

單細胞生物 用收縮溝通

科學講堂

之前跟各位討論鳥類發聲器官演化的時候，指出了研究這個器官，其重要性並不只局限於這一個器官的生物構造之上：能夠了解雀鳥如何唱歌發聲，也可以讓我們一窺牠們之間如何互相溝通，從而研究牠們在族群中的行為。誠然，假如我們只關心生物的生理構造而忽略了牠們的行為，就好像只留意足球員的個人技巧而忘記了整體隊伍的戰術和分工，這樣的話實在是太可惜了。今天就跟大家分享一下一種能夠快速互相溝通的單細胞生物。

旋口蟲高速收縮 承受引力比人強

雀鳥、人類這些較複雜的生物，可以利用歌聲和語言來溝通；這些較複雜生物之中的各個器官甚至細胞，其實也可以運用生物之中的神經系統來互相傳遞消息。那麼只有一個細胞、沒有語言的單細胞生物，又是如何相互溝通的呢？不同的生物自然有不同的溝通方法，不過這一次就將我們的眼光放到一種旋口蟲身上。

這種旋口蟲的學名是 *Spirostomum ambiguum*，是一種單細胞的原生生物。牠們每一個個體雖然只有一個細胞，但卻可以長達 1.3 毫米，很容易就成為了單細胞生物之中的巨人。這種旋口蟲大多生活於淡水和海水之間的水域，最有趣的是牠們能夠在比眨眼還快百倍的短時間之內，將自己的身體收縮至本來的百分之四十。這種特別的能耐，自然吸引了一些科學家的好奇心。

那麼這種旋口蟲收縮的速度究竟有多高？史丹福大學的生物工程學家 Arnold Mathijssen 和他的研究夥伴，利用了可以每秒拍攝 1 萬個影像的高速攝影技術，攝下了數千條旋口蟲收縮的情況。他們發現，這些旋口蟲每次收縮只需千分之五秒，而且收縮時牠們承受的加速度，竟高達地球地面引力的 14 倍。



雀鳥、人類這些較複雜的生物，可以利用歌聲、言語來溝通。網上圖片

14 倍的引力有多厲害？紅牛特技飛行世界錦標賽是一個世界性的比賽，參賽者比拚以最快的速度飛過各種的障礙物。其中的大師級賽組，禁止參賽者超過地球引力的 12 倍，因為在這個情況下，參賽者有可能會失去知覺。由這個角度來看，這些旋口蟲承受引力的能力比我們高很多呢。收縮之後，牠們回復原狀相對較慢，大概需要 1 秒。不過這樣的收縮動作，這些旋口蟲其後可以不停地重複。



這種旋口蟲的學名是 *Spirostomum ambiguum*，是一種單細胞的原生生物。網上圖片

水流造成拉力 誘發連鎖反應

這些高速的收縮動作，究竟是怎樣開始的呢？生物學家一直在懷疑，這些收縮是旋口蟲對在身旁移動的捕獵者的反應。Mathijssen 的團隊將旋口蟲的細胞放進不同速度的水流中，找出多快的水流才會驅使這些細胞收縮。他們其後再查看這些水流會在生物薄膜中造成多少的拉力，發現兩者有一定的關係。由此看來，旋口蟲身旁的水流會在牠們身上的薄膜中造成拉力，從而驅使旋口蟲收縮。

這種收縮的動作，也成為了旋口蟲的一種互相溝通的方法：一條旋口蟲的收縮，其實會造成水流；這些水流，繼而會誘發附近的旋口蟲也一起收縮。由此引起的連鎖反應，令得大群的旋口蟲在短時間內一起收縮。Mathijssen 的團隊在實驗室內的研究，發現這種收縮動作在旋口蟲群中傳播的速度，可以高達每秒四分之一米。對這些身型細小的動物來說，這樣的速度應該是很不錯了。



紅牛特技飛行世界錦標賽禁止參賽者超過地球引力的 12 倍，因為在這個情況下，參賽者有可能會失去知覺。網上圖片

張文彥 香港大學理學院講師

短暫任職實習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

奧數題的演變

奧數揭秘

這次分享一道關於非負數的題目，然後談談一道奧數題是怎樣演變。在下邊的題目裡，有個叫「相反數」的概念，意思是好像 4 與 -4 那樣，正負相反，而數字部分一樣的意思。

問題：已知 x, y 為實數，而 $(x - y)^2$ 與 $\sqrt{5x - 2y - 15}$ 互為相反數，求 $\sqrt{x^2 + y^2}$ 的值。

答案：運用相反數的條件，得知 $(x - y)^2 + \sqrt{5x - 2y - 15} = 0$ 。留意到平方與根式都非負，因此 $(x - y)^2 = 0$ 及 $\sqrt{5x - 2y - 15} = 0$ 。由前者得知 $x = y$ ，故此 $5x - 2x - 15 = 0$ ，即 $x = 5$ ，因此 $y = 5$ ，所以 $\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2}$ 。

解題裡的關鍵，是知道平方與根式非負的事實，然後得知各項皆為 0，於是就可以解出未知數。不難看出，就算各項再複雜一點，解法也差不多，好像 $(x - y)^2$ 若果化成了 $(2x - y - 7)^2$ ，做法還是差不多，不過就要解二元一次方程組了。還有另一些變化的，比如先展開了那個平方數的算式，像 $(x - y)^2$ 變成了 $x^2 - 2xy + y^2$ ，看看學生懂不懂因式分解。

