

100
國立清華大學國立清華大學
校慶系列叢書

本書的編寫目的，旨在回顧清華大學於新竹建校後，發展原子科學之教學與研究的完整歷程，並為清華大學參與推動我國原子能科技發展，尤其在核能發電及輻射在醫學與工業應用之具體貢獻及其所產生的重要社會影響留下歷史紀錄。全書共分十二章，除了說明原子科學研究所的草創經過，也對於清華水池式原子爐的籌建過程，以及原子爐啟用後所扮演的原子能和平用途的角色，做重點式的回顧，同時對於清華大學在原子科學與核子工程的教育與研究成果進行簡要的分析，包括核能發電與安全、保健物理及同位素與輻射的研究與應用成果。另外本書也介紹了十九位以核能為職志的原科院早期師長與校友們的事蹟。

原子能與清華

國立清華大學原子科學院
黃鈞銘 策劃整理
主編



國立清華大學出版社
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY PRESS

100
國立清華大學
1911-1956-2011 55
創校100周年暨在臺建校55週年

原子能與清華

回顧本校發展原子科學之教學與研究的完整歷程，記錄核能發電及輻射在醫學與工業應用之具體貢獻，展現核能發電與安全、保健物理及同位素與輻射的研究與應用成果。

國立清華大學原子科學院 策劃整理

黃鈞銘 主編



國立清華大學出版社
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY PRESS

ISBN : 978-986-6116-06-3



GPN : 101000004

100
國立清華大學
1911-1956-2011 55
創校100周年暨在臺建校55週年

行政院原子能委員會主任委員蔡春鴻 序

在拿到裝訂好的版本之前，已陸續從電子郵件獲得及瀏覽了其中片段的章節，當初在閱讀個別章節時的激動與感動，已隨著裝訂版的完成，而一起裝到書裡面去了，因此在收到這本約300頁「清華與原子能」裝訂本的時候，只有感於有幸參與其中，而感到淡淡的喜悅與滿足。

直到為了寫序，又開始要把這本書攤開來，重新找字裡行間的畫面，可是我得問自己：「既然要以原子能委員會主任委員的身份來寫序，那我如何從原子能委員會的角度（而不是從個人的角度）來看這本書呢？」這個問題困擾了我將近一個月，無法下筆。

原子能委員會於民國44年（西元1955年）6月2日成立，一直到民國60年底，長達16年間，其主任委員均由教育部部長兼任，且其間梅貽琦部長還兼國立清華大學校長，因此，可以說原子能委員會初期的工作，除了訂定原子能法與相關的原子能和平用途推廣政策之外，最重要的工作還是在協助國立清華大學建設原子爐和週邊實驗室；隨後40年的期間，清華大學卻反過來成為原子能委員會人才培育的搖籃，清華原科院畢業校友在原能會服務的人數前後超過40人（約占原能會員額五分之一），曾任職和現任職核能研究所（隸屬原能會）的人數也超過100人（約占核研所研究人員數六分之一），所以可以說，今天的核能安全管制（包括3S：Safeguard保防、Safety安全和Security保安）能夠有國際的水準，且核能與輻射設施的使用有穩定的安全績效，必須歸功於

清華大學成功的教育環境和完善的專業與多領域的訓練課程。

在這本書裡面詳細地記錄了50多年來清華大學在新竹復校後的原子能教育，也敘述由它帶動的各種專業領域與原子能應用的發展，在這裡面雖然有出現許多校友個人的名字，但是描述的卻是這些核工人共同的努力與付出；這些努力與付出背後的動力不是個人的名與利，而是國家的需要及對社會永續發展的使命感，這種對大我而無私的奉獻正是「自強不息、厚德載物」校訓的最佳體現。

謹以本序文向母校清華大學和原科院的歷任師長、所有校友致上最高的敬意和謝意。

校長 序

清華大學在台建校後有相當長的一段時間可與原科院劃上等號。初期不但順利執行我國第一座核子反應器的建造與運轉，也培育台灣至今唯一在本土完成碩士研究諾貝爾化學獎得主李遠哲校友。明年清華大學歡慶在台建校五十五週年，也正代表台灣發展核能五十五年，在我國核能發展史上，別具意義。而清大自始至今，為全國唯一兼備教學與研究的核能科技之教育機構，「只此一家，別無分號，」其歷史地位更是不可撼動。

台灣核能發展受客觀因素影響，一方面受到侷限，另一方面則可聚焦於核能基礎研究和平應用，包括同位素與輻射、保健物理、核能發電。由本書第十一章清華與核能發電記載，我國與核能發電有密切關係的原子能委員會與所屬核能研究所以及台灣電力公司核能發電部門，清華人可說扮演「中流砥柱」以及引領的角色，台灣核能發電有今天的規模與績效，清華人居功厥偉。

