

## TWIN ELECTRON GUN SYSTEM OF SPRING8 LINAC

T. Kobayashi, T. Asaka, S. Suzuki, H. Dewa, H. Tomizawa, T. Magome,  
A. Mizuno, K. Yanagida, H. Hanaki

Japan synchrotron radiation Research Institute (JASRI/SPRING-8)  
1-1-1 Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo, 679-5198

### Abstract

The linac cannot inject beams into the booster synchrotron until the failure is fixed. Especially a replacement of a cathode assembly requires at least three days to complete all the process; mounting a new cathode assembly, evacuation and activation of a cathode. Therefore the construction of a backup system has been an important issue to enhance the reliability of the electron gun system and to reduce the down time of the beam injection in the case of a gun failure. We thus have carried out the following improvement: 1) Development of a reliable high voltage pulse power supply. 2) Composition of a twin electron gun system.

A 90° bending magnet was installed to inject beams from the backup gun orthogonally mounted, relocating the main gun upstream. The pole pieces of the bending magnet were designed to focus beams from the backup gun, with n-value of 0.5. A magnetic lens was installed in each gun downstream at the magnetic field of 450gauss. The emission current of backup gun has peak current of 2.6A at the pulse width of 1ns. The additional high voltage power supply system for the backup gun will be constructed in 2009.

## SPRING8線型加速器の電子銃2重化システム

### 1. はじめに

線型加速器では蓄積リングtop-up運転に必要な機器の安定化及び重要機器の万一の重大故障に対応するために、機器のback-up化を進めている。機器のback-upとは、大型機器のrf源であるbooster klystron モジュールや電子銃モジュールなどをモジュールの予備などで修理が出来ないときに、大型機器そのものを待機している大型機器と取り替えて故障に対応する事である。我々の加速器の5800時間の運転時間は殆どをTop-up運転で実施しており、またそのTop-up運転で線型加速器では蓄積リングと兵庫県立大のニュースバルの2つの蓄積リングに安定して入射する必要があるからである。

我々はbooster klystronであるH0号機のback-up用にH1号機をboosterに切り替えられるように改造<sup>[1]</sup>を行っている。残っているのは電子銃部<sup>[2]</sup>であり、まず試験号機を製作して性能試験、負荷試験を行って、平成17年に旧電子銃モジュールと入れ替え<sup>[3]</sup>、<sup>[4]</sup>、運転を行っている。その後電子銃本体部の改造を行い、第2電子銃を平成18年に設置した。電子銃からは第1電子銃の電源でエミッション (3A, 1ns) を取り出し、シンクロトロンに今年5月に入射し、8GeVまでの加速に成功した。第2電子銃用の電子銃電源は近く製作を開始する。

### 2. Twin electron gun system

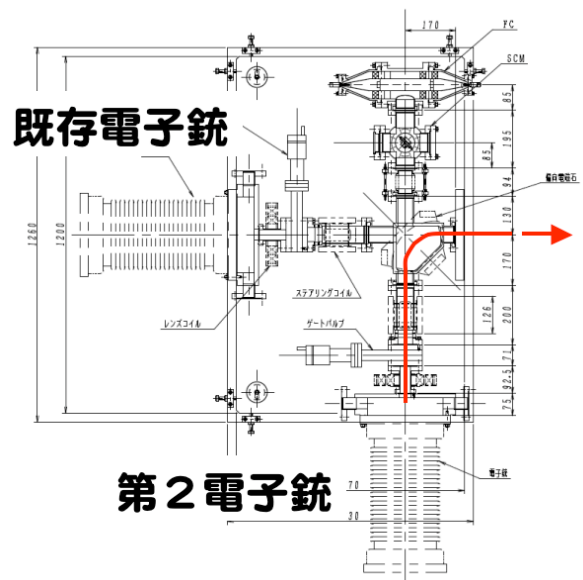


図1 Twin electron gun system

Twin electron gun systemを図1に示す。構成としては、180kVのY-845電子銃を装着した電子銃が2台とマグネットレンズ2式、90度ベンド1台ステアリングコイル2式である。第2電子銃 (ビームラインに対して90度から入射) で発生した電子ビームは磁気レ

ンズ (1.8A, 450gauss) でエミッション電流を絞り、ステアリングコイルで軌道調整し、90度ベンドで第1電子銃のビームトランスポートラインに合流するように調整する。このコンバイン型の90度ベンドはn値を0.5にした。この部分のエミッション電流のサイズがあまり小さくすると、90度bend以降のビームトランスポートが悪化するので、あまり絞る事はしない。Bendを通過した電子ビームはソレノイドコイルで収束され、プレバンチャー・バンチャーとH0加速管で60MeVまで加速される。Twin electron gun systemを電子銃側から撮影した写真が写真1である。コンパクトに電子銃部が収まっているのが判る。

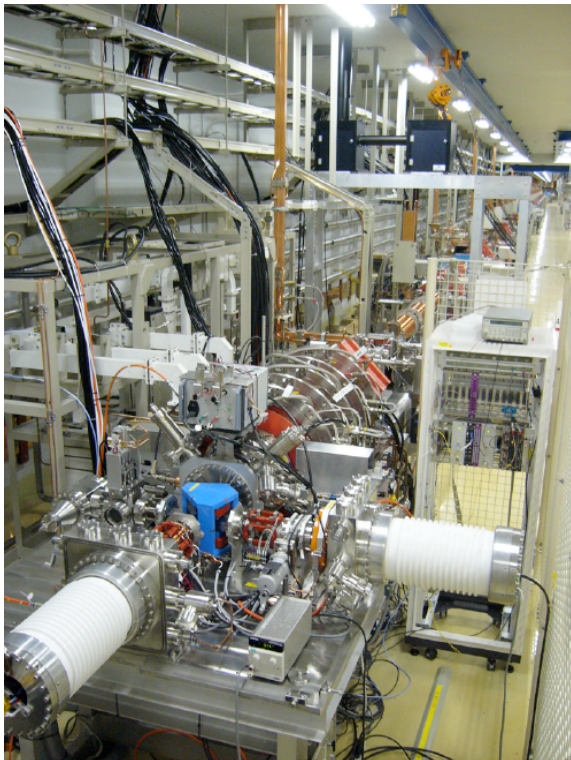


写真1 Twin electron gun systemの写真

### 3. 第2電子銃 (backup electron gun) のトランスポート

図2に90度bendのMAFIAによる磁場計算を行った。n値0.5、曲率半径0.1mである。実際には側板のリターンヨークが含まれないので、この結果とは幾分異なることも考えられる。図3、図4には電子銃のエミッタンスを $20\pi$  mmmrad、電子銃電圧180kV、曲率半径0.1mの90度ベンド (120gauss) 及び磁気レンズ (450gauss) で、H0加速管までビーム輸送時のビームサイズ等について計算し問題なかった。また、90度bend磁石の入口と出口のビーム形状は直径で2mm程度収束されている。

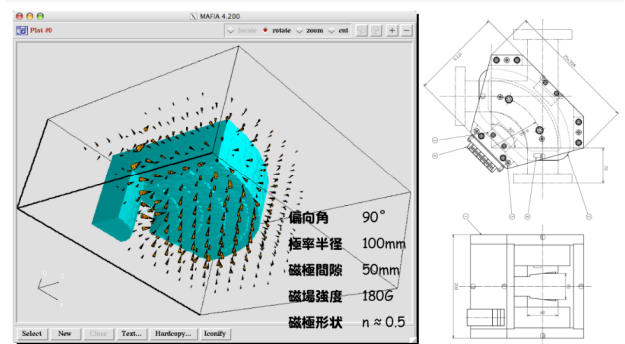


図2 MAFIAによるコンバイン型90度bendの磁場計算

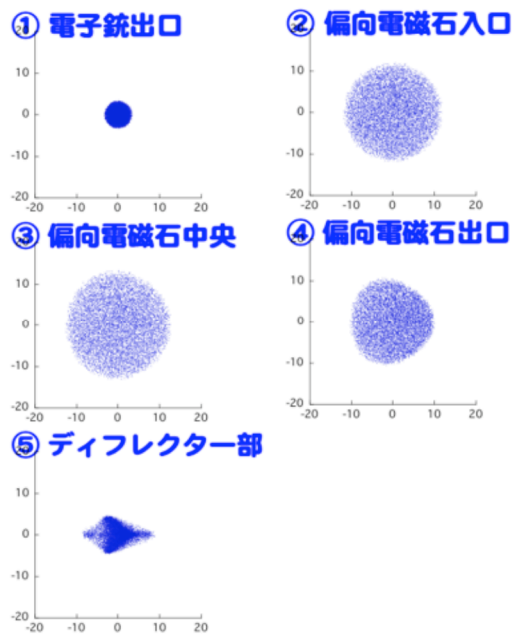


図3 parmelaによるビームサイズ計算 (particle 10000)

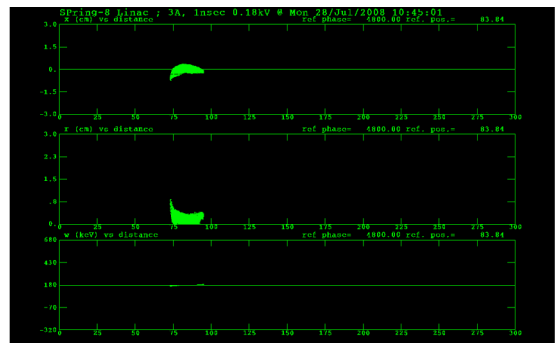


図4 parmelaによるトランスポート計算 (particle 10000)

### 4. Backup電子銃のビーム加速試験

第2電子銃本体に取り付けた新品のカソード (Y-845) で、ビーム加速試験を行った。このカソードからは、定格8Wのヒータ電力でもエミッション電

流が確認できなかった。そこでカソードを取り替えて、再度ビーム加速試験を行った。エミッション電流は既存電子銃と変わらず、短時間にビーム調整が終了した。この時の電子銃からのエミッション電流は、電子銃直後にSCMがないので、90度bend後方のdeflector部のSCMで2.6Aであった。

