

# Acceleration Characteristics of the T.I.T. Heavy Ion Linac

T.Hattori, K.Sato, H.Suzuki, S.Noguchi and E.Arai

Research Laboratory for Nuclear Reactors,

Tokyo Institute of Technology.

Ohokayama, Meguro-ku, Tokyo 152, Japan.

## Abstract

A Heavy Ion Linac "TILAC" was constructed and accelerated ion beams such as H, C, O, Cl. The machine accelerated particles with charge to mass ratio of  $1 - 1/4$  injected at 240 keV/u up to 2.4 MeV/u. Transmission exceeding 30 % has been obtained for injected proton dc beam. The acceleration characteristics agree well with a computer simulation.

## 1. はじめに

小型タンデム・ペレトロン加速器を入射器とした、インターデジタル・H型線型加速のシステムが完成した。タンデム・ペレトロン入射器からの核子当り240 keV (240 keV/u)の重イオンをカーボン・フォイルで荷電変換し $\epsilon$  (荷電数/質量数) =  $1/4$ 以上のイオンを第1線型加速器でさらに2.4 MeV/uまで加速する。現在までP, C, O, Clを加速することに成功した。以下に建設した線型加速器の高周波特性、電場分布について、又イオンを加速した時のビーム加速特性等について述べる。図1に重イオン加速器の全体図と主要パラメータを示す。

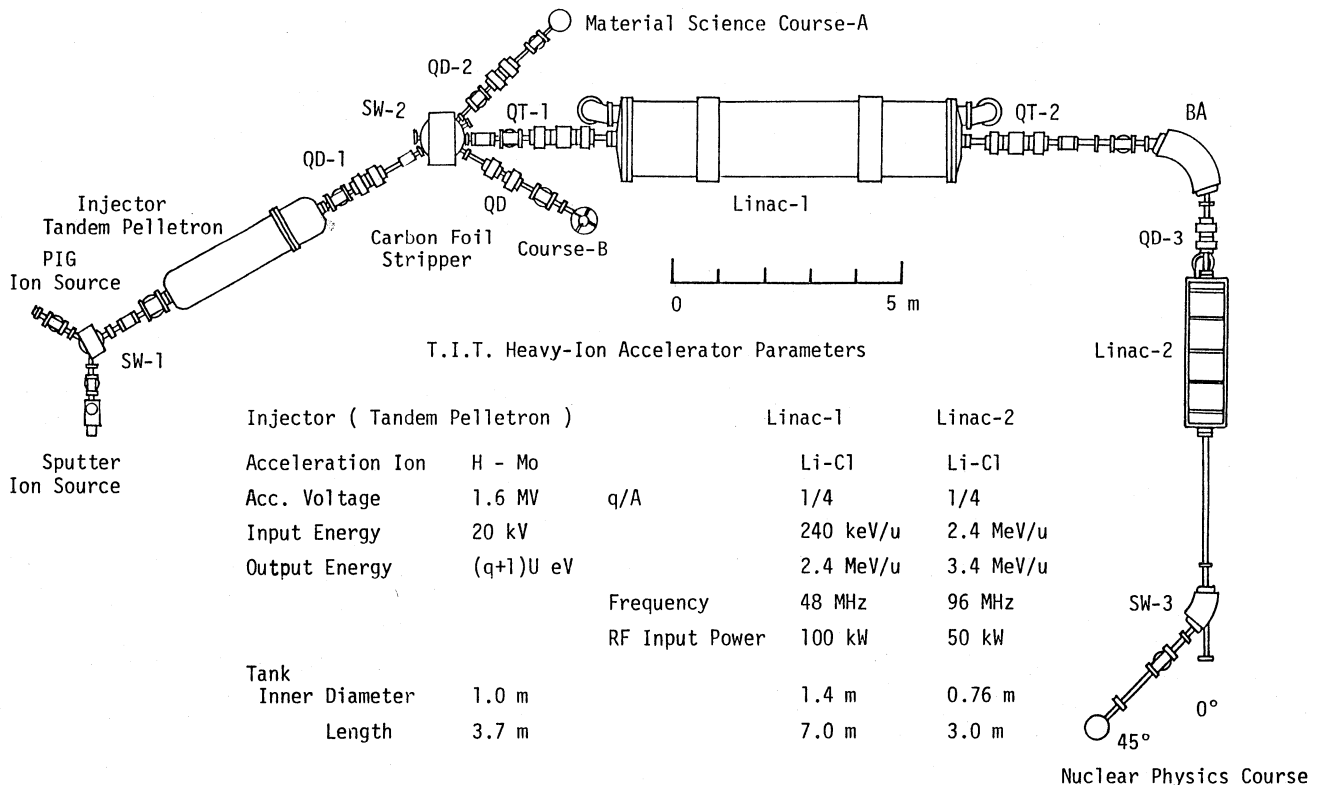


図1

Layout of T.I.T. heavy-ion accelerator system

## 2. 加速空洞の高周波特性

内直径1.4m、長さ7mの空洞に45個のドリフト・チューブを加速軸に沿って0.1~0.5mm及び軸の直角方向に±0.1mmの精度でそれぞれをセットした。

第2図に加速空洞内部の写真を示す。

加速空洞の高周波特性をローパワー回路系で測定した。

共振周波数は設計値より約0.5MHz低い48MHz、Q因子は予定値より30%程度高い21500の値を得た。パータービン・ボール法による電界分布の測定結果を図3に示す。実機設計時に一部加速構造を変更したことで、4分の1スケール・モデルとは正確に同じでなくなった。

可動ウィング・チューナを調整しても予定電界分布に対し、後段セルの加速ギャップでは△印の様に電界が低下している。リッジ、エンドの切りかきを4cm大きくする調整で□印の様にデザイン値にかなり良く近づけることが可能である。現在はこの調整を行っていないため、加速器の加速特性にどう影響するかが興味あるところである。

加速空洞の真空引き、ドリフト・チューブ挿入四重極電磁石の冷却、励磁テストに続き、高周波電力の入力テストを行なった。数10W入力でマルチパクトリング現象が発生し、約20時間でこれを乗り越え、数kW入力が可能となった。現在CW25kWパルス60~70kW入力の運転を行なっている。



図2 加速空洞内部の写真

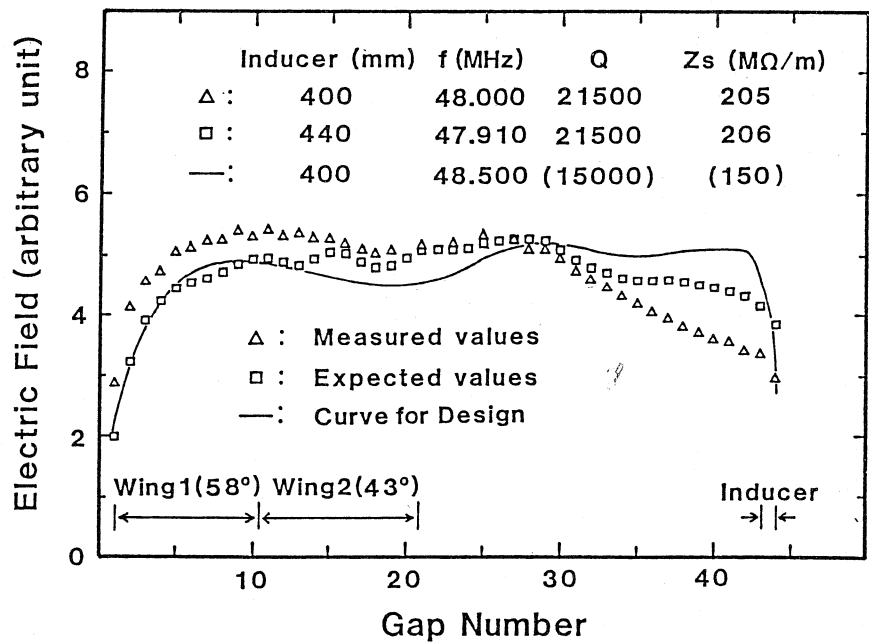


図3 電界分布の実測値、設計値、予想値。

### 3 線型加速器の加速特性

東工大IH線型加速器で現在2.4MeV/uまで加速された重イオンは $C^{4+}$ 、 $O^{5.6+}$ 、 $Cl^{9.10+}$ である。

基礎データを得るために陽子を加速して、入射ビームのエミッタンス、出射ビームの透過効率、エミッタンス、運動量スペクトル、バンチビームの時間構造等を、高周波電力パワー、入射エネルギー等のパラメータとして測定した。 加速透過効率と高周波電力の関係を図4に示す。

