

科學與倫理

過去十年間，科學家、一般升斗小民和政客，都逐漸察覺到科學研究中倫理的重要性。一些潮流助長了這樣的關切：第一，出版品採用了科學方面所引起的倫理議題作為其封面故事，像是美國政府在冷戰期間秘密進行的人體實驗、遺傳工程、人類染色體計畫、智力遺傳學基礎的研究、人類和動物的胚胎複製，以及全球溫室效應。第二，科學家和政府官員對於研究的許多層面中不合倫理的行為、或是倫理方面有待商榷行為的案例，進行調查、整理成文獻，並加以評判；其中可以看到科學倫理的缺乏，已經威脅到研究的穩定性以及整體性(PSRCR 1992, Hilts 1996, Hedges 1997)。這些案例包括抄襲、欺騙、違反法律、資金管理不良、剝削下屬、違犯 DNA 重組規章、歧視、利益衝突，以及美國聯邦調查局(FBI)違法實驗室的問題。雖然在研究中不合乎倫理行為的證據一直在增加，但就資料顯示，在科學領域內不當行為發生的頻率，相較於其他專業領域(像是商業、醫藥或法律)依然偏低(PSRCR 1992) ^A

倫理學之所以成為一項急迫的關切，第三項原因在於，科

A: 不合倫理的行為、或是不當行為，是指一個團體對於標準具有清楚的共識，而團體中的成員卻未能遵循這些標準。倫理議題則是團體中對於這些標準缺乏共識。

學與商業、工業之間相互倚賴的程度越來越高，造成了科學價值與商業價值之間的倫理衝突(PSRCR 1992, Reiser 1993)。這些衝突使人開始關心科學經費、同儕間互相監督審視、科學公開性、知識所有權以及資源分享的問題。各大學對於使用學校設備、替私人工業或個人經濟利益進行秘密研究的科學家表示關切(Bowie 1994)。在某些案例中，大學為了專利以及智慧財產權，與商業機構或個人進行長期的法庭訟戰。大學行政人員也
2 抱怨替商業機構工作的科學家，很少花時間盡其他義務(例如教育)。各領域的科學家擔憂：科學與商業間的關係，會將研究引導至應用問題的解決，而忽略了基礎的研究。政府的監察人員，已經拒絕再讓商業公司從民眾所支持的研究中獲利(Lomasky 1987)。

各種科學機構、團體，為了回應對於科學倫理中不當情形與議題的關切，像是國家科學基金會(NSF)、國家健康學會(NIH)、美國科學促進協會(AAAS)、國家科學院(NAS)皆委託委員會研究科學中的倫理議題以及不當情形，並做政策上的建議(Sigma Xi 1986, 1993, AAAS 1991, PSRCR 1992, Committee on the Conduct of Science 1994)。此外，大學、商業機構、科學團體紛紛舉辦陳述科學中倫理議題的研究小組與研討會；科學家則展開努力，將倫理學納入大學及研究所教育的科學課程中；來自各個學科的學者與人文學者，撰寫關於科學倫理學的書籍和文章，並開辦新的期刊以談論科學中的倫理議題(Reiser 1993, Bird and Spier 1995, Garte 1995)。最後，科學團體與機構選取出倫理規範，並建議科學家將倫理學納入科學教程中(Sigma Xi 1986, US Congress 1990, PSRCR 1992)。

雖然人們對於科學倫理的重要性有了新的覺察，但仍有一些科學家對於倫理上的不當情況不以為意，因為他們認為不當行為非常罕見，而且無足輕重，並將不當行為的真實報導，視為個別的偶發事件或是例外。有些科學家援用「精神病理學」

解釋不當行為：行為不合倫理的科學家，一定是精神錯亂，因為只有瘋狂的人才會認為他們在欺騙、抄襲或是做出其他不當行為後，還能逍遙法外(Broad and Wade 1993)。他們主張不必費心去懲罰科學中的罪愆，因為科學方法、審查系統以及科學研究的公開性，會以機械式的機制逮住破壞科學倫理的人。如此一來，不當行為在科學中不成問題，因為這樣的行為很少發生，就算發生了，也不足以反應研究環境有何重大的缺陷。

