

ウェアラブル機器のEMC評価技術に関する検討

電子技術部 電磁環境チーム 原 孝 彦
菅 間 秀 晃

主にウェアラブル機器に利用される近距離無線技術として、人体の内部や周囲を伝送路とする BAN (Body Area Network) が注目されている。しかし、人体は伝送路として不安定であり、外部に不要なノイズを放射し、外部からの電磁ノイズによって誤作動する等、新たな EMC 問題が懸念されている。本研究では、電界通信方式の BAN に着目し、ウェアラブル機器に関する EMC 問題の解決手段として電磁界シミュレーションの実用性について検討した。数値人体モデルを利用して電磁界解析を行った結果、人体の有無で伝送特性を比較すると、人体によって約 14 dB の伝送特性向上が確認できた。しかし、3 m 離れた場所における磁界強度は、人体によって約 17 dB 大きくなり、放射ノイズが増大する可能性が示された。

キーワード：ウェアラブル機器，BAN，電磁界シミュレーション，数値人体モデル

1 はじめに

近年、主にウェアラブル機器に利用される近距離無線技術として、人体の内部や周囲を伝送路とする BAN が注目されている。通信方式としては、電界方式や電流方式がある。この BAN は消費電力が小さく、セキュリティに優れるなどの特徴があり、応用先としては医療、電子決済、オフィス・セキュリティ等がある。しかし、人体は伝送路として不安定であり、外部に不要なノイズを放射し、外部からの電磁ノイズによって誤作動する等、新たな EMC 問題が懸念されている。そのような状況の中で実際にノイズ測定を実施しようとしても、CISPR (国際無線障害特別委員会) 等で測定方法が標準化されていないため実測が困難となる場合があり、そのような場合は PC 上で様々な条件を与えて解析可能な電磁界シミュレーションによる評価が有効と考えられる。そこで、本研究では BAN における EMC 問題の解決手段として電磁界シミュレーションの実用性について検討した。

2 評価方法

今回評価対象にしたタッチタグ[®]スターターキット (アドソル日進株式会社製；使用周波数：3.2 MHz) を図 1 に示す。このタッチタグは、BAN の通信方式の中で電界方式を採用し、ドアの入退室管理システム等として商品化されている。構成としては、人が身につけるタグとドア等に取り付けるリーダー/ライターからなる。シミュレーションには、有限積分法を用いたドイツ CST 社の MW

STUDIO 2015¹⁾を使用し、周波数範囲は 1 MHz~30 MHz とした。また、人がタッチタグを装着した状態を模擬するため、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)、北里大学、慶応義塾大学及び首都大学東京の共同開発による数値人体モデルデータベース²⁾を使用した。この人体モデルは筋肉、臓器、骨なども詳細に数値モデル化されており、携帯電話等の電磁波の人体に対する安全性評価に多く用いられているため、BAN における EMC 問題にも活用が期待できる。また、人体モデルの姿勢変形は、国立研究開発法人情報通信研究機構の開発による姿勢変形ソフトウェアを使用した。

シミュレーションモデルを図 2^{3,4)}に示す。タッチタグについては、タグとタッチ型電極をそれぞれモデリングした。シミュレーション条件としては、タッチタグのみの場合と人体モデル+タッチタグの 2 条件とし、電界分布やタグとタッチ型電極間における信号の伝送特性 (S21) を解析した。なお、境界条件としては床面のみ金属 (導電率 $\sigma = 3.56 \times 10^7$ S/m) で、その他の面は完全吸収境界とした。ただし、人体が靴を履いている場合を考慮し、人体モデルの足と床面との間には絶縁体 (Rubber) を挿入した。また、電界通信における床面の影響について確認するため、導電率を変化させた場合 ($\sigma = 3.56 \times 10^3$ S/m, 3.56×10^7 S/m) のシミュレーションも実施した。

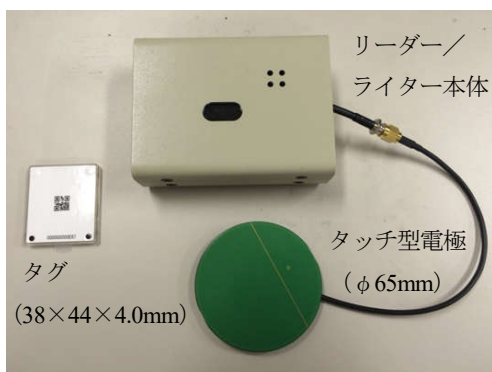


図1 電界通信タッチタグキット

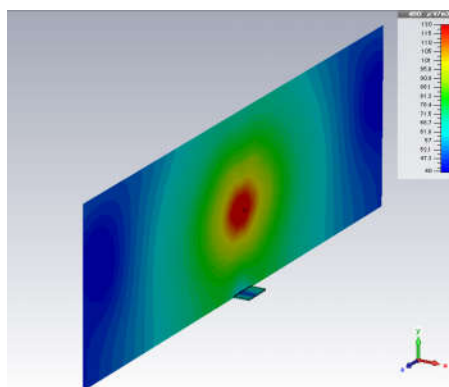


図3a 電界分布のシミュレーション結果 (タッチタグのみの場合)

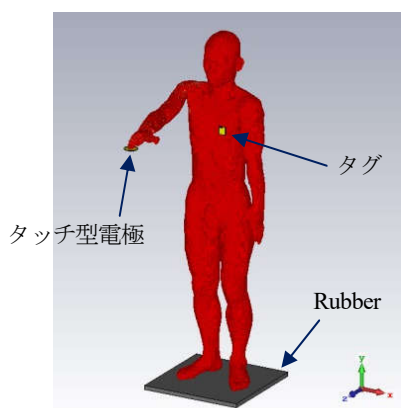


図2 数値人体モデルを用いた解析モデル

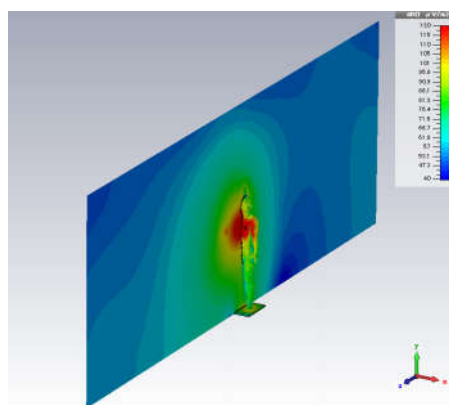


図3b 電界分布のシミュレーション結果 (人体モデルとタッチタグの場合)

3 結果

タグに 1 W の電力を給電した場合の両シミュレーション条件について、周波数 3.2 MHz のときの電界分布を図 3a と図 3b に示す。両者を比較すると、人体モデルとタッチタグの場合の方が、広範囲に電界が分布していることがわかる。また、図 4 に人体近傍の電界分布を示す。タグと人体が電界結合して人体通信をしている様子が見える。伝送路として人体は不安定であるため、人体通信中に人体から空間に電磁放射が生じ、EMI 問題が懸念される。そこで、人体モデルから 3 m 離れた場所において磁界強度を解析した結果を図 5 に示す。周波数 3.2 MHz において、人体によって磁界強度が約 17 dB 増加することから、放射ノイズが増大する可能性が示唆される。このため、今後は電波法で規定されている微弱無線設備の評価法を参考に、電波暗室内でループアンテナ等を用いて電波強度測定を実施し、本結果と比較することで電磁界シミュレーションの実用性について検討する。

