

極端紫外光研究施設

加 藤 政 博（教授）*）

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年度に成功裏に立ち上がった光源加速器 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。この問題を解決するためにその第一段階として高周波加速空洞の増強を計画し、設計・製作を進めている。2005年春に導入できる見通しである。また、この問題に対する究極的な解決策としてトップアップ入射による一定電流運転の導入を検討している。また UVSOR-II で光源の主力となっているアンジュレータの制御システムを新たに開発し、それによりビームライン側からのアンジュレータ光波長の自由な変更、あるいは分光器に連動した波長変更が可能となった。
- 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。高度化以前には発振可能波長限界に近かった 250 nm 付近で数 100 ミリワットの高い平均出力を得ている。これを生体物質への照射実験に供するための準備を進めている。またフランスの研究グループと協力し、蓄積リング自由電子レーザーの発振メカニズムやレーザー場のダイナミクスに関する研究を開始した。これらは極めて安定且つ強力な発振が実現されている UVSOR-II ならではの研究テーマである。
- 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た。コヒーレント放射とは放射に寄与する電子が波長程度の空間領域に集群すると起きるが、UVSOR-II では電子群をそのように集群することは不可能であり、なんらかの理由で電子ビーム上に波長程度の密度揺らぎが形成されコヒーレント放射が起きているものと解釈している。ビーム力学的にも実用的にも興味深い現象であり、今後も強力に研究を進めていく予定である。

B-1) 学術論文

T. GEJO, E. SHIGEMASA, E. NAKAMURA, M. HOSAKA, S. KODA, A. MOCHIIHASHI, M. KATOH, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, Y. TAKASHIMA and H. HAMA, “The Investigation of Excited States of Xe Atoms and Dimmers by Synchronization of FEL and SR Pulses at UVSOR,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **528**, 627–631 (2004).
M. HOSAKA, M. KATOH, A. MOCHIIHASHI, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI and Y. TAKASHIMA, “Upgrade of the UVSOR Storage Ring FEL,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **528**, 291–295 (2004).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, Y. HORI, T. HONDA, K. HAGA, Y. TAKASHIMA, T. KOSEKI, S. KODA, H. KITAMURA, T. HARA and T. TANAKA, “Construction and Commissioning of UVSOR-II,” *Proceedings of 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation*, 49–52 (2004).

M. HOSAKA, M. KATOH, A. MOCHIIHASHI, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, Y. TAKASHIMA, T. GEJO, E. SHIGEMASA and E. NAKAMURA, “Status and Prospects of User Application of the UVSOR Storage Ring Free Electron Laser,” *Proceedings of 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation*, 61–64 (2004).

A. MOCHIIHASHI, M. KATOH, M. HOSAKA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, Y. HORI, Y. TAKASHIMA, H. KITAMURA, T. HARA and T. TANAKA, “In-vacuum Undulators in UVSOR Electron Storage Ring,” *Proceedings of 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation*, 259–262 (2004).

Y. NONOGAKI, M. KATOH, E. SHIGEMASA, K. MATSUSHITA, M. SUZUI and T. URISU, “Design and Performance of Undulator Beam-line (BL7U) for in-situ Observation of Synchrotron Radiation Stimulated Etching by STM,” *Proceedings of 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation*, 368–371 (2004).

S. KIMURA, E. NAKAMURA, J. YAMAZAKI, M. KATOH, T. NISHI, H. OKAMURA, M. MATSUNAMI, L. CHEN and T. NANBA, “New Infrared and Terahertz Beam Line BL6B at UVSOR,” *Proceedings of 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation*, 416–419 (2004).

B-3) 総説、著書

M. KATOH, “Successful Commissioning of UVSOR-II,” *Synch. Rad. News* **16**, 33–38 (2004).

M. KATOH, “Construction and Commissioning of UVSOR-II,” *J. Jpn. Soc. Synch. Rad. Res.* **17**, 10–16 (2004).

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-).

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-).

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-).

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 - .

東京大学物性研究所, 嘱託研究員, 2002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).

C) 研究活動の課題と展望

UVSOR高度化計画は成功裏に終了し、現在は、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。当面の課題はビーム寿命の改善であり、2005年に予定している高周波加速空洞の増強により大幅に改善され、次のステップはトップアップ運転の実現になる。後者に関しては放射線遮蔽、入射器増強などの技術的な検討が必要であり、今後の大きな課題であると認識している。また高度化で増設された直線部へのアンジュレータの導入を急ぐ必要がある。観測系と協力しつつ設計検討作業を進めていきたい。

自由電子レーザーに関しては、光源リングの高度化により従来以上に短波長領域での発振の可能性が出てきたことから、今後は紫外から真空紫外領域へと発振波長域を移し、短波長域での高出力化、高安定化を目指して研究開発を続けていく。またこの波長域での利用実験も推進していく。現在、円偏光レーザー光の生体物質への照射実験に向けて準備を進めているが、放射光との完全同期という特徴を活かせる実験テーマを探しているところである。また、発振メカニズムやレーザー場のダイナミクスといった自由電子レーザーの基礎的な研究を、フランスのグループと共同で開始している。現在のところUVSOR自由電子レーザーは世界でも最も安定且つ強力な蓄積リング自由電子レーザーであり、このような研究を展開するには最適な施設である。今後3年程度を目処に集中的に研究を行いたい。

テラヘルツ領域でのコヒーレント放射の生成は、ビーム物理学的な興味に加えて実用的な興味もあり、観測系とも協力しつつ研究を継続していきたい。また、レーザーと電子ビームの相互作用を利用したコヒーレントテラヘルツ光の生成の検討も行っており、早急に基礎的な実験を開始すべく外部資金の獲得に努めているところである。

* 2004年1月1日教授昇任