

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 29 日現在

機関番号：82118

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2011～2015

課題番号：23226020

研究課題名(和文)超放射による超小型短パルス・コヒーレントテラヘルツ光源

研究課題名(英文)Ultra-Compact Short Pulse and Coherent Terahertz (THz) Light Source Using Super-radiance

研究代表者

浦川 順治 (Urakawa, Junji)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・研究支援戦略推進部・URA

研究者番号：00160333

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 154,700,000円

研究成果の概要(和文)：フェムト秒パルスレーザー3倍高調波出力の高強度化(1.0mJから2.7mJへ)及び高安定化(pointing and energy stability <1.0%)を進め、光カソードからの90フェムト秒電子単バンチ及び4マイクロバンチビーム生成・加速(8MeV)後、遷移放射、スミスパーセル放射によるブロードバンド及び準単色化THz(0.3～10THz)特性測定を行った。2から4マイクロバンチ生成によるTHz超放射確認実験は、30cm-5周期小型ウィグラー磁石を使って行った。ウィグラー磁石Gap調整によりFEL共鳴放射条件を満足させた結果、Sub-THz超放射測定に成功した。THz応用実験も行った。

研究成果の概要(英文)：Laser pulse energy of third harmonic generation of 800nm became 2.7mJ from 1.0mJ with 90 femtosec at gun cathode and the pulse was within 1.0% in regard to pointing and energy stability. After 90 fs electron single bunch and 4 micro-bunch train were generated and accelerated upto 8MeV, the characteristics of broadband and quasi-monochromatic radiation due to transition and Smith-Purcell radiation were measured. By tuning the micro-bunch spacing to the THz wavelength, it is possible to generate a narrowband coherent THz wave. Depending on whether an ideal Comb beam can be formed in the RF gun by high gradient acceleration, super-radiance peak power from the small wiggler (30cm) with five period reaches about 10MW peak power at 1pC/micro-bunch and about 100MW peak power at 10pC/micro-bunch. We confirmed the Super-radiance experimentally. Innovative THz light source applications can be developed soon through international cooperative network.

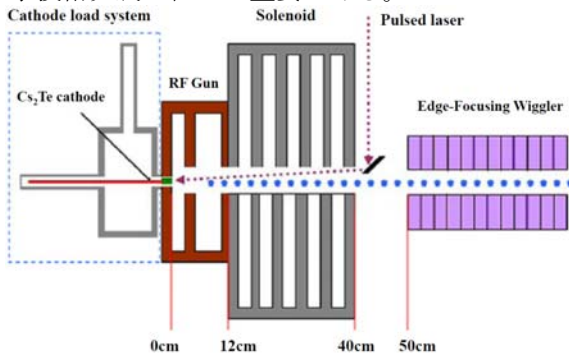
研究分野：加速器科学

キーワード：高周波電子銃 フェムト秒レーザー フォトカソード 高電界加速 自由電子レーザー

1. 研究開始当初の背景

約 0.3~10THz のテラヘルツ波は電波と光波の中間領域で、このコヒーレントな短パルス高強度光源は急速に拡大するテラヘルツ波応用研究にブレークスルーを与える。

Peak power 10MW 以上は従来の THz 光源の 100 倍程度であり、世界で開発が進められている先端加速器技術を使った 10m サイズの装置で生成されている THz 光源の強度に匹敵する。本光源によって、THz 時間領域分光 (THz-TDS) の測定時間の大幅な短縮、測定精度の大幅な向上が可能になる。また、フェムト秒時間スケールの現象や多光子吸収による非線形科学現象を高精度で捉えることが可能になる。THz 光科学は、宇宙の誕生・生命科学から安全/安心技術・情報通信・産業応用などに本質的に関わるものであり、次世代の科学技術発展に極めて重要である。



超小型短パルス・コヒーレントテラヘルツ光源 (開発装置の最終目標理想図)

2. 研究の目的

目的は、0.3~10THz 可変、短パルス 10MW 以上、数十  $\mu\text{J}/\text{pulse}$  放射の超小型高輝度コヒーレント THz 光源研究開発とその応用研究である。これらの応用実験は本開発装置 (LUCX) を使って平成 28 年度から実施する。

