

理工類英文教科書閱讀策略量表之發展、效化與調查 — 以軍事院校為例 —

李松濤*、劉朝士**、蘇家慶*

海軍軍官學校應用科學系*、國防大學理工學院動力及系統工程系**

通訊作者：sungtao@mail.cna.edu.tw *

摘 要

本研究旨在於發展一份理、工類英文教科書「閱讀策略量表」，並透過調查研究來瞭解軍事院校學生英文閱讀的現況。結果顯示，理、工類英文教科書「閱讀策略量表」可分為「了解意圖」、「認知監控」與「結構分析」等三部分。其次，就各分量表而言，軍事院校大學部學生的「認知監控」表現略優於「了解意圖」的表現。最後，迴歸分析顯示，學生們的高中「學測英文級分」表現可以解釋「閱讀策略」變異的 11.4% ($p < 0.001$)；而加入「英文閱讀經驗」的狀況作為虛擬變項後，則可以增加約 13% 的解釋力，顯示英文閱讀經驗可以提昇理、工類英文教科書閱讀策略的表現。

關鍵詞：閱讀策略，閱讀自我效能，英文教科書

壹、研究動機與研究問題

我國三軍的軍事基礎教育是一個融合「哲學」、「科學」與「兵學」三個向度的教育養成過程（國防部, 2004），其目的即在於培育出同時具備「哲學修養」，「科學素養」以及「兵學涵養」的優秀軍官。其中，深厚的「哲學修養」有助於人格發展，胸襟氣度與前瞻作為，豐富的「科學素養」有助於作業方法的改進與決策效益的提升，精到的「兵學涵養」更是日後一切相關軍事作為的根本（李松濤, 1999）。就「科學素養」而言，根據 Hand, Prain 和 Yore (2001) 的分析顯示，所謂的科學素養就是「一種能力 (abilities) 與心智習慣 (habits of mind)，有助於對於科學的理解，而且可以在與科學、技術、社會與環境相關的情境中應用主要的概念來解決實際的問題，同時也可以根據這些科學概念來告知 (inform) 他人或是說服 (persuade) 他人採取相關的行動」。因此我們可以說，語言（無論是口頭形式或是文字形式）的相關能力其實也是科學領域與科學素養中不可或缺的一部分，如果沒有具備足夠的語言能力，就不能成為一個具有完整科學素養的公民，更遑論成為一個稱職的軍官。

其實在高等教育的過程中，語言能力一直是所有學生必備的學習技能之一，無論是教科書以及任何文字資訊的「教材閱讀」，或是書面與口頭的「心得報告」等都需要流暢的語言與文字能力才能夠順利地進行學習。尤其是在科學教育的範疇內，「英文教科書」的閱讀更是理工領域的學生初進大一時所必須面對的主要學習壓力來源。根據

Graesser, León 和 Otero (2002) 的分析指出，學生在閱讀科學教科書時常常會面臨一些困難：第一是課文中有太多的專有名詞 (technical terms) 需要記憶與背誦；第二是課文中呈現了許多複雜的機制 (complex mechanism) 說明；第三是課文中常充滿了許多符號 (symbols) 與公式 (formula) 類型的數學語言 (mathematical language)；最後則是作者常常沒有在課文中提供足夠的提示 (enough cues) 來幫助讀者組織相關的訊息；因此，如果大學生無法克服這些困難，其科學的學習成效就會受到影響。而根據閱讀領域的相關文獻顯示，任何一種體裁的文字閱讀理解 (reading comprehension) 過程背後，其實都存在著某種閱讀者的閱讀策略 (reading strategy) 使用歷程，例如由單字、句子、段落而到文章的「由下而上」(bottom-up) 策略或是由閱讀者的認知基模 (cognitive schema) 來處理文字資訊的「由上而下」(top-down) 策略等等，都可以視為是閱讀者在接觸文字時想要從中建構出意義時的一種心智操作 (mental operation) 過程 (Barnett, 1989)。

在軍事教育的體系中，如何透過基礎科學教育來幫助未來的軍官建立起基本的語言素養；或是如何透過基本語言素養的養成來充實未來軍官持續學習科學相關概念的能力等等這些問題，應該是從事軍事院校基礎科學教育的同仁們必須放在心上的一項任務與挑戰。有鑑於此，了解現今國內各軍事院校的學生對於理、工類英文教科書的「閱讀策略」並透過本研究的結果來策進爾後軍事院校基礎科學教育的改革方向，就成了本研究的主要目的。引導本研究的主要研究問題如下：

- 一、如何發展與效化一份理、工類英文教科書的閱讀策略量表？
- 二、各軍事院校學生的理、工類英文教科書閱讀策略表現有何差異？
- 三、有哪些因素可能可以預測各軍事院校學生的理、工類英文教科書的閱讀策略表現？

