

出國報告（出國類別：參訪）

95 年赴歐洲科學教育機構參訪報告

服務機關：花蓮教育大學、台灣師範大學、成功大學、
台灣大學、嘉義大學、台北市立教育大學、
彰化師範大學、高雄師範大學、交通大學、
行政院國家科學委員會

姓名職稱：林煥祥校長、林素微助理教授、吳心楷助理教授、
宋曜廷副教授、于富雲副教授、岳修平副教授、
楊德清教授、李源順教授、溫嫩純助理教授、
段曉林教授、劉嘉茹副教授、余曉清教授、
王瓊德副研究員

派赴國家：英國、德國、荷蘭

出國期間：95.4.29-95.5.11

報告日期：95.7.4

95 年赴歐洲科學教育機構參訪報告

目 次

壹、目的	P.2
貳、參訪過程與心得	P.2
一、University of Cambridge	P.2
二、King's College at the University of London	P.6
三、London Knowledge Lab	P.9
四、Christian-Albrechts-Universitat zu Kiel	P.14
五、The University of Twente	P.18
參、結語／建議事項	P.27

壹、目的

一、訪問團任務：

為促進我國與歐洲的科學教育學術文化交流，故組成本訪問團到歐洲各主要國家知名且重要的學術機構訪問並與其成員舉行座談會，期能透過參訪與對談，達到深度學術文化交流並開發未來國際合作研究的潛能與機會。

二、主要參訪行程：

- 1.University of Cambridge
- 2.King' s College at the University of London
- 3.London Knowledge Lab
- 4.Christian-Albrechts-Universitat zu Kiel
- 5.The University of Twente

三、預期效益：

藉由此次參訪，不但可以讓我國年輕優秀科教研究學者了解歐洲傑出的研究機構運作情形、最近研究趨勢及其成果，更能藉由訪談，建立人脈關係，開啓未來國際合作的契機。相信有助於國內研究風氣及學術產能的提昇。目前我國的科學教育研究社群中的資深學者，多年來與美國、澳洲等地的學術社群領導者已建立良好的合作關係，也創立了 International Journal of Science and Mathematics Education 期刊的國際合作模式，如果能在國科會的資助下，讓年輕學者也能與歐洲的學術社群領導者建立良好的互動關係，將來國際合作研究的機會將更具有發展的潛力。

貳、參訪過程與心得

一、University of Cambridge

(一) 參訪目的

與The University of Cambridge數學教育相關學者進行交流，透過彼此的溝通，開創日後的國際合作研究的可行性。

(二) 參訪過程

因為碰巧5月1日是英國的BANK HOLIDAY，是屬於英國的國定假日，所以聯繫The University of Cambridge 參訪時能與我們討論的學者僅有Dr. Rutheven 一人，因為是假日，Dr.Rutheven 可以跟我們討論的時間也不多。The University of Cambridge 是個很大的學校，碰巧我們拜訪的教育學院對於旅行社而言是個比較陌生的地方，早上從倫敦出發，因為對於路況不熟悉，我們大約遲到了10 分鐘。我們抵達教育學院時，發現這是一棟很新的建築物，幾乎都是以木頭製造為主，而且相當注重採光，頗有環保的概念。抵達時Dr. Rutheven 相當的盛情的接待，他引領我們至討論室之後，即進行簡單的問候與寒暄。隨即，由林校長致送頗具台灣特色的見面禮物。之後，Dr.Rutheven 則展示他們的網頁進行相關成員的研究興趣、目前研究主題等內容介紹。科學教育部份有12 位成員，科教團隊針對正式與非正式的科學教學與學習均有所涉略，其成員如下：

Pat Bricheno	Donald McIntyre	Keith Taber,
Penny	Neil Mercer	Paul Warwick
Coltman	Judith Kleine Staarman	Elaine Wilson
Rosemary	Philip Stephenson	Mark
Deaney		Winterbottom
Sara		
Hennessy		

The University of Cambridge 科學教育團隊近年的研究專案如下：

專案名稱	內容
The APECS Project:	Able Pupils Experiencing Challenging Science
The ECLIPSE Project:	Exploring Conceptual Learning, Integration and Progression in Science Education
The SET-IT project:	Eliciting Situated Expertise in ICT-integrated Mathematics and Science Teaching
The SUPER project:	The Schools-University Partnership for Educational Research
The T-MEDIA project:	Exploring Teacher Mediation of Subject Learning with ICT: A Multimedia Approach

在The University of Cambridge 的教育學院中，數學教育在英國國內相當大規模的團隊，主要的研究興趣在於數學教學的發展、數學教師的專業教育、數學的增能(mathematicsenrichment)，以及探討數學教育中新科技的潛能，數學教育則多達21 位，成員的專長涵括了數學教育的各個主題。其成員如下：

Paul Andrews	Charlie Gilderdale	Liz Pumfrey
Julia Anghileri	Sara Hennessy	Tim Rowland,
Toni Beardon	Peter Huckstep	Susan Steward
Graeme Brown	Libby Jared	Kenneth Ruthven
Leone Burton	Emma McCaughan	Anne Sinkinson
Penny Coltman	Jennifer Piggott	Anne Thwaites
Jenny Gage	Sue Hickman	Fay Turner
	Pinder	

