

BEAM TRANSPORT OF 1GeV LINAC

Hiromitsu SUZUKI, Hideaki YOKOMIZO, Hiroshi YOSHIKAWA, Katsuo MASHIKO,
Tsutomu ISHIDA, Naoki NAKAMURA, Motoaki IIZUKA, Koji YAMADA, Akihiko MIZUNO
SPRING-8 Project Team, JAERI-RIKEN, Tokai-mura, Ibaraki 319-11, Japan

ABSTRACT

We have been designing the 1GeV injection linac of SPRING-8. The arrangement of each components of the linac has been determined for the most part. The results of the calculation about the beam transport line are presented.

1 GeV ライナックのビーム輸送系

1. はじめに

日本原子力研究所では大型放射光施設 SPRING-8 の入射系として 1 GeV ライナックの設計を行っている。ストレージリングに入射・蓄積する粒子としては電子と陽電子を考慮しており、ライナックのビーム輸送系の電磁石構成は、特にエミッタンスの大きな陽電子ビームをできる限り損失なく伝送することを主眼に設計している。

現在想定しているライナック終端でのビーム条件を表に示す。このビーム条件は、シンクロトロンビームアクセプタンスから決定されており、運動量の広がりについては ECS を設置することにより達成されるものである。

本報告書では、ライナックビーム輸送系を設計する上での方針と、計算による検討結果について述べる。

今年度実施した陽電子発生・集束・加速の R & D についても、発表当日述べることにする。

2. 電磁石等の配置

現在計画中のライナック機器配置概略を図 1 に示す。ポジトロンライナック (PL) は主加速部 (ML) に対して直線的に配置されており、陽電子と共に輸送されてくる電子は、ML 直前の偏向電磁石 4 個で構成された振り分け部で落とされる。

四極電磁石トリプレット (QT) はビームサイズが広がるのを抑えるため、3 m 加速管 2 本に 1 個の割合で、またエミッタンスの大きな所 (HL、PL、ML の初段) には加速管 1 本に 1 個の割合で設置する。特に陽電子発生部では、ターゲット上での入射電子ビーム径を極力絞るため、ターゲット直前 1.5 m の所に QT を設置した。

ステアリング電磁石 (SM) は、およそ 8.5 m 毎に 1 組 (垂直・水平方向) 設置する。ベンディング電磁石 (BM) の後方には、SM を 2 組設置し、ビームの平行移動が可能なように考慮した。

陽電子発生部の陽電子収束系は、ターゲット直後のパルスソレノイド、加速管上から取り付けるフォーカスコイル、更にこの両方を覆うように DC ソレノイドを設置する。この DC ソレノイドは、KEK で実施されている磁場のとぎれをつなぐための橋渡しの役割と、ターゲット直後のパルス磁場の強さをより高めることを狙ったものである。

シンクロトロンへの入射器として、ライナック単体でのビーム条件を設定すると、陽電子ビームを用いる場合、運動量の広がり条件を満足することは困難である。下流側への入射時間の制限からビーム強度は損なわずに、しかも陽電子ビームの運動量の広がり目標とする $\pm 0.3\%$ (1σ) という値を達成するために、ECSを設置している。図2に1 GeVライナックの電磁石配置を示す。

3. 計算結果

電磁石の配置を決定するにあたっては、軌道計算コード'Transport'を用いて行った。まだ詳細が決定されていない入射部を除いた全てのビームラインの計算が終了した。図3から図8に計算結果を示す。

各計算に用いた入射ビーム条件を表2に示す。

4. 考察

4-1 120 MeV電子合流部

エミッタンス $6\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ 、運動量の広がり $\pm 3\%$ の電子ビームが直径60 mmのダクト内で収まるように磁石配置を設計した。また、このラインを使ってビームのエネルギー分析も行えるようにした。

4-2 HL部

HLでは大電流の電子を加速するために、エミッタンスの大きなビームを輸送する必要がある。従って、QTとAccを1対1対応で配置した。図のようにエミッタンス $12\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ のビームが加速管の2a ($\sim 20\text{mm}$) にたいして充分小さなビームで輸送されている。

4-3 PLおよび e^+/e^- 振り分け部

ターゲットで発生したエミッタンスの非常に大きな陽電子ビームをできる限り効率よく輸送するため、パルスソレノイドおよびDCソレノイドを初段に配置し、QTをAccと1対1対応とした。発生した陽電子を電子と区別し、モニタリングし易くするために5度のBM4台からなる振り分け部を設けた。

