

不期而育

談動物王國的興起

Wallace Arthur (華萊士·亞瑟) 著
吳聲海 譯

鄉宇文化

機 緣

三十年前當我還是學生時，第一次接觸到達爾文和演化論，老師教得十分賣力，學生卻都是鴨子聽雷。儘管《物種起源》早在十九世紀就已出版，但對大部分人來說都是一知半解，在台灣很難找到完整的翻譯本。當《雀喙之謎》出版後，新種產生的概念已經開始初具輪廓，只是人類和猿猴怎麼有共同的祖先、地球上的生物如何開始的、為什麼會變成那麼多樣？這些問題的答案仍舊模糊。

兩年前，朋友介紹 Sean B. Carroll 寫的 *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo* 談演化發育，是最新的研究趨勢，值得引進譯成中文。經過接洽後發現，該書中文版權已賣，但同一作者的 *The Making of The Fittest*（暫譯《造就最適者》，鄉宇文化出版中）版權還未賣，版權代理商同時介紹亞瑟博士的《不期而育——談動物王國的興起》，試讀之後覺得可以一起引進，就同時把兩本書的翻譯權買下。剛收到原文書時，封面給我的直覺並不吸引人，不像台灣書籍的封面那麼色彩繽紛、光艷照人。而譯者人選也傷了我們一些腦筋，最後我們認為吳聲海博士應該是最佳人選，因為他的學術涵養高，又有翻譯經驗。中文翻譯完成，仔細重讀譯文後，終於解開心中對地球上生物演化的大部分迷惑。

演化隨時在我們身上和身邊發生，而機緣主掌了演化的事件，同時也讓這本書出版。



磅礴的生命演化樂章

地球生物的起源與演化一直是科學界熱切探索的議題，而人類總以具有高等智慧且可以支配其他生物的角色自居。但是，像人類如此複雜的生物，會不會只是生命歷史中的短暫過客？抑或人類只是細菌大草坪上一個小小的鼯鼠丘，隨時都可能消失，最終只留下適合生存的細菌？

作者以其深厚的生物學背景，抽絲剝繭地檢視每一個生物演化的觀點，剖繪出物種演化的多樣性與複雜程度。文中詳細探討物種由輻射狀到對稱發育、由無脊椎到脊椎動物、由卵生到胎生、由水生到陸棲、由無頭到有頭部特化等，每個演化歷程都是令人感到驚歎！本書的核心價值在於闡述生物演化是多面向的，演化的力量來自突變，在提昇複雜程度的演化產物中，動物身體部位的複製（如分節或重複產生）和分歧，是突變性狀得以保留的重要原因，在經過物競天擇的「適者生存」與大滅絕之「幸者生存」的淬鍊後，造就目前世界上繽紛的多樣化物種。地球上生命演化的歷程，有高潮迭起的大爆發，有寂靜不動的細菌大草原，編織成磅礴的交響樂章，而這些樂章仍持續不斷演奏著。

本書中譯本的出刊，以動物王國興起的觀點，讓我們更能深切省思人類在生物劇場上的定位，以及如何與整個地球生態系共存共榮。

國立中興大學生命科學系系主任

傅金木

導讀及譯序

一些吃素的人能接受蛋不是葷食；然而一顆蛋可以在不到兩週，成了有毛、有血、心臟會跳動的成形胚胎，這時的蛋就成了許多人認為是茹毛飲血的野蠻食物。兩百多小時，能讓素變葷，讓單純一個細胞成了準動物，這就是生命的奇妙之處。這不但是一百年多前生物學家最想瞭解的生命奧秘，更是宗教、法律、社會至今仍談論不休的生命問題。

地球上出現生命後的頭二十五億年，生命大概都只是單細胞的生物。是甚麼樣的機制、是怎麼樣的創新，讓多細胞生物形成，讓個體內的細胞產生分化，變成越來越複雜的生物？在五億年間，讓這個世界充滿了形形色色的大型生物？它們都是個案？還是所有的事件都有一個共同的機制？

