

伽利略的發現

王延智

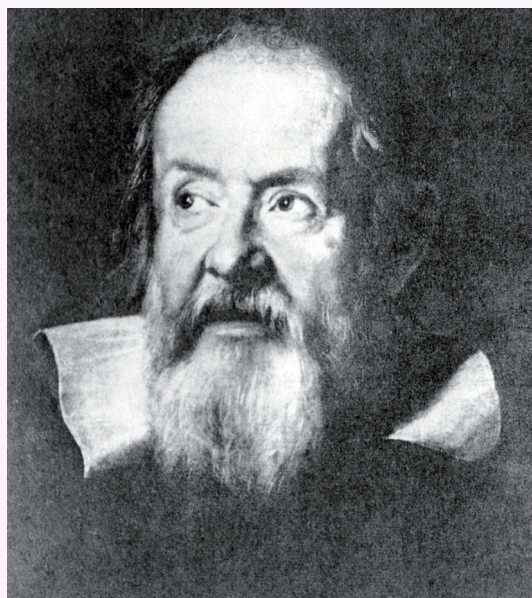
伽利略在望遠鏡中發現到的事實，推翻了早期的地球中心說，並對太陽中心說提出了科學上的證據。

伽利略對天文學的貢獻就是摒棄了托勒密的理論，轉而支持哥白尼的學說。他之所以有此睿智，除了因為思考清晰外，也加上他用自製的天文望遠鏡做了詳細的實證。

望遠鏡是與伽利略同一時期的荷蘭人發明的，它可把遠處物體的影像放大以利觀察。伽利略在獲得這個資訊後，覺得這個工具可用來觀測星象，在經過一番仔細的改良後，終於製造出第一具天文望遠鏡，擴展了傳統肉眼所能觀察到的領域，使天文學邁進了用光學技術觀測的新境界。更重要的是，他在望遠鏡中發現到的事實，推翻了早期的地球中心說，並對太陽中心說提出了科學上的證據。

上古時代的希臘哲學家提出地球是宇宙的中心，而日月星辰都排列在天球上繞著地球運行的理論，這觀點稱為「天動說」或「地球中心說」。其中亞里斯多德還提出「天體是完美而神聖」、「物體運動的法則不能適用於天體」兩個觀念。西元 2 世紀時，羅馬的天文學家托勒密集古希臘天文學的大成，把地球中心說發揚光大，因而成為地球中心說的代表人物。

托勒密的地心說支配了中古時代的天文學達一千多年。到了 16 世紀，波蘭天文學家哥白尼有感於托勒密理論的複雜，並且以它預測天體事件時精確度並不太夠，於是另提出以太陽為宇宙中心，而地球和其行星圍繞太陽運行的理論，這觀點叫做「地動說」或「太陽中心說」。



義大利實驗物理學家伽利略（圖片來源：種子發）



望遠鏡是與伽利略同一時期的荷蘭人發明的（圖片來源：種子發）

哥白尼的學說除了使天體運行合理化之外，當時並無直接的證據可以支持這個理論。

伽利略發明天文望遠鏡之後，首先以它觀看月球表面，發現月球表面並不是平滑光潔的，而是呈凹凸不平的形狀，有大大小小的坑洞，並且有許多的黑暗地帶。這些發現對亞里斯多德認為天體是完美神聖的說法提出了有力的質疑。此外，他證實了地球和月球是類似的物體，因此地球可能也是天體之一。於是哥白尼學說的正確性露出了一片曙光。

隨後伽利略把鏡頭轉向觀察恆星，發現它們仍呈光點狀並未被放大，但是光點數目卻增加了，許多以往用肉眼看不到的恆星不斷地發現，而且每顆星的亮度都增加了好幾倍。他還發現那條斜過夜空的光帶—銀河—其實是由許多恆星集合而成的。這些發現讓他推測恆星可能距離地球很遠，而每顆恆星並非與我們等距離地排

