

生態影響演化 演化改造生態

科學講堂

達爾文的演化論，大家可能早已聽說過。這個理論告訴我們：生態環境可能會令擁有某些特徵的個體得到較多優勢，以致牠們能夠更容易將自己的基因遺傳給下一代，繼而慢慢令整個物種演化，令整個族群全都擁有這些能帶來優勢的特徵。如此看來，好像是生態環境推動了物種的演化。反過來說，生物的演化又會否對生態環境帶來影響？今天就和各位探討一下這個問題。

尋找短命種 親眼看演化

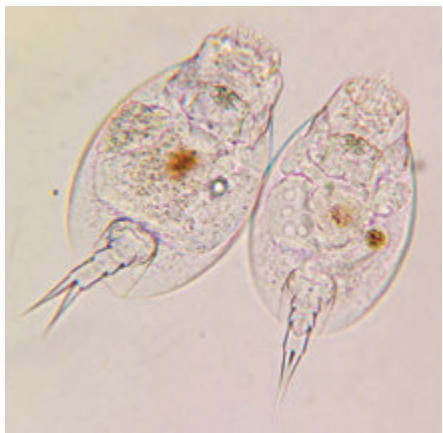
長久以來，我們一直以為自然演化的過程必定是十分緩慢，因此我們「目擊」演化的影響的機會應該是微乎其微。

不過，科學家已知道，其實這並不一定正確：某些物種也可以相對快速地進行演化。例如生態學家經常觀察、研究的海藻與浮游生物，其實在數個星期之內就可以經歷20個生物周期，生產20代的後代。因此在合理的時間之內，科學家就可以觀察這些物種的自然演化了。

這些相對「快速」的演化，方便科學家研究物種的演變，會否反過來改變生態的環境。例如之前就有科學家特別研究南美洲千里達島的孔雀魚，與溪流中海藻數量的關係。

引入新孔雀魚 改變海藻數量

研究人員首先找來不同族群的孔雀魚：這些族群生活於不同的環境之中，因此身體比例、顏色等等都互有不同。牠們生活環境的其中一個不同，就是樹蔭的多少，而這個因素，又直接影響了水中海藻的多寡：比如說有些地方樹蔭茂密，遮蓋了陽光到達溪水的程度，那中海藻的生長，自然也受到影響。



●浮游生物在數個星期之內就可以經歷20個生物周期，生產20代的後代。

研究人員其後將同一個族群的孔雀魚，引入到其他的溪流之中，再觀察那裡的海藻生長有否變化。他們發現，在一些試驗的區域之中，引入一群新的孔雀魚，的確會令水中海藻的數量有明顯的改變：改變的幅度，可比擬容許多百分之二十的陽光到達水中。看來這些孔雀魚，成功「塑造」了牠們喜歡的生活空間了。



●不同種類的孔雀魚。網上圖片

祖先吃光獵物 子孫就要捱餓

瑞士的另一個利用三刺魚的實驗，更指出了由某一代魚類塑造的環境，會如何影響下一代。研究人員首先設置了50個人工池塘；在實驗的第一階段，他們將不同種類的三刺魚放進不同的池塘中，好讓牠們「塑造」其中的環境：例如來自日內瓦湖的三刺魚，會傾向捕食較大的獵物，並讓海藻生長更蓬勃。

到了實驗的第二階段，研究人員將這些「第一代」的三刺魚移走，再引進「第二代」的年輕三刺魚；不過這些「第二代」的三刺魚，卻是混合了不同的品種，也就是說，有些第二代的三刺

魚，是生活在由另一品種的三刺魚所「塑造」的環境之中。結果研究人員真的發現，第一代三刺魚生活過的環境，會對第二代有所影響：例如第一代的日內瓦三刺魚，可能早已將池塘中某個大小的獵物捕殺殆盡了，那麼第二代同一品種的三刺魚，反而就要捱餓了。

今次討論的課題，更加印證了物種、環境是共同一體、互相影響的想法，提醒我們一些看似微小的改變，可能會造成極大的影響。物種的演化，更是生物面對全球暖化、環境轉變的一個重要的方法。在全球暖化愈趨嚴重的當下，對



●三刺魚生活過的環境，對下一代有直接影響。網上圖片

演化有更多的了解，看來也是極其重要。

■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。

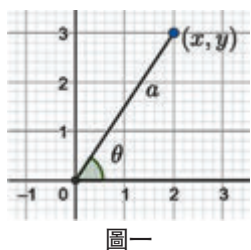
坐標變換

奧數揭秘

這次談談一道極值的問題，也談坐標變換的事情。

問題：已知 $x^2 + xy + y^2 = 19$ ，求 $u = x^2 + y^2$ 的最大值。

答案：設 $x = a \cos \theta$ ， $y = a \sin \theta$ ，則 $u = a^2$ 。
根據條件，得 $a^2 \cos^2 \theta + a^2 \sin \theta \cos \theta + a^2 \sin^2 \theta = 19$
 $a^2 (1 + \frac{1}{2} \sin 2\theta) = 19$
若 $\sin 2\theta$ 為最小，即-1，則 a^2 為最大，得 u 最大為 $a^2 = 19 \times 2 = 38$ 。



圖一

解題中最關鍵的步驟，在於對未知數做了變換，把原本的 x 和 y 換成了 $a \cos \theta$ 和 $a \sin \theta$ 。這樣的變換，對於 $u = x^2 + y^2$ 的形式，由於有 $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ 的等式，所以會化簡為 $u = a^2$ 。當在三角函數的變化上，也用上了二倍角公式， $\sin^2 \theta = 2 \sin \theta \cos \theta$ ，這是高中延伸部分的内容。

在變換的過程中，原本的算式裡也有 $x^2 + y^2$ 的部分，於是化簡後再用上二倍角公式，未知數除了 a 以外，就只餘下一個三角函數 $\sin^2 \theta$ ，然後在算式裡，單獨觀察一個三角函數的變化，就容易知道最大最小值是什麼。

在變換的過程中，算式可以大幅化簡，固然是题目的設計有點特殊，然而變量的代換，卻是普遍的思路。題目中的代換方式，將 x 和 y 分別化為 $a \cos \theta$ 和 $a \sin \theta$ ，也是常見的代換方式，原因是在平面上，任意一點 P 坐標是 (x, y) 的話，而與原點的距離為 a ，由 x 軸逆時針掃過 OP 的角為 θ ，則 x 和 y 分別為 $a \cos \theta$ 和 $a \sin \theta$ 。（見圖一）這個變換其實就是坐標變換，把平常用的笛卡兒坐標，變成極坐標的過程。

由於變換坐標是一個普遍可行的過程，所以平常有 x 和 y 的算式，只要是描述兩個未知數的關係，都可以換上極坐標去考慮。算式在表達上可以有分別，例如在計算過程中，可以用上三角函數的法則，從而得到算式的一些隱藏資訊，比如最大最小值之類。在課程內解坐標幾何的题目，多數會有個固定的

坐標去擬定題目，但若是解一道幾何題又沒有坐標時，嘗試引入坐標，想法就自由多了。坐標可以是笛卡兒坐標，也可以是極坐標，而且哪個方向是 x 軸也是任意的，還有長度多少才算是一個單位，也可任意設定。每個不同的坐標設定，推導出來的算式，形式會大有分別，幾何的關係卻一致，所以若能找到簡單的形式去表達各個變量的關係時，推論過程會變得簡潔而有效率。

只要有了坐標變換的思路，就明白代數式本身的形式是沒固定的，只需要找到一些代換的方式，前後能互換的，形式就可以有大幅變化。看來是二次的，也可變成三角函數，喜歡的話，也可以變成對數指數之類，只要能方便計算，就可以自行變換。

這些坐標變換的概念，聽來好像挺數學化的，跟生活沒什麼關係，其實這些才是生活裡每天都接觸到的事情。平常自己看着四周，也會想知道面前的東西距離自己多遠，算是在什麼方向。

這個距離多遠，就是上方提到極坐標裡的 a ，而方向這回事，若果以右手的方向為極軸，則逆時針掃到該事物的角度為 θ 。

在生活裡看着四周的事物，總是要判斷距離、角度、速度之類的事情，這些若果用坐標去講明一些事情的位置的話，當中有許多方程和函數在當中。這些聽來抽象的數學，其實是隱藏在生活之中的。

●張志基



●一班小學生參加我報舉辦的「能源教育工作坊」，認識可再生能源概念。作者供圖

環保移動小屋 推廣再生能源

綠得開心@校園

為讓同學有更多機會實踐 STEAM 學習，我報於早前參加了由港燈舉辦的「綠色能源夢成真」比賽，獲得五萬元種子基金，在校內推行名為「小宇宙大世界」的計劃。同學希望藉此計劃表達出，即使香港人的生活空間不算很大，但是在這個細小而獨有的空間中，也可以帶出環保的概念，令地球變得更好。

近年，香港社會興起了一股簡約生活的風氣，其意義是追求一種簡樸簡易的生活，是一種極力減少追求財富及消費的生活風格。與此同時，房屋問題是香港一直以來所面對最嚴峻的問題，較早前更有「水管屋」的建築設

計概念產生，令大眾反思什麼是自己生活中的必須元素。

因此，本校學生設計了一間簡約再生能源移動式小屋，能夠利用太陽能、風力及雨水等天然資源，讓小屋自給自足，並希望將小屋移動到不同的地方，遨遊世界，將可再生能源的概念宣揚開去。

計劃的另外一部分，是邀請全港的中小學學生來到本校進行能源教育的工作坊。在工作坊中，我們以能源教育作主題，教導學生如何利用膠樽作垂直軸風能發電機，當中涉及近年非常流行的 STEM 教學活動，讓學生透過認識馬達的基本原理，使用 Arduino 製作風速計，並即時產生圖表，顯示結果。

在工作坊的最後部分，我們亦

向學生展示本校在此計劃中製作的可再生能源小屋，並認識小屋如何使用天然能源自給自足。

學生對我們的工作坊感到非常有興趣，看到他們親身進入到可再生能源小屋的時候，真的能夠讓他們感受到採集能源的可貴，從而達至推廣使用可再生能源的目的，協助工作坊的同學也感到非常有意義。

有時候，推廣環保可再生能源的使用，不一定需要高科技，或非常創新的製作。我們的意念是透過工作坊，實實在在將愛護地球、珍惜地球資源的概念，傳到每一位學生的心中，讓他們從小培養起來。藉着這小小的概念，在心中萌芽，並由生活的習慣開始，做一個愛惜地球資源的公民。

●明愛胡振中中學

港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，2019「綠色能源夢成真」比賽入圍隊伍 港燈綠得開心計劃，致力教導年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣，目前已有四百多間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲了解詳情，歡迎致電 3143 3727 或登入 www.hkelectric.com/happygreencampaign。

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

