

成功大學 典範傳承 ~ 講座教授的故事

良師益友，終身受益

李文智 教授

文／張志玲

西漢劉向撰寫的《說苑》十六卷〈談叢篇〉有云：「賢師良友在其側，詩書禮樂陳於前，棄而為不善者，鮮矣。」後人從這段詞中衍生出「良師益友」四個字，尊稱行為或品德具良好示範者，或學識知識帶給人們正面影響者為良師或益友。國立成功大學環境工程系講座教授李文智老師遇到許多令他終身受益的良師益友，對他的學術研究歷程，產生巨大之正面影響。

小時受苦，一生恩典

民國五十年代初期，臺灣地區各家戶之經濟尚未好轉，李文智老師小學時期，常與班上同學一樣，赤腳上下學，中午時分，烈日高照，聽到「瀝青油、黏到腳」之歌詞，親身體驗，印象深刻。因家中有幾分田地，自國小至大學畢業，農家事務：幾凡播種、插秧、除草、灌溉、施肥、割稻、曬穀，無不參與。至進入碩士班就讀開始，研究工作雖苦，李老師總覺得無限感恩，再怎麼苦，研究室的工作，總比不上農民辛苦。這也造就李老師一生以「教導學生為喜，學術研究為樂」之恩典。

父母良師，鼓勵向上

高中時期，李老師之父親李孫聰先生，任職臺灣鐵路局彰化機務段，薪資微薄，一家八人，僅足糊口。李老師之母李張月子女士為了貼補家用，在現在臺中市大甲區，開百貨店做生意，以栽培四個兒子上學。李老師在彰化高中唸書之假日，不是幫助農田事務，即於店中幫忙看店。父親下班回來，三位弟弟文仁、文慶及唯精下課，都在店裡幫忙。父子母子見面，欣喜溫馨，促膝而談，常至深夜。李老師受父母親良師益友之懇切教導，了解自己之性向，心中除了感恩，更堅定未來往理工領域專研之決心。環視今日，許多父母與孩子溝通不良，常造成家庭及社會問題。若每位父母都是孩子的良師益友，孩子喜歡回家與父母享受家庭溫馨與天倫之樂，社會將更平安健康。



李文智講座接受吳副總統頒授 2014 年中國工程師學會傑出工程教授獎合影留念

成大良師，研究啟蒙

文智老師於中興大學土木系畢業，服完工兵預官役，再當一年助教，即進入成大環工系碩士班就讀。碩士論文是《以薄膜技術處理重金屬廢水》，指導老師為李俊德教授。民國七十一年，臺灣地區薄膜技術之研究仍屬起步階段，俊德教授不但對文智老師之研究嚴格要求，更對其生活照顧有加。當時，按照俊德教授要求之碩士論文研究內容「探討各種參數對薄膜操作特性之影響」，文智老師於碩士班一年級暑假結束前，已完成所有工作。俊德教授勉勵文智老師，再多做第二階段之實驗，文智老師繼續工作五個月，又完成第二階段研究「濃縮程序對薄膜操作特性之影響」。當時，距離碩士班口試還有五個月，俊德教授看時間還早，再度勉勵文智老師，多做第三階段之實驗「以薄膜技術濃縮重金屬溶液之質量平衡分析」。文智老師繼續工作三個月，又完成第三階段研究。碩士學位口試之前二個月，俊德教授更認真地批改文智老師之碩士論文，讓他學會論文撰寫技巧之精髓，這對文智老師日後帶領學生做研究撰寫論文，產生正面深遠之影響。

文智老師於碩士班訓練過程，選修李俊德教授開授之「環工單元操作與實驗」、鄭幸雄教授開授之「環工物理原理」、張祖恩教授開授之「固體廢棄物處理」、葉宣顯教授開授之「給水工程特論」及林素貞教授開授之「環境影響評估」，均獲益良多。成大環工系之良師益友，對文智老師日後至美國進修及回國後之研究工作，有莫大助益。

留美恩師，向上提升

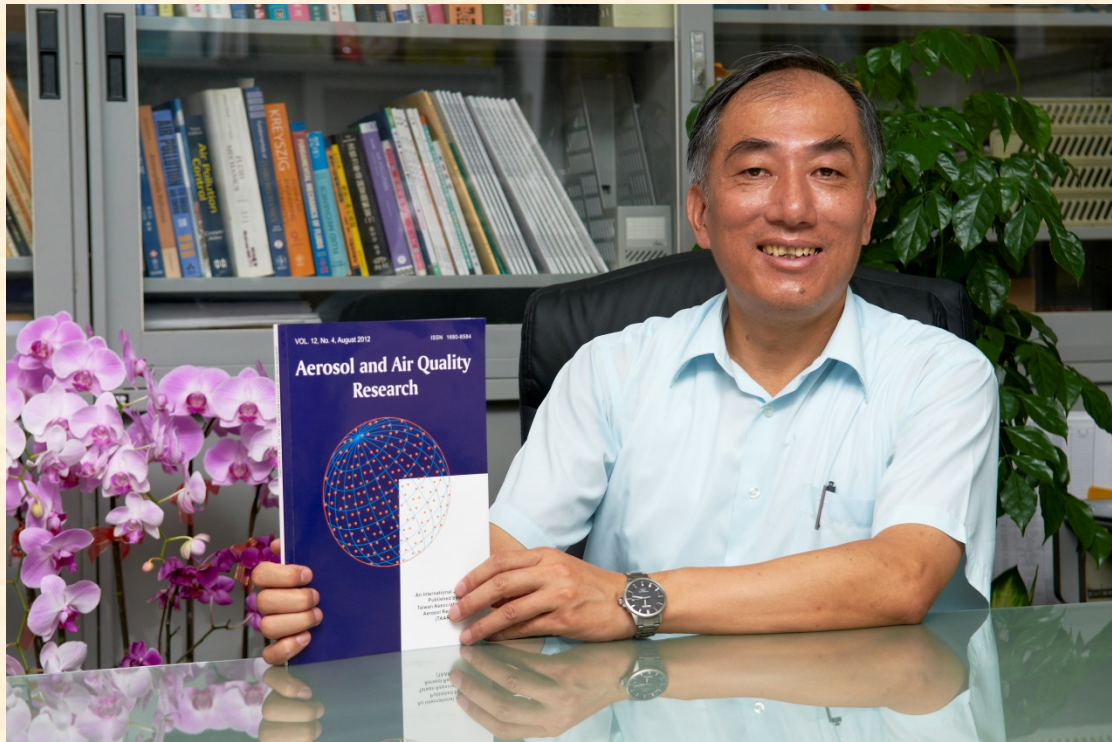
取得成大環工系碩士學位後，文智老師一直想出國深造，可是身為長子、長孫，祖父母、父母俱在，長輩們擔心他出國後不回來，留學計畫只能暫時擱置。但他並未氣餒，不斷努力，終於在 1988 年取得教育部能源類公費出國留學資格，規劃學習空氣污染、燃燒與能源課程，並申請到密西根、德拉瓦、伊利諾理工學院（IIT）等 3 所大學之入學許可。在選擇學校前，文智老師的父親請教任職於美國環境保護署辛辛那提研究中心文智老師之堂叔李春正博士，春正博士推薦 IIT 化工系森肯教授。然而，環工學生如何跟隨化工系教授做研究呢？後來森肯教授與 IIT 環工系主任商量，而得到折衷辦法：人留在環工系攻讀學位，可跨系到化工系做研究。



李文智講座榮獲 2014 年中國工程師學會傑出工程教授獎與父母合影留念

森肯教授擁有美國麻省理工學院化工碩士及博士學位，做事認真，律己甚嚴，是一位傑出的土耳其裔科學家。他的身教言教深深影響文智老師，尤其每天提早於早上 7 點準時進實驗室；要求學生了解儀器故障原因，並親自示範修理等，在在令人印象深刻。一般作法，實驗室儀器故障會請廠商修理，某次實驗室裡的氣相層析質譜儀故障，森肯教授親自示範：依照說明錄影帶指示，一步一步拆卸零件並編號，找到故障零件，更換新零件，再依照編號重新組裝。文智老師認為，那是一種獨立且嚴謹的研究精神與能力。許多事不應該完全依賴廠商，依賴別

人什麼事都跟著別人後面走，研究無法突破，無法居領先地位。因此，文智老師毫不遲疑地，把這種研究精神帶回臺灣，帶進成大實驗室。現今，他實驗室多項煙道採樣儀器，都自己設計組裝。許多他指導過的博士生，亦都會自己拆卸組裝氣相層析質譜儀、電漿系統及其他貴重儀器設備，現今這些博士生畢業，學術成就甚佳，任職於各大專院校，多位已升上教授，並活躍於國際學術舞台。



李文智講座於 2010 至 2013 年擔任 AAQR SCI 國際期刊總編輯 (Editor-In-Chief) 於成功大學辦公室之照片

文智老師於 IIT 博士班二年級寒假，森肯教授轉至 UCLA 化工系任教，文智老師只好回到 IIT 環工系，接受肯諾及侯森二位教授指導，開始進行大氣中多環芳香烴化合物及多氯聯苯之研究。1989 年，肯諾教授係於 IIT 環工系任教多年之資深教授，侯森教授則剛至 IIT 環工系任教不久。當時，肯諾教授已於美國空氣污染研究領域大有名氣，並已於《大氣環境》國際頂尖期刊發表數十篇論文。唯一遺憾者，肯諾教授二十年來，將論文投稿至全世界環境工程與科學領域最頂尖期刊《環境科學與技術》，但是一直沒有為此期刊接受。

侯森教授為加州大學伯克萊分校環工博士，專精環境化學，心思細膩且文筆甚佳，但於空氣污染領域較為生疏。肯諾及侯森二位教授合作無間，指導文智老師及劉希平老師進行研究。經過研究團隊同心合一之努力，研究成果〈大氣中多氯聯苯之乾沉降〉，終於登上《環境科學與技術》(ES&T) 期刊。當時論文刊登於期刊，還沒有網路版本，期刊紙版寄達 IIT 圖書館，並已上架。文智老師告訴肯諾教授此一好消息，他已準備下班，仍告訴文智老師，是否可至圖書館影印一份刊登之論文給他。文智老師快速跑步，影印本拿回辦公室，剛好侯森教授也在場，肯諾教授看到影印好的 ES&T 論文，深深的吸一口氣，露出滿意的微笑。我們可以理解，肯諾教授努力了二十年，終於登上 ES&T 國際頂尖期刊之滿足與喜悅。文智老師博士學位訓練過

