

■ 王道還

貓與人共生的證據

貓是最流行的寵物之一，可是關於貓的來歷，至今不明。根據粒線體 DNA，家貓源自中東野貓（*Felis silvestris lybica*），有人甚至認為家貓只是野貓（*Felis silvestris*）的一個亞種。至於貓什麼時候開始與人發生親密關係，只有零星的證據。

在地中海塞浦路斯 1 萬 600 年前的人類聚落遺址中，發現過野貓骨；與人類有親密關係的野貓，最早的一隻也出現在塞浦路斯一座 9,500 年前的人類墓葬中。在埃及 5,500 年前的一座墓葬中，還發現了前肢骨折癒合的野貓，表示牠享受過人類的照料。已知最早的家貓出現在 4,000 年前，我們有堅實的證據：埃及人製做的貓木乃伊。古埃及人禁止貓出口，但是 3,000 年前希臘已有來自埃及的貓。總之，貓與人發生關係的歷史有大片空白，仍待填補。而東亞大陸上人與貓的互動，證據更少。

最近中國科學院大學科學史與科技考古系教授胡耀武的團隊發表報告指出：5,300 年前，華北地區新石器時代的居民已利用貓控制鼠害，那是人與貓共生最早的證據。

那些證據來自陝西華縣泉護村的仰韶文化中、晚期遺址，距今 5,560 ~ 5,280 年前。泉護村位於渭水之南、華山之北。1997 年，考古隊在遺址中挖出許多動物骨骼，包括 8 塊貓的骨頭。那些貓骨大小近於歐洲家貓，小於歐洲野貓，因此判斷是家貓。

然後胡耀武的團隊分析了動物骨骼骨膠原中的碳、氮同位素比例，以偵測動物生前的食性。因為從食性可以分辨野生動物與家畜，如狗、豬。狗、豬的食物源自人的食物，如人的廚餘或糞便。研究人員發現，泉護村遺址中的齧齒動物（鼠類）與貓的食物也與狗、豬接近。

胡耀武的解釋是：大約 1 萬年前，小米農業在華北興起。到了仰韶時代，人已經以小米為主食。人類聚落中的小米吸引了鼠類，貓隨之而來，人因而得到了保衛小米的好幫手。貓出現以前，人以陶罐儲存小米，就是為了防鼠。

參考資料：Hu, Y. et al. (2014) Earliest evidence for commensal processes of cat domestication. *PNAS*, **111** (1), 116-120.



蘇格蘭野貓（圖片來源：Archibald Thorburn, 1920）

細菌的不對稱分裂

生物有兩種生殖模式：無性生殖與有性生殖。無性生殖是最古老的生殖模式。可是現在在生物界，有性生殖似乎是主流模式；即使細菌也會不時交換基因。有性生殖後來居上，學者相信是因為有性生殖能創造變異：子女與父母不同，彼此間也不相同。在不斷變動的環境中，以不變應萬變是自取滅亡。

不過，研究細菌的學者早就注意到源自單一祖先的細菌群落中，個體間也有差異，有時以肉眼就可發現。例如新月柄桿菌（*Caulobacter crescentus*）有一條鞭毛，分裂後的兩個子細胞只有一個繼承了鞭毛。有鞭毛的子細胞能夠在液體中游動；沒有鞭毛的子細胞就固著下來，繼續分裂生殖。

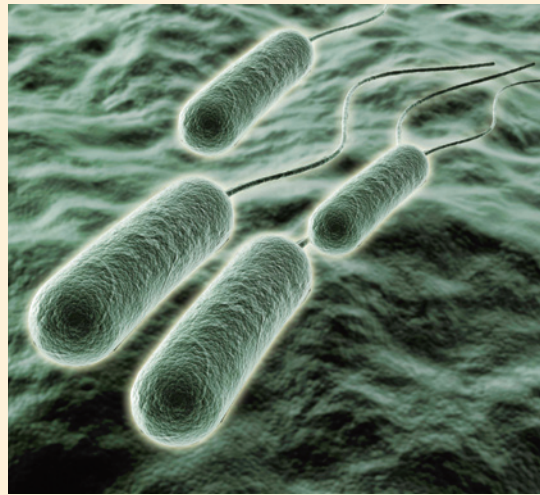
美國華盛頓大學微生物學教授米勒（Samuel Miller）的團隊發現，新月柄桿菌的兩個子細胞，差異不只表現在形態上，細胞內特定分子的分布也不一樣，而且那一分子在母細胞中的分布就不對稱，與鞭毛位置有固定關係。不過研究人員仍然不清楚分子濃度的不對稱分布是如何造成的。

有趣的是，與新月柄桿菌同屬格蘭氏陰性菌的綠膿桿菌（*Pseudomonas aeruginosa*），子細胞在形態上並沒有明顯差別，米勒的團隊仍然發現牠們細胞內的特定分子濃度不同，而且那一差異可以追溯到細胞分裂之時。那個分子是一個功能廣泛的第二傳訊者 c-di-GMP，涉及細菌的驅化性（chemotaxis）：就是對環境刺激的反應。

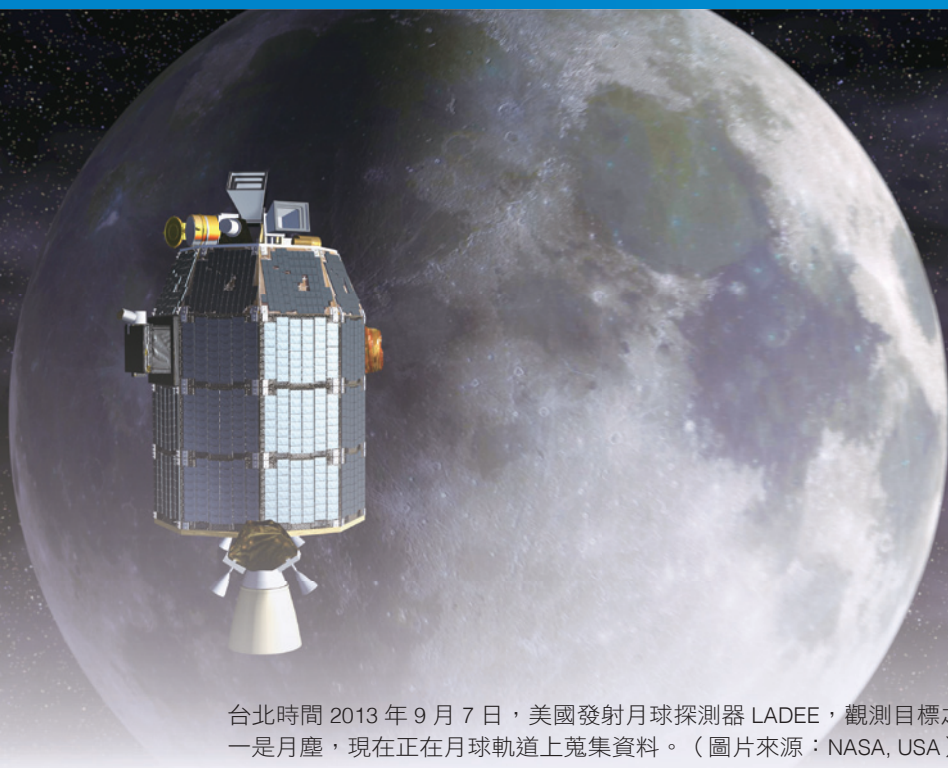
米勒團隊的最新發現是：綠膿桿菌的分裂也是不對稱的。原來綠膿桿菌也有一運動鞭毛，分裂之後只有一個子細胞繼承鞭毛。雖然另一個子細胞很快就會長出一條鞭毛，由於兩個子細胞獲得的 c-di-GMP 濃度不同，牠們的運動能力、對環境的反應也不同。那是因為母細胞中 c-di-GMP 與相關分子的分布並不對稱。

細菌群落中個體差異的起源，攸關細菌的演化與我們的福祉。例如細菌對於抗生素的抗藥性，已威脅到公共健康。科學家已經證明：細菌創造變異，不止靠基因互換、突變，不對稱分裂以及細胞內分子、胞器的不均勻分布，都能造成變異。

參考資料：Kulasekara, B.R. et al. (2013) c-di-GMP heterogeneity is generated by the chemotaxis machinery to regulate flagellar motility. *eLife*, 2013;2:e01402.



綠膿桿菌（圖片來源：<http://presus.org/>）



月塵

台北時間 2013 年 9 月 7 日，美國發射月球探測器 LADEE，觀測目標之一是月塵，現在正在月球軌道上蒐集資料。（圖片來源：NASA, USA）

1969 年人類首次登月。打從登月小艇準備降落起，太空人與地球控制中心的科學家就發現，他們的登月準備並不周全。因為登月艇引擎噴出的氣流激起了月塵，遮蔽了視線。

從一開始，人在月球上活動，最直接的威脅就是地面的粉塵。月塵顆粒很小，細如麵粉，直徑在 20 微米之內，但是表面粗糙、銳利。登月太空人的經驗是：粉塵無所不在、無孔不入、又揮之不去。最後一位登月太空人塞南（Gene Cernan）還抱怨：月塵使他產生猶如花粉熱的症狀。粉塵不僅影響人的健康，還會毀損科學儀器，例如太陽能電池。

為了取得相關基本數據，1966 年在美國萊斯大學任教的物理學者歐布萊恩（Brian O'Brien）設計了只有火柴盒那麼大，重僅 270 公克的月塵偵測器。美國人第二（1969 年）、第三（1971 年）、第四次（1971 年）登月，都布置了月塵偵測器。無奈偵測器蒐集到的數據，傳回美國後竟然遺失了。

直到最近，美國航空暨太空總署（NASA）才發現儲存原始數據的磁帶有複本，保存在已退休的歐布萊恩手裡。最近，歐布萊恩與西澳洲大學研究生莫妮卡發表了研究報告。他們的結論顯示，我們對於距離我們最近的星球，所知仍非常有限。

首先，他們估計，月球地表的落塵每一千年累積 1 mm 厚；每一平方公分一年的落塵重量是 100 微克。換言之，一塊籃球場大小的地面，一年落塵的重量大約是 1 磅，這個數量是過去估計的 10 倍。過去科學家認為月球地面粉塵的來源，不外隕石撞擊與宇宙塵，可是這兩個機制不足以解釋觀測數據。

另一方面，他們觀察了落塵對於太陽能電池功率的影響。歐布萊恩的偵測器內有 3 顆電池，它們有的有防護罩，以過濾強烈的太陽輻射。比較太陽輻射對於電池的損害，以及月塵遮蔽陽光的程度，歐布萊恩發現，長期而言，月塵對電池功率的影響較大。

月球大氣層極為稀薄，月塵究竟以什麼方式散布，仍是待解之謎。

參考資料：Hollick, M., and Brian O'Brien (2013) Lunar weather measurements at three Apollo sites 1969-1976. *Space Weather*, **11** (11), 651- 660, doi:10.1002/2013SW000978.

新生兒的免疫系統

新生兒的免疫系統並不健全，感染病原而死亡的風險非常高，估計全世界一年有 400 萬名出生不滿 6 個月的嬰兒死於感染疾病。大自然為新生兒安排的第一道生命防線就是母乳，母乳提供了母親的免疫細胞、抗體、相關免疫分子，以及免疫記憶。

但是，對於新生兒免疫系統的特徵、機制與後果，仍然缺乏一套融貫的理論，無法妥當地解釋一些實驗發現。例如新生兒的某些免疫反應相當健全，不符合免疫系統仍「不成熟」的成見。最近美國辛辛納提兒童醫院的研究團隊以小鼠做實驗，發現新生小鼠體內有一抑制發炎反應的機制，要是關閉那一機制，小鼠就會面對嚴重的性命威脅。他們的結論是：新生小鼠的免疫反應是正常發育的一環。

因為哺乳類新生兒在出生之前是在子宮中發育，沒有機會接觸外界的微生物。而哺乳類與外界的微生物早就演化出共生關係；哺乳類新生兒的呼吸道與腸道都需要共生細菌進駐、生長。在那個過程中，要是新生兒的免疫系統能夠正常運作，共生細菌就不可能在他們體內站穩腳跟。

參考資料：Elahi, S. et al. (2013) Immunosuppressive CD71⁺ erythroid cells compromise neonatal host defence against infection. *Nature*, **504** (7478), 158-162, doi:10.1038/nature12675.

高纖食物調節免疫

瑞士洛桑大學的研究團隊以富含寡糖的高纖食物餵食小鼠，再以塵蟎萃取物做為過敏原。結果，實驗組小鼠肺的發炎反應（過敏）較微弱；此外，牠們的大腸菌群在消化纖維的過程中，能生產較多的短鏈脂肪酸（SCFA）。過去的研究已發現 SCFA 能促進乳酸菌等益菌的生長。

然後，研究人員做了另一個實驗：在實驗組小鼠的飲水中添加丙酸脂、醋酸脂等 SCFA，發現 SCFA 能刺激小鼠的免疫系統，生產更多的樹突狀細胞，降低肺因過敏原的刺激而發炎的風險。（樹突狀細胞是一種特殊的白血球，分布在身體與外界接觸的組織，如皮膚、鼻黏膜、肺、胃、腸等，功能是調節免疫反應。）

總之，洛桑團隊發現了高纖食物調節免疫系統的機制。

參考資料：Trompette, A. et al. (2014) Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. *Nature Medicine*, doi:10.1038/nm.3444.



圖片來源：種子發

王道還

中央研究院歷史語言研究所人類學組