

# Acceleration Characteristics of RFQ Linac 'TALL'

K.Sawada, N.Ueda  
 Institute for Nuclear Study, University of Tokyo  
 S.Yamada  
 National Institute of Radiological Science

## Abstract

Acceleration characteristics of RFQ Linac 'TALL' was tested. The effects of the intervane voltage, the injection energy and the dipole electric field on the characteristics were investigated in detail.

## RFQライナック 'TALL' の加速特性

### 1. はじめに

前回の報告以来、新たに銅ヴェインを装着し、各チェンバの四極子電場を軸方向に± 5%、方位角方向に± 1.5%精度で調整した。さらにイオン源にも改良を加えRFQライナック入口で強度10μA エミッタンス約100 mm·mRd の安定したプロトンビームが得られる様になった。今回は、このプロトンビームを用いてヴェイン間電圧、入射ビームエネルギーや双極子電場成分がトランスミッションや出力ビームの性質に及ぼす影響を詳細に調べた結果について述べる。

### 2. ヴェイン間電圧の出力ビームに及ぼす影響

図1、2に種々なヴェイン間電圧での出力ビームエミッタンス、モーメントムスペクトルを示す。エミッタンスはいずれもRFQ出口から170 mm後方に配置したモニタによって測定した。一般的にRFQライナックではヴェイン間電圧が増加するにつれて、集束係数Bが増大し、エミッタンスダイヤグラムは位相平面上を回転することになる。一方、シンクロトン振動では位相中心が -30° から -90° の方向にシフトし、エネルギー振幅が増大する。今回の測定結果には、これらの傾向が顕著に現れている。

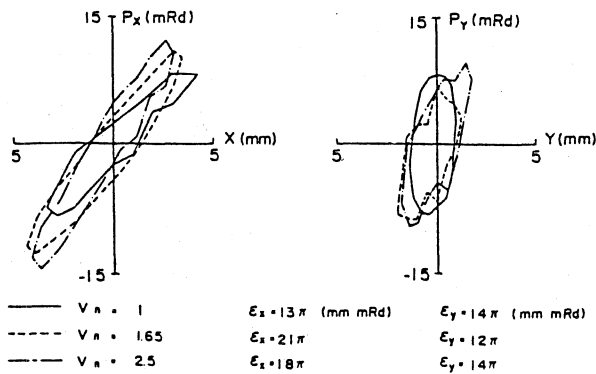


図1 ヴェイン間電圧による出力ビームエミッタンスの変化 (RFQ ライナック出口から170 mmで測定)

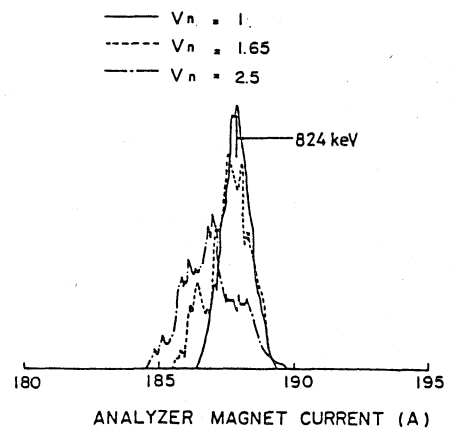


図2 ヴェイン間電圧による出力ビームモーメントムスペクトルの変化)

### 3. 入射ビームエネルギーの加速特性に及ぼす影響

図3に入射エネルギーを正規の値 8.24 keVから± 5%変化させた際のトランスミッションを示す。設計ヴェイン間電圧(規格化ヴェイン電圧  $V_n = 1$ )で、トランスミッションは正規の入射エネルギーで80%を越えているが、入射エネルギーが5%高い場合には70%また5%低い場合には50%へと減少した。ヴェイン間電圧が増加するにつれて、いずれも95%程度のトランスミッションが得られた。これらの傾向は'PARMTBQ'の計算結果と良く一致している。

$V_n = 1$ での出力ビームエミッタンスは図4に示す様に入射エネルギーのミスマッチによって増大する傾向がみられた。また、モーメントムスペクトルでは、異なるモーメントム分布のスペクトルが観測された。(図5)

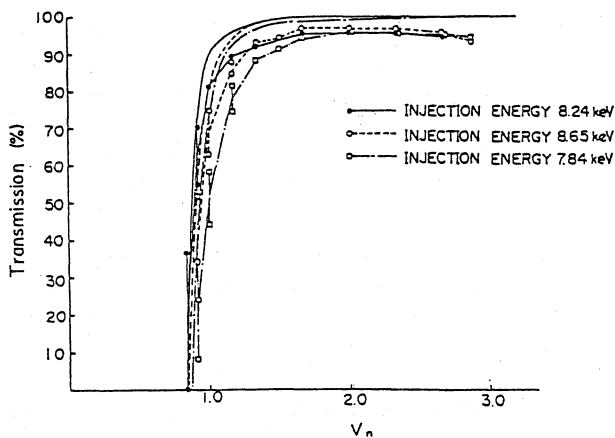


図3 種々の入射エネルギーによるトランスミッションと'PARMTBQ'による計算値(曲線)

