

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

(6-7) 中小型サイクロトロンを用いた核変換システムの概念検討（その2）

Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation

(6-7) Feasibility Study of Nuclear Transmutation System Using Small and Medium-Sized Cyclotrons (2)

*福田 光宏¹, 土岐 博¹, 関 亮一¹, 依田 哲彦¹, 神田 浩樹¹, 中尾 政夫¹, 安田 裕介¹

¹大阪大学核物理研究センター

高強度重陽子ビーム等を用いた長寿命核分裂生成物（LLFP）の核変換を安定且つ安全に高効率で行うため、中小型サイクロトロンを多数組み合わせた加速器システムの検討状況について報告する。サイクロトロンの高強度化とエネルギー効率向上に必要とされる要素技術や低コストで高出力のサイクロトロンを用いた核変換システムの構成などについても議論する。

キーワード：核変換、重陽子、サイクロトロン

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物に含まれる LLFP の内、再利用可能な有用資源を含む 4 種の原子核(Pd-107, Cs-135, Se-79, Zr-93)を短寿命核種もしくは有用な安定核種などへ核変換するための中小型加速器を用いた新しい核変換システムの検討を進めている。100MeV/n の重陽子ビームを LLFP ターゲットに照射して直接反応により核変換効率を高めるだけでなく、ターゲット周りに LLFP を配置して二次的に発生する中性子を用いた核変換も同時に行うため、高強度の中型・小型サイクロトロンを多数組み合わせる複数のターゲットに多重入射させる。これによりビームパワーを分散し、加速器の安定性・信頼性・持続性・保守性などを向上させて有用資源収量を最大化する LLFP 核変換システムの実現を目指す。

2. LLFP 核変換用サイクロトロンの仕様

2-1. 中型リングサイクロトロン（D+／D-加速）

数 10mA の D-イオンビームを 100MeV/n まで加速し、荷電変換フォイルで 100%の引出効率で取り出すためには、負イオンに付加されている電子が加速途中でローレンツ・ストリッピングによって剥がれないようにセクターマグネットでの最大磁場を 1T 以下に抑える必要がある。一方で、省電力化を図り、運転コストを最小化するためには永久磁石を用いたセクターマグネットの採用も必須である。そこで、SmCo を側ヨークに配置した 10 台の永久磁石型セクターマグネットと基本波加速空洞 6 台、フラットトップ加速空洞 2 台から構成される K=400MeV のリングサイクロトロンを想定する。この場合、300kV 以上の基本波加速電圧を発生させることにより、引出半径 6m で 23mm 以上のターンセパレーションが得られることから D+イオンの加速・引き出しも可能となる。

2-2. 小型 AVF サイクロトロン（D+加速）

低コスト化を図るため、引出平均半径を 200cm にコンパクト化した K=400MeV リングサイクロトロンも想定する。この場合、引出平均磁場は 1.5T であることから負イオン加速には向いていないものの、D+イオン加速では加速電圧を 800kV 以上に高めることにより引出半径直前で 21mm 以上のターンセパレーションが得られ、数 10mA の D+加速が可能となる。

なお、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。

*Mitsuhiro Fukuda¹, Hiroshi Toki¹, Ryoichi Seki¹, Tetsuhiko Yorita¹, Hiroki Kanda¹, Masao Nakao¹, Yuusuke Yasuda¹

¹RCNP, Osaka Univ.