



^4He 原子核の光分解反応断面積の測定

所属	京都大学大学院理学研究科	ビームライン	BL01
利用者氏名	川畑 貴裕	利用分野	量子ビーム技術
利用年度	2014年度	活用技術	ガンマ線利用

利用成果の概要

本研究では、逆コンプトン γ 線を用いて、 ^4He 原子核における光分解反応断面積測定を実施した。 ^4He の光分解反応を巡っては近年の実験データに食い違いがあり、信頼性のある新しいデータが求められている。そこで、京都大学において開発中のMAIKoアクティブ標的装置を用いて高精度の実験データを得ることを目指した。

MAIKoアクティブ標的は荷電粒子の飛跡を3次元的に決定することのできるタイムプロジェクションチェンバーとしての機能をもつ。検出器ガスにHeを主成分とするガスを用いて、ここに逆コンプトン γ 線を入射することで、検出器の有感体積の中において ^4He 原子核の光分解反応を引き起こし、そこから放出される荷電粒子を測定した。

取得したデータは現在解析中である。解析の途中経過は、京都大学・村田求基氏の修士論文にまとめられたほか、2015年3月に早稲田大学において開催された日本物理学会第70回年次大会と、2015年5月に米国ミシガン州立大学で開催された国際ワークショップ“Active Targets and TPC for Nuclear Physics Experiments”において口頭発表された。

<利用目的>

^4He 原子核の巨大双極子共鳴領域における光分解反応の断面積は、 d , ^3He , ^4He をはじめとする軽元素のビッグバン合成における生成量を左右するだけでなく、反応の類似性から超新星爆発にともなって放出されるニュートリノによる元素合成の過程にも深く関係する重要な物理量である。このため実験・理論の両面から精力的な研究がなされてきたが、測定された断面積には未だに大きな不定性が残されている。そこで、本研究では、京都大学において開発中のMAIKoアクティブ標的装置を用いて ^4He の光分解反応の断面積について高精度の実験データを得ることを目的とする。

<実験方法>

ニュースバル放射光施設のBL01ビームライン GACKO ハッチ内にMAIKoアクティブ標的を設置し、検出器ガスとして2気圧のHe(98%)+CF₄(2%)混合ガスを封入した。MAIKoアクティブ標的は荷電粒子の飛跡を3次元的に決定することのできるタイムプロジェクションチェンバーとしての機能をもつ。今回の測定では、 $E_\gamma = 22\text{--}30$ MeV の逆コンプトン γ 線をMAIKoアクティブ標的に照射し、検出器ガス中の ^4He 核の光分解に伴って発生する荷電粒子を測定した。実験セットアップとMAIKoアクティブ標的の概略図を図1に示す。

MAIKoアクティブ標的内部で荷電粒子が生成されると、荷電粒子の飛跡にそって検出ガスがイオン化し電子が発生する。この電子はドリフト電場によって μ -PIC (Micropixel Chamber)に輸送され、 u -PICの表面でガス増幅される。

u -PICでは直交するカソードとアノードのストリップによって信号の読み出しを行っており、信号が誘起されたストリップの番号と電子のドリフト時間を測定することで、荷電粒子の飛跡のYZ平面とXY平面への射影を得ることができる。(図2)

文部科学省 [先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業 成果報告]

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 ニュースバル放射光施設

〈実験結果〉

今回の測定で取得された光分解反応のイベント例を以下に示す。 ^4He が陽子と三重陽子に崩壊した場合には、左右対称な飛跡が検出される一方で(図3(a))、 ^3He と中性子に崩壊した場合には、 ^3He の軌道のみが記録される(図3(b))。陽子や三重陽子に比べ、 ^3He はガス中でのエネルギー損失が大きいため、太い軌跡が記録されている。このように MAIKoアクティブ標的では、軌跡の太さによって粒子識別を行うことができる。