設計値を十分満足する30~40%の値を得た。 建設された実機の共振周波数、電場分布の実測データを使って、粒子の計算機シミュレーションを行なった。 一例として加速電圧を変えた場合の出射イオンのエネルギースペクトルを図5に示す。

上段が実測値で、下段がシミュレーション結果である。 図5に示す様に計算値と測定データは非常に良く一致している。 このことより実効加速電力効率(エフェクティブ・シャントインピーダンス)は約180M $\Omega$ /mと決定された。

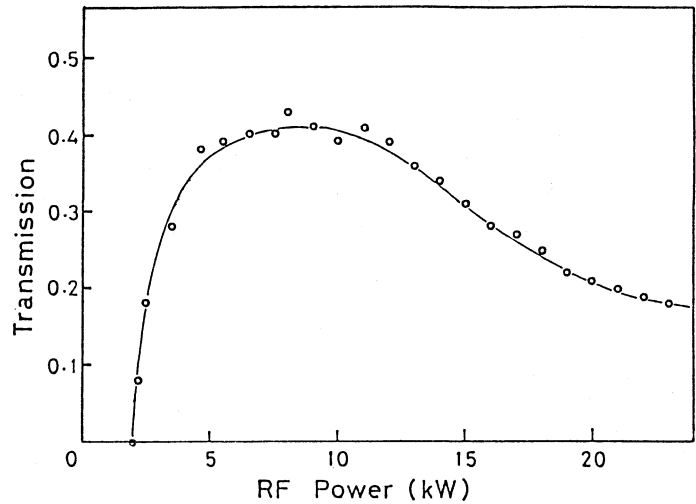


図4 加速透過率と高周波電力の関係

### 4 まとめ

本線型加速器は実用機で始めて建設されたものであるが、加速透過率は30~40%と設計値を十分満足したものであった。 加速電力効率も、このエネルギー領域で他の方式に比較して3~4倍高いもので、高性能の主加速器になり得る線型加速器がここに完成した。 高周波パワーは、CW運転で100kW入力がこれからの問題である。

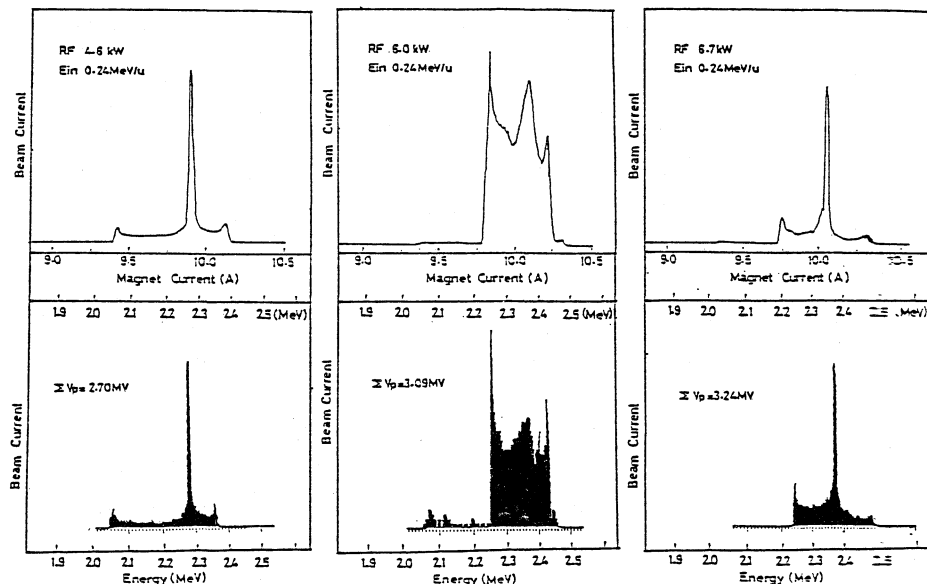


図5 イオンのエネルギー分布の実測値(上)と計算値(下)