為評估疾病模式動物的重要工具。表現型分析結果協助研究人員釐清疾病模式動物與正常動物既有的表現型差異，不僅可以協助研究人員進行後續實驗設計，更可以避免實驗結果的誤判。然而許多研究人員在建置疾病模式動物的過程中，容易忽略遺傳的複雜性及遺傳背景對疾病模式動物可能造成的影響，往往使實驗結果混淆不易分析，無法歸納出可靠的結論。因此必須重視遺傳背景、遺傳複雜性及其與環境交替作用後，對疾病模式動物表現型評估可能產生的影響。

### 單純性基因疾病表現型的差異

單純性基因疾病（Simplex diseases）指的是單基因突變所導致的疾病，然而其致病機轉並不如其以往想像中如此單純。科學家的基因概

念的演進史可約略分為四個時期<sup>[10-11]</sup>：古典時期工具的基因（instrumental gene）、新古典時期物質的基因（material gene）、現代的DNA基因（DNA gene）及目前後現代費解的基因（bewildering gene）等，基因的意義和概念一直隨著環境而演進，基因體定序解碼後，低於預估的基因數目顛覆過去認為「一個基因能製造一個蛋白質產生一種功能」的假說，並進一步驗證在基因轉錄、調節的過程中，可能產生功能不同的蛋白質，或同種蛋白質在不同組織受調控後產生不同功能。

然而並不是所有基因突變都會導致疾病，基因突變有時候並不會對基因表現有所影響，有時候甚至可以改良基因。單純性基因疾病中，單基因突變往往也受其他基因的影響，基因之間的互相影響，或是透過所產製的蛋白質間接影響其他基因或蛋白質，導致同一種疾病在不同患者身上表現出不同的症狀。因此單純性基因疾病的表現型雖僅受到單一基因的影響，卻也並非一對一配對的線性關係，仍然受到不同個體的基因體環境及遺傳背景所影響。

### 遺傳背景與多基因遺傳疾病

複合性基因疾病或稱「量化性狀多形性基因座（quantitative trait locus, QTL）疾病」為多基因遺傳疾病，可能由數個基因相互或共同調節，其致病機轉較單基因疾病更為複雜。這些多基因遺傳疾病由於牽涉多個基因及其產物的改變與相互作用，基因與疾病的因果關係難以釐清，且多基因遺傳疾病在一個家族中，並沒有一個明確的遺傳模式，難以判斷其後代遺傳此疾病的風

險，例如：一般性的高血壓及第二型糖尿病，其特徵便是表現型成連續性的。

基於多基因遺傳疾病的複雜性及道德倫理限制，很難在人體上探尋其致病機轉，實驗鼠由於繁殖速度快、世代交替頻繁，且許多人類疾病皆可在老鼠身上找到相似的病徵，在初步的基因認定及相關功能分析上，疾病模式鼠無疑提供複合性基因疾病的探索一個方便的捷徑。然而疾病模式鼠的表現型分析仍受到多重因素的影響，除多重基因影響，實驗鼠本身的遺傳背景及遺傳背景病變皆參與其中。

### 基因與環境互動對疾病表現型的影響

基因是遺傳訊息的載具，影響了生物體的遺傳特徵，然而遺傳學家逐漸意識到環境對表現型的影響，其重要性不亞於基因<sup>[11]</sup>，科學家逐漸了解基因（基因型）與生物的型態（表現型）之間的聯繫並非一個蘿蔔一個坑這樣簡單的問題，雖然基因在決定生物體外形和行為表現的過程中扮演著重要的角色，但在生物體發育的過程中，遺傳學和外在環境共同作用影響著生物體的表現型。

事實上現代人常見的慢性病及家族遺傳疾病，包括高血壓、心臟病及部分精神疾病，都是導因於基因與環境相互作用。在一個家族中，某些或全部個體原本就帶有致病基因的遺傳，然而是否會發病仍受到許多因素影響，包含這些基因是否表現、表現後和個體基因體環境的相互作用，環境因子對發病的影響更是重要的控制因素，例如生活作息是否規律、情緒是否穩定、缺乏運動等後天因素，對於現代人來說，反而可能是影響疾病表現型的重要因素。相對的，對於疾病模式動

物來說，所處的生活環境是否具緊迫性，或有易誘發疾病之環境因子，都可能影響疾病模式動物的表現型評估。

### 表現型評估

良好的表現型評估分析無疑需要細心的實驗設計和詳細的觀察、記錄，才能免除非計劃中的影響因素。進行實驗動物表現型分析時需考慮的事項包括：正確的命名方式、國際通用的報告紀錄方式及術語、動物剖檢與組織採樣流程的一致性（確保重覆性及再現性）、一致的動物識別或組織標示、背景病變、健康條件確認、實驗組與對照組的動物挑選、完整的病理檢查、早期胚胎及新生兒死亡評估及利用新興影像技術協助評估。在第一階段完整的病理檢查有初步結果後，必需針對不同系統或有問題之功能進行更深一層的分析，借重不同領域專家的經驗，組成表現型分析團隊，由多個面向進行表現型評估。

國際小鼠表現型分析聯盟（The International Mouse Phenotyping Consortium, IMPC）對表現型分析的建議為共計 16 種表現型初級分析項目，其重要性及優先順序依次遞減。以下依序為：

1. Body weight (weekly)
2. Visual observations/modified SHIRPA
3. Auditory Brain response (ABR), acoustic startle, olfaction
4. Open Field/Automated activity monitoring
5. Grip strength
6. Ophthalmoscopy
7. Body morphology/laser scan

8. Echocardiography
9. Hot plate
10. Radiology/DEXA/MR
11. Glucose tolerance tests, insulin response
12. Hematology, Urinalysis, Clinical Chemistry
13. Flow Cytometry (blood, immune panel)
14. Blood coagulation/hemostasis, platelet aggregation
15. Basic necropsy, organ weights, tissue blocks
16. Expression profiles (e.g. microarray), mass spectrophotometry, micronuclei, and plethysmography

實驗動物進行行為表現型分析中，由於環境因素可能影響實驗結果，在大部分的行為表現型分析過程中，嚴禁人員在一旁觀看，以降低環境因子和人為因素對評估結果的影響。原則上緊迫性小的測試方法先施做，緊迫性愈大的測試方法愈後面做，避免影響結果。為避免協同（carryover）效應，兩測試之間至少需間隔一週，才能進行下一種行為測試。評估中需要特別注意的是，不同品系對同一行為測試往往有兩極化的反應（表3），不同次品系小鼠的表現型也常常迥異。例如 129 / SvEvTac 在 Morris water task、contextual fear conditioning、驚嚇反射等行為表現型分析是很好的學習者，相反的 129 / SvJ 則是很差的學習者，在選用實驗動物模式及在判讀表現型分析資料時必需注意。

表3 行為表現型分析項目在不同品系間的差異

| 表現型分析項目                       | C57BL/6  | DBA/2    |
|-------------------------------|----------|----------|
| Open field activity           | High     | Moderate |
| Learning (Morris water task)  | Good     | Poor     |
| Male offense                  | Low      | High     |
| Copulation                    | High     | Low      |
| Parental behaviors            | Low      | Moderate |
| Acoustic startle              | Moderate | Poor     |
| Prepulse inhibition           | Low      | Moderate |
| Anxiety                       | Low      | Moderate |
| Haloperidol-induced catalepsy | Low      | High     |
| Morphine locomotor activation | High     | Low      |

## 結論

隨著研究類型的轉變，觸發蛋白質體學、藥物基因體學、功能性基因體學等新興科學，並期望將這些科學研究運用在剖析人類疾病致病機轉、藥物開發及疾病預防等，實驗動物在這之中扮演著極重要的角色，模式動物的表現型分析技術也相應受到重視。

生物體表現型受到遺傳因素和環境因素共同作用的影響，疾病的形成與癥狀也參雜著基因和環境交互作用的因素，隨著基因體世代的來臨，病理醫師可利用其專業的病變判讀能力，協助分生及遺傳學專家，進行相關表現型評估時結果的分析及檢查項目的決定。然而有鑒於表現型分析眾多的影響因素，病理獸醫師因為對動物或動物品系有較深入的了解，可以綜合判斷動物病理表現型來自於先天因素（遺傳表現及背景病變）或後天因素（非感染因素及感染因素），並透過各領域專家集結合作，組成表現型分析技術團隊，排除實驗動物遺傳背景的影響，提供正確表現型評估。

## 參考資料

- [1] Mendel, GJ (1866) Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Verhandlungen des naturforschenden Vereins Brünn*. 4: 3-47
- [2] Gerlai R (2001) Gene targeting: technical confounds and potential solutions in behavior brain research. *Behav Brain Res* 125 (1-2): 13-21
- [3] 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
- [4] 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
- [5] Bailey DW (1982) How pure are inbred strains of mice? *Immunol Today* 3: 210-214
- [6] 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
- [7] Liang CT, Wu SC, Huang YT, Lin YC, Chang WJ, Chou JY, Liang SC, Liu CH (2004) Immunohistochemical diagnosis of mouse hepatitis virus and *Mycoplasma pulmonis* infection with murine antiserum. *J Comp Pathol* 131 (2-3): 214-220
- [8] Liang CT, Lee PC, Wu SC, Huang YT, Chang WJ, Hsc TY, Liang SC (2004) Effective eradication of pinworm infection (*Syphacia muris*, *Syphacia obvelata*) from a large rodent breeding center. *Taiwan Vet J* 30: 106-115
- [9] Liang CT, Shih A, Chang YH, Liu CW, Huang YL, Huang WT, Kuang CH, Lee KH, Zhuo YX, Ho SY, Liao SL, Liang SC, Yu CK (2009) Microbiological Contamination of Laboratory Mice and Rats in Taiwan from 2004 to 2007. *JAALAS* 48: 381-386
- [10] Falk, R. (1986) "What is a gene?" *Studies in the History and Philosophy of Science* 17 (2): 133-173
- [11] Venville, G., & Donovan, J. (2005) Searching for clarity to teach the complexity of the gene concept. *Teaching Science* 51 (3), 20-24



## 醫學影像技術透視—醫學影像簡介與概論

文/圖 李明芬、張維正 國家實驗動物中心

醫學往往被稱為經驗的科學，醫師藉由文字記錄與儀器檢查取得圖片的方式，並結合過去累積的經驗與文獻知識，然後才能進行診斷或治療，進而走向疾病預防。正所謂眼見為憑，人類身體感官系統所接收到的訊息，最為直接且容易辨識的方式就是視覺。過去為了了解物體的結構和組成方式，一般利用二維圖片的方式記錄，人類藉由視覺接收訊息後，大腦再依據觀察和經驗，組成三維影像動態的呈現，並利用這些資訊讓人類感受身體外在的環境和覺察物體的構造。隨著世代演進，現代科技已突破二維圖片的限制，進一步提供三維立體影像記錄，協助相關資訊更完整的呈現。過去為了解各種組織器官的基本外觀輪廓，必須透過人體解剖直接觀察，抑或透過病理切片判讀，察覺細胞組織的病變。醫師欲了解病患身體內部的情況時，除了透過手術剖檢外，就只能靠觸診，但這兩種方法都有一定的不確定性

和風險。隨著醫學科學與電腦設備的突飛猛進，「醫學影像」正是能夠以非侵入方式透視人體解剖構造的工具。

一般而言，醫學影像技術是指為了醫療行為或醫學研究，對人體構造或局部器官，以非侵入方式取得內部組織影像的技術，與後端電腦技術處理的過程。臨床應用方面，部分醫院設有影像醫學中心，設置相關儀器設備，並編制有專業放射技師以及醫師，負責儀器設備的操作、影像的解釋與診斷。在醫學工程、醫學物理與生醫資訊學方面，醫學影像通常是指研究影像構成、擷取與儲存的技術，以及儀器設備研究開發的科學。而研究如何判讀、解釋與診斷醫學影像的則屬於放射醫學科（或稱醫學影像部），通常角色定位為其他醫學領域的輔助科學。

在醫學影像系統當中，大多是利用一些自然的物理量，藉由在身體器官中穿透、反射及衰減程度的不同來達到造影的目的。例如 X-ray 及 CT 是利用 X-ray 在身體各部位衰減程度的不同，形成不同分佈的穿透影像；磁共振造影（MRI）是利用磁場引發身體水分子的振動，並釋放出不同頻率的射頻訊號，藉由一連串複雜的造影程序而使影像成形；核子醫學（PET，SPECT）是利用核種在體內吸收及釋放放射線的不同而造影；而超音波（Ultrasound）診斷儀則是利用聲波的一些物理特性成像。醫學影像發展至今已相當多元，除 X-ray 外，也另外發展出多種影像技術應用，為使資訊可以交換查閱並進一步進行影像處理分析，將產出之數位影像檔案與影像數位化，發展出醫療數位影像傳輸協定（Digital imaging and communications in medicine，DICOM）技術，在各大醫院常見的數位影像儲存與通訊系統（PACS），更為其資料庫傳輸與保存增添其重要性。

## 電腦斷層簡介與原理

### 何謂電腦斷層掃描

電腦斷層掃描（Computerized Tomography，CT）為影像診斷學的一種檢查，是利用數位幾何處理後重建的三維放射線醫學影像。該技術主要透過單一軸面的 X 射線旋轉照射人體，由於不同的組織對 X 射線的吸收能力不同，可以用電腦的三維技術重建出斷層面影像，經由窗寬（WW）、窗位處理（WL），可以得到相應組織的斷層影像，再將斷層影像層層堆疊，即可形成立體影像。它可將身體每個層

面，以精確的構造影像顯現於電腦上，是幾乎無痛覺且快速方便的檢查，相較於一般 X 光檢查，可更進一步顯示各層面之內部結構。電腦斷層檢查使用不同角度的 X-ray 穿透人體，由多排偵測器測得組織吸收量，即可顯示出被掃描部分的切面影像，提供更精確的診斷協助。

### 電腦斷層儀器的演進

〔第一代〕用細針般的射束打向一或兩個偵檢器，影像是用 translate rotate 的方法，將射源和偵檢器放置於對側位置，兩者相對位置不變，再加以旋轉。在 EMI 掃描器時代，一對影像需要旋轉 180 度，耗時四分鐘，使用三個偵檢器，每個偵檢器都是由碘化鈉閃爍器和光電倍增管組成，部分的病人很不能適應這些早期的機器，因為機器的振動和噪音相當吵雜。

〔第二代〕設計上增加了偵檢器的數目，並且改變射束的形狀，把原本的細針型改為扇型，旋轉方式仍為 translate rotate，但是掃描時間明顯減少，旋轉量也由每次一度增為每次三十度。

〔第三代〕在獲得影像的時間上有大躍進，扇形的射束配上一列和射源相對的偵檢器，省略了費時的 translation stage，最初讓掃描時間減少至大約一張十秒鐘，時間縮短讓 CT 的實用性大大增加，並且突破之前幾代只限用於頭部和四肢的掃描，已經可以使用在肺部和腹部掃描，也減少了噪音和振動的問題。

〔第四代〕幾乎和第三代是同時發明，表現度

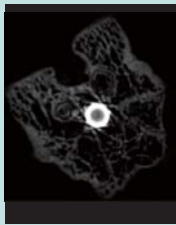
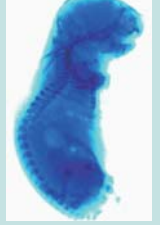
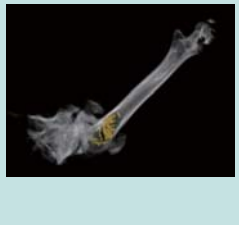
也差不多，差異在於捨棄一系列的偵檢器，取而代之的是360度整圈的偵檢器，用扇型射束旋轉打在固定而非旋轉的偵檢器上。早期的第四代機器有600個光電倍增管套在偵檢環內，每個直徑1/2吋，利用三個發光二極體為單位，可替代一個光電倍增管，這項改變同時增加了取像速度和影像品質，但是掃描的速度仍然無法改善，因為X光管的控制還是用纜線啟動，限制了旋轉的速度。第四代機器有一個重大的進步，就是每轉一圈，偵檢器就會自動校正一次；由於偵檢器不會移動和振動，校正的執行也較容易。

所有現代的醫療用電腦斷層都是以第三代的設計為藍本，現代的固態偵檢器相當穩定，不需要在每個影像掃描後都校正一次，第四代由於偵檢器經濟效益的問題，使得價格較第三代昂貴許多，甚至對假影的敏感度也高，因為沒有固定和射源相對的偵檢器，要去除散射幾乎是不可能的事。

〔第五代〕與第四代CT相似，但X光源被置於偵檢器的外環；為了加快掃描的速度，採用多管X光源，依序以不同位置之X光對剖面曝光，以取代旋轉功能，系統掃描速度因而大大提升，足以掃描心跳等動態的剖面圖。而真正所謂第五代CT，乃是以大角度陽極X光管，環繞掃描剖面與偵測器；利用電子方式控制撞擊陽極的電子束，使其發出不同角度的X光束，以達到如同多管X光源的效果。由於電子掃描速度極快，每一剖面的掃描時間可降至33ms－100ms左右，適用於心導管及心臟、血管攝影，主要缺點為劑量高、價格昂貴。

近幾年來，斷層攝影發展至微米等級，即所謂的微電腦斷層掃描（Micro CT），這些機器目前多適用於小物體或是實驗動物，國研院動物中心醫學影像實驗室亦以此利器，提供全國研究人員相關影像照射與分析服務（表1）。

表1 國研院動物中心醫學影像實驗室相關服務

| 骨密度分析報告                                                                             | 原始資料檔之提供                                                                            | 資料視覺化處理                                                                             |                                                                                     |                                                                                            | 其他可提供之服務                                                                              |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| BMD, BV/TV, BS/BV                                                                   | 資料格式為BMP, TIF                                                                       | 靜態圖片                                                                                | 動態導覽                                                                                | 影像多媒體                                                                                      | 電腦斷層掃描影像(μCT)                                                                         | 影像後製處理 |
| 一般常見骨質密度分析報告與特定骨質疏鬆數值分析。                                                            | 以光碟燒錄或硬碟存取掃描的原始影像或3D重建影像檔。                                                          | 2D圖檔                                                                                | 將掃描數據製成3D立體圖檔，同時提供應用軟體程式可就立體標本進行測量分析。                                               | 請參考相關聯結： <a href="http://viml.nchc.org.tw/research/">http://viml.nchc.org.tw/research/</a> | 骨骼型態分析與量測                                                                             | 虛擬模組建置 |
|  |  |  |  |        |  |        |

## 電腦斷層掃描儀的特性和優點

相較於單張 X 光影像，X-ray 電腦斷層掃描為醫生提供器官完整的三維信息，優於 X 光影像只能提供多斷面的重疊投影。電腦斷層的高解析度呈現不同組織阻射過所得的放射強度，即使是極小的差異也可以利用灰階區分出來。電腦斷層影像技術提供不同切面之三維圖像，依診斷需求的不同，可以看到軸切面、冠狀面、矢切面的影像。除此之外，亦可利用後置電腦運算來重組任意切面的解剖影像。

## 電腦斷層掃描儀的缺點與負面效益

電腦斷層掃描被視為中度至高度輻射的診斷技術，雖然機器的改良與技術的進步已經增進了輻射的使用效率，然而在精進技術的同時，為了增加影像品質或者為了更複雜的技術，輻射劑量成為最令人詬病的問題。解析度提高使電腦斷層可以進行更多新研究，但在近期研究中顯示，電腦斷層掃描佔了總合醫療放射劑量的 47%<sup>[1]</sup>。過度地仰賴使用電腦斷層檢查，仍會導致總體醫療劑量的上升，故醫療人員在強化解析度和影像品質時，亦須顧及劑量的考量與斟酌。另外，由於電腦斷層掃描搭配靜脈注射對比劑來顯影的比率也相當高，其潛在的危險性亦不容忽視，若有腎功能衰竭或糖尿病等病史的病人，尤需特別注意。

## 電腦斷層應用

如前所述，電腦斷層在臨床應用上非常廣泛，其可觀察身體內部的構造變化，以提供資訊輔助更精確的診斷。自從 1972 年由 Godfrey

Newbold Hounsfield 發明問世以來，設備不斷演進，在醫學的臨床診斷上一直佔有重要地位。

臨床上可以藉由電腦斷層為基礎，搭配各項檢查設備，提供更高的診斷價值。像是 CT 血管攝影，可以檢查全身各部位血管，檢視是否有血管狹窄、阻塞或動脈瘤之病變。高解析骨骼關節檢查，可早期偵測出細微之骨骼關節病變，明確診斷複雜骨折範圍及移位。CT 內視鏡檢查，運用高品質影像及 3D 立體影像重組偵測大腸癌及大腸息肉。心臟影像檢查，評估冠狀動脈是否有狹窄或阻塞，冠狀動脈鈣化之情形及評估心肌功能。腦中風患者的電腦斷層掃描，可以偵測到早期腦部缺血範圍及評估腦部血管狹窄、阻塞之情況。

電腦斷層檢查確實存在輻射劑量的負面效益，因此對敏感度高的兒童和懷孕婦女使用更應謹慎，經過仔細評估，當病人的醫療價值遠大於輻射對於人體的傷害時，對於醫療性輻射曝露應以疾病為優先考量，評估必要性後當機立斷執行，才不至於錯失疾病檢查或治療的黃金時間，醫療上務求善用輻射而不要畏懼輻射。

## 國家實驗動物中心微電腦斷層 (Micro CT) 設施

### 簡介

國家實驗動物中心之定位在於成為國家級實驗動物資源中心，以滿足國內生技產業及學術科研機構需求，並與發展中之生技產業接軌。

該中心醫學影像實驗室將非侵入性醫學影像造影分析技術，結合國研院國網中心的醫學影像數據資料運算與影像處理技術研究資源（圖1），完成小鼠臨床診斷表現型分析技術服務平臺之建構（表1）。研究人員可運用此一平臺所提供之現代化儀器設施及應用程式，進行基因改造疾病模式動物的實驗觀測、紀錄及分析。

目前該中心實驗室所具備的主要設備為 **skyscan 1076** 機種之小動物電腦斷層掃描儀，該設備具有下列特色

- 錐狀射束（cone-beam）取像方式
- 三種影像解析度選擇，包括 9、18、35 微

米（ $\mu\text{m}$ ）

- 連續可調 X 光能量，範圍 20~100 kV，10 W
- X 光攝影機畫素大於或等於  $4000 \times 2300$  畫素
- 照射物之最大照野（field of view）之直徑 60 mm，長度 190 mm（9 微米影像解析度條件下）
- 至少有三種 Ti 0.025 mm、Al 0.5 mm、Al 1 mm 濾片可供選擇
- 氣體麻醉機及生理監控設備能在取像時對心跳及呼吸做匣控（gating）取像
- 光學攝影機可長期監視腔體內活體動物狀況

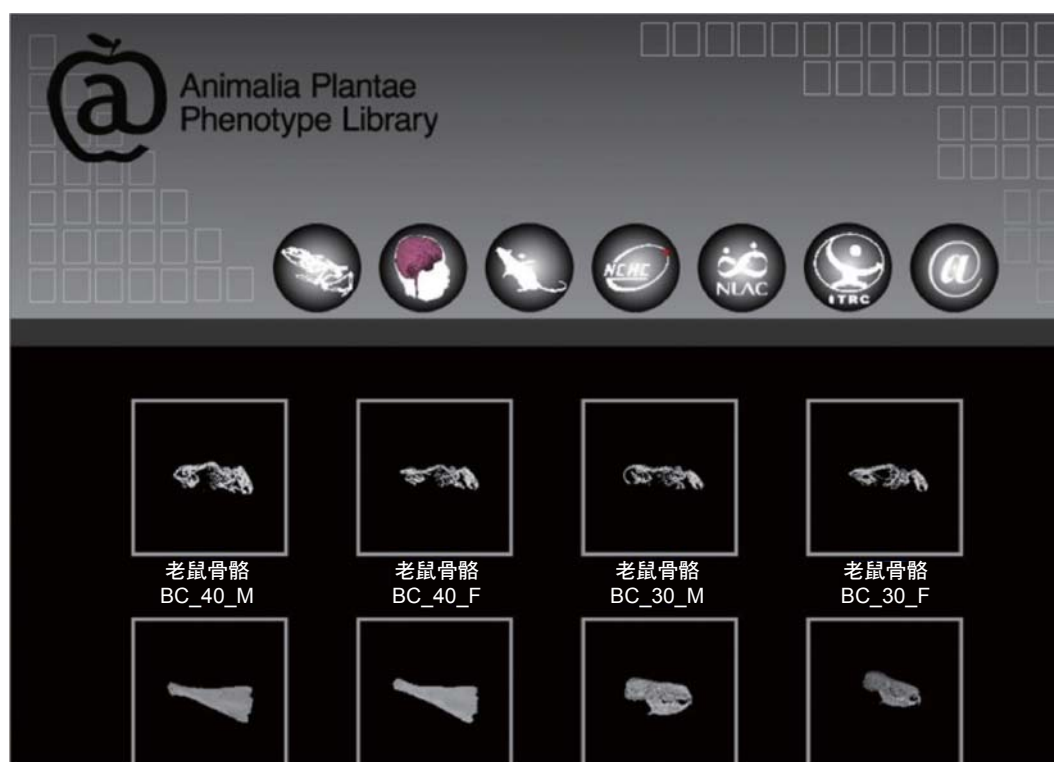


圖1 數位化動植物顯型分析資料庫 [http://140.110.31.72/VOV/index.php?album\\_Categories=3](http://140.110.31.72/VOV/index.php?album_Categories=3)。

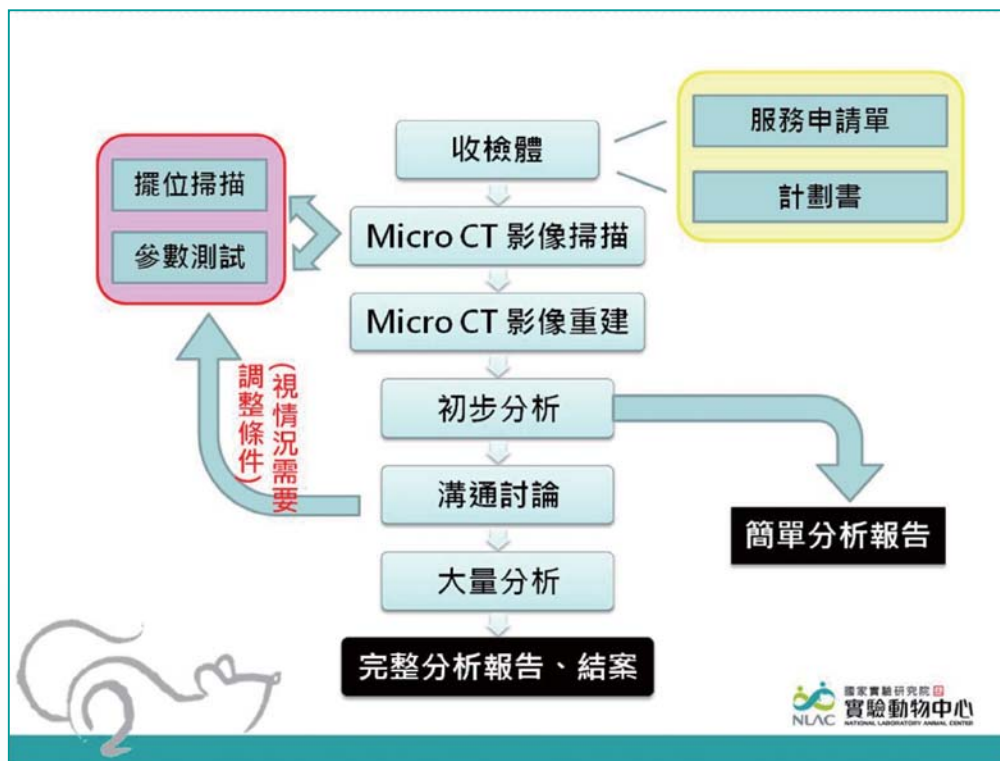


圖2 實驗流程客製化電腦斷層影像照射及分析。

## 實驗室平臺優點

- 長期觀測取得活體動物數據並追蹤其生理變化，減少動物犧牲，符合動物福祉精神。
- 運用自行開發的 3D 電腦模擬分析軟體所繪製醫學影像圖檔，提供更多實驗分析資訊。

## 實驗室對外服務現況與成果

現階段提供之微電腦斷層掃描影像（Micro-CT）相關分析服務，如：骨骼型態分析與量測、虛擬模組建置及三維影像分析。2010 年實

驗室對外服務 23 人次，共計 551 項次，與外界合作案 4 件，詳細申請實驗流程、參數設定、客製化溝通過程、三維影像分析與部份成果，如圖 2-圖 5 所示。

## 參考資料

- [1] D. Hart and B. F. Wall (2004) UK population dose from medical X-ray examinations. *European Journal of Radiology* 50 (3), 285–291

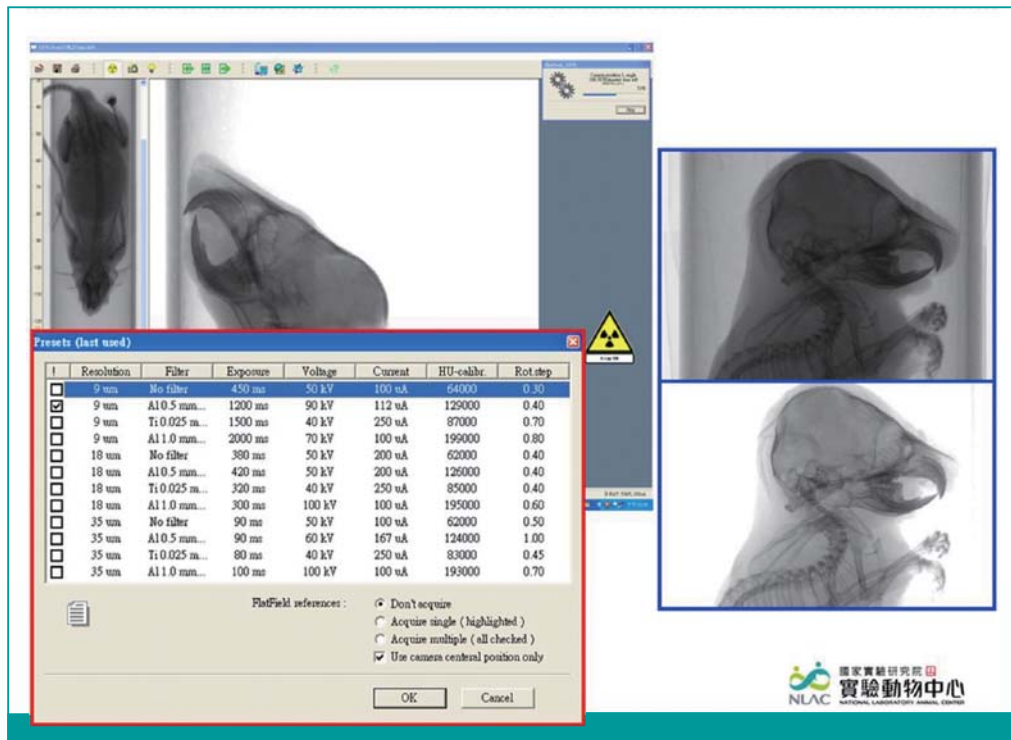


圖3 參數測試與影像設定。

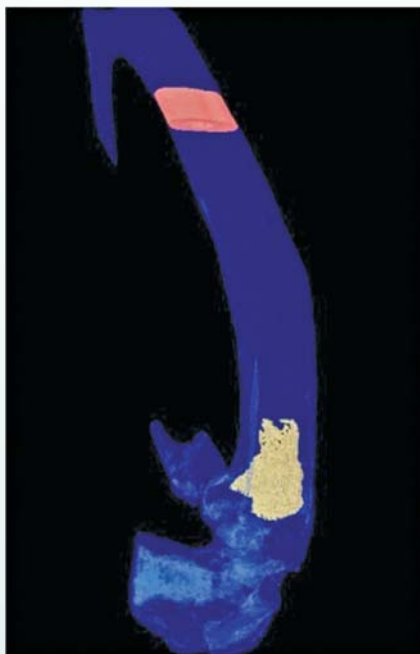


圖4 影像重組模擬之骨小樑與皮質骨部分。

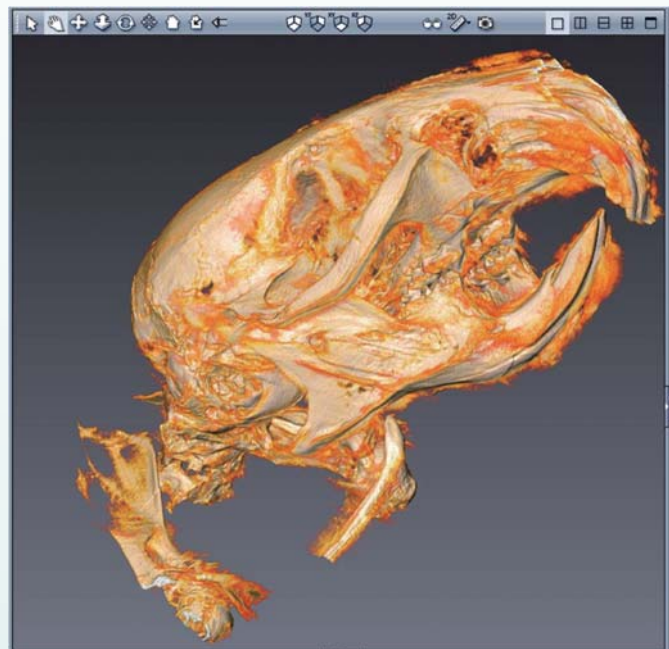
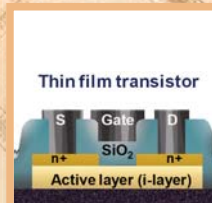
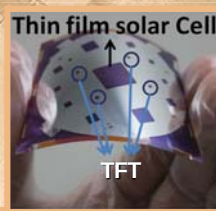


