

多重折り畳み型アレーアンテナの支持パネルの素材変更による放射特性への影響について
Study on Effect of Radiation Characteristics of Multiple Folding Array Antenna by Changing Material of Support Panels.

○宮澤大記¹ 高橋涼² 三枝健二³ 高野忠⁴
Oki MIYAZAWA¹, Ryo TAKAHASHI², Kenji SAEGUSA³, Tadashi TAKANO⁴.

Abstract; We proposed an array antenna using multiple folding method. In this paper, we investigate the effect on the side lobe level of the radiation pattern by changing the material of the supporting wall.

1. まえがき

本研究の目的は、輸送時には折り畳み、目的地で展開する多重折り畳み型アレーアンテナの確立である^[1]。この展開方法ではアレーアンテナを同一平面上に展開するのではなく、段差を残したまま電子的に補正を行う。これにより展開に必要な時間やコストを削減でき展開が失敗するリスクも低減できる。

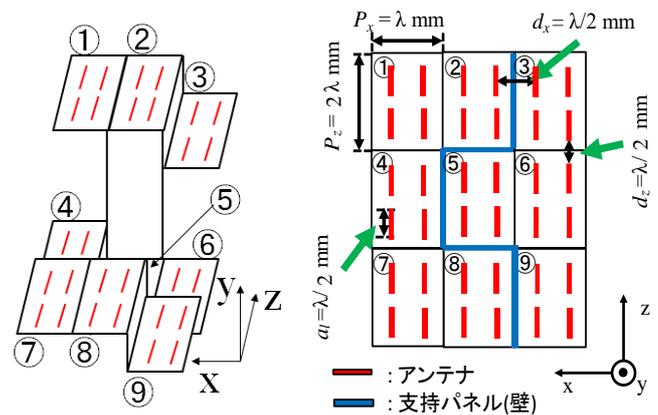
先行研究では、9 パネル 36 素子の多重折り畳み型アレーアンテナにおいて、完全導体の支持パネル(以下、壁と省略する)の有無によるメインローブと第 1 サイドローブレベル(以下、SLL と省略する)への影響について検討した^[2]。結果からメインローブに変化はないが SLL に変化があり、壁がアンテナの性能に影響を与えることが考えられた。そこで今回は壁の素材を変更した場合の SLL について検討を行った。

2. 解析諸元

設計周波数は 2.45GHz とし、解析はモーメント法に基づく電磁界シミュレータ WIPL-D を用いる。

本検討における折り畳み型アレーアンテナは 9 枚のパネルであり、図 1(a)に全体を示す。放射素子は 1 パネル当たり 1 素子の計 9 素子、1 パネル当たり 4 素子の計 36 素子、1 パネル当たり 9 素子の計 81 素子とする。図 1 は 1 パネル 4 素子のものを示している。表 1 に素子数によるアレーアンテナのパラメータを示す。なお、表中の λ は波長である。放射素子としてプリントダイポールアンテナを用いている。

図 1(b)に放射素子の正面方向から見た解析モデルを示す。展開状態の支持に必要な壁は 5 枚で、該当する箇所を青色で示す。壁はパネル②-⑤、④-⑤、⑤-⑧、⑧-⑨を接続する位置にあり、y 方向の長さを壁の高さとし、それぞれ P_{25} , P_{45} , P_{58} , P_{89} とする。なお、壁の高さはパネルの厚みとパネル段数との乗算となり、実際に折り畳める形状を考慮し P_{23} , P_{45} , P_{89} は 1 段、 P_{58} は 2 段、 P_{25} は 6 段分の高さとし表 2 に示す。また壁の厚みは 2mm とする。図 1(c)に放射素子の側面から見た解析モデルを示す。パネルの厚みは給電回路や配線を入れるため 0.25λ (約 30 mm)に設定した。



(a)全体図

(b)正面図

(c)パネル側面

図 1 解析モデル

表 1 素子数に対するアンテナの大きさ(2.45GHz)

| 素子数 | 横(展開前) | 縦(展開前) | 高さ(展開前) |
|-----|--------------|------------|------------------------|
| 9 | 0.5λ | λ | $9 \times 0.25\lambda$ |
| 36 | λ | 2λ | $9 \times 0.25\lambda$ |
| 81 | 1.5λ | 3λ | $9 \times 0.25\lambda$ |
| 素子数 | 横(展開後) | 縦(展開後) | 高さ(展開後) |
| 9 | 1.5λ | 3λ | $9 \times 0.25\lambda$ |
| 36 | 3λ | 6λ | $9 \times 0.25\lambda$ |
| 81 | 4.5λ | 9λ | $9 \times 0.25\lambda$ |

表 2 支持パネルの高さ(2.45GHz)

| P_{23} | P_{25} | P_{45} | P_{58} | P_{89} |
|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 0.25λ | $6 \times 0.25\lambda$ | 0.25λ | $2 \times 0.25\lambda$ | 0.25λ |

