

Katowice, 17 marca 2019 r.

prof. dr hab. Janusz Gluza
Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dra Kazuki Sakuraira
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

1. Informacje ogólne

Dr Kazuki Sakurai ukończył studia magisterskie jak i doktorat w Japonii na Uniwersytecie Nagoya. Przez około dziesięć lat pracował w różnych ośrodkach naukowych jako postdok: KEK (Japonia), DAMTP (U. Cambridge, UK), DESY-Hamburg (Niemcy) oraz jako pracownik naukowy w Nagoya U. (Japonia), King's College (UK) oraz U. Durham (UK). Obecnie zatrudniony jest jako adiunkt na U. Warszawskim. Dr Sakurai zajmuje się teorią cząstek elementarnych i ich oddziaływań, jego dorobek naukowy związany jest z badaniem niestandardowych teorii, w większości przypadków są to modele supersymetryczne. Habilitant opublikował ponad 50 prac naukowych, niektóre z nich są cytowane według systemu Inspires ponad 50 razy osiągając status dobrze lub bardzo dobrze znanej pracy. Dr Sakurai jest aktywny jeśli chodzi o wystąpienia na konferencjach. Prowadził zajęcia dla studentów na Uniwersytecie Cambridge oraz Uniwersytecie Warszawskim.

Podstawą omawianej habilitacji jest cykl siedmiu prac naukowych dotyczących poszukiwania egzotycznych sygnałów nowej fizyki w LHC. Deklarowany poziom zaangażowania dr Sakuraira w powstanie tych prac przewyższa wkład deklarowany przez pozostałych współautorów.

2. Osiągnięcia naukowe

Zbiór siedmiu prac [H1]-[H7] na podstawie których powstała niniejsza rozprawa habilitacyjna został moim zdaniem dobrze dobrany, odzwierciedlając główne dokonania naukowe Habilitanta. Znaczenie każdej z nich zostało jasno opisane. I tak:

- W pracach [H1] oraz [H2] zaproponowano sposób poszukiwania cząstek supersymetrycznych z określonym widmem mas stopu i jego partnera (bliską masie LSP) z wykorzystaniem badania sygnatury pojedynczego kwarku t. Pokazano

w jakich przypadkach produkcja pojedynczego kwarku top ze stowarzyszonymi cząstkami supersymetrycznymi jest znacząca i jak odróżnić takie sygnały od procesów tła.

- Praca [H3] dotyka problemu ciemnej materii i badaniu egzotycznych cząstek supersymetrycznych, o masach nie dających możliwości ich odkrycia w LHC. Chodzi o zbadanie najlżejszych cząstek supersymetrycznych o różnej proporcji par cząstek typu (bino-wino, bino-higgsino oraz higgsino-wino). Okazuje się, że takie różne scenariusze modelowe będą mogły być dokładnie przebadane w LHC o dużej świetlności, HL-LHC, praktycznie prawie w całym zakresie parametrów związanych z poszukiwaniem gaugin.
- W pracy [H4] zaproponowano nowe podejście do testowania modeli supersymetrycznych w których higgsina czy też gaugina są bardzo ciężkie i mamy do czynienia z cząstkami relatywnie długożyciowymi, co daje możliwość badania tzw. przesuniętych wierzchołków, na przykład z sygnaturą pochodzącą od pary kwarków b, o masie niezmienniczej poniżej masy cząstki Higgsa.
- Efektywna Teoria Pola pozwala na ogólniejsze badanie modeli niestandardowych, ich mas oraz sprzężeń. W pracy [H5] pokazano jak można określić własności symetrii CP cząstki Higgsa wykorzystując pomiary parametrów tej cząstki w LHC przy jej efektywnym sprzężeniu z kwarkiem top z członami zawierającymi macierz γ_5 (łamanie symetrii CP) i bez nich (zachowanie symetrii CP). Jeśli w HL-LHC zostaną eksperymentalnie przetestowane procesy produkcji cząstki Higgsa z jednym lub dwoma kwarkami top, wtedy stosunek odpowiednich przekrojów czynnych na te procesy, rozkłady masy niezmienniczej oraz rozkłady kątowe, pozwolą na oszacowanie fazy CP dla sprzężenia cząstki Higgsa z kwarkiem t.
- Praca [H6] poświęcona jest nieperturbacyjnym efektom sfaleronów w LHC czyli badaniu degeneracji stanów próżni sektora elektroslabego Modelu Standardowego. Badania te mogą wpłynąć na zrozumienie mechanizmów bario- oraz leptogenezy. Otrzymane ograniczenia na produkcję sfaleronów w LHC nie są mocne, jednak pozwoliły one już na wykonanie odpowiedniej, wstępnej analizy danych przez kolaborację CMS.

