



嬰兒比你 想得還聰明

嬰兒對這個世界似乎一無所知，但他們能觀察、也懂得利用統計，進而理解外界事物。他們的思考能力，遠超過我們的想像！

撰文／賈布尼克（Alison Gopnik） 攝影／阿契柏德（Timothy Archibald）
翻譯／涂可欣

30年前，心理學家、哲學家和精神病學家大多認為嬰兒和幼童是不講道理、自我中心，也沒有道德觀念的。他們相信兒童的思維局限於當下，不了解前因後果，無法想像他人的經驗，也不會分辨真實與虛幻。至今仍常有人將兒童視為不完整的人。

然而過去30年來，科學家發現即使是年紀很小的兒童，知道的都比我們以為的多很多；研究顯示，兒童認識世界的方式其實和科學家很像，都是透過實驗和統計分析，並能憑直覺提出物理、生物和心理方面的理論。約自2000年起，研究人員開始了解讓兒童擁有這些驚人能力的運算、演化和神經機制。這些革命性的發現，不僅讓我們對嬰兒刮目相看，也對人類的特質有了全新觀點。

嬰兒學物理

為什麼我們對小嬰兒有這麼久又這麼深的誤解？如果你好奇地觀察那些不到四歲的兒童（這也是本文討論的年齡範圍），可能看不出他們腦袋瓜有什麼鬼靈精怪之處。嬰兒畢竟不會說話，即使學齡前幼童也往往辭不達意，你對三歲兒童提出一個開放性的問題時，可能會聽到一串美麗卻難以理解的意識流獨白。也因此，包括瑞士心理學大師皮亞傑（Jean Piaget）在內的早期研究人員推斷，兒童的思想沒有邏輯和理性，多以自我為中心，而且沒有因果概念。

始於1970年代末的新科學仰賴新的技術，不再只是聽嬰幼兒說了什麼，更觀察他們做了什麼。嬰兒看到新奇的事物或出乎意料他們的事件時，目光往往會停留較久，實驗人員可以依

重點提要

- 嬰幼兒的認知能力遠超過心理學家長久以來的認定。舉例來說，嬰幼兒能想像他人的經驗，並能了解因果關係。
- 兒童認識世界的方式其實和科學家一樣，都是經由實驗、統計分析，然後形成理論，來解釋他們的觀察。
- 相較於其他動物，人類有較長的無助嬰兒期，可能是大腦演化出非凡學習能力和創造力的代價。

此判斷嬰兒所預期的事物。不過最有力的證據來自觀察嬰幼兒的活動：嬰幼兒會爬向或伸手抓什麼東西？嬰幼兒如何模仿周圍人們的舉動？

雖然幼童不擅於表達自己的想法，但我們可以用比較精密的方法測出他們知道什麼。舉例來說，美國密西根大學安娜堡分校的威爾曼（Henry Wellman）分析兒童自發性對話的錄音，藉以找尋線索來了解他們的思路。我們可以提出非常精確的問題，例如二選一的問題，而非開放性的問題。

從1980年代中期到整個90年代，科學家便運用這些技術，發現嬰兒對他們周圍世界知道的還不少，那些知識絕不只是具體的、當下的感覺。例如美國伊利諾大學的貝勒傑恩（Renée Baillargeon）和哈佛大學的史培基（Elizabeth S. Spelke）等人便發現，初生嬰兒能了解基本的物理關係，像是物體運動軌跡、重力和密封狀態。嬰兒看到似乎可穿牆而過的玩具車、不符合日常的物理基本原理時，往往會多看兩眼。

到了三、四歲時，兒童對生物學也有了基本概念，開始了解生長、遺傳和疾病。有這些早期的生物學知識，顯示他們理解事物時已能超越表

面的直覺印象。密西根大學的吉爾曼（Susan A. Gelman）發現，幼童相信動物和植物都有一種「本質」，那是一個看不見的核心，即使外觀改變也不會發生變化。

嬰兒看到新奇事物或出乎他們意料的事件時，目光往往會停留較久。實驗人員可依此判斷嬰兒所預期的事物。

對嬰兒和幼童來說，最重要的知識就是對其他人的認識。美國華盛頓大學的梅爾特佐夫（Andrew N. Meltzoff）指出，新生兒已了解每個人都是獨特的，並能模仿他人的臉部表情。

1996年，我和現在任教於華盛頓大學的雷帕丘利（Betty Repacholi）發現，18個月大的幼兒已懂得我可能會想要一個東西，而你可能想要另一樣。在14個月和18個月大的幼兒面前，實驗人員放了一碗花椰菜和一碗小魚餅乾，然後一邊吃一邊做出噁心或快樂的表情，再伸出手來問兒童：「可以分我一些嗎？」如果實驗人員吃花椰菜時露出喜歡的模樣，18個月大的幼兒就會拿花椰菜給她，即使自己不想吃花椰菜（14個月的幼兒則會給她餅乾）。因此即使年紀這樣幼小，兒童已經不完全以自我為中心了，至少在簡單的情況下，他們能理解別人的觀點。到了四歲，他們對日常心理的了解更為敏銳，舉例來說，某個人相信一件非真實的事而表現怪異時，他們知道那是為什麼。

到了20世紀末，許多實驗已能描繪嬰兒的抽象和複雜知識，也知道隨著年齡漸長，這些知識同樣會飛躍般成長。有些科學家相信，嬰兒一定天生就知道許多物體和人類的行為。毫無疑問，新生兒絕不是一張白紙，但從兒童的知識轉變可看出，他們是透過經驗來理解這個世界。

心理學和哲學領域最大的謎題之一，就是人類如何透過紛亂的感覺資訊來理解世界。過去10年來，研究人員開始更了解嬰兒和幼童如何快速準確地大量學習，尤其是發現嬰幼兒擁有超強的統計模式學習能力。

從統計歸納結論

1996年，當時在美國羅徹斯特大學共事的薩弗蘭（Jenny R. Saffran）、亞斯林（Richard N. Aslin）和紐波特（Elissa L. Newport）率先證明兒童的這項能力，利用的是語言的聲音模式。他們對8個月大的嬰兒播放具有統計規律性的音節序列，例如/bi/之後大多接/da/音，只有三分之一的機率接/ro/音。接著，研究人員播放一些遵循模式或違反模式的新序列，嬰兒對那些統計上不尋常的序列會聆聽較長的時間。最近還有研究顯示，嬰兒能偵測音樂音調和視覺景象的統計模式，以及更抽象的文法模式。

嬰兒甚至能理解統計樣本和總體的關係。2008年，我和同事徐緋（Fei Xu）在美國加州大學柏克萊分校進行一項實驗，給8個月大的嬰兒看一箱混合了不同顏色的乒乓球，例如80%的白球、20%的紅球。實驗人員看似從箱中隨機取出五顆球，如果取出的是不太可能的組合，像是四顆紅球和一顆白球，嬰兒會顯得較驚訝（目不轉睛看得較久），比研究人員取出四顆白球和一顆紅球的組合時看得久。



關於作者

賈布尼克是美國加州大學柏克萊分校的心理學教授和哲學特聘教授，她的開創性研究探討兒童如何發展出「心智理論」，認為兒童能夠了解他人的想法，也比他們所表現的更能相信或想要不一樣的東西。賈布尼克的研究有助於形成「理論的理論」，亦即兒童的學習方式和科學家是一樣的。她認為，研究兒童的心智能夠幫助我們解決更高層次的哲學問題，例如意識之謎。

