

コニカルスパイラルアンテナにおける構造と軸比の関係性

Relationship between geometry and axial ratio of conical spiral antenna

内田和宏[†]
Kazuhiro Uchida

今野佳祐^{††}
Keisuke Konno

陳強^{††}
Qiang Chen

[†] 東北大学工学部
School of Engineering, Tohoku University

^{††} 東北大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

1 まえがき

コニカルスパイラルアンテナは入力インピーダンスが周波数に依存せず、円偏波を放射する超広帯域アンテナとして広く知られている [1]。このようなコニカルスパイラルアンテナにおいて、軸比と構造との関係はあまり明らかにされていない。そこで本報告ではコニカルスパイラルアンテナの構造と軸比との関係を明らかにする。

2 コニカルスパイラルアンテナモデル

図1にコニカルスパイラルアンテナの構造を示す [2]。 $\tan\psi = a$ とすると、 r_1 と r_2 は以下のように表される。

$$r_1 = r_0 e^{(a \sin\theta_0)\phi_1} \quad 0 < \phi_1 < \phi_0$$

$$r_2 = r_0 e^{(a \sin\theta_0)(\phi_2 - \pi)} \quad \pi < \phi_2 < \phi_0 + \pi$$

また a は θ_0, ϕ_0, h, r_0 を用いて以下のように表される。

$$a = \frac{1}{(\sin\theta_0)\phi_0} \ln\left(\frac{h}{r_0} + \cos\theta_0\right)$$

高さ $h = 0$ かつ $\theta_0 = \pi/2$ のとき、本アンテナは平面のスパイラルアンテナと同じ構造になる。スパイラルアンテナは、アームの長さが波長に比べて十分に長いときにアーム端部からの反射波が小さくなり、超広帯域アンテナとして動作し、円偏波を放射することが知られている。本アンテナは、このようなスパイラルアンテナを頂角 $2\theta_0$ の円錐側面に巻き付けたものである。スパイラルアンテナのアームは同一平面にあるため、最大放射方向 ($\pm z$ 方向) の電界の軸比はアンテナの電流分布のみで決まるが、本アンテナのそれは z 方向のアーム間隔に応じた空間位相差の影響を受ける。

3 巻き角度 ϕ_0 と高さ h に対する軸比の数値解析結果

モーメント法によるコニカルスパイラルアンテナの数値解析を行った。結果を図2に示す。軸比は、巻き角度 ϕ_0 と高さ h が大きいと下がるのが分かった。これらのパラメータは、アームの長さやアーム間隔に影響する。アームに十分な長さがあれば、アーム先端での電流の反射が小さくなり定在波が起きない。よって高さ h と巻き角度 ϕ_0 を大きくし、十分なアームの長さを確保することで、平面のスパイラルアンテナと同様に円偏波を放射する超広帯域アンテナとして本アンテナは動作すると考えられる。また平面のスパイラルアンテナと異なり、コニカルスパイラルアンテナのアームの高さは異なる。したがって、コニカルスパイラルアンテナの電流分布がスパ

イラルアンテナと同じ位相を持っていたとしても、アームの高さの違いに起因する空間的な位相差が生じ、必ずしも円偏波が放射されない。このような空間的な位相差の影響をなくすためには、アームが1周するときの高さ変化が波長に比べて十分小さければよい。同じ高さ h のコニカルスパイラルアンテナでは、巻き角度 ϕ_0 を増やしてアーム1周分の高さ変化を小さくすると軸比がより下がると考えられる。

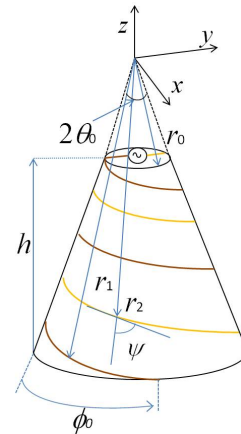


図1 コニカルスパイラルアンテナモデル。

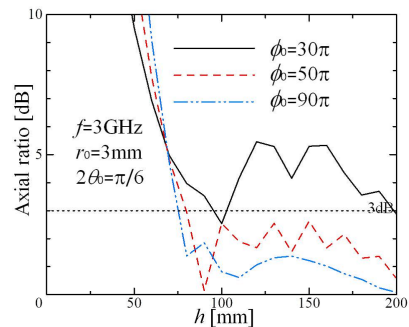


図2 巻き角度 ϕ_0 と高さ h を変えた時の軸比。

4 まとめ

本報告では、コニカルスパイラルアンテナが良好な軸比の円偏波を放射する構造を明らかにした。

参考文献

- [1] J. D. Dyson, "The unidirectional equiangular spiral antenna," Trans. IRE, AP-7, pp.329-334, 1959.
- [2] C. A. Balanis, MODERN ANTENNA HANDBOOK, pp.292-295. New York: Wiley, 2008.