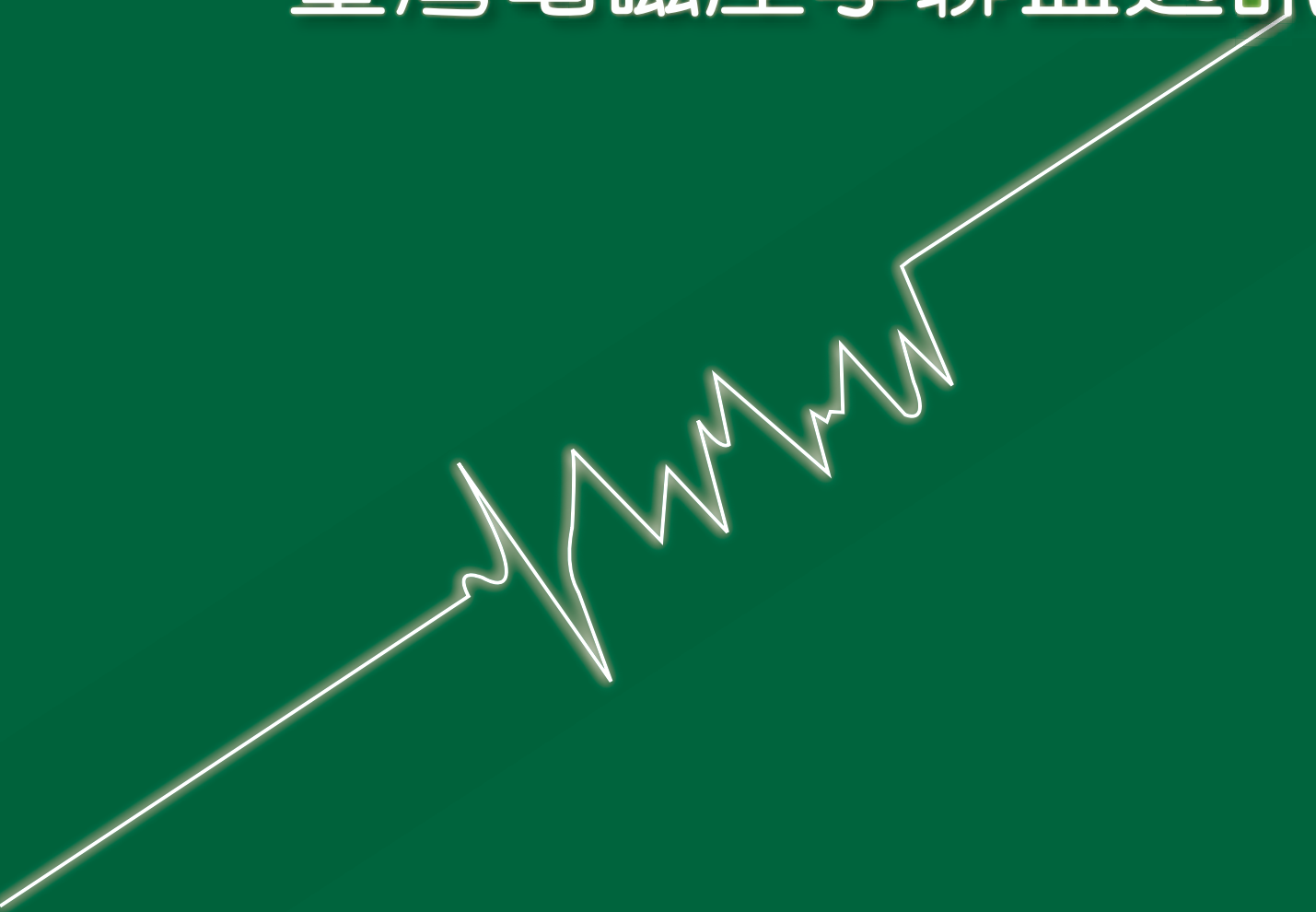




Taiwan Electromagnetic  
Industry-Academia Consortium Newsletter

# 臺灣電磁產學聯盟通訊



# Contents

## 1 主編的話

### 活動報導 — 邀請演講

- 2 利用雲端科技轉型與開創市場利基

### 活動報導 — 研討會

- 4 EMC Joint Workshop Taipei 2016  
8 2016 夏季電磁教育引領研討會  
12 2016 全國電磁相容技術研討會論文發表

### 活動報導 — 國際研討會連線報導

- 19 國際天線與傳播暨微波科學學會研討會 (APS)

### 專題報導

- 23 電磁博雅講座系列：  
嘉慶朝文物大展 — 從「嘉慶君遊台灣」故事說起  
從「嘉慶君・遊台灣」特展 — 窺嘉慶與台灣淵源  
25 傑出講座：微波開關之設計  
27 台灣電磁產學聯盟 2016 第 1 次研發半年報  
MIMO 無線通訊性能的電磁干擾 EMI 效應與設計挑戰

### 企業參訪

- 31 研華科技參訪活動

### 人物專訪

- 35 專訪車測中心黃隆洲總經理 不怕走沒人走過的路

### 企業徵才

- 39 耀登集團  
40 台揚科技股份有限公司  
41 奇景光電股份有限公司  
42 華碩電腦  
43 SPIL 矽品精密  
44 廣達電腦

### 動態報導

- 45 最新活動 & 消息  
46 儀器設備及實驗室借用優惠方案、聯盟會員專區  
47 2016 傑出講座  
48 電磁能力認證測驗

## 編輯小組

發行人 吳瑞北

總編輯 毛紹綱

執行編輯 沈妍伶

發行單位 臺灣電磁產學聯盟

電話 +886-2-3366-5599

傳真 +886-2-3366-5599

地址 10617 台北市大安區羅斯福路四段一號  
(國立台灣大學電機系博理館 7 樓 BL-A 室)

## 主編的話

為促進科技發展與創新，我們推出由學級會員針對企級會員服務的傑出講座（Distinguished Lectures）系列，並特推選台灣大學毛紹綱教授、交通大學張志揚教授、逢甲大學林漢年教授等三位聯盟教授榮任 2016 年度傑出講座。傑出講座主講人彙整其寶貴研究經驗為專題演講，提供至聯盟企業面對面諮詢交流之機會，共同提升國內產業競爭力！

台灣電磁產學聯盟 2016 年第一次半年報於六月二十三日在逢甲大學人言大樓第六國際會議廳舉行，此次半年報主題為「MIMO 無線通訊與先進汽車電子的電磁干擾 EMI 效應與設計挑戰」，針對資通訊電子在高度整合應用下的各類行動裝置，在高速傳輸的 MIMO 系統中，其於複雜系統內所產生的 IC、模組以及 RF 電路間相互干擾導致的性能劣化問題更是日益嚴重；本主題以透過 MIMO 系統的 OTA 測試案例，解析從 IC 層級開始的 EMC 量測技術與雜訊特性模型，以便後續可藉由耦合路徑之模擬分析，應用於 RF 產品規劃時，將解決模組與系統層級相關 EMC 問題的對策技術納入開發流程與建立設計準則，可增加電子電路設計的自由度，並有助於產品電磁相容性的分析與控制，以及創新組合架構發展與縮短 EMC 檢測時間。此次研發季報參與人數超過百人，各界參與相當踴躍。

本期人物專訪特別邀請到車輛研究測試中心（ARTC）－黃隆洲總經理，黃總經理是帶領 ARTC 發展自主技術與研發創新的關鍵人物，他從台大船舶機械研究所畢業後，因緣際會投入汽車產業，全程參與裕隆第一輛華人設計的轎車 FEELING 101。2000 年後，他帶領車輛研究測試中心，吸取各國經驗，成立台灣自己的車輛零組件電磁相容（EMC）實驗室，不但提升產業競爭力，並進一步協助政府研擬相關政策與標準規範。本次聯盟很榮幸可以訪問到黃總經理，由他分享台灣汽車產業的發展歷史與挑戰以及新興電動車的前景。

2016 年台灣電磁產學聯盟與台大電信研究中心、台灣積體電路公司合作，規劃一系列電磁博雅講座，希望帶給電機領域學子不同視野，執行長吳瑞北認為「科技始終來自於人性」，期待同學一同關注社會與生活中的文學藝術。博雅講座的最後一場，邀請到國立故宮博物院前院長馮明珠，分享她任內最後的策展作品「嘉慶君 遊台灣—清仁宗文物特展」，進一步說明嘉慶皇帝其人與台灣深厚的情緣。馮明珠畢業於台大歷史系與歷史所，任職故宮博物院長達三十八年，對於文物如數家珍。演講中，馮明珠妙語如珠讓聽眾笑聲不斷，專長清史研究的馮明珠，這次化身說書人，帶領聽眾一同走入清代文物世界。

動態報導除了介紹聯盟近期相關活動外，聯盟徵才網站也提供了眾多優質廠商的工作機會，歡迎同學踴躍上網登錄求職履歷。另外，聯盟新增企業會員徵才單元，將提供會員將最新徵才訊息免費刊登於每期季刊廣告頁上，歡迎企業會員多多利用。

台灣電磁產學聯盟通訊為提供聯盟伙伴們一個訊息傳播及意見分享的園地，惠請不吝賜稿。也盼望讀者繼續給予支持，並將本刊分享給相關領域的舊雨新知。

以上精彩活動內容，敬請鎖定本期季刊！



## 邀請演講

### 利用雲端科技轉型與開創市場利基

黃明漢董事長

聯盟特約記者／林庭毅

在現今電子產品發達的年代，與裝置設計相關的科技公司，多半都將市場的主力放在消費性的電子產品上，以台灣的現況來說，雖然各領域知名的廠牌都有不錯的銷售，但在關鍵的技術上一直難有引領趨勢的技術突破，對於大多數的同學而言，研究的主題可能是單一的電路，或是一整個大系統，雖說個人專業知識的成果累積會成為出社會時第一筆被人審視的資料，但企業有賴團體中每一個樞紐的良好運作，因此如何經營一套完善的企業模式，或成為其中關鍵的角色將會是未來同學們脫離職場新手後在職涯中最重要的課題。今天在台大電波組的專題討論時間，特別邀請神基科技（Getak）的董事長黃明漢分享目前神基科技不同於一般消費市場定位的營運模式。

神基科技主打強固型的電子產品設計，強固型的產品有別於一般的消費電子產品，主要的特色是能夠在各種艱困的環境下依然發揮良好的效能，像是面對探索地點時極端的高低溫、壓力差、高濕度等環境變化，因此多半應用在軍事、醫療、搜救以及探索活動當中。神基科技為目前全球強固型電子產品的第二大廠（第一名為日本的松下電器，Panasonic），主要的合作廠商為美國的軍方及警方，其他還有如瑞典、挪威、以色列、日本等國的陸海空軍及警消組織，就硬體設備方面，滿足基本的連網需求之外，也必須通過一般的 EMC 規範。此外，在強固型產品主打客群所需的服務中，往往會需要針對特別的功能進行客製化的調整，為了達到這樣的目的，快速且穩定的提供多樣化服務遂成為企業技術團隊必備的技能，也因為如此，做到這點的企業便能夠穩固客群進而擴大需求市場。而神基目前應用強固



型產品的概況如下：德國的法蘭克福機場地勤使用的便是神基科技的產品，另外蘇格蘭的救護車人員會在運送傷患的過程中使用神基科技的產品記錄在車上已經施行的急救措施，緊急用藥的劑量等並回傳給救護站的人員們，以作出更即時且正確的救護方法。

除了將消費型電子產品的樣式改為強固型來應用之外，神基科技也與歐洲國家合作，將舊有管線翻新工程中，原本由人工記錄的管線繪製方式改為由裝置記錄，大大的減少了人力的消耗，同時也大幅度的提高準確度。在丹麥的首都哥本哈根，也有像是台北 Ubike 的城市自行車租借系統，事實上歐洲比台灣更早有這樣的技術，因此在最新的租借模式「GoBike」當中，就有更豐富的內容供使用者參考，像是告知附近店家的優惠活動，或是以其他優惠內容促使租借人將車子騎到現有車數較少的租借點歸還，而顯示這些內容的產品便是神基科技的強固型裝置，它就裝在可能因為風吹雨打而造成裝置損壞的租借自行車上。

在未來，通訊時代即將迎向 5G 的時代，針對未來應用的情境開始著手準備可行的解決方案，神基也有了一套針對雲端物聯的概念，雲端



服務中包含使用者能夠自我服務，有便利的網路存取方式，除了有豐富的資源共享，還要能夠有相當的彈性延展。對於強固型產品主打的軍用市場而言，最重要的莫過於無人操作裝置的進步，如此一來才能在戰場上根據目前的戰況制定良好的補給路線，甚至更進一步的戰略支援等。上面提及的 GoBike，其實就是雲端應用的其中一種形式，由此可知神基在各種應用上都能夠制定有效的支援策略，能夠快速的掌握市場並建立名聲。

科技始終來自人性，硬體的進步只是科技發

展中屬於技術的層面，真正能夠帶動社會前進的關鍵還是存在於每個人心中對於未來世界的各種想像，黃明漢董事長說道：「過去只能在電影中看到的情節，現在其實已經慢慢的在我們生活中發生。」黃董事長在今天的演講中分享了屬於未來的技術，並說明身為一個電波組學生，應該如何在一個企業裡工作，而更重要的是，每個人該以怎麼樣的態度去打造自己的價值，這才是成就神基科技在強固型產品市場良好的銷售成績最關鍵的因素。■



活動  
報導

## 研討會

EMC Joint Workshop Taipei 2016

聯盟特約記者／劉仲原

2016 台日電磁相容研習會 (EMC Joint Workshop Taipei 2016, EMCJ 2016) 於 2016 年 6 月 2-3 日，在台灣大學博理館展開，議程為期兩天。本次會議由台灣電磁產學聯盟 (TEMIAC)、IEEE EMC 台北支會、IEICE 台北分會、台大電信所聯合舉辦，匯聚了日本與台灣雙方的研究團隊共襄盛舉。日本方面有大阪大學、兵庫縣立大學、京都大學、岡山大學、東北大學、東北學院大學、電氣通信大學多所學校的電子通訊團隊投稿參與；台灣方面由台灣大學、台灣科技大學、台北科技大學、元智大學、逢甲大學、高雄大學等電磁相容研究團隊展現最新研發成果，現場亦有許多台灣的產業界人士與會，並就業界的角度提供意見，促進台、日學界與業界雙方的交流互動。

### 議程規劃

本次會議分為三個主軸，包含口頭發表 (Regular session)、邀請講座 (Invited talk) 以及海報展覽 (Poster session)。會議採取「單一場地發表」的方式進行，故與會者不會錯過包含海報展覽在內之任一場研究發表，議程充實豐富，內容涵蓋電磁相容各個領域，範圍甚廣。以下將以口頭發表為首，分別針對三項議程主軸的研究發表作精華節錄。

### 電源完整度

隨著高速資料處理與運算的需求，數位電路縮小、整合以及製程上各元件的連結密度提高已是不可逆的趨勢，而對於電源供應而言，降低消耗功率與操作電壓則是重要的發展方向。然而這將使得封裝內電源層與訊號層受到更多來自



與會者聚精會神地聆聽論文報告

高頻寄生效應與耦合 (coupling) 的干擾，影響電源以及訊號傳遞，並可能進而產生電磁輻射 (electro-magnetic interference, EMI) 問題。故近年來降低電源雜訊一直是熱門的議題，其中又以電磁能隙結構 (Electromagnetic Bandgap structure, EBG) 以其在寬頻帶抑制電源雜訊的響應受到重視。為了更有效拓寬 EBG 頻寬，來自台灣大學吳宗霖教授團隊的沈祺凱同學，提出了在螺旋狀 EBG 結構下，透過增加電容並巧妙安排電容位置的方式，成功在理論與實作上皆大幅提升 EBG 頻寬，精彩的首場發表也為本次研討會拉開序幕。

### 電磁雜訊輻射抑制

同上節所述，電磁雜訊干擾 (EMI) 抑制的議題近年來也越發受到重視。來自日本豐田工業高等專門學校 (Toyota College) 的室賀翔博士，發表了關於一種非紡織布料 (Non-Woven Fabric) 電磁屏蔽 (Shielding) 貼片用以屏蔽電磁雜訊輻射效應的研究，此種材料由一種可讓金屬附著表面的纖維構成，實際運作上因為材質本身的便攜性，可將其貼合在目前流行的穿戴式裝

置內，實際量測證實其有效抑制高頻雜訊，提升 3G 無線通訊天線的天線靈敏度 (Sensitivity)，室賀翔博士亦成功分析並建立其屏蔽作用機制的模型。

緊接著，台灣大學曾英誠同學利用共模訊號濾波器 (Common-mode Filter) 的概念，提出可附著在傳遞高訊號之電纜線 (Cable) 上，抑制電磁雜訊輻射產生之結構，並有效縮小結構本身所占體積。而相對於前述針對高頻訊號雜訊輻射之研究，來自於日本產業技術綜合研究所的森岡健浩主任研究員，則將目光轉往低頻電場能量傳輸 (E-Field transfer) 與量測的重要性，並發表了一篇關於光纖 (Optical) 電場探針 (Probe) 量測系統的研究，該探針使用頻率在非常低頻約數千赫茲 (kHz) 的頻段，該研究成功建立量測模組，為低頻段能量傳輸提供量測方法。

