

## 光源加速器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

加藤 政博（特任教授）（2019年4月1日着任）  
（クロスアポイントメント；広島大学放射光科学センター）

藤本 将輝（助教）  
木村 信之介（特別共同利用研究員）  
小杉 直（特別共同利用研究員）  
中尾 海斗（特別共同利用研究員）  
堀 遥輝（特別共同利用研究員）  
稲垣 いつ子（事務支援員）  
石原 麻由美（事務支援員）

A-1) 専門領域：ビーム物理学，加速器科学，放射光科学

A-2) 研究課題：

- a) シンクロトロン光源の研究
- b) 自由電子レーザーの研究
- c) 相対論的電子ビームからの電磁放射の研究
- d) 量子ビームの発生と応用に関する研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) シンクロトロン光源 UVSOR の性能向上に向けた開発研究を継続している。電子ビーム光学系の最適化による電子ビーム輝度の大幅な向上，電子ビーム強度を一定に保つトップアップ入射の導入などに成功し，低エネルギー放射光源としては世界最高水準の光源性能を実現した。高輝度放射光発生のために真空封止アンジュレータ3台，可変偏光型アンジュレータ3台を設計・建設し，稼働させた。UVSOR の将来計画に関する設計研究に着手し，既存加速器の更なる高度化の可能性，新しい光源加速器の検討を進めている。
- b) 自由電子レーザーに関する研究を継続している。蓄積リング自由電子レーザーとして世界最高の出力を記録した。また，共振器型自由電子レーザーに関する基礎研究を進め，レーザー発振のダイナミクスやフィードバック制御に関する先駆的な成果を上げた。外部レーザーを用いて電子パルス上に微細な密度構造を形成することでコヒーレント放射光を極紫外領域やテラヘルツ領域において生成する研究を継続している。この手法により一様磁場中から準単色テラヘルツ放射光を発生することに世界に先駆けて成功した。電子パルス上に形成された密度構造の時間発展に関するビームダイナミクス研究により先駆的な成果を上げた。
- c) 高エネルギー電子ビームによる光渦の生成に成功し，その原理の解明に世界に先駆けて成功した。自然界での光渦の生成の可能性について，研究を進めると共に，深紫外・真空紫外領域での物質系と光渦の相互作用に関する基礎研究を進めている。
- d) 外部レーザーと高エネルギー電子線を用いた逆コンプトン散乱によるエネルギー可変，偏光可変の極短ガンマ線パルス発生に関する研究を継続している。パルス幅数ピコ秒以下の超短ガンマ線パルスの生成，エネルギー可変性の実証に成功した。光陰極を用いた電子源の開発を進めている。また，これら偏極量子ビームの応用研究の開拓を進めている。

- e) アンジュレータ放射光波束の時間構造に着目した研究に原子分子物理学研究者と共同で取り組み、2連のアンジュレータからの自然放射を用いた孤立原子の量子状態制御に世界で初めて成功した。

B-1) 学術論文

**L. GUO, H. YAMAGUCHI, M. YAMAMOTO, F. MATSUI, G. WANG, F. LIU, P. YANG, E. R. BATISTA, N. A. MOODY, Y. TAKASHIMA and M. KATOH**, “Graphene as Reusable Substrate for Bialkali Photocathodes,” *Appl. Phys. Lett.* **116**, 251903 (5 pages) (2020). DOI: 10.1063/5.0010816

**K. FUJIMORI, M. KITaura, Y. TAIRA, M. FUJIMOTO, H. ZEN, S. WATANABE, K. KAMADA, Y. OKANO, M. KATOH, M. HOSAKA, J. YAMAZAKI, T. HIRADE, Y. KOBAYASHI and A. OHNISHI**, “Visualizing Cation Vacancies in Ce:Gd<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub> Scintillators by Gamma-Ray-Induced Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy,” *Appl. Phys. Express* **13**, 085505 (4 pages) (2020). DOI: 10.35848/1882-0786/aba0dd

**K. ALI, H. OHGAKI, H. ZEN, T. KII, T. HAYAKAWA, T. SHIZUMA, H. TOYOKAWA, Y. TAIRA, V. IANCU, G. TURTURICA, C. ALEXANDRU UR, M. FUJIMOTO and M. KATOH**, “Selective Isotope CT Imaging Based on Nuclear Resonance Fluorescence Transmission Method,” *IEEE Trans. Nucl. Sci.* **67**, 1976–1984 (2020). DOI: 10.1109/tns.2020.3004565

**T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, H. IWAYAMA and M. KATOH**, “Polarization Control in a Crossed Undulator without a Monochromator,” *New J. Phys.* **22**, 083062 (8 pages) (2020). DOI: 10.1088/1367-2630/aba730

**Y. TAIRA, M. FUJIMOTO, S. RI, M. HOSAKA and M. KATOH**, “Measurement of the Phase Structure of Elliptically Polarized Undulator Radiation,” *New J. Phys.* **22**, 093061 (12 pages) (2020). DOI: 10.1088/1367-2630/abb54a

**T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, H. IWAYAMA and M. KATOH**, “Electron Wave Packet Interference in Atomic Inner-Shell Excitation,” *Phys. Rev. Lett.* **126**, 113202 (6 pages) (2021). DOI: 10.1103/PhysRevLett.126.113202

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本加速器学会評議員 (2008–2009, 2014–2017, 2020–).

日本放射光学会評議員 (2006–2009, 2010–2012, 2013–2015, 2016–2018, 2019–).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設運営委員 (2018–).

B-8) 大学での講義, 客員

名古屋大学シンクロトン光研究センター, 客員教授, 2018年4月–.

高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設, 客員教授, 2018年4月–.

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(A), 「放射光の位相構造制御法の開発」, 加藤政博 (2020年–2022年).

科研費基盤研究(A), 「直線偏光ガンマ線のデルブリュック散乱」(代表: 早川岳人), 加藤政博 (研究分担者) (2018年–2020年).

科研費基盤研究(B),「LCS-NRFによる同位体3Dイメージング法の基盤確立」(代表:大垣英明),加藤政博(研究分担者)(2018年-2020年).

C) 研究活動の課題と展望

UVSORは2000年以降の継続的な高度化により、低エネルギーのシンクロトロン光源としては世界的にも最高レベルの性能に到達したが、国内外では新しい光源の建設稼働が相次ぎ、更なる競争力の向上が求められている。現在の加速器の更なる高度化の可能性を探るとともに、全く新しい加速器の建設についても検討を進める。

自由電子レーザー及び外部レーザーを用いたコンプトン散乱ガンマ線の発生とその利用法の開拓に取り組んできたが、材料評価などへの応用は実用段階に入りつつある。今後は、特異な性質を持つガンマ線発生法の開拓に重心を移す。

放射光による光渦の生成については、その光学的特性の詳細評価、さらに放射光光渦同士合成によるベクトルビーム発生など、UVSORの研究環境を活用して世界に先駆けた研究ができた。今後は応用展開の開拓に重心を移す。また、二連アンジュレータを用いた孤立原子系の量子状態制御について先駆的な成果が出ており、こちらもさらに幅広く応用展開の可能性を探る。