目前的研究專案如下：

- Comparative research into models of mathematics teaching and learning
- Curriculum, pedagogy and assessment in mathematics education
- Grouping in Key Stage 3 (pupil age 9-13) mathematics
- Inductive reasoning, proof and the design of generic examples
- Inspection of initial teacher education courses in secondary mathematics
- International approaches to the teaching of multiplication and division
- Mathematics enrichment
- Mathematics online enrichment project (NRICH)
- Online mathematical communities
- Peer assisted learning (STIMULUS)
- Philosophical analysis of rationales for mathematics teaching
- Realistic Mathematics Education
- Subject knowledge in mathematics teaching (SKIMA)
- Teacher mediation of secondary subject learning with projection technology
- Technology use and integration in school mathematics
- The development of specialist schools in mathematics
- The impact of beliefs on the teaching and learning of mathematics
- Videoconferencing as an educational medium (MOTIVATE)

之後，則由參訪的許多教授進行發問與討論，例如，宋曜廷教授提出是否建立有關教師專業發展的評鑑系統，Dr.Rutheven 的回答是目前他們的研究是沒有建構一個evaluating system，目前的研究中，主要是根據教

師的portfolio 來檢核。此外，林校長也詢問到目前英國數學教師的流動性很高的現象，英國半數左右的數學教師擔任三至五年的教職之後紛紛轉業，林校長詢問是否是因為其他行業有較多的薪水等社會現況的討論，Dr. Rutheven 則回答因為數學教師是相當專業的，許多數學教師的先前知識背景不是很充分，因此在教學時感到相當大的壓力，因此，三、五年後紛紛轉業。這也是目前英國缺乏數學教師的主因。

簡短的討論之後，隨即由台灣的參訪學者進行個人當前研究的興趣、主題、著作等進行簡介。首先，是由楊德清老師代表進行介紹；接著，則由溫嫩純老師進行介紹。並且和Dr.Rutheven 有一簡短的討論。

報告與討論結束之後，林校長即向Dr. Rutheven 探詢未來若台灣有學者有意願與The University of Cambridge 的學者進行跨國性合作的研究，是否可以E-mail 的方式與Dr. Rutheven聯繫並煩請他代為轉介；Dr. Rutheven欣然允諾，並且提到他是他們目前研究團隊的Chair，他也很樂意促成這樣的合作關係。



參訪團與Dr. Rutheven合影

（三）參訪心得

因為只有Dr. Rutheven 出席，而且針對網站的內容進行簡單的介紹，此次簡短的參訪，未能對於The University of Cambridge的研究烙入深刻的

印象。但令人印象特別深刻的是整體的團隊陣容相當堅強，科教、數教、ICT 均有相當的規模，尤其是數學教育部份，成員高達21 人，可見他們對於數學教育的重視。雖然未能與the University of Cambridge 其他相關成員碰面，但Dr. Rutheven 的慨然允諾，讓我們對於未來合作的可能性點燃了一些希望。Cambridge University 相當重視終生學習以及數學教師專業的發展，尤其他們目前執行的一個Millennium Mathematics Project (MMP)，主要是針對五到十九歲及一般大眾提供一系列有趣的數學活動。MMP 是透過學校課程之外的豐富以及廣泛的數學活動來進行，主要的目的在於支援數學教育以及提升數學技能、理解的發展。楊老師和林老師目前研究主題均在number sense 的重點，這和強化個體的對於數學的意義認同有很大的關係。此外，The University of Cambridge 亦相當重視數學教師的專業發展研究，而李老師的重心一直都在教師專業發展的層面上，相信彼此應有共同合作的空間。在提出正式的合作研究案之前，我們可能要做好相當周延的準備和思考，包括雙方的研究主題與興趣的協商，跨國研究的可行性，方能提出一個彼此重視且願意投入和努力的重要議題，以豐富雙方(甚至國際)數學教育的研究與實務上的相關資源。

二、King's College at the University of London

(一) 參訪過程

本次參訪的第二站是英國倫敦大學的國王學院(King's College at the University of London)。在抵達會議地點之後，首先由 Prof. Jonathan Osborne 來歡迎大家，並大略介紹與會的該系所教授，我方則由林煥祥校長代表台灣學者交付紀念品。

由於 Jonathan Osborne 是 NARST 的 President，且為該校教育與公共事務研究所主任，其所有 50 多位的教授與研究者，其內有科學教育、數學教育、資訊教育等類別，因此，此行訪問即分成三個主軸在三個會議室進

行研究分享。

該校的科學教育在科教界算是相當知名，Justin Dillon 是 International Journal of Science Education 的 Editor，Philip Adey 的 CASE 研究與 Rod Watson 的科學研究者相當知名。Jonathan Osborne 是 NARST 的 President。Jonathan 負責的 IDEAS 計畫由 Nuffield 基金會提供經費，計畫目標是改善科學教室的論證品質，並設計教學法以增進學生科學論證的能力。

為達此目標，IDEAS 計畫辦理教師工作坊，並在工作坊中提供教師 28 個教學片段，片段中呈現能夠幫助學生思考和推理的教學方法。該計畫中科學論證模式依循圖爾敏(Toulmin)所提出的：Claim, evidence, backings, qualifiers。在一系列的研究分享中，可瞭解其研究的深度。

Dr. Alex Manning 負責的 KREST 計畫中教師延續教育（Continued Professional Development, CPD）的部分。該計畫為三年的國際合作計畫，與以色列 Weiss Institute 的教育學者合作，專注於教師成長中個人、社會、與專業層面（personal, social, and professional aspects），目前計畫已接近尾聲。兩方學者分別針對不同的研究主題進行研究，研究資料主要是來自教師的檔案（portfolio）。

Dr. Rod Watson 的研究興趣在科學探究（scientific enquiry）、學生對化學概念的理解，以及教師專業成長。他的報告呈現自 1960 年代至今的科學探究計畫，目前正在進行的兩個計畫是：

