

KEK 20 MeV 陽子リニアックの新強度記録

高エネルギー物理学研究所

穴見昌三、福本貞義、伊藤清、角山泰一郎、久保田親、
森義治、坂上敬明、竹中たてる、田中治郎

KEK 20 MeV 陽子リニアックは、シンクロトロンの入射器として順調に稼働している。1977年4月から高エネルギー物理実験が行はれているが、1978年度の加速器運転時間は4,090時間であった。この期間中においてコッククロフト前段加速器の故障によって加速器が停止した時間は10.3時間(全運転時間の0.25%)で、リニアックによるものは47.2時間(同1.15%)であった。

この陽子リニアックのビーム強度の設計値は100 mAであるが、これは既に初期の段階で達成され、現在普通の運転の時、リニアック出口でのビーム強度は120~150 mAである。そこで、このリニアックのビーム強度が何処まで上げられるかを試み、6月20日に200 mAを達成した。この際検討または調整したパラメーターは次のようなものである。

1. 加速RFレベルとQ磁石、200 MHz

のRFレベルは、図1のようにビーム強度に影響する。すなわち、RFで加速される陽子は、最初はRFのレベルと共に急激に増加するが、その後飽和の傾向を示す¹⁾。従ってRFレベルを上げるだけでは大巾なビーム強度増加は期待できない。また、リニアック内での残留放射線はそれ程多くないが、これは10 MeV以上の領域でビームが失はれていないことを示すもので、ドリフトチューブのQ磁石を更に調整してもビーム強度が大巾に増える可能性はないと思はれる。

2. プリバンチャーのグリッドはずし、プリバンチャーは同軸型のため、速度変調のためのギャップが2ヶ所あり、ギャップの両側

JULY 14, 1979

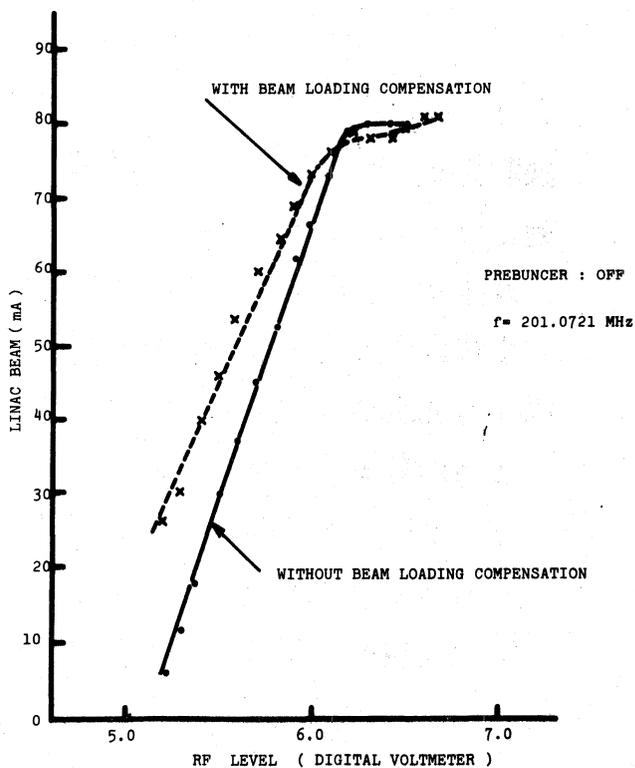
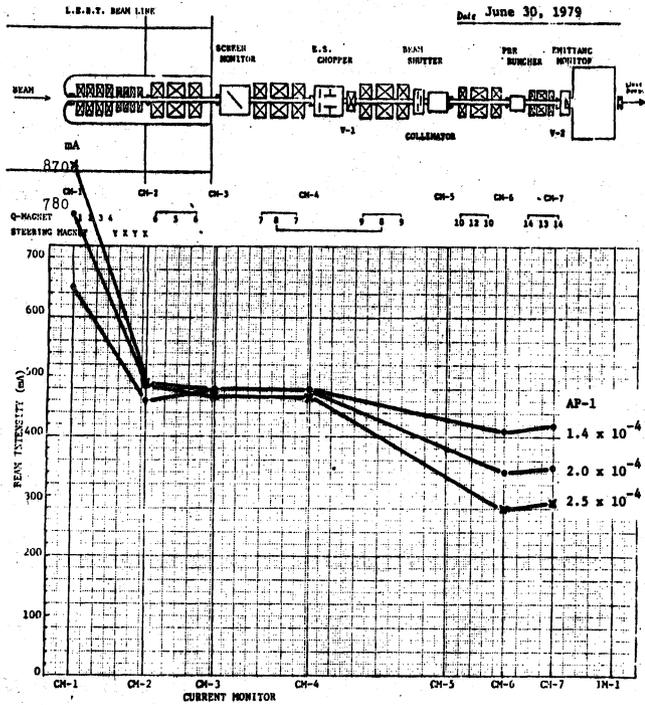


