

# 以貌識花 還看基因

## 科學講堂

基因技術在近年發展迅速，對科學研究而言，這種技術亦大大地擴闊了我們的視野，為我們提供了一個新的工具，去更深一層認識動植物。不過要認識世界，單用一種方法並不一定是最好的策略。比如說在基因技術成熟之前，詳細觀察與記錄各種植物的各個部分，也是科學家十分重要的研究工具。今天就與大家分享一下這兩種工具近年在植物學研究中的互動。

### 記錄品種形態 精準分類植物

如前所述，植物的種類五花八門，形態各異，因此清楚詳細地記錄下它們的形態，是過往植物學很重要的一環。通過這些詳細的描述，可以幫助我們認清物種之間的相類之處，容許我們更精準地將植物分類。起碼早至18世紀著名的德國哲學家與詩人歌德 (Johann Wolfgang von Goethe) 就已有這樣的想法：他希望找出一種最原始的植物，以證明所有其他植物的形態都是從這個原始品種之上發展而來。雖然歌德這個理想好像不太成功，但也確立了比較外貌與功能以推論物種是如何發展出來的這個方法。其後的達爾文也為花卉眾多的顏色和形狀而着迷，認為植物演化出如此大量、不同的花卉，是一個極大的謎團。

不過，這種形態學的研究，其後好像被基因技術取走了光輝。比方說基因研究可以從更根本的角度去察看物種之間的關聯，而隨着近代的發展，基因技術的成本亦變得愈來愈低。第一幅植物的基因圖譜 (是一種名為阿拉伯草 *Arabidopsis thali-*



●唇瓣是蘭花一個獨特的結構。

資料圖片

ana的植物) 在2000年被發表，到了今天，已有超過250種植物的基因被整理好了。而在2020年獲頒諾貝爾獎的基因編輯技術，更容許科學家改動細胞中的基因，從而直接觀察基因如何影響物種的外貌跟結構。



●花卉多樣的顏色和形狀，令不少科學家着迷。資料圖片

### 基因着眼某幾種 研究需要作比較

專注於與基因有關的研究，其實也代表對植物觀察的訓練會被削弱了一點：與基因相關的研究，大多着眼於某幾種主要的物種，因而不太需要詳細地記錄、比較不同的品種。

不過正如之前所說，認識世界許多時候需要不同的工具，而不少研究人員也開始指出觀察植物形態的重要。例如唇瓣是蘭花一個獨特的結構：不單能吸引昆蟲來訪，甚至可以被昆蟲用來當作降

落的平台，方便牠們傳播蘭花的花粉。在2017年，深圳擬蘭 (*Apostasia shenzhenica*) 的基因圖譜被發表的時候，研究人員也進行了相關的分析，探討唇瓣與哪些基因可能有關係。

對其他品種有更多認識，其實也可幫助我們對植物的演化有更宏觀的理解，讓我們可以更容易找出各種植物在演化之中的相互關係。以阿拉伯草的一種基因變種為例：這種變種分支的模式與平

常的阿拉伯草不同，卻跟大自然的一些其他的植物相類。有了對其他品種形態的認識，我們就有可能進一步理解改變某些基因與植物演化的關係了。

科學研究也有一些「潮流」，有時候某些課題好像比較受歡迎。不過新的突破，許多時候都是在兩種技術、兩個界別相互合作之中發展出來的。今次介紹的形態學與基因研究的合作，希望對大家來說也是一個有趣的例子。

●杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

## 根式整數部分的運算

### 奧數揭秘

這次分享一道關於根式的整數部分，運算起來如何化簡的問題。以下用 $\lfloor x \rfloor$ 代表 $x$ 的整數部分，例如 $\lfloor 2.34 \rfloor = 2$ 。

問題：計算  $\frac{\sqrt{1} \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{5} \cdot \dots \cdot \sqrt{2015}}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{4} \cdot \sqrt{6} \cdot \dots \cdot \sqrt{2016}}$ 。

答案：計算分子分母首幾個數相乘起來，會發現許多個都是1。於是發現，其實分子分母之間，許多個數都一樣。約簡起來，除了 $\frac{\sqrt{15}}{\sqrt{16}} = \frac{1}{2}$ ， $\frac{\sqrt{255}}{\sqrt{256}} = \frac{3}{4}$ 及 $\frac{\sqrt{1295}}{\sqrt{1296}} = \frac{5}{6}$ 以外，其他的都約去了。這是因為大致來說，都有 $\sqrt{\lfloor N-1 \rfloor} = \lfloor \sqrt{N} \rfloor$ ，於是分子的第 $k$ 個數大都能與分母的第 $k$ 個數約簡，例外的情況，都是那些分母第 $k$ 個數的根號內，剛好是完整的4次方數那些。因此答案是 $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{5}{6} = \frac{5}{16}$ 。

這題初看時是挺嚇人的，數字有4次方根，又有整數部分之類的，按平常運算的經驗來說，4次方根不好約簡，整數部分往往也很複雜。到了試着運算幾個數出來，可能才有點眉目，見到好像很多個一樣似的，但一下子又容易想漏當中一些特別情況。想到特殊情況，分母找到幾個特別的4次方數，分子又容易想漏了要減1。錯綜複雜當中，渡過幾個易有的誤區，才成功找到答案。

題目是來自美國地區的聯賽 (ARML)，在香港就比較少人知道，當中個人賽的部分，大概是50分鐘10題左右，平均5分鐘一題。時間看來是短的，但題目難度也比香港課程內的題目高得多，即使是計算，而非證明的，但仍有一定難度的。當然，若果跟IMO那些一個多小時的題目比起來，難度還是有段距離。

不過，對大部分學生來說，其實這個難度的題目，要做到也相當困難，這些題目對啟發思想和訓練知識的綜合應用來說很好。有些太難

的題目，學生思考起來，很快會覺得腦海空白一片，沒什麼新想法，成就感又比較少。在個人賽來說，十題裏有兩三題做到，至少有多一點點成就感，學生的感受也會好一點。

對於中學生來說，若本身對數學有興趣的，就會知道幾個出名的競賽，很容易找到相關的題目來看。難的是看完題目之後，發現這些競賽的層次很高，連自己要懂些什麼也不知道，又或者連教材也不知道從哪裏找，閱讀的習慣未能適應，理解力也未成熟，即使找到教材，也難以自學。

因此，在中學階段，在導師指導下，就着各個課題，循序漸進地學習，然後又在各個層次的比賽上，多見識一些變化較大的題目，對學生的成長來說是一件好事。學生漸漸明白到，自己在什麼層次的競賽上會比較有表現，對自己的能力有較明確的了解。這點了解對學生的自信心有幫助，也令學生知道下一步應該學什麼。

●張志基

## 不用汽油不污染 氫動力車救地球

### 科技暢想

氫動力汽車不使用汽油，也不污染空氣，事實上，它排放的是蒸汽而不是廢氣。氫作為宇宙中最簡單、最豐富的元素，有人認為在二三十年內，我們都會駕駛這些氫動力高燃料效率的車輛。

儘管氫動力汽車其科幻小說的情節，但這個想法並不是新事物。在19世紀，使用氫來發電的技術就已經存在，比燃油汽車的使用時間更長。

使氫動力汽車成為可能的，是稱為燃料電池的設備，該設備將氫轉化為電能，僅散發熱量和水作為副產物，由於不會產生污染，所以氫似乎是21世紀的理想燃料。氫動力汽車具有節省燃油的潛力，並提供了環保、綠色駕駛的希望，但在氫成為可用燃料以改變我們目前使用的化石燃料之前，仍然有許多問題需要解決，例如我們將在哪裏獲得氫？這些節能汽車的價格將是多少？您能找到一個加氫站來給汽車加氫嗎？也許最重要的是，作為燃料，氫真的像看起來那樣無污染嗎？

1839年，一位科學家採用電解過程，從水中產生氫氣，然後將其逆轉，在氫氣中產生電能和水。這發明被稱為天然氫動力電池，但今天我們知道它是氫燃料電池。

### 上世紀開發 用於太空艙

第一個實際應用的燃料電池系統由通用電氣公司於1960年代初開發，用於軌道太空艙。到1990年代，燃料電池開始出現在城市公交車中。因此，以燃料電池為車輛提供動力是實際可行的，但要將燃料電池視為一種電池，除了將其燃料保留在電池內部的同時，還需要重新填充燃料電池。我們都從中學化學課上學過，氫是所有元素中最簡單的元素，氫原子由一個電子和一個質子組成。燃料電池通過從質子中剝離電子並利用電子產生純電流來發電，然後離子化的氫原子與氧氣結合形成水。此過程的另一個副產品是熱量，因此水通常以蒸汽的形式出現。

汽車中使用的燃料電池是聚合物交換膜 (PEM) 燃料電池。PEM燃料電池具有重量輕，體積小的優勢，由兩個電

極、催化劑和膜組成。氫氣以 $H_2$ 分子的形式被迫進入陽極的燃料電池，每個分子都包含兩個氫原子。陽極處的催化劑將分子分解為氫離子 (質子) 和電流 (電子)。離子穿過膜，但是電必須通過。在這樣做的同時，可以利用它來進行工作。就像氫氣在陽極被迫進入燃料電池一樣，氧氣在陰極也被迫進入。質子和電子在陰極重聚並與氧結合形成水，其中大部分成為燃料電池的尾氣。燃料電池被設計成扁平且薄的，主要是因為它們可以堆疊。堆中的燃料電池越多，堆產生的電壓就越大。

與化石燃料相比，燃料電池具有兩個主要優勢。首先，它們不會耗用世界上有限的石油供應，這有助於我們保留現有的石油供應。其次，燃料電池運行的唯一副產品是熱量和水，這意味着燃料電池不會產生污染。在人們認為汽車碳排放正在促進全球變暖的時代，這一點至關重要。

那麼製造商實際上如何製造像燃料電池汽車這樣的省油汽車呢？氫汽車的生產與普通汽車的生產並沒有太大的不同。當然，例如傳動系統和電氣系統在某種程度上將是獨一無二的，因為燃料電池會產生電能。也許更重要的問題是氫氣本身將如何產生。鑑於氫是宇宙中最豐富的元素，約佔現有原子的90%，大家都會因而忽視這個問題。

不過，氫也是宇宙中最輕的元素，地球表面上任何不包含其他元素的氫都會立即漂浮到外層空間中。殘留的氫以分子形式與其他元素結合，最常見就是在水 ( $H_2O$ ) 分子中。雖然地球表面上恰好有大量的 $H_2O$ ，但如何將水中的氫分子與氧分子分開呢？如果我們不使用水作為氫源，那麼我們還能從哪裏獲得氫？

從水中獲取氫的最簡單方法是150年前的電解法，只要讓電流通過水，則 $H_2O$ 分子會分解。與燃料電池運行類似，此過程通常會用由惰性金屬製成的陽極和陰極：當向水施加電流時，氫在陰極形成，而氧在陽極形成。儘管此過程很慢，但可以大規模完成。

氫氣的替代來源是天然氣，它由天然存在的碳氫化合物組成，我們可以使用稱為蒸汽重整的過程將氣體中的氫與碳分離，這也是目前工業規模生產氫的最常用方法，並且很可能是用於燃料電池汽車生產氫的第一種方法。不過，天然氣也屬於化石燃料，與避免耗盡化石燃料的目的背道而馳。

●洪文正

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽 [www.hknetea.org](http://www.hknetea.org)。