貳、文獻探討

科學教育的目標應該是在培養一個全民都具備科學素養的社會，因此我們期待學生在經過學校的科學教育之後，可以「體會到明瞭和理解自然世界後所帶來的豐富感受和興奮心情」、能夠「運用適當的科學過程和原則做出個人的決定」、更可以有能力「智慧地投入有關科學與技術事物的公開論述和辯論」，最後，進而可以「運用以科學素養所帶來的知識、理解和技能來增加經濟的產出力」(National Research Council, 1996)。對於國內的基礎軍事教育而言，科學教育的目標不一定要培養出科學家，但是我們希望培養出具備這些相關科學素養的國軍幹部，因為可以瞭解基本科學知識，懂得運用科學方法以及具有正確科學態度的這些特質正是二十一世紀的高素質軍事人才所不可或缺的條件之一。Norris 和 Phillips (2003) 也根據語言與哲學的分析提出了有關「科學素養」的看法。他們認為，「科學素養」應該包括二種不同的覺知 (senses)，其一是「基本的覺知」(fundamental sense)，其二則是「延伸的覺知」(derived sense)。所謂「基本的覺知」是類似傳統上對於有學問人士的一些期待，包括可以針對科學領域相關的概念具有談論、閱讀與書寫的能力，而「延伸的覺知」則是指對於科學知識的主體概念具有一定的背景理解能力。由此可知，完整的科學素養除了科學相關的概念外，其實也包括了相對應的語言能力，因為科學活動當中其實蘊含了許多語言與文字形式的溝通，例如研討會的知識分享，教科書的知識傳達，學術論文的知識發表及期刊論文的新知審查等，都

需要具備一定的語言文字能力才可以投入這些過程；因為「語言不僅是一種從事科學活動與建構科學理解的手段，同時也是一種目的，因為它可以幫助我們與他人就科學相關的一些探究、程序與理解進行溝通」(Yore, Bisanz & Hand, 2003)。

根據 Yore 等人 (2003) 的分析指出，在科學領域中的語言使用可以分成「口頭」與「書寫文字」二大部分，雖然使用的型態與類別可以分成溝通、告知與說服等三種主要形式，但是其主要目的是在於傳遞相關的知識訊息以分享科學社群當中的知識發現過程與知識文化傳承，所以都可以視為是一種科學社群慣用的符號系統 (symbol system)，可以用來「建構、描述或是呈現科學知識的一些主張 (claim) 與論證 (argument)」。

就教育層級而言，我國現行各軍事院校的軍官基礎養成教育與一般大學教育相同，都屬於高等教育過程的一環。若從學生學習的層面來看，這個過程與中等教育之前最大的不同就在於知識領域內容的專業化。因為專業知識領域必須與國際接軌，所以大學生與中學生學習狀況最大的差別就在於教材的英文化，尤其是理、工領域的教科書，幾乎都是以原文的英文教科書為主，造成了學生學習時的適應困難，因為科學背景的理、工科任老師從來不會教導英文教科書相關的閱讀策略，而英文背景的英文科任老師也無法教導此類專業教科書的相關概念應該如何透過閱讀來學習，所以學生們必須自我摸索此類英文專業教科書的閱讀方式，也因此會造成學生在專業閱讀的學習上出現一些障礙。

在這樣的前提之下，長期與美國軍方進行合作研究的民間智庫之一——蘭德公司 (Rand Corporation) 在 2002 年就曾針對所謂的閱讀理解 (reading comprehension) 進行相關的研究；在這份由蘭德公司閱讀研究小組 (Rand Reading Study Group, RRSg) 所提出的研究報告當中指出，一個完整的閱讀過程同時會受到許多因素的影響，例如「閱讀者」、「閱讀文本」、「閱讀認知活動」以及與「社會文化情境」等相關的因素等 (Rand Reading Study Group, 2002)。報告中也分別針對各項相關因素做了更進一步的介紹，例如在「閱讀者」的部分提到，影響閱讀的相關因素其實包括了閱讀者的「認知能力」(cognitive capabilities)、「動機因素」(motivation)、「背景知識」(knowledge) 與「相關經驗」(experiences) 等不同的層面；在「閱讀文本」的部分則提到，在閱讀不同的文本時，閱讀者有可能會產生不同的表徵方式來幫助理解，例如「表面字碼」(surface code) (即文本中個別的單字意義)、「文本重點」(text base) (即文本意義的概念單位) 或是「心智模式」(mental models) (即文本中資訊建構出意義的方式) 等；而在「閱讀認知活動」的部分則提到，文本閱讀的理解過程包括了「文本解碼」(text decoding)、高層次的「語言和語意處理」(higher-level linguistic and semantic processing) 以及「自我監控」(self-monitoring) 等心理認知活動等。值得注意的是，在報告中提及閱讀「認知能力」與「動機因素」的相關因素時，曾經特別指出一些可能影響閱讀成效的策略性與情意性的因素，例如「批判分析能力」、「推論能力」、「視覺化能力」以及「自我效能感」等，表示「閱讀策略」這項因素確實可能會影響到學生在閱讀學習時的表現。