3. 研究の方法

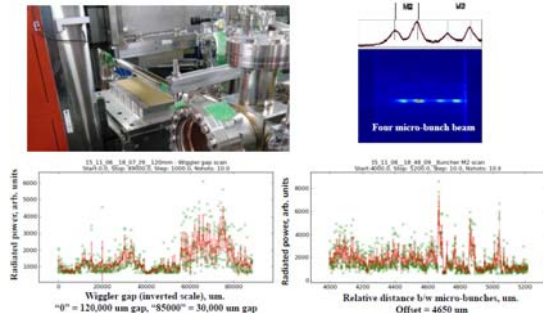
10 パルス以上のフェムト秒レーザーパルス列を光陰極に照射して、フェムト秒の電子バンチ列を数十 MV/m 以上の高周波電場で加速する。これによって、10 パルス以上のフェムト秒電子マイクロバンチ列 (Comb Beam) が一つの高周波加速電場に乗り、7.5cm 高周波空洞で 5MeV 以上に加速できる。Comb Beam が小型 (30cm) ウィグラーを通過すると、超放射が THz 領域で起きる。

高周波空洞内で生成光電子の時間構造を保存して加速するためには、クーロン反発力に打ち勝ちかつ動力的にバンチ圧縮が生じる高周波位相に乗せる必要がある。光陰極高周波電子銃のカソード端板は空洞の高電界が発生する位置に固定されている。加速電界が増加する位相 (20 度) で 100fsec ミクロパルスがカソードに照射された場合、S-band (2856MHz) 高周波加速電界 (130MV/m) は 44.46 から 44.68MV/m まで変化して、後続の光電子は少し大きな加速を得て動的なバンチ圧縮と同時に急速な加速を受け、相対論的なエネルギーに近づくことによってクーロン反発力とロー

レンツ力が釣り合うようになる。先頭のマイクロパルスと最後のマイクロパルスの時間差は 8psec 程度であり、位相差で 8 度程度である。加速電界は 61.03MV/m まで増加するので、8psec のバンチが高周波電子源出口で 30% 程度バンチ圧縮を受けることになる。シミュレーションによって予測された電子マイクロバンチ構造を CDR (Coherent Diffraction Radiation) 測定によって確認する。

4. 研究成果

フェムト秒パルスレーザー 3 倍高調波出力の高強度化 (1.0mJ から 2.7mJ へ) 及び高安定化 (pointing and energy stability < 1.0%) を進め、光カソードからの 90 フェムト秒電子単バンチビーム生成・加速 (8MeV) および遷移放射、スミスパーセル放射によるブロードバンド、準単色 THz (0.3~10THz) 特性測定を行った。現状、光高周波電子銃空洞の最大加速電界が 80MV/m で 120MV/m に達していない為、空間電荷効果を見逃せるマイクロバンチ電荷量が 1pC から 2pC 程度であり、スミスパーセル放射で放射電磁波エネルギーは 1 $\mu\text{J}$  程度であった。2 から 4 ミクロバンチ生成による THz 超放射確認実験は、30cm-5 周期小型ウィグラー磁石を使って行った。ウィグラー磁石 Gap 調整により FEL 共鳴放射条件を満足させた結果、Sub-THz 超放射測定に成功した。

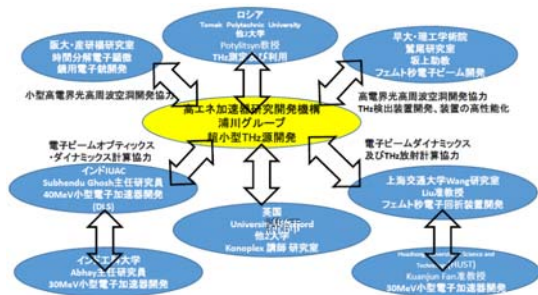


Super-radiant wiggler radiation with 4 micro-bunch

英国、ロシア、インドの THz 利用研究者達が予備実験を開始した。ロシアの研究者の測定実験において、マイクロバンチ電子ビームは安定で規格化エミッタンスは 4 から 5x10<sup>-6</sup>m であった。

