

グリセリン主剤人体等価ファントム組成設計システムを用いて 作製した2/3筋肉ファントムの電気特性とゼリー強度評価

深澤 公一朗¹ 倉重 貴規² 前田 忠彦²

立命館大学 情報理工学部¹
立命館大学 大学院 情報理工学研究科²

1 まえがき

半固体人体等価ファントムを用いる測定ではファントムの電気定数の精度に加えて、ファントムの形状保持や任意形状への対応のため、適切なゼリー強度を持つファントムを実現することが重要となる。文献 [1] では、目標電気定数組成を算出するファントム自動組成設計システムが提案されているものの、ファントムのゼリー強度に関する評価は行われていなかった。

本稿では、2/3 筋肉ファントムを例に半固体ファントムとして広く扱われている寒天ファントムの電気定数の合成精度評価に加えて、ゼリー強度評価を行った。

2 測定法・2/3 筋肉ファントム組成

グリセリン主剤のファントムはゼリー強度が高くなると予測されるため、グリセリン主剤人体等価ファントム組成設計システム [1] を用いて 2/3 筋肉ファントムをターゲットとして組成合成を行った。このシステムで使用する試薬はグリセリン、水、シリコンエマルジョンおよび大豆油であり、さらに固形化のために液体総量の 5% の寒天を添加している。表 1 はシステムの組成合成結果であり、図 1 に評価対象である 2 種の試作ファントムの写真を示す。

ゼリー強度評価には文献 [3] で提案されている方法を採用し、文献 [2] で提案されている 2/3 筋肉ファントムをゼリー強度評価の比較対象とした。なお、電気定数の測定にはアジレント・テクノロジー（株）の誘電体プローブ 85070E およびベクトルネットワークアナライザ E8364B を使用した。

3 測定結果

表 1 に示す 2/3 筋肉ファントムは、今回評価した 3 周波数において電気定数誤差がいずれも $\pm 10\%$ 以内であることが表 2 より確認できる。

文献 [2] の 2/3 筋肉ファントムのゼリー強度 $550 [g/cm^2]$ に対して、表 1 の組成を用いて作製したファントムのゼリー強度は表 3 に示す結果となっている。表 3 より試作ファントムは、1-3 GHz において文献 [2] のファントムよりゼリー強度が高く、測定時のファントムの形状形成が容易となる特徴を持っている。

4 まとめ

本報告では、寒天ファントムの合成精度評価とゼリー強度測定を行った。試作ファントムの電気定数誤差はいずれも $\pm 10\%$ 以内に収まることを確認した。また、試作ファントムのゼリー強度は文献 [2] に紹介されている 2/3 筋肉ファントムに対して 1.1 倍から 3.6 倍程度高いこと

を確認した。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会 科学研究費補助基盤研究 (B)26289122 および日本学術振興会 科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究 26540057 の援助のもとに行われた。関係者各位に感謝する。



図 1 グリセリン主剤の 2/3 筋肉ファントム (左) と従来の 2/3 筋肉ファントム (右)

表 1 グリセリン主剤人体等価ファントムの組成

Frequency [GHz]	1	2	3
Glycerin [g]	100.0	100.0	100.0
Water [g]	31.0	237.0	292.0
Silicone emulsion [g]	47.0	150.0	149.0
Soybean oil [g]	9.0	91.0	166.0

表 2 グリセリン主剤人体等価ファントムの目標電気定数との誤差 [%]

Frequency [GHz]	1	2	3
Relative permittivity	-8.71	8.66	-6.73
Conductivity [S/m]	6.09	-8.45	3.48

表 3 グリセリン主剤人体等価ファントムのゼリー強度

Frequency [GHz]	1	2	3
Jelly strength [g/cm^2]	2000	650	730

参考文献

- [1] 倉重 他, 信学技報, A-P2015-95, pp 13-18, Oct. 2015.
- [2] 高奥 他, 信学ソ大, B-1-174, Sept. 2013.
- [3] 倉重 他, 信学総大, ISS-P-8, March. 2016.