



資 源

電
子
報



009

RENEWSPAPER



2021 JAN.



各位系友：平安

資源系全體師生向您金牛賀春·

祝您 闔家平安 牛轉乾坤 牛年行大運

資源系系主任 徐國錦暨全體師生 敬上



歡迎系友回娘家

69週年系友會娘家

2020年成功大學 資源系系友回娘家暨感恩餐會



點選進入相簿

攝影:邱健忠

83、84級系友捐贈裝修教室



2020年成功大學資源系系友回娘家暨感恩餐會



2020年成功大學資源系系友回娘家暨感恩餐會



2020年成功大學資源系系友回娘家暨感恩餐會



資源人

鍾昇恆

國立成功大學

材料科學及工程學系 助理教授



CONTENT



資源人 FOCUS

主編的話 P04
開創能源材料的教育家 P06



資源人看時事

綠色能源
陶瓷材料的新契機！ P10



特別報導

資源系於產業發展 P24



資源系動態

資源工程概論參訪 P27
粉體工程企業參訪課程 P31
研究室嘉年華 P35
Before&After P36



109年資源工程學系

大學部優秀獎學金 P37
研究生優秀獎學金 P38
與系主任有約 P39
大灣高中座談會 P40



學生點滴

驛站 P41
萬聖趴 P42
成大校慶_園遊會 P43
湯圓會 P44



財團法人成大礦冶 資源科技文教基金會

泰華講座專題演講 P45
第九屆第五次董事會 P46
捐款芳名錄 P47

您填單,我捐款!

只要是系友填寫此表單65級呂泰華學長為您捐款於財團法人成大礦冶資源科技文教基金會，協助課程革新、改善教學場域與環境改善等。



填單請按此文件圖示 

主編的話

1970年代，全世界掀起了一股「陶瓷熱」。這是歷經能源危機之後，為了省油需要開發效率更高的柴油發動機，因此需要一種能夠承受1400°C高溫的材料。美國、日本、德國政府資助的研究機構，嘗試用新型陶瓷材料代替金屬。1979年，美國能源部（DOE）提出了先進的燃氣輪機（Advanced gas turbine，簡稱AGT）計畫。1974年，德國開始實施德國科學部（BMET）資助的國家計畫。1978年，日本政府制定了「月光計畫」，發展先進燃氣輪機、先進電池和儲能系統等專案，而在1984年成功開發出全陶瓷發動機，其熱效率達48%、燃料節約50%、輸出功率提高30%、重量減輕30%。雖然最終因陶瓷易碎、堅硬、難以製造而失敗，但也因此奠定了美、日、德在材料工業的領先地位。

同一時期，本系在廖學誠教授領導下，成立了礦冶及材料科學研究所。此外，顏富士教授成立了國內第一間粉體實驗室，從事陶瓷原料之研究開發，並且開設許多陶瓷相關的課程，培育眾多從事陶瓷工程研究及生產之系友，陸續進入當時的工研院材料所、和成興業、積層陶瓷電容器廠（如台泥〔信昌前身〕、華新麗華〔華新科技前身〕、飛利浦建元〔國巨前身〕、天揚等）、電感廠（奇力新電子、美磊科技等），以及耐火材料製造廠。更有許多系友自美學成歸國後，進入大學任教，從事陶瓷科學之教育及研究工作。也因此，奠定了本系在陶瓷教育及研究之學術地位。今年，本系在系友李俊德博士的牽線下，參與了國巨-成大共研中心之合作計畫。國巨提供優渥的獎學金、研究設備給本系學生，希望能延攬本系學生進入該公司服務。此外，許多被動元件廠商（華新科技、禾伸堂、興勤電子等）也紛紛提出獎學金，積極延攬系友加入陶瓷研發工作。



國巨-成大共研中心在成大大自強校區舉行揭牌儀式（左1：本系顏富士教授；左2：李俊德博士）

近年，因為永續發展之議題受到大家的關注，而發展可再生之綠色能源是達到永續發展的重要議題。因此，歐盟提出了Battery 2030、美國能源部也提出Battery 500計畫，不約而同地將全固態鋰電池（All-Solid-state lithium battery）列為未來重要的研究項目。此外，日本、韓國的知名電子大廠近年亦紛紛推出全陶瓷鋰離子電池（All ceramic lithium battery）。由此顯示，陶瓷材料將成為大規模及電動汽車儲能電池（全固態電池、燃料電池）的終極最佳解決方案。「陶瓷熱」將再次興起，為陶瓷材料帶來新的契機。希望新一代資源人能一同參與此次盛會！

因此，本期特別以能源陶瓷材料為題，介紹本系90級系友鍾昇恆教授。他自美德州大學Austin分校（2019諾貝爾化學獎得主J. B. Goodenough教授研究群）畢業後，獲得教育部玉山青年獎返國任教，從事鋰硫電池之研究。訪談內容是關於鍾昇恆教授在本系就讀的心路歷程，以及對他後來赴美深造的影響。另外亦請電磁光陶瓷研究室畢業的系友沈祐民博士（目前從事鋰離子電池材料之研究）介紹自身經歷及在能源材料方面的研究心得，希望學弟妹在計畫未來進入此領域時可作為參考。

開創能源材料的教育家 鍾昇恆

文/邱雅雲

來自資源系的溫暖與啟發

我畢業於資源系大學部95級。令我最印象深刻的事情：寒冬的夜晚在系上讀書時，系犬小花會跑到腳邊取暖，陪伴著我一起讀書；大二加入向老師電磁光陶瓷研究室開始做實驗，把課本學到的知識藉由進行專題過程中實際應用，並且做出產品，第一次燒出純相陶瓷粉、第一次緻密度超過95%、第一次量到微波介電性質等等，從實驗的失敗與成功中成長，相當地開心。



• 手套箱教學

出國讀書的契機與收穫

我在碩班研究固態氧化物燃料電池，當Wachsman教授到台大演講的時候，討論到美國的燃料電池的發展潛力，於是讓我決定出國攻讀固態氧化物燃料電池。相較於在國外讀書，在國內讀書或許會比較順利，因為在國外比較難把文字和語言清楚地傳達給老師。但在德州大學奧斯丁分校攻讀博班、做博士後和擔任研究員這八年的時間，我將得來不易的研究計畫從零到有地跟自己創建的團隊一起完成。在國外讀書的經驗不但使我獲益良多，同時讓我成為有想法且能被他人看見的人。

成大材料系任教的熱忱

在國外剛畢業時，已經開始找台灣的教職工作。因為本身對於做研究抱有一份熱忱，覺得能跟成大向性一老師和清大簡朝和老師一樣，一邊教書、一邊做研究。另外有個重點是，我覺得照顧有潛力的台灣學生，是相當重要且有成就感的一件事情，而且在大三修習物理化學課程時跟化工系陳慧英老師的討論過程中，引發我根留成大任教的想



• 材料年會演講

資源工程的學以致用

在大三時，資源系和化工系合開一堂課：物理化學，我從這堂課獲得許多有關電化學方面的知識。還有系上的課程（例如選礦、陶瓷工程、粉體工程），也能讓我學以致用，無論是從原料的開採開發，前沿新材料的製作、合成、純化、物性，到電池材料組建的回收再循環利用，這些課程對於組裝電池都是缺一不可。

