

Improvements on Monitor System in the KEK 2.5-GeV Linac

Takao OOGOE, Tetsuo SHIDARA, Yujiro OGAWA, Satoshi OHSAWA, Yuji OTAKE,
Kazuhisa KAKIHARA, Norihiko KAMIKUBOTA, Hitoshi KOBAYASHI,
Hirofumi HANAKI, Kazuro FURUKAWA, Atsushi ENOMOTO,
Takao URANO and Gen'ichi HORIKOSHI

KEK National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

Improvements to the monitor system of the KEK 2.5-GeV linac have been undertaken. Energy analyzing stations were added to both the positron generator linac and the 2.5-GeV electron linac in order to realize easier checking of beam energy. Wall current monitors and profile monitors were added in the beam transport line between the positron generator linac and the 2.5-GeV electron linac in order to realize easier positron-beam transfer. As a result of the installation of an automatic beam-current-surveillance system and with other existing surveillance systems, more reliable and easier operation of the linac is expected.

KEK 2.5 GeV LINACのモニター系改善について

1. はじめに

KEK 2.5 GeV LINACにおいては、PF(Photon Factory)、TRISTANのAR(Accumulation Ring)へ入射を行なっている。そのために、そのつど入射モードを変更する必要がある。1)RFの位相、タイミング 2)ビームの幅 3)電子銃のタイミング 4)ビームトランスポートのデータ 5)ビームの繰り返し数などのパラメータを変更しなければならない。

通常は、主制御室のタッチパネル等によりパラメータをセットし入射を行なうが、しかしながらパラメータの切り替えを何度となく行なうと、なんらかの原因によりビーム電流が減ったり、ビーム波形が変化したりする事がある。特に陽電子ビームは、電子ビームに比較してビーム電流が少ないために入射時間に大きく関わってくる。このような時、改善前においては主制御室にてビーム位置やビーム状態などが確認出来ない所や操作が込入っている所などがあり、復帰するまでに時間かかることがあった。

以上のようなことに対して、敏速に異常箇所の発見及び、ビームの測定ができることを目的にモニター系の改善を行なうことになった。そのために1)主制御室ですべての操作、監視ができること、2)操作が簡単なこと、3)ビーム(特に陽電子ビーム)の状態が速やかに診断できること、4)未完成、修繕の必要なモニターの完成、以上の点に注意しモニターの改善を行なった。今回は、その内のビームアナライザー系本体について報告する。

2. Energy-Analyzing Stations (EAS)

EASはコリメータ、アナライザーマグネット、スリット、プロファイルモニター、カレントモニターからなり、これらの機器は主制御室においてコントロール及び、モニター可能なように改善を行なっている。コリメータ、スリットは別に報告¹⁾する。

EASを4ヶ所に設置したので各EASの位置、特長について述べる。各EASのデザインパラメータを表1、各EASのプロファイルモニターによるエネルギー分散を表2、全体のレイアウトを図1に示す。

1)ターゲット前EAS：陽電子発生装置の陽電子発生用ターゲット前で約200MeVに加速された電子ビームが通過する所に設置した。ビームはショートパルス大電流(2nsec,約12A)、セミロングパルス(40nsec,約2.2A)である。ここにおける電子ビームにより、陽電子の発生効率、性質をも決定されてしまうと考えられるためここでの測定は大変重要だと考えられる。ここについては別に報告²⁾をする。

2)30°BT EAS：陽電子発生装置最後部(250MeV)に設置され2.5GeV LINACの250MeV位置とつながっている。陽電子ビーム(2nsec,約16mA/40nsec,約3mA)が運転中に通過するラインであり、エネルギーアクセプタンスは約6%である。このラインでは、直径114mm(他60mm以下)のダクトを使用しているため、今までに使用したことのない大口径の壁電流モニターおよびセラミックダクトを使用している。現在の運転では陽電子発生装置最後部の約1/2の電流が2.5GeVラインに輸送されている。

