

Development of IHQ Linac (V)  
(Acceleration Test of 2MeV Prototype Linac)

Toshiyuki Hattori, Masahiro Okamura, Hideshi Muto,  
Hiromitsu Suzuki<sup>a</sup>, Toshitaka Fukushima<sup>b</sup> and Nozomu Ueda<sup>b</sup>

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology  
National Institute of Radiological Science<sup>a</sup>  
Institute for Nuclear Study, University of Tokyo<sup>b</sup>

ABSTRACT

Characteristics of an interdigital-H type linac structure with focusing finger electrodes (IHQ) are studied. A prototype IHQ linac was designed and constructed to accelerate proton from 0.8 to 2.0 MeV. An acceleration stand for the IHQ linac has been constructed and the linac has successfully accelerated beams.

I H Q型線形加速器の開発研究 ( V )  
( 2 M e V プロトタイプ I H Q Linac の加速テスト )

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（フィンガー付きドリフトチューブ）を持たせ両者を合わせて中エネルギー領域加速を狙ったIHQ型線形加速器の開発研究を行っている。

IHQ型の有効性を実証するため陽子を0.8 MeVから2 MeVまで加速するプロトタイプIHQ型線形加速器を製作し、加速テストを計画した。プロトタイプIHQ型線形加速器のパラメータを表に示す。プロトタイプ加速空洞の諸特性テスト後、加速テス

Table Parameters of Prototype IHQ Linac

Acceleration Particle	Proton
Energy Input	0.8 MeV
Output	2.0 MeV
Operation Frequency	101.5 MHz
Synchronous Phase	- 30°
RF Power	16 kW
Effective Shunt Impedance	132 MΩ/m
Number of Cell	10
Focusing Sequence Element	FD RFQ with Finger
Drift Tube Bore Diameter	16 mm
Outer Diameter	48 mm
Stem Diameter	24 mm
Gap Distance	40 mm
Voltage	145 kV
Tank Inner Diameter	54 cm
Length	92 cm
Ridge Width	6.4 cm
Length	72 cm
Height	27 cm
Vacuum System	520 1/s TMP

ト装置に組み込み入射器である東大核研RFQ型線形加速器TALLとの2台の線形加速器によるタンデム運転を実現した。IHQ加速器で加速された陽子のエネルギー分析を行い加速テストに成功した。2台の線形加速器によるタンデム運転のこと及び加速テスト結果について報告する。

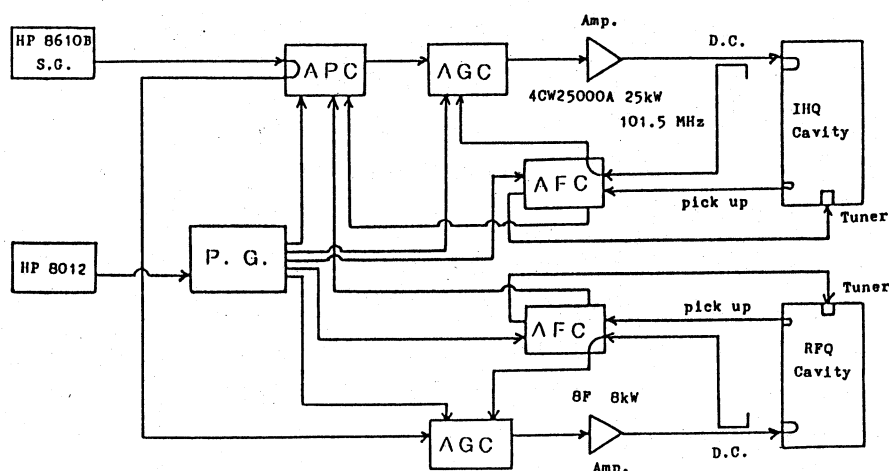


図-1 Block Diagram of Automatic Tuning System of Two Linacs

## 2. 2台の線形加速器による大電力タンデム運転

入射器とIHQ型線形加速器の2台の線形加速器のタンデム運転を実現するために、同期連動用自動周波数制御(AFC)回路、自動高周波出力制御(AGC)回路、及び線形加速器間の自動位相制御(APC)回路等を製作し性能テストを行った。図1に同期運転のブロック図を示す。各種の制御回路による低及び大電力単独テスト、低電力によるタンデム運転テストに成功したが、大電力によるタンデム運転を行うと互いに影響しあって非常に不安定に成ってしまった。これは高周波源の低電力部に他RF電源の高周波がのることに起因していることが判明したので、低レベル回路類のシールド、低レベル増幅系の配置交換することで不安定性を回避することができるようになった。その結果大電力タンデム運転に成功した。

## 3. 陽子加速テスト

IHQ型線形加速器のCW運転は可能であるが、発生放射線の関係でパルス運転を行った。RFのパルス幅1ms、くりかえし20msの50Hz運転でデューティ・ファクター5%の陽子加速に成功した。2台のAFC回路、2台のAGC回路、1