迎刃而解的壓力與困境

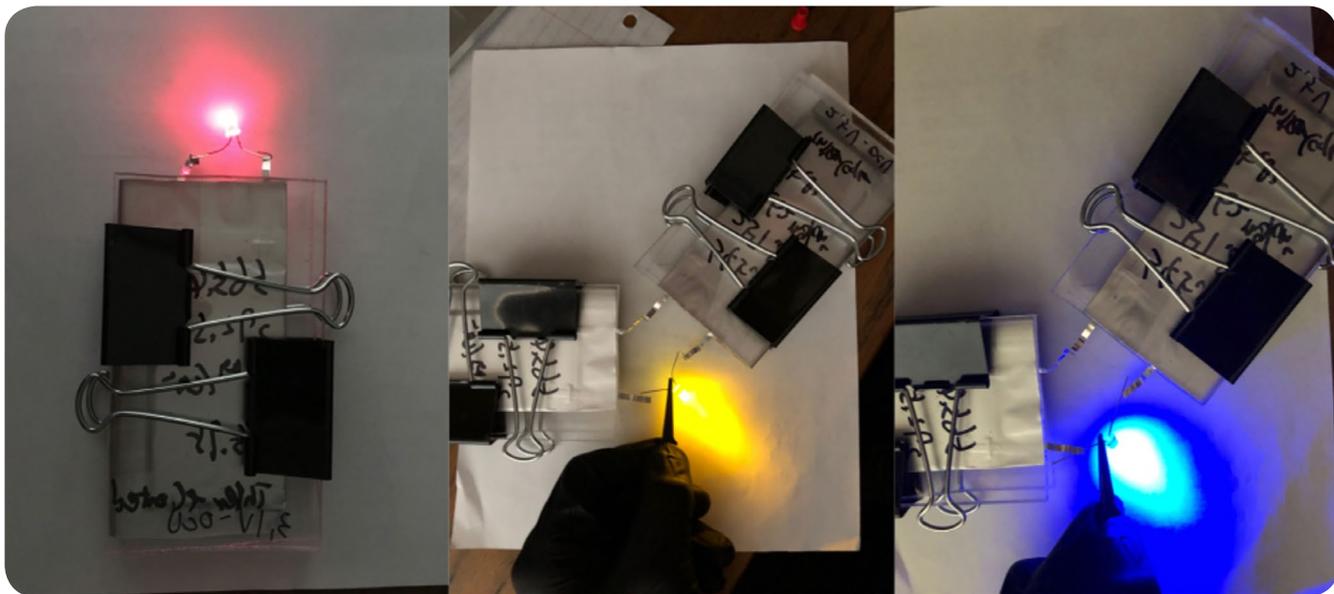
其實我在學業或工作中沒有太深刻的遇到壓力或困境的印象，小不順遂會過去，大不順遂只能放下，過去的過去、放下的放下。當遇到實驗失敗時，就將錯誤的參數去除，這是朝向成功而非困境；如果考試考不好，就把考試寫錯的地方搞懂。發現問題並解決問題，讓所有問題迎刃而解，這樣就不是困境了。

掌握自己的未來人生不要留白，我們休息的時候，就是別人在超前的時候。學業上，成績不是一切，跳脫分數的框架，有所學才有意義，我們要對得起手上的畢業證書。未來工作時，要跳脫舒適圈，靠自己做出成果，不要依賴他人，將獲得的知識及技能運用在工作上。



電池發展的展望與期許

在實驗室裡，十個學生就有十個不同的突發奇想。這些學生的想法可能很多都是我以前從未想過的，可以讓我在電池領域有許多不同的創造力和想法。工程學系教授的責任，從現實層面去探討，是把每一個研究都想成可以賺大錢，唯有想著可實用的專利研究，才能把科學研究導向應用面和實際面，從理論到實務、從研究到成品完整地做到好。深切希望有才能的學生可以朝學術研究發展，經過博士班的種學織文與博士後的初試啼聲，在未來成為經師人師，對社會產生貢獻，傳承一代人的知識。



綠色能源——陶瓷材料的新契機！

文/ 向性一

1、綠色能源及大容量儲能系統

政府在現階段積極進行能源轉型，以減煤、增氣、展綠、非核之潔淨能源發展方向為規劃原則，確保電力供應穩定，兼顧降低空污及減碳。由此規劃我國至2025年之能源發電結構配比目標，積極努力達成燃氣占比50%、再生能源發電20%、燃煤占比27 %，以及其它能源3%之低碳潔淨能源發展。相關說明詳見圖1。再生能源發電占比在太陽光電、離岸風電等各項推動措施努力下，預計可由2019年的7%大幅提升至2025年的20%。然而，再生能源發電量具間歇、波動等特性，會造成電網波動而無法直接併入電力系統。對於未來高滲透率的再生能源併網量，必須建構穩定的電網，因此如何選擇及裝設合適之儲能系統，結合火力、風力、太陽光電與儲能之能源調度，建立確保供電安全可靠無虞之「智慧電網」，將是未來的一大挑戰。儲能系統主要作為「緩衝」功能，可於短時間內快速調節頻率、協助綠電輸出平滑化、提高電網穩定性，長時間應用則能儲存多餘電力，待需要使用時再釋放，達到「削峰填谷」之功能。未來將隨著再生能源發展趨於成熟，由集中式發電逐漸朝向分散式電網配置，而儲能系統可讓再生能源電力充分使用，有效減少傳統燃煤、燃氣機組的燃料消耗與設備投資，發揮能源的使用效益，兼顧能源安全、綠色經濟及環境永續，穩健具體地落實政府推動再生能源及非核家園的目標。

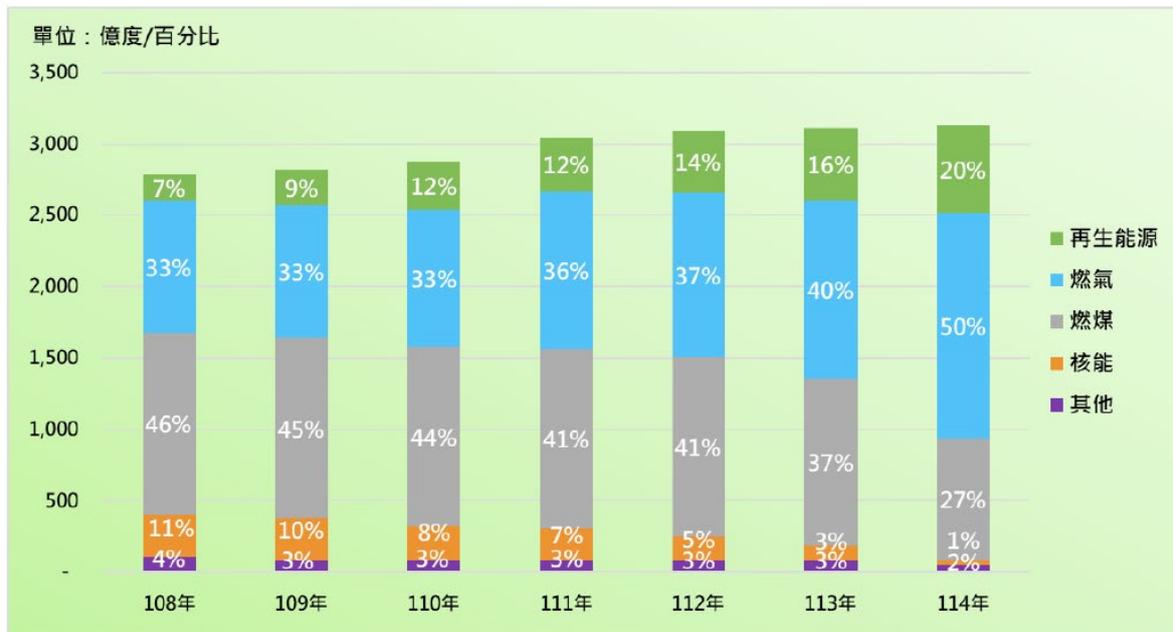


圖1 108-114年能源發電結構配比圖（資料來源：經濟部能源局估算）

大型儲能之方式主要可分為物理儲能及化學儲能。物理儲能主要有抽水蓄能、壓縮空氣儲能和飛輪儲能等；化學儲能主要有鉛酸蓄電池、鈉硫電池、液流電池和鋰離子電池儲能。目前全球儲能累計裝機中，最高的是抽水蓄能，占比超過90%，第二為熔融鹽儲熱，電化學儲能排名第三。從發展速度來看，電化學儲能增長較快，截至2016年底，全球電化學儲能裝機規模達1756.5MW，近5年的複合增長率為27.5%。主流之電化學儲能從技術方向分類，可分為先進鉛酸電池、鋰離子電池、液流電池和鈉硫電池

等。其中以鋰離子電池的累計規模最大，超過50%以上。台電已在金門建立我國第一套大容量電化學儲能系統，在2019年底完成了2MW容量的鋰電池儲能系統，以「快充快放」解決跳電問題，並且在2020年5月正式啟用，達到跳機不跳電的目標。此外，將再建立一套10.8MW容量的鈉硫電池儲能系統，主要功能為「削峰填谷」，將白天多餘的再生能源轉移至夜間時段使用，預計將在2020年年底完工。

2、先進功能陶瓷在綠色能源發展中的優勢

先進功能陶瓷在綠色能源發展及應用上具有廣泛的優勢，並已大量應用在控制空氣污染、生物燃料、碳固存、煤氣化、環境修復、綠色建築技術、大容量儲能、風力發電、太陽能技術等先進能源技術中。以下針對應用在綠色能源技術之陶瓷材料，舉幾個例子加以說明：

2.1 固態電解質

陶瓷材料具有優異且多變之物理、化學性質，依其導電性質可分為(1)電絕緣體，如絕緣磁子；(2)電子導體，如透明導電塗層銦錫氧化物 (ITO)；(3)離子導體，如固態電解質 (solid-state electrolytes, SSEs)；(4)超導體，如鈇-鋇-銅-氧系材料。其中具有優異離子導電行為之固態電解質，已被確認為電化學儲能（發電）系統之終極最佳解決方案，如儲能系統之全固態鋰離子電池、鈉（硫）電池，以及發電系統之固體氧化物燃料電池（SOFC）。