圖5 使用後置影像處理軟體 AVIZO 轉換色域強化骨骼構造。

# 尖端科技

State-of-the-art  
Science and Technology



以高密度電漿技術製作

## 矽薄膜太陽能電池及電晶體之自供電力線路模組

文 沈昌宏、謝嘉民、戴寶通 國家奈米元件實驗室

### 摘要

國研院奈米元件實驗室發表一高密度電漿矽薄膜沉積技術，此技術可用來製造高效率且低成本之薄膜太陽能電池，並可將此電池整合進電晶體模組中。本實驗室在  $140^{\circ}\text{C}$  下，成功製造矽薄膜太陽能電池達到 9.6% 光電轉換效率，所製造之電晶體其電子遷移率也達到  $1.1\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。藉由此低溫薄膜沉積技術，我們將可以整合電子元件於價格低廉、可撓式之基板上，以達到能源充沛利用的成果。

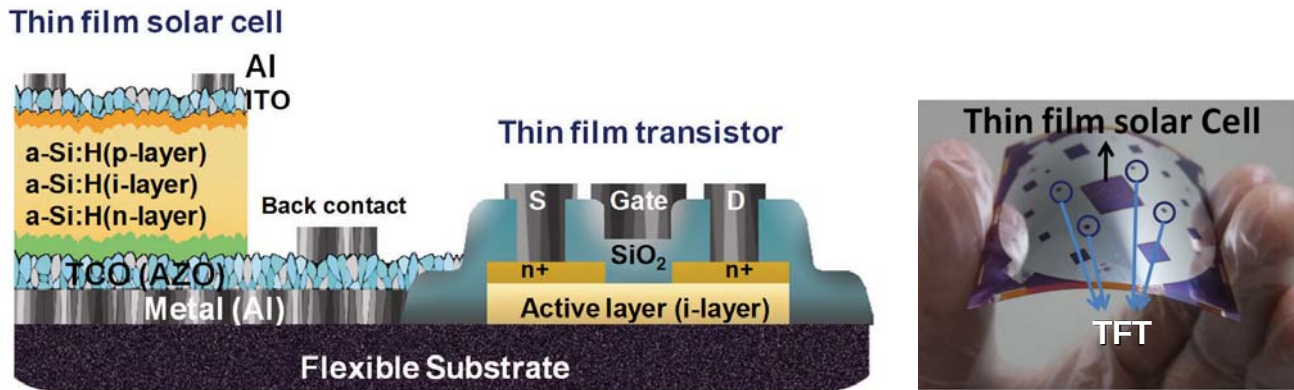


圖1 氫化非晶矽薄膜太陽能電池和薄膜電晶體整合於可撓式基板示意圖結構圖之剖面。

## 簡介

由於全球上的能源日漸枯竭，溫室效應日益嚴重，能源問題已成為目前世界上未來最重要、最嚴重的威脅，因此如何以最環保的方式來取得再生性的能源便是當下全人類最為重要的一項研究課題。若以目前而言，各種再生能源中包括：太陽能、水力發電、風力發電和燃料電池和離電池等，僅太陽能電池為一種將太陽光直接轉換為電能之光電元件，一旦當石油枯竭，最直接能夠應用在一般日常生活所需的能源，然而，太陽能僅佔所有能源來源的 0.03%。太陽能無疑是最大無碳能源的供給來源，太陽一年約產生  $1.76 \times 10^5$  兆瓦。然而，目前太陽能電池（Solar Cells）的發電成本相對於石油發電而言尚過於昂貴（\$3.5/W）。若太陽能電池技術能持續發展，其發電成本可逐年降至 0.5\$/W 以下，其成本等同於現行火力發電的成本，屆時全球的能源形態將會發生一重大的革命性改變。

現今將電子與光電元件整合的豐能模組具有十分大的吸引力，原因在於如感應器、ID tags 和電子指此類的電子產品，皆需要自我供能的系

統。以太陽能電池為能量收集器之自我供能模組已廣受世界大廠所重視，如 Apple 的 solar cell i-phone、LG 的 solar cell E-book 及 Sony 的 solar cell TV 等。本團隊所開發之高密度電漿矽薄膜沉積技術，可用來製造高效率且低成本之薄膜太陽能電池，並可將此電池整合進電晶體模組中，形成另一新穎之自我功能電力模組。具技術特殊性（圖 1）。且低溫沉積之氫化非晶矽薄膜，其可沉積於可撓式基板和低廉的價格的特點，在電子/光電元件製造上唯一絕佳的人選<sup>[1-2]</sup>。然而，一般低價的塑膠基板，如：PEN、PET 分別在 80 和 120°C 時會大大的降低其光穿透特性，因此，沉積氫化非晶矽薄膜於基板時，將溫度控制低於 150°C 為一當務之急。但，目前以 RF-PECVD 為製程基礎的非晶矽太陽能電池，當製程溫度低於 150°C 時，其轉換效率仍處於非常低的水準<sup>[3]</sup>。本團隊發展之高密度電漿矽薄膜沉積技術，於低溫（<150°C）時仍能沉積高品質薄膜，適合使用低價的塑膠基板<sup>[4]</sup>。

## 實驗成果

目前國際間的研發重點在發展新穎之大型、高密度、高均勻度薄膜成長技術，目前較被注意的薄膜成長設備種類包括：超高頻電漿輔助化學氣相沉積（Very High Frequency Chemical Vapor Deposition, VHF-PECVD）、高密度電漿輔助化學氣相沉積（High Density Plasma Chemical Vapor Deposition, HDPCVD）、及熱燈絲化學氣相沉積（Hot-wire Chemical Vapor Deposition, HWCVD）等三種設備。VHF-PECVD 及 HDPCVD 皆是以電漿的方式裂解氣源，可在低溫的條件下成長高品質薄膜，並具有高成長速率之優點，適合成長 a-Si 及 u-Si 太陽能電池。而 HWCVD 是使用熱能來裂解氣源，同樣可在低溫成長且無任何電漿破壞效應（Plasma Damage），且擁有高鍍膜速率，適合開發 a-Si 及 Polycrystalline Si 太陽能電池。NDL 目前擁有 HDPCVD 及 HWCVD 設備，並已完成建置大面積（30cm×40cm）非常高頻電漿輔助式氣相沉積系統（VHF-PECVD）。NDL 將利用 HDPCVD、HWCVD 及 VHF-PECVD 研發具備各種不同能隙可吸收較寬光波長的矽材料，加上利用疊層式多接面（Tandem Multijunction）的製造概念積極研製矽基疊層式多接面薄膜太陽能電池（Silicon Based Tandem Multijunction Thin Film Solar Cell），國內廠商仍然應該非常有機會將電池的發電成本降低至 1\$/W 以下，甚至 0.5\$/W。其一大共通點就是不需要使用太多的矽原料，因此也不會增加過多的原料成本，因而可大為降低太陽能電池的製造成本。

高密度電漿化學氣相沉積系統（High Density Plasma Chemical Vapor Deposition, HDPCVD）可製備低溫、品質優良、且具有各種能隙之矽薄膜。本團隊使用 HDPCVD 系統以製備具有不同能隙（可吸收不同波長）之矽材料完成薄膜太陽能電池。國家奈米實驗室目前擁有一組枚葉式的多腔體 HDPCVD 系統，可成長各類矽基薄膜，如 a-Si、u-Si、a-SiC、a-SiGe 等材料及太陽能電池所需之 p-i-n 結構。在製作矽薄膜太陽能電池，化學氣相沉積系統系統需要多個腔體。其原因是為了薄膜沉積後，殘餘腔體內的硼及磷原子會有交叉汙染的問題，因此降低 p-i-n 三層的薄膜品質，造成太陽能電池得品質控制不易，及轉換效率的降低。將 p、i、及 n 層薄膜由各自的腔體所沉積的方法，亦是目前國際上大部分的設備商所採用的。而利用本系統所成長之矽薄膜，由於薄膜的沈積及摻雜都於同一機台上進行製作，因此具備沈積效率佳、低成本且具有高均勻性的特性。

本團隊利用高密度電漿化學氣相沉積系統之非晶矽薄膜太陽能電池（圖 2）之光電轉換效率為 9.6%，其製程溫度為 140°C（圖 3（a））、p-i-n 反應層厚度為 400nm。經由空間解析的繞射圖形結果，可斷定此 p-i-n 薄膜確實具有非晶矽之晶相。因高密度電漿而大幅降低製程功率，使薄膜和介面中因高功率產生的損壞也大幅下降，進而得到一寬頻的量子效率頻譜（圖 3（b）），使元件達到一 17.1mA/cm<sup>2</sup> 的短路電流。在開路電壓上，我們也藉由高濃度摻雜的放式達到一 0.91V 的開路電壓。在不照光情形下，

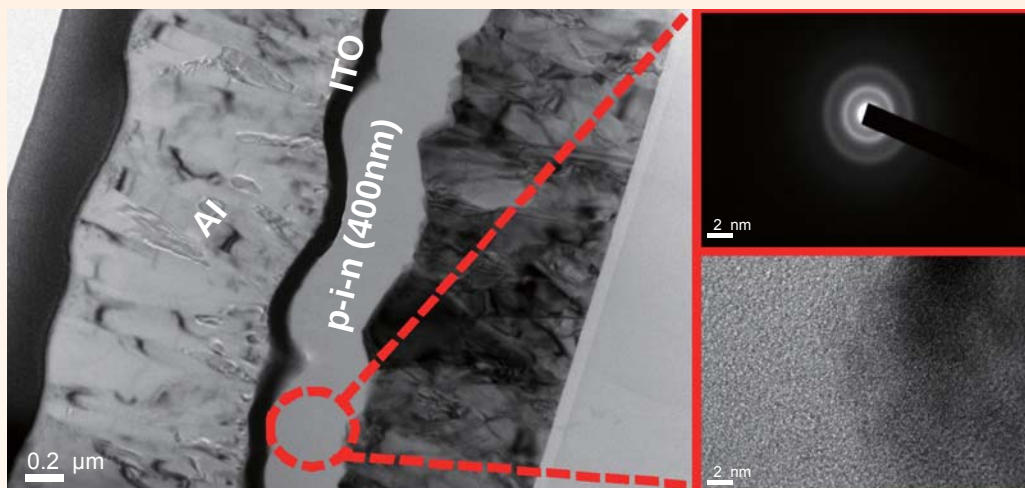


圖2 單接面非晶矽薄膜太陽能電池之 TEM 剖面圖。空間解析繞射圖顯示p-i-n 為非晶矽結構。

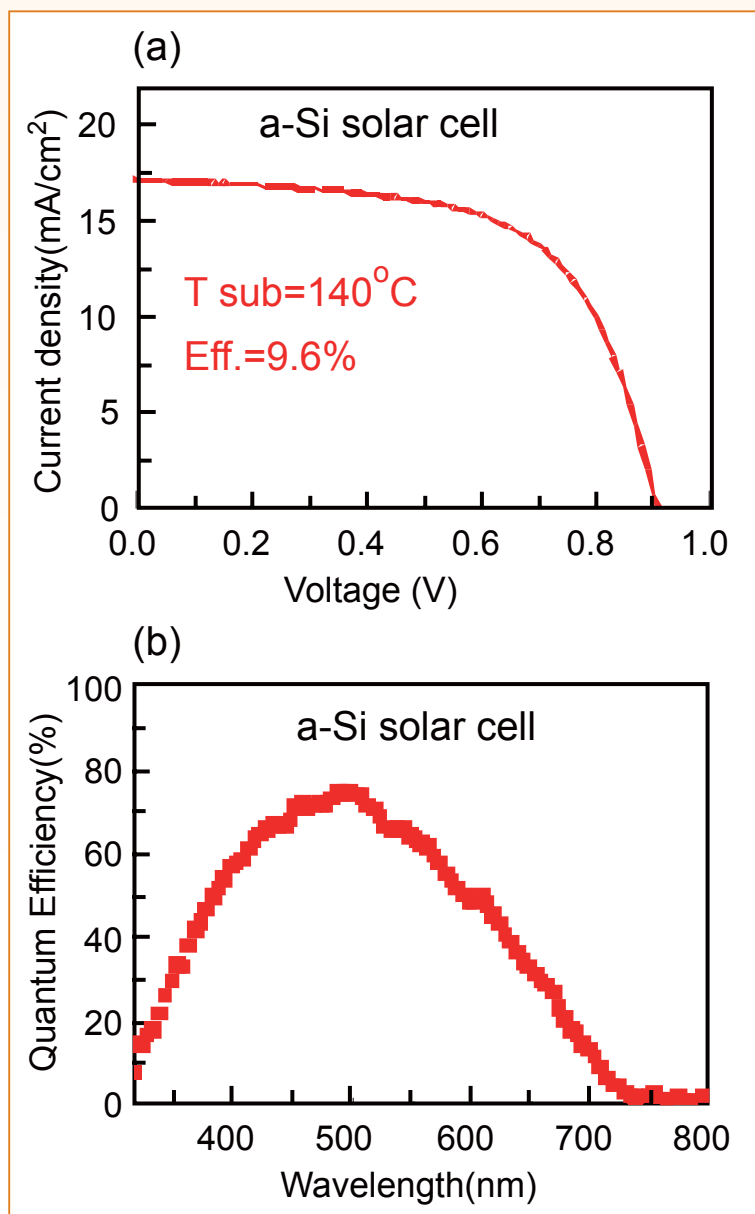


圖3 (a) 轉換效率為9.6%的ICP a-Si:H p-i-n 太陽能電池 J-V 圖；  
(b) 轉換頻譜為介於300nm和750之間之ICP a-Si:H 太陽能電池。  
此太陽能電池之p-i-n層厚度為400nm。

所量測出起始電壓 0.87V、理想因子 2.1 和飽和電流  $1.9 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$  經過計算後，也與上述開路電壓結果相符。將此太陽能電池的非晶矽薄膜用於製造薄膜電晶體，並量測此電晶體的溫度相依  $I_d$ - $V_g$  特性（Field-effect Conductance 法<sup>[5]</sup>）推算懸浮鍵密度（ $<10^{18} \text{ eV}^{-1} \text{ cm}^{-3}$ ）（圖 4），也再次驗證了經由感應耦合電漿的技術，能夠沉積出高品質的氫化非晶矽薄膜。利用本團隊所開發之高密度電漿矽薄膜沉積技術，可用來製造高效率且低成本之薄膜太陽能電池，並可將此電池整合進電晶體模組中，形成另一新穎之自我功能電力模組。具技術特殊性（圖 1）。

此外為了提升薄膜太陽能電池的實用性，軟性基板的應用亦是相當重要。軟性基材具有輕、薄、可彎曲、易攜帶、不易碎裂等使用優點，但軟性基板的耐熱性較差，因此低溫製程更顯重要。在低溫製程下，我們準備一 p-i-n 厚度為 300nm 的測試元件（圖 5）。一系列以感應耦合電漿技術製作的非晶矽太陽能電池，其轉換效率為 8.0%、6.9% 和 4.6%，製程溫度分別為 140°C、90°C 和 60°C。太陽能電池的評斷參數如：開路電壓、填充因子、轉換效率和量子效率頻譜，皆有隨著溫度上升而優化的趨勢。而將此結果與 RF、VHF CVD 相比較，可發

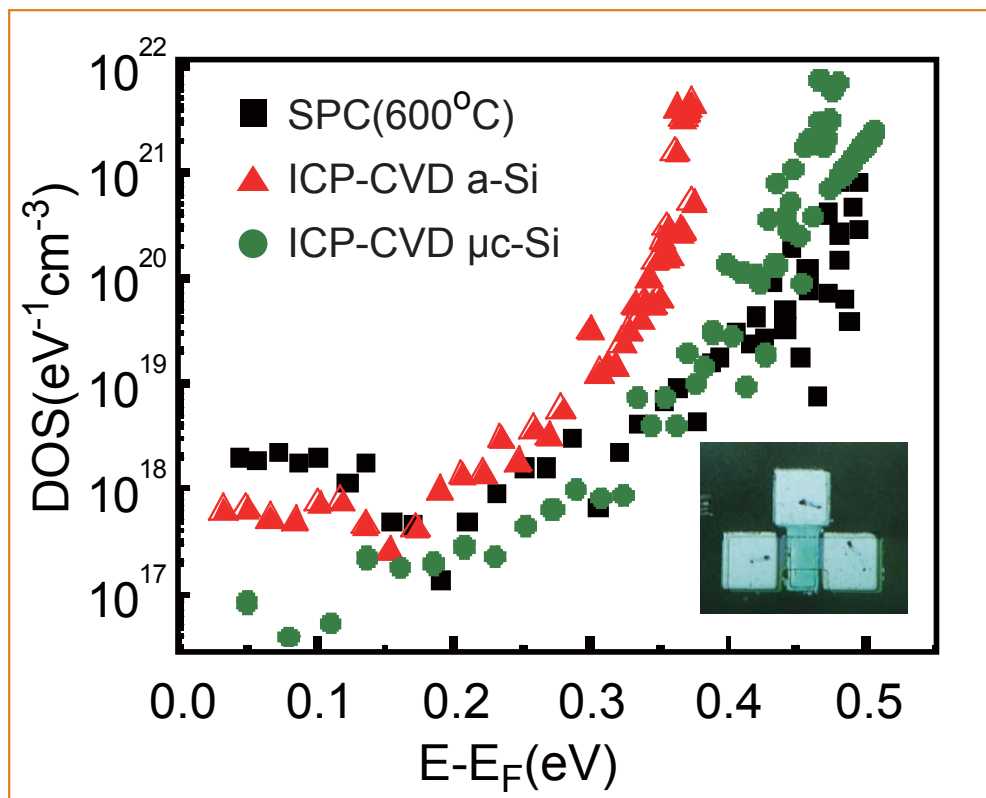


圖4 600°C SPC 之態密度<sup>[7]</sup>和 140°C ICPCVD (This Work) Si 薄膜之態密度。

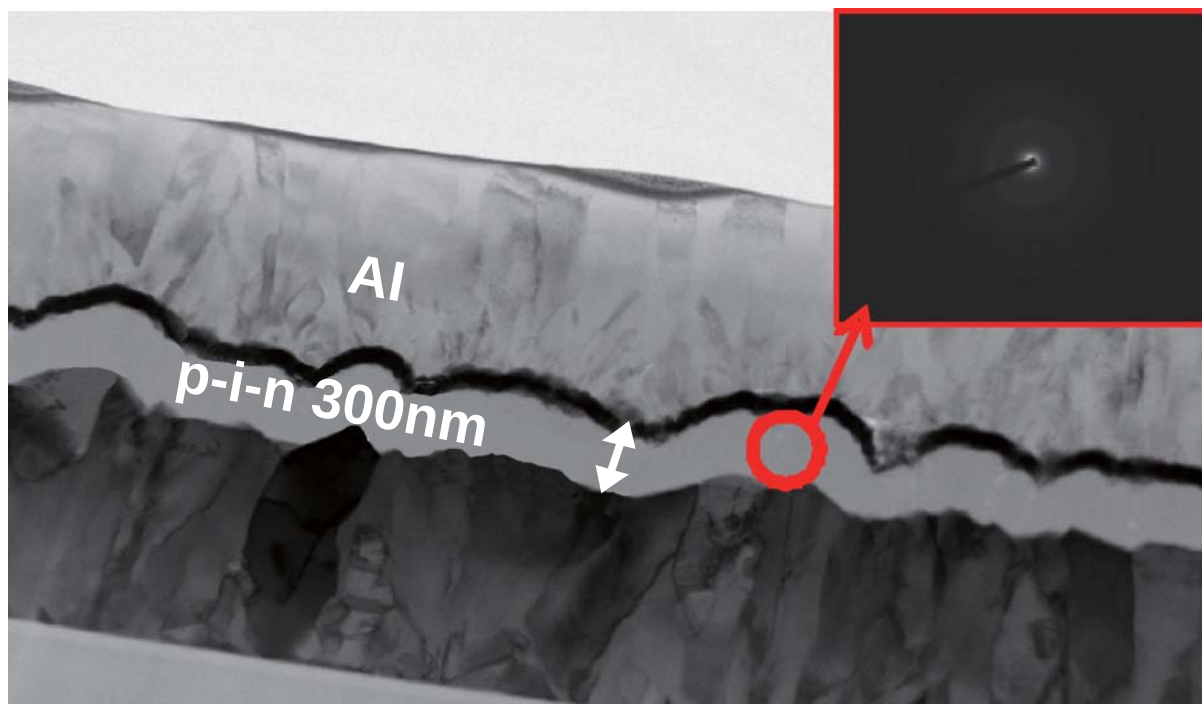


圖5 60°C 製程下，p-i-n層厚度為300nm之非晶矽太陽能電池TEM剖面圖。

現 ICP-CVD 在低溫下<sup>[3、6]</sup> 能夠製造出轉換效率較高的非晶矽薄膜太陽能電池，且此高品質薄膜在長時間的照光測試中（1 sun）也擁有較高的穩定性。值得一提的是，利用感應耦合電漿技術所沉積的非晶矽薄膜，即便是在 60°C 的低溫，仍然擁有低於  $6 \times 10^{-8} \text{ A/cm}^2$  的暗飽和電流，證明了即使在低溫下，薄膜之缺陷密度仍然處於十分低的程度。這些低熱預算、高導電性和高沉積速率薄膜製備技術大為增進高效率多接面 SiGeC 太陽能電池的可行性。

高效率矽薄膜太陽能電池需運用多種材料及技術，整合難度相當高，故將輔以元件模擬技術來設計高效率太陽能電池結構及最佳化的參數。對於薄膜太陽能電池，其轉換效率的主要極限來自於 Trap-controlled Transport。為了在光激發載子重新複合前有效的將其分離，在主動層中的分離電場場強必須提高，而欲在主動層中建立足夠的場強，就必須使 p、n 層中的摻雜濃度高於  $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 。以使用 i 層為 400nm 厚的非晶矽薄膜製造電池時，轉換效率可達到 9.6%

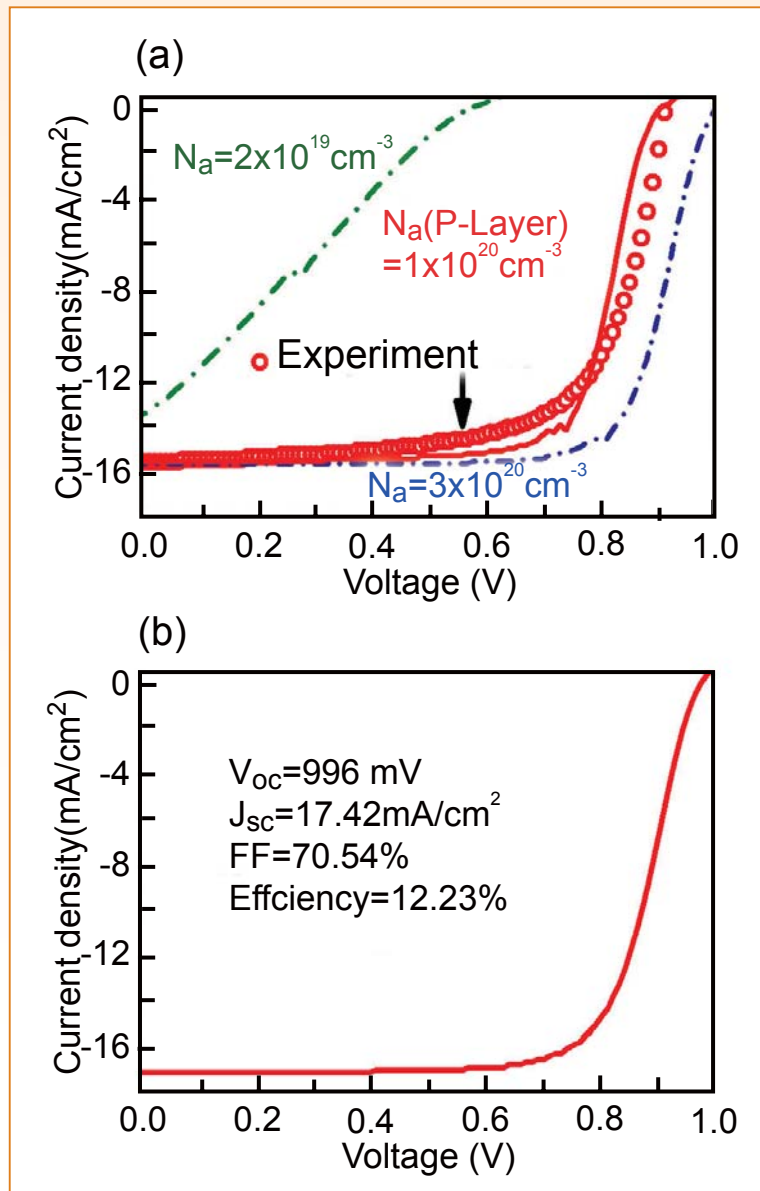


圖6 (a) JV a-Si:H pin 太陽能電池在改變不同 p 層摻雜程度之模擬圖，其中開路電壓為實際量測值；(b) 經由優化後 a-Si:H pin 太陽能電池之模擬 J-V 圖，其轉換效率為 12.23%。

(圖 6 (a)) 為基礎，可推算出當我們更進一步提升 p、n 層的摻雜濃度時，元件光電轉換效率可能高達 12.2% (圖 6 (b))。

在矽基化合物 (矽鍺碳) 薄膜太陽能電池部分，a-SiC 具有較高的能隙 ( $>1.8\text{eV}$ )，可適用為入光面的 Window layer。我們已成功的利用 a-SiC 高能隙的特性，結合非晶矽薄膜太陽能電池製程，使用 a-SiC 當作 p-layer，轉換效率可達 8% (圖 7 (a))。並由量子轉換效率頻

譜可明顯的觀察到短波長的入射光有明顯的增益 (圖 7 (b))。在低能矽材料部分，我們已開發鍺化矽薄膜太陽能電池，單接面的鍺化矽薄膜太陽能電池轉換效率可達 7.1%。本團隊亦成功的製作微晶矽太陽能電池，其初步的轉換效率為 4.5% (圖 8 (a))。但從量子轉換效率頻譜可明顯的觀察到其可轉換之入射光波長從 300nm 至 900nm (圖 8 (b))，可與非晶矽薄膜太陽能電池搭配成堆疊型太陽能電池，可增加入射光的利用率，增加太陽能電池的轉換效率。

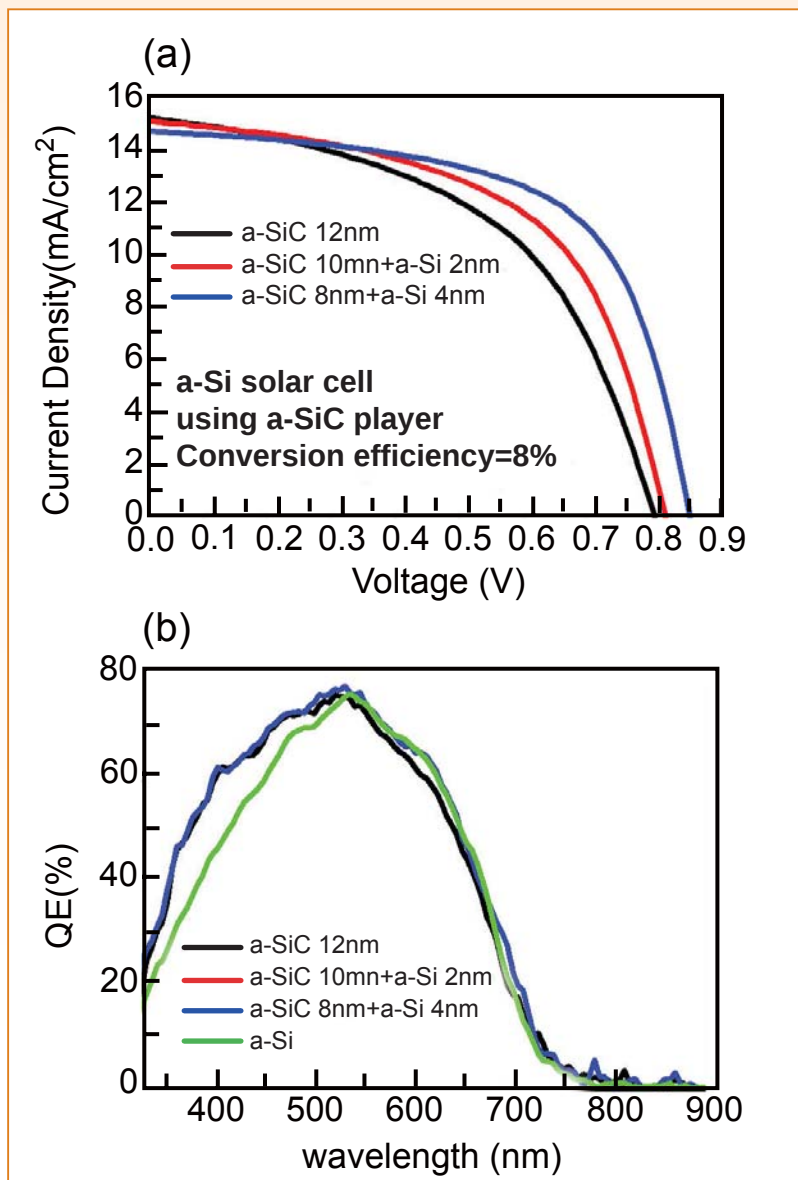


圖7 (a) 非晶矽薄膜太陽能電池，使用 A-SiC 當作 P-layer，轉換效率可達8%；  
(b) 並對短波長的入射光有明顯的增益。

此外，為實現大面積矽薄膜太陽能電池製程技術。本團隊亦建立一大面積 G1 size (30×40cm<sup>2</sup>) 矽薄膜太陽能電池實驗線，利用非常高頻電漿輔助式系統 (VHF-PECVD) 可製作高均勻性大面積矽薄膜太陽能電池，VHF-PECVD 的優點在於可以降低離子能量及增加離子解離的密度，能有效的降低離子轟擊薄膜表面，進而減少薄膜內缺陷，以增加 a-Si:H 薄膜的品質。本團隊以此非常高頻電漿輔助式系統所製作之非晶矽薄膜太陽能電池，轉換效率達

9%。此矽薄膜沉積技術，具低溫、低缺陷、大面積化特性，具量產價值。

## 結論

本團隊已成功的以 135°C 的製程溫度製作非晶矽薄膜太陽能電池，其成果已發表至 2010 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO) (每年全球光電與雷射領域中最重要之會議)，並已被接選為邀請演講 (含此篇，台灣這兩年各僅一篇)。藉由此低溫薄膜沉積

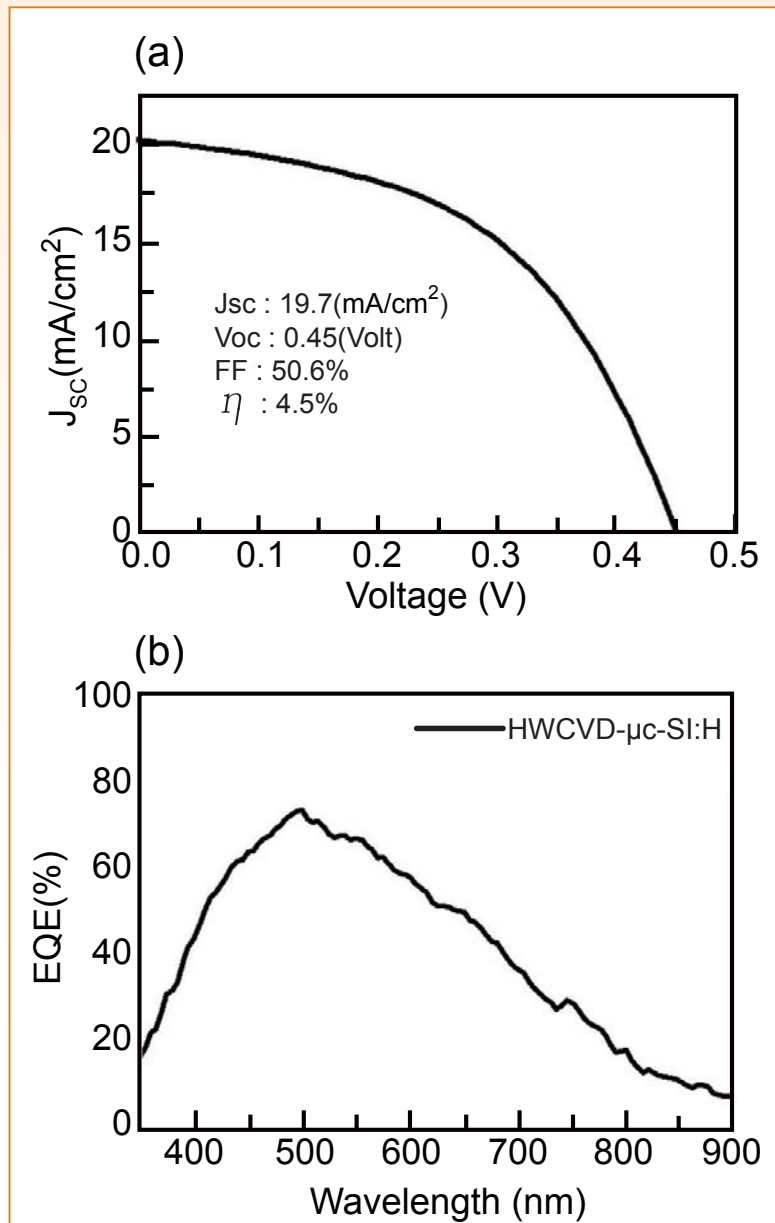


圖8 (a) 微晶矽太陽能電池，轉換效率 4.5% 及其 (b) QE 圖。

技術，我們將可以整合電子元件於價格低廉、可撓式之基板上，以達到能源充沛利用的成果。此結果已被國際電子元件會議（International Electron Devices Meeting, IEDM）（每年全球半導體電子元件領域中最重要的會議）所接受，為臺灣第一篇、也是目前唯一一篇以太陽能電池研究主題在IEDM所發表的文章。並掌握穿隧接面技術，可實現轉換效率超過 10% 之堆疊式太陽能電池。

## 研發成果之貢獻

本研究課題發展出低成本、高效率第三代太陽能電池的技術研發平臺，因其技術獨特性及優越性，已被 2010 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)（每年全球光電與雷射領域中最重要的會議），已發表並選為邀請演講（含此篇，臺灣這兩年各僅一篇）。並已發表多篇重要學術文章及專利。此外，本團隊所開發之高密度電漿矽薄膜沉積技術，可用來製造高效

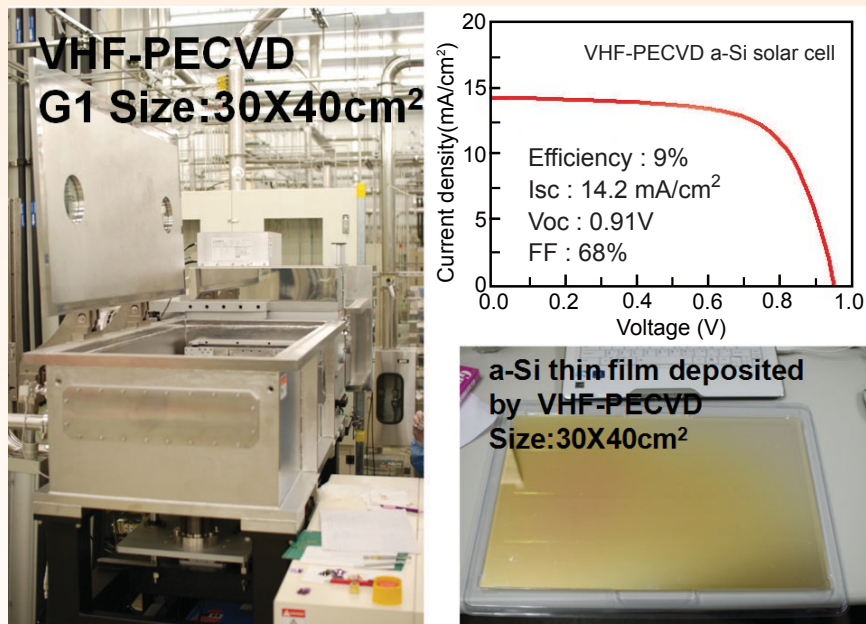


圖9 G1 size (30×40cm<sup>2</sup>) 矽薄膜太陽能電池實驗線。

率且低成本之薄膜太陽能電池，並可將此電池整合進電晶體模組中。本實驗室在 140°C 下，成功製造薄膜太陽能電池達到 9.6% 光電轉換效率，所製造之電晶體其電子遷移率也達到 1.1 cm<sup>2</sup>/V-s，元件在 90°C 和 60°C 之製程溫度下也將被深入探討。藉由此低溫薄膜沉積技術，我們將可以整合電子元件於價格低廉、可撓式之基板上，以達到能源充沛利用的成果。此結果已發表至國際電子元件會議（International Electron Devices Meeting, IEDM）（每年全球半導體電子元件領域中最重要的會議）所接受，為臺灣第一篇、也是目前臺灣唯一一篇以太陽能電池研究主題在 IEDM 所發表的文章。更再次說明此研究成果之卓越，此技術兼具量產之價值。本團隊與國內多所研發型大學（交大、成大）之頂尖研發團隊、及業界幾家科技大廠組成研發團隊，建立起包含從矽基奈米材料開發、元件製作及太陽能電池製程平臺，光電量測及機制研發平台，及應用平台之矽基奈米光電能源研發群。

#### 參考資料

- [1] F.-J. Haug, T. Söderström, M. Python, V. Terrazzoni-Daudrix, x. Niquille, C. Ballif, "Development of Micromorph Tandem Solar Cells on Flexible Low-cost Plastic Substrates," Sol. Energy Mater. Sol. Cells, vol 93, pp. 884-887, 2009
- [2] J.K. Rath, M. Brinza, Y. Liu, A. Borreman, and R.E.I. Schropp, "Fabrication of Thin Film Silicon Solar Cells on Plastic Substrate by Very High Frequency PECVD," Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 94, 1534, 2010
- [3] C. Koch, M. Ito, and M. Schubert, "Low-temperature Deposition of Amorphous Silicon Solar Cells," Sol. Energy Mater. Sol. Cells, vol 68, pp. 227-236, 2001
- [4] J. H. Wu, J. M. Shieh, B. T. Dai, and Y. C. S. Wu, "Synthesis of Microcrystalline Silicon at Room Temperature Using ICP," Electrochem. Solid-State Lett., vol 7, G128, 2004
- [5] Ming-Hsien Lee and Kai-Hsiang Chang and Horng-Chih Lin, "Effective Density-of-states Distribution of Polycrystalline Silicon Thin-film Transistors under Hot-carrier Degradation," J. Appl. Phys., vol 102, pp. 054508, 2007
- [6] P.C.P. Bronsveld, J.K.Rath, R.E.I. Schropp, "Temperature and H<sub>2</sub> Dilution Dependence of Silicon Layers Deposited at Temperature up to 100°C by VHF PECVD," Proceedings of the 20th EUPVSEC, Barcelona, pp. 1675, 2005



## 科技交流 Technology Promotion

# 影像辨識技術 在水利防災科技之應用

文/圖 林聖峰、張文鎰、游騰一、李隆正 國家高速網路與計算中心

### 前言

臺灣每年6至10月為颱風季節，強風暴雨的侵襲，時常造成溪水暴漲，大量的洪水會造成橋墩毀壞或是倒塌的情況，而嚴重影響到居民的生命財產安全，其原因為大量的降雨造成溪水暴漲導致橋墩基座發生嚴重掏空或是基座裸露，以2009年的八八水災為例，莫拉克颱風夾帶豐沛的水氣，多處的橋樑坍塌，如能在橋樑嚴重掏空時或是降雨量過大時提出預警，便可減少傷亡，故政府與民間對於水利防災相當的關注。以往影像辨識技術較常使用於車牌檢測（Vehicle Identification）與物件追蹤（Object Tracking）<sup>[1]</sup>、醫學影像（Medical Image）<sup>[2]</sup>、等其他的應用，而國研院國網中心則進一步將影像處理與辨識的技術應用於水利防災上。使用影像辨識的目的在於，影像處理可替代人眼，執行關於視覺化的決策，而在

人力資源普遍昂貴的時期，可節省人力與金錢，更可做到自動化、便利化、有效率的得到水利相關資訊。目前國研院國網中心團隊利用影像辨識與處理，研發出三套相關的水利技術與應用：（一）影像水位辨識系統（Image water-level Recognition System）；（二）影像流速系統（Image Velocity System）；（三）影像冲刷深度系統（Image Scour Monitoring System）。本文接下來將依序介紹三套系統的技術與應用，最後再說明我們的結論與展望。

## 影像水位辨識系統

影像水位辨識系統可藉由架設於河道或水利設施旁的攝影機，拍攝位於水尺旁的水面，利用影像處理的技術，取得影像中的水位線，再透過字

元辨識的技術，以求得實際水位的高程位置。在本研究，我們使用Borland C++ Builder建立視窗平台，並且利用Intel®所發布的OpenCV（Open Computer Vision Library）<sup>[3]</sup>函式庫來進行影像處理演算法的開發。本研究以翡翠水庫之即時水位監視影像為例，開發其影像水位辨識系統，圖1所示為影像水位辨識系統的流程圖。

要自動辨識出水位的高程位置，首先要先知道水位線位於何處。而辨識水位線的方法很多，本研究分別開發了（1）明亮區分法，利用水面線上下的明亮度差異來找出水位線；（2）運動分割法，利用前後序列影像之水流移動特性來找出水位線；（3）下邊緣偵測法，利用水位尺沒在

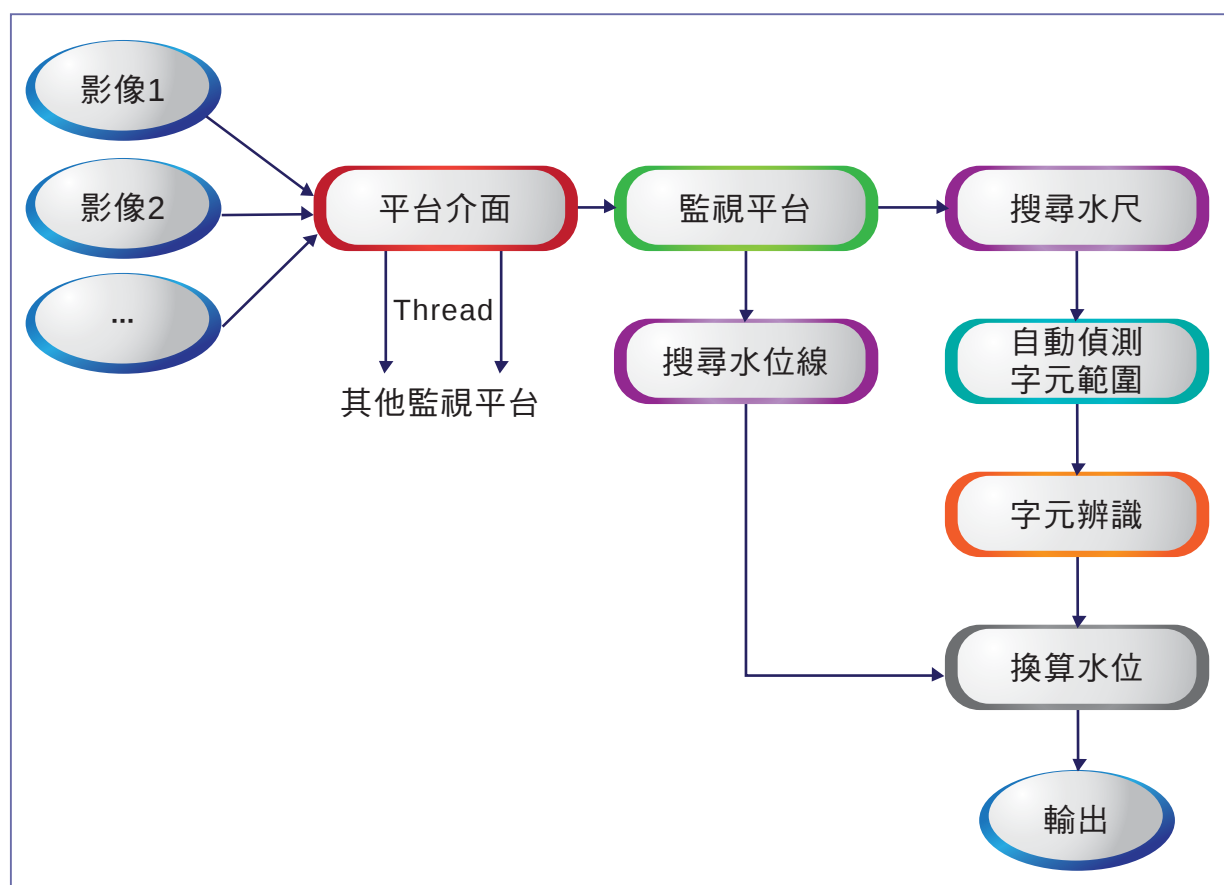


圖1 影像水位辨識系統流程圖。

水下看不見的特性，來邊緣偵測水位尺與水面交接的邊緣，此邊緣線即可代表水位線。上述三種水位線的辨識方法，經測試比較後發現下邊緣偵測法具有較高的穩定性，可於夜間與颱風期間使用，圖2所示即為下邊緣偵測法之水位線演算的步驟與結果，圖中辨識之水位線以紅線表示。辨識完水位線之後，接下來還需要將水尺中的高程數字辨識出來，並透過水位線與高程數字之相對

位置比較，以算出水位線所代表的代表的高程位置。圖3所示即為水尺高程數字辨識的過程與結果，需先將所需要的字元顯示出來，再利用水平投影與垂直投影選取每個字元範圍，然後從原始灰階影像中挖出其數字之原圖，與模板數字進行比對的工作（Template Match），即可得到完整水位尺上的數字為「151」。

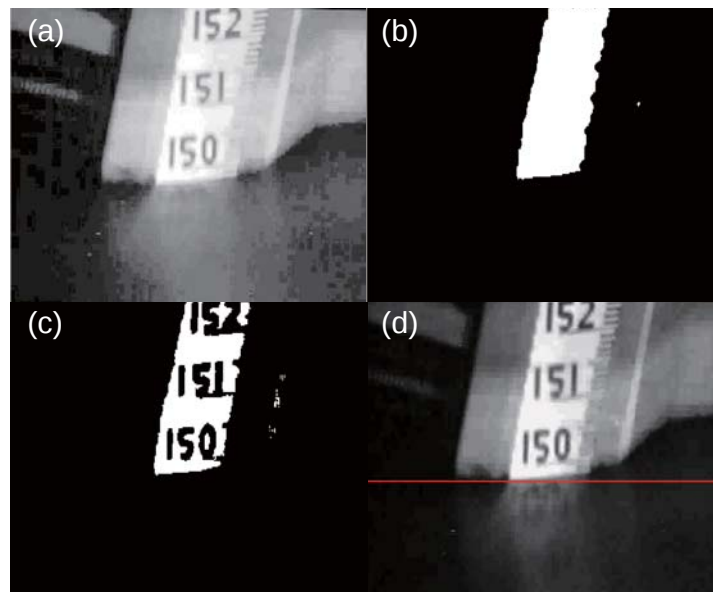


圖2 下邊緣偵測法之水位線演算的步驟與結果 (a) 直方圖等化；(b) 二值化；(c) 型態學運算；(d) 水位線辨識結果。

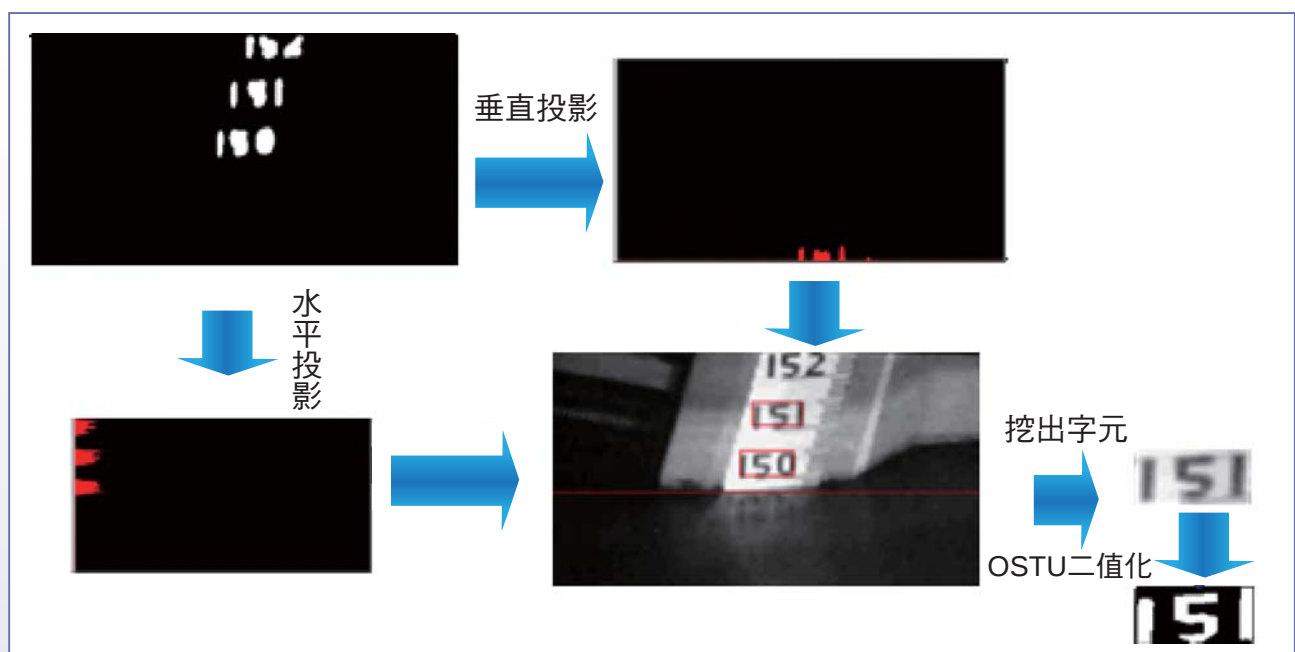


圖3 水尺高程數字辨識的過程與結果。

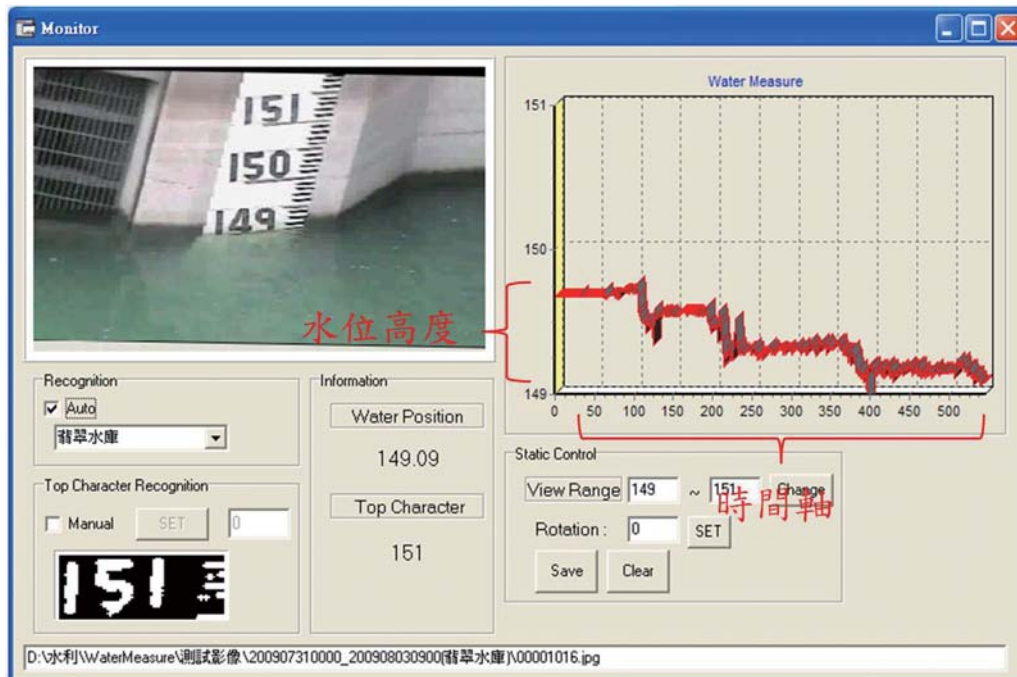


圖4 翡翠水庫之影像水位辨識系統。

圖 4 所示為翡翠水庫之影像水位辨識系統，在系統的左邊為原始的監測影像，在右邊為可連續記錄特定範圍時間內的水庫水位變化。為了測試此影像水位辨識系統之可行性，我們從水利署監測網站下載 2009 年 7 月 31 日至 2009 年 8 月 3 日之翡翠水庫水位的歷史影像進行測試。圖 4 所示為上述時間範圍內的翡翠水庫水位之辨識結果，辨識結果的橫軸為辨識次數，縱軸為輸出的水位高程值。由圖中可看出，本研究所發展之水位辨識技術可自動精確地辨識出水庫水位高程的變化，具有現場實用的價值。

## 影像流速系統

河川的流速在水利工程與水文分析中，均扮演很重要的角色，各種防洪措施與技術，例如河川水位模擬預測，橋樑冲刷監測與計算等，都需要河川流速的訊息，以便計算出整體河川流量與斷面資訊，進行更複雜的水理模擬計算<sup>[4]</sup>。而一

般量測河川流速的工具，傳統上所使用的儀器為螺旋式流速儀與電磁流速儀，屬於接觸式的河川流速量測，於颱風期間較難以直接應用；而非接觸式的河川流速量測方法主要有微波雷達量測法與影像量測法<sup>[7]</sup>，其中影像量測法的技術為使用影像質子追蹤與計算出質子位移的方式，來得知河川表面流速，此方式統稱為質子影像流速儀（PIV，Particle Image Velocimetry），具有一次量測大範圍流速能力。

質子影像流速儀系統近年來為大範圍流場監測的主要工具之一，而本研究之影像流速系統的開發流程如圖 5 所示，首先利用攝影機擷取空間中水流的影像，並在影像中選定四個以上的連接點，與測量實際現場中各點的相對位置。選定連接點後，再使用幾何校正，將畸變影像還原為四個連接點相對的矩形影像，接下來即可進行 PIV 量測演算，以獲得水流之表面流速的監測值。

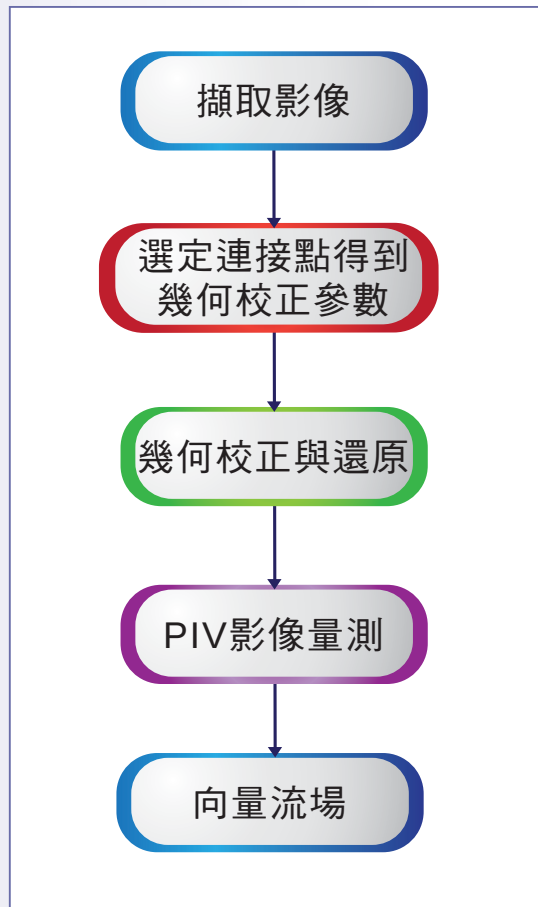


圖5 影像流速系統的開發流程圖。

本研究目前是以實驗室水槽試驗所獲得之流速影像來開發影像流速系統的辨識技術。首先，由 CCD 攝影機所擷取的影像，必須考量拍攝角度而引發高度所產生比例的不一致，故我們使用影像處理中幾何校正的技術<sup>[8]</sup>，將畸變影像還原為四個連接點相對的矩形影像。圖 6 即為使用四個連接點並利用雙線性內插法，做完幾何校正的效果。接下來，為了找出兩張連續影像中區塊之間的關聯性，我們使用互相關係數（cross-correlation）來做計算。為提升其計算效能，我們可利用傅立葉轉換將空間域轉換成頻率域以進行分析，圖 6 所示即為影像中連續兩區塊所分析之交互相關係數圖，檢測此圖之高峰處即為互相關係數的最大值，如高峰點為中心點（如圖 6 的左圖），代表此區塊水流不進行位移；如高峰點偏離中心點（如圖 6 的右圖），代表此區塊水流由中心點流向高峰點，其位移量為高峰點位置減去中心點位置。計算完所有的區塊後，即可得到流場向量圖。

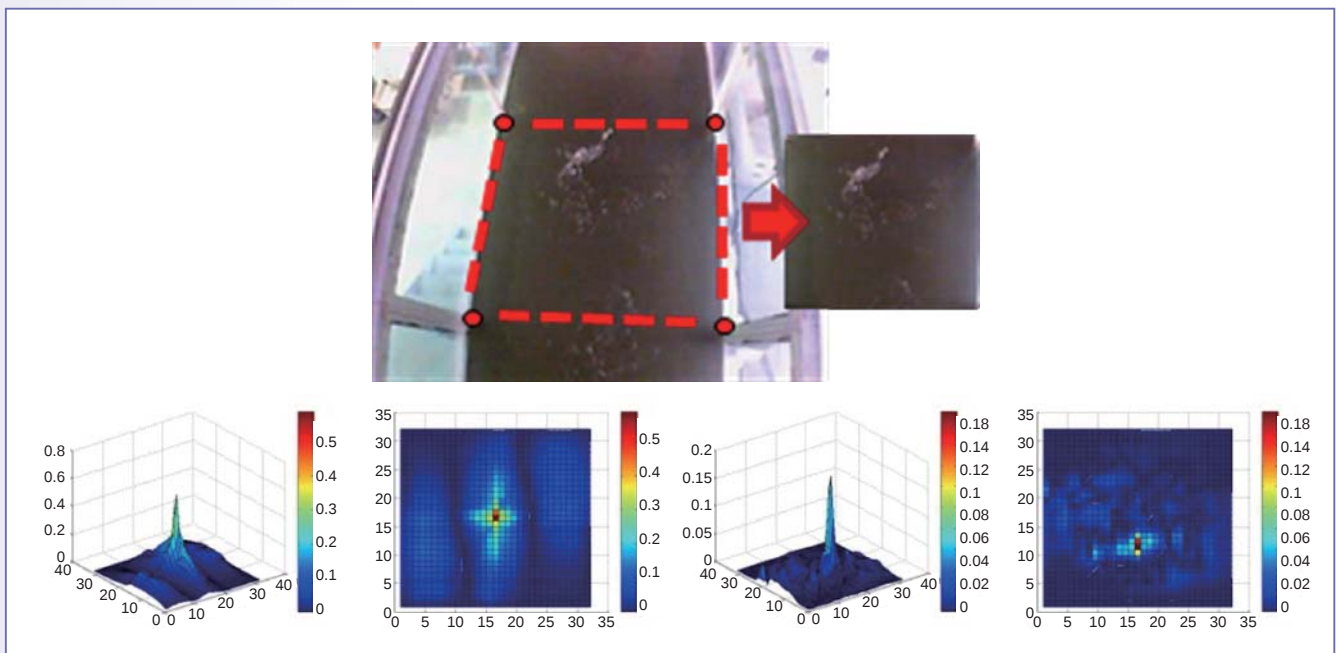


圖6 (上) 幾何校正的結果；(下) 交互相關係數圖中的最高點。

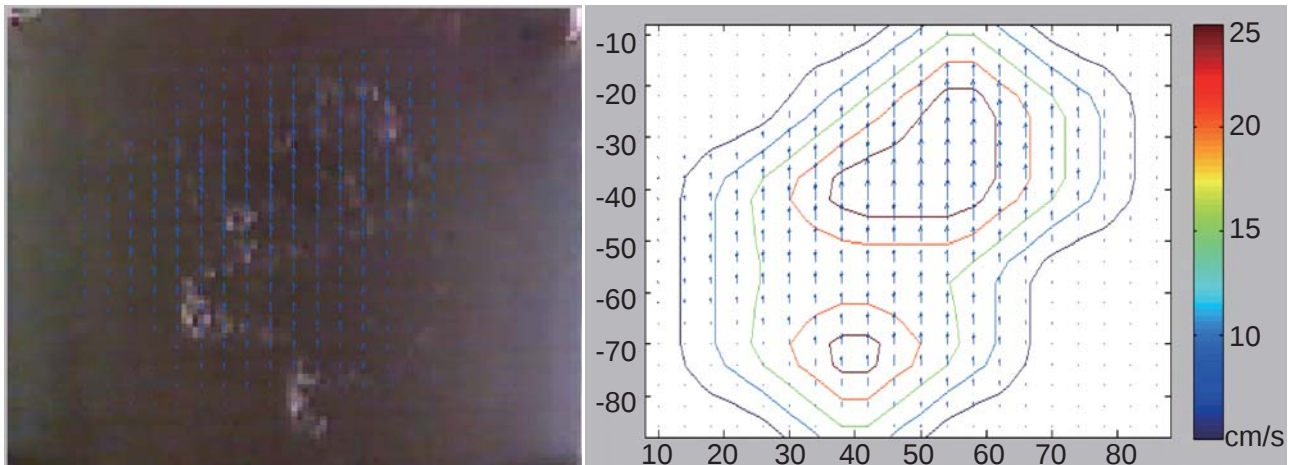


圖7 試驗之表面流速量測結果。

為了驗證本系統的準確性，我們於臺灣大學水工所進行試驗水槽之表面流速量測試驗，圖7所示即為試驗之表面流速量測結果，在圖中白色物質為所施放的追蹤源，藍色箭頭為計算出來的流速向量。在本案例中，我們拍攝之影片解析度  $320 \times 240$ ，Fps 為 30，校正後的影像為  $100 \times 100$ ，我們以區塊尺寸  $16 \times 16$  進行分析，經由實驗驗證後，確實可得到準確的表面流速，顯示本系統具有應用於現場量測河川表面流速的能力。

## 影像沖刷深度系統

有關河床沖刷影像之取得與辨識，在國內外之相關研究均十分少見，因此本研究發展之影像沖刷深度系統具有極高的創新性。在應用方面，於<sup>[5]</sup>中，使用多重鏡頭機制，自動切換鏡頭及辨識出沙面高度；而在<sup>[6]</sup>中使用之監控系統，將監視鏡頭放置於台車上，並利用自動移動台車機制來即時觀測沙面高度。在本文中，我們將介

紹如何利用影像辨識的技術來取得沖刷深度之監測值。圖8所示即為影像沖刷深度系統之演算流程圖。首先，在取得一連串連續時間序列的沙面沖刷影像後，為達到影像沖刷深度即時辨識的目的，在本系統中，是取一秒為時間間隔，所輸出的畫面與沙面高程辨識都是以一秒為單位，如需更長的間隔時間可於程式中做調整。

而在擷取獲得沙面沖刷影像畫面後，接下來就可以進行影像沖刷深度的辨識，本研究之沙面高度演算方法如圖8所示，其影像辨識結果如圖9所示。首先，將得到的影像序列做灰階影像的轉換，由於影像有大量的雜訊存在，故需利用雜訊濾波器來做進一步的改善。一般常用的雜訊濾波器有 Mean filter、Median filter 和 Gaussian filter<sup>[8]</sup>，本研究採用  $7 \times 7$  的 Gaussian filter 來進行後續的處理。由於沙面在光源照射下，沙面上緣為較亮的區域，沙面下緣貼近管面為較暗的區域，利用此一明暗特性，我們採用 Otsu 自動

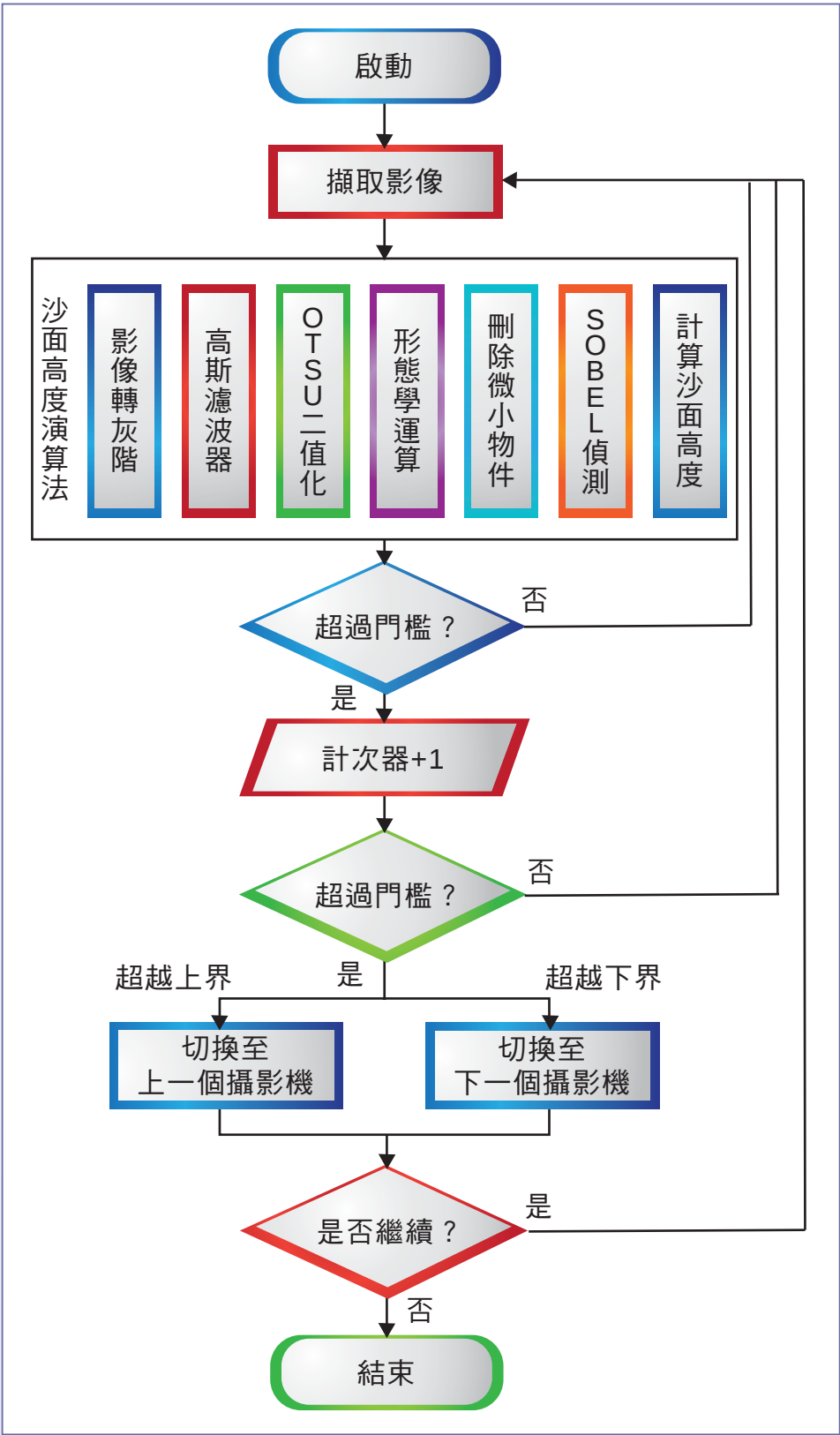


圖8 啟動影像沖刷深度系統之演算流程圖。

取門檻的方法取得我們所需的二值化圖形<sup>[9]</sup>。圖9(a)與(b)所示為原始影像與二值化過後的結果。在執行完Otsu運算後，仍然會有些雜訊例如說影像上米尺的刻度，故利用大範圍的型態學運算(Morphology)<sup>[10]</sup>中的侵蝕與膨脹將物件去除(如圖9(c)所示)。接下來再使用Sobel濾波器(Sobel Filtering)<sup>[8]</sup>執行邊緣的強化就更易看見沙面，圖9(d)所示即為Sobel邊緣偵測後的結果。在Sobel邊緣偵測過後，沙面的邊緣大致已經出現了，影像中白線的部分為所偵測出的沙面。為了計算出沙面高度，我們取中間1/2影像寬度的平均值做為依據(如圖9(e)所示)，紅色虛線為影像中間1/2處的位置，而綠色虛線為由下往上找到的第一個邊界位置，計算此線之平均，即為辨識出之沙面位置(如圖9(f)所示)。