由於美國三哩島事件影響，國際間瀰漫反核風潮，核能發展受到強烈質疑，原科院招生也遭遇衝擊，乃有改名之舉與轉型之議。一方面擴展至奈米系統、微機電系統、電漿科學與工程系統科學、生醫光電、醫學物理與環境科學等領域，另一方面也保存了再出發的元氣，2007年為滿足國內核能人才的需求，以及全世界核能的復興熱潮，核子工程與科學研究所(核工所得以恢復成立碩士班，而博士班也獲教育部核定於2008年開始招生。充分顯示清華人的韌性與耐力。

核子工程系是清華大學在台建校後最先設立兩個學系之一。1968年畢業生也是清華大學在台第一屆大學部校友，包括民國92-98年擔任校友會理事長的許明德校友。本年第二屆(1969級)校友李偉德博士，捐贈新台幣一億五千萬元協助興建「綠色低碳能源教學研究大樓」，是清華在台建校以來，最大一筆畢業校友以個人名義進行的捐贈，極具歷史及啟發的深義。李偉德校友並非巨富，但他選擇投資教育，「希望協助清華大學早日邁進世界一百大」，嘉惠更多學子，尤為感人。另外清大為籌建「多功能體育館」，以成立「百人會」方式，希望招募百位校友，各捐款一百萬元以上，募集一億元資金，配合學校經費，早日達成興建新體育館的目標，獲得校友熱烈迴響，而其中核子工程系校友至十一月底捐贈已超過一千七百萬元，代表校友對學校培育的感念，展示出強烈向心力。

展望未來，核能科技教學與研究是清華大學發展的優勢與機會，也是本校對台灣社會應盡的責任。一方面要面對台灣核能發展受客觀因素影響受到侷限的現實，另一方面也要認清中等規模國家如台灣的迫切需求。觀諸過往，清華人展現出無比智慧與毅力，未來本校核能科技教學與研究應是「前途光明，風景無限。」

陳力俊 識

九十九年十一月二十七日

原子科學院院長 序

國立清華大學是我國原子能和平用途的發源地。1956年清華大學在台建校，首先成立原子科學研究所。1961年4月清華水池式反應器開始正式運轉，開啟了我國原子能新紀元。1964年設立核子工程學系，核子工程教育進一步向下紮根。1974年原子科學院成立，原子能的教育與研究體系至此臻於完備。

1975年清華大學原科院20位教師團隊在國科會的補助之下，僅以新台幣一千四百餘萬元的經費，自行設計研製於拖車上之「清華移動教學反應器」正式運轉，並先後至國立中興大學、國立成功大學、逢甲大學及國立台北工專（台北科技大學前身）對非核工系的學生進行相關的教學訓練。1968至1978年間，清華大學持續辦理11屆台電訓練班，培育500餘位台電公司的核工骨幹人才。1978年我國第一部核能電廠於台北縣石門鄉開始商業運轉。2009年，台灣有6部機組運轉，提供全國20.8%的電力，且運轉績效優良，平均容量因素達92%，排名全球第四。核能發電在台灣的成功發展、促進經濟成長並減少二氧化碳排放可說是清華大學對國家社會最具體的貢獻之一。

除了核電之外，清華大學在放射醫學、保健物理、原子能科技在環境與工業應用等領域均起了領頭先鋒的作用。例如，清華大學利用研究用反應器提供之中子源，建立中子活化分析技術，分析烏腳病地區居民飲用水中的微量元素，協助找出烏腳病的病因，對於病患的治療及公共衛生之改善與提昇發揮了極大的功用。此一技術應用於環境中微量元素的分析，對環境保護及公

眾健康也有很大的幫助。隨著社會上對輻射防護的需求日增，清華大學研發輻射偵測儀器，預測天然環境及工作環境的輻射。此外，清華大學也協助台灣電力公司設立放射試驗室；協助原子能委員會輻射測量工作站辦理初期的員工訓練；協助政府制訂輻射防護法，防止游離輻射的危害，確保人民的健康與安全。

放射醫學科技是清華大學長年積極推動的研發重點，包括醫用輻射劑量學的研究；分子造影技術；核醫藥物的研發，如碘-131的製造，提供國內約70%的需求；研發鎔-99m標緻化合物用於醫學影像；最近更研發含硼碘化油可以用於肝腫瘤之硼中子捕獲治療。近年來，清華大學成功地修改清華水池式反應器的中子束為世界級的超熱中子束照射系統、研發中子劑量的分析技術，並與榮民總醫院的癌症中心合作，於2010年8月首次對復發性頭頸部腫瘤病人進行硼中子捕獲治療的臨床實驗，成為全世界第八個能進行硼中子捕獲治療的原子爐，為清華在原子能科技揮灑出另一個華麗的篇章。

五十餘年來，清華大學原子科學院的畢業校友超過六千人，我們相信每一位校友在其工作崗位上都有傑出的表現。本書最後一章以「志在核能」為主題，描繪部分資深教師在核能的獨特貢獻，並邀請13位服務於國內外核能界之產、官、學、研的校友，暢談清華求學經驗對其在原子能相關事業發展的影響，同時也見證了清華大學與原子能密不可分的關係。

值此清華大學百歲校慶，原子科學院特別策劃此一專書回

顧清華大學對我國原子能和平用途各面向的開創性貢獻。本書可以在短短十個月內完成，主編黃鈞銘先生厥功甚偉，從規劃骨幹架構、耙梳大量歷史資料、訪談相關人物，初稿完成後又確實回應本院資深教授群數次審稿之建議，反覆修改補充，才得以將清華大學在我國原子能發展進程上的關鍵角色完整地向社會大眾呈現。此外，本校（以姓氏筆畫排序）江祥輝、李敏、周鳳英、施純寬、袁立基、許俊男、薛燕婉、羅俊光、羅建苗多位資深教授在本書編寫過程中熱心給予協助，審查相關章節、改寫部分文字並提供珍貴的歷史資料及老照片，大幅充實本書內容。蔡偉慈秘書細心的行政協調與聯絡工作，協助本書順利完成。周仁章教授、丁幹教授、周懷樸教授、李敏教授、錢善恆博士的協助，讓主編對錢積彭教授的論述更為深入。本書全文初稿又承陳信雄前副校長仔細審閱，提出長達5頁之修正建議，原子能委員會陳宜彬處長以二週的時間逐頁細讀及訂正，二位先進分別從校內與校外的角度審慎檢視，使本書的內容更貼近於信史，我們衷心感佩。

仔細看完本書，我個人一方面對於清華師生及校友近半世紀以來對原子能研發的付出與貢獻深以為傲；另一方面也對原子能在國內的永續發展感到責任重大。最後，我願意以「清華自強不息、原子能永續發展」向過去辛勤耕耘的前輩致敬，並與同仁及學生共同砥礪之。

原子科學院 院長 潘欽 謹識

於新竹

2011年1月

《序》

行政院原子能委員會主任委員蔡春鴻	ii
校長	iv
原子科學院院長	vi

第 1 章 原子科學研究所的誕生

1 籌備清華大學原子科學研究所	1
1.1 籌設原子科學研究所與建校同步進行	2
1.2 孫觀漢博士與原子科學研究所	4
1.3 原科所的研究對李遠哲的影響	6
2 培養師資與原子能研究初試啼聲	7
2.1 客座教授成為初期師資主要來源	8
2.2 在艱難條件中培養師資	10
2.3 研究初試啼聲	12
3 推展原子能的和平用途	13
3.1 亞太地區原子能和平用途的跳板	13
3.2 推廣原子能在台灣的和平應用	16
3.3 保健物理工作同步展開	18
4 從原子科學研究所到原子科學系	18

第 2 章 核子工程系所的成立與發展

1 參加大專聯招成為熱門科系	21
2 核子工程研究所的成立與演進	23
3 台灣最完備的原子能資料庫	28
4 電工實驗課程首度引進電子化教學	29
5 核工系校友在各界的傑出表現	30
6 中沙核工教育合作計畫	31

7 核能復興及核子工程與科學研究所的再現	35
7.1 核能人才的斷層	35
7.2 核能對解決地球暖化的貢獻	36
7.3 各國對核能人才的迫切需求	37
7.4 核子工程與科學研究所的再現	39

第 3 章 清華水池式原子爐的誕生與發展

1 清華原子爐的籌建	41
2 清華原子爐的運轉	43
3 燃料與硬體設施的更新	45
4 超熱中子束的改建	47
5 支援外界的學術研究與宣導推廣	48

第 4 章 移動教學反應器的研製與阿岡諾反應器的重建

1 自製移動教學反應器	52
2 移動教學反應器的訓練研究與除役	55
3 美國阿岡諾反應器在清華重建	58
4 阿岡諾反應器的研究與訓練	60
5 清華阿岡諾反應器的除役	61

第 5 章 原子科學院的成立與發展

1 孕育期（1956-1974）	65
2 發展期（1975-1992）	67
2.1 原科所恢復招生暨成立保健物理組碩士班	67
2.2 成立輻射生物研究所與研究成果	68
2.3 成立台電核能人才訓練班	70
2.4 核工系雙班招生與完成移動教學反應器研製	71

2.5 成立原子科學技術發展中心	72
2.6 原子科學系的成立	73
3 典範轉移期（1997-2006）	74
3.1 核工系跨入能源與奈米科技領域	74
3.2 原子科學系跨入生醫工程與環境科學領域	76
4 核能復興期（2007-）	77
4.1 恢復成立核子工程與科學研究所	77
4.2 前瞻性的專長學程設計	78
4.2.1 雙專長學士學位學程	78
4.2.2 先進光源碩博士班學程	79
4.2.3 奈米科技國際研究生學程	80

