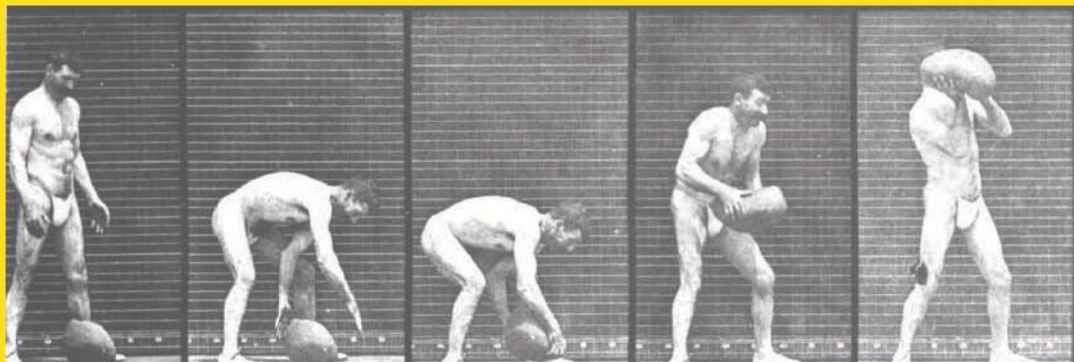
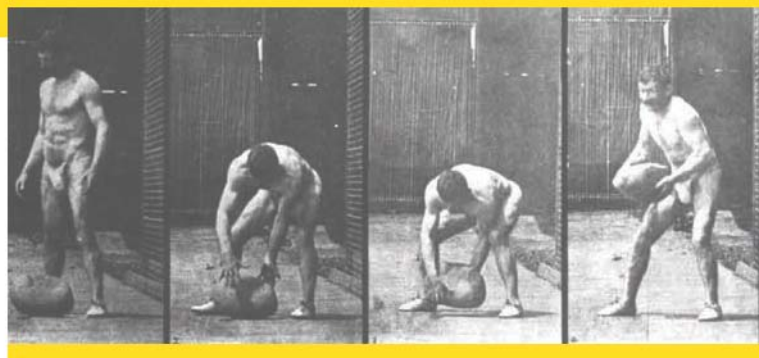




智能，也是演化來

撰文／卡爾文（William H. Calvin）

翻譯／涂可欣



對大部份的觀察者來說，智能是能夠機敏靈活解決全新問題的能力；還有人認為，遠見亦是智能一個非常重要的層面，特別是相較於那些看來聰明、有著一堆鬼點子，卻沒有大謀略的人；其他觀察者則將創造力列為智能的一部份。我個人最欣賞英國劍橋大學神經生物學家巴羅（Horace Barlow）的看法。他說，智能就是做猜測，並從猜測中發掘出一些潛在的新秩序。這個觀點簡潔涵蓋了許多基礎：找出問題的解答或論證的邏輯、即興想出一個妥切的類比、創造一個悅耳的和弦，或推斷下一步可能會發生什麼事。事實上，我們每一個人都經常預測著接下來會怎樣，即使是被動聽到一段故事或旋律的時候，也是如此。這就是為什麼一個笑話的結尾妙語或一段巴哈嘲仿樂，會讓你覺得訝異好笑的原因：你下意識會預測後續發展，結果卻出人意料。

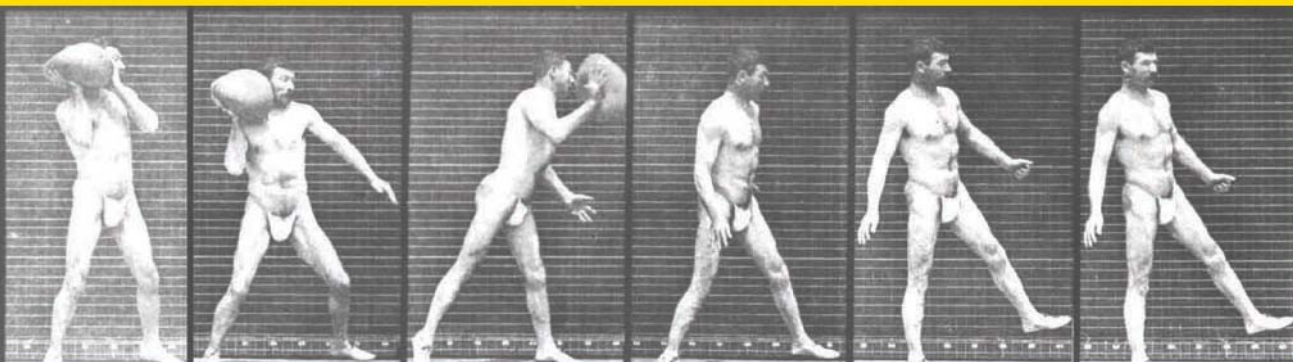
對於「智能」，我們可能永遠也找不到一個公認的定義，因為它就像「意識」一樣，是一個開放性的詞彙。智能和意識都牽涉到高層次的心智生活，但人們經常分不清它們和一些較基礎的心智活動，像是認出朋友或繫鞋帶的能力。當然，像這樣的簡單神經機制，可能是我們演化出邏輯和隱喻能力的基礎，但那是怎麼發生的？這不僅是個

演化問題，也是個神經生理學上的問題，要了解人類的智能，我們同時需要這兩個學門的解答，而這些解答或許還有助於解釋，人工智慧或外星智能可能會如何演進。

人類具有智能，是因為我們擁有一些其他動物所沒有的東西嗎？在連貫新事物時，最重要的部位是只有兩公釐厚的大腦皮質。人類的大腦皮質佈滿了皺摺，若是將它全部攤平，面積可覆蓋四張打字紙；黑猩猩的可蓋過一張紙；猴子的只有明信片那麼大；大鼠的則相當於一張郵票。但光看這些數量並無法完全解釋智能。像我就會反駁說，人類的智能主要應該來自腦部細微的特化，像是有專管語言的區域。腦部的特化讓人類的靈活度和預見能力得以飛躍演進，遠遠超越猿類。我認為腦部的特化可能牽涉到一個語言、計畫手部運動、音樂與舞蹈共通的核心技能，如果真是如此的話，它將更能解釋人類的智能。

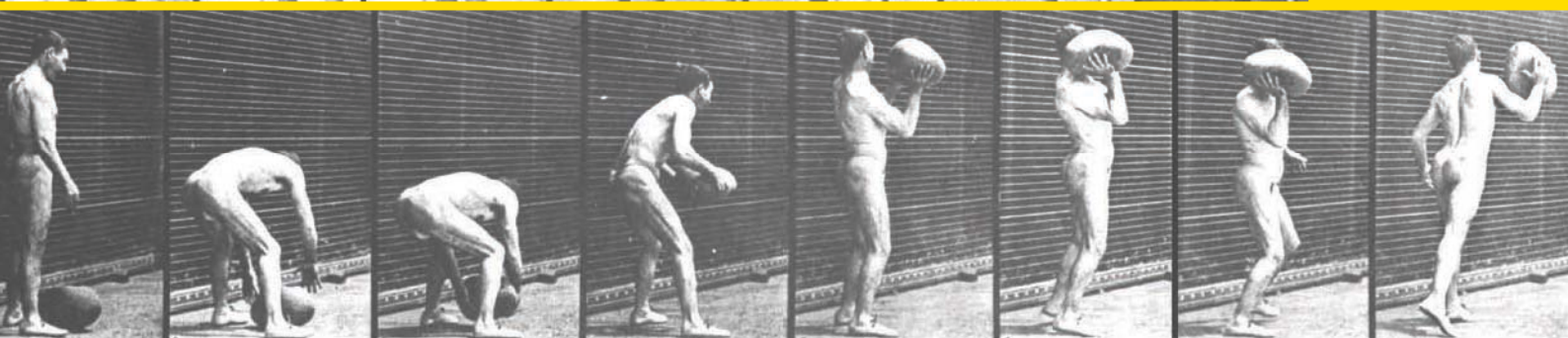
聰明的人通常看起來很敏捷，而且可以同時處理多重概念。事實上，我們智力測驗的分數，就受兩項最重要因子的影響：在固定時間內可以回答多少新問題；以及同時處理五、六個心智畫面的能力，例如A對B就像C對D、E或F等類推問題。

變化性是智能的另一個重要特徵。大部份動物只具備有限的專長，尤其是在處理飲食方面。每隻山區大猩猩每天



的

人類為了生存而演化出來的技能，
或許也連帶促成了高度智能的發展。



進食23公斤的綠葉；相對的，黑猩猩的變化就比較多，牠們會吃水果、白蟻、樹葉，甚至還會捕捉小猴子或小豬仔來打打牙祭。一般而言，雜食動物的行為中有較多的基本動作，因為牠們的祖先得在不同的食物來源之間變換。牠們也需要較多的感覺模版，也就是在腦子裡建立的一些基本影像，例如食物和得留意的獵食者；這些感覺模版和反應動作配對後，才表現出行為。

動物有時會在遊戲當中，將搜尋影像和動作做出一些新的組合嘗試，而在之後發現其用處。許多動物只有在幼年期才會嬉戲，身為成年個體是一件很嚴肅的事（畢竟牠們的窩裡都有嗷嗷待哺的小口）。像猿類和人類這樣擁有較長的成長期，肯定有益於智能的發展。而壽命長又可更進一步促進變化性，因為動物有較多的機會去發現新行為。

群居生活也提供個體機會，去學習他人的有用發現。研究人員曾在日本見過一群猴子模仿其中一隻有創意的母猴，用水洗去食物上的沙土。此外，群體生活也充滿解決

投擲一塊石頭所需的腦力多得驚人，它包括了複雜的動作次序，可由上圖看出；那是邁布里奇（Eadweard Muybridge）於1880年代所拍攝的著名連續照片。早期人猿類在投擲能力上的進步，可能帶動了嘴部運動的靈巧性，並進而發展出語言。

「人際」問題的機會，像是建立階級次序，這些都遠超出一般環境中的生存和繁殖挑戰。

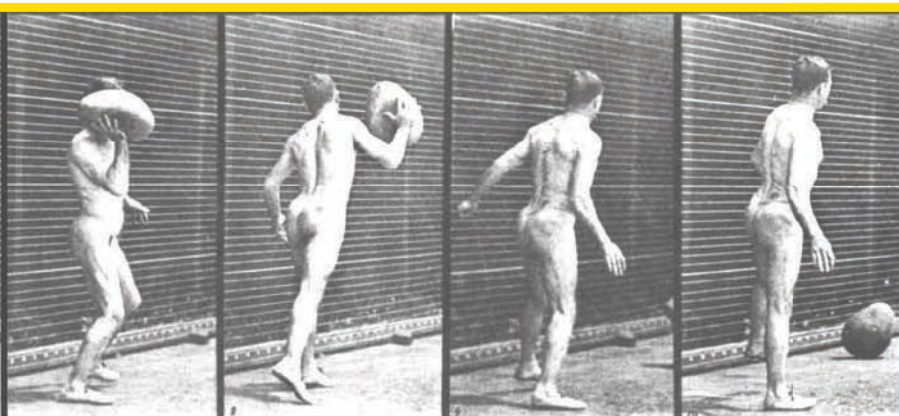
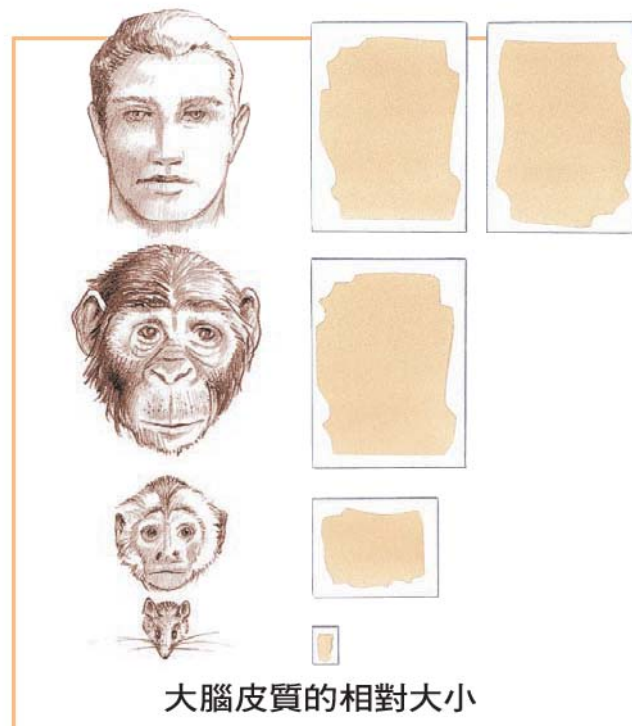
然而變化性並不一定全然是優點，變化越多也不見得就越佔上風。當烏干達的一群黑猩猩來到一片果樹林裡，牠們常發現當地的猴子早已迅速摘光了樹上可食的果子。這些黑猩猩或許可以轉而釣白蟻，也可以想辦法捉猴子來吃，但現實上，牠們的族群因這些競爭而嚴重受限，儘管牠們的腦子大小是那些專門摘果子的對手的兩倍。

氣候驟變的衝擊

然而當氣候驟然改變時，變化性就會成為一項長處。人猿類的腦擴增四倍，開始於250萬年前，也就是上一次冰

期之初。採自格陵蘭的冰心顯示，每隔幾千年，地球就會重複一次暖化和冷卻的事件，時間剛好和北半球冰原緩慢前進與消退的現象重疊。而海洋洋流也會持續幾百年大規模變遷，伴隨著發生在10年內的驟然轉變。

氣溫突然下降的情形，極有可能對我們祖先依存的生態系造成嚴重損害。由於溫度降低、雨量減少，非洲茂密的森林乾枯，動物族群開始銳減。閃電點燃了森林大火，連熱帶地區也出現大片光禿裸露的土地。大火之後，食物也變得非常稀少；然而當草苗重新從焦土中冒出頭來時，倖存的草食動物又可茁壯繁衍。在幾百年內，許多地方又長出新的森林，此時活躍的都是較適合寒冷氣候的物種。



天寒地凍、族群銳減和大火焚燒。現代人類的遠祖活過了幾百次這樣的事件，每一次都是一個族群的瓶頸，他們的近親物種大部份都從世上消失了。如果氣候是經過幾百年才逐漸轉冷，森林也能夠漸進更替的話，我們的祖先就不會遭遇如此嚴苛的環境。生長在高海拔地區的植物，可以慢慢擴散到山坡，覆蓋整片山谷，人猿類就可以憑靠父母傳授的方法生存下去，並適應新環境。然而當時氣候冷卻和乾旱全都是驟然發生，那不幸的一代就得在銳減的族群和燃燒的生態系中見機求生，而我們就是那些倖存者辦到不可能的任務後，所留下的後代。他們或許是找到了其他大型猿類所沒有發現的一些方法，度過了那些嚴酷的環境變化。

所謂見機求生，意味他們可能吃草，或是想辦法經常吃到草食動物。但問題是，這些草食動物無論是兔子還是羚羊，都很機警敏捷；因此，不管這些獵人想捕捉的動

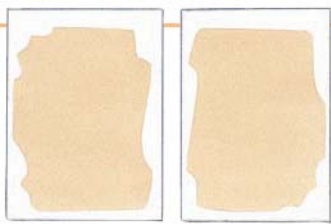
物是大是小，當他們群體合作時成功的機會最大。然而分享完野兔之後，大家一定還是飢腸轆轆，因此他們會嘗試圍捕聚集成群的大型動物。這也產生了有趣的結果：如果一名獵人殺死了一頭大型動物，他一個人也吃不完，最好是將大部份的肉分給其他人，然後期待其他人在成功之後也能夠相對回報。分享食物還意味彼此之間的爭鬥比較少，並有更多時間搜尋稀少的食物。