本研究目前已將上述影像沖刷辨識技術應用於臺大水工所進行之橋墩沖刷試驗量測，圖10所示即為應用本技術所開發之橋墩沖刷即時影像監測系統，經系統實際操作測試，確實可監測獲得橋墩周圍即時的沖刷深度變化，顯示影像沖刷辨識技術具有進一步應用於現場沖刷監測的可行性。

## 結論與展望

水利防災科技是近年來政府一直積極重視的領域之一，而業界與其他的研究單位更是投入了無數的資源於此一領域，使得水利防災在各方面的技術都能有日新月異的進步。國研院國網中心的團隊也一直不斷往這個方向努力，本研究目前已將影像辨識技術應於水利科技上，是屬於較新穎的技術，並發展出一系列的水位、流速與沖刷監

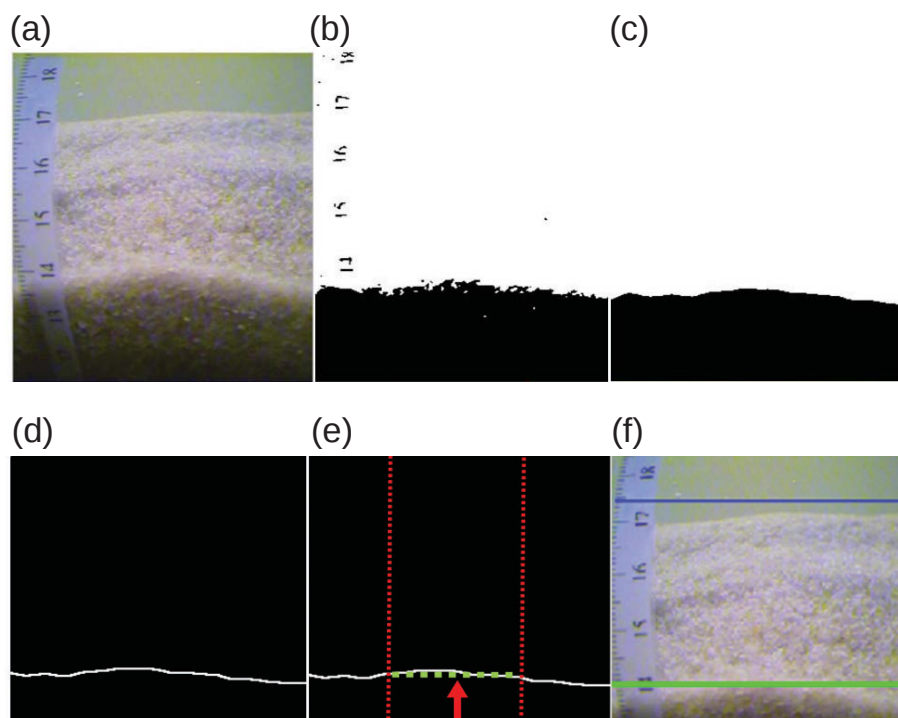


圖9 (a) 原始圖；(b) 二值化；(c) 形態學運算；(d) Sobel邊緣偵測；(e) 沙面計算區間；(f) 沙面位置辨識結果。

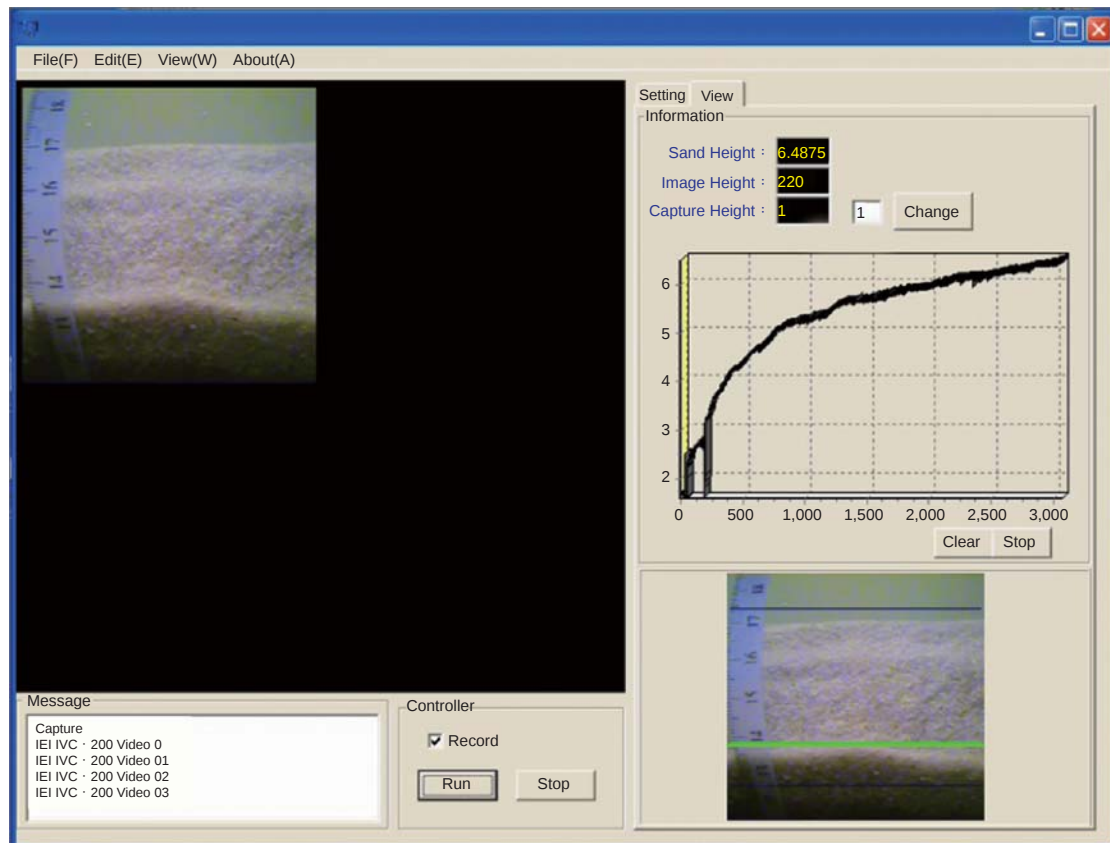


圖10 橋墩冲刷即時影像監測系統。

測辨識系統，而透過實驗室階段的開發與測試，也驗證相關技術的可行性與潛力。未來本研究將持續發展與進一步延伸所研發的技術，結合影像監測、模擬與高速計算，應用於實際河川與水工結構物，期能提供給防災人員一預警之工具。

#### 參考資料

- [1]高碩聰。自主式車牌偵測暨辨識系統。國立臺南大學數位學習科技系碩士論文
- [2]郭永明。應用情境分析技術於視訊影像之健康照護系統。國立成功大學電機工程學系博士論文
- [3]<http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/>
- [4]張文鎰、王聖川、游騰一、洪國展、李隆正、賴進松、蔡惠峰。HCHC-Hydro2D 模式與 SurfM2D 圖形介面之整合發展。第十九屆水利工程研討會論文集，第E1-E7頁
- [5]林聖峰、張文鎰、游騰一、洪國展、李隆正、蔡惠峰、賴

進松、羅俊雄。橋樑底床冲刷高程之多鏡頭即時監測系統。第十九屆水利工程研討會論文集，第E15-E20頁

- [6]游騰一、張文鎰、林聖峰、洪國展、李隆正、蔡惠峰、賴進松、羅俊雄。橋樑底床冲刷高程之自移式即時監測系統。第十九屆水利工程研討會論文集，第E8-E14頁
- [7]M. Muste, I. Fujita, and A. Hauet, "Large-scale particle image velocimetry for measurements in riverine environments", WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 44, W00D19, doi: 10.1029/2008WR006950, 2008
- [8]R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing Second Edition, Prentice Hall, 2002
- [9]Nobuyuki Otsu (1979). "A threshold selection method from gray-level histograms." IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. 9: 62-66
- [10]R. M. Haralick, S. R. Sternberg and X. Zhuang, "Image analysis using mathematical morphology," IEEE PATTERN ANAL. MACH. INTELLIG. Vol. PAMI-9, no. 4, pp. 532-550. 1987



# 非結構之耐震設計 需求與性能測試

文/圖 柴駿甫、林凡茹 國家地震工程研究中心

## 前言

臺灣位處於環太平洋地震帶，地震頻仍，建築結構耐震設計與規範備受矚目而有顯著的進步與改革，然國內設備與非結構構材因非屬主要抗震結構系統，且設備與非結構構材種類繁雜，其耐震設計仍未受建築師、結構技師等重視。近年來台灣重大震災的慘痛經驗，顯示重要建築之設備與非結構物若無良好的耐震設計，在強震時毀損，不但造成嚴重的經濟損失與傷及使用，亦使醫院等功能性建築無法有效發揮其救災等機能。本文簡要說明目前國內外非結構耐震設計等規定，包括非結構耐震設計需求與測試準則，以期提供國內非結構耐震研究方向與參考。

## 我國規範於非結構構件耐震設計規定

目前國內非結構物耐震設計之依據包括「建築物耐震設計規範及解說」與「建築設備耐震規範條文與解說之研訂」（內政部建研所研究案編號 MIOS 891008），安裝施工則為依據「公共工程施工綱要規範」。「建築物耐震設計規範及解說」與「建築設備耐震規範條文與解說之研訂」之非結構耐震設計部分，為參酌美國 UBC、IBC2000 與 FEMA273 之規則訂定。本文主要說明目前我國耐震規範對於非結構構件之規定，以及國內外對於非結構耐震評估與測試驗證之相關準則。

我國建築耐震設計規範自 1982 年建築技術規則（參考 UBC1976），直至 1997 年建築耐震設計規範（參考 UBC1994）非結構耐震規範部份僅修正部分條文，最小設計總橫力則均以  $F_p = ZIC_p W_p$  表示， $Z$ 、 $I$  與建築物計算地震力使用之值相同， $C_p$  為局部震力係數，依據非結構構件脆性破壞與否區分為 2.0 或 0.75 兩種表列值。民國九十四年正式施行之建築物耐震設計規範之第四章「附屬於建築物之結構物部分構體、非結構構材與設備之地震力」，取材自 IBC2000 規範（參考 NEHRP1997），將耐震要求作大幅度調整。近年來建築規範耐震設計所增加的複雜度，一般期望能使非結構物防震措施更具有經濟效益。

## 最小設計總橫力

依據內政部頒之「建築物耐震設計規範及解說」，我國非結構最小設計水平總橫力  $F_{ph}$  係依下式計算：

$$F_{ph} = 0.4 S_{DS} I_p \frac{a_p}{R_{pa}} \cdot (1 + 2h_x/h_n) W_p$$

並明確規定  $F_{ph}$  之值不得小於  $0.3 S_{DS} I_p W_p$ ，也不必大於  $1.6 S_{DS} I_p W_p$ 。上式中， $S_{DS}$  為工址短週期設計水平譜加速度； $W_p$  為非結構構件自重或操作載重； $I_p$  為構體、構材或設備之用途係數，若大地震後除須確保人命安全及防範二次災害外，並須確保不需大型補修便能執行設備必要的機能為目標者，以及躉售大賣場儲存架、含危險物品及易燃物品內容之構材等其  $I_p=1.5$ ，其他構體、構材及設備之  $I_p=1.0$ ，但  $I_p$  不得小

於被附屬建築物之用途係數； $h_n$  為建築物基面至屋頂之高度，而  $h_x$  則為構體、構材或設備所在樓層  $x$  距基面之高度； $a_p$  為構材共振放大倍數； $R_{pa}$  為構體、構材或設備等之容許地震反應折減係數，如同結構系統韌性容量  $R$  與容許韌性容量  $R_a$  之關係，可依據非結構構材之地震反應折減係數  $R_p$  以及建物所在位置定義一般工址與近斷層區域之  $R_{pa} = 1 + (R_p - 1)/1.5$ ，而臺北盆地之  $R_{pa} = 1 + (R_p - 1)/2.0$ 。我國非結構最小設計水平總橫力  $F_{ph}$  計算式大致而言與 NEHRP 2003 之規定相同，NEHRP 2003 之  $R_p$  值為依據構材與附件之韌性高低，分為 1.5、2.5 與 3.5 三種表列值（僅外牆面板固定繫件與配電系統  $R_p$  值為 1.0 與 5.0），但因  $R_p$  值多為經驗值與主觀認定，故為保守起見，我國規範之  $R_p$  值係將 NEHRP 2003 之 1.5 者折減至 1.25、5.0 者折減至 3.5，並藉以計算其容許地震反應折減係數。最小設計水平總橫力  $F_{ph}$  計算式中之  $0.4 S_{DS}$  為地面層之地表加速度，而  $0.4 S_{DS} (1 + 2h_x/h_n)$  則代表構體、構材或設備所在樓層  $x$  之樓板加速度係數，亦即建物將依樓層高度線性放大地表加速度反應，且屋頂層之加速度反應值為地表加速度值之三倍。惟按上述通式，中低樓層之建物與高樓層建築之屋頂樓層加速度放大倍數均同，與考量實際非線性反應之事實不盡相符，故 NEHRP 2003 建議高層建築可依  $F_p = A_x \frac{a_x a_p W_p}{R_p / I_p}$  計算而得非結構設計地震力，其中  $a_x$  為經由模態分析所得樓層  $x$  之反應加速度值，而  $A_x$  為結構體意外扭矩放大係數。

我國規範之非結構構材或設備之垂直向地震力，為延續結構體垂直地震力精神，即一般震區與近斷層區域之垂直向設計譜加速度係數分別為水平向之  $1/2$  與  $2/3$  倍。NEHRP 2003 則延續其結構設計規定，非結構垂直地震力設為  $0.2S_{Ds}W_p$ 。目前垂直地震力對於非結構物影響的相關研究並不多，規範亦未擬定垂直地震力反應譜（一般均假設為水平反應譜之  $2/3$  倍），可以確定的是近斷層區域以及震波高頻域，必須留意垂直地震力的影響。

### 最小設計位移

目前我國耐震設計規範僅針對重要建築或儲存危險物品建築（即 I 值 1.5 之建築物）中的設備，規定若設計地震下需能維持機能者，其設計與構造細節中應考慮地震產生位移之影響。建築物不同樓層或不同結構系統之設備，應可容納設計地震力下真正產生之層間變位或相對位移（ $D_p$ ），故考量非線性反應特性，設計地震作用下之樓層位移為經由彈性分析所得該樓層於設計地震作用下產生的位移乘以  $1.4 \alpha_y R_a$  倍。此外，NEHRP 2003 之位移要求對象則除了設備之外，尚包括支承於建築物不同樓層之建築性構材，如外牆面板，其與結構體上下錨定之固定繫件應能容許  $D_p$  值或 13mm 的相對位移量。另外，考量非結構設計時結構體之彈性分析位移尚不可得，NEHRP 建議可以規範訂定之結構體容許層間相對側向位移值，代替彈性分析計算。

### 非結構耐震性能測試準則

美國最新耐震設計規範 IBC 2006 於非結構部分之最重大改變，在於確保重要設施（如醫院）之機能在震後仍能正常運作，規定重要非結構構件應經由耐震性能測試、試驗數據或數值分析，證明其滿足耐震需求，且設備供應廠商亦須建立設備之易損函數（fragility function）。重要建築設備的耐震性能測試，應依據經認可之非結構性能測試準則，如 ICC-ES 機構制定之 AC 156，進行非結構構件之振動臺試驗。同時，IBC 2006 列舉部份須個別進行設計或提出耐震性能證明之特定非結構構件，而在申請建照之施工說明文件中，亦應隨附此些列舉之非結構構件及錨定的品質保證與其耐震設計文件。AC156 為 ASCE 7-05 所認可之非結構耐震性能測試準則之一，適用於一般非結構構件與設備。由於 1 Hz 以下的加速度將使速度歷時震盪幅度過大，導致大部分振動臺無法執行，故新版之 AC156 修正其適用範圍為基振頻率大於 1.3 Hz 之非結構物。AC156 適用於單軸、雙軸與三軸向振動台試驗，非結構設計水平總橫力規定則可引用 UBC 或 IBC 規範。除了上述適用於一般重要非結構構件之 AC 156 外，亦有針對風險度較高之特定非結構物的耐震性能測試準則，其測試環境要求亦較為嚴苛，如適用於核電廠 Class 1E 設備的 IEEE-344，以及測試中央機房通訊設備之實體保護措施的 GR-63-CORE 等。圖 1 為上述三種非結構耐震性能測試準則比較。

| 設備物振動臺測試相關準則 |         |                 | AC 156                                                 | GR-63-CORE<br>(Zone 4) | IEEE-344              |
|--------------|---------|-----------------|--------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 掃頻試驗         | 掃頻輸入峰值  |                 | 0.1g±0.05g                                             | 0.2g                   | 建議 0.2g               |
|              | 正弦波掃頻範圍 |                 | 1.3~33.3Hz                                             | 1~50Hz                 | 建議 1~33Hz<br>以上       |
|              | 掃頻速率    |                 | 2 Oct. /1 min.                                         | 1 Oct. /1 min.         | 不超過<br>2 Oct. /1 min. |
| 人造震波試驗       | RRS     | 阻尼比             | 5%                                                     | 2%                     | 5%                    |
|              |         | 頻率範圍            | 1.3Hz~33.3Hz                                           | 1.0Hz~50.0Hz           | 1.0Hz~33.0Hz          |
|              |         | 平臺頻率範圍          | 1.3~8.3Hz                                              | 2~5Hz                  | -                     |
|              |         | 屋頂層之 $A_{flex}$ | 1.6SDS                                                 | 5.0g                   | -                     |
|              |         | 屋頂層之 $A_{rig}$  | 1.2SDS                                                 | 1.6g                   | -                     |
|              |         | 垂直向 RRS         | $A_{flex}^{2/3} S_{DS}$<br>$A_{rig}^{2/3}$<br>(0.4SDS) | 與水平向相同                 | -                     |
|              | TRS     | 阻尼比             | 5%                                                     | 2%                     | 建議等於<br>或大於 5%        |
|              |         | 包覆 RRS 上限       | 130%                                                   | 130%<br>(1~7Hz)        | 無                     |
|              |         | 包覆 RRS 下限       | 90% (有條件)                                              | 100%                   | 90% (有條件)             |
|              | 輸入波     | 最大加速度<br>峰值     | 大於或等於<br>RRS 的 ZPA 值                                   | -                      | 大於或等於<br>RRS 的 ZPA 值  |
|              |         | 震波長度            | 30 秒，強振動區<br>段最少 20 秒                                  | 預設震波約 30 秒             | 強振動區段<br>最少 15 秒      |

圖1 AC156、GR-63-CORE 與 IEEE-344 之耐震測試要求比較。

若採用花東斷層一帶較高之  $S_{DS}$  值 (1.136)，分別依照 AC156 與 GR-63-CORE 規定所製定之 RRS 如圖 2 所示。由圖2可知，GR-63-CORE 所要求之 RRS 幾乎完全包覆 AC156 之要求，尤其對自振頻率為 2~5Hz 之設備而言，其需求放大約 2.75 倍。此外，由於 GR-63-

CORE 垂直向與水平向採用同樣的 RRS，故其垂直向 RRS 遠大於 AC156 依規定折減後之需求。再者，GR-63-CORE 適用之對象為重量普遍較輕之通訊設備，故對其他重型設備而言，應謹慎考量其規定是否會造成設備過大之慣性力。

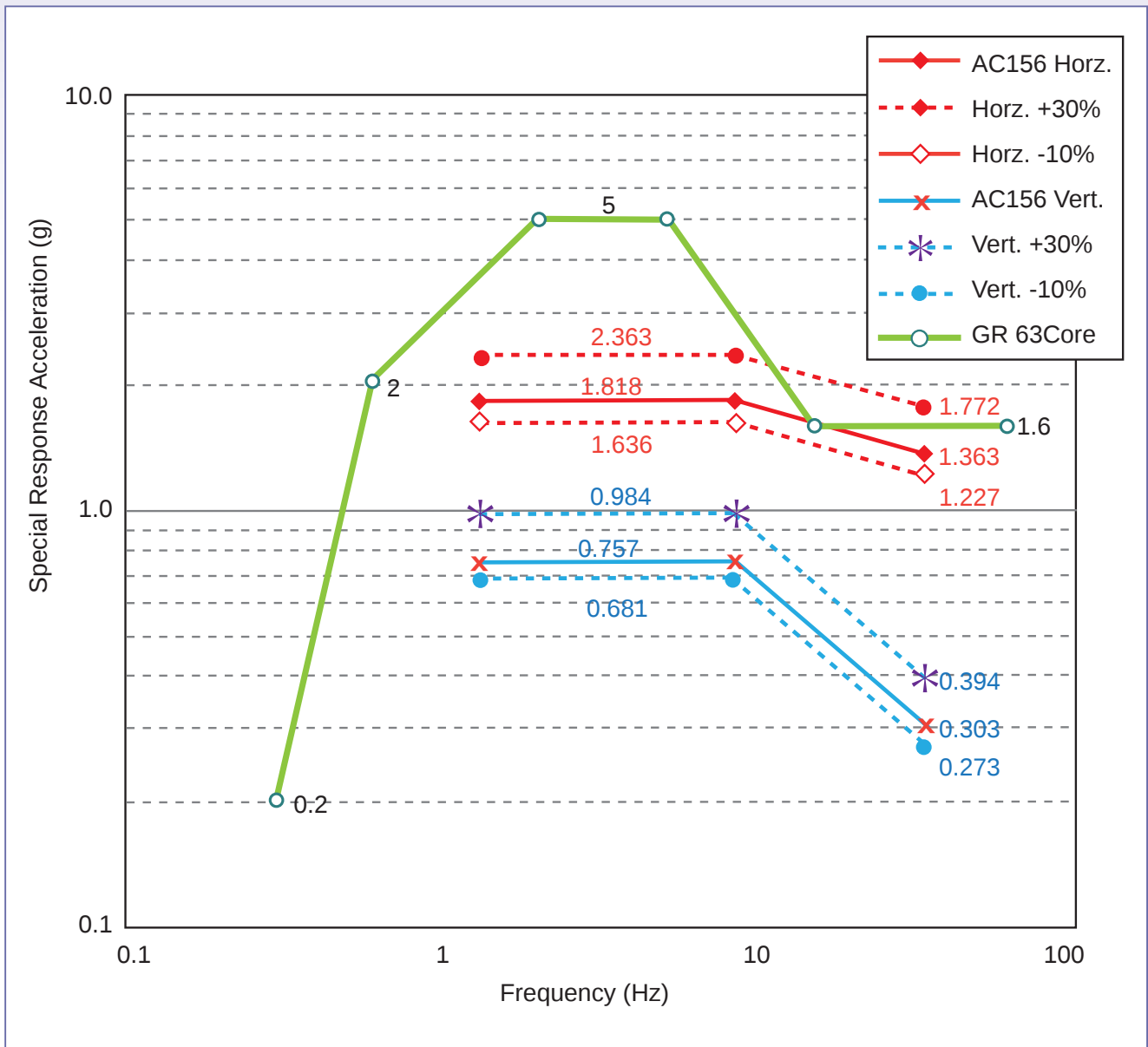


圖2 AC156 與 GR-63-CORE 之 RRS 比較 ( $S_{DS}=1.136$ )。

## 應用例－醫療設備耐震性能試驗與補強建議

國研院國震中心與教學醫院合作，篩選出三大類醫療設備物進行振動台測試，包括浮置式設備物（抗腫瘤直流式操作箱）、滾輪移動式醫療設備物（台車、冷藏式藥品櫃、大量輸液機、放

荷治療機、高壓氧治療艙、洗腎機）與桌上型設備物（加碼計測儀），並與增設耐震措施之受震行為相互比對，以驗證國研院國震中心研擬之簡易評估表與耐震措施快速設計表之合理性與適用性。醫療設備價值昂貴，除台車、電擊器之外，本實驗以方管與鋼板模擬醫療設備物尺寸及其重

量，並依據現場調查結果模擬其支承構件。本實驗輸入波為採用九二一地震嘉義朴子醫院樓板加速度歷時，符合AC-156 需求反應譜，並分中小地震、 $S_{DS}$  為0.5、0.8 之設計地震Ⅰ、設計地震Ⅱ等三種等級，同時依據醫療設備實際位置，分一樓、三樓兩種樓板加速度輸入。

實驗結果顯示，日常移動頻率較低之浮置式醫療設備物（如直流式操作箱），在地震中仍有可能滑移或擺動；建議頂部應加設限位措施，避免風管受損而化學氣體外洩（圖3），實驗結果證實耐震措施能有效防止操作箱擺動的受震行為。日常移動頻率較高之滾輪移動式醫療設備物（如大量輸液機），於受震時可能會發生擺

動、滑動、傾覆及撞擊他物等行為；建議此類設備物應設計能在台車底部設有對角兩輪之煞車鎖固裝置，於停置時應將車輪鎖固，以防止其任意滑動；未使用而置放於牆邊時建議使用易拆卸的Thumb Lock 或束繩固定於牆邊，降低設備滑移量並防止設備物發生傾倒而毀損。本研究所製之簡易評估表所預測之設備物受震反應（無擺動或滑動、擺動、滑動、傾倒）大致符合實驗結果，耐震固定措施亦發揮限位效果，但破壞多發生於隔間牆板材、固定繫件與設備之間的黏著層。因此，除須確認醫院之隔間牆板材拉拔強度之外，應提升固定繫件與設備之間黏著力，或以其他非破壞固定措施進行耐震補強。

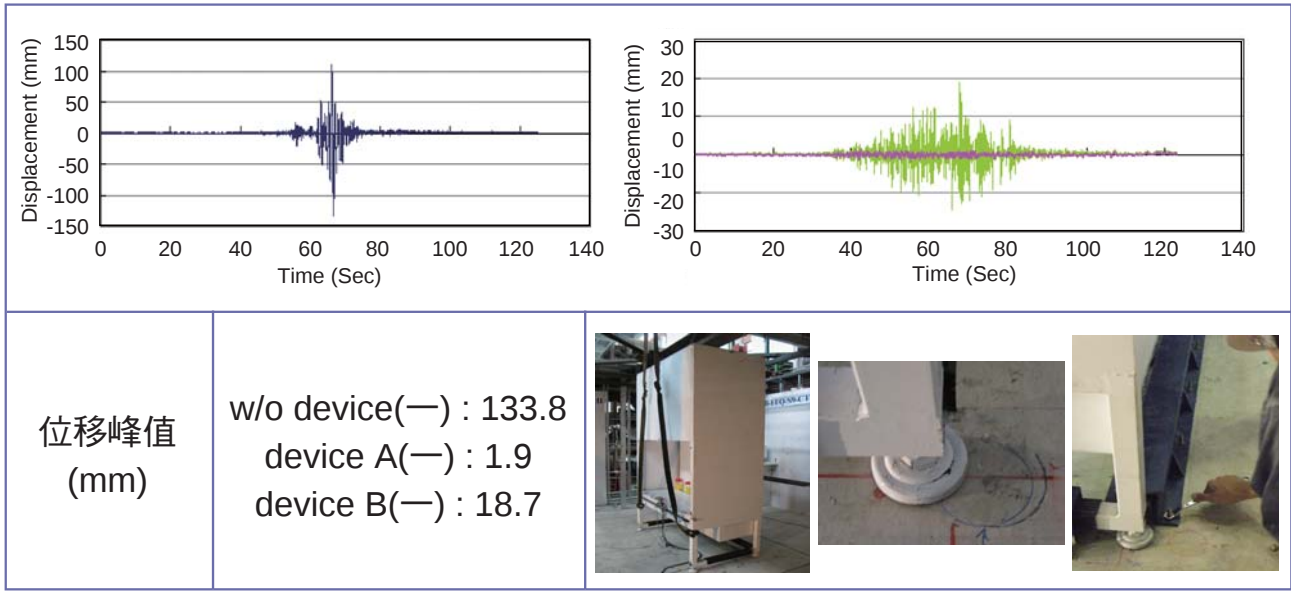


圖3 安全操作箱頂部-底部相對位移歷時（device A：頂部角鐵/底部擋板固定，device B：底部擋板固定）。



# 儀器網路介面控制 程式設計介紹

文/圖 彭家誠 國家太空中心

## 前言

近幾年許多儀器開始提供網路介面，網路介面比傳統的 GPIB 及 RS232 介面有更多的優勢，使用網路介面控制儀器，將會是測試軟體工程師的重要技術。在開發測試軟體之前，工程師常會對儀器進行介面操控測試，以確認控制指令及輸出資料的格式與操作流程。例如對於具有 GPIB 介面的儀器，可以使用美商國家儀器（National Instruments）公司的 Measurement & Automation Explorer（MAX）軟體來測試儀器對控制指令的反應。而透過網路介面對儀器測試的軟體，筆者並未找到，故而開發此測試軟

體，能透過網路介面對儀器進行測試，此軟體程式是使用微軟 C# 語言工具所開發。本文將介紹此程式，並以 L3/Microdyne DR—3000 射頻接收機及安捷倫 E4440A 頻譜分析儀為範例，說明不同儀器的控制方法並不相同，另外也會說明如何擷取頻譜分析儀的頻譜畫面。

## 儀器網路介面

一般儀器網路介面的特性如下：

1. 為網路伺服器端（Socket Server）。
2. 提供 TCP/IP 通訊協定的功能。

- 3.能手動方式設定其網路位址（IP Address）及通訊埠（Port）。
- 4.儀器網路介面會保持在等待連線的狀態，連線後可以開始操控儀器。
- 5.使用者將網路斷線後，儀器會自動回到等待連線的狀態。

測試軟體要設計成網路用戶端（Socket Client），先對儀器進行網路連線，連線後就能對儀器進行操作控制。

## 儀器網路介面測試程式的使用方法

網路介面測試程式的操作畫面如圖 1 所示，一

圖1 DR—3000 射頻接收機測試時的程式畫面顯示。

般操作流程如下：

- 1.輸入“儀器網路位址”及“儀器通訊埠”，如“192.168.0.100”及“1001”。
- 2.按下“啟動網路連線”，若“網路連線狀態”顯示“已連線”表示連線成功，否則須進行網路及儀器介面檢查，而後再 進行連線。
- 3.選擇“儀器控制指令結尾設定”，若不確定可任意選擇，透過後續測試，就能判斷出結尾的設定。
- 4.輸入儀器控制指令，如“IDEN”或“\*idn?”，而後按下“送控制指令給儀器”，將指令送給儀器。一般儀器常使用“\*idn?”指令來詢問儀器的基本資料，對於各儀器的控制指令需參考儀器的使用手冊。
- 5.按下“讀取儀器輸出資料”，讀取儀器輸出資料，輸出資料為位元組陣列，程式會以十六進位（Hex）方法來顯示位元組陣列，也會將位

元組陣列以 ASCII 碼方式轉換成文字字串，並顯示轉換後的文字字串。

- 6.重複 4，5 步驟，或重複 3，4，5 步驟，進行不同測試。
- 7.結束測試時，可按下“停止網路連線”，以關掉與儀器的網路連線。
- 8.“程式訊息”文字方塊控制項，會顯示程式執行過程的訊息。

測試工程師透過各種測試即能掌握該儀器的特性與控制方法。

兩台儀器的測試比較

對 L3／Microdyne DR－3000 射頻接收機及安捷倫 E4440A 頻譜分析儀進行測試，發現兩台儀器對控制指令的使用與反應並不相同，表 1 為兩台儀器的差異比較。

表1 兩台儀器對指令格式與反應的差異比較

| 比較事項       | Microdyne DR－3000              | 安捷倫 E4440A             |
|------------|--------------------------------|------------------------|
| 控制指令的結尾    | 不用加結尾字元                        | 須加 0x0A 結尾字元           |
| 正確的非詢問式指令  | 會回覆 0x6 及 0x3B<br>兩個位元組（byte）  | 無回覆                    |
| 不正確的非詢問式指令 | 會回覆 0x15 及 0x3B<br>兩個位元組（byte） | 無回覆                    |
| 不正確的詢問式指令  | 會回覆 0x15 及 0x3B<br>兩個位元組（byte） | 無回覆                    |
| 正確的詢問式指令   | 回覆正確資訊，加結尾 0x3B 字元             | 回覆正確資訊，<br>加結尾 0x0A 字元 |

儀器控制指令與輸出資料的格式，所使用到的位元組（byte）字元大都有其意義，表2為有使用到的字元在美國資訊交換標準碼的意義。

由表1可以看出，兩台儀器的指令與資料格式以及對指令反應並不相同，故而需要開發不同的程序碼來進行控制處理。

表2 部分美國資訊交換標準碼（ASCII Code）

| 十六進位（Hex）字元 | ASCII符號 | 意義                         |
|-------------|---------|----------------------------|
| 0x06        | ACK     | 告知收到（acknowledge）          |
| 0x0A        | LF      | 新行（line feed，new line）     |
| 0x0D        | CR      | 回車（carriage return）        |
| 0x15        | NAK     | 否認字元（negative acknowledge） |
| 0x3B        | ；       | 分號                         |

頻譜畫面擷取與存檔

表3的程式是用來擷取頻譜分析儀儀器的頻譜畫面並存檔的範例程式，其中三個最主要的控制指令如下：

- 1. :MMEM:STOR:SCR 'C:PICTURE.GIF'
- 2. :MMEM:DATA? 'C:PICTURE.GIF'
- 3. :MMEM:DEL 'C:PICTURE.GIF'

這三個控制指令的功能如下：

- 1.要求頻譜分析儀將頻譜畫面儲存於儀器內的 C:PICTURE.GIF 檔案中。
- 2.要求頻譜分析儀將儀器內的 C:PICTURE.GIF 檔案傳送給電腦。
- 3.要求頻譜分析儀將儀器內的 C:PICTURE.GIF 檔案刪除。

在執行第2個控制指令時，頻譜分析儀會將儀器內的 C:PICTURE.GIF 檔案轉換成位元組陣

列，然後傳送給電腦的測試軟體。測試軟體所接收到的位元組陣列（Byte Array）的範例，以Hex方式表示如下：

23 35 32 30 32 30 31 47 49 46 38 37  
61 80 02 E0 01 F7.....13 8E 02 02 00  
3B 0A

前面幾個位元組可以轉成可讀文字如下：  
#520201GIF87a?␣?

若將位元組陣列的全部內容儲存成檔案，會發現無法使用圖形軟體如小畫家等來開啟該檔案。經研究測試軟體所接收到的位元組陣列與GIF檔案的格式定義後，發現前7個位元組及最後1個位元組並不屬於GIF檔案內容。若不儲存這8個位元組，而將位元組陣列的其他全部內容儲存成檔案，就能以圖形軟體如小畫家來開啟該檔案，圖2就是以此方法所儲存的頻譜畫面檔案。

這8個不儲存的位元組意義可能如下，第1個位元組是啟始信號，第2個位元組“5”是代表其後5個位元組是長度資訊，第2-7個位元組是GIF檔案的位元組長度，最後1個位元組是儀器輸出資料的結尾字元。

表3是測試櫃控制軟體的部分原始碼，圖2就是以此程式所取得。

## 結語

有關儀器網路介面測試程式的原始碼，在國研院太空中心的兩份文件中有完整資料，分別是 NSPO-RPT-0075 儀器網路介面程式技術報告及 NSPO-RPT-0074 訊息類別程式技術報告。表3的頻譜分析儀畫面擷取程式只是部分的原始碼程式，完整的原始碼可參考國研院太空中心文件 FS5-RPT-0040 福衛五號 S 頻段測試櫃控制軟體設計報告。

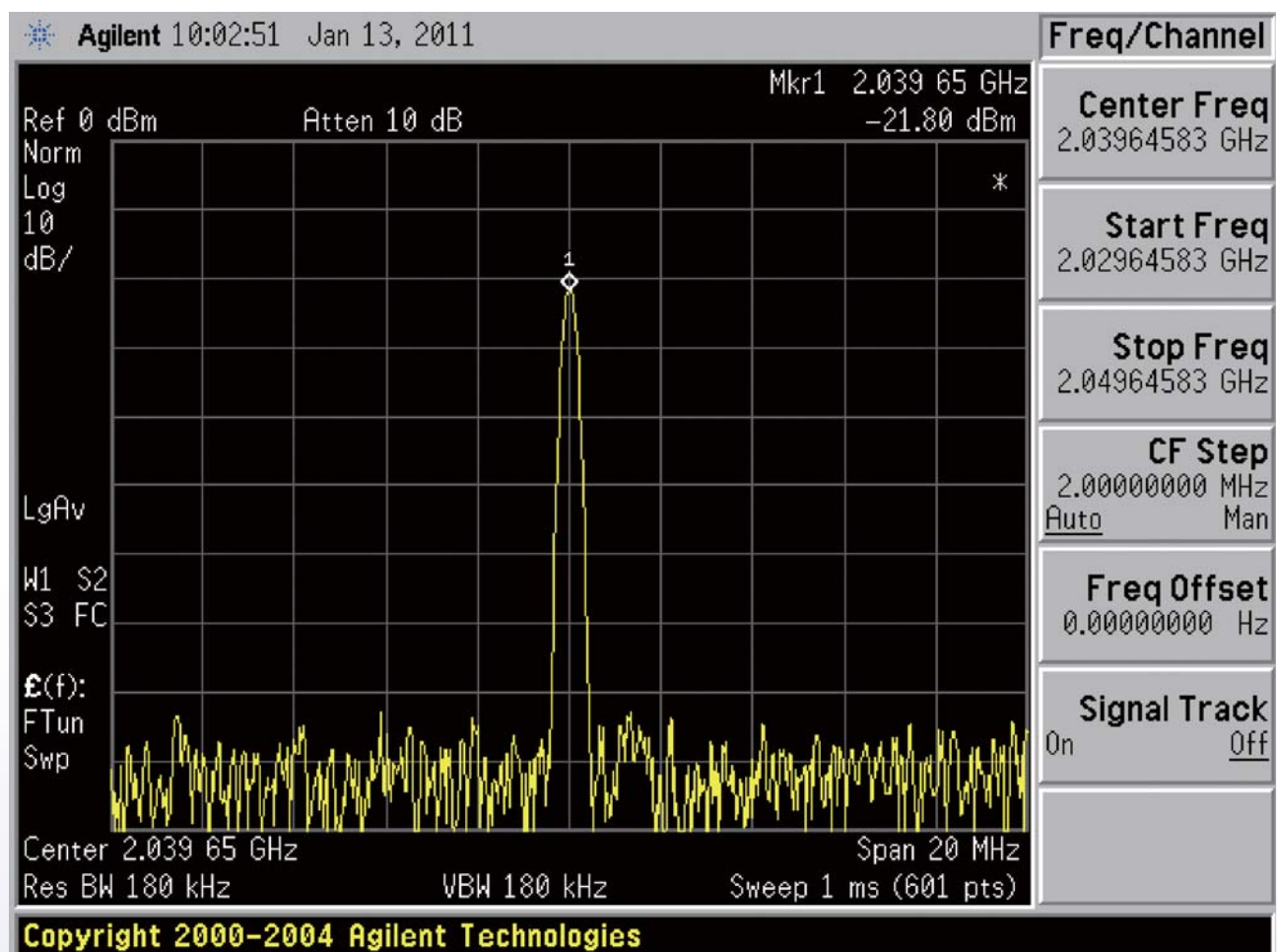


圖2 頻譜分析儀的頻譜畫面存檔範例。

表3 頻譜分析儀的頻譜畫面擷取程式範例

```

public static void SaveImage ( )
{
    DateTime a = DateTime.Now; // 取得現在的日期時間
    // 建立以當時的年月日時分秒為檔案名的字串，用來儲存檔頻譜畫面。
    string filename = "Spectrum_" + a.ToString ( "yyyy_MM_dd_HH_mm_ss" ) + ".GIF";
    Write ( " : CALC : MARK1 : MAX" ) ;// 設定頻譜分析儀標示最大值
    Write ( " : FREQ : SPAN 20MHZ" ) ;// 設定頻譜分析儀儀器的頻率SPAN 為 20MHZ
    Write ( " : BAND : VID 100KHZ" ) ;// 設定頻譜分析儀儀器的BAND : VID 為 100KHZ
    // 要求頻譜分析儀，將頻譜畫面儲存於儀器內的C : PICTURE.GIF檔案中。
    Write ( " : MMEM : STOR : SCR 'C : PICTURE.GIF'" ) ;
    // 要求頻譜分析儀，將儀器內的C : PICTURE.GIF檔案傳送給電腦
    Write ( " : MMEM : DATA? 'C : PICTURE.GIF'" ) ;
    // 設定位元組陣列大小，用來讀取儀器傳送給電腦的資料
    int totalBytesRcvd = 30000;
    byte[] byelInstrumentFrame = new byte[totalBytesRcvd];
    if ( Stream.DataAvailable ) // 檢查網路是否有資料
    {
        Stream.ReadTimeout = 500;
        // 將儀器傳送給電腦的資料，讀入位元組陣列 byelInstrumentFrame
        int bytesRcvd = Stream.Read ( byelInstrumentFrame , 0 , totalBytesRcvd ) ;
        using ( BinaryWriter binWriter = new BinaryWriter ( File.Open ( filename , FileMode.
Create ) ) )
        {
            // 位元組陣列除了前七個及最後一個位元組外，其他位元組都寫入電腦的檔案中
            binWriter.Write ( byelInstrumentFrame , 7 , bytesRcvd - 1 ) ;
        }
    }
    Write ( " : MMEM : DEL 'C : PICTURE.GIF'" ) ;// 要求頻譜分析儀，將儀器內的C :
    PICTURE.GIF檔案刪除。
}

```



# 颶洪易致災區域調查 技術與應用

文/圖 王俞婷、謝龍生、李欣輯、林宣汝、黃俊宏、葉克家 國家災害防救科技中心

## 問題分析

臺灣位處於西北太平洋颱風路徑之要衝上，因此每年7月至10月為颱風的主要侵襲期間，再加上流域集水區河川流短坡陡、地質脆弱及人為開發等因素，颱風所挾帶之超大豪雨常造成淹水、坡地等災害產生，例如2008年卡玫基與辛樂克颱風、2009年莫拉克颱風及2010年凡那比與梅姬等颱風，因此中央各災害主管單位及各縣市政府近年來致力於颶洪災害防減災及應變工作，期望能降低災害之衝擊與損失。

災害管理可分為減災、整備、應變及重建復原等四階段，但對於重大天然災害災後詳實調查工作，過去一直是被忽略一環，因此導致相同地區

相同災害重複發生，此問題癥結是無法清楚了解真正致災原因，尤其面對複合型災害，導致無法擬定具體有效之災後重建復原對策；鑒於災情調查資料是研擬具體有效之減災策略相當重要之參考資料，因此國研院災防中心於每次重大颶洪事件之後，立即邀請學者專家啟動災後調查工作，以掌握事件災情規模及致災原因，並研提短期應變措施及未來中長期減災策略，以供各相關單位參考。

國研院災防中心另一重要任務是於颶洪應變期間，需提供中央災害應變中心災害預警資訊，供各部會署進行緊急應變措施之擬定，為提升災害預警分析精度，乃必須事前掌握各地方政府之

易致災區域資訊，因此此項調查工作顯得相當重要，而此項調查成果除可協助地方政府了解轄屬區域易致災區域，增進地方政府研擬災害保全計畫之運作能力外，並可將此項調查資料交由災防中心協助彙整，可增進在預警研判之精確度。

本研究所指之「易致災區域」為在正常氣候、水文及地文條件之下，轄區內容易發生颱風災害之區域稱之，災害種類包含水災、坡地及土石流、防洪設施等。為使救災資源有效運用，本研

究所關注之易致災區域，除了具有災害潛勢較高之特性外，亦需要有特定之保全對象，才符合易致災區的定義。

## 調查目的

為掌握與瞭解各縣市之易致災區域及致災原因，並將調查資料建置成資料庫，以強化在颱風期間之預警資訊分析研判作業；而此項調查資料亦可供地方政府使用於災害保全計畫研擬、減災規劃及應變等方面。

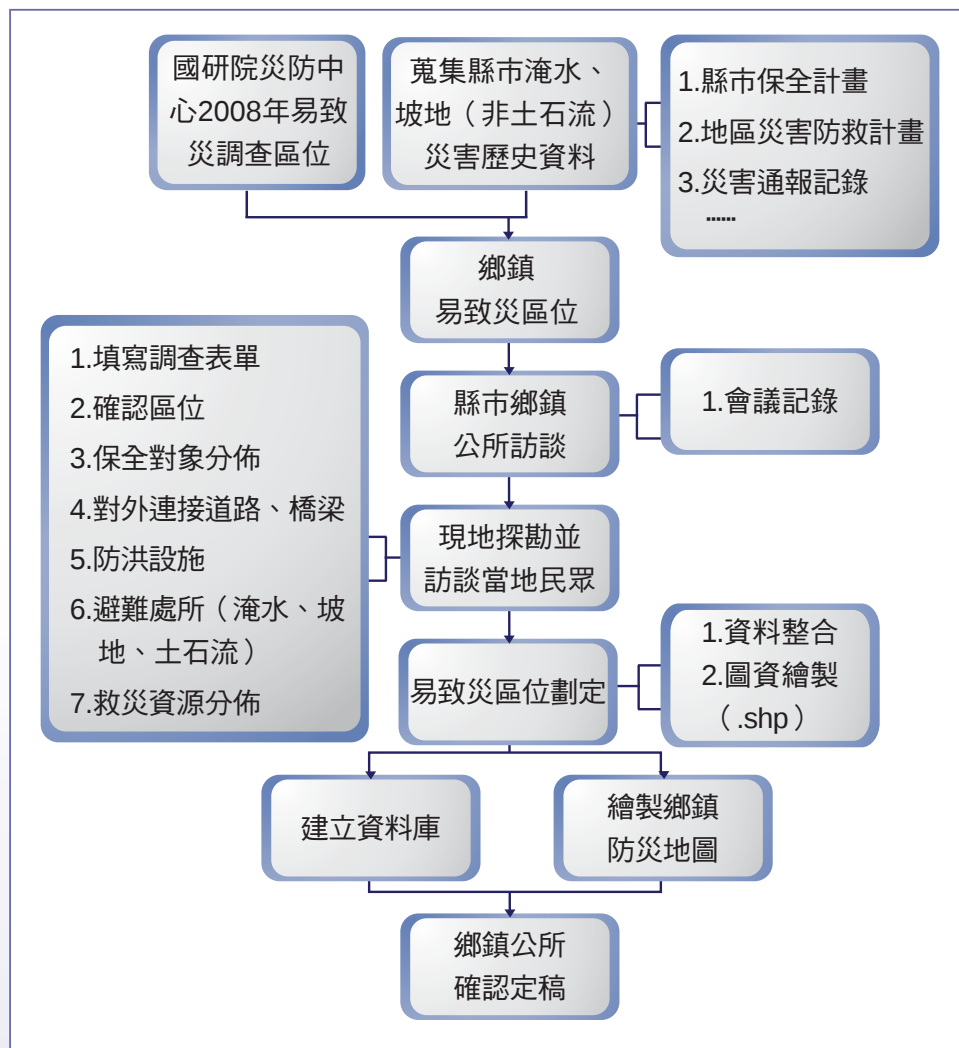


圖1 調查流程。

## 調查流程與方法

### 調查流程說明

易致災調查流程如圖 1 所示，其項目包含：

- (1) 蒐集調查區域颱風相關資料（近年來颱風災害事件資料、災害潛勢資料、縣市管河川之治理規劃報告、縣市政府保全資料）。
- (2) 初步研判各鄉鎮市之易致災區域。
- (3) 與地方政府（含鄉鎮市）業務人員進行訪談與確認易致災區域。
- (4) 利用國研院災防中心之災害勘查系統進行易致災區域現地調查，並將調查資料回傳中心彙整。
- (5) 易致災區域之繪圖（以鄉鎮市為單元）。
- (6) 鄉鎮市易致災區域之致災因子分析。
- (7) 初步易致災區域之成果彙製。
- (8) 邀集地方政府業務人員舉行成果說明會及檢視。
- (9) 易致災成果修訂與定稿。
- (10) 建置成資料庫。

### 易致災資訊系統建立

歷史颱風災害資訊系統是執行國研院災防中心「災害資料綜整建置與勘災調查分析」專案之服務系統，為配合勘災作業體制相關作業要點之擬定，國研院災防中心已研發建置電子化勘災資訊管理雛型系統，期望透過此系統可提升現地勘災作業化機制，並能增強勘災資訊綜整、分析、查詢、展示及維護管理之效能。電子化勘災資訊管理系統可分為兩大模組，一為前端勘災現場資料收集—現地電子勘災系統；另為後端資料分析與查詢—重大天然災害勘災資訊系統、資料庫查詢系統。

電子化勘災資訊管理系統包含眾多類型資訊，如（1）歷史災情資訊子系統、（2）易致災資訊子系統、（3）勘災資訊子系統、（4）勘災人才資料庫、（5）重大颱風事件等（林宣汝，2009）。圖 2 為歷史颱風災害資訊系統之系統架構。

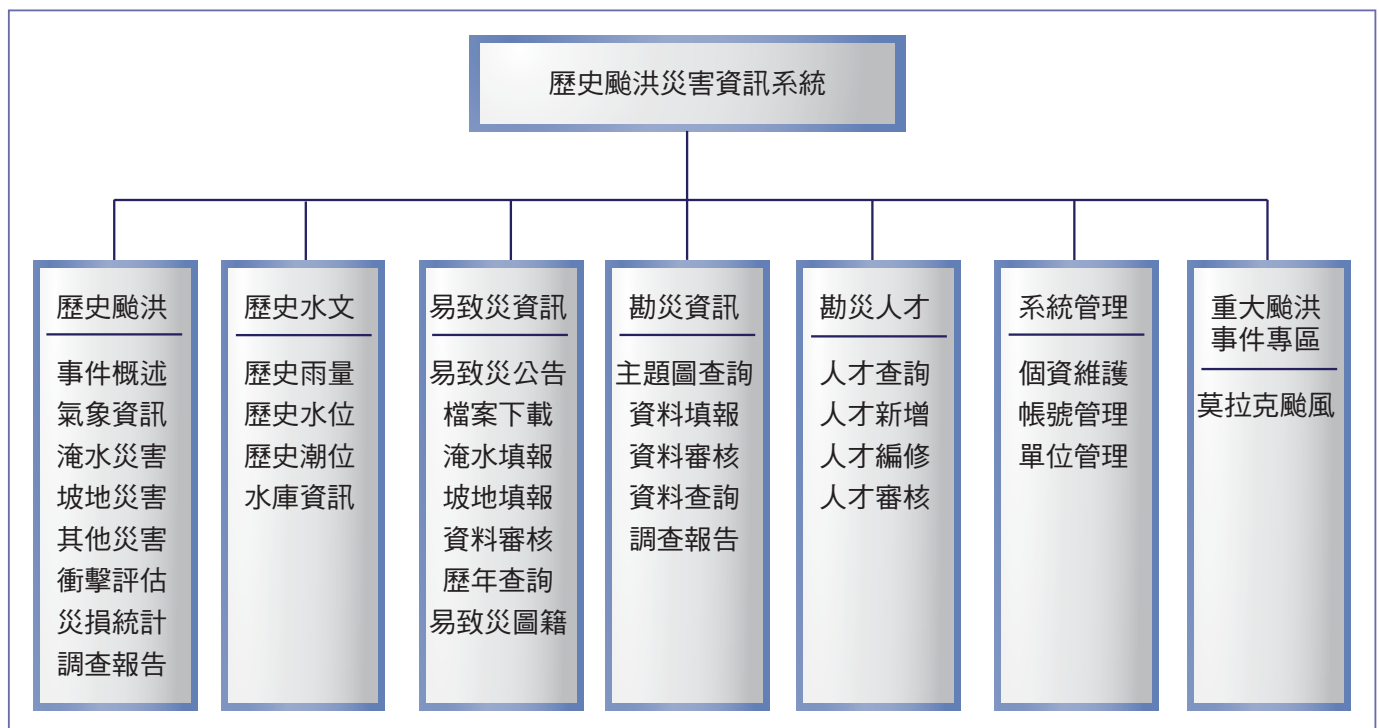


圖2 歷史颱風災害資訊系統架構。

## 歷史颱風資訊系統

歷史颱風資訊系統提供包括：事件概述、氣象資料、淹水災害、坡地災害、其他災害、

衝擊評估、災損統計及調查報告等功能，如圖 3 所示。



## 事件概述



## 氣象資料



## 淹水災害



## 坡地災害



## 衝擊評估



## 災損統計



圖3 歷史颱風資訊子系統示意圖。

## 易致災資訊子系統

易致災資訊子系統為 2008 年起陸續針對全臺各縣市進行易致災調查並每兩年更新一次，所建置供易致災調查前端現地資料輸入及後端易致災

調查資料庫建立後提供查詢而建置之，因此，易致災資訊子系統提供包括：淹水及坡地易致災區之基本資料查詢、易致災圖籍展示等功能。易致災調查如圖 4 所示。

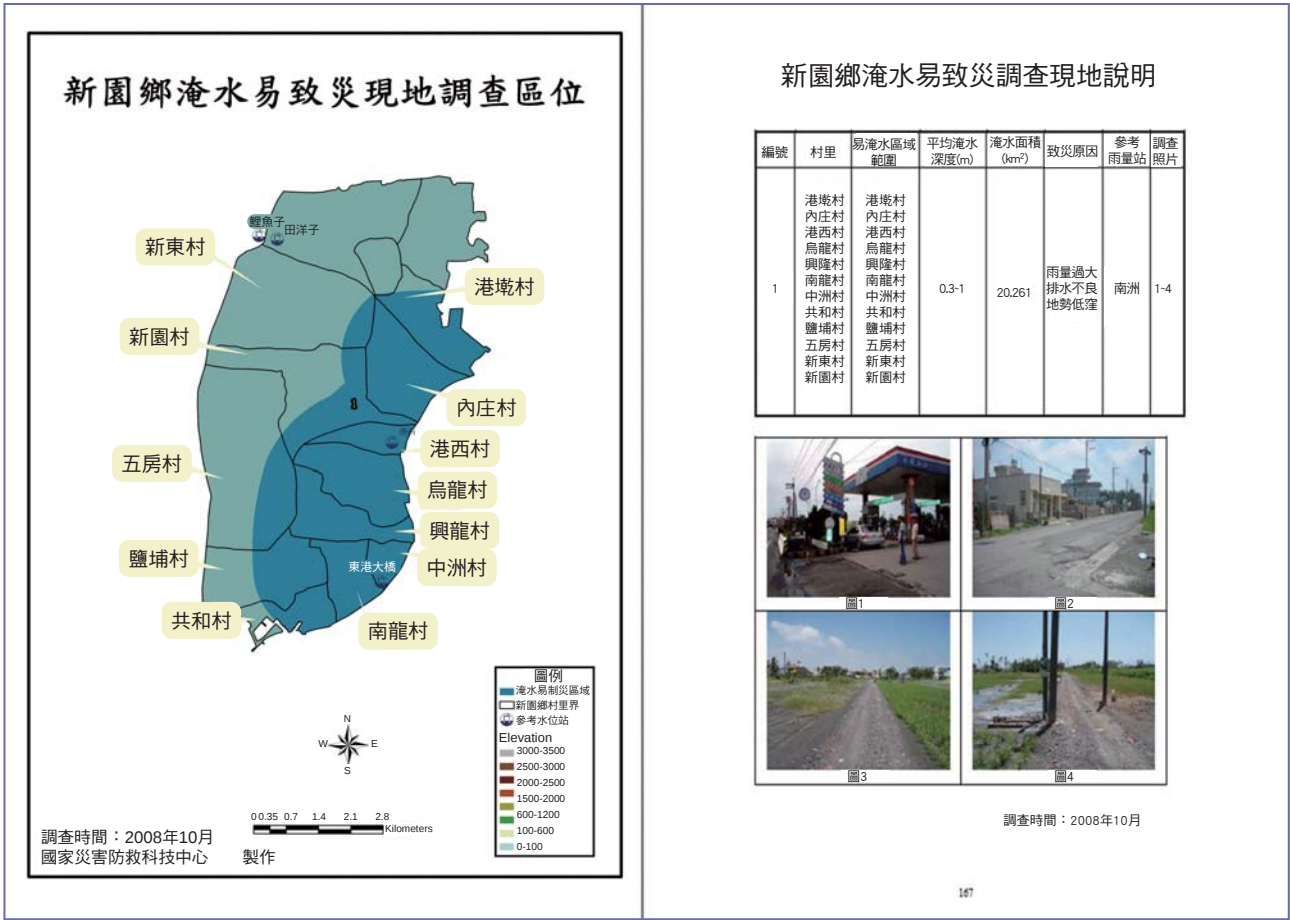


圖4 易致災資訊子系統。

勘災資訊子系統

為有效整合勘災資料，國研院災防中心除開發災害勘查人員使用之災害勘查電子表單系統（單機版系統）外，2005 年開發以勘災調查為主的重大天然災害勘災資訊系統，2009 年整併至歷史颱風災害資訊系統之勘災資訊子系統。勘災資訊子系統主要記錄災害勘災之記錄表單、現場照片、數位圖資及災害勘災報告等。同時，為了讓勘災資料更能清楚的展現，以 Web-GIS 為基本架構進行系統開發，以網際網路提供勘災資料查詢、更新維護及視覺化展示功能。勘災資訊子系統如圖5 所示。

勘災人才資訊子系統

勘災工作需要大量的土木、水利、地震、體系等各領域的專家支援，國研院災防中心依此需求建置不同領域的勘災人才資料庫，以利籌組勘災團隊時能夠迅速尋找相關領域之人才。勘災人才資料庫依據推薦團體分為部會署及國營事業、技師公會、學會及研究單位等三大類別進行人才資料建置工作。

重大颱風事件子系統

莫拉克颱風災情相當嚴重，因此國研院災防中心規劃彙整部會署及民間單位之災情、重建資料，建置一完整之莫拉克資料庫，提供各單位進行基礎研究與未來災害應變之參考。

**歷史災害資訊系統**  
The historical disaster information system

**土石流災害勘災調查表**

一、勘災調查總表

|        |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| 災害事件名稱 | 卡致基風風                             |
| 發生起訖時間 | 2008/7/16 14:30 ~ 2008/7/18 23:30 |
| 勘災記錄編號 | 20080714201                       |
| 勘災單位   | 國立中興大學                            |
| 勘災人員   | 黃鳳翔、郭冠崇、蘇東青                       |
| 勘災日期   | 2008/8/8 10:30:0                  |
| 天氣     | 晴天                                |

二、基本資料

|           |                                                                        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| 行政區域      | 台中縣 / 新社鄉 / 中和村                                                        |
| 勘災位置      | 中和國小旁                                                                  |
| 溪流名稱      | 抽藤坑                                                                    |
| 潛勢溪流      | <input checked="" type="checkbox"/> 是，編號： ， <input type="checkbox"/> 否 |
| 與其他測點關係描述 |                                                                        |
| 災點座標      | 232326, 2672639                                                        |

三、災害調查

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 發生時間       | 2008/7/18 上午 08:00:00                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 資料來源       | <input checked="" type="checkbox"/> 居民 <input type="checkbox"/> 官方 <input type="checkbox"/> 媒體 <input type="checkbox"/> 其他 (說明： )                                                                                                                                                         |
| 土石流災害方式    | <input checked="" type="checkbox"/> 淤埋 <input checked="" type="checkbox"/> 沖刷 <input type="checkbox"/> 撞擊 <input type="checkbox"/> 磨蝕 <input type="checkbox"/> 堵塞 <input type="checkbox"/> 漫流改道 <input type="checkbox"/> 壅塞超高 <input type="checkbox"/> 擠壓主河道                              |
| 土石流類型      | <input checked="" type="checkbox"/> 崩滑型 <input type="checkbox"/> 潰壩型 <input type="checkbox"/> 沖蝕型 <input type="checkbox"/> 孔隙水壓力引發型                                                                                                                                                       |
| 土石流集水區平均坡度 | <input checked="" type="checkbox"/> ≥ 20度 <input type="checkbox"/> 10度 ~ 20度 <input type="checkbox"/> < 10度                                                                                                                                                                               |
| 土石流發生區坡度   | <input type="checkbox"/> ≥ 50度 <input checked="" type="checkbox"/> 30度 ~ 50度 <input type="checkbox"/> < 30度                                                                                                                                                                               |
| 集水區內之岩性    | <input type="checkbox"/> 東部海岸山脈(A地質區) <input type="checkbox"/> 廣域變質岩(片岩、大理石、片麻岩)(B地質區) <input type="checkbox"/> 亞變質岩(板岩、千枚岩)(C地質區) <input checked="" type="checkbox"/> 沈積岩(D地質區) <input type="checkbox"/> 紅土台地(E地質區) <input type="checkbox"/> 火成岩(F地質區) <input type="checkbox"/> 平原(G地質區) |
| 堆積區材料破碎情形  | <input type="checkbox"/> 崩塌土石材料平均粒徑 > 12" <input checked="" type="checkbox"/> 崩塌土石材料平均粒徑介於 3" ~ 12" <input type="checkbox"/> 崩塌土石材料平均粒徑 < 3"                                                                                                                                              |
| 堆積區內之植被    | <input type="checkbox"/> 裸地 <input type="checkbox"/> 落石堆積(無植被、植被面積 < 10%) <input type="checkbox"/> 落石堆積(植被稀疏、10% < 植被面積 < 30%) <input type="checkbox"/> 落石堆積(植被茂密、30% < 植被面積 < 50%)                                                                                                       |

圖5 勘災資訊子系統。

## 調查成果

### 第一階段淹水與坡地易致災調查說明

調查重點以水災及坡地災害為主，調查範圍在 2008 年之調查區域主要為台中縣市、彰化縣市、南投縣市、雲林縣市、嘉義縣市、台南縣市、高雄縣市及屏東縣市等縣市；其現地調查淹水、坡地易致區結果如圖 6、圖 7 所示。

2009 年調查之區域主要為基隆市、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、桃園縣市、新竹縣市、苗栗縣市及台中縣市等，其易致災淹水及坡地之現地調查結果如圖 8、圖 9。

### 第二階段淹水與坡地易致災調查說明

此階段調查除延續第一階段之成果，調查內容新增脆弱性因子之資料收集，調查項目包含：

- (1) 易致災區域（淹水及坡地崩塌）
- (2) 保全對象
- (3) 道路：路段是否有替代道路
- (4) 橋梁（便橋）：若橋斷是否有替代道路
- (5) 防洪設施：堤防及抽水站，請標示過去常損壞之處
- (6) 避難場所位置
- (7) 救災資源分佈等

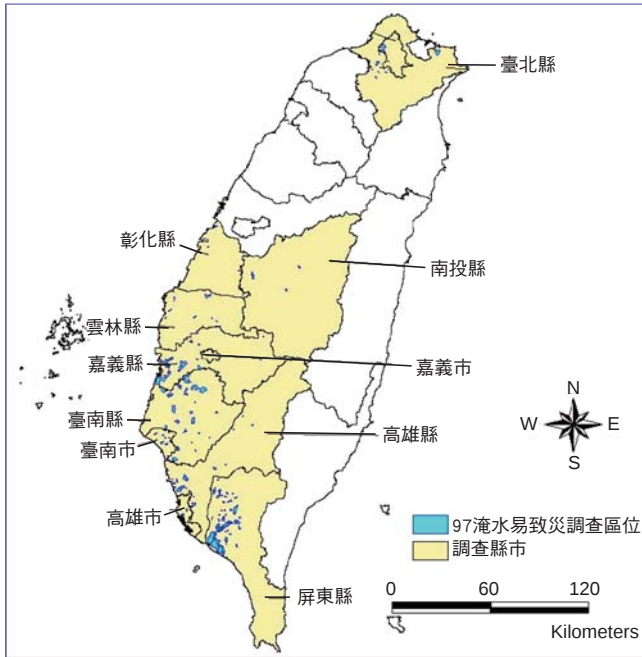


圖6 2008年調查淹水易致災區。

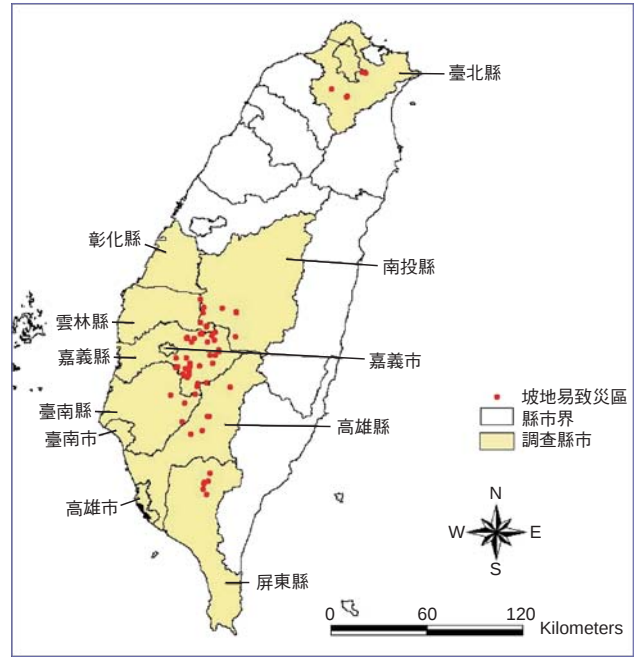


圖7 2008年調查坡地易致災區。

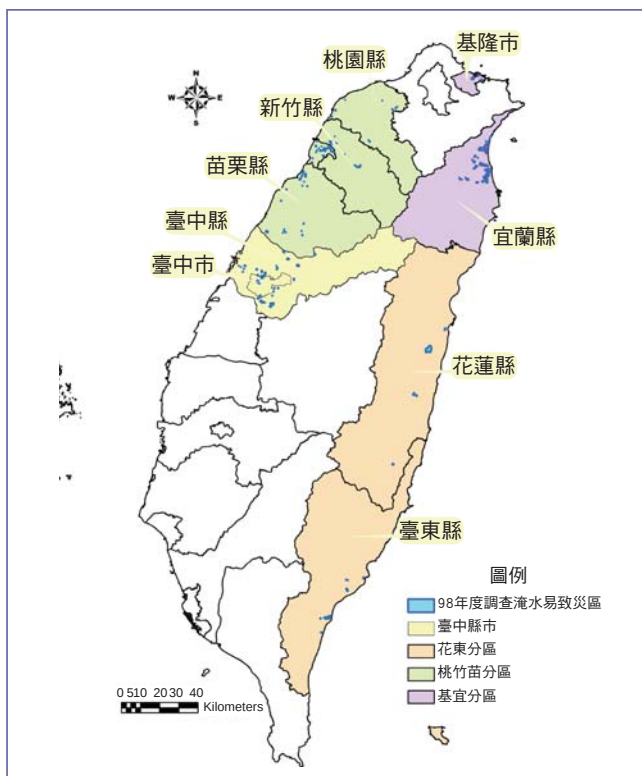


圖8 2009年調查淹水易致災區。

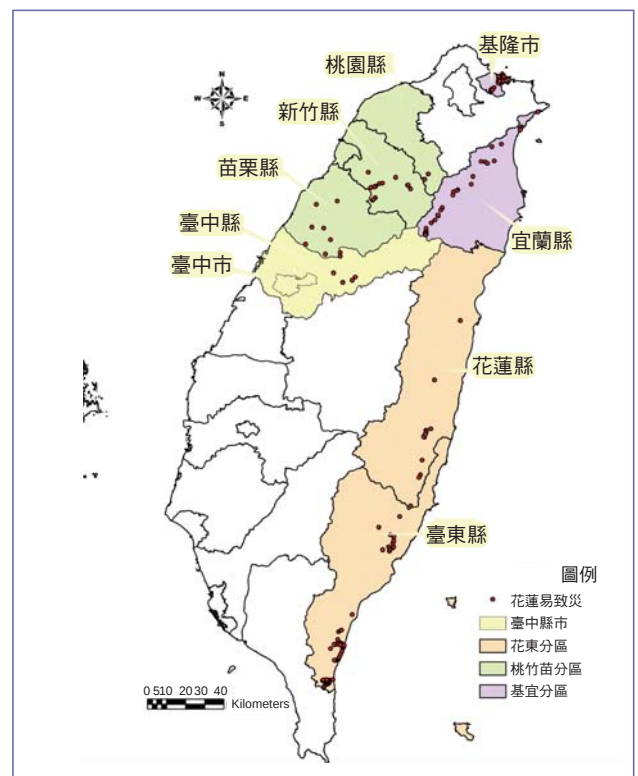


圖9 2009年調查坡地易致災區。

調查範圍 2010 年包含彰化縣市、南投縣市、雲林縣市、嘉義縣市、臺南縣市、高雄縣市及屏東縣市等，進行調查及補強，為了加強防災應變之效能，增加調查地區之脆弱性因子，待 2011

年完成臺北市、新北市、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣及臺中市等區域完成後，將強化資料庫之完整性。

## 成果應用

### 全台鄉鎮市區易致災圖籍之建立

第一階段完成全台水災及坡地易致災區域之調查工作亦已完成這些縣市易致災區域圖籍之編撰（圖 10）。圖籍內容包括各調查縣市及鄉鎮之現地調查易致災分佈區位及點位，以及配合利用歷史災害記錄計算出的受災比率（災害頻度）

（游繁結，2006），以提供在颱風應變第一階段：一級開設中（颱風未登陸）的歷程時，這階段由於颱風外圍接近，已有風雨影響，部分地區有降雨集中情況，但未達降雨警戒，此時需提供一些資訊提供決策者參考使用，此時，將會利用災害比率當作初步參考資訊並配合易致災調查地區資料為此階段之參考資訊，此結果將提供未來

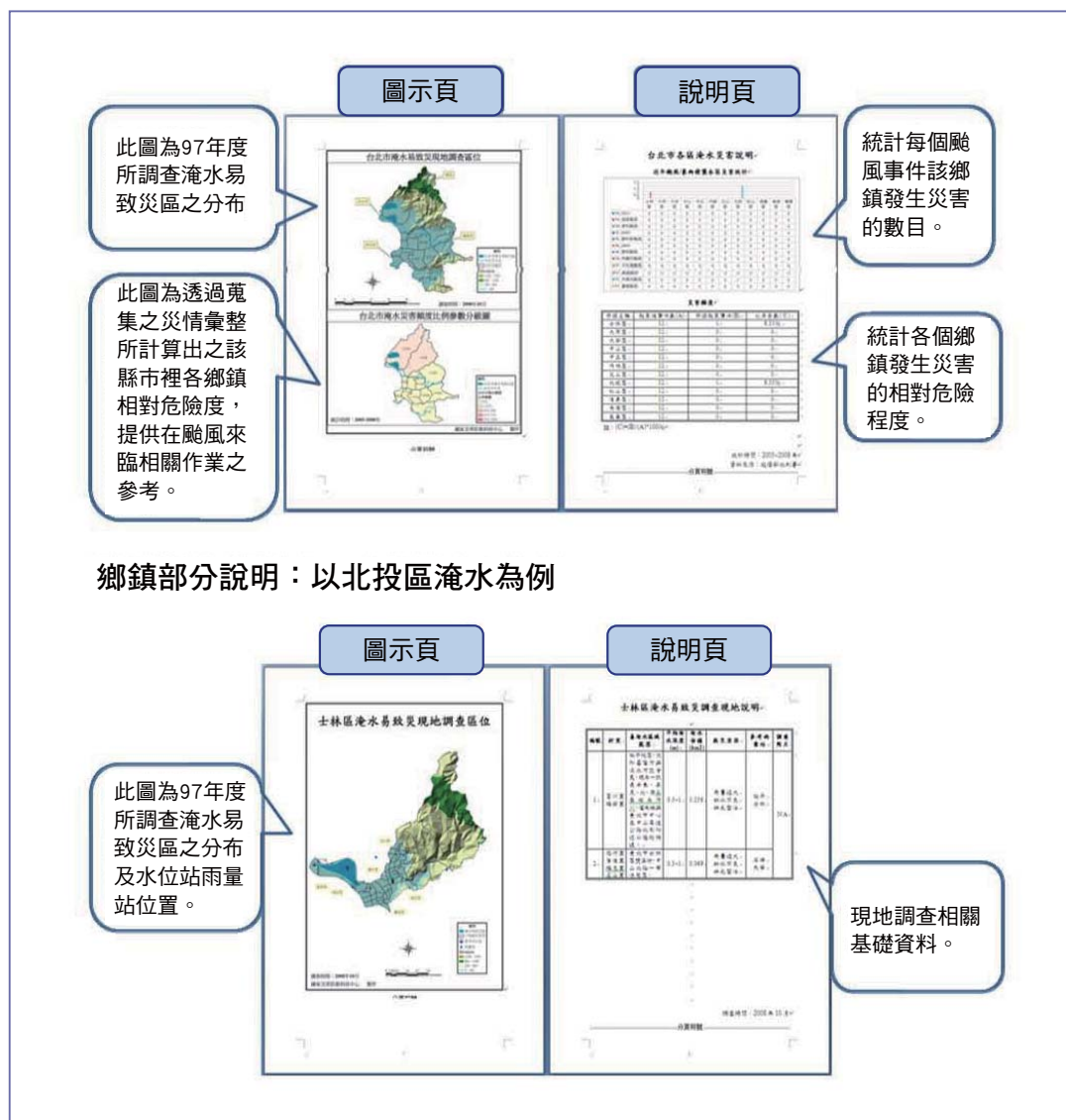


圖10 第一階段易致災調查結果圖籍。



圖11 2010年坡地易致災防災地圖。

預估降雨趨勢集中在各縣市時之參考使用。全臺易致災初步調查區域圖籍已完成，且已將圖籍文送各縣市政府參考。

### 各鄉鎮防災風險地圖建立

第二階段調查除了更新第一階段之成果外，亦新增了重要脆弱性因子之調查，易致災調查完成後繪製成鄉鎮防災地圖，其中淹水易致災地圖上包含雨量站、海堤、堤防或護岸、水門、淹水易致災調查區、破堤處，聯絡資料包含村里長聯絡電話；坡地易致災地圖包含調查易致災點位、保全住戶位置、聯外道路橋梁、避難位置、救災資源分佈，此外加入水保局調查之潛勢溪流及

其潛勢範圍，聯絡資料內含各村里長聯絡電話、各救災單位聯絡電話及避難處所地址電話聯絡人（如圖11、圖12），以供鄉鎮市公所防災應變使用。

### 資料庫系統之建立\_\_歷史颱風災害資訊系統（易致災資訊子系統）

易致災調查完成後，所有資料將建置成資料庫，透過此系統除強化國研院災防中心在颱風期間之預警資訊分析研判作業，進而將此項調查資料回饋地方政府使用於保全計畫研擬、減災規劃及應變等方面。易致災調查如圖13所示。

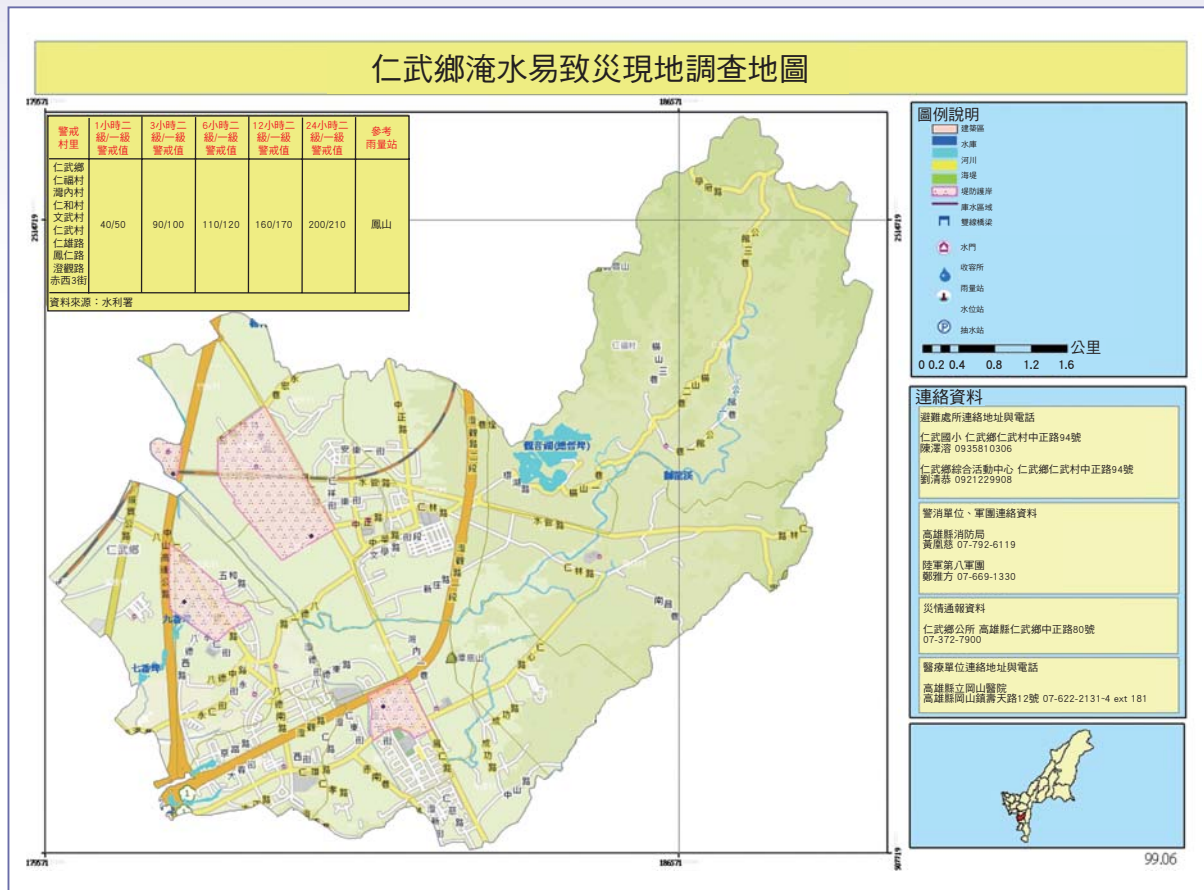


圖12 2010年淹水易致災防災地圖。

## 流域減災治理策略之研擬

易致災調查結果不僅標示出鄉鎮中易淹水地區、易致災道路及坡地易致災區，並可將調查出的致災原因配合整體流域上、中、下游進行分析，說明該鄉鎮在流域中可能發生災害的情境以提供後續整體流域脆弱性因素分析與綜合治理建議參考（圖14）。此外，利用1989年至2009年坡地災害點位選擇月平均雨量、坡度、工程地質、水系來對於各災點進行影響原因進行分類，在分類結果中高屏溪流域在工程地質、坡度、月累積雨量分佈及水系因子中，以月累積雨量因子影響最大，顯示雨量對於高屏溪流域影響較大，其他如曾文溪流域則以工程地質與月累積雨量分佈相衡，其後若再將各個災點依據其發生時累積

雨量、降雨強度分類，瞭解每個區域的降雨特性，透過易致災調查及加值可將易致災性以流域或鄉鎮等單元加以分類以利後續防災使用。

## 易致災調查於應變期間之應用

易致災調查成果能在颱風應變第一階段：一級開設中（颱風未登陸）的歷程時，由於這階段颱風外圍接近，已有風雨影響，部分地區有降雨集中情況，但未達降雨警戒，此時需提供一些資訊提供決策者參考使用，此時，可根據氣象局評估降雨趨勢所影響之區域，列出易致災之地區、危險聚落、易損壞之水利設施等，掌握災害可能發生之地區，規劃救災之源及設備。

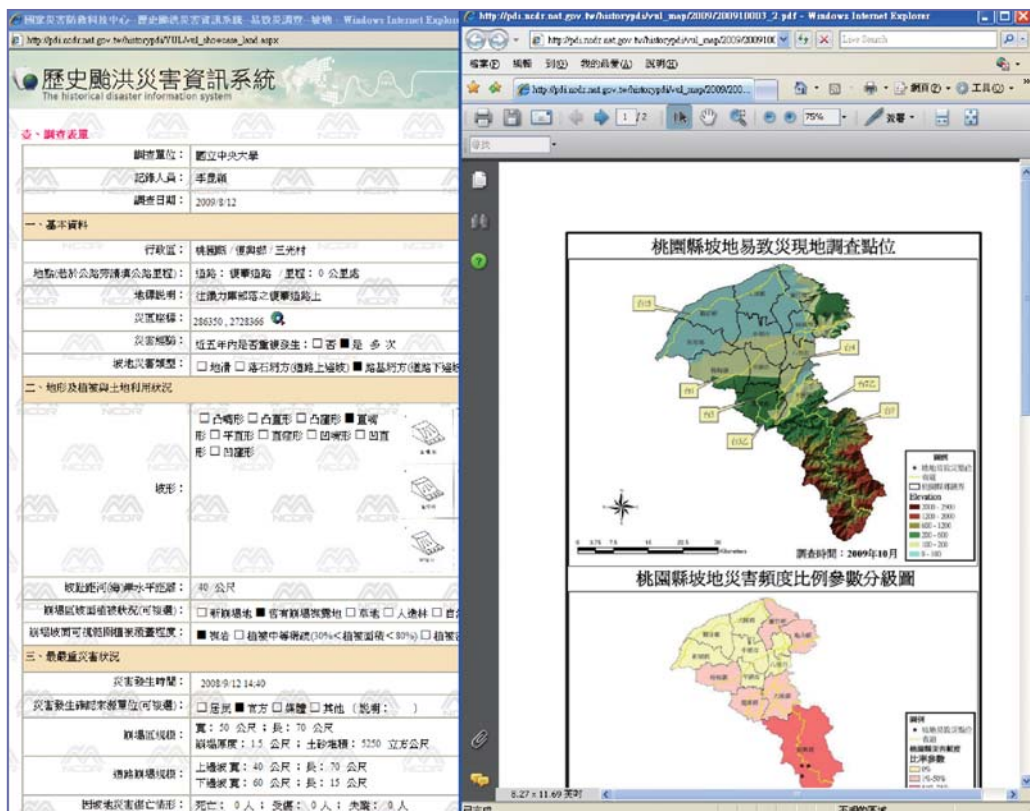


圖13 易致災資訊子系統。

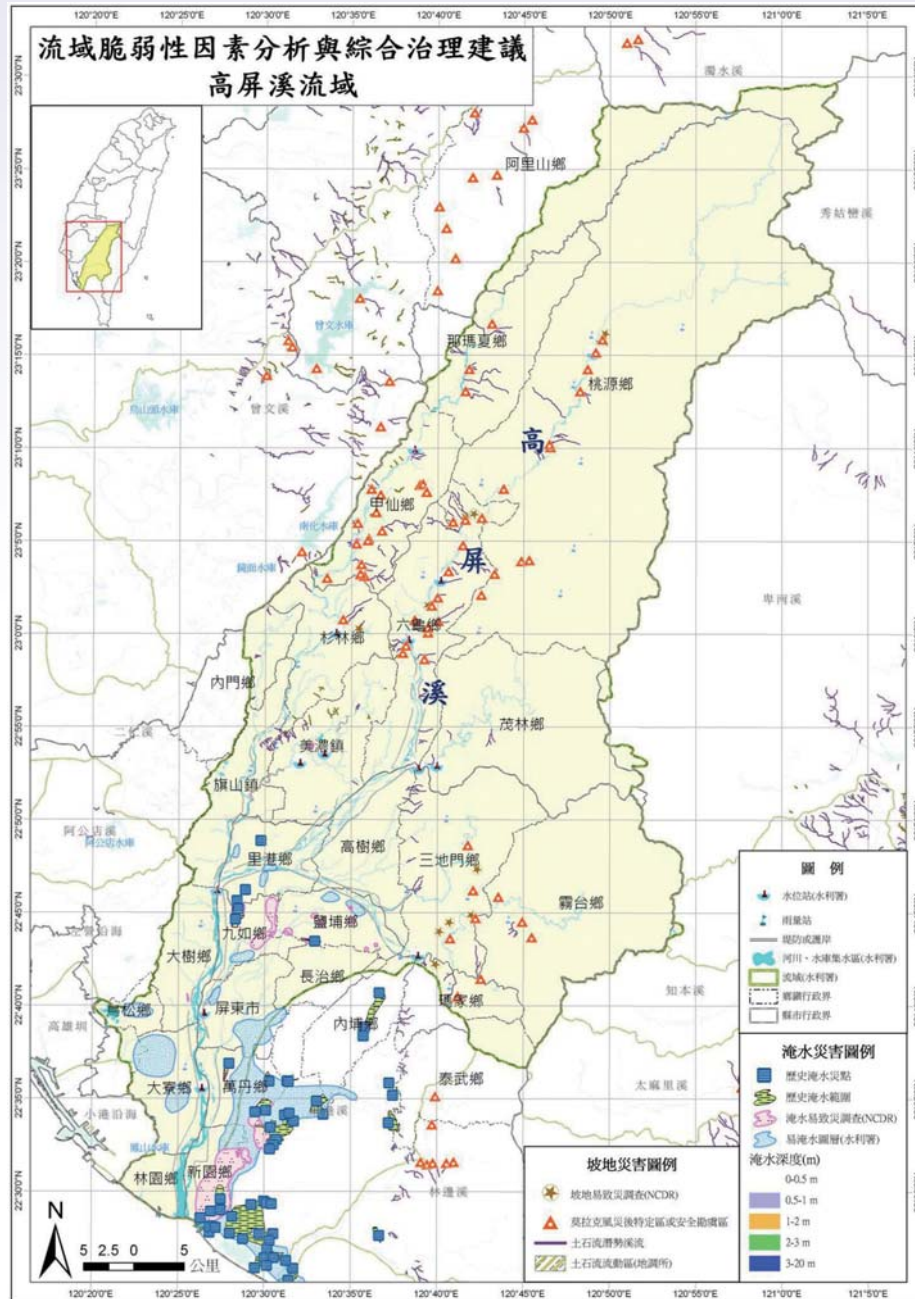


圖14 高屏溪流域脆弱性因素分析示意圖。

## 結論

建立調查資料庫，達到資料分享機制，收集需要耗費大量時間及人力，近幾年科技中心得知此種災害調查資料之重要性，因此分階段進行全台易致災調查工作並逐步擴建成近年較重大之颱風事件調查工作，此成果資料庫，未來可提供中央災害主管機關、各縣市政府及鄉鎮市使用。

## 參考資料

- [1] 游繁結、陳聯光、林聖琪、林又青、王俞婷、張志新、吳敏豪，2006，95年國家災害防救科技中心年報。
- [2] 林宣汝、黃俊宏、謝龍生、李欣輯、王俞婷、郭玫君、翁進登、陳秋雲，「歷史颱風災害資訊展示系統之展示」，2009年台灣災害管理學會。

# 人物專訪

## Feature Person



# 創新思維，在歷練中不斷超越

## 專訪國家太空中心主任 張桂祥

文 國家實驗研究院 / 圖 張桂祥 國家太空中心

2010年4月，國家實驗研究院發佈了新的人事佈局：所屬國家太空中心新主任遴選一職，由原中心副主任張桂祥博士陞任。「任重道遠、再創新局」斗大的新聞標題，傳達了各界的期許，也道出國研院將倚重的，不僅是張主任在衛星系統工程及大型計畫管理方面的專長，更重要的是他能在困局中逆轉勝的智慧。

從基層做起，20年來累積了完整的技術與行政歷練，同仁常笑稱主任是「土生土長」的「太空」人。在取得美國阿拉巴馬大學工程力學博士後，張主任即返臺投身國內太空計畫的草創工作。1992年進入國家太空中心，擔任系統工程師，歷任系統工程組組長、地面系統組組長、福衛五號計畫主持人、副主任及國研院業務推廣室主任等要職，更全程參與福衛一號、二號與三號衛星計畫的任務執行，對我國太空計畫的發展與運作，具有豐厚的實務經驗。

「回顧這段歷程才發現，一切偶然都有其必然，這一路似乎早有定數。」張主任回想。

## 偶然中的必然

過去在美國深造時，由於美國太空總署 (NASA) 的馬歇爾太空飛行中心 (Marshall Space Flight Center) 正位於阿拉巴馬州，張主任因此有更多機會參與太空研究計畫。只不過，當時所做的多半是以學術或技術研究為導向，「就像我們曾經花很多時間解一個 eigenvalues (特徵值) 的問題，但卻不知道正在解的其實就是 landing gear (起落架) 的運動。那時候，我們研究的是一個大太空梭裡的極小部分，甚至連那部分最後的用途是什麼？又會對整個太空計畫產生什麼作用，都是一知半解。」張主任說。

「整個太空計畫究竟是怎麼兜起來的？」在參與太空相關研究計畫的過程，加深了張主任對太空計畫的好奇與想像，例如，完成一枚衛星應該具備哪些技術？技術又如何整合應用在系統上？發射階段又必須做哪些準備等，這些都是學校沒教的事！於是，張主任一頭鑽進系統工程的領域中，養成了從「大系統」處著眼的管理視野，但張主任也承認這種 Topdown 的訓練是速成班的作法，不是正規班的訓練，很僥倖能存活下來，同時也為日後的發展留下伏筆。

## Lessons Learned - 學校沒教的事

「太空計畫就好比一個大型系統，需要人才、技術、資金、設備、精確的程序及指揮調度，甚至依各國發展程度的差異，還需尋求國際支援，才能順利運作。只有親自走過幾次，才能掌握箇中的『眉角』。」一路走來，儘管外界對我國太空計畫發展的歷程，有掌聲也有批評，但在「太空計畫」這門學校沒教的學科裡，張主任相信，過去 20 年來，從每一項計畫的執行過程中所得到的經驗和啟發，對台灣這位太空俱樂部的「後進」來說，無價。

第一期 15 年的太空科技發展計畫 (1991~2006 年)，正值我國航太科技初萌芽，一切從零開始，強調的是如何從其他國家學功夫。由福衛一號到福衛三號的發展過程，太空中心累積了衛星系統的設計、分析到製造、測試等作業經驗，符合「太空級」標準的衛

星整合測試廠房及衛星地面設施等硬體設備也順利運作，並肩負起福衛一、二、三號衛星的整合測試、軌道操作及衛星資料收集等工作；而福衛三號星系計畫的完成，更使臺灣獲得寶貴的微衛星設計製造及星系部署經驗，各型衛星的組裝和測試也更趨成熟。

邁入第二期太空科技發展計畫 (2004~2018 年)，任務目標轉向為落實自主太空科技的研發能力，並運用衛星技術與資料滿足民生需求。然而「自主」有其難度，美俄等國長久累積的經驗與技術，臺灣不可能一蹴可幾。因此，如何利用臺灣有限的資源，找出有利的發展條件，同時達成任務目標，遂成為太空中必解的一道考題。

## 從「大系統」處著眼的管理視野

於是，張主任開始思考從衛星計畫的執行策略上著手轉型。過去任職於國研院業務推廣室主任的歷練，讓他充分了解各個研究中心的技術能量，以及國家整體科技與產業發展的趨勢與強項。

在如何讓臺灣的太空計畫擠上國際舞台的思考下，張主任跳脫了「發展太空科技帶動國內太空科技產業發展」的單向思維，帶領團隊規劃出「利用台灣產業優勢、加值太空計畫」的新策略，結合產學研及儀科中心、晶片中心的核心技術，共同發展福衛五號衛星本體與遙測酬載之關鍵元件，待計畫成功後再回饋產業與民生，創造多方受惠的價值鏈。這項極具臺灣味的福衛五號計畫提出後，獲得了各界的支持，並在 2010 年正式啟動，對於苦思轉型的太空中心來說，無疑是一帖良方。張主任也提出「挑戰才剛開始，我們準備好了」的信心喊話，來凝聚團隊共識及向心力。

轉型的方向正確，實踐行動又快，太空中心很快在福衛五號及七號衛星星系計畫運作上展現出新格局。張主任也期勉自己和同仁，持續投入熱情，傳承 20 年來累積的實作經驗，精進技術，同時培養國內做大型計畫系統工程的人才，讓有熱忱的後進，能在此修習「太空計畫」這門學校沒教的課，為臺灣澆灌更多太空科技的種苗。

# 科技小百科

Mini-Encyclopedia of NARL

## 試驗流域

文/圖 王豪偉 颱風洪水研究中心籌備處

### 何謂試驗流域？

試驗流域顧名思義為在特定流域中進行現地實驗，內容包羅萬象，包含儀器量測、數據分析、先進實驗設計、乃至於數值模擬校正等等。其主要目的為瞭解當地先天地質條件及人類活動對該區域的影響，因此河道變遷、水質、生態改變、甚至氣候變遷的影響都是科學家們所關心的議題，所收集之實驗資料對於水利科學研究、流域管理及水利政策研擬都極具價值。

### 國際上之試驗流域

各試驗流域的建置均有其背景和目的，而量測項目、研究重點則大相逕庭。如位於美國北密西西比的 Goodwin Creek 試驗流域面臨沖刷問題，故美國國家沖刷實驗室（National Sedimentation Laboratory）於該流域建置儀器、定期航拍及截取衛星資料以瞭解土地利

用及地表狀況，提供建立流域地表逕流、河道洪流及輸砂過程的物理觀念及數學模式所需資料。另外，以環繞於南亞歷桑納古城 Tombstone 的 Walnut Gulch 試驗流域為例，為瞭解洪水及水土保持計畫對逕流的衝擊，西南流域研究中心（Southwest Watershed Research Center）以高密度測站監測半乾旱的牧草地，改善科學上的瞭解及半乾旱生態系統，至今已收集了超過 50 年的資料，近年更以遙測方式研究水及能量的收支。另有位於美國中西部 Iowa-Cedar 試驗流域，近十年來，密西西比上游流域製造的氮及磷在墨西哥灣導致優養化，愛荷華大學水利研究中心（IOWA-IIHR）在此流域建

立了生態-環境觀測網，從小尺度至大尺度的自動即時監測。

為促進世界各國在此經驗上的交流，讓科學家們、相關決策者及立法者更可互相瞭解，並幫助「水」的相關議題得以順利推動，聯合國教科文組織自西元 1999 年起推動 HELP（Hydrology for the Environment, Life and Policy）計畫，強化區域性的流域水文實驗，進行物理（水文、氣象及生態）及非物理（技術、社會、經濟、決策及法律）觀測，考慮永續性的發展及確保科學結果對社會需求有助益。目前世界各國加入 HELP 計畫的試驗流域超過八十個。

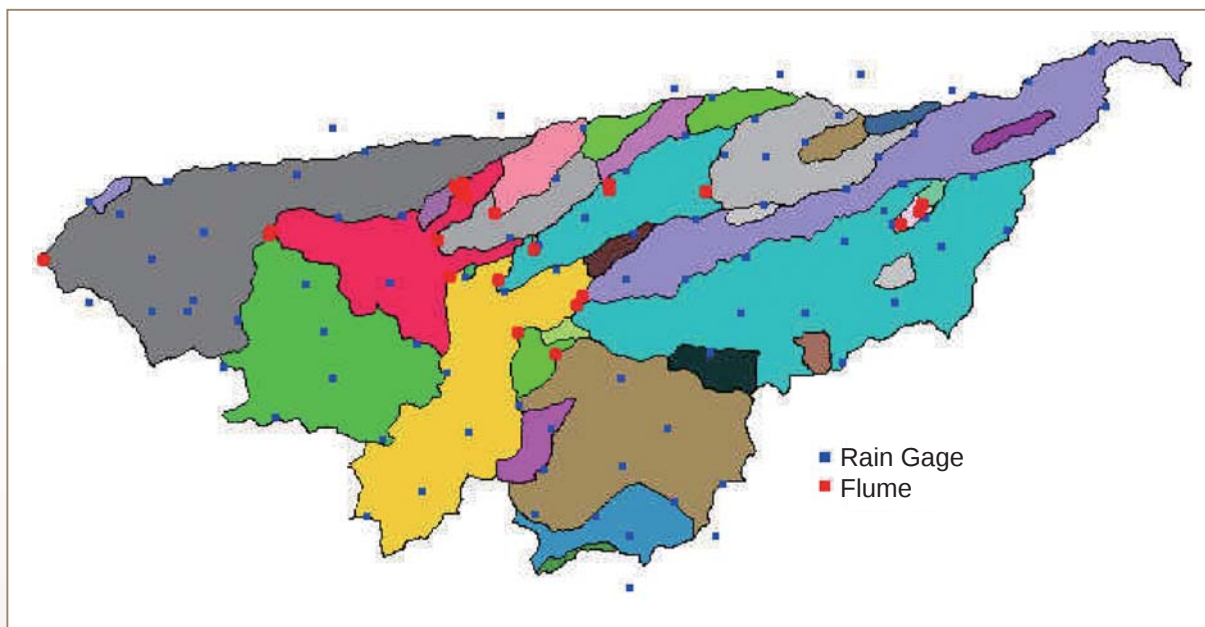


圖1 Walnut Gulch試驗流域雨量站及流量站網（資料來源：SWRC）。

## 國內試驗流域的經驗（以蓮華池為例）

國內試驗流域的建置經驗不多，較為著名且歷史悠久為蓮華池試驗流域。蓮華池研究中心成立於1918年4月23日，位於國內南投縣魚池鄉，目前由林業試驗所設置，為中部中低海拔地區僅存最完整之天然闊葉樹林，藉由永久樣區內之木本植物普查工作，分析並瞭解蓮華池地區中低海拔天然闊葉林之植物社會組成與特性及其在於全球生態系中之地位，提供作為發展森林生態系永續經營模式之最佳資料庫與理論根據。

## 臺灣水利面臨問題（現況）及試驗流域規劃方向

臺灣地質環境複雜、河川長度甚短、坡陡流急、豐枯流量差異明顯及中下游高度都市化等特

殊條件，近年更因為氣候異常之極端降雨引發多起大規模之複合式災害。為達到淹水預警效果，發展本土化之水文模式是有必要的，但必需有足夠且完整的量測資料供研究人員使用。

以國外較具規模之試驗流域建置經驗為例，跨單位的合作很重要，如 Goodwin Creek 由美國兵工團（U.S. Army Corps of Engineers）、國家水及氣候中心（National Water and Climate Center）、美國農業部（United States Department of Agriculture）及美國地質調查所（U.S. Geological Survey）等共同計畫、設計及監測。國內許多政府單位早已因應個別業務需求而建置相關設備儀器進行量測及調查，但散佈於各單位，研究人員欲做相關之研究，則必需大費周章的蒐集資訊。如何將資料整

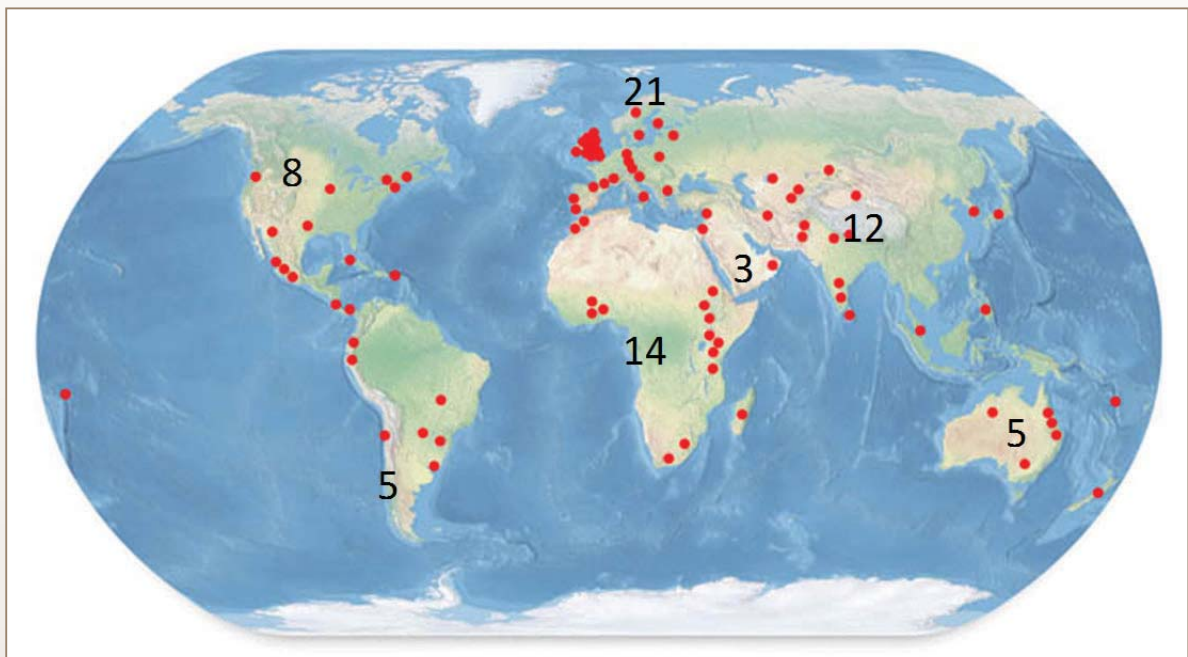


圖2 參與聯合國教科文 HELP 計畫之試驗流域分佈圖（資料來源：International Hydrological Programme）。

合、提供完整的相關背景資料，供從事研究人員使用，發揮其應有之功效為一大重點，但依目前基礎設施建置情形，與國際級之試驗流域觀測網密度，實有極大之差距，故需陸續補充建置以補不足。

先進觀測技術的研發亦為試驗流域中的發展重點，如流量觀測及泥砂觀測等，過去均採人工採樣方式，然颱風期間因氣候、交通、觀測技術及安全等因素，時間與空間解析度差，且時間與人力成本高，積極推動自動化、非接觸式的觀測技術有其必要性。

### 臺灣對於建置試驗流域的展望與期許

臺灣地理、地形及地質環境特殊，過去常使用

國外研發之模式進行淹水模擬及評估防洪設計，則結果未必適用於臺灣，開發本土水文模式為必然趨勢，但常缺乏本土高精度、高密集度之資料作為校驗之用。試驗流域的主要工作在於觀測儀器的建置，將相關資料建立於資料庫中，以提供學、研界開發本土水文模式使用，長期之環境監測資料亦可用於氣候變遷之相關研究。無論是觀測資料、未來研發及校驗完成之模式，均可提供決策者足夠資訊進行流域規劃，並將經驗擴展至全國之水利政策。同時，藉由試驗流域的建置，推動國內前瞻水文觀測科技的研發，形成新興產業，並與國外已發展之試驗流域單位合作、參與聯合國教科文 HELP 計畫，增進國際合作交流，提高臺灣水利防洪在世界舞台的能見度。



圖3 中港溪永興橋水位測站。

# 活動報導

## Activities



# 國網中心Crawlzilla榮獲 2010開放原始碼創新應 用開發大賽職業組冠軍

文/圖 魏孟秋 國家高速網路與計算中心

為加強國內對自由軟體的認識與使用風氣，並且推動投入自由軟體相關應用的開發，經濟部工業局與資策會舉辦「2010 開放原始碼創新應用開發大賽」，以電子書應用、雲端運算應用及省電節能等應用為競賽主軸，廣邀各界報名參與，其中國研院國網中心自由軟體實驗室以「Crawlzilla 專案」榮獲自由軟體創新應用開發大賽職業組冠軍！

Crawlzilla 是一個具雲端概念之自由軟體專案，主要協助使用者透過簡易安裝及操作的方式建立自己專屬的搜尋引擎。因為現有的搜尋網站（如：Google，Yahoo…等）僅能搜尋防火牆外所有公開網站的資訊，在防火牆內的網路（如：企業內部資訊網站）也需要自己的搜尋引擎，但商用軟體的建置成本較高，利用自由軟體又有其技術門檻，所以開發一簡易安裝的企業搜尋引擎-Crawlzilla 便應運而生。

Crawlzilla 它支援了多種檔案格式（html、pdf、word…）的搜尋，並提供搜尋引擎的管理（爬取設定管理、叢集節點管理、索引庫管理）等功能，讓使用者能輕鬆地建與管理搜尋引擎。

在企業內部 e 化程度高的今日，Crawlzilla 提供了一個好的解決方案，不僅可省下使用商用軟體的鉅額成本，也大幅降低資訊人員建置與管理的技術門檻。而 Crawlzilla 的叢集式平行多工、web 操控以及可動態調整叢集主機量的特性，也極具雲端運算的擴展性。

因應雲端運算發展之潮流，國研院國網中心自去年起將雲端運算列為重點發展主軸，不僅將高速計算服務著眼於雲端服務，也積極開發雲端相關技術與應用，此次自由軟體專案 Crawlzilla 獲獎，不僅是國研院國網中心自由軟體實驗室的榮耀，也是對該中心投入下一代科技-雲端運算研究與發展創新工作的肯定。



圖1 經濟部工業局科長謝戎峰頒獎盃予專案成員陳威宇、楊順發、郭文傑（由左至右）。



## 國網中心榮獲 2010年優質無障礙網站首 獎及公益網站評選鼓勵獎

文/圖 陳淑妙 國家高速網路與計算中心

由行政院研考會主辦 2010 網際營活獎，以「營」造公益、「活」出價值，象徵著螢火蟲發光發熱的網際營活獎，今年是第4年舉辦，該獎項被視為非營利組織與民間企業網站努力追求的精神標竿，今年亦不例外，共計吸引 347 個非營利組織單位參加甄選，經過激烈的競逐後，最後獲獎名單揭曉，

國研院國網中心一舉囊括「優質無障礙網站首獎」以及「公益網站評選鼓勵獎」二項大獎。

2010 年網際營活獎以「公益無限、愛心永續」為主題，希望藉由網際網路的翅膀躍動公益的心，並透過網際網路強化及延續推動公益的

力量，讓愛心傳播至各角落。行政院吳敦義院長蒞臨頒獎典禮於致詞時指出，透過網際網路的功能，能夠有效連結政府的服務與民間的活力，並且肯定所有非營利組織長期致力於社會公益，努力付出的貢獻與愛心。

隨著網際網路快速發展與普及化，網路上的資訊包羅萬象，對人類的生活與學習亦產生莫大的影響，在科技不斷演進的同時，國研院國網中心自2008年意識到「無障礙網路空間」的重要性，著手積極改進無障礙網頁設計，希望讓一般人或身心障礙者，都能夠輕鬆悠遊網站資訊的各項服務。特別值得一提的是，在打造無障礙的網

站過程中，國研院國網中心邀請現職因眼疾致盲的王建立博士擔任召集人，透過王博士以親身的經驗，提供設計團隊寶貴的精闢見解，使得網站能以身心障礙人士便捷無礙的角度思考並全面修改。

此次，國研院國網中心的網站以發揮關懷特質、引領前瞻技術、著重研究成果、資源匯集分享、及知識擷取平臺五大特色，並以身心障礙者能順利取得各項網路資源及服務為頁面設計前提，獲得評審一致青睞，頒發二項大獎之肯定，未來國研院國網中心將持續為創造優質網路社會及縮短數位落差的無障礙網路空間而努力。



圖1 經建會黃萬翔副主委（左二）頒發優質無障礙網站首獎予國網中心受獎代表卓繼寬同仁（右二）。



圖2 考選部林裕權先生（左四）頒發優質公益網站評選鼓勵獎予國研院國網中心受獎代表翁國鼎同仁（左五）。



圖3 國研院國網中心無障礙網路空間網頁設計團隊代表合影，左起翁國鼎同仁、王建立博士、卓繼寬同仁。



# 雲端虛擬化技術

## Linux技能競賽活動報導

文/圖 魏孟秋 國家高速網路與計算中心

由紅帽學院及雲端運算技術與應用聯盟（ACCTA）主辦，Redhat Inc.、國研院國網中心、晨宇資訊股份有限公司及中華兩岸教育文創發展協會共同協辦的「雲端虛擬化技術 - Linux 技能競賽」，歷經一個多月的激烈賽事，2010 年 12 月 11 日得獎隊伍終於出爐。在眾多傑出的隊伍中，由華夏技術學院的謝宜城同學勇得冠軍。此競賽共選出冠、亞、季軍與紅帽學院特別獎五組隊伍，分別可獲得五萬、三萬、一萬、二萬元獎金與獎盃。

首次在臺灣舉辦的 Linux 技能競賽，共計有來自全臺各大專院校的 102 個隊伍報名同場競技，戰況相當激烈。本次競賽主要以結合雲端應用為題，測試參賽隊伍 Linux 系統管理，以及解決 Linux 系統常見問題的能力。競賽於 2010 年 10 月 1 日開始啟動，分為初賽、複賽和決賽三階段，初賽和複賽為透過線上答題和線訊方式在參賽者所在地進行，通過層層選拔的 10 個菁英隊伍，最後再於國研院國網中心新竹本部，以現場實戰機排錯的方式選出最後優勝者。



圖1 全體參賽隊伍、主協辦單位代表、評審與工作人員們合影。

雲端運算技術與應用聯盟秘書長張西亞博士表示，「著眼於雲端科技的發展，國網中心成立雲端運算技術與應用聯盟，希望透過聯盟的研討會、教育訓練與各項活動促成雲端科技的長足進步。雲端運算可說是下一代科技的潮流，無論是設備與應用都需要軟體，所以未來科技的決勝點是在軟體。聯盟和國網中心都很樂意透過一年一年的推廣，將此競賽變成亞太區具影響性及指標性的競賽，希望透過比賽促成年輕人在軟體的熱忱與關心，並在未來取得先機。」

Redhat 培訓高級經理黃建耀表示，「今天是Linux 技能競賽首次在臺灣舉辦，希望未來可以結合其他亞太國家共同舉辦，將之拓展成國際

型的比賽。雲端可說是這一兩年的熱門話題，opensource 自由軟體的應用也正在迅速普及，所以同學們必須先早一步做好準備，以迎接未來的趨勢與提升職場競爭力，希望同學能更精進技術，以在國內科技與產業發展上做出貢獻。」

決賽於當日下午圓滿結束，獲獎同學們於上臺致詞時，紛紛感謝主辦單位、國網中心與晨宇資訊有限公司對比賽的用心與付出，以及對科技人才培育的投入。此比賽不僅提供了一個增加實踐經驗、提升就業競爭力的機會，同時也為廣大學子們提供一個展現自我、提升價值的舞臺。頒獎典禮在一片歡笑與溫馨的致詞中進行，為競賽畫下一個完滿的句點。



## 與大師對話

# 儀科中心電漿子 超穎材料研討會

文/圖 李淑雯 儀器科技研究中心

近年來興起的超穎材料（Metamaterials），因材料特性取決於組成的結構而非成分，藉由打造不同的人工結構，可以發揮傳統材料無法達成的效果，於科學研究之應用相當廣泛，成為非常熱門的研究主題。國研院儀科中心特別邀請國內外四位重量級學者，包含美國萊斯大學 Naomi Halas 教授、Peter Nordlander 教授、美國加州大學柏克萊分校張翔教授及清華大學研發長果尚志教授，於2月21日齊聚一堂，舉行「Plasmonic

Metamaterials 電漿子超穎材料研討會」，吸引全場爆滿近兩百位專家學者與會，一睹大師風采！

研討會由美國萊斯大學 Naomi Halas 教授揭開序幕。Halas 教授現任美國光學學會（OSA）董事、SCI 期刊 Nano Letters 副主編，為美國物理學會（APS）、美國光學學會（OSA）、國際光電工程學會（SPIE）及國際電機電子工程師學會（IEEE）會士，並於 2009 年獲選美

國歷史最悠久之學院—人文與科學院（AAAS）院士。Halas 教授為奈米光學領域之國際權威學者，以「電漿子光學：光的奈米操控」（Plasmonics: Nanoscale Manipulation of Light）為題，首先闡述奈米金屬球殼顆粒應用於基礎光學研究、表面電漿增效、光學捕獲增加、生醫光學應用與積體光學元件等方向，藉由改變金屬奈米球殼與其球核半徑幾何尺寸比例，能製作在可見光到紅外光範圍內調制其誘發表面電漿震盪之奈米電漿光子元件。由於金屬奈米球殼是一種球對稱結構，因此在電漿子光學之基礎理論上，可以由馬克斯威爾方程式出發直接推導出其電場分布之解析解。由此，可以進一步利用其可計算性與可操控性，推演出各種應用所需之元件，如以奈米金屬球殼顆粒進行螢光與 DNA 抓取、釋放及癌症治療等研究。



圖1 美國萊斯大學Naomi Halas教授。

接著由美國加州大學柏克萊分校張翔教授主講「前瞻性的科學與技術：超穎物質材料」（Metamaterials: A New Frontier of Science and Technology）。張教授於2010年獲選美國科學界最高殊榮—國家工

程院院士，亦為美國科學促進學會（AAAS）院士、美國物理學會（APS）、美國光學學會（OSA）及國際光電工程學會（SPIE）會士，於2008年發表光的負折射研究掀起超穎材料研究熱潮，獲美國時代雜誌選為年度十大科學發現之一，研究成果享譽盛名，多次發表於Nature及Science等國際知名期刊。演講由超穎材料的基本概念及起源談起，超穎材料的實現與驗證最早在微波波段的操作，實現人造磁性材料與具負折射率特性的超級透鏡，在過去幾年內，超穎物質材料的操作條件迅速擴展到光波波段。張教授也特別提出超穎材料的能階概念，早期的超穎材料研究多注重於有效光學特性的研究，個別元素間的耦合效應常被忽略，由於這方面的研究可以提供超穎材料研究相當重要的資訊，近年來各微小元素間交互作用的研究已成為超穎材料領域的重點分支。



圖2 美國加州大學柏克萊分校張翔教授。

第三場演講由美國萊斯大學Peter Nordlander教授主講。Nordlander教授於2008年獲選為美國科學促進學會（AAAS）院士，亦為美國物理學會（APS）及國際光電工程學會（SPIE）會士。Nordlander教授

為電漿子學及奈米光學領域國際知名學者，發表 200 篇以上論文，獲引用次數超過 7500 次。他首先探討人造電漿子奈米結構（Plasmonic Nanostructures: Artificial Molecules），利用結構設計與金屬奈米粒子的幾何形狀對於表面電漿子共振之密切關係，加上其研究團隊所提出之「Plasmon Hybridization」模型，複雜金屬奈米結構的表面電漿子可表示為電漿子與其基本部分的線性組合，與分子軌道理論中的原子軌道雜化概念相似，可用來解釋任意幾何形狀之奈米結構的電漿共振反應，此理論可廣泛應用於奈米光學的研究、物理相關學科、工程及生物醫學等技術領域。舉例來說，若將此模型應用於多層同心的核殼型結構奈米粒子，藉由調控外殼的厚度，可以預測表面電漿共振的頻率，並由此共振頻率推演奈米結構的光學特性。此模型的提出對於奈米光學的理论與數值研究可說是一大福音，更可進一步供學者做為設計新穎電漿奈米結構的利基點。



圖3 美國萊斯大學 Peter Nordlander 教授。

最後一場演講由清華大學研發長果尚志教授壓軸，以「由下而上組裝表面電漿超穎材

料」（Bottom-up Assembled Plasmonic Metamaterials）之個人新近理論與技術發展作專題演講。果教授主要研究領域為三族氮化物半導體（III-Nitrides）及電漿子奈米材料之特性等先進研究領域，研究成果豐碩，多次獲頒國科會傑出研究獎，為國內奈米科學領域代表學者。演講首先提到利用任意排列組裝奈米金顆粒製作出奈米級表面電漿天線，並展示兩顆三角面多邊形奈米金顆粒在不同間距時其暗場影像與散射光譜之表現，結果顯示，不同顆粒數奈米串其散射光波峰會隨著顆粒數之增加而改變，亦即可藉由改變奈米天線之奈米金顆粒數，達到調控奈米天線共振波長之目的。



圖4 清華大學研發長果尚志教授。

四位大師演講場場精采，由化學、物理、光電等不同的角度深入剖析電漿子超穎材料的起源與理論，再延伸至實驗驗證，並分別串連至生醫、化學、國防各項實務應用，使與會者一窺電漿子超穎材料的全貌，也促進國內光電領域先進同好與國際大師進一步交流，精采的研討會在熱烈的問答討論中劃下完美的句點。



# 建構智慧型地震減災生活空間

## 現地型強震即時警報系統之開發及 應用記者會會後報導

文/圖 國家地震工程研究中心

臺灣位處環太平洋地震帶，自1736年起統計，平均15~20年發生一次劇災型地震，所引發之經濟損失與社會衝擊甚至危及國家安全。但是，地震目前尚無法如颱風般可以有效的預測，因此如何在地震的威脅下，建立一個安全的生活空間，是我國必須面對的重要課題。研發強震即時警報的概念早在40年前即由美國及日本學者提出，近年來日本更投入大量資源及人力發展相關技術，並加以大力推廣應用。國家實驗研究院自2008年起，整合所屬國家災害防救科技中

心、國家地震工程研究中心及國家高速網路與計算中心，與中央氣象局共同合作研發「強震即時警報系統」。國研院國震中心致力於「現地型強震警報系統」的研發，成功的結合自動化減災控制，建構國內第一個智慧型地震減災系統。此整合系統已在振動臺上驗證其可行性。有鑑於此，2011年2月22日本院陳文華院長、國震中心張國鎮主任、許健智副主任、本院災防中心陳亮全主任、國震中心林沛暘研究員等一同於國家實驗研究院召開記者會，共同分享這項研發成果。



圖1 「現地型強震警報系統」應用範圍。



圖2 記者會一隅，前排左起為陳明智主任、張國鎮主任、陳文華院長。



圖3 現地型強震即時警報主機。

地震波可以分為傳遞速度較快但破壞力較弱的 P 波以及傳遞速度較慢但破壞力較強的 S 波。因此雖然地震無法有效預測，但是藉由地震波傳遞的特性，可偵測先抵達的 P 波，預測接踵而來的 S 波之震度，提早發佈警報來降低地震災害。此即為「強震即時警報」的基本概念。強震即時警報在架構上可以分為區域型與現地型兩種。「區域型強震即時警報」是透過固定佈設的測站，進行區域性的強震預警，較適合遠離震央區域的使用；而「現地型強震即時警報」則是運用現地架設之強震儀直接進行預警，在近震央區域可有較快速的預警。

該「智慧型地震減災系統」可於 P 波到達後 3 秒內提出預警，並於強震 S 波來臨前數秒至十餘秒（視震央到現地間之距離、和場址特性而定），針對重要設備（如電梯、管線、電源、瓦斯等）與逃生動線，即時啟動必要的防範措施，以有效減低地震所造成之危害。該系統除地表震度的預警外，也能針對客戶需求，對結構物各樓層進行快速反應評估，即時提供相關震度資訊。國研院國震中心目前已與臺北市芳和國中、宜蘭

縣宜蘭國小、嘉義縣中正大學及中興保全公司合作，建立應用示範站，進行長期現地測試，未來亦將積極推廣至其他相關單位，期能儘速落實此項技術，為全民建構一個安全的智慧型地震減災生活空間。



圖4 現地型強震即時警報與自動化減災控制系統振動台測試照片。

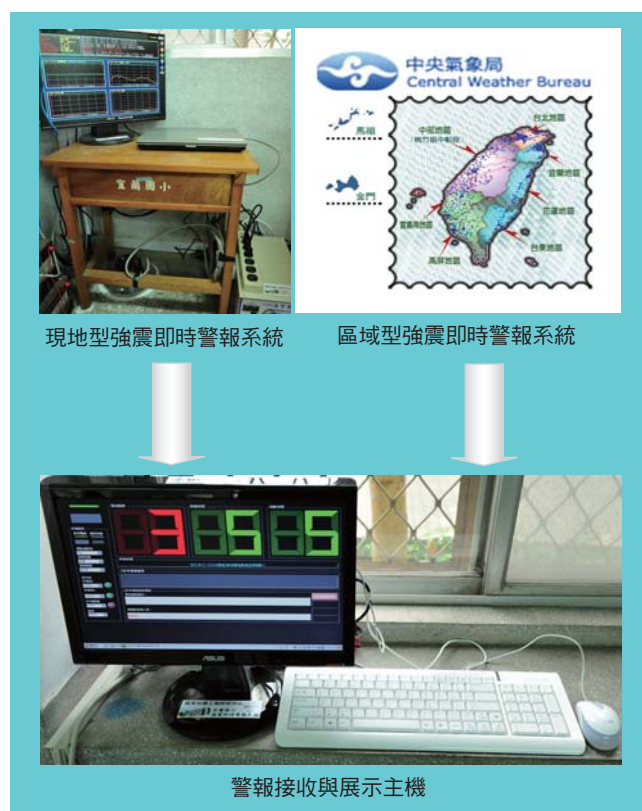
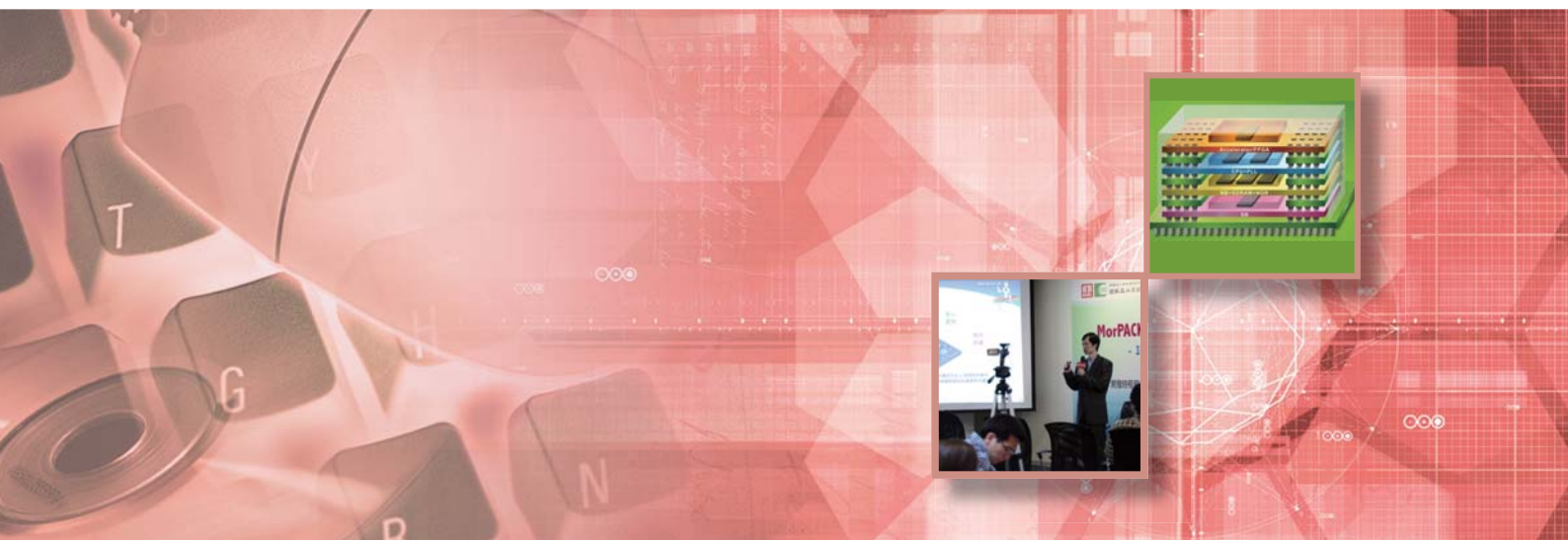


圖5 宜蘭國小強震即時警報系統規劃。



# MorPACK 智慧電子系統 研發平臺

## IC 產業的得力推手記者會會後報導

文/圖 國家晶片系統設計中心

為因應全球人口高齡化及少子化的趨勢及地球暖化等效應，同時配合政府政策發展醫療電子（M）、綠能電子（G）、車用電子（C）、通訊/電腦/消費電子（3C）（以上統稱 MG+4C）產業，國研院晶片中心運用共用與重覆使用的概念，並掌握晶粒級模組化、三維模組堆疊等關鍵專利技術，自行開發完成「智慧電子系統研發平臺－MorPACK」，2011年3月29日由本院陳文華院長、王永和副院長與晶片中心闕志達主任、王建鎮副主任、設計服

務組黃俊銘組長、吳建明副組長、陳麒旭副組長、林慧敏工程師、技術推廣組蔡維昌組長等一同於國家實驗研究院會議室召開記者會，共同分享這難得的研發成果。

被視為提升臺灣 IC 產業新動能的 MG+4C 應用蘊含無限商機，由於國內學術界目前仍多聚焦於特殊應用矽智財之研究，不似歐美等科技先進國家積極發展系統，使得國內 IC 業者只能被動去跟隨國外系統業者的規格，亦無通用之市售平



圖1 MorPACK平台的展示載板、基板。

臺可以協助實現 MG+4C 相關設計，因此少有獨特創新的新興領導性產品產出。國研院晶片中心為協助學術界發展相關技術，運用模組化及三維（3D）堆疊的技術，研發 MorPACK 平臺以提供各式智慧電子系統所需的核芯晶片與核芯電路板，可滿足使用者多樣化之需求。

MorPACK 平臺取名為 Morphing 變形 +Package 封裝之意，設計概念採用變形金剛類似積木堆疊的方法，先將晶片切割成代表不同應用需求晶粒，再將這些晶粒按照終端需求 3D 堆疊成一個模組，強調平臺的共用性及重複使用性，不必重新設計和製造晶片，只需要新增或減少模組即可重複使用，以達到客製化、環保效果，亦兼具開發時程快與成本低的優勢；而 3D 模組堆疊技術使得訊號傳遞距離縮短，效能將較原本一般晶片來得高。相較於既有研發平

臺，平均每案可以縮短約 3-6 個月的開發時程，節省約 150 萬元的開發成本。MorPACK 平臺推出後，目前已有臺灣大學、成功大學、中興大學、交通大學、中正大學以及雲林科技大學六所大學、七個研發團隊使用，並且開發出多項成果，應用範圍涵蓋生醫、4C 應用、安全及娛樂等；目前 MorPACK 平臺也已申請專利，於美國核准專利件數達 2 件，臺灣亦有 1 件通過核准。

記者會中，黃俊銘組長表示，由於 MorPACK 平臺具備研發變化多與效能高的系統整合特性，彈性很大，可適應各式各樣不同組合之應用，對於國內目前發展智慧型電子應用是一大助力。闕志達主任更直接點出，蘋果電腦股價不斷飆升，就是因為擁有品牌，且不斷推出智慧型產品，而 MorPACK 研發平臺可以建構產業優勢平臺，創

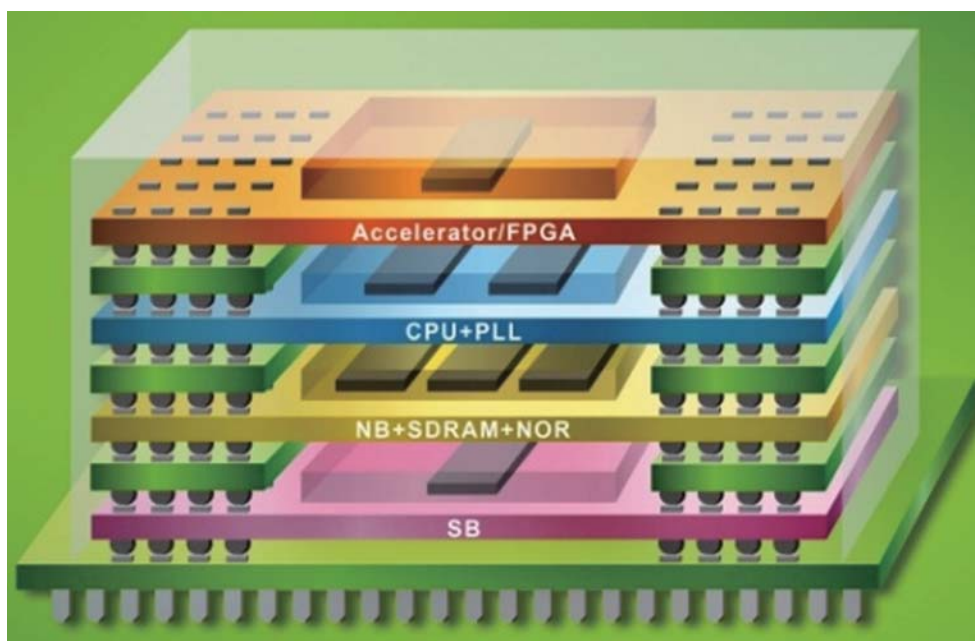


圖2 MorPACK整合系統模組示意圖。



圖3 黃俊銘組長向媒體介紹 MorPACK 平臺。

造臺灣智慧電子新商機，對於國內中小企業廠商助益很大，也可補足未來 5 至 10 年臺灣廠商開發技術缺口，並期望未來可與國內 IC 設計大廠

共同開發研究功能性更強的連結平臺，協助國內 IC 產業升級，才有機會重塑系統開發建置的主導地位。



# 第五屆福衛三號星系資料使用者研討會暨2011年國際GPS掩星觀測研討會

文/圖 國家太空中心

國研院太空中心主辦之第五屆福衛三號星系資料使用者研討會暨2011年國際GPS掩星觀測研討會（Fifth FORMOSAT-3 /COSMIC Data Users Workshop and International Conference on GPS Radio Occultation 2011），已於2011年4月13~15日於臺北市福華文教會館舉行並圓滿落幕。為期3天的研討會中，計有來自全球20國專家，發表160餘篇專業論文，與會人數達兩百餘人。其中除有多位相關領域的世界重量級學者專家來臺發表重要演講外，並搭配臺美資優研究生活動、論文海報競

賽、廠商展示等活動，盛況空前。

福衛三號衛星係在國研院太空中心完成組裝測試後，於2006年4月15日從美國加州范登堡發射場以一箭六星方式成功發射，並部署於地球表面700-800公里高之不同軌道中，組成涵蓋全球的低軌道微衛星星系來接收美國32顆全球定位衛星（GPS）所發出的訊號，觀測範圍涵蓋全球大氣層及電離層。於任務期間，提供每天平均2000筆，最高2500點均勻分佈於全球上空的觀測資料值。福衛三號的掩星資料不僅可提供氣



圖1 福衛三號2011年國際科學研討會與會者報到。



圖2 福衛三號2011年國際科學研討會國科會李主委羅權致詞。

象預報運用外，亦可應用於氣候變遷、太空天氣預報、和地球重力等相關科學研究。福衛三號星系自在太空軌道上運轉5年來，迄今共計接收到大氣資料256萬筆，電離層264萬筆，目前全球總共有55個國家，1508個註冊使用者從事相關氣象預報及學術研究，成績斐然，被國際間譽為「最精準的太空溫度計」，也被評為對未來氣象測候最具影響力的系統之一。

由於福衛三號衛星星系對國際氣象觀測具有重大貢獻，因此每年舉辦的資料使用者研討會皆吸

引許多世界重量級專家學者與會，本次會議則有包括歐洲中尺度天氣預報中心（ECMWF）主任 Dominique Marbouty 博士、奧地利威根那氣候與全球變遷中心（WCCG）主任Gottfried Kirchengast 博士、美國大學大氣聯盟（UCAR）總裁 Richard Anthes 博士、美國國家科學基金會（NSF）Jay Fein 博士、日本京都大學（RISH）中心 Toshitaka Tsuda 博士、德國波斯坦研究中心（GFZ）Jens Wickert 博士、俄國家科學院院士（RAS）Alexander Pavelyev 博士、澳洲太空總署RMIT 大學



圖3 福衛三號 2011 年國際科學研討會貴賓合影。



圖4 福衛三號 2011 年國際科學研討會團體照。

Kefei Zhang 教授、美國噴進實驗室（JPL）Anthony Mannucci 博士、美國亞利桑那大學 Robert Kursinski 教授、奧地利 GRAZ 大學 Ulrich Foelsche 教授、阿根廷 de Buenos Aires 大學 Pedro Alexander 教授、義大利太空研究中心（ASL）Francesco Vespe 博士等，皆來臺發表專題演講。

本次會議主要目的在於提供全球衛星資料使用者間之意見、心得、研究成果交流平臺，以及與福衛三號星系以外的類似衛星系統（如 CHAMP，SAC-C，GRACE 等）相互交流與

驗證機會，同時對於資料之擷取、反演、推算、驗證等理論基礎及實務應用，及未來任務發展及展望等，皆有深入討論。本研討會計有來自全球，包括阿根廷、澳大利亞、奧地利、巴西、大陸、法國、德國、印度、印尼、義大利、日本、韓國、波多黎哥、英國、美國、西班牙、蘇俄及我國等國參與，總計有 160 餘篇論文宣讀，共分為掩星科學應用與驗證、電離層研究、大氣應用、太空氣候、預報與資料同化、衛星太空系統、衛星接收系統、衛星資料處理系統、科學成果回顧等 20 餘場次進行，同時舉行全球學者專家圓桌會議，共商現況精進及策進未來之道。



# 三維神經影像資料庫 成果重大突破

## 獲選為刊登於《Current Biology》期刊封面

文/圖 國家高速網路與計算中心

國研院國網中心計算生物小組與清華大學腦科學研究中心合作，共同建立全球第一個三維神經影像資料庫，並建構果蠅大腦的神經網路圖譜，其成果獲重大突破，於2011年一月刊登在生物領域重量級期刊《當代生物學》（Current Biology，Impact Factor = 10.992，在Biochemistry & Molecular Biology領域期刊排名為15/283），並獲選為該期之封面。而數個知名的科學網站，如ScienceBlogs.org也以果蠅大腦三維影像動畫及EurekAlert.org以專文，介紹此一資料庫。

在果蠅腦科學研究團隊中，國網中心主要負責建置與維運「FlyCircuit」三維神經影像資料庫，運用高速運算資源處理大量三維神經影像資訊，分析果蠅腦神經間的連結，建立神經網路圖譜。全世界的研究人員只要透過三維影像雲端服務系統，便可以輕易的在網路上透過搜尋工具，搜尋及瀏覽三維神經影像，並且可以將自己取得的果蠅神經影像上傳並進行分析。本中心所開發的三維影像服務系統具有下列特點：（1）全世界都可以經由網路從遠端個人電腦分析比對三維影像；（2）自動化流程建構及管理大量三維影

像資料庫；（3）利用雲端架構影像伺服器提供多人同時任意組合三維影像服務。

果蠅大腦內大約有十萬個神經細胞，研究團隊以共軛焦顯微鏡進行取像，目前已取得果蠅大腦內約 16,000 條神經細胞的高解析度三維影像，並將其重組進一個果蠅的「標準腦」中。在分析三維果蠅腦神經網路過程中，團隊並整理出 41 個「局部運作單元」及 6 個「轉接區塊」，其間透過 58 條神經束相互連結。而分析局部運算單元間的連結後，也定義了四個已知功能模組，如視覺、嗅覺、聽覺以及運動區。了解這些神經網路的運作，將是了解人腦運作的第一步，因為研究成果顯示果蠅腦與人腦使用了六種同樣的神經傳導分子，而且也具備了十分相似的兩個互相連結的半腦架構。

此成果於 2010 年 12 月 2 日在網路上發表後，已在學界引起許多迴響，紐約時報於 12 月

14 日報導此項成果，報導中加州大學聖地牙哥分校的 Ralph Greenspan 教授表示「我認為這開啟了一整個新世界，我們可以利用這個圖譜來探索腦神經網路與行為之間的關係」。美國冷泉港實驗室的 Josh Dubnau 博士說「透過這個可以讓全球搜尋並上傳果蠅神經影像的圖譜，會真正加速研究的進行」。

另一位研究人類腦神經網路多年的研究學者，印地安那大學的 Olaf Sporns 教授驚訝的表示，「我昨天看了差點從椅子上跌下來」，他發現果蠅腦神經的連結陣列與他長年研究的人腦皮質線路陣列實在太像了。果蠅腦和人腦的都依照「小世界（small world）」的原則建構，意思是具有高度局部神經聚集，以及長距離的連結。

本資料庫將持續更新至果蠅全部十萬個神經元之完整圖譜完成。目前已取得的神經影像以及相關的分析工具都對外公開於「FlyCircuit」資料

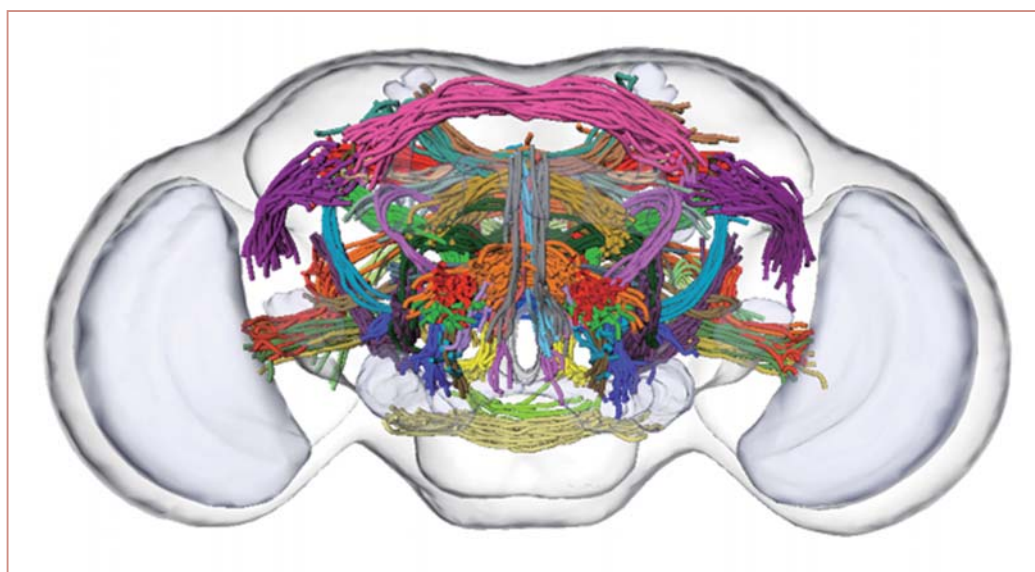


圖1 圖為果蠅大腦的 58 條神經束，不同顏色代表不同神經束。

庫，公開後已有 28 個國家，數百位研究人員前來註冊使用此一資料庫，網址為 <http://www.flycircuit.tw/>。

Current Biology 期刊論文 on-line 網址：  
[http://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822\(10\)01522-8](http://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822(10)01522-8)

#### 延伸閱讀

1. [http://scienceblogs.com/deanscorner/2010/12/a\\_3d\\_tour\\_of\\_the\\_fruit\\_fly\\_bra.php](http://scienceblogs.com/deanscorner/2010/12/a_3d_tour_of_the_fruit_fly_bra.php)
2. [http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2010-12/cp-3mo112910.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-12/cp-3mo112910.php)
3. Hagmann P, Cammoun L, Gigandet X, Meuli R, Honey CJ, et al. (2008) Mapping the structural core of human cerebral cortex. PLoS Biol 6 (7) : e159. doi:10.1371/journal.pbio.0060159

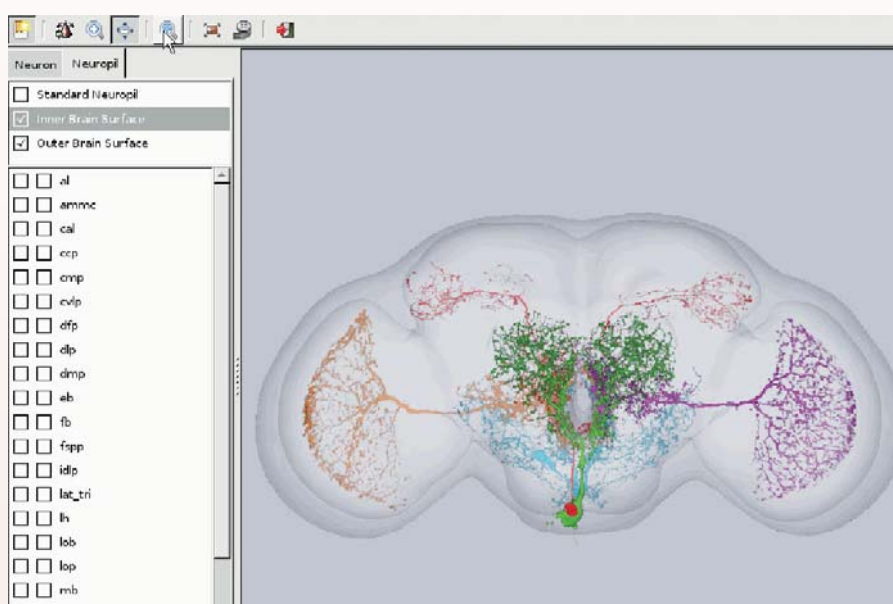
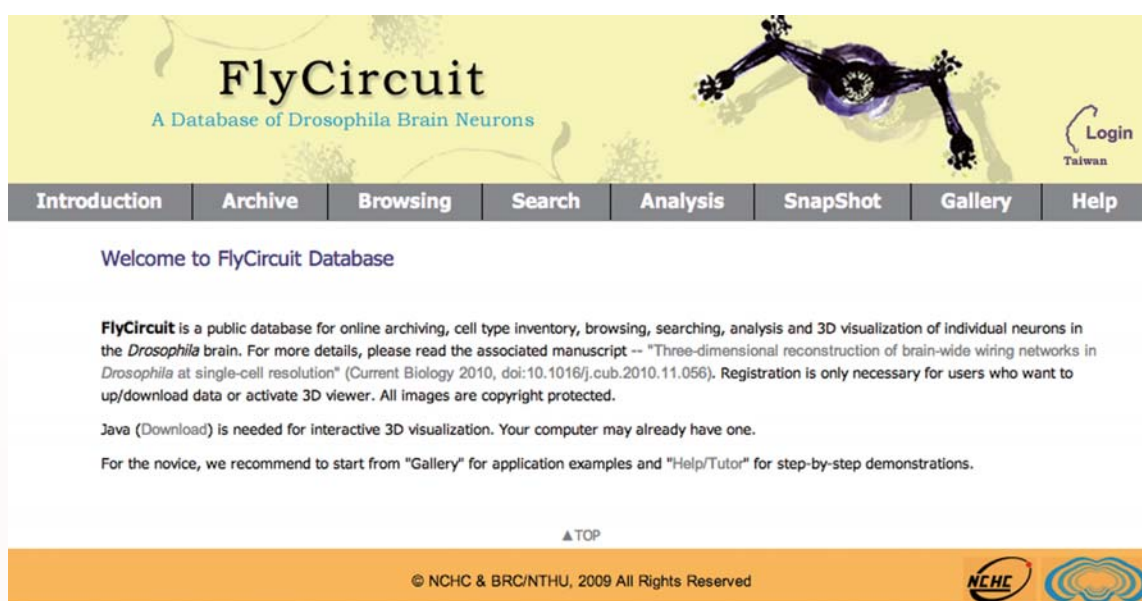


圖2 圖上為 FlyCircuit 三維神經影像資料庫 (<http://www.flycircuit.tw/>) 首頁，圖下為線上互動式模組化三維影像服務介面。

## 國家實驗研究院本部

### 院本部國際交流花絮



俄羅斯科學院-遠東分院副院長 Yury Kulchin 領團參訪國研院。

俄羅斯科學研究院遠東分院副院長 Yury Kulchin 領團於 2011 年 3 月 16 日參訪國研院，本次為該院第二度來訪，由國科會張揚展秘書、海洋大學張清風副校長、龔國慶教授陪同，本院由陳明智主任接待。會中除介紹本院之外，特別安排海洋中心及生技醫療與產品研發中心籌備處同仁參與。其中海洋中心蔡原祥博士介紹本院海洋環境監

測、深海探測、海洋能源等研究議題之成果、發展現況，並報告建置中之海洋研究船進度。俄羅斯科學研究院表示明年 APEC 將在海參崴舉行，建議可以安排促成與海洋研究的合作。另外，在生醫方面，林啟萬教授介紹「生醫中心籌備處」之營運策略及目標，以及部分醫療器材產品研發議題。俄方此次二度蒞院，雙方討論熱烈，期待促成進一步的合作。



參訪團與本院討論合作事宜。

## 國家奈米元件實驗室

### 第 18 屆「奈米元件技術研討會」科技交流

國研院奈米元件實驗室一年一度的科技盛宴，第 18 屆「奈米元件技術研討會」已於 2011 年 4 月 21-22 日假新竹市科學工業園區奈米電子研究大樓國際會議廳舉行，大會除邀請貴賓國研院王永和副院長、半導體之父施敏院士、台積電孫元成副總裁兼技術長、旺宏電子謝光宇處長與會外，另邀請到三位大名鼎鼎的 Keynote speaker 分別為馬佐平院士、蘇炎坤校長及奈米國家型計畫的總主持人吳重雨教授，來跟大家分享電晶體太陽能及國家對奈米科技的計畫，今年特別邀請 34 位學者及教授來跟大家分享他們在奈米元件上的最新研究，同時我們也創記錄地有 244 位同學提供他們的研究成果來跟大家做一個交流。

此次研討會分為專題演講、論文海報、及短期課程三大部分，大會當日聚集相關領域內之教授、工程師和碩博士研究生共同參與，發佈研究成果，提出關於奈米元件/材料/生醫/太陽能光電等技術最新的想法與理念，透過這次會議能促進奈米元件技術相關學界、業界人士在各方面的交流。

另外，本會為鼓勵學生積極參與及提升論文品質，設置了學生論文獎及多項高額獎學金贈送得獎者，「奈米元件技術研討會」是一場奈米科技人才的盛宴，研討會上與各位相會，同享豐碩成果並圓滿落幕。



左起大會貴賓施敏院士、馬佐平院士、台積電孫元成副總裁兼技術長、奈米國家型計畫的總主持人吳重雨教授、旺宏電子謝光宇處長。

## 國家實驗動物中心

### 2011 年 3 月動物實驗專業技術訓練課程

國研院動物中心除提供研究人員及實驗動物使用者高品質之實驗動物資源，更致力於實驗動物人才培育，希望藉由精進動物實驗操作者的知能和技术，促進實驗動物資源的有效運用，並進一步落實動物福祉，減少因操作技巧不純熟而增加的動物用量。2010 年 5 月動物中心首次於中國醫藥大學舉辦「動物實驗專業技術訓練課程」，獲得熱烈迴響。2011 年 3 月 3 日及 4 日連續兩天於臺北醫學大學再度舉辦此教育訓練課程，由專業獸醫師團隊講授大鼠與小鼠保定、投藥和採血技術、成鼠安樂死技術與相關之動物福祉、大小鼠組織學。獸醫師以自身豐富的經驗與學員分享，引起現場學員的共鳴並紛紛提問，課後仍有許多學員熱切的和獸醫師討論分享。隨後的實習課程為顧及教學品質及學習成效，限額 15 名學員，使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。實習課程內容包含大鼠與小鼠的保定技術、存活採血技術、投藥技術、安樂死技術、試驗終點採血及動物解剖。獸醫師於實習課程均傾囊相授，不僅傳授最正確且符合動物福祉的專業技術，並將平時自行開發的小撇步也都授予學員，希望學員也能學

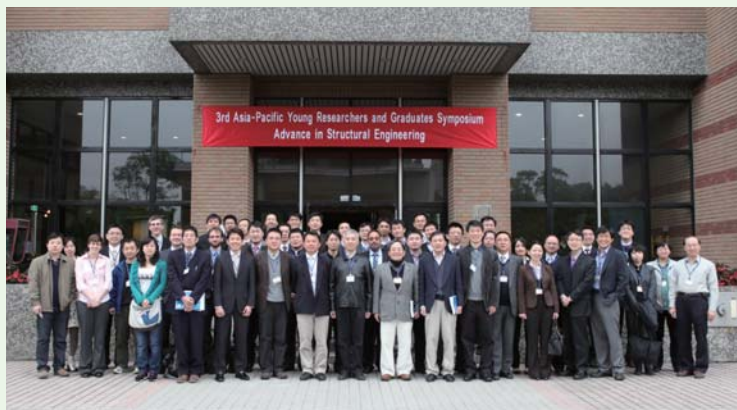
習在面臨技術瓶頸時，利用彈性思考解決問題。藉由本次專業技術訓練課程，研究人員應能夠利用適當的動物實驗設計及合適的實驗技巧，避免人為操作所產生的變因影響結果，也減少不必要的動物犧牲。本課程獲得廣大實驗動物使用者的熱烈迴響，將於南部舉辦類似課程，並計劃於北部加開實習課程場次，以因應實驗動物使用者的熱切需求。



本次兩場課程共 135 人參加，包含課室課程及實習課程，學員們和獸醫師熱烈討論（上圖），學員們在專業獸醫師的指導下親手練習動物實驗技術（下圖）。

## 國家地震工程研究中心

### 第三屆亞太地區結構青年專家研討會



第三屆亞太地區結構青年專家研討會全體講員合照。

國研院國震中心與國立臺灣大學於 2011 年 3 月 25 至 26 日，假國研院國震中心會議廳共同舉辦「第三屆亞太地區結構青年專家研討會」。參與國家涵蓋台灣、中國、日本、韓國、馬來西亞、澳洲、印度、香港、美國等。

本研討會之主要目的為提供亞太地區結構工程相關青年

學者與專家一個發表最新研究成果與工程技術的溝通平臺，使不同國家的專家可藉由互相對話，資訊交流，共同探討目前結構工程面臨之問題，以及未來的挑戰。最終目的是希望可以建立亞太地區結構工程相關學者與專家的長期合作機制，增加亞太地區青年學者學術交流活動，彼此能分享在結構工程及地震工程領域之研究成果，並進行實質之學術合作計畫，加速國內研究水準之精進。本此研討會邀集許多亞太青年學者專家與會，也邀請數位資深學者蒞臨指導，與臺灣學者專家面對面進行實務學術科技交流，共同發表五十幾篇最新的研究成果。研討會內容涵蓋最新結構抗震系統研發與應用，抗震試驗，結構地震與微振反應，工程結構健康診斷，先進複合材料結構設計與試驗、結構老化與補強等會議主題。本次研討會藉由邀請專業人士來臺參加交流研討會，對臺灣研究結構與地震工程能夠有更佳的貢獻，國內青年學者也可從中學習更多的相關資訊。

學者與專家一個發表最新研究成果與工程技術的溝通平臺，使不同國家的專家可藉由互相對話，資訊交流，共同探討目前結構工程面臨之問題，以及未來的挑戰。最終目的是希望可以建立亞太地區結構工程相關學者與專家的長期合作機制，增加亞太地區青年學者學術交流活動，彼此能分享在結構工程及地震工程領域之研究成果，並進行實質之學術合作計畫，加速國內研究水準之精進。本此研討會邀集許多亞太青年學者專家與會，也邀請數位資深學者蒞臨指導，與臺灣學者專家面對面進行實務學術科技交流，共同發表五十幾篇最新的研究成果。研討會內容涵蓋最新結構抗震系統研發與應用，抗震試驗，結構地震與微振反應，工程結構健康診斷，先進複合材料結構設計與試驗、結構老化與補強等會議主題。本次研討會藉由邀請專業人士來臺參加交流研討會，對臺灣研究結構與地震工程能夠有更佳的貢獻，國內青年學者也可從中學習更多的相關資訊。

## 國家太空中心

### 國家太空中心與慈濟基金會簽署國外災區衛星影像支援合作備忘錄



國研院太空中心張桂祥主任與慈濟基金會證嚴上人於簽署合約後合影。

鑑於衛星影像支援全球救援行動的重要性，國研院太空中心與慈濟基金會於 2011 年 3 月 31 日簽署國外災區衛星影像支援合作備忘錄。

太空中心的福衛二號衛星由於具備每日再訪取像能力，對於災區第一時間及持續監測非常有助益。慈濟基金會秉持人道救援精神，對於世界任何地方發生災害，常發動第一時間趕赴現場救災救難。雙方有鑑於衛星影像支援全球救援行動的重要性，共同發揮臺灣對國際社會的影響力，特簽訂合作備忘錄。

該中心張桂祥主任率領同仁一行八人於 2011 年 3 月 31 日赴花蓮慈濟基金會靜思堂，由慈濟基金會王端正副總執行長接待，簽署合作備忘錄，並參訪靜思堂中關於慈濟基金會救援救難點滴事件。隨後轉往靜思精舍，拜見證嚴上人，致贈福衛二號衛星模型，並簡報福衛二號影像支援國際救災現況。張主任對慈濟基金會歷年來的全球救援行動表示佩服，並詳細解說衛星如何配合地面操控人員執行取像任務。證嚴上人 (Master Cheng Yen) 對太空中心工作人員的努力表示慰勉，並讚許太空中心對支援國際救災的卓越貢獻。

## 國家高速網路與計算中心

### 國網中心江國寧主任榮獲國科會 99 年度傑出研究獎



國研院國網中心江國寧主任。

江國寧主任為現任清華大學動機系教授，於清華大學教學研究期間，鑽研半導體封裝與電子元件的模擬分析、可靠性評估理論與驗證等，並協助產業開發出可應用於各式行動裝置（如手機、數位相

行政院國家科學委員會於 2011 年 1 月公布 99 年度傑出研究獎獲獎人名單，國網中心江國寧主任，以機械工程領域之研究及應用發展上的卓越貢獻獲得肯定。

機等）之技術，使晶圓封裝在微小化的同時也能維持可靠度。十年耕耘有成，讓江主任因此屢獲國科會傑出研究獎（92 至 95 年度）、ASME Fellow（2004 年）、及 IEEE 研究傑出貢獻獎（2009 年）及 IEEE Transactions CPMT 期刊主編（2010 年）等殊榮，本次更再度榮獲國科會 99 年度傑出研究獎之肯定。

為獎勵研究成果傑出之科學技術人才，「國科會傑出研究獎」每年遴選傑出人才，由於審核嚴格，能夠獲獎殊屬不易。國網中心江國寧主任自 2010 年 2 月上任以來，一方面積極帶領國網中心同仁，結合過去厚實基礎，以推升至服務卓越、研發卓越，以軟實力為主的卓越高速計算中心而努力；另一方面又需兼顧學術研究推動，協助提升國內產業競爭力，江國寧主任憑藉過人毅力與時間管理，除了成功促使國網中心多項研發服務成績斐然外，亦有效將基礎理論與設計和模擬分析的專長相結合，為我國學術研究及國際學術地位貢獻。

## 國家晶片系統設計中心

### 國研院晶片中心闕志達主任拜會成功大學電機系



國研院晶片中心闕志達主任（右）致贈琉璃紀念座予陳建富主任（中）。

國研院晶片中心闕志達主任偕同晶片實作組莊英宗組長，於2011年4月13日下午拜會成功大學電機系陳建富主任，感謝成大電機系對晶片中心南區辦公室之長期支持與協助，會中並致贈琉璃紀念座予陳主任。隨後雙方並進行意見交流，期望未來繼續結合雙方的研發能量共同合作研究，期能更提升晶片及系統設計技術層次、帶動教學及研究之蓬勃發展。

為提高我國學術界晶片及系統設計研發能量，國家實驗研究院與成功大學於2007年9月共同簽訂「晶片系統設計研究合作計畫」，藉以強化雙方的晶片設計與人才培育，並有效運用儀器設備及教育訓練設施，大幅提升整體研究環境及服務品質。而晶片中心南區辦公室亦於2007年12月正式進駐成功大學奇美樓七樓，就地利之便提供南部地區學術界更便利的服務。

另，國研院晶片中心為提高臺灣學術界IC設計研發能量，協助世界頂尖會議論文與期刊如ISSCC、JSSC等之發表，已於今年4月起開始受理學術界申請TSMC 40nm General Purpose 前瞻製程（製程代號TN40G）。為因應晶圓廠對製程資料保護要求與相關DFM驗證需求，晶片中心已於新竹辦公室建置Security Laboratory（簡稱SL），並提供TN40G相關設計環境給予學術界使用。為擴大服務範圍且期能便利更多使用者，經成大電機系提供場地，晶片中心已著手規劃南區SL之建置，以提供南部學術界更優質之服務。

## 儀器科技研究中心

### 儀科中心與日本大阪大學先進光電研究中心簽署合作備忘錄

國研院儀科中心2011年1月27日與日本大阪大學先進光電研究中心(Photonics Advanced Research Institute, Osaka University)簽署合作備忘錄，積極與世界接軌，打造國際級實驗室，擴大國際合作版圖。

日本在光電領域研究發展為國際先驅，大阪大學為日本頂尖學研單位，長期以來皆為世界大學排名50至70名間的名校，阪大先進光電中心於2007年獲得日本文部科學省(等同台灣教育部)十年期特殊發展計畫經費支持之下成立，其國際合作單位皆為全球赫赫有名的光電重鎮，如德國馬克思普朗克研究所等。

此次雙方簽署合作備忘錄受到日方高規格重視，特別由阪大先進光電研究中心主任河田聰(Satoshi Kawata)教授代表來台進行簽約。河田教授表示，阪大先進光電研究中心奠基於該校理工學院21個傑出研究團隊，目前設置9間實驗室，結合日本三菱、夏普及島津製作所等國際企業的支持，貫通產學研管道，全力投注於實務光電研究，

相當期待未來的合作，能夠共同推動亞洲地區光電研究成果。

國研院儀科中心蔡定平主任表示目前與日本理化研究所的合作相當密切，河田教授除為阪大光電中心主任外，同時也為理化研究所的主任研究員，相信藉由與阪大光電中心的合作，可進一步加深儀科中心與日方合作的深度與廣度，對儀科中心發展前瞻儀器科技平台將有莫大的助益。



大阪大學河田聰(Satoshi Kawata)教授(右)與儀科中心蔡定平主任(左)共同主持簽約儀式。

## 科技政策研究與資訊中心

日本科學技術振興機構北澤宏一理事長來訪



座談會一隅，右為 JST 北澤宏一理事長，左為國研院政策中心林博文主任。

日本科學技術振興機構（Japan Science and Technology Agency, JST）北澤宏一（Koichi Kitazawa）理事長於 2011 年 4 月 25 日來訪，並以「以宏觀遠景引領日本災後重建」為題向政策中心同仁發表演說，主要內容是敘述日本經歷東部大地震後，在重建工作中，日

本政府對科學社群所扮演角色有三項期望，一是協助解決核災問題；二是應做為正確資訊的傳播媒介，藉由多重管道或國際合作，使日本內、外均能即時瞭解現況；三是對每一項重建計畫，提供科技分析的觀點，以強化計畫的可行性。日本政府對其科學社群的期望，也說明了當全球面對紛沓而至的各式挑戰之際，科學界不能再置身事外，甚至應不分畛域，加強合作，以謀求人類永續生存與生活福祉。此外，為促進知識擴散、應用並提升技術創新成效，政策中心智慧財產引用索引（IPCI）小組，針對新進開發之 IPCI 系統，就教於北澤理事長，而來訪演說與座談會，就在「科學技術關聯研究方法」議題的往來討論中結束。

JST 是日本文部科學省轄屬的獨立行政法人，主要任務為推動日本科學技術之發展，以促進日本整體利益與繁榮。北澤理事長此次應行政院國家科學委員會之邀，來臺出席「全球科技高峰論壇」，政策中心為增進與該機構之關係，特情商撥冗來訪。

## 國家災害防救科技中心

協助直轄市、縣市政府災害情資研判能力一協力團隊遴選作業辦法說明會



說明會活動現場剪影。

國研院災害防救科技中心、國科會及行政院李鴻源政務委員辦公室於 2011 年 4 月 22 日（星期五）假國科會科技大樓 2 樓第 13 會議室，舉辦「協助直轄市、縣市政府災

害情資研判能力一協力團隊遴選作業辦法說明會」。

此說明會目的期望透過協力機制運作，善用各大學院校之災害防救專業能力及人力，藉由災防中心產製之防災地圖與綜整之情資研判資料，協助地方政府災害應變期間縣市地區之分析研判、災害潛勢圖資整備及重點災害勘查等工作，以利對災害進行管理，強化地方政府防救災之效能。

當天由行政院李鴻源政務委員及國科會陳正宏副主任委員共同主持說明會，出席者計有各縣市相關大專院校專家學者 58 人（如圖），會議過程順利圓滿，後續亦將由各學校籌組協力團隊，經國科會邀請學者專家進行遴選後，與災防中心共同協力推動相關事宜，俾於本年度汛期、颱風季節前做好萬全之防災、減災準備工作。

## 台灣海洋科技研究中心

### 「時頻分析：黃鐸法（Hilbert-Huang Transformation）的理論介紹及實例研討」教育訓練報導

國研院海洋中心為能更有效處理佈放在海洋的觀測儀器上所取得之海洋資訊，特於2011年1月10日假科技大樓籌辦「時頻分析：黃鐸法（Hilbert-Huang Transformation, HHT）的理論介紹及實例研討」教育訓練，並邀請到逸奇科技的王逸民博士來演講。

HHT 是一種訊號處理方式，它完全改變以往對於非線性、非穩態訊號幾乎束手無策的窘境，跳脫出傳統數學理論的限制，因此運用 HHT 進行分析而得到的結論亦顛覆了傳統數學的思維。HHT 在1998 年被提出後，短短幾年內就被廣泛應用於偵測地震、潮汐、海水溫度及地下水的資訊，另外，其對於生物醫學的訊號（用來偵測心律不整）、聲音辨識分析、震動分析及破壞監測與檢測分析都有相當大的助益。

此次教育訓練之目的除了將 HHT 理論介紹給大家之外，另針對訊號分析工具—Visual Signal 軟體也有詳細的說明，該軟體以拖拉滑鼠的簡單操作方式，來做訊號處理的工

作，不需要自己編譯程式即可以執行資料分析，節省許多時間，能使研究進行得更為順利。最後，海洋中心亦提供相關海洋溫度及潮汐資料供講師進行操作，得以更加瞭解該理論及軟體對海洋資訊的應用。

海洋中心此次訓練提供海洋研究界一種新的資訊處理方式，未來亦將積極找尋更為先進、有效率之研究方法，對於海洋界帶來更多助益，真正扮演臺灣海洋科技幕僚之角色。



教育訓練上課情形。

## 颱風洪水研究中心籌備處

### 裝置移動式水位計

國研院颱洪中心籌備處為量測密度高且準確度佳之水文觀測資料，從2010年開始，即在水利署現有水位站的基礎下，增設移動式水位站，除提高流域之水文觀測密度外，並嘗試建立國內試驗流域之雛形。

2010年9月，颱洪中心於苗栗縣頭份大橋裝設國研院颱洪中心籌備處的第一部移動式水位計，整組儀器所需的電力及通訊均為自主，未來可依任務需求做地點調整，目前水位資訊皆即時回傳至本中心。自2011年開始，國研院颱洪中心籌備處將於宜蘭河壯圍大橋，中港溪流域三和大橋及中港溪橋，烏溪流域之自治橋、大衛橋、西柳橋及大峰橋，濁水溪西螺大橋共裝設八座移動式水位站。其中壯圍大橋水位站為因應2010年秋颱風梅姬為宜蘭蘇澳地區帶來嚴重災情後所增設，可在蘭陽溪流域得到更精確的水文資料；而烏溪流域則為經濟部水利署現有水位站裝設密度較高的流域之一，增設的四個站使得水位站分佈更為完整，並增加此流域水文資料的研究價值；另外大衛橋及西螺大橋

水位站分別搭配水利署已有之測站做為主輔站，可進行即時流量推估研究，發展全洪程觀測技術。

因此，藉由試驗流域的發展，相關資料將建立於國研院颱洪中心籌備處資料庫中，未來可供學、研界開發數值模式以及環境監測之用，並提供全國水利政策之擬定依據。



頭份大橋水位站。

## 生醫科技與產品研發中心籌備處

新竹生醫園區「生醫科技與產品研發中心進駐研發團隊遴選辦法說明會」紀要



張副主委蒞臨臺北場說明會致詞。

由於全球逐漸邁入高齡化社會及慢性病人數激增，使得醫療器材市場每年以7%穩定成長、國內外學研醫界紛紛投入相關生技醫材研發。為發展我國生醫科技與產品研發技術、縮短醫材產品開發時程，國科會指示國研院執行新竹生醫園區「生醫科技與產品研發中心」的籌設與營運，以提供學研界生技醫材開發相關支援系統。因此，國研院

於2010年12月22日成立「生醫科技與產品研發中心籌備處」，並將於2011年5月18日於新竹生醫園區正式揭牌。

該籌備處於2011年3月底4月初間分別舉行北中南三場「生醫科技與產品研發中心進駐研發團隊遴選辦法說明會」，說明進駐目的與辦法。臺北場說明會由本院王永和副院長主持，國科會張文昌副主任委員蒞臨致詞，並表達期望藉由該研發中心籌備處將醫界需求與產學研發展醫療器材產業二者整合。該籌備處鄭誠功主任亦表示，期待進駐團隊之計畫方向在未來可結合新竹科學園區IC/IT產業優勢，發展生醫園區獨特生技醫材產品，形成生醫產業聚落，達到提升國家產業競爭力之目標。竹科管理局顏宗明局長於臺北場說明會亦提及醫療照護為政府鼓勵之六大新興產業之一，可藉由此生醫中心整合各界研發能量與培育醫材開發之跨領域專業人才。

此次說明會由國研院生醫科技與產品研發中心籌備處同仁規劃與執行，國網中心協助架設網頁，三場說明會共計一百多人參加，會場氣氛熱絡。相關資訊請參考網站<http://promotion.colife.org.tw/file.aspx>。

## 國研科技 NARL Quarterly NO. 30

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、林博文、高家俊、陳亮全、  
梁善居、陸璟萍、張桂祥、張國鎮、楊富量、楊春燕、  
楊龍杰、蔡定平、蔡俊輝、蔡深浩、鄭誠功、闕志達

總編輯：陳明智

執行編輯：蔡智華

編輯小組：王頌雯、吳佳穎、邵守麗、姜秋惠、許明仁、黃心寧、  
黃苡瑋、陳怡如、陳淑妙、蔡佳伶、謝家平

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

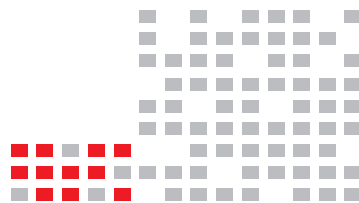
地址：106 台北市和平東路二段 106 號 3 樓

電話：02-2737-8000

傳真：02-2737-8044

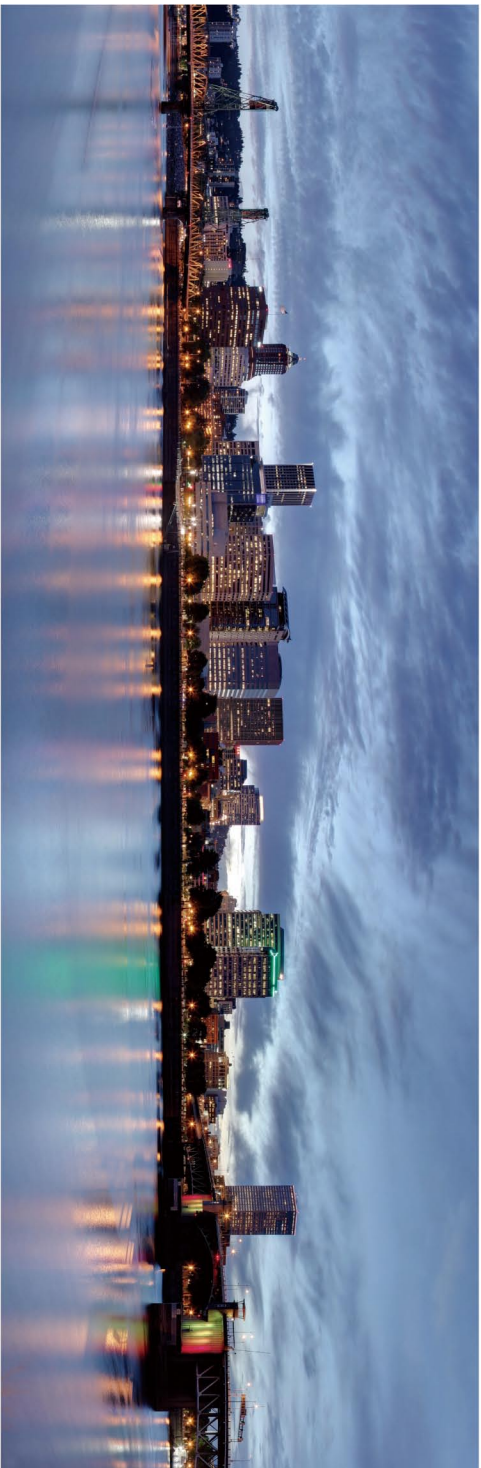
網址：<http://www.narl.org.tw>

發行日期：2011年4月



美 藝 鑑 賞

## Panorama of downtown Portland at night



### 作品簡介 /

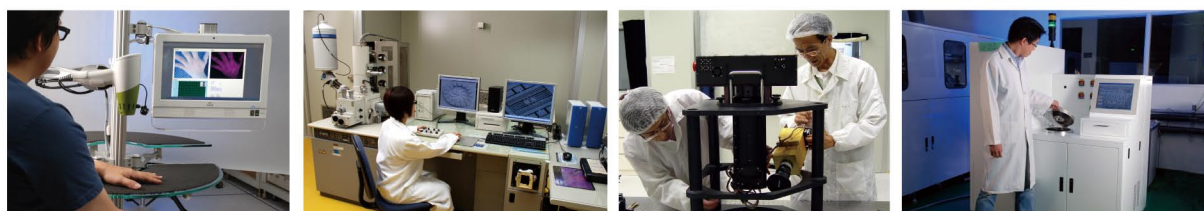
此幅照片描述由 Willamette River 東岸望向波特蘭市區的傍晚景象。位處美國西北部太平洋沿岸的波特蘭是座與綠色植物共存的美麗城市，照片左右兩側的 Hawthorne Bridge 及 Morrison Bridge，都已有百年歷史，如今仍然正常使用中。

### 攝影者簡介 /

林敏郎先生目前任職於國研院地震工程研究中心。

# 創意實現夢工廠

國研院儀科中心設有陣容強大的研發團隊及儀器工程實作團隊，累積近四十年的儀器科技技術建構「儀器科技服務平台」，為您提供委製、委修、標準檢校與研究開發的專業、優質服務。



## 儀器科技服務平台

- 遙測影像服務 • 光學設計實作服務 • 智慧介面與系統整合
- 微型生醫儀器開發服務 • 真空製程與檢測技術服務
- 儀器環境建置服務 • 儀器技術訓練服務