程，計發表 3 篇 ES&T 論文，回到成大環工系，帶領學生做研究，與研究團隊教授合作，又多發表 15 篇 ES&T 論文，這可歸功於 IIT 良師益友之教導與啟發。文智老師現在仍繼續與研究生努力思考與鑽研，期待會有更多更好的 ES&T 論文產出。

願意分享，獲得夥伴

多環芳香烴化合物 (PAHs) 為已知之致癌有害物質，主要來源為各種固定及移動性污染源煙道廢氣。1991 年文智老師剛回國時，國際上對於大氣中多環芳香烴化合物 (PAHs) 的研究尚屬起步。文智老師曾在國外研究過這組化合物，因此借用系上的小型焚化爐，並考慮從美國進口國際上通用之採樣設備做研究。可是一套採樣設備約新臺幣 130 萬元。由於經費有限，李老師便帶領學生自行設計管道、流量計、冷凝器、吸附模組.....，再委託廠商組裝，約花費新臺幣 20 萬元。二年後有更多研究經費後，再支出約 30 萬元改善，如此這般，逐步將設備升級，而他的研究工作也得以順利進行。之後再與廠商合作，把採樣設備改成柴油車採樣器及各式煙道採樣器.....，相關重要論文亦一篇一篇地在國際期刊發表。再者，可用於廢棄物熱熔及土壤熱處理之實驗設備，亦由文智老師帶領學生自行設計組裝，不但申請三項專利，發表多篇頂尖 SCI 國際期刊論文，且有三家廠商至成大完成技術移轉，獲得可觀之技轉金收入。

國內許多研究團隊教授，看到文智老師發表之期刊論文，紛紛跑來向他借設備，甚至要求廠商做相同設備，文智老師全都答應。他認為，一個人單打獨鬥做研究很辛苦，可以藉此機會結交朋友。之後發展正如他所願，現今國內相關研究領域的學者，包括：朋枝特聘教授兼副教務長、瑞仁教授、國平教授、國林教授、維新教授、瀛逸教授及孟暉教授、已在南臺灣形成一個龐大研究團隊，彼此切磋鼓勵，研究成果卓然有成，在國際頂尖期刊嶄露頭角。而文智老師二十四年來投入研究之成果，已發表頂尖國際期刊超過 150 篇，被引用次數超過 3,700 次，H 指數為 36，重要專利超過 10 項，於 2003 及 2011 年計獲得二次國科會傑出研究獎，2014 年更獲得中國工程師學會之傑出工程教授獎。證明有能力自己動手做設備的研究且發揮團隊精神，可以讓自己走在更前面。

腳踏實地，持恆創新

對於學術研究，文智老師認為，可以參考別人的研究思維、方法及結果，但不可抄襲。他的學生曾發表研討會論文，因未查明，某些論文句子與過去文獻相同或類似，而造成困擾，令他懊惱不已。他亦說：「研究者本身應提出自己的構想與創意，這需要腳踏實地，多閱讀論文，多參加研討會，依照基本學理一步一腳印慢慢做，成功之日可期。」他亦認為研究工作不適合跳來跳去，今年看到某一領域別人發表好論文，就切過去跟著做看看，明年別人又有一新思維出現，又馬上轉行。如此，可能也可以發表論文，但是做研究不紮實，總不是好事。研究思維必須不斷創新、真實、美好，且貼近社會需求與世界主流價值，研究成果才得以更加彰顯。學術研究不能故步自封，不能一成不變。因此，他認為，科學研究的精神是要「持續有恆地不斷在某一領域鑽研，又要創新、創新、再創新」。「持恆」與「創新」必須兼顧，必須平衡，這是文智老師多年的體驗。

真實美好，邁向專業

他認為辛苦得來之實驗數據不發表可惜，但是發表錯誤的訊息誤導讀者，那真是令人難過。以多環芳香烴化合物、戴奧辛及多溴聯苯醚等微量分析為例，有時候實驗數據是錯誤的，卻很容易被忽略。所以學生把實驗數據整理成圖表，他會看許多遍，從各個不同角度檢查，以確認數據資料的正確性與完整性後才過關。如此，論文可發表在頂尖國際期刊，已發表之論文其自信度高，被引用次數亦高。

環境工程與科學之相關研究，不能忽視臺灣本土的議題。他說：「在國際期刊發表許多頂尖論文，臺灣地區的污染卻更嚴重，這是一件令人傷感的事。」過去知名學者發表論文中之缺陷，或是環境中一直未突破的議題，是很值得我們下功夫的。他說：「找出過去期刊論文中的盲點及現行世界上需要突破之技術，重新組織、升級，把研究做得更好，將技術突破，成果更豐碩、更堅實，之後再發表論文，是一種令人認同，更具信心的做法。」又說：「不斷在主流價值之研究領域中往下做，往兩旁做，擴展深度與廣度，三、五年甚至十年後，各種論文、專利及技轉累積至一定水準，就可成為該領域的專業，也會受到臺灣本土與國際社會的重視。」研究可朝自己有興趣之領域鑽研，但環境相關領域之研究，不適合永遠在實驗室做小鼻子小眼睛之「宅男宅女式研究」，文智老師一直強調，研究必須勇敢的走到主流價值，必須與國際重要議題接軌，必須與國際知名研究團隊合作與競爭，如此才可讓臺灣學者之研究，跳脫論文很多卻無人重視無人引用，或本土技術永遠無法突破，永遠需要依賴外國之窘境，這更影響產業提升，削減國家競爭力。

他認為學術論文不可以篇數論英雄，他鼓勵年輕學者，培養自己的自信，不必每天為了得獎而做研究，把每個階段的研究做好，享受研究的過程與成果，享受所指導學生成長的喜悅，這是在大學當教授的最大恩典。各種獎項讓它自然來，不必追，有時候追也追不到，追到了某個獎項，同業教授仍有微詞，這將減損此獎項之光芒。科學與工程論文之價值，應審視其是否有學術理論之創新、工程技術之突破或商業應用的偉大價值。學術論文是學術研究過程與成果之記載，不可誤導為得獎或晉爵之利用工具。

指導學生，良師益友

美國芝加哥市是一個大城市，到處充滿著現實與競爭。文智老師在 IIT 求學之辛苦，非外人所能理解。回到成大母系任教職，他提醒為人師的自己，面對學生必須揚棄現實之自私主義，提倡憐憫與公義。應關心學生課業，了解學生感受，關懷學生生活，並培養學生之自信心與良好觀念。於發表研究論文時，願意拉拔學生，給學生當第一作者或聯絡作者，給學生於國際學術舞台表現機會。他說：「做研究也有研究道德與倫理規範。身為指導教授，應該打開心胸，讓學生分享更多研究成果。師生感情好，學生出社會後會對他帶領的人好，這是良性循環，對整個社會及學生的一輩子將具正面影響。」文智老師亦津津樂道，他的指導學生錫賢教授對「柴油引擎排放廢氣」學有專精，榮任系主任及 AAQR 國際期刊之執行編輯；政賢教授之「含硫化物反應機制」，受到國際頂尖期刊 AICHE J. 高度肯定，並榮任副總務長；雅玢教授於「電漿中氟氯化物之反應機制」獨有創見，論文登上 ES&T，並榮任系主任及重要職務；琳麒教授為「戴奧辛與多溴聯苯醚」之國際級專家，榮獲吳大猷獎；淵灝教授鑽研「綠色能源」，卓然有成；益銘教授聰明認真，其「廢棄物熱熔技術」國際知名；怡潔教授治學嚴謹，她的「含溴戴奧辛」研究成果，論文刊登於 ES&T；聖倫教授年輕有為「含水柴油技術」世界領先。此外，連德、順益、浩然、明良、孝萱、渭銅、龍富、蕙琳、宜成、怡靜、興旺、俊吉、

揆民、科妙、舜翔、育誠、重霖、鴻毅、約翰與佳陽，這些李老師指導的博士生，在教學研究之專業領域均大有成就，亦為他的良師益友。畢業後，大家或而一起討論研究構想，或而一起出國參加研討會，逢年過節亦有溫馨之聚會，這些學生是文智老師的良師益友，也為他的人生增添許多美好回憶。李老師於 2011 年初，接下現任國科會環工學門召集人之蔡春進教授的棒子，榮任 AAQR 國際 SCI 期刊之總編輯職務。2012 年公佈之衝擊指數 (Impact Factor)，AAQR 名列「環境科學」領域的前 21%，亦為臺灣地區 32 個 SCI 國際期刊之第一名。AAQR 未來將在氣膠與空氣品質研究領域，繼續在國際上做出重大貢獻。李老師這些良師益友研究群教授與畢業學生，在 AAQR 舞台上扮演非常重要角色，這是一位研究教授最大的樂趣與成就。



2012 年元月李文智講座與其研究團隊成員及家眷至八仙山林區旅遊

聖經古文，良師益友

長時間研究是個相當辛苦的工作，一定會有很大壓力，有時候也不是那麼順利，經常充滿挫折感。李老師培養抗壓能力的方法，就是閱讀聖經、閱讀中國古文、走路、運動。他認為，在堅硬的科學研究中，自聖經與古文中尋找柔軟的平衡點，並以簡單的散步、慢跑或軟體操，以調適緊繃情緒，身心靈更健康，可幫助更多的人。你認為呢？

李文智講座教授主要之研究成果

一、乳化重油之研究成果傑出

成功大學（簡稱成大）乳化重油之研發計畫主持人為成大環工系李文智講座教授，團隊成員包括畢業之博士班研究生陳俊吉、林聖倫及多位助理人員。李文智講座教授亦為成大永續環境科技研究中心綠色能源計畫之召集人。經成大研究團隊多年之努力，針對工業鍋爐使用之乳化重油節能及降低污染排放技術有重大突破。在全球現階段最重視之能源及溫室效應氣體排放兩項熱門議題，成大研發團隊已針對重油鍋爐與加熱爐，提供一節能減碳之重要選項。

所謂乳化重油技術，即是將約 80 至 89% 之重油，加上約 0.1 至 1% 之乳化劑，再加上約 10 至 19.9% 之水，拌合乳化成為乳化重油，如此可節省能源並減少空氣污染物排放。過去全世界乳化重油技術，大多著重於乳化劑之選擇及乳化過程拌合技術含機械設備之改良。成大研發團隊之特點為揚棄傳統思維，針對所加入約 10 至 19.9% 之水，詳加改良，以含油或含溶劑工業廢水代替自來水。

