

光発生・計測研究チーム

Laboratory for Tera-Photonics

チームリーダー 伊藤 弘 昌
ITO, Hiromasa

当研究チームでは、光領域の技術を基礎に、技術的・学術的に未踏なサブ THz~100 THz（テラフォトンクス領域）における広帯域波長可変光源の開発を第一目的としている。具体的には、非線形光学効果を用いた波長変換技術によってサブ THz~100 THz をカバーするテラフォトンクス光源を実現する。また、テラヘルツ波光源を含む分光測定装置をシステム化し、物性・生体等への応用研究の門戸を広く研究者に開放する。さらに、周辺技術である検出や制御技術およびその応用システムまでの一連の研究を展開し、この電磁波スペクトル領域により生み出される新しい科学技術分野である「テラフォトンクス」の確立と体系化を図る。

また、新産業基盤「未踏光学（テラヘルツ光学）開発・創生プロジェクト」の委託業務では、医療用テラヘルツ波診断システムの開発を目的とし、基礎医学系との連携による生体関連試料の THz 分光による成分同定法を確立する。さらに、高機能化を図るとともに、画像診断システム構築への橋渡しを行う。

1. 全固体光注入型 THz 波パラメトリック発生器を用いた分光システムの開発（郭）

光注入型テラヘルツ波パラメトリック発生器（is-TPG）は、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）結晶を波長変換素子として用いる波長可変テラヘルツ光源である。これまでの is-TPG には、実用化に向けた課題が3つ残されていた。それらは、励起光源の繰り返し周波数が低いこと、シード光の波長を変える際にモードホップが発生しテラヘルツ波の周波数が飛んでしまうこと、およびシード光の波長を変えると、シード光入射角がノンコリニア位相整合条件からずれてしまうことである。昨年度は、高繰り返し半導体レーザー励起 Nd:YAG レーザーとモードホップのない波長可変レーザーの導入、および入射角調整の不要なアクロマチック光注入法の開発を行った。本年度は、励起 Nd:YAG レーザーの短パルス化による損傷閾値の低下と、シード光源の入射方法を改善することで、is-TPG の性能向上を行った。is-TPG の同調に際してテラヘルツ波長が 0.6~2.6 THz の間で連続的に可変となった。全固体 is-TPG は、この周波数帯域間であれば、どこでも瞬時に連続的な同調が可能であり、全帯域の周波数スキャンに要する時間もわずか数秒である。

2. 高速波長可変リング型テラヘルツパラメトリック発振器の開発（南出）

テラヘルツ波パラメトリック発振器（TPO）においてリング型共振器構造を用いることで、従来の共振器全体を回転させる方法に比べ簡単な1枚の鏡の角度制御のみによる周波数同調方法を実現できる。本同調方法の利点としては、慣性モーメントが小さいため同調の高速化が可能であり、またアイドラー光軸を変化させ、励起光源の光軸を変化しないため、高輝度パルス励起光により希に生じる結晶角の損傷を防ぐことが可能で、実用的なテラヘルツ光源を実現できる。

共振器は、3枚の全反射ミラーで三角形に構成され、その

内の1枚のミラーをガルバノ式光学スキャナー（ハーモニックドライブシステムズ社製：LSA-20B-30-SP、可変回転角： 5° 、設定速度：1 ms）上に設置した。特に本年度では、励起光（ $1.064\ \mu\text{m}$ ）を透過させ、アイドラー光（ $> 1.067\ \mu\text{m}$ ）を反射する高性能ミラー（オプトクエスト社製）を開発し使用することで、より小型化、アラインメントの簡単化、安定性の向上などを得ることができた。非線形結晶には $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ （ $60 \times 4 \times 5\ \text{mm}$: long \times wide \times high）を用い、テラヘルツ波強度の増大および波長可変域の拡大を図った。周波数同調範囲は、約 1 THz から 2.7 THz と広帯域に得られ、最大出力は、励起光入力エネルギー 24 mJ/pulse のとき、1.5 THz で約 100 pJ/pulse が得られた。開発したリング型 TPO は、 $18\ \text{cm} \times 14\ \text{cm}$ の小型なサイズであり、幅広く応用可能なテラヘルツ波光源として期待される。

3. 高性能ミラーを用いた TPO の開発（碓）

我々が研究・開発を行っているノンコリニア型 THz 波パラメトリック発振器（TPO）では励起光（ $1.064\ \mu\text{m}$ ）およびアイドラー光（ $1.067\sim 1.07\ \mu\text{m}$ ）の位相整合角が小さいため、2 光波の空間的な分離が難しく短共振器化が困難であった。本年度、新たに開発した誘電体多層膜ミラーは励起光（波長 $1.064\ \mu\text{m}$ ）を透過し、アイドラー波長域（ $> 1.068\ \mu\text{m}$ ）では 90% 以上の高い反射率を有しているため、TPO の共振器長の大幅な短縮化が可能となった。

TPO は非線形光学結晶として $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶（ $5 \times 4 \times 50\ \text{mm}$ ）を用いた。 $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶は高性能ミラーで構成されたファブリーペロー型 TPO 内に配置される。その結果、テラヘルツ波の発振閾値は 23% 減少（1.5 THz にて）し、出力は発振周波数帯域で 2 倍以上向上していることを確認した。発振波長は最大で 3 THz を確認した。これは、短共振器化に伴う回折損失の低下および、励起光とアイドラー光の相互作用時間を長くすることができたことによるものと考えている。

また、短共振化により TPO のサイズを大幅に小型化で

き共振器サイズは < 10 cm となった。

4. 表面出射型テラヘルツ波パラメトリック発振器の開発 (碓, 南出)

我々が開発を行っているテラヘルツ波パラメトリック発振器 (以下 SE-TPO) は医療, 産業, セキュリティー分野でのイメージング応用の光源として期待されている。本研究では励起光およびアイドラー光を非線形光学結晶の一端面で全反射させる共振器構成を導入し, THz 波を非線形光学結晶端面からほぼ垂直に取り出すことで, ビームクオリティーの優れた表面出射型 THz 波パラメトリック発振器 (SE-TPO) の開発を行っている。

SE-TPO は 2 つの角型 ($4 \times 5 \times 50$ mm) および 1 つの台形状の $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶と 2 枚の高性能ミラーで構成される。

本光源から発生するテラヘルツ波は水平, 垂直ともにガウス強度分布であることを観測した。ビームの品質を表す M^2 (エムスクエア) は水平および垂直方向でそれぞれ $M^2 = 1.15, 1.25$ であることを確認した。テラヘルツ波出力エネルギーは, 励起エネルギー 20 mJ/pulse に対して 104 pJ/pulse であった。また, 紙幣の透かし, 葉, 銅線の断線部位のテラヘルツ波での透過イメージングに成功し本光源のイメージング応用への可能性を示唆する結果が得られた。

5. 生体関連物質に関する分光研究 (石川)

当研究チームで開発されたテラヘルツ波パラメトリック発振器 (TPO) 分光システムは, 周波数 1.0~2.1 THz (波数 $35 \sim 70 \text{ cm}^{-1}$) で発振する TPO 光源と制御システムである TSS (Teraphotonics Spectroscopic System) を用いたシステムである。近年, 生体分子含む有機分子を測定対象とする研究が活発に行われている。

本研究では, 応用研究の 1 つとして, THz 波パラメトリック発振器 (TPO) を光源として用いた分光実験および, 様々な試料の THz 帯における吸収スペクトルデータの探索および収集を行った。すべての試料は, 5~50 重量%の間で調整しポリエチレンに分散させた後に, プレス圧約 $2,000 \text{ kg/cm}^2$, 真空度約 0.5×10^{-3} の条件で錠剤成型器を用いペレットを作成した。本年度も引き続き三重大学 亀岡教授, 橋本助教授との共同研究として数多くの糖類や, 糖単結晶の測定を行っており, 基礎研究の領域も含み, 今後の産業・農業応用に結びつく期待されるキーファクターの 1 つとして重要な成果を得ている。

