

M-12

負の誘電率を有する物質装荷によるダイポールアンテナの小形化の検討  
 A Study on Miniaturization of Dipole Antenna by Loading Negative Permittivity Material

○阿部豪太<sup>1</sup>, 三枝健二<sup>2</sup>  
 Gouta Abe<sup>1</sup>, Kenji Saegusa<sup>2</sup>

Abstract: Wireless devices used in recent years are often small in size for mobility. Therefore, it is necessary to miniaturize the antenna used for the wireless device. In this paper, the miniaturization of dipole antenna by loading CuPPS with negative permittivity on the element of dipole antenna is studied.

1. まえがき

近年、使用されている携帯電話等の無線通信を行う機器は、携帯しやすいように小形なものが多い。そのため、機器に内蔵されているアンテナも小形である必要がある。アンテナの小形化は様々な方法で行われているが、その内の 1 つとして負の誘電率を有する物質装荷によるアンテナ小形化の研究を行っている [1]。先の研究では影像を利用した 1/4 波長モノポールアンテナを用いて小形化の検討を行っていたが、グラウンド板の影響から、予期せぬ共振が発生してしまうため、本稿ではダイポールアンテナの小形化を検討する。

2. 負の誘電率を有する物質と提案アンテナ

負の誘電率を有する物質は、銅(Cu)とポリフェニレンサルファイド(PPS)樹脂を混ぜ合わせた CuPPS を用いる。複合率によって CuPPS の周波数に対する比誘電率の特性が異なるが、本研究では Cu を 30%、PPS を 70% の割合で複合した Cu30PPS70(以降 CuPPS と表す)を用いる。図 1 に CuPPS の周波数 - 比誘電率特性を示す。

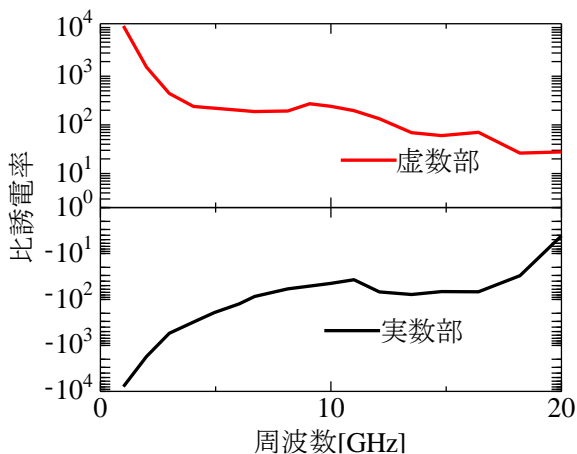


図 1 CuPPS の周波数 - 比誘電率特性

また、CuPPS の形状は中空の円柱型であり、高さ  $h_m$ 、内径  $\phi m1$ 、外径  $\phi m2$  となっている。CuPPS をダイポールアンテナに装荷し、アンテナの小形化を図る。用いるアンテナは 20GHz に共振点を持つダイポールアンテナとした。図 2 に提案アンテナの寸法を示す。

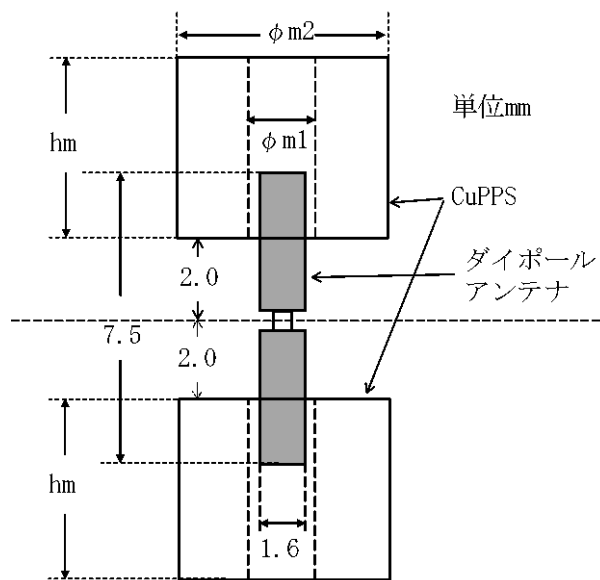


図 2 提案アンテナの寸法

図 2 のように、2 つの CuPPS をダイポールアンテナに被せるようにして装荷する。この際、CuPPS が金属を含む物質であることから電波の遮蔽を防ぐため、それぞれの CuPPS において、給電点中心から 2mm 程 CuPPS を被せない部分を設けて装荷する。

3. CuPPS の寸法の最適化

ここでは図 2 に示した CuPPS の寸法がどのような値であれば小形化に最適であるのかの検討を行う。CuPPS の  $h_m$ 、 $\phi m1$ 、 $\phi m2$  を変化させたときのリターンロスの変化から、リターンロスが -10dB となる最低周波数を求め、その周波数に対応した半波長ダイポー

1 : 日大理工・学部・電子 2 : 日大理工・教員・電子

ルアンテナの全長と提案アンテナの全長を比較し、どれだけ短縮されているかを確認する。

CuPPS の  $hm$  を変化させたときのリターンロスの変化を図 3 に示す。図 3 の結果より、短縮の効果を計算すると、 $hm=2mm$  のときに半波長ダイポールアンテナの全長に対して提案アンテナの全長が最小となり、その短縮の効果は 46% となった。

次に、CuPPS の  $hm$  を 2mm で固定し、 $\phi m1$  を変化させたときのリターンロスの変化を図 4 に示す。図 4 の結果から  $\phi m1=1.62mm$  のときに短縮の効果が最も高く、39% となった。

つづいて、CuPPS の  $hm$  を 2.0mm、 $\phi m1$  を 1.62mm で固定し、 $\phi m2$  を変化させたときのリターンロスを図 5 に示す。図 5 の結果から  $\phi m2=8mm$  のときに短縮の効果が 37% となり、最も短縮された。

以上から CuPPS の寸法は  $hm=2mm$ 、 $\phi m1=1.62mm$ 、 $\phi m2=8mm$  が最適であることがわかった。

#### 4. 提案アンテナの放射特性

3 節で求めた最適な寸法の CuPPS を図 2 のように装荷した提案アンテナの放射特性を図 6 に示す。図 6 から CuPPS を装荷した場合の絶対利得  $-0.67dBi$  となった。CuPPS を装荷していない半波長ダイポールアンテナと比較すると、絶対利得は  $2.75dBi$  低下した。

#### 5. まとめ

本検討において、CuPPS の寸法は  $hm=2mm$ 、 $\phi m1=1.62mm$ 、 $\phi m2=8mm$  が小形化に最も適していることがわかった。放射特性については、CuPPS を装荷した提案アンテナの絶対利得は、装荷していない場合と比較して  $2.75dBi$  低下した。

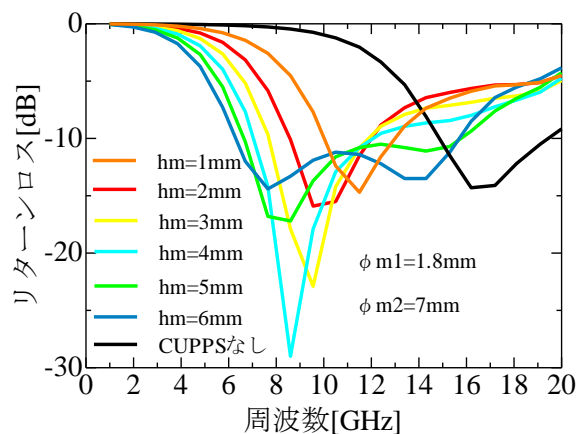


図 3  $hm$  を変化させたときのリターンロスの変化

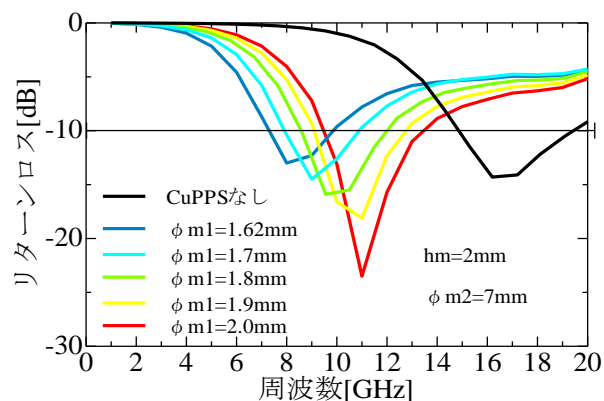


図 4  $\phi m1$  を変化させたときのリターンロスの変化

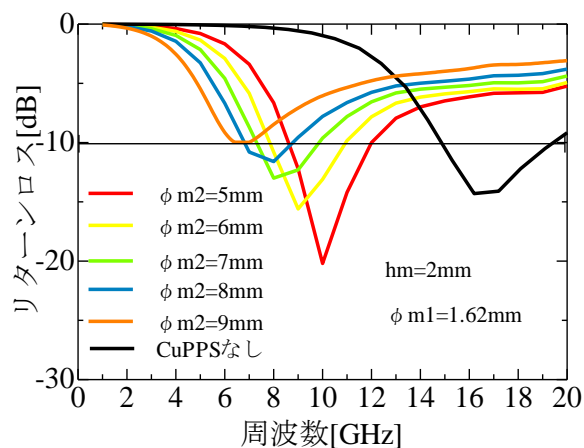


図 5  $\phi m2$  を変化させたときのリターンロスの変化

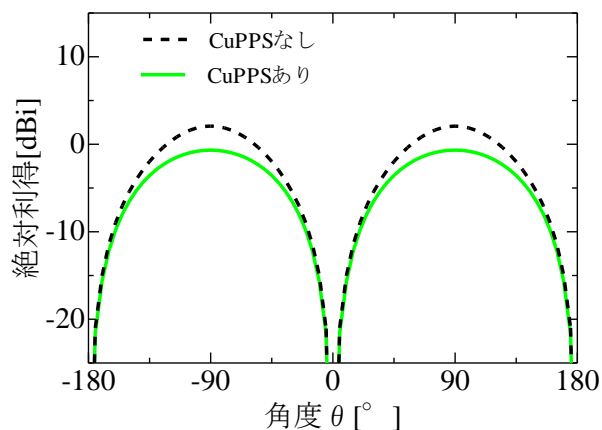


図 6 提案アンテナの放射特性

#### 参考文献

- [1] ビーンソティア, 三枝健二, 蔦岡孝則, 藤本京平, : 「負の誘電率を有する物質装荷によるアンテナの小形化」, 電子情報通信学会通信ソサエティ大会, B-1-56, 2015