

CONSTRUCTION OF BEAM TRANSPORT LINE FOR A NEW INJECTOR OF RILAC (RIKEN HEAVY ION LINAC)

Yutaka Watanabe^{1,A)}, Eiji Ikezawa^{A)}, Yoichi Sato^{A)}, Hiroki Okuno^{A)}, Takahide Nakagawa^{A)}, Yoshihide Higurashi^{A)}, Jun-ichi Ohnishi^{A)}, Masaki Fujimaki^{A)}, Nobuhisa Fukunishi^{A)}, Shigeru Yokouchi^{A)}, Keiko Kumagai^{A)}, Misaki Komiyama^{A)}, Hiroshi Watanabe^{A)}, Masayuki Kase^{A)}, Akira Goto^{A)} and Osamu Kamigaito^{A)}

^{A)} RIKEN Nishina Center for Accelerator-Based Science

2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, 351-0198

Abstract

The beam intensity of heavy ion must be increased for the RIBF (RI Beam Factory) project^[1-6]. J. Ohnishi, et al.^[3-4] started to construct a new superconducting ECR ion source (SC- ECRIS) with an operational frequency of 28 GHz in 2007. The superconducting coils were installed in the high voltage terminal (HV-Terminal) at the end of 2008. All devices were installed by the end of March 2009. A beam transport (Middle-Energy Beam Transport; MEBT) line was constructed for a new injector (28GHz SC-ECRIS) of RILAC (RIKEN Heavy Ion Linac). This beam line partly shares the existing beam line from the 18 GHz ECR ion source (18GHz ECRIS). These magnets and the buncher/rebuncher are installed at the optimal positions of the minimum beam spots. The first acceleration test in the mode of 28GHz SC-ECRIS-MEBT line-RILAC was succeeded in July 2009.

理研リニアック (RILAC) 新入射BT系建設状況

1. はじめに

理研RIビームファクトリー(RIBF)^[1-6]では、ウランを含む重イオンビーム強度の増強のため、新たな28GHz超伝導ECRイオン源(28GHz SC-ECRIS)^[3-4]を開発中である。そのテスト運転のため、昨年末から理研重イオンリニアック(RILAC)の旧入射器を改造し、その高電圧ターミナル(HV-Terminal)上に新入射器(RILAC2)用28GHz SC-ECRISを設置する工事を行った。それに伴い、28GHz SC-ECRISからRILACへ入射させるための新たなビームラインとして、新入射BT(Middle-Energy Beam Transport; MEBT)系ラインの建設を今春から行った。ここでは、そのMEBT系ラインの建設状況および加速テストの一例をご報告する。

2. 新入射BT (MEBT) 系ラインの建設

2.1 MEBT系ラインの建設にあたって

28GHz SC-ECRIS用MEBT系ラインは、図1に示すような配置のもとに建設された。この建設にあたっては、

- (1) 18GHz ECRイオン源(18GHz ECR1)用の既存ビームラインの配置を変更せずに建設を行う。
- (2) 架台やダクトは新規に製作したものが多く、基本的に既存の各電磁石、チェンバー、バンチャーなどを活用する。
- (3) 18GHz ECRIS用の既存ビームラインとMEBT系ラインは、RFQ~Rebuncherの間の電磁石の入替

のみで、ビームラインの切り替えができるようにする。

を条件とした。特に、前述(3)については、運転条件によっては短期間での切り替え作業が必須である。そのため、電磁石の入れ替え作業から、電源、制御系、冷却系、圧縮空気などの配線・配管作業を含め、数時間~5、6時間を目処に切り替えが完了するように考慮した(図2参照)。前述(1)~(3)を考慮した上で、ビームスポットが極小になるように、28GHz SC-ECRIS~分析電磁石(BMH0)~加速管(Accelerator tube)のHV-Terminal以降の下流側を光学解析などにより各電磁石、RebuncherやBuncherの配置を決定した。

2.2 MEBT系ラインに設置されたユニット

28GHz SC-ECRIS用MEBT系ラインに使用された60度偏向電磁石(bending magnet: BM)、二連・三連四極電磁石(quadrapole magnet: QM [DQ, TQ])、ステアリング電磁石(steering magnet: ST)、チェンバー(chamber)、ゲートバルブ(gate valve: GV)、バンチャー(buncher、Rebuncher)やダクト(duct)は以下の通りである。

- (1) BM; BM1, BM2
- (2) QM;
 - QT011abc, QD012ab-022ab
 - QDN2-1,2[既存ビームライン]
- (3) ST;
 - SH012/SV012, SH013/SV013
 - SH03/SV03 [既存ビームライン]

