

大阪府大放射線研究センターにおける加速器とその利用研究の現状

STATUS OF THE ACCELERATORS AND THEIR APPLICATION RESEARCHES IN RADIATION RESEARCH CENTER, OPU

奥田修一^{#, A)}, 宮丸広幸^{A)}, 谷口良一^{A)}, 秋吉優史^{A)}, 小嶋崇夫^{A)}

Shuichi Okuda^{#, A)}, Hiroyuki Miyamaru^{A)}, Ryoichi Taniguchi^{A)}, Masafumi Akiyoshi^{A)}, Takao Kojima^{A)}

^{A)} Radiation Research Center, Osaka Prefecture Univ.

Abstract

At Radiation Research Center in Research Organization for University-Community Collaborations, Osaka Prefecture University (OPU), an OPU 15 MeV S band electron linear accelerator (linac), a 600 keV Cockcroft-Walton electron accelerator and a 1 MeV disktron-type ion accelerator have been used for scientific and industrial researches in various fields. These are also applied to the education in the graduate school and to the quantum and radiation researches. The present status of these accelerators and the activities of our center are reported.

1. はじめに

大阪府立大学 (OPU) 放射線研究センター^[1]は、地域連携研究機構に所属し、教員組織を持つ 3 センターのほか、生物資源開発センター、植物工場研究センター、BNCT 研究センターがある。さらに産学官研究連携戦略室で、全学の産学官連携推進を行っている。

放射線研究センターは、放射線や量子ビームの利用を行う 5 研究室、教員 11 名の組織で、施設の管理運用、地域貢献と特徴ある研究の実施を目的とする。密封放射線源、電子・イオン加速器、非密封放射性同位元素取扱施設など、総合的な放射線・量子ビーム利用研究基盤施設と、大規模なクリーンルーム施設を有する。加速器・放射線関連施設^[2]は、57 年の歴史がある。学内共同利用と、共同研究や放射線照射事業などで、民間を含めて学外にも開かれている。利用研究の成果は、各年度の「共同利用報告書」に取りまとめられている^[3]。

放射線研究センターの活動、電子・イオン加速器とそのビーム利用の現状について報告する。

2. 放射線研究センターの施設と活動

放射線研究センターの加速器・密封放射線源利用施設の概要を Figure 1 に示す。主な電子加速器は、15 MeV S バンド電子ライナック、および 600 keV コッククロフト・ウォルトン加速器である。両者ともビーム走査により、試料上部から広い面積での照射を空気中で行うことができる特徴がある。このように中～低エネルギー領域で、基礎研究に必要な汎用の利用条件がある。比較的広い照射室スペースを利用した機器の試験等、利用条件に合わせた照射環境を設定できる。一方、超微弱電子線の発生と利用や、コヒーレントテラヘルツ (THz) 放射の発生と利用など、独自ビームの開発研究を行っている。日本の大学で最も規模の大きなコバルト 60 ガンマ線照射施設も含めて、種々の放射線利用研究が行われている。

イオン加速器として、イオンビーム分析用 1 MeV ディスクトロン加速器 (H, He イオン) があり、放射線管理区域外に置かれ、整備の後、利用研究が行われている。

[#] okuda@riast.osakafu-u.ac.jp

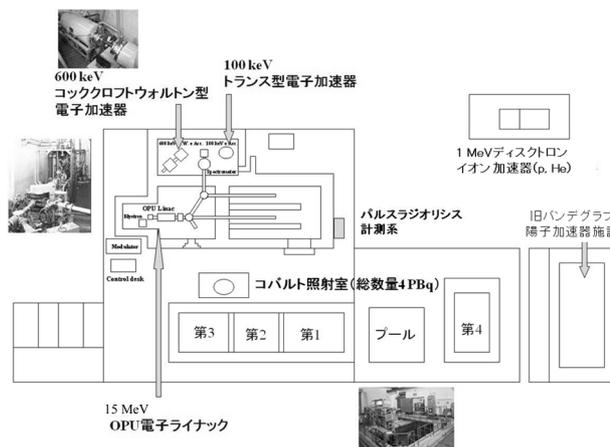


Figure 1: Schematic diagram of the accelerators and the irradiation facilities.

電子ライナックおよびディスクトロンイオン加速器は、2005 年度以降、KEK 大学等連携支援事業で整備が行われてきた。電子ライナックとイオン加速器による総合的な分析システムが構築され、教育研究に活用されている。これら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。

当研究センターの施設を活用した実践的な教育を特徴とする「量子放射線系専攻」が 2013 年度に大学院工学研究科に設置されて 4 年目となる。センターの教員全員と他部局の教員 2 名がこの専攻の量子放射線工学分野を担当している。現在、留学生や社会人を含む約 30 名が在籍し、3 分の 1 が加速器に関連する研究を行っている。この専攻には直接結びつく学士過程がなく、学生募集のための努力を要するが、最近本学の法人組織に所属する府大高専からの応募者が増えつつある。また博士後期課程では、加速器・放射線関連分野の社会人ドクターの受け入れが定着しつつある。

地域貢献活動、放射線フェア「みんなのくらしと放射線展」^[4]が行われている。9 機関が実行委員会を作り、毎年夏休みを中心に、親子や一般市民を対象とする放射

線知識普及活動で、これまで33年間行われてきた。広く放射線・量子ビームに関係する内容をとりあげ、関西を中心とする加速器施設の紹介も行われている。

2012-2014年度文部科学省原子力人材育成等推進事業により、関西を中心とする組織や市民のリスクコミュニケーションとしての指導者人材育成を実施した^[1]。施設を利用活用した実践的な研修が特徴で、加速器の見学や紹介も行った。民間の技術者も多く参加した。終了後S評価を受けた。文部科学省の同事業で、「大規模放射線施設を利用した人材育成」が2015年度から3年間の計画で実施されている。そのほか本学と堺市との連携による産学官連携人材育成等事業「放射線施設活用による地域指導者人材育成」が2015年度に実施され、これらの研修にも加速器が活用されている。

新しい量子ビーム利用研究を行うために、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」を設置している^[2]。部局横断型の研究者で構成され、今後、大学院専攻における基礎研究の進展に合わせて、新たな研究分野の構築をめざす。

加速器の運転を含む管理運用は教員4名で行っている。装置の管理や運転の効率化のため、技術職員の設置を提案しており、センターとしての重要課題である。

3. OPU 15 MeV 電子ライナックとその利用研究

OPU 15 MeV 電子ライナックは、1962年に設置され、広く日本の研究者に利用されてきた。特に老朽化した加速器要素については、2005年度からのKEK大学等連携支援事業などによる整備を経て、新しい利用研究への展開が図られてきた。

独自に開発した超微弱電子ビーム^[6-8](パルス当りの電荷量 fC 以下)により、高感度線量計の特性研究、イメージングプレートを用いた電子線ラジオグラフィ、制動放射X線の高精度計測、核反応によるウラン・トリウムの高感度分析法の開発などの特徴ある研究が行われている。またコヒーレント THz 放射の吸収分光システムの開発、液体窒素の電子線照射による反応の研究、パルスビーム画像撮像装置の開発などの研究を行っている。KURRI で開発されたコヒーレント放射光源を利用して、生物の生理活性を調べる研究を開始したが、当センターの電子ライナックも併用する。

装置全体として要素の老朽化の影響が深刻になってきた。加速器の立ち上げやビーム調整にかなり時間を要するが、運転要員が不足で、限られた時間しか利用されていない。更新が必要で、将来計画を検討中である。

放射化物の管理に関連して、2013年度末に事業所の放射線障害予防規程を変更した。この際、ライナックの最大エネルギーを16MeVから15MeVに変更した。

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は、現在この低エネルギー域での基礎研究のための汎用装置は国内外で非常に限られている。特徴ある照射実験を、宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究で2005年

度から継続して行っている。人工衛星用太陽電池の耐放射線性試験が目的である。試料は、3接合化合物系太陽電池(InGaP/GaAs/Ge)およびCIGS太陽電池(Cu(In,Ga)Se₂)である。ビーム輸送系端に設置したチェンバー内で、試料を液体窒素冷却しながら照射できる。

欠陥生成に関する知見を得るために、閾エネルギー付近における照射効果の研究が重要である。この結果、太陽電池の特性の変化について新たな現象が観測されている。特に欠陥生成の閾エネルギー以下(70 keV)でも照射による特性の劣化が認められ、これらの原因を調べるための研究が行われている。

この加速器の保守や運転は、退職した教員が非常勤で担当している。故障した部品は入手が困難なものがあり、今後加速装置の更新が求められる。

5. ディスクトロンイオン加速器の整備

2012年大阪府立産業技術研究所から移譲を受けたディスクトロンイオン加速器(神戸製鋼所製)の整備がほぼ完了した。これにより1MVの水素イオンまたはヘリウムイオンの加速が可能となり、RBS, PIXEなどへの加速器表面分析装置としての利用が行えるようになった。現在は主にPIXE分析を中心とした環境分析などに用いるため、試料の照射位置の制御のためのXYステージの整備や表面観察のためのビデオカメラの設置などの改良を施し、特徴的な分析システムの開発を進めている。

6. おわりに

大阪府立大学地域連携研究機構の放射線研究センターは、加速器・密封放射線源利用施設など総合的な放射線・量子ビームの利用環境がある。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では、着実に基礎研究が進展している。またディスクトロンイオン加速器は、整備が行われ、ビーム分析を中心に利用実験が開始された。これらの加速器施設は、センターの大学院教育、放射線知識普及、人材育成活動にも活かされている。

当センターの加速器に関する整備や研究の一部は、2016年度KEK大学等連携支援事業、JSPS科研費15K04733の助成を受けた。

参考文献

- [1] <http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/index.html>
- [2] 奥田修一, 日本加速器学会誌 2(2005)96.
- [3] 大阪府立大学地域連携研究機構放射線研究センター平成26年度共同利用報告書.
- [4] <http://www.housyasenten.com/>
- [5] 奥田修一, 大阪府立大学における分野横断型研究の展開-21世紀科学研究所の挑戦-, 大阪府立大学21世紀科学研究機構編(2010)第4章.
- [6] 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)165-175.
- [7] R. Taniguchi *et al.*, Radiat. Phys. Chem. 76(2007)1779.
- [8] R. Taniguchi *et al.*, Radiation Measurements 43(2008)981.