

報 告 資 料 頁			
1.報告編號： CSIPW-100Z-H0003		2.出國類別： 其他(參訪)	
		3.完成日期： 100.08.10	
		4.總頁數： 24 頁	
5.報告名稱：赴加拿大 Cantronic Systems 公司與 INO 國家光學研究院 參訪出國報告			
6.核准		人令文號	
文號		部令文號	
		100 年 6 月 23 日國人管理字第 1000008313 號	
		100 年 6 月 20 日國備科產字第 1000008446 號	
7.經 費		新台幣： 115,000 元	
8.出(返)國日期		100 年 07 月 03 至 100 年 07 月 10 日	
9.公 差 地 點		加拿大	
10.公 差 機 構		Cantronic System 公司與 INO 國家光學研究院	
11.附 記			

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴加拿大 Cantronic Systems 公司與 INO 國家光學研究院參訪出國報告

頁數 24 含附件：☐是 ☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部軍備局中山科學研究院/湯相峰/03-4712201ext357106

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

湯相峰/國防部軍備局中山科學研究院/中校技正/03-4712201ext357106

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☒5 其他(參訪)

出國期間： 出國地區：

100 年 7 月 3 至 100 年 7 月 10 日 加拿大

報告日期：

100 年 8 月 10 日

分類號/目

關鍵詞：

雙頻段紅外線、室溫熱像、焦平面、微機電

內容摘要：(二百至三百字)

(細明體 12 號，1.5 倍行高)

拜訪加拿大熱影像 Cantronic System 公司與 INO 國家光學研究院兩單位，有助提升本計畫建立光電感測模組與應用-雙頻段紅外線熱影像組關鍵技術相關技術能量。

藉由與 Cantronic System 公司專家討論光電熱影像陣列模組系統整合與應用；參訪 INO 國家光學研究院瞭解該院內室溫熱影像技術關鍵製程與元件及影像晶片量測封裝等重要設備。對本院持續研發先進紅外線影像技術與協助國內業界自主開發紅外線影像晶片技術有實質幫助，並藉此機會積極尋求國際合作機會與關鍵技術引進，對關鍵技術的開發及後續計畫執行十分重要。

蒐集與本計畫相關雙頻段紅外線熱影像關鍵開發與後續本院欲開發室溫熱像模組產品資訊，作為未來核心技術規劃與專利規劃參考。

目次

壹、目的.....	9
貳、過程.....	9
參、心得.....	28
肆、建議事項.....	28
附 件.....	29

加拿大 Cantronic Systems 公司與 INO 國家光學研究院熱像合作討論

壹、目的

執行 100 年度科專計畫-光電感測辨識模組與應用技術計畫『雙頻段紅外線熱影像模組關鍵技術』分項，派員出國參訪加拿大著名熱影像公司(Cantronic Systems 公司)與研究單位(國家光學研究院 INO)，蒐集熱影像陣列研發關鍵技術，著重於雙波段尤其是長波長 QWIP 影像器與室溫熱像技術合作與實際應用現況，瞭解未來熱像市場應用趨勢，作為後續計畫建案之重要參考。

貳、過程

本次公差出國乃依照原公差出國計畫書內出國人員工作計畫表中的公差規劃時間節點進行，詳見表一

國防部軍備局中山科學研究院出國人員工作計畫表						
日期	星期	行程		公差地點	工作項目	備考
		出發	抵達			
100.07.03	日	桃園	溫哥華		去程。	夜宿溫哥華
100.07.04	一			加拿大溫哥華	參訪 Cantronic system 公司瞭解量子井紅外線光電偵測器(QWIP)，聽取研發近程說明簡報。	夜宿溫哥華
100.07.05	二			加拿大溫哥華	1. 與 Cantronic system 公司總經理 Dr. James Zahn 等技術專家，針對多重量子井偵檢器熱像系統整合與應用進行雙方研討與意見交換。 2. 瞭解公司實驗室中生產與影像量測設備等技術能量，提供本計畫參考。	夜宿溫哥華
100.07.06	三	溫哥華	魁北克	加拿大溫哥華	1. 聽取 Cantronic system 公司開發之中長波長紅外線影像系統應用展示說明。 2. 蒐集多頻段光譜影像應用資訊。	夜宿魁北克
100.07.07	四			加拿大魁北克	1. 參訪加拿大國家光學研究院，並參加長波長 IR 熱像儀短期課程之設計原理訓練。 2. 與加拿大國家光學研究院研發經理與技術人員進行室溫熱像技術意見交流。	夜宿魁北克

100.07.08	五			加拿大魁北克	1. 與加拿大國家光學研究院熱像部門經理，討論未來技轉合作技術細節規劃，聽取技術規劃簡報。 2. 蒐集熱影像整合應用等技術資料，並了解廠商熱像專業領域與前瞻性產品應用資訊。	夜宿魁北克
100.07.09	六	魁北克			回程。	夜宿機上
100.07.10	日		桃園		回程。	

表一

7 月 3 日晚上到達溫哥華，搭乘捷運至離溫哥華市郊高貴林區夜宿，準備明日至 Cantronic System 公司討論提要，重點置在 QWIP 影像器在系統整合時需考量的議題與未來如何在互利與國家政策許可與科專國際合作支持下進行雙邊合作議題討論。

7 月 4 日九點鐘由 Cantronic System 公司經理 Frank. L. Fei 到飯店接至公司，約十分鐘車程便到目的地 Cantronic System 公司，該公司有三棟主要建築，主建築是公司總部，是行政與會議室所在地如圖一。



圖一

圖二照片中為總經理 Dr. Helen Leung(圖左)與產品經理 Mr. Frank. L. Fei(圖右)；另外兩棟建築為系統整合廠房及工程測試廠房。先與總經理 Helen 博士寒暄後，便切入議題討論此行之目的。她告知公司 CEO Dr. James Zahn 與他本人是華裔加拿大移民第二代，為加拿大人，對大陸與台灣的印象在學生時代僅在長輩的口中得知，也是溫哥華英屬哥倫比亞大學畢業。



