

出國報告（出國類別：實習）

赴美國加州國際光電工程學會與
NovaR&D 公司實習出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：梁鑫京 副研究員

派赴國家：美國

出國期間：105 年 8 月 27 日~105 年 9 月 9 日

報告日期：105 年 10 月 7 日

摘要

此行主要目的是為配合推動高階醫療器材發展之國家政策，執行「先進放射影像核心技术研習」計畫，赴美國加州聖地牙哥市(San Diego)，參加由國際光電工程學會(The international society for optics and photonics, SPIE)假光電應用研討會(Optics + Photonics 2016)期程辦理之影像感測短期訓練課程，再轉往加州河濱市(Riverside)的 NovaR&D 公司，研習影像感測用多通道處理系統操作技術。

本次短期訓練課程參訓主題有二，分別是運用光子轉換法(Photon transfer)於影像感測器性能評估/校準、以及多能階(Multispectral)與高能階(Hyperspectral)影像感測器介紹，其內容包含影像感測架構、感測器性能評估/校準、能階式感測原理等，並加上講師各自專業領域的實例做為課程講述範例，提供學員理論與實作間的經驗連結，內容符合團隊現階段研發工作與發展方向規畫需求，而習得之技術基礎及材料、元件應用技巧，亦有助於發展中技術能力之成功建立。

在第二階段訓練課程方面，本次課程是 NovaR&D 公司專為客戶辦理之訓練，先進行的是多通道感測器處理模組基礎使用課程，內容包含儀器運作原理、操作/連結、軟體介面、硬體設定規則、數據擷取參數、資料處存格式等基礎知識，其後是針對客戶特殊需求的實測/操作課程，包含二種多通道感測器的實際操作測試，此訓練內容有助本團隊迅速掌握該訊號處理模組之操作使用技巧，以利短期內應用該模組於研發工作的執行與技術的建立。

目 次

摘 要

(頁碼)

一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	48
四、建 議 事 項	50
五、附 錄	52

一、目的

本次赴美公差主要目的是為配合推動高階醫療器材發展之國家政策，執行「先進放射影像核心技術研習」計畫。本所配合國家科技發展政策，為躋身全球高階放射影像醫材大國的目標努力，將以既有的輻射偵檢技術為基礎全力發展核心組件—即放射影像感測器技術，保有自主技術的特色與競爭力，以避免落入技術引進、發展受挾制的困境。而放射影像感測器技術絕大部分是以光電技術應用為基礎，赴具經驗之研發單位實習技術基礎與材料/元件的應用知識，有利本單位於此一領域盡速建立自主並具競爭力之技術。本次實習行程會先前往美國加州聖地牙哥市(San Diego)，參加由國際光電工程學會(The international society for optics and photonics, SPIE)假光學與光電應用研討會(Optics + Photonics 2016)期程辦理之影像感測短期訓練課程，其後再轉往美國加州河濱市(Riverside)的 NovaR&D 公司，研習影像感測用多通道處理系統操作技術。

影像感測是新世代放射影像系統中最重要的關鍵核心技術，本團隊欲建立先進放射影像系統的感測技術，必須克服感測材料與操作等技術困難。SPIE 學會掌握並整合光學與光電領域豐富的產學研資源與經驗，對於領域內專業教育的辦理亦是不遺餘力，且內容多以務實的技术應用面為出發點，對轉換跑道、在職進修、或是初入行新手而言，是快速建立專業知能的有效途徑。此次學會辦理之短期訓練課程有二主題與放射影像核心技術相關，分別是運用光子轉換法(Photon transfer)於影像感測器性能評估/校準、以及多能階(Multispectral)與高能階(Hyperspectral)影像感測器介紹，其內容包含影像感測架構、感測器性能評估/校準、能階式感測原理等，符合現階段與未來研發工作需求，並藉此習得技術基礎及材料/元件之應用技巧，有利本單位快速掌握瓶頸突破點，亦有助於技術能力之成功建立。

NovaR&D 公司為本團隊購置的多通道感測器處理模組之設計生產商，本次課程是專為客戶辦理之訓練，內容包含儀器操作/連結、軟體介面操作、硬體設定規則、數據擷取參數、資料處存格式等基礎課程，另有針對客戶特殊需求的實測/操作課程，其訓練內容使本團隊迅速掌握該訊號處理模組之操作使用技巧，習得之感測器連結與讀取技術、以及訊號處理參數設定等實作面技術細節，亦有助於本團隊未來研發工作的執行與技術的建立。

二、過 程

(一) 本次赴美公差，行程如下：

時間	地點	工作內容
105.08.27	桃園機場—美國加州洛杉磯市— 聖地牙哥市	去程
105.08.28 105.09.01	聖地牙哥市 Convention center	參加 SPIE Optics + Photonics 感測器專 業課程
105.09.02 105.09.03	聖地牙哥市	整理上課資料 & 訓練課程預習
105.09.04	聖地牙哥市—河濱市	路程
105.09.05 105.09.07	河濱市	赴 NovaR&D 公司參加實作訓練課程
105.09.08 105.09.09	河濱市—洛杉磯市—桃園機場	回程返台

(二) 短期訓練課程紀要

本年度 SPIE 學會舉辦的光電類短訊課程利用光學與光電應用研討會(Optics + Photonics 2016)舉行時機與場所一同辦理，目的是為了使學員於上課之於能參加學會推薦、與課程相關之議程，以便瞭解所學技術基礎的應用與發展趨勢。本次光學與光電類短訊課程主題囊括了光學機械與製造(Optomechanics and optical manufacturing)、光學設計與光學系統工程(Optical Design and Systems Engineering)、奈米科學與工程學(Nano-Science and Engineering)、先進度量學(Advanced Metrology)、遙測技術(Remote Sensing)、影像與信號處理(Image and Signal Processing)、感測器與影像學(Detectors and Imaging)等應用領域的基礎技術，此行實習標的著眼於影像感測器技術，相關課程計有影像感測器評估之光子轉換法介紹(Digital camera and sensor evaluation using photon transfer)、多能階與高能階影像感測器介紹(Multispectral and hyperspectral imaging sensors)、CCD 與 CMOS 影像感測器原理與應用介紹(Introduction to CCD and CMOS Imaging Sensors and Applications)等三門，其中後者因與本團隊技術發展規劃相關性較低，故僅選修了前二門課程；另外在相關推薦議程上，則選擇了 X 光斷層掃描技術發展

(Developments in X-Ray Tomography)、輻射偵檢器物理(Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics)、輻射偵檢器系統與應用(Radiation Detectors : Systems and Applications)、以及 T 波技術應用(Terahertz Emitters, Receivers, and Applications)等議題。茲將各課程中重要內容整理摘要分述如後：

1. 影像感測器評估之光子轉換法

此一技術主要是基於以矽基半導體為基礎的可見光與紅外光波段之影像感測器...完整內容請洽核能研究所

(1) 概念說明

...完整內容請洽核能研究所

圖一、

圖二、

表一、

表二、

(2) 光子轉換雜訊源

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

圖三、

第 6 頁

圖四、

(a)

(b)

圖五、

...完整內容請洽核能研究所

圖六、

...完整內容請洽核能研究所

圖七、

圖八、

(3) 光子轉換曲線(Photon Transfer Curve, PTC)

...完整內容請洽核能研究所

圖九、

表三、

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖十、

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

(c)

(d)

圖十一、

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

圖十二、

(4) PTC 實例

...完整內容請洽核能研究所

圖十三、

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖十四、

圖十五、

...完整內容請洽核能研究所

圖十六、

(5) 常見 PTC 誤差

...完整內容請洽核能研究所

(6) 均勻校正(Flat fielding, FF)

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

圖十七、

圖十八、

圖十九、

...完整內容請洽核能研究所

(7) 模數光子轉換(Modulation PTC)

...完整內容請洽核能研究所

圖二十、

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖二十一、

...完整內容請洽核能研究所

圖二十二、

...完整內容請洽核能研究所

圖二十三、

(8) 亮度轉換(LUX transfer curve, LTC)

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖二十四、

2. 多能階與高能階影像感測器

本課程由定義與應用層面開始說明多能階(Multispectral)與高能階(Hyperspectral)影像感測系統，再進一步說明該影像感測器之架構概念與各部件設計理念，其次是性能規格量測方法，最後是以實例說明由應用層面評估性能與規格需求，以供影像系統設計。以下就各部分重點摘要敘述。

(1) 定義與應用範圍

...完整內容請洽核能研究所

表四、能階式影像定義與區分

圖二十五、

(2) 理論基礎

...完整內容請洽核能研究所

圖二十六、

(3) 多能階(MS)與高能階(HS)影像系統架構

...完整內容請洽核能研究所

表五、

註：

(a)

(b)

圖二十七、

圖二十八、

圖二十九、

...完整內容請洽核能研究所

圖三十、

圖三十一、

...完整內容請洽核能研究所

圖三十二、

圖三十三、

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖三十四、

(4) 性能量測理論

...完整內容請洽核能研究所

(5) 能階式影像系統設計考量

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

(c)

圖三十五、

...完整內容請洽核能研究所

圖三十六、

(a)

(b)

圖三十七、

(三) 實作訓練課程紀要

為開發放射影像感測器相關技術，本團隊購置了 NovaR&D 公司設計開發的多通道感測器處理器模組 Rena-mini，採購辦理之初即要求該公司預留提供本團隊研發人員的專業操作訓練，故本次課程是專為客戶辦理之訓練。該公司位處加州洛杉磯市(Los Angeles)東方 60 公里遠的河濱市(Riverside)，如圖三十八所示，坐落在加州大學河濱分校(UC Riverside)附近的一個工業區，外觀如圖三十九，是一個挑高廠房、以電子實驗室為主的辦公房舍，主要工作人員僅有 6 人，其他管理階層或非技術/工程人員則不常駐於此工作。



圖三十八、NovaR&D 公司地緣關係



圖三十九、NovaR&D 公司正門外觀

本次訓練內容除包含儀器操作/連結、軟體介面操作、硬體設定規則、數據擷取參數、資料儲存格式等基礎課程外，另依本團隊的要求增設感測器的實測操作課程，其訓練內容使本團隊快速掌握該訊號處理模組之操作/使用技巧，並習得感測器連結與讀取技術、以及訊號處理參數設定等實作面技術細節，有助於本團隊未來研發工作的執行與技術的建立。另外有鑑於該公司的影像感測器專用 ASIC 開發使用經驗，因此也藉本次實習機會，與該公司研發團隊直接討論、為本團隊預計開發的新式放/輻射影像感測系統，開發專用成像訊號處理電子系統的可行性。以下是本次實作訓練課程中重要內容整理摘要分述：

1. 多通道訊號處理模組操作訓練

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖四十、

(a)

(b)

圖四十一、

2. 多通道感測器實測操作

...完整內容請洽核能研究所

圖四十二、

圖四十三、

圖四十四、

圖四十五、

圖四十六、

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

圖四十七、

圖四十八、

圖四十九、

圖五十、

3. 影像感測器電子系統開發可行性

...完整內容請洽核能研究所

(a)

(b)

圖五十一、

三、心得

(一) 本次短訓課程皆是以光學波段的影像感測為主題，此技術領域乃是本團隊在游離輻射應用的技術發展基礎，因游離輻射影像感測之目標是為 X 與加馬射線，與光學領域應用僅是波段(波長)的不同，感/偵測的機制是一樣的，且在輻射偵測上使用的閃爍材料，也是將 X 射線或加馬射線轉換為可見光再行感測，最終一樣是回到光學領域。這是由於光學領域工程技術開發甚早、應用甚廣，相關理論、技術、經驗與商品發展較為完備，X 射線或加馬射線的影像感測技術也是由光學應用領域延伸，技術基礎是相同的，故此次研習的光子轉換評估技術與能階式影像感測器技術，可確實幫助本團隊在後續放/輻射影像感測技術的開發上奠定穩固的技術基礎。

(二) 本次赴 NovaR&D 公司實習，在討論中發現該公司放/輻射影像感測器專用電子系統上，深具開發經驗，並且在多通道感測訊號讀取電子與類比處理器方面，已經走入 ASIC 化領域，且具有成功經驗，對於本團隊意欲在短時間內開發影像系統產出，是一個相當確實的合作對象；然而長期來看，若影像系統技轉業者商品化，則電子系統關鍵技術仍掌握在他人手中，雖然該公司同意電路設計與零件表的釋出、以及授權複製，但處理器 IC (台灣代工生產)仍是需要向該公司購置。號稱 IC 電子大國的台灣，在影像感測器用電子技術方面仍尚不足，主要是在類比脈衝訊號方面尚欠缺關鍵技術，我國電子業強的是後端數位資料處理 (DSP)，這是由於台灣的業者僅著眼於可快速商品化、販賣獲利的消費性電子產品，對於高複雜度的放/輻射類影像系統，需要高投資與較長研發時間就裹足不前，如此雖然短期能快速獲利，但較低技術門檻代表容易仿製且競爭多，很快就出現營運的瓶頸，主要的原因還是商業模式發展的路徑選擇上，走向短視近利的結果，欠缺了把握、建立關鍵技術，也因此無法提完整出解決方案，自然在關鍵零組件的使用上受制於人。

(三) 此行發現在放/輻射影像感測系統與應用方面，幾乎較新的技術研發與發展項目，皆是利用並朝向半導體材質去製作光電元件，取代之有年的光電倍增管，這對台灣具有濃厚基礎的半導體相關產業是一利多，相對於已形成壟斷產業且具特殊技術門檻的光電管，台灣業者並無切入的時機與利基，但半導體元件則不同，在性能上具有取代光電管的表現，在諸多特性上又有光電管無法達到的優勢，再加上產業已經具備有半導體設計、製造、封裝等技

術基礎與優勢，台灣產業的確是具有建立技術能量、跨入關鍵零組件市場的本錢。然而目前國內光電業者，卻都汲汲於低獲利的消費性光電產品，對於光電材料與元件等基礎技術卻未見投入，以致於在開發新應用領域時，關鍵零組件的挑選與取得皆受制於人，更遑論產業化後成本的控制與獲利的空間；在新政府努力鼓吹產業轉型與升級的同時，我國業者的商業模式思維與選擇的確需要轉變，但這也有賴政府實際有效的施政作為，如輔導、鼓勵、與資助等，以幫助業者轉向與改變

(四) 此次與短訊課程同時辦理的光電產業展覽會，與會業者多為光學或光電零組件的製造供應商，有鑑於能階式影像感測器架構皆使用精密且客製的光學元件做波段解析，未來本團隊的確有必要接觸並瞭解這些供應商，其技術能力是否能擴及放射應用波段，甚或已有相關產品，畢竟處理對象皆是電磁波，只是波長範圍不同(光學：400~2500 nm，放射：0.1~0.001 nm)，若是可以取得適合放射領域使用的波段解析光學元件，如稜鏡、光柵、楔型濾光器等，則研發方向與思維可以更廣闊，在感測器方面可以有成熟商品的解決方案，對研發成果的產業化推廣會更有利，並非朝向從無到有的技術解決方案建立。

四、建議事項

(一) 研發單位在轉向往新技術領域或方向發展時若僅以舊有技術為基礎，自行摸索走出一條道路，容易在新目標領域的部分技術基礎不夠紮實，在技術研發建立的道路上恐有繞路之虞，最佳的解決方案就是參訓知名國際學會辦理的相關實務面短訓課程，以最短的時間補上技術基礎，例如此行在短訓課程就可以補足過往光電感測領域的知識基礎，除有助影像感測方面的技術研發工作，對未來研發目標的技術達成路徑，亦會有不同的思維與看見，因此建議應讓本團隊同仁都能繼續爭取國外實習機會 引進多方向思考，對計畫執行的進度與新研發目標的達成都會很有助益。

(二) 影像感測器硬體技術包含了感測投與成像電子二關鍵區塊，國際間鮮少有研發團隊兼具二嫻熟技術，本團隊則是以外部資源(out-sourcing)達成電子區塊的需求。此行實習的公司具有嫻熟的影像系統電子經驗，短期而言，對本團隊的影像系統面研發標的是非常快速且確實的合作對象，可以提供本團隊放/輻射影像系統研發產出具有穩定及如預期的性能，亦能提供技轉業者完整且自主的技術解決方案，對研發產出的推廣是最佳選擇。然而長期而言，還是應該在國內尋求合適的產學或產研合作對象，用委託研發的方式，開發出適合多通道放/輻射影像感測的電子技術，以利關鍵零組件能根留台灣產業，不必受外界宰制，並可為我國 IC 與光電業拓展新的應用來源。

(三) 本次赴原廠實習取得數項系統操作的小技巧以及有助技術研發的知識，這是研讀使用者手冊所無法獲得的，亦有助於將該訊號處理模組應用於技術研發工作，比起花費長時間自行摸索更能有效提升計畫工作進度，建議爾後採購科研儀器時，應爭取原廠技術訓練員額，以利購買之設備能盡速對本所科研工作發揮最大效用。

(四) 本次赴美實習工作發現該國許多單位，包含此次訓練的公司，輻射源的使用很具多樣性，實驗的規劃與操作亦相當有彈性，探究其因主要是由於射源活度相當低，屬豁免管制物品，再加上是密封射源，無污染疑慮；因此該公司就保有相當多種不同的射源，實驗操作上很具方便與彈性。建議本團隊亦可以考慮類似做法，去取得豁免管制的射源，可就需求採買各式不同射源，將可方便研發工作與實驗進行，唯射源管理與保存需更加謹慎。

(五) 為躋身一流研究單位，對外(學術界、產業界)頻繁的交流，尤其是國際學術社群活

動的參與、如討各領域指標型的大型國際研會，的確有助於本所正確掌握研發趨勢，並能建立有助技術升級的學術交流或連結；因此建議本所應多管道爭取不同類型計畫，增加國外交流，引進不同思維，並可提升本所對外交流的頻率和品質。

五、附 錄

(一)短訓課程安排

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

(二) 相關部分議程

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所

...完整內容請洽核能研究所