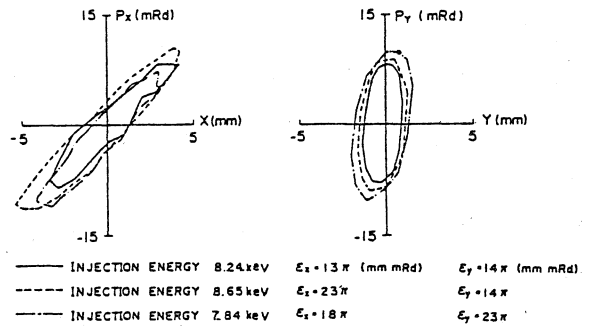


図4 入射エネルギーによる出力ビームエミッタンスの変化 ( $V_n=1$ , RFQ 出口から170 mmで測定)

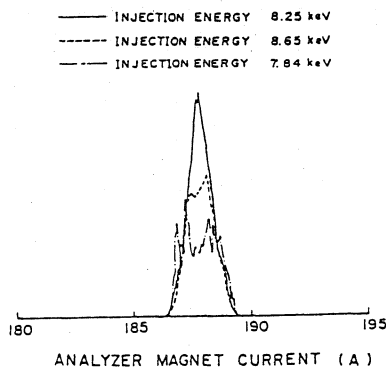


図5 入射エネルギーによる出力ビームモーメントムスペクトルの変化

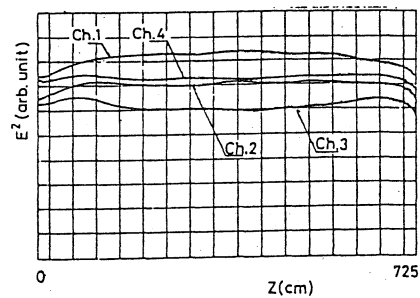


図6 チューナによって導入された双極子電場

#### 4. 双極子電場成分の加速特性に及ぼす影響

RFQライナック4個のチェンバには各々4個の周波数調整用チューナが配置されている。これらのうち、1個のチェンバに配置した4個だけを駆動すれば、四極子電場に対して軸方向にほぼ均一に最大7%の双極子電場が形成される。(図6) 図7には、この様にして3.5%、7%の双極子電場を導入した場合のトランスミッションを示した。トランスミッションは、双極子電場の存在によって、 $V_n = 1$ の際若干低下するが、ヴェイン間電圧の上昇とともに95%へと増加した。また、出力ビームのエミッタンス、モーメントムスペクトルともこの影響をほとんど受けなかった。(図8、9)

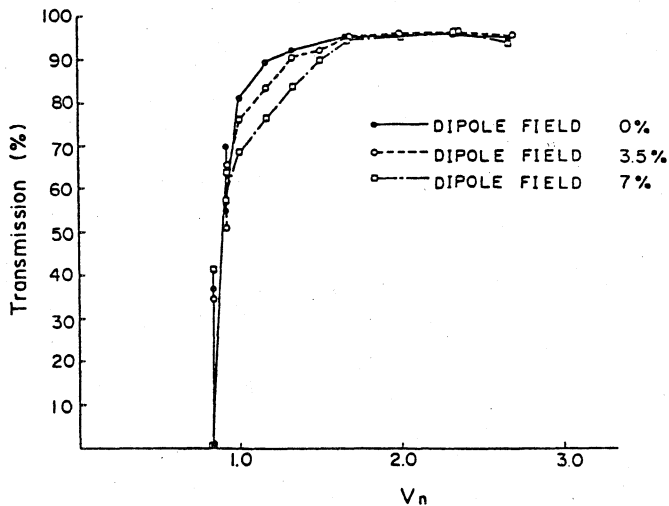


図7 双極子電場成分が存在する時のトランスミッション

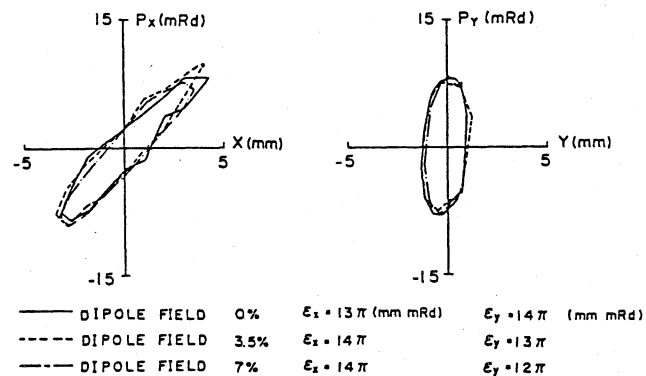


図8 双極子電場成分が存在する時の出力ビームエミッタンス ( $V_n=1$ , RFQ 出口から170 mmで測定)

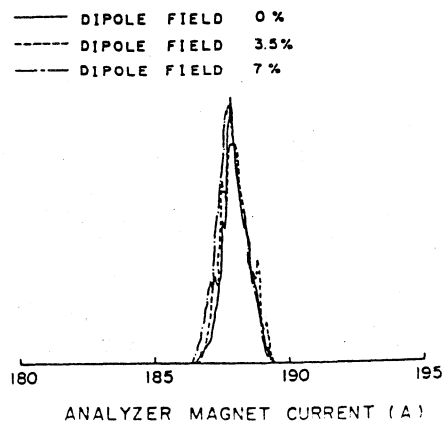


図9 双極子電場成分が存在する時の出力ビームモーメントムスペクトル ( $V_n=1$ )

#### 5. おわりに

今回のテストでは、数パーセント程度の入射エネルギーミスマッチや双極子電場が加速特性に及ぼす影響を調べた。今後、これらに対する定量的評価を計算コード'PARMTBQ'のシュミレーション等によって進めていく予定である。