

平成 28 年 9 月 17 日現在

機関番号：13101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26887016

研究課題名(和文)原子核物理と応用物理のための核反応断面積測定とモデル構築

研究課題名(英文)Measurements of Reaction Cross Sections for Nuclear physics and Applied Physics

研究代表者

武智 麻耶 (Takechi, Maya)

新潟大学・自然科学系・助教

研究者番号：40570172

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：原子核もしくは重イオンが核反応を起こす確率(反応断面積)の研究は原子核の性質や構造を知る上ではもちろん、放射線防護や癌治療計画等のために行われる重イオン輸送シミュレーションにおいて正確な結果を得るためにも重要である。しかし、重い原子核において反応断面積の実験データは不足しており、反応断面積の値について、十分な理解が必ずしも進んでいない。本研究では、鉄や鉛といった比較的重い原子核の反応断面積の測定を放射線医学総合研究所で行い、データを得ることに成功、反応モデル計算とも比較し理解を進めている。

研究成果の概要(英文)：Precise nuclear reaction cross section data and a reliable nuclear reaction model which has strong prediction power for wide mass region of nuclides are not only important for nuclear physics research but also for the heavy ion transportation code. In this research new cross sections data for ^{12}C and ^{27}Al on Fe and Pb, the systems for which there are significant lack of data, have been successfully obtained through experiments at HIMAC, NIRS. The data analysis and comparison to the model calculations are ongoing.

研究分野：原子核実験

キーワード：反応断面積 核データ

示す、放射線医学総合研究所の 2 次ビーム分離・輸送コースである SB2 コースを利用し、 ΔE -TOF- B_p 法によって行う。鉄や鉛等の中重核から重核の金属板を反応標的として用いてデータを取得する。反応標的の下流の粒子識別は Si 半導体検出器や無機シンチレーションカウンターを用いた ΔE - E カウンターテレスコープを用いることで行う[2]。

ΔE - E 法のセットアップでは反応生成物のほとんどを検出器内にとらえ、その原子番号と質量数を同定することが可能である。従って、この方法を用いることで、核反応断面積のみならず、粒子輸送シミュレーションコードへの更なる入力情報として大いに役立つ中性子乖離反応、荷電変化反応といった多様な原子核反応チャンネルを個別に同時測定することができ、より大きな成果が期待できる。

② 応用物理の分野で用いられる既存の断面積計算モデル群の検証のため、モデル計算を L. Sihver 教授の応用物理研究グループと共にやり、①で得られた実験値との比較を行う。

③軽い原子核で有力な Glauber モデルを重核へ拡張するため、①で得られた実験値と比較・検証し、必要であればクーロン力補正項への改善等モデルを改良して、様々な質量数の核種に対しての適用できるようにする。また、モデルを応用分野に発信する為、原子核を専門としない研究者でも簡単にweb上で計算結果を得られるシステムを作る。

4. 研究成果

本研究では Si 半導体検出器と CsI(Tl) 検出器、および NaI(Tl) シンチレーション検出器からなる ΔE - E カウンターテレスコープを準備し、放射線医学総合研究所重イオンシンクロトロン加速器施設 HIMAC で反応断面積測定実験を行った。HIMAC にて供給される核子あたり数十から数百 MeV の ^{12}C ビームおよび ^{27}Al ビームを用いて、鉄、ニオブ、鉛標的に対する反応断面積のデータを取得することに成功した。現在、データの一部の解析が進み、断面積の結果が得られている。また、それらのデータと Glauber モデルなどの反応断面積計算モデルとの比較も行っている。図 2 に ^{27}Al ビームの鉄標的に対する反応断面積の測定結果と、Glauber モデルによって得られる反応断面積の値を比較したものを一例として示す。図 2 に示されるよう

に、これまで軽い原子核領域において成功したモデルであった Glauber モデルは鉄程度の質量数領域でもやはり、反応断面積実験値を再現していることがわかる。今後、解析を進めていきさらに高いエネルギー領域での比較の結果はどうか、また、鉛などの重核に対しても図 2 のような再現性が見られているか、検証を進めていく。

今後、本研究で測定された実験値を用いて、より詳細な Glauber モデルの検証を行うとともに、L. Sihver 教授の研究グループの協力を得て、応用物理の分野で用いられている反応断面積計算モデルとも比較し、それらのモデルの検証を行っていく。

本研究の実験内容と、実験から得られる様々なデータは 2016 年 5 月末に国際会議 54th Annual Conference of the Particle Therapy Co-Operative Group (PTCOG 2016) で紹介することが決定されている。

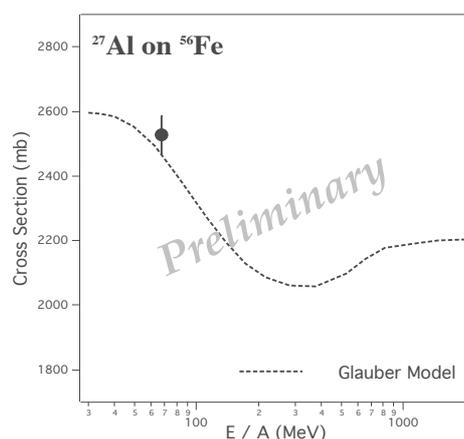


図 2 本研究で測定された反応断面積の暫定的な結果と Glauber モデルによる計算結果の比較。実験データはエネルギーの関数として複数点得られているので、今後解析を行い検証を進めていく。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 1 件)

① L. Sihver, M. Takechi, and HIMAC H351 collaboration
 “Cross section measurements for improvement of TPS for ion beam therapy”

54th Annual Conference of the Particle Therapy

Co-Operative Group (PTCOG 2016)

18-23, May, 2016

Prague, Czech Republic.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新潟大学自然科学系・助教
武智 麻耶 (Maya Takechi)

研究者番号 : 40570172

(2) 研究分担者 ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :