

[07-P06]

ETL ELECTRON LINAC AND EXPERIMENTAL FACILITY, 1999

MIKADO Tomohisa, OHGAKI Hideaki, OHDAIRA Toshiyuki, SUZUKI Ryoichi, SEI Norihiro, TOYOKAWA Hiroyuki, YAMADA Kawakatsu, SUGIYAMA Suguru, CHIWAKI Mitsukuni, HANE Hiroki<sup>#</sup>, OKABE Shigeo\*, and YAMAZAKI Tetsuo\*\*

Quantum Radiation Division, Electrotechnical Laboratory, 1-1-4 Umezono, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8568

<http://www.etl.go.jp/etl/linac/e/>

\* Okabe Keisoku Kogyosho, 1-7-13 Nozawa, Setagaya-ku, Tokyo 154-0003

\*\* Institute of Advanced Energy, Kyoto University, Gokasho, Uji-shi, Kyoto 611-0011

Abstract

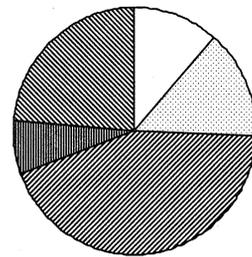
The electron linac, TELL, of the Electrotechnical Laboratory was in "stand-by" mode for about 2,170 hours in the fiscal year of 1998 (April 1998 through March 1999). A series of experiments to generate photon beams in several-keV region in the linac vault were started in 1998, therefore, about 20% out of 2,170 hours were spent for the project. Some troubles happened in the period are described: troubles in the electron injector system, the klystron modulators, the wave-guide system, the RF amplifier system, and so on. Recent results gained in the slow-positron research program are briefly described. Lasing at 212 nm, the world-shortest record at present, with the NIJI-IV free-electron laser facility is just mentioned.

電総研リニアック施設の現状と利用研究 (1999年)

1. はじめに

過去2年ほどの例にならって、平成10年度(1998年4月—1999年3月)における電子技術総合研究所リニアックTELLの利用状況を図示すると、図1のようになる。昨年の本研究会で報告<sup>1)</sup>があったように、バンチャー直後の電子ビームとレーザー光との相互作用を利用して、数keVオーダーの光子ビームを発生させるための装置を構築しており、1998年の後半以降は、この装置の試運転や調整を行っている<sup>2)</sup>。そのため、加速器室内での作業や実験を行うために確保している時間数が、かなりの程度、増加してきている。これを反映して、最近5年間における各実験モードによるTELLの占有率(図2)でも、加速器室の占める比率(内容は変化している)が高まってきたことが認められる。

以下では、最近1年間に発生した主なトラブルやTELLの電子ビームを用いて行っている研究の一部をかいつまんで紹介する。



□ 加速器室 □ TERAS ▨ 低速陽電子 ▮ NIJI-II ▭ NIJI-IV

図2 最近5年間(1994年4月—1999年3月)の利用形態によるTELLの占有率

2. 主なトラブル

2.1. 電子銃系

昨年も報告<sup>3)</sup>した平成9年度の初めに交換した電子銃を現在も使い続けている。このときの交換前には、実験計画をたて易くするために、仮に電子銃が著しく不具合にならなくても、予め時期を決めて交換しようと考えていたが、交換時にトラブルが続出してあまりに手間がかかり、その結果、信じられないほどの費用がかさんだため、定期交換は断念し、同一のアセンブリを使い続けている。現在のアセンブリのヒーター点灯時間は~6.5千時間に達しており、初めの1.5倍ほどのヒーター電力を投入しなければならなくなっている。この状態でも充分な電流が得られてはいるが、既にヒーター電力の最大定格に肉迫しており、“いつダメになっても文句は言えない”段階で、1日でも長生きするよう、ひたすら願っている状態である。

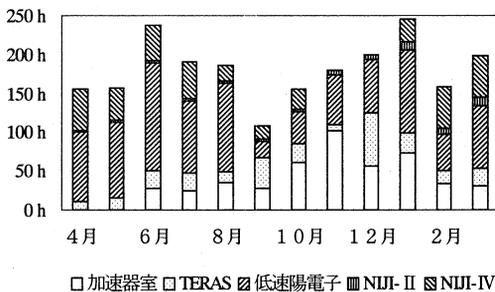


図1 平成10年度(1998年4月—1999年3月)の利用形態別TELL占有時間

<sup>#</sup> On leave from SONY Corp.

