

細胞單到多 演化里程碑

空氣含氧量不足或影響細胞分裂

科學講堂

逢星期三見報

大家知道生物由細胞組成，好比長城是由石塊砌成一條。有些生物如細菌、酵母的構造相對簡單，一個細胞就是牠們的整個身體了，但如人類、貓、狗，即使看似簡單的海參及水螅，便是由許多細胞所組成的多細胞生物，相對於細菌自然是複雜得多。

互補不足 成就更佳



科學家在試管中培育酵母，嘗試在實驗室中複製演化成多細胞生命的過程。網上圖片

我們常說在群體中大家各展所長、分工合作，互補不足，所能達至的成績，往往能比孤軍奮戰更佳。同樣道理，多細胞生物的不同細胞，專注於不同工作，與此同時共享營養和氧氣，令多細胞生物能在不同環境生存。

因此從單細胞生物演化成多細胞生命，乃物種演化中一個重大里程碑，但這裡里程碑不容易達成：細胞們需組織成一個「同生共死」的生物，必須學會如何互相協調，有時部分細胞更可能要自我犧牲，以求「成全大我」，令所屬的生物活得更好。

正因如此，科學家們普遍認為這個從單細胞到多細胞演化得來不易。

我們還未能完全確定地球首隻多細胞生物在什麼時候出現，但在地球歷史裡，這個步驟花約數百萬至幾十億年的時間。

今天與大家分享這方面的最新發展：從單細胞到多細胞生命，過程可能沒有想像中困難。

菌類（即日常生活常見的真菌）和海藻，分別包含了很多不同種類的植物，當中既有單細胞，也有多細胞。匈牙利的生物學家 László Nagy 分析了多種菌類，及多種海藻的親屬關係，發現不少從單細胞物種，演化到多細胞菌類/海藻的例子。這個演化的里程碑，可能比想像中容易達成呢。



藍綠藻在早期的地球裡進行光合作用，提高了空氣中的氧氣量。網上圖片



菌類包含很多不同種類的植物，當中既有單細胞，也有多細胞。網上圖片

地球早期缺氧 影響細胞成長

美國某大學實驗人員 William Ratcliff，嘗試在實驗室中複製這個演化過程。他在試管中培育酵母，並挑選其中較大、較快的酵母，沉到試管底部，繼續進行培育，一代一代以這種方式讓酵母繁殖下去。

結果在兩個月內，原來是單細胞的酵母的後裔不再「形單影隻」，而是一顆接一顆連結在一起，恍如一隻雪花形狀的多細胞生物。

其中有些酵母細胞會犧牲自己提早死亡，讓一個較大的酵母族群從

中分開，分裂為較小的部分。這就好像酵母是以族群為單位來繁殖，而不再是獨立活動了。

不過假若演化成多細胞生命是那麼容易，我們地球上的生物又為何用了那麼長的時間去完成這一步？

這可能是因為多細胞生物需要空氣中較多的氧氣去支持，而地球早期大氣層中的氧氣不足，所以早期的單細胞生物一直是等待氧氣含量上升，為牠們提供演化成多細胞生命的適當環境。

小結

有科學家提出，癌細胞不顧其他細胞的狀況，只是一味想着自己的生長，正好跟單細胞同舟共濟，組成多細胞生物的現象相反。因此研究最初細胞為什麼會組合起來，也許在未來對了解癌症的成因會有很大的裨益呢！

作者簡介：張文彥 香港大學土木工程學士。短暫任職實習土木工程師後，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 識數學符號 表達更精準

逢星期三見報

數學競賽中，經常出現 $[x]$ 這個符號，它代表是小于x的最大整數，稱為x的整數部分，比如 $[4.5]=4$ ， $[3]=3$ ， $[-3.5]=-4$ 。在符號上理解，聽來挺簡單，但解方程時變化很多，是一個有趣的課題。這符號經常在數論中出現，讀者在初等數論書中找到相關章節。當認識多了數學符號，表達起相關意思時，便可以更精準及簡潔。

這次分享一題簡單的求和問題，介紹這個符號的基本運算。

問題

求 $[\sqrt{1}]+[\sqrt{2}]+[\sqrt{3}]+\dots+[\sqrt{99}]$ 。

答案

當中較特別屬根式之內，為平方數的項，比如 $[\sqrt{1}]=1$ ， $[\sqrt{4}]=2$ ， $[\sqrt{9}]=3$ ， \dots ， $[\sqrt{81}]=9$ 。而其他項的數值，剛好跟之前一個平方數的項相同，比如 $[\sqrt{5}]$ ，它在 $[\sqrt{4}]$ 與 $[\sqrt{9}]$ 之間，由於 $[\sqrt{4}]=2$ ，因此 $[\sqrt{5}]=2$ ，另外還有 $[\sqrt{6}]$ ， $[\sqrt{7}]$ 和 $[\sqrt{8}]$ 都是2，共有5個2。按着這個規律，普遍來說，若是在 $[\sqrt{n}]$ ， $[\sqrt{n+1}]$ ， $[\sqrt{n+2}]$ ， \dots ，

