

解開美麗多變的羽色之謎 臺大教授發現羽毛色素幹細胞環 獨步 全球 榮登《Science》

新聞稿

鳥類羽色美麗多變，為種類最多的物種之一。然而是什麼原因，讓鳥類可以演化出變化無窮的羽色型態？一直是未解之謎。利用臺灣的黑羽土雞，臺大跨領域研究團隊成功發現隱藏在羽毛底部的「黑色素幹細胞」，並且發現其呈現水平分散環狀排列，因此可以在空間上和時間上作出彈性調控，終於解開了為什麼羽色可以呈現出遠近不同和左右差異的奇妙變化。



林頌然副教授小檔案

林頌然副教授目前是臺大醫學工程研究所，臺大皮膚科及基因體與系統生物學學程副教授，在臺大醫院臨床專攻皮膚科，主要從事組織再生與組織工程的研究。曾獲頒中央研究院2009年「年輕學者研究著作獎」，當時僅36歲，是獲獎學者最年輕者。中研院得獎講評稱他是「不可多得的醫師科學家」。

林頌然副教授指出，羽毛的演化始於侏羅紀，恐龍身上演化出第一根羽毛，之後逐漸再演化出現代的鳥類。目前已知侏羅紀時的恐龍就已經有了多樣的羽色型態。但，是什麼樣的關鍵變化讓此後的羽毛可以多彩多變呢？

為了探索此一科學上的千古之謎，臺大組成了一個跨組織工程及幹細胞等領域的研究團隊，在發育生物學與再生醫學研究中心榮譽主任鍾正明院士、主任楊偉勛、婦產科謝豐舟教授及生科院羅竹芳前院長的推動下，並與美國南加州大學、印第安那大學、美國獨立研究學者及中興大學合作，進行一系列研究。本論文為此系列研究的重要結果。臺大參與本次發表論文之研究者包括領導此團隊的鍾正明院士，皮膚科紀秀華教授，醫工所林頌然副教授，醫工所博士班黃怡晴及嚴千媚。

這位曾獲頒中研院「年輕學者研究著作獎」，也是臺大皮膚科主治醫師的年輕副教授表示，在過去一個世紀中，雖有許多學者嘗試探索，但卻一直無確切的結論。主要是因為羽毛中的黑色素幹細胞沒有色素，因此無法在一般組織切片下確認此細胞及其所在之微環境（**niche**）。

臺大研究團隊以現代幹細胞學及分子生物學的方法，成功發展分子探針及標記，在臺灣黑羽土雞上找到羽毛黑色素幹細胞的證據，發現「黑色素幹細胞」被隱藏在羽毛的底部沒有色素的表皮處，此一結果突破了過去一世紀學者的舊有觀念。並已在其他鳥類例如孔雀及家鴿，得到確認。也揭示了拓撲生物學（**topobiology**）在幹細胞調控的重要性。卓越的研究成果獲得世界頂尖雜誌《科學》刊登。

他進一步解釋，該研究利用三維影像重組的方法，發現羽毛的黑色素幹細胞，形成一「水平圓環形」的排列，環繞在羽毛的底部。這些幹細胞在羽毛啟動新生長期時，會活化而產生有顏色的黑色素細胞，這些有顏色的黑色素細胞，會向上移動到生長中的羽毛，使羽毛產生顏色。

也就是說，這種環狀結構意味著在空間上出現更高的調控自由度，因此羽色不僅近端及遠端可以不同，左右兩邊也可以不對稱。也因為這樣的自由度的容許，經過一億多年來的天擇演化，造成羽色的多變，終於解開了幾世紀以來的謎題，解釋了鳥類羽色多變的原因。

而不同種的鳥類羽毛，隨著季節及年紀，會有週期性生長及換羽。在換羽時，同一個個體，也能夠對季節及賀爾蒙的變化產生反應，造成羽色隨年紀及季節而改變。鳥類在羽色變白時，總能保存一些色素幹細胞在此環形結構上，在羽毛再生時，可以重新活化這些幹細胞，再生色素。

相對而言，哺乳類的毛髮呈線型生長的特性，黑色素幹細胞的分佈上較聚集，接近為點狀分布。因此限制了色素幹細胞在空間上調控的自由度，因此毛色頂多造成近端及遠端的不同。

本研究受到國家衛生研究院、臺大醫院、美國國家衛生研究院、國科會、臺灣大學領航計畫、系統生物學研究中心及發育生物學與再生醫學研究中心的支持。國內中興大學鳥禽類演化與基因體研究中心的動物科學系陳志峰教授及生命科學系鄭旭辰教授也參與支持此研究，並提供其保有之臺灣特色雞種，為此論文之共同作者。對於再生醫學，幹細胞醫學及發育生物學跨領域的研究，本校在民國99年成立發育生物學與再生醫學研究中心，並積極投入相關研究。



研究團隊



鍾正明院士小檔案

中央研究院鍾正明院士目前是美國南加州大學醫學院病理科教授，也是臺大發育生物學與再生醫學研究中心榮譽主任。他是國際知名幹細胞研究及羽毛發育及再生研究之學者。



紀秀華教授小檔案

紀秀華教授目前是臺大皮膚科教授，專長為色素疾病及皮膚癌研究。曾任臺大皮膚科主任及臺灣皮膚科醫學會理事長，目前為臺灣研究皮膚科醫學會理事長。





林頌然醫師和他優秀學子們