

3-人類基因解組密後的倫理問題



楊永正

► 普林斯頓大學分子生物學博士

現任 陽明大學生化所副教授、陽明生物資訊學程負責人

主要專長 生物資訊學

代表著作

生物資訊學初級課程：序列分析入門

生物資訊學中級課程：參數設定與數據解釋

生物資訊學高級課程：基因體序列分析

重要經歷 耶魯化學系博士後研究



謝世民

► 美國哥倫比亞大學哲學博士

現任 國立中正大學哲學系副教授

主要專長 政治哲學、法律哲學、道德哲學

代表著作

<合理契約論與刑罰自由主義>，《台灣哲學研究》，第3期，民國89年3月

<合理契約論與分配正義>，《歐美研究》季刊，第29卷第4期，民國88年12月，中央研究院歐美研究所出版

<論德我肯的資源平等觀>，《人文及社會科學集刊》，第11卷第1期，民國88年3月，中央研究院人文社會科學研究所出版

引言人

王汎森處長：

各位朋友，各位貴賓，感謝各位齊聚一堂，我授課多年，但從來沒有超過15到20個學生，今天我看到這麼多人，覺得這是上帝賜給我很大的喜悅，我要謝謝各位，也希望大家往後場演講繼續參與。

我不是科學家，也不是真正了解基因科技跟倫理、法律、社會關係的專家，我是一個歷史學者。但



▲國科會人文處王汎森處長認為，將高深的學術研究用平易的方式，傳達給和其息息相關的民衆有其必要性。（王英豪攝）



▲王汎森處長展示一張好像積電圖的基因定序圖，引起與會者好奇的圍觀這部「生命之書」。（王英豪攝）

是在我的工作上，我有兩個理由必須舉辦這一系列的講座。

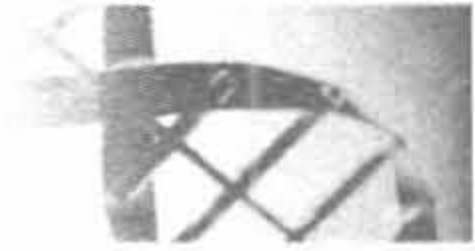
第一：國科會的主要宗旨雖然是提升學術研究，但我個人認為，在此之外，國科會有必要將高深的研究成果傳達給民眾，讓大家知道現在正在發生什麼事情。國科會和衛生署主持的「基因醫藥科技尖端計畫」裡，設有倫理法律社會研究小組，探討基因科技對人文的衝擊，人文處就是負責幫忙推動的單位。

第二：我們正經歷許多新科技的發展，這些科技發展對於人的尊嚴、人的主體性、人的情感、人的健

康，究竟有沒有什麼影響？我想這是負責人文與行政工作者應該去注意的。

各位或許會注意到，從第一場演講以來，與會者好像慢慢分為兩種不太一樣的意見。從事基因科技研究者所想的是一個非常美好的未來，而從事倫理法律社會研究的人似乎比較常看到危險的一面，好像兩者看到的是兩種截然不同的圖像。但我想，我們至少可以有一個雙方溝通和對話的機制。

我今天帶來一張圖，這是本期《科學》雜誌附贈的基因定序圖，它像是積體電路一樣，記載著生命之書，這對科學家來說可能是常識，但對我一個歷史學者或在座的一般民眾來說，還是很新鮮的。作為一個歷史學者，我看事情的眼光都是長距離的，總是希望從50年、100年的距離去看一件事情，看它的影響力。我的直覺是，這一世紀生物科技的發展，即使經過50年、100年後再回顧，應該仍然是非常重要，所以我們有必要在這裡以嚴肅、開放的態度，對它進行討論。



楊永正副教授

很高興可以來向大家介紹如何解讀生命之書，以及在解讀生命之書後，可能會對我們造成什麼樣的影響。

我用一個簡單的樓梯圖，代表過去20世紀在生物學上幾個重要的進步。1953年，科學家發現DNA的結構，之後慢慢發展出遺傳工程學，直到20世紀最後一次突破，應該就屬人類基因體計畫。我們先從發現DNA的結構開始談起。

DNA雙螺旋結構 讓遺傳想像更具體

1953年華生和克里克發現DNA是一種雙螺旋的結構，因為發現這個結構，我們才有辦法想像什麼叫做遺傳。過去大家雖然具有遺傳的觀念，知道兒子看起來會很像爸爸，也知道「龍生龍、鳳生鳳」的現象，但卻無法在實際的分子層次了解遺傳的變化。

DNA的結構是兩股的螺旋狀，我們可以根據其中一股，把它當成一個複製的模版，像拓印一樣，取得互補的另一股DNA。用這種方式，我們可以把遺傳訊息從一變成二，然後變到我們的細胞裡面去，然後繼續不斷地繁殖下去。

DNA上有許多單元，稱之為基因。細胞會像複製錄音帶那樣，將基因序列轉錄為RNA；細胞又會像翻譯那

樣，將RNA的序列以3個一組的方式，轉譯為胺基酸。胺基酸組成的蛋白質才會讓基因發揮功能，在細胞內扮演結構或催化生化反應的角色。這些蛋白質的表現不僅控制細胞本身的運作方式，也控制了細胞之間交互作用的方式。

大部分的蛋白質在細胞內默默的工作，並不會形成外表可觀察到的性狀。這就像是一個社會，它能穩定的成長，依靠的是那群默默工作、埋頭苦幹的中堅份子。想了解一群細胞如何組成一個個體，就像想要了解這個社會一樣，只看幾個明星人物是不夠的，還要了解這些中堅份子的價值觀和運作方式。

剪接DNA 遺傳工程的濫觴

我要指出來的一點是，當我們能夠用分子層次來看DNA和基因時，事實上我們用的工具和過去傳統的生物學並沒有什麼兩樣。傳統生物學用解剖刀來切開青蛙，觀察它的骨頭和內臟；現在我們要在DNA上觀察基因，則是用酵素把DNA切開來，觀察位於各個段落的基因。

DNA雙螺旋的模型有助於生物學家思考複製的機制，並根據此一模型，找到許多和DNA合成或修補有關的酵素。1973年左右，有人利用這些酵素在試管中剪接



DNA，並利用細菌來擴增剪接的產物，自此人類可以像工程學設計建築物一樣，剪接基因和DNA，遺傳工程也就此成形。

假設我們從來不曉得什麼是時鐘，也從未看過時鐘，在這種情形下，若要研究時鐘到底做什麼用時，應該怎麼做？我們可能打開時鐘，發現指針居然會轉動，而且轉動的時間跟白天、晚上的輪替似乎有關連，因此大概可以猜到這個東西是計時用的，但並不了解它如何運作。若要了解它如何運作，可能必須拆卸很多零件，看看時鐘還會不會運作。

從研究時鐘的觀點來看，我們有能力做基因剪接是一件非常重要的事情。因為過去當我們研究細胞，發現細胞內部非常複雜時，根本無法下手研究，如果要研究，非得有一些工具負責切割，把切割下來的東西操作一番，這樣才能清楚它們的功能，這就像研究時鐘一樣。

因為有這種切割工具存在，所以我們不單單能從分子層次來研究細胞內的反應，也能從分子層次慢慢地走向細胞層次，了解細胞之間如何交互作用，並更進一步了解細胞和個體之間的關係。

最近幾年造成轟動的複製羊桃莉，牠是取羊身上一個脂肪細胞的細胞核，把它放入一個去核的卵子培育，

最後長出一個和原來一模一樣的個體，這說明生物所有遺傳訊息是存在細胞核裡。細胞核裡的遺傳物質，就是我們剛剛提到的DNA，DNA會產生RNA，然後RNA再產生蛋白質，蛋白質會調控細胞裡面很複雜的生化反應。

人體DNA拉直後有一公尺長

我們看動物的成長，從精子、卵子結合之後，受精卵開始產生細胞分裂，最後形成一個個體，這是非常複雜的過程。事實上，這些過程就好像我們使用電腦、啟動一個程式一樣，精卵結合後，程式同時被啟動，之後進行的細胞分裂等所有動作，都已經設定好，這些訊息其實都存在細胞核裡。

