

SynchrotronのInjectorとしてのLinacに要求される性能は、そのoutputのbeamの性質に集約され、大別すると次の4莫になる。即ち i) Linacのout put currentが大きい、ii) Beamのenergyが揃っている、iii) Beamのemittanceが小さい、iv) Beamが常に安定に出る、等である。Linac groupとしては、上の4莫を満たすために、改善に努力して来た。その結果、最初のビーム加速(1974年8月)に成功してから、1年以内の短期間に、ほぼ設計目標値に到達することが出来た。表-1には、設計目標値と最近動作時に於けるビームの状態を併記した。

一般に、アルバシ型のproton Linacの加速空洞はQ値が非常に高く、time constant ( $T = \frac{2Q}{\omega}$ ) が非常に長い。KEK Linacの場合には、 $T \approx 60 \mu s$ であるが、beamのpulse中が、 $30 \mu s$ 以下と狭いためbeamは常にtransientな状態の加速を受けて、

pulse内のEnergyの拡がりは大きくなる。従つてBeam pulse内のどの時間部分のenergyをも一定に保つためには、加速空洞に加えrf-powerを、加速空洞でloss powerと、beam-loadingに相当するloss powerの和に等しいものにしてやれば、beam loadingがあつても、加速空洞のpower levelは常に一定になる。但しbeam loadingに相当するpowerは、beamに同期して加速空洞に加えなければならぬ。(RF compensation) KEK Linacでは、中電力増幅器の終致電子管(RCA 4616)のscreen gridにFig 1に示す様なpulseを加えてRF-Compensationを行っている。Fig 2は、Beam pulse内のEnergy spectrumが、RF-Compensationによって画期的に改善された様子を示したものである。RF compensationはbeamのEnergyが、時間的にdeviateするのを改善するだけでなく、energy spreadを小さ

表 - 1

	設計値	動作例
エネルギー (MeV)	20.6	20.3
エネルギーの拡がり $\Delta E/E$ (%)	$\pm 1.0$	$\pm 0.9$
デバランチャーの動作時		$\pm 0.4$
ビーム電流 (mA)	100	95
基準化したビームのエミッタンス ( $\pi$ cm mrad)	0.8	0.34

