

# 北大ライナックの現状

北大工学部 原子工学科

榎戸武揚 谷田弘明 佐藤孝一

村井郁夫 北市雅敏 小澤保知

## 1. まえがき

北大45MeVライナックの設立経過と現状報告は、才3回の研究会において既に報告した。今回は45MeVライナックのそれ以降の現状ならびに、来年で20年目を迎える4MeVリニアックの現状、ライナック周辺の漏洩放射線の測定結果について報告する。

## 2. 概要

4MeVリニアックの建屋はガンマ線のしゃへいの関係から加速器本体は半地下部分に設置され、一階には制御室、機械室があり、制御室の二階部分が居室となっている。(図1)

本装置はパルス状放射線源として、放射線計測、放射線特性、さらには放射線化学の分野への利用を目的に昭和34年から36年にかけて設置され、昭和36年9月5日に最初のビーム加速に成功している。加速方式として $\pi$ 方式を用い、マイクロ波電源としてSバンドマグネトロンを使用している。加速エネルギー4MeV、尖頭ビーム電流100mAの性能を有し、パルス幅1.6 $\mu$ s、繰り返し最大200PPS及び単発のパルス状電子ビームを発生することが出来る。ビーム取出部より見た全景を写真1に示す。

45MeVライナックの建屋、構成、定格性能については才3回の研究会で詳しく報告しているのが省略する。今回の主な報告点は、ビーム安定度で、詳しくは保存、改善の項で述べるが、いくつかの温度制御監視対策を講じた結果、ビーム電流の変動率を最小1~2%以下、始動時に多くみられる空洞の温度非平衡時で最大7%以下に抑えることが出来た。

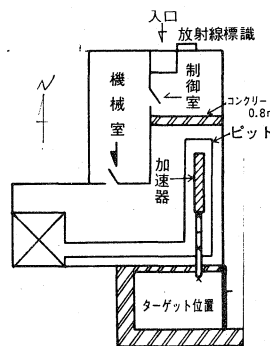


図1 建屋平面図

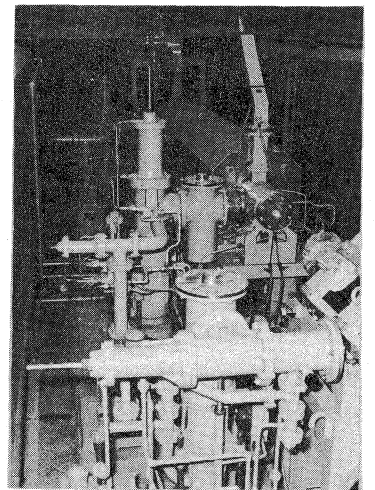


写真1 リニアック本体

## 3. 運転・保存状況及び修理・改良点

4MeVリニアック：本加速器は学内共同利用施設として、多方面に利用されてきたが、昭和48年度に現在の45MeVライナックが完成し、役割の多くは引き継がれた。しかし、低エネルギーを必要とする実験には充分に威力を発揮し、現在も、有効に利用されており、昭

和54年度の運転時間1680時間，延使用人数で300名という状況である。保守については，定期的に行なうマグネトロン，サイラトロンの交換の外に設備の老朽化に起因する問題も数多くあるが，現在の維持費では困難な状況である。設置以来，今日にいたるまでの改良点等は，ビーム透過率の向上，研究をはじめ，節水対策，排気能力の向上等数々の改善が施されてゐる。

45MeVライナック：マシンタイムの設定は装置の保守，修理，実験者の被ばく軽減の面から，毎週土曜・日曜日を除く週5日とし，申請テーマに均等に割り当てられている。昭和54年度の総稼働日数は195日であり，後述の①～⑥の実験テーマ別使用日数は，夫々52，50，44，19，5，25日で，運転率は53%であった。故障による運転停止24日，工事13日，保守，定期点検日65日，休日69日等を考慮した実稼働率は89%に達する。

