

阪大産研量子ビーム科学研究施設の紹介

大阪大学 産業科学研究所

菅田 義英*, 藤塚 守, 古澤 孝弘, 吉田 陽一, 細貝 知直

1 はじめに

大阪大学産業科学研究所附属量子ビーム科学研究施設は1957年に大阪大学の附属施設として設置されたホットラボ（放射線研究施設）を母体としています。1964年に産業科学研究所の附属施設となり名称も放射線実験所となって以降、2回の改組を経て2009年度からは現在の量子ビーム科学研究施設として、共同利用実験が行われています。設立当初はコバルト60の密封線源が主な利用対象でしたが、1978年にLバンド電子ライナックが設置され共同利用も始まり、その後150 MeV Sバンド電子ライナック、レーザーフォトカソードRF電子銃ライナックが順次設置・運用が開始され、現在では3本のコバルト60密封線源と3台の電子ライナックを主要装置とする共同利用施設となっています。

2 施設の特徴

現在電子ライナックを保有している国内の加速器施設では、その多くが放射光の発生に利用されていますが、当施設においては放射線化学分野で多くの研究が行われ、DNA損傷プロセスの研究から高分子構造変化、光触媒反応、半導体プロセス技術、燃料電池の劣化プロセス解析など、多岐の分野にわたって産業とも深くかかわった重要な基礎研究が行われてきました。現在では電子ビームを用いた放射線誘起化学反応の研究に加え、2次ビームであるTHz領域自由電子レーザー（THz-FEL）や陽電子ビームの生成・利用研究も行っており、コバルト60線源の利用も含め、放射線化

学の領域だけでなく、光化学や材料科学、加速器科学にいたる幅広い領域で利用されています。Lバンド電子ライナックの利用開始以降、共同利用は専ら学内に絞って行われてきましたが、産業科学研究所が物質・デバイス領域研究拠点となって以降、このチャンネルを通じて全国から共同利用を受け入れるようになってきました。現在の量子ビーム科学研究施設には専任教員2名、技術職員2名、非常勤事務職員1名、特任教職員2名に加え、産研の4研究室の教員16名が兼任教員として所属しており、当施設の管理・運営や産研全体の放射線管理にあたっています（Fig. 1）。外部から当施設の装置を利用しようとする場合、既設の測定系や計測器を利用することが多いため、比較的近い分野の専任又は兼任教員にその実験の受け入れ窓口および世話を割り当て、円滑な利用環境を整えるようにしています。

3 主要装置

Lバンド電子ライナックは高い電荷量（91 nC）で時間幅約20 psの単バンチ高エネルギー電子線を発生させることが可能な加速器です。電子線パルス

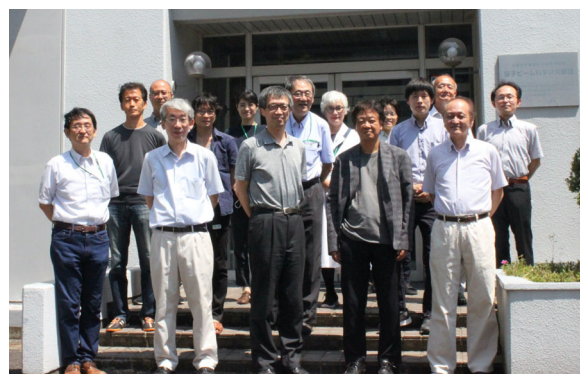


Figure 1. Members of the Research Laboratory for Quantum Beam Science.

Introduction of Research Laboratory for Quantum Beam Science in SANKEN, Osaka University
Yoshihide HONDA*, Mamoru FUJITSUKA, Takahiro KOZAWA, Yoichi YOSHIDA and Tomonao HOSOKAI (SANKEN, Osaka University),
〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1
E-mail: honda@sanken.osaka-u.ac.jp, hosokai@sanken.osaka-u.ac.jp

を変化させることで、ナノ秒からピコ秒の時間領域における各種化学反応素過程の研究や照射効果の研究等に利用されてきました^{1,2)}。一方、高電荷密度の電子線パルスが発生可能という特徴をいかし、THz-FELの発振にも利用されています³⁾。レーザーフォトカソードRF電子銃ライナックでは、ライナックから発生したフェムト秒電子線パルスとこれに時間同期されたフェムト秒レーザーを利用したパルスラジオリシス法を用いて、フェムト秒時間領域における量子ビーム誘起超高速現象の解明やナノ空間内での反応制御に関する研究⁴⁾、さらには時間分解電子顕微鏡の開発研究が行われています⁵⁾。150 MeV Sバンド電子ライナックは主として低速陽電子ビームの発生に利用されています。当施設ではコバルト60線源を約10年ごとに370 TBqの線源を購入してきました。現在保有しているのはこのうち1982年、2000年、2011年に購入した3本の線源で、各種物質に対するガンマ線照射効果の研究に用いられています。当照射施設の特徴としては水中照射のほか、線源を大気中でマニピュレーターを用いて自由に配置できることがあげられます。

4 共同利用の状況

上記装置は共同利用に供されており、過去5年間の採択テーマ件数は平均で約45件、内訳は学内からの利用、物質・デバイス領域共同研究拠点を通じた利用、国内他機関との共同研究、産研だけからの利用がそれぞれ大体1/4程度の割合になっており、学内外の利用者に広く利用されています。共同利用の主要装置であるLバンド電子ライナックの年間運転時間は、昨年度はCOVID-19の影響で約2,000時間と減少しましたが、過去5年間では2,500時間-3,000時間程度となっています。最近の利用状況はパルスラジオリシス法を利用する実験とTHz-FELを利用する実験がほぼ同程度

となっています。一方コバルト60の昨年度の利用時間はCOVID19の影響はほとんど受けず2,000時間を超えました。5年間の年間利用時間推移では1,500時間-2,000時間超となっています。

5 おわりに

Lバンド電子ライナックの利用促進のため、パルスラジオリシスの実験に対しては、電子ビームを交互に2つの照射室に振り分け、現在と同じビームの繰り返しで同時に実験を可能とするための準備を進めています。RF電子銃ライナックを含め当施設の加速器を利用した研究の多くが極短時間分解型の分光実験ですので、今後もこの特徴をいかし、特に大強度短時間パルスレーザーを使った研究なども積極的に取り入れ、基礎研究から社会実装に寄与する研究が推進されていくことを期待しています。最後に当施設のホームページのURLを載せておきますので、ご興味を持たれた方はお気軽にお問い合わせください。
<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/rl/index.html>

〈参考文献〉

- 1) M. Fujitsuka, T. Majima, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2 (2011) 2965.
- 2) K. Kobayashi, *Chem. Rev.*, 119 (2019) 4413.
- 3) K. Kawase, M. Nagai, K. Furusawa, M. Fujimoto, R. Kato, Y. Honda, G. Isoyama, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip.*, 960 (2020) 163582.
- 4) T. Toigawa, M. Gohdo, K. Norizawa, T. Kondoh, K. Kan, J. Yang, Y. Yoshida, *Radiat. Phys. Chem.*, 123 (2016) 73.
- 5) J. Yang, Y. Yoshida, H. Yasuda, *Microscopy*, 67 (2018) 291.