第 6 章 原子科學系的成立與發展

1 原科所恢復招生	81
2 原子科學系成立	83
3 原子科學系在1990年代的教學與研究	85
4 生醫工程與環境科學系的誕生	87
5 醫環系的教學與研究	89

第 7 章 同位素與輻射之研究與應用

1 醫用放射性同位素的改良與生產	91
1.1 白金吸附法製造碘-131	92
1.2 濕式蒸餾法製造碘-131	93
1.3 乾式蒸餾法製造碘-131	94
1.4 碘-131膠囊的研製	95
1.5 其他醫療用放射性同位素的研製	96
2 放射化學與分析化學的研究	98

2.1 開拓台灣放射化學研究領域	98
2.2 分析微量元素 保護個人與環境	98
2.3 有毒氣體的偵測與分析	100
3 中子活化分析的研究	103
3.1 中子活化分析在醫學與環境上的應用	103
3.2 中子活化分析技術在考古上的應用	106
3.3 中子活化分析技術的精進研究	108
3.4 微量分析技術在環境與材料分析的應用	109
4 輻射在工業的應用	110
4.1 輻射在航太業的應用	111
4.2 輻射在石化業的應用	111
4.3 輻射在製糖業的應用	115
4.4 輻射在食品加工業的應用	116
4.5 輻射在製紙業的應用	117
4.6 輻射在半導體產業的應用	118
4.7 輻射測厚儀的研發與應用	119
4.8 輻射在玻璃工業的應用	120

第 8 章 保健物理的研究與應用

1 早期保健物理的教育與推廣	121
2 自製熱發光劑量計用於環境輻射偵測	125
3 輻射偵測技術的研發與移轉	127
4 天然輻射的調查研究	131
5 攜帶式輻射偵測器的研發	135
6 輻射防護國際標準的引介與制定輻射防護法	137

第 9 章 核子工程的研究

1 反應器物理的研究	139
2 反應器工程與熱流	140
2.1 反應器的熱流安全分析研究	140
2.2 雙相流的研究	144
3 核能安全	146
3.1 核電廠系統安全模擬分析	146
3.2 核電廠安全度的風險分析	149
4 核能材料	151
4.1 蒸汽管路合金材料的抗腐蝕性研究	151
4.2 核燃料護套合金材料的抗腐蝕性研究	152
4.3 反應器爐心不鏽鋼材料的抗腐蝕性研究	153
5 儀器與控制	154
5.1 電子式核輻射偵測計的研究	154
5.2 電腦專家系統的燃料佈局設計	156
6 新世代反應器的研究	157
6.1 第三代核電廠系統安全分析能力的建立與整合	157
6.2 高溫熔鹽式核反應器之技術評估	158
7 低放射性廢棄物處理處置技術	159
8 用過核燃料與與高放射性廢棄物的管理	162
8.1 核燃料臨界安全分析	162
8.2 高放射性廢棄物的最終處置研究	163

第 10 章 清華與放射醫學

1 醫學物理-醫用輻射劑量學的研究	167
2 核子醫學藥物的研發	170
2.1 核子醫學造影劑鎘-99m	170

2.2 標靶性分子影像之藥物研發	173
2.3 肝癌放射治療藥物研發	177
3 分子造影技術的改良研究	179
4 硼中子捕獲治療技術 (BNCT) 的開發	181
4.1 以中子束治療腫瘤的新趨勢	181
4.2 清華原子爐超熱中子束的設計與驗證	182
4.3 硼中子捕獲治療計畫軟體的開發	186
4.4 中子束改建工程	187
4.5 頭頸部BNCT腫瘤治療之藥物動力學研究	190
4.6 清華原子爐超熱中子束進入臨床試驗	191

第 11 章 清華與核能發電

1 緣起	194
2 清華之原子能與核工教育	197
3 台灣第一代核能人才的搖籃-清華大學台電訓練班	199
4 清華校友與核能發電的發展	201
4.1 台灣電力公司	203
4.2 原子能委員會	208
4.3 核能研究所	210
4.4 清華大學原子科學院	214
5 結語	218

第 12 章 志在核能

1 師長篇	219
1.1 曾德霖教授 核子工程技術與教育的拓荒者	220
1.2 錢積彭教授 核能科技自主研發的舵手	224
1.3 葉錫溶教授 台灣放射化學界的開山始祖	228

