



Taiwan Electromagnetic
Industry-Academia Consortium Newsletter

臺灣電磁產學聯盟通訊



聯盟業界成員



台揚科技股份有限公司
MICROELECTRONICS TECHNOLOGY INC.



Quanta Computer



仁寶電腦



國家中山科學研究院
NCSIST NATIONAL CHUNG-SHAN INSTITUTE
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



先豐通訊股份有限公司
BoardTek Electronics Corp

Unimicron
欣興電子

2	主編的話
	活動報導 — 傑出講座
3	近場電磁效應對於無線通訊系統效能影響之對策 景文科技大學電腦與通訊系 陳一鋒教授
	活動報導 — 邀請演講
5	聯發科技 5G mmWave RF 設計 — From IC Design House's Perspective 聯發科技 曾柏森副處長
7	5G 毫米波技術與產品發展趨勢 耀登科技 周瑞宏執行技術長
	活動報導 — 傑出講座
9	多輸入多輸出無線通訊系統之訊息吞吐量提升技術 景文科技大學電腦與通訊系 陳一鋒教授
	活動報導 — 研討會
12	台灣電磁產學聯盟 2020 年第 1 次研發半年報 — 5G 射頻技術與驗證
	活動報導 — 國際研討會連線報導
17	2020 IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽 2020 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition, 2020 iWEM
22	2020 IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽 2020 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition
26	2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, RFIT 2020
	人物專訪
30	專訪聯發科技執行副總經理暨技術長 周漁君：深耕無線通訊 馳騁浪尖逾半甲子
	企業徵才
35	欣興電子
36	耀登集團
37	聯發科技
38	台揚科技
39	國家中山科學研究院 資訊通信研究所
40	仁寶電腦
41	奇景光電
	動態報導 — 最新活動 & 消息
42	最新活動、儀器設備及實驗室借用優惠方案、聯盟會員專區
44	2021 傑出講座



主編的話

為促進科技發展與創新，聯盟每年持續推出由學級會員針對企級會員服務的傑出講座（Distinguished Lectures）系列，並特推選台灣大學陳士元教授、中央大學張鴻堃教授等兩位聯盟教授榮任 2021 年度傑出講座。傑出講座主講人將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 2020 年第一次研發半年報，以「5G 射頻技術與驗證」為主題，就當前 5G 產業趨勢與技術發展，廣邀產業界專家及學術界教授以專題演講的方式，由多個面向提出獨到的觀察與心得。同時現場也由多家會員廠商設攤位招募新血，更於午餐時段舉辦徵才說明會。本次半年報原來規劃於上半年召開，到由於 COVID-19 疫情而延後，最終順利在 2020 年 9 月 25 日台灣大學博理館舉行。本次半年報由元智大學邱政男教授負責規劃，台灣電磁產學聯盟、科技部 5G 射頻產業技術聯盟、應用於下世代 Massive MIMO 暨智慧型天線操作之前瞻技術發展計畫、價創計畫：陣列天線快速校正及量測技術、教育部 5G 行動寬頻人才培育計畫：5G 天線與射頻技術聯盟中心、IEEE EMC Taipei Chapter 共同主辦，也獲得台大電機系、台大電信所、台大高速射頻與毫米波技術中心、元智大學電機系等相關單位之協辦與支持。

本期人物專訪，電磁聯盟有幸於 2020 年專訪現為聯發科技執行副總經理暨技術長周漁君博士，周博士先後任職於國際科技大廠聯發科技（MediaTek）及高通（Qualcomm），其職涯中屢次率領團隊共同邁向頂尖，站在 2G、3G、4G 到 5G 的浪頭上迎接巨變。藉由本次專訪周漁君分享他在美國求學與工作時的觀察，闡述他對團隊精神、團體制度的看法，也回顧聯發科技布局 5G 的策略，表達對台灣學生投入高科技產業的期待。

動態報導除了介紹聯盟近期相關活動外，為提供更有效益的徵才媒合方式，聯盟於每次季報中，開放企業會員免費擺設徵才攤位及徵才說明會，以服務各企業會員，無徵才需求之會員也得以儀器產品展示設攤。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。

於 2020 年開始，聯盟季刊也新增了「電磁園地」單元，本單元收錄內容包含對電磁相關、時事、教學等相關之意見分享，希望聯盟會員也能夠踴躍投稿，協助提供好文以供出版，分享給更多電磁領域的產學各界同仁。

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！

毛紹綱



活動
報導

■ 傑出演講 IIII

近場電磁效應對於無線通訊系統效能影響之對策

景文科技大學電腦與通訊系 陳一鋒教授

聯盟特約記者／王明翠

行動通訊產業經過數十年的演變，消費性產品、電腦和通訊等三大領域的融合終於在可攜式無線通訊產品上獲得實現，並且為了增加無線傳輸的速率與資料量，更以正交分頻多工的展頻技術，實現多輸入多輸出（MIMO）的功能，長期演進（LTE，俗稱 Pre-4G）的無線寬頻技術應用已日漸普及，開創了無線通訊結合各種展頻技術應用的新紀元。然而，天線效能的好壞已經不是決定無線接收靈敏度（Sensitivity）及資料傳輸訊息吞吐量（Throughput）的主要因素，电路板端的「雜訊準位（Noise Floor）」及「天線隔離度（Isolation）」，亦有很大的影響性。如何從遠場電磁效應去考量天線的性能，再從天線的結構設計去克服近場電磁效應所引起的問題，進而找出一體適用的通解，是值得產業界深入探討的重要課題。

為了促進學界理論與業界產品技術之結合與發展，電磁產學聯盟特於 9 月 3 日邀請景文科技大學陳一鋒教授至台揚科技演講。陳教授目前擔任景文科技大學電腦與通訊系教授兼任電資學院院長及射頻量測中心主任，主要研究領域為小型化天線設計、電磁輻射量測及電磁能比吸收率（SAR）解決方案等。近年來，陳教授致力於多輸入多輸出無線通訊系統（包括 4G LTE MIMO 及 WiFi 4-6 等）之天線增益及饋入訊號與訊息傳輸吞吐量之相關性研究，並提出美國發明專利「類平衡式天線結構」，大幅改善多天線系統之訊號吞吐量，被國內外許多網通大廠採用。本次演講的內容是陳教授將科技部計畫的研究成果節錄，針對近場電磁效應對於無線通訊系統效能造成的影響及改善對策，提出與業界優秀工程師們分享。



演講一開始，陳教授先對 5G 行動通訊發展概況進行說明，並指出無線通訊產品在目前實際使用時，產生的問題越來越多元與複雜化。關於 MIMO 系統多天線的增益與訊息傳輸吞吐量的相關性，雖然在文獻中有許多討論，但均以「天線」為主的單方面考量。天線雖是無線通訊產品的關鍵零組件，卻僅是被動元件，在無線通訊產品的外觀日益小型化的趨勢下，大幅壓縮了电路板端的佈線及元件佈局的空間，造成各頻段的電磁效應叢生。天線的效能（增益、隔離度及效率）再好，如果沒有考慮电路板端的效應，就無法將無線通訊系統的效能極大化。因此，從屬於被動元件的天線端（被動測試）到結合可以動作的电路板端（主動測試），由近場的電磁效應對應到遠場的電磁效能，其相關性有被深入探討的必要。

當多天線系統形成陣列天線效應，即代表能量僅集中於單一方向（Combine gain 的效應），無法達到多重路徑傳輸的效果。以 2.4 GHz 的網通產品為例，國內 NCC（國家傳播通訊委員會）的低功率射頻電機技術規範 LP0002 中訂定：無

線通訊產品的等向性有效輻射功率（TRP）不得大於 36 dBm，在模組輸出功率為 30 dBm 時，MIMO 天線的 Combine gain 不能大於 6 dBi，否則會無法符合法規性測試（Conformance test）的要求，且導致無法利用高增益天線規格來提升系統效能，使得產品的效能測試（Performance test）無法達到產品規格的窘境。

陳教授認為電路板端的「雜訊準位（Noise Floor）」及「天線隔離度（Isolation）」才是決定無線接收靈敏度與傳輸距離的主要因素。訊息的傳輸距離與天線增益、接收靈敏度、輻射功率息息相關，這些參數都是遠場電磁效應，而近場電磁效應，例如：Noise Floor、SINR（Signal to Interference to Noise Ratio）及天線間的 Isolation 等，對無線通訊產品之效能的影響，必須由實際的量測結果去進行逆向推論。因此，將實際量測得到的近場電磁效應，列入弗林斯公式，進行逆向工程，可有效歸納出可量化的方程式，進而從方程式的參數變化去找出一體適用的通解。

仔細介紹完 5G 技術以及無線通訊產品所面臨的問題後，陳教授接著分享如何從量測結果資訊去解決這些棘手的問題。建立全向性靈敏度（EIS）與 Throughput 的對應性，以縮短偵錯的時程，增進改善方案的有效性。首先，探討衡量行動終端設備接收端（Receiver）性能的指標參數：總全向靈敏度（Total Isotropic Sensitivity, TIS），此測試是在 3D 全電波暗室中進行；其原理是應用適當的位元錯誤率（Bit Error Rate, BER）在空間中的量測位置，找到滿足目標 BER 的最小接收功率，以評估等效全向靈敏度（Effective Isotropic Sensitivity, EIS）。訊息吞吐量（Throughput）的測試，亦是在 3D 全電波暗室中進行，傳輸數據可利用路由器（Router）及橋接器（Bridge）搭配可變動性衰減器（Variable Attenuator），以模擬訊息傳輸率在 360° 的方向中，隨著傳輸距離變化之特性。

在實際的產業案例中，當產品的 Throughput 不理想時，往往 TIS 的測試結果也會不理想。TIS 及 Throughput 這兩個測試項目的原理不同，依據產業界的經驗法則，解決方案也不

同，如何能夠歸納出兩者的相關性，進而縮短測試驗證的時間？陳教授認為應以實驗研究（Experimental study）的方式，採用多個案例的測試數據來進行歸納、分析與進行探討。由於無線通訊系統內的各種不同通訊模組，彼此間也會產生射頻干擾，雖然可經由 TIS 測試瞭解是否有問題產生，但因沒有一套通用的標準去預防、解決，使得產品要達到最佳化的設計是難上加難，尤其在極其狹小與精簡的空間中，元件彼此之間更容易產生雜訊干擾，而影響到其傳輸表現，致使接收感度惡化（Degradation of Sensitivity, De-sense）。

以網通類產品：無線分享器（AP）為例，如果天線屬於外置式，一定會搭配同軸電纜線連接至板端的無線射頻模組，在這樣的設置環境下，同軸電纜線使得天線接收到的訊號會因為電纜線本身的耗損造成接收信號衰減導致削弱射頻模組收訊的靈敏度，進而於接收時易受到外來雜訊的干擾，影響無線傳輸的速率；且由於載波聚合的技術，使得系統涵蓋多個無線通訊頻段，因此，天線必須具備多頻且寬頻的特性；再則，因為無線傳輸的速率提升與資料量的增加，無線通訊產品內部有很多的雜訊干擾源，例如：CPU、電源功率模組等，其工作頻率的數倍頻譜波頻率會與產品內部用的無線通訊系統相同而被天線所接收並產生 Broadband Noise，所以要有良好隔離度與多重傳輸零點之 MIMO 濾波天線的饋入結構才能克服。

陳教授在演講之末為我們做了一些總結，進而定義出天線的振幅及相位與饋入方式、輻射效能及其擺設的位置等，並歸納電路板端的佈線方式，這將是產業界非常想要瞭解的研究成果。以業界的實務問題為主軸，研究課題在一體及前後一貫的研究方式下，以學理驗證實務測量結果，提出完整的研究成果，可成為產業應用中的通解，協助產業界節省產品的研發時間與研究人力，亦可提升產品競爭力。在不景氣的經濟環境中，價格便宜、簡易與小型化的無線通訊產品將會是未來的資通訊產業的研發趨勢。本次陳教授帶來的演講內容，讓學員們獲益良多。■



活動
報導

邀請演講

聯發科技 5G mmWave RF 設計 — From IC Design House's Perspective

聯發科技 曾柏森副處長

聯盟特約記者／林怡廷

全球各地第五代行動通訊系統（5th Generation Mobile Networks）的商業應用案例遍地開花，源起於 2012 年國際電信聯盟（ITU）設下的 IMT-2020 與未來發展藍圖，並在 2015 年發布「IMT 願景：5G 架構和總體目標」，定義增強型行動寬頻（eMBB, Enhanced mobile broadband）、大規模機器型通訊（mMTC, Massive machine type communications）、超可靠度和低延遲通訊（uRLLC, Ultra-reliable and low latency communications）三大應用場景，自此開始下世代行動通訊系統的願景與技術研究，而全世界各國家、產業組織與國際公司也紛紛投入發展第五代行動通訊系統的行列。然而，在 5G 美好的願

景背後，毫米波（mmWave）在設計上更具挑戰，在射頻器件上成本上也更高，因此台大電波組與電磁產學聯盟於 2020 年 10 月 14 日共同邀請到現任於聯發科技的曾柏森副處長在專題討論時間給予同學們演講，使同學能對 5G 毫米波射頻系統的機會與挑戰有所了解。

對 5G 的時程有初步了解後，曾柏森副處長接著對前端系統進行介紹，相比於 6 GHz 以下的通訊技術，毫米波訊號在傳輸過程中存在能量急遽損耗的缺點，為避免此一現象對於通訊品質造成過大的影響，在天線設計上往往採用陣列天線的形式及波束成型（Beamforming）技術，憑藉其高天線增益的特性以克服毫米波