### 三維晶片

近年來，為突破摩爾定律 (Moore's law) 即將到來的製程極限並降低其製作成本，三維晶片 (Three-dimensional Integrated Circuit, 3D IC) 在封裝中扮演極為重要的地位，不僅大幅提升單位面積電晶體數量，亦能透過由穿矽通柱 (Through Silicon Via, TSV) 縮短電晶體連結的距離。然而，三維結構分析比起以往的印刷電路板 (Printed-Circuit Board, PCB) 更複雜，並且同樣會有雜訊干擾產生訊號完整度 (Signal Integrity) 以及電磁雜訊輻射的問題。台灣大學吳宗霖教授團隊針對三維晶片議題，在本次會議接連發表兩篇研究，分別在等效電路模型建立與實作上的雜訊抑制提出貢獻。

首先許毅安同學透過修正後的傳輸線矩陣法 (Transmission-Line Matrix Method, TLM Method) 分析並建立三維晶片結構之模型，有效分析在空乏區 (Depletion Region) 中電容大小，最終所得之理論與模擬結果相互吻合，此

模型可大幅節省模擬三維晶片結構之時間，並且可與主動電路 (Active Circuit) 進行共模擬 (Co-Simulation)，以預測三維晶片中來自於基板 (Substrate) 的雜訊以及訊號完整度的議題；而鄭齊軒同學則透過三維晶片中的穿矽通柱，設計共模訊號濾波器，以抑制共模雜訊並降低電磁干擾與輻射之問題，設計成果得到將近 106% 的比例頻寬。

### 天線

為提供新一代 4G 及 5G 通訊的系統結構，相位陣列天線以及多頻天線的設計成為重要的發展方向。台灣大學周錫增教授團隊針對天線基地台的高功率輸出以及天線的非線性 (Nonlinear) 響應問題，提出如何降低作用在 LTE (Long Term Evolution) 基地台之多欄位多頻段 (Multi-Column & Muti-Band) 天線陣列之高階諧波共振 (Higher-Order Harmonic Signal) 的設計方法，另外亦針對相位陣列天線在實際製作誤差所致之場型誤差，進行校正與實際量測。

### 邀請講座

本次會議共有兩場邀請講座，分別邀請到日本東北大學林優一教授，以及中山大學洪子聖教授。洪子聖教授的講題探討系統級封裝 (System in Package) 設計中，電路板中垂直方向互連



日本教授團參訪台灣大學電波組實驗室

(vertical interconnect) 所導致的阻抗不匹配 (Mismatch)，將在千兆赫茲 (GHz) 頻段產生嚴重的訊號完整度問題，故如何建立電路模型及設計量測方法以預測其響應顯得相當重要。

洪子聖教授在演講中，向與會者介紹如何巧妙的運用對稱的訊號 (Signal) 與接地面 (Ground) 架構所產生的鏡像電荷 (Image Charges)，推導出垂直面互連的等效模型，並將其理論與商用軟體的模擬結果比對，成功得到高度一致性。爾後，洪教授使用雙邊探針量測系統 (Double-sided probing system)，展示了單端 (Single-ended) 與差分 (Differential) 模態下之穿矽通柱量測結果。透過洪教授的模型，未來關於垂直面互連架構的阻抗可以更有效率地進行設計與分析。

日本東北學院大學林優一教授的演講著重在電磁波於資安議題的運用。目前商用電子行動裝置以及穿戴式裝置已廣泛普及，使用者儲存於行動裝置的個人資料等同於隨時跟著使用者在公共空間中移動，但電子裝置會產生微量電磁波洩漏 (EM leakage)，進而使有心的駭客 (attacker) 可以擷取此類電磁訊號以竊取使用者資料與密碼。

有鑑於此嚴重的資訊安全議題，講者針對螢幕顯示影像 (Display) 的資訊竊取做了初步實驗，估計以傳統的顯像方式中電磁波洩漏的情況，並克服在行動裝置在使用者高速移動的狀況

下，必須在短時間擷取顯像的困難，成功建立量測架構。講者以影片向與會者呈現量測的架構與過程，包含如何運用一輸入鍵盤訊號輸入文字，並模擬遠處駭客如何擷取到與使用者畫面相同之顯示內容，證實駭客竊取資訊的可行性，講者也在最後提出了完整的量測模組作為總結，並再次強調行動裝置的資訊安全重要性。

## 海報展覽

本次的海報展覽，形式有別於一般的研討會，每個發表海報展覽的作者，需在海報展覽開始前，進行 3 分鐘不含提問時間的簡短口頭發表，然後再至海報展覽區域與其他與會者進行互動討論。此作法讓與會者能先行對於此次海報展覽的所有主題有約略的印象，並且可以更快速的選擇有興趣的議題在展覽時與作者互動。

海報展覽的研究主題包羅萬象，除了前述電源、訊號完整度以及天線設計的議題，另外較特別的包含關於天線場型近場遠場轉換 (Near Field - Far Field Transformation) 的演算法、靜電放電 (Electrostatic Discharge, ESD) 的現象與量測方法以及關於圖片加密 (Cryptographic) 裝置的訊號分析，這些主題多是來自於日本的研究團隊所提出，可見不同國家在電磁相容領域的研究方向仍具有一定的差異性，藉由本次台日雙邊交流活動，



與會人員於晚宴舉杯同歡



台灣大學電信所吳宗霖所長會議晚宴致詞



除突顯因國情不同而展現的研究方向差異性，也就是這些差異使得與會者的互動益加頻繁，使本活動在國際交流上更加有其意義與特殊性。

### 實驗室參訪

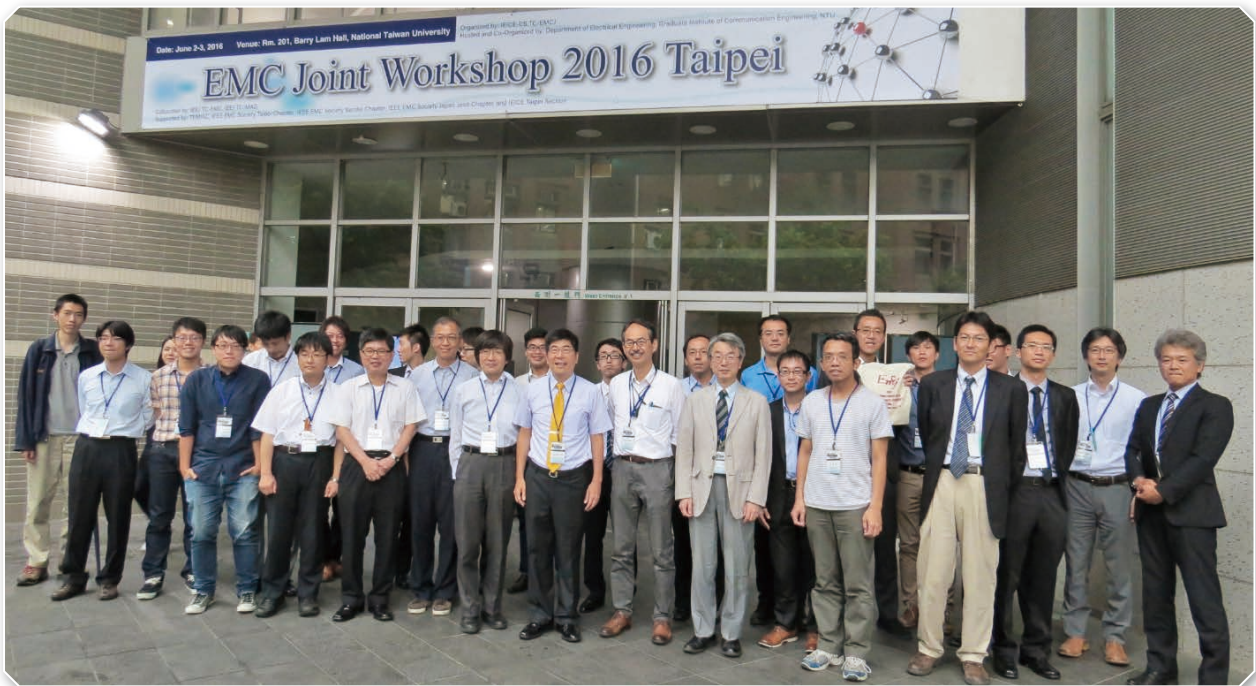
在本次口頭發表與海報展覽結束後，主辦方亦安排了實驗室參訪 (Technical Visit) 的活動。本次參訪主要位於台灣大學電機二館 5 樓的電波組實驗室，包含進行天線近遠場量測的「無反射實驗室」、量測近場輻射與數位訊號的「訊號完整性實驗室」以及主要進行下針量測之「電磁構裝實驗室」，在參訪活動中可以感受到日籍研究生對於台灣目前的研究展現高度興趣，互動與問答相當熱絡，日籍教授也主動與台灣的學生分享其使用儀器的經驗以及研究經歷。日本東北學院大學的石上忍教授便分享過去使用 G-TEM (Gigahertz Transverse Electromagnetic cell) 儀器量測的相關研究，並得到最佳論文獎的事蹟。整體而言，參訪的過程相當輕鬆有趣但又不失切磋研究的嚴謹與專業，相信台日雙方研究團隊透過此次參訪都受益良多。

在專業的技術發表之外，本次活動亦安排校園導覽與晚宴等軟性的文化交流行程，以增進與會者進行交流與認識的機會。在晚宴當中，來自日本與台灣雙方不同研究團隊、不同實驗室甚至是不同輩分的與會者交叉入席，透過聆聽與分享研究經驗，交換彼此原生的文化與生活體驗，勢必能讓與會的年輕學子開拓國際間視野。

相信透過本次會議的交流，台灣與日本雙方往後在研究上或產業上的合作皆能夠有更多的發展，也期許未來能持續有此類型的會議交流，以激發台日雙方研究團隊上更多創意的火花！



雙方互贈紀念品留念



全體與會人員合照



台灣電磁產學聯盟報導



### 會議介紹

2016 夏季電磁教育引領研討會於 2016 年 8 月 8 日至 8 月 12 日在國立中央大學電機工程學系 E1-124 室舉行，展開為期五天的充實課程。今年為第三年於國立中央大學舉行的第九屆夏季電磁教育引領研討會，由中華民國微波學會、國立中央大學電機工程學系及 IEEE MTT-S Taipei Chapter 主辦，國立中央大學資電學院、台灣電磁產學聯盟、台大高速射頻與毫米波技術中心、IEEE AP-S Taipei Chapter、IEEE EMC Taipei Chapter、AP-Tainan Chapter、MTT-Tainan Chapter、CPMT Taipei Chapter 參與協辦。本次研討會一如往年安排了十門課程，吸引了全國大專院校共 15 校的研究生參與，亦有業界人士前來共襄盛舉。大會宗旨就如中華民國微波學會劉榮宗理事長在開學典禮中的致詞，期許能透由此教育研討會提升國內電機系所及相關領域人才的基礎電磁教育，並為台灣之科技與發展培養出更多前瞻性傑出人才。

### 課程介紹

#### 課程名稱：電波與人生

主講人：台灣大學電信工程學研究所 吳宗霖教授

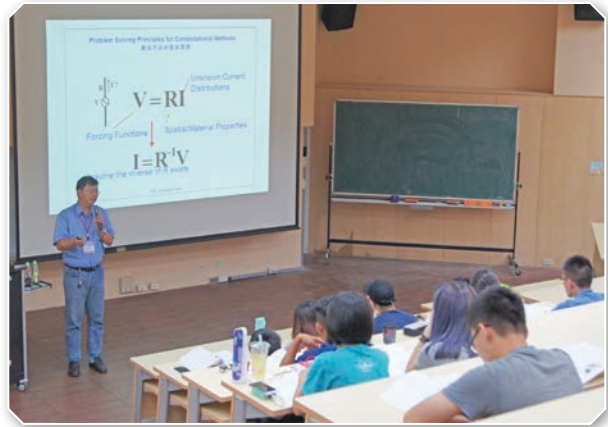
第一天的課程由吳宗霖教授開始。吳教授首先講述了電波領域的研究，有主動、被動元件、系

統應用、天線傳播、電磁場論、訊號完整度、電磁相容性等，接下來簡單介紹了幾篇具代表性的論文研究。深入淺出地講解使電磁領域的初學者瞭解在此領域內大致上有哪些研究主題。之後吳教授展示了一張 iPhone 的拆解圖，裡面射頻電路的組成與基頻電路分別占 1:1，這裡說明射頻電路在行動通訊裝置上占相當重要的一部分，其內部密密麻麻的電路也是另人嘆為觀止。接下來介紹了電磁領域未來應用的大方向，分別是 5G、IoT（物聯網）以及各種應用的智慧化和生產力 4.0。再來介紹了電磁聯盟所建立的學習平台、線上教學與實驗模組，還有電磁基礎能力認證測驗與電磁數位學習網，以及電磁產學聯盟的一些相關資源。最後提到研究生們最關心的職涯規劃，碩士班畢業的出路及未來規劃，還有攻讀博士跟就業的比例等，為電磁領域初學者做了詳盡的介紹。

#### 課程名稱：Electromagnetic Simulation

主講人：台灣大學電機工程學系 周錫增教授

第一天下午的課程由台灣大學周錫增教授主講。在以前電磁模擬軟體不如現在發達的時代，電波領域的研究必須要有良好的數學能力，才有辦法計算出電路的電場與磁場，以便做數值分析。周教授在上課時有提到，他之前所在的實驗室花了許久的時間，還是無法完整將飛機架構做出精確的計



算。但如今已有許多電磁模擬軟體可以用來輔助設計射頻電路，這部分是現在研究者跟以前最大的差別。周教授在課堂上介紹了一些常用的電磁模擬軟體如 IE3D、NEC-BSC、HFSS 等，每一種電磁模擬軟體的介面以及使用方式都不太相同，但大致上的步驟都大同小異，經由一連串設定條件及分析後，最後得到所求電路的響應，這跟以前的數值分析相比，真的是減少許多時間。周教授本次的課程講的是比較實務上的東西，內容相對具體且深入，最後講到了一些模擬軟體的基本理論以及使用方法，但周教授以幽默和簡化的方式介紹，並且結合時事如寶可夢等令同學們有共鳴點，在課堂上不時傳來笑聲，使同學們在歡樂中學習，並對於電磁模擬有深入的認知與了解。

### 課程名稱：Noise and Low Noise Amplifier

主講人：交通大學電機工程學系 孟慶宗教授

第二天早上孟慶宗教授所講授的題目是 Noise & Low Noise Amplifier。首先由 Noise 的基本概念開始，從 Noise、Thermal Noise 以及 white Noise 做介紹，然後開始介紹 random process 跟 noise 的關係，再到 Gaussian random variables, vectors, and processes 與 probability density of a jointly-Gaussian random vector。接下來是 Two Port Noise Theory，除了對 F minimum 與 Constant Noise Figure Circle 做推導以外，還講解了 Norton Format 與 Thevenin Format 的

互相轉換。然後介紹了 MOSFET 的 Two Port Noise Parameter，並開始進入 LNA 的設計，由 CNM (Classical Noise Matching) 到 SNIM (Simultaneously Noise and Input Matching) 再到 PCSNIM (Power-Constraint Simultaneously Noise and Input Matching)。對 Noise 到 LNA 的主題做了詳盡的介紹。另外孟教授最近發明了一種用對角矩陣來簡化雜訊計算的方法，已被國際一級期刊接受，對人類貢獻很大，有可能會被寫進教科書，值得後輩學習。

### 課程名稱：從無感到有感 — 體會電磁波的無窮妙用

主講人：中山大學電機工程學系 洪子聖教授

第二天下午洪子聖教授首先介紹過去幾十年來 Radio 的種類，例如 CW Radar、Pulsed Radar、Bistatic Radar 和 Passive Radar。而對



於雷達的用途除了汽車安全與自動駕駛所使用的偵測系統之外，還有安檢使用的 **through cloth / wall** 的偵測以及生醫感測。其中並介紹了 **Self-Injection-Locked (SIL) Radar**，展示了其能夠偵測人體呼吸與心跳的高感度與低耗電的特性。並且解釋 **Self-Injection-Locked** 的原理與數學方程式，還展示了洪教授團隊如何做相關實驗的影片。由於洪教授對 **Injection-Locked** 這種物理現象的了解十分透徹，並且能用方程式建成模型，所以才能在各方面廣泛應用，這也是值得同學們學習的地方。

### 課程名稱：Microwave Passive Circuits

主講人：中正大學電機工程學系 湯敬文教授

第三天上午的課程由中正大學湯敬文教授主講，先介紹整個收發機的系統，包含被動電路與主動電路為這堂講座的開頭。在被動電路中，以濾波器、功率分配器與耦合線為主要課程內容，濾波器中包含了低通、高通、帶通以及帶止等濾波器不同的頻率響應及特色，推導濾波器的理論並做計算，也簡單展示他學生所寫的程式，只要輸入幾項參數，就可以計算出各個必須設計的參數。功率分配器中，以常見的威爾金森功率分配器為主軸，介紹了功率分配器的理論與實現方法，耦合線則是介紹幾種不同的種類，並簡單驗證各種不同的特性。最後以目前國內外研究文獻，以及湯老師學生所發表的電路設計，以圖片的方式用深入淺出的介紹，使我們了解近來的相關研究，就算簡單的電路，只要有經過良好的設計，也可以有更好的特性。

