

伝送路結合を利用した低姿勢ダイポールアレーアンテナの特性について  
 The Proposal of a Printed Dipole Array Antenna with Partial Drive using Transmission Line Coupling

○柳谷友里<sup>1</sup> 岩本裕太<sup>2</sup> 柴田国明<sup>3</sup> 三枝健二<sup>3</sup> 高野忠<sup>3</sup>  
 Yuri Yanagiya<sup>1</sup> Yuta Iwamoto<sup>2</sup> Kuniaki Shibata<sup>3</sup> Kenji Saegusa<sup>3</sup> Tadashi Takano<sup>3</sup>

Abstract: This study proposes the new design of an array antenna with partially driven elements. The objective is to reduce the number of driven elements by replacing with passive elements by using the line coupling. We have optimized the parameters of the transmission line shape to realize the best matching and radiation characteristics.

1. まえがき

伝送路結合による間引き給電型アレーアンテナ (PDAA) は、給電回路の部品数を減少し、低コスト化を実現する有効な技術である。また、伝送路をメアンダ状にすることにより、各アンテナ素子の間隔を狭め、グレーティングローブの減少とともに、アンテナのコンパクト化も図れる[1]-[3]。

報告では、メアンダ形状の伝送路がアンテナ特性に与える影響について検討を行う。

2. 解析モデル

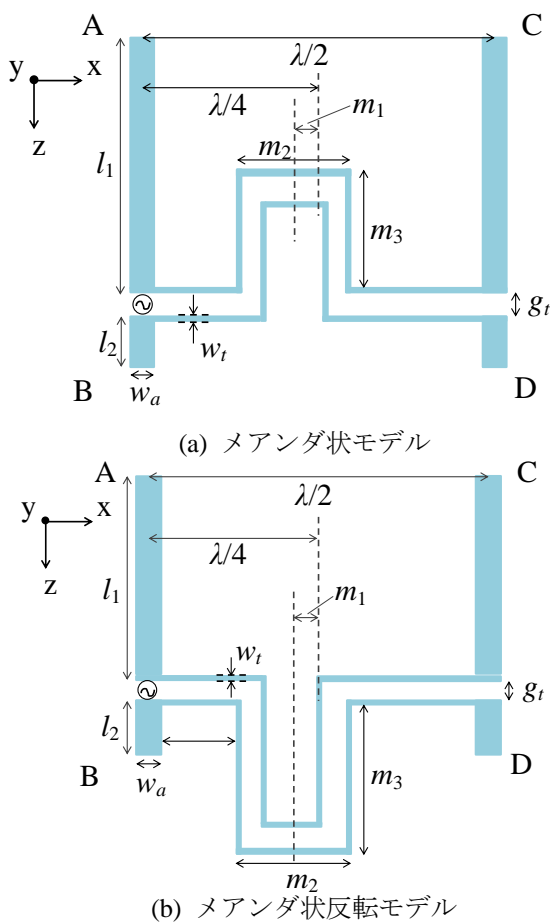


図1 伝送路結合モデル

図1 (a), (b)に解析モデルを示す。各アンテナ素子を伝送路の中心線で線対称に配置する。アンテナ素子 AB を給電し、無給電素子 CD は CPS(Coplanar Strips)で結合する。グレーティングローブを抑えるため、各アンテナ素子の間隔は約  $0.5\lambda$  とする。伝送路の長さは 1 波長のため伝送路の形状は図1のようなメアンダ状とし、メアンダ形状を決定するパラメータを  $m_1$  および  $m_2$  とする。このとき  $m_1$  はメアンダ状伝送路のクランクの中間点と放射素子間の中心との差であり、素子 AB に近いとき負、CD に近いとき正とする。図1 (b)は図1 (a)のメアンダ形状を反転させたものであり、単純なメアンダ形状として考えられる 2 つのモデルについて検討する。

