

赴日本參訪環境工程學門領域院校及研究機構

出席團員：科技部工程處環境工程學門承辦人 程弘副研究員

國立中興大學環境工程系 魏銘彥教授

國立中央大學環境工程研究所 江康鈺教授

國立臺灣大學環境工程研究所 于昌平副教授

國立成功大學環境工程系 周佩欣副教授

逢甲大學環境工程與科學系 陳志成教授

一、參訪目的

隨著科技發展與各項產業技術之不斷進步與創新，以及現代化與都市化之社會發展趨勢，雖然大幅提升人類之物質生活品質，但也面臨全球能資源枯竭、氣候變遷與環境污染日益嚴重的危機，加上近年民眾對於生活環境品質的要求提升與新興環境污染的重視，近年環境保護的思維及重點技術方向也有很大的改變，促使許多環境政策/管理以及新穎環境技術的開發應用。此次學門組團赴日本參訪的目的，在於瞭解日本在環境科學與工程之技術發展現況、環境管理的政策思維、以及新穎環境檢驗/控制技術的發展與應用，同時希望能有機會與日本重點大學及研究機構建立國際合作關係。

二、參訪行程

此次環境工程學門參訪團由學門召集人國立中興大學環境工程系魏銘彥教授帶領，參訪團成員包括國立中央大學環境工程研究所江康鈺教授、國立臺灣大學環境工程研究所于昌平副教授、國立成功大學環境工程系周佩欣副教授、逢甲大學環境工程與科學系陳志成教授、以及國科會環境工程學門承辦人程弘副研究員。在 5 天的參訪行程中共拜會了大阪、京都、東京等三地 6 個研究單位，詳如表 1 所列。

表 1 日本參訪行程表

日期	參訪單位
6/3(一)	大阪市立環境科學研究中心 (大阪市立環境科学研究センター) Osaka City Research Center of Environmental Sciences
	Kyoto University 京都大學 Research Center for Environmental Quality Management (京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター)
6/4(二)	Kyoto University 京都大學 Environmentally-friendly Industries for Sustainable Development, Graduate School of Global Environmental Studies (京都大学大学院地球環境学堂 環境調和型産業論分野)
6/5(三)	National Institute for Environmental Studies 国立環境研究所 1. Center for Material Cycles and Waste Management Research (資源循環・廃棄物研究センター) 2. Center for Health and Environmental Risk Research (環境リスク・健康研究センター)

6/6(四)	<p>The University of Tokyo 東京大學 工學系研究科都市工學專攻 (工學院 都市工學研究所) Urban Environmental Engineering Course 都市環境工學專攻 1. Water Environment Technology (Furumai, Katayama, F. Kurisu, & Kasuga) 2. Urban Resource Management (Moriguchi, K. Kurisu, & Nakatani) 3. Urban Sustainability Science (Fukushi)</p> <hr/> <p>Waseda University 早稻田大學 Department of Applied Chemistry, School of Advance Science and Engineering (先進理工学部 応用化学科) Noda-Hanada Lab (野田・花田研究室)</p>
6/7(五)	與留日學生及博士後座談

三、參訪過程

6月2日 出發

參訪團一行六人於6月2日下午14:20搭乘華航班機直飛日本大阪關西國際機場，18:05出關後轉車前往大阪，晚上住宿於大阪天王寺車站附近飯店。

6月3日 大阪市立環境科學研究中心

(Osaka City Research Center of Environmental Sciences)

參訪團於早上9:00搭乘地鐵前往鶴橋站附近之大阪市立環境科學研究中心，由周佩欣副教授協助聯繫之Dr. Haruna Nagayoshi (永吉晴奈博士)負責接待，帶領團員拜會該研究中心之Dr. Junji Masuda (增田淳二)所長。參訪過程中，雙方成員先互相認識介紹後，首先由Dr. Junji Masuda (增田淳二)所長簡要介紹該研究中心之組織架構、工作任務、以及運作現況與成果，學門召集人魏銘彥教授亦說明介紹國內環境工程學門的研究領域重點與發展現況。會後Dr. Junji Masuda (增田淳二)所長也親自與Dr. Daiichi Asakawa (淺川大地)研究主任等人帶領團員實地參觀該研究中心之主要研究室，並於參訪過程中介紹各研究領域之主要工作及具體成果。

大阪市立環境科學研究中心為隸屬於大阪市政府之環境檢驗與研究中心，其工作屬性類似於地方政府之檢驗研究機構，主要負責大阪市各項公共衛生與環境污染物之檢驗分析，包含廢棄物(焚化廠廢棄物成分檢測)、空氣污染(焚化廢氣排放檢測、室內空氣品質、NO_x、PM、PM_{2.5}、VOCs)、水污染(微生物、藻類、氮、磷、汞、重金屬)、生物/病蟲害(食品、細菌、生物多樣性、殺蟲劑)，以及塑膠微粒、PMF、戴奧辛、PFOS/PFOA、

等新興污染物之調查分析研究，其研究分析的領域與對象相當廣泛，且參觀過程中發現，該研究中心具備許多精密分析儀器，且大多設有專人負責操作維護，因此該研究中心之貴重儀器運轉率與效益頗高，對於新興污染物與微量分析亦有相當研究成果。

參觀後一行人回到會議室繼續針對研究中心之運作模式、經費來源、人力組織、貴重儀器設備之操作維護、以及未來台日雙方合作進行交流分享。本次參訪對於日本地方政府皆設有環境研究中心負責檢測分析該地區之各項環境污染物，並長期統計追蹤各項污染物與新興污染物之排放量與變化趨勢印象深刻，值得我國學習借鏡。



圖 1 日本大阪市立環境科學研究中心參訪留影

6月3日 京都大學大學院工學研究科附屬流域圈總合環境質研究中心

(Research Center for Environmental Quality Management, Kyoto University)

參訪團於中午搭乘電車前往京都，再轉搭琵琶湖線電車前往京都大學大學院工學研究科附屬流域圈總合環境質研究中心，由周佩欣副教授協助聯繫之 Dr. Tomonari Matsuda (松田知成副教授)負責接待。參訪過程中，雙方成員先互相認識介紹後，首先由研究中心主任 Prof. Hiroaki Tanaka (田中宏明教授)簡要介紹京都大學之歷史與學院系科，以及該研究中心之主要成員、工作任務、研究成果，而參訪團則由學門召集人魏銘彥教授說明介紹國內環境工程學門的研究領域重點與發展現況，以及台日研究合作計畫案的申請方式(合作管道)。會後由該中心之 Dr. Tomonari Matsuda (松田知成)副教授與 Dr. Masaru Ihara (井原賢助理教授)帶領團員實地參觀該研究中心之主要研究室以及鄰近的污水處理廠，並於參訪過程中介紹各研究室之主要研究方向及具體成果。

京都大學大學院工學研究科附屬流域圈總合環境質研究中心位於日本最大淡水湖--琵琶湖旁，琵琶湖為關西地區之主要用水來源，其水質檢測管控攸關廣大關西地區民眾之用水品質與安全，因此該中心對於水中各項污染物以及生物毒性、微量污染物、新興污染物之研究相當深入完整，該研究中心除一般分析儀器與實驗模廠外，亦具備許多精密分析儀器，且大多有博士生負責操作維護，對於新興污染物與微量分析亦有相當良好的研究成果。此外，目前有兩位台灣博士生正在此研究中心研讀博士學位並進行相關研究，且已與台灣大學等研究單位有密切合作關係。

本次參訪對於日本政府單位及京都大學對於水體流域之水質與總體環境檢測之重視，尤其是傳統水質檢測項目以外之新興污染物與微量分析，所投入之關注程度、人力物力、研究能量，以及長期追蹤各項污染物與水質之變化趨勢印象深刻，皆值得我國相關單位或研究機構學習借鏡。



圖 2 日本京都大學大學院工學研究科附屬流域圈總合環境質研究中心參訪留影

6月4日 京都大學大學院地球環境學堂 環境調和型產業論分野

(Environmentally-friendly Industries for Sustainable Development, Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University)

參訪團搭乘巴士前往京都大學，先與周佩欣副教授協助聯繫之 Dr. Hidenori Harada (原田英典助理教授)於京都大學時計台紀念館碰面，由 Dr. Hidenori Harada (原田英典助理教授)協助導覽京都大學之校史館，介紹京都大學之歷史與著名人物。參觀完校史館後即前往京都大學地球環境學院大樓之地球環境工程研究所進行拜會交流，雙方先互相認識介紹後，首先由前任地球環境學堂長 Prof. Shigeo Fujii (藤井滋穗教授)簡要介紹京都大學地球環境學大學院概況，以及 Prof. Shigeo Fujii (藤井滋穗教授)研究團隊之研究方向與主要成果，而參訪團則由學門召集人魏銘彥教授說明介紹國內環境工程學門的研究領域重點與發展現況，以及台日研究合作計畫案的申請方式(合作管道)。接著進行雙方的研究成果交流，分別由京都大學之 Dr. Hidenori Harada (原田英典助理教授)與 Dr. Shuhei Tanaka (田中周平副教授)，以及參訪團成員之周佩欣副教授與于昌平副教授，針對個人的研究主題與研究成果進行各 15 分鐘之專題報告與交流分享。此外，魏銘彥教授、江康鈺教授與陳志成教授亦針對個人的研究方向與成果進行 3 分鐘簡要介紹說明，報告期間空檔亦前往京都大學地球環境學大學院副學堂長 Prof. Takeshi Katsumi (勝見武教授)辦公室進行短暫拜會並拍照留念。交流研討會議結束後，最後由該研究所之 Dr. Hidenori Harada (原田英典助理教授)與 Dr. Shuhei Tanaka (田中周平副教授)帶領團員實地參觀其研究室，並於參訪過程中介紹兩位教授研究室之主要研究內容及儀器設備。

Dr. Hidenori Harada (原田英典助理教授)主要研究方向為亞、非洲等地衛生問題及安全水資源，而 Dr. Shuhei Tanaka (田中周平副教授)主要研究方向為塑膠微粒之分析鑑定與追蹤，以及新興環境污染物之檢驗分析，兩位教授研究室皆具備良好完整之研究設備與分析儀器，尤其是 Dr. Shuhei Tanaka (田中周平副教授)結合光學顯微鏡與 FTIR 分析儀，並控制研究室之室內空氣品質(粉塵微粒)與溫濕度，更能深入且準確地鑑定分析塑膠微粒成分。

本次參訪對於京都大學地球環境工程學院具備良好之學術研究環境以及豐富研究成果印象深刻，且發現京都大學與日本許多研究單位之研究重點與主題非僅限於日本地區，擴及東南亞與全世界，其廣度和深度皆優於國內。各研究單位所投入之研究經費、人力物力與儀器設備，亦優於國內許多學術研究機構，皆值得我國相關單位或研究機構學習借鏡。



圖 3 日本京都大學大學院地球環境學堂環境調和型產業論分野參訪留影

6月5日 國立環境研究所

(National Institute for Environmental Studies, NIES)

6月5日早上參訪團由京都搭乘新幹線前往東京，中午抵達東京後再轉搭電車、公車前往位於筑波市之國立環境研究所。參訪團首先於接待中心觀看國立環境研究所之簡介影片後，即搭乘研究園區內接駁專車分別前往健康與環境風險研究中心以及資源循環與廢棄物管理研究中心參訪。

筑波市國立環境研究所(NIES)是日本唯一專門進行跨領域學門與整合性環境研究的國立研究機構，成立於1974年，目前研究組織包含七大研究中心，分別是全球環境中心、資源循環與廢棄物管理研究中心、健康與環境風險研究中心、區域性環境研究中心、環境生物與生態系統研究中心、社會與環境系統研究中心、以及環境檢測與分析研究中心，各研究中心皆有相當完整良好的軟硬體設備、研究空間與研究人力。目前國立環境研究所正在進行的研究計畫主題涵蓋範圍相當廣泛，可分為兩大類別，分別為“以問題為導向的研究計畫”，其中包含了低碳研究計畫、可持續物質循環研究計畫、與自然協調研究計畫、健康與環境安全研究計畫、環境-經濟-社會整合研究計畫；另一研究主題類別為“環境應變研究計畫”，主要是因應日本地震與福島核災之緊急應變與災後恢復之相關環境研究計畫，其中包含了環境恢復研究、環境整治研究、以及環境應急管理研究。國立環境研究所(NIES)雖然是國立研究開發法人機構，但應該是隸屬於日本環境部或日本環境部所支持主導之研究機構，針對重要環境議題進行整合性或跨領域研究計畫，甚至是跨國合作計畫，因此其研究組織架構與規模、以及各項軟硬體設備與資源相當充足可觀。

