

## 京研ライナックのBBUの測定

東北大学核理研 小山田正幸、浦澤茂一、今野 収

京 研 浅見 明、河奈崎雄紀、益子勝夫

北島正博、秋山信義、信坂幸夫

高 工 研 佐藤 勇

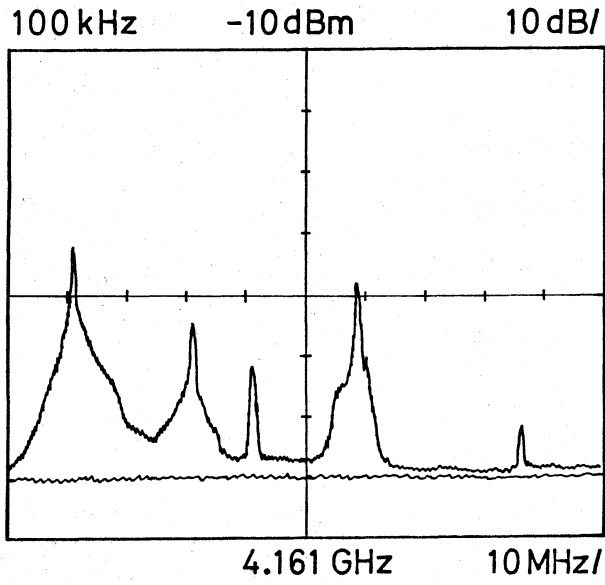
京研ライナックは、その加速電流が大きいのに係わらず、今までBBUの現象が観測されていない稀なるライナックである。このライナックのBBUに対する特性を調べることにより、他のライナックの設計に対する貴重なデータが得られると期待される。

京研ライナックの構成は、電子銃、プリバンチャー、バンチャー（3段ステップ定勾配型、10 MW入力）、第1、第2加速管（三菱電機製、2.3 m長、4段ステップ定勾配型、20 MW入力）、第3、第4、第5加速管（ARCO製、3.3 m長、SLAC仕様定勾配型、20 MW入力）である。このライナックには各加速管出口毎にコアモニターがあり、加速電流をモニターしているが、600 mA以上の電流でもBBUの現象は観測されたことがない。

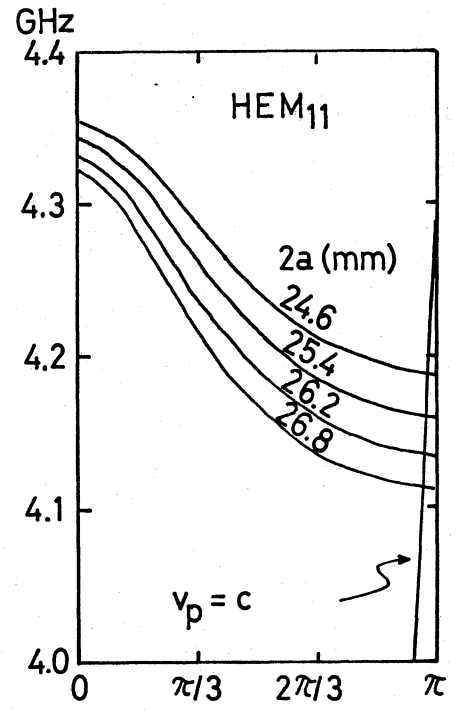
今回の測定方法は、核理研の300 MeVライナック、東大工35 MeVライナックでの測定方法と全く同じで、WRJ-4導波管を用いたBBU周波数検出器からの信号をスペクトラムアナライザーで分析した。測定は加速電流720 mA、パルス幅2  $\mu$ sで行なった。コアモニターからのビーム波形が一部欠けるようなBBUの現象は観測されなかったが、スペクトラムアナライザーでの周波数測定では第1図に示したようにBBUの周波数が観測された。測定した周波数とスペクトラムアナライザー入口での電力レベルを第1表に示す。

