

I レーザ Compton 散乱ガンマ線源の開発と利用研究

Developments of Laser Compton Gamma-ray Source and Application

宮本修治・橋本 智・小泉昭久・長谷川尊之・高木芳弘・坂井信彦
Miyamoto, S., Hashimoto, S., Koizumi, A., Hasegawa, T., Takagi, Y., Sakai, N.

ニュースバル放射光施設では蓄積電子ビームにレーザー光子を衝突させることにより、光子エネルギー1.7 MeV から 76 MeV の、世界でも有数のレーザー・コンプトン散乱ガンマ線ビーム源を実現している。これは、偏光制御が可能な準単色ガンマ線源で、従来のガンマ線源に無い応用に利用できる。このためガンマ線源性能の詳細な特性の測定と、その性能向上を行っている。利用研究では、(1) 核廃棄物処理のための核変換基礎研究、(2) 宇宙での元素合成を解明する宇宙核物理研究、(3) 円偏光ガンマ線を用いたガンマ線磁気コンプトン散乱研究、(4) ガンマ線により発生する陽電子や中性子の利用研究、さらに(5) ガンマ線非破壊検査による原子力施設などの安全性向上のための研究を実施している。

II 電子蓄積リングの制御・安定化と CSR に関する研究

Research on Control and Stabilization of Electron Storage Ring

庄司善彦
Shoji, Y.

電子蓄積リングを使って、短バンチ電子ビーム生成の研究や、それに伴うテラヘルツ領域のコヒーレント光発生について研究している。具体的には、(1) 短バンチ電子ビーム蓄積理論の研究、(2) 線形加速器で生成した短バンチビーム周回の実証研究、(3) ビーム不安定性によるコヒーレント光発生などである。現在、電磁石磁場変動による、ベータatron振動とシンクロtron振動の結合に関する定式化を行っている。SPring-8 の線形加速器グループとの共同研究で、短パルス化（パルス幅 3ps）したの電子バンチを蓄積リング内に約 50 周回させることに成功している。さらに不安定性によるコヒーレント放射(CSR)のゆらぎを、初めて定量評価した。

III 加速器を用いた新光源の研究

Advanced Light Source using Electron Accelerator

橋本 智・庄司善彦・宮本修治
Hashimoto, S., Shoji, Y., Miyamoto, S.

ニュースバル放射光施設の電子蓄積リング、および小型船京加速器(LEENA)を用いて、THz 領域の遠赤外コヒーレント光から軟 X 線領域の新光源開発を目的として、加速器の制御、放射源の開発及び放射自身の観測システムを構築している。本研究では、電子ビームのパルス幅制御、電子ビームサイズおよびビーム位置のデータを高精度で計測し、偏向電磁石、アンジュレーター、グレーティング等で放射光を発生する。例えば、金属グレーティング表面近傍を通過する電子ビームから、放射角度に依存した波長の電磁波が発生する、スミス・パーセル放射光の観測を行なっている。この分光観測により電子ビームパラメーターを評価することができる。

発表論文 List of Publications

- I-1 Y. Asano, S. Miyamoto, and LEPS-II collaboration : Shielding Design of Laser Electron Photon Beamlines at SPring-8, Proceedings of 12th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-12) , 2-7 September 2012, Nara (2012), Journal of Physical Society of Japan, Volume 80, pp.094202-1-6 (2011).
- I-2 H. Ejiri, T. Shima, S. Miyamoto, K. Horikawa, Y. Kitagawa, Y. Asano, S. Date', and Y. Ohashi : Resonant Photonuclear Reactions for Isotope Transmutation, Journal of Physical Society of Japan, Volume 80, pp.094202-1-6 (2011).
- I-3 T. Kondo, H. Utsunomiya, H. Akimune, T. Yamagata, A. Okamoto, H. H., Fumito K. T. Shima, K. Horikawa and S. Miyamoto : Determination of the number of pulsed laser-Compton scattering photons, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Volume 659, Pages 462-466 December (2011).
- I-4 S. Miyamoto, S.Hashimoto, S.Amano, T. Shima, H. Ohkuma, S. Date, H.Utsunomiya, D.Bernard : HARPO Collaborative Meeting on Laser Compton Gamma-ray, Harima, Japan, August 25-27(2011).
- I-5 宮本修治: レーザーと加速器でつくる新しいガンマ線源とその利用 - 宇宙の元素合成解明と放射性廃棄物処理研究 - 、中部原子力懇談会、名古屋商工会議所、 2/18(2011).
- I-6 宮本修治: レーザ・コンプトン散乱ガンマ線を用いた応用と核変換、レーザー学会専門委員会八重洲ホール、 3/9(2011).
- I-7 宮本修治: ニュースバル放射光施設とガンマ線ビームライン応用、機能光学特別講演会、宇都宮大学アカデミアホール、 3/11(2011).
- I-8 宮本修治: レーザー・コンプトン散乱ガンマ線と核科学、レーザーエネルギー学研究センターシンポジウム、大阪大学コンベンションセンター、 5/11(2011).
- I-9 宮本修治: レーザ・コンプトン散乱ガンマ線と光核反応、放射線物理トピックス講演会、岡山理科大学 6/27(2011).
- I-10 宮本修治・庄司善彦・橋本 智・大熊春夫(JASRI)・皆川康幸(JASRI)・川田健二(JASRI)・篠本考秀(JASRI)・竹村育浩(JASRI)・都筑之彦(JASRI) : ニュースバル放射光施設、加速器学会エポカルつくば、 8/1-3(2011).

