刻意練習：原創者全面解析，比天賦更關鍵的學習法

作者：安德斯 · 艾瑞克森、羅伯特 · 普爾（Anders Ericsson, Robert Pool）
出版社：方智出版社
出版日期：2017 年 6 月 1 日

文／白榮銓

天賦（talent）一詞，不同的學者可能有不同的解讀。其中之一，是常用來形容與生俱來的特別能力或資質，當某人在某領域有出類拔萃的表現時，人們常會說「他真有天賦」，言下之意，似乎是暗示「如果沒有天賦，再勤於練習也是徒勞無功」。也許某些領域有基本的天賦門檻，但是如果認為天賦在學習成就上扮演關鍵角色，這樣的假設會讓一開始表現不突出的孩子，可能輕易地放棄該領域的學習。其實，神經學家已經發現「大腦具有極高的可塑性和適應力」，到底我們應如何運用比天賦更關鍵的學習方法，讓自己在選擇的某個領域中，發展出在欠缺該能力的人眼中，有如魔法般神奇的能力與表現？

本書作者艾瑞克森（Anders Ericsson, 1947-）為佛羅里達州立大學（Florida State University）的心理學教授，共同作者普爾（Robert Pool, 1955-）則是科普作家，曾任職於知名的《Science》與《Nature》期刊。艾瑞克森的研究領域是專業技能與專家表現的心理本質，他提出的刻意練習（deliberate practice）理論，曾被許多暢銷書引用。例如 2008 年，葛拉威爾（Malcolm Gladwell）著作的《Outliers: The Story of Success》（2009 年中文版譯為《異數：超凡與平凡的界線在那裡？》）；2008 年，柯文（Geoff Colvin）著作的《Talent is Overrated》（2009 年中文版譯為《我比別人更認真：刻意練習讓自己發光》）。為了讓大眾對刻意練習有更清晰的理解與認識，本書由原創者艾瑞克森全面解析，總結其研究團隊數十年的學術成果，以不同領域的事例，闡述刻意練習的原則與運用。

刻意練習的緣起

1976 年，艾瑞克森取得瑞典斯德哥爾摩大學（Stockholm University）心理學博士學位，接著獲得美國卡內基美隆大學（Carnegie Mellon University）的博士後獎學金，當時他的主要研究興趣是「學習者在學習事物或發展一項技能時的心智運作」。有一天，艾瑞克森在閱讀老舊的科學實驗文獻時，發現一篇由賓州大學心理學家馬汀（Pauline Martin）和凡保格（Samuel Ferrnberger），發表於 1929 年《美國心理學期刊》（American Journal of Psychology）的文章，文中提到：兩位大學生受試者，經過四個月的練習之後，成功地增加了能夠記住的數字位數（聽取的速度是一秒鐘一個數字），其中一位從 9 位數，進步到 13 位數，另一位則是從 11 位數，進步到 15 位數。這篇論文引起艾瑞克森的注意，他想著手研究這種進步是如何辦到的，於是與他的老師（卡內基美隆大學心理系教授）查斯（Bill Chase）合作，重做馬汀與凡保格的實驗，觀察實驗對象是如何改善數字記憶。

艾瑞克森招募到的受試者，是卡內基美隆大學部剛完成大三課程，主修心理學且熱愛跑步的學生法隆（Steve Faloon），他的成就測驗和一般的卡內基美隆學生差不多，成績等級則稍高於平均。實驗過程如下：一開始，艾瑞克森隨機唸出一個 5 位數數字，如果法隆可以正確重述，就增加到 6 位數字，6 位數字也正確重述了，就增加到 7 位數字，以此類推。若重述錯誤，就減少 2 位數字，重新再來。如此法隆面臨的挑戰持續增加，卻不至於過度困難，接收到的數字位數，正好在他記得住與記不住的極限上。

