

テラヘルツ波による細胞研究への可能性

Possibility of Terahertz Technology to Cell Research

○小川 雄一¹、白神 慧一郎¹、鈴木 哲仁¹ (1. 京大院農)

°Yuichi Ogawa¹, Keichiro Shiraga¹, Tetsuhito Suzuki¹ (1.Kyoto Univ.)

E-mail: ogawayu@kais.kyoto-u.ac.jp

水分子は、生体中で最も多く含まれている分子であり、質量パーセントで 70%以上を占める。このことは、生体は圧倒的多数の水分子で構成されていることを意味している。しかしこれまでの細胞研究において、水分子そのものに着目した研究は少なく、観察目的の生体分子に標識をつけて観察する手法や特定の生体分子を抽出して解析する手法が一般的である。さらに、水分子の役割は熱拡散や物質移送、生体分子の高次構造の維持など、生命活動に直結する生体反応の場としての役割が知られているものの、細胞内でのその挙動は十分に明らかになっていない。一方テラヘルツ波分光法では、水分子の水素結合ネットワークが評価できることが知られている。しかも、この帯域は溶質の影響を受けることなく、自由水の緩和や分子間振動のモードを直接観測できるため、細胞内の水分子の挙動を知るには適していると考えられる。そこで我々は、細胞の中の水分子ダイナミクスを理解するために、生きた培養細胞の複素誘電率を測定できる二界面モデルを用いた全反射減衰分光法による細胞計測用テラヘルツ波分光システムを開発した¹⁾。

細胞の複素誘電率は、蒸留水とよく似たスペクトル形状を示したが、Debye-Lorentz フィットティングを使って遅い緩和、速い緩和、分子間振動などの寄与を詳細に調べると、蒸留水と比べて HeLa 細胞の遅い緩和強度は、21%程度低い値を示す結果となった。これは細胞内に含まれる生体分子によって水分子の占める体積が減少したことに由来すると考えられる。一方、速い緩和強度は、蒸留水と比べて 10%程度の増加が見られた。この結果は、細胞の中には蒸留水中の水に比べて水素結合から孤立した水分子の割合が多く含まれる事を示唆している。さらに我々は、分光測定で得た知見を元に、より高感度に細胞の状態の差異を識別すべく、いくつかのセンサの開発を行っている。例えば、メタマテリアルはテラヘルツ帯での高感度なセンサとして応用が期待されているが、我々はこれを生きた細胞の酸化ストレス応答のセンシングに利用することを試みている。本発表では、細胞の分光測定で得た知見や、開発を進めている CMOS 技術をベースとした新しいセンサ技術²⁾について紹介する。さらに、テラヘルツ波による細胞計測と従来の細胞研究の方法との違いについても触れ、我々が考える細胞研究への応用可能性について述べたい。

参考文献

- 1) J. INFRARED MILLIM. TERAHERTZ WAVES **35** (2014) 493-502
- 2) The 2016 IEEE international Solid-State Circuits Conference にて発表予定

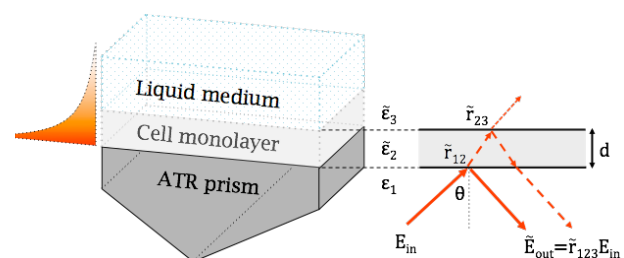


図 全反射減衰法の二界面モデルの模式図