

K. Kakiyama, Y. Otake, T. Shidara, S. Ohsawa, A. Enomoto and I. Sato

National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

Computer-controlled aperture variable slits and collimators have been fabricated for a part of works to consolidate the electron beam energy analyzing system. Collimators are designed to decrease the electron beam energy to less than 1%. On the other hand, slits are designed to intercept cascade showers to less than 1% of the incident electrons; and tantalum is used to decrease in physical length of the slit block. The controller of the slit is composed of an industrial personal computer and a cpu controlled communication unit for easy program development and high reliability.

2. 5 GeV リニアックのスリットの設計及びそのコントロール

1. はじめに

高エネルギー物理学研究所の放射光実験施設入射器（以下放射光入射器）では、ビーム調整を更に効率よくかつ容易にするために、ビームモニター系の整備を行なっている。この一環として、放射光入射器の運転上重要な部分に設置されている電子ビームのエネルギー分析系の整備があり、エネルギースリット（以下スリット）及び直進部のコリメータの設計、製作がその重要な要素の1つになっている。スリット及びコリメータの設置場所は図1に示すように、電子リニアック35 MeV、同2.5 GeV、陽電子発生装置200 MeV、同250 MeV(e<sup>+</sup>) / 650 MeV(e<sup>-</sup>)の4箇所である。

スリットコントローラを開発する上では、時間的制約、プログラム開発性及びスリットコントローラの信頼性を重視した。特に耐ノイズ性を向上するために、アナログ、デジタル信号の伝送方法を工夫した。

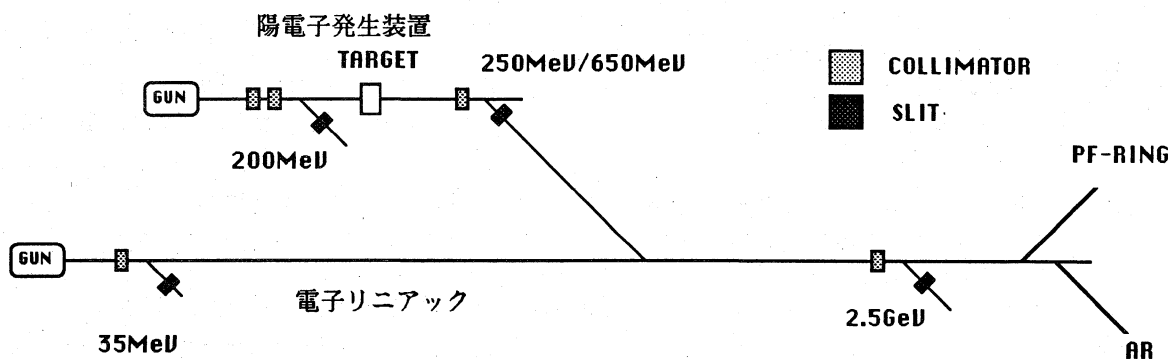


図1 スリット及びコリメータの設置場所

2. スリット及びコリメータの設計

スリット及びコリメータで電子ビームのエネルギーを測定する場合、その開き幅などの設定精度が直接的にその測定分解能に影響し、また阻止される電子ビームにより引き起こされるカスケードシャワーは、スリット直後に置かれるビームモニターのノイズにつながる。さらに直接電子

ビームが当たることから冷却にも十分注意を払わなければならない。各々のスリット及びコリメータの設置される場所で阻止する電子ビームのエネルギー及び強度が異なるので、スリット及びコリメータに要求される仕様が異なる。以上のことに十分注意を払ってスリット及びコリメータを設計、製作した。

今回、スリット及びコリメータに要求した性能は、それぞれ以下の通りである。

- スリット : ①リニアックのエネルギー幅が2%程度なので、エネルギー分解能を0.4%以下にする。これにより、2.5 GeVにおいて10 MeVの精度でエネルギー分析が可能となる。  
 ②モニターでのS/Nをよくするために、カスケードシャワーで生成される電子、陽電子数を1%以下にする。
- コリメータ : ①エネルギーを十分に低くすることでエネルギー分析システムへの影響を防ぐことができるので、透過エネルギーは1%程度にする。
- 共通事項 : ①設置場所のビームパワーに対応する冷却性能を有すること。  
 ②設置場所における物理的な空間の制限。

以上の要求を考慮した、各エネルギー分析系におけるスリット及びコリメータの仕様は表1の通りである。透過エネルギー及びカスケードシャワーの量は、各々次式と図2から算出した。コリメータは入射電子ビームのエネルギーのみを落とせば良いので、輻射距離の短い銅ですませた。これに対してスリットについては、十分にビームを止める必要性(カスケードシャワー)及び物理的大きさの制限から、また35 MeV分析系のコリメータについては物理的大きさの制限から輻射距離の長いタンタルを使用した。

$$\Delta E/E = e^{-\rho t/X_0}$$

- $\Delta E$  : 透過エネルギー (MeV)  
 $E$  : 入射エネルギー (MeV)  
 $\rho$  : 密度 (g/cm<sup>3</sup>)  
 $t$  : ビーム方向寸法 (cm)  
 $X_0$  : 輻射距離 (g/cm<sup>2</sup>)  
 (radiation length)

