

Celem badań prowadzonych w ramach mojej pracy doktorskiej jest szczegółowa analiza właściwości obiektów międzygwiazdowych odwiedzających Układ Słoneczny – kapsuł niosących materię, która powstała wokół innych gwiazd, dających nam informacje o warunkach panujących w innych układach planetarnych w trakcie ich powstawania oraz ewolucji.

Układ Słoneczny pełen jest małych ciał – komet i planetoid. Te pierwsze znamy już od tysiącleci, planetoidy natomiast obserwujemy od nieco ponad 200 lat. Do tej pory skatalogowaliśmy już kilkaset tysięcy tych obiektów. Małe ciała Układu Słonecznego są tym, co pozostało nam z czasów, kiedy powstawały planety, przechowują one zatem informację o początkach naszego układu planetarnego. Uważa się, że to właśnie komety przyniosły na Ziemię wodę, a także substancje, dzięki którym mogło zagościć tu życie.

Od kilkudziesięciu lat wiemy, że większość gwiazd posiada własne układy planetarne. Wokół młodych gwiazd obserwujemy pyłowe dyski protoplanetarne, zawierające pierwotną materię, z której powstaną planety. Modele tworzenia się Układu Słonecznego pokazują, że krótko po uformowaniu się planet olbrzymów, znakomita większość małych ciał została wyrzucona z Układu Słonecznego w przestrzeń międzygwiazdową w wyniku perturbacji od dużych planet. Podobne procesy zachodziły i zachodzą także w innych układach planetarnych. Oznacza to, że przestrzeń międzygwiazdową przemierzają ciągle miliardy małych ciał wyrzuconych z ich rodzimych układów planetarnych, niosących informacje o powstawaniu i ewolucji tych układów.

Od wielu lat oczekiwano pojawienia się takiego gościa w Układzie Słonecznym. Choć spodziewano się, że będzie to kometa, odkryty 19 października 2017 roku pierwszy obiekt międzygwiazdowy – 1I/ʻOumuamua był zupełnie nieaktywny, jak typowa planetoida. Dalsze badania pokazały, że ʻOumuamua jest obiektem zupełnie innym niż cokolwiek, co do tej pory obserwowaliśmy w Układzie Słonecznym. Nasze obserwacje ʻOumuamua pozwoliły na uzyskanie najdokładniejszej krzywej rotacyjnych zmian blasku tego obiektu i stwierdzenie, że jego spłaszczony kształt drastycznie odbiega od kształtów planetoid w Układzie Słonecznym. Odkryliśmy także, że ʻOumuamua nie obraca się wokół jednej, głównej osi, ale „koziołkuje” w przestrzeni kosmicznej. Późniejsze badania innych zespołów pozwoliły wykryć, że na ruch tego obiektu oprócz grawitacji wpływają też siły niegrawitacyjne niewiadomego pochodzenia. Takie zachowanie obserwuje się u niewielkich, silnie aktywnych komet, emitujących duże ilości gazu i pyłu, jednak wokół ʻOumuamua, pomimo wielu prób nie udało się znaleźć najmniejszych nawet śladów takiej aktywności.

Niespełna dwa lata po ʻOumuamua, 30 sierpnia 2019 roku odkryto kolejny międzygwiazdowy obiekt wędrujący przez Układ Słoneczny. Tym razem była to kometa, która otrzymała oznaczenie 2I/Borisov. Nasz zespół był pierwszym, który wykonał astrofizyczne obserwacje tej komety z wykorzystaniem największych na świecie teleskopów – 8 m teleskopu Gemini North i 4-m teleskopu WHT. W ramach naszych badań, które podjęliśmy, udało się wykazać, że jest to obiekt praktycznie nieodróżnialny od komet obserwowanych w Układzie Słonecznym. Kometa ta została odkryta na długo przed okresem najlepszej widoczności, dzięki czemu przez kolejne miesiące była intensywnie badana z wykorzystaniem największych na świecie teleskopów. W trakcie tych badań wykryto w widmie komety kilka typowych dla komet z Układu Słonecznego substancji oraz potwierdzono, że nie różni się ona znacząco od komet obserwowanych w Układzie Słonecznym. Także nasza grupa włączyła się w dalsze badania tego wyjątkowego obiektu. W ciągu kolejnych miesięcy prowadziliśmy zarówno spektroskopowe jak i fotometryczne obserwacje, korzystając z 8 m teleskopów VLT i Gemini North. Analiza danych spektroskopowych pozwoli nam na określenie występujących w jądrze tej komety lotnych związków oraz tempa ich produkcji a także fotometryczną charakterystykę pyłu zawartego w głowie komety. Od grudnia śledzimy także zmiany jasności tej komety we współpracy z zespołem OGLE z Uniwersytetu Warszawskiego. Dokładna krzywa zmian blasku pozwoli nam na wykrycie ewentualnych anomalii w ewolucji jasności tego obiektu. Tempo, w jakim kometa traci jasność wraz z oddalaniem się od Słońca da nam informację o głównej substancji lub substancjach, które sublimują z powierzchni jądra.