

音節合成語言 排列代表意義

科學講堂

上次跟大家提到，能夠利用語言溝通，從而促進互相合作，共同解決困難，是人類文明可以比其他動物發展得更豐盛的一大重要因素。然而，要研究人類是如何演化出這種能力的，卻又並不容易：我們那些還在發展語言的祖先，早已「不在人世」，無法讓我們親自察看語言能力的演化；他們留下來的各種化石、文物，卻又無法闡述他們是如何說話溝通的。正因如此，一些科學家就轉而研究能夠用歌聲作有限度溝通的雀鳥，希望能夠藉此了解言語是如何在動物身上演變的。今天就再跟各位分享一下近年相關的研究結果。

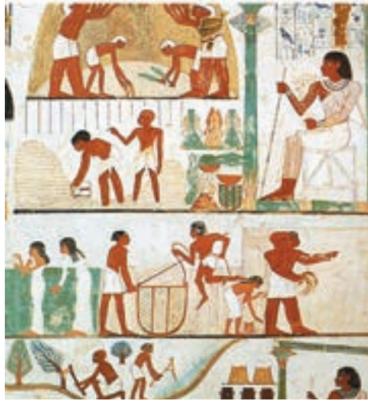
不同音節組合 成為各種字詞

每一種語言都有許多不同的字詞，發音聽起來好像千變萬化；不過細心一想，每一種語言其實都只利用到一定數量的簡單音節：將這些不同的音節組合起來，就成為了各種各樣的字詞。（正因如此，各種語言的字典才可以使用有限數量的注音符號，來告訴各位每一個生字的正確讀音。）這些組成語言的「發音單位」，語言學家們稱之為「音位 (phoneme)」。

值得注意的是，一個單獨的音位（比如說「啊」這個音）可能並沒有太大的意義；語言的發展，就是將這些單獨時候無甚意思的音節，以各種形式組合排列，再為它們附上不同的意義。科學家們一直在好奇：動物是否也會將牠們自己本來無意義的音節，組成成有意思的叫聲呢？



■澳洲東南部頗為乾燥的沙漠，是栗冠彎嘴鸚鵡生活的地方。 網上圖片



■能夠利用語言溝通，是人類文明可以比其他動物發展得更豐盛的一大重要因素。例如農業就需要人類大量的溝通。 網上圖片



■栗冠彎嘴鸚鵡能夠利用牠們自己的「音位」，組成成不同意思的叫聲。 網上圖片

聽聲知道動作 雀鳥各有語言

英國艾希特大學 (University of Exeter) 的行為生態學家羅素 (Andy Russell)、當時在瑞士蘇黎世大學的湯森 (Simon Townsend) 和他們的研究團隊在 2015 年發表了相關的研究結果：栗冠彎嘴鸚鵡 (chestnut-crowned babbler) 是一種生活於澳洲東南部頗為乾燥的沙漠中的一種雀鳥，能夠利用牠們自己的「音位」，組成成不同意思的叫聲。

羅素他們發現，栗冠彎嘴鸚鵡有兩種十分相似的叫聲。第一種叫聲由兩個音節構成（讓我們用 AB 去代表這些音節），是牠們在飛行時經常發出的叫聲。第二種叫聲跟第一種十分相似，可以用 BAB 去代表；也就是說將第一種「飛行叫聲」的後一個音節加在叫聲之前，就成為第二種叫聲了。這第二種叫聲是栗冠彎嘴鸚鵡在回巢餵哺幼鳥時候發出的。

羅素他們將這些「餵哺叫聲」錄下來，再將它們修改成「飛行叫聲」（例如將最先的 B 刪去），然後再將這個人造的「飛行叫聲」播放給栗冠彎嘴鸚鵡聽。在聽到這個人造叫聲後，這些雀鳥就會望向鳥園之外，好像在期待一隻同類快將飛過。倘若羅素他們將錄下來的「飛行叫聲」修改成「餵哺叫聲」，這些雀鳥卻會轉向鳥園中的一個鳥巢，好像在期待餵哺活動快將發生。最後羅素他們將 B 這個音節向這些雀鳥獨立播放：雀鳥們並不會特別轉向鳥巢。

如此看來，B 這個音節並不會促使栗冠彎嘴鸚鵡轉向鳥巢；必須要是 BAB 這個組合才成。綜合這些發現，栗冠彎嘴鸚鵡的有些叫聲看來真的是由不同的音位所構成：音位本身可能沒有特別意思，但是將它們組成成不同的排列，就可以代表不同的意義了。

