

20-P26

# Carbon Ion and High Intensity Acceleration Test of TIT Heavy Ion RFQ Linac

M. Okada, T. Hattori, Y. Oguri, M. Okamura,  
K. Sasa, T. Itoh, T. Katayose, H. Tomisawa,  
T. Nakamura, K. Satoh<sup>1)</sup>, O. Takeda<sup>1)</sup>

Research Laboratory for Nuclear Reactors  
Tokyo Institute of Technology  
Oh-okayama 2, Meguro-ku, 152, Tokyo, Japan  
<sup>1)</sup> Toshiba Corporation  
2-4, Suehiro-cho, Tsurumi-ku, Yokohama 230

## ABSTRACT

The RFQ Linac at Tokyo Institute of Technology (TIT-RFQ) was constructed and acceleration test of ion beams  ${}^4\text{He}^+$  and  ${}^{12}\text{C}^{2+}$  was performed. The linac was designed to accelerate particles with charge to mass ratio ( $q/A$ ) of 1-1/16 injected at 5keV/u up to 214keV/u. As the result of acceleration test, beam transmission was 89% for a low beam current. It is nearly design data 91% and the acceleration characteristic agrees well with a computer simulation.

## 東工大重イオンRFQ線形加速器の炭素加速試験及び高強度加速試験

### 1. はじめに

東工大RFQ型線形加速器は、重イオン慣性核融合の基礎研究及び重イオン励起レーザーの研究を目的として製作された4ベイン型RFQで、電場の高次成分を考慮に入れて設計が行われた。<sup>[1]</sup>その設計性能を(表1)に示す。

本加速器は昨年秋に完成し、現在、設計性能を目指して調整・試験の最中であり、今回はそのうち $\text{He}^+$ 小電流時の透過効率等の測定及び $\text{C}^{2+}$ の加速試験について報告する。

### 2. 加速特性試験の結果

今回の実験では、図1の様にイオン源とし

Charge-to-mass ratio	$\geq 1/16$
Operating frequency (MHz)	80.9
Input energy (keV/amu)	5
Output energy (keV/amu)	214
Duty factor (%)	10
Transmission (%)	
Neglecting the higher order mode	
0mA input	91.6
10mA input	72.4
Considering the higher order mode	
0mA input	91.8
10mA input	68.4

表1 RFQ設計性能

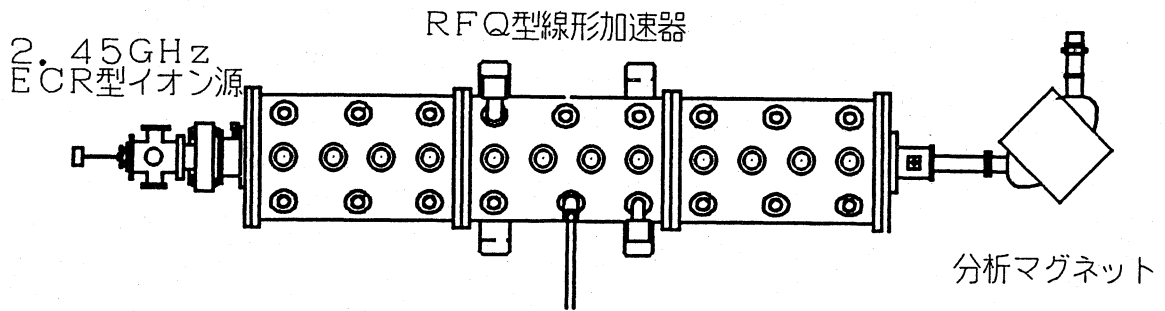


図1 RFQ加速試験用システム

て、2.45 GHz小型ECRイオン源を用い、また、出射側には90°の分析マグネットを配置し、その磁場を変えることにより出射粒子の運動量分析を行った。

最初に、He<sup>+</sup>小電流での透過効率について述べる。図2は、高周波電圧と加速されたビーム電流との関係のグラフで、電流値は最大値を1として規格化してある。また、この時のビームの運動量分布を図3に示す。これから求めたシャントインピーダンスは25.7MΩ/mである。

入射電流38μAの時、入射ビーム電流と分析後のビーム電流から求めた透過効率は38%であり、かなり低い。しかしながら、この入射ビームにはRFQのアクセプタンスに入っていない粒子も多数含まれている。そこで、入射ビームのエミッタンス測定データをもとにアクセプタンス内のビーム電流を計算すると、全ビームの42%という結果が出た。これを用いて改めて計算した場合、透過効率は89%となる。これは設計値の91%に極めて近い値であった。図4は入射電圧とビーム透過率のグラフである。

次に、C<sup>2+</sup>の加速試験について述べる。図5は原料ガスにCO<sub>2</sub>を使用し、V<sub>acc</sub>=20kVでの運動量スペクトルで、RFQを停止させた状態で透過してきたビームを出射側の分析マグネットで分析したものである。ビームの総電流の比から入射ビームは測定値の約200

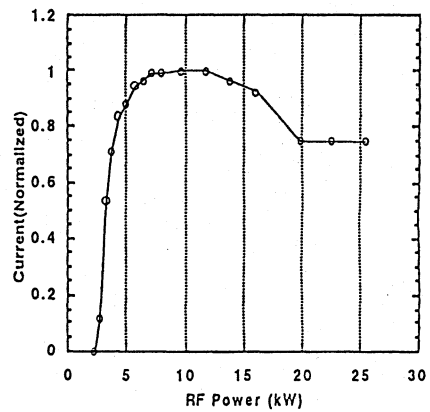


図2 高周波電力とビーム電流

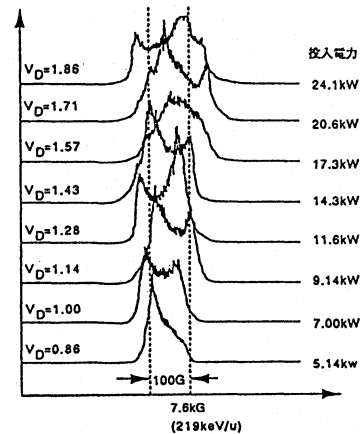


図3 加速粒子の運動量分布

倍と考えられるので、C<sup>2+</sup>の入射ビーム電流は8nAとなる。

このビームを、加速するに当ってRFQの入射エネルギーは5keV/uなので電荷質量比(=q/A)1/6のC<sup>2+</sup>の場合必要な入射電圧は30kVである。しかし、イオン源が28kVで放電を始めてしまうため、実際にはV<sub>acc</sub>=28kVで入射した。このビームをDuty=6%、RF Power=24kWで

加速した結果が図6であり、出力ビームとして0.4nAが測定できた。

### 3. まとめ

この試験により、小電流時における透過効率は89%と言う事ができ、設計性能の91%に非常に近い値を得た。また、 $C^{2+}$ により、 $q/A=1/6$ までの粒子の加速に成功した。

今回のイオン源では $He^+$ で $40\mu A$ しか得られない為、高強度での透過効率は測定できなかった。しかし空間電荷等の影響を測定するには高強度での試験は不可欠である。空間電荷の影響に関しては、本加速器の設計値である $O^+ 10mA$ は、 $He^+ 2.5mA$ に相当するので、中多価用高強度ECRイオン源<sup>[2]</sup>を用いての $He^+ 2.5mA$ のビームでの加速試験を行う予定である。

### 参考文献

- [1] M. Okamura, Y. Oguri, K. Sasa, T. Ito, M. Okada, T. Hattori, O. Tadedo, K. Satoh, T. Miura, Y. Tanabe, N. Tokuda ; Nuclear Instruments and Methods in Physics Reserarch B89(1994)38-41
- [2] 服部俊幸、四十田俊裕 ; 原子核研究 Vol. 37 No. 3 57-60

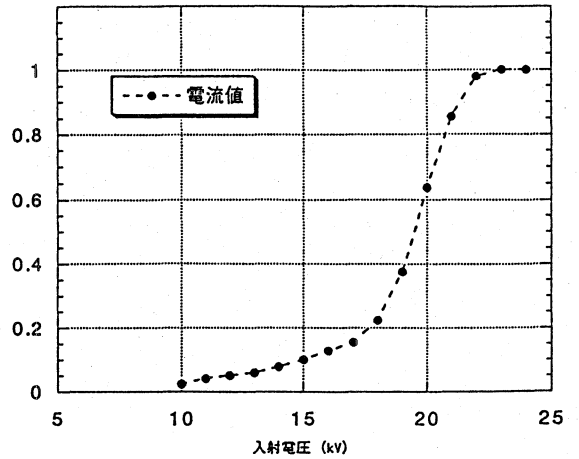


図4 引きだし電圧と加速電流

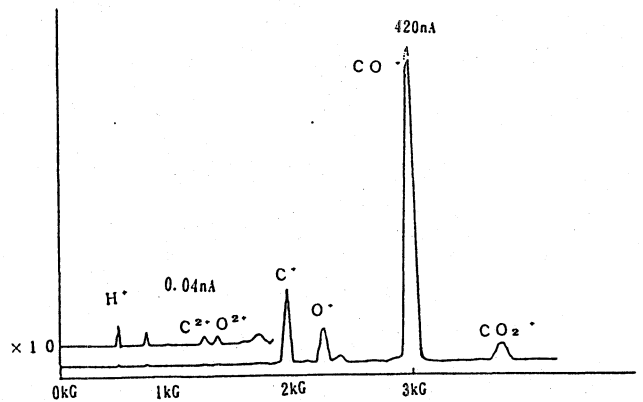


図5  $C^{2+}$ 時のイオン源スペクトル

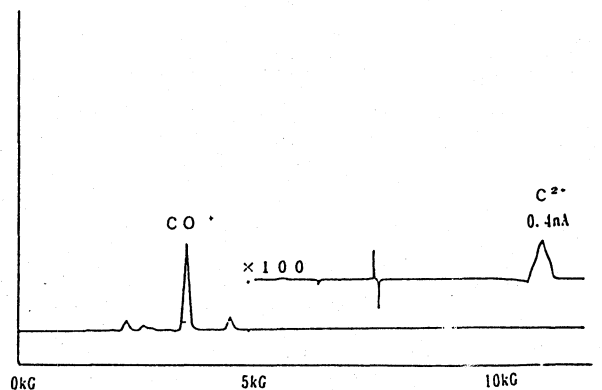


図6 加速された $C^{2+}$ のスペクトル