

病毒巨無霸 是否有生命？

 **科學講堂** 逢星期三見報

之前幾次都在和大家討論生物的種類：細胞中有細胞核保護DNA的真核生物（eukaryota）、我們常常聽到的微生物細菌（bacteria）以及和細菌相似卻又不太一樣的古菌（archaea）。不知道各位有沒有覺得，我們好像遺留了什麼：每個季節都令我們患上流行性感冒的，不是被稱為「病毒」的東西嗎？那麼病毒（virus）究竟又是什麼？牠們與之前提到的真核生物、細菌、古菌三大生物類別的關係又是什麼呢？

並無細胞結構 但有遺傳基因

要將病毒歸類，就要先面對什麼是生命這個問題。

為什麼？一來因為我們雖然好像對什麼是生命都有一個大約的概念，但是假如要我們向其他人解釋生命究竟是什麼，就會發覺其實生命並沒有一個很客觀和直觀的定義。雖然我們在生物教科書上已列出了生命的種種特徵，但是這些特徵都是從地球上我們熟悉的生物中歸納出來的，不難想像這些特徵並不一定適用於其他地方的生命之上。

二來，倘若我們拿病毒跟這些「生命應有的特徵」相比較，就會發現病毒好像並不符合「生命」的定義：一般的生物都會自己進行新陳代謝，將不同的物質分解或整合，以維持生計；不過普通的病毒本身不能自己進行這些工作，必須要找一個

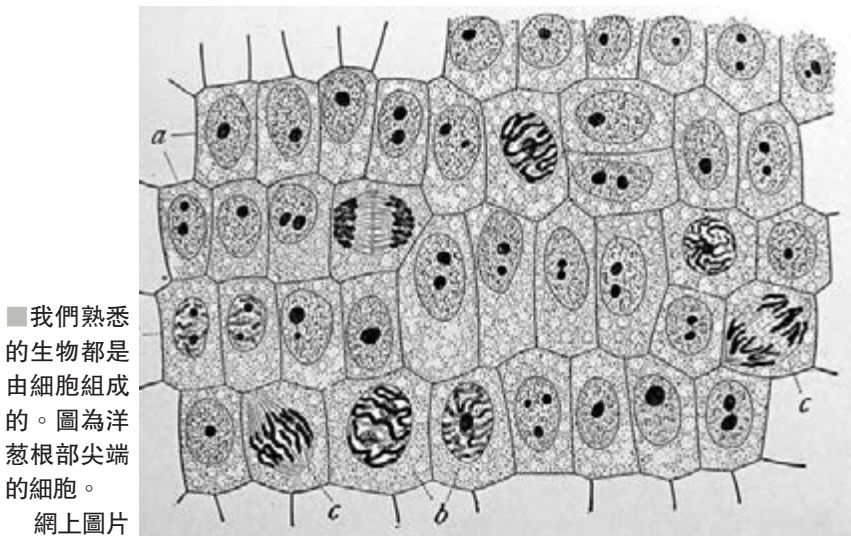


■擬菌病毒「身軀龐大」，差不多有大腸桿菌一半的大小。圖為大腸桿菌。

「寄生」的對象，再交由宿主幫自己新陳代謝。同樣道理，病毒本身也不能自行繁殖，必定要將牠們的遺傳因子轉移至宿主的細胞，再利用這些細胞去為自己繁殖下一代。

再者，我們熟悉的生物都是由細胞組成的，而病毒的構造相對簡單，可以將牠們想像為一層蛋白質保護膜包裹着的基因，並無一般細胞的結構。正因如此，病毒看來好像並不具備所有生物應有的性質。

不過，病毒真的擁有遺傳基因，能夠因應外在的環境而演化（還記得不同年度流行的各式各樣流感病毒嗎），要將病毒歸類為「非生物」，又好像有點兒說不過去。就是這樣，「病毒是否有生命」這個問題，在現今學者之間，還是眾說紛紛。



■我們熟悉的生物都是由細胞組成的。圖為洋葱根部尖端的細胞。網上圖片



■一般來說病毒體型細小。圖為伊波拉病毒。網上圖片

粒子轉移 偷走基因

在2003年，法國艾克斯—馬賽大學的演化生物學家Jean-Michel Claverie和他的研究夥伴發現了名為擬菌病毒（Mimivirus）的巨型病毒，為病毒與其他生物的關係提供了更多線索。一般來說，病毒體型細小，需要運用電子顯微鏡才能看到；然而，這些擬菌病毒「身軀龐大」，直徑長達400納米，差不多有大腸桿菌一半的大小，因此可以用光學顯微鏡直接觀察。生物學家們發現，這些「擬菌病毒」與我們認識的病毒並不相同，能夠自己製成蛋白質，不需如其他