能夠掌握統計模式只是科學發現的第一步，更讓人驚奇的是，兒童和科學家一樣，能利用這些統計資訊來了解這個世界。在一個類似乒乓球實驗的研究中，我們用綠色青蛙和黃色小鴨玩具來測試20個月大的幼兒。實驗人員從箱中取出五個玩具擺在桌上，然後要兒童從中選一個給她。如果實驗人員從幾乎全是綠色玩具的箱子中大多取出綠色青蛙，則兒童在顏色選擇上沒有偏好；但如果從箱子取出的大多是小鴨，兒童就會選出小鴨交給她，顯然兒童認為實驗人員選了這個統計上較不可能的選擇，表示她不是隨機選取，而是偏好小鴨。

我們實驗室又做了進一步探索，研究幼童如何利用統計上的證據和實驗來釐清因果關係，我們發現兒童的思維絕不是沒有因果概念的。我們設計了一個「玩具偵測器」(blicket detector)讓兒童玩，把特定物件放在機器上時，機器會發出亮光或播放音樂，放其他物件則沒有效果。我們讓兒童知道偵測器的運作模式，然後觀察他們會歸納出什麼樣的因果關係，即哪些物件會讓機器發光？

2007年，我和現在任教於美國康乃爾大學的庫席納(Tamar Kushnir)發現，學齡前兒童會運用機率來學習機器的運作機制。我們重複將兩個積木中的一個放到機器上，黃色積木放在機器上時，每三次有兩次機器會亮起來，但藍色的積木每六次只有兩次會亮。接著我們將積木交給孩童，要他們讓機器發光，這些兒童還不會加減運算，卻傾向把發光機率較高的黃色積木放到機器上。

如果我們只是揮舞發光機率較高的積木、並沒有讓積木實際碰觸機器，兒童依然能做出正確的選擇。其實實驗開始時，這些孩子覺得「遠距遙



小小統計學家：嬰兒擁有高超的統計分析能力。研究人員從大多是白球的箱子中取出數量特別多的紅球，並讓8個月大的嬰兒在一旁觀看，結果這舉動引起了嬰兒的注意；研究人員改變實驗的操作，例如將紅球與白球的角色對調，以檢驗是否可能有其他解釋（例如嬰兒可能對紅色物體較感興趣）。研究人員也利用黃色和綠色的玩具來檢驗20個月大的幼童，發現當一個人拿出特別多的少見顏色玩具時，幼童會推斷此人喜歡那個顏色。因此，嬰兒和幼童的學習方式和科學家一樣，都會觀察、統計，然後從中推導結論。

控」是行不通的（我們問過兒童），但他們可以利用機率的概念，自行發現世界上新穎和驚奇的事實。

在另一個實驗中，我和現在任教於麻省理工學院的舒茲(Laura Schulz)利用玩具來測試四歲兒童，這玩具有個開關，還有一藍一黃兩個齒輪，只要撥動開關就可以讓齒輪轉動。這個簡單的玩具有許多運作方式，例如啟動開關可讓兩個齒輪同時轉動，或是先轉動藍色齒輪再帶動黃色齒輪等。我們讓兒童觀看各種可能玩法的圖片，例如圖片中顯示黃色齒輪可以推動藍色齒輪，然後我們示範多種可能玩法的一、兩種情況，並以相當複雜的證據說明玩具如何運作。舉例來說，拿到「因果鏈玩具」的兒童看你

取下藍色齒輪，再打開開關，黃色齒輪仍會轉動；但如果取下黃色齒輪再打開開關，則什麼事也不會發生。接著，我們要求兒童指出符合運作模式的圖片，四歲兒童都能根據我們呈現的證據選出正確圖片。此外，若讓其他兒童自行接觸這些玩具，他們玩齒輪的方式有助於得知機器如何運作，就像是做實驗一樣。

在另一個研究中，舒茲使用一個有兩根桿子的玩具，按下後分別有小鴨和玩偶會跳出來。第一組學齡前兒童看到實驗人員按壓其中一根桿子會跳出小鴨，按另一根桿子會跳出玩偶；第二組兒童則看到實驗人員同時按兩根桿子，小鴨和玩偶一起跳出，但沒有看到分別按兩根桿子的結果。然後

實驗人員讓兒童自己動手玩。跑去玩的第一組兒童比第二組兒童少很多，因為他們已經知道玩具的機制了，探索的興致也就不高；第二組兒童則面對一個謎題，會主動去玩，並很快發現那兩根桿子有什麼作用。

這些研究顯示，兒童自發玩遊戲時（東摸摸西摸摸），正是他們探索因果關係和進行實驗的時候，也是發現這個世界如何運作最有效的途徑。

嬰兒腦是個小電腦

進行實驗和統計分析時，兒童顯然不像科學家般有自覺，兒童的大腦必定是無意識地利用這些科學方法來處理資訊。認知科學的中心思想是：大腦是由演化和經驗所設計的計算機。

電腦科學家和哲學家已開始利用數學的機率概念，來了解科學家和兒童的強大學習能力。開發機器學習程式時，會用上一種全新的機率模式（probabilistic model），稱為貝氏模型（Bayesian model）或貝氏網絡（Bayes net）。這種程式能解開複雜的基因表現問題、幫助我們了解氣候變遷，也讓我們對兒童腦部的運算機制有了新的看法。

機率法結合了兩個基本概念：第一，用數學來描述兒童對物件、人物或字詞的假設。我們可以用事件之間的因果關係圖來表現兒童的因果知識，例如以箭頭從「按藍色桿」指向「小鴨跳出來」代表該假設。

第二，程式可以為假說和不同事件

模式的發生機率找出關聯，就像科學上經過實驗和統計分析後浮現的模式，符合數據的假設比較有可能真的會發生。我曾經指出，兒童的大腦也可能使用類似的方法，從他們對這世界的假設與機率模式之間找出關聯。兒童的推理方式既複雜又精細，不是簡單的關聯或規則能夠解釋的。

此外，當兒童無意識地使用貝氏統計分析時，比成人更容易接納不尋常的機率。我和同事在今年的研討會上發表了一項研究成果，我們用一個運作機制很奇怪的「玩具偵測器」來測試四歲兒童和成人，這個機器需要兩塊積木才能運作。四歲孩童比成人更能掌握這不尋常的因果結構，成人多半仰賴事物通常如何運作的既有知識，即使證據顯示眼前的機器不同以往亦然。

我們團隊最近的另一項研究顯示，覺得受到指導的幼童會修正自己的統計分析，結果可能較無創意。實驗人員讓四歲兒童接觸一個玩具，如果以正確步驟操作，例如先拉一下把手再擠一下球體，玩具就會播放音樂。實驗人員對一些孩童說：「我不知道這個玩具怎麼玩，來試試看吧！」然後開始示範各種長短不一的步驟，有些只要簡短步驟即可讓玩具發出音樂，有些不行。接著她要求兒童自己動手，許多兒童都會嘗試使用簡短的正确步驟，把一些觀察統計時覺得多餘的動作聰明地省略掉。

實驗人員又告訴另一批兒童，她會先教他們玩具如何玩，直接告訴他們哪一些步驟播得出音樂、哪一些行不通，並依照步驟示範一次。等她要求兒童動手時，他們會完全模仿整個步驟程序，沒有人嘗試簡短步驟。這些兒童忽略了自己所見的統計結果嗎？或許不是，他們的行為正符合貝氏模

天生實驗家：四歲兒童擅長對證據做詮釋，從而學習因果關係，像是判斷機器上的某個齒輪是否會帶動另一個齒輪（下方照片）。有些孩童甚至會自行玩玩具、進行正確的實驗，從而歸納出正確的結論。研究人員還設計了一種「玩具偵測器」，當特定積木組合放在機器上時，讓機器發光的機率會比其他組合更高（85頁照片）。研究人員發現，四歲兒童能夠運用統計結果來學習機器如何運作，即使面對的是一種出乎意料的全新情況。事實上，當證據顯示機器對積木的反應異於平常時，兒童比成人更容易保持開放接受的心態。



型的描述：「老師」應該會選擇最值得學的步驟來教。簡單地說，如果她知道捷徑，就不會示範多餘的動作。

生來就是要學習

如果大腦是由「演化」所設計出來的計算機，我們就可以探討幼童驚人學習能力的演化理由和神經學基礎。近來的生物學觀點，和我們的心理學實驗結果是相當吻合的。

從演化角度來看，人類最顯著的特性之一就是未成熟期（immaturity）非常漫長。人類的童年期比其他生物漫長許多，為什麼演化會讓人類的嬰兒長時間如此無助，需要成人含辛茹苦地照顧以才得以生存？

放眼動物界，動物聰明靈巧的程度往往與幼年的未成熟期有關。早熟性（precocial）物種例如雞，高度仰賴一些與生俱來的能力，以適應特定的環境區位，因此牠們成熟得很快。而需要親代餵養照顧的晚熟性（altricial）物種則主要依賴學習。舉例來說，烏鴉得到一個新物件（譬如一條鐵絲），可以想辦法把它轉變成工具，但是年幼烏鴉依賴父母的時間，比小雞漫長許多。

學習策略具有許多優勢，但是在學會之前是十分無助的。演化解決這個問題的方法是讓幼兒和成人分工合作，幼兒在受保護期間學習所處的環境，不需要真的做什麼，等到長大成人後，他們可以發揮所學，有較佳的生存和繁殖機會，並照顧下一代。基本上，嬰兒生來就是要學習的。

神經科學家已開始了解這類學習的大腦機制。嬰兒的腦比成人的腦靈活可變，神經元之間有較多的連結，雖然不是特別有效率，但假以時日便能去蕪存菁，淘汰沒有用的連結、強化有用的連結。嬰兒的腦也含有較高濃



度的化學物質，可讓腦部容易改變神經連結。

人類大腦的前額葉皮質非常特殊，尤其需要長時間來發展成熟。這個腦區掌管成年人的專注力、計畫能力和有效行動力，都需要經過童年時期的漫長學習，此區的神經線路可能要要到25歲左右才完成。

幼童的前額葉皮質缺乏控制力，看似是嚴重的不利條件，但對學習來說大有幫助。前額葉皮質會抑制無關的想法和行動，而嬰幼兒這個腦區不受抑制，反而讓他們能夠自由探索。一邊是兒童般的創造探索和靈巧學習，另一邊則是成人般的規劃能力和有效行動力，在這之間會有所取捨，基本上，極需有效行動力的特質（例如能

迅速自動處理，以及高度去蕪存菁的大腦網絡）和對學習有益的特質（例如靈活性）是對立的，兩者也許不可兼得。

經由過去10年來的研究，我們對兒童和人類的特質有了新的認識。嬰兒和幼童絕不是未臻完整的成人，而是演化精心設計而成的個體，能夠改變與創造、學習並探索。這些是人類的天賦，在生命的最初幾年以最純粹的型態存在。人類最珍貴的成就，可能就是因為我們一度是無助的兒童。童年，以及給予照顧，都是我們人類最根本的特質。 SA

涂可欣是陽明大學神經科學研究所碩士，並曾赴美國伊利諾大學遺傳研究所進修博士，現專職科普翻譯工作。

延伸閱讀

《搖籃裡的科學家》，賈布尼克（Alison Gopnik）、梅哲夫（Andrew N. Meltzoff）、庫兒（Patricia K. Kuhl）著，黃馨慧譯，信誼基金會，2001年。

Bayesian Networks, Bayesian Learning and Cognitive Development. Special section in *Developmental Science*, Vol. 10, No. 3, pages 281–364; May 2007.

Causal Learning: Psychology, Philosophy, and Computation. Edited by Alison Gopnik and Laura Schulz. Oxford University Press, 2007.

The Philosophical Baby: What Children's Minds Tell Us about Truth, Love, and the Meaning of Life. Alison Gopnik, Farrar, Straus and Giroux, 2009.

本文作者賈布尼克的網頁：alisongopnik.com