

時間這個東西

陳文屏（中央大學天文所及物理系）

本文原刊於「大地地理雜誌」2000年1月號，編輯改文名為「時間之謎」

我們不能如以元計錢般，以日計時，因為每日皆不相同。喬治·柏格
時間是絕佳的老師，但是很不幸，這位老師終將殺害所有學生。柏利歐茲
你曾經對我說，你永遠愛著我，愛情這東西我明白，但永遠是什麼？羅大佑

何謂時間？這個問題看似簡單，畢竟幼童便已經有「明天要過生日」、或是「等一會兒買玩具」的概念。但是若真要對「時間」下定義，卻似乎沒人說得清楚。

時間的本質十分複雜抽象。首先，時間是絕對的嗎？若說時間的概念來自事件的順序，以及事件的長短，那麼在空無一物的世界裡，時間顯然沒有意義。即使世界裡有物體存在，但若是只有一個，而沒有其他物體與之作用，沒有因果關係，自然沒有順序，也就沒有時間。把這個道理繼續推論下去，若是世界裡存在許多物體，但卻彼此相隔遙遠，以致無法溝通，沒有交互作用，這樣的情況下，時間有意義嗎？

未來等著現在走去？

其次，時間是單向，還是循環的？時間一直向前似乎毫無爭論。人們的終極恐懼，莫過於時間永不歇息，生命毫無選擇走向死亡。然而晝往夜來、四季循環，草木隨之榮枯，包括佛教在內的一些哲學思想，便提出生生不息、輪迴轉世的說法，認為時光如洪流般，逕自奔騰，而萬物在其中載浮載沈，轉世脫胎，因此時間除了一路向前外，似乎又有週而復始的一面。所謂「未來」，是時間走到當處，瞬間創造出來的？還是「未來」其實一直都存在，等著我們從「現在」走去？

古人對於時間的體會，以及如何精確測量時間的渴望，提供了天文學啟蒙的原動力。我們日常使用的基本計時單位，皆源自天體的規律運動。最古老的計時工具是日晷，早在中國夏朝，以及巴比倫時代就已經利用圭表測量日影長短來計時。有了基本的時間單位後，人們便可以不再仰賴陽光，而利用沙漏、水滴等工具來計時。據傳早在黃帝時代，便已有漏刻的計時器具。唐朝杜甫詩：「五夜漏聲吹曉箭，九重春色醉仙桃」，以及宋朝王安石詩：「金爐香盡漏聲殘，剪剪清風陣陣寒」中，所謂「漏聲」就是水鐘滴漏之聲。台中科學博物館複製蘇頌製作的「水運儀象台」，便是製作精巧的水鐘。

太陽從東方升起，中午時分達到最高，然後從西方落下，兩次通過最高點之間的時間就定義為「日」。而通過觀測者地平面南、北方，以及正頭頂的一條假想線，則稱為「子午線」(meridian)。太陽於中午時通過子午線，在此之前，稱為「上午」(AM; antemeridian)，之後則稱為「下午」(PM; postmeridian)。對於不同地區的觀測者而言，子午線是不同的，為了讓每個地區都是太陽在中午的時候通過各自的子午線，因此有了「時區」的設置。人們日出而作，日落而息，生活規律與太陽起落息息相關。很多生物也有類似的生理時鐘，隨著環境的韻律而有不同的行為。

月相盈虧圓缺的改變，是最明顯、最容易引起注意的天象，人們掌握了月相變化的規律，而有了「月」這個時間單位，代表兩次月圓之間的時間，也就是月球繞行地球一圈所需的時間。

「年」是地球繞行太陽一圈的時間。從地球看去，太陽在天上相對於恆星的位置每年移動 360 度，差不多每天一度，這也是五千年前巴比倫人定義圓周為 360 度的起源，如今使用度的小圈符號 (°) 就代表太陽。太陽一年當中，依次走在十二個星座之前，這就是「黃道 12 宮」的起源。古人發現了太陽的運動規律，而孕育了曆法，也促成天文學的發展。由於地球自轉軸的傾斜，一年當中不同時間太陽直接照射到地面的位置也不同，因此而有了季節。古人認為地球是宇宙的中心，因為觀察到太陽在天空運行的速度，隨季節快慢不一，因而提出複雜的宇宙運行模型。

一年到底有幾天？

隨著社會結構越發複雜，人類文明的活動越發活絡，需要有記錄長時間的計時方式，導致曆法的制訂。曆法的基本要求是把一年分成較小的時間單位，因此先決條件是要能準確測量一年的長短。月相與太陽起落的規律性，成為自然的計時單位，精確測量天體運行的天文學，乃成為制訂曆法的必要知識

「日」的定義來自地球自轉一圈的時間，但是何謂一圈呢？太陽連續兩次通過子午線的時間間隔稱為「太陽日」，而某遙遠恆星連續兩次通過子午線的時間間隔稱為「恆星日」。由於地球繞日公轉，太陽日比恆星日長了約 4 分鐘。同時由於地球繞日的軌道為橢圓形，一年當中每個太陽日常短是不一樣的，所以天文學家定義了「平均太陽日」。平均太陽日就是平常我們所用的一天 24 小時整，每小時有 60 分，每分有 60 秒。因此手錶上的每一秒都一樣長，日曆上的每一天也都一樣長。

曆法的複雜在於年、月、日等單位，彼此並非簡單的整數關係。最早的曆法一年從了 354 到 365 天都有。巴比倫人結合月球與太陽的運行，制定了陰陽曆，一年分成 12 個月，每個月 30 天，因此一年共有 360 天。埃及人首先使用太陽曆，一年 365 天，但是仍舊有 12 個月，每月 30 天，因此多出了 5 天。埃及人已經知道一年其實應該是 365 天又 6 小時，因此每隔 4 年就必需多加一天，成為閏年，以使曆法與天體運行一致。

中國早在黃帝時期，就已經利用日出時翻過一片竹片的方法來記載時間。尚書中便記載了當時的天官羲和（約為西元前 24 世紀）觀察日月星辰，以判定節氣，並已瞭解到一年的長度為 366 天。殷商時代（西元前 16~11 世紀）利用六十干支計日，並使用陰陽曆，包括複雜的大、小月、閏月等。到了春秋時代，19 年置 7 閏月的曆法已然成型。

自希臘的泰勒斯 (Thales, 西元前 624~547 年) 與柏拉圖 (Plato, 西元前 427~347 年) 以降，直到 17 世紀的牛頓，時間對他們來說是絕對的。哥白尼 (Copernicus, 西元 1473~1543 年) 創立了日心地動學說，為現代天文學打下基礎，但是仍然認為時間是絕對的。

誰的「現在」？

直到本世紀愛因斯坦的相對論才把時間與空間整合為一。試想我們問身旁友人現在幾點，友人看了手錶後告訴我們。但是要是友人離我們非常遠，發出的聲音（問題）要好幾秒鐘後才抵達友人處，而友人看了錶後即使立刻回答，聲音也還要幾秒後才到我這兒。換句話說，在這一問一答之間，我的「現在」已經和友人的「現在」不同了，「現在」已經沒有絕對意義了。在廣大的宇宙裡也是一樣，遙遠的天體發出的光線，可能要幾億年的時間才抵達地球，我們看到的其實是此天體幾億年前的樣子。當科學家用望遠鏡觀測微弱的天體時，這些四面八方的天體與我們的距離各自不同，我們觀看天體，其實是在回望宇宙的歷史！

由以上的說明可以看出，不光是哲學，即使是計時這樣純粹計時的科學技術，也不是

件容易的事。讀書人的專長就是把簡單的事情說得很複雜，科學家尤有甚之，看樣子天文學家更是箇中翹楚！這實在是因為天體的運行錯綜複雜的緣故。如今科學家不再單獨仰賴精確測量天體來計時，而改用機械擺動或石英震盪來計時。目前作為計時標準的鈹原子鐘，以某條光譜線的頻率來定義一秒鐘，可以準確到百兆分之一。

有趣的是，年、月、日都與天體的運行週期有關，然而「星期」雖然在中文的稱呼上看起來和天上的星星有關，但是其長短——也就是之所以七天為一個星期——卻和天體的運行沒有直接的關連。

一星期七天的由來，一般的說法是與聖經中創世紀有關，即上帝工作了六天而在第七天休息。但有證據顯示，猶太人對星期的觀念可能來自西南亞美索不達米亞的閃族人(Sumerian)及巴比倫人，他們將一年分成星期來計算，一星期有七天，其中一天是休息的日子。早在巴比倫的時代即以日、月配上當時所知的五個行星用來記日，七天為一周。羅馬人沿用此記時習慣，但一度改成八天，直到西元321年，君士坦丁大帝將七天的星期置入羅馬曆，且定星期日為一週之始。

在很多文化的語言當中，星期中的每一天都和天體有關，西方語言中，從星期日到星期六，分別以日、月、火、水、木、金、土來命名。中國古曆每月以廿八宿分配，亦以七曜為星期記日，天體的順序也相同。直到今日，日文及韓文星期日到星期六仍保留了這些名稱。反倒是擁有悠久歷史的中國文化，在算日子方面，不論是星期（除了星期日）或月份全用數字，在現代的語言中反倒出乎意料的乾淨俐落！至於星期的觀念源自西方文明，那是何時傳入中國的呢？又是在何時演化成毫無浪漫的數字呢？這些都是歷史上，文明之間交流與相互影響的有趣課題。

比「最早」還更早？

今天的科學家觀測宇宙天體的運動，發現宇宙正處於膨脹的狀態，並進而推算出宇宙大約是在137億年前的一個「大霹靂」事件後形成。然而這並不表示在大霹靂之前，宇宙不存在，只不過我們無法知道之前的情形罷了。大霹靂之前，物質與能量仍然可能存在，但是形式（化學成分、組成方式）、彼此的作用方式（物理定律）可能和現在這個宇宙不同。

既然宇宙有起點，因此就有一定的大小，那麼宇宙之外是什麼呢？有趣的是，正由於宇宙在膨脹，越遠的天體所發出的光線（光是宇宙中走最快的東西！）必須花越久的時間才能到我們這裡，而因為宇宙的年齡有限，因此超過某個範圍之外的光線，還「來不及」抵達，而這個邊界，就定義了可觀測宇宙的大小。因為宇宙在膨脹，因此「宇宙之外」可以說是「未來的宇宙」，大霹靂之前的情形，與宇宙之外的情形，我們都無從得知，因為我們無法取得訊息，沒有交互作用。值得一提的是，有些科學家曾經認為宇宙可能來回震盪，從一個點創生後開始膨脹，然而速度漸慢終至停止，接著開始收縮，最後又回到一個點，然後又膨脹、收縮，如此週而復始。

有關人世或是宇宙為單一性或循環性的爭論，目前仍屬於宗教與哲學的課題，而非科學實驗所能解決。

人云，人生的無奈在於「年少時有閒無錢，年長後有錢無閒」。那麼到底時間是什麼呢？答案或許是：時間和金錢一樣，都是人們永遠覺得永遠不夠的東西。