這些現象隱含一個非常重要的觀點，那就是生命是有方向的，細胞從分化到老化是既定方向，人一旦出生之後，想返老還童是不太可能的事。不過，我們的遺傳訊息還是存在DNA裡面，還是會傳到下一代去。

遺傳工程學幫助我們了解生物體，發育生物學則讓我們有能力複製生命，等到這兩種技術結合在一起時，我們就可以做基因轉殖生物。目前最熱門的基因體研究，對基因轉殖生物的影響非常重大。

細胞核裡的DNA有許多基因和遺傳資訊，我們可以



把它稱為基因體，也有人稱為基因組。人體一個細胞大概只有10個微米（一微米等於百萬分之一公尺）長，細胞核則大約只有兩個微米，但每一個細胞核上的DNA拉直之後，卻可以長達一公尺。這一公尺的DNA就像捲線軸的方式纏繞，繞成23對染色體，放在細胞核裡面。

基因體序列 有待生物資訊學解密

2000年6月26日，當時的美國總統柯林頓、英國首相布萊爾聯合宣布人類基因體序列的初稿完成，預計2003年可以完成定稿。初稿並不是很精確，大概只有90%的基因體被序列，而且約有1%的錯誤率。這樣的初稿，其實已經可以對生命醫學產生非常大的影響，我待會兒會詳加說明。

基因體學基本上是一種蒐集資訊的角色，資訊蒐集完畢之後，如果不去使用它，這些資訊就變得沒什麼用處。在完成基因體定序後，我們需要生物資訊學來幫助我們解讀這些資訊，如此資訊才能慢慢轉變成為知識。知識和資訊最大的差別，在於知識是經過整理的資訊，我們可以依據知識來做一些預測；知識也可以發展出技術，憑藉技術可以改善我們的經濟環境。

生物資訊學的角色非常重要，它就像房子的地基一

樣，扎根愈穩固，房子就能蓋得愈高愈好。台灣在發展生物資訊學上，其實具有相當好的優勢，因為我們的資訊工業相當發達，軟體設計人才也很優秀。雖然我國的生物學人才不算是世界頂尖，但也相當具有國際競爭力。台灣如果能夠結合資訊和生物兩種條件，對了解基因體或翻閱生命之書，將會有很大助益。

90%的DNA 到底隱含什麼故事？

現在我們所拿到的基因體序列初稿，其實並不是很完整的資訊，在這種情形下，我們可以用它來解決一些問題嗎？

這個初稿打個比方來說，可能像我現在給大家看的這張圖，這張圖你一看就知道是一輛公共汽車，雖然裡面有很多細節我們看不到，但根據經驗，大概可以猜到它是輛公共汽車。這種說法其實有點理想化，因為我們本來就知道車子長什麼樣子，所以即使看到不完整的圖，也可以猜得出；萬一我們看到的是甲骨文的話，現代人根本不懂這種古老的文字，換句話說，面對這種未知的語言，我們有沒有辦法可以去破解它？了解它的單字和詞句？

西方有句話說：「你可以丟掉垃圾，但通常會留下



廢物，因為廢物還可以再利用。」這句話可以用來描述基因體，人類基因體長達一公尺的DNA裡，其實只有10%有基因，其他90%的DNA形同廢物。但這90%並不是沒有用處，只是因為這部分的資訊對我們來說仍是未知的語言，我們還不了解它的功用，對於這些我們看不懂的語言密碼，我們有可能去解讀它嗎？

解開未知的語言 中途島的啓示

現在來做個簡單的嘗試，我們先將上面那段西方諺語還原為英文，然後將所有英文字母A都變成B，B都變成C，C都變成D，依此類推，如此一來，這段我們原本熟悉的英文可能看起來會變的怪怪的，成了有點像俄文、卻又不是俄文的符號。如果我們在這段文字裡，看到KBOL，KBOL兩個字串連續出現，還原來看的話，它們應該是JANK，JANK。

舉這個例子的目的，是要說明即使我們面對一個完全看不懂的語文，仍然可以透過簡單的統計，去計算裡面的符號或字串有沒有重複出現。從這樣的角度來看，如果說我們可以從兩句話解讀出「JANK」（廢物）這個字的話，那麼在這個基礎上，我還可以解出更多字。如果這些未知的語言很多，以生命之書為例，可能從地板

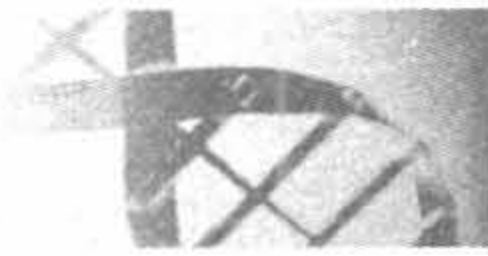
堆到天花板都堆不完，在這種狀況下，因為資訊量非常大，我們當然應該有能力可以去解讀這些資訊。

接下來的問題是，我們剛才可以看出一些字，但怎麼知道這個字是什麼意思呢？我在這邊也舉一個例子。二次世界大戰時，美日之間有個重要戰役，名為「中途島之役」，此役讓日本人徹底瓦解，損失很多航空母艦。這場戰役之所以能夠打贏，是因為美國人發現了日本人的密碼，起初美國人並沒有完全解開密碼，就像我們現在看生命之書只看到一部分影像一樣。

當時美方並不知道「中途島」一詞的密碼，但他們很聰明，故意用普通無線電發出電報，內容是「中途島缺水」。日本人收到電報後當然很高興，因為中途島正好是他們要攻擊的目標，所以他們也立刻發出「中途島缺水」的密碼，因為美方知道「缺水」的密碼為何，自然就解出「中途島」的密碼，也因此猜到日本要攻擊中途島。

對照理想細胞 了解基因體反應

在生物資訊上面，我們當然也可以利用類似的策略來猜想細胞內發生了什麼事情。很重要的一點是，我們必須要透過這些方式去了解基因體，找出一些字，了解



這些字之後，還要去了解字和字結合在一起形成的詞是什麼意思，也必須去推導哪些字常會出現在哪些詞的前面或後面，就好像在英文裡的主詞接動詞一樣。如此一來，我們才有可能推導出基因體密碼的文法，也有可能充分了解細胞裡面到底發生了什麼事。

所以在下一頁裡面，我們看到在生物資訊學使用一個最簡單的邏輯，就是蛋白質之間如果有相似性的話，那麼他可能代表說這兩個蛋白質他們有共同的祖先，所以我們說他同源。那麼因為他同源，所以他可能會具有相似的功能。所以我們透過這樣的一個邏輯，去推導細胞裡面到底發生了什麼事情。

化學元素的週期表，也是類似的狀況。化學最開始也是一種描述性的科學，化學元素必須靠死背來記憶，但後來科學家發現，化學元素其實有規則可循，這些元素可以排列在週期表上，而且有周而復始的現象。這種規則被發現後，其實還有很多化學元素尚未被發現，但因為有這個線索，所以我們會在週期表上空出一些空格，猜測哪些地方還少了元素。化學就此從描述性科學，慢慢走向預測性科學。從這樣的角度來看，生物學在生命之書出爐後，將來也會慢慢走向一個可以預測的科學。

理想細胞和抗生素

現在給大家看的這張圖，是在科學期刊上找到的圖案，名為「理想細胞」，它不是實驗室做出來的，而是用電腦預測出來的。這個理想細胞裡面的基因體資訊很複雜，細胞裡面起碼正在進行十幾、二十個反應，我們只要知道這些反應是什麼，然後利用生物資訊學的工具，比對某一細胞和理想細胞之間的基因體序列相似性，就可以推測這個細胞裡面可能正在進行哪些反應。

醫界研發抗生素，其實也是利用類似的原理。當時科學家的策略就是比對細菌和一般正常細胞的差異，結果找到細菌有一些特別的代謝物質，科學家便開始設計藥物，希望能專門殺死病菌。從這個角度來看，假設我們可以在短時間內將細菌的基因體序列完整定序的話，就可以了解細菌這個細胞內發生什麼反應，這會有助於我們的藥物設計。

科學界以前定序過幽門螺旋桿菌，這種細菌常在胃潰瘍病人的肚子裡被發現，當時科學家花了差不多3個月的時間才定序完成，以現在的能力來說，大概一個禮拜就可以大功告成。

既然我們可以這麼快的發現基因的功能，那我們能不能拿這些基因去申請專利呢？這個問題爭議很大。在



美國來說，基因可以申請專利，因此我們不禁疑惑，如果基因可以申請專利，那窮人的權益到底在哪裡？

基因申請專利 窮人悲歌的前奏？

因為申請專利代表被保護，藥廠如果被保護的話，藥價會變的非常高。而且大藥廠願意研發製造的藥，都是治療很普遍的疾病，比如說高血壓、糖尿病等，因為很多人都會得這種病，而且吃藥可能吃上半輩子，這樣藥廠才能賺很多錢。相對的，有些藥是要治療罕見稀少的疾病，它有個專有名詞叫「孤兒藥」，根本沒什麼藥廠願意去生產這些藥。

在這種狀況下，我們必須深思，當我們有能力利用生物資訊工具去了解細胞的作用時，我們要不要讓這些基因發現者有權申請專利？從美國這樣一個資本主義的社會來看，他們會覺得申請專利很合理，因為如此才能鼓勵大家研究，科學進展才會快。但我想，這是一體的兩面，甚至可能因為不同國家而有不同的狀況，可能必須做不同的考量。

當我們能夠利用基因體科技時，我們還可以利用它來尋找致病基因。當我們診斷一位患者罹患某種疾病時，可以透過問診來找尋其家族中是否有其他相同病症

的病人。透過這個資訊，我們可以將致病基因定位，定在染色體上某一個位置，憑藉現在所發展的基因體序列技術，我們很快就能找出這個基因。

如果說，我們現在有能力去找很多基因的話，這種技術是不是也可以用來尋找讓人變得很聰明的基因，或是讓人變的很兇殘的基因？事實上，現在就有人在做這類研究，探討個性殘暴者是不是有基因在控制？酗酒者是不是基因在作祟？假設大家都很善良的的話，我們當然希望盡量發展科技來改善生活，但我想大家都同意，世界上畢竟有一些居心不良的人，我們還是需要規範這些技術。

當我們找到致病基因後，可以把這些基因放到老鼠體內，製造「基因轉殖鼠」。這樣做的好處是我們可以直接把藥物拿到老鼠身上做實驗，再看看是否能改善病情，如果可以改善的話，或許這個試驗藥物就可能拿到人類身上試試。當然人體實驗還是要做，但減省了不少尋找新藥的過程。

如果我們將發育生物學和遺傳工程學的技術結合，再配合基因體研究的話，可能會衍生出「個體工程學」。也就是說，如果我們知道每個基因的功能，就可以去設計及製造一個所謂的完美生物，這或許在技術上仍有許多困難，但理想上卻是可能達到的目標。像這種



「個體工程學」，我們到底能不能允許？這是法律上必須思考的問題。

前陣子有部電影叫《千鈞一髮》，這個故事發生在未來世界，劇情是描述一對夫婦的大兒子是自然生產，在那個時代自然生產的人被視為比較劣等，這個大兒子出生後，包括罹患心臟病的機率、性格不穩定的程度都已經被預測出來，所以他永遠都只能找到清道夫的工作。他的弟弟則是經過個體工程學方法製造出來，因為具有最優良的基因，所以他可以成為社會中的VIP。這種社會不公義的後果，是我們在享受基因科學成果時，必須要注意的問題。

醫療與個人化 同病不同藥

接下來，我想談談基因轉殖生物的管制，這方面的管制非常鬆散，美國現在賣給我們的基因食品都沒有任何標示，大家吃下肚後，也根本不曉得這是基因轉殖食品。如果我們不做適當管制的話，搞不好有可能發生《侏儸紀公園》裡的悲劇，那就是不管我們怎麼設計，也都永遠無法防止天災或人禍的產生。所以說，我們雖然是在改善生活的前提下發展科技，但也必須預先思考科技可能對人類帶來什麼不好的後果。

科學家預測未來將會出現「個人化醫療」，什麼是「個人化醫療」？大意是說，假如你在家被太太傳染感冒，但兩人一起去看病時，醫生開給你們的藥卻不一樣，這是因為兩人體質不同，藥物針對個人體質而經過設計，算是一種量身訂做的藥物。

未來之所以可能出現個人化醫療？主要是因為發明基因晶片的技術。基因晶片只有郵票般大小，上面可以點上1萬至3萬個基因，它就好像人的指紋一樣，可以把人分作很多類。分類的好處就像剛剛說的，它可以很快將你的體質歸為某一類，然後給予針對該類體質設計的藥，吃起來特別有效。但是，把人分類其實也是一件很危險的事，就像剛才提到的，被歸類無能的人是不是一輩子只能夠當清道夫？

擦肩而過 基因可能曝光

在《千鈞一髮》這部電影裡，人類基因資訊被取得並非透過合法程序。現在有一種技術叫「聚合酶連鎖反應」(PCR)，它可以把DNA由原來的一個變成兩個，兩個變成四個，四個變成八個，甚至有點像核子彈爆炸時的連鎖反應一樣。在這個技術幫忙下，我們隨便從斷裂的頭髮、脫落的皮屑，甚至從木乃伊裡面粹取DNA，都可



以取得基因資訊。

你想看看，木乃伊已經放了數千年，從這種千年樣品取出的DNA早已柔腸寸斷，但利用先進技術卻仍能找出他的基因。大家可以想像，這種技術靈敏到何種程度！將來你走在路上，別人隨便扯你一下，你的基因可能就曝光了，這是多麼嚴重的事情！。

「水能載舟，亦能覆舟」！當我們正在享受基因體科學的好處時，也必須去思考它所造成的禍害。



謝世民副教授

我昨天聽了一個笑話。笑話發生在類似今天這種科技與人文對話的座談，主辦單位請了科學家和哲學家，科學家理所當然用幻燈片來報告，換哲學家上場時，他拿起一疊演講稿，開始正經八百的念起來，念了三句後，坐在第一排的科學家忍不住離席，連聲說：「這太可笑了，這個時代哪有人演講還在念稿子呢？」爲了避免待會兒前排的科學家走掉，所以我也做了投影片。

基因體定序 擴大基因工程可行性

人類基因組的定序是科學家很了不起的成就，他們

正逐步為我們解開人類生命發展的奧秘，也許在不久的將來，他們就可以清楚告訴我們，每個基因在生命過程中究竟扮演什麼角色、具備什麼功能。更重要的，這種知識將擴大基因工程的可行性範圍，使得過去許多技術上不可能的事情成為可能，這只是時間早晚的差別而已。

在科學家和人文學家展開對話時，我們會希望科學家能清楚的告訴我們，知識或技術可能的限制在哪裡。如果資源完全不會匱乏、法律沒有任何限制，甚至不缺乏自願接受人體試驗的熱心人們，科學家可以自由展開研究，在這種條件下，基因知識和技術到底可以發展到什麼樣的極限？我們應該期待科學家可以告訴我們這個答案。

相對的，人文社會學者的任務似乎是，在這樣的假設之下，幫社會大眾鑑別人類文明可能面對哪些問題，或許還可以提供答案，解決這些新科學或新科技所帶來的倫理問題。

科學家和人文學者不是壁壘分明

王處長開場時提到，一般印象認為科學家對科技的發展比較樂觀，人文學者似乎比較悲觀，我覺得這倒不



一定。其實我不覺得科學家跟人文學者是分兩堆的，楊教授雖然研究基因科學，但他對這項科技保持相當保守的態度，他剛才的演講提到「水能載舟、亦能覆舟」，他是憂心忡忡的。

至於專研人文社會學這一堆學者，我不覺得他們之間有什麼共識。你可以看到很批判、很激進，完全持反對立場的人；也可以看到樂觀、天真，覺得人類未來的前途、一個理想的社會可能就要靠新的科技、新的知識來幫助我們達成的人。我認為，人文學者之間的爭議並



▲謝世民副教授不覺得科學家和人文學家的見解是分兩堆的，就像學哲學的他也和科學家一樣，很喜歡用投影片輔助演講。（王英豪攝）

不比與科學家之間的爭議來得小，因為他們很可能從不同的價值前提出發，會得到非常不同的結論。

我不知道今天各位聽了我的演講之後，會對人文學有什麼樣的印象。不過，我想把我最近對於基因科技的一些想法跟問題，在這裡提出來跟各位討論，也希望各位不要吝嗇，給我批評和指教。

基因科技 有什麼不可以呢？

我們先從兩個非常天真的問題開始討論，看看我們如何來面對這兩個問題，然後慢慢釐清彼此的態度和立場。

第一個問題是：政府允許個人在不傷害他人的情況下，自由地去發展和使用基因科技，有什麼不對呢？

第二個問題是：政府使用基因科技去增進人民的福祉，到底有什麼不對呢？

有些人對這些問題的回應非常保守，認為不管基因科技的發展可以為人類帶來多少利益、多少福祉，基因科學研究和基因科技運用都應該全面禁止。為什麼會有這麼保守、激進的立場呢？我想理由可能有兩種。第一是基因科學可能帶來的危險是我們無法控制，而且無法承受的，比如導致人類滅種。第二個理由是，有些人不



是因爲基因科學可能帶來的後果而持反對立場，而是他們認爲研究基因、改變基因，這件事情本身就是錯的。他們認爲，從事基因工程是嘗試想扮演上帝的作法，人想扮演上帝本身就是錯的。

另外還有一種樂觀主義者，認爲這兩個問題都沒什麼不對。如果基因科技的使用真的這麼理想，一來沒有傷害到人，二來的確是政府增進人民福祉的有效手段，那麼我們的擔憂似乎顯得多餘。至於科技是否已經發展成熟，樂觀的人認爲只是時間早晚的問題，沒什麼必要反對。

我個人在想這個問題時，我覺得自己不是那麼保守，我有一點樂觀。但我認爲，我們雖然要樂觀，但還是要想到科技發展背後的問題，我想到的並不是人類滅種之類的問題，各位知道我們有原子彈，原子彈要是不小心爆炸的話，人類大概就滅種了，所以再多一樣基因科技也沒有差別。

基因科技衝擊既有的倫理價值

我覺得基因科技帶來的問題，是它衝擊了很多人視爲理所當然的倫理規範，迫使我們重新思考這些價值規範的內涵。我覺得這個問題很困難，我不是想得很清

楚，今天我試著把它提出來跟各位討論。我列舉幾個大家並不陌生的想像情況，或許有助於說明我的論點。

《例一》 優化基因證書

基因科技發展後，我們可以想像在職場上優先錄取具有優化基因證書的工作申請者，會開始成為企業的政策。另外，有些保險公司會開始要求客戶繳交基因檢測書，作為投保的條件。

剛才楊永正教授提到的電影《千鈞一髮》(GATTACA)。電影主角是個基因品質不好的自然人，一出生就被預測得心臟病的機率是90%，30歲以前死掉的機率高達70%等等。這部電影告訴我們，主角沒有優化基因證書，但他卻成功飛上土星。在那個未來社會裡，不是基因優化人是沒有資格擔任太空人，但主角卻成功了。

《例二》 打造完美後代

基因科技發展成熟之後，你可以開始設計自己的小孩，把他設計的像梁詠琪一樣可愛，或是像愛因斯坦一樣聰明。為了這個目的，孕婦可以憑產前基因檢測，作為墮胎的依據。

《例三》 基因社群主義

一個宗教組織宣布已經建立自己的實驗室，準備大量複製教徒，以建立他們的理想家園。我們可以想像一個宗教組織，他們覺得這個世界很腐敗，唯一有救的是



他們的教徒，於是便開始大量複製教徒，建立理想家園。當基因科技發展成熟之後，私人擁有這種技術，建立自己的實驗室，或許也有可能，我們不能說絕對不可能。

《例四》新的公共衛生政策

當基因科技發展成熟時，我們可能會擬定新的公共衛生政策，政府爲了降低整個社會的醫療成本，以及防止各種遺傳性疾病的發生，開始強制人民接受基因檢測和治療，甚至限制婦女的生育自由。

《例五》新新人類

基因科技持續發展下去，西元3千年可能會出現基因族人類，而且基因族跟自然族兩種人類之間已經無法交配，就像現在人類跟猩猩無法交配一樣。因爲自然族仍然保有傳統的46條染色體，但基因族可能只有一對染色體，但那對染色體充滿各種很棒的基因。在科技的推波助瀾之下，這種新新人類可能在西元3千年就出現，如果是由人類自然演化的話，或許要3億年後才會出現。

如果……，有什麼不對？

如果上述這些情況出現的話，我們是不是就有足夠的理由去限制基因科技的發展？在回答這個問題之前，我覺得我們應該回過頭來思考一些問題，好好釐清自己對這些問題的看法。

第一：如果「用人唯才」是正當的，那麼企業優先錄用「健康條件較佳」、「學習潛能較強」、「適應能力較優」的優化基因人，有什麼不對？現行社會不也是要看文憑用人嗎？基於用人唯才的思考，企業如果以優化基因證書來作為用人的標準，到底錯在哪裡？

第二：如果保險公司用「風險高低」作為設定保費的依據是公平的作法，那麼保險公司以「基因檢測書」作為評估風險的依據，進而設定或調整個人保費，這樣做有什麼不對？

其實基因科技所帶來的保險問題比這邊所說的還要複雜，接受基因檢測可以得知個人何時會罹患癌症、何時會死亡，所以跟保險公司買癌症險或人壽險時，他會要求你繳基因檢測書。但如果窮人沒能力做檢測，繳不出檢測書的話，那該怎麼辦？那也是基因科技對保險制度所帶來的挑戰。

第三：如果父母有權把自己的子女送去學游泳、體



操、音樂、舞蹈、英文、數學，想盡辦法讓自己的子女多才多藝，取得競爭優勢，那麼以干預基因或優化基因作為手段，父母給自己的下一代「最好的」，有什麼不對？父母親透過胚胎篩檢、基因干預、基因改良，讓自己的子女更好，錯在哪裡？

第四：如果婦女有生育自由的話，那麼婦女根據「產前基因檢測」而決定墮胎與否，到底有什麼不對？以後基因可以幫助你產檢檢測的時候，你可能會利用胚胎複製技術，一下子製造好幾十個胚胎，然後在裡面慢慢挑出最好的，不要的就墮掉，這樣做有什麼問題嗎？

第五：如果我們應該尊重他人去追求自己的價值觀，那麼在技術成熟的情況下，人去複製自己，或複製自己心目中的理想人物，去實現自己的價值觀或經營自己的宗教生活，到底有什麼不對？

第六：如果政府可以禁止近親通婚，強制施打疫苗，那麼為了降低整個社會的醫療成本（讓社會有更充分的資源去追求其他的目標，例如綠化環境、改善交通、減低工時等），以及為了杜絕各種遺傳疾病，讓後代子孫免於受這些疾病之苦，政府強制人民接受檢測跟治療，進而限制生育，有什麼不對？

第七：如果基因族的出現，將會是3億年後人類自然演化的結果，那麼我們加速讓基因族在西元3千年就

出現，有什麼不對？

這些問題的陳述都是「如果……，有什麼不對？」我們來看看，前面那個如果說的是什麼呢？其實是我們視為理所當然的一些價值，這些假想狀況並沒有悖離任何重要的價值規範，甚至還有一種可能，那就是我們視為理所當然的價值，其實肯定了這些情況的發生。

先天基因差異 也是社會不正義嗎？

我對這些問題並沒有答案，我只是把想法跟問題提出來跟大家討論。接下來我想要談一些我們也相當重視的價值，看看從那些價值當中，是不是可以找到一些蛛絲馬跡，可以幫助我們回答我們為何支持或反對基因科技的發展。

第一個價值是社會正義，我待會兒將針對基因科技發展之後，社會正義會出現什麼樣的面貌，和大家討論。另一個主題是對下一代的道德義務，我們對下一代有什麼樣的義務？我們有什麼理由對下一代做各種的基因干預？

什麼是社會正義？它具有什麼樣的價值？有兩種觀點很重要。第一種觀點是說，社會正義關切的是如何在已知成員之間分配財貨和資源，怎樣設計分配機制才能



真正達到社會公平的理想。第二種想法跟第一種想法不太一樣的地方是，社會要公平分配的，不僅是之前提到的財貨和資源，還包括個人特質，像是基因組成等。

一般傳統認為，自然的不平等基本上並非社會正義所要關切的對象，它要關切的是社會制度如何來處理人跟自然不平等之間的關係，以及人跟社會不平等之間的關係。社會正義關切的是，自然不平等影響到個人在社會發展的機會，社會能容忍這種影響程度到何種地步？甚至社會正義要關切的是，個人由於家庭背景的差異，將來影響到社會地位的程度到什麼地步？

第一種跟第二種觀點的差異在哪裡呢？在於後者認為不僅是社會背景、出生家庭背景，還包括個人自然基因的組合，都會影響個人在社會發展的機會，此一層面也是社會正義應該要關切的。

社會正義的主張：機會平等

社會正義有一項很重要的主張，那就是要求機會平等；相應於剛才兩種社會正義觀點法，這裡也有兩種機會平等觀。第一個機會平等觀主張，人不應受到歧視，也不應因為家庭背景的差異，而在教育、醫療、就業上享有不同的機會。第二種機會平等觀是說，人除了不應

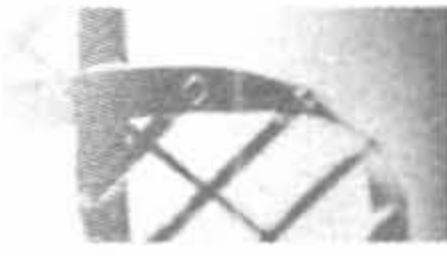
受到歧視外，也不應該因為「任何不受自己控制的因素」，而在教育、醫療、就業上享有較少的機會。

這兩種平等觀有什麼差別呢？第二種平等觀是說，人不應該因為任何不受自己控制的因素而有較少的機會，那麼一個人的基因的構造，在基因科技沒有介入之前，顯然不是任何人可以控制的。可是當基因科技成熟之後，我們可以看到，原來相當有道理的第一種機會平等觀，很可能必須要受到第二種機會平等觀的挑戰。

我們可以問，為什麼你覺得一個人不應該因為他的家庭背景，而在就業、醫療、教育上享有較少的機會？這個答案很簡單，因為一個人的家庭背景不是那個人自己可以控制的，他生下來就在這個家庭裡面，父母親的經濟地位、父母親掌握的資源、父母親跟誰交往等等，都不是他能控制的。如此一來，在家庭背景較差的環境成長，很可能會輸給一個在很好家庭背景成長的人，也因此，我們透過聯考制度，希望盡量減少家庭背景對個人的影響。

基因科技讓不受控制變成可以控制

在基因科技不成熟的時候，一個人的自然基因構造不是他所能控制的。不過，到了基因科技成熟之後，第



二個平等觀似乎在告訴我們，也許我們應該透過干預基因的方式，實現理想的機會平等論。

機會平等是一種理想，可是我們做不到。爲什麼做不到？不管政府花多大力氣去中立化人跟人之間的家庭背景，父母總是要想盡辦法，讓自己的子女擁有較多的才能，希望他們在社會佔有競爭優勢。我們無法以強制的方式，約束父母對自己的小孩進行任何教育和磨練，父母擁有培養、養育自己子女的自由，這種自由相當珍貴。就這種情形來看，我們很難落實理想的機會平等。

接下來我想跟各位講的是，在我們想像打造完美後代的想法裡，涉及到的是另外一個價值，就是我們對後代到底有什麼樣的義務？我們到底應該對後代做些什麼？當我們質疑，爲什麼不可以把最好的給後代時，第一個浮現的問題就是：怎麼做才算是對小孩最好？干預基因、優化基因，真的對小孩好嗎？我們如何判斷我們對小孩所做的，的確是對小孩好？

有一個標準是說，當小孩長大後，回過頭來肯定你當初對他的所作所爲，對他施行的各種限制跟教養，那麼你對他做的就是最好的。這個問題其實很複雜，因爲父母在教養小孩的過程中，不僅是在增加他的各種能力，其實也會干預孩子是否肯定父母的所做所爲。

也許你可以加上一個條件，強調在教養過程裡，父

母保留或尊重孩子的理性思維能力，最後他仍回過頭來肯定你對他所做的，那就表示父母的所做所為的確是對孩子好。不過，這還是有問題，如果父母對孩子施以基因干預，那孩子的理性思維不受影響嗎？答案不是那麼容易的。

誰決定生哪種小孩？父母還是政府？

另外一個問題是，我們應該由父母親或是社會決定生什麼樣的小孩最好？剛剛楊教授提到，基因研究發達後，有可能會發現暴力取向的基因，那政府站在社會和諧的立場，可不可以干涉父母不能生這種小孩呢？政府可能會希望小孩帶有利他或願意合作的基因。爲了人類長遠的發展來看，這類干預似乎並非由父母作主，他們不能自行決定要生怎樣的孩子。

這就是一個問題。當父母親決定要給孩子最好的基因條件，而且也找到何謂最好的判準時，也會面臨另一個問題，那就是父母能不能自己做決定，培養自己認爲最好的小孩？

另外一個問題是，父母親有義務給下一代最好的嗎？有一說是主張應該由父母自己來決定，決定到底什麼對小孩最好，而且自己決定要不要生等等。贊成的人



認為，父母應該有相當的空間和自由，給自己下一代他主觀上認為最好的東西。比如養小孩時，要餵牛奶、羊奶，還是母乳？你要讓小孩參加足球隊、籃球隊，還是學游泳？到底要學芭蕾舞、鋼琴，還是小提琴？你要培養孩子何種道德觀？婚前性行為好不好？這些養育和教養的自由，來自於每對父母都有追求理想人生、美好人生的一個權利，他可以以自己的價值認定，用各種方法讓小孩得到最好，這是很自然的一種權利延伸。

干預基因 孩子將不再是自己的？

反對這種作法的人認為，透過後天教養給予小孩最好的東西，這種作法可以接受，但透過基因干預的方式，給小孩最好的基因，這種作法則是不對。他們認為，用後天方式給小孩最好的，是把小孩身上的潛能激發出來；但施行基因干預則是在改變自己的下一代，導致另外一個人的誕生。

反對者認為，後天教養是在干預同一個人，也就是自己的孩子；可是干預基因時，其實不是在干預自己的小孩，而是在創造另外一個全新的人。這會有一種混淆的危險，如果你干預你下一代的基因，他們還算是自己的小孩嗎？還是自己的下一代嗎？因為自然交配產生受

精卵，胚胎共同帶有你和配偶的基因，如果改掉這些基因，那還算是我的小孩嗎？

基因等同於人的本質嗎？

基因干預和後天干預的區別，在反對基因科技提出來時，我覺得並非真的具有倫理意義。這種區別似乎建立在「基因等於人的本質」的想法上，但請你想一想，你透過打疫苗的方式幫助小孩的免疫系統抵抗某種疾病，這種作法跟你在小孩於胚胎階段時更動他的基因，啓動他的免疫系統，方便在他長大後自然具有抵抗力，這兩種作法的差別在哪裡？這是沒有差別的，因為最後重要的是，小孩有沒有免疫力？

此外，從小孩的觀點來看，他今天具備高個子和體力強的條件，到底是來自父母親爲他做的基因干預，還是把他送到體能訓練營的結果，對孩子來說差別並不大。因爲，孩子的自我認同其實是在於顯現出來的特徵，而不是在於細胞裡面基因的資訊。所以基本上這種區別是沒有多大的意義。

不過，基因發展在這裡也顯現一種顛覆性。那就是父母發現基因干預可以賦予孩子很多能力時，爲了給下一代最好的，他們會接受這種作法；但基因干預的同



時，父母也可能興起質疑，懷疑他到底是不是自己的小孩？這種想法具有顛覆性，原先你認為因為他是你的小孩，所以你要給他最好的；但現在你給他最好的時候，卻讓「他是你的小孩」這件事變得可疑。

這一切只因爲你更動他的基因，這到底有什麼意涵呢？我覺得這跟社會正義有關。我們說社會正義、機會平等會這麼難實現，以前當然有基因因素和家庭背景因素存在。如果我們逐漸發現基因可以干預，可以用來選擇我們的下一代，然後漸漸了解其實下一代是不是自己的小孩並不重要，而是下一代有什麼特徵才重要，然後漸漸的，我們之所以會干預基因，也不是因爲他是自己的小孩才這麼做。

跳脫「要給下一代最好」的迷思

這種情況或許會讓你回頭去想，想到現代社會，每個父母都把小孩送到補習班，希望讓他在聯考時取得一些優勢，然後在社會上取得很好的地位，這種想法其實有點可笑，我爲什麼一定要把小孩子弄得那麼好？爲什麼一定要讓他有很強的表現？是因爲他是我的小孩嗎？

當基因科學發展到某種程度之後，你在做基因干預時，已經鬆動了「他是我的小孩」這件事情，鬆動我們

原先追求的一種「私」價值，就是每一個人都有很正當的理由，對自己的下一代特別好。你的小孩很有競爭力的時候，別人會被他打敗、甚至失業，如果這是不可避免的後果，大家也不太願意想辦法來促成社會達到機會平等，讓別人不會因為不可控制的因素而在社會競爭中失利。

基因科技成熟之後，因為它鬆動了我們「要給下一代最好」的迷思，這有助於大家能夠看的比較清楚，了解為什麼我們有更強的理由，去考慮整個社會大環境應該如何設計，讓人類平等、社會正義能真正實現。

問題與回答

Q：請問謝教授，您提到打造完美後代的問題，我們是不是應該嚴格限制人工生殖的條件，避免大家濫用？我們在打造完美後代的時候，有沒有顧及到胎兒的人格是否遭受踐踏？孩子並不是家庭或社會的裝飾品，沒有必要配合任何人對完美的概念。事實上，打造完美後代這個論點本身就有衝突，因為我們不能用自己的價值觀念，特別是對於外表或是其他能力的觀點建構在一個孩子的身上。其次是基因



社群主義，宗教組織藉大量複製教徒來建立理想家園，但我們知道，小孩生出來並不屬於任何組織，若讓他在宗教組織裡被控管，這是合理的嗎？

A：謝世民——我舉的這幾個例子，是在基因科技發展成熟之後才會產生，所以在操作上絕對不會傷害到被操作者。當然，「傷害」的定義為何會有爭議，而且可能根本分不清楚。

任何人看到我提的例子，可能都會有激烈反應，像是「天啊！還有人打造自己的完美後代」這類想法，我同意提問聽眾的反應，這些狀況如果出現的話，確實牽涉到很多問題，我們必須去思考。

我個人並非贊成這些情況，我也主張這些狀況發生後，若有人覺得不好，也許應該建構一種限制。不過，我認為，當我們想設下某種限制時，應該先問一下我演講中所列的7個問題，這7個問題所提的是我們覺得理所當然的價值。我要強調的是，我們會不會因為肯定這些價值，而讓基因科技作一些鬆動？

如果我們認為父母有生育小孩的自由，他們或許也有自由去打造他自己的後代，我剛剛提到一個很重要的焦點，那就是當小孩長大、擁有理性思考批判的能力之後，若回過頭來肯定父母對他所做的

改造，那你仍會堅持不能改造後代基因嗎？當基因科技成熟之後，父母做不做後代基因改造都是一種選擇。

這種狀況顛覆了我們對下一代的想法，我對這種顛覆持比較正面的看法，我認為它有助於社會正義平等的實現，因為社會正義或機會平等之所以無法實現，當然有很多自然的不平等（社會背景的不平等也佔相當大比重）的因素。不過，當我們汲汲營營想給下一代最好的基因時，可能也忽略了一個面向，那就是經過基因改造的孩子，會不會不再是自己的孩子了？如果這樣，你還要不要作？

Q：人類基因體序列的初稿是用哪個人的身體去分析的？

A：楊永正——首先，我們當然不知道是誰的序列，因為必須保護個人隱私；其次，我們所看到的序列並不是一個人的序列，而是至少有兩個人，因為至少要有一男一女，我們才可能同時拿到X、Y染色體。基本上來說，基因序列需要一個大概的模板，這個模板由某一個人或某幾個人的序列大概就可以決定出來。



Q：基因優化之後，富人用財富創造更優質化的下一代，那麼社會上的一般人跟窮人是不是會演變到窮無立錐之地，是不是會造成更大的階級落差？

A：謝世民——這個情況是有可能。富人爲什麼要累積財富？動機應該很複雜。他可能覺得這是肯定自己的一個最好的方式，創造財富和擁有社會地位會讓他覺得很有滿足感，覺得自己在事業上成功了，和小學同學比起來很成功，他覺得很驕傲。

其次，富人的財富如果累積起來，還可以留給下一代。很多有錢人把小孩送到國外去歷練，給他很多資源，讓他將來能在社會出人頭地，他爲什麼要這樣做？「他是我的小孩」這件事爲什麼這麼重要？這是因爲孩子血液裡帶著自己的基因！現在基因科技成熟了，只要有能力去更動下一代的基因，那就很可怕了。

有錢人如果看到比自己能力差的人，看到他們開始去更動小孩的基因，更動到某種程度後，即便自己的小孩送到紐約或送到倫敦去訓練，回來都打不過對方的孩子時，富人當然也開始未雨綢繆，他改造下一代基因的動作會比任何人都快。

不過，就像我之前演講說的，基因改造到某一個程度後，父母會開始想說：「這是我的小孩嗎？

他到底是誰」？因為很多基因都是接過來的，接到最後，到底寶寶變成誰？父母改造寶寶到最後，可能會失去後代的感覺。我認為這可以讓我們思考，到底我們要給下一代最好的這種想法，背後的理由何在？我對這個問題比較樂觀，我認為這種倫理觀念的鬆動，也許有助於社會正義的實現。當然有些人可能覺得荒唐，不過我們可以再討論。

Q：可否介紹基因體定序的方法跟步驟，以及解釋什麼是基因晶片？

A：楊永正——基因體定序的概念其實相當簡單。基因體定序就好比我們要去了解錄音帶播放的每一個字，所以我們要去分析磁帶上的磁粉到底是什麼。但這個帶子實在太長了，每次都只能讀到一點點，那怎麼辦？所以科學家就把它切成一段段，而且因為每次切的時候，會失掉兩點之間的關係，所以錄音帶在切之前最好再複製一份。

基本上，我們是利用這樣的方法，把人類基因體序列剪斷，然後在把它連接起來。這種作法有兩種不同的方式，一種就是像我剛剛講的，先把它拉長剪斷；另一種是把它切斷之後，隨便混在一起，然後從裡面抽出一個地方出來作。大家如果有注意



新聞的話，會知道除了美國政府和許多國家合作定序之外，還有一家商業公司Celera也在做定序，他們做的方法完全一樣，都是利用DNA跟DNA有重疊這種觀念，找到基因體的序列。

至於基因晶片的概念，它的來源其實是基因體的觀念延伸。爲什麼這樣說呢？基因體學對生物學的影響非常重大，基因體定序計畫被稱爲生物學最偉大的計畫，這是一個非常大的工程，當初規畫需要耗時15年，現在縮爲13年。這個計畫是從一個整體的角度看待生物基因，它的作法是不管三七二十一，先蒐集好所有遺傳資訊，然後再來解讀，而不是像過去一面收集資訊一面解讀。

這種作法就現在科學的角度來看，其實是非常非常有效率的作法，因爲我們拿到所有資訊之後，就可以看到整體狀況，而不是只讀到一些個案，看不到整體面貌，不會像過去一樣坐井觀天。

基因晶片在設計的過程中，就是希望利用這種高產能的方式，在一個很小面積的晶片上，點上非常多的基因點，可以一次探測所有基因的表現。比如說，現在酵母菌的基因已經全部被定序完成，我們可以把酵母菌所有基因點在晶片上，然後在各種不同條件下培養酵母菌，檢視它在不同的條件下，

會有哪些基因表現和反應，這些資訊對生物學非常有幫助。基因晶片的製造必須結合材料科學、工程、生物資訊等科學。

Q：藉由基因的改造，如果全人類都變成聖人，這樣一個烏托邦很好嗎？如果我們可以打造優秀的下一代，就可以降低社會事件的發生，陳進興跟羅福助就不存在了。

A：謝世民——這個問題應該要問科學家，基因改造真的可以讓全人類都變成聖人嗎？我個人覺得是不會。因為聖人是一個文化的概念，我不知道基因改造這個概念可以有多緊密，就是從改造基因到成為聖人，這是一個超級決定論的問題嗎？

至於羅福助跟陳進興的問題，也有需要思考的地方。有一種生命政策基本上是希望未來的人類具有合作、利他的傾向，而不是暴力的傾向。倘若暴力傾向的確有基因遺傳的因素，而且科學真的能鑑別出哪些基因的確跟暴力有關的話，那麼政府可不可以採取某種生命政策的介入，強迫父母不能生養帶有這類基因的孩子？

這個問題我沒有答案，因為它涉及到生育自由。有些父母可能會認為小孩比較積極一點，沒什



麼不好，他們不希望小孩跟綿羊一樣柔順，這種想法不對嗎？政府若說不行，認為小孩太躁進會讓社會不安寧，會在立法院裡面打人，這種介入不對嗎？這個問題我沒有答案。

Q：第一個問題是：複製人的思想行為是不是完全拷貝他所複製的那個對象？其次是：影響基因的因素不只是基因本身，還有很多內外環境因子，像是荷爾蒙、飲食習慣等，所以要改變某一個基因的條件是很大的工程，依楊教授的見解，改造一個基因人，其成本考量上是否真得可行？基因決定人的生態有待研究，個人意志力是否可以改良基因的影響？

A：楊永正——我今天的演講其實非常偏重在基因決定論的觀點，大家應該知道，環境對人還是有很大的影響，但這個部分我今天的演講並未提到。我想大家都知道，同卵雙胞胎如果在不同的環境生長，將來的行為都會不一樣。

事實上，人的個性是可以被更動的，這也是《千鈞一髮》這部電影想要傳達的概念。自然生產出來的人類憑著個人意志，他也可以在體能或是其他方面的表現上，達到比基因人更好的地步。我絕

對相信環境和後天的影響非常重要，這也是爲什麼我們必須要探討倫理的問題，讓每一個人都有公平的競爭機會，而不是像《千鈞一髮》的情節裡，完全憑藉基因特性來決定一個人的一生，決定他將來成爲清道夫或成爲太空人。

至於改造一個基因人成本上是否可行？我相信這個構想也許100年之內都還不太可能實現，因爲這必須做非常多的實驗，我們做老鼠實驗都必須犧牲掉很多老鼠，這個社會怎麼可能允許讓科學家在人身上做實驗？依我個人的觀點來看，若一切條件都能夠配合的話，基因人在技術上或許可行，但以現有的設備和技術來說，100年之內大概還做不出基因人。

Q：複製人跟複製羊在倫理上的問題有什麼不同？

A：謝世民——美國國會雖然立法禁止不准做複製人，但我相信還是有科學家偷偷在做。複製人的倫理問題之所以比複雜羊複雜，在於你用複製的方式去創造一個人之後，這個人到最後回過頭來，會怎麼看待你所做的事情。如果他可以肯定你這樣做的話，好像問題就不存在了；但如果他不能肯定你這樣做的話，那該怎麼辦？

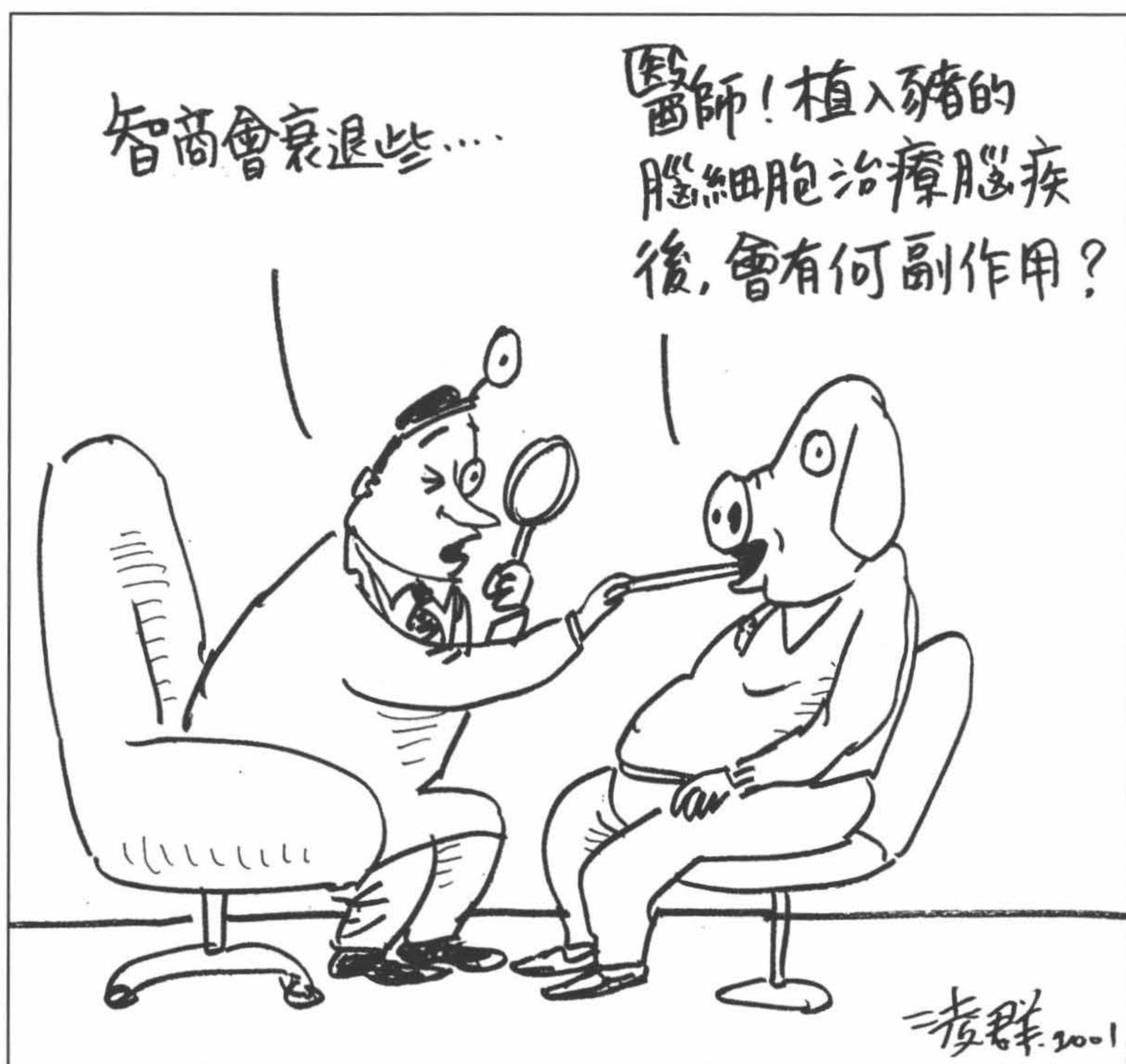


科學家複製羊之前，並不會去徵求羊的同意。我覺得這應該是動物權的問題，很多相信動物權的人覺得不能虐待動物，甚至在宰殺動物製造肉類食品時，都不能夠讓動物感到痛苦，甚至在養他們的時候，也要設定好飼養的環境條件。

這是我們現在對動物權所建構出來的一個想法。那麼複製羊到底會牽涉到什麼問題？因為羊不可能會來肯定或否定你複製牠，而且那些複製出來的羊恐怕大部分都死掉了，所以科學家也不知道在複製過程中，他們給羊製造了多少痛苦，因此也無所謂自願的問題，人和羊的差別可能在這裡。

Q：請問複製出來的生物是否具有和原來生物一樣的智慧，還是也要經過後天環境的影響？後天環境因素的影響哪一個比較多？實際上有沒有人在做複製人，已經做出來沒有？從生物資訊學的觀點來看，基因結合之後是不是有可能讓人選擇回頭，把已經放進去的那個基因拿回來，使基因人回復成為自然人？

A：楊永正——這邊有兩個名詞必須界定清楚，一個是基因人，一個是複製人。複製人是製造出一個基因完全一樣的人，這在技術上面是可行的，所以美



國政府才會說要禁止複製人。基因人的製造則非常困難，技術上必須經過很多實驗，雖說現代科學已有基因工程技術，但科學家要把基因放進去細胞時，還沒有辦法將細胞打開來，基因放到細胞裡的哪個位置完全是靠隨機方式，不曉得會放到什麼位置去，也許將來技術上會改進，但短期內不太容易達到這個目標。



在釐清這個觀念之後，我們再來看聽眾的提問。第一個是問複製人是否具有和原來的生物一樣的智慧？原則上來講，複製出來的生物還是一樣要接受再教育，人的思考基本上是透過環境不斷的刺激所產生，雙胞胎兄弟在不同的環境下、給予不同的刺激，就會產生不同的行為。從這樣的角度來看，他們的智慧可能是不會一樣。

有沒有人在做複製人？我相信可能有人在做，至於做出來的沒？我猜目前可能還沒有，但如果持續做下去，技術上並沒有很大的問題。

另外，放進去的基因有沒有可能被拿掉？這是一個非常好的問題。如果我們的技術已經進步到做基因轉殖時，可以非常精準的把基因放到細胞裡面去，在那樣的技術水準底下，我猜想應該可以把放進去的基因拿出來。不過，這只是猜測，我也不敢保證。

Q：複製人對社會所造成的負面衝擊跟影響是什麼？

A：謝世民——如果複製人跟自然人沒什麼兩樣的話，我看不出他對社會有什麼負面的影響。我覺得關鍵可能在於他們自己會不會有什麼特別負面的想法，會不會覺得自己異於常人？有種說法是說不

會，因為試管嬰兒也不是傳統生殖管道所產生出來的，科學家曾對試管嬰兒做心理研究，並未發現他們有什麼不適應的地方。

如果試管嬰兒不會的話，沒什麼道理說複製人特別會，因為他們都是一種科技的產物。

Q：基因定性可行嗎？一個基因的表現有善也有惡，我們是否可以用來決定？第二個就是基因的篩選，什麼叫做優？什麼叫做劣？選擇的標準是什麼？

A：楊永正——什麼基因叫優、什麼叫劣，我想這是一個相對的問題。我舉個例子，有一種疾病叫做鐮刀型紅血球症。這項疾病最早在非洲發生，這是當地居民為了對抗瘧疾，所演化出來的紅血球變性，這種突變對居民來說是有利的，它可以避免感染瘧疾。在那種惡劣的環境下，紅血球變成鐮刀型的人比較容易存活，這也是為何這項基因一直被保存下來的原因；但轉換一個環境，這樣的基因到了一個衛生環境很好的地方，就變成了一項疾病。所以基因的優或劣沒有絕對的定義，它基本上是一個相對的概念，必須看你所在的環境才能決定。

基因的定性到底可不可行？我想原則上是可行



的。我爲什麼這樣講？因爲我們現在有辦法尋找造成疾病的基因，有些疾病是一個基因造成的，這個可能比較容易找；但像精神分裂症或糖尿病這類疾病，是很多不同的基因一起致病，這必須花很長的時間來了解致病基因。

不過，在基因體解碼後提供大量的資訊，我們預期這類工作會有很大的進展，科學家會比較快找到哪幾個基因參與疾病，以及這些基因怎麼作用。到時候基因定性（就是說哪些基因會決定一個人比較勇猛或比較有智慧）可能是可以檢測的。當然很重要一點是，我們必須要有測量的方法，這有待心理學家提供，若沒有測量的方法，是找不到這些基因的。

評斷一個基因的優或劣，其實並不是基因科技發展的主要目標。發展基因科技一個非常重要的理由，就是希望能藉此發現致病基因，解決這些疾病，而不是要去找找到哪些人比較有智慧，哪些人身體比較好，進而去製造一個超人。

Q：改造下一代是否可能顛覆傳統的倫理觀念？親子關係淪為財產化，也就是說下一代人淪為變相的財富？

A：謝世民——對，改造下一代的确會顛覆親子關係。目前的親子關係至少有兩個層面：其一是親子相處很長一段時間後，會形成情感上的親密關係，這是父母對小孩好的一個很好的理由。另一個層面是現在還沒有基因改造的第二代，大家都是遺傳父母基因的自然產物，父母對小孩好，當然有基因遺傳層面的因素在。

不過，就第一個層面來說，很多人並不是這樣想。很多人懷疑小孩是私生子，認為是太太和別人偷生的，所以去做DNA檢測來確認孩子是不是自己的種，即使孩子已跟自己生活了20年，20年來形同父子，但父親仍舊在乎孩子身上是不是流著自己的血液。

這種講求基因遺傳的親子關係，到底能不能接受挑戰？基因科技發展到一個程度之後，或許給予我們一個好機會來想這個問題。將來的科技製造下一代，父母雖然還是提供精子和卵子，但精卵結合後受到很多基因改造，在整個過程裡，精子的確還是參與在裡面，但父親可能會有疑問，到底精子參與在其中，其成分具有多大的倫理意義，讓他覺得產生的小孩確實是他的後代，因此有必要對他好。

我覺得，這個想法好像會受到顛覆。我認為，



基因科技對親子關係的顛覆，不在於人類互動所產生的情感，構成我們對對方很好的理由，這些觀念我覺得並不會受到顛覆。會受到顛覆的是那種純粹的生物上的關聯，到底生物遺傳要有哪些條件，才足以構成親子關係。

Q：請問楊教授，人類基因要怎麼專利化？是專利所有人還是那個基因？專利之後要怎麼樣從事商業行為？第二個問題是生物資訊學可以預測基因的功能，但如何確定它是真正的功能，有什麼證據？第三個問題是以您對基因及生物資訊的了解，請問您對生命跟信仰的看法是如何？

A：楊永正——有關基因的專利問題，因為以後可能會討論，所以我在這邊就不多談。第二個問題是有關生物資訊學預測基因功能，我們目前已經了解許多基因的功能，對於未知的基因序列，我們就把它分成類似的背景，發現有些東西很相似，我們利用這種方式來猜它的功能是什麼。

但問題是，目前差不多還有一半的基因功能未知，科學家該怎麼辦呢？生物資訊學還有一種方法，那就是從基因的蛋白質產物跟其他蛋白質產物產生的作用去分析，如果我們知道其中一個蛋白質

的功能，就可以去猜想另一個蛋白質可能有什麼作用。不過這種猜測的方法絕對不可能把所有的基因功能統統猜出來，有一些東西還是必須要實驗。

生物資訊學很重要的特點就是，它把傳統解決問題的方式改變了！過去我們是先找到基因的產物，然後再來問基因有什麼功用。現在我們是先發現有哪些基因，暫時先不知道這些基因的功能，但知道它們可能會參與哪些反應，然後再去猜測它們的功能。當你能夠去做猜測，你就可以去測試你的假說。這是基因體科技發達之後，生物學進展增快的原因。

在信仰方面的話，我記得我以前曾經當過教官，當時學生問過我相不相信有鬼。我想從我的角度來看，一個東西只要能夠再現，就是說如果能夠讓我看到鬼，今天讓我看到，下次我叫它出來，它又跑出來的話，基本上我就相信它。

到底我們相不相信有上帝的存在？爲什麼很多物理學家到最後都跑去信上帝？我認爲這和每個人的需求有關，也許在我這個年紀，我還不太需要有上帝的指引，就已經有足夠的動力去追究真理，但也許我到60、70歲的時候，對人生有了另外一個看法，那個時候也許會改變。



但我想指出一點，當我們相信上帝的時候，我指的是「相信」這兩個字，其實和我們去相信演化論是沒有什麼兩樣的，因為都是相信，你已經先接受了它，然後你再由這樣的觀點，出發去做一些事情。

作為一個科學家，我想我們其實沒有去追問到底科學是不是真的那麼可信，我們相信用某些方法可以獲致某些結果，比如說把細胞打爛了之後，可以測量到一些東西，最後可以把每個細胞的功能找出來。可是說實話，並沒有任何一個理論可以告訴我，把細胞打爛了之後，還真的能夠把它再拼回來。因為有這樣的相信，所以我們才去做這樣的實驗，或許有一天等到我老到某個程度之後，會發現剛才所講的都是白講，搞不好還是該相信上帝也說不定。

