

# 複数の線形アンテナにおける放射電界解析の基礎検討

Basic Study of Radiated Electric Field Analysis in Linear Antennas

荻野 稜也<sup>†</sup> 岸本 誠也<sup>†</sup> 大貫 進一郎<sup>†</sup>

Ryoya OGINO<sup>†</sup> Seiya KISIMOTO<sup>†</sup> Shinichiro OHUNUKI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本大学理工学部電気工学科

<sup>†</sup> Department of Electrical Engineering, College of Science and Technology, Nihon University

## 1. はじめに

近年、ミリ波レーダは自動車の自動運転化には欠かせない技術となっており、小型・軽量化の実現によって大きく普及している[1]。ミリ波レーダは、60 GHz 帯などの周波数帯を用いたレーダである。ミリ波レーダは電磁波のセンサとして複数のアンテナを用いている。本報告では、複数の線形アンテナを配列し、それらの放射波の合成電界パターンに関する基礎的な検証を行う。

## 2. 解析手法

図1のように、 $x$  軸に沿って2個の線形アンテナが距離  $a$  で配列する。放射波の観測点までの距離単位ベクトル  $\hat{a}_r$  とする。 $\hat{a}_r$  を  $z$  軸から半時計方向に回転するとき、角度  $\theta$  を  $\hat{a}_r$  と  $z$  軸のなす角、角度  $\psi$  を  $\hat{a}_r$  と  $x$  軸のなす角とし、それぞれの角度の範囲を  $0 \leq \theta \leq 2\pi, \pi/2 \leq \psi \leq 5\pi/2$  とする。2個の線形アンテナの合成電界  $E$  を求めるために(1)式を用いる。

$$E = j60I_0F_0F_1 \frac{e^{-jkr}}{r} \quad (1)$$

ただし、

$$F_1 = \exp\left(-j\frac{1}{2}\Delta\right) \frac{\sin(\Delta)}{\sin(\Delta/2)} \quad (2)$$

$$\Delta = \alpha - ka \cos \psi$$

ここで、 $F_1$  はアンテナ配列による指向特性を表す因子、 $I_0$  は電流、 $\alpha = \pi/2$ 、 $r$  は観測距離、 $k = 2\pi/\lambda$  は波数、 $\lambda$  は波長である。 $F_0$  は線形アンテナ1個の指向特性を表し、(3)式で求める[2]。

$$F_0 = \frac{\cos[(kl/2) \cos \theta] - \cos(kl/2)}{\sin \theta} \quad (3)$$

ここで、 $l$  はアンテナ長である。

## 3. 解析結果

図2は2個の線形アンテナの合成電界パターンを示す。ミリ波レーダで使用される周波数 60 GHz における合成電界について検討した。ここで、アンテナ間距離  $a = 1.25$  mm、波長  $\lambda = 3$  mm、アンテナ長  $l = 1.5$  mm、観測距離  $r = 100$  m とした。この場合、合成電界は  $x$  軸に対して対称となり、 $\psi = 0^\circ$  方向に強い電界となるメインローブが観測でき、 $\psi = 120^\circ$  と  $240^\circ$  付近にサイドローブが確認できる。また、 $\psi = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  付近でヌル点を確認できる。

この合成電界パターンについて検証するため、アンテナ配列による指向特性と線形アンテナ1個の指向特性を図3(a)および(b)に示す。合成電界パターンは、この2つの掛け合わせである。この結果より、メインローブと  $180^\circ$  付近のヌル点はアンテナ配列による指向特性で決まることがわかる。また、 $90^\circ, 270^\circ$  付近のヌル点は、線形アンテナの指向

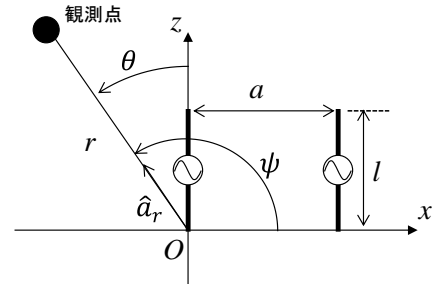


図1 2個の線形アンテナ

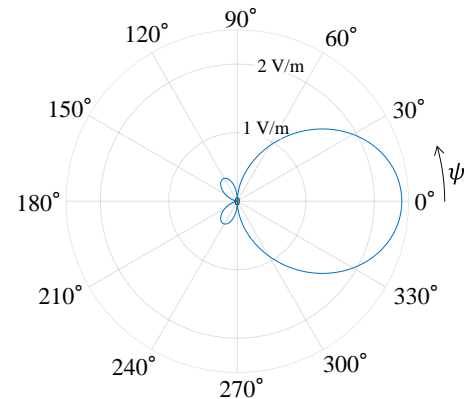


図2 2個の線形アンテナの合成電界パターン

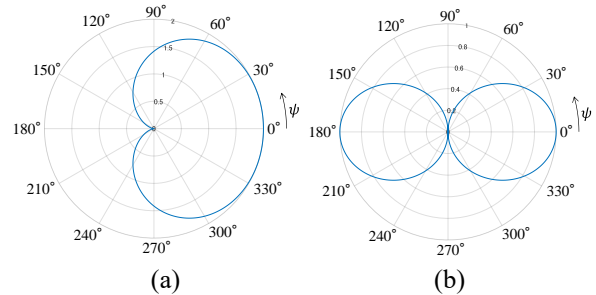


図3 アンテナ配列および線形アンテナ1個の指向特性

特性から決まることがわかる。

## 4. まとめ

本報告では、複数アンテナの基礎検討を行った。2個の線形アンテナによる放射波の合成放射電界やその指向性を確認した。今後は、更なる放射波の合成電界パターンの検証を行い、周波数や観測距離の変更を行う。

## 参考文献

- [1]株式会社三菱総合研究所, 電波防護に関する国外の基準・規制動向調査, 2017.
- [2]細野敏夫, 電磁波工学の基礎, 森北出版, 東京, 2015