

ImPACT における核変換用加速器開発の進展

2.大強度重陽子ビームのための超伝導加速器の開発

Advances of Accelerator Technology Development for Nuclear Transmutation in the ImPACT Program

2 Prototype of Superconducting Linear Accelerator for intense deuteron beam

*坂本 成彦¹, 山田 一成¹, 須田 健嗣¹, 大関 和貴¹, 渡邊 裕¹, 上垣外 修一¹, 奥野 広樹¹

¹理化学研究所 仁科加速器科学研究センター

We make a report on development of a prototype of superconducting linear accelerator for intense deuteron beam dedicated for processing of high-level radioactive wastes through Nuclear Transmutation. This work was funded by ImPACT Program of Council for Science, Technology and Innovation (Cabinet Office, Government of Japan).

キーワード: 超伝導、線形加速器

1. 低速イオン用超伝導線形加速器

理化学研究所 仁科加速器研究センターでは、イオン、なかでも重陽子を加速するための超伝導線形加速器プロトタイプの開発(図1)を行ってきた。超伝導の空洞は、加速電圧を発生させるのに必要な高周波電力が、常伝導の空洞のそれに比べよりはるかに小さく、また大強度ビームの加速に適しているのがその最大の特徴である。



図1. 超伝導線形加速器プロトタイプ

2. プロトタイプの開発

2-1. イオン用超伝導空洞

超伝導材料を用いて製作された加速空洞を液体ヘリウム温度に冷却することにより、高周波損失が非常に小さくなることは広く知られているが、低速度域の大強度イオンの加速に特化した空洞は、その形状の複雑さから開発が遅れていた。今回我々は、高周波損失が非常に小さい空洞を開発することに成功した。

2-2. 周波数調整機構

超伝導空洞の高周波損失が非常に小さい利点を最大限に活かすには、運転周波数の周波数帯域をいかに狭く(共振周波数の百万分の1)とるのが重要である。帯域を狭くするという事は、空洞の周波数がイオンの加速に必要な運転周波数から少しずれると、共振がとれなくなり、加速電圧の不足を招く。空洞の周波数は、液体ヘリウム温度まで冷却したときに運転周波数に合致することが重要で、空洞製作段階で製作寸法、表面処理などの量を調整することにより実現するが、そのプロセスが複雑なため製作コストが下げられないという問題がある。今回、その問題を一気に解決すべく、新しい周波数調整機構を考案し、第一段階としての試験を実施し、一定の評価を行った。

3. まとめ

低速度イオン加速に特化した超伝導線形加速器の研究開発を進め一定の成果を得た。この研究で得られた知見が礎となって、今後進められる出力1 MWを凌ぐ加速器の設計検討に展開されることが期待される。

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推進プログラム(ImPACT)の一環として実施したものです。

*Naruhiko Sakamoto¹, Kazunari Yamada¹, Kenji Suda¹, Kazutaka Ozeki¹, Yutaka Watanabe¹, Osamu Kamigaito¹, and Hiroki Okuno¹

¹RIKEN Nishina Center