

## 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) 2003年度の大幅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を進めている。ハードウェアの整備はほぼ完了し、試験的なトップアップ運転を開始した。入射効率，放射線遮蔽，放射光利用実験への影響低減などの課題に取り組んでいる。
- b) 自由電子レーザーでは施設の最短波長記録を更新し続けており，発振波長は 199 nm に達した。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進めている。これまでに TiSa の三倍波の発生に成功し，さらに円偏光高調波の発生にも成功した。
- 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ことに成功しているが，特に，周期的な密度構造を形成することで準単色のコヒーレント放射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。

B-1) 学術論文

S. BIELAWSKI, C. EVAIN, T. HARA, M. HOSAKA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, C. SZWAJ, T. TAKAHASHI and Y. TAKASHIMA, "Tunable Narrowband Terahertz Emission from Mastered Laser-Electron Beam Interaction," *Nat. Phys.* **4**, 390–393 (2008).

M. LABAT, G. LAMBERT, M. E. COUPRIE, M. SHIMADA, M. KATOH, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. HARA and A. MOCHIIHASHI, "Coherent Harmonic Generation Experiments on UVSOR-II Storage Ring," *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **593**, 1–5 (2008).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

M. LABAT, C. BRUNI, G. LAMBERT, M. E. COUPRIE, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, M. KATOH, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and T. HARA, "Electron Beam Dynamics under Coherent Harmonic Generation Operation at UVSOR-II," *Proc. 29th Internat. Free Electron Laser Conf.* 236–239 (2007).

M. LABAT, G. KHALILI, M. E. COUPRIE, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA, M. KATOH, M. HOSAKA and N. YAMAMOTO, "Operation of the UVSOR-II CHG FEL in Helical Configuration," *Proc. 11th Euro. Particle Accel. Conf.* 106–108 (2008).

N. YAMAMOTO, M. KATOH, M. ADACHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, A. MOCHIHASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, S. BIELAWSKI, C. SZWAJ, C. EVAIN, T. HARA and T. TAKAHASHI, "Microfabrication of Relativistic Electron Beam by Laser and Its Application to Thz Coherent Synchrotron Radiation," *Proc. 11th Euro. Particle Accel. Conf.* 163–165 (2008).

M. ADACHI, M. KATOH, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and N. YAMAMOTO, "Status of UVSOR-II and Light Source Developments," *Proc. 11th Euro. Particle Accel. Conf.*, 2046–2048 (2008).

B-3) 総説，著書

加藤政博，島田美帆，持箸 晃，安達正浩，保坂将人，高嶋圭史，山本尚人，「UVSOR-IIにおけるコヒーレントシンクロトロン光の研究」，*放射光( Journal of Japanese Society for Synchrotron Radiation Research )* **21**, No.5, 262–268 (2008).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

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–).

日本加速器学会評議員 (2008–).

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).

競争的資金等の領域長等

科学研究費補助金基盤研究(B)(2) 代表者 (2003–2004).

科学研究費補助金基盤研究費(B) 代表者 (2005–2007).

科学研究費補助金基盤研究(B) 代表者 (2008–).

その他

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).

佐賀県シンクロトロン光応用研究施設・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).

理化学研究所X線自由電子レーザー安全性評価委員会委員 (2006–).

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–.

## B-10) 競争的資金

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-2007年).

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-).

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2003年度の大規模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導入に向けて, シンクロトロンのフルエネルギー化を実現, 現在は, 試験運転を通じて, 入射効率の向上, 漏洩放射線の低減, 放射光利用実験への影響の低減に関する技術開発に取り組んでいる。

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, 実験ステーションへのレーザー光の輸送などに取り組んでいる。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。これまでに 199nm での発振に成功したが, 今後更に短波長化を試みる。

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。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。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実施されることが決まった。電子蓄積リングの一部改造を含むシステムの増強により, 大強度化, 安定化, 利用法の開拓を進めていく予定である。