

IFMIF/EVEDA原型加速器(LIPAc)のRFQビーム加速試験と 完成に向けた取り組み

RFQ beam commissioning of Linear IFMIF Prototype Accelerator (LIPAc) and efforts toward its completion

近藤恵太郎¹, 赤木智也¹, 蛭沢貴¹, 春日井敦¹, 坂本慶司¹, 下崎義人¹, 杉本昌義¹,
新屋貴浩¹, 平田洋介¹, 前原直¹, ファゴッティ エンリコ², ウェーバー モイセス³,
ヨキネン アンティ⁴, マルチェナ アルバロ³, マルケータ アルバロ⁴, モヤ イワン⁴,
プルネリ ジュゼッペ², スカンタンビューロ フランチェスコ², カラ フィリッペ⁵
Keitaro Kondo¹, Tomoya Akagi¹, Takashi Ebisawa¹, Atsushi Kasugai¹, Keishi Sakamoto¹,
Yoshito Shimosaki¹, Masayoshi Sugimoto¹, Takahiro Shinya¹, Yosuke Hirata¹, Sunao Maebara¹,
Enrico Fagotti², Moises Weber³, Antti Jokinen⁴, Alvaro Marchena³, Alvaro Marqueta⁴, Ivan Moya⁴,
Giuseppe Pruner², Francesco Scantamburlo², Philippe Cara⁵

量研機構¹, INFN², CIEMAT³, F4E⁴, IFMIF-PT⁵
QST¹, INFN², CIEMAT³, F4E⁴, IFMIF-PT⁵

IFMIF/EVEDA 原型加速器(Linear IFMIF Prototype Accelerator, LIPAc)は、核融合炉材料試験のための強力中性子源である IFMIF で用いられる加速器のプロトタイプであり、BA 活動の一環として、日本と欧州との共同で青森県六ヶ所村の六ヶ所核融合研究所において建設が進められている。LIPAc は、125 mA の重陽子ビームを 9 MeV まで加速し、連続 (CW) 運転することを目標とする、大電流線形加速器であり、入射器ー高周波四重極加速器 (RFQ)ー超伝導加速器ービームダンプとビーム輸送系、診断機器から構成される。LIPAc は、加速器を構成する各機器の製作を欧州及び日本の研究機関がそれぞれ担当し、六ヶ所核融合研究所において 1 つの加速器として組み上げるという、ITER と同様の物納貢献による国際協力を大きな特徴としている。これまでに、フランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) が設計製作した入射器のビーム試験 (フェーズ A 試験) を成功裡に完了した。後段の RFQ は、イタリア国立核物理学研究所 (INFN) レニャーロ研究所が製作を担当し、2016 年 2 月に搬入された。この RFQ は全長が 9.8 m ある世界最長の RFQ であり、設計通りの性能が達成されれば、世界最大電流を加速する RFQ となる。加速用の高周波 (175 MHz、1.6 MW, CW) を供給する高周波源システムはスペインエネルギー環境技術センター (CIEMAT) が調達を担当した。システム単体での調整試験を完了した後、2017

年 7 月から RFQ に高周波を入射し、コンディショニングを開始した。8 系統の高周波源から単一空洞に入射することに起因する様々な困難に直面したものの、2018 年 3 月からパルスビームを用いたビーム加速試験 (フェーズ B 試験) に移行し、6 月 13 日に RFQ による 2.5 MeV までの陽子ビームの加速に初めて成功した。

2018 年 8 月後半からは、ビーム試験を一旦中断し、後段の加速器機器の据付を実施している。CIEMAT が製作を担当した高エネルギービーム輸送系 (HEBT) 及び 1.125 MW のビームパワーを受けることができるビームダンプの据付が行われており、12 月上旬までに完了する予定である。また、CEA 及び CIEMAT が製作を担当している超伝導加速器の組立のためのクリーンルームが建設され、12 月からの組立開始に備えた準備を実施している。

今後は、12 月にフェーズ B 試験を再開し、陽子ビームによる 65 mA の加速の実証を行った後、5 MeV までの重陽子ビーム試験に移行し、今年度中の 130 mA の加速の実証を目指す計画である。



図 1 六ヶ所核融合研究所に整備された原型加速器の全景