2.1.1 全固態鋰離子電池

鋰離子電池具有極高的能量密度，且應用在消費型電子產品與電動車上多年，因而技術成熟，為目前使用最多的儲能技術。然而，多起的爆炸事件令人對鋰電池儲能系統產生疑慮，因此研發安全的替代

技術（如全固態鋰離子電池），便成為未來儲能系統的發展重點。全固態鋰離子電池與一般傳統鋰離子電池相比，主要的相異點是以固態電解質取代有機液態電解質。相較於高反應的液態電解質，固態電解質不僅能抑制金屬陽極枝晶的生長及與反應電極的副反應，還能消除有機液態電解質的洩漏、腐蝕、蒸發與易燃等安全疑慮。固態電解質之優點如圖2 所示。

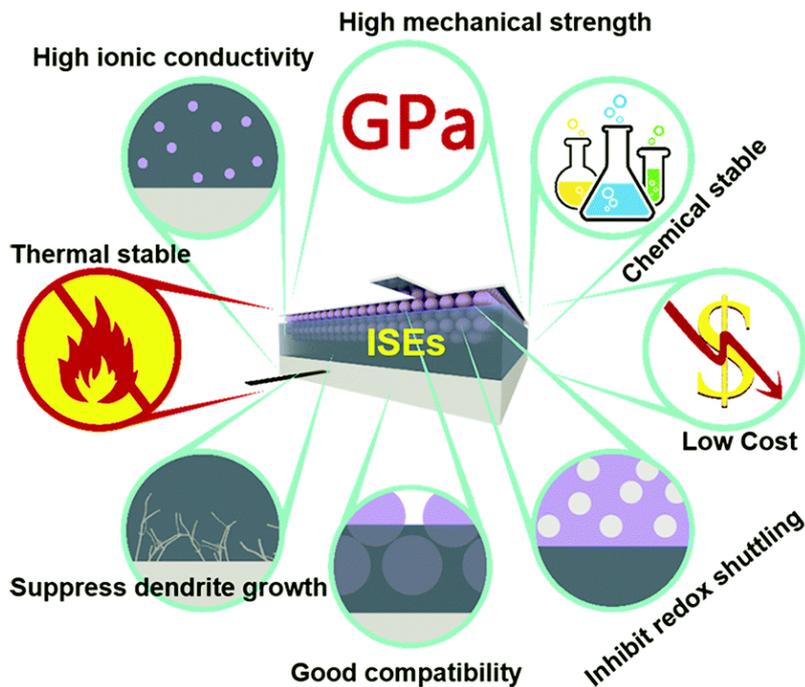


圖2 固態電解質之優點



儘管相較於傳統鋰離子電池，全固態鋰離子電池具有前述諸多優點，但有幾點仍待解決與突破。首先，不同於液態電解質能讓鋰離子在電解液中任意移動，固態電解質是利用結構中部份格隙位置形成的通道讓鋰離子通過。由於固液態材料先天的離子傳輸模式不同，理論上，固態電解質之鋰離子傳導率遠不及液態電解質。由文獻得知，能夠實際應用的理想固態電解質材料之鋰離子傳導率只要達到 $10^{-3}\sim 10^{-2}$ S/cm，即可取代目前傳統鋰離子電池用的液態電解質。而目前研究顯示，許多固態陶瓷材料都能達到 10^{-4} 至 10^{-3} S/cm。但由於某些材料及製造成本過高，目前仍多存在於學術研究、工業研發或是利基型市場中。

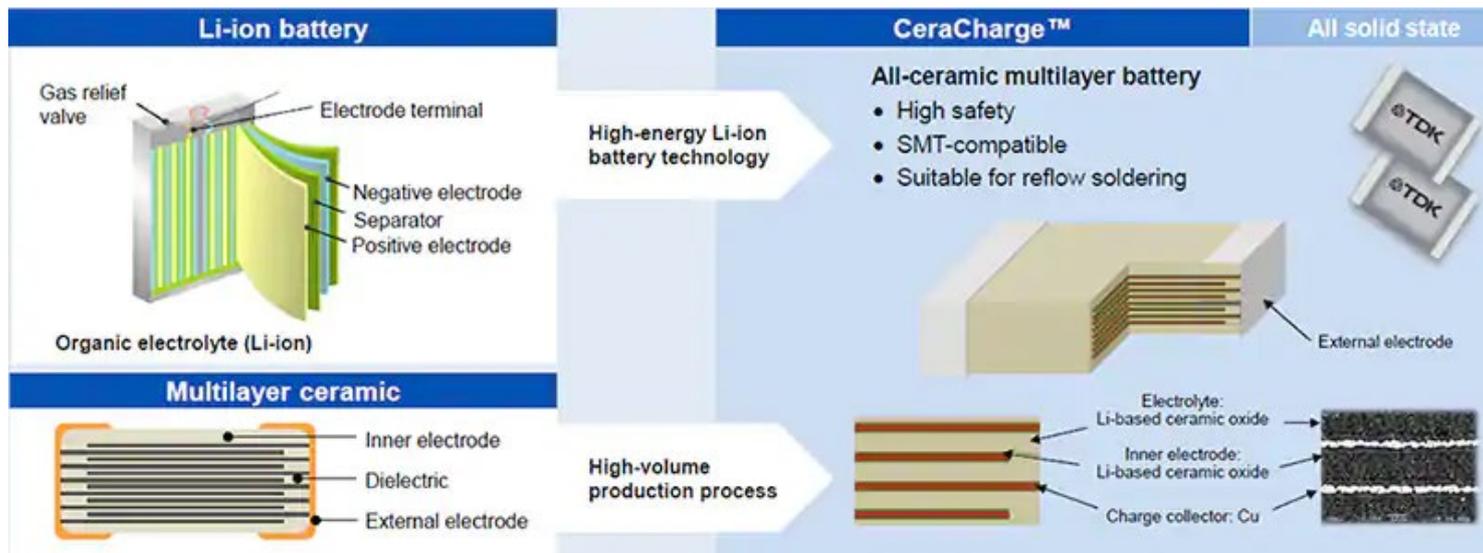
2.1.2全陶瓷之固態鋰離子電池

目前各國頂尖科技公司及電子元件廠商皆緊鑼密鼓地著手開發安全性高的全固態鋰離子電池元件。舉凡汽車業界的龍頭或已於電池產業扎根已久的能源公司，無不傾盡公司研發團隊之力，研發新興鋰離子電池的材料及製程。其中最為特別的是日本被動元件大廠，如東電化（TDK）、村田製作所（Murata）及太陽誘電（Taiyo Yuden）。原先這些公司皆是以多層陶瓷電容（Multi-Layer Ceramic Capacitor, MLCC）等電子產品為公司的主力商品，如今亦積極地發展全陶瓷之固態電池元件（All-ceramic lithium battery）。它們將原先製作MLCC元件的製程技術，運用在全陶瓷之固態電池的開發，發展出能夠取代原先電容且擁有更高充放電能力的積層式固態鋰離子電池。2019年年初，TDK公司發表了第一個積層式全陶瓷之固態鋰離子電池。

此後，日本其他被動元件廠商亦相繼跟進，發表新型的全固態鋰離子電池。韓國大廠Samsung SDI和LG Chem也加入了研發行列。除此之外，許多日本的被動元件大廠也與其他汽車及能源產業合

作，希望在未來物聯網及全電動車產業的市場佔有一席之地。相比之下，台灣目前雖然也有許多優秀的被動元件廠商，卻鮮少有公司類似於日本涉足積層式全陶瓷之固態鋰離子電池的領域，實屬可惜。幸虧日本廠商亦是在近幾年內才開始著手開發此項技術，且在近兩年內發表新開發的產品。不過，目前積層式全陶瓷之固態鋰離子電池技術尚未完全成熟，材料選擇與陶瓷製程技術方面仍有許多進步空間。

圖3為TDK全固態電極元件結構、斷面SEM微結構與MLCC結構之比較。積層式全陶瓷之固態鋰離子電池的結構皆類似多層陶瓷電容的結構。MLCC 的結構大多僅為一種陶瓷材料與金屬電極材料交互堆疊而成，固態電池則遠較MLCC的結構更為複雜，其結構是由多層的陶瓷層（正、負極和電解質）與金屬層（集流層）堆疊共燒而成。



