

テラヘルツテクノロジーフォーラム通信

Vol.2, No.1 (2004)

テラヘルツテクノロジーの産業化を目指して

日本の製造業は国際競争力を失いつつあります。戦後の日本を育ててきた産業は東南アジア諸国に流れ、産業の空洞化が進行し、社会や経済のさまざまなところで破綻が現れています。これを受けて政府の21世紀初頭の課題として経済的に強い日本を創るための政策がうちだされています。強い日本を創るための国家戦略の中に産学官連携の推進と次代の産業基盤を構築するプロジェクトベースの研究開発の推進が挙げられています。これは、産学官が連携することにより大学等の基礎研究をもとに高付加価値商品を作り、その中からグローバルトップ産業が生まれてくることで国際競争力の強化に繋がるというシナリオであります。産業化のプロセスがスムーズに行われるようになるためには、これを推進する行政の役割が重要となってまいります。欧米の大学は、産学官連携に前向きな姿勢で取り組み学術的研究の基本は守りつつも企業と協力しながら現実のニーズに合わせた研究を実施し、国際競争力の向上に貢献していると言われております。

これまで未開拓であったテラヘルツ技術を応用した新規産業の創出を目的として、産学を中心としたテラヘルツテクノロジーフォーラムが昨年10月1日に発足しました。我が国のテラヘルツ産業の立ち上げを加速させるためには、このテラヘルツテクノロジーフォーラムが中心となって産業化までのロードマップを示しながら国家レベルのプロジェクトを次々と立ち上げていくことが必要ではないでしょうか。また、テラヘルツテクノロジーのような新技術をビジネスへと導くためにはあくまで産業界が主体となるべきであると考えております。最終的には世界に売れる商品を作らなくてはなりません。

1990年代に入り、テラヘルツブームが起こりテラヘルツ関連の研究開発が世界中で精力的になされるに至っております。その中でも分光やイメージングなどの先端計測分析技術の研究や機器開発が、欧米諸国や我が国でも活発に行われるようになってきました。この周波数領域には、物質や生体の重要な物性情報が存在しているため、材料分野、バイオテクノロジー分野、医用分野と多岐にわたる市場が期待されます。

現在、我が国は、グローバルトップ産業を創出しなければならないフロントランナー時代を向かえております。このテラヘルツテクノロジーフォーラムを基盤に、世界をリードする新規産業が生まれていくことを願っております。最後にフォーラムは学会ではありませんので産業界の皆様も挙って参加されることを願う次第です。

テラヘルツテクノロジーフォーラム副会長

岩崎 純

テラヘルツ波パラメトリック光源とイメージング応用

理化学研究所 川瀬晃道

我々は小型簡便な広帯域波長可変テラヘルツ(THz)光源である THz パラメトリック発振器(THz-wave Parametric Oscillator, TPO) の開発を進め、さらに本光源を用いた THz 分光イメージングによる主成分分析技術を開発した。これは、複数の物質が混ざった測定対象の中から特定試薬の空間パターンおよび濃度分布のみを指紋スペクトルを手がかりに画像抽出する技術である。具体的には、複数の異なる THz 周波数で撮像したマルチスペクトル画像データに対し、抽出対象物質の指紋スペクトルを行列演算することにより、対象物質のみを抽出できる。すなわち、「TPO の広帯域波長可変性」および「THz 帯指紋スペクトル」という2つの新しい要素技術を活用した成果である。この技術を用いて、郵便物検査、医薬品検査、病理組織診断、所持品検査などの非破壊検査への応用が期待される。

試作した THz 分光イメージングシステムの構成は、図1に示すように THz パラメトリック発振器(TPO)⁽¹⁾、イメージング光学系、検出器、ロックインアンプ、およびパーソナルコンピュータから成る。TPO は、Q スイッチ動作 Nd:YAG レーザーおよびパラメトリック発振器から構成される。Nd:YAG レーザー光 (ポンプ光 ,波長 1.064 μ m)は非線形光学結晶 MgO:LiNbO₃(xxyxz = 65 \times 4 \times 5 mm³)を励起し、ノンコリニア位相整合のパラメトリック発振により THz 波 (波長 120-300 μ m , 周波数 1.0-2.5 THz) およびアイドラー光 (波長 1.068 ~ 1.075 μ m)が同時に発生する。実験における Nd:YAG レーザー光の出力、パルス幅、繰り返しは各々30mJ/pulse , 25nsec , 50Hz で、得られる THz 波強度の典型値は約 30pJ/pulse (ピーク値約 3mW) である。パラメトリック発振器を高精度回転ステージにて僅かに回転しポンプ光入射角を変えてノンコリニア位相整合条件を制御することによって THz 波の波長可変性が得られる。