図1 タンクRFレベルとビーム強度



I_{acc} 82 A	Extractor R	1 kΩ
I_{mag} 1.9 A	Diode R	— MΩ
P_{c4} 4.5×10^{-1} Torr	C-W voltage	761.5 kV
V_{bias} — V	C-W current	1.71 mA
AP-1 1.5×10^{-4} Torr	Voltage drop	1 kV
AP-2 1.2×10^{-4} Torr	Ace gap	18 cm
IP ———	Beam pulse width	16(4) μs
I_{c1} 41.5 A	Cathode	—

Q-1 10.5 A ()	Q-8 6.5 A ()
Q-2 13.45 A ()	Q-9 9.25 A ()
Q-3 13.4 A ()	Q-10 8.55 A ()
Q-4 5.8 A ()	Q-11 ——— A ()
Q-5 6.65 A ()	Q-12 6.5 A ()
Q-6 7.8 A ()	Q-13 6.15 A ()
Q-7 9.5 A ()	Q-14 9.8 A ()

Q-2(1) all -2.5 5-4(1) except
Q-2(2) (0 Amp.) 5-4(2) -X1-1.5

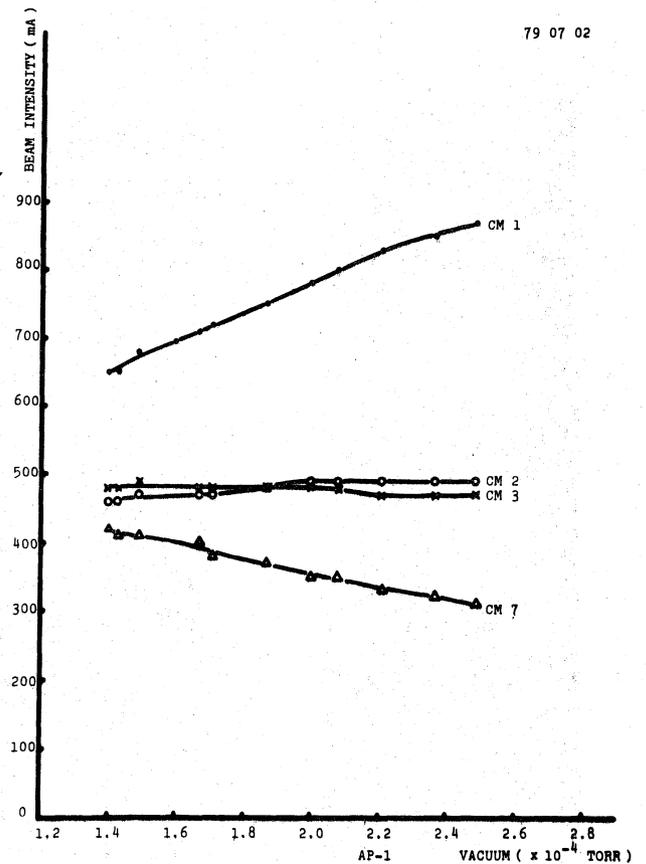


図2 750 KeVラインでのビーム強度

図3 ビーム強度の圧力依存性

にタンガステンのグリッドが取り付けられていた。このグリッドをはずすことで約10%のビーム損失がなくなった。グリッドをはずすとビームが通る孔の中まで電場がはいり、従って半径方向の電場が大きくなって、Emittanceの増加が心配されたが、アースターシクロトロンへの入射の状況が変わっていないので、Emittance増大は起っていないと判断される。

