

20a-1

## Present Status of the TOHOKU 300 MeV Linac

Akira KURIHARA, Masakatsu MUTOH, Masayuki OYAMADA  
Shigekazu URASAWA, Shigenobu TAKAHASHI, Tadahiro OONUMA  
Toshiharu NAKAZATO and Yoshinobu SHIBASAKI

Laboratory of Nuclear Science, TOHOKU University  
1-2-1 MIKAMINE TAIHAKU-KU, SENDAI 982 JAPAN

## Abstract

The TOHOKU linac has been operated since 1967 and it has been operated about 3,000 hours. The linac was successfully operated by controlling temperature with taking the outside air in the Klystron room during renewal work of the refrigerator. We make efforts to find early the malfunctioning point related to high voltage, cooling water and heat generation as it takes long releasing time. A situation not to need long repairing time was completed by using the same electric power supply, the same products and same electric module etc.

## 東北大リニアックの現状

## はじめに

リニアックは、これまで年間約3,000時間の運転をおこなっていたが、維持費の効率的使用のために夏期2ヶ月<sup>(1)</sup>と世界的なフロン禁止の広がりによる空調用冷凍機<sup>(2)</sup>(フロン使用)の更新工事での1ヶ月が運転停止になった。後期マシンタイム採択は、更新の詳細が判った時点で採択した。実験課題採択数は237+2シフト(前年度は200シフト)であった。

クライストロン室と実験室の空調ができない冷凍機撤去中は、リニアックの各種工事をおこなった。また、空調の制約を受ける数ヶ月は、クライストロン室温度を外気導入で温度制御<sup>\*1</sup>できるように調和機を整備した。室温上昇時は、リニアック運転の一時停止の措置をとることにした。さいわい寒い時期だったので温度制御はうまくいき、リニアック運転は支障なくできた。本体室は再循環方式で室温が高めであったが、支障はなかった。この結果、実験シフト数にして約240シフトを実施(第1表参照)した。これは、実験がマシントラブルで中止したシフト(1シフト約12時間)は含まれていない。

保守は月2回の定期点検日と偶数月の1週間の工事、夏期停止期間である。夏期停止期間は電力量低減と室内の湿度で工事内容が制限される。

施設では、効率の良い昼夜連続で実験をおこなっている。実験中のリニアック運転監視は実験者が担当し、長時間のビーム維持運転

の軽減のため、従来からリニアックの操作性の向上と安定性の改善に、また故障の早期発見に力を注いできた。

リニアックは、安定な運転にかなり改善できた。また、空調の運転と監視は委託業者がおこなってきたが、実験延長や急な変更時に対応できず、制約を受けていた。今回の更新で、空調の勤務は冷温水発生機設備が高信頼であること、故障時に自動停止できることが決め手になり日中だけの勤務にした。また、従来の設備は日中に充分点検・整備をすることで夜間、延長運転に備えるようにした。これらで、制約が解消され実験実施により易しい状況になった。

第1表 実験実施状況。

年度	原子核	中性子	R I	その他	実施	返上
'82	135	36	47	29	247	1
'83	149	36	38	14	237	4
'84	144	34	42	20	240	
'85	149	46	42	16	253	1
'86	145	43	43	3	234	3
'87	172	39	42	11	264	
'88	116	40	47	24	246	
'89	136	32	46	31	245	
'90	131	36	46	46	259	2
'91	144	28	37	40	249	
'92	108	21	37	39	205	2
'93	126	22	33	58	239	5

## 機器の整備状況

パルサー関係は、シャットダウンの回数の多いクライストロンパルサーの点検で高圧ケ

\*1 第1図 ダンパー制御構成図

ープル2本とシャントダイオードの故障を見つけ事前に交換修理した。クライストロン集束コイルやクライストロン冷却水の水漏れ早期発見のため点検をおこなっている。また、パルサーのVAPOダイン温度センサーは誤差が大きくなり、VAPOダイン故障表示で停止する頻度が多くなった。温度センサーは、経年変化が大きいのでセンサー（5台）を交換した。

加速管列冷却水の流量計の故障が多々起きている。原因は、パドルの破損やチャタリングの感知、対策は、水質・構造・ソフトウェアなどいろいろあり、良い流量計は見つからない。

ほぼ同時期に分析電磁石電源のチョークコイル2個の焼損と分析電磁石切替スイッチの異常加熱が起こった。電源の応急手当後の運転に磁場測定の表示が度々変動した。このため分析電磁石電源に新チョークコイル取り付け調整と性能試験\*2（測定結果：安定度 $5 \times 10^{-5} / 3.4 \text{ Hr}$ ）を依頼した。現在磁場の変動は観測できない。また、分析電磁石の切替スイッチは、電磁開閉器を使用した方式をとり更新した。

立体回路関係は加速管列A部のRF窓の交換をおこなった（前回は1985年）。加圧系は、導波管や移相器、RF窓フランジ部にSF<sub>6</sub>ガス（6弗化硫黄ガス）漏れがあり、修理や交換をした。そろそろ導波管を系統別に更新する必要があると思われる。現状では、SF<sub>6</sub>ガスの供給が多くなったらリークテストをおこない、交換・修理をおこなっている。

真空系は、加速管列A部のイオンポンプ本体（8台）とポンプ電源の交換を実施した。湿度が低い時期の工事だったので加速管と真空への影響を最小限に抑えられた。イオンポンプ電源は、高電圧をポンプ2台に供給し間に合わせることにした。

冷却系は、配管のピンホールによる漏水のため、ライナック冷却塔給水配管の給水バルブ以降を交換した。VAPOダインの釜に洗浄中に穴が開いたものと使用中にピンホールが生じたものがあり、そろそろ更新する時期にきている。

加速管循環ポンプ更新と一緒に始動・停止時のバルブ操作による事故抑止のため変更した電動バルブ\*2の自動開閉は良好である。また、長年使用しているWG循環ポンプの軸封部での水漏れが酷くなり、ポンプを緊急交換

（85万円）した。これら両ポンプの更新で純水の消費量も少なくなり、純水製造装置の稼働も落ちついている。

制御関係は、制御用計算機の停止が減ったようだ。しかし、停止の原因はまだ不明である。

ドアインターロックは、V系ドアの開閉が現場でわかるように、ドアインターロック電源（NFB）を常時入りにしていたが、ビームコース選択時に度々ロックする頻度が多くなった。このため、確認に時間がとられるのでドア開閉状態を表示する装置を設置した。

入射系の集束コイル更新\*2で、電流値の組み合わせが変わり、ビームの透過が低下し調べたところ、安定点が2箇所あることが判った。

電子銃の交換後、真空の汚れによる電子銃の内部放電は、たまに起こっているが支障はなく、電子銃も汚れなくなった。この間の電子銃の交換\*3は4回で、真空改善の加速管列の44℃程度の加熱運転\*4（通常は40℃）は1回であった。

ビームダクト、加速管ステアリングコイル、Q電磁石、スイッチマグネットの直流電源の更新がほぼ終わり、電源によるビーム不安定と真空リーク\*3はなくなり、操作性の改善に務めている。

電子機器や電源を同じ製品、同様な規格品を使用することで、予備品が僅かでも故障時の復旧に手間取らないで行える状況ができた。ライナックの幾つかの基本部分の故障があったが実験中止には至らなかった。

立体回路、導波管、冷却系の配管およびポンプ、制御盤内の継電器、トランスの劣化が著しく早急に手入れをする必要がある。

#### 今後の整備

- ・RFモニター切換スイッチ。
- ・真空系（排気・イオンポンプ）整備
- ・真空リーク検出機の更新。
- ・ビーム輸送系真空ダクトの改修。
- ・冷却塔更新。
- ・冷却系水配管の整備。
- ・トリガ発生回路再構築  
負荷の増加、伝送経路の増加。
- ・ガングリッドパルサー整備（半導体化、短パルス幅、速い回路、5nsecパル