### 課程名稱：Introduction to MMIC and Related Application

主講人：台灣大學電機工程學系 林坤佑教授

第三天下午的課程由台灣大學林坤佑教授主講，主題是微波與毫米波積體電路的設計與應用。林教授在這堂課上沒有複雜的電路介紹，而是從高頻電路可以運用在哪些方面來做介紹，首



先以頻譜的定義介紹微波與毫米波之間的差異，並說明為何要選在特定頻率如：**60GHz** 來做開發設計的頻段，並舉例闡述為什麼我們需要更高頻的通訊應用，像是以一張蜜蜂的圖片，讓同學們了解為什麼要做積體電路與積體電路實際應用，如果把電路做得太大的話，蜜蜂就無法順利的進入蜂巢；另外也舉例了運用高頻讓機師可以在惡劣的環境下正常起降，運用圖片說明，讓我們了解高頻通訊的好處。接著，林教授從最基本的製程：**CMOS**、**GaAs** 的優缺點，使同學們跳脫課本上的元件符號，讓同學們知道如何實現高頻主動元件與被動元件的方法，最後簡單的介紹量測儀器，從探針下手，講述在設計電路布局上的限制與注意事項，讓將來投入研究的同學們對微波與毫米波電路有更實際的體會與了解。

### 課程名稱：Retrospect of Smith Chart and Transmission-Line Theory

主講人：交通大學電機工程學系 張志揚教授

第四天上午的課程是由交通大學張志揚教授主講。張教授首先由傳輸線的歷史切入整個主題，以輕鬆的歷史回顧使學生能夠快速建立有關傳輸線的基本印象。在第一個主題中，張教授很有系統的從 **KCL** 及 **KVL** 原理推導出基本的電報方程式以及其中衍生出的傳輸線特徵阻抗公式。隨後又在反射系數與附載阻抗的公式中推導出駐波比與反射系數的關係式，並在介紹了數種常見的傳輸線如微帶線和 **CPW** 後結束了上半節的課

程。下半節主要是介紹和講解如何分析並正確的使用 **Smith Chart**。其中最有趣的部分是教導學生快速地學會如何利用兩個集總原件將一已知阻抗匹配到 50 歐姆，令人收穫良多。

### 課程名稱：Basic Microwave Measurement

主講人：中央大學電機工程學系 邱煥凱教授

第四天下午的課程由中央大學邱煥凱教授主講。相較於之前幾堂偏向理論性的課程，這堂課的重點在於教大家如何測量待測物，以及了解網路分析儀上的圖型所代表的涵義。課程一開始首先介紹時域與頻域的關係和主被動電路的差異性讓學生對電波組有初步的了解。隨後便開始介紹各種不同類型的接頭以及它們所適用的頻率範圍，還有為了測量高頻段電路所需要的 **probe** 種類。之後還介紹了一般網路分析儀內部的基本路徑分析，還有一些常見的校正方法。最後還不忘提到 **Noise** 對電路的影響以及如何有效的消除不必要的雜訊，讓學生在 **RFIC** 領域有了一定程度的了解。

### 課程名稱：Introduction to Modern Antenna

主講人：國立中央大學電機工程學系 涂文化教授

第五天上午由涂文化教授講課，涂教授先是用自己以前考 **GRE** 的有趣經歷當作開場，藉此將我們帶入天線的領域，當中提到天線輻射的方式，只要訊號經過一個溝、一個直角或是任何不連續的方向，都會產生能量輻射，而我們日常生活當中非常難去達到一個完整不會輻射條件，所以推論出輻射其實無所不在，我們無須擔心這方面的問題。涂教授也利用動圖來介紹圓形偏極化與線性偏極化的分別，以及左手圓右手圓由觀察者看到的的方向得出的結論也會不同。下半堂開始帶入各種天線類型如 **patch antenna**、**PIFA**、**Yagi-Uda** 等，其中令人印象深刻的是 **PIFA** 天線，這種天線適用於 2000 年手機盛行時，其形狀在板子上剛好成為一個倒 **F**，也可以利用手機後面的蓋子作為天線 **feed** 的點，架構節省面積，

因此當時非常多人做相關的題目，最後是利用圖片讓我們了解天線做出來實際的樣子，從理論帶到實作結束。

### 課程名稱：移動互聯網時代，網路通訊的技術與市場趨勢

主講人：元智大學通訊工程學系 楊正任教授

本次研討會最後一個課程，由楊正任教授演講，楊教授有豐富的產業經歷，他從科技演進作為開場，從前 **PC** 產業盛行，我們須坐在電腦前去傳遞訊息，但逐漸被手機產業代替，因為便利性與強調人與人之間的聯繫，我們可以出門在外拿起手機到處查詢資料，更進一步，手機將會被物聯網所代替，此為物質與物質的聯繫，我們能藉由手機對物質做更深刻的聯繫，其方便性又更上一層樓。楊教授也提出台灣現在產業的趨勢，台灣在手機產業方面並沒有卡到好的位置，因此我們必須在未來的物聯網做更多的努力，也說出他認為台灣在系統的方面與其他國家拚搏並不會佔到優勢，我們具有優勢的方面仍然在 **IC** 元件上面。

楊教授也介紹關於 **4G**、**5G** 通訊、**802.11ad**、**802.11ac**，因應將來資料流量越來越大，楊教授特別提到功率放大器的線性度，將是一個非常重要的指標，最後楊教授分享了自己在上海參加科技展示會的心得，他認為中國創業情況與台灣剛好相反，中國創業的幾乎是年輕人，且非常的勇於拚搏，利用淘寶與物聯網各種機會去闖，藉此告訴我們這一代必須與很多強者競爭，期勉同學要提升自己的實力。▄▄▄





聯盟特約記者／羅元昕

### A1-1 利用兩種不同共振器來設計高選擇性帶通濾波器 — 逢甲大學 廖宏文

上半場的論文發表 A-1 組由逢甲大學的廖宏文揭開序幕，說明利用兩種不同共振器來設計高選擇性帶通濾波器，無線通訊技術包含數個通訊頻段，而其中濾波器是射頻收發機很重要的角色，因此濾波器的優劣會直接影響射頻收發機的效能。

這次的發表中廖宏文舉了三個有關濾波器的參考論文，第一個是在 1996 年 Jia-Sheng Hong 學者和 Michael J. Lancaster 學者提出的環型濾波器；第二個是在 2014 年，由 Xing-Bing Ma and Feng-Shan Zhang 學者提出的環型共振器並在微帶線終端是用分支架構並打孔；第三個是在 2015 年由 Xing-Bing Ma and Feng-Shan Zhang 學者提出的環型共振器並在中間加入兩條微帶線來抑制第二通帶和控制頻寬。最後廖宏文利用兩組開路諧振器，以不同的偶合方式，提出一個帶通濾波器以及一個窄頻帶通濾波器，以玻璃纖維板材 FR4 使的成本降低、電路面積變小和避免貫孔破壞地結構。

### A1-2 過度耦合雙頻帶通濾波器之設計 — 逢甲大學 邱涓婷

第二位論文發表由逢甲大學的邱涓婷解釋如何利用類指叉步階阻抗諧振器為主要架構完成過度耦合雙頻帶通濾波器之設計，這次的發表中邱涓婷舉了兩個有關濾波器的參考論文，第一個是 SIR 直接耦合因此面積較大，通帶間抑制不佳，第二個是將兩個 SIR 架構交錯擺放但其使用 tapped line，而使尺寸仍然較大；最後邱涓婷使用偶合饋入和彎折微帶線除了達到縮小化的目的更加強微帶線間的偶合，並且加上偶合線產生傳輸零點以提高選擇性，以玻璃纖維板材 FR4 使的成本降低、電路面積變小，比起原始電路衰減量較多、縮小幅度大。

### A1-3 研究以新穎饋入方式設計雙頻帶通濾波器 — 逢甲大學 吳怡潔

第三位論文發表由逢甲大學的吳怡潔說明如何以新穎饋入方式設計雙頻帶通濾波器，這次的發表中吳怡潔舉了兩個有關濾波器的參考論文，第一個是在 2005 年 Sheng Sun 學者於 IEEE microwave and wireless components letters 提出以 SIR 架構設計的雙頻帶通濾波器，中心頻率易取得但通帶的選擇性可以更好；第二個是在 2006 年 Jian-Xin Chen 學者和 Tsz Yin Yum 學者於 IEEE microwave and wireless components letters 提出的多層環型架構濾波器，由於是多層架構因此製作成本高而其通帶選擇性好但是 S11 的抑制不盡理想；最後吳怡潔結合前面兩篇的優點使用兩組諧振器工作於不同頻率而產生兩個通帶，並且一組諧振器不只會產生一個通帶還會提供另一個諧振器源負載耦合，以玻璃纖維板材 FR4 使的成本降低、電路面積變小。

### A1-4 設計具有高選擇性高抑制截止頻帶的雙頻微小化帶通濾波器 — 逢甲大學 林琳芳

第四位論文發表由逢甲大學的林琳芳報告如何設計具有高選擇性高抑制截止頻帶的雙頻微小化帶通濾波器，這次的發表中林琳芳說明使用微帶線的優點包括結構簡單、成本低和方便電路焊接，但是因為奇模態與偶模態的相速度不一致因此會產生不必要的諧波，因此在設計時使用 SIR 諧振器高阻抗、低阻抗的阻抗比，來減小奇模態、偶模態的相速度，林琳芳在電路上對 SIR 進行順時針的彎折以保持其通帶，最後有效的改善了混附波，產生極平坦的截止頻帶，除了具備高選擇性也具備電路面積的縮小。

### A1-5 小型化微帶三頻帶通濾波器 — 逢甲大學 李日耀

最後一位論文發表由逢甲大學的李日耀說明現今無線通訊系統中，微帶多頻帶通濾波器是重

要的元件之一，而濾波器須符合系統電路規格，選擇適當的共振器架構與特性，設計具有低插入損耗、小型化、高頻帶選擇性，而今天他提出一個三頻帶通濾波器，透過兩組二分之一波長共振器來達成三頻帶通濾波器的整體架構；利用共振器提供第一跟第三通帶、第二個共振器提供第二通帶，接著利用弱耦合的方式找出共振的頻率，此濾波器應用於 GSM 1800/WLAN 2400/LTE 3500 之三頻段具有小型化、低插入損耗等特性，並透過零度饋入的方式來增加通帶選擇性。

#### B1-1 多輸入多輸出貼片形天線隔離度之強化 — 大葉大學電機工程學所 吳政佑

首先上半場由大葉大學電機工程學所吳政佑率先發表論文「多輸入多輸出貼片形天線隔離度之強化」，他提出了一種有效達到隔離的方法，來降低兩支天線之間的耦合問題。在兩支天線間，加入一個金屬開槽。此結構用來阻斷兩支貼片天線之間共振頻率的電流（沿 H 平面耦合），並且操作頻率在 2.4GHz (WLAN)。此天線採用的規格為 FR4 板，介電系數為 4.4，而天線尺寸為  $80 \times 54 \times 1.6\text{mm}^3$ 。此外，透過全波可行性，可降低耦合細數達 10dB，此天線的優點在於提升資料的傳輸；缺點在於耦合，影響的因素有天線增益及輻射效率等。

#### B1-2 網格式化的接地面對天線效能的影響 — 大葉大學電機工程學所 陳證郁

接下來是大葉大學電機工程學所陳證郁講解「網格式化的接地面對天線效能的影響」，他提出了一種有效減少金屬表面積的方法，來達到天線的輕量化，在天線接地面上，使用網格式化結構來代替原本傳統的接地面。此結構不會破壞天線本身的特性，而且能讓金屬的總重量減少。此外，透過全波電磁模擬軟體 (HFSS) 分析，可發現輻射效率變得比原本傳統的接地面好，並透過實作與量測驗證網格式化結構的應用可行性。此天線可應用於飛機上，透過網格式化結構使得天線金屬減少了 50% 以上，而耗能也跟著下降，因而使得成本降低，此天線屬於單極天線，使用頻段為 2.7 ~

2.9GHz，使用 FR4 板，介電系數為 4.4，正切損耗 (Loss tangent) 為 0.02。

#### B1-3 雙寬頻印刷開槽天線設計 — 大葉大學電機工程學所 陳立中

第三位是大葉大學電機工程學所陳立中為我們講解「雙寬頻印刷開槽天線設計」，他提出一種以微帶線饋入支雙寬頻印刷開槽天線，並藉由開槽的方式讓天線有雙頻的特性，再進一步改變開槽天線的結構，使天線能達到寬頻化的效果，此外，透過全波電磁模擬軟體 (HFSS) 分析此天線之反射係數並調整該天線參數來達到雙寬頻化的目標。並將此天線應用於 5GHz (WLAN) 和 2.4 GHz (WLAN) / FDD-LTE (台灣 2.5 ~ 2.62GHz) 無線通訊系統，並藉由實作驗證此開槽天線之可行性。

#### B1-4 小型化超寬頻天線 具有雙頻抑制特性 — 大葉大學電機工程學所 廖修平

第四位是大葉大學電機工程學所廖修平為我們講解「小型化超寬頻天線具有雙頻抑制特性」，此篇論文主要探討天線如何在超寬頻 (3.1 ~ 10.6GHz) 系統中抑制不需要的頻段，傳統的濾波方法是使用集總元件來實現，但這卻增加了系統的複雜度和在無線裝置上佔用很多的空間。另一個可行的解決方案是設計具有抑制特性的天線以改善訊號干擾。而本篇論文則利用挖槽的方式來達到抑制效果。主要方法是藉由觀察想抑制的頻段之電流分佈，進而在天線上挖槽來改變電流方向以產生抑制效果。最後藉由模擬與量測驗證所提出的天線之可行性。所提出的超寬頻天線保證頻寬可從 2.9 ~ 12GHz，並抑制雙頻段，分別是 WiMAX (3.3 ~ 3.7GHz) 和 WLAN (5.15 ~ 5.825GHz)。此天線的尺寸為  $30 \times 25 \times 0.8\text{mm}^3$ ，使用 FR4 板，介電系數為 4.4，正切損耗 (Loss tangent) 為 0.02。

#### B1-5 LTE/5G WIFI 雙頻印刷槽孔天線設計 — 大葉大學電機工程學所 楊敏能

上半場最後由大葉大學電機工程學所楊敏能講解「LTE/5G WIFI 雙頻印刷槽孔天線設計」，楊



敏能提出一種雙頻印刷槽孔天線設計，此天線為共面波導饋入雙頻段印雙槽孔天線，可將結構簡單的天線製作在單一金屬的介質基板上即可同時產生雙頻帶印刷槽孔天線設計。而本篇論文也將此雙頻帶共振機制以及透過共振機制去調整頻帶至 LTE 和 5G WIFI 無線通訊頻段。其所提出的天線設計可以簡單且迅速地設計在有限的空間內。此外，可透過全波模擬軟體分析並詳細探討此天線設計的各项特性。此天線設計的頻帶為 2.4 ~ 2.6GHz 及 5.8GHz。

#### C1-1 不同演算法之 EMI 比較— 逢甲大學 袁世一、陳佳惟

由於現今電子產品被廣泛使用且 IOT 越來越被重視，一般電子產品均為數位產品，研究使用 Bubble sort 以及 Insertion sort 兩種演算法，在微控制器 (Dspic33FJ06GS202) 運行產生電磁干擾 (EMI) 比較。實際用近場探棒量測在不同時脈速度 7.37MHz、25MHz 以及 40MHz 下觀察內外時脈源，結果發現使用 Bubble sort 演算法情況下，在時脈速度較低時，使用內部或外部時脈源的 EMI 差異不大，當時脈速度提升時，外部時脈源的速度會比內部時脈源稍快，且 EMI 較高，而使用 Insertion sort 演算法，在 7.37MHz 時，內部時脈源的整體 EMI 表現較高，隨速度提升兩者頻率尖點有所差異，但 EMI 大小差異不大。所以透過本研究得到以下三點結論：不同排序法對 EMI 有很大的差異 (Bubble sort 比 Insertion sort 好)、內外部時脈雖然速度都是使用同設定方法，但是實際上仍有差異、外部時脈與內部時脈在頻率為 7.37MHz 時相比之下，外部時脈的 EMI 表現較好。

#### C1-2 應用 SIWAVE 模擬於 return current path 分析— 車輛研究測試中心 林俊志

由於電磁干擾產生的因素繁多，長久以來一直是電子裝備及系統在設計上的一大盲點。以現今電子產品所產生的電磁干擾來說，地層 (GND) 的設計往往會被忽略，但地層 (GND)

