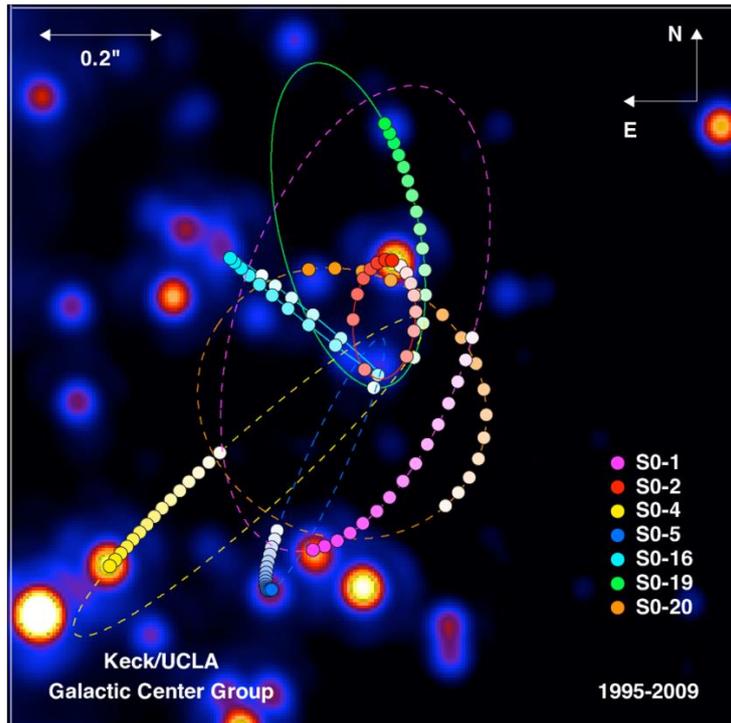


# 第 12 單元：銀河系中心黑洞

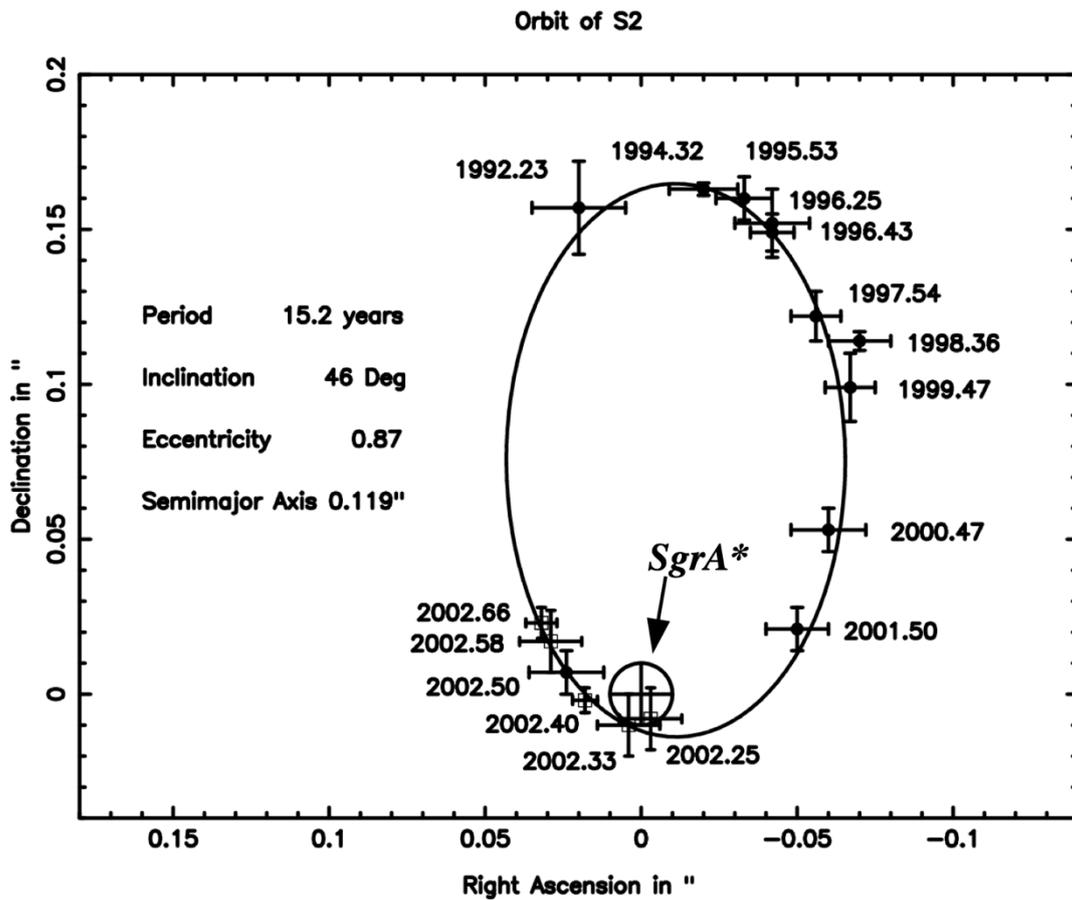
(適合高中以上)