值得注意的是，全陶瓷之固態鋰離子電池的瓶頸，不再只是簡單地開發具有高離子傳導性的固態電解質，而是如何實現固態電解質與電極之間的良好介面。與液體電解質相比，固態電解質與電極的接觸較差，易使接觸阻抗增高。另外，電解質和電極之間的化學穩定性也應加以考慮。例如，許多類型的硫化物、氧化物固態電解質對金屬鋰來說都是不穩定的。為了獲得高性能的固態鋰電池，必須具備有效的介面接觸和固態電解質／電極的良好化學相容性。對積層式全陶瓷之固態鋰離子電池而言，此一問題更加嚴峻，牽涉到多種材料間之共燒及熱膨脹係數間之差異等問題，易使固態電解質／電極的介面間產生孔洞、裂痕、甚至分層的現象。因此，需要仔細研究如何優化積層式全陶瓷之固態鋰離子電池的固態電解質，並且設計良好的電解質／電極介面。

本系系友從事積層陶瓷元件領域的研究、生產者眾，表現亦相當傑出，相信若能在此領域提前耕耘布局，未來定能順利解決積層式全陶瓷之固態鋰離子電池生產所需的材料及製程問題，並為國內全固態電池產業領域開啟先例。

2.1.3 鈉硫電池

由於鈉的成本比鋰低廉，而且鈉資源豐富，近年來鈉電池引起了廣泛的關注。傳統的鈉電池，大都使用液體電解質以及乙醚和碳酸酯之類的有機溶劑。有機溶劑的易燃性及電解質洩漏的危險，有可能帶來安全及環境汙染的問題。固態鈉電池具有更高的穩定性，還有無洩漏和易於直接堆疊的特點，因此在大容量儲能系統應用中顯現更大的潛力。也因此，開發適用於鈉的固態電解質電池意義重大。實際上，在1960年代和1980年代已分別提出用於熔融鈉電極的高溫鈉硫（Na-S）和鈉過渡金屬鹵化物（ZEBRA）電池的固態 β -氧化鋁電解質。除了 β -氧化鋁外，用於鈉電池的無機固態電解質，研究最廣泛的包括Na超離子導體（NASICON）、硫化物和複合氫化物。



鈉硫電池具有容量大、能源密度高、壽命長的特點，尺寸約為鉛酸蓄電池的三分之一，可以長時間高效地提供電力（可以放電6個小時），並且可在電力需求少的夜晚充電、在白天高峰期放電，從而削減最大電力使用量，還可作為停電和瞬間電壓下降之緊急電源。因此，鈉硫電池作為普及可再生能源和構築智慧電網不可或缺的儲能系統，而備受世界注目。其中最知名的是日本NGK公司藉其優異的陶瓷技術，實現了世界首次鈉硫電池兆瓦級蓄電的實用化。

鈉硫電池單電池的內部構造：

鈉硫電池的單電池（單節電池）為圓筒狀的完全密封結構，如圖4。[1]由作為活性物質的鈉（Na）和硫磺（S），以及Na離子導電性的β-氧化鋁電解質構成。Na為負極活性物質，S為正極活性物質。在300°C的單節電池中，Na和S是液體，電解質則維持固體的狀態。工作原理：鈉硫電池單電池的動作原理圖如圖4(a)所示。

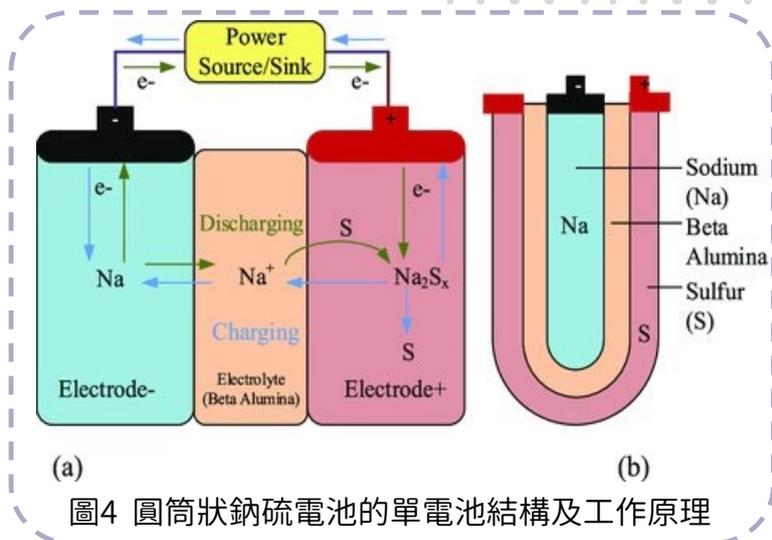


圖4 圓筒狀鈉硫電池的單電池結構及工作原理

放電時：負極的鈉（Na）釋放出電子成為鈉離子（Na離子），通過β-氧化鋁固體電解質向正極移動。正極的硫磺（S）和從外部回路的電子Na離子發生化學反應，變化成多硫化鈉（Na₂S_x）。負極的Na被消耗減少。從負極向外部回路釋放出的向正極移動的電子流變成為電力。

充電時：由於從外部供給電力，發生放電反應的逆反應。從外部施加電壓時，正極的Na₂S_x分離為Na離子、S、電子。Na離子通過固體電解質，向負極移動。Na離子在負極接收電子還原為Na。

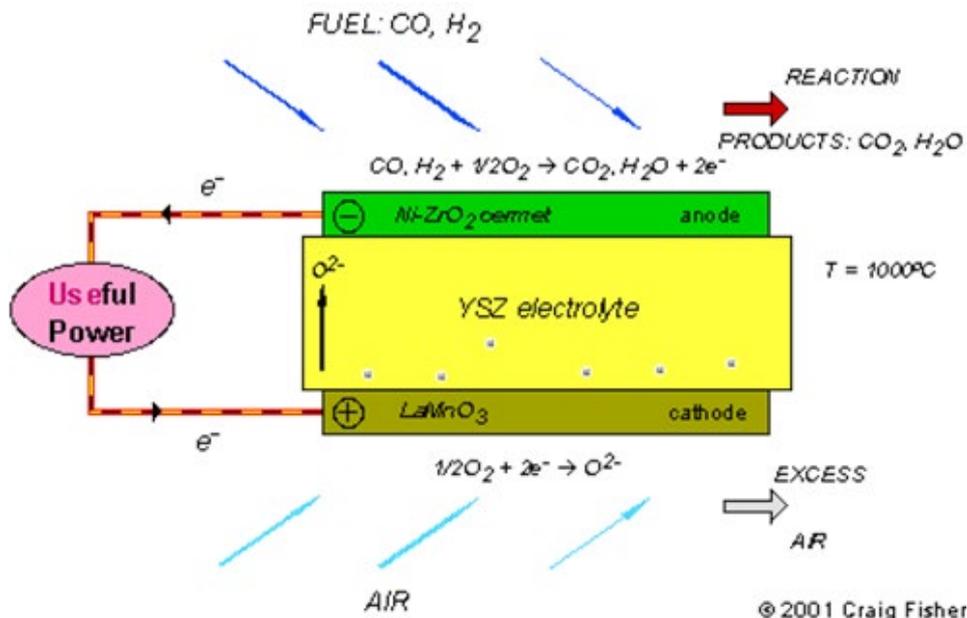
2.1.4 固體氧化物燃料電池 (SOFC)

在純電動車中，最具代表性的分別是日系豐田汽車的氫氣燃料電池和美國特斯拉的鋰離子電池。豐田汽車採用燃料電池作為主動力、鎳氫電池作為電力緩存的動力系統。在整車低負載時，可用鎳氫電池單獨供電，而當鎳氫電池組消耗完畢時，燃料電池可向鎳氫電池充電，以此降低頻繁啟動燃料電池導致的燃料電池堆壽命損耗。鎳氫電池可以在減速時回收發電機能量，也可在啟動、加速大功率負載時作為輔助動力，為燃料電池供電，與燃料電池有相互補充的作用。燃料電池電動車之優點為續航里程可輕易達到500公里以上，百公里加速9.6秒，且加氫速度短至3分鐘。反之，對鋰離子電池電動車而言，續航力和驅動力成為最大的問題。特斯拉電動汽車透過特殊之加壓充電技術，約30分鐘能充飽80%電力，行駛里程約380公里。

燃料電池與鋰電池的區別在於，鋰電池是封閉的電化學系統，活性物質貯存在電池內部，工作時不需加入燃料、也無廢棄物排出，與環境只有能量交換而沒有物質交換。但也正因為如此，鋰電池的能量密度不可能很高，因此也限制了電池的總容量。燃料電池是開放式的電化學系統，本身只是能量轉換元件，正、負極中不包含活性物質。電池工作時，燃料和氧化劑由外部供給，需要加入氫燃料且需要排出水，與環境既有能量交換、又有物質交換。燃料電池的電堆只是電化學反應的場所，原則上只要不斷輸入反應物、不斷排除反應產物，燃料電池就能連續發電，因此系統的能量密度主要取決於儲氫系統的儲存量，在提高能量密度上的潛力也更大。相較於鋰電池，燃料電池具有相當之優勢，可以真正實現高效率、零排放和環境友善，被認為是新能源汽車的終極目標。然而，燃料電池電動車應用受限之關鍵在於，燃料氫氣儲存空間太大及安全性疑慮等問題，使得加氫站的硬體建設成本過高，因而目前的競爭力