又是提供信號路徑的回流，而回返電流信號就走在參考面裡，路徑所構成的面積越大則所形成的回流面積也越大，此回路面積在高頻的時候極容易受到高頻耦合效應而造成耦合輻射雜訊產生。故在設計準則中，往往會建議地層之鋪放不應太過零碎，而在實際設計中，這種情況又難以避免。因此如何在設計中判斷亦是相對關鍵，而本文藉由套裝軟體 SIWAVE 模擬觀察 return current path，並且藉此做為判斷進行產品改善，最終改善產品 EMI 特性。

#### C1-3 靜電放電模型與防護機制模擬分析— 車輛研究測試中心江政育、 逢甲大學 林漢年、呂政儀

在車輛領域方面，近年來各式車輛為了能提高安全性、舒適性以及便利性，電子產品使用的比例越來越高，使得靜電放電 (ESD) 與電磁干擾 (EMI) 造成的車輛問題越來越嚴重。參考車輛電子 ISO10605 定義之人體靜電放電模型和靜電放電標準波型，利用 ANSYS Designer 建立 150pF/330Ω 接觸式靜電槍放電模型，後續將利用此模型產生靜電放電模型並饋入 ANSYS HFSS 中，模擬 PCB 板受到靜電放電後產生的電流分佈情形。改變三種不同的迴流路徑，探討不同迴流路徑受靜電放電後之影響，如使用暫態電壓抑制器 (TVS)，便可達到 ESD 防護效果，而 Clamping Voltage (Vc) 則是選擇 TVS 的重要參數。未來在設計產品初期，需有以下考量：ESD 測試是電子系統可靠度重要的指標、ESD 防護取決於 PCB 佈線與設計、提供低阻抗路徑將能量導出系統以及使用 TVS，即可大幅降低產品的開發周期與成本。

#### C1-5 印刷電路板電流迴路之輻射放射分析與量測— 雲科大 王冠偉、林明星

本研究探討電流迴路在那些頻段是有天線效益的共振頻率點，可以尋求有效降低電磁輻射的對策。首先，在印刷電路板迴流路徑部分，放入不同的電阻、電容或是使用繞線曲折迴路



(meander line loop) 所產生的自感來做測試與分析，接著運用 ANSYS Q3D Extractor 萃取參數建立電流迴路的等效電路模型，最後再利用激發探針接與網儀，將待測物終端連接  $50\Omega$  並放置於激發探針下方約 5mm 的方式與使用兩支探針的兩種非接觸耦合量測架構方式，以偵測不同電流迴路的共振頻率。輻射放射的量測驗證方式，則是使用震盪器做成電路迴路的訊號源，來進行電流迴路的輻射放射量測。

#### D1-1 利用微帶線諧振法推估材料之介電係數 — 國立雲林科技大學 徐偉軒

上半場的論文發表 D-1 組由國立雲林科技大學的徐偉軒揭開序幕，研究對於微波元件，基板的介電特性為最直接影響元件尺寸的參數和微波介電材料對高頻元件之特性有很大的影響。

這次的發表中徐偉軒參考 L. F. Chen, C. K. Ong, C. P. Neo, V. V. Varadan and Vijay K. Varadan 的著作，書中提到傳輸 / 反射法，第一種是同軸探棒法；第二種是同軸傳輸線法；接著使用微帶線的優點包括結構簡單、成本低和方便電路焊接，之後再模擬雙微帶線緞帶傳輸線比較法、單一 T 型諧振法和雙 T 型諧振比較法得到具有相當準確之結果，模擬與實際驗證之數據結果相近，兩種方法相互比較則又以 T 型諧振法較為準確。

#### D1-2 材料屏蔽與吸波效應分析與 Wi-Fi 效能之改善應用 — 逢甲大學 陳雅盈

第二位論文發表由逢甲大學的陳雅盈來為我們帶來材料屏蔽與吸波效應分析與 Wi-Fi 效能之改善應用，首先，她參考美國材料與試驗協會 (ASTM D 4935) 的標準來量測電磁屏蔽材料之屏蔽效能與吸波效能，探討同軸纜線在增強接地後對於屏蔽與吸波效能之影響，由 S 參數結果發現增強接地將有屏蔽與吸波效能變差的現象；並透過實際案例驗證材料對於模組之改善，利用 IEC 61967-3 (表面掃描) 的測試方法來研究雜訊源的分佈情況，從結果顯示材料對於改善系統之

電磁輻射問題有明顯的效果以及材料對於信號接收強度之影響並藉由吞吐量 (Throughput) 的量測來了解干擾源與天線間之相互關係，加入屏蔽材料改善 EMI 後，將對傳輸速率有所提升，由實際案例驗證屏蔽材料對於改善 EMI 以及傳輸效能的提升有相當大的幫助，讓我們更清楚知道目前產品所面臨到之 IC-EMC 的問題，其影響甚至會降低產品效能。

#### D1-3 簡易型環境電磁場偵測裝置設計與分析 — 逢甲大學 林以舜

第三位論文發表由逢甲大學的林以舜報告簡易型環境電磁場偵測裝置設計與分析。首先說明現今之無線通訊產品涵蓋的頻帶相當寬廣，部分頻段更是無需購買頻譜使用權，而僅依據法規去限定其產生之功率與雜訊是否超標之低功率射頻電機產品，以致其所產生之雜訊干擾更是充斥於生活環境中而無法評估，因此為解決環境中不同無線通訊產品所產生之不同功率及雜訊強度與彼此間互相影響的問題，透過自製天線接收外來的電磁波干擾，並和偵測裝置的接收電壓做比對，即可對環境中各種設備產生之電磁場做研究分析，此研究成本低、體積小等簡易型概念，若需要量測其他頻率，只需更換天線及重新再匹配即可達到新一組的偵測裝置，往後也可以全向性天線做為設計主軸，可以避免因天線極化所導致接收狀況的不穩定。



#### D1-4 電波迴響室應用於無線通訊電磁環境測試之設計分析 — 逢甲大學 楊維哲

最後一位論文發表由逢甲大學的楊維哲報告電波迴響室應用於無線通訊電磁環境測試之設計分析，他首先研究無線通訊電磁耐受測試之電波迴響室設計，並模擬設計出一個電波迴響室，依循國際電子技術委員（International Electrotechnical Commission, IEC）所公布之 IEC61000-4-21 規範，針對電波迴響室應用於無線通訊電磁耐受測試的應用方面，利用電磁模擬軟體進行模擬設計及分析，模擬頻率設定在 1.8GHz、2.4GHz、2.6GHz 三個無線通訊頻段，之後針對金屬迴旋扇葉的轉動及移動，經模擬發射及接收天線來探討待測區域的場強均勻度、等向性之分析，得到金屬旋轉扇葉尚未轉動時，在電波迴響室內的電場無法有效均勻分佈，在單一移動及單一轉動時，電磁波經由金屬旋轉扇葉攪拌，等向性可獲得改善，而在移動和轉動同時攪拌時，等向性效果會較單一移動或單一轉動要來的好。在等向性量測中，發現金屬板有達到隔離的效果，而避免兩天線直接耦合，則可以看出無論是否加入金屬板，電波迴響室內的電磁波都能經由金屬扇葉的旋轉攪拌下皆達到比靜態時更佳的等向性效果；以 IEC 61000-4-21 規範來評估電波迴響室之場強均勻度，移動及轉動金屬旋轉扇葉分析場強均勻度，模擬結果發現，當金屬旋轉扇葉移動或旋轉時，均可以符合場強均勻度之要求。金屬旋轉扇葉能有效的打散場內的電磁波，使電場達到一個分佈更均勻的環境。

#### B2-1 平衡是倒 F 形濾波天線設計 — 國立彰化師範電子工程系 石偉廷

下半場第一位是由國立彰化師範電子工程系石偉廷來講解「平衡是倒 F 形濾波天線設計」，本研究提出一個平衡式寬頻帶通濾波器與寬頻平面倒 F 形天線（PIFA）之整合設計。製作於 RO4003 的基板上，其板材厚度為 0.813 mm，相對介電係數為 3.55，損失正切（loss tangent）為 0.0027。由於電路之對稱性，使得差模工作時，

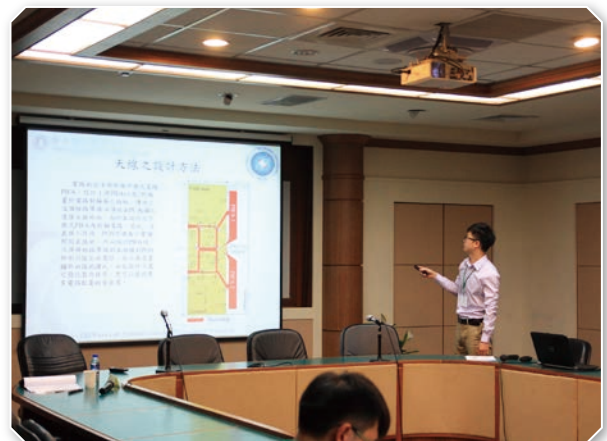
對稱面為虛接地，因此平衡式貼片 PIFA 之接地帶線端只須接至對稱面即不需要額外之接地鑽孔設計，這使得 PIFA 的製作更為簡易。在平衡式 PIFA 前面加上平衡式寬頻 BPF 可以大幅改善在差模時的高頻截止頻帶之拒斥特性及通帶的選擇性。另外，在共模時，因為平衡式 BPF 具有優異的共模拒斥能力，使得平衡式寬頻濾波 PIFA 比單獨的平衡式寬頻 PIFA 具有更佳的共模抑制能力。

#### B2-2 小型輕量化八脊式雙極化 2x2 陣列寬頻天線 — 國立台北科技大學電子工程系 李文裕

第二位是國立台北科技大學電子工程系李文裕講解「LTE/5G WIFI 雙頻印刷槽孔天線設計」，此論文是使用於電磁量測無反射室的小型輕量化 Vivaldi  $2 \times 2$  陣列天線分析。主體使用交叉兩片 PCB 組成，頻率範圍為 0.7 ~ 6GHz，具有垂直、水平雙即化之  $2 \times 2$  陣列天線，並使用 SEMCAD 電磁模擬軟體完成天線模擬分析。此天線的優點為頻寬很大，且有良好的對稱輻射及線性極化。

#### B2-3 平衡式寬頻開槽天線設計 — 國立彰化師範大學電信工程研究所 吳哲瀚

第三位是國立彰化師範大學電信工程研究所吳哲瀚講解「平衡式寬頻開槽天線設計」，此研究提出一以平行分離微帶饋入開槽天線之平衡式寬頻天線設計，天線除了能達成所需之良好差模響應外，也具有寬廣之共模之抑制特性。由於是平衡式結構，整體電路沿對稱面擺放，平行微帶饋入線並不跨過對稱面，饋入線寬及其與開槽天線



之間的距離，是調整阻抗匹配之重點所在。而在天線方面，本研究採號角形開槽結構設計，使得天線是四分之一波長型之開路槽線結構，在共模操作下，開槽天線有兩個面向為開路，所以整個天線呈不完整之槽線結構，無法有效輻射，故共模的訊號能被有效的抑制。

#### B2-4 C形圓極化天線 —

大葉大學電機工程學所 盧柏儒

最後，由大葉大學電機工程學所盧柏儒講解「C形圓極化天線」，此論文是C形圓極化天線的設計與改善。天線形狀以C形天線為參考，並在接地面上添加舉行和一個開環，實現寬的阻抗頻寬和軸比，天線的優點是結構簡單、緊湊的尺寸和較寬的阻抗頻寬。覆蓋到WLAN 5.2GHz (5150 ~ 5350MHz) 和 5.8GHz (5725 ~ 5825MHz) 的頻段。

#### C2-1 Design of IC-EMC Solution at Timing Controller IC for LCD Panels by Frequency Hopping Spread Spectrum —

奇景光電 楊昇帆、陳鵬吉、林致祥、官聖洵

本論文提出以跳頻展頻技術 (Frequency Hopping Spread Spectrum)，將跳頻電路設計於液晶顯示器面板 (LCD Panel) 的時序控制積體電路 (Timing Controller IC)，達到降低 IC-EMC 進場電池干擾能量約 6dB 的成果。除了探討目前高解析度液晶顯示器所使用的傳輸介面架構，亦於研究中，透過所提出的跳頻演算法規劃，設計具有特殊跳頻規則的高速傳輸端 (High

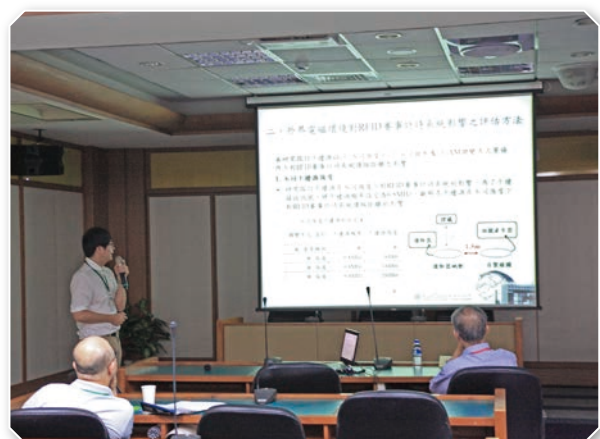
Speed Transmitter)，並將設計實施於液晶面板時序控制積體電路，實現跳頻演算法於高速點對點 (Point-to-Point) 傳輸介面。在實驗驗證過程中，以近場驗證方法，測試並比較本跳頻技術與傳統擾頻 (Scrambling) 技術之電磁干擾抑制效果，本方法具有抑制諧波倍頻 (EMI Peaks) 的能力，且不會使雜訊位準 (Noise Floor) 變差。相較於現有擾頻方法，具有更佳的 EMI 抑制能力，且易於設計整合至高解析度液晶面板點對點傳輸介面。

#### C2-2 無風扇工業電腦系統電磁干擾解決方案 — 台北科大于治平 新漢股份有限公司 陳泓璋

本論文以工業用無風扇電腦系統中的數位視訊顯示介面 (DVI) 為例，實驗機構隔離與接地分割對於電磁干擾中的影響性。將使用導電鋁箔及導電泡棉，達到電磁隔離；利用電容特性，達到電磁波宣洩，目的是利用小電容中的濾除高頻特性，將頻率較高的干擾訊號濾除，使得數位視訊界面訊號倍頻中的 742.95MHz 及 892.33MHz 的 EMI 輻射量分別下降 22.5dBuV/m 及 13.5dBuV/m。

#### C2-3 外界電磁環境對無線射頻辨識系統之影響評估 — 雲林科大 林明星、施健旻

樂活資訊股份公司近幾年將 RFID 賽事計時系統應用在馬拉松比賽，但由於 RFID 賽事計時系統的讀取距離常因不同時間、地點而變，而造成漏讀問題。為了改善漏讀問題、提升服務品質並探討造成漏讀問題的原因及研究其對策方法。



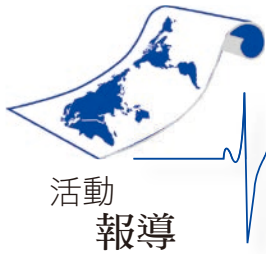
樂活資訊股份公司所採用的 RFID 賽事計時系統為 IPICO IP-X DF Elite Reader System，此系統為一雙頻系統，其發射頻率為 LF 125kHz，接收頻率為 HF 6.8MHz，其耦合方式為感應耦合，本研究利用訊號產生器（Agilent 33220A 及 Agilent E4438C）結合自製線圈來模擬外界電磁環境。由研究結果得知外界電磁波會因為干擾源的強度不同、頻段不同及是否為 AM 調變，對 RFID 系統造成不同的影響，6.8MHz 干擾源越大，RFID 系統的讀取距離衰減率也會隨之增加。干擾源在不同頻率狀態下，只有干擾源的諧振頻率或自身頻段剛好落在 6.8MHz 的頻段會對讀取器地墊的讀取距離衰減率造成影響，干擾源在 AM 調變下，對 RFID 賽事計時系統讀取距離的影響較沒有調變下的影響來得小。未來可以利用收集的干擾源資料及利用外界環境模擬系統，對外界電磁場對 RFID 系統讀取距離影響提出改良的對策技術。

**C2-4 應用於穿戴式生醫裝置量測 ECG 訊號降低雜訊干擾 — 台北科大 林書毓、趙書宏、李志宏、邱宏緯、高立人**

有鑑於市售醫療級心電圖（ECG）設備過大，不利於隨身攜帶監看，台科大致力研究如何縮小設計以便於產品的攜帶。而在人體生理量測訊號上，將受干擾的雜訊，抑制住 AWGN 及降低 Noise floor 使得訊號不致失真，實現出醫療等級的攜帶式 ECG 訊號量測裝置，即能準確判斷實際訊號。在解決 ECG 量測所得道的干擾訊號，分別在訊號線上改用差動訊號走線（Differential



pair)，並在差動的高速訊號線，使匹配至 90Ω，另外也在 PCB 製程上改變疊構，以抑制雜訊輻射及電源上的干擾，最後才能在穩定的 ECG 訊號作精密分析運算得到精準的血壓值，實現應用於穿戴式生醫裝置的量測。▄▄▄