解析周波数を 2.45GHz とし、伝送路幅、アンテナ素子長、オフセット給電位置、クランク間隔、クランク位置を変化させて検討する。パラメータを変更するごとに  $l_1$  および  $l_2$  を変化させ、2.45GHz で最も VSWR が低くなるようにする。また基板にあたる部分の比誘電率を 1、反射板の寸法を無限大とし、モーメント法を用いて解析する。

3. 解析結果

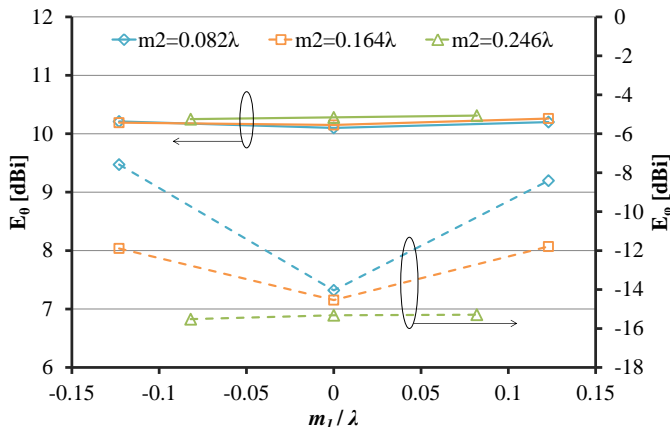
図2(a)に図1 (a)のモデルにおいて  $m_1$  を変化させたときの  $E_0$  および  $E_\phi$  成分の利得を示す。なお  $m_2 = 0.082\lambda$  とし、 $m_3$  は伝送路長が  $\lambda$  となるようにする。

$E_0$  は一定であり、 $m_1$  の値に依存しない。 $E_\phi$  は  $m_1 = 0$  で最低となり、 $m_1$  の絶対値が増加した場合すなわち伝送路と放射素子が接近した場合に増加する。これは、解析モデルの対称性により放射が打ち消し合っているためと考えられる。また、 $m_2$  が増加すると  $E_\phi$  は低下し良好な結果となる。

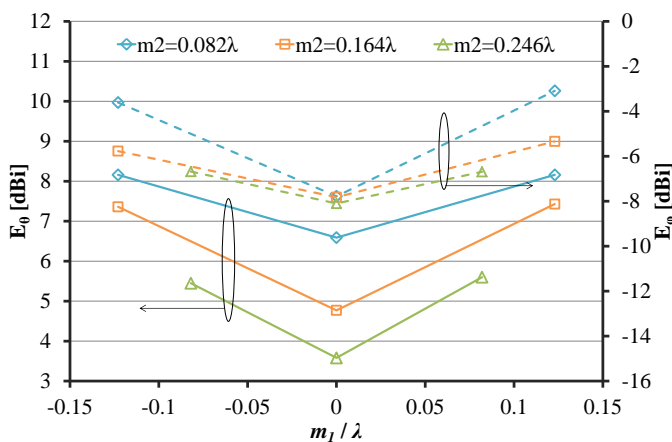
次に  $m_1 = 0$  とした場合の特性を検討する。図3(a)に  $m_2$  を変化させたときの比帯域幅と利得を示す。比帯域幅はリターンロスが -10dB 以下になる帯域とする。