- ASE-King's Science Investigations in Schools (AKSIS) Project

(<http://www.kcl.ac.uk/depsta/education/research/aksis.html>)

- SEP-King's Enhancing Enquiry in Schools (SKEES) Project

(<http://www.kcl.ac.uk/depsta/education/skees.html>)

AKSIS 計畫共有十二位教師參與，研究目的是幫助教師進行探究教學，並研究教師在教學過程中如何計畫、執行及反思。SEP 計畫目標有二：

(1) 設計教學及學習活動，各活動皆明確針對特定探究內容，(2) 改進教室對話品質。

在會後的討論中，Dr. Waston 提到英國學者在科學探究方面的科教研究，專注於學生過程技能的培養與評量，學習目標即是程序性知識，較少用探究做為教法以增進概念知識。

Justin Dillon 為 International Journal of Science Education 的編輯，並有相當多與國際學者交流的經歷。CILS 為一國際合作研究中心，參與者除了 King' s College 之外，尚有 舊金山科學博物館 (Exploratorium)、以及加州大學 Santa Cruz 分校。兩國的學者各從不同的觀點去了解非正式學習的本質和特性，例如博物館教育者的身份認同、博物館情境中的科技使用等，該研究中心已於國際會議如美國教育年會 (AERA) 發表多篇論文。研究中心的目標是希望找出方法以增進非正式學習，並支持學生進行探究學習。

其次 Prof. Philip Adey 的 CASE (Cognitive Acceleration in Science Education) 認知加速計畫的主要目標是要增進學童一般性思考能力，並建構能夠刺激認知的學習環境。其專注在：學童認知加速的長期效應 (一到九年級)，有效的教師專業成長，與科學與科技教育中的創造力。

同時 Christine Harrison 的專長是形成性評量 (Formative Assessment)，其計畫目標是為增進教室學習的品質，而非用於學校間的排名或特定能力的檢定。教師和學生需同時參與評量，但最終是學生要採取行動。在 1998 到 2006 年之間，已進行多項相關研究，結果顯示形成性評量的使用有利於改善教室中師生互動的品質、可促進學生對於自身的學習過程負責任、並有助於合作學習。



參訪團與 King's College at the University of London 研究學者合影

(二) 參訪心得

在研究分享之後的跨國合作研究的討論部分，林校長快速的找到幾個有可能合作的主軸，如探索、論證等議題。Jonathan 在 8 月初會應邀來台針對論證進行演講，林校長與 Jonathan 均認為可以在他來訪時更進一步的針對合作的研究架構進行討論，同時，也提到交換博班學生促進研究交流的可能性。

此行訪問，同時有我國國科會駐英的科技組組長胡昌智與副組長陳嘉猷隨行訪問，並針對可能在英國與台灣的研究合作經費申請上進行意見交換。由於林校長之前希望增加合作機會，因此，除了由該校的教授分享其研究外，我方的研究人員林煥祥、佘曉清和吳心楷 3 位教授，也相對的分享我們的研究，這當中也促使對方看到我們研究的內容與實力。

這次的訪問，增加我們對該校科學教育、數學教育、資訊教育教授研究的瞭解，也為未來跨國研究開創新的契機。

三、London Knowledge Lab

倫敦知識實驗室(the London Knowledge Lab)是由英國政府科學研究基金會斥資六百萬的獎助學金所建立非常著名的研究單位。在研究內容中，包含了數學、科學與科技的連結，並納入了教育面向的文化、語言與溝通等相關領域，是個研究領域富有多樣性的研究單位。

(一) 參訪中心背景

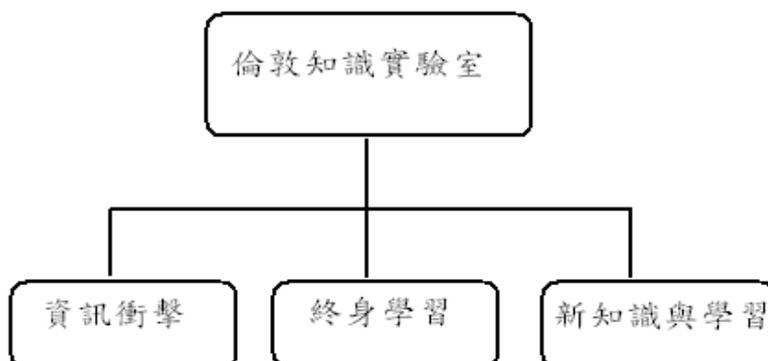
倫敦知識實驗室是英國教育學會與倫敦的Birkbeck大學於2004年合作建置的，此實驗室的研究是由Birkbeck大學的「電腦科學與資訊系」以及「社會科學領域相關系所」共同建置而成，值得一提的是，Birkbeck大學一向以電腦科技與資訊聞名，當然在地利上位居倫敦市中心Bloomsbury的倫敦知識實驗室，更容易接觸到來至歐洲各地傳來的文化制度、媒體科技的進展與商業活動的刺激，這個研究單位有超過50位研究員在位於倫敦Emerald路上的研究室中同時進行研究工作。

(二) 參訪中心特色

倫敦知識實驗室研究的起始點，是數位科技與新媒體的開發，當研究員們盡力發展這個可能性的過程中，除了強調「我們學到什麼」、「我們如何學習」外，此研究團隊還加入了「我們如何工作」的連結與溝通，更進一步討論生活與文化的因素。因此，倫敦知識實驗室特別著重下列三點：

