

月球花粉熱

阿波羅 17 號是美國最後一次登月任務，太空船於 1972 年 12 月 2 日升空，12 月 19 日返回地球。那一次登月的兩位太空人，一位是許密特（Harrison Schmitt, 1935-），他畢業於加州理工學院，在哈佛大學獲得地質學博士學位，是第一位登月的科學家。（先前的太空人都是飛行員出身。）

許密特和另一位太空人的探月活動一開始就不順利，因為登月車右後輪的擋泥板脫落，車輪揚起了大量塵埃。月球表土中質量占 20% 的顆粒直徑不超過 20 微米；1 ~ 2% 直徑 \leq 3 微米。由於月球表面的重力只有地球的 1 / 6，大氣層又非常稀薄，揚起的塵埃分布範圍非常廣，對儀器、人體都可能造成傷害。沾在太空人衣著、裝備上的月塵，很容易隨太空人進入太空船。

許密特為月塵引起的身體不適一噴嚏不斷、淚眼婆娑、喉嚨難受一取了個非常傳神的名字：月球花粉熱。事實上，月塵沒有經過「風化」作用的打磨，邊緣非常銳利，甚至能鑽入太空衣。

科學家早就從登月太空人的經驗察覺月塵帶來的風險，也以動物實驗證實「類月塵顆粒」的生物毒性。最近美國石溪大學的團隊以小鼠神經母細胞與人類肺臟上皮細胞評估類月塵顆粒的生物衝擊，發現它們會造成細胞死亡、破壞 DNA。因此控制月塵風險是未來的登月任務必須解決的首要問題。（按，最近甚囂塵上的 PM 2.5，指的是直徑 \leq 2.5 微米的物質。）

參考資料：Caston, R., et al. (2018) Assessing toxicity and nuclear and mitochondrial DNA damage caused by exposure of mammalian cells to lunar regolith simulants. *GeoHealth*, first published: 12 April 2018, <https://doi.org/10.1002/2017GH000125>.



月球暖化

美國太空人在月球安裝的儀器，有一個專門偵測月球地表的熱流：從地面向下鑽孔至 2 ~ 3 米，在不同深度布置溫度計，以判斷熱的流動方向與數量。（從 18 世紀起，科學家便在地表做同樣的測量。）阿波羅 15、17 號任務安裝的熱流偵測儀器一直運作到 1977 年，可是科學家只分析過前幾年的紀錄，因為 1975 ~ 1977 年的紀錄失蹤了。

40 年前，研究人員已注意到，月球地表接近地面的溫度在太空人離開後逐漸上升。學者提出了幾個可能的機制，其中之一是月球自轉軸進動周期（影響陽光的入射角）：自 1969 年起，月球地面接受的太陽輻射逐年增加。（按，月球自轉軸的進動周期是 18.6 年。）

最近美國一個團隊找到了失蹤的數據，發現月球地表淺層的升溫趨勢一直持續至 1977 年，幅度在攝氏 1.6 ~ 3.5 度之間。他們結合了其他證據提出的解釋是：在安裝測量儀器時，太空人的活動改變了當地地表的物理性質。例如太空人擾動了表層，使顏色較深的土石暴露出來，造成反射率下降，表層因而吸收了更多的太陽輻射。

根據海森堡的測不準原理，在微觀世界裡，測量的行動會改變我們企圖測量的數據。阿波羅太空人的例子提醒我們：巨觀世界——也就是我們生活的世界——也受類似的原理支配。

參考資料：Nagihara, S., et al. (2018) Examination of the long-term subsurface warming observed at the Apollo 15 and 17 sites utilizing the newly restored heat flow experiment data from 1975 to 1977. *Journal of Geophysical Research: Planets*, first published: 25 April 2018, <https://doi.org/10.1029/2018JE005579>.



史前穿顱術

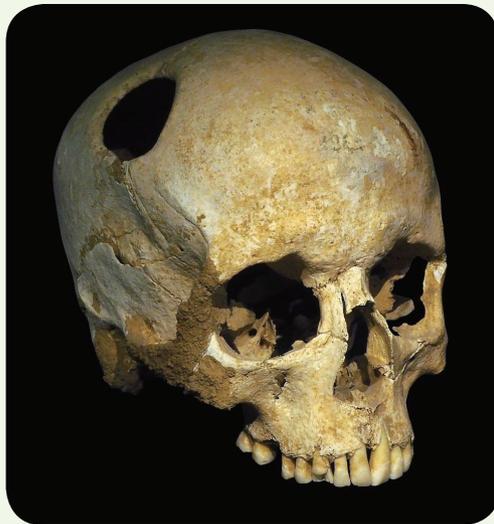
人類很早就會在頭骨上鑿孔，目的不明。在歐洲，最古老的例子發生在 5 千年前，在新世界則是 2 千 5 百年前。可是這類頭骨以祕魯發現的最多，超過 800 個，世界其他地方合計也不足 800。

祕魯的穿孔頭骨主人，最早的生活在西元前 400 年，孟子還沒有出生。美國生物人類學家維拉諾 (John W. Verano) 觀察過那些頭骨，寫過一本專書，兩年前出版。最近邁阿密大學醫學院復健醫學教授庫許納 (David S. Kushner) 與維拉諾合作，以神經科醫師的眼光審視其中 649 個標本，發現史前祕魯人的手術技術與時俱進，在 15 世紀—歐洲人入侵之前—達到非常先進的水準。

首先，庫許納觀察頭骨穿孔處的癒合痕跡；有癒合痕跡就表示頭骨主人在手術之後還活著。然後根據癒合狀況估計存活時間 (短期 vs. 長期)，以存活時間判定手術成敗。他的第一個結論是，整體而言，祕魯史前時代的頭骨穿孔手術一直在進步。在西元前 400 ~ 200 年間，成功率只有 41%，到了印加帝國時期 (15 世紀)，上升到 75 ~ 83%。而三、四百年之後，美國南北戰爭期間，治療頭部創傷的手術死亡率高達 46 ~ 56%，短、長期存活率則不可考。

至於手術目的，有些是為了治療頭部創傷，毫無疑問，但是有一些難以判斷。此外，有些頭骨有好幾個孔，癒合痕跡顯示它們不是同時完成的，所為何來仍是個謎。有趣的是，印加時期的穿孔頭骨 90% 沒有明顯的醫療目的，而且重複手術的例子最多，也是待解之謎。

參考資料：Kushner, D. S., et al. (2018) Trepanation procedures/outcomes: comparison of prehistoric Peru with other ancient, medieval, and American Civil War cranial surgery. *World Neurosurgery*, **114**, 245-251.



3,500 年前的穿顱手術，創口有明顯的癒合痕跡。這名婦人活到 50 歲，在新石器時代算是高壽。(出土於瑞士日內瓦湖北岸墓葬，現藏於洛桑考古暨歷史博物館。)

人類對生物圈的影響

關於人類對生物圈的影響，我們立即想到的機制都是人類的行為，直接的如獵殺，間接的如改變自然環境。但是動物對於人類的反應，也可能產生深遠的影響。例如動物為了避免與人接觸，改變作息時間，夜間才出動覓食，結果野生動物之間的關係因而改變。特別是在現在，野生動物的自然棲境大幅縮小，迴旋餘地有限，調整作息時間似乎是最可行的策略。

美國一個團隊分析了過去 76 個研究的資料，包括 6 大洲的 62 個哺乳類物種，證實了這個推測：改變日常活動的時間模式是野生動物迴避人類威脅的普遍策略。牠們的夜間活動時間平均增加了 20%。哺乳類對人類擾動的反應，8 成以上都會增加夜間活動的時間。大型哺乳類的反應稍為強烈一些，可能因為牠們更可能成為狩獵的對象，也可能因為牠們更容易接觸到人。這個結論也支持美國動物學家華特（Fritz R. Walther, 1921–2006）半個世紀前的睿見：哺乳動物把人類擾動視同獵殺威脅。

然而野生動物改變作息的時間模式，後果是多方面的，不只限於受驚擾的物種。例如獵食者在夜間的獵殺效率難免下降；本來就在夜間活動的物種當初可能是為了逃避獵食者而遁入夜幕，現在必須面對更多藉暗夜藏身的獵食者。此外，野生動物對人類擾動的反應也可能不表現在行為上，而在生理上。因此關於人類對生物圈的影響，還需要更多研究才能做比較完整的評估。

參考資料：Benítez-López A. (2018) Animals feel safer from humans in the dark. *Science*, **360**, 1185-1186.

在火星上發現有機分子

6 月初，兩個美國團隊發表報告，指出火星上有有機分子，包括甲烷，都是根據火星探測車好奇號收集的證據做成的結論。不過這個發現的意義，得從 1976 年登陸火星的維京（Viking）一號、二號說起。

當年維京號的任務之一是偵查生命的跡象，結果在火星表土中沒有發現任何有機分子。其實這令人非常意外，倒不是因為沒有發現生命的跡象。原來宇宙中到處都有由非生物機制形成的有機分子，彗星、小行星、隕石、星際宇宙塵都可能把那些分子帶到行星表面。以地球為模型，估計火星表面一年接收的太空有機分子可達 100 ~ 300 公噸。而火星表面已歷經幾十億年滄桑，居然沒有發現有機分子才是個謎。

科學家在火星大氣中偵測甲烷，是因為地球大氣中的甲烷 90% 來自微生物。可是地質過程也能產生甲烷，火星大氣中的甲烷來源反而成為未來研究的課題。

參考資料：ten Kate, I. L. (2018) Organic molecules on Mars. *Science*, **360**, 1068-1069.

古 DNA 揭露的移民史

根據歷史記載，冰島的第一批移民在西元 870 ~ 930 年（中國唐代末年）登陸。他們是北歐人與隨行的奴隸，來自挪威與不列顛群島。在先前幾個世紀，北歐人與愛爾蘭、蘇格蘭及英格蘭北部的人經常接觸，他們的關係有時是和平的，有時充滿暴力。

學者最近分析了一批第一代冰島人的古 DNA，發現他們的來源地不是斯堪地那維亞就是愛爾蘭、蘇格蘭，混血兒不多。在現代族群中，他們的基因組特徵比較像祖先群，與現代冰島人反而有顯著差異。

另一方面，在遺傳上，現代北歐人與現代冰島人比較親近，與冰島第一代移民比較疏遠。這可能是因為當年來自愛爾蘭、蘇格蘭的人，有不少是北歐人的奴隸。他們的婚嫁受限制，生殖成就不高。此外，過去一千年中，冰島大部分時間都由丹麥統治，因此有利於北歐人繁衍。

參考資料：Ebenesersdóttir, S. S., et al. (2018) Ancient genomes from Iceland reveal the making of a human population. *Science*, **360**, 1028-1032.

寄生鳥的卵殼

哀哀父母，生我劬勞。養孩子真不容易。難怪有些鳥，例如杜鵑，乾脆把卵下在陌生鳥兒的巢裡，一了百了，眼不見為淨，動物學者把這種行為叫做「巢寄生」。非洲、歐亞大陸、美洲都有鳥這麼做，牠們的血緣疏遠，因此這種行為是各自演化出來的。這叫趨同演化，大意是：不同生物分別演化出類似的方案，以達成同一目的。那些生物的相似之處不來自共祖，而是功能決定的。

實行巢寄生的鳥，卵殼都特別厚，有時比巢主人的卵厚 30%，這個特徵也是趨同演化的產物嗎？卵殼厚有什麼好處呢？最近大陸海南師範大學教授梁偉的團隊以實驗證明：杜鵑卵的保溫效果較好，因而胚胎發育較快，孵化較早。這都是寄生成功的關鍵。

首先，研究人員到黑龍江扎龍自然保留區搜尋東方大葦鶯的巢，因為那是杜鵑寄生的主要標的。巢裡若發現杜鵑卵，便連同一顆寄主的卵一齊帶回實驗室。在實驗室，把尺寸接近的兩種卵配對置於孵化器中，然後在第 0、3、6、9 天一併取出 20 分鐘，以儀器記錄它們在那 20 分鐘前後的溫度。在野外，東方大葦鶯媽媽離巢覓食的時間平均在 20 分鐘左右，因此研究的焦點是兩種卵在那 20 分鐘散失的熱量。結果，大葦鶯的卵溫度下降攝氏 4.42 度，杜鵑卵 4.15 度。

厚卵殼的保溫效果比較好，另一個好處是：卵比較禁得起忽冷忽熱的折騰。

參考資料：Yang, C., et al. (2018) Keeping eggs warm: thermal and developmental advantages for parasitic cuckoos of laying unusually thick-shelled eggs. *The Science of Nature*, 105:10. <https://doi.org/10.1007/s00114-017-1532-y>.

控制身高的基因

祕魯人的身材很矮，男性平均 165 公分，女性 153 公分，比美國人矮 10 公分，比世界長人—荷蘭人—矮 15 公分。分析祕魯人的基因組，追溯他們的祖籍，大致得到 3 種成分：非洲人、歐洲人、美洲原住民。平均而言，美洲原住民占 80%，歐洲人 16%，非洲 3%。美洲原住民的成分越高，身材越矮。因此影響祕魯人身高的基因，必然來自他們的美洲祖先。

於是美國哈佛大學醫學院博士後研究員阿絲葛莉（Samira Asgari）與合作伙伴在祕魯搜集了四千多人的基因組與相關資料，包括身高，然後比較基因組裡得自美洲祖先的成分。結果找到了一個基因的異常版本，顯然與身高有關。

那個基因是 *FBNI*，製造的小纖維蛋白（fibrillin-1）是結締組織的成分之一。*FBNI* 的其他突變版本在幾種罕見疾病中也會影響身高。阿絲葛莉團隊發現的版本發生了一個「點突變」（一個核苷酸被另一個核苷酸取代），改變了蛋白質中的一個胺基酸。身體裡的 *FBNI* 若有一個是異常版本，身高就比旁人矮 2.2 公分，要是一對都異常，可能超過 4 公分。

阿絲葛莉團隊估計，約有 5% 祕魯人體內有 *FBNI* 的異常版本，表示它受到天擇的青睞。許多祕魯人生活在高原上，高原上的物種體型往往比較小，因為高原上覓食不易，這是適應的策略。

與身高有關的基因，已知的約有 700 個，但是它們對身高的影響都不及新發現的 *FBNI* 版本。至於它控制身高的機制，仍有待進一步研究。

參考資料：Pennisi, E. (2018) High altitude may have driven short stature in Peruvians. *Science*, 360, 696.



王道還
生物人類學者（已退休）