

## STATUS OF THE ELECTRON ACCELERATORS AND THE APPLICATION RESEARCHES AT OPU

Shuichi Okuda<sup>1, A)</sup>, Ryoichi Taniguchi<sup>A)</sup>, Takao Kojima<sup>A)</sup>, Takashi Oka<sup>A)</sup>, Akihiro Iwase<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> Radiation Research Center, Osaka Prefecture University

1-2 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai, Osaka, 599-8570

<sup>B)</sup> Department of Materials Science

1-1 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai, Osaka, 599-8531

### Abstract

Low to middle energy electron accelerators and <sup>60</sup>Co gamma-ray sources have been used for scientific and industrial researches in various fields at Radiation Research Center in Osaka Prefecture University (OPU). The OPU electron linear accelerator has been operated for 45 years. For the stable operations the accelerator components have been improved. Application researches and future plans for the advanced use of the quantum beams including the electron beams, radiations and light beams are reported.

## 大阪府立大学電子加速器と利用研究の現状

### 1. はじめに

大阪府立大学 (OPU) 産学官連携機構・先端科学イノベーションセンター・放射線研究センター<sup>2</sup>は、1959年発足した大阪府立放射線中央研究所の放射線施設を継承している。1962年に設置された18 MeV電子ライナックと、600 keVコッククロフト・ウォルトン電子加速器は、中～低エネルギー領域をカバーし、それぞれ上方から大面積に空气中で照射できる装置などを有し、汎用の照射条件で多目的に利用が行われている。他のイオン加速器や、密封、非密封放射性同位元素、核燃料、核原料物質の取り扱いを含めた、総合的な利用環境が特徴である。加速器・密封放射性同位元素利用施設の状況を図1に示す。線種やエネルギーの違いを利用して新しい研究成果が得られている<sup>1, 2)</sup>。

放射線施設は学内共同利用施設で、学外との共同研究や民間の利用も行われている。2007年度には教員の最終定員10名となり、加速器・密封放射性同位元素利用施設は教員3名で管理しており、厳しい状況である。しかし量子ビームの基礎的利用研究開発ができる施設として、また大学における人材育成のための希少な施設としての役割は重要である。2006年に発足した大阪府立大学21世紀科学研究所「量子ビーム誘起反応科学研究所」では、他部局の教員との連携によって、量子ビームをツールとした種々分野にまたがる境界領域研究を行っている。

2台の電子加速器の運転、保守、整備の状況などと、ビーム利用研究の状況について報告する。

### 2. 電子加速器と利用研究

#### 2.1 18 MeV OPU電子ライナック

OPU電子ライナック (図2) の2006年の正味の運

転時間は414時間で前年の1.6倍であった。10年ほど前からの減少傾向は止まり増加している。重照射も含めて利用希望は多いが、運転担当教員が事実上1名で、マシンタイムを制限せざるを得ない。利用時間を制限して多くのテーマに対応している。また、パルスラジオリシス、微弱ビームのような短時間の利用を効率的に行っている。

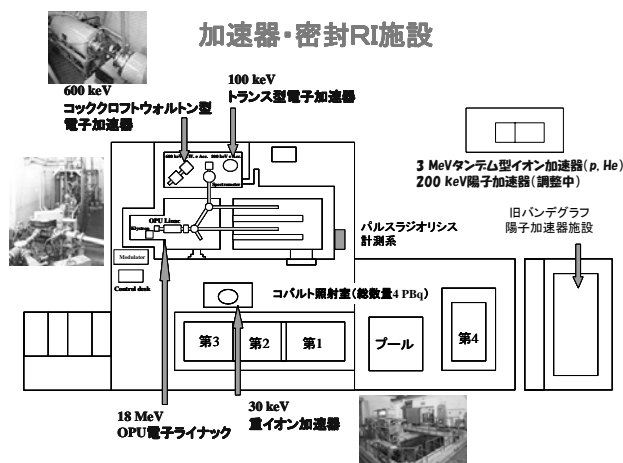


図1: 放射線研究センターの、加速器・密封放射性同位元素利用施設

導波管におけるSF<sub>6</sub>ガスの漏れを修理し、施設の電気配線の老朽化に対応したほかは、この1年間、特に大きな故障等はなかった。

研究用の電子ライナックとして全国で最も古いものであるために大きな整備が必要であったが、2005年度からの高エネルギー加速器研究機構の大学等連携支援事業、そして民間から譲り受けたライナックの要素の活用によって、大掛かりな整備を行った。

その結果、基本となる安定した利用環境が得られた。今後継続される基本的な整備の方針は次のとおりである。

- ・多目的で汎用の照射条件に対応できるライナックの再構築と学生を含めた共同利用関係者の利用実験を容易にする環境の整備
- ・共同利用実験者や見学者の加速器に対する理解を深めるための表示等の整備
- ・OPUライナックとして独自の特徴を持つための研究開発と整備

これに関係する特徴的なシステムとして、

- ・上方から大面積に空气中照射できるビーム走査装置（コンベアで照射試料を送る地下の大面積照射系）
- ・電子銃におけるパルサーと入射ビームのコリメーション系

特に、独自のビームの特徴としては、ns-msパルスラジオリシスと、微弱・低エミッタンスビームの発生と利用が中心である。

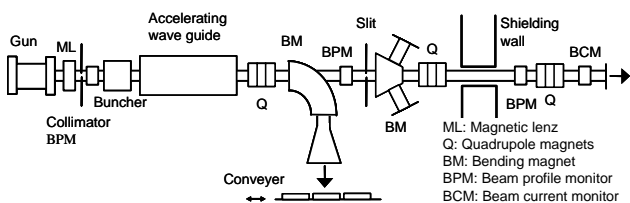


図2：現状のOPU電子ライナックシステム

大学やその他の機関において、研究開発や試験を目的として、多目的、汎用の照射利用ができる施設は極めて少なく、特に本センターのような中～低エネルギーの電子ビーム利用施設はほとんどない現状であることは大きな問題である。本センターのホームページにより、各研究機関から問い合わせがあり、この状況が実感される。