的高能量衰減，而當信號波束狹窄時，欲使 5G 基地台 (gNB) 和使用者端設備 (UE, User Equipment) 建立好的信號連結就需要好的波束管理 (Beam management)，舉例來說，下行鏈路 (Downlink) 的接收系統中包含放大器、天線、移相器 (phase shifters)，接收端的波束應指向信號源方向、調整移相器使不同天線接受到的訊號能同相 (co-phase)，而波束管理需能讓使用者端設備在分時多工 (Time-Division Multiplexing, TDM) 下預估多天線通道。而上行鏈路 (Uplink) 在頻率範圍 2 (FR2)，包括毫米波範圍 (20 ~ 60 GHz) 內的頻段較下行鏈路多一件事，就是要衡量終端功率等 (power class)，也就是使用者端設備的能力，基站知道使用者端設備的能力之後才能對使用者端設備做出正確的調度，像是不同使用者端設備的等效全向輻射功率 (EIRP, Equivalent isotropically radiated power) 可能會差到 17 倍。

對傳輸所需的條件有所了解後，曾柏森副處長接著講述前端電路的設計要求，主動的天線陣列搭配數位的波束成型系統中，包含天線陣列、被動的濾波器或是分頻的雙工器 (Duplexer) 以及射頻鏈。舉例來說，在天線設計部分可以 4 個天線為一組，不僅須有雙極化、多頻段 (27 ~ 28, 37 ~ 40 GHz)、高隔離度等特性，除了能朝垂直天線平面的方向輻射外，還要能掃描至正負 45 度，對增益也有一定的要求；而被動濾波器的部分則是希望能通過的頻率範圍內損耗很小，無法通過頻段的抑制能力很高，濾波器的設計方式有很多種，重點是如何實際實現想要達到的響應，縮小化也是很重要的關鍵；低雜訊放大器 (LNA) 用於接收機鏈路中，用於放大接收的射頻信號，輸入阻抗為 50 歐姆，採用兩階段皆為單端而非差分模式，其有助於縮小面積，也可以減少寄生效應，同時也須設計達到寬頻的響應。功率放大器 (power amplifier) 是射頻發射電路中一個重要的元件，其主要的功能在於將訊號放大推出，通常都會被設計在天線放射器的前端，毫米波的功率放大器為三級以差分連接的功率放

大器，包含前置放大器 (Pre-Driver Amplifier)、激勵放大器 (Driver Amplifier)、功率放大器 (Power Amplifier)，可調整不同級之間變壓器的低耦合因素進而設計出寬頻的響應，最終也要讓尺寸與增益最佳化，才能達到最大的功率轉換效率 (Power Added Efficiency, PAE)。

將鏡頭先拉回 5G 通訊發展，第三代合作夥伴計畫 (3GPP, 3rd Generation Partnership Project) 是制訂 3G/4G/5G 的國際組織，由 3GPP 主導的 5G 標準其實主要包括了三個版本的協議，即 R15、R16、R17，三大協議完全凍結確定後，5G 三大應用場景標準的核心框架才算完整，日前，國際標準組織 3GPP 正式凍結了 5G 標準 R16 版，而 R16 主要是針對高可靠低延遲的 5G 場景進行定義，這也正意味著與低延遲相關的工業物聯網、車聯網等相關垂直場域應用標準終將落地。而在前景無限的 5G 中，曾柏森副處長也提到了其中的挑戰，像是使用者端設備的能力會隨天線陣列的尺寸增加而隨之提升，但能量的消耗也會愈來愈大，要如何提升效率就是一個課題，而當天線愈做愈大時也會衍生良率問題，複雜度也跟著增加，檢測也變得更困難。此外，手機內天線面臨的挑戰不僅來自於內部零件的干擾，裝置內天線所發射的任何訊號都會打到面板、背板或是手機邊框，因而造成天線增益下降。

最後，第 19 屆世界通訊大會 (World Radio-communication Conference 2019, WRC-19) 於 2019 年確定劃分 5G 可供使用的頻段，總頻寬達 17.25 GHz，隨著 5G 商用的時間愈來愈近，寬頻的電路設計，像是天線、濾波器、放大器都已進入展示及試驗的階段，其中設計毫米波前端系統最關鍵的是高能量效率以及天線與主動射頻鏈的交互設計，希望同學們在聆聽完演講後對 5G 有更加了解。■



邀請演講

5G 毫米波技術與產品發展趨勢

耀登科技 周瑞宏執行技術長

聯盟特約記者／林怡廷

因應第五代行動通訊（5th Generation Mobile Networks）市場快速發展趨勢，全球各天線大廠都積極投入 5G 毫米波（mmWave）主動陣列天線模組技術與產品開發，5G 毫米波產品不僅極具前瞻性，也可滿足 5G 毫米波通訊網路服務的廣大市場需求，因此國內外各家天線與系統廠莫不投入技術研發的行列，於是台大電波組與電磁產學聯盟於 2020 年 11 月 11 日共同邀請到現任於耀登科技並對毫米波天線陣列系統開發與研製有一番成果的周瑞宏執行技術長在專題討論時間給予同學們演講，使同學能對 5G 毫米波技術有所了解。

周技術長在簡短介紹 1G 到 5G 的發展史後，緊接著介紹 5G 技術的金三角，分別為增強型行動寬頻（eMBB, Enhanced mobile broadband）、大規模機器型通訊（mMTC, Massive machine type communications）、超可靠度和低延遲通訊（uRLLC, Ultra-reliable and low latency communications）三大應用場景。增強型行動寬頻可利用頻寬爭取，大規模機器型通訊只要提高系統的穩定度並增加使用者端設備的能力即可，而周技術長認為目前最難達到的是超可靠度和低延遲通訊，因為其關鍵績效指標（KPI, Key Performance Indicators）定為端到



端 (end-to-end) 延遲需小於 1 ms。然而，目前國內 tier 1 或 tier 2 的系統供應商算出來從核心網路到終端使用者能夠達到的最短延遲大概是 3 ms。周技術長想強調的是即使是快要商轉或是已經商轉的產品，還是會有些關鍵績效指標是無法達到而需要持續再精進的。除此之外，要有新的應用場景才會需要新一代的通訊系統，但 5G 的關鍵應用或是能說服使用者從 4G 轉到 5G 的使用情境還沒出現，而周技術長覺得最有可能的應用會是擴增實境 (AR, Augmented Reality) 或是虛擬實境 (VR, virtual reality)。順道一提，5G 還有其中一個新技術與人工智慧有關，因此周技術長提到企業界比較偏好通才，除了專精之外，廣度要夠廣，對整個系統要有一定程度的了解，才能在產業界比較吃香。

接著談到 5G 的挑戰，相較於傳統的蜂巢式頻段，毫米波的路徑損失高出許多，因此只能覆蓋幾百英尺以內的範圍。另一項弱點是很容易受到日常物品的阻擋或是惡劣天氣也會造成訊號傳遞不佳，不過目前皆已有解決辦法，像是透過波束成型和波束追蹤技術，利用多訊號路徑和訊號反射，解決易受阻擋的問題，或是如高通已開發的回饋演算法，發展非直線視距 (NLOS) 傳輸及非直線視距行動毫米波。此外，低軌道衛星通訊可做到低延遲與行動通訊網路相互搭配，其應用於車輛、飛機或船舶等移動平台到偏遠地區，提供 100% 覆蓋率之寬頻網路以解決 5G 的覆蓋率問題。

而在 5G 尚未商轉成功前，在 2019 年第一個 6G 工作坊就已經在芬蘭的奧盧大學 (University of Oulu) 舉辦，並且出版了首部關於未來第六代行動通訊發展的 6G 白皮書，預計到 2027 年第三代合作夥伴計畫 (3GPP, 3rd Generation Partnership Project) 提出的 Release 22 才會訂

好 6G 的規格，而周技術長認為台灣會將 6G 元年訂於 2028。值得關注的是 6G 的關鍵績效指標：6G 白皮書列出了 6G 所需達成的無線通訊技術指標，例如要達到最高 1 Tbps 的傳輸速率、10 公分至 1 公尺範圍內的定位精準度、10 倍的能源效率、延遲也必須短於 100 微秒 (μs)、電池充一次電可用 20 年等。還有，6G 的發展也應該符合例如安全性、開源 (open source)、對環境發展的永續性等其他方面的指標。雖然目前還未能看出將來 6G 的具體樣貌為何，不過可預期的是會往更高頻率的區域移動，像是 Sub-THz (100 ~ 300 GHz)。而高解析度影像、感測技術、精準定位、穿戴式顯示器、行動機器人、無人機、專門化處理器和無線通訊等技術，將會創造出新的虛擬和混合式實境服務以及自動化的交通和物流系統，這些技術將會是未來 6G 的應用情境和新裝置。

雖然天線設計是周瑞宏執行技術長的專業，不過這次演講的重點卻不是如何設計天線，而是想分享 5G 毫米波的技術與產品發展趨勢，甚至還帶到下一代行動通訊，也就是 6G 的發展，讓同學們了解的更全面。另外，他也強調任何通訊系統都不是一蹴可幾，都會跟馬拉松一樣，需要長時間的準備，並且預告 5G 要真正被應用可能還需要兩三年以上，畢竟還有一些標準需要達到。周技術長的演講能讓同學們更了解行動通訊的發展，並且思考自己在其中的定位以及能做的努力。■





傑出演講

多輸入多輸出無線通訊系統之訊息吞吐量提升技術

景文科技大學電腦與通訊系 陳一鋒教授

聯盟特約記者／王明翠

在無線通訊系統不斷推陳出新的趨勢下，無線通訊產品所內建的無線功能有：藍芽（Bluetooth）、無線區域網路（WLAN）、輔助全球衛星定位系統（A-GPS）及無線廣域網路（WWAN）等；並且為了增加無線傳輸的速率與資料量，更以正交分頻多功（OFDM）的展頻技術，實現多輸入多輸出（MIMO）的功能，IEEE802.11 g/a/n/ac 及長期演進（Long Term Evolution, LTE，俗稱 Pre-4G）的無線寬頻技術應用，開創了無線通訊結合各種展頻技術應用的新紀元。MIMO 無線通訊產品在法規的輻射限值

（多天線系統的整合天線增益）與通訊效能（輻射功率、接收靈敏度及訊息吞吐量等）間，無法取得平衡的問題，是值得產業界深入探討的重要課題。

電磁聯盟旨在促進學界理論與業界產品技術之結合與發展，特於 11 月 5 日邀請到景文科技大學陳一鋒教授至台揚科技演講，與業界優秀工



程師們分享其科技部計畫《多輸入多輸出無線通訊系統之訊息吞吐量提升技術》的研究成果。此計畫也是陳教授前期計畫《多輸入多輸出無線通訊系統之整合天線增益與訊息傳輸吞吐量之相關性研究》之延伸。前期計畫是以 IEEE80211.11 g/a/n 無線網路通信標準之無線分享器 (Access point, AP) 為標的，從學理面的弗林斯公式及多天線輻射的封包相關係數 (Envelope correlation coefficient, ECC)，進行多天線系統訊息傳輸吞吐量的推估及測試方法建立，並加入巴特勒矩陣 (bulter matrix)，開發探討訊號相位變化的訊息吞吐量之測試系統。而該測試系統，目前已獲網通大廠 D-Link、Netgear、ASUS 及亞旭電腦等公司認可，測試結果具有可靠度及公信力。本次演講的內容則著力於多輸入多輸出無線通訊系統之訊息吞吐量提升技術以及未來資通訊產業的研發趨勢。

關於提升多輸入多輸出無線通訊系統之訊息傳輸吞吐量，有相當多的文獻以多天線的空間或極化分集的方式來提升天線間的隔離度，以降低兩天線輻射增益的相關係數 ECC (Envelope Correction Coefficient)。但在資料下載模態 (Down-link, DL) 及資料同時上傳與下載的雙向模態 (Bidirectional, BD) 比較中可以看出，所量測到的訊息傳輸吞吐量差異較小，若以降低天線增益的方法去提升多輸入多輸出無線通訊系統之訊息傳輸吞吐量，其結果並不理想。當多天線系統形成陣列天線效應，即代表能量僅集中於單一方向 (Combine gain 的效應)，無法達到多重路徑傳輸的效果。因此，如果 MIMO 無線通訊產品的 Combine gain 大於單一天線的 gain 太多，就會超過法令的規範，亦導致無法有效定義天線相關規格以提升系統效能，使得無線通訊產品業界面臨巨大的考驗。

陳教授接著進一步說明，目前雖然有相當

多研究文獻提出改善天線間的 Isolation 結構，但對於天線間的 Isolation 與 Combine gain 及系統的 Throughput 之相關性的探討很缺乏，而這卻是目前產業界非常關注的議題。陳教授認為電路板端的雜訊準位 (Noise Floor) 及天線隔離度 (Isolation) 才是決定無線接收靈敏度與傳輸距離的主要因素。訊息的傳輸距離與天線增益、接收靈敏度、輻射功率息息相關；但所有的參數都是遠場電磁效應所引起，而近場電磁效應如：Noise Floor、SINR (Signal to Interference to Noise Ratio) 及天線間的 Isolation 等，對無線通訊產品之效能的影響，卻必須由實際的量測結果去進行逆向推論，藉由產業的經驗法則來解決問題。此外，許多國內外的天線研究人員，紛紛專注於多頻及寬頻的天線設計，常忽略了產品的天線設置環境及電路板 (非理想的接地面) 均為天線的一部分，加上不了解國際法規對於產品的輻射限值規範，而造成天線效能很好，但產品的效能測試 (Performance test) 或法規性測試 (Conformance test) 卻無法達到產品規格的窘境。這都是目前無線通訊產品所面臨的棘手問題，亦是陳教授在此計畫探討的主軸。

陳教授的計畫是以無線分享器為研究標的，涵蓋 IEEE 802.11 g/a、IEEE 802.11 n (2.4 GHz，支援 4 個多輸入多輸出空間串流) 及 IEEE 802.11 ac (支援 8 個多輸入多輸出空間串流) 等無線通訊協定，探討在多輸入多輸出無線通訊系統中之天線非均勻功率分布與輻射功率、接收靈敏度及訊息吞吐量等遠場電磁效能的相關性問題。除了延續近場電磁效應 (Noise Floor、Isolation 及 SINR) 與遠場電磁效能 (訊息吞吐量、有效輻射功率、接收靈敏度) 的相關性問題探討，再涵蓋 FCC 662911 法規所規範 MIMO 天線的整合增益輻射限值及天線非均勻功率分布等，對於訊息傳輸吞吐量的影響性。研究的主要

目標是提出最佳化 MIMO 系統多天線的增益、輻射場型與功率分布組合，以提升訊息吞吐量與降低整合天線增益、建立多天線非均勻功率分布之 Combine gain 的測試方法，同時提出可以降低 MIMO 系統多天線的 Combine gain、改善 SINR 與提升資料傳輸 Throughput 的有效性測試方法。

該研究將嘗試推論多天線間的天線功率分布與輻射功率、接收靈敏度及訊息吞吐量及其擺設的位置等，並歸納電路板端的佈線方式，這將是產業界非常想了解的研究成果。計畫中所提出的研究課題是以業界的實務問題為主軸，先以四支非均勻功率分布的邊射天線陣列為基礎，在天線間距固定的情況下，利用巴斯卡三角形進行天線功率的分配來探討四種功率分布狀態：邊緣分配、均勻分配、最優分配及二項式分配，與訊息吞吐量的相關性以及遠場電磁效能的變化。再以理想的天線功率與增益狀態，設計整合增益的推導與量測方式，從推論得到的方程式中，找出最佳參數值，藉著全向性、低增益、高輻射效率及非均勻功率分布天線的設計，歸納出可以提升訊息傳輸的訊息吞吐量與降低整合增益的共通模型，以避免使此研究成果僅成為單一個案的解決方案。

此計畫在一體及前後一貫的研究方式下，以學理驗證實務測量結果，提出完整的研究成果，可成為產業應用中的通解。在實際使用環境中的多使用者作業模式對訊息吞吐量所造成的影響及解決方案，亦涵蓋於研究課題之內。研究成果可供日後無線通訊產品於內部複雜的環境中產生多系統雜訊問題的簡化，複雜性問題之解決方案的統一化與條理化，協助產業界節省產品的研發時間與研究人力，亦可提升產品競爭力。在不景氣的經濟環境中，價格便宜、簡易與小型化的無線通訊產品將會是未來的資通訊產業的研發趨勢。

此外，參與此研究之人員可對平板電腦之無

線通訊效能評估的測試項目及方法有較具體的認識，遠場電磁效應與近場電磁效應的相關性，有更進一步的瞭解。從「做中學」與「測中學」的方向，以實務研究 (Experimental Study) 來考證學理，可建立良好的邏輯概念，並且可學習到如何去定義問題、管理變數、分析解法、改善問題、進而去控制問題的方法，這所有的步驟又必須以實務問題所產生的順序為實驗步驟的依據，電磁學理相關理論為分析基礎，量測設備為後盾，相關工程軟體 (Matlab) 與模擬軟體 (Ansoft HFSS、Speed 2000、Microwave Office、SEMCAD) 為輔助，並憑藉法令規範的蒐集與研讀，方可使此研究得以圓滿完成。是故，參與者必可成為多輸入多輸出無線通訊系統之近場及遠場電磁效應問題的有效控管者與分析者，並可對複雜環境中的系統雜訊特性有更進一步的瞭解。日後定能成為無線網通產品之主機板電路佈線、天線設計、射頻電路設計、電磁干擾防治、Noise Floor 及解決訊息吞吐量問題並瞭解 FCC 輻射限值規範的優秀工程師。

本場傑出演講所有出席人員與陳教授之間有熱情的互動和討論，相信可以在產業界與學術界中，激盪出更多創新的火花。■





活動
報導

研討會

台灣電磁產學聯盟 2020 年第 1 次研發半年報 5G 射頻技術與驗證

元智大學／邱正男教授

台灣電磁產學聯盟 2020 年第一次研發半年報，以「5G 射頻技術與驗證」為主題，就當前 5G 產業趨勢與技術發展，廣邀產業界專家及學術界教授以專題演講的方式，由多個面向提出獨到的觀察與心得。同時現場也由多家會員廠商設攤位招募新血，更於午餐時段舉辦徵才說明會。本次半年報原來規劃於上半年召開，到由於 COVID-19 疫情而延後，最終順利在 2020 年 9 月 25 日台灣大學博理館舉行。本次半年報由元智大學邱政男教授負責規劃，台灣電磁產學聯盟、科技部 5G 射頻產業技術聯盟、應用於下世代 Massive MIMO 暨智慧型天線操作之前瞻技術發展計畫、價創計畫：陣列天線快速校正及量測技術、教育部 5G 行動寬頻人才培育計畫：5G 天線與射頻技術聯盟中心、IEEE EMC Taipei Chapter 共同主辦，也獲得台大電機系、台大電信所、台大高速射頻與毫米波技術中心、元智大學電機系等相關單位之協辦與支持。



2020 年第一次研發半年報會場：台灣大學博理館

本次半年報由台灣電磁產學聯盟召集人吳瑞北教授進行揭幕致詞，他特別分析因中美貿易戰加速了產業回流與轉單效應，創造了台灣 GDP 1.7% 的正成長。也因 COVID-19 疫情，意外出現了宅經濟的廣大商機。這些發展為台灣帶來難得的機遇與挑戰，更值得產官學界通力合作開創美好的未來。同時，吳教授也感謝此次半年報超過一百五十位來自學界與業界人士的積極參與。



產學研各界與會來賓聆聽演講



吳瑞北教授進行揭幕致詞 陳興義教授致歡迎詞

隨後由科技部 5G 射頻產業技術聯盟主持人元智大學陳興義教授致歡迎詞，作為成立遠傳電信公司的推手，他對 5G 產業的發展前景充滿樂觀和期待，誠如吳教授所言是難得的機遇與挑戰，也預祝大會圓滿成功，與會來賓都能滿載而歸。

本次半年報分上、下午場，分別由台科大林丁丙教授與台大周錫增教授主持。議程規劃包括五場多面向的專題演講，講題廣泛地從全球 5G 之發展趨勢、5G 技術之應用發展、先進電磁模擬技術與 5G 射頻量測技術、5G 毫米波設計與開發成功案例，依此順序講題排列如下：

1. 大疫後全球 5G 產業之發展趨勢，主講人：正文科技股份有限公司執行董事 / 元智大學楊正任教授。
2. 5G 毫米波技術發展與應用趨勢，主講人：耀登科技股份有限公司周瑞宏技術長。
3. 應用電磁模擬及 Python 加速 5G 毫米波天線設計及分析，主講人：安矽思科技股份有限公司 (ANSYS Taiwan) 林鳴志技術經理。
4. 5G 射頻量測與應用，主講人：台灣羅德史瓦茲有限公司陳飛宇技術經理。
5. 毫米波天線封裝 (AiP/AiM) 技術與應用，主講人：台灣大學周錫增教授。

當前全球 5G 通訊產業發展趨勢深受中美衝突之影響，楊正任教授以此展開他的專題演講：大疫後全球 5G 產業之發展趨勢。由於美國欲封殺華為，提出乾淨網路計畫（乾淨電信營運商、乾淨應用程式商店、乾淨應用程式、乾淨雲端與乾淨電纜），因此徹底改變了全球電子與網通產業的生態。特別是全球供應鏈的大調整，從過去



楊正任教授主講：大疫後全球 5G 產業之發展趨勢

的中國是世界工廠，轉變成工廠在全世界，這種趨勢也帶給台灣電子與網通產業很大的挑戰和機會。這些挑戰包括了生產基地的調整與供應鏈的大洗牌，不但成本會增加、生產效能短期內會銳減，同時也產生了缺工、缺料的新問題。中美衝突造成的匯率變動與關稅提高，對企業帶來更大的成本壓力。雪上加霜的是 COVID-19 疫情的影響，使得全球消費萎縮、失業率節節攀升，這些都造成客戶訂單的高度不確定性。與此同時，台灣卻很幸運地獲得很多額外的機會。因全球市場裡中國網通廠與歐美網通廠的實力消長，台灣因此大大受惠於轉單效應，金額高達數十億美金。台商的大量回流與國際科技大廠的來台投資（高通、谷歌、微軟、美光、思科等），都為台灣帶來大量的資金與更多的工作機會。又適逢台灣 5G 行動通訊之正式商轉，台灣未來不論在電信基礎建設（小細胞基站、固定終端設備、高速交換器、邊緣運算）、軟硬整合應用（AIOT、智慧城市、智慧交通）與關鍵零組件產業，都將帶來龐大的創新應用與商業機遇。

5G 行動通訊技術應用毫米波頻段之發展，在行動通訊範疇中是前所未有的，周瑞宏技術長在他的專題演講中特別分享了這方面的產業經驗與觀察。雖然毫米波通訊有傳播損耗之天然障



周瑞宏技術長主講：5G 毫米波技術發展與應用趨勢

礙，周技術長認為在較低移動速度中的應用依然充滿機會。因為寬頻帶的優點，未來 5G 毫米波通訊就很有機會可以取代固網，省去長距離佈線之成本；也可能建置許多的小細胞基站，鄰近住宅做點對點的寬頻通訊。即使對於 5G 毫米波應用的質疑仍存在，但當前已非合不合用的問題，而是何時能廣泛使用。周技術長分享了一個美國成功案例，此案例中使用的 5G 毫米波通訊測試中，已能涵蓋 5 公里半徑的範圍，通訊量可達到 100 Mb/s 以上，因此 5G 毫米波行動通訊的實用性已然成形。面對這個即將到來的應用情境，從業界的角度，許多重要的關鍵組件都需要同步開發到位。即使一般的功率放大器（power amplifier）或是濾波器（filter），對於材料精確度與溫度變異性的掌握也有別於以往，必須重新調整設計與製造。具有波束成形（beamforming）之中繼器（repeater）或者為毫米波升降頻之轉換器（converter）等新應用，預期也都有廣泛的需求。然而這些新應用的開發有很多困難需要克服，包括高增益、低雜訊、抗干擾、降能耗與低成本等，對於開發者而言都是非常刺激的挑戰。最終在開發成功後的量產，由於毫米波高損耗的特性，品保檢測也需要創新的技術來確保高效率與準確性。

創造 5G 行動通訊各種新應用之射頻技術，無論在模擬或量測技術上都有顯著的瓶頸和挑



林鳴志技術經理主講：應用電磁模擬及 Python 加速 5G 毫米波天線設計及分析（林經理與來賓進行熱烈討論）



陳飛宇技術經理主講：5G 射頻量測與應用

戰。林鳴志技術經理與陳飛宇技術經理分別就模擬與量測的技術發展提出經驗心得分享，再由周錫增教授講述如何成功應用這些技術，開發出 5G 毫米波天線設計與量測的寶貴案例。林鳴志經理在他的專題演講：應用電磁模擬及 Python 加速 5G 毫米波天線設計及分析，首先報告 5G 技術應用所面臨眾多新的模擬挑戰，譬如大城市中的多路徑傳播（multipath propagation）模擬、天線封裝（antenna in package, AiP）或天線模組（antenna in module, AiM）的複雜設計、5G 系統整合模擬與分析等，都需要改良與創新現有之模擬技術才有能力應付與處理。目前產學研界所熟習的 Ansys HFSS 在既有的有限元素法（finite element method, FEM）之計算核心外，增加了適用於大尺寸金屬問題的矩量法



周錫增教授主講：毫米波天線封裝 (AiP/AiM) 技術與應用

(method of moments, MoM)，同時再併入高頻近似法 SBR (asymptotic method of shooting and bouncing rays) 來應付這些大而複雜的問題與挑戰。然而以 5G 毫米波主動陣列天線設計為例，由於受周邊環境的影響，場型的模擬與分析經常需要海量的運算。所以林經理也分享了使用 Python 寫成腳本 (script) 用來輔助 HFSS，進行海量運算的批次處理，同時能加速最佳化之達成。林經理提供了一個成功的客戶案例，這樣的方法可以將原本需耗時半年的模擬分析，縮短到幾周內完成。

5G 行動通訊系統的開發除了模擬技術面臨的新問題，量測技術也一樣充滿新的挑戰。陳飛宇技術經理表示，5G 射頻量測技術所面臨的新挑戰，除了一般所熟知的需要量測 5G 行動通訊毫米波頻段與 5G 行動通訊使用的 Massive MIMO & Beamforming 天線性能外，其實更多量測問題存在於 5G 網路工程 (network engineering)、5G 基地的安裝與維護、5G 干擾搜尋 (interference hunting)、5G 網路最佳化 (network optimization) 與 5G 網路監控 (network monitoring) 等專業領域。同時 5G 行動通訊相關標準的制訂，來自許多不同的國際標準組織 (ITU, IEC, ANSI, CTIA, 3GPP, CENELEC, IEEE 等)，這使得各設備廠商在量

測技術的與時俱進上更增添難度。在不遠的未來，陳經理強調 5G 射頻量測技術當前所面臨的 28/39 GHz 毫米波頻段將只是一個開端，隨著時間的發展會有更高頻的波段被採用，這些操作波段會漸進地往 100 GHz 的方向邁進，最終可能在 6G 行動通訊標準中進入太赫茲 (terahertz, THz) 的範圍。對於這樣的發展趨勢，更多的資源投入必然無法避免。

上述模擬與量測技術的進展，非常有益於開發 5G 通訊系統與相關射頻組件，周錫增教授講述了許多 5G 毫米波天線的成功案例來加以證明。這些案例首先是結合毫米波系統封裝技術及模組化的製程技術，發展毫米波通訊的射頻系統整合設計。案例中呈現了主動式射頻子系統的天線封裝 (AiP)、天線模組 (AiM) 核心技術的成功開發。另外以智慧型天線技術為基礎，也成功開發了多波束及波束掃描高增益天線的基站天線技術。有鑑於天線量測之需求，案例同時說明成功開發了天線特性快速掃描量測系統與校正系統，可以大幅提升企業產品的良率與加速研發的時程。最後，案例也呈現成功開發了毫米波 MIMO 系統量測平台，可以用來驗證 5G 射頻系統與元件技術的效能。總結而言，這些案例完整呈現了 5G 行動終端裝置與基站毫米波天線的成功設計，同時也開發了這些天線與系統性能驗證與校正的量測平台，對於 5G 毫米波天線的實用化與產品化提供了完整的全套解決方案。

