

プロジェクト名(タイトル):

## RIBF での ESPRI 実験

利用者氏名:

○銭廣十三(1,4)、馬場秀忠(2)、磯部忠昭(3)、稲葉健斗(1,4)、土方佑斗(1,4)

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 スピン・アイソスピン研究室

(2)仁科加速器科学研究センター 情報処理技術チーム

(3)仁科加速器科学研究センター RI 物理研究室

(4) 京都大学 理学研究科

## 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

我々の研究グループでは、仁科加速器科学研究センターの RIBF において、不安定原子核での精密反応測定実験を通して、宇宙での元素の成り立ちや、中性子星の構造、超新星爆発のメカニズムに迫る研究を進めている。これは、世界で最も高い強度の RI ビームを供給できる加速器施設 RIBF が稼働することで初めて可能となった。

特に、不安定核の弾性、非弾性散乱、将来的にはクラスターノックアウト反応測定を行い、不安定核の陽子・中性子密度分布、クラスター存在率等を決定することで、中性子星などの核物質の包括的解明を目指している。本研究遂行するため、我々のグループでは様々な検出器や回路系を開発し、本測定の実施に成功してきた。しかし、大強度ビームでの実験は、より多くの情報を複雑な検出器群で取得することを意味している。すると、せっかく実験を実施しても得られたデータの整理や解析に時間がかかるだけでなく、一グループでは保存することもままならないのが現状である。我々のプロジェクトだけでなく RIBF での実験データは肥大化していく一方であるため、これを一挙に効率よく、保存し計算、さらには機械学習等新しい手法でもって多次的に解析可能なシステムが必須となる。そこで本プロジェクトでは我々が世界で初めて取得した膨大なデータを保存し、現実的な時間で解析が可能な手法を検討し HOKUSAI システムでの試験及び運用を進める。

## 2. 具体的な利用内容、計算方法

得られたオリジナルデータを HOKUSAI のストレージにてサーバにて安全に保存し、部分的には共同研究者がデータをコピーし解析等を行う。また、大きなサイズのデータについては HOKUSAI システムでの解析運用を行い、時間の効率化を図る。

## 3. 結果

本年度では、部分的な解析を引き続きすすめており、本研究計画の目的のうち、不安定核  $^{132}\text{Sn}$  の逆運動学陽子弾性散乱の微分断面積導出及び陽子・中性子密度分布の解析を進めている。解析結果などは現在東邦大学の大学院生が学位論文にまとめているところである。また、得られたデータのうち RI ビームに関する情報を機械学習を用いて解析することでより効率的に且つ高い精度での粒子識別を実現する解析手法の開発にも着手した。こちらは京都大学の大学院生が進めており、主にローカルでの開発を進めている。さらに、次世代実験に向けた新しい検出器システムの開発を開始し本年度は加速器施設において性能試験を行った。こちらのデータも同様の手法での高精度解析を機械学習を用いて行う予定である。

## 4. まとめ

本プロジェクトでは、検出器や回路の大型化や複雑化が進む近年の実験を最後に支える屋台骨としての HOKUSAI 利用を進めている。世界で初めての実験で得られた 100TB ものデータを効率的に解析する作業を多角的に進めている。本年度は、HOKUSAI の利用については引き続きデータを保守が主であったが、データの一部は引き続き解析が進んでいる。

## 5. 今後の計画・展望

膨大なデータや複雑なデータの処理手法は目処が立っていないため、今後は並列化だけでなく GPU による機械学習での効率化及び高精度化を進め HOKUSAI での検証を行いたいと考えている。

## 6. 利用がなかった場合の理由

## 2021年度 利用報告書

本年度も引き続き、担当予定であった学生の都合がつかない状況が続いたため HOKUSAI での解析運用はできずローカルでの解析となった。来年度は 1 名学生による解析作業を予定しているため特に GPU での機械学習検証を進めたい。

2021 年度 利用研究成果リスト

**【雑誌に受理された論文】**

J. Zenihiro, T. Uesaka, H. Sagawa, S. Yoshida “Proton density polarization of the doubly magic  $40\text{Ca}$  core in  $48\text{Ca}$  and EoS parameters”, PTEP 2021 2, 023D05 (2021); (erratum) 2021 4, 049301 (2021).

Y. Hijikata, et al., “Development of the gaseous Xe scintillation detector for heavy RI beams”, RIKEN Accel. Prog. Rep. 54, S29 (2021).

T. Harada, et al., “Measurement of proton elastic scattering from  $132\text{Sn}$  at 300 MeV/nucleon in inverse kinematics”, RIKEN Accel., Prog. Rep. 54, 18 (2021).

**【口頭発表】**

辻 峻太郎 他、” 高エネルギー荷電粒子測定のための GAGG シンチレーターの開発”, 日本物理学会 2021 年秋季大会

**【その他(著書、プレスリリースなど)】**

辻 峻太郎、修士論文、京都大学大学院理学研究科