
科學讀寫在芬蘭：

科學教育學術參訪團在歐洲之考察返想

黃俊儒

私立南華大學 通識教學中心

「…二〇〇一年十二月，PISA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，OECD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)

前述的報導是〈天下雜誌〉於2003年時，針對2001年OECD所發佈的PISA (Programme for International Student Assessment) 調查結果，所製作的一期專題報導。時間很快地，芬蘭又繼續在2003年及2006年的PISA評比中，閱讀能力再度地名列前茅(分爲第一名與第二名)。相較於芬蘭的表現，台灣在首次參加的2006年PISA評比(針對十五歲學生)中，雖然數學成績傲視全球，但是閱讀能力卻僅在五十七個國家中差強人意地名列第十六名；在相近時間公布的「國際閱讀素養調查」(2006 PIRLS)，是以國小四年級的學生爲主，台灣仍僅在四十五個國家中名列第二十二名。從這些結果中可以發現，芬蘭幾乎是全世界所公認最喜歡閱讀的國家(圖一)，相較之下，台灣則還有許多地方值得加強。

2007年8月，透過國科會科教處所籌

畫及經費補助的「2007年歐洲科學教育學術訪問團」，我們得以有機會親臨包括瑞典、芬蘭、丹麥及法國等國家。除實地考察歐洲科學教育的發展概況外，在這次行程中，我們也首次有機會造訪芬蘭。瞭解他們如何將科學的閱讀及寫作運用在教學，一窺頂尖全球競爭力背後的面紗。

壹、科學讀寫與科學學習

在此次芬蘭的科學教育參訪行程中，主要的考察重點是焦注在芬蘭如何將閱讀及寫作運用在實地的教學情境中。除了因爲芬蘭具有這方面的優良傳統之外，更因爲文本(text)在人類知識傳承的過程中，原本就具有極爲重要的角色。而閱讀與寫作正是一個學習者與文本間互動的最基本型態，也是國內科學教育研究工作所逐漸重視的一環。因爲如果沒有透過文本的傳承，科學恐怕很難發展到現在的地

步，而科學的學習也必然會困難重重。

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。

從這些相關文獻的評述，就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。而對於芬蘭人而言，他們在這方面普遍的傑出表現，常讓人覺得這似乎就像是他們與生俱來的能力一般。從相關數據發現，芬蘭人在家閱讀的傳統已傳承四百多年，是全世界最愛跟圖書館借書的人，每人每年平均借十七本書。此外，調查亦顯示，四一%的芬蘭中學生，最常從事的「休閒活動」就是閱讀 (蕭富元，2007)。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，是一個推動芬蘭科學教育研究及實務的重要推手。並且參訪赫爾辛基大學附屬中學 (University practice school, Helsingin normaalilyseo) 的課室教學及實驗課 (圖二)，因此有機會得以近距離地觀察芬蘭人如何將閱讀及寫作的傳統，應用於科學的教學及師資的專業成長之中。

貳、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（圖三）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），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（相關意義參見附表一）。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。

在這些教學要素中，他們對於學習情境與學習意義之間連結的強調，特別令人印象深刻。記得去年英國媒體曾經披露一則消息，指出一名芬蘭少年舉發俄國電視台不僅將好萊塢電影「鐵達尼號」的畫面剪接到新聞中，並且還分送給各大國際媒體引用刊登，連著名的路透社也沒有發現其中的錯誤。從這一個小例子適可以充分地說明，芬蘭這種「有意義學習」的意義。在生活中發現問題、形成議題，這是芬蘭如此這般的科學教育設計中所體現的特質，也是台灣科學教育所極欠缺的一部份。

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，開關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啓的嶄新教學方法中，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：

「...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...」

(引自 Lavonen, Juuti & Meisalo, 2007, p.5)

此外，還包括了利用訪談(例如訪問科學家或老師)來寫報告、透過對於工業集團(例如著名的 Nokia 公司)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。許多參考的作法均極具巧思，並且與生活的經驗環環相扣。

參、他山之石

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 OECD 進行之 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)；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）。

經由此次在芬蘭的實地參訪過程中，我們透過與赫爾辛基大學研究團隊的互動、中學教學的實地觀察，以及閱讀及寫作相關計畫的內容評析，發覺芬蘭在許多教學的實際作法上，足以提供我們許多寶貴的借鏡。

此外，除了一些實務的作法外，在深層的教育信仰方面，芬蘭亦足堪我們的典範。誠如吳祥輝（2006）於芬蘭進行深度旅行時，在比較台灣與芬蘭教育實況後，所指出的台灣教育問題：

「…台灣的教育體系一直是創造代工業最棒的體系…學生聽命於老師。聽話就好。老師教的全會就是一百分。這種教育培養出台灣人很高的理解力。…照著別人定的規格、標準去做，理解什麼是重點，做出別人所要的…所以，做代工，台灣全球第一名。對台灣人來說，天下無難事，只有原創比較難而已。」