含油或含溶劑工業廢水製造乳化重油之油品性質穩定，於實際工業鍋爐測試結果顯示，平均約可節能 12 至 28%，並降低工業鍋爐煙道廢氣氮氧化物（NO_x）排放約 17%、降低粒狀污染物（PM）排放約 36%、降低一氧化碳（CO）排放約 84%、降低總多環芳香烴化合物（PAHs）排放約 37%，並降低毒性當量 BaP_{eq} 約 47%，降低硫氧化物及二氧化碳之排放均約 14%，每年約可為臺灣地區減少約五百四十萬公噸二氧化碳之排放。上述成果已分別於 2008 及 2011 年刊登於 Environmental Science and Technology 及 Energy and Fuels 頂尖國際期刊。

臺灣每年使用重油燃料約一千五百萬公秉，以最近五年每公秉重油牌價約新臺幣二萬至二萬二千元計算，淨節省燃料成本 10%，每年約可節省新臺幣三百億元至三百三十億元。全世界每年重油之使用量大約為臺灣地區之 100 倍，亦即若全世界均使用成大研究團隊所研發之乳化重油技術，則全世界每年可節省約新臺幣三兆至三兆三千億元，經濟效益非常顯著。

李文智講座教授帶領研究團隊研發完成之「加含油（或含溶劑）工業廢水製成之乳化重油」，因「水中有油，油中有水」，其乳化油品之穩定性佳，水與油不容易分層，乳化劑之添加量可減少，節省乳化油之製造成本；再者，乳化油品中之「含油水」，因「水中有油」，於燃燒時水中的燃料形成無限多個引火點，且呈分子等級之均勻態分佈，所以不會有如傳統乳化油因水滴大小不均勻，或水之驟冷作用造成燃燒不完全之缺失。

工業上高濃度含油（或含溶劑）廢水之處理為頭痛之環保問題，常須以液體噴入式焚化處理，而李文智講座教授帶領之成大研發團隊之技術，可將必須花費高能源處理之含油廢水，轉變成高價之能源油品，亦可說是含油廢水之資源回收技術。

李文智講座教授帶領之研發團隊，可規劃、設計、發包、施工、組裝乳化重油設備系

統，有自己研發完成之本土化乳化劑成品，具改裝重油鍋爐使用乳化重油之能力，擁有乳化重油鍋爐能源測試之技術，亦即已具備推動實廠工業鍋爐或加熱爐使用乳化重油之完備技術系統。

李文智講座教授已與成大技轉中心合作，開始提供產業技術移轉平台，期能為工業界落實大幅節能與減少空氣污染物排放之目標。目前已有四家公司完成技轉合約。此外，國內許多公司，亦已洽談擬進行乳化重油之測試作業，李文智講座教授對產業界之工業鍋爐節能減碳技術有具體貢獻。李文智講座教授領導之研發團隊亦將乳化重油之研發成果論文，發表於國際 SCI 頂尖期刊 ES&T (January, 2008), Vol. 42, pp. 270-275 及 Energy & Fuels (March, 2011), Vol. 25, pp. 1537-1546。

1. Chun-Chi Chen (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*(January, 2008) “Using Oily Wastewater Emulsified Fuel in Boiler: Energy saving and Reduction of Air Pollutant Emissions”, Environmental Science and Technology, Vol. 42, pp. 270-275 (Impact Factor= 5.257).
2. Sheng-Lun Lin*(李文智講座指導畢業之博士生) ; We-Jhy Lee*; Shun-Shiang Chang; Chia-fon Lee; Lien-Fwu Lee; Chiao-Shang Lin; Haiti Loong (March, 2011) “Energy Saving and Emission Reduction of Traditional Pollutants, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Using Solvent- Containing Water Emulsified Heavy Fuel Oil in Boilers”, Energy and Fuels, Vol. 25, pp. 1537-1546 (SCI Impact Factor=2.853).

二、含水柴油之研究成果世界領先

本研究藉由奈米技術及添加天然有機酵素 (NOE-7F) 所製造之乳化柴油，用以減少發電機燃燒所排放之 PAHs (多環芳香烴)、BaP_{eq} 與 PM (粒狀物質)，並減少耗油量以節省能源。而其中二十一種 PAHs 係以 GC-MS 加以分析。試驗之油品包括下列四種：E0 (100% 柴油)、E13 (13% 酵素水+86% 柴油+1% 界面活性劑)、E16 及 E19。研究發現 E13、E16 及 E19 三種乳化油品在乳化後靜置一個月，並無明顯分層現象，且柴油發電機操作時間超過一年，機械設備無損壞情事。此外，與 E0 比較，E13、E16 及 E19 之平均能源節省量，分別為 5.76%、5.79% 及 4.71%。由於水、NOE-7F 及界面活性劑所含之 PAHs 量近乎於零，且加入酵素水可提升燃燒效率，因此柴油發電機之 PAHs 排放量隨加入 E13、E16 及 E19 均有減少之現象。與 E0 比較，E13、E16 及 E19 之總 PAHs 排放係數減少量分別為 47.8、56.6 及 45.1%；而 BaP_{eq} 排放係數之減少量分別為 50.8、58.3 及 48.4%。上述結果顯示添加含 NOE-7F 酵素水之乳化柴油其油品穩定性、能源節省率及污染排放減少率均展現其適合成為替代性燃料。隨著油價上升，含有 NOE-7F 酵素水之乳化柴油將擁有商業運用之高度潛能，而其最佳混和比例建議為 13wt% 的酵素水、86wt% 的柴油以及 1wt% 的界面活性劑。

含水生質柴油之研究加乳化劑為其中一個選項，使用共溶劑 (Co-solvent) 及穩定劑 (Stabilizer) 為更新穎之作法。含生質醇酮類溶劑及生質柴油之柴油混合油品，因其具低

二氧化碳排放，因此受到相關學者之高度重視。本研究將 3%之含水丙酮、1%異丙醇、1%未酯化生質黃豆油加入 95%傳統柴油中，混合成為一新配方之綠色油品（WA3P1S1），於柴油引擎發電機進行能源與污染測試。實驗結果顯示，此一新配方之綠色油品（WA3P1S1）具有甚佳之穩定性，且其比燃料消耗率（BSFC, mL kW-1h-1），最高可節省 5.5%。由於此一新配方之綠色油品（WA3P1S1）具有較高比率之含氧率，於柴油引擎中展現甚佳之燃燒效率，燃燒較完全且燃燒溫度較低，因此，NO_x 排放減量達 9.6 至 33.3%，粒狀污染物排放減量達 9.6-33.3%，而 total-PAHs 及 total-BaP_{eq} 之排放減量分別達 7.7 至 14.3%及 7.5 至 11.4%。再者，若丙酮係使用回收之溶劑再純化，計算其碳足跡，CO₂ 之排放減量可達 4.92%。由上述結果可知，WA3P1S1 新配方之綠色柴油油品，為兼具節能與減少污染排放之永續性燃料。此研究在全世界含水醇酮類添加於柴油混合油品之研究領域，屬創新性之頂尖成果（發表於 *Energy and Fuels*, Vol. 25, pp. 1537-1546）。

生質酒精、生質丁醇及生質丙酮，於生質醣類或纖維素發酵產物中，因具揮發性高之特性，常以特定溫度蒸餾方式加以純化，但因 95.6%以上純度之酒精與水有共沸特性，無法以蒸餾繼續純化，必須透過共沸蒸餾脫水、萃取蒸餾脫水、化學反應脫水或分子篩脫水等方法，將酒精由 95.6%純化至 99.5%，此去水（dehydration）過程，佔生質酒精淨能平衡（net energy balance）中的 14%能源消耗，且所須增加設備之價格昂貴。故若擬提高生質酒精成為替代石化燃油之比例，此去水（dehydration）過程之花費，將成為一大阻力。若以經初步蒸餾純度僅約 95%（即內含 5%水）酒精，直接長時間使用於汽油車引擎，容易造成機件損壞。申請人所領導之研究團隊發現，柴油添加少量（1 至 5%）水後，於柴油發電機引擎之燃燒效率顯著提高，不會損害機械設備，且污染排放大幅減少，故少量水與高含氧量酒精混存在柴油中，對柴油引擎性能之提升，反而有利。本研究團隊經初步油品混合測試，將 95%含水生質酒精（或 95%含水生質丙酮），透過加入少量丁醇（或異丙醇）及未酯化之黃豆油（或經酯化之生質柴油）等共溶劑（co-solvent）及穩定劑（stabilizer），經機械剪切力攪拌乳化互溶，可達到酒精（或丙酮）-水-柴油之穩定混合燃料。上述研究結果，除了已登在 *Energy and Fuels*, Vol. 25, pp. 1537-1546 及 *Energy* (2011) Vol. 36, pp. 5591-5599 外，2012 至 2014 年發表之期刊論文，*Fuel* (2012), Vol. 93, pp. 364-372、*Applied Energy* (2013), Vol. 109, pp. 182-191、*Applied Energy*, Vol. 113, pp. 631-638 及 *Energy* (2014), Vol. 164, pp. 678-687，均再度證明本研究團隊之含水柴油，油品性質穩定，具有明顯節能減碳效果（減碳幅度可達 5 至 6%），且針對粒狀污染物（PM）、致癌多環芳香烴化合物（PAHs）、戴奧辛（PCDD/Fs）及氮氧化物（NO_x），均具同時之減量效果。過去柴油引擎之污染防治，常常 CO 及 PM 降低，NO_x 即上升；NO_x 降低，CO 及 PM 就上升，上述刊登在頂尖期刊之研究成果，展現本研究團隊於「含水柴油」之研究成果居世界領先地位，可同時降低 PM、PAHs、PCDD/Fs 及 NO_x 排放，並具節能 1 至 5%。在臺灣，柴油節能 1%之價值約為新臺幣 45 億，在全球柴油節能 1%之價值約為新臺幣 4,500 億，本團隊為柴油領域具世界領先之了不起研究成果。本團隊多年來持續不斷之鑽研與提升之研究成果，將對全世界柴油油品之市場、技術及應用與柴油引擎之設計及製造，產生長遠正面的影響。

1. Yuan-Chung Lin（李文智講座指導畢業之博士生）；Wen-Jhy Lee*；Chun-Chi Chen；Chung-Bang Chen (November, 2006) “Saving Energy and Reducing Emissions of both Polycyclic Aromatic Hydrocarbon and Particulate Matter by Adding Bio-solution to Emulsified Diesel”, *Environmental Science and Technology*, Vol. 40, pp. 5553-5559 (SCI Impact Factor=5.257).

2. Yuan-Chung Lin (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee; How-Ran Chao; Shu-Li Wang; Tsui-Chun Tsou; Guo-Ping Chang-Chien; Perng-Jy Tsai, (February, 2008) "Approach for Energy Saving and Pollution Reducing by Fueling Diesel Engines with Emulsified Biosolution/Biodiesel/Diesel Blends", Environmental Science and Technology, Vol. 42, pp. 3849-3855 (Impact Factor=5.257).
3. Yuan-Chung Lin (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Tser-Son Wu; Chih-Ta Wang (December, 2006) "Comparison of PAH and Regulated Harmful Matter Emissions from Biodiesel Blends and Paraffinic Fuel Blends on Engine Accumulated Mileage Test", Fuel, Vol. 85, pp. 2516-2523 (SCI Impact Factor=3.357).
4. Sheng-Lun Lin* (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Chia-Fon Lee and Shui-Jen Chen (July, 2010) "Energy Savings and Emission Reduction of Nitrogen Oxides, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Adding Water-Containing Acetone and Neat Soybean Oil to a Diesel-Fueled Engine Generator", Energy & Fuels, pp. 4522-4533 (SCI Impact Factor=2.853).
5. Wen-Jhy Lee; I-Cheng Liu (李文智講座指導畢業之碩士生) ; Francis Kimani Mwangi (申請人指導畢業之博士生) ; Yasuhiro Fukushima; Wei-Hsin Chen, Chao-ning Liao, Lin-Chi Wang (June, 2011) "Assessment of Energy Performance and Air pollutant Emissions in a Diesel Engine Generator Fueled with Water-Containing Ethanol-Biodiesel-Diesel Blend of Fuels", Energy, Vol. 36, pp. 5591-5599 (SCI Impact Factor=3.651).
6. Sheng-Lun Lin* (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Chia-Fon Lee and Shui-Jen Chen (July, 2010) "Energy Savings and Emission Reduction of Nitrogen Oxides, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Adding Water-Containing Acetone and Neat Soybean Oil to a Diesel-Fueled Engine Generator", Energy & Fuels, pp. 4522-4533 (SCI Impact Factor=2.853).
7. Sheng-Lun Lin* (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Chia-fon Lee; Yo-ping Wu (March, 2012) "Reduction in Emissions of Nitrogen Oxide, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon by Adding Water-Containing Butanol into a diesel-fueled Engine Generator", Fuel, Vol. 93, pp. 364-372 (SCI Impact Factor=3.357).
8. Yu-Cheng Chang (李文智講座目前指導之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Sheng-Lun Lin; Lin-Chi Wang (September 2013) "Green energy: Water-containing acetone-butanol-ethanol diesel blends fueled in diesel engines", Applied Energy, Vol. 109, pp. 182-191 (SCI Impact Factor=4.781).
9. Yu-Cheng Chang (李文智講座目前指導之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Lin-Chi Wang; Hsi-Hsien Yang; Man-Ting Cheng; Jau-Huai Lu; Ying I. Tsai; Li-Hao Young (January 2014) "Effects of waste cooking oil-based biodiesel on the toxic organic pollutant

emissions from a diesel engine”, *Applied Energy*, Vol. 113, pp. 631-638 (SCI Impact Factor=4.781).

10. Yu-Cheng Chang (李文智講座目前指導之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Tser Son Wu; Chang-Yu Wu; Shui-Jen Chen (March, 2014) “Use of water containing acetone-butanol-ethanol for NO_x-PM (nitrogen oxide-particulate matter) trade-off in the diesel engine fueled with biodiesel”, *Energy*, Vol. 164, pp. 678-687 (SCI Impact Factor=3.651).

三、環境戴奧辛及多溴聯苯醚之研究世界領先

本研究 (ES&T, February, 2007, Vol. 41, pp. 957-962) 係針對高科技電子產業之廢棄物——含多溴聯苯醚 (PBDEs) 印刷電路板進行高溫熱解過程產生含溴戴奧辛之特徵探討及控制技術研發。研究結果發現，熱解溫度由 850°C 提升至 1200°C，則無論於底灰或煙道廢氣中之含溴戴奧辛均約減少 50%。若於高溫熱解前含溴印刷電路板加入 CaO，則 CaO 會與 HBr 反應，形成固態 CaBr₂ 於底灰中，如此不但減少 90% 以上含溴戴奧辛之生成，亦降低 HBr 殘存於煙道廢氣中腐蝕設備管線。本論文成果於發表於全世界環境工程與科學領域之頂尖期刊 *Environmental Science and Technology*，本研究於全世界相關研究領域居領先地位，開啟人類之新觀念，於避免或減少人類暴露於含溴戴奧辛之危害及減少腐蝕，並提供控制技術，做出重大貢獻。

上述 ES&T 論文之研究結果，亦啟發申請人另一研究之新構想，過去國際上總認為將多溴聯苯醚 (PBDEs) 加入印刷電路板，其排放來源主要來自如電腦等電子產品，且以逸散性方式排出。但是，李文智講座教授已與正修科大超微量研究科技中心之團隊進一步證實，大量之多溴聯苯醚 (PBDEs) 係因含溴化合物，自燃燒源經燃燒反應生成而排出，本結果更具創新性，未來全世界新進國家，應該嚴格管制多溴聯苯醚 (PBDEs) 自燃燒或加熱源排出。此研究成果已分別發表於 *Environmental Pollution* (August, 2010), Vol. 158, pp. 3108-3115 及 *Chemosphere* (June, 2011), Vol. 84, pp. 936-942。

李文智講座教授所領導研究團隊於 2008 年 4 月發表於國際頂尖期刊 *Journal of Hazardous Material*, Vol. 154, pp. 1166-1172 之論文係以 CALUX bioassay 進行牛奶中戴奧辛之檢測。與傳統高解析度氣相層析質譜儀分析戴奧辛比較，CALUX bioassay 可節省約 75 至 90% 之經費與時間，且只有 20 至 35% 左右之樣品，其濃度值接近法規標準，必須以高解析度氣相層析質譜儀再度分析確認。CALUX bioassay 方法之建立與確認，開啟臺灣地區及全世界未來以生物檢測法篩檢環境及生物樣品中之常見化合物，如：塑化劑、阻燃劑等環境荷爾蒙毒性物質有利之工具。

臺灣地區各種固定及移動性污染源排放戴奧辛之完整排放清單種類及其分布百分比，為李文智講座教授所領導研究團隊於 2007 年 8 月發表於國際頂尖期刊 *Chemosphere*, Vol. 68, pp. 1642-1649。此研究成果顯示，以年排放量估算，臺灣地區主要之戴奧辛排放源為煉鐵燒結爐 (占 32%)、燃煤電廠 (占 28%)、電弧爐 (占 23%) 及稻草燃燒 (占 8.1%)，而一般都市垃圾焚化爐只占 1.3%，導正一般民眾認為焚化爐為臺灣地區戴奧辛 (PCDD/Fs)

主要排放源之不正確想法，亦提供環保單位管制戴奧辛排放之寶貴資訊。此研究屬於戴奧辛領域水準高超之研究結果，六年多來被 SCI 國際期刊論文引用次數達 49 次。

2013 年底，本研究團隊再度發表二篇頂尖期刊論文，第一篇論文 (AE)，進行大規模東南亞 (7-SEA)，農廢生質物燃燒排放持久性有機物 (POPs)，由泰國通過越南，經長程傳輸到達臺灣地區鹿林山區之研究，這是國際上少數，成功完成此艱鉅研究工作之團隊，此篇論文之發表亦將臺灣 POPs 微量採樣分析研究、結合長程傳輸、衛星火點照片及大氣氣流模擬之高難度研究成果 (Atmospheric Environment, Vol. 78, pp. 184-194)。ES&T (2013) 論文究將 LCD 面板廠之廢水廠含溴化有機污泥與木屑於工業蒸汽鍋爐混燒，減少污泥之處理費用，將廢棄有機污泥轉化為有價之生質能源，同時用嚴謹的科研程序，驗證 PBDEs 及 PBDD/Fs 於燃燒過程之大幅削減機制，此篇論文兼具工程應用與科學價值 (Environmental Science and Technology (2013), Vol. 47, pp. 12600-12606)；Environmental Science and Technology (ES&T) 為全世界環境工程之頂尖期刊，環境工程相關領域教授，莫不以刊登研究成果於 ES&T 為榮，此論文亦使本研究團隊 ES&T 論文發表之累積篇數，成長至 18 篇。

1. Yi-Chieh Lai (李文智講座指導畢業之博士生)；Wen-Jhy Lee*；Hsing-Wang Li (申請人指導畢業之博士生)；Lin-Chi Wang；Guo-Ping Chang-Chien. (February, 2007) “Inhibition of polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans formation from the pyrolysis of printed circuit boards”, Environmental Science and Technology, Vol. 41, pp. 957-962 (Impact Factor=5.257).
2. Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生)；Wen-Jhy Lee；Wei-Shan Lee；Guo-Ping Chang-Chien (August, 2010) “Emission Estimation and Congener Specific characterization of Polybrominated Diphenyl Ether from various stationary and Mobile Sources”, Environmental Pollution, Vol. 158, pp. 3108-3115 (SCI Impact Factor=3.73).
3. Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生)；Wen-Jhy Lee；Wei-Shan Lee；Guo-Ping Chang-Chien (June, 2011) “Polybrominated diphenyl ethers in various atmospheric environments of Taiwan: Their levels, source identification and influence of combustion sources”, Chemosphere, Vol. 84, pp. 936-942 (SCI Impact Factor=3.137).
4. I-Cheng Chou (李文智講座指導畢業之博士生)；Wen-Jhy Lee*；Lin-Chi Wang；Guo-Ping Chang-Chien, Wei-Shan Lee；Hsinyu Lee (April, 2008) “Validation of the CALUX bioassay as a screening and semi-quantitative method for PCDD/F levels in cow’s milk”, Journal of Hazardous Material, Vol. 154, pp. 1166-1172 (SCI Impact Factor=3.925).
5. Long-Full Lin (李文智講座指導畢業之博士生)；Wen-Jhy Lee*；Hsing-Wang Li；Mao-Sung Wang；Guo-Ping Chang-Chien (August, 2007) “Characterization and Inventory of PCDD/F emission from coal-fired power plants and other sources in Taiwan”, Chemosphere, Vol. 68, pp. 1642-1649 (SCI Impact Factor=3.137).

