

STATUS OF KURRI - LINAC

Naoya Abe, Kiyoshi Takami, Shuji Yamamoto,
Toshiharu Takahashi, Jun-ichi Hori, Takumi Kubota, Ken Nakajima;
Research Reactor Institute, Kyoto University
2-1010 Asashiro-nishi Kumatori-cho Sennan-gun Osaka 590-0494

Abstract

The electron linear accelerator of the Research Reactor Institute, Kyoto University (KURRI-LINAC), constructed in 1965 as a pulsed-neutron generator, has two L-band-type accelerating tubes. The maximum electron energy is 46 MeV and the beam power is 6kW. The KURRI-LINAC is utilized for nuclear physics, electron or X-ray irradiation for material science, terahertz spectroscopy using coherent synchrotron radiation as a nationwide joint-use facility. This report describes the machine state for last 2 years, including some troubles and the succession to technique.

京大炉中性子発生装置(電子ライナック)の現状

1. はじめに

京都大学原子炉実験所中性子発生装置(以下、京大炉ライナック)は、定常的な中性子源である原子炉と相補的なパルス状中性子源として、1965年に米国ARCO社製L-1512G型電子線型加速器を導入し、翌年から所内利用、3年後の1968年からは全国共同利用が開始された。1971・2年に加速管、マイクロ波発生装置増設によるエネルギー増強作業、1973年に大型電子銃に交換した電流増強作業があり、その後も維持費等による更新を続けてきた。近年、所内措置による維持費のみになり、老朽化も進んでいる上に、導入当初より管理を担当されている方の退職が控えており、保守管理技術の低下が危ぶまれている。一方で、マシン自体は比較的順調に利用されており、これからも利用されようとしている。

2. 利用状況と運転時間

現在、京大炉ライナックでの実験は 照射実験、中性子実験、コヒーレント放射光実験に大別できる。2003年においてはNo.2クライストロンの不調によりビームON時間が低圧ON時間と比較して減少している。2004年においてはNo.2クライストロン水漏れやチャージングチョークコイルの故障等で利用時間がやや減少したものの、依然として年間1000時間を上回る利用がなされている。また、近年年間延べ利用者の所外利用者の割合が急激に増加している。(図1~3)

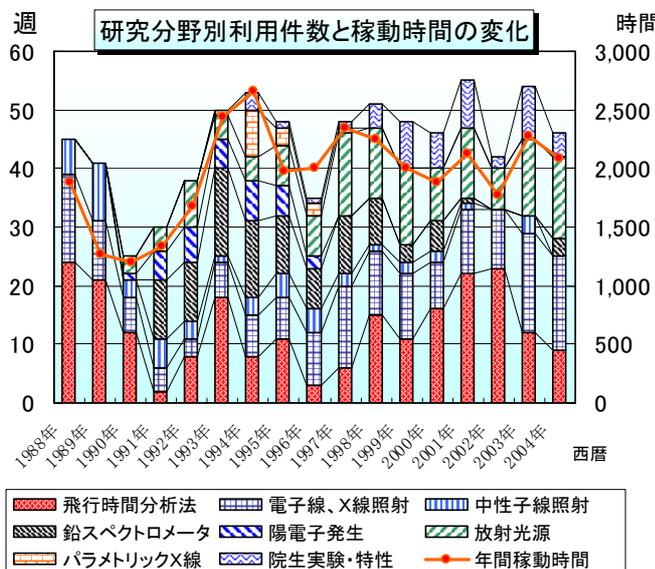


図1：研究分野別利用件数と利用時間の変化

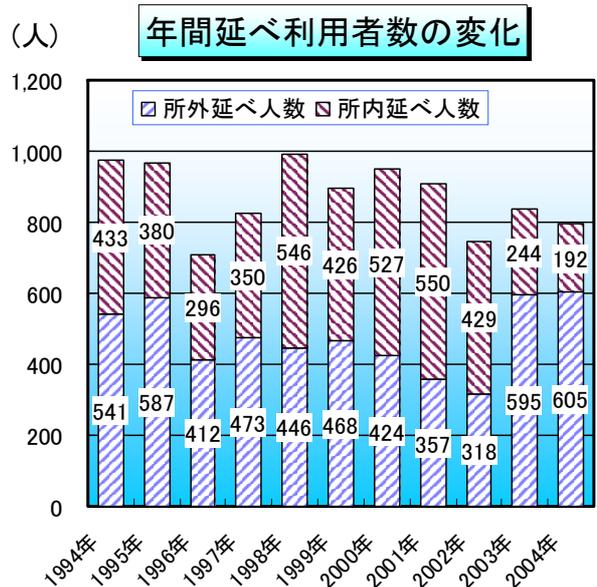


図2：年間延べ利用者数の変化

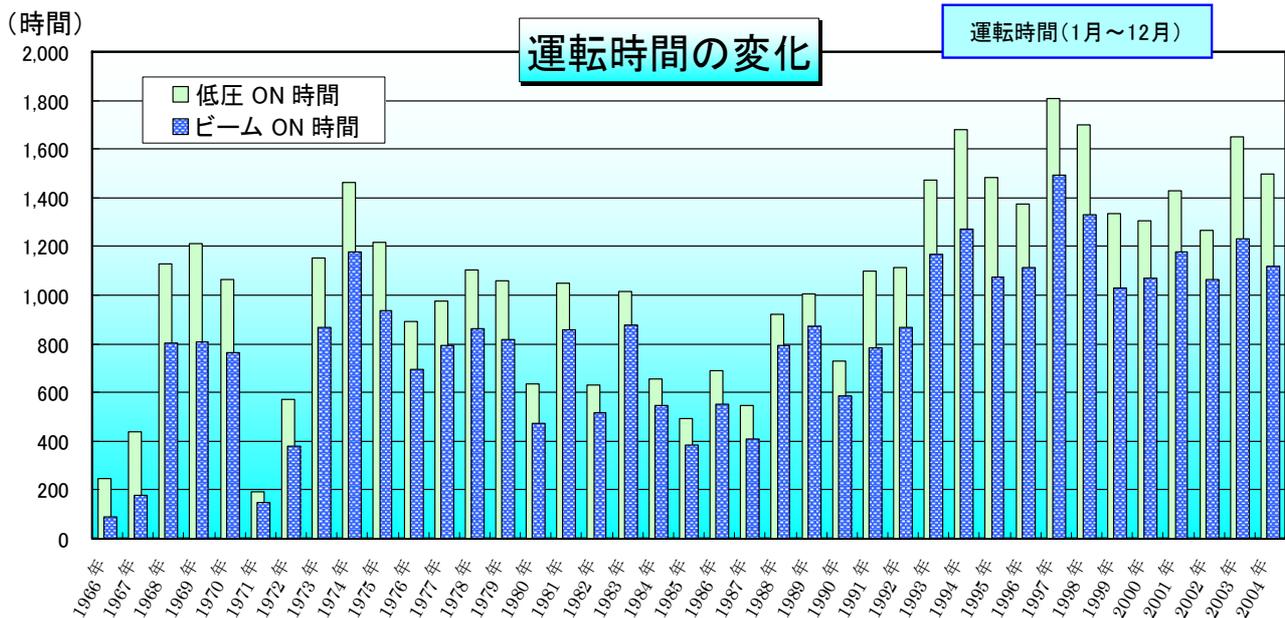


図3：年間運転時間の変化

3. マシントラブル

3.1 マイクロ波導入時の真空悪化

前回の報告^[1]で報告したNo.2のマイクロ波導入時における真空悪化は現在も続いているものの、真空状態改善までの時間が短くなるなど徐々にではあるが改善してきている。しかし、改善するまでの時間が2年以上必要であり、後に述べる電子銃交換によって状況が悪化することが心配されている。

3.2 Long/Shortパルスモード切り替え時のビーム不安定性

2003年9月頃よりビーム電流が振動を起こし始めた。そこで回路の調査を行うと、電子銃パルス増幅回路の高圧電源が不安定な状態になっていた。原因がつかめず、回路内で不良と見られる部品の交換を行ったが改善が見られなかった。12月頃にはLongモードで振動が激しくなった。そこで、電源に1Mの抵抗を追加したところ、ビーム電流の振動は解消した。Shortモードの時にはその抵抗を外す必要があるが、前述の電子銃交換が控えているためこの方法を続けることにした。

3.3 No.2クライストロン水漏れ

2004年5月に、約3ヶ月前に交換したばかりのNo.2クライストロンから水漏れが発生した(図4)。この時に漏れ出した水がパルストランスオイルタンク内に混入してしまった。水が混入したことにより油の耐圧が低下した上にタンクの底で錆を作っていたため、クライストロンと共に耐圧油も交換した。クラ

イストロンは予備に保存していたエミ減のクライストロンを使用した。水漏れしたクライストロンは当初は部品の交換で済む予定であったが、部品の寸法が合わなかったため、メーカーに修理を依頼、フランスへ返送した。このクライストロンは2004年12月より再使用しているが、漏水の早期発見に役立つことを期待してクライストロンに漏水検知器を取り付けている。



図4：漏水したクライストロン

3.4 No.2モジュレータソフトスタート回路周りの故障

2004年にNo.2モジュレータソフトスタート回路(次頁図5)周りの故障が頻発した。まず、5月にタイマーが故障した。予備品が一つ存在していたため交換で対応した。次に7月にソレノイドの駆動を制御しているマイクロSWの故障により抵抗器を損傷した。その際に真空SWに空気が混入していることを発見し、マイクロSWと共に交換した。また、抵抗

器損傷防止回路を追加し、タイマー回路を一新した。10月に高圧SWのアクリルロッドを損傷し、ナイロン製の物を工場で製作して交換した。11月には次節で説明する故障が原因で再び抵抗器を損傷した。

このソフトスタート関係の故障は機器の寿命によるものが大半であり、予備品や代替品の充実を図ることにより改善が見込まれる。

3.5 No.2モジュレータチャージングチョークコイルの故障

前述の通り、2004年11月にNo.2モジュレータオーバーロードによるマシン停止が発生し、復旧できない状態となった。すぐに調査を開始したが、ソフトスタート回路の抵抗器の損傷や、パルストランスDCバイアス電流値の異常など複数の故障が発見されたため修理したが、大きな改善がなかったため、平滑コンデンサを取り外し、平滑チョークコイルを抵抗器に付け替えるなどの作業を行った。これにより、低い繰り返しでの運転が可能となったため、この状態で運転を再開した。運転終了後の現場で、チャージングチョークコイル(図5)の異常発熱を確認し、インダクタンスの大幅な低下が確認されたことから層間短絡による故障であると判断し、発注・交換を行い状態の改善を確認した。修理完了まで一ヶ月を要した大きなトラブルであった。

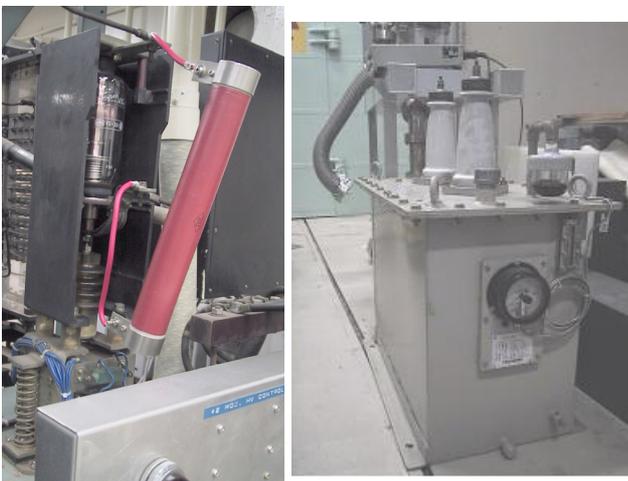


図5：(左) ソフトスタート回路
(右) チャージングチョークコイル

4．運転継続とスタッフ

今年度までは職員2人体制で運転してきたが、来年度よりライナック導入当初より携わっている職員が、定年で京大炉ライナックより離れることが確実になっている。これに伴って、1人体制となり一つの作業に時間がかかる上に、トラブルや故障が発生した際の対応にこれまで以上の時間が費やされる恐れが高い。だが、職員が補充される可能性はほばないため、ユーザースタッフである教員も含めた体制で運転を進めていく必要がある。そこで、これまで京大炉ライナックでは存在しなかった保守の週を設けることで、実験できる週は減るものの、実験週の振り替えがスムーズに行えるようになるので、復旧に時間を費やしてもある程度の対応が可能となる。

5．改造作業・計画

5.1 電子銃と周辺回路の更新

前回の報告^[1]で報告した電子銃の更新であるが、周辺回路など一部は個人経営の業者に頼んで製作してもらうことによって、今年7月末に完了する予定である。今回、業者に依頼した理由は時間の関係も大きい。将来故障した際にも業者と共に修理が可能になる点が少人数で保守していかなければならない京大炉ライナックにとって必要であるためである。

更新が完了すれば、ビーム径が小さくなることで、現在高出力化の制限となっているビームダクトの温度が下がることが期待されている。これにより、高出力化の制限がビーム取り出し窓の安全に切り替わることが予想されている。安全確保のためには取り出し窓の観察が必要であり、現在計画中である。

5.2 安定化に関する改造

No.1モジュレータのDeQing回路設置に引き続いて2004年6月にNo.2モジュレータにもDeQing回路を設置した。これにより、マイクロ波の出力の安定度が、商用電源の変動の影響を受けていた従来の数%から0.1%程度に改善された。

現在、商用電源の変動の影響を受けて、ビームの安定性に影響を与えていると考えられるものの一つにWaveguide Magnet電源がある。この電源の安定化については高エネルギー加速器研究機構の加速器科学総合支援事業の大学等連携支援事業に応募している。

参考文献

- [1] 高見清 et al., “京大炉中性子発生装置(電子ライナック)の現状”, Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokai, Jul. 30-Aug. 1, 2003