



農業創新獎—台灣轉基因複製動物研發團隊

「他們」與「牠們」的故事

對一般人來說，「複製」是個既熟悉又陌生的詞彙。熟悉的是，日常生活裡似乎少不了「複製」的程序，影印機就是「複製」功能的具體詮釋；但是「複製動物」則顯得莫測高深，因為其間牽涉複雜的生物科技技術。由農委會畜產試驗所組成的「台灣轉基因複製動物研發工作團隊」，不斷地「尋找改良動物最快、最好的方法」，成員們運用各個領域的專業創造台灣許多的第1次：第1頭利用胚移植技術出生的胚胎牛（1982）、第1頭胚胎細胞核轉置豬（1991）、第1頭體外生產系統胚胎移植牛（1997）、第1頭由體細胞複製的乳牛「畜寶」（2001）、第1批體細胞複製乳羊「寶吉」與「寶祥」（2002）、耳細胞

複製的乳牛家族「如意家族」…種種重大成就與突破，已與世界並駕齊驅。

座落於台南縣新化鎮的行政院農委會畜產試驗所裡，設有畜產陳列館，展示國家畜產科技重要成果，除了許多動物標本，有全國最美味的黑豬（畜試黑豬1號）、平均一胎可生下16隻小豬的梅山豬、難得一見的無鱗雞（無毛、腳脛無鱗片），各種常見的、稀奇古怪的，舉凡與畜牧有關的，均在該陳列館收藏之列，突顯出台灣近百年畜牧史的點滴與成就，讓人一窺完整的台灣畜產種原資訊，不僅經常列入政府安排外賓參訪行程，更是南台灣學校進行校外教學時，最受學生歡迎的園地之一。

奇異身世·寶吉寶祥誕生

陳列館中，並闢出專區，介紹台灣畜產生物科技的研究成果，該展示區盡頭有隻名喚「寶吉」的阿耳拜因山羊標本；栩栩如生的「寶吉」相當俊挺，外表與一般山羊沒有兩樣，安詳而恬靜，黑白相間的毛皮隨意地潑灑全身，宛如一幅潑墨畫，兩眼炯炯有神地看著前方，牠的前方有座獎座，置放在一個帶有古典風格的展示櫃中。「寶吉」

很沈靜，獎盃也無語，他們無語的對話卻引導著參觀者急於想知道



畜產試驗所研究團隊主持人李善男副所長

牠與獎座以及與他們有關的一切。故事就這麼開始…

外表與一般山羊無異的「寶吉」和牠的雙胞胎姊妹「寶祥」，於 2002 年 7 月 5 日誕生，2 頭羊寶寶有著非常不尋常的身世。牠們是農委會畜產試驗所研究員兼副所長李善男所率領的「台灣轉基因複製動物研發工作團隊」所培育而成，該團隊利用 1 隻阿爾拜因山羊的耳朵細胞，以「體細胞核轉殖技術」培育出這對複製羊寶寶，與這項複製工程同時進行的還有「如意家族」轉基因牛的孕育工程，這些乳牛也於 2003 年 2 月 27 日誕生。李善男解釋，該 2 項工程其實是同時進行的，但由於牛的懷孕期為 282 天、羊為 150 天，因此羊寶寶比牛寶寶早些出生。



寶吉沈靜地佇立在陳列館

牠們的誕生，啟動了國內經由複製牛羊的生物科技研究新趨勢，同時象徵台灣生命科學研究邁向新的一頁。

複製技術·改善家畜品質

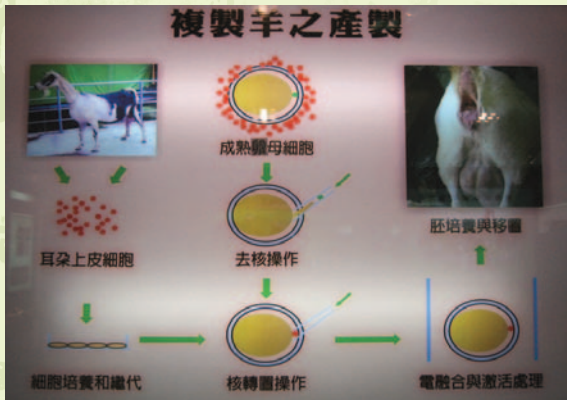
研究團隊總主持人李善男解釋，正常的有性生殖過程是精子與卵子結合，形成受精卵，受精卵分化形成胚胎，並在子宮內孕育而成。而「複製」的技術係將卵子的細胞核取出，植入體細胞的細胞核，接著刺激這個換核後的卵子，使其分化，再植入孕母的子宮孕育，經過同樣的懷孕期而形成。有性生殖的過程，父系與母系只提供單套染色體給子女，基因經過重組，子女的基因絕對不可能和親代一模一樣；但經過「體細胞核移轉技術所產生的子代」，卻是與「提供體細胞的親代」基因完全相



進行核轉置技術的高倍數電子顯微鏡



在陳列館展示的總統農業創新獎獎座



複製羊產製流程說明圖

同，因此被稱為複製的技術。

「改善家畜品質、增加優良畜群與提高畜產單位效能產值，是成立複殖技術發展研究的一大主軸」，李善男強調研究與產業運用結合的重要性。他表示，例如有隻很特別的乳牛，可以比其他乳牛生產更高蛋白的乳汁、乳量也多，即可以利用該項技術，讓這隻性能優良的家畜大量繁衍其後代子孫。

如今複製羊「寶祥」及轉基因複製羊「寶鈺」均已成功自然繁衍後代，加上目前冷凍保存技術相當成熟，體細胞複殖又可大量生產，證實這是一條可行之路，並有其商業化的市場需求。

擴展復育·瀕臨絕種動物

李善男表示，自 2005 年起，研究團隊收集台灣酪農最優良的高蛋白質乳量乳牛 4 頭，進行優質耳朵細胞複殖牛的產製工作，正式與產業應用端結合，雖然目前還在實驗階段，距離消費市場還有一段距離，但這些成果已為傳統畜牧產業開創另一個令

人振奮的可能性。

同是團隊成員之一，目前任職於畜產試驗所研究員兼生理組組長陳立人熱切地指出，未來這項技術還可在復育瀕臨絕種動物的工作扮演重要任務。

「我有 1 個夢想，希望有天能看到台灣石虎重新在台灣森林中跳躍…」他說，石虎是老一輩台灣人習稱的「山貓」，有人說牠是台灣最美麗、最威風的貓科動物之一，身體遍布深色的斑紋，近似豹紋，屬夜行性，覓食時十分沈靜從容，以守株待兔的戰略守候在野鼠必經的路線，獵物經過時，再出其不意地躍出捕捉，但目前台灣石虎已成為瀕臨絕種的生物。

複製技術讓我們有機會得以與陳立人懷有同樣的夢想，讓我們的子孫不僅在博物館或動物園，也能在台灣森林看到牠們重現蹤跡。

基因轉殖·農場跨足生技

該團隊另一項研究主軸是「轉基因



體細胞複製山羊—寶吉與寶祥

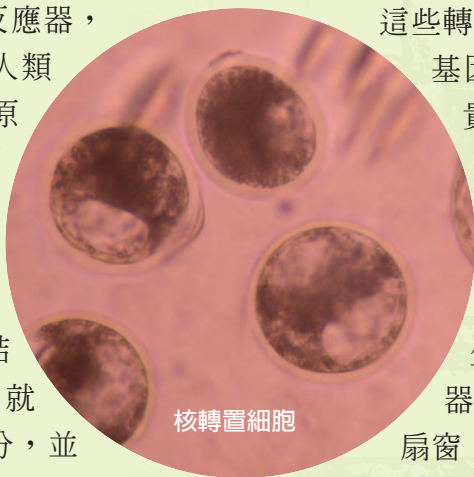
複殖科技」，該項科技可以利用基因轉殖技術，以家畜為生物反應器，生產醫藥用的蛋白質供人類醫學運用。這項技術的原理係將特別基因轉染到體細胞內，經過篩選過程，確認轉染成功，再於乳牛/羊身上進行細胞核轉殖，最好是與乳腺結合，該隻乳牛/羊乳汁中就含有該種貴重的化學成分，並可經由特別技術將這些成分萃取出來。而這隻成功轉殖的「轉基因牛/羊」又可複製一大群一模一樣的牛/羊，大量製造貴重的醫藥成分。

由工作團隊利用轉基因技術誕生的乳羊「寶鈺」，其乳汁即攜有人類第 8 凝血因子的外源基因，「寶鈺」之子「寶貝」亦傳承母羊的外源基因，乳汁亦攜有第 8 凝血因子。第 8 凝血因子可用來治療 A 型血友病，但它無法經由合成製造，需從人類的血液中提煉，但因含量極少，每一針劑均需大量血液提煉，以致價格相當昂貴。

李善男指出，

研究人員在顯微鏡下的世界尋找希望

經由該團隊之共同執行人沈朋志研發，這些轉基因羊成功轉入這種人類基因，羊的乳汁可分泌出珍貴的凝血素，為人類生產所需的凝血素，降低醫療成本。如此一來，農場可轉變為製藥的生物工廠，將家畜乳腺作為生產貴重蛋白質的反應器，為農業的未來開啓另一扇窗。



家畜實驗·人類醫學基礎

目前醫學已可順利完成心臟、腎臟等器官移植手術，皮膚、骨頭的修補手術也不稀奇，相形之下，器官捐贈數量則太少，許多人因此期待可以生產人體器官的科技的出現，在上述兩種研究基礎下，工作團隊發展出第 3 項研究主軸——發展動物模式的醫療性複殖技術。該項研究與幹細胞結合，先取出動物的體細胞，利用核轉置技術生產複殖胚，再從中分離出胚幹細胞，以研究組織或器官再生，陳立人表示，經由幹細胞再生特定組織或器官的研究，還在起步階段，而動物模式的家畜實驗將可作為人類醫學研究的基礎，他很高興在生物醫學的





複製乳牛「如意家族」

領域中，能有機會貢獻心力。

工作團隊眾望所歸，於 2006 年 2 月 7 日榮獲第 2 屆總統農業獎的農業創新獎，評選過程歷經初審、複審與決賽 3 階段，經由評審委員嚴格的審查與討論，工作團隊由 27 件參選案件中脫穎而出，農業創新獎在第 1 屆時從缺，因此該團隊是國內第 1 個獲此殊榮的團體。

「1969 年，我到畜產試驗所楊梅分所，開始從事乳牛的研究，這一生就與乳牛結下了不解之緣」。李善男回顧他的研究歷程，從乳牛的生理研究、牛奶成分的分析、人工授精、胚胎研究...他一直在「尋找改良動物最快、最好的方法」這條路上鍥而不捨；工作團隊每位成員也與李善男一樣，用他們的專業創造台灣許多的第 1 次，他們的手，曾抱過台灣第 1 頭利用胚移置技術出生的胚胎牛 (1982)、台灣第 1 頭胚細胞核轉置豬 (1991)、台灣第 1 頭體外生產系統胚胎移置牛 (1997)、第 1 頭由體細胞複製的乳牛「畜寶」(2001)、第 1 批體細胞複製乳羊「寶吉」與「寶祥」(2002)、

耳細胞複製的乳牛家族「如意家族」...研究團隊在這些領域的重大成就與突破，可說與世界並駕齊驅。

2004 年 1 月 25 日，「寶吉」因突發性腎衰竭死亡，負責陳列館展示的鄭鑑鏘博士表示，「寶吉」其實很健康，曾順利成長並且育成，之後經由配種懷孕，但懷孕期間不幸造成意外死亡，團隊成員都相當

不捨，為感念「寶吉」對於我國畜產生物科技的貢獻，特別將牠製成標本，永久保存與紀念。

「寶吉」此刻正靜靜地站在屬於台灣人驕傲的台灣畜產生物科技展示區，默默地告訴人們創造牠和牠的家族的故事，「寶吉」應當相當欣慰，因為牠的身旁多了 1 座與他相伴的總統農業獎獎座，由於團隊的付出與執著、孕育與照顧，台灣才有這些為國爭光的寶寶，團隊成員真心默禱牛寶寶與羊寶寶們，平安、如意。🌱



畜產陳列室內陳列的動物標本

點將錄

台灣轉基因複殖動物
研發工作團隊

畜產試驗所與分所擔任複殖胚的產製與胚移置的工作，李善男為本研發團隊總主持人及執行人，成功建構國內牛隻胚移置技術及胚體外生產系統，完成轉基因複殖牛胚的產製、移置及分娩；沈朋志助理研究員（已轉任屏東科技大學助理教授）為計畫共同主持及執行人，負責動物體細胞複殖科技的研發，同時完成轉基因複殖牛羊胚與複殖動物的產製、分娩，以及提高產製效率的基因分析研究。

其他計畫的協同執行人，如曲鳳翔助理研究員完成複殖牛羊胚的產製；恆春分所研究員兼分所長黃政齊建立羊隻胚移置系統，完成複殖羊的分娩；恆春分所副研究員吳錦賢主持動物醫療與執行羊胚移置，並完成複殖羊的分娩；產業組王治華（目前為高雄種畜繁殖場場長）執行牛胚移置的規劃；楊德威、黃金山執行牛胚胎的移置，台東農改場助理研究員章嘉潔協助複殖羊胚的產製與移置。

試驗所副研究員陳立人執行動物醫療手術氣體麻醉，至於轉基因複殖動物的飼養管理與醫療照護，試驗所的部分則由技術員許嘉明、副研究員蕭振文，恆春分所部分則由副研究員林信宏執行。

台灣大學鄭登貴教授領導的團隊扮演基因建構的角色，指導團隊成員

基因構築與體細胞複殖科技的研發與啓發，研究助理林之任則執行人類第 8 凝血因子「基因構築」；中興大學陳全木教授參與人類第 8 凝血因子轉基因動物之「基因表現分析」執行部分，至於轉基因複殖動物的生理檢測、醫療諮商與治療，則由屏東科技大學李元貴教授擔綱。

此外，民間牧場的投入更將研究與應用做了完美結合，高雄牧場負責人高志中提供牧場中優質乳牛配合試驗研究，值得一提的是，國內第 1 頭複殖乳牛就在高雄牧場誕生，另外，日新牧場獸醫徐烱松也加入研究團隊執行牛隻手術分娩。🌱

胚胎實驗室

