

## STATUS OF THE ELECTRON AND ION ACCELERATORS FOR MULTIPURPOSE APPLICATIONS IN OPU

Shuichi Okuda<sup>1)</sup>, Ryoichi Taniguchi, Takao Kojima, Takashi Oka, Hiroyuki Miyamaru  
 Radiation Research Center, U-I-G Cooperation, Osaka Prefecture University  
 1-2 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai, Osaka, 599-8570

### Abstract

In Radiation Research Center, Osaka Prefecture University (OPU) 18 MeV electron linear accelerator and 600 keV Cockcroft Walton electron accelerator have been used for scientific and industrial researches in various fields. For supplying stable beams to many user experiments the accelerator components have been improved. For performing the characteristic beam applications ultra-low intensity beams and coherent THz light sources have been developed by using the electron linear accelerator. A tandem ion accelerator at 2 MeV (for p) is under preparation for experiments. The recent application researches of the beams are reported.

## 大阪府立大学の多目的電子・イオン加速器の現状

### 1. はじめに

大阪府立大学（OPU）産学官連携機構・放射線研究センターの放射線・加速器施設<sup>[1]</sup>は、大阪府立放射線中央研究所の発足から2009年で50年をむかえ、昨年、第1回日本原子力学会歴史構築賞を受賞した。中・低エネルギーの電子加速器およびコバルト60ガンマ線照射施設で放射線利用研究が行われている。昨年より、ビーム分析用タンデムイオン加速器を整備し、基礎研究のための総合的な量子ビーム利用環境が整っている。また非密封放射性同位元素の取り扱い施設も合わせ、学内外の利用が行われている<sup>[2]</sup>。

電子加速器では、多目的利用のための設備を備えて、開かれた利用拠点として評価されている。また独自ビームの開発研究も行っている。さらに加速器の利用や見学を通じて、学生の教育研究、一般市民への知識普及活動が行われている。

2台の電子加速器およびタンデムイオン加速器と量子ビーム利用研究の現状について報告する。

### 2. センターの施設および組織の現状

放射線研究センターの組織を図1に示す。異なる分野の4研究室、10名の教員が所属する。この組織は2011年度に全学の教員組織が見直されるのに伴い、改編が予定されている。

放射線研究センターの加速器、放射線照射施設の概要を図2に示す。主な電子加速器は、1962年に設置された18 MeV Sバンドライナック、および600 keVコッククロフト・ウォルトン加速器である。放射化の影響が無視できる中～低エネルギー領域で、医療や食品照射、工業利用に関係する放射線照射のための基礎研究が主目的である。汎用の照射条件に対応でき、基礎研究に必要な装置システムが整えられている。国内の大学や研究機関において、研究開

発や試験を目的としたこのような施設は極めて少ない現状である。本センターのホームページ<sup>[3]</sup>による各研究機関や民間からの利用の希望に応じ、共同研究を行っている。

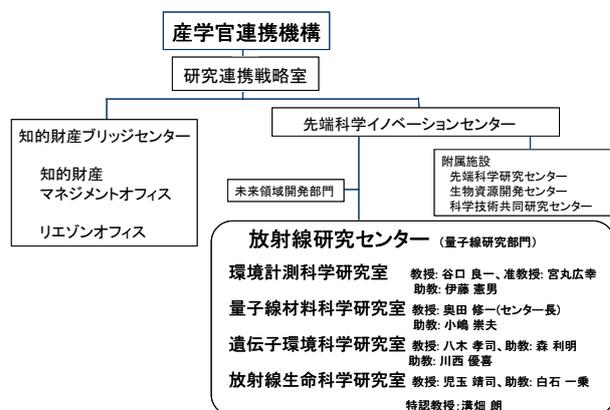


図1：放射線研究センターの組織

本センターの電子加速器は、従来からわれわれ自身でシステムを改善してきた経緯があり、装置の要素やそれらの配置の変更ができ、新たな加速器要素の開発と試験が行えることが特徴である。種々の条件での照射ができることで、萌芽的研究の成果が多く得られている。これは大学の共同利用施設としての大きな特徴である。それと同時に、特徴ある独自の量子ビームの開発も行ってきた。学生の教育研究、一般市民への知識普及のためにも、加速器の整備を行っている。

