

THE RESEARCH STORIES
OF NTU SCIENTISTS

臺大的研究故事 科學家 5

陳丕堯

袁孝維

曾凱元

林頌然

張之威

龔宏源

江昭雄



龔恩誠

關志鴻

薛顯于

侯維恕

莊立民

熊佑

陳榮凱

THE RESEARCH STORIES
OF NTU SCIENTISTS

臺大科學家 的研究故事 5



陳丕榮 袁孝維 曾凱元 林頌然 張之威 莫宏源 江昭曜



楊恩誠 關志鴻 薛熙子 侯維超 莊立民 熊怡 陳榮凱

臺大科學家的研究故事. 5 / 吳佳穎等採訪；李淑娟主編. -- 初版.

-- 臺北市：臺大出版中心出版：臺大發行，2015.12

面；公分

ISBN 978-986-350-126-8 (平裝)

1. 科學家 2. 臺灣傳記

309.933

104025725

臺大科學家的研究故事 5

總策劃 策劃 主編 採訪 總監 執行編輯 文字編輯 美術設計 封面設計	陳良基 張錦華 李淑娟 吳佳穎、蘇思云、譚竹雯、趙軒翎、余至婷、廖家慧、林任遠、陳涵文、李映昕、 王怡蓁、吳琬婷、吳淑鈴、張簡如閔 項潔 吳育燐 陳益郎 陳宛琳 蕭志文	
發行人 發行所 出版者 法律顧問 印製 出版年月 版次 定價	楊泮池 國立臺灣大學 國立臺灣大學出版中心 賴文智律師 辰皓國際出版製作有限公司 2015年12月 初版 新臺幣400元整	
展售處	國立臺灣大學出版中心 臺北市10617羅斯福路四段1號 電話：(02)2365-9286 傳真：(02)2363-6905 臺北市10087思源街18號澄思樓1樓 電話：(02)3366-3991~3 轉18 傳真：(02)3366-9986 http://www.press.ntu.edu.tw E-mail：ntuprs@ntu.edu.tw	國家書店松江門市 臺北市10485松江路209號1樓 電話：(02)2518-0207 國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw

目 錄 CONTENTS

04 校長序

06 導 讀

18 見微知著 微中子探索宇宙起源

物理學系 陳丕燊教授 報導／吳佳穎

38 改變保育風氣 積極引領後輩 熱情洋溢的野生動物學家

森林環境暨資源學系 袁孝維教授 報導／蘇思云

60 在藍海中找到自己 核醫研究 百尺竿頭

醫學系 曾凱元副教授 報導／譚竹雯

74 一毛囊、一世界 解開皮毛的生存學問

臺大醫學工程研究所 林頌然副教授 報導／趙軒翎

90 波動型熱傳導 發現物理學的世外桃源

凝態科學研究中心 張之威博士 報導／余至婷

106 基因修復機制關鍵角色 Pif1解旋酶

生化科學研究所 冀宏源副教授 報導／廖家慧

122

植物疫情動態監測系統

生物產業機電工程學系 江昭皚教授 報導／林任遠

138

誰讓蜜蜂變笨了？ 蜂群衰竭失調成因的重大突破

昆蟲學系 楊恩誠教授 報導／陳涵文

156

Ψ 暗物質研究 串起宇宙形成與黑洞之謎

天文物理研究所 闕志鴻教授、薛熙于博士 報導／李映昕

176

臨門一腳 永不放棄 四代夸克的追尋

物理學系 侯維恕教授 報導／王怡蓁

194

了解全球糖尿病趨勢 兒童肥胖導致糖尿病年輕化

醫學院 莊立民教授 報導／吳琬婷

210

鑽研粒子物理的空中飛人

無可救藥的執著 肯定自己開創的物理人生

物理學系 熊怡教授 報導／吳淑鈴

228

獨具慧眼的數學家

數學系 陳榮凱教授 報導／張簡如閔

246

圖片來源

THE RESEARCH STORIES
OF NTU SCIENTISTS

臺大的研究故事 科學家 5



目 錄 CONTENTS

04 校長序

06 導 讀

- 18 見微知著 微中子探索宇宙起源
物理學系 陳丕燊教授 報導／吳佳穎

- 38 改變保育風氣 積極引領後輩 熱情洋溢的野生動物學家
森林環境暨資源學系 袁孝維教授 報導／蘇思云

- 60 在藍海中找到自己 核醫研究 百尺竿頭
醫學系 曾凱元副教授 報導／譚竹雯

- 74 一毛囊、一世界 解開皮毛的生存學問
臺大醫學工程研究所 林頌然副教授 報導／趙軒翎

- 90 波動型熱傳導 發現物理學的世外桃源
凝態科學研究中心 張之威博士 報導／余至婷

- 106 基因修復機制關鍵角色 Pif1解旋酶
生化科學研究所 冀宏源副教授 報導／廖家慧

122

植物疫情動態監測系統

生物產業機電工程學系 江昭鰲教授 報導／林任遠

138

誰讓蜜蜂變笨了？ 蜂群衰竭失調成因的重大突破

昆蟲學系 楊恩誠教授 報導／陳涵文

156

Ψ 暗物質研究 串起宇宙形成與黑洞之謎

天文物理研究所 闕志鴻教授、薛熙于博士 報導／李映昕

176

臨門一腳 永不放棄 四代夸克的追尋

物理學系 侯維恕教授 報導／王怡蓁

194

了解全球糖尿病趨勢 兒童肥胖導致糖尿病年輕化

醫學院 莊立民教授 報導／吳琬婷

210

鑽研粒子物理的空中飛人

無可救藥的執著 肯定自己開創的物理人生

物理學系 熊怡教授 報導／吳淑鈴

228

獨具慧眼的數學家

數學系 陳榮凱教授 報導／張簡如閔

246

圖片來源

校長序

邁向卓越 深耕關懷

《臺大科學家的研究故事》第五集隆重推出了，本系列叢書為本校傑出的研究者對學術和社會的貢獻留下精采的紀錄，代表臺大「追求卓越、深耕關懷」的傳承典範。

近年來，臺大在各學術領域皆有傲視學界的研究表現，誠如 2014 年 QS 研究總監斯沃特所說：「臺大已進入世界頂尖大學之列」。今年英國高等教育調查機構 QS 公司公布 2015 年世界大學領域排名，本校有一半領域名列全球前 50 大。這不但要感謝政府在「邁向頂尖大學計劃」項目下所挹注額外的經費，更要感謝臺大老師們孜孜矻矻、勤奮不懈的研究成果。

為了與社會共同分享臺大老師們的學術研究成果，自民國九十二年一起，我們以「追求卓越、關懷社會」為題，將臺大最新、最頂尖、也是國際間最優秀的研究成果，即時地舉辦記者會，向社會各界發布。每次的記者會，都吸引了許多平面和電子媒體，甚至國外媒體的大篇幅報導，這不但是臺大的榮耀，也是代表臺灣學術的重要成果。

這些亮麗的研究成果，其實都深深地扎根於學者們堅守專業、勤奮不懈、力求創新、多元分工的團隊合作、以及心繫社會的人文關懷；他們或

是經年累月、孜孜不倦的埋首窮經，或長期忍耐實驗的細瑣重複、或一步一腳印地深入各個人跡罕至的角落，其間有無數動人的研究故事，透顯著追求真理的專注和關懷社會的深情。

因此，為了更深入地介紹這些研究成果和其對學術及社會的貢獻，包括老師們投入研究的心路歷程、教學理念、師生情誼、以及生命的價值觀等，特地邀請本校新聞研究所師生組成了深度報導團隊，由副校長擔任總策劃，並由本校出版中心負責編輯出版。

本書是這個系列報導的第五集，在此出版前夕，謹代表臺大感謝參與這個計劃的所有老師、同事和同學，讓我們不但得以看到一份份卓越優異的研究成果，也有幸看到一篇篇精采動人的故事。臺大的校訓是：「敦品勵學 愛國愛人」；一代哲人懷海德也曾說：「大學的存在就是為了結合老成與少壯以從事創造性的學習，而謀求知識與生命熱情的融合」。希望本書能讓我們真正感受並學習到一位優秀的科學家是如何本於對真理的追索、對社會的縈念或對生命的關注，深情地投入研究與教學、不斷創新和結合跨領域的團隊合作，終能獲致世界頂尖的卓越研究成就。

