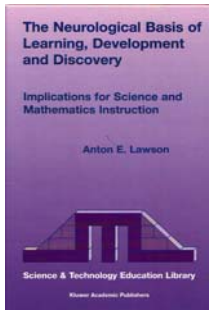
期刊徵稿：http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/JCS/?f=oa
高等教育出版：http://www.edubook.com.tw/?f=oa
高等教育知識庫：http://www.ericdata.com/?f=oa

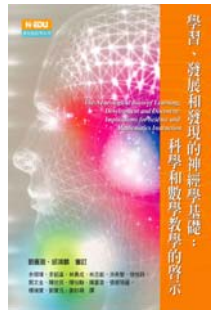
新書評論
課程研究
2 卷 2 期　2007 年 3 月　頁 123-126

《學習、發展和發現的神經學基礎：科學和數學教學的啓示》導讀與評論

劉嘉茹*



書　　名：The Neurological Basis of Learning, Development and Discovery: Implications for Science and Mathematics Instruction
原著主編：Anton E. Lawon
出 版 社：Kluwer Academic Publishers
出版年度：2004年



書　　名：學習、發展和發現的神經學基礎：科學和數學教學的啓示
原著主編：Anton E. Lawon
審　　訂：劉嘉茹、邱鴻麟
譯　　者：余翎瑋、李韶瀛、林勇成、林志能、洪希智、徐怡詩、郭文金、陳欣民、陳怡靜、陳嘉音、張簡琦麗、楊瑞寶、劉寶元、謝妙娟
出 版 社：高等教育出版公司
出版年月：2007年4月

1956年，Chomsky等幾位學者在麻省理工學院發表了幾篇有關認知心理學的論

* 劉嘉茹，國立高雄師範大學科學教育研究所副教授。E-mail: chiajuju@ms26.hinet.net

期刊徵稿：http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/JCS/?f=oa
高等教育出版：http://www.edubook.com.tw/?f=oa
高等教育知識庫：http://www.ericdata.com/?f=oa

文，使得近幾年來結合神經生理學爲基礎的認知科學理論蓬勃發展，也改變了傳統的教學理論，Lawson認爲教學的理論應該以人是如何學習，以及大腦是如何運作爲基礎，因此，本書之目的是希望以神經生理學爲基礎，建構一個健全的理論來引導教學的實施。

Lawson認爲Piaget的認知發展理論是以漸進和發展類比爲根基，在理論上有其不足之處。因此，他提出以大腦結構和功能爲基礎的理論，強調轉換和自我調節的心理過程，提出大腦的工作方式是以假設－預測的形式存在。不論是日常生活中的問題解決，或是科學家觀察現象、驗證及提出理論時，都是利用假設－預測的方式來進行。因此，本書利用大腦對視覺與聽覺訊息的處理，來說明大腦活動是利用如果／然後／所以的模式，來判斷未知物體的部分。訊息由感官進入時，大腦形成假說，與聯想記憶連接，如果假說未被支持，則會有新的預測產生，這樣的循環會被重複，直到問題解決。就神經生理學的理論而言，沒有被激發前的神經元帶有輕微的負電位（大約-70mV），興奮或抑止的信號進來，以附加模式修改休息電位且引起細胞產生之電位。當產生之電位超過特定的閾值（threshold）時，細胞本體內會產生一個尖峰或動作電位，並沿著軸突傳遞，動作電位以約50mV的恆定速度前進。就大腦的記憶而言，當新的物體或事件的知覺輸入與記憶中相似的物體或事件相符合時，神經元的突觸強度增加，新的輸入就在長期記憶中記錄形成。

由理論與科學史的演進中顯示，類比在科學和學習上扮演一個重要的角色。在科學史中有許多科學家利用類比而發展出理論的例子。如Kekulè借用蛇吃掉自己尾巴的想法創造了苯的分子結構；Coulomb借用牛頓萬有引力的想法，描述存在於次原子階層中的電子力量。在神經生理學的理論中，Lawson引用Grossberg所提出之發散神經網路做爲對電核吸引力型態的記憶重現與記憶的基本神經機制，並且結合合適性共鳴和Grossberg的學習方程式解釋了類比在學習上所扮演的角色。