ビーム分析のためのイオン加速器として、2 MeV(p)のタンデム加速器（陽子、ヘリウム）を整備中である。また200 keV陽子加速器を設置、調整

<sup>1</sup> E-mail: [okuda@riast.osakafu-u.ac.jp](mailto:okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

している。これらのイオン加速器は、放射線管理区域外に置かれている。

これらの加速器を維持運用する上での問題として、運転と保守を担当する教員がそれぞれ1名で、これらを活用するためのマンパワーが不足している。

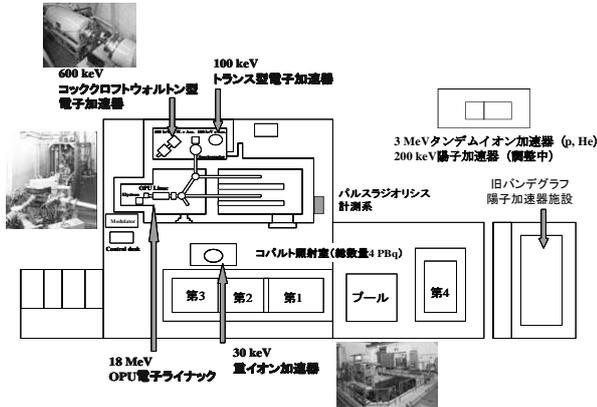


図2：加速器・放射線照射施設の概念図

### 3. OPU 18 MeV電子ライナックとその利用研究

OPU電子ライナックの概念図と、動作条件を図3に示す。

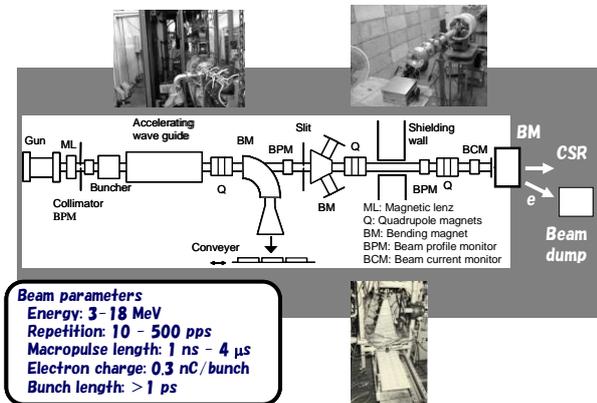


図3：OPU電子ライナックの概念図と動作条件

2005年度に開始した高エネルギー加速器研究機構の大学等連携支援事業を契機に、次のような本格的な整備を行った。

- (1) 基本的な安定動作の確保  
ビーム輸送系の真空改善とモジュレーター電源の安定化
- (2) 多目的ビーム利用系の整備  
パルス当りの電荷量範囲10桁 ( $10^{-16}$ - $10^{-6}$  C) 以上の実現、大面積照射装置の改善
- (3) 独自の量子ビームの開発  
超微弱ビーム (パルス当りの電荷量：～数

aC)、コヒーレントTHz光源とそれを用いた、ポンプ・プローブ実験

- (4) 教育研究と知識普及活動のための整備

加速器室の地下にはコンベアを備えた大面積の照射設備があり、また加速器室と遮蔽壁を隔てて、ビーム利用のための照射室がある。

超微弱電子ビーム<sup>[4, 5]</sup>は、独自に開発されたもので、次のような応用分野がある。

- (1) 高感度放射線線量計の特性測定
- (2) パルス電子線によるラジオグラフィ
- (3) 制動放射X線や中性子スペクトルの測定とその非破壊検査などへの応用
- (4) 細菌や微生物に対する照射効果

これらのうち放射線線量計や放射線計測器の特性測定<sup>[6]</sup>や非破壊検査への応用研究を開始した。これまでにマイクロ秒パルス当りの最低ビーム電荷量を約 $10^{-16}$  C以下とすることに成功し、数aCを安定に得ることが目標である。ほぼ10桁以上の利用ビーム強度範囲が実現している。

コヒーレント放射については、京都大学原子炉実験所の電子ライナックを用いた共同利用研究<sup>[7]</sup>の結果をもとに、半サイクル光の発生と、ポンプ・プローブ実験の準備を行っている。

他の共同利用研究として、溶液試料の容器を並べて上部より照射する金ナノ微粒子の生成実験、ビーム誘起表面反応の研究、パルスラジオリシス系の整備などが行われている。

電子ライナックは、この1年間特に大きな故障はなかった。

### 4. 600 keVコッククロフト・ウォルトン電子加速器とその利用研究

600 keVコッククロフト・ウォルトン電子加速器の写真を図4に示す。この加速器を用いて、主として照射実験が行われている。

試料を冷却しながら真空中で照射できる真空容器をビーム輸送系端に設置し、宇宙環境での試験を目的とした太陽電池半導体の照射実験を、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) との共同研究で行っている。これまで省略されていた低エネルギー領域での照射効果に新たな知見が得られている。現象の解明のために照射システムを変更して実験を行った。また電子ライナックによるより高いエネルギーでの照射試験を今年度予定している。

カラーセンターの導入によるレーザー開発<sup>[8]</sup> (金沢大との共同研究)、シリカなどの微粒子を懸濁させた水の放射線分解の研究で、微粒子の電子線による予備照射の効果を調べる研究、カーボンナノチューブの大線量での照射、民間の依頼照射などが行われている。加速器の利用の問い合わせが外部からあり、このような照射条件での利用が通常困難である状況が実感される。

加速器は、この1年間、特に大きな故障はなかった。研究センターの旧教員が非常勤職員として保守、

運転を行っている。

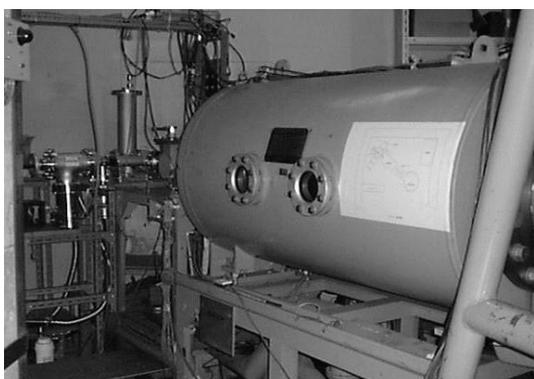


図4：コッククロフト・ウォルトン電子加速器

## 参考文献

- [1] 奥田修一, 日本加速器学会誌 2 (2005) p.96.
- [2] 大阪府立大学産学官連携機構放射線研究センター平成20年度共同利用報告書.
- [3] <http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/index.html>
- [4] 奥田修一, 高齢の加速器が生み出す超微弱電子ビーム・百舌鳥の知恵, 「産学官連携活動の実際」, 大阪府立大学, 編中央経済社 (2008) pp.165-175.
- [5] R. Taniguchi et al., Radiat. Phys. Chem. 76 (2007) 1779.
- [6] R. Taniguchi et al., Radiation Measurements 43 (2008) 981.
- [7] S. Okuda and T. Takahashi, Infrared Phys. Technol. 51 (2008) 410.
- [8] T. Kurobori et al., Nucl. Instrum. Meth. B266 (2008) 2762.

## 5. タンデムイオン加速器の整備

タンデムイオン加速器は、加速エネルギーが陽子に対して2 MeV、ヘリウムイオンに対して3 MeVである。代表的なRutherford Backscattering (RBS)表面分析が行えるほか、PIXE分析装置も設置されている。15年余り以前にイオンビーム分析装置として導入されたが、制御システムの不具合と維持費の問題から数年間運転されていなかった。昨年度、負イオン源を立ち上げて、ビーム加速を再開した。制御システムを手直しし、学内での共同利用を行う予定である。

## 6. おわりに

大阪府立大学の放射線・加速器利用施設では、OPU電子ライナックおよびコッククロフト・ウォルトン電子加速器の老朽化に対応するための基本的な整備を行い、新たな利用研究が行われている。教育および研究のための多目的のビーム利用特性を維持しながら、独自に開発した量子ビームの利用研究が行われている。今後新しい量子ビームの高度な利用環境を整備する

タンデムイオン加速器は、昨年度より整備が開始され、利用実験に向けて準備が行われている。

本研究のうち電子ライナックの整備については、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、大学等連携支援事業で、2005-2007年度「大阪府立大学における電子線の高度利用および大学院教育のための加速器の整備」、2008-2010年度「大阪府立大学における電子線の高度利用および大学院教育のための加速器の整備」として行われた。またコヒーレント放射の利用研究については平成20-22年度科研費(20360421)の助成によった。