

研究微波輻射 先要刪走雜音

科學講堂 逢星期三見報

上次跟大家分享了「宇宙微波背景輻射 (Cosmic Microwave Background Radiation)」的發現故事，並介紹了大爆炸如何「生出」這種充斥於天空各個角落的電波。今天再跟大家延續這個未完的故事。

電視機雪花 部分是微波

上次並沒有為大家解說，為什麼這些電波被叫作「微波輻射」？其實根據宇宙學家的認識，當這些「背景輻射」被釋放的時候，宇宙的溫度高達攝氏3,000度，因此不能說當時的溫度不高，而當時的輻射應該以紅光為主。

不過，大家千萬不要忘了宇宙是在膨脹中：在這些「背景電波」從遙遠的天際、久遠的過去來到我們身邊，被我們觀察到的過程中，它們也會跟隨宇宙的膨脹而被



電視機熒幕上出現的「雪花」，有1%就是來自「宇宙微波背景輻射」。網上圖片

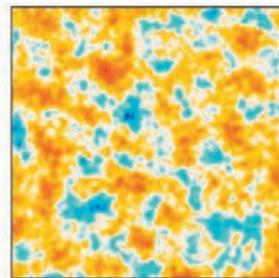
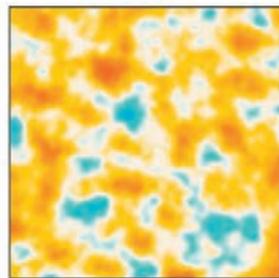
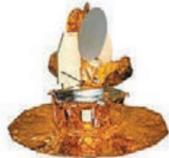
「拉長」，因此逐漸由波長約為400納米(1納米就是10億分之一米)的紅光，被「拉長」成波長約為1毫米的微波(對，就是跟微波爐裡的微波同一類的東西)。因此，這些「微波輻射」，跟宇宙大爆炸的關係真的是十分密切：宇宙的大爆炸產生了這些電波，更將它們「改頭換面」，變成現在我們見到的面貌。

量度這些「微波輻射」的技術，在上世紀後期已經十分成熟：其中一個主要的部分就是接收電波。其實大家家中可能早已有這樣的儀器了：電視機。

在我們轉換成數碼廣播以前，大家在調校頻道的時候，可能都見過電視熒幕上出現的「雪花」。這些「雪花」的1%，就是來自「宇宙微波背景輻射」。

這也指出了測量「宇宙微波背景輻射」的困難：要清楚研究這些電波，我們需要懂得刪走不需要的雜音，並把我們想要的信號準確地量度下來。

為了擺脫大氣層的干擾，科學家在1989年向太空發射了第一個主力研究宇宙初始狀態的衛星：宇宙背景探測者 (Cosmic Background Explorer, 簡稱COBE)。



COBE (左)、WMAP(中)和 Planck (右)愈來愈準確地量度宇宙微波背景輻射在天空各處的微細差別。網上圖片

均勻滿天空 仍有微差別

不過，科學家有更大的野心：「宇宙微波背景輻射」基本上來說是均勻地佈滿整個天空的，但是科學家們希望能夠測量到這些電波在天空不同部分的微細差別。

這些差別真的是極其微細：在10萬分之一的水平，也就是說，如果我們是在確定香港的人口，我們需要肯定是7,000,120人而不是7,000,130人。

我們在這方面非常成功，COBE以後，科學家們一直在開發更準確的測量衛星：

2001年發射的威爾金森微波各向異性探測器 (簡稱WMAP)、2009年的普朗克衛星 (簡稱Planck)，都容許我們無比準確地量度宇宙微波背景輻射在天空各處的微細差別。

這些準確的測量數據，對宇宙學的發展起了十分重要的作用。1979年諾貝爾物理學獎得主溫伯格 (Steven Weinberg) 在他的著作《宇宙的起源：最初三分鐘 (The First Three Minutes: A Modern View of

the Origin of the Universe)》的第一章中曾提過，1950年代的科學界普遍認為，一位可敬的科學家並不會致力於研究宇宙的早期狀態。這是因為當時還沒有相關的準確測量數據，所以科學家在研究早期宇宙的時候，會感到無所適從，無法決定哪個才是可靠的方向，無法說服大家哪個模型才是正確的。能夠準確地量度宇宙微波背景輻射，正解決了以上的問題，令宇宙學變成了現今十分嚴謹的科學領域。

