

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 2007 年歐洲科學教育學術訪問團 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 96-2517-S-343-001-  
執行期間：96年06月01日至96年09月30日  
執行單位：南華大學通識教學中心

計畫主持人：黃俊儒

計畫參與人員：計畫主持人：黃俊儒

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 11 月 20 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

## 2007 年歐洲科學教育學術訪問團

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2517-S-003-009、NSC 96-2517-S-026-002、NSC 96-2517-S-343-001、  
NSC 96-2517-S-241-001、NSC 96-2517-S-041-001、NSC 96-2517-S-156-001、  
NSC 96-2517-S-134-001

執行期間：2007 年 06 月 01 日至 2007 年 09 月 30 日

計畫主持人：邱美虹教授、李暉助理教授、黃俊儒副教授、周金城助理教授、  
丁信中助理教授、張淑女助理教授、王子華助理教授

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：國立臺灣師範大學、國立花蓮教育大學、南華大學、弘光科技大學、  
嘉南藥理科技大學、真理大學、國立新竹教育大學

中 華 民 國 96 年 11 月 01 日

## 目 錄

摘要.....	3
前言.....	4
行程表.....	5
1. 瑞典參訪報告.....	9
2. 芬蘭參訪報告.....	16
3. 丹麥參訪報告.....	29
4. 法國參訪報告.....	37
第二部分：主題反思與建議	
1. 邱美虹教授 國立臺灣師範大學科學教育研究所.....	45
2. 李暉助理教授 國立花蓮教育大學科學教育研究所.....	52
3. 黃俊儒副教授 南華大學通識教學中心.....	55
4. 周金城助理教授 弘光科技大學通識教育中心.....	60
5. 丁信中助理教授 嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育學系.....	65
6. 張淑女助理教授 真理大學通識教育學院自然學科.....	71
7. 王子華助理教授 國立新竹教育大學教育學系.....	74

## 摘 要

此次歐洲學術參訪團計有七位來自國內公私立大學的教授參與，以歷時兩週的時間，分別於瑞典、芬蘭、丹麥、法國參觀訪問，並進行學術交流。本團團員於此行對歐洲科學教育的萌芽與發展皆有進一步的認識，同時對於歐洲科學教育深植於其文化及學校教育中，印象深刻。此報告旨在簡介此行所見所聞以供參考。

關鍵字：歐洲科學教育

## 前 言

國內科學教育界在長久的努力耕耘與對科學教育研究的執著下，陸續培育出不少優秀的科學教育博士，這些人才目前分別在國內公、私立大學、高中以及社教單位服務，為進一步栽培國內研究人才、厚植其研究實力及拓展其國際觀，國科會特規劃國際參訪的計畫，以目前在國內公、私立大學任教的年輕教授為對象，由我來安排參訪學校及行程。有鑒於國內科教界研究人力大都是以取得美國博士學位為主，故此次個人特別挑選北歐三國（瑞典、芬蘭、丹麥）以及法國為主要的參訪國家，透過個人的學術關係安排了瑞典林雪平大學、芬蘭赫爾辛基大學、丹麥哥本哈根大學、以及法國第七大學為主要的參訪學校，並商請安排中學的參觀活動，旨在瞭解近年來 PISA 和 TIMSS 等國際相關研究中表現卓越的國家，其科學教育是如何深植在學校的科學教育中。

在此次行程安排上，雖然是在暑假快結束時，且和歐洲幾個教育學術研討會撞期，很幸運的是，接待的四國負責人都慨然應允，排除主觀與客觀上的困難來接待我們，並安排學者與學生做學術報告，其熱情的招待與研究心得的分享，使我們有賓至如歸之感。在學術方面，各國雖各有其特色，但皆重視學術與實務的結合，同時亦充分利用媒體資源於研究與教學中，似乎這些是可見的共同現象。此外北歐雖非英語系國家，但觀其學生皆能與國外學者暢談，筆記整理有條理，其說、聽、寫的基本能力領先世界他國，而師資品質亦深受重視，教師提供學生探索的學習環境，亦是展現科教理念如何落實於實務教學中。在在都值得我們學習，有關此部分的報告，請見本報告第二部分。

而與我同行的六位教授，雖是在國內取得其博士學位，但在與國外學者的交談、應對、討論、以及其個人的口頭報告上都表現得可圈可點，我想只要給予機會，他們也都能稱職的表現他們的潛力與實力。同時此行也再次驗證與強化我個人的觀點——國內亦能培養出相當優秀的人才，這對執教多年的我（當然還有其他教授）而言，是於有榮焉的，且讓人有薪火相傳之感，也替國內許多科教學者長久以來的努力受到肯定而感到榮耀與欣慰。對於國科會方面，個人建議主事單位應該持續辦理此項活動，繼續有計畫的提供年輕學者有出國進行專業成長的機會。

至於此份報告共分兩部分，第一部分是將我們在四國的參觀內容做一報導，雖然只是短短幾天的拜訪，只看到部分的研究成果，不足以代表全貌，但我想部分資料仍可提供有興趣瞭解歐洲科學教育者參考。其次，我們亦將所見所聞撰稿投今年(2007)的科教年會，在第二部分報告中附上這些會議論文以及一些個人心得，與同好共享。最後，感謝國科會科教處的經費補助使此趟歐洲參訪得以成行。同時感謝郭允文研究員、陳寶玲研究員、瑞典辦事處鍾菊芳小姐、黃馨萱小姐、以及台師大科教所趙秀怡小姐各方面的協助，在此一併致謝。此外感謝隨行的六位教授行前的準備、旅程中的表現以及返國後的結案報告與研討會論文的整理，使此行有一個圓滿的句點。

邱美虹

臺灣師範大學科學教育研究所

2007.10.31

## 行程表

<b>8/26 Sun</b>	20:00	Scandic Hotel, Norrköping, Sweden 大廳集合
<b>8/27 Mon</b>	Place: Swedish National Graduate School in Science and Technology education research, Linköping University, Campus Norrköping, Bomullspinneriet, room 455	
	9.00-10.00	Presentation of the Swedish National Graduate School in Science and Technology Education Research. Director, Prof. Strömdahl
		Coffee/Tea
	10.20-10.50	Presentation of research, PhD –student Carl-Johan Rundgren
	11.00-11.30	Presentation of research, PhD –student Karin Stolpe
	11.35-12.05	Presentation of research, PhD-student Lars Björklund
		Lunch at Arbetets museum; 6 <sup>th</sup> floor
	13.15 – 14.00	Presentation of CETIS, (the Swedish national Centre for School Technology Education) and technology education research in Sweden. Ass. Prof. Thomas Ginner
	14.05-14.35	Presentation of research in technology education, PhD- student Klas Clasander
		Coffe/Tea
	15.00-16.00	Discussions of mutual interests
18.30	Dinner at restaurant “Gasten”	
<b>8/28 Tue</b>	8.30	Presentation of Linköping University, Head of the department Thomas Achen, ISV, Kungsgatan 36
	9.00-11.00	Visit at NVIS - Norrköping Visualization and Interaction Studio, Linköping University, ITN, Campus Norrköping. <a href="http://www.nvis.itn.liu.se/">http://www.nvis.itn.liu.se/</a>
		lunch
	13.00	Leave for visit at Katedralskolan, Linköping.
	14.00-16.30	visit Katedralskolan high school, Linköping.
	17.30	Dinner host by 駐瑞典代表處文化組
	19.30	Return to Norrköping
<b>8/29 Wed</b>	Traval from Norrköping, Sweden to Helsinki, Finland	

<b>8/30</b> <b>Thu</b>	Seminar room MINERVA K115	
	Current research activities	
	8.45-9.00	<i>Coffee</i>
	<b>9.00-9.15</b>	Opening <b>Jari Lavonen and Mei-Hung Chiu</b>
	9.15-9.30	Short introducing of participants
	9.30-10.00	Science and Science teacher education in Finland <b>Jari Lavonen</b> 
	10.00-10.30	<i>Break</i>
	10.30-12.00	<b>Student learning in science</b> Research on students inquiry skills <b>Jarkko Lampiselkä</b> 
		Science learning and conceptual change research in Taiwan (台灣科學學習與概念改變之研究) <b>Mei-Hung Chiu</b> 
	12.00-13.30	<i>Lunch at the University main building hosted by the Science education research group at the Department of Applied Sciences of Education</i>
	13.30-15.00	<b>Instructional perspectives</b> Student Interest in Science <b>Veijo Meisalo and Jari Lavonen</b> 
Research in Taiwan about Science Instruction <b>Chun-Ju Huang</b> 		
Teaching science based on science news and socio-scientific issues (以科學新聞及社會性科學議題為基礎之科學教學) <b>Hsin-Chung Ting</b> 		
Students' Socio-cultural Identity and decision-making in socioscientific dilemmas (中學生的社會文化認同與其對相關社會性科學問題的抉擇)		
15.00-15.30	<i>Coffee break</i>	
15.30-17.00	<b>Research methodology</b> Design based research Towards Primary School Physics Teaching and Learning: <b>Kalle Juuti</b> 	
19.30-	<i>Dinner hosted by the Taiwan delegation</i>	
<b>8/31</b> <b>Fri</b>	<b>Seminar room MINERVA K115</b> <b>Possibility of co-operation, visit to secondary school.</b>	
	9.00-10.15	Research in Taiwan <b>Shu-Nu Chang</b>  Scientific Literacy and informal argumentation (科學素養與非形式論證)
<b>Lee-Huei</b>  Integrate discourse analysis into qualitative method to investigate the communication situation in science classroom		

		(話語分析融入質性方法以探究科學教室中之溝通處境)
	10.15-10.45	<i>Coffee break</i>
	10.45-11.30	Summarising the experiences and possible short presentations Discussion and plans for further co-operation
	12.15-13.00	<i>A typical school lunch at an university practice school, hosted by the Main principal Markku Pyysiäinen</i>
	13.00-15.00	Visit to the University practice school, Helsingin normaalilyseo, Ratakatu 6
	15.00-16.00	<i>Coffee break and discussion with science teachers</i>
<b>9/1 Sat</b>	Sightseeing	
<b>9/2 Sun</b>	Travel from Helsinki, Finland to Copenhagen, Denmark	
<b>9/3 Mon</b>	Place: University of Copenhagen, Department of science education	
	Morning	<b>Presentation of two departments</b> (Exchange of research work)
	Lunch	<b>A short walk around campus</b>
	Afternoon	<b>Presentation by Prof. Chiu</b>
	Dinner	<b>Common dinner at a restaurant near hotel</b> (a short tourist walk)
<b>9/4 Tue</b>	Place: University of Copenhagen, Department of science education	
	Morning	<b>Visit at a school</b>
	Afternoon	<b>Discussion of the visits</b> (issues of common interest and possibilities for further collaboration... )
<b>9/5 Wed</b>	Travel from Copenhagen, Denmark to Paris, France	
<b>9/6 Thu</b>	9:00-9:45	Pr Méheut Presentation of LDSP ( <b>Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques</b> )
	9:45-10:30	Pr Viennot Attracting students towards physics: the part of coherence
	10:30-11:15	Dr de Hosson Relations between History of Science and Science Education
	11:15-12:00	Surprising experiments in elementary optics Dr Kaminski
	12:00-14:00	Lunch
	14:00-15:00	Dr. Mei-Hung Chiu Research on learning and conceptual change in Taiwan
	15:00-15:30	Dr. Chun-Ju Huang To improve the scientific literacy and media literacy based on science news and social-scientific issues learning

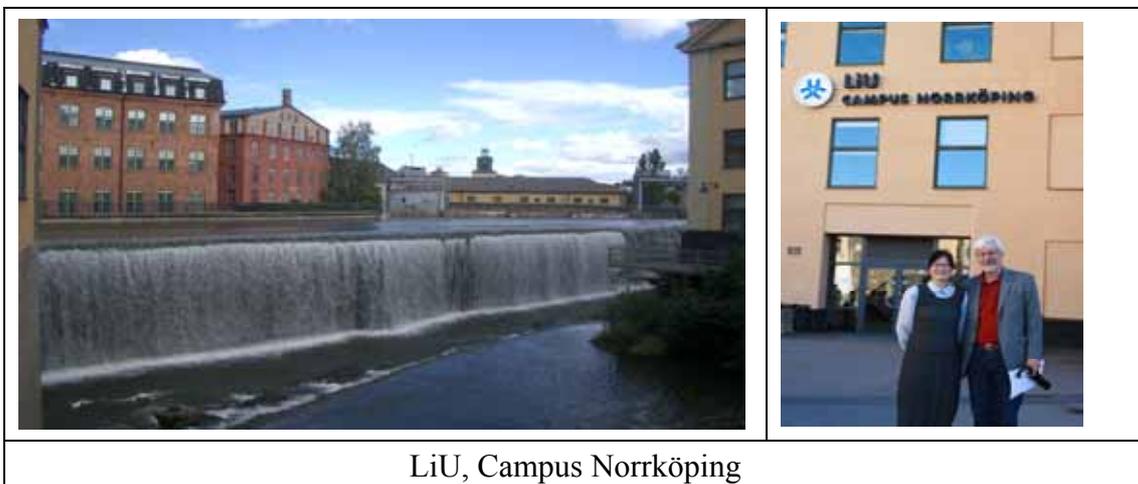
	15:30-16:00	Dr. Tzu-Hua Wang Web-based Assessment System and Teacher Education: Improving Pre-service Teacher Assessment Literacy
	16:00-16:30	Dr. Chin-Cheng Chou Creativity Course on General Education in University
	16:30-17:00	Dr. Shu-Nu Chang Scientific Literacy and Informal Argumentation
<b>9/7 Fri</b>	9:00-12:00	Workshop about videos of science classes in lower and upper secondary schools Dr De Hosson
	12:00-14:00	Lunch
	14:00-17:00	Discussing projects of collaboration
<b>9/8 9/9</b>	Back to Taiwan	

## 瑞典參訪報告

### 一、前言

2007 歐洲學術參訪團第一站即安排瑞典，主要係基於鼓勵成員參與歐洲科學教育研究學會兩年一度舉辦的學術研討會 (ESERA 2007, 8/21-25 於瑞典 Malmö 舉行)。故行程安排即接續此一研討會，於 8/27-28 參訪設於 Linköping University 位於 Campus Norrköping 的瑞典國立科學與技術教育研究所 (National Graduate School in Science and Technology Education, 常用的簡稱 FontD 是瑞典文的縮寫，<http://www.isv.liu.se/fontd?l=en>)，此一研究機構成立於 2002 年，雖設於 Linköping University，但研究人員則來自瑞典國內十一個主要大學，而科學顧問包括了九位歐洲與美國的學者(多次來台的 Judith Lederman 亦為其中之一)。該機構主要目的在於推動全國科學及技術教育的研究並培育相關領域的博士人才，到 2008 年預計可以培育出 25 位博士。

FontD 所在的 Linköping University (LiU) 是瑞典中部地區的大型學術機構，最著名且為人所知的是在教育及研究上的創新，同時也是歐洲創新大學聯盟 (European Consortium of Innovative University, ECIU) 的成員之一。LiU 為瑞典開創了許多新的研究領域，諸如電腦科學、產業管理、媒體技術和工程學等；在醫學教育和教師培訓上引入專題式學習 (PBL)；在資訊技術、材料學和傷殘研究上強大的跨學科研究環境聞名國際；而且早年在科學訓練上聲譽卓著，並首先為瑞典創立了大學的研究所。目前林雪平大學約有 26000 位學生，3500 位的教職員，經費充裕，年經費約達 125 億台幣。



### 二、參訪行程及內容

由於本團成員僅部份參加 2007 ESERA Conference，故於出發前即約定於開始參訪之前一日(8/26)晚餐後於下榻旅館大廳集合。是時所有團員準時會合，在團長邱美虹教授的召集下，商討安排在瑞典的所有行程以及活動準備之情形，並進一步讓所有團員交換研究心得以及可能合作之事項，歷時兩小時商定參訪行程如表一所示。

表一：瑞典參訪時間表

Place: Swedish National Graduate School in Science and Technology education research, Linköping University, Campus Norrköping, Bomullspinneriet, room 455		
<b>8/27, Mon</b>	9.00-10.00	Presentation of the Swedish National Graduate School in Science and Technology Education Research. Director, Prof. Strömdahl
		Coffee/Tea
	10.20-10.50	Presentation of research, PhD –student Carl-Johan Rundgren
	11.00-11.30	Presentation of research, PhD –student Karin Stolpe
	11.35-12.05	Presentation of research, PhD-student Lars Björklund
		Lunch at Arbetets museum; 6 <sup>th</sup> floor
	13.15 – 14.00	Presentation of CETIS, (the Swedish national Centre for School Technology Education) and technology education research in Sweden. Ass. Prof. Thomas Ginner
	14.05-14.35	Presentation of research in technology education, PhD- student Klas Clasander
		Coffe/Tea
	15.00-16.00	Discussions of mutual interests
	18.30	Dinner at restaurant “Gasten”
<b>8/28, Tues</b>	8.30	Presentation of Linköping University, Head of the department Thomas Achen, ISV, Kungsgatan 36
	9.00-11.00	Visit at NVIS - Norrköping Visualization and Interaction Studio, Linköping University, ITN, Campus Norrköping. <a href="http://www.nvis.itn.liu.se/">http://www.nvis.itn.liu.se/</a>
		lunch
	13.00	Leave for visit at Katedralskolan, Linköping.
	14.00-16.30	visit Katedralskolan high school, Linköping.
	17.30	Dinner host by 駐瑞典代表處文化組
	19.30	Return to Norrköping

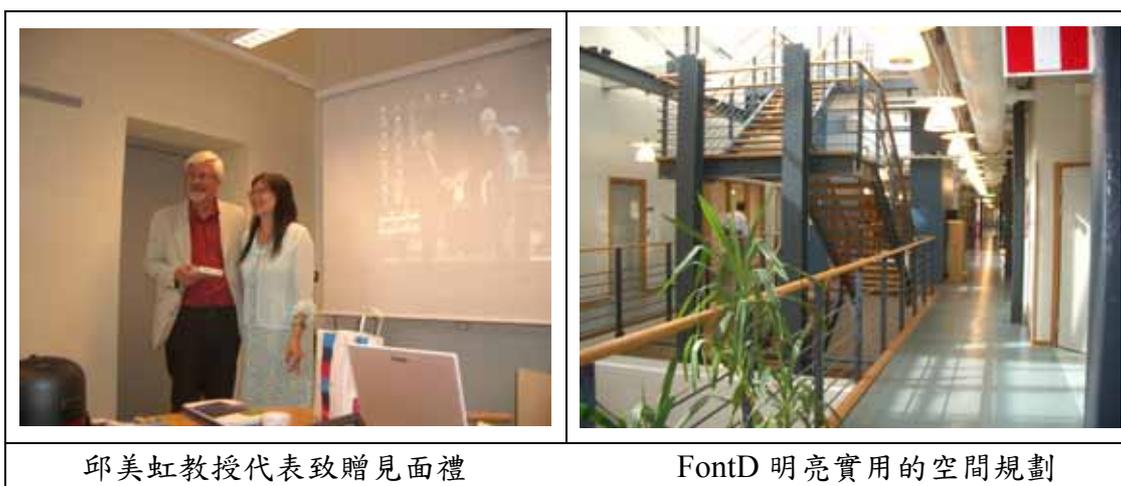
(一) FontD 參訪

8月17日早晨8:30由旅館徒步至LiU. Campus Norrköping, 抵達FontD所在的大樓之後, Director, Prof. Strömdahl已在樓下迎接。之前邱美虹教授已和Prof. Strömdahl在Malmö(ESERA會場)碰過面, 故更顯親切。由於參訪日期與另一大型科學教育研討會(EARLI, Budapest, Hungary)撞期, 該機構許多教授皆前往參與, 故僅Director, Prof. Helge Strömdahl和Ass. Prof.

Thomas Ginner 以及數位博士生出席。在簡單介紹雙方成員及致贈禮品後，Prof. Strömdahl 即進行 FontD 的簡介，說明該機構的三個主要研究方向包括：

- 科學與技術的學習和溝通
- 學校與社會中科學與技術的知識及文化
- 民主、性別和少數民族的科學與技術知識教育

如前所述，該機構另一重要任務是培育科學技術教育之研究人才，目前有 38 位博士生，已有六位獲得 Ph. D 學位，此外約有 30-50 位博士生分布於瑞典全國，學生被鼓勵以英文撰寫論文，但迄今許多仍是以瑞典文進行寫作。



接著在上午的會議中，由 FontD 的三位博士生分別報告所進行之相關研究，其領域分別是由符號學的觀點探究學生科學語彙與日常語彙的使用；以放聲思考探究職前教師的推理情形與詮釋；以系統取向分析技術教育課程內容。第三位的報告偏重於技術教育，但方法上卻值得參考；第二位操作之方式類似 DOE 或 POE，對於職前教師的詮釋歸納出線性與非線性兩大模式，而非線性模式中有可分為許多不同類型，頗為新穎；第一位以符號學為基礎探究科學語彙恰與此行之花蓮教育大學李暉的博士論文有些近似，故在討論時提出了一些方法學上的建議，因為有共同興趣的議題，在上午討論結束後，Director, Prof. Strömdahl 為下午的交流，臨時增加了一場他本人在符號學上的研究分享。



中午在 Prof. Strömdah, Dr. Ginner 以及數位博士生陪同下於研究大樓附近的 Arbetets museum 餐廳以簡便的自助餐招待台灣代表團。

餐後由 Ass. Prof. Thomas Ginner 介紹該機構所進行的技術教育研究。瑞典人口雖僅八百餘萬，但其工業、設計與技術均聞名於世，從某些角度來說，技職教育必有相當可取之處，但是團員中皆無此專長背景者，有點可惜。從 Ginner 的報告中讓人印象深刻的是他提出的一個概念：「Technology education is not vocational, is not industrial art, is not applied science, it is more of “liberal education”」。Dr. Ginner 對於科技教育有相當豐富的研究，目前在瑞典參與了 National Curriculum for Technology Education Compulsory School 的工作，Dr. Ginner 在投影片報告中有對於瑞典當前 K-9 必修的課程主題做了分析，對於我們認識瑞典 K-9 課程結構很有參考價值：

課程主題	時數 (小時)
Arts	230
Home economics	118
Physical education and health	500
Music	230
Textiles and Wood- and metalwork	330
Swedish	1490
English	480
Mathematics	900
Geography, History, Religion and Civics	885
Biology, Physics, Chemistry, Technology	800
Language options	320
Student options	382

科技教育的目的是希望讓學生能夠了解科技的現在、過去與未來，也了解知識的慣例以及科技文化的發展，此外，也希望讓學生熟悉家裡或工作地點的一般設備之各種運作原理和科技相關知識。另外，科技教育也希望讓學生對於科技有更多的興趣，有更好的能力與判斷力來處理科技相關的議題，另外，也希望能夠培養學生將科技知識與個人世界觀和實際行動整合的能力，以及有能力反省、獲得與評鑑不同科技選擇的結果。

之後，基於上午對於符號學的討論（事實上科學的說、讀、寫在近年雖逐漸受到重視，但以符號學為基礎的研究仍十分有限），Prof. Strömdah 特別增加了一場研究分享，其深度與廣度自然較上午的報告要深入許多，除了應用符號學的基本理論，尚進一步發展為概念改變提供另一詮釋之可能性。之後的討論一直延續較預定時間多出了約一小時。

當晚由 Prof. Strömdah 款待，在 Norrköping 一家德式餐廳用餐，席間賓主交錯入座，每位團員都有機會與鄰座的瑞典友人以英文溝通，讓幾位較不習慣以英語交談的團員也能充份利用機會參與。離開會議室的正式場合，在餐廳中一邊啜著啤酒，一邊談論白天所討論的研究，之間穿插兩國風土人情的種種，消除了原來的拘謹與陌生感，是非常理想的社交活動。



