

## I レーザーComptonガンマ線源の開発

Developments of Laser Compton Gamma-ray Source

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

高エネルギー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1.7MeV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源を実現できている。このガンマ線は、偏光制御が可能で、直線偏光、円偏光ガンマ線を準単色で発生することが出来る。ガンマ線を用いた原子力、核物理、物性研究への応用を目的として、ガンマ線性能の詳細な測定と、その性能向上を実施している。

## II 電子ビームの短バンチ化とコヒーレント光放射に関する研究

Research on short bunch production in electron storage ring and associated coherent radiation

庄司善彦  
Shoji, Y.

ニュースバル放射光施設の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である。現在、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。SPring-8線形加速器グループとの共同で、短パルス化した3psの電子バンチを蓄積リング内に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の初めての定量評価に成功している。

### Ⅲ ニュースバル放射光源高性能化と安定化

#### Improvement and Stabilization of NewSUBARU Synchrotron Radiation

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

ニュース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する。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解明・除去することを目指す。

### Ⅳ ガンマ線ビームを用いた応用研究

#### Applications of Laser Compton Gamma-ray Beam

宮本修治・橋本 智・小泉昭久・高木芳弘  
Miyamoto, S., Hashimoto, S., Koizumi, A., Takagi, Y.

レーザーComptonガンマ線源の性能向上と特性計測に並行して、ガンマ線ビームによる、(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の安全性向上のための研究を実施している。

#### 発表論文 List of Publications

- I-1 N. Nakanii(ILE, Osaka), K. Kondo (ILE, Osaka), T. Yabuuchi (ILE, Osaka), K. Tsuji (ILE, Osaka), and K. A. Tanaka (ILE, Osaka), S. Suzuki(JASRI), T. Asaka(JASRI), K. Yanagida(JASRI), and H. Hanaki(JASRI), T. Kobayashi(Fuji Film), K. Makino(Fuji Film), and T. Yamane(Fuji Film), S. Miyamoto and K. Horikawa(LASTI) : Absolute calibration of imaging plate for GeV electrons, Rev.

