



天文新聞追蹤報導

夏威夷夜空中的「擺動碎片」

新研究指出準衛星Kamo'oailewa更可能來自小行星帶

文／林建爭

在地球與太陽的軌道上，有一顆直徑僅約40至100公尺的小天體正與我們共舞。它就是(469219) Kamo'oailewa（前身代號2016 HO₃）。這顆小行星與我們有著深厚的淵源，它是由泛星計畫（Pan-STARRS）利用位於夏威夷哈雷阿卡拉山（Haleakala）的PS1望遠鏡，如下圖，於2016年4月27日首次發現的。



泛星計畫望遠鏡。影像來源：The PS1 Science Consortium

它的名字Kamo'oailewa，源自於夏威夷創世頌歌《庫木利波》（Kumulipo），意指「在天空中獨自擺動的碎片」。這個名字精準地描述了它的軌道特性：它是一顆地球的「準衛星」（quasi-satellite），目前已知地球的準衛星有8顆。雖然它

實際上繞著太陽公轉，但從地球的角度看，它就像是在跳著馬蹄形的舞步，始終在地球周圍盤旋，是目前已知最穩定的一顆準衛星。然而，這顆不起眼的小石頭，最近卻引發了天文學界一場關於其「身世」的激烈辯論。

它是「月球碎片」？

過去幾年，Kamo‘oalewa，如圖1，被認為是天文學界最浪漫的故事主角之一。2021年，亞利桑那大學（University of Arizona）的研究團隊在BBC的報導中，揭開了一個令人意想不到的真相。

Kamo‘oalewa行蹤隱密，由於軌道特殊且體積小，每年僅有四月的數週能透過地球上最強大的望遠鏡窺見其蹤跡。他們利用大雙筒望遠鏡（Large Binocular Telescope）觀測解析Kamo‘oalewa光譜時，發現它呈現一種特殊的紅色，這與一般來自小行星帶的S型或C型小行星截然不同。更令人驚訝的是，它的光譜特徵竟然與阿波羅任務帶回的月球矽酸鹽岩石樣本高度吻合，顯示它可能起源於月球，並且認為它的出處是月球背面布魯諾（Giordano Bruno）隕石坑。

也因此這項證據指向一個推論：Kamo‘oalewa極可能是數百萬年前，月球經歷一次劇烈撞擊後被拋入太空的碎片，幾經流浪最終被地球吸引，成為我們忠實的伴侶。這項「月球起源說」，讓這顆小行星不再只是冰冷的石頭，而被視為月球「流落在外的骨肉」。

動力學模擬的結果

然而，科學的進步往往來自於對主流觀點的挑戰。2026年初發表於天文期刊《天文與天文物理學報》（A&A）的一篇新研究，給這個浪漫的「月球起源說」帶來了現實的衝擊。

這篇由Fenucci等人發表的論文主張：判定小行星的起源，不能僅憑「長相」（光譜特徵）定案，更須考量「機率」（動力學演化）。研究團隊透過

圖 1



地球「準月球」Kamo‘oalewa的藝術家想像圖。圖片來源：Addy Graham/University of Arizona

數值模擬重現了太陽系數百萬年的演化歷史，針對 Kamo'oailewa 這類特殊軌道天體的兩種可能起源，進行了嚴謹的機率計算：

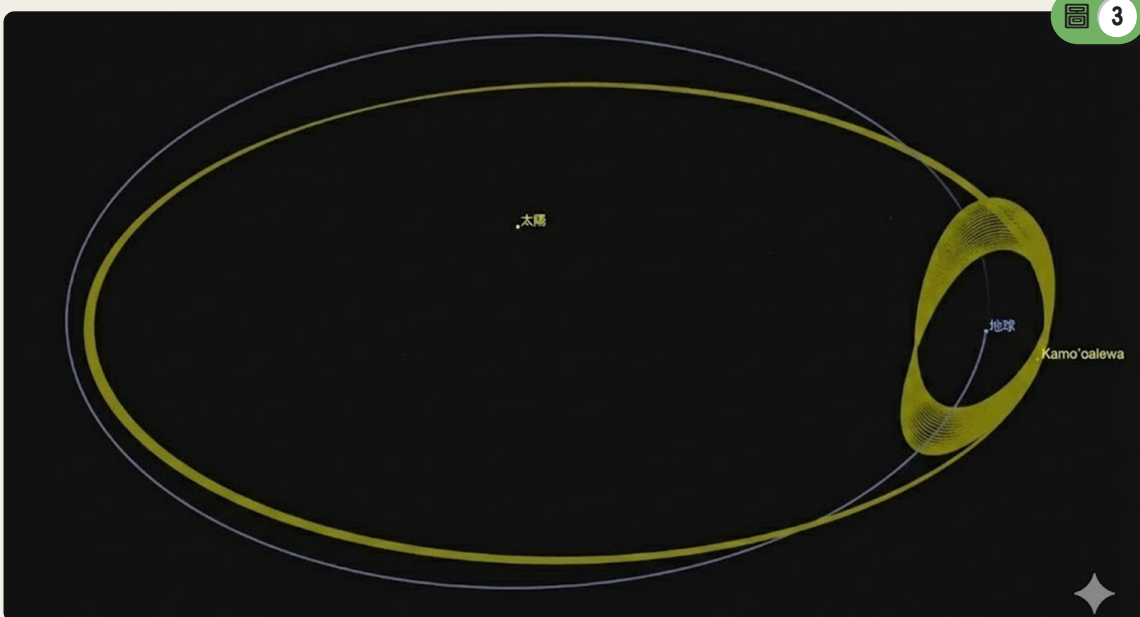
①**月球撞擊說 (Lunar Origin)**：要將岩石從月球表面撞飛，如圖2，且其速度與角度必須精確到剛好被地球捕獲進入準衛星軌道，在動力學上是極小機率事件。模擬顯示，透過此機制產生類似天體的期望值僅為0.042顆。