暫低於鋰離子電池電動車。

圖5為固體氧化物燃料電池之工作原理。燃料電池的基本結構是由正極和負極兩個電極，夾著一層固態電解質所構成。氧氣在正極處獲得電子形成氧離子，接著藉由固態電解質兩端之氧分壓不同所提供的化學勢，驅使氧離子由正極擴散至負極。當燃料為氫氣時，氫氣會與氧離子在負極反應生成水與電子，電子再由外電路傳送到正極，形成完整的封閉迴路。這是利用電化學反應把氫與氧結合成水，將化學能轉換成電能，亦即水電解過程的逆向反應。燃料電池沒有經過燃燒過程，所以不會產生污染，也不像傳統的火力或核能發電，需經多次轉換才能發電，因此被視為潔淨之再生能源。[2]



但是固體氧化物燃料電池之核心組件——固態電解質層——傳統為鈮安定氧化鋯陶瓷，通常需要較高的操作溫度（800-1200°C），大幅地提高了電池的製造和操作成本，導致固體氧化物燃料電池難以商業運轉。為了降低固體氧化物燃料電池的操作溫度，需要開發在較低溫下具有高離子電導率的新型固態電解質，並且設計具有較低阻抗之電極／電解質介面。

2.2 光化學水分解產氫技術

氫能作為一種清潔的可再生能源，具有來源豐富、燃燒值大、安全性好等優點，所以被稱作「未來的綠色能源」。電能存儲很難大規模應用，也難以直接儲存，所以轉化為氫氣再儲存會更加方便。電-氫-電的效率約為30%，整體較為經濟。所有的一次能源都可以製得氫能，既可以用煤、天然氣、石油等不可再生的化石能源，還可以用可再生能源（如太陽能、風能）生產。目前的製氫方式仍以化石燃料為主。雖然天然氣製氫效率高達80%，但終究不是一項綠能技術，再加上天然氣製氫過程需要消耗大量能量，轉換過程也會造成能量流失，因此許多科學家仍努力尋找更加節能與綠色的方式產氫。圖6為光化學分解水產氫技術與氫氣燃料電池結合之示意圖。善加利用再生能源（如太陽能），結合電化學水分解製氫技術來製造氫氣與氧氣，再將氫氣用於燃料電池來發電或是產生熱（副產品只有水），可說是實現永續環境的最佳方式。

可再生能源中，太陽能是最理想的能源之一。因為太陽能是完全可再生的，幾乎是取之不盡。太陽平均每小時送達地球的能量，接近目前全球人類活動一年的能源消耗量。太陽能是一種乾淨的能源，但要有效利用太陽能作為取代化石燃料的替代能源，必須發展更有效率且符合成本效益的方法來擷取、轉換並儲存太陽能能源，將光子轉換成人類可以利用的三種能源形式：電、燃料與熱。

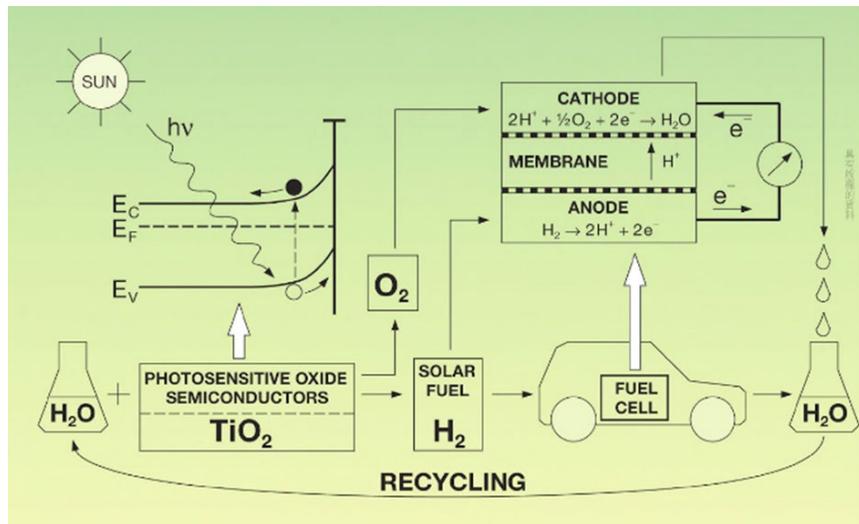


圖6 光化學分解水產氫技術與氫氣燃料電池結合之示意圖

目前在太陽能的利用方面，主要包括以下幾個手段：(1)通過綠色藻類的生物光合作用進行固碳；(2)通過光伏元件將太陽能轉換為電能；(3)太陽能分解水產氫（包括光催化分解水產氫和光電催化分解水產氫）。然而，這些太陽能利用技術都仍需進一步改善，才能滿足未來大規模利用的要求。

其中太陽能分解水產氫技術將是最具潛力的一種方式。原因如下：(1)氫氣是低溫室效應能源形式中，最具有潛力的能源載體之一，具備高能量密度、高經濟效益、用途廣泛和環境友善等優點；(2)太陽能分解水產氫技術中所用的水和太陽光都是普遍易得、可再生的資源，製備能夠滿足目前全球一年氫氣使用量所需要的水，僅僅是年降雨量的0.01%或全球海洋水含量的 $2 \times 10^{-6}\%$ ；(3)太陽能分解水獲得的氫氣，不僅能以液態的形式儲存作為替代汽油的能源形式，也可以作為燃料電池的燃料；(4)光電催化分解水產氫技

術可以在常溫下進行，所用的無機光電極材料，具有遠比有機和生物材料更佳的效率及穩定性，這對光能轉化體系之實用化及產業化相當重要。

利用光觸媒以太陽能分解水製造氫氣的方式，首先由日本學者Fujishima和Honda於1972年提出，在銳鈦礦二氧化鈦（Anatase, TiO_2 ）作為陽極電極、白金作為陰極電極所構成的迴路中，照射波長低於415nm的光源，陽極的二氧化鈦電極會吸收光，其價帶電子受光激發至導帶，此時陽極二氧化鈦與水反應產生氧氣，同時在陰極的白金電極上產生氫氣，這個現象即為著名的本多-藤島效應（Honda-Fujishima Effect）。

為了提升產氫的效率，已提出了許多不同的光觸媒材料與設計，這些產氫光觸媒須滿足以下幾項特點，以符合未來產業化的趨勢：(1)較高的太陽能轉換產氫氣效率（Solar-to-Hydrogen Efficiency; STH）；(2)地球含量豐富、無毒、價格低廉的材料；(3)抵抗光及電解液之腐蝕且能夠循環使用；(4)壽命長以及高光子產出效率（High Quantum Yield）。光觸媒產氫（photocatalytic hydrogen production）的方式主要分成兩種：光催化反應（photocatalytic reaction; PC）及光電化學反應（photoelectrochemical reaction; PEC），前者多為粉體，後者為薄膜光電極系統。其中值得資源系學生注意的是大家熟知的礦物赤鐵礦（ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ）的光陽極，由於它在地球中蘊藏豐富、無毒、光化學穩定性高和帶隙窄（1.9–2.2 eV），因此是應用於水分解光催化劑的最佳候選材料。但是，迄今為止，赤鐵礦的最大太陽能轉換產氫氣效率（STH）僅接近5%，與理論值（15.3%，帶隙為2.1eV）相去甚遠。因此，如何透過改變粉末外型，藉由缺陷化學進行有效參雜，建立異質結構及有效內部電場以提升赤鐵礦光陽極之吸收效率、電荷分離效率及電荷注入效率，進而提升其太陽能轉換產氫氣效率，將會是未來研究之議題。

3、結語

資源工程系的教育使命，是教導學生利用地球科學知識解決目前人類遭遇之資源耗竭、能源匱乏與環境惡化等問題。而發展可再生之綠色能源，是同時解決上述問題，達到永續發展的重要議題。陶瓷材料具有優異且多變之物理、化學性質，使其在綠色能源發展及應用上具有廣泛的優勢，被視為大規模及電動汽車儲能電池（全固態電池、燃料電池）之終極最佳解決方案。本系在陶瓷科學及工程教育上已培育眾多優異人才，且已在國內功能陶瓷工業中佔有要角，此次希望藉本文喚起新一代資源人把握綠色能源革命，為陶瓷材料帶來新的契機，提前耕耘布局，再為國內全固態電池產業領域開啟先例。