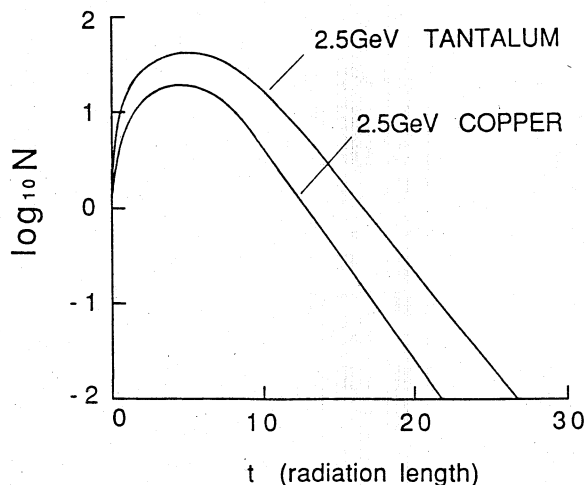


図2 2.5GeVの電子で始まったシャワー中の全電子数Nと物質の厚さt

表1 各エネルギー分析系におけるスリット及びコリメータの仕様

エネルギー分析系	e <sup>-</sup> 35 MeV	e <sup>-</sup> 2500 MeV	e <sup>+</sup> 200 MeV	e <sup>+</sup> 250/650 MeV
最大電流 (mA)	100	100	15000	15000
コリメータ 厚さ(mm)/材質	20 / Ta	70 / Cu	70 / Cu	70 / Cu
スリット 厚さ(mm)/材質	50 / Ta	60 / Ta	110 / Ta	130 / Ta

### 3. 制御システム

スリット及びコリメータ制御システムは図3に示すような構成になっている。このシステムの特徴は開発効率を上げるために、工業用のパーソナルコンピュータ（FC-9801V）を使用することでハードウェアの設計を省略するとともに、各デバイスに対してBASICインタープリンタで簡単にテスト出来るようにした点である。このシステムと放射光入射器の制御システムとの接続は、デュアルポートメモリ及びCPUを内蔵した通信基板（LOOP-III）により行なわれ、スリットの制御情報が入射器制御システムの根幹であるミニコンピュータ（MELCOM 70/30）に送られ表示される。

スリットコントローラーはFC-9801Vの拡張スロットにパルスモーターコントロール、パラレル入出力、ADCといった基板を載せて、バランスラインを利用したパルスの長距離伝送用インターフェースにより、端末のスリット及びコリメータのローカルコントローラーに接続する。このローカルコントローラーはパルスモーターを制御する機能を有し、スリット及びコリメータに取り付けてあるポテンショメーターで位置を読み取れるようにしてある。この位置のアナログ情報はアイソレーションアンプで受け、FC-9801Vで読みとる方式となっている。またスリット及びコリメータには他に、スリット部の熱的保護用のインターロック回路のために白金-白金ロジウム熱電対や冷却水の流量センサーが取り付けられている。

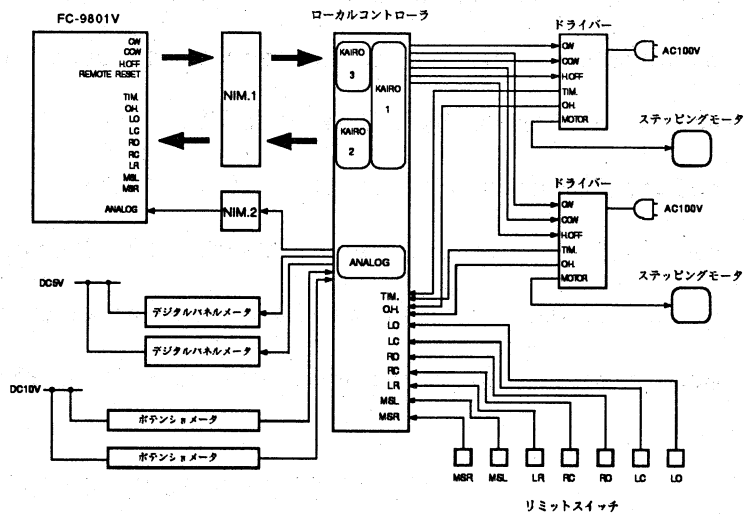


図3 スリット及びコリメータ制御システム

### 4. まとめ及び今後の方針

現在は夏期シャットダウンの期間中でありモニター整備関係の作業が進められている。スリットは現在2台できあがりテストを行なっているが、これを含めた9台が9月中旬にビームラインへ設置される予定である。制御システムは、スリット、ローカルコントローラー間でのテストを終了し、FC-9801Vからの長距離伝送による通信、スリットの動作テストを行なっている段階である。スリットは良好に動作している。

将来的に、マルチタスクOSであるI-TRONを使用した効率のよい制御を行なうべく準備を進めている。

### 参考文献

- 1)小田 稔 "宇宙線"、物理学選書
- 2)Y. Otake, et al., "Device Controller Using I-TRON", Proc. of the First Workshop on Controll System, P97, (November, 1987), KEK.
- 3)R. B. Neal, "The Stanford Two-Mile Accelerator", BENJAMIN.