

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

W gwiazdach o masach na ciągu głównym rzędu 1-8 mas Słońca (ozn. M_{\odot}) po wyczerpaniu zasobów wodoru i helu w ich jądrach, reakcje jądrowe przenoszą się do cienkich warstw położonych nad jądrem, złożonym głównie z węgla i tlenu. Jądro jest bardzo małe (rozmiary rzędu rozmiarów Ziemi!), podczas gdy reszta gwiazdy rozdyma się do rozmiarów porównywalnych do orbity Ziemi. Taka konfiguracja powoduje, że gwiazdy AGB tracą łatwo materię z ich powierzchni z tempami przekraczającymi tempo konsumpcji wodoru przez reakcje jądrowe w cienkich warstwach położonych nad jądrem. W efekcie to tempo utraty masy determinuje jak długo będzie żyła gwiazda w fazie AGB. Pomimo wysiłków nadal nie potrafimy przewidzieć ilościowo zależności tego niezwykle ważnego procesu od parametrów fizycznych i chemicznych gwiazdy.

Wyrzucana podczas AGB materia tworzy mniej lub bardziej sferycznie symetryczne otoczki wokół-gwiazdowe, a proces intensywnej utraty masy kończy się gdy nad jądrem, o typowej masie $0.6 M_{\odot}$, pozostaje materia o masie rzędu ułamka procenta masy Słońca. Mówimy wówczas, że gwiazda weszła w etap post-AGB. Od tego momentu gwiazda rozgrzewa się i w momencie gdy stanie się wystarczająco gorąca aby rozpocząć jonizację wyrzuconej materii, powstanie mgławica planetarna. Zaskakującym wynikiem obserwacji z dużą rozdzielczością przestrzenną obiektów post-AGB i mgławic planetarnych było zauważenie, że ich otoczki nie są w ogólności sferycznie symetryczne! Jednym z zaproponowanych mechanizmów odpowiedzialnych za powstanie obserwowanej asymetrii jest ukierunkowany i szybki wyrzut materii, który narusza symetrię otoczki utworzonej podczas AGB.

Obserwacje linii molekularnych (swoistych linii papilarnych dzięki którym możemy zidentyfikować jaka molekula kryje się za daną linią) wydają się potwierdzać, że taki mechanizm może mieć miejsce. Wzbudzone molekuly wyświecają fotony o ściśle określonych energiach. Korzystając z efektu Dopplera, można z kształtu linii wywnioskować jaki jest rozkład prędkości gazu emitującego fotony.

W maju 2009 roku Europejska Agencja Kosmiczna wysłała w przestrzeń kosmiczną, Kosmiczne Obserwatorium Herschela, wyposażone w instrumenty zbudowane przez europejskie konsorcja z udziałem Polski. Satelita operował do końca kwietnia 2013 roku. Polska wniosła swój udział do instrumentu heterodynowego (HIFI), a kierownik tego projektu był polskim koordynatorem w konsorcjum Herschel/HIFI. HIFI obserwowało w zakresie sub-milimetrowym, który wcześniej nie był wykorzystywany do obserwacji. Zakres ten jest pełen linii papilarnych różnych molekuł, które niosą z sobą informację o prędkościach gazu z którego zostały wyemitowane. Zatem obserwacje linii molekularnych z dużą rozdzielczością nadają się do badania mechanizmu odpowiedzialnego za niszczenie sferycznej symetrii wyrzutów materii podczas AGB.

Po zakończeniu misji Herschel nadal pozostało około 40% nie opublikowanych danych a tylko mały ułamek z opublikowanych danych został przeanalizowany ilościowo. W naszym projekcie, we współpracy z naukowcami z Europejskiego Centrum Astronomii Kosmicznej w Hiszpanii gdzie znajduje się baza danych z satelity Herschela, chcemy nie tylko opracować w jednolity sposób wszystkie dane HIFI, ale również przeprowadzić ilościową analizę najciekawszych z nich. Dzięki temu chcemy zrozumieć naturę procesów fizycznych prowadzących do zmian morfologicznych i chemicznych zachodzących w otoczkach gwiazd w czasie późnych etapów ich ewolucji. Wykorzystując programy do symulacji obserwacji w sferycznej symetrii i w trzech wymiarach planujemy prześledzić różnorodność składu chemicznego otoczek AGB i powstawanie zmian morfologicznych w otoczkach post-AGB. Modelowanie w trzech wymiarach pozwoli odtworzyć strukturę trójwymiarową obiektów, które widzimy na niebie jak struktury dwuwymiarowe, a linie molekularne dostarczą nam informacji o rozkładzie prędkości w różnych obszarach modelowanych otoczek. Uzyskane wyniki będą podstawą do przygotowania rozprawy doktorskiej jednego z wykonawców naszego projektu. Ponadto, po zakończeniu projektu zamierzamy udostępnić zredukowane w jednolity sposób dane HIFI całej społeczności astronomów, przyczyniając się w ten sposób do pozostawienia spuścizny misji Herchel/HIFI.