

KLYSTRON EXPERIENCE

S. Urasawa

ABSTRACT

The Tohoku 300MeV linear accelerator has been in operation for approximately sixteen years. Life and MTBF of klystrons are on the increase. The results are 2410hr. and 4140hr. each.

1. はじめに

東北300MeVリニアックは学内共同利用マシンとして1967年5月完成以来、17年間、約35,000時間の運転をおこなった。この間クライストロンは高価なためその寿命が注目されてきた。このクライストロンも最近は安定な性能が長期にわたり、発揮出来るようになった。今回はこのクライストロンの寿命とMTBF等について報告する。

2. クライストロンの運転条件

クライストロンは5本設置されている。使用クライストロンPV-2014B(三菱電機製)の主な最大定格と最大運転条件を第1表にしめす。この運転条件で常時運転されるのは、#1のみで(プレバンチャ,バンチャにも電力を供給しているため)他は加速エネルギーにより、運転本数と条件をかえている(第1図)。以下述べる寿命等に関する値はこの使用条件のもとでの値である。

3. クライストロンの平均寿命とMTBF

i) 平均寿命

平均寿命は寿命終止のクライストロンの平均稼働時間で表す。寿命終止のクライストロンは29本、稼働時間は69,840時間で平均寿命は2,410時間になる。但し72年度迄は、修理を行うことを前提にした使用方法を採用していたので、完全に出力なしとなる以前の9本と、人為的な原因のもの2本を含んだ値である。もしこれらのものを除くと約2,900時間となる。

ii) MTBF

次にMTBFであるが、単年度のものには寿命終止のものがない年もあり、統計的処理が出来ないため5年間につき算出し第2図に示す。

iii) 平均年齢

平均年齢は使用可能のクライストロンの平均稼働時間で約3,200時間になる。

4. 故障原因

32件の故障発生がありその内訳を第2表に示す。電子銃関係は初期に予防処置としての再生が9件含まれている。最近の傾向は出力窓の破損がほとんどである。その原因の追及はしていない。

5. リニアックの一構成部品としてのクライストロン

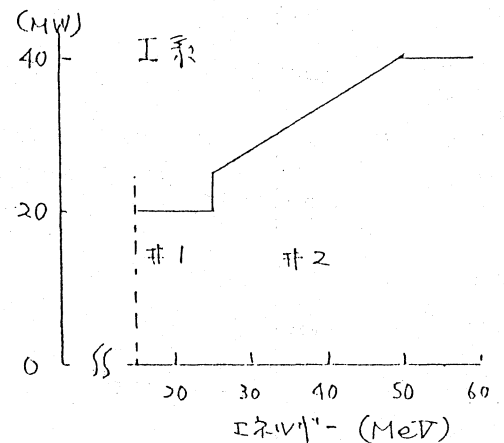
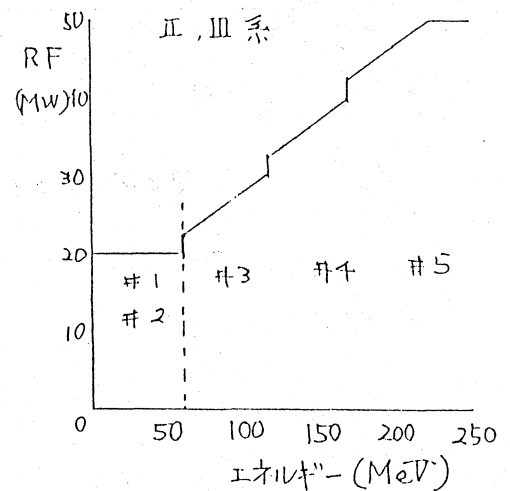
クライストロンの故障は昨年1年間で1件、最近の5年間で3件と初期には予想できない程少なくなった。前出のMTBFはクライストロンそのものの値である。ここではリニアックの運転時間でMTBFを算出した。その5年についての値を第3図に示した。