TELLの電子銃はカソードに $\sim 80$  kVの直流電圧を印加するタイプで、人員の安全を確保するため、印加してはならないときには高圧デッキに接地棒を取り付けるようにしている。あるとき、種々の作業を行った後、接地棒を取り外すのを忘れたままで高圧を印加したことがあった。俗に言う“悪いときには悪いことが重なるもの”で、高圧デッキと接地棒とが“つかず離れず”の状態になっていて、両者の間で激しい放電が起った。そのため、昨年の手直し作業により、ヒーター電力だけではなく、グリッドに印加するバイアス電圧及びパルス電圧も遠隔制御が可能になっていた電源装置が破壊されてしまった。装置の修理を依頼するとともに、退役したはずの電源装置を再登板させることによって急場を凌いだ。

## 2.2. クライストロン系及びRF系

昨年、高圧充放電回路部のダイオードスタックが破損してavalanche diodesを交換したモデレータがあった<sup>3)</sup>。今年になって、同一のモデレータで高圧放電が起り、クライストロンが動作しなくなった。調査の結果、PFNを構成する合計16個のCに電撃が走り、その中幾つかは文字どおりパンクして内部の絶縁油が洩れ出して（噴き出して）いることが判った。そのとき、高圧抵抗も破損してしまったため、16個のCとともにそれも調達し、最近になって漸く復旧させることができた。

これとは別のモデレータでイオンポンプ電流が過大になって高圧が切断されるトラブルが頻発した。そのクライストロンは $\sim 4.5$ 千時間使用したものであり、さらにはもう一つの事情もあったので、殆ど躊躇することなく交換した。ところが、期待に反して全く同じ現象が発生し、種々調べたところ、イオンポンプ用電源の交流入力/信号出力用ケーブルあるいはその周辺の不具合のために偽信号が出てメーターが大きく揺らぐことが判った。現在は借り物の電源装置で実際の排気を行い、メーターリレーの設定を緩くして高圧が切断されないようにしているが、原因を突き止めて根本的な対策を施すことが必要である。

TELLのregular加速管は進行波型であり、各加速管のRF出口には水冷式のダミーロードが設置されていてRF電力を吸収するようになっていて。本年3月初めに、この中の1個で、恐らくセラミクス窓の周縁部で、冷却水洩れが発生し、この水がSF<sub>6</sub>ガス導入用銅パイプを経由して別系統の導波管内部にまで浸入するという、思いがけないトラブルが発生した。これについては、当日会場で、多少詳しく紹介しようと考えている。

TELLの加速用RFはsynthesizerで発生させたSバンドの微小信号をトランジスタ増幅器で $\sim 3$  Wに増幅し、これをTH2436でパルス化・増幅した後、大電力クライストロンE3776へ送り込んでいる。この中間電力増幅装置は6年ほど前に更新したものであ

るが、1—2秒間ほど停止することがしばしば起るようになってきた。実はこの現象は、かなり初期から起っていたが、頻度が極めて低く、原因の特定ができないままになっていたものである。当然のことながらこの現象は、特に蓄積リングへの電子入射作業にとっては、著しく能率を低下させる要因となるので、できるだけ早く原因を見つけ出して対処したいと考えている。

昨年の報文集でも触れられている<sup>4)</sup>ように、SF<sub>6</sub>は地球温暖化を助長するので、大気中への放散を規制しようという動きがあるとのことで、今後、どうしていくべきか悩むところである。他機関ではどのように（しよう）しているのか、智慧を借りたいところである。

## 2.3. その他

TELLの最終段まで加速された電子ビームの中、TERASへもNIJI-IVへも入射されないものは電磁石で僅かに偏向されてダンプされるようになっている。昨年春頃から、このダンプ用電磁石の冷却パイプが剥離してコイルが高温になり、インターロックで電流が切断されるようになってきた。今回は所内の措置で資金が得られ、同等の電磁石を購入することができたのは幸であった。

加速器室及び全実験室にはインターロックに組み込まれている扉が2個（あるいは3個）ある。これらは、インターロックキー盤の所定の位置にある同一キーで施錠解除するようになっていて。つまり、1個のキーが3個（あるいは4個）のシリンダー錠に適合するようになっていて。最近実験室側のシリンダー錠で不具合になったものがあり、それについては庁舎管理費用で更新が行われたが、それ以外のものは研究費で処理しなければならず、思わぬ出費を強いられている。

昨年報告したとおり、電動発電機操作盤に設置されている3台の気中遮断器の点検整備を行った。ところが本年3月に制御盤のリレーが不具合になり、発電機を動作させられなくなった。手動でならば遮断器を閉じられる状態であったので、不便に堪えて使い続けていたが、漸く5月半ばに完全復旧させることができた。

## 3. 研究概要

TELLで得られる $\sim 70$  MeVの電子ビームを用いて高強度低速陽電子ビームを発生させ、それを利用する物性研究を行っている。低速陽電子の収量を上げるためには、陽電子減速材の減速効率を向上させることも重要である。そこで本研究では種々の材質について陽電子再放出率を測定し、減速材として使用可能なものを探索していて、現在までに図3に示すような結果を得て、実用性の評価を行っている。これは、如何に再放出率が高くても、耐放射線性が低ければ減速材として使うことができないためである。例えば6H-SiC(n)は、数keV以下の陽電子に対しては、