生物學是近五十年科學界的顯學，我們現在接觸到的領域中，最常被宣傳的課題有二：一個是生物多樣性與生態環境，另一個是分子生物與生物科技。演化通常與生物多樣性放在一起討論，發育則多被歸類於生物科技的範圍。演化是長時間造成生物改變的原因；發育則是短時間讓生物個體產生改變的現象。早期的生物學家對這兩個領域都充滿了好奇和疑問，然而一百年來，演化與發育的結合卻很有限。原因在於，從事這兩個領域研究及解開迷惑的生物學家分屬兩大類型，他們的思考模式及研究方法南轅北轍：研究生物多樣性的人多是廣而不精，研究生物科技的專家則又是精而不廣，兩個領域發展至今的趨勢都是失之偏頗。

達爾文在一百五十多年前，提出了解釋生物演化的通則學說；同一時間，生物學家才開始描述各類動物的胚胎發育；在達

爾文學說提出的一百年後，人類才發現造成生物改變的物質基礎——基因；而基因在發育過程中所扮演的角色，更是在晚近三十年才逐漸明朗。我們現在了解，發育的過程受基因的調控；基因改變及基因表現與否，或表現時間的差異，是造成發育過程改變的原因，也是造成生物演化的原因。

作者是發育生物學領域非常有成就的學者，在書中，他生動介紹了動物由簡單而複雜，以及種類由少而多的原因。地球從古到今，生物種類及樣式多不勝數，他也提出，在地球上所發展出的生命科學通則，是否也能適用到宇宙的看法。

亞瑟博士認為，要從繽紛繁複的生物中找出共同的原則，最重要的態度是保持開放的心胸。我們要盡量拋棄一些限制我們思考的包袱，才能促進科學的進展。生命科學為何至今還沒有發展出廣義的理論，亞瑟博士認為主要的原因是，多數的生物學家都把重點放在探討同一複雜程度內生物的有限變異，缺乏對更大尺度改變的資料。

發育生物學與演化學的結合，尤其是簡單生物變成複雜生物所牽涉到的各類改變及調控方式，是現代生命科學研究中最令人振奮與最刺激的領域。而打破以人類為主體的研究，以及超越目前僅由少數幾種模式動物所歸納出的學說理論，會讓生命科學有突破創新的空間，也更可能是真正解開生命之謎的關鍵。

吳聲海





前 言

我們人類是地球上最進步的動物。由於還沒有發現其他有生命的星球，我們也是整個已知宇宙中最進步的動物。我們有意識，我們會思考，我們會問問題。我們能問的最有趣的問題應該是：我們和其他複雜的生物，是怎麼來的？人類、人類的近親黑猩猩，以及有智慧的遠親如海豚和章魚，又如何從簡單、無意識的生命變來的？

要找這個問題的解答，有兩個途徑。一個是以開放的胸襟，用我們的腦來收集和分析我們能找到的所有資料，以誠實的態度來找出事實。另一個則是預設前提，像是造物者的存在，然後拒絕接受所有會危害這個信仰的解答。

我相信開放胸襟的方式，是我們唯一應走的路。盲目的信仰，以及因之而來的缺乏容忍，甚至暴力的後果，難道是因為我們有了所謂「仁慈的造物者」嗎？如果我們的造物者是邪惡的，那我們不更是註定要毀滅了嗎？所以不管神是仁慈的還是邪惡的，或是根本不存在，我們應該繼續使用我們的大腦來分析周遭的證據。這條路可能引導我們得到啓發；另一條路則必定走向基本教義、迷信和無知。

所有證據明確顯示：複雜的生物，都是從簡單的形態開始，經過演化過程而產生的。這些證據也告訴我們，演化是由天擇所驅動的，這正是十九世紀偉大的自然學家——達爾文和華萊士所提出的理論。複雜的生物，絕對不是由一個隱形的設計師，用她無所不在的手製造出來的。

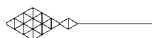
但是只靠天擇，並不足以解釋簡單生物就一定會變成複雜的生物，我們還需要別的理论。多數天擇的例子，都是在談與祖先只有少許差異、或是在複雜程度上與祖先沒有差異的生物演化。相當著名的

