

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 28 年度

研究開発課題名：

最先端研究基盤の利活用・提供

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

上垣外修一

I 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

LLFP ビーム生成シミュレーション・生成の最適化と供給

前年度までに LLFP として供給を行った核種、 ^{107}Pd , ^{93}Zr , ^{135}Cs , ^{79}Se に加え、新たに ^{126}Sn ビームを作成し、実験グループが行う超前方多機能スペクトロメータおよび必要に応じて多種粒子測定装置を用いた実験に提供する。ビーム供給時間とビームエネルギー、ビーム種については、既存施設の能力と実験者のニーズを勘案して決定する。前年度までは 100 MeV/u 以上のビーム供給を行ったが、本年度は 50 MeV/u 以下のビーム生成および診断を行う。このビームを用いて LLFP 反応断面積測定に供与する。低速ビームは次年度以降低速 RI データ取得(OEDO)においても使用される予定である。

高強度ウランビーム安定化・LLFP ビーム長期生成に必要な装置改修

安定した高強度のウランビームが得られるよう、引き続き RIBF 加速器システム全体の高安定化を図る。また、長期にわたるウランビーム供給の際の第二荷電変換装置(回転炭素膜ストリッパ)下流の放射化を抑制すべく、下流のビームダクト径を拡大した真空チャンバーを新たに設置する。

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

LLFP ビーム生成シミュレーション・生成の最適化と供給

平成 28 年 6 月初旬に低エネルギー RI ビーム開発(2)と協力して 20-50MeV/核子の ^{93}Zr ビームの生成テスト実験を実施した。まずは、 ^{93}Zr 200MeV/核子のビームの生成を行い、このビームを用いて、BigRIPS、超前方多機能スペクトロメータの調整を行った上で、BigRIPS の生成ターゲット、エネルギー減衰板の厚さを増やし ^{93}Zr ビームの低エネルギー化を行った。得られた低エネルギー ^{93}Zr ビームは超前方多機能スペクトロメータの終端まで輸送し、実験グループの検出器の試験に供された。この 3 日間の実験で、LISE++ のシミュレーション結果を検証するとともに低速化したビームの調整方法等を習得した。

平成 28 年 10 月下旬には、 ^{93}Zr 50, 210MeV/核子、 ^{107}Pd 50MeV/核子、 ^{126}Sn 110, 215 MeV/核子、 ^{127}Sn 215 MeV/u のビームを生成、超前方多機能スペクトロメータをもちいた核反応断面積の測定実験に 13 日にわたって供給した。

大強度の ^{238}U ビームを使用するにあたって、BigRIPS の生成ターゲットを、これまでのターゲットラダーにマウントされた固定ターゲットから回転する円盤を用いた回転ターゲットに切り替えた。これにより、ターゲットの冷却能力が飛躍的に増大し、大強度ビームによる大きな発熱に対しても安定に除熱できるようになった。

高強度ウランビーム安定化・LLFP ビーム長期生成に必要な装置改修

RIBF 加速器系全体の保守・改善にとりくみ、また破損した部品の交換を行った。とくに第二荷電変換装置の真空チャンバーを取り替え、下流のビームダクト径を増大させた。その他

にも様々な改善および改良を施し、平成 28 年には ^{238}U を予定通り加速し、BigRIPS に供給した。

2-2 成果

LLFP ビーム生成シミュレーション・生成の最適化と供給

低エネルギー RI ビーム開発(2)との協力により、エネルギー減衰板を用いる手法で 50MeV/核子という低速の ^{93}Zr , ^{107}Pd ビームの生成に成功した。得られた低エネルギービームは超前方多機能スペクトロメータを用いた核反応断面積測定実験に供給した。実験グループからの要望により、これらの低エネルギービームに加え ^{93}Zr 210MeV/核子、 ^{126}Sn 110, 215MeV/、 ^{127}Sn 215MeV/核子のビームも生成、同じ実験に供用した。いずれのビームも実験に用いるのに十分な質のビームを安定に供給することができた。

高強度ウランビーム安定化・LLFP ビーム長期生成に必要な装置改修

まず、新たに導入した第二荷電変換装置の真空チェンバーにより、下流の放射化が半分程度以下に抑えられることが明らかになった。これによって荷電変換装置メンテナンス性が大きく向上した。

今年度の大きな進展の一つは、イオン源に於ける高温オーブンの導入である。従来の金属ウランロッドはイオン源のプラズマそのものに影響を与えたため、安定度に問題があったが、今回の導入によって酸化ウランを使用できるようになり、イオン源からのビーム強度も従来の 2 割増になった。また、昨年度更新したリングサイクロトロン (RRC) の高周波制御装置は引き続き好調に動作するなど、加速器全体の安定度も向上した。この結果、1 日あたりのビーム可用度が 90% を超えた日の割合が、昨年比べて 3 倍以上に増加した。

2-3 新たな課題など

LLFP ビーム生成シミュレーション・生成の最適化と供給

大強度のウランビームをもちい、また RI ビームの低エネルギー化のために厚めの生成ターゲットを用いることにより、RI ビームの粒子識別を行う BigRIPS のビームライン検出器の計数率が著しく増加しており、これによりビーム検出器の劣化が早まってきている。交換用の検出器の準備に加え、また BigRIPS の第 2 焦点面のスリット、コリメータの増強による不必要なビームの粒子識別セクションへの侵入を防止する等の対策が必要である。

高強度ウランビーム安定化・LLFP ビーム長期生成に必要な装置改修

加速器システムの安定度は向上しているものの、老朽化などにより突発的な故障が増えている。丁寧なメンテナンス作業が必要である。

3. アウトリーチ活動報告

特になし。