

## 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。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。UVSOR 施設の次期計画の候補として、高繰り返し極紫外自由電子レーザーの開発を目指した研究開発に着手した。
- 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

**M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA, C. SZWAJ, M. LE PARQUIRE, C. EVAIN, S. BIELAWSKI, M. ADACHI, T. TANIKAWA, S. KIMURA, M. KATOH, M. SHIMADA and T. TAKAHASHI**, “Saturation of the Laser-Induced Narrowband Coherent Synchrotron Radiation Process: Experimental Observation at a Storage Ring,” *Phys. Rev. S. T. Accel. Beams* **16**, 020701 (8 pages) (2013).

**M. ADACHI, H. ZEN, T. KONOMI, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI and M. KATOH**, “Design and Construction of UVSOR-III,” *J. Phys.: Conf. Ser.* **425**, 042013 (5 pages) (2013).

P. THOMA, A. SCHEURING, S. WUENSCH, K. IL'IN, A. SEMENOV, H-W HUEBERS, V. JUDIN, A-S. MUELLER, N. SMALE, M. ADACHI, S. TANAKA, S. KIMURA, M. KATOH, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, E. ROUSSEL, C. SZWAJ, S. BIELAWSKI and M. SIEGEL, "High-Speed Y-Ba-Cu-O Direct Detection System for Monitoring Picosecond THz Pulses," *IEEE Trans. Terahertz Sci. Tech.* **3**, 81–86 (2013).

Y. TAIRA, H. TOYOKAWA, R. KURODA, N. YAMAMOTO, M. ADACHI, S. TANAKA and M. KATOH, "Photon-Induced Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy Using Ultrashort Laser-Compton-Scattered Gamma-Ray Pulses," *Rev. Sci. Instrum.* **84**, 053305 (5 pages) (2013).

H. NISHINO, M. HOSAKA, M. KATOH and Y. INOUE, "Photoreaction of *rac*-Leucine in Ice by Circularly Polarized Synchrotron Radiation: Temperature-Induced Mechanism Switching from Norrish Type II to Deamination," *Chem. –Eur. J.* **19**, 13929–13936 (2013).

#### B-2) 国際会議のプロシーディングス

S. TANAKA, M. ADACHI, K. HAYASHI, M. KATOH, S. KIMURA, E. NAKAMURA, J. YAMAZAKI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, Y. TAIRA, N. YAMAMOTO, T. TAKAHASHI and H. ZEN, "Construction and Commissioning of Coherent Light Source Experiment Station at UVSOR," *Proc.34<sup>th</sup> Internat. Free Electron Laser Conf.*, 460–462 (2012).

T. TOYODA, K. HAYASHI and M. KATOH, "Turn-By-Turn Bpm System Using Coaxial Switches and Arm Microcontroller at UVSOR," *Proc. Internat. Beam Instr. Conf.*, 112–116 (2012).

T. KONOMI, M. ADACHI, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI and M. KATOH, "Status of UVSOR-III," *Proc. Internat. Particle Accel. Conf.*, 139–141 (2013).

#### 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).

#### 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)(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-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).

### 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を有するが, 放射光輝度をさらに向上させる改造を2012年春に実施した。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に成功し入射効率の向上へ向けて研究を進めている。真空封止型アンジュレータ1台を設置し, 立上調整を行った。加速器の安定性の向上を目指して調整を進めている。

自由電子レーザーに関しては, 新しい実験ステーションの整備が概ね完了し, 装置の基本性能の確認を進めている。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。一方, 施設の将来計画として, 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している。また, そのための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ている。

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。量子ビーム基盤技術開発プログラムのもと, 2008年度から5年間をかけて, 新しい実験ステーションを完成した。今後さらに実用化に向けて研究開発を進める。

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ている。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に取り組んでいる。