補充資料〉如何「看見」銀河系中心的黑洞？

黑洞觀測和電波天文學的發展密切相關，最早在 1933 年 Karl Jansky 就透過天線意外發現銀河系中心有未知的電波訊號，開啟了後續電波天文學和電波望遠鏡的發展。

要看的到

為什麼要用電波望遠鏡看黑洞，而不是用光學望遠鏡看？無線電波和可見光的主要差別是波長，可見光的波長在 0.5 微米左右，EHT 的電波望遠鏡觀測波長是 1 毫米，兩者大約相差 2,000 倍。

為了接收到遙遠星系的訊號，我們必須選擇不受塵埃影響的波長，電波的波長比灰塵要大得多，因此可以穿透塵埃，收到來自銀河系中心的訊號。反之，可見光很容易就被塵埃擋住。

要看清楚

由於波長和望遠鏡的「視力」（角解析度）有關，波長愈小、角解析度越好。因此波長不能太大，否則會導致最終影像解析度不足，也影響天線精確度。在技術和建置成本考量下，EHT 選擇次毫米波波長（0.5 毫米-1 毫米），1 毫米是目前最適合的觀測波長。

此外，望遠鏡口徑也是影響角解析度的因子，口徑越大、角解析度越好。但是我們不可能做出和地球一樣大的望遠鏡，為了讓地表有限的電波望遠鏡模擬出巨大望遠鏡的效果，必須使用特長基線干涉（Very-long-baseline interferometry, VLBI）技術。

用有限資源完成不可能任務

VLBI 技術採用口徑合成（Aperture synthesis）的方式，當地球自轉時，地表上的望遠鏡可以在不同時間逐漸涵蓋接收範圍，目的是讓世界各地的 EHT 望遠鏡陣列產生等同於地球直徑般的巨大望遠鏡效果。

這意味著我們要從有限的視野去看黑洞，除了確保每個望遠鏡的訊號要同步（原子鐘、同步器）、收訊號要夠準（超導體接收器），也要相當瞭解可能產生的偏誤，例如地球自轉、大氣層影響、星際散射等，逐步修正數據。天文學家已經有一套成熟的除錯方法，將混亂的原始資料校正梳理成我們

看到的黑洞影像。

本次公布的銀河系中心黑洞影像來自 2017 年的觀測，由於銀河系距離較近，研究團隊需要排除眾多干擾和錯誤訊號，因此到 2022 年才正式公開影像。

拍到銀河系中心的黑洞有什麼用處呢？我們將可以驗證廣義相對論，同時檢視 2020 年諾貝爾物理獎獲獎者 Andrea Ghez 和 Reinhard Genzel 的銀河系中心黑洞推論是否正確。更進一步，可以比較 M87 星系中心黑洞與銀河系中心黑洞的差異和物理現象，將人類對黑洞的認知更往前推進。