Prof. Strömdah 款待晚餐  
(照片由周金城教授提供)



晚餐後回旅館大廳開檢討會  
(照片由周金城教授提供)

## (二)參訪 NVIS - Norrköping Visualization and Interaction Studio

August 28 早上由 Prof. Strömdah 帶領拜會 FontD 的主管單位 ISV 系主任 Thomas Achen，並由他進行約半小時的簡報簡單的介紹師資培育的學程，之後即前往附近 LiU 所屬的 NVIS 參觀。

Linköping University 的 Norrköping Visualization and Interaction Studio (NVIS)，是一個開發虛擬實境與各類互動元件的單位，我們參觀了幾個主要的專案設計，首先是宇宙太空與天文的虛擬實境教學系統，該系統將真實與向量繪圖的影像，搭配實際的科學運算數據與理論模式，呈現出天體運行的情形(圖一~圖三)。另外，也參觀了另一種虛擬實境系統(圖四~圖五)，操作者可以藉由操控一個探針，模擬對手進行解剖、注射等動作，而且探針可以虛擬出解剖、注射時，來自手部肌肉或是皮膚一些阻力與觸感相當真實，這對於醫學教育而言，應有相當大的應用價值。圖六是類似 Wii 的一個虛擬實境系統，它可以藉由頭套與手部的感應器，來了解操作者的動作情形，操作者也可以藉由 3D 眼鏡來看到一些 3D 畫面，讓自己也身歷其境的感覺(圖六)。



圖一、瑞典林雪平大學 NVIS I



圖二、瑞典林雪平大學 NVIS II



圖三、瑞典林雪平大學 NVIS III



圖四、瑞典林雪平大學虛擬實境 I  
(照片由周金城教授提供)



圖五、瑞典林雪平大學虛擬實境 II  
(照片由周金城教授提供)



圖六、瑞典林雪平大學虛擬實境 III  
(照片由周金城教授提供)

### (三)Katedralskolan 高中參訪

能夠順利的參訪位於距 Norrköping 半小時車程的 Linköping Katedralskolan 高中，要特別感謝瑞典代表處文化組的兩位同仁鍾菊芳小姐和黃馨萱小姐。從尚未出發前即代為聯絡各項事宜，且提供正確詳實的資訊，並承蒙黃馨萱小姐全程陪同在 Katedralskolan 高中的參訪，使得代表團在瑞典境內的交通移動與參訪過程都十分順利，謹致謝忱。

參訪 Katedralskolan 高中，發現到校方除了充分應用空間外，對於資訊基礎建設的方式，也很有創意，瑞典部分專科教室會放置幾部電腦(約 10 台左右)，基本上，會採用 4 台電腦圍成一羣的方式安放(圖七)，這樣的設計除可以充分利用空間外，也有利於小組合作上網搜尋資料與討論的進行，另外，瑞典在專科教室的設計上，相當注意電線與網路線的問題，並不會沿著地面佈線，而會採用懸吊的方式，由天花板來拉線(圖七、八)，以避免阻礙學生的動線。我們除實際參與科學課的教學(圖八)，也實際參與了學生小組的互動，由互動過程知道，他們這門課上的主題是溫室效應與氣候變遷，而且也知道學生們相當喜歡這位教師，而這位教師授課的方式主要採用小組合作學習方式進行，幾乎每一堂課都有一個活動單(圖十)，學生閱讀活動單的內容，並且討論其中的一些問題，並且與大家分享討論的結果。



圖七、專科教室



圖八、網路線、電源線插座



圖九、參與教學



圖十、活動單

## 芬蘭參訪報告

### 參訪行程及內容

此次歐洲科教參訪包含瑞典、芬蘭、丹麥與法國等。本參訪團於 8 月 29 日離開瑞典斯德哥爾摩(Stockholm)，搭機前往芬蘭赫爾辛基(Helsinki)，依預定計畫於 8 月 30 至 31 日進行了兩天芬蘭科教參訪的活動。此行於芬蘭站分別參訪的對象為赫爾辛基大學(University of Helsinki) 應用科學教育系的數學與科學教育中心 Jari Lavonen 教授的研究團隊與赫爾辛基大學附屬中學(University practice school, Helsingin normaalilyseo)。參訪行程、會議內容與收穫，將分別說明如下：

#### 一、大學學術會議交流部分：

赫爾辛基大學簡介：芬蘭有 20 所大學。國立赫爾辛基大學為芬蘭的最高學府。它座落於赫爾辛基（北歐第三大城市，總人口達一百多萬）市中心，其以秀麗古雅的建築、豐沛的藏書、完備的專業、以及悠久的歷史，馳名北歐。赫爾辛基大學始建於 1640 年是芬蘭最古老、規模最大的高等學府，也是芬蘭第一所國立大學，世界排名為第 60 位。赫爾辛基大學原本建於芬蘭的前首都圖爾庫（Turku），至 1809 年芬蘭成為俄國的附屬國，遷都赫爾辛基後，大學亦在 1827 年遷往赫爾辛基，初時名為亞歷山大帝國大學。赫爾辛基現有的 8 個學院是神學院、法學院、醫學院、文學院、理學院、教育學院、社會科學學院、農業與林業學院。它的農林學、醫學、自然科學、蜚聲國際。赫爾辛基大學採用雙語授課：芬蘭語、瑞典語。全校約有 2000 名以瑞典語為母語的學生。赫爾辛基大學有教職員工和學生四萬餘人。

#### 1. 出席會議學者簡介：

此站學術交流會議的主席為 Jari Lavone 教授，Lavone 教授任職於應用科學教育系編制下的數學與科學教育中心(註.赫爾辛基大學應用科學教育系有許多教育研究中心)。其他出席會議的芬蘭學者共有四位，Veijo Meisalo 教授，Jarkko Lampiselkä 博士、Kalle Juuti 博士等三人皆任職於數學與科學教育中心，他們與 Lavone 教授組成研究團隊參與許多歐洲跨國研究計畫，例如：Effective use of ICT in Science Education (EU-ISE)、European Science Teachers: Scientific Knowledge, Linguistic Skills and Digital Media (PEC)、European Training for student teachers in science (EU TRAIN)、The Relevance of science Education (ROSE)等；另外，Lasse Lipponen 博士則服務於應用科學教育系編制下的教育心理中心。



此外，Lasse Lipponen 博士則服務於應用科學教育系編制下的教育心理中心。

#### 2. 會議內容：

芬蘭站的參訪行程表，如下所示。

8月30：Seminar room MINERVA K115

Current research activities

8.45-9.00	<i>Coffee</i>
<b>9.00-9.15</b>	Opening <b><i>Jari Lavonen and Mei-Hung Chiu</i></b>
9.15-9.30	Short introducing of participants
9.30-10.00	<p>Science and Science teacher education in Finland <b><i>Jari Lavonen</i></b> </p> <p>Main cornerstones of the education policy: 1. Common, consistent and long-term policy; 2. A broad commitment a vision of a knowledge-based-society; 3. Educational equality; 4.devolution of decision power and responsibility at the local level; 5.the culture of trust. The Finnish education system consists of: 1.comprehensive school (grade 1-9); 2.upper secondary school or vocation school (grade 10-12); 3.higher education (3+2 years) and 4.adult education. In 2000, there were 65,000 seven-years-olds. About 60% of the students continue their studies in upper secondary school. Nature of a teaching/learning process in Finnish national science curriculum: 1.the starting points for science instruction are the student's prior knowledge, skill, and experiences and their observations and investigations; 2.the purpose of science education is to help the students (1) to perceive the nature of science; (2)to learn new concepts, principles, and models; (3)to develop skills in experimental work ; (4)cooperation; and(5)to stimulate the student to study science (interest). Expertise needed in the profession of a science teacher: 1. Subject knowledge and skill: (1) well organized knowledge structure, (2) understanding nature of knowledge and how knowledge is acquired in the subject; 2. Pedagogical knowledge and skills: (1)an expert teacher can plan, implement and evaluate learning activities and learning; 3. Competence for continuous professional development: (1) readiness to learn new subject and pedagogical knowledge and skill; (2) skills for reflective thinking and collaborative working.</p> 
10.00-10.30	<i>Break</i>

10.30-12.00

### **Student learning in science**

Research on students inquiry skills

**Jarkko Lampiselkä** 



Students' understanding of the phenomenon of combustion has been under investigation for several decades. However, most of the studies have again and again ignored the mismatch between organic and inorganic combustion in students' minds. The aim of this study was to cast light on the mismatch, find explanations for it, and offer tentative suggestions for upper secondary school instruction in keeping with the findings. Students' general and more specific ideas about combustion were explored through an open-ended question and a cognitive test. The results indicated that the students seem to confuse organic and inorganic combustion and generalize the principles of organic combustion to the context of inorganic combustion. For example, one pupil thought that iron wool would not burn because it does not contain carbon. Overgeneralizations were also observed, such as in most of the cases where the reaction products included carbon dioxide and water. The results suggested that inorganic combustion should be used more frequently in instruction to illustrate the general phenomenon of combustion. This might help students to broaden their conception of combustion and also to grasp the similarities and dissimilarities between organic and inorganic combustion.

Science learning and conceptual change research in Taiwan

**Mei-Hung Chiu** 

Research And Instruction-Based/Oriented Work (RAINBOW) for Conceptual Change in Science Learning



For the past three decades, research in students' conceptions, knowledge structure and representations, mental models, and conceptual change processes have been discussed and debated in many studies. This presentation intends to discuss the importance of research in science education and instruction in schools that contribute to our understanding about the enterprise of learning and teaching for conceptual change in science and then introduce a framework entitled "Research And Instruction-Based/Oriented Work (RAINBOW)" that summarizes what my research lab has been working on in science learning. The framework of RAINBOW is oriented from the contexts of developmental research, science education research, cognitive science, and school environment. It has seven perspectives (developmental, ontological, epistemological, affective, evolutionary, instructional, and integrative). In order to make good use the RAINBOW model, we propose four phases to guide the research. Four phases for conducting the RAINBOW model were introduced. The first phase is a

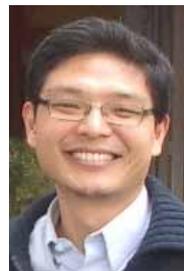
	<p>preparation for constructing a research framework by examining the existing literature of students' characteristics in learning science, science content analysis, and instructional tasks. The second phase is to design a series of research-based instructional modules to overcome students' difficulties in learning science. The third phase is to develop a series of diagnostic test items as dynamic assessment instruments to evaluate how well the instruction has been carried out and how meaningful the students' constructed mental models are. This intends to track students' learning paths. In the last phase, the students' learning outcome is compared with the objectives of the instructional activities as well as the literature in order to develop a theory of learning science and to provide research evidence for improving school science teaching in practice. Several empirical studies were introduced to depict how the RAINBOW was implemented in our design and what the outcomes and implications were in promoting science learning. The author believes this approach matches the current trend of cognitive science that encourages learning and teaching via multiple representations as well as the consideration of social and contextual factors that play central roles in science learning.</p>
12.00-13.30	<p><i>Lunch at the University main building hosted by the Science education research group at the Department of Applied Sciences of Education</i></p>
13.30-15.00	<p><b>Instructional perspectives</b>  Student Interest in Science  <i>Veijo Meisalo and Jari Lavonen</i> </p> <p>Factors interrelating with interest in physics learning are gender, perceived relevance, contents and contexts of physics, and teaching methods. Finnish ninth grade secondary school pupil interest in physics in different contexts was investigated with a survey conducted in connection with the international ROSE project. The sample consisted of 3626 pupils (median age 15) in 61 schools. Means of all items that belong to school physics context for both girls and boys were under the middle of the scale. The most interesting things (especially for girls) were connected with human being and the less interesting (especially for girls) was connected in artifacts and technological processes. Astronomical context was rather interesting for both genders. The main message of the study is that combining technological and human or astronomical contexts can develop interesting new curricular approaches and textbooks.</p>  <p>Research in Taiwan about Science Instruction</p>

### **Chun-Ju Huang**

Teaching science based on science news and socio-scientific issues

(以科學新聞及社會性科學議題為基礎之科學教學)

隨著時代的變遷及科技的日新月異，學生不僅學習的型態逐漸發生改變，更需不斷因應與日俱增的新問題、新現象或是新爭議，因此新時代的科學學習觀勢必需以永續經營的動態學習觀 (dynamic learning) 來補足階段滿足的靜態學習觀 (static learning)。但是面對這種統整與即時性的學習需求，在現今的科學教學實況中，我們是否提供了足以幫助學生試煉的機會呢？如果學生能夠像一個科學記者般，從自己生活周遭的即時議題出發，實地的去發現問題、蒐集資料、討論互動、形成觀點、書寫報告，那結果又會如何呢？基於此問題意識，筆者將自己過去所進行的一系列研究結果進行了統整，並在此次國際交流的機會中，與國際學者交換相關的意見。在報告的內容中，主要是以科學新聞為主體，透過「學生即科學記者」 (Student as a Science Journalist Model, SSJ-model) 的概念，規劃以科學新聞讀寫為基礎的自然類教學課程。一方面嘗試建構一個能讓學生透過實際參與科學新聞製作，並學習社會性科學議題內涵的自然類大學通識課程教學方案；另一方面則希望培養學生成為一個主動認知與積極建構者，以期能進一步在現代社會的科技決策中扮演角色。此次分享的重點除了理論基礎的引介之外，並透過實例的分享，將 SSJ-Model 的具體作法區分成「Single report」、「Explore SSI Rumor」、「Publish SSI Newspaper」等三種不同的教學型態，並透過相關教學網站的建制，期能進一步提升學生的學習成效。



### **Hsin-Chung Ting**

Students' Socio-cultural Identity and decision-making in socioscientific dilemmas

(中學生的社會文化認同與其對相關社會性科學問題的抉擇)

從認知科學的觀點，認知個體的智能表現除了受限於個人工作記憶及長期記憶的能力外，亦受個人知識認識觀、後設認知能力，情意元素像是態度與偏好等、以及學習環境所隱含的社會文化脈絡特徵的影響。以社會文化脈絡特徵而言，社會建構論者-俄國心理學家 Vygotsky 提到，人的思想的形成與人類語言工具的使用有密切關係。由於「知」的發展是社會環境與個體間互動建構的結果，社會文化的元素應該也影響著個體對於語言與概念的認識。從一些跨文化的比較研究發現，華人學生與西方學生的社會文化觀明顯不同，這些不同造就了學生對學習的目標、成就歸因，以及採取的學習策略不同。Shrigley (1988) 的研究指出：學生對於自然科的態度是學習的，不是與生俱來的，社會環境影響學生對自然科的態度是非常巨大的。Hall(1973) 符號意義並非全然由語言結構和型式產生，須經過學習者的解碼過程重新詮釋其社會意義而得。在台灣本土社會文化中，關於風水、星相曆法、民俗信仰等知識影響著台灣社會的生活脈動，然而這些知識的薰陶與影響，是否存在於中學生的知識認同。本研究嘗試從本土社會文化認同的角度，探討中



	<p>學生對於本土社會文化的認同程度，並且分析此一認同情形與中學生對相關社會性科學問題抉擇的關係。本研究方法為問卷調查法。研究工具為社會文化認同與社會性科學問題的抉擇問卷，此問卷的整體信度為 <math>\alpha=0.90</math>。樣本為新竹、台中、屏東等地區的某三所公立國中，每校選取兩個班級的國三學生為對象，原始樣本為 208 人，有效樣本數為 202 人。初步發現：1.預試學生對於社會文化認同趨於中立，其對於社會性科學問題的抉擇則傾向趨於不認同社會文化的看法，兩關聯變數的關聯屬於中度相關。2.不同宗教信仰者在整體社會文化、風水知識、風水運用與社會性科學問題等的認同與決策傾向有所差異；女生在民俗知識的認同高於男生；3.未曾有科展或專題製作經驗者在社會性科學問題抉擇的社會文化認同傾向，高於具有科展或專題製作經驗者。</p>
15.00-15.30	<i>Coffee break</i>
15.30-17.00	<p><b>Research methodology</b>  Design based research  Towards Primary School Physics Teaching and Learning:  <b>Kalle Juuti</b> </p> <p>This research describes a project to design a primary school physics learning environment which takes into account teachers' needs, design procedures, properties of the learning environment, and pupil learning outcomes. The project's design team has wide experience in research and development work in relation to science education, the use of ICT in education, the way students think about physics, curriculum and teaching method development, and the design of instructional materials. This knowledge base was the starting point for design. The project engaged in design research. Design research is here considered to be a form of educational research, and offers opportunities to study unique educational phenomena. It produces artefacts to be applied directly in an educational setting, and thereby engages the researcher in the direct improvement of educational practice. Design research can even offer a strategy for the development and refinement of educational theory. The first main research result was a design procedure. The procedure contained four phases: 1) needs assessment; 2) definition of the objectives for a design solution; 3) design and production of the material; and 4) evaluation of the material. The phases apply research literature and empirical research. Phases three and four are iterative and include three stages: limited use of the prototype, a pilot test and a field test. The second main result was a designed learning environment as an example of a learning environment. The research showed that an environment should be: 1) concrete and illustrative, offering examples for the classroom; 2) mentally stimulating, for</p> 

	both study and practical work; 3) physically and pedagogically meaningful 4) usable; 5) offer peer and expert support for teachers. In addition, the research uncovered many contextual features that are important concerning the usability of the learning environment. The third main result was that qualitative level models delivered by way of stories offer much potential for learning primary school physics. From the Finnish perspective, the designed learning environment offers a novel phenomenon to investigate primary physics teaching and learning in a new situation where, from the point of view of this research, rather ambitious new National Framework Curriculum for physics education has been introduced.
19.30-	<i>Dinner hosted by the Taiwan delegation</i>

**8 月 31 : Friday, August 31, Seminar room MINERVA K115**

**Possibility of co-operation, visit to secondary school.**

9.00-10.15	<p>Research in Taiwan  <b>Shu-Nu Chang</b> </p> <p>Scientific Literacy and informal argumentation  (科學素養與非形式論證)</p> <p>論證思考是近十年來科學教育研究與教學的重點方向之一。在這次國際交流報告的機會，講者希望可以藉由其個人過去三個有關非形式論證的研究來分享其研究成果。這三個研究分別發表在 International Journal of Science Education、Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching，以及 ICASE 2007 國際研討會 (詳細內容請參考下方文獻出處)。由這三個研究的結果發現，首先，科學哲學家 Lakatos 的科學研究綱領是可以用來作為學生非形式論證分析的模式，並且從大學生的研究中指出，科學主修的學生論證能力優於非科學主修的學生；其二，講者進一步利用視覺化模式來進行論證思考教學，也發現 38 位受試者中有 36 位學生選擇 Lakatos 的科學研究綱領作為他們進行非形式論證思考的模式，理由在於此模式的結構清楚、簡單、容易了解，不過，講者進一步提到，在正面啟示法與負面啟示法的部份，未來進行教學時應該要多使力，以幫助學生正確使用；而在第三個研究，講者以問卷的方法進行大規模的取樣，希望了解不同族群 (從小學到博士班學生等六個階層與士、農、工、商四個領域的社會人士)的人在進行社會科學議題(socioscientific issues)時的非形式論證模式是否具有差異，結果發現對於社會科學議題的察覺(awareness)、態度(attitude)與模式(model)皆與不同族群無相關性，唯有議題本身的概念屬性會影響受試者的論證模式。</p> 
	<p><b>Lee-Huei</b> </p> <p>Integrate discourse analysis into qualitative method to investigate the</p>

communication situation in science classroom  
(話語分析融入質性方法以探究科學教室中之溝通處境)

台灣利用質性方法於科學教育研究迄今已近廿年。本報告首先介紹質性方法在台灣興起的發展脈絡，並以一實徵性研究為例說明話語分析取向之理論背景與運用原則。該研究之目的在於探究教室情境中，教師與學生以及學生與學生之間的科學對話。由教師和學生所使用的科學語言與互動情形，藉著索緒爾(Saussure)的符號學、維高斯基(Vygotsky)的社會建構理論以及科學知識社會學(SSK)為基礎，探究國中理化教室中師生及同儕間是如何談論科學，以及這些有關科學的對話，對於學生建構科學概念所產生之影響。研究對象為一個國三自願就學班，資料收集歷時一學期，每週四節理化課。收集方式包括教室觀察的現場記錄、錄音、錄影、問卷調查、教師和部份學生的課後訪談，以及討論工作單、學生成績等其它文件資料的收集。資料分析係以錄音、錄影資料轉錄後與現場記錄合併重建現場，再針對科學術語以及科學概念之相關對話整理成對話片段。其次將對話片段依研究問題建立編碼類別，並與其他來源資料交叉比對形成初步發現，再以持續比較法由資料中做歸納性的發展而建構結論。符號學者認為「科學理論詞彙無分析性定義，在科學語言系統中具備特定語義功能」。這對熟悉科學術語的科學家之間的溝通固然如此，但本研究發現，這種說法在教室的對話中顯然仍須斟酌，至少在教室中學生間的溝通所使用的科學語言，就不全是這樣。科學知識在學生(甚至教師)的心中仍是具有權威性的，無論在教室中如何互動與磋商，參與溝通的雙方都體認到教室中的共識是無法與科學社群的共識相抗衡的。此外學生可能知道一些術語的意義，甚至可據以解決問題，但仍可能無法流暢地運用這些術語。上述發現可以提供教師對學生評量上的省思，如何經由學生的回答(不論口語或文字)，或是其他方式確認學生所表達的實際意義，值得深入推敲。此外小組討論中受到其他非學術的干擾因素甚多，整體而言，影響教室內溝通的主要因素包括知識的權威性，以及學生學習的意願。另一方面哈伯瑪斯(Habermas)的理想溝通情境可提供教師營造良好學習環境之借鏡，對於適合國內的理想言談情境，研究者建議再附加一項：溝通的雙方都應清楚的知道，而且相信，彼此具有同等的發言地位，以及質疑的權利。



10.15-10.45	<i>Coffee break</i>
10.45-11.30	Summarising the experiences and possible short presentations Discussion and plans for further co-operation
12.15-13.00	<i>A typical school lunch at an university practice school, hosted by the Main principal Markku Pyysiäinen</i>
13.00-15.00	Visit to the University practice school, Helsingin normaalilyseo, Ratakatu 6
15.00-16.00	<i>Coffee break and discussion with science teachers</i>

## 二、中學教學與課室參訪部份

此行於芬蘭站參訪的中學為赫爾辛基大學附屬中學(University practice school, Helsingin normaalilyseo)。Helsingin normaalilyseo 是赫爾辛基大學行為科學院(Faculty of Behavioural Sciences)與師資實習訓練學校的單位，招收的學生為 7 到 9 年級綜合制中學的學生，以及高中生(upper secondary school)。全校約有 300 位中學生與 240 位高中生。中學生主要來自於南赫爾辛基市區的資優生。

Normaalilyseo 建校於 1887 年，1887 年與 1905 年校舍皆位於 Ratakatu 2。1905 年時，搬到位處 Ratakatu 4 (at present Ratakatu 6) 的新校舍，也就是現在的校址。學校曾經在 1926 年與 1953 年進行過擴建工程。關於，班級學生的人數在 30 人以內，最小的班級人數為 10 位學生。各課程平均人數為 15-20 人。值得一提的是實驗課的部分，實驗課的人數每次小於 15 人。若是原班級人數超過這各標準，則分成兩次進行，藉以確保實驗課程的品質。

