

阪大ピコ秒電子ライナックの現状

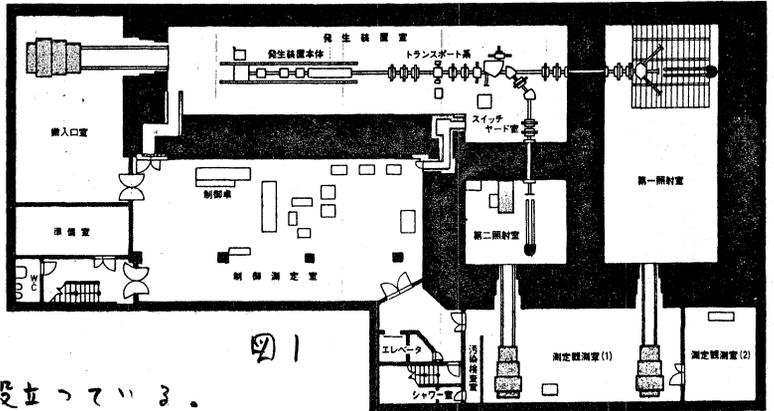
阪大産研 津守邦彦, 大熊重三, 竹田誠之, 木村徳雄, 山本 保, 沢井富一
菊池理一, 大脇成裕, 山本幸佳, 櫻井 光, 川西政治, 林晃一郎

1) まえがき

本装置は各種放射線の発生, 計測なかも数10ピコ秒の時間尺度で各種短寿命活性種の挙動を解明することを目的として, AB和50年に設置が認められ, 産業科学研究所附属放射線実験所の主要施設として53年に建設が完了した。現在5~6研究グループが精力的にこの加速器を用いて研究を進めているが, 本報告では施設の概要, 並に各種のビーム特性について述べることをする。

2) ライナック施設の概要

i) 建屋 ライナック建屋は総面積 3000 m^2 の4階建てで, 地上1階は管理室, 実験準備室, 計算機室, 機械室, 2階は各専門分野の実験室 (R1使用可能) がもうけられている。地下1階はクライストロン室, 冷却ポンプ室, 制御測定室, 地下2階は図1に示す様な室がある。物品の搬入は地上1階から地下2階まで貫通した搬入口部で行われる。クライストロン室, 制御測定室は嚴重な電磁シールドが施されている, 測定系へのノイズの減少に役立っている。



ii) 加速器 ライナックの主要な構成は図2に示す。クライストロンはCSFTムソン社のTV 2022A (1300MHz, 20MW) を1本使用している。このライナックの最も特徴とするピコ秒単一パルスの発生は, サブハーモニック プレバンプヤ- (シングルキャビティ) に208MHz 10数kWのRFを供給し, 電子銃より3ms以下のパルス巾で入射して行なう。この電子銃バルカーは板極管ML7698を8本で構成され, 最大2kVのパルスを発生し電子銃カソードを制御している。3msのパルスの発生にはclipping Lineを併用している。電子銃はアルコ社のModel 12に加速電圧100kVを与え, 25A (>20ns), 12A (3ms), 0.6A (2 μ s) の入射電流を得ている。電子銃を含む入射系は, フレオンガス加圧ダレク内にあさめられている (100kV DC電源は別)。

クライストロン変調器のサイクロトロンは, IIT社のKU 275Cを使用し, PFNは18セクション

でパルス巾 $4.5 \mu\text{s}$, $360 \sim 720 \text{ PPS}$ の High Duty では 10 sec エン $2.5 \mu\text{s}$ に切換えられる。充電キョークには2次巻線が無く、de-Qing回路はキョークの両端をサイラトロンと抵抗で直接ショートする方式をとっている。HV電源用 AVR は de-Qing の動作が確実に行なえる様に電圧調整を行なっている。

