

# 基因、基因組與蛋白組： 生物科技與身體論述

林宛瑄\*

## 一、引言

《基因世紀》的中文版譯者程樹森在序文中指出，如果十九世紀是工業革命的時代，而二十世紀是資訊革命的時代，那麼廿一世紀就是生物科技革命的時代。<sup>1</sup>自二十世紀中葉伊始，生技學門與產業之相關議題逐漸攻佔媒體版面，基因改造食物、遺傳工程、複製羊（甚或複製人）、幹細胞研究等詞彙已成為熱門關鍵字，而貫穿其中的主題即是與基因相關的研究及論述。<sup>2</sup>誠如武光東所言，自從華生(James D. Watson)和柯立克(Francis Crick)在1953年發現DNA的雙螺旋結構並確認核酸為一切生物的遺傳物質以來，「二十世紀

\* 作者為元培科技大學應用英語系助理教授

<sup>1</sup> 見《基因世紀》(The Century of the Gene)中譯本的譯者序，「生物科技革命新時代」一文。這種說法當然並不代表廿一世紀生物科技的發展已凌駕資訊科技。事實上，正如下文將指出的，不乏論者發現，生物科技及當代生物學經常大量援引資訊科技的語言，後者的論述甚至影響了當代對生命及生物體的看法，身體因而往往被視為某種資訊系統，有其特殊的程式語言。除了在腦神經科學方面的論述建構及技術應用之外，基因的相關討論亦屬於此一脈絡（相關討論見哈樂威(Donnay Haraway)、海爾絲(N. Katherine Hayles)、帕利希(Luciana Parisi)、米契爾(W. J. T. Mitchell)、凱勒(Evelyn Fox Keller)及科茲威爾(Ray Kurzweil)）。但當代生物科技最主要的革命性及爭議性在於，人類首次有機會一窺所謂生命的秘密，並進而鑽研其操作及改變之道，因而在新世紀蔚為顯學。戴維斯(Kevin Davies)在《基因組圖譜解密》(Cracking the Genome: Inside the Race to Unlock Human DNA)中亦有類似的說法，聲稱基因組序列「注定要來決定〔廿一〕世紀」(31)。

<sup>2</sup> 當然生物科技並不完全等同於基因科技，例如幹細胞研究的學理、技術及所引發的倫理爭議就相對獨立於基因研究的範疇之外。但不可諱言的是，幹細胞研究亦屬分子生物學時代的新興學門，而分子生物學的正式誕生需歸功於基因（尤其是核酸）的相關研究（江晃榮 8；武光東 41）。研究者亦戮力於結合基因工程（特別是生殖複製技術）與幹細胞研究的成果（陳耀昌 17；陳瑤華 67），期能在再生醫學及延年益壽方面獲致重大突破。故本文作者認為基因的相關論述可說是當代生物科技的主軸。

生命科學的進展由前半世紀的演進時期，堂堂躍進後半世紀的革命時期<sup>3</sup>，進而引發了延燒至今的所謂「基因大狂潮」。<sup>3</sup>在基因相關知識、技術及應用皆突飛猛進的同時，論者甚或社會大眾也開始審慎評估生物科技發展對現有的社會制度、法律規範、倫理價值等可能造成的衝擊。有人在其中看到了基因工程的農業或醫學應用可能為人類帶來的福祉<sup>4</sup>，但更多人懷疑生物科技帶領人類進入的美麗新世界是否真的美麗。<sup>5</sup>本文不欲加入這一類基因科技究竟對人類社會是好是壞的爭論，所要採取的角度乃從基因學本身的發展出發，來觀照此學科對主流研究對象的定義和其歷史演變，以及這些不同研究重點可能勾勒出什麼生命圖像及身體樣貌。從最早期的基因作為決定遺傳特徵之基本單位的假設，到以細胞中完整的遺傳資訊為研究對象的基因組學 (genome，或稱基因體學)，以至於據稱比基因組學複雜數倍的蛋白質組學 (proteome) 研究，其間的學科重點轉變除了牽涉到科學界的研究動機、學術角力及生技業界拓展商機的意圖之外，在某種程度上也反映出對生命究竟是什麼及身體如何發生的不同詮釋。

