

STATUS OF ELECTRON ACCELERATORS IN OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY

Shuichi Okuda^{1,A)}, Ryoichi Taniguchi^{A)}, Takashi Oka^{A)}, Takao Kojima^{A)}, Akihiro Iwase^{B)}

^{A)} Radiation Research Center, Osaka Prefecture University

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

^{B)} Department of Materials Science

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

Abstract

Electron beams generated by low to middle energy accelerators and ⁶⁰Co gamma rays are 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 44 years. In order to maintain the stable operation of its components the beam transport system and the vacuum system have been improved this year. Application researches and future plans for the advanced use of the accelerator beams are reported.

大阪府立大学電子加速器の現状

1. はじめに

大阪府立大学 (OPU) は平成17年4月に公立大学法人となり、旧先端科学研究所・放射線総合科学研究センターの加速器・放射線利用施設はそのまま継承された。現在、産学官連携機構・先端科学イノベーションセンター²・放射線研究センターがこれらを管理運営している。18 MeV OPU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、さまざまな照射条件で多目的に利用が行われている。これらの加速器は、ガンマ線照射設備と併設されており (図1)、線種やエネルギーの違いによる照射効果の差を容易に調べることができ、特にナノ微粒子と溶液の複合系などにおいて新たな研究成果が得られている¹⁻⁴⁾。

これらは学内共同利用施設であると共に、学外グループとの共同研究や民間の利用も行われている。このような照射施設は、他の施設と同様、維持費やマンパワーの制約から維持管理が極めて困難な状況である。しかし今後の量子ビームテクノロジーの発展に伴い、基礎的研究開発と人材育成のために重要性が増すと考えられる。特長ある施設を基盤として、総合的な量子ビーム誘起反応科学に関する研究を行うための組織を新たに発足させた。

2台の電子加速器の運転、保守、整備の状況などについても報告する。

2. 電子加速器と利用研究

2.1 18 MeV OPU電子ライナック

2005年における電子ライナックの正味の運転時間

は262時間であった。これは前年の実績とほぼ同じで、10年ほど前からの減少傾向は止まっている。テーマ数に対して利用時間が短いのは、パルスラジオリシス、微弱ビームのような短時間の利用に重点が移っているからである。しかし 10^{18} e/cm²を越える重照射においても、興味ある結果が得られている。全体として利用のニーズは増加しているが、その一部しか実施されていない。この原因は、運転者が事実上教員1名であること、そして装置の老朽化による不安定性、保守の問題などである。ただこの1年間、特に大きな故障等はなかった。

装置全体でまず真空系が最も大きな問題をかかえている。ビーム輸送系の真空フランジは、ライナック設置以来44年が経過し、これまでの経緯で3種類の異なる規格と一部ゴムガスケットによるシールが混在していた。これによる真空トラブルが常時あり、ビーム利用をさまたげてきた。

このような状況の下にこれまで2年間の間、整備および将来計画を検討してきたが、平成17年度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とし、民間から譲り受けたライナックの要素を活用

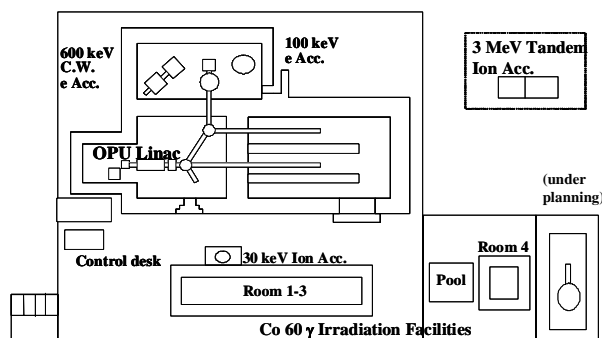


図1: 放射線・加速器利用施設の概念図

¹ E-mail: okuda@riast.osakafu-u.ac.jp

² <http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/index.html>

しながら、大掛かりな整備を行った。基本的な方針として、

- ・多目的研究用のライナックの再構築
- ・種々の条件での照射利用への対応

を考えた。大学やその他の機関において、多目的の照射利用ができる施設は、維持管理の問題や、異なる分野の研究者で構成された組織が利用者との接点として必要なことから、非常に少ない現状である。

特徴的なシステムとして、

- ・コンベアで照射試料を送る地下の大面積照射系
- ・電子銃部の変可時間幅パルサー系
- ・入射ビームのコリメーション系
- ・輸送ビーム電流制限用スリット

を整備することとし、これらによって、

- ・試料の上部からの大面積照射
- ・ns-msパルスラジオリシス
- ・微弱・低エミッタンスビームの発生と利用

を現加速器におけるビーム利用の主な特長として考える。

基本となる安定動作を確保するため、まず真空フランジの規格統一、排気系の改修を行い、真空トラブルを解消した。またこの機会にビーム輸送系各要素の配置を全面的に見直した。最終的な配置を図2に示す。このほか電源の一部を安定化すると共に、入射系の改良と試験を行ってパルス特性を改善した。モジュレータ電源と、特長のある独自のビーム特性の開発に重点を置いた整備については、2006年度以降に行う計画である。

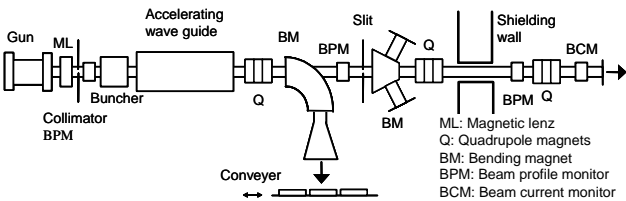


図2：整備後のOPU電子ライナックシステム

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、2005年の運転時間は58時間であった。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、アルミニウム窓を通過させて空気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。

