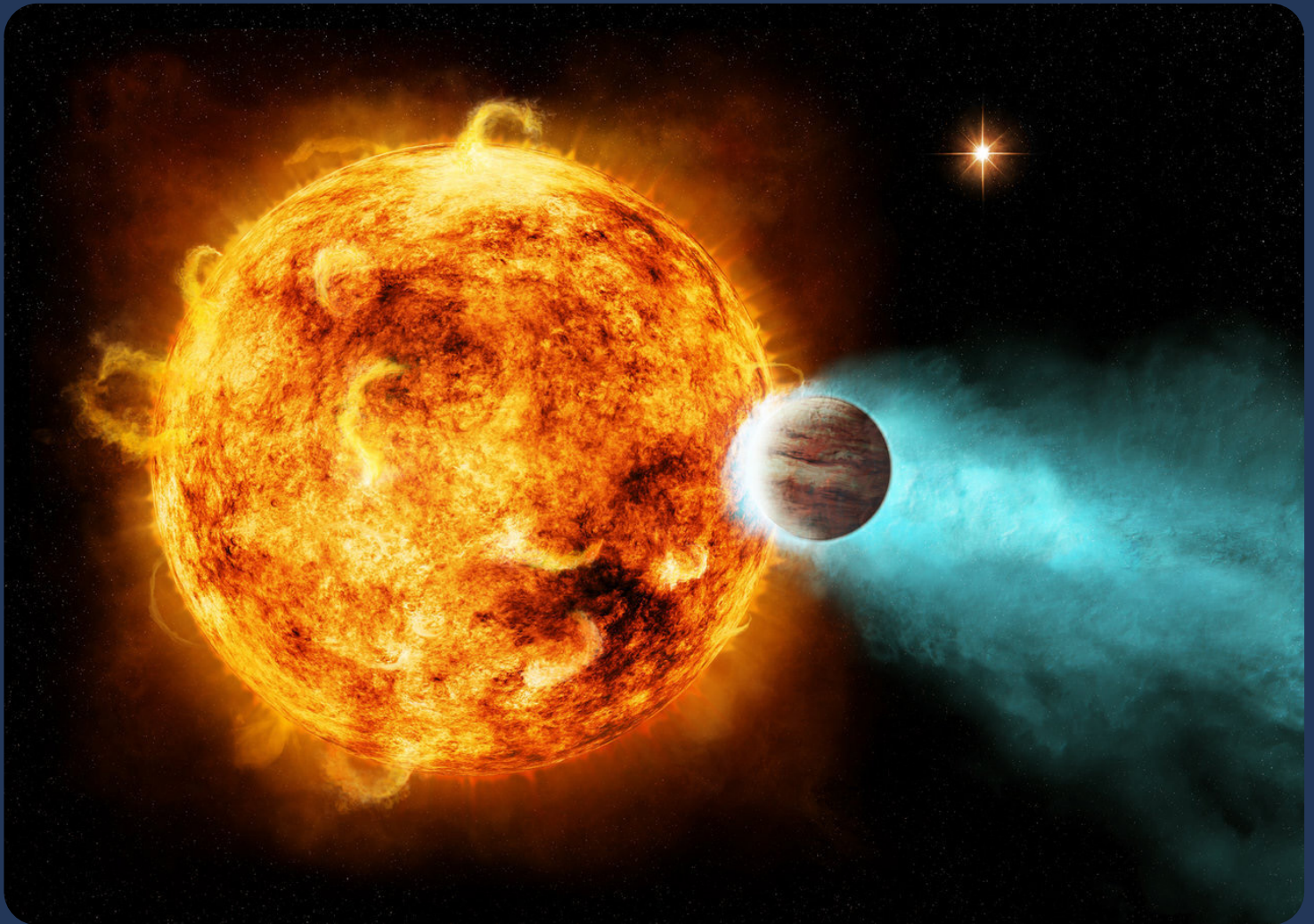




下一代行星獵人望遠鏡應瞄準哪裡？

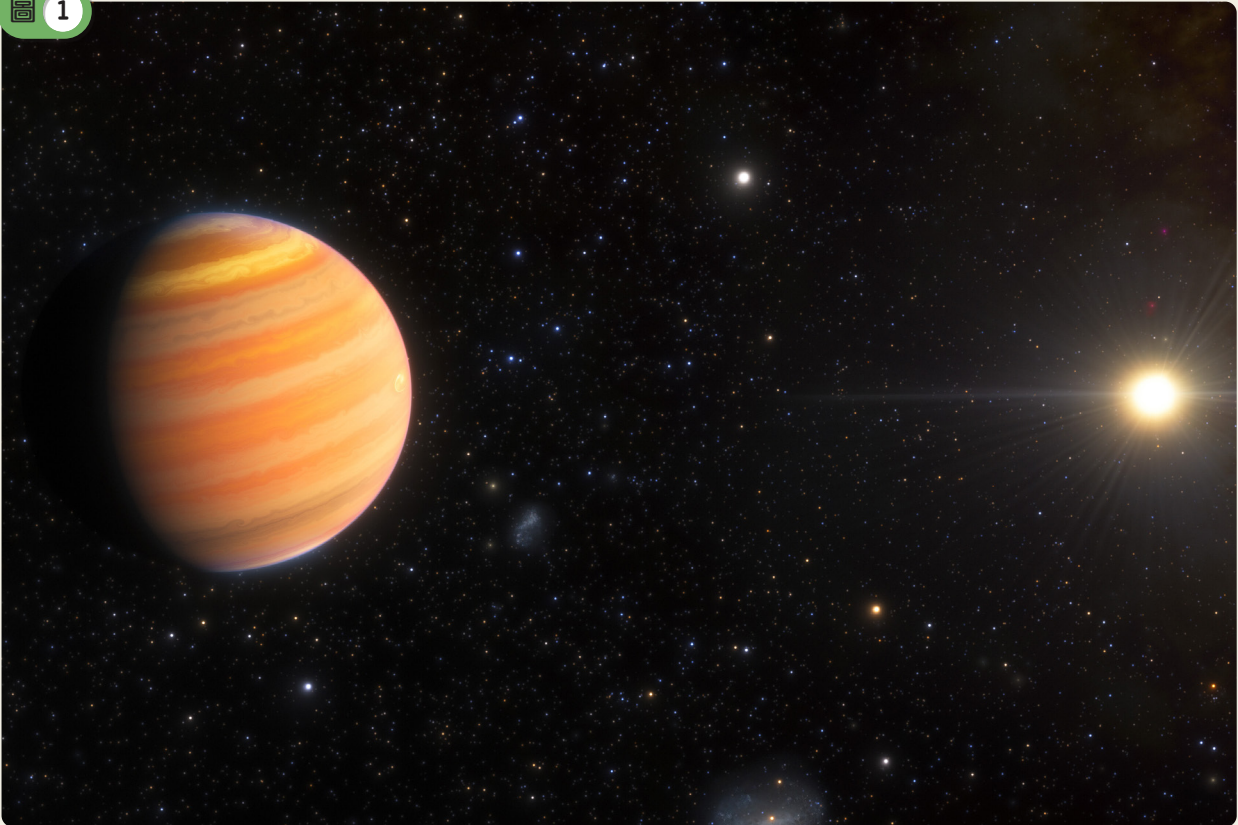
文／林建爭

當我們擁有一座嶄新的太空望遠鏡時，最大的挑戰莫過於——該將它對準哪個目標天體？隨著望遠鏡功能增強、口徑增大，雖然值得探索的觀測目標變多，但也相對提高了選擇的難度！截至目前為止，科學家已發現並確認超過5,000顆系外行星，並且還有數千顆等待進一步確認的候選者。透過歐洲太空總署（ESA）的蓋亞任務（Gaia Mission），我們已確認數千顆距地球較近、與太陽類似的恆星，在它們周圍或許隱藏著類地行星，現在正是深入探索這些候選者的最佳時機。近期的一篇論文指出，研究團隊從數以百萬計的天體中篩選出約1,000顆值得深入研究的主序星或雙星系統，並進一步鎖定其中100顆最可能擁有系外行星的目標，最終確認了10個可能性最高的行星系統作為未來探索的首選目標。



藝術家筆下所展現，因距離母星太近，導致大氣被恆星風電離吹散，形成如同彗星般尾巴的熱木星。目前這類與母星非常靠近的大型氣態行星陸續被太空望遠鏡發現，因此也成為搜尋系外行星主要的觀測目標之一。圖片來源：NASA

圖 1



由藝術家筆下所描繪，體積龐大的類木系外行星正環繞遙遠的母星運轉。它的軌道將向內側移動，逐漸演變為非常靠近母星的「熱木星」。圖片來源：NOIRLab/NSF/AURA/J.daSilva

系外行星是指太陽系之外，其他恆星系統中的行星。從1992年首度確認系外行星存在以來，陸續發現了數千顆形態各異的系外行星。它們各自擁有不同的大小、組成和軌道性質：有類似地球的岩石質行星，也有體積遠超過木星的巨大氣體行星，如圖1。其中一些行星位於溫度適中、液態水可能存在的「適居帶」，而成為尋找外星生命的潛在候選者。天文學家運用多種方法尋找系外行星，常見的有凌星法（當行星從母星前方經過時，導致恆星亮度些微減弱）和徑向速度法（通過測量行星引力對母星的影響，觀察其微小的擺動）。

目前已有許多探索系外行星望遠鏡計畫和進行中的太空任務，如圖2。在即將展開的新計畫

宜居系外行星觀測站（HabEx），也是眾多為了搜尋系外行星而設計製造的太空望遠鏡之一。它利用配置於望遠鏡前方的圓盤遮擋母星光線，期待藉此能觀測到光線微弱的系外行星。圖片來源：NASA

圖 2

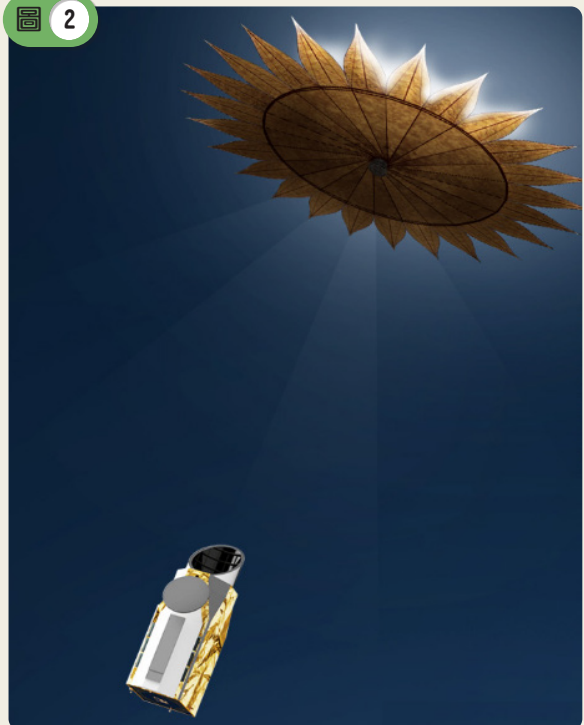


圖 3



「生命任務」太空望遠鏡是由四個獨立的太空反射鏡與一個光束接收器共同組成，這些望遠鏡將以編隊的方式協同運作，檢測系外行星大氣中的外星生命跡證。圖片來源：LIFE,ETHZurich

