

從生命科學發展史看生物學與生物技術¹

陳恒安

南華大學通識教學中心助理教授

摘要

以生命科學發展史的角度來看，生命科學一直同時具有實用與理論的色彩。「生物學」這個字眼的出現，標示著十九世紀的科際整合。有關生命現象的知識的整合，雖然改變了相關的知識地圖，但是人類面對諸多知識時的基本態度並不因為科技整合旗幟的升起而改變。從農業、醫學乃至實驗胚胎學發展的例子可以發現，人類企圖掌控物質力量的願望一直沒變。人類的生活也因此獲得長足的改善。另一方面，大眾對於新科技的反應在歷史中也一再出現同樣的模式：從審慎驚懼到麻痺。例如，從胚胎學家威廉 魯 (Wilhelm Roux) 對新研究領域與技術的審慎態度，乃至於諾貝爾獎對漢斯 斯佩曼 (Hans Spemann) 實驗的讚揚，一直到人們對桃莉羊的懷疑或對生物科技光明前途的期待，在在顯示人類對知識的基本態度。本文嘗試從歷史實例中呈現生命科學這種實用與理論的二元本質，以避免因新科技的閃爍外衣而忽略了生命科學與生物技術長久以來沒有改變的基本性質。

關鍵字：生命科學發展史、生物學、生物科技、生物學與文化

¹ 本文為 2002/03/06 清華大學通識教育「生物科技發展與人文社會意涵」課程講稿改寫。在此特別感謝兩位評審人對本文深入閱讀，並提出許多重要的評論與寶貴的建議。

一、前言

在國內與生命科學相關科系紛紛改名，或相繼成立生命科學系所的今天。生命科學界普遍洋溢著熱情，認為「所謂『二十一世紀將是生物科技的世紀』正代表著生命科學的研究將成為未來人類尖端科技的主流，而生命科學家也將藉著對新的生命現象的闡釋，帶領著人類走入下一個嶄新的紀元」。¹ 同樣地，政府也高度期許生物科技能成為下一波經濟發展的火車頭。在這種風潮之下，生命科學或生物科技相關係所儼然成為「聲勢直逼醫學院、新世紀最熱門的學科、更是邁向世界首富的殿堂」。² 其實無論生命科學界或媒體對這一研究領域賦予如何亮麗的冠冕，我們還是可以辨識出人類對生命科學或技術的基本態度，即：好奇求知與工具性應用。

大體上來說，「新」事物通常都不是毫無歷史淵源的。生命科學、生物技術研究、基因移植等等，或許都是二十世紀才出現的觀念、技術或名詞。但是這些名詞所舍括的科學知識與技術實踐其實具有長遠的歷史。本文將從生命科學發展的歷史中，呈現出生命科學所具有的好奇與實用兼併的本質。此外，本文亦將透過歷史上科學研究者對生命科學知識與實踐的反省與反應，提供當前面對生物科技潮流的我們反省時的一個歷史參照。

二、「生物學」作為專門研究領域的源起

我們一般所說的生物學，英文稱之為“biology”，泛指所有研究生物或生命現象的科學。在以“biology”這個字來指稱有關生命整體知識的科學之前，西方博物學家大體上將大自然區分為礦物、植物與動物三類屬性。例如，瑞典植物分類學家卡爾·馮·林奈 (Carl von Linné, 1707-1778) 1735年發表第一版的《自然系統》(Systema naturae)，書中副標題便將大自然中的研究對象區分為礦物、植物與動物三個領域。³ 林奈稱這三領域為自然系統中的「自然中的三界」(regna tria naturae)。⁴ 基本上生物學處理的對象只包含上述之植物界與動物界兩個傳統領域。⁵ 隨著分散於此二領域知識的拓展與累積，十九世紀初期的歐洲逐漸發展出

¹ 陽明大學生命科學系簡介 <http://www.dls.ym.edu.tw/introduction1.htm>

² 《生技時代》，2002年5月，封面副標題（生技系所全國總調查）。

³ 生物與無生物之間並沒有一個確定不移的界線。「什麼是生命」或「什麼是生物學」這個問題，長久以來一直是生物哲學的基本課題之一。關於生物哲學的問題，請參考 Martin Mahner and Mario Bunge, Foundations of biophilosophy (Berlin; London; Milan [etc.]: Springer, 1997), pp.139~170。以及 Ernst Mayr, Toward a new philosophy of biology. Observations of an evolutionist (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1988), pp.8~23。另外，礦物、植物與動物之間的界線也充滿許多爭議。特別是顯微鏡出現之後，開拓了研究者微觀世界視野，請參考 Ernst Mayr, The growth of biological thought. Diversity, evolution and inheritance (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1982), pp.147~300 (Part I, Diversity of Life)。

⁴ Heinz Goerke, Carl von Linné: 1707-1778. Arzt – Naturforscher – Systematiker (Stuttgart: Wiss. Verl.-Ges., 2. erw. Aufl., 1989), p.43。

⁵ 從亞里斯多德開始，生物便被區分為植物界(Plantae)與動物界(Animalia)二界。目前，生物學家將生物分為動物界(Animalia)、植物界(Plantae)、真菌界(Fungi)、原生生物界(Protista)與單生界(Monera)等五大界