一開始，法隆執行記憶任務的表現一如平均值，只能記住 7 ～ 8 位數字；沒多久，法隆找到方法突破瓶頸，能從頭到尾正確地重述 11 位數字；從那天起，法隆記憶一連串數字的能力緩慢但穩定地增強，在為期兩年的實驗期間，法隆最後能成功記憶 82 位數字。由於艾瑞克森和法隆進行的實驗，艾瑞克森開始致力於了解「練習」在發展全新和既有能力上，究竟扮演何種角色，他認為法隆能克服障礙的原因，不只是更加努力，更要歸因於嘗試新方法。此外，從法隆跑步的成績紀錄，可以發現法隆喜歡自我挑戰，多年的跑步經驗，讓他了解「週復一週」的規律訓練，有助於成績的提升。

相較於一般的練習方法，艾瑞克森將法隆在實驗中使用的練習法，稱為「有目的的練習法」（purposeful practice）。有目的的練習法具備四項特質：(1) 訂定明確的具體目標：法隆進行實驗時，因為不知道數字位數記憶的上限，所以沒有長程目標，但是他有非常明確的短程目標，就是比上一回多記一位數，也就是利用聚沙成塔的方式達到長程目標。(2) 講求專注：法隆一開始就專注於自己的任務，隨著實驗進行，以及他能記住的數字位數日益增加，其專注度更是持續提升，若不全神貫注，恐怕難有進展。(3) 需要意見回饋：法隆在記憶力實驗中，每次都能得到簡單直接的回饋—對或錯，一般而言，無論目標為何，我們都需要意見回饋，使能認清

自己的弱點，以及距離目標還有多遠。(4) 跨出舒適圈（comfort zone）：艾瑞克森的記憶力實驗，刻意不讓法隆輕鬆過關，當每回測驗的記憶力提升，他就得面對更長的一連串數字，一直逼近自己的極限，離開舒適圈，意味著嘗試去做之前做不到的事，設法克服障礙，否則將停滯不前。

1987 年，艾瑞克森接下了位於德國柏林的馬克斯普朗克人類發展研究所（Max Planck Institute for Human Development, Berlin）的工作，他以柏林藝術大學（Berlin University of the Arts）音樂學院的 30 名小提琴學生（平均年齡 23.1 歲）為研究對象，計畫的重點在於了解「音樂學院學生的學習動機，是否影響他們投入多少精力練習，進而影響之後的成就」。

艾瑞克森請音樂系教授找出有潛力成為國際小提琴演奏家的 10 名小提琴學生，也就是未來該領域的佼佼者；以及一些很傑出，但稱不上未來巨星的 10 名小提琴學生；另外，從該校音樂教育系選出 10 名學生，他們未來很可能成為音樂老師，但是音樂技能比前兩組遜色。於是艾瑞克森有了三組程度不同的研究對象：頂尖（best）、傑出（better）和優等（good）。艾瑞克森也從柏林愛樂交響樂團（Berlin Philharmonic Orchestra, 圖 1）和柏林廣播交響樂團（Radio-Symphonie-Orchester Berlin），這兩個國際知名樂團中，邀請了 10 名中年（平均年齡 50.5 歲）小提琴家參與實驗，音樂學院的教授表示：他們的頂尖學生很可能會加入這兩大樂團，這些樂團的小提琴家可能就是學生的未來寫照。

圖 1. 柏林愛樂交響樂團（圖片來源：http://www.macleans.ca/culture/arts/thielemann/）

為了找出頂尖、傑出和優等學生之間的差異，艾瑞克森深入訪問這 30 名學生，詢問他們的經歷，例如何時開始學習音樂、老師是誰、不同年齡時一週獨自練習的時數、贏過那些比賽等，估計從開始學習音樂之後的每一年，平均一週花幾個小時練習。此外，艾瑞克森也要求這 30 名學生，連續寫七天日記，以 15 分鐘為單位記錄睡眠、進食、上課、獨自練習、團體練習、演奏等多項活動，以便了解他們的生活作息和練習歷程。