參考文獻

- [1] <https://www.ngk-insulators.com/cn/product/nas/principle/>
- [2] <https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=24421>

資源系於產業發展

文/ 沈祐民

啟蒙

民國89年於高中畢業後，懵懵懂懂下選擇了材料科學系就讀。當時一直以為材料系要學習的東西是一般的工程材料，直到進入大學接觸到所有課程之後，才真正地瞭解材料的真正內涵。大二至大三時，在何主亮老師（逢甲大學）的支持下開始接觸薄膜TiO₂光觸媒材料，期間主要學習的是練習如何閱讀及整理期刊論文。這也奠定往後在研究所就讀的基礎。大學畢業之後，加入資源工程學系向性一老師的大家庭，開啟了變阻陶瓷材料研究的大門。向老師曾經跟實驗室的成員提過，碩士的訓練是學習如何解決問題。猶如在耳的教誨，使得我對未來的研究開始產生濃厚的興趣及渴望。這也更讓我堅定在接下來修讀博士的想法。



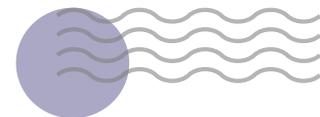
精進

離開資源所後，我選擇回到成大材料系，與黃肇瑞老師研習電化學合成及處理技術。碩班的觀念是解決問題，而在博班則是開始學習如何找到問題，並且有系統地設計如何解決而達到目的。在期間，除了研究及實驗之外，黃老師也訓練我如何撰寫計劃書，更加奠定我在未來獨立研究上的基礎。在博士班期間，曾經短暫地對自己研究的材料於應用上的可能性產生質疑，在黃老師的介紹下，毅然決然地前往德國科隆大學，與Sanjay Mathur教授學習water splitting（光電化學產氫材料）的特性研究。Mathur教授的團隊可以算是一個小型的聯合國，所以在德國的半年期間，除了學習材料特性的運用，了解各國文化及與外國人共事也讓我感觸極深。一般而言，德國人在面對外國人時，初期較為冷淡，但他們其實是暗中觀察是否有合作共事的價值，若在1-2個月後開始主動聊天，那就代表他們開始認可表現。

回到台灣之後，除了準備畢業論文之外，也開始思考畢業後要從事什麼樣的工作。後來，我選擇進入中研院陳貴賢及林麗瓊老師的實驗室，精進water splitting（光電化學產氫材料）部分，並且開始學習超高真空合成材料的系統（分子束磊晶）。在博士後期間，除了利用MBE製備磊晶薄膜之外，維護儀器正常的運轉也是重點之一。陳老師還鼓



勵我自行拆解設備、清理…等等，因為拆解過程中必須完全了解設備的結構，所以在儀器出現問題時能及時進行故障排除。這些寶貴的經驗，都是後續在其他單位服務的基礎。



服務

在學校單位待了將近16年的時間，仍然持續思考未來發展的可能性。離開學術單位後，我選擇進入佳邦科技服務，主要還是希望能夠應用學校所學幫助產業發展。佳邦科技主要是以被動元件為主，所需的知識以資源系所學的粉體及燒結理論為主。在佳邦服務的期間，正好與向老師進行產學合作，所以在研發公司產品的期間，也協助帶領向老師的碩班學生一同完成論文。台灣在學界及業界的合作上常遇到各自發展的窘境，相較於日本、韓國、德國，台灣在學研合作上的弱勢，主要原因是學界及業界無法了解真正的需求為何。所以在業界服務的過程中，我也致力於了解業界的需要，以及這些需求能否借助學界進行良好的解決與鏈結。

奉獻

「知識分享」是中研院林麗瓊老師提倡的觀念。在業界短暫待了3年之後，我回到成功大學跨維綠能研究中心服務，主要是希望將過往在學界的研究及業界的實務部分進行良好的連結。跨維綠能中心主要是以電池發展為主，正因中心的主旨是希望電池材料自主化以及輔導電池產業發展，所以這是我心目中最後的落腳之處。目前我努力的目標為鈦系列負極材料，對於未來的期許，也是希望此材料能夠真正地符合目前電池材料所需。傳承及培育下一代是我的另一個目標，希望藉由奉獻，能夠開啟電池產業新的篇章。

資源工程概論參訪 ——新烏山嶺引水隧道

文/萬柔

資概實作課程於109年11月14日參訪新落成的新烏山嶺引水隧道，帶領我們參訪的是利德工程股份有限公司的汪世輝學長。當天先在新引水隧道實地參觀，然後再到建築內了解其構造，講解事故易發生的部分（糖恩山），最後經過曾文水庫，再回辦公室講解工程建設過程以及最後的問題與討論。

參訪過程印象最深刻的人事物

這次的參訪，主要是了解新烏山嶺隧道的背景與歷程。但其中我印象最深刻的是，學長一次次提到八田與一建設舊烏山嶺隧道的時候。在日治時期，為了灌溉嘉南平原，八田與一規劃了一系列的水利灌溉工程，也



就是我們在課本上一直提到的嘉南大圳。其中的烏山頭貯水池（現在的烏山頭水庫）原以官田溪作為水源，但因為無法滿足蓄水的需求，於是又將曾文溪溪水引至烏山頭貯水池中，此即烏山嶺引水隧道。

一直以來我們都把重點放在曾文水庫，關於引水隧道與烏山頭水庫的背景、地位，直到這次參訪之後我才知道。它的建造故事甚至拍成台語電視連續劇《水色嘉南》，還在2009年選入中華民國政府的「臺灣世界遺產潛力點」名單。如同前面提到的，這樣的工程對於整個嘉南平原相當重要，無論是從民生或工業方面。這樣的背景，讓這項建設對我來說不單是一項工程，更是有背景、有張力的命脈。

除了上述就情感面印象深刻的部分，整個導覽中不停提到，建設連接水庫的隧道不單是挖掘隧道，還要考慮水中施工的困難。舊烏山嶺隧道以人工開挖，歷經瓦斯爆炸、湧水等多次災變，其中以糖恩山砂岩層發生瓦斯噴出及瓦斯爆發的次數最頻繁，局部區段則有石油滲出或湧出的狀況。其中，舊烏山嶺隧道施工瓦斯氣爆是傷亡最重大的一次意外，傷亡人數達50多人，這些都是在進行工程時漏出煤氣，施工火花點燃這些煤氣引發大爆炸，致使人員傷亡嚴重。現在的技術真的進步很多，可以將耗損降到最低並且達到最好的成果。當學長帶我們走一次時，近距離欣賞這樣的建設，內心真是感動不已。

參訪學習的收穫與啟發

這次參訪見識了很多不同的器材、技術等等，工程師們引以為傲的應用。最直接的收穫就是對於隧道的工程有了更具體的認識，了解了建設隧道不光是挖一條路出來，過程中設置的工法、每一項探測的意義，全都讓人印象深刻。我從整個導覽過程中發現，考量土地的開發與利用時，最重要的便是注意其蘊含的能量：天然氣、石油。要考慮的不光是這些資源的價值，還有突發事件可能對工程造成的影響，因此整條隧道需要每隔幾百公尺就探測一次。這樣的做事方法與態度，也是我們不管面對什麼事情都要銘記在心的！

本次參訪對未來選課規劃之影響

系上將未來出路分成三個組別：資源開發及保育組(甲組)、資源材料及再生組(乙組)、資源管理及經濟組(丙組)。這次的參訪及實作課屬於甲組的部分。我原先對資源開發及保育的印象，就是在挖掘、開發不一樣的能源。經過這幾周的課程，我對這部分的認識更偏向地質的、很廣泛的方面。從實作結束後聽每組上台分享的研究內容（地下水、土壤液化、汙染等），到現在認識這樣的工程，逐漸發覺這是一個非常貼近生活、日常的組別，或許更吸引想要對本土進行改變的人。對於這樣的組別和我們現在選課的關係，我第一個想到最貼近我們的是大一下的地質學。在體驗完這些課程後，很期待接下來關於甲組的上課內容！



對課程(含參訪)之建議

很喜歡實作課，也很喜歡實地參訪！只是在期中報告時，聽完大家分享研究內容後，覺得自己沒有好好利用這幾周的時間做些更有價值的實作。雖然我們這組很認真地完成每個步驟、研究，也做了很多額外的探討，但跟別組相比就簡單很多。當初並沒有什麼怕麻煩或偷懶的念頭，只是對於這方面的認識不夠，不知道可以從什麼主題發想。希望以後能再多介紹一點、可以有更多的參考，讓我們能有一個探索的方向。實地參訪的部分真的很有趣！雖然是周末，有些人可能因為其他規劃而不太方便，但如果有一整時間留給這樣的參訪，就可以很專注，也很快樂！教授、助教、為我們導覽的人員們都辛苦了，這真是一次很棒的體驗！