因此本研究的目的即在於透過理、工類英文教科書的閱讀策略量表發展，然後以調查研究的方式來了解我國各基礎軍事院校的學生在閱讀理、工類英文教科書的時候，是否有類似的閱讀策略表現？同時各軍事院校學生在理、工類英文教科書的閱讀策略表現有何差異？以及有哪些因素可能可以預測各軍事院校學生在理、工類英文教科書的閱讀策略表現？

參、研究設計

一、研究對象

因為考量現今各軍事院校的理、工類英文教科書都在一至四年級的正期班學生使用，因此本研究的對象便以在三軍官校與國防大學理工學院就讀的一至四年級正期班學生為主要的施測對象。樣本人數總計 1243 人，其中包含陸軍官校 343 人，海軍官校 300 人，空軍官校 250 人以及國防大學理工學院 350 人。就各軍事院校大學部學生的總人數而言，本研究樣本的平均抽樣比例將近六成，具有一定的代表性，若統計結果出現顯著差異，則表示相同的結論可以推論至各軍事院校的學生學習狀況。

二、研究工具

本研究問卷的主要參考架構來自於國、內外的一些重要參考文獻，內容涵蓋高中與大學層級的閱讀策略、閱讀認知、英文閱讀自我效能以及英文閱讀的後設認知策略等相關研究。在參考過相關文獻之後，研究者根據理工類英文教科書的特點與大學生英語閱讀的策略特性，於前述相關工具中篩選出部分適合的題目加以改編，同時參考 Wellington & Osborne(2001) 等人針對科學閱讀時應該重視的認知與策略分析等過程自行設計出「理工類英文教科書閱讀策略問卷」草稿共 40 題，經由一位軍事院校英語背景教授、一位軍事院校科學背景教授與一位師範大學科學教育背景教授進行初稿的審查。之後，研究者根據審查意見進行題目敘述或文字內容的修改後，得到「理工類英文教科書閱讀策略問卷」的預試施測工具。在完成預試工具之後，研究者先行針對 320 名各軍事院校的學生(陸、海、空軍官校與國防大學理工學院各 40 名)進行工具的預試與效化。信度分析結果顯示，預試問卷整體信度值為 0.92。接著分別以「主成份分析法」(principal component analysis) 以及「最大變異法」(Varimax) 進行相關因素分析 (factor analysis) 程序，再去除不良的題目之後，最後得到正式的「理工類英文教科書閱讀策略問卷」作為本研究資料收集之用。

三、資料收集與分析

正式資料收集係於九十七年十月至十一月之間於各校實施。在資料分析部份，研究者使用 SPSS 中文版之統計分析軟體，針對前述三項研究問題執行相關的統計分析程序，包括因素分析、多變量變異數分析以及迴歸分析等步驟，除了希望藉此發展出具有信度與效度的「軍校學生理工類英文教科書閱讀策略問卷」以外，也希望透過統計分析結果比對出具有建設性的研究結論，以提供各軍事院校做為爾後精進科學教學的相關參考。

肆、研究結果與討論

針對研究問題一，本研究根據文獻分析與預試結果所發展的「軍校學生理工類英文教科書閱讀策略問卷」的內容總共包含了「了解意圖」、「認知監控」以及「結構分析」等三個向度，共計二十個題目，其信、效度分析結果與題目舉例詳如表 1 所示。針對研

究問題二，各軍事院校學生理、工類英文教科書閱讀策略的表現與其單因子多變量變異數分析 (MANOVA) 的結果詳如表 2 與表 3 所示。針對研究問題三，以各校學生理、工類英文教科書閱讀策略的總得分為依變項，而以個人自陳報告的高中學測英文成績與英文閱讀經驗的狀況為自變項的迴歸分析(regression analysis)結果詳如表 4 所示。