MAIKoアクティブ標的は期待通りに動作しており、現在、光分解反応の反応断面積を決定するべくデータ解析を行っている。

〈今後の見通し〉

解析の途中経過は、京都大学・村田求基氏の修士論文にまとめられたほか、2015年3月に早稲田大学において開催された日本物理学会第70回年次大会と、2015年5月に米国ミシガン州立大学で開催された国際ワークショップ“Active Targets and TPC for Nuclear Physics Experiments”において口頭発表された。今後、データ解析を継続し、得られた結果について論文を執筆し、国際的な学術雑誌において公表する。

〈図面等〉

図1 実験配置

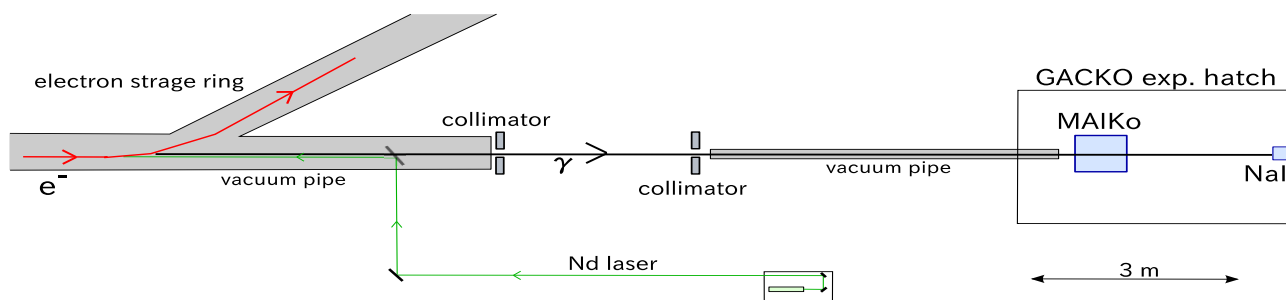
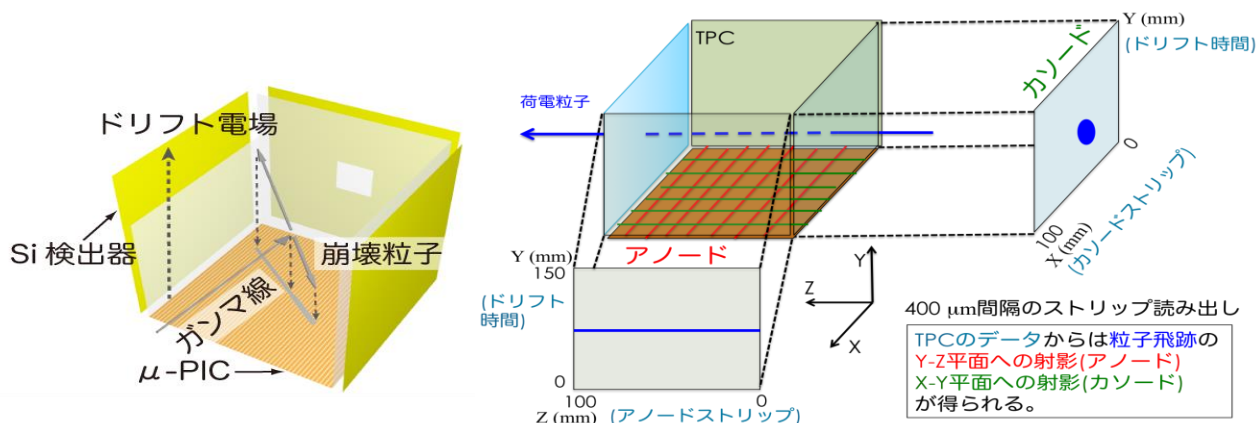


