

NOWE ZDOLNOŚCI JAPOŃSKIEGO SUPERDETEKTORA NEUTRIN

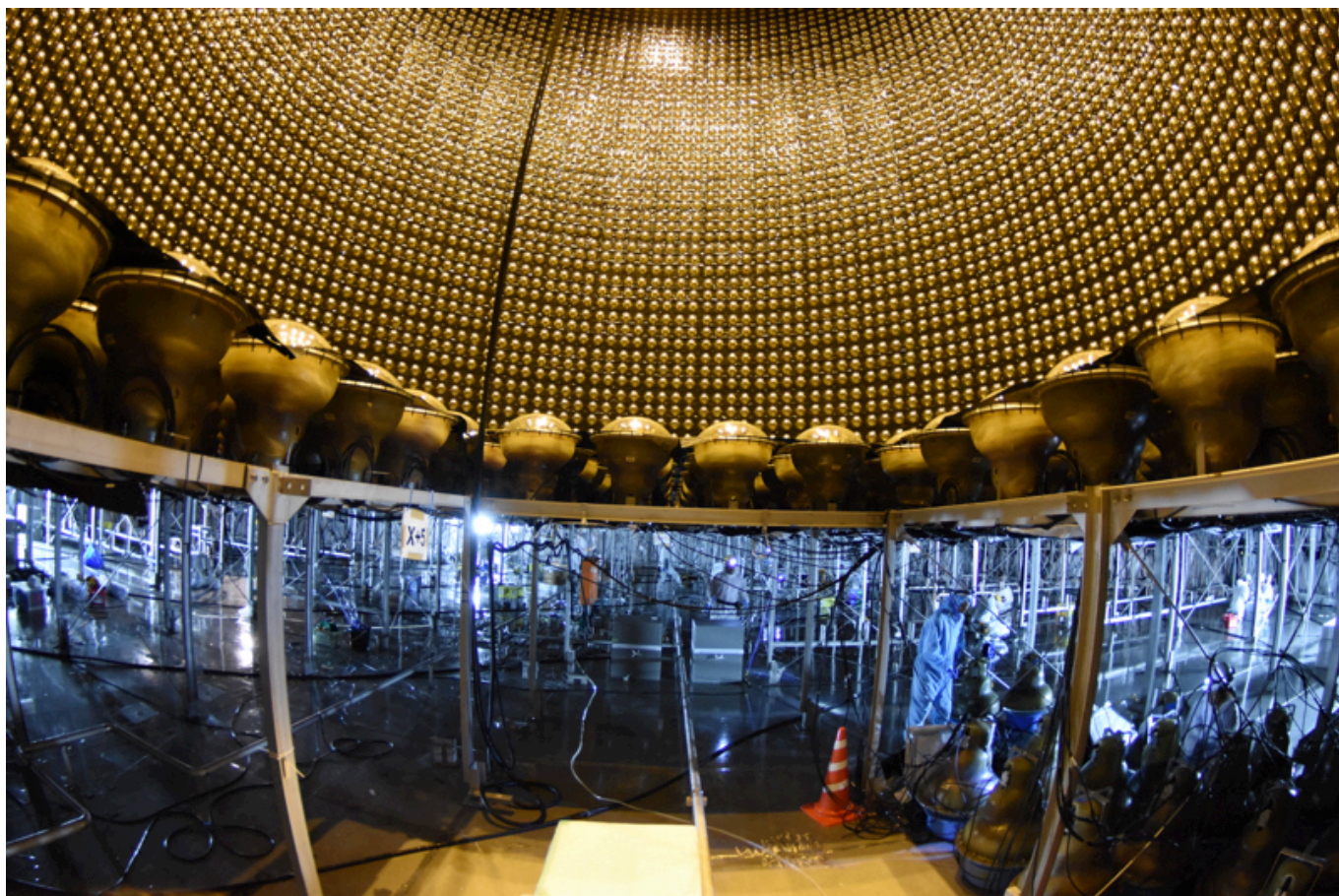
W Japonii międzynarodowy zespół naukowców współpracujących przy słynnym wodnym detektorze neutrin Super-Kamiokande (SK) ogłosił pomyślne zakończenie ważnego etapu jego usprawnienia. Efekt uzyskano dzięki wprowadzeniu do systemu specyficznego pierwiastka ziem rzadkich - gadolinu - zapewniając ośrodkowi zupełnie nowe możliwości badawcze. Niebawem pozwoli to fizykom z całego świata, w tym także z Polski, na wychwytywanie sygnałów neutrinowych z wybuchów supernowych zachodzących we wczesnych fazach istnienia Wszechświata.