発生した THz 波は焦点距離 50mm の透明プラスチックレンズ(パックス社製, Tsurupika)により測定サンプル上に集光され、ビーム径は約 0.5mm である。本レンズは光波および THz 波に対し透明かつ等しい屈折率を有するため He-Ne レーザーによる THz 波の光線追跡およびアライメントが容易である。サンプルを透過した THz 波はそのまま近接した検出器に入射する。検出器には試料の透過強度に応じて焦電素子(日本分光社製, DTGS)あるいはSi ボロメーター(Infrared Laboratories 社製)を用いる。検出器からの出力は時定数 100 msec のロックインアンプで増幅され、AD 変換器を介してコンピューターにて記録した。計測中、サンプルは x-z ステージで連続的に 2mm/sec の掃引速度でラスタースキャンされる。スキャン領域は最大で縦横 50 \times 50mm で、その場合の画素数 L

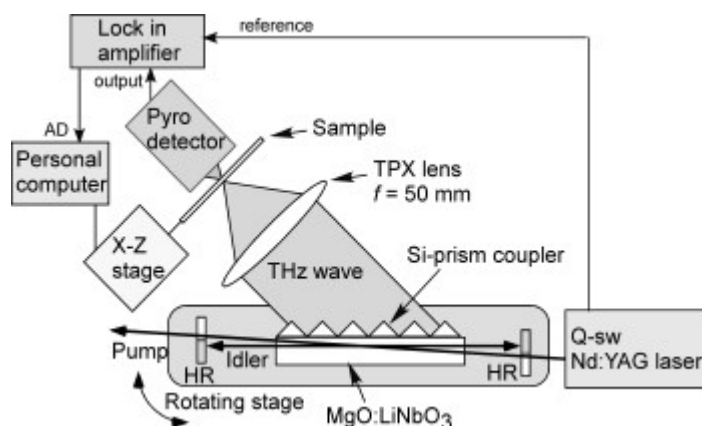


図1 テラヘルツ分光イメージングの実験系

は $100 \times 100 = 10000$ に相当する。

次に、主成分分析法の分光画像への適用について概略を説明する⁽²⁾。異なる吸収スペクトルを有する M 種類の物質から成る測定対象が、 N 通りの異なる波長でイメージングされた場合、線形行列方程式 $[I] = [S][P]$ で表せる。ここで、 $[I]$ は測定したマルチスペクトル画像を表し、各波長における画像の L 画素を 1次元に並べた行ベクトル($1 \times L$)を縦に N 波長分重ねた $N \times L$ 行列である。 $[S]$ は測定したスペクトルを表し、各物質のスペクトルの N 波長に対応した値 ($N \times 1$)を横に M 種類分重ねた $N \times M$ 行列である。 $[P]$ は求める各物質の空間パターンで、 L 画素を 1次元に並べた行ベクトル($1 \times L$)を縦に M 種類分重ねた $M \times L$ 行列である。最小 2 乗法により $[P]$ を解くと $[P] = ([S]^T[S])^{-1}[S]^T[I]$ となる。

我々は上述のシステムを用い、封筒中に隠された禁止薬物の非破壊検査技術の開発を進めている⁽²⁾。信書は小包とは異なり、法的に受取人しか開封が許されないため、殆どの国で検査は行われていない。封書を X 線スキャナーに通したり、探知犬に嗅がせたり、探知機で封書の外側をなぞったりすることもあるが、X 線スキャナーではビニール小袋や錠剤の形を見ることはできても薬物の種類の同定はできないため開封して調べるだけの根拠は得にくい。探知機や探知犬の場合は、薬物の一部が僅かでも封筒の外に漏れていなければ検出できない。他方、ミリ波イメージングの研究も進められているが、ミリ波帯域には試薬類の指紋スペクトルが見つかっていないため薬物の種類同定は困難である。また、赤外線イメージングの場合、赤外領域には試薬類の指紋スペクトルは存在するが、紙による吸収・散乱が強いことが測定の妨げとなる。

