

科學講堂

逢星期三見報

科學家修改DNA 冀隨心所欲製造蛋白質 創造新「遺傳字母」

我們對遺傳密碼的認識，在近年來可謂一日千里。利用各種遺傳工程的技術，已經在嘗試改變生物的不同特徵；近日甚至創造了新的DNA部件，並成功將其植入生物中。

DNA似螺旋樓梯「鹼基」為「腳踏處」

我們的身體如何運作，很大部分早已被記載於細胞核內的DNA藍圖之中。上世紀50年代，科學家克里克（Francis Crick）和沃森（James D. Watson）成功發現DNA的形狀。DNA看上去有點兒像一道長梯，不過這道梯子卻並不筆直，而是呈螺旋形繞着中心旋轉。這道DNA長梯有兩條並排的、呈螺旋形的主幹，因此DNA的形狀被稱為「雙螺旋」。

兩條主幹之間由一對對的「鹼基」連結起來，就好比梯子供人踏腳的地方。

ACGT四種鹼基

這些將DNA主幹連結在一起的「鹼基」是某一類含有氮的有機化合物。被大自然用於建構DNA的共有4種，分別簡稱為A、C、G和T。DNA的一大奧妙，在於A只會跟T連結，而C只會跟G配對在一起。

事實上，半段DNA已足夠複製一整段——倘若從其中一道主幹延伸出來的鹼基是A，那麼另一段主幹上的一定是T。

DNA上的這些鹼基以3個為一組，代表不同的氨基酸（amino acid），而不同數目、不同排列順序的氨基酸又可以組成不同的蛋白質去進行身體中各種各樣的生化作用。正因如此，DNA在很大程度上控制了我們的身體如何運作，例如乳糖酶（lactase）是一種存在於人體小腸內，幫助

我們消化牛奶內的乳糖的蛋白質；倘若我們的DNA中，缺少了相關的某個部分去告知我們的身體如何製造乳糖酶，那麼每次喝牛奶的時候，可能都要因為無法消化乳糖而腹瀉了。

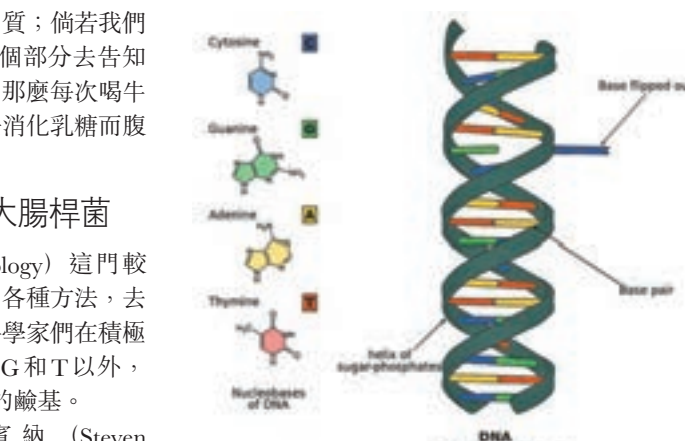
成功修改DNA植入大腸桿菌

合成生物學（synthetic biology）這門較新的研究領域，旨在探求利用各種方法，去改變生物的特徵。其中一個科學家們在積極探索的方法，就是在A、C、G和T以外，開發更多可以用來組成DNA的鹼基。

在1989年，化學家賓納（Steven Benner）和他的團隊成功利用修改過的C和G製成DNA，而這些「有趣的」DNA還和正常的一樣，能夠自行複製，並在試管中製造蛋白質。

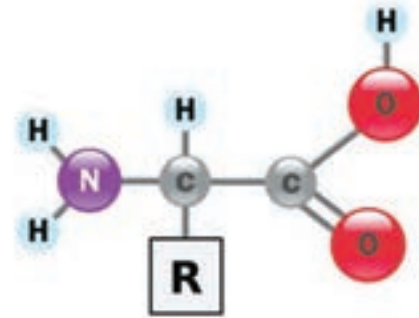
去年11月，化學家羅斯堡（Floyd Romesberg）和他的團隊更在《自然》期刊發表他們最新的研究成就：他們成功將新的鹼基植入大腸桿菌之中，這些大腸桿菌不單維持健康，還能利用修改過的DNA去製造蛋白質。

