

## 達文西之謎

今年是達文西逝世 500 周年，世界各地都有紀念活動。達文西與米開蘭基羅、拉斐爾號稱文藝復興巔峰時期的「三傑」，指的是他們的藝術成就。世人心目中的達文西，與〈蒙娜麗莎的微笑〉劃上了等號。事實上，達文西多才多藝，是真正的「文藝復興人」，集藝術家、科學家、建築師、發明家於一身。

不過，達文西身後，他的傳記作家都注意到他的一生另有一個面相，世人似乎很少留意。那就是：達文西完成的作品並不多；甚至比三傑中最年輕、短命的拉斐爾（1483–1520）都少。根據達文西的第一篇傳記（1550 年出版），他過世前哀嘆自己「沒有善用藝術天分，對神、對人都是不敬。」

原來「虎頭蛇尾」幾乎可說是達文西一生的行事風格。他年輕時便展現了天分，到一位知名藝術家的作坊當學徒，可是出師卻很晚。據學者考證，他 25 歲那年才以獨立藝術家的身分接到第一張繪畫訂單；收了訂金，卻沒有完成。到了 30 歲，他完成的畫作寥寥可數，可是拉斐爾在同一年紀已完成了 80 幅以上。

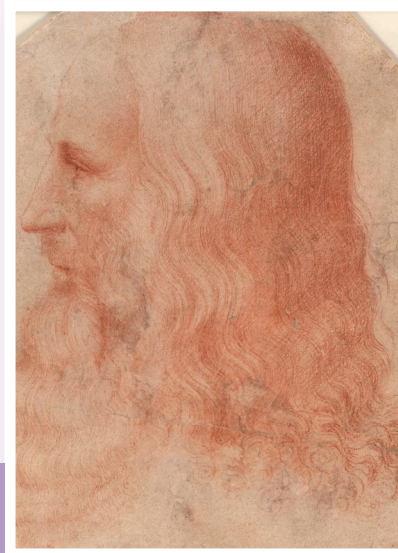
1495 ~ 1496 年，達文西年過 40，受委託繪製〈最後的晚餐〉。當時一位年輕的目擊者提到，他善變、反覆無常，沒有辦法持續不懈地專心工作。而〈蒙娜麗莎的微笑〉，達文西斷斷續續花了 16 年，死而後已——我們甚至不確定在他心中是否算「完成」的作品。

1510 ~ 1511 年，達文西與帕維亞大學人體解剖學教授合作，想完成一本專書。可惜教授感染黑死病往生，達文西無法獨自把已完成的大量圖畫組織成書，便放棄了。他在自己的札記中記下了心情：起頭不易，結束更難。學者判斷，一開始要不是有教授籌劃，憑達文西一個人大概連起頭都難。因為他容易為細節分心，見樹不見林。

達文西的這一行事風格，他同時代的人都注意到了，難以理解也難以原諒。後人認為缺乏敬業精神是常見的「藝術家氣質」，不足為奇。最近倫敦的精神醫學家卡塔尼（Marco Catani）則推測：達文西大概罹患了注意力不足 / 過動症（ADHD）。ADHD 通常在童年就會展現症狀，達文西從小就很聰明，但是也很容易分心。因此他成年後的行事風格，只是延續同一類症狀罷了。

把達文西當作 ADHD 的病例，至少有一個好處：提醒我們 ADHD 未必是負面標籤。在快速變遷的世界裡，ADHD 令人迅速注意到不同的事物，可能更有利於形成創意也說不定。

參考資料：Catani, M. and P. Mazzarello (2019) Leonardo da Vinci: a genius driven to distraction. *Brain*, 142, 1842–1846.



達文西，作者是他的學徒 Francesco Melzi（1491–1570）。

## 在樹上勘探金礦

在過去，勘探金礦的人從岩層表面的金粒，就可斷定岩層深處有礦脈。岩石屑裡也可能找到跡證。分析鑽孔流出的水，也能找到線索，只是鑽孔要花錢、花時間。另一個辦法是在樹上找線索，在澳洲，最近利用這個辦法終於找到了金礦。這個點子在第二次世界大戰後就問世了，可是直到現在才有利用價值。

有些樹的樹根必須深入地下吸水，因此地下礦物質會隨著水進入樹木，分布於整株樹。即使高高在上的樹葉，也含有地下深處的礦物質，數量當然很少。在沒有金礦的地區，樹葉的含金量大約 10 億分之 0.15；有金礦的地區，可能上升到 10 億分之 4（近 27 倍）。

理論上，這種方法不過就是：分析檢回來的樹葉，再根據結果在地圖上標注可能有礦脈的地點。這個方法最適合乾燥地區，因為乾燥地區的植物會讓根盡可能深入地下找水。有些植物的根甚至能分解土壤、榨取礦物質，因此樹葉中的指標礦物質含量很高。當然，金子（ $_{79}\text{Au}$ ）是頭號目標，不然，尋找銻（ $_{51}\text{Sb}$ ）、鉍（ $_{83}\text{Bi}$ ）也成，它們是金礦礦脈中常見的成分。

實際作業上沒那麼容易，因為不同的植物體內累積金子的方式不同。因此在同一地區選擇同一物種，才好互相比較。相思樹是理想的樹種之一，但是澳洲有一千多個相思木物種，有許多彼此非常相似。更麻煩的是，金子在樹木內累積的方式，還有季節變化。

過去幾年澳洲的研究人員進行實驗性勘探，發現這個方法與其他主流方法得到的結果互相呼應，然後一家私人公司利用這個方法進行勘探。結果，在其他方法呈現陰性的地點，樹木跡證顯示陽性，最後找到了金礦。例如在地表下 30 米處找到了一個礦脈，厚 5 米，每一公噸礦石含金 27g。礦脈中包含一內層，1 米厚，每一公噸礦石含金 105g，而每一公噸礦石含金 5g 已算高檔金礦石。

總之，在樹上找金子現在已經不是讓科學家展現好奇心的表演，而更像一個黃金機會一發現黃金的機會。

參考資料：Gold leaf, *The economist*, May 25th–31st 2019, p. 78.

## 大氣 CO<sub>2</sub> 濃度創新高

今年 5 月 11 日，夏威夷毛納羅亞天文台測量到的大氣 CO<sub>2</sub> 濃度，首度超過 415 ppm（單位：百萬分之一）。氣象學家霍特豪斯（Eric Holthaus）以推特發文提醒大家：那是過去幾百萬年來的最高值。

關於這個說法，重要的參考數據是，第一、61 年前（1958），毛納羅亞天文台測量到的 CO<sub>2</sub> 濃度：313 ppm。換言之，過去 61 年間，大氣 CO<sub>2</sub> 濃度的上升幅度超過 1/3。第二、工業革命之前，大氣 CO<sub>2</sub> 濃度大約是 275 ~ 285 ppm。

參考資料：Griffiths, J. (2019) There is more CO<sub>2</sub> in the atmosphere today than any point since the evolution of humans. *CNN*, May 13.

## 蚯蚓製造的難題

在冰河時代，北美地區北部的蚯蚓都滅絕了，現在那裡的蚯蚓都是外來的。最近加拿大學者發現，在極北的森林裡（寒帶針葉林）出現了蚯蚓，後果堪慮。

過去學者把北方寒帶林的地面視為儲存碳的海綿，因為地面堆滿了掉落的樹葉、樹枝、倒下的樹幹，一層層堆疊形成類似海綿的結構。學者原先以為那是因為那裡氣溫很低的緣故，現在他們懷疑那是因為當地沒有蚯蚓的活動。來自南方的蚯蚓會利用那些堆積的有機物，釋放溫室氣體。而且主要的入侵種特別喜歡待在土壤之上的有機物堆積層中。

蚯蚓甚至會改變林相。因為地面堆積層支持了特定物種，蚯蚓出現後，必然會與土著物種競爭；另一個後果是，造成地面生態系的變化。目前蚯蚓已經侵入阿拉斯加部分地區，有些地區蚯蚓的生物質量已是當地麋鹿（moose）的 500 倍。

大氣暖化後，寒帶林生長期延長，可以儲存更多的碳。但是溫暖的氣溫使永凍層暖化，釋出溫室氣體，促成更多森林火災。蚯蚓成為一個影響因子後，預估後果更困難。

參考資料：Mitchell, A. (2019) 'Earthworm Dilemma' has climate scientists racing to keep up. *The New York Times*, May 20.

## 夜間燈光對生理時鐘的影響

電燈發明之前，人類生活環境的照明度：白天 300 流明以上、夜晚 30 流明以下。現在，人的生活環境依賴的人工照明在 30 ~ 300 流明之間。（按，10 流明是昏暗的閱讀燈光；典型的室內燈光：50 流明。）

最近，一個澳洲（墨爾本）團隊研究晚上的人工照明（電燈）對生理時鐘的影響。研究人員招徠的志願者：27 名男性、29 名女性，年齡 18 ~ 30 歲，平均 20.8 歲；實驗期間，6 ~ 7 周。第一周：1 流明，建立基準值。以後各周：10、30、50、100、200、400、2,000（隨機）。開燈時間：睡前 4 小時；關燈時間：上床後 1 小時。每一小時採取唾液一次，測量褪黑激素濃度。

由於光線會壓抑褪黑激素的分泌，測量褪黑激素濃度便可得知人工照明對生理時鐘的擾亂程度。（按，生理時鐘是常識名詞，學術名詞是近日節律、晝夜節律。）

結果：平均而言，令褪黑激素分泌量減少 50% 的亮度是 24.6 流明—比絕大多數室內照明昏暗—表示生理時鐘對於光線非常敏感。10、30、50 流明延遲褪黑激素的分泌，分別是 22、77、109 分鐘。但是，另一方面，個別差異很大，有人非常敏感，6 流明就會導致褪黑激素減半；有人非常魯鈍，要 350 流明才有同樣的效果。因此，討論生理時鐘與健康的關係，必須把生理時鐘的敏感度考慮進去，不宜籠統地一概而論。

參考資料：Phillips, A. J. K. et al. (2019) High sensitivity and interindividual variability in the response of the human circadian system to evening light. *PNAS*, **116**, 12019-12024.

## 女性怕冷氣

夏天是開冷氣的季節，但是在開了冷氣的辦公室裡，男人很自在，女人往往冷得要死。2015年，兩位荷蘭男性科學家指出，辦公室開冷氣的規範是半個世紀前根據男性新陳代謝率（40歲，70公斤）計算出來的，當時辦公室裡女性並不多，時移境遷，現在不一樣了。

問題出在：女性的新陳代謝率較低，不像男人那麼需要冷氣。一方面，女性體型嬌小；另一方面，她們的皮下脂肪較多（脂肪比肌肉新陳代謝率低）。此外，男女衣著的差異也有影響。男人穿西裝打領帶，更需要冷氣。兩性對氣溫的感受，可能相差攝氏3度。

現在另外有兩位學者以實驗發現，室內氣溫（攝氏16～33度）會影響測驗成績。高溫時：女性的數學、語文成績較好；男人相反。此外，氣溫對女性的影響比較大且固定。因此把辦公室的氣溫調高，可以促進生產力。

參考資料：Greenwood, V. (2019) 'Battle of the Thermostat': cold rooms may hurt women's productivity. *The New York Times*, May 22.



因身體與衣著的差異，女性在開了冷氣的辦公室裡容易覺得冷。（圖片來源：種子發）

## 昂貴的基因療法

脊髓性肌肉萎縮症（SMA）是孩童發生率第二高的嚴重隱性基因疾病，病理是脊髓運動神經元發生漸進性退化，肌肉逐漸軟弱無力、萎縮，但智力發展完全正常。發病年齡：從出生到成年都可能，通常活不到2歲。在台灣，新生兒發病率大約是1/6,000～1/10,000。

5月24日星期五，美國食品藥物管理局（FDA）批准了瑞士諾華藥廠研發的基因療法，供2歲以下幼兒使用，標價210萬美元。已上市的基因療法，一種治先天性盲眼，要價85萬美元；諾華自己的白血病細胞療法，要價47.5萬美元。其他罕見基因疾病的治療費用，一年可能高達100萬美元。

諾華為保險公司提供了分期付款辦法：5年，一年42.5萬美元。最近一個月，諾華的高級主管都在宣傳這個昂貴的療法。公司CEO甚至在波士頓說，這個價錢比原先訂的400～500萬美元便宜多了。批評者說，這是宣傳策略：企圖使人對目前的定價產生麻痺感。

2016年，FDA批准了一個SMA特效藥，第一年藥價75萬美元；以後每一年37.5萬。10年下來要花400萬美元。諾華以這個數字為基礎，訂價210萬美元，算是打了對折。諾華相信新的基因療法可以治癒SMA，一勞永逸。

參考資料：Thomas, K. (2019) This new treatment could save the lives of babies. But it costs \$2.1 million. *The New York Times*, May 24.

王道還

生物人類學者（已退休）