

[A16a06]

## ETL ELECTRON LINAC AND EXPERIMENTAL FACILITY, 1998

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

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 1,700 hours in the fiscal year of 1997 (April 1997 through March 1998); among 1,700 hours, more than 250 hours were spent for the literal labor of replacing an electron gun. Some troubles happened in the period are described: troubles in electron guns, klystron modulators, cooling-water pumps, electric generator, and so on. Topics born in research programs made recently are upgradings in variable energy positron lifetime spectroscopy and positron-annihilation induced Auger electron spectroscopy, observation of uniformity degree of liquid crystal alignment on polyimide films irradiated with radiation from Onuki-type undulator, and lasing in the world-shortest wavelengths region with NIJI-IV free-electron laser facility. A new research project has been started to generate soft x rays through Compton backscatterings of laser light with several-MeV electrons.

### 電総研リニアック施設の現状と利用研究 (1998年)

#### 1. はじめに

昨年の研究会で、その直前3年度間の電総研電子リニアックTELLの利用状況などを報告した<sup>1)</sup>ので、ここではそれ以降の状況、TELLを直接・間接に利用して行っている研究の最近の成果などを簡単に紹介したい。

#### 2. 運転状況

平成9年度(1997年4月—1998年3月)におけるTELLの利用状況を図示すると、図1のようになる。この図は、昨年の研究会で示したものと同様

に、加速器室、低エネルギー実験室(低速陽電子の発生・制御・利用実験)、中エネルギー実験室(NIJI-IIへの電子入射)、 $\pi$ 実験室(NIJI-IVへの電子入射)、リング室(TERASへの電子入射)の5室中、どの室がTELLをどの程度の時間、占有していたかを表しているだけで、実際にビームを使用した時間を示しているものではない。

昨年の研究会で報告したことであるが、3千時間(ヒーター点灯時間)以上に亘って使用していた電子銃がエミッション不足になったため1997年3月末で使用を終了し、予備品と交換しようとしたところ、種々のトラブルが続出して予想外に

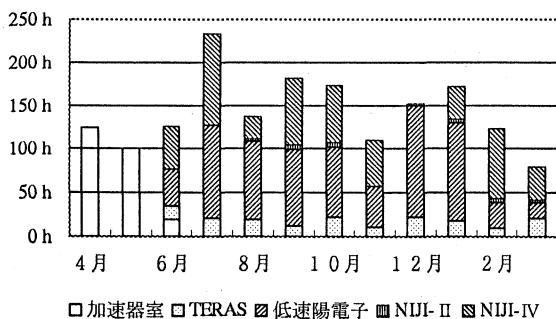


図1 平成9年度(1997年4月—1998年3月)の利用形態別TELL占有時間

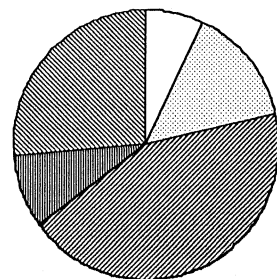


図2 最近4年間(1994年4月—1998年3月)の各実験室のTELL占有率

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

手間取り、6月上旬になってようやくビーム加速を再開することができた。4月及び5月には加速器室に立ち入って作業を行う時間が長かったため「加速器室」が多く計上されている(合計~1,700時間中250時間ほど)が、ヒーターエイジングや高圧エイジングなどは制御室での作業となるので、実際に電子銃復旧のために費やした時間は毎週100時間に達していた。

平成6年度—9年度(1994年4月—1998年3月)の4年間の各利用モードによるTELL占有率は図2に示すとおりである。昨年の報告では『低速陽電子実験の占有率は、今後さらに増加する可能性が高い。』と述べたが、平成9年度には低速陽電子の占有率が若干低下した。これは、前述のように、電子銃交換作業に多くの時間を要したこと、NIJ-IVの改造<sup>2)</sup>に伴い利用時間がそれに先立つ3年間の平均の2倍以上に増加したこと、などにより、低速陽電子実験のTELL占有率が相対的に低下したもので、振り向けた時間数そのものは殆ど変化していない。

### 3. 主なトラブル

#### 3.1. 電子銃

前述のとおり、平成9年度初頭から~2.5ヶ月かけて交換作業を行い、ある意味では貴重な経験を積んだ。そのときに真空排気系を更新したが、依然として能力不足(コンダクタンスが良くない)であることを痛感したため、引き口部の口径を大きくした配管を調達した。次回の電子銃交換に際して同時に交換する予定で、これによりカソード周辺の真空が幾分かは改善されるはずである。

かなり以前から電子銃の制御系が不調になり、グリッドのバイアス電圧やパルス電圧を遠隔制御できないという、極めて不便で変則的な状況が続いていた。以前からヒーター電源は遠隔制御可能なものを試作して使用していたが、今年になって、ヒーター電流の外に、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可能なものを試作した。残念ながら、時折、電子銃部での放電に起因すると思われるトラブルが発生するため、バイアス電圧だけは現場で設定するものに戻したが、原因究明、ノイズ対策などを行っており、遠からず正常な姿になるものと期待している。

#### 3.2. クライストロン

昨年報告したように、近年納入されるクライストロンは品質が安定していて良好で、あまり悩まされることがなくなっていることは幸である。

当所のクライストロンモジュレーターは、L及びCを組み上げたPFNを使用しているが、長期間の使用によるCの容量変化、負荷との僅かな不整

合などに起因するパルス波形の歪みが目立つようになってきた。必要な作業時間や費用を考慮しながら、その再調整を行っていきたいと考えている。

最近(1998年6月)、あるクライストロンのRF出力電力が突然低下し、しかもそのレベルが"bi-level"状態として観測された。高圧スイッチング用サイクロトロンやパルストランスの不調、あるいはクライストロン自体の損傷なども疑って、いろいろと調べたところ、高圧充放電回路部のダイオードスタックが導通してしまったことが判り、合計30個のavalanche diodesを更新することによって復旧させることができた。問題のモジュレーターは8基の中で最も厳しい環境におかれているため、このトラブルが起ったものと考えているが、それ以外の7基の環境も大差はないので、予備品の調達、回路の変更などの対応策を考えていかなければならない。

#### 3.3. その他

1998年4月中旬に加速管冷却水圧送用ポンプが異音を発するようになった。昨年報告したポンプほど特殊なものではなかったが、~1ヶ月後により早く補修部品が届いて修理を行い、現在は快調に稼働している。しかし、別系統で使用しているポンプも同様の事態に陥る可能性があり、悩むところである。

1998年5月の「電気設備定期点検」時に、安定化電力供給用電動発電機の気中遮断器のロックピンが僅かに変形していることが見つかり、3週間後に応急措置を行った。今年度中には合計3台の全遮断器について、点検を行う必要があると考えている。

加速管部の真空悪化に関しては、この1年間には積極的に対処する余裕(時間的及び財政的)を産み出すことができなかったため対症療法しかとれず、言わば放置したままになっている。

### 4. 研究概要

TELLで加速した電子ビームを使用して、種々の量子放射線の発生・制御とその高度化・利用に関する研究を行ってきた。それらは、

- (1) 高強度低速陽電子発生施設の建設と物性研究への利用、
  - (2) 産業用小型蓄積リングNIJシリーズの開発、
  - (3) 自由電子レーザー(FEL)研究施設の建設とFEL発振技術の確立、
  - (4) TERASの建設と各種光源の開発、
- などに大別することができる。