1.4 翁寶山教授 讓台灣盛開保健物理花朵的園丁	232
1.5 蘇青森教授 研製質譜儀與發展真空技術的領航員	236
1.6 楊覺民教授 培育台電核能發電人才的推手	240
2 系友篇	245
2.1 陳守信 美國麻省理工學院核子科學與工程系榮譽教授	246
2.2 徐懷瓊 台電公司副總經理	249
2.3 陳貴明 台電公司董事長	252
2.4 陳士友 美國阿岡國家實驗室環境科學部門資深工程師	255
2.5 夏德鈺 行政院前原子能委員會主委	258
2.6 呂鴻薇 美國電力研究院副總裁	261
2.7 陳宜彬 行政院原子能委員會核能管制處處長	264
2.8 陳布燦 台電公司核能安全處長	267
2.9 黃小琛 法商亞瑞華Areva公司執行董事	270
2.10 林德福 台電公司龍門電廠廠長	273
2.11 武承嗣 哥倫比亞大學醫學中心放射腫瘤科教授暨醫學物理部門主任	276
2.12 張 欣 行政院原子能委員會核能管制處核一廠專案小組科長	279
2.13 林國賢 溫哥華癌症中心正子造影部放射化學主任	282
 【附 表】	
表1 原子科學院大事紀	286
表2 原子科學院暨院內各系所歷屆主管	292
 【參考資料】	
	294

第 6 章

原子科學系的成立與發展

1 原科所恢復招生

雖然原科所自1970年起曾暫時停止招生五年，只專注於技術部門的業務，但是1975年以後原科所在原子科學、放射化學與保健物理等領域的研究卻進入蓬勃發展的階段，主要是畢業校友自國外取得博士學位後，陸續返回清大任教，使原子科學院的師資與研究陣容更為堅強，而原科所技術人員也陸續從日本與美國進修回來，成為往後研究的另一支生力軍。

為配合國家核能科技的需要，原科所於1975年恢復招收碩士班，並分成放射化學組和保健物理組招生，其中放射化學組碩士班主要的課程有放射化學、核子化學、原子核物理、同位素應用、輻射應用、放射化學實驗、放射分析法等等，主要的實驗室包括同位素製造室、放射性標誌實驗室、中子活化分析實驗室、鈷-60照射室、原子吸光光譜室，主要師資為葉錫溶教授、楊末雄教授、李功固副教授、鄭國川副教授、羅俊光副教授、羅建苗副教授、黃瑞耀副教授。

原科所放射化學組碩士班成立初期師資並不足，曾自國外聘請數位客座教授包括：美國紐約大學K. E. Collins及C. H. Collins夫婦、日本東京大學S. Tanaka教授、土耳其大學Namik Aras教授及以色列大學

Zeev Alfassi教授，Collins夫婦主要做熱原子化學的研究，Tanaka教授做地球科學放射性年代測定的研究，Aras及Alfassi教授則做中子活化分析的研究，他們都對放射化學組初期的研究發展貢獻相當大。

保健物理組則是原科所新設立的碩士班，主要課程有放射物理、基礎輻射劑量學、輻射劑量學、保健物理實驗、保健物理、放射廢料處理、輻射場論、保健化學、環境分析、應用輻射劑量學、保健物理特論、蒙特卡羅方法及其應用、應用保健物理。原科所保健物理組擁有熱發光劑量計實驗室、輻射偵測儀器校正實驗室、全身計測實驗室、放射性核種分析實驗室、輻射劑量度量與應用研究室，除了支援原子科學系有關的環境輻射度量與輻射應用，以及保健物理課程的教學與講習外，在研究方面以輻射度量、偵測器校正及劑量評估為主。

原科所保健物理組碩士班成立初期師資也不足，因此也曾從國外聘請了數位客座教授，1976年日本原子力研究所的古田悠博士前來講授熱發光劑量計，並且介紹利用單光子技術來提高熱發光劑量計的偵測靈敏度；而曾在英國國家放射防護委員會參與熱發光劑量計研究的義大利籍傅利德教授（Claudio Furetta），也曾應聘來原科所任教，對於原科所研發熱發光劑量計也有很大貢獻，1986年另一位美國保健物理專家蘇利文（R. E. Sullivan）也受國科會聘請，前來原科所任教，在原科所任教期間曾在美國保健物理期刊發表一篇推算輻射危險度的方法。

到了1983年時，原科所共有七位教授，分別是葉錫溶、翁寶山、楊末雄、蘇青森、蔡健三、



1975年原科所恢復招生後，第一屆保健物理組碩士班的師生合影

董傳中與鍾堅，以及七位副教授，分別是袁立基、羅俊光、許俊男、羅建苗、黃瑞耀、王傳鏌、朱鐵吉等。

1986年原科所取消保健物理與放射化學的分組招生，改以數個學程提供研究生修習，1987年更擴大成立原科所博士班，以培養原子科學的高級研究人才與師資，1992年原子科學系獲准成立並招收大學部學生，1995年清華大學配合新大學法的精神，實施系所合一制度，原子科學研究所改名為原子科學系碩士班與博士班，原子科學研究所的名字正式走入歷史。自1956年至2009年止，原科所（系）獲得碩士學位的校友合計有883人，獲得博士學位者有68人，其中自1958年至1971年間，碩士級畢業校友有216人，屬於老一代系友，大部份任職於學術研究機構，自1978年至1990年間，原科所碩士級畢業校友有181人，屬於中生代系友，在學術研究機構及產業界都有相當的地位。