一種研究趨勢，將以往於各領域獨立發展的生物或生命現象相關知識統合起來。大約在 1800 年左右，幾位自然研究者分別提出類似的意見，並創造了許多新名詞，諸如“biologi”、“biologia”、“biologiam”等等，來代表這種新的整合研究取向。在諸多研究者中，較為著名的人物便是提出「後天性質可遺傳」及「用進廢退」說的法國自然研究者拉馬克 (Jean-Baptiste de Lamarck, 1744-1829)。⁶

雖然比起希臘哲學家亞里斯多德 (Aristotle, 384-322 B.C.) 所提出的「物理學」(physics)，「生物學」(biology) 這個字的出現晚了將近兩千年。但是，正式名稱的統一使用並不代表在這個名詞出現之前沒有任何的經驗與實踐。所以如果只是以當今教科書中的定義作為認識一個「新興」學科知識的特質，那我們所能接觸到的可能只是學科知識的現狀或短期之內的发展狀態，特別是當代研究者對自己科研工作的認識與評價。因此，我們若要瞭解生物學這門學科研究的對象以及學科知識的特質，還有什麼辦法比回溯生物學發展的歷程更為容易？因為，生物學知識的某些特質，在它獲得正式名稱以及擁有學科自主性之前就已經在歷史的實踐中呈現。底下就讓我們來看看生物學到底有那些面貌吧！

三、生物學知識的特質

(一)、生物學知識的特性之一：求生存之實用價值

生物學作為一門獨立學科的歷史只有兩百多年，但是生物學研究的對象與生物學知識的內容，可以說與人類文明的發展密不可分。對早期人類來說，最重要的目的便是使人類的生存變得比較容易。例如，無論在採集、漁獵生活時期，人類都需要知道哪些動植物可以作為食物，而哪些動植物的部分可以作為衣料或工具等。更不用說動植物的醫療用途。隨著人類定居而採行畜牧與農耕生活，更累積了無數的生物學知識。例如，畜養家禽家畜必須具有的育種及防疫，農耕則必須了解植物病蟲害，以及作物適合的生長環境與栽種時期等知識。

奧地利當代生物哲學與歷史學史家伍克提茲 (Franz M. Wuketits) 引用舊約聖經約伯記中一段關於獨角獸的談話，表明了人類長久以來企圖役使動物分擔勞務這種實用的態度：

「你認為，獨角獸會為你所用，並待在你的獸欄裏？你能將牠裝上軛，讓牠犁田耕地嗎？你能指望牠嗎？因為牠如此強壯。你想讓牠為你工作？你願意信任牠將帶來你的種子，並收入你的穀倉？」⁷
(陳恒安譯)

(kingdom)。

⁶ 關於「biology」一字的歷史請參考 Peter McLaughlin, “Naming Biology,” *Journal of the History of Biology*, 35 (2002), pp.1~4.

⁷ Franz M. Wuketits, *Eine kurze Geschichte der Biologie: Mythen, Darwinismus, Gentechnik* (Darmstadt: Primus Verlag, 1998), p.18.

無論談話中的獨角獸是否為真實存在的動物，重點在於人類的態度。從這些人類的實踐中，如採集、狩獵、畜牧與農耕等活動，我們可以清楚地看到人類與自然界，特別是與生命界的互動，更可以看出關於生命界知識所具有的實用色彩。另外，要特別指出的是，畜牧與農耕活動，比起採集漁獵被動地使用自然資源，更是一種人類主動「干預自然」的行為。不過，我們必須說這些活動仍缺乏系統的知識；許多活動，例如育種，多多少少都含有機遇的成分。

關於生物學知識的實用特性，羅馬時期的生命科學重視農業與醫學等領域也可以作為另一個例證。農業主要是對於植物的研究，其中也包含藥物學。從今天藥用植物學都還是藥學系或生命科學系常見的選修課程這項事實，便可見藥學與植物學的緊密關聯。⁸ 另一方面，醫學主要的研究對象則是包含人類在內的動物。長久以來許多動物學的研究，譬如解剖學、生理學或細胞學等，都成為人類生物學研究的參考基礎（雖然有時候會成為錯誤知識的來源）。生物學，無論是動物學還是植物學，一般都被視為基礎的「理論」科目。在台灣大專院校傳統的編制下，植物系、動物系或生物系都屬於理學院。⁹ 但是從知識內容發展的歷史來看，我們要特別指出，即使在學院建制上歸屬於「理論」的知識背後也隱含著實用特質。例如，一般大眾所認為屬於基礎理論科目的「植物學」(botany) 這個字，便具有個徹徹底底的實用色彩，源自於注重應用知識的羅馬帝國軍醫狄奧斯科利提斯 (Pedanius Dioscorides 西元一世紀左右) 所撰寫五卷《藥物學》(*Materia Medica*) 之中。這部書記錄了許多藥物，其中包括大約 580 種植物的詳細形態特徵描述以及其使用功效與限制。譬如，書中詳細描寫了各種樹木、樹脂、果實、穀類、蔬菜、香料、草藥、醋與酒等的特性。此書的知識一直到十七世紀都還是歐洲藥物學所引用的基礎。而正是在這部著重實用知識的著作裡出現了今天我們稱為「植物學」(botaniké) 的這個字。^{10 11}

此外，醫學的實踐更彰顯了有關生物或生命現象知識的實用特性。以「西方醫學之父」希波克拉底 (Hippocrates, 460-375 B.C.) 為名的希波克拉底醫學的特點來看，這種傾向更是清楚可見。希波克拉底醫學以醫師本人以及文字流傳之經驗來診斷預後。醫師的診療包括觀察、詢問、判斷，並重視病人病史及生活氣候環境與作息狀態，加上處方與動手術。當時，這種醫療行為並不是被視為純理論，而是一種「技術」或「技藝」(ars, Techné, art, Kunst)。¹²

因此我們可以說，生命科學從發展的初期開始便帶有極強的實用色彩。所

⁸ 例如中興大學生命科學系的選修課目中也包含藥物學。

⁹ 近年來國內成立許多生命科學院所或系，許多科系被整合在一起，例如分子生物學、生物醫學、生物科技、生化研究等。許多傳統科系也紛紛改名，例如台師大的生物系，從民國 35 年的「博物系」，50 年改為「生物系」至目前的「生命科學系」(<http://www.biol.ntnu.edu.tw/introduction.html>)。科系名稱的更改，是否代表或能夠促進跨領域的結合是個值得繼續觀察的現象。

¹⁰ 「植物學」中文譯名出現於咸豐八年 (1858)。李善蘭將英文「botany」譯為「植物學」。請參考劉昭民編著，劉堂瑞訂正，《中華生物學史》(台北：台灣商務印書館，1991)，頁 443~448。

¹¹ Karl Mägdefrau, *Geschichte der Botanik. Leben und Leistung grosser Forscher* (Stuttgart; Jena; New York: Gustav Fischer Verlag, 1992, 12. Aufl.), pp.10~11.

¹² Wolfgang U. Eckart, *Geschichte der Medizin* (Berlin; Heidelberg; New York [usw.]: Springer, 2000, 4. Aufl.), pp. 52~58.

以，從生命科學中應用知識的實踐歷程推動學科發展所扮演的角色來看，截然將「基礎理論」與「應用科技」二分，並強調純理論研究為應用科技的基礎這種說法，是一種不適當且錯誤的因果連結。因為這樣的劃分似乎主張科學在方法論上的單一性，也就是暗示基礎學科在方法學上的優先性，認為科學的發展是一步一步由理論而走向應用。在這種經濟資源緊縮的時代，這種對理論科學與應用技術的不當劃分與理解，將對科學政策的擬定與重點研究的支持產生影響。¹³

(二)、生物學知識的特性之二：對生命現象的敬畏、讚嘆與好奇

古文明發展出來的宗教與哲學思想，通常都是對宇宙中生命現象的提問與解釋。西方古代思想中影響生物學發展的重要因素之一，為亞里斯多德的生物學研究，特別是他對動物學的經驗研究。生物學史家認為是亞里斯多德的研究工作將關於生物的研究工作提高到「科學的」高度。¹⁴ 這種對亞里斯多德正面的評價，甚至從 1984 年出版的生物學哲學字典的書名選擇中仍可看出。這本字典的標題為《從亞里斯多德到動物園：生物學的哲學字典》。¹⁵

亞里斯多德繼承希臘哲學的傳統，他不以神學來解釋自然，並且系統地研究生命現象。當代德裔美國演化生物學家與生物哲學家恩斯特 邁爾 (Ernst Mayr) 認為，亞里斯多德生物學研究的重要性在於尋求一種「獨立」於物理學之外的生物學；或者說，亞里斯多德的生物學在尋找生命的普遍「原理」(principle)。亞里斯多德非常強調「原因」(causes) 的探索，他並不滿足於只能回答機械力學所擅長的「如何」(how) 的問題，而更要探究「為何」(why) 的問題。而「為何」的提問方式，正是邁爾（「演化新綜合學說」¹⁶ 奠基者之一）認為演化學研究中最重要問題。¹⁷

「為何」的提問方式是生物學不同於物理學的地方，這是什麼意思呢？例如，當亞里斯多德觀察一顆雞蛋發育為完整的雞隻時，他認為物理學的原理，特別是機械原理，並沒有辦法「解釋為何」生命從混沌的狀態之中產生高度秩序這樣的發展過程。亞里斯多德配合其「四因說」中的「目的因」(causae finales)，主張生物體內應該具有一種使自身朝向「目的」(telos) 發展的能力。這種能力，

¹³ 「基礎研究」與「應用科技」關係討論，請參考孔恩著，程樹德、傅大為、王道還、錢永祥譯，《科學革命的結構》(台北：遠流，1991。增訂新版)，頁 1~33 (傅大為導言：科學的哲學發展史中的孔恩)。傅文對「可賺錢、有出路」的功利以及「基礎科學十分重要、百年樹人」的奠基觀點作為台灣科技政策發展的論證模式提出質疑。

¹⁴ Ilse Jahn, *Grundzüge der Biologiegeschichte* (UTB für Wissenschaften: Uni-Taschenbücher; 1534) (Jena: Gustav Fischer Verlag, 1990), pp.64~73.

¹⁵ Peter Brain Medawar and J. S. Medawar, *Aristotle to Zoos. A philosophical Dictionary of Biology* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1983).

¹⁶ 許多文獻都將達爾文學說與遺傳學結合之後的演化學說稱為「新達爾文主義」(Neo-Darwinism)。其實，這是一種廣泛的誤解。生物學史界所稱之「新達爾文主義」乃指德國生物學家魏斯曼 (August Weismann, 1834-1914) 所提出的「配子選擇」(Germinalselection)理論。相異於傳統達爾文主義主張天擇作用於個體的變異，配子選擇主張天擇用於配子的變異。關於魏斯曼新達爾文主義的討論請參考 Ernst Mayr, *One long argument. Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought* (New York: Penguin Press, 1992), pp.108~131.

¹⁷ Ernst Mayr, 1982, pp.87~91.

亞里斯多德稱為「活力」或「生命的原理」(entelechy; en = in; tel = telos; echy = contain, have)。¹⁸ 這樣的觀點，一方面雖然為生物學或生命科學指出了別於物理學研究的可能發展取向，但是另一方面卻也造成了一個生物學中的千年爭議，即：機械論 (mechanism) 與生機論 (vitalism, 或譯活力論) 的論戰。

所謂的生機論，簡單來說是主張非物質性因素在生命現象中扮演著重要的角色。一般說來，生機論者都認為有一種特別的「生命力」或「生命因素」主導著生命的歷程。在歷史上曾被提出許多類似的概念，例如羅馬帝國醫師蓋倫 (Galen, 129-199) 的「靈氣」(spiritus, pneuma)、中世紀醫師巴拉塞爾蘇斯 (Paracelsus, 1493-1541) 的「生機」(archeus) 乃至二十世紀初期法國哲學家伯格森 (H. Bergson, 1859-1941) 所提出的「生命力」(élan vital) 以及德國生物學家杜里舒 (Hans Driesch, 1867-1941) 延續擴展了亞里斯多德的「生命力」(entelechy) 等等。¹⁹ 我們在這裡並不打算繼續深入生機論的觀點，因為生機論賦予生物體非物質的性質，與我們接下去要探討的控制及實務應用較無關係。本文嘗試從機械論這個傳統的見解，特別是機械論對生命的觀點，來看看其中所隱含控制物質力量的實用色彩。

機械論對生命的解釋，其實已隱含著某種程度的控制意圖。機械原理或手工技術傳統代表著人類使用知識以及掌控物質對象的能力。機械論者對生命現象或過程的理解，一直是以人類於無機界所獲得的知識作為類比 (analogy)。從一些日常生活中熟悉的比喻，我們就可以清楚知悉人類已經習於這種類比的認識方式。例如，我們會說動物的心臟像個幫浦 (機械)，稱讚運動員的優秀跳躍能力為彈性 (機械) 很好，另外胃酸過多產生的胃部或消化道不適稱為灼熱感 (化學) 等等。雖然類比的方式很容易讓人們對未知的現象產生某種程度的掌握，不過機械論者卻常因此被貼上主張「化約主義」(reductionism) 的標籤。因為這種理解生命現象和過程的取向，似乎暗示著生命現象或過程可以用物理和化學的語言來理解。而如果生命可以還原為物理加上化學現象時，生命之中就不存在著非物質性、抽象的、超越感官經驗的「生命力」；而只具有能夠以自然科學實驗方式得出結論的物質實體基礎。從這個角度看來，生命科學的方法與知識內容從一開始便帶有來自物理與化學等物質科學的強烈特徵。

不過奇怪的是，科學的這種實用與工具性質卻常為人們所忘卻，科學一再被認為只是追求客觀自然的抽象知識。為什麼會這樣呢？可能的答案是，歐洲科學在神學失去絕對的影響力之後，一直以來都承擔形塑人類世界、道德與美學觀等的重責大任。這種填補神學缺口，提供新觀念架構的責任，對生命科學而言更甚於物理學。因為人類既是生命科學研究的主體，也同時是被研究的客體。以生命科學反省人類文明與自身的種種現象成了生命科學研究者無法逃避的難題。正因

¹⁸ 有關亞里斯多德的生物學研究請參考 John Alexander Moore, *Science as a Way of Knowing. The foundations of modern biology* (Cambridge, Mass.; London, England: Harvard University Press, 1993), Chapter 2.

¹⁹ 有關歷史上生機論的簡單介紹請參考 Franz M. Wulketits, *Biologische Erkenntnis: Grundlagen und Probleme* (UTB für Wissenschaften: Uni-Taschenbücher; 1232) (Jena: Gustav Fischer Verlag, 1983), pp.31-40.

為生命科學必須對關於「自然」、「生命」乃至「人」的問題提出解答。所以就許多人將研究者與自然對立起來。而自然科學或關於自然的科學知識，因此被視為某種自己存在著的整體，擁有獨立自主的規律。

其實人類與自然科學的關係並不是如此相互對立。我們可以從生態學與環境科學的發展中，清楚地看到這種人類的價值觀與「科技理性」夾雜的現象。在環境保護論述裡的「自然」，其實一直具有「和諧」、「美」或「合理（自然法則）」的性質。不過生態學作為一門生命科學的分支，並無法避免追求精確預測性的潮流。所以在 1945 年之後，以往屬於自然史描述傳統的生態學，也逐漸引進關於族群競爭的數學模式、生態系的能量流動觀點。²⁰ 一心追求預測精確的生態學其實並無法直接提供方法來解決日益嚴重的環境問題。因為環境問題或生態問題是人與自然相互的關係，而不是人相對於自然的關係。生態學的知識在於為基本上是倫理與社會政治的議題提供一個科學面向的參考。²¹

德國大文豪，也是自然研究者的哥德在他的時代便已發覺這種現象，他說：「很奇怪是，人們總將科學視為某種自己存在的對象。其實，科學應該只是類似把手或槓桿，人們藉著它來觸摸或移動這個世界。」²² 從哥德的話，我們便可以清楚地看出科學的工具性質。因此，對自然之謎感到好奇，只是促使科學發展的一個人類心理因素。好奇充其量只可以說是科學發展的必要因素，而絕對不是充分條件。

從自然科學－包括生物學－發展歷程看來，知識的特性一直是在實用與好奇兩面之間來回穿梭。之所以如此，或許與人類思想的深層結構有關。因為，人類總認為「可以『解釋得通的』就可以『行得通』（＝可操控）」。這也是「形上學人」(Homo metaphysicus) 與「技術人」(Homo faber; faber = 拉丁文，手工技術) 特質的展現。「形上學人」代表著科學的好奇與追求未知的傾向，而「技術人」則是使知識產生行動的力量。這深植於人類心靈中的兩種特性，就像是銅板的兩面，同時存在。²³

四、「為我所用」的基礎：生命現象的掌控與操作

其實，社會大眾對生命科學知識關心的重點還是在實用部分。例如，現在的社會中，人們對生物科技的關心，大部分還是在如「基因食物是否能解決世界糧食問題？」或「生物醫學與生物技術是否能預防及改善遺傳疾病？」等問題。總

²⁰ Peter Janich and Michael Weingarten, Wissenschaftstheorie der Biologie (UTB für Wissenschaften: Uni-Taschenbücher; 2033)(München: Fink, 1999), pp.259~296.

²¹ 這個看法出自於一本 1996 年出版的《生態學》教科書。整本書中最後的一句話寫道：「A through understanding of the principles and applications of ecological science should enable all to pay healthy regard to the scientific aspects of what, in its border context, is very much an ethical and sociopolitical problem». M. Begon, J. L. Haper and C. R. Townsend, Ecology. Individuals, Populations and Communities (Blackwell, 1996, 3rd ed.), p. 952.

²² 轉引自 Franz M. Wuketits, 1998, p.1.

²³ Franz M. Wuketits, 1988, p.2.

之，重點在於生物學知識是否會使生活變得更容易。

從歷史來看，企圖掌控生命現象的努力在各領域都不乏其例。例如，傳說中世紀博學鴻儒大亞伯特 (Albertus Magnus, 1193-1280) 的實驗室中，藏有一個女人模型，能根據機械命令說「你好！」(Salve!)。十八世紀瑞士日內瓦工程師雅克·德·佛康森 (Jacques de Vaucanson, 1709-1782) 曾繪「機械鴨」設計圖 (圖一)，企圖以機械原理表現或製造出「生命」。



圖一，佛康森的機械鴨設計圖

(<http://vakuumtv.c3.hu/collection/robbortortenet/kacsa.gif>)

他也曾經研究過人類肢體的動態，製作可以吹笛子的機械人。當然，這個時候的控制充其量也不過是製造出一種「自動機器」。不過為了掌控，便無可避免地需要干涉與介入，而干涉與介入控制對象往往會引起許多考量。因此，除了強調控制的能力，近代也開始反省掌控生命所產生的負面效果。例如，德國物理學家與哲學家卡爾·弗里德里希·馮·魏茨澤克 (Carl Friedrich von Weizsaecker, 1912-) 在 1947 年時曾說，自然科學的實驗 (experiment)：「是力量的執行，為了認識 (自然) 而服務」。²⁴ 另外，當代奧地利科學家，演化認識論與系統演化論提倡者艾哈德·奧賽爾 (Erhard Oeser) 於 1988 年時更表示，自然科學的實驗：「甚至可以說是人類對自然界所提出的粗暴問題。」²⁵

五、生物學發展史中控制生命的思想與實踐²⁶

在這一節中，本文想較詳細地介紹一些歷史實例，來說明生物科學家如何解釋，並利用此知識操控生命現象。首先，是十七、十八世紀盛行的一個醫學分支，

²⁴ 轉引自 Franz M. Wuketits, 1988, p.3.

²⁵ 轉引自 Franz M. Wuketits, 1988, p.3.

²⁶ 遺傳學也是一個生物學家嘗試控制生命現象的重要領域。因為一般在媒體中較常出現相關訊息，因此本文並不打算探討遺傳學。

它反叛了羅馬時期醫師蓋倫所提出之體液平衡的醫學傳統權威，²⁷企圖以可測量的物理學知識，以及可計算的數學知識來解釋人體的奧妙。這樣的思潮，根據其重點，分別被稱為「醫學物理學」(Iatro-physics)、「醫學機械力學」(Iatro-mechanics)與「醫學數學」(Iator-mathematics)。

我們不細究其學派內容，只提出這個研究領域中一個著名的例子。義大利數學暨物理學家喬凡尼 阿方索 博雷利 (Giovanni Alfonso Borelli, 1608-1679) 根據伽利略 (Galileo Galilei, 1564-1642) 的力學原理，解釋動物肌肉與骨骼系統的運動情形。其著作《論動物運動》(*De motu animalium*, postum 1680-81) 共兩卷，詳細描述了哺乳動物 (包括馬、狗、貓)、鳥類與魚類等生物運動與移動時肌肉與骨骼的相互關係 (圖二)。在這裡博雷利以「機器」作為生命的隱喻。除此之外，博雷利提出假設，認為神經之所以會傳遞外來的刺激，是因神經纖維中的「神經液」(succus nervosus) 會產生一種壓力波，不同強度的壓力波傳達不同強度的刺激。此種機械式神經刺激傳達模式，至今仍為我們使用。「神經衝動」(nerve impulse) 即是博雷利觀念所產生的專有名詞。²⁸

其實，這種想法的最高峰展現於法國哲學家笛卡兒 (René Descartes, 1596-1650) 的著作中。笛卡兒認為人之異於其他生物在於人類擁有靈魂，而靈魂與人類肉體產生聯繫的地方，就在人類所獨有的腺體「松果體」。²⁹ 笛卡爾認為「松果體」是肉體與靈魂的中介。靈魂能接受身體表面所產生的「感官『印象』」(此處的「印象」應直接以字面意義理解，更能掌握笛卡爾所強調的機械論解釋。印象，可理解為印模所壓出來的形象)。之後，靈魂便依照「感官『印象』」的物理性強弱使「松果體」產生相應的運動，進而推動神經纖維裡各種神經液體而產生肌肉的反應與運動。³⁰ 一世紀後的法國作家拉美特利 (Julien Offray de La Mettrie, 1709-1751) 的著作《人即機器》(*L'homme machine*) (1748) 更是此思想的延伸，書中特別強調了生命現象中的物質力量。他在書中宣稱：「讓我們大膽結論：人即機器，全宇宙只有一種實體，只是經過不同的修飾罷了。」

31

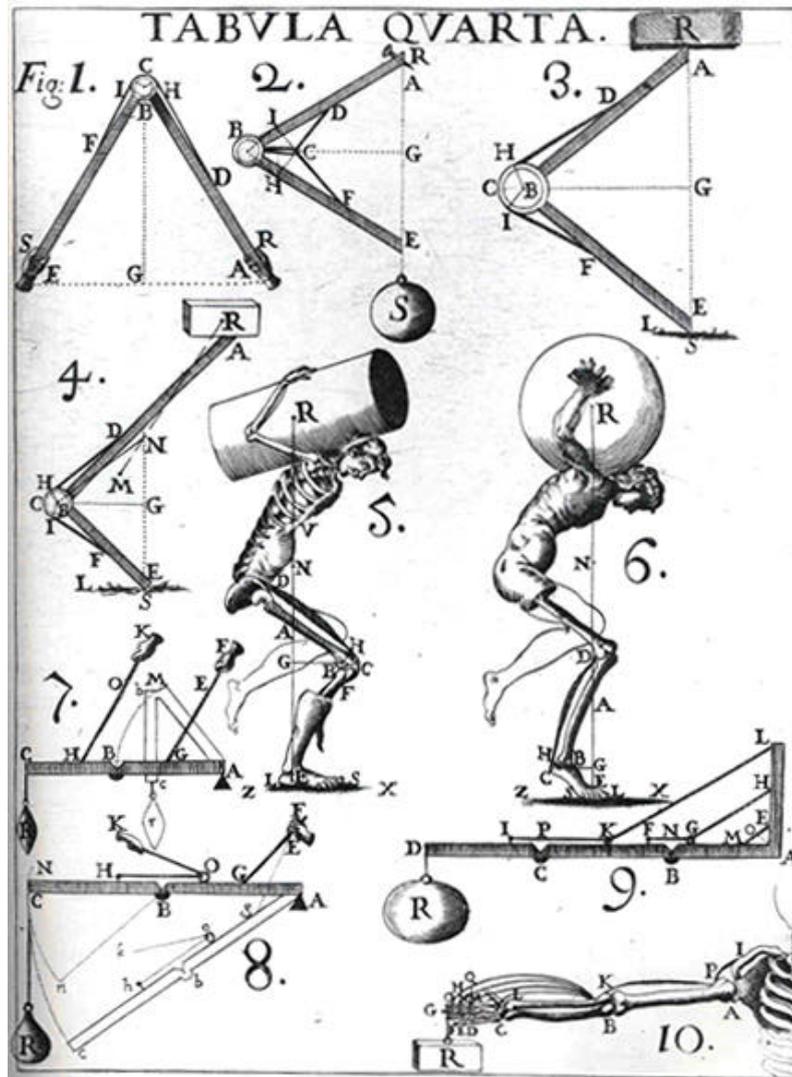
²⁷ 疾病體液學說 (humoral theory of disease) 或體液病理學 (humoral pathology) 認為疾病之所以產生是因為血液、黏液、黃膽汁與黑膽汁等四種體液失去平衡的狀態。

²⁸ Ernst Florey, "Geschichte der Neurophysiologie". In: Michael Schmitt (Hrsg.), *Meilensteine der Biologiegeschichte*. Lexikon der Biologie (Freiburg im Breisgau: Herber, 1992, Bd. 10), p.360.

²⁹ 松果體 (pineal body) 又稱腦上腺 (epiphysis)，位於第三腦室頂。分泌與生物活動的節律有關的激素，如褪黑激素。笛卡爾認為只有人類擁有松果體並不正確。

³⁰ Ernst Florey, 1992, p.360.

³¹ Franklin L. Baumer 著，李日章譯，《西方近代思想史》(台北：聯經，1988年5月初版)，頁199。



圖二，博雷利《論動物運動》一書中描繪神類肌肉、骨骼運動與機械槓桿之間的關係。

(<http://education.umn.edu/kls/research/motorlab/gif/borelli-all.jpg>)

除此之外，本文還要介紹另一個傳統學科中的例子，即實驗胚胎學。實驗胚胎學中最為人津津樂道的故事為威廉 魯 (Wilhelm Roux, 1850-1924) 與漢斯 杜里舒 (Hans Driesch, 1867-1941) 兩者學說之間的爭議。威廉 魯所發展的「發育動力學」(Entwicklungmechanik, developmental mechanics)，強調實驗與所謂的因果研究。他認為胚胎的自我分化是胚胎各部分相互獨立，但呈「鑲嵌式」的發展。也就是說，他把受精卵視為一部複雜的「機器」，而把發育設想為將「各自獨立」的部分分配到子細胞相對應的地方。所以，依此邏輯，破壞或阻止胚胎某部分的成長，成體應顯示出相對應部位被「干涉」的效應。魯著手進行一個實驗，他拿了一個正處於兩個細胞階段的蛙的分裂球，將其一個細胞用燒灼的針刺毀，另一個未損壞的細胞則發育成半個胚胎。實驗結果，「證明」了他「胚胎鑲嵌式發育」的假設。

不同於威廉 魯，杜里舒認為胚胎是一個「協調的、各部分潛力相等的系統」。1892 年他以處於兩細胞階段的海膽卵為實驗對象，僅以搖動的方式將此二細胞分離，之後此二細胞皆經胚囊、原腸胚階段，最後成為長腕幼蟲（但是體積較正常長腕幼蟲小）。杜里舒的實驗明顯地對魯的理論提出致命的一擊，因為如果胚胎是機器的話，那機器的一半怎麼還能變成一部完整的機器？

不知道各位是否已經注意到，無論威廉 魯或杜里舒的理論為何，他們的工作都不再只是如同傳統的博物學家，著重在精準描述或是紀錄生物體在大自然所呈現的發育過程，特別是向傳統胚胎學家描繪受精卵（大部分是雞蛋）各時期的發展狀態那樣；而是主動介入、干涉甚至引導生命體的發育過程！對於這種主動干涉的情況，科學家也心知肚明。從魯的一段話中我們可以清楚地感受科學家面對巨大實驗力量時所懷抱著的戰戰兢兢的心態。威廉 魯在一封給朋友的信上說：

「當我將試針刺入發育中的卵時，並不是毫無懼怕，也不是只是把它視為一種新的研究方式 我完全清楚這種侵入生命神秘工廠方式的粗暴，就像對一個新建立的工廠投下炸彈一樣」。³²

從這段文字中我們可以看出，威廉 魯對生命在基本上還是具有非常強烈的機械主義觀點。因為他以「工廠」加上之前的「鑲嵌」作為生命及生命發展的隱喻。不過雖然具有機械主義的觀點，但是威廉 魯卻十分清楚地知覺他的研究方法對研究客體可能產生的負面影響。在此，我們無法知道威廉 魯個人的想法是否能擴展到科學社群？因為我們不知道他當時的做法，例如是否公開宣傳他的疑慮。不過無論如何，本文將繼續追溯胚胎學領域的繼續發展，看看威廉 魯的實驗成果以及科學界對此成果的反應。

在杜里舒的實驗之後的四十幾年，實驗胚胎學或發育生物學的領域中，以德國生物學家漢斯 斯佩曼 (Hans Spemann, 1869-1941) 為首的研究團隊，更進一步地發展出「移植」(transplantation) 的技術。他們使用不同種生物體之間的組織移植，使不同種生物的特徵可以同時出現於一種生物體上。1938 年斯佩曼組織移植的實驗成功，此次成功被稱為「絕妙的實驗」(fantastic experiment)。在成功之後，斯佩曼強烈建議學界，可以採用胚胎細胞或體細胞來做細胞核層次的移植。雖然他的建議並沒有付諸實踐。但是，細胞核層次的移植在實驗技術上在那時候就已經不是遙不可及的夢想了。

移植技術一日千里，但是生物醫學界的反應是如何呢？生物科學家或生物科學界是否具有我們之前所期待的，對自己所生產的科學技術批判地思考與即時反應？首先，我們來看看科學界的反應，科學界對斯佩曼的系列研究給予最大的肯定。斯佩曼於 1934 年因胚胎發育研究獲得諾貝爾獎。這個獎背後的意義代表著

³² 陳恒安轉譯自 Franz M. Wuketits, 1998, p.123.

學界對此系列實驗的正面評價。因為這些研究促發移植技術在醫療上的應用，換句話說它成功地吸引了更多資金投入相關研究。威廉·魯的那種戒慎恐懼在諾貝爾光環與追求醫療實用的氣氛下，可以說幾乎消失不見。³³

六、科學家、民眾與生物學知識技術的關係

比起其他學科，如物理學、化學或地質學，生物學研究的對象與人類的關係最為密切。所以，許多生物學的知識與應用，非常容易被人類以自己的立場所解讀。達爾文的天擇說 (natural selection) 轉化為社會達爾文主義 (social Darwinism) 的「物競天擇、適者生存」便是一例。³⁴ 二次世界大戰，德意志第三帝國的種族政策，更是生物學（優生學）知識成為意識型態為政治服務的歷史悲劇。

在這裡，我們想強調以下的觀點。科學是否被誤用，並不完全是科學家的責任。但是，我們還是要注意到，生物科學家是否重視且批判地看待其所發展的技術，並及時將最適意見反映在科學實作上？雖然，這些態度不太容易從科學論文中得知。

至於民眾與生物學知識技術的關係應該為何？民眾是否有能力監督科學知識的產生？可能的途徑為何？在一個民主的、以科技知識為基礎的知識經濟社會裡，我們認為民眾單純地把科學知識視為「套裝軟體」來接受的態度，並不足以應付應用科技所帶來的影響。不過，公民的科技素養到底具有什麼特色，可以平衡過分強調套裝科技知識內容的偏頗？簡單來說，是因為它將焦點放在科學知識的「真實」生產過程。科學教科書中所敘述，「科學知識乃依照科學方法所產生」這樣的一種「科學中立」形象，其實並不是「真實」的過程。許多科學哲學、科學史、科學社會學的研究都指出，科學知識與科學家所具有的意識形態以及所處的文化背景、社會脈絡、經濟條件、法律規範、政治情況等有相當的關聯。

一個著名的例子，美國堪薩斯州教育局在 1999 年投票決定，轄區內的中學將不再教授達爾文的演化理論。這個決定被視為主張生物為上帝所創的「創造論者」的一大勝利。隔年，堪薩斯州教育委員會委員改選，二名保守派委員落選。2001 年 2 月，委員會通過決議，恢復教授演化論。無論讀者對這反覆的決定有什麼樣的看法，從這個事件中我們可以清楚看到，特定團體積極介入知識生產與傳播過程所能造成的後果。在此，「科學真理」不再是最終的裁判，反而是被裁判的對象。

³³ 二十世紀的科技論文格式中，並沒有任何一個段落可以讓科學家表達個人倫理觀。直到今日，在科技文章中，一般而言使用第三人稱較用第一人稱為佳。理由之一便是第一人稱具有主觀的意涵。因此，單純從科技論文之中，並不容易清楚看出科學家的倫理觀。

³⁴ 根據筆者的教學經驗，如果問學生達爾文的演化學的內容是什麼。大部分的學生都會回答：「物競天擇、適者生存」。

七、對複製桃莉羊的反應：再度從驚訝的麻痺？

從魯到斯佩曼的實驗，從驚懼的實驗者到讚賞支持的科學界，我們看到一個簡單的反應模式，即，從關心到麻痺。從這個故事，我們可以想想 2002 年，也就是羊年初剛被安樂死的桃莉羊。其實，複製桃莉的技術（從體細胞而非胚胎細胞取細胞核）在生物科技上並不能說是個驚天動地的大突破。畢竟，在斯佩曼的實驗中就已經預見。但是為什麼還是會引起媒體以及大眾的極大關切呢？《紐約時報》甚至宣稱：「所有的科幻都是真的」(all of science fiction is true)。³⁵ 不過，無論是為了什麼原因引起我們的注意，我們應該注意的是，我們是否會再次對類似的議題因習慣而麻痺？

八、結論

以科學的處理對象與方法來說，生物學或生命科學的知識在歷史的演進中累積了無數的資訊量。特別是對生物體「組織結構」(organization) 的認識。因此，我們可以看到科學家們從粗糙的個體層次（自動機械鴨）、生物功能系統（醫學物理學的肌肉骨骼知識）、胚胎（實驗胚胎學）、組織（斯佩曼的研究）一直到桃莉羊的細胞核層次。今天，在基因工程與分子生物學技術的發展之下，我們可以想見，生物技術在操作的對象上會愈來愈精細。

但是，我們該如何面對這些生命科學的知識與相關的生物技術？我們是否會再次重演那齣從驚訝到麻痺的老戲，而無法因了解而產生自主的行動力量？不過這些問題，可能就不是這個報告所能處理的了。

³⁵ Jane Maienschein, "On cloning: advocating history of biology in the public interest". *Journal of the History of Biology*, 34, (2001), pp.423~432.

Biology and biotechnology from the perspective of history of life sciences

Heng-An Chen

Assistant Professor, General Education Center, Nanhua University

Abstract

Life sciences in a wider sense contain two fundamental parts, i.e. theoretical thinking and practical applying or controlling. The term “biology” has been introduced in the 19th century as a means of encompassing the growing number of disciplines involved with the study of living forms. Disciplines integration changed the landscape of biological knowledge, but the two basic characters remain. Scientists such as agriculturists, physicians and experimental embryologists tried to control the material part of nature for making progress of living conditions. Theorizing and controlling are not new. Yet researchers and public response to new knowledge and technology seem to appear as a cycle: people fret about, shudder and then accept without critical thinking as the new thing became routine. For example, Wilhelm Roux’s had a cautious attitude to his embryological experiments, but Nobel Prize honored Hans Spaemann’s transplantation works. What we can learn from examining these issues historically? I think we should try and will outline briefly the unchanged fundamental characters of life sciences even the rapid development of biotechnology.

Keywords: history of life sciences, biology, biotechnology, biology and culture