

科學講堂

逢星期三見報

美學生研水母「吸水」次數揭「周期」

動物作息 基因決定？

上星期跟大家初步探討「動物是否有時間概念」這個問題，提到了3位美國遺傳學家，基於他們對「生理時鐘是如何運作」的研究，而被頒予本年度的諾貝爾生理學或醫學獎。今天就跟大家簡介一下這個機制。

諾獎得主成功找到「控制」基因

在討論「生理時鐘」的時候，很多時我們可能會聯想到「日出而作，日入而息」的作息周期。對簡單的動物（比如水母）來說，這個周期是否有意義？牠們會睡眠嗎？今天也讓我跟大家分享一個相關的有趣研究。

近代人類基因圖譜計劃的成功，標誌著我們早已進入「從基因去了解生命」的時代。早在1970年代，美國學者本澤（Seymour Benzer）和他當時的研究生 Ronald Konopka 就已發現部分基因的變異，會影響果蠅的生理時鐘，他們將這個基因命名為 period（應該是取其「周期」的意思）。

1984年，本年度的3位諾貝爾生理學或醫

學獎得主，霍爾（Jeffrey Hall）、羅斯巴什（Michael Rosbash）和楊（Michael Young）成功找到了 period，這個基因告知身體如何製造一種稱為 PER 的蛋白質。

PER 蛋白質積晝減

這種蛋白質晝裡在細胞核內積聚，白天時數量又會慢慢減少，正好和我們的「作息周期」吻合。

為什麼 PER 的數量會上升下降？原來在 period 基因的指示下，PER 會在細胞核外的細胞質中製造，之後會和另一種蛋白質 TIM 結合，致使 PER 可以重新回到細胞核之中。有趣的是，PER 會抑制附近 period 基因的活動，阻止 PER 繼續製造，因此 PER 的數量有升有降，不會無止境地上升。

水母「睡眠不足」不活躍

這樣的「作息周期」對簡單的動物有什麼樣的影響？在回答這個問題前，我們可能會問：沒有發達腦部的動物會睡覺嗎？

美國加州理工大學的3位研究生，Ravi Nath、Claire Bedbrook 及 Michael Abrams，



其中一種 Cassiopea 屬水母。網上圖片

嘗試從 Cassiopea 這一屬的水母身上尋找答案。這種水母會固定地將流水泵進身體，帶來食物，然後讓水分流走，帶走廢料。

3位研究生發現，日間這些水母每分鐘吸水60次，夜裡只有每分鐘39次，看來牠們好像在依循日出日落的周期。

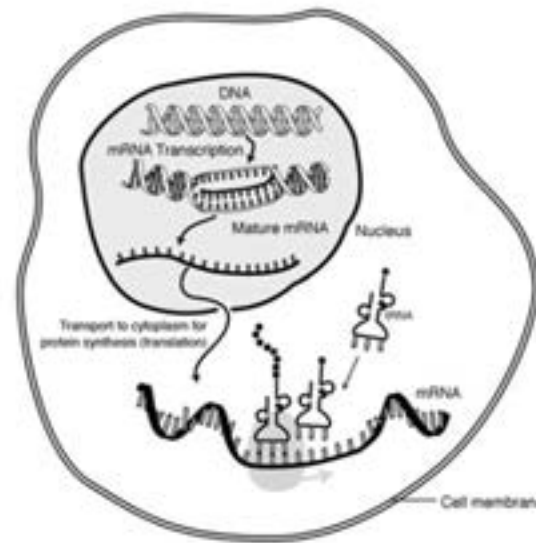
把這些「緩緩吸水」的水母從牠們喜愛的水底帶到水缸頂部，牠們會好像剛睡醒的人們一樣，反應遲緩，慢慢才會游回缸底；然而30秒後再把它們帶到缸頂，會馬上回到

水底，儼然是睡醒了。

這些水母是在睡覺嗎？既然無法直接詢問水母，3位研究生嘗試用一些方法令水母「睡眠不足」：晚上在6小時或12小時內每隔20分鐘就把水泵過其身體。結果發現牠們翌日都不甚活躍，再過一天便回復正常。

當然我們許多時候只能尋找間接證據，不過看來日出日落的周期，在許多年的演化之下已經成為地球生命的一個部分了。

■張文彥博士



細胞核內的 DNA 告知身體如何在細胞質中製造相應的蛋白質。網上圖片

作者簡介：香港大學土木工程學士。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。



果蠅的基因相對簡單又不是過分簡單，因此經常被用於基因研究。網上圖片

奧數揭秘

逢星期三見報

幾何中加輔助線

中學時做幾何的題目，也就是關於圖形的那些，按着題目的條件，應用着定理或者定義，不時也就能做到好些題目。若是嘗試做一些較難的幾何題目，比如奧數程度的，多數就沒那麼順利了。

