

多重折り畳み型アレーアンテナの段差および支持パネルに関する放射特性 Radiation Characteristics of Multiple Folding Array Antenna with Step and Support Panel

○高橋涼¹, 柴田国明², 三枝健二²*Ryo Takahashi¹, Kuniaki Shibata², Saegusa Kenji²

Abstract: We proposed an array antenna using multiple folding method. In this paper, considering the wall caused by the step difference, we compare the gain and side lobe level in the beam scanning and the change of the characteristics in the presence or absence of the wall.

1. まえがき

災害時などに設営する可搬型基地局には高利得のアンテナが求められ、比較的大きな開口アンテナが必要となる。現在、可搬局の多くはパラボラアンテナを使用しており、車載容量とアンテナの大きさにより性能がほぼ決定される。

そこで我々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を提案した^[1]。この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、展開に関する機械構造を単純にし、展開における信頼性を向上させ、展開に要する時間や手間を削減することができる。

これまでに、多重折り畳み型アレーアンテナのビームの走査および、サイドローレベルについての検討を行った^[2]。しかし、検討では物理現象を単純にするため、異なる段差のパネルを接続するために生じる支持パネルを考慮していない。

そこで本稿では、上記における支持パネルを考慮し電磁界解析を行う。ビームの走査における利得、またサイドローレベルを比較し、支持パネルの有無における特性の変化を検討する。

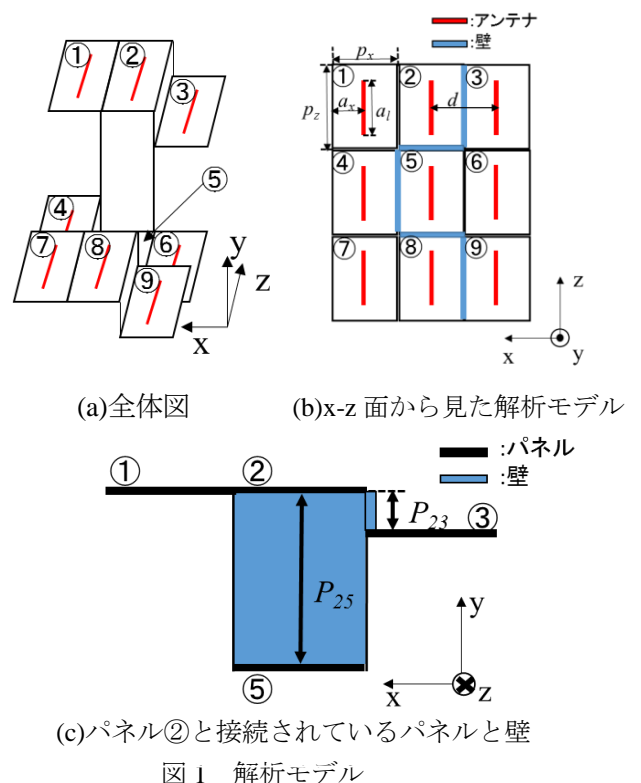
2. 解析諸元

本検討における折り畳み型アレーアンテナは 9 枚のパネルで構成し、図 1(a)に全体図を示す。放射素子をパネルの中心に 1 素子ずつ配置し、計 9 つのアンテナで解析を行う。放射素子は反射板に近接したダイポールアンテナであり、それぞれ 50Ω で整合を行うため、オフセット給電を行う。

図 1(b)に放射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パネル(以下、壁と称する)は 5 枚であり、該当する箇所を青く示す。このとき、反射板の該当するパネルおよび壁を完全導体とする。

パネル②-③,を接続する壁の y 方向の長さ P_{23} とし、同様に②-⑤, ④-⑤, ⑤-⑧, ⑧-⑨)における y 方向の長さをそれぞれ壁とし P_{25} , P_{45} , P_{58} , P_{89} とする。

パネルと壁の接続例として、パネル②と直接接続される壁およびパネルの概略図を図 1(c)に示す。パネル②はパネル①, ③, ⑤と直接接続され、パネル③, ⑤とは異なる高さである。したがって、パネルの支持には壁が必要となり、パネル②-⑤および②-③には長さ P_{25} , P_{23} の壁が存在する。



最低部にあるパネル⑤を高さの基準としたとき、折り畳みによって生じる段差およびパネルを構成するパラメータを表 1 に示す。ここで壁の高さはパネルの厚み s とパネル段数との乗算となり、実際に折りたためる形状^[2]を考慮し P_{23} , P_{45} , P_{89} は 1 段, P_{58} は 2 段, P_{25} は 6 段分の高さとする。

表 1 モデルにおける各数値

a_l	p_z	a_x	p_x	d
0.465λ	0.82λ	0.25λ	$\lambda/2$	$\lambda/2$
P_{23}	P_{25}	P_{45}	P_{58}	P_{89}
s	$6s$	s	$2s$	s

3. 解析結果

文献[3]に示す位相補正を適用し、 s を 0.25λ , 0.5λ とした場合のビーム走査特性および放射特性を検討する。ビーム方向 φ' を正面から ± 30 度走査させたときの利得およびサイドローブレベルを図 2 に示す。このとき、解析周波数は 2.45GHz であり、パネルの正面方向へのビーム走査は $\varphi' = 90$ 度である。

$s = 0.25\lambda$ における利得は壁の有無に関わらず、走査角度を正の角度側に変化させることにより増加する。また、壁を有する方が利得が大きく、最大で約 0.2dB の差となる。サイドローブのレベルは $\varphi' < 90$ 度では壁有りが大きく、 $\varphi' > 90$ 度では壁無しの方が大きい。

$s = 0.5\lambda$ におけるビーム走査時の利得も $s = 0.25\lambda$ と同様に壁有りの利得の方が高い。サイドローブレベルは壁有りの方が壁無しよりもすべての走査角度で高く、最大で約 2dB の差が生じる。 $s = 0.25\lambda$ と $s = 0.5\lambda$ を比較すると s が増加することにより利得が低下し、サイドローブレベルが増加する。さらに s 増加によりサイドローブレベルへの壁の影響が大きくなる。

次に壁の有無による放射パターンの変化を検討する。 $s = 0.25\lambda$ および 0.5λ とし、走査角度を $70, 90, 110$ 度としたときの放射パターンを図 3 に示す。

図 3(a)は $s = 0.25\lambda$ の結果であり、壁有りを実線、壁無しを破線にて表す。各走査角度において最大放射方向と利得の値は概ね一致している。しかし、 $\varphi > 90$ 度のサイドローブは壁有りの方が増加傾向にある。

図 3(b)の結果における利得および最大放射方向は、図 3(a)と同様である。 $\varphi > 90$ 度におけるサイドローブは $s = 0.25\lambda$ と同様に壁有りの方が増加傾向にあるが、 $\varphi < 90$ 度におけるサイドローブは壁無しよりも減少する傾向となる。

4. まとめ

本稿では多重折り畳み型アレーアンテナにおいて、異なるパネル間を接続するために生じる壁が放射特性に与える影響に関する検討を行った。その結果、ビーム走査時における壁の有無および壁の高さによる利得と最大放射角度の変動は少ないことが示された。しかし、サイドローブにおいては壁による影響が大きく、

壁の高さが増加することにより、サイドローブレベルも増加する。

今後は壁が高く、影響をより受けると考えられる θ 方向へのビーム走査による放射特性を検討する。

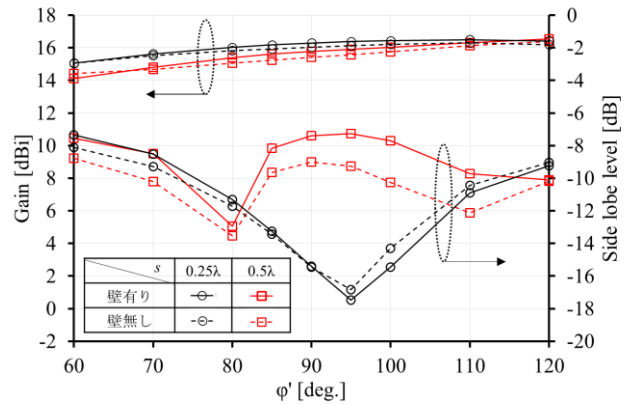
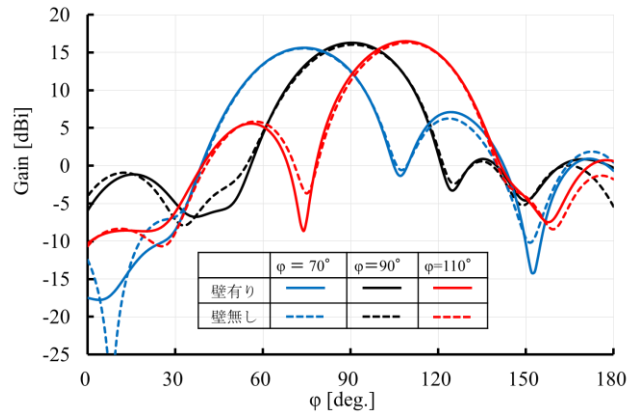
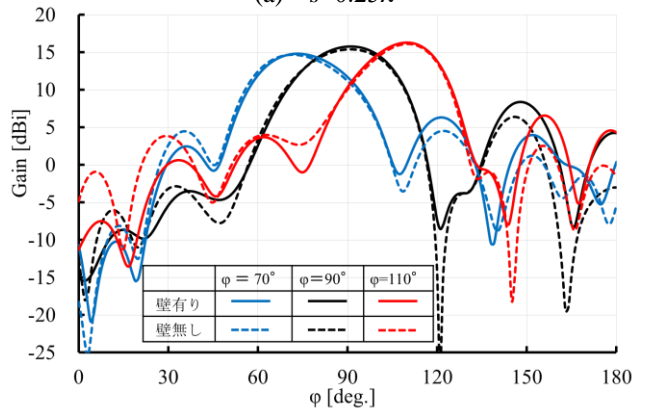


図 2 壁の高さ変更時の壁有無による利得変化



(a) $s=0.25\lambda$



(b) $s=0.5\lambda$

図 3 ビーム走査時の放射パターン

参考文献

[1] Tadashi Takano et al, IEEE AP-S&URSI, pp1447, 2011
 [2] 小林, 他, 第 60 回日大理工学術講演会, M-20, 2016
 [3] 金田, 他, 信学ソ大(通信), B-1 155, 2014