- Sci. Instrum., 79, pp. 066102-1-3, June (2008).
- I-2 宮本修治: レーザ・コンプトン散乱ガンマ線ビームライン –NewSUBARU放射光施設–、加速器学会誌「加速器」Vol.5, No.2, August, pp.111-116 (2008)
- I-3 宮本修治: レーザーと加速器を用いた $\gamma$ 線発生、日本分光学会関西支部第24回最近の分光学の進歩に関する講演会 –超強度場・高強度場の科学– (原子力機構関西研、木津、2008)
- I-4 堀川 賢(高度研)・天野 壯(高度研)・宮本修治・望月孝晏(高度研)・坂井信彦・小泉昭久・早川岳人(原子力機構)・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によるMeVガンマ線源の研究、レーザー学会学術講演会第29回年次大会(徳島大学、2008)
- I-5 李 大治(レーザー総研)・今崎一夫(レーザー総研)・堀川 賢(高度研)・宮本修治・天野 壯(高度研)・望月孝晏(高度研): レーザーコンプトン散乱ガンマ線による粒子源開発、レーザー学会学術講演会第29回年次大会(徳島大学、2008)
- I-6 天野 壯(高度研)・宮本修治: ニュースバルにおけるレーザーコンプトンガンマ線源、第15回FELとHigh-Power Radiation研究会、(産総研、つくば市、2009.3.5-6)
- I-7 堀川 賢(高度研)・宮本修治・天野 壯(高度研)・望月孝晏(高度研)・坂井信彦(高度研)・小泉昭久・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)・嶋 達志(大阪大)・藤原 守(大阪大)・宇都宮弘章(甲南大)・秋宗秀俊(甲南大)・浅野芳裕(理研)・大熊春夫(高輝度セ): コンプトン散乱ガンマ線の特性測定とガンマ線応用研究4、日本物理学会第64回年次大会 (池袋、2009.3.28)
- II-1 Y. Shoji : Identification of longitudinal coherent oscillation induced by path-length fluctuation", Phys. Rev. ST-AB, **11**, 010701 (2008).
- II-2 Y. Shoji, T. Asaka(JASRI), H. Dewa(JASRI), H. Hanaki(JASRI), Y. Hisaoka, T. Kobayashi(JASRI), T. Matsubara, T. Mitsui, A. Mizuno(JASRI), S. Suzuki(JASRI), T. Taniuchi(JASRI), H. Tomizawa(JASRI), and K. Yanagida(JASRI) : Bunch compression at the SPring-8 linac and successive generation of THz pulse train in the isochronous ring ", Infrared Physics and Technologies, **5**, 394 (2008).
- II-3 Y. Shoji: Measurement of the time structure of a coherent synchrotron radiation burst in NewSUBARU, Infrared Physics and Technologies, Vol., Issue 5, pp.367-370 (2008).
- II-4 Y. Shoji, T. Takahashi(京都大学): Coherent Synchrotron Radiation Burst from Electron Storage Ring under External RF Modulation, Infrared Physics and Technologies, 11th European Particle Accelerator Conference, Genoa, Italy, June 23-27(2008).
- II-5 Y. Shoji, K.Takeda, T. Takahashi(京都大学): Coherent Synchrotron Radiation Burst from Electron Storage Ring under External RF Modulation, 第5回日本加速器学会年会・第33回リニアック技術研究会、東広島市、8/6-8(2008).
- II-6 Y. Shoji, T. Takahashi(京都大学): Non-linearity Correction of Shottky Diode Detector for THz radiation using CSR Burst from Electron Storage Ring, 第5回日本加速器学会年会・第33回リニアック技術研究会、東広島市、8/6-8(2008).
- II-7 H. Dewa(JASRI), T. Asaka (JASRI), T. Kobayashi (JASRI), T. Magome (JASRI), A. Mizuno, (JASRI) S. Suzuki (JASRI), T. Taniuchi (JASRI), H. Tomizawa (JASRI), K. Yanagida (JASRI), H. Hanaki (JASRI), and Y. Shoji : Photo-cathode RF gun at SPring-8 and its application for the short pulse beam circulation in NewSubaru, Quantum Radiation Source for Advanced Energy Science, Daegu,