許多科學家相信，科學中並沒有重大的倫理問題，因為他們認為科學是「客觀的」。科學研究事實，運用客觀的方法，提出知識及共識。另一方面，倫理學涉及對價值的研究，運用的是主觀的方法，只會產生意見、造成歧議。因此，科學家進行研究或是教授科學時，不需要關心倫理議題。作為社會一份子，科學家當然必須面對倫理議題。然而作為科學團體一份子，科學家並不需要討論這些議題。科學家當然必須遵循倫理標準，但是這些規則十分清楚分明。科學家不需要參與哲學或倫理學的討論，便能瞭解他們不應捏造或偽造資料。所以，科學提供了一座客觀性的聖堂，避開倫理議題以及困擾著其他人文學科的曖昧問題。

即使是認真看待倫理上不當情況及議題的人，也可能認為科學家並不需要接受正式的倫理學。有些人認為科學家根本不需要正式的倫理教育，因為他們相信，人在很小的時候就學過倫理。然而，如果要探究一個人在進入大專院校前學過什麼倫理道德方面的知識，其實幾乎沒有。如果一個人在進入科學專業以前，已經具備倫理，便會繼續保持他的倫理；如果進入科學時並不具備倫理，也就沒有任何教導可以使他變得有倫理。即使有些科學家相信，科學中可以進行某種倫理方面的學習，但這些科學家仍然認為，沒有教授倫理學的必要，因為學生可以從事例、實際操作、在潛移默化中學習到倫理。由於科學中的倫理知識並不正式，大家心照不宣，科學家並不需要將價值

珍貴的課堂時間，用在宣導倫理標準與概念上。科學家可以向學生表示如何從事好科學、為科學倫理行為塑造模範，以此教導倫理學。

我剛才討論的所有觀點，建立了使人不去認真研習科學倫理的阻礙，而且這些觀點全都被深深地誤用了。由於越來越多關於科學本質、以及科學不當行為的研究浮出表面，因此也越清楚地看到，科學研究環境造成了不當行為，並引發倫理議題 (PSRCR 1992, LaFollette 1992, Grinnell 1992, Shrader-Frechette 1994, Macrina 1995, Woodward and Goodstein 1996)。如果科學研究環境造成了不當行為，那麼有關不當行為的報導，便可反映出研究環境中某些結構上的問題，而不能將之視為孤立事件。

研究環境中有幾個層面，可能造成倫理上的不適當行為以及倫理議題。第一，對於大多數的科學家而言，科學是一項職業。科學職業的成功，是透過發表作品、研究資金、研究機會、永久教授職、獎項所成就而來的。大多數擁有學術職位的科學家，在取得永久教授資格或是升等之前，都要面對「出版或出局」的壓力。幾乎所有審核教授資格與升等的委員會，都以科學家發表作品的量為基礎，來評估科學家研究上的努力。作品越多越好，就算是取得永久教授資格的科學家，也需要繼續頻繁地發表作品，以便獲得升遷，或是增加聲望。所以，有些科學家為了能在職業上飛黃騰達，可能會傾向違犯倫理原則。

第二，政府發放的研究資金日漸緊縮，因為預算不斷變少，需要資金的科學家卻越來越多。為了得到資金與支援，科學家必須提出研究結果。如果實驗進行得不順，或是結果曖昧不明，科學家可能會在申請資金或是報告結果時，掩飾這些問題。第三，許多科學研究會有經濟上的報酬。某個新方法、新技術或是新發明的專利，可能可以賺進幾千甚至幾百萬美元。因此，經濟上的報酬也可能是一項引發科學裡不合倫理行為的誘因。第四，科學中被高度推崇的自我修正機制，像是監察審

查、出版和重複，經常無法偵測到瑕疵與錯誤。審查研究計畫或是論文的審查人員，沒有時間徹底檢查錯誤與瑕疵，許多文章根本沒被檢閱就刊登了，大部份的實驗也沒有重複進行 (Broad and Wade 1993, Kiang 1995, Armstrong 1997)。

最後，科學教育也可能造成不合倫理的行為。正如前面所提到，許多科學家認為他們不需要認真去教授、研究倫理。如果學生沒有學習做個有倫理道德的科學家，則當這些人在追求科學職業的成就時，做出不合乎倫理道德的行為，便不值得訝異了。再者，教育上的實際操作以及學術上的壓力，可能共同促成、鼓勵了不當的行為 (Petersdorf 1986, Sergestråle 1990, Browning 1995)。許多實驗室裡的操作，獎勵取得正確研究結果的學生，卻不管他們的手段。由於學生常常知道應該取得何種結果，因此可能傾向蒙混、捏造或剪裁資料，以便獲得這些結果。大部份的學生在爭取好成績的壓力下，可能會作弊，這在處於醫學預科階段的學生之間尤其明顯。這些學生為了進醫學院，必須得到很高的分數。

所以，科學倫理中的不當情形，不能被視為反常的例外，因為這些不當可能來自於研究以及學習環境中運作的一些因素。雖然很難評量科學中不當行為的意外情況，但是我們應當認真看待每一項不當行為 (PSRCR 1992)。即使不當行為在科學裡仍很罕見，它終究發生的這項事實便是需要加以關心的原因，因為任何的不當行為都將損害到科學的公眾形象，減少公眾對於科學的支持。

科學會引發倫理議題以及爭論，是因為科學是一項在更大的社會政治脈絡下所發生的合作性活動 (Longino 1990)。科學家無法跳脫其他領域出現的倫理困境與倫理議題。純粹客觀的科學是個神話，是某些人為了逃避令人困惑、苦惱的爭議性問題而瞎編出來的神話。倫理上的兩難以及倫理議題，也可能出現在科學中，因為科學家常常不能在統管科學的行為標準上，或

是如何解釋標準、應用標準的問題上達成協議(Whitbeck 1995a)。例如，作品發表的問題，便是科學倫理的一項爭論，因為在如何賦予信譽以及責任的問題上，常常涉及爭議(Rose and Fisher 1995)。倫理議題也是科學與大眾交互作用的產物，因為科學研究在社會、道德、政治方面常常會造成重大的後果(Committee on the Conduct of Science 1994)。

有幾項理由可以說明為什麼科學領域的學生需要某種正式的倫理教育。首先，雖然大量地學習倫理發生在幼年時期，但發展心理學的證據顯示，人在一生中會持續學習倫理與道德方面的推理(Rest 1986)。大專年齡的學生以及更年長的成人，能夠學習去認識倫理議題，在新的情境中做出道德抉擇，並對倫理與道德進行思考。他們還能學到倫理方面的觀念、理論和原則，尊重不同的觀點，甚至發展出美德。再者，有些倫理上的概念和原則，只能在理解，並實踐某個職業或專業後，才能學習到。例如，醫學研究中「知會同意」(informed consent)的說法，需要某種特殊的倫理教育，這種倫理教育遠遠超出幼稚園或小學的程度。為了學習研究中的「知會同意」，必須先瞭解並操作醫學研究。因此，有些倫理方面的學習可能會在大學、研究所或是專業教育中進行(Rest and Narvaez 1994)。

第二，雖然非正式的指導方式可能是教育科學家如何合乎倫理的最佳辦法，但是仍然需要有正式的倫理教育。因為非正式的教導並不能達成教育(Hollander et al. 1995)。有幾項理由可以說明為什麼非正式的教導不能恰當地完成目標。現代科學是一套非常龐大而複雜的體制。一間典型的實驗室可能會有幾十、甚至幾百個學生。人數如此眾多，在大多數的研究場域中，單單靠非正式的教導，並不能傳授倫理知識、確保維護研究標準、及討論重要的倫理議題。更進一步來說，大學程度的科學教育常常規模很大，州立大學裡科學導論課的班級，可能擠進

幾百名的學生。再聲明一次，人數阻礙了非正式的教育，因為大班裡的學生無法獲得充分的機會討論倫理議題。最後，並不是所有科學家都卓越地樹立倫理行為的模範。如果學科學的學生目睹科學家不合倫理的行為，他也就不大可能學習到合乎倫理的行為。

為了說明倫理與科學的關係，這裡討論幾個科學研究造成倫理問題、引起爭論的案例。 6

壹、巴提摩爾事件

在近期遭指控的科學不當行為中，最廣為人知的案例是「巴提摩爾事件」(The Baltimore Affair)。曾經獲得諾貝爾文學獎的科學家，巴提摩爾(David Baltimore)，掛名為某篇論文的聯名作者。這篇論文被懷疑含有不實的資料。一九九一年夏天，紐約時報以頭版報導這個事件。這項醜聞令支持此一研究的組織，包括國家健康學會和懷特海研究所(Whitehead Institute)感到困窘，使巴提摩爾名譽受損，引起國會的注意，甚至美國的特務單位(the Secret Service)也涉入其中。B 這篇論文出現在一九八六年四月二十五日出刊的《細胞》(Cell)學報，列出了六位作者。巴提摩爾指導這項研究，雖然他本人並未操作實驗。這篇論文聲稱，實驗顯示將外來的基因放入老鼠體內，可以使老鼠基因模擬外來的基因而產生抗體。如果此說法為真，也就是說，我們可以用外來的基因產生抗體，控制免疫系統。到現在，這項研究仍未得到其他科學家的肯認。實驗是在懷特海研

B: 我並不引述所有關於此案件的資料，但在此提供讀者資料來源名單，包括原來被指控含有詭詐資料的論文(Weaver et al. 1986)，以及紐約時報的報導(Hilts 1991b, 1992, 1994b, 1996)和其他資料來源(Sarasohn 1993, Weiss 1996)。

研究所裡進行的，這個實驗室和麻省理工學院(MIT)及土夫茲大學(Tufts University)有關，資金由國家健康學會(The National Institutes of Health, NIH)提供。

當時，一名在懷特海研究所工作的博士後研究員歐士樂(Margot O'Toole)，是由論文作者之一，依曼尼緒－卡利(Thereza Imanishi-Kari)所指導。歐士樂因發現依曼尼緒十七頁的註釋和這篇論文的發現有所矛盾，而產生懷疑。她試著進行其中某些實驗，卻無法成功，懷疑文中所描述的許多實驗或許根本沒人做過，或者做出的結果並不符合文中的陳述，歐士樂通知麻省理工學院和土夫茲大學的審查單位，告訴他們她的懷疑，這些單位便對這項研究進行調查。最初的調查發現了一些工作上的錯誤，但是他們並未斷定這項研究是有問題的。當歐士樂一年的博士後研究期結束時，她有相當一段時間都找不到工作，並被認為是個麻煩人物。

- 7 然而，國家健康學會的研究廉正小組(Office of Research Integrity, ORI)循著最初的調查追蹤，且國會也知道了這項科學弊案。密西根州議員戴傑爾(John Dingell)以及他的辦事員，在白宮的監督調查委員會針對這案件辦了兩場公聽會，並命令特務單位協助調查。先前的調查並未檢視依曼尼緒－卡利的筆記簿，但國會進行的調查有。這項偵察發現筆記簿中的日期被塗改過，將研究結果用不同的墨水寫在不同的紙上，許多可疑的研究並不是在依曼尼緒-卡利所說的時間做的。調查中結論出依曼尼緒－卡利可能是在有關這項研究的問題曝光後，才將這些筆記簿放在一起。本案件最後的報告中，研究廉正小組於一九九四年斷定，依曼尼緒-卡利捏造並偽造實驗資料及結果。在這篇報告發出後，土夫茲大學要求依曼尼緒－卡利離職。

然而，依曼尼緒-卡利在這整個事件中是無辜的。保健系成立的研究廉正上訴小組指出：許多對她不利的證據其實並不

可靠、缺乏佐證或是不一致。之後，她在一九九六年六月二十一日，被宣告無罪。這個小組也批評研究廉正小組調查和處理此案件的態度不負責任。土夫茲大學在上訴小組發現依曼尼緒-卡利無罪後，短期恢復她的教職。依曼尼緒-卡利自己的辯解是，她承認她的實驗筆記並未總是整理得很好，或是按時記錄，當她被控做了不當行為時，她將不嚴謹的論文都放到實驗室一台筆記型電腦裡。她說她從未想要欺騙審查人員或是科學團體。她承認記錄作得很差，但是聲稱沒有捏造或偽造資料。然而，上訴小組的發現激怒了許多科學家，這些科學家要不是相信依曼尼緒-卡利的確捏造並偽造了資料，就是認為國家健康學會胡亂處理案件。整個案子中，許多科學家反對讓政府及官方干涉科學不當行為的調查與審判。根據許多科學家的想法，科學家應該要能自己維持自己的秩序。

雖然巴提摩爾並未被控有罪，他在洛克菲勒大學(Rockefeller University)的校長職，仍於一九九二年十二月被撤銷，因為他涉及了這個掛著他名字的事件。他在整個事件中都為依曼尼緒-卡利辯護，並將此案件的調查，比擬成科學界的女巫迫害。為了除去這篇文章中的錯誤，巴提摩爾和共同作者在《細胞》學報上，發表了對這項工作的勘誤。巴提摩爾聲稱，記錄中許多矛盾是出於草率，而非存心欺騙，他並承認他沒有獨立檢證這些實驗結果。

巴提摩爾事件引起許多重要的倫理問題。巴提摩爾是否應當更小心注意他指導之下的研究？如果他沒有恰當地監管研究，應不應列為作者之一？歐士樂揭發了此事件，是不是應該得到更多保護？最初的調查是否應當調查得更徹底、更小心？科學界以外的人，是否可以調查、判斷科學上的不當行為？欺騙案件應由科學，還是法律的證據標準來決定？警察、科學家以及媒體，是不是判斷得太急躁？在這案例中，怎樣才能證明所指控的欺騙？

貳、複製的研究

一九九三年十月十三日，侯爾(Jerry Hall)、司迪曼(Robert Stillman)和三位同事，在美國繁殖學會(American Fertility Society)的會議上發表一篇文章，引起全球震撼。在這篇文章中，他們講述他們複製人類胚胎的實驗。他們根本不知道自己就要捲入一場爭論的風暴。這件事被全世界的報紙以頭版加以報導，且登上《時代雜誌》和其他期刊的封面。記者和評論家收集種種幻想，包括嬰兒工廠、培育希特勒或愛因斯坦的血統、優生學計畫，以及小說《美麗新世界》裡的許多劇情(Elmer-Dewitt 1993, Kolata 1993)。世界各地的官員譴責這項研究駭人聽聞、不道德，而美國總統則下令，禁止基於科學的目的而使用聯邦資金製造人類胚胎。為了試圖減緩大眾的恐懼，侯爾與司迪曼出現在像是「夜線」、「早安美國」和「賴利金脫口秀」(Larry King Live)的電視節目上。他們試圖將研究所牽連的道德意涵自雙手洗去，將自己塑造成只是對知識感興趣、客觀的科學家。

如果我們仔細審視這件事，便會發現許多喧囂來自對侯爾、司迪曼和同事們所做研究的誤解。侯爾與司迪曼複製的胚胎並不是可以存活的胚胎，而是可受孕的卵子和一個以上精子的產物。含有一個以上精子的受孕卵子無法存活，不能變成嬰兒或是成人。不能存活的胚胎被放在特製的液體中，分裂成為八細胞胚胎。八細胞胚胎被分成一個個的細胞，又開始分裂。

- 9 由於所有從八細胞胚胎分出來的細胞，在基因上都是相同的，這過程讓每個胚胎都複製成八個。

雖然這項研究意義重大，但民間討論的駭人劇情，還停留在科幻小說的範圍。第一，這些胚胎是不能存活的，所以這過程並不會製造人類。也許可以修正過程以製造人類，但在現階

段是不可能的。第二，基因方面來看，還不可能複製胚胎或設計出人類。若在這時候我們試圖進行複製，只會產生不能存活的胚胎，或是多缺陷的小孩。我們對於人類遺傳學以及胚胎學所知不多，無法創造出具有某些特質的人類。最後，在這過程中產生的複製品，並不是從成人的細胞複製來的。因此，這項研究並不像電影「來自巴西的男孩」或是「侏羅紀公園」裡所描繪的那樣(Caplan 1993)。

複製實驗引起大眾大多負面的反應，但是研究者卻在美國繁殖學會會議中得到最高讚美。侯爾與司迪曼的論文獲得「一般研究計畫獎」。繁殖方面的研究者推銷這項研究對於不孕夫婦會帶來的好處。如果一對夫妻只能生產少量的卵子，他們可以藉由複製出許多卵子，增加懷孕的機會。

一九九七年二月二十三日，蘇格蘭科學家宣稱他們用成羊的細胞複製了一隻羊，名叫「桃莉」(Dolly)，引起類似的喧嘩(Kolata 1997)。這隻羊於一九九六年誕生，但這些科學家一直保密，過了六個月，他們拍攝下桃莉的發展，等待《自然》(Nature)期刊來審視他們的發現。這是第一次從成年哺乳動物的細胞製造出可以存活的後代。愛丁堡羅斯林研究所(Roslin Institute in Edinburgh)的胚胎學家維穆特(Ian Wilmut)，和他的同事從實驗室裡一隻母羊的乳房取下細胞培養，從這些細胞取出細胞核，用電流將這些細胞核融到去核卵子(將這些卵子的細胞核去掉)中，然後將卵子移植到母羊的子宮裡。二百二十七個胚胎中，只有十九個可以存活，而其中只有一個出生(Wilmut et al. 1997)。這驚人的消息發佈後沒多久，奧瑞岡的科學家宣佈，他們也成功地從胚胎細胞中複製出恆河獼猴。

複製動物在農業、醫藥以及生物工程方面，具有重要意義。如果複製技術和基因醫療技術結合，便可以用來製造低脂的雞肉、移植器官的豬隻、超級乳牛，還能製造人類荷爾蒙、維他命或其他醫學上重要成分的動物。維穆特做這實驗是為了

發展出一套方法，將羊變成藥品工廠。他的研究由肺炎菌種醫療股份有限公司部份贊助，這家公司計畫販賣從羊乳萃取製成的藥丸。媒體大肆報導複製羊的新聞，「桃莉」登上所有雜誌的封面以及電腦網站。

許多人認為這項研究令人震撼，而且駭人，因為這樣的研究已離複製人類不遠了。時代雜誌和「英國有線電視新聞網」(CNN)做的民意調查中，一千零五位成年美國人中，百分之九十三認為複製人類是個邪惡的想法，百分之六十六的人認為，甚至連複製動物都不是個好主意。政府官員很快便對這項新聞做出反應。美國總統柯林頓要求聯邦生物倫理委員會查驗複製在法律及倫理方面的意涵，並發出行政命令，禁止使用聯邦資金支持複製人研究(Clinton 1997)。柯林頓總統在行政命令中警告：複製人威脅到人類生命的獨特性以及神聖性，引起深切的道德、宗教問題。柯林頓獲知許多私人公司仍對複製哺乳類有興趣，但是他敦促法人團體自願發佈禁令，禁止複製人類。在某些國家，像英國，複製人類是違法的。在美國，直到寫作本書時，複製人類都還不算違法，但這法令仍懸而未決。在蘇格蘭，英國政府宣佈，農業部將不再資助維穆特的複製研究。一九九七年四月，四十一萬一千美元的預算被刪減一半，九八年四月，研究計劃完全終止。

複製生物的問題還很多。這項研究在社會或生物上有什麼後果？複製動物在農業和醫療方面有何功用？複製人類會威脅到人類生命的尊嚴、獨特性或是神聖性嗎？複製人類或複製動物的研究應當被制止嗎？科學家是否有權無視道德或社會問題的產生，只去做他們認為重要的研究？科學思想的自由，以及道德與政治方面的價值如何平衡？若是美國政府拒絕資助複製人類的研究，這研究能否藉由私人資金繼續進行？媒體與大眾對於這項研究的誤解，在這一全球性的喧囂中，扮演著什麼樣的角色？

參、冷融合之爭

11

全球的記者報導出兩位電子化學家的故事：一位是猶他州立大學化學系主任龐司(Stanley Pons)，另一位是南桑普敦大學(Southampton University)的教授佛來須曼(Martin Fleischmann)，他們在一九八九年三月二十三日的記者招待會上宣佈，他們已經發現到如何在室溫下產生核融合(Huizenga 1992)。他們宣稱已經用一般高中學生都可以取得的儀器製作核融合。然而這項新聞稿其實非常簡單，根本沒寫些什麼技術上的資料讓人瞭解如何重複他們的實驗。大部份研究核融合的科學家、物理學家懷疑龐司和佛來須曼這項異常的宣稱，但是媒體卻沒有這麼多疑。記者為這項了不起的發現喝采，而關於冷融合的報導引發許多期待。

核融合的標準理論，由許多優良實驗的結果所支持，根據此理論，融合只有在高溫高壓下才會發生，這樣的高溫高壓通常只出現在星球內部。平常，「熱」融合的研究焦點是在實驗室裡製造這些極端的條件，而最近幾十年來，研究緩慢穩定地進展。然而，熱融合的技術，可能在二十一世紀以前都是做不到的。龐司和佛來須曼的實驗，與正統的融合互相矛盾，因為他們宣稱可以在常溫常壓下產生融合。他們的實驗由重水(D₂O) 銦重水(LiOD)溶液中的兩個鈹電極構成。龐司與佛來須曼宣稱，當電流通過兩個電極之間時，將重水分解為氘氣(D₂)、氧氣(O₂)，並將大量的氘壓進負電價的電極(陰極)，陰極的獨特結構會讓氘原子緊緊集合在一起，融合為氚(T)，產生熱以及中子。龐司與佛來須曼宣稱已經發現了平常化學方法無法產生的巨熱，以及少量的氘和中子(Fleischmann and Pons 1989)。

得知這些神奇的實驗，全世界的實驗室都急欲跟進。許多

實驗室都得出和龐司、佛來須曼的發現相反的結果；有些結果或是可以支持冷融合，或是無法得出結論。許多科學家甚至很難瞭解這項實驗，因為龐司與佛來須曼描述的不夠詳細。經過12 幾年都無法得到結論、甚至得出矛盾的結論，於是大多數的科學家便認為，龐司與佛來須曼的研究是建立在粗心、草率或自欺的錯誤上。他們相信自己的確做出融合，可是所造成的現象可能是對於一般電子化學反應的錯誤理解或是錯誤詮釋。

如果龐司和佛來須曼更詳細地描述他們的實驗，我們現在可能就會知道那究竟是不是冷融合。但是這兩位科學家說法的模糊有其財務上的動機：如果其他人也能重複他們的實驗，他們(以及猶他大學)便沒有機會取得冷融合的專利了。由於冷融合會是一項新的電力資源，若能成功，擁有專利權的人便能因此享有可觀的財富。但是一項發明若是未臻完美，沒有說明如何運作，便無法獲得專利。

在這案例中，金錢在兩個層面扮演了舉足輕重的角色。首先，龐司與佛來須曼的作品在記者會之前與之後，始終裹著神秘的面紗。這兩位科學家都是單獨工作的，遠離核融合的主流學者之外。他們並未尋求冷融合專家的意見，便公開宣佈結果。猶他大學之外的許多物理學家在記者會之前，並不知道他們的研究。龐司、佛來須曼和猶他大學的行政人員們認為，為了確保研究的專利權，保密是必須的。第二，龐司與佛來須曼在記者會宣佈他們的研究結果，而不是在科學會議上、或是科學期刊上宣佈，是因為他們想要擁有專利權，並獲得適度讚譽。這一公開的宣佈，在未受到其他科學家徹底檢測的情況下，避開了正常的科學檢視過程。

這一案例引起許多倫理問題。龐司與佛來須曼應當在記者會公佈他們的研究結果嗎？他們應當更親近地和其他科學家一起工作嗎？他們應當更詳細地說明他們的實驗嗎？龐司與佛來須曼(還有猶他大學的行政人員)是否應當更關心真理與

縝密的研究，而不該那樣關心金錢和地位？冷融合是自欺造成的假象，或是值得進一步探索的東西？研究過程的草率是否等於科學上的過失？

我剛剛所談到這三個案例，引起許多關於科學研究倫理方面的有趣議題，並提供大量具有激發性的討論。的確，我認為研究案例是思考倫理不當情形與議題的最佳方式，本書中將會討論許多真實的案例，並在附錄中加入五十個假設性的(卻非常寫實的)案例。但是倫理學不應只是對於不同情境的本能反應而已，哲學性的學習比起僅僅只是讓我們漫談案例更有幫助。我們必須瞭解問題以及案例所引發的困境，瞭解案例所顯示出的普遍性原則、價值及關懷。簡言之，我們需要發展科學倫理思考的普遍性架構。即使我們在某些更令人困惑的議題上無法達成共識，這樣的架構將使我們瞭解這些重要的問題、困境以及關懷點。 13

後面三章，我將提出一套理解科學倫理的概念性架構，包括關於倫理性質的探討，以及科學與倫理之間的關係。這一基礎，也可以解說某些科學倫理原則的合理性，討論科學規範與社會規範之間的衝突，並將科學倫理規則應用到實際的抉擇上，思考關於科學倫理的困難。接下來的四章，會將這一架構套用到某些重要的倫理兩難以及科學中的議題上。

下面列出一些提醒。後幾章中所討論的議題很有爭議性，我所提出來的架構，也不可能滿足所有的讀者。我並未建構出一套嚴密的學說，來討論本書裡的議題和主題。身為一位哲學家，我更有興趣提出該問的問題，以及瞭解重要的議題，而不是致力於提出絕對的解答。然而，本書並不只是提問題而已，我也會為某些答案辯護。我只是認為自己的觀點還算合理、可理解，而不是這些答案沒有爭議、或是說所有讀者都應接受這些答案。雖然我的論證建立在案例及其他經驗性的資料之上，整體而言，本書仍採取哲學式的觀點。許多研究採取社會學或

心理學的角度來談科學倫理，試圖說明科學中道德與不道德的行為及其成因。這些研究在進行理解科學倫理時十分重要，但是哲學性的途徑卻能提供某些深具價值的洞察。在評量科學中道德、不道德行為的發生頻率以及原因時，我們必須對科學倫理的特性以及造成科學中道德、不道德行為的因素等等，有清楚的理解。

希望本書能成為科學知識傳播者和學習者在研究倫理議題時的有用工具，使科學家及大眾更清楚瞭解到科學倫理的重要性，使更多科學界的學者知道，研究倫理是值得進一步分析、探索及討論的主題。