Wに較べて2倍もの再放出率を示しているが、強放射線場での使用には問題がある。しかし、放射線的に清浄な場に置くことができる高輝度化装置では充分に使用可能であり、我々も将来は試みたいと考えている。

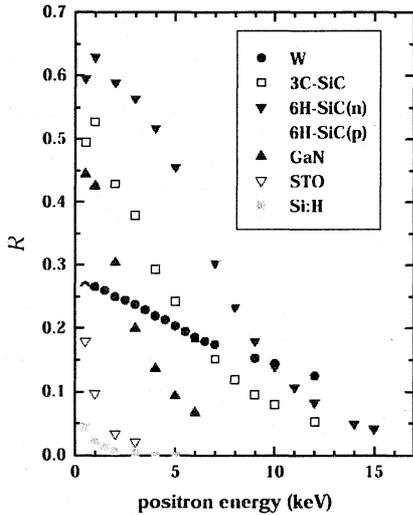


図3 陽電子エネルギーの函数としての種々の物質の陽電子再放出率

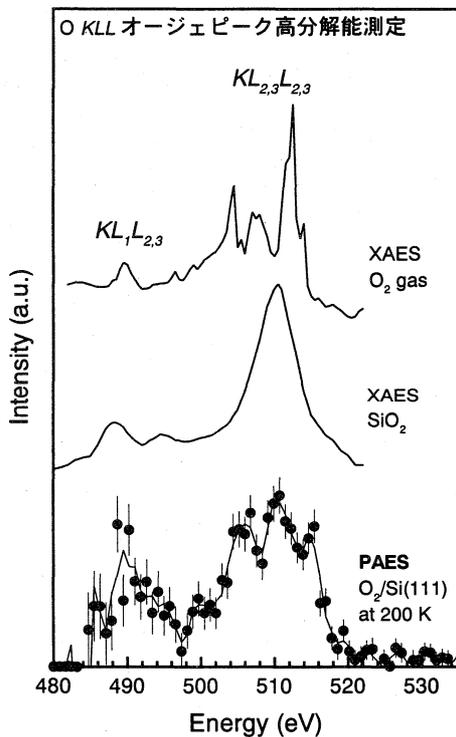


図4 O<sub>2</sub>が吸着したSi(111)表面で観測されるオージェ電子のスペクトル(上方の2曲線は他研究機関によるx線励起オージェ電子分光結果で、比較のためのもの)

当所の施設のように、電子-陽電子コンバーターの直近に陽電子減速装置を置く場合は、放射線照射による減速材の劣化が深刻な問題である。我々はその原因についても調べ、表面へのCの堆積や中性子による内部の照射損傷が大きな原因であること明らかにした。それとともに、微量のO<sub>2</sub>導入によって表面に堆積したCを除去して減速効率を回復できることも見出した。

低速陽電子を用いる物性研究の一環として陽電子消滅励起オージェ電子分光(PAES)装置を構築し、その性能向上に努めているが、現在では~3 eVのエネルギー分解能が得られるようになり、計数率も~20 cpsに達している。PAESでは、オージェピーク付近にバックグラウンドが無いので、数分間で図4に示すようなデータを得ることが可能である。また、表面吸着反応も分単位での時間変化を追跡することができるようになっている。

NIJI-IVで行っているFEL研究では、昨秋、世界最短波長となる212 nmでの発振に成功した。最近蓄積ビームの高安定化のためにRF空洞の改造などを行って、より短波長での安定・高出力発振を目指している<sup>6)</sup>。その一方では、長波長FELによるレーザーコンプトン光子ビームの発生について、feasibility studyを行っている。

#### 4. おわりに

前回の研究会以降に発生したトラブルを中心として、TELLの現状を紹介した。本文では触れなかったが、加速管真空系や各装置の冷却水周りでのトラブルは絶えない。最近、TERASやNIJI-IIのRF空洞冷却水用チャラーが損傷していることが見つかり、補修費用の捻出に悩んでいる。

TELLを利用する研究については、紙幅の都合で、陽電子研究を僅かに紹介した以外は、FELについて触れただけであった。

TERASにおけるレーザーコンプトン光子ビームの利用研究に関しては、本年9月の応用物理学会放射線分科会シンポジウムで報告<sup>7)</sup>される予定なので、そちらをご覧戴きたい。

#### 参考文献

- 1) 羽根博樹 *et al.*, Proc. 23rd Linear Accelerator Meeting in Jpn. p. 414 (1998).
- 2) 羽根博樹 *et al.*, this volume (1999).
- 3) 三角智久 *et al.*, Proc. 23rd Linear Accelerator Meeting in Jpn. p. 16 (1998).
- 4) 浦澤茂一 *et al.*, Proc. 23rd Linear Accelerator Meeting in Jpn. p. 10 (1998).
- 5) Suzuki, R. *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. Pt. 1, **37**, 4636 (1998).
- 6) 清紀弘 *et al.*, this volume (1999).
- 7) 豊川弘之 *et al.*, 第60回応用物理学会学術講演会予稿集 (1999).