

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) 光源加速器 UVSOR-II の更なる性能向上に向けた開発研究を継続している。共同利用運転の全運転時間を，電子ビーム強度を一定に保つトップアップ入射で実施可能となった。さらに安定な放射光発生を目指した電子軌道安定化システムの試験運転に成功した。
- b) 自由電子レーザーに関する研究を継続している。利用研究を継続する一方で，シード光注入による安定化や発振制御の研究に着手した。また，既設の自由電子レーザーでは発振の難しい真空紫外領域において外部レーザー光源と電子ビームを用いたコヒーレント高調波発生の研究を進め，その出力飽和に関する新たな知見を得た。
- 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。テラヘルツ光の発生効率に関する研究や電場計測に関する研究を進めている。
- 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。

B-1) 学術論文

- S. KIMURA, T. ITO, M. SAKAI, E. NAKAMURA, N. KONDO, T. HORIGOME, K. HAYASHI, M. HOSAKA, M. KATOH, T. GOTO, T. EJIMA and K. SODA, “SAMRAI: A Novel Variably Polarized Angle-resolved Photoemission Beamline in the VUV region at UVSOR-II,” *Rev. Sci. Instrum.* **81**, 053104 (7 pages) (2010).
- C. SZWAJ, S. BIELAWSKI, M. -E. COUPRIE, C. BRUNI, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI and M. KATOH, “Remaining Noise-Induced Spatiotemporal Dynamics in a Free Electron Laser Stabilized by Feedback Control,” *Eur. Phys. J. D* **59**, 451–455 (2010).
- C. EVAIN, C. SZWAJ, S. BIELAWSKI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, M. SHIMADA, S. KIMURA, M. KATOH, A. MOCHIIHASHI, T. TAKAHASHI and T. HARA, “Laser-Induced Narrowband Coherent Synchrotron Radiation: Efficiency versus Frequency and Laser Power,” *Phys. Rev. S. T. Accel. Beams* **13**, 090703 (15 pages) (2010).
- T. TANIKAWA, M. ADACHI, H. ZEN, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAIRA and M. KATOH, “Observation of Saturation Effect on Vacuum Ultraviolet Coherent Harmonic Generation at UVSOR-II,” *Appl. Phys. Express* **3**, 122702 (3 pages) (2010).

T. NAKAZATO, Y. FURUKAWA, M. CADATAL-RADUBAN, M. PHAM, T. TATSUMI, A. SAIKI, Y. ARIKAWA, N. SARUKURA, H. NISHIMURA, H. AZECHI, K. MIMA, T. FUKUDA, M. HOSAKA, M. KATOH and N. KOSUGI, “Systematic Study on Ce:LuLiF₄ as a Fast Scintillator Using Storage Ring Free-Electron Lasers,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **49**, 122602 (4 pages) (2010).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

M. ADACHI, M. KATOH, T. TANIKAWA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and N. YAMAMOTO, “Status of UVSOR-II and Light Source Developments,” *Proc. 23rd Particle Accel. Conf.* 2318–2320 (2009).

H. ZEN, M. ADACHI, K. HAYASHI, J. YAMAZAKI and M. KATOH, “Present Status of Control System of UVSOR-II,” *Proc. 12th Internat. Conf. Accel. Large Exp. Phys. Control Systems* 304–306 (2009).

H. ZEN, M. ADACHI, K. HAYASHI, M. KATOH, J. YAMAZAKI, T. TANIKAWA, M. HOSAKA, M. KOIKE, Y. TAIRA, Y. UNO and N. YAMAMOTO, “Present Status of UVSOR-II FEL,” *Proc. 31st Internat. Free Electron Laser Conf.* 576–579 (2009).

T. TANIKAWA, M. ADACHI, M. KATOH, J. YAMAZAKI, H. ZEN, M. HOSAKA, Y. TAIRA and N. YAMAMOTO, “Status of VUV-CHG at UVSOR-II,” *Proc. 31st Internat. Free Electron Laser Conf.* 285–288 (2009).

I. KATAYAMA, H. SHIMOSATO, M. BITO, K. FURUSAWA, M. ADACHI, M. SHIMADA, H. ZEN, S. KIMURA, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, M. KATOH and M. ASHIDA, “THz Field Detection of the Coherent Synchrotron Radiation Produced by Laser Bunch Slicing,” *Proc. Conf. Lasers Electro-Optics* paper CMF6 (2009).

M. SHIMADA, M. KATOH, M. ADACHI, T. TANIKAWA, S. KIMURA, H. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Observation of Transverse-Longitudinal Coupling Effect at UVSOR-II,” *Proc. 1st Internat. Particle Accelerator Conf.* 3650–3652 (2010).

N. YAMAMOTO, M. SHIMADA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA, Y. TAIRA, S. KIMURA, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. TAKAHASHI and M. KATOH, “Study of the Coherent Terahertz Radiation by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Proc. 1st Internat. Particle Accelerator Conf.* 2570–2572 (2010).

M. ADACHI, M. KATOH, H. ZEN, Y. TAIRA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, S. KIMURA, T. TANIKAWA, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Present Status and Upgrade Plan of Coherent Light Source Developments at UVSOR-II,” *Proc. 1st Internat. Particle Accelerator Conf.* 2573–2575 (2010).

H. ZEN, M. ADACHI, M. KATOH, K. HAYASHI, J. YAMAZAKI, T. TANIKAWA, Y. TAIRA, M. HOSAKA and N. YAMAMOTO, “Status of Top-Up Operation in UVSOR-II,” *Proc. 1st Internat. Particle Accelerator Conf.* 2576–2578 (2010).

T. TANIKAWA, M. ADACHI, M. KATOH, J. YAMAZAKI, H. ZEN, M. HOSAKA, Y. TAIRA and N. YAMAMOTO, “Spectral Measurement of VUV CHG at UVSOR-II,” *Proc. 1st Internat. Particle Accelerator Conf.* 2206–2208 (2010).

Y. TAIRA, M. ADACHI, H. ZEN, M. KATOH, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, K. SODA and T. TANIKAWA, “Generation of Ultra-Short Gamma-Ray Pulses by Laser Compton Scattering in an Electron Storage Ring,” *Proc. 1st Internat. Particle Accelerator Conf.* 2117–2119 (2010).

B-3) 総説, 著書

M. KATO, “Terahertz Light Source Based on Synchrotron Radiation,” *J. Vac. Soc. Jpn.* **53**, No. 6, 393–398 (2010).

B-4) 招待講演

M. KATO, “Radiation from Laser-Modulated and Laser-Sliced Electron Bunches in UVSOR-II,” The 32nd International Free Electron Laser Conference, Malmoe (Sweden), August 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).

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–).

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–.

名古屋大学大学院工学研究科, 客員教授, 2006年–2009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–).

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に至った。この高度化された光源の性能を最大限引き出すために, 放射光の安定性を高めることが次の課題である。このために, トップアップ入射方式を導入し一定強度運転を実現した。さらに電子軌道の安定化のためにフィードバックシステムの開発を進めている。また, 光源加速器のさらなる高輝度化, 高安定化とアンジュレータの増設のための次の加速器改造を計画している。また, さらにその先の将来計画の検討にも着手している。

自由電子レーザーに関しては, 深紫外での高出力発振に成功し, 利用実験が始まっている。調整の省力化, 安定性の向上, トップアップ運転の導入による安定化などに取り組んでいる。また, 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進めている。これらは将来の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において重要な知見となるはずである。

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ている。準単色のテラヘルツ光を一様磁場中で生成することに世界で初めて成功したが、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ていきたいと考えている。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開始した。エネルギー可変、偏光可変のガンマ線の発生に成功し、今後、ガンマ線のパルス幅測定法の開発や、極短パルスガンマ線の利用法の開拓を行う。また、分子科学研究においてシンクロtron光や自由電子レーザー光と相補的となりうる量子ビーム源として、スピン偏極電子源の開発に着手する予定である。