

細胞如工廠 能量不可缺

科學講堂 逢星期三見報

上次跟大家談到合成生物學 (Synthetic Biology) 的一大目標：人工合成細胞，還簡單分享了製造這些細胞的最初步驟。今天再跟大家探討多一點製成人造細胞需要面對的困難。

不知大家有沒有留意，細胞其實是一間很繁忙的工廠：每分鐘在細胞內進行的生化作用，不啻數以千計，當中包括各種酵素協助其他分子分解、組成更複雜的物質或轉換成其他化學物。而要確保一間工廠正常運作，可靠的能量來源自然不可或缺。要理解這點應該不難，只需想一想我們為什麼會肚子餓就可以了。

線粒體提供能量

存在於許多細胞中的線粒體 (mitochondrion) 正是負責維持細胞能量供應的重要部門。線粒體會將身體吸收了的食物轉化成一種名為「三磷酸腺苷 (ATP)」的化合物。ATP這種化學物質被稱為身體中的「能量代幣」：ATP會被運送到身體的不同部分，而當ATP轉化成另一種名叫ADP的物質的時候，所釋放出來的能量就可以為身體所用。

因此，身體各部位只要拿到ATP這些儲「能」代幣，就可以得到能量去完成各種任務了。不過ATP不會被身體用盡；線粒體會利用吸收到的食物將ADP變回ATP，因此這些「充值」了的「代幣」又可以再次使用了。

合成生物學家們自然也希望為他們的人造細胞提供這樣的能量來源，否則一枚一直依賴外來能源的人工細胞，看起來就不是十分完全了。上次提到，科學家利用脂肪包裹蛋白質來製成「脂質體 (liposome)」。這些脂質體除了可以用來做人造細胞的雛形外，還可以用來做人造細胞中的各種「部件」。

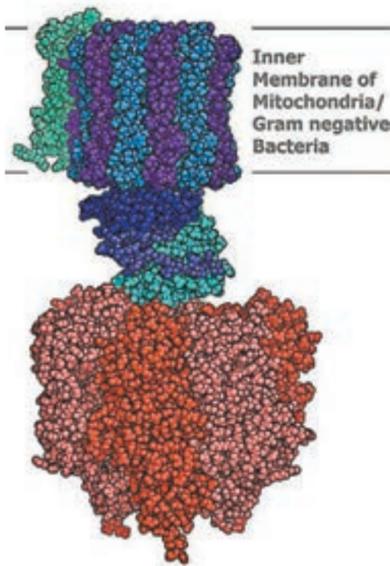
德國馬克斯普朗克醫學研究所 (Max

Planck Institute for Medical Research) 的Joachim Spatz和他的研究團隊，就利用脂質體來製造簡單的人工線粒體：他們成功利用聚合物 (polymer) 將脂質體穩定住，然後再將「ATP合酶 (ATP synthase)」這種酵素注射到脂質體的表面上。

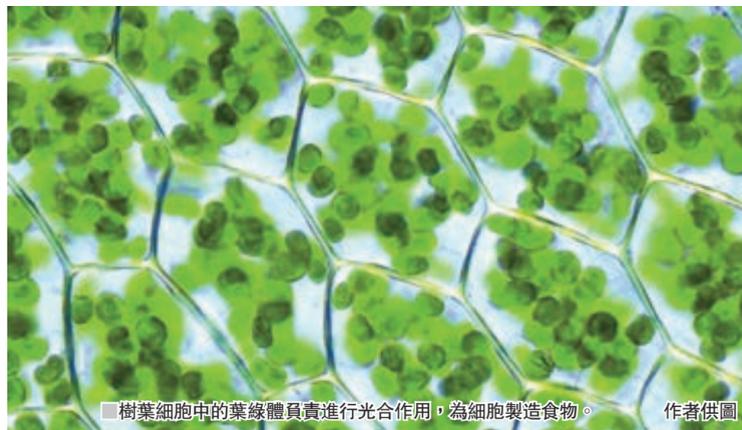
ATP合酶能夠利用穿過脂質體表面的質子來驅動ATP的製成，那麼我們只需增加脂質體外圍的質子數量，就可以推動脂質體的內部產生ATP了，這些脂質體就成為了我們原始版本的線粒體了。



電子顯微鏡下的線粒體。 網上圖片



ATP合酶的分子模型。 網上圖片



樹葉細胞中的葉綠體負責進行光合作用，為細胞製造食物。

作者供圖

光合作用得能量

細胞中另一個常見的產生能量的方法就是光合作用。德國馬克斯普朗克陸地微生物學研究所 (Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology) 的Tobias Erb和他的研究小組，一直在尋找比光合作用更有效的方法。