6. Shun-Shiang Chang; Wen-Jhy Lee*; Lin-Chi Wang; Neng-Huei Lin; Guo-Ping Chang-Chien* (October, 2013) “Influence of the Southeast Asian biomass burnings on the atmospheric persistent organic pollutants observed at near sources and receptor site”, *Atmospheric Environment*, Vol. 78 pp. 184-194 (SCI Impact Factor=3.465).
7. Shun-Shiang Chang (李文智講座目前指導之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Lin-Chi Wang*; Guo-Ping Chang-Chien; Chang-Yu Wu (November 2013) “Energy Recovery and Emissions of PBDD/Fs and PBDEs from Co-combustion of Woodchip and Wastewater Sludge in an Industrial Boiler”, *Environmental Science and Technology*, Vol. 47, pp. 12600-12606 (SCI Impact Factor=5.257).

四、協助產業發展績效

1. 焚化爐垃圾儲存坑除臭及戴奧辛排放減量績效卓著

李文智講座教授利用天然有機酵素除臭劑噴灑焚化爐垃圾儲存坑之廢棄物，除了可消除臭味，亦可促進焚化爐中燃燒反應之進行，使得廢棄物燃燒更完全，以減少焚化爐煙道廢氣中多環芳香族碳氫化合物 (PAHs) 及戴奧辛 (PCDD/Fs) 之排放，已獲得甚佳之成果；PAHs 及 PCDD/Fs 之減量平均可達 80%，且此方法對 PCDD/Fs 之處理原理為利用反應機制切斷 PCDD/Fs 之形成路徑，為徹底之 PCDD/Fs 削減方法；傳統處理方法噴灑活性碳於過濾袋集塵器之前以去除煙道廢氣中之 PCDD/Fs，為相的轉移，吸附 PCDD/Fs 之活性碳為有害廢棄物，仍須妥善處理，而噴灑有機酵素除臭劑於垃圾儲存坑之廢棄物上則可確實解決此問題。本項技術以電弧爐集塵灰處理廠為驗證標的，研究之成果發表於 *Journal of Hazardous Material*, Vol. 150, pp. 83-91 (SCI Impact Factor=3.925)。且近五年來，臺灣南部地區高雄市區與南區二座焚化廠，接受李文智講座教授之技術輔導，持續使用上述技術，對垃圾儲存坑之除臭及戴奧辛減量，績效卓著。最近有幾個污泥烘乾廠，因排放廢氣具惡臭，引起附近居民之抗議。李文智講座教授過去亦曾將有機酵素除臭劑置於空污防治設備——濕式洗滌塔之水相，對於除臭有令人驚喜之效果。

上述天然有機酵素技術，可進一步使用於提升魚池及湖水水質、控制藻類及去除水池底泥臭味。這個項目李文智講座教授之現場經驗豐富，曾以天然有機酵素技術添加及養分注入，配合空氣曝氣、魚類養殖，湖水景觀大為改善，湖中生態系大為活絡，大大增進人們於湖邊散步之舒適感。

2. 採用有機酵素溶液進行煉鐵燒結爐之節能減碳

中華民國專利證書 (August, 2008)，發明證書第 I300018 號「可提升產率之燒結製程」，發明人為前中鋼工程師牟金祿博士及李文智講座教授。此發明專利為位於高雄市之中國鋼鐵公司委託研究計畫之產出成果。在此發明專利中揭露新燒結製程之觀念及燒結製程增產之增產劑配方。燒結製程增產之機制為：1.促進拌料之造

粒效果；2.增加燒結料層透氣性；3.具有燃燒觸媒之功能；4.加速燒結料燃燒速率平均 15%；5.增加料層中能量釋放；6.降低污染物質之排放（減碳約 5%）。以中國鋼鐵公司為例，若全面使用本專利之技術一年須增產劑之購買金額約新臺幣五億元，中國鋼鐵公司可創造約新臺幣十一億元之收益，即中國鋼鐵公司之毛利約新臺幣六億元；全世界鋼鐵燒結製程之規模為中國鋼鐵公司之 50 倍，可見本發明專利具巨大商業運轉之商機。目前之專利所有權人為中國鋼鐵公司與李文智講座教授共有，但是，增產劑配方之製造技術主要為李文智講座教授所有，本專利為成功大學非常重要之資產。本發明專利之增產劑配方稍做修改，亦可為燃煤電廠節能減碳之工具，經李文智講座教授於中國大陸之燃煤熱電廠所做初步實驗結果顯示，節能減碳可達 5 至 16%，具高度商業運轉之價值，可應用於木屑、污泥、煤炭及其他生質能之燃燒，以提升燃燒效率。本專利所屬學術理論之補強工作，將納入李文智講座教授未來重要之研究項目。

3. 近五年計於成大完成之專利及技轉

(1) 李文智講座教授研發之新型專利「貴重金屬高溫熱熔回收設備」（中華民國專利證書，新型第 M264023 號），可應用於處理汞與戴奧辛污染土壤。目前，冠誠環境科技工程股份有限公司已於 2008 年國立成功大學簽定技術移轉合約，權利金計新臺幣五十萬元，李文智講座教授亦帶領研究生完成此項技轉技術之學術論文發表於 *Journal of Hazardous Materials* (December, 2008), Vol. 160, pp. 220-227 (SCI Impact Factor=3.925)。

(2) 乳化重油技術申請中華人民共和國專利，已經核准(李文智、陳俊吉;November, 2012; 「以含油水製造乳化燃料之方法」，中華人民共和國發明專利證書，第 1081209 號)。李文智講座教授已與成大技轉中心合作，開始提供產業技術移轉平台，期能為工業界落實大幅節能與減少空氣污染物排放之目標。目前已有四家公司完成技轉合約（合約中要求廠商名稱保密），將乳化重油技術中之乳化設備技術先行技轉。乳化技術中最核心之乳化劑技術，按成大技轉中心之政策，暫不移轉廠商，仍由成大控管。此外，國內許多公司，亦已洽談擬進行乳化重油之測試作業，李文智講座教授對產業界之工業鍋爐節能減碳技術有具體貢獻。其領導之研發團隊亦將乳化重油之研發成果論文，發表於國際 SCI 頂尖期刊 *ES&T* (January, 2008), Vol. 42, pp. 270-275 及 *Energy & Fuels* (March, 2011), Vol. 25, pp. 1537-1546。

4. 推廣「垃圾減量將廚餘轉化為有機肥」活動卓然有成

李文智講座教授利用課餘時間推廣「垃圾減量將廚餘轉化為有機肥」活動，多年來演講超過 300 場次，培育環保義工無數，現在此廚餘回收已成為行政院環保署之重要施政工作。為了解決廚餘回收過程臭味問題，近五年來，李文智講座教授繼續指導技術研發之有機肥料除臭劑及協助設計之廚餘回收桶，廠商已量產。臺灣地區每年使用李文智講座教授指導研發之天然有機除臭劑，其每年之銷售量已達一萬包以上，可消除廚餘堆肥之臭味，並促進花草樹木之生長及作物之收成量，對廚餘

轉化為有機肥之工作，貢獻顯著。

5. 李文智講座教授自行設計之煙囪及汽柴油車排放廢氣 PAHs 採樣設備，近五年來，除了李文智講座教授研究團隊自行使用，已發表超過四十篇以上之國際期刊頂尖論文外，並以無私的心，將此採樣設備，嘉惠其他研究團隊。
6. 李文智講座獲得多項重要之發明及創作專利
 - (1) 李文智 (April, 2005) 「焚化爐排放戴奧辛類化合物之處理劑及程序」，中華民國發明專利證書，第 I 231234 號。本專利技術應用在焚化廠垃圾儲坑兼具除臭及去除戴奧辛類化合物之功能。
 - (2) 牟金祿、李文智 (August, 2008) 「可提升產率之燒結製程」，中華民國發明專利證書，第 I 300018 號。此專利技術於煉鐵燒結製程、燃煤電廠及燃燒生質燃料，如：木屑及污泥，將提供節能減碳及創造產業利潤之雙層效益。
 - (3) 李文智、施明良、王雅玢、張簡國平、蔡政賢、王琳麒 (May, 2009) 「中溫脫附結合高溫電漿氧化破壞戴奧辛類化合物之處理設備與方法」，中華民國發明專利證書，第 I 309289 號。臺南市安南區中石化安順廠區，為全世界規模最大之戴奧辛及汞污染場址，即將開始全面整治。本專利技術先以中低溫進行污染物之熱脫附，再以高能電漿技術催毀戴奧辛，氣流量少，具大幅節能減碳之效，將對未來國內外戴奧辛、農藥、油及汞污染土壤，提供重要核心技術協助。
 - (4) 牟金祿、陳裕政、李文智、蔡朋枝 (September, 2011) 「降低燒結製程所排放之多環芳香烴化合物的方法」，中華民國發明專利證書，第 I347976 號。本專利技術可大幅降低煉鐵燒結製程多環芳香烴化合物之排放。
 - (5) 李文智、黃良銘、吳重霖、段宇君、黃俊榮 (September, 2012) 「高鹵素及腐蝕性廢棄物焚化熱熔處理設備」，中華民國新型專利證書，第 M436805 號；中華人民共和國新型專利證書，第 ZL 2012 2 0169244.9 號。本專利技術可提供建造一座完整有害廢棄物處理廠之核心技術。
 - (6) 李文智、陳俊吉 (November, 2012) 「以含油水製造乳化燃料之方法」，中華人民共和國發明專利證書，第 1081209 號。利用本專利技術，每年臺灣地區可節省重油成本約新臺幣 300 至 330 億元，全球約可節省重油成本新臺幣 3 至 3.3 兆元。
 - (7) 李文智、胡耀忠、黃金勳「污染土壤熱處理系統」，中華民國新型專利證書，