$[\sqrt{(n+1)^2-1}]$ 之中，就有 $(n+1)^2-1-n^2+1=2n+1$ 個n。由此得知 $1 \times (2 \times 1 + 1) + 2 \times (2 \times 2 + 1) + 3 \times (2 \times 3 + 1) + \dots + 9 \times (2 \times 9 + 1) = 1 \times 3 + 2 \times 5 + 3 \times 7 + \dots + 9 \times 19 = 615$ 。因此答案為615。

科技暢想

隔星期三見報

數據實時分析 世界盃更立體

「昨天有沒有看足球賽？」曾是我最受的話題，記得阿仙奴隊中有位十分厲害的球員Jack Wilshere，自從他離隊後，我也漸漸因生活忙碌，放棄追看球賽，仿似看着青春離開，煞是可惜。然而，4年一度的世界盃總會把球迷的熱情帶回球場。

留港觀賽不遜現場

現場觀賽固然能感受澎湃氣氛，但一張世界盃門票約3,000元至2萬元，而且大多數人未必有時間飛到現場。

其實安坐家中，看着4K超高清大電視直播賽事，也非不好，況且還有實時賽況分析呢！

傳統商業智能利用萃取轉換載入技術(Extract Transform Load)，透過分析數據，以得出最佳商業決定，但這種技術很難用於分析足球賽上。

實時分析 球賽更立體

這技術運算需花上數小時，但足球比賽節奏明快，由球員開角球一刻，便需計算入球得分、越位及犯規等機會率，若分析時間太長，也失去了分析的意義。

至於開源分析平台(Open Source Analytic Platform)只需用兩部8核CPU及16GB RAM的電腦，已可分析超過1,200萬個數據點，即使用普通伺服器，也可處理超過20萬個記錄內的數據。它能在比賽進行時，即時分析球員表現，當數據越多，或預測做得越頻密時，預測結果就越精準。

這種技術早期運用在網球公開賽上，採集球員的位置、速度、姿勢、場地及現場數據，迅速分析球員習慣、動作、場地天氣實況，對手反應預測和得分預測，為球迷帶來更立體的球賽欣賞。

VAR助葡萄牙突圍

如果讀者在香港看世界盃，那麼一定聽過視頻助理裁判(Video Assistance Referee)。簡單來說，就是看重播，

VAR由3個人和多個拍攝者不同角度的鏡頭組成，入球得分和犯規判決有爭議時都可以用到。

主裁判和VAR團隊會一起看重播，糾正裁判在場上的錯誤判決，讓球賽更公平進行，減少球員「插水」和侵犯對手。

最近，葡萄牙對西班牙一賽，代表葡萄牙的C朗在禁區被推跌，在VAR幫助下成功平反，得到罰球並戰和了西班牙。

既想看球賽又不想擾亂日常生活，留在香港欣賞直播也是不錯的選擇。

不論選擇哪種方式看球賽都要坐言起行，寧可因興趣而忙碌，不要因忙碌而放棄興趣！

香港新興科技教育協會 創會副會長趙穎詩

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。



符號乍看簡單 實際千變萬化

由剛才的題解看來，即使項數再多一點，這樣的計算方式還是可行，不過運算起來比較複雜。若是推廣一下，考慮 $[\sqrt{1}]+[\sqrt{2}]+[\sqrt{3}]+\dots+[\sqrt{n^2-1}]$ ，這個是一有趣的問題，有興趣的讀者可以探索一下。由於篇幅所限，相關的問題就不討論了。

關於 $[x]$ 這個符號，其中一個有用的結果，就是知道 $1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n$ 之中，質數p出現的次數為多少，比如 $1 \times 2 \times 3 \times 4$ ，那麼對於質數2，除了2本身以外，還有 $4=2^2$ ，這樣2就出現了3次。

若是一個接一個地數，就是挺複雜的，用上了這次介紹的符號，就簡單了。公式為

$$[\frac{n}{p}] + [\frac{n}{p^2}] + [\frac{n}{p^3}] + \dots$$

這個和看來是無限的，但當p的某個k次方足夠大的時候，有 $p^k > n$ ， $0 < \frac{n}{p^k} < 1$ ，

$[\frac{n}{p^k}] = 0$ ，之後的各項都是0。因此實際來說，這個和是有限的。一般來說，若是有無窮個項加起來，要留心它加起來是否有限，因為無限項加起來不時都會出現奇怪現象，這在中學階段未必能深入了解。

