

# フレネル領域におけるリフレクトアレーの指向性の設計

## Design of Directivity of Reflectarrays in Fresnel Region

小柳 裕輔 今野 佳祐 陳 強

Yusuke Koyanagi Keisuke Konno Qiang Chen

東北大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University

**1. はじめに** いわゆる Beyond 5G では従来よりも高周波の電波の利用が見込まれている[1]. 高周波電波は直進性が高くなるため, 見通し外での通信が困難になるが, リフレクトアレー(Reflectarray, RA)を用いると見通し外にある端末との間に無線通信路を確保できることが知られている[2]. そこで本研究では, フレネル領域におけるリフレクトアレーの指向性の設計法を提案し, その有効性を数値的に明らかにする.

**2. RA の設計法** 図1に示すように, フレネル領域内に Focal Point(FP)を設定し, その点で RA 素子の散乱電界が同相になるように 素子サイズを決定した. RA 素子#2の反射係数が満たすべき位相 $\phi_2$ は RA 素子#1の反射係数の位相 $\phi_1$ 及び各経路長に対応した空間位相遅延を用いて下記の通り表せる.

$$\phi_2 = k((l_{in2} - l_{in1}) + (l_{ref2} - l_{ref1})) + \phi_1$$

ここで  $k$  は自由空間の波数である. RA 素子の無限周期構造の数値シミュレーションにより, RA 素子のサイズと反射係数の位相との関係が分かるので, 上式の位相を満たす素子サイズが決定される.

**3. 数値解析結果** RA 素子に反射板付き寄生ダイポール素子を用い, 20素子の RA を設計した. 周波数は 40 GHz, 素子間隔は 3.75 mm とした. 図3中で  $R=0.2m$ , 入射角:  $\theta = 30 \text{ deg.}$  の位置に一次放射器を置き,  $R=0.2m$ , 散乱角:  $\theta = 0$  の位置に FP を定めて設計した RA の散乱電界強度分布をモーメント法で求めた結果は図3に示す. フレネル領域内にある FP に対して RA の主ビームが向いていることが分かる.

**4. まとめ** 本研究ではフレネル領域におけるリフレクトアレーの指向性の設計法を提案し, その有効性を数値的に明らかにした.

**謝辞** 本研究成果の一部は, 総務省「電波資源拡大のための研究開発」の支援を受けたものです.

**参考文献**

[1] M. Z. Chowdhury et al., IEEE Open Journal of the Communications Society (Volume: 1), pp.957-975, 2020.  
 [2] Q. Chen, Proc. of 2014 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition, Sapporo, Hokkaido, Japan, pp. 102-103, 2014.

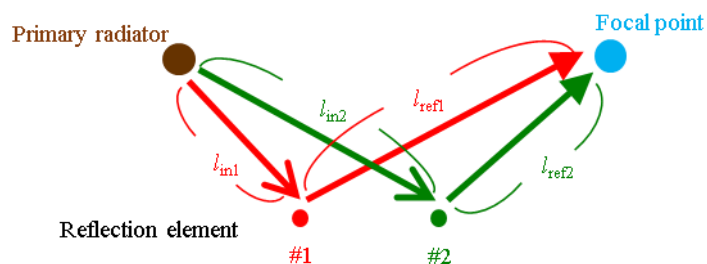


図1 RA の設計法

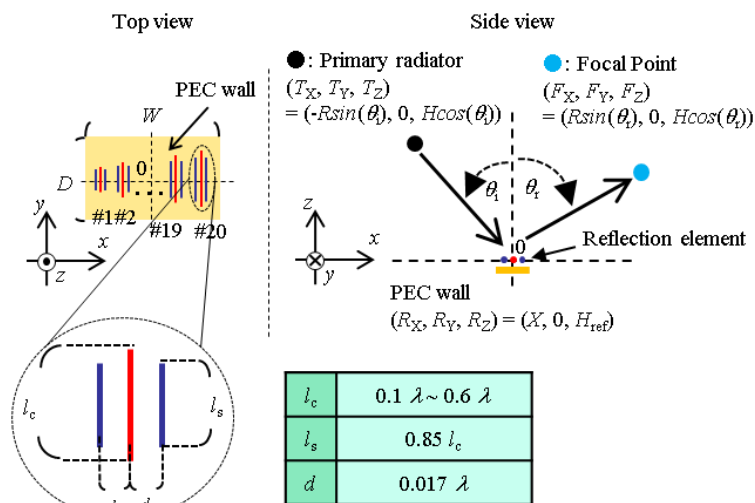


図2 数値解析モデル

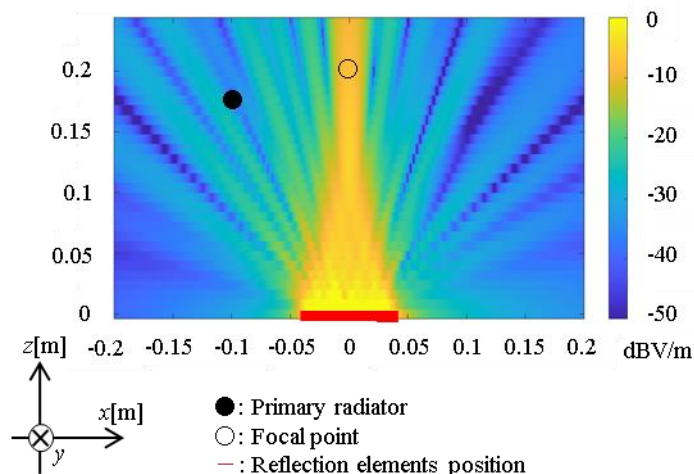


図3 散乱電界強度の数値解析結果  
( $R = 0.2 \text{ m}$ ,  $\theta = 30 \text{ deg}$ ,  $\theta = 0$ )