這三組學生對問題的回答大同小異，例如近全數的學生都認為獨自練習是進步的最重要因素，接下來的重要性依序是：和他人一起練習、上課、獨奏、聆聽音樂，以及研讀樂理等，不少學生也表示睡眠充足非常有助於進步。至於這些學生的「學習動機」，是因為他們知道「唯有投入大量時間的練習，才能進步」。調查也發現：這些學生在 18 歲之前，頂尖組平均投注的時間（約 7,410 小時），遠超過傑出組（5,301 小時），而頂尖組和傑出組花在獨自練習的時間，又較優等組（3,420 小時）多出許多。此外，兩個交響樂團的中年小提琴家，在 18 歲以前投注的練習時數（7,326 小時），幾乎和音樂學院的頂尖組學生相當，也就是要成為傑出的小提琴家，18 歲之前就必須投入至少數千小時的練習，否則難以發展出非凡的小提琴技能。

在柏林以小提琴學生為對象進行研究之後，艾瑞克森認為：無論是音樂演奏、芭蕾舞、體操，或是花式溜冰，都可從中發現訓練的原則相似度極高。想要在這些領域出類拔萃，都需要非常專業的指導，一般的模式是一週上一到幾次課，老師會交待學生在下次上課前，得做好那些練習，這些練習通常都考量了學生現階段的能力，目的是促使學生突破現有水準，艾瑞克森將這種練習法，稱為「刻意練習」。

艾瑞克森認為就算所處的領域，不可能運用最嚴格意義上的刻意練習，還是能善用刻意練習的原則作為方針，發展出自身領域中效果最佳的練習法，例如法隆努力增加記憶數字的位數，顯然不是刻意練習法，因為當時沒人能記住四、五十位數，缺乏既有的訓練方法，更沒有據此授課的老師，所以法隆必須憑藉嘗試錯試的方法自行摸索。

刻意練習與有目的的練習法有兩大差異：(1) 適合刻意練習的領域必須發展得相當成熟，且佼佼者的表現水準與新手有極大差異，若有些領域缺乏評估表現是否卓越的客觀標準，則難以找到刻意練習的累積知識。(2) 刻意練習需要有老師或教練，幫忙轉化頂尖專家高度發展的專業知識與技能給學生，並適時提供回饋意見，幫助學生調整努力的方向，隨著時間和經驗累積，學生也必須學會自我監督，察覺錯誤，適時因應調整，並發展有效的心智表徵（mental representation），始能達到頂尖級的專家表現。

由上述可知，無論身處那個學習或工作領域，不要以為「持續努力就會達到目標」。唯有透過正確的訓練和練習，並運用大腦和身體神奇的適應力，才有可能創造出以其他方式無法擁有的專家表現。「刻意練習」可視為有方向和方法的「有目的的練習法」，能夠加強或調整先前習得的

技能，因此，善用刻意練習的原則，才有可能發展出自身領域中效果最佳的練習法。

刻意練習的運用

刻意練習講求的是發展出各種高效率的心智表徵，讓學習者可以運用於正在練習的任何活動或技能，由於各領域心智表徵的細節，可能迥然不同，但本質上，這些表徵是既有的資訊模式，可能是某些事實、影像、規則或關係等，儲存於長期記憶中，儘管短期記憶有其限制，人們卻能運用心智表徵，快速處理大量資訊。

例如若要從頭逐字記住，看似隨機湊出的一連串文字「正聞起來前面他的花生他香饑餓吃著幾乎女子好無法到他克制」，一般人大概只能記住前面幾個字；若將這些文字重新排列，形成含意清楚的句子「他前面的女子正吃著花生，聞起來香到他幾乎無法克制他的饑餓」，大多數的人就能一字不差地記住第二個句子，這是因為第二個句子的文字安排有意義，讓人可以用既有的心智表徵來理解和記憶。

