

# 「全光式」蛍光操作技術を利用したテラヘルツリモートセンシング

すでに多くの時間領域テラヘルツ(THz)波検出技術が開発されているが、高い大気中水分の吸収が「遠隔」THzセンシングの妨げとなり、国家防衛、天文学、環境モニタリングなどの多数の用途からは締め出されている。しかし、米レンセラーア工科大学(RPI)とカナダのラバル大学の研究チームによる新しい全光式技術によって、ようやくこの図式は変わろうとしている<sup>(1)</sup>。

## レーザ誘起蛍光

その鍵は、THz波と直接相互作用する全方向性の蛍光放射を利用することにある。この信号検出法は、最小の水

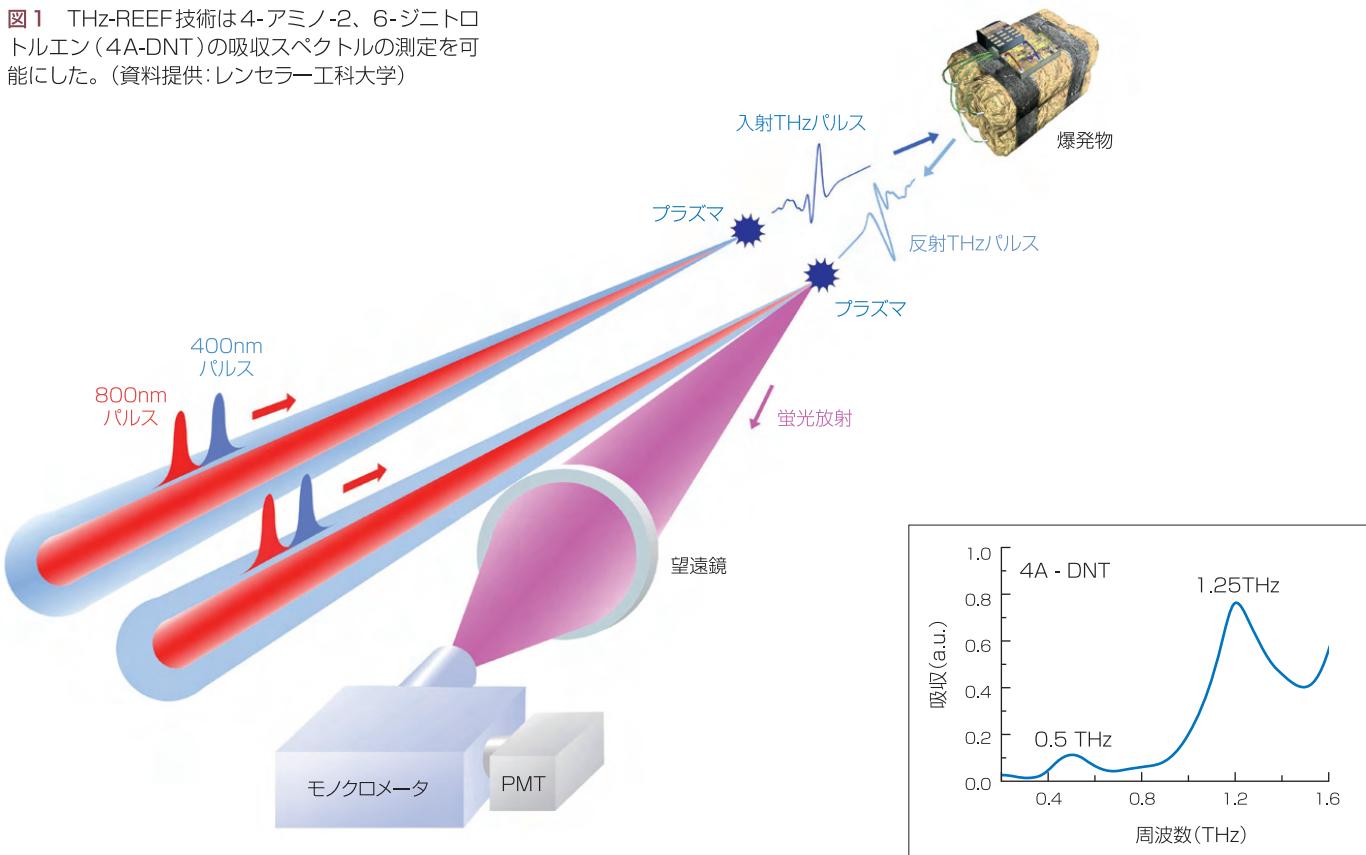
蒸気吸収と制限のない方向性によって、最高10mまでのスタンドオフ(離間)距離でTHzパルスを時間分解測定するために十分な感度をもつ。

紫外(UV)コート望遠鏡と分光計はプラズマからのレーザ誘起窒素蛍光を遠隔距離で収集し、測定する。大強度のレーザパルスを窒素原子に照射すると、励起された電子の一部が原子や分子の高リュードベリ状態にトラップされる。一方、单一サイクルのTHzパルスは原子をイオン化がより容易な捕獲状態に励起するため、THz放射増強蛍光(THz-REEF)が実現する。

研究チームは、2色(基本波と第2高

調波)のレーザパルスを使うことによって気体を非対称にイオン化してレーザ誘起プラズマ中の電子ドリフト速度を制御した。これにより、THz波と相互作用するプラズマからの蛍光放射をコヒーレントに操作した。アト秒精度で制御可能な基本レーザパルスと第2高調波レーザパルスとの間の相対的な光位相は非対称な電子ドリフトが創出されるようにセットされた。時間分解THz-REEF波形(THzパルスと光パルスとの間の時間遅延を継続的に変更しながら蛍光放射を測定することによって得られる)を電子ドリフト速度がそれぞれTHz偏光方向に平行および逆平

**図1** THz-REEF技術は4-アミノ-2、6-ジニトロトルエン(4A-DNT)の吸収スペクトルの測定を可能にした。(資料提供:レンセラーア工科大学)



行になったときに測定した。これら二つの波形の差は時間依存THz場(THzの時間領域波形)に正比例する。THzパルスの振幅と位相情報を蛍光信号から同時に抽出することができた。

## スタンドオフスペクトル

THz-REEF技術を使って、水蒸気と4-アミノ-2、6-ジニトロトルエン(4A-DNT)の高解像度プロードバンドスペクトルをそれぞれ0~7THzと0~1.5THzの範囲で測定した。4A-DNTスペクトルは、電気光学結晶(300μm厚みの<110>リン化ガリウム)を使って時間領域THz波形をそのポッケルス効果によって測定する、いわゆる電気光学サンプリングに比べて勝れていた。固有の

フォノン吸収とファブリペロー効果が存在しないため、この技術は、ブロードバンドと高解像度の分光シグネチャーを提供することができる。

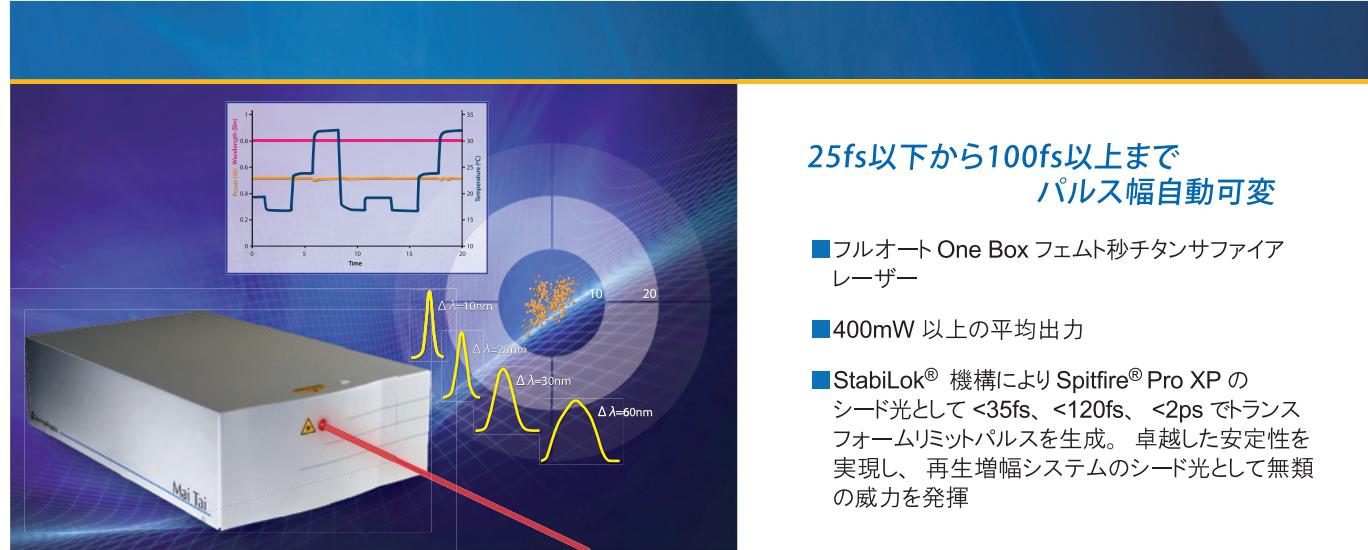
RPIの科学部のJ・エリック・ジョンソン'22教授職と同THz研究センターの所長を兼務するX・C・チャン氏は、「十分なレーザパワーを使用したTHz波リモートセンシング技術と、すでに実証済みの相対位相が安定に制御された2色レーザビームを使った長距離THz波発生とを組合せることによって、化学生物薬品を識別するための遠隔THz分光法が実現するであろう」と語っている。

チャン氏は、「さらに、強電界イオン化、プラズマ動力学、THz波誘起電子加熱などの相互作用過程の詳細を明らかにすれば、遠隔THz分光法は強い光・物質相互作用における電子の挙動を評価する有望な方法となるだろう。大気条件におけるTHz波リモートセンシングの大きな課題はTHz周波数の強い水蒸気減衰であった。UV蛍光の高い大気透明性によってリモートセンシングが可能になった。われわれは、もはや湿度の心配が要らないリモートセンシングの達成に興奮している」と付け加えた。  
(Gail Overton)

## 参考文献

(1) J. Liu et al., 2010 CLEO Postdeadline paper CPDB8, San Jose, CA (May 2010).

IPW



パルス幅可変超短パルスマードロックチタンサファイアレーザー

# Mai Tai® SP

製品情報・お問い合わせは <http://www.spectra-physics.jp>

スペクトラ・フィジックス株式会社

本社 〒153-0061 東京都目黒区中目黒4-6-1 大和中目黒ビル  
大阪支社 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町3-1-43 西本町ソーラービル  
TEL(03)3794-5511 FAX(03)3794-5510  
TEL(06)4390-6770 FAX(06)4390-2760

Spectra-Physics.  
A Newport Corporation Brand

Newport. Family of Brands – Corion® • New Focus™ • Oriel® Instruments • Richardson Gratings™ • Spectra-Physics®