

## STUDY REPORT

SR-178 (1/4)

(AWR-115)

12 JUL 1982

Theme:

陽子 リニアックによる  $H_2^+$  イオンの加速

Reporter: 福本	Exp. Group: 入射器
Experimenters: 福本, 加藤(隆), 五十嵐 池上, 森, 高木, 高崎	Members of Ope.: 高木, 高崎, 加藤(隆), 中川
Scheduled Period (Main, Sub, Para) 7月3日 01:00 - 09:00	Actual Period (Main, Sub, Para) 7月3日 01:00 - 09:12

Machine Condition, Beam Condition etc :

良好

## Summary of Study and Results :

陽子の  $e/m$  を 1 としたとき,  $e/m = 0.5$  の  $d$  や  $\alpha$  粒子を加速するには, RF field を 2 倍として  $2\pi$  mode ( $\beta\lambda$  mode) を使うか,  $4\pi$  mode ( $2\beta\lambda$ ) を利用する。後者では  $\alpha$  の速度は  $\beta$  の  $1/2$  であるから, RF field も  $1/2$  ほどよいように思われるが, 入射端での transit time factor が  $\beta$  に対する  $\sim 0.8$  から  $\alpha$  に対しては  $\sim 0.2$  と減少するため, この部分で RF field が大きくなるようにして,  $1/2 \times 750$  keV で入射する (Saturne の 20 MeV proton injector linac による  $\alpha, d$  の加速)。しかしこの方法では,  $\beta$  と  $\alpha$  に対してそれぞれに適した field 分布になるように tuner を調節しなければならず, 時間分割で  $\beta$  と  $\alpha$  を加速するには適当ではない。

加藤(隆)の計算によれば,  $\beta$  加速の現在の field 分布でも電場を  $\beta$  加速の設計値の  $\sim 1.3$  倍にとり, 入射エネルギーを上記 375 keV より高い 555 keV にすれば,  $\alpha$  が加速できることが明らかとなった (図 1, この他にも 400 keV と 660 keV にも capture されるやうな広い位相範囲がある)。この部分を詳細にしらべた図 2 によれば, capture のエネルギー中は Cockcroft 装置の電圧変動中よりはかなり大きく, 位相中は  $d$  用に調節した時よりも広くなる。そこで  $H_2^+$  イオンによる  $\alpha$  加速の予備テストを行った。

duo-plasmatron からの  $H_2^+$  を増やすために arc 電流を下げ,

LEBTでの残留ガスとの衝突による  $H_2^+$  の損失を減らさせるため、 $H_2$  ガス導入をやめ、予備の turbomolecular pump (650 l/s) を動作させた。この結果真空度は  $\sim 5 \times 10^{-5}$  Torr となった。軌道計算によれば、linac の Q magnet は  $\phi$  加速のまゝでよいので、LEBT の Q-magnet の電流を、555 keV  $H_2^+$  と 750 keV  $\phi$  の運動量の比である 1.216 倍とした。RF tank level は通常の  $\sim 6.0$  から 6.15 にし、RF beam loading compensation は off, prebuncher も off とした。入射 beam current は CM-7 で 10 mA, 加速された  $H_2^+$  を IM-1 では検出できないので matching section 直後の bunch monitor (SR176 参照) により測定した。

図3は bunch monitor と CM-7 の beam 波形で、図4は bunch の形である。図5は入射エネルギーに対する beam 電流の測定値 (bunch monitor を Faraday cup として使用) と、capture efficiency の計算値である。入射エネルギーの差は、Cockcroft 装置の電圧測定用抵抗の経年変化を考慮すれば、よく計算と一致していると考えられる。10 MeV  $H_2^+$  の最大電流値は 1.4 mA であつたが、 $\alpha$  や  $\alpha$  を一次ビームとして使用する時のビーム強度が  $\sim 10^9 \sim 10^{10}$  個/pulse と予想されるので、その目的には充分である。capture efficiency は RF field を 1.3 倍にした時には 50% という計算結果に対して、今回は 14% であつた。これは a) LEBT の tuning 不足, b) linac 中での残留ガス分子との衝突による  $H_2^+$  の消失, c) RF field が 1.3 倍には達していない, d) bunch monitor が全部の  $H_2^+$  を集めていないことによると考えられる。LEBTでの磁石による分析の結果では、CM-7 における  $H_2^+$  に対する  $\phi$  の混入は 1% 以下であつた。

