王道還

科技預算的神奇數字 3%

每年政府提出總預算的時候，總會提到一個數字：3%，指政府對科技研發的投資，每一年的理想數額是 GDP 的 3%。另一方面，在討論國家競爭力、經濟成長、經濟轉型的時候，我們也會聽到以這個神奇數字為判準的呼籲，要求政府增加科技預算。事實上，美國政府的科技投資也沒有達到這一理想；美國國家科學院也用這個數字呼籲政府增加科技預算。

沒有人告訴過我們這個神奇數字是怎麼來的，而早就有專家指出：3%這個數字毫無根據。這位專家可不是只會耍嘴皮的脫口秀常客—他是哈佛大學物理教授布魯克斯（Harvey Brooks, 1915-2004）。

布魯克斯擔任過 3 位總統（艾森豪、甘迺迪、詹森）的科學顧問，參與過科技政策的制定。21 年前，他就明白指出，3%這個數字毫無根據。美國最高也不過 2.88%，那是 1964 年，正值美蘇太空競賽期間。至今沒有證據顯示：政府科技投資要是達到 GDP 的 3%，國家的創新能力就會大幅提升，就能創造長期的經濟收益。（按，2013 年，美國聯邦研發經費相當於 GDP 的 2.73%。）

今年 2 月，歐巴馬政府向國會提出的預算不再提這個神奇數字。整個聯邦政府的研發預算占美國全國研發經費的 1 / 3—這才是美國的國力所在。

最近出版了兩份研究報告，都指出 3%這個數字簡化了現實。一份是美國國家科學基金會（NSF）出版的《科技指標》，這份報告指出，一個國家的研發實力反映在許多變數中：公 / 私研發經費的比例、軍事 / 民用研發比例、基礎研發 / 應用研發比例等，絕不可能以一個數字衡量出一個國家的研發實力。

另一份報告由美國華府的一個智庫完成，在 1 月 20 日公布。製作這份報告的專家小組設計了一套評量方法，衡量一個國家對於全球創新的貢獻。根據這份報告，具有創新貢獻的經濟體由稅制、人力資源、研發與技術塑造，政府的研發投資只是 14 個指標中的 1 個。對全球創新有正面貢獻的國家，前 5 名是：芬蘭、瑞典、英國、新加坡、荷蘭；美國排名第 10。而英國政府的研發投資只有 GDP 的 1.6%。（按，以色列、韓國的政府研發預算達到 GDP 的 4%。）

參考資料：Mervis, J. (2016) For innovation, no magic in 3% rule. *Science*, **351**(6276), 900.

腸道菌群

腸道菌群會與新生兒一齊「發育」（圖片來源：種子發）

營養不良是嬰、幼兒的首要死因，倖存的孩子除了身高體重不足外，其他的長期後果例如認知發展，更令人擔憂。因此研發有效的診斷工具與療法是當務之急。

美國華盛頓大學（位於聖路易）微生物學家戈登（Jeffrey Gordon）與孟加拉的醫師合作，發現腸道菌群是比較可靠的發育指標。他們在 2014 年發表報告，指出新生兒的腸道菌群會與新生兒一齊「發育」—新生兒的腸道菌群組成會不斷變化，到了 18 個月大斷奶的時候終於「成熟」。但是營養不良的嬰兒，腸道菌群不會成熟。

最近，戈登的研究生勞拉（Laura Blanton）以無菌小鼠實驗嬰兒腸道菌群對發育的影響。勞拉使用的嬰兒腸道菌群來自非洲馬拉威 6 個月大與 18 個月大的兩組嬰兒，那些嬰兒的營養狀況不等，因而腸道菌群的組成也不相同。勞拉把嬰兒腸道菌群轉殖到無菌小鼠的腸道內，再以馬拉威嬰兒的典型食物餵小鼠。

結果，不成熟的腸道菌群使小鼠發育不良：體重較輕；股骨發育模式異常；肌肉、肝臟、腦子的代謝都不正常。然後，勞拉把兩群 3 小鼠放在同一個籠子裡，讓牠們有機會吃到彼此的糞便，於是發育不正常的小鼠恢復了正常發育。最後，勞拉把成熟菌群中的兩種梭菌移植到菌群不成熟的小鼠腸道，也能使小鼠恢復正常發育。總之，勞拉證明了「不成熟」的腸道菌群會妨礙小鼠發育。

參考資料：Blanton, L. V., et al. (2016) Gut bacteria that prevent growth impairments transmitted by microbiota from malnourished children. *Science*, **351**(6275), 830.

好的膽固醇仍是個謎

血液中膽固醇的含量是我們非常重視的健康指標，血液檢查報告單上有 3 個項目與膽固醇有關：高密度脂蛋白（HDL）、低密度脂蛋白（LDL）、三酸甘油脂。脂蛋白是運送膽固醇的分子，HDL 把膽固醇運送到肝臟，進入生產荷爾蒙的機轉，可以視為血管清道夫—清除可能導致血管硬化的膽固醇。因此我們相信血液中 HDL 的濃度越高越好。

但是美國的一個研究團隊發現，有些人因為 SR-BI 基因有缺陷，HDL 的數值高出常人，可是動脈內壁卻有許多斑塊，因此發作冠心病的風險升高了。SR-BI 基因製造的蛋白質正是 HDL 的受體，有調節血液膽固醇的功能。大約 20 年前，美國 MIT 的團隊就在剔除 SR-BI 基因的小鼠身上發現同樣的現象：那些小鼠還未成年，動脈就硬化得頗為嚴重。

好在 SR-BI 基因有缺陷的人畢竟是少數，他們罹患冠心病的風險雖然上升，幅度並不大，相當於冠心病的風險因子糖尿病、高血壓。而根據統計資料，HDL 數值高的人，冠心病風險的確較低。可是為提高 HDL 而設計的藥物，並沒有降低冠心病風險的效果。看來 HDL 代謝與冠心病的關係仍然是個謎。

參考資料：Couzin-Frankel, J. (2016) Why high 'good cholesterol' can be bad news. *Science*, **351**(6278), 1126.

消化塑膠的細菌

大量的塑膠廢棄物是環保的重大負擔（圖片來源：種子發）

全球塑膠的年產量超過 3 億公噸，塑膠早已滲透了我們的生活，其中 26%用於包裝，例如各式各樣的容器。包裝用塑膠產品每年總值 1,000 億美元左右，但是那些塑膠的回收率只有 14%，經過必要的處理之後，再利用的價值只剩 5%。換句話說，包裝用塑膠價值的 95%「用過即丟」。而回收塑膠大部分用來製造更廉價的物品，那些物品的回收率更低。

不過在塑膠產品中，包裝材料的回收率還是最高的。相較於紙張（58%）、鐵與鋼 （70 ～ 90%），整體而言，塑膠的回收率低得太不像話。由於塑膠的自然降解速率極為緩慢，大量塑膠廢棄物也是環保的重大負擔。難怪今年 1 月，世界經濟論壇發布說帖，鼓吹「新塑膠經濟」—塑膠回收是挑戰，也是機會。

最近日本應用微生物學者吉田昭介發現了一種能分解 PET 的細菌，為「機會與挑戰」提供了具體的例子。PET 學名聚對苯二甲酸乙二酯，是用途廣泛的塑膠材料，2013 年全球生產 5,600 萬公噸；寶特瓶便是 PET 產品。過去從未發現過能夠分解 PET 的微生物。

吉田發現的細菌學名 *Ideonella sakaiensis*，是在大阪府堺市（Sakai）一處寶特瓶回收工廠採集到的，因此命名為大阪堺菌。吉田團隊以實驗證明，這種土壤細菌使用兩種酶把聚合物 PET 分解為單體分子，做為生存所需的碳源。首先，細菌分泌第一種酶把 PET 水解為中間分子 MHET，由細菌吸收。在細菌細胞質中，另一種酶把 MHET 水解，釋出單體分子乙二醇與對苯二甲酸。在實驗中，PET 中的碳有 75%最後由細菌以 CO_2 的形式釋出—證明細菌以 PET 做為碳源。

不過，大阪堺菌消化 PET 的速率非常緩慢，因此這一發現的應用價值還有待進一步研究。

參考資料：Yoshida, S., et al. (2016) A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). *Science*, **351**(6278), 1196-1199.

茲卡病毒與小頭症

上一期（519 期）本專欄報導了茲卡病毒與小頭症有關聯的證據，可惜那只能算間接證據。3 月初，直接證據終於出現了。

美國約翰霍普金斯大學神經科學家宋紅軍、明國麗夫婦的團隊，以誘導型全能幹細胞（iPS）分化而來的前腦神經幹細胞（hNPC）做實驗。這種細胞能繼續分化成大腦皮質神經元。研究人員在培養皿中注入茲卡病毒後，3 天內細胞的感染率達到 65 ～ 90%。而以人類胚胎幹細胞、人類誘導型全能幹細胞、未成熟的大腦皮質神經元做同樣的實驗，病毒感染率都非常低。這個結果證明 hNPC 是茲卡病毒的侵襲目標。此外，hNPC 遭到感染後，死亡風險升高、細胞周期失調、細胞生長放緩—與小頭症若合符節。

同時，巴西里約熱內盧的一個研究團隊也以類似的實驗得到了同樣的結果。

參考資料：Vogel, G. (2016) Evidence grows for Zika virus as pregnancy danger. *Science*, **351**(6278), 1123-1124.

人類「退出自然」的後果

兩個因素使日本的農村生態發生了變化。一、日本已進入超高齡社會，人口減少。估計到公元 2060 年，人口將從 1.28 億下降到 8 千 6 百萬。二、日本人的飲食習慣改變了，米的消耗量減少。2011 年，家戶的麥食花費已超過米食；每人每年吃的米，從 118 公斤下降了一半。結果，過去半個世紀，休耕農田面積達到 27.6 萬公頃—至少 1 萬個大安森林公園。未來 10 年，還有 12 萬公頃必須休耕。

農村人口減少、農田休耕造成了過去沒有想到過的問題與覺悟，特別是山村（日文漢字「里山」）的凋敝。對於在都市中生長、生活的人，山村的野趣太明顯、也太感人了，因此很少人想到，山村其實是過去幾千年來人類在大自然中開發出來的人工環境。傳統的山村創造了複雜的生態系統，容納了許多物種。日本生態學者發現，人為的努力是維持農村附近生物多樣性的關鍵。

在種植水稻之前，人們以燒墾法利用土地，同時控制了自然的野草，不讓強勢物種出頭，各種野草都有生存空間。栽種水稻之後，田地更需要精緻的經營，使得野草根本不可能出現優勢物種。於是蝴蝶、蜻蜓、蝗蟲各得其所，然後有鳥。山坡上的梯田，生物多樣性更高。此外，由於各種人為開發的結果，日本的自然濕地大量消失，水田成為替代品，容納原先的濕地物種。水田休耕後，對於草地物種是好消息，對於濕地物種不啻晴天霹靂。整體而言，許多物種喪失了生存空間，生物多樣性下降。

學者早就注意到，日本蝴蝶數量減少是因為山村減少了。灰面鵟生活在山村附近的林子裡，以農田裡的青蛙、昆蟲、老鼠維生。大量農田休耕後，灰面鵟的生存資源大量減少，成了脆弱物種。

人類開發、利用自然，已經改變了自然，甚至制約了我們對於自然的想像，我們因而無法想像在人類入侵之前的自然面目。人類退出自然後，我們才有機會捉摸當初前人篳路藍縷、以啟山林的艱辛。

現在西方學者的主流想法是：現代農業所到之處，結果都是降低生物多樣性。因此西方學者比較傾向以正面積極的態度面對人類退出自然的議題。但是日本經驗提醒了我們另一個可能：人類退出自然，首先出現的變化就是生物多樣性下降。我們還無法評估人退出自然的後果。

參考資料：Normile, D. (2016) Nature from nurture. *Science*, **351**(6276), 908-910.

王道還
生物人類學者（已退休）