

広帯域 3 素子八木・宇田アンテナの構造

Structure of broad-band three element Yagi-Uda Antennas

嶋田 将大 堀 俊和 藤元 美俊
 Masahiro SHIMADA Toshikazu HORI Mitoshi FUJIMOTO

福井大学 工学部
 Faculty of Engineering, University of Fukui

1. まえがき

八木・宇田アンテナは、テレビジョン放送受信用アンテナとして広く用いられており、最適設計に関する研究も数多く行われている[1][2]。本報告では、遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithms) を用いた設計に基づき、広帯域な3素子八木・宇田アンテナの構造を明らかにする。

2. GA を用いた八木・宇田アンテナの設計

ここでは、図1に示すような 3 素子八木・宇田アンテナについて考える。アンテナの素子長 ℓ と素子間隔 S 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った。ここで、適合関数は (1) 式のように設定した。

$$o(x) = a \cdot G'(x) - b \cdot \text{Re}'(Z(x)) - c \cdot \text{Im}'(Z(x)) \quad (1)$$

$$\text{ただし、} G'(x) = 10 \cdot \log_{10} G(x) [\text{dBi}] \quad (2)$$

$$\text{Re}'(Z(x)) = \left| -\text{Re}(Z(x)) \right| [\Omega] \quad (3)$$

$$\text{Im}'(Z(x)) = \left| \text{Im}(Z(x)) \right| [\text{dBi}] \quad (4)$$

であり、 $G(x)$ は利得、 $\text{Re}(Z(x))$ は入力抵抗、 $\text{Im}(Z(x))$ は入力リアクタンス、 a は定数 (入力定数の目標値に相当)、また a, b, c は重み係数である。素子半径は $0.015 \lambda_0$ 、人口数は100、交叉率は0.8、突然変異率は0.01とし、世代数は、ほぼ収束する値として1000世代としている。

3. 3素子八木・宇田アンテナの特性

GAを用いた3素子八木・宇田アンテナのアンテナ長と比帯域幅 (VSWR2以下) の関係を図2に示す。ここで、アンテナ長を $S = S_2 + S_3$ とし、図中の◆印は入力抵抗 40Ω 以上、□印は入力抵抗 $30 \sim 40 \Omega$ である。図2から、入力抵抗 40Ω 以上で、アンテナ長が $0.6 \sim 0.65 \lambda_0$ の範囲において比帯域幅が25%を越える特異な領域 (以下特異解と呼ぶ) が存在することがわかる。

4. 特異解の構造

反射器-放射器間隔と比帯域幅の関係を図3に、放射器-導波器間隔と比帯域幅の関係を図4に示す。この結果から、入力抵抗が 40Ω 以上で、反射器-放射器間隔が $0.2 \sim 0.35 \lambda_0$ 、放射器-導波器間隔が $0.3 \sim 0.45 \lambda_0$ の範囲において、比帯域幅が25%を越えることがわかる。

5. むすび

広帯域 3 素子八木・宇田アンテナの構造について検討した。入力抵抗が 40Ω 以上で、アンテナ長が $0.6 \sim 0.65 \lambda_0$ 、反射器-放射器間隔を $0.2 \sim 0.35 \lambda_0$ 、放射器-導波器間隔を $0.3 \sim 0.45 \lambda_0$ の範囲において比帯域幅が 25% を越える特異解が存在し、最大 41.3% の比帯域幅を確保できることが明らかとなった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、貴重なご助言を頂いたNTTドコモの丸山珠美博士に感謝する。

参考文献

- [1] Eric A. Jones and William T. Joines, "Design of Yagi-Uda Antennas Using Genetic Algorithms," IEEE Trans. AP. vol.45, pp.1386-1392, Sep.1997.
- [2] James L. Lawson, Yagi-Antenna Design, The American Radio Relay League, 1986.

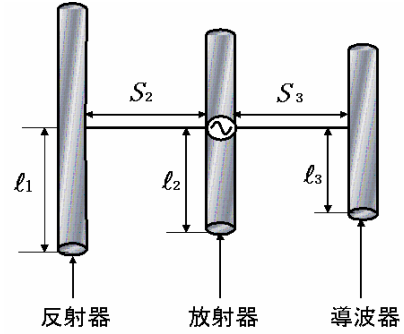


図1 3素子八木・宇田アンテナの構造

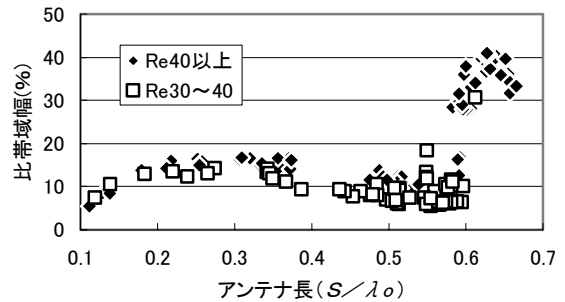


図2 アンテナ長と比帯域幅の関係

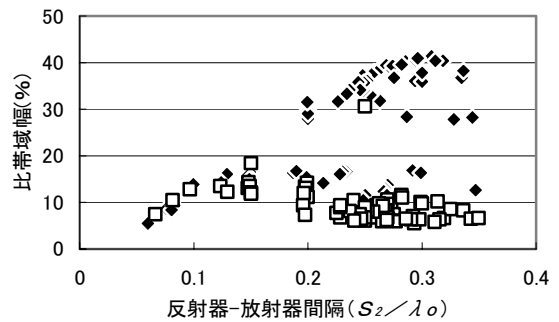


図3 反射器-放射器間隔と比帯域幅の関係

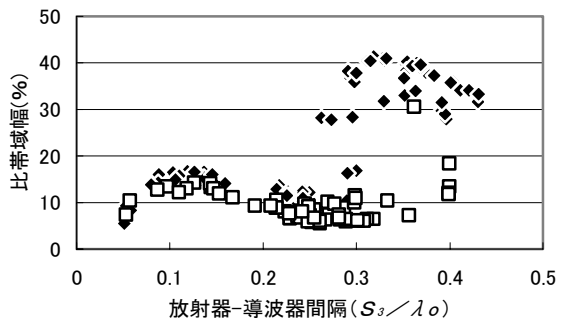


図4 放射器-導波器間隔と比帯域幅の関係