粉體工程企業參訪課程

文/ 鄭顥晉、鍾旻辰



緣起

藉由參訪與本系有高關聯度的企業，讓參訪者能夠提前了解進入職場時應具有的專業知識。同時，讓參訪者能夠對本系未來的出路以及與本系相關的產業有更深入的了解。

在參訪過程中，藉由企業方提供講解及導覽，讓參訪者能夠深入了解與本系有高關聯度的企業之運作方式，以及要擔任企業員工所應具備的背景知識及專業知識，甚至是企業、本系、社會三者間的關聯性與所應肩負的責任。

實習過程

本次實習地點於光洋應用材料科技股份有限公司柳營廠區，由企業的領導方、抑或廠區的員工，利用實際環境及機器介紹產品的預處理、前處理，到最後的產品，整個過程都有非常清楚的講解，讓參訪者可以深入了解課程所學如何應用在實際的產品。



圖一 光洋科其中一個廠區

光儲存媒體 (ODS)

光洋的靶材提供了良好的薄膜特性與濺鍍效率，有助於碟片品質的掌控。除此之外，對於靶材之清淨度、晶像均勻性和回收系統等，以及相關的整合技術與品質服務，一直以來都是光洋努力的目標與方向。這也是光洋在光記錄媒體業界能領先同業的主因。光記錄媒體通常可分為CD、CD-ROM、CD-RW、DVD+R、DVD+RW、BD等，在這裡提到的媒體是碟片本身，而光洋則是提供碟片製作所需用到的靶材。

造粒技術

下圖三為廠區內金屬粒的造粒前後完成品。造粒是在原料細粉中加入一定量的塑化劑，製成粒度較粗、具有一定假顆粒級配、流動性好的團粒，以利於陶瓷胚料的成型。

陶瓷粉料的顆粒越細越輕，流動就越差，同時粉料的比表面積大，占體積也大，因而成型時不能均勻地填充模型，易生空洞，導致緻密度不高。造粒後形成團粒，團粒的填充密度提高、空隙率降低、流動性好、裝模方便、分布均勻，因而提高胚體密度，改善成型和燒結密度分布的一致性。



圖二 各材質靶材

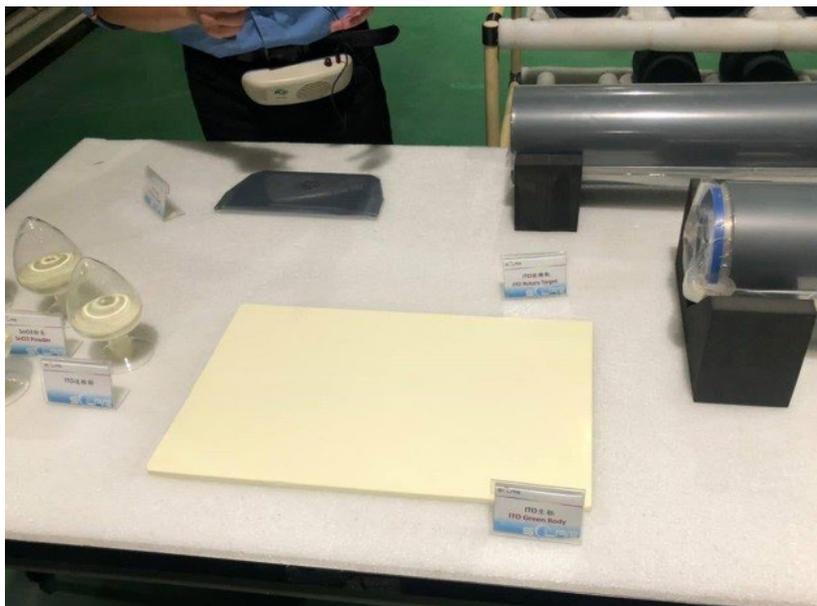


圖三 造粒前後完成品

靶材生胚

光洋應材Bonding House自主研發獨特的鍍合層金屬化處理技術，專精於多樣化靶材鍍合服務：

- 各式結構之靶材：圓靶／長型靶／方型靶／多片式拼接靶
- 各式材質之靶材：金屬靶／合金靶／陶瓷靶／脆性靶，均可進行鍍合作業
- 自主設計／研發，建立全球首創的自動鍍合產線，達成高良率穩定性／高品質之客戶需求
- 利用低溫鍍合技術將靶材與背板接合，達到良好鍍合強度與高鍍合比例，於濺鍍過程中藉由鍍層有效地將熱量導出，達到延長靶材使用壽命（Life-time）之目的。



圖四 靶材生胚

結論及心得

本次實習走訪了光洋應材柳營產區，參訪前很難對於上課所學感到共鳴，常常學了理論知識，卻無法了解實際應用為何。走訪了光洋科技之後，產線人員的仔細介紹，將我們平常上課所學（無論是機器運用還是理論知識）直接放大且在實地應用。同學們在實際產線感到新奇，相信透過這次的野外實習活動，同學們都對於課程與技術的了解有更深一層的印象，也能將課堂上的知識與實地走訪加以連結。

最後，要感謝優秀系友硯鳴學長的大力支持，不但促成了此次的參訪，還讓同學們看到平常所學那麼重要，也看到了平常上課看不見的光景。另外要感謝成大礦冶資源科技文教基金會補助本次的實習活動，使這次的實習活動能順利圓滿落幕。



研究室嘉年華

文/周子硯

在國內疫情局勢趨緩之下，停辦一次的研究室嘉年華又在這學期重新登場。研究室嘉年華讓各個研究室能展示自己的研究主題和研究成果，而來參加的大學部學生，可以藉此挖掘自己對於資源系的興趣，也可以為將來的專題研究、甚至研究所的路做評估，是一場雙贏的活動。現場除了提供精美的點心，也讓大學部學生藉由聽導覽得到抽獎的機會。美中不足的是，今年大學部學生的參與人數較少，希望下次舉辦研究室嘉年華時，可以有更多人參與，把握機會進一步認識資源系的專業及未來趨勢。



Before & After

雷大同 老師

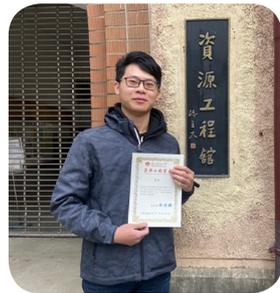
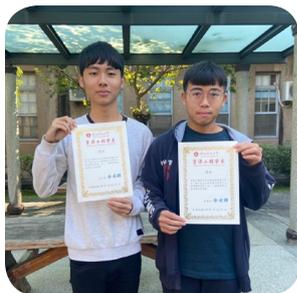
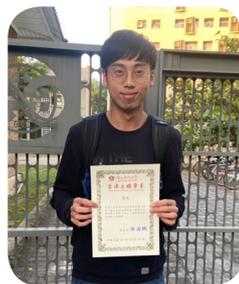


民國77年回國到成大資源系(礦業石油系)任教，80年系在墾丁舉辦研究發展討論會，帶著三歲的女兒。

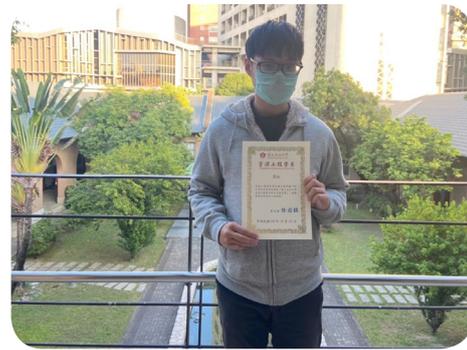
民國107年，與女兒在六龜小桂林。

109年資源工程學系大學部優秀獎學金

| 年級 | 名次 | 姓名 |
|----|----|-----|
| 二 | 1 | 周韋恩 |
| | 2 | 李健豪 |
| | 3 | 林建豪 |
| 三 | 1 | 簡國財 |
| | 2 | 顏振宇 |
| | 3 | 陳禹旗 |
| 四 | 1 | 王凱郁 |
| | 2 | 陳威宇 |
| | 3 | 盧品源 |



109年資源工程學系研究生優秀獎學金



| 組別 | 姓名 |
|------------------|-----|
| 保育組 (甲組) | 林晏廷 |
| 資源材料及再生組 (乙組) | 李兆民 |
| 資源管理及經濟組 (丙組) | 顏子循 |