Pulse for compensation

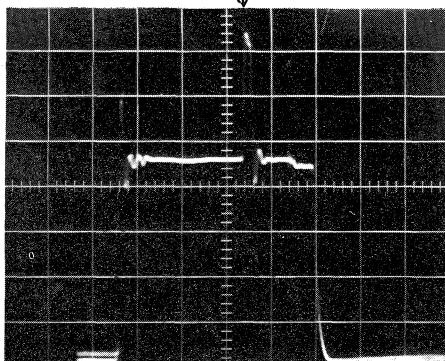


FIG1 Pulse shape supplied to screen grid  
Horizontal : 100  $\mu s$ /div

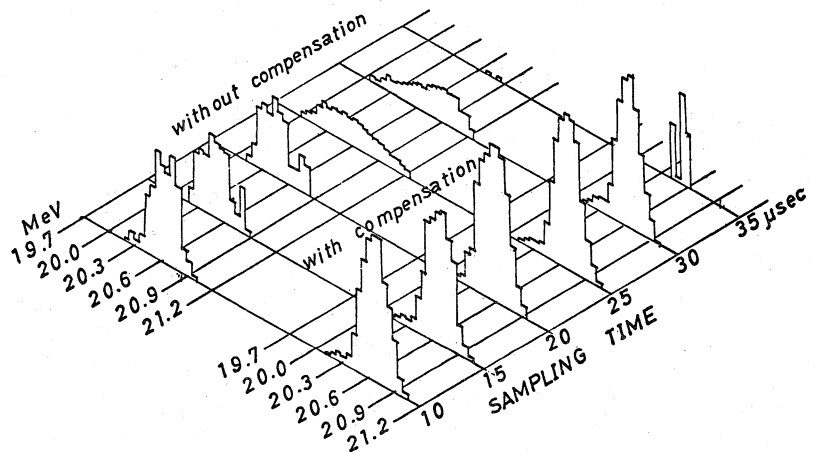


FIG2 RF Compensation for Beam loading

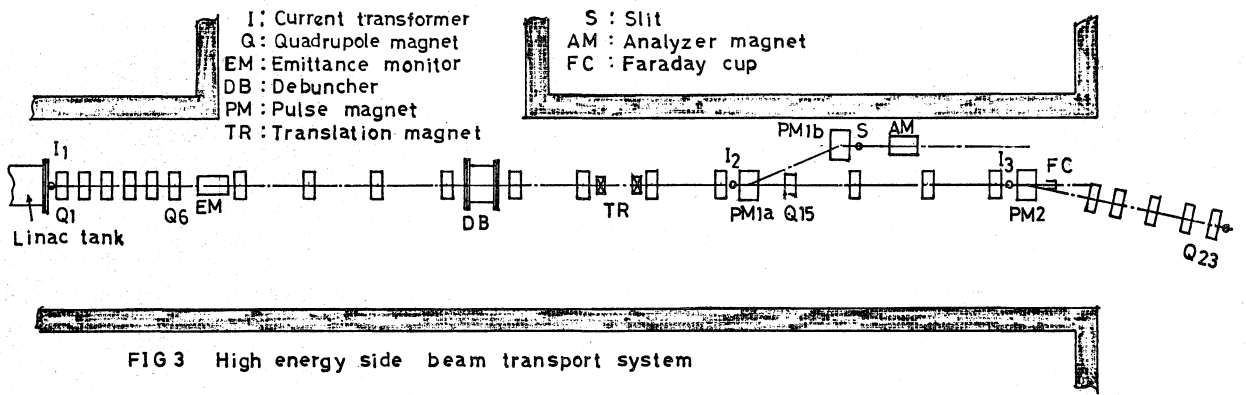
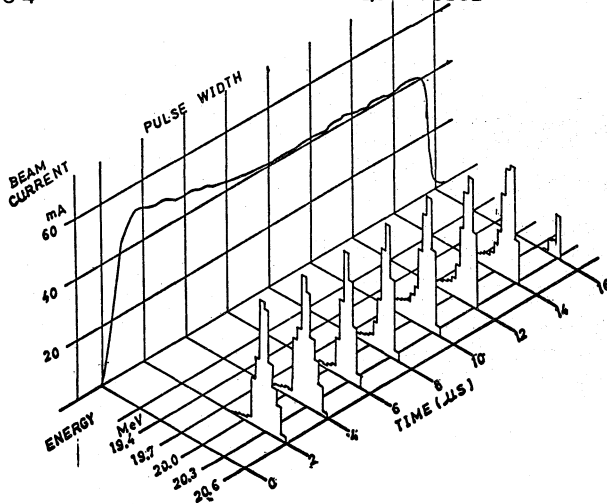


FIG 3 High energy side beam transport system

する効果もあることをこの図は示している。

最近、Linac と Booster との間の Beam transport system の Layout を一部変更して、Fig 3 に示す様に設定した。この変更によって Energy analyzer system は、debuncher の下流に移設され、Debuncher で圧縮される Beam の Energy spread の spectrum を直接に測定出来る様にした。この Analyzer system の Beam transport は、2 台の pulse magnet を使って Beam を  $22.5^\circ$  ずつ Step 状に折り曲げて Main の Beam line から 1 m 離して平行に走らせる様に設定した。この配置は、この System を設置する空間的な制限と、Beam の momentum の違いによって生ずる Dispersion を出来るだけ小さくすることを考慮に入れて決められたものである。Beam deflection に Pulse magnet を用いたのは、Beam の Repetition を Time-sharing して使用するためである。Fig 4 は Beam の Energy spread が Debuncher によって圧縮された Spectrum を Beam pulse 中で Sampling した時間の順序に並べて 3 次元的に表示したものである。又、Fig 2 と Fig 4 を比較すると明らか様に Linac の Out-put beam の Energy spread は Debuncher によって  $< 1/2$  に圧縮されている。この Beam transport system には、Linac の出口の matching section の Focus point に Electrical に測定出来る Emittance monitor も新設された。この Emittance monitor の特徴は Monitor head が斜め  $45^\circ$  角度で Beam を横切り 1 回の Survey で Vertical と Horizontal の 2 の方向の emittance を測定出来る構造になっており、その Detail は Fig 5 に表示した。又、この monitor によって検出される Signal は、Fig 6 に図示されている様な Measuring system で処理される。

FIG 4 ENERGY SPECTRUM WITHIN BEAM PULSE



2次元的にオシロスコープに表示される。

FIG 5

Emittance monitor head

Angle resolution 0.3 mrad  
Position resolution 0.05 mm

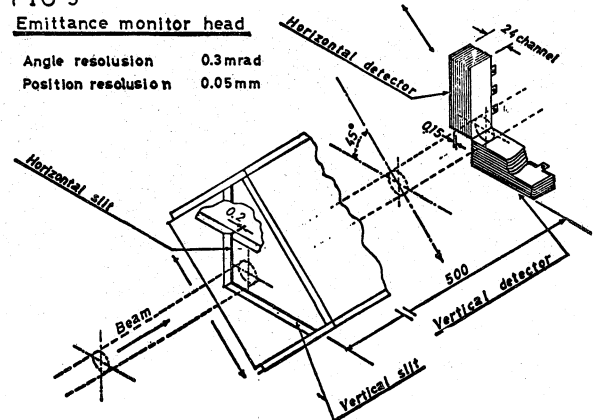
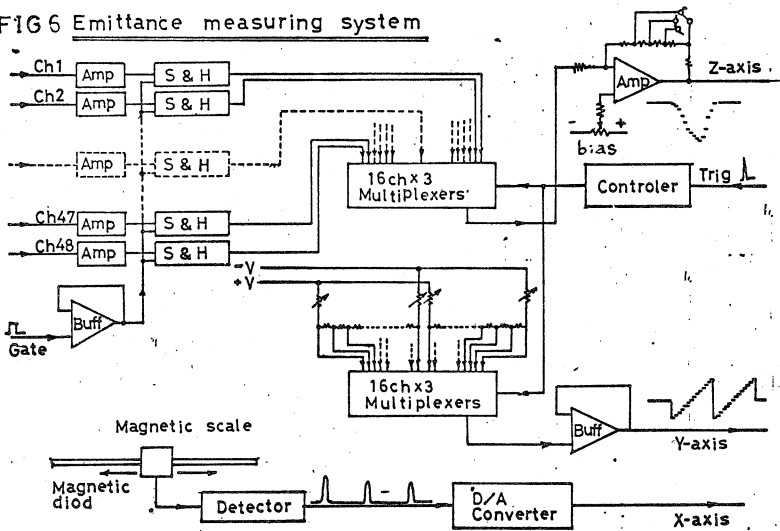


