

# 析史前有機質 證恐龍非冷血

## 科學講堂

不少人對恐龍有濃厚的興趣，這從近日再有與恐龍相關的電影上映可見一斑。恐龍本身就自帶一層神秘色彩，牠們曾經發展蓬勃、雄霸世界，但現在卻又絕跡於地球，不易被觀察，因而成為不少科學家的研究對象，例如恐龍的體溫就是科學家一直在探究的課題。現今的爬蟲類（比如鱷魚）與恐龍關係密切，是冷血動物；但鳥類被視為恐龍的後裔，卻是溫血的動物。那麼恐龍本身，究竟是溫血還是冷血的呢？

## 常見化學作用 轉化堅韌聚合物

如果能夠有更多恐龍的有機物質來進行化驗，會幫助我們更確切地回答這個問題。加州理工大學的Jasmina Wiemann與她的研究夥伴，發現了上億年歷史的恐龍有機物質，原來亦有機會被留存到現世：在特定的情況下，例如當環境充滿了活躍的氧分子、流進恐龍屍體的水分大多呈鹼性，蛋白質就可以與其他糖類、脂肪發生化學作用，變成不容易受水和微生物破壞的堅韌聚合物。



◆四川自貢恐龍博物館的恐龍化石。

與食物科學「打交道」的科學家對這種化學作用應該並不陌生，這些化學作用被稱為美拉德反應，早在1912年就被法國化學家美拉德（Louis-Camille Maillard）研究過。其實，我們日常將麵包變成吐司、把砂糖化成焦糖、將肉類變成金黃色，都是美拉德反應的效果。如果各位有試過清理烤肉架上黏着的肉屑，就可以感受經過美拉德反應後的蛋白質有多強韌了。

蛋白質經過美拉德反應而變成的聚合物，多少會有一些結構上的改變，但依然會保有部分原來蛋白質的化學構造。而利用鐳射，就可以在不損害物質的情況下探究這些結構：每一個化學結構對特定波長的鐳射有特別顯著的反應，會大幅吸收那個波長的鐳射。把不同波長的鐳射照射到化石之上，再觀察哪個波長被吸收得特別多，就可以偵測出這些聚合物，甚至推論出它們的化學結構，但又不曾對化石造成損傷。



◆恐龍是溫血還是冷血的問題，或許不能「一刀切」定性。資料圖片

## 是否冷血看種類 絕種又有新原因

這些發現又與恐龍是否溫血有什麼關係？這得先細想溫血動物跟冷血動物究竟有何分別。冷血動物自身不能維持固定的體溫，因而需仰賴外來的能量來源，例如溫暖的太陽。溫血動物要維持自身的體溫，因此需要消耗較多的氧氣來產生熱能，而牠們的新陳代謝也會更快。溫血動物細胞生產熱量的過程中會產生自由基這類化學物，而自由基就會進而催動美拉德反應的發生，讓更多的蛋白質轉化成聚合物。這代表我們憑着測量這些聚合物在化石中的多寡，就可以推斷恐龍是否溫血。

Wiemann跟她的研究夥伴把這種技術應用於各類恐龍化石之上，更與現代的多種鳥類、哺乳類動物作比較。牠們發現雄霸天空的翼龍（Pterosaur）新陳代謝率較高，與現代鳥類相仿。我們熟悉的、以兩腿走動的速龍（Velociraptor）、暴龍（T. Rex），以及體型龐大的腕龍（Brachiosaurus）等，都屬於龍盤類恐龍（Saurischia）；這個研究發現，龍盤類恐龍也應該是溫血的。同樣也是家傳戶曉的三角龍（Triceratops）及劍龍（Stegosaurus）則屬於鳥臀類恐龍（Ornithischia），但研究卻發現牠們的

新陳代謝率較低，應該是冷血的。恐龍種類繁多，沒想到在溫血冷血這個問題上也展現了牠們的多樣性，不能夠「一刀切」地將牠們定性。這對恐龍是如何被滅絕的這個課題也帶來了新的方向：之前有猜想如果恐龍是冷血的，其體溫就受制於周圍環境的溫度，因此較難適應氣候改變。不過，假如被滅絕的恐龍當中也有溫血的，那麼恐龍滅絕就不只是溫血冷血的問題；當中的原因，需要我們再作深思了。

◆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。

## 函數方程

### 奧數揭秘

這次談談一道函數方程求值的問題。

**問題：**對於所有實數 $x$ ，函數 $f$ 符合 $f(x) = f(x + 1) + f(x - 1)$ 。已知 $f(20) = 15$ 及 $f(15) = 20$ ，求 $f(20152015)$ 。

**答案：**把函數的條件化成 $f(x + 1) = f(x) - f(x - 1)$ 。然後有 $f(x + 1) = f(x - 1) - f(x - 2) - f(x - 1) = -f(x - 2)$ 。其中 $x + 1$ 與 $x - 2$ 相差3，函數值就正負相反，故此函數值是相隔6個自然數一個循環，即 $f(x) = f(x - 6)$ 。考慮20152015除以6的餘數，由於它是單數，再由3的整除性， $(2 + 0 + 1 + 5) \times 2 = 16 = 3 \times 5 + 1$ ，得知餘數是1。單數而除3餘1，則除以6餘1。那樣 $f(20152015)$ 的值，跟其他除以6餘1的 $x$ 的 $f(x)$ 數值是一樣的。看看題目裏的條件，只有 $f(15)$ 和 $f(20)$ 兩個值，而15和20附近，除以6餘1的數，有19。而其中 $20 = f(15) = f(21) = f(20) - f(19)$ ，得 $f(19) = 15 - 20 = -5$ 。因此 $f(20152015) = f(19) = -5$ 。

解題過程中，頭幾步就已經是關鍵了，移項後發現函數值每6個自然數一個循環，之後找找15和20附近相同餘數的數，看看那個函數值怎樣，就可以做到。

開始時把原本的函數關係寫成 $f(x + 1) = f(x) - f(x - 1)$ ，並不是必然的，因為移項後可以寫出來的條件還有很多，並不只這一個。不過大致來說，把最大的 $x + 1$ 化成主項，右方是較小的 $x$ 與 $x - 1$ ，那反覆代入之後，括號內的數字就只會下降。

相反，原本的條件，右方有加1又有減1，反覆代入時，括號內的數字時大時小，就會愈弄愈亂。所以把括號裏數字較大的化成主項，是較好的主意。

之後把 $f(x)$ 拆成 $f(x - 1) - f(x - 2)$ ，然後發現 $f(x + 1) = -f(x - 2)$ ，也要觀察一下才做到，要留意到拆開後括號內數字變小了，會剛好消去 $f(x - 1)$ ，這就去拆。不然盲目拆個幾次，也會愈拆愈多項的。

題目裏條件很少，但由於函數的關係太自由了，好像變很多個樣式都可以，於是怎樣移項

才會變得簡單，就要自己有個思考方向才行。代入幾個數去嘗試這一招，只能作為初步了解的方法，做起來不能盲目地反覆使用。

這道函數方程還未出現什麼高次方，若是牽涉到次方，即使是二次，已經可以變得非常繁複，所以做題目時要不時觀察着可以化簡的線索，這很重要。

函數方程這課題，在課內已經比較少見，從前還有預科的年代，純數學科還有它的蹤跡，現在文憑試裏已很少出現了。

它的趣味在於，許多時簡單一個函數的條件，可能已經決定了它的表達式，或者決定了這樣的函數是否存在。寫出來不過是幾個項而已，但在括號內的不同數值之間，變化錯綜複雜，推論起來可以做一個半個小時，也找不到頭緒，最後還未必能完成。

數學題的魅力，有時就是題目是簡單的三兩個條件，但有很多深入的推論。明明看答案時兩句就說完的東西，自己做了大半小時也想不出來，這當中感覺挺玄妙的，而函數方程是很能展現這方面的魅力。

◆張志基



◆李求恩紀念中學獲得「綠色能源夢成真」資助，在校內有蓋操場裝置了四部環保發電單車。作者供圖

## 學生踩單車發電 悟能源得來不易

### 綠得開心@校園

本校積極推行環保教育，將減碳理念融入日常校園生活，從環境建設、課程設計、環保活動三方面着手，培育學生能與大自然謙和共處的生活態度。

我們在校內積極進行環保建設，為學生建立舒適的學習環境。例如過往曾經參加港燈舉辦的「綠色能源夢成真」，並成功獲得資助，於校內有蓋操場裝置了四部環保發電單車，學生踩動單車時，單車發電系統會把動能轉化為電能，而單車發電系統的能量轉換數據會在顯示器中顯示出來。學生可透過動能發電單車進行競賽，親身感受到發電時需要消耗大量的體力，從而明白電力的產生需要耗用大量能源。

本校無論在正規及非正規課程中都滲透環保信息，推廣與環保有關的課程。通識教育科、綜合人文科、綜合科學科、生物科及地理科在課程規劃時會加入課程與環境教育的配合項目，設計具環保元素的教學活動。非正規課程方面，我們也在活動中不斷滲入環保概念，讓學生將環保知識實踐於生活中，例如參加「2021/22『環

保為公益』——慈善花卉義賣」，讓學生透過栽種花卉學習尊重、珍惜和關愛生命，並明白「施比受更有福」。

另外，本校更利用魚池進行「魚菜共生」計劃，把魚的排泄物（氮及磷）經硝化菌分解後，轉化成硝酸鹽供植物吸收，同時淨化水質再循環到水槽，達到魚幫菜、菜幫魚的互利共生。計劃正好能融會學生於科學、科技、工程及數學上的學習，並有利於學校實踐STEM教育。

為了讓學生身體力行，每班均設有廢紙回收箱，養成環保回收的習慣；環保大使會在校內恒常回收膠樽，並透過工具將膠樽串成一列整齊的盆栽，然後掛在牆壁上，形成與別不同的「垂直綠牆」。

此外，本校積極參加多元化的綠色活動，例如「利是封回收重用大行動」、「地球一小時」、「《節能約章》」等環保活動，透過這些活動讓學生深入了解環保的重要性，以及承擔環境保護的公民責任。

本校於去年更成功獲得「最傑出綠得開心學校2020/21卓越獎」，對我們來說真是莫大的鼓勵。未來的日子，我們會繼續「抬頭望星、腳踏實地、低頭拉車」，教育學生，讓大家更明白減碳的重要性。

◆李求恩紀念中學（港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，2020/21年獲選為「最傑出綠得開心學校—卓越獎」。）港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已超過五百間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，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內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkoms.org。