4-4 MLのNo.1-AccからNo.10-Acc部

MLの初段部ではまだエミッタンスが大きいいため、QTとAccを1対1対応とした。No.4-Acc以後はエミッタンスが小さくなるため、QTとAccを1対2対応とした。この配置で $25\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ のビームが2a内に収まっている。

4-5 MLのNo.11-AccからNo.20-Acc部

上と同様にQTとAccは1対2対応とした。

4-6 MLのNo.21-AccからNo.23-AccおよびECS部

MLの出力ビーム特に陽電子ビームでは、シンクロトロンのアクセプタンスより運動量の広がりが大きくなることが予想されるため、ECSを設置している。計算の結果では、運動量の広がり $\pm 1.5\%$ のビームが $\pm 0.3\%$ になる。

5. まとめ

1 GeVライナックの磁石配置の最適化が終了した。今後は各磁石の詳細と磁石のアライメント方法について検討する必要がある。

表1 1 GeVライナックのビーム性能

ビーム種類	電子	陽電子
平均ピーク電流値	100、300mA	10mA
パルス幅	1 μ s、1ns	1ns、10ns
エミッタンス(1 σ)	$\cong 1.0 \pi \text{mm}\cdot\text{mrad}$	$\cong 1.5 \pi \text{mm}\cdot\text{mrad}$
エネルギー幅(1 σ)	$\cong \pm 0.2\%$	$\cong \pm 0.3\%$

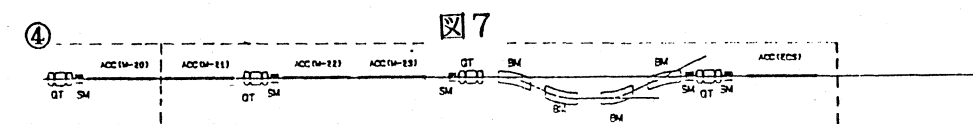
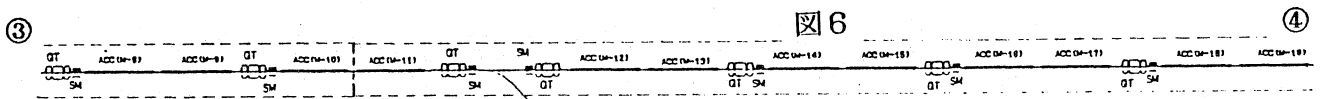
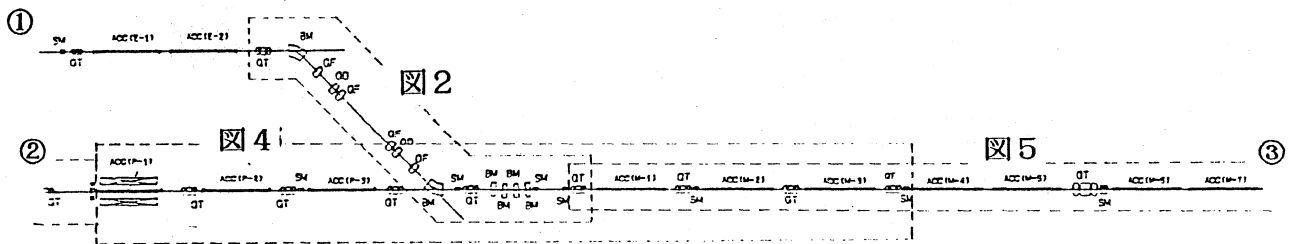
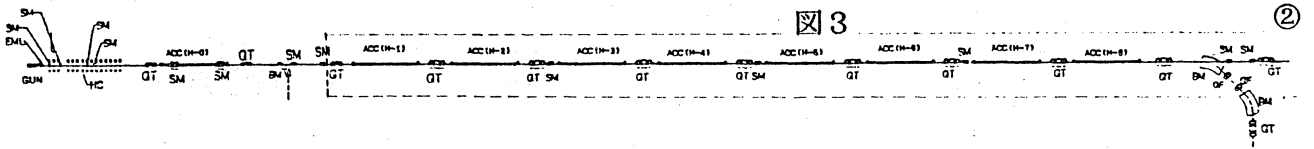
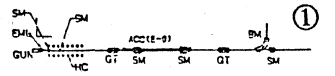