本書中，Lawson不只提出一個教學的理論，爲了闡明此理論——學習是以假設－預測的方式來進行，並且藉由類比可幫助學生學習，以實徵研究的方式來加以佐證。研究結果也顯示假設－預測推理技能和概念改變有關，因爲當存在另有概念與決定使用那一個概念時，改變就可能發生。要成功應用新的概念，牽涉到高層次、假設－預測推理技能，而類比有助於理論概念的教學，且能成功應用到連結推理技能。大學年齡的智力發展研究結果也發現，智力發展上描述性知識的獲得，即在概念上的建構，程序性的知識技能扮演了一個重要的角色，此結果也同樣支持在某些學生身上，智力的發展超越Piaget所稱的形式發展階段。研究發現，當我們再

期刊徵稿：http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/JCS/?f=oa
高等教育出版：http://www.edubook.com.tw/?f=oa
高等教育知識庫：http://www.ericdata.com/?f=oa

次給予他們發展的條件，學生能學會測試包含不可觀察之理論實體的假說。因此，Lawson提出應該有屬於階段五——後形式的智力學習階段。首先第一章開始是簡單的探索做爲學習另有解釋的經驗主義（empiricism）、天賦主義（innatism）和建構主義（constructivism）。而在第二章是以大腦的結構和功能來解釋視覺和聽覺的訊息處理，簡單地說，就是確認在視覺和聽覺的處理過程中的假設－預測模式。接下來的第三章描述了一個測試假設的實驗，學生操作這個實驗的失敗原因是來自尚未發展出假設－預測的推理技能，本實驗共含七個描述性概念的建構任務且被個別用來訓練學生（5-14歲），這個訓練課程介紹用來測試任務特徵的假設－預測模式。在第四章敍述一個測試早期青少年大腦發展的成長穩定期和突進期會影響較高層次假設－預測推理技能的發展假設的實驗，並且這種推理技能的發展會影響一個人建構理論性概念的能力。第五章則是呈現創造性和批判思考的模式，是一種人們用類比推理來連結想法的平台以及產生新的想法，並且以假設－預測推理來測試這些想法。於第六章中，測試兩個有關於理論性概念建構、概念改變和應用的假設。接下來的第七章則說明一個「測試兩種因果假設測試技巧」的一般性層次存在的假設實驗。第八章是一個假設性的中間層次概念，來衍生先前的理論和研究。在第九章描述了科學發現的本質。第十章是關於「爲什麼有些職前教師可以獲得大量的科學本質概念」，而其他的職前教師無法得到的研究。最後一章是對神經學理論還有前面章節中的研究和關鍵的教學啓示做一簡短的總結，然後對目前探討有關人類知識的認識論（epistemological）情況的建構主義論和實在論（realists）的爭論提供一個解決方案。

學習是一種建構的過程，可以從心理學自我調節的層面來了解學習，自我調解是以神經網路爲基礎的內在驅力之自發過程，亦即所謂的合適性共鳴來了解。因此，Lawson考慮到科學發現的本質，由於Galieo是以時間軸爲順序，來報告其利用高倍率新天文望遠鏡發現木星的衛星，因此，分析他的報告顯示Galileo在觀察與分析的過程中，使用了至少三個假設－預測推理的循環，且其過程也符合大腦運作的核心型態——如果／然後／所以。

理論上，科學的發展是科學家使用階段五推理技能來測試不可見的理論實體假設的結果。若是缺乏階段五推理技能的人，應該無法同化這方式的科學本質，即使進行短暫的相關教學，應該也無法排除先前建構的科學本質之迷思概念。應用到教學上，如果學生缺乏透過例子，進行抉擇科學本質之迷思概念或概念理解的階段五推理技能，他們將無法排除之前的迷思概念，而且亦無法獲得正確的科學本質。

期刊徵稿：http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/JCS/?f=oa
高等教育出版：http://www.edubook.com.tw/?f=oa
高等教育知識庫：http://www.ericdata.com/?f=oa

以神經生理學爲基礎的教學理論，主張知識的獲得是隨著一個假設－預測的形成，並藉由比較預期和觀察的結果，在自我產生想法或表徵中被驗證，而獲得知識，因此，此書在理論和實務上是很好的工具書。Shymansky認爲科學和數學教育工作者的我們，在找尋堅實的理論基礎來支持已經推動了達數十年光景的「探討式教學」時，我想，Lawson教授的這本書應該就是我們苦苦追尋的答案了。