除了把個別的項改了樣子以外，還可以多添幾個非負項的，比如把 $|z - 2x|$ 加添在 $(x - y)^2 + \sqrt{5x - 2y - 15} = 0$ 的左邊，問起 $|z - 2x| + (x - y)^2 + \sqrt{5x - 2y - 15} = 0$ 之中，各未知數怎麼樣，也是另一些變化。

非負的項，常見變化都是絕對值，平方與根式，若是明明白白地寫出來，就比較容易，若果幾個項都是平方，但表面上都展開了，也是挺難看出，若果問題是 $(x - y)^2 + (2x - y - 1)^2 = 0$ ，寫到這樣當然是明明白白，但一旦展開後，就是 $5x^2 + 2y^2 - 6xy - 4x + 2y + 1 = 0$ ，看着就沒了非負項的痕跡，要想到拆項的技巧，還要拆得準，才可以看得通是非負項。

這道題目，變化說到這樣，也是推論得挺遠了，以上除了講出了一些問題的形式，事實上講出了怎樣提出這些問題的方法。把非負項的想法，融合

其他因式分解的技巧，或絕對值等知識，就有了綜合題的性質，也令題目的難度提高了，成了一道奧數題。

由題目漸漸由淺入深的變化來說，也就明白了一道奧數題是怎樣提出來。初始時只是一個小概念，例如非負項最小為 0，然後開始兩三個項加起來，或是做點恒等變換，或是代數變形，總之就隱藏了原本的概念，要學生自己發現。還有的是在題目變化之中，加添了其他課題的知識與技巧，題目就增加了難度，從而帶來了挑戰性。

用心去出一道綜合題是有難度的，一方面要脫離常規的變化，又要把各方面的知識串連起來，還要着力去隱藏解題的關鍵，這樣才會令人一眼看來有陌生感，技巧上有挑戰性，又能測試學生對知識綜合應用的能力。

在學生時代，把一道題目的變化看得深入一點，明白問題可以怎樣問，也是一種學習的方法。不過也無需一直深究，因為未必每一題內容都那麼豐富，可以一直推想下去。讀書有時就是要明白，什麼問題值得追問，什麼時候需要放下。這個判斷是挺困難的，即使練了很多年，也可以進步得挺慢，不過在求學上是很關鍵的事情，最好趁着年少時就開始思考。

張志基

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內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



認識智慧城市 促進節能減排

綠得開心@校園

電力於現代社會而言，可謂不可或缺。在我們的日常生活中，很多地方都需要使用能源，但在如今極端天氣頻生、資源即將面臨短缺的情況下，減少污染物排放、節約使用能源已經刻不容緩。

得悉港燈舉辦了「綠得開心推廣大使」計劃，參加者將獲安排一連串訓練，包括參觀環保發電項目及發展，了解節能減排和智惜用電的重要性，並學習如何將「智慧城市」的概念與環保融合。我們三位來自嘉諾撒聖心書院的學生，有幸得到老師推薦成為大使之一，並接受為期兩日的訓練，成為推廣環保的使者，為環保盡一份心力。

在訓練日首天，我們乘專船到港燈位於南丫島的發電廠，聆聽導師講解活動流程後，便跟隨港燈職員參觀天然氣發電機組、中央控制室、餘熱鍋爐及太陽能發電系統等等，認識其運作及當中環保措施。過程中不僅大開眼界，更讓我們打從心底佩服默默服務社會、盡力推廣環保的工程師們。

接着，我們到港燈位處鴨洲的辦公大樓享用低碳午餐。午餐採用低碳的烹煮方法，多菜少肉，以減少食品在生產或製作過程中所排放的溫室氣體。用餐時，我們透過小遊戲分享在學校推廣環保的經驗，與別校的成員



大使們近距離參觀大型的太陽能發電系統，認識可再生能源的應用。作者攝

漸變熟絡，也啟發了我們更多新奇有趣的點子推廣環保，吸引校內師生關注環保議題。

飯後，我們參觀了港燈的電動車隊及其充電設施。導師介紹電動車輛比傳統車輛更具能源效益，更展示了兩款車輛的引擎，細心說明簡中的原理及環保概念的運用，不禁使我們嘖嘖稱奇。電動車介紹環節過後緊接着「智慧城市分享會」。分享會上，我們先認識「智慧城市」的概念，後討論如何利用科技有效地分配及利用資源，以促進城市科技發展及推動節能減排。

在導師引領之下，我們發揮想像力和創意，提出多個方案改善社會上各個方面的資源運用效能，方式極盡千奇百怪，十分有趣。我們隨後亦參加了個人演說

及推廣技巧訓練，學會有效地表達自己的想法，藉此增強自信心，裝備自己，在面對人群時勇於表達自己的感受。

我們很感謝港燈提供是次寶貴的學習機會，除了加深我們對節能減排與社會發展的認識，也令我們學會在日常生活之中實踐環保。我們將會繼續在校園及社會中宣揚節約減排，並致力於推廣環保的概念。

最後，希望藉此機會，呼籲大眾一同參與環保，保護地球已經刻不容緩，而最近的亞馬遜森林大火，更是明明白白地展示了環保的重要性和迫切性。

只要大家願意作出一點犧牲，一點改變，來日積水成淵，聚沙成塔，定會為地球帶來巨大的影響。

張偉翎、馮慧琳、蘇蓉笙

嘉諾撒聖心書院

(港燈綠得開心計劃「綠得開心學校」之一，2019 年綠得開心推廣大使)

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。