

H. Tanida, K. Satoh, T. Enoto and Y. Ozawa

Faculty of Engineering of Hokkaido University

## ABSTRACT

Since March in 1972, when the first beam was accelerated in the 45 MeV linac, this linac has been working satisfactorily and stably, as the pulsed high intensity electron beam, neutron beam and  $\gamma$ -ray. In this paper we refer to the outlines of our linac, situation of the machine operation; i.e., annual machine time for various kind of the operating mode and durability records of klystrons, thyratrons and electron guns. And furthermore, we describe a few improvements on the temperature and voltage regulation systems which stabilize the electron beam current, especially at low beam current and single pulse mode.

## 1. まえがき

北大45 MeV線型加速器は昭和46年中性子を用いた研究を主要な目的とし、3ヶ年計画で建設が始まり、昭和49年3月完成した。第一段加速部のみを用いた基礎実験は昭和47年度より開始され、以来年平均2,000時間(低圧通電時間)に達する順調な運転が行なわれている。この間LINACを主に冷中性子源として用いる冷中性子準弾性散乱の研究からは、高エネルギー研究炉KENSの冷中性子回折装置のひび型ともなる装置が生まれる等の成果が上つてくる。またこの他にはピコ秒パルスラジオリニス、高速中性子TOFによる核ゲータ評価の研究等に主に使われているが、56年度においては核融合材料への照射、電子ビームの生物照射の基礎研究も始まり新しい展開が期待されている。また今年度内に60mと20mの飛行管抗道の間幅が計画されており、これにより高速中性子2乗微分断面積の測定等の研究にも使用される他、将来、新たな照射孔を設けられる可能性が又も来た。

現在ビームの安定を図るため細かい改良が続けられている。昨年冷却水温度の安定化( $\pm 0.2^\circ\text{C}$ )により、ビーム変動率が10.5%程度まで改善されること、供給電源の電圧変動の影響が大きいことを報告した。本報告ではSingle pulse運転の時最初のパルス波高が小さくなることを防ぎ、かつ低エミッション電流運転でのビーム変動率を抑えるために行った改善個所とその測定結果について報告する。

## 2. 運転時間と利用日数

図1, 図2に年度別運転時間と線種別及びパルス幅別利用日数を示した。55, 56年度の運転時間をみると54年度以前に比べると低圧通電時間は2400時間前後に減りビーム時間も急激に減少している。これは中性子実験の長時間連続運転が減り、10nsecパルス幅によるSingle pulseの運転が増えているためと考えられる。図2の白抜部分は中性子線の利用日数を表わし、スペクトロメータのための準弾性散乱の研究、高速中性子スペクトルの測定、中性子回折実験等に、斜線部分は電子線の利用日数を表わし、パルスラジオリニス関係5テーマ等に、点印部分はガンマ線の利用日数を表わし、主に同調方式によるガンマ線の空気中伝播特性の測定等に利用された日数を示している。格子部分とその上の斜線部分はそれぞれ、10nsecと0.1~3 $\mu\text{sec}$ パルス幅の利用日数を示している。

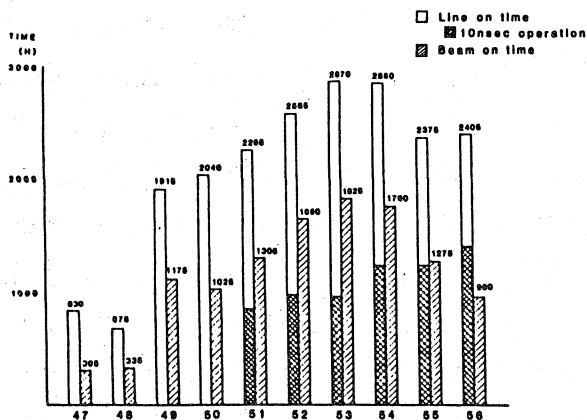
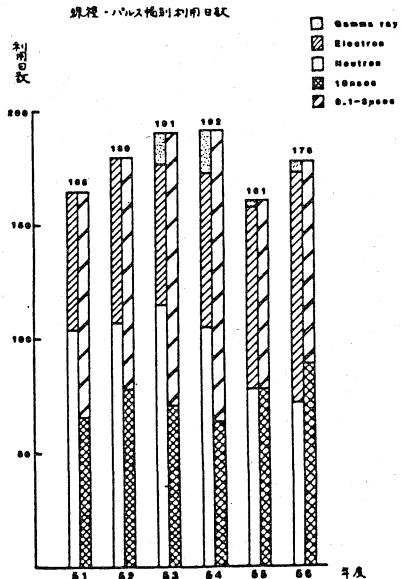


図1 年度別運転時間



### 3. 主要部品の使用時間

図3に電子銃の使用本数とそれぞれの使用時間を示した。図2 線種・パルス幅別利用日数最初の3本は実験の条件によらず、ヒータ電力を70W一定で使用していたもので、この時の平均使用時間は1,800時間である。これに対しヒータ電力を実験条件により30W~70Wの範囲で変えて使用した場合は、現在使用中の球を含め5,300時間と約3倍に寿命が伸びていることがわかる。ここで電子銃の寿命とは、グリッドエミッションの発生量が時にパルスラジオリニス等のSingle pulse運転の実験に影響を及ぼす量(1%以内)に達し交換した時である。エミ減あるいはヒータ断線等による交換は今までのところ一度もなかった。図4はクライストロンとサイラトロンの使用時間を示したもので、クライストロンの現在使用中のものはいずれも2万時間に迫っている。この長時間使用の主な原因は、ヒータの突入電流を定格電流以内に抑えて使用していることである。

ELECTRON GUN OPERATING TIME

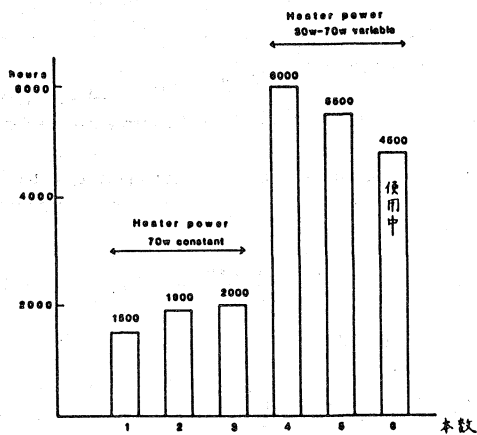


図3 電子銃の使用時間

KLYSTRON & THYRATRON OPERATING TIME

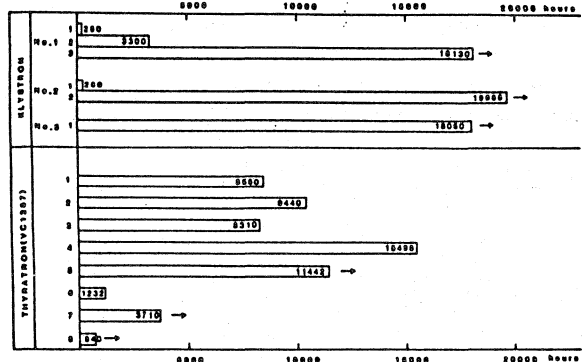


図4 クライストロンとサイラトロンの使用時間

### 4. ビーム電流の安定化

昨年の報告では、ライナックの連続運転におけるビームの安定化は温度及び電圧の安定制御により一定の成果を得たが、さらに最近では $\mu$ secパルス幅によるSingle pulse運転あるいは低エミシ