在我們的銀河系中心，存在一個超大質量黑洞，被稱為人馬座 A\* (Sagittarius A\*)。黑洞本身不發光，但它的強大引力能使靠近的恆星以驚人的速度旋轉。這一發現最初是基於對銀河系中心恆星軌道的仔細觀測，尤其是一顆名為 S2 的恆星，其運動受到一個巨大且看不見的物體的重力影響。

自 1990 年代起，兩位天文學家 Reinhard Genzel 和 Andrea Ghez 分別帶領他們的團隊專注於研究銀河系中心區域。他們利用當時世界上最大的天文望遠鏡和先進技術，精確追蹤銀河中心亮星的軌道。這些努力揭示了銀河中心存在一個體積小於太陽系、質量約為 250 萬太陽質量的巨大隱形物體。這個物體不發光也不發熱，正是一個超大質量黑洞的典型特徵。2020 年的諾貝爾物理學獎一半頒給了英國物理學家 Roger Penrose，表彰他使用廣義相對論來證明黑洞的存在；另一半則授予了 Genzel 和 Ghez，以肯定他們在確認銀河系中心存在超大質量黑洞方面的重要貢獻。



圖說：銀河系中心區域恆星的移動軌跡圖。



圖說：S2 恆星的移動軌跡圖。(Schödel et al. 2002)

現在，讓我們透過以下的練習，一起探索如何計算出黑洞的質量。

#### 練習 12-1：

根據克卜勒第三定律，可以透過測量恆星或行星的軌道週期(T)和軌道半徑(R)來確定被行星或恆星繞行的天體的質量。如果將 R 以天文單位 (AU) 為單位，T 以年為單位，則關係式變為  $R^3 / T^2 = M$ ，其中 M 是該天體質量的太陽質量的倍數。以地球為例， $R=1.0\text{AU}$ ， $T=1$  年，因此  $M=1.0$  太陽質量。2006 年，哈伯太空望遠鏡發現北極星有一個伴星，其與北極星的距離為 18.5 AU，伴星繞北極星的軌道週期為 30 年。那麼，北極星的質量是多少？

答案：

$$M = (18.5)^3 / (30)^2 = 7.0 \text{ 太陽質量。}$$

#### 練習 12-2：

恆星 S2 繞著銀河系中心的超大質量黑洞人馬座 A\* 運行。它的軌道週期是 15.2 年，軌道距離大約是 840 天文單位 (AU)。那麼，試估計銀河系中心的黑洞質量是多少？

答案：

$$M = (840)^3 / (15.2)^2 = 2.6 \times 10^6 \text{ 太陽質量。}$$

延伸閱讀：

[發現與銀河系中心相連的「煙囪排氣口」](#)

[新研究測量出了銀河系中心超大質量黑洞高速旋轉](#)

[揭開銀河系中心黑洞神秘面紗](#)

[銀河系中心的黑洞每天都會爆發神秘的閃焰](#)

[觀測到半人馬座 A 高精確度無線電波段影像](#)