因為整份問卷採李克特式五點量表設計，而「了解意圖」與「認知監控」二項分量表皆為七題，「結構分析」分量表則為六題，所以學生在三項分量表的中點分數各應為 21 分、21 分與 18 分，而總量表則應為 60 分。從表 2 可以看出，各校學生的閱讀策略表現都在水準以上，若就分量表而言，學生的「認知監控」表現略優於「了解意圖」的表現，顯示學生們在閱讀理工類英文教科書時，雖然可以做到自我的認知監控，但是對於作者的企圖與文本說明安排仍然缺乏全部掌握的能力，這點可以提供爾後的科學教師作為教學時的參考。表 3 的分析結果則顯示，整體來看，各軍事院校學生的閱讀策略表現並無太大差異，只有在「了解意圖」與「認知監控」二項分量表上，國防大學理工學院的表現和空軍官校之間有顯著的差異 ($p < 0.05$)。最後從表 4 的迴歸分析結果則可以看出，雖然學生們進入軍校之前的英文學測成績可以解釋其閱讀策略表現的 11.4%，但是一旦加入「英文閱讀經驗」的狀況作為虛擬變項投入迴歸分析之後，整體的解釋力就上升到 24.4%，而且閱讀經驗愈豐富，閱讀策略的表現就愈好。這個結果表示，雖然同學們進入高等教育的環境中就必須面對理工類的英文教科書，雖然在沒有教學指導的前題下，只要持之以恆的保持閱讀經驗，則閱讀策略自然可以有效地提升，因此本研究建議同學們應該少用相關的中文翻譯書籍；而另一方面，本研究也建議由科學教師適度地提供學生必要的閱讀策略指導以幫助學生有效地理解理工類英文教科書的內容。

表 1 「軍校學生理工類英文教科書閱讀策略問卷」的信、效度分析與題目舉例

題號	分量表	了解意圖 ($\alpha=0.87$)	認知監控 ($\alpha=0.86$)	結構分析 ($\alpha=0.80$)	問卷題目舉例
1		.738			我知道有些段落的目標是在分析事物的差異性。
2		.722			
3		.688			
4		.633			
5		.624			
6		.602			
7		.572			
8			.730		我會一邊閱讀，一邊自己查核自己能否理解內容。
9			.696		
10			.692		
11			.682		
12			.662		
13			.642		
14			.508		
15				.696	我會設法分析句子的文法結構。
16				.683	
17				.658	
18				.647	
19				.615	
20				.600	

表 2 各校學生理工類英文教科書閱讀策略問卷的得分(括號內為標準差)

分量表	學校	陸官	海官	空官	國防大學 理工學院
了解意圖		24.5(5.2)	24.1(4.5)	23.5(4.6)	24.6(4.4)
認知監控		25.0(5.3)	25.1(4.9)	24.3(4.7)	25.8(4.8)
結構分析		17.6(4.5)	17.0(4.3)	17.9(4.3)	17.4(3.9)
總量表		67.0(13.4)	66.1(11.8)	65.7(11.8)	67.7(11.1)

表 3 各校學生理工類英文教科書閱讀策略的單因子多變量變異數分析結果

變異來源	多變量 wilk's Λ	策略 類型	平方和 (SS)	df	均方 (MS)	F值	事後 比較
組間	0.964	了解意圖	209.770	3	69.923	3.19*	國防>空官
		認知監控	310.304	3	103.435	4.23**	國防>空官
		結構分析	113.664	3	37.888	2.08	
		總策略	748.181	3	249.394	1.71	

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

表 4 各校學生理工類英文教科書閱讀策略的迴歸分析結果摘要表

自變項	β 係數(無虛擬變項)	β 係數(含虛擬變項)
學測英文成績	.337***	.189***
虛擬變項		
很少有閱讀經驗		.376*** (t = 4.63)
偶爾有閱讀經驗		.656*** (t = 7.06)
經常有閱讀經驗		.745*** (t = 9.31)
每天都有閱讀經驗		.380*** (t = 9.20)
R值	.337	.494
R ²	.114	.244
F考驗	158.252***	79.325***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

參考文獻

1. 李松濤 (1999a). 淺談科學教育--從理論層面看海官人的科學學習。海軍軍官季刊, 18(1), 37-43。
2. 國防部 (2004). 國防報告書。台北市：出版者。
3. Barnett, M.A. (1989). *More than meets the eye*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Regents.
4. Graesser, A. C., León, J. A., & Otero, J. (2002). Introduction to the psychology of

- science text comprehension. In J. Otero, J. A. León, & A. C. Graesser, (Eds.), *The psychology of science text comprehension* (pp. 1-15). Mahwah, NJ: Erlbaum.
5. Hand, B. M., Prain, V., & Yore, L. D. (2001). Sequential writing tasks' influence on science learning. In P. Tynjala, L. Mason, & K. Londa (Eds.), *Writing as a learning tool: integrating theory and practice* (pp. 105-129). Dordrecht: Kluwer.
 6. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
 7. Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
 8. RAND Reading Study Group. (2002). *Reading for understanding: Toward an R&D program in reading comprehension*. Retrieved October 10, 2007 from <http://www.rand.org>.
 9. Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia, Open University Press.
 10. Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.