第1表 PV-2014Bの最大定格と最大運転値。

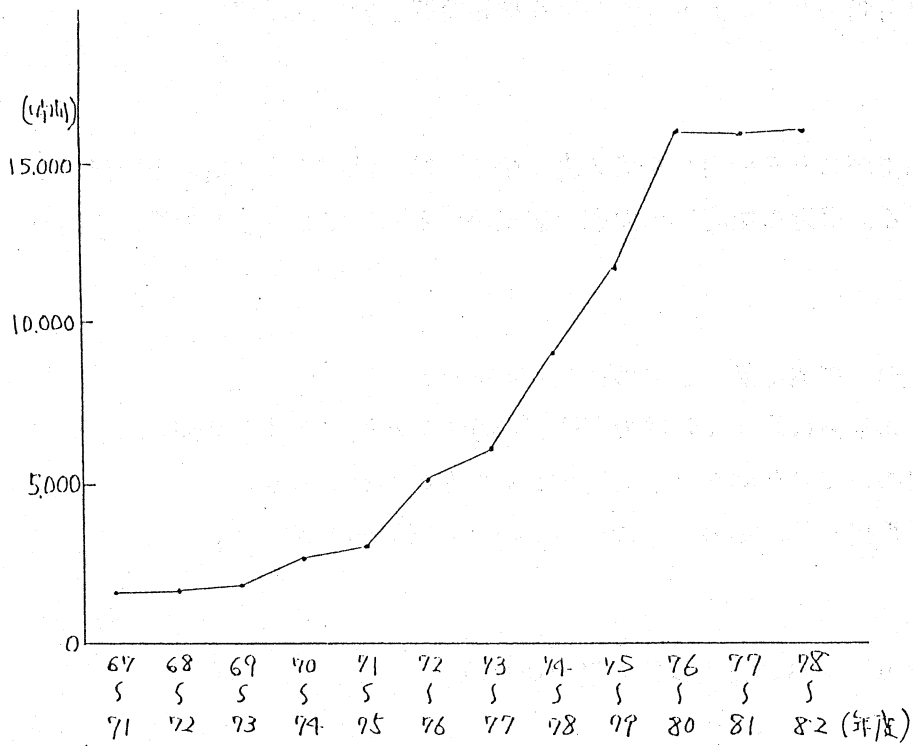
	最大定格	最大運転値
ビーム電圧	270KV	230KV
ビーム電流		230 A
出力(尖頭)		2.3MW
出力(平均)		27.5KW
平均供給電力	7.5KW	6.3KW
パルス幅	11 μs	4 μs
デューティ	0.002	0.012

第2表 クライストロンの故障箇所。

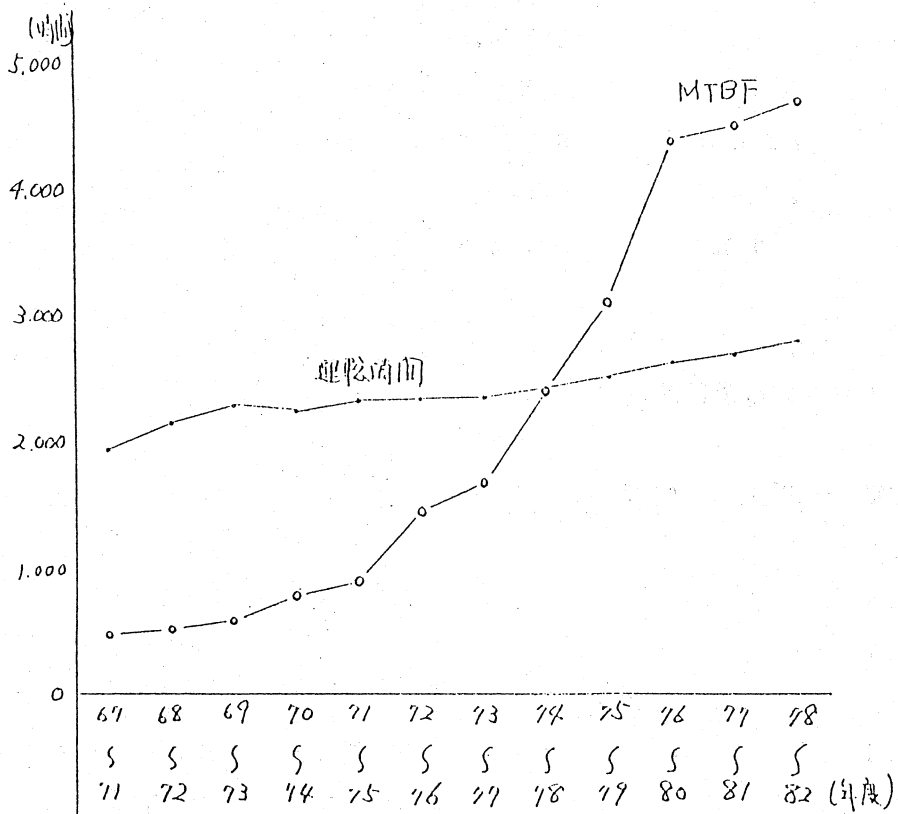
	件数	再生	修理
電子銃	10	9	
絶縁ガラス	4	1	
出力窓	7		
水もれ	5		2
真空	1		1
その他	2		
	29	10	3



第1図 エネルギーとクライストロン出力の関係。



第2図 クライストロンのMTBF (5年間)。



第3図 リニアック運転時間とそれに対する
クライストロンのMTBF。