- Korea, 3/13(2008).
- III-1 T. Mitsui, and Y. Shoji : Beam-based Design of a Correction Coil for the Stray Field of a Pulse Septum Magnet, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, **18**, 1521 (2008).
- III-2 T.Nakamura (JASRI), K.Kumagai (KEK), Y.Shoji, A.Ando, S.Hashimoto, N. Kumagai (JASRI), S. Matsui (JASRI), H. Ohkuma (JASRI), T. Ohshima (JASRI), and H. Takebe (JASRI) : AC Sextupole Magnet for Cure of Transverse Instability in Synchrotron, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, **18**, 326 (2008).
- III-3 T. Mitsui, and Y. Shoji : Beam-based Design of a Correction Coil for the Stray Field of a Pulse Septum Magnet, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol.18, No. 2, pp.1521-1524 (2008).
- III-4 T. Nakamura(JASRI), K. Kumagai(RIKEN), Y. Shoji, A. Ando(KEK), S. Hashimoto, N. Kumagai(RIKEN), S. Matsui(JASRI), H. Ohkuma(JASRI), T. Ohshima(JASRI), and H. Takebe(JASRI): AC Sextupole Magnet for Cure of Transverse Instability in Synchrotron, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol.18, No.2, pp. 326-329 (2008).
- III-5 橋本 智 : ニュースバルにおけるレーザーワイヤモニターのトップアップ運転対応化、第5回日本加速器学会年会・第33回リニアック技術研究会、東広島市、8/6-8 (2008)
- III-6 橋本 智 : 蓄積リングにおけるイオントラップの3次元シミュレーション、第5回日本加速器学会年会・第33回リニアック技術研究会、東広島市、8/6-8 (2008)
- III-7 庄司善彦 : ニュースバルの可視放射光を使ったビームモニター用ベリリウムミラー、第5回日本加速器学会年会・第33回リニアック技術研究会、東広島市、8/6-8(2008)
- III-8 庄司善彦 : Longitudinal movement analytically described with dispersion action and angle, ビーム物理研究会, SPring-8, 11/6-7(2008).
- III-9 Y. Shoji, and K.Takeda : AC Sextupole Magnet for Cure of Transverse Instability in Synchrotron : Beam Diagnostics Ports at NewSUBARU, 13th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, Higashi-Hiroshima, 3/10-11(2009).
- III-10 竹田幸二・庄司 善彦: ニュースバルにおける高速ゲートカメラを用いたビーム診断、日本物理学会第64回年次大会、立教大学、3/27-30(2009)
- IV-1 宮本修治: レーザー・コンプトン・ガンマ線源とその応用、レーザー学会学術講演会第29回年次大会(徳島大学、2008) 招待講演
- IV-2 宮本修治: レーザーコンプトン散乱ガンマ線利用実験、プラズマ核融合学会「プラズマ応用粒子加速器線門委員会」(光産業創成大学院大学、浜松市、2009.1.26-27)
- IV-3 宮本修治: ニュースバル・ガンマ線源性能と天体核物理応用、分野融合型研究会「天体観測、隕石分析、天体核物理学による同位体組成と元素の起源の研究」(国立天文台、三鷹、2009.2.23-25)
- IV-4 宮本修治・堀川 賢(高度研)・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)・早川岳人(原研)・静岡俊行(原研)・浅野芳裕(理研)・大熊春夫(高輝度セ) : レーザーコンプトン散乱ガンマ線による光核反応中性子の計測、日本物理学会第64回年次大会 (池袋、2009.3.28)
- IV-5 T. Hayakawa(JAEA), T. Shizuma(JAEA), S. Miyamoto, S. Amano(LASTI-UH), K. Horikawa(LASTI-UH), K. Ishihara(LASTI-UH), M. Mori(JAEA), K. Kawase(JAEA), M. Kando(JAEA), N. Kikuzawa(JAEA), S. Chiba(JAEA), T.

- Mochizuki(LASTI-UH), T. Kajino(NAOJ), M. Fujiwara(RCNP Osaka-U) : Half-life of  $^{164}\text{Ho}$  isomer populated in  $(\gamma, n)$  reactions with laser Compton scattering  $\gamma$ -rays at NewSUBARU, Phys. Rev. C77, 068801-1-4, June (2008).
- IV-6 D. Li(ILT Osaka), K. Imasaki(ILT Osaka), S. Miyamoto, S. Amani(LASTI-UH), and T. Mochizuki(LASTI-UH) : Nuclear Transmutation through Laser Compton Scattering Gamma-ray, “Nuclear Waste Research: Siting, Technology and Treatment”, Editor: Arnold P. Lattefer, Nova Science Publication, Inc., New York, ISBN 978-1-60456-184-5, pp.189-205, (2008).
- IV-7 宮本修治・堀川 賢(高度研) : ニュースバルガンマ線源性能と利用研究、レーザー学会誌「レーザー研究」、第36巻第12号、pp.798-805 Dec.(2008)、解説

### 科学研究費補助金等

- 1 文部省科学研究費補助金 (平成19-21年度) 基盤研究 (C) 課題番号19540419  
研究課題 レーザコンプトン  $\gamma$  線による量子ビーム源の研究  
研究代表者 宮本修治
- 2 高エネルギー加速器研究機構大学等連携支援事業(平成20年度)  
研究課題 電子蓄積リング“ニュースバル”の電子ビームモニターの高度化  
研究代表者 庄司善彦