

伝送線路により間引き給電したプリントダイポールアレーアンテナの実験的検討
 Experimental Study of the Printed Dipole Array Antenna with Partial Drive by a Transmission Line

○高澤圭樹¹, 柴田国明², 細野裕行³, 三枝健二², 高野忠²

*Keiju Takasawa¹, Kuniaki Shibata², Hiroyuki Hosono³, Kenji Saegusa², Tadashi Takano²

Abstract: For reduction of feed circuits of array antenna, there is partially driven array antenna that has reducing the feed element. In this report, we measure the fabricated partially driven array antenna and compare measured value with the analytic value, and show the result.

1. まえがき

大規模なアレーアンテナを構成する場合、アンテナ素子数の増加に伴い給電回路が増加する。その結果、回路自体が煩雑となり、設計が困難になるだけでなく、総重量、サイズ、コストが増加する。そこで給電回路削減方法として間引き給電法が有効である[1]。これまでに低姿勢なプリントダイポールアンテナにおいて給電素子と無給電素子の間を1波長伝送路で接続し、同位相で給電するアレーアンテナ(Partially Driven Array Antenna: 以下 PDAA)を検討し、その有効性を示した[2]。

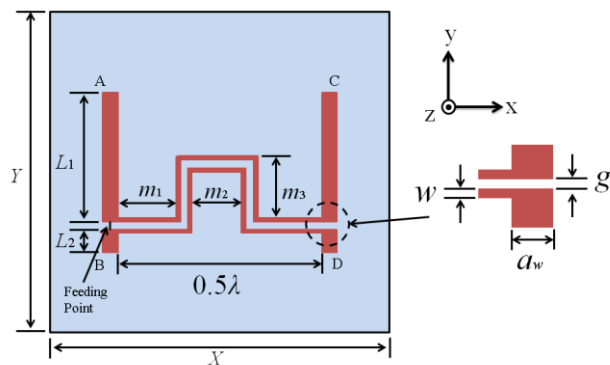
本報告では、シミュレーションにより良好な結果を得た PDAA を実際に試作し、実験によりアンテナ特性を得て、測定値と解析値を比較する。

2. 試作アンテナ

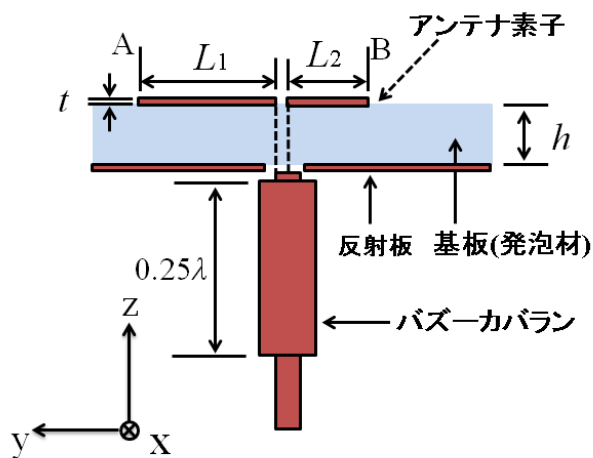
図1にPDAAの構成、図2に試作したPDAAを示す。試作アンテナは解析結果を基に製作する。解析ソフトWIPL-Dを使用し、モーメント法で解析する。給電方法はギャップ給電、電源電圧は1V、電源のインピーダンスは50Ωとしている。

誘電体基板は低誘電率である発泡材を採用し、厚みhは5mm、基板の寸法はX=150mm、Y=150mmである。解析値から推定した誘電体基板の比誘電率は $\epsilon_r = 1.19$ である。

アンテナ素子 AB および CD は半波長プリントダイポールアンテナとする。アンテナ素子と伝送路および反射板は銅箔テープを用いて製作する。素子 AB を給電素子、CD を無給電素子とし、両素子を平行線路で結合する。グレーティングロブを抑制するため、素子の間隔は 0.5λ (λ :波長)とし、伝送路は両素子を同位相で給電するため1波長のメアンダ状にする。給電部にバランを取り付け、製作の容易さからバズーカバランを採用する。バランは素子と導電性接着剤(抵抗率: $0.001\Omega \cdot \text{cm}$)で接合する。表1にアンテナ素子およびメアンダ状伝送路を構成する設計値を示す。

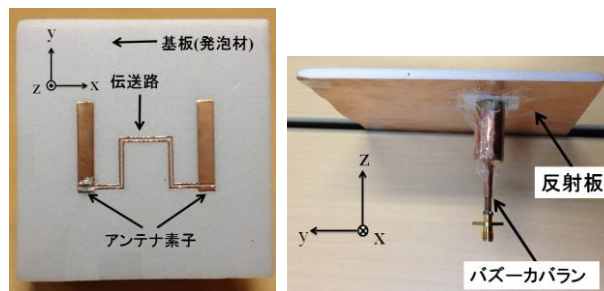


(a) Front View



(b) Side View

Figure 1. Composition of PDAA



(a) Front View

(b) Side View

Figure 2. Prototype antenna

1: 日大理工・院(前)・電子 2: 日大理工・教員・電子 3: 日大理工・教員・情報

Table 1. Parameters of a PDAA [mm]

t	w	g	a_w	L_1	L_2	m_1	m_2	m_3
0.03	1	1	10	50	5	14.5	26	23

3. 測定結果

図 3 にリターンロス-周波数特性の測定結果を示す。青線は測定値、赤線は解析値である。測定値は 2.445 GHz でリターンロスが最小となり-21.92 dB である。解析値と比較すると 5 MHz のずれが生じているが、良好な一致である。