FIG 6 Emittance measuring system



Vertical (Y) Horizontal (X)

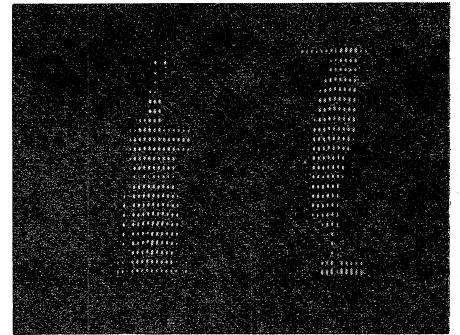


FIG 7 Emittance at bias level 2.5  
 Normalized Beam  
 Vertical  $0.32\pi\text{cm mrad}$  90%  
 Horizontal  $0.25\pi\text{cm mrad}$  79%  
 $V: 0.3\text{ mrad/div}$

Fig 7は、オシロスコープに display された、typicalな Emittanceである。Bias level を変えて Beam の Intensity の等高線に相当する面積に於ける Emittance を測定して、それを Normalize してグラフに表わしたものが Fig 8 である。Full beam でも  $S_x = 0.34\pi\text{cm mrad}$   $S_y = 0.32\pi\text{cm mrad}$  の結果を得た。これは、以前に、多孔スリットと蛍光板を使って測定した Emittance を Normalize した値 ( $S_x = 0.39\pi\text{cm mrad}$ ,  $S_y = 0.36\pi\text{cm mrad}$ ) と殆んど相異はない。蛍光板で測定する Emittance は、一般に線ににじみがあるので大きい値がある。

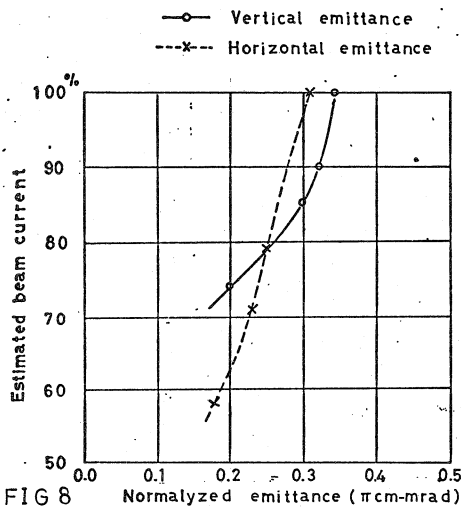


FIG 8

これらの測定結果は、いずれも Design の  $0.8\pi\text{cm mrad}$  の値より小さく  $1/2$  以下である。Booster の Beam acceptance は  $5\pi\text{cm mrad}$  であるから、従来の設計値の 5 turn injection を 10 turn に倍増出来る可能性も出て来た。Preinjector の Beam current を増強するために加速管の加速 gap を 7 cm 縮めて 2.4 cm にした。その結果、Ion source からの Beam current は 180 mA から 260 mA に増加し、Linac からの本力 Beam は、66 mA から 95 mA に増大した。Fig 9 は、95 mA に増大した Beam の Pulse shape で、Linac

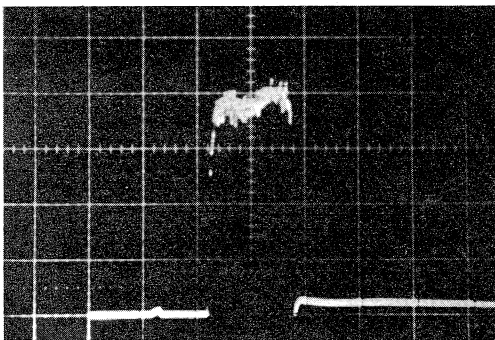


FIG 9 Pulse shape of beam current  
 $H: 10\mu\text{s/div}$   $V: 25\text{mA/div}$

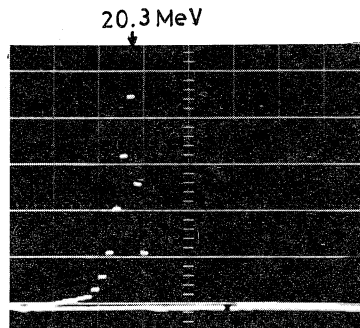


FIG 10 Energy spectrum  
 at 95 mA  $60\text{KeV/ch}$   
 $(\Delta E/E \cong 0.3\%/ch)$

の出口にある Current transformer の Signal であり、Fig 10 は、そのとき測定した Beam の energy spectrum である。