

王道還

大氣暖化造成全球綠化

1972年美國阿波羅17號的太空人為地球拍攝的一張照片，為地球博得「藍色行星」的名號，那是因為地表面積有71%被水覆蓋。現在，將近半個世紀之後，地球的模樣變了，變成「綠色行星」。綠地正在擴散：從中非到歐洲，到東南亞。根據一個研究團隊測量的結果，1982～2009年之間，地表綠地增加了1,800萬平方公里，相當於兩個美國。

那是大氣暖化的結果。過去因為氣溫太低，大部分植物無法生長的地帶，現在越來越適於植物生長。大地新增的植被也影響了氣候，美國加州勞倫斯國家實驗室的研究人員指出，大氣暖化造成的新增植被，至少在目前會延緩氣候變遷。

2014年，人類生產了357億噸CO₂，大約是20世紀中的6倍。結果，大氣CO₂濃度也直線上升，從1950年的百萬分之311上升至400（2015年）。但是自公元兩千年以來，上升率已經減緩。也就是說，儘管人類生產的CO₂不斷增加，大氣CO₂並沒有增加。這是因為植物能利用CO₂生產醣類；光合作用的原料是CO₂與水。地表新增的植被把大氣中新增的CO₂鎖在植物組織中。

公元兩千年以前，人類生產的CO₂大約有50%鎖在植物組織中；兩千年之後，大約60%。研究人員還不清楚細節，但是他們認為陸地植被不斷擴張，是大氣CO₂濃度沒有上升的主因。因為根據溫室實驗的結果，大氣CO₂濃度與植物光合作用的效率呈正相關。不過，我們不可因而過度興奮，因為新增植被的綜合影響力只能延緩氣候變遷，而不能逆轉。此外，與植被有關的變項不止CO₂，例如水。在氣候變遷中，極端事件會趨向更為極端。此外，高CO₂濃度有利於植物，但是氣溫升高，植物也受害。

事實上，地表植被擴增的後果，有些更為複雜。例如高緯度地區過去被冰雪覆蓋，可以反射陽光輻射。現在植被擴張，冰雪覆蓋的面積減少，因此高緯度地區可能比過去更暖。而暖化還會使凍土裡封存的甲烷釋放出來，甲烷的溫室效應可比CO₂強多了。在熱帶，氣溫升高會摧毀熱帶林。根據一個估計，氣溫每升高1度，熱帶林釋出的溫室氣體相當於人類5年的排放量。

有些學者認為全球綠化的效應已進入尾聲。從最近一次聖嬰現象來看，全球綠化的沖銷效果已經大幅減弱。換句話說，全球綠化只提供了喘息的空間，全面減碳仍是唯一選項。

參考資料：Days of the triffids, *The Economist*, November 12th-18th, 2016, p. 69.



以寵物做醫藥實驗

研發新藥是風險極高的行業，許多看來有希望的化合物都無法通過人體實驗這一關。原因之一是：在實驗動物身上有效的藥，在人體實驗中卻不怎麼樣。對製藥廠而言，辨別有希望的開發標的，越早越好，可以節省大量資源。美國費城一家專業的新藥測驗公司 **One Health Company** 正在宣傳一個新的辦法：以寵物測驗新開發的藥物。他們先以得了癌症的家犬推銷這個點子。

利用寵物做實驗有幾個好處。首先，實驗用「模式動物」身上的疾病往往不是「自然發生的」。例如用來測驗抗癌藥效力的小鼠，體內的癌組織是以手術移植進去的，而且牠們的免疫系統也受到抑制。另一個優點是，寵物主人對於寵物的關注無微不至，病情稍有起伏都難逃法眼，實驗室動物不可能獲得同樣程度的關注。不過，以寵物做實驗最大的好處也許是：不受個資法規的監管。由於寵物的病歷不受保障，因此研究人員得以做完善的評估，篩選最適當的個體做實驗。

這家公司預期，除了家犬，未來他們還要以馬測驗關節炎，貓測驗乳癌。挑選這些動物，是以症狀、病情與人類相似的程度而定。

參考資料：Pet on trial, *The Economist*, November 12th-18th, 2016, p. 68.

凍乾疫苗

去年春天，大陸爆發了大宗違規疫苗案，引起大眾的恐慌與憤怒。所謂「違規疫苗」，指沒有依規定冷藏的疫苗。疫苗對溫度十分敏感，從離開生產地的那一刻，直到注射前，都必須置於低溫環境中，其間的環節包括運送與儲存。不按規定冷藏，疫苗就會失效。

全世界只有少數專門生產疫苗的工廠，早就建立了長途運送疫苗的規範以及專門設備。但是符合規範的運輸、儲存設備需要投入巨資，維持穩定的低溫環境還要消耗大量能源。而最需要疫苗的第三世界缺乏資金與相關的基礎建設，因此開發替代方案是當務之急。

美國麻省理工學院（MIT）生物工程系的團隊開發了一種凍乾技術，在常溫下就可生產有用的生物分子。這個技術的要旨在於：不需借助活細胞，而是把活細胞內的轉錄與轉譯機器分離出來在細胞外運作。更重要的是，整個化學反應可以「凍乾」，在常溫下儲存、運送，等到適當時機再解凍。解凍的方法很簡單：加水就成了。

研究人員已經用這個技術開發出試劑，偵測伊波拉病毒、茲卡病毒，迅速、便宜、又可靠。最近他們展示了這個技術的潛力，生產抗細菌的分子、對付癌細胞的抗體，以及白喉疫苗。其中白喉疫苗最值得注意，第一，全世界的白喉患者 8 到 9 成生活在開發中國家。第二，白喉疫苗對於溫度特別敏感。結果，凍乾白喉疫苗解凍後，能生產足夠的白喉類毒素抗原。研究人員再以免疫吸附法（ELISA）證實那些抗原能與抗體結合，表示那些抗原蛋白質有正確的構形。

參考資料：Rehydration therapy, *The Economist*, September 24th-30th, 2016, pp.75-76.

降落傘花

顯花植物吸引昆蟲傳粉的手段無奇不有，顏色、氣味、蜜糖等誘餌，現成的例子太多，大家耳熟能詳，不新鮮了。最近中歐的學者發現了一種新奇的誘餌，倒是聞所未聞：蜜蜂遭遇強敵的訊號分子。

話說降落傘花 (*Ceropegia sandersonii*) 原產於南非，為它傳粉的昆蟲有一類是賊，專門竊取其他昆蟲的獵物維生。可是降落傘花不是肉食植物，也沒有散發常見的引誘昆蟲的氣味，憑什麼吸引賊昆蟲呢？

原來降落傘花吸引的賊昆蟲，主要是兩種蒼蠅，其中之一是肖稗稗蠅 (*Desmometopa*)，全球有 50 個物種。牠們會吸取瀕死蜜蜂的體液維生：蜘蛛攻擊蜜蜂得手後，肖稗稗蠅便出面撿便宜。不過蜜蜂不會坐以待斃，一旦遭到攻擊，牠的下顎腺體便會釋放 2-庚酮回擊捕食者。蜜蜂性命受威脅時，還會釋放其他 3 種訊號分子，通報姐妹強敵來襲。要是這 4 種分子一齊出現，無異通知肖稗稗蠅有一隻蜜蜂正在拚命。

田野實驗證實：降落傘花正是以那 4 種化學分子吸引肖稗稗蠅。

參考資料：Heiduk, A., et al. (2016) *Ceropegia sandersonii* mimics attacked honeybees to attract kleptoparasitic flies for pollination. *Current Biology*, **26** (20), 2787-2793.



降落傘花 (攝影：Wildfeuer)

阿摩尼亞為什麼會吸引鯊魚？

氮氫化合物阿摩尼亞是分解胺基酸的產物，有毒，因此我們避之唯恐不及，不是因為它臭。阿摩尼亞可溶於水，海洋生物如魚類，直接從鰓把阿摩尼亞排出體外；陸生動物如哺乳類，先把阿摩尼亞轉化成毒性低的尿素，儲存在膀胱中再排泄。

不過有些海洋動物也會製造尿素，例如鯊魚的鰓能合成尿素，因為尿素在牠們體內有重要的生理功能——維持體液的滲透壓。然而，鯊魚體內的尿素濃度只要高於海水，又會不可避免地流失。因此，鯊魚有雙重的覓食壓力，牠們需要氮（蛋白質），不只為了生長與修復組織，還為了補充尿素，避免體內水分流失。

在大海中，鯊魚會受阿摩尼亞吸引。學者提出的解釋是，阿摩尼亞集中的地方表示有魚群——鯊魚的大餐。另一方面，學者以實驗發現，要是鯊魚被迫在阿摩尼亞濃度高的魚池中生存，會從鰓吸收阿摩尼亞，轉化成尿素再排出體外。這等於用自己的身體清淨海水，學者認為這是一種抗毒機制。但是，在大海中，鯊魚怎麼可能陷入封閉空間中以這種方式維生？

於是加拿大溫哥華卑詩大學 (UBC) 的兩位學者重新研究這個問題，他們以太平洋角鯊 (*Squalus suckleyi*) 做實驗；這種鯊魚的成魚身長大約 1 米。結果顯示，鯊魚吸收水中阿摩尼亞轉化成尿素的機制，是在海水中演化出來的。也就是說，鯊魚會主動利用海水中的阿摩尼亞。他們估計，鯊魚從海水中獲得的氮，相當於食物攝取量的 31%。這是撿便宜，因為從蛋白質獲得氮的成本太高了，不如利用其他生物的廢物（阿摩尼亞）。

參考資料：Knight, K. (2016) Pacific spiny dogfish successfully scavenge ammonia from sea. *Journal of Experimental Biology*, **219**, 3176.

3D 列印技術的軍事用途

軍事單位已經開始採納 3D 列印技術了。其中的道理，我們有一句老話說得十分清楚：大軍未動，糧草先行。洋人另外有一句話更是一語道破：外行人大談戰略，但是內行人憂慮補給。

在戰場上，軍事行動依賴物質的優勢：糧食與裝備。那些物質都是消耗品，因此物質優勢依賴源源不絕的補充，而如何補給是戰場指揮官最大的難題。運送物資需要成本，在戰場上布置補給站涉及風險，沒有十全的辦法。

因此 3D 列印技術成了選項。目前還不能利用這個技術製造武器，但是以 3D 列印機生產零件倒是可行。在現場生產需要的零件，比起運補，成本、風險顯然較低。

而且，軍事單位配備了 3D 列印機之後，等於擁有了一件創新工具，因而可能開發出過去沒有想到的零件。例如美國航空母艦杜魯門號，2015 年底駛入地中海，配備了兩台 3D 列印機。結果在 8 個月的值勤期間，艦上人員製作了好幾件有用的小零件。其中一件已經發揮的用處，要是換做例行運補零件，價值 4 萬美元，而一台 3D 列印機只要 2,000 美元。

目前航空母艦使用的 3D 列印機只能列印塑膠物件。由於軍艦在海上會因風浪而不斷顛簸，生產金屬物件的 3D 列印機不能正常運作，加拿大海軍維修基地便配備了生產金屬物件的 3D 列印機。美國海軍補給指揮部正在研發能在海上操作的金屬物件 3D 列印機，例如利用避震機制抵消顛簸。

中國陸軍利用 3D 列印機的方式更為全面，小至正規零件，大至作戰地圖。以色列空軍以 3D 列印機生產的塑膠零件，強度媲美鋁質零件，使老舊的飛機繼續值勤。美國還向澳洲、英國、法國軍方鼓吹 3D 列印技術，以加強盟邦的軍事補給能力。美國正在歐洲、中東、亞洲的海軍陸戰隊基地布建 3D 列印機。美國陸軍研究實驗室（ARL）已經與兩家公司簽約，研發能列印金屬物件的 3D 列印機。

參考資料：Having no truck with it, *The Economist*, November 5th-11th, 2016, pp. 68-69.

王道還

生物人類學者（已退休）