高中的部分採用學程制，包含許多各式各樣的課程。科學、資訊科技，藝術與音樂，英語、法語和瑞典語日常溝通、觀光導覽等。科學觀(Scientific World View)1 與 2 給予學生機會討論科學的真實面貌、介紹科學家與其實際的科學活動等。同時，為學生建立藝術創作與自然科學的溝通橋樑。近年來，歷史課程也開始包含一些實地參訪的部分，例如 Second World War battlefields in Karelia 等。受到許多學生的歡迎。因此，高中應用性課程的開發也以每年 12 種課程的規劃快速地成長中，藉以滿足學生的修課需求。此外，Normaalilyseo 高中部的學生也可到赫爾辛基大學選修部分的課程。

此次參訪過程中，負責接待的赫爾辛基大學附屬中學的校長與老師們，共有四位，如下圖所示。當日，我們分別參觀了中學部的化學實驗課與高中部物理課程的教學。



校長  
(Helsingin normaalilyseo)



物理老師  
(Upper Secondary School)



化學老師 1  
(Upper Secondary School)



化學老師 2  
(Comprehensive School)

### 參訪過程(依時間序描述)

8 月 31 日上午學術交流會議後，中午就依原訂行程前往赫爾辛基大學附屬中學參訪。由於接近午餐時間，於是便在校長的邀請下，與學生們一起用餐，享用芬蘭義務教育為學生所提供的免費午餐。營養午餐的取用類似自助餐。當地學生們得統一到餐廳用餐，與台灣在教室用餐的方式有所不同。餐點配合當地飲食的習慣，多為冷食(丹麥的中學營養午餐也以提供冷食為主)。用餐之後，則分別參觀了兩間科學教室的教學活動。

## 中學部化學實驗課的教學

首先參觀中學部化學實驗課教學。為了良好教學與實驗的品質，此間學校採取小班編制的方式。課程上需要進行實驗的時候，學生人數控制在十五人以下。教師對於學生的實驗給於充分的自由度。學生進行實驗的過程時，教師主要站在協助輔導的角色。

實驗活動進行，教師先與學生分享討論今天的實驗主題，可以看到學生自主的舉手發言。學生進行實驗時，先著實驗衣與護目鏡，才開始進行實驗。護目鏡的裝備在化學實驗活動有其必要，然而，台灣的實驗活動鮮少有著護目鏡的動作。這也讓我們發現了另一個現象，芬蘭的中學生很少有學生戴眼鏡。可是，芬蘭 PISA 2003 閱讀能力的測驗結果卻是第一名。或許，閱讀能力似乎與近視沒有太大的關聯。

教材內容的深度比同年級台灣的教材難度來得深。此外，實驗教室也具有電腦與單槍投影機等多媒體設備，方便教師的教學與有助於學生上網找尋課程相關的資料。



赫爾辛基大學附屬中學的營養午餐



芬蘭中學生們主動的舉手發言



教師與學生的實驗課互動



芬蘭中學生兩人一組進行實驗與報告撰寫



芬蘭中學生實驗的過程(一)



芬蘭中學生實驗的過程(二)



芬蘭中學生著實驗衣與護目鏡進行實驗



Lavonen 教授說明化學課程內容的設計

### 高中部物理課的教學

參觀完中學部化學實驗課教學之後，我們接著前往高中部參觀物理課的教學活動。此班級的學生人數大約二十人。教室即具備簡易實驗室功能。除了有電動捲簾的設計方便光學的示範實驗之外，教室裡面一樣有配備多台電腦，提供學生上網查詢資料。



芬蘭高中部物理教室的教學



電動式捲簾的設計方便進行光學物理實驗



教師進行光學實驗的活動過程(一)



教師進行光學實驗的活動過程(二)



教師進行光學實驗的活動過程(三)



教師進行光學實驗的活動過程(四)



光學實驗後的師生互動，確認原子能階的概念



高中部物理教室的設計方便於課室進行實驗

教師進行教學活動的過程，大致會複習與介紹基本的原理。在示範實驗活動進行之前，會先引導學生進行推論，多數學生都會主動提出自己的看法。教師會輪流給每位同學一些發表的機會，待彙整不同學生的意見之後，再利用示範實驗的過程來驗證學生們對於某些關鍵概念的想法。教師進行示範實驗的過程，學生們會主動趨前參與，並不需要口頭的提醒。顯見得此種教學的方式，早已在師生之間達成某種程度的默契。

### 綜合座談

參觀完兩間科學教室的教學後，我們與赫爾辛基大學的 Lavonen 教授、赫爾辛基大學附屬中學校長、兩位科學老師進行座談，希望能進一步了解該校辦學的特色。該校辦學的主要

特色，在於教師對於教學有充分的自由度，他們可以自己決定教材的內容。經過兩間科學教室教學的參觀，可以發現教材的難易度並沒有變淺，反而具有相當的難度。雖然每位教師都擁有教學的自主權，然而他們也有類似台灣中學的教學研究會的組織。他們會定期開會分享彼此教學的心得與問題，也會利用非正式的下午茶時間，進行平日教學的討論。我們座談會的場地就是教師們休息室，也是教師們平日下午茶的場所。學校每日都會提供教師休息室簡單的茶水與點心，方便教師們可以在這裡進行出題(有多台電腦設備)、閱讀、交流彼此的教學心得等。

附屬中學的教師們與赫爾辛基大學建立著良好互動的模式，許多教學的問題與困難都可以得到赫爾辛基大學的回應與協助。除了該校隸屬於赫爾辛基大學行為科學院與師資實習訓練學校的單位之外，他們平日與赫爾辛基大學的教授們就有著良好的互動。座談會之中，可以發現 Lavonen 教授與這幾位科學教師的關係就像好友一般。Lavonen 教授在會議中提到，他對於中學科學教師的教學與進修需求非常清楚，並非只將附屬中學視為研究工作協助的對象。此外，附屬中學的校長與兩位科學教師也提到，他們對於教學工作充滿著熱忱，大多數的芬蘭教師也都是如此。



邱團長致贈 Normaalityseo 校長紀念品



Helsingin normaalilyseo 教師休息室



Helsingin normaalilyseo 參訪座談會(一)

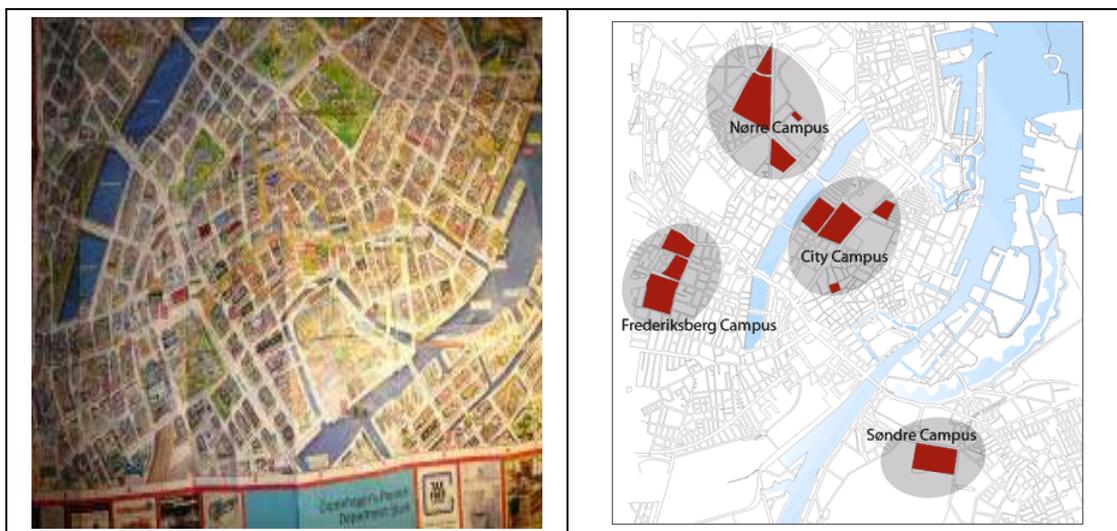


Helsingin normaalilyseo 參訪座談會(二)

# 丹麥<sup>1</sup>參訪報告

## 一、前言

此次歐洲參訪行程中，在丹麥的部分是造訪哥本哈根大學。哥本哈根大學是北歐最古老的大學之一，它在建立斯堪地那維亞地區的經濟和科技，以及培訓丹麥的神職人員、醫生、律師、教師等專業人才方面，扮演積極的角色<sup>2</sup>。根據最新的世界大學排名，丹麥哥本哈根大學排名世界 47 名，歐洲第 15 名。從 2007 年 1 月 1 日起合併了丹麥皇家農業和獸醫學院(kvl)和丹麥藥科大學，是丹麥最好的綜合性大學。目前哥本哈根大學有 37000 位學生，7000 位以上的教職員，學校主要有四個校區（如下圖）。



此次我們所造訪的是哥本哈根大學的科學教育學系（Department of Science Education, <http://www.ind.ku.dk/page31070.htm>），Department of Science Education 位於 Nørre Campus 校區，甫成立一年多不久，目前系上有六位老師，一位教授，四位副教授，一位助理教授，另

<sup>1</sup>丹麥簡史：約西元 985 年形成統一的王國。9 世紀起，丹麥不斷向鄰國擴張，並渡海侵襲英格蘭，於 11 世紀 20 年代征服整個英格蘭和挪威，成為歐洲強大的海盜帝國。1042 年帝國瓦解。14 世紀走向強盛，1397 年成立以丹麥女王瑪格麗特一世為盟主的卡爾馬聯盟，疆土包括現丹麥、挪威、瑞典以及芬蘭的一部分。15 世紀末開始衰落。1523 年瑞典脫離聯盟獨立。1814 年，丹麥同瑞典戰敗後將挪威割予瑞典。1849 年頒布第一部憲法，結束世襲君主制，建立君主立憲政體。兩次世界大戰中均宣佈中立。1940 年 4 月至 1945 年 5 月被納粹德國佔領。1944 年冰島脫離丹麥獨立。1945 年 5 月德軍投降後，組成包括各政黨及抗德人士在內的聯合政府。此後由各政黨單獨或聯合執政。1949 年加入北約。1973 年加入歐洲共同體。至今仍擁有對格陵蘭和法羅群島的主權。  
自然地理：丹麥位於歐洲北部波羅的海至北海的出口處，是西歐、北歐陸上交通的樞紐。包括日德蘭半島的大部及西蘭、菲英、洛蘭、法爾斯特和波恩荷爾姆等 406 個島嶼組成，面積 43096 平方公里（不包括格陵蘭和法羅群島）。南部與德國接壤，西瀕北海，北與挪威和瑞典隔海相望。海岸線長 7314 公里。全境地勢低平，平均海拔約 30 米，日德蘭半島中部稍高，最高點海拔 173 米。境內多湖泊河流，最長河流為古曾河，最大湖泊阿裏湖面積 40.6 平方公里。氣候溫和，屬海洋性溫帶闊葉林氣候，年均降水量約 860 毫米。  
人口：536.8 萬（2002 年）。丹麥人約佔 95%，外國移民約佔 5%。官方語言為丹麥語，英語為通用語。86.6% 的居民信奉基督教路德宗，0.6% 的居民信奉羅馬天主教。

<sup>2</sup>哥本哈根大學建校初期本屬天主教會管轄，至 1537 年轉歸丹麥路德會（danish lutheran state church），其主要功能是為國家培育神職人員。直至德國的大學模式在 17 世紀引進丹麥，哥本哈根大學的教育系統才產生重大的變革，漸漸建立學士、碩士、博士的學位課程，以及有關的考試和實習模式；課程越辦越多，尤其在醫科和法學方面，發展非常迅速，學院亦漸具規模。同時，哥本哈根大學的圖書館、教學醫院等重要項目，亦陸續興建，成為丹麥高等教育及科研中心。踏入 20 世紀，哥本哈根大學把發展移民向哥本哈根市的北部，在那裏成立新的大學醫院、新的圖書館、理論物理中心、自然科學中心。

外有一位秘書與一位科學助理。此次參訪主要是與該學系的主任 Jens Dolin 教授聯繫，並協助我們參訪丹麥的高中。

## 二、參訪行程及內容

9月2日星期天離開芬蘭後，當天下午抵達了丹麥哥本哈根，開始了丹麥的科學教育學術參訪行程。透過 Jens Dolin 教授的安排，我們的行程如下表一所示。

表一：丹麥參訪時間表

Place: University of Copenhagen, Department of science education		
<b>9/3, Mon</b>	Morning	<b>Presentation of two departments</b> (Exchange of research work)
	Lunch	<b>A short walk around campus</b>
	Afternoon	<b>Presentation by Prof. Chiu</b>
	Dinner	<b>Common dinner at a restaurant near hotel</b> (a short tourist walk)
<b>9/4, Tues</b>	Morning	<b>Visit at a school</b>
	Afternoon	<b>Discussion of the visits</b> (issues of common interest and possibilities for further collaboration... )

### (一) 哥本哈根大學科學教育系

9月3日星期一上午，抵達哥本哈根大學科學教育系。之後由系主任 Prof. Jens Dolin 先跟我們說明兩天議程的安排，並且介紹該單位目前所從事的相關工作。在報告中，Prof. Jens Dolin 提及該單位原先是以研究中心的方式運作，目前則為科學教育學系（所），主要的工作包括師資及相關領域的培訓，因此設有博士班，並且擔負部分科學教育相關之學士及碩士班課程的教授。同時不定期地舉辦相關的教學工作坊及短期課程，提供給不同教育單位的學生或是教師的需求，讓我們得以更加地瞭解丹麥科學教育的概況。席間並由邱美虹老師代表參訪團交換禮物，除表達感謝之意，並增進彼此的情誼。



在稍作休息之後，由 Prof. Frederik Voetmann 以及研究生跟我們分享他們的研究成果，包括使用科學教育的相關理念於醫學院 internship 的教學，以及如何使用地理資訊系統（GIS）在物理及地球科學方面的教學；此外，Prof. Carl 則分享了他在數學教學方面（尤其是在大學層次的教學）的教學及研究心得，他尤其關心跨文化的議題在教授數學時的影響（Prof. Carl 的太太是日本人，因此他對於多元文化的議題涉獵甚深，博學多聞），並且著力在數學教師的培育上；最後，則由 Pro. Jens Dolin 分享他在科學教育的觀察及相關研究，他從科學哲學及認識論的角度出發，特別著重在他所認為之科學教育所應該培育的相關能力的探討，讓我們見識到這個在近代物理學發展歷史上，具有重要地位的哥本哈根大學，對於科學教育所抱持的觀點，收穫甚豐。



研究成果交流及分享

中午我們於學校新落成的學生餐廳用餐，一方面瞭解當地學生的日常生活概況，另一方面也與當地的研究夥伴有更多非形式的交流。



學生餐廳用餐及交流

中午吃完飯後，我們有機會造訪哥本哈根大學最著名的波耳研究所。在近代科學發展歷史上極為著名的哥本哈根，即是發源於此。除波耳之外，這個學派的代表人物還包括海森伯、玻恩等人，核心思想形成於波耳所領導的哥本哈根大學理論物理學研究所。這裡也是 Prof. Jens Dolin 過去學習的地方，因此讓我們得以有更加貼近的訪問及瞭解。



中午休息時間參觀哥本哈根學派物理學大師波耳的研究室與授課教室

下午的交流場次，是由邱美虹教授以「Research And Instruction-Based/ Oriented Work (RAINBOW) for Conceptual Change in Science Learning」為題所進行的專題演講。透過此專題演講，一方面讓丹麥的夥伴能夠更加瞭解台灣的科學教育概況及水平，另一方面也提供更多直接交流的機會。（演講公告 <http://www.ind.ku.dk/side31029.htm?foredragid=5773>）



邱美虹教授對 Department of Science Education 師生進行專題演講

當天晚上我們與丹麥的研究夥伴共進晚餐，延續了白天的議題，在不同的場合下，進行更多非正式的交流。席間丹麥的學者妙語如珠，展現了丹麥特有的活潑熱情，也讓我們對於丹麥的生活習慣、世界觀以及對於科學教育的看法有更多一層的瞭解。



晚上和丹麥學者進行餐敘交換彼此心得

## (二) 丹麥高中參訪

9月4日星期二，上午分兩群人到兩所不同性質的中學參觀。邱美虹教授、王子華老師及周金城老師一組，參觀 Frederiksberg Gymnasium 高中；張淑女老師、李暉老師、丁信中心老師以及黃俊儒老師一組，參訪 Metropolitanskolen 高中。

### 1. Frederiksberg Gymnasium 高中



Frederiksberg Gymnasium 高中



Frederiksberg Gymnasium 高中化學課



與 Frederiksberg Gymnasium 高中學生合照



與 Frederiksberg Gymnasium 高中副校長合照

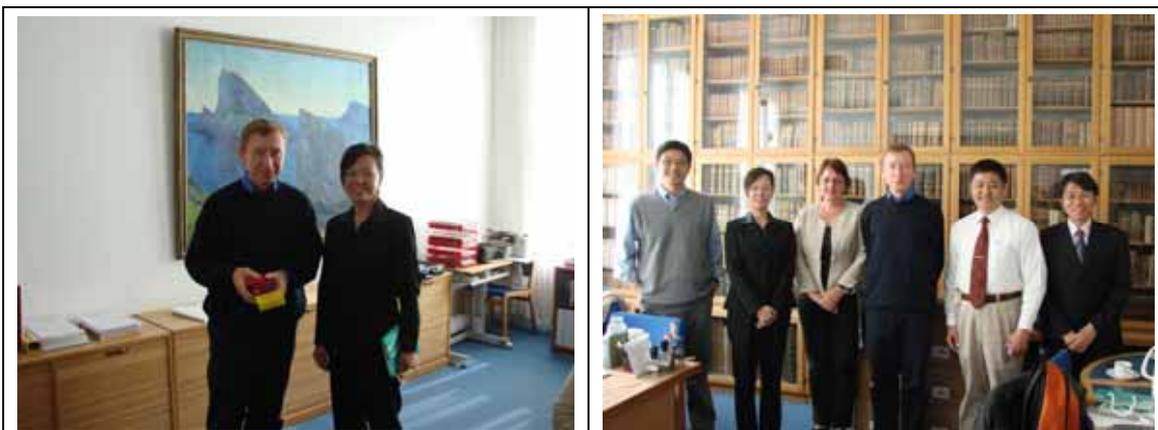


和高中老師及學生午餐餐敘

## 2. Metropolitanskolen 高中

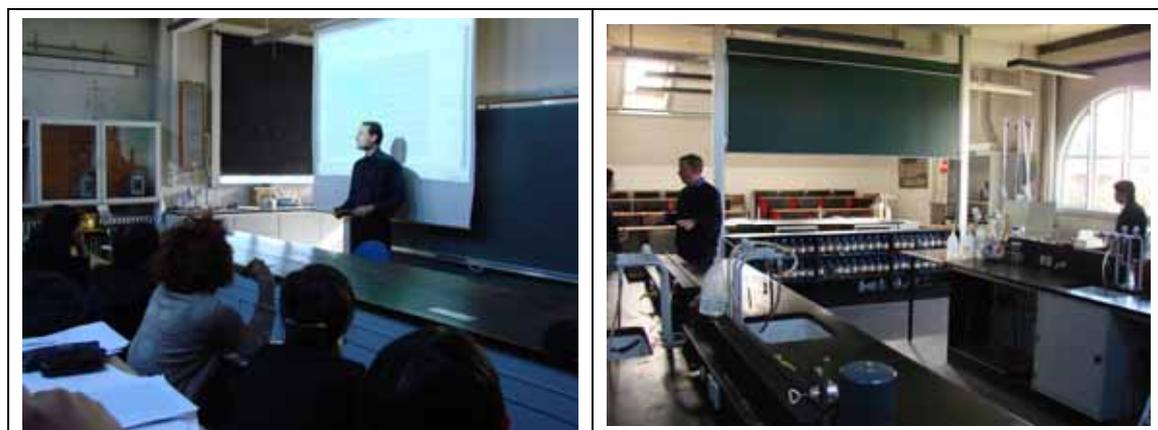
Metropolitanskolen 高中 (<http://www.metropolitanskolen.dk>) 是位於哥本哈根市中心的一所歷史極為悠久的高中。該校的前身始於 1209 年，因此 2009 年他們即將慶祝 800 歲的生日。在這過程，該所高中經歷了幾次的改組及遷校，目前定位為融合不同族裔的教學工作，因此在 Metropolitanskolen 高中可以看見許多不同種族及階層的學生，異質性很高。

在我們當天參訪的過程中，首先由校長 Hans Lindemann 先生為我們簡介該校的歷史及目前的概況，並且展示他們所援用的資訊系統，可以有效地管理學生的出缺席情形，並能透過該校務系統與家長取得有效的聯繫。令我們對於校方在教育工作上的認真投入，有著極為深刻的印象。此外我方亦由張淑女教授代表致贈校方紀念品，以感謝他們的接待及說明。



張淑女教授代表致贈紀念品給校長 Hans Lindemann 先生，並全體合照留念

之後，在校長的安排及帶領下，我們參觀該校的一門進階的科學課程，教師透過電腦輔助的方式，一步步地協助學生透過問題解決及主題導向方式練習相關的科學概念。此外，值得一提的是，該所高中的教室設計，除了一班的人數約為 15-20 人的小班級教室之外，上課的科學教室均隔著一個活動式黑板，與實驗室相連結。也就是說教師可以很方便地一邊進行課程概念講解，需要的時候，也可以很方便地配合實驗器材的演練協助學生理解。



教師上課情形及教室配置狀況

此外，該校提供許多筆記型電腦給教師及學生自由取用，只要想要查資料，就可以直接借用，十分地民主與進步。最後，我們在校長的引領之下，參觀整體學校的校園，並與教師

共進中餐，多方面地瞭解丹麥科學教育的概況。席間，我們對於丹麥人熱情開放，誠懇親切的態度留下深刻的印象，也對於該校教師的敬業投入，有著深深的敬意。

	
<p>學生可以自由取用的筆記型電腦櫃</p>	<p>與高中教師交換教學心得</p>
	
<p>與高中教師共進午餐並交流</p>	<p>擁有多元族裔的 Metropolitanskolen 高中</p>

### (三) 綜合座談

在參訪過兩所高中之後，9/4 日下午，我們回到哥本哈根的科學教育系進行最後的綜合座談。在綜合座談之前，Prof. Camilla Osterberd 先跟我們分享了她的最近所從事的相關研究，主要與工程及物理的教學相關，她十分關心如何從教學來讓學生獲得足以面對未來的能力。之後，我們進行最後的綜合座談，針對上午參訪的高中及丹麥的教育體制，廣泛地與與會的專家學者交換意見。

	
<p>Pro. Camilla Osterberd 研究分享</p>	<p>綜合座談會</p>

最後，Jens Dolin 教授致贈當地極為著名的巧克力，給此次學術參訪團的每位成員，並相約下次在台灣見，為整個丹麥的參訪行程劃下一個完美的句點。



Jens Dolin 教授致贈我們當地的巧克力當作紀念。

### 三、台灣之借鏡

在這一次丹麥的參訪行程中，令我們印象最深刻的地方是，丹麥人所展現的自由及民主。雖然丹麥有關科學教育的研究，事實上尚在起步的階段中。整體研究單位的師資結構以及科學教育相關論述的層次，亦尚有許多深化的可能。但是他們對於科學的教學以及教育資源的投入，卻是很值得我們效法的地方。也就是說，他們雖然研究工作起步晚，但是對於基礎教學工作的耕耘卻是極為紮實。並且這過程中，他們尊重學生的自主學習，以及各種不同層級學生的均衡發展，而不以競逐拔尖的卓越為主要考量。因此我們可以看見就算是科學的學習，他們也是盡其所能地讓所有的學生能夠與之發生關係，並融合於自己的生活之中。在學生喜悅與自在的學習笑容中，丹麥給了我們珍貴的一課。



丹麥，自在與自主的學習喜悅

## 法國參訪報告

法國巴黎 第七大學

Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques, Université Paris 7

此次參訪法國第七大學的Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques (LDSP)，主要是由Prof. Martine Méheut協助安排兩個整天的參訪活動。第一天為上午主要由LDSP的教授報告分享他們的研究內容，下午則由台灣方面的教授進行研究報告與分享；第二天的參訪則是在上午由Dr de Hosson介紹她的研究及以video方式呈現巴黎的小學教育實施情形，下午則是台法雙方共同討論未來雙方合作的可能性。以下先針對大致的參訪內容作簡單的摘要，之後再進行心得的分享。

由 Prof. Martine Méheut 介紹 LDSP 的主要研究方向，如下：

- ◆ Students' conception and the ways of reasoning
  - Mechanics: Newton's laws, friction
  - Electro kinetics: sequential, constant current, ways of reasoning
  - Optics: rectilinear propagation, vision, colours, transition from geometric to wave optics
  - Thermodynamics: heat/temperature, kinetic theory of gasses, second law
  - Chemistry: physical/chemical change, chemical equilibrium, titration
  
- ◆ Design and validation of teaching-learning sequences
  - Cognitive confliction approach: optics (rectilinear propagation, colours)
  - Modelling approach: particle models, kinetic theory, optical images
  - History of science: relativity of motion, vision, pressure
  - Using: surprising experiments, computer assistant, populating comments
  
- ◆ Physics teachers' practice: how teacher interpret and put didactics intentions explained in programmes into practice: epistemology and psycho-cognitive components
  - Taking account into students' preconceptions
  - Part given to experiments
  - Modelling in chemistry
  - Investigative approach
  - Diffusion and expertise:
    - ◆ communications, papers, books
    - ◆ pre-service and in service teachers' training
    - ◆ masters (research and professional)
    - ◆ Physics and chemistry secondary school programs
    - ◆ Multimedia teaching materials
    - ◆ La Main a La Pate
    - ◆ Eurydice survey of science teaching and teacher training in Europe

由 Prof. Laurence Viennot 介紹她的研究興趣，報告主題為 Attracting students towards physics: the part of coherence。研究的主旨在於如何引發學生學習物理的興趣。有以下諸點值得學習：

- ◆ Searching for exciting topics:
  - Relevant (physics in context)
  - Exciting (new, beautiful, makes you dream)
  - Perfectly: both
- ◆ Provide students with some tools for reasoning in order to help them to further than being both vexed and excited
- ◆ A need to evaluate the innovative sequences (Komorek & Duit, IJSE 2004)
- ◆ The research results regarding students' learning interests:
  - Concrete, visible, sensitive content
  - Students are active
  - I have understood everything, it was simple
  - Link with everyday life/recent developments
  - Surprise
  - Beautiful reasoning, coherence, links
  - Spectacular phenomena, dream
  - No mathematical formalism
  - Debate, developing critical sense
- ◆ Teacher optimism to be increased
  - Rational factors
  - Emotional factors

Wanda Kaminski 所報告的研究主題為 Surprising experiments in elementary optics: some propositions to help understand the surprise。有下列諸項要點值得參考：

- Some new intention for elementary optics in grade 7:
  - Starting from 1992 curriculum
    - Diffusion of light by all lighted objects
    - principle of vision and role played by light
  - New possible interpretation of shadow
    - role play by the light source and the screen: not only in forming a shadow but also in making possible that it is seen.

But it didn't work!--> more explicit 2005 curriculum

- The link between theory of Descartes (reflection of light) and image formation in the mirror
  - Is the image made up by the light?
    - Issue from different objects points?
    - Reflected by the mirror?
    - Received by the observer's eye?

下午則進行台灣教授的研究分享，首先是由邱美虹老師介紹她過去執行六年的概念計畫研究成果，摘要如下：

## **Research And InstructionN-Based/Oriented Work (RAINBOW) for Conceptual Change in Science Learning**

Mei-Hung Chiu

National Taiwan Normal University, Taiwan

For the past three decades, research in students' conceptions, knowledge structure and representations, mental models, and conceptual change processes have been discussed and debated in many studies. This presentation intends to discuss the importance of research in science education and instruction in schools that contribute to our understanding about the enterprise of learning and teaching for conceptual change in science and then introduce a framework entitled "Research And InstructionN- Based/Oriented Work (RAINBOW)" that summarizes what my research lab has been working on in science learning.

The framework of RAINBOW is oriented from the contexts of developmental research, science education research, cognitive science, and school environment. It has seven perspectives (developmental, ontological, epistemological, affective, evolutionary, instructional, and integrative). In order to make good use the RAINBOW model, we propose four phases to guide the research. Four phases for conducting the RAINBOW model were introduced. The first phase is a preparation for constructing a research framework by examining the existing literature of students' characteristics in learning science, science content analysis, and instructional tasks. The second phase is to design a series of research-based instructional modules to overcome students' difficulties in learning science. The third phase is to develop a series of diagnostic test items as dynamic assessment instruments to evaluate how well the instruction has been carried out and how meaningful the students' constructed mental models are. This intends to track students' learning paths. In the last phase, the students' learning outcome is compared with the objectives of the instructional activities as well as the literature in order to develop a theory of learning science and to provide research evidence for improving school science teaching in practice. Several empirical studies were introduced to depict how the RAINBOW was implemented in our design and what the outcomes and implications were in promoting science learning.

The author believes this approach matches the current trend of cognitive science that encourages learning and teaching via multiple representations as well as the consideration of social and contextual factors that play central roles in science learning.

由周金城教授報告有關分析科展得獎作品的研究，摘要如下：

### 由科展得獎作品來研究科學探索的類型

#### --分析高中與國中化學組科展得獎報告

周金城

本研究試圖以國中學生科學展覽活動的研究類型，分析科學研究主題的產生來源、研究問題、儀器與設備、資料分析方式、參與師生人數、解決問題的類型分析，科學研究的單元主題與全國得獎作品縣市分佈情形。以學生的知識觀點而言，科展的科學研究活動屬於 Kuhn (1970) 所提出「常態科學」(normal science) 的活動。常態科學可分成三類：1. 決定重要事實；2. 使典範與事實相符合；3. 精鍊典範。本研究進行是利用內容分析研究方法，針對全國科展第十四～四十六屆得獎的國中化學組前三名作品說明書共 121 件進行分析。分析結果發現國中生科展活動作品，都是在科學典範的指導下「完成」的作品，主要是屬於常態科學第一類：收集事實—更加精確的事實 (58.4%)。在研究主題來源的分析上，主要來自教科書中的相關實驗問題的探討 (47.13)。在問題的類別上，大部分研究問題是在進行確認的工作 (46.3%)，其次是改進 (40.5%)。在研究成果的分析上，多數是屬於定量的分析 (94.2%)。在儀器設備分析上，得獎作品主要是使用一般國中科學實驗室常見的設備 (95.0%)。在教師與學生的組成人數分析上，多數作品的指導教師是兩位 (53.8%)，學生主要組成是一組四人 (47.9%)，其次是兩人一組 (19.8%)。本研究進一步發現雖然人口多資源豐富的大城市如台北市、台北縣得獎比例高；但相較於其他縣市人口較少的花蓮縣、雲林縣，學生作品得獎比例亦不少，顯示有創造力科學作品未必一定受限於城鄉資源的差異。

由黃俊儒教授報告有關科學教育與媒體素養的研究，摘要如下：

### 以科學新聞及社會性科學議題為基礎之科學教學

#### Teaching science based on science news and socio-scientific issues

黃俊儒

Chun-Ju, Huang

隨著時代的變遷及科技的日新月異，學生不僅學習的型態逐漸發生改變，更需不斷因應與日俱增的新問題、新現象或是新爭議，因此新時代的科學學習觀勢必需以永續經營的動態學習觀 (dynamic learning) 來補足階段滿足的靜態學習觀 (static learning)。但是面對這種統整與

即時性的學習需求，在現今的科學教學實況中，我們是否提供了足以幫助學生試煉的機會呢？如果學生能夠像一個科學記者般，從自己生活周遭的即時議題出發，實地的去發現問題、蒐集資料、討論互動、形成觀點、書寫報告，那結果又會如何呢？基於此問題意識，筆者將自己過去所進行的一系列研究結果進行了統整，並在此次國際交流的機會中，與國際學者交換相關的意見。

在筆者報告的內容中，主要是以科學新聞為主體，透過「學生即科學記者」(Student as a Science Journalist Model, SSJ-model) 的概念，規劃以科學新聞讀寫為基礎的自然類教學課程。一方面嘗試建構一個能讓學生透過實際參與科學新聞製作，並學習社會性科學議題內涵的自然類大學通識課程教學方案；另一方面則希望培養學生成為一個主動認知與積極建構者，以期能進一步在現代社會的科技決策中扮演角色。此次分享的重點除了理論基礎的引介之外，並透過實例的分享，將 SSJ-Model 的具體作法區分成「Single report」、「Explore SSI Rumor」、「Publish SSI Newspaper」等三種不同的教學型態，並透過相關教學網站的建制，期能進一步提升學生的學習成效。

#### References:

- Huang, C. -J.**, Chiang, C. -W., Jiang, M. -J. & Chin, C. -C. (2007). To develop SSI curriculum based on science news reading and writing at elementary school level in Taiwan. ICASE Asian Symposium 2007, Pattaya.
- Chin, C. -C., Tuan, H. -Lin., Lin, S. -S. & **Huang, C. -J.** (2007). The development of socioscientific-issue-based teaching modules for enhancing 3C literacy of elementary students in Taiwan. Paper presented at The 38<sup>th</sup> Annual Conference of the ASERA, Fremantle.
- Huang, C. -J.** & Jiang, M. -J.(2007). To improve the scientific literacy and media literacy based on science news and social-scientific issues learning. Paper presented at The 2007 World Conference on Science & Technology Education, Perth.
- Huang, C. -J.** & Jiang, M. -J.(2007). Searching for real-time science learning materials: A study of the structures and implications of science news briefs in Taiwan. Paper presented at The 2007 NARST Annual Meeting, New Orleans.

王子華教授報告有關數位評量系統的研究，摘要如下：

#### 發展網路評量系統改善職前教師評量素養之研究

王子華

教師評量素養 (assessment literacy) 會影響教學的效益，但是許多研究發現，教師的評量素養有待加強。本研究採用 WATA 系統 (Web-based Assessment and Test Analysis system) 為基本架構，以 American Federation of Teachers (AFT)、National Council on Measurement in Education (NCME) 與 National Education Association (NEA) 三機構所聯合發展出來之「學生

教育評量之教師能力標準 (Standards for Teacher Competence in Educational Assessment of Students, STCEAS)」為基礎，融入文獻中所建議之師資培育模式，發展出一個具備「個人化」與「情境化」特性的 e-Learning 型態之教師評量素養培育模式-「P2R-WATA」(Practicing, Reflecting and Revising with WATA system)。這個模式讓參與研究的職前教師，可以在 WATA 系統的 Triple-A Model (Assembling, Administering and Appraising)中進行個別化的評量知能學習，WATA 系統除可以隨時提供個別化的學習支援外，也可以讓職前教師實作命題(Practicing)與執行考試，完成命題的試卷可以在網路上真實執行考試，由真實的學生在網路上作答，系統可以立刻協助教師將學生評量過程資訊進行分析，並且回饋各種教育統計資訊給予職前教師參考，協助其反省(Reflecting)自己命題的品質，分析受試者的學習缺失，並進行試題修改(Revising)。本研究採用準實驗設計，將六十位生物科職前教師，分派進入實驗組與對照組(各三十人)，實驗組採用「P2R-WATA」評量素養培育模式，而對照組則採用不具 WATA 系統輔助之「P2R(Practicing, Reflecting and Revising)」評量素養培育模式，在進行一學期的教學後，比較職前教師之評量知識與評量觀點二個面向的發展情形，研究發現，實驗組職前教師之評量知識與評量觀點的發展情形均顯著較對照組佳。

最後，是由張淑女教授報告有關科學素養與非形式論證的相關研究，摘要如下：

### 科學素養與非形式論證

#### Scientific literacy and informal argumentation

張淑女

Shu-Nu Chang

論證思考是近十年來科學教育研究與教學的重點方向之一。在這次國際交流報告的機會，講者希望可以藉其個人過去三個有關非形式論證的研究來分享其研究成果。這三個研究分別發表在 International Journal of Science Education、Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching，以及 ICASE 2007 國際研討會 (詳細內容請參考下方文獻出處)。由這三個研究的結果發現，首先，科學哲學家 Lakatos 的科學研究綱領是可以用來作為學生非形式論證分析的模式，並且從大學生的研究中指出，科學主修的學生論證能力優於非科學主修的學生；其二，講者進一步利用視覺化模式來進行論證思考教學，也發現 38 位受試者中有 36 位學生選擇 Lakatos 的科學研究綱領作為他們進行非形式論證思考的模式，理由在於此模式的結構清楚、簡單、容易了解，不過，講者進一步提到，在正面啟示法與負面啟示法的部份，未來進行教學時應該要多使力，以幫助學生正確使用；而在第三個研究，講者以問卷的方法進行大規模的取樣，希望了解不同族群 (從小學到博士班學生等六個階層與士、農、工、商四個領域的社會人士)的人在進行社會科學議題(socioscientific issues)時的非形式論證模式使否具有差異，結果發現對於社會科學議題的察覺(awareness)、態度(attitude)與模式(model)皆與不同族群無相關性，唯有議題本身的概念屬性會影響受試者的論證模式。

## References:

1. Chang, S. N. & Chiu, M. H. (in press). Lakatos' Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socioscientific Issues. *International Journal of Science Education*. (SSCI Journal)
2. Chang, S. N. (2007). Teaching argumentation through the visual models in a resource-based learning environment. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(1), Article 5. [http://www.ied.edu.hk/apfslt/v8\\_issue1/changsn/](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v8_issue1/changsn/)
3. Chang, S. N. (2007). Different populations' informal argumentation regarding socioscientific issues. Paper will be presented at International Conference of ICASE. July 08-12, Perth/Australia.

第二天(Sept 7th)的行程主要是由 Dr. Cécilede Hosson 分享她的研究，主題為 Students' ideas about light and vision: a source for an alternative reading of the history of science. 大致重點內容如下：

The research questions:

- What can be the role played by science education (SE) in apprehending the history of science?
- How a didactically-oriented reading of the HS can be used in order to help the children admit that vision occurs through the light passing from a lit object to the eyes?

The results:

The new approach to benefit from links existing between the HS and science education is proposed: paying attention to children's conceptions or difficulties while learning science can influence the way that HS can be apprehended to favor a specific conceptual learning. In this study, children's ideas about vision and light form a background for an alternative reading of Ibn al-Haytham's (Alhazen) theory of vision developed in Egypt in the 11<sup>th</sup> century. This reading spotlights conceptual aspects of Alhazen's work almost ignored by philosophers and historians of optics. Those aspects are staged in a short drama created to support a step by step learning process.

在上午的第二個階段，由於學校安排參觀不易的情況下，Dr. de Hosson 則是以 video 的方式呈現小學教育的狀況，以及初步介紹法國的教育制度。在教育制度方面，發現法國除了學術的路線之外，亦重視職業教育這一環，反觀最近幾年，台灣將職業教育體系納入高等教育的作法相異，值得進一步探討與研究其成效。從影片的呈現與 Dr. de Hosson 的描述，可以發現法國從小學的教學即開始著重於 hands-on activity 以及學生探究能力的養成。從學生活動的愉快氣氛，不禁反思到我們台灣的教育現況，升學壓力不僅讓學生喘不過氣，甚至教師們也壓力十足。或許是我們應該要反省台灣教育制度與改變社會價值觀的時候了。

第二部分：  
主題反思與建議

# 歐洲科學教育研究理論與教學實務

## ---以瑞典、芬蘭、丹麥、法國為例

邱美虹

國立台灣師範大學科學教育研究所

mhchiu@ntnu.edu.tw

### 摘 要

本報告主要是從研究與實務兩方面介紹此次參訪國家(瑞典、芬蘭、丹麥、法國)部分研究人員的研究成果以及所參觀的中學所帶來的意涵與反思。文中先將扼要介紹四國教育背景，然後再針對研究部分與實務教學進行討論，以期截長補短，促進科學教育的基礎研究與課室教學。

**關鍵字：**歐洲、科學教育、概念改變、教-學序列

#### 一、四國教育背景簡介

瑞典的高等教育早在 1477 年成立烏普薩拉大學時即為北歐最早成立大學的國家，根據上海交通大學 (Jiao Tong University, 2006) 2006 年世界百大排名，瑞典即佔了四所，為世界百大密度之首 (劉德勝, 2007)。瑞典公立大學均為免學費，2005 年每名學生平均補助 65,000 克朗 (約新台幣 312,000 元)。根據劉德勝 (2007) 指出，瑞典師範教育和研究界缺少密切的連繫，故欠缺教育科學的知識和教學實務經驗 (Franke, Frykholm, Lundgren, Säljö, & Wedman, 2006)。此次參訪的 Norköpings university 受政府委託辦理培養科學教育博士 FondD program，以進一步提升該國的科學教育和培養人才。

其次，芬蘭深受 Humboldtian 研究與教學並重的傳統影響，研究不但是大學活動的核心，更是教學的基礎。芬蘭大學院校以理論教學、基礎研究與訓練研究人員的學術導向為主 (張家倩, 2007)。為提高歐洲各國的國際競爭力，29 位來自歐洲各國的部長 1999 年於義大利波隆納教育部長高峰會簽署波隆納宣言 (Bologna Declaration)，並提出波隆納進程 (Bologna process)，統合歐洲各國高等教育制度的多樣性，使歐洲高等教育架構更具一致性與相容性，以提高歐洲高等教育的兼容性、吸引力及競爭力，創造歐洲高等教育區域 (European Higher Education Area)。芬蘭重視國際競爭力，以國家發展人力需求作為合理分配高等教育資源的依據，推動公平教育機會的政策 (張家倩, 2007, p. 286)。基本上這樣的教育理念，可從芬蘭重視知識經濟的社會觀點得知 (Lavonen, 2007)。芬蘭的科學教育目的，是在協助學生 (1) 瞭解科學本質，(2) 學習新的概念、原理和模型，(3) 發展實驗技能，(4) 合作引起學生學習科學的興趣，而在這過程中，教師角色更是不容忽視的 (Levonen, 2007)。

再者，丹麥這個大小和台灣差不多的國家只有 540 萬人口。以其國家幅員小、人口少而能在世界上佔一席之地，即因其有重視教育的歷史背景，以哥本哈根大學為例，建校至今已超過 525 年是歐洲最古老的大學之一 (<http://www.ku.dk/english>)，但是科學教育研究機構才剛起步。根據聯合國教科文組織(UNESCO)統計，丹麥平均每人借書率為世界第二高，而丹麥

每百人寬頻使用率是 OECD 國家中第一。隨時讀書、學習、培養解決問題能力，出人意表六成學生熱愛數學(劉佩修、賀先蕙, 2007)。此次參訪的哥本哈根大學雖擁有在科學界甚負盛名的波爾實驗室(Bohr Lab)，但科學教育研究中心方興未艾才成立兩年，雖是如此但積極在研究和實務工作上的努力仍可見一斑。

最後是法國，為配合歐盟國家正在實施的高教改革宣言，2005 年開始實施 358 學制，即 LMD (LICENCE-MAS-TER- DOCTORAT)，基本上是以高中會考(BAC)及格後起修業三年可獲學士學位(Licence)、修業五年可獲碩士學位(Mastaire)、修業八年可獲博士學位(Doctorat)。最大的改變應屬以五年取得碩士學位取代過往的四年規定。改革主要目標，在全面檢討目前高等教育之所有缺失，特別是在大學教學與研究等層面，以期嘉惠更多學生，並提升國力(黃照耘，2007)。在大學教學與研究方面之改革主要改革目標之一，即是增進大學研究之國際能見度 (rendre la recherche universitaire visible à l'échelle internationale) (MESR, 2007a)。為達到此改革目標，MESR(2007b，引自黃照耘，2007)提出改革方案：如提高大學教職人員待遇、提升大學各項硬體與軟體研究設施、以及改善年輕教學與研究人員待遇並鼓勵其出國研究進修。此次參訪的法國第七大學的研究團隊透過跨校合作推展研究與教學實務的結合。

根據表一 OECD2004 年的分析結果顯示，瑞典的大學生師比最低、芬蘭次之、其次是法國，台灣與瑞典相較則是遠遠落後，換言之我們每位老師所負擔的學生人數是瑞典的兩倍多，這對國內學者的研究與教學都產生極大的負擔。

表一 2004 年各國各類高等教育生師人數比—以專任教師計算

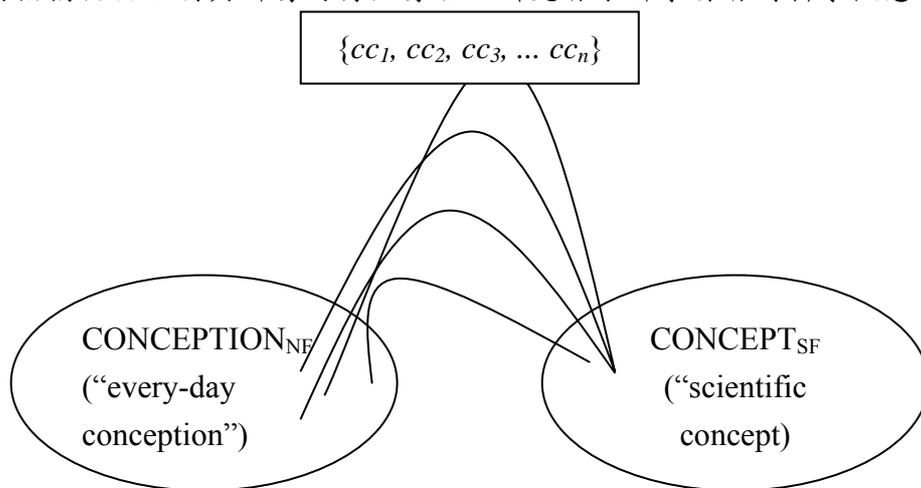
	高等教育		
	專科	大學校院	總計
台灣	19.6	19.9	19.9
瑞典	-	-	9.0
芬蘭	-	12.4	12.4
丹麥	<i>Data not available</i>	<i>Data not available</i>	<i>Data not available</i>
法國	13.0	19.4	17.8

有了上述背景，以下將就此次的參訪的部分內容做一評述，尤其是針對學習部分加以著墨。

## 二、概念改變是學習的產物與歷程

在科學教育概念改變的理論中，常被提及的有 Posner 等人(1982)的概念改變的條件、Chi(1992, 1997)類別概念(ontological categories)的不相容(incompatibility)理論、Vosniadou(1994)的理論架構(framework theory)、diSessa(1993)的 Phenomenological-primitives (or P-prim)、以及 Duit & Treagust (2003)的多重架構(multiple framework)。Posner 等人從認識論的觀點談概念改變的四個條件；Chi 從概念本體論的觀點提出概念本體不同會產生不同類型的概念改變；Vosniadou 則從預設、認識論、本體論的觀點說明心智模式如何受這些因素以及觀察現象的影響而轉變；diSessa 則說明孩童片段知識的形成與所經歷的經驗關係；以及 Duit & Treagust 從認識論、本體論、情義和社會面向等方面處理概念改變的研究。此行在瑞典時，本人就自己發展的概念改變的理論 Research And Instructional Based/Oriented Work(RAINBOW, Chiu, 2007)作一報告，與國外學者交換研究心得。瑞典學者 Helge Strömdahl 則在其報告中，提出另一個

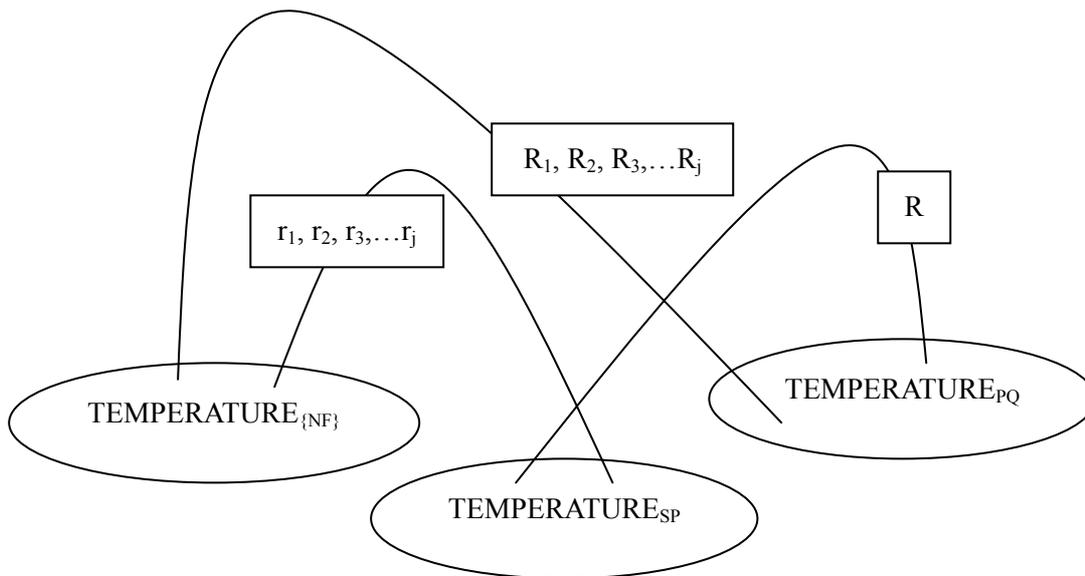
處理概念改變問題的新取向。Strömdahl (2007)從符號學(semiotics)的觀點探討概念改變，他認為概念改變是學習者對不同科學概念提出不同指稱物(referent)的結果，透過指稱物，教師可以了解學習者是否已發展出待學的科學概念。Strömdahl 認為字的意義在科學學習上是很重要的一部分，他針對早期 Ogborn & Richards(1923)對意義、符號(字)、指稱物之間的關係所提出的語意三角的概念(semiotic triangle concept)加以延伸，利用三元取向(triadic approach analysis)來分析字詞在日常生活和科學語言中的多重意義，這三組的意義分別是：不具形式(即日常生活)、科學概念的品質和物理量。在傳統的雙取向(dyadic approach)中，學習者對一個自然物件或現象需從教學前的概念(pre-instructional conception)轉移到科學的概念(Duit, 2003)(如圖一所示)。譬如學習溫度(以下將以 TEMPERATURE 表示)的科學形式概念(scientific formal, SF)，需要從日常生活(every-day non-formal, NF)的概念 TEMPERATURE<sub>NF</sub> 轉移到 TEMPERATURE<sub>SF</sub>。然而從符號學/語法的觀點來看，溫度的意義(TEMPERATURE<sub>NF</sub>)其實具有意義光譜 (sense-spectrum)的含意，也就是說它是具有多重意義的，如光譜一般；或更正確來說，是一套不具形式的意義(以{NF}表之)。然而 TEMPERATURE 在科學上的意義則具有雙重性：科學的性質/質(scientific property/quality, SP)，以 TEMPERATURE<sub>SP</sub> 表之，或物理量(physical quality, PQ)，以 TEMPERATURE<sub>PQ</sub> 表之。科學家和孩童的區別就在於前者可以區別科學概念在質與量上的意義(Distinguish the meaning of qualitative and quantitative quantities)。因此將一個有融貫的系統概念教給學生，然後觀察他在學習特定概念時是如何使用指稱物，再從其指稱物去區別其所屬的特性有助於研究者了解學習者對科學概念的理解程度與內涵。



圖一、標準概念改變的雙取向

Note: {cc<sub>1</sub>, cc<sub>2</sub>, cc<sub>3</sub>, ... cc<sub>n</sub>}代表「概念改變」一理論用來確認從不具形式的概念到形式(科學)概念的教育條件。

Strömdahl 認為三面向的分析可使 TEMPERATURE 在多重意義的情境下更加明確，同時也能彰顯其在科學知識的獲得過程中概念的複雜性。當分析我們所在的世界和語言之間的關係時，符號學的三角法(semiotic triangle)可提供我們進行符號組成(字)、意義和指稱物(referent)三部分的細部分析，如圖二及表一所示。



圖二、TEMPERATURE 概念改變的三取向

表一、區別溫度一詞的重要特質

TEMPERATURE <sub>SP</sub>		TEMPERATURE <sub>PQ</sub>	
質(性質)		過程	量(基於物理量)
巨觀	微觀	性質改變 (Quality / property)	可經由溫度計 測量
溫度平衡時的 零級定律	在物體內物質間 相對能量的分佈		

基本上 Strömdahl 所提出的三元取向，可藉由意義光譜的多意義性(polysemy)來將待學的概念抽取出其重要的特質。這個取向的研究有助於從事概念改變研究的學者在面對學習者學習科學概念時，無法正確捕捉其意義時，另一個思考方向。因此，個人認為這樣的研究可以進一步補足先前概念改變研究所關心的議題---語言的部分，其架構的三元性強調的語意部分正可提供另一個思考的面向，

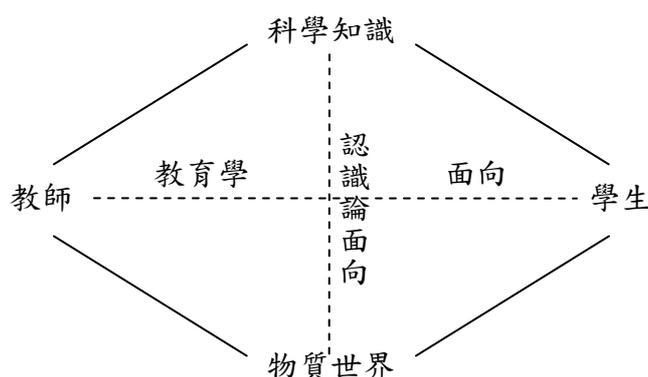
### 三、概念改變教與學的相互關係

此行安排法國第七大學，因久仰Martin Méheut教-學序列(Teaching-Learning Sequence, TLS)的研究。我指導的學生林靜雯博士的博士論文即參考其理論進行孩童電學概念改變的歷程，發展出中、微尺度教-學序列設計。

法國Martin Meheut教授主要的研究領域是學生的概念和推理的方法、設計與效化教-學序列、理化教師的實務工作與訓練。目前Meheut教授研究團隊已發展幾組的教-學序列，譬如，光學、顏色、化學變化、氣體動力論等。研究團隊的取向是以認知衝突、建模、科學史(de Hosson, 2007)設計教-學序列。

Méheut在1997年提出設計學習序列(learning sequence)的假設，她從科學教育中的模型和科學史的角度來建立學習序列，並考慮心理認知和認識論的面向，利用電腦模擬來教氣體粒子的動力學模型。研究結果顯示，在長期效益上曾使用學習序列的學生在兩年後的學習上較常使用粒子模型來解題。在2004年International Journal of Science Education的專刊上，Méheut進一步設計並效化兩個粒子模型的教-學序列(teaching-learning sequence, LTS)，根據她對學生

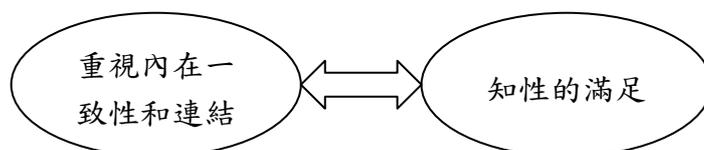
的觀察發現，學生真正的認知歷程和研究者內隱的預期(implicit expectation)有落差，但在長期效益上，TLS是有助於學生發展模型的概念進而使用它。不僅如此，Méheut也認為透過該實驗使他們獲得TLS的三個結論：1、使用TLS整體正面的效用。2、透過TLS可以描述學生真正的學習歷程。3、比較觀察和期待的學習歷程，可檢測學習歷程的局部假設。Méheut & Psillos (2004)指出TSL的一個特質，就是它屬於以研究為基礎的演化歷程，因它涉及科學和學生的觀點交織錯雜的關係。Méheut以圖三為例說明設計TSL時如何組織和考慮認識論和教育學的面向，以及兩者之間重要的相互作用。Méheut教授的團隊不僅在研究上積極發展TLS 的教學活動與成效的檢驗，同時該團隊在在師資培育上亦透過教師成長工作坊教授TSL概念，以協助教師改進其學校科學的教學，在縮小學術與實務的差距上，該團隊的努力是可見的，此情形我們在芬蘭的團隊工作上也發現他們投入教師專業成長分享研究成果努力是值得肯定。



圖三 TLS 架構的考量因子(Méheut & Psillos, 2004)

此外，法國研究團隊中另一位資深研究員 Viennot (2007)的報告中指出，越來越少學生選擇以物理為主修，且在學校裡學生不喜歡物理此現象，並不是新發現。丹麥 Jens Dolin 教授亦表示該國也面臨相同的狀況，為此丹麥政府決定改進這樣的困境，於是邀請 13 位科學院的主任討論解決之道完整報告將於年底出爐，其中提及的策略將有建立研究團隊和學校的網路、尋找優質教師開發教材的經費，以便藉此提升學生的科學學習興趣。

根據 Viennot (2007)認為，許多研究聚焦於新興主題 (topics) 的選取上，以便引起年輕學習者學習物理的動機 (如 ROSE 計畫； Schreiner & Sjøberg, 2005)。但新的觀點則從其他面向 (如活動的類型或情境) 來考量 (如 Häußler 等人, 1998, Lavonen 等人, 2005)，因此傳統以令人雀躍的主題為選擇判準或者不是解決問題之道，反之，重要的是如何設計活動使物理理論其內在一致性 (internal consistency)、簡明性 (conciseness) 和預測力能讓學生產生推理與學習的樂趣。譬如 Viennot 質疑電腦可以呈現量子力學，但學生學到什麼？概念間如何連結、如何從所觀察到的現象進行普遍化的推理、學生先前想法是否有被考慮？若這些都未能做到，那麼即使是電腦科技也未能解決學習的困難。Viennot 以下圖來說明概念學習和情意的關係：



圖四、教學設計與學習動機

反之，芬蘭赫爾辛基大學的研究團隊在 Jari Lavonen 教授的領導下，積極開發網路與 ICT 的學習環境，如中學的電學研究 (Lavonen & Meisalo, 2000)、小學的物理 (Juuti, Lavonen, & Meisalo, 2004)、以及發展和分析設計的過程 (Lavonen & Meisalo, 2002) 都將媒體與動手做、或是所謂 minds-on 和 hands-on 做了許多連結的研究，值得參考。該團隊人員 Juuti (2007) 提出 Design-Based Research (DBR) 的觀點，其活動的主要目的是在強調 artifact actor 和 designer 之間的關係，從行動中尋找新的問題所在。他認為教師透過讓學生設計物件經由反思與動手做可促進他們發展認知的活動，改進學習的成果。

#### 四、結語---理論與教學的結合

最後，有關科學教學與理論落實於實務工作，值得在此加以說明與檢討。丹麥 Jens Dolin 教授表示唯有與中小學教師合作才能將理論落實，他的研究就強調以下三點：1. 將科學內容轉化到教育中，2. 建立科學研究專業和學校學科間的關係，3. 職前教師和在職教師的專業成長。這和國科會自去年即開始推動的高瞻計畫提供大學教授和高中教師相互合作的機會，有異曲同工之效。Lavonen 教授亦表示芬蘭科學教育重視透過教師的專業成長與課程來推動其政策，目前雖沒有國家證書，也沒有教師評鑑機制，但對教師的品質要求即以確認教師是否擁有碩士學位，即使是幼稚園的學科主任(head master)教師也必須擁有碩士學位，而一般教師幼兒教育仍須擁有學士學位。至於小學教師則須擁有碩士學位。

「為何研究對實務工作影響如此小呢？」(Millar et al., 2000) 針對此問題：法國教授 Viennot, Chauvet, Colin, & Rebmann (2005) 提出兩個理由：第一個理由是雖然研究人員發展出一些有關學習過程或教學原理，但是對於特定主題學者並未達到共識，其次是教師是被動的接受者，所以不會主動去將以研究為基礎的結果用在教學上。雖是如此，我們在瑞典、芬蘭、丹麥的中學參觀時，仍發現中學教師與大學教授有相當良好的合作經驗，學校教師或校長的理想便是充分提供學生實驗、閱讀、媒體等學習資源的環境，而教授亦不定期支援學校教學所需的學術理論基礎，以提升教師專業素養與發展創意、有意義的教學活動。Viennot et al. 指出，透過工作坊協助教師將教育理論轉化成行動的研究，可促進教師對教學的反思，並縮小研究成果與教學成效的落差。個人認為未來研究人員除應持續在學術理論上的研發工作外，亦應積極參予教師專業成長的工作，以推動教學品質的提升與強化學生的科學素養。

#### 致謝

感謝國科會專題研究計畫 NSC 96-2517-S-003 -009 經費補助，讓本文得以順利完成。

#### 部分參考文獻

- 張家倩 (2007)。芬蘭高等教育現況探析。《教育資料集刊》，35，273-288。
- 劉佩修、賀先蕙(2007.1)。丹麥 最快樂的國家。《商周雜誌》，1001 期。
- 劉德勝 (2007)。瑞典高等教育現況、改革及啟示。《教育資料集刊》，35，259-272。
- 黃照耘 (2007)。法國高等教育制度演進與改革現況分析。《教育資料集刊》，35，213-238。
- Duit, R. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671– 688.
- De Hosson, Cecile (2007). Students' ideas about light and vision: a source for an alternative reading of the history of science. Paper presented at the ESERA, August Malmo.

- Franke, S., Frykholm, C. U., Lundgren, U. P., Säljö, R., & Wedman, I. (2006). Var fjärde examinerad lärare borde ha blivit underkänd. Stockholm: Dagens Nyheter.
- Jiao Tong University (2006). Academic ranking of world universities 2006. Shanghai: Author.
- Juuti, K. & Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science education, one step towards methodology. & Meisalo, (2004)
- Lavonen, J. (2007). Education policy and its implementation through science teacher education and science curriculum in Finland. . Paper presented at the Fenish-Taiwan workshop, Department of Applied Sciences of Education, University of Helsinki, Finland September, 30-31, 2007.
- Lavonen, J., Meisalo, V. , Byman, R., Uitto, A., and Juuti, K., A. Utiiio (2007). Pupil interest in physics: a survey in Finland. *NorDiNA*, 72-85.
- MESR (2007a). *Pourquoi la réforme?* Retrived October 14, 2007, from <http://www.nouvelleuniversite.gouv.fr/comprendrelareforme/pourquoilareforme.html>
- MESR (2007b). Les 5 chantiers. Retrieved October 14, 2007, form <http://www.nouvelleuniversite.gouv.fr/comprendrelareforme/les5chantiers.html>
- Méheut, M. (1997). Designing a learning sequence about a pre-quantitative model of gases: the parts played by questions and by a computer-simulation. *International Journal of ScienceEducation*, 19(6), 647–660.
- Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching–learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), special issue, 605–618.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- OECD(2006). *Education at a glance 2006*. Retrieved October 11, 2007, from [http://www.oecd.org/document/6/0,3343,en\\_2649\\_39263238\\_37344774\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/6/0,3343,en_2649_39263238_37344774_1_1_1_1,00.html)
- Strömdahl, H. (2007, June). *Critical features of word meaning as an educational tool in learning and teaching natural sciences*. Paper presented at the 13th International Conference on Thinking, Norrköping, Sweden.
- Viennot, L. (2006). Teaching rituals and students’ intellectual sarisfaction. *Physics Education*, 41 (5), 400-408.
- Viennot, L. (2007). Attracting students towards physics. Paper presented at French-Taiwan workshop. September 6-7. LSDP, University Denis Diderot, Paris (7).

## 對北歐高中科學實驗室與一般管理的省思

李暉

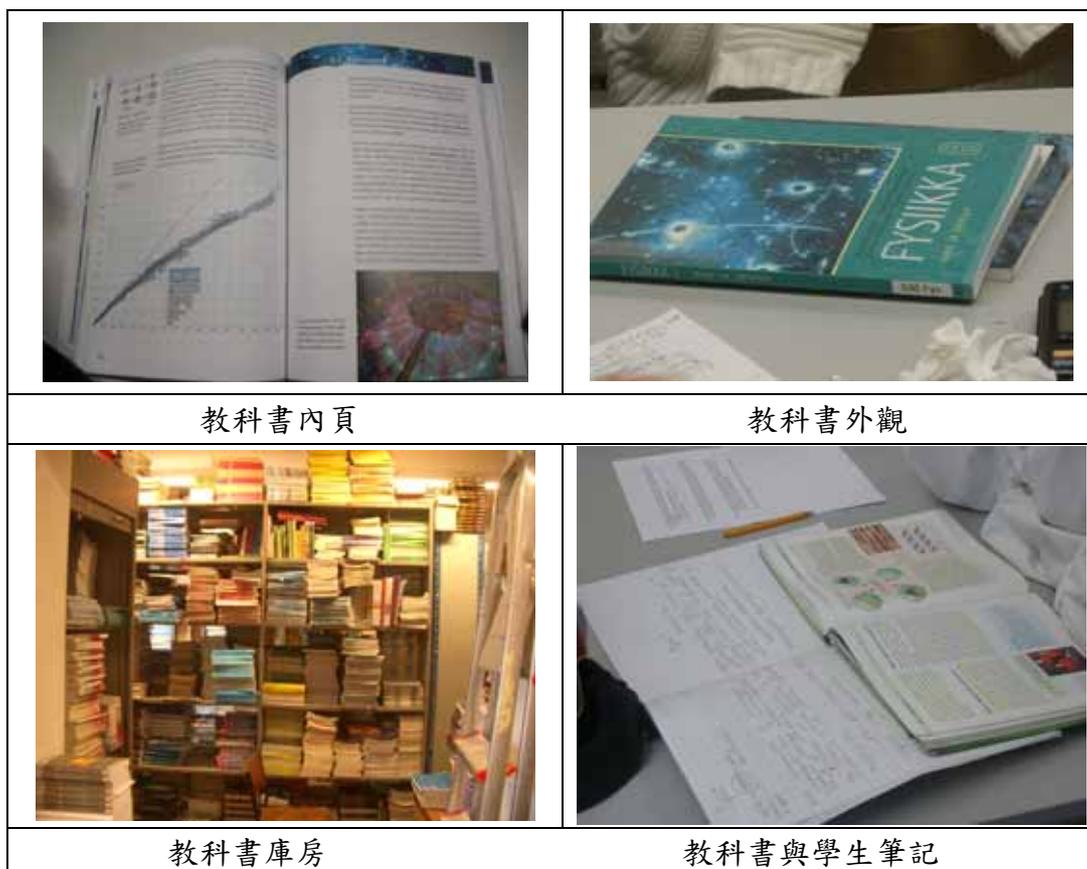
國立花蓮教育大學科學教育研究所

leehuei@mail.nhlue.edu.tw

在這次歐洲四國學術參訪中，除了法國之外其他北歐三國（瑞典、芬蘭、丹麥）都安排了中學的參訪，在一次又一次的觀察中，覺得有許多值得深思與借鏡之處。

北歐三國都是社會主義國家，福利甚多，到高中階段都是免費的教育。乍聽之下似乎可以理解，因為福利多與高稅率原就是社會主義國家的特色，不足為奇。但是細查一些實況卻讓人發現原來福利好是在於用心，而未必要花大錢，這一點可以給台灣許多啟示。

教科書是公費購置的，但使用時不得劃記，學期結束時收回供下一屆學生使用。這樣的好處包括：團體印製降低成本得以精美清晰(皆為雪面銅版紙)、不得劃記則可延長使用年限且可促進學生勤做筆記、損壞賠償可培養學生愛惜公物的習慣。台灣教科書的使用每年更換新版，導致重複使用率甚低；為降低成本及減輕重量使內容過於簡化，因此而形成的浪費殊為可惜，北歐經驗或許可供參考。



另一項令人印象深刻的是科學實驗室的設施與運作。除了應備器材之外，整體規劃不得不讓人佩服如此巧思。以 A 實驗室為例，教室改變一般的縱向設計而採橫向設計，八人一張

的八角桌將管路集中於中央，不但便於使用、方便討論、更是節省空間，所有桌子等於都在第一線，教師監控管理更為方便。最讓人驚訝的是實驗過程中不但是學生親自做(當然)，而且學生自行決定他們要使用何種器材才能完成實驗，亦即學生自行於開放的器材櫃中選擇種類與數量，並取用適當的試劑去進行實驗，換言之，教師給予相當大的探究空間。最初以為只是瑞典一地如此，到了芬蘭和丹麥後才知道都提供了很多機會讓學生探究。另一 B 實驗室的設計則是在實作區外另闢一講授區(小階梯教室)，中間隔以雙面的升降黑板，方便教師在指導操作後可立即就近講解與討論，或於講解中即時進行演試。



有些實驗室尚附有數台電腦，方便學生在實驗進行中可以查詢相關資料。所有線路如前所述都以明管方式吊架於天花板位置，不但地面清爽而且維修方便。整體來說在經費上花用有限，

但所呈現的另一種巧思，在思維上總以教學方便和學生參與為主要考量。或許會有學生秩序如何管理之疑慮，當然我們也提出了此一疑問，瑞典 Katedralskolan 高中校長的話發人深省「我們沒有違反校規的問題，因為我們沒有校規」，那如果管理學生呢？校長回答：「信賴！」。這讓我一直思考和回味「什麼是教育？」。

## 「科學讀寫在北歐-以科學教育學術參訪團在芬蘭之實地觀察為例」

黃俊儒

南華大學通識教學中心

cjhuang@mail.nhu.edu.tw

「...二〇〇一年十二月，P I S A 公布了初步研究報告，結果顯示，芬蘭是最大贏家，在閱讀、數學、科學三科的成績都名列前茅，尤其在閱讀能力上，明顯領先群倫....。...就平均分數而言，O E C D 國家十五歲中學生的平均閱讀成績為五〇〇分，而芬蘭學生的平均卻高達五四六分。...芬蘭學生不但閱讀能力最強，也非常樂在閱讀。有一八%的芬蘭中學生每天花一、兩個小時，單純爲了享受閱讀的樂趣而閱讀...」

〈芬蘭學生最會讀，也愛讀〉(齊若蘭，2003)

透過聯合國的相關研究顯示，芬蘭幾乎是全世界所公認最喜歡閱讀的國家。芬蘭人的喜歡閱讀，不僅體現在各種不同的文化層面上，並且也實際地運用在科學的學習之中。透過此次科學教育歐洲學術參訪團，我們實地造訪了芬蘭赫爾辛基大學應用科學教育系的研究團隊，一個推動芬蘭科學教育研究及實務的重要推手。因此有機會得以近距離地觀察芬蘭人如何將閱讀及寫作，應用於科學的教學及師資的專業成長之中。本文從科學讀寫之相關理論基礎的探討，輔以芬蘭之實地考察的經驗，透過相關意涵的探討，期能對於台灣科學教育的概況有所借鏡。

