

STATUS OF THE APPLICATION RESEARCHES OF THE ELECTRON AND ION ACCELERATORS AT OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY

S. Okuda, R. Taniguchi, Y. Matsuda, T. Oka, T. Kojima, N. Ito, A. Iwase
Radiation Research Center, Osaka Prefecture University
1-2 Gakuen-Cho, Sakai, Osaka 599-8570

Abstract

Electron and ion accelerators in a middle to low energy range are operated for researches in various fields in Radiation Research Center, Osaka Prefecture University. The center is characterized by the installation of sources of various kinds of quantum-beams such as electron and ion beams, X-ray to far-infrared radiation from electron beams, and high-intensity ^{60}Co gamma-rays. Status of the accelerator facilities, application researches of the quantum beams and the future plans are reported.

大阪府立大学電子・イオン加速器の利用研究の現状

1. はじめに

大阪府立大学は、その名称はそのままに平成17年4月に公立大学法人大阪府立大学となった。放射線施設は、先端科学研究所・放射線総合科学研究センターより産学官連携機構・放射線研究センターに改組され、組織と設備は継承されている。大阪府立大学 (OPU) 18 MeV電子ライナックをはじめとする中-低エネルギーの電子加速器およびイオン加速器は、それぞれ特徴のある利用が行われてきた[1-4]。これらはコバルト60 (総数量約4 PBq) ガンマ線照射施設、非密封放射性同位元素使用施設も共に利用できる環境にあって、数少ない総合的な量子線の利用研究施設である。大学における共同利用から新たに生まれる研究シーズがその大きな特徴のひとつである。現在、装置の老朽化、維持費や人員の不足が大きな問題であるが、学内外の利用者の協力を得て、それぞれの装置は徐々にであるが整備している。

2. 加速器施設の現状

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[5]。大学の共同利用施設であ

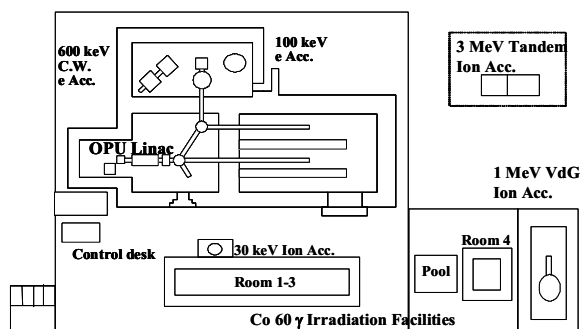


図1 大阪府立大学加速器・放射線照射施設
の概念図 (タンデム型加速器は別棟)

り、そのほか多くの学外機関が協力協定や共同研究を通じて利用している。また民間に対しては、照射サービスを行っている。

放射線施設はその発足当初から40年余りほぼ全てを継続している。現教員は10名余りで、物理、化学、生物、農学、医学の放射線科学、工学分野の5研究室からなる。この教員により施設の管理、放射線管理、共同利用の管理も行っている。

公立大学法人への移行において、放射線施設は事実上継続するものの、廃止と新規使用許可申請の手続きが必要となった。この準備手続きは平成16年11月に開始し、一部施設の廃止と改修、新たな事業所としての使用許可申請、施設検査、旧事業所の廃止とそれに伴う措置等の手続きを経て、平成17年5月に新事業所として発足した。

平成16年末に大阪府立大学と宇宙航空研究開発機構との間で協力協定が締結され、その一環として、電子線とガンマ線による機器や材料の放射線照射試験、耐放射線性を持つ材料の開発研究を共同で進める計画である。

3. 加速器利用の現状と将来計画

加速器・放射線照射施設の概要を図1に示す。加速器施設とコバルト60ガンマ線照射施設が放射線管理区域内に設置されている。タンデム型イオン加速器は、放射線管理区域のない別の建物にある。主な電子およびイオン加速器の、利用研究の現状と将来計画は次のとおりである。

3.1 OPU電子ライナック

OPU電子ライナックを図2に示す。この主な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

電子銃は、グリッドパルサーの特性向上のため

の開発を行っている。加速器室の地下にはコンベアが設置され、偏向電磁石によりビームを左右に振りながら外部から試料を送り込んで大面積の照射が可能である。図1の右の照射室にはパルスラジオリシスの実験系を設置しており、他のほとんどの照射実験をこの照射室で行っている。

電子ライナックの1年の運転時間はここ数年約300時間である。2005年は、5月末時点で95時間である。



図2 OPU電子ライナック (写真)

