

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：加速器科学，放射光科学，ビーム物理学

A-2) 研究課題：

- a) シンクロトロン光源加速器の研究
- b) 自由電子レーザーの研究
- c) 相対論的電子ビームを用いた光発生法の研究
- 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。2000年以降の断続的な加速器改良により、電子ビーム強度及び輝度の向上、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。
- 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進めている。パルス幅数ピコ秒程度の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

E. ROUSSEL, C. EVAÏN, M. LE PARQUIER, C. SZWAJ, S. BIELAWSKI, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA, M. SHIMADA, M. ADACHI, H. ZEN, S. KIMURA and M. KATOH, "Transient Response of Relativistic Electron Bunches to Wave-Number Selected Perturbations near the Micro-Bunching Instability Threshold," *New J. Phys.* **16**, 063027 (11 pages) (2014).

E. ROUSSEL, C. EVAIN, C. SZWAJ, S. BIELAWSKI, J. RAASCH, P. THOMA, A. SCHEURING, M. HOFHERR, K. ILIN, S. WÜNSCH, M. SIEGEL, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA, H. ZEN, T. KONOMI, M. ADACHI, S. KIMURA and M. KATOH, “Microbunching Instability in Relativistic Electron Bunches: Direct Observations of the Microstructures Using Ultrafast YBCO Detectors,” *Phys. Rev. Lett.* **113**, 094801 (5 pages) (2014).

N. YAMAMOTO, H. ZEN, M. HOSAKA, T. KONOMI, M. ADACHI, K. HAYASHI, J. YAMAZAKI, Y. TAKASHIMA and M. KATOH, “Beam Injection with Pulsed Multipole Magnet at UVSOR-III,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **767**, 26–33 (2014).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

J. RAASCH, K. S. ILIN, A. SCHEURING, M. SIEGEL, P. THOMA, A.-S. MUELLER, Y.-L. MATHIS, N. J. SMALE, B. HOLZAPFEL, K. IIDA, S. BIELAWSKI, C. EVAIN, E. ROUSSEL, C. SZWAJ, M. KATOH, S. KIMURA, T. KONOMI, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO and H. ZEN, “Electrical Field Sensitive High- T_c YBCO Detector for Real-Time Observation of CSR,” *Proc. Internat. Particle Accel. Conf.* 2533–3536 (2014).

T. INAGAKI, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, X. G. JIN, M. ADACHI, Y. OKANO, T. KONOMI and M. KATOH, “Development of Temporal Response Measurement System for Transmission-Type Spin Polarized Photocathodes,” *Proc. Internat. Particle Accel. Conf.* 670–672 (2014).

N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, T. TAKANO, A. MANO, Y. TAKASHIMA and M. KATOH, “Design Study of Pulsed Multipole Injection for Aichi SR,” *Proc. Internat. Particle Accel. Conf.* 1962–1964 (2014).

E. ROUSSEL, C. EVAIN, C. SZWAJ, S. BIELAWSKI, J. RAASCH, P. THOMA, A. SCHEURING, K. ILIN, M. SIEGEL, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA, H. ZEN, T. KONOMI, M. ADACHI, S. KIMURA and M. KATOH, “Numerical Study of the Microbunching Instability at UVSOR-III: Influence of the Resistive and Inductive Impedances,” *Proc. Internat. Particle Accel. Conf.* 1656–1658 (2014).

R. INAGAKI, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. KONOMI, T. TOKUSHI, Y. OKANO, M. KATOH, E. KAKO, S. YAMAGUCHI, Y. KOBAYASHI, S. SHIRAKI and T. HITOSUGI, “Development of Multi-Alkali Photocathode Deposited on LiTi_2O_4 Substrate for Srf-Gun,” *Proc. Internat. Particle Accel. Conf.* 673–675 (2014).

B-3) 総説，著書

M. KATOH, “Terahertz Light Source Based on Synchrotron Radiation,” in “*Frontiers in Optical Methods—Nano-Characterization and Coherent Control*,” K. Shudo, I. Katayama and S. Ohno, Eds., Springer Series in Optical Sciences 180, Springer, ISSN 0342-4111, pp. 187–196 (2014).

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).

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, 2013–).

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

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).

学会誌編集委員

日本放射光学会誌編集委員 (2000–2002).

B-8) 大学での講義, 客員

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所, 客員教授, 2004年–.

名古屋大学シンクロtron光研究センター, 客員教授, 2006年–.

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).

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に取り組んでいる。トップアップ運転時のビームの動きを最小限にするパルス六極磁石による高度な入射に成功しその入射効率の向上へ向けて研究を進めている。

自由電子レーザーに関しては, 今後, 発振波長を真空紫外領域まで拡張することを目指すとともに, 可視紫外域での広範囲波長可変レーザーとしての実用化を目指して技術開発を進める。また, 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などへの応用に向けた予備実験を進める。これらと並行して, レーザー発振のダイナミクスの基礎研究やシード光注入による発振の安定化や制御に関する研究を継続する。次世代の真空紫外放射光源として多周回型直線加速器を用いた高繰り返しの極紫外自由電子レーザーの可能性を検討する。要素技術開発として 高エネルギー加速器研究機構などと協力し, 光陰極超伝導 RF 電子銃の開発を進める。

極短パルスレーザーと蓄積リングの電子ビームを併用した, テラヘルツ領域でのコヒーレント放射の生成, 真空紫外領域で

のコヒーレント高調波発生の研究を進める。量子ビーム基盤技術開発プログラムのもと完成した新しい実験ステーションを用いて実用化に向けた技術開発を進める。また光渦など特異な光の発生とその利用法の開拓に取り組む。

新しい量子ビーム源として、レーザーと電子ビームの相互作用による極短パルスガンマ線の発生に関する研究を進める。偏光可変性や極短パルス特性を活かした利用法の開拓を行う。また、名古屋大学などと協力し、スピン偏極電子源の開発を進める。生体物質への照射や逆光電子分光などへの展開を図る。