

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
Miyamoto, S., Hashimoto, S., Koizumi, A., Hasegawa, T., Takagi, Y.

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 40 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、従来のガンマ線現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と多極磁場補正に関する研究

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。現在は、電磁石磁場変動による、ベータトロン振動とシンクロトロン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のゆらぎを、初めて定量評価した。

Ⅲ ニューズバル放射光源高性能化と新光源の研究

Improvement and Stabilization of NewSUBARU Synchrotron Radiation

橋本 智・庄司善彦・宮本修治

Hashimoto, S., Shoji, Y., Miyamoto, S.

ニューズバル電子蓄積リングでは、様々な要因により、電子ビームの性能が悪化したり、放射光ビームの変動が発生する。放射光利用技術の高度化とともに、電磁石磁場の微小な変動や温度変化が放射光利用を制限する要因になっており、継続的な光源性能の高度化と安定化を実施している。本研究では、電子ビームの寿命、サイズおよびビーム振動スペクトル等のデータを高精度で計測するモニターを開発し、ビーム不安定性現象や長周期変動を高精度に計測可能とした。そのデータをシミュレーション等を援用して解析し、電子ビームおよび放射光ビーム性能を制限する種々の原因を説明・除去することを目指している。また、レーザーや小型電子線形加速器を用いた新光源の開発研究を行っている。

発表論文 List of Publications

- I-1 K. Horikawa(LASTI), S. Miyamoto, S. Amano (LASTI), D. Li(ILT), K. Imasaki(ILT), T. Mochizuki(LASTI) : Quantum Beam Generation by Laser Compton Scattering Gamma-Ray, IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, Vol. 130, No.10, pp. 1784-1788 (2010).
- I-2 T. Shima(RCNP), Y. Nagai(JAEA), S. Miyamoto, S. Amano (LASTI), K. Horikawa (LASTI), T. Mochizuki (LASTI), H. Utsunomiya(Konan-U), and H. Akimune(Konan-U) : Experimental Study of Nuclear Astrophysics with Photon Beams, AIP Conf. Proc. May 12, 2010 - Volume 1235, pp. 315-321, Issue Date: 12 May (2010).
- I-3 T. Shima(RCNP), Y. Nagai(JAEA), S. Miyamoto, S. Amano (LASTI), K. Horikawa (LASTI), T. Mochizuki (LASTI), H. Utsunomiya(Konan-U), and H. Akimune(Konan-U) : Study of $^{12}\text{C}(\gamma, 2\alpha)^4\text{He}$ with NewSUBARU laser Compton scattered gamma-ray beam, AIP Conf. Proc. August 12, 2010 - Volume 1269, pp. 469-471, Issue Date: 12 August (2010).
- I-4 K. Horikawa (LASTI), S. Miyamoto, S. Amano (LASTI) and T. Mochizuki (LASTI) : Measurements for the energy and flux of laser Compton scattering γ -ray photons generated in an electron storage ring: NewSUBARU, Nuclear Instrum. and Methods in Phys. Res. A618, pp 209-215, (2010).
- I-5 K. Horikawa (LASTI), T. Mochizuki (LASTI), S. Miyamoto, S. Amano (LASTI), T. Watanabe (LASTI), D. Li(ILT), K. Imasaki(ILT), and Y. Izawa(ILT) : Photonuclear Reaction of Iodine-129 with Laser-Compton Scattering Gamma-Rays Using Nd:YVO₄ Laser and Electron Storage Ring, Rev. of Laser Engineering, vol.39, No.6, pp.445-447 (2011).
- I-6 戸中大輔・堀川 賢 (高度研)・宮本修治・橋本 智 : レーザーコンプトン散乱ガンマ線の評価に関する研究、日本物理学会第 65 回年次大会 20pBF-11、岡山大学、 3/20-23 (2010).
- I-7 宮本修治・堀川 賢 (高度研)・戸中大輔・天野 壯 (高度研)・橋本 智・望月孝晏 (高度研)・李 大治 (レーザー総研)・今崎一夫 (レーザー総研)・早川岳人 (原研)・静間俊行 (原研)・宇都宮弘章 (甲南大)・秋宗秀俊 (甲南大)・山県民穂 (甲南大)・嶋 達志 (阪大)・高木芳弘・寺澤倫孝 (高度研)・浅野芳裕 (理研)・大熊春夫 (高輝度センター) : ニューズバル・レーザー・コンプトン散乱ガンマ線ビームラインの性能向上、日本物理学会第 65 回年次大会 20pBF-10、岡山大学、 3/20-23(2010).
- I-8 嶋 達志 (阪大)・永井泰樹 (原研)・宮本修治・天野 壯 (高度研)・堀川 賢 (高度研)・望月孝晏 (高度研)・宇都宮弘章 (甲南大)・秋宗秀俊 (甲南大) : ニューズバル・レーザ

