

## 托勒密地心體系和哥白尼日心體系兩大世界體系的對話

文／陳輝樺

本文將從古希臘天文學的思辯宇宙觀點談起，述說到中古世紀的宇宙觀，再論述到 20 世紀前人類對於宇宙的看法，最後才提及近代人類上了太空後的一系列新發現。

### 亞里斯多德的球狀有限宇宙觀

亞里斯多德（Aristotle, 384~322 BC.）是個傑出的哲學演講家和作家，他主張可用絕對的對稱、簡單和完美等抽象概念來描述和理解所觀測到的事物。所以他認為宇宙是球狀且有限的，宇宙以地球為中心，行星和其他星體都是在這以地球為中心的球層殼上運行，而這些球殼是以不同的速度和方向旋轉著。他也是一個傑出的觀測實驗學家，他觀察月相變化而推測新月時月球是介在太陽和地球間，由不同緯度地區星空呈現不同的恆星而推測地球是球狀的，由長期沒有看出明顯的恆星視差而推測地球相對於恆星的運動是很小的。圖 1、2 是 16 世紀末解說亞里斯多德宇宙の木刻作品，圖 1 說明我們肉眼所見的僅是半圓的上天區域，可見地球是宇宙的中心。而圖 2 說明水、空氣、火覆蓋全地，且柏拉圖 5 種正多面體 5 種元素成了不會變換的上天區域。

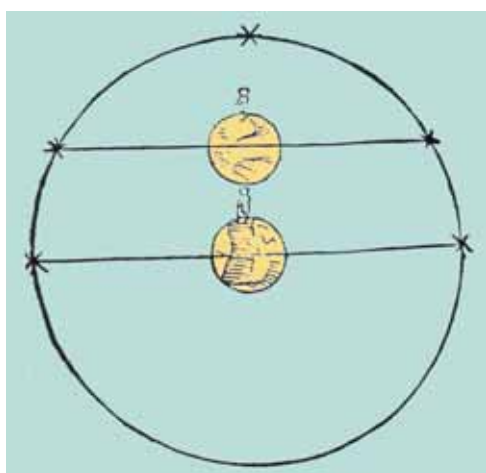


圖 1. 16 世紀末解說亞里斯多德宇宙，說明我們肉眼所見的僅是半圓的上天區域，可見地球是宇宙的中心。

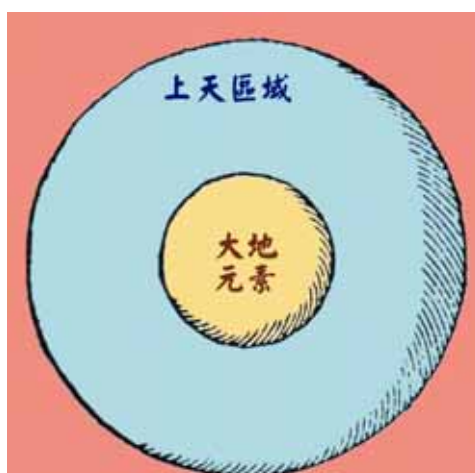


圖 2. 16 世紀末解說亞里斯多德宇宙，說明水、空氣、火覆蓋全地，且柏拉圖正多面體五種元素成了不會變換的上天區域。

### 阿波羅尼士的本輪套均輪宇宙中心說

阿波羅尼士（Apollonius, 262~190 BC.）提出了「本輪套均輪說」，來解釋為

什麼我們可以看到行星的順行和逆行的現象。他認為地球位於宇宙的中心，天體在本輪（圖 3 紅圈所示）上轉動，而本輪中心又在均輪（圖 3 黃圈所示）（以地球為中心的圓）上作等速率圓周運動。行星（圖 3 紅色星點）在恆星（圖 3 白色星點）不動的背景前移動，從地球看過去真的會呈現出行星時而順行、時而逆行的現象。其實，現今利用阿波羅尼士的本輪套均輪說的模型，但以太陽為圓形軌道的中心，以均輪的軌道表示地球的軌道，以本輪的軌道表示月球的軌道來解釋地球的衛星月球繞行地球的情景仍是蠻適用的，但用這本輪套均輪說來說明其他的行星和地球間的運動關係就不對了。

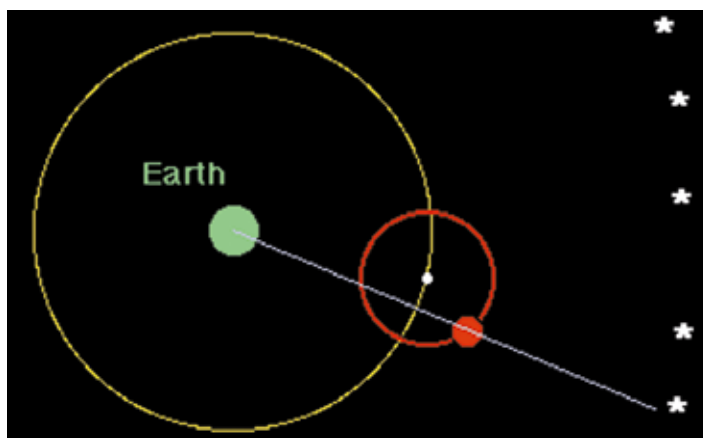


圖 3. 阿波羅尼士提出了「本輪套均輪說」，行星（紅色星點）在恆星（白色星點）不動的背景前移動，從地球看過去真的會呈現出行星時而順行、時而逆行的現象。

### 托勒密的「地心體系」

托勒密（Claudius Ptolemy，約 100~170 BC.，天文學家）集古希臘天文學之大成，特別是引用了阿波羅尼士的「本輪套均輪說」和希巴克斯的「偏心圓軌道」的說法，以及他創見的「均衡點」，提出了一個完整的「地心體系」鉅作。此共達 13 卷的《天文學大成，Almagest》名著，在歐洲天文史上產生了重大的影響，以地球為宇宙中心的「地心體系」思維在歐洲獨霸達約 13 個世紀之久。

托勒密的地心體系要點：1.地球位於宇宙中心靜止不動；2.每個行星和月球都在本輪上等速轉動，本輪的中心則沿著均輪運動，只有太陽直接在均輪上繞地球轉動，地球不在各均輪的圓心上，而是偏離一段距離（圖 4）；3.水星和金星在本輪中心位於地球和太陽的連線上，這一連線一年繞地球一周，火星、木星、土星到它們各自的本輪中心的直線總會和日地線平行，這三顆行星每年繞其本輪中心一周；4.恆星都位於「恆星天」之上；5.日、月、行星除了上述運動外，還與恆星天一起，每天繞地球自東向西轉一周。



圖 4. 托勒密的地心體系圖示。

### 哥白尼首倡的「日心體系」

科學的日心體系是著名波蘭天文學家哥白尼（Nicolaus Copernicus, 1473～1543）1507 年提出的；之後，他寫出了不朽名著《天體運行論，De Revolutionibus Orbium Coelestium》（圖 5 是原著之二頁照片），創立了科學的「日心地動說」。探究哥白尼為什麼會提倡「日心地動說」？原因是哥白尼年輕時習得古希臘天文學，對於托勒密繁瑣的本輪套均輪說之地心體系日益感到懷疑，立志提出一個更合理的解釋。他分析了托勒密體系中的行星運動，發現每個行星都有一日一周、一年一周、歲差等 3 種共同的周期運動。他懷疑這三者現象如果都歸於托勒密體系中地球被視為靜止不動所造成的，則可簡化托勒密體系中許多的繁雜結果。於是提出一個太陽居中，而行星（包括地球）都環繞著太陽運行的「日心體系」。



圖 5. 哥白尼《天體運行論》原著之二頁照片。

哥白尼在 1507 年寫的一篇《從天體結構導出天體運行論要釋》流傳在他的友人間，刻卜勒引用於所著《Astronomia nova》一書中，並明確地提出「日心體系」的要點：1.地球不是宇宙的中心，而只是月球軌道的中心。2.宇宙的中心在太陽附近，包括地球在內的行星都環繞著太陽轉動。3.日地距離和眾星所在的天穹層高度相比是微不足道的。4.每天看到的天穹周期性地轉動，是由於地球繞其自轉軸每天旋轉一周所造成的(地球自轉效應)。5.每年看到的太陽在天穹的周期性運動，並不是太陽本身在動，而是地球繞著太陽公轉所造成的(地球公轉效應)。6.目視到的行星順行和逆行的現象，是地球和行星共同繞著太陽運動的結果。

1543 年哥白尼所提倡《天體運行論》一書的出版意義十分深遠，它揭示了地球僅是一顆圍繞著太陽運轉的普通行星。這根本就否定了「地球是上帝特別安排在宇宙中心」的說法。它象徵著自然科學的思維從此和神學分道揚鑣，天文學也由此掀開了近代科學的探究大門，不但帶領著人們走出了知識的黑暗時期，也帶動了接續近一個世紀時光的托勒密之地心體系古天文思維，進入近代天文學的境界。

圖 6 是伽利略在 1632 年，在他出版的巨著《關於托勒密和哥白尼兩大世界體系的對話》中解釋哥白尼「日心體系」的插圖，圓心為太陽，由內而外的軌道，分別代表已知的行星水星、金星、地球、火星、木星、土星和恆星所在的天球。除恆星天球不動外，其餘行星都在以不同的速度繞太陽轉動，較靠近太陽者轉速較快，較遠離太陽者轉速較慢。

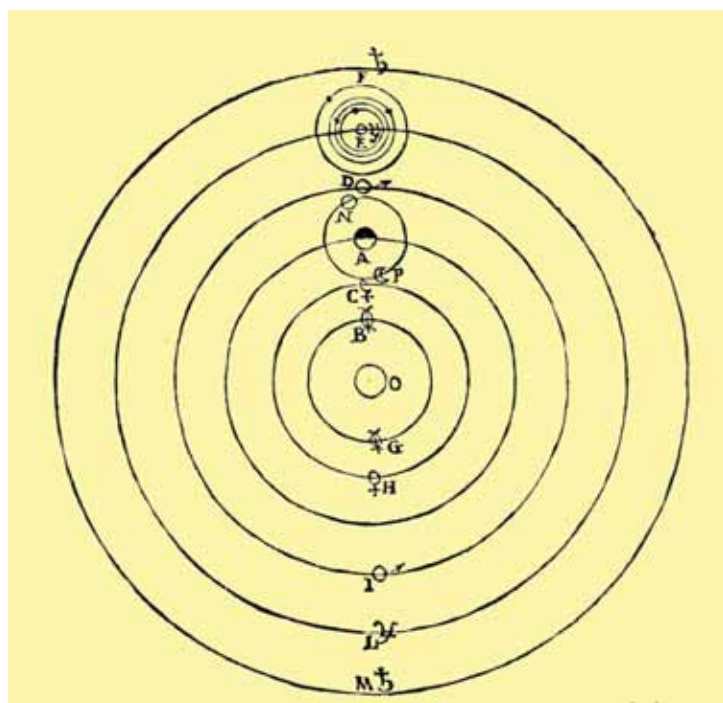


圖 6. 伽利略在《關於托勒密和哥白尼兩大世界體系的對話》中解釋哥白尼「日心體系」的插圖。