第 M 445466 號；中華人民共和國發明專利證書，第 ZL 2012 2 0499114.1 號。本專利技術可應用於污染土壤之熱處理，節能減碳可達 20% 以上，為一創新之綠色技術。

- (8) 李文智 (November, 2013) 「乳化重油系統裝置」，中華民國新型專利申請案號：102222196；中華人民共和國新型專利申請案號：2013207764741.8。本專利之中華民國新型專利已核准請照中，中華人民共和國新型專利審核中。本專利技術將重油乳化系統設備流程詳加改良，使得乳化後之油包水乳化重油品質更穩定，節能減碳效果更佳。

五、國內外之成就與榮譽

1. 現為 AAQR 國際 SCI 期刊主編，為創立 AAQR 之主要成員，對國家有傑出之貢獻

Aerosol and Air Quality Research (簡稱 AAQR) 國際 SCI 期刊於 2001 年 6 月創刊，當時主編 (Editor-In-Chief) 為臺大公衛學院院長王秋森教授，執行編輯 (Managing Editor) 為李文智講座教授。在 AAQR 創刊號出版之前，AAQR 之研究領域方向、投稿方式、邀稿、協助審稿、稿件編排、校稿、送印刷廠製版及印刷裝訂，李文智講座教授均親自積極投入，AAQR 期刊之封面亦為申請人李講座教授所設計。

AAQR 出版之前三期，因稿源不足，李講座教授要求自己指導畢業之博士子弟兵及教授好友撰寫論文，親自參與論文辯證思維之討論，並協助修改論文內容，其工作之繁重，不言可喻。因李講座教授認真嚴謹之投入，AAQR 創刊號出版，即引起國內外高度重視，臺灣國家圖書館更邀請納入為該館之典藏期刊。AAQR 為亞洲地區第一個氣膠 (Aerosol)、空氣品質 (Air Quality) 及空氣污染控制 (Air Pollution Control) 研究領域之英文學術性國際期刊。至目前為止，亞洲地區之重要國家，如：日本、韓國、中國大陸、印度、馬來西亞、香港、新加坡、菲律賓及其他亞洲國家，均無此領域英文版國際期刊出版。AAQR 已與英國出版之 Atmospheric Environment、美國出版之 Aerosol Science and Technology 及歐洲氣膠聯盟出版德國主編之 Journal Aerosol Science，並列為氣膠 (Aerosol)、空氣品質 (Air Quality) 及空氣污染控制 (Air Pollution Control) 研究領域之四大知名專業期刊。

2003 年 7 月，當時 AAQR 主編王秋森教授自臺大退休。在 2003 年元月，王秋森教授即將 AAQR 主編之職，交由李文智講座教授代理。李教授不負眾望，突破所有困難，於不到 6 個月內，完成第 3 期之出刊。

2004 至 2010 年間，AAQR (Editor-In-Chief) 工作由交大環工所蔡春進教授擔任，李文智講座教授雖未第一線擔任主編之工作，因擔任中華民國氣膠學會第一副會長或會長之職，或協助邀稿，或擔任編輯委員會委員，或協助擔任主編 (Editor)，

使得 AAQR 成長過程之困難一一突破，繼續出刊，李講座教授功不可沒。2006 年在美國明尼蘇達州舉行之國際氣膠研討會(IAC)、2007 年之亞洲氣膠研討會及 2007 至 2010 年之歐洲氣膠研討會，李教授均帶領研究生親自發放 AAQR 之出版品，達到 AAQR 國際之宣傳效果，奠定 AAQR 之國際知名度。AAQR 創刊之初，投稿者均為臺灣學者，現在 AAQR 論文之稿源遍布全球五大洲，外國學者之論文占大部分。李講座教授一步一腳印之努力經營，為 AAQR 成功之關鍵因素之一。

2007 年李文智講座教授擔任臺灣氣膠學會會長，協助當時 AAQR 主編蔡春進教授，彙整相關資料，申請進入 SCI。2008 年 9 月初，SCI 來信通知，申請已蒙獲准。

2011 年初，李文智講座教授再度由 AAQR 期刊諮詢委員會全數委員同意通過，任命為 AAQR 總編輯 (Editor-In-Chief)，任期一任三年。2012 年 7 月初，JCR 所公布之 AAQR SCI Impact Factor 為 2.827，在 Category of Environmental Science 所列 205 個 SCI 期刊中，名列 43 名，為前 21%。2012 年 AAQR 計刊登 138 篇論文。至此，由李文智講座教授擔任總編輯之 AAQR，已是 SCI 中上水準以上之專業國際期刊，提供國內外學者發表研究成果之優良平臺。2013 年李文智講座教授卸任 AAQR 總編輯 (Editor-In-Chief) 工作，由林能暉及蔡春進二位教授接手主編工作，李文智講座教授仍擔任 Editor，並協助 AAQR 出刊前編輯工作。

一般研究學者均知，投稿優良 SCI 期刊不易被接受，被 SCI 期刊邀請為編輯委員會委員必須有相當學術成就，被邀請為 SCI 期刊之主編 (Editor) 為極少有之傑出榮譽，李文智講座教授曾擔任 SCI 國際知名期刊總編輯 (Editor-In-Chief)，應為個人及成功大學之頂尖榮耀。臺灣擁有一個 SCI 前 21% 之國際知名期刊，這是國家的重要資產，亦為海峽兩岸相關研究學者發表學術研究成果之平臺。李文智講座教授為創立 AAQR 國際 SCI 期刊之主要成員且曾擔任 AAQR 期刊主編職務，為對國家社會、海峽兩岸及全世界科學領域之傑出貢獻，亦為個人之傑出成就。

2. Editorial Board Member, Journal of Hazardous Materials (1996 till now) (SCI Impact factor=3.925).
3. Editorial Board Member, Journal of Environmental Engineering and Management (2005-2008).
4. Deputy Editor-In-Chief, Sustainable Environment Research (2008-2011).
5. Editorial Board Member, Aerosol and Air Quality Research (2004-2008).
6. Editor-In-Chief or Editor, Aerosol and Air Quality Research (2008 till now).

7. 因研究成果傑出，2002 至 2011 年，連續九年獲得成功大學特聘教授之榮銜，2013 年榮任成大講座教授。
8. 2003 及 2011 年計二次榮獲國科會傑出研究獎。
9. 2006 至 2008 年榮膺臺灣氣膠研究學會會長。
10. 2012 年榮任臺灣氣膠研究學會會士 (Fellow)。
11. 2007 年 8 月於高雄主辦 5th Asian Aerosol Conference，與會來賓超過 550 人，成果斐然，獲得世界各國學者讚賞。
12. 環境工程學會第二十四屆空氣污染控制技術研討會優秀論文獎。得獎論文：陳俊吉、李文智 (December, 2007) 〈以含油廢水為乳化燃料節省能源，並減少工業鍋爐廢氣污染排放〉，第二十四屆空氣污染控制技術研討會論文集。
13. 2007 年榮獲國立成功大學工學院優良導師獎。
14. 環境工程學會第二十五屆空氣污染控制技術研討會優秀論文獎。得獎論文：林聖倫、李文智等 (November, 2008) 〈漁船用油添加黏稠劑研究及車用引擎與漁船實程測試〉，第二十五屆空氣污染控制技術研討會論文集。
15. 環境工程學會第二十六屆空氣污染控制技術研討會優秀論文獎。得獎論文：陳紀璿、呂欣、王琳麒、李興旺、李文智、張簡國平等 (November, 2009) 〈袋濾式集塵器舊濾袋所引起煙道廢氣戴奧辛之記憶效應〉，第二十五屆空氣污染控制技術研討會論文集。
16. 2009 年榮獲成功大學工學院頒發發表國際 SCI 期刊被引用次數 H Index 評比成績優異獎，近十年之 H Index 名列成大工學院各系所教授群之前十名。
17. 環境工程學會 2011 年空氣污染控制技術研討會優秀論文獎。得獎論文：王琳麒、李文智、李偉山、張簡國平、李佳育 (November, 2011) 〈燃燒源排放多溴聯苯醚之特徵及排放量推估〉。
18. 環境工程學會 2011 年空氣污染控制技術研討會優秀論文獎。得獎論文：張藍萍、王琳麒、鄭曼亭、楊錫賢、盧昭輝、李文智 (November, 2011) 〈生質柴油及使用舊濾煙器對重柴油引擎排放持久性有機物之影響〉。

19. 環境工程學會 2012 年空氣污染控制技術研討會優秀論文獎。得獎論文：張育誠、王琳麒、楊錫賢、蔡瀛逸、盧昭暉、李文智 (November, 2012) 〈使用含水丁醇混合柴油降低重型柴油引擎毒性有機污染物排放〉。
20. 中國礦冶工程學會 2013 年礦冶論文佳作獎。得獎論文：盧科妙、劉世賢、陳維新、李文智 (October, 2013) 〈氧氣氛對生質物低溫炭化反應之影響〉。

李文智講座教授之研究領域，主要為空氣污染防治、電漿科技、有害廢棄物處理及綠色能源科技，曾執行多項環保署及國科會之研究計畫；因研究傑出，獲得 2003 及 2011 年國科會傑出研究獎二次，並連續九年獲成大特聘教授殊榮 (2002-2011)，2013 年榮任成大講座教授。現任 Aerosol and Air Quality Research (AAQR) SCI 國際期刊 Editor (2012 年公布之 Impact Factor = 2.827)，自 1986 年起一直擔任 Journal Hazardous Materials SCI 頂尖國際期刊編輯委員，自 2008 年起亦擔任 Sustainable Environment Research 期刊之副總編輯。李文智講座教授至 2012 年 7 月為止，提出超過 150 篇以上，發表於國際頂尖期刊之重要論文。超過 150 篇國際期刊重要論文中，發表於全世界環境科學與技術研究領域最頂尖期刊 Environmental Science and Technology (Impact Factor = 5.257) 論文 18 篇、環境醫學與公共衛生研究領域全世界最頂尖期刊 Environmental Health Perspectives (Impact Factor = 7.26) 論文 2 篇；化學工程研究領域全世界最頂尖期刊 J. AIChE (Impact Factor = 2.493) 論文 1 篇、Plasma Chemistry and Plasma Processing (Impact Factor = 1.728) 論文 3 篇及 Industrial and Engineering Chemistry Research (Impact Factor = 2.206) 論文 5 篇；大氣環境研究領域全世界最頂尖期刊 Atmospheric Environment (Impact Factor = 3.11) 論文 17 篇；毒性物質研究全世界知名期刊 Journal of Hazardous Materials (Impact Factor = 3.925) 論文 13 篇、Chemosphere (Impact Factor = 3.137) 論文 8 篇、Science of Total Environment (Impact Factor = 3.258) 論文 8 篇、Environment International (Impact Factor = 6.248) 論文 5 篇、Environment Pollution (Impact Factor = 3.73) 論文 3 篇及 Applied Energy (Impact Factor = 4.781) 論文 5 篇。李文智講座教授歷年 (含博士學位過程 3 篇) 發表超過 150 篇期刊論文，累積被引用之次數超過 3,700 次，H Index 亦已高達 36。2009 年李文智講座教授獲得成大工學院頒發發表國際 SCI 期刊被引用次數 H Index 評比優異獎，近十年之 H Index 名列成大工學院所有教授群之前十名。以上述頂尖踏實之研究成果為基礎，加上李文智講座教授嚴謹之治學態度，整體研究團隊將以恭謹之態度，繼續為國家之環保科技研發、技術商業運轉與工程教育工作盡心盡力。

六、培育人才，所指導博士班畢業之學生，學術成就非凡

李文智講座教授治學嚴謹，自 1991 年進入成功大學任職凡二十二年七個月，指導 (含五位協助指導) 博士生畢業，達二十二位之多，指導碩士生更超過四十五位。這些博碩士生畢業後，在國內外學術界、政府機關及產業界服務，對國家社會做出重大貢獻。其指導之博士生有十五位任教職，七位已升任教授。茲將李文智講座教授所指導畢業之博士生說明如下：

1. 許蕙琳：於 1995 年博士班畢業，現任職於崑山科技大學環境工程學系副教授。

2. 米孝萱：於 1997 年博士班畢業，現任職於嘉南藥理科技大學環境工程學系副教授，曾於 1998 年榮獲臺灣氣膠學會青年學者成就獎——秋森獎。
3. 楊錫賢：於 1997 年博士班畢業，2003 年升任教授，現任職朝陽科技大學環境管理系教授兼系主任之職，並自 2011 年起，擔任 Aerosol and Air Quality Research 國際期刊 Managing Editor 之職，任勞任怨，貢獻良多。楊錫賢教授亦曾於 2006 年榮獲臺灣氣膠學會青年學者成就獎——秋森獎，亦曾獲得朝陽科技大學研究優良教師獎勵，計在國際 SCI 期刊發表超過 50 篇頂尖論文。
4. 謝連德：於 1997 年博士班畢業，2011 年升任教授，現任職屏東科技大學環境工程系教授，計在國際 SCI 期刊發表超過 40 篇頂尖論文。
5. 王雅玟：於 1998 年博士班畢業，2011 年升任教授，現任職中原大學環境微生物系教授兼系主任，計在國際 SCI 期刊發表超過 50 篇頂尖論文，國內外學術評價甚高。
6. 廖渭銅：於 1999 年博士班畢業，現任職南臺科技大學化材系副教授，曾兼任系主任職務多年，甚獲南臺科大校方器重。
7. 蔡政賢：於 2000 年博士班畢業，2009 年升任教授，現任職高雄應用科技大學環境化材系教授兼系主任，計在國際 SCI 期刊發表超過 60 篇頂尖論文，曾擔任高應大副總務長之職，於 2007 年榮獲臺灣氣膠學會青年學者成就獎——秋森獎，國內外學術評價甚高。
8. 王琳麒：於 2002 年博士班畢業，2011 年升任教授，現任職正修科技大學環境化材系教授，計在國際 SCI 期刊發表超過 68 篇頂尖論文，現任臺灣氣膠學會祕書長兼 AAQR Managing Editor 之職，於 2009 年榮獲臺灣氣膠學會青年學者成就獎——秋森獎，榮獲 2011 年國科會吳大猷獎，為國際表現頂尖之年輕學者，計在國際 SCI 期刊發表超過 70 篇頂尖論文。
9. 施明良：於 2002 年博士班畢業，曾任職於嘉南藥理科技大學環境工程學系副教授，現任職於美國加州水委員會，考過美國土木技師執照，現於加州擔任之職位甚高。
10. 史順益：為協助林達昌教授指導畢業之博士生，於 2004 年博士班畢業，2010 年升任教授，現任職於崑山科技大學環境工程學系教授，計在國際 SCI 期刊發表超過 12 篇頂尖論文，近三年學術表現甚佳。
11. 郭益銘：為協助成大環工系林達昌教授指導畢業之博士生，於 2004 年博士班畢業，現任職於中華醫事科技大學環境安全衛生系副教授，計在國際 SCI 期刊發表超過 43 篇頂尖論文，為申請人長年指導具突出學術表現之廢棄物電漿熱熔研究領域

專家，學術表現甚佳，論文之質與量已達教授升等之水準，預計 2014 年可升任教授。

12. 林淵淙：於 2005 年博士班畢業，現任職於中山大學環境工程研究所副教授，計在國際 SCI 期刊發表超過 40 篇頂尖論文，為柴油引擎節能減碳研究領域之專家，學術表現甚佳，已升任副教授。博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國伊利諾大學香檳分校，進行約一年之研究，英文能力甚佳，撰寫論文能力亦佳。近三年學術表現突出，研究態度認真，未來具傑出之學術發展潛力。
13. 林龍富：於 2006 年博士班畢業，2010 年升任教授，治學嚴謹，現任職於崑山科技大學環境工程學系教授，計在國際 SCI 期刊發表超過 12 篇頂尖論文。
14. 李興旺：於 2007 年博士班畢業，博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國佛羅里達大學進行約二年之研究，現任職於中鋼公司研究員，計在國際 SCI 期刊發表超過 20 篇頂尖論文。
15. 賴怡潔：於 2007 年博士班畢業，現任職於正修科技大學助理教授，曾在國際 SCI 期刊頂尖期刊 (ES&T) 發表 20 篇頂尖論文，博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國伊利諾大學香檳分校，進行約一年之研究，英文能力甚佳，撰寫論文能力亦佳。近三年學術表現突出，研究態度認真，未來具傑出之學術發展潛力。
16. 陳俊吉：於 2008 年博士班畢業，現任職於中央研究院博士後研究員，為李文智講座教授指導第一位進行乳化重油研究，具突破性研究成果之博士生，研究成果發表於 ES&T 上。博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國普渡大學進行約一年之研究，英文能力甚佳，撰寫論文能力亦佳。
17. 周宜成：於 2008 年博士班畢業，應郭益銘副教授之邀，現任職於臺灣中油公司研究員，為李文智講座教授指導第一位進行生物檢測研究之博士生，天資聰穎，在生物檢測之研究上具突破性之研究成果。博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國科羅拉多州立大學進行約一年之研究，英文能力甚佳，撰寫論文能力亦佳。
18. 王怡靜：於 2009 年博士班畢業，曾任職於中山大學環境工程研究所博士後研究員，為李文智講座教授指導第一位完整進行臺灣地區國民戴奧辛攝入量之研究，博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國科羅拉多州立大學進行約一年之研究，英文能力甚佳，撰寫論文能力甚佳，最近喜獲麟兒，在家照顧兒子，孩子稍大將重回研究工作行列。
19. 郝揆民：於 2009 年博士班畢業，博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國佛羅里達大學進行約一年之研究，英文能力甚佳，公務人員高考及格，現任職新竹市政府。

20. 林聖倫：於 2011 年博士班畢業，現任職於正修科技大學助理教授，曾擔任 2011 年氣膠研討會之秘書長，博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國伊利諾大學香檳分校，進行約一年之研究，英文能力甚佳，撰寫論文能力亦佳。近三年學術表現突出，已發表 12 篇頂尖 SCI 論文，研究態度認真，未來具傑出之學術發展潛力。
21. 杜立凱：於 2013 年博士班畢業，博士論文進行污染源及環境中 PBDEs 之研究，英文能力甚佳，多益英文測驗考出 985 分之佳績，撰寫論文能力甚佳，準備任職於台塑公司。
22. 盧科妙：於 2013 年博士班畢業，博士論文進行生質物炭化反應之研究，研究態度認真嚴謹，現在任職於成功大學博士後研究員，準備任職於中鋼公司研究員。
23. 張育誠：於 2014 年博士班畢業，博士論文進行含水生質柴油之研究，博士班過程發表 4 篇頂尖 SCI 期刊論文，現在回家中掌理家族企業，工作重點為營建工程及混凝土拌合廠。
24. 張舜翔：於 2014 年博士班畢業，現任職於正修科技大學助理教授，博士班期間曾獲得國科會千里馬獎學金，至美國克萊森大學進行約一年之研究。

七、代表著作

1. Hsi-Hsien Yang (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee; Shui-Jen Chen, Soon-Onn Lai (June, 1998) "PAH Emission from Various Industrial Stacks", *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 60, pp. 159-174 (SCI Impact Factor=3.925) (Cited Number=161 times).
2. Thomas M. Holsen; Kenneth E. Noll; Shi-Ping Liu; Wen-Jhy Lee (June, 1991) "Dry Deposition of Polychlorinated Biphenyls in Urban Areas", *Environmental Science and Technology*, Vol. 25, No. 6, pp. 1075-1081 (SCI Impact Factor=5.257) (Cited Number=113 times).
3. Wen-Jhy Lee*; Ya-Fen Wang(李文智講座指導畢業之碩士及博士生); Ta-Chang Lin; Ying-Yuan Chen; Weng-Chang Lin; Chin-Chuen Ku; Juei-Tang Cheng (January, 1995) "PAH Characteristics in the Ambient Air of Traffic-Source", *The Science of the Total Environment*, Vol. 159, pp. 185-200 (SCI Impact Factor=3.258) (Cited Number=120 times).
4. How-Ran Chao; Shu-Li Wang; Wen-Jhy Lee; Olaf Pöpke (February, 2007) "Levels of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in breast milk from central Taiwan and their relation to infant birth outcome and maternal menstruation effects", *Environment*