54年度までの年度別及び54年度の月別ビーム使用時間を図2，図3に示す。年々利用時間は増加の一途をたどっており，55年度には低圧通電時間3,000時間，ビーム時間2,000時間を越ると予想される。この年々増加の理由としては，保守側からみて定期点検の実施による故障件数の減少と主要部品交換の時期のユーザーとの調整が大きな要因と考えられるが，更に，ユーザーのマシンタイムの有効利用もあげられる。

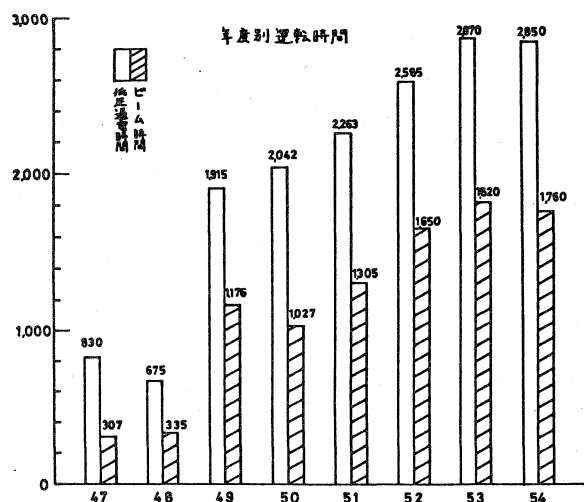


図 2

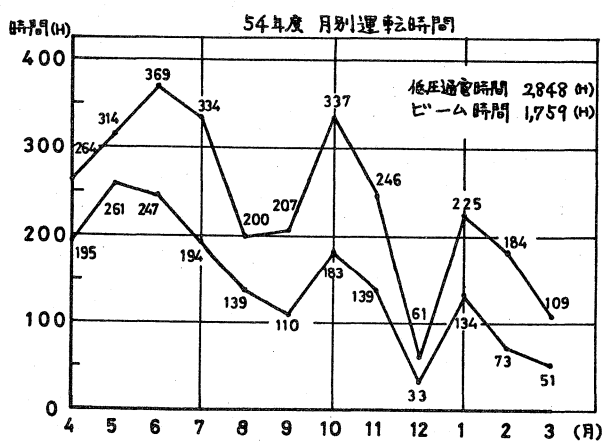


図 3

主要部品のこれまでの使用時間及び交換時での使用時間を次に示す。

クライストロン (PV2012W)		サイラトロン (1257)		電子銃	
現使用時間(H)	使用期間・瞬	現使用時間(H)	使用期間・時間	現使用時間(H)	使用期間・時間
N0.1	12740 (8200) 52.8.30~53.11.6 3,300H (2,300)	N0.1	6,720 47.4.1~52.12.8 8,000(H)		4,000(H) 49.3.25~51.3.31
N0.2	14860 (9770) ( )内は高圧通電時間	N0.2	6,520 48.4.1~52.11.26 8,000(H)		5,600(H) 51.4.1~53.8.24
N0.3	13070 (9030)	N0.3	14,520	現用	4,600

簡単な部品の交換も含め、過去8年間の修理件数は138件、53年度23件、54年度15件。大別すると、マイクロウェーブ系10件、電子銃系6件、制御系4件、インターロック関係2件、真空系7件、冷却系3件、その他6件。他に井戸水の水质不良に伴う純水製造上の問題点は、活性炭による前処理を行い、さらに純水製造機の再生時のイオン交換樹脂の混合操作を念入りに繰り返すことにより解決した。

第3回の報告以後、本体にかかわる大幅な改造は行っていないが、板極管の空冷による恒温化、パルサーの空冷、加速管及び標準空洞の冷却水温度制御番の改善等ビームの安定性向上の改善も主眼として行っている。現在まだ改善中であるが、ビーム電流の安定度は従来、板極管温度上昇によると思われるドリフトが13%/1時間程度あったものが、2%以下にまで向上した。又、標準空洞共振器の冷却水温度変化(表面で3℃程度、時定数約5分)に伴うビーム変動も、最大時で7%以下に改善されている。(図4) 今後は循環冷却水の温度制御範囲をより細かく制御し、ビーム安定度を高める予定である。

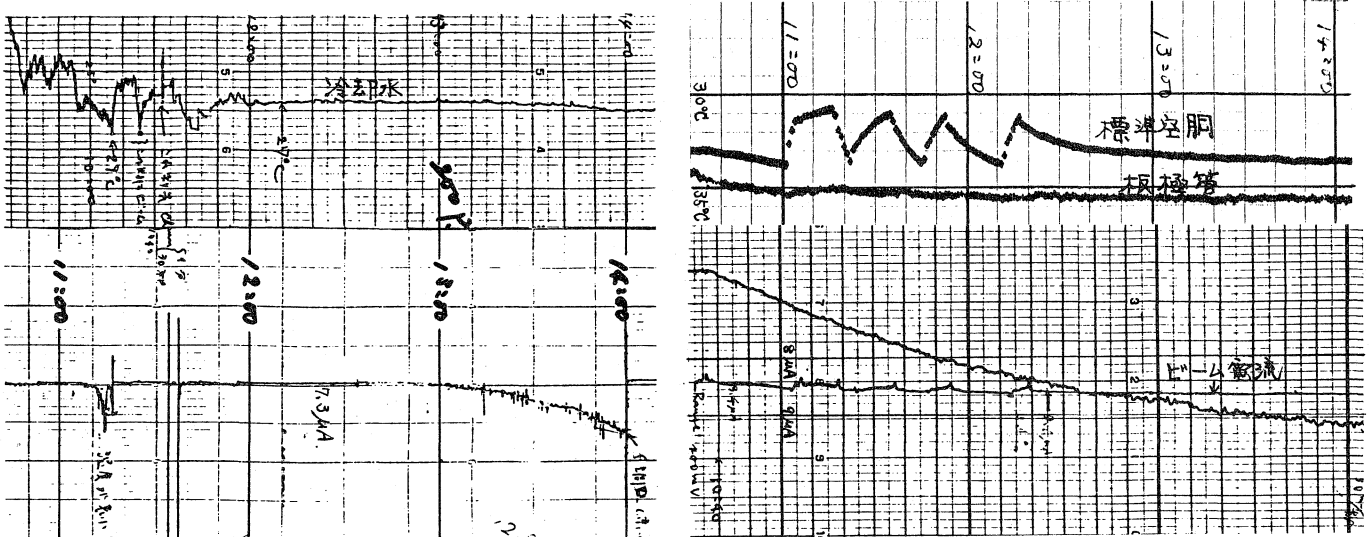


図 4 (ビーム電流と温度変化)

4. ライナック周辺及び管理区域内の漏洩放射線の測定

微弱漏洩放射線の測定的重要性が高まっている。ライナックのモニターにおいてピーク強度は強いが、平均強度ではバックグラウンドの $\frac{1}{100}$ 程度の漏洩放射線を測定する必要がある。この様な測定に有効な同期検出方式による漏洩放射線量分布の測定結果は既に報告し、管理区域境界で1~2  $\mu\text{R/year}$  であることを確認した。現在は本方式の計測時間のパルス化に伴うSN比改善に加えて、ガンマ線の伝播経路の推定にも有効な新しい同期・時間分布測定を進めている。その実験ブロック図を図5に示したが、ライナックのOSC又はEMISSION 信号からStart信号を受け、detectorでの検出信号を波高値に変えて記録し