### 一、科學讀寫的重要性及理論基礎

文本 (text) 在知識傳承的過程中具有極為重要的角色，如果沒有文本，科學就難以發展到現在的地步，科學的學習也就困難重重。例如一個人可以經由錯誤中的嘗試、口耳相傳、或是學徒的方式獲取某些知識，但是沒有閱讀及寫作的能力就無法體會某些知識體系的精髓。也由於西方科學對於文本的依賴，所以一個無法讀、寫的人，他對於西方科學的理解深度將會嚴重地受到限制。對於廿一世紀的知識發展概況來說，專業化的程度更高，則這些能力之間的結合相形地重要，Norris 及 Phillips (2003) 就指出，沒有人可以不透過讀與寫而獲得複雜層次的科學知識，傳統的科學教育思維並沒有以這個方向去思考素養的問題，容易使學生陷於無法完全地掌握科學知識的要點及重要性的危機中。

此外，Rowell (1997) 指出科學課堂中的教與學都需要倚靠語言的使用，這些語言的使用過程包括交談 (talking)、閱讀 (reading)、寫作 (writing)；Norris 及 Phillips (2003) 則進一步詮釋閱讀及寫作與科學之間的關係，並不只是科學的儲存或是傳播的工具性意義，而是科學進行 (doing science) 中一個極為基礎與重要的部分；Wellington 與 Osborne (2000) 則從整體教育環境的觀察中指出，教育社群越來越重視培養學習者透過讀、寫、討論等方式，

就社會所發生之重要議題，與他人從事有效的溝通。

如果再進一步分別解析閱讀及寫作個別的角色，可以發現在閱讀方面：根據 PISA 的定義，閱讀能力愈強的人，愈有能力蒐集、理解、判斷資訊，以達成個人目標、增進知識、開發潛能，並運用資訊，有效參與現代社會的複雜運作。在寫作方面：Emig (1977) 在七〇年代就已指出寫作的使用是一種重要的學習模式；Applebee (1984) 指出，被寫下來的文本可以是一種記錄，一種媒介，也是各種概念之間關係的說明；Keys (1999) 指出：藉由主動地轉化新的意義為語言的符碼 (verbal symbols)，寫作具有能夠培養知識產生的能力；Rowell (1997) 指出，學生可以將寫作當作是一種自我表達的方法，藉此探索他們自己的感覺及經驗。

從相關文獻的評述中，可以發現閱讀及寫作對於科學的學習而言，具有極為重要的意義。也因此參訪這個全世界最喜歡閱讀的國家，並觀摩他們如何將閱讀及寫作的文化涵養運用於科學教育的場域中，其意義格外地深遠。

## 二、芬蘭在閱讀及寫作上的著力-以 PEC 計畫為例

在科學教育的相關實踐上，芬蘭人對於閱讀及寫作的重視是其來有自的，不僅在對於學生的學習上如此地要求，對於師資的培育更重視此相關能力的養成。依據芬蘭近年來的國家教育方針，為因應資訊社會所面臨的挑戰，芬蘭教育部規定超過一半的教師，在使用資訊及傳播科技 (Information and Communication Technology, ICT) 上，需要具有良好的能力。這些能力包括能夠使用文字編輯、電子郵件、以及網際網路的瀏覽、製作網頁以及利用遠距教學等 (Lavonen, Lattu, Juuti & Meisalo, 2006)。而這些能力的強調，則直接透過閱讀及寫作能力的養成，來銜接因應資訊社會挑戰所需具備的能力。

在此次赫爾辛基大學的參訪行程中，我們特別見識到芬蘭人如何透過嚴謹的教育規劃，來提升學生的讀寫能力，並能進一步地提升國力。其中，透過 Dr. Jari Lavonen 對於芬蘭參與在「歐洲科學教師：科學知識、語言技能及數位媒體」計畫 (European Science Teachers: Scientific Knowledge, Linguistic Skills and Digital Media, PEC) 之執行過程的介紹，特別印象深刻。並且從此計畫中，就能詳細地理解芬蘭對於閱讀及寫作能力的重視及企圖，足以做為台灣科學教育的借鏡。

PEC 計畫的經費主要是由歐盟旗下的蘇格拉底計畫 (Socrates project) 所支持，由西班牙主導，參與的國家包括英國、芬蘭、葡萄牙、斯洛伐克、瑞典、土耳其等。而芬蘭在其中扮演一個極為積極及重要的角色，並且主持整體計畫網站的建制及維護。這個計畫的主要目的是發展職前的科學教師教育，並且研發在科學的主題中進行閱讀及寫作的活動。並希望最終能夠轉移至其他主題的教學、不同的教育情境及其他的歐洲國家之中。我們透過此次學術交流的過程，輔以該團隊對於此計畫網站的介紹

([http://www.edu.helsinki.fi/pec/FICD/learning\\_by\\_reading\\_and\\_writing.html](http://www.edu.helsinki.fi/pec/FICD/learning_by_reading_and_writing.html))，及相關文獻資料，將芬蘭在此計畫中所著重的科學閱讀、寫作及實施的幾個重要特點，歸納分析如後：

### (一) 深耕閱讀及寫作對於學習的意義及關係

在整體計畫的主軸中，芬蘭的團隊特別強調「有意義之學習」(meaningful learning) 的重要性，並且仔細地探討閱讀、寫作與學習之間的關係，並進一步將有意義之學習的要素界定為包括：活動 (activity)、意向 (intention)、情境化 (contextualization)、建構性 (construction)、合作 (collaboration)、互動 (interaction)、反省 (reflection) 以及學習遷移 (transfer) 等要素，而這些經過縝密探討所萃取出來的要素，也是作為後續導引閱讀及寫作過程之活動的重要依據 (Lavonen, Juuti & Meisalo, 2007)。透過深刻的文獻探討及評析，可以讓整體以閱讀及寫作為基礎的教育計畫具有極為清晰的目標，也讓每一項教學設計的背後，均有堅實的理論基礎可循。

### (二) 整體性的設計與配套措施

在此執行計畫中，芬蘭的研究團隊同時考慮學習文本、學習者以及教學者三方面的因素，極為重視整體的連貫性及完整性。例如在學習文本方面，他們強調文本所應該扮演的骨幹 (frame) 角色。也就是說，必須要考慮文本如何鋪陳關鍵概念間的關係、如何比較不同概念之間的關係、如何對比概念及相關實例之間的異同，以及如何定義概念。如前所述，畢竟文本是延續閱讀及寫作活動的最主要基礎，也是所有學習活動的起源，因此如果有一個清晰的文本，將直接裨益於學習的進行。而這些骨幹可以透過表格、略圖、圖片或是插圖來表現。

在學習者的角色方面，此計畫比較了主動的閱讀者及寫作者以及被動閱讀者及寫作者之間的異同，並探討了協助這些學習的幾個策略。例如，在促進主動的閱讀方面，包括閱讀前的準備、作筆記、將既存的知識與新資訊連結等，均是可以參考的步驟。

在教師的角色方面，此計畫列舉了許多從教師的角度，如何促進學生閱讀及寫作的實際作法。例如強調教師應該瞭解，開闢一個以寫作為學習的任務，需要顧及的步驟包括：收集想法 (例如透過閱讀)、透過句子或段落來組織想法、寫成草稿、編輯等作法。在這一系列的規劃中，此計畫從最基本的文本結構，學生的學習心理以及教師在實際實施時所需要注意的技能及事項，均鉅細靡遺地探討並歸納出具體的原理原則。並包括了各個在教學實務需要顧及的層面，可以很方便地提供有興趣的研究者或教師參考，顯見芬蘭在這部分的著力甚深。

### (三) 重視結合資訊及傳播科技 (ICT) 的活動設計

芬蘭是眾所皆知的電子資訊強國，依據 OECD 的統計，早在 2001 年，芬蘭在中等學校以上，就已達平均每五個人就可以使用一台電腦，並且 90% 可以連上網際網路 (Lavonen, Juuti & Meisalo, 2004)。為因應此一資訊時代的來臨，芬蘭教育部特別於 2000 年頒佈了「資訊社會中教育、訓練及研究策略」白皮書 (SETRIS, 2000)，目的就是為了提升 ICT 在芬蘭各個教育層面上的使用。為因應芬蘭政策上的趨勢，在 PEC 計畫中，也將以科學讀寫為基礎的教學

改進上，結合了資訊及傳播科技的應用，並希望透過相關的活動設計，能夠有效地抑止資訊科技中的「拷貝-張貼」(copy-paste)文化(Lavonen, Juuti & Meisalo, 2007)。因此在相關活動的設計中，會強調如何透過網際網路的搜尋，來協助進行寫作的活動。例如如何改寫及訂正網路中所獲取的資料，並據此強化寫作的的能力等。

除了結合 ICT 的讀寫活動之外，芬蘭也將相關的理念運用在教師的專業成長上。例如，2000 年秋天，該團隊執行了一個三年期的計畫，推動了「芬蘭科學教育虛擬學院」計畫(The Finland Virtual School for Science Education, FVSSE)。透過此計畫中，相關課程及討論會議的執行，讓參與的教師瞭解如何透過閱讀及寫作來學習科學，並且如何透過 ICT 的協助，讓老的學習方法能獲致新的學習樣貌(Lavonen, Lattu, Juuti & Meisalo, 2006)。

#### (四) 精緻多元及創意的寫作教學設計

在運用閱讀及寫作所開啟的嶄新教學方法中，芬蘭研究團隊所提供的幾種學習方式，不僅有理論的依據，並且設計方式極具創意，著實令人印象深刻。例如其中一個作法是鼓勵學生去寫一則故事，然後將故事掛勾於一個具體的行動或情境上，因此包括刊物(journals)及部落格(blogs)均是可行的作法。下列便是一個具體作業的範例(引自 Lavonen, Juuti & Meisalo, 2007)：

「...請寫下一個報告，這個報告是關於你最近這一個星期所使用過的電器，以及你使用它的次數。首先，紀錄；第二，在星期結束時，為了讓讀者對於你對此電器的使用有一個清楚的概念，必須去思考你所討論的相關議題的次序；最後，以圖表的方式來表達的觀點，例如柱狀圖等...」

此外，還包括了利用訪談來寫報告、透過對於工業集團的介紹來寫報告、透過撰寫電器的使用手冊來寫報告等。開發出來的科學寫作方式極為多元及細緻，可以讓學生在許多不同情境下，實際去習練他們對於科學或是科技產品的理解，並能將相關的新訊息與自己的概念進行連結。

### 三、結語與建議

隨著資訊社會中，資訊流通的快速及廣泛，近年來，國內外重要的教育政策或研究計畫也重新強調了閱讀及寫作素養的重要性。例如在閱讀的部分，2002 年由經濟合作暨發展組織(OECD)進行的國際學生評量計畫(Programme for International Student Assessment, PISA)的研究報告中，特別強調了閱讀素養(reading literacy)在未來世界中的重要性(詳參齊若蘭, 2003 或 [www.pisa.oecd.org/pages](http://www.pisa.oecd.org/pages))；在寫作的部分，八〇年代美國教育當局鑑於當時大學生基本素養的低落，就已推動著名的「跨學科寫作」運動(Writing Across the Curriculum, WAC)，

認為寫作是一項有效的學習工具，可以幫助學生綜合、分析、應用相關的課程內容，許多科學及數學的學者亦參與其中，並累積了許多在課堂中進行行動研究的基礎(詳參 Keys, 1999)。

透過此次芬蘭在閱讀及寫作相關計畫的進行，提供了我們許多可以參考的地方，也提醒了我們過去對於一些基本能力素養的忽視。例如閱讀與寫作的的能力雖然是已經被強調過許久的能力素養，但是隨著資訊時代的進步，確有完全不同的意義。例如擁有對於訊息能夠不斷地自我更新及除錯的能力，是這個時代中吸收新知的先決條件，尤其是對於日新月異的科學或科技相關知識而言更是重要。因此，從芬蘭的經驗中，建議國內未來的相關研究，能夠在類似的主題上有更加深入的研究及探討。

## 參考文獻

- 齊若蘭，(2003)：OECD 調查：那個國家學生閱讀能力最強？。天下雜誌，263 期，52-61。
- Emig, J. (1977). 'Writing as a mode of learning'. *College Composition and Communication*, 28, 122-128.
- Keys, C. W. (1999). Language as an indicator of meaning generation: an analysis of middle school students' written discourse about scientific investigations. *Journal of Science Teaching*, 36(9), 1044-1061.
- Lavonen, J., Juuti, K., Aksela, M., & Meisalo, V. (2006). A Professional Development Project for Improving the Use of ICT in Science Teaching. *Technology, Pedagogy and Education* 15(2),159-174.
- Lavonen, J., Juuti, K., and Meisalo, V. (2004). Integration of ICT to science education through professional development OF teachers. In the V. Uskov (ed.), *Proceedings of the Seventh IASTED International Conference on COMPUTERS AND ADVANCED TECHNOLOGY IN EDUCATION*, August 16 - 18, 2004, Kauai, Hawaii, USA. Anaheim: ACTA Press, 564-569.
- Lavonen, J., Juuti, K. & Meisalo, V. (2007). Reading and Writing Facilitating ICT Use in School Science. Paper presented at the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education ~CATE 2007, Beijing, China, October 8 – 10, 2007
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Rowell, P. M. (1997). Learning in school science: the promises and practices of writing. *Studies in Science Education*, 30, 19-56.
- SETRIS. (2000). *Education, Training and Research in the Information Society: A National Strategy for 2000-2004*. Helsinki: Ministry of Education.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2000). *Language and literacy in science education*. U.K.: Open University Press.

## 歐洲四國科學教育研究分析

### 與初探法國 LDSP 團隊的教學序列研究

周金城

弘光科技大學 通識教育中心

TEL:886-4-26318652 Ext.6011

FAX:886-4-26315560

E-mail: [cczhou@sunrise.hk.edu.tw](mailto:cczhou@sunrise.hk.edu.tw)

### 摘 要

國科會科教處規劃 2007 年歐洲科學教育研究參訪團，並委託台灣師範大學科教所邱美虹教授帶領七位目前於大專校院任教的國內畢業科學博士，到瑞典林雪平大學、芬蘭赫爾辛基大學、丹麥哥本哈根大學與法國巴黎第七大學的科教研究機構進行學術報告，並實際觀察中學的科學教學現況。為進一步瞭解歐洲四國的科學教育研究成果，作者選擇四種主要科學教育期刊並利用 Web of Science 資料庫，分析後發現法國發表篇數最多，但若考慮全國人口比例後則是瑞典最高。而其中參訪的巴黎第七大學的 LDSP 團隊是法國的重要科學教育研究團隊，研究主題聚焦於以研究為基礎的教與學序列(research-based teaching-learning sequence)，而團隊成員亦有來自鄰近學校的大學教師。在 2004 年 International Journal of Science Education 出版一本專刊討論教與學序列的主題，顯示該主題被重視的程度。TLS 是一個整體考量的研究與教學設計，而在設計教學時需注意背後的理論架構，而在實際進行時也要考量教學的實施流程與順序，並詳加紀錄與分析，找出影響學習成效的關鍵。本文最後將說明以研究為基礎的教與學序列的內涵，以及進行 TLS 教學設計時應該注意的重要部份。

**關鍵詞：**歐洲科學教育、教學序列

### 壹、前言

國科會科教處為拓展國內科學教育博士的研究視野，因此規劃 2007 年歐洲研究參訪團，並委託台灣師範大學科教所邱美虹教授帶領七位目前任教於大專校院任教的科學博士，於 8 月 27 日到 9 月 7 日進行為期兩週的學術參訪，此次行程共到訪四個國家依序是瑞典林雪平大學 (University of Linköping) 的 National Graduate School in Science and Technology Education (FontD)、芬蘭赫爾辛基大學 (University of Helsinki) 的 Department of Applied Sciences of Education(DASE)、丹麥的哥本哈根大學 (University of Copenhagen) 的 Institut for Naturfagenes Didaktik (IND)，以及法國的巴黎第七大學 (Université Paris 7) 的 Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques (LPDS)，每一個國家停留的時間約兩個整天，其中約一天半是雙方安排學術研究報告與交換研究心得，另外半天是安排實地進入將是教室內觀察中學科學教師

的上課情形。

## 貳、參訪國家的科學教育研究概況

為瞭解這四個國家對於科學教育研究的成果，作者選擇四種主要的國際性科學教育期刊進行比較，並使用 Web of Science 資料庫選擇國別搜尋分析後製成表一。初步分析後發現法國的研究發表篇數最多，但再參照各國人口數（瑞典人口約 885 萬、芬蘭人口約 520 萬、丹麥人口約 520 萬、法國約 6200 萬人），並對照主要國際科學教育期刊的研究篇數，可以發現依人口比例上瑞典的科學教育研究成果斐然。再分析此次參訪機構所在大學相較於該國全部於四種科學教育期刊的發表情形，比例由高到低依序是赫爾辛基大學（8/18）、巴黎第七大學（15/49）、林雪平大學（1/35）、哥本哈根大學（0/5），顯示赫爾辛基大學與巴黎第七大學均是該國科學教育研究的重要大學；而哥本哈根大學的 Institut for Naturfagenes Didaktik 才甫成立，因此科學教育研究看來才剛起步，這和我們的實際參訪觀察結果一致。再進一步分析表中論文作者所屬國家，共同作者是來自不同國家機構（國際合作）篇數部份，瑞典有 9 篇、芬蘭有 3 篇、丹麥 0 篇、法國 6 篇，顯示瑞典也有進行較多良好的國際合作經驗。而此參訪行程的目的之一，也希望能夠促進台灣與歐洲各國在科學教育研究上進行國際合作的可能性。

表一 四種主要科學教育期刊分析

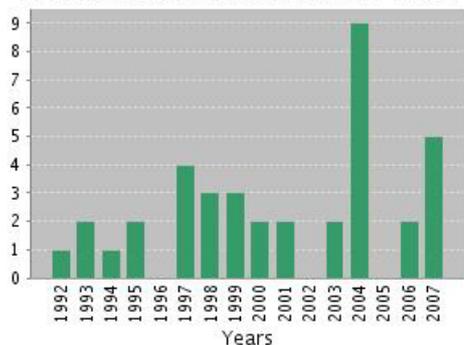
		國家				
期刊名稱（發刊時間）		瑞 典	芬 蘭	丹 麥	法 國	
	2006 影 響係數					
1.	Science Education (自 1916~迄今)	1.362	8	3	1	5
2.	Journal of Research in Science Teaching (自 1963~迄今)	1.022	4	1	0	2
3.	International Journal of Science Education (自 1979~迄今)	0.415	21	13	4	42
4.	Research in Science Education (自 1971~迄今)	0.152	2	1	0	0
合計篇數			35	18	5	49

## 參、分析主要參訪機構的研究主題

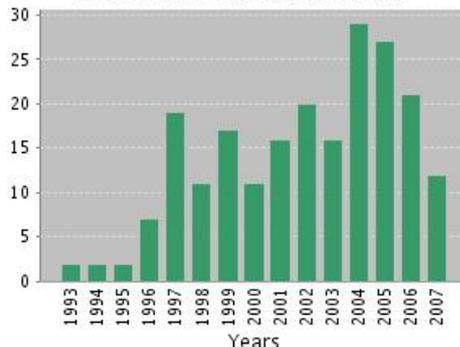
初步分析各國在四種主要期刊的科學教育研究主題，發現主題呈現多樣化，交叉比對後發現法國、瑞典與芬蘭都有研究者針對「research-based teaching」、「teaching-learning sequence, TLS」主題進行研究，而法國針對該主題的研究最多。另外，分析法國在四種科學教育主要期刊中共 49 篇的研究機構，其中 15 篇來自巴黎第七大學，再進一步發現這 15 篇全部來自同一個物理教學實驗室（Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques ,LPDS），因此有必要對 LDSP 的運作進行瞭解，也需要對該研究主題進行瞭解。

為瞭解全世界關注「以研究為基礎的教學」與「教學序列」研究情形，作者使用 Web of Science 資料庫進行分析，搜尋 SCI、SSCI、A&HCI 三大類期刊，以「research-based teaching」和「teaching-learning sequence\*」為關鍵詞合併搜尋，總共找到共發現 38 篇文章，相關研究最早出現於 1992 年，由發表與引用情況可發現該主題逐漸被重視。

Published Items in Each Year



Citations in Each Year



圖一、每年教學序列相關研究發表情形

圖二、每年教學序列相關研究引用情形

本次歐洲科學教育參訪邱美虹教授特別安排到法國巴黎第七大學，其主要目的之一是去瞭解以 Martine Méheut 教授為主的 LDSP 團隊針對以研究為基礎的教與學序列研究 (research-based teaching and learning sequence) 情況。國際期刊 International Journal of Science Education 於 2004 年也出版一本有關教學序列的研究專刊，顯示這個研究主題正逐漸形成並被重視。參訪後發現該研究團隊的成員除了由該研究所教師組成，亦包含鄰近大學教師共同參與研究計畫，而該團隊所有成員僅針對此一主題共同發展研究是值得我們參考與學習。但是於本次的交流活動中 Méheut 教授對於 TLS 僅有簡單的介紹，於是引發我個人深入瞭解的動機。

#### 肆、以研究為基礎的教與學序列

Meheut and Psillos (2004)指出 TLS 偏向於是一種以主題取向的序列，文獻上曾進行的相關研究主題有光學、熱、電流、物質的結構、流體、呼吸與光和作用。TLS 同時包含調查活動與教學成果兩種特徵，針對一個特定主題的教學與學習進行研究與發展的連結。並期望建立一個如同“生產工程學”般的有效率教-學組合，另一方面如同實驗研究般來分析學習路徑以及驗證假設。因此，設計一個 TLS 教學時需注意內容分析、認識論、學生的概念、動機、學習和教學理論、與教學的限制。TLS 是一個逐步以研究為基礎的演化歷程目標是讓科學和學生的反思進行交錯。此外。TLS 是一種介入式研究活動與也是一種教學成果，如同傳統課程單元組合，包括以經驗為根據能依學生推理調適的研究良好的教-學活動。有時教學上指引也應該包括學生的期望反應。TLS 設計上主要是要清楚探究認識論上與教法學上的交互作用的情形。在認識論上需注意在科學方法、精緻化的過程、科學知識的確認之假設。在教法學上需注意教師的角色、教師與學生的互動、學生的程度、與學生間的交互作用情況。

在教學內容、教師教學與學生學習三者之間應有更好的連結，如 Duit, Komorek 和 Wilbers (1997) 提出教育改造 (Educational Reconstruction) 的想法，強調教學內容結構的分析、學生經驗的調查與教學的建構三者之間應該要相互連結，且這是循環而非線性的過程。而教學的建構必須值基於教學內容結構的分析、學生經驗的調查之上。Viiri 和 Saari (2004)提出在教學內容結構的分析部份主要是分析教學內容中適合學生程度的重要概念與想法，在經驗的調查部份是分析教科書中解釋的類型，內容相關的科學解釋、與教科書的解釋如何考慮潛在學生的學習困難。並且此文章清楚呈現整個教學流程，例如教師說明、教師引導對話、學

生討論等各部份的時間與順序，值得未來進行教學研究者參考。

Viiri and Saari (2004) 指出科學教育的研究取向之一有關實踐相關的研究，更應聚焦於探究教學與學習的過程，並且要考慮實際教學工作者的需求。研究工作成果大量的發表，但於一個單一序列的設計其中明顯與隱含的假設卻很少被討論。這也就是為什麼 TLS 強調以研究為基礎的教學序列，設計上是要探討教與學背後的基本假設。

在開始建構教學架構時的分析上，Meheut and Psillos (2004)指出有三個面向需要考量：1.認識論的面向：分析被教導的內容、對問題的回答與歷史起源。2.心理-認知面向：分析學生的認知特徵。3.教學的面向：分析教學機構的功能。Buty, Tiberghien 和 Le Marechal (2004)指出發展一個教學序列時，教學設計部份應該注意到下列事項：1.確認被教導的學校科學知識。2.考量在學生平常使用的社會語言中科學如何被概念化，此時應該由研究文獻中確認學生的迷思概念與日常推理。3.比較由前述兩點後確認學習的需求。4.發展教學的序列。在教學序列的研究設計上主要組成包含下列部份：1.教學序列的設計立基於結構完整的理論架構，並包含學習假設來說明學生初始概念。2.使用在相同主題比較的兩個不同的模型方法來分析教學序列的有效性。3.在教學序列中確認出教師的關鍵角色。設計教學序列是一個複雜的活動，它必須考量三個主軸：知識、學習與教學，且不能疏忽教學進行的場所與使用的媒介(Cole and Engestrom, 1993, Laborde et al. 2002, 引自 Buty et al. 2004)。

Viennot, Chauvet, Colin 和 Rebmann (2005)指出以研究為基礎的教學序列是一個整體基本原理間的共振，但是針對光學主題的實徵研究發現，這些實際的關鍵細節與基本原理之間的連結對教師而言是不容易瞭解的。因此，未來 TLS 應用實際教學推廣上，還需要有更好的教師訓練步驟。

綜合上述，TLS 是一個整體考量的教學設計，而在設計教學時需注意背後的理論架構，而在實際進行時也要考量教學的實施流程與順序，並詳加紀錄與分析，找出影響學習成效的關鍵。

## 伍、結論與心得

感謝國科會科教處規劃 2007 年歐洲科學教育研究參訪團，使作者有機會能實際參訪歐洲科學教育研究機構，增加學術視野並瞭解其他各國的研究環境，與各團隊研究運作的情況。經由分析各國的科學教育研究成果後，針對法國 LDSP 團隊以研究為基礎的教學序列的主題進行探究，且該團隊集中於一個主題來進行長期研究且成果豐富，也值得我們學習效法。此外，在法國和該團隊主持人 Meheut，及與 Viennot 等作者都有面對面的交流與討論，閱讀相關文獻時感覺似乎距離拉近了些。在未來，希望能加強國際交流與合作的機會，以提升國內科學教育的研究成果，並且能將這些研究成果如 TLS 研究般能實際直接被學校教師所應用。

## 陸、致謝

感謝國科會經費補助（計畫編號：NSC 96-2517-S-241-001-），與國立台灣師範大學科學教育研究所邱美虹教授規劃行程與帶團參訪，在此特致感謝。

## 柒、參考文獻

1. Buty, C. Tiberghien, A. , & Le Marechal, J. F. (2004). "Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences." International Journal of Science Education **26**(5): 579-604.
2. Duit, R., Komorek, M., and Wilbers, J. (1997). Studies on educational reconstruction of chaos theory. *Research in Science Education*, 27, 339–357.
3. Meheut, M. and D. Psillos (2004). "Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research." International Journal of Science Education **26**(5): 515-535.
4. Viennot, L., Chauvet, F. O., Colin, P., & Rebmann, G. (2005). "Designing strategies and tools for teacher training: The role of critical details, examples in optics." *Science Education* 89(1): 13-27.
5. Viiri, J. and H. Saari (2004). "Research-based teaching unit on the tides." International Journal of Science Education **26**(4): 463-481.