■張文彥博士
香港大學理學院講師
短暫任職見習土木工程師後，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。

指數與對數

奧數揭秘

高中生有時遇上對數的問題，看着對數的法則多得，覺得挺疑惑的。疑惑的感覺主要有幾方面，一是符號比較新鮮；二是法則背後的原因未必理解得很通透；三是練習多了法則，反倒是最基本的定義就忘了；四是看到許多迷惑，練習也覺得困難，錯多了，動力也少了，基本功就不太穩。

其實指數和對數，通常都是連在一起說的，原因也很易理解。想想 $10^3 = 1000$ 這道算式，其實就是 10、3 和 1000 三個數的關係。如果三個數之中有一個未知，怎樣由其他兩個推出來呢？比如說，什麼的 3 次方是 1000 呢？根據指數的定律，就是 $1000^{\frac{1}{3}} = 10$ 。然後再再問，那麼 10 的多少次方是 1000 呢？那就是 $\log_{10} 1000 = 3$ 。這樣看對

數，就會覺得發明對數是很自然的事，就是當未知數在指數之上的時候，就需要用對數來求。

這裡也有個小心得可以分享一下，就是 $\log_{10} 1000 = 3$ 這個特殊例子，可以用來記住對數的含意。事實上，有時當那些對數的底又改變了，又變了許多代數式出來，感覺很混亂，開始搞不清楚什麼底和指數之類，想想這個特殊例子，許多時感覺會明白一點。

對數其中一個令人覺得陌生的原因，是因為它難以直接計算，要用計算機計出來，於是學生很容易對它的數值變得沒什麼概念。事實上，它的數值是有點明顯的意思。

例如觀察 $\log 100 = 2$ ，當中的 100 就有 3 個位；再觀察 $\log 1000 = 3$ ，當中的 1000 就有 4 個位。不難看出，凡是 3 位數，取對數後的值都是 2 和 3 之間。也就是說，以 10 為底的對數值，是跟數字的位數有直接關係的。

問題 已知 $\log 2 = 0.301$ ，那麼 2^{40} 有多少個位？

答案 考慮 $\log 2^{40} = 40 \log 2 > 40 \times 0.3 = 12$ ，得知 2^{40} 至少有 13 個位。另外， $40 \log 2 < 40 \times 0.302 = 12.08$ ，得知 2^{40} 未夠 14 個位，因此它只有 13 個位。

學生談起對數，覺得對數太陌生，又不太知道怎樣用。事實上，在一些應用題裡，也就多少有點用處，只是做到那些應用題時，往往是題目比較長，看着就不耐煩了，而且也不太會做，因此也沒有深思當中的生活意義。

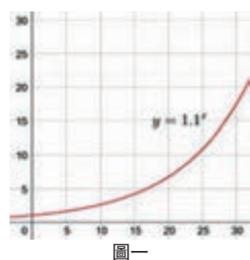
對數的問題，有一個很實際的情景，就是複利息的問題。比如存入 10000 元，年利率 2% 的話，存款年期為 t ，則本利和為 $10000 \times (1 + 2\%)^t$ 。若要知道多少年後可以有一個指定的數目，比如 30000，就可以解方程 $10000 \times (1 + 2\%)^t = 30000$ 。這當中的是會牽涉對數的。

複利息的情景很重要，比如貸款，若果利息是以複利息計算，那個增長很厲害。這個要感受到，就要看圖像了。

圖一裡顯示的是每次增長 10% 的時候，年期到了十幾年左右，就是原先的 5 倍，大得很，

這個就是指數增長的威力了。那是收入還好，若是支出就麻煩了。

奧數裡對課程內數學的理解，要求很高，要很能融會貫通才行。有時課程內要教得仔細，一章一節地教，學生學起來就覺得太零散，缺乏一個宏觀的視角。若是能力足夠的學生，在奧數裡看到能融會貫通的地方，又有足夠能力去深入計算和解答，那學起來就有個比較完整的系統。這也是學習奧數其中一個好處。 ■張志基



註：上期「跟平常的三角函數關係 $\cos^2(x) - \sin^2(x) = 1$ 非常相似」，算式應該為 $\cos^2(x) + \sin^2(x) = 1$ ，敬希垂注。

簡介：香港首間提供與數培訓之教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

舉頭望明月 順道看星星

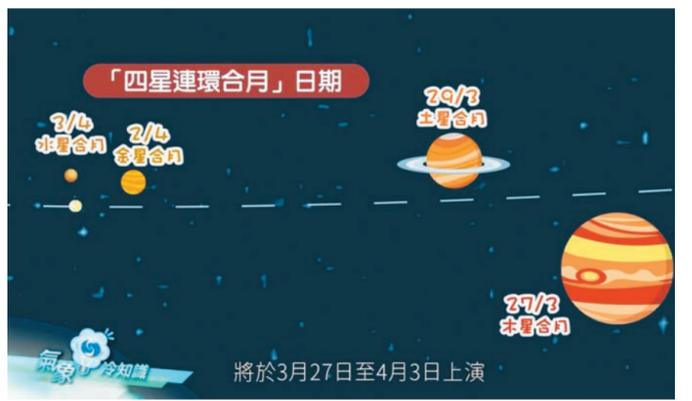
氣象萬千

在即將來臨的 3 月底至 4 月初，火星就比較星途暗淡了，5 顆行星當中，金、木、水、火、土，除了火星之外，其餘幾顆行星，將與月球出現一個「四星連環合月」現象。

這些行星都是同一個平面上圍着太陽公轉，我們在地球都會看到這幾顆行星，因為這幾顆行星圍着太陽公轉的平面很接近，我們在地球會看到這幾顆行星出沒的位置都是在同一條軌道上。

圍着地球公轉的有月球，月球大約以一個月的時間圍着地球轉一圈，所以它每日在天上的位置都會在輕微變化。

更有趣的是，月球圍着地球公轉的平面，和行星圍着太陽公轉的平面，這兩個平面其實是非常接近。當月球位置不斷變化時，它會經過很多行星的位置，



■「四星連環合月」將於 3 月 27 日至 4 月 3 日上演。 視頻截圖

此時會出現一些「行星合月」的現象。木星合月、土星合月、金星合月、水星合月，將於 3 月 27 日至 4 月 3 日上演，有興趣的市民，可以把握機會，舉頭望明月，別馬上低頭，看看附近幾顆星吧。

簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的天氣現象。詳情可瀏覽天文台 YouTube 專頁：<https://www.youtube.com/user/hkweather>。



校園禁用手機 難談 STEM 教育

科技暢想

推行 STEM 教育，是全球已發展國家的大趨勢。由 2019 至 2020 學年起，政府每年撥款約 9 億元，向公營學校和直資學校發放全新的全方位學習津貼。香港政府新聞網亦曾發新聞稿，表示特首林鄭月娥女士在 STEM 教育論壇上鼓勵學校運用新增的津貼，在校內進一步推動 STEM 教育。

在香港，我們不難發現坊間有不少主打 STEM 的私人教育機構，都會善用科技於教學用途。商業市場湧現 STEM 教育課程和產品，正好反映家長和消費者對 STEM 教育的殷切渴求。

然而，雖然香港不少中學都想推行 STEM 教育課程，讓學生學習如何把科技應用於日常生活，但不少中學教師卻禁止學生在上課期間使用手機和平板電腦，硬性規定學生只能用傳

統古老的方式，對着黑板用紙筆抄寫，強行把科技從我們的日常生活劃清界線，與社會主流方向和家長的期望背道而馳。

香港中學教師心態過於保守、專制，只會扼殺學生使用科技去學習的空間，例如使用手提電話查字典、上網尋找資訊、使用電子通訊軟件和組員進行學術交流討論。連使用手機、平板電腦都不允許，還談什麼把科技融合生活，還談什麼 STEM 教育呢？STEM 教育「止」於教室，香港又如何能真正推行 STEM 教育呢？

在這個年代，當世界頂尖大學如劍橋、牛津都願意把著名教授的授課影片免費分享在網絡上，當坊間愈來愈多補習名師都樂於分享教學短片，當不少專業人士都毫不吝嗇地在網絡上公開自己的知識與專業時，倘若香港中學教師依然對學生秉持由上對下的灌輸、權威式管治的教學，竟然連手機都不給用，我認為那是一種做慢與



■在課堂中用新科技學習，有利 STEM 發展。 資料圖片

無知的表現——學生手中的智能手機、平板電腦裡的知識和資訊，比全校老師加起來懂的更多更新更齊全啊！

■麥穎文 Annabelle
簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意的應用認識，為香港青年人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。