國立臺灣大學校長 楊泮池

誌於臺大八十七週年校慶前夕 2015 年 10 月

導 讀

繼 2004 年出版《臺大科學家的研究故事》第一集，2005 年出版第二集，2008 年出版第三集，2012 年出版第四集，現在，第五集也燦然登場，和大家一起分享包括 2011 年到 2014 年曾經公開發表過，總共十三篇卓越的研究成果，以及這些科學家們一路走來的心路歷程，以下為大家一一簡介。

陳丕燊

一心要把臺灣帶進國際宇宙的陳丕燊教授，2007 年返臺任教時，也帶回了他在史丹佛大學主導的捕捉宇宙微中子計畫（ANITA），並進一步與國際學者發表白皮書，促成「天壇陣列」ARA 計畫。

這兩項計畫均利用南極洲巨大冰層作為阻擋，以捕捉外太空尚未被人類發現的超高能 GZK 微中子，藉此回推極高能微中子方向，探索宇宙起源；並希望透過微中子訊號，解答三種風味微中子是否存在型態轉換，以提供粒子物理進一步發現。目前 ANITA 已成功執行三次任務，ARA 有兩座天線站是由臺大團隊打造，運行兩年半來從未故障，臺大團隊表現為國際有目共睹。

這篇傾聽來自宇宙聲音的報導，最生動的描述則是陳教授在南極遇上南極探險百年暨中華民國百年紀念，他克服萬難，手繪國旗，讓它飄揚在

-40°C 的南極蒼穹下，寫下我國天文研究新頁。

這位嚴謹科學家，曾是最浪漫的文藝青年，全身藝術細胞讓他熱情洋溢，探索宇宙之外，擁抱家國及社會；在熱火朝天時代，即曾參與保釣學運；留學時白天做實驗、晚上寫劇本，寫到連原著小說家都願推薦；他為舞臺劇編曲配樂、在塞納河畔寫生，認為數學像音樂、物理像美術，和文學一樣，提供他對學術研究和人生不同維度的思考，也提供我們融合文藝、無處不精采的科學家典範。

袁孝維

對野生動物懷抱強烈好奇心的袁孝維，相中臺灣特有種冠羽畫眉，長期觀察「合作生殖」的特性。她帶領的研究團隊，透過長期分析野外錄影畫面，觀察到冠羽畫眉在天氣惡劣的環境下，彼此竟也懂得同舟共濟，減少生殖時打鬥的現象。對於探討氣候變遷如何影響「個別」的生物行為有突破性的貢獻，榮登《自然通訊》（*Nature Communications*）的推薦論文。另一項有趣的研究是針對同樣也是臺灣特有種的藪鳥的「雌雄二重唱」行為，袁孝維的團隊透過野外調查發展出新的解釋，並觀察到空間會讓不同地區的藪鳥發展出自己的「方言」，研究也因此登上國際重要期刊。

敢於嘗試的袁孝維在基礎研究上，大膽使用許多技術，樂於跨領域合作，應用於實際的保育工作，其團隊更成功復育了金門的栗喉蜂虎與馬祖的黑嘴端鳳頭燕鷗族群。近年，隨著都市化的發展，袁孝維也轉而關注城市裡的黑冠麻鷺族群，希望讓更多人開始關注生活周遭的自然環境。

除了研究外，袁孝維積極提攜後輩，帶領更多學生發想新的研究。熱愛教學的袁孝維，更是同學口中什麼都可以分享的「袁媽」，袁孝維認為，唯有教學與研究並重，才能在與同學互動上擦出更多的火花。面對變

動的世界，袁孝維分享自己的座右銘：君子務本，本立而道生，她勉勵這一輩的年輕人，把自己準備好，機會來臨時，才能好好發揮能力，解決問題。

曾凱元

由醫學系放射線科副教授曾凱元領導的臺大研究團隊，成功地將診斷帕金森氏症的氟多巴正子造影檢查，應用於神經母細胞瘤診斷上，不僅可精確偵測這種兒童最常見的固態腫瘤位置、大小及是否具活性，且準確率高達 98%，較傳統核醫造影視為黃金標準的 MIBG 掃描，不論在敏感度、特異性和影像品質上，均勝一籌，甚至可成功偵測出 MIBG 未顯影的腫瘤；不僅可據此研訂最佳治療策略，也讓腫瘤的治療、追蹤和照護效果改觀。該論文成果發表以來，已獲七項國際研究大獎肯定。

值得一提的是，這支跨越近二十個領域團隊，可謂一次超大、超強團隊合作經驗，也為臺大整合研究能量創造出成功模式。臺大目前正嘗試以此為基礎出發，展開大型全國多中心的肝癌診斷研究臨床試驗計畫，期為臺灣及全世界醫學做出更多實質的貢獻。

林頌然

從一朵花了解生命，對研究組織再生與組織工程的醫師科學家林頌然來說，一毛囊，就代表一個世界；甚至，他還可從每根毛髮、毛髮中每個細胞，發現它們獨特的個性、情緒和想法。

正緣於這種對生命的好奇，林頌然開始他「即便花一生挖掘，也不會後悔、厭倦」的探索毛囊奇幻之旅。

才四十二歲的林頌然，迄今已有許多令人驚奇的發現和成就：他發現鳥類羽毛中黑色素幹細胞及其調控機轉，並釐清羽毛顏色形態的形成，成功地於體外發展出可誘導毛囊再生的微組織，具有高度的臨床應用價值；此外，並發展出黑色素細胞移植法，可作為異常落髮、白斑等皮膚疾病的色素脫失治療。他還運用光子顯微鏡，發展出非侵入性多光子與二倍頻顯微造影術，不僅可即時觀察皮膚細胞動態變化，還進一步利用它為皮膚老化程度定量，並藉以診斷癌症及評估藥物穿透皮膚的過程與機轉。

林頌然說，他要觀察的，不只是細胞消失的過程，他還希望自己有能力的將消失的細胞找回來，這樣才能真正解決病人問題，這才是他研究的終極目標。

張之威

臺大凝態科學研究中心研究員張之威及其指導的研究生蕭子綱，致力測量矽鍺奈米線的熱傳導性質，在室溫下發現前所未見長達 8.3 微米波動型熱傳導現象；換言之，熱能分子並非藉擴散型碰撞來傳遞能量，而是像水波漣漪般，藉由振動，一層層將能量傳遞出去；而這一切，都發生在一個肉眼不可見、極度微小的奈米世界裡。

這項發現絕非易事，更非巧合，而是以無比的毅力與耐心換來的。蕭子綱為了獲得波動型熱傳導數據，每天都得一根根量測超微細的奈米線，其工夫有如靠一針一線的毫芒，縫出一幅山水大畫；這正是鐵杵磨成針的功夫。

下一步？張之威說，他們要找出這項發現的應用方向。長達 8.3 微米波動型熱傳導現象，長度達教科書所載千倍以上，也比鑽石、石墨烯等導熱佳材料長了超過十倍，因而改寫熱傳導基礎知識，並可望開啟熱傳導波

動工程新領域。未來若波動型熱傳導與熱電材料結合，很可能藉此提高能量轉換效率，研發出更環保、有效率的發電方式，「或許就不用蓋那麼多核電廠了」，發展前景不可小覷。

冀宏源

人體細胞本來就具有嚴密的基因修復機制，當 DNA 損傷時，透過「同源重組反應」機轉，可以順利將受損的雙股 DNA 修復，以避免基因體不正常變異，而導致細胞癌化等疾病產生，生物體才得以生命延續。而 Pif1（helicase）解旋酶在此一反應中的作用是將雙股 DNA 解開，但，遺傳學始終無法以實驗闡明 Pif1 在同源重組反應完成基因修復的分子機轉過程。

冀宏源與臺大生化所、中研院團隊利用蛋白質純化技術，建立同源重組反應實驗，耗時三年研究終突破這項瓶頸，確認 Pif1 在基因完成修復所扮演的關鍵角色。

這一系列創新的基礎癌症研究，未來可望應用於癌症篩檢、研發抗癌標靶新藥，而對人類健康有所貢獻。研究已刊載於 2013 年 9 月《自然》（*Nature*）期刊。

冀宏源認為，Pif1 研究能有成果，關鍵在於跨領域交流，從不同專業和視角出發，發現了更多可能。因此，他認為，科學家除了各自的專業領域外，更重要的是溝通能力；在實驗室孤軍奮鬥時代已經過去了，要有多觀點視野，必須廣納各家說法與觀點，因而科學家更應敞開心胸、走進人群，讓更多人了解自己研究，也讓科學知識與思維普及。他相信，「成功的科學家，也必然是成功的 sales！」