心智表徵人人都有，也都在使用，頂尖專家和一般人的差別，在於心智表徵的質（quality）與量（quantity）不同。所有領域專家的心智表徵都有一項特質，即有能力看出模式（pattern），並迅速做出回應，在團隊運動中尤其明顯。為了研究這個現象，艾瑞克森曾與同事沃德（Paul Ward）及威廉斯（Mark Williams），研究「足球員根據目前賽況預測球賽發展的能力」，他們請球員觀看真實球賽的影片，在片中的某位球員剛接到球時，突然暫停影片，請受試者預測接下來的狀況，到底控球的球員會繼續控球、嘗試射門，還是傳球給隊友。

實驗結果：球技愈高超的足球員預測得愈準。他們還測試球員的記憶力，請受試者針對影片暫停前的最後一個畫面，盡可能重述所記得的資訊，例如相關球員所在位置及移動的方向。結果再次證明，較優秀的足球員在這方面的表現，也強過球技較差的球員。艾瑞克森的結論是：較優秀球員有一種高度發展的能力，能夠解讀球場上的行動模式，並有所反應，一看對方的弱點或破綻，就會善加利用。

至於如何運用刻意練習原則，革新教學方法？以 2010 年英屬哥倫比亞大學（University of British Columbia, 簡稱 UBC）的大一物理課改進教學研究計畫為例，這項研究是該校物理系教授威曼（Carl Wieman, 1951-, 圖 2）倡導的「威曼科學教育行動」（Carl Wieman Science Education Initiative）之一，參與這項行動的還有博士後研究員戴勞理爾（Louis Deslauriers），以及物理研究所學生薛羅（Ellen Schelew）。三人將研究成果發表於 2011 年《Science》期刊，論文名稱是《Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class》（大型物理班的改進學習）。改革行動的主持人威曼，於 2001 年榮獲諾貝爾物理學獎，同時致力於大學的科學教育；2002 年，在科羅拉多大學波德分校（University of Colorado Boulder）任教時，成立知名的《Physics Education Technology

（PhET）Project》網站，透過動畫模擬遊戲的方式，吸引學生探索與發現數學、科學方面的各種知識。

英屬哥倫比亞大學大一物理課程，針對的是該校一年級主修科學和數學的 850 名學生，以微積分的角度切入物理學，期望學生能解決偏重於數學的問題（math-intensive problem）。平時的上課情形：學生分三組，在不同的講堂（lecture hall）上課，擔任課程的教授群都具有多年的教學經驗，學生們對於師資的評鑑都很正面，教師以投影片進行每週三次的 50 分鐘教學，每週都有分派的家庭作業，還有個別指導時段，讓學生能當面請教助教如何解題。

在大一下學期的第十二週，威曼的研究團隊選擇其中兩組（每組約 270 名學生）進行實驗，這兩組學生在兩次的期中考，平均分數完全相同，在第十一週施行的兩次物理知識標準化測驗，平均分數也完全相同；第十和第十一週的出席率完全相同，參與程度也毫無差異。第十二週授課主題是電磁波，一組的教師和教學方式維持不變，另一組的教師則換成戴勞理爾和薛羅，兩人分別擔任老師和助教的角色，雖然這兩人都曾擔任助教，但是合起來的教學經驗，仍遠不及在實驗中維持一貫教學方式的另一組老師。

戴勞理爾和薛羅上課時，使用威曼和其他人運用刻意練習原則發展出來的教學方法，學生在上課前，必須完成 3 ～ 4 頁的指定閱讀，然後針對所讀的內容，上網完成簡短的是非題測驗，為的是讓學生在上課前，就熟悉接下來要學習的概念（傳統教學那組也有請學生在實驗前一週預習，這是傳統教學組唯一的新做法）。上課時，戴勞理爾將學生分成幾個小組，接著提出課堂「表決器問題」（clicker question），就是學生能透過手持的課堂表決器（圖 3），利用 IRS 即時反饋系統（interactive response system），將即時反饋資訊傳至老師的電腦。被挑選來讓學生思考的問題，都是大一學生有學習困難的物理概念，學生在小組內討論後，傳送答案給老師，戴勞理爾會在大型銀幕上展示並討論各組的結論，並回答學生的疑問。

有時候，戴勞理爾也會在提供學生一些思考要點後，請各組再次討論相同的問

圖 2. 任教於 UBC 時期的威曼（圖片來源：https://support.ubc.ca/projects/carl-wieman-initiative/）

圖 3. 手持課堂表決器上課（圖片來源：http://wiki.ubc.ca/Clickers_(Teaching_and_Learning)）

題，如果學生似乎難以理解某個概念，他也會簡單地講課。每堂課還包含了「主動學習任務」（active learning task），各組學生都要思考一個問題，寫下答案後繳交，戴勞理爾接著會再次回答問題，並指出學生的迷思概念。薛羅則會在課堂上遊走於各組之間，回答問題、聆聽討論，了解問題所在。相對於傳統教學組，刻意練習組的學生更主動參與課程，而威曼採用的參與度（engagement）評量，也證實了這一點，雖然這兩組學生的參與度，在第十和第十一週並無差別，但是第十二週時，戴勞理爾那組的參與度，幾乎是傳統教學組的兩倍。

此外，戴勞理爾那組的學生在許多概念上，都能獲得立即的意見回饋，表決器問題和主動學習任務的用意，就是要讓學生採用物理學家的思考模式，先按部就班地了解問題，接著找到適用的概念，進而從中琢磨出答案。第十二週結束時，兩組學生都透過表決器，接受了多重選擇題的測驗，以了解學習成效，由戴勞理爾和傳統教學組的老師，共同出題，其中大部分是另一所大學物理系採用的表決器問題，部分經過微調。

傳統教學組學生的平均分數是答對41％的題目，戴勞理爾的班級則是答對74％的題目，兩組的表現差異極大，不過若考量猜題也可能會答對，調整評估後，傳統教學組的學生，平均只答對24％的題目，上課方式依刻意練習原則的該組學生，則平均答對66％的題目，即刻意練習組學生答對的問題是另一組的2.75倍。威曼的實驗結果，意味著若能調整傳統教學方法，導入刻意練習的精髓，就可能大幅提升許多領域的教學效果。

威曼研究團隊在準備教學時，會先決定學生應該具備那些能力，而不是應該具有那些知識，因為學生可以在培養能力的過程中，自然而然地獲得知識；在過程中運用小組討論、課堂表決器問題與教師的指導，激勵學生走出舒適圈，然後適時提供意見回饋，讓學生察覺錯誤，並指導其如何改正，逐步發展出有效的心智表徵來思考問題及完成任務。這項實驗進行之後的幾年內，該校開過近一百堂運用刻意練習法教學的科學和數學課，修課的學生總計超過三萬名。

由上述可知，心智表徵的關鍵在於協助處理資訊，包含：理解、詮釋、存入記憶、組織、分析及做出決定，若能將刻意練習融入學校教學，讓學生體驗如何建立某領域的心智表徵，監控並評估自身表現，並且在必要時調整心智表徵，則應能提升學生的學習效能。

綜合上述，刻意練習必須有定義清楚的目標，跨出舒適圈，根據意見回饋，調整努力方向，刻意練習能產生有效的心智表徵，也仰賴心智表徵運作，各個領域專家的傑出表現，並非因為與生俱來的天賦，而是靠大量的刻意練習所培養出的技能。至於如何駕馭大腦與身體的適應力？如何在工作上與日常生活中，運用刻意練習原則？如何用刻意練習打造全新的世界？這些都有待您進一步的閱讀與思考！

白榮銓
臺中市居仁國中退休教師