、フォトンの到達時間分布を測定している。建屋外の管理区域内外の各地点での時間依存特性を図6に示した。

パルス状放射線の測定において数え落しの補正が重要であることは、良く知られているが、施設周辺線量の測定においても、このことに関する配慮が必要である。本施設では繰り返し  $f = 150$  PPS 運転時に、 $3''\phi \times 3''$  シンチレータを用いると  $0.2 \mu R/h$  以上の線量率の測定では、この補正を要することになり管理区域境界でのモニタリングではこの状況が生ずる。図7に  $C_1$  ( $1''\phi \times 1''$  計数值数え落としなし)、 $C_2$  ( $3''\phi \times 3''$  計数值数え落しあり)、 $C_3$  (Corrected) ( $C_2$  の数え落とし補正值) の関係を示す。図より、 $3''\phi \times 3''$  シンチレータの計数効率が  $1''\phi \times 1''$  のおよそ11倍であることがわかる。

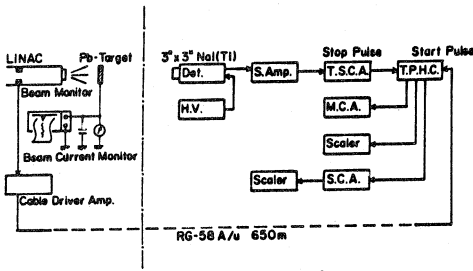


図 5

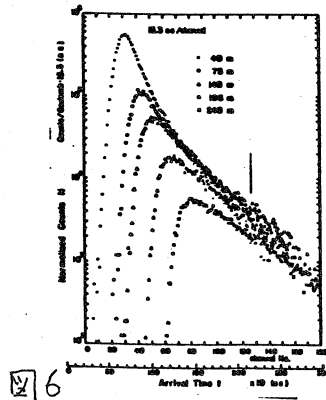


図 6

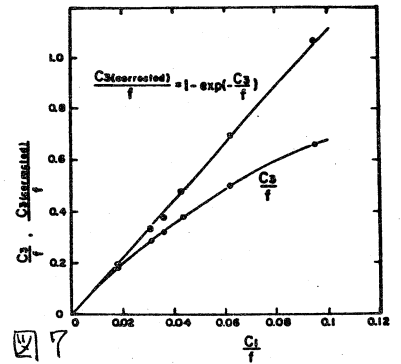


図 7

5. 主たる実験テーマ (4MeV リニアック及び45MeV ライナック, 54年度)

- ①. LANDAM を用いた準弾性の散乱の研究
- ②. 高速中性子スペクトル
- ③. パルスラジオリシス (I)
- ④. 微弱放射線の測定
- ⑤. パルスラジオリシス (II)
- ⑥. その他 (電子ビーム分析, 材料照射, 放射化分析)
- ⑦. nsec パルス幅電子銃の開発
- ⑧. パルスラジオリシスによる短寿命反応機構の測定

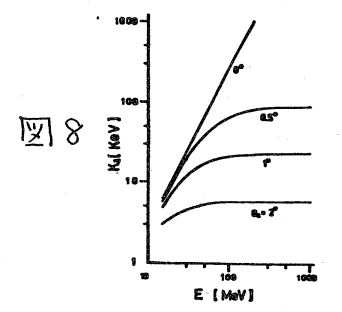


図 8

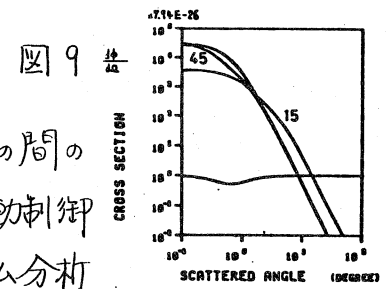


図 9

電子ビームの出力・エネルギー変動率が標準空洞及び板極管の間の温度差に強く依存していることから、その恒温化と周波数の自動制御化を計画している。この出力変動を非接触で測定する電子ビーム分析法として、レーザー光の逆チレンツフ散乱の適用が可能が検討を進めている。逆コンプトン散乱光子・エネルギーの実験室系での検出角度依存性を図8に、又その散乱微分断面積の散乱角度依存性を図9に示す。