本次半年報還特別安排聯盟的企業會員：耀登科技公司、欣興電子公司、台揚科技公司、中科院資通所等單位於會場擺設攤位招募新血，並且在中午用餐時段舉辦徵才說明會，就公司方向、開發技術、所需人才與薪資概況等，充分和與會人員溝通，希望能為公司招募優秀的新進人才。本季報最後也有抽獎活動，抽出三個獎項，分別獲得禮卷五千元、三千元及二千元，並在此愉悅氣氛中圓滿結束本此活動。■



中科院徵才說明會



耀登公司會場擺設攤位招募新血
與介紹公司產品

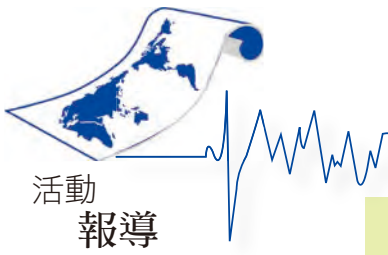


欣興電子公司徵才說明會



台揚科技公司徵才說明會

5G



國際研討會連線報導

2020 IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽 2020 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition, 2020 iWEM

聯盟特約記者／張政佑

2020 IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽 (2020 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition, 2020 iWEM)，於台灣澎湖 (Penghu, Taiwan) 舉行，會期為三天 (8/26 ~ 8/28)。iWEM 於 2010 年在台北開始舉辦，最初的名稱為「電磁應用和學生創新獎國際會議」(AEM2C 2010 International Conference on Applications of Electromagnetism and Student Innovation Awards, AEM2C 2010 CAE / SIA)，於 2011 年更名為「IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽」(2011 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition, 2011 iWEM)，今年的 2020 iWEM 是第 11 屆研討會議，此研討會不僅為電磁領域的學者與業界的工程師提供了一個國際級的資訊交流平台，並且提供了青年學者和研究學生可以展示其創新作品和成果良好的管道。此外，舉辦此研討會的另一個重要目的是，促進參與者的後續交流發展，且希望在交流中產生更多的火花，對參與者日後研究有極大的幫助。此次會議由國立澎湖科技大學 (NPU) 與微波學會主辦，由科技部、台灣電磁產學聯盟、IEEE 天線與傳播學會台北分會、IEEE 天線與傳播學會台南分會與 IEEE EMC 學會台北分會共同協辦。

本次研討會舉辦地點在曾舉行世界最美麗海灣會議的澎湖舉辦，由國立澎湖科技大學電信工程系統籌這次的國際會議。近年，澎湖群島因為特殊的地質和人文，潔白的沙灘與清澈的海水，



國立澎湖科技大學海工學院



本次大會邀請到包括我國與日本、中國等六位 IEEE Fellow 主題演講

春夏花火節五彩紛呈的浪漫，秋冬海鮮的回味無窮，每年都吸引眾多人潮造訪。

雖受疫情影響，本次研討會投稿篇數略為下降，但仍有包括日本、中國、印度等國內外近百篇論文投稿，其中經嚴謹審稿後預計有六十篇將申請收錄在 IEEE Xplore 資料庫。因應此次新冠病毒疫情影響，大會依據政府公布措施，所有與會人員攜帶口罩，進入會場量測體溫，並於室內



會議第一天大會報到處

採間隔座位入座、保持安全社交距離。至於國外的與會人員無法抵達現場參加，本次籌辦小組採取幾項應變措施。在 Keynote speech 部分，共有兩位國外學者，一位以事先錄製影片檔方式現場播放，一位經測試連線品質尚稱堪用，故以現場即時連線方式演講。考量國外至澎湖網路頻寬連線穩定度，其他無法現場參加的國外報告者事先錄製影片檔交由大會現場播放，並留下聯絡方式供有興趣的與會者事後聯絡討論。大會並全程錄影口頭報告場次，在會後規劃網路視訊瀏覽功能，供國外與會者上網觀賞。

本次研討會同時邀請到六位 IEEE Fellow 擔任主題演講，並設置三個場地提供給口頭報告與海報解說使用。此次研討會議程除了有口頭報告與海報解說外，依據往例也安排學生競賽獎項，分別為：具有創新論文作者的創新海報解說競賽 (Innovation Poster Competition)、創新口頭報告競賽 (Innovation Oral Presentation Competition) 與最佳論文競賽 (Best paper Innovation Competition)。

會議時程規劃與整體規模

8月26日上午，來自四面八方的貴賓、電磁領域的專家學者與帶來創新研究成果的作者們，陸續來到了會場，研討會的開始由名譽主席澎湖科技大學的校長翁進坪教授致詞，接著由本次會議的主席莊明霖教授致詞歡迎所有與會貴賓與學者為這場國際會議展開序幕。上午的主題演講邀請到國立台灣科技大學林丁丙教授做為主持



開幕式國立澎湖科技大學翁進坪校長致詞

人，首先是 IEEE Life Fellow 與 Atenlab 公司首席科學家張道治教授帶來的 Challenges of Over-the-Air Measurements for 5G，在張教授的演講中提到為什麼需要 OTA 量測，因為 5G 相位陣列天線的特性，其中多波束掃描特性、可供多用戶的 MIMO、信號量測代替射頻功率模式量測和天線與收發模組不需要連接器，所以 3GPP 和 CTIA 要求並定義 OTA 量測方式，也提出 OTA 量測上結果的不穩定性、低效率和低動態範圍量測。接著由國立台灣大學吳瑞北教授演講的 AIoT-based RF Positioning Service using WiFi and UWB，吳教授巧妙的結合電磁與近來十分熱門的 AIoT，其團隊提出一個嶄新無須預先基礎設置的 AIoT base 定位系統，配合大量的 RF 信號分析來克服既有的困難，其所提出之系統未來亦可應用在智慧醫療及物流等場域。



國立台灣大學教授亦為 IEEE Fellow 的吳瑞北教授演講。



中場休息時部分與會者合照



國立中山大學教授亦為 IEEE Fellow 的翁金銘教授演講



中國華南理工大學褚慶昕教授即時視訊演講

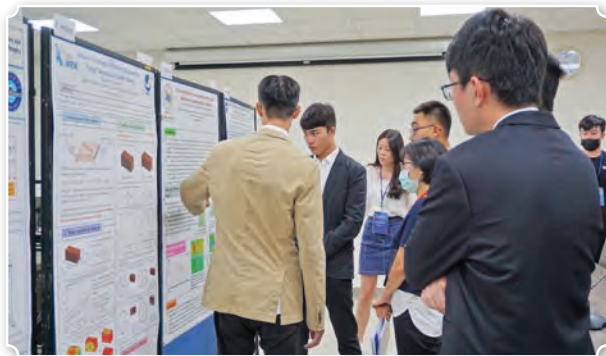
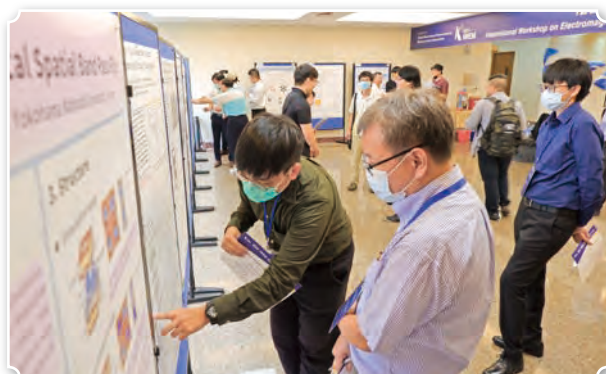
下午則安排學生競賽場次，包含口頭報告與海報解說，由林丁丙教授帶領的幾位獎項評審委員逐一仔細評分。期間有一場次由日本學者籌組

的 Special session，主題是 Recent Advances in Antennas and Propagation Research in Japan，以視訊影像方式呈現。第一天活動結束後，大會也安排在緊鄰遊艇熙來攘往南海碼頭旁的澎澄飯店舉行歡迎酒會。

8月27日，會議第二天，天空開始下起綿綿細雨，但天氣並沒有阻擋與會學者到達會場的熱情。第二天的主題演講邀請國立台灣大學的周錫增教授為上半場的主持人，下半場的主持人則邀請南台科技大學陳文山教授。上半場由國立中山大學洪子聖教授開場演講，題目是 Self-Injection-Locked Doppler Radar for Monitoring Vital Signs，這套技術不僅可以應用於畜產動物的偵測，其即時的呼吸心跳同樣可以應用在寵物健康、居家照護的管理上。透過穿戴型設備，可以即時掌握寵物的健康狀態，幫助飼主、獸醫精準地用藥或是醫療照護。



國立中山大學教授亦為 IEEE Fellow 的洪子聖教授演講



海報解說會場一隅



茶敘時間

簡短茶敘後的下半場，是來自日本 Yokohama National University 的 Hiroyuki Arai 教授主講的 Antenna system for beyond 5G，首先簡要回顧目前 5G 以及短期內行動通訊系統天線，接著介紹未來涵蓋地面及太空衛星通訊之系統。不論系統演進，目前 4G 系統所採用的微波頻段仍將應用在大涵蓋範圍及低速場合，但未來太赫茲乃至於光學頻段甚具研究價值，Arai 教授的演講最後也涉及目前 OTA 天線測試的一些議題。

緊接著是國立中山大學翁金輅教授演講的 5G/B5G User Equipment Antennas and Their Throughput Verification，內容關於大通訊量之 5G/B5G 系統 UE 需具備之 MIMO 天線，至少需有 4 MIMO 以上或高增益波束成型天線才能滿足，翁教授在中山大學建構了完整的測試環境並說明其團隊之研究成果。



弦樂三重奏為晚宴揭開序幕



本次大會承辦人員在晚宴上感謝所有與會貴賓



學生競賽獎項獲獎者由四位 IEEE Fellow 逐一頒獎並合照



澎湖國際海上花火節

最後一場演講是中國華南理工大學褚慶昕教授帶來的 **Decoupling of Multi-Array Multi-Band Base-Station Antennas Based on Notched Band Techniques**，內容是關於因應 5G 通訊巨量天線陣列緊湊單元造成的耦合效應，對天線特性所造成的影響，以及最近解決此項議題的一些發展，包括使用新穎的帶凹口天線來減少天線陣列單元間的相互耦合效應。

中午休息時間，幾位在場的 iWEM ISC 委員與來自中國、日本、英國的國外委員召開 ISC 視訊會議，由本次大會正副主席莊明霖教授與吳明典教授報告會議概況並討論 2022 年 iWEM 召開地點，計有日本的千葉大學及中國的哈爾濱工業大學提出申辦，會議決議由千葉大學承辦 2022 年 iWEM 研討會。

下午的分組報告場次主題則有 **Antennas and Propagation**、**Antennas for IoT and 4G/5G Applications**、**Electromagnetics, Circuits and Measurement**、**Advanced Antenna Solutions** 等。研討會後，晚宴地點安排在澎澄飯店玄武廳。晚宴以弦樂三重奏做為開場並在用餐的過程中頒發三個學生競賽獎項。會後學者們步行至不遠處的觀音亭海上花火節現場，雖然天公不作美，大雨忽停忽下，但不減眾人的熱情，第二天



與會學者聽導遊介紹二嵌古厝聚落褒歌



大菓葉玄武岩柱狀節理

晚上就在澎湖國際海上花火節的煙火下圓滿結束。

8 月 28 日，來到本次研討會的最後一天，本日所安排議程主題是 **Antennas, Computational Electromagnetics, Components and Circuits, and Measurement** 的海報解說。最後來到本次研討會的尾聲，閉幕典禮上在張道治教授主持下，由本屆大會主席莊明霖教授轉交大會會旗給予明年的主辦單位中國華南理工大學，並由陳文山教授代表接受，iWEM 2020 也圓滿落幕。

最後，大會安排澎湖西嶼半日知性之旅，為生硬的學術科技活動增添一些軟性的人文元素。參觀地點包括聞名遐爾的跨海大橋、有三百多年樹齡一樹成林的通樑古榕、澎湖本島地質代表性景觀的大菓葉玄武岩、風華落盡又重生的二嵌古厝聚落以及圈養數十年巨大海龜的大義宮。兩部遊覽車上專業導遊詳盡又風趣的解說使與會學者在短時間內瞭解澎湖西嶼的風土民情，因為時間因素，尚有許多景點未能一覽，但也為未來再訪澎湖留下伏筆。■



活動
報導

國際研討會連線報導

2020 IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽 2020 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition

聯盟特約記者／黃慕召

2020 IEEE 國際電磁研討會：應用與學生創新大賽（2020 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition），於 8/26 ~ 8/28 在國立澎湖科技大學中的海洋科技大樓（北棟）展開，而這次的議程為期兩天半。此研討會於 2010 年在台北創立舉辦，過去的十年中也曾陸續在中國、香港、日本、英國以及台灣等國家舉辦。

此研討會（簡稱 IWEM）不只是提供了研究員和工程師分享研究創意的一個國際平台，同時也提供學生們一個可以展現自己研究創新以及各實驗室成果發表的場所。今年的研討會受到新型冠狀病毒（COVID-19）的影響，台灣為了防止疫情在國內散播而實施了邊境管制，加上來台後兩個星期的防疫隔離等規範，因此這次從國外來台參加會議的學界、業界人士比起往年少了許多。但為了使國際上的學術交流不因疫情而中

斷，這次有許多的報告是以講者事先錄製影片或是現場直播等方式發表。雖然受到疫情的影響，但本次會議還是有收到超過 100 篇論文，且估計會有 61 篇上傳到 IEEE Xplore 上。



澎湖科大會議地點



Welcome Reception



澎湖科大



開幕典禮



張道治教授演講



吳瑞北教授演講



Best Paper 2

議程規劃

本次研討會議程的架構上，前兩天的上午有從台灣、中國以及日本著名的電磁領域教授給予專題演講，介紹了無線通訊的量測方法，物聯網的實現與應用、雷達與醫療的結合與創新及各種天線的進展。下午則是口頭論文發表（Oral Session）以及海報論文的發表（Poster Session）。最後一天的上午也提供海報論文發表的同學們去分享他們的研究。

專題演講：T-CATR 天線量測系統

第一天上午邀請了台灣元智大學的張道治教授和國立台灣大學的吳瑞北教授演講。身為 IEEE Life Fellow 的張道治教授首先介紹了未來我們的五代行動通訊（5G）高數據傳輸量所需要用到的大規模多輸入多輸出（Massive MIMO）天線陣列系統。這些可調變的天線陣列有許多可變的天線波束方向，讓使用者在需要的方向收到良好的訊號。若要量測這些天線輻射場型，國際標準組織（包含 3GPP & CTIA）已決定可以用空中下載（Over-the-Air Measurement, OTA）的量測方式進行。目前 OTA 量測有三個主流的方式：直接遠場（Direct Far Field, DFF）近場轉換到遠場（Near Field to Far Field Transformation, NFTF）以及縮距天線量測場（Compact Antenna Test Range, CATR）。張教授比較了這三種不同天線量測方式的好壞，也提出了他們團隊所研發的扭轉縮距天線量測場（toroidal CATR, T-CATR）來進行比較。這種新的量測方法可以給許多可旋轉的

雙極化平面波提供基地台（BTS Antenna）和使用者天線（UE Antenna）的量測，此方式可以降低量測時間並同時降低載台所造成的影響。

專題演講：雷達生理感測系統

第二天上午邀請了台灣中山大學的洪子聖教授分享他的研究。洪教授分享了他的雷達生理感測系統。這次會議雖然受到疫情的影響，但也邀請到了台灣對抗病毒的研發團隊來分享如何結合電磁領域與醫療科技來展現學界的研發和創新。這樣的系統已經在高雄的榮民總醫院架設，不僅能夠有高精確度、高靈敏度及低功耗等特性，也可以偵測到每位病患的呼吸頻率、體溫和心跳。這可以減少醫護人員接觸到病患的次數，並大幅降低醫護人員感染的風險。洪教授的雷達是用自我注入鎖定式（Self-Injection Locked, SIL）都卜勒雷達（Doppler radar）。這雷達的原理是一個震



盪器會發出一個連續波（continuous-wave signal, CW），而此波會被生物給反射回來。其反射的訊號會再傳進震盪器，形成 SIL 迴圈。此震盪器接著會輸出一個有頻率調變的訊號，而這訊號會跟生物的生理改變有關。當訊號解調變後，我們就可以得知生物的生命體徵，用 SIL 迴圈可以讓都卜勒雷達的訊噪比（Signal to Noise Ratio, SNR）多 100 dB。也因為這訊號沒有混合 RF 和 LO 訊號，所以也不會被靜態的雜物或背景反射給干擾。

專題演講：超越 5G 的天線系統

第二天上午除了有洪子聖教授和台灣中山大學翁金輅教授的演講，也同時邀請了日本橫濱大學的 Professor Hiroyuki Arai 和中國華南理工大學的諸慶昕教授來發表演說。Arai 教授給我們帶來了一些 5G 天線系統的統整，也介紹了未來 5G 天線有可能發展的趨勢。Arai 首先提到，由於基地台能傳播的距離會從 4G 的 2 ~ 3 公里降到少於 100 米，使目前 5G 所需要用到的基地台數量大幅提高。但如果要推測 5G 以後的進展，Arai 介紹了太赫茲（Terahertz）頻段。許多已成熟的技術常常都是設計應用在射頻或紅外線的頻率。所以基頻與射頻的技術常常無法用在太赫茲是因為波長會太短，同理，紅外線的很多理論也無法被應用因為波長會太長。但隨著技術的研發，會有越來越多元件可以被使用在這個頻段。未來的天線可能要往毫米波、太赫茲以及光學的方向發展。無線光學通信（Optical wireless communication）或許可以提供未來研究的方向。

Best Paper Awards

獲頒 Best Paper Award 獎的其中一篇是台灣大學陳士元教授團隊關於應用於極化雷達的雙線性極化雙偶極天線陣列（Dual-Linearly-Polarized Printed Dual-Dipole Antenna Array for Polarimetric Radar Application）^[1]。這篇提出了一個應用於 S-band（3.3 GHz）的 5 x 5 陣列天線。其中，每隔一個元件就是水平極化，而其他

的元件則是垂直極化。此立體天線因為是偶極天線，所以就在離天線四分之一波長的距離放了反射面（是用垂直 / 水平極化訊號饋入電路的面當反射面），讓反射回去的訊號可以有建設性的干擾。饋入電路透過五組垂直的板子將底層的訊號送到每個天線單元。每組垂直的饋入網路都由一個水平極化和一個垂直極化的饋入板子組成。

Best Paper Award 得獎的第二篇是台灣科技大學寫的 2 分頻注入鎖定分頻器帶雙絞電感（Divide-by-2 Injection-Locked Frequency Dividers with Twisted Inductors）^[2]。這篇主要是要用 0.18 微米製程鎖定分頻器的不同電感布局。第一個設計的 ILFD 使用兩個八邊形電感器，其他兩個 ILFD 中的電感器使用扭曲配置，而 ILFD 具有較低的電磁輻射水平，並且對接收到的電磁噪聲不太敏感。這些 ILFD 具有較寬的鎖定範圍。

第三篇則是發表了應用於金屬物體上的 UHF RFID 標籤的小型短路 C- 形貼片天線（Compact Shorted C-Shaped Patch Antenna for UHF RFID Tag Mounted on Metallic Objects）^[3]。來自高雄科技大學做的研究提出了超高頻（UHF）用於射頻識別（RFID）的標籤天線設計，該標籤天線允許使用不同的調諧方法來調諧天線在金屬物體上的阻抗。這小型貼片天線由一個 C 形諧振器和一個接地層組成，該接地層連接一個小的短路壁，並由 C 形諧振器中間的環路饋入訊號。在短路壁周圍和 C 形諧振器的中央都蝕刻出一些狹縫，可以採用靈活的調節方法來匹配 UCODE 8/8m 芯片的共軛阻抗。這天線的阻抗可以由短路壁的寬度、狹縫大小以及饋入訊號的環路的寬度和長度而進行調整。此天線雖然是為了金屬表面而設計的，但也可以用在其他材質上。

頒獎

研討會第一天全天都有許多競賽的海報與口頭報告。當天聽到也汲取了許多創新的想法和題目。研討會隔天下午所有參加競賽的得獎者收到來自大會籌備組的通知，獲邀去彭澄



頒獎



晚宴



晚宴音樂



澎湖夕照

飯店 (Discovery Hotel) 參加頒獎典禮晚宴 (Banquet)。宴會的前半段有邀請了弦樂三重奏，讓與會者可以在優美的弦樂聲中享受晚宴。這次典禮的頒獎包含 Best Poster Award 總共有 6 名得獎者，Best Oral Presentation Award 有 3 名得獎者，以及 Best Paper Award 也有 3 名得獎者。印象最深刻的是有一位來自台灣科技大學博士班的李同學發表了一個海報，也口頭報告了一篇研究。在頒獎時他不僅獲得 Best Poster Award 也同時獲頒 Best Paper Award。

與會感想與期許

不論是第一天的歡迎晚會 (Welcome Reception) 還是第二晚的頒獎晚宴 (Banquet & Award Ceremony)，皆有機會與許多來自各地學校和學術界的專業人士一起進行交流，藉此認識了許多有想法、有創意的教授和同學，讓我了解到台灣在電機電磁領域的其他實驗室正在進行那些方面的研究。頒獎晚宴結束後，當天晚上適逢澎湖花火節可以欣賞美麗的煙火表演。雖然因為天候不佳而使得原先排定的無人機燈光秀暫停演出，但在澎湖情人橋上施放的煙火還是相當壯觀璀璨。

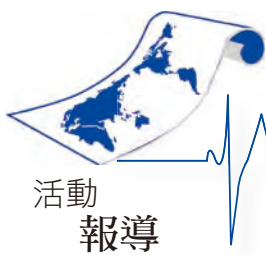
這三天的研討會很湊巧碰到澎湖比較少見的下雨天，讓參與者都可以在暑假中有個舒適的溫度來進行討論。我覺得這次研討會將舉辦地點在澎湖是個非常好的選擇，騎車十幾分鐘就可以來到海邊，享受清澈沒受污染的海灘。這次主辦單位在會議第三天結束後也提供了澎湖北部觀光

行程，隔日也有參觀澎湖南部的景點以及其他離島，帶給所有與會的人們一個獨特的體驗。

本次會議中見識到了許多來自台灣、日本、中國等地區的專業人士和學生的創意與研究貢獻，特別是在電磁和天線等相關的領域。能聽到學界對下一代行動通訊及資料傳輸的貢獻已經很棒，但更令人感到可貴的是我們也能見識到電磁雷達領域可以即時應用在正處於新冠病毒疫情的每個人生活當中，讓會議中所有看到、聽到和學到的創意研究活了起來。

參考文獻 (皆為 2020 IWEM 的論文)

1. Ian Huang, Chin-Lung Liao, Shih-Yuan Chen, "Dual-Linearly-Polarized Printed Dual-Dipole Antenna Array for Polarimetric Radar Application" in IEEE 2020 International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition (IWEM), Aug 26-28, Penghu, Taiwan.
2. Ho-Chang Lee, Sheng-Iyang Jang, Yang-Hsuan Fan, Fu-Sheng Chou, Yu-Shen Liao, Miin-Horng Juang, "Divide-by-2 Injection-Locked Frequency Dividers with Twisted Inductors" in IEEE 2020 International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition (IWEM), Aug 26-28, Penghu, Taiwan.
3. Hua-Ming Chen, Minh Tan Nguyen, Yi-Fang Lin, "Compact Shorted C-Shaped Patch Antenna for UHF RFID Tag Mounted on Metallic Objects" in IEEE 2020 International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition (IWEM), Aug 26-28, Penghu, Taiwan. ■■



國際研討會連線報導

2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, RFIT 2020

聯盟特約記者／林昱廷

概述

2020 年度的國際射頻整合技術會議（2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, RFIT 2020）於 9 月 2 日至 9 月 4 日於日本廣島舉辦。綜觀本年度會議的報告內容，主題包含太赫茲通訊（Terahertz Communication）、5G 通訊現況與展望（5G and Beyond）、天線（Antenna）、濾波器（Filter）以及諸多主動電路區塊（RF Building Block）等。其中對於 5G 現況及未來的探討、太赫茲通訊有特別的著墨。以下將根據筆者有參與之會議內容詳加介紹。

議程規劃

為期三天的研討會議程主要為論文口頭發表貫串，其中第二天早上有會議主題演講（Keynotes）以及下午的最佳論文獎（Best Paper Award）海報展示。與會者根據自己的專業或是興趣選擇各個主題參與聆聽與討論。今年口頭發表的論文中包含為數不少的邀請論文（Invited Paper）。全數 126 篇發表的文獻當中，有 78 篇邀請論文，絕大部分來自日本與台灣。其中不乏業界先進與學術領域中的知名學者，讓與會者能夠了解當前技術領先者所遭遇的嚴峻挑戰與解決問題的邏輯。

疫情之下的交流

在 COVID-19 肆虐下的世界，全球各處的人們被限制了活動，但追求進步與向同儕交流的企圖心卻沒受到影響。這次的研討會開放了線上參加及線上發表論文，在會議期間更開放 IEEE 學生會員免費註冊。與兩個月前舉辦的 2020 IMS

不同的是，這次的研討會不是會議預錄再各自觀看，而是實時在線上進行，利用會議軟體 Zoom 串聯會場與世界各地的與會者，一面進行報告一面進行轉播。

筆者這次也是透過 Zoom 的網路連線，在會場線上發表論文，如同往年參與研討會發表論文，在會後也有同儕利用留言板跟我討論相關技術的問題，彼此交流。

面對疫情帶來的改變仍有諸多不便有待克服，報告呈現的方式會被軟體與媒材所限制，會議系統的穩定性亦影響報告的品質。整場會議下來的確不乏因為連線問題使報告品質受到干擾的情況，甚至出現需要用到用撥打電話的方式才有辦法將聲音放送進會場。

疫情帶來的除了不便與挑戰之外，還有新的契機與思維。網路會議串聯世界各地在疫情之中被真正的普及。雖然線上教學、交流的想法甚早之前便已出現，但因為疫情使得這種傳播方式被迫真正實現在各個活動中。以傳播知識的角度而言，這次的 RFIT 開放讓所有學生會員免費線上參與研討會，不就是讓知識在全人類中傳遞更普及更廣闊的實踐嗎？或許等疫情過去了，這種研討會的舉行方式可以持續保留。

筆者認為這波 COVID-19 疫情是這幾年間重要的大事，謹以這段文字紀錄大家在這時候面對的挑戰與想法。

Opening: Keynotes

首先微波理論與技術協會（IEEE MTT-S）前主席 Ke Wu 教授從回答「未來的無線通訊系統是什麼樣子？」開啟這次的 Keynote。提到目前推動無線技術發展的主要推動力是來自需求

的多情境性 (Multi-Scenario)，進而需要多功能 (Multi-Function) 的微波系統，講者歸納出 9 種衍伸而成的技術領域，包含 Multi-Function、Multi-Frequency、Multi-Beam、Multi-Layer、Multi-Material、Multi-Mode、Multi-Domain、Multi-Polarization 以及 Multi-Field。最後講者提到在半導體製程微縮趨近極限以及面臨更複雜的多情境挑戰時。目前停留在軟體層面的人工智慧 (AI) 應該要想辦法往硬體 AI 發展。讓無線通訊系統的進程從下世代通訊技術 (Next-Generation Wireless) 到超級物聯網 (Super-IoT)，進而整合軟體人工智慧，最終利用硬體 AI 將多功能 (Multi-Function) 的無線整合並實現。

接著是由德州大學的 Kenneth. O 教授探討太赫茲通訊在 CMOS 上的發展近況。首先總結了 CMOS 製程在各個主動電路中的關鍵參數表現，包含功率放大器的輸出功率、頻率合成器的轉換效率，以及低雜訊放大器的雜訊表現等，接著指出太赫茲成像 (Terahertz Imaging) 與通信系統 (Terahertz Communication) 至目前仍是太赫茲應用 (Terahertz Application) 的關鍵技術。講者指出，太赫茲技術發展至今，可以見到在 CMOS 製程之中確實有一部分的特性有助於實現太赫茲系統，其中包含：太赫茲系統在短距離晶片至晶片 (Chip to Chip)、系統短距 (Board to Board) 之中因為不需要光元感測元件而具有的競爭力，演講者提到在一個資料中心 (Data-Center) 的應用情境中，只要能夠在 200 GHz 左右的頻率產生 -6 dBm 的輸出功率以及 20 dB 的 Noise Figure，就有支持實際應用的 Link Margin，而 -6 dBm 與 20 dB 的 Noise Figure 是 CMOS 可實現的範圍。另外如何發展價格適中 (Affordable) 的系統以及測試平台現在已經成為可實現性之外重要的研究議題。

技術探討

- 太赫茲應用 (Terahertz Application) 研究成果
無線通信隨著研究的累積往更高的頻率邁進已是進行中的趨勢，通訊與雷達成像是這個頻率

區段重要的應用，如何提升輸出功率以降低系統雜訊也是提升其中重要的關鍵。日本理化學研究所 (RIKEN) 發表了^[1]一套應用於結構探測的成像系統，利用與光學同調斷層掃描 (Optical coherence tomography) 相似的原理，操作於 600 GHz 的雷達系統；以及用於機場安檢情境的 300 GHz 連續波 (Continuous-Wave) 雷達成像系統。廣島大學與日本松下 (Panasonic) 合作發表了^[2]滿足 IEEE Standard 802.15.3d 的 300 GHz CMOS 收發機，利用實現在系統中卡塞格倫天線 (Cassegrain Antenna) 高增益的特性達到 16-QAM 40 Gb/s 的通道傳輸速率^[3]。利用更先進的 InP-HEMT 製程，製造出在 300 GHz 有 20 dB 增益、12 dBm 輸出功率的功率放大器 (Power Amplifier)^[4]，加上其設計的寬頻高隔離度 (Broad-band High Isolation) 被動混頻器 (Passive Filter)^[5]，達到 9.8 公尺上 120 Gb/s 的高傳輸速率。這遠超過 Keynote speaker 所言 -6 dBm 所能滿足的資料中心傳輸需求，也顯示太赫茲通訊的確有其可實現空間。

- 太赫茲量測 (Terahertz Measurement) 技術

隨著太赫茲的技術進展，學界與業界都必須具備更完善的高頻度量與測試能力。在這次的研討會中所發表的高頻量測技術大多與光學相關。^[6]指出太赫茲時域頻譜的資料採集 (time-domain spectroscopy) 在研究趨向商用化的現在多半使用光電導天線 (Photoconductive Antenna) 達成，研究者利用 10 fs 雷射對不同材質光電導天線的信號以及雜訊特徵研究後指出，光電導天線裡面的半導體材質是影響接收品質的最大關鍵^[7]。用一套以超短脈衝光纖雷射 (Ultra-short fiber laser)，電磁脈衝產生器以及光電導天線組成的太赫茲取樣系統 (Terahertz Sampling System) 並向在場與會者說明其運作原理。這方面仍然有許多可以研究的題目，例如同場發表中，以太赫茲脈衝波產生器 (Terahertz Pulse Generator) 為題的脈衝雷射 (Pulses Laser) 系統^[8]，他們利用 LiNbO₃ 波導管 (Waveguide)

以及以矽基製程實現的曲面稜鏡（Conic Silicon Prism）實現的 Cherenkov 相位匹配太赫茲產生器（Phase-matched Terahertz Generator），最後達成 50 fs、50 mW 的輸出。隨著技術越往高頻發展，與光導元件的整合應用似乎會是純電磁波應用以外的另一條路。

● 功率放大器（Power Amplifier）技術

因應 5G 時代來臨，功率放大器的設計如何在毫米波頻段發射足夠的功率，以及延伸線性操作區間以提高功率附加效率（Power added efficiency, PAE）在這次的研討會中均有進展。首先為了滿足通訊系統在不同頻段之通信網路自由移動（Free Roaming）的能力同時兼顧操作效率，[9] 首創地提出在毫米波頻率利用雙頻 Class F 諧波匹配電路（Harmonic matching network）達成的高效率（High-PAE）功率放大器，除了是第一個利用此架構實現的成果之外，報告者還討論了這種架構在毫米波頻段面臨的阻抗問題以及解決方法。對比另一篇 [10] 利用 Continuous-mode Inverse Class-F 方法達成的寬頻高效率功率放大器。與會者得以比較在毫米波頻段不同的寬頻高效率放大器實現方法以及各自的優劣。另外為了提升線性操作區間，[11] 提出了利用諧波匹配電路以及類比預失真線性器（Analog Predistortion Linearizer）提升功率放大器線性度的設計結果，並採用連續式 Class-F（Continuous Class F）架構達成寬頻輸出。除了寬頻設計外，在這次的會議中還有看到高輸出功率的功率放大器，三菱電子（Mitsubishi）^[12] 發表了一顆用 GaN HEMT 達成的 42% PAE、100W 輸出的 X-波段功率放大器，其頻寬達到 20%，按照報告者的說法，這是一顆相當有競爭力的功率放大器，他們分析了 GaN HEMT 半導體的結構與界面特性，為了符合這樣高功率的設計，他們必須要考慮到半導體閘極接面的功率密度與承載能力。最終他們對電晶體的閘極結構角度做了調整以後，運用自己公司（三菱）的 0.25 微米製程產出，並得到如此量測結果。

● 5G 通訊現況與展望

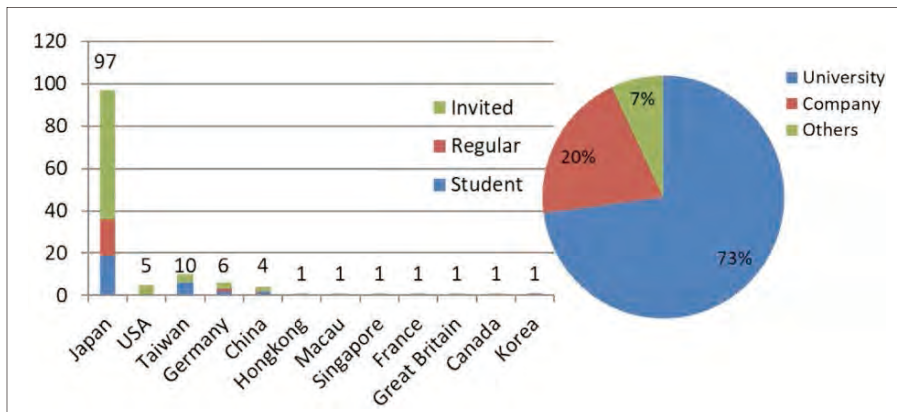
這一次的研討會很可惜的沒有 Panel Session，但是依然有幾個會議主題是跟 5G 通訊的現況與未來相關的，其中包含已經發表的 5G 頻段收發機模組（5G Transceiver / Building Block），一些在成熟技術下精益求精的毫米波積體電路技術（MMIC），以及站在目前的技術水準上展望 5G 之後的契機以及對還沒發生的 6G 討論各種可能性。

會議中，由台大^[13] 所展示的由 32 路發射機與 16 路接收機所組成的 38 GHz 波束成型收發機系統（Phased-array Transceiver），整個系統有不錯的完成度，包含整體 PCB 的整合及天線設計等。根據報告者的說法，這也是世界上首次發表的 38 GHz 相位陣列收發系統（Phased-array Transceiver）。接著喬治亞理工學院^[14] 在講題中提到為因應更高的傳輸要求與電路特性需求，現在多饋入天線（Multi-feed Antenna）與天線電路整合設計（Antenna Electronic C-design）正快速地被設計者重視。演講者並展示了利用此設計方法建築在他們已經發表的諸多功率放大器的系統，也可以明顯的看出此種設計不但縮小系統面積更讓特性更好，最後講者也提到此設計方法最大的挑戰在於建立有效的電磁模擬環境與模型，往往需要多個模擬方法與工具互相輔助才能達成。

最後，[15] 提到光通訊與未來 5G 通訊的整合，與 [16] 提出更加的電源管理技巧讓 5G 網路之中的物聯網（IoT）可以更效率的運作。

心得與期許

國際射頻整合技術會議或許不是學術界最領先的研討會，會議中發表的技術與成果也不是最頂尖的，但是在研討會當中可以見到來自於過去頂尖研討會的技術與創新，到了今天是怎麼被應用在更實際的系統當中，雖然不是原創，但卻把原創者的理論技術分析整理的更加完善，因此也算是看見世界科技向前邁進的一個場合。今年的



2020 會議論文組成統計圖

國際射頻整合技術會議發表成果主要來自日本，尤其今年有許多來自業界的技術發表與分享，整場研討會結束後筆者仍有相當的收穫。期望人們在疫情之中仍能持續如此交流溝通，在線上參與研討會，與曾經問答過的同儕雖稱不上交了朋友，但也是一面之緣，彼此交流的機會甚是可貴。

參考資料

1. Chiko OTANI, Yoshiaki SASAKI, "Development of MMW-to-THz Radar Imaging Technology and Systems"
2. Sangyeop Lee, Shuhei Amakawa, Takeshi Yoshida, Yohei Morishita, Yuichi Kashino, Shinsuke Hara, and Minoru Fujishima, "300-GHz CMOS-Based Wireless Link Using 40-dBi Cassegrain Antenna for IEEE Standard 802.15.3d"
3. Hiroshi Hamada¹, Takuya Tsutsumi, Hideaki Matsuzaki, Takuya Fujimura, Ibrahim Abdo, Atsushi Shirane, Kenichi Okada, Go Itami, Ho-Jin Song, Hiroki Sugiyama, Hideyuki Nosaka, "300-GHz-band 120-Gb/s Wireless Transceiver Front-end Using 80-nm InP-HEMT Technology"
4. H. Hamada, et al., "300-GHz 120-Gb/s Wireless Transceiver with High-Output-Power and High-Gain Power Amplifier Based on 80-nm InP-HEMT Technology," IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS), Nov. 2019.
5. H. Hamada, et al., "300-GHz, 100-Gb/s InP-HEMT Wireless Transceiver Using a 300-GHz Fundamental Mixer," IEEE/MTT-S International Microwave Symposium (IMS), 2018
6. Yutaka Kadoya, Masahiro Nitta, Ryota Nakamura, "Terahertz Time-Domain Spectroscopy Using

- Photoconductive Antenna"
7. Eiji Kato, Yang Shang, Masaichi Hashimoto, "Development and Application of Terahertz Optical Sampling System for the Semiconductor Industry"
8. Takanori Okada, Kazunori Shiota, Masaichi Hashimoto, Shin Masuda, Masayuki Kimishima, "Cherenkov-type phase matched terahertz wave generation from LiNbO3 waveguide using mode-locked fiber laser optical amplifier"
9. Zhi-Jia Huang, Zi-Hao Fu, Bo-Wei Huang, Yu-Ting Lin, Kun-Yao Kao, Kun-You Lin, "A Millimeter-Wave Dual-Band Class-F Power Amplifier in 90nm CMOS"
10. Ziu-Hao Wang, Chun-Nien Chen, Huei Wang "A 30-40 GHz Continuous Class F-1 Power Amplifier with 35.8% Peak PAE in 65 nm CMOS Technology"
11. Yen-Ting Lin, Yu-Min Chen, Chun-Nien Chen, Huei Wang, "A 27-GHz Continuous Class-F Power Amplifier with AM-PM Compensation in 65nm CMOS Process"
12. Kei Fukunaga, Takumi Sugitani, Yutaro Yamaguchi, Daisuke Tsunami, Masatake Hangai, Shintaro Shinjo, "X-band 100 W-class Broadband High Power Amplifier Using High Power Density GaN-HEMTs"
13. Huei Wang, Kun-You Lin, Tian-Wei Huang et.al, "Development of 38-GHz Phased Array Transmitter and Receiver Modules for 5G MMW Applications"
14. Hua Wang, "Multi-Feed Antenna and Antenna-Electronics Co-Design"
15. Keisuke Kasai, Masataka Nakazawa, Masato Yoshida, Katsumi Iwatsuki, Toshihiko Hirooka, "Digital Coherent Optical Access Technologies for Beyond 5G Network"
16. Po-Hung Chen, "Power Management Units for Internet of Things Devices"

除了 [4], [5] 以外，所有引用均是今年國際射頻整合技術會議會議論文。 ■■



人物
專訪



專訪聯發科技執行副總經理

暨技術長 **周漁君**

深耕無線通訊 馳騁浪尖逾半甲子

聯盟特約記者／劉宜庭

周漁君深耕通訊領域超過 30 年，在享譽國際的科技大廠聯發科技（MediaTek）及高通（Qualcomm）都身居要職，職涯中屢次率領團隊共同邁向頂尖，站在 2G、3G、4G 到 5G 的浪頭上迎接巨變。周漁君當年就讀於台大電機工程學系時在李琳山教授的啟發下，對通訊領域產生興趣。大學畢業和服完兵役後，他進入美國當時通訊領域師資陣容最堅強的美國南加州大學攻讀碩士及博士學位，並在博士畢業後加入高通。任職 22 年期間，周漁君擔任系統工程師，寫過軟體的算法，也做過晶片設計和驗證、手機、基地台、外場測試、標準，曾參與實驗室創建，也曾被外派中國擔任首席技術官，是高通的技術副總裁。