每一次的族群瓶頸，都會臨時放大合作、利他和狩獵能力等特質的重要性。即使每一次事件對人猿類的天生傾向，只造成極小的改變，但事件重複數百次後，就足以解釋人類和關係最近的大型猿類之間的能力差異。雖然我們很想衝動地說，氣候驟然變冷造成了人類腦部的擴增；然而真正能增加生存機會的，是狩獵能力和利他行為等較為特定的東西。而它們和智能有何關係？

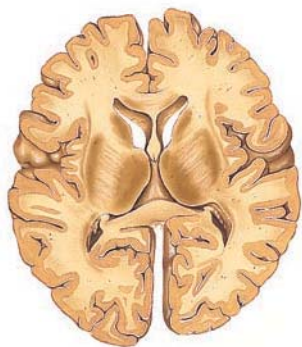
語法和結構思想

人類語言能力的進步，也是在冰期發生的演變之一。對大部份的人來說，腦部掌管語言最重要的部位，是位在左耳正上方的位置。猴子缺乏這個左側語言區，牠們的發聲和人類的簡單情緒表達聲一樣，是利用位於胼胝體（連接左右腦半球的神經束）附近、一個較原始的語言區。

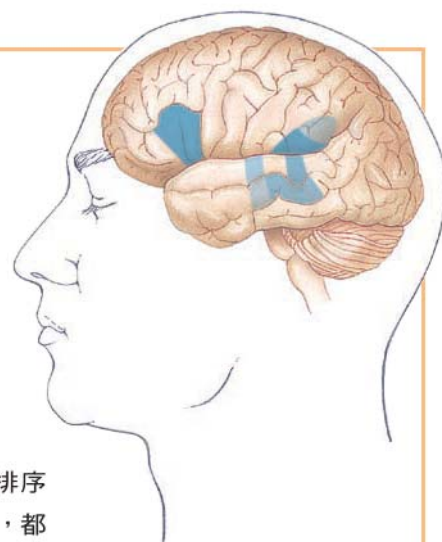
語言是最能界定人類智能的特徵：如果沒有語法（字詞的次序性排列），我們只比黑猩猩聰明一點點。約瑟夫



大腦表面有著曲折迴旋溝紋的部位即為大腦皮質，這是與智能關係最密切的區域（下圖）。若將人類大腦皮質攤平開來，可以覆蓋四張打字紙（左圖），黑猩猩的可蓋住一張紙，猴子的相當於明信片大小，大鼠的則僅有一張郵票大。



在大腦皮質左側有一塊特化的排序區，聆聽口語或產生口部顏面運動，都會用到這個排序區。根據美國華盛頓大學奧杰曼教授的數據，右圖中以藍色標示的區域，其深淺度反應著該區域參與這些活動的程度。



（Joseph）的境遇可以讓我們一瞥沒有語法的生活。約瑟夫是一名11歲的失聰男童，他無法聽到一般的口語，也未接觸過手語，在童年早期最重要的語言學習階段，沒有機會學習語法。神經學家薩克斯（Oliver Sacks）如此描述他的情形：「約瑟夫會看、會分辨、會歸類、會使用；他的知覺分類和歸納能力看來完全正常，但他的能力似乎也僅止於此，他無法理解抽象概念，無法內省、遊戲和計畫；他似乎完全無法同步處理數個影像、假設或可能性，無法進入一個想像或象徵的境界……他看起來像是動物或嬰孩，只活在現在，局限在具體和當下的知覺，但他又能自覺自己是處在這種狀態，而嬰兒是沒有這種能力的。」

要了解人類為何會如此天賦異稟，我們得先知道我們的遠祖是如何重塑猿類的整套象徵符號，並發明出語法來增強這些符號的用途。野生黑猩猩使用了大約30多種不同的聲音，來傳達30多種不同的意義。牠們會重複某個聲音，來強調它的意義；但不會將三個聲音串在一起，而成為一個新的字彙。人類也利用了大約30多種聲音，稱之為音素（phoneme），然而只有當音素組合在一起時，才會有含意：我們會把沒有意義的聲音串連起來，產生有意義的字。此外，人類的語言還有由組合形成的組合，像是可組成句子的詞彙。

黑猩猩和巴諾布猿是人類的近親，牠們在老師有技巧的引導下，可以獲得驚人的語言理解力。學習成就最高的巴諾布猿肯茲（Kanzi），可以理解牠從來沒聽過的句子，像是「到辦公室去拿紅球過來」，程度相當於兩歲半的孩

童。雖然兩歲半的兒童和肯茲都沒有辦法獨立造出這樣的語句，卻都能用行動證明自己聽得懂。

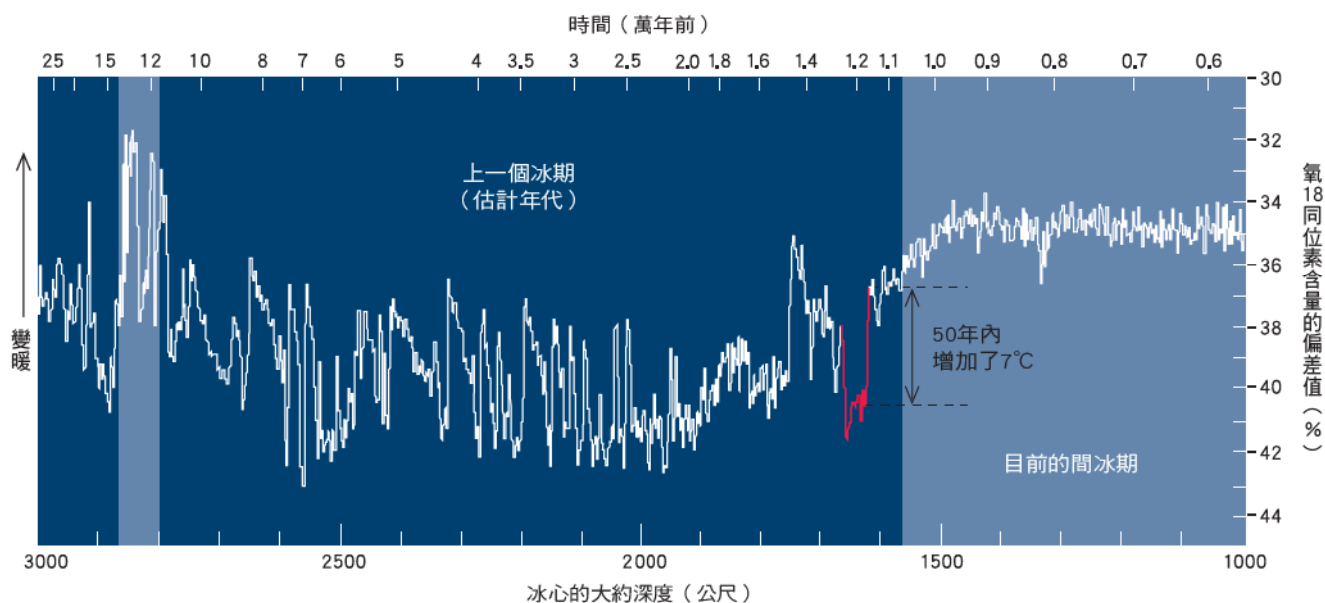
有了一年的理解經驗後，兒童開始能夠造出將一組詞彙放在另一組詞彙中的句子。傑克蓋房子的童詩（這是農夫種的玉米田，這些玉米養活每天早上啼叫的公雞……，那就放在傑克蓋的房子裡），就是這種語句的範例。語法

卡爾文的事業發展，就如同達爾文式的演化過程：過去40年來，他的科學興趣經歷了重大演變。他大學時期在美國西北大學主修物理，閒暇時則投入一項探討腦如何處理顏色視覺的研究計畫。因為這項計畫的經驗，引領他在大學畢業後，進入麻省理工學院和哈佛醫學院研究神經科學，並於1966年在華盛頓大學取得生理暨生物物理學博士學位。卡爾文的早期研究著重於神經元活化機制，他說：「我將電路接上神經元，記錄它們的活動，並試圖了解它們如何轉變資訊。」但到了1980年代，他開始挑戰更大的問題，探索人腦是如何演化的；他的興趣也變得更加廣泛，涵蓋了

關於作者

人類學、動物學和心理學。他撰寫了多本風評甚佳的著作，包括《大腦密碼》、《大腦如何思考》，以及與奧杰曼合著的《與尼爾的腦對話》。他說：「我想解開的謎題，需要來自許多不同領域的知識。」卡爾文目前是理論神經生理學家，在華盛頓大學醫學院執教。





氣候快速變化可能促進了現代人類遠祖的行為應變力。採自格陵蘭的冰心顯示，在上一個冰期，平均氣溫發生驟然波動。圖中的紅線顯示，在一次氣候震盪期間，短短幾十年內，平均溫度上升了7°C。這份圖表依據的是丹麥哥本哈根大學丹司葛德（Willi Dansgaard）和他同事的研究。

有著樹狀結構的參考規則，有時將不到100個音串連在一起，就能讓我們很快溝通誰在何時、何處、為何及如何對誰做了何事。即使是智能發展尚未成熟的孩童，似乎也能毫不費力獲得語法的概念，但像約瑟夫那樣失聰的孩子就可能無法學習到。

還有一種和語法非常相近的東西，可能促成人類另外一項傑出的智能特徵，那就是預先計畫的能力；除了受到激素刺激而準備過冬之外，其他動物幾乎不太預先計畫。舉例來說，有些黑猩猩會利用長樹枝捕捉白蟻巢中的白蟻，然而作家布羅諾斯基（Jacob Bronowski）卻觀察到：「沒有一隻釣白蟻的黑猩猩會在前一晚到處看看，折下幾枝乾淨的小樹枝以便第二天使用。」

人類遠祖熟練搥打、敲擊及拋擲等動作， 提高了生存機率，或許也促成了智能發展。

人類預先計畫的能力可能衍生自我們說故事的本領，我們可以借用腦部處理語法的結構，來評估可能的行動組合。在某種程度上，我們是默默對自己說話，敘述下一步可能會發生的事，然後應用類似語法組合的規則，來判斷

哪一種情節不可能、可能或非常可能。敘事同時也是道德選擇的重要基礎：我們先在腦海中想像行動的過程，以及行動對他人的影響，再決定要不要去執行它。但我們的思維並不局限在建立類似語言的架構，事實上，當我們覺得找到了一組心智影像的關係，卻還無法用言語表達出來時，我們可能會大喊：「我發現了！」

彈道式運動與相關動作

我們可能會認為，既然語言和智能如此有用，那麼演化應該會偏好它們，而有利於智能的增加。但如同美國哈佛大學演化生物學家麥爾（Ernst Mayr）所說，大部份的生物都不聰明，顯示「天擇並不完全偏好高智能」，要不然就是高智能其實很難造就。因此我們必須考慮產生高智能的間接途徑，而不是找尋一般的原則。

演化通常也都是循間接路徑，而非逐步適應。要解釋我們為什麼會擁有語法、預先計畫、邏輯、遊戲規則、音樂等如此廣泛的高等智能功能，我們得先檢查基本核心技能的演進。人類對於串連事物顯然有著高度的熱情，於是將文字連成句子、音符

串成旋律、步法編成舞蹈，並將故事組合成有一定規則的遊戲。串連事物的本領會是我們腦部的核心技能嗎？

以下這個想法乍看之下似乎不太可能，但仔細分析其實有它的道理：過去的人類在腦子裡計畫彈道式運動時，

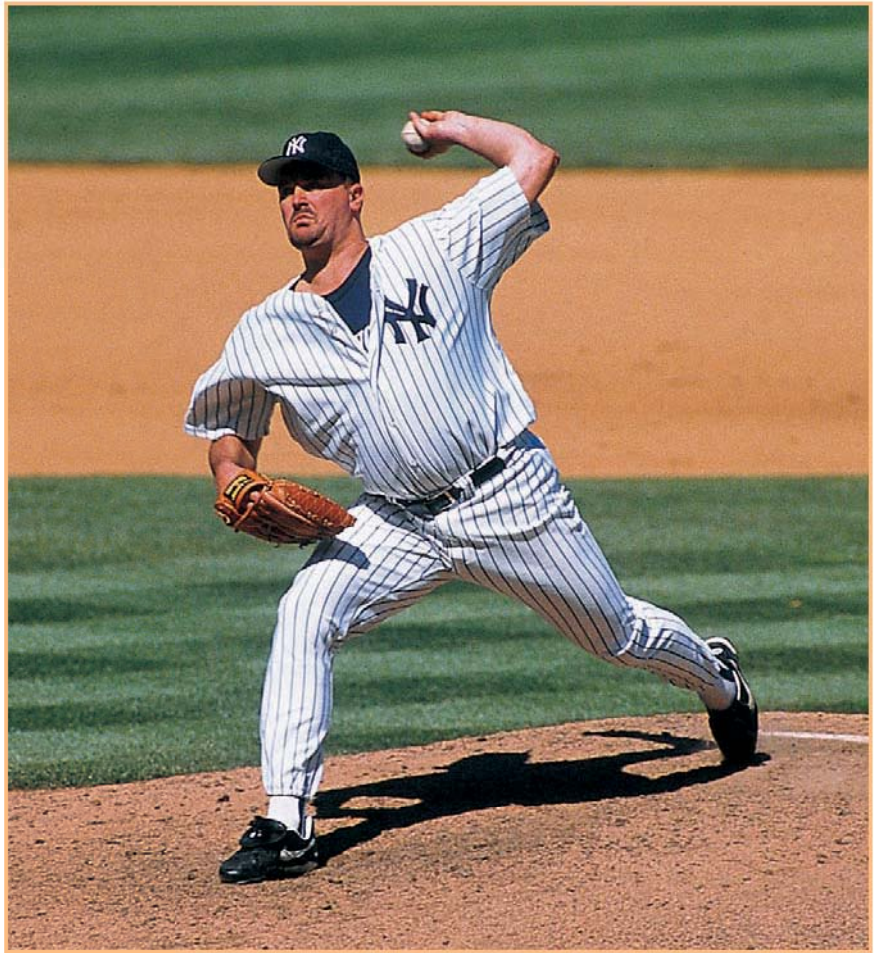
照片中洋基隊投手威爾斯（David Wells）的動作，即為彈道式手臂運動，這種動作非常快速，腦部必須預先計畫好肌肉收縮的順序，而負責這種計畫的神經機制，可能也會促進其他型態的計畫。

可能也同時促進了語言、音樂與智能的發展。彈道式運動是一種速度極快的肢體運動，動作一旦開始就無法再修改，用榔頭鎚釘子就是一個例子。猿類只有一些粗淺的彈道式手臂運動，而人類則是這方面的專家，熟練鎚打、敲擊和拋擲等動作。這些動作會對製造與使用狩獵武器及工具如此重要，或許不是巧合，畢竟在寒冷－人口銳減－焚燒的環境之下，狩獵和製造工具，是人類在基本生存策略之外的重要附加優勢。

和其他大部份動作比較起來，彈道式運動需要相當程度的計畫。速度較慢的動作留有修改的時間，當你要將杯子舉起送到嘴邊時，如果杯子比你原本以為的輕，你可以在杯子碰到鼻子前調整它的行徑軌道，因此不需要一個完整的事先計畫，只要從一般正確的方向開始，然後在過程中修正路徑即可。但對所花時間不到1/5秒的瞬間肢體運動，反應時間相對太長，無法及時有效地回饋修正，因此得靠腦部預先計畫好每一個動作的細節。就拿鎚打來說，它需要計畫好幾十塊肌肉的活化順序。

在做投擲動作時，由於還要掌握短暫的最佳出手時機，好讓投擲物擊中目標，因此更是難上加難。人類的時間感難免會有所誤差，當目標物距離加倍，最佳出手時機就會縮短為原本的1/8，要縮短時間誤差需要用到比原來多64倍的神經元，這些神經元就像中古世紀合唱團團員齊聲清唱單旋律的聖歌一般，作用起來就像一個個獨立但一致的計時機關。

如果嘴部運動和計畫彈道式運動序列一樣，運用相同的核心技能，那麼增加身體的靈活度即可增進語言的能力，反之亦然。早期熱帶地區的人猿類藉由準確投擲能力的幫助，得以在寒冷－人口銳減－焚燒的環境下生存，也因而可能經常食肉，並能在溫帶地區度過寒冬。語言的能力可能只是附帶的益處，一個因為共用核心技能而獲贈的「免費午餐」。



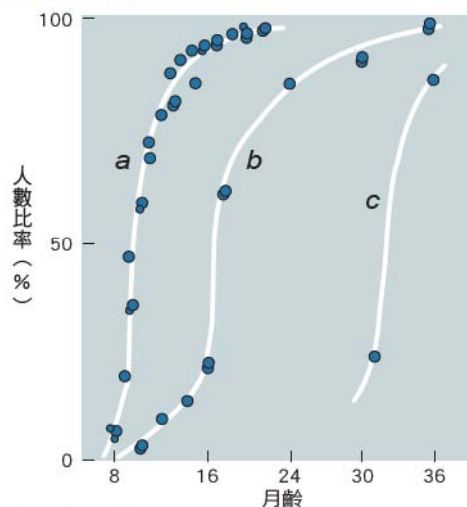
在我們的腦子裡，一定有一個手部運動和語言共用的排序裝置。與運動協調有關的腦區，主要都位於皮質下的基底核（basal ganglia）或是小腦，不過新動作卻傾向利用運動前區和前額葉皮質區。有兩項重要證據顯示，排序裝置和皮質的特化有關，而且外側語言區的關係最大。加拿大西安大略大學的木村（Doreen Kimura）發現，因中風損害到左側腦區而出現失語症（aphasia）的病患，也會發生失用症（apraxia），難以進行手部或臂部的新動作。另外，美國華盛頓大學的奧杰曼（George A. Ojemann）以電流刺激癲癇患者的腦部，也證實在左外側特化語言區的中心，有一小塊區域和聆聽聲音的次序有關。這塊稱為外側裂周區（perisylvian）的部位，似乎對非語言性的口部顏面運動序列，也有同等的重要性。

這些發現顯示，「語言皮質區」所扮演的角色，可能比我們猜想的還要廣泛；多種新順序的建立都和它有關：無論是感覺性還是運動性，無論是口或是手。構思新順序和產生創新行為的最大問題，就是安全性。即使簡單改變一下次序，都有可能造成危險，譬如「往下跳了之後



肯茲是一隻巴諾布猿，飼養在美國喬治亞州立大學一個使用語言的環境中。透過指點代表特定文字的符號，牠可以建構出像人類兩歲大孩童使用的需求語句。肯茲的語言理解力相當於兩歲半的兒童。巴諾布猿的語言實驗，讓我們了解到人類語法是多麼獨特。

兒童語言的發展



- a: 說出單字
b: 說出兩個字的詞彙
c: 說出五個字以上的句子

透過與成人的接觸，兒童可以迅速且自然地習得語言，絕大部份的兒童在三歲之前，就已經能夠造出簡單的句子。

才看」。不過，我們類推和建立心智模式的能力，提供了保護的方法，我們可以擬想未來的行動，排除愚蠢的舉措。誠如哲學家波柏（Karl Popper）所言：「為了我們的益處，讓我們的假定枯萎消失。」創造力以及其他所有高層次的智能和意識活動，其實都利用到心智遊戲來改進計畫的品質。是什麼樣的心智機器，可以辦到像這樣的事？

腦袋裡的天擇

1874年，在達爾文發表《物種起源》的15年後，美國心理學家詹姆斯（William James）談論到達爾文式的心智活動過程。他認為在我們腦中，觀念想法事實上會透過某種方式彼此「競爭」，只留下最好的「最適者」。就像達爾文式的演化在200萬年間塑造出較棒的腦，人類腦中類似達爾文式的天擇，以思想和行動為時標，塑造出解決問題的智能辦法。

研究人員已經證實，我們體內也有一套作用時間為數日的達爾文式過程，掌管著免疫系統。在數週之內，經過了數代細胞，免疫系統所製造的防禦性抗體分子，會越來越能抓住入侵者。掌握物種演化和達爾文式免疫反應的基本特色，我們會發現，任何一種「達爾文機器」，都具有六項要素。

第一，它一定是以某種型態的模版運作。在遺傳學上，這些模版就是串連的DNA鹼基組；而在智能上，則可能是

思想引起的腦部活動模式。第二，這些模版必須要能製成複本。第三，模版必須偶爾會發生變異，無論是透過突變、製作複本時發生錯誤，或是模版組件的重組。第四，各種版本的模版必須競相佔有一些有限的空間（就像我栽種的早熟禾和野生的馬唐草在我家後院競爭一樣）。第五，某些版本因受環境影響而繁殖得較為成功，結果即為達爾文所說的天擇。最後，下一代模版的組成，便是看哪一個版本會被留存下來進行複製。下一代的模版，將會是這一代較成功模版發生變異而來；許多新的版本可能不如它們親代成功，但有些版本可能優於親代。

讓我們考慮一下，如何將這些原則應用於腦子裡面智能猜測的演化。思想是感覺和記憶的結合體，就某方面來說，它們是尚未發生的動作（或許永遠也不會發生）。它們以「大腦密碼」（cerebral code）的形式存在，而大腦密碼就是腦部對應一個物體、一個動作或一個抽象概念的時空活動模式。我估計每一個密碼最少牽涉了數百個皮質神經元，這些神經元彼此間隔不超過一公釐；它們可能保持靜止，也可能像音樂模式般活化。

心理學家赫柏（Donald O. Hebb）的細胞聚合體假說（cell-assembly hypothesis）認為，回憶一段記憶，其實就是在腦中重建一次這樣的活動模式（參見延伸閱讀）。長期記憶是一組固定的模式，等著近似的共鳴訊號來喚醒它們；就像是印在凹凸不平路面上的車轍，等著來往的車輛

重建一個跳動的時空模式。

大腦中的某些「車轍」是長久性的，有些則是短暫的。短期記憶只是神經元之間的突觸聯繫強度發生暫時性變化，那是在大腦皮質的某一區域，經歷一次時空模式所留下的痕跡，幾分鐘之內就會消失。我們尚不明瞭，短期記憶是如何轉變為長期記憶的，但看起來神經元之間的突觸聯繫，會在結構上出現永久性的強烈變化，將神經活動模式嵌印到腦子裡。

有一個達爾文式的智力模型提出，一個活化的記憶可能會與其他記憶競爭皮質的

「工作場所」。思考者對目前環境的認知與對過去環境的記憶，在競爭中可能會有所偏好，而塑造出一個新看

法。一個活躍的大腦密碼會複製出一個複本，而從腦部的某一部位移動到另一個部位，就像傳真機在遠處紙上重印出一樣的圖案模式。大腦皮質也有一些迴路，可以在鄰近不到一公釐的地方，複製出時空模式，雖然目前影像技術的解析度不夠，無法看清它是如何進行的，然而這些最簡單的模式在經過重複複製後，就可以佔滿腦部的某一塊區域，就像結晶生長或壁紙重複一個基本圖案一樣。

這些思路所構築出來的圖案，就像是一塊拼布，有些布塊較大，佔用了鄰近布塊的空間；同樣的，有些大腦密碼較為成功，會佔據較大的區域。我的理論是這樣的，當你面對著水果盤，想著要吃蘋果還是香蕉時，蘋果的大腦密碼和香蕉的大腦密碼可能正進行著複製競賽，當其中一個密碼的活化複本多到足以激發行動迴路時，你可能就會伸手拿起蘋果；但是香蕉的密碼並未就此消失，它們可能繼續殘留成為下意識思想的背景。我們的意識思想只是目前複製競賽中佔優勢的模式，還有其他許多版本競爭著優勝者的位置，當思想的焦點轉移時，另一個版本就有可能在之後贏得競賽。

達爾文過程可能只是認知蛋糕上的糖霜。我們的思維大多是有固定模式或依循規則的，但我們時常以創造性的方法來面對全新的情境，就像當你在考慮晚餐該煮什麼一樣：你會先檢查冰箱和櫥櫃裡有什麼材料，然後思考幾種可能的菜餚，順便一邊記住下次去菜市場時需要買些什

麼。在幾秒之中，所有這些思維在腦中一閃而過，這可能就是達爾文過程在作用。

智能的自我牽引

從系統發生學與個體發生學來看，人類的智能最初都是為了解決運動問題，只有到後來才漸漸用來思索較抽象的概念。一個不必覓食和躲避捕食者的人工智慧或外星智慧體，可能不需要移動，因此也可能缺乏像人類智能「下一步會怎樣」的思考方向。由於我們對物種長期生存的需求

在我們的腦中，也有著達爾文式的天擇：所有觀念想法彼此競爭，只留下「最適者」。

和演化可能依循的路徑了解甚少，因此很難去估計高智能生物出現的機率，然而我們卻可以查明某一物種獲得了多少智能要素，然後評估其前景。黑猩猩和巴諾布猿可能缺少了幾項元素，像是造出套疊語句的能力，但牠們仍比目前的人工智慧程式要高明得多。

為什麼沒有多一些生物，具有這樣複雜的心智狀態？原因可能是有些困難要克服：帶有一點點智能是件危險的事。一個智能超越猿類的生物，必須經常在危險創新和保守態度兩個變生風險之間行駛。（《愛麗斯鏡中奇遇》裡，愛麗斯不理會紅心皇后的忠告：「你必須盡全力跑，才能停留在原地。」就是保守態度的表現。）遠瞻未來是人類特有的運轉形式，也是哈佛大學古爾德（Stephen Jay Gould）所說，為了長久生存而護守智能的必要特質：「因為演化的一個光榮意外，導致智能誕生，我們也因此成為確保地球生命得以延續的守護者。我們並未要求這角色，可能也不勝任它，然而這個任務就落在我們肩頭，不能推卻。」（本文譯自 *Scientific American* 1994年10月號）

SA

涂可欣 陽明大學神經科學研究所碩士，美國伊利諾大學遺傳所博士研究，現專職科普翻譯工作。

延伸閱讀

The Mind and Donald O. Hebb. by Peter M. Milner in *Scientific American*, January 1993.