1. 了解數位科技與媒體，如何轉變人們對資訊的連結與學習，並探討經由數位科技轉變而來的工作與生活娛樂性質，例如「在家工作」與「線上遊戲」的文化。
2. 設計、建立一套完整的系統，並進行評價，以期能促進人們的終身學習。
3. 在數位科技的時代下，此發展是對於知識與學習的一項嚴苛檢驗。

整體而言，倫敦知識實驗室著重的發展要點，可用圖一表示：



圖一、倫敦知識實驗室發展要點

(三) 參訪過程

Dr.Richard Noss 先行歡迎台灣來訪學者，接著對倫敦知識實驗室的組織與相關研究進行簡介，他說明倫敦知識實驗室目前努力的方向是試圖探討連結『學習、知識』與『媒體運用及科技』等面向時所面臨到的挑戰並進行相關的解釋，也試著有計畫的團隊運作，深入探究人們在學習、溝通與科技上的相互衝擊。此研究室秉持的信念是認為當人們遇到的這些挑戰時包含了社會文化與科技的交互作用，而倫敦知識實驗室的研究也奠基在『只有多面向知識的團隊互相協助後，才能對整個環境與整體知識進行完整研究』的信念之上。

接著我國參訪團分為兩個討論群進行討論，一群為資訊教育與科學教育的研究者，一群為數學教育的研究者。在資訊教育與科學教育的討論群中，是以倫敦知識實驗室第三個研究策略中探究新媒體所帶來的文化轉變的研究主題進行討論，並以目前時下年輕人喜好的 PDA, i-Pod, PSP 等新媒體進行行動學習(Mobile Learning)為例，討論如何藉由數位媒體滲透在大眾文化中，來探究重視人們如何在新的環境中進行新的學習。藉著彼此的溝通與互相瞭解希冀開創日後的國際合作研究的可行性。



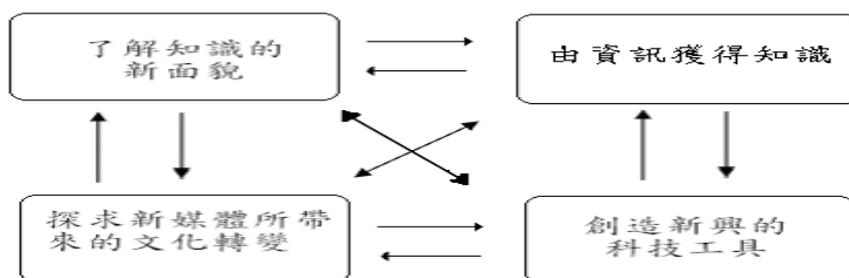
團長林校長致贈禮品予 Dr.Richard Noss

(四) 參訪心得

由於參訪時間更動的緣故，行程上時間較為倉促，不過 Dr.Richard Noss 及對方研究群的热情與誠意是可以感受到的，Dr.Richard Noss 更允諾會對雙方合作計畫給予高度支持與支援。

本次參訪建議合作方向為倫敦知識實驗室是「電腦科學與資訊」以及「社會科學」跨領域的大研究團隊，並在數學、科學與科技的整合上下功夫，並納入了教育面向的文化、語言與溝通等相關領域對我們這次參訪的所有成員均有合適之合作的切入點，建議以整合型跨國合作的形式並以倫敦知識實驗室強勢的數位科技研究團隊為研究主軸進行下一步的研究合作對談。

由於倫敦知識實驗室有四個主要的研究方向與策略如圖二所示：



圖二、倫敦知識實驗室研究取向

故未來可以雙方合作或國內可進行之研究建議如下：

1. 開發適用本土知識、溝通與環境間相互關係的研究領域

倫敦知識實驗室回顧在英國中小學、學院與大學的課程，發現課程的主軸大多是由二十世紀工業社會一直延續下來的，但在二十一世紀，學生與成人們所需要了解的知識，這和他們如何學習新知以及如何更有效的學習同等的重要，他們的研究群亦認為人們對於僅了解「如何在社會環境與工作生活上進行溝通與學習」已經感到不滿足。因此未來的研究取向及可讓我國借鏡之處應可從檢視新興的知識生態，發展更適合、更貼近人們的知識與資訊出發，並探討適用我國情境之新興知識型態對知識獲得、科技溝通與大環境間的關係。

2. 探究科技與知識如何交互影響

新興的數位科技及媒體是由多樣化資訊、多元化學習與多面向知識的交互作用進而促發的，然而這樣的資訊卻是複雜、不完全、不完整或不適當的，因為這樣的資訊並沒有經過整合與篩選，只是一堆雜亂無章的新興物品。有鑒於此，倫敦知識實驗室試圖發展新的科技來管理、合併這些資訊，並使這些資訊更加人性化，對人類在社會生活或工作上更具實用性。他們也正在設計、建立與檢視這些工具，以期能幫助人們了解圍繞在他們身邊的資訊，並由這些資訊產生更多的知識，這部分也是我國可以著手研究或是進行跨國比較的主題。

3. 探究新媒體與科技造成文化與認知習慣轉變的影響

數位媒體滲透在大眾文化中，倫敦知識實驗室試著探求新媒體(網路、電腦遊戲、手機等等)與舊媒體(書籍、電影、電視等等)之間的差異性與延續性，他們分析了兒童與成人使用這些媒體的不同面向，以及觀察不同的消費型態與了解各種新媒體的製作，另外也重視人們如何在新的環境中進行新的學習。所以我們亦可試圖探求這些由正式或非正式資訊學習產生的新文化與新的認知習慣與認知行爲之內涵與影響，並在文化差異上進行跨國比較。

