

IMPROVEMENT OF THE ELECTRON ACCELERATORS AND THE MULTIPURPOSE BEAM APPLICATIONS AT OPU

Shuichi Okuda¹⁾, Ryoichi Taniguchi, Takao Kojima, Takashi Oka
Radiation Research Center, U-I-G Cooperation, Osaka Prefecture University
1-2 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai, Osaka, 599-8570

Abstract

At Radiation Research Center in 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 the effective multipurpose beam applications the accelerator components have been improved. The development of ultra-low intensity beams and coherent THz light sources has also been performed. The application researches of the electron beams and the future plans are reported.

大阪府立大学電子加速器の整備と多目的ビーム利用

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^[1]は、2009年で発足から50年をむかえる。主な加速器として、電子ライナックとコッククロフト・ウォルトン電子加速器のほか、ビーム分析のための3 MeVのタンデムイオン加速器（陽子、ヘリウム）がある。また200 keV陽子加速器を設置、調整中である。ガンマ線照射施設、非密封放射性同位元素、核燃料、核原料物質の取り扱い施設を含めた、総合的な加速器・放射線利用施設として、学内共同利用および民間も含めた学外の利用が行われている^[2]。ただ、限られた予算と人員で維持運営している問題がある。

これらの加速器では、多目的利用のための条件を備えると同時に、独自の特性を伸ばす開発研究を行っているという特徴がある。多目的利用ができる加速器は、全国でも非常に限られた状況にあり、この特徴を活かす整備を行っている。また加速器の利用や見学を通じて、学生の教育研究、一般への知識普及活動を続けている。

2台の電子加速器の運転、保守、整備の状況と、ビーム利用研究の現状について報告する。

2. 電子線加速器の現状と計画

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の状況を図1に示す。線源棟と呼ばれるこの建屋には、加速電子線、コバルト60ガンマ線照射利用施設がある。イオン加速器は、放射線非管理区域に置かれている。1962年に設置された18 MeV電子ライナックおよび600 keVコッククロフト・ウォルトン電子加速器により、中～低エネルギー領域での電子ビーム利用を行うことができる。それぞれ、電子ビームを下方に曲げて走査し、アルミニウムフォイルの真空窓を通過させて、空气中で試料の

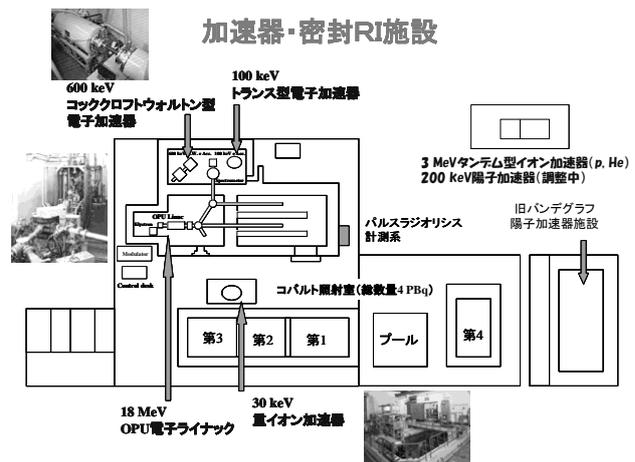


図1：加速器・密封放射性同位元素利用施設

上方から大面積に照射できる装置を有している。これは汎用の照射条件を満たし、多目的に利用が行われている。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、このような多目的照射利用ができる施設は極めて少ない。特にこのような中～低エネルギーの電子ビーム利用施設は、非常に限られている現状である。本センターのホームページにより、各研究機関から利用の問い合わせがあり、この状況が実感される。

これらの加速器では、装置の要素やそれらの配置の変更が容易で、新たな加速器要素の開発と試験が行えることも特徴である。また種々の条件での照射が行われることにより、新しい研究の芽が生み出されている。これは、研究上の着想が容易に実現できる、大学における共同利用施設の大きな特徴である。

以上のような特長を活かすために、学生の教育研

¹ E-mail: okuda@riast.osakafu-u.ac.jp

究、一般の知識普及を目的として、加速器の整備を行ってきた。またこれに加え、いくつかの独自ビームの開発も行っている。

加速器には、維持、運転と利用に携わる十分な人員が必要である。しかし現状では、2台の電子加速器をそれぞれ1名が担当している状況である。この改善のために、他部局の教員の協力を得るための組織作りを計画している。