2 原子科學系成立

1973年原子科學院成立時，設有一系三所，包括核子工程系、原子科學研究所、輻射生物研究所，以及原子核工程研究所，其中原子科學研究所與輻射生物研究所是以科學為導向，核子工程系所則以工程為導向。當時對於原子科學人才至少需要400人以上，需求的機構包括台北榮民總醫院的迴旋加速器中心、行政院原子能委員會核能研究所、台電公司、原子能委員會、工研院，以及醫界與環保機構，然而當時國內就業市場中的原子科學人才，多來自少數專科學校及短期訓練班，造成人員素質偏低，技術無法提升的困境。

為了因應國內外對原子科學專才需求的急遽增加，平衡原子科學院的發展，以及配合原子科學研究所與輻射生物研究所對研究人才的

需求，1990年代原子科學院曾二次在校務會議中提出成立原子科學系大學部的構想，但都沒有獲得通過，原因是許多教授都認為清華原子爐的利用率不高，沒有達到當初設立研究用原子爐的目的。

1988年原科所鍾堅教授詳細統計出以清華原子爐所做的研究，並且向劉兆玄校長簡報，讓劉兆玄校長對清華原子爐在學術研究的貢獻有深入了解，後來原科院院長蘇青森也在校務會議上說明，原子科學系除了基礎課程外，很多課程都與核子醫學有關，成立原科系的目的是為了替國內大型醫院核子醫學部門培養專業技術人員，以及擔任政府核能管制部門的保健物理師，為每一位病患的健康把關，因此獲得參加校務會議教師代表們的支持，才通過成立原子科學系大學部，劉兆玄校長並指定蘇青森院長兼任原子科學系系主任一年，並從1992年8月起招收大學部新生，原子科學系為當時清大最年輕的學系，為了招聘學有專長的教師，1992年元月原科院蘇青森院長、原科所董傳中所長、葉錫溶教授與翁寶山教授還曾組團赴美聘請師資。

原子科學系在原子科學研究所與輻射生物研究所強大的師資與完善設備的支援下，不僅為國內首創的科系，在國外也是極為熱門且先進的科系，每年招收35名學生，原科系第一屆大學入學考試的學生成績還是清大原子科學院與理學院各科系中最好的。

由於近代科技的發展，跨領域的應用科學已形成必然的趨勢，跨領域的應用科學結合了物理、化學與生物等基礎知識，植基於高科技的整合型專業，原子科學也是屬於跨領域的應用科學，所以原子科學系大學部的教育目標也從早期以核子科學為主，逐漸走向跨領域，涵蓋光電應用、醫學應用與環境科學等之應用的科學人才培育。

在原子科學系成立前，原科院的老師們曾召開多次會議，討論未來的課程規劃，並規劃出輻射物理、輻射化學、輻射生物及輻射環境

等四個與原子能輻射相關的學程，如此可銜接原科所的保健物理、放射化學、核子儀器、核醫科技、光電科技及以環境科學等專長，學生在大二時，必須從四個學程中選擇一種專長來修習，不過從1996年起原子科學系大學部的四個專長課程更改為光電科學專長、醫學物理專長及環境科學專長等三個學程給學生修習。

不過這種以專長來區分的課程規劃，不僅影響學生對系的向心力，而且課程科目繁多，在原子科學系教師嚴重缺額情形下，造成現有教師沉重的教學負擔，後來原子科學系老師經過數次開會檢討後，在2000年1月14日系務會議上，通過原子科學系大學部新設計的跨領域教學課程藍圖，並且自2000年9月開始實施，新課程設計兼顧基礎與專業，取消以往實施的專門學程設計，低年級著重於以物理、化學為主，以生物為輔的跨領域的基礎教育，大四時才加入光電應用、醫學應用及環境科學等具原子科學應用特色的專長教育，以便能學理與實驗並重。

3 原子科學系在1990年代的教學與研究

1995年清大實施系所合一制，原子科學研究所併入原子科學系，改名為原子科學系碩士班與博士班，碩士班與博士班設有四個學程，分別是保健物理暨醫學物理、放射化學暨核子醫學、光電科技，以及環境科學，原子科學系所合併的同一學年度中，大學部學生合計



