

LLFP 安定核種化・短寿命化のための核変換法の開発

(2) 理研 RIBF での LLFP 断面積測定

Development of nuclear transmutation methods for converting LLFP into stable or short-lived nuclides

(2) Cross section measurement of LLFP at RIBF

*大津 秀暁¹, He Wang¹, 櫻井 博儀¹, Xiaohui Sun¹, ImPACT-RIBF collaboration

¹理化学研究所仁科センター

RIBF 施設を用いて、U の In-Flight fission 反応で得られる LLFP 核種を 2 次ビームとして用い、LLFP 核種の陽子/重陽子に対する反応断面積の直接測定を行なった。逆運動学手法により、反応後の核種の同定ができるのが特徴である。¹⁰⁷Pd の断面積の結果を報告し、終状態核種測定によって得られた知見を議論する。

キーワード：ImPACT、核変換、長寿命核分裂生成物、高レベル放射性廃棄物、断面積測定

1. 緒言

理研の RIBF 施設では、U からの In-flight fission 反応により、広範な不安定核種を 2 次ビームとして供給できる。この特徴をつかって、系統的に LLFP 核種の反応断面積が測定されはじめた。測定は逆運動学法を用い、LLFP 核種を 2 次ビームとして供給し、陽子および重陽子標的に照射することにより、陽子、重陽子による反応断面積を決定する。また、鉛および炭素標的に照射することにより、クーロン分解反応断面積を決定する。測定は既存のデバイスを用いた 200, 100 AMeV での測定を先行し、その後より低いエネルギーでの測定を可能にするデバイス開発を経て、50 AMeV での測定を完了した。今後 OEDO ビームライン完成に伴い、25 AMeV での測定に挑戦する。講演では、逆運動学法による LLFP 核種の測定の原理と実際をレビューし、それに基づき、理研グループが担当している、¹⁰⁷Pd の得られた結果を報告する。加えて、終状態の核種測定により得られた知見についても議論する。

2. 実験と結果

実験は理化学研究所仁科センターRIBF 施設で行われた。345 AMeV にまで加速された U からの in-flight fission により発生した不安定核は、BigRIPS により粒子識別され、F8 焦点もしくは F13 焦点に設置された 2 次標的に照射される。反応により生成された残留核は ZeroDegree もしくは SAMURAI 磁気スペクトロメータにより粒子識別され、その計数から断面積を得た。クーロン分解反応は 200 AMeV にて測定が行われた。陽子、重陽子による反応断面積は、200 AMeV から測定を開始し、100、50 AMeV と順々にエネルギーを下げた測定を行なっている。これは低エネルギーでは残留核に電子が捕獲され、電荷分布によるスペクトロメータ内の軌道が変わるため、粒子識別に困難さが加味されることによるものである。これを克服すべく、ZeroDegree スペクトロメータでは低エネルギー測定においては、F11 が Dispersive 焦点となるいわゆる Dispersive モードを使い、そのモードに適合する F11 焦点面イオンチェンバーを開発して測定を可能とした。

これらの実験手法を用いて、50 MeV/u での測定が可能となった。¹⁰⁷Pd について入射エネルギー依存性が議論できるようになった。

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)の一環として実施したものです。

参考文献

[1] H. Wang, H. Otsu, H. Sakurai et al., Spallation reaction study for the long-lived fission product ¹⁰⁷Pd, Progress in Theory and Experiment Physics 2017,021D01 (2017).

*Hideaki Otsu¹, He Wang¹, Hiroyoshi Sakurai¹, Xiaohui Sun, RIBF TM collaboration, ¹RIKEN Nishhina Center.