

八木・宇田アンテナの利得と帯域幅の限界

Limitation of Gain and Bandwidth of Yagi-Uda Antenna

朴木 真奈 堀 俊和 藤元 美俊
 Mana HOUNOKI Toshikazu HORI Mitoshi FUJIMOTO

福井大学 工学部

Faculty of Engineering, University of Fukui

1. まえがき

一般に八木・宇田アンテナは素子数が増えるほど高利得、狭帯域となり、また設計が困難とされる。本報告ではパラメータが多い場合に有効とされる遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) を用いて高利得化、広帯域化を図った設計を行い、八木・宇田アンテナの特性限界を明らかにする。

2. GAを用いた八木・宇田アンテナの設計

図1に示す n 素子八木・宇田アンテナについて考える。素子長 l_1, l_2, \dots, l_n と素子間隔 S_1, S_2, \dots, S_{n-1} 、および素子半径 r_1, r_2, \dots, r_n をパラメータとして、GAを用いてパラメータスタディを行う。また、目的関数を(1)式および(2)式で設定し、評価する。

$$o(x) = R \cdot B(x) \quad (1)$$

$o(x) = a \cdot G(x) - b \cdot |\alpha - \text{Re}(Z(x))| - c \cdot |\text{Im}(Z(x))| \quad (2)$
 ただし $R \cdot B(x)$, $G(x)$, $\text{Re}(Z(x))$ および $\text{Im}(Z(x))$ は比帯域幅、指向性利得、入力抵抗 (α = 入力抵抗の目標値)、および入力リアクタンスである。また a, b, c は重み係数である。

3. 素子数による比帯域幅の限界

(1)式を用いた場合の素子数とVSWRが2以下である場合の比帯域幅との関係を図2に示す。図2から、素子数が増えるにつれ比帯域幅が狭くなることがわかる。5素子以下では比帯域幅50%以上が得られることがわかった。

4. 素子長と指向性利得の関係

(2)式を用いた場合の素子長と指向性利得の関係を図3に示す。図3から素子数が増えるにつれ利得が高いことがわかる。また、アンテナ長が大きいほど高利得を有するアンテナが得られることがわかった。最大利得は3, 4, 7, 12および15素子で9.4, 11.9, 14.9, 16.2および17dBとなり、17dBとなった。

5. 指向性利得と比帯域幅の関係

図4に指向性利得と比帯域幅の関係を示す。図4から等しい素子数でも高利得なアンテナはより狭帯域となることがわかった。これより高利得と広帯域を同時に満たす特性は得られないことがいえる。15素子において帯域5%以上を使用する場合、利得の最大値は16.6dBとなる。

6. むすび

八木・宇田アンテナの特性限界を明らかにした。アンテナ長が大きいと高利得となるが、同時に広帯域は期待できないことがわかった。

文献

[1] 嶋田, 堀, 藤元, 丸山, 信学技報, AP2003-247, Jan.2004.

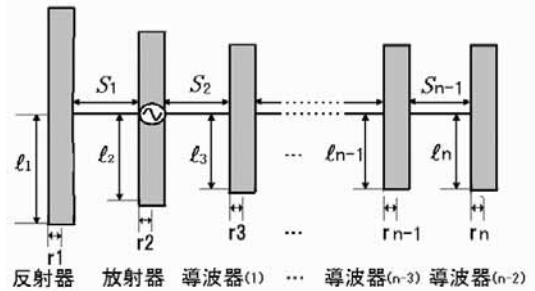


図1 n素子八木・宇田アンテナ

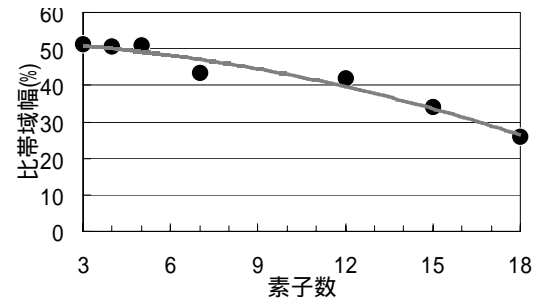


図2 素子数と比帯域幅の関係

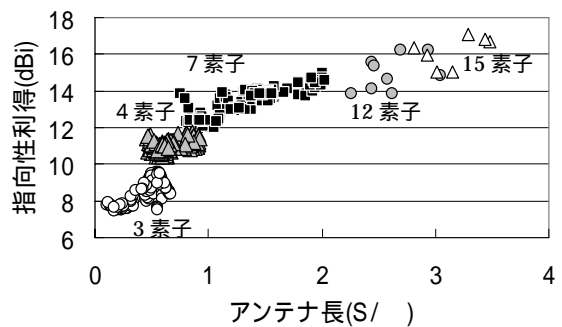


図3 素子長と指向性利得の関係

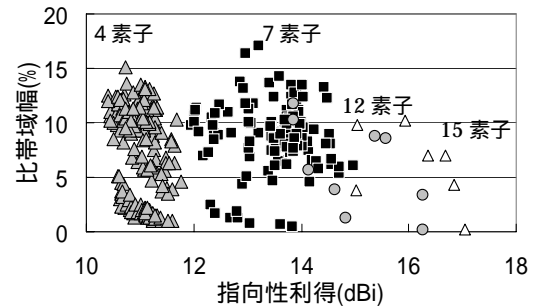


図4 指向性利得と比帯域幅の関係