參訪團於健康與環境風險研究中心拜訪過程中，雙方先互相認識介紹後，首先即由 Dr. Takeo Sakurai (櫻井健朗博士)簡報介紹其環境風險相關研究工作與成果，接著由 Dr. Yoshitaka Imaizumi (今泉圭隆博士)簡報介紹其災害環境回復與管理相關研究工作與成果，最後則由副中心長 Dr. Hiroshi Yamamoto(山本裕史博士)簡報介紹其生態毒性之相關研究工作與成果，並於會後帶領拜訪成員參觀其生態毒性研究室與各項研究設備，參訪團員對於該研究中心於不同環境污染物之健康風險與生態毒性研究所投注之研究能量與重視程度印象深刻，值得我國借鏡學習。



圖 4 日本國立環境研究所健康與環境風險研究中心參訪留影

接著參訪團拜訪資源循環與廢棄物管理研究中心，首先由 Dr. Kosuke Kawai (河井紘輔博士)帶領參觀該研究中心之研究工場與相關設備，包含資源回收工場、熱處理工場與小型焚化爐、掩埋場模擬工場等，並於參訪過程中介紹該研究中心之主要研究工作與主題內容。其後前往研討會議室，分別由雙方進行研究主題簡報介紹與交流討論，首先由魏銘彥教授、江康鈺教授與陳志成教授針對個人的研究方向與成果進行簡要介紹說明，接著由 Dr. Kosuke Kawai (河井紘輔博士)簡報說明其廢棄物管理與災後復原等相關研究工作與成果，Dr. Natsuko Kajiwara (梶原夏子博士)分享簡報其分析電子廢棄物之溴化阻燃劑污染與管理等相關研究工作與成果，以及 Dr. Go Suzuki (鈴木剛博士)簡報說明其電子廢棄物再利用與環境友善管理之相關研究工作與成果，雙方並進一步針對日本與台灣於廢棄物處理與再利用之技術現況、問題或管理政策進行交流討論。





圖 5 日本國立環境研究所資源循環與廢棄物管理研究中心參訪留影

本次參訪對於日本成立如此規模之國家研究中心，針對各項環境問題、新興污染物、環境風險與健康、災後環境復原與管理、以及區域性或全球性環境問題，能以問題導向或實務/政策需求導向進行跨領域整合研究，投注相當人力物力與經費資源印象深刻，不但能提高各項環境問題研究之深度與廣度，更能累積許多長期性環境背景資料與延續性研究經驗與成果，對於環境品質掌握與改善提升，甚至環境技術開發與問題因應解決能力有相當良好助益，值得我國環保署與科技部等政府單位或相關研究機構學習借鏡。

6月6日 東京大學大學院工學系研究科都市環境工學專攻

(Urban Environmental Engineering Course, Department of Urban Engineering, School of Engineering, The University of Tokyo)

上午 8:30 參訪團搭乘地鐵前往東京大學，先與北科大王立邦助理教授協助聯繫之 Dr. Futoshi Kurisu (栗栖太副教授)於東京大學工學 14 館 1 樓碰面，而後即帶領參訪團至會議室與 Dr. Kiyo Kurisu (栗栖聖副教授)、Dr. Jun Nakatani (中谷隼講師)進行會談交流，雙方先互相認識介紹後，首先由學門召集人魏銘彥教授說明介紹國內環境工程學門

的研究領域重點與發展現況，以及台日雙方研究的的合作管道，接著由參訪團成員五位教授分別針對個人的研究方向與成果進行 3 分鐘簡要介紹說明，而後則由東京大學 Dr. Jun Nakatani (中谷隼講師)、Dr. Kiyo Kurisu (栗栖聖副教授)、Dr. Futoshi Kurisu (栗栖太副教授)三位學者分別針對其研究興趣與成果進行 15 分鐘的專題簡報，包含永續社會發展與生命週期評估之各種應用研究 (溫室氣體減量、生質燃料應用、廢棄物處理、都市廢水管理、環境問題調查與影響評估)、分享經濟/人類行為/偏好之心理學模式與分析研究等，以及都市逕流控制與水回收設計、雨水與都市水災進階控制、水處理系統與配水管線中之微生物分析與控制、各種水環境中之溶解性有機物質分與尚未管制有機物之篩檢分析。雙方亦於各自簡報後針對台日目前相關主題之研究概況與問題進行分享與討論交流。行程最後則由 Dr. Futoshi Kurisu(栗栖太副教授)帶領團員實地參觀其研究室，並於參訪過程中介紹研究室之主要研究成果及儀器設備。