其中一個難處，就是要添加輔助線，也就是畫出一條題目沒有的線，幫助推論。

這些輔助線怎樣加，是很難想出來的。固然課內的幾何題目，有時會出同類型的，每次的輔助線都是在差不多位置。

只是普遍來說，面對一道幾何問題，怎樣加輔助線，或者加不加輔助線，本身就已經是個大難題。巧妙地添加了適當的輔助線，可以對解題有神奇的效果。

問題：在右圖中，ABCD 是一個梯形，其中 AD // BC。AE 和 BE 分別平分 ∠DAB 和 ∠ABC。已知 AD=2，BC=4，求 AB。

答案：單看題目，AD 和 BC 與 AB 的長度，好像沒什麼直接關係似的。那些角平分的條件，好像也沒什麼用處。不過若是加上一條輔助線，情況就大不同了。在 AB 上取一點 F 使得 ∠AFE = ∠ADE，然後連起線段 FE。考慮 △AFE 和 △ADE，AE 為公共邊，∠AFE = ∠ADE，由題目條件知 ∠EAF = ∠EAD，得 △AFE ≅ △ADE (AAS)。另外，考慮 △EFB 和 △ECB，BE 為公共邊，∠EBC = ∠EBF，∠EFB = 180° - ∠AFE = 180° - ∠ADE = ∠ECB，得 △EFB ≅ △ECB (AAS)。綜合兩組全等三角形的條件，得 AB = AF + FB = AD + BC = 2 + 4 = 6。

線可「加多錯多」靠經驗判斷

解題的過程中，簡單來說，就是加了一條輔助線，然後就自動有兩組全等三角形，之後一下子就解完了。說起來是這麼順利，但要留意的是開始時 F 的位置，只是限制了 ∠AFE = ∠ADE，這樣做是為了確保圖形上方有 △AFE ≅ △ADE (AAS) 的結果。至於另外一邊的 ∠EFB 是否與 ∠ECB 相等，是需要推論出來的。

這一次當然是成功地發現了 ∠EFB 真個與 ∠ECB 相等，然後推出有另一組全等三角形，最後解決了問題，不過有時添加了輔助線，也沒那麼順利。

以上題目除了添加輔助線以外，知識都只是全等三角形和平行線的那些，課程內不過中一程度，如果圖形複雜一點點，或者解題過程中加了另一些位置的輔助線，思路轉了其他彎，就未必很順利解到了。

事實上，添加輔助線這回事，即使明知這要加線，但也能加完之後，推論得很久，才發現行不通，要把之前的擦去重新畫過；加多了更麻煩，因為幾何圖形內的關係可以很多的，線段的長度和角度之

間，可以有非常多的關係，多加一條線，關係又可以增加了一大堆，可以推來推去也推不到想要的結果。

若是講到添加輔助線有這麼多難處，又無跡可循，那麼怎樣可以進步呢？

就筆者本身的經驗來看，還真是要在實在的解題中浸淫出來的。關鍵是要明白這不見得是有捷徑和可以達成的東西。就個人經驗來說，中學時解幾何題，解不了，看着答案就覺得加了輔助線效果很神奇，又不知道怎樣加的。

後來做多了，自己也會無緣無故懂得加一些特別的輔助線，然後解到了一些題目，至於為什麼這樣加，自己有時也說不出來。就學習幾何的經驗來說，經常都覺得進步是不明顯的，往往是下過一段時間的功夫，然後才會在一些題目裡反映出進步來。

幾何難，加輔助線是其中一個大的難題，即使做了多年，進步了的可能只是一些難以言傳的想法，一點點學習方法，以及加錯線之後少了一分挫敗感。 ■張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，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。

科技暢想

隔星期三見報

目前，最廣為人知的定位系統是由美國開發的「全球定位系統 (GPS)」，日常生活經常使用的電子物品，例如手機、電腦、甚至汽車，都會用到 GPS 去定位。

然而，正因為全球都依賴 GPS，假如有一天 GPS 宣佈收費，或系統出現問題，必定會引起世界大亂。因此，另一個定位系統的支援是必要的。

2020年覆蓋全球

我國由2000年開始建立「北斗衛星導航系統 (BDS)」，最初主要在中國境內提供導航服務，該系統將在2018年覆蓋「一帶一路」國家，2020年完成建設提供全球定位服務。

