

Warszawa, 31 stycznia 2012

IBEX: Otoczenie Układu Słonecznego inne niż sądziliśmy

Amerykańska sonda kosmiczna IBEX mierzy strumienie neutralnych atomów napływające w okolice Ziemi z przestrzeni międzygwiazdowej. W analizie danych uczestniczy zespół z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. Wyniki otrzymane przez polskich naukowców sugerują, że bliskie otoczenie Układu Słonecznego wygląda inaczej niż przypuszczano.

Słońce w swej podróży przez Galaktykę przechodzi od czasu do czasu przez obłoki materii międzygwiazdowej. Wiatr słoneczny tworzy wtedy w lokalnym obłoku wielki, wydłużony bąbel – heliosferę. Należąca do NASA sonda IBEX od trzech lat rejestruje atomy z obłoku międzygwiazdowego napływające do wnętrza heliosfery. „Najnowsze obserwacje strumienia helu zmuszają nas do istotnej zmiany wyobrażeń o kształcie heliosfery, procesach zachodzących na jej styku z lokalnym obłokiem międzygwiazdowym, jak i o samym obłoku”, mówi dr hab. Maciej Bzowski, kierownik grupy z Centrum Badań Kosmicznych PAN (CBK PAN), która uczestniczy w pracach zespołu sondy IBEX.

Gdy obojętne atomy z obłoku międzygwiazdowego trafiają w okolice Słońca, mogą ulec jonizacji poprzez oddziaływanie z fotonami emitowanymi przez naszą gwiazdę. Jako jony zaczynają odczuwać obecność pola magnetycznego w wietrze słonecznym i są przezeń wynoszone z powrotem do obłoku lokalnego. „Fotojonizacja powoduje, że mierzony przez nas strumień atomów jest słabszy od pierwotnego. Wiemy także, że wolne atomy mają większą szansę na jonizację. Zatem w okolicach Ziemi proporcje między atomami wolnymi a szybkimi także będą zaburzone”, wyjaśnia Bzowski.

Aby oszacować wielkość zaburzeń w pierwotnym strumieniu atomów, w CBK PAN starannie przebadano zmiany tempa fotojonizacji w ostatnich kilkadziesiąt lat. „Modele fotojonizacji zbudowaliśmy dzięki pomiarom promieniowania ultrafioletowego Słońca zgromadzonym przez wiele sond kosmicznych. Najwcześniejsze dane pochodzą z lat 60. ubiegłego wieku”, mówi doktorantka Justyna Sokół z CBK PAN. Obróbka danych wymagała precyzyjnego uwzględnienia różnych charakterystyk i metod kalibracji wielu instrumentów.

Sporej uwagi wymagało uwzględnienie efektów związanych z orientacją w przestrzeni samej sondy. Konstruktorzy sondy wskutek ograniczeń finansowych musieli zrezygnować z urządzeń zapewniających precyzyjny pomiar orientacji osi wirowania satelity. „Dla nas wszystkich to poważny problem. Instrumenty pokładowe rejestrują atomy nadlatujące z przestrzeni międzygwiazdowej, ale musimy przecież dokładnie wiedzieć, w którą stronę przyrządy patrzyły w chwili dokonania pomiaru”, opisuje dr inż. Marek Hłond z CBK PAN.

W CBK PAN powstał program symulacyjny do analizy czasów przechodzenia jasnych gwiazd przez nierównoległe szczeliny jednego z urządzeń nawigacyjnych. „Dzięki zestawieniu z pozycjami gwiazd w katalogach astronomicznych, dane z przyrządu nawigacyjnego pozwalają nam wyznaczać kierunek osi obrotu sondy z dokładnością lepszą niż dwie dziesiąte stopnia”, mówi dr Hłond.

Po ustaleniu pola widzenia detektorów, naukowcy z CBK PAN skupili się na danych z instrumentu IBEX-Lo dotyczących atomów helu o niskiej energii (poruszających się z prędkościami około 50 km/s). Pojawienie się sygnału pochodzącego od helu przewidywano na określony dzień w roku. W rzeczywistości sygnał wystąpił wyraźnie wcześniej niż wynikało z dotychczasowych modeli. „Odkryliśmy, że odpowiedzialność za inny rozkład neutralnego helu na orbicie Ziemi ponoszą międzygwiazdowe jony helu. Gdy na granicy heliosfery atom helu spotyka się z jonem helu, może mu przekazać elektron. Zjonizowany hel staje się wtedy znów neutralny, ale jego ruch jest inny i dlatego przylatuje do nas w innym miejscu ziemskiej orbity”, opisuje Bzowski.

W kolejnym kroku za pomocą symulacji numerycznych wyznaczono kierunek i szybkość napływu atomów helu międzygwiazdowego do Układu Słonecznego. Wyniki okazały się różne od dotychczas przyjmowanych o cztery stopnie i cztery kilometry na sekundę. „Zmiana nie wydaje się duża, niesie jednak istotne implikacje”, mówi doktorantka Marzena Kubiak z CBK PAN, która wyznaczyła nowy kierunek i szybkość napływu helu. Dowiedzieliśmy się dzięki temu, w którym z dwóch najbliższych obłoków materii międzygwiazdowej Słońce naprawdę jest zanurzone.

Co więcej, dzięki różnicy w kierunkach napływu atomów helu i wodoru można ocenić kierunek pola magnetycznego w przestrzeni międzygwiazdowej wokół Układu Słonecznego. Po uwzględnieniu nowych danych kierunek zewnętrznego pola magnetycznego powinien zmienić się aż o 20 stopni. Ale czy na pewno? „Będziemy to wiedzieli, gdy dokładnie przeanalizujemy wcześniejszy, niespodziewany fragment sygnału, tzw. wtórną populację helową”, mówi Bzowski. „Gdy ustalimy, skąd ona płynie, będziemy mieli niezależny pomiar asymetrii heliosfery, zapewne wywołanej polem magnetycznym”.

W 2009 roku dane z instrumentu IBEX-Hi ujawniły obecność na niebie Wstęgi – gigantycznej struktury w kształcie łuku utworzonego przez strumienie atomów neutralnych. Hipotezy tłumaczące istnienie Wstęgi odwoływały się dotychczas do zjawisk związanych z polem magnetycznym na granicy heliosfery lub w jej pobliżu. Uwiarygodniał je fakt, że kierunek zewnętrznego pola magnetycznego zdawał się wskazywać na środek Wstęgi.

Obecne wyniki wzmacniają inną hipotezę, zaproponowaną przez prof. dr. hab. Stanisława Grędzielskiego z CBK PAN. Zgodnie z nią, energetyczne atomy neutralne tworzące Wstęgę powstają poza heliosferą, a Wstęga jest efektem geometrycznym wynikającym z położenia Układu Słonecznego w pobliżu granicy obłoku lokalnego i hipotetycznego gorącego obłoku międzygwiazdowego.

„Wygląda na to, że teoretykom zajmującym się globalnymi modelami heliosfery dostarczyliśmy zajęcia na długie lata”, podsumowuje z satysfakcją Bzowski.

Badania naukowców z CBK PAN sfinansowano dzięki grantom Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Najnowsze wyniki prac całego zespołu sondy IBEX, w tym grupy polskiej, właśnie opublikowano w serii sześciu artykułów w prestiżowym czasopiśmie naukowym „Astrophysical Journal Supplement Series”.

INFORMACJE DODATKOWE:

1. Centrum Badań Kosmicznych (CBK) to interdyscyplinarny instytut naukowy Polskiej Akademii Nauk. Utworzony w 1976 roku, prowadzi za pomocą eksperymentów kosmicznych badania w zakresie fizyki bliskiej przestrzeni kosmicznej, w tym badania Słońca, planet i małych ciał Układu Słonecznego oraz geodynamiki i geodezji planetarnej, a także prace badawczo-rozwojowe w zakresie technologii satelitarnych i technik kosmicznych dla badań Ziemi. CBK brało udział w najbardziej prestiżowych międzynarodowych misjach kosmicznych: CASSINI (badania Saturna i jego księżyca, Tytana), INTEGRAL (kosmiczne laboratorium wysokich energii), MARS EXPRESS (orbiter marsjański) czy ROSETTA (misja do komety). W Centrum zbudowano ok. 50 przyrządów, które zostały wyniesione w przestrzeń kosmiczną na pokładach satelitów i sond międzyplanetarnych.