この中、低速陽電子ビームによる物性研究では、エネルギー可変陽電子寿命測定法の高度化研究とともに、陽電子消滅励起オージェ電子分光法で

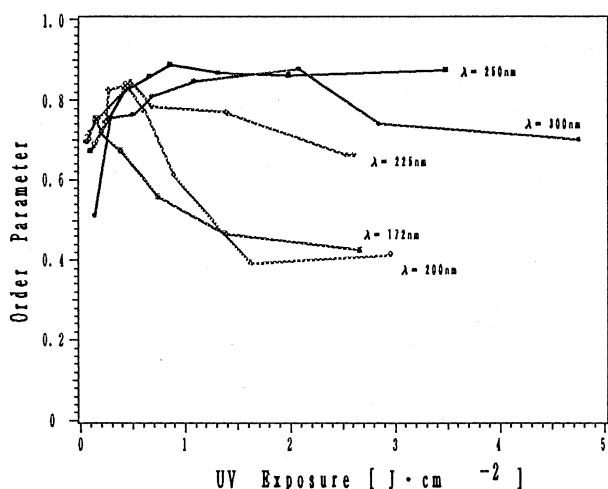


図3 ポリイミド膜面液晶の光配向度の照射紫外線波長依存性

は物質最表面の状態を極めて高感度で観測できることを示し、その手法の実用化に向けた研究が続けられている。また、NIJI-IVによるFEL研究では、リングの改造などが奏効して世界最短波長レベルでの発振に成功し、一層の短波長化に向けた研究が続けられるとともに、長波長域への拡張も計画されている。この両者については、本研究会でも別に報告<sup>2,3)</sup>しているもので、そちらを参照して戴きたい。

中エネルギー実験室には小型の蓄積リングNIJI-IIが設置されていて、それには小貫型アンジュレータ (PU-2) が装着されている。これは2対の (永久) 磁石列を互いに直交するように配置してあるもので、その中の1対を固定し、他の1対を機械的に移動させることによって、電子ビームに右廻りや左廻りの螺旋運動をさせ、右/左廻りの円偏光放射光を発生させることができる。PU-2は、円偏光放射光のみならず、楕円偏光 (これも右/左廻りが得られる)、水平偏光、鉛直偏光など多種類の偏光放射光を発生でき、さらにこれらを最高3 Hzで変調が可能という、優れた特徴を有している。

このようなPU-2の特徴を活かして、同一波長で偏光方向の異なる放射光を発生させて、生体物質など立体構造を有する物質の構造決定、吸収特性の違いによる特異な反応の解明などの基礎科学や工業利用などの研究が行われている。例えば、ポリイミド膜に直線偏光を照射して液晶の光配向の波長依存性、照射量依存性などを調べたところ、図3のような結果が得られている。このようなデータを積み上げることによって、光配向機構の解明、さらには新たな光配向法の創出も期待できる。ま

た、基礎科学に属する分野では、最近、PU-2による円偏光放射光を利用して、アミノ酸 (ロイシン) の絶対不斉合成にも成功するなどの成果を挙げている。

蓄積リングTERASには超伝導ウイグラが設置されていて、それで得られる軟x線領域の放射光を利用してトモグラフィシステムを構築しようという計画が進展している。現在までに、専用のビームラインを整備し、x線分光用2結晶型分光器、分光x線の2次元強度分布測定用検出器の原型器などを試作してきている。

また、TERASを周回する電子ビームとレーザー光との相互作用を利用する、エネルギー可変・偏極単色γ線の発生及び利用の研究では、現在40 MeVまでの、ほぼ100%偏極したγ線が得られるようになっており、所内外の研究グループと協力して、(γ, γ) 実験、(γ, n) 断面積測定、中性子検出器の対γ線感度測定などの研究に活用している。最近では、これと並行して、TELLのバンチャー直後の電子ビームを利用して数keVオーダーの軟x線を発生させるための準備を行っている。これは縮小x線リソグラフィで使用するx線源の開発を大きな目的としているもので、これに関しても別に報告<sup>4)</sup>があるので、そちらをご覧戴きたい。

## 5. おわりに

極く最近発生したトラブルも含めて、TELLの現状を紹介した。いずこも似たような状況であろうが、老朽化が進む一方では財政的・人的資源に対する制約は厳しさを増してきている。世上言われる“行政改革”の影響で「独立行政法人 (独立研究行政法人 とも)」化が噂されていて、一層困難な状況が続くものと思われる。独自性が高く、優れた成果を出し続けていくために、キーとなる箇所を重点的に保守・整備するなど、効率的・効果的な運営を目指していきたいと考えている。

## 参考文献

- 1) Mikado T. *et al.*, Proc. 22nd Linear Accelerator Meeting in Jpn. p. 19 (1997).
- 2) Sei N. *et al.*, this volume.
- 3) Ohdaira T. *et al.*, this volume.
- 4) Hane H. *et al.*, this volume.