本次參訪對於東京大學都市環境工程研究團隊之學術研究環境，以及豐富廣泛的研究成果印象深刻，尤其是針對都市環境所特有之各種研究主題，以及生命週期評估之應用研究，分享經濟、人類行為與偏好之心理學模式分析，皆是國內環境工程領域較少探討之研究主題，值得相關單位或研究機構學習借鏡。



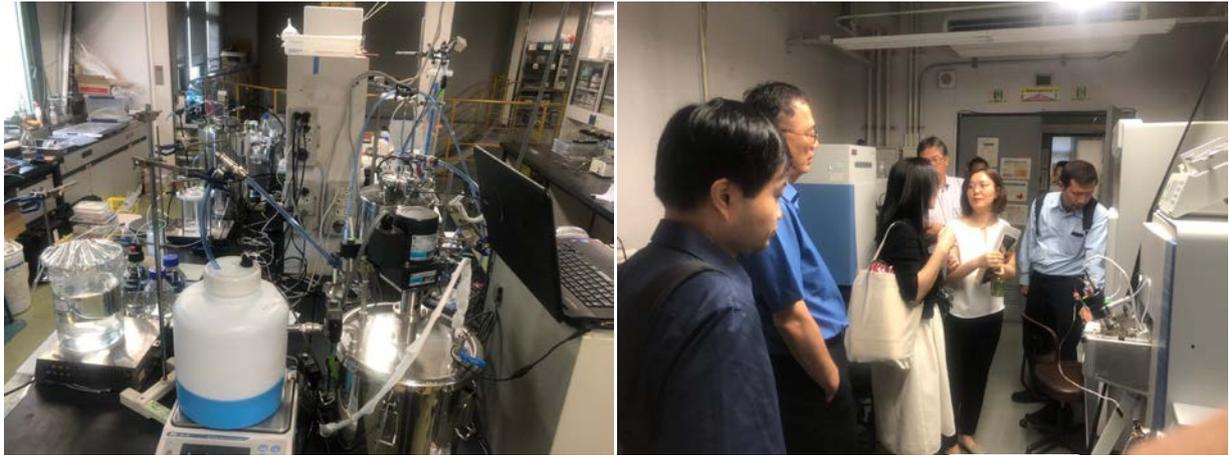


圖 6 日本東京大學大學院工學系研究科都市環境工學專攻參訪留影

6月6日 早稻田大學先進理工學部應用化學科

(Department of Applied Chemistry, School of Advance Science and Engineering, Waseda University)

下午參訪團由東京大學搭乘地鐵前往早稻田大學，先與周佩欣副教授協助聯繫之張恆毅博士(Dr. Heng Yi Teah)(曾就讀國立成功大學環境工程學系及研究所)碰面，再拜會先進理工學部應用化學系之 Prof. Suguru Noda (野田優教授)，雙方先互相認識介紹後，首先由學門召集人魏銘彥教授說明介紹參訪團成員以及國內環境工程學門的研究領域重點與發展現況，接著由 Prof. Suguru Noda (野田優教授)與張恆毅博士(Dr. Heng Yi Teah)分別針對其研究方向與研究成果進行簡要介紹說明，Prof. Suguru Noda (野田優教授)研究團隊主要研究方向為奈米材料的合成與應用，包括奈米碳管、自組裝奈米材料、太陽能電池、太陽能薄膜等，以及其他潔淨能源之材料合成、設備與程序開發，還有新興技術開發評估等，其研究團隊陣容相當龐大、研究主題相當多元廣泛但也非常深入仔細。雙方互相交流討論後則由 Prof. Suguru Noda (野田優教授)親自帶領團員實地參觀其研究室，並於參觀過程中介紹奈米材料合成與應用之主要研究儀器，以及潔淨能源材料之開發應用與能源系統等相關設備。

本次參訪對於早稻田大學先進理工學部應用化學科以及 Prof. Suguru Noda (野田優教授)研究團隊之學術研究環境，以及廣泛深入的研究成果印象深刻，尤其是 Prof. Suguru Noda (野田優教授)研究室雖然空間頗大，但由於其研究成員眾多且研究主題多元，因此其研究儀器設備數量亦相當繁多，因此研究室相對之下顯得相當擁擠，但每位學生與研究人員仍認真努力進行各自研究工作與實驗，令人佩服。