圖二

接著Dr. Helen Leung針對該公司QWIP 熱像系統內FPA像素解析度(如圖三)，如大小與畫素間距進行說明，尤其TR8000百萬畫素系列其規格高至 $18\mu\text{m} \times 18\mu\text{m}$ (pitch $19.5\mu\text{m}$)，大約比本院熱像模組解析度規格先進約5年以上，但由於仍是技術保密產品，詳細參數也無細述，而cooler使用以色列Ricor與瑞典IRnova公司，提到瑞典IRnova公司主力產品是QWIP與superlattice IDDCA，也是Cantronic System公司上游客戶。而特別告知其QWIP IDDCA主力產品為 320×256 畫素，typical NEDT介於 $30 \sim 35 \text{ mK}$ 間，其ROIC積分電容容量為 $24 \times 10^6 \text{ e}^-$ ，但基於業務秘密不透露使用之ROIC為何家廠牌。整天除主要針對QWIP熱像機性能部分進行瞭解系統整合，在封裝與電路處理部分也就教於Dr. Helen Leung與Mr. Frank. L. Fei，而電路方面Mr. Frank. L. Fei告知為其公司專長之一，明日可針對此議題進行深入探討，在17:35分左右結束本日討論。

TR5000/TR5500/TR8000		
Focal plane Array:	QWIP	
Spectral range:	$8 - 10 \mu\text{m}$	
Image mode:	Snap Shot	
Cooling:	Stirling Cooler	
Model	Pixel Resolution	FPA Size
TR5000	320×256	$28\mu\text{m} \times 28\mu\text{m}$ (pitch $30\mu\text{m}$)
TR5500	640×512	$22\mu\text{m} \times 22\mu\text{m}$ (pitch $24\mu\text{m}$)
TR8000	1024×1024	$18\mu\text{m} \times 18\mu\text{m}$ (pitch $19.5\mu\text{m}$)

圖三

7月5日在09:30左右到公司，Dr. Helen Leung請人架好視訊，本日將由CEO Dr. James Zahn主持，目前他在新加坡，準備與亞洲幾個國家洽談Internet Protocol (“IP”) video market推展事

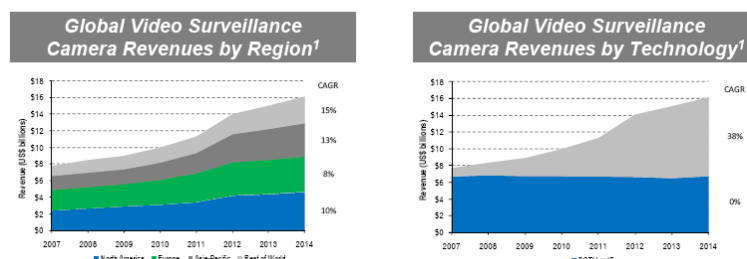
宜，因此抽出約2個小時與我作視訊會談，會議於加拿大早上10:00左右展開。Dr. James Zahn非常感謝中科院人員到公司到訪，但由於業務拓展之故，無法親自迎接也表達些許歉意。雙方寒暄後便進入主題，今日重點為針對熱像系統整合中影像電路與紅外線影像應用及製造方面進行瞭解與討論。Dr. James Zahn英文是其母語十分流利，但因遷就視訊傳輸品質較不流暢，刻意放慢語調與重要處會加強語氣，讓我能夠清楚會意。首先，他提到他本人是在西元1997年前擔任美國最大紅外線影像公司FLIR的產品技術拓展業務總負責人4年，中國大陸積極建構國家寬頻視訊網路，從影像監控應用無所不在，市場預估約130億美金以上。它是個保安城市建置規劃，如圖四。而在北美與歐洲較成熟區，相關保全安防領域市場於2007~2014年每年有8~10% 向上成長趨勢約40億美金產值，而寬頻視訊網路IP camera 系統每年高達38%高度成長，目前Cantronic System公司市場佔有率僅0.1%以下，仍有很大成長空間。成長趨勢如圖五所示。他認為該公司從1997年成立至今已有約14年，雖然公司規模不大，但是掌握關鍵研發整合技術，若能與相關上游研製與下游產品生產及應用等專長公司結合，對未來公司獲利成長深具信心。

- **Primary Applications:**
 - **Safe City (Secure City) installations** – nationwide networked video surveillance initiative in 660 medium to large cities – implemented at city level
 - Cantronic products in over 70 Safe City projects in China to date
 - Expansion opportunities for these cities are estimated to be USD\$13B
- **Many Other applications:**
 - CCTV monitoring of jails
 - Road and traffic surveillance
 - Video conferencing systems
 - Banking video surveillance
 - Public transit
 - Residential
 - Telecom value-added services



圖四

Global Market Potential:

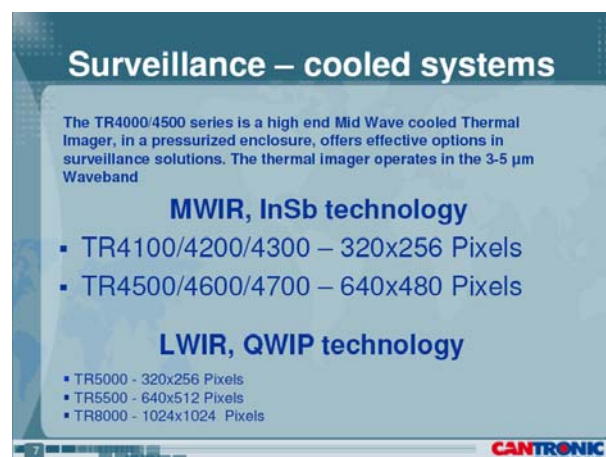


- 8-10% annual growth rate in North American and European markets – US\$4 billion growth from 2007 – 2014
- 38% growth rate in IP cameras – the technology of choice
- Cantronic's current market share is < 0.1%

