

課題名(タイトル): RIBF における重 RI 衝突を用いた非対称原子核核物質状態方程式の実験的研究
 利用者氏名: ○磯部忠昭(1)、Jonathan Barney(1)、Clementine Santamaria(1)、Genie Jhang(1)、Jung Woo Lee(1)、Justin Estee(1)、Giordano Cerizza(1)、池野なつ美(1)、金子雅紀(1)、西村美月(1)、小野章(1)、村上哲也(1)、Rensheng Wang(1)
 理研における所属研究室名: (1)仁科加速器科学研究センター RI 物理研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

理研仁科センターでは RIBF-SAMURAI ビームラインに多重粒子飛跡検出器 Time Projection Chamber (TPC)を設置し、RIBF で実現する様な大強度 RI ビームを使った重イオン衝突実験計画(SpiRIT 計画)が進行している。この実験計画は原子核状態方程式 Equation of State(EoS)の対称エネルギー項における高密度成分を研究する国際プロジェクトである。本プロジェクトを進める上で HOKUSAI を用いた重イオン衝突の理論計算、検出器パフォーマンス、デザイン評価と取得データの解析を行う。

2. 具体的な利用内容、計算方法

重イオン衝突実験における各観測量がどの程度 EoS に感度があるのか調べる為、数ある衝突モデルのうち Anti-symmetrized molecular dynamics(AMD)モデルを使った重イオン衝突計算を行う。重イオン衝突では数々の粒子が生成されるが、特に荷電パイ中間子の測定は EoS の研究の観点から感度が高いと言われている。より現実の衝突に近づけたモデルにおいてパイ中間子の生成がどうなるのか理論計算を通して確かめる。

本研究課題を主眼とした実験は 2016 年に理研 RIBF にて遂行された。すべての本実験データは HOKUSAI のディスクスペースに格納されており、検出器の校正、評価を行う。また飛跡検出器情報を使った飛跡再構成アルゴリズムを開発し、重イオン衝突におけるパイ中間子測定、陽子、軽イオンの測定と各粒子における方位角異方性(フロー)の測定を行う。

3. 結果

飛跡再構成アルゴリズムの開発を昨年度から継続し、図 1 に示すようにパイ中間子を他粒子から識別することに成功した。特にパイ中間子に加え、電子対も測定できるようになった。

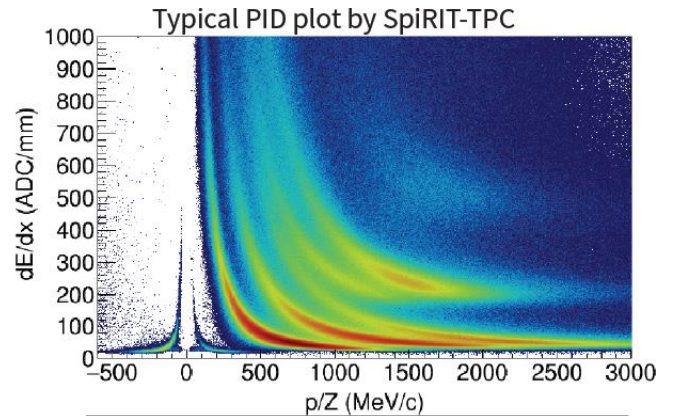


図 1: 飛跡毎の dE/dx -運動量相関各ラインは各粒子を示す。

また、図 2 に示すように陽子と中性子の方角異方性(フロー)を系統的に調べる事に成功した。図 2 は衝突軸に対して垂直な方向への分布異方性をフーリエ展開した際の 2 次の係数(v_2)である。高い運動量粒子は負の異方性を持っている。

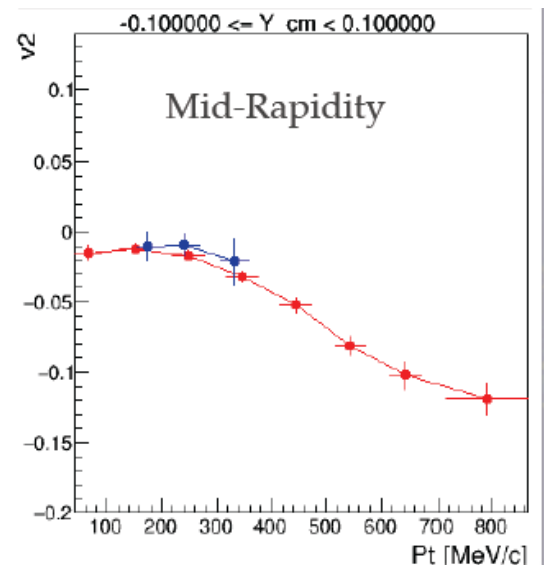


図 2: 中間ラピディティ領域における v_2 の縦方向運動量依存性

方位角異方性は衝突により生成した核物質の圧力分布に起因する。この結果を AMD 計算で得られる理論計算と比べ、原子核物質の EoS に関する知見を得ていく。

4. まとめ

これまで HOKUSAI にて行った重イオン衝突計算を使って、実験における EoS 同定の理論的予測を行った。本年度実験データの解析を継続し、より高精度での測定を実現した。EoS に感度があるとされる方位角異方性の測定を行った。

5. 今後の計画・展望

引き続き実験データの解析を行い、パイ中間子や陽子・中間子データを解析する事で原子核状態方程式に関する知見を引き出す。

平成 30 年度 利用研究成果リスト

【雑誌に受理された論文】

T. Isobe et. al,

Application of the Generic Electronics for Time Projection Chamber (GET) readout system for heavy
Radioactive isotope collision experiments

Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 899 (2018) 43-48

【会議の予稿集】

T. Isobe et. al,

Constraint on nuclear symmetry energy through heavy RI collision experiment by using SpRIT device at
RIBF-SAMURAI

Proc. 14th Int. Symp. on Nuclei in the Cosmos (NIC2016)

JPS Conf. Proc. 14, 010803 (2017)

【口頭発表】

The SPiRIT and pion detectors in RIKEN for the experimental study of symmetry energy with heavy ion
collisions

IWM-EC 2018, Dipartimento di Fisica e Astronomia & Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy, May. 2018

J.W. Lee et al., Charged particle track reconstruction for heavy ion collision experiments with SPiRIT Time
Projection Chamber

NuSYM 2018 (8th International Symposium on Nuclear Symmetry Energy), Hanwha Resort, Busan Korea, Sep.
2018

M. Kurata-Nishimura et al., Collective flow at neutron rich Sn+Sn collisions with 270 MeV/u

NuSYM 2018 (8th International Symposium on Nuclear Symmetry Energy), Hanwha Resort, Busan Korea, Sep.
2018

G. Jhang et al., Recent results on pion analysis of Sn+Sn collisions

NuSYM 2018 (8th International Symposium on Nuclear Symmetry Energy), Hanwha Resort, Busan Korea, Sep.
2018

M. Kaneko et al., Study of light cluster production in intermediate energetic heavy-RI collision at RIBF

NuSYM 2018 (8th International Symposium on Nuclear Symmetry Energy), Hanwha Resort, Busan Korea, Sep.
2018