Single Micro-bunch 測定で得られた電磁波エネルギーは約 200nJ、時間幅測定 160fs から Peak Power 約 2MW が確認できた。4 Micro-bunch 運転での干渉効果によって、約 10MW の Peak Power 生成を 300GHz 電磁波で測定した。ウィグラー磁石や遷移放射及びスミスパーセル放射のスペクトル測定により、6THz までの高調波電磁波測定に成功している。Pre-bunched FEL の実証実験は行えた。放射 Peak Power を数 THz 領域で 10MW 以上にするには、電子銃空洞内の最大加速電界を 100MV/m 以上にすれば可能であることも Simulation により明らかになっている。コヒーレント放射は Micro-bunch 電子数の 2 乗に比例するので、利用実験では 10pC から 50pC

程度の Micro-bunch 電荷量を想定している。3ヶ月程度の空洞高電界運転調整後、100MV/m 加速を達成できるので、非線形現象研究を含めた高輝度 THz ビームの国際共同利用実験を展開する。我々は7回の Mini-workshop for Advanced Generation of THz and Compton X-ray beams “AGTaX” using compact electron accelerator により、以下に示す国際協力ネットワークを作り、THz 利用に関する実験を進めている。



### THz 生成及び利用国際協力ネットワーク

また、インドデリー及び中国武漢での THz 光源装置建設に協力して、THz 光源利用を更に発展させる。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 25 件)

① K. Lekomtsev, P. Karataev, A. A. Tishchenko, J. Urakawa, CST simulation of THz Smith Purcell radiation from a lamellar grating with vacuum gaps, NIM B, Vol. 355 (2015) 164-169, (査読有) doi:10.1016/j.nimb.2015.02.056

② A. A. Ponomarenko, K. V. Lekomtsev, A. A. Tishchenko, M. N. Strikhanov, J. Urakawa, CST simulation of THz radiation from a channel with periodically variable radius, NIM B, Vol. 357 (2015) 160-163, (査読有) doi:10.1016/j.nimb.2015.03.004

③ Kazuyuki Sakaue, Yuichi Nishimura, Masahiro Nishiyama, Takenoshin Takahashi, Masakazu Washio, Toshikazu Takatomi, and Junji Urakawa, Temporal profile measurement of an electron bunch with the two-cell rf deflecting cavity at Waseda University, Japanese Journal of Applied Physics 54, 026301 (2015) -1, -6, (査読有) <http://dx.doi.org/10.7567/JJAP.54.026301>

④ M Shevelev, A Aryshev, A Araki, M Fukuda, P Karataev, K Lekomtsev, N Terunuma, J Urakawa, Coherent Radiation Spectrum Measurement at LUCX facility, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Vol.771 (2015) 126-133, (査読

有) doi:10.1016/j.nima.2014.10.038

⑤ Y. Nishimura, K. Sakaue, N. Nishiyama, T. Takahashi, M. Washio, T. Takatomi, J. Urakawa, Design of a two-cell rf-deflector cavity for ultra-short electron bunch measurement, NIM A, Vol. 764 (2014) 191-298, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2014.07.035> (査読有)

⑥ K. Koshiba, K. Sakaue, M. Mizugaki, M. Washio, R. Kuroda, T. Takatomi, J. Urakawa, Characterization of THz radiation generated by ultra-short bunch from energy chirping cell attached RF electron gun, Vibrational Spectroscopy, Vol. 75 (2014), 184-189, doi:10.1016/j.vibspec.2014.06.008 (査読有)

⑦ A. Aryshev, S. Araki, M. Fukuda, P. Karataev, A. Konkov, G. Naumenko, A. Potylitsyn, K. Sakaue, L. Sukhikh, N. Terunuma, D. Verigin, J. Urakawa, Observation of the stimulated coherent diffraction radiation in an open resonator at LUCX facility, NIM A, Vol.763(2014) 424-432, (査読有) <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2014.06.056>