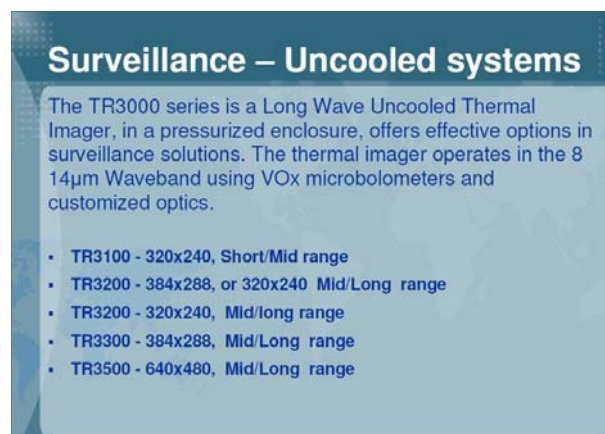
¹ ABI Research

圖五

但話鋒一轉，強調中國大陸業務僅止於CCD TV之智慧型保安網路影像系統建置，那是公司其他業務開展之一環，與紅外線影像完全無關，加拿大政府對於紅外線影像技術十分嚴格管制，且完全禁止輸出至中國大陸，加國政府對台灣紅外線影像科技出口議題，只要是用於防衛或商業用途，可按照政府高科技輸出許可管制規定申請程序，應無問題。Cantronic System公司在紅外線影像系統主要使用之FPA型態，分為低溫致冷型(InSb與QWIP兩種主要材料架構，如圖六，有九種主要產品TR4100~4700與TR5000, TR5500及TR8000系列)，與室溫熱像(主要是採取VOx microbolometer，如圖七，有TR3100~3500系列320x240、384x288與640x480等五種主要產品)等兩類所示。



圖六



圖七

TR4100~4300 主要分別為鏡頭模組差異，IDDCA架構均為320x256 InSb，pitch= 30 μ m；TR4500~4700 IDDCA架構為640x512 InSb，pitch= 15 μ m，也僅為鏡頭功能選擇不同，分別如圖七-1與-2所示，兩類型之影像空間解析度640x512明顯勝出甚多。



圖七-1

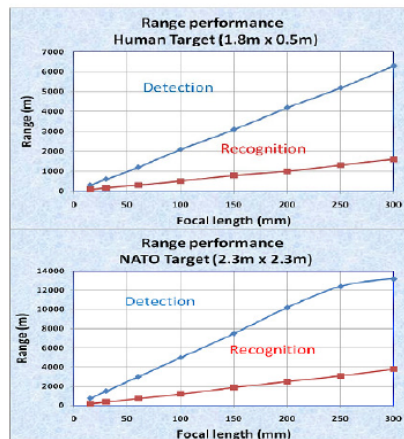


圖七-2

他說明場測條件如下，IDDCA NEDT= 20 mK，紅外線訊號大氣穿透損失= 0.85 db/Km，北大西洋標準目標大小2.3m×2.3m與人體目標1.8m×1.5m，目標溫度變化 $\Delta T= 2^{\circ}\text{C}$ ，將TR4100(320×256 InSb，pitch= 30 μm)與TR4500(640×512 InSb，pitch= 15 μm)兩種熱像機場測結果來說明640×512影像空間解析度之優異處，驗測結果如圖七-3與-4所示，在光學連續變焦焦距25 mm~300 mm條件下的偵測距離(detection range)與辨識距離(recognition range)，640×512畫素間距有絕對優勢，其平均偵測與辨識距離多50%以上，產品製程技術複雜，價位也是成等比級數上升。

TR4100-C300

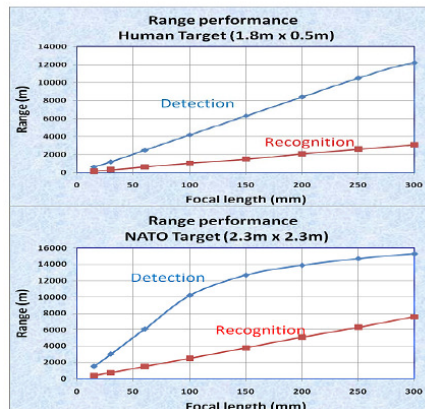
Technology InSb
Array size 320x256 pixel
Detector pitch 30 μ m pitch
Lens 15mm – 300mm continuous zoom



圖七-3

TR4500-C300

Technology InSb
Array size 640x512 pixel
Detector pitch 15 μ m pitch
Lens 15mm – 300mm continuous zoom



圖七-4

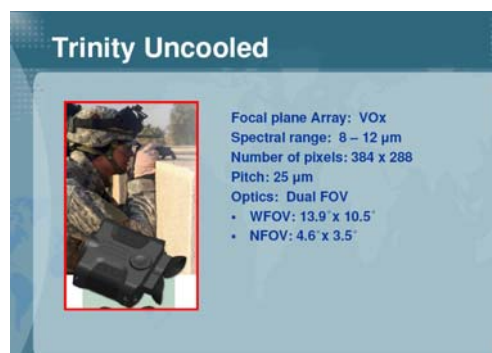
室溫熱像系統也是Cantronic System公司的主力產品，從人體測溫、工業檢測到戰場監控及單兵夜戰，其產品應用需求從2010年起急速發展。主要規格與應用如圖八-1(海岸巡防)、-2(軍營區保全) -3(單兵作戰)、-4(特戰作戰)、-5(發燒辨識警示)等。當然由於不需冷卻系統，其成本價位相較於致冷型紅外線影像系統低甚多。舉例來說，相同畫素解析度與相同場測條件下，使用典型VOx microbolometer NETD= 50 mK，其偵測距離與辨識距離平均短將近50%，如圖九表列所示，但此性能對許多觀測與監控等場景應用已十分足夠，因此熱像產品定位應用系統評估對客戶來說更顯其重要。



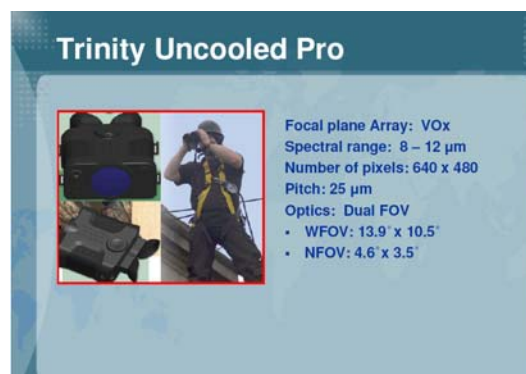
圖八-1



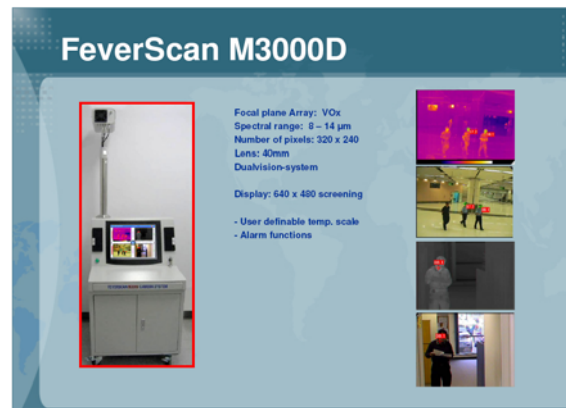
圖八-2



圖八-3



圖八-4



圖八-5

Dr. James Zahn以上述材料架構完成的紅外線影像系統依序進行介紹後，瞭解到紅外線影像系統產品主要客戶在國內為加拿大國防部、海岸巡防部及警消局，國外為北美洲美國國防、國土防衛部與醫學研究中心；歐洲英國、中、北歐等國家，而亞洲則為日本自衛隊、南韓與新加坡、馬來西亞等國國防部等35國。並且，他也毫無保留告知北美與西歐主要國防客戶讓我瞭解世界上重要國防武器系統商所使用紅外線影像次系統均有Cantronic System公司的主力產品，如圖十所示。

Optics Focal length (mm)	Detection Range (m)	Recognition Range (m)
8	215	54
25	673	168
50	1,346	336
75	2,018	505
100	2,691	673
125	3,364	841
150	4,037	1,009
175	4,710	1,177
200	5,383	1,346
225	6,055	1,514
250	6,728	1,682

NATO Target (2.3mx2.3m)

Optics Focal length (mm)	Detection Range (m)	Recognition Range (m)
8	522	130
25	1,631	408
50	3,262	816
75	4,894	1,223
100	6,525	1,631
125	7,900	2,039
150	8,300	2,447
175	8,564	2,855
200	8,897	3,262
225	9,176	3,670
250	9,411	4,078

圖九

上午討論結束前Dr. James Zahn指示產品經理Mr. Frank. L. Fei下午在會議室動態展示該公司InSb 640×512 NEDT= 15 mK熱像系統，與進行該公司自行研發的影像電路模組進行討論。另外，他也十分希望有機會與中科院針對QWIP產品開發進行策略合作，在政策許可下，我禮

貌性邀請總裁至本院參訪，他欣然同意，整個上午討論在中午12:20分結束。

North American Division

- Key Customers:
- Defense
 - DARPA (US Department of Defense)
 - Canadian Department of National Defense
 - UK Ministry of Defense (Selex Galileo, formerly BAE Systems)
 - US Army Research Lab
 - US Navy
 - Security
 - DRS Technologies
 - Northrop Grumman
 - Siemens
 - Lockheed Martin
 - Johnson Controls
 - ADT Security Services

圖十

吃完餐後，便針對 VE 1.6 紅外線熱影像處理電路模組進行討論，它是通用型低溫 IDDCA 熱像模組與光學鏡頭、與 rotary 和 linear 史特靈致冷控制之多功能影像電路及控制介面板，實體與主要規格如圖十一所式，可支援 320x240 到 640x512 畫素 FPA，並具有類比與像機標準介面數位輸出，可電腦與自動校正 stand alone 等模式，其影像系統操作方塊圖如圖十二所示。



VE1.6 with detector, cooler, and ADC.

Specifications	
Max. Frame Rate	60 Hz
Max. Image Size	640x512
User Data Storage	8 MB (at least 6 calibrations)
Control	RS232, Ethernet (TCP/IP)
Optics Interface	Analog Drivers, RS232, RS422/485
Digital Input	14-bit Camera Link
Analog Output	NTSC, PAL, VGA
Digital Output	14-bit Camera Link (unprocessed)
Focus	Autofocus and Manual
Range Control	Histogram Equalization and Linear
Palettes	Gray, Color, and User Created
Bad Pixel Detection & Replacement	Automatic and Manual
Resolution / Image Size	Up to 640x512
Size	100mm x 90mm x 20mm
Weight	100g
Software	Control Software and Protocol Provided.
Power Consumption	3.6 W
Operating Temperature	-40°C to +55°C

