

基因改造科技之研發問題探討

莊孟蓉

臺北市立中正高級中學生活科技教師兼設備組長

壹、前言

2000年6月人類基因組草圖之公布，可以說是全球生物科技發展的大躍進，目前生物科技發展的影響與需求正逐步擴大，已然形成一門新興科技。預估全球生物科技企業之銷售成長率，在2008年至2012年，將可持續維持20%（黃英傑，2009）。

目前全球生物技術產業的重鎮仍以美國為中心，歐洲成長雖快，但比例仍較小，而台灣也將生物技產業列為重點發展產業，1982年行政院就將生物技術列為八大重點科技之一，2002年5月更將生物技術產業列為兩兆雙星產業之一。（經濟部，2009）。教育部頒訂的99課綱、高中生活科技的新課程，也把生物科技納入新興科技產業之範疇中。

在各種生物科技技術中，「基因改造」與「人」的本體最具相關，不論是農作物或動物之食品基因改造，都會影響人基本的生存需求。人體醫學上的基因改造，更影響了疾病之治癒與壽命之延長。

在我們的一生當中，不免經歷生、老、病、死，而在自己親身去面對之前，很少有人會認真的去思考這一類的相關問題，由於筆者年幼時曾有至親長輩因癌症而離世，再加上近幾個月前媒體報導的「英國無乳癌基因寶寶誕生」，使我想到曾在科幻電影看過的，將生絕症的人用高科技低溫保存，等到數十年或數百年後，新醫療技術發展出療法後，再將人體解凍，使用新技術治癒。希望在不久的將來，會發展出更多基因科技新療法，透過基因改造的技術，在電影中的劇情在將來也能實現在我們的生活中，也期許基因改造科技能帶給人們全然不同的疾病治療方式與疾病預防方式。

對於基因改造的意義、它所包含的部分與研究發展的過程中，在實際應用上，到底會產生哪些道德與法律上的問題，這些都是本文想深入探討的。希望這些對基因改造發展及研發應用所衍生問題的探討，能激發更多相關的討論與研究，而且能有助於生活科技教學，提昇學生們對生物科技中基因改造研發技術上有更深入的認識。

貳、基因改造

基因改造大略以實際操作對象區分為植物與動物兩大部分，而在動物的部分，目前絕大部分用於非人體的實驗為多，但是最終的目的當然是要運用在人體的基因治療與基因增益上；以往我們會說科技最終的目的是改造人的世界，使人更適於生存於其中；而現在愈來愈多的基因改造食品充斥我們的生活中，而以動物為主的基因改造實驗，想當然爾，最終是要運用在人體上。現在或許我們也可以說，科技也可以改造「人」本身，使人適合生存在這個世界。

「基因改造科技」：為改良或增加生物的特性與功能，改變生物（植物、動物、微生物）的基因遺傳物質。其基因改變的方式係透過基因技術，而不是以自然增殖及 / 或自然重組的方式產生。此基因改造技術可包括：(1) 載體系統重組核酸技術；(2) 藉由顯微注射法、巨量注射法及微膠囊法將生物體外製備之遺傳物質直接注入生物體內的技術；(3) 能克服自然生理學上、生殖上或重組上障礙的細胞融合或雜交技術等，但傳統雜交育種與突變技術則否。（孫智麗、許嘉伊、劉翠玲，2007）

病人在身體有疾病的情況下，需要醫師以其專業對「疾病」作「治療」，以消除該疾病而重獲健康；而個人身體狀況「正常」的情形下，如果希望加強某些生理或心理上的功能，則需要「增益」技術的幫忙，使自己在某方面有異於一般人的能力。（羅欣寧，2003）

有別於傳統醫療行為，舉凡利用非患者自體基因序列修復患者自體異常基因表現之行為都可視為「基因治療」。基因治療的過程是在得知患者基因表現異常

後，將被人為修正後的異常基因序列或選殖後的正常基因序列送入患者體內，藉由這些正常基因的表現修復異常表現基因之功能。（賴美渝，2007）

廣義而言，基因治療是指應用基因或基因產物治療疾病的方法；狹義的基因治療是指將外界的正常基因或治療用基因透過載體傳送到人體的標的細胞，以進行基因修正或表現，而達到改善疾病的一種治療方式。（杜寶恒，2001）

基因治療是一種透過正常基因加入細胞，進而彌補缺陷以對付疾病的一種治療方式。（周業人譯，2004）

由以上之論述可知，基因改造包含了動物與植物的改造，植物的改造多半用於基因食品的生產，而動物的改造除了科學上的研究，以各類動物為研究對象，其最終的目的是運用在人體醫療上，而基因治療主要是應付疾病的需求，是屬於生存上的需求，基因增益則是透過基因的改造，使得個體之基因得到增強，而擁有益於常人的能力，這部分通常需要大量的資金才能進行，因此，有人認為這會造成另類的生命競爭，有錢能進行的人才能享有這類基因的增益增強，而適存於社會環境中。

參、基因改造的現況發展

一、基因改造用於非人體部分：

從英國第一隻桃麗羊、我國的牛寶到最近英國「無乳癌基因寶寶」的誕生，基因改造一直向前躍進。而我國農業的發展上，從二、三十年前的「農改」試驗，到近來基因改造技術之後的更多種類的研究，更是突飛猛進。

根據行政院衛生署藥物食品檢驗局網站文章(基因改造作物(GMC)在台灣的發展現況)指出，台灣基因重組技術的發展已有二十多年的歷史，在15年前新竹食品工業發展研究所即已發表利用基因重組技術開發出生產蛋白質分解酵素之商業化生產菌株。而致力於研究基因轉殖作物的單位，包括了：中央研究院、亞洲蔬菜中心、農委會農業試驗所，以及台灣大學、中興大學等數所大學。研究的成果，包括了：

1. 基因重組米類產品：

中央研究院利用基因重組技術改良傳統米品種，使其離胺酸(lysine)之含量較傳統品種高。台灣農業改良場亦利用此技術開發出抗蝗蟲害的稻米。

2. 基因重組水果、蔬菜及園藝類產品：

農業試驗所與台灣大學開發一系列的產品，包括有耐馬塞克（鑲嵌）病毒 (mosaic virus) 之芥菜葉及香瓜。中興大學開發出抗蛾害及耐高溫 (diamond-back moth, heat tolerant) 的花椰菜及包心菜；抗輪點病毒 (potato ring spot virus) 之木瓜品種。亞洲蔬菜中心開發出抗黑葉病 (Gray leaf spot diseases) 之蕃茄品種。

3. 基因重組魚類及動物產品：

中央研究院利用基因重組技術開發出新品種的魚 (Sweet fish)，增加生長荷爾蒙分泌而使成長速度加快；還有三倍染色體之牡蠣，比正常之牡蠣長得快而且大。台灣大學開發出一種乳羊，其所生產之羊乳含有氣喘抗原 (asthma antigens)。

這些研究的標的與成果，多是將特性基因轉移到植物基因體中。與應用研究相關的，則有醫學或工業用外源蛋白質或酵素之基因，或防止植物老化、增加植物抗逆性（高鹽、乾旱、高溫、低溫等）及抗病蟲害特性等基因之研究

(<http://gmo.doh.gov.tw/Web/life/main4.shtml>)

根據農業生技應用推進協會(ISAAA)統計，在1996年時，全球基因改造作物的種植面積僅約170萬公頃，至2003年時已超過6770萬公頃，而2004年更達8100萬公頃，成長率為20%，總計9年間增加了47倍，且每年均有10%以上的成長。為降低基改作物之潛在未知風險，政府相關部門已啟動部會管理機制，做好謹慎的防範之道。(袁雅芬，2007)

由於基因改造產物具有其它潛在的風險，例如過敏體質的人吃了基因改造食品是否更容易引發其過敏機制，或是產生更多新的過敏物質，而經過基因改造的魚種若較能適應環境，可能成為新的魚種且具威脅性，而其他魚類可能成為被掠食的對象，進而破壞生物多樣性與環境的平衡，相對其他的生物及物種，也可能會有相同的情形發生。對此，政府必需要採取適當的管理方針，來降低可能造成的危害及風險，並藉此推動標示的制度及改造程度的區分等，來提高基因改造產品的接受度。

二、基因改造用於人體部分：

隨著衛生環境、醫療品質的提升，以及醫藥產業的發展，一些因醫療照護不足而致死的疾病已漸漸絕跡；相較之下，因工商業的發展，環境的污染與生活壓力的累積，慢性疾病則成為國人死因中的最大主因。然而隨著醫藥的發展及醫療照護的完善，大部分疾病已可獲得控制，但遺傳基因相關疾病卻在無法被治癒的

已知疾病中佔有相當大的比例。(賴美渝, 2007)

「治療」或「醫療」, 通常也被認為是隨伴、因應「疾病」而同時出現、產生, 亦即當人們的身體、心理等功能或表徵出現衰退或毀壞時, 如何去使其恢復一般客觀應有的標準或是其原本存有的狀態, 透過醫療技術去緩和或是治癒該疾病所帶來的痛苦與敗壞。換言之, 治療所要完成的工作, 就是針對就疾病加以診療, 以解除當中的痛苦、恢復原本的功能, 以達健康的狀態。(劉端鈺, 2007)

根據衛生署 65 年衛署 107880 號解釋, 舉凡利用非患者自體基因序列修復患者自體異常基因表現之行為都可視為「基因治療(gene therapy)」。(賴美渝, 2007)

在人體的部分, 除了基因治療之外, 對於基因增強、增益也在醫學應用的範疇內, 其對研究基因對生理系統的機轉、人類疾病的模式建立, 及對人類疾病的致命機轉研究與器官捐贈方面的研究供獻良多。

肆、基因改造可能造成之問題

「人」到底有沒有權利改造人的基因, 是信守適者生存, 或是選擇希特勒的優生概念。在一步步地解開基因密碼之後, 造成了不少的爭論。水可載舟亦可覆舟, 我們該全面的開放基因改造, 或是應該有所節制; 以下將提出基因改造可能造成之問題, 一一討論之。

一、基因改造界線之問題:

從英國的桃莉羊到我國的牛寶, 從黃豆、大豆的基因改造食品到現階段國外少部分國家核准之蕃茄、玉米等作物, 基因改造技術的範圍是日益加大, 基因改造的技術也是日新月異。原本大部分的基因改造都未在人體上施作, 但是最近的一篇新聞關於「英國無乳癌基因寶寶」的誕生, 基因改造的界線該如何設限的議題, 又被熱烈的討論。「人」能代替上帝決定物種的改變嗎? 或是如著名電影所講的「生命會找到自己的出路」?

「英國無乳癌基因寶寶」起因於其母親因長輩中數名女性親屬都患乳癌, 家族可能遺傳的機會很高, 而動念, 最後選擇做了胚胎基因篩選的方式。這種胚胎篩檢作法是採用名為「植入前遺傳診斷」技術。在英國境內, 此一技術已被用來進行囊泡性纖維症等疾病的胚胎篩檢。(楊玫寧, 2008) 母親不可能對子女做不好的選擇與決定, 但是因目前基因改造技術尚未完全成熟, 是否有其它的後遺症, 尚不可得知。這些科技應用範圍, 該是只限於非人類的部分, 或是為了人類更能適

存於世界而全數開放之，在一些科技未來電影中，有時會有類似的問題探討，複製的層級若是器官、細胞、組織、動物，非人體的實驗，看來是較沒有爭議性，若提高到「人」，其可適用到那一部分，對此界限的開放與管控，也需國家立法來規範之。

二、基因改造決定權之問題：

誰可以去決定基因改造，是改造的個體本身，成人就有決定權或是需要法律來約束呢？若被基因改造者並非有「決定」的能力，如植物、非人之動物或無行為能力之人，是誰有權利決定它是否接受基因改造，是糧食短缺問題的人類可以，是有遺傳性疾病而不敢擁有下一代的父母，或是希望延長自己心愛寵物壽命的有錢主人？

在一般醫學中，將胚胎發育八週後即可將之稱為胎兒。學者 Bonnie Steinbock 認為，具有「知覺」即足以擁有最低度的道德地位，所有有知覺主體，包括人、動物、有知覺的胎兒及嬰兒，其利益都應該被考慮。（羅欣寧，2003）一個新的生命並無法選擇自己是否要出生，也無法參與是否接受基因改造的選擇，父母在胎兒出生之前為新生命做了一輩子不能重新來過的重大選擇，但在現今的技術之下，就算接受了基因的改造，是否所有基因都能外顯出來，或是有一些隱性基因並不會明顯的展現在個體上，其它的相關的基因或是外在環境，例如：不潔的環境會引起過敏反應等，能不能達到先前基因改造所預期的效應並不可得知，使胎兒或是胚胎接受了基因的改造，這對他們未來漫長的人生發展可能造成不可挽回的重大影響，是好是壞，並無法先預見其結果。

三、基因改造道德之問題：

基因改造若是因為疾病的治療，一般認為較沒有太大的爭議，而我們也認同基因增強、增益本身不是一件天大的壞事，身體不夠健壯可經由後天運動的鍛練，臉部不夠立體漂亮可經由化妝改善，但是生了病是不是能經基因改造來治療之，並不如化妝、運動是暫時性、可恢復且是在個體上並不影響他人，基因增強所影響的不單單只是人體本身，還包括社會整體及未來世代的基因選擇。

現今，我們不能在孩子出世之前，就以基因改造來選擇我們想要的基因組成模式，所以母親只要能平安生產就是最大的滿足了，因為其他部分都交給上帝去決定的，正如我們常說的孩子是上天的恩賜，基因是隨機的遺傳因子的組合，並沒有人能事先做好規劃及管理；一旦基因增強開放可行的話，廣告詞「孩子我要

你比我更強」,「不能輸在起跑點上」反應出家長望子成龍、望女成鳳的期待,一個孩子出生後若有不符合各方期待的行為能力表現時,家長會受到其它人的質疑,是否因為。就像產前篩檢成為常態以後,一旦生下身心障礙的孩子,人們總是會質疑母親 - - 而不是父親:「當初有做產前篩檢嗎?」父母有權利而到底「人」有沒有權利,去替代「上帝」來決定基因的選擇。

伍、結論

任何一種科技本身應該都是中性的,科技本身並不帶有原罪,基因改造亦不例外,「善良/邪惡」「對/錯」的對立,取決於使用者如何運用之。而基因改造所帶來的問題,可能涉及龐大的商業利益,也可能涉及複雜的人文議題,單靠法律並不能解決所有的問題。因此基因改造的議題討論,也是占相當重大且值得討論的部分。人造生物一旦釋放於環境中,也不知道會對原來的生態環境造成什麼影響,諸多的未知與恐懼,令人想起希臘神話中「潘朵拉的盒子」,一旦因為好奇而打開它之後,人世間因此就充滿了災難與痛苦。科學技術之發展是起因於人類謀求幸福之必然趨勢,核能科技能用於發電用,也可用於製造殺人武器,不論是那一種科技技術,重要的是如何去應用它?應用在什麼地方?就算是一般的科技,若未合理應用,亦會造成災難。因此,法律應是規範人的,而非規範科技本身的。

狂牛症危機引發消費者對於食用牛肉及其他牛隻衍生相關產品之恐慌,歐洲的牛肉市場受到了銷售下滑的影響。狂牛症危機也降低了民眾對於政府之信心,也直接地影響到了大家對於基因改造食品之接受度。歐洲人民有感於狂牛症的事件,對於基因改造食品這種實驗室產出品之安全性存有高度之不信任感,相對於美國人的樂觀態度,歐洲人則顯現相當保守與謹慎的態度。而對於大自然我們應該懷抱謙卑之心,用學習的心態,面對所有的問題,不要對所有的事太過的確定與否定。沒有絕對的對與錯,現在不行,可能到未來是可行的,現在覺得對的,可能在未來證明是錯的。

綜觀現今世界各國,基因改造科技以及相關醫藥的研究和發展,大部分的經費來源還是由各國家所支持與提供,既然取得並發展出新興醫療,應該就必須實質地加以公平分配給所需要的人,否則將會顯然地不符合我國所追求的社會福利

照顧與公平正義原則。因此，基於國家有照顧國民健康之義務，應該努力探討如何去避免過度禁止，或如何去避免保護不足，是各國在未來所要去面對與解決的重要課題。

生物科技突飛猛進，使得各國立法的速度跟不上科技研發所需要的各項法規，我們應該全面性的去瞭解其內涵，以期能在全盤的考量之下訂定出適用的法律，以因應生物科技的發展。

參考文獻

- 黃英傑(2009)。百達生物科技基金績效傑出奪冠。經濟日報. 2009.3.4.
- 經濟部(2009)。我國生技產業政策與推動歷程。經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組全球資訊網。http://www.biopharm.org.tw/2t2s/action.html
- 賴美渝 (2007)。實施基因治療之法律問題。世新大學法律學系未出版之碩士論文。
- 羅欣寧(2003)。科技改造人類的界限—以基因改造為中心。中原大學財經法律學系未出版之碩士論文。
- 杜寶恒 (主編) (2001)。基因治療的原理與應用 (頁 3-4)。台北市：九州圖書。
- 周業人 (譯) (2004)。D. Karl 著。DNA 的十四堂課 (頁 314-315)。台北市：天下文化。
- 孫智麗、許嘉伊、劉翠玲 (2007)。我國消費者對基因改造食品認知程度與接受度。台灣經濟研究月刊。30 (10) (頁 117)。
- 基因改造作物 (GMC) 在台灣的發展現況 (2006)。2009 年 5 月 26 日，取自 <http://gmo.doh.gov.tw/Web/life/main4.shtml>。
- 袁雅芬 (2007)。我國基因改造食品管理現況。2009 年 5 月 26 日，取自 <http://www.pabp.gov.tw/AreaBus/LibA/aa503.asp>。
- 劉瑞鈺 (2004)。人類胚胎基因治療之法許可性。國立成功大學法律學系未出版之碩士論文。
- 楊玫寧 (2008, 12 月 24 日)。英國第一個沒有乳癌基因小寶寶本週將誕生。中央通訊社，2009 年 5 月 26 日，取自 <http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/081224/19/1bqsb.html>。