⑧ K. Sakaue, Y. Koshiba, M. Mizugaki, M. Washio, T. Takatomi, J. Urakawa, and R. Kuroda, Ultrashort electron bunch generation by an energy chirping cell attached gun, Phys. Rev. ST Accel. Beams, Vol. 17 (2014) 023401-1, -9, (査読有) DOI: 10.1103/PhysRevSTAB.17.023401

⑨ D A Shkitov, A P Potylitsyn, A S Aryshev, J. Urakawa, Feasibility of Double Diffraction Radiation Target Interferometry for Compact Linear Accelerator Micro-train Bunch Spacing Diagnostics, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, Vol.517 (2014) doi:10.1088/1742-6596/517/1/012024, -1, -6 (査読有)

⑩ K. V. Lekomtsev, A. S. Aryshev, P. V. Karataev, A. A. Tishchenko, J. Urakawa, Simulations of transition radiation from a flat target using CST particle studio, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, Vol.517 (2014) 012016-1, -7, (査読有) doi:10.1088/1742-6596/517/1/012016

⑪ Masao Kuriki, Hokuto Iijima, Seiichi Hosoda, Ken Watanabe, Hitoshi Hayano, Junji Urakawa, Goro Isoyama, Ryukou Kato, Keigo Kawase, Ayaka Kuramoto, Shigeru

Kashiwagi, and Kazuyuki Sakaue, Ims Pulse Beam Generation and Acceleration by Photocathode Radio Frequency Gun and Superconducting Accelerator, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 52 (2013) 056401-1, -7, (査読有) <http://dx.doi.org/10.7567/JJAP.52.056401>

⑫ Junji Urakawa, Several hundred femto-second soft X-ray source in compact several meter facility, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series 357 (2012) 012038-1, -5, (査読有) doi:10.1088/1742-6596/357/1/012038

[学会発表] (計 58 件)

① Masao Kuriki, Ryukou Kato, Kazuhiro Ohmi, Yuji Seimiya, Junji Urakawa, Shigeru Kashiwagi, FEL Enhancement with a Microbunch Structure by a Phase-Space Rotation Technique, 28<sup>th</sup> Linear Accelerator Conference, Kellogg Hotel and Conference Centre in East Lansing, Michigan USA

② J. Yang, K. Kan, N. Tanimura, Y. Yoshida, J. Urakawa, Ultrafast Electron Microscopy using 100 Femtosecond Relativistic-Energy Electron Beam, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

③ V. M. Sukharev, A. Aryshev, K. Lekomtsev, N. Terunuma, J. Urakawa, M. N. Strikhanov, A. A. Tishchenko, Particle-in-Cell Modelling of Diffraction Radiation from Fast Electrons in Spiral Target, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

④ A. Aryshev, Y. Honda, K. Lekomtsev, M. Shevelev, N. Terunuma, and J. Urakawa, Cs<sub>2</sub>Te PHOTOCATHODE RESPONSE TIME MEASUREMENTS AND FEMTOSECOND COMB ELECTRON BEAM GENERATION AS A MILESTONE TOWARDS PRE-BUNCHED THZ FEL, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

⑤ K. Lekomtsev, A. Aryshev, N. Terunuma, J. Urakawa, A. A. Ponomarenko, A. A. Tishchenko, Experimental investigation of THz Smith-Purcell radiation from composite corrugated capillary, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

⑥ T. Takahashi, Y. Nishimura, M. Nishiyama, K. Sakaue, M. Washio, T. Takatomi, J. Urakawa, STATUS AND FUTURE PLAN OF THE DEVELOPMENT OF A COMPACT X-RAY SOURCE BASED ON ICS AT LASER UNDULATOR COMPACT X-RAY (LUCX), PAC2013, Pasadena Convention Center, Pasadena, CA, USA

⑦ M. Kuriki, K. Negishi, H. Hayano, R. Kato, K. Ohmi, N. Satoh, Y. Seimiya, J. Urakawa, S. Kashiwagi, Six-dimensional Phase-space Rotation and its Application, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

⑧ Yu. D. Kliuchevskaia, S. M. Polozov, A.