6. THz 波パラメトリック光源を用いた応用計測システムの開発 (石川, 碓, 南出)

当研究チームで開発中の THz 波パラメトリック光源を, エンドユーザーが使用することを考えた場合, よりユーザーフレンドリーな計測システムを開発する必要がある。また, 医療や生物学の分野への応用を視野に入れると, 生体試料を対象とした分光マッピングなどを簡便に測定できるシステムを構築しなければならない。

本研究では, より一般的な計測システムの構築を目指し, 生体組織片などを対象とした分光計測・二次元マッピングのための倒立型分光システムの開発を行った。

二次元マッピングの測定は, 生体試料である正常組織を含む肝臓がん (岩手医科大学病理学第一講座提供) を, xy 自動ステージおよび試料ホルダーに固定し測定範囲 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$, 空間分解能約 $700 \mu\text{m}$, 1 ステップ $250 \mu\text{m}$ (80×80 ピクセル) で測定した。THz 波の波長は, 1.2 THz, 1.4 THz, 1.8 THz である。

それぞれの周波数において, 病変部と正常部の差異を明確にすることに成功し, さらに, 1.2 THz と 1.8 THz のマッピング画像の比をとることで, より高コントラストなマッピング画像を得ることに成功した。

7. THz 波パラメトリック光源用励起光源の開発 (南出)

本研究では, テラヘルツ波パラメトリック光源の励起光源として, 高繰り返し半導体レーザー励起 Nd:YAG レーザーの開発を行ってきた。励起レーザーのポイントスタビリティ向上と時間ジッター低減は, 出力安定化のための重要な要素に含まれる。ジッター低減には, 縦多モードの発振制限を行うが, 出力が得られないなどの問題が生じる。そこで, 本年度はレーザー媒質にセラミック YAG ロッドを使用し, 出力性能の向上を図った。セラミックロッドは, 単結晶ロッドより消光比や熱複屈折が低いため発振効率が良い。その特性を利用し, ポイントスタビリティの向上, 時間ジッターが 8 ナノ秒から 2~3 ナノ秒への低減が同時に実現できた。

1. Development of a spectroscopic system using an all solid state injection-seeded THz-wave parametric generator

We developed a high-repetition-rate injection-seeded terahertz-wave parametric generator using an $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ crystal with a diode-pumped Nd:YAG laser, a mode-hop-free tunable seeder, and achromatic seed-injection. The pump source was an injection-seeded Q-switched Nd:YAG laser pumped with high-power laser diodes. The pump source produced an output energy of 26 mJ/pulse in a transform-limited Q-switched pulse at 200-Hz repetition frequency with a pulse width of 30 ns. The seed source for the idler wave was a continuous-wave external cavity laser diode, which was tunable from 1065–1075 nm without mode hopping. The seed beam was injected into the $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ crystal achromatically. We obtained smooth tuning of the THz wave over the range 0.6–2.6 THz without adjusting any mirrors. The time required for full bandwidth scanning was only a few seconds.

2. Development of a rapid tunable ring-cavity THz-wave parametric oscillator

We have developed a frequency-tunable TPO with a ring-cavity configuration. The ring-cavity TPO has not only rapid tuning but also the excellent characteristics of higher oscillation stability and narrower oscillation linewidth than those of Fabry-Perot TPO.

We propose the use of special mirrors that were developed using advanced optical technology to reflect the idler beam ($\lambda > -1.067 \mu\text{m}$) and transmit the pump beam ($1.064 \mu\text{m}$). A more compact and simpler TPO with a widely tunable range was demonstrated.

The ring-cavity consisted of two super mirrors and one high-reflectivity (HR) coated mirror for the idler wave. A mirror was mounted on a Galvano-optical beam scanner

and used to change the phase-matching angle rapidly. A 5 mol% MgO:LiNbO₃ crystal was used as a nonlinear optical crystal.