雖然這些蛋白質跟正常DNA所做出來的在形狀上及功能上都沒有差別，一些科學家認為在未來將能更進一步隨心所欲地修改DNA，指示身體製造出所需的蛋白質。



■DNA呈雙螺旋狀，由A、C、G、T四種「英文字母」串連而成。

網上圖片



■其中一種氨基酸的化學結構。不同數目、不同排列順序的氨基酸，可以組成不同的蛋白質。

網上圖片



■若我們的DNA中，缺少了如何製造乳糖酶的某個部分，就只能飲用無乳糖的奶了。

網上圖片

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。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。

奧數揭秘

逢星期三見報

筆者在這專欄上寫了一段日子，一直以來希望做到的，是讓讀者能在一些較淺近的奧數題之中，見到一些奧數與課程內的數學的分別。有時也會問自己，那些題目會不會過淺？事實上，奧數可以很深很複雜，一個課程內讀得好的學生，隨便在書局找本中學奧數書，一打開，感覺可能就是自己永遠也不會弄懂。

談起奧數，難題易找，怎樣說得別人明

略談奧數意義

白，才是最難。能夠按着學生的程度，給予適當難度的挑戰，才是數學教育的關鍵。

這次分享一題國際數學奧林匹克（IMO）的題目。這個層次的題目是4.5小時內做3題，也就是平均1.5小時做1題。

一般在技巧上，大眾難以理解，但這一題只用到了課程內中四的配方法和中二的恒等式，較為簡單，因此值得分享。然後略談奧數的源流和意義。

問題

證明：存在無窮多個自然數a，使得得數 $z=n^4+a$ 對於任意自然數n均為合成數。

答案

設 $a=4k^4$ ，其中k為大於1的自然數。那麼

$$z=n^4+4k^4$$
$$=(n^2)^2+2\cdot n^2\cdot 2k^2+(2k^2)^2-4n^2k^2$$
$$=(n^2+2k^2)^2-(2nk)^2$$
$$=(n^2+2k^2+2nk)(n^2+2k^2-2nk)$$

由於z能寫成兩個數相乘，只需要證明這兩個數都大於1，z就是合成數。事實上n和k都是自然數， n^2+2k^2+2nk 必大於1，而 $n^2+2k^2-2nk=(n-k)^2+k^2>1$ ，因此z是合成數。

這樣只需要取不同的k，就有不同的 $a=4k^4$ ，滿足條件。因此有無窮多個自然數a，使 $z=n^4+a$ 對任意自然數n均為合成數。

累積比賽經驗 鍛煉解難毅力

這一道是1969年的題目，比賽地點是羅馬尼亞，剛好亦是1959年第一屆國際數學奧林匹克（IMO）舉辦的地方，之後差不多每一年都舉辦，是數學競賽中的盛事。早前2016年的國際數學奧林匹克在香港舉辦，受到大眾關注。

奧林匹克數學，簡稱奧數，一般泛指數學競賽。內容本身沒什麼正式的規定，但傳統上主要為數論、組合數學、數列、不等式、函數方程和幾何等，普遍不涉及微積分。在奧數學習的過程中，主要是解難的訓練，要求學生有較高程度的洞察力和創造力。有別於課程內常規的題目，奧數是非常規題目佔大多數。

近20多年來，香港逐漸多了各式各樣的數學競賽，程度各有不同，有些是個人賽，有些有團體合作的部分。坊間的比賽雖然多，但相對而言，奧數培訓的機構就少了。

■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。

**香港數學奧林匹克學校**
Hong Kong Mathematical Olympiad School

創科學園

隔星期三見報

一年之計在於春，一年伊始，正好審視教育界在創科相關範疇內的工作。

創新及科技局在2017年12月發佈「香港智慧城市藍圖」，提出利用創新及科技解決都市挑戰，提升城市管理成效和改善市民生活質素，以及增強香港的可持續發展、效率及安全，並就「智慧出行」、「智慧生活」、「智慧環境」、「智慧市民」、「智慧政府」及「智慧經濟」6個項目提出一連串建議。

教育局今個學年所舉辦的一些學生比賽（例如「智慧城市專題研習計劃」），便是回應這份藍圖。創科上面對的挑戰，並不只限於香港。縱觀全球，不少國家及地區近年亦積極回應及推動不同的創科發展，涉及的當然不只限於教育層面。

