

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

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。さらに、高輝度放射光発生のために真空封止アンジュレータ2台、可変偏光型アンジュレータ2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。外部レーザーを用いた真空紫外領域でのコヒーレント高調波発生に関する研究では、可変偏光性や出力飽和などに関する先駆的な成果を上げた。
- 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。
- e) 光陰極を用いた電子源の開発に着手した。直線加速器を用いた自由電子レーザー計画への応用と偏極電子ビームを用いた生命の起源に関する研究への応用を目指している。

B-1) 学術論文

S. KIMURA, E. NAKAMURA, M. HOSAKA, T. TAKAHASHI and M. KATOH, "Design of Terahertz Pump-Photoemission Probe Spectroscopy Beamline at UVSOR-II," *AIP Conf. Proc.* **1234**, 63 (2010).

M. KATOH, M. ADACHI, H. ZEN, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA and M. HOSAKA, "Full Energy Injection and Top-up Operation at UVSOR-II," *AIP Conf. Proc.* **1234**, 531 (2010).

M. ADACHI, M. KATOH, H. ZEN, T. TANIKAWA, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, N. YAMAMOTO and Y. TAIRA, "Status and Prospects of Coherent Light Source Developments at UVSOR-II," *AIP Conf. Proc.* **1234**, 492 (2010).

Y. TAIRA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, N. YAMAMOTO, K. SODA and M. KATOH, “Feasibility Study of Ultra-Short Gamma-Ray Pulse Generation by Laser-Compton Scattering in an Electron Storage Ring,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **637**, 5116–5119 (2011).

N. YAMAMOTO, M. SHIMADA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA, Y. TAIRA, S. KIMURA, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. TAKAHASHI and M. KATOH, “Ultra-Short Coherent Terahertz Radiation from Ultra-Short Dips in Electron Bunches Circulating in a Storage Ring,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **637**, 5112–5115 (2011).

Y. TAIRA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, K. SODA and M. KATOH, “Generation of Energy-Tunable and Ultrashort-Pulse Gamma Ray via Inverse Compton Scattering in an Electron Storage Ring,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **652**, 696–700 (2011).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

M. KATOH, “Radiation from Laser-Modulated and Laser-Sliced Electron Bunches in UVSOR-II,” *Proc. 32nd Internat. Free Electron Laser Conf.*, 183–187 (2010).

T. TANIKAWA, M. ADACHI, M. KATOH, J. YAMAZAKI, H. ZEN, M. HOSAKA, Y. TAIRA and N. YAMAMOTO, “Saturation Phenomena of VUV-CHG at UVSOR-II,” *Proc. 32nd Internat. Free Electron Laser Conf.*, 306–309 (2010).

H. ZEN, M. ADACHI, M. KATOH, T. TANIKAWA, Y. TAIRA, N. YAMAMOTO and M. HOSAKA, “Numerical Study on Coherent Harmonic Generation Free Electron Laser Seeded by Chirped External Laser,” *Proc. 32nd Internat. Free Electron Laser Conf.*, 286–289 (2010).

C. EVAIN, M. -E. COUPRIE, S. BIELAWSKI, C. SZWAJ, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI and M. KATOH, “Control of Instability Induced by a Detuning in FEL Oscillator,” *Proc. 32nd Internat. Free Electron Laser Conf.*, 215–218 (2010).

Y. TAIRA, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, K. SODA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA and M. KATOH, “Development of Pulse Width Measurement Techniques in a Picosecond Range of Ultra-short Gamma-Ray Pulses,” *Proc. 2nd Internat. Particle Accelerator Conf.*, 1473–1475 (2011).

T. TANIKAWA, M. ADACHI, M. KATOH, J. YAMAZAKI, H. ZEN, M. HOSAKA, Y. TAIRA and N. YAMAMOTO, “Saturation Effect of VUV Coherent Harmonic Generation at UVSOR-II,” *Proc. 2nd Internat. Particle Accelerator Conf.*, 3098–3100 (2011).

B-3) 総説，著書

M. KATOH, “Upgrades of UVSOR Accelerators,” *J. Particle Soc. Jpn.* **7**, No. 3, 184–191 (2010).

M. KATOH, “Future Plan of UVSOR,” *J. Jpn. Soc. Synchrotron Rad. Res.* **24**, No. 4, 175–181 (2010).

B-6) 受賞，表彰

平 義隆，第53回放射線化学討論会若手優秀講演賞 (2010).

平 義隆，第23回日本放射光学会年会 JSR10 学生発表賞 (2010).

谷川貴紀，第24回日本放射光学会年会 JSR11 学生発表賞 (2011).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

日本加速器科学研究発表会世話人 (2001-2003).

日本加速器学会設立準備委員会委員 (2003).

日本加速器学会組織委員 (2004-).

日本加速器学会評議員 (2008-2009).

日本放射光学会評議員 (2006-2009, 2010-).

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)(2),「電子蓄積リングによる遠赤外コヒーレント放射光の生成」加藤政博 (2003年-2004年).

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-).

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-).

C) 研究活動の課題と展望

UVSOR は2000年以降の複数回の高度化により，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を有するが，放射光輝度をさらに向上させる改造計画を進める。2012年春に加速器の改造を実施する予定である。偏向磁石を複合機能型に置き換え，また，パルス六極磁石による高度な入射方式を導入する。さらに，真空封止型アンジュレータ1台を設置する。ハードウェア設計は完了し，製作が進行中である。

自由電子レーザーに関しては，増幅率の向上を目指した光クライストロンの更新を進めており，現在立上調整中である。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も目指す。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。X線共振器型自由電子レーザーなど，次世代自由電子レーザー開発のための基礎研究である。

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。今後は実用化を意識して，大強度化・広帯域化・高安定化に向けた技術開発を進める。この研究テーマは，量子ビーム基盤技術開発プログラムに採択され，2008年度から5年間の予定で委託研究として遂行中である。

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、同じく新たな量子ビーム源として、スピン偏極電子源の開発を進める。生体物質への照射などを手始めに、将来的には逆光電子分光なども視野に入れながら、応用を強く意識して開発を進める。