それに対し、周波数約 1THz 以上の帯域に主要な禁止薬物類および爆発物の指紋スペクトルが存在することが我々の測定によって確認され、かつ周波数約 3THz 以下の電磁波は紙類を透過するため、郵便物の非破壊検査の目的にとっておよそ 1-3THz の THz 領域が最適であると言える。なお、この領域は、TPO, is-TPG の波長可変域であるとともに、フェムト秒レーザーを用いた THz 時間領域分光法 (TDS: Time Domain Spectroscopy) の帯域でもあるため今後の実用化に期待が持てる。図 2 は封筒中の麻薬 (MDMA)、覚せい剤 (メタンフェタミン)、アスピリンを THz 分光イメージングにより非破壊検出した例である。

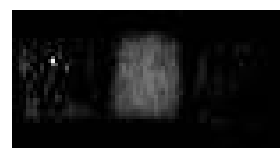
謝辞: 計測にご協力下さった科学警察研究所の井上博之室長, 中村順室長, 金森達之研究員に感謝致します。

参考文献:

- [1] K. Kawase, J. Shikata, H. Ito, J. Phys. D: Appl. Phys. **35**, R1 (2002).
- [2] K. Kawase, Y. Ogawa, Y. Watanabe and H. Inoue, Opt. Exp. **11**, 2549 (2003).



メタンフェタミン



アスピリン



MDMA

図 2 封筒中の覚せい剤 (メタンフェタミン)、アスピリン、および麻薬 (MDMA)を THz 分光イメージングにより非破壊検出した例。

会議報告

<フォーラム設立記念講演会>

テラヘルツテクノロジーフォーラムの設立記念講演会が平成 15 年 12 月 2 日(火)午後、東京国際フォーラムにおいて行われた(主催テラヘルツテクノロジーフォーラム, 共催財団法人テレコム先端技術研究支援センター(SCAT), 独立行政法人通信総合研究所(CRL), 後援 総務省)。第 1 部では総務省の鬼頭達男官房技術総括審議官の来賓挨拶に引き続き会長の阪井清美(CRL/SCAT), 副会長の小宮山進(東京大学)及び岩崎 純(栃木ニコン)による基調講演が行われた。引き続き第 2 部では Prof. Peter H. Siegel(Caltech/JPL)及び大阪大学前総長の岸本忠三氏による招待講演が行われた。それぞれの講演概要は次のとおりである。



写真：設立記念講演会質疑応答の様子

1. 「テラヘルツテクノロジー誕生と新しい展開」(CRL/SCAT 阪井清美)

1950 年代初頭から現在に到るテラヘルツテクノロジーの推移。1994～1995 年頃から世界的にブームになりだしたテラヘルツ光エレクトロニクス誕生から、これまでに積み上げられた基本的な技術を解説すると共に、新時代を画した技術、あるいは我が国がオリジナリティーを持つ技術の紹介と、世界の動向について概説。

2. 「テラヘルツフォトンカウンティングの現状と展望」(東京大学 小宮山進)

フェムト秒レーザー技術及び量子デバイス技術の進展により、これまでのフォトンカウンティングディテクタの 10,000 倍の高感度化が実現した。この高感度テラヘルツフォトンカウンティング技術により、遠方からの微弱テラヘルツ信号や半導体のように近接場から放射される微弱テラヘルツ信号の検出が可能となる。高感度テラヘルツフォトンカウンティング技術は電波天文分野での応用、半導体内部や生体内高分子動作(振動, 回転等)の観測等の新たな応用展開が期待される。

3. 「テラヘルツテクノロジーの産業化を目指して」(株式会社栃木ニコン 岩崎純)