他們設計了一個將二氧化碳轉化為食物的生化程序，並在9種生物之中找到了17種可以用來驅動這些程序的酵素。

經過多番的修訂後，Erb認為他們的程序比光合作用有效20%。Erb現在希望能夠製成相關的「部件」，加於人工細胞中用來進行他們設計的製造食物程序，就好比樹葉細

胞中的葉綠體負責進行光合作用，為細胞製造食物一樣。

不過整個業界面對的其中一大難題，上次也跟大家提到了：細胞中有許許多多的生化反應在進行着，但是當太多的化學物質、蛋白質聚集在一起的時候，它們會相互影響，以致很多生化反應都不能正常運作。

一顆真正的細胞十分複雜，當中有不同的方法將那些「水火不容」的化學物質分隔開來。看來要成功製成一枚人造細胞，我們還要再多動動腦筋。

張文彥 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。

質數

奧數揭秘

逢星期三見報

在學習數學的過程中，很早就接觸到質數的概念，也就是因數只有1和數字本身的數，例如2、3、5及7等。這些質數的分佈很奇怪，好像沒什麼規律，於是也有人問起，質數有沒有公式這回事。

這是自古以來的難題了，也有無數人探索過，還未解決。不過在探索的

過程中，有一點相關的小發現，在初等的數學來說是理解得了的。

例如有些算式，當未知數代入不同數字時，質數是會特別多。好像 n^2+n+17 ，看來平平凡凡的算式，原來把 n 代入1至15，結果都是質數的。

當然，這一道算式的結果不會永遠都是質數來，較明顯的是當 n 是17的倍數，也就沒可能是質數的。

不過，另外還有一些較不明顯的因數，也會出現在一些特殊形式的 n 之中。

問題 證明當 n 為正整數時， n^2+n+17 之中有無窮多個19的倍數。

答案 考慮 $19k+1$ 形式的數，其中 k 為整數，則 $(19k+1)^2+(19k+1)+17=19(19k^2+3k+1)$ 。因此凡是形式如 $19k+1$ 的正整數，都是19的倍數。

剛才的解法，若是用差不多的想法，也容易看出若 n 是 $17k-1$ 的形式，則可看出 $(17k-1)^2+(17k-1)+17=17(17k^2-k+1)$ ，也就是最小來說， n 到了16，算式就必然是17的倍數了，這也是較不明顯的。

有沒有其他類似的算式，也是有很多質數的呢？有的，比如 n^2+n+41 ，這個更厲害，當 n 是1至39，都還是質數，這還真不易猜到。

再進一步問，會不會 n^2+n+a 的形式之中，若 a 是質數， n^2+n+a 就會有很多質數呢？這個又沒那麼簡單，比如 n^2+n+7 ，當 n 是1的時候已經不是了。但這個把 a 作為7的做法，不是太精明的想法，以下說明一下。

由算式 n^2+n+a 來看，若 n 為1，則算式是 $a+2$ ，若想是質數，第一步就要 $a+2$ 是質數才行，因此 a 和 $a+2$ 同樣是質數的話，這道算式才是較好的。

之前兩道算式中的17和41，加上2後是19和43，都是符合這樣的條件的。

不過，即使符合 a 和 $a+2$ 都是質數的條件，例如 n^2+n+59 ，到了 n 是2的時候，算出來就是65，就不是質數了。這裡就

看到17和41是有點特別，令算式中得到的質數是特別多。

剛才的討論，就只是就著一道算式 n^2+n+17 來推展和討論，做點推展和猜想，找找數字特徵那樣，就已經看到一些較不明顯的結果。

這也是做數學的趣味。按著一道算式 n^2+n+a ，想想 a 是什麼會有許多質數，已經可以有些發現了，要是想想怎樣創作一道算式，令到當未知數為不同數值時，算式計出來會有很多質數，那又是會有更多發現了。

遇上困難的奧數，或者更難的數學題，怎樣找個相關的小問題，嘗試用自己有限的知識去探索一下，也是一種趣味，亦是一種解決問題的方向。

最終未必可以完整地解決得了，但過程中可以加深對問題的理解，找到更多線索，也提供了進一步嘗試的知識基礎。

奧數裡大部分問題都不是一看就懂得做，怎樣找一個小部分開始着手，懂得解決部分，也是很重要的。

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，並積極舉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。