- International, Vol. 33, pp. 239-245 (Impact Factor=6.248) (Cited Number=118 times).
5. Perng-Jy Tsai; Hong-Yong Shieh (李文智講座共同指導畢業之碩士生); Wen-Jhy Lee; Soon-Onn Lai (July, 2001) "Health-risk assessment for workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a carbon black manufacturing industry", *The Science of the Total Environment*, Vol. 278, pp. 137-150 (SCI Impact Factor=3.258) (Cited Number=81 times).
 6. Yuan-Chung Lin (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee*; Hsiao-Chung Hou (March, 2006) "PAH Emissions and Energy Efficiency of Palm-Biodiesel Blends Fueled on Diesel Generator", *Atmospheric Environment*, Vol. 40, pp. 3930-3940 (SCI Impact Factor=3.11) (Cited Number=85 times).
 7. Wei-Shan Lee; Guo-Ping Chang-Chien; Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee; Perng-Jy Tsai; Kuen-Yuh Wu; Chieh Lin (January, 2004) "Source identification of PCDD/Fs for various atmospheric environments in a highly industrialized city", *Environmental Science and Technology*, Vol. 38, No. 19, pp. 4937-4944 (SCI Impact Factor=5.257) (Cited Number=71 times).
 8. Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee; Perng-Jy Tsai; Wei-Shan Lee; Guo-Ping Chang-Chien; (January, 2003) "Emission of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from Stack Flue Gases of Sinter Plants", *Chemosphere*, Vol. 50, No. 9, pp. 1123-1129 (SCI Impact Factor=3.137) (Cited Number=74 times).
 9. Hwey-Lin Sheu (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee*; Sue J. Lin; Guor-Cheng Fang; Huei-Chuau Chang; Wen-Chun You (September, 1997) "Particle-Bound PAH Content in Ambient Air", *Environmental Pollution*, Vol. 96, No. 3, pp. 369-382 (NSC-86-2113-M-006-018) (United Kingdom) (SCI Impact Factor=3.73) (Cited Number=67 times).
 10. Thomas M. Holsen; Kenneth E. Noll; Guor-Cheng Fang; Wen-Jhy Lee; Jui-Min Lin (July, 1993) "Dry Deposition and Particle Size Distributions Measured during the Lake Michigan Urban Air Toxics Study", *Environmental Science and Technology*, Vol. 27, No. 7, pp. 1327-1333 (SCI Impact Factor=5.257) (Cited Number=67 times).
 11. Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee; Wei-Shan Lee; Guo-Ping Chang-Chien; Perng-Jy Tsai; (January, 2003) "Characterizing the Emission of Polychlorinated Dibenzop-dioxins and Dibenzofurans from Crematories and Their Impacts to the Surrounding Environment", *Environmental Science and Technology*, Vol. 37, pp. 62-67 (SCI Impact Factor=5.257) (Cited Number=65 times).
 12. Yuan-Chung Lin (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee*; Tser-Son Wu;

- Chih-Ta Wang (December, 2006) "Comparison of PAH and Regulated Harmful Matter Emissions from Biodiesel Blends and Paraffinic Fuel Blends on Engine Accumulated Mileage Test", *Fuel*, Vol. 85, pp. 2516-2523 (SCI Impact Factor=3.357) (Cited Number=65 times).
13. His-Hsien Yang (李文智講座指導畢業之博士生); Chow-Feng Chiang; Wen-Jhy Lee; Kevin-P Hwang; Edward Ming-Yang Wu (July, 1999) "Size Distribution and Dry Deposition of Road-Dust PAHs", *Environment International*, Vol. 25, No. 5, pp. 585-597 (SCI Impact Factor=6.248) (Cited Number=57 times).
 14. Wen-Jhy Lee; Ming-Chu Liow (李文智講座指導畢業之碩士生); Perng-Jy Tsai; Lien-Te Hsieh (January, 2002) "Emission of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Medical Waste Incinerators", *Atmospheric Environment*, Vol. 36, pp. 781-790 (SCI Impact Factor=3.11) (Cited Number=57 times).
 15. Chun-Teh Li; Yuan-Chung Lin (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee; Perng-Jy Tsai (April, 2003) "Emission of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Carcinogenic Potencies from Cooking Sources to the Urban Atmosphere", *Environmental Health Perspectives*, Vol. 111, pp. 483-487 (SCI Impact Factor=7.26) (Cited Number=57 times).
 16. Perng-Jy Tsai; Hong-Yong Shieh (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee; Soon-Onn Lai (April, 2002) "Characterization of PAHs in the atmosphere of carbon black manufacturing workplaces", *Journal of Hazardous Materials*, Vol. A91, pp. 25-42 (SCI Impact Factor=3.925) (Cited Number=60 times).
 17. Hsiao-Hsuan Mi (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee; Chung-Ban Chen; His-Hsien Yang; Sheng-Jong Wu (September, 2000) "Effect of the Fuel Aromatic Content on PAH Emission from a Heavy-Duty Diesel Engine", *Chemosphere*, Vol. 41, pp. 1783-1790 (Great Britain) (NSC 89-2211-E-006-024) (SCI Impact Factor=3.137) (Cited Number=56 times).
 18. Long-Full Lin (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee*; Hsing-Wang Li; Mao-Sung Wang; Guo-Ping Chang-Chien (August, 2007) "Characterization and Inventory of PCDD/F emission from coal-fired power plants and other sources in Taiwan", *Chemosphere*, Vol. 68, pp. 1642-1649 (SCI Impact Factor=3.137) (Cited Number=49 times).
 19. Lien-Te Hsieh (李文智講座指導畢業之博士生); Wen-Jhy Lee*; Chuh-Yung Chen; Moo-Been Chang; Huei-Chuau Chang (June, 1998) "Converting Methane by Using An RF Plasma Reactor", *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, Vol. 18, No. 2, pp. 215-239 (USA) (SCI Impact Factor=1.728) (Cited Number=45 times).

20. Chun-Teh Li; Wen-Jhy Lee*; Hsiao-Hsuan M (李文智講座指導畢業之博士生) ; Chun-Ching Su (September, 1995) "PAH Emission From the Incineration of Waste Oily Sludge and PE Plastic Mixtures", *The Science of the Total Environment*, Vol. 170, pp. 171-183 (NSC-83-0421-E-006- 121Z) (SCI Impact Factor=3.258) (Cited Number=49 times).
21. Hwey-Lin Sheu (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Chun-Ching Su; How-Ran Chao; Yi-Chin Fan (December, 1996) "Dry Deposition of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air", *Journal of Environmental Engineering, ASCE*, Vol. 122, pp. 1101-1109 (NSC-83-0410-E006-057) (USA) (SCI Impact Factor=1.399) (Cited Number=42 times).
22. Wei-Shan Lee; Guo-Ping Chang-Chien; Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee; Kuen-Yuh Wu; Perng-Jy Tsai (January, 2005) "Emissions of Polychlorinated Dibenzop-dioxins and Dibenzofurans from stack gases of electric arc furnaces and secondary aluminum smelters", *Journal of Air and Waste Management Association*, Vol. 55, pp. 219-226 (SCI Impact Factor=1.204) (Cited Number=41 times).
23. Lin-Chi Wang (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Wei-Shan Lee; Guo-Ping Chang-Chien; Perng-Jy Tsai; (January, 2003) "Effect of chlorine content in feeding wastes of incineration on the emission of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzo-furans", *The Science of the Total Environment*, Vol. 302, pp. 185-198 (SCI Impact Factor=3.258) (Cited Number=43 times).
24. Wen-Jhy Lee*; Sue J. Lin Lewis, Ying-Yuan Chen (李文智講座指導畢業之博士生) ; Ya-Fen Wang; Hwey-Lin Sheu; Chun-Ching Su; Yi-Chin Fan (July, 1996) "Polychlorinated Biphenyls in the Ambient Air of Petroleum Refinery, Urban, and Rural Areas", *Atmospheric Environment*, Vol. 30, pp. 2371-2378 (NSC-82-0410-E006-032) (SCI Impact Factor=3.11) (Cited Number=40 times).
25. Yuan-Chung Lin (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Hsing-Wang Li; Chung-Ban Chen; Guor-Cheng Fang; Perng-Jy Tsai (July, 2006) "Impact of using fishing boat fuel with high poly-aromatic content on the emission of polycyclic aromatic hydrocarbons from the diesel engine", *Atmospheric Environment*, Vol. 40, pp. 1601-1609 (SCI Impact Factor=3.11) (Cited Number=34 times).
26. Chun-Teh Li; Yi-Jui Huang (李文智講座共同指導畢業之碩士生) ; Kuo-Lin Huang; Wen-Jhy Lee* (March, 2003) "Characterization of slags and ingots from the vitrification of municipal solid waste incineration ashes", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, Vol. 42, pp. 2306-2313 (SCI Impact Factor=2.206) (Cited Number=36 times).
27. Yi-Chieh Lai (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Hsing-Wang Li; Lin-Chi Wang; Guo-Ping Chang-Chien. (February, 2007) "Inhibition of polybrominated

dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans formation from the pyrolysis of printed circuit boards”, Environmental Science and Technology, Vol. 41, pp. 957-962 (Impact Factor=5.257) (Cited Number=40 times).

28. Hsiao-Hsuan Mi (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee; Perng-Jy Tsai; Chung-Ban Chen (December, 2001) “A Comparison on the Emission of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Corresponding Carcinogenic Potencies from a Vehicle Engine Using Leaded and Lead-Free Gasoline”, Environmental Health Perspectives, Vol. 109, No. 121, pp. 1285-1290 (SCI Impact Factor=7.26) (Cited Number=34 times).
29. Hsiao-Hsuan Mi (李文智講座指導畢業之博士生) ; Wen-Jhy Lee*; Shui-Jen Chen; Ta-Chang Lin; Tsung-Lin Wu; Jen-Chieh Hu (March, 1998) “Effect of the Gasoline Additives on PAH Emission”, Chemosphere, Vol. 36, No. 9, pp. 2031-2041 (Great Britain) (SCI Impact Factor=3.137) (Cited Number=33 times).
30. Hsi-Hsien Yang (李文智講座指導畢業之博士生 ; Wen-Jhy Lee*; Hsiao-Hsuan Mi; Chih-Ho Wong; Chung-Bang Chen (April, 1998) “PAH emissions influenced by Mn-based additive and turbocharging from a heavy-duty diesel engine”, Environment International, Vol. 24, No. 4, pp. 389-403 (USA) (SCI Impact Factor=6.248) (Cited Number=32 times).

結語

1. 感謝國家社會栽培之恩。
2. 感恩成功大學提攜之情。
3. 有生之年當盡心力回報。