3. 18 MeV OPU電子ライナック

OPU電子ライナックの概念図と整備の状況を図2に示す。加速器室の地下にコンベアを備えた大面積の照射設備がある。また遮蔽壁を隔てて、ビーム利用のための照射室がある。

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、老朽化した部分の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により、教育研究を主な目的とする大掛かりな整備を行った。その結果、利用装置の基本となる安定した利用環境が得られた。さらに独自ビームを開発すると共に、教育研究や知識普及が効果的に行える、より多目的な利用環境の実現に向けた整備を行っている。

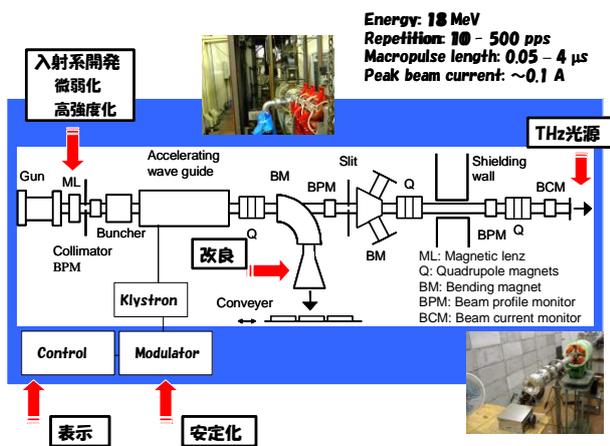


図2：OPU電子ライナックの概念図と整備の状況

この整備の対象は次のとおりである。

- ・ 試料の上方から大面積に空气中照射が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）
- ・ 共同利用実験者、学生や一般見学者の加速器に対する理解を深めるための表示等
- ・ 超微弱ビームの発生と利用のための開発
- ・ 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
- ・ コヒーレント放射による半サイクル光源の確立とポンプ・プローブ実験系

われわれが独自に開発した超微弱ビームは、マイクロ秒パルス当りの最低ビーム電荷量をこれまでに約 10^{-16} Cとすることに成功した。今後主に電子銃の整備によってこの最高値を 10^{-6} Cとして、10桁の利

用ビーム強度範囲の実現を目標としている。電子銃では、十分なビーム電流を得るための真空度改善、入射ビームの微弱化のためのコリメータの設置を目的とするシステムの変更が必要である。ビームを地下に曲げて走査する大面積照射設備は、真空の問題を解決して、近く利用が再開される。これまで溶液試料の容器を並べて上部より照射し、金ナノ微粒子の生成、ビーム誘起化学反応など特徴ある利用実験が行われている。

電子ライナックを利用した2007年度の主要テーマは次のとおりである。

- ・ 超微弱電子ビームの発生と利用^[3]
- ・ 水溶液の照射による金属複合ナノ微粒子の生成
- ・ 制動放射光核反応による特定物質の検知と分析
- ・ ns-msパルスラジオリシス
- ・ コヒーレントTHz放射の計測と利用
- ・ ラジオグラフィ

電子ライナックの超微弱電子ビームは、他にない特徴的なビームで、放射線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^[4, 5]。またコヒーレント放射は、特徴のある半サイクル光の発生と、これを利用したポンプ・プローブ実験を計画している。

電子ライナックは、この1年間、導波管におけるSF₆ガスの漏れ、水漏れや漏電のほか、特に大きな故障等はなかった。

4. 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。種々の試料でガンマ線照射との照射効果の違いが明らかになった。試料の上方から大面積に空气中照射ができることが特長である。また、試料を冷却しながら真空中で照射できるチェンバーを設置し、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行っており、顕著な研究成果が得られている。これは、宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究である。

2007年度の主要テーマは次のとおりである。

- ・ 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
- ・ カラーセンターの導入によるレーザー開発^[7]

加速器は、この1年間、高圧電源の故障にともなう修理、電子銃陰極フィラメントの交換などを行った。保守、運転は、研究センターOBにお願いし、非常勤の技術者により行っている。

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。教育研究と知識普及が目的である。多目的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。

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年度科研費(20360421)の助成によった。

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18年度共同利用報告書.
- [3] 奥田修一、大阪府立大学編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」中央経済社(2008) pp.165-175.
- [4] R. Taniguchi et al., Radiat. Phys. Chem. 76 (2007) 1779.
- [5] R. Taniguchi et al., Radiation Measurements 43 (2008) 981.
- [6] 清野智史ほか、放射線化学84 (2007) 32.
- [7] T. Kurobori et al., Nucl. Instrum. Meth. B (in press).