3)35MeV EAS：2.5GeV LINACの入射部直後の35MeVに設置し、電子ビーム(2nsec,0.7μsec)を測定する。今までの実験の都合などからここだけはマグネット系がアクロマティックになっている。

4)2.5GeV EAS：2.5GeV LINACの最後部に設置し、すべてのビームを測定する。アナライザーマグネット電源の出力極性は主制御室にて切替え可能である。

5)その他の特長：プロファイルモニターはエアシリンダー駆動により、スクリーン(t:1mm アルミセラミック+鉛-4材料)がビームライン上に入りしモニターカメラにてビームの位置を確認(スクリーン面上に線を記入している)する。モニターカメラは、電子ビームには最低照度10Lux、陽電子ビームには最低照度3Luxを使用した。壁電流モニターには、立ち上がり1nsec、5倍のアンプをモニターの直後に取り付け、減衰を少なくするため20D相当の同軸線を使用している。

表1 EASパラメータ

Parameter	35MeV EAS	Target EAS	30° BT EAS	2.5GeV EAS
Energy	35MeV	200MeV	250MeV	2.5GeV
Required field	6KG	6KG	7KG	13KG
Bending radius	20cm	123.25cm	123.25cm	6.5m
Bending angle	45°	30°	30°	18°

表2 EASエネルギー分散(プロファイルモニター)

Target EAS		30° BT EAS		2.5GeV EAS	
PRM P-TANA1	3.5mm/%	PRM P-BT1	3.5mm/%	PRM 6-ANA1	5mm/%
PRM P-TANA2	7mm/%	PRM P-BT2	8.5mm/%	PRM 6-ANA2	9.5mm/%

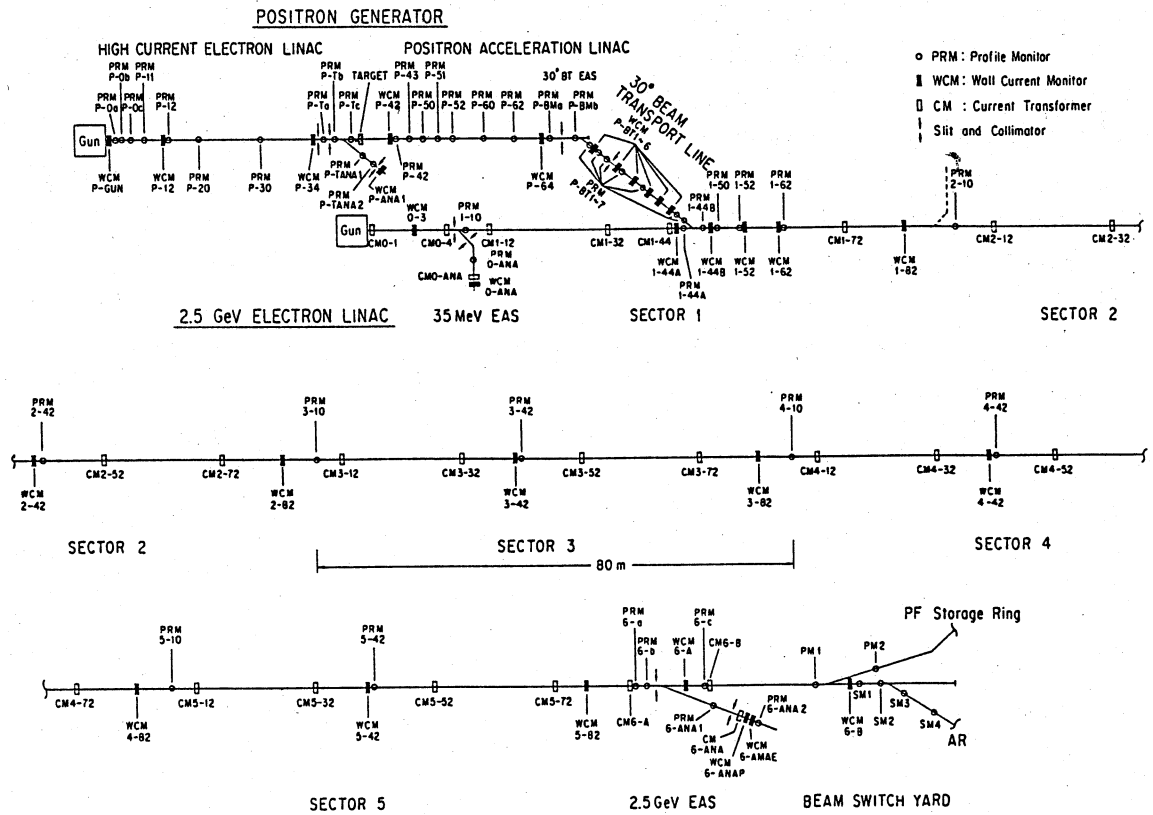


図1 2.5GeV LINAC モニター配置

3. 測定及びまとめ

4ヶ所のEASにおいてビームのエネルギースペクトルを測定した。(図2～図5) ビーム状態は通常の運転時パラメータのままに最適化を図った訳ではない。

図2：ターゲット前EASは電子ビーム(2nsec)によるもので、クライストロンP-1(バンチャー部)の運転時の位相を 0° と仮定した時のスペクトル及び、その位置から 9° 位相を変えた時のスペクトルである。その結果位相が 0° においてはビームのバンチがはっきり確認できるが、位相を 9° 変えると確認できなくなる。

図3： 30° BT EASは陽電子ビーム(2nsec)によるもので、クライストロンP-6(陽電子発生装置最後のKLY)の運転状態での、位相を 9° 変えた時の及びエネルギーが最高になるように位相を調整した時のスペクトルである。

