

高利得を有する八木・宇田アンテナの構造と特性

嶋田 将大 ・ 堀 俊和 ・ 藤元 美俊 (福井大学 工学部)

1. まえがき

八木・宇田アンテナは、テレビジョン放送受信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かなり行われている[1][2]。最大指向性利得は入力インピーダンスによって異なり、入力インピーダンスが低くなるほど指向性利得が高くなる事が分かった[3]。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、高利得な性能を有する八木・宇田アンテナの構造と特性を明らかにする。

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4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 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。GA における適合関数を次式で与える。

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

$$G'(x) = 10 \cdot \log_{10} G(x) [\text{dBi}]$$

$$\text{Re}'(Z(x)) = |50 - \text{Re}(Z(x))| [\Omega]$$

$$\text{Im}'(Z(x)) = |\text{Im}(Z(x))| [\Omega]$$

ここで、 $G(x)$ は利得、 $\text{Re}(Z(x))$ は入力インピーダンス、 $\text{Im}(Z(x))$ は入力リアクタンスである。また、素子半径は $0.003 \lambda_0$ 、人口数 50 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. 八木・宇田アンテナの構造と特性

GA を用いた八木・宇田アンテナの設計結果を図2に示す。ここで $S = S_2 + S_3 + S_4$ としている。また図3には、図2と同じ構造の4素子八木・宇田アンテナにおいて特性インピーダンスを変化させ VSWR が2以下となる範囲の比帯域幅 (%) とアンテナ長 S/λ_0 との関係を示す。図中の◇印は文献[1]に記載されている値 ($\text{Re} = 47 \Omega$) である。図2に示すように、指向性利得は入力抵抗によって異なり、入力インピーダンスが低くなるほど指向性利得が高くなっていることが分かる。また、アンテナ長 S/λ_0 が、0.5 以下および 0.7~0.9 の間で高利得を得るが、図3よりアンテナ長 S/λ_0 が、0.5 以下のときは比帯域幅が 3% 以下であるため実用的ではない。また、入力インピーダンスが 20Ω 以下のときも同様に比帯域幅が狭くて実用的ではない。以上のことから、入力インピーダンスは 30Ω 以上で、アンテナ長 S/λ_0 を 0.7~0.9 の間で設計すればよいとわかる。

4. むすび

高利得を有する八木・宇田アンテナの構造と特性について検討し、入力インピーダンスを低くすることによって指向性利得は高くなるが、 30Ω 以上でないとき比帯域幅が狭くて実用的ではないことがわかった。また、抵抗が $40 \Omega \sim 50 \Omega$ の GA を用いた八木・宇田アンテナと既存のアンテナとを比較すると、比帯域幅ではほとんど差は見られないが、指向性利得では約 1dBi 高い指向性利得を得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 未来ねっと研究所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. Antennas Propag. vol.45, pp.1386-1392, Sep.1997.
- [2] James L. Lawson, YAGI-ANTENNA DESIGN, The American Radio Relay League, 1986.
- [3] 嶋田将大, 堀俊和, 藤元美俊 2003 信学ソ大, B-1-82.

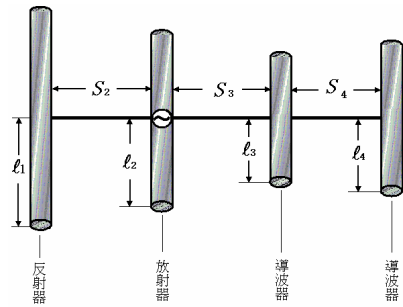


図1 4素子八木・宇田アンテナの構造

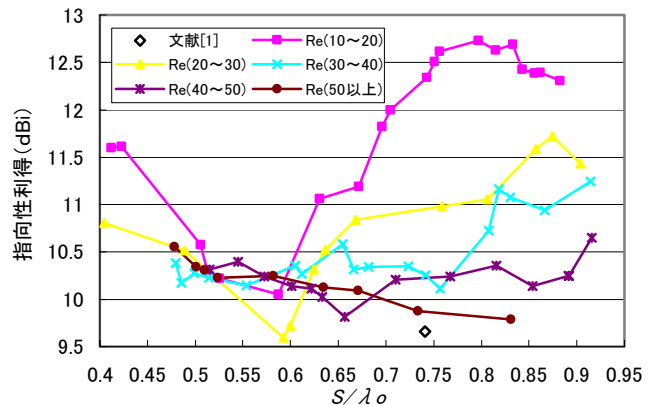


図2 アンテナ長と指向性利得の関係

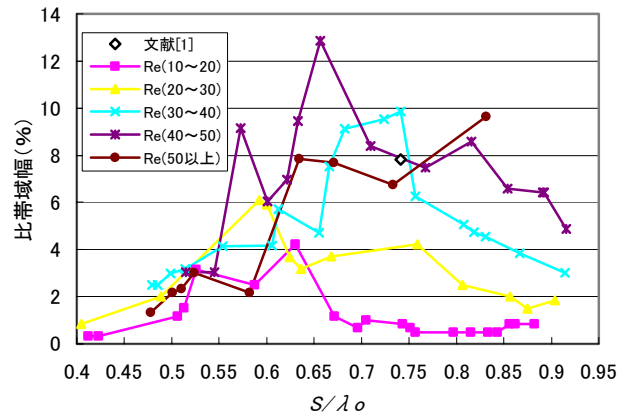


図3 アンテナ長と比帯域幅の関係