列在天球上，這兩個結論打破了托勒密體系中對所提出的天球存在的假設。

接著伽利略把望遠鏡轉向各大行星，發現它們不再是一個光點，而被放大為球體了。由行星表面的特徵和記號，可判斷行星和地球應是相似的物體，於是地面物體的法則不適用於天體的觀點間接受到了挑戰，其次地球也可能是行星之一。接著他又看到木星四周有4顆環繞旋轉的衛星，證實了並不是所有的天體都繞著地球運行，於是托勒密體系的觀點再次受到挑戰。

木星擁有衛星的發現否定了一派反對哥白尼系統的說法，這派認為月球繞地球而非太陽的事實是一個例證。其實木星的衛星既然能跟得上木星，月球應該也跟上地球，如果地球繞著太陽運行月球將會離去的說法因而平息。其後他又發現金星和月球一樣有圓缺的循環，再加上金星總是在太陽附近出現，顯示金星應是繞著太

伽利略是一位實驗物理學家，在天文學上得到驚人的發現，
為太陽中心說和地球繞日的觀念做了歷史性的見證。

陽運行的。因此其他行星繞太陽運行的假設益發可信，這無疑是對哥白尼學說提出了最有力的證據。

最後他又利用望遠鏡觀察太陽，發現太陽表面有許多黑點，伽利略稱它們為太陽黑子，由於太陽黑子移動得很緩慢，顯示太陽本身在自轉中。太陽黑子的發現粉碎了亞里斯多德認為天體是完美無缺的觀點，而太陽的自轉使人覺得地球的自轉應該也是可能的。

伽利略在 1609 年發明天文望遠鏡之後，短短一年間對奧妙的天體做了多項前所未有的新發現。他在望遠鏡中的所見所聞，都是哥白尼學說最有力的支持，而對托勒密的學說和亞里斯多德的學說則是重重的一擊。伽利略把他的新發現發表在 1610 年出版的《星球的使者》一書中，向全世界做了報導，立刻引起科學界非常大的興趣。

接著在 1613 年他又發表了〈論太陽黑子的信札〉一文，這篇論文對托勒密的理論痛加抨擊，而對哥白尼的學說表示支持。這篇論文引起守舊派學者的反感，教會方面認為伽利略違背聖經教義，應該對他的言論和行為嚴加制裁的聲浪漸起。

1632 年伽利略再出版了《世界兩大系統對話錄》，這部作品的內容是以新的學者、老的學者和市民三人之間的對話形式，來敘述地心說和日心說的涵義，並把這兩種學說做一個比較，其中並沒有參與伽利略個人的意見，也沒有批評這兩大宇宙論

的觀點。但這本書出版後，更使伽利略成為教會的眼中刺，因為他們以為這些論述無疑是要顛覆一千多年來的地球中心說的傳統，而散布太陽中心說的邪論。

與伽利略同時代的天文學家刻普勒，在伽利略之前曾提出行星是以橢圓形軌道繞太陽運行的觀點，它修正了哥白尼學說中軌道是圓形的陳述，使哥式的學說更合乎事實。伽利略和刻普勒以科學實證的方法驗證哥白尼學說之後，剩下來的問題就是行星為何會維持在繞太陽運行的軌道上，這個問題最終就須由牛頓的萬有引力定律來解釋了。

至此，太陽中心說在理論上得到了完整的詮釋，進而被當時的學術界所接受。直到 18 世紀中葉和後期，天文學上發現了恆星的光行差和視差兩效應，這兩效應源自於地球公轉所引起的恆星視位置的周期性變化，是地球繞日最令人信服的證據，使哥白尼的日心說成為不爭的真理。

伽利略是一位實驗物理學家，在天文學上得到驚人的發現，為太陽中心說和地球繞日的觀念做了歷史性的見證，也奠定了今日天文學中哥白尼學說堅實的基礎。

王延智
業餘科普作家