ヨン電流による連続運転等、当初のライナック仕様と異った条件で使用する要求が増え、これ等の条件でビーム電流を安定にするため、3の改良を行った。図5は改良部分の回路図である。従来の0.1~3μsecパルス幅の電子銃グリッドパルサーはSingle pulse運転に使用する目的では作られず、サイトロン(1445P)の陽極にはLが入っているためSingle pulseの最初の1発が低くなる欠点があった。これを直すためにLをRに変え、3μsecのSingle pulseを一定にした。さらにエミッション運転については、グリッドパルス電圧を最少まで下げ、電子銃ヒータ電力を30Wまで下げた使用するので、従来の非安定化電源ではリップルや電圧変化によるビーム電流の変動が大きく測定精度が上がらなかった。この変動を抑えるために、グリッドパルサーの高圧電源を安定化し、サイトロンへの入力をR入力とした。その結果を図6及び図7に示す。図6はパルスのくり返しを100PPSで運転した電源安定化、非安定化時のビーム電流の比較である。安定化した時のビーム電流の変動率は1.5%以下と大きく改善されている。これに対し、非安定化電源では50Hzのリップルの倍周波数であるためリップルがあっても理論的にはパルス電圧は常に一定となるはずであるが、その間のわずかな異により両者の差に等しい低周波で電圧が変動するためビーム電流が周期的に変動している。一方図7は図6と同じ条件でくり返しのみ120PPSで運転したものである。このくり返し周期が早いと記録紙上の値は安定化電源の場合と大きな差異は見られず、早い現象を問題とする実験では安定化の効果が現れよう。又両図でビーム電流のいちじるしい変化は電力会社からの電圧変動によるものであるが、この影響も安定化電源により抑制されている。

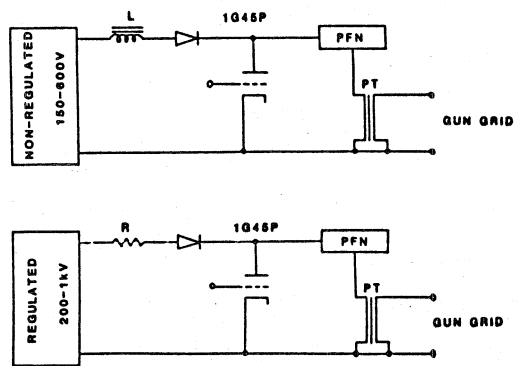
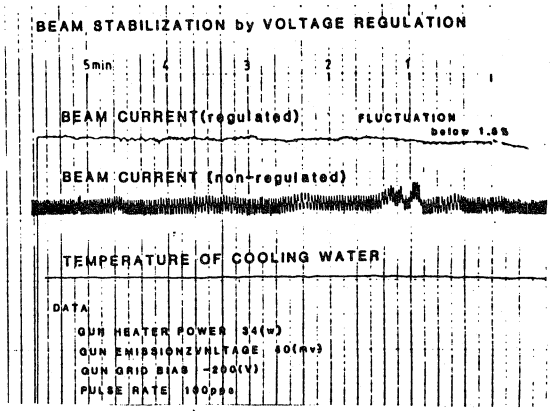


図5 電子銃グリッドパルサー回路図



5. 故障発生状況 図6

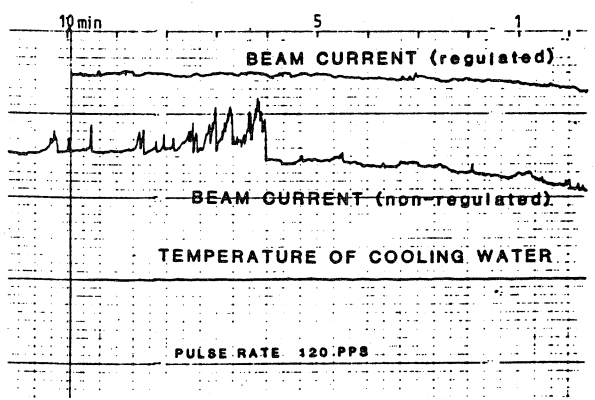


図7

昭和56年度の故障の発生件数は、パルサー17件、発振系2件、電子銃系3件、冷却水系1件で合計13件と少なくなっている。保守点検で主なものは電子銃グリッドパルサータンク、フレイストロンタンク(3台)、パルサー直流電源タンク(3台)の絶縁オイル交換である。現在、真空系の増強として加速器部にはフレイストロンポンプ1台とターボ分子ポンプ1台の設置の準備を進めている。