3. 750 KeVビームライン透過率向上、前段加速器の750KVの加速管では、内部の水素ガスの圧力を、Paschenの法則による放電が起らない範囲で高くすると、耐電を上げるのに大変有効であることがわかった²⁾。このため普通 $2.2 \sim 2.4 \times 10^{-4}$ Torr (但し、空気に対して較正されたPIG型真空計による)になるように、デュオプラズマトロン型イオン源からの水素の他に、別に導入系をもうけて圧力を制御している。加速管内の圧力をこのように普通の動作圧力より1桁高くすると、750KVの加速直後のイオン電流は大巾に増加する。しかし、ビームトランスポートを通過した後は、かえって強度が低下する。この関係を図2, 3に示す。CM-1は加速直後、CM-3はビームトランスポート

MOMENTUM SPECTRA OF 6 MICROSECOND BEAM

RF LEVEL 6.34
BEAM INTENSITY 170 mA

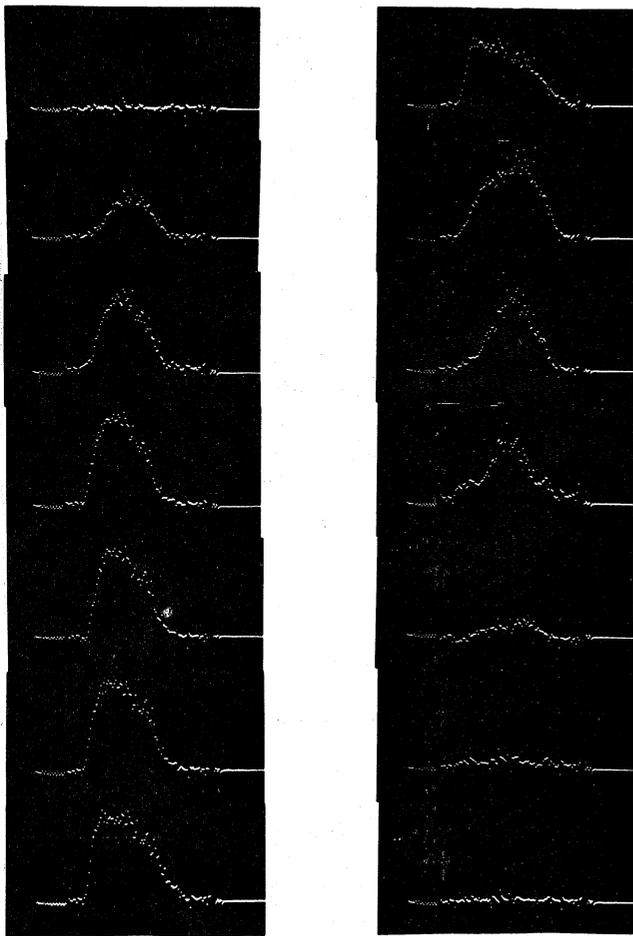


図4 1パルスの0.5 μ S毎の運動量分布は比較的少く200 mA附近のビーム強度でも、シンクロトロンに入射器としては、充分使用可能と思はれる。

の中項、CM-7 はリニアック入口のビーム電流である。 AP-1 は加速管内の圧力である。 CM-1 が増加するのは、プラズマカップの中で、 H_2^+ 、 H_3^+ が生成されるためと推定される。³⁾ コンデショニングを注意深く行って、管内の圧力を 1.4×10^{-4} Torr まで下げると、CM-1 は減少するにかかわらず CM-7 は増加して400 mA を越し、リニアックの出口で200 mA が達成された。

ビーム電流が200 mA に達すると、ビームに移るRF電力は4 MW になるが、ビームのある $\sim 5 \mu$ S だけこれだけのRFを空洞の励振電力に重畳して供給することは極めて困難である。従って、加速は主として空洞に貯えられたRFエネルギーによって行はれることになり、ビームの初めと終りでは加速のRFレベルがかなり低下する。そこで、170 mA のビームに対して0.5 μ Sおきに加速されたビームの運動量分布を測定したが、図4のよう

- 1) J. Tanaka, H. Baba, I. Sato, S. Inagaki, S. Anami, T. Kakuyama, T. Takenaka, Y. Terayama, H. Matsu-moto, Proc. 1976 Proton Linear Accelerator Conf., 333, 1976.
- 2) S. Fukumoto and S. Takano, *ibid.*, 189.
- 3) S. Fukumoto, H. Ishimaru, K. Ito, C. Kubota, T. Sakaue, A. Takagi and S. Takano, IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-24, 1121, 1977.