

平成 27 年 3 月 31 日

プログラム名： 核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化

PM 名： 藤田 玲子

プロジェクト名： 核反応データ取得及び新核反応制御法

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 26 年度

研究開発課題名：

クーロン分解法による核反応データの取得

研究開発機関名：

東京工業大学

研究開発責任者

中村 隆司

当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

原子炉で作られる長寿命の核分裂生成物(FP)の反応率の中でも、光吸収反応断面積、放射性中性子捕獲断面積の導出は重要である。本研究では、理化学研究所の世界的な不安定核拠点施設 RIBF(RI ビームファクトリ)において FP(^{107}Pd , ^{93}Zr , ^{135}Cs , ^{79}Se)を不安定核ビームとして生成し、RIBF の SAMURAI 施設でクーロン分解反応を測定し、FP の光吸収断面積および、その逆過程である放射性中性子捕獲断面積のデータを取得する。平成 26 年度の具体的な課題は以下のとおりである。

1 NeuLAND 移設

4 個の中性子同時測定を可能にするため、中性子検出器を増強する。そのために、既存の中性子検出装置 NEBULA に加えてドイツ GSI 研究所の中性子検出装置 NeuLAND を導入する。H27 年度に予定されている SAMURAI 実験に向けて、NeuLAND をドイツより移設し、そのセットアップ、オフラインテスト実験を行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

1 NeuLAND 移設

2014 年 12 月に理化学研究所仁科加速器研究センター RIBF で受け入れ準備を整え、2015 年 1 月 27 日に RIBF へ到着した。1 月 31 日から NeuLAND 本体を輸送用木箱から取り出し、SAMURAI 実験室へ設置する作業を 2 月 13 日にかけて行い、実際に実験で使う場所へ設置した。設置後、高圧電源や信号線などの配線を行い、GSI から来日したスタッフ・学生によって動作確認が進められた。

1 $^{107,108}\text{Pd}$, $^{93,94}\text{Zr}$ のクーロン分解反応実験

平成 27 年度に計画しているクーロン分解反応実験の一部を平成 26 年度末から 27 年度にかけて行った。具体的には LLFP である ^{107}Pd および ^{93}Zr を研究対象とし、光吸収反応(gn),(gxn)の断面積および逆反応である放射性中性子捕獲反応(n, g)の断面積の取得を目的としたインクルーシブなクーロン分解反応実験を RIBF において行った。実験は 2015 年 3 月 26 日から 4 月 7 日にかけて、プロジェクト 2 の研究開発機関、理化学研究所、九州大学と共同で行った。

研究対象の ^{107}Pd , ^{93}Zr およびその周辺同位体(^{108}Pd , ^{94}Zr)は、RIBF の重イオン加速器で加速された ^{238}U 一次ビーム(核子あたり 345MeV/u)の飛行核分裂により生成された。これらの LLFP は BigRIPS で分離・識別され、核子あたり約 200MeV で二次ビームとして供給された。これらを反応標的である鉛と炭素に照射し、クーロン分解反応を引き起こした。クーロン分解反応により 1 個 4 個の中性子と重い残留核が放出されるが、この残留核を ZeroDegree Spectrometer(ZDS)を用いて同定し、インクルーシブなクーロン分解断面積を測定した。また、二次ビームが ^{107}Pd の場合はアイソマー(寿命の長い励起状態をもつ原子核)の比率の測定も行った。

2-2 成果

1 NeuLAND 移設

複数の中性子を同時に効率よく測定するために、NeuLAND を図のように配置した。既存の NEBULA と組み合わせることで中性子検出効率の向上が期待できる。NeuLAND を運用するためのコントロール系、読み出し系の回路が準備され、GSI のグループによって動作確認が行われた。

Ⅰ $^{107,108}\text{Pd}, ^{93,94}\text{Zr}$ のクーロン分解反応実験

実質 2 日間のマシンタイムで、計画通り効率よく測定することができた。オンライン解析で、各データセットが期待通りに取得できていることを確認した。

2-3 新たな課題など

Ⅰ NeuLAND 移設

GSI 独自の DAQ システムであるため、日本側研究者だけで運用したときに生じる技術的な問題への対処法が必要である。H27 年度に行われる実験前までに、RIBF 標準の DAQ システムで測定ができるようにする。また関係者が運用方法を習熟し、問題に対応できるようにしておく。

Ⅰ $^{107,108}\text{Pd}, ^{93,94}\text{Zr}$ のクーロン分解反応実験

二次ビームにアイソマーが存在するため、どれくらい混合しているかを知る必要がある。H26 年度末の RIBF 実験で測定方法は確立したので、今後の実験においても二次ビームに含まれるアイソマー比を測定し、解析に使用する。

今回得られたデータを詳細に解析することによって、予定されている H 2 7 秋に行う実験の収量予測・日数決定を行い、効率的な実験を目指す。

3 . アウトリーチ活動報告

特になし



図 SAMURAI 実験室への NeuLAND 設置。 ① が NeuLAND、 ② が NEBULA。