図1. 1 GeVライナックの磁石配置図

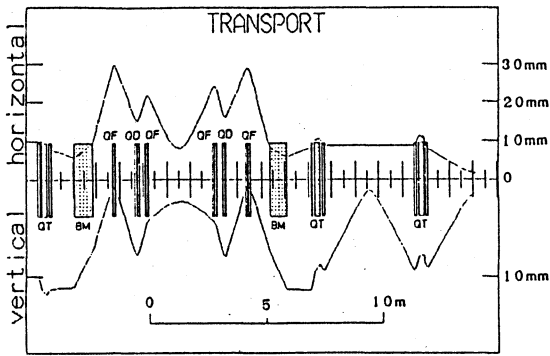


図2. 120MeV電子合流部の軌道計算

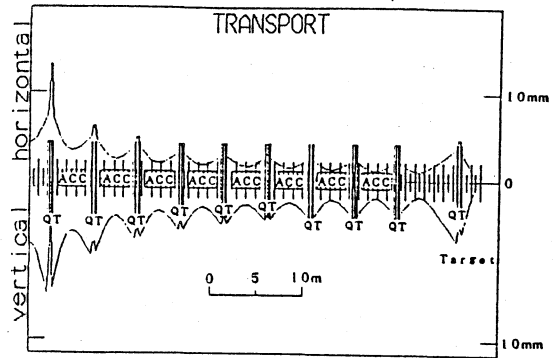


図3. HLの軌道計算

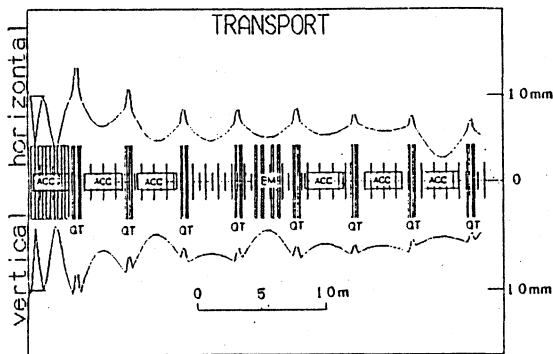


図4. PLおよび e^+/e^- 振り分け部の軌道計算

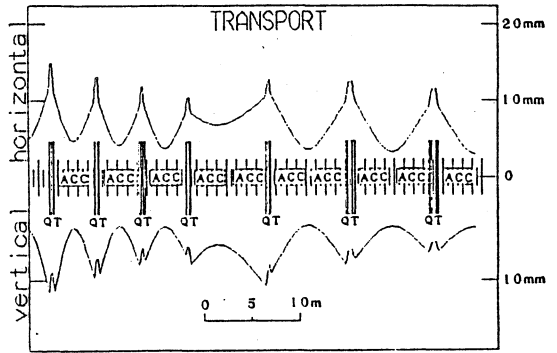


図5. MLのNo.1-AccからNo.10-Accの軌道計算

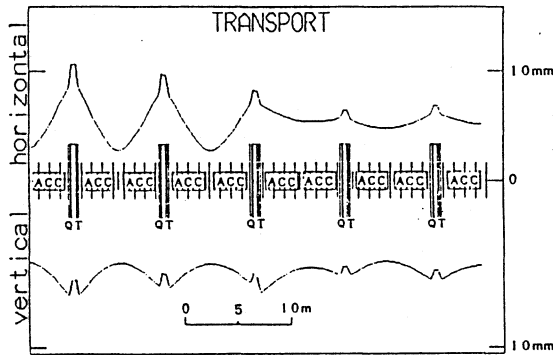


図6. MLのNo.11-AccからNo.20-Accの軌道計算

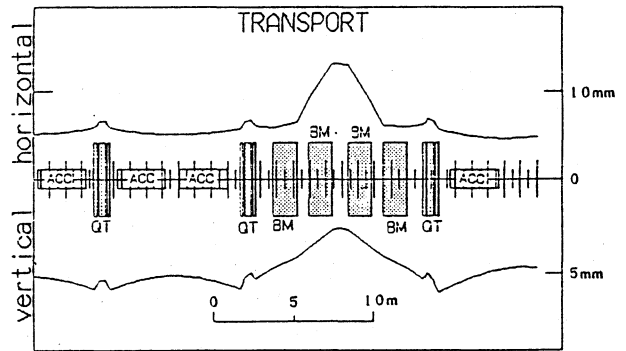


図7. MLのNo.21-AccからNo.23-AccおよびECSの軌道計算

表2 計算に用いた入射ビーム条件

	x(mm)	x'(mrad)	y(mm)	y'(mrad)	dp/p(%)
120MeV電子合流部	10	0.6	10	0.6	3
HL	4	3	4	3	5
PLおよび e^+/e^- 振り分け部	1	170	1	170	-
No.1-Acc~No.10-Acc	5	5	5	5	-
No.11-Acc~No.20-Acc	2.97	2.215	4.91	1.341	-
No.21-Acc~No.23-AccおよびECS	5.17	0.734	5.11	0.743	1.5