因此，本文將耙梳生物科技相關學門從基因、基因組學到蛋白質組學的發展在各階段所界定的研究範圍及較常動員的言說方式，來回檢視相關科學專業論述及普羅大眾對其解讀，藉此探討生命及身體的意象如何在其間從被視為線性序列的運作被深化到四維時空下的產物。如果基因研究的初衷（或說眾人對此學門的期待）是破解生命的密碼並掌控身體的設計圖，那麼在相關學門看似不斷推進其研究領域以更深入掌握生命奧秘的豪情壯志之下，研究者及論者已漸漸注意到，在由基因定序資料所構成的所謂「生命藍圖」<sup>6</sup>與生

<sup>3</sup> 此用語是引述牛頓雜誌社企畫編製的《基因大狂潮》一書書名。

<sup>4</sup> 基因改造作物的擁護者咸認為以基因轉殖技術為基礎的綠色革命有改善貧窮地區飢餓問題的潛力 (瑞尼 (Terry Raney)、平格利 (Prabhu Pingali) 80)。而基因工程更被部份研究者及一般民眾視為「希望工程」，被寄予治療遺傳疾病甚或其他重大疾病的殷切期望 (大拙博善)；醫藥界也寄望基因晶片技術能加速新藥的開發，以促成「量身訂做」的醫療方式 (佛蘭德 (Stephen H. Friend)、史托頓 (Roland B. Stoughton) 41；李瑤)。

<sup>5</sup> 相關論述已相當豐富，而福山 (Francis Fukuyama) 的《後人類未來》(Our Posthuman Future) 可謂其中的代表作。

<sup>6</sup> 「生命藍圖」一詞引用自《雙螺旋的線索：基因與遺傳工程的故事》(The Thread of Life)。

命現象之間，事實上「存有相當大的鴻溝」(Keller 8)<sup>7</sup>，而蛋白組學作為所謂「後基因組時代」的生技研究重點之一，則正好提供了填補這個鴻溝的機會，由此發展出更可能充分感知生命與身體的一種方式。

## 二、基因科技發展簡史

首先簡短回顧一下基因學、基因組學與蛋白組學興起的歷史。生物學界對生物個體或物種如何代代遺傳型態特徵的興趣由來已久，多位生物學家都曾假設應有某種基本遺傳單位存在。<sup>8</sup>1906年貝森(William Bateson)首創遺傳學(genetics)一詞，而基因(gene)一詞則是由喬漢森(Wilhelm Johannsen)在1909年所創(Keller 1-2)。喬漢森聲稱，選擇這個詞彙是為了解脫預成論(preformationism)的影響，以求與其他源自此理論脈絡的概念有所區隔<sup>9</sup>：「『基因』這個字眼完全跳脫任何現存的假說，其唯一要表達的事實顯而易見，即是無論在何種情況下，生物體的許多特徵皆藉由某些特殊條件、物質基礎，再加上以獨特而自有規律的方式存在的決定因子，而載明於配子(gamete)中」(Keller 2)。<sup>10</sup>喬漢森對基因的詮釋是否達到他預設的目的尚有待商榷，而且當代對基因究竟是什麼也尚無定見，但他所創造的這個詞彙確實在生物學界引起廣大的迴響，並在相關研究成果和論述的累積中逐漸成為學術機構、文化想像、宗教議題和其他言說方式匯集並交鋒的場域。

如前所述，華生和柯利克的發現造就了第一個基因研究的高峰。華生在與貝瑞(Andrew Berry)合著的《DNA：生命的秘密》(DNA: The Secret of Life)中提到，波動力學之父薛丁格的《生命是什麼？》(What is Life?)所倡議的

<sup>7</sup> 本文作者的翻譯。

<sup>8</sup> 例如十九世紀的動物學家魏斯曼(August Weismann)就曾提出「種質」(germ plasm, 程樹森的翻譯)存在的假設，將其視為確保生物體隔代複製物種特徵的遺傳物質(Pearson 5; Keller 16)。

<sup>9</sup> 所謂預成論指的是十七世紀時生物學界對個體發育所提出的一種解釋。其倡導者認為人或動物等有機體「早就以縮微的方式存在於卵或精子中……卵或精子中的小人或小動物只需要經過展開和擴大，就可以形成發育成熟的有機體」(出自路德維希·馮·貝塔朗菲之《現代生物學思想評價》，詳細內容可參考以下網址：<http://www.b111.net/baife/btlf-smwt/005.htm>)。基本上魏斯曼的「種質」，甚或是更早由達爾文所提出的「微芽」(gemmules, 程樹森的翻譯)，皆屬預成論的現代版。以魏斯曼的理論為例，他認為在受精卵的細胞核中存在著不同組織和器官的種質或定子(determinants)，透過遺傳過程中不均等的細胞核分化逐漸分配至由卵裂過程所產生的細胞，及至每種細胞都只包含一種可將自己的特徵賦予組織和器官的定子(出處同上)。

<sup>10</sup> 本文作者的翻譯。

「從儲存與傳遞生物資訊的觀點來思索生命」之論點，深深感動了包括他和柯立克在內許多日後成為早期分子生物學界要角的人物，他因此致力於基因的研究，以期破解薛丁格所謂的「遺傳密碼腳本」(31)。當時生物學界漸漸達成染色體上的DNA是此密碼腳本的攜帶者之共識，而華生和柯立克成功建造出DNA雙螺旋構造的模式後，諸如以下所列舉的敘述便成了遺傳學的正典：「基因的本體就是DNA，而染色體就如同記錄許多遺傳訊息的錄音帶…DNA有如一條很長的扭曲梯子，梯子的兩側扶手就是糖及磷酸組成的，而梯子的踏板則是由鹼基構成。鹼基共有四種，稱為胞嘧啶(C)、胸腺嘧啶(T)、腺嘌呤(A)與鳥嘌呤(G)…而這四種鹼基的排列方式，稱為遺傳密碼」(江晃榮 9)。對於基因是由四個鹼基構成的線性鏈的認知，再加上對鹼基經過轉譯以創造蛋白質之運作過程的掌握，一股選殖重要基因且找出其特色的科學熱潮應運而生，而領域人數的增加也創造出生物技術這個全新的產業(華生、貝瑞101)。

但研究者及越來越活躍的生技產業界漸漸發現，關於個別基因的零碎知識不足以窺探生命遺傳過程的全貌，吉爾伯特(Walter Gilbert)和杜貝可(Renato Dulbecco)等重量級科學家，因而紛紛出面鼓吹學界將人類DNA上三十億個鹼基字母的順序全部組裝起來，以期更有效進行基因治療的工作，吉爾伯特甚至將這項挑戰稱為「生物學研究的聖杯(Holy Grail)」(戴維斯 28-9)。幾經各方激辯及籌畫，人類基因組計畫於1990年正式起步，並於2000年六月宣告完成。基因組的定義，簡單的說就是生物體細胞中一套完整的遺傳資訊(李瑤 22)。這項計畫(Human Genome Project)被譽為生物界的「登月計畫」(Pollack 6; 江晃榮 5)。杜貝可的一段話道盡學界及社會對人類基因組計畫的期待：「這個計畫的重要性，可以與人類征服太空的努力相提並論…如果這個計畫能在全球合作下進行，就更吸引人了，因為人類DNA的序列，是我們這個物種最實在的東西，這個世上所有發生的事，都靠著這些序列而來」(戴維斯 33)，人類基因組計畫因之被視為全方位解開人體功能和生命腳本的最佳工具。

在人類基因組提前完成定序之後，業界與學界卻發現光測序是不夠的，必須進一步了解這些DNA的生理功能，因此在後基因組時代出現了許多以功能基因組研究為主的新學門。與分子生物學時代的單一基因研究不同的是，這些學科都以「組學」(-omics)為後綴，亦即其走向皆以全面研究所有基因

功能為中心（李瑤 32），其中蛋白組學更躍居後基因組時代的舞台中心，號稱生化科技的新貴（王惠鈞、吳啓裕 56）。「蛋白組」一詞是由澳洲雪梨「蛋白組系統公司」副總裁兼生物資訊部門主管威金斯在1994年所創，代表「由基因組攜帶的資訊所產生的蛋白質總合」（伊澤爾（Carol Ezzell）48）。而蛋白組學，根據王惠鈞和吳啓裕的解釋，是由「約3萬5000個基因所製造出的數十萬種蛋白質，加上蛋白質的化學性質、生化功能與立體結構所衍生的新領域」（56）。蛋白組學之所以成為新注目焦點，正因為基因組所攜帶的基因資訊是製造蛋白質的處方，而雖然生物體身上所有的細胞所帶的基因組幾乎都一模一樣，但哪些基因會受到活化而製造出哪些蛋白質卻因細胞而異（伊澤爾（Carol Ezzell）48）。業界和學界因而認為應該把所有的人類蛋白質分門別類，並定出它們之間如何形成相互合作的網路連結。然而蛋白組的結構與製造過程使得蛋白組學的研究遠比基因組研究複雜且困難，全球有許多生技公司與研究單位因而致力於研發新的技術平台，以提高分析蛋白質樣品的效能，加速蛋白組學的發展。

### 三、基因科技與資訊密碼譬喻

在眾多基因研究以至於蛋白組學所帶動的議題中，我選擇從其間所呈現出來的生命面貌與身體圖像切入來討論。雖然喬漢森創造「基因」一詞時將之定義為生命遺傳的基本單位，但一直要到華生和柯立克的時代，學界才開始有了揣想遺傳物質之基本性質的根據及描述的語言。如前所述，薛丁格的理論啟發了許多遺傳學家將基因視為一種密碼資訊，華生和柯立克在解開DNA的雙螺旋結構後就斷言：「薛丁格提議：生命的語言也許就像摩斯密碼，是一系列的點與線。這個講法倒是滿接近事實的。DNA的語言是由A、T、G與C構成的線性序列」（華生、貝瑞 46）。《DNA的語言：給下一輪太平盛世的基因備忘錄》的序言中，即以這樣的意象來描述基因：「…基因是由DNA構成，而在基因裡蘊含的是，建構生物個體的遺傳訊息。就像電腦用『0』與『1』作為機器語言的密碼，生物世界，小至細菌、病毒，大至人類，都是以A、T、G、C這四個字母的密碼形式，將遺傳訊息儲存在長鏈的DNA分子裡」（1）。生命的本質因而被視為一種數位資訊，而DNA編碼則被尊為生命的藍圖，這種言說方式就是康迪特（Celeste Michelle Condit）所謂的「資訊密碼譬喻」（coding metaphor）（100）。

事實上，如同科茲威爾所注意到的，新世紀的生物學不斷取得新工具，將自身轉成資訊科學(24)，而生物學與資訊科學之間的內爆(implosion)就在基因這個概念上得以充分演繹。必須注意的是，資訊密碼譬喻並非唯一被援引來理解基因作用及遺傳過程的意象(詳見Condit 108)，但此種譬喻方式卻是其中最具有吸引力的一種，因為它同時提供了描述遺傳現象及基因調控工程的語言。康迪特就指出，在某個層面上，資訊密碼譬喻非常適用於描述遺傳發生的過程：「密碼中的訊息必須要能完整地傳遞，同時要能提供如何行動的準則和指令…密碼另一個獨特之處在於其同時具備相當程度的穩定性及開放性；其所攜帶的訊息可以相當詳實地傳遞某種意義，但同時卻也可以被改變或被破壞。若將基因置於演化的脈絡中來看，這種雙重的特質對其功能的發揮非常重要。同樣重要的是，資訊密碼譬喻對社會，或至少對閱聽大眾而言，是很好理解的一種言說方式」(101)<sup>11</sup>。資訊密碼譬喻強大的說服力與影響力，因而使其成為討論基因研究的主調。但在科學家日益倚賴這種言說方式，且社會大眾對此議題的認知方式也日漸環繞此譬喻時，許多論者也注意到其可議及不足之處。其中一個最為人熟知的論點即是，基因編碼往往因而被直接化約為生命本身。借用某科學家的說法，過度強調生命即編碼的基因研究，尤其是人類基因組計畫，已經「把DNA從一個惰性分子…化身為生物決定論的藍圖、人類的使用手冊」(戴維斯 34)。

這就是所謂的「基因戀物癖」(gene fetishism 或 genetic fetishism) (Haraway 141)。哈樂葳在《謹慎的\_見證者@第二個\_千禧年\_雌男人°\_照見致癌鼠™》(Modest\_Witness@Second\_Millennium.FemaleMan°\_Meets\_OncoMouse™)中，從「地圖戀物癖」(fetishism of the map)談起(135)，認為基因戀物癖如同前者，誤把由有物質強度及歷史厚度的生命網絡轉化而成的圖譜當成生命自身。<sup>12</sup>對她而言，基因在某個層面上並非僅只是某種大分子或自給自足的密碼，而是一個匯集了人類與非人(nonhumans)之間多重互動的術語(142)。<sup>13</sup>然而，哈樂葳此語並不等於宣稱身體純粹是由話語建構而成，而是要提醒讀

<sup>11</sup> 本文作者的翻譯。

<sup>12</sup> 中文書名參考吳秀瑾的翻譯，見《唐娜·哈樂葳與基因改造食物》(33)。

<sup>13</sup> 哈樂葳所謂的非人包括人類所製造的物品，如機器或其他工具，以及非人類製造且獨立運作的東西或力量(142)。

者，「身體『裡面』的生理運作，包括構成生物體或促使基因與其他物質交相作用以形成細胞的一連串活動，都不是靜物而是互動過程」(142)。<sup>14</sup>這裡所謂的互動過程意指物質、符碼、譬喻、技術、制度等的交相作用，正是在這樣的過程中形塑了基因編碼這種新的感知身體和生命方式，但這個過程卻經常被忽略。

#### 四、人類基因組計畫與身體系統

另一個把基因編碼視為生命藍圖甚至是生命本質的問題在於，即使把觀照的重點限定在生理層次上，基因密碼與生命現象之間還是有落差。由於生技領域公認基因是一種一維空間的數位序列，部分研究者與大眾因而衍生出跟吉爾伯特類似的想像：「三十億鹼基序列可以灌進一張光碟(CD)裡，我們就可以就這樣把這張光碟從口袋中掏出來說：『這就是人類；這是我！』」(Keller 6)。<sup>15</sup>在諸如此類的想像中，DNA 以一基因一特徵的簡單對應模式直接決定了身體的樣貌，而且DNA 就是生命的秘密。許多批評者大力抨擊這種扁平的基因決定論，從各種角度去證明生命要複雜得多，身體也絕非僅只是線性序列如實解碼後的產物（見Hayles 149-51；Deleuze and Guattari 62；Massumi 187；Pearson 151）。作為生物學的一支，複雜理論 (complexity theory) 的主張是其中最具代表性的說法之一：「生命不是DNA，而是由激發交互作用的連結所形成的龐大網絡」(Pearson 149)。<sup>16</sup>其倡導者咸認為身體應被視為一複雜的自生發系統，生命則是萌發於系統各「組成元件」的互動關係中。

所以說，人類基因組定序計畫雖然始於部分研究者想全面掌握生命藍圖的動機，而且在學科語言與研究工具上也頗有沿襲早期基因研究的地方，但「組學」的概念在表示「整體」之餘，亦標示了一種略具複雜理論的雛型之感知生命和身體的方式。《基因體學》的前言有一段話：「在人類基因體計畫的影響下，分子生物學的主要目標已經從傳統的單個基因的研究轉向對生物

<sup>14</sup> 本文作者的翻譯。

<sup>15</sup> 本文作者的翻譯。

<sup>16</sup> 本文作者的翻譯。

整個基因體結構與功能的研究。生命科學正從全新的角度研究與探討…生物學與醫學基本問題的分子機制，並形成了一門新的學科分支——「基因體學」(楊金水 iii)。對研究者而言，基因組學的新意在於其全面性，大有別於生物學家以往專注於一個基因或涉及某生化路徑的一群基因的作法。而此全面研究的想法正源自於對身體是一複雜系統的認知。華生和貝瑞指出，人體非常複雜，正如任何機器零件都無法單獨運作，對單一零件的研究再透徹，也不足以了解整部機器，必須把零件放進機器運作的整體架構內，當成發揮功能的一部分來看：「基因的情況也一樣。若要了解決定生命的遺傳過程，我們不僅須對個別的基因或路徑有詳細的知識，也需要把這些知識放進整個系統，也就是『基因組』的架構裡去看」(151)。由此看來，雖然基因組學的學科論述在相當程度上維持了過度演繹資訊密碼譬喻而產生基因戀物癖的現象，但在遺傳學研究轉向之際，身體意象畢竟還是隨之起了微妙變化，不再是單一DNA序列的直接展現，而是一整體系統複雜運作下的產物。<sup>17</sup>

## 五、蛋白組學與複雜身體

人類基因組計畫的另一個重要意義，在於其彰顯出定序工作的完成不等於掌握生命的秘密。科學家的結論是必須進一步了解DNA的生理功能，才能有效應用這個龐大的數位資料庫。因此在全面研究所有基因功能的前提下，出現了許多以「組學」為後綴的新學科。各種「組學」的出現，表示相關學者現在普遍是在身體系統作為一整體架構的認知模式下展開研究，而基因研究至今的研究成果也多佐證複雜理論的主張，亦即遺傳功能單靠DNA自身的線性序列並不夠，仍須在蛋白質與酵素等組成的網絡中才能啟動(Pearson 150)。

而在興起的新學門中炙手可熱的蛋白組學研究，除了是相關產官學界最新的爭霸場域外，也提供了更多方面展現複雜網絡之運作方式的身體意象。

<sup>17</sup> 吳秀瑾在〈基因知識、倫理觀與生物決定論〉一文中對複雜理論有精采的介紹，同時她也從複雜理論出發來討論基因決定論的謬誤。筆者非常同意吳教授對於基因組研究基本上仍然失之於決定論的看法，但想提出另一個觀察，亦即作為開啓「組學」潮流的基因組計畫非常強調把個別DNA放在整體架構中來看，對身體的看法還是和早期基因研究隱含的單純基因決定論有所不同。

如前所述，基因組所攜帶的資訊基本上是製造蛋白質的處方，但因為基因與蛋白質之間並非一對一的對應關係，因此基因組定序不等於蛋白質定序。蛋白組學之所以被公認遠比基因組計畫困難的原因有很多，例如百分之八十的蛋白質會與一種以上的其他蛋白質產生互動，因而形成錯綜複雜的網絡；又，蛋白質的構形不是線性構造，而是會摺疊成「難以預估」的形狀；此外，細胞還經常會在蛋白質上添加醣類或脂質，因而改變其構形；尤有甚者，蛋白質的行為表現尚牽涉到環境因素，有的溶於水，有的要在油性環境中才能發揮功能（伊澤爾 50；53）。綜上所述，科學家即使把基因上所決定的胺基酸序列都連接起來，也未必製造得出此基因負責製造的蛋白質；而且胺基酸序列也未必能幫助研究者推算出單一蛋白質的功能，因為後者是在蛋白質網絡中才發揮作用。

必須注意的是，研究人員所感受到的這些蛋白組學的困難之處，其實突顯了生命與身體的複雜之處。基因序列無法完全決定其所負責製造的蛋白質，因而顛覆了基因決定論。此外，因為蛋白質表現量的變化是生物體產生任何變化時的重要關係項，因此或許可以說蛋白質的活動相當於生命活動的一個重要層面，而蛋白質網絡的複雜性及其與環境的關連性正說明了生命活動是許多元素與力場(forces) 交互作用的結果。蛋白組學研究者也注意到，相較於基因組的相對穩定性，蛋白質的質與量一直是變動不居的，因此王惠鈞和吳啓裕宣稱，雖然蛋白組學是基因組學一維序列研究的延伸，卻超越了基因組學的研究層次，「是四維時空（三維空間結構與時間）下的生物化學研究」（56）。況且，蛋白質組合這種隨身體狀態而有不同變化的特性，一來自然顯示出身體不只是複雜的系統，而且應被視為生命活動展現的歷程；再者，當身體與其他事物產生任何關聯時都會表現在蛋白組的變化上，因而揭示了作為一個網絡，身體同時亦置身於動態的網絡關係中，而欲感知這樣的身體就得觀照生命活動在網絡中的轉化與連結過程。這些動態的連結與生命的進程，正是基因序列被當成生命本質時所產生的謬誤，而蛋白組學的研究重心及其可能帶動的言說方式將有可能填補此一偏狹的看法。

## 六、結語

蛋白組學的研究至今尚未達到科學家所預期的突破性進展，但如同當年喬漢森創造「基因」一詞，以及吉爾伯特大力推廣人類基因體計畫時的情

景，蛋白組學的熱潮使其有潛力開啓一種新的言說及觀照生命和身體的方式。凱勒在《基因世紀》終章裡，談到基因這個概念曾經如何席捲全世界，造就了豐富多元的生物學與生命論述，而如今已深植於文化語言之中。然而在生物科技繼續推進的今日，我們需要新的概念及語言來觀照並言說生命和身體(147)。蛋白組學所勾勒的活躍蛋白質活動，將成爲新言說方式的最佳候選人之一。

## 引用書目<sup>18</sup>

- Condit, Celeste Michelle. *The Meanings of the Gene: Public Debates about Human Heredity*. Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1999.
- Deleuze, Gilles, and Felix Guattari. *A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia*. Trans. Brian Massumi. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1987.
- Fox Keller, Evelyn. *The Century of the Gene*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- Haraway, Donna. *Modest\_Witness@Second\_Millennium.FemaleMan<sup>®</sup>\_Meets\_OncoMouse<sup>™</sup>: Feminism and Technoscience*. London: Routledge, 1997.
- Hayles, N. Katherine. *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.
- Massumi, Brian. *A User's Guide to Capitalism and Schizophrenia: Deviations from Deleuze and Guattari*. Cambridge: The MIT Press, 1992.
- Mitchell, W. J. T. "The Work of Art in the Age of Biocybernetic Reproduction." *Modernism/modernity* 10.3 (2003): 481-500.
- Parisi, Luciana. "Information Trading and Symbiotic Micropolitics." *Social Text* 22.3 (Fall 2004): 25-49.
- Pearson, Keith Ansell. *Germinal Life: The Difference and Repetition of Deleuze*. London: Routledge, 1999.
- 武光東。〈DNA科學研究簡史〉。《基因大狂潮》。臺北市：牛頓，民90。39-46。
- 科茲威爾。〈重新編寫生物學程式〉。涂可欣譯。《科學人》54 (2006)：24。
- 凱文·戴維斯。〈基因組圖譜解密〉。潘震澤譯。臺北市：時報文化，民90。
- 江晃榮。〈神秘的人體生命圖譜〉。《基因大狂潮》。臺北市：牛頓，民90。4-13。
- 陳耀昌。〈「再生醫學」時代的來臨！〉。《美麗新世界的誘惑——基因科技與人文的對話》。臺北市：時報文教基金會，2004。17-29。
- 陳瑤華。〈幹細胞基因醫療的哲學省思〉。《美麗新世界的誘惑——基因科技與人文的對話》。臺北市：時報文教基金會，2004。66-77。
- 瑞尼、平格利。〈播下基因革命的種子〉。涂可欣譯。《科學人》68 (2007)：80-7。
- 大拙博善。《基因優勢：解讀DNA密碼》。吳丹青譯。臺中市：晨星，民88。

<sup>18</sup> 中文書目依文中出現先後順序排列。

佛蘭德、史托頓。〈神奇的DNA晶片〉。潘震澤譯。《科學人》2 (2002) : 40-8。

李瑤。《基因晶片技術：解碼生命》。臺北縣中和市：新文京開發，民95。

法蘭西斯·福山。《後人類未來：基因工程的人性浩劫》。杜默譯。臺北市：時報文化，民91。

艾爾瑞。《雙螺旋的線索：基因與遺傳工程的故事》。龐中培譯。新店市：年輪文化，民92。

詹姆斯·華生、安德魯·貝瑞。《DNA：生命的秘密》。陳雅雲譯。臺北市：時報文化，民94。

波拉克。《DNA的語言：給下一輪太平盛世的基因備忘錄》。楊玉齡譯。臺北市：天下文化，民86。

伊澤爾。〈蛋白質當家〉。潘震澤譯。《科學人》4 (2002) : 47-54。

麥爾森。《唐娜·哈樂威與基因改造食物》。吳秀瑾譯。台北市：貓頭鷹出版社，民91。

楊金水。《基因體學》。臺北縣新店市：藝軒，民93。

吳秀瑾。〈基因知識、倫理觀與生物決定論〉。《基因大狂潮》。臺北市：牛頓，民90。135-66。

王惠鈞、吳啓裕。〈生化科技的新貴〉。《科學人》4 (2002) : 56-7。