

Plan for Performance Improvement of the JAERI LINAC

Y. Kawarasaki, K. Mashiko, Y. Nobusaka, N. Akiyama, T. Shoji, N. Ishizaki
Dept. of Physics, Japan Atomic Energy Research Institute

Abstract

The plan is sketched for the performance improvement of the JAERI Linac as a short-pulsed high-intensity neutron source for time-of-flight measurements. The schedule ranges over four years, in order to keep ample annual machine-time for the above measurements. Main items of the plan are as follows: 1) increase of the input microwave power (from the level of 20MW to 30MW), 2) increase of the pulse repetition rate (300pps to 900pps) and 3) improvement of the injected beam characteristics (shorter in width, higher in peak current).

1. ま え が き

原研リアックは、そのマシン・タイムの大半を 飛行時間 (Time-of-flight, TOF) 法による中性子断面積 (中性子核データ) 測定のため 短パルス・高強度中性子源として運転されている。測定精度をあげるため、つねに リニアックの出力増強、特性向上が望まれている。これまでも定常運転維持の枠内で、部分的な改修・更新を行ってきているが、大巾な性能向上には致っていない。そこで、1) 核データ測定スケジュールを 乱さないように、2) 既存の改修・更新部分を十分に活用し、かつ 3) 限られたマン・パワーと予算の範囲内で遂行可能なことを条件にして、相当大巾な性能向上を目指す計画を立てた。

2. 原研リアックに要求される性能

オ 1 表

TOF スペクトロメータ
の中性子源として用いら
れるリアックに要求さ
れる性能

- | |
|--|
| 1) 出力ビーム電力 (エネルギー×電流) : 大きい程良い |
| 理由: 中性子発生量大→S/N比向上→測定 (統計) 精度があがる。 |
| 2) ビーム・パルス巾: 短い程良い |
| 理由: 時間 (エネルギー) 分解能向上→測定精度があがり、測定範囲が広まる。 |
| 3) パルス繰返し: 高い程良い |
| 理由: 短い時間で測定でき、より多くの核種について測定データが得られる→測定効率向上 |
| 4) 高周波雑音: 低い程良い |
| 理由: より高い中性子エネルギー領域の測定が可能になる。 |
| 5) 長時間安定性: 必要 |
| 理由: サンプル交換法を用いても、誤差は入ってくる。電源電圧変動が最も顕著に影響する。 |
| 6) 測定系の能力: 大きい (数が多い) 程よい |
| 理由: 同時に複数核種の測定ができ、モニター・スペクトルの相互チェックなどが可能になる。 |
| 測定効率向上 |

オ6項は、直接リアックには関係しないが、TOFスペクトロメータ全系を考えると重要な要素になる。電子ビームやX線を用いる実験では、1種類しかできないが、ここでは同時多数独立測定ができる。なお エネルギー・スペクトルなどのビーム特性が無視されるのも特徴である。

3. 計画の概要

下表にスケジュールを示す。これと関連する準備段階での整備もここに含めておいた。

年度		準備年度	オ1年度	オ2年度	オ3年度	オ4年度
主要整備項目		1)パルスモジュラータ 改修*	1)主電源増強	1)主パルス・トランス 増強	1)安定化電源	1)入射系改良 2)計算機制御化
(コメント)		*SCRヒガードライバ	5セプト分について 容量を2倍にする	20 MW クライストロン用 から 30 MW 用にする	モータージェネレータ 式	1)方式未定 2)新言語採用検討
出力 性能	エネルギー(MeV)	120 (現在)	120	120	135	150
	尖頭電流(A)	6	10	12	15	25
	繰返し回数(pps)	300	300	600	600	900
	パルス巾(ms)	20	10	10	10	5
性能指数($\times 10^3$)		11	36	86	122	675

オ2表 スケジュール表

国際協力的性格をもつ核データ測定スケジュールを乱さないため、毎年少しづつ、遂行する方式になる。建屋施設は、当然そのまゝの形で利用する。原研リアックでは、すでにバンチャーを含む全加速管が更新されている。勿論、これもそのまゝの形で利用する。

出力ビーム電力を増すためには、入力マイクロ波電力を増せばよい。現在の20 MW クライストロンを順次30 MW 管球に置換してゆく。繰返し回数も、現在の300 pps より最終的に900 pps まで上昇させる。現在の電源容量では不充分であるので、これを約2倍のものにする。

TOF用リアックの性能指数 Q を下式のように定義してみる。

$$Q = E_b \times I_b \times PPR / t_b$$

ここで、 E_b は、ビームエネルギー、 I_b は、尖頭電流値、 PPR は、繰返し回数、 t_b は、パルス巾である。オ2表の下欄にこの値を示しておいた。この指数から、相当大巾な性能向上になることがわかる。

4. 海外の同種マシンの動向

米 ORNL の ORELA が、この種のマシンとしては、最強のものである。L-バンド帯で、140 MeV, 15 A, 15 ms, 800 pps の性能をもっている。こゝでも、特殊バンチャーを追加して、15 ms 中ビームを損失なしに、3 ms (75 A) まで圧縮することを試してい

る。8ms, 30Aの出力を得たとの報告があるが、技術的にむづかしい点を含んでいる。

英国 Harwell 研究所では、これまでのS-バンド帯から、3年ほど前に L-バンド帯 (HELIOS) に更新した。過渡モード加速では、L-バンド帯の方が優利である。

欧州共同体 (EC) の Geel 研究所の S-バンド帯 (GELINA) でも、最近ポスト・バンチャー (大きい電磁石でビーム径路差を作り、時間圧縮をする装置) を取付けた。

5. 技術的向題点

TOF用リニアックでは、如何にして、より短く、かつ大電流ビーム出力を得るか、最大の向題点になる。ORELA でも、GELINA でも、この点に力を注いでいる。原研リニアックでも、電子銃系の改良を行ってきている。今回の計画でも、準備期と最終年度に改良を予定している。準備期改良では、電子銃とグリッド・パルサーの改良 (高速化) と、入射電圧を高めることで、10ms 中、10~12A (現在、20ms, 6A) の出力を期待している。計画最終年度の入射系改良は、準備期改良の結果をみて、その方式を決めることにする。

過渡モード加速においては、加速される電荷量は、ほぼ一定に保たれる。原研リニアックの場合、120MeVで、20ms, 6A が、30ms, 4A ($q = 120\text{mQ}$) が加速される。

10ms では、12A が、5ms では、24A が加速されるはずである。一方、上記の 120mQ の値は、蓄積エネルギーで加速される値の $\sim 1/3$ である。ORELA の実績をみても $\sim 1/3$ になっている。極短パルス・ビーム加速では、全蓄積エネルギーを消費するような加速状態に調整するのがむづかしい。この点が、解決できれば、出力増強が期待できる。

6. あとがき

将来計画としては、大変地味なものである。現在稼働しているマシンにおいて、その用途がより単目的になると、性能向上プログラムが作りやすくなり、技術的向題点を含みながらも、相当程度、性能を向上させることがわかる。しかしマシンの改良のみでは不十分で、スペクトロメータ全系の拡充が重要である。中性子核データの整備と核物理の研究のために順調な計画達成が望まれる。

参考文献

- 1) 河原崎雄紀, "原研リニアックの現状と性能向上計画"
原子核研究 Vol. 26, NO.4 (1982) p.7
- 2) Y. Kawarasaki et al. "Status of the JAERI LINAC"
Proc. of 4th Symp. on Accelerator Science (1982) p.41