

Słońce porusza się przez Obłok Lokalny namagnesowanej, częściowo zjonizowanej materii międzygwiazdowej, złożonej z atomów i jonów w stanie gazowym oraz ziaren pyłu. Obłok ten jest częścią kompleksu obłoków w obrębie obszaru materii galaktycznej zwanego Lokalnym Ośrodkiem Międzygwiazdowym, będącego pozostałością po szeregu wybuchów gwiazd supernowych kilka milionów lat temu. Słońce emituje z korony słonecznej wiatr słoneczny – zmienny w cyklu aktywności Słońca strumień silnie naddźwiękowej, namagnesowanej, gorącej plazmy, którego własności zmieniają się z szerokością heliograficzną. Wskutek ciśnienia naporowego i magnetycznego materii międzygwiazdowej, wiatr słoneczny zwalnia poprzez system fal uderzeniowych, tworząc wewnętrzny otok heliosfery. Ostatecznie odpływa w stronę przeciwną do kierunku ruchu Słońca, tworząc ogon heliosfery. Plazma międzygwiazdowa jest oddzielona od słonecznej przez wirtualną powierzchnię nieciągłości kontaktowej zwaną heliopauzą, przezroczystą dla atomów. Przed heliopauzą powstaje rejon zaburzonej materii opływającej heliosferę jak fala dziobowa płynącego statku – zewnętrzny otok heliosfery. W obszarze tym plazma i gaz materii międzygwiazdowej przestają być w równowadze i zaczynają oddziaływać ze sobą, tworząc nowe populacje atomów i jonów. Do ruchu plazmy dostosowuje się również międzygwiazdowe pole magnetyczne, „drapując się” na heliopauzie.

Międzygwiazdowe atomy neutralne, głównie H i He, przenikają przez heliopauzę, tworząc neutralny wiatr międzygwiazdowy. Niektóre z nich wymieniają się ładunkiem z jonami wiatru słonecznego. Były jon staje się Energetycznym Atomem Neutralnym (ENA) i ucieka swobodnie z miejsca reakcji, a byłby atom neutralny zostaje pochwycony przez plazmę, dołączając do populacji jonów supatermalnych, które nadal gotowe są do wymiany ładunku z wiatrem neutralnym. ENA powstające w wymianie ładunku są jak fotony w astronomii: niosą na duże odległości informacje o rejonach heliosfery, gdzie powstały.

Wewnątrz heliosfery atomy mgw. są oświetlane przez promieniowanie EUV Słońca, emitując poświatę fluorescencyjną, której można użyć zarówno do badania gazu mgw., jak i wiatru słonecznego. Atomy te mogą być również wykrywane bezpośrednio przez obecnie działającą sondę kosmiczną NASA Interstellar Boundary Explorer (IBEX) i przyszłą sondę Interstellar Mapping and Accelerating Probe (IMAP). Dzięki bezpośredniej detekcji przez IBEX-a udało się określić szereg parametrów materii mgw i jej pola mgt. Wciąż brak jednak jednorodnego, globalnego obrazu, a wartości zmierzonych parametrów nie są dostatecznie dokładne, zaś ich niepewności skorelowane ze sobą. W ramach projektu użyjemy obserwacji IBEX-a z okresu ponad 11-letniego cyklu aktywności słonecznej i w sposób konsystentny zmierzemy natężenie i kierunek mgw. pola mgt, szybkość i kierunek ruchu Słońca oraz temperaturę i gęstość mgw. plazmy i gazu neutralnego oraz zawartość w nim helu.

Brak w pełni konsystentnego obrazu oddziaływania Słońca z materią mgw spowodowany jest m.in. niedokładną znajomością emisji plazmy słonecznej i promieniowania EUV. Wiatr słoneczny badany był dwoma technikami, ale ich wyniki nie zgadzają się ze sobą dostatecznie dokładnie. W ramach projektu spróbujemy określić strukturę szerokościową wiatru słonecznego i jednocześnie, po raz pierwszy, słonecznej emisji EUV poprzez połączenie obserwacji poświaty heliosferycznej Lyman- α z misji ESA SOHO z naziemnymi obserwacjami radiowymi scyntytacji międzyplanetarnych. Poszukamy odstępstw emisji EUV od symetrii sferycznej w cyklu aktywności słonecznej oraz ich związków z anizotropią wiatru słonecznego, co powinno pozwolić na zrozumienie enigmatycznych wyników z dwóch wymienionych analiz.

Kolejna okazja do pogłębienia zrozumienia oddziaływania Słońca z jego otoczeniem w Galaktyce pojawi się pod koniec roku w 2024 wraz ze startem sondy IMAP, dzięki której znikną dotychczasowe ograniczenia obserwacyjne sondy IBEX. IBEX może tylko obserwować koło wielkie na niebie prostopadle do kierunku na Słońce, wskutek czego wyznaczone parametry gazu mgw. wykazują sporą korelację. IMAP będzie mógł zmieniać kąt między osią optyczną detektora a osią obrotu sondy i dzięki temu skanować także małe koła na niebie. W ramach projektu zbadamy, jak najlepiej wykorzystać tę nową możliwość do zredukowania niepewności parametrów napływu gazu i jego temperatury materii mgw koło Słońca, jak najlepiej badać procesy oddziaływania materii w otoku heliosfery oraz jak pogłębić zrozumienie emisji EUV Słońca i stanu fizycznego elektronów wiatru słonecznego w obrębie orbity Ziemi, które mogą jonizować gaz mgw. wnoszą wkład do całkowitych strat jonizacyjnych gazu mgw. i w ten sposób wpływają na sygnał obserwowany przez IBEX-a i IMAP-a. Dzięki temu zapewnimy możliwość zaplanowania optymalnego programu pokrycia obserwacyjnego nieba przez eksperyment IMAP-Lo przed jego planowanym startem w 2024 r.