- I-11 戸中大輔・北川靖久・堀川 賢・橋本 智・長谷川尊之・高木芳弘・宮本修治: コンプトンガンマ線源の利用エネルギー領域の拡大とその評価、加速器学会 エポカルつくば、8/1-3(2011).
- I-12 北川靖久・戸中大輔・堀川 賢・橋本 智・宮本修治: NewSUBARUにおけるコンプトンガンマ線イメージング、加速器学会 エポカルつくば、8/1-3(2011).
- I-13 宮本修治・天野 壮・橋本 智・北川靖久・小泉昭久・長谷川尊之・関岡嗣久・川田健二 (JASRI)・宇都宮弘章 (甲南大)・山県民穂 (甲南大)・秋宗秀俊 (甲南大)・早川岳人 (原研)・嶋 達志 (阪大)・大熊春夫(JASRI)・濱田洋輔(JASRI)・浅野芳裕 (理研)・今崎一夫 (レーザー総研)・D.Bernard (仏 LLC) : ニュースバル偏光ガンマ線ビームライン、加速器学会 大阪大学豊中キャンパス、8/8-10(2012).
- I-14 北川靖久・堀川 賢・橋本 智・天野 壮・宮本修治・濱田洋輔(JASRI)・宇都宮弘章 (甲南大)・山県民穂 (甲南大)・嶋 達志 (阪大)・早川岳人 (原研) : レーザーコンプトン散乱ガンマ線源用フラックスモニターの開発、加速器学会 大阪大学豊中キャンパス、8/8-10(2012).
- II-1 Y. Shoji : Transient bunch lengthening by a betatron motion along bending sections, Nuclear Instr.& Meth. in Physics Research A, Volume 637, Issue 1, Supplement, pp.S120-S122, 1 May (2011).
- II-2 Y. Shoji : Transient Bunch Lengthening by a Betatron Motion along Bending Section, Nucl. Instr. and Meth. A637, pp.120-122. (2011).
- III-1 D. Li, M. Hangyo, Y. Tsunawaki, Z. Yang, Y. Wei, S. Miyamoto, M. R. Asakawa, and K. Imasaki : Growth rate and start current in Smith–Purcell free-electron lasers, Appl. Phys. Lett. 100, 191101-1-3(2012).
- III-2 D. Li, M. Hangyo, Y. Tsunawaki, Z. Yang, Y. Wei, S. Miyamoto, M. R. Asakawa and K. Imasaki : Theoretical Analysis on Smith-Purcell Free-Electron Laser, Appl. Phys. Lett. 100, 191101-1-3(2012).
- III-3 D. Li, M. Hangyo, Y. Tsunawaki, Z. Yang, Y. Wei, S. Miyamoto, M. R. Asakawa, and K. Imasaki : Growth rate and start current in Smith–Purcell free-electron lasers, "Free Electron Lasers", Edited by Sándro Varró, INTECHWEB.ORG, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, March 2012, ISBN:978-953-51-0279-3. Chapter 6, pp151-174 (2012).
- III-4 S. Hashimoto, Y. Hamada, S. Miyamoto : Betatron Tune Measurement and Automatic Correction Systems at NewSUBARU Storage Ring, Proceedings of International Beam Instrumentation Conference (IBIC2012), 1-5 October 2012, Tsukuba (2012).
- III-5 D. Li, M. Hangyo, Z. Yang, M.R. Asakawa, S. Miyamoto, Y. Tsunawaki, K. Takano, K. Imasaki : Smith-Purcell radiation from a grating of negative-index material, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Volume 637, Pages 135-137(2011).

III-5 D. Li, Z. Yang, Y. Tsunawaki, M.R. Asakawa, M. Hangyo, S. Miyamoto, and K. Imasaki : Improve growth rate of Smith–Purcell free-electron laser by Bragg reflector, Appl. Phys. Lett. 98, 211503-1-3(2011).

III-6 陳 彩華・橋本 智・宮本修治: ニューズバル放射光の高輝度化に向けた研究、加速器学会 エポカルつくば、8/1-3(2011).

III-7 橋本 智・陳 彩華・李 大治 (レーザー総研)、天野 壮・宮本修治: 小型電子線型加速器 LEENA のアップグレード計画、加速器学会 エポカルつくば、8/1-3(2011).

III-8 宮本修治・庄司善彦・橋本 智・天野 壮・皆川康幸(JASRI)・竹村育浩 (JASRI)・川田健二 (JASRI)・濱田洋輔(JASRI)・大熊春夫 (JASRI)・浅野芳裕 (理研): ニューズバル放射光施設、加速器学会 大阪大学豊中キャンパス、8/8-10(2012).

III-9 橋本 智・陳 彩華・川田健二・天野 壮・宮本修治・李 大治 (レーザー総研) : 兵庫県立大学電子線形加速器 LEENA の現状と性能向上、加速器学会 大阪大学豊中キャンパス、8/8-10(2012).

科学研究費補助金等

1 文部科学省科学研究費補助金 (平成 21~23 年度) 基盤研究(B) 課題番号:21340068

研究課題 ルテチウム核宇宙時計の半減期問題の解決

研究代表者 早川岳人 (日本原子力研究開発機構)

研究分担者 宮本修治

2 文部科学省科学研究費補助金 (平成 21~23 年度) 基盤研究(C) 課題番号:21560752

研究課題 高効率レーザープラズマ光源と微細加工・組織制御への応用に関する研究

研究代表者 望月孝晏 (高度産業科学技術研究所)

研究分担者 宮本修治

3 文部科学省科学研究費補助金 (平成 23~25 年度) 基盤研究(C) 課題番号:23600008

研究課題 電子蓄積リングからのコヒーレントテラヘルツ光発生の研究

研究代表者 庄司善彦