¹ E-mail: ynabe@riken.jp

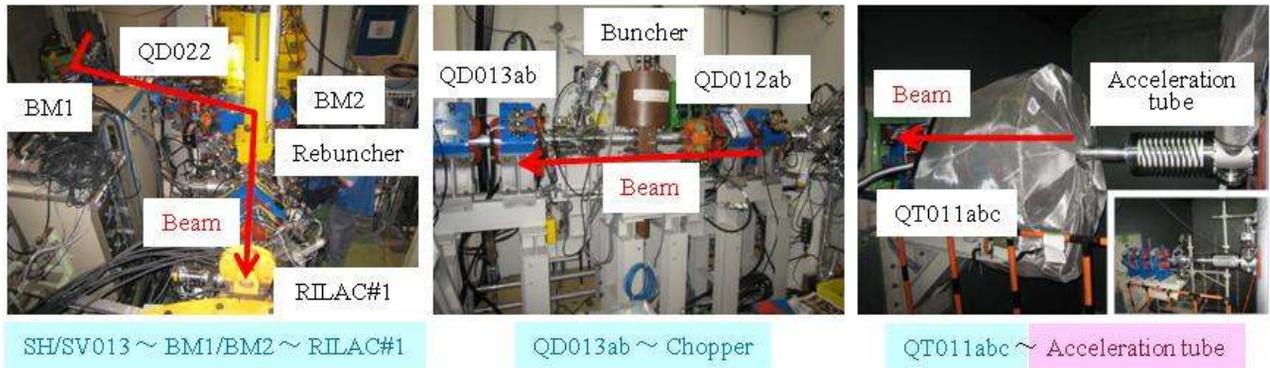


図3 建設後のMEBT系ラインの様子

- (1) 28GHz SC-ECRIS が設置されている HV-Terminal
- (2) HV-Terminalがある入射器室
- (3) 既存入射イオン源 (18GHz ECRIS) 室
- (4) RILAC加速室

の4つの部屋に分かれているため、設置するユニットのYレベル、ピッチング方向、ヨーイング方向のアライメント作業は容易ではない。そこで、架台・ユニットの設置前に、HV-Terminal上のBMH0から下流RILAC#1まで、各区間(部屋)にビームラインの墨出し(基準点のマーキング)を行い、設置作業を始めた。建設後のMEBT系ラインの様子を図2、図3に示す。

なお、MEBT系ライン全体で高真空度を達成する目的で、ほとんどすべてのダクト、チェンバーには表面処理を施し、MEBT系ラインの2箇所クライオポンプ(CRP)を設置した。なお、図3右側写真のQT011abcやChamber011を網で覆っている理由は、HV-Terminal側からの放電対策として設置した。

3. 加速テストと今後の予定

2009年7月上旬頃までにMEBT系ラインの大半の設置が完了し、その7月下旬に、28GHz SC-ECRISからMEBT系ラインを通りRILACまで、第1回目の加速テストを実施した。28GHz SC-ECRISからの安定 $^{136}\text{Xe}^{20+}$ ビーム(127kV)に対して、BM1-BM2間で最大15euA、BM2-RILAC間で最大10euAを確認することができた。さらに、RILAC部の下流側(e11)では0.669MeV/u、最大1.5euAのビームを測定することができ、いくつかMEBT系ラインの改善点、確認事項はあるものの、 $^{136}\text{Xe}^{20+}$ ビーム(127kV)の通過に成功した(図4参照)。

今後は、この第1回目の加速テストにおいて未確認であったり、不安定であったりした要素(各絶縁部、電源の安定性、加速管抵抗器など)を整理し、それらの改善を図りつつ、加速テストを何度か繰り返し行い、MEBT系ラインの完成度を上げていく予定である。

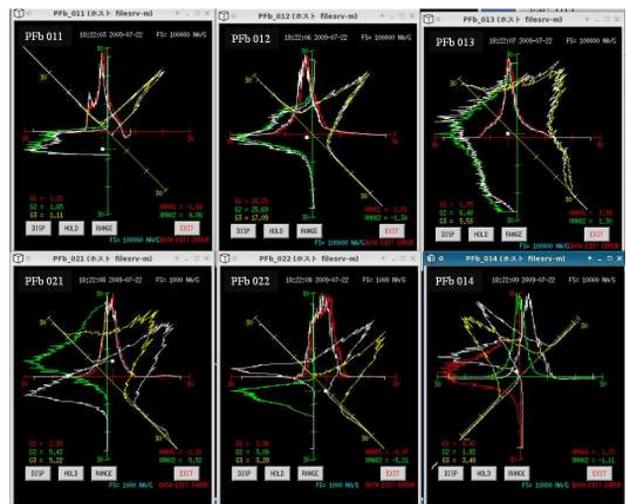


図4 PF解析データ一例

参考文献

- [1] O. Kamigaito, et al., “理研RIビームファクトリーの現状”, Proc.PASJ5-LAM33 (2008), Higashi-hiroshima, Aug. 6-8, 2008, p.10-12.
- [2] E. Ikezawa, et al., “理研重イオンリニアックの運転状況”, Proc.PASJ5-LAM33 (2008), Higashi-hiroshima, Aug. 6-8, 2008, p.265-267.
- [3] J. Ohnishi, et al.: RIKEN Accel. Prog. Rep. 41, 86-87, 2007
- [4] J. Ohnishi, et al., “28GHz ECRイオン源用超伝導コイルの製作と励磁試験”, Proc.PASJ5-LAM33 (2008), Higashi-hiroshima, Aug. 6-8, 2008, p.406-408.
- [5] Y. Sato, et al.: RIKEN Accel. Prog. Rep. 41, 88-89 (2007)
- [6] N. Fukunishi, et al., “RIビームファクトリーにおけるウランビーム加速試験”, Proc.PASJ5-LAM33 (2008), Higashi-hiroshima, Aug. 6-8, 2008, p.117-119.