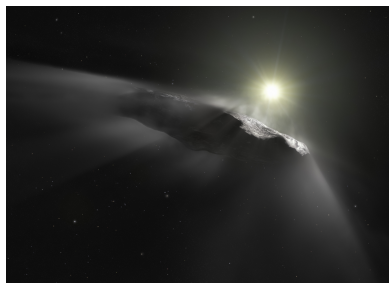
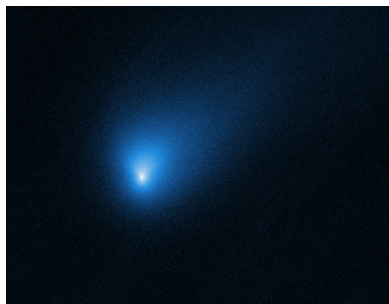




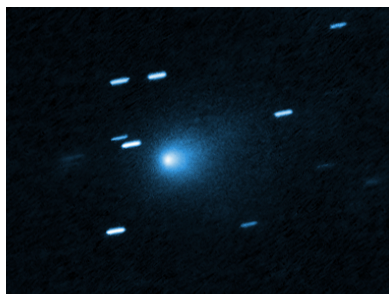
Oumuamua posiada bardzo trafną nazwę, która w tłumaczeniu z języka hawajskiego oznacza „posłanica z daleka przybywającego jako pierwszy”. Jeżeli, Drogi Czytelniku, jesteś zainteresowany aktualnym położeniem Oumuamua, to możesz ją śledzić na stronie theskylive.com/oumuamua-info.



Wizja artystyczna 'Oumuamua'.
Źródło: ESA/Hubble, NASA, ESO,
M. Kornmesser



Zdjęcie komety 2I/Borisov wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a.
Źródło: NASA, ESA, and D. Jewitt (UCLA)



Zdjęcie komety 3I/ATLAS wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Źródło: NASA, ESA, David Jewitt (UCLA)

Dlaczego to ważne? Komety są swego rodzaju „kapsułami czasu” zachowującymi informacje o składzie chemicznym materiału, z którego później uformowały się planety wokół gwiazdy. Ich skład pozostał niemal niezmienny od miliardów lat, dając naukowcom możliwość badania początków planet i warunków panujących we wczesnym Wszechświecie. Dotychczas takie badania dotyczyły głównie naszego własnego układu planetarnego, ale 3I/ATLAS i wszystkie następne międzygwiazdne komety rozciągną te badania na inne układy gwiazdowe Drogi Mlecznej, pozwalając nam określić jej skład nie tylko teraz, ale i w przeszłości. Co prawda nie wiemy dokładnie, jak długo trwała podróż 3I/ATLAS, aż ta znalazła się w pobliżu Ziemi, ale mogły to być nawet miliardy lat!

Od czasu do czasu do naszego Układu Słonecznego przybywają międzygwiazdne podróżnicy. Ich pojawienie się nie sposób przewidzieć, a gdy już odkryjemy ich obecność, mamy bardzo niewiele czasu na obserwację, ponieważ są u nas tylko przejazdem. Dotychczas zauważono tylko trzy takie przypadki. Pierwszym, i chyba najbardziej popularnym, była Oumuamua, odkryta w 2017 roku przy pomocy teleskopu Pan-STARRS na Hawajach. Dwa lata później odwiedził nas następny międzygwiazdny gość. Kometa 2I/Borisov, odkryta w 2019 roku przez astronoma amatora. Tutaj już nie było wątpliwości, 2I/Borisov to kometa, która powstała w innym układzie gwiazdowym niż Układ Słoneczny. Dzięki badaniom składu chemicznego komety ustalono, że pochodzi ona z bardzo zimnego miejsca i wysnuto hipotezę, że mogła powstać wokół gwiazdy typu czerwonego karła. Aktualnie kometa ta szybko oddala się od Słońca i ostatecznie ponownie wyruszy w przestrzeń międzygwiazdową, z której już nigdy do nas nie powróci.

Na kolejnego przybysza już byliśmy przygotowani. Trzeci gość, kometa 3I/ATLAS, zjawiał się w 2025 roku. Kometa okazała się wyjątkowa pod wieloma względami. Po pierwsze została odkryta stosunkowo wcześnie, gdy zbliżała się do Słońca. Astronomowie mieli więc wystarczająco dużo czasu, aby szczegółowo ją zbadać. Prawie natychmiast zaplanowano obserwacje najlepszymi teleskopami na Ziemi i w przestrzeni kosmicznej, wliczając w to Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba, spektrograf UVES zainstalowany na teleskopie VLT Europejskiego Obserwatorium Południowego oraz największy na świecie interferometr radiowy Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Stawka była duża, ponieważ w przypadku Oumuamua i 2I/Borisov określenie ich składu chemicznego było bardzo trudne. Wokół pierwszego z nich nie wykryto gazu, natomiast drugi świecił bardzo słabo. Dla 3I/ATLAS sytuacja wyglądała jednak inaczej. Dzięki wyjątkowej jasności komety dwa niezależne zespoły badawcze mogły zmierzyć względne ilości różnych izotopów tych samych pierwiastków w otoczce komety. W szczególności proporcje izotopów azotu $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ i węgla $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$. Pierwiastki te są bardzo dokładnym wyznacznikiem warunków, jakie panowały w miejscu, w którym powstały, a jednocześnie są praktycznie niewrażliwe na podróż komety przez przestrzeń kosmiczną.

Co więc odkryto? Po pierwsze, potwierdzono, że 3I/ATLAS pochodzi z zupełnie innego układu gwiazdowego. Zmierzone proporcje izotopów węgla i azotu były prawie dwukrotnie większe, niż to, co obserwujemy dla naszych rodzimych komet. 3I/ATLAS prawdopodobnie powstał w zewnętrznych obszarach układu planetarnego wokół starej gwiazdy zbudowanej niemal wyłącznie z wodoru i helu oraz niewielkich ilości cięższych pierwiastków. Taki skład chemiczny oznacza, że gwiazda macierzysta komety 3I/ATLAS uformowała się na długo przed narodzinami Słońca, w czasie gdy Droga Mleczna była znacznie uboższa w ciężkie pierwiastki, ponieważ te nie zdążyły się jeszcze wytworzyć! Wyniki wielu niezależnych obserwacji, w tym obserwacji wykonanych przez Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba, sugerują, że 3I/ATLAS może być aż dwa razy starsza od naszego Słońca (czyli mieć nawet 9 miliardów lat).

Na koniec trochę Cię sfrustruję, Drogi Czytelniku. Mimo wszystkich tych badań nie jesteśmy w stanie określić, skąd dokładnie pochodzi 3I/ATLAS. Jak sami badacze przyznają, to przez brak pełnej wiedzy o składzie chemicznym 3I/ATLAS oraz przez duże niepewności w modelach opisujących chemiczną ewolucję Drogi Mlecznej. Pozostaje nam tylko czekać na następnych przybyszy. Możliwe, że oni będą bardziej skłonni do podzielenia się swoimi tajemnicami.

Napisane na podstawie: Opitom, C. i in., „High nitrogen and carbon isotopic ratios in the interstellar comet 3I/ATLAS”, *Nat Astron* (2026) oraz Cordiner, M. i in., „Isotopic evidence for a cold and distant origin of 3I/ATLAS”, *Nature* (2026)

Anna DURKALEC

Zakład Astrofizyki, Departament Badań Podstawowych,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych