

出國報告（出國類別：參訪）

赴中國大陸（北京與香港）參訪遙測 應用與坡地監測技術研究機構

服務機關：行政院國家科學委員會

姓名職稱：廖宏儒 博士後研究員

派赴國家：中國大陸（北京、香港）

出國期間：100 年 12 月 25 日～101 年 01 月 01 日

報告日期：101 年 03 月 28 日

目錄

摘要.....	ii
一、 前言.....	1
二、 參訪行程.....	4
三、 參訪單位簡介與過程.....	5
四、 參訪收穫與心得.....	11
五、 建議.....	12
六、 攜回資料.....	13

摘要

臺灣位處板塊碰撞帶，地質本就不穩定，加上近年來因氣候異常，導致旱、澇加劇，對於國土（尤其是山坡地的不穩定）保育的工作顯得更加重要。因此加強國土基本資料的建置與監測工作則是現在必須進行的工作，遙測影像與技術則可及時與定期提供此項基本資料。中國地廣人稠、對於國土監測亦是十分龐大複雜的工作，因此中國大陸在遙測領域近年來有相當大的發展，以快速精確提供基本國土資料，而其中的領導者就是中國科學院遙感應用研究所。此行參訪對於微波遙測對於土壤含水量的估測有進一步的瞭解，此技術發展成熟後，將可應用於臺灣山坡地的含水量監測上。另外香港地小人稠，大多住在坡地之上，因此對於坡地的監測技術亦值得吾人參考，此行對於以微機電元件為基礎所開發的山坡地崩塌預警系統印象深刻，對於臺灣山坡地的預警或可有進一步的啟發與應用。

一、前言（參訪緣由）

遙測（中國大陸用語為遙感，即 remote sensing）在現代全球面臨環境巨變中扮演著重要的角色，遙測技術在防救災上有極大的優勢，在時間域上有著及時（on time）與近即時（near real time）的特性，在災害發生時可於第一時間提供災害地區的影像，給決策單位與救災人員參考。而在空間域上則可提供不同解析度的資料，依任務需求可拍攝或提供不同尺度的資料，例如發生大規模水災時，就需要大範圍的遙測影像緊急判釋溢淹深度與範圍；如果局部地區發生山崩（例如蘇花公路邊坡崩塌），則需該地區的高解析度遙測影像以供崩塌量估算等使用。

目前國內使用的遙測衛星除自己擁有的福衛二號外，其餘皆須仰賴國外的資料（例如光學的 SPOT 系列、合成孔徑雷達的 ERS 與 ENVISAT 衛星）。但無論使用何種資料來源，如果只是購賣或是產出資料的產品，對防災而言總是不足的，因此如何從資料面進行優化、分析與品質的提升是我國在衛星影像應用領域應該發展的方向。

中國大陸發展太空任務的角色目前實居世界前端的地位，除硬體（發射器、衛星本體、感測器等）的建置外，在遙測資料的蒐集、優化、演算法、應用與加值等軟體應用面也進行大規模、全面性的研究發展，根據資料顯示，數個五年科學研究計畫皆大量經費補助此一領

域，並延攬國內外人才。其中中國科學院遙感應用研究所（以下簡稱中科院遙感所）係中國負責遙測衛星資料分析、應用與研究的主要領導團隊之一，因此到中科院遙感所瞭解目前中國大陸最新進程與研究發展技術與領域，進而增進我國遙測影像之應用推廣層面，是筆者此行的主要目的。

另外災害防救應用科技方案一直關注大規模崩塌議題，臺灣山坡地面積約佔整體國土的七成，加上位處亞熱帶、為太平洋與南海生成颱風極可能入侵的路徑上。根據「臺灣氣候變遷科學報告 2011」提出的最新研究成果，臺灣未來將面臨旱、澇加劇的趨勢，這對於山坡地的不穩定性增加了更多變數，因此對於環境的監控、基本資料的建置與災害防治更顯重要。

香港因為大多是山坡地，對於邊坡整治與土地利用有諸多可供臺灣參考之處，雖然香港與臺灣地質條件存在基本的差異（香港總面積的 60% 為火山岩，30% 為花崗岩，7% 為沉積岩，變質岩僅佔 3%；臺灣則以變質岩區與沈積岩區為主），但是坡地的基本防治概念仍是相同。

根據香港官方單位調查，香港的坡地災害特性有下列幾點：1. 災害都由暴風雨引起。2. 大多數是很小的滑動。3. 滑動是迅速發生。4. 發生問題的坡地多屬人工邊坡工程。因此香港邊坡預防與整治方

