

Present Status of the TOHOKU 300 MeV LINAC

Akira KURIHARA, Masayuki OYAMADA
 Shigekazu URASAWA, Shigenobu TAKAHASHI
 Toshiharu NAKAZATO and Yoshinobu SHIBASAKI

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

Abstract

Since 1967 the TOHOKU linac operated about 3,000 hours every years. However, it operated only 1,600 hours in last year, because it was stopped for the construction of Strecher-Booster Ring.

Since last year a new refrigerator has been operating.

The linac cooling system is changed by relay circuit of programable controller. Although then sequences of relays is same with that of controller, the system cannot work. In addition, when the program of trouble detector restarts, the status is not display on the screen. After time up of the system the program starts.

As the high voltage of klystron, cooling water and heating may be the reason of trouble at same time and place, we need a lot of time to recover the system, therefore we should find the trouble as early as possible.

If we find the linac operating abnormally, we should stop it early even if one is doing experiments. This is important method to avoid the heavy accident and distroying of accelerator and plser.

Because the basic parts of linac are used for a long time, they need repaired or exchanged. At same time, we should prepane some same kind of electic and power componets.

東北大ライナックの現状

はじめに

ライナ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。しかし、前年度は夏期2ヶ月⁽¹⁾と空調用冷凍機⁽²⁾の更新工事1ヶ月の運転停止で、約2,900時間の運転をした。今期は夏期1ヶ月間の運転停止をおこない、電力料金の軽減を図った。また、冷温水発生装置は更新工事でボイラーを廃止し空調用冷凍機を冷温水発生装置に替え、季節変動に対応する調整がおこなわれた。

マシンタイム採択は平成7年度からストレッチャ・ブースタリング(STBリング)建設の準備のため、前期に限定して95シフト、追加採択で27シフト採択した。さらに緊急課題としてライナックのビームオペティックス⁽³⁾、加速周波数の最適値と最大エネルギーとビーム電流の測定⁽⁴⁾の2シフトが認められた。実験課題採択数は95+27+2シフト(前年度は239シフト実施)であった。

ライナック運転は寒い時期に外気導入で温度制御、暑い時期の運転はクライストロン室温度が25℃以上(冷却系監視装置から警報音がでる)でライナックの運転を一時停止し、

温度が25℃以下で実験再開することにした。操作は実験者にまかされているのでライナックの運転と停止を繰り返す、運用の問題が残った。

このような状況で、実験シフト数にして134シフトを実施した。これは実験がマシントラブルで中止したシフト数(1シフト約12時間)は含まれていない。

第1表 マシンタイム実施状況。

年度	原子核	中性子	RI	その他	単位(シフト)	
					実施	返上
'85	149	46	42	16	253	1
'86	145	43	43	3	234	3
'87	172	39	42	11	264	
'88	134	40	48	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
'94	65	10	28	31	134	1

ライナックの保守管理は今までと同じ方針

¹⁵でおこなった。

ライナックを使用した実験は予定の通り10月の緊急課題2シフトを最後に停止した。ライナック維持管理の総合運転は適時おこなうことにした。

冷温水発生装置の本格的な運転で実験終了時は実験責任者が空調機器の停止をおこなうことになった。このため、土日曜日、祭日の実験はエネルギー変更を伴わない連続実験が可能になった。定期点検日や停止日は機器の調整と修理をおこなう貴重な日となっている。

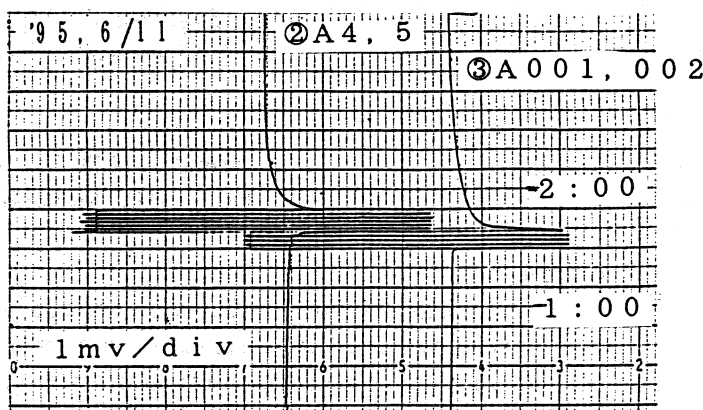
ユーザーの強い要望により、STBリング建設の直前まで、第一実験室のRI照射を10月初旬まで月に1, 2回マシンを運転することになった。この照射で放射線管理のドアインターロックは実験室への立ち入りを考慮し、第一実験室の準備が完了した時点で、ライナック運転が可能なドアインターロックに変更した。各実験室のドア開閉表示器は制御室に設置しすでに稼動していたのでビームコース選択時に異常がすぐ判り、対応が早くできた。

機器の整備状況

真空系は真空度の低下とイオンポンプ関連の故障がみられた。真空度の低下は真空引き口、ダクト、フランジ部の緩み、メタルバルブの変形などが原因で、導波管フランジ接続部に微少リークを多く見つけ、リーク箇所の手当で加速管列A部とⅡ・Ⅲ系部とも一桁程度改善した。また、加速管列B部は発見が困難であった。この原因はリークデテクターの場所が遠く感度が低いため測定装置の整備も必要である。イオンポンプは高圧ケーブル、碍子、内部の絶縁不良とガス放出がみられた。不良ケーブルやコネクタは部品を購入し交換を進めている。これらはダクトやポンプの老朽化が原因で、改善はイオンポンプ・真空ダクトの更新と真空排気ポンプを含んだ排気系の整備が考えられる。STBリングへのビーム入射に第二電磁石室の分析系を再配置することになり分析関連のダクト類も新しくなりそうだ。

ライナック停止後も加速管列A部のイオンポンプ保護回路が働き過電流で停止すると、別のイオンポンプに波及しA部のポンプが全て停止する。そこで一定時間停止後に電源が自動復帰(第1図参照)する機構を付けた。この対策は根本的な解決ではない。イオンポンプは真空度の良いところで働いていないよ

うに見られる。このように、高真空でのポンプ動作に疑問があり他のポンプも考えている。



第1図 A部イオンポンプ真空度記録。

冷却系はリレーシーケンス回路をプログラマブル・コントローラ(PC)に切り替え中である。リレー接点容量不足やリレー不良の故障、流量計のパドル破損でPCとリレーの違いが判り、チャタリング対策をPCに付加し、加速管温度の上昇で加速管冷却系ポンプ停止のシーケンスを確実にした。

故障表示装置が関係したライナックの停止が2例あった。冷凍機制御不調は三方弁駆動部の交換と冷凍機のオーバーホールおよび制御の油圧駆動電磁弁の交換で元に戻った。加速管ポンプは非常停止後の再起動時に電動バルブが開かず運転不能になった。非常停止の原因は流量計パドルの破損である。運転不可の原因は故障表示装置の再起動である。

冷却系故障表示装置はタッチセンサー故障のために交換し、タッチセンサー部のプログラムを変更した。また、先の停止原因の一因になっていた故障時の再起動は故障個所を表示するようにし、出来事は記録しないように変更した。

冷却系のBF系統はNDトーチカの撤去工事が予定されている第2実験室と建設中に使用しない第2電磁石室の流量を止めた。正常に運転するためBF系はポンプの近くで流量と圧力を調整した。

パルサー関係はクライストロンパルサー2号機とガンパルサーにDe'Qingが動作していなかった。クライストロンパルサーは電圧分割器からの信号線外れ、ガンパルサーは抵抗焼損であった。

クライストロンパルサーはシャットダウン回数が少なく、VAPOダイン熱交換器のピンホールは工事日に交換した。

ガンパルサーは今期からグリッドパルサーに半導体5 nsパルサー（最大繰り返し周波数200 [pps]内藤（KEK）製作）を使用し、コヒーレント放射光の実験に短パルスビームを供給した。また、5 [μsec]の半導体グリッドパルサーの試用はノイズレベルの影響でトリガが制御できない時間域があり改善の余地がある。故障は5 nsパルサー故障でマシンタイム2時間中断とガンパルサー不調でサイクロン調整を2回実験中にした。