Aryshev, M. Shevelev, N. Terunuma, J. Urakawa, PRE-BUNCHED ELECTRON BEAM EMISSION SIMULATION AND MEASUREMENT, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

⑨ S. Ghosh, J. Urakawa, N. Terunuma, S. Fukuda, M. Fukuda, A. Aryshev, B. K. Sahu, P. Patra, S. R. Abhilash, J. Karmakar, D. Kabiraj, N. Kumar, A. Sharma, V. Joshi, G. K. Chaudhari, A. Deshpande, T. Rao, V. Naik, A. Roy, R. K. Bhandari and D. Kanjilal, STATUS OF DESIGN AND DEVELOPMENT OF DELHI LIGHT SOURCE AT IUAC, DELHI, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

⑩ H. Harrison, A. J. Lancaster, G. Doucas, I. V. Konoplev, A. Aryshev, K. Lekomtsev, M. Shevelev, N. Terunuma, J. Urakawa, FIRST STEPS TOWARDS A SINGLE-SHOT LONGITUDINAL PROFILE MONITOR: STUDY OF THE PROPERTIES OF COHERENT SMITH-PURCELL RADIATION USING THE SURFACE CURRENT MODEL, IPAC2016, BEXCO Busan, Korea

⑪ 栗木雅夫, 根岸健太郎, 清宮裕史, 加藤龍好, 大見和史, 浦川順治, 柏木茂, 位相空間回転によるマイクロバンチ構造の生成とその応用, 第 71 回日本物理学会年時大会, 東北学院泉キャンパス (宮城県仙台市)

⑫ 浦川順治, THz production at LUCX, 7<sup>th</sup> Asian Forum for Accelerators and Detectors "AFAD 2016" (国際会議), Uji Campus, Kyoto University (京都府宇治市)

⑬ Alexander Aryshev, Mikhail Shevelev, Masafumi Fukuda, Yosuke Honda, Nobuhiro Terunuma, Junji Urakawa, Progress Towards Compact Pre-bunched FEL Realization, The XI International Symposium on Radiation from Relativistic Electron in Periodic Structure (国際会議), Saint Petersburg, Russian Federation

⑭ Konstantin Lekomtsev, Nobuhiro Terunuma, Alexey Tishchenko, Alexander Aryshev, Junji Urakawa, Aleksandr Ponomarenko, M. N. Strikhanov, Vasily Sukharev, Corrugated capillary as THz Cherenkov Smith-Purcell radiator, The XI International Symposium on Radiation from Relativistic Electron in Periodic Structure (国際会議), Saint Petersburg, Russian Federation

⑮ Mikhail Shevelev, Alexander Aryshev, Junji Urakawa, Nobuhiro Terunuma, Yosuke Honda, Coherent Radiation Measurements Stations at KEK LUCX Facility, The XI International Symposium on Radiation from Relativistic Electron in Periodic Structure (国際会議), Saint Petersburg, Russian Federation

⑯ Dmitry Shkitov, Junji Urakawa, Alexander Potylitsyn, Electron Bunch Length Diagnostics for the LUCX Facility based on the Coherent Off-axis Undulator

Radiation, The XI International Symposium on Radiation from Relativistic Electron in Periodic Structure (国際会議), Saint Petersburg, Russian Federation

⑰ Konstantin Lekomtsev, Alexander Aryshev, Mikhail Shevelev, Nobuhiro Terunuma, Junji Urakawa, Generation of THz Smith-Purcell radiation on femtosecond electron beam, The XI International Symposium on Radiation from Relativistic Electron in Periodic Structure (国際会議), Saint Petersburg, Russian Federation

⑱ 坂上和之、西田万里子、水柿将貴、鷺尾方一、浦川順治、平義隆、黒田隆之助、傾き制御電子バンチによるコヒーレントテラヘルツ光発生、第12回日本加速器学会年会、プラザ萬象・あいあいプラザ、福井県敦賀市

⑲ Alexander Aryshev, Mikhail Shevelev, Konstantin Lekomtsev, Masafumi Fukuda, Yosuke Honda, Nobuhiro Terunuma, Junji Urakawa, Progress towards table-top pre-bunched THz FEL and its application to soft X-ray generation via inverse Compton scattering, 第12回日本加速器学会年会、プラザ萬象・あいあいプラザ、福井県敦賀市