- 一逆コンプトンガンマ線による $^{12}\text{C} \rightarrow ^3\alpha$ 反応機構の研究、日本物理学会第 65 回年次大会 20pBC-8、岡山大学、3/20-23 (2010).
- I-9 堀川 賢 (高度研)・戸中大輔・宮本修治・天野 壯 (高度研)・橋本 智・望月孝晏 (高度研)・李 大治 (レーザー総研)・今崎一夫 (レーザー総研) : レーザーコンプトン散乱ガンマ線による光核反応の計測、日本物理学会第 65 回年次大会 20pBF-9、岡山大学、3/20-23 (2010).
- I-10 S. Miyamoto, K. Horikawa(LASTI), D. Tonaka, S. Amano(LASTI), S. Hashimoto, T. Mochizuki(LASTI), T. Shizuma(JAEA), T. Hayakawa(JAEA), D. Li(ILT), K. Imasaki(ILT), T. Shima(RCNP), H. Utsunomiya(Konan-U), H. Akimune(Konan-U), T. Yamagata(Konan-U), Y. Asano(RIKEN), H. Ohkuma(JASRI) : NewSUBARU Laser Compton Gamma-ray Beam Source, WEPS127, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- I-11 S. Amano(LASTI), K. Horikawa(LASTI), K. Ishihara(LASTI), S. Miyamoto : Identification of Materials in Laser Compton gamma-ray Imaging, WEPS128, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- I-12 D. Tonaka, K. Horikawa(LASTI), S. Hashimoto, S. Miyamoto : Flux Calibration of gamma-ray by Activation method, WEPS129, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- I-13 堀川 賢 (高度研)・戸中大輔・天野 壯 (高度研)・宮本修治・望月孝晏 (高度研)・李 大治 (レーザー総研)・今崎一夫 (レーザー総研) : 光核反応中性子のガンマ線偏光方向依存性、日本物理学会 2010 年秋季大会、23pRH-8, 9/23 (大阪府立大学) (2010).
- I-14 嶋 達志 (阪大)・宮本修治・天野 壯 (高度研)・堀川 賢 (高度研) : (γ, p) 反応断面積測定のための能動標的の開発、日本物理学会 2010 年秋季大会、14pSE-2, 9/14 (九州工業大学) (2010).
- I-15 宮本修治・堀川 賢 (高度研)・戸中大輔・天野 壯 (高度研)・橋本 智・望月孝晏 (高度研)・宇都宮弘章 (甲南大)・秋宗秀俊 (甲南大)・山県民穂 (甲南大)・嶋 達志 (阪大)・静間俊行 (原研)・早川岳人 (原研)・李 大治 (レーザー総研)・今崎一夫 (レーザー総研)・浅野芳裕 (理研)・大熊春夫 (高輝度センター) : 光核反応研究のためのニュースバル・レーザー・コンプトン散乱ガンマ線源性能、日本物理学会 2010 年秋季大会、14pSE-3, 9/14 (九州工業大学) (2010).
- I-16 堀川 賢 (高度研)・戸中大輔・北川靖久・宮本修治・天野 壯 (高度研)・望月孝晏 (高度研)・李 大治 (レーザー総研)・今崎一夫 (レーザー総研) : レーザーコンプトン散乱ガンマ線によるヨウ素 129 の断面積の計測、物理学会第 66 回年次大会、3/25-28 (新潟大学) (2011).
- I-17 宮本修治・堀川 賢 (高度研)・戸中大輔・北川靖久・望月孝晏 (高度研)・坂井信彦 (高度研)・小泉昭久・高木芳弘・長谷川尊之・嶋 達志 (阪大)・今崎一夫 (レーザー総研)・李 大治 (レーザー総研)・大熊晴夫 (高輝度センター) : レーザーコンプトン散乱ガンマ線源のエネルギー可変性と偏極度、物理学会第 66 回年次大会、3/25-28 (新潟大学) (2011).
- II-1 Y. Shoji : Generating coherent THz radiation in electron storage rings using an ac sextupole magnet and a vertical kicker magnet, Phys. Rev. ST Accel. Beams 13, 060702 (2010).
- II-2 Y. Shoji : Design of a Multi-Element Corrector Magnet for the Storage Ring NewSUBARU, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol.20, No.3, pp.230-233 (2010).
- II-3 T. Shinomoto(JASRI), Y. Minagawa (JASRI), Y. Shoji : Commissioning of in-gap Sextupole Winding at NewSUBARU, THPS054, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- II-4 Y. Shoji, E. Fujimura(Teikoku Elct. Co.) : Fabrication of Multi-element Corrector Magnet for NewSUBARU, THPS055, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- II-5 Y. Shoji, Y. Minagawa (JASRI), T. Shinomoto (JASRI), Measurement of Spatial Radiation Distribution from Screen Beam Monitor with Shield, THPS137, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- II-6 Y. Minagawa (JASRI), T. Shinomoto (JASRI), Y. Shoji, S. Chin : Vertical Beam Oscillation at the Injection of NewSUBARU, WEPS091, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).

