

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：

低エネルギーR I ビーム開発 (2) RI ビームライン改造、
開発および設備に必要となるインフラストラクチャーの供給

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

吉田光一 (H26. 10. 2～H28. 8. 31 まで)

炭竈聡之 (H28. 9. 1 以降)

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

- (1) 目標は理研 RI ビームファクトリーの超伝導 RI ビーム生成装置 BigRIPS から得られる 200 から 250 MeV/核子 の高速 RI ビームを減速し 20・50 MeV/核子の低速 RI ビームを効率よく生成する手法を開発し、長寿命核分裂生成物(LLFP)の核反応断面積測定の実験に供給する事である。

このようなエネルギーまで減速するとエネルギー・位置・角度分布が広い RI ビームしか得られないと考えられてきた。LLFP ビームの強度として 1 秒間数百個の要求は満たしつつ、通常供給される高速 RI ビームと同等の分布幅を実現する手法の開発と、測定で指定されている LLFP ビームエネルギーに 5%以内で合わせる手法の開発を行う。

- (2) 目標は低エネルギー RI ビーム開発(1)(研究開発責任者：下浦 享教授，東京大学 CNS)と共同で推進している低速 RI ビーム生成プロジェクトである OEDO 用ビームラインの完成である。

OEDO プロジェクトでは、既存の高分解能ビームラインを低速用ビームラインへと変更する必要がある。当研究課題ではビームライン変更に伴い発生するインフラストラクチャー(冷却水や電気等)の整備・四重極電磁石等の移動を担当する。

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

- (1) 平成 28 年 6 月に LLFP である ^{93}Zr の 20 及び 50 MeV/核子 の低速 LLFP ビームの世界初生成テストを行った。これらの低速ビームの生成に加え、狭いエネルギー分布の生成手法開発、エネルギー調整法の確立、50 MeV/核子ビームの反応後の生成核識別方法の開発を行った。平成 28 年 10 月には位置分布だけでなく角度分布を狭くする手法を開発し、 ^{93}Zr 、 ^{107}Pd (50 MeV/核子) ビームの核反応断面積実験への供給を行った。
- (2) インフラストラクチャー(冷却水や電気等)の整備や四重極電磁石や真空槽の移動を行い、平成 28 年度末に OEDO ビームラインを完成させた。

2-2 成果

- (1) 2016 年 6 月に理研 RIBF で加速された ^{238}U ビームの飛行核分裂により生成した ^{93}Zr を減速し 50 MeV/u 及び 20 MeV/u の低速 ^{93}Zr ビームを生成した。MeV/u は統一原子質量単位(u)当りのエネルギーで MeV/核子とほぼ同じ値となる。図 1 に 20 MeV/u のエネルギーの例を示す。反応ターゲットを想定して CH_2 フィルム通過前と通過後のエネルギーを測り、その平均値が目標エネルギー 20 MeV/u となるよう調整し、20.2 MeV/u とわずか 1%のずれで生成できた。エネルギーの広がり 0.82 MeV/u(半値全幅)を実現した。運動量広がりには換算すると 2.4%と、運動量測定に使われるゼロ度スペクトロメータの運動量アクセプタンス(6%)より狭い分布が得られた。

2016 年 10 月に実施した核反応断面積測定実験では、使用する 50 MeV/u の ^{107}Pd 、 ^{93}Zr ビームを生成した。(200, 100 MeV/u の ^{126}Sn ビームも生成)。図 1 は反応ターゲット上での位置分布を示している。角度分布も約 10 mrad(半値全幅)の狭い分布を生成できた。

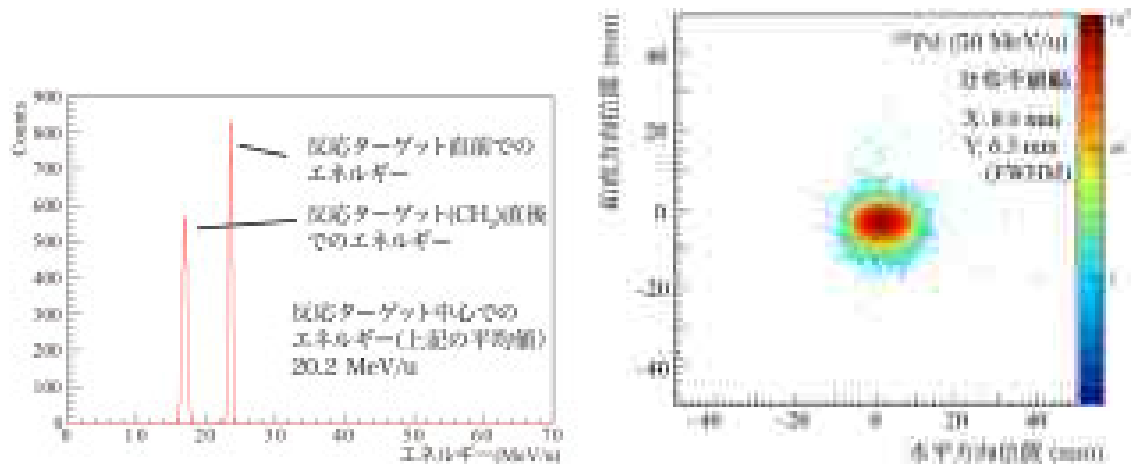


図1 (左)低速 RI ビーム生成テストでの ^{93}Zr (20 MeV/u) ビームのエネルギー分布。反応ターゲット中心で 20.2 MeV/u が得られた。(右) 核反応断面積測定に使用した ^{107}Pd (50 MeV/u) ビームの反応ターゲット上での位置分布。

- (2) 新しい OEDO ビームラインへの組み替え及びインフラストラクチャー関連工事を行い、建設を完了させた。図2は、OEDO ビームラインの後半部分の写真で、当該年度に移設完了した3連四重極電磁石及び真空槽を示している。写真より上流部分(右奥方向)も当該年度に完了している。



図2 再配置した3連四重極電磁石及び真空槽の一部。ビームライン上流に設置されている赤いRF偏向装置(東大 CNS により新設)が見えている。

2-3 新たな課題など

約 20 MeV/核子のエネルギーにおいて反応生成核の識別テストはできなかった。使用した検出器群が同時に行った 50 MeV/核子の実験に最適化され両立が困難であったためである。次年度(平成 29 年度)の前半に 20 MeV/核子での識別法テストを予定している。

3. アウトリーチ活動報告

なし。