活動  
報導

## 國際研討會連線報導

### 國際天線與傳播暨微波科學學會研討會 (APS)

聯盟特約記者／黃俊凱

此次參與之會議名稱為國際天線與傳播暨微波科學學會研討會 (IEEE AP-S Symposium on Antennas and Propagation and URSI CNC/USNC Joint Meeting)，此為全世界公認最為權威之天線傳播與微波相關會議，在此次會議中，同一個時段有數十個以上的會議同時進行，其中包括筆者所要報告的無線充電應用、無線充電理論、數值理論、5G 天線設計、後設材料 (metamaterial) 的分析與應用、陣列天線、超寬頻天線設計等應用諸多議題，報告方式有口頭報告及海報的形式呈現。

這次的 2016 國際天線與傳播暨微波科學學會研討會國際研討會，舉辦在北美波多黎各島嶼 (Puerto Rico Island) El Conquistador Hotel and Resort in Fajardo, Puerto Rico，波多黎各島嶼是一個炎熱卻濕度卻不高的地區，波多黎各位於

加勒比海的大安的列斯群島東部，全稱波多黎各自由邦。包括波多黎各島及別克斯、庫萊布拉等小島，又因此地博彩遊戲非常盛行，波多黎各有著加勒比海地區最吸引人和最著名的博彩場。聖胡安市加勒比海夜生活和娛樂的首都，在這裡能看到各種的酒吧、美食、維加斯風格的賭博。在





整個聖胡安地區，酒吧、迪斯科舞廳和各式各樣不同種類的餐廳在城市的每一個角落幾乎都可找到。雖然緯度較低，但是讓人感覺不是酷熱潮濕而是陽光普照、海風徐徐，讓人不自覺以輕快的腳步在沙灘上游走。此地的人們也都很和善，走在路上若偶然間目光接觸，則會見到他們溫暖的笑容，甚至還會用帶有濃重西班牙口音的英文向你問好，不過此處的大眾運輸工具不是很發達，如果需要到其他地方基本上都要自己租車或是計程車，連 Uber 都不盛行。而值得一提的是因為這邊是觀光勝地，所以消費稅非常之高，飲食的開銷也不容小覷，不過關於飲食方面倒是各式料理應有盡有，總而言之，筆者覺得如果再有機會，一定要再來造訪一次波多黎各。

此次的 IEEE AP-S 國際研討會總共會期從六月二十六號至七月一號，共計五天，共收錄 700 篇以上的論文，參加的不只是教授、學生，業界眾多公司 (Apple、Agilent、Matlab.....) 都有來與會並參展，這次的展場有三層樓，一樓是口頭報告以及海報展覽，二樓就都是口頭報告的會議室，而三樓則是有口頭的會議室以及沙發可以讓與會人員休憩與準備，而在一樓有準備簡單的茶點與咖啡牛

奶可以讓在開會的同時可以補充些能量，服務甚是周到，參加過眾多會議後會發現，許多會議場地的網路不是很通順，不知道是太多人使用還是頻寬不足，不過在這邊只有暢行無阻可以形容，與會過程愉快順利，週三到週五都有 Short Course，可以讓與會者選擇是否付費學習，介紹一些有趣的主题，例如：Ultra-broadband Terahertz Communications 還有 Computational Techniques for Antenna Placement and RCS，週一晚上也有 Welcome Reception，地點在 Main Pool and Trellises Terrace at the El Conquistador Resort，這次舉辦的場地很寬闊，裡面有三座游泳池，再加上有其他的空間可以擺放食物，讓整體空間感覺不會擁塞，週二晚上還有 Young Professionals Reception 舉辦在 Palomino Island at the El Conquistador Resort，是在一個小島上面，但是這個小島是隸屬於 El Conquistador Resort，感覺很新鮮，有點像是歡迎新人踏進來這個領域的感覺，在過程中認識了許多人，也建立了以後在會場上可以一起討論報告主題相關內容的基礎，這個 Young Professionals Reception 因為是舉辦在一個小島上，所以參加的人比上次筆者所參加的會議吸引了



更多的人前來參加，在週三晚上還有類似 **closing Party** 的 **Banquet Dinner**，不過因為筆者之前太晚報名，所以當筆者報名的時候已經額滿了以致無法參加，不過感覺也是一個很好建立學者跟學者之間交流、討論最近正在研究的主題以及探討過去與未來方向的場合。

筆者本次報告的主題是雙通訊頻帶高效能迴圈式整流天線在行動裝置和無線感應器下的應用 (**A Compact Slot Loop Rectenna for Dual-Band Operation at 2.4- and 5.8-GHz Bands**)，參加的會議主題是無線傳能電路以及其應用，因為本身相對比其他主題更了解的關係，筆者對於這個主題相對來說也比較有想法。在這次會議中，筆者感到無線傳能在未來應該是另外一個主流，而且隨著大家對於環保意識的抬頭，讓這個主題更為重要，因為無線充電有一分支是 **Energy Harvesting**，這種技術讓我們可以應用、回收在環境中漂流的電磁波能量再利用，不過這其中不只是在天線方面需要加強，天線本身的基板及材質也很重要，因為在這次報告中筆者發現，許多報告者所使用的天線其實都是普通的天線，更不是什麼很複雜難以理解的結構，不過卻因為有機會跟許多廠商研究多種製成、養晶體，透過改變機板的材質來改善天線效能的方式，如此可提升其效能超過 **30%**。還有電池本身的充電速度、

製成的方法也需要改進，如何利用小電流、小能量來進行多次循環快速的充電是未來的主題，再來就是充電的方式，如何改進電磁波會隨著距離迅速衰減的問題，在會議裡面也聽到了其他不同的想法，像是有些論文會使用微處理器來控制天線或是匹配電路來使整體接收效能更高，再來也有之前聽過的除了用單點對單點的方式充電，亦可以多點對多點的方式，像是將充電耦合的迴圈放在磁磚底下，人在走動的時候拿著手機，就可以隨時隨地的充電，這樣充電距離也固定了，大約一公尺左右，也就不會有隨著距離產生嚴重衰減的問題，當然觸發的無線充電發射器只有在拿手機的人正下方或是充電觸發器相對於手機直線距離兩公尺內的充電器會被觸發。另外，在此次





會議中也有聽到各種智能家庭的技術，例如利用一些無線充電的技術可以使一些元件彼此溝通然後監控整個家庭的安全，亦可同時監控在屋子裡的人之心跳、血壓，若是獨居老人的話，若發生跌倒、心臟病、中風等意外，可以迅速回報給家人、醫院以做最迅速的處理，如此一來可以相對減少不幸的發生。

此次會議因為需要報告的內容非常多，所以在速度方面講的稍微快了一些，在這方面需要再將內容精簡一點，不過在這次的會議中，筆者認識了很多不同國家的人，有法國、英國、義大利當然還有中國，所以能夠交流許多各種在實驗上的方法還有模擬的設定問題，也相對了解其他國家的研究方將以及主題與我們的實驗室差別在哪裡，不過筆者也發現他們也跟我們一樣，經常三更半夜還待在實驗室等結果。在彼此交流的過

程當中，發現法國的實驗室比筆者想像中的更有合作精神，原本以為法國人都各自獨立作業，卻發現他們的實驗室透過團隊合作解決問題的計畫還蠻多的，再來就是在這次的會議中，可能因為在一個充滿陽光、沙灘的島嶼，筆者覺得與會的人們也相對變得熱情。

最後，科技始於人性，大家都希望越來越方便，只要是不方便的事物總是會被想方法改進改良，不過這也造成了不少的環境問題，像是地球暖化、臭氧層破洞等問題，再加上現在環保意識的覺醒，筆者相信在 **Energy harvesting**、太陽能充電這塊在未來應該也會是熱門的研究主題，在加上現在石油越來越稀少，所以油電混合車甚至電動車也都逐漸的興起，所以在追求科技進步的同時，環境的保護也需要同步的兼顧，這樣才能讓地球永續發展，創造更多不同的科技以及奇蹟。▄▄▄





## 電磁博雅講座系列

嘉慶朝文物大展 — 從「嘉慶君遊台灣」故事說起  
從「嘉慶君·遊台灣」特展 — 一窺嘉慶與台灣淵源

聯盟特約記者／蘇思云

馮明珠前院長

### 前言

2016年台灣電磁產學聯盟與台大電信研究中心、台灣積體電路公司合作，規劃一系列電磁博雅講座，希望帶給電機領域學子不同視野，執行長吳瑞北則認為「科技始終來自於人性」，期待同學一同關注社會與生活中的文學藝術。

本次為博雅講座最後一場，邀請到國立故宮博物院前院長馮明珠，分享她任內最後的策展作品「嘉慶君 遊台灣—清仁宗文物特展」，進一步說明嘉慶皇帝其人與台灣深厚的情緣。馮明珠畢業於台大歷史系與歷史所，任職故宮博物院長達三十八年，對於文物如數家珍。演講中，馮明珠妙語如珠讓聽眾笑聲不斷，專長清史研究的馮明珠，這次化身說書人，帶領聽眾一同走入清代文物世界。

### 故宮南院因緣巧合

說起策展的起心動念，馮明珠說一切都得從「嘉慶君遊台灣」傳說談起。「嘉慶君遊台灣」是一則在台灣民間廣為流傳的故事，傳言嘉慶皇帝當太子時，便曾來到台灣，他遊台期間形象正面，濟弱扶強，中南部名勝古蹟如嘉義的古城樓稱太子樓，便因他曾登臨而得名。而這則古老的傳說，最早見載於文本，是在1905年《台灣日日新報》報導，而後也被寫成小說、拍成電影、成為歌仔戲題材，民國六十年，華視開播的第一部連續劇「嘉慶君與王得祿」等，促成「嘉慶君遊台灣」傳說成為台灣家喻戶曉的民間故事。

去年（2015）12月28日，甫開幕的故宮南院，便是座落於這則傳說的發源地—嘉義。馮明珠表示，「這樣的因緣，讓我決定把嘉慶朝文物展作為故宮南院開幕後推出的第一個特展。」

然而，何以台灣民眾對嘉慶皇帝如此喜愛呢？馮明珠認為，這跟嘉慶任內的治台政策相關。例



如，他拔擢台灣土勇出身的王得祿為福建水師提督，繼李長庚傷亡後，成為剿滅大海盜蔡牽等主力，王得祿亦不辱使命，消滅當時在閩浙沿海作亂十多年的大海盜蔡牽，為台灣海陝帶來了三十多年較安定的局面。王得祿自投效清兵以來，戰功彪炳，後升浙江提督，從一品大員。直到道光年間，中英鴉片戰爭爆發，王得祿還自動請纓前往澎湖駐守，最後死在軍營中。王得祿一生戎武，報效清廷，鞠躬盡瘁，加恩追贈伯爵，晉太子太師銜，諡果毅，其功蹟載入國史。嘉慶皇帝對王得祿有知遇之恩，締結了一段君臣佳話，無怪乎《嘉慶君遊台灣》小說文本中，有太子遊府城結識賣藝勇漢王百祿並義結金蘭橋段了。

而嘉慶皇帝與王得祿的深厚情誼，更可從故宮典藏的王得祿硃批奏摺中略窺一二。馮明珠笑說：「儘管史實中嘉慶沒來過台灣，畢竟嘉慶十四歲就被密祕立儲，乾隆皇帝根本不可能讓他的王位繼承人冒險度過黑水溝來台灣。但買麻豆文旦，還是會說這是嘉慶吃過的。」

馮明珠也補充說道，策展人對「嘉慶時期的台灣」提出了：「嘉慶皇帝除關注台灣史治與原漢關係外，並拔擢王得祿（1770～1842）以消滅海盜蔡牽集團；相應社會發展，諭令設置噶瑪蘭廳，使得台灣進入一個新的時期。」這也是台灣人喜愛嘉慶皇帝的原因，傳說中對嘉慶君全是正向表述。

## 嘉慶皇帝仁孝敦厚 肅貪打奢樣樣來

一般史學家多認為相比於前朝，嘉慶表現平庸，缺乏建樹。故宮策展團隊持不同見解，畢竟乾隆在永琰（嘉慶名）十四歲就密祕立為儲君，足足用了二十二年觀察與訓練他，直到嘉慶三十六歲才正式立其為太子。「乾隆在傳位詔書中寫道，選嘉慶為太子的理由是『仁孝端醇，克肩重器』，看重他生性仁孝、穩重，足以守成祖業。」

嘉慶王朝的確不同於前朝，他一反乾隆晚年奢侈之風，肅貪打奢樣樣來。馮明珠以「東珠」為例說明，東珠產在寒冷的松花江，由於氣候寒冷、珠蚌不易生長，加上松花江為滿族母親之河，故東珠特別稀有。「只有皇帝、皇后才能用東珠，但嘉慶初年下令禁採東珠，直到幾年後，珠蚌人生計困難才重新開啟。」

乾隆皇帝晚年十分聽信權臣和珅，馮明珠對於俗語「和珅跌倒，嘉慶吃飽」，更栩栩如生說明嘉慶如何把和珅拉下權力舞台。「傳說乾隆皇帝駕崩，嘉慶不動聲色傳旨和珅入宮，要他更換箭衣後晉見，和珅一試發現袖子不合，便回報袖子太窄了。沒想到，嘉慶冷言道：『不是袖子太窄，是你拳（權）太大了。』嚇得和珅一身冷汗，自知大難臨頭了。」馮明珠進一步說：「歷史上批評嘉慶皇帝懦弱，沒有魄力，但從他整肅和珅，便知到他有勇有謀。乾隆駕崩的第二天，嘉慶皇帝親政開始，便整肅和珅，革去他所有職務，交刑部嚴訊，發布上諭列舉和珅條二十條大罪，賜令自盡」。短短數天，兵不血刃，便解決「專擅」二十多年的權臣，締造「和珅跌倒，嘉慶吃飽」的佳話。

嘉慶整肅貪官不遺餘力，生前也曾寫過〈為君難〉一文，指出「聽言明辨是非最難」。就嘉慶朝整體文化藝術成就而言，故宮策展團隊提出：「嘉慶朝無可避免仍受乾隆朝的影響，但嘉慶皇帝刻意地降低逸樂色彩，希望更符合君王治道。」特展中展出嘉慶皇帝三枚印章：「所寶惟賢、所其無逸、嘉慶御覽」，可說是清仁宗期許自己能愛護賢才、不荒廢皇帝事業的最佳寫照。



## 跟上時代脈動 不然一定被淘汰

除了清史研究外，在故宮長期任職的馮明珠對於科技如何結合新媒體展覽，也很有一套自己想法。馮明珠從民國八十七年就率先推動故宮推動數位典藏計畫，她直言一開始多數同仁也反對，「但到現在，這早已改變博物館人員思維。以前策展是在文物堆裡發想，而現在只要打開電腦，就知道有哪些素材可以運用。」

馮明珠坦言，對年輕世代來說，手機早已不離身，她認為「今天的科技是載具、也是工具，透過數位新媒體的應用，為的就是讓觀眾更親近文物，更清楚地觀賞。」正如同每一個朝代的文物自有其藝術風格，她也認為，「當今時代風格很自然會跟新媒體結合。」

故宮過去也曾與資策會兩度合作，在2013年有「乾隆潮 - 新媒體藝術展」，2015年的「藝域漫遊 - 郎世寧新媒體藝術展」，更曾遠達赴義大利佛羅倫斯展出。馮明珠認為，人文與科技的結合是時代趨勢，「而經營一個博物館，更要跟上時代脈動，不然也一定會被淘汰。」



專題  
報導

## 傑出講座

微波開關之設計

張志揚教授

聯盟特約記者／周柏融

隨著科技不斷地進步，通訊的發展對於所使用頻段也逐漸提升，其技術的挑戰也越來越高，毫米波頻段更是有許多效應比低頻段來得需要克服，因此在設計上的考量也更加重要。電磁產學聯盟為提供學術界與產業界互相結合交流，並藉此達到學術研究以及產品應用上的相互合作，故於五月二十日，耀登科技與電磁產學聯盟合作，邀請交大電信所張志揚教授至耀登科技演講，與在場的業界同仁分享開關設計原理以及方法。

演講一開始，張教授由前幾年工研院計畫設計 X Band 的單刀四擲開關（SP4T）設計經驗與現場業界同仁分享開關設計經驗，首先簡介各種開關示意圖以及其應用，由 PIN 二極體特性設計高功率開關，接著利用殘段濾波器（stub filter）來設計高功率開關，以及在設計過程中用等效電路推導各項設計參數，使用不同種串並聯方式之單刀雙擲開關各有其優缺點，最後比較微波半導體式開關與機電式開關之差異。在演講過程中為了讓業界更容易理解開關設計，張教授使用一些設計實例以及在實際上會遇到的問題，來讓業界同仁對於開關能清楚認識，並結合實際的實作圖來了解開關設計。

### PIN 二極體（PIN Diode）

PIN 二極體與 PN 二極體不同是在 P 型半導體與 N 型半導體之間夾了一層純質半導體層（intrinsic layer），簡稱為 I-層。在 PIN 二極體順向偏壓之時，I-層儲存有大量直流偏壓電流所注入的電子與電洞，而電子與電洞在 I-層其生命期（life time）很長遠大於負半週，當大功率射頻訊號加於 PIN 二極體之上，訊號負半週將無法移除直流偏壓所儲存的電子與電洞，因此仍能保持其