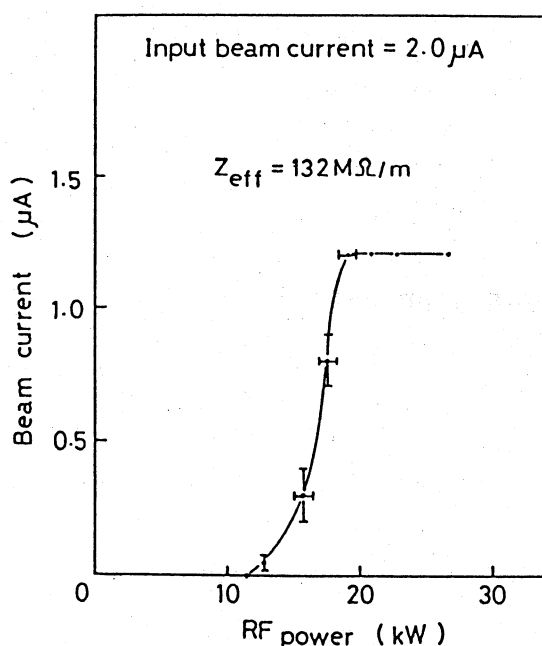


図-2 Intensity of 2MeV proton vs. RF power

台のAPC回路によりかなり安定にSF-ECRイオン源からの陽子を2台の線形加速器のタンデム同期運転により加速した。運動量分散160cmの90°偏向ビーム分析系でIHQ型線形加速器からの2MeV陽子の運動量分布を測定した。IHQ型線形加速器に2μAの陽子を入射した場合に、2MeVに加速された陽子ビームの電流量をRFパワーの関数として測定した結果を図2に示す。この測定結果により安定位相0°で加速されるRFパワーとして11.4kWが検出され、プロトタイプIHQ型線形加速器の実効シャント・インピーダンスは132MΩ/mと算出された。図3にIHQ型線形加速器への高周波入力パワーと出射陽子のエネルギー分布のかんけいを示す。高周波入力パワーを増していくと出射陽子の中心エネルギーはいくぶん増加するが、20kW以後エネルギーが収束してくることがわかる。このことは正常加速電力パワーの1.6倍である21kWぐらいでエネルギーが急速にパンチするとする粒子の軌道シュミレーション結果に一致している。入射線形加速器とIHQ型線形加速器間の自動位相制御(APC)回路の位相を変えてIHQ加速器からの出射陽子の電流量を測定した結果を図4に示す。APC回路が有効に働いているとともに出射電流が半減する位相差は約±20°であることがわかった。

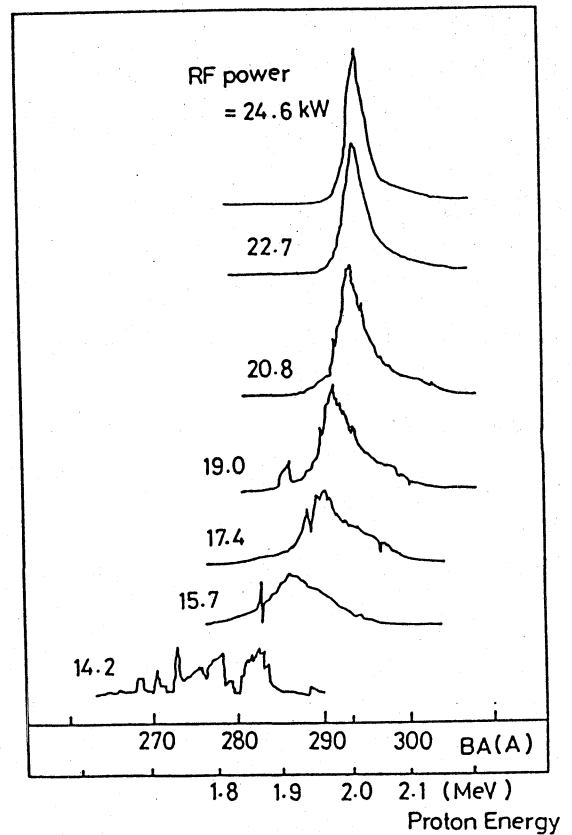


図-3 Output proton energy spectrum

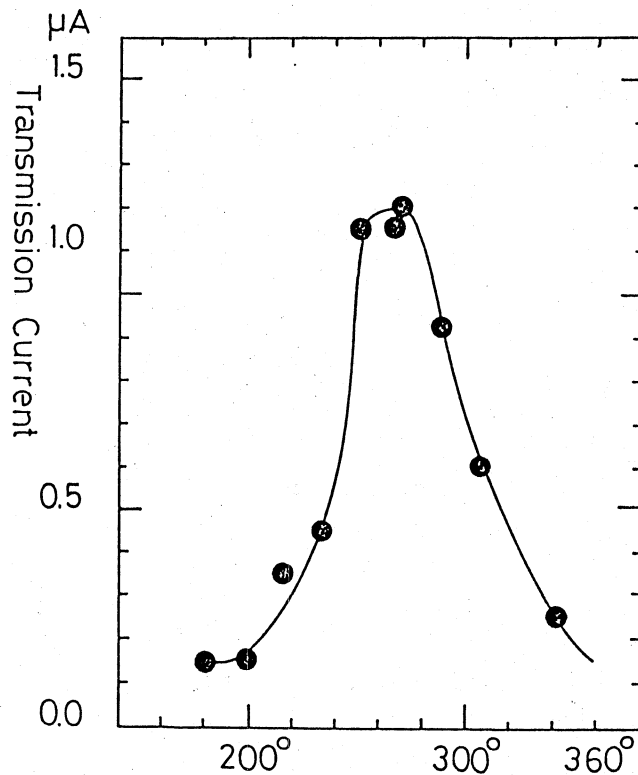


図-4 Phase of APC