

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 2 6 年 度

研究開発課題名：

低速 RI ビーム開発 (1)

研究開発機関名：

東京大学

研究開発責任者

下浦 享

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

「低速 RI ビーム開発(1)」の平成 26 年度の目標と計画は以下のとおりである。

高レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命核分裂生成物 (LLFP) に対する核反応断面積の実測データは著しく不足している。本開発研究では、核子あたり 10 MeV 程度の LLFP を含む RI ビームを開発、重陽子標的から RI ビームへの中性子移行反応(逆運動学(d,p)反応)を直接測定し、熱中性子から共鳴領域を含む広いエネルギー領域における LLFP の核反応データ(中性子捕獲断面積)を精度よく評価することを目的とする。核反応データの精度は核変換システムの成立条件(安全性、信頼性、効率性等を含む)の決めるために大きな影響を与えることから、直接測定を可能とする、低速 RI ビームの開発は本開発研究プログラムに於いて重要な研究課題である。

この研究目的を達成するために、理研 RI ビームファクトリー (RIBF) で得られる核子あたり 250 MeV の高速 RI ビームを、1/20 以下のエネルギーまで、性質を損なわず効果的に減速するシステムを開発する。具体的には RIBF のビームラインの最適化、設計と開発するシステムの主要設備である、RF デフレクタの要求仕様の確定を実施した。

1) ビームラインの最適化、設計

既存のビームラインをベースに、減速システムおよびイオン光学要素の最適な配置をイオン光学シミュレーションに基づいて策定する。特に、低速化でポイントとなる高次収差と荷電状態分布の影響を最小化することを目指す。

2) 主要設備である、RF デフレクタの要求仕様の確定

1)のシミュレーション結果に基づいた要求仕様の確定を行う。

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) ビームラインの最適化、設計

イオン光学シミュレーションに基づき、既存のビームラインをベースに、減速システムおよびイオン光学要素の最適な配置を策定し、ビームラインを設計した。既存装置の有効利用のため、電磁石の移動架台の検討を始めた。具体的な建設計画を策定し、新規に導入する超電導三連四重極電磁石(STQ)の製作のための手続きを始めた。

2) 主要設備である、RF デフレクタの要求仕様の確定

1)のシミュレーション結果に基づいて、RF デフレクタがみたすべき要求仕様を確定し、設計を開始するとともに、製作可能な業者との検討を始めた。

2-2 成果

1) ビームラインの最適化、設計

図 1, 2 に電磁石のみで構成された上流部と RF デフレクタを含む下流部に対するイオン光学シミュレーション結果を示す。必要な運動量分散とアクセプタンスを持つ解が得られた。

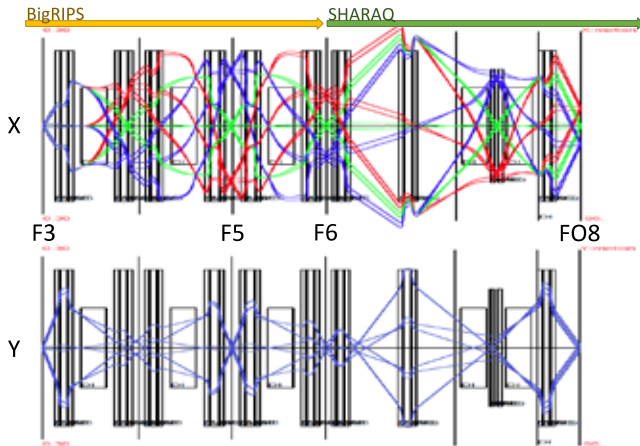


図 1: 上流部に対する光学計算結果

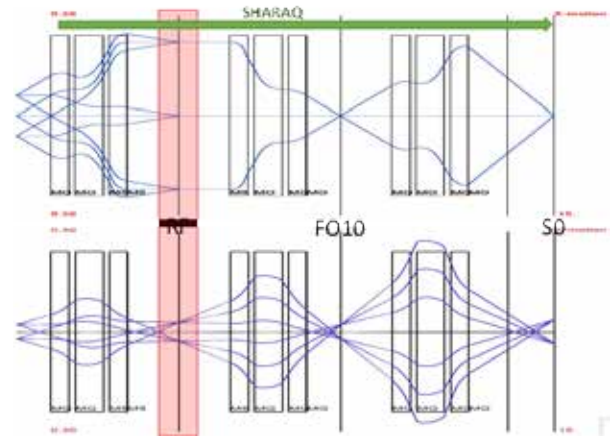


図 2: 下流部に対する光学計算結果

図 3 に、既存のビームラインからの改造計画を示す。超電導三連四重極電磁石(STQ) 2 台と常伝導四重極磁石 2 台を再配置するとともに、STQ 1 台を新設、STQ 1 台を移動架台で兼用する計画とした。

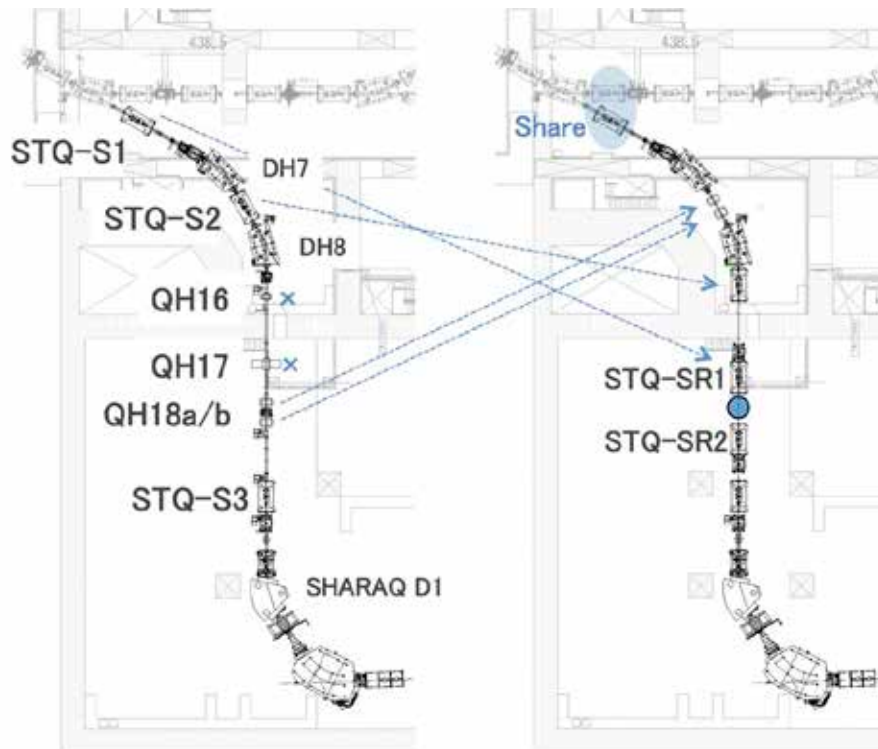


図 3: ビームラインの再配置計画。既存ビームライン(左)の四重極磁石を右図のように再配置する

2) 主要設備である、RF デフレクタの要求仕様の確定

表 1 に、上記イオン光学に基づいて確定した RF デフレクタの要求仕様を示す。この仕様をみたす装置の設計を開始した。

表 1 RF デフレクタの要求仕様

周波数	17 -18 MHz
最大電圧	300 kV以上
電極間ギャップ	240 mm
電極長	1200 mm
電極幅	400mm
空洞の大きさ	高さ3000mm, 直径1400mm
電圧安定度	1×10^{-3}
位相安定度	$\pm 0.1^\circ$

2-3 新たな課題など

新規に導入する装置が高額のため、調達手続きに数ヶ月かかり、一括製作では納期に間に合わない。製作スケジュールを細部に分割し、律速となる部分だけを先行して入札するなどの対策をとっているが、調達のための事務手続きが煩雑になっている。

プログラム全体の包括的な特許申請が遅れているため、知財管理の関係で、具体的な研究内容や計画の公表および成果発表が遅れている。平成 27 年度にはこの問題は解消される予定である。

3 . アウトリーチ活動報告

なし