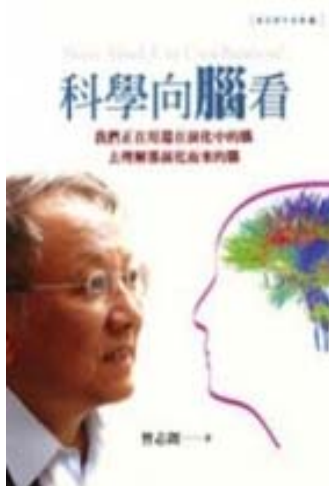


本書以許多短篇「故事」來說明作者對台灣科學的期待：台灣不但要有大學，更要有大學文化；不但要有科學家，更要有科學文化。

初看本書題目，以為是介紹大腦神經科學的書籍，深入瞭解內容才知其題材



雖都繞在「認知科學」上，卻是包羅萬象，舉凡記憶、文化認知、思維、原創力、老化……等議題，都有理性冷靜的探討，並且都舉出最新的研究證據來描述該議題目前發展的內容，讓讀者在閱讀的過程中，充分的感受到了吸收新知時，在大腦中沿著視神經通路所分佈的 opioid receptor 受到刺激，而釋放腦內啡後產生的愉悅。

本書主要分為四篇，第一篇—證據說故事，說明了「科學」與一般常識的差異，即科學需要「證據」的支持，來成為對某現象的合理解釋，以科學研究的證據，為多數人對某些事件的迷思，提出具有科學證據的說明，且證據的來源必須是精準正確的資料或是嚴謹的實驗結果，才能真正的釐清事實和迷思。

第二篇實驗見真章—說明「實驗」是證據的來源，而以精確的實驗，對實驗的結果做合適的解釋，則可成為最適當「證據」，以成為某論點的有力支持，並破除一般人（有時也包含作者自己）對某些現象的固有概念，為讀者灌注當前的最新資訊，讓讀者不需閱讀厚厚的原文研究文獻，便可擁有最新的知識。

第三篇—研究問到底，說明科學人必須對任何事都抱持著好奇的態度，對自己感到好奇的事情追根究底，並且以新的方法（或找尋新的方法）、新的思維框架，解決目前無解的科學難題。

第四篇—閱讀看門道，此篇收錄了作者對目前某些科普書籍所撰寫的序，以推薦給讀者閱讀，包含了心理學、未來科學的可能發展、各類科普書籍的書評、昆蟲類、氣象變遷、記憶、書籍的時空旅行、資優競賽的迷思、何謂智慧、台灣的多樣性、達賴喇嘛、生命的演化故事等十多本書籍

曾志朗 (2007)。科學向腦看—我們正在用還在演化中的腦去理解那演化而來的腦。台北：遠流。

本書介紹

1. 本書文章來源：

本書文章了來源分爲兩個部份：四分之三來自發表於《科學人》中的「科學人觀點」；另外四分之一爲作者心目中推動科學文化相關的作品。

2. 本書書名來源：

本書書名《科學向腦看》源自作者這些十幾年來爲台灣所搭建的認知與神經科學的研究平台，以及近兩三年在「科學人觀點」中的綜合觀測：「科學家由四方八面而來，帶著他們各自的專業，把研究的眼光專注到那個讓自己能夠建構出這精深專業知識的腦袋。」

3. 本書大綱：

本書以許多短篇「故事」來說明作者對台灣科學的期待：台灣不但要有大學，更要有大學文化；不但要有科學家，更要有科學文化。

初看本書題目，以爲是介紹大腦神經科學的書籍，深入瞭解內容才知其題材雖都繞在「認知科學」上，卻是包羅萬象，舉凡記憶、文化認知、思維、原創力、老化……等議題，都有理性冷靜的探討，並且都舉出最新的研究證據來描述該議題目前發展的內容，讓讀者在閱讀的過程中，充分的感受到了吸收新知時，在大腦中沿著視神經通路所分佈的 *opioid receptor* 受到刺激，而釋放腦內啡後產生的愉悅。

本書主要分爲四篇，第一篇—證據說故事，說明了「科學」與一般常識的差異，即科學需要「證據」的支持，來成爲對某現象的合理解釋，以科學研究的證據，爲多數人對某些事件的迷思，提出具有科學證據的說明，且證據的來源必須是精準正確的資料或是嚴謹的實驗結果，才能真正的釐清事實和迷思。

第二篇實驗見真章—說明「實驗」是證據的來源，而以精確的實驗，對實驗的結果做合適的解釋，則可成爲最適當「證據」，以成爲某論點的有力支持，並破除一般人（有時也包含作者自己）對某些現象的固有概念，爲讀者灌注當前的最新資訊，讓讀者不需閱讀厚厚的原文研究文獻，便可擁有最新的知識。

第三篇—研究問到底，說明科學人必須對任何事都抱持著好奇的態度，對自己感到好奇的事情追根究底，並且以新的方法（或找尋新的方法）、新的思維框架，解決目前無解的科學難題。

第四篇—閱讀看門道，此篇收錄了作者對目前某些科普書籍所撰寫的序，以推薦給讀者閱讀，包含了心理學、未來科學的可能發展、各類科普書籍的書評、昆蟲類、氣象變遷、記憶、書籍的時空旅行、資優競賽的迷思、何謂智慧、台灣的多樣性、達賴喇嘛、生命的演化故事等十多本書籍

摘要內容

本摘要內容所使用的某些標題，為本人閱讀該文章後自己設立的，並未完全與書中所使用的標題一致。

第一篇 證據說故事

本篇為作者以科學研究的證據，為多數人對某些事件的迷思，提出具有科學證據的說明，且證據的來源必須是精準正確的資料或是嚴謹的實驗結果，才能真正的釐清事實和迷思。

1. 女生較聰明？男生較聰明？

——統計結果也要有科學證據來支持，才能讓數字說出正確的話——

自古以來，社會常為性別差異貼上標籤，尤其壓抑女性自主、能力、智慧等，例如，男主外女主內、女子無才便是德，或是女子在家從父、出嫁從夫、夫死從子等等，不勝枚舉。經過千年的努力，在 21 世紀的現代，女性終於能在社會上擁有一席之地，一吐長年受壓抑的悶氣，一展女性所具有的能力，甚至潛力。社會見識到女性的能力，加上女性主義抬頭，出現了「女性為優勢性別」的想法；但是，女性真的較男性等其他性別來的更具有優勢嗎？

根據統計資料：針對 25-34 歲的美國人完成大學學業的統計發現，女生約佔了 33%，而男生卻 29% 不到，相差 5%，且每年拉大這樣的差距。但是，這樣的統計資料只能解釋美國的女性完成大學學位的百分比比較美國男性高，不能用來解釋女生比男生聰明。

那麼，到底女生有沒有比男生聰明？

一般而言，女性對語音的感知、語意的掌握，及長期記憶的故事情節的提取，比男性快很多；所以在規定的時間內完成作文的作業，對女性較有利。但這並不表示女生做所有的語文測驗上都比男生好，若考講求語意的「對應」關係的語文比擬(verbal analogy)測驗，而不是一般取自課本或講義上的知識記憶題目，則可能男生較有優勢。

在視覺空間能力的展現亦是男女生各有其優勢：4 歲的男生在想像 3D(三維)物件轉移時，表現比同年齡的女生好，且差距隨年齡的增加而增

大；男生對物件移動速度的判斷也較女生準確；但是女生雖對空間的大方位沒有什麼概念，對於局部空間的安排卻歷歷如繪。就像是女生對東西擺放的方位可能會判斷錯誤，走錯地方，但是只要知道位置，對架上排列的各種商標品牌可是一清二楚；男生則大概知道方位，卻常不知道那位置上有哪些不一樣的東西。

由此可知，男女的確是有別的，但不是誰比較聰明，而是不同的性別對環境的感知與對解決問題的策略傾向不同，適應的成果也各有千秋；強調「傾向」，就表示並非必然，因此男中有女、女中有男，兩性的認知組成是既相似又不同。

不論哪個性別是比較聰明的，都不應該壓抑另一種性別，更何況不同的性別各有其優勢。所以，最好的方法是相互尊重，以彼此的優勢彌補彼此的弱勢，相輔相成，這樣才能對我們社會的進步有所貢獻！

2. 怎樣才是美女

科學家以 100 位大學生和 40 位 4-6 個月大的嬰兒，來為美貌做客觀的界定。此實驗所要探討的問題是：嬰兒可區分這 20 張臉的照片嗎？若可以，那嬰兒對這 20 張臉排列的次序會與 100 位大學生所排的次序有關聯嗎？（下列文字主要引自 P.21-22）

科學家以「客觀界定美貌」這個向度去建立 20 張女人臉型的相片，相片中每一張臉的髮型相似，除了眉毛及五官的變化外，其他可能影響臉型特徵的變異都盡量去除，像是都不戴眼鏡。

用 20 張不同女人的臉的相片，建立客觀的每的高低順序：先請 100 位大學生對這 20 張相片作出美或不美的評估，計算出這一百位大學生的給分平均值，以得到這 20 張相片由最不每到最美的排列。

接著是 40 位 4-6 個月大的嬰兒的選擇，每次測試一位。確保媽媽的喜好不會影響嬰兒的選擇，每位媽媽都必須帶著眼罩，以控制中介變項。嬰兒坐在媽媽的懷中，正前方放著兩個電視螢光幕，左右對稱，螢光幕上各有一張由 20 張臉中隨機選出的臉，然後測量嬰兒的眼光在每一張相片停留的時間（偏好注視的時間），反映出嬰兒對該物件的喜好傾向。

實驗結果為（在幾個類似的實驗都得到相同的結果），嬰兒雖不會說話，但是可以用眼睛表達他們對美的看法，此回答了第一個研究問題；而第二個研究問題，這些嬰兒偏好注目的排序，和 100 位大學生的排序有很高的相關，此結果顯示，愛美果然是人的天性，且經過 20 幾年的社會化，大學生對美的看法竟然和出生嬰兒沒有兩樣，可能表示愛美其實是有很深的生物基礎的。

或許選每單位的評審應該請嬰兒來擔任，保證過程公正，且可以選出絕對的自然美。

3. 《達文西密碼》後遺症？

我想，看過《達文西密碼》的人，常和作者有相似的舉動，看西洋宗教與人物畫產生神秘的好奇心，且會想辦法看出圖中所隱藏的「密碼」。

作者到朋友家時，便對朋友家中所掛的《創世紀》複製畫充滿關注，且有一套自己穿鑿附會的見解；而作者的朋友一席話，讓作者恢復了科學人的本體：「你講的煞有介事，但都是事後解釋，雖有許多巧合，但並沒有其他獨立的數據來加以佐證。科學是講究證據與證據之間的系統性的因果關係，不是像這樣看到什麼像什麼，就一定是什麼的論述方式。」

客觀的檢驗才是一切科學證據的基礎。然而，看畫還是可以看出很多道理的。

像是哈佛醫學院的兩位是神經科學家對荷蘭畫家—布蘭林的研究發現，他是一個「脫窗」，可能看不到立體的形狀；作者先用尺測量布蘭林的畫冊中，所收錄的自畫像的雙眼中的瞳孔位置，比對水晶體旁的眼白部分是否對稱，發現布蘭林的兩隻眼珠的凝視點是不同的，這表示和哈佛大學的研究結果一樣，可推論布蘭林可能看不到立體的形狀。

爲了進一步求證，作者和朋友立刻上網搜尋這位畫家的數位化作品，結果還是一樣，他確實是位「脫窗」的名畫家。

4. 兩個「鳥」實驗

(1) 錦花鳥—適當實驗情境的重要性

這是一個對原產於澳洲，很會唱歌的鳥所做的實驗。這種鳥是相當「痴心」且從一而終的恩愛專情鳥。在實驗室中的實驗結果發現，母鳥對於配偶的歌聲具有辨識能力，即使公鳥從只聞其聲不見其影的遠處發聲，母鳥只會對配偶的歌回唱，其他公鳥的歌聲則不會回應。但是，公鳥雀對配偶和非配偶歌聲一視同仁，回應次數沒有顯著差異。究竟這公鳥是無法辨識其配偶的歌聲，還是天生就是劈腿族？

由於公錦花鳥十分保護配偶，對配偶的照顧無微不至，甚至會爲了配偶不惜與其他公鳥一戰，這樣的鳥會認不出自己配偶的歌聲或是劈腿族嗎？

以音譜儀可分析不同母鳥的歌聲，只要用 17 個聲音的物理參數便可檢驗母鳥歌聲的特質，每隻母鳥的歌聲都有獨特的性質，公鳥應該相當容易分辨。所以，公的錦花鳥是劈腿男？

將實驗情境還原成鳥類生存的原本的社會情境後，再進行一次實驗發現，公鳥對於自己配偶的歌聲的回應次數比先前的實驗多了好幾倍，還了公錦花鳥的清白。

這個實驗的研究者原先以簡化所有實驗條件，只讓公鳥單獨聽歌，忽略了公鳥生存在鳥群的社會情境中，剝奪了鳥的生態環境，忽略其社會性，使研究結果產生誤差；研究者不斷驗證所有的可能，矯正自己的錯誤，更由生態效度的觀點重新設計實驗，獲得完全不同的結論，使錦花鳥沉冤得雪。

(2) 唱你的歌，就是要贏你！

這一篇文章主要是收錄目前解讀鳥類唱歌之行爲意義的研究結果，與人類雷同處的「巧合」；而這些研究的對象並沒有針對特定鳥種，研究結果可能可以推論到普遍的鳥類。

同一族群的鳥聲會因爲城鄉差距而有音量的不同，住在複雜環境的城市鳥唱歌的音量平均比住在樹林裡的鄉巴鳥高出幾個分貝；就像在吵雜的菜市場說話是扯著喉嚨大聲喊，而在安靜的圖書館說話是輕聲細語，人和鳥對週遭環境的適應有著異曲同工之妙。然而，會唱越多不同歌的鳥，越會是個贏家，這倒是沒有城鄉差距。

鳥鳥對唱的時間點和表現方式。當兩之公鳥爲了爭奪疆土而起爭執，對唱的音量升高是可以預期的；但有趣的是，其中一隻鳥會「故意」在對方還沒唱完歌之前就，搶先唱出對方的歌的片段，好像是「有意」的搶白，讓對方唱不出來；這也像政治人物在電視上的辯論，總是不等對方講完，就搶先發言，且常會引用對方的話去堵對方的口。

最後，最新的研究發現，公鳥是可以分辨鄰居鳥和陌生鳥的歌聲差異的。以往的研究結果都是公鳥無法分辨鄰居鳥和陌生鳥的歌聲，對於入侵者一律都要趕出去。而此最新的研究結果，卻顛覆了以往的諸多研究。這是因爲，以前實驗的做法都是讓公鳥守在疆域中的巢內，那麼牠對所有入侵的鳥（鄰居或陌生鳥），都一視同仁，通通都要趕出去；最新的研究，是將公鳥放在疆域之外，結果發現，公鳥會鄰居鳥的入侵不以爲意，而對陌生鳥的歌聲入侵，則會立刻動身巡邏查探。因此，實驗結果要能夠接近事實，必須要實驗做的好，做的完備，結論才可能正確。這也是給科學家的警惕。

5. 古人智慧的見證—Hipparchus 撰的《星球圖誌》

美國路易斯安那州立大學的天文科學家 Bradley E Schaefer，發現被收藏在義大利那不勒斯國立考古學博物館中的擎天神 Farnese Atlas 雕像，隱藏了千古的智慧。Farnese Atlas 奮力以背撐起的那顆天體之球上所浮刻的四十二個代表天上星群的圖像位置，可能反應了兩千多年前星群的方位。

關於雕刻了 Farnese Atlas 雕像的大師是根據公元前 1130 年的敘利亞星象圖？還是公元前 336 年 Eudoxus 的傳述？是根據公元前 275 年詩人 Aratus 所寫的星象詩集裡描繪的方位？一或是根據公元 128 年托勒密這會偉大的天文學前驅所寫的《天文學大成》(Almagest) 的紀錄？

Schaefer 爲了解答此問題，用各種角度拍攝天體球，選了七十個點來計算星群間的距離與相對位置，然後比對 2300 年前行星運行的軌跡，用卡方(chi square)的統計推理來求最小差異值。結果發現，Atlas 背上的天體球所刻化的星象應該是出現在公元前 180~70 年之間，這個年距排除了上述的所有作品。那麼，到底那爲雕刻大師是以誰的作品雕刻的呢？

許多歷史學家記載，Hipparchus 在公元前 129 年寫了《星球圖誌》(Star Catalog)，但此書可能被焚毀在埃及亞歷山大城圖書館的大火中。而 Schaefer 的發現，證實的圖誌的存在，也再次見證了兩千多年前 Hipparchus 是個觀察入微，且有能耐將星群運行的道理具體化為求體模型的科學家。體會古人智慧的成就，能不使人感動嗎！

6. 長命百歲不是夢！

三位科學家在 2000 年 10 月《自然》雜誌上發表了一篇研究，使人類對長命百歲的期望越來越真確。

這三個科學家在美國新墨西哥州的沙漠上，找到一塊鹽結晶，裡面有一個小水泡，在流體中發現了一個活生生的細菌（暫被命名為 *Virgibacillus Species 2-9-3*），可能已活了二億五千萬年了。

這篇文章一發表，立即召來各家爭議；生化科學家質疑，竟有核酸會經歷如此長久的年代，仍能保住其原始狀態，就算細菌在結晶鹽中深眠如孢子，其 DNA 也可能受到地面紫外線的影響而產生變化，且即使深埋地下，地殼變化所引發的自然輻射也會對他有所作用；發現細菌的三位科學家和一組生化學加合作，用一連串的實驗證實，在岩石表面上的鉀 40 同位素所產生的自然輻射，對藏身於晶鹽中的細菌並無死亡威脅。

地質學家研究了晶鹽發現地的結晶鹽層，認為該地層有許多跡象指出，結晶鹽層斷裂的情形相當嚴重，古老原始的流體可能已流失，而包在晶鹽中的流體根本就是近世代的外來流體入侵所得，故非二億五千萬年前的老祖宗；由於海水中的各種離子其平衡比例隨著年代變化而有所變化，根據此比例可幾推斷流體的年代，而發現細菌的這三位科學家亦結合地質學家，仔細的顯測晶鹽中的流體內的許多離子，發現晶鹽內含 *Virgibacillus sp. 2-9-3* 的流體，其年代符合二疊紀，並非後來的入侵物。故這三位科學家針對岩層斷裂、引起外物入侵的說法予以反駁。

基因學者則指出，由此細菌的基因定序結果看來，它的 16S 核酸醣結構和近代所發現的同種細菌非常類似，這是指此細菌是外物入侵，或者，這種細菌的子孫在往後的二億五千萬年內都沒有發生變化。但是，哪有生命體歷經二億五千萬年都沒有發生變化！發現細菌的三位科學家對於基因學者強烈的質疑無法提出具體證據的回答；因為晶鹽中的細菌和死海晶鹽裡的細菌確實有相似的基因結構，硬要說二億五千萬年內都沒有發生變化，確實令人質疑。但是，每一物種都有演化速率，除非基因學者能提出晶鹽中細菌的演化速率，這三位科學家才能回答基因學者的疑慮，否則要用「少有變化」來質疑年代的檢定，是有些牽強的。雖然，這樣的說法並不是最強而有力的辯駁，但是更直接的證據還是需要的。

科學家提出的論證，須針對異議，導出關鍵性的實驗，以證據為基礎的辨證才能讓知識有所進展。

7. 語言創造的見證

尼加拉瓜在 70 年代以前，因為戰爭、貧窮、交通不便，使人口的流動和交流是很不可能的，尤其是社會的弱勢者，如聾啞的人，更是社會的邊緣人。在 80 年代初期，新政府甫建立，尼加拉瓜首府馬納瓜成立第一所聾啞學校，有幸入學的學生第一次接觸到另外的聾啞生，他們如何溝通？交談？

剛開始，他們用簡單的手勢、肢體，也用眼神或用誇張的臉部表情去傳達訊息，然後形成守行 (hand shape) 有了象徵意義，手的上下左右的空間位置成了詞彙的區辨表徵，從一個位置移動到另一個位置快速動作，被賦予動詞的功能，而動作的循環次數和手行展開時的使力程度，成了加重語氣的抑揚頓挫。這些不同的視覺空間表達逐漸定型，成為聾啞人的共識，而這許多向度就規律化成為類似語音的單位。接著，從這些有限的「語音」單位，發展出一套形同文法的介面，使的意義的產生變成幾乎是無限的開放空間。很快的，一套以單一詞會表達為主，且不甚完整、不甚連貫的「洋涇濱」手語系統 (Pidgin Sign System)，就在這些聾啞社區中交流著。

洋涇濱並不是一套完整流利的語言，但是在越來越頻繁的使用壓力下，加上越來越抽象化的意念需求，使的這套語法的結構越來越複雜，在語言交流的輸出與輸入，也有一個完整語言系統的基礎架構。語言學家稱這種洋涇濱語的複雜化現象為「克里奧化」(Creolization)，是兩種已存在的不同語言碰撞在同一地區時，說弱勢語者去學習強勢語時，所發生的語言系統變化。

以往學者觀察到的都是「已經存在」的兩個語言相互影響的結果，但在尼加拉瓜卻目擊了一套從來沒有出現過的語言被創造出來的過程。

第二篇 實驗見真章

本篇為作者以科學實驗，來破除一般人(有時也包含作者自己)對某些現象的固有概念，為讀者灌注當前的最新資訊，讓讀者不需閱讀厚厚的原文研究文獻，便可擁有最新的知識。

1. 打哈欠是會感染的！

為什麼我們會打哈欠呢？最近以超音波掃描技術所進行的研究發現，未出世的胎兒在子宮裡便已經會打哈欠了，因此，打哈欠可能是個無意識的神經機制的反射動作，且並不是後天才習得的行為。

根據研究顯示，人們在含二氧化碳多的環境中（例如供器中有 3 % 的二氧化碳），打哈欠的次數並不會比在一般正常的空氣中（二氧化碳的含量只有 0.03 %）來得多，且把人放在百分之百的氧氣中時，打哈欠的次數也不見得會減少。所以，因為血液不足或腦裡的氧氣不夠，才需要打哈欠的觀點，可能無法解釋此問題。

也許是因為無聊所以才會打哈欠！？但是，有時候太過緊張也會打哈欠，像是在高空中的飛機上等待跳出機門的傘兵們，也常在屏息等著衝出去時，打起哈欠來。

幾乎所有的動物都會打哈欠，像是貓、狗、蛇、獅子等；最近有關猩猩生態的科學影片中發現，猩猩不分年齡都會打哈欠，且有的還會用手蓋住嘴巴，以免被別的猩猩誤解為侵略行為的前兆表現。

打哈欠是會傳染的，打哈欠也許是演化過程發展的很早的行為。生態學者 Nikolaas Tinbergen 認為，見人打哈欠，自己也免不了要哈欠一下的現象，即為符號刺激 (sign stimulus) 和動作釋放 (action release) 的關係，且固定動作的型態的展現也都符合行為生態學說的論述。另外，最近認知神經科學家更在功能性磁共振造影 (fMRI) 的影像上發現，打哈欠時的腦部活化區和我們表示同情心及同理心時的腦活動區域是一致的。因此，許多學者認為打哈欠的感染機制和動物模仿行為的神經機制是有關連的，即打哈欠的感染現象，可能代表了一種無意識的心智模仿的原始狀態。

打哈欠還具有社會意義呢！到朋友家聊天，看到有人開始打哈欠，就應該是「拜訪完畢」的訊號表徵了。

2. 時空行者

從作者研究室中的電腦，啟動 Google Earth，就可以看到整個地球的畫面，再啟動數位典藏研究團隊所設計的程式，先把數位化的台灣過去幾十年的空照圖連結上，再把數位化的各地文化典藏（文物、書籍、檔案、文獻、考古等等）串連上，點選亞洲地圖中的台灣，全台灣圖便在眼前展開；點台北，就會出現台北市的街道圖，點整條捷運路線，便可看到每個捷運站；然後沿途在每一站連結上數位影像的空照圖，十年前的樣子、五十年前的樣子，便出現在眼前。

若再連結上當地、當年的文化風貌，便可以一指神功，重溫過去歷史的片刻，那裡有人物、有故事、有時代的想法與精神面貌。調整時間、空間與語言文字的座標，就可以把數位化典藏的平台當作時間機器，隨心所欲的想要到任一段歷史中去遊蕩。

3. 螞蟻的「師徒制」

兩位英國生物學家在《自然》1月份的雜誌中發表了一項研究發現。這兩位生物學家發現 *Temnothorax albipennis* (*T.a.*) 這種螞蟻在覓食路徑上的「師生互動」情。

他們在實驗室安排各種精確的測量方式，紀錄螞蟻走動的方位和速度，全程實驗都錄影存證。他們仔細觀察 *T.a.* 螞蟻成列前行的過程，兩隻螞蟻成一對。一隻已經找到食物所在的螞蟻稱為「老手蟻」；另一隻剛下場，對食物位置一無所知的螞蟻稱為「新手蟻」。

當只有老手蟻自己出場時，牠會跑很快，一下子就往食物的方向前進；新手蟻下場則東南西北的亂闖，毫無章法。但老手蟻和新手蟻一同下場，則情勢完全改觀。老手蟻不會自私的跑到有食物的地方獨自享用，而是會放慢腳步，回身牽引新手蟻慢慢行進，若老手蟻走太快，發現新手蟻沒有跟上來，就會緩慢下來，把牠和新手蟻之間的距離縮小，待新手蟻到達，新手蟻會用頭上的「天線」去碰觸老手蟻催促老手蟻往前快行。老手蟻的方想總是對準食物的方向，而新手蟻則長轉上轉下，像是在陌生的環境中尋找地標。

老手蟻自己下場的速度和有帶「學生」時的速度相較，快了四倍；因此，老手蟻可能是感受到了初學者而調整自己的速度，這種雙向互動的關係，像是「體諒」的最原始雛形。

由進場到找到食物的平均時間，新手蟻在有「老師」引導時，找到食物的時間快多了；另外，新手蟻得到食物之後回巢的路徑和老手蟻走回去的路不一定重疊，新手蟻找到返回的途徑常比老手蟻的路徑更正確、更有效。好像是新手蟻沿途所定的地標和老手蟻的地標不盡相同。

由此，我們觀察到有效的教與學，也看到了螞蟻的創新，難怪在生物演化中，螞蟻的生命力是相當令人刮目相看的。

4. 由賞心悅目到目悅興至的假說

為什麼吸收新知、看美麗的畫作，以及開闊的景觀，都會讓我們感到賞心悅目？

其實 Biederman 假說可以解釋這一切。

走進大腦裡，沿著是神經通路的兩旁檢視，就會發現由最初階的視神經(所謂 V1、V2、V3、V4) 區到高階的視神經區，參雜著許多鴉片受體 (opioid receptor)，其密度是越來越高。這些受體被刺激就會產生腦內啡，可抑制痛苦，且能提高興致，產生快樂的感覺。

故吸收新知、看美麗的畫作，以及開闊的景觀若由低階視神經上達高階視神經，並觸動連結區的學習與分析活動，就會刺激更多的 opioid receptor，增加腦內啡的分泌，使目悅導致興高采烈。

5. 數字與空間的對話

數目以阿拉伯數字寫出來如 1、2、3、4、5、7、8、9，和用中文數字寫出來如一、二、三、四、五、六、七、八、九，所表達的數量概念是相同的，但是數感 (number sense) 卻不同。

前幾年，認知心理學研究者發現，一般人對數量大小的感知和空間的排列有相對應的關係；例如在電腦螢幕上打出一個阿拉伯數字，要求受試者(大學生)判斷是奇數(按右鍵)或偶數(按左鍵)，實驗進行一半時，改成奇數按左鍵、偶數按右鍵，以求實驗設計上的平衡。結果發現數量大的數字在右邊按鍵的速度，比在左邊按鍵的速度快，顯示我們對數字的感知和他們平常在空間上的排列有相對應的關係。因為阿拉伯數字有橫排的書寫習慣，1~9 排列，都是數字小的在左邊，數字大的在右邊。

中央大學認知神經科學所的研究者，針對中文數字的排列也做了類似的研究，發現中文數字在奇數、偶數的判定實驗中，並沒有出現「小左」「大右」的對應關係；進一步將左右按鍵改成上下按鍵，則出現了「上小」「大下」的對應關係。這可能是因為中文數字有直排的書寫習慣。

若用壹、貳、參、肆、伍、陸、柒、捌、玖作為實驗材料，則「上小」「大下」的對應關係消失了，而出現了「小左」「大右」的對應關係，也就是說，我們對壹、貳、參、肆、伍、陸、柒、捌、玖的感知是依附在阿拉伯數字的感之上，和我們對一、二、三、四、五、六、七、八、九的感知是不同的。

概念的行成其實很不簡單，即使意義精純如數字的概念，當透過人類認知體系的洗禮，也會因歷史經驗的條件不一而產生變化。故當某一哲學家信誓旦旦的宣稱某概念以清清楚楚的被界定時，總會有另外的哲學家提出不同看法，辯論的結果也常以模糊的定義收場，故 fuzzy logic 會成為近年來認知科學家描繪人類概念形成的重要理論。

第三篇 研究問到底

本篇為作者提供某些事件的觀察及與該事件有關的研究整理結果，另外也有一些是作者對於普遍社會的某些事件(可僅看台灣社會，也可推廣到全球)的觀察心得。

1. 記憶哪有情意重要

尼克是位研究記憶的科學家夢寐以求的研究對象，他年輕時在一次的擊劍練習中，臉部護罩掉下來，被對手一劍刺進鼻樑下的軟骨，直刺腦內的海馬迴 (hippocampus)，從此有了失憶的毛病。

作者有幸可以一見這位有名的尼克，決定要對尼克進行幾項有關記憶的研究。第一次在聖地牙哥的榮民醫院見到尼克時，他正和別人談笑風生，看不出有什麼毛病，也很親切的和作者打招呼及相互自我介紹。作者和尼克正要開始進行實驗時，忽然有來電要找作者，因此作者離開約 15 分鐘。作者回來要接著進行實驗時，尼克卻問作者：「你是誰？你怎麼會走進我的房間？」尼克的表情看起來相當嚴肅，好是作者是個從沒見過的陌生人，作者只好再自我介紹一次，對於尼克在 15 分鐘前的自我介紹中提出的問題又再問了一次時，作者不知該如何回應，好像是電影又倒帶重新播放一次，對同一段對白出現在現實生活中，心中有些震撼。

尼克看作者沒有回答他的問題，而段暫沉默時，正當作者以為尼克不想再談時，尼克突然話鋒一轉，笑嘻嘻談論別的話題，把因心想要解除作者緊張的善意都寫在臉上，作者突然覺得，就算他有失憶毛病又有什麼關係呢？他學習新事物的能力就算有缺陷（皮質的功能受傷了），但他那沒受傷的下皮質去仍能掌控內心豐富的感情世界，他所表現的同理心與同情心，深深的感染了作者的心靈。因此，作者收起實驗用的儀器，回以一笑，說：「今天我們什麼實驗都不做，我們去海邊走走……。」

2. 腦袋裡的音樂箱

作者的故友已耳聾多年，卻常聽見音樂，必須要大吼大叫到自己聽到自己的聲音，音樂才會停止。其友為此困擾多時，故求助於作者。

作者適才閱讀澳洲的神經科醫生，整理其 15 年的經驗，發現一般重聽的人較容易產生音樂幻覺的現象，而腦造影的研究顯示，音樂幻覺發生時所激發的神經迴路和一般人聽音樂時的迴路相似，但很明顯的不同是，前者的聽覺區完全沒有活化的現象。

因此告訴故友，這是因為他一生都喜歡聽音樂，也愛哼歌，腦神經的音樂迴路一直有刺激去滿足它，但這些年他的耳朵聽不見外面的聲音，它的音樂網路神經就自己製造那些已知的熟悉音樂與歌聲來滿足自己，但這些幻覺只要有一些感官上的聲音出現，便會停止，因為腦可以判斷，外來的刺激才是真實的，而他能靠感官的反應就把虛幻的音樂與歌聲關掉，表示腦神經運作正常，對真實的監控仍舊完好。

就像耳聾後的貝多芬，他也是一直聽到音樂，發作起來搖頭晃腦都沒用，於是他乾脆將之寫成樂章；據說晚年的舒曼也是把幻覺中的音樂轉成優美的音符，他常告訴人家，他譜成的樂章，是舒伯特的鬼魂在對他唱詩。

3. 厲害的「學生」— t 分配的由來

酒的鑑定是由少數幾位品酒師所鑑定的，這幾位品酒師對酒的等級鑑定是他們說了算。但是，酒的製程很複雜，有陽光、土壤、水分、發酵的技術、香料的調配、空氣中的溼度、儲存的條件等許多變數，只憑少許幾位品酒師，真的能一嘗定酒質？有可信度嗎？判定的效度又如何？

然而，在 100 多年前的愛爾蘭都柏林金氏釀酒廠中工作的化學師，為了解決此問題，提出一篇劃時代的數學論文“The probable error of a mean”，其中，他推導出小樣本的 t 分配，可以用來矯正小樣本可能產生的推斷誤差。而這位「業餘」的數學家，依規定不得隨便發表研究成果，因此很謙虛的用筆名—Student 發表此論文，影響了一百年來的生物、農業、社會、經濟、心理、教育等學科的研究推論。

4. 創造力的樣貌？

關於創造力的原動力為何？何時啟動？何時完成新風貌？是很難界定的，所以，雖然大家都認為創造力很重要，卻沒有共同的研究典範，其基本語彙、概念、測量方式也都無共識。目前創造力的研究者，也常只從各個不同流派的觀點來解讀，議論紛紛卻又各說各話，猶如瞎子摸象。而各家對創造力的不同論述，也確實點出不同的向度。因此科學家必須持續摸索，不斷的比對、整合，總有一天會摸出創造力的真實形狀。

關於創造力的論述，起初是神秘的心靈附身，重視捉摸不定的靈感，很難進入科學解析的殿堂；其次是實用派的說法，強調個人或團體要自我修練某些特定而「有用」的思考方式，例如旁敲側擊思考的習慣、經常經歷腦激盪的活動、練習放鬆少壓抑等。這些作為和某些學院派的理論不謀而合，但卻又不願意對提出的方法作科學上的效度檢定，因此，這些不謀而合究竟是表面的相似，或確有實質的意義，則不得而知；第三，心理分析派佛洛伊德是潛意識創造論的祖師爺，他主張作家和藝術家的創造力來自他們那些被壓抑在潛意識裡的意望，以社會認可的方式表現出來。而近代的心理學界，將此派的看法稱為心理動態的觀點，將它們歸為藝術與哲學的表述，而非嚴謹

的科學理論。

第四，季佛德和他的追隨者主張以科學計量的方式去測量人格特質，設計適當的測驗就成為研究的主要工具。而要設計有用的測驗，測驗題的制定須根據某些特定的學理，才具有信度（可靠）與效度（結果確實反映所預定要測量的特質）。對於創造力的特質和 IQ 特質到底有何關係？事實上，多年來的研究結果都指出兩者間並沒有一一對應關係，創造力和 IQ 各遵循不同的心理運作軌跡，不可混為一談。

第五，人格特質，高創意的主要人格特徵：獨立的判斷力、對自己有信心、對複雜的問題有興趣、有美感、不怕冒險。而此派的人認為文化的陶冶是重要的因素，文化多樣性、戰爭、偶像典範的存在，及在同一領域中強的競爭者，都事時勢造英雄的社會文化條件。

第六，演化論者認為創造力的機制和生物演化的機制相似，而創造力的出現須將兩個步驟：盲目的變異，即不同概念隨機式的被拋出來；與選擇性的保留，使適切的理念被保留，其他的則自然消失。然而，史登堡教授強烈反對把莫札特、貝多芬等美麗樂章，說成是建立在隨機出現的音符上。

最後，認知神經科學學者認為，把左右腦的功能分開看，則會有驚喜的發現；左腦的處理方式是專注於特定、具體且直接的目標，採用聚焦策略；右腦的處理方式是把能散發到較遙遠、模糊、間接的相關目標上，採取漣漪擴散式 (diffusion) 的策略。若創意是把所學過的舊記憶重新排列組合的結果，則右腦的擴散功能配合左腦的聚焦功能，確可提供非常完整的創造歷程的描述。

5. 智慧之城—亞歷山大藏書庫

亞歷山大藏書庫是人類史上第一個以政府的經費支援的公共圖書館，建於公元前 290 年埃及的托勒密王朝。負責書庫的管理員都是一時之選的學者，他們認為書籍若只重收藏而不被利用是沒有意義的，故建立索引，以文字的拼音字母為序，以作者姓氏的拼音字母作排列，方便讀者查詢。當代的大詩人 Philetas 利用館裡的資料編纂了歷史上第一部大字點，字的排列順序就按字母的次序加以編序。

此館也是世界各國著名學者聚會的場所，對當時最有名的他國學者敞開大門，邀請他們來到庫中學習、講學、研究、寫作，期望不同文化觀點可以融合在一齊，撞出新火花。

而這個人類文明史上的第一座圖書館，在公元後的四百五十年裡，幾經戰亂，一再被烽火燒毀，到 1600 年前，就只剩斷垣殘壁。三年前在聯合國教科文組織的努力下，耗資六億元的心圖書館在原地重建完成，為歷史重新寫下新的一頁。

6. 我們的社會什麼都要補！

運動員以類固醇等禁藥補身，被視為運動歪風。然而，以藥補腦，以增強認知能力的想法與做法，卻興盛於此社會。

隨著神經藥物科學及認知神經科學的進步，人們可以用藥物來增強注意力與記憶力，並提升空間推理能力，促進時間資訊處理的效力。這些增強的能力也許不持久，但短暫的把智慧測驗成績提高，是很有可能的，但我們可以相信因藥物介入而提高的 IQ 嗎？假如大家認為「心智進補」是個人斯是，政府不應干涉，那麼就要面對假性心智落差的問題，並且也要處理公平的問題；因為並不是所有家庭都補的起（新藥很貴，健保也一定不給付）。若大家認定臨時性的補強藥物所提升的並不是真正的穩定智慧，則政府就要立法來加以禁止，就像效法奧林匹克運動委員會的作為，嚴格執行尿測。

你能想像全國學測的場景嗎？參加學測的人，人手一瓶，考完後就教室的出口處驗尿，考官更要使出渾身解數以防尿瓶掉包.....。

7. 全民抗老

美國史丹佛大學的科學家們，使用可以偵測到細胞或組織裡蛋白質產量的微列陣 (micro array) 分析儀，做「跨」動物的比較研究。檢測果蠅、老鼠細胞裡的基因所產生的蛋白質數量，看哪一組基因的活動量因老化而產生差異；也比對人類 (20~80 歲) 的人身上的肌肉、腦和腎臟組織。在這些動物和人類的組織裡，發現一組基因在年老時活動力特別低。此組基因建構了所謂的電子傳遞鏈 (electron transport chain)，在細胞的粒線體中負責產生能量。

此組基因提供的「跨屬」(包含各種動物)的客觀指標，可以互相參照，且此指標更比「生日」對老化更有實質的意義。

第四篇 閱讀看門道

作者在最後的一篇，將推薦給讀者目前各類型的科普書籍，包含了心理學、未來科學的可能發展、各類科普書籍的書評、昆蟲類、氣象變遷、記憶、書籍的時空旅行、資優競賽的迷思、何謂智慧、台灣的多樣性、達賴喇嘛、生命的演化故事等十多本書籍。

1. 《這才是心理學》· 遠流 · 2005/04

本書說明何謂真正的心理學！心理學並非像是一般人認為的，可以不必受到科學方法的檢定。此書將心理學在這一百多年來，如何從沙發椅上的冥思，走進實驗室的過程，做深入淺出的說明；也說明了心理學自從進入實驗室後，如何對人的各方面行為有了新的瞭解，進而建立科學理論的成就。

本書是由楊中芳老師將 Keith Stanovich 所著的 *How to Think Straight about Psychology* 翻譯成中文，在台發行。

2. 《太空漫遊四部曲》· 遠流 · 2006/10

此書由克拉克所著，其中所描寫的科技新知識都有一定的科研根據，並非異想天開胡亂製作的成品，提出科技發展的前瞻視野，打破科幻和科技實質進展之間的鴻溝。

3. 《中華民國物理學會推薦 100 本中文物理科普書籍書評》· 中華民國物理學會 · 2005/07

作者認為一個國家的文明程度在於科普書的品質與數量，雖然台灣原創的科普書並不多，但是只要是國外科普書的精品，一定可以看到中文的譯作，且字體的安排與封面設計往往比原著講究、美觀。而作者的香港、新加坡、馬來西亞朋友總是對台灣的科普譯作讚不絕口，總以為我們的市場供得起這麼多好的科普書，作者也總會將台灣出版業者的艱苦據實以告，而台灣出版業者總是說：「只要存在，就有文明。」

4. 《李淳陽昆蟲記》· 遠流 · 2005/03

此書的作者所紀錄的每一種昆蟲，都不只是一種要被標示的昆蟲而已，他親近昆蟲，瞭解牠們的生態境，紀錄牠們的生活故事，待牠們如至親好友，才能感受到昆蟲間的情感世界。他大膽的將這個想法寫出來。

5. 《恐懼之邦》· 遠流 · 2005/06

本書是以不同於「溫室效應」的觀點來描寫現今氣候變遷的另一個可能的因素，以小說的型態呈現出「溫室效應」的觀點漫延，可能是極端的環保人士爲了維護利益（或達成某個政治正確的目標）而經常有意曲解氣候變遷的數據，甚至不惜製造「恐懼」的預測，以收取更多的捐款。閱讀此書，也給讀者另一個思考觀點。

6. 《記憶 vs. 創意》· 遠流 · 1989/01

此書明確的說明記憶事建構與重組的結果，指出這整個歷程是多麼的脆弱，而一些號稱「被挖掘」出來的記憶，則很可能是被外界訊息所引導而一再建構的結果。對於佛洛伊德的分析學派治療者而言，他們認爲必須靠語言刺激去引出病人最深層的記憶，但引導本身卻會造成病人「信以爲真」的記憶。這個危險的弔詭對整個分析理論的實驗無疑是個致命傷，對那些被「前是今生」的說辭所迷惑的人，可能也是當頭棒喝。

7. 《科學家死也要做的 100 件事》· 遠流 · 2006/04

每個人都可以憑藉著網路的連結，在越來越豐富的數位文化的典藏中，搜尋遊蕩，上天下海，無所不能的做個快樂的時空行者。

8. 《數學高手特訓班》· 遠流 · 2007/01

台灣的教育對知識的表現是特別敏感的，因此，「如何評量出知識的高低」就成爲學校教學的重點，學生們若不能在大大小小的考試中成爲考試能手，就會被**錯誤的認定**在往後發展的道路上，前途無亮。

我們的社會樂於發掘天才，但是天才的界定永遠模糊不清；像是莫札特四歲就會作曲了，不是天才嗎？莫札特四歲時所作的曲並沒有任何一首流傳至今，他的成就是建立在六歲以後每年超過三千五百個小時的艱苦鍛鍊上，以及其父培養兒子的苦心與不停的敦促，才是莫札特小時有那樣成就的緣由。沒有人可以否定莫札特一生偉大的成就，但那跟他小時後是否是天才絕無相關。

9. 《經典智慧》· 圓神 · 2005/10

要瞭解人類的智慧，絕不是看智力測驗是如何編的，真正要唸的是偉人的傳記與他們留下來的論著。

10. 《科學人》雜誌·(多樣性台灣)特刊·2006/09

台灣的外放能量、對外來文化的吸收力，都值得稱道。且台灣不但可以融合各式各樣的文化及思維方式，更可將原有的內容精緻化，同時很快的結合本土特色，為舊有的文化創立新風貌，像是「漢唐樂府」的成就，和霹靂劇場如何將傳統布袋戲，變成世界上無出其右的動畫及電影，在台灣便可吃到世界各地著名的佳餚；外來與本土的互相切磋，磨練出更多采多姿、深具品質的台灣風味。

11. 《影響世界的偉人—達賴喇嘛》·聯經·2006/11

達賴喇嘛從不逃避，務實開朗，他的對答風趣又得體，對維護人類福祉的期許，真誠感人。

12. 《心智簡史》·久周·2006/07

生命科學的進展在全世界有目共睹，在台灣卻少有人從基因談人類的演化歷史，此書將呈現動人的生命演化故事。