圖 7 日本早稻田大學先進理工學部應用化學科參訪留影

6月7日 與留日學生及博士後座談

6月7日上午透過周佩欣副教授與張恒毅博士的協助，邀集目前在日本東京附近留學或工作的留日學生一起到飯店餐廳進行早餐座談，除了了解留日學生目前的求學與工作狀況，並分享比較台日兩國的求學教育、學術研究、與工作職場的環境制度差異。與會座談人員除了參訪團全部六位成員外，還包括目前任職於早稻田大學理工學綜合研究所講師的張恒毅博士 (Dr. Heng Yi Teah)、目前任職於早稻田大學「以醫學為基礎之社

區營造」研究所研究助手的林書嫻小姐 (Shu-Hsien Lin)、目前就讀東京大學藝術與科學學院/人文與社會科學系/國際教養學科的許喬傑同學等。



圖 8 與留日學生及博士後研究座談留影

四、參訪心得與建議

1. 此次日本參訪對象中，筑波國立環境研究所與大阪市立環境科學研究中心，都是日本因應全國性或地區性各種環境議題需求所設立之國家級或地區性環境研究中心，且其研究主題與重點皆以環境問題為導向，整合各領域專家而組成研究團隊。由於現今各種環境問題日益複雜，所牽涉學術領域或研究範圍相當廣泛，需要跨領域或整合性研究團隊合作，各項研究資源、技術、資訊方能互相整合運用，發揮最大效益與研究能量，實質解決或發現各種環境問題，亦可作為許多環境政策或法規制定之參考依據。因此，環境研究中心之設立有其必要性與需要性，可促進我國環

境工程相關研究與技術開發、掌握環境品質、探究環境問題，然而我國目前不管地方或政府單位皆尚未有如此規模的環境研究中心，值得我們學習借鏡。

2. 本次參訪國家環境研究所與大阪市立環境科學研究中心亦發現，日本政府或地方政府皆透過環境研究中心之計畫執行與協助，針對各種環境品質資訊或環境基礎背景資料，進行長期性且持續性的檢測分析或專案研究，並長期保存歷年資料，以作為各項管制政策或技術應用參考。反觀國內許多環境資訊或背景資料，除了環保署環境資料庫所登載提供資訊以外，許多環境背景資訊缺乏長期性追蹤檢測與統計分析，尤其是各地方政府環保局，更是缺乏詳細完整且長期性的環境品質背景資料，此外，對於長期性的環境品質追蹤檢測，國內少有相關研究計畫或單位可以(願意)持續進行，常常面臨執行單位(計畫得標單位)變更即無法取得過去數據導致資料斷層的現象發生。
3. 本次參訪發現日本的研究機構或學術單位，其研究資源與設備儀器相當充足進步，許多大型精密且新穎之分析儀器或研究設備皆可見於大學研究單位或環境研究中心，而且發現其使用頻率相當高，管理操作皆有專人負責，有效發揮貴重精密儀器之用途與購置效益。反觀國內許多學校機構或研究單位，貴重儀器或設備大多為單一研究室自行購置且自行使用，因此許多研究單位無法購置精密貴重的儀器設備，或是儀器設備老舊而無法更新提升，亦或是貴重儀器常常使用頻率不高，或是沒有專人管理操作，導致儀器設備之維護操作常出問題或狀況，未能有效發揮貴重儀器設備之實質效益，造成許多研究資源浪費。
4. 日本京都大學、東京大學、早稻田大學皆為國際知名大學，本次參訪發現這些大學於環境工程相關的研究主題相當廣泛且深入，從地方性環境問題一直到全國性、全亞洲、全球性的環境問題，從過去發生的環境問題一直到未來的環境問題，皆有持續追蹤與研究探討，而且研究團隊常有跨學院與跨領域的專家學者組合，甚至許多研究生或研究成員來自台灣、大陸、越南、印尼等東南亞國家，學術研究風氣、目標視野、及國際化程度值得學習借鏡。
5. 此次參訪的實驗室與研究單位均相當重視基礎研究或環境背景調查，並逐漸跳脫傳統環境污染物的處理技術開發，而是以較宏觀的角度來進行環境議題的基礎研究、追蹤調查與新興污染物研究，且不管哪個領域的研究，多數研究都是以基礎科學研究為主，應用科學為輔，並特別強調研究主題的新穎性與實務需求。