

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*、Jonathan Barney*、Clementine Santamaria*、Genie Jhang*、Jung Woo Lee*、Justin Estee*、Giordano Cerizza*、池野なつ美*、金子雅紀*、西村美月*、小野章*、村上哲也*
理研での所属研究室名 : *櫻井 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。この実験を通して、原子核状態方程式の対称エネルギーにおける高密度成分を研究する国際プロジェクトが進行している。このプロジェクトを進める上で HOKUSAI/RICC を用いた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が必要である。

2. 具体的な利用内容、計算方法

まず重イオン衝突を再現し、検出器応答を評価する為に、原子力研究機構で開発された重イオン衝突シミュレーションソフトウェア PHITS と、欧州 GSI 研究所にて開発された UrQMD を用いて重イオン衝突事象を 1st order でシミュレートする。特に一番初めに行う実験では、錫のアイソトープを用いて実験を行うため、錫+錫の重イオン衝突を計算し、このシミュレーションで生成されたイベントを検出器応答シミュレーションソフトウェア GEANT4 への入力とする。衝突によって発生した陽子や電子をはじめとする様々な放射線が検出器中でどう応答するかシミュレートする。またそのシミュレーションを入力として、多数の荷電粒子により生成される検出器信号から飛跡再構成アルゴリズムの開発を行い、検出効率、解像度といった検出器の性能を評価する。また実験本データを解析し、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。

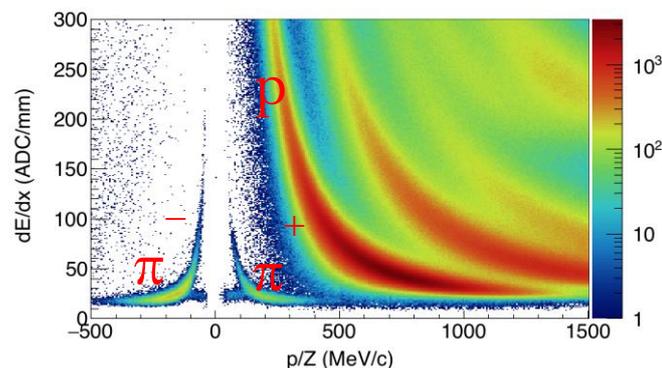


図 1 : 荷電粒子同定図 (縦軸 : エネルギー損失、横軸 : 粒子運動量)

また、シミュレーションと実験データを比べることで、実験で取得したデータは正しく中心衝突をとらえている事を確認することができた。図 2 は重イオン衝突シミュレーションの検出器ヒット数分布を実際のデータと比べたもので、JQMD モデルが良い一致を示している事がわかる。

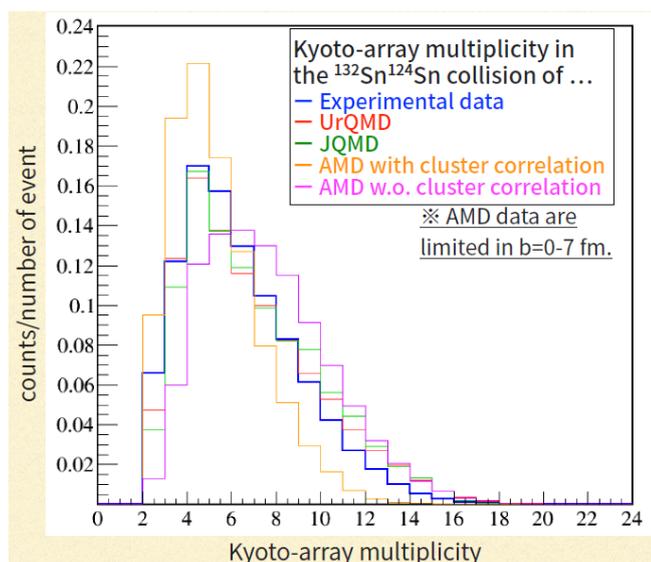


図 2 : 検出器ヒット数分布を各シミュレーション結果と比べたもの

4. まとめ

これまで HOKUSAI にて行ったシミュレーション計算を使って、RIBF での実験デザインを行った。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。実験データと理論モデルとの比較も進んでいる。

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状態方程式に関する知見を引き出す。

6. 利用がなかった場合の理由

平成 29 年度 利用研究成果リスト

【国際会議、学会などでの口頭発表】

T. Isobe et al., Performance of SPiRIT-TPC with GET readout system for heavy ion collision experiment
Workshop on Active Targets and Time Projection Chambers for High-intensity and Heavy-ion beams in
Nuclear Physics, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela Spain, Jan. 2018

M.B. Tsang et al., Highlights of the SPiRIT Time Projection Chamber
Workshop on Active Targets and Time Projection Chambers for High-intensity and Heavy-ion beams in
Nuclear Physics, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela Spain, Jan. 2018

G. Jhang et al., An overview of the analysis software for SPiRIT experiments
Workshop on Active Targets and Time Projection Chambers for High-intensity and Heavy-ion beams in
Nuclear Physics, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela Spain, Jan. 2018

J. Estee et al., Extending Dynamic Range, Calculating and Calibrating dE/dx in the SPiRIT TPC
Workshop on Active Targets and Time Projection Chambers for High-intensity and Heavy-ion beams in
Nuclear Physics, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela Spain, Jan. 2018

T. Isobe et al., Study of density dependent symmetry energy by using heavy ion collision at RIBF
Collaboration workshop on RI and heavy-ion sciences, Ewha Womens University, Seoul Korea, Oct. 2017

M. Kurata-Nishimura et al., Recent results of SPiRIT-TPC project at RIBF
Collaboration workshop on RI and heavy-ion sciences, Ewha Womens University, Seoul Korea, Oct. 2017

M.B. Tsang et al., Pion production in rare-isotope collisions
NuSYM 2017, GANIL CAEN France, Sep. 2017

K. Masanori et al., Analysis status on the Kyoto multiplicity array for the SPiRIT experiment
NuSYM 2017, GANIL CAEN France, Sep. 2017

M. Kurata-Nishimura et al., Collective Flow Analysis in Sn + Sn collisions at 270MeV/u with SPiRIT-TPC
NuSYM 2017, GANIL CAEN France, Sep. 2017

T. Isobe et al., Analysis of SPiRIT experimental data: measurement of charged particles and neutrons in
heavy RI collisions
NuSYM 2017, GANIL CAEN France, Sep. 2017

T. Isobe et al., Application of transport model to design experiments
Transport 2017, Michigan State University Michigan U.S.A, Mar. 2017