We successfully obtained wide tunability from about 1 to 2.7 THz. A high THz-wave output of at least 100 pJ/pulse was extracted at 1.5 THz when the pump energy of 24 mJ/pulse.

3. Development of Terahertz-wave parametric oscillator with high performance mirrors

A short cavity configuration can reduce diffraction loss in the cavity and increase the respective interaction time between the pump, idler, and THz wave in the nonlinear crystal. We demonstrate a reduction in the oscillation threshold and expansion of the oscillation range in the TPO with a simple short cavity configuration using high performance mirrors that were developed to reflect the idler wavelength ($> 1.067 \mu\text{m}$) and transmit the pump wavelength ($1.064 \mu\text{m}$). It is continuously tunable from 0.96 to 2.95 THz: 23% of threshold intensity was reduced compared with the TPO with typical cavity length (154 mm) at 1.55 THz. We obtained the maximum THz-wave output power 134 pJ/pulse from compact TPO at 1.24 THz, which is 2.5 times higher than the measured maximum energy from 154 mm-cavity length TPO at 99 MW/cm² of the incident intensity.

4. Demonstration of a surface-emitted THz-wave parametric oscillator

We developed a THz-wave parametric oscillator (TPO) with surface-emitted geometry, in which the THz wave is generated normal to the output surface. The surface-emitted TPO is consist of two 50-mm-long and a trapezoidal MgO:LiNbO₃ crystals. The idler generated in the crystal and the pump beams was completely reflected at the surface of the trapezoidal crystal. The THz-wave beam profiles were measured to be Gaussian-like in both directions on the horizontal and vertical directions. We measured the beam quality factor (M^2) using the knife-edge method to evaluate the beam quality. The measured data well fitted the calculation as the M^2 of 1.15 and 1.25 for the vertical and horizontal axes.

5. Spectroscopic study on biomolecules

We report on the THz spectroscopy of biomolecules using a THz-wave parametric oscillator (TPO). In this study, we measured the spectra of biomolecules using a TPO. The tuning range of the THz wave was 35-70 cm⁻¹. It was possible to observe the characteristic spectra of many samples in the THz region. Moreover, the THz spectra were very sensitive to the molecular structure and side chains based on the observed spectra of molecules with different configurations (*i.e.*, OH configuration).

We have continued a cooperative research with Mie University (Prof. Kameoka and Prof. Hashimoto) and measured many saccharide powders and single crystals this fiscal year. We expect to develop applications for industry and agriculture, in addition to conducting basic research.

6. Development of application measurement system using the THz wave parametric light source

In this study, we developed an inverted-type spectroscopy system for spectroscopic measurements and for two-dimensional mapping of tissue slices. The sample was held in the automatic *xy*-stage.

We collected THz-wave imaging spectra at a step size of 250 μm in *x* and *y* directions for a total measured area

of 20 mm \times 20 mm (80 \times 80 pixels). We successfully observed a difference that is clearly visible for transmission of similar liver tissue portions. Because of the large transmission difference among different tissues, the divided data between the frequencies yields higher contrast among different tissues. We measured the transmittance spectra and imaging of human liver cancer tissue at room temperature using a TPO spectrometer. We obtained bio-medically-relevant high-contrast images with relatively good spatial resolution.

7. Terahertz-wave parametric sources using a diode-pumped solid-state laser

We have been developing a high-repetition-rate injection-seeded Nd:YAG laser for pumping a terahertz-wave parametric sources. Point stability improvement and time jitter reduction of excited laser are important for the output stabilization. In this study, we have used ceramic YAG rod as a medium of the high-repetition-rate injection-seeded Nd:YAG laser. Since the extinction ratio and thermal birefringence of the ceramic YAG rod are lower than that of the single crystal ND:YAG rod, The ceramic YAG rod is suitable. Simultaneously, the reduction from 8 nanoseconds to the 2-3 nanosecond was able to be realized using the characteristics in improvement and time jitter of the point stability.

Staff

Head

Dr. Hiromasa ITO

Research Scientists

Dr. Hiroaki MINAMIDE

Dr. Ruixiang GUO

Dr. Youichi ISHIKAWA

Mr. Tomofumi IKARI

誌 上 発 表 Publications

[雑誌]

(原著論文) *印は査読制度がある論文

Suhara T., Avetisyan Y., and Ito H.: "Theoretical analysis of laterally emitting terahertz-wave generation by difference-frequency generation in channel waveguides", IEEE J. Quantum Electron. **39**, 166-171 (2003). *

Haidar S., Miyamoto K., and Ito H.: "Generation of continuously tunable, 5-12 μm radiation by difference frequency mixing of output waves of a KTP optical parametric oscillator in a ZnGeP₂ crystal", J. Phys. D **37**, 3347-3349 (2004). *

Watanabe Y., Kawase K., Ikari T., Ito H., Ishikawa Y., and Minamide H.: "Component analysis of chemical mixtures using terahertz spectroscopic imaging", Opt. Commun. **234**, 125-129 (2004). *

Haidar S., Miyamoto K., and Ito H.: "Generation of tunable mid-IR (5.5-9.3 μm) from a 2- μm pumped ZnGeP₂

optical parametric oscillator”, Opt. Commun. **241**, 173–178 (2004). *

Sasaki Y., Yokoyama H., and Ito H.: “Dual-wavelength optical-pulse source based on diode lasers for high-repetition-rate, narrow-bandwidth terahertz-wave generation”, Opt. Exp. **12**, 3066–3071 (2004). *

Takahashi M., Ishikawa Y., Nishizawa J., and Ito H.: “Low-frequency vibrational modes of riboflavin and related compounds”, Chem. Phys. Lett. **401**, 475–482 (2005). *

川瀬見道, 渡部裕輝, 小川雄一, 伊藤弘昌: “テラヘルツ分光イメージングによる試薬の成分解析”, 電気学会論文誌 C **124**, 1339–1344 (2004). *

口頭発表 Oral Presentations

(国際会議等)

Minamide H., Ikari T., Guo R., Ishikawa Y., and Ito H.: “A frequency-agile ring-cavity THz-wave parametric oscillator pumped by a 200 Hz Q-sw Nd:YAG laser”, Conf. on Lasers and Quantum Electro-Optics/Int. Quantum Electronics Conf. (CLEO/IQEC 2004), Photonic Applications, Systems and Technologies (PhAST 2004), (American Physical Society and others), San Francisco, USA, May (2004).

Suizu K., Sasaki Y., and Ito H.: “THz-wave generation in slanted PPLN with double injection seeded ppr-PPLN-OPG pumping”, Conf. on Lasers and Quantum Electro-Optics/Int. Quantum Electronics Conf. (CLEO/IQEC 2004), Photonic Applications, Systems and Technologies (PhAST 2004), (American Physical Society and others), San Francisco, USA, May (2004).

Sasaki Y., Yokoyama H., and Ito H.: “Tunable THz-wave generation using dual-wavelength optical-pulse source based on diode lasers”, Conf. on Lasers and Quantum Electro-Optics/Int. Quantum Electronics Conf. (CLEO/IQEC 2004), Photonic Applications, Systems and Technologies (PhAST 2004), (American Physical Society and others), San Francisco, USA, May (2004).

Guo R., Ishikawa Y., Minamide H., Ikari T., Ito H., Imai K., Hashimoto A., and Kameoka T.: “A compact, narrow-line-width, fast-data-acquiring, ais-TPG spectrometer”, Nonlinear Optics Topical Meet.: Materials, Fundamentals and Applications, (Optical Society of America), Hawaii, USA, Aug. (2004).

