

「克隆人」之 STS 課程發展—Should we clone humans?

林聰慧、黃春木*、魏宏仁

摘要

新興科技的發展及其社會效益或風險，是當代「科技與社會研究」(STS)不容忽略的一大課題，而「克隆人」相關科技的發展則是顯例；隨著「克隆」技術的進步，將促使人體或生命直接面臨改造的可能，衝擊人類文明發展的精神基礎或倫理前提。

「Should we clone humans?」是由人文社會學科與自然學科教師跨領域合作發展的課程，內容包含克隆技術發展現況之解說，並引導學生針對相關科技與社會的課題進行反思。除研究團隊的研討外，本課程研發過程亦諮詢專家學者意見，並針對不同背景的學生進行課程實驗，及相關前後測評量，據以調整教材內容。經四次課程實驗結果，證實課程目標可以達成，未來應可推廣，為全國各高中職校所運用。

關鍵字：克隆、複製、STS

一、文獻探討

當代生物科技深入探討遺傳基因的奧秘，從重組 DNA 到基因轉殖生物，發展出遺傳工程 (genetic engineering) 技術，另由幹細胞 (stem cell) 研究到複製生物，逐步成為顯學；目前生物科技所探究的熱門主題涵括了基因、幹細胞、細胞融合 (cell fusion) 等，相關科技的研發創造出再生醫學、轉譯醫學、個人化醫療、胚胎幹細胞儲存庫、人類基因資料庫等新成果，為人體或生命的改造帶來重大影響，假以時日，或許人種改良、乃至「克隆人」(複製人)都將成為事實。

值此生物科技蓬勃發展的年代，不少科學家或趨勢專家因而宣稱，人類即將進入一個新紀元，趕走上帝，自己扮演起造物主的角色，積極地干預、操控、改造、複製、創造包括人類在內的各種生命形式 (陳宜中，2002；蔡甫昌，2002)。在這類課題當中最引人側目、爭議最激烈的，莫過於「克隆人」。雖然不少科學家極力迴避倫理問題，設法將相關科技侷限於「醫療性複製」，儘量不碰觸「生殖性複製」，但即使限縮到「為研究而複製胚胎以取得幹細胞」，仍迴避不了爭議，為研究而製造胚胎，乃將胚胎當成工具，難逃「不道德」的批判 (林英芝，2004；胡育誠，2002；蔡甫昌，2002)。

本論文作者均為臺北市立建國高級中學教師。本論文為國家科學委員會所補助「高瞻計畫」之部分執行成果 (案號 NSC 97-2514-S-640-004-GJ)，謹此致謝；同時，也要向兩位匿名審查人深致謝意。

* 通訊作者電子郵件：tmhwang@ck.tp.edu.tw，聯絡電話：(02) 2303-4381 分機 801、803。

目前各國政府對於各種幹細胞研究科技，往往基於各自宗教、文化、政策等理解而立下不同的規範、禁令，甚至還包含嚴厲的刑事制裁，但彼此歧異頗大，因此，以何種規範方式較能有效預防、處置可能的危害，如何建立完善的程序化管制模型，尚須審慎檢驗（李震山，2006；陳英鈴，2006；陳宜中，2002；蔡甫昌，2004a、2004b；戴華、袁世敏，2004）。值得注意的是，隨著各種克隆動物不斷出現，甚至進入商業市場，有關「克隆人」出現的可能性問題始終是存在的。另一方面，「克隆人」相關爭議也未必只是倫理、法律面的爭議，即使在科學／科技面，也存在許多不確定性，或者風險（王道還，2003；曲鳳翔，2003；師明睿譯，2004；張孟媛，1997；蔡甫昌、張至寧、林逢祺等譯，2006）。為了科學／科技的發展更為理想，以上「科技與社會研究」（STS）之探索乃屬必要。

檢視目前高中職課程，無論生物學科，或者各人文社會學科，對於上述議題幾近忽略，甚至在生物課程中對於相關科學／知識的解說亦不完備，如此一來，面對相關倫理、法律、社會議題的思辨或對話就更難進行了。鑑於議題的重要性及敏感度，「克隆人」課題顯然是一個必須正視的「懸缺課程」，亟需進行教材研發予以充實。

二、課程發展

促成本課程研發之動機，除了以上體認外，另一體認是：長久以來高中課程在處理科學／科技議題時，自然學科、人文社會學科常各行其是，罕有交集；前者輕忽科學／科技的人文社會意涵，後者欠缺科學／科技知識的基礎。因此，針對新興科技的探討，特別是「克隆人」課題的處理，之所以要融入人文及社會科學的取向，基本目的是要開啟一種比較全面的反思、對話風氣，從而讓高中校園裡不同類組的學生及不同學科領域的教師，都能發展出更為妥適、寬廣的思維能力。以下就課程發展相關內容分述之。

（一）課程設計的構想

1. 明瞭如何利用核轉移技術進行複製生物，探討克隆人的可能性，並討論克隆人對人類社會可能的影響。
2. 本教材可為獨立的單元課程，以每週2節（50分/節）計，依學生程度或進度安排，可規劃為2~3週（4~6節）實施。
3. 本教材若為融入高中生物課程之教材，可配合高二生物課程「6-2 人類的生殖和胚胎發育」，或「第7章生命科學和人生」，依實際教學活動配合使用。

（二）課程目標

1. 明瞭科學的可能性
有鑑於克隆科技發展的結果常引發各種值得深究的爭論議題，本教材期待在傳授充足的背景知識之下，使學生先行明瞭科學技術的可能性，做為評估其效益或風險的基礎。
2. 討論引起爭議的問題

本教材第一部份是科學知識的講解，第二部份則為「科技與社會」議題的探討，期待學生在學習及參與討論後，能兼具科學基礎的思考與人文社會的關懷。

(三) 教案架構

科學發展的現況	克隆技術的成果與風險	議題的探討
1.說明 clone (克隆) 的定義 2.以「桃莉羊」為例，說明核轉移技術	1.成功的克隆案例 例：桃莉羊、克隆羊寶鈺、克隆寵物貓 CC、克隆寵物狗 Snuppy、克隆寵物狗 Booger 家族等 2.克隆技術的風險 (1)克隆成功的機率不高 (桃莉羊為 1/278) (2)克隆動物有早衰現象，平均壽命較短 (3)克隆動物的高畸形率	1.社會方面 (1)扭曲人類的倫理關係 (2)克隆人的人權問題 (3)缺乏親情，導致社會問題 2.法律方面 非自然人在法律上的定位 3.科學方面 (1)壽命短、高畸形率等 (2)破壞人類基因組成的多樣性

(四) 課程實施程序

以下時間配置是依據多次課程實驗之後修改擬定的可行方案，適用於平均程度較佳，且學習動機強的學生。移轉至實際課堂教學時，若為獨立單元，建議視學生程度設計為 4~6 節實施；若為融入現有高二第三類組生物課程，則學科知識講解時間可調整為至少 40 分鐘。

1. 分組 (共分 6 組，7~8 人/組)
2. 前測 (10 分鐘)
3. 學科知識講解 (90 分鐘)
(請學生利用課後時間蒐集相關資料，以利隔週的課程實施)
3. 議題討論之引言 (20 分鐘)
4. 分組議題討論 (30 分鐘)
5. 分組上台報告 (20 分鐘)
6. 歸納、總結與討論 (20 分鐘)
7. 後測 (10 分鐘)

(五) 課程實驗與教材修訂

本教材已進行四次實驗 (請參見表 1)，授課對象除了建中學生外，更利用「營隊」形式將對象擴大至全國高中職學生，以利教材的評估與修訂，期待教材完成後，可普遍推廣至全國高中職校。

表 1 課程實驗程序

次別	時間	內容
1	2 小時	授課 (含前、後測)。對象：建中高二年級學生 (97.4.25)
2	2 小時	授課 (含前、後測)。對象：建中高二年級學生 (97.5.16)
3	3 小時	授課 (含前、後測)。對象：STS 營隊學員—全國各地的高中職學生 (98.2.3)
	3.5 小時	參訪及座談。臺大動物科學技術學系—觀察顯微注射等實驗操作 (98.2.4)；科學家 (吳信志教授) 與人文社會學家 (周桂田教授) 對話及師生問答
4	3 小時	授課 (含前、後測)。對象：假日營隊學員—臺北市、縣各高中職校學生 (98.4.12)

1. 第一、二次課程實驗，主要是試驗初步發展的教材，但隨即發現上課時間 2 小時是不夠的，之後兩次實驗延長時間，但囿於營隊形式，只能設計為 3 小時，知識講解部分大致可以完成，但 STS 之討論顯得侷促，且教師無法給予詳細的回饋。98 學年度在建中已與其他三個研發課程 (基因改造生物、幹細胞、仿生科技) 合併開設為選修課程 (高二第二類組)，本單元授課時間為 6 小時。
2. 有關教材的逐次修訂，首先是根據學生前、後測的表現，在教材中及講授過程加強說明學生不易理解的概念，如克隆、核移植技術及囊胚期等。其次，邀請臺大動物科學技術學系鄭登貴教授及吳信志教授擔任教材的審查委員，其中鄭登貴教授亦實際參與課堂教學，依據教學觀察提供意見。而吳信志教授另協助在第三次課程實驗時安排參訪行程，並與 STS 學者周桂田教授一同主持座談會，與學生共同討論 STS 議題，相關紀錄亦納入教材修改參考。
由於鄭教授、吳教授皆具有豐富的克隆動物實驗操作經驗，故針對本教材中的核移植技術及相關科技反思等，提供相當寶貴的建議。

(六) 評量設計

前、後測評量試題乃由林聰慧老師設計，並經研發團隊討論後定案；其後再透過歷次課程實驗學生答題狀況之分析，經團隊討論後，修改容易混淆或誤解之語句敘述及選項設計。科學背景知識以「多重選擇題」評量，共 5 題，有關 STS 部分則以「問答題」評量，計 1 題。

三、結果與討論

(一) 第一次、第二次課程實驗

1. 第一次課程實驗學生上課前、後的「科學知識」評估，依據前、後測成績，進行相依樣本平均數顯著性考驗，結果達顯著性水準，相關數據參見表 2。

表 2 第一次課程實驗相依樣本平均數顯著性考驗

項 目	成績	平均數	個數	標準差	t考驗
克隆人第一次課程	前測	62.54	41	12.19	5.42**
	後測	77.85	41	12.59	

**<.01

2. 參考第一次課程實驗之前、後測驗表現修訂教材，於第二次課程實驗時實施，尤其是針對學生仍混淆的概念，如核移植技術、細胞的全能性、細胞膜融合及克隆動物 DNA 的來源等問題，加以詳細說明。將學生前、後測成績，一樣進行相依樣本平均數顯著性考驗，亦發現達顯著性水準，相關數據參見表 3。

表 3 第二次課程實驗相依樣本平均數顯著性考驗

項 目	成績	平均數	個數	標準差	t考驗
克隆人第二次課程	前測	58.96	46	15.05	7.94**
	後測	78.26	46	11.52	

**<.01

(二) 第三次、第四次課程實驗

1. 評分者間信度評估

為求檢驗 STS 議題（問答題）評分之客觀性，乃先以 Pearson 積差相關進行評分者間信度的評估，結果均相當理想。以下分述之。

(1) 第三次課程實驗

研究者針對研究對象的作答結果，依據「計分標準」加以評定給分，並且從 36 位學生（共 72 份）的前、後測中，抽取 32 位學生（共 64 份）的前、後測驗交由另一位評分人員依相同標準進行獨立計分，複評的比例為 89%，計算其與研究者給分的評分者間信度；雙方計分有差異的部分，透過討論達成共識以決定最後的得分。本實驗的前測的評分者間信度為 $r=.954, p<.01$ ；後測的評分者間信度為 $r=.969, p<.01$ 。

(2) 第四次課程實驗

研究者針對研究對象的作答結果，依據「計分標準」加以評定給分，並且從 19 位學生（共 38 份）的前、後測驗中，抽取 16 位學生（共 32 份）的前、後測驗交由另一位評分人員依相同標準進行獨立計分，複評的比例為 84%，計算其與研究者給分的評分者間信度；雙方計分有差異的部分，透過討論達成共識以決定最後的得分。本實驗的前測的評分者間信度為 $r=1$ ；後測的評分者間信度為 $r=.979, p<.01$ 。

2. 課程實驗結果分析

(1) 第三次課程實驗

將第三次課程實驗前、後測驗成績，進行相依樣本平均數顯著性考驗後，發

現均達到顯著性水準。相關統計結果，選擇題 $t=-9.471$, $df=35$, $p < .01$, $\eta^2=.719$ 、問答題 $t=-7.355$, $df=35$, $p < .01$, $\eta^2=.607$ ，可知，參與者上完本計畫所提供的課程後，對克隆人領域的專業知識的認識及 STS 議題的討論有顯著提昇。

此外，依 Cohen (1988) 的標準， $\eta^2 \geq .138$ 屬高度關聯強度， $.138 > \eta^2 \geq .059$ 屬中度關聯強度， $.059 > \eta^2 \geq .01$ 屬低度關聯強度 (引自邱皓政，2006：11-16)，因此可知前、後測驗之間，選擇題與問答題屬高度關聯強度。

(2) 第四次課程實驗

關於第四次課程實驗前、後測驗成績分析，由於有效樣本數為 19 份，故進行 Wilcoxon 符號等級考驗，發現達顯著性水準。相關統計結果，選擇題 $z=-3.518$, $p < .01$ 、問答題 $z=-3.169$, $p < .01$ ，可知，參與者上完本計畫所提供的課程後，對克隆人領域的專業知識的認識及 STS 議題的討論有顯著提昇。

(三) 四次課程實驗結果彙整

本教材對於促進克隆人課題「科學知識的認識」及「STS 議題的理解」均達顯著效果。相關彙整資料，請見表 4。

表 4 四次課程實驗結果彙整

次別	對象	科學知識 (選擇題) 前、後測驗比較	STS 議題 (問答題) 贊不贊成克隆人
1	建中高二第三類組學生	達顯著差異	多不贊成
2	建中高二第三類組學生	達顯著差異	多不贊成
3	全國高中、高職學生 (含高一至高三各類組學生)	達顯著差異	多不贊成 (達顯著差異)
4	臺北市、縣高中、高職學生 (含高一至高二各類組學生)	達顯著差異	多不贊成 (達顯著差異)

四、結語

本課程歷經四次實驗，依據學生表現之回饋及相關發現，據以修改教材，同時調整教學順序與時間安排。由於四次實驗的學生來自不同學校，學業程度的異質性也頗高，但整體而言，學習成效頗佳，因此將來在課程推廣過程中，各地各校之使用應具備可行性。目前本教材刻正於建中高二第二類組班進行正式的課程實施，相關結果亦將進行分析，並依據回饋意見再次檢討教材及教學之進行，期使課程更臻完善。

參考文獻

- 王道還 (2003)。安息吧，桃莉-「複製」迷思。科學發展，363，78-80。
曲鳳翔 (2003)。複製牛羊。科學發展，372，12-17。

- 李震山 (2006, 1月)。**幹細胞研究之法規範面省思**。載於基因體醫學國家型科技計畫、臺灣 ELSI 研究中心、中央研究院人文社會科學研究中心、國立政治大學哲學系、國家科學委員會人文處主辦之「基因科技與人文議題」系列演講，場次四手冊。
- 林英芝 (2004)。**從儒家觀點省思複製人的倫理問題**。國立中央大學哲學研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 邱皓政 (2006)。**量化研究與統計分析**。臺北市：五南。
- 胡育誠 (2002)。**複製人的迷思**。*科學發展*，358，46-51。
- 師明睿譯 (2004)。Arlene J. Klotzko 著。**複製人的迷思—生殖複製 vs. 醫療複製**。臺北市：天下。
- 張孟媛記錄整理 (1997)。**從複製羊到複製人座談會紀要**。*科學月刊*，28 (5)，374-379。
- 陳宜中 (2002)。**胚胎幹細胞研究的倫理爭議**。*科學發展*，354，4-11。
- 陳英鈺 (2006)。**幹細胞研究的國際馬拉松競賽**。載於基因體醫學國家型科技計畫、臺灣 ELSI 研究中心、中央研究院人文社會科學研究中心、國立政治大學哲學系、國家科學委員會人文處主辦之「基因科技與人文議題」系列演講，場次三手冊。
- 蔡甫昌 (2002)。**醫生！我的小孩死了，您能為我複製她嗎？***科學發展*，354，18-25。
- 蔡甫昌 (2004a)。**人類幹細胞研究的道德爭議 (上)**。*健康世界*，219，52-54。
- 蔡甫昌 (2004b)。**人類幹細胞研究的道德爭議 (下)**。*健康世界*，220，44-46。
- 蔡甫昌、張至寧、林逢祺等譯 (2006)。**複製、基因與不朽—基因革命的反思**。臺北縣：桂冠。
- 戴華、袁世敏編 (2004)。**美麗新世界的誘惑—基因科技與人文的對話**。臺北市：時報文教基金會。