風暴潮如海嘯 破壞低窪地區

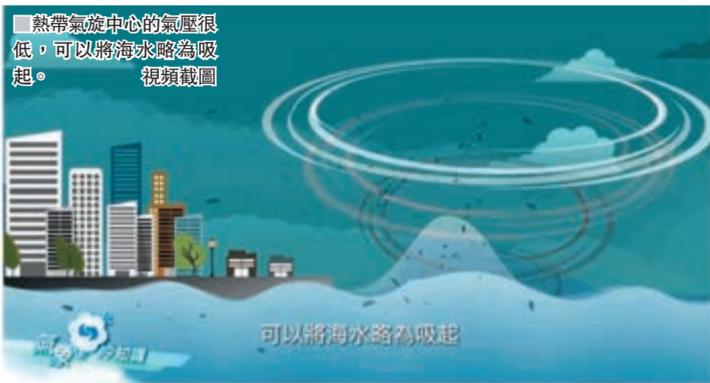
氣象萬千

星期三見報

風暴潮往往比暴風本身更具殺傷力，歷史上傷亡最嚴重的風災都是和風暴潮有關。風暴潮有如小型海嘯，颶風可能引發風暴潮，打風的時候，熱帶氣旋中心的氣壓很低，可以將海水略為吸起，而吹向海岸的風亦會把大量海水推向岸邊，令海面升高。

風暴潮令海水上升的幅度，視乎熱帶氣旋的強度和路徑，如果風暴潮遇上每日漲潮的時間，水位上升幅度會更加驚人，在一些低窪地區或海灣位，就會出現嚴重傷亡。

2014年「海鷗」肆虐菲律賓、海南島、廣東西部及廣西，海口市潮位是1973年有記錄以來最高；2013年「海燕」肆虐菲律賓中部，超過6,000人死亡，約1,800人失蹤。



熱帶氣旋中心的氣壓很低，可以將海水略為吸起。 視頻截圖

可以將海水略為吸起

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>。



不銹鋼會生銹嗎？

把鎳熔入鋼鐵便能抗腐蝕，所以不銹鋼不會生銹。

有問有答

隔星期三見報

俗話說：快刀不磨黃銹生。鐵會生銹，是它的一大缺陷。為了防銹，為了保護鋼鐵，人們不得不在鐵器表面刷油漆、鍍鋅、鍍「克羅米」……不過，當「外衣」穿破以後，鐵依舊會被黃銹吞噬。人們多麼想製造一種不會生銹的鋼鐵啊。

1913年，英國冶金學家亨利·布里爾利埋頭於冶煉新的合金鋼，想用來製造槍管。因為那時的槍管太容易磨損了。他試了一種又一種配方，一直未達目的。他

不過，最初人們並不相信會有不銹的鋼鐵。所以，布里爾利的發明一開始並沒有令他走運。後來，他的一位朋友用不銹鋼製造出西餐刀叉，許多人使用這種新式刀叉之後，才感覺到它確實有不會生銹的好處。於是，不銹鋼開始受到青睞。

1916年布里爾利獲得了不銹鋼的專利權，並從此



釀酒廠使用的不銹鋼容器。

作者供圖

被譽為「不銹鋼之父」。

如今，製造刀叉，只不過是不銹鋼的一個小小的用途。在食品廠，工人用巨大的不銹鋼高壓鍋燒煮食物；在醫院手術室，不銹鋼手術器械銀光閃閃；在工廠，連高高的反應塔也往往是用不銹鋼製成的；合成氨工廠裡，需要二十多種具有不同性能的不銹鋼製造生產設備……在手錶中，不銹鋼的重量佔60%以上。所謂「全鋼手錶」，是指它的錶殼和錶後蓋全是不銹鋼做的；而「半鋼手錶」則是指錶後蓋是不銹鋼做的，錶殼則用黃銅或其他金屬（鍍克羅米）做的。

當然，不銹鋼不生銹，這只是指在一般情況下而言的。天下沒有不生銹的金屬，只是不銹鋼耐銹蝕的本領較強。人們曾做過這樣的試驗：把兩塊重量都是20克的不銹鋼和普通碳素鋼，一起放在稀硝酸中煮沸一晝夜，結果普通鋼被強烈腐蝕，只剩13.6克重，而不銹鋼還剩下19.8克。

《十萬個為甚麼 (新視野版) 化學1》



香港教育圖書公司