Minamide H., Ikari T., and Ito H.: “A compact frequency-agile THz-wave parametric oscillator with a ring-cavity configuration”, The Joint 29th Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves and 12th Int. Conf. on Terahertz Electronics (IRMMW2004/THz2004), (The University of Karlsruhe), Karlsruhe, Germany, Sept.–Oct. (2004).

Ikari T., Minamide H., Ishikawa Y., and Ito H.: “Development of output enhanced terahertz-wave parametric oscillator using thermo-electrically cooled MgO:LiNbO₃”, The Joint 29th Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves and 12th Int. Conf. on Terahertz Electronics (IR-

MMW2004/THz2004), (The University of Karlsruhe), Karlsruhe, Germany, Sept.–Oct. (2004).

Ishikawa Y., Minamide H., Ikari T., Ito H., Hashimoto A., Kameoka T., Chaen H., and Nishizawa J.: “Observation of dynamical interaction modes in THz-region spectra by using Terahertz-wave parametric oscillator”, The Joint 29th Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves and 12th Int. Conf. on Terahertz Electronics (IRMMW2004/THz2004), (The University of Karlsruhe), Karlsruhe, Germany, Sept.–Oct. (2004).

Sasaki Y., Suzuki Y., Yokoyama H., and Ito H.: “Surface-emitted terahertz-wave from PPLN optical waveguide”, The Joint 29th Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves and 12th Int. Conf. on Terahertz Electronics (IRMMW2004/THz2004), (The University of Karlsruhe), Karlsruhe, Germany, Sept.–Oct. (2004).

Yasui T., Otsuka T., Suzuki T., Tomioka M., Kamimura K., Namekata T., Minamide H., and Ito H.: “Development of the new THz detection system using a parabolic mirror”, 34th European Microwave Conf., (IEEE AP Society), Amsterdam, The Netherlands, Oct. (2004).

Hidaka T., Minamide H., Ito H., Nishizawa J., Kojiro J., and Ishikawa A.: “Easy launching-lens system for PVDF-cladding hollow THz waveguide”, 8th Int. Symp. on Contemporary Photonics Technology (CPT2005), Tokyo, Jan. (2005).

Sato T., Suizu K., Minamide H., and Ito H.: “Random frequency accessible THz-wave source using DAST crystal”, Int. Conf. on Organic Photonics and Electronics 2005 & 8th Int. Conf. on Organic Nonlinear Optics (ICOPE 2005 & ICONO’8), (The Asahi Glass Foundation and others), Matsushima, Mar. (2005).

Ito H., Minamide H., and Sasaki Y.: “Monochromatic tunable tera-photonics sources towards CW operation (invited)”, Optical Terahertz Science and Technology (OTST), (Optical Society of America), Orlando, USA, Mar. (2005).

(国内会議)

大塚岳志, 安井孝成, 鈴木哲, 行方武夫, 富岡充, 上村勝博, 南出泰亜, 伊藤弘昌: “方物面ミラー型 THz 帯超広帯域検出装置の開発とその感度特性”, 第 51 回応用物理学関係連合講演会, 八王子, 3 月 (2004).

石川陽一, 南出泰亜, 伊藤弘昌: “テラヘルツコヒーレント光源の開発とその分光への期待”, 平成 16 年度日本分光学会春季講演会・シンポジウム, 東京, 5 月 (2004).

佐藤倫久, 水津光司, 伊藤弘昌: “2 波長同時制御 KTP-OPO による DAST-THz 波発生”, 平成 16 年度電気関係学会東北支部連合大会, 仙台, 8 月 (2004).

伊藤崇裕, 松浦祐司, 宮城光信, 南出泰亜, 伊藤弘昌: “中空ファイバによるテラヘルツ波伝送”, 平成 16 年度電気関係学会東北支部連合大会, 仙台, 8 月 (2004).

佐藤倫久, 水津光司, 伊藤弘昌: “2 波長同時制御 KTP-OPO による DAST-THz 波発生”, 第 65 回応用物理学学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).

