

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)、Jung Woo Lee(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)、Tsang Chun Yuen(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した。図 1 は荷電パイオンの比を示しているが、理論モデル間の予言のバラツキは実験データのそれより大きい。その為荷電粒子に方位角異方性といった、他の観測量と組み合わせる事で相補的に理論モデルを理解・構築する必要がある。

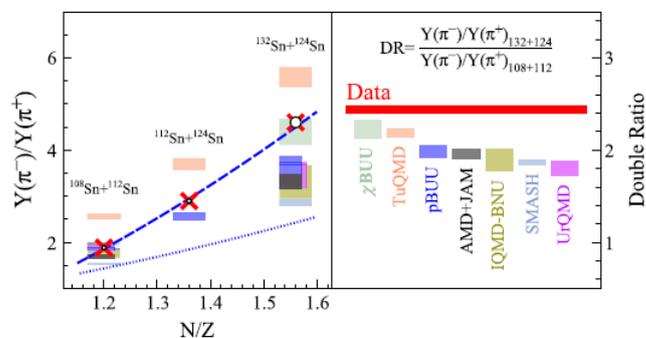


図 1 左:  $\pi^-/\pi^+$  比の原子核衝突系の中性子数-陽子数比(N/Z)依存性。ポイントはデータ点、四角の各色は理論による予測値。右: 左の絵の中性子過少衝突系と過剰衝突系の比を取ったもの、理論モデルによりその予言は大きく異なる事がわかる。

また陽子とトライトンの解析結果から、非対称核物質の状態方程式を決定する為、AMD 計算他と比較を行ったところ比較的ソフトな状態方程式と理解できる事がわかった。

## 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、荷電パイオンの収量を測定した。

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い実験データとの比較を行った。

## 5. 今後の計画・展望

一方でこの結果は、高密度物質中における散乱断面積や実効的な核子質量の密度依存性によるとも考えられる。その為、荷電粒子の方位角異方性や中性子の解析を進める事で相補的に重イオン衝突の理解し、非対称高密度核物質の状態方程式を理解する。

## 6. 利用がなかった場合の理由

2020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,

Charged particle track reconstruction with S $\pi$ RIT Time Projection Chamber

Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 965 (2020) 163840

G. Jhang et. al,

Symmetry energy investigation with pion production from Sn+Sn systems

Physics Letters B 813 (2021) 136016