病毒般仰賴宿主為牠們「辦事」。

這個發現促使學者們提出了兩個理論。第一個是猜想病毒的祖先本來也是能夠獨立生存的細胞，只不過後來習慣了「寄生」於其他宿主的生存方式，因而慢慢將不必要的基因捨棄，只剩下最根本的；另一個理論是病毒本來是一些簡單的粒子；這些粒子會從一隻生物轉移至另一隻，而每次這些粒子都會從宿主身上「偷走」一些基因。久而久之，這些混合起來的基因就成為了病毒。

不過，在2003年發現的擬菌病毒，其

擁有的基因與其他生物的基因交集太少，很難令我們決定牠們的基因是不是逐步從其他生物身上盜取過來的。美國聯合基因組研究所的Tanja Woyke和她的研究夥伴在2017年發現了名為Klosneuvirus的巨型病毒。利用數學模型分析的結果，指出Klosneuvirus的一些基因，看來真的在過去數億年中，慢慢從其他生物身上拿來的，為之前提到的第二個理論提供了支持。不過其他病毒是否也是以這個方式演化而成的？看來又要依賴科學家們更多的研究了。

■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。

二倍角公式

奧數揭秘

逢星期三見報

高中的時候，談起三角函數，其一個簡單的結果，就是二倍角公式，關於正弦的二倍角公式，形式為 $\sin 2\theta = 2\sin \theta \cos \theta$ 。這道簡單的公式若是變化起來，也有些特別的結果。

問題：證明以下恒等式，並加以推廣：

$$\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{4} \cos \frac{\alpha}{8} = \frac{\sin \alpha}{8 \sin \frac{\alpha}{8}}$$

答案：由正弦二倍角的恒等式得知 $\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$ 。不難看出，若果把 $\sin \frac{\alpha}{2}$ 再多用一兩次二倍角恒等式，就得到想要的結果，即：

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= 4 \sin \frac{\alpha}{4} \cos \frac{\alpha}{4} \cos \frac{\alpha}{2} \\ &= 8 \sin \frac{\alpha}{8} \cos \frac{\alpha}{8} \cos \frac{\alpha}{4} \cos \frac{\alpha}{2} \\ \cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{4} \cos \frac{\alpha}{8} &= \frac{\sin \alpha}{8 \sin \frac{\alpha}{8}} \end{aligned}$$

至於推廣的部分，也是一直做下去就可以了，也就是：

$$\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2^2} \cos \frac{\alpha}{2^3} \dots \cos \frac{\alpha}{2^n} = \frac{\sin \alpha}{2^n \sin \frac{\alpha}{2^n}}$$

其中n是自然數。

剛才的結果，由始至終都只是用一道算式而已，就是二倍角的公式，只是初初看來，也不一定覺得很淺易，一看就懂。問題其中一部分會有推廣的部分，在平常的課程內，很少叫學生做完題目再推廣。要是對數學有興趣的學生，多數想完問題，都會問起更普遍的情況是怎樣，這種想法叫普遍化，簡而言之就是推廣一下。

原本只用到簡單的二倍角公式，但推廣起來，結果看來也挺新奇的，還可以有很多項乘起來，然後最後又化簡到只剩一個分式，這也展現了規律之中的簡潔美。由解難的角度看來，這道題目是不算難的，但若是由發現數學規律的角度看，這一題題，由二倍角公式，推導出許多個三角函數的乘積，是可以大幅化簡，也是有它的啟發性。

談起二倍角公式，也談談怎樣學習三角學。三角學的其中一個重點，就是要駕馭那些三角函數的化簡。在課程內，試卷往往也是有些三角函數的公式，但看才懂得做，多數都是做不好的，一定要記着，多運用才會熟練。

事實上，計算那些三角函數時，變來變去，用一大堆恒等式，當中的角度隨時又有變化，而二

倍角公式還只是其中一條而已，若不是經過一大堆練習，很難掌握到當中的變化，從而鍛煉出洞察力。這點洞察力，說的就是在運算之前，已經大致知道什麼方向，知道用哪幾道恒等式會較有用那樣。若是較缺乏經驗的，往往變來變去也無法得到想要的形式，做起來就事倍功半。

化簡關於三角函數的算式，是其中一個重要的基礎，學起來時至少要做幾十題，才可以比較熟練。否則即使見過一些恒等式，也不代表會用得好、用得精。相反，若是沒記住公式，想要即時看着試卷上的公式就計出來，多數做不來的。要是想數學學得好一點，就要明白一道算式可以有好多恒等變化，而各個形式都多少可以看到部分資訊，比如 $2\sin(x+a)$ ，當中a為常數，就不難看到算式的最大或最小值；若是展開了，變成 $2\sin x \cos a + 2\cos x \sin a$ ，那些最大最小值就沒那麼明顯。若是想自己能夠在數學上多點探索，就要掌握三角函數式各樣的恒等變化，那才能夠增加對算式的了解。

數學有時要操練刻板的功夫，說不上有趣，但缺乏這點基礎，就難以行前一步。踏實地練好基礎，不去妄求捷徑，是很重要的。 ■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。



