

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

Abstract

The TOHOKU linac has been operated about 3,000 hours per year since 1967. It has been operated under the condition of the peak RF power of 25 MW, pulse width of 4 μ sec, pulse repetition rate of 300 pps, and duty factor of 0.12 %.

In order to supply a stable beam, it is important to control the temperature of the klystron room under a constant temperature. In our laboratory temperature and humidity for the klystron room are maintained at less than 25°C and 50% in summer, and 20°C and 50% in winter. Consequently, the breakdown of accelerator components has been reduced.

東北大学300 MeVライナックの現状

はじめに

ライナックは、1シフト約12時間でここ10年間約250シフト(表1)の実験を行なっている。表には、実験がマシントラブルで中止したのは含まれていない。実験をしない日は、日祭日、月2回の定期点検日、2カ月毎の1週間の工事、夏期停止と年末年始の停止などがある。さらに、今年度は施設設備の充実のため50シフト分の実験を削減し、削減効果が最も大きい夏期の電気料金(夏期料金は通常料金の10[%]増し)と夏期調整契約の割引に併せて従来の夏期停止期間¹⁾を拡大し実施を予定している。

ライナックの運転

実験の形態として、最近では実験装置の組上げのためかなりの日数を要し、そのあとに連続運転と実験が控えている。ライナックの運転は実験者が担当することになっているので、無故障で無停止運転、そして、安定なライナックのビーム電流を望んでいる。最近では、短パルスビーム電流の運転での安定運転が多い。また、ビーム電流やエネルギーが最大値、あるいは両方とも最大値の実験も安定な運転の要求も少くない。

このような状況は、実験を円滑に行うため極力故障を減らすように機器の環境整備が必要である。故障の対策として全ての故障に対

応すべき予備品をそろえるのは経費と収容空間の点から困難である。従来から、我々は更新する機器に関して積極的に市販されている既製品を活用し、特注製品の発注を極力おさえてきた。そのため、予備品は市販製品を最少の数だけ用意し故障に対処している。

故障時は故障した部分の敏速な修理または交換である。交換については予備品を揃えることである程度は解決できるが、故障した部分が特殊な部品または大きな設備であった場合は修理や調達に

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	

*) 単位はシフト、1シフトは12時間

時間が必要である。

このような実験の運用と修理の状況から故障の頻度を減らすこと、ビームの安定供給（無故障・無停止）、ビーム電流の安定性の向上が重要である。

維持管理の要点はライナックの発生する熱をいかに機器の周囲温度の上昇に寄与させないで、運び去るかである。当施設でライナックの主要設備が設置されている場所は空調設備が整っており、周囲温度の制御は容易なほうにはいる。

建設当時としては最先端の素子である半導体を多く使った機器が運用された。しかし、大量の熱発生箇所については重点的に対策はとられていたが、その他の部分については十分な対策はとられていなかったように思われる。そのため温度上昇による故障が多発していた²⁾。これらの空白部分の熱管理が不十分なためか、また、当初考えていた運転状態より、苛酷なことが原因かもしれない。しかし、ここ数年来、我々は夏期に室温25℃、湿度50%、冬は室温20℃、湿度50%以下でクライストロン室の空調をおこなってきた。その結果、非常に故障率は低下し、安定性は向上している。

機器の更新

我々は、実験を円滑に行うために故障を少なくし、不安定さの改善のために各種ステアリング直流電源やECS、分析電磁石電源、パルサー内電源の更新あるいは改修を小規模におこなってきた。

この更新の継続でライナックはかなり安定に運転できる状態になってきた。もちろん制御関係³⁾の測定器はほとんどの機器にCPUが内蔵される傾向にあり、市販品のインタフェースはどこの会社も対応でき安定に供給できるインタフェースのGPIB規格を採用し、特殊なインタフェース（制作会社固有）も徐々にGPIB規格方式に移行している。

安定性に関係ある各種マグネットとパルサーの直流電源の更新をつぎのようにおこなってきた。

A C Cステアリングコイル電源	86年
B Dステアリングコイル電源	82, 86, 92年
Qマグネット電源	83年
E C Sマグネット電源	86年
ビームライン系	
I系スイッチマグネットM5電源の更新	90年
G1, G1, G3電源の更新。	91年, 92年稼働予定
クライストロン集束コイル電源更新	88, 89, 90, 91, 92年
パルサー放電管F T 175への変更	88, 91年
トリガ回路半導体化	
クライストロンパルサー	87, 88, 89, 90, 92年
ガンパルサー	91年

真空系

イオンポンプ（加速管列B部）	更新
イオンポンプ（加速管列B部）	電源の更新

このように、小規模な機器の更新を数年に渡りおこない、次のような特徴がある。

長所

- 1) 全体に占める費用が少なく他の系統の計画に迷惑をかけない。
- 2) 多くの改善策（案）を並列して進められる。
- 3) 影響を受ける範囲が狭い、解決策が容易である。
- 4) 問題が発生しても対応がすばやくできる。

欠点

- 1) 改善の評価がはっきりしない。
- 2) 同じ行程を何回も繰り返し工事が繁雑になる。
- 3) 同じ製品名でも時期により多少の違いがある。
- 4) インタフェースでの調整が必要である。
- 5) 互換性が損なわれる。

温度管理（熱管理）

電子銃パルサーにガラス管のサイラトロンを使用しているが、長年使用していると、res 電圧の調整範囲が狭くなり放電の不安定さが顕著になってくる。例えば設定電圧が同じでも繰り返し周波数の違い 115 [pps] と 300 [pps] や室温の 3~5 [deg] の違いで不安定になる。

I 系にビームを導きスクリーン上で観測しながら電子銃パルサーの直流電圧を変化させたところビームスポットの位置が横方向に変化するのを確認した。

前述の不安定な現象時には観測したビームのときと同様にビーム位置が変動する。電子銃パルサー（ライン型）の直流電源出力に de'Qing をかけサイラトロンアノード電圧を制御し安定化を図った。ところがアノード部分に加える電圧を安定化してもサイラトロン自身の放電が不安定な場合はやはりビーム位置の変動がおこった。この変動はサイラトロンの res 電圧の設定が原因であり、安定放電の領域がない場合はサイラトロンの寿命と判断し交換した。

res 電圧を調整することは、サイラトロンの管壁温度を調整することになり、周囲温度の管理に注意することでビームの安定を増すことができる。

ガンパルサーのサイラトロンがビームに与える影響を放電が不安定なときのビーム電流が図1であり、サイラトロン交換後のビーム電流は図2に示す。

図1 対策前

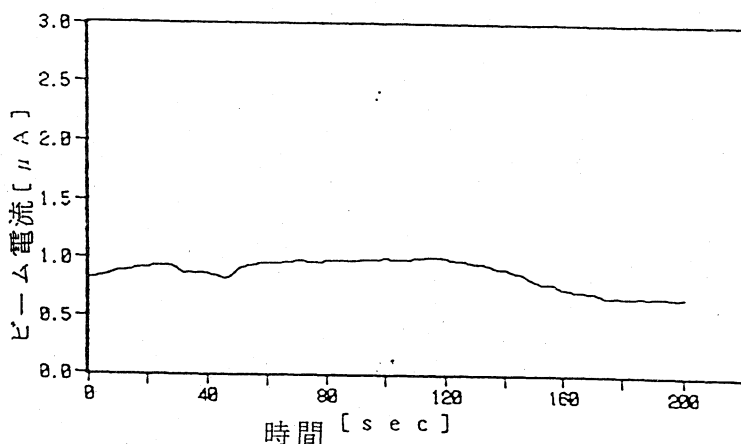
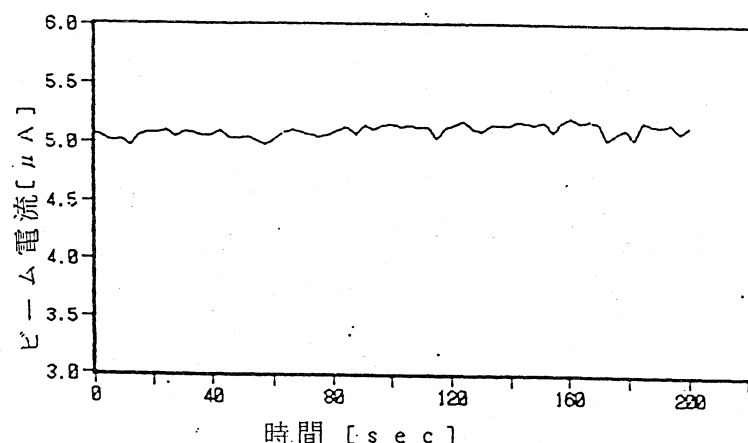


図2 対策後



今後の予定

クライストロン励振用のクライストロン SAS-61 交換予定（エミ減）

入射系（電子銃も含む）の改造（数年度にわたる。）

A 部導波管気密窓の交換（'85年交換前回）

冷却系の整備 クーリングタワー、加速管冷却用ポンプ等の更新

制御室ビームトランスポート系グラフィックパネルの更新

II 系ビームライン ビームスクリーンモニター設置（電流モニター付き）

むすび

ライナックは、基本的な設備や装置にもかなり傷みや老朽化が、目立ってきた。クライストロン集束コイルなどは、予備品を確保し故障の（水漏れ）早期発見に努めている。冷却塔などの大きな設備や冷却系のポンプ類も更新を要求してる。また、高周波電力、各種運転監視、ビームモニターのいっそうの充実を図りたい。

参考文献

- 1) A. KURIHARA et al. 第16回リニアック技術研究会（1991）1.
- 2) S. URASAWA et al. 第13回リニアック技術研究会（1988）19.
- 3) A. KURIHARA et al. 第15回リニアック技術研究会（1990）5.