4. 為制式與非制式的學習創造新興的科技與媒體

由鉛筆、紙張、粉筆所合成的教育，支配著正規的教育體系。這也是我們一般公認的教育理論以及教育實踐，然而尋求公平的、可參與性的、學習者自主的、學校架構外的(學院與大學的非正式學習或工作場所的學習)基礎議題正持續發光發熱。倫敦知識實驗室也正在建立一個網路系統，以拉近學習與問題解決之間的距離，並試著設計促進學習的媒體工具，包含周遭環境的創新使用與行動科技工具等等的發展，希望能為制式化的教學環境，注入新的活力，這個探究方向亦值得我們參考，可為制式或非制式的學習情境增加更多元的支援。

四、Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

(一) 參訪過程

9:00

Reinders Duit 教授介紹德國教育系統以及科學教育現況，並針對科學教師培育進行簡介。由於德國有十六州，各州獨自有自己的課程綱要與課程。由於德國在國際 TIMSS 以及 PISA 的成果表現並不好，因此德國政府希望科教單位對此狀況進行研究與改善。基本上由 German Science Foundation 提供研究的經費支援，但研究結果與發現都需由 IPN 負責。IPN 會將研究的發現應用在全國的科學教育當中，並且做全面性的推廣。

10.00

Project System Earth (http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/systemerde_eng.html)

由 Dr. Sylke Hlawatsch 解說，由於德國沒有地球科學此學科，因此本計畫注重將地理與地科系教授以及其他相關系所教授與研究人員共同透過系統性的分析，重點在於希望學生以系統性的方法學習「地球科學」主題，並且將此課程融入中小學的科學教學中，與生物、物理、化學、地理等科目進行統整性教學。目前本計畫已經發展小學課本、以及高中階段的 CD-ROM。

10.30 茶敘

11.00

Project BiQua (http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/bik/bik_eng.html)

Dr. Lars Allolio-Nacke 在 2000-2005 年進行長達六年的全國性計畫以改進學校品質。此計畫為一個大型的研究，包括許多較小型的子計畫，這些計畫都是爲了要增加學生學習與教師教學的能力。除了個體的層次之外，此計畫也針對班級層次、情境層次與系統層次進行研究與改進，並針對 PISA 研究的結果作進一步深入探討。此計畫應用的理論包括自我調節、動機理論等等，研究也探討性別差異的因素。

11.30

Project SINUS-Transfer (<http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/index.php?id=525>)

Dr. Christian Ostermeier 與 Dr. Matthias Stadler 的計畫，針對全國 1800 所學校的教師進行專業成長計畫。由於 TIMSS 研究發現德國學生成績不如理想，尤其是在需要概念理解的地方，因此發展了 11 個模組來改進教學與學習。這些模組分別是：

- (1) Further development of the task culture
- (2) Scientific work and experiments
- (3) Learning from mistakes
- (4) Securing basic knowledge
- (5) Cumulative learning: Experiencing increase in competencies
- (6) Integrative features of instruction
- (7) Promoting girls and boys
- (8) Developing tasks for cooperative learning
- (9) Strengthening students' responsibility for their learning
- (10) Assessment: Measuring & feedback of students' competencies
- (11) Quality development within and across schools

以第二個模組為例，每個學校有 4 至 5 位教師參與計畫，在 1998-2003 年為預試期，以增進教學效能為主，有 180 個種子學校參與；2003-2005 為第一階段，2005-2007 為第二階段，這兩階段慢慢將效果延伸至其他學校；2007 之後為第三階段，將研究推行至全國。

12.00

Project ChemNet (http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/chemnet_eng.html)

Dr. Sabine Nick 研發的 ChemNet 線上學習系統

www.chemistry-lecture.uni-kiel.de，是針對大學化學課程，將一般化學與無機化學的內容以及相關實驗轉移在線上進行更深入的學習。此系統可以

提供立即的學習與回饋，並且將學習者的學習資料記錄下來，並且用表格與圖形的方式讓管理者了解學習者的使用情形。Dr. Nick 向我們介紹了這個系統的介面以及使用方式，此系統已經有大部分翻譯成英文，是一個可以推廣的系統。

Lunch Break 時我們到學生餐廳用餐。在學生餐廳有兩大家餐廳由學生自行選菜與結帳，學生活動中心還有書局以及提供學生工讀以及國外遊學的機構。

14.00

Project LeLa (http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/lela_eng.html)

Dr. Dorothee Dahnhardt 與 Dr. Dirk Hillebrandt 介紹 LeLa 計畫，這是一個在學校之外進行遠端操控實驗的計畫。目前全國已經有 200 個以上的實驗室加入，大部分位於大專院校，讓中學生在真實的情境中操作實驗，但是又不需要親自到實驗室去。計畫的目的是要增進學生科學素養，並提升探究能力。

14.30

Project Multimedia in Biology Education

Prof. Dr. Claudia Nerdel 所設計的生物學習系統可以讓使用者進行自主性的學習，學習的內容是大學生物課程（光合作用與粒線體的呼吸），並且學習者可以自己設計實驗，在這個系統上觀看實驗結果。此課程所需時間為 60 分鐘。然而在這個系統中所面臨的困難，則是如何選擇實驗的變項，來讓學生操作。

15.00

Project Video study Physics (http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/video/Videostudie_eng.htm)

Prof. Dr. Reinders Duit 的這個計畫是想要對於目前七到九年級物理科的教學進行深入了解，探討教學的模式，並了解教學模式與學習成就、情意因素之間的關係。於 2000 至 2003 年針對電流與力的單元，在 13 間教室

進行錄影。2002-2004 年間則擴大規模至 50 間課室以及九年級；2003-2004 與瑞士做國際比較；2004-2006 年則將錄影的內容當成教師專業成長的教材。

15.30 至 16:00

兩國學者分享為還可進行合作的方向。



參訪團在德國 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 研討座談

(二) 參訪心得

IPN 機構的各個研究都是長期性的，並且以全國為研究與推廣目標，而且在計畫與計畫之間都有非常明確的連結與支援，可以減少人力的負擔，又增加效率。因此國內的大型計畫宜長期的實施，並要求進行發表與實務推廣的績效。另外各大型計畫之間須有統整性與連結性與資源共同分享性，以便加增經費的使用達最高效益。另外在未來跨國研究的建議，我們認為德國人做事實事求是的精神值得我們學習，特別是 Project SINUS 以及 Project Video study Physics 在國內都有一些相關的計畫在實施中，未來如能與德國進行跨國研究一定有許多有趣的發現可供研究與實務的改善。最後，Dr. Duit 以及其單位的教授展現強烈的合作意願，共有助於國內未來的台德研究計畫。而進行跨國計畫，最好是計畫中心對計畫中心以便雙方的主持人能進行更多資源的統整與運用。而對於本次的旅程收穫

良多，由於每一機構的內容要了解需花長久的時間，建議下次訪問 IPN 的學者能在當地待長達兩週的時間。

五、The University of Twente

(一) 參訪機構背景

University of Twente 在與 IBM/ Cisco system 和英特爾 (Intel) 合作下，目前為歐洲最大的無線區域網路據點，包含 650 個無線網路連結點，以支持超過 8,500 位教職員與學生的使用，範圍涵蓋校園 140 公頃以及部分附近商業與科學園區。

該校以工程、科技與行為科學等領域之發展與研究為主，其下之電傳與資訊科技中心 (Centre for Telematics and Information Technology) 是荷蘭目前最大的信息與通訊技術學術研究機構，共約有 400 位研究者積極參與相關計畫與發展，以輔助科技於學科領域的整合研究與運用。

此次參訪主要對象為 Educational Science and Technology 與 Instructional technology 下的教授與研究團隊，當天出席者包括：Dr. de Pieters 院長, Dr. de Jong, Dr. de Hoog, Dr. Lazonder, Dr. Gijlers 與 der Meij 等人，針對他們過去幾年研究的具體成果與未來發展做分享。

(二) 參訪過程

如表一所示，當天會議原則上皆依于富雲教授先前與 Dr. de Jong 所商討之方式與議程進行。在簡單的接待儀式、雙方簡介、餐點後，Dr. de Jong 即針對其研究團隊的研究重點、方向與成果一一介紹 (詳見下節)。我方則由于富雲、岳修平、劉嘉茹、段曉林、宋曜廷等教授依序呈現個人近年來的研究興趣與主要研究成果。

表一： University of Twente 與台灣參訪團五月九日參訪議程

Time	Subject	Presenter
09:00 -	Welcome and coffee	

09:30		
09:30 - 10:00	Overview of R&D in Twente	Ton de Jong
10:00 - 10:10	Thank-You note and gift from Taiwan	Huann-shya ng Lin
10:10 - 10:40	Game-based Learning & Question-Posing Learning Web-based Learning Environment in NTU Neuropsychology and science learning Science learning motivation & Science inquiry teaching	Fu-Yun Yu Hsiu-Ping Yueh Chia-Ju Liu Hsiao-Lin Tuan
10:30 - 11:00	Coffee break	
11:00 - 11:30	SimQuest - presentation and demo	Jan van der Meij
11:30 - 12:00	Co-Lab - presentation and demos	Ard Lazonder
12:00 - 12:40	KM Quest. An on-line knowledge management game	Robert de Hoog
12:40 - 14:30	Lunch	
14:30 - 15:10	Example of experimental study: Collaborative Inquiry in Physics	Hannie Gijlers

15:10 - 15:40	ZAP: interactive simulations in psychology	Ton de Jong
15:40 - 15:50	A Situation-Interaction-Task framework for instructional design	Yao-Ting Sung
15:50 - 16:20	Discussion on possibilities for cooperation	All participants

(三) 參訪單位之研究重點、研究方向與成果

此次參訪主要聯絡窗口為 Dr. de Jong。Dr. de Jong 除了主導幾個大型跨國研究計畫，也是數本有關多重表徵問題導向學習與模擬情境方面書籍的主編，從 2003 至今更為荷蘭國家研究學院教育研究科學處長 (scientific director, the national research school on educational research, the Netherlands)、心理與教育學門科學研究領域經費審查委員、歐協贊助之科技提升學習傑出網路計畫—探究學習負責/聯繫人 (Inquiry Learning of Network of Excellence, European Commission)。其研究領域主要為：電腦模擬探索式學習之設計與評估、電腦模擬情境之學習歷程與教學/學習輔助 (如：認知工具)、結構化資訊以設計問題解決情境、心智表徵於物理問題解決情境之運用、發現式模擬與直覺知識之評估、發現式學習之智慧型支持系統、線上環境之視覺化與合作溝通、電腦模擬之合作科學發現學習、多重表徵、數學發現學習與調節技能等。

(a) 研究重點與目標

- 教育科學/心理
 - 發現學習之相關學術出版
 - 設計規範建置
- 技術發展

—學習模組新技術

—共享電子白版

●學校推廣、實施與融入

(b) 研究方向

Dr. de Jong 與其研究團隊目前的研究方向主要為：

●「產品」於設計之角色

—不同模式的建立（質化與量化）

—概念圖

—作業

●表徵之角色

—不同表徵的優勢（文字、數學、圖形）

—多元表徵

●合作與探究

—任務相關活動與溝通活動之關係

●學習過程分析

—互動資料

—分析模式

(c) 研究成果

Dr. de Jong 的貢獻已在近期(2006 年四月)的知名期刊 Science 報導。當天參訪共展示 SimQuest, Co-Lab, KM Quest, Zap 等四系統。以下茲針對 SimQuest, Co-Lab 兩大知名系統簡介如下。

1. SimQuest

SimQuest 為 Dr. de Jong 十餘年來的心血結晶，主要功能為協助學生和老師進行物理，化學和生物的模擬與發現學習。SimQuest 的特點如下：

■ 有效促進學生的發現歷程：有別於一般的模擬環境僅提供學生

視覺化的表徵協助，SimQuest 提供可操作的介面讓學生可以改變參數設定，同時為讓學生真正在操作過程中認真投入，每一個活動都設計相關有作業 (assignment)，讓學生在完成作業的過程中確切學到東西。

■ 有效紀錄和監控學生的學習歷程：模擬學習歷程中學生觀念的轉換與否至關重要，因此模擬環境必須對於學生在學習歷程中的心智模型加以記錄，並瞭解其轉換狀態，進一步提供給學生和教師，以瞭解學習成效。SimQuest 在此方面的功能十分完備。對於評量和回饋提供許多助益。

■ 具教師製作介面：近幾年來，國外學習環境中重要的特徵之一為，在既有的學生學習環境下，發展教師的製作工具(authoring tool)，以讓教師可以進行客製化(customized)的教學工具。例如知名的 Cognitive Tutor 即已設計相關的教師製作介面，讓不懂 AI 或程式設計的老師可以使用認知家教的各個功能。相同的，SimQuest 的最新版本提供了讓老師直接使用城市庫中的模擬元件以設計適合自己的教學流程或內容的模擬環境。

■ 支援多國語言：目前 SimQuest 可支援七國語言 (歐洲語系)，因此大大增加其影響力。

2. Co-Lab 合作實驗室

合作實驗室 (collaborative laboratories for Europe) 是由歐協資訊社會科技 (European Commission, Information Society Technology, 簡稱 IST) 明日教室計畫 (School of Tomorrow Programme) 所贊助的研究計畫，由參訪單位 (University of Twente) 主要協調，與 University of Amsterdam, The Netherlands; University of Murcia, Spain; Studio Teos, Italy; IPN, Germany 等共五個國際學術單位共同合作。

整體言之，Co-Lab 提供一種以網路為主的合作探索式學習環

境，在合作實驗室裡之共享工作空間內，互動學生得以共同完成實驗以資料收集、討論研究發現、查詢相關學理背景資料、建構與評估模式。

Co-Lab 除了其「以網路為主、無平台限制」、「可客製性 (Customisable)」、「開放性之免費系統」(open source) 之特性外，其整合性工具套組 (integrated tool suite) 之設計，更有利整合性的學習活動。明言之，遠距實驗室、模擬與線上資料庫等各類資料蒐集功能 (data collection)、圖表 (graph tool, table tool) 等視覺化工具 (visualization)、圖畫白板 (graphical whiteboard) 之點子寫作 (idea writing)、討論工具 (chat tool)、控制工具 (control tool) 等輔助合作互動工具，皆能促進探索性學習活動。此外，為進一步提升學習成效，Co-Lab 更加入一系列之輔助工具 (support tools)，例如：有利模組建構的模式建構工具 (modelling tool)、輔助學習歷程規劃與自我調整策略啟動之過程調節者工具 (process coordinator Tool)、協助反思記錄之記錄工具 (Report Tool)、連結相關學理背景之參觀工具 (Viewer Tool) 等，以有效引導學習歷程，本系統特別適合促進高中與大一階段自然科學領域的探索式學習，主要課程教材包含四個學習領域：水資源管理 (water management)、溫室效應 (greenhouse effect)、機械學 (mechanics) 與電力學 (electricity)，涵蓋物理、化學、生物等不同學科範疇，並提供遠距實驗室 (remote labs)、相關學理背景資料、教師手冊與學生指引以利教學實施。

(四) 合作關係建立

- (a) **專屬網站之建置，輔助既有成果與資源之分享**：此行雙方對彼此所發展的系統、學術研究發表等皆印象深刻，會中談及雙方事後可成立一網站，收集彼此可公開共用的軟體、系統，以促使雙方學者更便捷地掌握、熟習彼此的研究，以作為其後互動的基礎。

- (b) 加入學術網路討論社群，擴展國際學術網絡社群之建立：如前所述，Dr. de Jong 目前任科技提升學習傑出網路計畫—探究學習之負責人，已建置一探究式學習的專屬討論社群，會後即來信特別邀約我或國內其他有興趣之學者加入，以與歐洲其他學者有更密集的學術討論空間。
- (c) 雙方研究人員的交換進修活動，促成實質的國際合作：如前所述，Dr. de Jong 目前任荷蘭國家研究學院教育研究科學處長，此機構為教育研究訓練的專屬機構，其訓練為研究導向，強調學生積極參與計畫與密集的訓練，若能建立實質雙方研究人員的交換進修活動，當有利之後的學術合作計畫推行。
- (d) 合作進行 SimQuest 介面中文化：Dr. de Jong 聲稱 SimQuest 為 language independent，同時允許有意願的研究者改變其語言文字介面。如有可能中文化，不僅可對於國內中小學的科學學習和教學提供更多的資源，對後續的學習和教學研究也有莫大助益。
- (e) 以發現學習歷程為基礎的學習歷程之跨文化比較：台灣學生的科學和數學學習成就在中小學階段表現良好。但也有若干學者主張此等優勢在高中或大學階段就逐漸消失，或者在面對不同的學習內涵（如問題解決）時，此等優勢也不明顯。歐美國家的學生在進行發現學習的過程中，有哪些特徵是與台灣學生相同的？哪些是不同的？有何可借鏡之處？這些問題的釐清，或許對於我國科學教育，特別是高層次思考歷程的教學，應有更多參考和借鏡的價值。
- (f) 以發現學習歷程為基礎的教學歷程之跨文化比較：傳統上許多人認為歐美中小學教師在教學時教學方法較為多元開放，可能更勇於討戰學生，鼓勵學生思考。而亞洲教師可能較偏向單一，講述和權威的教學方式。此種迷思在 2000 年的 Educational Psychologist 期刊，一篇以 TIMSS 教師的教學行為分析研究中被打破。該研究發現日本教師相較於美國

和德國教師，更勇於挑戰學生，教學方法更新穎。但該研究僅限於數學教師，也沒有探討背後的可能原因。因此，歐亞教師在科學教學的歷程有何差異？特別是以發現學習為例，是否在教學的互動上有所不同？在引導和挑戰學生上有何不同？此種差異會不會造成學生的學習成果有所差異如有差異，此等差異的文化和社會因素為何？這些都是值得探討的跨文化研究議題，也是可能的合作方向。

(g) **模擬學習軟體研發**：師大數位學習研究室目前進行模擬的軟體研發，心得可以和 de Jong 的研發心得交流。目前預計 2007 年六月邀請 Dr. de Jong 到師大擔任研討會的講者屆時應有更多討論機會。



參訪團與荷蘭 The University of Twente 研究學者合影

(五) 參訪心得

此次參訪 University of Twente，從一開始踏進會談室看見螢幕上展現雙方國旗、桌上一一擺設我方到訪者姓名牌，以及接續的三道式午餐款宴、其間連續不斷的小點提供等等，此等貴賓般的接待，讓此行者對 Dr. de Jong 與其院長、研究團隊的真誠、用心與貼心所感動。其後，Dr. de Jong 精心安排的一系列講演與系統展示（包括：SimQuest、Co-Lab、KM Quest、ZAP），著實讓我方對該機構的研究概貌與發展有所認識。此外，Collaborative Inquiry in Physics 的實證研究簡介，也讓我方對該機構博士論

文的約略要求與成就有所瞭解。

本次參訪可為獲益良多。茲將此次參訪的心得分為（一）研究心得與（二）行程規劃心得兩方面簡列於下，期提供其他學者參考：

（A）研究心得

1.研究成果與產品的商品化、多語言化發行，以期提升國際能見度並

利產品永續經營與擴展：Dr. de Jong 十餘年研究的成果，包括：SimQuest, Zap 部分內容皆已商品化，此等做法主要考量研究機構有限的人力與物力，無法大量人力投入系統的維護，故已建置完善的系統、成果，為能長期、永續發展與經營，可考慮與國際廠商合作，將產品商品化、多語言化，如是，可以提昇國際的能見度，並讓更多族群有機會受惠。

2.不同階層學術聯盟與教學單位的組成，以利研究、實務間的互動與

循環發展：Dr. de Jong 除了在校內組成研究團隊，以利學科整合，更經由歐協組織，進一步與其他學術機構、教學單位組成研究團隊，以利系統的專業發展、研究的大規模測試與實務的立即規廣。此外，實務上的發現更可為其後系統擴展、研究探究的方向，有利研究與實務間的接軌與聯繫。

（B）行程規劃心得

1.即早寄出請諫，提前確認時程：歐盟間學術合作交流密集，故學者

間學期中與間皆多有交換講座、講學的學術活動，故若需要參訪或邀集學者前來講學，建議提早寄出邀請信函，並提前敲定時程，以利參訪活動的確認。此本次 University of Twente 為例，本人從去年九月開始互動後，及發現 Dr. de Jong 個人幾乎半年內的行程多已排定，故在確認我方的約略行程後，及跟對方敲定明確參訪日期。

2.參訪目的、目標明確化：根據 Dr. de Jong 的經驗，參訪的性質極多

元，目的也各有不同（例如：瞭解參訪單位近年來的研究計畫與一

般研究經費來源、熟悉對方發展的軟體系統與研究推廣模式、參觀參訪組織內相關機構運作模式、建立雙方研究互動模式等等)，所以應將我方此行欲達成的目的明白告知對方，以利當天會面議程的最佳安排。

3. **雙方參訪人員透明化**：為讓所有的參訪者皆有所收穫，即早將參訪者的簡要資料（任教學校、職位、研究興趣等）傳給對方，以利對方安排合適的與會人員以及當天展示與介紹的研究主題。

叁、結語／建議事項

由於參訪的時程緊湊，為於最短的時間內坐收坐大的利益，加速會談與互動的效能，若能即早將雙方會談進行方式與議程明確化，將有利與會人員事前準備、審閱相關研究背景資料，做好準備。此次的參訪經驗而言，我於三月初即針對雙方會面的議程與對方進行密集的互動，在參訪者的名單確認後，即會最有利建立往後雙方研究合作關係的目標擬定。