Nowe możliwości badań uzyskano dzięki dodaniu związków gadolinu do zbiornika detektora zawierającego 50 mln litrów krystalicznie czystej wody. Gadolin (Gd) jest pierwiastkiem ziem rzadkich o liczbie atomowej 64. Oprócz dużego powinowactwa do wychwytywania neutronów (duży przekrój na wychwyt), Gd ma duży moment magnetyczny i jest stosowany jako środek kontrastowy w MRI (obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego). Jako składnik systemu SK, pozwoli na obserwacje neutronów powstających przy oddziaływaniu wysokoenergetycznych antyneutrin z wodą, dzięki czemu będzie można rejestrować antyneutrina powstałe w wybuchach supernowych na początku historii Wszechświata.

Neutrina - niemal bezmasowe cząstki poruszające się z prędkością bliską prędkości światła - to najbardziej tajemniczy składnik materii. Są trwałe, występują w trzech „rodzajach”, ale oscylują, zmieniając swoją tożsamość podczas podróży od źródła do detektora. Choć we Wszechświecie, a nawet na Ziemi, powstają ich wielkie ilości, to jednak niezwykle trudno je zaobserwować, gdyż bardzo rzadko oddziałują z materią. To stanowi też zarazem o ich głównej atrakcyjności, gdyż ze względu na swe znikome interakcje z materialnym ośrodkiem, mogą być bezcennym źródłem oryginalnej i niczym nie zmąconej informacji o procesach, które miały miejsce w najdalszych partiach Wszechświata i na początkowych etapach jego ewolucji.

Czytaj też: [Poznańskie obserwacje supernowej. Towarzyszący błysk gamma](#)

Nic więc dziwnego, że fizykom na całym świecie bardzo zależy na jak najdokładniejszym zbadaniu tych tajemniczych cząstek subatomowych. Jednym z narzędzi to umożliwiających pozostaje od dłuższego już czasu słynny japoński detektor Super-Kamiokande. Opiera on swoje działanie na wielkim, cylindrycznym zbiorniku o średnicy 39,3 m i wysokości 41,4 m, w którym znajduje się 50 000 metrów sześciennych wody. Cały system znajduje się 1000 m pod ziemią, w kopalni Kamioka niedaleko miejscowości Mozumi w prefekturze Gifu. SK wykrywa oddziaływania neutrin w wodzie za pomocą około 13 000 czujników optycznych. Detektor pracuje od 1996 roku i jest używany do badania neutrin atmosferycznych, słonecznych, kosmicznych oraz wytworzonych przez człowieka, w tym do badania zjawiska oscylacji neutrin.



Widok na zbiornik SK po odpompowaniu całości wody. Fot. Super-Kamiokande/Uniwersytet Tokijski [u-tokyo.ac.jp]

Super-Kamiokande już wielokrotnie przyczyniał się do dokonywania przełomowych odkryć w dziedzinie fizyki i na temat działania Wszechświata. Badania neutrin zaowocowały w ostatnich latach dwoma nagrodami Nobla i prestiżową nagrodą Breakthrough Prize.

Czytaj też: [Uczenie maszynowe w badaniu fal grawitacyjnych. Inne spojrzenie na supernowe](#)

Zbiornik SK po remoncie i uszczelnieniu w 2018 roku został napełniony samą czystą wodą i był użytkowany w tej formie do lutego 2019 roku - znaczy to, że w tym okresie do cyrkulacji i oczyszczania wody używany był oryginalny system wodny SK. Równolegle opracowano jednak oddzielny układ oczyszczania i cyrkulacji wody zawierającej gadolin. Niebawem wykazano, że nowy system zapewnia ten sam poziom czystości i przejrzystości, co oryginalny, jednocześnie umożliwiając rozpuszczanie Gd w wodzie Super-Kamiokande. Najważniejszym elementem nowego systemu jest specjalna żywica jonowymienna, która została opracowana wspólnie przez Uniwersytet Tokijski i Organo Corporation.

Jak dotąd do końca doprowadzono pierwszy etap dodawania gadolinu do układu SK - osiągnięto stężenie Gd wynoszące 0,01% i wydajność wychwytu neutronów wynoszącą 50%. W ciągu następnych kilku lat stężenie Gd zostanie jeszcze zwiększone, umożliwiając pierwszą w historii obserwację reliktowych neutrin supernowych - szacuje się, że dojdzie do tego w ciągu siedmiu lub ośmiu lat.

W zakończonych dotąd pracach modernizacji detektora SK brali także udział Polacy, w tym naukowcy z Narodowego Centrum Badań Jądrowych. Będą oni uczestniczyć także w analizie danych eksperymentu ukierunkowanej na poszukiwanie w detektorze ewentualnego sygnału pochodzącego od cząstek ciemnej materii. Badania Polaków są wspierane przez granty Narodowego Centrum Nauki:

SONATA-BIS 2015/18/E/ST2/00758 i 2018/30/E/ST2/00441.

Czytaj też: [Początek misji obserwatorium Mini-EUSO. "Ziemia jako wielki detektor"](#)

Źródło: [NCBJ](#)