

M-8

マルチバンドアンテナにおける隣接線路間結合の検討

A Study on Coupling Phenomenon between the Neighboring Conductive Wires of the Multi-band Antenna

○直江弘樹<sup>1</sup>, 西脇大樹<sup>2</sup>, 三枝健二<sup>3</sup>, 高野忠<sup>3</sup>

Hiroki Naoe<sup>1</sup>, Hiroki Nishiwaki<sup>2</sup>, Kenji Saegusa<sup>3</sup>, Tadashi Takano<sup>3</sup>

Abstract: We proposed a novel multi-band antenna using plural conductive wires with a coupling phenomenon. In this paper, the coupling phenomenon between the neighboring conductive wires of the multi-band antenna is discussed.

1. まえがき

近年の無線通信サービスの多様化により、1 台で複数の通信が可能な情報端末が普及している。1 台で複数の通信を行いたい場合、端末内にアンテナを複数設置しなければならないため、端末の大型化、コストの増加などの問題点が挙げられる。そこで、1 つのアンテナで複数の通信が可能なマルチバンドアンテナが求められている。本研究の目的は、結合現象を利用したシンプルな構造のマルチバンドアンテナを実現することである[1]。

前回の検討から、提案アンテナは 0.7GHz 帯と 2GHz 帯、2 つの周波数で共振することを確認している。そこで本稿は、提案アンテナのクランクと線路間の結合現象と共振周波数の関係について、クランクと線路の間隔(以後、クランク間隔と呼ぶ)を変化させた結果について報告する。

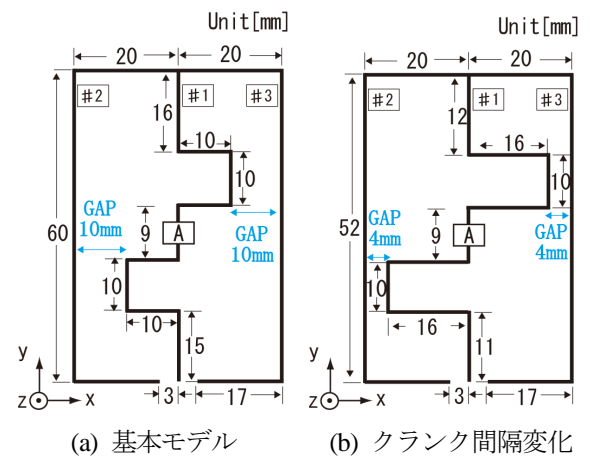


図 1 提案アンテナ

2. アンテナ構成

提案したアンテナを図 1(a)に示す。提案アンテナは直径 1mm の導線で構成されており、線#1 中央の上部では線#1 と線#3 が、下部では線#1 と線#2 が各々近接することにより結合現象を生じると考えている。給電点として A 点を給電位置として検討を行う。なお、解析では給電をギャップ給電としている。本アンテナは解析方法にはモーメント法を使用する。

3. 解析結果

3.1 共振周波数特性

#1 上部クランクと#3 の間隔及び#1 下部クランクと#2 の間隔を 0-10mm まで変化させたときの共振周波数を図 2 に示す。一例としてクランク間隔を 4mm にしたときのアンテナを図 1(b)に示す。なお、クランク間隔を変えているが、アンテナ全体(#1+#2+#3)の長さは一定とした。

図 2 のグラフから、低周波 (0.7GHz 帯)の共振周波数はクランク間隔を増加させると減少し、クランク間隔に対して反比例していることが分かる。低周波では、クランク間隔の変化によって電流分布のループが変化するため共振周波数が変化する。

高周波(2.0GHz 帯)の共振周波数はクランク間隔を増加させると増加し、クランク間隔に比例していることが分かる。後述するが、高周波の共振周波数は、結合の強弱に関係なくアンテナ長によって左右される。従って図 1(a)の #1 と#3(197mm)、図 1(b)の#1 と#3(205mm)のようにアンテナの#1 と#3 の合

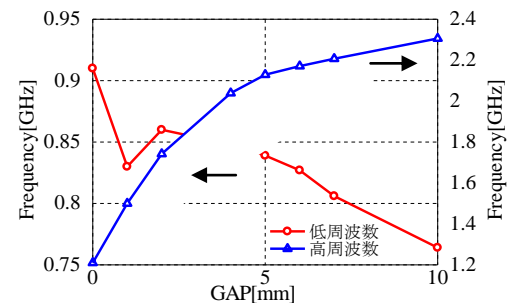


図 2 クランク間隔-周波数特性

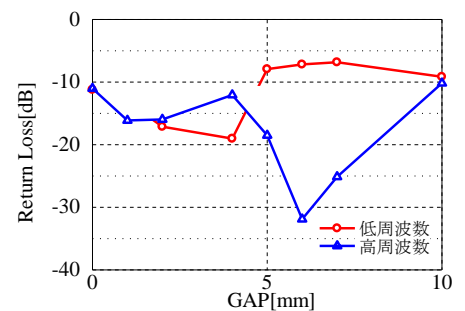


図 3 クランク間隔-リターンロス特性

1: 日大理工・学部・子情 2: 日大理工・院・電子 3: 日大理工・教員・子情

計長が変化したため共振周波数が低くなったと考えられる。

### 3.2 リターンロス特性

#1 上部クランクと#3 の間隔及び#1 下部クランクと#2 の間隔を 0-10mm まで変化させたときのリターンロス特性を図 3 に示す。図 3 のグラフから高周波数のリターンロスは 0~10mm すべてのクランク間隔で-10dB を下回っている。低周波数のリターンロスはクランク間隔を増加させると、ある一定のクランク間隔まで減少し、それ以降は増加、クランク間隔 5mm でリターンロスが-10dB を超え、それ以降は-10dB を下回る結果は得られなかった。

### 3.3 電流分布

低周波の共振周波数時の電流分布を図 4, 5, 高周波の共振周波数時の電流分布を図 6, 7 に示す。それぞれクランク間隔は 10mm, 4mm のとする。

図 4 は#2 と#3 に、図 5 は#1 と#3 にそれぞれ電流が流れており、図 4 の#2 と#3 の全長は 194mm, 図 5 の#1 と#3 の全長は 205mm となっている。この長さを半波長とすると図 5 の共振周波数が低くなると考えられるが、結果は図 4 の方が低い。これは#2 に流れていた電流が#1, #3 に移動することで#1 上部のクランクでの結合が強くなり、その結果電流分布モードが変わったためと考えられる。

上記と同様に図 6 の#1 と#3 の全長は 197mm, 図 7 の#1 と#3 の全長は 205mm となっている。電流の定在波の腹が 3 個生じているのでこの長さを  $3/2$  波長とする。これも図 4, 5 の時と同様の結果が得られた。

### 3.4 位相差特性

#1 の上部クランクに流れる電流は、#3 の近接結合部に流れる電流と位相差を有する。この位相差は、 $180^\circ$  に近いほど結合が強くなる。そこでクランク間隔を変化させて、位相差を見た結果が図 8 である。従って低周波では、クランク間隔 1-7mm において位相差が  $180^\circ$  に近い値となるため結合が強くなる。また、7mm よりクランク間隔が広くなると位相差が  $90^\circ$  に近い値となるため結合が弱くなる。また、高周波では、1mm-7mm は  $0^\circ$  に近い値となり、7mm より間隔が広くなると  $90^\circ$  に近い値となる。

## 4. まとめ

線路間の結合現象と共振周波数の関係を検討した。クランク間隔を狭くすると低周波の共振周波数は 18% 高域化、高周波の共振周波数は 47% 低域化する。高周波の共振周波数は、結合の強弱に関係なくアンテナ長によって決まる。低周波では、クランク間隔を狭くし結合を強くすると電流がループ状に分布する。これが、共振周波数が変化する理由である。以上の検討から、結合の強さを調整することによって電流分布を操作し、希望の周波数に合わせることが可能である。

### 参考文献

[1] 押野哲也, 他, 2010 信学ソ大, B-1-172

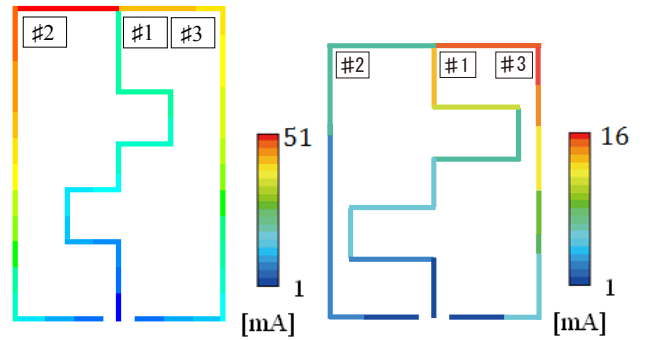


図 4 0.77GHz  
(Gap = 10 mm)

図 5 0.84GHz  
(Gap = 4 mm)

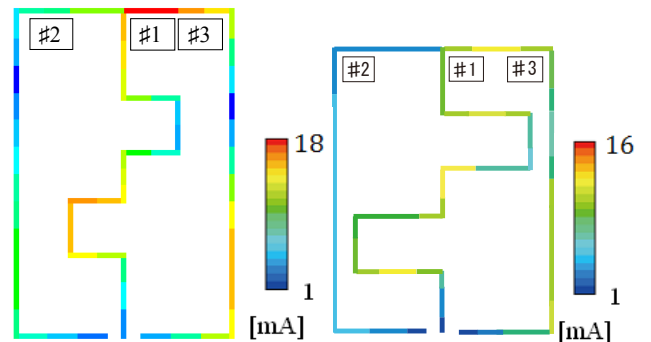


図 6 2.29GHz  
(Gap = 10 mm)

図 7 2.0GHz  
(Gap = 4 mm)

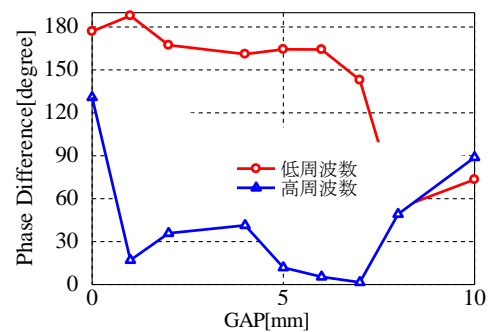


図 8 クランク間隔-位相差特性