2011 年，聯發科技說服周漁君擱置退休計畫，邀請他出任技術長一職，返台共創通訊技術的革新。周漁君業界經驗豐富，早期曾參與 CDMA 雛型系統、IS-95 標準以及多款 CDMA 基地台和行動平台數據機晶片等產品及技術的設計開發，技術底子深厚，開創多項極具價值的美國專利，同時也發表多篇與無線通訊領域相關的技術論文。作為聯發科技的研發舵手，周漁君像個教練般指揮著 5G、計算器、AI、多媒體等不同技術團隊的發展，帶領著遍布全球的聯發科技工程師，在創新驅動的市場中贏得先機。



電磁聯盟有幸於 2020 年 6 月專訪現為聯發科技執行副總經理暨技術長周漁君博士；在訪談中，周漁君分享他在美國求學與工作時的觀察，闡述他對團隊精神、團體制度的看法，也回顧聯發科技布局 5G 的策略，表達對台灣學生投入高科技產業的期待。周漁君指出，從事工程技術開發最重要的是打好踏實的基礎、保持好奇心與開放的胸襟；這樣才能在執行每一個工作任務時，持續學習新技能並且極大化自己可以發揮的能力。他也期許有志從事高科技產業的後進勇於接受挑戰，並保持彈性、自主、客觀、好學、好奇、開放的心態；「浪來了，要能乘風破浪，站在浪頭上好好地發揮一下」。英雄造時勢，時勢造英雄；面對天天都在變化的產業環境，能夠應付任何改變、因勢利導，最後從混亂中冒出頭、沒有被打倒的就是贏家。

李琳山教授的課 啟發對通訊領域的興趣

回憶起當年去讀台大電機系的原因，「因為我從小喜歡數學，對裡面的代數、機率、幾何都有興趣，也學得還不錯，所以選擇數學用得比較多的電機系」，而且電機系除了有比較多的數學應用，裡面的學門也非常多元，包括通訊、信號處理、計算機、控制、半導體等，甚至還有可以到台灣電力公司做發電機的電力組。

大三、大四時，開始有一些選修的課程可以探索自己的興趣性向；「那時候剛好碰到李琳山教授開的、很容易入門的一門數位通訊課程，一門統計通訊，還有另一門展頻（spread spectrum）通訊，也是非常入門的一門課。李教授上課深入淺出，讓我覺得內容很容易理解，指定閱讀的書籍和論文也很對胃口，唸起來如魚得水，收穫很大，所以就對通訊產生了興趣。」

大學畢業後，前往美國南加州大學（USC）深造的周漁君，追隨了以展頻通訊聞名的指導教授 Bob Scholtz。周漁君表示，當年申請研究所時，被錄取的學校不少，但只有幾間學校提供獎學金，其中就包括 USC，而 USC 當時可以算是全美大學中擁有最多美國國家工程院院士等級教

授，堪稱美國通訊領域教授陣容最堅強的一個學校。於是在各種因緣際會下，他決定投身通訊研究領域，並在 USC 取得碩士及博士學位。

周漁君回憶道，南加大是私立大學，考核很嚴格，競爭也很激烈，教授不太會幫同學們選題目，甚至同學還要幫老師寫申請研究經費的提案。「比如說獎學金，我的錢一定是前面的人申請到研究經費來養我，那我就有責任要想辦法再拿經費來養後面的人或養我自己，就要去想還有什麼新點子可以做研究提案、要從哪個單位拿到錢。假設老師養 10 個學生，他會希望 10 個學生把他們腦袋裡的東西拿出來，而不是他要把他腦袋裡面的東西給你。只要每個學生都想出一套不同的提案，老師一下就有 10 套東西可以選。」這些創新思維的訓練過程，慢慢培養出研究者獨立找題目、探索題目的能力。

美國高教菁英教育 學生自主學習能力強

美國菁英教育制度的精神與台灣聯考相似，「漏斗的孔非常窄，你必須通過一層又一層的淘汰和考驗」，美國在大學、研究所、博士學位、各種專業裡的頂尖都實施非常菁英的教育，學生的自發性和競爭性普遍都比台灣強。周漁君以他的孩子在美國加州的求學經驗為例，美國學生從幼稚園開始到小學五、六年級都是在玩，學校基本上只要求要學好英文和數學；儘管如此，他們的數學程度與台灣相比，可能美國八年級畢業只相當於台灣小學六年級畢業。然而進入高中後，課業要求大增，學校會提供微積分、高等微積分等課程；「學生之間存在很大的程度差異，學校會讓厲害的人繼續往上走，不厲害的普通人留在中間，到了高中畢業申請大學的時候，鑑別度已經非常大，篩選的漏斗變得非常的窄。」

此外，美國家長和台灣家長很不一樣，美國家長普遍能接受高中畢業的學歷，不會要求孩子一定要讀大學；在美國唸書，很大一部分要靠學生自己。首先必須打好踏實的基礎，因為基礎不好會在後面追得有點辛苦。再者必須要有天分和自發性，尤其是自發性；學校老師一樣都是教



課、出作業，但是沒有自發性或不自律的小孩會先去玩樂，再把剩下的時間拿來寫作業。長此以往，功課就會顧不來，這並不是腦袋聰明與否的問題；自發性、自律性比較強的人，才有機會再往高等教育走。「在美國，高中畢業後找一個修車廠的工作，馬上吃喝玩樂的需求就可以自給自足，很多年輕人會覺得何必還要再唸那麼多書？」

周漁君也分享，隨著美國本土學生的經濟條件愈來愈優渥，投入 STEM（科學、科技、工程、數學）學門的學生也愈來愈少，「science 和 engineering 是挑戰最高、難度最高的學門，但不見得就業時是薪資最高的」，就像台灣愈來愈多年輕人從事文創、新創產業，願意投身傳統科學研究工作的學生愈來愈少。但台灣和美國的條件不同，美國可以依靠高素質的各國留學生和移民來填補科學研究的空缺，台灣卻可能面臨研究品質和數量上的挑戰。

「就我個人的經驗，我覺得大學、研究所的訓練，最重要的是打下紮實的基本功。我並不很在乎新進同仁有沒有上過 AI 的課，有沒有受過特定類別的專業訓練，可是我覺得基本的數學科目、物理、電子學、電路學、資料結構和演算法需要訓練的很紮實。如果他的基本功紮實，學什麼東西都會很快，可以做的東西彈性會很大。」周漁君認為，台灣的一些學術研究可以進行適度調整，不需要選擇跟業界很像的題目，「very specific、very narrow 領域的東西變化很快，博士學生不能只是該領域的專家，但其他基本功都不會，跨領域多元思維的學習是很重要的。」

能順應時勢站上浪頭 就是個英雄

在高科技產業有一個永遠不變的定律，就是環境會不斷改變。不管是中美貿易的變化，或者突然冒出來的 COVID-19，情勢天天在變化。和客戶之間的關係亦然；周漁君舉例，蘋果過去停用 Imagination Technologies 跟 Dialog Semiconductor 兩家公司的產品，突然之間風雲變色、此消彼長。這類事件對產業中的所有參與者都是有影響的，因此高科技公司需要應付任何

改變；能夠事先透過策略規劃做好準備、因勢利導，再加上一點運氣，從混亂中冒出頭、沒有被打倒的就是贏家。「我常常鼓勵同仁們，我們不敢說自己一定能成為造時勢的英雄，也不見得要這樣期許每個人；可是，時勢來的時候我們一定要當英雄！時勢來了你抓不住，一個浪來了就被淹沒。浪來了，要能乘風破浪，站在浪頭上好好地發揮一下，那就算是英雄。」

周漁君觀察到台灣多數企業能夠沿著他人成功的軌跡進行創新發展；「我們很細膩、很精巧，在一個紅海市場裡面台灣通常能夠做得很好，但針對整體性長期的創新思維還是比較少。」究其根本，或許與台灣教育較少培養學生的創新思維有關。

穩紮穩打 保持好奇心與開放的胸襟

提起在職場的豐富經歷，周漁君說，他學習到在紮實的科學基礎上，還需要保持好奇心與開放的胸襟，培養自己樂於接受各種學問與挑戰。

「我初入職場時，高通可能不到 200 人，還是 startup company 的規模。第一份工作一開始有點像算法工程師，然後從寫軟體、晶片設計、做驗證，一直做到外場測試、制定標準。」當時系統、晶片設計出來後，需要創建一個實驗室向外界展示設計成果，「可能是傻人有傻福，我被派去負責那個實驗室，從儀器、實驗室配置、設計實驗步驟開始，需要做到清楚地把實驗結果解釋給業界的 stake holders 和決策者聽，包括把訊號每一站的誤差、增益都講清楚，才能完整地說服聽眾。後來因為會講中文，所以也被派去中國從事 CDMA 技術的外場測試和網路優化。因為客戶非常仔細謹慎，所以需要每個步驟展示並解釋讓對方了解，還要設定測試環境等工作。為了調整系統的 performance，我曾經爬到一座很高的天線塔上，拿著測試儀器做調整。這些本來應該是技工做的事情，不需要一個博士去做。如果我不夠好奇或者挑工作，就會失去獲得紮實的實務經驗機會」。最後的結果證明，每個工作任務都對未來有幫助；「我本來是學通訊的，但加入聯發科技後要關注的不只是無線通訊，CPU、

GPU、DSP、AI、多媒體等新技術的發展也必須兼顧，深刻體會若是善於抓住每一個工作任務，心中不設限，花一些時間去研究、學習新東西，慢慢就會從基本的 **engineering sense** 中，梳理出這些技術的共通性；這對我來講是讓我能更容易去抓出問題的重點，做出正確的取捨。其實很多做工程的學問，基礎是非常類似的。」

周漁君以高通的共同創辦人爾溫賈可布斯（Irwin Jacobs）為例，「他是一個溫文儒雅的學者，面對難關從來不用 **difficult** 這個字，也不用 **impossible**，只用 **very interesting**，一種舉重若輕的自信面對各種挑戰難關，展現一種對自己有信心、很願意接受挑戰、保持好奇和開闊的心態，這對我的影響很大。」周漁君期許有志從事高科技產業的後進，也能保持彈性、自主、客觀、好學、好奇、心胸寬廣，練就一身紮實的基本功，勇於接受挑戰。

目標市場考量 聯發科技 5G 策略初期主攻 Sub-6

回顧聯發科技布局 5G 的策略，周漁君形容，「我們提早就進入『戰鬥位置』，不論是 **Time to Market** 及技術發展上都位居領先群。聯發科技在 5G 上制定出一個現在看起來應該是正確的策略，也設定了很正確的目標。」這些目標包括 2016 年中旬確定要為 2019 年初的 MWC（世界移動通訊大會）準備可以展示的產品，以及在市場因素等綜合考量下優先發展 Sub-6。

「我加入聯發科技的時候，公司當時還有不少資源在做 WiMAX，以致 4G 的啟動比較慢。」但周漁君堅持要抓緊進入 5G 市場的時機，所以將里程碑訂在 2019 年初西班牙的 MWC；希望能在 MWC 拿出 5G 產品，並能參與一些全球運營商的測試。而 5G 在頻段上可分成 Sub-6、mmWave，周漁君分析，從技術知識的根本上可以知道研發 mmWave 的難度較高，做出來的產品成本會高很多，市場的接受度可能比較慢。綜合考量商業、技術、公司資源與開發能力後，儘管研發團隊一開始兩種頻段都想要做，「但在資源受限的情況

下，與其兩個都慢下來，我們選擇讓 mmWave 減速，Sub-6 照著既定的步調繼續往前走。」

「最近我常跟同仁分享一個想法，就是我們為什麼需要有策略？假設一個團隊或一家公司擁有無限多的資源，什麼事都可以做，那麼並不需要策略，就好比你去拉斯維加斯玩輪盤賭，每一格都押一塊，至少會中一格，只是這樣的押法最後一定輸莊家，沒有太大意義。」之所以需要制定策略，一定是因為存在一些限制條件，例如資源不夠、時間不夠、技術能力上的差距等；因此你必須知道自己的定位，了解自己的優、劣勢，然後最大化優勢、最小化劣勢帶來的傷害。

矽智財需要著重技術共通性與重複使用性

如果拿奧林匹克運動會的十項全能跟產業界的競爭做比較的話，奧運是總分最高的人贏得第一名，分得出總分 10,000 與總分 9,999 的選手誰是冠軍和亞軍。但在產業界這樣的差距卻沒有那麼重要，因為最後真正分出誰贏誰輸的，是使用者對你的認可、賦予你的價值；「我們賣晶片給手機 OEM 時，也必須站在使用者體驗的角度來想。」以手機產品為例，單獨比較 CPU、GPU、AI 意義不大，整個系統的配置、功耗、調度等反映在使用者體驗的情況，像是玩遊戲快不快、省不省電、拍照是否清楚和漂亮、是否可以在高鐵上連網等才是重點。套用籃球場上的哲理，打籃球在選球員時絕對不會是把每一個球員拿來跟對手單獨比較，而是要考量五個球員放在一起如何能把戰術做到最好；把高矮快慢、搶籃板的、防守的、外線投很準的，全部組合在一起打贏球才是重點。「最後能夠打贏球，也就是 **user experience** 最好。」

周漁君指出，聯發科技在全球半導體設計公司中，屬於產品多元性、智慧財產（**intellectual property, IP**）設計類型較多的，但公司資源卻不是同業中最多的；因此在開發策略上一定要考慮到 IP、技術之間的共通性與重複使用性，充分了解技術本身及其應用。舉例來說，手機、自駕車、監視器用的相機有共通的部分，也存在許多差異。手機

的相機需要在小鏡頭、扁機身當中，讓使用者照相完後立刻看清楚相片，這需要更多更好的訊號處理；監視器相機需要的是不論白天或黑夜、面對太陽光與否，都能記錄到清楚的影像；自駕車相機需要支援輔助駕駛功能，設計重點更傾向安全考量，更重視視野死角的問題。同樣是相機的技術、影像信號處理，便要考慮技術共通的部分；如何透過相同的 IP 兼顧到不同產品線的需求，得到最好的綜效，「這是 IP 管理和技術管理上很重要的課題，一次單做一個應用的技術與通盤考量後的選擇，所需要的資源一定會不一樣。」

籃球不是五個一對一 而是五打五

談起團隊經營，熱愛籃球運動的周漁君用美國職籃（NBA）比喻。1984 年喬丹（Michael Jordan）進入芝加哥公牛隊，幾乎沒人能在盯人防守時成功守住年輕、單打能力驚人的喬丹，所以喬丹認為他一個人可以搞定，很少讓隊友拿球參與進攻；然而這樣的作法卻讓他多年來苦於無法擊敗塞爾蒂克、費城七六人等敵隊。最經典的一役是 1986 年東區冠軍系列賽芝加哥公牛對上波士頓塞爾蒂克，喬丹單場拿下 63 分，刷新 NBA 季後賽歷史單場得分紀錄，可是最後芝加哥公牛隊還是輸球。直到 1989 年「禪師」傑克森（Phil Jackson）出任公牛隊總教練，採取隊友間頻繁傳球、擋拆的三角戰術，喬丹才如願在 1991 年摘得總冠軍戒指。周漁君認為這是因為「籃球場上的五個人絕對不是五個一對一，而是五對五」。

近年多次問鼎 NBA 總冠軍的金州勇士隊情況亦是如此，從球隊在籃下大量輕鬆得分的情況可以看出，球員拿到球的首要任務是趕快傳給機會比較好的隊友，而不是自己拚盡全力切進去的打法。金州勇士隊的明星球員柯瑞（Stephen Curry）、湯普森（Klay Thompson）如果效力於講究一對一打法的球隊，沒有教練設計戰術，也沒有富團隊精神的隊友配合，那麼他們或許無法擁有現在的亮眼成績。

周漁君指出，戰術應用和團隊精神是一體的，戰術是比較顯現在外面的應用，團隊精神則

是發揮戰術必須要有的內在心態。這就像是金庸武俠小說中的「外功」與「內功」；外功是招數、戰術，內功是看一個人的真氣足不足。一家公司的「外功」是良好的策略、制度、專案目標等經營戰略，「內功」則是執行期間大家是否具備能夠主動幫助團隊成員、互相補位的團隊精神；「策略運用和團隊精神，兩者是分不開的。」

「其實任何一個團隊都是如此，從籃球場可以衍生到工作團隊、公司；在籃球場上，五個一對一跟五打五的效果就已經差這麼多，當一家公司成長到一百人、一千人、一萬人、甚至十萬人，單打獨鬥和團隊作戰的效果就會差更大。」周漁君表示，聯發科技全球約有一萬六千名員工，遇到挑戰時就是一萬六千人整個團隊一起面對，而不是一萬六千個一對一的競爭，「公司所有的同仁必須跨越組織範疇，兼容文化差異，同心協力團隊合作，致勝機會便可增加。」

周漁君先生 簡歷

現任

聯發科技（MediaTek）執行副總經理暨技術長

學歷

國立臺灣大學電機工程學系學士

美國南加州大學電機工程碩士

美國南加州大學電機工程博士

經歷

1989-2011 高通（Qualcomm）副總裁、
中國首席技術官

欣興電子員工福利



獎金類

分紅制度、調薪制度、達成獎金
專利申請獎金、績效獎金
年終獎金、年節獎金

補助類

生日禮金、結婚禮金
喪葬補助、急難救助金
獎助學金

其他類

員工餐廳、咖啡吧、健身房、停車場
宿舍、廠醫駐診、專業按摩服務
健促活動、免費健檢、孕期關懷及哺乳室

休閒類

家庭日活動、社團活動
年終聯歡會

訓練類

內外部教育訓練、贏的團隊
海外派訓

保險類

勞、健、團保、眷屬團保、出差&
海外派駐保險、退休金提撥

職務名稱	工作內容	系所
楊梅新廠 儲備工程職	<ul style="list-style-type: none"> 在總部完整培訓 研發/製程/製造/設備/品保/廠務 工作地未來在桃園市楊梅區 	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理/ 工工/數學等理工相關科系
大陸儲備 幹部	<ul style="list-style-type: none"> 在台完整培訓 製造/製程/產品/品保/設備工程類 工作地在中國：蘇州 	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理/ 工工/數學等理工相關科系
研發	<ul style="list-style-type: none"> 新產品導入之技術開發 新產品試產及量產導入新材料開發專案執行 	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理 等理工相關科系
電路設計	<ul style="list-style-type: none"> 熱應設計分析、設計佈線模擬、電路設計分析 	◎ 電機/電子/機械/通訊等理工相關科系
製造	<ul style="list-style-type: none"> 製造程序管理、產線問題解決、人員訓練 管理品質管控 生產成本管理與改善 	◎ 工工/材料/化學/化工/電子/電機/機械/ 物理等理工相關科系
製程	<ul style="list-style-type: none"> 製程設定(兼顧品質與效能)、異常分析與改善良率提升 新製程/新技術導入 	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理 等理工相關科系
智能工廠 (大數據、自動化)	<ul style="list-style-type: none"> 評估與規劃機台自動化系統、整合機台資料收集與控制 	◎ 資訊工程/工業工程/電子電機工程/數學 統計相關
設備	<ul style="list-style-type: none"> 工廠設備維護、機器日常保養自動化控制 PLC設備規劃 	◎ 電子/電機/機械/自動化控制光電/輪機
環工廠務	<ul style="list-style-type: none"> 處理廠區電儀、機電、空壓設備相關維修保養與規劃 工廠廢水/空污/供藥系統操作、管理、改善 	◎ 環境工程/電機/電子/冷凍空調/機械

招募中心聯絡資訊：電話:03-350-0386 分機26800 | 信箱:recruit@unimicron.com

各廠地址

(山鶯廠) 桃園市龜山區山鶯路177號
(合江廠) 桃園市中壢工業區合江路12號
(合二廠) 桃園市中壢工業區合圳南路2號
(中國廠) 桃園市中壢工業區中國路19 2-3號
(楊梅廠) 桃園市楊梅區新農街二段209巷166-1號

(蘆二廠) 桃園市蘆竹區南山路二段470巷21號
(蘆三廠) 桃園市大園工業區民權路5號
(中興廠) 新竹縣竹東鎮中興路四段669號
(新豐廠) 新竹縣新豐鄉中甫村290號



立即行動，開拓您的欣夢想，成就精彩興未來，歡迎您的加入。

Auden Techno Corp.

徵

想要百萬年薪的你 加入耀登 捷足先登

先進5G研發團隊 技術設備領先業界



招募新血

天線研發工程師

軟韌體開發工程師



Scan To Apply

具有5GmmWave天線或系統設計經驗優先面談

持有經濟部能力鑑定(iPAS)證書者優先面談

歡迎加入我們的團隊 共同成長茁壯

不要再猶豫 快成為我們的夥伴吧



MEDIATEK

聯發科技

加入聯發科技 創造無限可能

Apply Now!



詳細職缺資訊，請至聯發科技官網 careers.mediatek.com/eREC



正職 職缺

行動通訊、家庭娛樂、無線 & 有線連接技術、物聯網等產品之數位IC設計、軟韌體開發、類比 / 射頻電路、多媒體 / 通訊演算法開發、驗證測試等。

暑期 實習

軟韌體開發、多媒體或通訊演算法開發、類比IC設計、數位IC設計、射頻IC設計、人力資源、財務、法務等。

招募對象 / 電子(機) / 資工(科) / 資管 / 電信 / 通訊 / 網路 / 多媒體 / 物理 / 應數等相關系所。

世界領先

國際舞台

頂尖團隊

產品完整

+ 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。

軟體工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉C/C+程式語言，有Linux開發經驗者尤佳
- + 未來負責前端網頁及IoT嵌入式系統開發

RF/電子產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉AutoCAD, Circuit Design, OrCAD
- + 未來負責微波電路設計/無線充電電路設計

產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢/熟悉RF
- + 未來負責新產品NPI, 環境驗證測試, 量產前準備/測試站問題分析與改善



+ Our Company

- + 國內首家專業的微波及衛星通訊公司
- + 製造基地：台灣新竹科學園區、中國江蘇省無錫市
- + 研發中心：美國California、丹麥Hillerød
- + 積極投入虛擬化無線接入網 (vRAN)及低軌衛星(LEO)商機
- + 北美高階衛星電視接收高頻頭市占率第一供應商

+ 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
公司網址: www.mtigroup.com



國家中山科學研究院 資訊通信研究所

熱烈招募 優秀研發人才

智慧國防
AI科技

物聯網
IoT

前瞻通信
技術



智能
自動化
製造

智能
資安防護

區塊鏈
技術

★具競爭力薪資

研發類工程師博士月薪7萬7起
研發類工程師碩士月薪5萬6起
技術類技術師學士月薪3萬8起
年終工作獎金

★照顧員工的健康與生活

免費員工宿舍、員工餐廳美食街
定期免費員工健康檢查
附設專屬醫院看診掛號費減免

★工作與生活平衡

豐富多元的社團活動、各項運動及文康活動
五星級健身房、附設逸光幼稚園



COMPAL 5G

仁寶電腦創立於1984年，以專業的經營團隊和堅強的研發實力，成為世界500強企業。產品包含筆記型電腦、智慧型行動裝置、液晶視訊產品、車用電子以及數位媒體產品。

針對5G技術發展，仁寶積極布局，最終要建構「5G企業專網」，提供客製化、彈性的網路結構，滿足企業在個別領域的應用需求，發展領域包含智慧農業、智慧製造、健康醫療、雲端遊戲和終端設備。

精選職缺

SW

Backend軟體工程師
Unity 3D軟體工程師
5G RF軟體工程師
5G系統軟體工程師
5G模組/小基站通訊協定工程師

MEC軟體工程師
網路自動化(ONAP)工程師
網路虛擬化(NFV)工程師
核網軟體工程師
基站軟體工程師-基站智能控制(RIC)

HW

5G行動裝置射頻電路設計工程師
5G行動裝置基頻電路設計工程師

Line生活圈

LinkedIn



聯絡窗口: HR Jenny
02-8751-6228#13207 Jenny_Yang@compal.com



奇景光電股份有限公司



職稱	工作地點	科系	工作內容
類比IC設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 觸控IC, TDDI or 指紋辨識 IC 開發經驗 2. ADC or sensor IP 開發經驗 3. TFT-LCD or OLED Display driver IC 開發經驗
數位IC設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 高速介面IP設計開發 2. 影像處理IP設計開發 3. Familiar with digital logic design and verilog RTL coding. With DSC and MIPI DSI will be a plus.
電源系統應用工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. IC驗證 2. 驗證系統開發 3. 客戶design in問題解決 4. FPGA驗證
類比IP設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. PLL design 2. High speed receiver design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 3. High speed transmitter design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 4. eDP receiver 5. V-by-One receiver 6. MIPI D-PHY 7. HDMI Receiver 8. HDMI Transmitter 9. LCD P2P interface Transmitter
Command File 工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 對Calibre LVS/XRC/DRC command file 程式開發有興趣者 2. 清楚IC Layout, 善於溝通協調 3. 具備IC Layout 或 TCL/TK 相關經驗
SI/PI/EMC工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. "Chip+PKG+Board" modeling & co-simulation for pre-silicon SI/PI/EMC analysis. 2. Co-work with RD/CAD/SE for chip design-in SI/PI/EMC issue support. 3. Gbps interface SI/PI co-design and validation, such as DDR2/3, LPDDR1/2, HDMI, VBO, eDP, MIPI, etc. 4. Provide pkg/board-level SI/PI/EMC design guideline or reference design.
系統軟韌體設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南 <input checked="" type="checkbox"/> 深圳 <input checked="" type="checkbox"/> 上海	資訊工程/電機 /電子/通信 相關科系	1. 有電容式觸控韌體開發相關經驗 2. 有電容式觸控演算法開發相關經驗 3. 熟悉8051組合語言, C, C++, C# 4. 有Linux/Android driver開發相關經驗 5. 有MCU(8051/ARM...)相關經驗 6. 熟USB interface 7. 具相關driver開發經驗

歡迎您將履歷請寄到 resume@himax.com.tw 更多職缺內容請上104查詢 或掃描QR Code



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，效益不侷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 160 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，免費開放企業會員擺設徵才攤位、徵才集點活動及徵才說明會。

• 於季刊中刊登徵才訊息：

目前聯盟每次季刊紙本發行情量約 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 160 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，請洽詢聯盟助理許瑋真小姐，電話：02-33663713，e-mail: weichenhsu@ntu.edu.tw

聯盟會員專區

徵才媒合服務	<ul style="list-style-type: none"> ● 轉發徵才或實習訊息 ● 開放企業會員擺設徵才攤位 ● 於季刊中刊登徵才訊息 ● 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞 ● 相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208
會員邀請演講	<ul style="list-style-type: none"> ● 會員自行邀請聯盟教授前往演講 ● 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） ● 相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203
會員舉辦季報	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● 每次補助上限 8 萬元（補助金額由召集人決定） ● 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。 ● 相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202



台灣電磁產學聯盟 2021傑出講座



台灣大學電機工程學系
陳士元 教授

講題：

1. 從電磁逆散射到太赫茲成像
2. 當微波技術與量子計算相遇

中央大學電機工程學系
張鴻埜 教授



講題：

1. 異質整合化合物半導體積體電路設計
2. 矽基製程低抖動低相位雜訊時脈產生技術及應用

演講摘要及申請辦法請洽聯盟網頁 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: 02-3366-3713、E-MAIL: temiac02@ntu.edu.tw



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



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！

聯絡人 沈妍伶
電話 +886-2-3366-3713
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)

美編印刷 麥田資訊股份有限公司
地址 10055 台北市中正區仁愛路二段一號四樓一六八室
電話 +886-2-2322-1930
傳真 +886-2-2396-4260
e-mail dnecyy@gmail.com



0 4 0



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