1: 日大理工・学部・子情 2: 日大理工・大学院(前)・電子 3: 日大理工・教員・電子

結果より,  $m_2$  を変更しても比帯域幅および利得ともに大きな変化はない。



(a) メアンダ状モデル



(b) メアンダ状反転モデル

図 2  $m_1$  によるアンテナ特性の変化

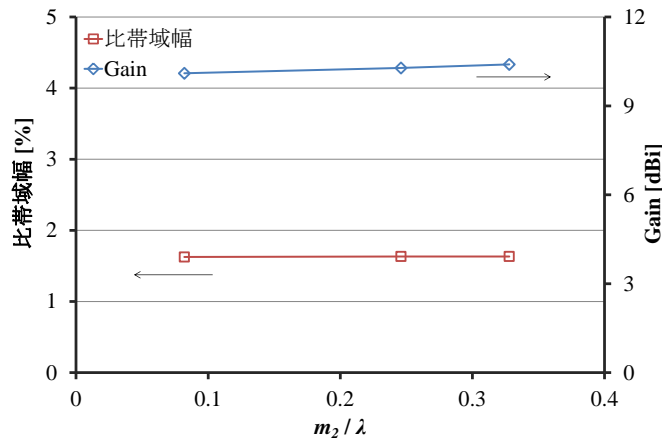
図 2(b)に図 1 (b) のモデルにおいて  $m_1$  を変化させたときの  $E_0$  および  $E_\phi$  成分の利得を示す. なお  $m_2 = 0.082\lambda$  とし,  $m_3$  は伝送路長が  $\lambda$  となるようにする.

$E_0$  は  $m_1 = 0$  で最低となり,  $m_1$  の絶対値が増加した場合に増加する. クランクが放射素子の内側にある場合(図 2(a))と比較すると, 利得は全体的に低い.  $E_\phi$  は同様に  $m_1 = 0$  で最低となる. クランクが放射素子の内側にある場合に比べ,  $E_\phi$  は高くなり不要放射が増加する. また,  $m_2$  が増加すると  $E_0$  および  $E_\phi$  ともに低下する. これらの傾向は, メアンダ形状を図 1(b)のように設計したことで伝送路からの放射が増加したためと考えられる.

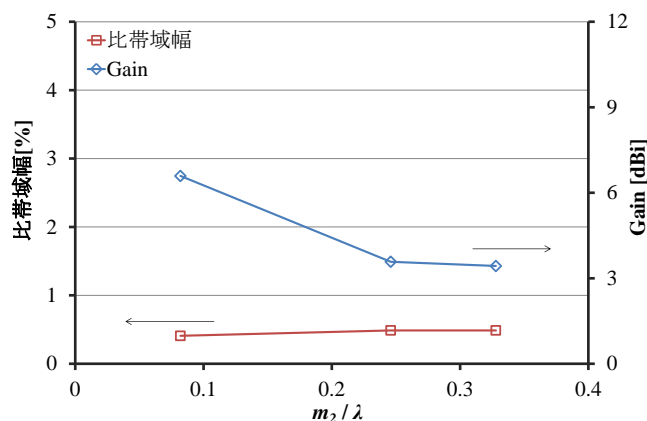
次に  $m_1 = 0$  とした場合の特性を検討する. 図 3(b)に  $m_2$  を変化させたときの比帯域幅と利得を示す. クランクが放射素子の外側にある状態においては,  $m_2$  を増加させると利得が低下する傾向にある. 比帯域幅は  $m_2$  を変更しても大きな変化は見られない. クランクが放

射素子の内側にある場合(図 3(a))と比較すると, 比帯域幅および利得が低下する結果となる.

したがって  $E_0$  と  $E_\phi$  の差を大きくし, 比帯域幅を広くする場合には, メアンダ形状は放射素子の内側とし, 左右の放射素子から等距離になるようにすればよい.



(a) メアンダ状モデル



(b) メアンダ状反転モデル

図 3  $m_2$  によるアンテナ特性の変化

#### 4. まとめ

本稿では伝送路結合型間引き給電アレーアンテナにおいて, 各寸法パラメータに対するアンテナ特性の変化について検討した.

その結果より, メアンダ形状を設計する位置は利得や比帯域幅に影響を与えることを示した. メアンダ形状が放射素子の内側にある場合, 利得および比帯域幅ともに増加する結果が得られた.

#### 5. 参考文献

- [1] 柴田,細野,三枝,高野,信学総大,B-1-51,2014.
- [2] 柴田,細野,三枝,高野,信学総大,B-1-89,2014.
- [3] H.Hosono, R.Yamamoto,K.Saegusa, T.Takano, 4c3-5,ISAP2012.