

大型加速器と小型加速器

大学の放射線・加速器施設の現状
—大阪府立大学からの報告—

奥田 修一*

Status of Radiation and Accelerator Facilities in University
—Report from Osaka Prefecture University—

Shuichi OKUDA*

Abstract

Electron and ion accelerators in a middle to low energy range have been operated for researches in various fields in Research Institute for Advanced Science and Technology, Osaka Prefecture University. Status of the facilities and the future plans are reported.

1. はじめに

大阪府立大学先端科学研究所・放射線総合科学研究センターには中-低エネルギーの電子およびイオン加速器があり、それぞれ特徴のある利用が行われてきた¹⁻⁴⁾。これらは密封、非密封放射性同位元素、放射線発生装置を有する環境にあって、日本の大学において数少ない総合的な量子線の利用研究施設である。現在、維持費や人員の不足の問題が非常に深刻であるが、研究の基盤をささえる重要な施設の例として、その現状と将来計画について報告する。

2. 放射線総合科学研究センターの概要

放射線総合科学研究センターは、前身の大阪府立放射線中央研究所(大放研)以来40年余の歴史を持つ。加速器の中核となる18 MeV電子ライナックは1962年に設置された。コバルト60(総数量約4 PBq)ガンマ線照射施設、電子・イオン加速器施設、および非密封放射性同位元素使用施設を利用して、研究が行われてきた。現在は大学の共同利用施設であり、多くの学外機関も共同研究を通じて利用している。また民間に対しては照射サービスも行っている。平成17年度からの法人化に伴って組織が変わり、大阪府立大学産学官連携機構に所属する量子線利用施設となる。

放射線施設は発足当初からはほぼ全てが継続している。コバルト60線源の数量により、大規模放射線施設として扱われている。大放研では、所属研究員が80名ほどであったのに対し、現在教員はわずかに10名余りで、最終定員は10名である。教員の研究分野は、放射線計測、物理、化学、生物、医学などの放射線科学分野である。この教員が研究と教育を行いながら、全ての装置や施設の維持管理、放射線管理、共同利用の管理を行っている。平成17年度の公立大学法人化では、放射線施設は継続するものの、廃止と新規申請の手続きが求められている。

加速器・放射線照射施設の概要を図1に示す。コバルト60ガンマ線照射施設と加速器が放射線管理区域に設置されている。タンデム型イオン加速器は、放射線管理区域でない別の建物にある。

3. 主な加速器の現状

3.1 電子ライナック

電子ライナック(図2)の特性は次のとおりである。

- 1) ビームエネルギー：最大18 MeV
- 2) パルス幅：50 ns-5 μ s
- 3) パルス繰り返し：10-500 pps

電子銃にはY-796グリッド・カソードアセンブリ(EIMAC)を使用し、Sバンドのバンチャーと加速管

* 大阪府立大学先端科学研究所
Research Institute for Advanced Science and Technology, Osaka Prefecture University
(E-mail: okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

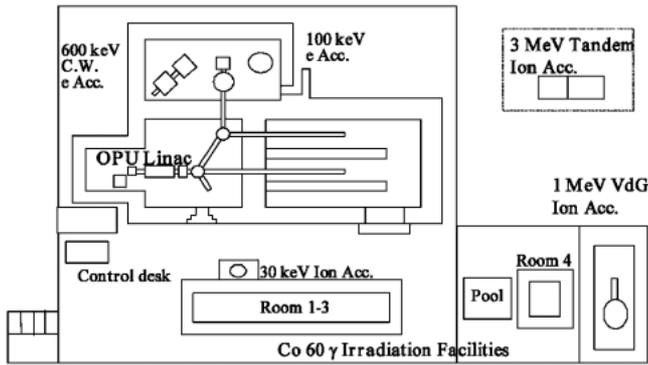


図1 大阪府立大学先端科学研究所の加速器，放射線照射施設の概念図

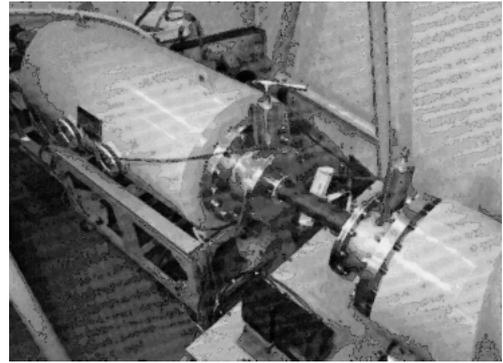


図3 600 keV コッククロフトウォルトン電子加速器 (写真)

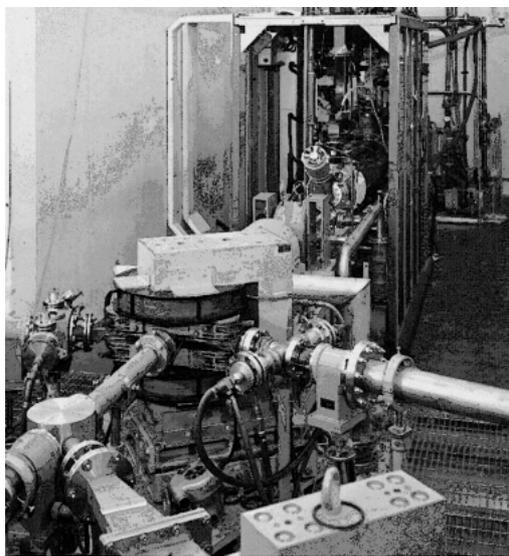


図2 18 MeV 電子ライナック (写真)