⑳ K. Lekomtsev, N. Terunuma, J. Urakawa, P. Karataev, A. Ponomarenko, A. A. Tishchenko, CST Simulations of THz Cherenkov Smith-Purcell Radiation from Corrugated Capillary, IPAC2015, Richmond Virginia, USA

㉑ M. Kuriki, Y. Seimiya, S. Chen, K. Ohmi, J. Urakawa, S. Kashiwagi, R. Kato, FEL Enhancement by Microbunch Structure Made with Phase-Space Rotation, IPAC2015, Richmond Virginia, USA

㉒ 坂上和之、浦川順治、鷺尾方一、電子バンチ傾き制御によるコヒーレントチェレンコフ放射に関する研究、日本物理学会、第70回年次大会、早稲田大学早稲田キャンパス、東京都新宿区

㉓ D. A. Shkitov, A. P. Potylitsyn, A. Aryshev, J. Urakawa, DOUBLE DIFFRACTION RADIATION TARGET INTERFEROMETRY FOR MICRO-TRAIN BEAM DIAGNOSTICS, IPAC14, International Congress Center Dresden, Germany

㉔ 西山将大、西村祐一、高橋猛之進、笈田知慶、坂上和之、鷺尾方一、高富俊和、浦川順治、2-Cell RF Deflector を用いた電子ビームの時間構造計測、第11回日本加速器学会年会、リンクステーションホール青森、青森県青森市

㉕ 坂上和之、立花充章、水柿将貴、鷺尾方一、浦川順治、黒田隆之助、エネルギー変調セル付属型高周波電子銃の開発と利用展開、第11回日本加速器学会年会、リンクステーションホール青森、青森県青森市

㉖ Y. Nishimura, T. Takahashi, K. Sakaue, M. Washio, T. Takatomi, J. Urakawa, STUDY

ON TWO-CELL RF-DEFLECTOR CAVITY FOR ULTRA-SHORT ELECTRON BUNCH MEASUREMENT, IPAC2013, Shanghai International Convention Center, Shanghai, China

㉗ Y. Koshiba, T. Aoki, M. Mizugaki, K. Sakaue, M. Washio, T. Takatomi, J. Urakawa, ULTRA-SHORT ELECTRON BUNCH GENERATION BY AN ECC RF GUN, IPAC2013, Shanghai International Convention Center, Shanghai, China

㉘ Alexander Aryshev, Sakae Araki, Masafumi Fukuda, Konstantin Lekomtsev, Mikhail Shevelev, Junji Urakawa, Alexander Potylitsyn, Kazuyuki Sakaue, Development of advanced THz generation schemes at KEK LUCX facility, 第10回日本加速器学会年会、名古屋大学東山キャンパス、名古屋市千種区不老町

㉙ 水柿将貴、小柴裕也、坂上和之、鷺尾方一、高富俊和、浦川順治、黒田隆之助、フォトカソード高周波電子銃による極短バンチ生成実験、第10回日本加速器学会年会、名古屋大学東山キャンパス、名古屋市千種区不老町

㉚ 高橋猛之進、西村祐一、西山将大、坂上和之、鷺尾方一、高富俊和、浦川順治、極短バンチ計測用 2 Cell 型 RF-Deflector に関する研究、第10回日本加速器学会年会、名古屋大学東山キャンパス、名古屋市千種区不老町

㉛ 西村祐一、高橋猛之進、坂上和之、鷺尾方一、高富俊和、浦川順治、電子ビームの時間構造計測用 2 cell RF-Deflector の研究、日本物理学会、第68回年次大会、広島大学東広島キャンパス

㉜ 水柿将貴、坂上和之、小柴裕也、黒田隆之助、平義隆、熊木雅史、浦川順治、高富俊和、極短バンチ生成用高周波電子銃の開発、日本物理学会、第68回年次大会、広島大学東広島キャンパス

