

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4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) シンクロトロン放射光源の研究
- 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) 2003年度の大規模な改造により世界最高レベルの高性能光源へと生まれ変わった光源加速器 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。UVSOR-II の高輝度という優れた特徴は一方でビーム寿命の短縮をもたらす。この問題に対する究極的な解決策となるトップアップ入射の導入に向けて準備を進めている。今年度は入射器のフルエネルギー化と放射線遮蔽の増強を実現した。現在、入射路のエネルギー増強に向けて準備を進めている。光源リングでは4台目となるアンジュレータとして可変偏光アンジュレータ建設し設置した。真空紫外領域で水平・垂直・左右円偏光を発生できる。早期の利用実験開始を目指して、現在立上調整中である。
- b) 高度化された光源加速器 UVSOR-II の高品質電子ビームを自由電子レーザーに用いることで従来よりも短波長域での大強度発振が可能となった。最短波長は 215 nm に達し、平均出力も深紫外領域で 1 W を超えるまでになった。既に所内外の複数のユーザーグループが利用実験を開始しており、成果も挙がり始めている。一方、将来の高品質電子ビームを使った短波長コヒーレント光生成の基礎研究として、電子ビームを用いたコヒーレント高調波発生の研究をフランスのグループと共同で進めている。これまでに TiSa の三倍波が確認され、より高次光の観測に向けて準備を進めている。
- c) 通常のシンクロトロン放射光に比べて桁外れに強い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ことに成功し、更に研究を進めている。ある種のビーム不安定性によると思われるパースト的な放射についてはビーム力学的な観点から、また、外部から導入した極短パルスレーザーによる手法については、実用化を目指して研究を進めている。

B-1) 学術論文

M. LABAT, M. E. COUPRIE, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, M. KATOH and Y. TAKASHIMA, "Longitudinal and Transverse Heating of a Electron Bunch Induced by a Storage Ring Free Electron Laser," *Phys. Rev. STAB* **9**, 100701 (14 pages) (2006).

S. KIMURA, E. NAKAMURA, T. NISHI, Y. SAKURAI, K. HAYASHI, J. YAMAZAKI and M. KATOH, "Infrared and Terahertz Spectromicroscopy Beam Line BL6B(IR) at UVSOR-II," *Infrared Phys. Tech.* **49**, 147–151 (2006).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

S. BIELAWSKI, C. SZWAJ, C. BRUNI, D. GARZELLA, G. -L. ORLANDI, M. E. COUPRIE, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, Y. TAKASHIMA, M. KATOH, G. De NINNO, M. TROVO and B. DIVIACCO, “Feedback Control of Dynamical Instabilities in Classical Lasers and FELs,” *Proceedings of the 27th Int. Free Electron Laser Conference*, 391–397 (2006).

M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, M. KATOH, Y. TAKASHIMA, M. LABAT and M. E. COUPRIE, “Storage Ring Free Electron Laser Saturation for Chromatic Optics,” *Proceedings of the 27th Int. Free Electron Laser Conference*, 399–405 (2006).

M. LABAT, M. E. COUPRIE, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, M. KATOH and Y. TAKASHIMA, “Detuning Curve Analysis on the UVSOR2 Free Electron Laser,” *Proceedings of the 27th Int. Free Electron Laser Conference*, 451–454 (2006).

B-4) 招待講演

M. KATOH, “Upgrade of UVSOR,” The first Workshop of the Asia/Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research, Tsukuba (Japan), November 2006.

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員

加速器科学研究発表会世話人 (2001-2003).

加速器学会設立準備委員会委員 (2003).

加速器学会組織委員 (2004-).

日本放射光学会評議員 (2006-).

学会誌編集委員

放射光学会誌編集委員 (2000-2002).

その他の委員

日中拠点大学交流事業(加速器科学分野)国内運営委員会委員 (2000-2005).

佐賀県シンクロトン光応用研究施設・光源装置設計評価委員 (2001).

むつ小川原地域における放射光施設整備に係る基本設計等調査評価会(加速器)委員 (2001).

B-8) 他大学での講義、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-.

B-10) 外部獲得資金

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).

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-).

C) 研究活動の課題と展望

UVSOR は2003年の大幅な改造を中心とする一連の高度化により、低エネルギーのシンクロトロン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。現在、高度化された加速器群の性能を最大限引き出す努力を継続している。ビーム寿命の問題を究極的に解決するためのトップアップ運転の実現に向けて、シンクロトロンのフルエネルギー化を実施し、放射線遮蔽増強も概ね完了した。今後、入射効率の向上、放射線の低減に関する研究開発に取り組み、早期のトップアップ運転実現を目指す。一方、高度化で増設された直線部へのアンジュレータの導入も順調に進んでおり、4台目となる可変偏光型のアンジュレータの立上調整中である。更に、2本のアンジュレータが設置可能であるが、予算的な問題で建設の目処は立っていない。施設の性能を100%引き出すために、早期の実現が望まれる。

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。安定性、実験ステーションへのレーザー光の輸送など、現実的な改善点が見え始めており、今後、精力的に取り組んで行きたい。利用実験の拡大と並行して、より短波長の真空紫外域での発振実現を目指して研究を進めていく。

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に成功したが、今後は実用化を意識して、更に研究を進めていきたいと考えている。大強度化、安定化が今後の課題である。自由電子レーザー光、シンクロトロン光、コヒーレントテラヘルツ光の同期性を活用した利用法の開拓も課題である。