一個例子是：蛾在工業革命後，因為煤灰將樹木染黑，而演化出有較多黑色素的個體。

了解複雜程度的演化（變形蟲到人猿），比只了解同一複雜度的多樣性演化（單一顏色的祖先蛾種，變成許多顏色的後代蛾種），更具挑戰性。本書的主題是動物複雜程度如何起源？答案有很多層面，而重複構造的分歧是其中最重要的一環。這類構造可以是很大的，像是腿；也可以是中型的，像是腦細胞；更可以是小型的，像是基因。在所有的例子中，最關鍵的原則是：當你擁有的構造超出身體所需，就可以把這些多出來的部分，用來製造新的東西。而最初之所以會出現多餘的構造，純屬偶然。

這不是一個多麼新穎的理論，但在過去，尤其是在有關演化的通俗作品中，卻長期被忽視。我的使命是匡正這個情況。在這樣做的同時，我希望能讓更多讀者了解，其實複雜生物的起源，只要透過科學，以很簡單的方式，配上很敬畏的心情，就可以解釋明白了。

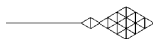




目 錄

第 一 章	手提行李 輕裝出發	11
第 二 章	偏頗的佛教徒	23
第 三 章	沙雕城堡和它們的小孩	35
第 四 章	震耳欲聾的寂靜	47
第 五 章	軟木塞牢獄	61
第 六 章	細胞築起的城堡	71
第 七 章	與基因共舞	83
第 八 章	生命的歷史	93
第 九 章	胚胎的戰爭	103
第 十 章	達爾文的遺產	115
第十一章	可能和更可能的生物	127
第十二章	重複和分歧	137
第十三章	最棒的盒子	149
第十四章	由簡單到複雜	159
第十五章	由複雜到更複雜	169
第十六章	找到你的頭	179





第十七章	跨越臨界值	189
第十八章	恐龍之憂	199
第十九章	冥王星之外的宇宙	209
第二十章	大哉問	217
字彙		225
延伸閱讀		234
謝辭		236





第一章 手提行李 輕裝出發

人類在思考生命的本質時，會被宗教上、政治上，甚至科學上的教條式意識形態限制住。所有這些「哲學」上的包袱，都應在我們這個旅程的起點就全部拋棄，如此才能讓我們敞開心靈，來面對最多元的論點。科學要的就是開放的胸襟和質疑的態度。套句道格拉斯·亞當斯 (Douglas Adams) 在《銀河順風車》(The Hitchhiker's Guide to the Galaxy) 一書中的名言：這是一個坦誠尋找「生命、宇宙和所有事物」真理的過程。



這本書的誕生就和動物界的誕生一樣，是個意外。幾年前，我從報紙上讀到一篇文章，它引發我寫這本書的想法。會把報章上的資訊記在心裡，這件事本身就很奇怪，畢竟報紙和書本不同，報紙只是個短暫的現象。如果你剛讀完今天的報紙，請問你還記得多少內容？更別說昨天的或上週的報紙了。我們在火車上、飛機上會靠讀報來打發時間，但我們並不會把內容記住，至少不會把那些天天更新的事件，放在大腦的長久記憶區裡面。

然而，某個偶發事件還是會讓我們銘記在心。吸引我的那篇文章登在某個週日的彩色副刊版面，談論演化相關的主題，其中一句話讓我念念不忘，大意是說「像人類這樣的複雜生物，只是生命歷史中的一個表象 (epiphenomenon)。」

該文的作者為何把我們形容成一個「表象」？我們的表象之下還有甚麼更重要的東西？他想傳達甚麼更深奧的哲學訊息？他的說法是這樣的：生物由四十億年前在地球出現到現在，生活在這個行星上絕大多數的生物都是細菌。這本來也不是新聞，因為細菌非常微小；小的生物，數目總是比大型生物多。你我都是人類，但我們也都是數以百萬計細菌的交通工具——這些細菌大多都在我們的胃腸內或是皮膚上。

該文作者又說了：不但是細菌的個體數目，遠超過動物和植物的總和，就連細菌的種類數目，也是遠超過動、植物種類的數目。我們可以分辨長相大不相同的兩種動物，像是人和蒼蠅，也有能力分辨形貌相似的驢和馬；然而光靠肉眼，卻無法分辨不同種的細菌。所謂「種」的定義——唯有同種的兩隻生物才能交配繁殖——很難適用於細菌，因為連「性別」這個觀念，都不適用於細菌身上。

除去這些辨認上的困難，我們可以確定，無論是在地球上演化史



的哪一個時間，以個體數量或種類數目而言，細菌都是最優勢的生物。人類總愛將地球的某一時期，依據某一類生物命名，像是「魚類時代」。這樣的名稱雖然有其道理，但是也會誤導我們的觀念。這些名稱的主要用法，是描述在地球史的某一個階段，某一類動物突然演化成非常多的種類，而且成為此一年代的岩石中，最重要的化石動物。然而細菌不像魚類身體有堅硬的部份，也很難成為化石。因此，化石中某一類生物種類所佔的比例多寡，並不適合做為該類動物是否為優勢類群的標準。事實上，地球史的每一個時代，都應該叫做細菌時代。

根據以上的看法，人類或任何動物，的確只是一個表象；或用更具體的說法，人類只是細菌大草坪上的一個鼯鼠丘。一個鼯鼠丘，在任何一天都可能消失：不管是由我們自己引發的核武毀滅，或是其他方式的毀滅，最終只會留下一些構造簡單、但適合生存的細菌們，繼續在這沒有鼯鼠丘的草坪上，過它們三十億年來一樣的生活。

我把這個草坪及鼯鼠丘的比喻，稱為「對於生命的左派觀點」。如此稱呼的原因是，在這個觀點下，強調的是「多樣性」(diversity)——在同一個複雜程度內，生物之間的差異，而不是在強調複雜程度，更不是強調，在演化過程中，生物是如何增加複雜程度的。這是因為，人們不願去強調，在所有生命的形式中，有任何一個種類是比較高等或比較優秀。換句話說，這是一個將萬物視為平等的觀點，所有的生命形式，不論是細菌、甲蟲、藍鯨，或是公車司機，都是為生存而奮鬥的同志。

那麼是否也有一個「右派的觀點」呢？有的。我們的比喻得從草坪換成階梯。大約在兩百年前，一群熱衷於探討生命本質的德國哲學家認為，所有的生物可以依照一條垂直的直線排列起來，直線由下向



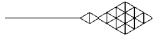
上，遵循著生物的複雜與精緻程度逐次增加。微生物位在底層，人類則高居頂端。這樣的比方，雖然沒有全盤反映詳細的內容，但的確是說明了這些哲學家的基本觀點。

這樣垂直的直線在拉丁文中稱之為 *scala naturae*，意即自然的階梯。不論用甚麼名字，這個比喻是和「草坪與鼯鼠丘」背道而馳的。如果我們把比喻由水平改為垂直，我們同樣也將重點由多樣性改成複雜度。人類從草坪上隆起的一個小小鼯鼠丘，變成階梯的最高階；細菌則從所有生命形式中最優勢的生物，下跌成為階梯最底層、最無足輕重的生物。

話說回來，兩種說法都呈現出一些事實。我們不能說，過去的思想家都很無知或只做些不切實際的臆測。時間退回到越久遠的過去，思想家手邊所能有的資訊也就越少，當然，缺少某些資訊會限制思考的廣度，但並不至於扭曲他的想法。這意味著，當時有限的資訊，仍然能讓人進行嚴謹的分析。所以我不會去挑剔十年前的報紙副刊，或是一、二個世紀前用我不認得的文字寫成的巨著。當然我仍然存有褒貶，但也不會去加以引申。我想採用佛教中庸的原則，訂一個介於右派和左派的觀點，或是介於階梯和草坪的比喻。當然我也得承認，我的中庸免不了還是有主觀成見的——這留到下一章再談。

現代大多歐洲人和多數（比「大多」要少）美國人的世界觀，多少都摻雜了演化的觀念；只有在創造論者的運動中，演化的想法會引起負面觀感。創造論者的運動在現今有許多不同的腳本，其中最新的一個說法稱為「智慧設計」（intelligent design，ID）。

根據智慧設計的說法，一個睿智的造物者，製造了一百四十億年前宇宙起源的大霹靂（big bang），經由大霹靂又創造了宇宙。接著，這個造物者甚麼事也不做，讓這個宇宙按自然的規律運作。這個



說法對於演化論者的世界觀其實也沒甚麼威脅。不幸的是，創造論者的說法沒這麼膚淺。我會在本書的最後（第二十章）再提這一點，因為本書的目標並不是專為了攻訐智慧設計，而是想把我的論點，用一個能讓一般讀者很容易了解的方式，拿來說明，為何複雜生物的產生，可以用自然的過程解釋，而不需要援引智慧設計這樣的理由。我的立場是：不論有沒有宗教上的意涵，我們都應接受演化的理論，因為目前累積的大量證據都有利於演化的說法。有些證據會出現在之後的章節。然而，在十八世紀後葉，能夠接受演化的觀念並不是很容易的。

這裡，我們得當心。兩百二十年前，人類的正確思想模式為何？當時人們對生命的看法是很一致的，還是很多樣的？我們可能隨口說了一句缺乏根據的斷言，結果一下子就讓科學史專家反駁掉了。人們有演化的觀念，並非始於達爾文發表《物種起源》的一八五九年，但在當時以創造神話為主流的社會中，該書確實是獨一無二的巨作，它讓演化觀點邁向勝利成功，但這並不是第一本有關演化的著作。歐洲人對演化的觀念，至少能再向前推五十年。然而，有多少人知道，在達爾文之前的幾個世紀，中國人對生命的看法又是如何？要知道，中國人比哥白尼更早就接受了以太陽為中心的想法。

但我們也不要過度保守。雖然，你我都無法確知十八世紀末的德國哲學家討論甚麼，不過可以確定絕對不會是演化。我想當時一定有些人會想到演化這樣的觀念，然而，在十九世紀開始時，演化仍然不是歐洲人主流的世界觀。

這樣的事實可以引出有趣的問題：在十八世紀末期，右派的觀點為何？如果生命像是一道階梯，難道所有的動物都不會想往上爬嗎？哈！絕對不會。直立的階梯，用生物演化的觀念能很容易就解釋得



通，但在當時仍只是一個很抽象的概念，更何況，這道階梯只存在於神的心中。

在現今的後達爾文時代，人們的確知道有些生物順著階梯向上爬，而多數的生物仍然停留在和生命起始時期一樣的簡單構造。換句話說，這些生物都是單細胞生物，其他的一些種類則是爬上階梯，變得更複雜。有些種類是由百萬以上的細胞所構成，這些生物是如何爬上高階的，且容我們稍後再談，很明顯地，達爾文的天擇只是其中的一個解釋方法。目前我們只要知道，這道階梯不是只有單一通道。由簡單變為複雜的方式很多，有些物種可爬上梯子較高的一階；即使是細菌，也有些爬了一兩階而成為絲狀菌。這些細菌不是單一個別的細胞，而是細胞黏在一起成為一條線狀；植物和動物則分別爬上了兩道完全不同的階梯。

還不只如此呢！演化更像小孩玩的蛇梯棋遊戲 (snakes and ladders board game)，而不是只像一道簡單的階梯而已。當你向上走了夠高以後，你可以選擇繼續往上爬，還是往下降。一個支系 (a lineage) 的祖先和其後代，可能決定要往上爬，但另一支系卻可能決定往下降，在此我們就陷入了一個命名上和印象上的混亂。達爾文有一本書叫《人類的起源》(The Descent of Man) (譯註：descent 為由祖先而降到後代；另有下降的意思。下文的 ascent 則是上升的意思)，最近有一位波蘭裔的美國科學家雅各·布羅諾斯基 (Jacob Bronowski) 寫了一本書，同時也拍成電視影集，名為「人類的躍昇」(The Ascent of Man)。在生物學課本中，演化樹通常是以向上長的方式呈現。事實上，偶爾也有向下或是向側面長的。像人類的族譜及遺傳交配的樹，通常就畫成向下延伸，就整體向上生長的巨大生物演化樹而言，人類的部分只是樹上小之又小的一個細枝條。



這個命名上和印象上的混亂，有時可稱為哲學包袱。每一個思想家各自讀到、想到、談到的，都可能成為自己思想上的觀點（好的）或偏見（不好的）。我們是一種會反省的動物，雖然有些人反省得多，有些人少。我們在學習這個世界的運作時，都會形成各自獨有的印象。這些印象是學習過程中必要的工具，但也可能因為太早就烙印在我們的心中，反而成為我們力學不輟的絆腳石，阻止我們接受其他印象。這樣的問題，在每個人成長過程中都會發生，更重要的是，人類社群集體的學習過程也是如此。因此，我們應該隨時警惕自己，了解何時應該拋棄哲學的包袱，以免它變成我們的負擔。要隨時保持這樣的警覺來幫助學習是非常困難的，我們絕對不要低估這個困難度。

其中一項哲學包袱就是方才提到的「向上走或向下降」這個比喻的核心。這包袱關乎我們對人類身分的認知危機：我們究竟是甚麼樣的動物？人類從哪裡來的？要往哪裡走？除了人生歷程中所達成的目標之外，人生的旅程是否還有甚麼更終極的目標？這些觀念會隨我們的成長而逐漸成形，對我們而言非常重要，往往根深柢固、難以撼動。

這是最麻煩的一類包袱，因為它最重要，所以也最難丟棄。關於生命的本質，如果我們想要得到的是不偏頗的看法、是根據事實而非意識形態的看法，我們至少要能短暫地拋棄這個包袱。要能丟棄包袱，首要之務，是好好檢查一下這個包袱並知道裡面所有的內容。如果你完全不自覺有一個包袱在你背上，那又如何能丟棄它呢？

再回頭看左傾與右傾的生命觀點，或是草坪與階梯的比喻。可是我要先談後者，再談前者，為的是依循這兩種觀點在歷史上出現的先後順序。

右派的說法，強調生物間的差異，而非彼此間的相似度。尤有甚



者，他們強調，只要使用單一的度量就可把這些差異表達清楚。但是這個單一的度量究竟為何？我在前面提過的是複雜程度或精緻程度，也有人用其他的詞，譬如有人說，某些生物是高等的或是進步的（相對的則是低等或是原始的）。如果你說人類是比蒼蠅要進步一些，可能沒錯；但要是說蒼蠅比蝸牛更進步，對不對呢？大概不能這麼說，蒼蠅和蝸牛就只是不一樣。要是我們把蝸牛換成一樣是軟體動物但更聰明的章魚呢？有些人這時就會說章魚比蒼蠅更進步，主要原因是章魚有更好的學習能力。

要注意一點，學習能力和複雜程度雖然有關，但絕不是同一件事。我們可以說構造很簡單的生物，不會有很好的後天學習能力（與先天的本能相對）。構造簡單的渦蟲不會是很聰明的；但是也有許多構造很複雜的動物，卻只有極為有限的學習能力，像是海膽或蜈蚣。

談到蟲，又是一個不簡單的問題。不同類的蟲，非但在構造上和行為上的複雜程度大不相同，在生活史上的複雜程度也不同。像條蟲這類寄生蟲，成蟲階段的構造非常簡單，但牠們要達到成蟲階段之前的生活史卻非常複雜。條蟲在生活史的每一階段長相都不一樣，這就像我們談到毛蟲與蝴蝶之間的差別。但是有些寄生蟲生活史中的複雜程度，可讓蝴蝶之類的昆蟲大為遜色！昆蟲的生活史大多只有兩個或三個階段，若把蛹期也算做一期的話，蝴蝶也才只有三個階段。

不論動物的複雜程度高或低，我們都不應該拿它當藉口，用「複雜」這個單一的概念來看待動物。我們試試看，能不能釐清用詞上的混淆。弔詭的是，其實很容易就能定義複雜程度。對於生物複不複雜，常用的定義是，看它們身體的組成部分是否也有很多類。但是要如何解釋何謂身體的組成部分呢？生命階段，像「幼蟲」，是生命週期的一部分。而「器官」，例如心臟，是動物個體的一部分——至少

是某些動物在生命週期中某一階段擁有的構造。細胞則是比器官更低的一個階層，也同樣是個體的一部分。

不同方式的複雜程度或多或少是同步在變異的。由多種形式的細胞所形成的動物通常會擁有比較多類的器官，因為要有好幾種不同的細胞，才能形成一個腦或一個心臟。然而，擁有多種器官的動物卻並不一定會有很多的生活史階段。這意味著，在比較兩種不同的動物時，我們有時可以概略地說：這一種比另一種要更複雜，譬如，人遠比細菌要複雜；但有時我們必須更明確地指出，X種在某某特徵上比Y種複雜，可是在某某特徵上要比Y種簡單。

左派或草坪的觀點如何呢？在左派的觀念中，前面提到複雜度高低的垂直軸變得無關緊要了，重點不再強調一種生物是否比另一種高等，而是強調大多數生物都保留了簡單的體態（單細胞生物）。不過，在此前提之下生物也產生分歧，形成各類不同的形式，但沒有任何一種形式會比另一種形式更複雜。

若是草坪和階梯的觀點都抓到了部分真相，那麼，怎樣的呈現方式才最能代表演化的過程呢？想像一個三度的空間——譬如一個房間，試想複雜程度由地板開始，並且向屋頂上升；房間的長和寬可視為兩個變數，每一個變數分別代表一類具有差異，但又沒有複雜程度差別的特徵。在三十億二十億甚至十億年前，這個房間看起來只有地毯，還沒有任何家具。若是你不想再看到另一個比喻，把地毯換成室內的草坪也成。此時所有的生物都不很複雜，因此也不會離地面太遠。現代的世界就是另一番景象了，地毯（或草坪）仍然存在，但和真實的地毯相比，情況卻剛好相反——經過了數十億年的使用，現代的地毯比起過去反而變得更厚，而且完全沒有破洞等使用過的痕跡。但這個房間內多了好幾層家具，從板凳到書架應有盡有。脊椎動物、



節肢動物、軟體動物，各類動物都位在屋中的高處，但是以數目來講，牠們並沒有超過地毯上由細菌構成的纖維數目。

問題變得不再是問題了。一個介於草坪與階梯之間的中庸之道是可行的，而且也是必要的，因為這會是最好的比方，可以解釋我們周遭的環境如何被所有生物所佔滿。而且從呈現的方式來看，無論我們是由下往上看或由上往下看，甚至是側躺著看，都會是一樣的。即使用不同的標準去測量複雜程度，而看到不同類型的家具，也無妨！因為這結果正在我們預料之中。

但仍有一個問題：時間軸在哪裡？我們剛剛描述的兩個房間內容物，中間相隔了至少有十億年，在這樣的比較上，我們對時間的概念只是存在於兩個房間家具擺設的差異，而不是去比較同一房間內不同時間的變化。記得我們說過，向上方發展意味著更複雜，因此，我們在想像房間的上方時，也是在想像著較晚的時間吧？其實這是兩件不相同的事。如果某一類生物在複雜程度上，可以隨著時間向上方或向下方改變，甚至維持不變，那麼一個用以測量複雜程度的軸，並不同於測量時間改變的軸。

在談論演化過程時，無論測量複雜程度、進步程度或階級的尺度形式為何，依我看來，時間和這些尺度的混淆不清，是在談論演化過程時，造成哲學包袱的最重要因素。在書本上、海報上、網頁上，演化樹都是畫成一個二度空間的圖樣，而不是剛才想像的三度空間的房子，這讓問題更嚴重了——水平的座標軸指的是「同一個複雜程度內的差異」，而垂直的軸同時要扮演「階級」和「時間」的角色，因此造成了一個「演化永遠是向上改變的過程」的錯誤印象。

德國的生物學家威利·黑尼希（Willie Hennig），在解決最後這個問題上，跨出了重要的一步。雖然黑尼希的名字不像達爾文與華萊