BDS 為何命名為「北斗」呢？「北斗」的字面意思為「位於北方的斗」，是中國古代天文學家給大熊座最明亮的7顆星的命名。歷史上，人們利用這7顆星來找到北極星以確定方向。因此，「北斗」這個名稱隱含了導航的意思。

GPS 作為衛星導航系統的「老大」，無論是在技術、推廣、適用範圍等方面，都做得相當成熟和廣泛，BDS 一直被拿來跟 GPS 做比較，筆者從幾個方面對兩者進行比較。

GPS 便宜覆蓋廣 BDS 精準可通信

首先，定位精度方面，目前 BDS 民用服務精度已達 10 米，而最新一代導航晶片定

國產 BDS 硬撼 GPS

位精度可達 2.5 米，但在衛星數較少、衛星分佈較差的區域，定位精度較差或無法定位。

GPS 已經實現單機導航精度約為 10 米，綜合定位精度可達厘米級和毫米級，但民用領域開放的精度約為 10 米。

二、主要功能方面，BDS 為服務區域內的用戶提供實時定位服務，定位精度與 GPS 相若；短報文通信，一次可傳送多達 120 個漢字的信息。

GPS 則為全球用戶提供低成本、高精度的三維位置、速度及精確定時等導航信息。

三、優缺點方面，BDS 具有通信功能和目標定位，GPS 目前只能告訴使用者的位置，但 BDS 更能告訴使用者的朋友的位置。目前還處於發展階段，主要應用於軍用，還沒做到全面普及，在中高緯度地區，由於北斗可見衛星數較少，定位精度較差。

而 GPS 技術成熟，定位準確，全球覆蓋，用戶容量無限，缺點是規模太大，造價太高，GPS 只能用作導航，卻無法實現通信功能。

BDS 需要更多的創新意念以作發展，適

逢第九屆「北斗杯」全國青少年科技創新大賽即將舉行，香港新興科技教育協會為今屆香港賽區的承辦機構。該項比賽是全國青少年衛星導航領域高層次、大規模的科技盛會，旨在建立科技文化交流平台，提高青少年的科技創新、實踐能力，為北斗系統工程建設與應用注入新動力。

有興趣參與的年輕人，可於2018年1月留意本會網站 www.hknetea.org 的公佈，決賽將在5月於北京舉行。

■香港新興科技教育協會 洪文正



BDS 相關成果發佈活動。資料圖片

有問有答

隔星期三見報

為什麼日本的中小學是地震等災難的避難所？它們是民用建築中最堅固、最安全的防震建築。

1923年，日本發生了關東大地震。由於當時的學校建築大多是木結構或磚瓦結構，因此，大地震導致不少學校的教學樓倒塌，造成眾多學生遇難。痛定思痛的日本政府就此下了決心，以「學生的生命維繫着國家未來」為最高原則，規定學校教學樓必須使用鋼筋混凝土結構。

阪神地震後實施「補強計劃」

1995年，日本阪神地區又發生了7.2級地震，部分已經使用鋼筋混凝土結構的教學樓也發生了傾斜倒塌。幸虧地震發生時是早晨，學生們大多還在家，但事故卻說明了教學樓仍然不夠堅固。

於是在地震後，日本政府開始實施「校舍補強計劃」。根據這一計劃，全國各中小學校進行了一次全面抗震檢查，對不符合文部省最新抗震要求的學校立即進行補強施工。

如今在日本，中小學校舍和醫院是民用建築中最堅固、最安全的防震建築。地震

日校舍堅固 避難抗地震



日本的學校是民用建築中最穩固的，民眾也從小學習危機管理。資料圖片

發生後，甚至附近居民都往中小學校跑。

日民眾從小學自救互助

我們可以發現很多日本民眾在大災面前異常淡定，這與「救災從小開始」的幼兒防災、災情模擬演練等教育密切相關。日本不但建立了最堅固的學校，而且從幼兒開始就進行防災教育，定期舉行地震應急

疏散演習，並在街巷設置防災體驗中心、防災博物館，提供生動逼真的現場教育等。

日本政府還鼓勵民眾參與危機管理，實現自救，如對於房屋抗震改造提供費用補助，同時讓自救和互助的觀念形成一種文化，通過從小的教育和實際的接觸，培養民眾的自救和合作意識。

《十萬個為甚麼(新視野版)災難與防護1》 香港教育圖書公司