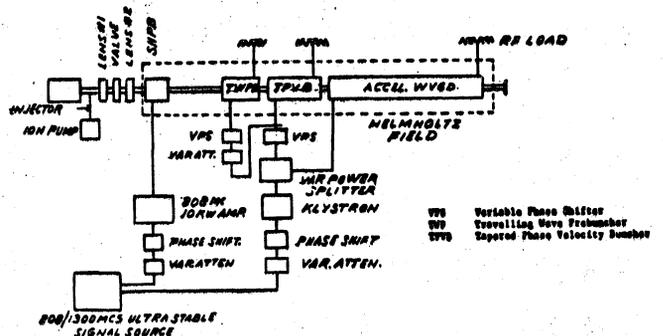


図 2

この de-Qing システムは現在テスト中である。

ビームトランスポート系は図1に示している。スイッチャード室には2方向偏向磁石があり、 90° 偏向でエネルギー分析を、 270° 偏向でピコ秒パルスビームの取出しが行なえる。又この磁石の斜上流にはキエレンコフ光発生器 (Xeガス1.5気圧封入) があり、上記の 270° 偏向ビームと同期した光パルスが得られる。カ1照射室の3方向偏向磁石の各ブランチには目的に応じた集束系を増設する様に検討を行なっている。

マイコンを用いたビームトランスポート系切換装置があり偏向磁石の櫻根、消磁、励磁、各種表示並びに加速器本体及びビームシッターとのインターロックなどが自動的に行なわれ、ビームを目的の照射位置まで安全確実に導くことが出来る。トランスポート系のトランスミッションは $75 \sim 85\%$ でやや不十分なので今後改善する予定である。ビームサイズは窓外直後で $6 \sim 8 \text{ mm}$ 中である。将来加速管を1本増設出来るスペースは有り、現在ここにはQ磁石を設置している。

iii) 附属機器。カ1照射室には中性子飛行管と気流管がもうけられている。又ピコ秒パルス測定装置としてストリークカメラシステムがあり、結果はデータ処理装置に転送される。ライナックの計算機制御のカ1段階として、すでにエネルギースペクトルのデータ取り込みは行なっているが、更に各種磁石の電流、マイクロ波の周波数、位相、電力などの運転状態のデータロギングの準備を行なっている。加速器並びに建屋周囲での放射線、ガス、ダストのエリアモニターも完備し常時記録されている。

2) ビーム特性

i) ビームロード クライストロンのRF出力を $\sim 18 \text{ MW}$ で運転した時のビームロード特性を図3, 4, 5に示す。

図3はパルス巾 $1.5 \mu\text{s}$ (ステイステートモード) の場合で、実測値は 30 MeV の線に一致した。実線は加速管に 18 MW 入った時の

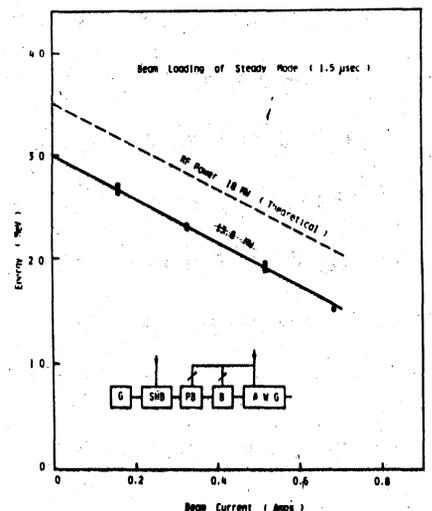


図 3

計算値であって、バンクセクションに約3MWのパワーを分割しているこのシステムではエネルギーゲインを多く得られなりので、バンク用クライストロンを増設する事を計画している。図4はトランジエントモードの特性を示している。 $\Delta E/E$ はステディステート、トランジエント共に半値巾で約3%であった。図5はシングルパルスモード(40ps)の場合で、4x量増加に従ってエネルギーが約1MeV低下している。シングルバンクの電子が加速管内を通過する時にキャビテーターを励振してエネルギーを失なうと云う報告もあり引続を調べる予定である。 $\Delta E/E$ は半値巾で~1%, 90%のところでは~2%で、16mcの場合をのぞき4x量に関係なくほぼ一定である。

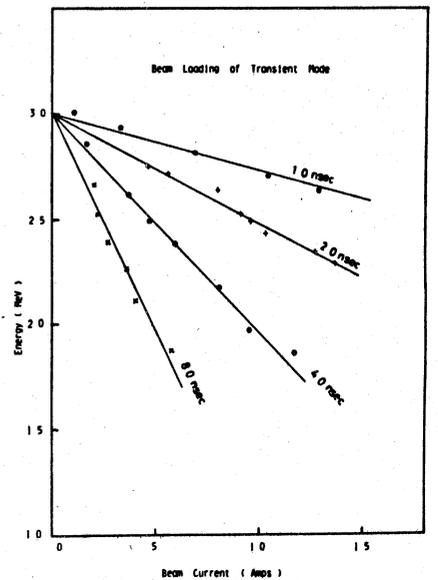


図 4

ii) 加速部のトランスミッション 電子銃のすぐ下流と加速管出口に電流モニターがありこれらの値から加速部のトランスミッションを測定した。図6の横軸は出口の電流値、縦軸は電子銃の入射電流と出口の割合で、10⁻⁹A電流が増加するとトランスミッションが悪くなる。クーロンリパルジヨンの影響の他にもいくつかの原因が考えられるので、更にくわしく調べたい。

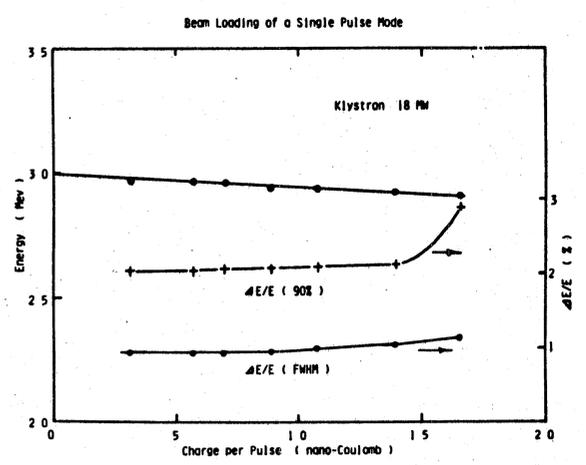


図 5

iii) シングルパルス中 Xeガスの4エレンコフ光をストリークカメラで測定したパルス波形を図7に示す。カメラの時間軸を0.9nsでシングルショットで観測したもので、半値巾は43.2psであった。波形をガウス分布と仮定してストリークの分解能を考慮すれば真の値は39.5psが得られた。

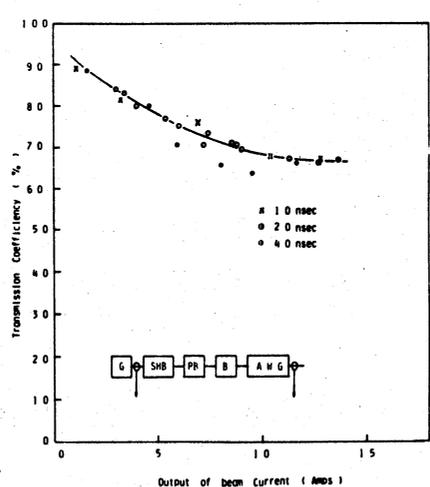


図 6

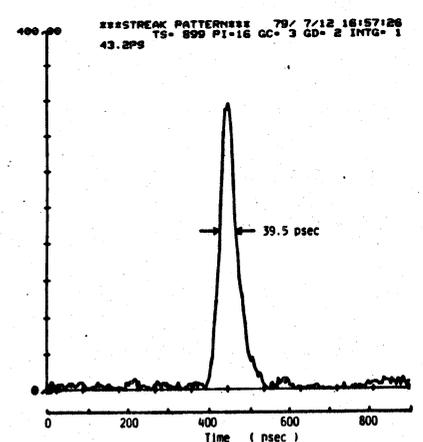


図 7