

前段加速器のビーム

石丸 肇、福本 貞義、伊藤 清、久保田 親、坂上 敬明、高木 昭、高野 道
高エネルギー物理学研究所

KEK陽子シンクロトロンの前段加速器のビームについて報告する。前段加速器は①デュオプラズマトロン型イオン源、②75万Vコックワフト-ワルトン型高電圧発生器及び加速管、③低エネルギービームトランスポートから成って20 MeV陽子線型加速器へ接続される。昭和49年7月に試運転に成功して以来、安定に動作し、種々の改善の結果、入射器全体の目標である100 mAの電流強度と昭和50年7月に~95 mAまで到達した。

ビームの電流は7個のMn-Znフェライトコアのトロイダルトランスを用いて測定した。~200 T巻いたコイルの出力と同軸ケーブルでひっぱり、50 Ωで整合をとってオシロスコープで観測した。電流波形とオ1図に示す。巻度は0.2V/Aである。電流モニター(CM-4, CM-7)とファラデーカップで校正した。出力端子からの同軸ケーブル端を50 Ωで整合をとってオシロスコープで観測した。電流波形とオ2図に示す。CM-4に関しては±5%の範囲で一致し、CM-7に関してはファラデーカップの方が1.6倍大きくなった。CM-4のみカロリメータ的測定と同時にこない±10%で合致した。ビームのプロファイルと測定するために2 mm厚の石英にアルミコーティングしたものと数ヶ所に置きITVで観測したところビームのエンベロープとはほぼ一致した。四極電磁石の初めの調整はスクリーンモニターと電流モニターで行った。イオン源から出るビームは上より下り~5 μsecで台形をしているのでリニアックへそのまゝの形で入射するのは好ましくない。従って静電型チョッパーでビームの上り、下り中を整形する。上り、下りは0.1 μsec、中は0.6 μ~30 μsecである。オ3図にイオンビームとチョッパーの写真を示す。オ4図にブースターの1ターン分に対応する0.6 μsec中のチョップされたビームの写真を示す。ビームの断面の外側で性能の悪いビームはコリメータで除く。オ5図写真で十字のビームのあとが見えるが、これは四極電磁石を掃引する時に去るあとで、左側のあとは静電型チョッパーで偏向されたビームが当たったことによる。ビームのエミッタンスはオ6図で示されるような2 mm厚の銅のスリットとスリット側にアルミコーティングした石英プリズムを組合わせたペーパーボット径で測定し、観測はITV+ポラロイドカメラ又は直接リモートコントロールカメラによる。イオン源のエミッタンスは時間的に変化すると考えられるので静電チョッパーでサンプリングして矩形波のビームを用いて実験した。オ7図に規格化したエミッタンスのタイアグラムと、オ8図にエミッタンスの時間変化を示す。但しこのエミッタンスの測定は冷却、アルミコーティングのスパッタリング等、問題があって測定できない。
精度が悪い。正しい測定が出来ない等問題がある。また後述の強度の大きいビームのエミッタンスの測定は、
に交換し。

我々のビームモニター系は近い将来、次のように改良するように準備している。①電流モニターは、イオン源からのビームの振動が一段と少なくなったので、ファラデーカップとカロリメータにより再校正し、信号出力はオシロスコープ、デジタルメータ、及びCPUへ送る。②石英スクリーンモニターはクロスワイヤーのプロファイルモニター^{に交換し}信号をCPUへ入れてディスプレイする。③エミッタンスは3 MHzの信号をS/H-MPX系で処理する回路をつけて

精度と取り。さらに主リングの周期 $2\mu\text{sec}$ の間に $9 \sim 13$ 個のビームパルスを送るが残りのビームと $0.5\mu\text{sec}$ 程度の遅い駆動機構でリニアックには定常的にビームを供給しながらエミッタンスを任意の時刻に測定し、CPUを用いてディスプレイする。

昭和50年7月にこれまでの加速管の加速ギャップを 1cm から 2.4cm に縮めビーム強度の増強と目的として運転を行った。その結果を示す電流モニターの波形を Fig. 9 に示す。但しこの図はリニアックの出口の電流モニターで当初の目標である 100mA にほぼ等しい 95mA を示している。 Fig. 10 に約1年間のリニアックへのビームの入射強度の改善が示されている。この図で示すように設計値のビーム強度が得られたので、前段加速器の安定性と使いやすさ、特にモニター系を含め制御系に重点を置いて仕事を行う。

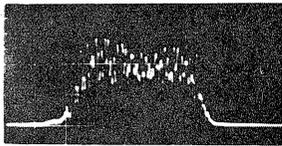


Fig. 1.
前段の速着の陽子ビームの電流波。 5ns/div .