順偏時低電阻之狀態。使得 PIN 二極體擁有可以控制高功率（kW 級）射頻功率的良好特性。

其載子壽命很長故只需要很小的直流偏壓電流就可以在高功率射頻功率保持 I-層為低電阻狀態，但影響開關的切換速度並非是載子壽命而是與開關驅動器（switch driver）的設計有關，而開關驅動器設計又是另一門課題。

### 利用殘段濾波器（stub filter）來設計高功率開關

一般使用一個外部電感與 PIN 內部寄生電容在中心頻時諧振，使之反偏時形成開路。但這會使開關響應較窄頻，其可併入濾波器設計來使頻寬加大，利用短路之四分之一波長諧振腔構成之短路殘段濾波器，來增加頻寬，因柴氏響應濾波器偶數階無法讓 J-反轉器全部相同，故只使用奇數階，在頻寬小於 20% 以下時此設計方式相當適合。

以一個三階四分之一波長短路殘段柴氏響應濾波器為例，決定好其三短路殘段的阻抗後，再把 PIN 二極體反偏電容併入四分之一波長短路諧振腔改以滿足諧振條件與斜率參數，最後在真實電路時必須要考慮偏壓以及封裝電感問題。張教授也提供簡單的等效電路推導開關隔絕力（isolation）、功率耗損以及插入損耗（insertion loss）等重要開關參數，來評估此開關的能力，使得現場業界同仁更能了解開關設計。

### 不同種串並聯方式之單刀雙擲開關

當工作頻率到達毫米波頻率時，若仍然使用混成電路的設計，因為元件（串聯 PIN 二極體）之逆偏電容之電容抗不夠大，而同時組裝與元件



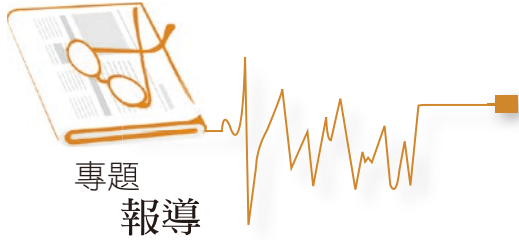
自身的寄生電感之電感抗太大，導致設計與組裝佈局的困難度大幅增加。單刀雙擲開關會因應不同種設計要求，而利用二極體串並聯方式以及種類來達到設計所需，單刀雙擲開關兩邊可以各使用串 - 並聯二極體來達到寬頻且扇出數目可以大於二，但每個扇出臂必須要有一控制，串聯二極體在毫米波頻段性能差，此設計的頻段無法太高，而在串並聯兩二極體需要兩種不同包裝且組裝困難，以目前元件而言大約是在 40 ~ 50 GHz 左右皆有商售產品可使用。

兩側也可並聯各一顆二極體且同一種即可，扇出數目也可大於二，頻寬較為窄頻，隔絕力較串並聯二極體略遜，但可透過增加二極體來改善，在設計時每個扇出臂有兩個直流阻隔電容，此時直流阻隔電容也會有寄生效應，尤其是兩顆二極體之間的直流阻隔電容，因為在毫米波頻段兩個 PIN 二極體之間隔極小，卻要放入兩個直流阻隔電容，靠近中間星形接面者會對其特性有嚴重影響，且造成混成電路佈局不易容納此電容，因此這樣的架構在毫米波頻段也是比較適合用單晶電路來實現。

最後兩側並聯二極體之設計，也可並用一顆 NIP 與一顆 PIN 二極體如此可以不用二顆二極體之間的直流阻隔電容，來達成沒有電容佈局問題，讓電路大幅簡化，很適合混成電路，因為正反向二極體使得只適用於單刀雙擲開關設計，但兩顆二極體之電氣參數必須極接近，不易找到供應商配合，且逆偏電壓為 0.7V 的二極體功率乘載量 (power handling) 較差。

### 微波半導體式開關與機電式開關之差異

機電式開關在整個頻段都有良好的隔絕力，且插入損耗並不會像微波半導體式隨著頻率增加的損耗越來越多，在功率乘載量為微波半導體式開關的 PIN 最好，但是在開關除了隔絕力以及功率乘載量為重要參數以外，開關切換速度也是另一項指標，機電式開關不像微波半導體式開關來得切換快速，在開關重複使用率也是機電式開關與微波半導體式開關略遜，因此對於在選用何種開關來應用必須要考慮到諸多因素。■ ■ ■



# 台灣電磁產學聯盟 2016 第 1 次研發半年報

## MIMO 無線通訊性能的電磁干擾 EMI 效應與設計挑戰

聯盟特約記者／傅靖雯

台灣電磁產學聯盟 2016 年第一次半年報於六月二十三日在逢甲大學人言大樓第六國際會議廳舉行，此次半年報主題為「MIMO 無線通訊與先進汽車電子的電磁干擾 EMI 效應與設計挑戰」，主辦單位為台灣電磁產學聯盟、積體電路電磁相容研究發展中心以及逢甲大學通訊工程學系，協辦單位則包括 IEEE EMC 台北支會、台灣電機電子學會、中華民國微波學會、財團法人台灣電子檢驗中心；此次研發季報參與人數超過 100 人，業界方面有來自台積電、海力士、鴻海、奇景、英華達、晶復、華擎、環鴻、瑞昱、耀登、工研院、SGS 台灣檢驗、矽品、全球檢測、台揚、華碩、神雲、國家晶片系統設計中心等廠商，學界方面有來自中正、中原、中興、聯合大學、大葉、龍華科大、逢甲等學校的師生，各界參與相當踴躍。

針對資通訊電子在高度整合應用下的各類行動裝置，在高速傳輸的 MIMO 系統中，其於複雜

系統內所產生的 IC、模組以及 RF 電路間相互干擾導致的性能劣化問題更是日益嚴重；本主題以透過 MIMO 系統的 OTA 測試案例，解析從 IC 層級開始的 EMC 量測技術與雜訊特性模型，以便後續可藉由耦合路徑之模擬分析，應用於 RF 產品規劃時，將解決模組與系統層級相關 EMC 問題的對策技術納入開發流程與建立設計準則，可增加電子電路設計的自由度，並有助於產品電磁相容性的分析與控制，以及創新組合架構發展與縮短 EMC 檢測時間。

活動分為上、下兩個半場，邀請標準檢驗局王石城局長、電磁產學聯盟吳宗霖教授和 IEEE EMCS 台北支會林丁丙教授開場，接著由元智大學邱政男教授主持上半場，下午場由逢甲大學林漢年副教授主持；上下場次各安排 3 場專題演講，活動內容相當精彩，且在上下場次中間休息時間也準備了茶水及點心供大家享用。





## 專題演講

### Analysis of MIMO OTA Performance Degradation Platform Noise — 逢甲大學 林漢年教授

上半場的專題演講由逢甲大學林漢年教授揭開序幕，說明一個好的無線通訊與電子產品，除了產品本身優異的功能之外，高水準的電磁相容（EMC）設計以獲得更佳 OTA 性能，對產品品質及技術性能指標都具有相當關鍵的影響力。不僅讓我們了解到未來的發展趨勢，透過學生的量測等相關證據顯示，載台雜訊（Platform Noise）會造成吞吐量（Throughput）的問題，而 Throughput 的問題主要來自於 MIMO 天線以及後面的設計。解析從 IC 層面開始的 EMC 量測技術與雜訊特性模型，以便後續可藉由耦合路徑之模擬分析。在應用於後續 RF 產品規劃時，即將解決模組與系統層級相關 EMC 問題的對策技術納入開發流程與建立設計準則，其可增加電子電路設計的自由度，將有助於產品電磁相容性的分析與控制，甚至有助於創新組合架構發展與縮短 EMC 檢測時間。

### MIMO OTA Practical Testing Techniques — 碩訊科技 蔡遙明總經理

接著是碩訊科技股份有限公司的蔡遙明總經理來為我們報告 MIMO 的設計、MIMO 的特性評估以及 MIMO OTA 的製造測試與運用。其中印象特別深刻的是，在 MIMO 設計部分，蔡總經理特別準備了一張堆成小山的網卡相片及兩張不同家的主機板相片的投影片跟我們說明，雖然這些網卡看起來都一樣，但是當這些網卡插在筆電當中，會因為



各家筆電有不同的電源位置會有不同的電源情況、供電情況、不同的耐受位置、鐵蓋是怎麼樣的隔離等影響，所以要測試以做區別。在實務上測試，第一個做 **Conducted** 測試、第二個是做 **De-Sence Matrix** 測試，之後遇到的第一個問題是：究竟是天線做不好還是受雜訊干擾？最後，蔡總經理就以實務上的眾多測試案例來做結尾。

### 車輛 ADAS 系統硬體設計與 EMC 技術 — ARTC 車測中心 鄭守益工程師

第三場演講，鄭守益工程師首先向我們說明汽車電子環境需考量到的四大議題，包括氣候與化學環境、機械環境、電器環境與 EMC 的問題。其次，是汽車電子系統開發流程與設計，依照 V 型設計開發，先看系統的需求、系統設計，到實作、單元測試、整合測試，最後是設計驗證。也會做可靠性工程的運作 (WCCA)。第三，在電子元件的部分，提到 AECQ (Automotive Electronics Countil) 現行汽車電子通用的標準，還有電阻、電容、二極體等的考量。第四，在電源設計部分需考慮電源的逆接保護、電流與功率的估算、Surge、ESD、LDO 等額外的保護。第五，在 I/O 設計除了在 Input Port 做短路保護，在 Output Port 則須考慮的是訊號輸出或是電源輸出來做不同防護，MCU 的選用也要考量。最後，在 PCB Layout 與 EMC 注意事項部分，鄭工程師也為我們做了相當詳盡及具有參考性的解說。



### Antenna simulation for IoT ( Internet of things) and IoV ( Internet of Vehicle) — 美商安系思科技 葉丁豪 資深工程師

下半場的專題演講由美商安系思科技葉丁豪工程師揭開序幕，首先定義 IoT (Internet of things)，並且提出在實行上會遇到的工程問題及解決方案，除此之外也提出了穿戴式裝置因為放置很多天線在裝置上造成許多干擾，而其天線的封裝也會降低裝置的執行，且之後還提出了其如何傳遞電源的效率、減少電源的損耗及對人體的安全性問題，而要改善行動裝置，可透過使用模擬軟體來模擬其結構；接著，IoV 與 IoT 類似，主要著重在車子上的訊號及訊息的交換，例如自動駕駛，為了避免車子在自動駕駛時碰撞，感應器的應用十分重要，除此之外，天線可透過模擬軟體來模擬其特性及模擬車輛行徑時會發生的情況來設計。

### 應用於行動裝置的 MIMO 天線設計 — 台北科技大學 林丁丙教授

第二場演講由台北科技大學林丁丙教授來談應用於行動裝置的 MIMO 天線設計，首先提出了針對行動裝置可用的四種技術— Polarization Diversity、Neutralization、Decoupling network 及 Resonator，並且透過論文來解釋各個技術的應用。若從通訊系統的角度來看，MIMO 天線有三個目的，而這些目的從天線設計的角度來看皆



為一樣的設計，當應用在實際的通訊系統時，會因為不同的傳輸技術而有不同的效益，而所謂的 MIMO 就是在發收及接收的部分使用多根天線，希望建構一個良好的無線通訊系統。接著點出 MIMO 的缺點，林教授提到當 MIMO 天線在發射訊號時，會有多個天線在準備接收訊號，但是有些天線無法成功的接收訊號，這樣會造成天線的品質下降，不同的天線會得到相同的品質。但如果能夠善用其傳輸技術時，MIMO 天線將發揮最大功效進而提高傳輸速率。

### 行動通訊大型基地站多埠陣列天線的電磁干擾 — 國立台灣大學 周錫增教授

周教授此報告主要是在說明行動通訊大型基地站多埠陣列天線的電磁干擾。行動通訊的發展朝寬頻、多工的方向發展，基地站天線共構及 MIMO 等相關技術應用陸續出現，由於頻寬的侷限與擁擠，頻帶間的隔離變得相當困難，其衍生的問題為格頻干擾、被頻干擾以及結構間的相互耦合干擾等問題，繼而定義出限制的標準。此次



報告首先由行動通訊天線發展的演進開始講起，從基地站的演變到 2G、3G，接著討論大基地站天線的應用特性，期望實現天線共構共站為利基點、實現多公分及為重點、支援 MIMO 應用為主軸、實現多頻段共構天線、實現多埠共構天線等；並且接著提出三階諧波 PIM 對訊號的重要，天線中 Cable 的生產、天線反射板絕緣、單元天線組裝、移相器、低頻振子、RCU 等都會對 PIM 有影響。■ ■ ■ ■







企業  
參訪

# 研華科技參訪活動

台灣電磁產學聯盟報導

近年來，台灣產學合作愈趨密切，為促進學術界與產業界的交流，提升雙方研發能力，並掌握研究發展趨勢，促成未來合作契機，台灣電磁產學聯盟於 2016 年 7 月 4 日舉辦聯盟教師業界暑期參訪活動，在全球產業電腦市場居領先地位，主要針對企業及系統整合商提供整合性的系統平台及客製化的產品和解決方案，也是台灣少數成功建立自有品牌的「研華股份有限公司」。由楊瑞祥技術長等主管共同與會，並由楊瑞祥技術長以「研華物聯網發展策略與產學合作創新」介紹物聯網產業現況與研華的發展佈局，亦分享產學合作的創新模式，並與來自全國聯盟 9 位教師以及台大智慧聯網創新研究中心 3 位研究員共同分享研發成果及交流。

## 研華科技簡介

研華成立於 1983 年，在全球產業電腦市場居領先地位，是台灣少數成功建立自有品牌的高科技業者。身為智能系統 (Intelligent Systems)



全球領導品牌，研華針對企業及系統整合商提供整合性的網路技術、電腦平台及客製化的產品和解決方案，在全球 21 個國家、92 個主要城市，為遍布全球的客戶提供即時的服務。

研華以「智能地球推手 (Enabling an Intelligent Planet)」做為公司的企業形象及願景。研華在 IoT、自動化及嵌入式運算等產業為最具影響力的跨國公司，並提供客戶以價值為導





向的多樣性客製化服務。透過不斷地創新應用發展，研華將全力投入提昇智能化生活與確保人類福祉的企業目標。

為迎接物聯網（IoT）和雲端運算世代的到來，研華除深化既有產品的應用之外，也針對公司的經營策略進行相應地調整，未來將以推動整合型 IoT 解決方案為發展主軸。此外，研華也將投入大量的資源和人力來強化於垂直市場的能見度，並透過跨產業服務平台的支援體系，充分運用進階的網路軟體技術，來發展以 IoT 為中心的智能應用。

## 研華產學合作創新平台介紹

### TiC100

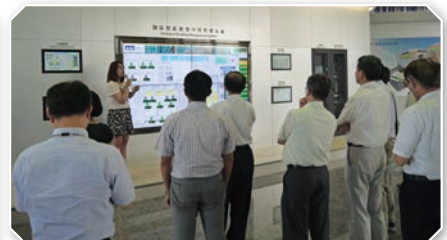
研華認為，唯有融合創新與學習特性的「產學合作」，才是未來推動社會進步的主力。因此，從 1999 年開辦伊始，TiC100 一路從創業競賽形式，變革為以創新商業模式應用為競賽主軸，其

宗旨亦從為學生一圓校園創業夢想，演化為指引學生學習如何有效整合資源，與商業連結，如何建構創新的商業模式，為本土產業遭遇的重大議題提供因應良策，同時，也讓學生親身貼近市場營運的真實情境，期待將 TiC100 打造成為企業、校園及市場間最佳的溝通合作平台。

### EACC

研華與國內知名大專院校 MBA 教授與學生合作，每年選定重要企業經營管理或研究發展議題推動 EACC（Enterprise-Academy Cross-over Collaboration）產學跨領域合作計畫，將企業經營理念散播到校園當中。

EACC 能夠產生具有高度參考價值的個案研究碩士論文、具體可行的企業市場開發計畫、以及一套能回饋社會的個案完整學習方法，提供企業員工訓練與校園創新教學使用。藉由 EACC 樹立產學合作的典範。



## EDC

EDC 是由研華及研華協創所舉辦之活動，以「user-oriented innovative design process」方法，每半年由研華各事業單位提出滿足市場端之產品創新概念設計，邀集台灣知名工業設計學校學生參與改良升級的專題創作。EDC 強調使用者情境為工業設計的起點，企圖為工業設計者與工程人員之間建立良好的對話，期望為產業、校園與市場注入一股創新的思考設計精神，讓台灣工業設計產品在世界舞台上散發更多光芒。

## 物聯網智慧系統研究中心

為開發物聯網智慧系統先進應用技術，以及強化台灣物聯網產業競爭力，研華科技與國立交通大學合作，打造台灣首座校級物聯網產業發展的產學平台「物聯網智慧系統研究中心」，並以 Intelligent Video Analytics Lab、Industry 4.0 Lab、IoT Embedded PaaS Lab 三大實驗室分別發展。研究中心以產官學合作共同創造產業實際價值為目標，研發物聯網智能系統與創新應用技術，促成學界研究趨於產業化，加速推進物聯網產業發展，以全面提升台灣物聯網產業整體競爭力，並帶動台灣物聯網人才培育與創新。