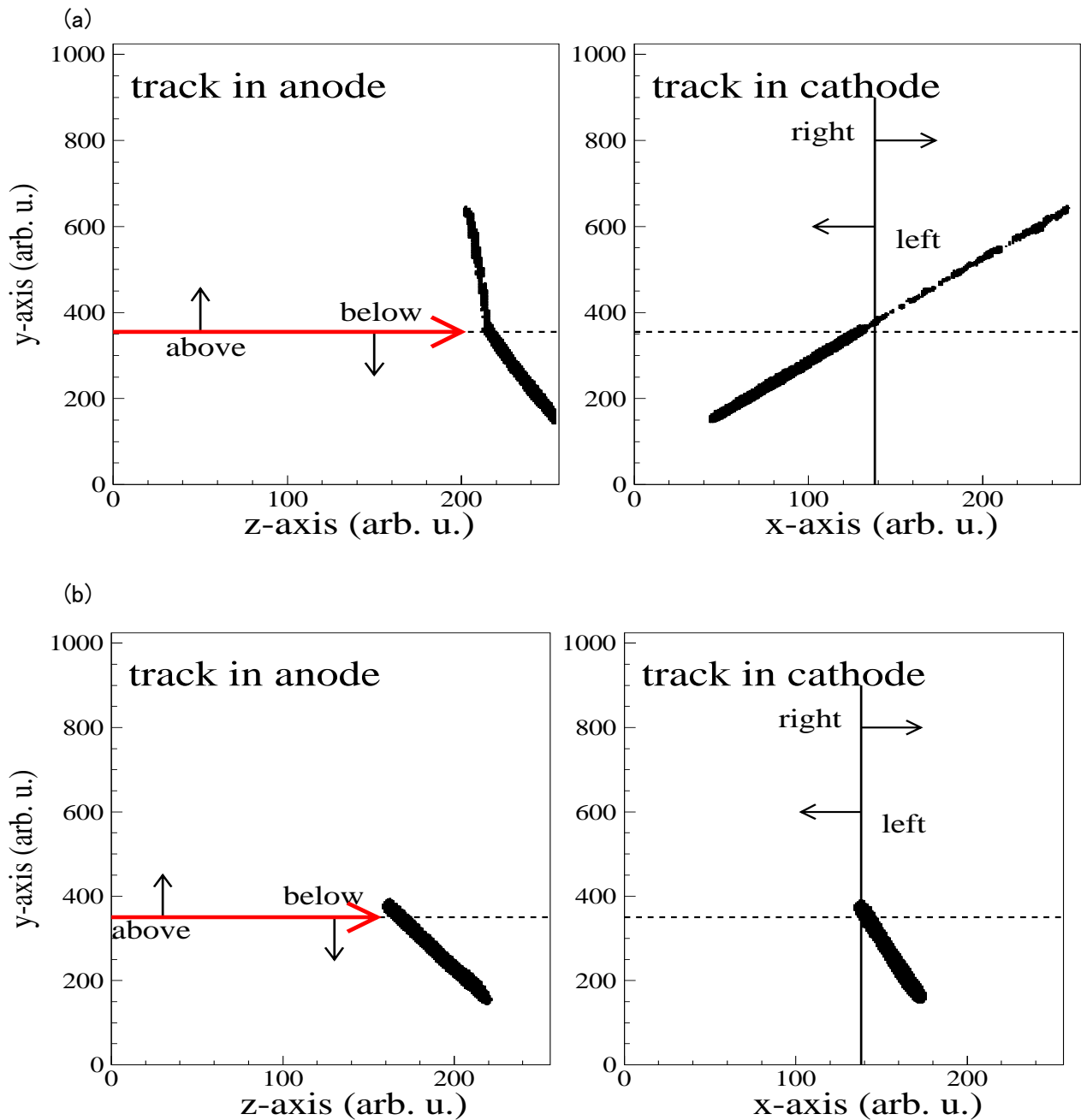
図2 TPC(Time Projection Chamber)構成



文部科学省 [先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業 成果報告]

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 ニュースバル放射光施設

図3 取得データの解析例



問い合わせ先

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所
ニュースバル放射光施設 共用促進室

〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都1-1-2
TEL : 0791-58-2543 FAX : 0791-58-2504
E-mail : kyoyo@lasti.u-hyogo.ac.jp