この入射エネルギーでは  $\phi$  は capture されないので、 $H_2^+$  イオンが加速されたのは確実であるが、analyser 故障により確認できなかった。又 study 後元の Q-電流に復帰させるために、CCR からの計算機制御を試みたが、内野・高嶋両氏の御努力にかゝらず UP-DOWN の MENU については Printer が正常に動作せず、RESTORE ALL も機能せず、また UP-DOWN に非常に時間がかかるので、結局現場でメーターを見ながら電流値の設定と復帰を行った。

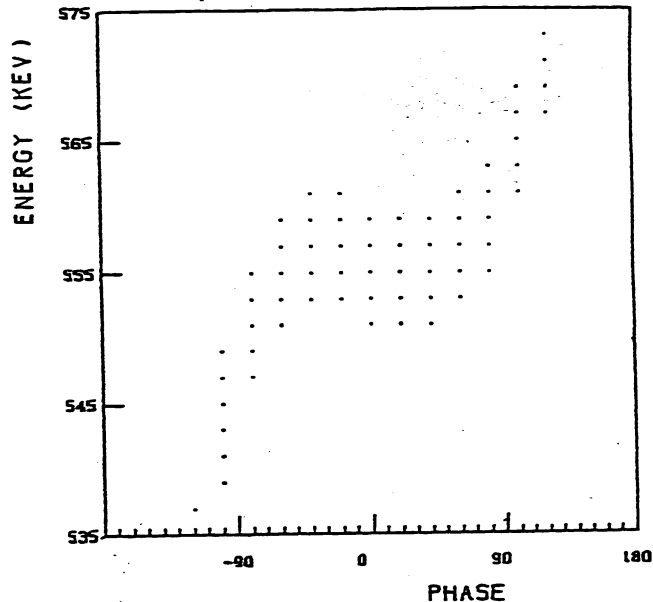
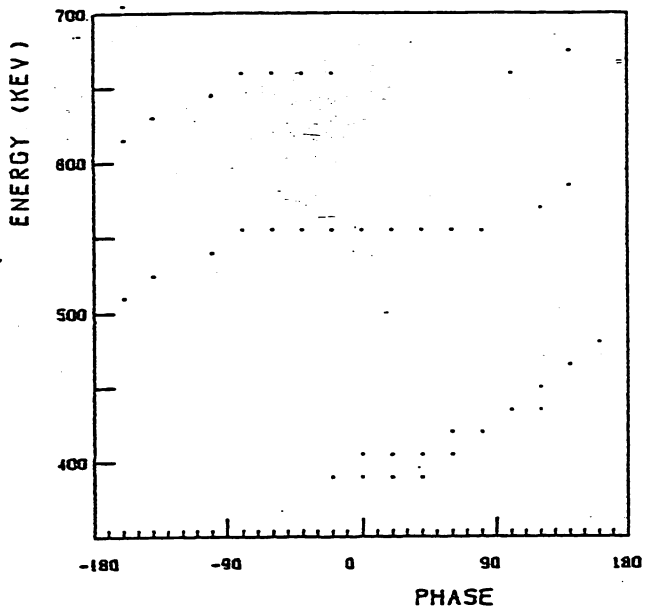


図 1  $\gamma$ 加速の電場分布で、電場を1.3倍とした時の capture の位相範囲と入射エネルギー

図 2 図 1 の 555 keV 入射の附近の詳細

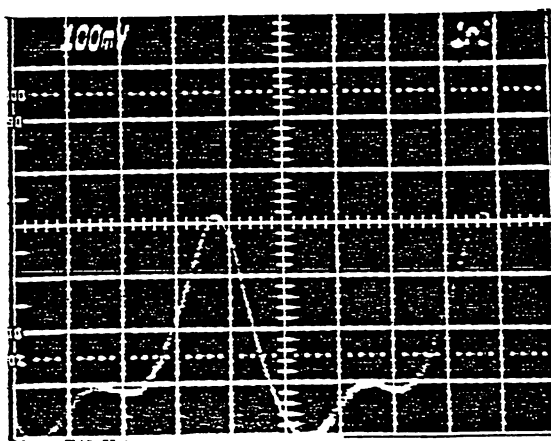
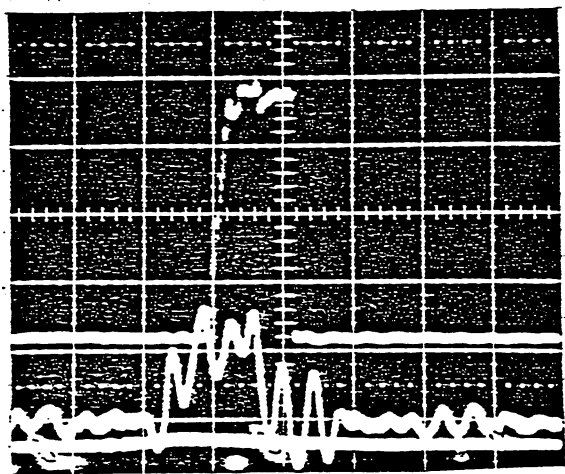


図 3 入射エネルギーが 761.8 keV の時の リニアック の出口 (上: bunch monitor 50 $\Omega$  終端, 20 mV/div.) と 入口 (下: CM-7, 20 mV/div.) 時間軸: 5  $\mu$ s/div.