モニター関係はI系M5ビームスクリーンモニター用ITVが故障（放射線ダメージ）で交換。また、スクリーンモニタの動作不良は圧縮空気のオートドレイン装置の故障による空気圧不足であった。

その他の故障はQ電磁石の切り替えリレーコイルの焼損でリレーを交換した。

使用済みのイオン交換樹脂を放安管の協力で一般廃棄物と放射性廃棄物に分別した。放射性廃棄物は保管している。ライナック停止後の第二電磁石室放射線線量当量率マップ（第2図参照）と本体室の加速管列に添った主な放射性核種の強度分布を今後の参考のため放射線安全管理室に依頼し作成した。

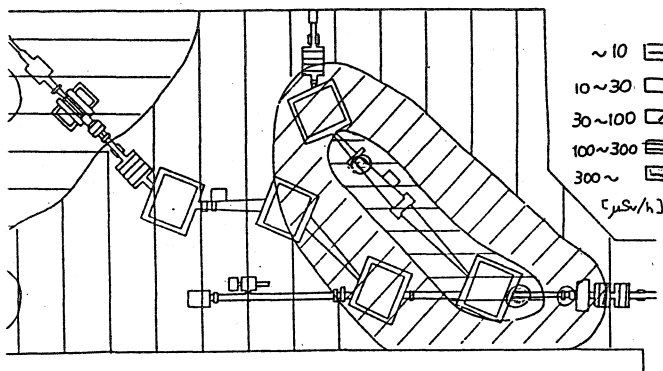
電子機器や電源を同じ製品、同様な規格品を使用することで、予備品が僅かでも故障時の復旧に手間取らないで行える状況ができた。

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。しかし、加速管、導波管、冷却系の配管およびポンプ、制御盤内の継電器、トランスなどの改修の対象は多く劣化が著しく早急に手入れをする必要がある。ライナックの冷却塔更新は平成8年度に予定している。

今後の整備

- ・ 励振系の発振器の更新（シンセサイザー）。
- ・ RF励振系の半導体化。
（出力300W×6台）
- ・ 立体回路導波管の更新。
- ・ ビームハンドリングの改善
（QMマグネット・専用電源）。
- ・ 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（ジッタの少ない）
再構築・負荷の増加、伝送経路の増加。
- ・ ガンパルサー高圧電源更新。
- ・ 電子銃と加速管の間の差動排気。

H6. 12. 20



第2図 第二電磁石室放射線線量当量率マップ。

操作性の改善はII系B0ビームモニターをマシン側で制御するようにしたことと分析電磁石の切替スイッチ盤を電磁開閉器方式（手動操作を少なくした）にしたことである。

ライナックの運転は冷却系に限らず、クライストロン室温度上昇やマシン関係のアラームが出たらマシンを停止するよう要望している。停止で故障の拡大が防止でき、安全の観点からも望ましい。

ビームコースの各種電磁石電源による不安定さはなくなり操作性の改善に務めている。

STBリング⁶ストレッチャ運転の入射条件はエネルギー250 [MeV]、ビーム幅500 [nsec]、ピーク電流100 [mA]、エネルギー幅1 [%]、繰り返し周波数300 [pps]である。現在ライナックは安定に最大エネルギー220 [MeV]で長時間の運転が可能であるが、STBリング入射エネルギー増強はクライストロンの更新と若干の立体回路の更新で対応する予定である。しかし、パルサーのシャットダウンは1時間に1回の割合を想定している。これを改善するにはパルサーの高電圧部分と導波管の反射波の改善が必要と思われる。

保守管理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 (1992) 1.
- 2) S. TAKAHASHI et. al 第18回リニアック技術研究会 (1993) 414.
- 3) M. UKISHIMA et. al 本リニアック技術研究会
- 4) K. WATANABE et. al 本リニアック技術研究会
- 5) A. KURIHARA et. al 第20回リニアック技術研究会 (1994) 1.
- 6) M. OYAMADA et. al 本リニアック技術研究会