碓智文, 南出泰亜, 石川陽一, 伊藤弘昌: “THz 波パラメト

- リック発振器の短共振器化”, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).
- 石川陽一, 伊藤崇裕, 松浦祐司, 宮城光信, 南出泰亜, 碓智文, 伊藤弘昌: “テラヘルツ波用中空ファイバーを用いた極微料試料の検出”, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).
- 佐藤武志, 水津光司, 高坂仁士, 伊藤弘昌: “共振器内 PPLN 差周波混合法を用いた広帯域波長可変中赤外光源”, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).
- 日高建彦, 南出泰亜, 伊藤弘昌, 西澤潤一, 石川明洋, 小城絢一郎: “強誘電性 PVDF を壁材とする THz 導波路 V”, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).
- 水津光司, Powers P., 伊藤弘昌, Alkuwari R.: “光注入型 PPLN-OPG を用いた差周波混合による DAST-THz 発生”, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).
- 南出泰亜, 碓智文, 石川陽一, 伊藤弘昌: “高性能ミラーを用いた小型リングテラヘルツ波パラメトリック発振器”, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 仙台, 9 月 (2004).
- 石川明洋, 小城絢一郎, 日高建彦, 南出泰亜, 伊藤弘昌, 西澤潤一: “THz 電磁波用可とう性低損失導波路の実用化”, 神奈川県産学公交流研究発表会, (神奈川県産業技術総合研究所), 海老名, 10 月 (2004).
- 碓智文, Zhang X., 南出泰亜, 伊藤弘昌: “THz-wave output characteristics from shorter cavity terahertz-wave parametric oscillator using high performance mirrors”, 第 59 回東北支部学術講演会, (応用物理学会東北支部), 仙台, 12 月 (2004).
- 佐藤倫久, 南出泰亜, 水津光司, 伊藤弘昌: “2 波長同時制御 KTP-OPO による DAST-THz 波発生”, 第 59 回東北支部学術講演会, (応用物理学会東北支部), 仙台, 12 月 (2004).
- 伊藤崇裕, 松浦祐司, 宮城光信, 南出泰亜, 伊藤弘昌: “テラヘルツ波伝送用誘電体内装中空ファイバの製作”, レーザー学会学術講演会第 25 回年次大会, 京都府精華町, 1 月 (2005).
- 佐々木雄三, 鈴木勇策, 横山弘之, 伊藤弘昌: “2 次元周期構造 PPLN によるテラヘルツ波発生”, 第 52 回応用物理学関係連合講演会, さいたま, 3-4 月 (2005).
- 佐藤倫久, 水津光司, 伊藤弘昌: “DAST 結晶を用いたランダム周波数アクセス THz 波光源”, 第 52 回応用物理学関係連合講演会, さいたま, 3-4 月 (2005).
- 林伸一郎, 南出泰亜, 碓智文, 伊藤弘昌, 小川雄一, 川瀬晃道: “テラヘルツ波パラメトリック発生器の高出力化”, 第 52 回応用物理学関係連合講演会, さいたま, 3-4 月 (2005).
- 石川陽一, 南出泰亜, 碓智文, 伊藤弘昌, 橋本篤, 亀岡孝治, 茶園博人: “極低温における糖単結晶の偏光依存テラヘルツスペクトル”, 第 52 回応用物理学関係連合講演会, さいたま, 3-4 月 (2005).
- 石原邦彦, 碓智文, 南出泰亜, 四方潤一, 大橋啓之, 伊藤弘昌: “表面プラズモンエンハンス効果を用いたテラヘルツニアフィールドイメージング”, 第 52 回応用物理学関係連合講演会, さいたま, 3-4 月 (2005).
- 碓智文, Zhang X., 南出泰亜, 石川陽一, 伊藤弘昌: “表面射出型共振器構成を用いたテラヘルツ波パラメトリック発振器の基礎特性”, 第 52 回応用物理学関係連合講演会, さいたま, 3-4 月 (2005).