1本の一般的な構成である。出力5 MWのクライストロン(L3617, Litton)は、現在は製造しておらず、数本の予備のみがある。40年余りの稼働は日本の研究機関では最長であり、各所に手加えられているが老朽化も著しい。加速器室の地下にはコンペアーが設置され、偏向電磁石によりビームを左右に振りながら外部から多くの照射試料を送り込むことができる特徴がある。図1でライナック本体の右の照射室にはパルスラジオリシスの実験系があり、このほか多くの照射実験も行っている。

主な研究課題は次のとおりである。

- 1) 金属，半導体，絶縁体，高分子材料，複合材料の照射
- 2) 超微弱電子ビームの発生と利用
- 3) パルス放射線計測
- 4) パルスラジオリシス

照射実験では、10 MeV以下の比較的低いエネルギーの電子線を利用した単純な欠陥の生成や材料物性について特徴ある利用研究が行われている。また超微弱ビームの利用では、電子線の強度を空間的な絞りとパルス幅の短縮により、電荷量3 fC/pulse以下まで弱めることに成功した。このビームを利用して、高感度線量計の特性測定、パルス電子線によるラジオグラフィ、放射線計測、生物に対する照射効果など特徴ある研究が行われている。

2002年度に採択された大阪府立大の21世紀COEプログラム「水を反応場に用いる有機資源循環科学・工学」(研究代表者：大阪府立大学・吉田弘之)の研究を分担し、パルスラジオリシス法を用いて放射線化学反応の解析を行っている。電子銃グリッドパルサーの開発により1 nsからピコ秒を目標とする短パルス化を計画している。

民間より電子ライナックの寄附を受け、旧ライナックとの組み合わせと要素開発を加えて、新しいシステムを構築する準備を行っている。高輝度、短パルス、超微弱などを電子ビームの特徴としたい。

3.2 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(図3)の最大エネルギーは600 keVで、これまで主として、材料の表面改質や、半導体の閾エネルギー付近での照射欠陥の研究に利用されてきた。このように比較的低いエネルギーの研究用加速器は全国で数少なくなっている。現在半導体の照射効果や、微粒子の帯電について興味ある成果が得られている。

3.3 タンデム型イオン加速器

タンデム型イオン加速器は水素やヘリウムイオンの利用ができ、最大エネルギーは3 MeVである。主としてPIXEやRBSによる固体表面分析に利用されている。現在、照射効果としての表面近傍の原子の拡散

を調べる研究などが主要な研究課題である。

3.4 活動を終えたバンデグラフィオン加速器と将来計画

1 MeV バンデグラフィオン加速器は、DT 中性子発生装置として、中性子ラジオグラフィ、中性子の基礎データの取得、トリチウムを対象とするイオンビーム分析、中性子計測法の開発などの研究に利用されてきた。老朽化と共に廃止され、その場所にあらたに PIXE や医療応用のための陽子サイクロトロンを導入が検討されている。

4. 共同利用施設としての状況

われわれの施設では、利用研究者や管理者、加速器技術者の接触が密に行われている。新たな発想による研究目的の設定、それに合わせた装置の改良、最適な照射条件の実現などによって、新しい研究のシーズや、境界領域の研究が行われてきた実績がある。加速装置に種々の工夫や技術の開発が行われ、その結果、独自の加速器技術や利用技術を持つに至っている。

しかし加速器施設のおかれた状況は非常に厳しい。大きな問題は、装置の維持管理と開発、放射線管理など施設管理にかかる予算と人的負担である。維持費の裏づけは少なく、多く自前で準備している。

5. 厳しい状況での明るい見通し

以上のような施設の状況であるが、今後特徴を活かした研究の柱を考えている。その一つは人工衛星に搭載する機器や材料の放射線照射試験や照射効果の研究で、特に低エネルギー、低線量率などの特殊な条件での研究に成果が出始めている。ガンマ線と合わせて、総合的な放射線照射試験が可能である。東大阪での活動を背景として関西での拠点をめざしている。また放射線の線種を変えて照射した場合の微粒子の帯電の状況の違いを調べる基礎研究の結果が、今後開発研究に

拡大する可能性がある。超微弱電子線の利用は、高感度線量計の特性試験ばかりでなく、生物影響の研究に発展する方向にある。さらに厳しく管理された放射線施設の遮蔽空間は、新しい加速器開発の基礎として重要である。

大学の環境は、若い技術者の育成のために重要な役割を果たすことが期待される。放射線総合科学研究センターの教員はそれぞれ異なる大学院に所属しているが、加速器関係の人材を育成するためには独立した大学院を持つことが望ましい。

特殊な研究環境を背景に国内外の研究機関との協力も進められている。陽子サイクロトロンを導入する韓国江原国立大学校の機関とは最近研究協力協定を締結した。また宇宙開発や加速器開発に関係する国内研究機関との協力を進めている。さらに民間との共同研究も活発に行われている。

6. おわりに

大阪府立大学先端研の加速器施設は、中-低エネルギーの電子およびイオン加速器を中心に、量子線の総合的利用環境を特徴として学内外の研究者に利用されている。全国の大学でも数少ない基盤的な施設を維持しながら、今後大きく発展させていきたい。

参考文献

- 1) 大阪府立大学先端科学研究所年報 (<http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/>).
- 2) 平成 14 年度大阪府立大学先端科学研究所放射線照射施設共同利用報告書, 2003.
- 3) 平成 15 年度大阪府立大学先端科学研究所放射線施設共同利用報告書, 2004.
- 4) S. Okabe, K. Tsumori, T. Tabata, K. Kawabata, K. Fukuda, R. Ito, S. Nakamura, T. Azuma and K. Kimura, Ann. Rept. Radiat. Center Osaka Prefecture 3 (1962) 47.