# 芬蘭科學教育 PISA 光環後的另一章-學生科學學習興趣的重視

丁信中

嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育學系

thc@mail.chna.edu.tw

## 壹、芬蘭科學教育參訪簡介

此次歐洲科教參訪包含瑞典、芬蘭、丹麥與法國等。芬蘭站的參訪對象為赫爾辛基大學與赫爾辛基大學附屬中學。此站學術交流會議的主席為 Jari Lavonen 教授，Lavonen 教授任職於應用科學教育系編制下的數學與科學教育中心(註.赫爾辛基大學的應用科學教育系有許多教育研究中心)。其他出席學術交流會議的芬蘭學者共有四位，Veijo Meisalo 教授、Jarkko Lampiselkä 博士、Kalle Juuti 博士等三人皆任職於數學與科學教育中心，他們與 Lavonen 教授組成研究團隊參與許多跨國研究計畫，例如：PEC、ROSE 等；另外，Lasse Lipponen 博士則服務於應用科學教育系編制下的教育心理中心。

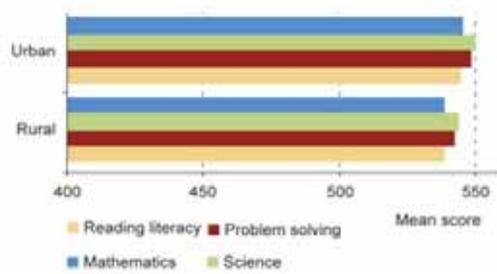
此份心得報告所要探討的內容為學術交流會議中，Lavonen 教授對於芬蘭科學教育現況與芬蘭 PISA 2003 測驗成就的分析，以及 Lavonen 教授和其研究團隊 Meisalo 教授等人參與挪威奧斯陸大學(university of Oslo) Camilla Schreiner 教授與 Svein Sjoberg 教授所籌劃的跨國 ROSE (The Relevance of science Education)計畫的部分研究成果。探討的角度將從芬蘭 PISA(Programme for International Student Assessment) 2003 的成功經驗與 Lavonen 教授等參與 ROSE 2004 的相關研究成果，來看芬蘭科學教育的特色，並且將以上的分析結果與我國 TIMSS 2003 的測驗結果進行綜合探討。希望藉由芬蘭科教經驗的分析結果，提供國內的科學教育發展些許的參考。因此，本報告的分析問題如下：

- 一、芬蘭 PISA 2003 的成功經驗與芬蘭參與 ROSE 計畫的研究成果為何？
- 二、以芬蘭科學教育經驗，來看台灣 TIMSS 2003 的測驗結果？

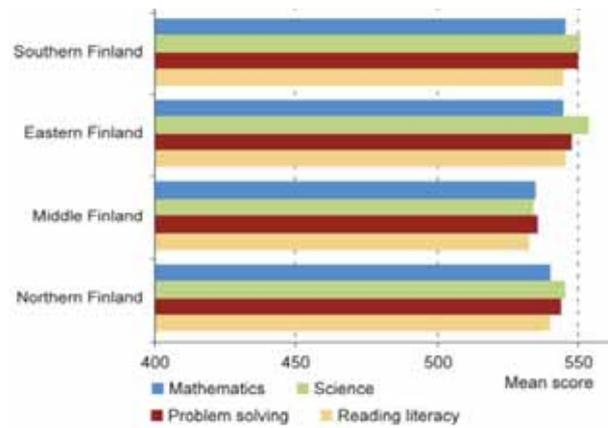
## 貳、芬蘭 PISA 2003 的成功經驗

### 一、芬蘭 PISA 2003 的測驗表現

芬蘭的教育受到各國的關注，起始於 2003 年經濟合作暨發展組織(OECD, Organization for Economic Cooperation and Development)所進行的學習程度調查(PISA)，在全球 41 個國家的四項測驗能力排名中，芬蘭分別獲得數學能力第二名，閱讀能力第一名，科學能力第一名，問題解決能力第三名，以及總成績第一名等好成績。芬蘭教育部於 2005 年 3 月曾經在赫爾辛基舉辦「芬蘭 PISA 成就研討會」與各國分享他們成功的經驗。Lavonen 教授則強調芬蘭 PISA 2003 測驗結果顯示，其城鄉與各區域的差距小。



圖一、芬蘭 PISA 結果的城鄉差距



圖二、芬蘭 PISA 結果的各區域比較

這個發現與台灣 TIMSS 2003 的結果明顯不同。此外，Lavonen 教授也提到芬蘭不同學校中學生的數學能力在 PISA 2003 測驗結果的變異數小，意即芬蘭各個學校的教育品質是相近的，同時都擁有良好的教育品質。

此次參訪學術交流會議中，Lavonen 教授則針對芬蘭科學能力的表現提出個人看法與說明。他提到，芬蘭的國家課程強調科學教育的目的在幫助學生：1.了解科學本質，2.學習新的概念、原理與模型，3.發展實驗的技能，4.合作學習，以及 5.促進學生學習科學的興趣。至於，芬蘭學生在 PISA 2003 科學能力向度的優越表現的理由，則包含如下：

- (一)芬蘭文化：傳統對於教育的信任(沒有督察與全國測驗等)與教師地位的尊重。
- (二)教育政策：中央政府將決策權力與責任下放至各地方機關(地方當局可以課稅、規劃地方性課程、籌劃測驗與使用這些資料來評估當地教育政策)。
- (三)綜合中學：綜合中學為 1-9 年級，由政府提供免費的學校教育包含：教材、午餐、交通與健康、以及組織完善的特殊教育機構等。學校訓練包含：學科教育、小組活動、高品質的實驗等。校長是教學方向的決策者。
- (四)師資培育：高品質的中、小學師資，教師的學歷皆為碩士以上。中學科學教師的教學對象為 7-12 年級，他們於師資培育過程必須選擇主副修課程(例如：主修數學與副修物理)。至於，小學教師一般則授課 13 個科目，特別的是他們在師資培育過程皆必須選修數個科學學分。

Lavonen 教授也在會議中引用其他芬蘭學者的研究報告，將芬蘭教育政策與全球的教改運動進行比較(Hargreaves, Earl, Shawn & Manning, 2001; Sahlberg, 2004)。他提到芬蘭教育政策的發展具有幾項特色，明顯不同於全球教育改革趨勢：1.學校課程強調適應性與多樣性，2.強調廣泛的學習，3.文化信賴教育專業。

表一、芬蘭教育政策的發展與全球的教改運動的比較

	全球教育改革運動	芬蘭教育政策的發展
內 涵	標準化	適應性與多樣性
	對於學校、教師與學生等給予各種標準，藉以改善教育品質。	學校本位課程的發展，透過資訊與支持而形成網絡。
	強調讀寫與計算能力	強調廣泛的知識
	教改目標在讓學生達到閱讀、寫作、數學與科學等的基本知識與技能。	強調廣泛地學習；公平對待個人的發展、品格、創造力、知識與技能。
	間接的責任	文化信任專業
	學校課程受限於督導，最後流於獎勵學校與教師或是讓他們精疲力盡。	尊重教師與校長的專業判斷，對於學生的學習而言最好的是什麼。

## 二、芬蘭參訪機構的科教研究

芬蘭的科學教學方法是否有所獨到之處。針對我們的疑問，Lavonen 教授提到他們關於教師科學教學方法的有趣研究。他們利用問卷調查學生對於教師教學方法的興趣，此問卷中的教學方法可區分為三個向度：1.教師課室教學、2.小組互動與 3.校外教學資源等(Donnelly & Jenkins, 2001, Angell et al., 2004)。此問卷的每個問題各有兩個答題選項，分別為 1.你覺得老師現在的教學是與 2.你所希望的教學是，以李克氏五點量表評分(1 從未, 2 很少 1-4 次/學期, 3 有時 2-4 次/月, 4 經常 2-3 次/週, 5 每天)。此研究隨機選取 75 所芬蘭綜合中學，每所中學選取 65 位 9 年級學生與他們的老師，總樣本數為 3626 學生與 178 位老師。研究結果顯示，學生認為老師現在的教學方法的前三名(mean<sub>wish</sub> 與 mean<sub>now</sub> 皆>3.5)，分別是：教師能呈現新的教材、問題解決與小組分組操作，這些教學方法出現的頻率也符合學生們的期待。至於，與學生期待有所落差的則是：老師能使用學生的想法(mean<sub>wish</sub>>3.5, but mean<sub>now</sub><2.5)、小組討論(mean<sub>wish</sub>=3, but mean<sub>now</sub><2)、參觀科學博物館(mean<sub>wish</sub>=3, but mean<sub>now</sub><2)等。

由此站的學術交流會議過程發現，芬蘭對於科學教育的發展並非只在於滿足PISA測驗的成就。Meisalo教授提到，從1994至2004芬蘭的課程發展皆強調實驗活動的重要。1999年芬蘭的課程架構提到實驗活動包含實驗室工作、教師示範實驗與學生的動手操作，實驗活動有助於科學概念、科學模型與自然定律的理解與應用。2004年芬蘭核心課程(Finnish Core Curriculum)更強調藉由支持實驗活動來協助學生學習科學概念和實驗技能、理解科學本質與促進學生學習興趣和動機。

近幾年，Lavonen教授所組成的研究團隊注意到應該由學生的角度來看學校的科學教學與學生對於科學學習的興趣、動機與想法，而進行一些相關研究。除了先前了解學生對於學校科學教學的想法外，Lavonen教授與Meisalo教授等也進行許多關於學生科學學習興趣與學習態度的相關研究，並且參與由挪威奧斯陸大學Schreiner教授與Sjoberg教授所籌劃的ROSE計畫。

ROSE計畫為SAS(science and scientists)計畫的延伸。ROSE計畫的目的在於由學習者的觀點來看科學與科技學習的重要因素，科學與科技的課程應該考慮學習者的需求，希望藉此研究的結果協助各國對於科學與科技課程規劃的參考。ROSE計畫參與的國家共有43國，主要以歐洲國家為主，東亞參加的國家則有日本與菲律賓。ROSE不像TIMSS與PISA等測驗的目的在於測量學生對於科學概念的理解程度，ROSE的目的則在於了解學生情意上與態度上對於科學與科技的想法。ROSE測驗的工具，在於描述學生對於科學與科技所擁有的相關經驗、他們

對於科學與科技相關內容的興趣、以及他們對於生活中科學與科技的觀點與態度。同時，描述學生對於學校科學學習有什麼的經驗與想法、以及他們對於未來生活有什麼樣的規劃與目標(註.1)。

在此次學術交流會議中，Meisalo教授也報告了部分他們團隊在學生學習態度、興趣與動機等方面，以及ROSE計畫的研究成果，以下將分別說明。

(一)學生學習態度方面，Lavonen教授與Meisalo教授等的研究發現，芬蘭中學生對於科技的正面評價為：1.接受科學與科技對社會很重要，2.科學與科技可以改善生活，3.科學與科技使得工作更有趣，4.科學與科技帶來的好處比破壞多，5.年輕人喜歡資訊教育等；至於，負面評價則為：1.他們不喜歡學校的科學與科技課程，因為它們是困難與乏味的，2.他們對真實科學(real science)較有興趣，但是對學校科學課程的興趣缺缺，3.科學與科技課程塞滿太多正確答案，缺乏創意與想像力，4.他們對於科學與科技的學習與相關的職業工作有所遲疑，5.他們對於科學家有著負面的看法等。

(二)學生學習興趣與動機方面，Lavonen教授根據他們對芬蘭中學生學習興趣與動機的研究成果，建議促進學生動機的10項教學方法，包含：1.抓住注意力，2.社會性的動機，3.好奇心與可用性是動機的來源，4.鷹架的支持，5.理想的目標，6.立即的回饋最為有效，7.獎勵與處罰的刺激，8.避免過度緊繃的壓力與焦慮，9.行為的模範刺激學生對專業知識的努力，10.價值的討論刺激對價值的欣賞(Lavonen, Meisalo, & Byman, 2007)。

(三)芬蘭ROSE測驗方面，Meisalo教授提到部分的研究成果。他們的研究結果發現，高中生對於物理的負面評價主要原因來自於1.課程所學與未來生活無關、2.自己的物理程度不好與3.物理知識太過於專門等，女生與男生在前兩項的回答有著顯著差異。

### 參、芬蘭科教的經驗與台灣 TIMSS 2003 經驗

根據國際數學與科學教育成就趨勢調查TIMSS 2003的結果，台灣國二及小四數學成就都排名全球第四，科學成就則排名全球第二，與第一名的新加坡並無顯著差異。TIMSS2003調查共有49國參與，台灣學生在數學與科學的表現優良，男女生差異小。然而若將此次成績與TIMSS 1999的結果比較，在國中二年級數學與科學成就趨勢不見進步。此外，此次測驗結果顯示台灣學生學習的興趣與信心指標偏低，落在國際平均值之下。台灣學生在數學與科學的學習成就與家庭經濟以及教學資源有著正相關，家庭經濟及教學資源存在著城鄉差距(張秋男, 2005)。

進一步的分析發現，我國是屬於科學高成就的國家，可是學生屬高層級科學評價的比例卻敬陪末座。同時，我國國中二年級學生和國際間的學生相比，對於科學的喜好較為缺乏，而且自信程度不足。無獨有偶，在亞洲地區，除新加坡略高外(仍低於國際平均值)，其餘香港、韓國與日本皆敬陪末座。在升學壓力與父母師長高期望的社會文化下，亞洲學生普遍對自己的科學學習沒有信心(邱美虹, 2005)。

將國內學者TIMSS 2003台灣測驗結果的分析對與芬蘭學者對PISA 2003測驗結果的分析進行比較可以發現，台灣與芬蘭在科學與數學成就的表現在國際排名上皆為優良，然而台灣學生的學習成就存在著城鄉差距，並且缺乏科學興趣與自信。今年TIMSS 2007的測驗結果將陸續公佈，令人好奇的是以上現象是否仍然存在。對於城鄉差距與校際間辦學的品質方面，芬蘭透過中央政府將決策權力的下放、免費的學校教育、中小學高品質的師資、傳統文化對

於教師專業的尊重等，芬蘭有著成功的經驗。雖然，芬蘭在PISA 2003測驗中並未發現學生缺乏科學興趣等，然而芬蘭卻積極地參與挪威奧斯陸大學所籌劃的ROSE計畫與進行學生科學學習態度與興趣的相關研究，希望藉由這些研究結果更進一步地促進學生學習的動機，提升科學教育的品質。這些前瞻的規劃值得我們參考，對於台灣而言，如何提高學生對於科學學習的動機與興趣將是當前重要的課題之一。

表二、TIMSS 2003 台灣與 PISA 2003 芬蘭測驗結果的初步比較

	TIMSS 2003 台灣	PISA 2003 芬蘭
成績	科學成就第二、 數學成就第四。	科學能力第一名、閱讀能力第一名 數學能力第二名、問題解決第三名， 總成績為第一名。
測驗 結果 分析	1. 男女生的成就差異小， 2. 與 TIMSS 1999 比較，國二學生的 科學與數學成就趨勢並未進步， 3. 學習成就存在著城鄉差距， 4. 對科學的喜好缺乏， 5. 對科學的自信指數低落等。	1. 城鄉與各區域的差距小， 2. 各個學校的教育品質高且相近， 3. 男女生的成就有差異，女孩的成 績比男孩好等。

註 1.ROSE(The Relevance of science Education)的問卷，包含以下幾個向度：A. What I want to learn about 48 題(學科的單元內容，例如：宇宙、恐龍、基因、放射線、人造衛星等)，B. My future job 26 題(未來執業的傾向，例如：幫助他人、獨立工作、符合我態度與價值的工作等)，C. What I want to learn about 18 題(日常生活的事物，例如：電腦如何運作、光學儀器如何運作、生命與死亡、星星為何閃爍和天空為何是藍色等)，D. Me and the environmental challenges 18 題(對環境問題的看法，例如：環境問題過於誇大、我們都可以為環保做出顯著的貢獻、人類的活動幾乎對環境是有害的等)，E. What I want to learn about 42 題(日常生活的事物與現象，例如：夕陽如何染紅天空、如何控制流行病、藥草的用處、能源如何用更有效的方式儲存與使用、為何科學家們有時意見不同等)，F. My science classes 16 題(求學過程的科學經驗，例如：學校的科學是困難的學科、學校的科學學習對我的日常生活是有幫助的、科學增強我對自然的欣賞等)，G. My opinions about science and technology 16 題(對科學與科技的看法，例如：科學與科技將找到治療癌症等疾病的方法、科學與科技導致環境問題、科學家是中立與客觀的等)，H. My out-of-school experiences 61 題(你多常在校外從事以下工作，例如：試著找尋天空中的星座、採即可食用的果實與植物、使用手機、收發電子信件、補腳踏車輪胎、換汽車電池等)，I. Myself as a scientist 假想你現在已成年並且從事科學工作，你可以自主地研究你覺得有趣與重要的事物，請寫下作為一位研究者你想研究什麼並說明為什麼？，J. How many books are there in your home? 不包含雜誌。

#### 肆、建議

能夠參加此次 2007 歐洲科教參訪團，要感謝國科會科教處的美意與補助。更要感謝邱團長美虹教授的帶領。由於，邱團長周密地規劃與出訪前費心地和聯繫安排，我們才能有豐

富的收穫。在此次歐洲科教參訪的瑞典、芬蘭、丹麥與法國等四個國家中，我們皆與對方進行了相互的學術報告交流。在各國參訪機構了解彼此的研究狀況與興趣之後，四個國家的此次會議主席皆於會議後，補充了許多相關的研究著作提供我們參考。瑞典 Linköpings 大學的 Helge Strömdahl 教授更是延長議程，為我們報告他目前尚未發表的研究。各國高中的參訪安排，也讓我們進一步接觸了各國科教實務發展的現況。這部分，則要感謝瑞典代表處與各國參訪機構負責教授的鼎力協助，我們才得以進入到教學現場，跟各國中學教師與學生們有著直接的對話與互動。

對於此次的歐洲科教參訪機會，只有著許多的感謝。希望，國科會科教處日後能延續類似的補助，讓國內的年輕學者們能擁有後續的機會參訪國外優秀的科教學術機構，拓展研究思維的方向與增進對各國科教實務的了解。這些經驗將會比參加國際學術研討會的收穫來得更加深刻與充實。

## 伍、參考文獻或相關資料

邱美虹 (2005) TIMSS2003 台灣國中二年級學生的科學成就及相關因素之探討。科學教育月刊，282，2-40。

Lavonen, J., Angell, C. Byman, R., Henriksen, E. & Koponen, I. 2007. Social Interaction in Upper Secondary School Physics Classrooms in Finland and Norway: a Survey of Students' Expectation. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 50(1).

Lavonen, Jari; Byman, Reijo; Juuti, Kalle; Meisalo, Veijo & Uitto, Anna. (2005). Pupil Interest in Physics: A Survey in Finland. *Nordina*(2).

Schreiner, Camilla & Sjøberg, Svein (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education (pdf)* (Acta Didactica 4/2004). Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.

