

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

(6-4) ImPACT2017 中高 β 部と標的の概念設計

Reduction and Resource Recycling of High-level radioactive waste through nuclear transmutation

(6-4) Conceptual design of the medium β and high β sections and the target

*奥野 広樹¹, 生駒 直弥¹, 古立 直也¹, 櫻井 博儀¹, 森 義治³, 川島 正俊⁴, 藤田 玲子⁴

¹理化学研究所、³京大複合原研、⁴科学技術振興機構)

2018 年秋の大会に、LLFP 核変換用加速器として、大強度重陽子線形加速器(ImPACT2017)を提案した。この中高 β 部の構造と加速器内部でのビームの挙動を述べる。また、100MW 級の大強度ビームを照射可能な標的の概念設計とそれを実現するための R&D について述べる。

キーワード：LLFP, 核変換、線形加速器、超伝導空洞、ビーム窓、液体金属、核変換用標的

1. ImPACT2017 の中高 β 部

LLFP 核変換用加速器[1,2] (ImPACT2017) は重陽子を 1 A という大強度で 40MeV/u-200MeV/u まで加速する事が可能である。ImPACT2017 は、イオン源、LEBT、低 β 部(0.2MeV/u-5MeV/u)[3]、中 β 部(5MeV/u-80MeV/u)、高 β 部(80MeV/u-200MeV/u)からなる。後段の中高 β 部については、超伝導空洞を用いた加速器が検討されている。周波数が 50MHz の中 β 部においては、QWR(1/4 波長型共振器)、周波数が 100MHz の高 β 部においてはリエントラント型の共振器を採用する事を考えている。それぞれの共振器の形状は 3D 電磁界解析ソフトを用いて検討され、ボア径としては半径 10 cm と大分大きなものであるが、実現可能なサイズに収まることを確認した。磁気的な収束要素は、共振器の間に設置されるが、永久磁石や superferic な超伝導四重極電磁石が検討している。1 A の重陽子ビームをこの中高 β 部で加速をした時のビームの挙動は、空間電荷効果を取り入れた軌道解析コードを用いて入れて計算され、ビームロス無しに加速されることが実証された。

2. 標的システムと R&D

標的部については、100MW もの大強度ビームを標的の破壊することなく照射可能ものである必要がある。また、中性子を発生させ効率よく LLFP を核変換する必要がある。この標的には熱負荷から考えて、液体金属を標的に用いる事が考えられているが、照射面積を広げるとともに、標的自体をコンパクトにして核変換すべき LLFP を標的の傍に置く必要がある。それを可能にするものとしてコーン形状の板の表面に沿って渦巻の運動を伴った液体金属の円錐状の標的を作る「トルネード標的」を検討した。また、この標的の前面に置き、加速器への液体金属の蒸気が加速器の真空領域に入るのを防ぐプラズマウィンドウ等の窓無しの真空封し技術に関する R&D の結果についても報告する。

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プログラム (ImPACT) の一環として実施したものです。

参考文献

[1] H. Okuno, Y. Mori, H. Sakurai, T. Kawashima and R. Fujita; IEEE Trans. Nucl. Sci., NS, 2019(submitted).

[2] 櫻井博儀 他、「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(6-2) ImPACT 加速器 2017 モデルの進展」、日本原子力学会 2019 年春の年会

[3] 森義治 他、「同上、(6-3) ImPACT2017 低 β 部の概念設計」、同上

*Hiroki Okuno¹, Naoya Ikoma¹, Naoya Furutachi¹, Hiroyoshi Sakurai¹, Yoshiharu Mori², Reiko Fujita³, Masatoshi Kawashita³

¹RIKEN, ²Kyoto Univ., ³JST.