図 4 に 2.45GHz における E 面(yz 面)の放射パターンを示す。動径を絶対利得 dBi, 偏角 0° を+z 軸方向とした角度とし、青線は測定値、赤線は解析値である。測定値はアンテナ正面方向(0°)に 9.61 dBi, 最大放射方向は 85° で 11.07 dBi となり、単一素子に近い放射パターンである。解析値はアンテナ正面方向に 10.84 dBi となった。測定値と解析値の 0° 方向を比較すると、1.23 dB の差がある。

図 5 に H 面(zx 面)の放射パターンを示す。測定値はアンテナ正面方向に 8.27 dBi, 設計パラメータ $m_3 = 23$ mm のときの解析値はアンテナ正面方向に 10.84 dBi となった。測定値と解析値 ($m_3 = 23$ mm) の 0° 方向を比較すると、2.57 dB の差がある。さらに、放射パターンを比較すると、測定値は解析値よりも 90° 方向(無給電素子側)に強い放射がみられる。これは、2 つのアンテナ素子に位相差があることが考えられる。この原因を検討するため、 $m_3 = 15$ mm としたときの解析値を、図 5 中に黒線で示す。 $m_3 = 15$ mm の解析結果より 90° 方向に強い放射があることがわかり、測定値と比較すると良い一致をしている。このことから、放射パターンは m_3 を大きくすることで 0° 方向を中心に対称となる。よって、伝送路の長さを調整することで放射パターンを改善できると考えられる。

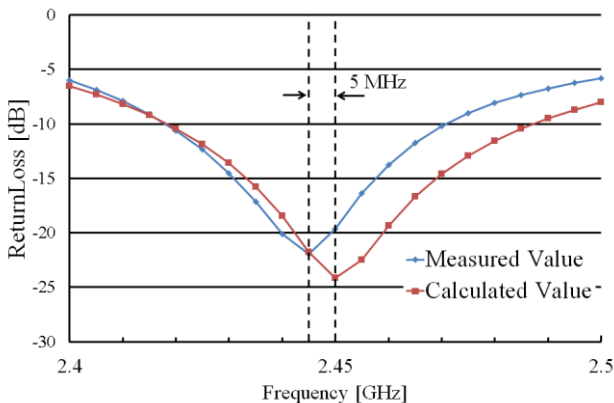


Figure 3. Frequency response of the return loss

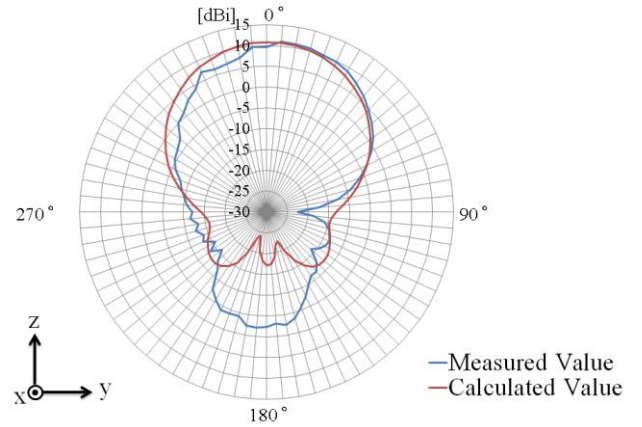


Figure 4. Radiation Pattern (E-Plane)

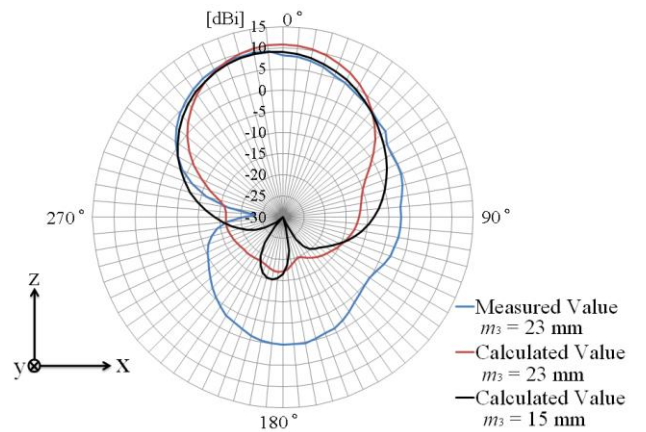


Figure 5. Radiation Pattern (H-Plane)

4. むすび

本報告では、2 素子の PDAA を製作し、リターンロスおよび利得について実験を行い、解析値と比較した。結果、リターンロスは良好な一致であるが、利得および放射パターンは解析値との差異がみられた。そして、これを改善する方法について検討した。利得が解析値より低い理由として、製作の精度、バランによる損失や不整合が考えられる。今後は、製作精度の上げる予定である。

5. 参考文献

[1] M. Okumura, T. Imura, N. Kamo, A. Sugawara and T. Takano, IET Microwaves, Antennas & Propagation, vol.2, no.7, pp.696-703, March 2008
 [2] 柴田, 細野, 三枝, 高野, 信学技報, AP2013-3, April, 2013