産学官連携による研究開発により、次代の産業基盤を構築、新商品、新市場を創出し国際競争力を強化していくための産業基盤の構築が求められている。この周波数領域には、物質や生体の重要な物性情報が存在しているため、材料分野、バイオテクノロジー分野、医用分野と多岐にわたって、将来的に新しい市場が期待される技術分野である。

4. 「Terahertz Technology and Applications」(Caltech/JPL Peter H. Siegel)

25 年以上のテラヘルツ技術の研究開発により、広範な分野での応用が進んでいる。天文物理、地球天体科学分野に加えて、最近注目されている生物・医学領域でのテラヘルツ技術応用について解説するとともに、テラヘルツ帯の Heterodyne Imaging Array によるテラヘルツイメージなどの応用例を紹介。

5. 「生命科学の世紀：生命の謎を解く科学の進歩」(大阪大学 岸本忠三)

20 世紀中頃、生ワクチンを作ることができるようになったことにより地球上の小児麻痺が激減した。一つのビールスを見つけ出すこと、そしてそれを培養する方法を開発するという医学の研究が、いかに人の幸せに未来永劫に亘って役立つかということの一例である。また、免疫の研究、抗体・抗毒素の発見などが更なる画期的な近代医学の発展につながり、20 世紀末からは遺伝子研究が大きく進展してきている。このようなライフサイエンスの歴史、医学の研究がどのように発展してきたかを知ることによって、テラヘルツ研究開発の参考となることを期待する。

200 名限定の講演会であったがほぼ満席で、参加者はテラヘルツ波技術の歴史、最新のテラヘルツ

波技術動向とその応用、およびライフサイエンスの重要性などに関する、それぞれの講演に熱心に聞き入っていた。大学、公的研究所からの参加者のみならず、民間企業（全体の40%）からの参加者も多数で、産業応用への期待の高さが伺われた。

（フォーラム事務局 保田富夫）

<The W. M. Keck Laboratory for Terahertz Science の設立記念式典とシンポジウム、レンセラー工科大学にて行われる>

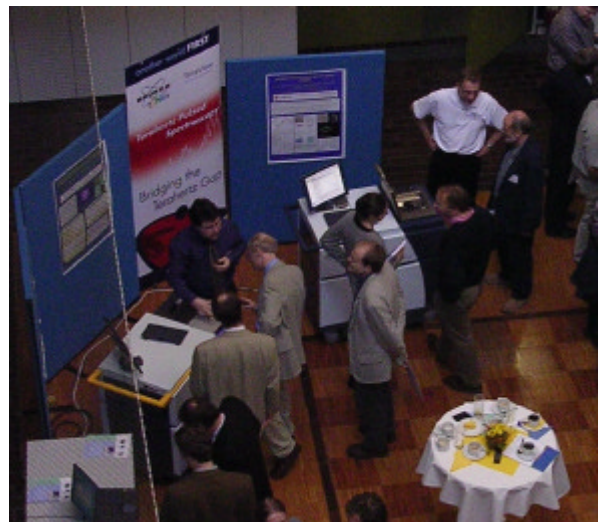
12月5日、米国レンセラー工科大学(Rensselaer Polytechnic Institute, RPI)においてThe W. M. Keck Laboratory for Terahertz Science の設立を記念するシンポジウムが開催された。まず最初に学長 Shirley Ann Jackson による挨拶、次いで Keck Lab 所長の X. C. Zhang 教授、THz-TDS の考案者である Daniel Grischkowsky オクラホマ大教授、非線形光学で著名なカリフォルニア大学バークレイ校の Yuen-Ron Shen 教授によるパネルディスカッションがあり、研究予算の状況、テラヘルツ波の応用などについて議論が交わされた。午後には上記のパネリストを含む9人の招待講演者によるシンポジウムが開催された。新しく設置された Keck Lab の実験室も公開され、見学することができた。実験室はクリーンルームとなっており、かなり広いスペースに最新のフェムト秒レーザー増幅器などが並べられており見ごたえがあった。テラヘルツ電磁波技術研究用の実験設備としては間違いなく世界トップクラスである。設備の充実もさることながら、Keck Lab が学生に奨学金を出し、テラヘルツ波関連の知識と技術を大学で学ばせるというプログラムも同時にスタートさせており、人材育成にも力を入れていることは注目に値する（最初の奨学生の奨学金の授与式も行われた）。おそらく、この研究センターが米国のみならず世界における THz 波研究の中心的役割を今後とも果たしていくであろうことは間違いのないであろうと思われる。

（大阪大学 超伝導フォトンクス研究センター 谷 正彦）

<Terahertz Workshop 2004, Technology and Application (Freiburg)>

テラヘルツ技術と応用に関するワークショップが、2月17日にドイツのフライブルグにあるフラウンホーファー研究所で開催された。参加者数は86名とワークショップにしては大人数であった。参加者の約1/3は企業関係者で、企業がテラヘルツテクノロジーに注目していることがうかがえた。このワークショップでは、テクノロジーに関して3件、応用に関して5件の講演があった。ポスターセッションでの発表は15件であった。講演者の講演内容はレビュー的な内容であった。テクノロジー関連では、University of Frankfurt の Prof. Roskos が CW のテラヘルツ光を用いたイメージングを中心に講演した。University of Neuchatel の Prof. Faist は最近進展をみせている量子カスケードレーザーに関する講演を行った。University of Konstanz の Prof. Leitenstorfer は、広帯域のテラヘルツ光の発生とフェムト秒物理への応用に関する講演を行った。アプリケーション関連では、University of Vienna の Dr. Darmo は光伝導テラヘルツ光源の最適化に関する講演を行った。University of Freiburg の Dr. Jepsen がテラヘルツ時間領域分光の原理とその生体高分子分光への応用について講演した。University of Durham の Prof. Chamberlain は医療分野、医薬分野、バイオ分野への応用について講演した。Rensselaer Polytechnic Institute の Prof. Zhang は、NASA と共同で行ったスペースシャトルに用いられている断熱材の非破壊検査への応用について報告した。University of Leeds の Prof. Miles は、テラヘルツ領域における材料評価について講演した。

このワークショップは、テラヘルツ分光装置やイメージング装置を製品化している Bruker Optik



展示会の様子。

GmbH, TeraView Ltd., Picometrix Inc., 栃木ニコンが参加した。Bruker/TeraView がテラヘルツ分光装置と走査型イメージング装置の実機を1台ずつ展示していたのは、かなり衝撃的であった。Bruker関係者4名、TeraView関係者3名が参加しており、力を入れようを感じた。装置はコピーマシンより若干小さめでデザインもなかなか良くコンパクトにまとめられていた。要素技術の様々な側面で欧州の大学や研究所が TeraView をサポートしながら装置開発を進めているようである。講演の中でも TeraView の装置は何度も話題に取り上げられていた。今回のワークショップへの参加は、欧州が精力的に研究開発から産業化まで進めている様子をつかえ大変良い機会であった。

我が国においてもテラヘルツ技術の産業化を目的として産学官からなるテラヘルツテクノロジーフォーラムが設立され、研究開発や産業化がいつそう加速されると思われる。

*本ワークショップの講演内容の詳細は、CDで配布されているのでご覧になりたい方は栃木ニコンの深澤までご連絡ください。(連絡先 thz@tochigi-nikon.co.jp)

(株式会社栃木ニコン 深澤亮一)

< 第1回研究会・見学会行われる >

テラヘルツテクノロジーフォーラムによる第一回研究会・見学会がさる3月4日に(株)東レリサーチセンターにて行われた。講演会場はほぼ満席で、参加者(計56名)の熱気を感じさせるものであった。まず、田中耕一郎(京大理)による THz 時間領域分光(THz-TDS)についてのチュートリアル、引き続き深澤亮一氏(栃木ニコン)による THz 分光・イメージング装置開発について、最後に永井直人(東レリサーチセンター)による THz 時間領域分光装置を用いた実際の測定、分析応用への展開についての講演が行われた。THz 波分光の基礎から応用を網羅する非常に密度の濃い内容であった。休憩時間をはさんで東レリサーチセンターの施設見学が行われた。さまざまな高性能分析装置とともに、(株)栃木ニコンが開発した THz 時間領域分光装置が実際に稼働している様子も見学することができた。分析装置のプロである永井氏や実際に現場で使用しておられる研究員の方が、装置の安定度、使いやすさになら問題がなく、従来の遠赤外分光器にはない大きな利点(検出器が常温で動作し、複素屈折率情報などが得られること)があると述べられていたことは、装置の完成度の高さを示すとともに、THz-TDSの可能性を示している。次回の研究会・見学会は東京での開催を予定している。

(京都大学 田中耕一郎)

テラヘルツ関連会議案内

平成16年春季応用物理学会(東京工科大学, 東京都八王子市)

シンポジウム 『テラヘルツセンシング - 新しい計測技術としての期待 - 』

3月28日午後 (時間・会場詳細は応用物理学会誌3月号をご参照ください)

- 1) はじめに(5分) 阪大超伝導フォトリサーチ 斗内政吉
- 2) 光子検出器とイメージング顕微鏡(25分) 東大総合文化 生嶋健司, 佐久間寿人, 吉村育大, 小宮山進
- 3) テラヘルツイメージングの新しい応用(25分) 理研 川瀬晃道, 小川雄一, 山下雅弘
- 4) テラヘルツによる宇宙の観測とテラヘルツ技術の応用(25分) 国立天文台 川辺良平
- 5) テラヘルツ電磁波による有機・生体分子分光(25分) 阪大超伝導フォトリサーチ 谷 正彦, 萩行正憲
休憩 15分
- 6) 高性能単色 THz 波光源と生体サンプル分光への応用(25分)
東北大通研, 理研 PDC 伊藤弘昌, 南出泰亜
- 7) 時間領域テラヘルツ全反射減衰分光法(25分) 京大院理 田中耕一郎
- 8) レーザーテラヘルツ放射顕微鏡(25分)
阪大超伝導フォトリサーチ, 理研 斗内政吉, 紀和利彦, 山下将嗣, 川瀬晃道

- 9) THz imaging and spectroscopy of DNA and related bio-molecules (25分) Osaka Univ. ISIR M. Herrmann, H. Tabata, T. Kawai
 10) まとめ(5分) 東大生産研 平川一彦

<「テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会」の設置について>

平成 16 年 1 月 20 日の電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ運営委員会において、「テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会 [委員長：斗内政吉 (大阪大, 超伝導フォトンクス研究センター)]」の設置が承認されました。設置の期間は平成 16 年 4 月～平成 18 年 3 月までの 2 年間です。

テラヘルツ帯を積極的に利用しようとするテラヘルツ波応用技術分野を開拓するための討論の場を提供することが非常に重要となってきたため、研究情報・意見の交換・討論を行うことを目的として時限研究専門委員会が設置されました。委員会・研究会・関連する団体との共催研究会や共催講演会を開催する、また、関連する国際会議の開催に貢献するなどして、この分野の発展を図ります。

年 2 回程度の委員会・研究会を東京や大阪などで開催することを予定しています。4 月の正式発足を受けて、第 1 回テラヘルツ応用システム研究会を下記の要領で開催致します。この機会に是非ともご参加ください。

----- 第 1 回テラヘルツ応用システム研究会ご案内 -----

委員長：斗内政吉 (大阪大)	15：15～15：45 「量子構造のテラヘルツ応答とデバイス応用」 浅田雅洋 (東京工業大学 大学院総合理工学研究科)
日時：平成 15 年 4 月 21 日 (水) 13：30～17：00	
会場：通信総合研究所本館 4F 西 TV 会議室 1W-412～414 (東京都小金井市)	15：45～16：15 「THz 光カウンティングとイメージング計測」 生嶋健司, 佐久間久人, 吉村育大, 小宮山進, 平川一彦 (東京大学)
http://www.crl.go.jp/overview/traffic-J.html	16：15～16：45 「テラヘルツパルス電磁波によるイメージング」 谷正彦, 米良泰次郎, 宮丸文章, 萩行正憲 (大阪大学 超伝導フォトンクス研究センター)
テーマ：「テラヘルツ関連デバイス開発の現状」	
プログラム (講演はすべて招待講演)	
13：30～14：00 「動作周波数 500GHz 超 HEMT-最速トランジスタ」 遠藤 聡 ^a , 篠原 啓介 ^b , 山下 良美 ^a , 渡邊 一世 ^c , 彦坂 康己 ^a , 松井 敏明 ^b , 冷水 佐壽 ^c , 三村 高志 ^a (^a 富士通研究所, ^b 通信総合研究所, ^c 大阪大学)	参加資格：特になし 参加申し込み：FAX, e-mail にて賈迫までご連絡ください。 参加費：一般 1000 円
14：00～14：30 「GaP 結晶によるテラヘルツ波の差周波発生」 田邊匡生 ^a , 須藤建 ^b , 西澤潤一 ^b , 佐々木哲朗 ^b (^a 東北大学, ^b (財)半導体研究振興会)	[問い合わせ先] 賈迫 巖(ほうさこ いわお) (通信総合研究所) 〒184-7895 小金井市貫井北町 4-2-1 TEL：042-327-6508 FAX：042-327-6941 e-mail：hosako@crl.go.jp
14：30～15：00 「単一走行キャリア・フォトダイオード(UTC-PD)を用いたミリ波・サブミリ波の発生」 伊藤 弘 (NTT フォトンクス研究所)	
15：00～15：15 休憩	

< 国際会議予定 >

Microwave and Terahertz Photonics

Strasbourg, France, 26-30 April 2004.

<http://www.spie.org/Conferences/Calls/04/epe/conferences/index.cfm?fuseaction=EPE117>

CLEO/IQEC2004(Conference on Lasers and Electro Optics/International Quantum Electronics Conference)

San Francisco, California, USA, May 16-21,2003

<http://www.cleoconference.org/>

2004 International Microwave Symposium

Fort Worth, Texas, June 6-11, 2004

<http://www.ims2004.org/>

BEMS 2004 26th annual meeting of the Bioelectromagnetics society

Washington, D.C., June 21-24, 2004

<http://www.bioelectromagnetics.org/bems2004>

LEES 2004(International Conference on Low Energy Electrodynamics of Solids)

Kloster Banz, Germany, July 18-23, 2004

<http://s2.pi1.physik.uni-stuttgart.de/LEES04/General.html>

The 27th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-27)

Flagstaff, Arizona, July 26-30, 2004

<http://www.icps2004.org/>

14th International Conference on Ultrafast Phenomena

Niigata, Japan, July 25-30, 2004

<http://www.osa.org/meetings/topicals/UP/>

IRMMW2004(29th International Conference on Infrared and Millimeter Waves)

University of Karlsruhe, Karlsruhe, Germany, September 27 - October 1, 2004

<http://irmmw2004.ihe.uni-karlsruhe.de/>

International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP2004)

Ogunquit, Maine, USA, October 4-6, 2004,

<http://www.mwp2004.org/>

17th annual meeting of the IEEE Laser and Electro-Optics Society (LEOS2004)

Puerto Rico, USA, November 7-11, 2004

<http://www.ieee.org/organizations/society/leos/LEOSCONF/LEOS2004/leos04.htm>

テラヘルツテクノロジーフォーラム入会方法

下記 URL にて随時受付中

<http://www.technova.co.jp/teratech/index.html>

編集後記：今回は情報が盛りだくさんで、レイアウトを考えるのに苦労しました。年度末で非常に忙しい時期であるにもかかわらず原稿締切りをきっちり守っていただいた執筆者の方々、どうもありがとうございました。今後もより良い紙面づくりに努力したいと思いますので、ご感想、ご希望、面白い記事などございましたらぜひご連絡ください。(谷)

テラヘルツテクノロジーフォーラム通信 Vol.2, No.1 1,000部 無料

発行日 2004年3月10日

企画・編集 谷正彦(大阪大学超伝導フォトニクス研究センター)

電子メール: tani@rcsuper.osaka-u.ac.jp

発行 テラヘルツテクノロジーフォーラム事務局

〒100-0011 東京都千代田区内幸町1丁目1番1号

帝国ホテルタワー13階(株)テクノバ内

TEL: 03-3508-2280 FAX: 03-3508-7578

E-mail: teratech@technova.co.jp

<http://www.technova.co.jp/teratech/>