

們幾乎無法不用資訊的術語來思考遺傳學，但「基因乃是資訊」此一優勢隱喻，事實上是偶然地發展出來的(1995)。

理論與模型是真實的抽象、近似，而與之有差距(見第十五章)。我們應該避免太過嚴苛的符應(correspondence)。在理論層次上，科學家試圖闡述物質的結構。然而只有在某種理論架構中才能進行抽象化，此架構就如同透鏡一般，透過它才能選擇欲抽象化的元素。隱喻就像這種透鏡，讓意識型態和真實得以共存。

結論

知識論的問題同時也是說服的問題。即便我們討論的焦點僅限於科學和技術知識的生產，但有關修辭的研究，仍然對於瞭解人們相信什麼以及為何相信的這類問題十分重要。若是同意上述說法，那麼在瞭解說服上有許多取徑：例如拉圖主張說服是透過一種修辭的力量，而普雷里認為作者會處理學門主題等等。

科學與技術不僅涵蓋直接的知識生產而已。科學和技術寫作也與許多脈絡相繫，包括了科學家和工程師的專業脈絡、取徑和方法的正當性問題，以及廣泛的意識型態脈絡。通常只有透過研究修辭，藉以揭露出論述、目標和意識型態之間的隱喻連結，才能夠看出這些脈絡。

15

不自然的科學與技術

The Unnaturalness of Science and Technology

實驗的地位

自十七世紀實驗本身成為知識的來源後，如果情況允許的話，實驗便取田野觀察而代之。此一發展並非理所當然。由於實驗觀察並不自然，而且不對其他有興趣的研究者公開，因此實驗這種取得自然世界知識的手段看來並不穩固。不過，由於科學大致上已經採取「介入式的」(interventionist) 的研究取徑 (Hacking 1983)，因此「科學與技術研究」(S&TS) 多聚焦於實驗，而非田野觀察（少數的例外參見 Clark and Westrum 1987；Bowker 1994；Latour 1999）。

大多數對於科學的看法，都認定實驗是決定何種理論為真的手段。例如否認論（見第一章）就主張，理論是想像的產物，其成敗取決於觀察（通常是實驗觀察）。理論具有獨立的價值，而實驗卻沒有。因此，在大多數科學的評價階序中，理論位於實驗之上，理論家也位於實驗家之上。但 S&TS 由於對實驗室研究的投入，它對於科學的看法，就算並未質疑科學本身，至少已經不再固守理論/實驗的階序。原因有好幾個。

哲學家哈金說：「實驗自有其生命」。許多實驗全然來自於理論問題的刺激與形塑。但至少有一些實驗，並非源自任何稱得上是「理論」之物。哈金引用 1812 年大衛 (Humphry Davy) 所著的教科書為例。大衛在書中舉了個例子來說明何者可稱之為實驗：「將一個裝滿了水的酒杯倒置，覆於淡藻 (Conferva, 一種藻類) 之上，則空氣會聚積在杯的上半部；當杯充滿空氣時，可用手蓋住杯口，將杯

反置於正常位置，放入燃燒中的燭蕊，則燭蕊會燃燒地比在大氣中更旺盛」(引自 Hacking 1983：153)。雖然在此例中，大衛的行動是來自於一些想法，但這些想法實際上並不能說是來自單一理論或一組理論。而大衛也確實沒有測試任何特定的理論。

若我們同意能有與理論無涉的實驗存在，就表示我們必須認定實驗活動與理論無關嗎？的確，即便是像大衛所從事的實驗，仍可說對於理論有潛在貢獻。上述主張確實正確，但應該注意，這種說法與重申理論/實驗的階序也相去不遠。我們可以將哈金的口號「實驗自有其生命」，視為是在表示，該階序賦予實驗活動一些相對自主的空間。

S&TS 的一個創新之處，是將科學視為一種工作。特別是受到社會學符號互動論取徑影響最深 S&TS 研究者，強調科學是由互動中的社會世界 (social worlds) 所組成（例如 Star 1992；Fujimura 1988；Casper and Clarke 1998）。參與者投入他們的世界中，並且試圖使這些世界能夠持續並維持自主。他們努力地持續自己的工作，並保有身份認同。從工作的角度觀之，實驗活動和理論化這兩者之間的關係，並非階序性的，它們分屬於不同的（廣泛的）科學工作模式。

諾爾瑟汀娜說道：「在實驗室裡，理論具有特殊的『非理論』特性」(Knorr Cetina 1981：4)。根據她的民族誌觀察，諾爾瑟汀娜認為，實驗室科學的目標是要獲致成功，而非求得真理。亦即，實驗室研究者的重要目標，是正常運作的實驗、可靠的步驟，或者是欲取得的產物，而非對於理論的接受或是駁斥。實驗室創造知識，但「知道

如何做的訣竅 (know-how) 才是重點，而「關於……的知識」 (knowledge that) 大體上只是為了特定的受眾和目的，而將實驗室的成果重新組織過的結果。在實驗室裡，為了瞭解特定的事件或現象，需要的是比理論更平凡的詮釋；相較之下，理論的重要性較低。

最後，理論對於技術的貢獻，會比實驗對於技術的貢獻來得大嗎？我們壓根不清楚兩者的重要程度是否有差異。我們之前曾經提過，理論需經補足擴充才能應用。研究技術的學者已指出，對工程師的目的而言，科學知識通常是不足的，因此工程師常常需要去創造自己的知識（例如見 Vincenti 1990）。「技術全然依賴科學提供知識」這種標準看法是有誤的。當我們發現這個錯誤後，究竟是理論知識抑或實驗訣竅對工程師的幫助較大此一問題，答案就不那麼明顯了。此處 S&TS 再次指出：實驗活動並非只是理論化工作的附屬。

地方性知識和去地方化

實驗很少會獨立地存在，它會與其它運用類似模式、工具、技術和從事類似主題的實驗相互關連。倫伯格 (Hans-J rg Rheinberger) 使用了**實驗系統** (experimental system) 這個概念，它是將類似的實驗歸類在一塊的一種方式 (1997)。他指出，實驗團隊常常耗費大量精力去發展種種工具和技術的組合，以便進行大量的不同研究。例如在二十世紀初葉，由摩根 (T. H. Morgan) 所領導，名為「蒼蠅團隊」 (Fly-group) 的遺傳學家，將**果蠅屬** (Drosophila) 開發

成研究遺傳學的工具 (Kohler 1994)。為達此目的，他們培育果蠅，使牠們能適應實驗室的環境，並且發展進一步培育和觀察的技術。在此實驗系統的基礎上，一個**果蠅屬**遺傳學的小型工業便告出現。關於魏斯塔大鼠 (Wistar rat; Clause 1993)、實驗小鼠 (laboratory mouse; Rader 1998) 及其它標準化的實驗生物，也有類似的故事。

我們自第九章的討論得知，實驗室的工作並非全然以系統化的方式進行。既定的計畫會遭到地方性的抵抗，最後也是就地妥協。材料並不會一如預期般地反應、儀器也不見得順利運作，而想把每件事都依照計畫來安排也往往遭遇困難。實驗室的許多在地變異性，乃是日常研究必須面對的重大課題。研究者面對著林林總總的特殊問題，從作業規定——或許是「禁止在下午四點半或週末時做測試」——到材料上的問題——「原材料的變異性極大。我們無法取得同樣的材料……你每次都得在同一個地方重新開始，每一件事都得一模一樣，否則記錄就毫無意義」(引自 Knorr Cetina 1981 ; 38)。

從這個角度看來，重複實驗的問題就是去地方化 (delocalization) 的問題。實驗結果是在特定的時空下產生；然而科學知識卻是愈能超越時空愈受重視。但去地方化或者將事實普遍化，是件困難的工作。若真能普遍化的話，確認要普遍化的東西到底為何便是一要務。獲悉戴奧辛 (dioxin) 與二十隻實驗大鼠罹癌這兩者之間關係顯著，就可以做出「戴奧辛對所有哺乳類、齧齒類、所有實驗大鼠，所有營養充足、僅受低劑量影響的動物……都是致癌因子」這樣的推論嗎？二十隻實驗大鼠代表的是什麼類別的事物呢？

平區認為，經驗研究工作的成敗，可以用依據該工作獲致結論的普遍性來衡量，或者用他所使用的更精確詞彙來說，以結論的**外部性** (externality) (從特定的研究設計所得之)來衡量 (Pinch 1985)。雖然「觀察到圖上有斑跡」和「觀察到太陽微中子 (solar neutrinos)」指涉的可能是同一事件，但卻是兩則天差地別的觀察陳述。前者不太會遭人質疑，但就其本身而言無甚意義。而後者被挑戰的可能性大上許多，而且可能相當重要或受人矚目。研究者的目標，是在安全的範圍內儘可能地讓主張具有更高的外部性，儘量摒除研究工作的地方性特性。

不自然的實驗知識

爲了避免直接面對雜亂無章的自然界，科學家們建構系統，研究受控制的、被淨化和純化的現象，如此一來模型的建立便容易許多。實驗者對於人造現象的瞭解，遠多於對雜亂無章的自然界的瞭解。嚴格來說，他們很少研究自然。正如諾爾瑟汀娜所言，自然被系統化地排除於實驗室之外 (Knorr Cetina 1981 ; Hacking 1983 ; Latour and Woolgar 1986 [1979] — Radder (1993) 則質疑了此論點的重要性)。

實驗對象及其被安置的環境，可能是全然人工的；它們被建構或製造出來。因此，我們對於實驗對象的知識，並非關乎獨立於人類心智以外的世界。不論是物質實驗還是思想實驗，實驗的世界都可以在不自然的情況下存在——科學家可以按他們的喜好，建構、探究更簡單或更複雜的

系統。實驗知識並非直接針對獨立的實在，而是關乎一個顯然是被實驗者建構出來的實在。

換言之，實驗知識的取得極費工夫。如同前文所說，設置一個還算可靠的實驗系統得花工夫。因此，系統是科學家們的創造，它們被純化、被組織，因而行爲不像自然那樣混亂，能夠依實驗者之意做事。但是，如果就能夠良好地回應所有情況，或回應實驗者想要探討的輸入條件而言，實驗系統很少是完全可靠的。因此，持續地維繫實驗室的秩序，也得花上工夫。如同前一章所言，科學家將他們發現的秩序歸功於自然，而將混亂歸咎於地方特性，或者自己未能將環境控制好。但科學對於自然的組織，不應歸功於自然，而應歸諸於科學工作本身。本章上一節就非常簡短地觸及了此問題。

十七世紀時，許多自然哲學家對於實驗之正當性的顧慮之一，就是實驗活動的人爲特質。就十七世紀早期主宰知識界的學院理想而言，科學知識所研究的自然現象，理應是已充分確立或能輕易觀察到的規律性，像是潮汐、氣候或生物循環 (Dear 1995 ; Shapin and Schaffer 1985)。實驗可以用來說明，但是由於實驗的人爲特性，它們無法取代自然，也不能確立現象。加博爾 (Daniel Garber, 1995) 認爲，實驗要取得正當性，必須要能製造出社會事實而非個別事實，並依此來展現自然事實。實驗需經所有勝任的實驗者都認可它是可以被重複的，具有普遍性，如此一來它才能揭露自然。棣爾 (Peter Dear 1995) 認爲，人們透過將物質的建構類比於數學的建構來處理上述問題；數學的建構讓我們能學習數學結構。同樣地，物質的建構讓我們能學

習（自然的）物質結構。充當實驗室的特定地點和空間，有助於建立實驗的正當性——舉例而言，位於英國紳士家中的實驗室，有助於建立起對實驗者本身和他們所展示之現象的信任 (Shapin 1988)。薛平 (Steven Shapin) 和薛弗 (Simon Schaffer) 就著名的實驗家波以耳 (Robert Boyle) 作了個研究，他們認為，波以耳詳盡的書寫方式，使人們能夠**實質見證** (virtual witnessing) 他的空氣幫浦實驗(1985)。這有助於克服一個困難的義務；說明它們並非特殊而不公開的事件，而是對於自然規律性的公開想法。

不自然的理論知識

在理論的世界，也有類似於實驗的人為特性存在。雖然我們常常認為，理論和模型是直接針對物質世界，描述其狀態和性質，但是充其量，它們只是所欲表徵的真實世界之理想化或抽象化而已。這種看法至少與柏拉圖的說法一樣久遠。柏拉圖認為，數學必定描述了先於物質實在的形式世界。近來人們也有力地說明了這一點。卡爾萊特 (Nancy Cartwright 1983)、克雷由斯基 (Wladyslaw Krajewski 1977) 等學者都指出，科學理論和定律，都是在**假設其它條件不變** (ceteris paribus) 情況下的陳述；它們並未告訴我們，自然世界在自然狀態下會如何，而只告訴我們具有某些性質，而且僅具這些性質的一組物體會如何地反應。就科學自身的標準而言，最佳的科學理論和定律，甚至都罕能完全適用於實驗室的人為情況。

卡爾萊特對於物理定律的檢驗，提供了若干例證，說

明理論和定律的人為特性（亦見方塊 15.1）(Cartwright 1983)。她指出，物理定律僅在萬事俱備的時候才能適用。舉個簡單的例子；牛頓的萬有引力定律是： $F = Gm_1m_2/r^2$ 。這是說兩物體之間的作用力，與其質量的乘積成正比。但這只有在兩物體不帶電荷的情況下才正確，否則的話，根據形式與牛頓定律類似的庫倫定律，兩物體之間會有電力存在。我們可以透過結合這兩個定律來修正它們，但如此一來，它們在傳統上被運用的各別領域中就失效了。或者我們可以將兩物體之間的作用力，區分為萬有引力和電力兩部分。卡爾萊特歸結道，「我們可以維護庫倫定律和萬有引力定律的真實性，只要我們讓這兩個定律與事實無關」(Cartwright 1983 : 61)。

157

方塊 15.1 理想化的島嶼，理想化的物種

麥克阿瑟 (R. H. MacArthur) 和威爾森 (E. O. Wilson) 所提出的島嶼生物地理學 (island biogeography, IB) 理論 (例如 1967)，根據移入以及本土滅絕兩者最終將會取得平衡這個假設，來預測一個島嶼上 (屬於某分類群) 的物種數量。平衡時的數量，取決島嶼的大小 (因為小島會有較高的滅絕率)，以及島嶼距離移入來源多遠 (因為距離遠的島嶼移入者較少)。此理論在生態學上是個重要理論，但圍繞這個理論所產生的爭議，顯示出對於抽象化和理想化的不同看法 (Sismondo 2000)。

通常人們認為，島嶼生物地理學理論在高度的抽象層次上顯然是正確的。對於大多數理論家而言，雖然島嶼生物地理學理論的預測並不十分精確，其假設也不完全成立，但其真實性卻是無庸置疑的。然而對許多關心經驗證據的生態學家而言，情況剛好相反。數據資料並不支持島嶼生物地理學理論，而且該理論的重要假設錯到令人無法接受；它假設所有物種本質上皆相同，而所有島嶼除了大小和位置之外，本質上也相同。

歸結起來，爭議的關鍵，就是理論和特殊解釋何者重要的問題。如果生態學家能夠創造，並試圖發展特殊的解釋，就會發現島嶼生物地理學理論太過抽象而不可能為真。舉個為人熟知的例子。根據島嶼生物地理學理論，度度鳥 (dodo) 只有處於印度洋中的孤絕小島上，才比較可能會滅種。然而，雖然該理論解釋了度度鳥的滅絕，這解釋卻不令人滿意。該解釋摒除了太多資訊，例如度度鳥的笨拙、十六世紀以來人類旅行量劇增，以及近代獵人的貪得無厭等等。從歷史的角度我們瞭解到度度鳥滅絕的真相，因而對許多人而言，島嶼生物地理學的理論語彙相形見绌。對關心經驗證據的生態學家來說，自然界即是特殊事件的組合。在探究自然界的過程中，他們走訪田野或埋首於資料堆中，而島嶼生物地理學理論之所以失敗，是因為它不夠注重特殊現象。

為了解釋的目的，即使普遍定律無法完全合適於任何真實的情況，科學家還是想要得出能夠廣泛應用的普遍定律。因此，他們的討論脫離自然界的直接事實，轉

而探究其深層結構之理論。正如同實驗知識一般，理論也是關於經過滌淨、純化的現象，是遠離了真實的抽象。理論、模型，甚至於許多獨立的事實，反映的並不是未經斧鑿的自然，相反的，它們描述的可能是特殊的面向或隱藏的結構，或者嘗試描繪特定的人工現象。

一個思考技術的連接點

我們曾在第八章中提及，科學與技術之間的緊密關係並非顯而易見，而且兩者之間的距離，事實上也超過許多人的想像。但在此同時，科學對技術又有相當貢獻，而且兩者似乎越來越難區分 (Latour 1987 ; Gibbons et al. 1994 ; Stokes 1997)。「實驗是不自然的」此事實，指出了一個科學和技術為何如此相繫的理由。

如果實驗科學提供了針對人造的實在之知識，那麼它亦提供了讓我們瞭解依據它我們可從事何事的結構性知識。實驗者在實驗室裡製出系統，並探究這些系統能做什么事。即便這些系統可能對瞭解自然的秩序極有助益，但在本質上，它們是人造的系統。同樣地，工程師也製作人造系統，但目的通常不是探究自然世界，而是用來進行一些具體的工作。

同時，既然研究已經指出科學與自然之間的差距，能否在實質上彌合這些差距便成為再明顯不過的問題。如果科學不是在描述自然，那麼它如何被應用於自然之上？因

159 此，「實驗知識和理論知識是不自然的」此事實，不僅提供了一個瞭解科學與技術之間密切關係的脈絡，也提出了一個問題，有助於我們瞭解應用科學之**成功**。

方塊 15.2 基因改造生物

自然顯然具有極大的象徵價值。技術爭議，常常變成在爭論我們可以忍受「不自然」的程度為何。在抗憂鬱藥物、新生殖技術和基因改造食品上的爭論，通常會聚焦在對於自然的情緒、生產和食品之需求這類問題上。

基因工程上的爭議涵蓋面廣泛，而基因改造 (genetically modified, GM) 食品是其中的焦點。批評者指出許多與公眾密切相關的問題，其數量和種類多到驚人，這代表批評者對於基因食品的憎惡根深蒂固。基改食品會引發非預期的過敏反應嗎？外來的基因序列會移轉到人們腸道裡的微生物上嗎？基改食品的成分包括了不可食用的有害蛋白質嗎？基因改造作物雜交時會傳播危險的基因嗎？當昆蟲吃了它們的時候，基改食品會不會因此造成食物鏈的危害？利用基因改造植物所生產的殺蟲劑，是否會危及非撲殺目標的蟲類？在抗除草劑作物上施用除草劑，是否會危害非去除目標的植物？除草劑的使用量，會不會因為抗除草劑作物的出現而增加？基因改造生物是否會危及生物多樣性？基改作物會使農

人更加仰賴企業化的農業嗎？它們會造成農地的集中化嗎？——而贊成者也提出了同樣多的正面主張來支持基改食品，這點並不令人意外。

反對基改的聯盟裡，雖然在某些問題的立場相左，但大體上是一致的，這再次說明了他們深切的憂慮。贊成基因改造者在爭論基改食品時，會援引消費者的權利這種說法，而反對基因改造者，則是在爭論基改食品是否應標示時，訴諸消費者的權利；同樣地，贊成基因改造者，強調標示背後的知識是彈性而不確定的，而反對基因改造者，則強調基改技術本身背後的知識的彈性與不確定性(Klintman 2002)。

激烈的公共爭議會對科學和技術社群造成影響。可茲說明的例子很多，底下舉出其一。當巴茲泰 (Arpad Pusztai) 這位研究者在電視上聲稱，基改馬鈴薯對大鼠的腸道產生不良影響時，遭受到嚴厲的批評，並且還因此舉規避了同行審查制度而丟了工作。有關該研究的論文最後在醫學期刊《刺絡針》(*The Lancet*) 上發表，但在論文出現之前，英國皇家學會已經公開宣稱論文有瑕疵，而且批評該期刊不公正。這引發了《刺絡針》編輯者的反擊；他認為，皇家學會在財務上，有賴於和產業界發展夥伴關係，因而該學會及其成員已為產業利益所擄。由於基改爭議極富公眾性，科學上的介入常常引發強烈的規範性批評，批評其受利益左右或者違反了科學精神。因此，憂心技術會侵入自然界這種顧慮，對科學的畛域並非沒有影響。

自然的秩序？

科學知識的對象為何？它所涉及的事物各式各樣，從鉅觀的演化趨勢到遺傳機制，從黑洞 (black holes) 到超弦 (superstrings)，從全球氣候到紊流等等。我們或許會說，科學知識是針對自然物、自然過程，以及一些特別引人注目的人造物。同時，大多數生產出科學知識的工具，其生產出來的科學知識，都已和自然物與自然過程有或淺或深的隔閡。最佳的科學知識，並非直接由針對自然世界的真理組成，而是依據其它的真理所構成。

當心理學家試圖瞭解學習的結構時，他們通常利用被置入迷宮裡的大鼠，或者是處於受控制環境中的人來作實驗；他們很少會去研究人們在複雜的一般環境中如何進行日常的學習。因而，由實驗取得的知識所描述的最直接情況，顯然是不自然的，其在純粹度和人工程度上都與自然有段差距。實驗者務求讓實驗的輸入足夠精確，以便能獲得具啟發性的成果，並且利用這些輸入來創造在實驗室之外不存在的關係。實驗者所探索的，是他們認為比觸手可及的世界更為基本的事物。同樣地，科學中的最佳理論，並不描述那些我們就近就能觀察到的自然事物，甚至也不是那些不可見、比我們的感官更精細的儀器才能探知的事物。相反的，上述理論所描述的，要不是理想化的情況，就是其他種類的基本結構。就科學自身的標準而言，很少有基本理論是如實、精確地在描述物質性的事物。而電腦模擬和數學模型，則創出新的符號世界。雖然該世界理應與我們所熟悉的世界類似，但在許多方面它們卻是不同

的；模擬通常是探討在特定假設和特定起始條件下會發生何事，而非真正發生的事。即便是田野科學，也必然會依據分類、取樣和排序的系統，將自然界抽象化；這種種抽象化方式，可以視為是將實驗室投射到田野上。

大多數的科學知識，既是普遍的，同時又是非普遍的。如果從它們的人為和抽象特性並非固著於某特定地點這個角度而言，它們是普遍的。理論知識是針對理想化的世界；實驗室知識被創造，是為將它去脈絡化，使其能夠相當容易地在各地之間移動。然而，若是從科學知識的直接範圍僅限於孕育它的人為和抽象領域(雖然始終有擴充的可能)這個觀點看來，它們就不是普遍的。拉圖所作的類比有助於說明這一點：

161

當人們說知識是「普遍為真」的時候，我們必須瞭解，它就像鐵路，雖然遍存於世界各地，但涵蓋的範圍始終有限。但是如果說，火車頭能在狹窄而昂貴的鐵軌外運行，那就是另一回事了。但魔術師試圖利用「普遍定律」來眩惑我們，他們主張，在鐵路網之外這些定律仍然有效 (Latour 1988 : 226)。

火車頭強而有力，但只能在鐵軌上運行。科學知識也同樣強而有力，但是當它離開了理想的、人工化的環境時，它迅即弱化。

十分粗略地說，我們可以用底下兩種不同的方式來瞭解科學知識：

1 以建構論的角度—將它們視為是研究者的建構，這些