

超 牢 記 憶 法

記憶管理專家教你
過腦不忘的學習力

突破學習盲點、固化長期記憶，重新打造大腦
學生、家長和教育者都應該知道的驚人學習方法

建立讓你一生受用的記憶習慣
你將學得更好、記得更久，並立即採取行動

Don't forget!!

Make It Stick
The Science of Successful Learning

彼得·C·布朗 (Peter C. Brown)
亨利·L·羅迪格三世 (Henry L. Roediger III)
馬克·A·麥克丹尼爾 (Mark A. McDaniel) —— 著

陳麗玉 —— 譯

記憶是一切智慧之母。

——引自埃斯庫羅斯《被縛的普羅米修斯》（Aeschylus,
Prometheus Bound）

推薦序 教育可以很科學

兒童青少年心理專家 楊俐容

二十世紀下半葉，拜科技進步之賜，網際網路已經是生活各個層面不可或缺的一部分，「全球化」也成為勢不可當的潮流。在這股趨勢的衝擊下，過去奉「大量複製」與「標準化」為主臬以因應工業社會需求的傳統教育模式，無論在目標的設定、教學的內容或方法，甚至教師的角色、學校的組織運作等層面，全都面臨嚴峻的挑戰。全球各地要求教育改革的呼聲四起，各式各樣的創新方案也跟著風起雲湧。

談到改革，主張「大破大立」的口號如：反對填鴨式教學、死背式學習、標準化測驗，主張自主學習、創新教學、翻轉教育……等，總是能發揮聚光燈的效應，吸引大眾的熱情關注。然而，令人憂心的是，如果只有熱情的理想而沒有冷靜的思考，只有人云亦云的跟隨，沒有關於學習的實證研究做為基礎，那麼教改最後就會如同一場又一場的煙火秀，熱鬧過後只留下些許美好回憶，無法積累成後人可以站立的肩膀。

教育是一門藝術，學習卻可以也應該非常科學。「創新」聽起來令人熱血澎湃，但相對辛苦、不討喜，甚至在全球一片教改聲中幾乎成了過街老鼠人人喊打的「知識積累」，卻是生產、創新、解決問題不可或缺的重要元素。有基礎知識和技能，未必就能創新；但沒有基礎知識和技能，就無法進行高層次的綜合分析，也無法具有創造性地

去解決問題。《超牢記憶法》這本書就是以認知心理學實證研究資料為依據，闡明人類學習與記憶的原則，希望幫助教師從中延伸出實用的教學方法，讓學生更有效能的習得基礎知識與技能，為創新打好堅實的地基。

書中提到積極參與、先自行嘗試錯誤再由他人傳授方法、要有先備知識、從更大的脈絡中學習、將新舊素材互相連結而非機械化的學習，可以讓學習更牢固、更有效率等原則，都與新近的教育觀念相去不遠。但每隔幾天練習一次、交錯練習不同類型的問題、多樣化的練習型式，比起密集、不斷重複的練習更有成效，卻完全打破了一般人對於學習歷程的迷思。這些以嚴謹的科學研究資料為依據的結論，對於教師如何安排教學與作業的內容，都有很大的幫助。

另外一個令我印象深刻也相當有感的是「善用測驗可以大幅提升學習成效」的論點。在教改的風潮中，「考試」可說是人人避之唯恐不及的負面語詞。「為考試而讀書」確實不利於長遠的學習，但真正的問題不在於考試，而在於考試的形式，以及我們對待考試的態度。誠如本書作者所言，如果我們不把考試當成評價學生的量尺，而是提供學生練習從記憶中提取知識、讓技能可以鞏固，甚至了解自我學習精熟度的機會，也就是把考試當成學習工具，那麼我們就為孩子開啟了另一個高效能的學習管道。

如同能力分組教學，確實對學生的學習有利，但如果我們以孩子分在哪一組來評價孩子，那麼孩子在自信與自尊上付出的代價將遠過於他們在學習上的獲得。因此，即使從科學的觀點來看，占比不大的經常性小考是不錯的學習方式，但唯有教師、家長，以及學生自身都能放下對分數的執念，看到能力的成長，這樣的研究成果才能真正貢獻於教育改革。

在知識經濟的時代，教育要培養的是多能工作者和終身學習者，而「學習如何學習」（Learn How to Learn）也成為人人必備的大能力。認知心理學是研究人類心智如何運作的科學，這本書嘗試為認知心理學的研究結果與教育上的運用架起一座橋梁。關切教育改革的教師與家長，將能從閱讀中了解「人是如何學習與記憶的」，從而發展出更好、更有效的教學，幫助更多孩子發展出高效率的學習方法。

推薦序

自主學習：將高效能學習技巧內化為一輩子受用的智慧

新北市汐止區保長國小校長 周德銘

曾在教學現場上進行過一項有趣的實驗：學期結束前，將一份期中考的試卷，一字不改地針對同一群學生重新施測，結果有極高比例的學生成績呈現退步、甚至於班級平均分數也向下滑落。這樣的結果，令教學者倍感不解：從平時教學的因材施教，到考完試後費心地帶學生逐題檢討，照理說老師已經關照到每位學生的學習情況、也為他們進行知識結構的整理，孩子應已充分理解測驗卷上的學科知識，所以當再次面對同樣的題目時，理應能迎刃而解，重測的成績應優於之前才是，怎麼會在相隔不過數個月的時間，學生就把所學「還給老師」，甚至測得的分數竟比之前的成績更為低落呢？我想當時的疑惑，在這本書裡得到了解答：

一項技能或新知識的重複閱讀（rereading text）和集中練習（massed practice），很明顯是各領域學習者都比較喜歡的學習方法，卻也是效果最差的。所謂的集中練習，指的是專心、連續重複某件想要烙印在記憶中的事情，即傳統智慧的「練習、練習、練習」。為了考試死記硬背就是一例。重複閱讀和集中練習提高了熟悉程度，這種熟悉程度被視為精熟的象徵，但是對於真正的精熟或持久性而言，這些方法多半是浪費時間。

當學生被分數所宰制、被表象的學業成就所制約，所追求的只是表面性漂亮的成績。所以每輒在大考前，「複習卷」便伴隨著孩子度過了考前生活：教師指定的複習卷、爸媽交付的參考書習題、安親班或補習班一本本的練習冊，造就學生面對千篇一律、雷同的試題時，幾乎可以不加思索、機械性地填入正確答案，但孩子對學習內容缺乏理解與內化、無法成為自主的學習者，終究無法將「所學」連結至「所知」，更不能讓學習產生意義。這樣的推論，也符應本書所強調「重覆本身並不能產生良好的長期記憶，只依靠一再地重複練習，通常無法讓記憶深植於腦海中，同時也無助於持久學習」的主張。

這本書源於十一位認知心理學家在為期十年的一項有關「運用認知心理學來強化教育實踐」之研究，由兩位華盛頓大學的心理系教授暨一位小說家合著，採取說故事的方式，說明學習和記憶是如何運作；也透過研究案例闡述高效率學習的理念，同時亦提供學習者「過腦不忘」的運用法則。全書強調有效能的學習者應秉除只會發揮短期記憶效果的「重複閱讀」和「集中練習」，反之應充分運用各種形式的記憶「提取練習」（retrieval practice），像是課堂後的小考和自我測試，將幫助學習者專注於課堂內容的核心原理、並強化自身對新知的技能的學習，所獲得的學習效果也將遠勝於重複閱讀課文的慣用方式；亦如：將一項作業「間隔開來練習」（space out practice），間隔期間或許會對學習的內容感到有點生疏，但運用一些認知努力回想，在稍微遺忘之後提取曾經所學的記憶，將強化神經路徑，使得神經通路倍增，之後知識能夠透過這些神經通路被提取出來，帶來重新激發固化、進一步強化記憶的效果。此外，交錯練習不同但相關的主題或技能；在別人教你答案之前，自己先嘗試解決問題；運用向自己提問的「反思練習」；用自己的話語指知識解釋給別人聽的「詳細闡

述法」等，都是本書中透過實證研究後所驗證的有效學習方法，值得讀者細細品味。

台灣自九〇年代啟動教改以來，改革的主軸逐漸聚焦在孩子的學習，近期倡導的「學習共同體」、「學思達」、「翻轉教室」等，更是促使教師能進行有效教學、改變傳統的教師單向講述、學生被動聽講的教學型態，將課堂轉化成「學生主動學習」的教學樣貌，藉以激發孩子的學習熱忱、提昇學生的學習成效。

「學習的責任在個人，最成功的學生是那些能掌握自己學習的人」，樂見在強調「學生自主學習」的年代裡，有這本教導學習者「超牢記憶——成功學習」的書籍被翻譯成中文，讓現場教師能透過本書闡述的原則，幫助學生在課堂上學習得更好。更期待本書的上市，能讓孩子們在這個知識半衰期急遽縮短的資訊世界裡，有機會習得一套高效能的學習技巧，用最省時省力的方式，將繁雜的資料與資訊去蕪存菁，內化為自己一輩子受用的智慧能力。

前言

人們通常用錯誤的方式學習。關於如何學習和記憶的實證研究顯示，多數被奉為主臬的學習方式，都只是白費力氣。即便是以學習為主業的大學和醫學院學生，他們所仰賴的學習技巧也非常不理想。儘管如此，近幾年來，這個領域的研究成果特別豐碩，而且已經形成一門學習科學。這個可以回溯至一百二十五年前的研究領域，已有愈來愈多人投入，希望有深入了解，讓高效率、以證據為基礎的方法，取代根植於理論、傳統知識和直覺的、較無效率但普遍為人所接受的做法。過去有個關鍵不利因素隱藏其中：最有效的學習方法，並不是憑直覺獲得的。

我們（羅迪格和麥克丹尼爾）是認知科學家，致力於研究學習和記憶；布朗則是說故事的人。我們一起合作說明學習和記憶如何運作，而且比較少在陳述研究，而是採取說故事的方式，敘述那些已經找到掌控複雜的知識和技巧的人們的故事。我們透過這些例子來闡明研究所顯示的高效率學習原則。本書有一部分源起於十一位認知心理學家之間的一項合作。二〇〇二年，密蘇里州聖路易的詹姆斯．S．麥克道奈爾基金會（James S. McDonnell Foundation），為了填補認知心理學中關於學習的基本知識，以及其在教育運用之間的空白，提供羅迪格、麥克丹尼爾和其他九名研究人員研究經費，進行「運用認知心理學來強化教育實踐」的研究，羅迪格是首席調查員。這個團隊合作長達十年，進行將認知科學運用在教育科學的研究，就許多層面來說，本書是該研究工作的直接成果。本書的正文、注釋和謝辭，引用了這些研究人員和他們許多的研究工作。羅迪格和麥克丹尼爾的研究

也獲得其他贊助者的支持，而且麥克丹尼爾還是華盛頓大學學習和記憶整合研究中心（Washington University's Center for Integrative Research in Learning and Memory）的共同主任。

大多數的書是逐次處理各個主題，先談論一個主題，接著換到下一個，以此類推。我們遵循這種做法，每一章都會討論新的主題，但是我們也將兩個主要的學習原則運用在本書當中：間隔性重複關鍵概念，並交錯呈現不同、但相關的主題。如果學習者將一個主題的學習分散開來，每隔一段時間回頭複習，他們會記得比較清楚。同樣的，如果他們交錯學習不同主題，而不是學完一個再學下一個，那麼他們每個主題都會學得更好。因此，我們毫不掩飾的將關鍵概念講述了不只一次，並在整本書的不同章節一再重複基本原則，如此一來，讀者的記憶能夠較為鮮明，並能更有效的運用。

這是關於人們為了學習得更好並記憶得更久，可以立即採取行動的一本書。學習的責任取決於個人，教師和教練也可以透過本書幫助學生了解這些原則，並設計讓這些原則成為學習的經驗，立竿見影的提高效率。這不是一本關於教育政策或是學校系統應該如何改革的書，不過，很明顯的，本書確實有政策的意涵。舉例來說，最前線的大學教授在課堂上運用這些方法，在縮小學科成就差距的潛力上進行了實驗，而研究結果令人驚嘆。

我們當然是為了學生和老師才撰寫這本書，也為了所有重視有效學習的讀者而寫：為了商業、工業和軍方的訓練人員，為了提供會員在職訓練的職業協會領導人，以及為了教練們。我們也為了有意磨練技巧以維持競爭力的中年或更年長的終生學習者而寫。

雖然關於學習及其神經方面的基礎，仍有許多面向有待了解，但是大量的研究已經推導出基本原則和實用方法，讓你可以馬上運用，

而且不用花費一毛錢，就能獲得驚人效果。

第一章 學習被誤解了

麥特．布朗（Matt Brown）在飛行員生涯初期，某天駕駛一架雙引擎賽斯納飛機從德州哈林根朝東北飛時，他注意到右引擎的油壓急遽下降。當時他孤身一人於一萬一千英尺的高空中進行夜間飛行，快遞貨物至肯塔基州的一間工廠；該工廠關閉了生產線，正在等待產品的組裝零件送達。

他降低高度，並留意油錶，希望盡可能飛到預定的路易斯安那州加油站，讓他可以在那裡檢修飛機，但是油壓仍不斷的下降。麥特打從能握扳手的年紀開始，就一直在玩活塞發動機，他知道他有麻煩了。他在腦海裡想了一遍，思索幾個選項。如果他讓油壓降得太低，就會發生引擎失靈的風險。在關掉引擎之前，他能飛多遠呢？關掉引擎，會發生什麼事情呢？他會失去右側爬升的動力，但是他還能保持飛行狀態嗎？他重新複習記憶裡的賽斯納四〇一型的容差

（tolerance）。飛機滿載時，靠一顆引擎飛行，最好是放慢下降速度。但是他的負載很輕，而且他已經用掉大部分的燃料，所以他關閉狀況不佳的右引擎，順槳以減少阻力，提高左邊的動力，蹬反舵飛行，並掙扎著慢慢朝預計要去的加油站又飛了十英里。他採取大角度左轉的方式朝目的地前進，理由雖然簡單卻很重要：因欠缺右邊的動力，只能藉由左轉，讓他在著陸前還能擁有平穩飛行所需的拉抬動力。

我們不必理解麥特所採取的每個行動，他臨危不亂、解決問題的能力，說明了本書中談論學習的真正用意：獲取知識和技能並記住以

供備用，將來若是遇到問題和機會，才能夠靈活運用。

有些永恆不變的學習特性，或許各位都能認同：

首先，學習需要記憶才有用。在日後有需要時，我們仍然能夠記得所學得的知識，並拿出來使用。

其次，我們必須終生學習和記憶。如果沒有掌握一些語言技巧、數學、科學和社會研究，就無法完成中學學業；在職場要出人頭地，需要掌握工作技巧和應付難纏的同事；退休後要能學習新興趣；年邁時得趁還能適應，搬入比較簡便的住宅環境。所以，如果你擅長學習，在人生中就占有優勢。

第三，學習是一種後天養成的技能，而且最有效的方法往往是違反直覺的。

本書的主張

你可能不同意最後一點，但是我們希望能夠說服你接受。我們以近乎條列、不加文飾的方式，在這裡提出一些基本主張，以支持我們的論點。我們將會在後續的章節中，更完整的闡述。

努力的學習才能更深入且更持久。輕鬆的學習就像在沙上寫字，今天存在，隔天就不見了。

我們不太會判斷何時學習得好，何時學習得不好。當學習的進展變得更加艱難和緩慢，而且感覺成效不彰時，我們很容易受到感覺上較有成效的方法所吸引，卻沒有意識到，用這些方法學到的東西往往只是暫時的。

一項技能或新知識的**重複閱讀**（rereading text）和**集中練習**（massed practice），很明顯是各領域學習者都比較喜歡的學習方法，卻也是效果最差的。所謂的集中練習，指的是專心、連續重複某件想要烙印在記憶中的事情，即傳統智慧的「練習、練習、練習」。為了考試死記硬背就是一例。重複閱讀和集中練習提高了熟悉程度，這種熟悉程度被視為精熟的象徵，但是對於真正的精熟或持久性而言，這些方法多半是浪費時間。

提取練習（retrieval practice），意即喚起記憶中的事實、概念或事件，是比重複閱讀複習更有效的學習方法。學習卡是一個簡單的例子，提取練習能夠強化記憶並防止遺忘。在閱讀課文或聽完一堂課之後，進行單一旦簡單的小測試，所獲得的學習和記憶效果，勝過重複閱讀課文或複習課堂筆記。雖然大腦並不是靠鍛鍊就能變得更強壯的肌肉，但是當我們提取了記憶並熟練學習時，構成學習系統的神經路徑確實變得更強大。定期練習會遏阻遺忘並強化提取記憶路徑，而且對於想要牢記的知識更是不可或缺。

將一項作業**間隔開來練習**（space out practice），間隔期間會變得有點生疏；或者交錯學習兩個以上的不同主題，想要喚起記憶會比較困難且感覺效果較差，但這些努力可以創造出更持久的學習；學到的東西，日後能夠應用在更多方面。

在他人傳授解決辦法之前，先試著自行解決問題，才能獲得更好的學習，就算在嘗試過程中出錯也沒關係。

很多人認為，用自己喜歡的學習方式來獲得知識，會學得更好，譬如有些人習慣透過聽覺或視覺來學習，但是實證研究並不支持這種論點。人們確實有多種取得、了解和運用知識的能力可以影響學習，而且比起將自己的能力和經驗侷限於那些你認為最容易掌控的學習方

式，如果能夠「放寬限制」，充分運用天賦才能和應變能力，學習效果會更好。

如果你擅長**提綱挈領**（extract underlying principles），區隔問題類型，那麼當你遇到不熟悉的狀況時，會更容易找到正確的解決辦法。比起集中練習，透過**交錯和多樣化的練習**（interleaved and varied practice），能夠更妥善的習得這項技能。舉例來說，交錯計算不同種類的幾何體體積，將來考試出現哪一種幾何體，你都有能力選擇正確的解答；交錯辨識鳥的種類或油畫家的作品，能夠提高本身的能力，除了讓你了解同一類型的共有屬性，還能區分不同類型，進而提升日後看到新樣本時的分類技能。

我們都很容易**產生錯覺**，這些錯覺會左右我們的判斷力，影響我們的所知所為。測試有助於我們校正對於所學內容的判斷。飛行員在飛行模擬器裡因應液壓系統失靈的狀況，能夠快速發現自己對修正步驟是否有充分的了解。利用測試做為工具找出自己的弱項，在所有學習的領域中都能使自己變得更加熟練。

學習新知識都需要有**先驗知識的基礎**（foundation of prior knowledge）。在學會讓雙引擎飛機用單引擎著陸之前，需要先知道如何用雙引擎著陸；學習三角學之前，必須先具備代數學和幾何學知識；要學習製造家具，得先掌握木材和複合材料的特性，以及如何接木板、切槽口、刨邊和斜接成角的技術。

在漫畫家蓋瑞．拉爾森（Gary Larson）所畫的某則美國諷刺單格漫畫The Far Side中，一名凸眼學童問他的老師：「奧斯本先生，我可以不上課嗎？我的腦袋已經裝滿了！」如果你做的只是機械性的重複，沒錯，你很快就會達到記憶的極限。然而，如果你練習**詳細闡述**（elaboration），學習將沒有上限。詳細闡述是利用自身的方式表達

新的素材，並將它與已知的東西連結起來，因而賦予新素材意義的一種過程。愈能解釋新學到的東西與先驗知識的關連方式，對於新學到的東西就了解得愈穩固，而且你創建的更多關連性，將來會幫助你記住這些新知識。「暖空氣比冷空氣含有更多水分」，為了用自身經驗來幫助自己理解這項事實，你可以想想冷氣機後方滴下的水，或是在一陣突如其來的雷雨之後，原本悶熱的夏日會變得比較涼爽。蒸發有冷卻效果：你懂得這個道理，是因為亞特蘭叔叔家的潮溼天氣，感覺要比鳳凰城表哥家的乾燥天氣來得熱，在鳳凰城，汗水在皮膚感到潮溼之前就已經蒸發了；當你學習傳熱原理時，你透過用一杯熱可可暖手來理解熱傳導；透過冬日陽光湧入書房來理解熱輻射；至於熱對流，想想叔叔陪著你在亞特蘭大他最愛的小巷子裡慢慢閒逛時，冷氣機的一陣涼風如何救你一命。

將新知識置於**較大的背景**（larger context）之下，有助於學習。例如，對歷史的演變了解得愈透徹，能學到的就愈多，且賦予這段歷史涵義的方式就愈多，譬如把它和你對人類野心和命運無常的理解結合起來，你對這段歷史的記憶就愈牢固。同樣的，想要學習一個抽象事物，比如「角動量原理」，當你將它立基於已經知曉的具體現象，學習過程就會變得容易些，如同當花式滑冰選手收攏手臂靠近胸部時，旋轉速度就會變快。

那些學會從新的素材中提取關鍵概念、將它們建構成一種**心智模式**（mental model），並將這種模式與先驗知識結合起來的人，在學習複雜知識技能方面，能夠展現出優勢。心智模式是一些外部實際經歷的一種內心表現。^[1]

想像棒球打擊手在等待球投過來時，他需要在瞬間判斷，這是一顆曲球？一顆變速球？還是其它球路？他怎麼做到這一點的呢？有一

些微妙的訊號能夠提供幫助：投手揚起手臂的方式、投球的方式及球縫線的旋轉。出色的打擊手會摒除所有無關的感知干擾，專注於這些投球的變化，並且透過練習，基於每種球路整套不同的暗號，建構不同的心智模式。

他將這些模式跟他所了解的擊球姿勢、好球帶和揮棒的知識結合起來，以掌握這顆球。打擊手將這些與球員位置的心智模式結合：如果一、二壘有人，或許他會擊出犧牲打，推進壘上跑者。如果是一、三壘有人且一人出局時，他除了要擊球幫助跑者得分，還要避免擊出雙殺打。他球員位置的心智模式結合了對手位置（對方守得深，還是守得淺），以及從休息區傳到壘上教練、再傳給他的暗號。不錯的打擊手能夠將所有因素無縫結合：打擊手擊出球，穿越外野的漏洞，抓緊時間上一壘並推進隊友。

因為他已經揀選出所有辨識和回應每個球種最重要的因素，從他所學習到的這些知識，建構心智模式，並將那些模式與他所精熟的這個複雜競賽的其他重要因素結合，所以熟練的球員相較於經驗較少的球員，有更好的得分機會，後者無法理解每次站上本壘板所面對的龐大及多變的訊息。

許多人相信，智能是與生俱來的，無法克服學習的挑戰，是天生注定的。但是每次學習新的事物，你都在**改變大腦**——你的經驗殘餘被儲存在大腦裡。我們的生命始於遺傳基因是事實，但是學習和心智模式的發展賦予我們能力也是事實，心智發展讓我們能夠推理、解決問題和創造。換句話說，決定智能的因素，在令人驚訝的程度上是受自己控制的。理解這一點，能夠讓你把失敗視為努力的象徵和有用資訊的來源，你需要更深入或是嘗試不同的策略；你需要理解，當學習困難時，你在做著重要的工作；你需要理解，就像學習任何動作電玩或

新的自行車越野賽特技一樣，如果你想要超越目前的表現水準，成為真正的專家，努力和挫折是不可避免的。犯錯並改正，建造了通往高階學習的橋梁。

實驗證據與理論、傳統知識和直覺的比較

我們進行培訓和教學的方式，多數是以學習理論為基礎，這些理論被傳授給我們，而我們對於方法有效與否的感覺使得這些理論成形，這些感覺來自我們身為教師、教練、學生，以及廣大地球上渺小人類的個人經驗。我們的教學和學習方式多半是理論、傳統知識和直覺的混合物。但在過去四十多年間，認知心理學家們一直致力於收集證據，以釐清什麼是有效的，並找出能夠見效的方法。

認知心理學是了解心智如何運作的基礎科學，進行實證研究，深入人類的認知、記憶與思考。許多其他領域的學者也在研究學習方面有所貢獻，發展和教育心理學家研究人類發展理論，以及這些理論如何被用來塑造成教育工具，像是測驗方法、教育組織工具（例如主題綱要、示意圖），以及矯正教育和資優教育等特殊教育群體的資源；神經科學家使用新穎的影像技術和其他工具，加深我們對於做為學習基礎的大腦機制的理解，但是距離利用神經科學知識提升教育這個目標，還有漫漫長路要走。

關於如何學習才能做到最好，我們怎麼知道應該聽取誰的建議呢？

抱持懷疑態度是明智的。建議很容易就能找到，點幾下滑鼠就行了。但是並非所有建議都具備研究基礎，甚至差得遠了。況且，並不是所有被視為研究結果的建議，都能達到科學標準，例如，有適當的

控制條件，以確保調查結果是客觀的，而且能從中歸納出結論。最佳的實證研究是基於實驗本質：研究者提出一個假設，接著用一整套實驗去檢驗這個假設，這些實驗必須滿足嚴格的設計和客觀性標準。在接下來的章節裡，我們從大量的這類研究中提煉出科學發現，這些研究經過科學界同行的審閱並發表於學術期刊。我們參與了其中的一些研究，但我們的部分不是最大的。如果所陳述的是理論，而並非經由科學檢驗的結論，我們會坦白以告。為了陳述我們的觀點，除了已經驗證過的科學研究，我們還會利用一些像飛行員麥特·布朗這樣在工作中需要精熟複雜知識技能之人的故事，這些故事闡明了如何學習和記憶的基本原則。我們盡量減少對於這些研究本身的討論，如果你想要進一步鑽研，本書結尾的注釋裡列出了這些研究以供參考。

人們誤解了學習

做為老師和學生，我們一直以來的多數做法成效不彰，不過一些相對簡單的改變，卻能產生顯著的作用。人們通常認為，如果接觸某樣東西夠久，譬如一段課文或八年級生物課的一套名詞，就能牢牢記住，但其實並非如此。許多教師認為，如果能夠讓學習變得更輕鬆、更快速，學生就會學得更好。然而許多研究顛覆了這個觀點，學習較為困難時，學生反倒學得更好、記得更牢。教師、培訓人員和教練普遍相信，精通一門新技能最有效的方法是堅持不懈、專注並再三練習，直到記下來為止。這樣的信念根深柢固，因為多數人在集中練習的學習階段，可以看到快速的效果。不過研究結果卻清楚顯示，這種集中練習的快速效果只是短暫的，很快就會消失。

重複閱讀教科書經常是徒勞無功的，這樣的發現一定會讓教育者和學習者背脊發涼，因為這是大多數人首選的學習方法——包括訪問調

查中超過八成的大學生——而且這是我們在專注學習的幾個小時裡告訴自己該做的核心事情。重複閱讀有三點不利因素，很耗時、不能產生持久記憶，且隨著對課文愈來愈熟悉，會讓我們覺得好像已經熟讀了內容，這經常涉及某種無意識的自我欺騙。花幾個小時專注於重複閱讀似乎顯得很勤奮，但是學習時間的長短並無法衡量精熟的程度。[2]

大量仰賴重複練習就能學會的訓練系統隨處可見。讓我們以飛行員麥特·布朗為例。當麥特準備從活塞引擎飛機駕駛，進一步成為商用噴射機駕駛時，他需要精熟全套新知識才能成為合格的駕駛，以便能為他的雇主工作。我們請他描述整個學習過程。他的雇主送他去參加為期十八天、每天十小時的培訓，麥特稱這次的培訓是「消防水龍帶」教學法。前七天在教室學習飛機的所有系統：電氣、燃料、氣動等等，還有這些系統如何操作和互相作用，以及所有故障安全防護裝置容差，譬如壓力、重量、溫度和速度。麥特被要求立即學會大約八十種不同的「記憶行動項目」，以便在大約十二種意外事件中的任何一種意外發生時，可以毫不猶豫或不假思索的採取行動，讓飛機穩定下來。這些意外事件可能包括：突發性的減壓、飛行中反向推進裝置解鎖、引擎失靈及電氣系統走火等。

麥特和其他學員們花了幾個小時，盯著無聊的飛機主要系統的投影片說明；然後，有趣的事情發生了。

「第五天接近中午時分，」麥特說：「他們在螢幕上顯示一幅燃料系統示意圖，包括壓力感測器、停止閥、噴射泵、旁路管線等等，而你則竭力集中精神。接著這名教官問我們：『有沒有人飛在飛行途中發現燃料過濾器旁路燈亮了？』教室另一頭的一名學員舉起手。於是教官又道：『告訴我們發生了什麼事。』突然之間你心想，哇，如果換做是我該怎麼辦？

「這名仁兄當時在大約三萬三千英尺的高空，由於燃料沒有防凍劑，而且過濾器被冰堵塞了，所以兩部引擎即將失去動力。聽到那個故事的時候，相信我，這幅示意圖彷彿有了生命，深深烙印在你的腦海中。噴射機燃料通常含有一點水，當在高空溫度很低時，水就會凝固成冰並堵塞管線。因此加油時一定要確保油罐車上有注明裡面含防凍劑Prist，而且如果你在飛行中發現那個燈亮了，你必須盡快將飛機下降到大氣溫度較高的高度。」^[3]當內容很重要、抽象的東西被具體化且與個人經驗有關時，人們就會學得比較好。

然後，麥特的學習方式改變了。接下來的十一天裡不只有課堂學習，也有飛行模擬器訓練。麥特描述了「積極參與」如何讓記憶更為牢固，學員們需要努力解決飛機的難題，以證明他們對標準作業程式的精熟程度，因應意外狀況、並在飛行模擬器中演練處理這些狀況的動作節奏和身體記憶。飛行模擬器為學員提供了提取記憶練習，而且這些練習是有所間隔、交錯進行又多變化的，也盡可能包含麥特在真實飛行中會有的思維過程。在飛行模擬器中，抽象的知識技能被具體化了，並且跟個人經驗連結在一起。飛行模擬器也是一連串的小測試，幫助麥特和教官們精準判斷他需要專注哪些方面來提高他的熟練度。

或許某些教師和訓練人員們已經找到了高效學習技巧的管道，例如麥特·布朗的飛行模擬器課程，然而在大部分的領域中，這些技巧幾乎非常態，而如前述消防水龍帶般（或類似的）上課方式卻往往是常態。

事實上，學生們所得到的建議，往往根本就是錯誤的。例如，喬治梅森大學網站上公布的學習技巧，就包括了這樣的建議：「學好某樣東西的關鍵是重複；複習的次數愈多，永遠記住的機會就愈大。」

[4]另一則來自達特茅斯學院網站的建議是：「如果你決心記住某事物，你就會記住。」[5]《聖路易郵訊報》偶爾會刊登一則公共服務文章提供學習建議，文章顯示一名孩童將他的鼻子埋在書本裡，「聚精會神，」圖說是這麼寫的：「專注一件事，而且只專注一件事。重複、重複、再重複！重複你必須記憶的事情，就能將它烙印在記憶中。」[6]

人們普遍相信重複閱讀、意志力和重複練習的作用，但事實是，只依靠不斷重複，通常無法讓記憶深植腦海。當你查了一個電話號碼並記住它，同時在電話裡輸入這個號碼時，這個技巧或許有用，但它無助於持久的學習。

網路上流傳一個簡單的例子，搜尋「一分錢記憶測試」，會出現常見的一分錢圖示，總共有十二種不同的圖案，但其中只有一種是正確的。儘管你已經看過許多次一分錢是什麼圖樣，你還是很難有信心指出正確答案。同樣的，近期有一項研究要求在加州大學洛杉磯分校心理系大樓工作的教職員工和學生，找出距離辦公室最近的滅火器，而多數參與者都沒能通過測試。在該校待了二十五年的一名教授，立刻離開座位，決定去找離他辦公室最近的滅火器。他發現那個滅火器實際上就在辦公室門的旁邊，距離他每次進入辦公室都要轉動的把手只有幾英寸遠。因此，在這種情形下，即使是幾年的重複接觸，都沒能讓這位教授學到——如果他的廢紙簍起火，他應該走向哪個距離最近的滅火器。[7]

初期的證據

重複接觸能夠建立記憶的觀念是錯誤的，這一點已經被一系列調查研究所證實。這些研究可以追溯到一九六〇年代中期，當時多倫多大學的心理學家安戴爾·托爾文（Endel Tulving）開始測試人們記憶長串常見英文名詞的能力。在這個實驗的第一階段，參與者只是閱讀一串成對的項目六次（例如，名單上的一對項目可能是「椅子—9」），他們並不知道接下來會有記憶測試。每對的第一個項目總是名詞。在閱讀了名單上成對的項目六次之後，參與者被告知他們會拿到一串名詞，並被要求記住這些名詞。其中一組參與者拿到的名詞跟他們之前讀了六次的名詞一樣；另一組要背的名詞則跟之前的不同。出乎意料的，托爾文發現，兩組參與者的學習效果並沒有差別，亦即這兩條學習曲線在統計學意義上無法區別。跟直覺相反，先前接觸並不能幫助回憶，單純的重複無法提高學習效果。之後許多研究者的研究進一步質疑，重複接觸或花比較長的時間記住一個概念，是否對之後的回憶有所幫助？這些研究已經證實並詳細闡述了以下發現：重複本身並不能產生良好的長期記憶。^[8]

這些調查結果促使研究人員對重複閱讀教材的好處進行研究。二〇〇八年，華盛頓大學的科學家在《當代教育心理學》期刊發表他們在該校及新墨西哥大學所進行的一系列研究，釐清重複閱讀做為提高文章理解和記憶的方法。就像多數研究一樣，這些研究是基於前人研究的成果；一些研究顯示，當同樣的教材被多次重複閱讀時，學生做出的推論是一樣的，他們所建構的主題之間的連結性也是一樣的；還有一些研究則顯示，重複閱讀有適度的好處，這些好處出現在兩種不同的情形下，第一種情形是，一些學生閱讀學習材料之後立刻再讀一遍，另一組學生只讀一遍，兩組學生在閱讀之後隨即參加測試，結果讀了兩遍的學生比只讀了一遍的學生成績要好一點。

然而，間隔一段時間再考試，當時立刻重讀的好處消失了，多讀一次的學生和只讀一次的學生成績相當。另一種情況是，一組學生隔了若干天再重讀，這組進行了間隔重讀的學生，成績比沒有重讀的學生要好。^[9]

華盛頓大學進行了一些後續實驗，目的在於解開之前研究所提出的一些問題，這些後續實驗評估了重讀對於能力不同的學生的好處，這樣的實驗條件模擬了真實課堂裡學生所面臨的學習環境。總計一百四十八名、來自兩所大學的學生，閱讀摘選自教材和《科學人》雜誌的五個不同段落。其中一些閱讀能力較高，另一些則較弱；一些學生只讀了一遍，其他的則連續讀了兩遍。接著所有學生參加測試，以顯示他們學到了什麼、記住了什麼。

這些實驗證明，不管是哪一組、哪一個學校、在哪一種條件下進行測試，密集多次閱讀都不是有效的學習方法。事實上，研究人員發現，在這些條件之下，重複閱讀沒有任何好處。

結論是什麼呢？如果距離第一次閱讀已經有一段有意義的時間間隔，那麼再讀一次是有意義的；但是，密集的重複閱讀卻是耗費時間的學習方法，不僅徒勞無功，又會讓人忽略其他耗時較少且效果強多了的方法。然而，對大學生的調查證實了大學教授們早就知道的事實：用螢光筆和劃線標出重點和持續不斷的專注閱讀筆記和教材，是目前為止大學生最常用的學習方法。^[10]

知識錯覺

如果重複閱讀基本上沒有效果，為什麼學生們喜歡這麼做呢？一個可能的原因是，他們接收到錯誤的學習建議。另外還有一個比較微

妙的因素，將他們推向這種複習的方法。前文曾經提到過這個現象：對教材的熟悉程度提高和閱讀時的流利程度，可能產生熟練的錯覺。任何大學教授都可以證實，學生們努力的要理解在課堂上聽到的精確詞句，他們誤以為這些敘述就是該科的精髓。但是從字面上掌握了授課內容或是教材，並不等於掌握了背後的知識。然而，重複閱讀讓人誤以為掌握了基本概念。不要讓自己被騙了。事實是，能夠重複教材或課堂筆記中的語句，並不代表理解了內容重要性和應用方法，以及如何與已知的學科知識連結起來。

一名大學教授經常有這樣的經驗，有人敲她辦公室的門，她應門後看到一名沮喪的一年級學生，這名學生要求討論一下他在心理學導論這門課第一次考試的低分成績。這怎麼可能呢？他從來沒有缺課並勤奮做筆記，還閱讀了教材，也標出了重要段落。

她問對方是怎麼準備這次考試的？

好吧，他說自己有標示筆記的重點，接著把畫了重點的筆記和教材複習若干遍，直到覺得已經完全熟悉所有重點內容。但在考試中怎麼可能只得到「D」呢？

他有沒有利用每一章後面的關鍵概念來整理測驗自己呢？他有沒有看著剛學到的專業詞彙，試著定義它，並將其用在一個段落裡呢？當他在閱讀時，有沒有想到把教材的重點轉換成一連串的問題，並試著回答這些問題呢？他在閱讀時，有沒有至少用自己的話來重述一次主要概念呢？他有沒有試著找出這些概念與自己已經知道間的知識間的關連性呢？他有沒有去找一下教材之外的例子呢？上述所有情況的答案都是：沒有。

他認為自己是模範生，超乎常人的勤奮，然而事實卻是，他並不知道如何有效的學習。

精熟的錯覺是後設認知（metacognition）的壞例子，後設認知就是人「對自己認知的認知」。準確判斷知道什麼和不知道什麼，對於決策是非常重要的。美國國務卿唐納．倫斯菲爾德（Donald Rumsfeld）二〇〇二年召開媒體簡報，就伊拉克可能持有大規模毀滅性武器的情報，給了這個問題一個很出名（且具預言性）的總結：「有已知的已知，有些事情我們知道我們知道。有已知的未知，也就是說，有些事情我們現在知道我們並不知道。但是還有未知的未知，有些事情我們不知道我們並不知道。」

這裡指出的就是我們所強調的，沒有自我測試的學生（而且多數學生都不這麼做）容易高估自己對教材的精熟程度。為什麼呢？當學生在聽課或閱讀教科書時，如果內容清楚無比，以為弄懂論點很容易，讓他們覺得自己已經懂了，就不需要再學了。換句話說，他們很容易不弄清楚自己不知道什麼；考試中，他們發現想不起重點，而無法將它們運用在新的環境中。同樣的，當他們重複閱讀課堂筆記和教材到了流暢的程度時，他們的熟練讓自己誤以為已經掌握了構成真正學習的基本內容、原理和含義；他們有自信隨時都可以回想起這些知識。結果是，就算最勤奮的學生，也經常由於兩項因素阻礙了學習：未能了解自己在哪些學習領域較弱，也未能了解需要花更多功夫來加強這些領域；並偏好那些產生熟練錯覺的學習方法。^[11]

知識：不充分但必要

愛因斯坦指出：「創新比知識更重要。」如果學生穿著的T恤上面印的口號有任何象徵意義的話，這個標語應該會每天被大學生穿去

上學。他們怎麼會不緊緊抓住這樣的口號呢？它包含了一個明顯而深刻的事實，如果沒有創新，科學、社會或經濟的突破，要從何而來呢？除此之外，積累知識感覺上似乎很辛苦，而創新聽起來有趣多了。但是，這種二分法肯定是錯的。你不會想要看到你的神經外科醫生或載你飛越太平洋的機長身上穿著這樣的T恤。但是人們對標準化考試的反應，使得這種觀點頗為流行，因為人們擔憂考試會造成過於強調死背硬記，並忽視高水準技能的重要性。雖然標準化考試有其隱憂，但是真正應該問的是，如何強化知識及創新能力？因為如果沒有知識，就沒有較高層次的分析、綜合和具有創造性的解決問題的技能。誠如心理學家羅伯特．史坦伯格（Robert Sternberg）和他的兩名同事所說的：「如果人們完全不明白他們所要應用的東西，就不可能以務實的方式應用他們知道的東西。」^[12]

從烹飪、下棋到腦外科手術，任何領域的精通，都是知識、概念理解、判斷和技能的一種漸進式累積的過程。這些是新技能練習的多樣化成果，也是努力、思考和內心演練的成果。記住事實就像在為建築工地儲備蓋房子的材料。而蓋房子不僅需要無數不同的設備和材料的知識，還需要對於一些方面的概念性理解，像是頂梁和屋頂支撐系統的承重性能，或是能量傳輸和守恆的原理，理解這些原理，有助於保持室內溫暖，以及避免日後屋頂積冰漏水的冰壩問題。精熟某樣東西，不僅需要掌握現成的知識，還需要從概念上理解如何去運用這些知識。

當麥特．布朗必須決定是否放棄他的右引擎時，他是在解決問題，而且他需要從記憶中回想，在失去一部引擎的情況下，所需要的飛程序及飛機的容差，以預測他是否會從空中墜落，或是無法調正著陸。專攻神經外科的醫學院一年級學生必須記住整個神經系統、整

個骨骼系統、整個肌肉系統和肱骨系統，如果辦不到，就無法成為一名神經外科醫生。當然，她的成功不僅是靠勤奮，還得先找到讓她能在有限時間內學會大量知識的學習方法。

測試：量尺與學習工具的比較

談到考試毫無疑問會激怒許多學生和教育人士。尤其是過去幾年，人們對標準化考試的日益關注，已經把考試變成了避雷針——宣洩人們對於如何達成國家教育目標的質疑。網路論壇和媒體文章受到讀者圍攻，他們指責強調考試會促成死記硬背，所犧牲的是更全面的了解及創新能力；還有，考試在學生身上加諸了額外的壓力，並提供錯誤的能力衡量標準等等。但是如果不再將考試當做衡量學習的量尺，而是把測試視為練習從記憶中提取知識，而非「考試」，我們便為自己開啟了另一個可能性：**利用測試做為學習工具。**

積極提取記憶（測試）可以強化記憶能力是最令人驚訝的研究發現之一，而且提取愈費力，好處愈大。試想，飛行模擬器相較於投影片授課；試想，小考相較於重複閱讀，何者更好？從記憶中提取知識有兩大優點：第一，它告訴你，你知道什麼和不知道什麼，因此你應將進一步學習的重點放在哪裡，以改善你的弱點；第二，回想所學的知識使大腦重新鞏固記憶，這樣會強化這個新知識與已知的知識連繫，未來更容易喚起記憶。事實上，提取（測試）阻斷遺忘。以伊利諾州哥倫比亞中學一門八年級的科學課為例，研究人員安排了這個學期的三次小考，把這門課期間所涵蓋的部分教材，當成低占比（但有反饋）小考內容；這份教材的另一部分則從未考過小考，但讓學生以複習方式讀過三遍。一個月後進行測試，哪一部分的教材學生記得比

較牢呢？這群學生在有小考的教材方面，平均得分是「A⁻」；沒有考試只有複習的部分，平均得分為「C⁺」。^[13]

在麥特．布朗的例子中，就算他駕駛相同的商用噴射機已經十年了，每隔六個月，他的雇主還是會用一連串的測試和模擬飛行來強化他的精熟度。在這些測試和模擬飛行中，他必須去提取控制飛機所需要的資訊和操作方式。誠如麥特所言，緊急狀況很少見，因此，如果不練習應急措施，就無法記住。

上述關於課堂研究和麥特．布朗重新記起飛行知識的經驗這兩個例子顯示出，我們為了保持在需要時可以取得知識，提取記憶練習是非常重要的。積極提取記憶所產生的力量將會是第二章討論的主題。

^[14]

小結

我們多半是用錯誤的方法在學習，並給予後輩糟糕的建議。我們以為的知識學習，有很大的程度是來自於我們所相信的，並且是基於直覺，但卻禁不起實證研究的檢驗。反覆出現的知識錯覺，讓我們耗費力氣在無效的學習方法上；如同第三章提到的例子，就算是那些參加實證研究、親眼看到證據的人，也是如此。錯覺是很有說服力的。學習者能夠慢慢灌輸自己最好的習慣之一，是定期給自己小考，以校準自己對於知道什麼和不知道什麼的認知。凱莉．杭克勒（Kiley Hunkler）少尉是西點軍校二〇一三年的畢業生，並獲得全世界最頂尖獎學金之一的羅德斯獎學金，我們會在第八章講述她的故事。她用「校準方位」一詞來描述，她是如何用練習測試（practice test）來幫助自己調整學習重點。在陸地導航中，「校準方位」意指爬到高處，

在前進方向的地平線上找一個目標，並察看指南針所指的方向進行調整，以確保在穿越山腳下的森林時，仍能保持正確方向。

好消息是，我們現在知道簡單且實用的學習方法，任何人不分老少都可以用這些方法來學得更好、記得更久，這些方法包括：各種形式的記憶提取練習，像是低占比的小考和自我測試；將練習的時間間隔拉開；交錯練習不同但相關的主題或技能；在別人教你答案之前，自己先嘗試解決問題；提綱挈領，區分問題類型等。

在接下來的章節中，我們將深入探討這些方法。因為學習是一個反覆的過程，需要複習先前所學的知識並不斷更新，還要將它們與新的知識連結起來，所以我們在後續章節中會持續多次在這些主題上打轉。在本書結尾，也就是第八章，我們會把所有的內容整合起來，提供具體的建議和例子，讓這些工具得以發揮運用。

-
1. 心智模式（mental model）一詞最早被創造來表示複雜的概念性的表徵（representations），譬如電網或汽車引擎的運作。這裡我們將其用法擴展至運動技能，後者有時候被稱為「運動模式」（motor schema）。
 2. 關於學生學習方法的資料來自這份調查：J. D. Karpicke, A. C. Butler, & H. L. Roediger, Metacognitive strategies in student learning: Do students practice retrieval when they study on their own?, *Memory* 17 (2010), 471–479.
 3. 彼得·布朗於二〇一一年三月二十八日在明尼蘇達州哈斯汀斯（Hustings）採訪麥特·布朗。文中所有麥特·布朗的引述皆出自這次的訪談。
 4. 欲了解此建議，參見：
<http://caps.gmu.edu/educationalprograms/pamphlets/StudyStrategies.pdf>，本書作者進入此網頁查詢的時間為二〇一三年十一月一日。
 5. 欲了解此建議，參見：www.dartmouth.edu/~acskills/docs/study_actively.doc，本書作者進入這個網頁查詢的時間為二〇一三年十一月一日。
 6. 引用自《聖路易郵訊報》的學習建議由「讀報教育計畫」（Newspapers in Education）發布，相關網頁內容標題為《測試1、2、3！如何學習和考試》（*Testing 1, 2, 3! How to Study and Take Tests*）（第十四頁），網址為：
<http://nieonline.com/includes/hottopics/Testing%20Testing%20123.pdf>，本書作者進入此網頁查詢時間為二〇一三年十一月二日。

7. 關於單純重複無助於回想起一分錢圖像的細節或滅火器在建築物中的位置的研究，參見：R. S. Nickerson & M. J. Adams, Long term memory of a common object, *Cognitive Psychology* 11 (1979), 287– 307, 以及A. D. Castel, M. Vendetti, & K. J. Holyoak, Inattention blindness and the location of fire extinguishers, *Attention, Perception and Performance* 74 (2012), 1391–1396。
8. 關於托爾文實驗，參見：E. Tulving, Subjective organization and the effects of repetition in multi- trial free recall learning, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 5 (1966), 193–197。
9. 關於重複閱讀對於之後的記憶好處不大的實驗，參見：A. A. Callender & M. A. McDaniel, The limited benefits of rereading educational texts, *Contemporary Educational Psychology* 34 (2009), 30–41。
10. 關於學生偏好重複閱讀的學習方法的調查，參見：Karpicke et al., Metacognitive strategies. 資料亦來自 J. McCabe, Metacognitive awareness of learning strategies in undergraduates, *Memory & Cognition* 39 (2010), 462–476。
11. 知識錯覺將會是貫穿本書的一個主題，下述這本書可供綜合參考：Thomas Gilovich, *How We Know What Isn't So: The Fallibility of Human Reason in Everyday Life* (New York: Free Press, 1991)。
12. 參考資料：R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & L. Zhang, Styles of learning and thinking matter in instruction and assessment, *Perspectives on Psychological Science* 3 (2008), 486–506。
13. 關於哥倫比亞中學的研究計畫，參見：M. A. McDaniel, P. K. Agarwal, B. J. Huelser, K. B. McDermott, & H. L. Roediger (2011). Test- enhanced learning in a middle school science classroom: The effects of quiz frequency and placement. *Journal of Educational Psychology*, 103, 399–414。
14. 測試做為一種學習工具的概念，第二章中有詳細的敘述。關於本章中這方面內容（及認知心理學在教育中的其他應用）的綜合參考，請見：M. A. McDaniel & A. A. Callender, Cognition, memory, and education, in H. L. Roediger, *Cognitive Psychology of Memory*, vol. 2 of *Learning and Memory: A Comprehensive Reference* (Oxford: Elsevier, 2008), pp. 819–844。

第二章 提取記憶

二〇一一年年底的某個下午，麥克·艾伯索爾德（Mike Ebersold）被召回醫院急診室幫威斯康辛州一名獵鹿人檢查傷口，這名患者被發現失去意識倒在玉米田中。這名男子的後腦出血，發現他並將他送進醫院的那些人，以為他可能是絆倒或撞到什麼東西，所以頭骨破了。

艾伯索爾德是神經外科醫師，這個傷口有腦突出的現象，他認出這是槍傷。這名獵人在急診室中恢復意識，但是問他怎麼受傷的，他完全不知道。

事後回想這個事件，艾伯索爾德指出：「一定是某人從一定的距離外，用12口徑獵槍射擊，子彈以弧形的軌道穿過只有天知道多遠的距離，打中這名男子的後腦杓，擊破他的頭骨，並射入腦部約一英寸。子彈的動能必然已經損耗不少，否則會更深入。」^[1]

艾伯索爾德又高又瘦，他的祖先是名為瓦帕薩（Wapasha）的達科他州酋長們，以及在密西西比河谷的這個部分開枝散葉的法國毛皮交易商洛克（Rocque），而梅約兄弟（Mayo brothers）後來也在這個谷地開辦了他們世界聞名的醫療中心。艾伯索爾德接受過正規的醫學訓練，包括四年大學、四年醫學院和七年神經外科訓練，建立了知識與技能基礎，並透過持續的醫學教育課程、同僚切磋以及於梅約醫學中心（Mayo Clinic）和其他醫療機構的執業經驗，擴大並加深其知識與技能基礎。會上門找他治病的名人有一長串，儘管有這樣的事業

成就，他還是秉持著中西部人的謙遜態度。艾伯索爾德參與了美國總統雷根摔馬受傷的手術及術後治療。阿拉伯聯合大公國總統薩伊德需要精密的脊椎修補手術時，他和該國近半數的大臣和安全部隊入住羅徹斯特（Rochester），讓麥克．艾伯索爾德進行手術並照顧薩伊德復原。在梅約醫學中心執業多年之後，為了報答早期在威斯康辛州這間醫院所接受的醫療訓練，艾伯索爾德回到這間醫院幫忙。被12口徑獵槍誤擊的這名倒楣獵人，可能不清楚自己有多幸運，當天是艾伯索爾德值班。

子彈進入頭骨的一個區域，該區域下方有大的靜脈竇，即一個將液體排出腦腔的軟組織通道。艾伯索爾德幫這名獵人做檢查，他憑經驗知道，等傷口打開時，他很可能會發現這條靜脈血管破了。他這樣描述：

我對自己說：「這名病人需要開刀。腦組織從傷口流出。我們必須把傷口清乾淨並盡我們所能把傷口修補好，但是過程中可能會碰到這條大靜脈，情況可能會非常、非常嚴重。」所以我把流程檢查了一遍，說：「我可能需要幫這名病人輸血，」我準備了一些血液，複習了甲乙丙丁這些步驟，準備好手術室，事先告訴他們可能會碰到什麼狀況。這一切是標準程序，像是警察準備攔車檢查，我知道標準流程，我已經做完所有的步驟。

然後我去手術室，目前處於有時間把它全部想清楚的狀態。我想：「老天，我不想要直接把子彈取出，萬一大量流血怎麼辦？我會試著慢慢從邊緣進行，把東西清除，準備好應付可能發生的狀況，再把它取出來。」

結果子彈和骨頭就像塞子一樣卡在靜脈裡，這名獵人再度走運。要不是傷口當場自行塞住，他根本活不過兩、三分鐘。艾伯索爾德移除子彈，骨頭碎片掉落，靜脈血液大量流出。「五分鐘內，你失去了大約兩個單位的血液，現在你幾乎沒有時間——思考你有什麼選擇。現在的狀況變成反射和機械性的。你知道傷口將會流出非常、非常多的血，所以你只有很短的時間。你只是想著：『我必須在這個結構周圍進行縫合，而根據過去的經驗，我知道我必須用這種特殊的方式來進行縫合。』」

這條出問題的靜脈，大約是成人小指的大小，在一英寸半之內有好幾處破洞，他必須在破裂處上方和下方縫合，但它是一個平的結構，他很清楚：你根本不可能在上面縫針，拉緊時，組織會撕裂，而且結紮處會有裂縫。在緊急和機械性的作業下，他轉而仰賴過去涉及這條靜脈的手術中所研發的技巧。他從病人為了進行手術而已經切開的皮膚下，切下兩小塊肌肉，把它們移植到這個部位，並將破裂的靜脈末端縫上這兩小塊肌肉。這些肌肉塞子可以封閉靜脈，且不會影響原本的形狀或撕裂組織。這是麥克自學的方法，他說你無法在書上找到這種方法，幸好在這種時候很好用。這個方法耗時約六十秒，病人又流失了兩百毫升的血，但是一旦放好肌肉塞子，靜脈立即停止失血。「有些人無法忍受這條竇靜脈被封閉起來，因為血液無法適當排除，腦壓會升高。好在這名患者可以忍受。」一週後，獵人出院了。他與死神擦肩而過，除了周邊視覺有些受損之外，出乎意料的竟然毫髮無傷。

反思是一種練習形式

關於如何學習及記憶，我們從這個故事中可以推導出什麼結論呢？我們從誕生的那一刻起，生活中所有跟神經外科有關的面向，有一種基本的學習，是來自於個人經驗的反思（reflection）。麥克·艾伯索爾德是這樣解釋的：

有時我在手術中會碰到一些難題，當晚回到家，我會反思發生的狀況以及我可以怎麼做，譬如，改善縫合的方式：我可以怎樣縫粗一點，或縫細一點？還是這些針腳應該更密一點？如果我這樣或是那樣修正，效果如何呢？然後第二天到了醫院，我會試一下並看看情況是否有所改善。就算隔天我沒有這麼做，至少我曾經仔細想過這件事，而且這樣做時，我不只複習了在課堂上或是看別人動手術時所學到的知識，同時也透過增添我自己的想法，來補強我在這個學習過程中的不足。

反思會涉及若干認知行為，帶來更強的學習效果：從記憶中提取知識和過去所受的訓練，將它們與新經驗連結，並且在腦海中想像演練，下次如何用不同的方法來做這件事。

正是這種反思，帶領艾伯索爾德嘗試腦後靜脈竇修補手術的新技巧。他在腦海及手術室練習，直到這項技巧變成面臨病人一分鐘噴出兩百毫升的血時，他可以倚賴的反射性緊急處理方法。

為了確保新學到的知識在必要時派得上用場，艾伯索爾德指出：「你要記住在某種特定狀況下的注意事項一覽表：步驟甲乙丙丁，」接著反覆練習，然後在碰到緊急狀態時，不再需要回想這些步驟，就能反射性的採取正確行動。「除非你不斷回想這種處理方法，否則它不會成為一種反射性動作。就像賽車手在緊急狀況下的反應，或是四

分衛躲避攔截時得多迅速，你必須不假思索做出反射性行動。反覆回想加上反覆練習真的非常重要。」

測試效應

小孩用線把蔓越莓串起來掛在樹上，卻發現它們從另一頭滑了出去。沒有打結就不能成串。沒有打結就沒有項鍊、沒有珠包、沒有漂亮的壁毯。提取為記憶打了個結。重複的提取串起記憶，並增加了一條迴路讓它變快。

早在一八八五年，心理學家便發現「遺忘曲線」（forgetting curves），它告訴我們蔓越莓有多快從線上滑落。我們在非常短的時間內，失去大約百分之七十聽到或讀到的知識。接著，遺忘開始減緩，最後的百分之三十以比較慢的速度流逝，但這個課題是很清楚的：改善學習方式的一項核心挑戰，就是找到方法阻斷遺忘的過程。

[2]提取記憶是很強的學習工具，心理學家將提取記憶的力量稱為測試效應（testing effect）。測試最常見的形式，是在學校做為衡量學習效果並替學生打分數，但是我們早就知道，從記憶裡提取知識的行為，將更容易在未來喚起該知識。

亞里斯多德在他關於記憶的論文中寫道：「重複回想事情的練習會強化記憶。」哲學及科學家培根和心理學家威廉·詹姆士（William James）也撰寫過關於這種現象的文章。今日，我們從實證研究得知，比起重複學習所學內容，練習提取記憶可以讓學習效果更牢固。這就是測試效應，又稱為提取練習效應（retrieval-practice effect）。

[3]

為了獲得最顯著的效果，記憶的提取必須有所間隔，且一遍又一遍的重複進行，以使回想需要一些認知努力，而非不動腦筋的背誦。很明顯的重複回想能夠幫助記憶，在大腦中固化成一種具有結合力的表現形式，強化神經路徑，並使得神經通路倍增，知識能夠透過這些神經通路被提取出來。過去的數十年來，研究已經證實麥克·艾伯索爾德和所有經驗豐富的四分衛、噴射機飛行員和喜歡發送短訊的青少年從經驗中學習到的東西——反覆提取記憶能夠將知識和技能深深烙印在腦海中，以致它們成了反射動作：大腦還來不及思考就先做出反應。

然而，儘管研究和個人經驗都告訴我們，測試是一種強大的學習工具，但是傳統教育環境中的教師和學生，卻很少使用測試效應做為學習工具，而且教師和學生對這種工具的理解和應用仍舊遠遠不足。

二〇一〇年，《紐約時報》報導了一項科學研究，一群學生在讀了一段課文之後接受一項測試，要他們回想剛才的閱讀內容，隔了一週，這些學生遠比沒有做過回想測試的學生，記得更多內容，很驚人的是，竟多出百分之五十的資訊。或許看似好消息，許多網友卻給出這樣的評論：

「又來了，又有作者把學習和喚起記憶給搞混了。」

「我個人比較希望盡量避免考試，尤其是會影響我的成績的情況下。在有壓力的環境下學習絕對不可能有助於記憶。」

「人們不應該在乎考試是否會強化記憶。我們的孩子不能再考更多試了。」^[4]

許多網友評論主張：別管死記硬背，教育應該關乎高階技能。那麼我們最好別跟神經外科醫生說：記憶與解決複雜問題無關。許多人對於只為了衡量學習效果而進行的標準化考試感到沮喪，這是可以理解的，但這也使得我們無法領會現成的、最有效力的學習工具之一。拿基本知識學習和發展創意思考比較，是牛頭不對馬嘴，因為兩者都需要培養。如果一個人對於眼前問題所擁有的知識愈多，就可能以更為精妙的創意來解決新的問題。

知識如果沒有創意和想像力就無法成長，創意若沒有扎實的知識做為基礎，就無法穩固。

在實驗室內研究測試效應

測試效應的實證研究由來已久。第一次大規模的調查結果發表於一九一七年。在該研究中，三、五、六和八年級的孩童閱讀《美國名人錄》（*Who's Who in America*）一書中的簡短人物介紹。一些孩童被引導在腦海中安靜唸誦部分內容。另一批孩童則是反覆閱讀內容。結束時，所有的孩童被要求寫下他們記得的內容。三至四個小時後，又進行一次記憶測試。比起沒有唸誦只是不斷複習內容的孩子，所有有花時間唸誦內容的孩子都記得比較牢。記得最好的是那些花大約百分之六十學習時間唸誦的孩子。

第二個劃時代的研究發表於一九三九年，該研究針對愛荷華州三千多名六年級學童進行測試。這些孩子閱讀了六百字的文章，然後分別在不同時間進行測試，並在兩個月後進行最後一次測試。這項實驗顯示出幾個有趣的結果：第一次考試拖得愈久才進行，學生忘記的內容愈多；其次，學生一旦做過測試後，忘記內容的情況幾乎就停止了，而且在後續的測試中，分數下降的幅度非常小。^[5]

一九四〇年左右，學術界的興趣轉向對遺忘的研究，不再重視測試做為一種提取練習及學習工具潛力的研究，利用測試做為研究工具也乏人問津：既然測試阻斷遺忘，你不能用它來測量遺忘，因為那會對這個研究主題造成「混淆」。

一九六七年，學術界又重新燃起對測試效應的興趣，當時發表的一項研究顯示，研究對象被給予三十六個字的名單，從一接觸這些字開始，就進行重複考試，他們所學到的與重複閱讀時學到的一樣多。以測試和閱讀來進行學習，兩者結果一樣——這挑戰了我們的常識，讓研究人員把注意力轉回到測試做為學習工具的潛力，並引發一波測試研究的熱潮。

一九七八年，研究人員發現，集中學習（填鴨法）後馬上考試，會得到更高的分數，但是卻比採用提取記憶方法的人忘得快。在第一次測試兩天後的第二次測試當中，採取填鴨法的研究對象，忘記了百分之五十第一次測試時記得的內容，而花相同時間採用提取記憶方法的那些人，只忘掉百分之十三。

後續還有一項研究，旨在了解接受多次測試會對研究對象的長期記憶產生什麼效應。學生聽了一則提到六十個具體物件的故事。聽完後立即接受測試的學生，在第一次測試時記得百分之五十三的物件，但是一週後只記得百分之三十九。另一組學生聽了相同的故事，但是一週後才進行測試，他們記得百分之二十八的內容。因此，先接受一次測試讓一週後的測試表現提高了百分之十一。然而，進行三次立即測試和一次測試相較，會有什麼效應呢？另一組學生在聽了故事之後，接受三次測試，一週後，他們能記住百分之五十三的物件，與接受一次測試小組的第一次測試結果相同。實際上，相較於接受一次測試的那一組，接受三次測試的這組學生已經被打防止遺忘的「預防

針」，而接受一次測試的那一組，記得的又比那些沒有立即接受測試的學生來得多。由此可見，多次提取練習通常比一次性提取來得好，如果將測試的時間間隔開來更是如此，這一點與之後的研究結果一致。^[6]

在另一項研究中，研究人員證明，光是要求研究對象填補單字中遺漏的字母，都能產生更好的記憶結果。以一串詞組為例，相較於從foot-s__e中顯而易見的線索來學習，硬記foot-shoe這個詞組的持久記憶效果較差。這項實驗是研究人員所謂的「生成效應」（generation effect，學習者自己產生學習內容）的一個實證，填空學習這個詞組所需要的適度努力，強化了對shoe這個目標字的記憶。有趣的是，這項研究發現，比起學習後立即提取，如果這個提取練習前面穿插了二十個詞組，在後面的測試中愈容易記起這個詞組。^[7]為什麼會這樣呢？有一種論點是，延後回想需要花費更大的力氣，有助於強化記憶。研究人員開始提出疑問：測試的時間點是關鍵嗎？

答案是肯定的。與集中學習相較，如果提取練習被分隔開來，允許每次測試之間忘掉一些東西，將會產生更強的長期記憶效果。

研究人員開始尋找機會把調查結果從實驗室引入教室，運用學生在學校必須學習的內容。

「在自然環境下」研究測試效應

二〇〇五年，我們和同事帶著一項研究計劃，去鄰近的伊利諾州哥倫比亞找一所中學的校長羅傑．錢伯倫（Roger Chamberlain）。提取練習的正面效應已經在受控制的實驗室環境中多次得到證明，但是很少在一般的教室環境中得到驗證。這個研究是為了了解「在自然環境

下」測試效應的效果。哥倫比亞中學的校長、老師、學生及家長們會願意成為研究對象嗎？

錢伯倫有幾點疑慮。如果這只是關於記憶，他不是特別感興趣。如他所說，他的目的是要將學生提升到更高的學習形式——分析、綜合和應用。而且他擔心他的教師們，這些充滿幹勁的教育者有他們的課程和不同的教學方法，他不願意打斷。另一方面，這項研究的結果可能是具有啟發性的，且參與的教師班級將可以獲得電子白板和「遙控器」（clickers，自動回應系統）。新設備的預算非常吃緊。

六年級的社會研究教師派翠絲．拜恩（Patrice Bain）躍躍欲試。對於研究人員而言，有機會在教室進行研究是非常具有說服力的，而且他們願意接受學校的條件：該研究將會配合既有的課程、授課計畫、測試格式和教學方法，盡量不影響學習，所使用的教材不變。課堂中唯一的差別是偶爾會有一些小考，該研究為期三個學期（一年半），貫穿社會研究教材的若干章節，涵蓋的主題包括古埃及、美索不達米亞、印度和中國。這次的計畫於二〇〇六年展開，後來證明是不錯的決定。

研究助理普扎．阿佳爾沃（Pooja Agarwal）為這個社會研究課的班級設計了一系列的小考，測試內容大約占老師教學內容的三分之一。這些小考「不占成績比重」，代表測試分數不會影響到成績等級。每次進行小考時老師都不在場，這樣她就不知道測試的內容。第一次小考是在課堂一開始，針對還沒討論過的指定閱讀內容進行測試；第二次小考是在當日上完課之後；還有一次複習小考是在每個單元考試前二十四小時進行。

有一個疑慮是，在期末考試中，如果學生在考過小考的內容得到的成績，優於沒有考過的內容，可能有人會認為，在小考中重複接觸

這些教學內容的簡單動作，是學生學得較好的原因，而不是因為提取練習。為了駁斥這種可能性，一些沒有考過的內容以不需要使用提取記憶的簡單複習陳述，例如：「尼羅河有兩條主要支流：白尼羅河和藍尼羅河。」有些班級考過這些知識，有的只是複習過。

這些小考只會花費幾分鐘的課堂時間。教師離開教室之後，阿佳爾沃在教室前方板子上放映一系列的投影片，並把內容唸給學生聽。每張幻燈片顯示的是一道多選題或一個事實陳述。如果出現的是問題，學生利用遙控器選擇甲乙丙丁。所有學生都回答完畢後，會公布正確答案，以便提供反饋和更正錯誤。（雖然教師在小考時並不在場，但是在正常情況下，如果老師監考，他們會立即看到，學生有多會尋找學習內容的脈絡並利用這些結果來導引進一步的討論或學習。）

單元考試是由老師出題的一般紙本測驗，另外還有學期末考試和年終考試。透過老師的常規課堂教學、家庭作業、習題等，學生學習了這些大考要考的所有內容，但是其中三分之一的內容，他們考了三次小考，另有三分之一的內容多複習了三次。剩下的內容除了最初的課堂學習及學生可能自行閱讀外，既沒有考小考也沒有額外複習。

實驗結果是具有說服力的：這些學生在有小考的內容方面得到的分數，比起沒有小考的內容高了一個級數水準。除此之外，以事實陳述方式來做複習、但是沒有小考的內容，甚至比不上沒有複習部分的成績。這也再度證明，重複閱讀並沒有太多幫助。

二〇〇七年，這項研究擴及八年級的科學課，內容有遺傳學、演化和解剖學。實驗設計一樣，結果同樣令人大為吃驚。三個學期結束時，這些八年級生在沒有經過小考的科學內容方面平均是百分之七十九（C⁺），有小考的部分則有百分之九十二（A⁻）。

這個測試效應持續出現在八個月後的年終大考，證實了許多實驗室研究所顯示的提取練習的長期優點。如果這種提取練習持續進行並一個月發生一次，比如說，在這幾個月期間，這種效應無疑會更好。

[8]

從這些研究所學到的經驗已經深植於許多哥倫比亞中學的教師心中。參與了研究之後，派翠絲．拜恩的六年級社會研究課，直到今日仍持續遵循課前和課後小考，以及每章單元考前安排複習小考。並未參與這次研究的八年級歷史老師榮恩．維倫伯格（Jon Wehrenberg），將提取練習以許多不同的方式加入他的課堂學習中，其中包括小考，而且他在他的網站上提供額外的線上工具，像是學習卡和遊戲，例如，他要求學生在閱讀奴隸史的段落之後，寫下十件他們在閱讀這些段落之前所不知道的關於奴隸制的事實。你不需要電子裝置來練習提取記憶。

而需要提升閱讀理解能力的七名六、七年級學生，最近坐在教室上一堂蜜雪兒．史皮維（Michelle Spivey）的英文課，他們的閱讀課本翻到一個有趣的故事。史皮維小姐要求每名學生朗讀一段課文。學生唸得不順時，她就讓他再試一遍。當學生唸對時，她試著讓班上學生解釋這個段落的意思及書中角色的內心想法。這就是提取記憶和詳細闡述；同樣的，不需要科技的輔助。

在哥倫比亞中學，小考並不是一件沉重的事。該研究完成之後，學生被要求做了一份關於這個問題的意見調查。百分之六十四的學生表示，小考降低他們對於單元大考的焦慮，而且百分之八十九的學生認為小考提高了學習效果。這些孩子們對沒有使用遙控器的日子感到失望，因為這個活動打斷老師的講課，而且很有趣。

校長錢伯倫被問及對於這個研究結果的看法，他簡單答覆：「提取練習對於孩子的學習有重大的影響，而且老師們也獲得很好的建議，將提取練習融入他們的教學技巧。」^[9]

在更高的年齡層是否也有類似的效應呢？

安德魯·索貝爾（Andrew Sobel）在聖路易的華盛頓大學教授一門國際政治經濟學課，這門講座課程有一百六十至一百七十名學生，多數是大一和大二的學生。這幾年來，他注意到出席率問題愈來愈嚴重。相較於學期初期約百分之十的缺席率，中期每堂課都有百分之二十五至百分之三十五的同學缺席。他說，不是只有他的這門課有這個問題。許多教授給了學生投影片檔案，學生就不來上課了。索貝爾以不提供投影片檔案來反制，但是到了學期末，許多學生乾脆不出現。課程大綱包括兩次大考：一次期中考和一次期末考。為了想辦法提高出席率，索貝爾把兩次大考換成九次臨時小考。因為這些小考會影響這門課的成績，而且是無預警的，所以他強烈建議學生不要缺課。

然而結果卻非常令人沮喪，學期間，有三分之一以上的學生退掉這門課。「我在教學評量方面受到嚴重打擊，」索貝爾告訴我們：

「這些學生恨死小考了，如果他們小考考得不好，他們就會退掉這門課，以免拿到壞成績。那些留下來的學生分成兩類，一類是確實出席並做了功課，另一類就是不出席也不做功課。我發現自己給出了以前沒給過的A⁺，也給出了比以前更多的C。」^[10]

由於有這麼多學生退選，他不得已只好放棄這項實驗，並恢復舊制，即授課加上期中和期末考。然而，幾年後，在聽了關於測試有益學習的報告之後，他在學期間增加了第三個大考，試試看對學生的學

習會產生什麼效果。學生的表現有所改善，但是程度不如他原先期望的那麼多，而且出席率的問題依然存在。

他搔搔腦袋，再度更改課程大綱。這次他宣布這學期將會有九次小考，而且提供明確的考試時間，且不意外的，沒有期中考和期末考，因為他不要捨棄太多授課時間。

儘管他擔心選課人數會再度大幅減少，但事實上選課人數反倒提高了一些。「不同於學生厭惡的臨時小考，這些小考都已經明確標示在課程大綱上。如果他們錯過小考，就是他們自己的錯，不是因為我突擊他們，或是存心害他們。他們覺得能夠接受。」索貝爾也很滿意看到出席率改善。「沒有小考時，他們會蹺掉一些課，尤其是春季學期，但是他們會出席有小考的課。」

如同這門課，小考是累積性的，而且這些問題類似那些他習慣出的大考題目，但是到了期中，他得到的答案品質比他過去習慣在期中考試看到的好太多了，實施新課綱五年後，他對其感到信服。「課堂討論的品質大幅提高。光是把三次大考換成九次小考，就讓我在他們的書寫作業上看到了非常大的變化，」該學期結束時，他讓學生寫幾段課堂教授的概念，有時候是一整頁的論文，而且品質比得上他的高年級的課。

「任何人都可以設計這種架構。但是我也了解到，天啊！如果我幾年前就這樣做，我就能夠教他們更多的東西。關於採取這種方法的有趣之處在於，我現在了解，我可能認為自己是個好老師，但是我的教學只是他們學習的一部分，我如何建構學習是很重要的，或許甚至更重要。」與此同時，修這堂課的人數已經多達一百八十五人，並且還在持續增加。

探索細微差異

索貝爾的例子是一則小故事，而且可能反映了各種有利的影響。在橫跨整個學期的小考制度中，當課程內容被帶動時，如同複利般累計的學習效應，只是其中的一種。他的經驗與設計來梳理分析測試的效應，與細微差異的實證研究是一致的。

例如，在一次實驗中，大學生學習不同科學主題的文章段落，接著立即進行記憶提取測試，或是重複複習教材。兩天後，做了一次測試的學生比只是重複複習的學生記得更多的教材（百分之六十八對上百分之五十四）。一週後，這項優勢持續（百分之五十六對上百分之四十二）。另一項實驗發現，一週後，只有學習的那組學生顯示出已經遺忘多數他們最初能夠記起的內容，他們忘記了百分之五十二；重複測試的那組則只忘了百分之十。^[11]

測試答錯後給予回饋，是如何影響學習的呢？

研究顯示，給予回饋比起只做測試強化了記憶，而且有趣的是，一些證據顯示，與立即回饋相較，稍微晚一點給予回饋能夠有更好的長期學習效果。這種發現是違反直覺的，但是卻與研究人員對於我們如何學習運動技巧的發現一致，像是上籃或揮長桿。在運動技巧學習方面，比起嘗試並透過立即回饋來修正錯誤，嘗試錯誤並延後回饋是比較奇怪但卻是有效學習技能的方式；立即回饋就像腳踏車的輔助輪：學習者很快就會依賴持續的修正。

在學習運動技能方面，有一個理論主張，如果有立即回饋，它就會成為學習的一部分，如此一來，之後在真實的世界中，沒有回饋時，它就成了已經建立的模式的一個缺口，干擾表現。另一個觀念主

張，回饋的經常性干擾讓學習過程太多變，無法建立穩定的表現模式。^[12]

相較於立即回饋，延後回饋在課堂中也能產生比較好的長期效果。在學習科學主題的文章段落時，有些學生被要求一邊回答關於此篇文章的問題，研究人員同時再度拿出這篇文章讓學生看，事實上，這是在測試期間持續提供回饋，類似開卷考試。另一組學生做了測試，但是手上沒有該篇學習教材，研究人員之後給了他們這篇文章，並指導他們去察看他們的答案。

當然，開卷組在當下的考試表現最好，但是那些考完後才拿到修正回饋的人，在之後的另一項測試卻表現得比較好。書面考試的延後回饋可能是有用的，因為它給了學生間隔開來的練習；誠如下一章要討論的，間隔練習會強化記憶。^[13]

有些提取練習對於長期學習而言是不是更為有效呢？需要學習者提供答案的測試，好比申論題、簡答題或只是用學習卡練習，顯然比多選題或是非題的簡單認知測試更為有效。然而，即使是類似哥倫比亞中學所使用的那些多選題，都可以產生強大的效果。雖然任何類型的提取練習一般都有助於學習，但是似乎愈需要認知努力的提取，記憶保留的效果愈好。最近幾年，有大量關於提取練習的研究，而針對這些研究的分析顯示，即便是在課堂中的單一測試，都可能大幅改善期末分數，而且隨著測驗的次數增加，學習成效也會持續增加。^[14]

關於重複提取**如何**強化記憶，不管科學最後告訴我們哪些理論是正確的，實證研究都證明了測試效應是真實存在的——提取記憶的行為改變了記憶，使得之後更容易再度提取記憶。

提取練習做為一種學習技巧，應用有多廣泛呢？在一項調查中，大學生大多不曉得它的效力。在另一項調查中，只有百分之十一的大學生說他們運用這種學習方法。即便他們確實回答有做自我測試，但他們大多表示，這麼做是為了找出自己什麼地方不懂，才能花更多時間在那些內容上。那是一種完全有效的測試運用，但是很少有學生了解，「提取」即創造更牢固的記憶。^[15]

重複測試只是加速死記硬背的一種學習方式嗎？事實上，研究顯示，相較於重複閱讀，測試可以促進知識更適當的轉移到新的領域和問題點，而且它加強人們記住和提取沒有測試過的相關知識內容的能力。這一點需要進一步的研究，但是當不同領域需要資訊時，提取練習似乎可以讓資訊更容易獲取。

學生是否抗拒把測試當成學習工具呢？學生確實通常不喜歡測試，而且原因不難理解，尤其是像期中考和期末考這種占成績比重高的測試更是如此，這些考試的分數影響很大。然而在所有涉及學生態度的測試研究報告中，期末時，接受較多測試的學生，給該課程的評分高於考試較少的學生。那些經常考試的學生在期末時能夠掌握學習內容，且不需要為大考臨時抱佛腳。

而考試如何影響後續的學習呢？比起重複複習教材而沒有考試的學生，那些在考試後花更多時間重新檢討他們不會的內容的學生，從中學到的東西更多。學習方法強調重複閱讀但是缺少自我測試的學生，對教材的掌握過度自信。與沒有小考的學生相較，那些有小考的學生有雙重的優勢：對自己知道和不知道什麼，有更精確的了解，以及從提取練習累積強化學習效果。^[16]

占成績比重低的固定課堂小考，有沒有任何進一步的間接好處呢？

除了強化學習和記憶，這種測試方法改善學生的出席率。它增加了課前學習（因為學生知道要小考）、提高課堂中的專注力（如果該節課結束要考試的話），並讓學生更精確的了解他們知道什麼及哪裡需要加強。

它會防止你將重複閱讀所產生的課文熟悉度，誤解為精熟該科目。

占成績比重低的經常性測試，能夠幫助降低學生普遍會有的考試焦慮，這些測試能夠降低單次考試占總成績的比重：不讓一次考試定生死。

而且這種測試讓老師能夠找出學生在理解時的缺失，並調整教學方式來加以填補。不論是線上或課堂教學，占成績比重低的測試都能累積這些好處。^[17]

小結

練習從記憶提取新知識或技能，是學習和持久記憶的強大工具。對於所有大腦被要求記住和回想的事實、複雜概念、問題解決技巧和運動技能而言，這點都成立。

費力的提取（effortful retrieval）有助於獲得更好的學習和記憶效果。我們很容易被誘使去相信輕鬆學習會學得更好，但是研究證明適得其反：要動腦，學習效果才會比較持久。提取記憶的學習愈費力（如果你提取成功的話），這種練習愈能夠強化學習效果。在一開始

的考試之後，**延後後續的提取練習**比立即提取更能強化記憶，因為延後提取記憶更費力。

重複提取不只是讓記憶更持久，還能在更多樣的環境下，產生更容易提取且能應用於更多類型問題的知識。

雖然死記硬背能讓立即考試的分數比較高，但是這個優點很快就會消失，因為重複閱讀遺忘的速度比提取練習快多了。提取練習的好處是**長期的**。

光是在課堂中加入一次測試（提取練習），就能讓期末考試成績大幅進步，而且課堂考試愈多，成績愈好。

測試不一定要由老師提出。學生在任何地方都可以練習提取記憶，也不一定非要在教室裡進行小考不可。想想學習卡這種二年級學生學習九九乘法表的方式，任何年齡的學習者都可以用它來進行解剖學、數學或法律的自我測試。自我測試可能並不吸引人，因為它比重複閱讀更花功夫，但是誠如前文所提過的，你愈是花功夫去提取記憶，就記得愈牢。

做練習測試的學生比只是重複閱讀教材的學生**更能掌握他們的進步**。同樣的，這樣的測試讓老師能夠**找出不足和錯誤之處**，並調整教學方式加以修正。

測試後給予學生**修正性的反饋**，能夠防止他們保留理解錯誤的學習內容，並把正確的答案學得更好。

在班上進行占成績比重低的小測試，學生會樂意接受這種練習。那些經常接受小測試的學生，對課程的評價較高。

錢伯倫校長最初擔心，在哥倫比亞中學進行小考練習實驗，結果可能只是冠冕堂皇的走向死記硬背的學習方式，但是結果如何呢？

研究結束之後，我們問他這個問題，他沉吟了一下整理思緒。

「我真正覺得放心的是：為了讓孩子在不同情況下衡量、綜合和運用一個概念，他們必須具備知識和記憶能力，有了這個基礎，他們才能夠以更有效的方式達到目標，因為他們不用浪費時間，嘗試回頭並釐清那個字可能是什麼意思，或那個概念是什麼含義。這個基礎讓他們達到更高的層次。」

-
1. 彼得·布朗於二〇一一年十二月三十一日在明尼蘇達州的瓦巴肖（Wabasha）採訪麥克·艾伯索爾德，文中所有艾伯索爾德的引述皆出自這次的訪談。
 2. 遺忘曲線這項早期研究發表於赫爾曼·艾賓浩斯（Hermann Ebbinghaus）於一八八五年出版的一本書中，該書於一九一三年被翻譯成英文，當時的書名為《On Memory》；該書最新版本的書名為：《Memory: A contribution to experimental psychology》（New York: Dover, 1964）。艾賓浩斯常被視為記憶科學研究之父。
 3. 引述自亞里斯多德和培根的話來自此文：H. L. Roediger & J. D. Karpicke, The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice, *Perspectives on Psychological Science* 1 (2006), 181–210。
 4. 紐約時報記者班奈迪克特·凱瑞（Benedict Carey）於二〇一〇年九月七日在《紐約時報》發表《Forget what you know about good study habits》一文，該文引用的研究出自此文：H. L. Roediger & J. D. Karpicke, Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention, *Psychological Science* 17 (2006), 249–255。
 5. 這兩項大規模研究的參與者是小學和中學生，這些研究是最早記載測試或唸誦教科書內容，提高大腦對這些內容的記憶的研究之一，詳細內容參見：A. I. Gates, Recitation as a factor in memorizing, *Archives of Psychology* 6 (1917) 和H. F. Spitzer, Studies in retention, *Journal of Educational Psychology* 30 (1939), 641–656。
 6. 該項涉及重複測試與重複學習比較的研究是：E. Tulving, The effects of presentation and recall of material in free-recall learning, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 6 (1967), 175–184；該項測試減少遺忘數量的研究則是：M. A. Wheeler & H. L. Roediger, Disparate effects of repeated testing: Reconciling Ballard's (1913) and Bartlett's (1932) results, *Psychological Science* 3 (1992), 240–245。
 7. 生成效應的正面效果，參見：L. L. Jacoby, On interpreting the effects of repetition: Solving a problem versus remembering a solution, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 17 (1978), 649–667。這項實驗研究證明，相對於複習所要學的內容，

針對目標資訊的生成練習並不需要特別有挑戰性，就能讓生成練習產生更好的記憶效果。

8. 關於哥倫比亞中學所進行的研究有兩篇論文：H. L. Roediger, P. K. Agarwal, M. A. McDaniel, & K. McDermott, Test- enhanced learning in the classroom: Long- term improvements from quizzing, *Journal of Experimental Psychology: Applied* 17 (2011), 382–395，以及M. A. McDaniel, P. K. Agarwal, B. J. Huelser, K. B. McDermott, & H. L. Roediger, Test- enhanced learning in a middle school science classroom: The effects of quiz frequency and placement, *Journal of Educational Psychology* 103 (2011), 399–414。這兩篇論文首次記錄在控制良好的實驗中，小考有助於提升中學生在社會研究和科學課程的大考成績。這些發現證實，相對於沒有小考或目標概念的直接複習，小考顯著的提升了學生在單元考試和累積性的期中與期末考的成績。除此之外，在某些情況下，一次適當的複習考就跟幾次重複性的小考一樣，能給大考帶來穩固的好處。這個計畫的主要研究者之一和參與研究的第一位教師和第一位校長有一個有趣的觀點，請參見：P. K. Agarwal, P. M. Bain, & R. W. Chamberlain, The value of applied research: Retrieval practice improves classroom learning and recommendations from a teacher, a principal, and a scientist. *Educational Psychology Review* 24 (2012), 437–448。
9. 彼得．布朗於二〇一一年十月二十七日在伊利諾州的哥倫比亞中學採訪羅傑．錢伯倫。文中所有關於錢伯倫的引述皆來自此次訪談。
10. 彼得．布朗於二〇一一年十二月二十二日於密蘇里州聖路易採訪安德魯．索貝爾。文中所有索貝爾的引述皆來自此次訪談。
11. 此處描述的實驗請參考：H. L. Roediger & J. D. Karpicke, Test- enhanced learning: Taking memory tests improves long- term retention, *Psychological Science* 17 (2006), 249–255。實驗顯示，回想學習過的文章段落跟重複學習該內容相比，前者產生較好的兩天和一週的記憶效果。如欲了解一項利用詞彙表得出相同結果的更早的研究，請參見：C. P. Thompson, S. K. Wenger, & C. A. Bartling, How recall facilitates subsequent recall: A reappraisal. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 4 (1978), 210–221。該實驗顯示，集中學習在立即進行的考試中表現優於提取練習，但在延後的考試中則正好相反。
12. 關於回饋的效果有許多研究，其中一個是：A. C. Butler & H. L. Roediger, Feedback enhances the positive effects and reduces the negative effects of multiple- choice testing. *Memory & Cognition* 36 (2008), 604–616。這些研究顯示，僅僅回饋就能夠強化測試效應，而且稍微晚一點回饋效果可能更好。這些研究人員也證實，回饋能夠提高多選題的正面效果，並減輕其負面效果。在運動技能方面，有一篇經典文獻：A. W. Salmoni, R. A. Schmidt, and C. B. Walter, Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin* 95 (1984), 355–386。該文獻的作者們提出了關於運動技能學習中回饋效應的指導性假說：經常性的立即回饋儘管有助於立即的表現，卻有損長期學習效果，因為它在練習時提供了一個支柱，然而在之後的測試中這個支柱並不存在。
13. 這個開卷測試的研究是：P. K. Agarwal, J. D. Karpicke, S. H. K. Kang, H. L. Roediger, & K. B. McDermott, Examining the testing effect with open- and closed-book tests, *Applied Cognitive Psychology* 22 (2008), 861–876。
14. 比較測試類型的這些研究是：S. H. Kang, K. B. McDermott, H. L. Roediger, Test format and corrective feedback modify the effect of testing on long- term retention. *European*

Journal of Cognitive Psychology 19 (2007), 528–558, 以及 M. A. McDaniel, J. L. Anderson, M. H. Derbish, & N. Morrisette, Testing the testing effect in the classroom. European Journal of Cognitive Psychology 19 (2007), 494–513。這兩個平行研究，一個在實驗室進行，一個在大學課堂進行，兩者結果顯示，有回饋的簡短回答測試跟有回饋的認知型測試相比，前者在最後的考試中進步更多。這裡的推論是，當提取記憶所需的努力愈多時，測試效應就愈顯著，簡答題的測試效應一般高於多選題。不過，一些研究證實了，多選題，特別是重複考多選題時，在課堂教學中能夠取得跟簡答題一樣的正面效果；請參考：K. B. McDermott, P. K. Agarwal, L. D'Antonio, H. L. Roediger, & M. A. McDaniel, Both multiple-choice and short-answer quizzes enhance later exam performance in middle and high school classes, Journal of Experimental Psychology: Applied (in press)。

15. 下面這些研究檢視了學生使用測試學習法：J. D. Karpicke, A. C. Butler, & H. L. Roediger, III, Metacognitive strategies in student learning: Do students practice retrieval when they study on their own?, Memory 17 (2009), 471–479, 以及 N. Kornell & R. A. Bjork, The promise and perils of self regulated study, Psychonomic Bulletin & Review 14 (2007), 219–224。這些研究說明了大學生使用提取練習學習技巧的調查結果。
16. 即使未能正確的回憶起相關資訊，測試也能從新的學習經歷增進學習，參見：K. M. Arnold & K. B. McDermott, Test- potentiated learning: Distinguishing between the direct and indirect effects of tests, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition 39 (2013), 940–945。
17. 這是一個關於經常性低占比測試的研究：F. C. Leeming, The exam-a-day procedure improves performance in psychology classes, Teaching of Psychology 29 (2002), 210–212。該作者發現，那些每節課一開始進行小考的班級，跟整個學期只有四次大考的班級相比，前者的學生出席率更高，而且他們覺得自己學得更多，學到的也更多。不同班級（每節課一次小考跟沒有小考相比）的最後考試結果，證實了上述學生們的感覺。另一個在課堂中進行的有趣研究是：K. B. Lyle & N. A. Crawford, Retrieving essential material at the end of lectures improves performance on statistics exams, Teaching of Psychology 38 (2011), 94–97。

以下是兩篇關於提取練習與測試研究的評論文章：H. L. Roediger & J. D. Karpicke, The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice, Perspectives on Psychological Science 1 (2006), 181–210。這篇文章對近一百年來實驗室和課堂學習方面的研究進行了綜合回顧和評論，證實測試可以是一種有力的學習工具；下面這篇較為近期的評論指出，除了提取練習的直接好處之外，經常性測試還有許多益處：H. L. Roediger, M. A. Smith, & A. L. Putnam, Ten benefits of testing and their applications to educational practice, in J. Mestre & B. H. Ross (eds.), Psychology of Learning and Motivation (San Diego: Elsevier Academic Press, 2012)。本章摘要了使用測試學習技巧的大量潛在優勢。

第三章 混合練習

提取練習是比一再複習和重複閱讀更有效的學習方法，這點或許與直覺相悖。而多數人也理所當然的認為，以運動來說，練習是很重要的，也就是所謂的「練習、練習、練習」。好吧，下面這個研究或許會讓你大吃一驚。

體育課中，一組八歲孩童練習把豆袋投進桶裡，其中半數孩童投擲的桶子距離三英尺遠，而另一半混和練習投擲兩英尺遠和四英尺遠的桶子。經過十二週的練習之後，所有人都參加三英尺距離的擲桶測試。成績最棒的是那些練習了兩英尺和四英尺、但從未做過三英尺距離擲桶練習的孩子。^[1]

為什麼會是這樣的結果呢？我們之後會回過頭來討論這個豆袋實驗，現在讓我們先針對人們對如何學習普遍抱持的迷思，做一些深入的探討。

集中練習的迷思

多數人相信，專心一意做某件事情時會學得更好：這種練習、練習、再練習的方式，應該會讓我們牢牢記住一項技能。教師、運動員、企業培訓人員和學生普遍都存有這樣的信念：一口氣專注重複練習一件事，直到牢牢記住為止。研究人員稱這種練習為「集中練習」，這種信念多半是因為這個簡單的事實：當我們這樣做時，我們

能看到效果。然而，儘管我們的眼睛告訴我們的事實是這樣，但是這種信念卻是錯誤的。

如果學習可以被定義為學習新的知識或技能，並且能夠在日後加以運用，那麼學習**速度**只是學習的一部分。當你需要在日常生活中應用這些新知識或技能時，這些記憶還存在嗎？儘管練習對於學習和記憶極其重要，但是研究顯示，將練習過程切割為幾個階段，並加以間隔，成效反而會大增。通常我們很容易注意集中練習的快速效果，卻很少注意到隨之而來的快速遺忘。增加練習的時間間隔、練習與其他學習內容交錯進行、變換練習種類，能夠使學習成效更好、記得更久，應用範圍也更廣。但這些好處是有代價的：當練習拉開時間間隔、交錯進行、變換種類時，需要花費的力氣愈多。你感受到你花了更多的力氣，但卻沒感覺到努力所產生的好處，這種練習感覺學得比較慢，而且感受不到自己習慣的集中練習所帶來的快速見效和確定感。即使研究對象因間隔學習而獲得較好的成績，他們也沒有感受到這種進步；他們還是**相信**，集中練習讓他們學得更好。

集中練習的例子幾乎隨處可見：語言夏令營、大學單一科目快速學習的密集課程，或將學習訓練濃縮成一個週末的在職進修教育課程。死記硬背應付考試也是一種集中練習，這種學習方法感覺上好像很有效，或許能讓你通過第二天的期中考試，但等到期末考試時，你早就忘光大部分的內容了。增加練習的時間間隔，感覺成效比較差，原因就在於，你已經有些遺忘了，必須更努力才能回憶起那些概念。這種感覺不像是你已經掌握了學習方法，但此時此刻你感受不到的是：這些多付出的努力，正在讓你的學習效果更穩固。^[2]

間隔練習

將練習時間隔開的優點早已確立，有個關於三十八名外科住院醫生的研究，就是鮮明的例子。這些醫生參加了顯微外科手術四個簡短的系列課程：如何重新接上微細的血管。每堂課包含了一些解說，隨後還有一些練習。半數醫生在一天內完成了所有的四堂課，這是常規在職訓練的進度。另外一半的醫生也完成相同的課程，但卻是隔一週上一堂課。^[3]

上完最後一堂課之後隔了一個月，兩組醫生參加了考試，隔週上課的醫生在所有測試項目都表現得比較好：完成手術的時間、手的動作次數，以及成功接好活老鼠身上切下的、還在跳動的主動脈。兩組醫生的表現差異令人印象深刻。在一天之內上完四堂課的住院醫生，不僅各方面的分數都比較低，而且當中有百分之十六的醫生損毀了主動脈血管，無法完成手術。

為什麼間隔練習比集中練習更為有效呢？將新知識植入長期的記憶，需要一個固化的過程，在這個過程當中，記憶痕跡（memory traces，大腦學習新知的表徵）被強化、被賦予含義，並與先驗知識相連結，這個過程耗時數小時展開，可能需要幾天的時間才能完成。密集練習依賴的是短期記憶。然而，持久的學習需要時間來進行思維演練和其他固化過程。因此，間隔練習效果比較好。在稍微遺忘之後提取曾經所學的記憶，需要更多努力，能帶來重新激發固化、進一步強化記憶的效果。我們會在下一章討論關於這個過程的一些理論。

交錯練習

交錯練習兩個以上的主題或技能，也是一種比集中練習更為有效的方法。以下就是一個生動的例子。兩組大學生學習如何計算四種比較難解的幾何體體積（楔形體、橢球體、球錐體和半圓錐體）。接下

來，一組學生做了一套練習題，這些題目按照幾何體種類分成了四組（做四道計算楔形體體積的題目，接著做四道計算橢球體體積的題目，以此類推）。另一組學生也做了同樣的練習題，但次序不是依照同類型，而是把題目打亂（交錯）。根據上述所言，結果可能不會讓你感到意外：在做練習題時，按幾何體種類分類答題的學生（即集中練習），平均答對百分之八十九的題目；而另一組題目打亂的學生則只答對了百分之六十。但在一週後進行的最後測試中，按幾何體類型答題的學生，平均正確率只有百分之二十，然而交錯練習的學生平均正確率則為百分之六十三。在最初學習期間，交錯練習法事實上**阻礙**了學生的成績表現，但是這些學生在最後考試的成績表現卻以驚人的二．一五倍優於集中練習的學生。^[4]

現在，假設你是某間公司的培訓人員，你想要教導員工一個涉及十個步驟的複雜新流程。典型的做法是，先練習步驟一，重複許多次，直到受訓員工似乎真的已經熟記為止；接著進入第二個步驟，重複許多次，直到搞定這部分，以此類推。這樣似乎能夠產生快速的學習。那麼，如果採取交錯練習，會是什麼樣的情況呢？步驟一只練習幾次，接著換到步驟四，再切換到步驟三，再換到步驟七，以此類推。（第八章會談到，農夫保險公司如何運用螺旋式的系列練習來培訓新的保險人員，這些練習以看似隨機的順序循環回到那些關鍵的幾套技能，每一次的轉換都加入不同層次的條件和意涵。）

交錯練習的學習效果感覺比集中練習來得慢，教師和學生們察覺到了這種差異。他們能夠看到自己對於每個要點的掌握要慢得多，而補償性的長期優勢對他們卻不是明顯就能夠看到的。因此，交錯練習法並不受歡迎，也少有人使用。教師們不喜歡，因為這種方法感覺成效緩慢。學生們則是覺得這種方法令他們感到困惑：他們才剛開始對

新的知識有點感覺，還沒完全掌握好，就被要求轉換到另一個主題。但是研究結果清楚顯示，交錯練習在掌握知識和長期記憶方面，遠勝過集中練習。

變換練習

關於之前講述的豆袋實驗，我們有什麼結論呢？在那個實驗中，成績最好的不是那些只做過三英尺投擲練習的孩子，而是那些從來沒有做過三英尺投擲練習的孩子。

這項實驗著重在運動技能的掌握，但大量證據顯示，其基本原理同樣適用於認知學習。這個基本觀念就是變換練習（varied practice），就像從不同的距離將豆袋丟進桶子裡，它提高了自身的能力，讓你能將某種情境學到的知識，成功的轉化運用在另一種情境中。你對於不同條件之間的關係，以及在不同條件下想要成功所需要的動作，發展出更寬廣的理解；你更懂得如何分辨不同的情境條件，並發展出較為靈活的「動作語彙」（movement vocabulary），也就是因應不同條件做不同的動作。至於變換練習的範圍（例如，兩英尺和四英尺的投擲）是否必須包含特定測試目標（三英尺的投擲），還需要進一步研究。

近期的神經影像研究提供了有利於變換練習的證據，顯示不同種類的練習，占用大腦的不同部分。變換練習在認知上比集中練習更具有挑戰性，採用變換練習學習運動技能，是在與學習較高級運動技能時更為困難的過程有關的大腦區域進行固化。另一方面，利用集中練習法學習運動技能，是在大腦的另一個區域進行固化，而這個區域是用來學習在認知上較為簡單、較不具有挑戰性的運動技能。所以我們的推論是，透過較不具有挑戰性的集中練習所獲得的學習成果，跟透

過更具挑戰性的變換練習所獲得的學習成果相比，前者是以較為簡單或相對貧乏的表現方式在大腦中進行編碼，後者則需要運用更多腦力，並以更為靈活的表現方式將學習到的東西進行編碼，這種靈活的大腦表現方式，可以更廣泛的被應用。^[5]

長久以來，運動員普遍將集中練習法奉為圭臬：勾射投籃、二十英尺高爾夫推桿、反手回擊、四分衛突破戰術中的傳球，一而再、再而三的練習做對動作，並訓練「肌肉記憶」，這個概念大致就是這樣。儘管變換練習法成效緩慢，但是它在學習運動技能方面的好處已經廣受認可。仔細思考冰上曲棍球的直接傳球，就是當你接到冰球後，立即傳給向前滑行的隊友，讓對手失去平衡，無法對持球的隊友施壓。當傑米·康彭（Jamie Kompon）還是洛杉磯國王隊的助理教練時，常常在溜冰場的同一個位置讓球員練習直接傳球。儘管這項練習跟一系列的其他動作交錯進行，但如果你只是在球場的同一個位置進行，或是練習的順序不變，你就只是把豆袋投入三英尺的桶子。現在康彭獲悉這種差異，並改變了訓練方式。在我們討論過之後，他已經轉到芝加哥黑鷹隊。我們本來想說「留心那些黑鷹們」，但是本書即將付梓之際，康彭和球隊已經贏了史坦利盃，或許並非巧合？

與在運動技能學習方面的作用相對應，近期一項實驗證明了變換練習對認知學習的好處。該研究將豆袋實驗的方法應用到文字學習：學生需要解開變位詞，也就是說，他們要將字母重新排列構成詞句（譬如：tmoce變成comet／彗星）。一組學生重複練習同樣的變位詞；而另一組學生則練習不同的變位詞。所有學生參加考試，考的是前一組學生練習的那組變位詞，結果後一組學生考得更好！不管你是練習分辨樹種、區分判例法原則，還是熟練一個新的電腦程式，變換練習都有同樣的優勢。^[6]

發展辨別技能

與集中練習相較，交錯練習和變換練習的一個顯著優勢是，能幫助我們學習如何把評估情境條件和辨別問題做得更好，從各種可能性中選擇並應用正確的解決方法。在數學教育中，教科書採用的就是集中性練習：每一章只針對一種特定問題，你在課堂上學習，接下來練習譬如二十道的家庭作業習題，然後進入下一章，下一章講的是另一種問題，你又再度投入集中練習和解決辦法的練習。如此一章接一章走過整個學期。但是在期末考試中，你瞧，所有問題全混在一起了：你依次盯著每一道題目，問自己，**我應該用哪種演算法呢？**第五章、第六章，還是第七章呢？如果你是在集中或封閉的重複練習的條件下學習，就沒有練習過極為重要的辨別過程。但人生通常是這樣展開的：問題和機會無預警的降臨，毫無次序可言。為了讓學習有實用價值，我們必須善於分辨：「這是哪一種問題？」進而能夠選擇和運用合適的解決方法。

許多研究已經證實，透過交錯練習和變換練習，學習者能夠獲得更強的分類能力。其中一項研究關於學習分辨繪畫作品的作者，另一項關於學習分辨鳥類並將其分類。

研究人員最初預期，集中練習辨認畫家的作品（即仔細觀察一位畫家的許多作品，之後再觀察另一位畫家的許多作品）會是幫助學生學習每位畫家風格特質的最佳方法。相較於交錯觀察不同藝術家的作品，每次觀察一名藝術家的作品，學生之後比較能夠把藝術作品與藝術家配對。他們的想法是交錯練習太過於困難且令人困惑，學生永遠也無法辨認相關的特點。然而這些研究人員錯了，學生透過集中練習學會一位畫家作品的**共性**（commonalities），並沒有透過交錯練習學會多名畫家風格之間的**差異性**（differences）來得有用。

交錯練習使得學生更能夠分辨畫作，並於之後需要將畫家和作品配對的考試中，取得較好的成績。交錯練習的學生也比較有能力把學習階段從未見過的畫作和畫家配對。儘管有這些研究結果，參與這些實驗的學生還是堅持偏好集中練習，他們深信那才是對他們比較好的方法。儘管他們參加了考試，本來應該從自己的成績意識到交錯練習才是更好的學習方法，他們還是堅信集中觀察一名藝術家的畫作是比較好的方法。集中練習的迷思很難被驅除，就算親身見證了也一樣。

[7]

在學習將鳥類分類的研究中，交錯練習能夠提升辨別能力再度得到了證實。這種挑戰比表面上看起來的更為複雜。這項研究針對二十種不同的鳥類科別（鵝、燕、鷓鴣、雀等），在每一科別中，學生要觀察十二種鳥（褐噪鵝、彎嘴矢嘲鵝、本迪矢嘲鵝等），為了分辨鳥類屬於哪一科，要考量範圍很廣的特徵，例如，大小、全身羽毛、行為、位置、嘴的形狀、虹膜顏色等。辨別鳥類的一個問題是，許多同一科的鳥類有許多共同特徵，但不是該科所有的鳥種都有這些特徵。好比說許多鵝都有長長的、略呈鉤狀的嘴，但並非所有鵝都是。同一科的鳥類有一些典型特徵，但並非所有成員都擁有這些特徵，它們也不能成為獨一無二的識別特徵。因為分類原則只能依靠這些典型特徵，而不是那些定義性的特徵（每個成員都持有的特徵），所以鳥類分類是一種學習概念和做出判斷的問題，而不僅僅是記住特徵。研究證實，交錯和變換練習比集中練習更有助於學習統一及區分科和種的基本概念。

我們重述一項研究的結論。回憶和識別需要「事實性知識」（factual knowledge），而人們認為這種學習的層次低於「概念性知識」（conceptual knowledge）。概念性知識需要理解更大結構內基

本要素之間的相互關係，這些相互關係使得這些要素能夠一起作用。分類需要概念性知識，遵循這個邏輯，有人主張，練習提取事實和典型例子（exemplar），這種方法不足以理解一般特徵，而較高層次的智力行為需要對於一般特徵的理解。鳥類分類研究的結論則正好相反：幫助學生辨認與區分複雜原型（同科鳥類之間的相似性）的學習方法，能夠幫助他們掌握各種情境條件及功能差異，這些差異超越了對於簡單形式的知識獲取，進入更高的理解領域。^[8]

提升醫學院學生對複雜知識技能的掌握

簡單易懂的事實性知識與能夠靈活運用知識的較深層次學習之間的界限，可能有一點模糊；但這種差異和聖路易華盛頓大學醫學院醫生道格拉斯．拉爾森（Douglas Larsen）產生共鳴。拉爾森醫生表示，鳥類分類所需的技能與醫生診斷病人所需的技能類似。「多樣性是重要的，原因在於它幫助我們在事物中看出更多細微差別，我們可以基於這些差別去做比較，」他指出：「在醫學領域有很多這樣的情況，在某種意義上，醫生每次替病人看病都是一次測試。分辨各種症狀及相互關係的能力，涉及到許多層次的外顯記憶（explicit memory）與內隱記憶（implicit memory）。」內隱記憶是解讀新經驗時，自動提取過去的經驗。舉例來說，病人進來了，跟你講述症狀，當你傾聽時，你有意識的在腦海中搜尋，看看哪些吻合，同時也無意識的提取過去的經驗，以幫助解讀病人告訴你的內容。「接著你就要做出自己的判斷，」拉爾森說。^[9]

拉爾森是一名兒童神經科醫生，他在大學診所和醫院行醫。他是個大忙人：除了行醫之外，他還指導正在受訓的內科醫生，他教課，而且如果時間允許的話，他還與認知心理學家合作，進行醫學教育的

研究。他從所有角色中汲取經驗，重新設計和強化這所醫學院在兒童神經學方面的訓練課程。

你可能已經猜想到，這所醫學院運用廣泛的教學手法。除了課堂和實驗室教學之外，學生還利用學校三座模擬中心的高科技人體模型練習急救術和其他程序。每名「病人」都被連結到顯示屏幕，他們都有心跳、血壓和能夠擴張收縮的瞳孔，都具有聽和說的能力，這一切都要歸功於在後面房間裡觀察和操作人體模型的控制人員。這所醫學院還利用「標準病人」幫助教學，扮演「標準病人」的演員按照劇本演出，學生們需要就演員表現出來的症狀做出診斷。這些模擬中心的擺設如同一般醫療診所，學生們必須展現出他們熟練與病人接觸的各方面技能，包括問診態度、體檢技能，以及記得詢問所有相關問題，以便做出診斷和治療計畫。

拉爾森從這些教學方法的研究中得到一些有趣的結論。首先，這或許顯得不言自明：如果學習經驗包含在診所替病人看病，那麼當你在替病人看病的能力測試中，就會表現得更好。僅僅靠閱讀學習了解病人是不夠的。然而，在醫學院期末的筆試中，那些已經診斷過病人的學生和那些透過筆試學習診斷的學生考得一樣好。原因是，在筆試中，學生被給予相當程度的知識架構，要回答的是具體的資訊。診斷病人時，你必須靠自己想出正確的心智模式及後續步驟。在診斷病人或模擬病人的過程中練習這些步驟，比僅僅透過閱讀學習診斷，更能提升學生的能力。

換句話說，被證明最為有效的提取記憶練習，是思考未來如何應用這些知識的練習。不單單只是知識，還有該如何運用所學到的知識，決定了未來這些學習經驗能夠給你多大幫助。誠如這條運動格言所言：「像比賽那樣練習，比賽就會像練習。」這項結論與其他的學

習研究吻合，也支持了科學界和工業界一些比較複雜的實際訓練，這些訓練包括應用日益廣泛的模擬器，這些模擬訓練不僅幫助了噴射機飛行員和醫學院學生，還幫助了包括員警、拖船駕駛員，以及幾乎任何你所能想到需要掌握複雜知識技能，而且一旦出錯就必須付出極大代價的各領域人士。書本學習在這些領域中是不夠的；實際動手練習是必要的。

其次，雖然對醫學院學生來說，透過替患有不同疾病的各種病人看病以拓寬知識面是重要的，但是過度強調這種多樣性的風險，是不夠重視基本技能的重複提取記憶練習，這種練習是針對疾病在大多數病人身上的典型癥狀。

「有一些特定的疾病，我們希望你精通，」拉爾森指出：「因此我們會讓你一遍又一遍的替這些標準化的病人看病，並評估你的表現，直到你真的已經完全掌握並能向我們證明：『我真的把它做好了。』」多樣性和重複練習，不是非此即彼的關係，我們需要確保我們達到了適當的平衡，並且意識到我們有時候會掉進熟練的陷阱。『這種病的病人，我已經看過很多了，我不需要一直看下去。』事實上，重複提取記憶練習對於長期記憶極為重要，而且它是一個關鍵的訓練層面。」

第三個關鍵的層面是實際的經驗。對於一名醫生來說，替病人看病提供了一個間隔式的提取記憶練習、交錯練習和變換練習的自然循環。「醫學有許多層面是基於經驗的學習，這就是為什麼經過頭兩年的醫學院課程之後，我們要把學生帶出教室，讓他們開始投身於臨床環境的原因。有個大問題是，學習和經驗交會是什麼情況呢？我們有許多學不到東西的經驗，而那些能讓我們從中學習的經驗有什麼不同呢？」

如同第二章神經外科醫生麥克．艾伯索爾德所言，反思是幫助我們從經驗學習的一種實踐。有些人天生比較習慣反思，所以拉爾森已經把他的研究擴展到探討將反思整合到訓練過程中，以幫助學生養成這個習慣的方法。他的實驗要求學生每天或每週寫簡報，內容是關於他們做了什麼、效果如何，以及下一次他們可以有什麼不同的作為來取得更好的效果。他推測，每日反思做為一種間隔式提取記憶練習，在醫學的實際應用方面，可能就像小考和測試在醫學院培養能力一樣，都是極為重要的。

那麼，在教室講課，或是那些壓縮到幾天之內的典型在職訓練會議，又如何呢？拉爾森估計，該院的實習醫生花百分之十的時間坐在會議裡聽講，講座內容可能是關於代謝疾病、不同的傳染病，或是不同的藥物。主講人播放投影片，開始一頁一頁講下去。這樣的會議通常會提供午餐，醫生們吃午餐、聽講座，然後離開。

「學習研究告訴我們這個做法效率非常低，我認為，考量到遺忘發生的程度，我們投入這麼多資源在一項活動，真的令人非常洩氣。醫學院學生和住院醫師參加這些講座會議，但是他們並沒有任何重複接觸所學的機會。將來他們是否終能看到與會議主題相關的病人，就是機率的問題。否則，他們沒有研究這些知識，當然沒有對這些內容做過測試，只是聽一聽就離開了。」

拉爾森希望最起碼能看到有一些作為來遏阻遺忘：在會議結束時進行小測驗，之後進行間隔式的提取記憶練習。「把小測驗變成培育和課程的一個標準部分。你知道每週你都會透過電子郵件收到十個問題，你需要仔細思考解決問題。」

他問道：「我們要如何設計教育和訓練系統，來防止或至少是遏阻記憶流失，確保全院系統性的貫徹執行，以支援我們努力要達成的

目標呢？目前的狀態是，住院醫師計畫只是權威性的給予指導原則：你必須得有課程，你必須得有那些會議，就沒了。這個計畫提供了這些大型會議，所有的教授應要求進行講座。但最後，我們實際取得的成果真的非常少。」^[10]

這些原則可以被廣泛運用

大學的美式足球運動可能不太像是尋找學習模式的地方，但是與喬治亞大學的教練文思·杜利（Vince Dooley）一席關於訓練方法的談話，提供了一個有趣的例子。

杜利是這方面的權威。他在一九六四年至一九八八年間，擔任牛頭犬美式足球隊的總教練，累積了驚人的兩百零一勝，只輸了七十七場，另有十場平手，贏得六次聯盟冠軍和一次全國冠軍。接著，他擔任該大學的體育主管，打造了美國首屈一指的運動項目。

我們請教杜利教練，運動員是如何掌握所有複雜的運動技巧？他的教練和訓練理論圍繞著每週六比賽的週循環，在這個簡短的週期中，有許多東西要學：在教室裡研究對手的比賽風格，討論比賽的進攻和防守策略，將討論帶到運動場上，將這些策略分解為個人位置的動作並進行試驗，將這些分解動作整合為一，接著再不斷練習直到這些動作做得非常精準。

與此同時，運動員們還必須將基本技能保持在頂尖狀態：阻擋、擒抱、接球、突破、帶球。杜利相信：1. 必須持續不斷練習基本動作，以維持熟練，否則可能會失誤，2. 但需要在練習時做出變換，因為太多重複性動作是無聊的。每個位置的教練針對特定技巧和如何在團隊練習時打好自己的位置，給予球員個別的輔導。

其他還有什麼呢？練習踢球。每個球員要掌握教戰手冊。還有球隊準備的特殊打法，這些打法常常會決定球隊的輸贏。在杜利的敘述中，這些特殊打法就是間隔式學習的典型例子：只有在每週四才練習，因此間隔總是一週，並且這些打法是以變換次序的方式進行練習。

有這一切要做，難怪這個球隊成功的一個關鍵層面，是一個非常具體的每天和每週的訓練計畫，而這個計畫是個人和團隊練習項目交錯進行。每日的練習從嚴格集中在每名球員位置的基本動作訓練開始。接著，球員們分成小組進行涉及若干位置的戰術演練。這些分組訓練逐漸被合併起來，並以團隊的形式進行。打法時快時慢；除了大腦演練，也做實質演練。到一週的中期，球隊就會以真正的比賽時間全速練習這些打法。

「你快速攻擊，而且必須快速反應，」杜利說：「但是接近比賽時間時，你再一次放慢速度。現在，這是一種沒有實質接觸的演練。開打基本上每次都一樣，但接著對手的打法改變戰局。因此，你必須能夠針對那個打法做出調整的動作。你開始進入該動作並說：『如果他們像這樣回應，那麼這是你要做的動作。』你練習調整打法。如果你在不同的情境下，練習的次數夠多，無論場上出現何種變局，你都將能夠打得很好。」^[11]

球員是如何掌握教戰手冊的呢？他會把手冊帶回家，並在腦海中演練各種打法，也可以排練一下。杜利表示，練習中的一切都不能太費力氣，否則會把自己累壞：「所以如果戰術要求你腳踩這個方向，然後跑反方向，你可以在腦海中演練，或許只是傾身，假裝走那個方向。接著，如果戰況有變，必須調整戰術，你可以在腦海中做調整。

透過閱讀教戰手冊，在腦海中演練，或許走一、兩步排練，模擬賽況。如此一來，演練就會被加入你在教室和運動場上所學到的。」

最後的四分衛會議在週六早上舉行，檢討比賽計畫並在腦海中執行一遍。防守教練們可以針對假想的比賽，擬定各種他們想要的計畫，一旦比賽開始，戰術執行就落在四分衛的手上了。

對於杜利教練的球隊來說，所有的學習法都用上了：提取記憶練習、間隔式練習、交錯練習、變換練習、反思和詳細闡述。週六出賽經驗豐富的四分衛，在腦海中演練各種打法、對手反應和戰術調整，他所做的事情，和經驗豐富的神經外科醫生在腦海中演練手術室內將發生的情況是一樣的。

小結

接下來我們將簡要敘述今日我們對於集中練習及其替代方法的認識。科學家們將會持續加深我們的了解。

我們內心深信，透過專注和堅持不懈的重複練習，可以學得更好，而且這些信念透過伴隨「練習、練習、練習」而來的明顯進步，被一再的證實。但是科學家們把這種在技能獲取階段出現的表現提升稱為「瞬間強度」（momentary strength），並把它和「基本習慣強度」（underlying habit strength）區分開來。建立習慣強度所需要的技巧，諸如，間隔練習、交錯練習和變換練習，讓你遲遲無法看到知識的獲取，也無法在練習中實現進步，因而有助於激發和加強我們的努力。^[12]

死記硬背是集中練習的一種形式，它已經被認為和狂吃狂拉相似。許多東西進來，但多數很快就又出去了。分段間隔學習和練習並

允許中間有遺忘，這個簡單的動作會讓學習和記憶都變得更為強大，實際上是在建立習慣效力。

你問，需要間隔多久呢？簡單來說：要夠長，如此一來，練習不會變成不動腦的重複。最起碼要長到有一些遺忘出現。在練習段落之間有一些遺忘可能是好事，如果它能讓你在練習中花更多力氣的話；但是你不會想要忘記得太多，以致於提取記憶基本上變成了重新學習。練習段落之間的間隔時間會讓記憶固化。睡眠似乎在記憶固化中扮演一個重要的角色，因此中間至少有一天間隔的練習是好的。

像一疊學習卡這樣簡單的練習方法，能夠提供一個間隔練習的例子。在任何一張卡片重複出現之前，你得先通過許多別的卡片。德國科學家賽巴斯提安．萊特納（Sebastian Leitner）開發出他自己的提供間隔練習的學習卡片系統，該系統被稱為萊特納盒子（Leitner box）。你可以把它想像成四個裝有檔案卡片的盒子。第一個盒子裡是因為你經常搞錯，所以必須經常練習的學習材料（不論是樂譜、冰上曲棍球動作，還是西班牙語字彙學習卡）。第二個盒子裡是你相當擅長的卡片，而這些卡片的練習頻率比第一個盒子的卡片要少一些，或許少一半。第三個盒子裡的卡片的練習頻率比第二個更少一些，以此類推。在練習卡片時，如果你答錯一題、在音樂演奏時出錯，或是在直接傳球時發生失誤，你就把這張卡片換到前一個盒子裡，這樣就會有更多練習機會去練習錯的問題。這裡的基本原理就是，**你愈熟練，需要練習的次數就愈少**，但是如果記住這件事是很重要的，那麼它就**永遠不會**從你的練習盒子裡徹底消失。

要當心熟悉感陷阱：這種感覺就是，你學會了某樣東西，不需要再練習了。如果你想省事，在給自己做小測驗時，這種熟悉感會害了你。拉爾森指出：「你必須很自律才能說：『好吧，我會讓自己記起

所有這些，如果我沒這麼做，我會遺漏什麼，我是怎麼忘掉的呢？』然而，如果是老師出題考試，突然之間，你**必須**完成它，有一種預期，你不能欺騙，你不能想要省事，你就是必須做那個。」

安德魯·索貝爾在他的二十六節政治經濟學課期間給學生出的九次小考，是間隔式提取記憶練習和交錯練習的一個簡單例子，因為每一次小考，他都會考學期開始以來所學的所有內容。

在練習中**交錯**學習兩個以上的主題，也提供了某種形式的間隔作用。交錯練習也能夠幫助你開發之後**辨別**不同種類問題的能力，並從你不斷擴充的解決方案工具庫裡挑選出正確的工具。

在交錯練習中，你不能等到練習完一個主題之後再進行下一個。**在完成每個主題之前就得切換**。關於這一點，我們的一個朋友描述了他的親身經驗：「我去上了一門冰上曲棍球課，我們學習滑冰技巧、控球和射門，我注意到自己感到沮喪，因為我們學了一點滑冰，就在我覺得我開始懂了的時候，卻換成學習球桿的控制，我沮喪的回到家，我說：『這傢伙為什麼不讓我們一口氣練到底呢？』」實際上，這是一個難得的教練，他了解交錯練習不同技能，比依次練好每項技能的效果更好。這名學員感到沮喪，是因為學習進展不快，但是下一週他各方面的學習，不管是滑冰、球桿控制等等，都會比整堂課只練一項技能來得好。

就像交錯練習那樣，**變換練習**能夠幫助學習者構建一個寬廣的概念體系，這是一種評估條件變化並相應調整做出適當反應的能力。強而有力的證據顯示，交錯和變換練習能夠幫助學習者超越記憶，達到更高層次的概念化的學習和應用，打造更全面、深入和持久的學習，這在運動技能學習中是潛在習慣效力的表現。

研究人員稱之為「**封閉性練習**」（blocked practice）的東西，**很容易被誤認為變換練習**。前者就像舊式的黑膠唱片，這種唱片只能按照相同的順序播放歌曲。封閉性練習常見於運動，它是一遍又一遍的演練訓練。球員從一站移動到下一站，在每一站進行一種不同的訓練。洛杉磯國王隊就是用那樣的方式練習直接傳球，直到他們掌握了一套特別的基本練習，才開始改變訓練內容。那就像總是按照同樣的順序來練習學習卡，你需要打亂學習卡。如果你一直用同樣的方式練習同樣的技能，從冰上或球場上同樣的位置做練習，或做同一套數學題目，或是飛行模擬時流程一成不變，你就會因為欠缺變化而導致學習貧乏。

間隔、交錯和變換是生活中的**自然特徵**。每一次看診或每一場美式足球賽都是一場測試和一次提取記憶練習。對員警來說，每一次例行的攔車檢查都是一次測試，而且每次攔車檢查都不一樣，都會讓這名員警的外顯和內隱記憶增添內容，而且如果這位員警有留意的話，這些經驗會讓他在未來更敏銳。常言道「從經驗中學習」，但有些人似乎永遠學不會。或許學會和學不會的人，其中一個差別是：他們是否養成了反思的習慣。反思是一種**提取記憶練習**（發生什麼事？我做了什麼？怎麼會這樣呢？）並且被詳細闡述所加強（下次我要採取什麼不同的做法呢？）。

誠如拉爾森提醒我們的，大腦神經元之間的連結是非常具有可塑性的。「讓大腦工作實際上似乎有重大的影響，帶入更多複雜的（神經）網絡，然後重複使用那些迴路，讓它們更強健。」

1. 關於豆袋研究可參見下面這篇論文：R. Kerr & B. Booth, Specific and varied practice of motor skill, *Perceptual and Motor Skills* 46 (1978), 395–401。👉

2. 許多採用各種材料和訓練任務並有妥善控制的實驗提供了可靠的證據：集中練習（一再重複做同樣的事情，這是一種學習者經常偏好使用的方法）的學習和記憶效果，並不如間隔與交錯練習。下面是一篇關於記憶的間隔效應的文獻評論：N. J. Cepeda, H. Pashler, E. Vul, J. T. Wixted, & D. Rohrer, Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis, *Psychological Bulletin* 132 (2006), 354–380。
3. 該手術的研究是：C-A. E. Moulton, A. Dubrowski, H. MacRae, B. Graham, E. Grober, & R. Reznick, Teaching surgical skills: What kind of practice makes perfect?, *Annals of Surgery* 244 (2006), 400–409。此研究將參與一項手術規程學習的外科住院醫生隨機分為兩組：一組是時間為一天的常規密集課程；一組是實驗性質的、將教學分散成為期數週的四節短期課程。研究結果顯示，間隔式教學有助於外科手術技巧的記憶和運用，這促使該醫學院重新檢視他們把特定手術技術的教學壓縮入一個密集時段的標準做法。
4. 這項顯示交錯練習在解答數學題方面的好處的研究是：D. Rohrer & K. Taylor, The shuffling of mathematics problems improves learning, *Instructional Science* 35 (2007), 481–498。數學教科書的標準做法是將練習題按照題目類型劃分。這項實驗室研究顯示，在期末考每種類型題目出現新的題目的情況下，這種標準做法的成績表現，比不上不同種類練習題順序打亂的做法（交錯法）。
5. 這項將練習方法差異與運動—記憶固化差異相連結的研究是：S. S. Kantak, K. J. Sullivan, B. E. Fisher, B. J. Knowlton, & C. J. Winstein, Neural substrates of motor memory consolidation depend on practice structure, *Nature Neuroscience* 13 (2010), 923–925。
6. 這項變位詞研究是：M. K. Goode, L. Geraci, & H. L. Roediger, Superiority of variable to repeated practice in transfer on anagram solution, *Psychonomic Bulletin & Review* 15 (2008), 662–666。這些研究人員讓實驗對象練習解一套變位詞：其中一組每次練習實驗中都拿到相同的有特定目標的變位詞（集中練習）；而另一組每次練習都拿到不同的有特定目標的變位詞（變換練習）。令人驚訝的是，變換練習組在最後的測試中表現更好，而考的題目正是集中練習組重複練習的那些變位詞。
7. 這項關於學習藝術家風格的研究是：N. Kornell & R. A. Bjork, Learning concepts and categories: Is spacing the “enemy of induction”?, *Psychological Science* 19 (2008), 585–592。在這些實驗中，大學生們嘗試學習若干知名度相對較低的藝術家的繪畫風格。交錯學習不同藝術家的畫作，與集中學習每一位藝術家的畫作比較，前者使學生們能把藝術家風格學得更好。然而，與這些客觀學習結果相反的是，多數學習者堅持認為，集中學習讓他們學得更好。另一項具有教育性的研究是：S. H. K. Kang & H. Pashler, Learning painting styles: Spacing is advantageous when it promotes discriminative contrast, *Applied Cognitive Psychology* 26 (2012), 97–103。該研究顯示，將畫作範例混和有助於凸顯畫家風格之間的差異，我們稱之為辨別對照（discriminative contrast）。
8. 以下這項研究發現，提高對範例的分辨能力有助於概念性的學習：L. L. Jacoby, C. N. Wahlheim, & J. H. Coane, Test-enhanced learning of natural concepts: effects on recognition memory, classification, and metacognition, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 36 (2010), 1441–1442。

9. 彼得．布朗於二〇一一年十二月二十三日於密蘇里州聖路易採訪道格拉斯．拉爾森，所有拉爾森的引述皆來自此次訪談。
10. 以下是道格拉斯．拉爾森的研究工作：D. P. Larsen, A. C. Butler, & H. L. Roediger, Repeated testing improves long- term retention relative to repeated study: a randomized controlled trial. *Medical Education* 43 (2009), 1174–1181; D. P. Larsen, A. C. Butler, A. L. Lawson, & H. L. Roediger, The importance of seeing the patient: Test-enhanced learning with standardized patients and written tests improves clinical application of knowledge, *Advances in Health Science Education* 18 (2012), 1–17; and D. P. Larsen, A. C. Butler, & H. L. Roediger, Comparative effects of test-enhanced learning and self- explanation on long-term retention, *Medical Education* 47, 7 (2013), 674–682.
11. 彼得．布朗於二〇一二年二月十八日在喬治亞州亞森斯市採訪文思．杜利，所有杜利的引述皆來自此次訪談。
12. 長期以來，對學習有興趣的心理學家們將瞬間表現與基本的學習（其衡量方式，是延後並有提示介入）區分開來。舉一個簡單例子，可能有人告訴你詹姆斯．門羅（James Monroe）是美國第五任總統。如果你在當天或當週被問及美國第五任總統是誰時，你很可能會答對。那會是因為剛剛聽到（因而提升了瞬間強度，或心理學家羅伯特．畢約克和伊莉莎白．畢約克所稱的提取強度）。然而，如果有人一年之後問你美國第五任總統是誰，這就是一個對於習慣強度的衡量或畢約克所稱的儲存強度。請參考：R. A. Bjork & E. L. Bjork, A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation, in A. F. Healy, S. M. Kosslyn, & R. M. Shiffrin (eds.), *From learning processes to cognitive processes: Essays in honor of William K. Estes* (vol. 2, pp. 35–67) (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992). 以下是近期發表的一篇討論文章：N. C. Soderstrom & R. A. Bjork, Learning versus performance, in D. S. Dunn (ed.), *Oxford Bibliographies online: Psychology* (New York: Oxford University Press, 2013) doi 10.1093/obo/9780199828340-0081.

第四章 擁抱挑戰

當二十三歲的美國海軍陸戰隊中尉米亞．布朗戴托（Mia Blundetto）被分派到沖繩基地物流部門時，她必須先通過跳傘學校的訓練。兩年之後，她描述那一刻：「我打從心底痛恨墜落的感覺。我這輩子未曾想過要從飛機上跳出去。我甚至到中學才肯從滑水道滑下來。但我負責一個排的海軍陸戰隊員，他們的任務是操縱降落傘、跳下飛機並空投物資。物流軍官是最搶手的職位之一，很難得到。我的指揮官說：『妳將會是空投排指揮官。如果妳不想做，我會替妳做其他安排，並讓其他人擔任這個職務。』我絕對不可能讓別人得到這個所有人都想要的職務。因此我直視他的臉回道：『是的，長官，我會從飛機跳下來。』」^[1]

身高五呎七吋的米亞，是一名充滿雄心壯志的金髮女郎。她的父親是前海軍陸戰隊員法蘭克，他以敬畏的口吻說道：「她的引體向上做得比班上多數男同學還要多。她擁有馬里蘭州的臥舉紀錄，她曾經獲得全美大學體育協會健力第六名。她說話非常溫柔，你根本看不出來。」

我們私下問過米亞，法蘭克是不是在開玩笑，她大笑道：「他喜歡誇大其詞。」但是在我們追問下，她承認這些都是真的。一直到最近，美國海軍陸戰隊的女兵測試要求都是屈臂懸垂（下巴高於單槓平面），但是二〇一四年起有了更嚴格的新規定，要求女兵至少需要做三個引體向上，與男兵的最低要求是一樣的。女兵的目標是八個引體向上，男兵則是二十個。米亞能做十三個，並且目標鎖定二十個。米

亞就讀於海軍軍官學校時，連續兩年獲得參加全美健力比賽的資格，創下多項馬里蘭州紀錄——臥舉、蹲舉和硬舉各三項紀錄。

所以我們知道她很強悍。痛恨墜落是一項自衛本能的直覺反應，但她決意接受這項任命是預料中的事，海軍陸戰隊和布朗戴托家族就是以這種膽量著稱的。米亞有一個姊妹和兩個兄弟，他們全都是現役海軍陸戰隊隊員。

結果，米亞第三次在高度一千兩百五十英尺從C130軍用運輸機跳下時，她剛好墜落在另一名士兵已經張開的降落傘上。但是現在說這個故事還言之過早。

我們對她在跳傘學校的訓練很感興趣，因為這是一個很棒的例子，讓我們知道，透過讓學習效果更強大、更精確和更持久，一些需要花更多功夫克服且會減緩學習速度的難題，會如何以高於彌補的成果，抵消它們所造成的不便，在學習的過程中運用了間隔、交錯、混合練習以及其他方法。如此有助於帶來更牢固學習效果的短期阻礙，被稱為**適當的挑戰**（desirable difficulties）——由心理學家伊莉莎白和羅伯特·畢約克（Elizabeth and Robert Bjork）所創造的名詞。^[2]

位於喬治亞州本寧堡的美國陸軍傘兵學校，其設計理念是確保你做對事情和完成任務，而且是透過適當挑戰的學習模式。學校不允許你帶筆記本和做筆記。你聽課、觀察、演練和執行。在傘兵學校，測試是主要教學工具，而且是在做的過程中進行測試。並且，如同所有軍界的事情一樣，傘兵學校堅持嚴格的軍事管理規範，做對事情，不然就請便。

降落傘著陸翻滾（軍事用語簡稱PLF）是一種著地並翻滾的技巧，這種翻滾方式會把衝擊力分散到前腳掌、小腿側面、大腿側面、

臀部側面和背部側面。身體執行著地翻滾有六種可能方向，取決於當時的條件，例如，飄移的方向、地形、風，和接近地面時身體是否擺動。當你第一次接觸這項跳傘的重要技能時，你會站在一個碎石坑裡，教官解釋並示範PLF的動作。然後你試做：練習讓身體的不同面依序著地，教官糾正你的動作，然後再練習一遍。

接下來的一個禮拜，難度提高。你站在離地面兩英尺高的平臺上。聽到「準備」的命令，你抬起後腳掌，雙腳和膝蓋併攏，手臂向上抬高；聽到「著地」的命令，你跳下平臺，執行PLF的動作。

測試難度變得更高。你將自己扣在距離地面十二英尺高的滑索上，抓住頭頂的T形桿，慢慢飄移至著陸地點，在那裡，聽從指令，你放手並執行PLF。你練習向右和向左翻滾、向前和向後翻滾，混合進行練習。

難度再度升級。你爬上距離地面十二英尺的平臺，在那裡你練習綁好你的背帶，夥伴互相檢查裝備，並從模擬的飛機門跳下來。背帶上有類似降落傘的傘吊帶，鉤在滑索上，但容許有同樣懸浮的長弧形飛行軌跡。當你跳下時，你會出現降落時瞬間下降的感覺，接著當你沿著滑索移動時，你感覺到懸浮的明顯擺動，熟悉真正跳傘時的擺動。但是當你到達底部時，是教官而不是你，拉動釋放裝置，將你從最後的二或三英尺高度丟到地面，因此現在你是隨機從各種方向著地，模擬將來會碰到的狀況。

接下來，你爬上三十四英尺高的塔，練習跳傘的所有基本動作，以及從飛機集體跳傘的編隊練習，學習從高處跳下來是什麼感覺、如何處理裝備失靈及背負沉重的戰鬥裝備時要如何跳傘。

你必須克服這些愈來愈困難的挑戰，才能再進入下一關，透過示範和模擬，你學習如何以跳傘部隊成員的身分登機，並參與三十名傘兵依序按照命令集體降落空投區的任務：如何正確的通過跳傘門；如何數一千、兩千、三千、四千，並感覺你的降落傘展開；或是如果你到了六千，就拉動備用傘的繩子；如何處理絞在一起的傘繩、避免碰撞、掌握風向、解開纏繞的控制繩；如何避免擋住其他傘兵；如何因應降落到樹上、水面或電線的意外狀況；如何在白天或晚上、在不同的風速和天氣狀況下跳傘。

傘兵需要學習的知識和技能很多，而且訓練是間隔和交錯的，既有預設的間隔和交錯練習，比如當你在每個集結待命地區、飛機模擬、跳傘平臺和背帶設施排隊等候時；也有必要時進行的間隔式和交錯練習，以便讓你掌握所有重要的知識和技能，並將不同的部分整合在一起。最後，如果你順利進入第三週而沒被淘汰，你就會進行實戰跳傘，從軍用運輸機進行五次跳傘。如果你成功完成訓練和五次實戰跳傘，你就會贏得你的傘兵徽章和證書。

在米亞第三次實戰跳傘時，跳傘門前的隊伍，她排第一位，後面有十四名學員，站在對面門的那名學員，後面也排了十四名學員。

「所以，排在第一個的人，指的就是我，要做的是在這裡將固定拉繩遞給中士，有一盞紅色或綠色的燈，你聽到一分鐘警示，接著是三十秒警示，我在門前站了幾分鐘，景色真美，那可能是我這輩子見過最美麗的事物之一，但是我害怕極了。眼前沒有任何東西阻擋我的去路，除了等待，我沒有什麼好想的，等待著『出發』的指令。對面門的那位跳下去了，接著我也跳了，我數著一千、兩千……突然，我數到四千的時候，我被一個綠色的降落傘團團裹住！我想著，這絕不可能是我的降落傘！我已經感覺到我的降落傘打開了，我也感受到那股

升起來的力道。我意識到，我落在第一個跳下去的學員上面，所以我剛好有點像是游出他的降落傘，然後飛離。」

學員們是一個一個交錯跳下去的，但是在降落傘打開前那混亂的四秒內，你既無法意識到也無法控制你與其他人的距離。拜她的訓練所賜，這起事件並未造成任何事故，但仍然告訴了我們一些事情。她害怕嗎？她說，她一點都不害怕。米亞準備充分，能夠應付這個突發狀況，她的自信讓她保持冷靜，她「剛好有點像是游了出去」。

對你的知識感到有自信是一回事；**展現**你的掌控能力又是另外一回事。測試不僅是一種有力的學習方法，還是強大的真相檢驗，能夠檢驗你對自己能力的自我判斷的正確性。當自信是基於重複的表現、被模擬現實狀況的測試所證實的時候，你就能夠依靠它了。面對跳傘門可能總會喚起米亞的恐懼感，但是跳下去的那一刻，米亞說，這種恐懼就消失了。

學習是如何發生的

為了幫助你理解為何需要「適當的挑戰」，我們在這裡簡要描述一下學習是如何發生的。

編碼

假設你就是米亞，站在一個碎石坑裡，看著一位跳傘教練解釋和示範PLF。大腦將你的認知轉換為化學和電學的變化，這些變化形成你所觀察到的模式（pattern）的心智表徵（mental representation）。人們尚未完全理解這個將感官知覺轉換為大腦中有意義的表徵的過程。我們將這個過程稱為「編碼」（encoding），我

們將大腦中的新表徵稱為「**記憶痕跡**」（memory traces）。你可以把我們的短期記憶想像成在便條簿上匆匆記下的筆記。

我們的日常生活大多受到塞滿我們短期記憶的短期事物所引導，並幸運的很快就忘了——今天你在健身房換衣服時，如何調整你的寄物櫃壞掉的彈簧鎖；記得健身後，途中去換機油。但是我們想要記下來以備將來使用的經驗和學習，必須更為牢固和持久，在米亞的例子中，就是那些能讓她落地但不扭傷腳或造成更大傷害的特殊動作。^[3]

固化

強化這些心理表徵以便長期記憶的過程，被稱為「**固化**」（consolidation）。新知識是不穩定的：它的含義並未充分形成，因此容易改變。在固化過程中，大腦重新整理記憶痕跡並使其穩定。這個過程可能耗時幾個小時，或是更長，並涉及對新知識的深層處理，科學家們相信，在這個過程中，大腦重新播放或排練新知識，賦予其意義，填補空白，並與過去的經驗和其他已經儲存在長期記憶裡的知識相連結。先驗知識是賦予新知識意義的先決條件，而且構成那些連結是固化的一項重要任務。米亞可觀的體育技能、身體的自覺及先驗知識，代表了一個龐大的知識庫，一次成功的PLF的各種因素與這些知識有很多連結。如同前文所提到的，睡眠似乎有助於記憶固化，但無論如何，固化與學習轉化為長期記憶需要一段時間。

和大腦如何固化新知識相類似的，應該是撰寫論文的經驗。初稿比較不嚴謹，你試著寫下你想要說的話。修改幾次之後，你讓文章更為精鍊，並刪掉一些不相干的論點。接著你把文章擱置一旁使其醞釀，一、兩天之後再度拿起這篇文章時，你想要說的話已經在腦海中變得更加清晰了。或許你現在覺得你有三個主要論點，你將這些論點

與你的讀者所熟悉的例子和支持性資訊來做連結，你重新組織並將論點的各個要素固化在一起，使得論述更為有力，也更為精確。

同樣的，學習某樣東西的過程，初時經常會感到雜亂難解；最重要的部分未必很突出。固化有助於組織和鞏固學習，值得注意的是，經過一段時間之後提取記憶也具有這樣的作用，因為從大腦儲存的長期記憶中提取一段記憶，這個動作不僅能強化記憶痕跡，同時再度使得它們能夠被修改，譬如，讓它們能夠跟較新的知識相連結。這個過程被稱為**重新整合**（reconsolidation）。這就是提取練習修改和強化學習的方式。

假設在跳傘學校的第二天，你很為難的要練習你的PLF，你竭力回想正確姿勢並讓自己冷靜——雙腳和膝蓋併攏，膝蓋微彎，目視地平線。但是在抗拒跌倒的本能反應中，你伸出了手臂，忘記把手肘緊貼身體。如果這是真的跳傘，你可能摔斷手臂或造成肩膀脫臼。這種重建你前一天所學知識的努力是粗糙的，但是在做的過程中，這項技能的關鍵要素變得更清晰，並被重新固化以形成更強的記憶。

如果你以密集方式一遍又一遍的練習某樣東西，不管是PLF還是外語的動詞變化，你都是在依賴短期記憶，且那基本上很少需要動腦筋。你很快的展現出令人滿意的進步，但是你並沒有做很多事情來強化這些技能的基本表徵。你在當下的表現並不代表學習效果能夠持續保留。另一方面，當你讓記憶消退一些，好比說透過間隔或交錯練習，提取記憶就會比較困難，你的表現比較沒那麼好，而且你感到失望，但是你的學習比較深入，而且未來你提取記憶會比較容易。^[4]

提取記憶

學習、記憶和遺忘以有趣的方式一起運作。要獲得持久穩固的學習效果，需要做兩件事情。首先，當我們從短期記憶中將新知識重新編碼並固化成長期記憶時，我們必須將它穩穩的固定在那裡；其次，我們必須將這個知識和各式各樣的線索（cues）聯想起來，這些線索將使得我們以後能夠很熟練的回想起這個知識。擁有有效的提取線索是學習經常被忽視的一個層面。學習不只是將知識交付記憶，能夠在需要時提取記憶同樣重要。

即使學過卻還是記不住如何將繩子打結的原因是，我們不練習，也不應用我們學到的知識。比如說，有一天你在城裡的公園，遇見一名鷹級童子軍在教如何打繩結。你一時興起，學了一個小時。他示範了八或十種繩結，解釋每一種的用途，讓你練習打結，並給了你一小段繩子和一張小抄。你回到家，決心學好這些繩結，但是生活太忙碌未能練習。你很快就忘了怎麼打繩結，而隨著你沒有學習，這個故事可能到此為止。

但是很偶然的，隔年春天，你買了一艘小漁船，你想要把錨繫在一條繩子上。手上拿著繩子，你有點不知所措，你回想起那堂課，有一種繩結是在繩端打個固定圈。現在你練習的就是提取記憶。你找到你的小抄，重新學習如何打一個稱人結。你將繩子弄出一個小圈，接著拿起較短的那一端穿過小圈，並默唸老師給你的小抄：兔子從牠的洞裡鑽出來，繞著樹轉一圈，接著又鑽進洞裡。再一次提取記憶。你將結略微拉緊，一個你總是盼望學會的漂亮童軍結就打好了。後來，你在看電視的椅子旁邊放了一段繩子，並在電視播放廣告時練習打稱人結，現在你做的是間隔練習。在接下來的幾週裡，你很驚訝的發現，如果你有一條末端有結的繩子，許多小事變得更容易了。你做了更多的間隔練習。到八月時，你已經找出稱人結在生活裡的每一種可能用途。

印象鮮明、具有重要性及定期練習的知識、技能和經驗，我們不會忘記。如果你知道你即將從軍用運輸機上跳傘，那麼當他們告訴你什麼時候及如何拉動備用傘的開傘索，或是在一千兩百英尺高空會出什麼狀況，以及如何「剛好有點像是游了出去」時，你就會聽得很認真。當你躺在你的床鋪上因為太疲勞睡不著，並恨不得明天已經過去而且自己跳得很好，這時候你所做的心智演練就是一種間隔練習，那也對你有幫助。

擴大學習：更新提取線索

我們能夠記住的知識數量幾乎沒有上限，只要把新知識和已經知道的知識相連起來。實際上，由於新知識取決於先驗知識，我們學會得愈多，可以為進一步學習創造的可能連繫就愈多。然而，我們的提取能力是很有限的，多數學習成果並不是隨時都能夠被提取出來。不過這種提取的限制對我們很有幫助：如果任何記憶總是立即可得，那麼想要從數量如此龐大的知識裡找出當下需要的知識，就會很困難。我把帽子放哪了？我怎麼讓我的電子裝置同步呢？一杯完美的白蘭地曼哈頓裡都有些什麼呢？

如果知識根深柢固就能更持久，這意味著你已經穩固且徹底理解了一個概念，它有著實際的重要性或對你的生活有強烈的情感影響力，並且它跟你記憶中的其他知識相連結。你從記憶中回想知識有多快，取決於情境條件、最近的使用，還取決於連結到那項知識、能夠幫助你提取記憶的線索數量和生動程度。^[5]

棘手的是，在人生的過程當中，你經常需要遺忘與新記憶相衝突、較舊記憶的關連線索，以便成功的與新記憶相連繫。為了學習中世紀的義大利語，你可能必須遺忘高中學的法語，因為每次你想著

「to be」時，你希望腦海中冒出義大利語essere，但腦海中跳出來的都是法語的etre。在英國旅行時，你必須抑制你靠右邊開車的線索，以使得自己能夠建立可靠的線索來靠左行駛。根深柢固的知識，諸如流利的法語，或是多年靠右行駛的經驗，在經過一段時間沒有使用、或是因提取線索的新舊記憶衝突被打斷後，依然可以很輕易的重新學會。並非是知識本身被遺忘了，而是使得你發現並提取它的線索被遺忘了。新知識（靠左開車）的線索，取代了舊的靠右開車的線索（如果幸運的話）。

矛盾在於，遺忘對於學習新知識來說是經常必要的。^[6]

當你從一臺個人電腦換到麥金塔時，或是從一種微軟視窗平臺換到另一種時，你必須遺忘大量的東西，以便學習新系統的基礎架構及快速熟練操作新系統，這樣你才能把注意力放在工作上，而不是如何操控電腦。跳傘學校的訓練提供了我們另一個例子：許多傘兵在退役之後對空降滅火感興趣。空降滅火員使用的是不同的飛機、裝備和不同的跳傘流程。對空降滅火來說，曾在傘兵學校受訓被認為是明顯的**不利因素**，因為你必須忘掉一套你已經練習到本能反應的流程，並用另一套取而代之。就算對不諳此道者來說，這兩套流程看起來如此相似，都是揸著降落傘從飛機上跳下來，但是如果你想要學習一套新知識，你可能必須忘掉你已經擁有的一套複雜知識的線索。

即便是在最簡單的自身生活當中，我們也能了解這種重新分配記憶線索的問題。當我們的朋友Jack開始跟Joan交往時，我們有時候會稱呼這對情侶「Jack and Jill」，因為「Jack and」這個線索牽動了深植於記憶裡的那首古老童謠Jack and Jill。就在我們將「Jack and」做為「Joan」的可靠記憶線索時，糟糕了！Joan甩了Jack，而Jack又開始跟Jenny交往了。真倒楣！每次我們想要說Jack and Jenny時，有

一半的機率，我們會發現自己說的是Jack and Joan。要是Jack的女友是Katie就簡單多了，因為他名字的尾音k讓我們聯想到她名字的首音，但是這樣的巧合並沒有發生。頭韻可以是一個很方便的線索，也可以是具有破壞性的。在這整個混亂的狀態中，你沒有忘記掉Jill、Joan或Jenny，而是你「改變」了線索用途，以便於你能夠趕上Jack生活的戲劇性變化。^[7]

學習新東西時，極為重要的一點是，你不是從長期記憶中失去大多數你從生活中學得很好的東西，而是透過停止使用或重新分派線索，你「忘掉」了它，這裡所謂的忘掉指的是你無法輕鬆的回憶起它。例如，如果你曾經搬過多次家，你或許想不起來二十年前的住址。但是如果你面對的是一個關於這個地址的多選題，你可能很容易找出正確答案，因為它仍然保存在你腦海中未被清理的櫥櫃裡。

如果你曾經沉浸在敘述往日時光的寫作裡、描摹過去的人物和地點，那麼你或許已經驚訝於那些開始如洪水般回湧的記憶、被遺忘已久的事情再次襲上心頭。情境能夠釋放記憶，如同正確的鑰匙能夠開啟一把陳舊的鎖。

在普魯斯特的《追憶逝水年華》一書中，敘述者感嘆想不起自己在姨媽和姨丈居住的法國村落裡所度過的青春歲月，直到有一天，蛋糕浸泡在青檸花茶的味道，讓回憶一股腦兒的湧上來，那些他以為早已遺失在時光裡的人事物全都回來了。多數人都有過像普魯斯特這樣的經驗，一個景物、一道聲音或是一種味道，就勾起了所有的記憶，甚至包括你多年未曾想過的一些片段。^[8]

較容易不代表更好

心理學家們已經發現，提取練習的難易程度，和這種練習鞏固學習效果的能力之間有一種奇特的反比關係：提取的知識或技能愈容易，提取練習對記住這些知識或技能的幫助愈少。相反的，花費愈多努力去提取知識或技能，提取練習愈能夠鞏固這些知識和技能。

不久之前，加州州立理工大學聖路易歐比斯波分校的棒球隊參與了一項有趣的實驗，以提高打擊技能。這些球員都很有經驗，熟悉如何扎實的擊出球，但他們同意每週兩次，按照兩套訓練方法進行額外的打擊訓練，來了解哪一種訓練方法的效果更好。

棒球的打擊是各種運動項目中最難的技能之一。投出的球不到半秒鐘就能到達本壘板。在這瞬間，打擊手必須完成複雜的感受、認知和運動技能組合：判斷球種、預測球會如何移動、推測揮棒的時間，以準確的觸擊到球。這種感知和反應的串聯必須非常牢固以養成習慣，否則遠在你還沒開始想好如何打到球之前，球就已經進了捕手的手套。

部分球員按照標準方式進行訓練。他們練習打四十五顆球，這些球被平均分成三組。每一組是一個球種連投十五次，例如，第一組是十五顆快速球，第二組是十五顆曲球，第三組則是十五顆變速球。這是一種集中練習。練習每一組十五顆球時，打擊手看到更多相同的球種，他在判斷來球、揮棒時機和觸球方面有更令人滿意的表現。這樣的學習看起來很容易。

剩下的隊員接受了比較困難的訓練方法：三種球種隨機分布在四十五次投球中，打擊手完全不知道丟過來的是什麼球。在揮棒四十五次結束時，某種程度上他還在努力找出球感。這一組球員似乎並不像另一組球員們那樣逐步變得熟練。交錯和間隔練習不同球種使得學習更為吃力，感覺也學得比較慢。

這種每週兩次的額外訓練進行了六週。訓練結束時，球員們接受打擊評估，額外的訓練帶給兩組球員的好處明顯不同，而且結果讓球員們感到意外。現在，相較於一遍又一遍練習同一種球種的球員，執行隨機分散球種練習的球員，明顯展現出更好的打擊能力。當你考量到這些球員在接受額外訓練前已經是技巧很好的打擊手時，這些結果就顯得更加有趣了。將這些球員的表現提升到甚至更高的水準，證明了訓練方法的有效性。

這裡我們再次看到兩個熟悉的教訓。首先，一些需要更多努力且減緩表面上成果的挑戰，例如間隔、交錯和混合練習，當下會覺得比較沒有效果，但是透過讓學習更牢固、精確和持久，之後會有加倍的補償；其次，我們對於什麼樣的學習方法對我們最好的判斷，經常被感覺熟練的錯覺所影響和誤導。

當這些球員重複練習十五次曲球時，對他們來說，記住那種球種所需要的感知和反應變得比較容易：球旋轉的樣子、球如何改變方向、改變方向的速度，以及需要多久球才會轉向。球員的表現變得更好，但是回想這些感知和反應變得愈來愈容易，導致學習效果無法持久。你知道投手會投曲球的情況下揮棒打擊，以及你不知道投過來的會是曲球而揮棒打擊，是兩種不同的技能。棒球球員需要加強的是後者，但是他們經常練習的卻是前者。前者是一種集中練習，打擊表現的提高是基於短期記憶。對於打擊者而言，隨機投出不同球種的練習，要提取必須技能的記憶是比較具有挑戰性的，此遭遇使得表現的提升變得非常緩慢，但學習效果卻能長久。

這個矛盾是學習中「適當挑戰」此概念的核心：提取（或實際上是重新學習）某樣東西需要付出的努力愈多，就學得愈好。換句話說，忘掉得愈多，重新學習對於塑造永久知識就愈有效。^[9]

費力回想有助於學習

重新固化記憶

就像間隔練習時會發生的情況，費力回想腦海中的知識，需要從長期記憶中「重新載入」，或重新構建該項技能或知識的組成成分，而不是從短期記憶中不動腦筋的重複它們。^[10]在專注、費力的回想過程中，知識再度具有可塑性：最突出的幾個部分變得更清晰，而且接下來的重新固化有助於補強意涵、加強與先驗知識的連結，強化那些幫助未來回想的線索和提取路徑，並減弱與之競爭的路徑。允許每次練習之間有一些遺忘的間隔練習，能夠強化知識，以及未來需要這些知識時，快速提取所用的線索和路徑；就像投手連投幾顆快速球後，試圖用一顆曲球來突襲打擊手。提取一段記憶或是實現一項技能愈費力（如果這些努力成功的話），喚起記憶或執行提取的行為對學習的幫助就愈大。^[11]

集中練習給予我們溫暖的熟練感受，因為我們不必從長期記憶中重建知識，而是透過短期記憶將資訊連結起來。但是就像是學習方法中的重複閱讀那樣，透過集中練習所獲得的熟練感是暫時的，而且是錯覺。正是重建知識的費力過程，激發了重新固化，並使得學習更為深入。

創造心智模式

一套複雜、相互關連的概念或一連串運動技能，在有了足夠的費力練習後，被融合成為一個具有意義的整體，形成了一個在某種程度上近似鍛鍊大腦的軟體「brain app」的心智模式。學習開車牽涉到同時間要做許多動作，我們在學習時需要全神貫注、動作純熟。但是久

而久之，這些認知和運動技能的組合，例如，路邊停車或是手動換擋所需要的感知和技巧，就會變得牢固，成為與駕駛相關的幾套心智模式。心智模式是各種形式的深植記憶以及非常有效的技能（看見一顆曲球並運用所學的打擊技巧），或是知識結構（記在腦海中的棋子布局），這些模式就像習慣，能夠被修改並應用於不同的情況。在不同的情況下，透過在專業領域中數千小時的訓練，建構了專業的表現。在這個過程中，累積了大量這樣的心智模式庫，它們使得你能夠正確的識別出一個特定情境，並立即挑選和做出正確的回應。

擴大你所掌握的知識領域

在不同時間和不同情境下進行的提取練習，以及不同的學習材料交錯進行的提取練習，皆有助於建立與所學習內容的新連繫。這個過程構建了知識互相連結的網路，這個網路能夠強化並支持你對這個領域的掌握，也能夠增加提取這些知識的線索，並擴大未來這些知識的通用性。

想想一名有經驗的廚師所內化的複雜知識：味道和口感如何互相作用；加熱後食材的外觀會有怎樣的改變；使用長柄深鍋或中式炒鍋、銅鍋或鑄鐵鍋所能夠達到的不同效果。想想使用飛蠅釣法的釣客，他們能夠感覺到鱒魚出現，準確判斷出可能是哪一種鱒魚，正確選擇乾毛鉤、若蟲鉤或飾帶毛鉤，判斷風向，並知道如何和在哪裡布下魚餌，好讓鱒魚上鉤。想想騎場地越野車（BMX）的孩子，他們能夠表演兔跳、神龍擺尾、一百八十度反轉等特技，並在不熟悉的街道地形下做蹬牆的動作。交錯與變化讓練習的內容與其他相關的技能及知識能夠充分混合。這將使得我們的心智模式更多樣化，讓我們能夠將所學內容應用於更廣泛的情境中。

促進概念化的學習 (conceptual learning)

人們是如何學習概念的呢？以狗和貓的差別為例，人們透過隨機接觸不同的例子來學習，例如，吉娃娃、虎斑貓、大丹狗、圖畫書裡的獅子、三色貓和威爾士小獵犬。間隔和交錯式的接觸能夠找出人們多數普通經驗的特徵。這是一個好的學習方法，因為這種類型的接觸會強化辨別 (discrimination) 的技能，即注意細節的過程（例如，海龜會露出水面呼吸，而魚兒不會），以及歸納 (induction) 的技能：推測出通則（例如，魚類能夠在水裡呼吸）。讓我們回想一下分辨鳥類和畫家作品這兩個實驗的交錯研究，交錯練習幫助學習者分辨不同種類的鳥或不同畫家的作品，同時也幫助他們學習如何辨別出同一種類的鳥或同一位畫家作品之間的基本共性。當被問及偏好哪種學習方法，還有他們認為哪種方法比較有效時，學習者表示，先學習某一種類的鳥，再學習另一種類的鳥，學習效果比較好。但是比較困難和感覺比較笨拙的交錯練習方法，讓學習者產生更好的能力，得以辨別不同類型之間的差異，而且不妨礙學習者學習同種類的鳥之間的共性。如同我們在棒球球員打擊練習中得到的證據，交錯練習使得提取記憶中特定鳥類的記憶產生難度，進一步強化了分辨特定鳥類典型特徵的學習效果。

交錯練習產生的難度為學習提供了第二種助力。交錯練習相關但不同的幾何體時，需要注意相似與不同之處，以便選擇正確的公式來計算體積。研究人員認為，在交錯練習中，對於相似與不同之處的這種敏感度的提高，導致大腦將更為複雜和微妙的學習材料的表徵進行編碼，讓我們更清楚了解物種和問題類型的獨特性，以及它們為什麼需要不同的解讀或解決方法。例如，為什麼白斑狗魚會咬匙形假餌或搖擺餌，而除非你選擇用蛆或是撞擊水面時發出波波聲響並濺出水花的波扒擬餌，否則鱸魚只會開心的碰碰魚餌便離去。[12]

提高通用性

借助相同的心智過程（mental process），人們可以克服間隔、交錯和變換練習所帶來的提取困難，而日後在把所學內容應用於日常情境時，也需要同樣的心智過程。透過模擬實際經驗的種種挑戰，這些學習方法符合這句警言，「像比賽那樣練習，比賽就會像練習」，這些學習方法能夠提升科學家們所謂的學習轉移（transfer of learning），也就是將所學內容應用於新情境的能力。

在加州州立理工大學打擊練習的實驗中，集中、欠缺變化的訓練經驗期間，有限的心智過程就足以有優異的表現；相較之下，克服隨機投球高難度的行動，構建了更為豐富的心智過程的「詞彙」

（vocabulary），這些詞彙能夠分辨挑戰的性質（例如，投手投的是什麼球種），並在可能的反應中做出選擇。回想一下之前討論過的投擲豆袋的實驗，研究證實，與只練習過投擲三英尺的小學生相較，練習過投擲兩英尺和四英尺的學生，其測試成績更好。再回想跳傘學校模擬訓練不斷提高的難度和複雜程度，或是麥特·布朗的商用噴射機的駕駛艙模擬訓練。

為學習做好心智準備

若有人要求你先努力解決某個問題，然後再告訴你解決方法，你會把之後的解決方法學得更好，也會記得更久。當你買下漁船並試圖幫錨繫上一根繩索時，你更容易學會並記住如何打一個解人結——這種學習效果遠勝過站在那兒讓一名認為學打繩結對你的生活很有幫助的童子軍教你。

其他結合了適當挑戰的學習方法

我們通常會認為阻礙是不利於學習的，但某些類型的阻礙能夠為學習帶來好處，而且這些正面效果有時候出人意料。你會想要讀一篇有著正常字形的文章，還是字形有點模糊的文章呢？幾乎很肯定的，你會選擇前者。然而，頁面上的文字有點模糊或是字體有點難以辨認時，人們回想內容的記憶卻更好。課程大綱應當遵循教科書文章段落的精確順序，還是跟教材有某種程度的不一樣更好呢？結果證實，課程大綱以不同於教科書段落的順序進行時，學生要花力氣分辨主要概念及協調不一致之處，使他們更能記起課文內容。

另一個驚人的例子是，當課文中某些字的字母有所缺漏，需要讀者自行補全時，他們的閱讀速度變慢，但卻記得更牢。在這些例子中，跟正常表達方式不一致的變化，帶來了難度——打斷了流暢性，使得學習者要花更大的力氣去構建一個合理的解釋。這些額外的努力提升了理解和學習效果。（當然，如果困難到讓人完全看不懂，或是讀者無法克服的話，學習效果就無法提升。）^[13]

在沒有人提供資訊或解決方法的情況下，試圖回答問題或嘗試解決問題的動作，被稱為生成（generation）。即使小考是你熟悉的內容，簡單的填空動作還是具有強化記憶和未來提取能力的效果。在考試中，如果你被要求提供答案，而不是做多重選擇題，通常能夠帶來更強的學習效果。寫一篇短論也能讓學習效果更好。克服這些適當的挑戰是一種積極學習，學生從事的是較高級別的思考活動，而非被動的接受他人授與的知識。

當你被要求針對一個新遭遇的問題提供解答或是解決辦法時，「生成」這個動作對於學習方面的助益會更為明顯。當你尋求解答、從記憶中提取相關知識時，會強化通向你的學習缺口的路徑，甚至是在你還沒得到答案來填補這個缺口之前，就能強化這條路徑，當你確

實填補這個學習缺口時，就建立了與那些相關知識的連結，因為這些努力，使你記憶猶新，例如，如果你來自佛蒙特州，有人問你德州首府的名稱，你可能會開始思索幾個可能的答案：達拉斯？聖安東尼奧？艾爾帕索？休士頓？就算你不確定，在你想到（或被告知）正確答案之前，先想想可能的答案（當然是奧斯汀），將對你有所幫助。

你與問題角力，絞盡腦汁，尋找靈感。你可能變得好奇，甚至被難倒，或感到沮喪，並清楚意識到你需要填補的知識缺口。然後，等到有人給你答案時，你就豁然開朗。解決問題的失敗嘗試，促進大腦更深入的處理並給出答案，創造肥沃的土壤，以供編碼所用，僅僅閱讀答案是達不到這種效果的。嘗試解題，就算答案不正確，也比不嘗試要好。^[14]

花幾分鐘時間複習從一次經驗（或最近的一堂課）裡學到什麼，並向自己提問的動作，被稱為「反思」（reflection）。舉個例子，在聽了一堂課或做了閱讀作業之後，你或許會問自己：主要概念是什麼？能舉出一些例子嗎？這些如何與我已經知道的做連結？在練習了新知識或技能之後，你或許會問：什麼進行得很順利？什麼原本可以更好？我可能需要學什麼才能更熟練？或是下次我可以用什麼方法來得到更好的結果？

反思可能涉及一些之前討論過、能導向更穩固的學習效果的認知活動，這些活動包括：提取（回憶近期所學知識）、詳細闡述（例如，將新知識與已經知道的知識連結起來），以及「產生」（例如，用自己的話重述要點，或是想像並在腦海中練習下一次可以做什麼改變）。

有一種反思方式在課堂學習中開始廣為盛行，被稱為「用寫來學」（write to learn）。基本上就是學生們在一篇簡短的寫作作業中，反思近期的一個課堂主題，他們可以用自己的話來表達課程重點，並將這些重點和課堂上或課外所談論的其他概念連結起來。（你可以讀一讀第八章中瑪麗．派特．溫德羅斯在她的人體生理學課指定學生們做的「學習段落」。）實證研究已經證實了，反思期間涉及的各種認知活動（提取、詳細闡述和產生）對於學習是很有好處的。

近期一項有趣的研究，專門調查「用寫來學」做為學習工具的作用。為數超過八百名的大學生，上了一學期的心理學導論。授課教授在特定的一堂課講述了一個重要概念，然後要求學生透過寫作業來學習，學生產生他們自己的重點摘要，例如，用自己的話重新敘述這些概念，並透過舉例加以詳細闡述。至於那堂課講述的其他重要概念，教授播放了一套摘要投影片，學生們則花幾分鐘逐字抄寫上頭的重點和例子。

結果如何呢？在學期內舉行的幾次考試中，教授藉由考題評估學生對於學習重點的理解。學生用自己的話寫下重點的那些部分，得分遠高於抄寫重點的部分（大約高了半個英文字母評分等級），這個結果顯示，不是只有接觸這些概念能夠帶給學習好處。在大約兩個月之後進行的測量記憶持久性的後續考試當中，「用寫來學」做為一種反思的效果雖然有所下降，但仍舊強勁。^[15]

失敗與無錯學習的迷思

在一九五〇和一九六〇年代，心理學家B. F. 斯金納（B. F. Skinner）提倡在教育中採用「無錯誤學習」（errorless learning）方法，他秉持著這樣的信念：學習者的錯誤會導致反效果並且是錯誤教

學的結果。無錯誤學習理論引發這些教學方法：學習者被一口一口的餵食新知識，就在這些新知識還在舌頭上時，立即進行小測驗，也就是說，短期記憶猶新，在小測驗時很容易就能吐出來，幾乎沒有犯錯的機會。從那個時代到今天，我們已經理解到，從短期記憶中提取是一種無效的學習方法，而且錯誤是學習者努力提升對新知識掌握程度不可分割的一部分。然而在西方文化中，成果被視為能力的一種指標，許多學習者視錯誤為失敗，並盡可能避免犯錯。這種厭惡失敗的感覺或許被某些教師進一步強化，這些教師努力實踐的信念是：如果學習者被允許犯錯，那麼他們學到的就是錯誤。^[16]

這是一種被誤導的本能反應。事實上，當學習者犯了錯，並被給予糾正性的回饋時，他們學到的就不會是錯誤的知識。如果有糾正性的回饋，就算是那些很可能導致犯錯的學習方法，譬如要求某人試著解決問題，之後再告訴他怎麼做，也比更為被動的學習方法的效果好，正確資訊的記憶亦更持久。此外，如果人們被教導學習是一種經常會犯錯的奮鬥過程，日後他們將會更加傾向於挑戰困難，並且比較不會把錯誤視為是失敗，而是當成教訓和掌握知識之路上的轉捩點。想要明瞭這一點，只要瞧瞧走廊對門的那個孩子就好了，他正聚精會神，努力讓他的分身通過Xbox動作遊戲裡的重重關卡。

害怕失敗可能會經由兩種方式阻礙學習：一種是對於努力奮鬥的嘗試和冒險特質產生厭惡；另一種是壓力對表現所造成的影響，就像考試時那樣。在後者的情況下，考試時非常害怕犯錯的學生，實際上可能由於焦慮而導致表現得更糟糕。為什麼呢？因為他們工作記憶容量似乎有相當大的部分花在監測自己的表現上（我做得怎麼樣？我有做錯嗎？），因而留給解答考試問題的工作記憶容量就比較少了。

「工作記憶」（working memory）意指解決問題時，腦中能夠保留的

資訊容量，尤其是當你面臨讓你分心的事物時。每個人的工作記憶都是極為有限的，有的人比較多，有的人比較少，而且比較大的工作記憶容量跟比較高的智商有關。

為了探索關於害怕失敗如何降低考試成績的這種理論，研究人員讓一群法國六年級學生解答一些非常困難的字謎問題，沒有人回答得出來。在努力解答失敗後，半數學童接受了十分鐘的課程，他們被教導困難是學習的一個關鍵，犯錯是自然且意料之中的事，而且練習是有幫助的，就像學騎腳踏車一樣。至於其餘的孩子只是被問及他們是怎樣試著解這些字謎的。接著兩組學童參加了一場很難的考試，考試結果可以做為工作記憶的一種衡量。那些被教導錯誤是學習的一部分的孩子，相較於另一組孩子，在應用工作記憶方面的表現，明顯好得多。這些孩子並沒有把他們的工作記憶容量，花費在苦惱考試的難度上面。

研究人員利用這項原創研究的變化版本，進一步檢驗這項理論，這些研究結果顯示，困難會產生不能勝任的感覺，這種感覺會導致焦慮，焦慮則會打斷學習，因此，「如果給予學生挑戰困難的空間，他們會做得更好」。^[17]

這些研究指出，並非所有學習中的挑戰都是適當的。考試的焦慮似乎就代表了一種不適當的困難。這些研究也強調學習者了解學習新東西的困難，不僅是可預期的，而且是有好處的重要性。關於這一點，這項法國研究是站在許多巨人的肩膀上，其中最為重要的是卡蘿·德威克（Carol Dweck）和安德斯·艾瑞克森（Anders Ericsson）的研究，我們在第七章關於提升智識能力的主題時會討論。德威克的研究顯示，那些相信他們的智能打從出生就已經固定（基因決定論）的人們，傾向於避開他們可能不會成功的挑戰，因為

失敗看起來像是天生能力較差的一種表現。相較之下，人們在研究人員的幫助下，了解努力和學習會改變大腦，還有智能很大程度上是在自己的控制之中，這些人就比較可能去面對困難的挑戰並堅持不懈。他們將失敗視為努力的象徵，是前進道路上的**轉捩點**，而非無能的表現，也不是道路的**終點**。

安德斯．艾瑞克森針對專業表現的本質所做的研究顯示，要獲取專業技能，需要數千小時的專注練習，人們在練習當中努力超越目前的能力水準，在通往精通的道路上，失敗在這過程中成為一種必要的經驗。

針對法國六年級學生的這項研究，獲得廣泛的關注，受此啟發，巴黎一所菁英研究所籌劃了一個「錯誤節」（Festival of Errors），旨在教育法國學童，犯錯是學習的一個建設性的部分：它不是失敗的象徵，而是努力的象徵。策劃該節日的人士認為，現代社會的焦點在於炫耀成果，已經造成一種無力追求智識的文化現象，使得人們極度欠缺這種孕育法國史上種種偉大發現的智識發展與冒險精神。

舊金山的「失敗者大會」（FailCon）在概念上與巴黎的「錯誤節」相去不遠，科技創業人士和創業投資人一年一度在此聚會，研究失敗案例，這些案例給了他們所需的重要的深度了解，以便調整商業策略求取成功。愛迪生稱失敗為靈感的來源，據傳他曾經說過：「我沒有失敗，我只是發現一萬種無效的方法。」他認為，面對失敗堅持不懈是成功的關鍵。

失敗是科學方法的基礎，這些科學方法推進了我們對於所居住世界的理解。當我們堅持不懈和具備韌性時，我們把失敗視為有用的資訊，而正是堅持不懈和具備韌性，構成了所有成功創新的基礎，它們也幾乎是所有成功學習的核心。失敗意味著需要加倍努力，或讓我們

獲得解脫去嘗試不同的方法。賈伯斯在為二〇〇五年史丹佛大學畢業班致辭時，談到了一九八五年在他三十歲時被他所參與創建的蘋果電腦開除：「當時我沒有意識到，但事實證明，被蘋果開除是我一生中曾經發生過最好的事情。成功的沉重負擔，被重頭來過、對每件事都不那麼有把握的輕鬆感所取代。它解放了我，使我進入了生命中最具有創意的階段之一。」

失敗不是我們想要的，我們想要的是不畏風險堅持不懈的努力，是那些有時候唯有失敗才能揭示的發現，讓我們知道什麼有效、什麼沒效。我們想要的是相信：比起一口又一口被餵食答案，試著解決難題對我們更好，就算頭幾次嘗試解答失敗也無妨。

「產生式」學習的例子

誠如前文所述，沒有被教導如何做之前，就先嘗試解決一個問題的過程，被稱為**產生式學習**（generative learning），意思是學習者產生解答，而非回想答案。產生式學習的另一個說法就是老派的「嘗試錯誤法」（trial and error）。我們都很熟悉那些瘦巴巴的孩子在矽谷車庫裡搞電腦並成為億萬富翁的故事，這裡我們要舉另一個不同類型的例子：明尼蘇達州的波妮·布洛吉特（Bonnie Blodgett）。

波妮是一名作家，也是自學成才的觀賞園藝家，她經常陷入與腦海裡的一個聲音爭辯的狀態，那個聲音不斷告訴她，她最新的奇思異想肯定會搞得一團糟，讓她難堪。雖然她有強烈的美學敏感度，但是她也是一個大懷疑論者。她的「學習風格」或許可以被稱為「先跳進去再看狀況，因為如果你先看過，你可能不會喜歡你看到的東西」。她以筆名「魯莽園丁」撰寫園藝文章。這個筆名是她告訴她腦海中的懷疑聲音「滾開」的一種方式，因為，不管下一個奇思異想的結局是

什麼，她已經捲起袖子準備行動了。「魯莽意味著，在你弄清楚如何以正確方式去做，以及知道將會碰到什麼之前，就先動手進行你的計畫。對我來說，知道你將遭遇什麼事情的風險是，它將變成強大的障礙，使得行動無法開展。」^[18]

波妮的成功顯示，努力解決問題如何促進學習，以及透過嘗試錯誤法持續致力於某特定領域的進步，是如何產生複雜的精通事物的能力，和事物之間相互關連、更廣闊的知識。在我們交談之前，她才剛去明尼蘇達州南部與一群農夫會面，農夫們希望她針對從景觀設計到蟲害控制和灌溉等各方面問題提出深度見解。從第一次拿鏟子挖土，波妮的園藝寫作多年來獲得全國性的認可，經由不同管道，吸引了來自四面八方的忠實粉絲，而且她的園圃已經成為其他園藝人士的指名參觀景點。

她在大約中年時進入觀賞園藝界。她沒有受過訓練，只是熱切渴望讓雙手沾滿泥土，在她和丈夫位於聖保羅市歷史街區的房子角落，創造一些美麗的空間。

「創造美的經驗使我平靜下來，」她說道，但那嚴格來說是一種發現的歷程。她一直在從事寫作的工作，投身園藝數年之後，她開始出版《園藝通訊》（*Garden Letter*），這是一份為北方園藝愛好者所提供的季刊，她在這份刊物中記錄她的種種冒險行動、不幸挫敗、教訓和成果。她的寫作方式與她的園藝如出一轍，有著大膽和自嘲式的幽默，傳達令人莞爾的混亂和出人意表的洞見，也就是經驗的成果。透過自稱「魯莽園丁」，她容許自己和我們（她的讀者）犯錯，並藉此取得進步。

請注意，當波妮在撰寫她的經驗時，除了園藝活動本身之外，還涉及了兩種強有力的學習過程。她提取了她所發現的事物的細節及故事的記憶，譬如關於將兩種果樹接枝的實驗，然後，她透過向讀者解釋她的經驗進行詳細闡述，將關於這個主題的結果與她已經知道或因此學到的知識連結起來。

當然，先做再說的衝動，帶領她穿越了遼闊的植物界，並深入拉丁學名和古典園藝的文獻。這些衝動也將她帶入空間和結構的美學以及相關技術：堆砌石牆；挖掘和安裝庭院水景；在車庫上裝一個圓頂；修建小徑、樓梯和門；拔掉哥德式尖木樁圍籬，重新利用拆下的木材，創造更開闊且擁有更強的水平線條的感覺，來拉低她那三層樓高的維多利亞式房屋高聳的垂直感，並讓房屋與環繞其周圍的花園連成一氣；讓室外空間更開放，從街道上更容易看到這棟建築，而另一方面這個空間仍然是圍起來的，傳達了必要的隱私感，使得花園自成一體。她的幾個園圃空間別具風格而且是非對稱的，給人一種渾然天成的錯覺，然而透過材質、線條和幾何形狀的重複性，又有了整體連貫性。

有關她是如何回過頭來掌握愈來愈複雜的專業技能，一個簡單例子是，她逐步接受植物分類和拉丁學名的態度。「一開始，對我而言，植物的世界是一個全然陌生的語言。我完全看不懂園藝書。我不知道植物的名稱，不管是俗名還是拉丁學名。我沒有想過學習這些東西，從來沒有。我的想法是，為什麼我需要學那個？何不直接到外面，挖個洞種點什麼？」她喜歡那些賦予她想法的圖片，以及設計師利用類似「我的過程」的用語，說明他們如何達到想要的效果的那些文字。正是這種「我的」（my）過程的所有格代名詞，肯定了波妮透過動手做來學習的衝動。這種觀念是，每名園丁的種植歷程都是獨有的。波妮的經歷並未涉及向專家取經，比較不太需要精通那些她種下

並灌溉的植物的林奈物種分類法或拉丁學名。但當她忙著在泥土裡實現她腦海裡舞動的神奇園圃時，她還是不由自主的走向了拉丁學名和林奈分類法。

「你開始發現拉丁學名是有幫助的，它們給予你理解植物特性的捷徑，而且它們能幫助你記憶。種名Tardiva（晚花）放在屬名hydrangea（繡球屬）之後。」波妮在高中學過拉丁文、法文，當然還有英文，而且那些記憶的線索開始甦醒。

「我可以輕易看出tardiva代表遲緩，類似英文的tardy。許多植物後面有這個相同的單字，現在你知道那個特定的植物是晚開花的。因此你開始意識到拉丁學名是一種幫助你記憶的方式，而且你發現自己用的愈來愈多。同樣你也更能夠記住植物，因為對你來說，procumbus意味著伏倒、在地上爬行，它是有意義的。因此，當一個特定種名與一個屬名連結在一起時，要記住那個名稱就沒有那麼難了。知道拉丁名字也是很重要的，因為那樣你就能夠非常明確的知道是哪一種植物。植物有俗名，而且俗名是區域性的。Actaea racemosa的俗名是黑升麻（black cohosh），又名蛇根

（snakeroot），而那些名字也經常被用來稱呼其他植物，但是Actaea racemosa只有一種。」儘管內心抗拒，她還是逐漸開始熟悉觀賞植物的古典分類法，並領會林奈分類法是如何建構植物家族間的關連性及傳達它們的特性。

波妮表示，最近與她會面的那些農夫，特別感興趣的是她對於堆肥和蚯蚓比化學肥料更有利於製造營養素和土壤通氣性的了解，以及如何透過一個自製滴水灌溉系統，用少量的水讓根部穩固生長。她在敘述這次的會面時停頓了一下，思索著自己是如何在不知不覺中學會所有知識。這些絕不是她一開始就想要征服的知識。「聽我說，魯莽

行事真的不是壞事。它是好事，因為你把事情做成了。許多人仔細思索任務的艱鉅性並對後續的事情有了全盤的了解後，他們就停止採取行動。」

當然，在某些狀況，譬如從學習機上跳傘並活著離開，魯莽行事並非最理想的學習方法。

不適當的挑戰

創造了「適當的挑戰」這個名詞的伊莉莎白和羅伯特．畢約克寫道，某些挑戰是適當的，因為「它們激發了支持學習、理解和記憶的編碼和提取過程。然而，如果學習者並不具備成功因應挑戰的背景知識和技能，它們就成了不適當的挑戰。」^[19]認知科學家們從實證研究中了解到，測試、間隔、交錯、變換、產生和某些類型的情境干擾，會產生更強的學習效果和記憶。除此之外，我們對於哪些類型的挑戰是不適當的，具有天生的感受能力，但是因為缺乏必要的研究，尚無法明確界定。

很明顯，你無法克服的障礙並不是適當的挑戰。對於那些欠缺閱讀技能或語言流利程度來讓思路保持連貫到足以彌合差異的學習者來說，課綱順序與教材不同就是一種不適當的挑戰。如果你的教材是用立陶宛文寫的，而你不懂這門語言的話，這就不是一種適當的挑戰。學習者透過更多努力而能夠克服的挑戰才是適當的。

那些不能強化所需要的技能的挑戰，或是那些你在真實世界應用所學知識時不太可能遇到的挑戰，並非適當的挑戰，這一點在直覺上是合理的。當你讀新聞時讓別人在你耳邊低語，對電視主播而言可能是必要的訓練。磨練競選演講時被扮演抗議人士的人激烈質問，或許

有助於訓練政治人物。但這些挑戰對於想要提升臺上表現的扶輪社會長，或尋求肯定的YouTube部落客而言，可能幫助不大。密西西比河上的年輕拖船駕駛或許需要練習頂著強勁的側風，將成串被浪打高的空駁船推進船閘。棒球球員或許會透過在球棒上加重量練習打擊，來加強揮棒技巧。你或許會教美式足球員一些學習平衡和移動的芭蕾舞原理，但是你或許不會教他高爾夫球揮桿或網球反手拍的有效技巧。

是否有一個核心原則能夠決定哪些類型的阻礙能使學習效果更好呢？時間和進一步的研究或許能夠給出一個答案。但是在上一段剛提過的那些挑戰，其適當性已經得到很好的證明，提供了一個龐大、現成而多樣的工具庫。

小結

學習歷程至少有三個步驟：資訊的初始**編碼**被保留在短期工作記憶中，之後被固化成為一種在長期記憶中的完整知識表徵；**固化**重新組織並穩定記憶痕跡、賦予它們意義，並與過去的經驗及已儲存在長期記憶中的其他知識連結；**提取**更新所學知識並使得你在日後需要時能夠應用它。

學習總是建立在大量的先驗知識之上。我們透過建立事件與已經知道的事物之間的連結，來詮釋並記憶事件。

長期記憶容量幾乎是沒有上限的：知道得愈多，就有愈多可能的連結來增加新知識。

因為長期記憶有著巨大容量，能夠在需要時找到並回想起你所知道的東西是很關鍵的；你回想已有知識的能力，取決於對該資訊的**重**

複使用（以維持穩固的提取路徑），以及強大的**提取線索**的確立，這些線索能夠重新啟動記憶。

在學習過程中，週期性的提取記憶，有助於加強與這個記憶的連結，以及用來回想這個記憶的線索，同時也會弱化通向與之競爭的記憶的路徑。容易的提取練習對於強化學習效果沒什麼幫助；提取練習愈難，好處就愈大。

當你從短期記憶提取所學內容時，就像在密集練習中那樣，不太需要花腦力，也無法獲得長期效益。但是當你隔一段時間後提取所學內容時，你對它的掌握有點生疏了，你必須花力氣來重建它。這個費力的提取過程，不僅強化了記憶，也使得學習內容再度變得有**可塑性**（pliable），促使其**重整**。重整幫助你用新資訊更新記憶，並將它們與更新的學習內容連結起來。

重複的費力回想或練習，有助於將學習內容整合成**心智模式**，在這些模式中，一套互相連結的想法或是一系列運動技能被融合成一個有意義的整體，而這個整體能夠在未來的情境中被調整和應用。這些涉及感知和操作的例子包括：駕駛汽車或是將一顆曲球轟出棒球場外。

當練習條件是多變的，或是提取跟其他材料的練習交錯進行時，我們會提高**辨識**和**歸納**能力，以及未來在新情境下應用這項學習內容的通用性。交錯與變換會建立新的連結，擴大並使得記憶中的知識更加牢固，以及增加提取線索的數量。

嘗試找出答案，而不是讓別人告訴你答案，或是在被告知解決方法之前，先試著解決問題，能產生更好的學習效果，對於正確答案或

解決方法的記憶也會更持久；只要有糾正性的回饋，就算嘗試失敗也無妨。

1. 所有米亞·布朗戴托的引述，皆出自她與彼得·布朗在二〇一三年二月九日和三月二日的日本富士軍營和德州奧斯汀之間的電話訪談。
2. 「學習的適當挑戰」一詞源自：R. A. Bjork & E. L. 畢約克, A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation, in A. F. Healy, S. M. Kosslyn, & R. M. Shiffrin (eds.), *From learning processes to cognitive processes: Essays in honor of William K. Estes* (vol. 2, pp. 35–67) (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992)。這個概念似乎是違反直覺的——讓一項任務更困難，怎麼可能學得更好、記得更久呢？本章其餘部分解釋了這個疑惑及可能的成因。
3. 心理學家們將學習／記憶過程分成三個階段：編碼（獲取資訊）、儲存（資訊隨時間的存留）及提取（之後資訊的使用）。當你成功的記住一個事件時，這三個階段都是完整的，遺忘（或錯誤記憶的發生——提取了某個事件的錯誤「記憶」，但以為它是正確的）可以發生在任何一個階段。
4. 欲了解關於整合的經典文獻，參見：J. L. McGaugh, *Memory— a century of consolidation*, *Science* 287 (2000), 248–251。若欲了解較近期且篇幅更長的評論，請參見：Y. Dudai, *The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram?*, *Annual Review of Psychology* 55 (2004), 51–86。欲了解睡眠和做夢有助於記憶整合，參見：E. J. Wamsley, M. Tucker, J. D. Payne, J. A. Benavides, & R. Stickgold, *Dreaming of a learning task is associated with enhanced sleep- dependent memory consolidation*, *Current Biology* 20 (2010), 850–855。
5. 安道爾·托爾文（Endel Tulving）強調，記憶總是由所儲存的資訊（記憶痕跡）和能提示這些資訊的環境線索一起產生，他藉此凸顯，提取線索在記憶中扮演的關鍵角色。較強的線索甚至能夠使得較弱的痕跡變得可以被回想起來，參考：E. Tulving, *Cue dependent forgetting*, *American Scientist* 62 (1974), 74–82。
6. 羅伯特·畢約克已經強調，對原始事件有某種程度的遺忘，在相同事件的二度表述的學習效果方面，扮演著提振的角色。將事件間隔開對記憶的效力（間隔效應）就是一例。欲了解這方面的例子，請參考：N. C. Soderstrom & R. A. Bjork, *Learning versus performance*, in D. S. Dunn (ed.), *Oxford Bibliographies in Psychology* (New York: Oxford University Press, inpress)。
7. 在心理學中，舊的學習問題對新學習內容的干擾，被稱為負面轉移（negative transfer）。欲了解遺忘舊資訊如何有助於學習新資訊的證據，參見：R. A. Bjork, *On the symbiosis of remembering, forgetting, and learning*, in A. S. Benjamin (ed.), *Successful Remembering and Successful Forgetting: A Festschrift in Honor of Robert A. Bjork* (pp. 1–22) (New York: Psychology Press, 2010)。
8. 資訊仍舊存在於記憶中，但無法被主動回想起來，這種狀況已經被強調為「記憶」（remembering）的重要問題（Tulving, *Cue dependent forgetting*；此文獻請參見本章注釋 5）。儲存的資訊被稱為是可用的（available），而可被提取出的資訊被稱為

可取用的 (accessible)。我們在本章中舉例，某人無法想起一個舊地址，但很容易就在若干可能選項中將它辨認出來，這個例子顯示出，提取線索使得可用的記憶能夠被自覺意識 (conscious awareness) 取用。認知測試 (recognition tests) 通常能提供比回想測試 (recall tests) 更有力的線索。

9. 棒球選手練習擊打的研究出自於此文獻：K. G. Hall, D. A. Domingues, & R. Cavazos, Contextual interference effects with skilled baseball players, *Perceptual and Motor Skills* 78 (1994), 835–841。
10. 畢約克夫婦用「重新載入」 (reload) 一詞來表示，某個概念或技能在延後一段時間之後的重新構建。關於這些概念，有一個不錯的、可取得的資訊來源是：E. L. Bjork & R. A. Bjork, Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning, in M. A. Gernsbacher, R. W. Pew, L. M. Hough, & J. R. Pomerantz (eds.), *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society* (pp. 56–64) (New York: Worth, 2009)。
11. **固化記憶**一詞在心理學和神經科學方面有若干不同用法。其核心含義是，喚醒一段原先有的記憶，接著再度將它固化 (如同在提取記憶練習中那樣)。然而，如果在喚醒原先記憶時有新資訊被引入，初始記憶可能被重新固化而被改變。神經生物學家和認知心理學家都對重新固化進行了研究。欲了解這類文獻的一些切入點，參見：D. Schiller, M. H. Monfils, C. M. Raio, D. C. Johnson, J. E. LeDoux, & E. A. Phelps, Preventing the return of fear in humans using reconsolidation update mechanisms, *Nature* 463 (2010), 49–53, 以及 B. Finn & H. L. Roediger, Enhancing retention through reconsolidation: Negative emotional arousal following retrieval enhances later recall, *Psychological Science* 22 (2011), 781–786。
12. 欲了解這項交錯練習研究，參見：M. S. Birnbaum, N. Kornell, E. L. Bjork, & R. A. Bjork, Why interleaving enhances inductive learning: The roles of discrimination and retrieval, *Memory & Cognition* 41 (2013), 392–402。
13. 一些研究已證實，儘管漏寫字母會讓文章更難讀，或使用特殊文字設計可能讓閱讀速度變慢，但是讀者卻記得更多。請參考：M. A. McDaniel, G. O. Einstein, P. K. Dunay, & R. Cobb, Encoding difficulty and memory: Toward a unifying theory, *Journal of Memory and Language* 25 (1986), 645–656, and C. Diemand-Yauman, D. Oppenheimer, & E. B. Vaughn, Fortune favors the bold (and the italicized): Effects of disfluency on educational outcomes, *Cognition* 118 (2010), 111–115。關於課程大綱是否應與教科書章節段落順序吻合的研究，請參見：S. M. Mannes & W. Kintsch, Knowledge organization and text organization, *Cognition and Instruction* 4 (1987), 91–115。
14. 下面的研究證明「生成效應」能夠改善記憶的研究：L. L. Jacoby, On interpreting the effects of repetition: Solving a problem versus remembering a solution, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 17 (1978), 649–667, 以及 N. J. Slamecka & P. Graf, The generation effect: Delineation of a phenomenon, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 4 (1978), 592–604。比較近期的研究亦證實，在一段學習開始前進行「生成」的動作，能夠提升學習表現，請參見：L. E. Richland, N. Kornell, & L. S. Kao, The pretesting effect: Do unsuccessful retrieval attempts enhance learning? *Journal of Experimental Psychology: Applied* 15 (2009), 243–257。

15. 這裡引用的關於「用寫來學」的研究是：K. J. Gingerich, J. M. Bugg, S. R. Doe, C. A. Rowland, T. L. Richards, S. A. Tompkins, & M. A. McDaniel, Active processing via write-to-learn assignments: Learning and retention benefits in introductory psychology, *Teaching of Psychology*, (in press)。
16. B. F. 斯金納在學校學習以及其他美國社會議題方面，有許多具有影響的有趣觀點。他的重要著作《科學和人類行為》（*Science and Human Behavior*）可從B. F. 斯金納基金會的網站免費下載；另可參見：B. F. Skinner, Teaching machines, *Science* 128 (1958), 969–977。在教導記憶受損的人們方面，無錯誤學習法看似確實很重要；但是在多數教育環境裡，錯誤（只要有回饋校正）就不會有害學習，甚至可能幫助學習。欲了解範例，參見：B. J. Huelser & J. Metcalfe, Making related errors facilitates learning, but learners do not know it, *Memory & Cognition* 40 (2012), 514–527。
17. 關於法國學生解字謎的研究：F. Autin & J. C. Croziet, Improving working memory efficiency by reframing metacognitive interpretation of task difficulty, *Journal of Experimental Psychology: General* 141 (2012), 610–618。關於「錯誤節」的故事，參見：Lizzy Davis, “Paris Stages ‘Festival of Errors’ to Teach French Schoolchildren How to Think,” *Guardian*, July 21, 2010, <http://www.guardian.co.uk/world/2010/jul/21/france-paris-festival-of-errors>, 本書作者進入此網頁查詢的時間為 二〇一三年十月二十二日。
18. 彼得·布朗於二〇一三年三月十電話採訪人在明尼蘇達州聖保羅市的波妮·布洛吉特。內文所有布洛吉特的引述都來自這次的訪談。
19. 這段畢約克夫婦的談話引自：E. L. Bjork & R. A. Bjork, Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning, in M. A. Gernsbacher, R. W. Pew, L. M. Hough, and J. R. Pomerantz (eds.), *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society* (pp. 56–64) (New York: Worth, 2009)。

第五章 避免知識錯覺

我們的發展根源於了解周遭世界和評估自身表現的能力。我們不斷的對自己知道什麼、不知道什麼，以及我們是否能夠處理任務或解決問題做出判斷。當致力於某件事時，我們時刻留意自己，一路上調整思路或行動。

心理學家將監測自己的思想稱為「後設認知」。學習成為準確的自我觀察者，可以幫助我們避免走入死胡同、做出好的決策，並反思下一次要如何才能做得更好。這項技能的一個重要部分是能夠敏感的察覺我們可能欺騙自己的方式。有一個麻煩是，我們通常不知道自己什麼時候有判斷不佳的問題。另一個問題是，可能讓我們的判斷出差錯的情況很多。^[1]

本章討論感知錯覺、認知偏差和經常誤導人們的記憶扭曲，接著我們會提出建議技巧，這些技巧能夠使你的判斷與現實保持一致。

新聞上充斥著各種判斷不佳的悲慘下場。二〇〇八年夏季，明尼阿波里斯市有三名持槍搶劫犯一貫利用電話訂購大量速食外賣，再將外賣遞送人員身上的財物搶劫一空。就謀生方式來說，這是典型頭腦簡單的犯罪模式。他們不斷的犯案，卻欠缺常識，總是用固定的兩支手機下訂單，並在相同的兩個地址接收外賣。

那年夏天，大衛．賈爾曼（David Garman）在明尼阿波里斯市擔任便衣警察，他說：「他們愈來愈囂張。一開始他們可能只有一把槍，後來突然變成了幾枝槍，然後搶劫傷人。」

八月的某個夜晚，賈爾曼接到一通電話，有人打電話給一間中式餐館訂了大量食物。他倉促組織了一個小組，並準備假扮外賣遞送人員。他穿上一件防彈背心，外面套上休閒襯衫，並將他的點四五自動手槍塞進褲子裡。他拿了食物，開車去送外賣，停車，車頭燈對著前門亮著，而他的隊友們則是在附近布署監視。他在食物袋底部割開一條縫，藏進一把點三八手槍，當他拿著袋子時，槍就擱在手裡。「那把點三八手槍有一個蓋住的擊錘，因此我能夠在袋子裡射擊。如果我放在那裡的是那把自動手槍，它就會卡住，那麼我就完了。」

於是我拿著外賣走上前，我說：「嘿，先生，你有訂餐嗎？」他說：「有，」我心想，要是這傢伙真的付錢給我，而我就這樣離開，這將會是我們做過最蠢的事情了。我還想著，如果他給我四十美元，我甚至不知道這份外賣值多少錢。但他半轉頭往後看，另外兩個傢伙開始走上前，他們一邊走向我，一邊將兜帽套上腦袋。我知道動手的時候到了。第一個傢伙從口袋裡猛然抽出一把槍，上膛，指向我的腦袋，一連串動作一氣呵成，說道：「混蛋，東西統統都給我，不然我殺了你。」我最後透過袋子射中了他，一共四發子彈。^[2]

畢竟這不是一個很棒的謀生方式。那個傢伙被打中下半身，儘管身體缺了點零件，但還是活下來了。如果那個食物袋不是那麼重的話，賈爾曼就會瞄高一點，而且他從這次的經驗中學到了一個教訓：他已經為下次做了更好的準備工作。

我們喜歡認為自己比一般的蠢蛋更為聰明，而且就算我們並不是，每年當新一屆達爾文獎得主名單透過電子郵件廣為流傳時（Darwin Awards；以知名演化論學者達爾文為名、一種惡搞性質的獎項，得獎者通常已經過世，以此獎表揚他們讓自己愚蠢的基因不再

傳播出去），我們也能從這個錯覺中感受到肯定，這些得主因為不可思議的糟糕判斷能力而導致自我滅亡，多倫多的一名律師就是其中一例，他在二十二層樓高的辦公室裡，只是為了展示窗戶的強度就用肩膀猛撞玻璃，卻把玻璃撞破跌了下去。事實是，我們天生在判斷方面都會犯錯。每個人必須培養良好的判斷能力，成為自己思想和表現的敏銳觀察者。由於幾個原因，會導致我們一開始處於不利的位置：其一是當我們能力不足時，會傾向於過度高估自身的能力，並且看不到改變的理由；另一個原因是，身為人類，我們很容易被錯覺、認知偏差和一些我們所建構的故事所誤導，我們建構這些故事來解釋周遭世界及我們所處的位置。為了變得更有能力，或甚至成為專家，當我們從他人身上看到能力時，我們必須學習去辨識這些能力，更準確的判斷自己知道什麼和不知道什麼，並採用有效果的學習方法，找出追蹤我們學習進展的客觀方法。

認知的兩套系統

丹尼爾．康納曼（Daniel Kahneman）在他的著作《快思慢想》中，描述了人類的兩套分析系統。他將無意識、直覺和瞬間的那套稱為系統一（或自動化系統），亦即利用感官和記憶，在一眨眼間衡量情勢。譬如，在衝向得分區時閃避攔截的回跑；再譬如，在一個冷天，那位明尼阿波里斯市的警察攔下一輛車，走向司機，甚至在他完全意識到自己看到一滴汗珠從司機鬢角流下之前，就做出了閃躲的動作。

系統二（受控系統）是意識分析和推理較為緩慢的過程，是思考過程中考量選項、做決定及施加自我控制的部分。我們也利用系統二來訓練系統一，以辨識那些需要反射動作的特定情境，並做出反應。

排練教戰手冊中回跑的動作時，使用的是系統二；員警練習從槍手手中搶奪槍枝使用的也是系統二；神經外科醫生演練修補破損的靜脈竇時，使用的還是系統二。

系統一是自動並具有深刻影響力的，但容易受到錯覺影響，因而你依靠系統二來幫助你管理自己：透過檢查你的衝動、事前規劃、辨認選項、想清楚它們可能會有的影響，並保持你的行動的控制能力。餐館裡一名男子經過一位帶著嬰兒的母親時，那個嬰兒大喊「爸爸」，那是系統一。當那位臉紅的母親說：「不是的，親愛的，那不是爸爸，那是一名男子，」她是在扮演系統二的代替角色，幫助嬰兒完善她的系統一。

系統一是強而有力的，因為它利用的是我們累積多年的經驗和深刻情感。系統一給予我們在危險時刻的生存反應能力，以及驚人的熟練表現力，而這種表現力則是透過在選定的專業領域進行數千小時的精心練習所獲得。在系統一和系統二的相互作用中——這也是麥爾坎·葛拉威爾（Malcolm Gladwell）的著作《眨眼》（*Blink*）的主題——你在瞬間估量情勢的能力，與懷疑和周密分析的能力互相競爭。當然，如果系統一的結論出於錯覺，會將你引入困境。學習何時信任你的直覺及何時要質疑它，是你在整個世界和你想要成為專家的任何領域裡，提升自身的競爭能力的一個重要關鍵。並非只有笨蛋才會淪為錯覺的受害者。在不同程度上，我們都會成為錯覺的受害者。例如，飛行員容易受到許多感知錯覺的影響。透過訓練，他們能夠提防這些錯覺，並利用儀錶設備來了解自己是否做對了。

一九八五年的某個冬日，中華航空公司006航班給了我們一個令人驚恐但結局圓滿的例子。這架波音747飛機當時在太平洋上空四萬一千英尺的高度飛行，從臺北至洛杉磯的十一個小時的飛行時間已經

進行了將近十個小時，此時，第四號引擎失去動力，飛機開始失去空速。機組人員並未按照飛行手冊的指示採用人工駕駛，並將高度降低到三萬英尺之下以重啟這部發動機，而是採用自動駕駛裝置，保持在四萬一千英尺的高度，試圖重新啟動。另一方面，失去外側引擎使得飛機產生不平衡推力。自動駕駛裝置試圖對此進行修正並保持飛機水平飛行，但當飛機繼續減速時，它開始向右翻轉。

機長察覺到飛機的減速，但沒意識到飛機已經向右傾斜；他的系統一線索原本應該是他的前庭反射，也就是內耳如何感知平衡及空間方向，但由於飛機的飛行軌跡，他感覺飛機依舊水平飛行。他的系統二線索原本應該是瞥一眼水平線和他的儀錶。正確的程序規定是要利用踩左邊的踏板幫助提高右翼，但是駕駛系統二的注意力卻放在空速指示器，及副機長兼工程師在重啟引擎的努力上面。

隨著傾斜角度增加，飛機高度降低到三萬七千英尺以下，進入了看不見水平線的高雲層。機長關掉自動駕駛裝置並壓低機鼻以提升速度，但飛機已經翻轉超過四十五度角，現在已倒轉過來並進入不受控制的下降狀態。飛行員被飛機狀況搞糊塗了。他們明白飛機表現不穩定，但沒有意識到飛機已經倒轉並俯衝直下。他們無法分辨來自一、二、三號引擎的推力，於是斷定那三部引擎也失靈了。從飛行儀錶看來，飛機明顯是在俯衝，但這樣的角度的似乎是不可能的，以致飛行員斷定儀錶也壞了。到達一萬一千英尺的高度時，他們突破了雲層，吃驚的發現飛機正呼嘯著衝向地面。機長和副機長用力回拉操縱桿，向飛機施力，總算使飛機恢復平穩。起落架懸掛在機腹，而且他們已經失去了一套液壓系統，但四部引擎全都恢復正常運作，機長能夠繼續飛行，成功的轉向飛到舊金山市。

事後的檢查顯示，他們經歷了非常驚心動魄的一幕：五倍重力的應力造成機翼永久性的往上扳，兩個起落架支柱損毀，還有兩扇起落架門和機尾水平穩定翼的大塊零件被扯落。

「空間迷向」是一種航空術語，指的是這樣兩種元素的致命組合：看不見水平線及依賴似真非真的人體感知，導致飛行員斷定駕駛艙儀錶壞掉了。如同康納曼所言，系統一是一種偵測危險，並使我們保持安全的本能反射系統，想要否決這種系統是非常困難的。

006航班最初在高空飛行時失去一臺引擎，並不被認為是緊急事故，但因為機長所採取的行動，它很快變成緊急事故。機長並沒有遵照規定的程序，而且也沒有透過監看所有的儀錶，來充分善用他的系統二分析資源，他一心只想著引擎重啟及單一的飛行指標——空速。接著，當事態不斷惡化失去控制時，他相信他的感官更勝於儀錶，實際上，他試圖對發生在這架飛機上的狀況構建自己的解釋。

飛行員可能因而喪命的錯覺有一長串的名單（其中有些的名字聽起來很刺耳，像是「傾斜」、「死亡螺旋」和「黑洞錯覺」），而且你也可以在許多網站上，聽到一些飛行員在極度恐懼下最後說的幾句話，他們苦苦掙扎，卻無法理解和矯正在空中發生的異常狀況。

空間迷向被認為可能是害死密蘇里州州長梅爾．卡納漢（Mel Carnahan）的元凶，在二〇〇〇年十月的某個夜晚，他所搭乘的飛機在暴風雨中失事；一九九九年七月的某個多霧的夜晚，小約翰甘迺迪和他的妻子以及小姨子在一場空難中死於馬莎葡萄園外海，空間迷向也可能是肇因。幸運的是，上述華航的事故有個不錯的結局，但是美國運輸安全委員會關於該事故的報告顯示，訓練和專業技術被系統一的

錯覺所劫持的速度有多快，因此我們需要培養一個訓練有素的系統二（意識分析和推理），以便永遠都會隨時注意飛行儀器。^[3]

錯覺和記憶扭曲

美國紀錄片導演莫里斯（Errol Morris）在《紐約時報》刊登的一系列關於錯覺的文章中，引用了社會心理學家鄧寧（David Dunning）關於人們傾向於「動機性推理」（motivated reasoning）的說法，或用鄧寧的話來說：「人們卓越的本領會否定麻煩的真相，而相信符合自己心意的結論。」^[4]英國前首相班傑明·迪斯雷利（Benjamin Disraeli）有一次談及他的政敵，說他的良心不是他的嚮導，而是幫凶。有很多方式會誤導系統一和系統二的判斷：飛行員經歷的那些感官錯覺、錯誤的敘述、記憶扭曲、未能意識到新問題需要新的解決方案，以及我們容易犯的各種認知偏差。我們在這裡描述幾個危險例子，接著會提供可以採取的方法，這些方法類似於監看駕駛艙儀錶，來幫助你保持思考與現實一致。

我們對於世界的理解，是被我們**對敘事的渴望**（a hunger for narrative）所塑造出來的，這種渴望起源於我們對於模糊不明和變化無常的事件感到不安。當令人驚訝的事情發生時，我們會尋求一種解釋。就算主體本身無關緊要，想要消除模糊性的渴望依然強烈得驚人。

在一項研究中，受到背景電話對話干擾的參與者，以為研究人員要測量閱讀理解和解字謎能力。其中一些參與者只聽到對話的一方，而另一些參與者則聽到了雙方的對話。這些參與者們並不知道干擾對話本身才是研究的主題，他們試圖忽略他們所聽到的內容，以便專注

於閱讀和解字謎。研究結果證實，無意中聽到一方的談話，比起聽到雙方談話，更容易令人分神，而且那些無意中聽到部分對話的人，事後更能回想起所聽到的內容。為什麼會這樣呢？據推測，那些只聽到一方對話的參與者，有強烈的衝動試圖去推斷沒聽到的另一半對話，以構成完整的說明。誠如這些作者所指出的，這項研究也有助於解釋，為什麼我們在公共場合裡只聽見一方的手機對話時會覺得很煩；這也顯示，我們難以避免會想要賦予周遭事件合理的解釋。

在合理理解自己生活的需求方面，我們對模糊不明和變化無常的不安全感同樣強烈，甚至更有過之。我們努力將生活中的事件塞進一個具有連貫性的故事中，這個故事能夠解釋我們的境遇、發生在我們身上的事情，以及我們所做的選擇。

每個人都有一個不同的故事敘述，編織這個故事的許多線索來自身為人類共有的文化和經驗，還有每個人過去解釋許多單一事件的眾多獨特線索。所有這些經驗影響你在當下情況所想到的東西，以及你用來解釋當下情況的敘述：為什麼我是家裡第一個上大學的人？為什麼我父親的生意永遠發不了財？為什麼我從來不想要在公司裡工作？又或是為什麼我從來不想要為自己而工作？我們被那些最能夠闡釋自身想法的故事敘述所吸引。透過這種方式，故事敘述與記憶合而為一。

我們以有意義的方式組織起來的記憶被記得更牢。故事敘述不僅提供了含義，也提供了一種心智架構，這個架構賦予未來的經驗和資訊意義，實際上就是塑造新的記憶以配合我們對世界和自我的既有概念。

當讀者被要求解釋一本小說的主角在各種壓力下做出的選擇時，沒有人能夠不受自身的生活經驗所影響而分析這個角色的內心世界。

魔術師或政客的成功，就像小說家一樣，依賴的是敘述那引人入勝的力量，加上觀眾也願意暫時收起他們的不信任感。在這方面沒有什麼比全國性的政治辯論更明顯的了，看法一致的人們在網路、社區會議和媒體上集結，找到共同目標，並擴大闡述他們覺得最能解釋他們對於世界如何運轉和人類及政治人物應有作為的見解。

當你閱讀網路上的一篇文章時，不管作者對什麼主題提出主張，你都能夠很快的看到人們運用個人的敘述來解釋他們的情緒。例如，一篇專欄文章支持利用考試做為一種有力的學習工具。瀏覽讀者所張貼的評論：有些人極力讚美，而另一些人幾乎無法抑制怒火，每個人都運用個人的故事來支持或駁斥作者的主要觀點。

心理學家賴瑞．雅克比（Larry Jacoby）、鮑伯．比約克（Bob Bjork）和柯琳．凱利（Colleen Kelley）總結了一些關於理解、能力和記憶錯覺的研究，他們寫道：想要避免基於主觀經驗的個人判斷，幾乎是不可能的。相較於過去事件的客觀紀錄，人們更願意相信自己的主觀記憶，而且令人驚訝的是，我們並未意識到自己對於某個狀況的特定解讀方式是獨有的。因此，關於做判斷和採取行動方面，記憶的敘述對我們的直覺認知而言是最重要的。^[5]

這是一個令人困惑的悖論：記憶的可改變性不僅會扭曲我們的感知，而且對學習能力來說是必不可少的。誠如現在你所熟知的，每次我們提取一段記憶，都會使得通往那段記憶的心智路徑更為堅固，而且這種強化、擴展和修改記憶的能力，是我們如何加深學習和拓寬知識及技能的連結的核心。

記憶與Google搜尋演算法有一些相似之處，就某種意義而言，愈能將學習的內容與已經知道的知識連結起來，還有你賦予某段記憶愈

多關連性（例如，將這段記憶與一幅視覺圖像、一個地方或一個更大的故事相連結），那麼你就擁有愈多的心智線索，透過這些線索，你能夠在未來重新找到和提取這段記憶。這種能力延伸了我們的力量：採取行動和在世上產生影響力的能力。同時，因為記憶是情感、暗示和敘述的競爭需求妥協下的變形體，它讓你很容易犯下記憶的錯誤：就算是你最珍愛的記憶，也未必是事件的真相。

記憶被扭曲的方式有很多種。人們根據自己對世界的認知來解讀一個故事，在不存在秩序的地方賦予其秩序，以製造一個更有邏輯性的故事。記憶是一種重建。我們無法記住某個事件的每個面向，因此我們記住那些對我們而言最具情感意義的元素，然後用自己的細節填補空白，這些細節和我們的敘述是一致的，但可能是錯誤的。

人們記住的是那些被暗示的事情，而非具體陳述的事情。研究文獻充斥著這樣的例子。在某項研究中，許多人閱讀了一段關於一名有煩惱的女孩的文字，這個女孩名叫海倫．凱勒（Helen Keller），之後這些人誤認為內文出現「聾啞盲」的句子。另一組人也閱讀了相同的一段文字，但是女孩的名字是凱蘿．哈里斯（Carol Harris），結果這一組人很少犯前一組人所犯的錯誤。^[6]

想像膨脹（imagination inflation）指的是人類的這種傾向：當被要求生動的想像一個事件時，之後被問起這個事件，有時候他們會開始相信這個事件真的發生過。曾經被詢問「是否曾用手打破過窗戶」的成年人，比較可能在未來生活量表中敘述，他們相信這個事件在他們的生命中曾經發生過。詢問這個問題，似乎使得他們去想像這個事件，而曾經想像過這個事件的行動，有了讓他們將來更可能認為這個事件曾經發生過的效果（對照另一組回答了問題但未曾想像過事件的發生）。

被生動想像過的假想事件，能夠像實際發生過的事件的記憶一樣，深植於腦海裡。例如，一名孩童被懷疑遭受性侵害，他接受面談和詢問，他可能會想像面談者所描述的經驗，然後「記起」這些事件曾經發生過。^[7]（當然，令人悲傷的是，許多兒童性侵害的記憶絕對是真實的，通常這類情況是在事件發生後被迅速舉報。）

另一種類型的記憶錯覺是由**暗示**（suggestion）造成的，光是提問的方式就可能引發這種錯覺。有個例子是這樣的，人們觀看一段影像，這段影像是關於一輛車在交叉路口未遵守標誌停車，因而與另一輛通過路口的車子相撞。之後，那些被要求判斷這兩輛車「碰撞」時速度的人，提出了平均每小時三十二英里的估算數字。而那些被要求判斷這兩輛車「衝撞」時的速度的的人，提出的估算數字是每小時四十一英里。如果速限是每小時三十英里，採取第二種而非第一種方式提問，會導致那名駕駛被控超速。當然，司法系統了解證人被詢問「引導性問題」（那些鼓勵某種特定答案的問題）的危險性，但是想要完全避免這樣的問題很困難，因為「暗示感受性」（suggestibility）可能非常不容易察覺。畢竟，上述所討論的例子中，那兩輛車確實「撞在一起」。^[8]

有些犯罪行為目擊者努力想要回想當時發生的狀況，他們被指示自由隨想，想到什麼就是什麼，就算是猜測也行。然而，猜測可能事件的行為使得人們提供他們自己的錯誤資訊，如果這些錯誤資訊不被校正的話，將來或許會被當成記憶而被提取。那就是為什麼在美國幾乎所有的州和加拿大所有省分，都禁止被催眠後接受訪談的人在法庭上作證。典型的催眠訪談鼓勵人們讓思緒自由徜徉，想到什麼就是什麼，希望他們能夠提取出其他方法無法產生的資訊。然而，這個過程使得他們產生很多錯誤資訊，而且研究已經顯示，當他們之後接受測

試，並按照指示，只訴說他們確實記得的真實事件時，他們在催眠之下所做的猜測，混淆了他們對真實事件的記憶。特別是，即使在控制條件下（在實驗室裡），已經知道這些「事件」其實並沒有發生，他們還是能將在催眠狀態下「想起」的事件，當成實際的經驗。^[9]

來自其他事件的**干擾**（interference）可能會扭曲記憶。

假設員警在犯罪案件發生後不久，訪談一名目擊者，並出示嫌疑犯的照片。過了一段時間，員警終於逮捕了一名嫌犯，而那名目擊者看過這名嫌犯的照片。如果現在要求這名目擊者指認一排嫌犯，他可能會誤認之前看過照片的嫌犯曾經出現在案發現場。

有一個特別生動的案例就發生在澳洲心理學家湯姆森（Donald M. Thomson）身上。雪梨一名女子在中午看電視時聽到敲門聲。她前去應門時遭到攻擊和性侵，然後失去意識。她醒來後報警，員警到達後取得了她對攻擊者的描述並進行搜尋。警察在雪梨街上看到湯姆森，他符合被害人對嫌犯的描述，當場將人逮捕。結果湯姆森有著完美的不在場證明——強暴案件發生時，他正在一個電視直播節目中接受訪問。員警不相信，審訊時還嘲諷他。然而，他說的是實話。那名女子聽到敲門聲時正在觀看那個電視節目，她向員警描述的明顯是那個她在電視上看到的男人，也就是湯姆森，而非強暴犯。系統一的反應迅速但有時是錯誤的，她提供了錯誤的描述，或許是因為極端的情緒狀態。^[10]

心理學家所謂的**知識的詛咒**（curse of knowledge），指的是我們傾向於錯估別人需要多久才能學會新事物，或是完成我們已經精通的任務。教師們經常苦於這種錯覺：微積分老師覺得微積分很簡單，所以她不再能夠站在學生的角度，了解剛開始學習這門課的痛苦。知

識的詛咒效應與**後見之明偏見**（hindsight bias）相似，後者又經常被稱為**早就知道效應**（know-it-all-along effect），相較於事件發生之前，我們在事件發生之後來看這些事情，會更覺得它們是可預測的。股市權威早上預測不了股市的走勢，但是卻能在夜間新聞大談當天的市場表現。^[11]

聽起來熟悉的描述能夠產生**知感**（the feeling of knowing），而且可能被錯認為是真實的。這就是為什麼非事實卻不斷重複的政治或廣告主張能夠吸引公眾，特別是當他們有情感的共鳴時。你曾經聽過的某件事情，之後又再度聽到，帶來了一種溫暖的熟悉感，這份感覺可能被誤認為是記憶，你依稀認得，雖然不是很能辨識，但傾向於相信它。在宣傳的世界裡，這被稱之為「大謊言」（the big lie）技巧，就算是一個彌天大謊，被重複講述之後，也會被當真。

流暢的錯覺（Fluency illusions）來自於我們傾向於將流暢錯認為是對教材內容的掌握。例如，如果你讀到對於某個困難的概念特別清楚易懂的表述時，你會覺得它實際上相當簡單，而且或許你甚至會認為你早就懂得這個概念。如同前文中討論過的，那些以重複閱讀教材的方法進行學習的學生，會把他們透過重複閱讀獲得的對教材的流暢感，錯認為是已經學會了這些知識，因而高估自己在考試中的表現。

我們的記憶也很容易受到**社交的影響**（social influence），並且傾向於與周遭其他人的記憶保持一致。如果你與他人一起追憶共同的過往經驗，有人為那個故事添加了一個錯誤的細節，你會很容易將這個細節加入自己的記憶中，日後想起這個經驗時，也會一併記得這個錯誤的情節。這個過程被稱為「記憶的一致性」（memory conformity）或「記憶的社會感染」（social contagion of memory）：一個人的錯誤記憶可能「感染」另一個人的記憶。當

然，社交的影響並不總是壞事。如果有人回憶起共同記憶的一些細節，而這些細節對你來說有些模糊，那麼你的記憶會被更新，而且會保留一份關於過去事件更準確的紀錄。^[12]

社交影響效應的另一面，是人們傾向於認定他人與自己擁有相同的信念，這個過程叫做**錯誤共識效應**（false consensus effect）。我們通常無法意識到個人對世界的理解和對事件解讀的獨特性，還有我們和他人的理解及解讀的差異。不妨回憶一下，最近你與朋友感嘆一些公共事務，意外發現，她跟你對於一些事情觀點完全不同，而你認為正確的觀點是基本而且明顯的：如氣候改變、槍枝管制、具有環境爭議性的天然氣井水力壓裂技術，或可能是一些與當地利益有關的事情，譬如，是否投票通過為學校建築發行債券，或反對在鄰近地區建造大賣場等。^[13]

我們對一段記憶準確度的信心並非是可靠指標。我們可能對某事件生動的、幾近真實的記憶極有信心，但是卻發現實際上全記錯了。

像約翰．甘迺迪總統被暗殺、或是911攻擊相關事件等全國性災難，創造了心理學家所稱的「閃光燈」（flashbulb）記憶，指的是我們腦海裡保留的鮮明圖像：我們知道這些消息時我們在哪裡、我們如何得知這些消息、我們有何感受、我們做了什麼。這些記憶被認為難以磨滅、深深烙印在我們腦海裡，加上媒體詳盡報導讓這樣災難的大致情況被牢牢記住，這也是真的，但是你對於這些事件發生時，個人狀況的記憶未必是準確的。關於這個現象已經有非常多的研究，其中包括一千五百名美國人對911事件記憶的調查。在這項研究中，受訪者在911攻擊事件一週、一年、三年和十年後分別接受了調查。受訪者在獲悉911恐怖襲擊事件中最具情感性的個人記憶，也是他們最有

信心的記憶，然而這些記憶也是這些年來關於911事件的記憶中改變最多的。^[14]

心智模式

在學習生活中不同領域的知識和技能時，我們傾向於將解決不同種類問題所需的步驟綑綁在一起。如同前面章節中提過的，你可以將它們想像成類似於頭腦中的智慧型手機應用程式，我們稱之為心智模式（mental models）。

在警察的工作中，有兩個心智模式的例子：例行交通檢查和近距離從攻擊者手中奪取武器的行動。這兩種訓練都包含一套感知和行動，而警察們可以不假思索的將它們運用在不同的情境和狀況。對一名咖啡師而言，心智模式是製作一杯完美的十六盎司無咖啡因星冰樂所需的步驟和食材；對一名緊急醫療中心的接待人員來說，心智模式就是病患的篩選鑑別分類和登記。

你對事物的了解愈詳盡，想要教授它就變得愈困難。哈佛大學物理學家暨教育家艾瑞克·馬佐（Eric Mazur）就是這麼說的。為什麼呢？愈是精於複雜的領域，你在這些領域的心智模式就會變得愈複雜，而組成這些心智模式的步驟則淡化融入記憶背景之中（即知識的詛咒）。

例如，一名物理學家會創造一個物理學原理的心智庫（mental library），她能夠利用這個心智庫來解決工作中遇到的各種問題：像是牛頓運動定律或動量守恆定律。她會傾向於根據基本原理來將問題分類，然而，一個新手則會根據問題表面特徵的相似性來進行分類，比如問題中的操作裝置（滑輪、傾斜平面等）。某天，她教授物理導

論課程時，她解釋一個特定問題如何需要用到牛頓力學原理，卻忘記學生尚未掌握那些基本步驟，而很久之前她就已經將這些基本步驟綑綁變成一個統一的心智模式了。這位教授推定她的學生很容易就能領會這些複雜的知識，因為在她心裡這似乎是很基本的，這是一種後設認知錯誤，一種對她的知識和學生的知識的匹配程度的錯誤判斷。

馬佐指出，最了解學生吸收新知識時所面臨的困難的人，並不是教授，而是其他學生。^[15]

我們透過一個非常簡單的實驗來說明這個問題，有一個人在她的腦海裡哼一段普通的曲調，並用指關節敲出節奏，另一個人必須根據聽到的節奏來猜測這首曲調。每一首都取自於一組固定的二十五首曲調，所以猜對的概率是百分之四。結果很明顯，在腦海裡哼曲調的參與者估計另一名參與者會猜對一半，但實際上聽者只猜對了百分之二點五，低於統計概率的百分之四。^[16]

就像杜利教練的美式足球隊員記憶他們的教戰手冊那樣，我們都構建了大量有用的方案心智庫，能夠任意調用這些方案來幫助我們努力通過一場又一場的週六賽事。但是我們也可能受困於這些模式：有時候我們以為某個問題是熟悉的類型，然而實際上它是相當不同的新問題，而我們從記憶中提取的解決辦法不僅沒有效果，甚至可能適得其反。未能意識到你的方法無法解決問題，是另一種讓你陷入困境的錯誤自我觀察。

某一天，神經外科醫生麥克·艾伯索爾德被呼叫到手術室，幫助一名正在進行腦瘤手術的外科住院醫師，而病人生命垂危。切除腫瘤的尋常模式要求你慢慢來，小心的沿腫瘤外圍分離，使得手術的邊緣乾淨無虞，並保全周圍的神經。但如果腫瘤是在腦中，且發生出血情

形，腦壓可能會致命。這種情況下，不能採取緩慢而仔細的方式，你需要的正好相反：非常快速的切除腫瘤，好讓血能夠排出，緊接著進行止血。「一開始你或許會有點膽怯，不敢邁出這麼大一步，」麥克指出：「情況不會很好看，但病人的存活依賴於你知道更換手術工具並迅速處理。」麥克提供了協助，手術很成功。

就像嬰兒會叫陌生人爸爸，我們必須培養能力去分辨我們的心智模式什麼時候不起作用：也就是看似熟悉的情況實質不然，而且需要我們尋找不同的解決方法，並做一些新的事情。

無能且無自知之明

無能的人不會提升自己的能力，因為他們不能分辨自己有沒有能力。這種後設認知特別感興趣的現象，被稱為鄧寧—克魯格效應，以心理學家大衛．鄧寧和賈斯汀．克魯格（Justin Kruger）的名字來命名。他們的研究顯示，無能的人高估自身的能力，在無法察覺自己的表現不足以媲美他們想要的水準情況下，認為沒有必要提升自己的能力（他們最初討論這個主題的論文名稱是《無能且無自知之明》（*Unskilled and Unaware of It*））。

鄧寧和克魯格的研究也顯示，能力不足的人能被教導，透過學習能更準確的判斷自己表現的技巧（簡言之，就是使後設認知更準確），來提升競爭力。在證明這項發現的一系列研究中，讓學生進行邏輯測試，並要求他們評估自己的表現。第一項實驗的結果符合預期，能力最差的學生對自己的表現最沒有自知之明：成績落在百分之十二平均水準的學生，相信自己的總體邏輯推理能力落在百分之六十八的水平。

在第二項實驗中，學生考完第一次的考試並評估自己表現之後，研究人員先給他們看其他學生的答案，然後再讓他們看自己的答案，並要求他們重新評估他們答對的問題數目。成績表現倒數百分之二十五的學生，在看到邏輯推理能力更高的同學的答案之後，並未能更準確的判斷自己的表現，事實上，他們傾向於進一步提高已經過度膨脹的自我能力評估。

第三項實驗研究的是表現較差的學生能否學會提升他們的判斷能力。學生們被給予十個邏輯推理問題，測試完成後，研究人員要求他們評估自己的邏輯推理能力和測試表現。成績倒數百分之二十五的學生再度嚴重高估了自己的表現。接著，半數學生接受了十分鐘的邏輯訓練：如何測試三段論（syllogism）的準確性；另一半學生則被給予不相關的任務。接著所有學生都被要求再次評估自己在考試中的表現。這一次，接受過邏輯訓練、倒數百分之二十五的學生，對於自己做對的題目數量及相較於其他學生的表現估算準確度大幅改善；而那些沒有接受過訓練的學生，仍舊錯誤的堅信自己考得很好。

為什麼那些能力不佳的人無法透過經驗了解自己能力不足呢？鄧寧和克魯格提出了幾個理論。其中之一是，在日常生活中，人們很少從他人那裡得到關於自己技術和能力的負面回饋，因為人們不喜歡傳達不好的消息。即使人們得到了負面回饋，他們也必須準確理解失敗的原因。要想成功，必須做對每件事，但相較之下，失敗可以被歸結於許多外部原因：人們很容易把手做不了的事情歸罪於工具。最後，鄧寧和克魯格認為，有些人不太能精確解讀他人的表現如何，因此比較沒有識人之明，使得他們比較沒有能力為自己的表現做出比較性的判斷。

這些效應較為可能發生在某些情境下和某些技能中。某些領域很殘酷的直接讓你知道你沒有能力。

比如，小時候，老師指定兩名男孩為各自的壘球隊挑選隊員，好隊員先被挑出來，最差的留到最後。你在一種非常公開的情況下，了解到你的同伴對你的壘球能力的判斷，因此，最後被挑出的球員很難會認為「我的壘球打得肯定非常好」。然而，生活中的多數領域並不會出現如此殘酷的能力評斷。^[17]

總之，我們通行於這個世界的方法，也就是丹尼爾·康納曼的系統一和系統二理論，倚靠的是我們的感知系統、直覺、記憶和認知，而這一切充滿了各種習性、缺點、偏差和錯誤。

我們每一個人都是感知與認知能力的駭人集合體，並與我們自己的失敗種子共存。關於學習問題，我們選擇採取的行動，受到我們對於什麼有效、什麼無效的判斷所引導，而且我們很容易就被誤導。

我們容易受到錯覺和誤判所影響，所有人都應該停下來省思這一點，特別是那些「學生導向學習」（student-directed learning）的提倡者，這是一種目前流傳於一些家長和教育者之間的理論。這種理論主張，學生最知道他們需要學習什麼才能精通於某個科目，以及什麼樣的學習進度和方法對他們才是最有效的。舉例來說，在二〇〇八年開辦的紐約東哈林區的曼哈頓自由學校，學生們「不會被評分、沒有考試，或是被迫做任何他們不喜歡做的事情」。伴隨著許多自稱為「校外自學生」（unschooler）在家自學家庭的興起，二〇〇四年開辦的布魯克林自由學校秉持的準則是：只要能激起學習者興趣，就會產生最好的學習效果。^[18]

這個目的是鼓勵學生學習。我們知道，學生需要採用類似前文已經討論過的那些方法，來對自己的學習有更多的控制。例如，他們需要自行測試，除了獲得記住更多的直接好處，也要決定他們知道什麼、不知道什麼，以更準確的判斷自己的進度，並專注於需要更多努力的學習內容上。但是很少有學生實踐這些學習方法，而且對於那些採用這些方法的學生來說，如果想要得到效果，他們需要的不只是鼓勵：結果是，就算學生了解提取練習是一種比較好的學習方法，他們往往還是無法堅持足夠的時間，以取得持續的好處。

例如，當學生有一堆內容要學習時，學生拿到一疊外語詞彙學習卡，而且學會時可自行決定將一張卡片移除，多數學生答對一、兩次就將卡片移除，他們應該花費遠比這更長的時間來練習。矛盾在於，那些採用最沒有效果的學習方法的學生，最會高估自己的學習效果，而且由於他們的錯誤信心，他們不願意改變自己的習慣。

為下週六的大賽做準備的美式足球隊員，不會將自己的表現交給直覺，在整裝上陣之前，他會瀏覽所有的戰術，將其融會貫通，以找出小缺失，並透過場上練習解決問題。如果這樣的行為接近於今日學生的學習標準，那麼自我導向的學習將會是非常有效的。但是，美式足球員當然不是自我導向的，他是接受教練的指導來進行練習。同樣的，大多數學生在教師的指導下會學得更好，因為老師知道什麼地方需要加強，並建構所需要的練習來達成目標。^[19]

錯覺和誤判的解決方法，就是用一套在我們之外的客觀標準，來取代主觀經驗做為決策基礎，如此一來，我們的判斷就會與周遭的真實世界一致。當我們擁有可靠的參考點，譬如，駕駛艙的儀錶，並養成察看的習慣時，我們就能夠針對努力的重點，辨認我們何時失去方向，並重新找到方向，做出好的決策。以下是一些例子。

校正判斷的工具和習慣

最重要的是經常使用測試（testing）和提取練習，以驗證什麼是你真正理解，什麼是你以為你懂的。

經常在課程裡使用占分數比例很少的小測驗，能夠幫助教師驗證學生確實有像他們看起來的學得那麼好，以及告訴學生哪些地方需要多注意。如同索貝爾在他的政治經濟學課上所做的累積性小考，在固化學習和將課程某階段的概念融入後來遇到的新內容方面，尤其有效。身為學習者，你可以運用許多練習技巧來測試自己的掌握程度，從學習卡問答，到用自己的話解釋重要概念，或是同儕教學法（peer instruction），如下說明。

千萬不要犯這樣的錯誤：答對幾次，就把這些部分排除在你的測試範圍之外。如果這些內容是重要的，就需要一而再的練習。而且不要相信集中練習所帶來的短暫提升。將你的測試間隔開來，變換你的練習，眼光要長遠。

同儕教學法是艾瑞克．馬佐開發的一種學習模式，這種模式結合了許多前述的原則。老師事先指定學生閱讀課堂上要教的內容。上課時，講課和快速測試交叉進行，快速測試考的是一道概念性的問題，學生有一、兩分鐘的時間可以作答；接著他們分成小組試著就正確答案達成共識。

在馬佐的經驗中，這個過程使得學生探討課程內容的基本概念；透露學生在理解方面的問題；並提供機會讓他們去解釋他們的理解、接受回饋及比較自己和其他學生的學習效果。同樣的，這個過程使教師可以評估學生的學習效果、以及在哪些地方需要花多少功夫。馬佐

試著將最初有不同答案的學生配對，如此一來，他們能夠看到另一種觀點，並試著說服對方。^[20]

這種學習法還有兩個例子，請參閱第八章瑪麗．派特．溫德羅斯教授和麥克．D．馬修斯（Michael D. Matthews）教授的故事。

留意那些你用來判斷你已經學會了什麼的**線索**。某樣東西是否感覺熟悉或流暢未必是可靠的學習指標。在課堂或教材中接觸到一個信息或用語後馬上進行小考，輕鬆就能想起答案，也不是可靠的學習指標。（然而，經過一段時間之後，能夠輕鬆提取記憶，「確實是」好的學習指標。）相較之下，創建一個學習內容的心智模式則是高明多了，這種模式整合教材的各種觀點，將這些觀點連結到你已經知道的知識，並使你能夠做出推論。你解釋教材的能力是判斷你是否理解一個很棒的線索，因為你必須從記憶中回想重點，用自己的話加以表達，並解釋它們為什麼重要，意即它們與更大的主題的關連性。

教師應當給予校正性的**回饋**，而學生應當主動尋求這些回饋。在與埃羅爾．莫里斯的訪談中，心理學家大衛．鄧寧主張，透過他人通向自我洞察。「因此這真的取決於你得到哪種回饋。這個世界在告訴你好的事情嗎？這個世界是否以你期待被獎勵的方式，來獎勵你的能力呢？如果你觀察其他人，你經常會發現有不同的方法來做事情；有更好的方法來做事情。『我並不像自己想像得那麼棒，但我有些東西是可以改進的。』」想想那些排隊想要加入壘球隊的孩子，你會被選上嗎？^[21]

在許多領域中，同儕評價是一種外在的評量功能，提供個人表現的回饋。多數的醫療團體有死亡及傷害病案討論會，如果某個醫生的病人治療結果不佳，就會在這些會議上被討論。其他醫生會對此進行

嚴厲的批評，或是說「你做得不錯，只是不幸碰到這樣的狀況」。麥克．艾伯索爾德主張，他這行業的人應當小組作業。「如果你身邊有別的神經外科醫生，那是一種安全防護措施。如果你正在做的事情是不對的，他們會為此責備你。」

在許多情況下，你透過與更有經驗的同伴一起工作，來校正自身的判斷和學習，例如，飛機副機長和機長，菜鳥員警和資深員警，住院醫師和經驗豐富的外科醫生。學徒制度在人類經驗中是一種非常古老的制度，傳統上，新手（不管是補鞋匠還是律師）是從有經驗的從業人士那裡學習技藝的。

另外的情況是，具有互補專業技能的人們組成**團隊**。當醫生為病人植入心律調節器和治療失禁或帕金森氏症的神經刺激器等醫療裝置時，製造廠商會有一名產品代表待在手術室裡，陪同外科醫生一起進行手術。這名代表已經看過許多使用該裝置的手術，知道這些裝置對哪些類型的病人有幫助、了解各種禁忌症和不良事件，並有熱線接通公司的工程師和臨床醫師。這名代表全程參與手術，確保該裝置被植入正確的位置、導線被插入正確的深度，諸如此類。團隊的所有成員都受益於這種合作形式。病人確信獲得適當和成功的手術，醫生可以立即得到產品和問題的專家意見，而廠商則確保其產品被正確的使用。

模擬那些預期在現實世界中可能會出現的需求和可變狀況的訓練，有助於教學雙方評估對學習的熟練程度，並將重心放在那些需要提升理解或技能的地方。以員警的工作為例，這個行業的培訓使用許多種**模擬方法**。有關槍枝訓練，經常使用的是以影像為基礎的方式，屋子的一端設置一個大型螢幕，室內布置若干道具，以模擬員警會面

臨的狀況，受訓員警攜槍進入訓練室，這把槍是經過改造的，可以與影像互動。

明尼阿波里斯市警局的警官凱薩琳．強生（Catherine Johnson）描述了她參與過的幾個模擬訓練：

其中一個是停車檢查。訓練室一端有一個螢幕，室內有一些道具——一個大型藍色郵箱、一個消防栓，一個出入口。在因應螢幕上出現的狀況時，你可以用這些道具做為掩護。我記得走向螢幕，此時螢幕上的影像模擬我走向一輛車，非常逼真，車子的行李箱突然打開，一個拿著霰彈槍的傢伙跳出來並射中了我。時至今日，因為在接受訓練時經歷過那樣的場景，每次我執行停車檢查走向一輛車時，我都會重重的按壓行李箱蓋，以確保它不是開著的。

另一個槍枝模擬訓練是關於家戶拜訪，一開始是我接近那棟民宅，門廊裡有個傢伙。我出現在現場的瞬間，我就看到他手裡有一把槍。我命令他把槍丟掉，他做的第一件事是轉身走開。當時我的想法是，我不能在背後開槍，而且現場沒有人看起來是處於危險中，所以我要怎麼辦呢？就在我考量是否應該開槍時，他已經轉過身擊中了我。因為我的反應比他的行動慢。行動永遠比反應快，這是我們銘記在心的一句真言。^[22]

槍枝模擬訓練可能出現各式各樣的結果，可能致命也可能平安無事。這種情況沒有太多對或錯的解答，因為這涉及一套複雜的因素，或許這名員警進入訓練場景時就已經知道其中的一些因素，例如，門廊裡的那個人是否有犯罪紀錄。訓練結束時，這名員警向她的培訓人員匯報並聽取回饋。

這項訓練不僅是關於技巧，還有清晰的思考和適當的反應能力——需要留意的視覺和言語線索、可能的後果、致命武力的正確使用，以及在事後解釋你在緊急時刻所採取的行動。

模擬並不是完全沒有問題。

強生談到警察如何被訓練從攻擊者手中近距離奪槍，訓練方法是兩位員警透過角色扮演來進行演練。這需要速度和靈敏度：一隻手攻擊對方的手腕使其鬆手，同時用另一隻手奪槍。員警透過不斷重複來熟練這個動作，奪槍，交回給對手，再奪取槍枝。直到某天，一名現場執勤員警從攻擊者手中奪下一把槍，馬上又把槍遞回去。在雙方都很驚訝的情況下，那位員警成功的奪回了槍並緊緊抓住。這種訓練方法違反了基本原則：像比賽那樣練習，比賽就會像練習。

有時候，校正你知道什麼、不知道什麼的感覺，最強大的回饋是你在現場犯的錯誤，假設你從這些錯誤中活了下來，並且願意吸取教訓。^[23]

-
1. 後設認知領域，我們對於自己知道什麼的認知，以及我們如何評估自己的表現，是心理學中快速發展的領域。下面這份文獻提供了關於後設認知的綜合參考資料以及許多心智錯覺的討論：John Dunlosky and Janet Metcalfe, *Metacognition* (Los Angeles: Sage, 2009). Daniel Kahneman, *Thinking Fast and Slow* (New York: Farrar, Strauss and Giroux, 2011)。欲了解較早期的關於許多錯覺的討論，參見：Thomas Gilovich, *How We Know What Isn't So: The Fallibility of Human Reason in Everyday Life* (New York: Free Press, 1991)。另有一短評可供參考：H. L. Roediger, III, & A. C. Butler, *Paradoxes of remembering and knowing*, in N. Kapur, A. Pascual-Leone, & V. Ramachandran (eds.), *The Paradoxical Brain* (pp. 151–176) (Cambridge: Cambridge University Press, 2011)。
 2. 彼得·布朗於二〇一一年十二月十二日於明尼蘇達州的明尼阿波里斯市採訪大衛·賈爾曼，所有賈爾曼的引述皆來自此次訪談。
 3. 關於中華航空公司事件發表於美國運輸安全委員會（National Transportation Safety Board）的這份報告上：“Aircraft Accident report— China Airlines Boeing 747- SP N4522V, 300 Nautical Miles Northwest of San Francisco, California, February 19,

1985,” March 29, 1986。這份報告也可上網查尋：<http://www.rvs.uni-bielefeld.de/publications/Incidents/DOCS/ComAndRep/ChinaAir/AAR8603.html>, 作者於二〇一三年十月二十四日進入此網頁查詢。（譯注：此網頁截至二〇一五年十月二十二日仍舊有效。）

參見美國運輸安全委員會對卡納漢空難事件的調查報告的報導：D. A. Lombardo, “‘Spatial disorientation’ caused Carnahan crash,” Aviation International News, AINonline, July 2002, 此報導亦可上網查詢：<http://www.ainonline.com/aviation-news/aviation-international-news/2008-04-16/spatial-disorientation-caused-carnahan-crash>。作者進入此網頁查詢的時間為二〇一三年十月二十四日。

關於美國運輸安全委員會對 J. F. Kennedy Jr. 空難的調查的報導：N. Sigelman, “NTSB says spatial disorientation caused Cape Air crash,” Martha's Vineyard Times, mntimes.com, 此報導亦可上網查詢：<http://www.mvtimes.com/ntsb-says-spatial-disorientation-caused-cape-air-crash-960/>。作者進入此網頁查詢的時間為二〇一三年十月二十四日。

4. 參考資料：E. Morris, “The anosognosic's dilemma: Something's wrong but you'll never know what it is” (pt. 5), New York Times, June 24, 2010。
5. 參考資料：L. L. Jacoby, R. A. Bjork, & C. M. Kelley, Illusions of comprehension, competence, and remembering, in D. Druckman & R. A. Bjork (eds.), Learning, remembering, believing: Enhancing human performance (pp. 57–80) (Washington, DC: National Academy Press, 1994)。
6. 關於凱羅·哈里斯海倫·凱勒的研究發表於下面這份文獻：R. A. Sulin & D. J. Dooling, Intrusion of a thematic idea in retention of prose, Journal of Experimental Psychology 103 (1974), 255–262。欲了解記憶錯覺的概論，參見：H. L. Roediger & K. B. McDermott, Distortions of memory, in F. I.M. Craik & E. Tulving (eds.), The Oxford Handbook of Memory (pp. 149–164) (Oxford: Oxford University Press, 2000)。
7. 「想像膨脹」在童年生活記憶研究及實驗室研究中都獲得證實，下面是這兩類研究的兩篇原始參考資料：M. Garry, C. G. Manning, E. F. Loftus, & S. J. Sherman, Imagination inflation: Imagining a childhood event inflates confidence that it occurred, Psychonomic Bulletin & Review 3 (1996), 208–214, 以及 L. M. Goff & H. L. Roediger, Imagination inflation for action events: Repeated imaginings lead to illusory recollections, Memory & Cognition 26 (1998), 20–33。
8. 關於這篇引導性問題的實驗，參見：E. F. Loftus & J. C. Palmer, Reconstruction of automobile destruction: An example of the interaction between language and memory, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 13 (1974), 585–589。
9. 下面是有關催眠對記憶的危害的參考文章：P. A. Register & J. F. Kihlstrom, Hypnosis and interrogative suggestibility, Personality and Individual Differences 9 (1988), 549–558。欲了解與法律有關的記憶問題的概述，另參見：H. L. Roediger & D. A. Gallo, Processes affecting accuracy and distortion in memory: An overview, in M. L. Eisen, G. S. Goodman, & J. A. Quas (eds.), Memory and Suggestibility in the Forensic Interview (pp. 3–28) (Mahwah, NJ: Erlbaum, 2002)。

10. 關於唐納·湯姆森的故事，請參見：B. Bower, Gone but not forgotten: Scientists uncover pervasive unconscious influences on memory, *Science News* 138, 20 (1990), 312–314。
11. 關於知識的詛咒、後見之明的偏見及其他主題，參見：Jacoby, Bjork, & Kelley, Illusions of comprehension, competence, and remembering, 及其他許多文獻。一篇關於流暢效應的較近的評論：D. M. Oppenheimer, The secret life of fluency, *Trends in Cognitive Science* 12 (2008), 237–241。
12. 關於記憶的社會感染：H. L. Roediger, M. L. Meade, & E. Bergman, Social contagion of memory, *Psychonomic Bulletin & Review* 8 (2001), 365–371。
13. 關於「錯誤共識效應」的兩篇重要的評論：L. Ross, The false consensus effect: An egocentric bias in social perception and attribution processes, *Journal of Experimental Social Psychology* 13 (1977), 279–301, 以及 G. Marks, N. Miller, Ten years of research on the false- consensus effect: An empirical and theoretical review, *Psychological Bulletin* 102 (1987), 72–90。
14. 關於911恐怖攻擊事件的「閃光燈」記憶：J. M. Talarico & D. C. Rubin, Confidence, not consistency, characterizes flashbulb memories, *Psychological Science* 14 (2003), 455–461, 以及 W. Hirst, E. A. Phelps, R. L. Buckner, A. Cue, D.E. Gabrieli & M.K. Johnson Long-term memory for the terrorist attack of September 11: Flashbulb memories, event memories and the factors that influence their retention, *Journal of Experimental Psychology: General* 138 (2009), 161–176。
15. 關於艾瑞克·馬佐的內容來自於他的 YouTube 講座「改變信念的演講家自白」(Confessions of a converted lecturer)：www.youtube.com/watch?v=WwsIBPj8GgI，作者進入此網址查詢的時間為二〇一三年十月二十三日。
16. 關於猜測敲擊出的曲調的「知識詛咒」的研究是來自：L. Newton, Overconfidence in the communication of intent: Heard and unheard melodies (Ph.D. diss., Stanford University, 1990)。
17. 鄧寧—克魯格效應源自：Justin Kruger & David Dunning, Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated selfassessments, *Journal of Personality and Social Psychology* 77 (1999), 1121–1134。許多之後的實驗研究和文章都是基於這篇文獻，參見：D. Dunning, Self-Insight: Roadblocks and Detours on the Path to Knowing Thyself (New York: Psychology Press, 2005)。
18. 關於「學生導向學習」的故事，參見：Susan Dominus, “Play-Dough? Calculus? At the Manhattan Free School, Anything Goes,” *New York Times*, October 4, 2010, 以及 Asha Anchan, “The DIY Approach to Education,” *Minneapolis StarTribune*, July 8, 2012。
19. 研究顯示，為了達成長期學習效果，學生不應該過早移除學習卡，這些研究包括：N. Kornell & R. A. Bjork, Optimizing self-regulated study: The benefits—and costs—of dropping flashcards, *Memory* 16 (2008), 125–136, 以及 J. D. Karpicke, Metacognitive control and strategy selection: Deciding to practice retrieval during learning, *Journal of Experimental Psychology: General* 138 (2009), 469–486。

20. 艾瑞克．馬佐就其教學方法出版了《同儕教學法》（*Peer Instruction: A User's Manual* ; Upper Saddle River, NJ: Prentice- Hall, 1997）一書。此外，他也在一場有趣的YouTube 講座《改變信念的演講家自白》中示範了他的方法（參見本章注釋15），這場講座請見：www.youtube.com/watch?v=WwsIBPj8GgI。作者進入此網址查詢的時間為二〇一三年十月二十三日。
21. 引述自鄧寧的話出自此文：E. Morris, "The anosognosic's dilemma: Something's wrong but you'll never know what it is" (pt. 5), *New York Times*, June 24, 2010。
22. 彼得．布朗於二〇一一年十二月十三日在明尼蘇達州明尼阿波里斯市採訪凱薩琳．強生。
23. 本章多數內容是關於如何調整學習，同時如何避免造成各種錯覺和偏見。下面是一篇近期發表的關於自我調整學習的好文章，對於進一步了解這些主題有很大的幫助：R. A. Bjork, J. Dunlosky, & N. Kornell, Self-regulated learning: Beliefs, techniques, and illusions, *Annual Review of Psychology* 64 (2013), 417–444。

第六章 超越學習風格

所有的學習者都不一樣，誠如培根所言，所有上躋高位的人，都經過一條彎曲的樓梯。^[1]

讓我們看看布魯斯·亨德瑞（Bruce Hendry）的故事。他生於一九四二年，在明尼阿波里斯市以北的密西西比河岸長大，父親是機械師，母親是主婦，是一個完全不怕挫折、懷抱致富夢想的典型美國小孩。當我們談到白手起家的故事時，那些故事往往聽起來很耳熟。然而這個故事並非如此，布魯斯·亨德瑞是白手起家，但這個故事是「經過一條彎彎曲曲的樓梯」，是關於他如何找到自己的道路，以及幫助我們理解人們學習方法的差異。

每個人都有獨特的學習風格，這種觀點存在已久，久到足以成為教育實踐的傳統習慣的一部分，也是許多人自我認知不可分割的部分。這種潛在假設指的是，人們以不同方式接收和處理新資訊：例如，有人從視覺教材學得比較好，有人則是從書面文字或是聽覺教材學得更好。此外，該理論主張，如果人們所接受的教學方式與他們的學習風格不合，是不利於學習的。

在本章中，我們承認每個人都有學習偏好，但我們不相信，當教學方式符合你的那些偏好時，你會學得更好。然而，在人們的學習方式方面，還有其他確實很重要的差異。首先，我們來看看布魯斯的故事，幫助我們構築我們的論點。

從一開始就積極學習

對布魯斯而言，成功的部分祕訣是他自孩提時代就意識到要做自己的主宰。在他兩歲時，母親桃樂絲告訴他，他不能穿越馬路，因為可能會被車撞到。但每天布魯斯都橫穿馬路，每天桃樂絲都打他屁股。桃樂絲跟朋友說：「他天生就很有毅力。」

八歲時，他在車庫拍賣中花了一角買了一團繩子，將繩子切成很多段，以每段五美分的價格賣出。十歲時他得到一份送報的工作。十一歲時他又多了一份高爾夫球童的工作。十二歲時，他把三十美元的存款塞入口袋，在天亮前，拎著空手提箱，從臥室窗戶偷溜出去，並搭順風車到兩百五十五英里外的南達科他州的亞伯丁。他採購了一堆黑貓牌爆竹、櫻桃炸彈和羅馬焰火筒，這些東西在明尼蘇達州屬於違禁品，然後他又搭便車，在晚餐前回到家。在接下來的一週，桃樂絲不明白為什麼所有報童都會來家裡待幾分鐘再走。布魯斯發現了生財之道，但是送報的主管發現這件事，偷偷告訴布魯斯的父親。他父親對他說，如果他再做這種事，就要狠狠揍他一頓。隔年夏天布魯斯又進行了一次採購之旅，也真的被揍了。他表示：「這是值得的。」^[2]當年他十三歲，而他已經學會高需求低供給這門課。

布魯斯領悟到，有錢人或許不比自己更聰明，他們只是擁有他欠缺的知識。看看他是如何追求他想要的知識，將會說明一些重要的學習差異。其一，當然是做自身教育的主人，布魯斯多年來以非凡的毅力，始終秉持這個從兩歲以來就有的習慣。他還有其他行為特徵。隨著他投入一個又一個計畫，他吸取教訓，藉此提高他的關注重點和判斷力。他將所學到的東西編織成投資心智模式，然後利用這些心智模式去估量更為複雜的機會，並在雜草中找出自己的道路，從大量不重要的資訊中挑揀出有用的細節，最終獲得成果。

這些行為就是心理學家所謂的「原則學習」（rule learning）和「結構建立」（structure building）。有些人只汲取經驗的表面價值，未能從中得出教訓以運用在類似的狀況。相較之下，習慣從新經驗中提取基本原理或原則的那些人，則是比較成功的學習者。同樣的，有些人無法從麥糠中挑出麥子，也無法理解麥子是怎麼被製造成麵粉，而比較成功的學習者，碰到新的訊息，能從比較不重要的資訊中揀選出重要的概念，並將這些重要概念連結成為一種心智結構。

在布魯斯只有十幾歲時，他看到一則關於明尼蘇達州中部一個湖邊林地的廣告傳單。廣告上說沒有人投資不動產會賠錢，於是他買了一塊林地。接連四個夏天，在父親的偶爾幫助下，他在這塊地上蓋了一棟房子，在這個過程中的每一步，他自己找出辦法，或是向別人請教怎麼做。

為了挖地基，他借了一輛拖車，將拖車勾在他那輛一九四九年的哈德遜汽車上。他以一車五十美分的價格僱請朋友用鏟子挖土，然後以每車一美元的價格賣給需要填土的鄰近地主。他跟父親一名從事水泥業的朋友學習如何砌磚，然後自己蓋好地基。他從木材場的銷售員那裡學習如何築牆。他用同樣的方式幫房子裝管線，就像一個好奇的孩子那樣，到處詢問怎麼做這些事情。

「配線安檢沒有通過，」布魯斯回憶道：「當時，我以為原因是他們想要工會的人來做這件事，所以我花錢從城裡請來一名工會的人，重新鋪設所有的電線。如今回想起來，我很確定我之前所做的是非常危險的。」

十九歲時，他在大學念書，那年夏天，他將房子賣了，做為頭期款，買下明尼阿波里斯市一棟四連屋。這是一個簡單的假設：四戶公寓按月會有四張支票進帳。沒多久，除了大學學業，他還要管理出租

的物業、支付貸款、回應管道破裂的午夜報修電話、提高租金流失房客的問題、試著為空房找租客，以及投入更多的資金。他已經學會如何將空地變成房子，再將房子換成公寓住宅以提高價值，但是最後證明這是一個錯誤的教訓，得到的報酬不及這些麻煩事。他賣掉了那棟四連屋，接下來的二十年都不再碰房地產。

大學畢業後，布魯斯加入柯達公司成為縮微膠片銷售員。工作第三年，他的銷售業績是全美前五名。就在那一年，他發現，如果計入公司給他的配車和支出報銷，部門主管的薪水比他當銷售員賺的錢還少。他學到的另一個教訓是：替公司帶來生意的人，收入高於經理人。他的那條彎曲樓梯又往前進了一階。他離職加入了一間券商做股票銷售。

這個新職位讓他學到更多的教訓：「如果我為公司帶來一美元的交易佣金收入，一半歸公司，剩下一半的一半歸國稅局。為了真正賺到錢，我必須把更多的注意力放在我自己的投資，花少一點心思在賺取銷售佣金。」哎呀，又是一個教訓：股市投資有風險。他賣股票給客戶所賺的佣金，通通賠在自己的投資上。「你無法控制下跌的風險。如果一檔股票跌了百分之五十，就必須漲百分之百才能打平。賺百分之百要比賠百分之五十困難許多！」他累積了更多的知識，等待時機，四處尋求他所追求的深知灼見。

這時候山姆·雷普拉（Sam Leppla）出現了。

布魯斯表示，當時雷普拉只是一個穿梭於明尼阿波里斯市的天橋，從一間投資公司到另一間，談論交易並給予建議的人。有一天，他跟布魯斯談及一家財務困難的公司，以每一美元面值二十二分的價格發行一些債券。「這些債券還有二十二點利息未償付，」布魯斯回憶道：「因此當這間公司脫離破產後，你能夠拿到利息，換句話說，

就是你投資成本的百分之百，而且你還擁有可支付利息的債券。」結果這些債券就是免費的了。「我沒有買這些債券，」布魯斯指出：

「但是我密切留意事情的發展，而且結果確實跟山姆的預測完全吻合。於是，我打電話給他並說：『你能不能來一趟，告訴我你在做什麼呢？』」

雷普拉教導布魯斯理解價格、供給、需求和價值之間的關係，這比他幼年時從一整個手提箱的煙火爆竹所學到的要複雜得多。雷普拉的做法來自於以下的規律：當一間公司遇到麻煩時，其資產的優先受償權並不屬於其所有者（股東），而是屬於債權人，也就是供應商和債券持有者。債券也分等級，那些優先償還的債券被稱為優先債券，剩餘資產才會被償付給非優先債券。如果投資人擔憂一間陷入財務困境的公司的剩餘資產不足以償付非優先債券，那麼非優先債券就會變得很便宜；但是投資人的擔憂、懶惰以及缺乏知識，會使得債券價格遠低於相關資產的價值。如果你能夠確定實際價值，而且了解這些債券的價格，你的投資風險就會非常低。

這就是布魯斯一直在尋求的那種知識。

當時佛羅里達州的房地產投資信託基金陷入困境，所以山姆和布魯斯開始對這些基金進行了解，買入那些他們認為賤售價格明顯低於相關資產價值的基金。「我們以五美元買入，並以五十美元賣出。我們買的每樣東西都賺錢。」他們有一波好行情，但市場價格很快就趕上資產價值，他們需要新的生意點子。

這時候，美國東部的鐵路公司正面臨破產，聯邦政府將買下它們的資產，以組成聯合鐵路公司和美國國家鐵路客運公司。布魯斯這樣描述：「有一天山姆說：『鐵路公司每五十年會破產，沒有人對它們有任何的了解，它們非常複雜，要花好幾年才能解決。』因此我們找

到了一個很懂鐵路的人，巴尼．唐納修（Barney Donahue）。巴尼是前美國國稅局稽查員，也是鐵路愛好者。如果你曾經遇到過真正的鐵路迷，他們想著鐵路、呼吸著鐵路，他們能告訴你鐵軌的重量，而且他們能夠告訴你引擎的各項數據。他就是這樣的一個人。」

他們投資模式的核心原則是，在剩餘資產和債券償付的優先順序方面比其他投資者知道得更多。在正確知識的幫助下，他們能夠挑選出那些最有可能得到清償且價格偏低的非優先債券。唐納修研究那些不同的鐵路，決定最具投資價值的是伊利拉克萬納鐵路公司，因為它申請破產時擁有最現代化的設備。亨德瑞、雷普拉和唐納修進一步做了更深入的研究。他們考察了伊利拉克萬納的整個路線，以檢查其狀況。他們清點剩餘設備的數量，檢視它們的狀況，並根據債券信用評等機構——穆迪投資服務公司的運輸手冊來計算價值。「就是在做算數：一臺引擎值多少錢？一節車廂呢？一英里鐵軌呢？」伊利拉克萬納在其一百五十年的營運歷史之中，發行了十五種不同的債券，每一種債券的價值，部分取決於與其他債券比較的優先順序。

布魯斯的研究找到了一個小文檔，在這個文檔中，當資產被清算時，金融機構同意債券將以一定順序被清償。根據對這間公司的資產、負債和債券結構的了解，他們知道每個級別的債券的價值。沒做過這門功課的債券持有人則是一頭霧水。非優先債券被以非常低的折扣價格出售，因為它們在食物鏈中的位置如此之低，以致於投資人擔憂他們根本得不到償付。布魯斯的計算顯示了相反的結果，而且他不斷買進。

礙於篇幅有限無法說明整個故事。鐵路破產是一件異常複雜的事情。布魯斯比任何人都要全心投入去理解整個過程。接著他上門拜訪並挑戰管理破產程序的權力結構，最後成功獲得法庭任命為破產委員

會的主席，在破產過程中，代表債券持有者的權益。兩年後，伊利拉克萬納脫離破產，他成為該公司的董事長和執行長。他聘請巴尼·唐納修經營公司。亨德瑞、唐納修和公司董事會帶領這間存續下來的公司打完剩餘的官司，當塵埃落定時，布魯斯的債券收益是面值的兩倍，是他之前購買的一些非優先債券所支付的金額的二十倍。

伊利拉克萬納鐵路公司的複雜性和《聖經》故事中大衛對抗巨人的特質（以小搏大），正是這種混亂狀況成為了布魯斯·亨德瑞的謀生工具：找到一間陷入困境的公司，研究它的資產和負債，閱讀債務償還協議的附屬細則，檢視產業和趨勢，了解訴訟程序，在對事情將如何發展有了很好的理解之後就全力以赴。

布魯斯還有其他非凡的成就。他接掌凱撒鋼鐵，避開清算，以執行長的身分帶領公司走出破產，並被授予新公司百分之二的股份。他在德州第一共和銀行破產事件中參與斡旋，並使之起死回生，結果他在該公司的一些初期投資獲得六倍回報。製造商因為供給過剩而停產車廂，布魯斯買下最後的一千節車廂，從鐵路運輸公司必須兌現的租賃合約中收回百分之二十的投資，一年之後，在供給短缺時出售這些車廂，拿到不錯的價格。布魯斯崛起的故事既熟悉又獨特；熟悉的是探索的本質，獨特的是：布魯斯在他的冒險行動上「求學」，建構自己的一套讓投資機會吸引人的原則，將這些原則結合成一個範本，然後尋找新穎和不同的方式去運用它。

當他被問及如何解釋自己的成功時，他所引用的教訓看似簡單，但其實不然：去沒有競爭對手的地方、深入挖掘、問對問題、通觀全局、願意冒險且要誠實。但是這些解釋不是很令人滿意。

在這些解釋後面是一個我們從字裡行間推斷出來的更有趣的故事：他如何弄清楚自己需要什麼知識，還有他又是如何追求這些知識

的？初期的挫折是如何播下種子，讓敏銳的判斷能力發芽？以及他是如何培養能力——別人只聞到麻煩，他卻嗅到價值？他偵測價值的天賦似乎很不可思議。他的故事讓人想起孩子在四歲生日當天早上醒來，在院子裡發現一大坨糞便，他在大便旁手舞足蹈，大叫著：「我很確定裡面有一隻小馬！」

每個人都不一樣，這是我們在孩提時代和兄弟姊妹做比較時，很快就察覺的真理。這一點不管在小學、運動場上或會議室裡，都很明顯。就算我們有布魯斯．亨德瑞的渴望和決斷，就算我們把他的觀念聽進去了，又有多少人有能力知道一堆糞便裡有小馬呢？布魯斯的故事清楚告訴我們，有一些學習差異比較重要，是哪些差異呢？那就是本章接下來將要探索的內容。

一個非常重要的差異是，你如何看待自己和自己的能力。

正如這句格言所說：「不管你認為你行，還是不行，你都是對的。」本書第七章提到卡蘿．德威克（Carol Dweck）的研究，相當成功的驗證了這個觀點。幾年前《財星》雜誌的一篇文章同樣談到一個看似矛盾的現象：有些有閱讀障礙的人，儘管學習條件不佳，卻仍能在商業和其他領域取得高成就。英國維珍集團執行長理查．布蘭森（Richard Branson）十六歲輟學開始做生意，現在身價高達數十億美元；戴安．斯萬克（Diane Swonk）是美國最頂尖的經濟預測人士之一；克雷格．麥考（Craig McCaw）是手機行業的先驅者；保羅．歐菲拉（Paul Orfalea）創立了金考快印（Kinko's，後由聯邦快遞收購）這些成功人士以及其他人都紛紛在訪問中談到他們克服逆境的故事。他們所有人在學校和公認的學習方法方面都遭遇過困難，其中多數人被誤貼上低智商的標籤，有些人還被留級或轉入啟智班，不過他們幾乎都有對他們滿懷信心的父母、家庭教師和良師益友的支持。布

蘭森回憶道：「在某個時間點，我想我斷定，閱讀障礙好過當個笨蛋。」布蘭森用一句話對與眾不同提出個人的詮釋。^[3]

我們所創造用來理解自己的故事，成為對我們人生的敘述，解釋那些造就我們所在地位的偶然事件和選擇：我擅長什麼、我最關心什麼及我的去向。壘球隊挑選球員時，如果你是站在球場邊線的最後幾個孩子之一，你對自己在世界上的位置的理解可能發生一點改變，從而塑造你對能力的理解和後續你所走的路。

在塑造你的學習和表現的方式方面，你對自己能力的解讀起了部分的作用，例如，你有多努力，或你對冒險的承受度，以及面對困難時你的毅力。但是，能力的差異和你將新知識轉化為進一步學習的基礎，同樣塑造著你走向成功的路徑。舉例來說，你的壘球打得好不好，取決於許多不同的技能，諸如擊球、跑壘和接投球的能力。除此之外，球場上的技能也不是你在不同的職位上成為體育明星的必要條件。許多職業運動的最佳教頭和教練是平庸或糟糕的球員，但卻是體育競賽的優秀學生。雖然東尼·拉魯沙（Tony LaRussa）的棒球球員生涯很短，表現也不出色，但是他後來當總教練非常成功，退休時，寫下六座美聯和國聯冠軍及三座世界大賽冠軍頭銜的紀錄，被喻為史上最偉大的總教練之一。

我們每個人都有一籃子的資源，這些資源的形式是天賦、先驗知識、智力、興趣和自我激勵的意識，這些資源塑造了我們學習和克服缺點的方式。這些差異中有一些是非常重要的，例如，我們從新經驗中提取基本原則並將新知識轉化為心智結構（mental structure）的能力。或許我們會認為其他一些差異很重要，例如，擁有口語或視覺學習風格，實際上並不然。

如果我們列舉那些對於學習最重要的差異，**語言流利程度**和**閱讀能力**在任何這樣的清單上必然是名列前茅。儘管有某些類型的困難需要花功夫加強認知，所以能夠增強學習效果，但是並非我們所面臨的困難都具備這樣的效應。如果克服不足之處所需要的額外努力並不能為提升學習效果做出貢獻，那麼它就是不適當的挑戰。

舉例來說，有閱讀困難的人，在解讀句子中的每個字時，無法抓住文本的思路，這就是閱讀障礙（dyslexia）。儘管閱讀障礙並非閱讀困難的唯一原因，但卻是最常見的原因之一，據估計，大約百分之十五的人有閱讀障礙的問題，起因於懷孕期間神經的異常發展，大腦將字母和發音連結起來的理解力，對於識字而言是必要的，這種理解力受到阻礙會干擾閱讀的能力。人們不是克服閱讀障礙，而是他們能夠在幫助之下，處理學習與閱讀障礙帶來的問題，或是逐步解決這些問題。那些最成功的課程強調練習操控音素（語言裡可以被發出聲音的最小單位）、建構詞彙、提高理解力和改進閱讀的流暢度。神經學家和心理學家強調閱讀障礙的早期診斷及孩童三年級以前進行治療的重要性，因為那時大腦還具有相當的可塑性，可能比較容易被改變，能夠變更神經迴路的路徑。

囚犯比一般大眾有更普遍的閱讀障礙問題，這是由一系列壞的轉變引起的，這些改變經常始於不會閱讀的兒童落入一種模式：學業不佳並衍生出低自尊。他們當中有些人轉而做出霸凌或其他形式的反社會行為以做為補償；如果不加以處理，這種行為模式可能會升級為犯罪行為。

雖然對於有閱讀障礙的學習者來說，要獲得必要的閱讀能力是困難的，而且這個缺陷會創造出其他相關的學習挑戰；但是接受《財星》採訪的那些高成就人士認為，一些有閱讀障礙的人，似乎擁有或

是會發展出一種更強的創新或解決問題的能力，不管原因是出於他們的神經線路結構，或是他們必須找到方法來彌補自身能力的缺失。許多受訪者指出，為了成功，與其苦思組成成分，他們不得不在幼年就學習如何掌握全局、如何跳脫框架來思考、如何採取策略性的行動，以及如何管理風險，一旦學會之後，這些必要的技能對他們後來的職業生涯，無疑是一大幫助。其中有些技能可能確實有神經學的根據。麻省理工學院的賈迪．蓋格（Gadi Geiger）和傑洛米．雷特溫（Jerome Lettvin）的實驗發現，有閱讀障礙的人在解讀聚焦視野（visual field of focus）的資訊方面，比不上沒有閱讀障礙的人。然而，在解讀來自他們的周邊視覺的資訊方面，他們的能力明顯超越其他人，這顯示出，掌握全局的優異能力，或許源自大腦中神經突觸的連接（synaptic wiring）。^[4]

大量的文獻在探討閱讀障礙，但在這裡我們不打算深入探究，只是想指出，一些腦神經的差異可能對如何學習有很大的影響，也可能影響到這些高成就者的一些共通性：高度的進取心、集中和持續性的個人支持，以及補償性的能力或「智力」，這些因素結合起來，使得他們能夠飛黃騰達。

人們普遍相信**學習風格**這個信條。

一直以來，各級教育都被建議評估學生的學習風格，教師們也被敦促提供多樣化的授課教材，以便每個學生都能用自己最擅長的方式進行學習。學習風格理論已經在管理發展及包括軍事飛行員、醫療保健從業人員、市警以及其他職業和專業訓練環境中扎根。二〇〇四年一項為英國的學習和技能研究中心所進行的調查報告，比較了目前市場上提供超過七十種的不同學習風格理論，每種理論都有相應的評估工具來判斷個體特有的學習風格。該報告的作者們形容提供這些工具的

人們是：被既得利益所混淆的行業，這個行業兜售「一堆亂七八糟的矛盾主張」。

這些作者們也表達了他們對這種誘使人們將個體分類、貼標籤和刻板化的疑慮。他們提到某個會議中的一個事件：一名學生完成了一份評估，他回報：「我知道我是聽覺、動覺的低學習者。所以，對我而言，閱讀書本或是聽任何人說話超過幾分鐘以上是毫無意義的。」

[5] 這個結論的嚴重誤導性是多方面的。它沒有科學基礎，而且它還灌輸具有腐蝕和誤導意味且被貶低的潛能分析。

就算不談學習風格模式的數量和種類多如牛毛，如果你將範圍縮小至那些最廣為接受的學習風格，你還是無法發現一個具有一致性的理論模式。尼爾·弗雷明（Neil Fleming）提倡一種名為VARK的方法，根據人們是否偏好透過經驗學習來做區分，這些經驗主要是視覺（vision）、聽覺（auditory）、閱讀（reading）或動覺（kinesthetic；移動、觸碰和積極探索）。按照弗雷明的說法，VARK只描述了人們的學習風格的一個面向，而人們的學習風格總共有十八個不同的面向，包括對溫度、光線、食物攝取、生物週期的偏好，以及喜歡團隊作業還是孤軍奮戰。

其他的學習風格理論和材料是基於相當不同的面向。有一份經常被使用的名單，是以肯尼斯·鄧恩（Kenneth Dunn）和麗塔·鄧恩（Rita Dunn）的研究為基礎，評估個人學習風格的六個不同面向：環境的、情感的、社會的、感知的、生理的和心理的。還有其他的風格模式是順著這樣的面向評估風格：

- 感知的具體與抽象風格的比較。

- 處理的積極試驗與反思觀察模式的比較。
- 組織的隨機風格與循序風格的比較。

在管理學中，哈尼和瑪姆佛德學習風格量表（Honey and Mumford Learning Styles Questionnaire）相當風行，它可以幫助企業員工判斷，他們的主要風格究竟是「行動型」（activist）、「反思型」（reflector）、「理論型」（theorist）或「實用型」（pragmatist），並在他們得分較低的領域加以改進，以成為更萬能的學習者。

不同的理論包含著差異如此大的各種面向，這個簡單事實使得人們有理由對它們的科學基礎存疑。雖然，沒錯，我們多數人對於學習新知識的方式有明顯的偏好，然而學習風格背後的前提是：當新知識的呈現方式與個人最擅長的特定學習風格吻合時，我們學得更好。這就是關鍵的主張。

二〇〇八年，認知心理學家哈洛德．帕施勒（Harold Pashler）、馬克．麥克丹尼爾、道格．羅勒（Doug Rohrer）和鮑伯．比約克接受委託對這些學習風格研究進行一次檢閱，以判定科學證據是否支持上述的關鍵主張。這個團隊從回答兩個問題著手。第一，讓證明機構評估學生或員工的學習風格以決定教學風格的合理性，需要什麼形式的證據？為了得到可靠的結果，這個團隊決定，一項研究必須具有若干特徵。

首先，學生必須按照他們的學習風格分組，接著他們必須被隨機分配到不同的教室，其授課內容相同但教學方法不同，之後所有學生必須參加同樣的考試。該考試必須顯示，當擁有特定學習風格的學生

（例如，視覺學習者）接受到他們自己的特定風格（視覺）的授課方式時，他們的學習效果比他們用別的學習方式（例如，聽覺）都要好；除此之外，其他類型的學習者也必須證明，當教學風格符合他們的學習風格時，他們學得較好（聽覺學習者接受聽覺教學比接受視覺教學的學習效果好）。

這個團隊提出的第二個問題是，這種證據是否存在？答案是否定的。他們發現，很少有研究設計能夠測試學習風格理論在教育中的合理性，而且在這些研究中，他們發現，幾乎沒有一項研究證實了這個合理性，並且還有幾個研究結論根本就是駁斥這個合理性。此外，他們的文獻檢閱也顯示，教學方法符合教學科目（subject）的性質是更重要的：幾何和地理採用視覺教學法，詩歌採用語言教學法，諸如此類。儘管學習者偏好的教學風格有差異，當教學風格與教學內容的本質吻合時，所有的人都學得更好。

沒有證據證實學習風格理論有效，這個事實並非意味著所有的學習風格理論都是錯的。學習風格理論有很多種形式，有一些可能是有效的。但就算是這樣，我們還是不知道哪些理論是有效的：因為這方面的嚴謹研究數量極少，並沒有研究基礎可以回答這個問題。帕施勒和他的研究同伴主張，現有證據不能證實，評估學生及環繞學習風格重建教學方法所需要的大量時間和金錢是合理的。在這樣的證據出現之前，更合理的做法是強調教學技巧，像是本書說明的那些技巧，研究已經證實，無論學習風格偏好為何，這些教學技巧對所有的學習者都有幫助。^[6]

成功的智力

智力 (intelligence) 是一種我們確知具有影響力的學習差異，但它究竟是什麼？所有的人類社會都會有相當於我們文化中的智力概念。如何以能夠解釋人類智力並提供人類潛能公平指標的方式，來定義和測量智力，這個問題已經困擾我們超過一百年了，心理學家自二十世紀初期以來就一直試圖測量智力。今日的心理學家普遍認同，人類至少擁有兩種智力。**流動智力** (fluid intelligence) 是推理、辨別關係、抽象思考，以及解決問題時腦中保留資訊的能力；**固定智力** (crystallized intelligence) 是個人累積的關於這個世界的知識，和從過去的學習和經驗中發展出的程序和心智模式。這兩種智力協調一致，使得我們能夠學習、推理和解決問題。^[7]

傳統上，智商測試一直被用來測量人類個人的邏輯和語言潛能。這些測試使用智力商數 (Intelligence Quotient)，即心智年齡除以生理年齡再乘以一百。也就是說，如果一個八歲小孩能夠解答那些多數十歲兒童能夠解答的問題，那麼其智商為一二五（十除以八再乘以一百）。人們曾經認為智商自出生起就固定不變，但傳統的智力概念正面臨挑戰。

心理學家霍華．嘉納 (Howard Gardner) 提出了一個挑戰性的觀點，來解釋人類能力的廣泛多樣，他假設人類擁有多達八種不同的智力：

- 邏輯—數學智力**：用數字、抽象概念等進行批判性思考的能力；
- 空間智力**：三度空間判斷及用想像力進行形象化的能力；
- 語言智力**：使用文字和語言的能力；
- 動覺智力**：身體的靈敏度及個人對身體的掌控；
- 音樂智力**：對聲音、節奏、音調和音樂的敏感性；
- 人際智力**：「讀懂」他人並與他人有效合作的能力；

內省智力：理解自身，並對自己的知識、能力和有效性做出準確判斷的能力；

自然觀察智力：分辨及了解周遭自然環境的能力（例如，園丁、獵人或廚師所訴諸的這些類型的智力）。

嘉納的看法很有吸引力，原因有很多，其中之一是因為它們試圖解釋人類的差異：我們能觀察到這些差異，但是卻無法用現代西方以語言和邏輯能力為主的智力定義來做解釋。就像學習風格理論那樣，多元智力理論模式已經幫助教育者將他們所提供的學習體驗多樣化。然而學習風格理論可能會產生根深柢固的錯誤效果，使得學習者認為他們的學習能力受限；與之不同的是，多元智力理論會進一步增加我們天生種類繁多的工具庫裡的工具種類。這兩種理論都缺乏實證研究的支持，嘉納自己也意識到這個問題，他承認，決定一個人的特定智力組合，比較像是一門藝術而非科學。^[8]

嘉納幫助我們擴展對智力的概念，而心理學家羅伯特．J．史坦伯格（Robert J. Sternberg）幫助我們再一次提煉了這個概念。史坦伯格的理論假設有三種智力：分析（analytical）、創造（creative）以及實用（practical）智力。而且與嘉納的理論不同，史坦伯格的理論有實證研究支持。^[9]

史坦伯格的一些研究特別關注的是我們如何測量智力，其中一項是在肯亞農村進行的，他和同事在那裡調查了兒童的非正式草藥的知識。經常使用這些草藥是肯亞人日常生活中重要的一部分。學校不教授這種知識，考試也不考，但是那些能夠辨認草藥和知道草藥正確用法及劑量的兒童，跟沒有這些知識的兒童相比，在他們的環境中，更能調適並獲得成功。在這種本土非正式知識的考試中，成績**最棒**的孩子，相較於他們的同儕，在學校的正式教學科目的考試成績卻是**最糟**

的；而且用史坦伯格的話來說，以正式考試的標準來衡量，這些孩子明顯是「笨蛋」。

如何解決這種不一致性呢？史坦伯格認為，與學校學術知識表現優異的孩子相較，本土知識方面表現優異的孩子所來自的家庭，更高度重視這樣的實用知識。孩子的生長環境如果高度重視某類知識勝過另一類知識（對於那些教授孩子草藥知識的家庭來說，他們重視實用勝過學術），在他們環境所不重視的學術領域方面，他們的知識處於較低的水準。而別的家庭則是更重視分析性的（以學校為基礎的）資訊的價值，比較不重視實用的草藥知識。

這裡有兩個重要觀點。首先，智力的傳統測量方法無法解釋環境的差異。我們沒有理由去猜想，那些在非正式的本土知識表現優異的孩子，如果被給予適當的機會，他們在學校的學習不能趕上或甚至超越他們的同儕；其次，對於那些生活環境強調本土知識的孩子來說，他們對於學術知識的學習仍舊處於發展中。根據史坦伯格的觀點，所有人都處於一種發展專業能力的狀態中，而且任何只衡量我們在特定時間所知道的事情的考試，是一種靜態度量（static measure），這種度量無法告訴我們，我們在這種考試所衡量的領域中的**潛能**。

史坦伯格引述的另外兩個小故事，在這方面也很有用。其中一個是一系列關於巴西孤兒的研究，這些孤兒為了生存，必須學習開始在街頭做生意。他們的動機是強烈的；如果他們以盜竊維生，他們可能要冒險與軍事組織暗殺團發生衝突。這些孩子為了做生意成功必須算數，然而同樣的算數題目如果以一種抽象的、紙筆形式呈現時，他們就做不出來。史坦伯格認為，如果從發展專業技能的角度來看的話，這種結果是合理的：這些孩子生活的環境強調實用技能，而非學術知識，而且正是這種實用的生存需求，決定了學習的內容和形式。^[10]

另一個故事是關於跑馬場上經驗豐富的賽事預測專家，這些專家為賭馬設計了高度複雜的心智模式，但是他們在標準的智商測試中只有平均水準。與他們的預測模式進行比較測試的，是那些智商相當但較資淺的預測專家所設計的模式。預測比賽結果需要按照每匹馬的一長串變數來比較馬匹，諸如，歷來獎金、馬匹歷來的速度、牠賺錢的比賽、比賽時騎師的能力，以及馬匹之前每場賽事的許多參數。光是預測一匹馬在最後四分之一英里的速度，專家們就依賴涉及多達七個變數的複雜心智模式。這項研究發現，智商與預測比賽結果的能力並無關連，而且「不管智商測試測量的是什麼，都不是從事認知複雜的多變數推理（所需要）的能力」。^[11]

為填補這個空白，羅伯特．史坦伯格引入了他的成功智力三元論。**分析智力**是我們完成解決問題的任務（像是包含在考試中的那些問題）的能力；**創造智力**是我們綜合並應用現有知識和技能來處理新的和不尋常狀況的能力；**實用智力**是我們適應日常生活的能力，了解在特定環境裡需要做什麼，然後採取行動；也就是我們所謂的「生存能力」。不同的文化和不同的學習情境以不同方式來利用這些智力，而且在特定情境下成功所需要的多數因素，是標準智商測驗和能力測驗所測不出來的，這些測驗可能會漏掉關鍵的能力。

動態測試

羅伯特．史坦伯格和艾琳娜．格里格倫科（Elena Grigorenko）已經提出利用測試，以動態方式評估能力的想法。史坦伯格發展中的專業能力（developing expertise）的觀點主張，伴隨著在某領域持續的經驗，我們一直是在較低的能力狀態向較高的能力狀態移動中。他的觀點還包括，標準化的考試不能準確的衡量我們的潛能，因為這些

考試所顯示的受限於一份靜態的成績，這份成績只是我們在持續不斷學習的過程中，這個考試發生的時間點中我們所處的位置。與史坦伯格的智力三元論串聯，史坦伯格和格里格倫科已經提出了他們所謂的動態測試，來取代靜態測試：判斷個體的專業能力狀態；調整學習重點，專注於表現較差的領域；進行後續測試，以衡量進步的程度，然後再度調整學習重點，以便不斷提升專業能力。

因此，測試可能評定出弱點，但是你不是把它當成不易改變的能力缺失，而是將它解讀為可以補救的技能或知識的缺乏。相較於靜態測試，動態測試有兩項優勢：它將學習者和教師的注意力集中在需要提升的領域，而非已經精通的領域；還有，它能夠衡量學習者從一次考試到下一次考試的進步，提供一個更精確的學習潛力的衡量標準。

動態測試並不認為人們必須遵循某種固定的學習限制，而是就人們在某方面的知識或表現及需要如何邁向成功提供評估：我需要學習什麼來改進呢？也就是說，能力測驗和多數的學習風格理論傾向於強調我們的長處，並鼓勵我們集中精神在這些方面；動態測試則是幫助我們發現弱點並加以矯正。在生活經驗這所學校裡，挫折告訴我們，哪些地方我們需要做得更好。未來我們可以避開類似的挑戰，或者我們可以加倍努力以戰勝挑戰，拓展我們的能力和專業技能。布魯斯·亨德瑞在房地產租賃和股市投資的經驗帶給他挫折，而他得到的教訓則是他的教育的重要元素：當別人試圖向他兜售東西時要抱持懷疑態度、釐清正確的問題，並且學習如何去找答案。那就是發展中的專業能力。

動態測試有三個步驟：

步驟一：某種測試（可能是一次經驗或一次書面考試）讓我知道，我在知識或技能方面哪裡有不足之處。

步驟二：利用反思、練習、間隔及其他有效的學習技巧，努力讓自己變得更有能力。

步驟三：再次進行測試，注意現在哪些方面得到改善，還有特別留意哪些方面仍舊需要更多的努力。

當我們蹣跚學步時，我們是在做動態測試。當你撰寫第一個短篇故事，將它放在你的寫作小組面前徵詢意見，然後修改，再拿回去，你是在進行動態測試，學習寫作技巧並感受自己的潛能。一些超過你所能控制的因素，可能令你的認知或體能方面的進步受到限制，諸如你的智力和你的能力的天生限制，但是多數的我們能夠透過發現弱點及努力改進，學習在多數領域中讓潛能更充分的發揮。[\[12\]](#)

結構建立

在如何學習方面，很明顯的我們確實有認知的差異，不過這些差異跟學習風格理論的倡導者所建議的那些並不相同。其中一項差異是前文提到過，心理學家所謂的「結構建立」：學習新東西時，提取主要概念並從中構建一個完整的心智架構的行為。這些架構有時候被稱為心智模式或心智地圖（mental map）。結構建立能力較強的人比較能夠學習新的事物，結構建立能力較弱的人，有無法割捨不重要或是互相矛盾的資訊的困難，因此他們傾向於保留過多想法，以致於無法將這些想法凝聚成可做為進一步學習基礎的有效模式（或總體結構）。

結構建立理論跟用樂高積木搭建一座城鎮有些相似。假設你在學習一門概論課程，課程主題是你沒學過的。你從一本充滿各種概念的教科書著手，打算將這些概念所涵蓋的知識建立一個完整的心智模式。用積木來比喻，你從滿滿一盒的積木著手，打算按照盒子上的圖案搭建這座城鎮。你把積木倒出來，將它們分成幾堆。你先排好街道和人行道，勾勒出城鎮的外緣以及城鎮內的特定用地。接著你根據組成這個城鎮的元素將剩下的積木分類：公寓群、學校、醫院、體育場、購物中心、消防站。每一個組成元素就像是教科書裡的一個核心概念，而且當愈來愈多的積木塊鑲嵌進去時，每個部分的形狀和細節就更清楚。這些核心概念合在一起，就形成了這個城鎮的較大結構。

現在，假設你的兄弟以前曾經玩過這套積木，並把別套積木的一些積木倒進這盒積木裡面。當你搭積木時，有些積木可能和你的積木不合，你可以把它們當成不相干的積木放在一邊。又或者你可能發現，一些新的積木可以被用來搭成既有的積木建築的子結構，賦予它更多的深度和詮釋（做為公寓子結構的門廊、露臺和屋後平臺；做為街道子結構的街燈、消防栓和林蔭大道的樹木）。儘管這盒積木的設計者並沒有做這樣的設計，但是你還是很高興的將這些積木加入了你的城鎮。

結構建立能力較強的人發展出這樣的技能：識別基本概念及其重要的建造元素，並將新資訊進行分類，看它們是否能夠加入較大的結構和你的知識，還是不相干可以放一邊。相反的，結構建立能力弱的人對於釐清和堅持核心架構，以及知道什麼資訊需要加入這個架構及什麼應當被摒棄，則有處理上的困難。結構建立是一種有意識和潛意識的訓練：東西是否適合這個結構；它增加了細節、容量和含義，還是讓結構變得模糊和太過沉重。

以下的比喻可能更簡單易懂。有個朋友想要跟你說一個關於她認識的一名四歲男孩的奇聞：她提到那個孩子的母親是誰，她們是如何在讀書俱樂部成為朋友的，最後提到男孩的母親在他生日的早上請人送一大堆肥料到她的花園，這位母親是一個非常棒的園丁，她的茄子在郡農產品市集上得獎，她還因此接受電臺晨間節目的訪問，而她的肥料來自你所在教會的那名鰥夫，這位鰥夫養了名貴的克來茲代爾馬，他的兒子娶了一個……等等。你的朋友無法從一大堆不相關的關係中挑出重點，聽眾完全不懂這個故事在說什麼。故事也是一種結構。

我們對於結構建立做為一種學習中認知差異的了解，仍然處於初期階段：結構建立能力弱是因為認知機制有缺陷？或者結構建立是一種有些人天生就會，而有些人必須學習會的技能呢？我們知道，當教材中穿插問題以幫助讀者專注於重點時，結構建立能力弱者其學習表現會提升至與結構建立能力強者同樣的水準。這些穿插在教材中的問題讓教材能夠呈現得更完整；結構建立能力弱的人，無法靠自己建立這樣完整的結構，而這種做法能提升他們的結構建立能力。

結構建立的研究目前為止仍然有爭論，但它對學習者的影響，似乎使得前文提過的神經外科醫生艾伯索爾德和兒童神經學家道格·拉森（Doug Larsen）提出的一個主張更有說服力：培養反思個人經驗、將其編成故事的習慣，能夠加強學習效果。結構建立理論可以為這個主張的理由提供一個線索：反思什麼做對了、什麼出錯了，以及下次我可以怎樣用不同的方法來做這件事，能夠幫助我挑出重點，將它們組織成心智模式，在未來再次應用它們，並且同時留意，在我已經學到的東西基礎上做出改善和加強。^[13]

原則和範例學習的比較

另一個看似重要的認知差異是：你是「原則學習者」（rule learner）還是「範例學習者」（example learner），兩者之間的差別跟剛才討論的觀點有些相似。在研究化學課中不同類型的問題或是鳥類辨識課裡的標本時，原則學習者傾向於提煉基本原理或「原則」

（rule），區分研究範例。之後，當他們碰到一個新的化學問題或鳥類標本時，他們運用這些原則來將它（牠）分類，並選擇適當的解答方案或標本箱。範例學習者傾向於記住範例而不是基本原則。當遇到不熟悉的情況時，他們缺乏掌握分類或解決問題所需的原則，因此他們從自己能夠記得、最近的範例來做歸納，即使這個範例跟這個新的情況並沒有特別的關連性。然而，當範例學習者被要求比較兩個不同的例子，而不是專注於一次只學習一個範例時，範例學習者可以改進提煉基本原則的能力。同樣的，如果一開始他們不得不比較不同的問題並試圖找出基本的相似性，那麼他們更有可能發現不同問題的共同解決辦法。

讓我們以學習者面臨的兩個不同的假設性問題來做例證。這些問題來自原則學習的研究。在其中一個問題中，一名將軍的軍隊準備進攻一座有護城河保護的城堡。間諜刺探到，護城河上的橋梁已經被城堡的指揮官布下了地雷。這些地雷能夠允許小批人馬通過橋梁，以便讓城堡裡的人能夠取回食物和燃料。這位將軍該怎麼做，才能讓大隊人馬過橋攻打城堡，而不會引爆地雷呢？

另一個問題涉及的是一個無法動手術的腫瘤，這個腫瘤能夠被聚焦式放射線摧毀。然而，這些放射線也必須經過健康組織。強度足以毀滅這個腫瘤的一束放射線，會損傷輻射所經過的健康組織。怎樣才能殺死這個腫瘤，而不損傷健康組織呢？

在那些研究中，學生們在找出這兩個問題的答案上遇到了困難，直到他們被指導去尋找這兩個問題之間的相似性。在尋找相似性時，許多學生注意到：1. 這兩個問題都需要把一股大的力量導引到一個目標上；2. 在不帶來負面後果的前提下，就無法將全部力量集中並通過單一路徑遞送；3. 較小的力量能夠被傳送到目標，但一小股力量不足以解決問題。透過找出這些相似性，學生們通常會提出這樣的策略：將較大力量分成小的力量，通過不同路徑傳送這些小的力量並匯聚在目標上，摧毀目標，而不會觸發地雷，或損傷健康組織。結果：在找出這個共同、基本的解決方案後，接著學生們就能夠去解決各種不同的匯聚問題了。^[14]

就像我們對於強弱能力不同的結構建立者的認識那樣，我們對於原則和範例學習者的理解也是非常初步的。然而，我們知道，能力強的結構建立者和原則學習者，與能力弱的結構構建者和範例學習者相較，前者在將所學知識轉化應用於不熟悉情境方面做得更為成功。你或許想知道，成為能力強的結構構建者的傾向，是否與成為原則學習者的傾向，有相互的關連性？不幸的是，尚未有研究能夠回答這個問題。

你可以從兒童說笑話的能力上，看出結構建立和原則學習技能的發展。一名三歲小孩或許無法傳達一語雙關的敲敲門笑話（knock-knock joke），原因是他缺乏對結構的理解。你回答說「誰呀？」而他直接跳到笑點：「門鎖住了，我進不來！」他不理解在「誰呀？」之後回答自己或其他有趣的名字來為這個笑話鋪張的重要性。

但是等到他五歲時，他已經成為一個講敲敲門笑話的好手了：他已經記住了那個結構。然而，五歲時他還不是很熟練其他類型的笑

話，是因為他還沒有學會使得笑話好笑的必要元素，這個元素當然是這個「原則」：任何笑點都需要鋪陳，不管是挑明還是暗示。^[15]

如果你仔細想一下布魯斯．亨德瑞幼年時透過滿提箱稀有爆竹的高價值學到的經驗，你就能明白，許多年後當他看到火車車廂時，他是怎樣利用同樣的供給和需求積木，但卻是在一個複雜得多的模式之內運作，這種模式運用了其他幾組的知識積木，而這些知識是他多年來處理信用風險、商業景氣循環和破產程序所建立的。為什麼車廂會過剩呢？因為給予投資人的租稅優惠鼓勵太多資金投入車廂的生產。一節車廂值多少呢？每節車廂造價為四萬兩千美元，而且它們幾乎全新，因為它們是最後一批產品。他研究了車廂的使用壽命及其殘餘價值，並檢視了租賃合約。當他等待供過於求被系統消化、市場翻轉這段時間，就算是他所有的車廂全部閒置，那些租賃合約還是會為他的投資帶來一筆可觀收益。

如果當時我們在那裡的話，我們也會購買車廂，或是我們會想要考慮那麼做。但是這與書包裡塞爆竹不同，即使供給和需求的基本原理是一樣的。你必須買對車廂，並了解處理的方式。這就是我們通常所說的**訣竅**（know-how）。除非你理解有效的基本原則，並能夠將它們組織成一個比成分總和還要大的結構，否則知識並不是訣竅。訣竅是使你能夠**做事**的學習。

小結

考量到我們對於學習差異的了解，本章的小結是什麼呢？

掌控你的學習。銷售學院有一句不言而喻的真理是這麼說的，你從小屋裡是無法射中一隻鹿的。這同樣適用於學習：你必須全副武

裝、走出門，並找到你的目標。精通是一種追求，特別是關於複雜的概念、技能和程序。它不是一次考試的成績、教練傳授的某樣東西，或是隨著年華老去就會慢慢滲入你人生中的一種特質。

擁抱成功智力的觀念。向外擴展：不要侷限於你所偏好的學習風格，而是要掌控你的資源並善加利用你所有的「智力」，去掌握你想擁有的知識或技能。描述你想要知道什麼、做什麼，或完成什麼。接著列出需要的能力、你需要學習什麼，以及你可以在哪裡發現那些知識或技能。然後放手一搏。

將你的專業能力設想成處於一種持續發展的狀態，將動態測試當成一種學習策略去實踐，發現你的弱點，並專注於提升你在這些領域的能力。繼續加強你的強項是明智的，但是如果你也使用嘗試錯誤法，持續在那些知識或表現不佳的領域做改進，你就會變得甚至更有能力而更全面。

採用積極學習策略，諸如提取練習、間隔練習及交錯練習。要積極主動。就像那些有閱讀障礙的高成就人士那樣，為你天生的能力障礙或不足，開發替代辦法或補償性技能。

不要依賴讓你感覺最舒服的那些東西：要像一個好的飛行員檢查他的儀錶那樣，使用小測驗、同儕複檢，以及第五章描述的其他工具，確保你對於你知道什麼和你能做什麼的判斷是準確的，並且確保你的方法是在使你朝目標前進。

如果感到學習有困難，不要認定你做錯了什麼。記住，你能夠用更大的認知努力克服的那些困難，你所得的回報，將不只是學習的深度和持久性。

提煉出基本原則；建立結構。如果你是一個範例學習者，一次學習兩個以上的例子，不要一次學一個，問問自己，它們有何相似和相異之處。它們的不同之處是否使得它們需要不同的解答，或者，它們的相似之處使得它們有著共同的解答？

將你的想法或想要的能力分解成組成部分。如果你覺得你在學習新知識上是結構建立能力弱的人及範例學習者，那麼定期停下來，找出核心觀點是什麼、原則是什麼。描述每一個觀點並回憶相關重點。哪些是大的觀點，哪些是支持性的概念或細節？如果你想要測試自己對主要觀點的掌握，那麼你會如何描述它們呢？

你能夠想像出是哪一種支持架構或結構將這些核心觀點結合成一體嗎？如果我們借用旋轉樓梯來比喻布魯斯．亨德瑞投資模式的結構，那麼它的運作原理可能像這樣。旋轉樓梯有三個部分：中心柱、踏面和豎板。假設中心柱就是把我們從目前所在地（下面這裡）連結到我們想要在的位置（上面那裡）的東西：它就是投資機會。每一塊踏面都是交易的一個元素，保護我們免於賠錢和後退，而每一塊豎板是讓我們提高一階的元素。踏面和豎板必須同時出現，樓梯才能起作用，交易也才有吸引力。知道車廂的殘餘價值，這是一個梯踏面，布魯斯知道他的投資至少能夠獲得那些價值。另一個踏面是資金被套牢時保證能有租賃收入。那麼豎板是什麼呢？即將到來的供給短缺是豎板，那會提升車廂的價值。車廂的近乎全新的狀態也是豎板，那是潛在價值。一個沒有踏面和豎板的交易就不能擋住下降的趨勢，或是提供可靠的上升趨勢。

透過詩人的隱喻媒介，結構在我們身邊俯拾皆是。一棵樹，有根、樹幹和樹枝；一條河；一個城鎮，包含街道和街區，房屋、商店和辦公樓。城鎮的結構說明這些元素是如何互相連結，城鎮因而有了

生命和意義，如果這些元素是隨意散布在一塊空地上，這個城鎮的生命和意義就不會存在。

透過提煉基本原則並將它們拼裝出一個結構，那麼你追求的不僅僅是知識，而是訣竅，而且那種掌控力將會使你出人頭地。

-
1. 法蘭西斯．培根（1561-1626）是英國哲學家和政治家，全句引言是：「所有上躋高位的人，都是經過一條彎曲的樓梯；若有派別之分，在高升的路上最好選邊站，大位底定時，則保持平衡。」此言出處為培根的《論高位》（*Of Great Place*）。
 2. 彼得．布朗於二〇一二年八月二十七日在明尼蘇達州聖保羅市專訪布魯斯．亨德瑞。文中所有亨德瑞的引述皆出自這次的訪談。
 3. 參考資料：Betsy Morris, Lisa Munoz, and Patricia Neering, "Overcoming dyslexia," *Fortune*, May, 2002, 54–70。
 4. 參考資料：Annie Murphy Paul, "The upside of dyslexia," *New York Times*, February 4, 2012。關於蓋格和雷特溫的研究，參見：G. Geiger & J. Y. Lettvin, *Developmental dyslexia: A different perceptual strategy and how to learn a new strategy for reading*, *Saggi: Child Development and Disabilities* 26 (2000), 73–89。
 5. 該項調查請參見：F. Coffield, D. Moseley, E. Hall, *Learning styles and pedagogy in post-16 learning, a systematic and critical review*, 2004, Learning and Skills Research Centre, London；該名學生的談話（「對我而言，閱讀書本毫無意義」）語出上述文獻第一百三十七頁。另外，「一堆亂七八糟的矛盾主張」引自：Michael Reynolds, *Learning styles: a critique*, *Management Learning*, June 1997, vol. 28 no. 2, p. 116。
 6. 關於學習風格的內容大多來自於此文：H. Pashler, M. A. McDaniel, D. Rohrer, & R. A. Bjork, *Learning styles: A critical review of concepts and evidence*, *Psychological Science in the Public Interest* 9 (2009), 105–119。這篇文章檢視了已發表的關於教學方法與學生學習風格匹配與否，是否有助於學習效果的科學證據。這篇文章有兩項重要發現：（1）採用優質標準、進行控制實驗的研究寥寥無幾；（2）符合標準的少數實驗一致發現，教學方法和學習風格匹配並未能提升學習效果。該文得出一項關鍵結論：這項課題需要更多實驗研究，但目前看來，沒有什麼證據證明一般假定的學習風格的存在。
 7. 關於智力經典觀點的優秀教科書：Earl Hunt, *Human intelligence* (Cambridge: Cambridge University Press, 2010)。
 8. 霍華．嘉納的理論，請參見其著作：Multiple Intelligences: New Horizons (New York: Basic Books, 2006)，以及其他許多文獻。
 9. 羅伯特．史坦伯格、艾琳娜．格理格倫科（Elena Grigorenko）及其同事們的這項研究來自若干出處。欲詳知該理論，請參見：R. J. Sternberg, Grigorenko, E. L., & Zhang,

L., Styles of learning and thinking in instruction and assessment, *Perspectives on Psychological Science* (2008) 486–506。史坦伯格、格理格倫科及其同事們還進行了另一項有趣的研究，他們找出在分析、創造和實用能力任何一方面表現優異（相對另外兩方面而論）的大學生，並將他們指派到分別著重於分析教學、創造教學和實用教學的不同班級裡。那些教學方法和自己最擅長能力匹配的學生，與教學方法和最擅長能力不匹配的學生比較，前者傾向於在某些課堂表現評估中表現更好；參見：R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, M. Ferrari, & P. Clinkenbeard, A triarchic analysis of an aptitude–treatment interaction, *European Journal of Psychological Assessment* 15 (1999), 1–11。

10. 這項巴西兒童的研究是：T. N. Carraher, D. W. Carraher, & A. D. Schliemann, *Mathematics in the streets and in the schools*, *British Journal of Developmental Psychology* 3 (1985), 21–29。這項很有意思的研究，研究對象是五名出身赤貧、在巴西街頭或市場謀生的孩子。研究比較了孩子在不同情境下解答相似乘法問題的表現：孩子是專家的自然情境（例如販售椰子，但是實驗中採用角色扮演）、用語限制在不同情境的應用題（比如賣香蕉），或是沒有情境假設的正式數學題。孩子們幾乎答對了所有以自然情境呈現的題目；以不同情境呈現的題目，答對的變少；而以正式數學呈現的問題只答對了約三分之一。這裡的一個重點是，孩子們使用具體的歸類技巧來解決自然情境的問題，但接著出現正式數學題時，就轉換到學校教授的方法（還沒學得很好）。這些孩子們（在自然環境中）發展出的數學技巧，在學術導向的測試表現上並不突出。
11. 這項賽馬預測者的研究是：S. J. Ceci & J. K. Liker, A day at the races: A study of IQ, expertise, and cognitive complexity, *Journal of Experimental Psychology: General* 115 (1986), 255–266。這項研究對賽馬預測者進行了抽樣調查，其中一些被歸類為資深專家，一些則是較資淺的專家。資深組和資淺組在智商方面相當，然而資深組在預測實際賽事和實驗者設計的比賽結果方面成功率高很多。資深組的成功被認為與他們使用一套極為複雜的系統有關，這套系統被用來對與馬匹和競賽條件相關的一系列資訊賦予權重並進行組合。
12. 史坦伯格、格理格倫科在下面這本書中討論了動態測試的概念：Dynamic Testing: The Nature and Measurement of Learning Potential (Cambridge: Cambridge University Press, 2002)。
13. 結構建立的基礎研究始於：M. A. Gernsbacher, K. R. Varner, & M. E. Faust, Investigating differences in general comprehension skills, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 16 (1990), 430–445。這篇文章提供了一些極好的實驗內容，為結構建立理論的發展做出了貢獻，這個理論的觀點是：理解能力較好的人能夠從諸多來源（不管是讀到、聽到或是在圖片中看到），構建一個連貫一致、條理分明的故事表述，而理解能力較弱的人則傾向於構建許多、有些支零破碎的故事表述。這項研究進一步指出，結構建立能力較差的人有無法控制不相干資訊的問題，這可能導致他們的零碎（低效）表述，而結構建立能力較強的人則不會有這方面的困難。另一篇相關文章是：A. A. Callender & M. A. McDaniel, The benefits of embedded question adjuncts for low and high structure builders, *Journal of Educational Psychology* 99 (2007), 339–348。他們證實了，結構建立能力較差的人與結構建立能力較強的人比較，前者在標準的學校學習內容（教科書章節）方面學習效果較差。然而，在章節中嵌入問題，讓結構建立能力較差的人專注於重要概念（並要求他們回答這些問題），能將他們的學習效果提升至與結構建立能力較強者相當的水準。

14. 這裡關於學習概念的討論基於下面兩項研究：T. Pachur, & H. Olsson, Type of learning task impacts performance and strategy selection in decision making, *Cognitive Psychology* 65 (2012), 207–240。實驗室中研究「概念化學習」的典型方法是，一次提供一個例子，讓學習者嘗試學習這個例子的可能分類（例如，提供某個病例一組特定的病徵，猜這是什麼疾病）。這個實驗修改了這個程序，同時提供兩個例子（例如，兩個病例），要求學習者選擇哪一個最可能反映某個特定疾病類別。這種比較方法促使學習者比較不會把重心放在記住這些例子，而是透過這些例子的分類找出基本原理，提高他們推斷基本原理的能力。下面的研究與上述研究主題相似，只是研究焦點在於解題方法的轉化：M. L. Gick & K. J. Holyoak, Schema induction and analogical transfer, *Cognitive Psychology* 15 (1983), 1–38。學習者中有的學習一個如何解決某個特定問題的例子；有的被要求對比兩種不同問題，以找出它們的解決方案中的共通要素。後者比前者更可能推斷出一個通用的解決方案，並轉化該方案成功的解決新問題。👉
15. 這裡的原則學習者和範例學習者的參考文獻是：M. A. McDaniel, M. J. Cahill, M. Robbins, & C. Wiener, Individual differences in learning and transfer: Stable tendencies for learning exemplars versus abstracting rules, *Journal of Experimental Psychology: General* 143 (2014)。這項創新研究利用實驗室的學習任務揭露了，有些人傾向於，透過專注於記住特定範例及與那些範例相關的回應來學習概念，而這些範例是被用來闡明該概念（這樣的人被稱為**範例學習者**）；而有的人則是專注於那些特定範例所反映出的基本抽象概念，而這些範例是被用來闡明該概念（他們被稱為**抽象學習者**）。此外，特定個體的「概念化學習」的傾向，在差異相當大的實驗室學習任務中保持一致，這暗示著在從事多種「概念化學習」任務時，學習個體可能有相當穩定的範例學習或抽象學習的傾向。一個有趣的初步結果是：抽象學習者與範例學習者比較，前者在一門大學化學導論課中取得了更高的平均成績。👉

第七章 提升你的能力

一九七〇年代一項著名的研究中，研究人員帶領幼兒園的孩子進入一個房間，一次只帶一個孩子，房間裡除了桌子上的盤子裡放了一顆棉花糖之外，完全沒有其他干擾物。研究人員離開房間時，孩子會被告知，他可以現在就吃掉那顆棉花糖，或如果他等待十五分鐘的話，他可以得到第二顆棉花糖做為獎勵。

孩子在面臨兩難局面時，沃爾特·米歇爾（Walter Mischel）和他的研究生們透過鏡子觀察他們。有些孩子在研究人員一離開就將棉花糖丟進嘴裡，而另一些孩子則能夠等待。為了克制自己，這些孩子嘗試任何他們能想到的辦法。他們「用手遮住眼睛，將頭靠在手臂上……自言自語，唱歌，用手和腳創造遊戲，甚至試圖睡著」，以移開目光，轉移對棉花糖的注意力。

在參與實驗的六百多名孩子中，只有三分之一成功的抗拒誘惑，得到第二顆棉花糖。

後續進行了一連串的研究，最近一項是在二〇一一年，那些在這項練習中較能成功延後享用棉花糖的孩子們，長大後在學業和職業生涯都比較成功。

棉花糖研究的卓越在於其簡單明瞭及做為對人生的一種隱喻。我們出生就帶著基因所賦予的天生才能，但是在令人驚訝的程度上，我們的成功也受專注力和自律的影響，而專注力和自律是進取心和自我提升的感受下的產物。^[1]

讓我們來看看詹姆斯．帕特森（James Paterson），這位充滿活力的三十多歲威爾斯男人，他無意間受到記憶術（mnemonic device）和記憶力競賽界所吸引。「mnemonic」來自希臘語中記憶一詞。記憶術是一種心智工具，可以有許多形式，但通常被用來幫助在記憶中保留大量新內容，這些內容被賦予線索以方便回憶。

詹姆斯第一次聽說記憶術，是他的一名大學教授在講課時飛快的提到過記憶術的效用。他直接回到家，在網上搜尋，買了一本書。他覺得，如果他能夠學會這些技巧，他就能在很短的時間內記住學校的功課，也就能多出許多和朋友一起消磨的時間。他開始練習記憶：心理學課裡的名稱和日期，以及教科書這些名稱的引用頁數。他還練習了一些餘興表演的小把戲，像是記住洗牌過的撲克牌順序，或是朋友擬清單唸出來的幾串隨意的數字。他花長時間磨練他的技巧，變得很熟練，也成為社交聚會中的靈魂人物。這一年是二〇〇六年，他聽說有一場記憶競賽將在英國劍橋舉行，他抱著好玩的心情決定參賽。結果連他自己也沒有料到，他居然在初學者級別拿到第一名，贏了一千歐元的獎金。他上癮了，覺得碰碰運氣也無妨，就繼續參加同年在倫敦舉行的世界記憶力錦標賽，這是他首次參加。

借助記憶術，詹姆斯利用記住一些簡單的訊息，幫助他在考試中取得佳績，而沒有花費時間和努力去充分精熟學習內容，但是他發現了一些完全不同的事情，我們很快會詳述。

這些記憶力參賽者自稱為記憶力運動員，他們每個人都是以不同方式起步的，比如，二〇一二年美國記憶力冠軍尼爾森．德利斯

（Nelson Dellis）是在他的祖母死於阿茲海默症之後開始的。尼爾森看著她慢慢惡化，而記憶力是她第一個喪失的認知能力。儘管尼爾森當時只有二十幾歲，卻也擔心那將會是他的宿命，並想著他能夠為此

做些什麼。於是他發現了腦力運動，希望如果自己能夠發展出很強的記憶能力，那麼如果未來他真的得了這個病，他可以有些儲備。尼爾森同樣是一名努力向上的記憶力運動員，而且他已經成立了記憶登峰基金會（Climb for Memory），以提升公眾對這個可怕疾病的關注，並募集研究資金。尼爾森也登山（兩度幾乎快到聖母峰頂），這也是基金會名字的由來。在本章中，我們還會介紹其他人，他們就像帕特森和德利斯一樣，成功設法提高了自己的認知能力。

用神經科學的術語來說，大腦相當「具有可塑性」，對多數人來說就算步入老年也是如此。在本章的提升智能討論中，我們複習一些科學界試圖回答的問題，這些問題是關於一生中大腦自身的改變能力，以及人們影響那些改變及提升智商的能力。接著我們會描述三種已知的認知方法，以便從既有的心智能力中獲得更多。

從某種意義上來講，嬰兒的大腦就像一個剛誕生的國家。一八四六年在美國從墨西哥奪取西部領土的戰爭中，費利蒙（John Fremont）與他的遠征軍抵達洛杉磯古城時，除了派他的偵察兵卡爾森（Kit Carson）騎著騾子橫越美洲大陸之外，他沒有別的辦法向遠在華盛頓的總統詹姆斯·波爾克（James Polk）報告他的進展，這趟行程來回接近六千英里，沿途還會經過高山、沙漠、荒野和大草原。費利蒙強迫卡爾森快馬加鞭趕路，沿路都不許他停下來打獵，只能靠吃累死的騾子果腹，接著再換騾子趕路。他們需要這樣一個旅程來傳遞資訊，顯示出這個國家尚處於未開發狀態。五呎四吋高、一百四十磅重的卡爾森，是我們從西海岸到東海岸傳遞消息的最佳選擇。儘管這塊大陸有著無邊無際的自然資源，但這個羽翼未豐的國家尚無能力可言。為了變得強大，它將需要城市、大學、工廠、農場和海港，以及公路、火車和電報線路來連結它們。^[2]

這與大腦是一樣的。我們來到這個世界，被賦予我們的基因原料，但是我們是透過學習、心智模式和神經傳導通路的發展來變得有能力，使得我們能夠推理、解決問題和創造。我們從小就被告知大腦能力是天生的，而且智識潛力或多或少自出生起就已經決定了。然而就我們目前所知，則是恰好相反。在過去一個世紀裡，隨著生活條件的改善，人們的平均智商已經提高。科學家們觀察到，當人們因中風或意外而腦部受損時，大腦以某種方式重新分配功能，受損區域鄰近的神經元網絡接替受損區域的工作，從而使人們重獲失去的功能。

像帕特森和德利斯這類「記憶力運動員」之間的競賽，已經成為一項國際賽事，參加者自我訓練，展現驚人的記憶行為。醫學、科學、音樂、西洋棋或體育運動的專業表現已經被證實，它們不像過去人們一直認為的那樣，只是天賦的結果，而是透過數千小時全心投入的練習，層層累積的技能。簡單來說，研究和現代紀錄證實了，我們和我們大腦的潛能，比科學家們數十年前認為的還要大得多。

神經可塑性

所有的知識和記憶都是保留在神經元和神經傳導通路中的生理現象。大腦並非天生固定不變，而是可塑、可改變，並且會隨著每項新任務而自我重組，這樣的觀點是近期的發現，而且我們正處於理解它的意義和如何運作方面的最尖端研究領域。

約翰．T．布魯爾（John T. Bruer）在一篇非常富有啟發性的神經科學評論文章中談到了這個問題，因為這與大腦迴路的初期發展和穩定，以及我們能夠透過早期刺激強化兒童智能有關。

人類出生時擁有大約一千億個神經細胞，這些神經細胞被稱為神經元。突觸是神經元之間的連結，讓神經元可以傳遞訊號。在出生前後很短的一段時間裡，人類會經歷「一次突觸形成的大爆發」，在這個過程中大腦自行布線：神經元迅速長出被稱為軸突的微小分支，這些軸突伸展開來，搜尋其他神經元的微小突起，這些突起被稱為樹突。當軸突碰到樹突時，一個突觸就形成了。一些軸突為了找到它們的目標樹突，必須穿越遙遠的距離來完成連結，這就構成了神經迴路（布魯爾將規模和精準程度如此驚人的旅程，比喻為努力尋找途徑，穿越美國，去見等候在另一邊的海岸的夥伴，這與偵察兵基特·卡爾森奉費利蒙將軍之命去見波爾克總統，如出一轍）。正是這個神經迴路使得我們有感官、認知和運動技巧，包括了學習和記憶，而且正是這些神經迴路塑造了人類智能的可能性和限制。

一、兩歲時，突觸數量達到頂峰，大約比成年人的平均值高出一半。然後是一段高原期，持續直到大約青春期中，之後隨著大腦經歷一段突觸修剪期，這個過剩的突觸數量開始減少。大約在十六歲時，我們的突觸數量達到成人的水準，這個驚人的數字總計大約有一百五十兆個連結。

我們不知道為什麼嬰兒的大腦會產生過量的連結，或是之後是如何決定要修剪那些連結。有些神經學家相信，我們不使用的那些連結，就是逐漸消失和死去的連結，這個主張似乎說明了「不用則廢」的原則，他們主張，早期刺激愈多的連結愈好，以期能夠終生保留它們。還有的理論則認為，突觸的萌芽和修剪是由遺傳決定，對於哪些突觸會存活、哪些不會，我們自身的影響很少，或根本沒有影響。

「雖然兒童大腦在早期階段獲取大量的資訊，」神經科學家派翠西亞·高德曼——拉奇克（Patricia Goldman-Rakic）告訴美國各州教

育委員會，多數的學習是在突觸形成過程穩定之後發生的。「從兒童進入一年級，一路到高中、大學及之後的學習，突觸數量沒有多少變化。多數的學習正是發生在這段沒有或很少有突觸形成的時間裡，」也是我們在語言、數學和邏輯方面發展出成人水準能力的時候。^[3]

在神經科學家哈利．朱蓋尼（Harry T. Chugani）看來，很可能是在這個時期而非嬰兒期，經驗和環境刺激微調神經迴路，並使得神經元基本架構獨一無二。^[4]

一個由心理學和社會學領域的學者所組成的團隊，在二〇一一年的一篇文章中檢驗了來自神經科學的證據，得出的結論是：神經元基本架構和大腦的總體結構本質上是由基因決定，但是神經網絡的精細結構是由經驗所塑造的，而且有大量修改的能力。^[5]

大腦是可變的，在許多方面這個論點已經相當明顯。諾曼．多吉（Norman Doidge）在他的著作《改變是大腦的天性》中，檢視了一些病人在神經學家的幫助下，克服嚴重損傷、令人信服的病例，這些神經學家的研究和實踐正逐步讓我們理解神經元可塑性這塊尖端領域。

其中一位神經學家是保羅．巴哈—伊—立塔（Paul Bach-y-Rita），他開發了一種設備來幫助感覺器官受損的病人。巴哈—伊—立塔的設備讓病人能夠透過一些訓練方式來重獲失去的技能，這種設備教導大腦對身體其他的部分受到刺激做出反應，用一套感覺系統替代另一套感覺系統，很像是盲人透過回聲定位能夠學習導航，藉由解讀手杖碰觸的不同聲音，來學習「看」四周環境；或是經由點字的觸感能夠學習閱讀。^[6]

一名巴哈—伊—立塔的病人，前庭系統（內耳感知平衡和空間定向的系統）曾經受損，使她失去平衡，以致於無法站立、行走，或維持生活自理。巴哈—伊—立塔在頭盔上裝備了木匠的水平儀，並布線，傳送脈衝到一個郵票大小的條狀膠帶上，這個膠帶包含有一百四十四個微電極，並被放置於女病患的舌頭上。當她頭歪了，這些電極會在她的舌頭上如同冒氣泡般發泡，但卻是以獨特模式反映出她頭部運動的方向和角度。透過練習佩戴這項裝置，這名女病患逐漸能夠重新訓練她的大腦和前庭系統，久而久之隨著幾期的訓練，她的平衡感慢慢恢復。

另一名三十五歲的男性病患，在十三歲時失明了，他佩戴了一個裝有小攝影機的頭盔，這個攝影機能夠發送脈衝到舌頭。如同巴哈—伊—立塔所解釋的，並不是眼睛看見東西，而是大腦。眼睛感知，大腦解讀。這個裝置的成功，仰賴大腦學習將來自舌頭的訊號解讀為視覺。《紐約時報》報導了這項非凡的成就：該病人「感受到房間的門口、接住滾向他的球，並在二十年裡第一次跟他的小女兒玩『剪刀、石頭、布』的遊戲。他說，隨著練習，這種替代的感官變得更靈敏，『彷彿大腦自行重新布線』。」^[7]

考量到我們之前關於後設認知的討論，另一個應用就顯得很有趣。刺激器被貼在飛行員胸部，以傳送駕駛艙儀錶的讀數，幫助大腦感知俯仰和高度的變化。在某些飛行條件下，飛行員的前庭系統無法偵測到這些變化。

人類大腦中，科學家所謂的灰質，多數是由神經細胞體所組成的，科學家所謂的白質，是由下述這種管線所組成的：連結到其他神經細胞體的樹突的軸突和脂質髓鞘，後者把一些軸突包覆起來，如同電燈線的絕緣體。灰質和白質都是學界研究的焦點，我們試圖理解，

塑造認知和運動技能的組成部分是如何作用、以及它們是如何在我們的生命中發生變化的，近期大腦影像技術的躍進已經大幅度的促成這方面的研究發展。

其中由美國國家衛生研究院資助的「人類連結體計畫」是一個有強烈企圖心的研究案，目標是繪製人類大腦中連結的地圖。（「連結體」這個詞指的是人類神經迴路的基本架構，就像是「基因體」這個詞被創造來描繪人類基因編碼一樣。）

參與這項計畫的研究機構，其網站展示大腦纖維結構的驚人圖像，在這些圖像中，大量如電線般的人類軸突被以霓虹色彩呈現，以象徵訊號的方向，這與一九七〇年代超級電腦內部的大量線束有著不可思議的相似性。初期的研究發現很有意思。

加州大學洛杉磯分校進行的一項研究，比較了基因相同的同卵雙胞胎和只有一些基因相同的異卵雙胞胎的突觸結構。這項研究顯示了其他研究人員已經提出的論點，心智能力的速度由神經連結的強度決定；在初期階段，這種強度主要由基因決定，但是神經迴路的成熟並不像身體發育得那麼早，而是到了四十幾歲、五十幾歲和六十幾歲仍會持續改變和成長。這些連結的成熟，部分在於軸突的髓鞘包覆逐漸增厚。髓鞘形成通常開始於腦後並向前移動，成年時到達額葉。額葉是大腦的執行機構，而且是高階推理和判斷過程的發生地，這些是透過經驗發展出來的能力。

髓鞘厚度與能力相關，有強而有力的研究證據顯示，增加練習量會使相關通路沿線的髓磷脂提高，這會增進電訊號的強度和速度，進而提升表現。例如，研究顯示，彈鋼琴的練習量增加，會使得與手指

運動及創作音樂所涉及的認知過程相關的神經纖維的髓鞘形成有所增加，而這些變化在非音樂家身上是看不到的。^[8]

關於習慣形成的研究為神經可塑性提供了一個有趣的觀點。我們為了達到一個目標採取有意識行動所使用的神經迴路，跟已經因習慣而變成自動行為所使用的神經迴路是不同的。我們的習慣動作是由位於大腦較深區域的基底核所掌管的。當我們在某些種類的學習方面進行長期訓練和重複練習時（特別是運動技能和順序性任務），我們的學習被認為是在基底核這個較深的區域裡被重新編碼，這個區域也控制著諸如眼睛運動之類的潛意識動作。做為這個重新編碼過程的一部分，大腦被認為將運動和認知行動序列整合成塊，使得它們能夠以一個組件進行操作，也就是說，不需要一系列會大量減慢反應的有意識的決策。這些行動序列變成了反射性動作。也就是說，開始時這些或許是我們在追求一個目標的過程中教導自己去做動作，但它們變成了對刺激的自動反應。

一些研究人員使用「快捷」（macro）一詞來形容這種整合成塊是如何以一種高度有效的、固化的學習形式來起作用的。這些關於整合成塊做為習慣形成過程的一個必要部分的理論，有助於解釋：在體育運動中，我們如何發展能力，去對快速變化到連思考都來不及的賽事做出反應；音樂家的手指動作如何能夠快過他的意識；或是棋手如何能夠學會預測無數的可能走法，以及不同的棋盤布局所代表的意涵。打字時，多數的我們展現相同的才能。

大腦的持久可變性的另一個基本特徵是：研究發現，我們固化學習與記憶的海馬迴，在我們一生當中都能夠一直產生新的神經元。這種現象被稱為神經元新生，在大腦自物理損傷中恢復的能力和人類的終生學習能力方面，神經元新生被認為扮演著核心的角色。

神經元新生和學習與記憶之間的關係，是一個新的研究方向，但科學家們已經發現，聯想式學習（associative learning）活動（也就是學習和記憶諸如名字、面貌之類不相關事物之間關係的活動）刺激海馬迴製造更多新的神經元。神經元新生的增加，在新的學習活動開始之前就啟動了，顯示出大腦的學習意圖，而且在學習活動結束之後還會持續一段時間，顯示神經元新生在記憶固化方面扮演的角色，以及間隔和費力的提取練習，對記憶在長期保留方面的良好效果。^[9]

當然，學習和記憶是神經的過程。提取練習、間隔練習、演練、原則學習和心智模式的建構能夠提升學習和記憶，這樣的事實是神經可塑性的證據，而且與科學家對記憶固化的理解是一致的：記憶固化做為一種媒介，能夠增加和強化神經通路，透過這些神經通路，人們之後能夠提取和應用所學知識。用安和理查．巴尼特（Ann and Richard Barnett）的話來說，人類智識發展是「一種與生俱來的傾向，和我們的生命史之間的終生對話」^[10]。那場對話的本質是我們在接下來要探討的核心問題。

智商是可變的嗎？

智商是基因和環境的產物。拿它跟身高相比的話：身高多半由遺傳決定，但數十年來，隨著營養改善，後來的幾代人已經長得更高了。同樣的，自一九三二年開始標準化取樣以來，世界上每一個工業化地區人們的智商都已經顯示持續性的成長，這種現象被稱為弗林效應（Flynn effect），政治科學家弗林是第一個讓這種現象受到廣泛關注的人。^[11]在美國，過去六十年間，平均智商上升了十八點。對於所有年齡組別而言，智商一百是智商測驗參與者的平均數，因此這種上升意味著：今日的智商一百，在智力上跟六十年前的智商一一八相

當。上升的是平均值，有若干理論試圖解釋這樣的現象，主要的一個理論是：學校、文化（例如電視）和營養已經發生了顯著變化，影響智商測驗的子項目所衡量的語言和數學能力。

理查·尼斯貝特（Richard Nisbett）在他的著作《開啟智慧》（*Intelligence and How to Get It*）中，討論了現代社會中的刺激普遍性，而幾年前並沒有這樣的現象。他提供了一個簡單的例子，幾年前麥當勞快樂兒童餐中放入了一個走迷宮的遊戲，這個遊戲比為資優兒童智商測試中的那些迷宮還要難。^[12] 尼斯貝特在該書中還談到「環境乘數」（environmental multipliers），他認為，高個子的孩子努力打籃球，在這項運動中發展出的高度技能，是有相同天賦的矮個子的孩子所不能及的；就如同好奇的孩子努力去學習，而同樣聰明但不好奇的孩子不去學習，那麼前者就會變得更聰明。學習選擇已經成倍數增加。或許一個非常小的基因差異導致某個孩子比另一個孩子更好奇，但在一個很容易激發好奇心且好奇心也很容易得到滿足的環境裡，這個效應被放大了好幾倍。

另一個塑造智商的環境因素是社會經濟地位，以及通常擁有較多資源和教育的家庭中比較普遍能得到的增加的刺激和培育環境。平均而言，在智商測試中，有錢人家的孩子比窮人家的孩子得分要高，而且來自貧窮家庭但被富裕家庭收養的孩子，比那些來自貧窮家庭但沒被收養的孩子得分要高，無論他們的親生父母的社會經濟地位是高還是低。

提升智商的能力充滿了爭議性，而且它是無數嚴謹程度不一的研究主題。發表於二〇一三年的一篇對現有提升幼童智力的研究進行的全面性檢討報告，讓這個問題露出了曙光，有一部分是因為這篇文章的作者們建立了嚴格標準，以決定什麼樣的研究有資格考慮。符合資

格的研究必須從一般非臨床的群體中取樣；必須有隨機化的實驗設計；必須包含持續性的干預，不能是一次性的治療或僅僅是測試經驗中的操弄；並且必須使用一種被廣泛接受的標準化的智力量度。這些作者們主要關注的是那些實驗涉及從出生前至五歲的幼童的研究，滿足要求的研究參與人數，超過了三萬七千人。

他們發現了什麼呢？營養對智商有影響。為孕婦、哺乳女性和嬰兒提供脂肪酸膳食補充品，有提升智商三點五至六點五點的效果。某些脂肪酸能夠提供人體無法自行產生的神經細胞發展的基礎，這些結果背後的理論是，這些膳食補充品支持新突觸的形成。其他諸如鐵和維生素B群等膳食補充品的研究強力顯示出有多種益處，但這些結論在被確認之前，需要透過進一步研究加以驗證。

在環境效應方面，這些作者發現，讓貧窮兒童接受早期教育，他們的智商提高超過四個點，如果這些早期教育是在教育中心而不是在家裡進行的話，則是增加超過七個點，在家裡刺激比較不能一致性的持續下去。（早期教育的定義是，學齡前的環境強化和結構式學習。）研究人員推測富裕家庭的孩子在家裡就擁有許多這樣的優勢，可能無法從早期教育中展現類似的進步。除此之外，人們普遍認為孩子加入這些早期教育計畫的年紀愈小，效果愈好，但是並沒有證據支持這樣的觀點。相反的，誠如約翰·布魯爾（John Bruer）所主張，證據顯示，生命的最初幾年並不是很快就會關閉的狹窄發展視窗。

在認知訓練的若干領域中，智商增加也有斬獲。研究人員給予低收入家庭的母親們資助，提供孩子教育工具、書本和拼圖遊戲，並且訓練她們幫助孩子學習說話和辨認家中的物品，這些孩子顯示智商提高了。擁有三歲孩子的低收入家庭的母親們，被訓練經常長時間的跟孩子說話，並且用許多開放的問題來吸引孩子回答，孩子的智商增加

了。唸書給四歲以下的孩子聽，能提高孩子的智商，如果孩子在閱讀過程中積極參與，家長鼓勵孩子闡述內容的話，效果會更好。唸書給四歲以上的孩子聽，無助於提高智商，而是持續加速孩子的語言發展。學齡前教育會提升孩子的智商超過四個點，而且如果學校還有語言訓練的話，智商提升會超過七個點。同樣的，並沒有證據支持富裕家庭的孩子接受早期教育、幼稚園或語言訓練有智商提升的現象，這些孩子已經享有富裕環境帶來的優勢。^[13]

大腦訓練？

那麼「大腦訓練」遊戲呢？我們已經看到一種新行業出現了，人們兜售線上遊戲和影片，保證像鍛鍊肌肉那樣鍛鍊你的大腦，來建立你的認知能力。這些產品主要基於二〇〇八年瑞士的一項研究，該研究範圍非常有限，而且研究結果尚未被複製。^[14]該研究重點在於提升「流動智力」（fluid intelligence）：抽象推理、掌握不熟悉的關係，及解決新類型的問題的能力。流動智力是構成智商的兩種智力之一。另一種是固定智力（crystallized intelligence），就是我們多年積累的知識庫。我們很明顯能夠透過有效的學習和記憶方法來提升固定智力，但是我們的流動智力呢？

流動智力的一個重要決定因素是個體工作記憶（working memory）的容量，一個人在解決一個問題（特別是有一定數量的干擾時），大腦能容納的新想法和關係的數量。瑞士這項研究的重點在於，給予參與者需要不斷提高難度的工作記憶的挑戰任務，大腦記住兩種不同的刺激，並將干擾期逐漸拉長。其中一種刺激是一系列的數字，另一種刺激是在螢幕上不同位置出現的一個小的方形亮燈。數字和方塊的位置每隔三秒鐘就變化一次。這項任務是一邊看一系列改變

的數字和變換位置的方塊，一邊判斷數字和方塊的每個組合，是否跟n次之前出現的某個組合吻合。在測試期間，數字n增加，使得對工作記憶的挑戰愈來愈難。

研究開始時，所有參與者都參加了流動智力測試。接著在最長達十九天的時間裡，他們被給予這些難度不斷增加的工作記憶練習。訓練結束時，他們被重新測試流動智力。所有人的表現都比訓練之前好，而且訓練時間最長的人進步最大。這些結果首次證明，透過訓練，能夠使得流動智力提高。

這個研究有什麼問題呢？

參與者人數太少（只有三十五人），而且他們都是來自於同質性高的高智力群體。此外，該研究只集中於一項訓練任務，所以並不清楚該研究對於其他的工作記憶訓練的適用程度，或該項研究的結果是否真與工作記憶有關，還是跟該項訓練的某些特質有關。最後，所提升的表現能夠保持多久並不清楚，而且就像上述提到過的，這些研究結果尚未被其他研究所複製。實驗結果能夠被複製是科學理論的基石。PsychFileDrawer.org網站保存了一份該網站用戶最想要看到結果被複製的前二十名心理學研究的名單，而這項瑞士研究高居榜首。最近的一次嘗試結果發表於二〇一三年，該研究重複了上述瑞士研究的實驗，但未能發現任何流動智力的提升。有趣的是，這項研究的參與者相信自己的心智能力已經被提升了，該研究的作者們將這種現象形容為幻覺。然而，這些作者們也承認，參與者相信訓練已經提升了自己的能力，受此激勵，自我效能的感受提高，能夠產生更大的毅力解決難題。^[15]

大腦不是肌肉，因此強化一項技能並不能自動強化其他的技能。提取練習和建立心智模式等學習和記憶的方法，能夠有效的強化在所練習的內容或技能方面的智能，但這些優勢並不會擴及對其他內容或技能的精熟上。針對專家大腦的研究顯示，軸突的髓鞘增加，與所專精的領域有關，跟大腦的其他部分無關。在鋼琴演奏家大腦中觀察到的髓鞘形成的變化，只與鋼琴技能有關。但是，使得練習成為習慣的能力是全面性的。就遊戲供應商所聲稱的「大腦訓練」能夠提升個體效能和自信心來說，那些優點比較可能是比較好的習慣的產物，諸如學習如何集中注意力和持之以恆的練習。

理查．尼斯貝特在其著作中談到環境「乘數」，它能夠從一個小的基因傾向產生不成比例的效果，如果遺傳方面好奇心稍微強一點的孩子，身處於能夠滿足其好奇心的環境，那麼她就能夠變得聰明很多。現在那個觀念已經動搖我們既有的信念。既然我不太可能很快就提升我的智商，那麼是否有方法或行為能夠做為認知的「乘數」來提高既有智力的表現呢？有的，這裡有三個方法：**1. 採納成長型思維模式（growth mindset），2. 像專家那樣練習，3. 建構記憶線索。**

成長型思維模式

讓我們回頭看那句格言：「不管你認為你行，還是不行，你都是對的。」實際上這句話不只是打趣，還隱含更多的真理。態度是非常重要的。心理學家卡蘿．德威克（Carol Dweck）的研究已經引起廣泛的注意，因為這些研究顯示，一個簡單的信念能夠對學習和表現產生何等巨大的影響：這個信念就是，你的智能水準並非固定不變，而是在很大程度上掌握在你自己的手中。^[16]

德威克和她的同事們已經在許多研究中複製並擴大了他們的結果。在一個早期的實驗中，她為紐約市一所初中的成績表現欠佳的七年級學生開設了一個學習班，教導他們關於大腦的知識和有效的學習技巧。其中一半學生還聽取了一堂關於記憶的講課，而另一半學生則是聽取關於費力的學習是如何使得大腦改變的解釋：當你努力嘗試學習新的東西，大腦形成了新的連結，久而久之，這些新連結使你變得更聰明。後一組的學生被告知，智力發展並非智力的自然演變，而是努力和學習所形成的新連結的結果。

在學習班結束之後，兩組孩子都回到原本的班上。他們的老師們並不知道有些學生已經被教導費力的學習會改變大腦的觀念，但是在這個學年中，那些學生接受了德威克所謂的「成長型思維模式」（相信智力很大程度在自己的控制之下），並且與第一組學生的比較下，他們後來在學習方面變得積極主動得多，所取得的成就也比較高。而第一組學生則是繼續抱持德威克所謂的「固定型思維模式」（fixed mindset）的傳統觀點，認為他們的智能受到天分影響，出生時就已經固定。

德威克的研究是受到好奇心所驅使，她好奇為什麼有些人遇到挑戰失敗就灰心喪志；而有的人則是以嘗試新方法和加倍付出努力來面對失敗。她發現，這兩種回應方式的根本差別在於個人如何看待失敗：那些將失敗歸因於自己無能的人——「我不聰明」，變得灰心喪志。那些將失敗解讀為不夠努力或方法不對的人，會更進一步去探索，嘗試不同的方法。

德威克發現，有些學生的目標在於**表現**，而另一些學生的目標在於**學習**。前者是在努力證明自己的能力；後者是在努力獲取新知識或技能。以表現為目的的人們無意識中限制了自己的潛能。如果你的重

點是證明或是炫耀自己的能力，你會挑選那些你有信心戰勝的挑戰。你想要看起來聰明，因此你重複的炫耀相同的技巧。但如果你的目標是提高能力，你會挑選那些難度不斷提高的挑戰，而且你會將挫折解讀為有用的資訊，這些資訊會幫助你進一步明確你的目標，使你更有創意，並更加努力。「如果你想要重複的炫耀一些東西，『能力』感覺像是內在的某種靜態東西，然而如果你想要提升你的能力，它感覺是動態的、可塑的，」德威克是這麼說的。學習目標引發的一連串思考和行動，是完全不同於表現目標。^[17]

矛盾的是，注重表現讓一些體育明星摔了斛斗。被譽為「天生好手」的他們，相信自己的表現來自天分。如果他們是天生好手，那麼他們應該不必努力就能出人頭地，事實上，許多這樣的運動員乾脆逃避訓練，因為需要訓練是他們的天賦終究不足以成功的公開證據。

專注於表現，而非學習和成長，會使得人們不願意冒險，或是愛面子，不願意讓自己陷入努力才能取得重大成就的處境。

德威克的研究工作已經擴展到這塊領域：讚美以及讚美對塑造人們如何回應挑戰的影響力。

這裡有一個例子。一群五年級學生，各自被給了一道謎題去解答。有些答對的學生被稱讚很聰明；另外一些答對的學生被稱讚很努力。接著這些學生被邀請去挑選另一道謎題，他們可以挑選難度相似的謎題，也可以挑難度較高但是如果他們努力試著解題就會從中學到東西的題目。多數被稱讚聰明的學生挑選了比較容易的謎題；而百分之九十被稱讚努力的孩子則挑選了比較難的題目。

在這個研究中，研究人員做了一個變化，學生們從湯姆和比爾兩人那兒拿到謎題。湯姆給的謎題努力就能夠解決，比爾給的問題則是

無解的。每個學生都從這兩人那裡拿到問題。在花力氣解答這些問題之後，有些孩子被稱讚聰明，有些被稱讚努力。在第二輪當中，這些孩子從兩人那裡拿到更多題目，而這次所有的問題都是有解的。令人意外的是，那些被稱讚聰明的學生當中，很少有人解出他們從比爾手中拿到的題目，即便這些題目跟之前他們從湯姆手裡拿到的一模一樣，而且他們也解答過這些問題。對於那些最在意自己在別人眼中是否聰明的孩子來說，他們在第一輪中沒能解決來自比爾的問題，不知不覺中讓他們產生挫敗和無力感。

讚美孩子們聰明時，孩子們得到的訊息是：被認為聰明是最重要的。「強調努力給予孩子一個他們能夠控制的珍貴變數，」德威克指出。但是「強調天生的智力剝奪了孩子對這個變數的控制，且無法提供好的回應失敗的方法。」^[18]

保羅．塔夫（Paul Tough）在他近期的著作《孩子如何成功》中，引用德威克及其他人的研究來佐證：我們的成功更多是取決於決心、好奇心和毅力，比較少仰賴智商，基本要素是童年時遭遇逆境並學習克服它。塔夫寫道，社會最底層的孩子們其生長環境充滿挑戰並缺乏資源，以致於他們根本沒有成功的機會。但是，這裡還有一個矛盾，社會最頂層的孩子們在溺愛中長大，常常被稱讚聰明，碰到難題就有直升機父母來搭救，從來沒有機會失敗，或是自己主動克服逆境，他們同樣也被剝奪了未來成功人生所不可或缺的性格培養的經驗。^[19]出生在三壘上的孩子，長大後認為是自己打了三壘安打，是不可能張開手迎接那些能夠幫助她發現全部潛能的挑戰。

將注意力放在看起來聰明上面，會使得人們不願意在人生中冒險，而那些小風險會幫助人們朝自己的渴望的目標前進；那些大膽、有遠見的行動會引領人們走向偉大。誠如卡蘿．德威克告訴我們的：

失敗給你有用的資訊，並給你機會去發現，當你真正下定決心時你有能力做什麼。

我們從德威克、塔夫和他們在這一領域的夥伴們得出的結論是：不只智商，自律、決心和成長型思維模式才是賦予人們充滿可能性的感覺，以及更高的學習和成功所需的創造力和毅力。「除非受到活性成分（active ingredient）所驅動，否則讀書方法和學習技巧是無法起化學作用的，」德威克如是說。這種活性成分就是必須簡單而深刻的了解到：提高能力的力量很大程度是在自己的掌控之中。

刻意練習

看到鋼琴師、西洋棋士、高爾夫球員等各領域專家的精采演出時，或許你會驚嘆他們一定很有天分，才能有這樣的能力，但是專家的表現通常不是源於某些遺傳因素或是智商優勢，而是源自於數千小時、安德斯．艾瑞克森（Anders Ericsson）所謂的持續性的刻意練習（deliberate practice）。如果重複做某件事可以被認為是練習的話，那麼刻意練習完全是另一回事：它是目標導向，經常是獨自進行的，而且包含重複的努力，去達到超越目前的表現水準。不管是什麼樣的領域，專業表現被認為是透過慢慢獲得較大數量的、愈來愈複雜的模式而獲得，這些模式被用來儲存關於在大量不同狀況下要採取哪種行動的知識。

以西洋棋冠軍為例：在研究棋局時，他能夠思考許多替代走法，以及每一種走法可能引發的無數不同變局。這些努力、失敗、解決問題，和重新嘗試是刻意練習的特徵，這些特徵構建了達到更高水準所需要的新知識、生理調整和複雜的心智模式。

當米開朗基羅終於完成西斯汀大教堂天花板上的四百多名真人大小的人物畫時，據說他曾經寫道：「如果人們知道，我有多努力才能練就這身本領，可能他們根本就不會覺得那麼了不起了。」他的仰慕者看到的只有才華洋溢的藝術創作，其實這需要四年痛苦的勞心和勞力。^[20]

刻意練習通常不那麼令人愉快，而且對於多數學習者來說，這種學習方法需要一名教練或訓練師，他們能夠協助辨別需要改進的表現領域、幫助學習者把注意力集中在特定領域，並提供回饋以使得學習者的感知和判斷保持準確。刻意練習的努力和毅力會重塑大腦和生理，以滿足更高水準表現的需要，但在任何領域取得專業能力，僅限於該領域。它並不會使學習者在獲取另一領域的技能方面得到某種優勢或領先。重塑大腦的練習有一個簡單的例子，就是手部的局部肌張力不全症的治療，這種症候群發生在一些吉他手和鋼琴師身上，他們重複性的演奏使得大腦重新布線，以為兩根手指已經合為一根。透過一系列具有挑戰性的練習，能夠幫助他們逐步重新訓練自己的手指分開移動。

人們有時候會認為專家擁有一種神祕的天賦，其中一個原因是，有些專家在觀看特定領域的複雜演出之後，能夠鉅細靡遺的憑記憶重建它。莫札特就以此聞名，他聽了一次，就能夠重建複雜的樂譜。但是艾瑞克森指出，這種技能並非憑某種直覺，而是來自專家在其領域裡的卓越感知和記憶，這種能力是該專家多年來在該領域取得的技能和知識的結果。多數在某領域達到專家水準的人，肯定在生活的其他領域表現平平。

艾瑞克森所研究的人，平均花費一萬個小時或十年去練習，才能成為他們領域的專家，而他們之中最傑出的人物在這些練習的時間當

中，花了比較大的部分在孤獨、刻意的練習上。這裡的核心概念是：專業表現是練習的數量和品質的產物，並非遺傳因素，而且如果擁有追求專業能力的進取心、時間和自律，資質平庸的人要成為專家並非遙不可及。

記憶線索

誠如我們提過的，**記憶術**是幫助我們將材料保留在記憶裡的心智工具，這些內容被賦予線索以方便回憶。（Mnemosyne是記憶女神，是希臘神話九位繆斯女神之一。）簡單的記憶術像是首字母縮略詞（acronyms），「ROY G BIV」代表彩虹的顏色；以及逆向首字母縮略詞（reverse acronyms），「I Value Xylophones Like Cows Dig Milk」代表羅馬數字從1到1000（V等於5；D等於500）的遞增數值。

記憶宮殿法（memory palace）是一種更為複雜的記憶術，對於組織和記住比較大量的內容很有用。它是基於可追溯至古希臘時代的位置記憶法（method of loci），將心像（mental image）與一系列實質的位置連結，以幫助記憶建立線索。例如，想像自己在一個非常熟悉的空間中，譬如你的家，接著你將這個空間的明顯特徵，好比說你的休閒椅，與你想要記住的某件事物的視覺影像加以連結。（當你想到休閒椅時，你可以想像一個肢體柔軟的瑜伽修練者坐在那裡的畫面，來提醒自己瑜伽課程要續課。）你家中的家具能夠和無數的視覺線索產生聯想，之後當你光憑想像走過房子就可以提取記憶。如果以特定的順序回想這些內容是重要的，那麼這些線索可以沿著通過房子的路徑來編排順序。（位置記憶法也可被用來將線索和非常熟悉的一段路上碰到的顯著事物做連結，諸如步行到街角商店的那段路）。

在我們寫這一段內容的時候，英國牛津的一群學生正在構建記憶宮殿，來為他們的心理學A-level考試做準備。在六週的時間裡，他們和老師每週都去城裡不同的咖啡館，他們在那裡喝咖啡放鬆，讓自己熟悉店裡的陳設，並且討論他們可以怎樣想像個性鮮活的角色人物在這間店裡，這些人物將為他們記憶中的心理學重點給出線索，而他們將會在考試中回答這些心理學知識。

之後我們會回過頭來討論這些學生的故事，但是我們先進一步討論這個技巧，它的效果非常好，而且是源自於意象為記憶貢獻生動性和連結紐帶的方式。比起文字，人類更容易記住圖像。（例如，大象的圖片比「大象」這個詞更容易回想。）因此，我們可以推論：將生動的心像與文字或抽象的內容連結，會使得這些內容比較容易從記憶中提取出來。一個強大的心像既牢固又能與許多東西串聯，如同一條串滿魚的繫魚繩，猛力拉，一整天的漁獲就來到水面。朋友提醒你，你們倆在一次旅途中跟某人有一場對話，你怎麼都想不起來。她告訴你談話發生的地點，你想像那個場景，啊，對了，所有的回憶如潮水般湧入腦海。圖像能為記憶提供線索。^[21]

馬克·吐溫在《哈潑》雜誌上發表的一篇文章中，談到了關於這種現象的個人經驗。

當年吐溫在巡迴演講時，利用一串粗略的文字來為演講的不同段落提詞，但是他發現這種方法不太令人滿意，因為眼睛掃過這些文字，看起來都很像。他嘗試不同做法，最後想到用一系列粗略的鉛筆素描來概述他的演說內容。這些草圖起了作用了。乾草堆下面的一條蛇告訴他從哪裡開始講述他在內華達州卡森谷的冒險故事。一把頂著狂風的傾斜雨傘將他帶到故事的下一段，每天下午大約兩點鐘從內華達州山脈吹下來的強風，諸如此類。

這些草圖喚起記憶的效果，引起吐溫的注意，某天給了他靈感來幫助他的孩子們。當時他們的保母花了很多時間，試圖用強迫的方式反覆灌輸英國的國王和女王的名稱和年代給這些孩子，但是他們還是很難記住。

吐溫靈機一動，試著將統治順序視覺化。

那時我們在農場。從房子的門廊，地面逐漸向下傾斜至較低的籬笆，右邊往上升至高地，我的小工作室就在那裡。一條馬車路蜿蜒穿過地面上山。我立樁標示從（威廉）征服者（Conqueror）開始的歷任英國君主，你可以站在門廊，清楚的看見每一個統治期及君主在位時間，從征服者下至維多利亞女王統治時期，接著在她統治下的第四十六年……八百一十七年的英格蘭歷史立刻盡收眼底！……

我量出八百一十七英尺的道路，每英尺代表一年，在每一個統治時期的開始和結束，我在路邊草皮上打入一個三英尺高的白松木樁，並在上面寫下名稱和日期。

吐溫和孩子們為每一位君王畫了圖標：征服者威廉是鯨魚，因為威廉（William）一世和鯨魚（Whale）都是W開頭，而且因為「牠是會游泳的魚當中最大的，而威廉一世是英國歷史中最著名的人物」；亨利（Henry）一世的圖示是母雞（Hen），以此類推。

我們從這條歷史之路上得到了許多樂趣，以及練習。我們的馬車跑在這條從征服者通往學習的道路，當我們經過標樁時，孩子們大聲說出名稱、日期和統治時間……我鼓勵孩子們不要再說「涼亭旁邊」或「橡樹（林）中」或「石頭臺階上」，換說東西是在史蒂芬時期、大英國協或喬治三世時期。他們毫無困難就養成了這個習慣。將這條

長路規劃得如此精準，對我也是大有幫助，因為我過去有把書本和其他東西到處放的習慣，而且還沒法說出它們的精確位置，因此經常不得不自己去拿，以便節省時間和避免找不到；但是現在我能夠說出我把它們放在哪個時代，並派孩子們去拿。^[22]

押韻法（Rhyme scheme）也能用來做為幫助記憶的工具。掛鉤法（peg method）是一種用來記憶成串事物的押韻法。從1到20每一個數字都和一個押韻的具體圖像配對：1（one）是圓髮髻（bun），2（two）是鞋子（shoe），3（three）是樹木（tree），4（four）是商店（store），5（five）是蜂房（hive），6（six）是戲法（tricks），7（seven）是天堂（heaven），8（eight）是門（gate），9（nine）是細繩（twine），10（ten）是筆（pen）。在10之後你加上便士1（penny-one），從三個音節的線索詞開始：11是便士1，太陽落（penny-one和setting sun押韻）；12是便士2，飛機膠（penny-two和airplane glue押韻）；13是便士3，大黃蜂（penny-three和bumble bee押韻）……等等，一直到20。你把這些押韻的具體圖像當作「掛鉤」，來「掛」你想要記住的東西，譬如今天你想要完成的事。不管你什麼時候需要有東西來幫助記住一串事物，這二十個圖像都會一直陪著你，隨時待用。因此當你忙著辦事時：bun（圓髮髻）給你一個髮型的圖像，提醒你為滑雪旅行買一頂帽子；shoe（鞋）提醒你要穿戴得體，提示你去取乾洗的衣物；tree（樹）提醒你族譜，暗示給你表兄弟姊妹寄生日卡片。押韻的圖像維持不變，雖然每次你需要在腦海中記住一串新事物時，這些圖像所引發的連結會改變。

你很熟悉的一首歌能夠提供一個幫助記憶的結構，將每一個樂句的歌詞連結到一個圖像，這個圖像將被用來做為提取想要的記憶的線

索。根據研究成吉思汗和蒙古帝國歷史的著名人類學家魏澤福（Jack Weatherford），傳統詩歌似乎曾經被用做記憶術，從蒙古帝國一端的中國至另一端的歐洲，橫跨長遠的距離，精確的傳送訊息。當時軍隊被禁止傳送書面訊息，他們如何傳達信息仍舊是個謎，但是魏澤福認為，記憶術是一種可能的方法。他指出，以蒙古的長調民歌為例，描繪一匹馬的動作，能夠用變化的音調和顫音演唱，以傳遞通過一個特定地點的移動訊息，譬如穿越大草原或矮山。

記憶術的技巧多到數都數不清，它們的共同之處是都有某種結構——數字結構、旅行路徑、樓面圖、歌曲、詩、格言、首字母縮略詞。這種結構是令人非常熟悉的，而這種結構的元素可以很容易和想要記憶的目標資訊連結。^[23]

現在讓我們回到那些準備A-level考試的心理學學生們：在牛津貝勒比斯學院的教室裡，一名有著一頭深色頭髮的十八歲學生，坐在那裡寫心理學A2考卷，我們姑且稱呼她瑪爾麗絲。她被要求在總計三個半小時的兩段考試中寫五道申論題。英國的A-level課程就相當於美國大學先修課程，是上大學的先決條件。

瑪爾麗絲承受許多壓力。一方面，她的考試成績將決定她是否能夠進入她所選擇的大學，她已經申請了倫敦政經學院，為了確保能夠進入英國頂尖大學，學生們需要上三門A-level的課程，而且那些大學先行公布學生必須取得的成績。通常他們需要每門課都需要拿到A，如果他們考不到規定的成績，他們必須進入嚴酷的配對程序，大學透過這個程序來補足剩餘的招生名額，這個程序很像買樂透，要看運氣。

如果這樣的壓力還不夠大，瑪爾麗絲為了在接下來的一個半小時中證明她精熟這個科目，必須準備的範圍是很大的。她和心理學課的同學們在A-level的第二年大學預備課程中，已經研讀了六大主題：飲食行為、攻擊性、關係、精神分裂症、異常心理學及心理學研究方法。在前五個主題中，她必須準備七個不同的申論題。每個申論題必須在十二個簡短的段落中闡明答案，譬如，描述論點或條件、現有研究及其重要性、對立論點、生物治療（例如，精神分裂症），以及這些與她在A-level第一年所學到的心理學基本概念之間的關連性。因此，她面臨著：五大主題，乘以每個主題七個申論題，每個申論題有十二個簡潔、論證充分的段落，來證明她對這個科目的精熟程度。換句話說，為了考試她必須準備總計三十五道申論題，加上關於心理學研究方法的一系列簡答題。瑪爾麗絲知道今天考試科目要考哪些主題，但她不知道會考哪個申論題，因此她必須準備所有的考題。

許多學生這時候根本就呆住了。儘管他們有很好的學習基礎，但是臨場狀況很可能讓他們在面對空白考試卷和監考人滴答作響的時鐘時，頭腦變得一片空白。花時間構建一個記憶宮殿，在這種地方就顯得彌足珍貴。你是否了解複雜的英國A-level考試並不重要，你只要明白這些考試很難又非常重要，這就是為什麼記憶術是非常受歡迎的考試工具的原因。

今天考到的三個主題是：人類攻擊性的進化論解釋、精神分裂症的心理和生物治療，以及節食的成功和失敗。好吧！關於攻擊性，瑪爾麗絲準備了城堡街上的香脆奶油甜甜圈店Krispy Kreme窗前的母狼和饑餓的小狼們。關於精神分裂症，她有主要商店街上的星巴克咖啡店的攝取過量咖啡因的咖啡師。至於節食，那就是玉米市場街上的咖啡館Pret-a-Manger店內那盆大又強勢的植物。

太好了！她在椅子上坐好，對她的知識和記憶能力充滿信心。她先處理節食那題。咖啡館Pret-a-Manger是瑪爾麗絲的記憶宮殿，用來妥善保管她所學到的關於節食的成功和失敗的知識。透過之前的造訪，她已經完全熟悉店裡的空間和陳設，並把她心中非常熟悉和生動的角色置入這個場景。現在這些角色的名字和行動就成為她的申論的十二個重點。

她想像進入這間店。她最愛的電影之一「恐怖小店」（Little Shop of Horrors）裡的食物植物正抓住瑪爾麗絲的朋友**赫爾曼**

（Herman），她的藤曼緊緊纏住他，阻止（restraining）他去拿不遠處的一大盤**起司通心粉**（mac and cheese）。瑪爾麗絲打開她的試卷，開始寫道：「**赫爾曼**（Herman）和**馬克**（Mack）的**抑制理論**

（restraint theory）認為，試圖不要飲食過量可能實際上提高了過量飲食的可能性。也就是說，對節食中的人而言，去抑制作用（失去控制）正是過量飲食的原因……。」

瑪爾麗絲用這種方式走完這間店並寫完這題申論：赫爾曼一聲**大吼**（roar），掙脫束縛，直奔（make a bee line）那盤食物，**猛吞**（inhaling）通心粉到快要撐爆的地步。「抑制理論得到了沃爾德（Wardle）和比爾（Beale）的研究支持，他們的研究發現，比起進行運動的肥胖女性，抑制飲食的肥胖女性**實際上吃得更多（猛吞通心粉）**，也比那些沒有改變飲食或生活習慣的那些肥胖女性吃得更多。然而，歐格登（Ogden）認為……。」瑪爾麗絲想像依順時針方向在店裡移動，碰到關於饑餓與飽足的邊界模式（boundary model）、肥胖的文化傾向帶來的偏見、基於小道消息的節食資料問題、與高水準脂蛋白脂解酵素水準（將lipoprotein lipase levels與little pink lemons小顆粉紅檸檬進行聯想）相關的代謝差異等線索。

她從咖啡館Pret-a-Manger走到香脆奶油甜甜圈店，腦海裡將內部陳設的線索圖像走了一遍，那些圖像繼而提示她所學到的關於攻擊性的演化解釋的知識。然後她又到了星巴克，那個瘋狂咖啡師和這間店的樓面設計和常客為她提供了線索，幫助她一一寫下十二段關於精神分裂症的生物治療的申論。

瑪爾麗絲在貝勒比斯學院的心理學教授正是詹姆斯．帕特森，那個有點像大男孩的威爾斯人，恰巧是世界記憶競賽的明日之星。^[24]貝勒比斯的教授填寫學生校外教學地點時，他們通常選的是牛津地區的薩伊德商學院的一堂課，或是阿什莫林博物館或牛津大學的博德利圖書館。詹姆斯則不然，他比較可能申請帶學生去城裡的六間不同咖啡館的任何一間，環境舒適，學生們能夠充分發揮想像力並建構他們的記憶方案。為了讓學生們牢牢記住所有三十五則申論題，他們將那些主題分成幾組，在咖啡館和貝勒比斯校園附近的熟悉地點為其中一組建構記憶宮殿、用掛鉤法來處理另一組主題，還用所喜愛的歌曲和電影中的意象來連結其他組的主題。

不過，我們應該強調一個重點。在帕特森帶學生進行建構記憶宮殿的校外教學之前，他已經課堂上先充分講解以便他們了解這些內容。

帕特森的一些學生從貝勒比斯畢業後，在大學裡繼續使用這種技巧，蜜琪拉．成賢．金（Michela Seong-Hyun Kim）就是其中之一，她向我們描述了她是如何為大學心理學考試做準備的。首先，她將講課投影片、課外閱讀材料和筆記全都收集起來，並將這些素材濃縮成重點，而不是完整的句子，這些構成了她的申論大綱。接著，她為記憶宮殿選擇地點。她將每個重點和宮殿中的一個場所加以連結，她能夠在腦海中想像這些場所。接著她為每個場所安排了瘋狂的人物，這

些人物會將她連向一個重點。當她坐在考場看到考題時，她花十分鐘時間，在腦海中把相關的記憶宮殿走了一遍，並列出每題的申論重點。如果她忘記了某一點，她會繼續走到下一個點，之後再填補那處空白。一有了初步的規劃，她就開始寫題，完全沒有在答對壓力下想不起答案的焦慮。^[25]她所做的是，和馬克·吐溫利用草圖來記憶演講內容差別並不大。

蜜琪拉說，在學習使用記憶術之前，跳過一個記不起來的重點但是稍後補上，這種做法完全不符合她的天性，但是記憶術給了她信心這麼做，她知道那些內容隨時會從腦海中跑出來。

記憶宮殿不是一種學習工具，而是用來組織已經學到的知識的一種方法，以便在做申論題目時能夠很快記起來。這是很重要的一點，有助於反駁記憶術只有在死記硬背時有用的常見批評。相反的，記憶術如果使用得當，可以幫助組織大量知識，以使得它們能夠被快速地提取。詹姆斯指出，蜜琪拉有信心能夠在需要時記起所學知識，不僅對克服壓力大有幫助，也節省了時間。

值得承認的是，香脆奶油甜甜圈點心店和星巴克雖不常被稱為宮殿，但在大腦想像力可以是很奇妙的。

二〇〇六年帕特森以新手之姿首次參加世界記憶力錦標賽，他表現不錯，以些微優勢擊敗美國的喬許·佛爾（Joshua Foer），名列第十二位。佛爾後來出版了《記憶人人Hold得住》一書，他在書裡講述了關於記憶術的親身經驗。帕特森能夠在兩分鐘內記住一副洗過的撲克牌的順序，把撲克牌交給你，然後閉著眼睛背誦這一副牌。給他一個小時的話，他能夠記住並準確無誤的背誦十或十二副撲克牌。頂尖的冠軍選手能夠在三十秒內記住一副牌，一小時內記住超過二十五副

牌，因此帕特森還有很大的進步空間，但是他是一個全力以赴的選手，而且正在迎頭趕上，不斷累積他的能力和記憶工具。

例如，就像「掛鉤法」用圖像來代表數字1到10，例如：1（one）是圓髮髻（bun），2（two）是鞋子（shoe）等，以便記住更長串的數字，帕特森已經熟記代表1到1000每個數字的每個特有圖像。這種成就需要長時間的練習和極度的專注力，這種就是安德斯．艾瑞克森曾說過的，孤軍奮鬥就是專業能力獲得過程的典型特徵。帕特森花了一年時間才將這一千個圖像牢牢鎖在腦海裡，這期間他還有關於家庭、工作和朋友的種種事情要打理。

我們在學校辦公室追上了帕特森，問他是否可以給我們示範快速記憶力，他很爽快的答應了。我們隨意唸出一串數字：

615392611333517，而且只唸一次。帕特森仔細聽著，然後說道：

「好吧，我們來用這個空間。」他環顧室內的固定設施：「我看到這臺飲水機變成了太空梭，當它正要起飛時，一輛地下列車快速地從飲水機底部飛馳而出。在飲水機後面的書架上，我看到饒舌藝人阿姆和『脫線總動員』（Naked Gun）裡的萊斯利．尼爾森（Leslie Nielsen）正在進行槍戰，而『神探可倫坡』（Lieutenant Columbo）正俯視著他們。」^[26]

怎麼才能夠讓這個場景有意義呢？他以三個數字為一組來記憶它們。每三個數字是一幅獨特的圖像。例如：615永遠都是太空梭，392永遠都是倫敦的堤岸地鐵站（Embankment tube station），611是萊斯利．尼爾森，333是阿姆，而517是神探可倫坡。為了理解這些圖像，你需要理解另一個基本的記憶術：帕特森將0到9每個數字與發音做聯想。數字6永遠是Sheh或Jeh音，1永遠是Tuh或Duh音，而5總是L音。因此，數字615的圖像是Sheh Tuh L，或是shuttle（太空梭）。

從000到999幾乎每一個三位數字都以一幅獨特的圖像住在帕特森的腦海裡，這些圖像賦予這些聲音具體的形象。譬如，針對我們的即興小測試，除了太空梭之外，他利用了這些圖像：

392 3 =m, 9 =b, 2 =n embankment

611 6 =sh, 1 =t, 1 =t shootout

333 3 =m, 3 =m, 3 =m Eminem

517 5 =l, 1 =t, 7 =c Lt Columbo

在記憶力大賽的口述數字項目中，大會以每秒一個數字的速度大聲唸給參賽者聽，帕特森能夠記住並準確背誦七十四個數字，經過大量練習，他記得的數目正在增加中。不靠記憶術的話，大多數人在工作記憶中最多能夠保留七個數字。這就是為什麼地方電話號碼的設計不超過七位數字的原因。順便一提，在撰寫本書時，口述數字的世界紀錄，也就是心理學家所謂的記憶廣度（memory span），是三百六十四個數字，由德國的約翰內斯．瑪羅（Johannes Mallow）所保持。

詹姆斯坦承，起初他是想為學業找條捷徑才被記憶術吸引的。
「不是最好的動機，」他承認。

他自學那些技巧，變得有點投機取巧，參加考試時，他知道所有那些名字、日期和相關的事實都已經在他的掌握之中。

他發現，自己並沒有精熟的是那些概念、關係和基本原理。他有著山頂，但沒有可以山脈、山谷、河流或是動植物，來組成全景，進而構成知識。

記憶術有時候被貶低為記憶力的小把戲，而不是從根本上幫助學習的工具，就某種意義而言，這是對的。記憶術提升智能的價值是在精熟新的內容之後才體現出來，就像貝勒比斯的學生們使用它們的方式那樣，做為方便的心智口袋，塞進他們所學的東西，並將每個口袋內的主要概念與生動的記憶線索連結起來，如此一來，他們能夠很容易地記起這些線索，並深入提取相關概念和細節，以備不時之需。

當噴射機飛行員麥特．布朗描述他在飛行模擬器駕駛艙中，花費數小時演練處理可能發生的緊急狀況所需要的不同的手部操作節奏，他重複演練他所記得的、在不同突發狀況下的不同處理模式，眼睛和手類似編舞的組合動作，在這裡正確而完整的儀器和開關順序是極為重要的。每一個不同的動作組合是一種應付狀況的記憶術。

凱倫．金（Karen Kim）是技藝精湛的小提琴家。當我們訪問她時，她是世界著名的帕克四重奏弦樂團（Parker Quarter）的第二小提琴。團員們多數是憑記憶演奏，這在古典音樂界很罕見。第二小提琴經常多半是伴奏，而記憶和弦的記憶術是主旋律的主題。「你在腦海中哼唱旋律，」金說道：「而你知道當旋律來到這裡時，你就改變和弦。」^[27]某些作品，比如賦格曲，有多達四個主題以複雜方式在演奏中流轉，要記住這樣作品的和弦特別困難。「你要知道，當我在演奏第二主題時，你在演奏第一主題。記住賦格曲是非常困難的。我需要更了解其他人的部分。接著我開始意識到那些我或許之前理智上知道，但並未留心傾聽的模式。記住和弦是了解作品的基本結構，也就是作品的地圖的一大部分。」當這個弦樂四重奏組合在熟悉新的作品

時，他們花許多時間不看樂譜慢慢練習，然後逐漸提高速度。讓我們想想，當喬治亞大學牛頭犬美式足球隊為週六晚上將遭遇的新對手打造戰術時，文思．杜利是如何逐步將場上不同的位置統合起來的。還有，神經外科醫生麥克．艾伯索爾德在急診室裡檢查一個槍傷患者，有條不紊的在腦海中演練即將進行的腦外科手術中可能遭遇的狀況。

將物理運動的模式看成是編排舞蹈，將一首複雜的旋律想像成美式足球從一個球員傳遞到另一個球員，也就是「了解作品的規劃」：所有這些都是通往記憶和表現的記憶線索。

持續性的提取能夠使得複雜內容變成人們的第二天性，而不再需要記憶線索：你將諸如牛頓的運動三定律這樣的概念固化為心智模式，你將這些心智模式如同速記一般加以應用。

透過重複使用，你的大腦將運動和認知的動作序列編碼並「整合成塊」，而你回想和應用它們的能力將變得像習慣那樣自然而發。

小結



本章講述的是簡單但影響深遠的事實：**費力的學習改變大腦**，建立新的連結和能力。我們的智能並非從出生就固定不變，而是，在相當大程度上由我們自己去塑造。這個事實是針對那個老是問我們自己「何必麻煩」雜音的大聲回應。我們做出努力，是因為努力本身會擴展我們的能力。我們的作為，決定我們能夠成為什麼樣的人，以及有能力做什麼樣的事。我們做得愈多，我們能做的就愈多。要擁抱這個基本原則並從中取得收穫，就需要在生命中始終保持**成長型思維模式**。

本章還談到了這個簡單事實：通往複雜知識技能的掌握，也就是專業表現的這條路，未必非得始於優秀的基因，但是這條路必然需要**自律、決心和毅力**；如果你擁有足夠的這些特質，成為一名專家是有可能的。而且，不管你努力想要精熟的技能是什麼：你為朋友生日寫的一首詩、心理學的古典制約（classical conditioning）關聯性學習的概念，或是海頓的第五號交響曲中的第二小提琴部分，**有意識的記憶術**都能夠幫助你組織和給予學習線索，以便隨時可以提取，直到持續的、刻意的練習和重複的使用，在大腦中形成較深入的編碼和下意識的知識技能的掌握，這些正是專業表現的特徵。

-
1. 沃爾特·米歇爾關於兒童延遲滿足感的經典研究的一個不錯的介紹：W. Mischel, Y. Shoda, & M. L. Rodriguez, Delay of gratification in children, *Science* 244 (1989), 933–938。非心理學家的讀者，可參見一個較易理解的介紹：Jonah Lehrer, “Don’t! The secret of self- control,” *New Yorker*, May 18, 2009, 26–32。該項研究的2011年的更新版：W. Mischel & O. Ayduk, Willpower in a cognitive- affective processing system: The dynamics of delay of gratification, in K. D. Vohs & R. F. Baumeister (eds.), *Handbook of Self- Regulation: Research, Theory, and Applications* (2nd ed., pp. 83–105) (New York: Guilford, 2011)。
 2. 卡爾森的故事敘述被轉貼在歷史學家鮑伯·葛拉罕（Bob Graham）所負責維護的網站上，葛拉罕的祖先是加州早期移民，詳細內容請參見：www.longcamp.com/kit_bio.html，本書作者進入此網頁查詢的時間為二〇一三年十月三十日。該傳記最早是於一八四七年夏天刊登於《*Washington Union*》，後重新刊登於：Supplement to the Connecticut Courant, July 3, 1847. Hampton Sides, *Blood and Thunder* (New York: Anchor Books, 2006), 125–126，內容敘述費利蒙對卡爾森此行的指示。
 3. 關於大腦可塑性的研究可參見：J. T. Bruer, Neural connections: Some you use, some you lose, *Phi Delta Kappan* 81, 4 (1999), 264–277。高德曼—拉奇克的引述出自布魯爾的這篇文章，該文轉引她面對美國各州教育委員會所發表的評論。針對重點在於腦損傷治療的大腦可塑性的進一步研究，可參見：D. G. Stein & S. W. Hoffman, Concepts of CNS plasticity in the context of brain damage and repair, *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 18 (2003), 317–341。
 4. 參考資料：H. T. Chugani, M. E. Phelps, & J. C. Mazziotta, Positron emission tomography study of human brain function development, *Annals of Neurology* 22 (1987), 487–497。
 5. 參考資料：J. Cromby, T. Newton, and S. J. Williams, Neuroscience and subjectivity, *Subjectivity* 4 (2011), 215–226。

6. 關於這項研究工作的一篇較易理解的介紹，請參見：Sandra Blakeslee, “New tools to help patients reclaim damaged senses,” New York Times, November 23, 2004。
7. 參考資料：P. Bach- y-Rita, Tactile sensory substitution studies, Annals of the New York Academy of Sciences 1013 (2004), 83–91。
8. 欲了解髓鞘形成原理，參見：R. D. Fields, White matter matters, Scientific American 298 (2008), 42–49, 以及 R. D. Fields, Myelination: An overlooked mechanism of synaptic plasticity?, Neuroscientist 11 (December 2005), 528–531。比較通俗的說明，請參見：Daniel Coyle, The Talent Code (New York: Bantam, 2009)。
9. 關於神經形成的一些參考文獻：P. S. Eriksson, E. Perfilieva, T. Björk-Eriksson, A. M. Alborn, C. Nordborg, D. A. Peterson, & F. H. Gage, Neurogenesis in the adult human hippocampus, Nature Medicine 4 (1998), 1313–1317; P. Taupin, Adult neurogenesis and neuroplasticity, Restorative Neurology and Neuroscience 24 (2006), 9–15。
10. 該引言語出：Ann B. Barnet & Richard J. Barnet, The Youngest Minds: Parenting and Genes in the Development of Intellect and Emotion (New York: Simon and Schuster, 1998), 10。
11. 弗林效應因詹姆斯·弗林而得名，他率先公布二十世紀已發展國家智商增高的趨勢：J. R. Flynn, Massive IQ gains in 14 nations: What IQ tests really measure, Psychological Bulletin 101 (1987), 171–191。
12. 此部份大量引述這本著作：Richard E. Nisbett, Intelligence and How to Get It (New York: Norton, 2009)。
13. 這項研究的出處為：J. Protzko, J. Aronson, & C. Blair, How to make a young child smarter: Evidence from the database of raising intelligence, Perspectives in Psychological Science 8 (2013), 25–40。
14. 這裡引用的研究為：S. M. Jaeggi, M. Buschkuhl, J. Jonides, & W. J. Perrig, Improving fluid intelligence with training on working memory, Proceedings of the National Academy of Sciences 105 (2008), 6829–6833。
15. 未能複製該工作記憶訓練研究結果的來源是：T. S. Redick, Z. Shipstead, T. L. Harrison, K. L. Hicks, D. E. Fried, D. Z. Hambrick, M. J. Kane, & R. W. Engle, No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study, Journal of Experimental Psychology: General 142, (2013), 359–379。
16. 卡蘿·德威克關於成長型思維模式的研究工作，許多文獻都曾經摘錄重點。下面是一份不錯的概述：Marina Krakovsky, “The effort effect,” Stanford Magazine, March/April 2007。關於德威克的兩篇文章，請參見：H. Grant & C. S. Dweck, Clarifying achievement goals and their impact, Journal of Personality and Social Psychology 85 (2003), 541–553, 以及 C. S. Dweck, The perils and promise of praise, Educational Leadership 65 (2007), 34–39。她也出版了一本書：Mindset: The New Psychology of Success (New York: Ballantine Books, 2006)。
17. 引述自德威克的話出自：Krakovsky, “Effort effect”。（請見注釋16。）

18. 德威克的引述出處：Po Bronson, “How not to talk to your kids,” New York Times Magazine, February 11, 2007。
19. 參考資料：Paul Tough, How Children Succeed (New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2012)。
20. 安德斯．艾瑞克森的關於刻意練習的研究，許多地方都有引述，其中包括：Malcolm Gladwell, Outliers: The Story of Success (New York: Little, Brown, 2008)。下面一文對艾瑞克森的研究工作有較容易理解的介紹：K. A. Ericsson & P. Ward, Capturing the naturally occurring superior performance of experts in the laboratory: Toward a science of expert and exceptional performance, Current Directions in Psychological Science 16 (2007), 346–350。
21. 自從古希臘時期以來，人們就知道心像以及它對學習和記憶的提升效力。然而，心理學家在一九六〇年代才開始用實驗方法研究這個主題。亞倫．派渥（Allan Paivio）的研究工作顯示出意象在受控研究中的效力。這裡有他的早期研究工作的概述：A. Paivio, Imagery and Verbal Processes (New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1971)。
22. 參見Mark Twain, “How to Make History Dates Stick,” Harper's, December 1914：
www.twainquotes.com/HistoryDates/HistoryDates.html，作者登入這個網頁的時間為二〇一三年十月三十日。
23. 在記憶術（及心理學家和教育學家對它們的態度）的歷史中，幾個世紀以來它們遭逢了各種反覆的命運。從古希臘和古羅馬時代一直到中世紀，受過良好教育的人士認為它是有價值的，因為他們需要記住大量資訊（譬如，在羅馬元老院發表兩小時的演說）。近年來，教育學家們對它不屑一顧，認為它只是對死記硬背式的學習有用。然而，誠如我們在本章中指出的，這種指控並不公允。如同詹姆斯．帕特森和他的學生們所使用的記憶術，它能夠做為組織方法來提取資訊（就像它們為古希臘和古羅馬人所做的那樣）。簡單來說，記憶術未必有利於理解複雜資訊，但使用一種記憶系統來幫助提取已經學會的資訊，這種做法可能極為有用。詹姆斯．沃西（James Worthy）和里德．杭特（Reed Hunt）在他們的著作中對記憶術的歷史和心理學研究做了極為精彩的介紹：
Mnemonology: Mnemonics for the 21st Century (New York: Psychology Press, 2011)。
24. 詹姆斯．帕特森是一名「記憶力運動員」，他在歐洲、中國、某種程度上也在美國參與這項新興運動。喬許．弗爾（Joshua Foer）在他的暢銷書中談及了這個新興的亞文化：Moonwalking with Einstein: The Art and Science of Remembering Everything (New York: Penguin, 2011)。一個人可能要花多久的時間才能按順序記住一副洗好的撲克牌？對你來說，需要很久。對一個頂尖的記憶力運動員來說，不到兩分鐘。Youtube網站上可以找到賽門．雷恩哈德（Simon Reinhard）在二十一秒九秒內記住一副牌的影片：www.youtube.com/watch?v=sbinQ6GdOVk，作者進入此網頁查詢的時間為二〇一三年十月三十日。這是當時的世界紀錄，但雷恩哈德已經打破這項記錄（二十一秒是本書撰寫期間時的紀錄）。雷恩哈德已經在練習時打破二十秒的紀錄，但尚未在計時的公開賽中實現。（賽門．雷恩哈德於二〇一三年五月八日在密蘇里州聖路易，與亨利．羅迪格及其他人以晚餐會的形式有過私人的交流。）
25. 蜜琪拉．成賢．金使用記憶術的經驗描述，是由詹姆斯．帕特森於二〇一三年二月八日在私訊中轉述給彼得．布朗。

26. 彼得．布朗和亨利．羅迪格於二〇一三年一月四日在密蘇里州聖路易採訪詹姆斯．帕特森。
27. 彼得．布朗於二〇一三年四月十八日在密蘇里州聖路易採訪凱倫．金。

第八章 牢記不忘

不管你希望做什麼，或是成為什麼樣的人，如果你想要有競爭力，那麼掌握學習的能力將會讓你加入戰局並維持不敗。

在前面幾章中，我們抗拒想要給予過多指導的誘惑，覺得如果我們列出從實證研究得出的理論，並透過例子做詳細的闡述，你可能對怎樣應用它們才是最好的，達成自己的結論。但是提前閱讀過那些章節的讀者們，已敦促我們要具體給予實用的建議。所以我們在這裡提出說明。

我們從給學生的小建議開始，特別是高中生、大學生和研究生。接著討論給終生學習者、教師的建議，最後則是培訓者。對這些不同的群組來說，儘管基本原理是一致的，但他們所處環境、生命階段和學習內容卻是不同的。為了幫助你想像如何應用這些建議，我們先講述幾個人的故事。這些人已經以某種方式找到了這些方法，並利用它們取得很棒的成果。

給學生的建議

請記住，最成功的學生是那些掌控自己學習的人，而且他們遵循一種簡單但是非常有紀律的方法。可能還沒人教你怎麼做到這一點，但是你可以做到，而且結果可能會令你吃驚。

請接受這個事實：有效的學習經常也通常是有些難度的。你會經歷挫折。這些挫折象徵著努力，而非失敗。挫折伴隨努力而生，而且努力會建立專業的知識和技能。費力的學習改變你的大腦，產生新連結，建立心智模式，進而提升能力。這所代表的意義是非常重要的：智能在很大程度上是在自己的控制之中。明瞭這個情況，克服學習困難就是值得的了。

以下是三個基本的學習方法。使它們成為習慣，並安排時間，定期實踐。

練習從記憶中提取新的學習內容

◆這是什麼意思？

「提取練習法」指的是自我測試。從記憶中提取知識和技能應該取代重複閱讀，成為你的主要學習方法。

◆如何應用提取練習這種學習方法？

當你閱讀教材或課堂筆記時，定期停下來，不看教材和筆記，問自己諸如此類的問題：主要概念是什麼？對我來說，哪些術語和概念是新的？我怎樣定義它們？這些概念和我既有的知識有何關連性？

許多教科書在每一章最後會供學習用的問題，這些問題是自我測試的好工具。自行出問題並寫下答案，也是一種好的學習方法。

在學期中每週留一點時間，針對課程學習內容替自己進行小測驗，測驗內容包括當週和前幾週所學。

進行自我測驗時，要核對答案，以確保對於自己理解和不懂的判斷是準確的。

利用小測驗找出還不熟練的部分，並集中學習加強。

你愈難從記憶中回想新的學習內容，這麼做的好處就愈大。只要你檢查答案並改正錯誤，那麼犯錯就不會對你造成阻礙。

◆直覺告訴你要這麼做：

多數學生專注於在課文、筆記和投影片上劃線和用標記重點。他們花費大量時間反覆閱讀這些材料，把課文和術語讀得很流暢，因為這感覺上就是在學習。

◆為什麼提取練習是更好的方法？

在複習教材一、兩遍之後，自我測驗與繼續反覆閱讀相比，前者是有效很多的學習方法。為什麼會這樣呢？關於這點，本書第二章有比較完整的解釋，但是我們在這裡列出一些重點。

藉由重複閱讀所獲得對於教材的熟悉感，會產生知識錯覺，但是這些感覺並非已經精熟所學內容的可靠指標。學習內容的流暢性有兩個不利的影響：它是你對於已經學會的內容的誤導性指標，而且它會讓你產生你會記得這些內容的錯誤印象。

相較之下，針對重點和術語背後的含義進行自我測試，能夠幫助你專注於核心原理，而不是那些不重要的內容或是某位教授的表達方式。小測試提供了一種可靠的方法，來衡量哪些內容你已經學會了而哪些還沒。此外，小測試能夠阻止遺忘。遺忘是人類的天性，但練習回想新的學習內容，能把它牢牢的留在記憶裡，並有助於將來回想。

透過自我測試定期練習新的知識和技能，能夠強化你對這些知識和技能的學習，以及你將它們與先驗知識連結的能力。

在學習一門課時，定期進行提取練習的習慣，將使你不再需要死記硬背和通宵熬夜。大考前你只需要少量時間學習。在考試前一晚複習一下所學內容，要比重新學習容易得多了。

◆你會有什麼感覺？

跟反覆閱讀相比，自我測試可能讓你覺得不舒服，並有挫折感，尤其是當新的學習內容很難回想起來時。跟反覆閱讀筆記和用標記重點段落相比，自我測驗感覺沒那麼有效。但是當你費力回想所學到的新知識時，你沒有意識到的是，每次你努力回想一段記憶，事實上你是在強化它。如果你在想不起來之後重新學習，跟你沒有嘗試回想相比，實際上前一種情形下你學得更好。提取知識或技能的努力，會強化它留在記憶裡的能力，以及你未來記起它的能力。

間隔進行提取練習

◆這是什麼意思？

間隔練習法意味著學習不只一次，但每次練習之間留下相當長的間隔時間。

◆如何運用間隔練習這種學習方法？

建立一個自我測驗的時間表，每段學習之間留下一定的間隔時間。間隔多久呢？取決於學習內容。如果你在學習記住一套名字和面孔，你就需要在初次見面後幾分鐘內複習一下，因為這些關連性很快就會被忘掉。在你初次接觸新的課文內容之後，大約一天之內你可能需要溫習一下。接著，或許間隔幾天或一週。當你感覺對於某些內容比較有把握時，針對這些內容，每個月對自己進行一次小測試。在整個學期的學習過程中，當你測試自己新的學習內容時，也要回去提取

之前的學習內容，並自問，前面學習的知識和後來學到的知識有何關連性。

如果你使用學習卡，不要因為答對幾次就停止測試，繼續把它們重新插入一疊卡片裡面，直到你精通它們的內容為止。唯有精通後才能把它們擱置一旁，但是要放在你會定期回去練習的那堆卡片裡面，或許每個月一次。任何你想要記住的東西，你都必須定期從記憶裡喚起它們。

間隔提取練習的另一種方法是，交錯學習兩個以上的主題，如此一來主題之間的切換讓你必須不斷回頭更新每個主題的記憶。

◆你的直覺告訴你要這麼做：

直覺說服我們投入幾段時間，專注的反覆練習某種我們想要精通熟練的東西，我們被引導去相信這種集中式「練習、練習、練習」的方法，是精通技能或學習新知識所必須的。有兩個原因使得這些直覺很有說服力，讓人很難不相信。首先，當我們反覆練習某樣東西時，經常會看到我們的表現進步了，這可以做為這種方法強而有力的支持證據；其次，我們沒能看到專注反覆練習帶來的進步，是來自於短期記憶，這種進步會迅速消退。未能意識到這種消退是何等迅速，讓我們留下了這種集中練習很有效的印象。

而且，誤信集中練習的效力，使得大多數學生直到考試快到時才開始複習，然後他們埋首一遍又一遍的複習，試圖將內容烙印在記憶裡。

◆為什麼間隔學習更好？

人們通常錯誤的認為，只要大量重複，你就能夠將某樣東西烙印在記憶裡。大量練習確實有用，但只有將練習時間間隔開才有用。

如果你使用自我測試做為主要的學習方法，並且將練習時段間隔開來，使得練習之間發生稍微遺忘的情況，那麼你就不得不更努力重建之前已經學習過的內容。實際上，你在從長期記憶裡「重新載入」這些內容。這種重建學習內容的努力，使得那些重要概念更為突出，更難以忘記，並且更為牢固的將它們與其他知識和較新的內容連結起來。這是一種強而有力的學習方法。（方法和原因在第四章有完整的討論。）

◆你會有什麼感覺？

集中練習的效果看似比間隔練習更好，但其實並非如此。間隔練習感覺比較困難，因為你已經有點生疏，要記起學習內容更難些。感覺上，你並未真正掌握它，然而事實上，正好相反：當你從長期記憶中重建學習內容時，你會覺得有點困難，但是你是在強化你對知識和能力的掌握，也在增強你的記憶。

交錯學習不同的問題類型

◆這是什麼意思呢？

如果你在努力學習數學公式，就要一次學習不只一種類型的問題，因此在不同的問題間切換，而這些問題需要不同的解決方法；如果你在學習生物標本、荷蘭畫家或宏觀經濟學原理，就把那些例子混合在一起。

◆如何使用交錯練習這種學習方法？

許多教科書是塊狀的學習結構：針對一類特定問題提出解決方案，譬如，計算橢球體的體積，並且給出許多例題，接著再換到另一個類型的問題（計算錐體的體積）。塊狀練習不如交錯練習有效，因此接下來我們告訴你該怎麼做。

當你建構你的學習規律時，每次碰到你了解一種新的問題類型和解決方法，但是你的理解還是很粗淺的情況，就要把這個問題類型與其他類問題交錯進行練習，如此一來，你就可以用切換的方式測試自己對不同問題類型的理解，並為不同的問題類型提取適當的解決辦法。

如果你發現自己陷入專注反覆練習一種特定的主題或技能時，就切換一下：將其他主題、其他技巧混和進來，不斷挑戰自己辨認問題類型及選擇正確解答的能力。

讓我們回到前文提過的一個運動的例子（參閱第四章），棒球選手練習揮打十五個快速球，接著打十五個曲球，然後再打十五個變速球，跟把這些球種交錯混合練習的球員相比，前者在練習時表現更佳。但是練習時要求把球種混在一起的球員，卻培養出分辨和回應每顆來球的能力並成為更好的打擊手。

◆你的直覺告訴你要這麼做：

大多學習者一次只專注於一種問題或樣本類型的多個範例，想要精通這一個類型並「完全學通了」之後，再繼續去學另一種類型。

◆為什麼交錯練習更好？

將問題類型和樣本混合起來，能夠提升你的能力，去辨識不同類型之間的差異，找出一種類型的統一特性，並在之後的測試或在實際

應用中提高你的成功率，在那些情況裡，必須辨別出你想要解決的問題類型，以便運用正確的解決方案。（在第三章有更全面性的解釋。）

◆你會有什麼感覺？

塊狀練習就是充分精通熟練某一類型的問題，之後再去練習另一類的問題，感覺（而且看起來）就像是隨著你的進展，你好像愈來愈熟練；而中斷一種類型的學習去練習另一種不同類型的問題，感覺上沒有連貫性，還產生反效果。即使學習者從交錯練習中對知識和技能有了更好的掌握，他們還是堅持認為，感覺上塊狀練習更有用。你或許也有過這種感覺，但現在你的優勢在於——你知道研究證明這種感覺是錯覺。

其他有效的學習方法

詳細闡述法能夠提升你對新的學習內容的掌握，並使你能獲得的心智線索大量增加，以供將來回想和應用（參閱第四章）。

◆它是什麼？

詳細闡述法是在新的學習內容中發現更多層次的含義。

◆例如：

例子包括，將學習內容與你既有的知識做連結，用你自己的話把它解釋給別人聽，或解釋它與你的課外生活有何關連性。

一種有力的詳細闡述法是，找出新學習內容的一個象徵或是視覺圖像。例如，為了對物理學中的角動量原理有更好的理解，想像一下，當花式滑冰運動員將手臂收攏靠近身體時，她的旋轉速度是如何

加快的；當你學習傳熱原理時，想像用一杯熱可可暖手，你可能對熱傳導有更好的理解；至於熱輻射，想像一下冬日的陽光是如何湧入書房的；至於熱對流，則回憶叔叔陪著你在亞特蘭大他最愛的小巷子裡慢慢閒逛時，冷氣機的一陣涼風會如何救你一命；當你學習原子結構時，你的物理老師或許已經用太陽系來做類比：太陽被比做原子核，而電子就像行星圍繞原子核旋轉。你愈能詳述新學習內容與既有知識的關連性，你對新內容的掌握就愈穩固，而且你所創造的記憶連結也愈多。

稍後在這一章，我們會告訴你生物學教授瑪麗．派特．溫德羅斯是如何透過分派任務，要求學生創造大張「摘要報告」，來鼓勵學生們進行詳細闡述。學生們被要求在一張紙上用圖說明當週學習的各種生物系統，他們被要求用圖表顯示，並透過關鍵字來顯示這些系統是如何互相關連的。這是詳細闡述的一種方式，它增加了好幾層的意涵，並促進對概念、結構和相互關係的學習。若無緣上溫德羅斯的課，學生就可以自行採用這樣的學習方法。

生成法有讓大腦更願意接受新的學習內容的功效。

◆它是什麼？

先試圖解答一個疑問，或是解決一個問題，之後才被給予答案或解決方法。

◆例如：

一個小例子是，為一段文字填上缺字（也就是說，自己生成這個字，而不是由作者提供），跟閱讀一段完整文字相比，前者這個動作

能夠產生更好的學習和記憶效果。

許多人認為，利用體驗的方式學習，對他們來說最有效，也就是說，透過做來學，而不是透過讀課文或聽講。體驗式學習是一種生成形式：你打算完成一項任務，遇到了一個問題，然後你運用你的創造力和儲存的知識試圖解決問題。如果有必要的話，你會透過專家、課文或網路尋求解答。透過先涉入未知領域，再摸索前行，比起別人請你坐下然後教你，前者你學會並記住解決方法的機會要大很多。得獎園藝家兼作者波妮·布洛吉特在第四章為我們提供了生成學習一個有力的例子。

當你閱讀新的課程教材時，你可以練習生成效應，先試著闡述你預期在新的教材中會發現的重要概念，以及你預期它們和你已經了解的知識有何關連性。然後閱讀該教材，看看你的預測是否正確。有了這樣的初步努力，即使教材內容和你的預期不一樣，你在篩選這份閱讀內容的主旨和關連性方面，還是會更為敏銳。

如果你上科學或數學課，學習不同類型問題的不同類型的解決方案，就試著在上課之前先解答這些問題。聖路易華盛頓大學物理系現在要求學生們在課前做習題。一些學生很不高興，抗議教授的工作就是教會學生怎麼解題，但教授們明白，當學生們在課前就先努力解決上課要教的內容，課堂學習的效果就會更好。

反思法是提取練習和詳細闡述的結合，它為學習增加了層次，並強化技能。

◆它是什麼？

就是花幾分鐘的時間，複習在最近的一堂課或經驗中你已經學到的東西，並問自己問題：什麼做得不錯？什麼可以做得更好？它讓你想起其他什麼知識或經驗？你或許需要學習什麼來把這些內容掌握得更好？或下一次你可以利用什麼方法來得到更好的結果？

◆例如：

生物學教授瑪麗．派特．溫德羅斯每週都要求學生做占總成績比重很小的「學習段落」的作業，學生被要求反思前一週的學習內容，並且描述他們在課堂上學到的東西如何和課外的生活連繫起來。這是一個很好的範例，學生們可以自行採用，而且跟花費幾個小時把課程投影片或課堂筆記逐字逐句抄寫到筆記本上相比，前者是更有成效的學習方法。

校正法是依照客觀的回饋，校正你對於自己知道什麼和不知道什麼的判斷，以避免被已經精通了的錯覺給騙了，這種錯覺讓許多學習者在考試時措手不及。

◆它是什麼？

每個人經常會有許多認知錯覺，第五章描述過其中一些。將對教材的熟悉誤認為對基本內容的掌握，就是一個例子。校正就是使用一種客觀工具去清除錯覺，調整你的判斷以更好的反映現實。目標是，確保你對於你知道什麼和你能夠做到什麼的判斷是準確的。

◆例如：

飛行員使用飛行儀錶來了解，什麼時候他們的感知系統在諸如飛機是否保持水平飛行等關鍵因素方面誤導他們；學生們使用小考和練習題來判斷自己懂的是否如想像一樣多。這裡值得明確指出——替自己進行測試的過程中，回答問題的重要性。我們經常看著練習題中的一道題，對自己說：對，我知道那個，然後就翻頁，答案都懶得寫。如果不寫出答案，你或許就會屈服於知識錯覺，而實際上你難以給出準確或完整的回答。你得把練習題當作真正的測試，核對答案，並將你的學習努力放在薄弱的部分。

記憶術幫助你提取你已經學習的東西，並將沒有組織過的資訊保留在記憶裡（參閱第七章）。

◆什麼是記憶術？

「Mnemonic」一詞來自希臘單字，意思是記憶，記憶術就像是心智的檔案櫃。它們給你很方便的方法來儲存資訊，而且當你需要時能夠再找到它。

◆例如：

這裡有一個非常簡單的記憶術，有些學生被教導用它來記住美國五大湖從東到西的地理順序：Old Elephants Have Musty Skin（老象有著發黴的皮膚。五大湖由東至西依序為Ontario、Erie、Huron、Michigan和Superior）。

馬克．吐溫使用過記憶術來教他的孩子們英格蘭國王和女王的在位順序，沿著房子的蜿蜒車道用木樁標示出這些君王的順序和在位時間，馬車載著孩子們慢慢的走著，圖像和故事娓娓道來。牛津貝勒比

斯學院的心理學學生們使用名為「記憶宮殿」的記憶術來將他們所學過、必須準備的知識組織起來，以便在A-level考試中進行論述。記憶術本身並不是學習工具，它們是用來創造心智結構，這些結構使得你能夠更容易提取你所學的知識。

以下是兩個學生的簡短故事，他們使用了上述的學習方法，成了班上的佼佼者。

醫學院學生麥可．楊恩（Michael Young）

麥可．楊恩是成績優異的喬治亞攝政大學醫學院四年級學生，他改變學習方法，使得自己從成績墊底躍升為頂尖學生。

楊恩並沒有常見的預科課程的基礎，就進了醫學院。他的同學們都有著生物化學、藥物學之類的背景。醫學院在任何情況下都相當難唸，對於楊恩這樣欠缺基礎知識的學生來說更是如此。

他眼前所面臨的挑戰規模之大，突然間變得很明顯。儘管他把能用的每分鐘都花在課程學習上，第一次考試他還是只得到六十五分。

「老實說，我被狠踹了一腳，」他說：「那個成績帶給我很大的打擊。我不敢相信會那麼難。它跟我之前的就學經驗完全不一樣。我的意思是，去上課時，通常一天會拿到大約四百張投影片，而且這是很密集的資訊。」^[1]既然沒辦法花更多時間學習，楊恩不得不尋找一種方法來使學習更有效果。

他開始閱讀關於學習的實證研究，並被測試效應深深吸引了。那就是我們一開始得知他這個人的原因：他寫了電子郵件給我們，詢問關於間隔提取練習在醫學院環境中的應用問題。楊恩回顧壓力很大的

那段期間：「我不只是想要找人給我學習的意見。每個人都有自己的看法。我想要真正的資料，關於這個問題的真正的研究。」

你或許會想知道，沒學過醫學預科課程，他是怎樣進入醫學院的？當時他已經有了心理學碩士的學位，從事臨床工作，後來成為一名藥物成癮的諮詢師。他跟許多醫生合作，慢慢的他開始思考，如果他行醫的話是否會更開心？他是否錯過他命定的行業呢？「我認為自己並沒有特別聰明，但我想要用我的生命做更多的事，這樣的念頭揮之不去。」有一天，他去了喬治亞州哥倫布地區當地的哥倫布州立大學的生物系，詢問如果他需要上哪些課才能成為醫師。他們笑了。

「他們說：『這所學校沒有人去當醫生。念喬治亞大學和喬治亞理工學院的人會去醫學院，十年來，我們沒有人去念醫學院。』」但楊恩並未因此打消這個念頭，他草草拼湊幾門課程。比如，為了滿足生物學的要求，在該校他唯一能選的是一門漁業課程。那就是他的生物學課程了。在一年之內，他上了這所學校能夠提供的所有醫學相關課程，於是他為醫學院入學考試惡補了一個月，並拿到了剛好足夠的分數，進入喬治亞攝政大學。

這時，他發現自己要越過最高的山頭還有很長的路要走。第一次考試已經非常清楚了，前方的道路一路直上。如果他還有任何攀登這座山的希望，那麼他的某些學習習慣就必須改變。所以他改變了什麼呢？他是這麼解釋的：

我對閱讀非常有興趣，而且那是我唯一知道的學習方法。我只會閱讀內容，不曉得除此之外還可以做什麼。因此如果我讀了內容，卻沒有牢牢記住，那我就不知道該怎麼辦。我從閱讀那些（關於學習的）研究報告得知，除了被動的接收資訊之外，你還必須做些什麼。

當然，重要的是要找出辦法從記憶中提取資訊，因為那就是考試時你將被要求做的事。如果在學習時你做不到這點，那麼在考試時你也做不到。

他學習的時候變得更加留意那一點。「我會停下來。『好吧，我剛讀了什麼？它是關於什麼？』我必須認真思考。『嗯，我相信它是這樣發生的：這種酵素做了這個，接著它做了那個。』接著我必須回過頭去，檢查我是錯的還是對的。」

這個過程並非很自然。「一開始它讓你感覺不舒服。如果你停頓下來，複述你正在讀的東西，並測試自己，要花的時間多很多。如果你一週內有一場考試，要複習的內容如此之多，速度慢下來會讓你很焦慮。」但是，他之前所知能讓他複習更多內容的唯一方法，也就是投入大量時間反覆閱讀的習慣，無法產生他需要的結果。即使這個過程很艱辛，他還是花了足夠久的時間堅持提取練習，至少他想看看是否有效果。「你就是必須相信這個過程，對我而言，讓自己相信它，真的是最大的障礙。結果，它對我來說，效果非常好。」

真的非常好，到了第二年開學的時候，楊恩把他的成績從為數兩百人的班級裡的墊底，拉高至名列前茅，而且一直保持優異的成績。

楊恩跟我們談到，他是如何將間隔式提取練習和詳細闡述的原理應用在醫學院的學習上。醫學院的學習挑戰來自於需要記憶大量的內容，以及需要了解複雜的系統如何運作，和它們與其他系統之間的關連性。他講的一些話很有啟發性。

關於決定什麼是重要的：

「如果是課堂講授的內容，而你有四百張投影片，你沒有時間去複習每一個小細節。因此你必須說，『好吧！這是重要的，而這是不重要的。』醫學院的學習完全是關於搞清楚如何分配你的時間。」

關於自我測試：

「回頭複習時，你不能只是反覆閱讀，你需要了解自己能否記起學習內容。我記得這個東西講的是什麼嗎？你永遠要先測試一下自己。如果不記得了，那麼你就回過頭去，再看一下，然後再測試一次。」

關於找出適當的間隔時間：

「我了解間隔效應，而且我知道，練習提取間隔的時間愈長，記憶效果就愈好，但是關於回想有多成功，還有一個取捨問題。例如，你有這些很長的各種酵素的名字，以及關於酵素作用的一步又一步的過程，或許當你學習十個酵素作用的步驟之後，你需要停下來思考一下，我能記住那十個步驟嗎？一旦我找到一個好的對策，知道多久做一次間隔練習，我就會開始看到持續一致的結果，從那時起，接下來就很容易了，因為那時候我可以只要相信這個過程，而且有信心，一定行。」

慢下來，發現含義：

楊恩在閱讀材料時也放慢了速度，他思考含義，使用詳細闡述去對內容有更好的理解，並存放在記憶裡。「當我讀到多巴胺是從腹側蓋區釋放出來時，它對我來說沒有多大意義。」重點是不要讓這些字只是「溜過你的大腦」。為了解多巴胺那句話的含義，他做了更深入的學習，從大腦中找出了這個結構，檢視了它的圖像，用他的想像力捕捉這個概念。「光是把它的樣子及其（在解剖結構中的）所在位置

形象化，就對我的記憶有很大的幫助。」他說，沒有足夠的時間學習所有東西的所有事情，但是停下來賦予它意義，有助於鞏固記憶。

楊恩的教授和同學看到了他驚人的表現。他獲邀去幫助有學習困難的學生，這是罕見的殊榮。他一直在教他們這些技巧，而且他們的成績變好了。

「讓我吃驚的是，人們對這個有這麼大的興趣。譬如在醫學院，我已經跟所有朋友講了這個，現在他們真的很感興趣。人們想要知道如何學習。」

心理學導論學生提摩斯．費羅斯（Timothy Fellows）

南加州大學教授史蒂芬．馬迪根（Stephen Madigan）對其心理學導論課堂上一名學生的表現大感吃驚。「這門課很難，」馬迪根說：「我用的是最難、最高階的教材，而且學習內容密集繁多。課程進行到四分之三時，我注意到這個名叫提摩斯．費羅斯的學生，他在所有課程活動中都拿到百分之九十至百分之九十五水準的分數，無論是考試、論文、簡答題和多選題。這些成績太優秀了。這麼棒的學生，嗯，肯定有過人之處。因此有一天我把他拉到一邊問他：『你能告訴我你的學習習慣嗎？』」^[2]

當時是二〇〇五年。馬迪根並不清楚費羅斯的課外生活，但是看到他出現在校園和美式足球比賽的次數，足以說明他除了學業之外還是有別的生活。「心理學不是他的主修專業，但卻是他感興趣的一門課，而且他施展渾身解數去學習。」馬迪根仍舊保留著費羅斯列出的學習習慣表，而且直至今日他依舊跟學生們分享它。

以下是其中一些重點：

- 課前一定要閱讀。
- 閱讀時，預測考試問題及解答。
- 聽課時在腦中自問自答，以測試自己對閱讀內容的記憶。
- 複習參考書，找出記不起來或不懂的術語，重新學習那些術語。
- 將用粗體標示的術語及其定義抄在閱讀筆記本裡，確保通曉它們的意思。
- 做教授在網上提供的練習題；從中找出不懂的概念並特別重點學習。
- 把課程資訊重新組織，自己設計學習指南。
- 將複雜或重要的概念寫出來，貼在床頭，不時測試自己對這些概念的掌握。
- 在課程進行期間進行間隔式的複習。

費羅斯的學習習慣是採用有效學習方法並堅持不懈的一個好例子，練習是間隔式的，當考試來臨之際，知識的記憶是很牢固的。

給終生學習者的建議

我們適才為學生們列出的學習方法，對任何年齡層的人都有效。但它們是以教室教學為核心。

終生學習者使用的是同樣的原理，不過是在各種結構比較鬆散的環境之下學習。

當然，在某種意義上，我們都是終生學習者。自出生的那一刻起，我們就開始認識周遭的世界，透過的方法包括：實驗法、嘗試錯誤法，以及偶爾所遭遇到的挑戰，這些挑戰需要回想過去類似情況的因應方法。換句話說，在本書中講述的那些技巧，如生成法、間隔練習法等都是活的（儘管這違反直覺），而且難怪，許多人已經發現自己有能力追求需要持續學習的興趣和職業。

提取練習

納撒尼爾·福勒（Nathaniel Fuller）是位於明尼阿波里斯市的格思理劇院（Guthrie Theater）的一名專業演員。在一次晚餐聚會上，該劇院知名藝術總監喬·道靈（Joe Dowling）聽說了我們的研究之後，立刻建議我們去採訪福勒，這使得我們對他產生了興趣。福勒似乎有能力把他所替補的角色的臺詞和動作學得非常完整，即便他沒有機會透過正常方式學習和排練，也能夠在最後一刻登臺並成功演出。

福勒是一名完美的舞臺專業人士，多年來他的學習角色的技巧已經爐火純青。他經常擔綱主角；有時候他可能在一齣戲裡演出若干較次要的角色，同時為主角做替補。他是怎麼做到的呢？

福勒拿到新劇本時，他將它放進活頁資料夾中，瀏覽一遍，並標出自己的所有臺詞。「我弄清楚自己得記多少臺詞。我試著估算一天能夠記得多少，接著我試著及早開始記好臺詞。」^[3]標出自己的臺詞，讓找臺詞更容易，並且讓他可以感受到劇本的構思，因此，這種

標示的使用，跟學生們在課堂上的用法頗為不同，後者只是為了反覆閱讀。「你理解了臺詞形式以及對白如何進行。」

福勒利用各種形式的提取練習。首先，他拿出一張白紙，遮住一頁劇本。他將白紙向下移，默默唸誦對手角色的臺詞，因為那些話提示他自己的臺詞，而且那些話語中的情感某種形式上是他自己的角色的對照。他遮住自己的臺詞，試圖憑記憶把它們大聲唸出來。他檢查有沒有唸對。如果他記錯臺詞，他就蓋住那一行，再說一遍。唸對時，他就露出下一段，繼續往下進行。

「知道你的角色的一半不只是要說什麼，而是知道什麼時候說。我並沒有超凡的大腦記憶，但我已經發現其中一個重點是，我需要盡最大努力，不看劇本唸出臺詞。我需要有那樣的努力嘗試，來使自己記住它。」

「我會像瘋了一樣練習。當我開始感到效果逐漸減弱時，我會停下來。接著第二天我再回來，而且我不會記住。我的許多朋友這時候就會恐慌了。但我就是相信，既然它已經在那兒了，下次再回來時會更好一點的。接著我會進行新的一大塊內容，直到這齣戲結束為止。」

在他耕耘劇本的過程中，他不斷從熟悉的頁面和場景邁入較新的內容，這齣戲就像絲線不斷被織進一幅逐漸成形的掛毯，每一個場景被前面的場景賦予意義，並依序延伸這個故事。當他到達最後一頁劇本時，他以相反的順序進行練習，從比較不熟悉的最後一幕場景移到前面一幕他比較熟悉的場景，接著再從這一幕繼續練習到最後一幕。然後他移到這兩幕場景之前的那個部分，一路練習到最後。他用這種往回走的方式練習，一直到自己回到第一幕。這種往後又往前的練習

方法，幫助他將比較不熟悉的內容和比較熟悉的內容縫合在一起，加深他對這個角色的整體掌握。

學習臺詞靠眼睛（就像它們在劇本中被編排的那樣），但是，他說，它也是「身體的演出，肌肉的演出，因此我嘗試以角色的身分唸臺詞，去理解臺詞的**情緒**。」福勒檢視劇本的措詞、用語的特徵，以及比喻的說法，以理解它們背後的含義。他研究角色的舉止、他在舞臺移動的方式，他的臉部表情——所有這些方面透露出帶動每一幕場景的潛藏情緒。種種的闡述幫助他發展出從情感上接近這個角色，並與這個角色發展出更深的連結。

他的提取練習也更上一層樓。現在，他唸出戲裡其他角色的每一句臺詞，用手掌大小的數位錄音機錄起來，取代書面的劇本，而且他盡量用他可以分辨人物的方式，「以角色人物的身分」去唸臺詞。他將錄音機塞在手裡，他的拇指清楚的知道那些按鍵的位置。拇指按下「播放」，福勒聽到這些角色的臺詞，然後輪到他；拇指按下「暫停」，他憑記憶說出自己的臺詞。如果不確定說對了沒，他就核對一下劇本，必要時，重播這段話，唸自己的臺詞，然後繼續練習這段場景。

當福勒擔任一個角色的替補演員時，在導演和演員們完成舞臺調度（演員與演員以及演員與佈景之間的組合）的規劃之前，他在家練習，把客廳想像成舞臺，並想像舞臺調度的設計可能是什麼樣子。在那裡，他用錄音機排練各幕場景，聽著他人的臺詞，說著自己的臺詞，他在想像的場景中移動，加入肢體語言，對想像中的道具做出反應。當福勒替補的演員在排練時，他在戲院大廳座椅後面觀摩，當舞臺上的演員在排練時，他自己也在後面排練。回家之後他會繼續練習，把客廳內的想像舞臺，改成已經規劃好的舞臺調度。

福勒的學習過程是各種適當挑戰的完美混和物：提取練習、間隔練習、交錯練習、生成（他的角色的靈魂、行為舉止、動機和特質），以及詳細闡述。透過這些技巧，他學會了這個角色以及許多層次的含義，正是這些含義使得一場表演栩栩如生的呈現在他自己和觀眾面前。

生成

二〇一三年，約翰·麥克菲（John McPhee）在《紐約客》發表了一篇關於寫作瓶頸的文章。當時八十二歲的麥克菲，在他傑出的職業生涯中，贏得許多獎項，並被譽為創造性紀實文學的先驅，他從他崇高的地位提出了自己對寫作瓶頸的見解。寫作瓶頸是如果要讓寫作計畫得以進行，就必須想辦法翻越的一道貌似無法逾越的障礙。寫作如同所有的藝術形式，是一種創造和發現的重複過程。許多想要從事寫作的人難以下筆，原因很簡單：除非他們清楚自己想說什麼，否則他們就無法讓自己去投入。麥克菲對這個問題的解答是什麼呢？他寫了一封信給自己的母親，告訴她自己覺得很痛苦，他對他想要寫的主題（一隻熊）原本寄予厚望，但是他對於怎麼寫毫無頭緒，而且，真的，他似乎終究不是個寫作的料。他想要解釋清楚那隻熊有多大，還有牠懶到不行，一天要睡十五個小時等等。「然後你回過頭去，刪掉『親愛的媽媽』以及所有那些哀怨和牢騷，只保留那隻熊。」

麥克菲的初稿是「隨口而出的糟糕作品」。「接著你把這個東西放一邊，坐上車，開車回家。一路上你的大腦仍在編織這些文字。你想到了一種更好的表達方式，一個好的句子來改正某個問題。如果沒有那份草稿，如果它根本不會存在的話，很明顯你不會想出辦法去改進它。簡單的說，你實際上每天可能只有兩、三個小時在寫作，但你的頭腦卻是用某種形式一天二十四小時在工作，沒錯，睡覺時也是，

但前提是有某種草稿或先前的版本存在。直到它存在，寫作才真正開始。」^[4]

這就是關鍵：學習和麥克菲「脫口而出的糟糕作品」的運作方式是一樣的。理解不熟悉的內容，一開始往往感覺笨拙和不夠準確。但一旦你的頭腦試圖弄明白某個新的東西，你的頭腦就開始自行對這個問題進行「編織」。一遍又一遍的閱讀文字，或是被動的觀看投影片，並沒有在動腦；花力氣用自己的話去解釋學習內容才有動腦——將事實連結，使它變得生動，將它與既有的知識連結。學習就像寫作，是一種參與。費力解除疑惑會激發你的創造力，使你的大腦從你的其他經驗中尋找相似性和參照性，也就是那些能夠被轉移和應用在這裡的知識。它使你急切的想要找出解決方案。而當你找到解決方案時，這個解決方案將與你先前的知識和能力一起深留在腦海中，這是幻燈片黏貼在你大腦表面的東西所無法比擬的。

因此，這裡借用麥克菲的話：當你想要掌握某樣新東西時，刪掉那些哀怨，去跟熊搏鬥吧！

反思

在第二章，我們提到梅約醫學中心的神經外科醫生麥克．艾伯索爾德如何利用反思的習慣來改善他的手術能力。反思涉及提取（我做了什麼？效果怎樣？）和生成（下次我怎麼可以做得更好？），並援引心像和心智演練（針腳更密一點如何？）。正是這種反思的習慣，使得他設計出一種手術方法，以修補頭骨後方的一個脆弱的靜脈竇結構，這個結構沒法被縫合，因為它有點平，拉緊縫合處時會撕裂。

喬治亞牛頭犬美式足球隊教練文思．杜利（參閱第三章）幫助他的球員利用反思和心智演練，學習他們的教戰手冊，以及為週六賽事進行調整。明尼阿波里斯市的員警大衛．賈爾曼（參見第五章）利用反思去加強他的臥底策略。

反思做為一種學習方法的力量，鮮明的貫穿於機長切斯利．薩利博格（Chesley Sullenberger）自傳《最高任務》（*Highest Duty*）全書。薩利博格機長就是那位於二〇〇九年奇蹟般的將美國航空1549號航班成功迫降在哈德遜河上的飛行員。在閱讀他的自傳時，我們不斷看到，他是怎樣透過訓練、個人經驗和仔細觀察他人，來磨練他對飛行和飛機控制的理解。這個過程最早始於他駕駛噴灑農藥的單引擎飛機，持續到他駕駛噴射戰鬥機時期，他花費時間調查商用航空公司空難，以及他對於為數極少的商用飛機迫降案例的細微分析，那時他特別注意飛機的傾斜度、速度和使機翼保持水平的教訓。薩利博格機長的成長歷程告訴我們，反思的習慣不只是在評估個人經驗或所觀察到的他人經驗。當這種習慣透過生成、形象化和心智演練，涉及心智的參與時，才會發揮出最強大的力量。

詳細闡述

當我們遇到鋼琴演奏家瑟爾瑪．杭特（Thelma Hunter）時，她正在為即將進行的一場音樂演奏會練習四首新作品：莫札特、佛瑞（Gabriel Faure）、拉赫曼尼諾夫和威廉．博爾科姆（William Bolcom）。現年八十八歲的杭特，五歲時在紐約贏得她的第一座鋼琴演奏獎項，此後一直從事鋼琴演奏事業。她堅稱她不是天才，甚至也不是特別知名，但是她的技藝精湛。除了和她的丈夫、心臟外科醫生山姆共同撫養六個孩子之外，她一生醉心於鋼琴的學習、教授和表演，今日她依然活躍於鋼琴界，汲汲追求她的鍵盤人生樂趣。

賦予新的學習內容多層含義，一直是杭特的學習方法的核心，並且提供了例證說明詳細闡述如何強化學習和記憶。當她學習新樂譜時，身體上她用指法、聽覺上她用聲音、視覺上她用樂譜上的音符，而思維上，她透過轉調這種方式自學。

杭特向年齡做了一些妥協。以前她從來不在演出前熱身，但是現在她需要了。「我的精力不像過去那麼好了。我的手指跨度也沒那麼大了。現在，如果我想記住某樣東西，我必須去想。以前我從來不需要那麼做，我就是完成所有部分，就記住了。」^[5]她將樂譜形象化，並做出思維旁注。「演奏時，有時候我會大聲的說：『這裡要高八度。』但在我的腦海中，我也看到樂譜上的那個位置。」杭特說的一段話與約翰·麥克菲關於寫作的觀察頗有共鳴，她說，在幾乎記住作品的那個時刻，「我會在開車，而且我能夠思考整部作品，我確實這麼做。它的思考方式，彷彿我是一名指揮家，在想著：『哦，如果我加快那個段落的速度，會更合理。我得練習一下那一段，才能更快一些。』離開鋼琴，那些是我能夠思考的大事情。」

杭特的練習方法是每天練習，練完新的作品，放慢速度剖析困難的段落，接著，因為現在她經常和一位大提琴手和一位小提琴手合奏，他們會一起練習這些作品，以便所有人對作品的解讀達成一致。

在第七章中，我們描述了安德斯·艾瑞克森的研究，探討專家是如何透過數千小時的單獨、刻意的練習，來構建心智模式的資料庫，他們能夠有效利用這些模式，來處理他們在專業領域裡會碰到的一堆狀況。杭特所描述的經驗似乎能夠證實艾瑞克森的理論。有時候她必須坐在鋼琴前，為演奏一個困難段落而設計一個指法方案。她說，很奇妙的是，她有一週沒有接觸那首曲子了，她坐下，彈完整首曲子，所用指法不是她曾經計劃的方式，但給她的感覺是完全自然而且熟

悉。這是個矛盾，但或許並不完全令人感到意外。她將此歸功於源自長年練習的潛意識，幫她找到比坐在鍵盤前面苦思對策的更為流暢的解決辦法。但就像麥克菲與他的熊搏鬥一樣，也許正是之前在鍵盤前苦思對策的努力，讓她的大腦能夠在記憶櫃裡找出某種更優雅和自然的解決方案。

給教師的建議

這裡我們對於給予太多框架還是有所顧慮。每位教師必須找到適合自己課堂的教學方法。然而具體建議可能還是很有幫助的。因此這裡提供一些基本方法，我們認為，這些方法會大大幫助學生在課堂上學習得更好。接下來是有些教師以類似的方式在做的一些方法簡要說明。我們希望你能夠在這些建議和例子之間，找到你能夠遵循和運用的實用點子。

向學生們解釋學習原理

學生們苦於許多關於學習的迷思和錯誤觀念的影響，造成他們在智能冒險（intellectual risk taking）何時及如何學習方面，做出一些令人遺憾的選擇。教師是一個適當的角色，來向學生們解釋實證研究已有關於人類如何學習的發現，因此學生們能夠更有效的管理自己的教育學習。

尤其必須幫助學生們理解以下基本觀念：

- 學習過程中某些種類的困難有助於讓學習效果更強和記憶效果更佳。
- 學習很容易時，往往學到的是表面且很快就忘了。

- 智力能力並非都是固定不變的。事實上，當學習很費力時，它會改變大腦、產生新連結並增加智能。
- 在被告知解答之前就努力嘗試去解決新問題，不要先知道答案才去解決問題，這樣你會學得更好。
- 想要在任何方面取得卓越成果，你必須奮力超越自己目前的能力水準。
- 奮鬥本質上經常會導致挫折，而挫折經常能夠提供必要的資訊，讓人能調整策略去達成對學習內容的掌握。

這些主題穿插於整本書當中，並在第四章和第七章有深入的討論。

教導學生如何學習

學生們通常不會被教導如何學習，而當他們受到這樣的教導時，常常得到錯誤的建議。因此，他們會受到那些遠非最理想的學習方法所吸引，諸如：重複閱讀、集中練習和考前死記硬背。

在本章一開始，我們提供了有效的學習方法。儘管這些方法的效果一開始看似令人懷疑，但是如果教師幫助學生們理解這些學習方法，並堅持採取這些方法足夠長的時間，來體會這些方法的好處，那麼學生將會從中受益。

在課堂中創造適當的挑戰

如果實際可行的話，使用經常性的小考幫助學生固化學習內容並阻擾記憶流失的過程。制定學生和自己都能夠接受的基本規則。如果小考的時間是可預期的，而且每次小考占總成績比重很小的話，學生

對小考的接受度會比較高。如果小考是簡單、迅速，並且不會造成學生討價還價要求補考的問題，教師也比較能接受。舉例來說，參考一下我們下面將會談到的凱薩琳·麥克德莫特（Kathleen McDermott）的做法，她在自己的人類學習和記憶的大學課程中使用了每節都小考的方法。

創造將**提取練習、生成和詳細闡述**結合在一起的學習工具。這些工具可以包括：需要學生在老師上課講解之前，先努力試著解決新問題類型的這些練習；學生可從網路上下載的練習題，用來複習所學內容和校正他們什麼懂了、什麼沒懂的判斷；需要學生反思學過的課程內容，並找出這些內容與其他知識或他們生活其他方面的關連性，所進行的寫作練習；學生用來摘要近期教材或講課內容時，需要「生成」的簡短陳述練習。

就算比重很少，也要將小考和練習題的成績計入課程總成績。練習成績計入總成績的班級學生的學習表現，優於做了相同的練習但不計入總成績的學生。

設計小考和練習，**回溯在學期中之前學過的概念和內容**，這樣一來提取練習持續進行，且學習是累積性的，這樣能夠幫助學生構建更為複雜的心智模式、加強概念化的學習，並對概念或系統之間的關係發展出更深刻的理解。（舉例來說，請參閱第二章，看看安德魯·索貝爾在他的大學政治經濟學課程中，是如何使用累積性的、占分比重低的小考。）

將課程講授的主題和問題**間隔、交錯並變換內容**，如此一來學生會經常切換，他們必須「重新載入」他們已經學會的每個主題的知識，以便弄明白新的學習內容與之前所學的有什麼樣的關連性和差異。

要透明

幫助學生理解你將適當的挑戰融入你的課程的方式，以及這麼做的原因。預先說明這種學習會帶來一些挫折和困難，並解釋為什麼值得堅持這麼做下去。可以考慮讓他們閱讀本章前面提到的醫學院學生麥可．楊恩的故事，他生動的描述了採用這些方法的困難和最終的好處。

華盛頓大學生物學教授溫德羅斯（Mary Pat Wenderoth）

瑪麗．派特．溫德羅斯將適當的挑戰引入她的課堂，以幫助學生們駕馭課程作業。她還致力於幫助學生們學習如何有效的管理自己的學習，以成為他們夢想從事的行業中的能幹的學生。循著那個方向，她還處理了另一項挑戰，幫助學生們學習判斷他們對課程內容的掌握程度屬於布盧姆教育目標分類學（taxonomy of learning）的哪一層次，以及如何上升到綜合與評鑑的層次。

布盧姆分類法將認知學習分為六個層次。這個分類學是由一個教育學家組成的委員會於一九五六年制定的，該委員會的主席是心理學家班哲明．布盧姆（Benjamin Bloom）。這六個層次從獲得**知識**（knowledge；最基本的層次），到發展對於基本事實和觀念的**理解**（comprehension）、能夠**應用**（apply）所學內容去解決問題、能夠**分析**（analyze）想法和關係以便做出推斷、能夠以新的方式**綜合**（synthesize）知識和想法，而最複雜的層次是，能夠用學習去**評鑑**（evaluate）觀念和想法，並基於證據和客觀標準做出判斷。

以下是溫德羅斯使用的一些主要技巧。

◆透明性：

一開始，溫德羅斯向學生們講授測試效應、適當挑戰的原理，以及「誤以為懂了」的危險性。她承諾，她的教學理念會是透明的，而且會在課堂上示範這些原則。不久前，她對我們說：「測試效應的整個想法就是，透過測試自己比重覆閱讀，能夠學到更多。但讓學生們那麼做非常難，因為很長的時間以來，他們一直被訓練要一遍又一遍的閱讀。」^[6]

我數不清有多少次學生跑來找我，他們給我看他們的教科書，書上用了四個不同顏色的筆做標示。我告訴他們：「我看得出來，你已經做了許多努力，而且你真的想要學好這門課，因為你在書上用了藍、黃、橘和綠色螢光筆來標示重點。」接著我不得不試圖告訴他們，這種方法做一次就夠了，之後再做都是浪費時間。他們的反應就像是，「怎麼可能？」我說：「你必須做的是，讀一點點，接著你必須自我測試，」但是他們不太清楚該怎麼做。

因此我在課堂上示範給他們看。大約每五分鐘，我針對我們剛談到的內容，丟出一個問題，我可以看到他們開始找筆記。我說：

「停，不許看筆記。只要花一分鐘自己思考一下。」我告訴他們，我們的大腦就像一座森林，你的記憶就在那裡的某個地方。你在這裡，記憶在那邊。你找到通往記憶的那條路的次數愈多，那條路就愈清晰，因此下次當你需要那段記憶時，就比較容易找到它。但一旦你拿出筆記，你就抄了近路。你不再搜尋探索那條路徑，別人已經告訴你路線了。

有時候，溫德羅斯會向全班同學提出一個問題，要求大家思考一下。她讓學生在前面的白板上寫下三個可能的答案，並讓大家以手指

頭數目代表相應的答案數字，投票選出他們認為正確的答案。她會指導學生去找「答案和自己不同的人，跟對方討論，並弄清楚誰的答案是正確的」。

溫德羅斯給予學生一種思考學習的新方式，而且她給了他們描述挫折的新詞彙。當學生們被一道考題給難倒時，他們通常會怪罪題目太刁鑽。學生抱怨考試時，她說，那不是解決問題的好辦法。但是現在，學生考得不好會來找她說：「我誤以為懂了。我要怎麼樣才能夠學得更好呢？」那是一個溫德羅斯可以幫忙的問題。

◆測試小組：

溫德羅斯已經將班上的「學習小組」改變成了「測試小組」。在學習小組裡，懂得最多的學生講，其他人聽，這裡強調的是記住東西。然而，在測試小組裡，大家一起努力解決一個問題，不能打開課本。「每個人都有一些零碎的資訊，你跟同學討論，把問題釐清。」這裡強調的是探索和理解。

溫德羅斯會問測試小組的學生，哪些概念他們覺得沒有真正弄明白。接著她會叫一名學生到白板前，試著解釋那個概念。當這個學生苦苦思索，或努力拼湊她知道的答案時，溫德羅斯會讓小組裡的其他學生向她提問，那些問題的答案會帶領她得出更大的概念。從頭至尾教科書都是闔上的。

◆自由回想：

溫德羅斯指定學生在每天結束時花十分鐘時間坐下來，在一張白紙上寫下他們記得的課堂上所學的所有東西。他們必須坐滿十分鐘。她警告說，這是很不舒服的，兩分鐘之後他們就會想不出東西了，但是他們必須堅持到底。十分鐘之後，他們會去拿課堂筆記，找出他們記得和忘掉的東西，並專注於他們忘記的內容上。他們從這個練習中所得到的收穫，將有助於下一堂課的筆記和問題。溫德羅斯發現，這種自由回想練習能夠幫助學生們將學習向前推進，並對於學習內容的互相關連性，發展出更為複雜的理解。

◆摘要報告：

溫德羅斯要求學生每週一交出一頁包含幾個特定面向的報告，學生用繪圖的方式闡述上一週的學習內容，上面標注重點、箭頭和圖表。她教的是生理學，是關於生命功能的研究，所以摘要報告的形式是大張草圖，上面滿滿是插圖編號、放大的圖、指引方向的箭頭等。這些摘要報告幫助學生們綜合一週的資訊，徹底思考系統之間是如何連結的：「這個造成這個，接著這個造成這個，這個再回饋到那些。我們在生理學中使用許多箭頭。學生們可以彼此合作，我無所謂。唯有交上來的報告必須是自己的。」

◆學習段落：

如果溫德羅斯覺得沒有給學生太多功課的話，她週五偶爾會讓學生寫一個占總成績比重很少的「學習段落」（learning paragraphs），她會提出一個問題，要求學生們準備一個有五、六句

話的解答。這個問題可能是：「消化道和呼吸系統有何相似性？」或者「你剛拿回你的試卷；下次你會有什麼不同的做法？」這裡的重點是，激勵提取和反思，並記住一週的學習內容，以免大學生活數不清的其他煩惱和娛樂活動讓他們把所學的全部忘光。「多年來我發現，如果我在考試前什麼都不做的話，他們會一直到考試前一天才做。」這種學習段落也讓她那些科學專業的學生們，得以練習寫一段清楚的敘述文字。她通讀這些解答，並慎重其事的在課堂上針對這些答案給予意見，如此一來學生們知道，老師會認真讀他們寫的東西。

◆布盧姆的學習分類法：

為了讓布盧姆的分類法更具體一些，溫德羅斯在她的考試的解答基礎上，將課程內容轉譯成布盧姆分類法的各個層次。也就是說，她為每一道題，對應分類法的每個層次提供了不同的解答：一個反映學習停留在知識層次的答案；一個反映理解的比較詳盡的答案；一個反映分析的比較複雜的答案，依此類推。當學生們拿回試卷時，他們也拿到解答。溫德羅斯要求學生辨認自己的答案落在分類法上的哪一個層次，並思考他們需要知道什麼才能提高他們的學習層次。

◆縮小科學的學習成就差距：

溫德羅斯和她的同事們已經進行了關於班級結構和主動學習原理的實驗，以幫助縮小科學的學習成就差距。基礎差的學生很少過得了入門等級的科學課程。結果是，就算學生的興趣和性向顯示有可能在科學領域有成功的事業發展，他們永遠也過不了這個門檻。由於某種

原因，這些學生在高中階段或是家庭教育中，都沒有學習過如何在這些具有高度挑戰性的學術環境中取得成功。

「對於我們當中大部分已經成功進入科學領域的人來說，」溫德羅斯說道：「每次我們跌倒時，旁邊總有人扶我們一把，或是告訴我們：『你要這樣爬起來。』你被教導，當事情不順利時，不管怎樣都要再接再厲，堅持下去。」

溫德羅斯和她的同事們在實驗中比較了「低結構」班級（採用傳統講課方式，期中和期末考試占總成績比重很大）和「高結構」班級（每天和每週都有占總成績比重很小的練習，提供持續不斷的分析能力訓練，這是大考要發揮得好所需要的能力）的結果。他們還傳授學生擁有「成長型思維模式」的重要性（參閱第七章中討論過的卡羅·德威克的研究工作），亦即，學習是艱苦的，費力學習能提高智能。

結果如何呢？在一門基礎生物學中，高結構班級相較於低結構班級，學生被當掉的比率顯著降低，也就是基礎不好的學生和基礎較好的學生之間的成績差距縮小了，研究同時顯示，考試結果達到布盧姆分類法的比較高的層次。而且，重要的不只是學生是否有做練習題。把練習計入課程總成績（即便比重非常低）的班級，跟進行相同練習但不計入總成績的班級相比，前者班級的學生在學期過程中的學習成就更高。

「我們跟學生們談到思維習慣如何影響這些結果，」溫德羅斯說：「你必須有這樣的訓練才能在科學領域取得成功。他們從來沒有思考過那一點，而每一門學科都有自己的文化。我們教育他們，像他們想成為的專業人士那樣思考。而且他們跌倒時，我們告訴他如何重新爬起來。」^[7]

美國西點軍校心理學教授麥馬修斯（Michael D. Matthews）

西點軍校的教學方法是基於一套名為「泰爾教學法」（Thayer method）的教學系統，這套系統大約是在兩百年前由西點軍校早期負責人希爾凡納斯．泰爾（Sylvanus Thayer）所創建。這套方法為每門課程提供了非常具體的學習目標，將達成這些目標的責任交給學員，並將小考和誦讀納入每一堂課。

西點軍校學員的成績取決於三方面訓練：學術、軍事和體能。西點軍校工程心理學教授麥可．馬修斯指出，學員的課業負擔很大，他們並沒有足夠的時間。為了從西點軍校畢業，學員們必須發展出一種能力，專注必要的目標，心無旁騖。馬修斯表示：「這是關於在多方面對他們有非常高的期望，並讓他們保持非常忙碌。」事實上，馬修斯會用這樣令人吃驚的方式對學員說：「如果你把這一章的每個字都讀了，就是沒有效率。」重點不是「將你的眼睛在那些字上滑過去」，你先提出問題，然後閱讀來尋找答案。^[8]

馬修斯的課很少有、或根本沒有講課的時候。這堂課一開始就是對指定閱讀作業的學習目標進行小考。從那裡開始，持續多日，學員們「養成寫黑板的習慣」。教室的四面牆都有黑板，每塊黑板前面都有一組學員，合力回答教授提出的一個問題。這些是更高階的問題，比每天的小考要難，需要學員們整合讀到的觀點並在概念的層次運用它們。它是提取練習法、生成法和同儕教學法的一種形式。每組學生選出一名代表對全班做報告，解釋該小組對這個問題的解答，然後接受大家的批判。課堂上的教學重心都在於建構，而非具體事實。不用老跑黑板的日子，學員參與其他形式的練習、示範或分組活動，這些

活動的目標在於理解和闡述隱藏在眼前具體事實之下的更大的抽象思維結構。

每堂課之前的明確學習目標，加上每日小考和有回饋的主動問題解決的訓練方式，讓學員保持專注、警覺和勤奮。

西點軍校有一個在戶外學習的重要技能：如何校準方位。這是在不熟悉的地域，用來保持方向的技能。爬上一棵樹或一塊高地，瞄準你要前去的方向的一個遠方地標。拿著指南針，注意你的地標偏離正北多少度。接著你下來走入灌木叢，繼續向那個方向前進。不時停下來校準方向，確保行進方向正確。小考就是在課堂裡校準方向的一種方法：你是否逐漸取得達成目標所需要的掌控能力呢？

馬修斯很榮幸看到他的兩名學生獲得了羅德斯獎學金。最近的一位是軍官學員凱莉·杭克勒（現在是杭克勒少尉）。杭克勒接下來兩年將在牛津大學度過，然後會進入約翰霍普金斯醫學院。跟我們說明校準方向的就是杭克勒，她表示：「在西點軍校的一切都是關於自己的責任，為尋找自己通往目標的道路負起責任。」^[9]例如，醫學院入學考試包括四大塊課程：閱讀、化學、生理學和寫作。杭克勒在腦海中為每一大塊課程創造她認為的最重要的學習目標，接著她在學習時，她開始回答這些目標問題。「我每三天進行一次練習考，看哪些弄錯了，並進行調整。」她在為自己校準方向。「許多學生白費力氣花了好幾個月讀書，試圖記住所有的東西，但對我來說，更重要的是了解概念。所以我的校準方向的作法是，好吧，這個問題在問什麼？更廣的主題是什麼，以及那是否和我為這個部分列出的重點吻合呢？」

本書作者之一（羅迪格）高中時期在喬治亞州蓋恩斯維爾的河濱軍事學院就讀。河濱軍事學院使用的也是一種泰爾學習法，每天上課都有小考、習題或作業要做。比起西點軍校那種精英軍事院校，這裡的年輕學員的程度差別更大，但是這種泰爾學習法非常有用。事實上，這種包含每天練習的學習方法，對於那些在課外不太願意勤奮學習的學生們來說，幫助尤其大。泰爾學習法是一種激勵他們不要鬆懈的方法，而且這個方法證實了瑪麗．派特．溫德羅斯（參閱前文）的實證研究發現：高結構班級能夠幫助那些欠缺有效學習方法和習慣的學生，去發展有效的學習方法和習慣，並在嚴格的學業環境中取得成功。

聖路易華盛頓大學心理學教授麥克德莫特

凱薩琳．麥克德莫特在一門關於人類學習和記憶的大學課程中，每節課都給學生進行占總成績比重很低的小考。這門課有二十五名學生，每週上兩次課，一共十四週，不包括幾次期中考試和一次期末考試。每節課的最後三到五分鐘，她會出四道題的小考。問題包括授課內容的重點、閱讀材料，或兩者都考。如果學生理解學習內容，就能把四道題全部答對，但做題時他們必須思考。小考那節課及之前學過的內容都是小考會考的，有時候，她會考過去的內容，因為她覺得學生們沒有充分掌握，需要複習。

麥克德莫特學期一開始就非常清楚的設定了基本規則。她列出了關於學習和測試效應的研究，並解釋為什麼小考效果很好，儘管它們感覺上似乎沒什麼效果。學期過程中學生可以缺考四次。相應的，缺課也不需要理由，而且沒有補考的機會。

一開始，學生不喜歡這種小考制度，學期起初幾週，麥克德莫特會收到學生的電子郵件，解釋他們缺課是有合理的理由，以及應當有補考的機會。她重申規則：可以缺課四次，沒有補考。

麥克德莫特說，這些小考提供學生一個上課的動力，而且如果他們四道題都答對，還能每天給自己一個加分的方法。學期結束時，她的學生們說，那些小考幫助他們跟上課程進度，以及知道自己何時偏離學習目標，需要加緊努力。

「小考的關鍵是為學生設定非常清楚的基本規則，並方便教授管理，」麥克德莫特說道：「學生方面只能選擇上課考試或不上課不考試；教授方面則是沒有補考的麻煩。」^[10]

那些小考共占課程總成績的百分之二十。除此之外，還有兩次期中考試和一次期末考試。後兩次考試是累積性的考試。累積性考試需要學生進行間隔式複習來加強學習效果。

伊利諾州哥倫比亞的公立學區

誠如第二章提過的，我們在伊利諾州哥倫比亞地區的一所初中跟老師們一起合作，以測試將占成績比重很少的小考整合進入課程的效果。該校一些參與了這項研究的老師採用了定期小考和其他形式的提取練習，其他沒參與研究但看到這些效果的老師也這麼做了。之後，這項研究案已經擴及該區的高中歷史和科學課程，經常性的提取練習不僅被用來加強學習效果，還被用來幫助教師將教學重點放在那些學生們需要提升理解和成績表現的領域。

伊利諾州教育委員會已經採用了新的幼稚園至十二年級（K-12）的數學和英語教育標準，以配合全美州長協會所主導，並獲得美國教

育部長支持的「各州共同核心標準」。「各州共同核心標準」建立了升大學和就業的標準，規定學生高中畢業時應該要達到這個標準。哥倫比亞學區就像其他學區一樣，正在重新設計更為嚴格的課程和考試，並讓學生做更多寫作和分析的作業，目標是提升更高層次的概念理解、推理和解決問題的能力，使得學生能夠達到該州所制定的標準。這場革新的一個例子是，全部的科學課程已經被一致化，因此學生們在學校的不同階段都會重複接觸到同一個主題。結果是更多的間隔和交錯的教學。譬如，在物質科學方面，中學生可能會學習辨別六種基本機械（包括斜面、楔、螺旋、槓桿、輪軸和滑輪）以及其工作原理，接著在後續的年級可能會回到這些概念，深入學習物理原理，以及這些基本工具可以怎樣組合和應用去解決不同的問題。

給培訓人員的建議

以下是培訓人員在各種結構較為鬆散的非教室環境中，所採用的訓練方法，這些方法跟教師在學校教書的原理是一樣的。

在職培訓

許多領域的有執照的專業人士必須取得持續性的教育學分，以保持技能與時俱進，以及持續保有執照。如同兒童神經科醫生道格拉斯．拉爾森在第三章中描述的，由於醫生都很忙，所以這種訓練通常被壓縮成週末研討會，會場設在飯店或旅遊勝地，議程主要就是吃飯和播放投影片的講座。換句話說，這裡看不到提取練習、間隔和交錯練習等學習方法的影子，與會者很難把很多他們所學的東西留在腦中。

如果你碰到這樣的情況，你可以考慮做下面幾件事：一、拿一份會議報告，用它們去測試自己對重點的掌握，就如同納撒尼爾·福勒針對劇情發展、自己的臺詞和角色的許多層次，測試自己的掌握程度一樣；二、每隔一個月左右，安排時間發電子郵件問自己問題，這些問題需要你提取從講座學到的重要內容；三、跟你的職業協會聯繫，要求他們考慮一下，按照本書提供的策略去修改培訓方法。

新的商用培訓平臺Qstream就是以測試效應為基礎，該訓練平臺幫助培訓人員透過行動裝置定期發送小測驗給學員，透過間隔提取練習強化學習效果。同樣的，名為Osmosis的新興平臺使用基於行動和網路的軟體，使得學員能夠接觸到數以千計的來自群眾外包

（crowdsourced）的練習問題和解釋。Osmosis將測試效應、間隔練習和社交網路結合起來，以幫助實現其研發者所稱的「學生帶動的社交學習」。Qstream（qstream.com）和Osmosis（osmose-it.com）顯示出為專業人士重新設計在職培訓方面的有趣機會。許多其他公司也在研發類似的計畫。

企業培訓人員凱西·麥克斯納（Kathy Maixner）

麥克斯納集團（Maixner Group）是位於奧勒岡州波特蘭的一間顧問公司，它幫助企業找出成長策略及提升銷售技巧。凱西·麥克斯納大小客戶都有。其中一個大客戶因為與麥克斯納合作，年營收增加了兩千一百萬美元。它的一個小客戶內門針灸（本章結尾將會談到它的故事）則是學習到如何在執業過程中，建立一個穩固的企業管理基礎。該診所的管理制之前曾經一度跟不上它的成長步伐。

我們對麥克斯納產生興趣，是因為她在職業生涯中發展出來的培訓技巧，跟本書描述的學習原理是如此吻合。簡單地說，麥克斯納認

為她的角色是幫助客戶從問題的表面症狀，深入挖掘根源，接著想出可能的解決方案，在仔細考量各種策略的可能結果之後，努力去實現這些策略。

麥克斯納告訴我們：「如果你直接提供解決方案，人們就不需要去探索你是怎麼得出那個解決方案的。如果他們自己找出解決方案，那麼他們就會是沿那條路走下去的人。他們應當走左邊還是右邊？我們討論這些選項。」^[11]

麥克斯納多年來跟許多不同領域客戶的合作經驗，幫助她能夠看到問題背後潛伏的危機。她經常使用角色扮演來模擬問題，讓客戶自己想出解決方案、測試那些方案、獲得回饋，並實踐那些有用的方案。換句話說，她引入困難，讓學習效果更穩固，並更準確的反映出客戶在市場上會遭遇的狀況。

農夫保險公司 (Farmers Insurance)

企業銷售培訓可以很複雜。一般而言，它是關於企業文化、信念和行為，以及學習促銷和保護品牌。它也是技術性的，要學習產品的特色和優勢。而且它也有一部分是戰略性的，要學習目標市場以及如何開發市場和做銷售。農民保險公司的主要銷售力是約一萬四千名的專門代理他們的產品的獨立保險代理人，訓練內容還必須包括幫助這些代理人成為成功的企業家，讓他們建構和管理自己的機構。

農民保險販售財產和災害險，以及諸如年金和共同基金等投資產品，每年共計大約兩百億美元。想要全面描述他們的培訓的話，可以寫成好幾本書，但是我們把重點放在農民保險如何協助新的代理人上軌道，也就是公司如何在銷售、市場系統、商業計畫，以及品牌推廣

這四個領域培訓他們。這間公司的新代理人培訓是一個非常好的例子：由於不同但相關主題的交錯學習和練習，各個主題互相添加涵義，加強了能力的寬度和深度。

該公司每年僱傭超過兩千名新代理人。其中許多人來自其他傳統行業，他們受到能夠經營自己的事業的好處和成為成熟品牌的代表的機會所吸引。新進代理人來到兩個培訓場地，接受為期一週的密集培訓，培訓的複雜程度是呈螺旋式上升的。

一開始，與會人士被提供一堆雜誌、剪刀和做標記的筆，他們會用這些東西在紙板上用圖說明，對他們個人而言，五年之後成為一名成功的農民保險代理人會是什麼樣子。對某些人來說，板子上顯示的是華廈豪車。對另外一些人而言，是孩子上大學、年邁的父母受到妥善照顧。這裡的重點很簡單：如果你對成功的定義需要，打個比方，一年二十五萬美元的營收和兩千五百份保單，我們能夠幫助你推算回去，為你計算，四年內、三年內，甚至三個月內你需要做到的業績。板上的圖顯示你的遠程目標，那些階段目標是你的路線圖，而那些在未來幾天、幾個月將要學習的技能，是使你能夠完成這段旅程的工具。

從此開始，這一週不太像是由上而下的講課，這裡沒有投影片教學這類東西，而是關於自下而上的學習，就像是：「為了成功，我需要什麼樣的知識和技能？」

學習透過一連串的練習展開，周而復始的練習銷售、市場系統、事業計畫和公司價值與品牌的推廣，亦即一而再的回到每個主題，要求與會人士回想之前學過的內容，並將其應用於一個新的、更大的情境中。

例如，當學員們剛到的時候，他們被分派到紅隊、藍隊或綠隊。紅隊被要求去跟屋裡的人**見面**。藍隊被要求去**了解**屋內某人的**三樣事情**。綠隊被要求去詢問班上的另一名成員的家庭狀況、先前的**職業**、最喜歡的**娛樂形式及喜好**。當班級重新集合時，他們相互交流自己對他人的了解，很快的，以結構性的方式與他人的對話的綠隊，明顯比其他人的了解程度都要深入得多。

那一週稍後討論銷售時，這個問題就出來了，了解潛在客戶的有效方式是什麼？有人就回想起最開始那個成功的認識練習：詢問對方的家庭（family）、職業（occupation）、娛樂（recreation）和喜好（enjoyment）。現在這個破冰技巧變成了解潛在客戶的便利工具，它還有了一個英文縮寫簡稱「FORE」。

在這一週中，上述的四個培訓主題反覆出現，提出一個重點後，接著轉向相關問題的練習。其中有一次，學員們腦力激盪哪些行銷和拓展策略可以帶來一連串的銷售線索，他們需要這些線索來達成銷售目標。有一個有效的銷售和行銷系統，它有個名為「5—4—3—2—1」的結構。每月五個新的商業行銷行動，備好四個交叉行銷和四個留客計畫，每天安排三個會面，保住其中兩個會面機會（潛在客戶經常需要更改會面時間）、每名新客戶一次平均購買兩份保險。按每個月二十二個工作日計算，那就是大約一年五百份新保單，達到前述的代理人五年兩千五百份保單的目標。

練習是一種重要的學習方法。舉例來說，他們練習如何處理一個銷售線索。試圖賣出公司產品是他們學習銷售的方式，也是他們了解所銷售產品的方式，而不是坐在那裡，盯著投影片上一長串的產品特色。你當代理人，我做客戶。接著我們互換角色。

這些練習還與其他的練習交錯，後者幫助新代理人了解公司歷史，它所代表的意義，以及公司產品在人們生活的價值，例如，透過這些產品如何幫助人們從卡崔娜颶風等巨大災難中重建生活的這類故事。

考量到行銷的重要性及新進代理人不得不投入的有限資源，一個代理人要怎麼決定什麼樣的策略有效呢？問題來了：你預期能從直接郵寄廣告的行銷方式得到多少合理回應呢？這些代理人仔細思索並大膽猜測。通常，至少有一名以上的學員曾經有過直接郵寄廣告的行銷經驗，提供讓人清醒的答案：回應的機率接近百分之一，並非許多人所猜想的百分之五十。

一旦你發現一個銷售機會，你怎麼樣才能找到公司產品能夠滿足的客戶需求呢？他們回到那個暱稱為「FORE」的便利工具。現在，詢問某人的家庭、職業、娛樂和喜好已經不只是增進了解的工具，而是成為習慣。它打開了一扇門，通向潛在客戶生活中四個最重要的領域，在這些方面，保險和金融產品能夠幫助客戶保護財產並達成財務目標。從一個主題轉回另一個主題時，理解會加深，而新的技能也成形了。

如此一來，透過生成、間隔練習和必要核心課程的交錯進行，加上始終留意五年長期目標和前進路線圖，新進代理人學到了他們需要做及該怎麼做的方法，以使得自己成為農夫保險這個大家庭的成功一員。

加飛換油（Jiffy Lube）

如果你認為創新的訓練手法不可能出自地方上的汽車修理行，加飛換油或許會讓你大吃一驚。該公司有一套名稱巧妙的「加飛換油大

學」綜合教育課程，幫助其特許加盟商贏得客戶、減少雇員流失率、擴展服務範圍，以及提升銷售。

加飛換油在美國和加拿大擁有超過兩千家服務中心，提供換機油、輪胎輪換及其他汽車維修服務。雖然該公司是殼牌石油公司的子公司，但是每間店的所有權和經營權都屬於獨立的特許加盟商，這些店家自行僱用員工服務顧客。

快速換機油事業，就像大多數其他服務業一樣，必須因應市場變化和技術進步做出調整。合成潤滑劑使得換機油的頻率減少，而且因為汽車已經變得更複雜，汽車維修行業的員工需要更高層次的培訓，來理解故障診斷原則並提供適當服務。

所有員工的專業能力在得到認證之前，是不能為顧客的汽車提供服務的。為此，他們進入加飛換油大學，這是一個以網路為基礎的學習平臺。認證過程始於互動式電子學習，加上經常性的小測驗和回饋，以學習特定的工作需求以及進行方式。當員工考試得分達到百分之八十以上時，他們就可以展開在職培訓，透過遵循書面指導手冊來練習新技能。手冊詳述了每項服務的分解步驟，這些步驟數目可能多達三十，而且是由一組人完成，期間經常需要彼此呼應（例如，一名技師在引擎上面工作，另一名技師在下面，之間的相互照應）。主管給員工培訓，並在每個步驟上打分數。技師展現出精練的技術後，主管會簽名，認證會記錄在個人的永久檔案中。技師們每兩年就必須重新認證，以使得他們的技術能夠符合公司要求的標準，並因應操作和技術的改變做出調整。諸如剎車修理或進行引擎診斷等要求更高的高階服務工作，也是以同樣的方式培訓的。

電子學習和在職培訓是主動的學習方法（active learning strategies），包含了各種形式的小測驗、回饋及間隔和交錯練習。所

有進展都由電腦在一個虛擬「儀錶板」上顯示，提供個人化的學習計畫，使每名員工都能追蹤自己的表現、專注於需要提升的技能，並按照公司的培訓時間表來監督自己的進度。加飛換油的員工們通常是年齡介於十八至二十五歲的首次求職者。技師取得某項工作認證後，就開始進行另一項工作的認證，直到完成店裡所有職位的認證，其中包括管理職位。

加飛換油國際公司的學習與發展經理肯恩·巴爾伯（Ken Barber）表示，培訓需要吸引人，才能抓住雇員的注意力。在與我們進行訪談時，巴爾伯正在替一個為公司主管設計的電腦模擬遊戲做收尾的工作，該遊戲的名稱為「分店經理的一天」。服務中心經理面臨各種挑戰，需要從一堆可能的對策中做選擇。經理的選擇會決定遊戲如何展開，遊戲會提供回饋和機會去爭取更好的結果，強化他們的決策能力。

加飛換油大學創辦六年來，獲得了培訓界的許多讚譽，並贏得美國教育委員會的認可。通過所有工作認證的員工相當於獲得七個小時專上教育學分。自從這項認證計畫開辦以來，員工流失率已經大幅下降，客戶滿意率也已得到提升。

「對加飛換油加盟店的多數員工來說，這是一種進入勞動市場的方式，而且這個培訓課程幫助他們持續成長並擴展知識，」巴爾伯說道：「它幫助他們找到了一條通往成功的道路。」^[12]

安德遜門窗（Andersen Windows and Doors）

在安德遜門窗，精益求精的企業文化顛覆了傳統意義上的學習：生產線上的工人教導經理人如何讓工廠更有效率。

這個故事與本章的其他故事相較，在兩個方面有點不同。它有一部分是關於創造工作場所的學習文化，有一部分是關於授權員工去利用所學知識去改變工作場所。透過鼓勵員工找出工作上的問題、並提出改進的建議，該公司支持了我們曾經討論過的最有力的學習技巧之一：努力去解決問題。

該公司一個名為安德遜替換窗（Renewal by Andersen）部門是一個不錯的討論重點，這個部門製造各種類型和大小的替換窗戶：雙懸掛窗、豎鉸鏈窗、滑動窗、大型落地窗，以及非傳統形狀的特製窗。

在明尼蘇達州卡帝奇格羅夫地區的安德遜替換窗部門的廠房裡，他們的雙懸掛窗生產線上，八個小時一個班次有三十六名員工，分別於三個工作間工作，一個工作間製造窗扇，一個製造窗框，一個最後組裝。每個工作間有四個工作站，由一名組長負責該工作間的安全、品質、成本和交貨。工人們每兩小時更換工作，好將重複拉扯性的損傷降到最低，並擴大交叉訓練。如同交錯練習兩種以上不同但相關的主題那樣，經常交換工作崗位，建立了一種對該小組所負責的完整程序的理解，也讓工人在碰到不可預測的狀況時能更全面性地採取因應之道。

你或許意料得到，每項工作都是按照一份書面標準來運作，內容說明了每一個步驟，以及該步驟的操作方式。對於產品和品質的一致性來說，書面標準必不可少。工廠經理雷克．溫岷（Rick Wynveen）表示，如果沒有這種標準，那麼四個人就會用四種不同方式來做這個工作，產品就會產生四個版本。

新員工上工時，他們會接受培訓，這種培訓使用一種練習和回饋的教學順序，溫岷稱之為「告知（tell）—示範（show）—做（do）」

—檢查（review）」。新員工會跟一名有經驗的員工搭檔，練習是在職訓練，而且回饋使得學習和表現與書面標準保持一致。

工人是怎麼訓練經理呢？當工人有一個提升生產力的想法，而且也獲得管理層的背書，譬如，修改零件送達工作站的方式，以減輕工人的工作和加快組裝的速度，提案的工人就會暫時離開生產線，去幫助落實新的標準。「每個人的想法都是有價值的，」溫岷對我們說：

「無論你是工程師、維修技師，或生產線工人。」^[13]同樣的，當生產線團隊無法達成自己的目標時，公司會要求員工去找出問題，並重新設計生產流程來解決問題。

員工在教學中的角色，在溫岷所謂的「Kaizen」事件中，得到最為明顯的例證。「Kaizen」是日文，意旨改善。它是豐田汽車公司成功的關鍵所在，也一直被其他許多公司採用，來幫助創造一種精益求精的文化。

當溫岷想要大幅提高工廠的雙懸掛窗生產線的生產力時，他僱用了一個設計團隊來進行一次「Kaizen」事件。該團隊包括一名工程師、一名維修技師、一名生產線組長，以及五名生產線工人。他們被給予將生產線空間需求減少百分之四十並將產量增長一倍的挑戰性目標（stretch goals；挑戰性目標指的是那些無法透過漸進式改善來達成的目標，而是需要對方法進行重大的結構性改進。）該團隊在一週的時間內，每天花八個小時在會議室開會，事實上，是在教導彼此生產流程的基本要素、產能和限制，並問他們自己，如何做得更小而美。一週後，他們來找溫岷：「這就是我們認為我們能做的。」

溫岷將他們的計畫拿給生產線上那十二個工作站看，問了一個簡單問題：需要做什麼樣的改變才能讓這個計畫成功？生產線工人和小

組長集思廣益，重新設計了零件來配合新計畫。在兩個週末的時間中，生產線被拆解成兩半並被重建、重新啟動，並在接下來幾個月進行了細微的調整，這是一個由生產線工人建議並產生兩百個改進項目的流程：一個測試、回饋及校正的學習過程。

結果如何呢？五個月之後，工廠達到了溫岷的挑戰性目標，並砍掉一半成本。在轉換和評估階段，生產團隊沒有耽誤交貨，也沒品質問題。參與的原則，積極尋求工廠各層級員工的想法，是該公司精益求精的企業文化的核心思想。溫岷指出：「參與是一種信任的管理風格，以及進行對話的意願。」生產線工人們在工作中了解到如何讓設計更完善，而公司則提供了一個管道，來聽取建言，並讓員工能夠參與建議的落實。

一個學習的文化賦予員工學習的責任，授與他們權力去改變這個系統。問題變成了資訊，而不是失敗。而且透過解決問題（生成）以及教導他人（詳細闡述），學習成為個人和他們所組成的生產線精益求精的表現的一種動力。

內門針灸（Inner Gate Acupuncture）

有時候把學習和教學做對了可以影響整個人生道路的發展。讓我們來看看艾瑞克．艾薩克曼（Erik Isaacman），他是一個三十幾歲已婚有兩個孩子的男人，而且他還是一名滿懷熱誠的中醫師，使用傳統針灸，推拿和草藥療法治病。我們以艾瑞克正在成長的中醫事業的轉捩點——位於奧勒岡州波特蘭地區的診所內門針灸，來為本章收尾。故事中的診所在懸壺濟世方面是成功的，但是做為事業卻經營得很辛苦。

二〇〇五年，艾瑞克和他的事業夥伴奧利佛．里昂內提（Oliver Leonetti）在拿到傳統中醫的研究生學位後開辦了內門針灸。透過人脈和創新性行銷，他們開始累積了大批的常客。波特蘭是另類療法的沃土。業務成長了，開銷也變大了：他們租了更大的空間、雇了一名助理來安排門診預約並管理辦公室、引入第三名醫生，並雇了一名後勤員工。「我們每年成長百分之三十五至百分之五十，」在我們進行訪談期間，艾瑞克回憶道：「成長掩蓋了許多缺失：我們沒有現成的系統來管理成本，我們沒有清晰的目標或一個管理體系。很快事情就變得很清楚，我們根本就不知道如何經營一家企業。」^[14]

艾瑞克的一名病人是奧勒岡州的企管顧問凱西．麥克斯納。麥克斯納主動提議要幫忙。「沒有管理的成長很可怕，」她告訴我們：

「超前了一步，接著舉步維艱。」她問了許多問題，很快就把艾瑞克和奧利佛的思路集中在他們系統裡的重要缺失上。然後，他們三人排出一個密集的教學時段計劃表。教學時段之間，艾瑞克和奧利佛把將不足的組織架構元素給補上了：作業手冊、職務說明書、財務目標、衡量醫生表現的標準。

每一家企業都有兩個主人——顧客和淨利。「我們的醫生需要了解的不只是如何進行中醫治療，」艾瑞克在反思他和奧利佛的學習曲線時說道：「他們需要了解，如何將一次病人的一次就診轉變成一種關係，以及如何幫助病人了解他的保險給付範圍。讓我們的顧客滿意是最重要的，但我們也有帳單要付。」

麥克斯納在教學中使用了生成法、反思法、詳細闡述法和演練法，她提出問題，這些問題曝露了這兩個合夥人的思慮不周之處，或是邀請他們去強化他們對於自己需要採用的行為和工具的理解，以成為能夠把工作分派和授權給下屬的有效率的經理人。

他們研發了一套系統來追蹤臨床資料，諸如：病人就診次數、病人流失率，以及轉診來源。他們學會了如何確認保險公司給予合理的償付，將保險償付額度從每美元至少三十美分加以提高。他們草擬了一份統一標準作業流程（範本），讓醫生們在看新病人時能有遵循的作業標準。他們跟員工練習角色扮演的對話。

將診所置於穩固的基礎上的關鍵在於，艾瑞克成了同事們有力的教練和老師。「我們不僅是靠直覺行事，」他說。舉例來說，初診病患的新標準作業流程有助於釐清：病人就診的原因、可能有用的療法、如何用病人可能能夠理解的語彙去說明這些療法、如何討論費用及保險償付選項，以及如何建議一個療程。

「如果你是醫生，我們會做角色扮演：現在你是病人，而我是醫生。我們提出問題、反駁，而且我們練習如何應對，病人和診所最終各得其宜。接著我們互換角色。我們把這段角色扮演錄音，仔細聽那些差異：你是怎麼回答病人的，而我是怎麼回答的。」

換句話說是經由模擬、生成、測試、回饋和練習來學習。

當我們寫到這裡時，內門針灸已經邁入第八個年頭，擁有四名醫生、兩個半的行政人員。第五位醫生很快就要加入，而且他們打算開第二家診所。透過努力成為學習者以及教師，艾瑞克和奧利佛已經將他們的熱愛的工作轉變為一家穩固的企業，一間波特蘭地區的頂級針灸診所。

整本書我們都在談論學習，而非教育。學習的責任在於個人，而教育的責任（當然還有訓練）在於社會機構。教育包含無窮困難的問

題。我們教的是正確的東西嗎？我們的早期教育夠早嗎？我們應該如何衡量結果？我們的年輕人是否在抵押自己的未來，去支付大學文憑？

這些是很急迫的問題，而且我們需要努力解決它們。但是在我們做這件事時，本書所列出的高效學習技巧，現在就能被學習者，教師和培訓人員所利用。它們沒有任何成本，它們不需要結構性的改造，而且它們所承諾的好處不僅真實，而且持久。

-
1. 彼得·布朗於二〇一三年五月二十一日電話採訪麥可·楊恩。所有楊恩的引述皆來自這次的採訪。
 2. 彼得·布朗於二〇一三年五月二十日電話採訪史蒂芬·馬迪根。
 3. 彼得·布朗於二〇一三年四月二十九日於明尼蘇達州明尼阿波里斯市採訪納撒尼爾·福勒。
 4. 參考資料：John McPhee, "Draft no. 4," *New Yorker*, April 29, 2013, 32–38.
 5. 彼得·布朗於二〇一三年四月三十日於明尼蘇達州聖保羅採訪瑟爾瑪·杭特。
 6. 彼得·布朗於二〇一三年五月七日於華盛頓州西雅圖採訪瑪麗·派特·溫德羅斯。
 7. 這些實證研究的目標在於，測試高結構班級在入門級科學課程中降低學生當課率的效果：S. Freeman, D. Haak, & M. P. Wenderoth, Increased course structure improves performance in introductory biology, *CBE Life Sciences Education* 10 (Summer 2011), 175–186; 以及 S. Freeman, E. O'Connor, J. W. Parks, D. H. Cunningham, D. Haak, C. Dirks, & M. P. Wenderoth, Prescribed active learning increases performance in introductory biology, *CBE Life Sciences Education* 6 (Summer 2007), 132–139.
 8. 彼得·布朗於二〇一三年五月二日電話採訪麥可·馬修斯。
 9. 彼得·布朗於二〇一三年五月二十一日電話採訪凱莉·杭克勒。
 10. 彼得·布朗於二〇一三年六月二十日電話採訪凱薩琳·麥克德莫特。
 11. 彼得·布朗於二〇一三年七月十八日電話採訪凱西·麥克斯納。
 12. 彼得·布朗於二〇一三年七月一日電話採訪肯恩·巴爾伯。
 13. 彼得·布朗於二〇一三年七月十七日電話採訪雷克·溫岷。
 14. 彼得·布朗於二〇一三年六月二日電話採訪艾瑞克·艾薩克曼。