\*2第2図 分析電磁石電源性能試験

\*3第3図 エージング対真空度

\*4第4図 加速管加熱運転

サー) 伝送系の変更。  
電子銃と加速管の間の差動排気。

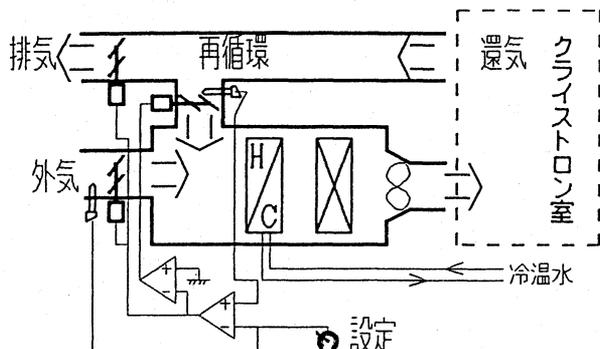
新しい実験の放射光の実験<sup>4</sup>は、光の強さは単位当たりのビームの個数が多い方が強いと一般的に知られている。放射光の1グループで5 nsパルスで実験したところ光の強度が強く、S/N比が良く、実験機器の放射化も少ないことが判った。

理由はとして、

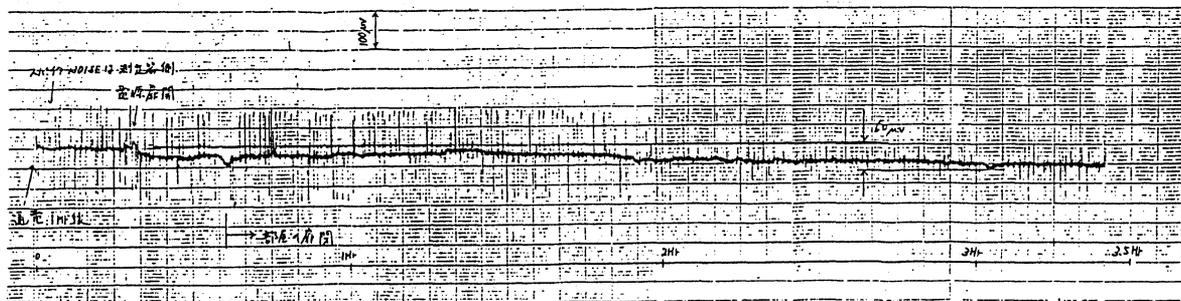
- 1) 短パルス。
  - 2) ビームの落ちこぼれが少ない。
  - 3) 放射化が少ない。
  - 4) 放射線によるノイズ発生が少ない。
- が考えられる。

5 nsパルスビームは、放射光実験に好都合な環境を提供するので5 nsバルサーを使

第1図 ダンパー制御構成図



第2図 分析電磁石電源性能試験



測定電源 : トライアザー電源  
出力電圧 : 70 [V]  
出力電流 : 61 [A]  
検出電圧 : 1099 [mV] 外付リレーノイズ  
チャート速度 : 12 [cm / Hr]  
感度 : 図示  
測定器 : 基準器 包絡型  
レコーダー : EPR-121A (TDA)  
測定日 : H.11.11

$$\text{安定度} = \frac{0.06}{1099}$$

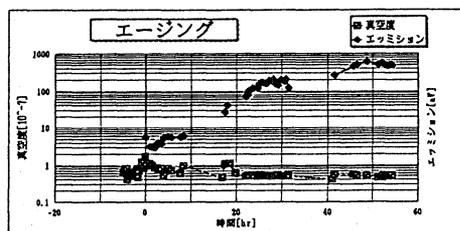
$$= 5.5 \times 10^{-5} \% \text{Hr}$$

用した放射光の実験が予定されている。  
より安定なビームと確実な運転が望まれている。しかし、施設では実験が優先される傾向があり、電子ビームを提供する側では整備点検の有効性や故障発生に客観的な評価方法を必要としている。

参考文献

- 1) A. KURIHARA et al 第17回リニアック技術研究会 (1991) 1.
- 2) S. TAKAHASHI et al 第18回リニアック技術研究会 (1993) 414.
- 3) S. URASAWA et al 第13回リニアック技術研究会 (1988) 19.
- 4) T. NAKAZATO et al 第18回リニアック技術研究会 (1993) 439.

第3図 エージング対真空度



第4図 加速管加熱運転

