

大阪大学臨床医工学融合研究教育センター(MEI)センター
グローバルCOE「医・工・情報学の融合による予測医学基盤創成」
—*in silico medicine* を指向したオーブンプラットフォームの構築—

グローバルCOEプログラム

■ 海外国際会議渡航報告書 ■

■ 報告者 ■ 謝 宜達

■ 所属 ■ 基礎工学研究科 機能創成専攻 生体工学領域

■ 学年 ■ 博士後期課程 1 年

■ 渡航目的 ■ ポスター発表及び情報収集を行う

■ 国際会議名 ■ 36th International Conference on Infrared, Millimeter,
and Terahertz Waves

■ 渡航先 ■ Houston, TX, USA

■ 渡航期間 ■ 2011 年 10 月 1 日～10 月 9 日

■ 論文タイトル ■

Observation of Terahertz Frequency Comb by Time-Window-Extended,
Asynchronous-Optical-Sampling THz-TDS

■ 報告 ■

今回、2011 年 10 月 2 日から 6 日間にわたって米国ヒューストンで開催された『第 36 回赤外ミリ波及びテラヘルツ・エレクトロニクス国際会議 (IRMMW-THz2011)』に参加し、『時間窓拡大型非同期光サンプリング式時間領域分光法 (ASOPS-THz-TDS) による THz コムの観測』という講演題目でポスター発表を行った。IRMMW-THz2011 は、ミリ波～THz 波～赤外光の幅広い電磁波領域における光源・検出器・分光・イメージング・応用等に関する各種技術を扱う国際会議であり、最も規模の大きなテラヘルツ関連国際会議となっている。今回の IRMMW-THz2011 では、ノーベル賞講演 2 件 (Robert Wilson 氏@1978 年ノーベ

ル物理学賞、Robert Curl 氏@1996 年ノーベル化学賞)、プレナリー講演 8 件、口頭発表 310 件、ポスター発表 190 件が行われ、活発な質疑応答が行われた。

テラヘルツ (THz) 領域は、構成原子数の少ない気体分子の回転遷移に伴う様々な吸収線が現れる周波数帯であり、これを利用すると代表的な大気環境汚染物質である揮発性有機化合物 (VOC) ガスや他の気体分子種を同時に分析できる。また、可視光や赤外光と比較すると波長が長いいため、エアロゾルによる散乱の影響を受けることなく分析できる。したがって、これらの特徴を利用すると、多数の気体分子種やエアロゾルが混在した状況でも、サンプルの前処理を行うことなく、『ありのままの状態』の VOC ガスを分析することが可能になると考えられる。また本手法を応用すれば、呼気に含まれる微量物質の高感度検出が可能となり、呼気による迅速疾病診断が加速されることが可能になると考えられる。

従来の代表的な THz 分光法として、波長可変 CW-THz 分光法と THz 時間領域分光法がある。前者では、高いスペクトル分解能が可能である一方で、測定スペクトル範囲が狭くスペクトル確度も十分とは言えなかった。それに対し、後者では、広帯域スペクトルを得ることは可能であるが、スペクトル分解能や確度が低い。このように、従来法には一長一短があり、大気分析に利用するには不十分であった。

THz 周波数領域において超離散マルチスペクトル構造を示す THz コムは、広帯域・高分解能・高確度という特徴を併せ持つことから、大気ガス分析に利用可能な超精密 THz 分光を実現する上で有力な手段と考えられる。しかし、これまで、その詳細なスペクトル構造を観測することは困難であった。我々は、時間窓拡大型非同期光サンプリング式 THz 時間領域分光法という独自の手法により、そのスペクトル構造を観測するのに初めて成功したので、本学会で報告した。本報告に対して、以下のような質疑応答を行った。

質問①：THz コムとは？

応答①：フェムト秒モード同期レーザー光は、時間領域で等間隔なパルス周期の光パルス列を示す。これはフーリエ変換をすることで得られる光スペクトル領域では、モード同期周波数の間隔で規則的に櫛の歯状で並んだ構造を示す。この光コムを光伝導アンテナに入射すると、THz 領域までダウンスケーリングされ、THz コムが生成される。各コム・モードを THz スペクトル周波数目盛りとして利用することによって、高分解能、高確度、広帯域な THz 分光装置が可能になる。

質問②：どうして ASOPS 式で信号をとりますか？

応答②：従来 THz-TDS では、時間遅延ステージの長さの制限から、このような THz パル

ス列の電場時間波形を取得することは不可能なので、ASOPS 式による機械式時間遅延走査が不要により、高速測定だけでなく、任意の測定時間窓が設定可能になる。

質問③：スペクトルの周波数分解能は？

応答③：この THz コムの線幅は測定時間窓の逆数によってきまり、間隔はモード同期周波数に等しくなる。したがって、この THz コム・モードを THz スペクトルの周波数マーカーとして利用すると、56MHz のスペクトル分解能を有する THz 分光計測が可能になると考えられる。

本発表以外に、THz ガスセンシング関連の発表が 8 件あり、THz 分光の有力応用分野として大気ガス分析が重要視されているように感じた。日本の NTT の研究グループは、波長可変 CW-THz 分光を用いて、煙の中に含まれる有毒ガス成分（HCN ほか）の定量に成功していた。煙を始めとした微粒子は、波長と微粒子直径の関係から、光波を強く散乱するため、可視光や赤外光を用いた分光法ではその分析が困難であった。一方、THz 波の波長は、微粒子直径よりも大きいため、散乱の影響を受けることなく、ガス分析が可能になる。また、米国海軍研究所とオクラホマ州立大のグループは、THz 波の透過特性が良好な『大気之窗』で THz 時間領域分光法を用いることにより、非常に微量の HCN と NO₂ ガスを検出することに成功していた。このような用途に対して、我々の提案する手法を適用できれば、大気ガス分析の更なる高度化が期待できる。

最後に、今回の海外渡航を助成して頂いた MEI センター-gCOE に深く感謝いたします。