㉝ L. G. Sukhikhy, A. P. Potylitsyn, K. P. Artyomov, A. S. Aryshev, J. Urakawa, P. V. Karataev, FEASIBILITY OF THZ SOURCE BASED ON COHERENT SMITH-PURCELL RADIATION GENERATED BY FEMTOSECOND ELECTRON BUNCHES IN SUPER-RADIANT REGIME, Proceedings of IPAC2012, MOPPP005 (pp. 554-556), 2012, New Orleans, Louisiana, USA

〔図書〕 (計5件)

① 浦川順治、次世代レーザーコンプトン散乱ガンマ線源とその利用、京都大学エネルギー理工学研究所 (ISSN 1342-3185)、128-141

② 福田将史、Alexander Aryshev、荒木栄、本田洋介、坂上和之、照沼信浩、浦川順治、鷺尾方一、KEK におけるレーザーコンプトン散乱を用いた小型X線源の開発の現状とアップグレード計画、日本加速器学会誌、「加速器」Vol.9, No.3, 156-164, 2012

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 10 件)

名称：光共振器を用いるバーストレーザー生成装置

発明者：浦川順治

権利者：高エネルギー加速器研究機構

種類：特許

番号：CA2807.113

出願年月日：2015.4.28

国内外の別： 国外

名称：光陰極高周波電子銃空洞装置

発明者：浦川順治、照沼信浩、高富俊和

権利者：高エネルギー加速器研究機構

種類：特許

番号：PCT-EP(欧州)EP11829029.5

出願年月日：2013.4.4

国内外の別： 国外

○取得状況 (計 4 件)

名称：Photocathode High-Frequency Electron-Gun Cavity Apparatus

発明者：浦川順治、照沼信浩、高富俊和

権利者：高エネルギー加速器研究機構

種類：特許

番号：US9,224,571 B2

出願年月日：2011年09月26日

取得年月日：2015.12.29

国内外の別： 国外

名称：光陰極高周波電子銃空洞装置

発明者：浦川順治、照沼信浩、高富俊和

権利者：高エネルギー加速器研究機構

種類：特許

番号：第5828429号

出願年月日：2011年09月26日

取得年月日：2015.10.30

国内外の別： 国内

[その他]

ホームページ等

超放射による超小型短パルス・コヒーレント  
テラヘルツ光源開発

<http://www-atf.kek.jp/thz/index.html>

LUCX Group Homepage

<http://atfweb-lo.kek.jp/lucx/test.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浦川 順治 (URAKAWA, Junji)

高エネルギー加速器研究機構・研究支援戦略  
推進部・URA

研究者番号：00160333

(2) 連携研究者

照沼 信浩 (TERUNUMA, Nobuhiro)

高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授

研究者番号：70237014

本田 洋介 (HONDA, Yousuke)

高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・助教

研究者番号：40509783

坂上 和之 (SAKAUE KAZUYUKI)

早稲田大学・高等研究所・助教

研究者番号：80546333

山本樹 (Yamamoto Shigeru)

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学  
研究所・教授

研究者番号：20191405

柏木茂 (Kashiwagi, Shigeru)

東北大学・学内共同利用施設等・准教授

研究者番号：60329133

(平成25年度より連携研究者)

楊金峰 (Yang, Jinfeng)

大阪大学・産業科学研究所・准教授

研究者番号：90362631

(平成25年度より連携研究者)

鷲尾 方一 (WASHIO MASAKAZU)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：70158608

(平成26年度より連携研究者)

栗木 雅夫 (KURIKI, Masao)

広島大学・先端物質科学研究科・教授

研究者番号：80321537

(平成26年度より連携研究者)

(3) 研究協力者

福田将史 (FUKUDA, Masafumi)

高富俊和 (TAKATOMI Toshikazu)

Shengnuang Liu

中国、上海交通大学、准教授

Abhay Deshpande

インド、SAMEER 研究所研究員、主任研究員

Alexander Potylitsyn

ロシア、Tomsk Polytechnic University, 教授

Alexey A. Tishchenko

ロシア、National Research Nuclear  
University (MEPHI)、准教授

Ivan. V. Konoplex

英国、University of Oxford, Department of  
Physics, 講師

Subhendu Ghosh

インド、Inter University Accelerator  
Centre, 主任研究員