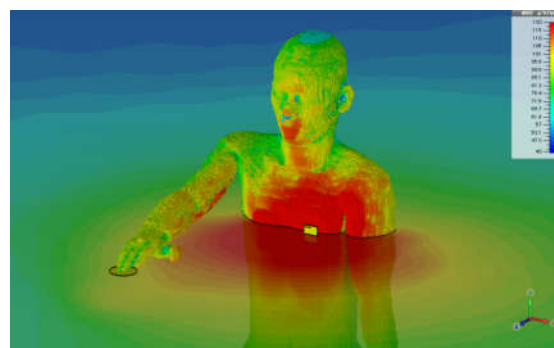


図4 人体近傍の電界分布のシミュレーション結果

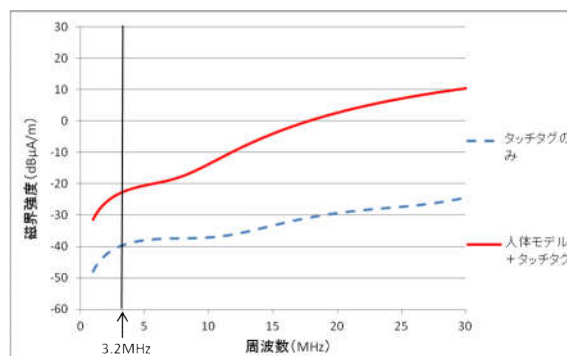


図5 人体から 3 m 距離における磁界強度の最大値の比較

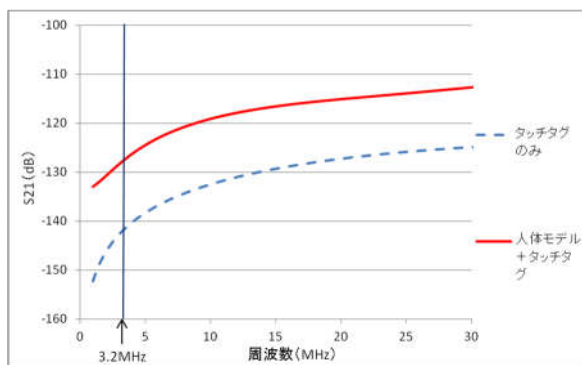


図 6 伝送特性 (S21) の比較

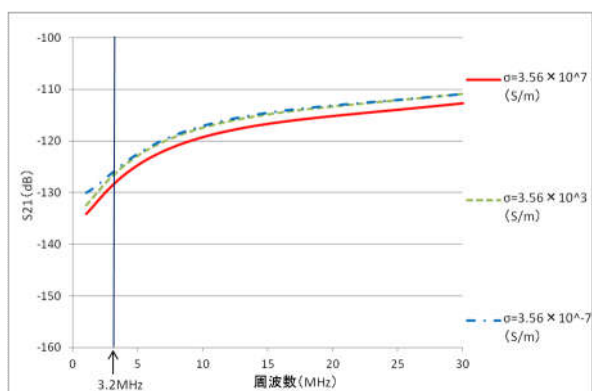


図 7 床面の導電率 σ を変化させた場合の伝送特性

次に、両シミュレーションの伝送特性 (S21) を図 6 に示す。周波数 3.2 MHz のときの値を比較すると、タッチタグのみの場合は -142 dB、人体モデルとタッチタグの場合は -128 dB になった。よって、人体モデルがある場合の方が、無い場合よりも約 14 dB 伝送特性が良くなることが確認できた。

最後に、人体モデルとタッチタグの場合において、床面の導電率を変化させたときの伝送特性 (S21) の結果を図 7 に示す。床面の導電率 σ を大きく変化させても、伝送特性はほとんど変化していないことがわかる。よって、電界通信においては床面の影響はほとんど無く、通信は人体内部で完結していることが明らかになった。

4 おわりに

本研究では、BAN の通信方式の中で電界通信における電磁界シミュレーションの実用性について検討した。今後は、ネットワークアナライザによる伝送特性の測定および電波暗室においてタッチタグの EMI 測定を実施し、今回のシミュレーション結果との比較・検討を行う。

文献

- 1) 株式会社エーイーティー. “三次元電磁界解析ソフトウェア”. CST – Computer Simulation Technology. http://www.aetjapan.com/software/CST_Overview.php, (参照 2016/06/30).
- 2) NICT-情報通信研究機構. “電磁環境研究室 生体 EMC”. <https://www2.nict.go.jp/acri/emc/bio/data/index.html>, (参照 2016/06/30).
- 3) Environmental information and microsystem Lab. Human Interface Group, THE UNIVERSITY OF TOKYO ; Transmission Characteristics of Wearable Devices Between Two Human Bodies.
- 4) Environmental information and microsystem Lab. Human Interface Group, THE UNIVERSITY OF TOKYO ; Human Body Communication Between Fingertip and Wrist Using Stationary and Wearable Devices.