# 歐洲四國的研究主題分析與省思

張淑女

真理大學通識教育學院自然學科

shunu@ms3.url.com.tw

俗話說：「讀萬卷書，不如行萬里路」。感謝國科會的補助，讓筆者可以參與此次歐洲學術參訪之行。在短短的 18 天行程，在邱美虹教授的帶領之下，一行七位教授總共拜訪了四個國家，包括：北歐三國（瑞典、芬蘭、丹麥），以及南歐的法國，行程緊迫，但收穫十分豐碩。本篇文章旨在針對這次參訪的四個國家的科學教育研究單位所交流的研究主題進行分析與省思，與國內科學教育的社群分享此次的收穫。

## 1. 瑞典—林雪平大學

在瑞典所參訪的是林雪平大學的 FondD program，由 Helge Strömdahl 教授負責接待與規劃雙方交流的兩天會議。這個 program 主要是為了幫助瑞典培養更多的科學教育博士，因此，瑞典的教育部支助了很多經費成立這個跨校的 program，同時也邀請國際知名的科學教育學者參與指導科學教育之論文研究，也會定期舉辦學生與國內外學者的交流聚會。針對 FondD program，反觀台灣對於培育科學教育博士比瑞典提早了許多年，但是，台灣科學教育的碩博士生交流似乎就顯的較不活絡，成立跨校指導碩、博士生的指導教授群，以及定期舉辦非正式的學術交流活動，筆者認為很值得移植於國內科學教育領域實施。有關 FontD program 的詳細資訊可參考網站 [www.isv.liu.se/fontd](http://www.isv.liu.se/fontd)。

有關 FontD 的研究重點有下列四點，供讀者參考。

1. 分子模型的視覺化研究 (Rundgren, 2006)。
2. 科學概念的語言學與符號學，及其在概念改變與多元表徵的影響 (Carstensen, A-K & Bernhard, J. 2003)。
3. 科技教育(Klasander, C. 2007)。

視覺化研究是目前研究的主流，在台灣似乎還缺少這個部份研究人力的投入，因此，在這次去瑞典林雪平大學，筆者特別對於他們的視覺模擬研究中心 (Norrköping Visualization and Interaction Studio, NVIS) 的研究感到興趣，希望未來台灣可以有團隊與對方進行合作。概念改變與表徵的研究，在過去於台灣已經有許多相關的研究成果，而在 FontD 所獲得的新取向是運用語言學與符號學去進行新的研究探討，值得雙方進行進一步的交流與分享。對於科技教育研究與台灣的差異是，他們從小學教育開始著手，設計教學材料，例如運用圖畫書的設計來教導學生飛機等科技產品，筆者認為台灣的小學科學教育是似乎需要更多的人力投入來促進與培養學生的科學素養，因此，『科技教育從小學著手』是值得我們學習的一環。

## 2. 芬蘭—赫爾辛基大學

在芬蘭所參訪的是赫爾辛基大學，由 Jari Lavonen 教授負責接待與規劃雙方交流的兩天會議。從他們所安排的報告者所呈現出來的研究似乎有下列三個研究的面向。

- (1) 運用數位學習平台幫助教師教學技巧的培養，以及如何促進學生的科學概念學習 (Lampiselkä, J., Juuti, K., Lavonen, J., Suomela, L. & Ahtee, M., 2007)。
- (2) 學生對於科學、科技的態度研究 (ROSE project)。
- (3) 學生的科學讀寫研究 ([www.edu.helsinki.fi/pec](http://www.edu.helsinki.fi/pec))。

反觀台灣目前的科學教育，數位學習也是台灣近幾年科學教育研究的主流，數位學習應用在教學實務的推廣也不斷在加速。有關學生對於科學與科技的態度研究，過去台灣已經有相關對於科學與科技態度的研究，在芬蘭所呈現的 ROSE 計畫，是依個由挪威 Svein Sjøberg 教授所主持的國際性研究計畫(<http://www.ils.uio.no/english/rose/>)，目前筆者也正參與此計畫，同時與香港及大陸的三所學校合作，探討台灣九年級學生的科學與科技態度。關於科學閱讀與寫作的研究，在芬蘭已經執行一段時間，成果豐碩，台灣則於近兩三年開始重視這方面的科學教育探討，芬蘭的成果是值得參考([www.edu.helsinki.fi/pec](http://www.edu.helsinki.fi/pec))。

### 3. 丹麥—哥本哈根大學

在丹麥所參訪的是哥本哈根大學的科學教育研究所，由 Jens Dolin 教授負責籌劃此次台灣與丹麥雙方學術交流。基於此研究所成立不久，因此，科學教育的研究還尚未有完整的成果可以分享，不過，仍可以針對所報告的研究主題整理出下列的兩大研究方向：

- (1) 教學設計：著重於學習與教學設計的理論、工具的發展、及教育的實務。
- (2) 職前與在職教師的教育：建立教師的知識與本體。

值得一提的是，針對職前與在職教師教育的部份他們發展 DidakTips，此工具主要是收集許多教學實務相關的文獻與探討實際面臨的問題，進行分享；此外，還藉由 MONA 期刊的發行，促進科學與數學教師的職前與在職教育；同時，他們不定時在大學的學校內或校外舉辦教學講習與工作坊。而在教學設計方面的研究，他們目前的研究是散佈於多種的學習領域，可能跟目前在他們研究所授課的教授與博士生們所屬的學科背景有關，領域包括：博物館教育的研究、健康教育、醫藥學系方面的研究、工程學系方面的研究、地理定位系統 GIS 的研究等等。反觀台灣的科學教育研究，似乎大多數仍著重於國小至高中的體系，漸漸地大學教育、通識教育與博物館等多元教育系統的結合，是值得關注與可以發展的方向。

### 4. 法國—巴黎第七大學

在法國所參訪的是巴黎第七大學的 LDSP (Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques)，由 Martine Méheut 教授負責規劃台法雙方交流的兩天會議。筆者在去法國之前，就知道法國人是樂於享受生活的，所以對於法國學術研究人員的工作與生活態度抱持著高度的好奇心。在與 LDSP 的教授們碰面之後，除了訝異於與會的四位教授之性別皆是女性之外，在會議中也充分地了解到她們的學術表現十分卓越，已經有好幾篇文章發表於國際著名學術期刊，而在會議之餘的交流也讓筆者體會到，她們安排生活時間的能力，能夠在繁忙的學術工作與休閒生活之間尋求「平衡」，這或許是國內學術研究人員可以學習之處。談到學術研究的方向，在 LDSP 的研究主要有下列方向：

- (1) 學生的概念與推理過程：力學的部份包含牛頓理論、摩差力等概念；電子動力學包括電流概念與學生的推理方式；光學部份有視覺、顏色、折射等概念 (Kaminski, 2007; Laurence, 2007)；熱電學的研究涵蓋熱與溫度、氣體動力學等；化學的概念有物理化學的轉變、化學平衡、滴定法等。

- (2) 教學序列的研究：認知衝突取向、建模取向、科學史(De Hosson, 2007)、與實務應用。

教學序列的研究在台灣算是比較新的研究，LDSP進一步結合認知衝突取向、建模取向、科學史的研究，是可行的研究結合，值得國內科學教育學者進一步交流與研究。此外，值得一提的是，LDSP的研究似乎都將實驗設計以最簡單的方式進行而達到最大的教學研究效益，所關心的問題也偏向學生對於科學概念的學習興趣與動機，這些都是教育最根本的議題！

#### 肆 建議

真的很感謝國科會給予補助，促成這此次的歐洲學術參訪活動，收穫非常豐富，未來希望可以有機會再與其他國際的學術單位進行學術交流。由於這次是屬於與歐洲四個國家研究單位的學者比較初期的接觸，未來可能的話，可以進一步規劃單一國家的幾個研究單位的訪問，在交通往返的時間上可以比較節省，同時也可以針對該國的教育制度與學術研究有更深入的了解。

#### 伍 參考文獻或相關資料

- Carstensen, A-K and Bernhard, J. (2003). What questions are raised during labwork? *Proposal for this ESERA conference*.
- De Hosson, C. (2007). Students' ideas about light and vision: a source for an alternative reading of the history of science. France-Taiwan symposium, Sept. 6-7. Paris 7 University, France.
- Kaminski, W. (2007). Surprising experiments in elementary optics: some propositions to help understand the surprise. France-Taiwan symposium, Sept. 6-7. Paris 7 University, France.
- Klasander, C. (2007). Systems in shade of the artefact. Paper presented in the Taiwan-Sweden symposium, Aug. 27-28. Linköping University, Sweden,
- Lampiselkä, J., Juuti, K., Lavonen, J., Suomela, L. & Ahtee, M. (2007). Primary school student teachers; view about the skill of observation. Finnish-Taiwan workshop, Aug. 30-31. University of Helsinki, Finland.
- Laurence, V. (2007). Attracting students towards physics. Finnish-Taiwan workshop, Aug. 30-31. University of Helsinki, Finland.
- Rundgren, C.-J. (2006). Meaning-making in molecular life science education – upper secondary school students' interpretation of visualization of proteins. *Studies in Science and Technology Education No 2*.

## 歐洲科教參訪心得：

### 由北歐國家學校資訊應用與基礎建設談起

王子華

國立新竹教育大學 教育學系

thwang@mail.nhcue.edu.tw

#### 摘要

今年(2007)8月25日~9月10日，在國科會補助下，國立臺灣師範大學科學教育研究所邱美虹教授帶領了一個學術訪問團，前往瑞典、芬蘭、丹麥、法國等四國進行科學教育學術參訪，行程除包含大學科學教育研究學術交流外，也包含瑞典、芬蘭、丹麥等三國家的中等學校參訪行程，本文主要針對北歐學校的資訊應用與基礎建設進行介紹。整體而言，北歐國家都相當重視資訊融入學校教學環境。在大學方面，瑞典的林雪平大學(Linköpings universitet)成立虛擬實境研發單位，將虛擬實境技術應用於各類教學，而且有豐富成果，在中等學校方面，除了有電腦教室外，也會在開放空間安置電腦，此外，在電腦教室的設計上，也有不少值得我國學習之處，本文對相關主題有進行討論。

**關鍵字：**北歐、瑞典、芬蘭、丹麥、學校資訊基礎建設、虛擬實境

#### 一、前言

近幾年，北歐國家在幾個重要的資訊基礎建設指標上，都有相當亮眼的表現。例如，IDC在2003年6月公佈資訊社會指標(Information Society Index, ISI)排名，ISI是針對全球53個國家的資訊科技利用程度進行評鑑，其中，前五名國家就有四個北歐國家，分別為：瑞典第一名、丹麥第二名、挪威第四名和芬蘭第五名。北歐國家會有這樣好的表現，是因為北歐國家人民教育程度高且生活品質優良，因此，資訊科技得以獲得高度的發展，此外，北歐國家亦致力於投資資訊基礎建設、資訊教育和資訊發展，人民也積極學習善用IT改善生活與工作環境，這些都是北歐國家能在ISI成績亮眼的主要因素(劉芳梅, 2003)。

另外，國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)在2005年6月，公佈全球數位機會指數(Digital Opportunity Index, DOI)排名(ITU, 2005)，該指數針對全球40個國家的資訊通訊指標進行評比，共評比四個向度(引自：莊順斌, 2005)

##### 1. 可負擔性及覆蓋率(Affordability & Coverage)

該向度主要用以評鑑一個國家之人民是否能夠輕易的上網，以及在可負擔的上網費用下，取得任何的ICT服務。包含電話覆蓋率、行動電話費率佔平均每人所得以及上網費用佔平均每人所得等三項指標。

##### 2. 可取得通路及連網設備(Access paths & device)

該向度主要用以評鑑一個國家之人民在使用網路服務時所需付出的代價。包括平均每百人市話線路、平均每百人行動電話用戶及平均每百人個人電腦用戶等三項指標。

### 3. 基礎建設 (Infrastructure)

該向度主要用以評鑑一個國家所具備的基礎網路化程度。包含平均每百人(固定)上網用戶、平均每百人(行動)上網用戶及平均每百人對外網路連線頻寬等三項指標。

### 4. 連線品質 (Quality)

該向度主要用以評鑑一個國家之人民是否能夠取得高水準的上網品質，進而提供進階的上網服務，諸如串流影像、遠距醫療、電子化政府及線上學習等。包含平均每百人(固定)寬頻上網用戶及平均每百人(行動)寬頻上網用戶等二項指標。

ITU 依據上述指標進行評鑑，瑞典、丹麥分居第一與第二名，而我國排名第七，其餘前十名的國家分別為，韓國第三名、瑞士第四名、香港第五名、新加坡第六名、紐西蘭第八名、日本第九名、美國第十名。

除上述全球性的資訊相關統計指標外，歐盟統計局 (The Statistical Office of the European Communities, Eurostat) 在 2006 年針對歐盟的 25 個會員國 (EU25) 的上網情形進行調查 (Eurostat, 2006)，結果如下：2006 年第一季，上網人口比例最高前三名國家依序為：瑞典 (80%)、丹麥 (78%)、荷蘭 (76%)；家庭上網比例最高前三名國家依序為：荷蘭 (80%)、丹麥 (79%)、瑞典 (77%)；企業的網路應用情形前三名國家依序為：芬蘭 (99%)、丹麥 (98%)、奧地利 (98%)；在企業寬頻連網方面，表現最成熟的三名國家依序為：瑞典 (89%)、芬蘭 (89%)、西班牙 (87%) (引自：廖慧美，2006)。

由上述幾項統計調查資料可以發現，北歐國家在資訊與網路基礎建設、資訊與網路應用與數位機會方面的表現都相當優異。在今年 8~9 月份在國科會補助之下，得以前往法國與北歐國家(瑞典、丹麥、芬蘭)的大學進行科學教育學術交流，另外，也在瑞典、丹麥、芬蘭三個北歐國家參訪中等學校的課室教學活動，除中等學校外，另外，在瑞典亦參訪了林雪平大學(Linköpings universitet)的虛擬實境研發單位，因此，有機會實際了解這些國家的學校資訊基礎建設情形，本文將針對這些資訊基礎建設情形做概略性的介紹，並依據我國的現況進行反思。

## 二、瑞典林雪平大學(Linköpings universitet)的虛擬實境研發中心

虛擬實境(virtual reality, VR) 隨著軟硬體技術的成熟，已經逐漸被應用於教育領域，近幾年也開始有一些研究者，針對 VR 所創造出來的虛擬環境(Virtual environments, VEs)應用於教育並進行多面向的探究，希望能夠對這個新型態的學習環境有更深入的認識。所謂 VEs 是利用 VR 技術 建立一個真實的世界或是建立一個全新世界，用以提供一些經驗讓人們可以理解概念，以及在一個可以隨時重複練習與安全的環境中學習執行一些特定的任務(Chittaro & Ranon, 2007)。因為 VEs 具有虛擬真實世界的能力，因此，很容易可以建構出一個符合情境學習理論(situated learning theory)(Lave & Wenger, 1991)的環境，這些特色對於輔助科學概念的學習而言，有相當大的助益。

此次前往林雪平大學的虛擬實境研發中心，參觀了幾個主要的專案設計，首先是 NVIS，這系統設計主要用以進行宇宙太空與天文的教學，NVIS 將真實與向量繪圖的影像，搭配實際的科學運算數據與理論模式，呈現出天體運行的情形(圖一~圖三)。另外，也參觀了另一種虛

擬實境系統(圖四~圖五)，操作者可以藉由操控一個探針，模擬對手進行解剖、注射等動作，而且探針可以虛擬出解剖、注射時，來自手部肌肉或是皮膚一些阻力與觸感相當真實，這對於醫學教育而言，應有相當大的應用價值。圖六是類似 Wii 的一個虛擬實境系統，它可以藉由頭套與手部的感應器，來了解操作者的動作情形，操作者也可以藉由 3D 眼鏡來看到一些 3D 畫面，讓自己也身歷其境的感覺(圖六)。



圖一、瑞典林雪平大學 NVIS I



圖二、瑞典林雪平大學 NVIS II



圖三、瑞典林雪平大學 NVIS III



圖四、瑞典林雪平大學虛擬實境 I(By 周金城)



圖五、瑞典林雪平大學虛擬實境 II(By 周金城)



圖六、瑞典林雪平大學虛擬實境 III(By 周金城)

### 三、北歐國家中小學資訊基礎建設

北歐國家中等學校有一個共同特色，就是空間的規劃與應用都相當的有創意，而且都能夠充分應用學校的空間，創造出可以讓學生活動的環境，因為，他們希望利用這些空間規劃上的創意，讓「學生在下課後也願意繼續留在學校」。以下將針對這些國家的中等學校，如何將電腦與資訊相關設備佈置在學校的電腦教室、專科教室與討論空間，藉以輔助教學活動的進行，做較為深入的介紹：

#### 1. 電腦教室與專科教室



圖七、瑞典 Katedralskolan 高中電腦教室



圖八、瑞典 Katedralskolan 高中  
電腦教室網路線插座



圖九、瑞典 Katedralskolan 高中專科教室



圖十、瑞典 Katedralskolan 高中  
網路線、電源線插座



圖十一、瑞典 Katedralskolan 高中語言教室 I



圖十二、瑞典 Katedralskolan 高中語言教室 II

瑞典電腦教室的設計方式與部份國內學校電腦教室的設計方式類似(圖七)，但是，其網路線連線的設計方式，採用斜角插入方式(圖八)，可以大幅降低網路線插座突起的問題，值得國內學習。瑞典部分專科教室會放置幾部電腦(約 10 台左右)，基本上，會採用 4 台電腦圍成一堆的方式安放(圖九)，這樣的設計除可以充分利用空間外，也有利於小組合作上網搜尋資料與討論的進行，另外，瑞典在專科教室的設計上，相當注意電線與網路線的問題，並不會沿著地面佈線，而會採用懸吊的方式，由天花板來拉線(圖九、十)，以避免阻礙學生的動線。另外，瑞典在語言學習上採用電腦進行發音分析(圖十一、十二)來輔助學習，電腦的安置方式也採用 4 台電腦圍成一堆的方式安置。



圖十三、丹麥電腦教室 I



圖十四、丹麥電腦教室 II

丹麥電腦教室的設計方式與國內大部分學校電腦教室的設計並不相同(圖十三)，是沿著教室三面牆壁排列，如此，將可以讓教室中間的部份空出，進而增加師生在電腦課中互動的機會(圖十四)。



圖十五、芬蘭赫爾辛基大學實習學校  
Helsingin normaalilyseo 專科教室 I



圖十六、芬蘭赫爾辛基大學實習學校  
Helsingin normaalilyseo 專科教室 II

芬蘭方面，專科教室也有陳列電腦設備，是沿著教室單面牆壁排列，大約提供五台電腦讓學生使用(圖十五)，另外，教師也有一台專用電腦(圖十六)。

## 2. 討論空間



圖十七、丹麥學生討論區 I



圖十八、丹麥學生討論區 II

瑞典、芬蘭與丹麥的中等學校，都提供許多學生活動空間，有很多小開放式空間可以讓學生活動，這些開放式空間與教室隔著一個走道(圖十七)，這樣的設計方式除了可以讓學生在下課時有活動的空間外，也可以在課堂中，因應小組討論的需要，讓學生可以離開教室到對面空間討論，以免互相干擾。此外，在這些開放空間中，也擺放了一些電腦，因為這些電腦不是放在教室內，因此，學生只要有帳號與密碼，就可以隨意使用電腦上網(圖十八)，這樣的設計，可以讓更多學生接觸電腦，而讓電腦使用更加普及。

## 三、結論與建議

本次歐洲科教參訪活動，除了與大學的科學教育研究學者交換研究經驗外，也參觀了瑞典林雪平大學的虛擬實境研發中心，另外，也在這些學者的安排下，參訪了當地的中等學校，除了參觀學校教學設備外，也參與了這些中等學校的課室科學教學活動，這些經驗相當寶貴。而本文主要是針對林雪平大學的虛擬實境研發中心與中等學校的資訊基礎建設進行介紹，希望本文能夠讓國內更了解北歐學校的資訊基礎建設方式，讓各級學校在建置資訊基礎建設時，有參考的對象。

整體而言，三個北歐國家都很努力地將資訊融入學校的教學環境中，以林雪平大學為例，最令人驚訝的是，他們願意投資大量資金，來建構一個虛擬實境開發中心，嘗試利用虛擬實境技術，研發可以應用於教育的虛擬實境系統，並且創造出一些很有意義的教學環境，近幾年，隨著網路技術的發展與普及化，虛擬實境技術應用於數位教學環境設計，已經逐漸成為新的趨勢。本次參訪的建議是，國內科教界可以嘗試應用虛擬實境技術開發數位教學環境，並應用於科學教育，因為，虛擬實境技術除可以營造出高度人機互動與同儕互動的環境，實現網路合作學習外，也可以將一些較抽象、不易觀察或是危險的主題，發展為虛擬實境數位教學環境，提昇科學學習的動機與效益。

除上述外，在中等學校的資訊基礎建設方面，各校除了教室有電腦之外，最大的特色是會將電腦安置在許多開放空間當中，讓學生在下課時也能夠使用電腦，希望藉由這樣的設計，讓學生下課後願意繼續留在學校，或是讓學生能夠隨時接觸電腦與使用網路，這對於提升學生的資訊素養而言，有相當程度的助益。然而，這種將電腦安裝在開放空間的設計，在國內較少發現，國內的電腦幾乎都是放置在封閉的空間中，學生下課後並沒有很多機會可以自由接觸電腦，本次參訪的建議是，未來可以嘗試在學校的開放空間中放置可上網的電腦，養成學生隨時接觸電腦與上網查找資料的習慣，這對於提升我國學生資訊素養而言，應有相當的助益。另外，在專科教室中電腦設置方面，北歐國家多採小組方式設計，讓四台電腦圍成一小組，這樣的設計對於促進學生應用電腦進行分組合作學習而言，應有相當的助益，此外，這樣的設計也讓教室空間獲得充分應用，讓師生間的互動能夠更加密集，因為，這樣的電腦放置方式，相較於傳統電腦教室，可以讓老師更迅速到達每一組，並且與每一位學生互動，這樣的設計值得國內採用。另外，在教室內電腦電線與網路線的安排上，這些學校也都盡量避免安裝在地板上干擾學生動線，而改採在天花板佈線垂吊的方式，這樣的設計也值得國內學習，尤其是目前中小學的電腦教室設計，電線與網路線往往都會延地面設置，而影響學生的動線，也容易造成線路損壞，雖然，部分學校會採用高架地板的方式解決此一問題，但是，卻也因此增加不少的電腦教室建置成本。

#### 四、致謝

感謝國科會專題研究計畫 NSC 96-2517-S-134-001 經費補助，讓本文順利完成。

#### 五、參考文獻

- 劉芳梅 (2003)。北歐資訊社會指標領先全球。資策會創新應用服務研究所。取得：2007 年 10 月 3 日，來源：[http://www.find.org.tw/0105/news/0105\\_news\\_disp.asp?news\\_id=2758](http://www.find.org.tw/0105/news/0105_news_disp.asp?news_id=2758)
- 莊順斌 (2005)。ITU：台灣數位機會指數全球排名第七南韓及香港並列第三。資策會創新應用服務研究所。取得：2007 年 10 月 3 日，來源：  
<http://www.find.org.tw/find/home.aspx?page=news&id=3812>
- 廖慧美 (2006)。歐盟會員國經常上網人口近五成男性比例高於女性。資策會創新應用服務研究所。取得：2007 年 10 月 3 日，來源：  
<http://www.find.org.tw/find/home.aspx?page=news&id=4569>
- Chittaro, L. & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49(1), 3-18.
- International Telecommunication Union (ITU) (2005). *ITU Corporate Strategy Newslog - Proposed*

*Methodology for Composite "Digital Opportunity Index" Released.* Retrieved October 3, 2007, Available:

<http://www.itu.int/osg/spu/newslog/Proposed+Methodology+For+Composite+Digital+Opportunity+Index+Released.aspx>

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, New York, NY: Cambridge University Press.

The Statistical Office of the European Communities (Eurostat) (2006). Internet usage in the EU25/Nearly half of individuals in the EU25 used the internet at least once a week in 2006/A third of households and three-quarters of enterprises had broadband internet access. Retrieved October 3, 2007, Available:

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/pls/portal/docs/PAGE/PGP\\_PRD\\_CAT\\_PREREL/PGE\\_CAT\\_PREREL\\_YEAR\\_2006/PGE\\_CAT\\_PREREL\\_YEAR\\_2006\\_MONTH\\_11/4-10112006-EN-AP.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/pls/portal/docs/PAGE/PGP_PRD_CAT_PREREL/PGE_CAT_PREREL_YEAR_2006/PGE_CAT_PREREL_YEAR_2006_MONTH_11/4-10112006-EN-AP.PDF)