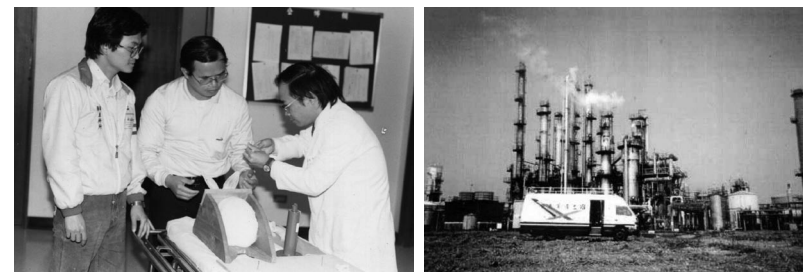
1996級第一屆原子科學系大學部畢業生與師長合影

有105人，碩士班研究生有49人，博士班研究生有39人，到了1999年時，原子科學系的學生人數已經比剛成立時有小幅成長，大學部學生有155人，碩士班研究生96人，博士生42人。

碩士級畢業校友約有半數在科學園區工作，部份則在工研院，少部份在台電與原子能委員會等機構，而博士級生絕大部份為在職進修生，取得博士學位後，回到原工作崗位任重要職務，而在大學部前四屆畢業生中，約有80%以上繼續唸研究所，10%出國進修，直到1999學年度為止，原子科學系大學部畢業人數為112人，碩士有645人，博士46人。

直到1999年為止，原子科學系的專任教師人數只有17名，專任教授有10位，分別是許志模、楊末雄、羅俊光、羅建苗、董傳中、鍾堅、洪益夫、許俊男、朱鐵吉、王竹方，專任副教授6位，分別是袁立基、周文采、張似璫、莊克士、董瑞安、江啟勳，以及1位專任助理教授鄭懷平，專任教師的平均年齡為49歲，其中六位教師的年齡超過55歲，逐漸達到退休年齡，因此適時補充年輕一代教師將成為原子科學系能否在21世紀保持卓越教學與研究的關鍵。

在17位專任教師的努力下，1995年至1999年間發表的論文總數約有250篇，其中發表於SCI國際期刊者約有166篇，平均每年有33篇發表於SCI國際期刊，同一時期，原子科學系教師也獲得五次國科會傑出研究獎，三次中山學術著作獎，二次中山技術發明獎，二次國科會優等研究獎，以及七次原子能委員會優良研究獎，研究經費主要來自國科會各項計畫的獎助以及與其他機構的建教合作計畫，合計達2.1億元。在教學績效上，根據清大實施的教學意見調查，原子科學系教師的教學績效排名都是全校各科系之冠，學生大都表示可以從原子科學系所開的課程中學到很多，而且也都認為開設本科目的教師教學優良。



1986年羅建苗教授與長庚醫院曾凱元醫師進行骨骼造影劑的動物試驗（左圖）
1993年羅俊光教授在大社石化工業區進行空氣品質監測（右圖）

另外在校際支援方面，原子科學系在1999年與長庚大學及長庚醫院簽約，使長庚醫院形同原子科學系醫學物理及核子醫藥領域的教學醫院，可充分利用其相關的儀器與設備，而在核醫藥物及硼中子捕獲治療研究上，更與台中榮民總醫院與台北榮民總醫院及陽明大學在人力物力相互支援，分子影像藥物方面長期與核能研究所合作，2009年起與長庚大學合作相互支援，至於新設立的分子生醫光電實驗室，則與台大、榮總、長庚三大醫學中心在基因晶片研究上建立密切合作的關係，同時還與美國史丹佛大學醫學院建立起學術合作關係，進行儀器交流與學生互訪，尤其在醫學物理及微劑量學的領域，更與英國聖安德魯大學Watt教授與美國哥倫比亞大學武承嗣教授建立了教學與研究上的實質合作關係。

4 生醫工程與環境科學系的誕生

由於時代的演變與國際上研究領域的更迭，加上1999年時輻射生物研究所併入生命科學系，原子科學系碩士班與博士班原來設有保健物理暨醫學物理、放射化學暨核子醫學、光電科技及環境科學等四個學程，也面臨必須進行調整，並且在2000年以後被重新整合為三個學

程，分別是分子生醫光電、環境分子科學、醫學與保健物理學程。分子生醫光電學程主要在於結合光電與分子影像及藥物的方法，以探討並解決生物醫學的問題；醫學物理與工程學程則植基於基礎科學，進行臨床的前瞻應用與工程研究；環境分子科學則以整合及跨領域的分子層級技術，研究環境中各類物質的流布與反應特性。

原子科學系剛成立時的教學與研究重點在於原子與分子，但是經過約二十年的演變，研究的實質內容已轉向生醫工程應用及環境分子科學相關領域，「原子科學」的系名已經無法明確反應目前的教學與研究內涵，也衍生出不少學生與家長的誤解，因此原子科學系的師生經過二年多的深入討論，並收集國內外相關系所的教學研究狀況，經系務會議決議通過更名為「生醫工程與環境科學系」，更名計畫書也送請國內外相關領域專家學者審查，2005學年度經校務會議同意，進行原子科學系名暨系所架構調整，並報請教育部同意後，於2006年8月1日起正式更名為「生醫工程與環境科學系」，簡稱醫環系，生醫工程科學與環境科學均為跨領域的科技，課程設計以物理、化學、生物等基礎科學為核心，並且將探索研究的對象擴大到原子、分子與奈米的世界。

雖然目前國內還有其他八所大學設置了生物醫學工程相關系所，但是唯有清大醫環系是利用原子、分子與奈米科技的方法，進行生物醫學影像、放射診斷與治療、腫瘤醫學以及分子醫學等研究，尤其著重於核子醫學上的輻射微劑量計算、影像重建及保健物理，將對於提升醫院放射診斷與治療品質有相當大的貢獻。另外國內設有環境工程與科學相關科系的學校更多達19所，不過多數學校的發展重點是以發展污染防治/控制技術、環境規劃與管理及綠色科技為主，但是醫環系在環境科學領域及技術發展上，研究與教學主題包括環境化學、環

境化學動力學、環境奈米科技、表面分析化學、超微量分析化學與生物感測器與晶片，尤其在環境分析領域研究更是執國內學界的牛耳，這些研究成果也可以進行技術移轉，提升國內環境工程業者處理污染的能力。

5 醫環系的教學與研究

最近幾年醫環系的招生與報到率情形相當不錯，在2008-2010年，大學部的入學人數是45-58名，2010年報到率突破往年高達100%，在碩士班的招生分為推甄與考試二種，以2009-2010年為例，錄取率48.8-16.3%，報到率95-100%，情形也不錯，。

醫環系同時積極招聘傑出的年輕教師，以保持以往的研究與教學成果，2011年醫環系的專任與合聘教授共22人，其中包含9位教授，1位合聘教授，7位副教授與5位助理教授，平均年齡不超過45歲，十九位專任教師中，屬於分子生醫光電學程領域的教師包括羅建苗、許志樸、江啟勳、邱信程、吳見明、俞鐘山、莊淳宇、張建文，環境分子科學學程領域的教師有董瑞安、王竹方、吳劍侯、孫毓璋、黃鈺軫、黃郁榮、白光宇，而醫學物理與工程學程領域的教師則有鍾堅、周文采、莊克士、許靖涵、葉秩光、王福年。

而在國際學術交流合作上，多位教授與史丹福大學、加州大學舊金山分校、加州大學戴維斯分校、德州大學西南醫學研究中心、維也納科技大學、四川大學，以及康斯坦茨大學的相關實驗室，建立起良好的研究合作關係。此外，2001-2010年發表SCI論文共355篇，被引用總次數為2,474次，平均:6.97次/篇。2010發表的52篇SCI論文中，有17篇是發表在各領域期刊衝擊指數(impact factor)之前15%內，占總數之1/3強。此外，發表在該領域之前兩名期刊的篇數共有5篇，顯示

發表之論文品質非常優良。

若以每位教師平均的SCI論文數來分析，醫環系教師平均的SCI論文數僅次於台大醫工所與台大環工系，顯示醫環系的研究數量與品質都相當優異。而董瑞安教授長期在環境污染物的遷移研究，也獲得2008年國科會傑出研究獎，專長於醫學影像處理的葉秩光副教授也於2010年獲得國科會吳大猷先生紀念獎，肯定了醫環系的年輕教師的研究能力。

在2008-2010年，醫環系的20位教師共爭取到103件研究計畫，其中國科會佔69件，其他34件研究計畫則來自台電公司、環保署、原子能委員會及榮總清大陽明大學專案，總經費約一億四千三百萬元，由於醫環系的研究以應用為主，來自國科會的計畫逐年減少，不過非國科會計畫的金額卻穩定成長。

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

原子能與清華／國立清華大學原子科學院策
劃整理--初版--新竹市：清大出版社，民100.
03

322面；15×21公分

（國立清華大學百年校慶系列叢書）

ISBN 978-986-6116-06-3（精裝）

1. 國立清華大學 2. 核子工程 3. 核能

449

99026096

國立清華大學百年校慶系列叢書

《原子能與清華》

主 編：黃鈞銘

策 劃 整 理：國立清華大學原子科學院

發 行 人：陳力俊

出 版 者：國立清華大學出版社

社 長：陳信文

地 址：新竹市光復路二段101號

電 話：03-5714337

傳 真：03-5744691

網 址：<http://thup.et.nthu.edu.tw/>

電 子 信 箱：thup@my.nthu.edu.tw

執 行 編 輯：黃鈞銘・蔡偉慈・林瑞珠

行 政 編 輯：范師豪

美 術 編 輯：蔡嘉慧

出 版 日 期：民國100年3月(2011.03) 初版

定 價：精裝本新台幣320元

ISBN 978-986-6116-06-3

G P N 1010000064