

光源加速器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

加 藤 政 博（教授）（2000 年 3 月 1 日着任，2004 年 1 月 1 日昇任）

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。
- 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。次世代の放射光源である回折限界リングや高繰り返し極紫外自由電子レーザーに関する基礎研究を進めた。
- c) 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。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。

B-1) 学術論文

T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, T. KONOMI, M. KATOH, H. IWAYAMA and E. SHIGEMASA,
“Limitations in Photoionization of Helium by an Extreme Ultraviolet Optical Vortex,” *Phys. Rev. A* **95**, 023413 (7 pages)
(2017).

M. KATOH, M. FUJIMOTO, H. KAWAGUCHI, K. TSUCHIYA, K. OHMI, T. KANEYASU, Y. TAIRA, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI and Y. TAKASHIMA, “Angular Momentum of Twisted Radiation from an Electron in Spiral Motion,” *Phys. Rev. Lett.* **118**, 094801 (5 pages) (2017).

Y. TAIRA, T. HAYAKAWA and M. KATOH, “Gamma-Ray Vortices from Nonlinear Inverse Thomson Scattering of Circularly Polarized Light,” *Sci. Rep.* **7**, 5018 (9 pages) (2017).

M. KATOH, M. FUJIMOTO, N. S. MIRIAN, T. KONOMI, Y. TAIRA, T. KANEYASU, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, A. MOCHIIHASHI, Y. TAKASHIMA, K. KURODA, A. MIYAMOTO, K. MIYAMOTO and S. SASAKI, “Helical Phase Structure of Radiation from an Electron in Circular Motion,” *Sci. Rep.* **7**, 6130 (8 pages) (2017).

T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, H. IWAYAMA, M. HOSAKA, E. SHIGEMASA and M. KATOH, “Observation of an Optical Vortex Beam from a Helical Undulator in the XUV Region,” *J. Synchrotron Radiat.* **24**, 934–938 (2017).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

N. YAMAMOTO, T. MIYAUCHI, A. MANO, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and M. KATOH, “Electron Beam Generation From InGaN/GaN Superlattice Photocathode,” *Proc. 8th Internat. Particle Accel. Conf.*, 522–524 (2017).

A. MOCHIIHASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, A. MANO, T. ISHIDA, H. OHKUMA, S. SASAKI, Y. HORI, S. KODA and M. KATOH, “Present Status of Accelerators in Aichi Synchrotron Radiation Center,” *Proc. 8th Internat. Particle Accel. Conf.*, 2691–2693 (2017).

B-3) 総説, 著書

全 炳俊, 清 紀弘, 入澤明典, 加藤政博, 「電子加速器によるテラヘルツ波の発生」, *化学工業* **68(3)**, 12–17 (2017).

加藤政博, 「自由電子からの渦電磁波の放射」, *加速器* **14(3)**, 104–112 (2017).

B-6) 受賞, 表彰

島田美帆, 第8回日本加速器学会奨励賞 (2011).

平 義隆, 第7回日本物理学会若手奨励賞 (2012).

肥田洋平, 第9回日本加速器学会年会賞 (ポスター部門) (2012).

丹羽貴弘, 第9回日本加速器学会年会賞 (ポスター部門) (2012).

平 義隆, 第9回日本加速器学会年会賞 (口頭発表部門) (2012).

梶浦陽平, 第10回日本加速器学会年会賞 (ポスター部門) (2013).

稲垣利樹, 第11回日本加速器学会年会賞 (ポスター部門) (2014).

伊藤圭也, 第12回日本加速器学会年会賞 (ポスター部門) (2015).

宮内智寛, 第12回日本加速器学会年会賞 (ポスター部門) (2015).

加藤政博, 第20回超伝導科学技術賞 (未踏科学技術協会) (2016).

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).

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

学会の組織委員等

日本加速器学会組織委員 (2004–).

日本放射光学会第 13 回年会プログラム委員長 (2000).

日本加速器学会第 10 回年会プログラム委員長 (2013).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (2015–2016).

日本学術振興会審査・評価部会委員 (2017).

高エネルギー加速器研究機構 ERL 計画推進委員会委員 (2009–).

高エネルギー加速器研究機構 ERL 計画評価専門委員会委員長 (2017).

高エネルギー加速器研究機構 Photon Factory Machine Advisory Committee 委員 (2017).

学会誌編集委員

日本放射光学会誌編集委員 (2001–2002).

B-8) 大学での講義, 客員

奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科, 「物質科学特論 III」, 2017 年 10 月 25 日.

名古屋大学シンクロtron光研究センター, 客員教授, 2017 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, 2017 年 4 月–.

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(B), 「レーザーと電子ビームを用いたテラヘルツコヒーレント放射光の生成」, 加藤政博 (2005 年–2007 年).

科研費基盤研究(B), 「電子ビームのレーザー微細加工によるコヒーレント光発生」, 加藤政博 (2008 年–2010 年).

文部科学省光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発プロジェクト 量子ビーム基盤技術開発プログラム, 高度化ビーム技術開発課題, 「リング型光源とレーザーを用いた光発生とその応用」, 加藤政博 (2008 年–2012 年).

科研費基盤研究(B), 「超狭帯域真空紫外コヒーレント放射光源の開発」, 加藤政博 (2011 年–2013 年).

科研費基盤研究(B), 「シンクロtron放射による真空紫外コヒーレント光渦ビームの発生」, 加藤政博 (2014 年–2016 年).

科研費基盤研究(A), 「渦放射光発生技術の高度化と利用への展開」, 加藤政博 (2017 年–).

C) 研究活動の課題と展望

UVSOR は2000年以降の高度化により、既に低エネルギーのシンクロtron光源としては世界的にも最高レベルの性能に到達した。この光源性能を 100% 引き出すための安定性の向上を目指し、パルス六極磁石による高度な入射方式の開発やビーム不安定性抑制法の開発を名古屋大学と協力し進めている。

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、名古屋大学、京都大学、量子技術研究開発機構、山形大学などと協力し取り組んでいる。特に来年度は自由電子レーザー共振器内逆コンプトン散乱による高効率単色ガンマ線生成、核共鳴蛍光イメージング法の開発、光子光子相互作用に関する基礎物理学実験、陽電子消滅法による材料評価技術開発に注力する。

放射光による光渦の生成については、広島大学、名古屋大学などと協力し、その光学的特性の詳細評価、さらに放射光光渦同士との合成によるベクトルビーム発生の研究を世界に先駆けて進める。また、深紫外・真空紫外域の光渦ビームを用いた光渦と物質系の相互作用に関する実験研究を九州シンクロtron光センター、富山大学などと協力し進める。

スピン偏極電子源の開発に、名古屋大学、広島大学、高エネルギー加速器研究機構などと協力し、継続して取り組み、生体物質への照射効果の研究や逆光電子分光などへの展開を図る。