

平成 30 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：液体キセノンを用いたニュートリノ物理の研究
英文：Study on neutrino physics using liquid xenon

研究代表者 東京大学宇宙線研究所・特任助教・平出克樹
参加研究者

研究成果概要

本研究は、大型液体キセノン検出器 XMASS を用いたニュートリノの物理、特にニュートリノ原子核コヒーレント弾性散乱を用いた超新星ニュートリノの観測および多角的アプローチによるキセノン二重ベータ崩壊の探索を目的とする。これまでに、800 日分の観測データを用いて ^{124}Xe のニュートリノを伴う二重電子捕獲の探索を世界最高感度で行ってきた(K. Abe et al. [XMASS Collaboration], PTEP 2018 (2018) 053D03)が、 ^{124}Xe が環境熱中性子を捕獲した結果生成される ^{125}I がこの解析の主要なバックグラウンドになることが分かった。

平成 30 年度は、熱中性子を遮蔽するためのホウ素シートを検出器周辺に設置するなどの対策を行って ^{125}I によるバックグラウンドの低減を図るとともに、安定したデータ収集を継続してきた。平成 31 年 2 月に XMASS-I 検出器を用いた 5 年間にわたるデータ収集が完了したため、XMASS 実験の全データを用いた最終解析を開始した。さらに、ニュートリノを伴わないモードの探索のため、数 MeV 領域での検出器応答やバックグラウンドのスタディを継続して行ってきた。

また、本研究では、ニュートリノが原子核中の全核子とコヒーレントに反応する、コヒーレント弾性散乱による原子核の反跳を捉えることで超新星ニュートリノの観測を目指している。この反応は全てのフレーバーのニュートリノに感度があるため、Super-Kamiokande や KamLAND といった大型ニュートリノ検出器での観測と合わせれば、超新星爆発に関するより多くの情報が引き出せると考えられる。さらには、様々な天体起源のニュートリノやエキゾチック粒子などの探索にも力を入れてきた。

平成 30 年度は、Super-Kamiokande が水タンク改修作業のため観測を休止しているなかで、稀な超新星爆発現象を取り逃がさないように XMASS での定常観測を続けてきた。また、重力波イベントに同期したイベントバーストの探索を行ってきた。これまでにモデルに依存しない解析として、データを 4 つのエネルギー領域に分け、それぞれの領域においてコインシデンス窓をスライドさせながらバーストの探索を行ったが、重力波イベントの時刻から [-400,+10000] 秒の範囲では有意なイベントバーストは観測されなかった。また、ニュートリノ・原子核コヒーレント弾性散乱を仮定して、ニュートリノ束に対する上限値を求めた。現在、重力波イベントに同期したイベントバーストの探索結果について論文にまとめているところである。

研究成果発表

- K. Abe et al. (XMASS Collaboration), "Improved search for two-neutrino double electron capture on ^{124}Xe and ^{126}Xe in XMASS-I," PTEP 2018 (2018) 053D03.
- K. Hiraide, "Neutrino physics with the XMASS liquid xenon detector," XXVIII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino2018), June 4-9, 2018, Heidelberg, Germany.
- K. Hiraide, "Latest results from the XMASS experiment," 6th Symposium on Neutrinos and Dark Matter in Nuclear Physics (NDM2018), June 29-July 4, 2018, Daejeon, Korea.
- 平出克樹, "XMASS 実験: コヒーレント弾性散乱を用いた重力波イベントに同期したニュートリノの探索," 日本物理学会 2018 年秋季大会, 2018 年 9 月 14-17 日, 信州大学松本キャンパス.
- K. Hiraide, "Latest results from XMASS," International Workshop on "Double Beta Decay and Underground Science" (DBD18), October 21-23, 2018, Hawaii, USA.
- 平出克樹, "液体キセノン検出器 XMASS を用いた超新星ニュートリノ観測," 新学術「地下素核研究」第 5 回超新星ニュートリノ研究会, 2019 年 1 月 7-8 日, 国立天文台三鷹キャンパス.

整理番号 B03