圖十一

The diagram illustrates the architecture of the VE1.6 Camera System. It features five main components: Optics, Cooler, Detector, ADC, and VE1.6 Engine. The data flow is as follows: Optics sends data to the Detector. The Detector sends Analog Data to the ADC and Digital Camera Link data to the VE1.6 Engine. The ADC also sends Digital Camera Link data to the VE1.6 Engine. The VE1.6 Engine outputs Video Output and provides Control (Ethernet, RS232, USB) to the Optics. Power is supplied to the Optics, Cooler, and VE1.6 Engine.

```

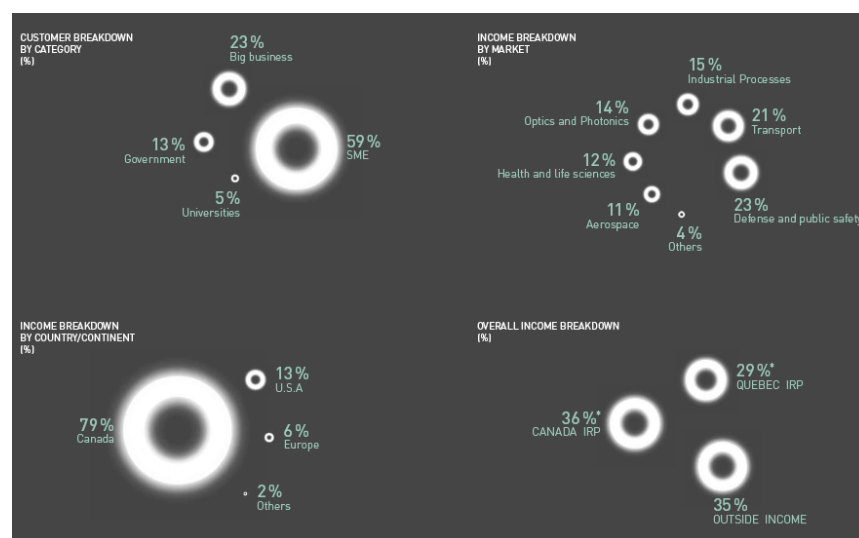
graph LR
    Optics[Optics] -- "Optics & Shutter Control" --> Detector[Detector]
    Cooler[Cooler] -- "Analog Data" --> Detector
    Detector -- "Analog Data" --> ADC[ADC]
    Detector -- "Digital Camera Link" --> VE16[VE1.6 Engine]
    ADC -- "Digital Camera Link" --> VE16
    VE16 -- "Video Output" --> Out[ ]
    VE16 -- "Control (Ethernet, RS232, USB)" --> Optics
    Power1[Power] --> Optics
    Power1 --> Cooler
    Power1 --> VE16
  
```

VE1.6 Camera System Diagram.

雖然為通用成像與控制模組，但由於每種產品使用之 ROIC 不盡相同，因此 ADC 近接介面電路需要由使用公司自行開發，而 VE 1.6 紅外線熱影像處理電路模組僅提供數位輸入介面，介面規範定義十分清楚，若希望委託其他廠商或自行開發近接介面電路時，原廠將提供技術諮詢支援，初步評估應不是問題，這針對希望迅速開發熱像系統之廠商，此解決方案可即時提供展示或小批量量產需求，的確是極佳選擇。之後，實際參觀 InSb 640×512 NEDT= 15 mK 結合 VE 1.6 紅外線熱影像處理電路模組的熱像系統動態展示，此熱像系統具有寬、窄兩種光學視角，開機操作超過 2 小時畫質均無閃爍不穩現象，詳細觀察兩點校正後影像畫對比及清晰度與英國 Selax 公司相類似熱像系統比較，表現有過之而無不及，但要求觀看未校正之影像，遭其婉拒，視為小遺憾。影像介面討論於 17:25 結束。

經過約 2 小時因國內機場塔台局部停電之故誤點與加上 6 個多小時搭機與搭車行程後，到達魁北克已經晚上 12:00 左右了。飯店與 INO 約五分鐘車程。隔日 7 月 7 日約 9 點 30 分搭車前往 INO 加拿大國家光學研究院。

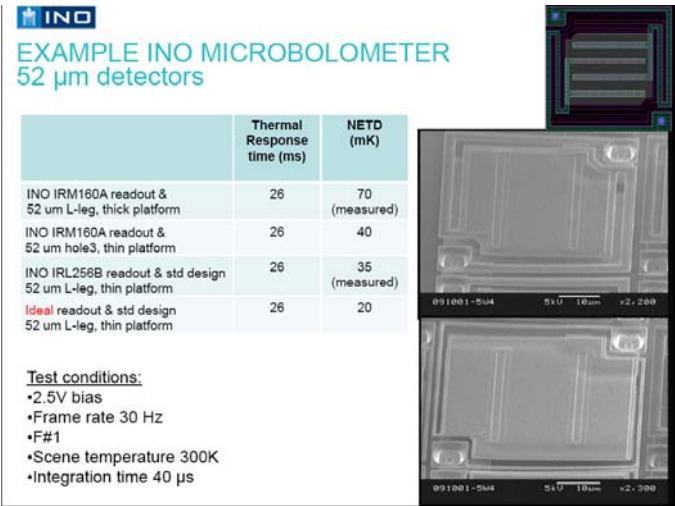
早上一到受到 INO 的商業技轉副總經理 Mr. Simon Labbê、技術發展經理 Dr. Hubert Jerominek 與微系統製造專案經理 Mrs. Christine Alain 等三位熱烈歡迎。首先 Mr. Simon Labbê 非常歡迎我的到來，之後先請技術發展經理 Dr. Hubert Jerominek 針對 INO 研究專案進行約 1 小時技術能量簡報，專案經理 Mrs. Christine Alain 針對本院有興趣之室溫熱像 VOx 製造技術發展進行約 30 分鐘簡報。由 Dr. Hubert Jerominek 簡報中瞭解到，INO 其實就像國家級法人應用與科技研究單位，有點像我國工研院與中研院的綜合體，研究經費與收入來源主要為政府內部支持計畫 65%，私人 35%，主要研究方向為國防與公共安全科技比重最大 23% 其他領域都很平均在 11~21% 之間，經費收入主要貢獻國仍為母國，因地利關係美國居次。如圖十三所示。綜合觀之，該單位定位在於學術界與工業界間，將研究能量從知識化轉化成技術化、商業化的角色，與本院未來轉型後的角色十分類似。Dr. Hubert Jerominek 鉅細靡遺說明 INO 的角色對加拿大科技發展之重要性與不可取代性，雖然人數近 300 人，但幾乎為碩士以上專業研究人員，應用研究成果居加拿大全國之冠。