通常は大きな故障は無いが、2006年に入射系部品を交換し、発振器周辺の電源が故障して、この修理に2ヶ月程度を要した。また真空排気系を改修した。

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2005年度の主要テーマは、

- ・ラジオグラフィ

- ・微弱電子ビームの発生と利用
- ・微弱ビームでの放射線検出器、線量計の較正
- ・金属、化合物半導体、ナノ粒子、薄膜の照射
- ・衛星部品の照射試験
- ・パルスラジオリシス
- ・溶液の照射による貴金属ナノ微粒子の生成
- ・極微量ウランの分析

である。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2件の共同研究を行っている。

3．放射線・加速器施設の現状と将来

放射線・加速器施設は、放射線研究センターの組織で維持管理され、放射線管理も行われる。こ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。この状況を改善するためには、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こととした。

大阪府立大学では、組織横断的に学際研究を進めるための21世紀科学研究所³を設置することになり、その1つとして、「量子ビーム誘起反応科学研究所（Research Institute for Quantum Beam Science, RIQBS）」が認められ、平成18年2月1日発足した。この研究所はいわゆるバーチャルな組織であり、その目的の概要を図3に示す。量子ビームテクノロジーは、原子力政策や大型加速器施設を基本とする科学技術政策において、重要な位置づけがなされている。放射線研究センターでも、多くの教員や学生が内外の施設で量子ビームを利用しているが、最近いくつかの新しい反応が研究されており、これらを基礎過程から解析する必要が明らかになった。

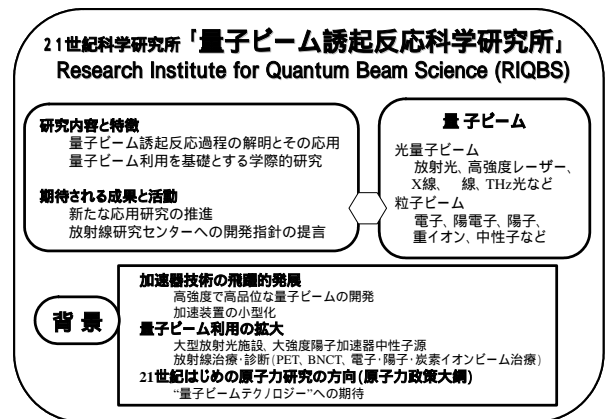


図3：量子ビーム誘起反応科学研究所の目的

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

種々の物質内で量子ビームによって誘起される反応を研究するためには、広い分野の研究者の連携・協力が必要で、異なる分野の研究者で組織し、学際研究としてこの量子ビーム誘起反応に取り組むことが本研究所の目的である。放射線研究センターの活性化のために密接に連携し、センターにおける新たな量子ビームの開発指針を提言する。この提言により、加速器施設の将来計画が明確になり、特長のある施設として発展することが期待される。

研究の概要を図4に示す。量子ビームによって誘起される反応を物理学、工学、化学、生物学の広い分野で研究し、各分野の研究者の協力の下に、反応過程を物理的基礎過程から解析する。

所員の所属部局は、現在、産学官連携機構、工学研究科、理学系研究科で、個々のテーマでの活動には、より広く学内外の関係者の参加を求める。

4. おわりに

大阪府立大学の放射線・加速器利用施設では、老朽化した加速器のうち特にOPU電子ライナックの整備を行った。多目的のビーム利用を可能としながら、特長のあるビーム利用環境をめざす。

総合的量子ビーム科学の研究を進める目的で「量子ビーム誘起反応科学研究所」が発足した。放射線研究センターと密接に連携し、加速器の開発指針についての提言を行う。

参考文献

- [1] 大阪府立大学先端科学研究所放射線総合科学センター平成15年度放射線施設共同利用報告書, 2004.
- [2] 大阪府立大学産学官連携機構放射線研究センター放射線施設共同利用報告書, 2005.
- [3] S. Okuda, R. Taniguchi, Y. Matsuda, T. Oka, T. Kojima, N. Ito and A. Iwase, Proc. 2nd Annual Meeting of Particle Accelerator Soc. of Japan (2005) p. 43.
- [4] 奥田修一, 日本加速器学会誌 2 (2005) p.96.

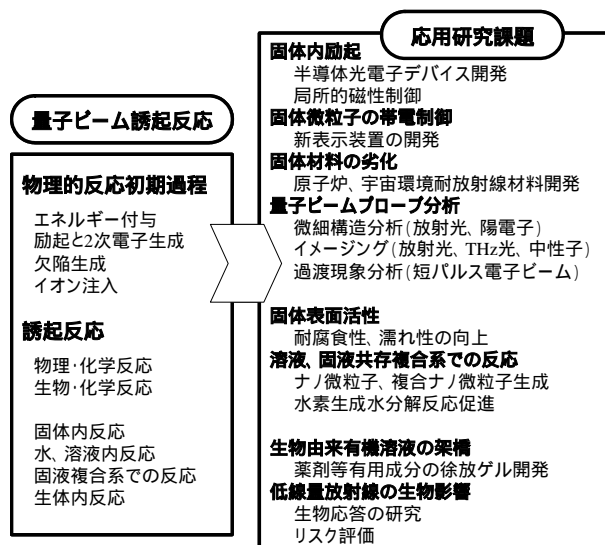


図4：量子ビーム誘起反応科学研究所の研究概要