

全反射減衰分光および数値計算による汗腺のテラヘルツ帯電磁波応答の解析

Analysis of sweat gland response in terahertz frequency region

by attenuated total reflection spectroscopy and numerical simulation

千葉工大工 °長嶋 一樹、水津 光司

Chiba Inst.Tech. °Kazuki Nagashima, Koji Suizu

E-mail: s1122231UR@s.chibakoudai.jp

人間が汗をかく器官である汗腺が、テラヘルツ帯の電磁波に対してアンテナとして機能する、ということはこれまで多くの研究で予想されてきた。汗腺の長さ・直径・巻数が、共振周波数・偏波特性に深く関係しており、本研究ではそれらのパラメーターから数値計算を行うことで、汗腺のアンテナとしての機能を追究した。

汗腺がアンテナとして機能する場合、その構造からヘリカルアンテナとして機能するが、ヘリカルアンテナにはノーマルモード型と軸モード型の2つの異なるモードが存在する。それぞれの放射パターンは、ノーマルモード型が螺旋軸に対して水平であり、軸モード型は軸に対して垂直である。汗腺は螺旋軸が皮膚に対して垂直に配置されているため、軸モード型としての機能を考える。軸モード型として機能する条件は、螺旋の円周(C)と波長(λ)の関係が $3/4 < C/\lambda < 4/3$ 、螺旋の円周(C)と螺旋の間隔(S)から求められるピッチ角 $\alpha (= \tan^{-1}(C/S))$ が $12 \text{ deg} < \alpha < 14 \text{ deg}$ 、螺旋の巻数が3回以上の場合である。また、この場合の偏波特性は円偏波である。

汗腺の各パラメーター[1]からコンピュータ上にモデルを作成し、4nec2[2]を用いてモーメント法による数値計算を行い、共振周波数を求めた。その一例をFig.1に示す。Figure.1から汗腺の共振周波数は660GHzである。その放射パターンをFig.2に示す。Figure.2は左円偏波の放射パターンであり、軸モード型としての共振周波数であるとわかる。しかし、螺旋の円周(C)と波長(λ)の関係が $3/4 < C/\lambda < 4/3$ となる条件は満たされていないため、楕円偏波となっていることが考えられる。また、アンテナ線の太さによっても、共振周波数や吸収量が変化していることが数値計算により確認できた。その結果をFig.3に示す。以上の結果から汗腺がアンテナとしての機能を有していると考えることができる。

この数値計算を元に、全反射減衰分光法による測定を行った。詳細は当日報告する。

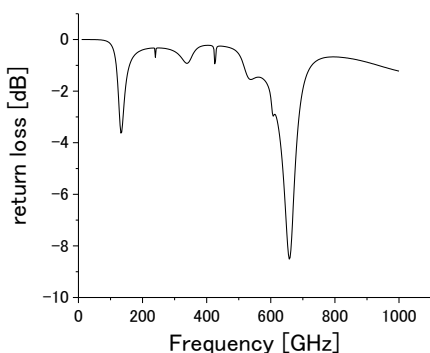


Fig.1 汗腺のリターンロス

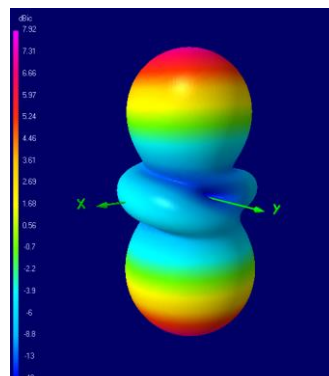


Fig.2 共振周波数での放射パターン (左円偏波)

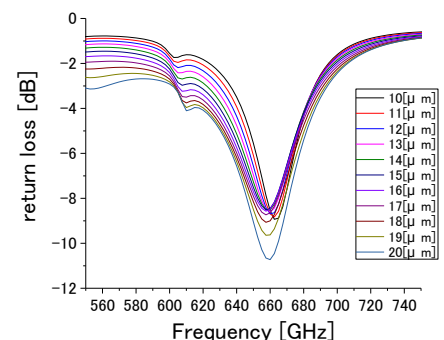


Fig.3 アンテナ線の太さによる共振周波数の変化

[1] Saroj R. Tripathi, Eisuke Miyata, Paul Ben Ishai & Kodo Kawase, *Scientific Reports* 5, Article number: 9071 (2015)

[2] A. Voors, 4nec2, [Online], Available: <http://home.ict.nl/~arivoors/>