

人体等価ファントム開発の効率向上を目的とした 300 - 1000 MHz 帯域用ファントム組成設計システムの検討

許田 新太郎^{††}
† 立命館大学情報理工学部

齊藤 万里子[†] 前田 忠彦^{††}
†† 立命館大学大学院情報理工学研究科

1. まえがき

ファントム開発の効率向上のため、文献[1]ではファントム自動組成設計システムが提案されている。しかし、組成設計のための対応周波数が 1-5 GHz であり、1 GHz 未満の低い周波数帯域における組成設計については検討されていない。そこで本報告では対応周波数低域化のための第一段階として、システムの対応周波数を 300-1000 MHz と低域に拡大し、この帯域における人体組織の電気定数集中範囲(比誘電率:40-70, 導電率:0.5-2.5 S/m)を目標電気定数範囲として、単一周波数における組成設計の検討を行う。ファントム自動組成設計システムにはサンプルファントムが必要となるため、目標電気定数範囲に収まるようにサンプルファントムを作製する。

2. サンプルファントムの作製

作製するサンプルファントムの構成要素として、比誘電率調整のための水、グリセリン、シリコーンエマルジョン、および導電率調整のための塩化ナトリウムの合計 4 種類の試薬を使用する。ここで、低い周波数における人体組織の比誘電率は比較的高いため、比誘電率が高い水を主剤としてサンプルファントムを複数作製する。なお、すべてのファントムにおいて固化化のために液体の合計重量の 6% に相当する寒天を添加している。この結果、作製した 55 種類のサンプルファントムの電気定数は、図 1 に示すように人体組織の目標電気定数範囲(四角囲み)をある程度満足していると確認できるため、今回はこのサンプルファントム 55 種類を用いて組成設計を行うこととする。

3. 胃ファントムの合成精度

胃ファントムの組成設計を例とし、今回作製したサンプルファントムを用いて一次回帰式による合成精度の評価を行う。システムにより、各周波数で算出された組成を表 1 に、また対応する測定結果を表 2 に示す。表 2 より、胃ファントムの目標値との最大誤差率は 900 MHz で 5.4% 程度となった。

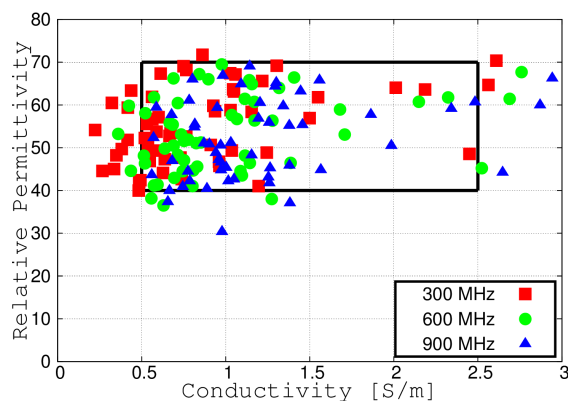


図 1. サンプルファントムの電気定数

表 1. 胃ファントムの組成

Frequency [MHz]	300	600	900
Water [g]	50.0	50.0	50.0
Glycerin [g]	4.0	10.0	5.0
Silicone emulsion [g]	7.0	4.0	7.0
Sodium chloride [g]	0.4	0.5	0.4

表 2. 胃ファントムの目標値との誤差率 (%)

Frequency [MHz]	300	600	900
Relative permittivity	0.2	1.9	0.1
Conductivity	0.5	3.4	5.4

参考文献

[1] T. Maeda et al., IMWS-Bio2015, pp. 70-71, Sept. 2015.

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究(B)26289122 の援助のもとに行われた。関係各位に感謝する。