

Development of IHQ Linac (III) - 2 MeV proton Prototype Linac -

H. Suzuki,* T. Hattori, H. Muto, and T. Fukushima**

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology

* National Institute of Radiological Sciences

** Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

Abstract

Characteristics of an interdigital-H type structure with focusing finger electrodes (IHQ) are studied. The prototype linac is designed to accelerate protons from 0.8 to 2.0 MeV and is under construction.

1. はじめに

高加速電力効率のインターデジタルH構造に収束力の強い高周波四重極電場（フィンガー付ドリフトチューブ）を持たせ両者を組合わせて中エネルギー領域加速を狙ったIHQ型線型加速器の開発研究を行なっている。研究方法として以下の順番でプログラムを進めている。

1. フィンガー付モデルIH共振空洞の製作
2. 四重極電場の磁石モデルによるシミュレーション, 多重極磁場成分の測定, ギャップの磁場分布測定 (加速, 四重極)
3. モデル共振空洞による電場分布とシャントインピーダンス (Z_s) の測定
4. RFQ収束によるIHQ型の加速特性の解析的検討, シャントインピーダンス特性の検討
5. 数値解析による粒子の軌道計算
6. プロトタイプ加速器の1/2スケールモデルの設計製作と電場測定
7. 陽子加速プロトタイプIHQ型線型加速器の設計製作
8. プロトタイプIHQの真空, チューナ等のテスト及び電場測定
9. 陽子加速テスト装置用各種モニター, RF高周波電源, 同期安定運転エレクトロニクス等の製作, 整備
10. 陽子加速, 特性テスト

昨年は4~6ぐらいを報告, 今回は7~9に付いて報告する。

2. プロトタイプIHQ線型加速器の製作

1/2スケールモデルの測定結果にもとずき設計し, 組立ての容易さから空洞は上下タンクと中間リッジ板の3枚下ろし構造とした。ドリフトチューブ軸中心で ± 0.1 mmが保障される様に工作精度を決めるとともに, 精度の有るロッドで軸出しを行なった。空洞は $30\mu\text{m}$ 以上の銅メッキを施した鉄製, フィンガー付ドリフトチューブはNC工作機械により銅製一体構造で製作した。

この加速空洞は電場，周波数粗調整の二台の手動容量性チューナ，周波数微調整用パルスモータ駆動の誘導性チューナ，二個のピックアップ用ループ，RFカップラー，3個の覗き窓，6インチの真空排気ポートを装備している。

加速空洞上下タンクはチャンネルを溶接して冷却，中間板はドリル穴工作により直接冷却，ドリフトチューブはシステムを通して銅の熱伝導で冷却を行なう。鉄中を冷却水が流れるため，市水を垂れ

流しする予定である。メッキ前中間板とドリフトチューブ組立て時の写真を図1に示す。図2に組立た prototypes IHQ型線型加速器を示す。

3. 加速空洞各種テスト結果

真空テストは工程毎に行ない銅メッキ前，1～2日を500 l/sの分子ポンプで引いて 3×10^{-7} Torr，メッキ後同じ条件で 5×10^{-7} Torrと成り大学へ移動した。分子ポンプ1台で十分 10^{-7} Torrだいを保てるであろう。

加速空洞の共振周波数は入射器に予定している東大核研RFQ線型加速器TALL共振周波数101.3MHzに容量性チューナで合せる事が出来た。Q値は11000であった。電場分布はパータービング法で測定しデザイン値にほぼ近い分布になった。

4. プロトタイプIHQ線型加速器陽子加速テスト装置

入射器として核研RFQ線型加速器TALLを初段に借用し，IHQ線型加速器の陽子加速テスト装置を現在建設中である。各種モニターの製作，FM放送機を改修しRF高周波源の整備等を完了した。両線型加速器のマッチング，同期連動運転のこと等陽子加速特性試験を今年秋までに完了しようとしている。図3にプロトタイプIHQ線型加速器の2MeV陽子加速テスト装置の配置とその主要パラメータを示す。

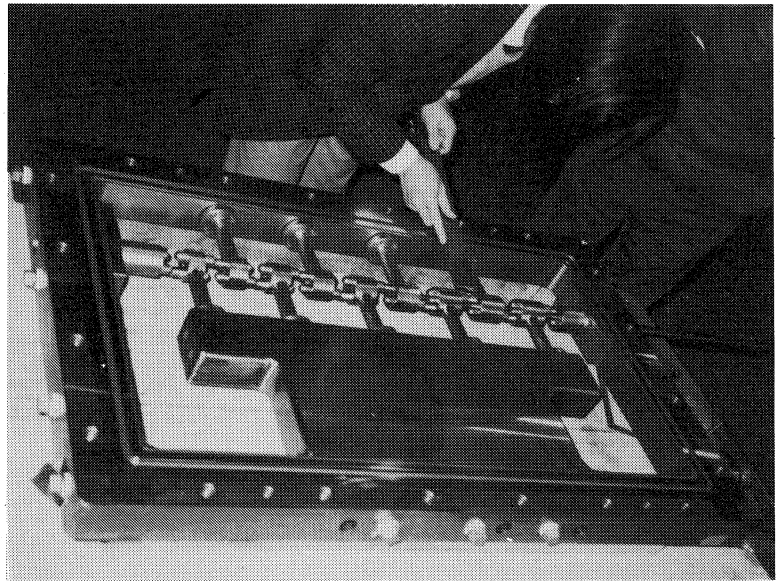


図-1 製作中の中間板とドリフトチューブの写真

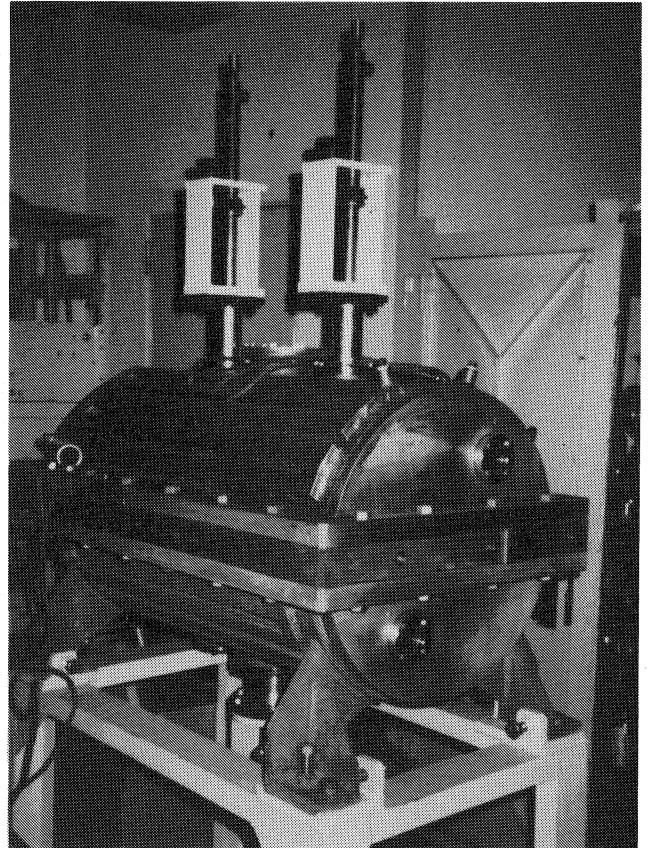


図-2 組立た IHQ型線型加速器

プロトタイプ IHQ 型線型加速器陽子加速テスト装置主要パラメータ

イオン源	コンパクト ECR 型イオン源	陽子	1 mA
加速構造	RFQ 型 (TALL)	IHQ 型	
加速イオン	陽子 (~Xe)	陽子	
荷電数 (q) と質量数 (A) の比 q/A	1 / 7 以上	1 以上	
入射エネルギー - (核子当り)	8 keV/u	0.8 MeV/u	
出射エネルギー - (核子当り)	0.8 MeV/u	2.0 MeV/u	
最大加速電圧	0.8 (×7) MV	1.2 MV	
加速比	0.11 (0.76) MV/m	1.3 MV/m	
加速周波数	101.3 MHz	101.3 MHz	
加速安定位相	-90 ~ -30 deg.	-30 deg.	
最大高周波入力パワー	3.6 (180) kW	16 kW	
加速電力効率 (Z (eff))	24 MΩ/m	130 MΩ/m	
加速空洞 長さ	7.3 m	0.92 m	
直径	58 cm	54 cm	

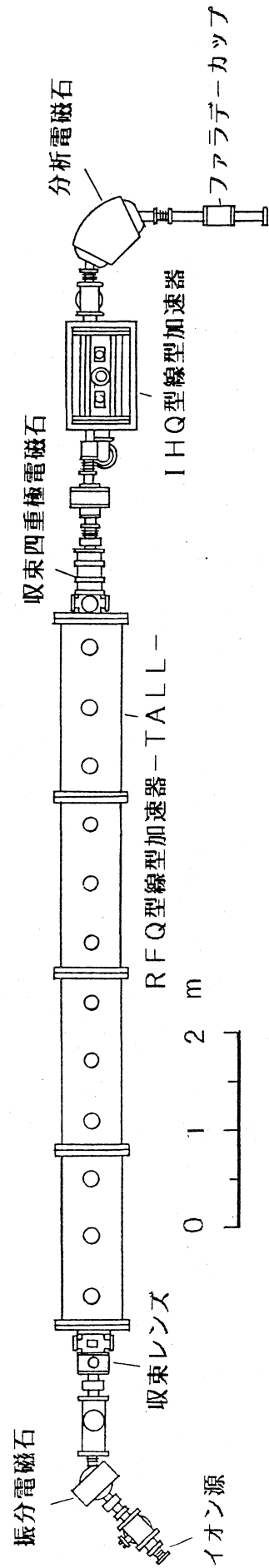


図-3 プロトタイプ IHQ 型線型加速器陽子加速テスト装置の配置