1 : 日大理工・学部・電子 2 : 日大理工・院生・電子 3 : 日大理工・教員・電子 4 : 日大理工・研究所研究員・電子

3. 解析結果

9パネルの多重折り畳み型アレーアンテナの壁の有無による SLL への影響の確認を行った。壁なしの場合の SLL と完全導体の壁がある場合の SLL の差を、アンテナの素子数ごとに解析を行った。その結果を図 2 に示す。これより、9 素子では xy 面指向性において 1.6dB, yz 面では 1.1dB の差がみられるが、36 素子では xy 面 0.6dB, yz 面 0.5dB の差に収まり、81 素子では xy 面, yz 面ともに 0.1dB の差に収まることが確認できた。この理由は、表 1 から素子数が増えることでアンテナの x と z 方向の大きさは増加するが、y 方向の高さは変わらないことから壁の高さも変わらず、壁が放射特性に与える影響は低くなるためであると考えられる。

次に、9 素子の多重折り畳み型アレーアンテナにおいて、壁の比誘電率の変更による SLL 変化の解析を行った。その結果を図 3, 4 に示す。図 3 は xy 面指向性の結果で、壁なしと完全導体の壁の SLL は後者が 1.6dB ほど大きく、比誘電率を上げるほどその値に近づいて SLL が大きくなる。このように xy 面では比誘電率が低い素材を使用すればよいことが確認できた。

図 4 は yz 面指向性の結果で、壁なしと完全導体の壁の SLL は後者が 1.2dB ほど小さく、比誘電率を上げるほどその値に近づいて SLL が小さくなる。このように yz 面では比誘電率が高い素材、または完全導体の素材を使用できればよいことが確認できた。

4. まとめ

本稿では 9 パネルの多重折り畳み型アレーアンテナにおいて、壁の素材の比誘電率の変化による SLL への影響について検討を行った。結果より xy 面の壁 P_{23} , P_{45} , P_{89} は誘電体の素材を使用し、yz 面の壁 P_{58} P_{25} は完全導体の素材を使用すればよいことが確認できた。

参考文献

- [1] Tadashi Takano et al, IEEE APS URSI, pp. 1-3, 2011.
- [2] 高橋涼, 三枝健二, 柴田国明: “多重折り畳み型アレーアンテナの支持パネルに関する放射特性”, 第 61 回日本大学理工学部学術講演会, M-24

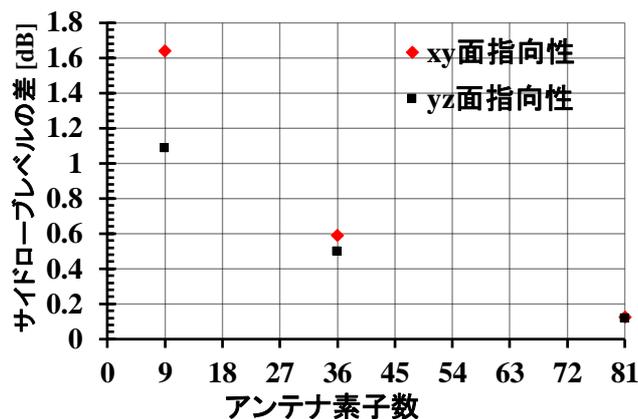


図 2 壁なしの場合と完全導体壁の場合の SLL 差

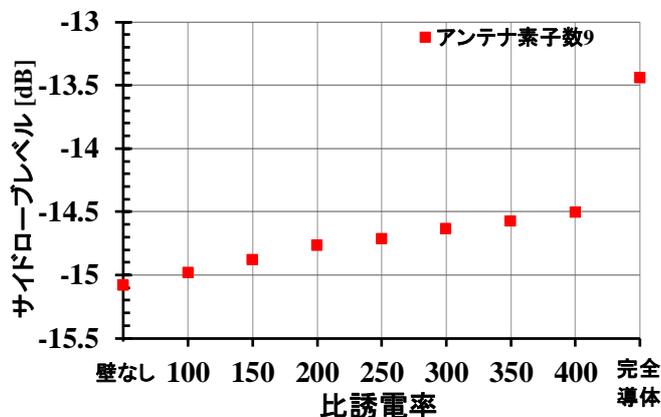


図 3 壁素材の比誘電率変化に対する xy 面指向性のアンテナ素子数 9 の SLL 変化

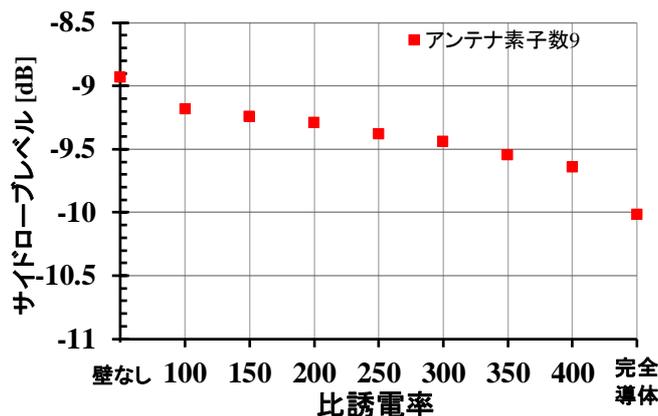


図 4 壁素材の比誘電率変化に対する yz 面指向性のアンテナ素子数 9 の SLL 変化