平成16年度は水冷却系のトラブルが2件、真空系のトラブルが2件あった。水冷却系のうち1件は、電源室からの地下電気配管中の短絡事象であり、建屋全体の配電ネットワークの老朽化による。コッククロフトウォルトン電子加速器施設でもこの兆候が見られる。

4月の施設検査のために、長年切り離されていた、図2の上部の照射室に向かうビームラインを接続した。今後、超微弱電子ビーム照射用として利用する予定である。

昨年度の主な研究課題とその概要は次のとおりである。

1) 超微弱電子ビームの発生と利用

これまでにパルス当りの電荷量を数fCまで減少させたが、最近の研究で、NaI(Tl)シンチレーション検出器に直接ビームを照射し、パルス放射線検出手法でビームをモニタすることで数aC/pulseを観測した。高感度の熱蛍光線量計(TLD)やイメージングプレートの特性を測定し、これらを電子線のモニタにも利用している。またこの照射場を利用したパルス電子線ラジオグラフィの研究を行っている。また細菌や微生物に対する照射効果の研究を準備している。放射線計測の分野では、制動X線のスペクトル測定を行っており、宇宙環境で使用する放射線検出器の校正実験を行う。

2) 金属材料、化合物半導体、複合材料、セラミックスの照射

単純照射の実験では、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、FeRh合金の磁性変態、過飽和合金系FeCuの照射促進偏析などについて特徴ある利用研究が行われて

いる。

3) パルスラジオリシス

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」の研究において、放射線を照射した水や溶液の反応の解析を行っている。最短の時間分解能は50 nsで、1 nsからピコ秒を目標に整備を計画している。

4) 環境ホルモンの電子線照射分解

5) 極微量ウランの分析

制動放射X線による光中性子の計測で、固体中極微量ウランの非破壊定量に成功している。

6) 電子線照射によるナノ粒子生成

液相中での貴金属ナノ微粒子の生成とそのガンマ線照射との比較を行った。

7) コヒーレントTHz放射の計測と利用

電子線から放射されるコヒーレントTHz放射を吸収分光に利用するための光源の検討を行い、準備を進めている。

以上のうち、パルスラジオリシスと金属材料照射、微弱電子ビームの3テーマで年間運転時間の半数近くを占めている。新たなテーマとしては、人工衛星搭載の素子、樹脂の照射試験などがあげられる。

ライナックの更新は、法人化の手続きで遅れているが、今年度を目標に行う。ここで、主として入射系の要素開発を加えて、高輝度、短パルス、超微弱電子線照射、コンベアによる大面積照射試験などを特徴として整備する。

3.2 コッククロフトウォルトン電子加速器

この加速器を図3に示す。最大エネルギーは600 keVで、これまで主として、物質の表面改質や、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。現在宇宙環境での半導体の放射線照射効果を詳細に調べるために、真空中に試料を設置して低エネルギー電子の照射実験が行われて



図3 コッククロフト・ウォルトン電子加速器 (写真)

いる。またLiF中へのカラーセンター導入による光電子デバイス開発で電子線照射を利用する実験や、微粒子の帯電とその利用に関して特徴ある研究が行われている。

3.4 3 MeVタンデム型イオン加速器

水素イオンやヘリウムイオンを加速し、主とし

てPIXEやRBSによる固体表面分析に利用している。現在、金属中のSi原子の照射促進拡散や照射誘起析出の研究における表面分析などが主要な研究課題である。

3.5 1 MeVバンデグラフイオン加速器

水素、重水素イオンの加速器で、トリチウムターゲットを用いたDT中性子源として利用され、その後装置の老朽化により長年使用されていなかったが、平成16年度末で廃止された。これに変わる10 MeV陽子サイクロトロンを設置を検討中で、PIXEや照射試験、放射線計測などへの利用を考えている。

4. おわりに

平成17年度に発足した公立大学法人大阪府立大学では、従来の放射線施設を継承し、量子線の利

用施設としての活動を継続すると共に、今後各装置を整備する。大規模のガンマ線照射施設も合わせて利用することで、総合的な量子線の利用環境を発展させる。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 平成15年度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放射線施設共同利用報告書, 2004.
- [3] S. Okuda, R. Taniguchi, Y. Matsuda, T. Oka, S. Nakamura, T. Kojima, N. Ito and A. Iwase, Proc. 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Soc. of Japan (2003) pp.42-44.
- [4] 奥田修一, 日本加速器学会誌 2 (2005) p.96-98.
- [5] 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.