（引自吳祥輝，2006，p.128-129）

這個評論一語中的地指出台灣在教育上的重要問題：重理解，輕思辯。所以

我們有很好的科技代工廠，卻難以有出色的品牌。芬蘭的人口僅有台灣的四分之一左右，卻擁有包括 Nokia, Iittala, Marimekko...等世界知名品牌。

在科學教育的意義上，這問題恰與2006年PISA評比的結果不謀而合。在該調查報告中，我國學生在科學素養的表現上，不偏不倚地，有很好的理解力，但是在論證以及形成議題上，卻是表現不及格。如果相較於此次在芬蘭所進行的科學教育參訪，看見芬蘭人所進行的科學教育，則更可以印證我們的問題所在。

芬蘭不僅有很好的閱讀及寫作的文化傳統，並且他們努力地將這些傳統融合在日常生活中，成爲一種「有意義的學習」模式。學生、民眾樂於閱讀，樂於寫作及溝通，並不是基於他們的考試要求，而是從日常生活中所長成的習慣。因爲 Jari Lavonen 教授告訴我們，芬蘭中小學沒有全國一致的聯合評量，學校也很少有考試，甚至芬蘭官方也不進行教師評鑑。因此，在芬蘭，學習的意義是根植在學習者自身的意義之上，因此可以持久，更可以歷久彌新。

雖然我們很想合理化地說，芬蘭人喜歡閱讀大概是因爲他們身處極地、氣候冷冽，加上電視台也沒有台灣的五花八門，所以天氣一冷只好在家看書。但是，在參訪過程中，當我們看見學生在下課後，完全無視於我們這群在教室後面參訪的客人，仍繼續自顧自地抓著物理教師詢問問題（圖四）。這個主動學習、樂於學習的一

幕，為我們及台灣的科學教育紮紮實實地上了一課。

肆、後記與誌謝

本文改寫自第二十三屆科學教育學術研討會題為「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」短篇論文，企盼透過較為生活化及輕鬆的筆調改寫，能夠與各階層之科學教育工作者分享此次北歐參訪的心得。此外，特別感謝國科會計畫 NSC-96-2517-S-343-001 補助，及此次參訪團團長邱美虹教授的帶領，以及李暉教授、周金城教授、丁信中教授、張淑女教授、王子華教授的同行及心得分享。

伍、參考文獻

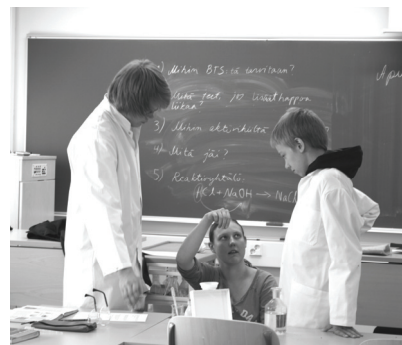
- 吳祥輝，(2006)：芬蘭驚豔。台北：遠流。
- 齊若蘭，(2003)：OECD 調查：那個國家學生閱讀能力最強？。天下雜誌，263 期，52-61。
- 蕭富元，(2007)：芬蘭教育世界第一的祕密。天下，384 期，52-58。
- Emig, J. (1977). 'Writing as a mode of learning'. *College Composition and Communication*, 28, 122-128.
- Keys, C. W. (1999). Language as an indicator of meaning generation: an analysis 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.

附表一：學習要素之意義（摘要整理自 Lavonen, Juuti & Meisalo, 2007）

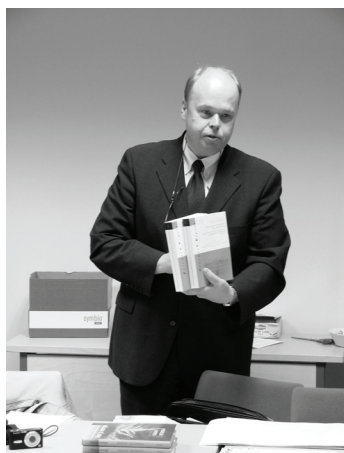
學習要素	意義說明
Activity and intentionality	強調學生需要為他們自己整體的學習過程負責任。
Reflective skills	強調學生需要反省並檢視他們自己的學習，並且能夠發展後設認知的技巧來指引或是調整自己的學習。
Community and interactivity	強調學生要能夠主動地在小組的活動中扮演角色，並且透過討論及分享知識來協助他人。
Constructivity and contextuality	強調學生需要透過新主題的學習，來與他們較早先習得的知識進行接合。並據此形成他們自己可以理解的資訊結構，讓學習能夠掛勾於實際生活的例子。



圖一：在赫爾辛基的市區中，處處可見手不釋卷的人



圖二：芬蘭中學化學教師與學生在實驗課中的互動



圖三：Jari Lavonen 教授是芬蘭科學教育工作的重要推手



圖四：學生於下課時間繼續與教師討論上課中的疑問