

帝國同期衰落 竟是旱災惹禍？

科學講堂

之前都有不時和各位討論跟全球暖化、氣候改變有關的話題，皆因這些課題都跟我們的生活息息相關：地球的氣候系統，本身可以出現多大的波動？氣候的變化，又可否導致人類文明的衰落？今天就以大約發生在4,200年前（也就是公元前2200年）的一場旱災為例子，與大家探討一下這些問題。

土層揭氣候乾燥 居民避走三百年

我們是如何得知發生於4,200年前發生過旱災呢？早在1990年代，耶魯大學考古學家Harvey Weiss跟他的研究團隊在敘利亞東北部Tell Leilan這座城市發掘的時候，發現對應於4,200年前的土層有點與別不同：他們發現了厚達20厘米、充滿了灰色沙粒的土層，反映出當時較乾燥的氣候，與4,300年前、以肥沃壤土為主的土層有很大的分別。



◆同一時期良渚文化也逐漸衰落。圖為良渚文化的古玉。資料圖片

Weiss亦發現，這個乾旱的時期好像也影響了當地的居民，在公元前2700年至公元前2200年，這個城市都有居民生活的痕跡，但此後的300年間，居民好像暫時離開了這座城市，一直到大約公元前1900年才再有居民生活的跡象。當地的居民好像是為了躲避乾旱的氣候而離開了。

尼羅河水流減少

類似的證據，其後亦在意大利、埃及、印度等地被發現，其中就有證據顯示，埃及尼羅河的水流量在公元前2200年左右減少。隨

着愈來愈多的證據出現，這個「乾旱事件」逐漸受到重視。到了2018年國際地層委員會(International Commission on Stratigraphy)更決定利用這個「乾旱事件」來標示梅加拉亞期(Meghalayan)這個地質世代的開始。



◆乾旱對於人類文明有多大影響，學術界還在討論當中。圖為近日肯尼亞發生的旱災。資料圖片

人類可適應轉變 氣候有否大影響？

不過，這個決定還未得到科學家們的一致認同。把這個「乾旱事件」用作地質世代的開端，其實確認了這個事件對全球的重要影響。

不過不少古代氣候學家指出，我們有關這個「旱災」的證據，主要集中在中東、地中海、南亞、北非等地方，但卻缺少南半球的數據。而且科學家們還找不到這個乾旱事件背後的主要原因，因此更難理解這件全球性的事件。

相比之下，科學家們也發現8,200年前北美洲的一些冰層崩塌而流進海洋之中，因而造成全球的氣溫下降。有了如此明確

的原因，8,200年前全球氣溫下降的事件就變得更為可信。

這4,200年前的乾旱事件對人類社會有什麼影響，也引起了一些猜測。之前提到在公元前2200年被居民離棄的Tell Leilan，屬於當時在中東一帶活躍的阿卡德帝國(Akkadian Empire)。有趣的是，阿卡德帝國恰巧在公元前2150年左右就沒落了，埃及也在差不多的時間進入「第一中間時期」，屬於政治上比較不穩的歷史時期。至於中國的龍山文化和良渚文化，也在差不多的時間逐漸衰落。這不難讓人猜想，這些文明是否因為當時的乾旱事件而走向下坡？

對於這個猜想，不少科學家還是頗有保留，因為人類作出改變以適應氣候的轉變，歷史上也不是沒有例子：比如說在農作物收成不佳的時候，我們的祖先可以運用以肉類為主的飲食習慣以撐過惡劣的氣候。

已有證據顯示，4,200年前的確發生了一次乾旱事件，但它的規模有多大，我們還沒有太確切的結論。當然更深入地理解地球的氣候系統能發生什麼樣的變化，對我們如何面對未來的挑戰也是十分重要呢。

◆杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

次方的次方

奧數揭秘

平常看指數式，比如 3^2 ，大家都知道是兩個3乘起來，那麼 3^{3^2} 又是什麼來的呢？數學上約定了由最右上方開始看，就是先看 $2^2 = 16$ ，即是 3^{16} 、3的16次方。這裏千萬不能與 $(3^3)^2$ 混淆，這個是 $3^{3^2} = 3^9$ ，即3的8次方，相差很遠。這些次方又次方的等號，很少在常規課程內出現，都是在競賽裏比較多，第一次看通常都會誤會。

這次就談談其中一道出現次方再次方的問題。

問題：設n是使得 n^k 整除 $27^{27^{27}}$ 的最大正整數，問n的正因數有多少個？

答案：先簡化 $27^{27^{27}}$ ，以3為底，得 $(3^3)^{3^{3^2}} = 3^{3^3 \times 3^{3^2}} = 3^{3^{3^2+2}}$ 。由於n是因數，明顯n也是以3為底的某次方，故設 $n = 3^k$ 。則 $n^k = (3^k)^k = 3^{k^2}$ 。留意指數部分， 3^k 必小於或等於 3^{3^2} ，若要使k盡量大，可試 $k = 81$ ，但 $3^{81} \times 81 > 3^{82}$ ，因為 $81 > 3$ 。依次可繼續嘗試 $k = 80$ ， $3^{80} \times 80 > 3^{82}$ ，因為 $80 > 3^2$ 。再試 $k = 79$ ， $3^{79} \times 79 < 3^{82}$ ，因為 $79 > 3^2$ 。再看 $k = 78$ ，得 $3^{78} \times 78 < 3^{78} \times 3^4 = 3^{82}$ 。從而得知n最大為 3^{78} ，正因數有 $1, 3, 3^2, 3^3, \dots, 3^{78}$ ，共79個正因數。