## IoT A+ 物聯網產學菁英博士

研華與交大電機 / 資訊學院共同推出物聯網產學研發菁英博士，由研華與學校共同指導論文方向，透過產學合作探索前瞻物聯網技術，培育具備產業實作的博士人才；於就讀博士期間，將提供優渥的獎學金（研華每年 30 萬 + 教育部每年 20 萬），確保學生經濟無虞，學生可進入研華長期實習，學生畢業後與產業無縫接軌，產業亦縮短人才再培訓的時間。

## 聯盟教授簡報、產學交流

在企業簡報之後，參訪教授亦簡介其個人研究專長，聯盟此次參與活動的教師有台灣大學：吳瑞北教授、吳宗霖教授、毛紹綱教授、周錫增教授、盧奕璋教授、台灣科大楊成發教授、長庚大學江逸



群教授、金國生教授以及台大智慧聯網創新研究中心許永真主任等，現場由每位教師提供一頁簡介，略述其專長領域、近年中執行的計畫及選列幾篇重要研究論著，並針對研華科技之企業經營、產品等技術相關提出問題以及擘畫未來合作的方向。期許藉由產、學雙方交流而更了解彼此，雙方並就研發的方向、政策規畫、人才培育等相關議題做討論，進而找到共同合作的媒合平台。

## 智慧園區 Show Room 參觀

### 全自動智慧停車

園區從入門開始就能感受到科技所帶來的便利生活，園區擁有精準辨識率的「車牌辨識系統」只要預先提供車牌號碼，便可以預約停車位，「i-Parking」系統直接登記訪客的車牌與手機號碼，只要車輛通過，停車場閘道會自動辨識車牌。另外，每位訪客皆會附上專屬 QR Code，即使駕駛不同車輛亦可使用 QR Code 感應進入停車場，而員工入場時除車牌辨識外亦可持員工證或 e-tag 進出。進入停車場後，研華「智能停車導引系統」沿路提供明確的指示和地圖，車位前的地燈會自動發亮，協助 VIP 輕鬆地找到專屬車位。取車時也只要透過「智能尋車系統」輸入車號，就可立即標示出車輛的位置。

### 智能一卡通

辦公大樓最重要的任務是提升工作效率與產能，園區會議室為達到有效率的空間分配，每間

會議室設有「人感偵測」系統，假使有人預約或使用，系統會將使用情況顯示在大廳的「預約班表」及門口燈號。只要事先預約，一進入會議室，空調燈光早已設置好；要啟動視訊會議時，透過研華 UTC 情境控制系統，一個按鍵就切換到「遠端會議模式」；會議結束後，系統將自動關閉燈光空調。全程由系統操作，既提升了會議的品質和效率，更達到自動節能。二樓行動辦公室則是專為出差人員設計，用研華 UTC 觸控電腦先設定「分機跟隨」(Call Forward) 功能，再透過隨身攜帶的 Wif 手機或桌機 IP 電話，就能接聽原本的分機，重要電話不再漏接。容易大排長龍的公共區域，例如門禁打卡、公用設施、咖啡廳點餐等，已經達到「智能一卡通」，只要帶著一張識別證，就可利用各種服務，讓員工享有高度便利。此外，為提升大樓安全，智能一卡通不僅連動門禁安防系統，並可搭配研華的 WebAccess+IVS 軟體，廣泛用於電子圍籬、車牌辨識、人流統計等。

### 智能建築及能源管理系統，環保又節能

研華林口園區運用自家技術與創新思維，建構前瞻性的智慧情境及節能應用，全面優化了建築

的空間機能。以辦公空間為例，全面運用人員在場感測器、空調感控器及研華 I/O 控制器等，可提升 21% 節能效益；並透過研華工控排程系統，達到「分區、分時段」照明節能，最近更設置微波偵測以利於大範圍的環境感控。透過數據顯示，林口園區一期的用電日耗量平均為 18,300 ( kWh)，與傳統建築物日耗量約 33,108 ( kWh) 相比，節能效益將近 45%！效益顯著，可歸功於研華 BEMS 與「智能建築整合平台」(WebAccess) 的雙向遠端管理。能將遠端監控功能發揮到淋漓盡致，全是因為研華在「遠程操作控制」累積雄厚的實力，其 BAS 系列樓宇專用控制器、ADAM 遠端資料擷取模組都是炙手可熱的遠端控制產品。

由於人類都市化衍生出的各種民生、汙染及能源問題，研華秉持著「推動智慧城市創新，共建物聯網典範」的願景，協同夥伴力量，共同於 2014 年成立「林口智慧園區」，期許以此智能建築為典範，以科技改善生活，運用物聯網、雲計算、大數據等技術，帶動智慧城市的永續發展。園區也呈現開放設計，讓企業能夠結合在地社區達到回饋社會的目標。■■■■





人物  
專訪

## 專訪車測中心黃隆洲總經理

### 不怕走沒人走過的路

聯盟特約記者／蘇思云

#### 前言

2016年七月初，美國最大電動車廠特斯拉（Tesla）公告八、九月份將正式來台踢館，台灣市場也可以直接線上訂購最新款 Model S，特斯拉（Tesla）同時也計畫在台北信義計畫區開設第一家台灣實體店面。這項消息不僅對台灣汽車業投下震撼彈，也讓談論多年的電動車議題再度浮上檯面。

在特斯拉宣告來台前夕，電磁聯盟前往彰濱工業園區，拜訪車輛研究測試中心（ARTC）的總經理黃隆洲。

黃隆洲是帶領車輛研究測試中心發展自主技術與研發創新的關鍵人物，他從台大船舶機械研究所畢業後，因緣際會投入汽車產業，全程參與裕隆第一輛華人設計的轎車 FEELING 101。2000年後，他帶領車輛研究測試中心，吸取各國經驗，成立台灣自己的車輛零組件電磁相容（EMC）實驗室，不但提升產業競爭力，並進一步協助政府研擬相關政策與標準規範。





電磁聯盟很榮幸可以訪問到總經理黃隆洲，聽他談台灣汽車產業的發展歷史與挑戰，以及新興電動車的前景。

## 受「中國人自己設計車子」鼓舞 與汽車結緣

黃隆洲大學就讀成大工程科學系，課程包含機械與電機，他記得大三時，大多數同學其實也傻呼呼不知道接下來要做什麼，直到畢業旅行，黃隆洲參觀了中鋼、中船，一詢問才知道，台灣當時雖然很會做船，但是核心動力主機卻是來自歐洲大廠，「我當時心想，心臟居然是跟別人買的，多可惜，所以就去考船舶機械所。」

台大船舶機械所畢業後，黃隆洲回憶，當時，老師推薦他繼續去東京大學讀書，他卻因為看到裕隆刊載報紙上的一幅廣告而改變心意。

「當時，裕隆因為要設立自己的研發中心，廣告就寫著『設計中國人的第一部車，當第一代的汽車工程師』，這個號召感動了我。」黃隆洲因緣際會下投入汽車產業，沒想到一走就是三十載。

剛進入裕隆時，黃隆洲笑說一切都很新鮮，「那時候車子也沒看過，也不會開車，但投入研究，前三個月就讀了一百多篇國外論文。」閱讀論文之後，伴隨而來是一個個全新的挑戰，包括第一次的風洞實驗、第一個實驗室設計、第一個引擎系統研發等，黃隆洲也說，動手做之後才真正理解到學校理論原來是這樣應用的。

當時，汽車技術還是被國外封鎖的時代，日本、美國都保密到家。黃隆洲回想從設計、測試、當專案經理到國外取經，「那是一段做什麼都是第一次的時光。」每一個「第一次」，黃隆洲坦言充滿驚險未知的刺激，但他也藉此鼓勵學校的學弟妹，「出社會如果有人要給你第一次做的工作，很多人會怕。可是沒有人走過的路，你要怎麼走就怎麼走，如果走對，反而還幫後面的人走出一條路。」

## 帶領 ARTC 爭取國際驗證

談到車輛研究測試中心（ARTC）的設立，原因其實與汽車產業在 1990 年代的轉型有關。黃隆洲回憶，在裕隆研發 FEELING101 時，由於台灣還沒有自己的實驗室，車廠都要到國外做檢測報告，不僅費用高昂而且處處受限。黃隆洲這樣比喻，「車廠沒有研發實驗室，就好像麵包師傅沒有烤箱。像吳寶春麵包揉的很好，但如果沒有烤箱，相信什麼也烤不出來，就不會有得到世界大獎的機會。」

因此，工業局依據汽車工業六年發展方案，一方面協助產業升級，一方面也執行政府對於車輛品質的把關工作，在 1990 年成立屬於財團法人的車輛研究測試中心。

一般人對於車輛研究測試中心的印象，仍多停留在新車測試項目的把關，然而，這其實只是任務的一小部分。從設立各大實驗室到爭取測試技術的國際驗證，持續研發，獲取專利、技術轉移到國際競賽的亮眼表現，都是車輛研究測試中心持續經營的任務。

有了實驗室之後，自然就有各種試驗，有試驗就有 NG 的可能。黃隆洲說，每一次試驗，對車輛研究測試中心都是一道題目，一年下來累積三、四百道題目，「像考試一樣，每一年有三、四百道題目可以鍛鍊，兩、三年下來後，看到題目就知道問題在哪。」透過一次次的演練，車輛研究測試中心也針對不同車廠提出新的解決方案。

但有實驗室還不夠，車輛研究測試中心所做出來的解方，還要其他國家也承認才有價值，否則車廠也無法使用。黃隆洲回憶當初爭取國際驗證的過程，例如 EMC 領域，「美國大廠像福特會說全球有十三個實驗室，計畫在亞洲新設立一個。大廠會出題給來競爭的國家，然後亞洲之間各國會競爭。」就以 ARTC 成功獲得福特認可為

例，爭取認證的過程，從申請、測試、人員能力考核到制度檢驗，動輒就要五百天。

然而，成果是甘美的，2008年成為福特大廠的協力實驗室後，車輛研究測試中心以後所做的報告就可以獲得承認。黃隆洲回憶，當時爭取到美國大廠的驗證後，後續歐洲的驗證就快上許多。他自豪地說，「這就是你口碑做出來了。」

## 成立 EMC 實驗室 從追趕到超越

隨著車輛電子化，越來越多 IC 產品應用在車上，如 GPS 導航、行車紀錄器、車上影音娛樂等設備，車輛研究測試中心也在 2003 年成立電磁相容 (EMC) 實驗室，以完備能量，服務涵括零組件、整車 EMC 性能驗證、促進產品 EMC 的設計輔導等。

什麼是電磁相容 (EMC) 實驗室呢？電磁相容又可分成兩部分，分別是電磁干擾 (EMI) 與電磁耐受 (EMS)。簡單來說，舉凡車輛上安裝的天線、馬達或是電動車的電池，在使用時由於有高電流、高電壓通過，都可能對外界產生電磁波；相對地，外在環境不管是電廠、機場或是其他車輛、火車等，瞬間釋放的電磁波也可能影響車上電子元件的使用。因此，EMC 實驗室的設立，便是希望車子可以減少發出干擾別人的電磁波，同時測試車子能否不被外在的電磁波干擾。

如果車子被干擾會發生什麼事情呢？黃隆洲以天線為例，車子可能經過某些電廠時發現波段出現雜訊，或是車子開一開突然熄火，都可能是因為有電流、電波進入電路系統的緣故，「這時候就必須修正車上這些產品與電路，不然因為電磁波導致車子啟動不了或是馬達出問題、儀表閃爍等，非常危險。」

隨著通訊產業的發達，EMC 實驗室越趨重要，車輛研究測試中心也在 2007 年增加了車輛通訊測試，2010 年更進一步增加對於電動車、先進駕駛輔助系統 (ADAS) 以及無人車牽涉的

能量建置，2012 年耗資四億的巴士級整車實驗室也完工。

黃隆洲強調，EMC 實驗室絕對要跟產業、國家法令與國際需求密切結合，有了自己的 EMC 實驗室，國內廠商不用再遠渡重洋，耗時三、四個月把車子送驗，也可大幅降低費用。「2003 年我派同仁去歐洲受訓，觀察到 EMC 實驗室還輸合作對象四、五年，2007 年再一次檢視，發現已經非常接近，2010 年我們已經可以跟別人平起平坐，甚至部分還可以超越。」相關經驗讓中國、東南亞國家也前來取經。目前，EMC 實驗室共有十個測試場地，平均每年可達五百個國內外服務專案。

## 電動車面臨瓶頸 電池是關鍵

2015 年，電動車 (含純電動車與插電式油電混合車) 受惠於政策支持，全球銷量突破 55 萬輛，相較於 2014 年，大幅成長 72%，然而，相較五年前各國喊出電動車在 2015 年要達到的數量，中國、美國、法國、日本等電動車大國也都跳票。對電動車產業，黃隆洲坦言，雖然動輒可以看到電動車商砸下數十、數百億元做投資，「但電動車全球都面臨困境，關鍵在電池的技術仍不夠好，還太貴。」

由於電動車內目前仍需大量電池，黃隆洲認為，若沒有爆炸性突破，降低電池成本價格，廣設充電裝置，電動車仍難普及。黃隆洲推估，電池可能成為國家級產業，他笑稱：「現在電池產業如果有驚人突破，我覺得很有機會得諾貝爾獎。」不過他也提出他的看法：「電池這項關鍵技術是大國在玩的，台灣要勝出難度很大。關鍵在我們到底要花多少資源、時間，電動車有那麼多東西不一定要樣樣自己做。」

展望未來，黃隆洲認為從現在到 2050 年，傳統汽車所用的內燃機佔比仍會不斷下降，電動車以及新能源的運用還是會漸漸增加。「這是一



個多能源並存的狀態。」

而傳統車子與電動車在測試上有哪些項目差異？黃隆洲指出，「關鍵在看哪個部分被取代」。以電動車為例，就是用電池取代傳統車輛的動力與油箱，因此如果是傳統車輛都會做的「碰撞」測試，過去就從車輛正面、後面、側面做撞擊，並觀察乘客的損傷度給予星等。當電池取代引擎油箱，電動車碰撞後，黃隆洲指出，「我們重視電池撞下去有沒有冒煙燃燒，會不會爆炸。電池有時候撞下去沒事，但其實內部有損傷，已經發生化學反應，可能隔一段時間才自燃起來。」一樣是碰撞的領域，測試項目便多了好幾個。不過，黃隆洲也強調，「汽車工業一百多年來也是這樣慢慢調整、增加項目的，慢慢累積，有基礎就不難。」

### 整合資源 讓汽車業打國家隊

當年，車輛研究測試中心的成立，便是由於國家觀察到汽車轉型的趨勢，讓汽車從過去講求馬力，逐步重視電子化與舒適性，並與 ICT 產業日漸密切。黃隆洲則認為，汽車產業需要長時間人力、資源的投入，不能只看短期成效，台灣要發展國家隊概念，讓汽車業走得更穩健。

談及國家隊概念，黃隆洲表示，國家力量不能只是補助，以電動車為例，「各國一開始都用補助，但補助是讓你產業化後，把技術突破，把成本降下來，所以補助都有一段期間，這段期間如果你走不出來，就算失敗。」

黃隆洲認為台灣談國家隊，需要發展四個概念。除了補助外，其次就是要整合研發平台，「由於台灣經費相對少，整合利用才能更有效率。」他認為可以把車輛研究測試中心、工研院、中科院集合起來，把相關技術研發後再移轉廠商，或是跟廠商一同研發都是辦法。第三個則是要重視標準的建立，參酌國際的趨勢，不能只是埋頭做自己的產品，他再三強調，「有標準後，廠商才

能按照標準做測試，產品也才能接軌國外。」最後，還要有資源建立實驗室，後續才能做測試、修改並建立自己的解方。黃隆洲認為，「補助只是初期，重要的是後續研發、標準、實驗的能耐，實驗完成品如有問題要怎麼解決，才是國家要協助產業界的部分。」

### 汽車與 ICT 產業將越加緊密 學界不能缺席

在產業界多年的黃隆洲則觀察到，台灣具備強大的 ICT 廠商與技術，其實非常適合發展汽車電子產業，不過也許是由於台灣 ICT 產業發展較早，黃隆洲發現許多學生似乎都只把去資訊大廠當作選項，少有投入汽車領域。「但事實上，未來汽車產業像是自動駕駛、車聯網等，其實很需要 EMC、軟體、電機電子、控制相關人才。」黃隆洲認為，如有機會讓業界、學界一起合作，開設與 EMC 更為相關的學程，他樂見其成。黃隆洲也十分讚許近來工業局創設的 EMC 人才認證，鼓勵學生在學期間可以多加準備，日後在業界更得心應手。

對於電磁聯盟的師生們，黃隆洲很希望有機會可以加強車輛研究測試中心與學界的合作，甚至組成聯合團隊。他不諱言指出，雖然現在電腦科技進步，但其實在車輛電磁領域的數值模擬還沒有那麼準確，而學校教授與學生具備理論強項，很適合做模擬。「在電腦裡面跑模擬，可以在設計階段就分析各種狀況，減少設計的錯誤。」他更強調模擬若做得好，就可以選對元件，不會因為設計錯誤，製造出爛東西，才在事後忙著解決跟修正。黃隆洲並表示，國內通訊領域發達，未來車子也會面臨各種通訊設備應用上的問題，希望不同領域能藉彼此力量相互交流，一同進步。▮▮▮



# 耀登集團

Auden Techno Corp.