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，不時參與科學普及及知識交流活動。

學會欣賞題目 不再令人卻步

奧數揭秘

逢星期三見報

奧數題之中，經過許多年的變化，有些早年的難題，漸漸多了在較低年級的培訓之中見到。最經典的大概是第一屆國際數學奧林匹克第一題：

求具有下列性質的最小自然數n：

- 1)n的個位數是6；
- 2)若將n的個位數字6移到其餘各位數字之前，所得新數是n的4倍。

設n個位以上的各位數為k，則n=10k+6，得k= $\frac{n-6}{10}$ 。將原本個位的6移到最左邊，則新數變成6×10^m+k，其中m是k的位數。因此得4n=6×10^m+ $\frac{n-6}{10}$ ， $n=\frac{6(10^{m+1}-1)}{39}$

「證明：對於任何自然數n，分數 $\frac{21n+4}{14n+3}$ 皆不可約。」這題只需要做轉相除法就可以了，現在都已經是奧數裡的常識了。

這次分享一道1962年國際數學奧林匹克的題目，當中的技巧，可能現在初中的奧數學生也能做到了。

其中10^{m+1}-1必是13的倍數，於是把10^{m+1}除以13，看看什麼時候會餘1，得知當m最小為5時，得n= $\frac{2(10^6-1)}{13}$ =153846

能分享一道國際數學奧林匹克的問題是有點難得，始終是一個半小時一題的東西，難得技巧並不是太複雜。

這些數字相關的問題，最基本的思路，就是先把未知數的形式表示出來，然後再配合題意，寫出方程，之後再解方程。按着這個思路，題解中的步驟就清晰了。一開始把個位以上的數都稱為k，然後用算式n=10k+6和6×10^m+k分別表示6在右方和左方的情況，之後就是用題意列式解方程了。當中的k若是保留的話，會多了未知數，那就不如把k用n表示，那樣未知數就少了，解起方程來也更直接些。

能解一道這些一個多小時一題的題目，成功感是很大的，即使筆者在老師了，還是會覺得困難。面對數學競賽的題目，需要謙卑遠多於自信。奧數題目的難度和成就感，是一體兩面的事，就是看來多少像個高山，才令人有了征服後的滿足感。

不過對於許多學生來說，學習奧數的第一步，就是怎樣解決那對難題的恐懼

感，和想逃避的感覺。我看不妨先學會欣賞一下題目，看看當中那些證明題的結論，是有多令人驚奇。許多時候奧數題目裡，特別是證明題，那些結論是不明顯的，當中不禁令人好奇，那結論是怎樣來的。

有時候學生面對奧數題，由於本身是尖子，可能對自身有頗高要求，急於去解決那些難題，反而沒了那點好奇心和探索的樂趣，心情又變得緊張。其實在探索的過程中，困惑和迷惘是解難的一部分，或者有時推論錯了一兩步，但若是表達得足夠清晰的，推論得久了，也多數能反省出來。面對一題題目，若果競賽裡的時限為半小時一題的，平日練習不妨用一個多小時做，把問題裡各個細節探索通透，把自己猜想出來的相關問題也作了合理判斷，那樣即使最終未能成功解決問題，也會累積了一定的數學能力。

以上的學習心得，是筆者多年來的一點體會，希望能幫助學生面對困難的題目時，多一分輕鬆的心情。 ■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。



氣象萬千

星期三見報

雖然歌詞也有講「風來也風去」，但其實要知道熱帶氣旋去到哪兒，機會有多大，可以參考概率預報，不用瞎猜。

天文台推出的「熱帶氣旋路徑概率預報圖」，可以看見熱帶氣旋未來九日經過某地方附近範圍的機會有多大，同時，都可以看得見熱帶氣旋的移動趨勢。

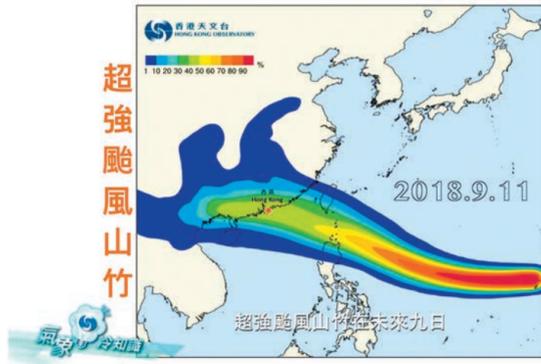
不同的顏色代表概率的高低，亦即是機會的大小，最大機會的地方是偏紅色，中等是黃色，而較低概率的地方就用偏藍色表示。

這張圖是電腦利用天氣模式集合預報系統自動製作，完全不經人手修訂，圖內每個地方的概率代表熱帶氣旋未來9天內在這地點120公里範圍內經過的機會。

風來也風去 看圖知路向

電腦集合預報會因應各種可能發生的情況，來預測路徑走勢，例如這張2018年9月11日超強颱風「山竹」在未來9天有機會影響什麼地方的概率預報圖，其顏色覆蓋範圍比較大一點，而幾日後當「山竹」過了菲律賓，因為電腦預測「山竹」在未來一兩天影響香港、廣東和廣西一帶之後，會逐漸消散，所以概率範圍就縮小了，因此要留意這張圖會隨着風暴演變情況，概率預報的顏色與範圍都不一樣。

當有熱帶氣旋影響預報範圍，天文台都會發出「熱帶氣旋路徑概率預報圖」，在天文台的網站和手機應用程式「我的天文台」都可以看到。概率預報圖是表示大致的趨勢，就算某地方受到風暴影響的概率比較低，大家都不能掉以輕心，尤其是當地的活動如果較易受到天氣影響，也應該準備相應措施以策萬全。



這張圖顯示2018年9月11日超強颱風「山竹」在未來9天有機會影響什麼地方。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。



輻射水平太高 機械人也陣亡

科技暢想

隔星期三見報

2011年3月11日，在日本本州東部太平洋海岸線遭遇的災難，造成數萬人流離失所，災民生活至今仍未恢復正常。宮城縣、岩手縣和福島縣多達36,000人7年後仍然生活在的預製臨時住房中，很多東日本大地震造成的破壞，以及東京電力福島第一核電站的損壞，迫使居民離開家鄉。

為何整個地點不像前蘇聯處理切爾諾貝爾核事故那樣，把整個核電廠埋在地下呢？原因是日本這個核電廠是在海邊，如果情況一直沒有解決，地下水會把輻射繼續帶到鄰近地方，更可能在下次強烈地震時帶來更大的災難。

通過將遠程控制的機械人送入福島第一核電站一個受損反應堆的內部，60厘米長的機械人，配備了一對照相機和傳感器來測量輻射水平，工廠的運營商試圖確定熔化燃料的確切位置和狀況。

自受到地震和海嘯襲擊後，清理福島核

災難現場預計耗時三四十一年，而最近公佈的預計開支為21.5兆日圓(1,890億美元)。這個數字包括補償成千上萬的撤離人員，幾乎是三年前發佈的兩倍。

開發能夠到達福島第一核電站反應堆最危險部分的機械人，並在那裡停留足夠時間以獲取關鍵數據，幾乎是不可能的挑戰。蠍子機械人(因其安裝相機的摺疊尾部)在反應堆壓力容器下方的軌道上「死亡」，其路徑被塊狀燃料和其他碎片堵塞。該裝置以及其他機械人被一個看不見的敵人損壞：輻射。在廢棄之前，其劑量計顯示，2號反應堆安全殼內的輻射水平為每小時250 sieverts。在早期使用遙控



負責進入核電站的機械人，亦抵受不住輻射。網上圖片

攝像機的探測器中，大約相同點的輻射一小時高達650 sieverts 一足以在一分鐘內殺死人類。

至於其他兩個反應堆的勘探工作幾乎沒有開始，因其輻射水平甚至高於2號反應堆。有計劃在未來幾周內，將一個小型防水機械人送入1號反應堆，但沒有確定更嚴重受損的3號反應堆的勘探日期。

洪文正

簡介：本會培育科普及人才，提高各界對科技創意的認識，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。