圖十三

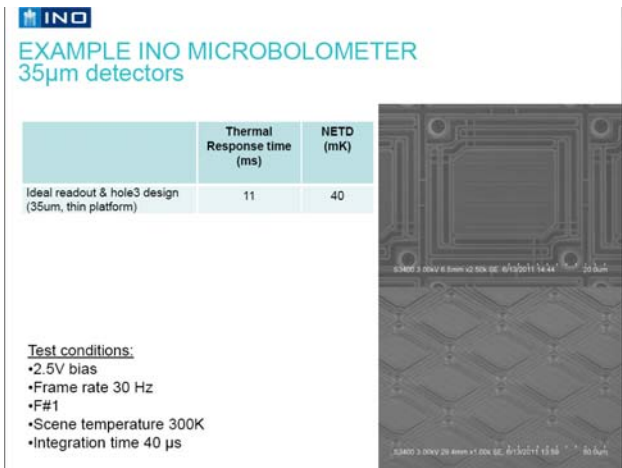
之後，專案經理 Mrs. Christine Alain 開始針對未來本院希望結合國內產學界將 INO 微系統專案實驗室之室溫熱像 VOx 研發與製造技術移轉至台灣進行專案簡報，這也是吾人此行最重要的目的之一。以下為擷取重要簡報內容進行闡述：

圖十四將未來技轉至台灣進行批量量產的規格進行說明，其技轉考量本院製程平台，是以第一種架構厚膜 L-leg 52 μm pitch 作為技轉尺寸與品質規格，實體紅外線偵檢單元為該圖之右 SEM 圖，但是設計法則都會在技轉訓練中詳述，只要未來有 stepper 深次微米等級高精度曝光系統，就有能力開發高品質(極低 NEDT)室溫熱影像產品，不會受 INO 專利所侷限。



圖十四

若以 INO 目前較成熟影像陣列單元技術能力，在理想 readout & hole 3 design 法則且用薄膜製程下(35 μm , thin platform)，其 NEDT 小至 40 mK，其 pitch= 35 μm 實體偵檢單元及焦平面陣列 SEM 圖如圖十五所示。



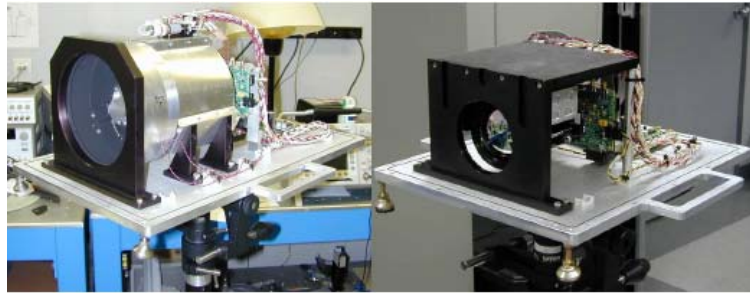
圖十五

Mrs. Christine Alain 也針對類似技術發展中主要幾種陣列規格與製程技術複雜度(如圖十六所示)進行闡述，研發原則則為如何使 leg 寬度縮小，又能有足夠支撐力頂住懸浮熱感膜層，使不易塌陷，如靠選擇正確適宜重要設備外，仍須要製程 know-how 驗證實驗。這也是 INO 微系統專案實驗室最重要的技術能量，目前，發展中最小之 pitch= 15um 偵檢單元，NEDT= 20 mK @ F#1，此為該實驗室最佳量測數值，預計兩年內可完成雛形，供加拿大國防單位作為軍事用途。



圖十六

下午，便與 Dr. Hubert Jerominek 及 Mrs. Christine Alain 針對室溫熱像模組製造與影像驗證進行細節討論，同時參觀影像系統測試與品質驗證實驗室，實驗室中系統測試工程師 Dr. Alain Bergeron 以 160×120 與 640×512 兩套熱像系統為例，詳細說明測試條件實體圖如圖十七所示，調整好測試條件後，直接進行動態影像展示，要求觀看原始未校正影像，發現以 VOx 遠優於 α-Si 材料系統影像品質；且背景溫度飄移下校正週期可>5 min 以上，因場測地點在室內，無法確認戶外場景影像品質，但也觀察到室溫熱像 640×512 畫素室內場景熱成像品質，與低溫致冷類似熱影像系統比較無分軒輊，並獲得不少實務影像測試經驗。最後，在 17:25 分結束當天的 INO 熱像系統討論與參觀任務。



圖十七

7月8日早上9點30分開始本日討論議程，首先簡報雙方要討論之議題如下：

Agenda for CSIST (copied from CSIST file):

1. Presentation and demo of complete thermal camera. INO 完整熱像機展示說明
2. Cleanroom lab (equipment and process) and detector/camera lab tours. INO 無塵室針對室溫熱像設備參觀與製程說明
3. Presentation of thermal camera technology transfer by INO's existing licensees (sharing experience and analysis of successful cases). INO 技轉之關鍵專利說明及分享之前技轉之成功經驗
4. Confirmation of camera yield rate and manufacture time for each step. 製造室溫熱像機主要道次良率評估
5. Comparison of equipment for R&D and mass production and detailed running cost for mass production (5000 units per month of 160x120 uncooled microbolometer, cost include equipment, material, maintenance and optimized human resources). 說明大量生產與研發階段設備、製程、材料、人員考量
6. Detailed training schedule for CSIST and sublicensee (totally 3-5 persons) when they stay in INO for 3 months. 詳細說明三月技轉期間之訓練時程
7. CSIST and sublicensee have the right to use the licensed technology without patent infringement and the technology transfer fee shall include the entire patent licensing fee. 專利侵權時的權利義務議題
8. According to the funding schedule of Taiwan government, the transfer fee will be paid separately each in Canada and Taiwan. 建議遵照我國政府法律前提下，未來技轉付款方式以加拿大技轉訓練與國內技轉環境建立兩部分。
9. Presentation of ROIC wafers made by INO's subcontractor (Dalsa-Teledyne) for the first three years. (wishes to transfer to TSMC for example later on) ROIC 下線協助事宜，三年內由 INO 協助 CSIST 在 Dalsa-Teledyne 下線，之後可在 TSMC 為目標
10. Concrete proposal for cleanroom facility, circulation plan and personnel disposition of the production in Taiwan. 提供台灣無塵室設備、製造計畫與人員專長規劃建議。

11. The above issues must be clarified by INO and CSIST and the conclusion must be signed by both companies within the meeting. 以上議題，希望能在此會議中確認其 INO 與 CSIST 雙方議題討論異與同項次，提供未來計畫實質合作之參考依據之一

INO由Dr. Hubert Jerominek針對我提出之上述議題與預計從2012~2014年新階段科專計畫技轉規劃，一一提出說明、回覆及交換意見，爲了雙方認知一致與避免誤解，已將英文原文如表二所示，提供未來科專計畫技轉合作規劃同仁參考。

ISSUES for INO and CSIST:

- See pdf file present by Dr. Tang. INO to be involved until the end of 2014.
INO may also be involved in the fourth year, not shown in the pdf file.
- Visit of the clean rooms and IR labs (visitors with Christine Alain and Dr. Alain Bergeron):
- INO to send pdf file of bolometric detector presentation made by Christine.
- INO to send pictures of equipment to CSIST, including IR FPA testing system (optoelectronics, optics, Thermal Weapon Sight), and packaging facility.
- INO to send video of IR imaging camera.
- INO to send quote for IRXCAM (160x120).
- CSIST showed interests in catadioptric optics, thermal weapon sight, microscan.
- INO has transferred the optics and microscan technology to Revision Eyeware
- INO to send information on IRXCAM to CSIST, and explain that the camera module can be fitted to many formats and many detector suppliers.
- CSIST had questions on how to relate sensitivity and f number (example $NETDf1 = NETDf0.8 \times (12+0.25) / (0.82+0.25)$)
- INO to send pdf version of annual report
- All items to be provided before end of July except pictures of equipment due on July 19th.
- Lunch
- Discussions around lab equipment (Dr Tang and Christine)
- Discussions about proposal (all)
- Hubert Jerominek presented the project and explained differences between bolometric detector transfer and camera transfer.
- INO to add in the proposal that camera are guaranteed for 12 months.
INO to support repairs if need be.
- INO to make a separate proposal on camera and/or microscan technology transfer, if requested later on by CSIST.

- CSIST personnel training: the technical proposal submitted by INO specifies that no more than 2 CSIST trainees may be in INO laboratories at the same time. However, INO will allow a third trainee to stay in its assigned office, outside the security zone. INO will add content of training at INO in the proposal. INO will provide information about living expenses for trainees in Quebec City to CSIST.
- INO will clarify in the proposal whether it includes ROIC schematics or not. INO explained differences between having bloc diagrams of schematics and entire top-to-bottom schematics. INO states that IRM160A ROIC schematics and layout diagrams(gdsii files) will be included.
- Patents infringement: INO and CSIST recognize the importance of patent infringement issue. INO Guaranties, with respect to its IP, will be treated in the Technology Transfer Agreement to be submitted by INO to CSIST. CSIST is requesting that INO clarifies the position of their patents with respect to Honeywell's patent portfolio.
- Discussions about payment issues, transfer fees versus license fees. INO and CSIST need to find a mechanism for the 600k\$ License fee and royalty payments to INO.
- Payment of transfer fees for Technology Transfer: CSIST proposes to pay the Technology Transfer fee in two installments: 30% one month after kick-off and the remaining 70% towards the end of 2012. INO proposes its own payment schedule described in the submitted Technical proposal. This will be negotiated at a later date between CSIST and INO.
- INO to add to the proposal that it will give the rights to CSIST for 3 years to directly purchase 160x120 ROICs from Dalsa Teledyne in Bromont.
- INO to add to the proposal specification of custom designs in hardwired batch (pitch, number of design, what will vary, etc).
- CSIST is requesting help from INO to verify their proposal to Taiwanese government in terms of floor plan, number of personnel and cleanroom facility; INO will provide the requested support.

- Discussion about throughput at INO and MEMS foundry. INO states that it should be possible to produce 5000 yielded unpackaged FPA dies (detectors + ROIC) per month in industrial environment (yielded die meaning >99% operability).
- INO's miniproduction capacity: work in clean room is 8 hours per day, 5 days per week, manual equipment, 6-8 weeks delay, 6-10 wafers per batch, 6 masks layers, about 3000 yielded unpackaged FPA dies per year.
- MEMS foundry production capacity estimation: work in clean room is 24 hours per day, 7 days per week, automated equipment, and evaluated time to fabricate 6 masks is 2 to 4 weeks for batches of 24 wafers. Many batches may be started each week, typical for an industrial foundry may be up to 200 lots per week. 24 wafers batch roughly gives 1200 good FPAs. 5000 yielded unpackaged FPA dies per month mean 100 wafers per month, so small volume for a foundry in terms of detector fabrication only.
- Packaging capacity: a single packaging vacuum oven may package around 110 yielded FPA dies per month (assuming 70% packaging yield). The total throughput depends on the number of machines used.
- CSIST will add to their contract with their sub-licenses that license fee and royalties are to be paid to INO. This will be confirmed at a later date by CSIST.
- INO's transferred technology score:
 - Bolometric detectors: 1 done, 2 in progress, 1 newly signed, 3 in negotiation.
 - Camera modules: 1 done (Thermal Weapon Sight), 2 in negotiation.

表二

彼此針對技轉項次詳細時間流程與要項進行討論及交換意見後，Dr. Hubert Jerominek 將預排之室溫熱像技術技轉流程詳細說明，如圖十八所示。主要分成 INO 介紹、ROIC 設計、元件陣列設計、陣列製造、模組封裝、模組測試等六大部分，也是未來國際技轉合作之主軸。

Proposed on-site training schedule at INO Bolometric detector technology transfer																					
N°	Task	Duration	M1					M2					M3					M4			
			29	05	12	19	26	03	10	17	24	31	07	14	21	28	05				
1	Introduction to IHO	1d																			
2	Welcome session	1hr																			
3	Introduction to bolo team	1hr																			
4	Safety and clean room entry procedures	4hr																			
5	Clean room visit	2hr																			
6	Review of IRM160A ROIC architecture	2d																			
7	Detector design	9d																			
8	Review of detector fundamentals	1d																			
9	Bolometric detector design review	1d																			
10	Participation in simulations	2d																			
11	Discussions on various layouts	2d																			
12	Participation in mask design	2d																			
13	Participation in reticule ordering	1d																			
14	Participation in detector fabrication	30d																			
15	Bolometer manufacturing overview	1d																			
16	Wafer pre-characterisation	2d																			
17	Polyimide layer	4d																			
18	Vox layer	4d																			
19	Via holes	2d																			
20	Contact holes	2d																			
21	Electrodes	3d																			
22	Passivation	3d																			
23	Back metalisation	2d																			
24	Dicing - Release	2d																			
25	Detector characterisation	3d																			
26	Wafer post-characterisation	2d																			
27	Participation in packaging	11d																			
28	Review of packaging concerns	2d																			
29	Assembly	2d																			
30	Wirebonding	1d																			
31	Window attachment	2d																			
32	Sealing	2d																			
33	Characterisation	2d																			
34	Overview of IR testing basics	10d																			
35	Test equipment review	1d																			
36	Noise concerns	1d																			
37	Participation in radiometric testing of pixels	4d																			
38	Participation in radiometric testing of FPAs	4d																			

Notes :

During training, days will start and end with a short presentation/review of material to be seen in clean room.

Trainees will have some time by themselves to review written material.

Schedule is flexible and may vary in case of equipment breakdown.

圖十八

之後，他告知 INO 室溫熱像在加拿大陸軍的實際應用為紅外線影像狙擊槍與單兵手持式夜視望遠器，並細述內部功能規格，相關規格與實體如圖十九所示。最後兩個小時，詳細參觀陣列製程整合與封裝實驗室。於 17:05 分結束所有的議程討論。



SINGLE BAND TWS

CHARACTERISTICS	TWS
TWS	Test model
Bands	Single band: 8-12 μm
Camera Resolution	320 x 240 pixels
Human detection	~ 800 m (experimental)
Human recognition	~ 200 m (experimental)
Human identification	~ 133 m
FOV	9.5° x 7.2°
Focal length	50 mm
Diameter	88.9 mm
Weight	~ 1104 g (1222 g)
Athermal focus	~ -30°C to 40°C
Focus range	5 m - infinity (manual)
Operating temperature	~ -30°C to 40°C
FPA NETD	~ 100 mK (50 mK available; 30 mK possible)
Effective pixel size	25 x 25 μm^2
$F_{\#}$	0.96
Micro-display resolution	640 x 480 pixels
Signal to micro-display	Direct values
Image display	White-on-black
Power consumption	Black-on-white
Autonomy	4.5 W
Image display	5.3 h (6 x AA batteries)
RF link	Pixel smoothing, image enhancement
Sight	Digital image link; 2.4 GHz
Rail mounting	Adjustable red crosshair
	Weaver or Picatinny




圖十九

參、心得

此次的公差出國參訪，讓我得到極大啓發與獲得許多寶貴的經驗，詳如下列表述：

- (1) 加拿大在紅外線影像技術能力與世界相關領域最好的美國比較絲毫不遜色；並且對於紅外線影像科技合作與技術輸出上，對未邦交之民主國家採取較彈性的輸出策略，在不影響公司利益下，樂於分享相關研發經驗。
- (2) 未來合作議題與方式，加拿大 Cantronic System 公司希望 QWIP 熱像系統開發採取合作互補方式，來促進彼此合作緊密度；而 INO 公司希望室溫熱像系統能將其技術轉至本院，由本院在台灣進行技術擴散，形成產業模式，創造最大利基，但是這都需要加拿大政府同意與公司策略支持下運作爲前提。
- (3) 加拿大是多種族國家，西邊爲英語系爲主，東邊尤其是魁北克省以法語系爲主，人格特質雖不相同，但是法治素養很高，並且討論議題時條理分明，並無模糊地帶，因此討論技術議題若能告知知無不言，但未被授權，一句話都不說，十分直接。
- (4) 雖然加拿大有許多天然資源外銷，但對於科技研發與教育經費的投入均不遺餘力，且科技與教育十分重視環保訴求，許多技術希望提升綠色環境與降低產業污染爲主。
- (5) 產、學、研三方合作均靠自發性爲主，政府僅是協助者角色，這與許多亞洲國家不同。
- (6) 加拿大研究人員有著英國人的嚴謹探究學問精神及法國人創新勇於冒險的雙重特質，並不像美國研究人員較實際與英雄主義，因此許多科技公司仍是中小型企業爲主，甚少國際級大公司，不過中小企業彈性高也懂創新，也積極尋求多方合作，因此未來若能密切連結，對本院特定技術升級必有其助益。
- (7) 藉由本次參訪瞭解到加拿大紅外線影像科技的優異性及彈性度，建議本院未來可與加拿大相關研究單位及公司進行更緊密策略合作與實質交流，以互利互補方式共創雙贏。
- (8) 加拿大政府對我國免簽證，科技研發人員交流相對於美國的管制開放許多，大幅提升雙方國際合作效率，對我國研發技術提升有極大助益，值得我政府大力支持雙邊合作技術擴展。

肆、建議事項

此次的公差出國有以下兩點建議：

- (1) 加拿大 Cantronic System 公司是北美著名的紅外線影像系統公司，尤其對紅外線產品系統介面整合如：IDDCA 界面電路、成像電路設計製造、熱像系統人機顯控功能開發有豐富經驗，該公司所熱像系統提供國際武器大廠進行大型光電追瞄系統整合，未來若能與其公司進行技術上下游整合與策略合作，提升熱像產品品質與效能，對本院既有熱像技術產業化擴展有莫大助益。
- (2) 加拿大 INO 光學研究院是加拿大最大光學、光電子及生醫光電應用科技的研發單位，在本次參訪中瞭解到 INO 微系統製造部門，其 microbolometer 室溫熱影像技術內 VOx 感測模組製造尤有專精，有完整的技術與量產解決方案，希望未來能加強本院與 INO 實質技術交流。

附件

無