## One-Stop Shop and Total Solution

- ◆ 量測認證服務 ◆ 儀器設備代理銷售
- ◆ 前瞻技術研發 ◆ 天線設計製造

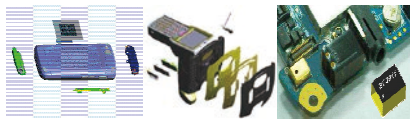
• Global Product Certification Compliance



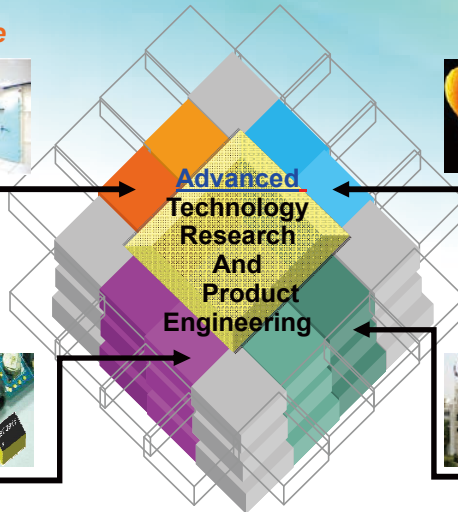
• Test Equipment & Regulatory Technology



• Antenna design & Solution Provider



• Antenna Sales & Manufacturing



### Integrated Service Modules

#### \* 集團遠景 :

- 1) 致力小型天線的高增益、低 SAR 值及微型化，以世界級天線供應廠為目標
- 2) 建立亞洲電磁檢測代表品牌
- 3) 代理生醫量測設備跨足生醫科技領域
- 4) 微波應用於生物醫療領域
- 5) 規劃股票上市上櫃

**A**SPIRE **U**PGRAGE **D**EVOTE **E**XCELLENCE **N**AVIGATOR

耀登科技

公司地址：桃園縣八德市和平路 772 巷 19 號

公司網址：<http://www.auden.com.tw>



## Welcome to join us~

招募網址：

<http://goo.gl/wP6aaR>



## + Job Opportunities

世界的距離有多遠，由身懷絕技的您來做主~  
歡迎加入我們的行列! 詳細職缺內容請至104網站。

### 嵌入式系統軟體工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉C/C++/HTML程式語言，具嵌入式系統設計開發經驗尤佳
- + 有Linux，網路/通訊設計開發經驗尤佳

### 電子產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 具備產品測試、分析及維修相關經驗者尤佳

### RF研發工程師(106年度研發替代役)

- + 電子、電機、通訊、電信相關科系畢
- + 熟悉微波模擬軟體(如ADS、HFSS)
- + 對微波產品電路設計開發有興趣者，具微波、類比電路設計相關經驗尤佳

### 產品工程師(106年度研發替代役)

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 具備產品測試、分析及維修相關經驗者尤佳

### 機構工程師(106年度研發替代役)

- + 機械工程相關系所畢
- + 熟悉AutoCAD、Solidwork或Pro-E軟體操作
- + 有機構、熱傳學理等分析概念



## + Benefits

### 激勵與肯定

- + 三節獎金及年度盈餘分紅
- + 提供激勵措施獎勵績優
- + 專利獎金/績優表揚/資深獎勵
- + 內部晉升調遷制度

### 保障與關懷

- + 勞保、健保、退休金提撥及團保
- + 結婚、喪葬、生育、傷病住院給付
- + 提供醫療保健服務/定期員工健檢
- + 急難救助及重大災變補助

### 訓練與發展

- + 海外專業工作歷練及集團內培訓
- + 多職能及多能工培育
- + 工作授權、任務指派、專案參與
- + 全額補助內/外訓練課程

### 生活與休閒

- + 設有員工休閒中心及圖書室
- + 年度旅遊補助、家庭日活動、多元化社團
- + 生日禮金、三節賀禮、特約廠商優惠
- + 員工餐廳

## 台揚科技股份有限公司

若有任何招募事宜，歡迎來電洽詢人力資源部招募任用組  
Tel: 03-5773335 Fax:03-5777121

新竹市科學園區創新二路1號  
招募信箱: [talents@mtigroup.com](mailto:talents@mtigroup.com)  
公司網址: [www.mtigroup.com](http://www.mtigroup.com)





## 奇景光電 106年研發替代役 強力登場

### 強力徵才職缺

- |                |                |
|----------------|----------------|
| ⊕ 數位IC設計工程師    | ⊕ APR工程師       |
| ⊕ 類比IC設計工程師    | ⊕ EDA工程師       |
| ⊕ 演算法數位IC設計工程師 | ⊕ IC Layout工程師 |
| ⊕ 軟韌體設計工程師     |                |
| ⊕ 技術開發工程師      |                |
| ⊕ 系統應用工程師      |                |
| ⊕ SI/PI/EMC工程師 |                |

- 徵才內容：  
歡迎碩士以上，電機/電子/電信/資訊/通訊等理工科系人才加入
- 詳細職缺：  
請上104人力網站查詢。
- 履歷投遞：請上104人力網站 或 Email至 resume@himax.com.tw。
- 準備文件：履歷自傳、大學&研究所成績單、論文&專題摘要。

### 聯絡方式

新竹 紀小姐(03)5163276分機38113 E-mail:claire\_chi@himax.com.tw  
 台南 盧小姐(06)5050880分機58882 E-mail:shirley\_lu@himax.com.tw

ASUS®

IN SEARCH OF  
INCREDIBLE  
追尋無與倫比

2017年度研發替代役熱烈招募

# 加入華碩 替你完成無限夢想



Facebook粉絲團：【ASUS華碩徵才】追尋無與倫比的您

## 招募職缺

軟體研發 / 無線通訊射頻  
數據分析 / 機器視覺 / 自動控制  
通訊研發 / 硬體研發 / 聲學研發

## 2017 華碩電腦 研發替代役 徵才說明會暨博覽會

## 招募對象

資工 / 電子 / 電機  
電控 / 電信 / 通訊  
相關科系研究所以上未役同學

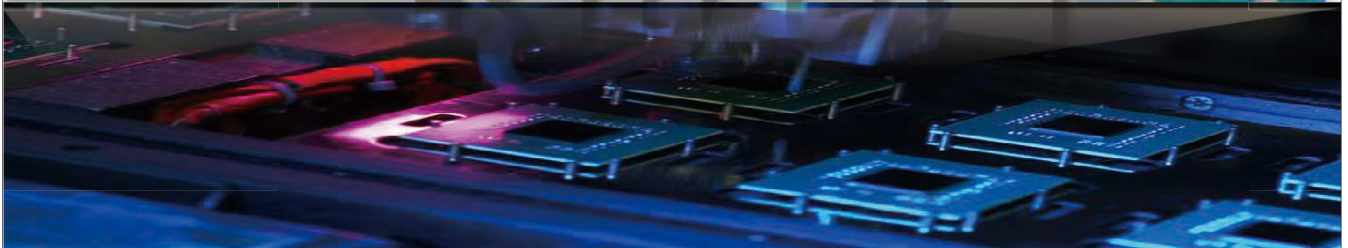
### 應徵 3 步驟

- 1 準備完整履歷**  
個人簡歷與在學成績單
- 2 投遞華碩人才網**  
或 104人力銀行【投遞履歷】
- 3 準備妥當**  
隨時接受研發替代役面試安排

華碩人才網 <http://hr-recruit.asus.com/> 請勾選：「2017研發替代役人員」類別選擇適合您的職缺唷！



# 矽出名門



項次	徵才職類	學歷	工作地點
1	Bumping PIE 中/高階主管	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 具IC Bumping廠 PIE工程主管至少5年經歷	台中 潭子 中科
2	品保 中/高階主管	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 具IC Bumping/Assembly廠品保部級主管至少5年歷練，英文說寫流利	台中 潭子 中科
3	材料技術經(副)理 (基板)	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 具IC基板廠6年以上工程經驗.	台中 潭子
4	基板設計資深工程師	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 具2年以上相關經驗 3. 具PCB、Layout design、Candence Allegro 經驗	台中 潭子
5	產品製程(資深)工程師	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 資深須具3年以上封裝相關經驗	台中 潭子 中科 彰化和美
6	製程整合(資深)工程師	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 資深須具3年以上封裝相關經驗	台中 潭子 中科 彰化和美
7	測試製程(資深)工程師	1. 大學以上理工相關科系畢 2. 須具3年以上封裝測試相關經驗	台中 中科
8	CIM管理工程師	1. 英文聽說讀寫流利 2. 具CIM、B2B經驗尤佳	台中潭子

招募專線：(04)2425-1525 #1600

網址：

<http://www.104.com.tw/jobbank/joblist/joblist.cfm?jobsource=n104bank1&keyword=%E7%9F%BD%E5%93%81&order=1>



加入廣達，  
放大力量！！

## 《熱門職缺訊息》

職缺名稱	研發替代役-硬體-雲端系統訊號與電源完整性研發工程師(SI/PI)
主要工作職責	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參與產學合作專案，執行訊號與電源完整性相關研究</li> <li>2. 針對雲端系統之高速數位訊號，進行可行性分析與評估解決方案 關基礎知識與設計準則，定期舉辦部門內部教育訓練與研討會</li> </ol>
主要工作項目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 產學合作專案進度追蹤</li> <li>2. 先進高速數位訊號規範研究</li> <li>3. 訊號與電源完整性分析</li> <li>4. PCB基板材料分析與PCB製程研究</li> <li>5. 提供教育訓練</li> </ol>
需求條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 碩士以上電機/電信/通信 相關科系畢、博士尤佳</li> <li>2. 訊號與電源完整性基礎知識</li> <li>3. 具高速數位訊號設計經驗者佳</li> <li>4. 熟悉電性模擬軟體者佳，如 HFSS、SIWave、ADS等</li> </ol>
聯絡方式	<a href="mailto:Mita.pao@quantatw.com">Mita.pao@quantatw.com</a> 包小姐，或將履歷投遞至廣達人才招募網

立即投遞



【登錄和投遞履歷】請至廣達人才招募網[hr.quantatw.com](http://hr.quantatw.com)

## 最新活動

自聯盟成立以來，一直希望能提供更好的會員服務。初期曾設立產學聯盟徵才媒合網，由於操作及註冊程序較為繁瑣，效益不倖專業的人力銀行網站，因此希望能調整運作方式。我們知道各位會員很希望每年都能招募到各大專院校優秀傑出的畢業生，因此調整聯盟可協助項目如下：

### • 轉發徵才或實習訊息：

如您需要聯盟代為轉發相關徵才或寒暑假實習訊息，惠請將訊息內容告知我們，聯盟將協助轉發相關訊息給全國 130 多位聯盟教師及 8 校學生。

### • 開放企業會員擺設徵才攤位：

為提供更有效益的媒合方式，聯盟擬於每次的季報中，開放企業會員擺設徵才攤位及徵才集點活動。

### • 於季刊中刊登徵才訊息：

目前聯盟每次季刊紙本發行情約 400 份，寄送對象包括聯盟會員、教師以及電磁相關單位，電子季刊寄送對象則為聯盟企級會員、研級會員、聯盟 130 多位教師、聯盟 8 校學生（超過 600 名研究生），以及先前活動參與者（上千位），開放每位會員可於每次季刊中刊登 1 頁 A4 之徵才訊息，出刊前將詢問各位會員是否提供徵才稿件，敬請踴躍報名。

### • 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞：

會員在各校的徵才說明會中，如需邀請聯盟教授撥冗出席簡短致辭，歡迎不吝告知，聯盟會協助後續安排。

## 電磁產學聯盟儀器設備借用優惠方案 ~ 歡迎會員踴躍申請

為了確實落實跨校產學合作及資源共享的目標，聯盟彙整各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準，並特別訂定「電磁產學聯盟廠商申請使用儀器設備及實驗室優惠方案」，歡迎聯盟會員踴躍申請利用，詳情請上聯盟網站查詢（網址：<http://temiac.ee.ntu.edu.tw> → 關於聯盟 → 聯盟實驗室）。

### 【聯盟廠商的儀器借用優惠方案】

1. 凡電磁產學聯盟廠商申請使用台灣大學、台灣科技大學、中正大學在聯盟網頁所列示的儀器設備，一年可免費使用共計 50 小時，相關協助研究生之鼓勵經費由聯盟支出，自第 51 小時起再按各校實驗室辦法的收費標準收費。
2. 凡電磁產學聯盟廠商申請使用元智大學通訊研究中心近場天線量測實驗室、中央大學在聯盟網頁所列示的儀器設備，一年內申請使用的前 50 個小時（與上款合計），聯盟補助每小時優惠 500 元。
3. 各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準，請詳閱聯盟網站關於聯盟 → 聯盟實驗室 → 各校實驗儀器對外借用規定。
4. 相關細節歡迎進一步連繫，並隨時提供寶貴意見讓我們可以參考改進，請洽詢聯盟助理許璋真小姐，電話：02-33663713，e-mail: [weichenhsu@ntu.edu.tw](mailto:weichenhsu@ntu.edu.tw)

## 聯盟會員專區

徵才媒合服務	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 轉發徵才或實習訊息</li> <li>• 開放企業會員擺設徵才攤位</li> <li>• 於季刊中刊登徵才訊息</li> <li>• 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞</li> <li>• 相關說明：<a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208</a></li> </ul>
會員邀請演講	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 會員自行邀請聯盟教授前往演講</li> <li>• 聯盟可提供演講部分補助（聯盟補助上限 3,000/ 次，每位會員一年至多申請 2 次）</li> <li>• 相關說明：<a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203</a></li> </ul>
會員舉辦季報	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 補助各界申請辦理季報，初期希望能以 IEEE MTT 支會、AP 支會、EMC 支會為主</li> <li>• 每次補助上限 8 萬元（補助金額由召集人決定）</li> <li>• 103 年度申請案以彈性提出方式申請，104 年度請於 103 年度 9 月底之前將申請提交聯盟辦公室，俾利於年度委員會議提出審查。</li> <li>• 相關說明：<a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202</a></li> </ul>





# 台灣電磁產學聯盟 2016 傑出講座

## 國立台灣大學電機系 毛紹綱教授

講題：

- 1.無線通訊系統應用 – 無線能量傳輸與物聯網
- 2.射頻前端電路設計 – 多頻多模多功率射頻開關與功率放大器



## 逢甲大學通訊工程系 林漢年教授

講題：

- 1.高速數位電路與無線通訊系統之電磁相容設計分析
- 2.電磁相容測試之技術發展與應用原理



## 國立交通大學電機系 張志揚教授

講題：

- 1.微波與毫米波濾波器與頻率雙工器
- 2.微波開關之設計



演講摘要及申請辦法請洽聯盟網頁 [temiac.ee.ntu.edu.tw](http://temiac.ee.ntu.edu.tw)，  
聯盟將補助傑出講座至聯盟會員演講之演講費及交通費，  
欲申請講座者，歡迎與聯盟助理沈妍伶小姐聯繫。  
Tel: 02-3366-5599、E-MAIL: [temiac02@ntu.edu.tw](mailto:temiac02@ntu.edu.tw)

# 電磁能力認證測驗

## 施測宗旨

建立全國普遍認同之基礎電磁能力認證機制，統一評估學生程度，以有效驗證學生學習成效，作為升學或就業能力之佐證

## 施測效益

已有相關系所採計此測驗為研究所推甄資格審查的有利文件，未來將持續推廣成為公司錄取射頻人才之重要採信標準



## 施測對象

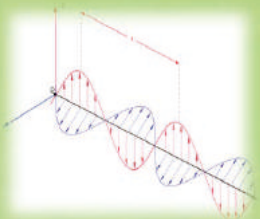
全國大專院校理工相關科系大學部學生，以**大三**、**大四**學生為主。

## 命題範圍

8項電磁學基礎課程：向量分析、靜電學、靜磁學、Maxwell's Equations、平面波、頻域傳輸線、時域傳輸線、史密斯圖等。

## 測驗時間

每年**春季**與**秋季**各辦理一場，於全台各指定考區統一進行線上測驗。學生可就近自由選擇考區。



## 聯盟業界成員



臺灣電磁聯盟季刊中，特別設置「電磁園地」專欄，歡迎聯盟業界成員及聯盟師生投稿發表電磁相關文章，以促進產學研多方交流意見。若您欲惠賜稿件，請與臺灣電磁產學聯盟辦公室聯繫！

美編印刷 麥田資訊股份有限公司  
地址 新北市中和區板南路 496-6 號 1 樓  
電話 +886-2-2221-2552  
傳真 +886-2-2221-8872  
e-mail nhsdneinfo@gmail.com

聯絡人 沈妍伶  
電話 +886-2-3366-5599  
傳真 +886-2-3366-5599  
e-mail temiac02@ntu.edu.tw  
地址 10617 台北市大安區羅斯福路四段一號  
(國立臺灣大學電機系博理館 7 樓 BL-A 室)



023



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter