

第五章 研究發現

第一節 多代傳承的卓越大學實驗室持續創新的面貌 (研究問題一)

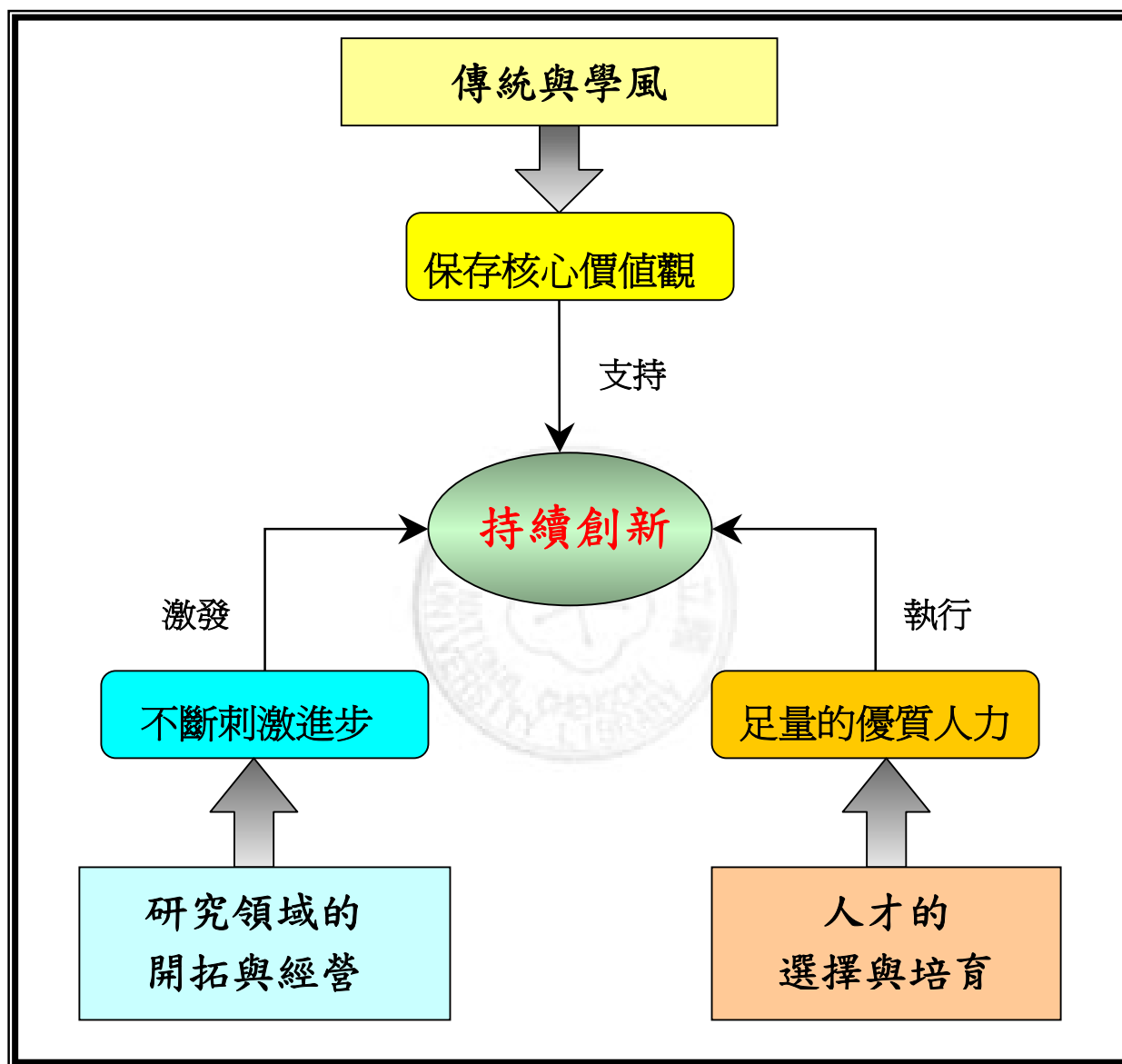


圖 5-1 多代傳承的卓越大學實驗室持續創新面貌概念圖

經過文獻探討與個案觀察分析之後，本研究歸納多代傳承的卓越大學實驗室，其持續創新面貌可由上圖模型表示：「傳統與學風」所保存的是實驗室的核心價值觀，而這些核心價值是用以支持持續創新的土壤；「研究領域的開拓與經營」則是不斷刺激進步的動力，可以

用來激發創新源源不斷地產生；「人才的選擇與培育」則提供了足量的優質人力，可以執行創新活動、展現創新的成果。

研究發現 1：保存優良的傳統與學風、對於研究領域積極地開拓與經營、人才的仔細選擇與細心培育，是支撐多代傳承的大學實驗室，進行持續創新的重要因素。

【說明】

柯林斯與薄樂斯對於「高瞻遠矚」公司的研究發現：這些平均創立歷史超過一百年的公司，之所以能保持持久不墜的卓越，就在於他們一方面能保存核心價值觀和目的，另一方面他們的商業策略和營運方式又能不斷因應外界的變動；也就是所謂「保存核心、刺激進步」(Collins & Porras 著，真如譯，民 90)。之後，柯林斯又和他的團隊針對「從優秀到卓越」的公司進行研究，發現：對這些從優秀邁向卓越的公司而言，成長的最大瓶頸不在於市場、技術、競爭或產品，「能否延攬適合的人才，並且留住人才」的重要性凌駕於一切之上。因此，他們往往花很多時間經挑細選出一流人才，找對了人之後，更盡一切努力留住他們為公司效力(Collins 著，齊若蘭譯，民 91)。這樣的現象在本研究所探討的大學實驗室一樣可以觀察到。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

對於卡文迪什的傳統，第七任教授派帕德曾說：「一個世紀之久不失光澤的偉績矗立在我的背後，我們的知識遺產是無與倫比的，但無人會只滿足於保持這個傳統，發展傳統這個擔子落在我們所有在卡文迪什實驗室工作的人們肩上。…有時，一個傳統會像從前一樣，只是簡單地、很好地被保存下去，但這並不是萬無一失的妙方，偉大的

傳統產生於正確地評價在任何時候做什麼樣事情的持續能力，以及堅忍不拔地確保它能付諸實施。」(Pippard, 1972, 第 1-2 頁)。卡文迪什 133 年來所傳承的幾項重要傳統與學風，包括求實與批判精神、自己動手製作儀器和實驗、教學與科研有系統結合、民主討論和自由交流等，被歷任領導人有心地保存下來，漸漸形成卡文迪什的學風，也反映出這個實驗室的核心價值觀。

到目前為止，卡文迪什的研究方向主要歷經了六個階段的轉變：電標準測量、輻射研究、核物理、多研究方向(分子生物學、射電天文學、金屬物理、晶體物理、超導體)、固體物理、凝態物理。轉變的時機與考量包括：實驗室現有學科發展的優劣、國內外技術與產業的需要、內部資源的調配(包括人才)等 (閻康年, 1999, 第 432-449 頁)。假如卡文迪什一直固守在某一個領域不加以改變，則無法持續創新，更不可能從 1904 年到 1978 年連續「生產」出橫跨物理、化學、生理醫學領域的 28 位諾貝爾獎得主！最顯明的例子是盧瑟福主持時的卡文迪什已是「全世界的物理中心」，假如繼任的布拉格只想維持前人的風光，不去扶植新思路、新領域的發展，也就不會有後來的分子生物學、射電天文學方面輝煌的研究成果。

出身卡文迪什的諾貝爾獎得主 G. P. 湯姆森(Thomson, G. P.)，也是第三任卡文迪什教授湯姆森(Thomson, J.J.)的兒子曾說：「一個實驗室的傑出是由於它裡面人們的才能...，實驗室的起落決定於它們所能得到的人。」(Crowther, 1974, 第 259 頁)。在卡文迪什，教授的謹慎選擇在前文已經提及，就連研究人員也是從研究生開始經過幾個階段層層篩選出來，競爭十分激烈。也就是這樣地嚴格挑選，使得卡文迪什變成「精英殿堂」，使得全世界的精英都想來此；與其說是「朝聖」，不如說是像「華山論劍」，不僅想一決高下，而是找到能夠互相切磋琢磨的對象，最教這些研究者興奮莫名！盧瑟福的學生，後來獲得 1978 年諾貝爾物理獎的卡皮查，在卡文迪什時寫給他的母親的信上

就說：「我感覺自己處在這個年輕物理學家們所形成的學派中心，毫無疑問，這是最先進的學派！而盧瑟福就是世界上最傑出的物理學家和主要的組織家！」(Wilson, 1983, 第 502 頁)。那種「聰明人帶聰明人」的氣氛，在卡文迪什瀰漫，形成一種正向回饋——傑出的人吸引了其他傑出的人前來，造成更多的創新績效，使得更多傑出的人更想來！

■ 個案二：台大藥理學教室

「樂學至上、研究第一」的治學態度已成為台大藥理人的終身座右銘。從杜聰明、李鎮源一路傳下來，對研究的堅持與熱愛、對實驗結果要求之精準、對各種已知與未知的批判與懷疑、抱持開放的態度與人討論、動腦加動手、教學研究的互相搭配等等，都是支持藥理教室不斷往前進步的重要根基。

而台大藥理所從事的研究範疇，從最早期的鴉片、中期的蛇毒，到近期的中藥與多方向研究，也歷經了三個階段的轉變，但大方向仍是奠基人杜聰明的功勞。隨著國內外研究趨勢的改變，以及資源相對可得程度，他們採取從外部吸收知識與技能，以及積極向外尋求合作等方式，增加自己的競爭力。

最後，藉由不斷提升的研究實力，不同時期的台大藥理都能吸引許多優秀人才，並依據個人志趣培養學生獨立研究的能力。八十三年內，總共培養了二百多位碩士及將近九十位博士畢業生，不但分居國內外重要研究單位、藥廠的重要負責人，也為自己培養了歷代的領導人。

第二節 大學實驗室的傳統與學風，對持續創新的影響 (研究問題二)

研究發現 2-1：強烈的內在動機——求知，是促使傑出大學實驗室成員努力不懈、持續創新的動力。

【說明】

根據 Amabile 對個人創造力、團隊創造力與組織創新的研究發現：「領域關鍵技能」、「創造力相關技能」、「工作動機」是影響個人創造力的三大要素(Amabile, 1983)。其中，她特別關注「工作動機」對創造力的影響，並認為：「內在動機」有利於創造力；只要個人覺得這個工作是有趣的、值得投入、令人興奮、滿意地、或是具挑戰性，就符合創造力的內在動機原則。除此之外，控制性的「外在動機」則有害於創造力；但當內在動機的起始水準很高時，資訊形式或是「致能式」的外在動機則亦利於創造力。

Csikszentmihalyi 則從「演化觀點」詮釋創造力發生歷程，由於演化歷程中的變異是隨機的，因此，在不知變異是否有「價值」的情況下，人們仍能不斷產生創新、變異的原因在於：他們願意面對挑戰，也感受到創造時所帶來的樂趣—福樂經驗(Flow)所鼓勵，最終促成文化的演進。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

看！卡文迪什的橡木大門上不就刻著：「主的創作是博大精深的，發掘任何你所感興趣的東西吧！」，感興趣的東西並不保證一定會做出結果；就算做出結果，也不一定能賣錢！那他們究竟為何傷神？奉獻自己的黃金歲月而無悔？這些卡文迪什人在做實驗時專心一意、興味盎然，Flow 經驗日復一日的發生在這個實驗室中；在午後茶時漫談也是如此，因為討論的正是他們最感興趣的話題呀！

這一點，與華生一同解開 DNA 構造、開啟生物科技時代的克立克說得好：1967 年，他讀了華生的「雙螺旋 (Double Helix)」一書初稿後，寫了一封信去指責華生，因為華生在書中暗示自己的心思一直放在諾貝爾獎上，克立克在信中說：「真正主要的動機，是求知！」

(Sulston & Ferry 著，潘震澤、杜默譯，民 92，第 55 頁)。

話雖如此，諾貝爾獎依然是從事科學研究者心中永恆不朽的桂冠。從次級資料當中，固然無法看出這樣的外在動機對於該室的影響；但是，因為得獎紀錄輝煌，也的確造成卡文迪什在物理學界「聖地」的印象，因而吸引更多精英聚集於此，使得此種外在動機具有「致能性」色彩，對於個人或團隊創造力而言，依然可以發揮綜效。

■ 個案二：台大藥理學教室

從杜聰明以降，許多進入台大藥理就讀的學生原本都可以從事臨床工作，不論收入或社經地位，都遠高於留在實驗室從事基礎醫學研究。但是，他們卻寧可放棄人人稱羨的職務，享受「整天浸在實驗室裡自己想做的事」的樂趣，若不是極其強烈的求知慾望支持著，怎有辦法既過著清貧的日子，又在 90% 時間都與失敗結果相處的實驗室當中生活？

研究發現 2-2：求實與批判精神，是使大學實驗室持續創造、維持傑出的基本價值觀；而鼓勵自由、民主的討論與交流，則是落實此核心價值觀的前提做法。

【說明】

Csikszentmihalyi 不否認個人的原創性在創造的過程中是必需的，但他認為那只是其中的一部份，因為創意必須經過評判、比較與認定才能成為創意，這都指出支持與評價的情境是極為重要的。每個領域中都存在一些學門、行業與組織，其中包含了領域專家、批評者、教師、決策者等扮演著「守門人(gatekeeper)」的角色，他們必須判定個人產生的創新，是否真正有別於既有的領域知識？是否改變了原有的領域？抑或者可以再創另一個新領域？而守門人把關的鬆緊，又會影響整個領域創新的成效：不夠嚴謹將造成濫竽充數或負向選擇，對

領域的進步毫無助益；太過嚴格也可能扼殺創意，使得領域成長緩如牛車，無法發生典範轉移。因此，篩選標準必須有一定的彈性，評判的過程也必須避免一言堂或過多的偏見，這就有賴於學門裡民主討論的風氣與自由交流的機會加以調節。

在一個實驗室中，教授、資深研究者就扮演著守門人的角色，特別是在這些績效卓著、居世界領先地位的實驗室，他們不僅是一個實驗室、一個系、一個學校的守門人，已可說是整個領域的關鍵守門人了！因此，求實與批判精神不但是他們做學問的基本態度，更是維繫整個領域接受創新、向前推動的重要關鍵；將此內化為核心價值觀，可使實驗室全體成員更容易取得學門的認可，創造力成果更容易被接受，進而吸納成為領域知識的一部分。

談到批判，還必須以自由民主的討論機制作為前提，否則，只有老師批判學生，創新的火苗可是會立刻熄滅的！組織的創新能力，往往與「垂直權力距離」成反比；換言之，打造一個真正「去垂直權力距離」的組織平台，是孕育創新成為可能的重要組織氣質前提（李仁芳，民 91）。特別當「說出自己的新見解」與「對任何人的論點都可進行討論與評斷」成為像呼吸一般自然的事情時，創新便在無意中源源不斷地產生，組織的創新能力更不斷地獲得滋養。

從另一個角度來看，組織內的成員對彼此研究成果的批判所造成的摩擦，也是活化組織創新能耐的重要方法。Leonard-Barton & Straus 研究組織裡的「創意摩擦」(creative abrasion) 發現：不同的人有不同的思考模式—分析性或直覺性、概念性或經驗性、社會性或獨立性、邏輯性或價值導向；成功帶動創新的經理人深刻了解：必須將各種不同的方法和觀點納入組織，同時也讓認知方式不同的人們尊重其他人的思考模式、有效地互相衝撞，並且設定合作的基本規則，方能規範創意過程、達成組織的有效創新 (Leonard-Barton & Straus, 1997)。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

要探索真實的科學原理，必須以準確的和可靠的客觀事實為根據，否則就會使建立的科學概念和理論成為無本之木和建立在沙灘上的樓閣，遲早要垮掉。在準確和可靠的實驗發現和測量基礎上，必須經過嚴密的邏輯推理，才可能得出站得住腳的科學原理（閻康年，1999，第 409-410 頁）。卡文迪什從制定電標準開始，就秉持著這樣的信念，只問「真理」，不計較付出的辛勞，並且將這樣的價值觀落實於每個研究者的行動裡。首任教授麥克斯威爾即要求大家：要根據真實的科學原理，對虛偽的、臆造的、根據不足的學說和理論提出大膽的批評，建立科學上的批判精神（閻康年，1999，第 32 頁）。

劍橋大學的獨立思考、批判風氣素來聞名；在卡文迪什，這樣創意的摩擦出現在「卡文迪什物理學會」、「卡皮查俱樂部」，也在日常實驗室生活中不斷上演，就連教授，也可以是批評的對象！盧瑟福就是這樣挑戰湯姆森的理論，而提出原子有核模型的。

■ 個案二：台大藥理學教室

從杜聰明開始，對於藥理學教室的實驗數據要求一直非常嚴格。特別是李鎮源，他認真的精神不但體現在審視學生論文的錙銖必較、句句推敲，連帶他後來擔任醫學院院長時，堅持醫師不得收受紅包、甚至晚年走上街頭奉獻於民主運動，求的，也是個「真理」罷！他曾鼓勵學生「看天上的星星，腳踏實地」，也就是說要有遠大的理想，但要踏實地一步步去實現（楊玉齡、羅時成，民 85，第 281 頁）。就因為他這樣批判的精神，才能從文獻中對於眼鏡蛇、雨傘節毒素致死原因產生懷疑，進而推翻「呼吸中樞麻痺致死」的說法，帶動後續神經性蛇毒的研究。

而讓台大藥理一炮而紅的「乙醯膽鹼酯酶」與「肌終板乙醯膽鹼

受體」事件，也是因為李鎮源與張傳焜抱持著對於實驗結果的批判性，不因身為學術後進者而人云亦云，終獲學門守門人的肯定，貢獻其創造力並改變了領域既有的知識與典範。藉由與學門的守門人與其他成員自由交流、分享心得，不但讓創新的成果接受同儕挑戰，也增加能見度。知識擴散的結果，帶動更多創新的發軔！

研究發現 2-3：非正式交流活動，不但可以增進實驗室成員感情、內化核心價值觀，對於創意的啟發也時有助益。

【說明】

依 Csikzenmihyli 的觀點，守門人如何看待創造力會影響創造氛圍，整個社會是否注重創造氛圍決定了創意表現，而玩興(playfulness)與幽默是一種對創意的積極態度，擁有這種人格特質的人較能接受新的觀念產生；正面的創意態度將有助於擴散性思考能力及創造性問題解決。(曾敬梅，2002)

實驗室的生活原本就時時充滿挑戰，密集的腦力活動也需要適當的放鬆，因此，除了正式的學術討論之外，往往也會形成一些非正式的交流空間。諸如下午茶、聚餐等活動，原本的出發點是用來增進成員間的情誼，或緩和緊張的生活；過去的研究也發現：良善的群體關係有助於實驗室氣氛的和諧、內部氣氛開放時，有助於實驗室分享內隱知識(李憲璋, 2002，曾立欣, 2002)。往往透過輕鬆的互動，實驗室的核心價值反而可以在不同世代的人員間輕易地傳遞；有些時候，經由與人交談而得到的靈感，還促成了某些重大的創新呢！

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

現今流傳於世界各實驗室的「午茶漫談」，其實就是出自卡文迪

什的創舉，加上教授家的晚餐漫談、年度聚餐、「卡文迪什妻子俱樂部」等活動，讓來自世界各地的人員輕鬆溶入實驗室生活，同時形成一種團體的識別/認同，讓每一個成員自然地變成「劍橋人」、「卡文迪什人」，對於價值觀內化具有一定的幫助。

至於「意外的收穫」，則有一個小故事是這樣的：1921年，幾個研究人員在盧瑟福教授家裡吃晚餐，席間談到要給甫發現的質子(也就是氫原子核)起個名字。有人提說：普勞特(Prout, William)首先提出所有的元素都是以氫為單位組合成的；還有人說，從法拉第提出「離子(ion)」一詞後，所有發現的粒子名稱字尾都加上了“on”。既然質子是氫原子核，那就把普勞特的名字，加上粒子的字尾，形成質子的名字“Proton”啦！

■ 個案二：台大藥理學教室

台大藥理的「牧樟會」，也是實驗室成員的年度聚餐會，讓藥理人強烈感受身為其中一份子的光榮，並可藉機尋求交流與合作的機會。不過，這種非正式的交流似乎在國內學術界一直未能如西方那樣有效推展，或常因成效不彰而中斷。原因可能包括：東方人較不習於公開分享自己的情感；東方人尊師重道觀念影響，或與師長距離較遠，不容易在這樣的場合與多代成員打成一片；成員同質性過高，缺乏異質性元素的加入與刺激，亦常使這樣的活動無法維繫太久。

就台灣的環境而言，不論在工作或學習的場合，總是過份認真，不重視玩興，也缺乏幽默感，學習及工作之外所有具玩興表現的行為都被視為不務正業。這就可以解釋：為何在國外實驗室已是日常活動一環的午後茶時漫談，在國內一直無法推展起來。新加坡南洋科技大學國民教育學院的黃奕光教授，曾以文化的觀點探討創造力指出：東方文化認為個人的行為舉止是由大環境所掌控，個人必須學習適應外在環境，這使得東方社會較強調情感的控制、在意外界對自己的看

法，並強烈壓抑個人與自主性的發展，卻會減低創造與批判思考的能力、壓抑了創造力的發展(黃奕光，2003)。因此，如何塑造具有「玩興」的環境(休閒同樂、開放、獨立自主、不怕失敗、不講順從)、鼓勵實驗室人員「認真玩創新」，將是台灣的實驗室領導人重要的管理課題。

研究發現 2-4：鼓勵成員動手做並容忍他們的失敗，是大學實驗室創新活動中重要的一環。

【說明】

Leonard-Barton (1995)研究智價型企業，指出其內部知識管理的創新活動主要有四：超越認知與職能障礙的整合性問題解決方式、新方法與新製程工具的執行與採用、實驗與原型試製、從外部的知識源和市場汲取新知。其中，實驗和原型試製是兩項主要激發學習的活動。不論由上而下或由下而上，實驗性的觀念都可以創造未來；唯有人們能夠「無畏地支持異端學說」，和主流科技或觀念相抗衡時，新觀念才有可能被實踐。

至於組織應該如何創造這種氣氛呢？首先要能區辨「智慧型失敗」與「不必要的失敗」，容忍甚至鼓勵前者的發生！所謂「智慧型失敗」又稱「向前失敗(failing forward)」——也就是從失敗中學習、創造出向前的動力。最有名的例子包括盤尼西林的發現，以及3M公司發明便利貼(Post-it)的故事。這樣的影子，也在個案中被發現。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

麥克斯威爾早就說過：「用自己製作的儀器卻總是做錯了的學

生，時常比用經過仔細調整好的和易於相信的儀器，卻不敢將它拆成零件的學生，能夠學到更多的東西。」卡文迪什不僅是物理知識的「發現者」—因為這些知識原本就存在自然界；為了發現，他們還「發明、創造」了許多儀器，例如雲室、質譜儀、放射線計數器、加速器、射電望遠鏡等，現在已被廣泛使用於物理、化學，甚至是生物醫學方面的研究。

此外，從事尖端的研究，原本就具有極高的不確定性與風險，如同前面提到皮魯茲花費二十三年研究蛋白質結構的故事，就是最佳例證。這種鼓勵成員不怕失敗動手去做的精神，一直是卡文迪什引以為傲的傳統，也深深影響其他實驗室：2002 年諾貝爾獎生理醫學獎得主薩爾斯頓(Sulston, John)就指出，當他在分子生物實驗室(1962 年從卡文迪什獨立出去的研究單位)開始進行線蟲研究時，甚至還沒寫過任何一篇論文；十年之後，掛有他名字的論文也依然屈指可數！但他的老闆卻可以忍受這樣的事，並讓他按自己的步伐前進，鎮日待在顯微鏡前觀察線蟲的細胞分裂，最後終於完成整個線蟲基因組的解碼工作，更帶領了人類基因組解碼工作的完成！

■ 個案二：台大藥理學教室

若不是勤於動腦，更加上勇敢的動手去做，在那樣一個物資缺乏的年代，杜聰明如何能以鴉片研究奠定台大藥裡的基礎？李鎮源、張傳焜、歐陽兆和等人如何能做出推翻大師理論的成果、建立蛇毒研究的黃金聲譽？

研究發現 2-5：視情況結合、運用教學與研究，可使大學實驗室從容面對大環境的變動與挑戰，持續進行創新。

【說明】

Csikszentmihalyi 將創造力系統理論應用在教育機構的研究發現：若能將領域知識以最可親近的方式傳遞給學生，則較能引發學生學習的興趣，產生創新的時程亦會為之縮短(Csikszentmihalyi, Wolfe, 2000)。大學實驗室同時擔負教學與研究的責任，因此，富有啟發性的教學不但可以增進學生學習的效果，更將導引創新研究成果的蓬勃產出；一旦創新研究成果被學門所接納時，則又充實了原來的領域知識。如此形成一個良性的循環，創造力便源源不斷地產生了！

在同一篇研究中也發現：資源充足與否也會影響給予學生的環境好壞，進而影響創造力的發軔。因此，在個案中也發現：實驗室資源充足時，係以研究為主力，所講授的課程內容與科學的前沿同步，因而帶動教學的迅速發展。相反的，當大環境變動造成資源匱乏(如世界大戰結束後)，或研究領域大幅轉變時，在實驗室優秀人才缺乏的狀況下，則又以教學、培育下階段人才為首要目標。巧妙地交互運用教學與研究的能量，是讓大學實驗室安然渡過各種大環境變化的考驗、持續創新的秘方。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

卡文迪什剛成立初期，實驗物理人才缺乏，故以培育人才為第一要務。卡文迪什教授最重要的職責便是講授熱學、電與磁學的規律，前兩任的教授都在建立教學的方式與規模。繼任的湯姆森，更改革招生制度，向全世界招收人才。

十九世紀末，卡文迪什在原子結構方面的研究漸露頭角，過去所培養出來的物理人才日益增多，研究有成連帶資源相對豐富，所以把主力放在研究上。因為實行「在學習中進行研究，透過研究進行學習與創新」、「以研究帶教學」的策略，所以教學亦得以迅速發展。到了布拉格時期，遭逢第二次世界大戰，許學生被迫離開研究崗位，投入

戰事。因此，戰後的卡文迪時又走向以教學為重的方向上。

接下來的五、六〇年代，由於英國經濟衰退、人才外流；而派怕德繼任後，適逢實驗室搬遷到新的位址，研究方向也正在重整當中，卡文迪什因此仍遵循培育人才為先的策略。

■ 個案二：台大藥理學教室

台大藥理一開始是以研究為主要發展方向，部分原因是日治時代，教育資源掌控在日本人手中，可受教育的精英原本就不多；加上資源貧乏，故以當時重要的民生議題切入(鴉片、蛇毒)以爭取資源。之後，因為研究成果的累積，以及領域的細心經營，而吸引年輕人投入研究行列。二次大戰之後，漸漸培養出一小批師資，台大藥理方開始較具規模的大班教學，轉入教學與研究並重的時期。

第三節 大學實驗室研究領域的開拓與經營，與持續創新間的關係 (研究問題三)

研究發現 3-1：位居技術先進國的傑出實驗室，傾向採取制定標準、延攬明日之星前來領航的方式進行新興研究領域的開拓。此外，在實驗室內容許新思路的萌芽，也是可行的辦法。

【說明】

對技術先進國的大學實驗室而言，較接近學門權力核心，資源亦相對豐富。當他們要切入一個新興研究領域時，便可利用制定標準的方式取得先機。但是，為避免處於學門主流、中央的位置，過於信賴既有成功而造成核心僵化，這些傑出實驗室的決策者也會經常觀察非主流的邊陲地帶，注意看著即將冒出頭來的新星所關注的議題。如同商業世界中常見的企業購併，一但發現某個潛力無窮的新領域，這些資源豐沛的實驗室馬上利用「挖角」的方式，把具有未來發展潛力、

已建立一定研究能量的明日之星延攬過來；利用本身已經建立的基礎、資源、人才加以輔助，便可迅速佔有一席之地。而利用「草根模式」，讓某些具有潛力的題目，於主流空間之外也能探頭；等待時機成熟再納入主流，也是資源豐沛的實驗室會採取的辦法。

【個案驗證】卡文迪什實驗室

卡文迪什奠基初期，因劍橋豐富的資源與聲譽，以建立電標準取得電磁學領域的發言權。後來，一系列電子/質子的發現、原子核模型的建立、元素的人工嬗變等成果，又奠定他們在核物理領域的主導地位。

而盧瑟福、布拉格、莫特等人，被延攬擔任卡文迪什教授前，都在其他學校建立起自己的學派與聲譽，因此，當他們進入卡文迪什實驗室之後，便可很快利用室裡良好的基礎與充沛資源，快速轉向這些發展中的新領域，攻城略地獨佔鰲頭！

至於新思路的支持，在湯姆森與布拉格時期最為鮮明，所以，在原子結構與核物理研究之外，還可能有聲納、雷達系統的發明；以及後來變成主流的射電天文學、分子生物學的發展。

研究發現 3-2：位居技術後進國的傑出實驗室，則採挑戰權威的方式吸引學門注意、爭取發言機會，來開拓新的研究領域。

【說明】

對技術後進國的大學實驗室而言，雖然處於邊陲地帶，資源取得困難重重；但他們「不因貧窮而停止思考」，反而激發求生的本能，創造出有別於主流價值的新點子、新東西。在創新者的世界裡，「從邊陲挑戰中央」是經常發生的事；「乖男巧女」的順服，可是會讓驚天動地新點子難產夭折的呢！

但是，這些新東西若不能通過學門守門人的考驗與認可，根本無法被世人看見，時間一久，也就灰飛煙滅不留痕跡。因此，這些後進者所採取的策略，便應該是利用各種可得的機會引起守門人的注意，才能貢獻創造力於領域的知識大廈之上。

【個案驗證】台大藥理學教室

從台大藥理對蛇毒研究的經營看來，是一個完全開拓性的工作，特別是從神經性毒素的研究引伸至神經傳導受體的領域，1999年美國「科學人」雜誌(Scientific American)也推讚李鎮源在這方面的貢獻(李明瑱、林靜靜，民91，第38頁)。但由於台灣過去在科學研究的貧瘠與「後進者」的角色，無法像卡文迪什那樣輕易獲得世界的矚目，使得李鎮源必須藉由挑戰一個該學門已經成就斐然的學者(法國巴斯德研究所的姜吉爾教授)打開知名度，然後以密集的主動出擊方式取得相關學門(藥理學、毒理學、生理學)其他守門人(包括該領域相關研究領袖、學術雜誌、學會等)的認可，終於成為舉世推崇的「蛇毒大師」。這當中，李鎮源本人的毅力、耐力固然是最重要的關鍵，整個研究團隊(張傳焜領導神經性蛇毒、歐陽兆和領導出血性蛇毒、蕭水銀領導心臟毒素與環境毒素)紮實出色的研究成果，更是讓台大藥理名揚四海的後盾！

研究發現 3-3：對於新興研究領域的茁壯，可採用自外部輸入精英與技術、與外界建立協力合作關係的方式為之。

【說明】

Leonard-Barton(1995)對於組織創新活動的研究發現：當公司發現重要的策略性資產沒有或是不能從內取得，能耐落差出現時，就必須從外面獲取知識。由於剛進入新興的研究領域，原本的知識與技能可

能不敷使用，因此，可以考慮從外部引進技術、人才，或與外界建立合作等方式。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

湯姆森改變研究生制度、對全世界招收學生，就為下一階段進入核物理的研究做了鋪路的工作，如盧瑟福、布拉格父子、威爾遜、巴克拉、理查森、阿斯頓等人，都是他培養出來的諾貝爾獎得主。而盧瑟福時期，更收了玻爾、卡皮查、伽莫夫等其他國家優秀的人才，共同打造卡文迪什這個世界物理中心。派帕德把愛德華茲從曼徹斯特大學請到卡文迪什，亦主導了後續卡文迪什在凝態物理領域的發展。

另一方面，盧瑟福與玻爾的哥本哈根學派合作、莫特與美國貝爾實驗室安德森的合作，亦分別締造核物理與固體物理方面亮眼的研究成績。

■ 個案二：台大藥理學教室

台大藥理，則是採取「向先進國家學習技術」與「爭取國際合作與參與」兩種方式經營鴉片與蛇毒兩個研究領域。從杜聰明開始，為了後續研究的需要與目前可得技術之不足，歷任領導人都曾「放洋」學習國外先進技術，再帶回藥理學教室，從事後續的研究。至於「爭取國際合作與參與」方面，除了「放洋」時所爭取到的合作關係之外，台大藥理一直非常積極地參與各種國際性學會、爭取重要會議來台舉辦，如日本藥理學會年會、國際神經藥理研討會、亞太藥理學大會等。

研究發現 3-4：為保持創新的彈性，傑出的大學實驗室採取「發散」、「收斂」交替的策略搜尋、經營研究領域。在尊重各成員研究旨趣的前提下，劃定選題的大範圍，讓全體研究具有一致的大方向，則又可確保研究成效的如期展現。

【說明】

閔茲伯格(Mintzberg, H.)研究「創新形組織」時曾發現一種現象：這些組織，由於從事的活動瑣碎、複雜，充滿高度不確定性，似乎不可能有「策略」可言。但是，他們卻會在某個時期將工作標的匯聚到某一主題上，過了一陣子又分散開來；這種分分合合的現象一直週而復始循環著（Mintzberg 著，上官譯，2000，第 325-6 頁）。加拿大國家電影局便是一個典型的例子：它是加拿大聯邦政府的一個組織，大多從事短片的製作；關於影片的內容，除了少數來自管理高層的指示之外，多半定期匯集到某個主題，然後又分散開來。這種分分合合的現象，一直週而復始地在這個組織中出現。比如說，四〇年代早期，影片重點都與戰爭有關；戰爭結束後，一方面是該主題存在的理由消失了，另一方面則是創辦人離開該組織了，於是，影片製作方向開始發散，只有 20% 的影片依集中策略製作。五〇年代中期，電視開始在加拿大開撥，導致該局製片路線一面倒（每四部片子中有三部與電視有關）；但集中策略很快就過去，又再度發散。爾後，六〇年代中期又有短暫的收斂期，主題環繞在實驗與社會評論；經過短暫中斷後，社會評論主題以更新的面貌又出現於六〇年代末期及七〇年代初，級中度約為 60%（李仁芳，民 82）。由此可見，「創新形組織」不僅能接受偶爾沒有策略焦點的情況，還會積極讓各種主題冒出頭來。也許這正是它能夠自我創新的原因——週期性的把舊的策略包袱清理掉。

此外，閔茲伯格也提到「傘型策略(Umbrella Strategy)」—讓水滴從傘頂流下，每個水滴流動的方向自由不受限，但再怎麼流動，還是停留在傘面上。其重要性是：讓基層開發出來的模式不致越界，並可監看哪些可冒出頭來的模式，再利用策略大傘決定該鼓勵的對象。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

卡文迪什在麥克斯威爾、瑞利男爵時期，聚焦於電磁學方面的研究。接下來的湯姆森時期開始培養新思路，包括氣體放電、電子、聲納等方面的研究都在進行。到了盧瑟福時期，又聚焦於核物理的研究。接下來的布拉格，則又回到「草根模式」，讓雷達、核物理、低溫物理、分子生物學、射電天文學等方面的研究百花齊放。等到莫特接任後，再度進行聚焦與限縮，將該室研究導往固體物理方向邁進。而派帕德又採納民主作風，同時發展固體物理、凝態物理、半導體物理、射電天文學、地球物理等領域的研究。愛德華茲上任後，則再聚焦於凝態物理與射電天文學，高能物理則已經萎縮。這樣開合交替的現象十分明顯，為各階段研究領域的轉變提供了足夠的養分。

位於聚焦時期，卡文迪什還是讓研究人員在大方向底下，自由選擇想做的題目。例如，盧瑟福雖然採行集中管理的研究方向，但他還是讓學生在自己所喜好的基礎上找出能做出成果的題目。如此一來，實驗室整體方向一致，即使研究人員所執行的題目彼此不同，卻仍相互關連；不但可以互相討論與支援，更讓研究成果源源不斷，接力產生。

■ 個案二：台大藥理學教室

台大藥理從杜聰明選定鴉片、蛇毒、中草藥三大研究領域之後，便專注在其中，前兩者也創造了輝煌的成就。直到蛇毒研究漸入尾聲，便轉向多方向的發散研究直到現在，包括神經傳導、癌症、心血管藥物、中樞神經藥理、受體訊息等方向。未來是不是會如同卡文迪什一樣，出現下一階段的聚焦，則是未來可以觀察的重點。

即使在整個實驗室都熱烈從事蛇毒研究的時期，進到藥理學教室的學生還是可以自由挑選自己喜歡的題目，像個橄欖球隊一樣，彼此傳接球，迅速地達陣。

■ 個案比較與分析

就收斂與發散的交替時間與次數而言，卡文迪什與台大藥理還是有著顯著不同：過去八十年間(自上個世紀二〇年代開始)，卡文迪什已歷經三次收斂與兩次發散，台大藥理才經歷一次收斂與一次發散；卡文迪什每次的收斂不超過二十年，台大藥理收斂於蛇毒研究則已超過三、四十年。

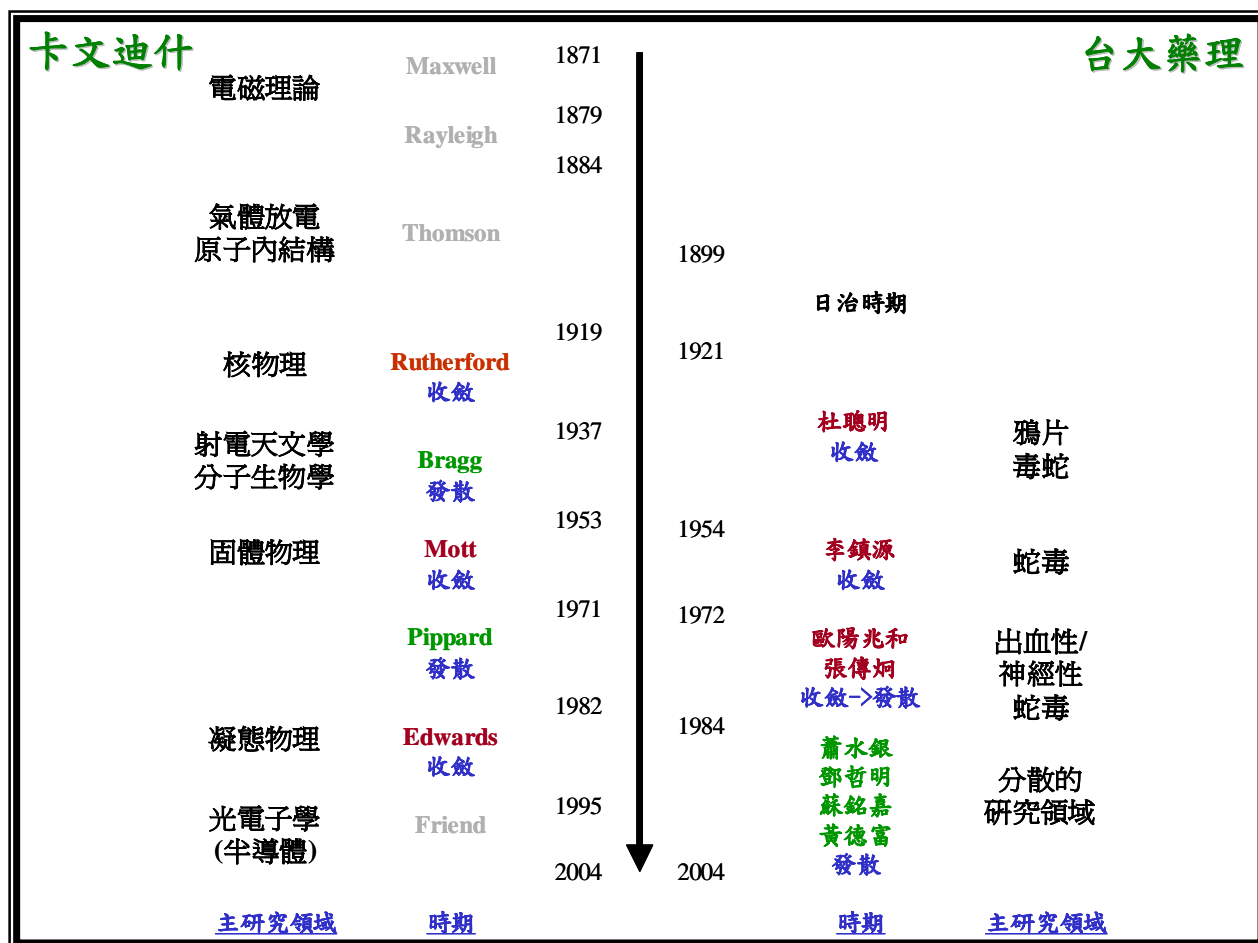


圖 5-2 卡文迪什與台大藥理各時期與領域轉變對照圖

這種週期長短的差異，可能的原因來自領域特性、文化、資源豐富度等方面的影響。就領域特性而言，生物是一個複雜的網絡(network)系統，許多因子交錯影響；在實驗室中固然可將部份生命現象於試管中再現，但往往回到生物體後，某些簡單假說便會被推翻。與物理學比較起來，生物學必須從微觀研究回到較高層次的系統觀，才能真正釐清許多問題，也因此需要較長的耕耘時間，研究主題的「週轉率

(turnover rate)」便跟著降低了。

就文化而言，東方社會的組織緊密，個人行為被社會規範所控制，也比較強調集體、階級與組織的秩序；西方社會則呈現較為鬆散的組織，極少規範個人行為，比較強調個人主義、平等與民主式的意見交換(黃奕光，2003)。因此，較為威權的收斂期在台大藥理的個案中持續時間較久，一直到台灣實施「校園民主」，將系主任任期規範為三年之後，才開始走向發散期；而相對的，卡文迪什在較短的收斂後便出現百花齊放的發散期。

最後，兩個案實驗室的資源亦不相同：台大藥理草創時期，國家資源極度貧乏，直到台灣經濟起飛之後，研究資源才日漸豐富；而卡文迪什原本就位於技術先進國，劍橋大學亦有幾百年歷史。因此，兩者的發展軌跡要放在一起比較，也是困難的。

此外，這些長青的大學實驗室，歷任領導人任期都很長，特別是處於「收斂」時期，領導人任期更都超過十年（卡文迪什：盧瑟福時期 18 年、莫特時期 17 年、愛德華茲時期 11 年；台大藥理：杜聰明時期 33 年、李鎮源時期 17 年）。如此的運作，利於領導權(leadership)的建立與持續，才有利於深耕的研究。但國內於民國八十三年頒布「大學法施行細則」之後，系所主任任期受到統一的限制（三年為原則，可連任一屆），再也無法出現杜聰明或李鎮源那樣長時間的領導模式（如歐陽兆和之後的主任任期都限於六年，並漸漸邁入發散期），對於需要持續、聚焦的研究管理是一個負面的影響。

雖然國科會自民國八十六年開始推動「國家型科技研究計畫」，期望經由專案計畫運作的方式，賦予計畫總規劃者\總主持人集中領導權，進行「任務導向」的研究，達成有效提升研發成果、增進國家競爭優勢之目的，並同時解決當前國家重大社經問題。但是，國家型科技計畫實施近八年來，問題也不少，特別是受限於相關部會間的門

戶之見、缺乏有效溝通，以及計畫總主持人的權\責不相對稱，學界習於「齊頭式平等」(要求相等的參與權)、抗拒集中式領導等因素，致使領導權的塑造仍不是很成功。未來，這些計畫要如何繼續運作下去，是否沿用舊有的模式，對科研政策制定者來說，還是一大挑戰。

研究發現 3-5：多代傳承的傑出大學實驗室，其研究領域的經營具有路徑相依性。

【說明】

Cohen & Levinthal(1990)指出，技術創新的好壞有其歷史與路徑相依性(Path dependency)；也就是說，若廠商原先就有這項相關技術的投資，則該廠商對於吸收外界的技術資訊後，比較容易達成公司的內部創新。此外，Chatterji(1996)、Helfat(1997)、Lambe & Spekman(1997)、以及 Beecham & Cordey-Hayes(1998)等人亦指出，企業之所以能夠有效地利用外界之科技知識，很重要的是基於該原先既有的技術基盤。張復閔(2001)的研究也發現：大學實驗室主持人科學創造力的表現，來自於長期深厚的知識涵養。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

卡文迪什從研究電磁學起家，接著制定各種電標準，為後續氣體放電的研究打下良好的根基；在電磁理論的基礎上，也影響了近代發電機、電報、電視、雷達通訊等科技的應用。而氣體放電研究延伸出陰極、陽極射線的研究，繼而促成了電子的發現、質譜儀的發明。電子的發現，促成後人針對原子結構的探討，繼而發現 α 、 β 射線，並預示了 γ 射線的存在；緊接著，便進入核物理、原子結構研究的輝煌時代，固體物理學、量子電動力學、量子電子學、粒子物理等學科也得以先後發展。後續的半導體、超導體研究，也都是從這些基礎上發展