面有許多值得臺灣借鏡之處。香港科技大學王幼行教授為台大土木系所畢業，就讀碩士班時即專研邊坡土石流的研究，爾後至美國喬治亞理工學院攻讀博士學位，在此領域為新生代的優秀學者。王教授得知筆者正推廣防災科技的計畫與議題，即邀請筆者至香港科技大學訪問，並介紹他的最新研究成果，以對國內坡地防災有所貢獻。

二、參訪行程

100 年

12 月 25 日 星期日（台北-北京）

準備相關資料，抵達北京

12 月 26 日 星期一（北京）

訪問中國國家科學院遙感研究所

12 月 27 日 星期二（北京）

參訪中國國家科學院遙感研究所，遙感科學國家重點實驗室

12 月 28 日 星期三（北京-香港）

參訪資料整理，前往香港

12 月 29 日 星期四（香港）

訪問香港科技大學土木工程學系王幼行教授實驗室

12 月 30 日 星期五（香港）

由王幼行教授研究團隊安排進行現地考察

12 月 31 日 星期六

資料整理

101 年

01 月 01 日 星期日（香港-台北）

回國

三、參訪單位簡介與過程

（一）中國科學院遙感應用研究所

中國科學院遙感應用研究所成立於 1979 年，是中國大陸遙感科學與綜合應用技術國家層級的開放型研究機構。在成立初期中科院遙感所成功組織了著名的中國遙感三大工程：騰冲航空遙感試驗、津渤環境遙感試驗、二灘水能開發遙感試驗。之後的連續四個五年計劃主持國家遙感科技重點發展項目，建立了中國大陸最完善的高空機載遙感系統、地表雙向反射特性、遙感信息傳輸機理、地表能量交換的遙感定量研究。該所目前擁有 14 個研究中心或實驗室，其中最主要四大國家級研發機構是：遙感科學國家重點實驗室、國家航天局航天遙感論證中心、國家遙感應用工程技術研究中心、遙感衛星應用國家工程實驗室。另外設有遙感輻射傳輸、環境遙感前沿、高光譜遙感、微波遙感、遙感定標與真實性檢驗、遙感圖像處理、農業與生態遙感、減災與應急遙感監測、遙感空間信息系統、數字地球與導航定位、國土資源遙感、環境遙感應用技術研究室、非再生資源遙感等研究實驗室。

本次參訪除到各主要研究中心與實驗室進行初步接觸，主要是以遙感科學國家重點實驗室為參訪重點。遙感科學國家重點實驗室是將原本的中國科學院遙感信息科學重點實驗室和北京師範大學遙感與地理信息系統研究中心合併而成立。2003 年獲得中國大陸科技部批

准，2004 年開始建置，2005 年通過評估後正式成立。實驗室主任爲施建成研究員。

遙感科學國家重點實驗室主要研究方向有以下幾項，包括：

1. 遙感輻射傳輸機制與反演理論研究：發展與完善自主的遙感輻射傳輸模型，並融合國際先進的多尺度遙感模型；發展多源遙感數據協同反演的理論和方法，逐步建立多尺度遙感觀測數據、地面台站觀測數據與地表過程模型的同化理論和技術體系。

2. 遙感信息獲取與處理前瞻技術研究：發展多角度、偏振、全極化多波段微波、超光譜、雷射雷達、高空間解析度、無線傳感器網路等先進的遙感探測、數據處理與訊號提取技術，拓展遙感應用領域。

3. 地球空間資訊綜合集成與應用基礎研究：研究通訊網絡、遙感技術、遙感數據與信息服務的集成、模擬和可視化技術，建立地表輻射與能量平衡、水循環、碳氮循環遙感綜合監測與模擬平台，開展農業、資源、災害、環境與健康等方面的示範應用，促進大氣、水文與全球變化遙感研究。

此行施建成主任介紹實驗室的主要設備與目前正在進行的前瞻研究，施主任目前也是加州大學聖塔芭芭拉分校（University of California, Santa Barbara）計算地球系統科學學院研究員，是國際上微波遙測的專家。施主任一直從事微波遙測模型、反演和應用研究，在

極化雷達、正反演模型研究方面取得了顯著的成果，得到國際微波遙測領域學者的廣泛認可。目前領導的團隊負責雷達背向散射模型、土壤水分和積雪物理參數反演等前瞻研究項目。施主任已在國際主要期刊發表論文共有百餘篇，主要學術貢獻包括三方面：對土壤水分的主、被動定量微波遙測的理論和反演算法發展的貢獻；對積雪的主、被動定量微波遙測的理論和創新方法發展的貢獻；對雪地、粗糙表面和植被的散射和發射理論模型發展的重要貢獻。

此行最主要的收穫是利用微波遙測對土壤水分的定量微波遙測的應用發展，對臺灣山坡地而言，因為普遍都有植被所覆蓋，僅利用光學衛星的光譜特性僅能反映植被的特性，無法反演植被之下的土壤含水特性。而根據坡地滑移相關研究指出，坡地的含水量直接影響到坡地的穩定度：含水量太多則使得土壤顆粒之間的摩擦力減少，進而增加崩塌機會；若土壤太過乾燥則會導致土壤顆粒間的附著力降低，也會易造成崩塌的危險。主動式微波遙測系統最大優勢為主動式發射訊號，接收經過目標物的反射訊號後，經過反演模式回推目標物的演算參數。而根據目標物的不同可採用不同波長的微波，如要監測坡地的土壤含水量，則必須穿透其上的植被，且因為廣域拍攝，此時以L波長的微波做為發射訊號最為適當，因為長波長微波因波長較長，可以穿透植被，獲取土壤表面的資訊。但施主任表示此方法仍有盲點，

最主要是因為微波遙測只能獲取地表的資訊，而其下較深的土壤含水量則需經過其他模式加以推算，而這種含水量模式的建立需要更深入的研究，且需要因地制宜，因此需要其他領域的本土研究人員加入研究團隊，方能得到臺灣本土坡地的基本資料庫。

（二）香港科技大學

自從 88 風災大規模崩塌造成重大傷亡、國道三號靠近基隆路段在晴空萬里的天氣無預警的突然發生邊坡崩塌，在在顯示坡地除了一般的養護工程之外，對於日常的監測更顯得重要。香港地小人稠，大部分都是山坡地，住在山坡地區對香港居民來說是一種不得不的選擇，也因此對於坡地整治與坡地警示是香港政府與土木工程學界的研究重點。

我國目前向香港取經大都著重在邊坡的整治工程與邊坡管理，而對於監測部分甚少有相關的接觸，筆者從負責業務的相關合作單位得知香港科技大學土木工程學系黃幼行教授目前開發出以非常經濟的電子元件為基礎，開發邊坡常態性監測系統，筆者負責「行政院災害防救應用科技方案」，邊坡防治與警戒為本方案之重點項目，對於黃教授此系統的開發與應用是需要更被瞭解，

此行黃教授介紹了主要電子元件-微電子機械系統（簡稱

MEMS，其定義為一個智慧型微小化的系統，包含感測、處理或致動的功能，包含兩個或多個電子、機械、光學、化學、生物、磁學或其他性質整合到一個單一或多晶片上）感測器，這種元件目前已經相當成熟，廣泛應用於各領域中，包括製造業、自動化、資訊與通訊、航太工業、交通運輸、土木營建、環境保護、農林漁牧等。因為已經量產所以具有成本低的優勢，加上體積小，可以克服耗電量與散熱的問題（如圖一），黃教授團隊利用此元件的這種優勢，挑選目前已廣泛應用於智慧型手機相關領域的三軸重力感測儀(*G-Sensor*)功能的感測元件，做為大規模山崩的警示系統。

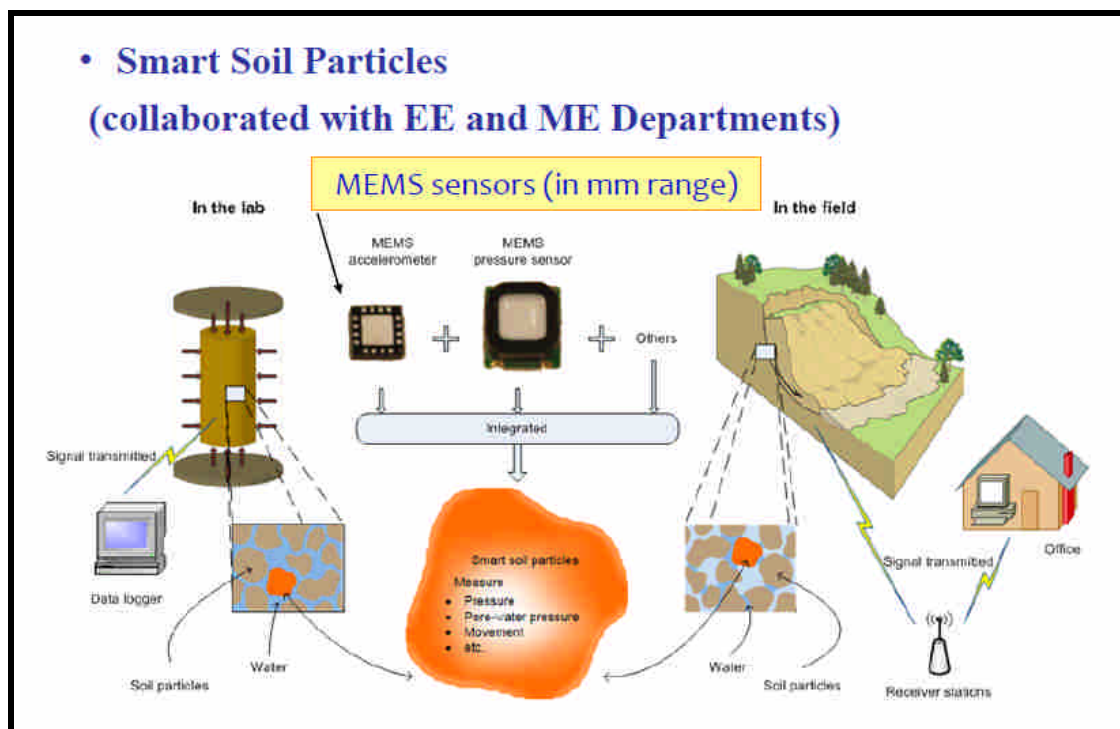
- MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) sensors
 - *Small*
 - *Low cost*
- MEMS accelerometer
 - high sensitivity and wide frequency responses



圖一、微電子機械系統元件實體圖

這套警示系統的主要架構與概念如圖二所示，除了主要的加速度

感測元件之外，還有偵測壓力的微機電系統，前者是用來偵測地表震動，當開始發生大規模崩塌時，將產生類似地震的震動訊號，可藉由加速度感測元件加以偵測。後者則是因為發生崩塌時，土壤內的含水量與土壤排列將發生變化，進而影響到土壤壓力，因此藉由壓力感測器偵測土壤壓力變化。若此套系統安裝於危險度高的監測坡地，在發生山崩之前十數秒鐘將會發出警示，提醒附近居民疏散，以減少國人生命的損失。



圖二、邊坡警戒系統概念與架構示意圖

四、參訪收穫與心得

此次前往拜訪中國科學院遙感應用研究所施建成研究員所領導的團隊與實驗室，並且交換彼此對微波遙測在臺灣平原監測土壤濕度的看法，從中獲得許多的啟發與想法。

對於此次到北京中科院與香港科技大學的參訪，筆者有以下幾項心得：

1. 中國大陸對於遙感領域的發展投下相當龐大的人力與物力，中國大陸而言，遙測科學的目標十分明確：「對遙感（測）科學是在地球科學、資訊科學、空間科學、計算機科學等基礎科學上發展的一門綜合性科學。涵蓋遙感資訊理論、遙感（測）高技術前沿、遙感（測）應用基礎和遙感（測）地理空間資訊（GIS）等綜合理論。隨著國際地球觀測系統（Global Earth Observation System, GEO）的迅速發展，遙測科學在地球系統科學和全球變化研究中發揮越來越重要的作用。」我國對於遙測應用領域並非重點研究領域，投入的人力與物力相較之下顯得薄弱，但是遙測資料對於平日的國土監測、國土規劃、森林資源調查等具有廣域低成本的經濟效益，而在災害發生之時更可提供及時性的最新資料。因此我國應該投資更多的資源在遙測領域之上。
2. 中國大陸在遙測領域投入相當大的人力與物力，且建設了廣大的

野外調查基地與設施，可隨時進行類衛星拍攝的遙測訊號，對於環境監測資料庫的建置有極大的幫助。對於這一部份是我國學界較缺乏的資源，建議我國對此有興趣的研究單位應可透過學界的管道與中科院遙感所建立合作關係，加強我國在這方面的能量。

3. 香港科技大學王幼行教授開發的微機電元件山崩預警系統對於山崩的預警可以低成本建置，廣泛應用於坡地地區。因為臺灣地小人稠，居住在坡地地區很難避免，因此除了加強坡地的防護強度之外，預警系統更是必須建置。如果未來有量產的發展，將可佈建在有人居住的山坡地，以維護生命財產的安全。臺灣的電子元件製造品質有口皆碑，加上價格低廉，若我國產學能利用此一概念開發出適合臺灣坡地的預警產品，將是國人之福。

五、建議

1. 建議在災防與地球科學觀測領域加強遙測技術的推廣與研究，並將其優勢廣知各部會署與地方各級政府。
2. 山坡地預警監測是我國未來必須進行的工作，在災防應科方案之下，坡地監測與技術已列為重點項目，未來將繼續推動此一領域的研發。
3. 國內遙測領域應多加強與國外各機構與研究單位進行交流，尤其

是在防災應用方面，建議未來我國可以防災應用為主題，廣邀國際遙測領域的專家學者來台進行交流，增進遙測於災防的應用。

六、攜回資料

1. 「遙感科學國家重點實驗室」簡介
2. 施建成教授近期研究報告與文獻
3. 王幼行教授簡報檔案與研究文獻