

## 萬華社區大學自然與人文講座 N0.6

講題：基因與社會

講師：陽明大學生命科學系周成功教授

各位學員，大家好：

我是陽明大學生命科學系的老師，希望把一些日常生活有關的知識推廣給社會大眾瞭解，如果大家未來有任何問題，都歡迎提出。今天要討論的主題是「基因與社會」，相信大家都常在報章雜誌上看到這個議題，在這兩個小時中，希望給各位一些有關基因的基本概念，並知道基因和我們有什麼關係。

我們首先來探討基因的概念，人體是由許多各種不同的細胞組成，而身上這麼多的細胞是從哪裡來的呢？我們身上的幾兆個細胞，其實都是由一個細胞，也就是受精卵來的。受精卵分裂、分裂、再分裂，如果只是一直不斷的分裂，會不會變成我們這樣的個體呢？或許只是會長成一團細胞，而不會長成我們這樣有手有腳，需要進行各種活動的人。從一個受精卵發育到我們現在的個體，中間要經過很多很複雜的過程，其中有些細胞要變成眼睛、有些細胞要變成骨骼、有些細胞要變成肌肉，這些細胞的樣子和原本受精卵完全不同。

受精卵怎麼知道在細胞分裂的過程中，在什麼地方、什麼時候哪個細胞要變成什麼樣子呢？而且這個繁複的過程還不能出錯，一出錯，人體就不能健全正常運作了。所以，從一個受精卵生長、分裂、發生變化、到今天在座的每一個人，這樣複雜的身體結構，不同的細胞負責不同的工作，而且每一次都沒有出錯，這是個很了不起的成就，表示在生長發育過程中一定有一個很嚴謹的程式（**program**）在控制，這個程式不但控制受精卵的生長發育，也在適當時間決定在某一時間要變成怎樣的細胞，而這個指導的 **program** 就是基因。

基因就是遺傳的程式，就像電腦的運作受到電腦程式的控制一樣，一台電腦光是把電源插上，就會開機嗎？當然不會！電腦是由一組電腦程式所控制，像大家所知道的 **window98** 或是 **2000** 的作業程式，指揮電腦做各式各樣的工作。

如果我們再進一步看，電腦軟體基本上是由一串 0 和 1 這種電腦所看的懂的密碼所寫出來的。回到遺傳程式，遺傳程式是由 A、T、G、C 四個化學分子所組成的遺傳密碼所排列出來的，它是指揮細胞和生命正常的運作的核心，電腦的密碼因為寫在光碟或磁碟裡，所以 0、1 的序列我們看不到。同樣，遺傳密碼我們也看不到，因為它是寫在 DNA 分子裡面。每個人都帶了一套儲存在 DNA 裡的遺傳程式。大家可以注意到，我畫了兩條線代表 DNA 分子，因為 DNA 是雙螺旋結構，一條上的密碼如果是 A T T G C C C A T，那另一條就是 T A A C C G G G T A 的符號，大家可以發現，這兩條 DNA 上儲存的密碼序列是以配對的形式存在。接下來我簡單地解釋一下遺傳的機制。比如說我基因中的遺傳程式，要傳給我的下一代，如果是電腦的話就很方便，因為可以直接拿空白的磁片 **COPY** 一份你要的程式即可。但在細胞裡的程式，就不同了，因為細胞在分裂時，雙螺旋的分子也需要複製，而複製遺傳程式最重要的，就是要正確，不能出錯。如同電腦一樣，若程式複製錯誤，則這個軟體的指令就會改變了，最後呈現出來的結果也不會是如你原本所想要的一樣，所以這些密碼的排列順序在複製時是不可以錯的。

當我們要複製 DNA 時，首先就是將雙螺旋的兩條 DNA 中間打開一部份，接下來複製的機器就開始以配對的原理，將原本的一條做為模版，例如若是 A T T G，就要配上 T A A C，他一面將一條打開，一面複雜，最後我們即可以得到兩個訊息相同的 DNA！但是有同學應該會想到，如果是這樣的話，那所有的下一代都該完全一樣，因為遺傳訊息是百分之百的複製，每個細胞所帶的遺傳訊息應該都是一樣，這樣的話，怎麼可能有的細胞在發育過程中會改變呢？

人身上約含有三萬到四萬個基因，在一連串建構人體的程式裡，一開始複製時會遵照上述的原則，但在胚胎發育的過程當中，為什麼大部份細胞雖然具有類似的遺傳程式但執行出來的結果會有所不同？我們可以用電腦程式來做了解，比如說老師發給大家相同的程式，但有的同學執行畫圖的功能，有的則執行寫文章的功能，雖然每人都有一樣的作業程式，但是會因為不同的需要而執行不同的應用軟體。今天一個受精卵在開始生長、分裂、發育時，每一個細胞都帶著相同的遺傳程式，但為何有的遺傳程式讓這個細胞變成神經細胞？有的遺傳程式會讓這個細胞變成肌肉細胞，這是過去四十年來生物醫學研究者探討的一個重要問題，沒有其他的可能性呢？可能你專注寫文章的功能，認為其他的應用軟體不重要了，就會把其他的應用軟體程式去掉，所以在胚胎發育過程中遺傳程式與細胞的命運之間，可以推論出兩種不同的解釋，一是在發育的過程中，不同的細胞選擇性的開啓了某些程式來運作，另一種說法，即是把不需要的程式丟掉！讓細胞只專心做某一工作。

針對上述的兩個解釋，科學家們就希望可以，去實驗回答到底哪一個假說才是對的！六十年代中期英國有個科學家就進行了一個實驗，他拿了一個青蛙的卵，選青蛙的好處是他的卵不但大且肉眼即可以看見，並且細胞核都擠在一邊，所有遺傳程式就存在這個細胞核裏的 DNA 上，DNA 因為很長，所以會在細胞核裏很緊密的纏在一起，就是染色體，染色體好像一台大的硬碟機，裏面有許多小的磁碟片，而 DNA 很怕紫外線，紫外線會把破壞 DNA，因此利用紫外線把卵裡儲存在 DNA 上的遺傳程式完全破壞，但這時候卵還是「活著」，另外，把一個完全分化的細胞核，用細針吸出來，注射到沒有遺傳程式的卵細胞裡，再刺激這個卵細胞使之分裂。目的在側試完全分化的細胞所儲存的遺傳程式是否完整？有一部份卵會依循正常的細胞分裂步驟，發育出一隻小青蛙來。這個結果顯示分化細胞中的程式是完整的！，大體上我們身體裡各種不同細胞的細胞核裏所攜帶的遺傳程式都是完整的！但在某些情況下，細胞選擇性的關閉了某些程式，那些打開的程式集合起來就可以指揮細胞分化成一個新的細胞弟，這是在生命科學裏很重要的一個遺傳實驗，因為它讓我們知道遺傳程式在胚胎發育過程中是如何執行細胞的分化。

上述這個實驗大家應該不陌生，因為它與「複製羊」的過程，而我們提到的這個實驗是六〇年代的事。因此我們知道複製羊在科學上其實沒有回答任何重要問題，沒有添加任何新的內容，但是大部份的人都忘記了三十年前科學家就有作過這個實驗，可能是因為青蛙很小，不像羊這麼大，並且在九〇年代初期，已經經過這麼多年，大家都快放棄複製哺乳動物的希望了，所以複製羊在某個程度上來說，是一種技術上的突破，畜牧業都希望可以培養出好品種的牲畜，但是要如何把好品種的牲畜傳下來，一般人是沒有辦法去掌握的，如何讓後代的小牛和原來的牛一樣好，其實要碰運氣，所以站在商業的立場來講，如果複製變成是一項很重要的事情的話，那麼「品種改良」就變成很容易了，所以複製羊在生物科技上是有很大的意義！

接下來我們就要問複製人是否在科學上有價值呢？複製人成功沒有回答任何重要的科學問題，在技術上，也沒有突破，所以複製人其實是一件無聊的事情，它唯一帶來的是「倫理的困惑」，讓社會傳統價值的認定受到一些衝擊，當一個遺傳程式和我一樣的個體存在時，他在倫理上所具有的意義到底是什麼？我們是否應該去做這件事情？我認為我們沒有理由去做這件事，因為複製的過程中有很多危險，成功的例子很低，大家所耳熟能詳的桃莉羊是複製了 273 次才完成的，前一陣子，在台灣的新聞說複製牛成功，但這些例子在今天我們看來還是會有些畏懼產生畸形，如果是一隻牛或一隻羊的畸形，我們可以把牠殺了，但是如果產生的是一個畸形的複製人，誰應該來負這個責任呢？所以做這些事情時要考慮後果。

人的基因程式總共約有三萬到四萬個，這些程式分別儲存在 23 對染色體內，而總共是由約 30 億

個遺傳密碼所寫出來的。大家都聽過「人類基因體計劃」，這個計劃的目的是希望將三十億個遺傳密碼的排列順序決定出來，這樣人類即可以依照這些密碼的排列順序去推敲各個基因在身體裡負責的工作了！但是這三十億個密碼順序決定出來後，我們是否就可以了解人類成長過程中所有的祕密呢，我們可以將基因體想像成是一套很大的莎士比亞全集，每一個基因我們可以想像成是一部戲，所以這個基因體計劃就是要把這套全集，從第一個英文字母到最後一個英文字母的排列順序都排出來，希望了解所有的人生百態呢！但實際上知道這些字母才是第一步還是無法完全知道當中的意思。所以未來第一件事就是要先編字典，瞭解字母如何排出單字及單字代表的意義，我們現在的工作就還在編字典的階段，當字典編好了，你是否就可以了解莎士比亞所要傳達人生的悲歡離合的訊息呢？當然還是沒有辦法，因為其中還牽連到文法的問題，那些字擺在一起，如何排列，都會有特別的意義，可以呈現出一個很美妙的境界！一百年以後我們大概才可以了解所有單字的意義和一些文法，另外一個重要的排戰是每個人身上所帶的莎士比亞全集，也就是遺傳程式細節都不一樣，雖然都是用來做人，但有很多小細節不同。

**DNA** 在複製過程中也會有一些出錯的情況，因為字母排列原有一定的順序，但比如說「D E A R」若在抄寫時抄成了「D E E R」意思就不一樣了，而另一個人抄成了「D E A D」，意思又完全不同了，所以遺傳程式從我們的祖先至今一直在變。人有百樣，因為每個人身上所帶的莎士比亞全集不同，所以遺傳程式的多樣性決定了我們每個人的各種性狀，如何去了解人的多樣性呢？中國人其實很早就知道了，而且很早就特別去強調這個不同，這就是我們常講的「體質」，體質如何決定？遺傳資訊的不同決定了體質，舉個例子，很多人抽煙，大家都說抽煙較容易得到肺癌，卻不一定每個抽煙的人都得肺癌，如果我們可以掌握遺傳資訊的多樣性造成體質的差異，那麼就可以知道哪些人抽煙才會得肺癌的話，就是很有用的資訊，理論上是可行，但在實行上很難很難。我們可以找一千個抽煙但沒有得肺癌的人，再找一千個有抽煙而得肺癌的人，每個人身上都帶有三十億的遺傳密碼，但每個人之間約有千分之一的差異也就是有三百萬到四百萬個基因密碼的不同，要找出這兩群人那些密碼的不同會造成是否得肺癌，是個很大的挑戰，到目前科學家們還沒有一個很好的解決方法。

現在的親子鑑定，也是利用每個人身上的遺傳資訊來做比較。譬如說我們現在已經有 100 個不同的遺傳密碼為記號，譬如說對一號記號，二個人相同的機率是  $1/2$ ，二個不相關的人這 100 個記號完全相同的機率就是  $(1/2)^{100}$ ，除非這二個人有親子關係，否則這種巧合是不可能的！現在我們留下一些時間來回答問題！

### 【問題討論】

「問」：基因要如何抽出來？

「答」：基因寫在 DNA 內，抽血時，可以從血球細胞中把 DNA 抽出來，我們只要能取得 DNA 的樣本，就可以比較 DNA 樣本上所攜帶遺傳資訊的多樣性，比如在法醫的鑑定上，在死者的毛髮上，也可以抽出一些 DNA。

「問」：醫學檢查中常會有「基因突變」，這是什麼意思？

「答」：簡單來說，就像中醫說的體質不同。

「問」：癌症是否是因為遺傳？

「答」：比如現在身上長了一個惡性腫瘤也就是，這可能是來自一個細胞，但為什麼最初那個癌細

胞會長出來呢？從細胞觀點來說，由一個正常細胞變成癌細胞，需要經歷很多個基因突變後，才會變成癌細胞，所以大部份的人年紀越大，越有可能會得到癌症，有一些遺傳傾向是，譬如說正常細胞要經歷八個突變才能變成癌症，但有的人原本他的祖先就帶了二個突變的基因，所以他得到癌症的機會比較大，因為突變本身是一個機會，在環境中比如廢氣或抽煙，都有可能造成基因突變，所以都與癌細胞的形成有關。

「問」：「基因食物」為何？

「答」：如果我們了解基因的話，就知道它其實是一個遺傳程式，比如有些細菌的基因，會讓細胞產生一些毒素蛋白，若是我們把這些毒素的基因放到棉花裡面，如果蟲去吃的話就會死掉，就不必撒農藥了，因為人和昆蟲不一樣，所以人吃了不會有事，基因改造作物，是否應該推廣呢？其實我們現在來看，並沒有什麼壞處，這基本上仍是價值的選擇，當我們吃得很飽時，才會去在乎到其他的事情，所以我們要去尋找一個平衡點。

「問」：什麼是改變體質？

「答」：人體實在是太複雜，無法有一定的答案。

「問」：DNA 像什麼？

「答」：就像磁碟片一樣，擺在桌上是沒有生命的，但將它放到一個電腦裡，就好像有生命，實際上他並不具有生命，軟體只是資訊，他一定要在某一個硬體裡才會呈現他內含的訊息！

「問」：恐龍可以複製嗎？

「答」：首先我們是否可以找到完整的恐龍程式，但是我們目前並不可能做到這一點。

「問」：剛提到DNA，如果父子之間可以檢驗，他們是否完全相同，還是有所差異？

「答」：不能說完全一樣，可以說是有一半，因為是一半來自爸爸，一半來自媽媽，所以DNA 檢驗是要由父母親身上都取得DNA。

「問」：生物死了之後，DNA 可以在裡面存在多久？

「答」：要看環境變壞程度的差異，一萬年前的冰人也可以找到DNA。