第1、第2加速管について、HEM<sub>11</sub>モードを第2図に示す。<sup>2)</sup> Wilson<sup>3)</sup>によればHEM<sub>11</sub>モードのマイクロ波と電子ビームとの位相スリップ ( $\alpha = \beta l(1 - v_p/c)$ ) の関数  $g_2(\alpha) = (1 - \cos \alpha - \frac{\alpha}{2} \sin \alpha) / 2(\alpha/\pi)^3$  がBBUの発振強度に比例する。 $g_2$ は $\alpha = 2.65$ で最大値をとるが、第1、第2加速管ではとり得る $\alpha$ の最大値は各段について、夫々1.76、1.55、1.28、1.01であり、この時のHEM<sub>11</sub>モードの周波数を求めたのを第1表に示す。これらの周波数は実測値の $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ に相当し、計算値との一致は非常に良い。 $f_3$ は第3、第4、第5加速管のHEM<sub>11</sub>モードに相当するもので、SLACでの実測値<sup>5)</sup>と我々の実測値とかなり良い一致を示している。

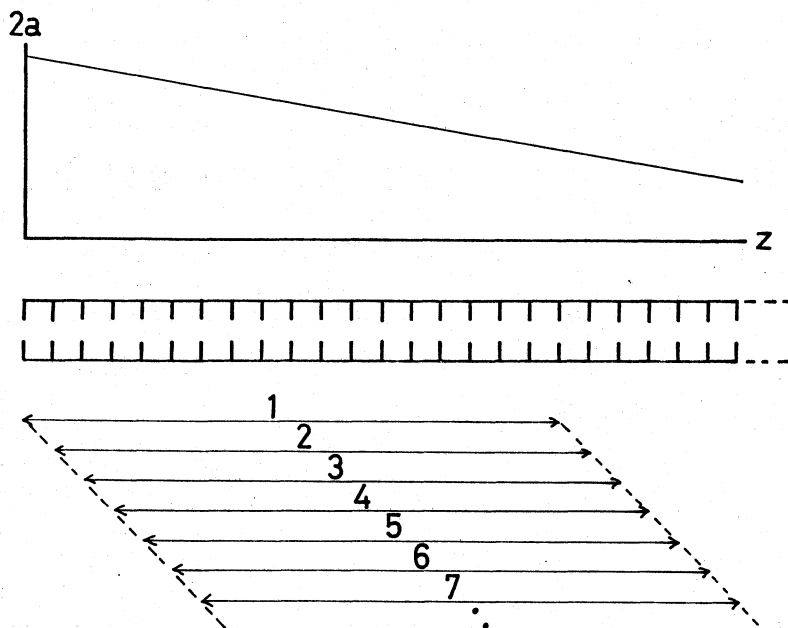
今回の測定から言えることは、京研ライナックでも、加速電流720 mA、パルス



第 1 图



第 2 图



第 3 图

幅2μSではコアモーターで検出される程のBBUは起っていないにしても、加速管内部ではBBU発振作用(増幅作用)が起りかけており、パルス幅を更に広くするとか、同じ構造の加速管を増設するような場合には、BBUを発生する可能性が強い。

加速管の構造が多段ステップ定勾配型で本数が多くなる場合は、同じ構造が多数回用いられるのでHEM IIモードは次々に増幅され、ついにはビームが欠けるBBUに成長することが予想される。これを避けるためには長大ライナックでは各加速管のHEM IIモードの周波数を少レブつずらせて、重ならないようにしたい。例えば、加速管のディスク内径(2a)を直線的に減少させた定勾配型とし、加速管毎に違った内径から出発するよりにする。これにより、HEM IIモードの周波数は互にずれ、しかも製作コストも大幅に上昇することはない。

### 参 考 文 献

- 1) 益子勝夫 他 : Proc. 1978 LINAC Meeting in JAPAN (1978) 150 UTNL-R-0063
- 2) 家喜洋司 : 私 信
- 3) P.B. Wilson : Stanford High Energy Physics Laboratory report HEPL-297 (1963)
- 4) 例えば富増多喜夫他: 第1回加速器科学研究発表会報告集(昭和50年)91
- 5) G.A. Loew The Stanford Two-Mile Accelerator (ed. by R.B. Neal, 1968 W.A. Benjamin, Inc. New York) 217

第1表 京研ライナックのBBU発振周波数の実測値と計算値

実測周波数(MHz)	強度(dBm)	計算周波数(MHz)	$\alpha$
$f_1$ 4114.5	-42	4114*	1.76*
$f_2$ 4134.2	-54	4134*	1.55*
$f_3$ 4143	-62	4140	(SLAC**)
$f_4$ 4161	-48	4161*	1.28*
$f_5$ 4188	-73	4187*	1.01*

\*は文献2)による, \*\*は文献5)による。