中，最令人值得期待的便是「生命任務」（Large Interferometer for Exoplanets, LIFE mission）是由歐洲太空總署提出、屬於Voyage 2050科學計劃的太空任務之一，如圖3。其中顯示了由四個相隔數十到數百米的太空反射鏡、一個光束合成器所組成的干涉儀陣列，即為「生命任務」的太空望遠鏡組合。此望遠鏡利用破壞性干涉原理，降低母星發出的中紅外光通量，以獲得相對微弱系外行星影像訊號，並藉此分析大氣層光譜，搜尋可能出現外星生命的重要指標，如氧氣、甲烷和二氧化碳等分子，進而找出「宇宙中是否有其他生命存在」的最後答案。

雖然天文觀測技術持續進步，不過比探索「適居帶」更具挑戰性的問題是：要從何處搜尋這些外星生命指標？瑞士蘇黎世粒子物理與天文物理研究所的Franziska Menti團隊，針對「生命任務」和其他類似計畫，例如：月球長基線光學成像干涉儀，如圖4，擬定一份天體觀測目標的資料庫，將潛在目標天體分為三組，這些目標天體是由原始觀測資料庫

中挑選而來。主要匯集了距離太陽30秒差距內約10,000個恆星系統的詳細資訊（不包括單一的棕矮星或白矮星，也未設星等限制）。其中第一組是LIFE-StarCat：包含約1,000個主序單星和遠距雙星，這些恆星的適居帶內較可能存在穩定的行星軌道。第二組是「生命任務」的觀測目標清冊：先對第一組的天體後進行觀測模擬，再從中篩選出最有希望實現「生命任務」的100顆恆星。第三組是「生命任務」中的黃金級天體目標清冊：包含可能擁有外星生命生存最佳條件的約10個系外行星系統，建議可再進行詳細觀測。藉由廣泛篩選到精確聚焦，將三組目標清冊層層篩選的作法讓「生命任務」保持最佳化的研究效益，並為尋找外星生命的跡證提供可靠的參考資料。

「生命任務」目錄也可由虛擬天文台（Virtual Observatory）讀取，讓研究人員透過如VizieR、Aladin或TOPCAT等軟體，快速瀏覽篩選資料。而資料來源主要包括：Gaia任務、SIMBAD資料庫、Exo-

MerCat等標準天文數據庫；此外也包含非標準來源數據，例如「恆星數據庫+SED模型」，或自行計算的數據。即便如此，部分潛在的候選目標天體仍缺乏某些關鍵資料，「生命任務」資料庫的另一個特色，就是會將這些資料空白加以註記，以便於後續的觀測計劃中補足。

「生命任務」的觀測目標資料庫，不僅是太空任務設計和觀測資料分析的重要參考基礎，更著眼於能在未來數十年的天文研究中，提供全方位的永續服務。靈活的資料結構設計除了能適應不斷變動的需求，更能在系外行星科學不斷發展的背景下保持實用性與前瞻性。隨著觀測資料的逐步完善，我們正朝向深入探索系外行星多樣性與發掘外星生命跡證的目標邁進。或許在不久的將來，在我們尋找外星生命的過程中就能發現突破性的解答，因為這些望遠鏡所指向的每一顆星星，都有可能是探索新世界生命的起點。

參考資料：

<https://arxiv.org/abs/2410.23892>

<https://www.universetoday.com/169956/just-built-a-giant-next-generation-planet-hunting-space-telescope-heres-where-to-point-it/>

Youtube 相關影片：

What Is an Exoplanet ?