2. Badania prowadzone przez CBK pozwoliły zbudować lokalny model jonosfery nad Europą, zapewniający dokładne prognozy heliogeofizyczne dla krajowych służb telekomunikacyjnych oraz międzynarodowego systemu ISES. Dzięki wykorzystaniu nawigacji satelitarnej GPS, w CBK opracowano jednorodną sieć powierzchniową Polski i związano ją z europejskim fundamentalnym układem geodezyjnym EUREF, stworzono Polską Atomową Skalę Czasu o wysokim stopniu stabilności i uruchomiono stację monitorującą systemu nawigacji satelitarnej EGNOS. Prace w innych dziedzinach pozwoliły poznać m.in. mechanizmy: wydzielania energii w koronie Słońca; oddziaływania wiatru słonecznego z plazmą lokalnego ośrodka międzygwiazdowego i składową neutralną materii międzygwiazdowej w heliosferze; wzbudzenia i propagacji fal plazmowych; kształtowania środowiska plazmowego komety Halleya. Skonstruowany w CBK globalny obraz elektromagnetycznego otoczenia Ziemi pozwolił odkryć jego antropogenne uwarunkowania. W Centrum powstał również jeden z najbardziej wszechstronnych systemów obliczeń orbitalnych małych ciał Układu Słonecznego, umożliwiając m.in. badanie stopnia zagrożenia Ziemi przez te obiekty.

3. IBEX to niskobudżetowa sonda zbudowana w ramach programu Small Explorers prowadzonego przez należący do NASA ośrodek Goddard Space Flight Center w Greenbelt. Przyrząd powstał w Southwest Research Institute w San Antonio w Teksasie. W zespole zarządzającym misją znajdują się naukowcy amerykańscy i zagraniczni.

UWAGI DLA REDAKTORÓW:

Dodatkowe informacje o misji IBEX, udziale w niej naukowców z CBK PAN oraz odkrycia kosmicznej Wstęgi można znaleźć w materiałach prasowych dostępnych pod adresami: <http://press.cbk.waw.pl/10/cbk10051401/>, <http://press.cbk.waw.pl/09/cbk09101501/> oraz <http://press.cbk.waw.pl/09/cbk09122001/>

KONTAKTY DO NAUKOWCÓW:

Misja IBEX, fizyka heliosfery:

dr hab. **Maciej Bzowski**
tel. +48 22 4966308
email: bzowski@cbk.waw.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.cbk.waw.pl/>
Strona główna Centrum Badań Kosmicznych PAN.

<http://press.cbk.waw.pl/>
Serwis prasowy Centrum Badań Kosmicznych PAN.

<http://ibex.swri.edu/>
Główna strona misji IBEX.

http://www.nasa.gov/mission_pages/ibex/
Misja IBEX na stronach NASA.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

Najświeższe materiały graficzne znajdują się w informacji prasowej NASA dostępnej pod adresem <http://www.nasa.gov/ibex>

CBK120131b_fot01s.jpg HR:
http://press.cbk.waw.pl/12/CBK120131/CBK120131b_fot01.jpg
Wizualizacja komputerowa przedstawiająca sondę IBEX na orbicie wokółziemskiej. (Źródło: NASA, The IBEX Team)

CBK120131b_fot02s.jpg HR:
http://press.cbk.waw.pl/12/CBK120131/CBK120131b_fot02.jpg
Rozkład wysokoenergetycznych atomów neutralnych na niebie wskazuje na istnienie na granicy heliosfery struktury przypominającej pierścien. Obraz we współrzędnych galaktycznych. (Źródło: NASA, The IBEX Team)

CBK120131b_fot03s.jpg HR:
http://press.cbk.waw.pl/12/CBK120131/CBK120131b_fot03.jpg

Słońce w swej wędrówce wokół galaktycznego centrum znajduje się obecnie wewnątrz Lokalnego Obłoku Międzygwiazdowego o temperaturze 6-7 tys. kelwinów. Lokalny Obłok jest zanurzony w dużym Lokalnym Bąblu o temperaturze ok. miliona kelwinów. Energetyczne atomy neutralne (ENA) powstają na granicy Lokalnego Obłoku. Jeśli Słońce znajduje się bardzo blisko granicy Obłoku, a jej powierzchnia jest płaska lub wygięta w stronę naszej gwiazdy, wówczas obserwowana przez satelitę IBEX Wstęga jest efektem o naturze geometrycznej - patrząc stycznie do wypukłej granicy obserwujemy więcej atomów ENA niż w przypadku obserwacji w kierunku prostopadłym. (Źródło: CBK PAN/Tentaris/Maciej Frolow)