江昭皚

由江教授領軍的跨領域及跨校研究團隊，成功研發出全自動化「植物疫情動態監測系統」，整合昆蟲研究、氣候監測、無線感測器網路（WSN）、無線通訊、自動化設施、雲端運算、地理圖資與網際網路等多項研究領域及前瞻技術，研發出害蟲動態監測系統，三十分鐘內可回報蟲害及氣候等量測數據，在蟲害爆發前七天即可預警，傳統果農因而變身「科技農夫」，在蟲害來襲前即可採取行動因應，以降低農損。

這項獨步全球的蟲害監測系統，引起 Discovery、BBC 等國內外知名媒體大幅報導和國際農業界關注，未來並計畫推展更新世代的全自動化蘭園溫室監控，甚至將 WSN 系統模組應用在更多民生、公共安全領域上。

儘管江教授團隊在技術和人工智慧游刃有餘，但從報導仍可窺見：要和大自然過招，充滿未可知的挑戰。田間風雨驟變，野外布好的網絡，兩星期內就被強颱風圍環流風雨摧毀；八八風災讓樣區內六個網絡五個被毀，一樣來自天災的考驗還有龍捲風！縱有再多高手、高科技，在老天爺面前只有認了、趕緊修補一途。

江教授團隊另一魅力是來自他所建立、獨樹一幟的實驗室學長制。這麼大的跨領域跨校計畫，且執行計畫十分辛苦，只有靠群策群力完成；不過，在這裡學習，卻是對未來競爭力的重要加值過程，可以讓你做越多、學越多，因而江教授也將研究成果歸功歷來團隊每一學生成員的學習和努力。

楊恩誠

全球各地蜜蜂族群自 2006 年起陸續傳出蜂群神祕失蹤、死亡事件，《科學》（*Science*）期刊 2015 年 3 月刊登了此一現象討論，並引用兩篇

昆蟲系教授楊恩誠的研究。

楊恩誠發現，低劑量農藥雖不會立即致蜜蜂於死，但從行為表現及神經系統狀況觀察，證實會多方面壓抑蜜蜂生理機制，造成學習能力、免疫力衰退，不但讓工蜂長大後容易迷路、回不了家，也讓蜜蜂無法抵抗自然環境中的病原體，交互作用下，導致整個蜂群崩潰現象。

這項研究顛覆了傳統僅以「是否致死」來評估農藥對昆蟲影響的思維，證實低劑量農藥對昆蟲仍可產生長遠衝擊。

楊恩誠故事除了最動人的，則是與雙親的互動。「幫助農民就是幫助糧食生產，糧食生產與全人類習習相關。」來自基層農會的父親這席溫厚的勉勵，讓他抱持強大使命感，踏進昆蟲世界，才有今天成就。而他出國深造前，為了讓父母了解自己的選擇，用心地以圖示向雙親報告，那樣的畫面令人莞爾，也深為這樣的兩代情動容。

楊恩誠對年輕人的建議呢？簡單的「做、動手做！」，是「做」學問，而非「讀」或「想」學問，楊恩誠提醒，分析再頂尖的科學家從事學術研究的特質與習慣發現，除了靈活的思考能力外，最重要的還是積極的行動力；唯有行動，才能將想法付諸實現。

闕志鴻、薛熙于

天文物理研究所教授闕志鴻與物理系博士薛熙于，是本書所介紹的第四組相關天文物理學的成就。他們提出有別於傳統暗物質模型的「 ψ 暗物質」研究，發現「 ψ 暗物質」具有「孤立子」（soliton）的波動特性，在電腦模擬圖中，可看到類似水波漣漪的線條；此一現象或可解釋黑洞的形成。薛熙于博士論文並進一步結合圖形顯示卡與自適性網格技術，以高解析度模擬解出了 ψ 暗物質方程式，獲得學術界極高的評價。