以下嘗試以中國內地及美國為參考，冀從中獲得更多思考靈感。

美引入「大挑戰」概念

美國教育部曾發表《教育的創新願景》（STEM2016：A Vision for Innovation in STEM Education），內含未來10年的STEM發展願景和建議，例如：具大眾參與的社區實踐；引入擬真情景的學習活動；學習跨學科方法以解決社會上面對的「大挑戰」（Grand Challenges）；以創新科技製造更廣闊、更具彈性的學習空間；採用創新及合宜的學習評估，減低學分及考試壓力；利用社會文化提升STEM教育的多元化及機會。

上述美國社會所面對的大挑戰，並不像香港以智慧衣食住行來分類，而是以社會議題來討論。這些大挑戰有：確保所有青少年健康成長；制止家庭暴力；促進長壽及豐富的生命；消除社會隔離；結束無家可歸；創造應對不斷變化環境的社會回應；利用科技服務社會公益；減少極端經濟不平等；促進智慧防癌等。

內地冀上自下建立創新生態

至於中國內地方面，國家教育部於2017年1月頒佈的《義務教育——小學科學課程標準》提到，科學教育對一個人的科學素養的形成具有十分重要的作用。

學生從小學開始了解基本的科學知識，體驗科學探究的過程，並培養明辨思考。他們在往後學習中更能夠有效地利用科學

知識和科學方法去理解身邊的自然現象，以及回應周遭的人類困境。

宏觀層面方面，中國教育科學研究院於2017年8月的《中國STEM教育白皮書》，期望讓每個公民都具有STEM素養，並啟動「中國STEM教育2029創新行動計劃」，從中整合社會資源，建立由政府部門、科研機構、高新企業、社區和學校相融合的生態系統，培養創新人才和高水平技能人才。

計劃指出，STEM評核過程有別於以往單一的方式，強調多元化評估及形成性評估，由學生、同儕、教師三者對學生學習過程的態度、興趣、參與程度、任務完成情况以及學習過程等進行評估。

計劃建議打造一體化STEM創新生態系統。聯合政府、學校、高新企業、社會組織等各方力量，建立健全長效合作機制，共同搭建STEM教育的支持體系，為學習者提供更加廣闊的學習平台。

■張錦華博士

香港常識科教育學會理事、
Google Certified Educator、
Apple Teacher (Swift Playgrounds)

氣象萬千

隔星期三見報

西方有句成語叫once in a blue moon，來形容事情很罕見不會經常發生。雖然藍月亮不會經常發生，但是大家今年已有機會看到。

上個月31號的滿月是藍月亮，並不是指月亮變成藍色。根據近代西方民間說法，如果一個月內出現兩次滿月，第二個滿月我們稱之為「藍月」。1月2日是滿月，31日是滿月，所以便這樣稱謂。

原來除此之外，31日出現月全食，月亮看上去較平日更大。月亮在一個橢圓形的軌道上圍繞地球運行，意味它離地球的距離時遠時近，最遠的一點稱為「遠地點」，最近的點稱為「近地點」，近地點離地球的距離，只有大約35.7萬公里。

月亮落入「地影」

1月31日的滿月，剛剛是月球較接近

地點的日期，所以它看起來比平時更大。至於月食的原因，是月球受到地球的陰影影響，後者背向太陽的方向出現一道陰影，稱為「地影」。

地影分為本影及半影兩部分。本影是指沒有受到太陽光線直接照射的地方，而半影是部分受到太陽光線直接照射。

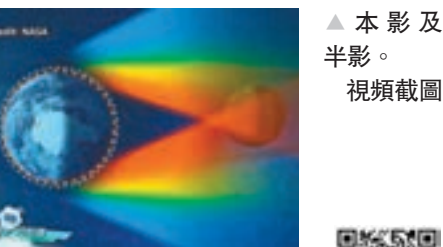
月球在圍繞地球運行的過程中，有時候會進入地影，產生月食現象。

月食分為3種，第一種是半影月食，月球只會進入地球的半影，因此只會略為轉暗；第二種是月偏食，只有部分的月球進入本影；第三種是月全食，這時月亮不會完全消失，而是呈現暗紅色，原因是太陽光的藍光被地球的大氣層散射開，剩餘的紅光再被折射到月亮表面。

如果大家錯過了這次的月全食也不要緊，7月28日月全食會再次在香港的上空出現，但屆時只有紅月，沒有藍月了。



▲本影及半影。視頻截圖



▲藍光被大氣層散射開，剩餘的紅光形成紅月。視頻截圖



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。

**香港天文台**
HONG KONG OBSERVATORY