この電流値は既存の電子銃でも同程度のビーム電流である。Synchrotron入口までの第2電子銃からのビームを最適化調整した時の各点でのBPM出力を図5に示す。横軸の単位はmm,縦軸は電荷量に対応している。換算は最初のBPMの出力が6.7Vが約2.2nCに相当する。従ってBPMの最初の設置場所であるバンチャー部からLSBT最後のBPMまで90%の透過率である。また130mのところでは1点下がっているのは信号処理回路等が不調のためである。

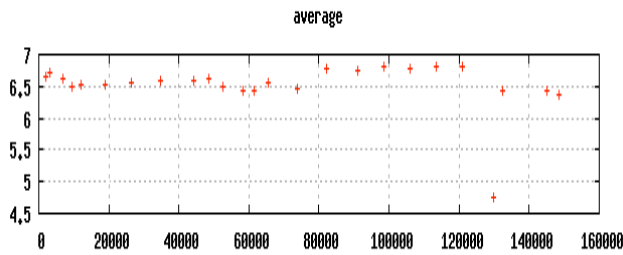


図5 synchrotron入口までの線型BPMによる電流値変化

## 5. Twin electron gun systemの改良点

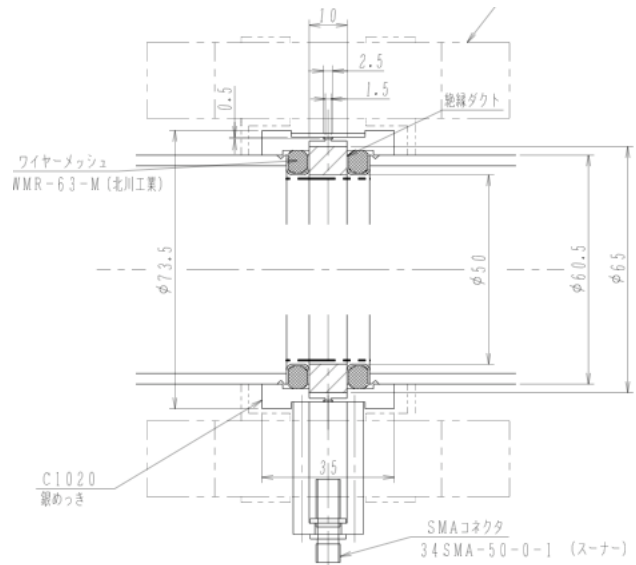
現在のtwin electron gun systemの改良点を挙げると、第1、第2電子銃ともに電子銃直後の電子銃エミッション電流の計測が出来ないことである。合流後のdeflector直後にはSCMがあるが、ここでの計測では電子銃からの透過率等の判断ができないのと、電子銃部の何らかの異常時に電子銃からエミッション電流が出ていないのかトランスポート部の異常でエミッション電流が出ないのかの調査ができない。そこで我々は、非常に狭いスペースのSCMを取り付けるため、新規に小型SCMの開発を行っている。設計図を図6に示す。スペースから小型チップ抵抗をダクトに均等に取り付けて、その隙間からSMAコネクタで信号を取り出す事にした。現在製作を進めており、試験等を行い問題がなければ、冬季停止期間には置き換えを行う予定である。

## 6. まとめ

第2電子銃 (backup electron gun) で発生したビームを90度ベンドで第1電子銃 (main electron gun) のビームトランスポートに合流させ、線型加

速器で1GeVまで加速し、さらにはboosterであるシンクロトロンで8GeVまで加速できた。この時のエミッション電流は第1電子銃と同等の2.6Aであった。また、ビームプロファイルの観測でも問題はない事を確認できた。今後は第1電子銃と第2電子銃直後にビーム電流モニタを配置したいと考えている。また、第2電子銃用専用電源は来年3月に納入予定で、正式運用開始は来年夏の停止期間頃になる予定である。

図6 狭所用壁電流モニタ構造図



## 謝辞

高エネルギー研究開発機構KEKB入射器 大沢先生には第2電子銃を設計するにあたり、KEKB入射器で製作した仮設電子銃についての数多くの資料とアドバイスを頂きました。厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] T.Taniuchi, et al, "High Power Test of S-band Waveguide Switch", Proceedings of the 30th Linear Accelerator Meeting in Japan., Tosu, July 20-22, 2005(pp299-301)
- [2] T.Kobayashi, et al, "Improvement of Gun and Klystron Modulator of SPring-8 linac", Proceedings of the 32th Linear Accelerator Meeting in Japan., Wako, Aug. 1-3, 2007 (pp565-567)
- [3] S.Nagasawa, et al, "Development of an Electron Gun Modulator for the SPring-8 linac", Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan., Funabashi, Aug. 4-6, 2004(pp365-367)
- [4] T.Hasegawa, et al, "Development of Control System for the Electron Gun Modulator", Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan., Funabashi, Aug. 4-6, 2004(pp483-485)