

微小開口型テラヘルツチップによる血糖値の微量測定

Ultra-trace Measurement of Blood Glucose Level using Small Aperture Terahertz Chip

大阪大¹ ○(M1) 岡田 航介¹, 芹田 和則¹, 村上 博成¹, 川山 巖¹, 斗内 政吉¹

Osaka Univ.¹, [○]Kosuke Okada¹, Kazunori Serita¹, Hironaru Murakami¹, Iwao Kawayama¹, Masayoshi Tonouchi¹

E-mail: okada-k@ile.osaka-u.ac.jp

1. 研究概要

テラヘルツ (THz) 波を用いたバイオセンシングでは、生体分子の高感度かつラベルフリーでの測定が可能であることから近年活発に研究が進められている。しかし、対象となるサンプルは溶液中に存在することが多く、水を代表とする極性溶媒による THz 波の吸収の影響を考慮する必要がある[1]。これに対し、近年我々の研究グループが開発した近接場 THz 分光システムでは、非線形光学結晶の GaAs(110)に照射した励起レーザー光のスポット領域で局所的に発生する高密度 THz 波とサンプルを密接させることで、微量溶液の高感度分光測定を可能としている[2]。これまでに、円形微小開口を用いて糖類水溶液やミネラル水の濃度を数 10nL 以下の微量でかつピコモルオーダーの低濃度で高感度に検出できることを報告してきた[3]。今回、この技術を医療分野で広く行われている血糖値（血中グルコース濃度）測定への応用を目的として、グルコース水溶液やヒトの血液測定を行った。その測定および評価結果について報告する。

2. 微量液体センシングチップ

図 1 に本研究で用いた円形微小開口チップ（外径 1.5mm、内径 200 μm 、深さ 30 μm ）と本近接場 THz システムによる測定イメージを、図 2 (a) に血糖値測定に先駆け、本チップを利用して行ったグルコース水溶液の透過率スペクトル測定結果を示す。穴構造からの THz 波透過スペクトルでは、発生する THz 波と穴構造との共鳴効果による特徴的な周波数ディップが現れることがこれまでに分かっており、今回、その効果が現れる 0.9~1.6THz の領域に着目して評価を行った。これより、グルコース濃度が大きくなるとともに、透過率が上昇する傾向が観測された。これは、水分子がグルコースに水和したことによって、水による THz 波の吸収が抑えられたことが原因だと考えられる。更に濃度間の差異を約 18mg/dL の感度で検出できており、一般的なグルコースセンサーとほぼ同等の値を確認できた[4]。

3. ヒトの血液の測定

図 2 (b) は、本チップを利用して測定した食前、食後のヒトの血液の数時間ごとの透過率スペクトルである。血液は指先からマイクロシリンジにて 300nL 採取し、速やかに

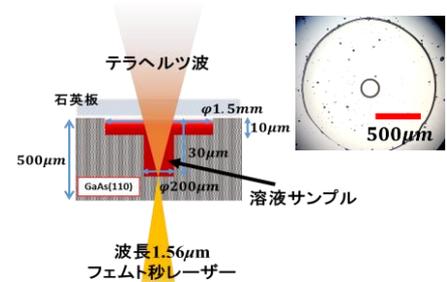


図 1 円形微小開口チップと溶液測定イメージ

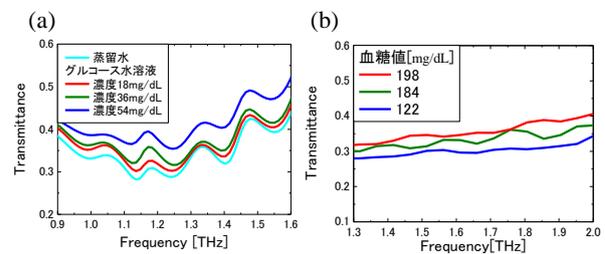


図 2 (a) グルコース水溶液の透過率スペクトル[4]
(b) ヒトの血液の透過率スペクトル

にチップへ導入して測定した。なお比較のため、市販の検査キットでの血糖値測定も行った。これより、血糖値が 122mg/dL の場合 THz 透過率は小さく、198mg/dL の場合に大きくなっていることが観測できた。これは事前に行ったグルコース水溶液での測定結果と同様の傾向であり[4]、血中のグルコースと THz 波の相互作用により血糖値の定量評価ができる可能性があることを示している。今後は、穴構造や流路構造の最適化による試料の高精度な導入・評価、またできれば他の分析方法を用いた測定結果等との比較を行い、開発したチップの血糖値分析能力を詳細に評価していく予定である。

4. 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 15K18053 の助成を受けた研究です。

5. 参考文献

- [1] M. Tonouchi, Nat. Photon. **1** (2007).
- [2] K. Serita, et al. Opt.express, **20** 12959 (2012).
- [3] 松田栄輝他、第 75 回応物秋季学術講演会、20p-C6-1
- [4] K. Okada, et al. Teranano6, P2-20 (2015).