出來的。

■ 個案二：台大藥理學教室

對於蛇毒的研究，從杜聰明開始從事描述性的研究，包括毒蛇傷人與死亡率的數據統計、以動物實驗檢驗蛇毒對動物體各種生理機能的作用、將蛇毒應用於臨床疼痛之治療等；這些資訊，提供接下來李鎮源時期進入致死機轉研究的基礎。緊接著，分別從出血性與神經性蛇毒蛋白，展開生理作用的研究。有趣的是，蛇毒蛋白在毒性作用過程中的專一選擇性亦使它成為一種很好的研究工具。以神經性蛇毒而言，利用 α -兩傘節神經毒會與神經肌肉接合部位上的神經傳導物質受體作選擇性接合的特性，可分離這種神經傳導物質受體，影響了後續神經生理學的研究。另外，因為神經傳導物質受體的成功分離與純化，亦導致『重肌無力症』的病因真相大白。至於出血性蛇毒，則對凝血因子及探討止血機轉的研究、抗血栓藥物之研發貢獻良多。晚近的研究，更把出血性蛇毒的研究成果應用到相關的疾病如血栓、細胞基質間、血管新生和腫瘤細胞之轉移研究主題上。

第四節 大學實驗室的人才選擇與培育，與持續創新間的關係 (研究問題四)

研究發現 4-1：傑出大學實驗室傾向自行培育領導人，以便貫徹實驗室的價值觀與核心能耐；但會採取「外放」策略增加他們的歷練與能力。

【說明】

柯林斯與他的團隊從事組織從「優秀」到「卓越」的研究，在找尋關鍵成功因素時，曾刻意避開企業高階主管所扮演的角色，為的是避免「歸功或怪罪於領導人」的簡化式解釋，而阻礙真正造就「卓越」

的因素浮現。但是，實證研究結果還是指向所謂「第五級領導人」——同時具有謙虛的個性與對專業的堅持，他們在關鍵時刻所扮演的角色是極其重要的！而這些長青企業都傾向培養自己的領導人，沒有「遠來的和尚會唸經」的迷思，所以能將組織的核心價值觀順利推展與傳承下去。

徐千惠(2003)針對大學實驗室特性、組織平台與情境及知識創造所做的研究也發現：實驗室領導者之人格特質、過去的學研經驗（過去的實驗室老師帶領風格）、在環境中所領受之管理系統氛圍，對研究投入之價值觀，會影響其對實驗的領導行為以及規範設計。所以，這些多代傳承的傑出實驗室，對於培育領導者的看法亦不謀而合。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

九任卡文迪什教授全都出身於劍橋，除了莫特(聖約翰學院)與愛德華茲(岡維耶-凱思學院)之外，都是「純種」的三一學院畢業生；而盧瑟福、布拉格、派帕德、弗倫德則是卡文迪什自己培養出來的畢業生。盧瑟福、布拉格、莫特、愛德華茲在畢業後，都離開過劍橋或卡文迪什，到別的學校任教，並靠自己的努力建立起新領域研究的聲譽；湯姆森、派帕德、弗倫德則是由該室講師升任為教授。大體而言，把自己培養出來的人往外送，讓他們到其他環境接受磨練，等時機成熟再回來主持大局，將可避免「近親繁殖」所造成的組織僵化問題。

■ 個案二：台大藥理學教室

台大藥理由於堅守「全體成員皆由本室養成」的原則，但又要避免井底觀天的可能缺憾，於是將研究人員外送到世界各國受訓的方式，以增加他們的歷練、提升競爭力。

研究發現 4-2：廣開大門向世界延攬人才，是增加實驗室創新能耐的好方法。

【說明】

前面曾提過：輸入和吸收外部科技知識是組織創新活動中重要的一項活動(Leonard-Barton, 1995)；而知識，特別是內隱性的知識，常常是深植(embody)在人才(talent)裡。所以，廣開大門納天下英才，是增加創新能耐的好方法。而學術無國界，科學是唯一交談的語言，因此，打破國家藩籬求人才方為上策！

【個案驗證】：卡文迪什實驗室

從湯姆森開始，卡文迪什便向大英國協以外的國家招收學生，特別也准許女性進入學習，這在當時可是一大突破。而後來從紐西蘭來的盧瑟福、丹麥來的玻爾、蘇聯來的卡皮查、伽莫夫、美國來的華森等人，更是締造卡文迪什光輝歷史的關鍵人物。

研究發現 4-3：尊重每個人都具有的創造潛能與興趣、啟發其獨立研究的能力，是傑出大學實驗室培育優質人力的重點。

【說明】

王俊人(2001)的研究顯示：表現良好大學實驗室比較願意將資源控制權下放到有知識權的地方；張復閔(2001)的研究亦顯示：實驗室要有明確的目標和大方向，讓成員自主發揮；而實驗室主持人在領導技巧上，多半採取「平衡的自由與限制」，有利於創新的產生。

而創造力理論亦認為人人皆有創造力，只是因為個人的工作動機、領域與創造力相關技能的充足與否(Amabile, 1983)；或者個人的

動機、領域知識的可得性、個人吸收與產生變異能力的強弱、業師的引導、學門守門人的把關鬆緊、領域原設的標準高低等因素 (Csikszentmihalyi & Wolfe, 2000)，可能造成對於創造力成果大小的影響。因此，若能尊重每個人的志趣，加以適當的引導，將可培育出優質人力，進行創造。

【個案驗證】

■ 個案一：卡文迪什實驗室

湯姆森、盧瑟福與布拉格都以擅於培養人才而受到讚揚。以盧瑟福為例，他雖然對於學生與助手們所做的研究事必躬親，卻不強迫每個人都從事核物理領域的研究，還是以研究人員主要的興趣、特長為考量，而努力創造環境幫助他們取得成功。例如：支持阿斯頓研究質譜儀、威爾遜的宇宙射線及無線電探測工作、阿普爾頓的無線電物理及控測研究、卡皮查從事高強度電磁場及低溫物理的研究等；這幾位後來也都獲得諾貝爾獎的肯定。

■ 個案二：台大藥理學教室

杜聰明時期雖然以鴉片、蛇毒為實驗室裡主要研究方向，但對於一些已有專長的醫學生，仍依他們的專業與興趣來定題目：開業的婦科醫師就選做婦科有關研究、齒科醫師則做吸食鴉片者口腔狀況調查等相關研究。能讓每個成員都從事自己喜愛的題目，才能激起內在強烈的動機，蓄積不斷向前的動力！