Moim zdaniem spośród wszystkich omówionych w rozprawie prac, najbardziej wartościowa jest praca [H7] gdzie omija się czasochłonne symulacje Monte Carlo sygnałów w ramach danego modelu wykonując w pierw obliczenia przekrojów czynnych i rozpadów w sposób analityczny. Próbkowanie Monte Carlo jest użyte jedynie do oszacowania i interpolacji efektywności rozpadów, które zależne są od parametrów masowych. Analizy takie pozwalają rozszerzyć zakres badania parametrów danego modelu, co okazało się już użyteczne w kilku analizach. Program Fastlim dokonujący tego typu analiz modeli niestandardowych, w dalszym ciągu rozwijany, będzie na pewno ciekawym narzędziem używanym w przyszłości w HL-LHC, praca [H7] jest na dzień dzisiejszy cytowana 91 razy w bazie inspires.

Globalne analizy istnienia modeli supersymetrycznych proponowane w pracach dr Sakurai pozwolą na głębszą weryfikację założeń teoretycznych modeli, szerszą eliminację przestrzeni parametrów oraz określenie możliwych kierunków dalszych badań. Bardzo cenna jest próba uwzględnienia w przyszłych badaniach procesów w wysokich energiach również ograniczeń modelowych pochodzących z innych obszarów fizyki związanymi z poszukiwaniem ciemnej materii, fizyką kwarków b czy też niskoenergetycznymi procesami, na przykład mierzącymi anomalny moment magnetyczny mionu.

Podjęte tematy i ich realizacja świadczą o tym, że dr Sakurai dobrze orientuje się w analizie modeli niestandardowych. Pracuje w różnych zespołach i grupach badawczych, co oznacza, że jest aktywny naukowo. Tak na marginesie, odniosłem wrażenie, że dr Sakurai jest przekonany o tym, iż sygnały nowej fizyki powinny być w niedługim czasie zaobserwowane. We wprowadzeniu w sekcji 4.2 czytamy: "Najważniejszym, jak dotychczas, osiągnięciem eksperymentów w LHC jest odkrycie bozonu Higgsa [1], który po 40 latach od zaproponowania domyka Model Standardowy. Jednakże dużym zaskoczeniem jest fakt, że żadne przekonujące sygnały istnienia nowych cząstek nie zostały do chwili obecnej zaobserwowane." Osobiście jestem zaskoczony tym, iż Habilitant jest zaskoczony tą sytuacją. Nie jest wykluczone iż Model Standardowy opisuje poprawnie fizykę aż do skali GUT czy też skali Plancka. Ciągłe wielkim wyzwaniem jest zrozumienie podstaw i zakresu stosowalności samego Modelu Standardowego, jego dogłębna analiza jest niezmiernie istotna w kontekście poszukiwania niestandardowych modeli. Taką możliwość precyzyjnych badań dają niskoenergetyczne procesy, jak wspomniany już wcześniej pomiar anomalnego momentu magnetycznego mionu, czy też przyszłe eksperymenty wysokoenergetyczne, gdzie na przykład akcelerator FCC-ee da możliwość pomiaru elektroślabych obserwabli z dokładnością jednego do dwóch rzędów wielkości większą w porównaniu z danymi otrzymanymi przy pomocy akceleratora LEP. W tej sytuacji ważne są precyzyjne obliczenia teoretyczne, w ramach Modelu Standardowego. Możliwe iż w ostateczności większa precyzja teoretycznych obliczeń przy bardzo dokładnie określonych danych eksperymentalnych da możliwość wyłonienia nowej fizyki, niekoniecznie poprzez bezpośrednią obserwację specyficznych sygnałów produkcji i rozpadów egzotycznych cząstek w LHC, czy też w przyszłych akceleratorach wysokich energii.

3. Działalność dydaktyczna i organizacyjna.

Dr Sakurai większość czasu zawodowego spędził poza Polską, w bardzo dobrych ośrodkach naukowych oraz uniwersytetach. Ze względu na charakter tych pobytów (postdoki) Habilitant nie ma dużego dorobku dydaktycznego, jednak po zatrudnieniu w 2017 w Polsce, prowadzi już systematycznie zajęcia (z przedstawionego materiału wynika, że głównie w języku angielskim). Dr Sakurai recenzował już prace naukowe w czasopiśmie naukowych, był wykonawcą i kieruje grantem. Habilitant współorganizował kilka konferencji, nieformalnie nadzorował prace doktorantów. W autoreferacie nie doszukałem się żadnej konkretnej wzmianki na temat

popularyzacji fizyki czy to w formie publikacji czy też otwartych wykładów lub organizacji popularyzatorskich wydarzeń na uczelniach lub np. w ramach działalności w towarzystwach naukowych. Zwracam na to uwagę, ponieważ tego typu działalność, szczególnie angażowanie się młodszych pracowników naukowych we wszelkiego rodzaju działalność popularyzującą naukę i fizykę jest moim zdaniem bardzo ważna.

Podsumowanie

Opisane przez Habilitanta w autoreferacie osiągnięcia naukowe, jak i pozostała działalność zawodowa spełniają moim zdaniem formalne wymagania stawiane kandydatom w przewodach habilitacyjnych.

Popieram wniosek o nadanie dr Kuzuki Sakurai stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka.



prof. dr hab. Janusz Gluza