## 2.2 コッククロフト・ウォルトン電子加速器

コッククロフト・ウォルトン電子加速器の最高エネルギーは600 keVである。2006年の年間運転時間は296時間で、5倍に増加した。各照射は比較的短時間である。種々の試料でガンマ線照射との違いが明らかになった。ビームを下に曲げ、金属フォイル窓を通過させて空气中で走査しながら大面積に照射できることが特長である。試料を冷却しながら真空中での照射が可能なチャンバーを設置し、宇宙環境での試験を目的とした半導体の照射実験を行っている。真空内照射、ビーム走査による空气中大面積照射など、汎用である。CW電源の故障回復に3ヶ月を要した。2007年度より、教員の退職に伴い保守、運転要員が不在となり、非常勤技術者での対応になった。

## 2.3 電子加速器の利用研究

2台の電子加速器を利用した2006年度の主要テーマは次のとおりである。

- ・微弱電子ビームの発生と利用
- ・水溶液の照射による貴金属複合ナノ微粒子の生成
- ・制動放射光核反応による極微量ウランの分析
- ・パルスラジオリシス
- ・コヒーレントTHz放射の計測と利用
- ・金属、化合物半導体、ナノ粒子、薄膜の照射
- ・人工衛星部品の照射試験
- ・ラジオグラフィ

人工衛星搭載部品、照射によるナノ微粒子の生成などが新たなテーマである。宇宙航空研究開発機構（JAXA）と大阪府立大学は、2004年に人工衛星の開発研究に関して包括的協力協定を締結しており、放射線研究センターにおいても現在共同研究を行っている。また中エネルギービームを特定物質の検知に利用する新たな試みを提案した。

電子ライナックの微弱電子ビームは、他にない特徴的なビームで、パルスあたり、nCからaCの電荷が得られており、線量計や放射線計測器の特性測定への応用研究を開始した<sup>[3,4]</sup>。

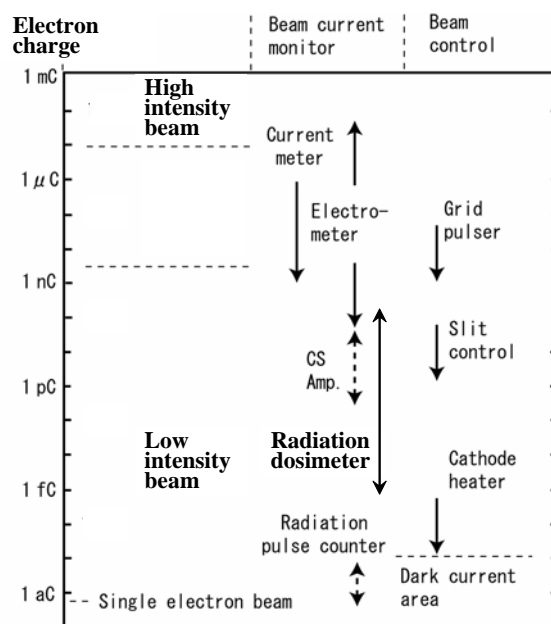


図3：微弱電子ビームの発生と計測

## 3. 量子ビーム利用研究と今後の計画

放射線研究センターには、電子加速器のほか、3 MeVのタンデムイオン加速器（陽子、ヘリウム）がある。また最近、200 keV陽子加速器要素の譲渡を受け、調整中である。

研究センターの組織の教員定数は10名であり、施設の特長をいかした運用を行うためには極めて不十分である。この状況の改善のために、組織外の教員の協力が必要である。放射線・加速ビームを広く量子ビームとして位置づけ、学内他部局の教員を含めた新たな組織を作るために、大阪府立大学21世紀科学研究所として、「量子ビーム誘起反応科学研究所

(Research Institute for Quantum Beam Science, RIQBS)<sup>3</sup>が2006年2月1日発足した。バーチャルな組織であるが、この研究所を核として、種々の加速器ビームや光量子ビームを利用した研究を進める。

#### 4. 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整備を行った。またイオンビーム、光量子ビームの利用施設としての展開をはかる。多目的汎用のビーム利用特性を維持しながら、独自の特徴を伸ばす開発を行う。

量子ビーム科学研究を進める目的で、2006年に発足した「量子ビーム誘起反応科学研究所」で、部局を超えた連携を行っている。

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、平成19年度大学等連携支援事業で、「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。

#### 参考文献

- [1] 大阪府立大学産学官連携機構放射線研究センター平成17年度共同利用報告書.
- [2] 奥田修一, 日本加速器学会誌 2 (2005) p.96.
- [3] R. Taniguchi et al., Proc. 2006 Linear Accel. Conf. (Knoxville, USA, 2006) 58.
- [4] S. Okuda et al., Proc. 2006 Linear Accel. Conf. (Knoxville, USA, 2006) 286.

---

<sup>3</sup> <http://www.osakafu-u.ac.jp/research/21science/index.html>