図 4 図 3 の時の bunch. 時間軸: 1 ns/div. 縦軸: 100 mV/div.

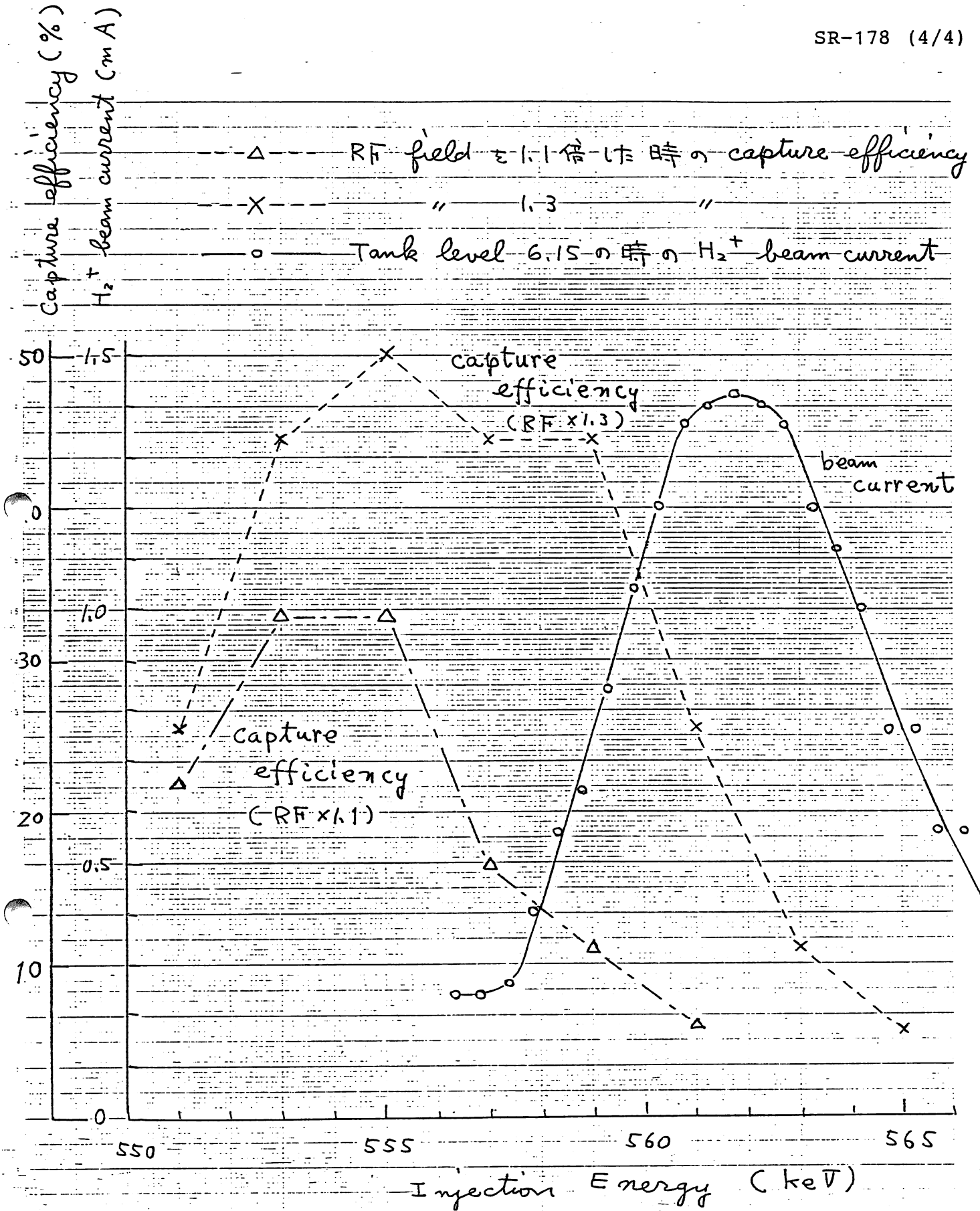


図 5. 入射エネルギーに対する linac 出口の  $H_2^+$  電流の測定値と, capture efficiency の計算値.