關於剛才這道公式，舉例說明一下，比如要求出 $1 \times 2 \times 3 \times \dots \times 100$ 以內，質數3出現的次數為多少，則可由公式得知

$$[\frac{100}{3}] + [\frac{100}{3^2}] + [\frac{100}{3^3}] + [\frac{100}{3^4}] = 33 + 11 + 3 + 1 = 48。$$

好像這道題，100以內，質數3出現的地方，都在3的倍數，9的倍數，27的倍數和81的倍數之中。3的倍數出現了 $[\frac{100}{3}]=33$ 次，9的倍數出現了 $[\frac{100}{9}]=11$ 次，27的倍數出現了 $[\frac{100}{27}]=3$ 次，81的倍數出現了 $[\frac{100}{81}]=1$ 次，簡言之就是按着3的倍數有多少個，再跟3的各個次方的倍數有多少個，依次加起來。

有了這個理解，之前普遍用n和p來討論的公式，背後的原因也不難明白了。

剛才提到的公式，只是 $[x]$ 這符號的一點小小的應用，它還有其他更大的用途，有興趣的讀者可以在網上查找。數學裡學多一個符號，要精確地理解這個符號相關的變化，是需要多做練習，才明白當中的變化。

符號初時看來很容易，但其變化通常複雜很多倍，這個在遇上新的符號時是要注意的。

轉眼又是學年尾聲，盼望同學們在這學年的《奧數揭秘》中領略到數學樂趣、學習解題竅門，達至增長知識、擴闊眼界的目標，並繼續在數學路上昂首邁步向前。 ■張志基

有問有答

隔星期三見報

數碼地球 鉅細無遺

地球相對於人類來說，實在是太大了，如何能全面、快速地認識我們賴以生存的地球呢？信息科技快速發展，我們現在可以打造一個數碼地球。

所謂數碼地球，就是用數碼編碼的方法將地球、地球上的活動，及整個地球環境的時空變化裝入電腦，實現在網絡上的信息傳輸，讓日常工作、學習和娛樂都可以在數碼地球上進行。

1998年1月，時任美國副總統戈爾在一次演講中，首次正式提出了「數碼地球」這個概念，迅速被各國關注和接受。

數碼地球成為世界進入信息時代的重要標誌之一，它被描述為向信息高速網絡，提供豐富信息的數據資源，促進世界知識經濟發展的運行平台，也是支持國家可持續發展的高端技術。

數碼技術覆蓋地球

衛星定位系統、遙感和地理信息系統，是數碼地球最重要的三個技術基礎。數碼地球不僅包括高分辨率的地球衛星遙感圖像，還包括各種比例尺的數碼地圖，以及經濟、社會、生活等方面的信息。

其中最重要的是基礎地理數據，包括數碼線性地圖(DLG)、數碼高程模型

(DEM)、數碼正射影像圖(DOM)、數碼網格地圖(DRG)，通常把這四種重要的數據簡稱為「4D」產品。

數碼地球是在網絡上運行的，由於數據量大，必須依賴高速的寬頻網絡，和功能強、效率高的網絡軟件。

建設數碼地球，首先要建立數碼地球空間數據框架，因此地球的形狀、大小、坐標系統，成為所有地理信息數據所依附的基礎數據框架。

這框架包括很多數據：不同尺度的大地控制點、土地覆蓋、正射影像、交通、地界、地籍、水系及地名等。

公眾可自行添加資料

數碼地球還容納了大量行業部門、企業和個人添加的信息。例如，圖書館可將館藏通過圖形、影像、聲音、文字形式置入數碼地球中；旅遊公司可以將酒店、旅遊景點，包括它們的風景照片和錄像，放到這一公用的數碼地球上；地產公司可以將地產信息連接到這個數據框架上。

數碼地球可以成為一個向公眾開放的系統，讓用戶依據需要添加獨特的信息。

另一個顯著的技術是虛擬現實技術。用戶戴上頭戴式顯示器，就可以看見地球從太空中出現，使用「用戶界面」的



數字編碼可把地球、地球上的活動，及整個地球環境的時空變化裝入電腦，實現在網絡信息傳輸。 教圖供圖

開窗功能放大數碼圖像。隨着分辨率不斷提高，用戶可看見海洋、陸地，然後是鄉村、城市，最後是建築、樹木和其他天然與人造景觀。當用戶對商品感興趣時，可以進入商店內閒逛，甚至可以虛擬試穿商店內出售的衣服、試戴飾品。