- III-1 S. Amano(LASTI), K. Masuda(LASTI), A. Shimoura(LASTI), S. Miyamoto, and T. Mochizuki(LASTI) : Characterization of a laser-plasma extreme-ultraviolet source using a rotating cryogenic Xe target", Applied Physics B,101, pp.213-219 (2010).
- III-2 S. Amano (LASTI), K. Masuda (LASTI), S. Miyamoto, T. Mochizuki (LASTI) : Soft X-ray Source by Laser Produced Xe Plasma, IEEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, Vol. 130, No.10, pp. 1768- 1773 (2010).
- III-3 P. Nica(TUIasi), M. Agop (TUIasi), S. Miyamoto, S. Amano(LASTI), A. Nagano (LASTI), T. Inoue (LASTI), E. Poll (TUIasi), and T. Mochizuki (LASTI) : Multi-peak structure of the ion current in laser produced plasma", Eur. Phys. J. D, DOI: 10.1140/epjd/e2010-00217-2 (2010).
- III-4 S. Amano (LASTI), T. Inaoka (LASTI), H.i Hiraishi (LASTI), S. Miyamoto, and T. Mochizuki (LASTI) : Laser-prasma debris from a rotating cryogenic-solid-Xe target", Rev. Scientific Instrum. 81, 023104 , pp1-6, (2010).
- III-5 D. Li(ILT), M. Hangyo(ILT), Z. Yang(UESTC), M.R. Asakawa(Kansai-U), S. Miyamoto, Y. Tsunawaki(Osaka-Sangyo-U), K. Takano(ILT), K. Imasaki(ILT) : 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-6 D. Li(ILT), Z. Yang (UESTC), Y. Tsunawaki(Osaka-Sangyo-U), M.R. Asakawa(Kansai-U), M. Hangyo(ILT), S. Miyamoto, and K. Imasaki(ILT) : Improve growth rate of Smith–Purcell free-electron laser by Bragg reflector", Appl. Phys. Lett. 98, 211503-1-3(2011).
- III-7 S. Hashimoto, S. Miyamoto, K. Kawata(JASRI), Y. Minagawa(JASRI), T. Shinomoto(JASRI) : Improved Stability of the Radiation Indensity at the NewSUBARU Synchrotron Radiation Facility, Proceedings of the First International Particle Accelerator Conference, IPAC'10, Kyoto, Japan, May 23-28(2010).
- III-8 Y. Hamada, S. Hashimoto, Y. Minagawa(JASRI), T. Shinomoto(JASRI), S. Miyamoto : Development of Automatic Tune Measurement and Correction System at NewSUBARU, THPS068, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- III-9 T. Shinomoto(JASRI), S. Hashimoto, Y. Minagawa(JASRI), S. Miyamoto : Improved Stability of Injection Bump Waveform at NewSUBARU, WEPS077, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).
- III-10 Y. Minagawa(JASRI), T. Shinomoto(JASRI), Y. Shoji, S. Hashimoto, S. Miyamoto : Bunch Current Monitor System for NewSUBARU, THPS070, Proceedings of the 7th Particle Accelerator Meeting, 4-6 August 2010, Himeji (2010).

科学研究費補助金等

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