

## プロジェクト名(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)、Jung Woo Lee(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)、Tsang Chun Yuen(1)、Giordano Cerizza(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. 本プロジェクトの研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

理研仁科加速器科学研究センターでは 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と取得データの解析を行う。

EoSの対称エネルギー項は中性子星の物性解明等、宇宙物理学の理解に大きく関与している。

## 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

実験データの解析により、荷電パイ中間子、陽子、

重陽子、トライトンの収量の解析を完了。今年度は荷電粒子の横方向運動量スペクトルに関する研究結果を発表した。図1は各荷電粒子におけるシステム比の運動量依存性を示しているが、高い運動量領域において理論モデルで再現できないことがわかった。

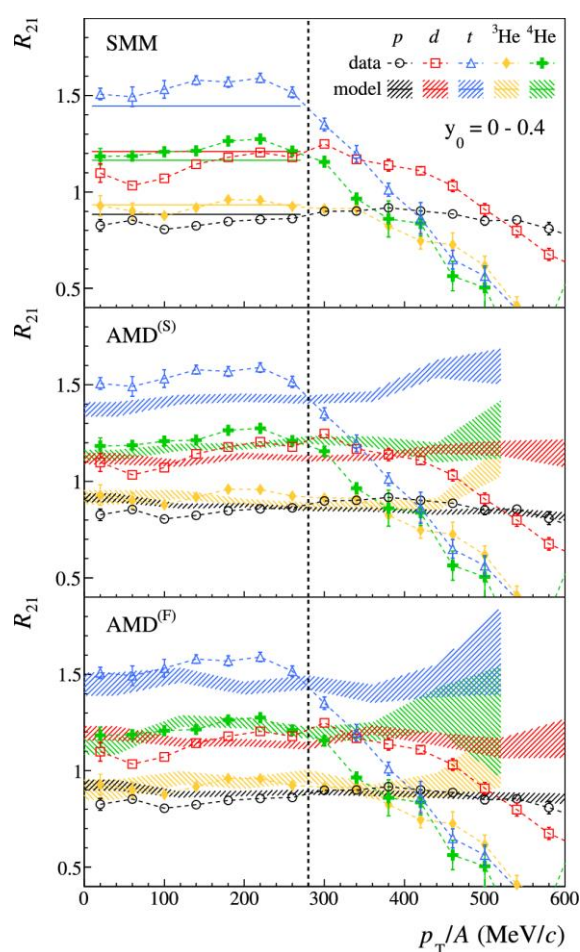


図1: 各重不安定核衝突における、陽子・重陽子・トライトン・ヘリウム-3・アルファ収量比の横方向運動量依存性。各点は実験データで斜線部分は理論モデル計算による結果。

## 4. まとめ

2016年 RIBF にて取得した重 RI 衝突実験データの解析を行い、荷電パイオンに加えて各種軽イオンの収量とその横方向運動量依存性を測定した。

これまで HOKUSAI にて行った重イオン衝突計算を実験データと比較し、原子核状態方程式に対し、実験的制限をつけた。

5. 今後の計画・展望

今回の研究結果は理論モデルの更なる理解が必要であることを示している。今後はより信頼性の高い理論モデルを構築し、状態方程式に制限をつけることを目指す。

加えて他の重イオン衝突データを取得し、システムの異なる衝突系での実験データを使うことで系統的に重イオン衝突反応メカニズムを理解し、原子核対称エネルギーを決定する。

6. 利用がなかった場合の理由

2022 年度 利用研究成果リスト

【雑誌に受理された論文】

J. W. Lee et. al,

Isoscaling in central Sn+Sn collisions at 270 MeV/u

Eur. Phys. J. A 58 (2022) 201

【口頭発表】

T. Isobe, Experimental study of asymmetric nuclear matter equation of state by using heavy RI collisions at RIKEN-RIBF, Pioneering Session on the Equation of State of Nuclear Matter, Spring Meeting of the Korean Physical Society, 2022 年 4 月 21 日、オンライン

A. Ono, Exploring EOS in heavy-ion collisions with transport models, Pioneering Session on the Equation of State of Nuclear Matter, Spring Meeting of the Korean Physical Society, 2022 年 4 月 21 日、オンライン

磯部忠昭、RIBF-SPIRIT 実験におけるデータ収集系、RCNP 研究会「原子核実験の次世代データ収集システム基盤開発にむけて」、2022 年 5 月 17 日、大阪大学核物理研究センター

T. Isobe, Study of density dependent nuclear symmetry energy by using heavy RI collisions at RIBF-SPIRIT experiment, NuSym22, X International symposium on Nuclear Symmetry Energy, 2022 年 9 月 26 日、INFN Catania Italy

N. Ikeno, A consistent treatment of nucleon and Delta potentials for pion production in heavy-ion collisions, NuSym22, X International symposium on Nuclear Symmetry Energy, 2022 年 9 月 26 日、INFN Catania Italy