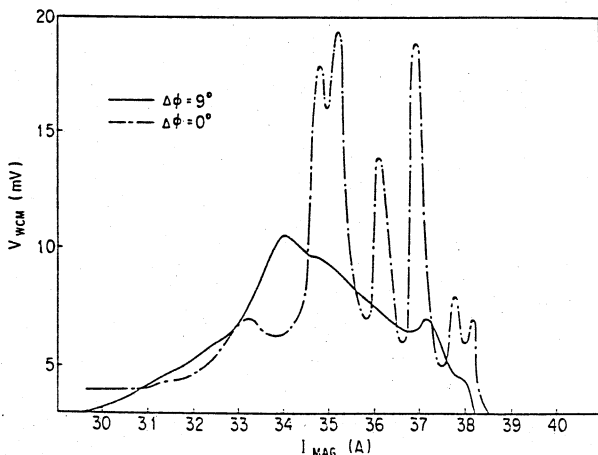


図2 Target EAS エネルギースペクトル

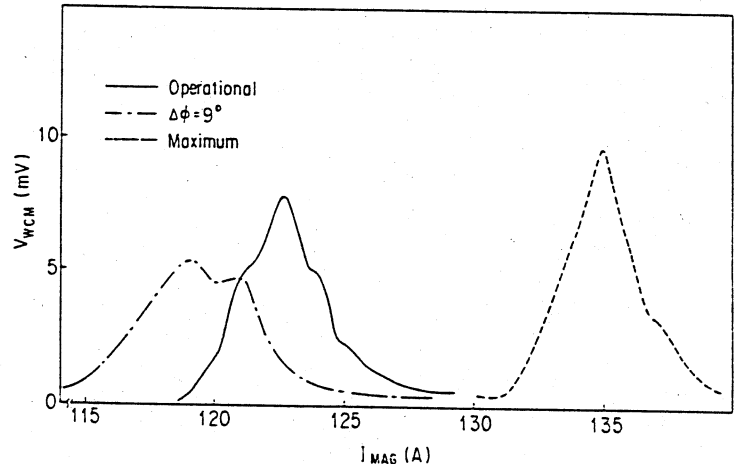


図3 30° BT EAS エネルギースペクトル

図4：35 MeV EASでの電子ビーム（ビーム幅（ショート(2nsec)、ロング(0.7 μ sec)）のエネルギースペクトルを測定した。

図5：2.5 GeV EASでは運転用に使用されているビーム（ e^- (2nsec), e^+ (2nsec, 40nsec)）と陽電子ビーム（4nsec）エネルギースペクトルである。ARへ入射する電子、陽電子ビームのエネルギースペクトルはともに0.5%であり、AR入射路のアクセプタンスは約1%であるからこの値はよい値であると考えられる。PF-Ring入射路のアクセプタンスは約1%であるから0.77%以内で安定して供給できればよいと思われる。

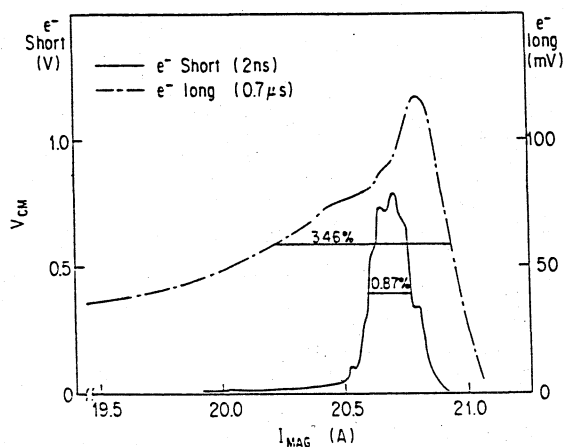


図3 35MeV EAS エネルギースペクトル

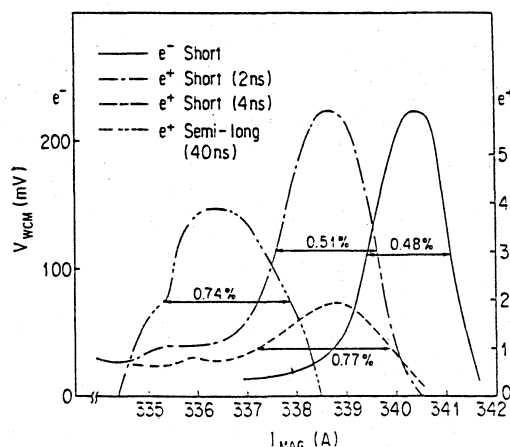


図5 2.5GeV EAS エネルギースペクトル

各EASは現在正常に機能しており、各装置（コリメータ、スリットを含む）の操作は総べて主制御室のタッチパネルにて行なえデータの確認、打ち出しなどが速やかに行なえるようになった。これらのEASを有効に活用し、ビームの安定供給及びビーム診断に役立てるつもりである。

今後の課題として以下の事がある。アナライザーマグネットについては、製造してから時間の経過している物や電源に手を加えている物などがあるので、再度磁場測定を行ないたいと考えている。また、消磁においては現在、補助コイルにより磁場を打ち消す方法を行なっているマグネットもあるが、今後は電源の出力極性切り替えによる消磁を行ないたいと考えている。ターゲット前EASにおいてはこの方法を採用している、この方法により消磁時間は約3分で終了し残留磁場も0.2 Gaussになりビームに影響はない。プロファイルモニターによっても陽電子ビームが陽電子発生装置後部以降ではハッキリとビームを確認することができるようになった。カレントモニターにおいては個々について再校正の必要があると考える。

References

- 1) K.KAKIHARA et al., "Energy Slit System for PF 2.5GeV Linac", this Meeting
- 2) Y.OGAWA et al., "Energy Spectrum of High-current Electron Beam of the positron Generator Linac at KEK", this Meeting
- 3) T.SHIDARA et al., "Improvements on Monitor System in the KEK 2.5GeV Linac", KEK Report 88-11