與系主任有約- 大一同學座談

由徐國錦系主任、黃韻勳老師、
陳盈良老師、吳泓昱老師參與座談。



大灣高中座談會

12/22至大灣高中與學生座談，由徐國錦系主任介紹，吳泓昱助理教授、
涂勝龍博士參與座談，會後並與校長討論。



驛站

文/張馥薇

轉眼間，大一新生加入資源系這個大家庭的時間即將滿兩個月，許多新生也漸漸熟悉資源工程這個領域。但就大一課程來說，他們能接觸的專業知識相當有限，因此系學會特別準備了驛站活動。本次驛站邀請了四位學長姐，分享的內容從實驗室、畢業學分到學習心得等，內容非常豐富。從回饋單可看出，許多新生從學長姊的經歷得到不少收穫，並且期望聽到更多學長姐的分享。



萬聖趴

文/張馥薇

在萬聖節這個熱鬧的節日，每年系學會都會舉辦萬聖趴，除了食物與遊戲之外，最精采的部分當然是看大家上台秀出自己的才藝。這次的演出內容相當豐富，除了有許多人唱歌，特別的是吉他個人秀，還有螢光扇的表演，讓大家都沉浸在表演節目中。在這個特別的節日，當然少不了特別的服裝。在這次的派對上，除了出現《海棉寶寶》中的角色，系學會的幹部們也戴起發光的小惡魔頭飾，增添了不少萬聖節的氣氛。



成大校慶_園遊會

文/張馥薇

一年一度的校慶在11/11這天盛大舉行。今年，一年級的新生充分展現了體育方面的才華，在大隊接力男子組的項目勇奪冠軍，而且差三秒就破了歷屆紀錄，不但贏得滿場喝采，也贏得了徐國錦主任的肯定和飲料。系學會則是在榕園的園遊會擺起「資源採食場」，販賣資源系獨特的「黃玉麵絲炒豆芽玉太陽石貢丸岩」和「可食用高級原油」（亦即炒泡麵和紅茶），讓系上的同學們一同感受熱鬧的氣氛。



湯圓會

文/張馥薇

在寒冷的冬天，如果能和朋友們一起吃湯圓就更加溫暖。系學會在今年的湯圓會上準備了數量充足的湯圓，除此之外，湯圓的種類也非常豐富，可以說在湯圓會上看得到市面上販售的各種湯圓，另外還有桌遊和switch。但最有趣的部分，還是交換禮物啦！大家都很用心準備交換的禮物，有親手畫的switch遊戲機、用塑膠盒做的電視模型，還有三角錐的連桿。除了交換禮物，系學會也準備了抽獎活動，相信大家都拿到了很棒的禮物！



泰華講座專題演講

文/盧品瑜

演講題目: 一個礦冶／材料工程師的財務職涯歷練
演講者: 陳壽康 博士
(麗舍生活國際股份有限公司 策略長)

本次泰華講座專題演講很榮幸邀請到陳壽康博士——現任麗舍生活國際股份有限公司策略長——以「一個礦冶／材料工程師的財務職涯歷練」為題，為本系研究生發表演講。此次主題主要在介紹財務工程的內容和各項工作細節，並且介紹派瑞林料鍍膜的技術與應用。

壽康學長首先介紹了自己的經歷。他曾就讀本系的學士班，一開始是在工程技術的領域工作，後來慢慢轉移到做財務的工作。因資源系較無涉略財務相關的課程，因此學長分享關於財務工作方面的知識，學長依靠自己學習，再加上與其他人交流、互相學習而漸漸熟悉財務方面的工作。他更特別提到於全球財務管理所需面對的挑戰，如各國政府對於財政上的寬鬆政策不同、各國人口紅利形成不同的市場需求等，皆會使得公司有不同的應對策略。另外，學長還介紹自己開設的公司所使用的技術，即為派瑞林料鍍膜，以及其應用於醫療器械、電子產品等詳細的內容。

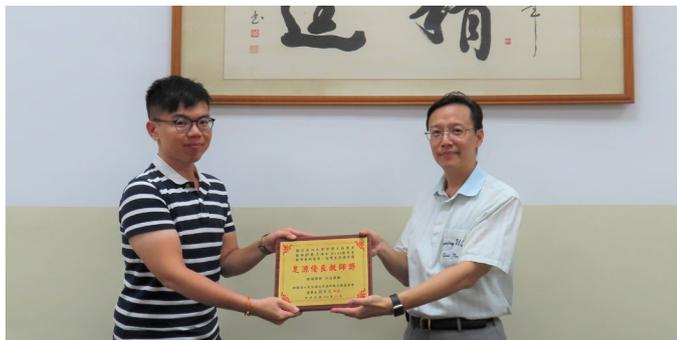
透過本次演講，同學們學習到的不只是單純理論上的財務知識，更是結合學長於職場上的實際經歷，透過理論與實務的結合，相信同學一定對財務方面有更深刻的了解。期望大家未來不管接觸何種領域，都應秉持持續學習的精神，並將系上所學應用於生活、工作，盡可能發揮自己的最大價值。感謝陳壽康博士與系上同學分享，相信系上同學都因此受益良多。



財團法人成大礦冶資源科技文教基金會



舉行
第九屆第五次董事會議。



謝秉志老師獲得足源優良教師獎，由吳政岳博士代領。



財團法人成大礦冶資源科技文教基金會

109年度 11-12 月份捐款芳名錄

| 捐款芳名 | 捐款金額 |
|------------|---------|
| 陳壽康(72) | 8,000 |
| 春池玻璃實業有限公司 | 24,000 |
| 陳俊豪(87) | 3,000 |
| 鄧博維(78) | 10,000 |
| 賴維志(83) | 3,000 |
| 張育源(104) | 2,500 |
| 許志雄(69) | 3,000 |
| 廖志中(69) | 3,000 |
| 林志中(73) | 2,000 |
| 張世賢(74) | 10,000 |
| 張金樹(77) | 20,000 |
| 李俊男(73) | 10,000 |
| 張宏傑(77) | 100,000 |

We thank you for each donation.

財團法人成大礦冶資源科技文教基金會

109年度 11-12 月份捐款芳名錄

| 捐款芳名 | 捐款金額 |
|----------|--------|
| 85級系友 | 8,100 |
| 鄭建榮(83) | 10,000 |
| 余騰鐸(73) | 20,000 |
| 壽克堅(73) | 6,000 |
| 王碩慧 | 20,000 |
| 汪世輝(84) | 60,000 |
| 張曙光(70) | 14,000 |
| 王嫡程(72) | 20,000 |
| 陶緣彩瓷有限公司 | 50,000 |
| 劉建軍(72) | 50,000 |
| 陳坤煌(72) | 10,000 |
| 葉輝邦(72) | 20,000 |
| 張宏宜(72) | 10,000 |
| 鄭世岳(72) | 20,000 |

We thank you for each donation.

財團法人成大礦冶資源科技文教基金會

109年度 11-12 月份捐款芳名錄

捐款芳名

捐款金額

| | |
|---------|--------|
| 李元富(72) | 10,000 |
| 蔡燈岳(81) | 50,000 |
| 蕭銘儀(82) | 50,000 |
| 馬魁玲(72) | 10,000 |
| 葉宗和(83) | 10,000 |
| 孫思優(72) | 10,000 |
| 李瑋志(91) | 2,500 |
| 陳會敏(72) | 30,000 |
| 徐國錦 | 2,000 |

We thank you for each donation.

Make RE better.

財團法人成大礦冶資源科技文教基金會 捐款方式

1. 郵政劃撥

帳號：31246268

戶名：財團法人成大礦冶資源科技文教基金會

2. 銀行匯款或轉帳

兆豐國際商業銀行 府城分行 (銀行代碼 017)

帳號：00610707580

戶名：財團法人成大礦冶資源科技文教基金會

匯款轉帳請通知賴小姐，以利收據開立

3. 支票或郵局匯票

請掛號郵寄「台南市東區大學路一號 成功大學 資源工程學系，財團法人成大礦冶資源科技文教基金會收」

4. 現金

請送至成功大學資源工程學系代轉財團法人成大礦冶資源科技文教基金會收。

【財團法人成大礦冶資源科技文教基金會第九屆董事成員】

董 事 長：劉元文

副董事長：莊宜剛

秘 書 長：徐國錦

董 事：

顏富士、黃紀嚴、吳榮華、呂泰華、李振誥、葉公能、
張曙光、向性一、吳毓純、葉信富、王尚武、賴正文、
饒瑞榆、汪世輝、謝雅敏、陳俊豪、吳庭安、黃重嘉



【財團法人成大礦冶資源科技文教基金會 資源人電子報】

[國立成功大學資源工程學系](#)
[財團法人成大礦冶資源科技文教基金會](#) 發行

Department of Resources Engineering
National Cheng Kung University
Tainan, Taiwan, R.O.C.

總編輯：吳毓純

助理編輯：賴文婉

美術編輯：蘇昱瑄

地址：台南大學路一號 資源工程學系

電話：(06)2757575分機62800

傳真：(06)2380421

E-mail:nckudre@gmail.com