②**小行星帶遷徙說 (Main Belt Origin)**：來自火星與木星之間的主小行星帶天體，透過雅科夫斯基效應 (Yarkovsky effect) 與地球引力共振，一路「遷徙」至地球附近，如圖3。模擬顯示，由此機制產生類似天體的期望值可達1.23顆。

模擬結果表示，從動力學的角度來看，Kamo'oailewa 來自小行星帶的可能性比來自月球的可能性高約30倍。



一個巨大的天體撞擊月球表面時，飛濺出無數碎片，其中 Kamo'oailewa 被地球捕獲的想像圖。圖片來源：Google/Nano Banana Pro 生成



Kamo'oailewa 的軌道示意圖。圖片來源：Wiki+Google/Nano Banana Pro 修正

為何它長得像月球？

如果新研究認為它來自遙遠的小行星帶，那要如何解釋它那酷似月球的光譜呢？

Fenucci的研究團隊提出了另一種解釋：Kamo‘oalewa處於非常特殊的近地軌道環境中，可能經歷了與普通小行星不同的太空風化（space weathering）過程，改變了它的表面顏色。此外，它也可能本身就屬於主小行星帶中較為特殊的成分（例如富含橄欖石的A型小行星），只是剛好「撞臉」月球岩石。

等待「天問二號」

幸運的是，我們不需要猜測太久。中國的「天問二號」探測任務，如圖4，已於2025年5月29日發射，經過大約1年飛行後抵達Kamo‘oalewa附近，其首要科學目標就是登陸Kamo‘oalewa進行採樣，並將

樣本送回地球。

屆時，透過實驗室精密的同位素分析，我們就能確定這顆由泛星計畫發現的「擺動碎片」，究竟是月球流落在外的骨肉，還是遠道而來的小行星。無論結果如何，這都將是行星科學的一次重大勝利。

參考資料：

<https://www.arxiv.org/abs/2601.08923>

<https://www.bbc.com/zhongwen/simp/science-59331905>

https://en.wikipedia.org/wiki/469219_Kamo%27CA%27Boalewa

YouTube 相關影片：

Newly Discovered Asteroid Is ‘Quasi-Satellite’ Of Earth
<https://www.youtube.com/watch?v=gE4Stj3Gu9w>

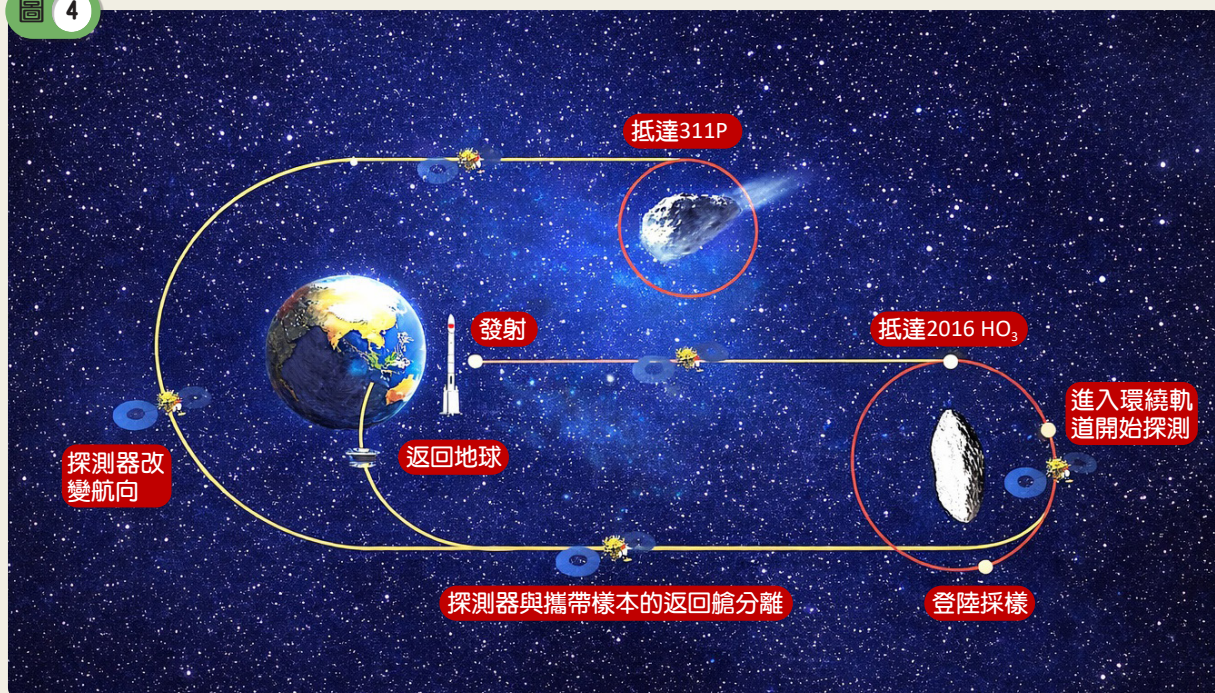
Quasi-satellite Size Comparison (2022)
<https://www.youtube.com/watch?v=6zJr8Y9yKiY>

NASA Shocks Scientists: 2025 PN7 Is Now Orbiting With Earth
<https://www.youtube.com/watch?v=yonyZWREjbU>

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：美國夏威夷專案文物修復師 校稿

圖 4



中國天問二號任務示意圖。