大致來說，解法都是先化簡那個27次方又次方的東西，知道以3為底時，數字就會簡單些，然後看到那些因數都是以3為底，於是n就會同樣以3為底。把n的形式固定了再化簡，之後試試 n^k 在以3為底之後，指數部分要小於3的82次的次方，就能找到答案了。

初學時要操作這個指數很困難，始終符號既熟識又陌生，運算時好像能心算一部分，但又跟過往的經驗不同，於是心算幾次也會錯，寫出來又麻煩，要把那些指數定律有耐性地一步一步逐個符號想清楚，才可以解得通。平常思考敏捷的學生遇上新符號，如果跟舊有的符號相似，很容易會被舊有經驗干擾一番，好不容易才能適應。這也是學習數學其中一個常見的情況。

解題日時，即使能化簡，到後來還是要試幾步才得到答案，這也未必是解課內數學題時會用的方法。平常課內解題，多數能運算出答案，較少在陌生的算式之間互相比較大小，比

如題中要比較 3^k 和 3^{3^2} 哪個較大，課內很少需要這樣嘗試。

「試幾次」這算不是一個方法？其實當我們剛開始先找幾個數代入k，只是為了加深理解而已。因為兩道算式看來都很陌生，想了解哪個大，常見的做法就是代入幾個數看看。當試到82左右，發現數值相近，於是就在附近找找其他數值看看，想法就自然出現。

課內的數學題解起來時，大部分都有跡可尋，但競賽題就未必能算出來，有時是試一下，看看有什麼新資料，或者看到算式不太理解，就先找些特殊例子加深理解，然後才開始做，那就跟有固定程序的解題方法不同，從而訓練學生靈活運用知識的能力。靈活說到底就是一時用這個，一時用那個，必須要沒什麼特別線索才訓練得了，有時太追求一些特定技巧，覺得可以做萬能鑰匙，思想就僵化了，平常看其他經驗，也是一樣。

◆張志基

善用多媒體 疫下推環保

綠得開心@校園



◆綠得開心推廣大使徐思瑩、鄧瑩棠和金偉明校長。作者供圖

縱使這一兩年疫情反覆，仍然無阻同學學習及推廣環保。就讀香港聖公會何明華會督中學的鄧瑩棠同學參加了「綠得開心推廣大使」計劃，通過網上學習，繼而善用多媒體創作，履行環保宣傳工作。以下是鄧同學的分享：

當老師向我推介港燈主辦的「綠得開心推廣大使」活動時，我立刻答應了。一直以來，我覺得「環保」是一個重大議題，必須從小做起。大家生活中微小的改變，都能為保護地球出一分力，積少成多，發揮效用。我常存這樣的信念。

在港燈舉辦的培訓活動中，我對香港落實「智慧城市」、港燈在「智慧城市」中所擔當的角色、「智慧城市」在我們日常生活中帶來的益處等，都有更深的了解。雖然培訓是在網上進行，但仍可讓我再次接觸Micro:bit微型電腦板的程式設計，溫故知新；還認識了智慧家庭相關的資訊，真的十分有趣，令我的眼界大開。

拍攝環保短片 願建智慧城市

隨着疫情出現，作為綠得開心推廣大使，我可以參與的實體活動並不多。我以《智慧城市·方便你我》為題，拍攝了一段環保短片，分享了「智慧出行」和「智慧經濟」兩部分，願大家把香港建設成智慧城市。

在學校內，我也協助老師跟進校內不同的環保活動，例如《明華加多一點綠》綠化課室計劃、代表學校參加網上環保問答比賽及製作環保小組的壁報。

面對疫情，學校的環保教育和推動仍是多元的，當中有環保劇團的網上表演、港燈《智惜現在·綠色未來》微電影欣賞及網上問答比賽。當中，演員專業的演出和分享，故事的構思和帶出來的訊息，都為大家留下深刻印象，讓我們一再反思相關的議題。

我很榮幸被選為港燈「最傑出綠得開心推廣大使」的其中一分子。現在我讀中六了，在預備公開考試的同時，仍很關心學校的環保發展。很感恩，學校已加入《可再生能源上網電價》的行列，還有《綠色校園2.0》、《校園走塑午膳所需設備先導計劃》及《綠建環評學校計劃》等，為實踐環保增添了新的動力。畢業後，我會帶着這幾年的體會，踏上可持續發展的道路，誠邀你也一起，成為同路人，你可以嗎？



◆鄧同學在港燈舉辦的培訓活動中再次接觸Micro:bit微型電腦板的程式設計。作者供圖

◆香港聖公會何明華會督中學(港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，三位同學於2020/21年參加「綠得開心推廣大使計劃」。當中，鄧瑩棠同學更獲選為「最傑出大使」。)港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已超過五百間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。