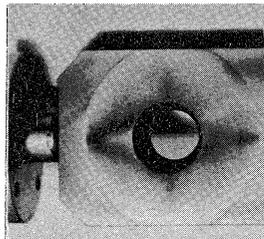


Fig. 5.
コリメーター。左側は4mm径のビームの位置。

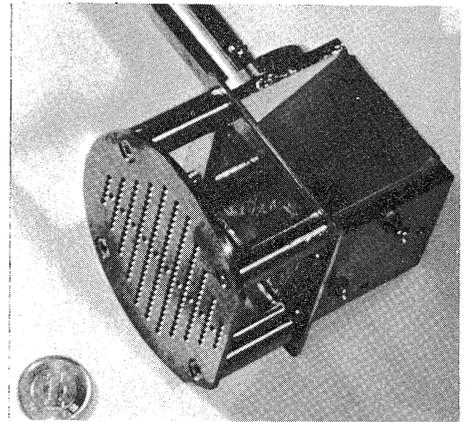


Fig. 6.
エミッタンスモニター (1000-カウント法)

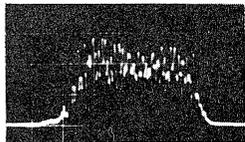


Fig. 2.
ファラデーカップの出力波形。 5ns/div .

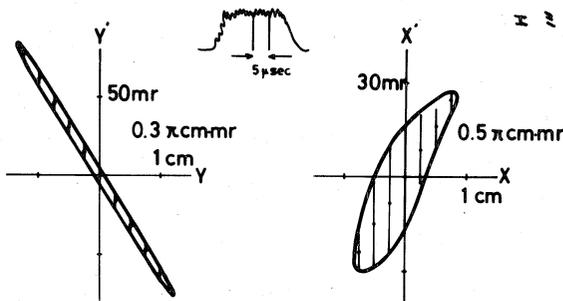


Fig. 7.
エミッタンスダイアグラム。

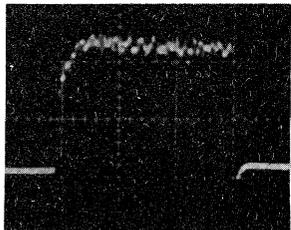


Fig. 3.
長く4mm径の土れたビーム。 $10\mu\text{sec/div}$.

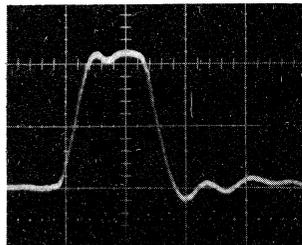


Fig. 4.
短かく4mm径の土れたビーム。 $0.5\mu\text{sec/div}$.

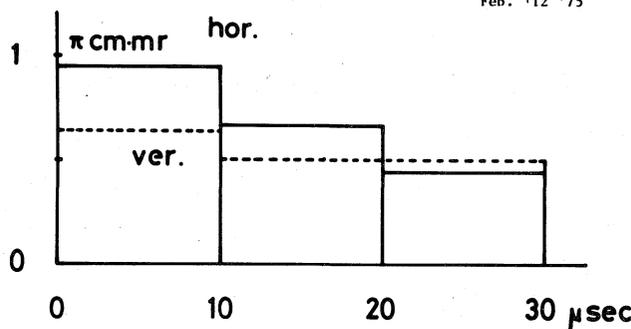


Fig. 8.
エミッタンスの時間変化。

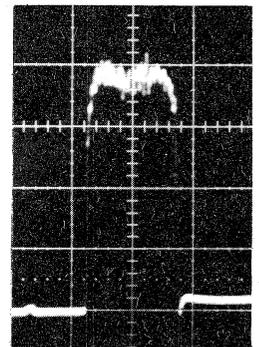


Fig. 9.
リニアック出口での電流波形。 95mA を示している。

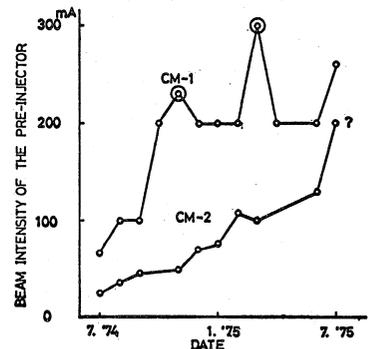


Fig. 10