

## 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：ガス飛跡検出器による方向に感度を持つ暗黒物質探索実験  
英文：Direction-sensitive dark matter search experiment

研究代表者 身内賢太郎（神戸大学・准教授）

参加研究者 竹内康雄（神戸大学） 身内賢太郎（神戸大学） 中村輝石（神戸大学）  
伊藤博士（神戸大学） 橋本隆（神戸大学） 池田智法（神戸大学） 石浦宏尚（神戸大学）  
中村拓馬（神戸大学） 寄田浩平（早稲田大学） 田中雅士（早稲田大学） 鷲見貴生（早稲田大学）  
木村真人（早稲田大学） 矢口徹磨（早稲田大学） 飯島耕太郎（早稲田大学）  
Neil Spooner (University of Sheffield) Warren A Lynch  
(University of Sheffield) Callum Eldridge (University of Sheffield)

### 研究成果概要

我々は独自に開発した三次元ガス飛跡検出器「マイクロ TPC」を用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験「NEWAGE」を提唱、平成 17 年度より ICRR 共同利用研究、平成 19 年度より地下実験を行っている。平成 30 年度は、

- ① 低 BG 化した検出器による方向に感度をもつ暗黒物質探索
  - ② 地下実験室での中性子フラックス測定
  - ③ 検出器高感度化のための基礎開発を行った。
- ① については、平成 29 年度に地下実験室の装置に導入した、 $\alpha$  線放出量の少ない  $\mu$ -PIC (low- $\alpha$   $\mu$ -PIC) を用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験を行った。平成 30 年 6 月から 12 月までの観測のうち約 100 日のデータの解析により、従来の  $\mu$ -PIC を用いた観測よりも 1 桁以上のバックグラウンドの低減が確認された(図 1)。この結果を[1]として、国際会議で口頭発表を行った。
- ② に関しては、平成 28 年度より早稲田グループと協力して地下実験室での中性子フラックスの測定を行っている。以前の測定でも用いられたヘリウム 3 の比例計数管による測定に加えて、早稲田グループを中心とする液体シンチレータの測定を行い、エネルギースペクトルに関する情報を得ることを目的とした測定を進めている。平成 30 年度には、ヘリウム 3 を用いた測定結果に関して、岩盤の組成や水分含有量などの不定性をシミュレーションとあわせて論じ、エネルギースペクトルの推定を含む論文を[2]として公表した。
- ③ については、今後の検出器の高感度化のキーとなる、「陰イオンガス TPC」の基礎開発を進めた。陰イオンガス TPC では、電子をドリフトする通常の TPC と異な

って、陰イオンをドリフトする。拡散が小さいという特徴に比べて、SF<sub>6</sub>ガスを用いるとドリフト速度の違う複数の陰イオンが生成され、検出面への到達時間差を用いてドリフト方向の絶対距離を知ることができる。セルフトリガーのTPCでこれまで不可能だった絶対位置の測定により、バックグラウンドを一層低減することが可能となる。平成30年度はこれまでに製作したICを用いた飛跡検出実試験を行うとともに、ICの性能評価について[3]として発表した。

[1] “NEWAGE” 身内賢太朗 (国際会議 招待講演)

Revealing the history of the universe with underground particle and nuclear research 2019, 7-9 March 2019 Tohoku University, Sendai, Japan 2018

[2] “Measurement of ambient neutrons in an underground laboratory at Kamioka Observatory” (査読付論文)

Keita Mizukoshi, Ryosuke Taishaku, Keishi Hosokawa, Kazuyoshi Kobayashi, Kentaro Miuchi, Tatsuhiro Naka, Atsushi Takeda, Masashi Tanaka, Yoshiki Wada, Kohei Yorita, Sei Yoshida PTEP 12(2018) 123C01

[3] “Prototype Analog Front-end for Negative-ion Gas and Dual-phase Liquid-Ar TPCs” (査読付論文)

Miki Nakazawa, Tetsuichi Kishishita, Masayoshi Shoji, Ken Sakashita, Tomonori Ikeda, Hirohisa Ishiura, James B. R. Battat, Catherine Nicoloff, Manobu M. Tanaka, Takuya Hasegawa, Kentaro Miuchi 2019 J. Inst. 14 T01008

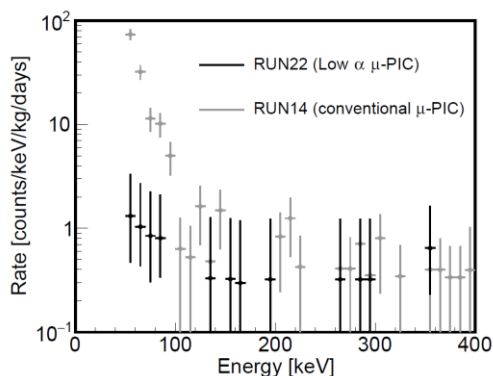


図1 平成30年度の暗黒物質探索実験で得られたエネルギースペクトル (RUN22) [1]。以前の観測 (RUN14) よりもバックグラウンドが1桁以上低減された。

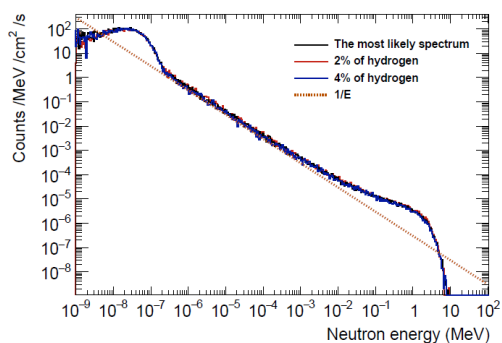


図2 ヘリウム3検出器によって測定され結果を用いて推定された中性子エネルギースペクトル(実線)[2]。従来の熱分布+1/Eで予想されるスペクトルにはないバンプがシミュレーションによって示唆され、他手法による確認を予定している。