漁船十字纜 並肩抗颱風

氣象萬千

星期三見報

香港歷史博物館前總館長丁新豹博士跟隨漁民江帶勝到香港仔，觀看漁民如何防風。

防風最重要是把船繫穩，第一種是對面漁船的船家把繩繫在船頭，之後再到綁自己的船，將兩船相連並固定。還有一個方法叫「十字纜」，對面的漁船繫好之後，自己漁船綁的位置跟對面的不同，一前一後，共綁兩條，另一條也是要「擺斜」，位置不能相同，將兩條纜綁成十字形，打風時很有用，因為風未必從一個固定方向吹來，會由前方或後方吹來，所以要盡量將兩船穩固在中間，傳統幾十年來都是這樣做。

這解說解開了丁新豹多年來的疑問，因為當年打風時，他見到銅鑼灣避風塘的船繫在一起，原來是十分穩當。

多年來，江帶勝對於1960年的颱風

「瑪麗」印象最深。在記憶中，他的父母在未起風前已經將他送上岸，躲在附近的洪聖爺廟內，打風後看到父親的船沒事，但鄰近的住家艇和小船估計至少有四成翻沉了。

他的太太後來告訴他，她當年幾乎在「瑪麗」吹襲時喪命。漁船上有一條「生繩」，傳統上那條繩用來逃難，危急時跳進海，再沿繩游上岸。她當時年紀小，脫了手，幾乎淹死。

丁新豹在1962年颱風「溫黛」襲港時進了醫院，醫院的玻璃窗全都毀爛，經此一役，使他對颱風有一種畏懼的心。

江帶勝以為從前的颱風已很厲害，原來還有更厲害的，一山還有一山高，他自小「未驚過」，但「天鴿」和「山竹」真是很可怕的兩個颱風。

現在我們很容易有錯覺，以為不會再有這麼強的颱風，但正正2017年及2018年都有十號風球，所以我們對於預防颱風絕不能掉以輕心。



■將兩條纜綁成十字形，打風時很有用。網上圖片

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。



為什麼真空不空？

真空確實並非是一片虛空，實際上其中不斷產生並湮滅大量的正負電子對。

有問有答

隔星期三見報

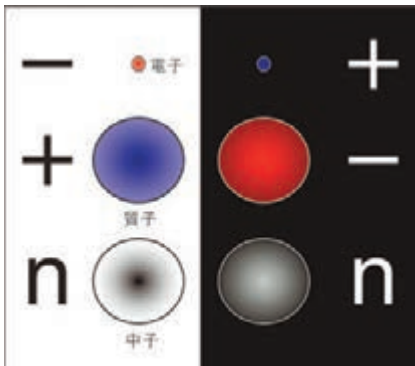
真空是什麼？在物理學似乎已經發展到相當成熟的今天，卻仍然是一個未能完滿解決的問題。古代對真空的看法是更偏向哲學意義上的，基本觀念有兩種：一種是承認有一個虛無一物的、獨立於物質而存在的空空蕩蕩的真空。而另一種則排斥虛空觀念，認為真空不空，宇宙空間充滿一種叫作以太的物質。現代物理學的發展否定了以太的存在，卻深化了真空對物質的依賴關係。物理學家們對於空間與物質的深刻聯繫的認識愈來愈清楚了。

廣義相對論把空間看作為場的結構，是物質的一種特殊形態，量子力學尤其後來的量子場論，則把真空看成是量子場能量最低的基態。量子力學對真空的理解以「狄拉克海」為代表。物理學大師狄拉克一生追求物理理論的「數學美」，然而，在狄拉克方程的解中，有一個結果會導致電子可以具有「負能量」狀態的荒謬結

論。為了克服這一困難，狄拉克發揮了他天才的想像能力，想像我們世界所謂的「真空」，已經被所有具有負能量的電子填滿了，只是偶爾出現一兩個「空穴」。因為最低能量態已經填滿了，電子便不可能躍遷。這個被負能量電子填滿了的真空，叫作「狄拉克海」。

而狄拉克海中偶爾出現的「空穴」泡泡又是什麼呢？狄拉克認為，那些空穴應該在所有方面都具有和負能量的電子相反的性質，那就是說：一個「空穴」應該是一個電荷為正、能量為正的粒子。如果我們世界中的正能量電子，碰到這樣的「空穴」，就會輻射出光子且向這個偶然出現的負能量躍遷，最後結果是電子沒有了，空穴也沒有了，它們的能量轉換成了光子的能量。

當時狄拉克也許只是為了追求理論上的數學美，而作出能自圓其說的美麗假設。可沒想到，1932年，從美國加州理工學院傳來一條令人吃驚的消息：安德森在研究宇宙線的雲室裡，發現了一種與狄拉克假設的「空穴」一模一樣的新粒子——正電子！由此看



■粒子與反粒子。作者供圖

來，真空確實並非是一片虛空，實際上其中不斷產生並湮滅大量的正負電子對。狄拉克的真空假設導致了反物質的發現，為此，狄拉克和安德森分別獲得了1933年及1936年的諾貝爾物理學獎。

《十萬個為甚麼（新視野版）物理II》