https://www.youtube.com/watch?v=0ZOHe_7GrE

5,000 Exoplanets: Listen to the Sounds of Discovery

<https://www.youtube.com/watch?v=yv4DbU1CWAY>

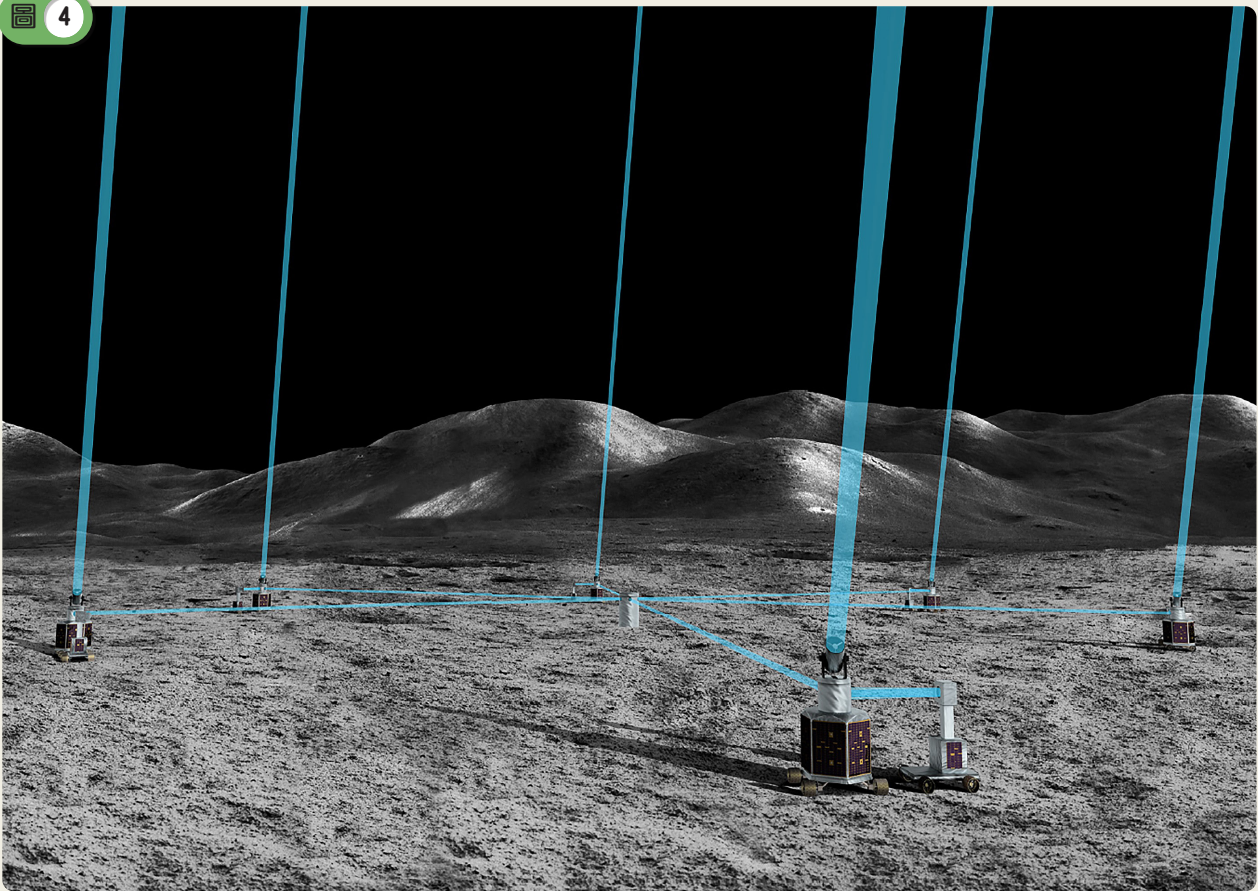
LIFE Introduction Trailer

<https://www.youtube.com/watch?v=cUQcl4rsZIs>

林建爭：美國夏威夷大學天文研所泛星計畫博士後研究員

王品方校稿：美國夏威夷專案文物修復師

圖 4



藝術家筆下所呈現的「月球長基線光學成像干涉儀」(A Lunar Long-Baseline Optical Imaging Interferometer) 設計概念。圖片來源：Kenneth Carpenter