円筒座標系のダイアディックグリーン関数を用いた近傍界遠方界変換に関する一検討

A Study of Near Field to Far Field Transformation Using Dyadic Green's Function in Cylindrical Coordinate System

持木　和人† Kazuto Mochiki　　今野　佳祐†† Keisuke Konno　　陳　強†† Qiang Chen

† 東北大学工学部 School of Engineering,Tohoku University　　†† 東北大学工学研究科 Graduate School of Engineering,Tohoku University

1　まえがき

アレーアンテナの遠方界測定は，送受信アンテナを互いの遠方界領域に置く必要がある．アレーアンテナが大規模であるほど，遠方界領域までの距離は長くなるので，大規模なアレーアンテナの遠方界測定は困難である．また, 円筒走査では上端, 下端から近傍界の電磁界情報が漏れ, 遠方界推定の精度に大きな影響を与えると考えられる．本報告では, 被測定アンテナを覆うような円筒面上で測定した近傍界と, 円筒座標系におけるグリーン関数を用いて遠方界推定する手法 [1],[2] を用い，推定した遠方界の精度と走査半径，円筒高さとの関係を明らかにする．

2　近傍界-遠方界変換法

円筒座標系のモード係数を用いると，遠方界は次式で表される [1].

$$E_\theta(r,\theta,\phi) = -j2k_0\sin\theta\frac{\mathrm{e}^{-jk_0r}}{r}\sum_{m=-\infty}^{\infty} j^m b_m(k_0\cos\theta)\mathrm{e}^{jm\phi} \tag{1}$$

$$E_\phi(r,\theta,\phi) = -2k_0\sin\theta\frac{\mathrm{e}^{-jk_0r}}{r}\sum_{m=-\infty}^{\infty} j^m a_m(k_0\cos\theta)\mathrm{e}^{jm\phi} \tag{2}$$

ここで a_m, b_m は円筒座標系におけるモード係数であり,k_0 は自由空間中の波数, また m はモードの次数である. 式 (1),(2) のモード係数は被測定アンテナの近傍電界 $E_z(\rho',\phi',z'), E_\phi(\rho',\phi',z')$ から得られる. 得られたモード係数を式 (1),(2) に代入すると, 被測定アンテナの遠方界が得られる.

3　数値シミュレーション結果

図 1 に示すコリニアダイポールアレーの近傍界-遠方界変換を行った．近傍界は，起電力法によって各素子の電界から求めた．変換の結果を図 2 に示す．ある走査半径に対して, 平均二乗誤差が 1% となるような走査高さを持つ円筒面上での近傍界を用いた変換結果を示している．走査半径を大きくすると，同じ精度を得るための円筒高さが大きくなることが分かる．近傍界-遠方界変換の精度は，円筒面走査で得られる近傍界分布に影響を受ける．電磁界は空間的な広がりを持つので，大きな走査半径の有限高さ円筒面で小さな走査半径のそれと等価な範囲の近傍界を捉え，同じ精度で遠方界を得るには，大きな円筒高さが必要となる．

4　まとめ

本報告では，円筒座標系のダイアディックグリーン関数による近傍界-遠方界変換を行い，その精度と走査半径，円筒高さとの関係を数値的に明らかにした．

参考文献

[1] O.M.Bucci,and,C.Gennarelli,IEEE Trans.Antennas Propag, vol.36, no.6,pp.830-835, June.1988.

[2] 浅野他, 信学総体 B-1-223 p.223, 2016 年 3 月.

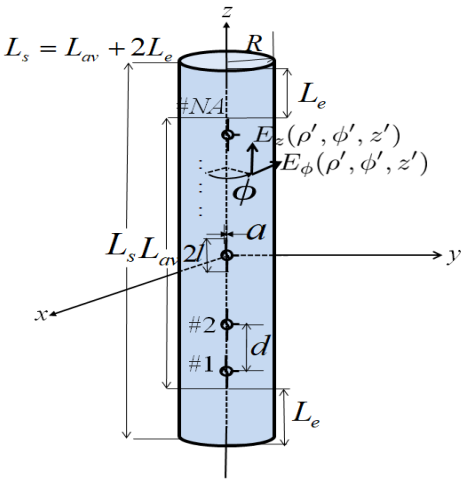

図 1　コリニアダイポールアレー

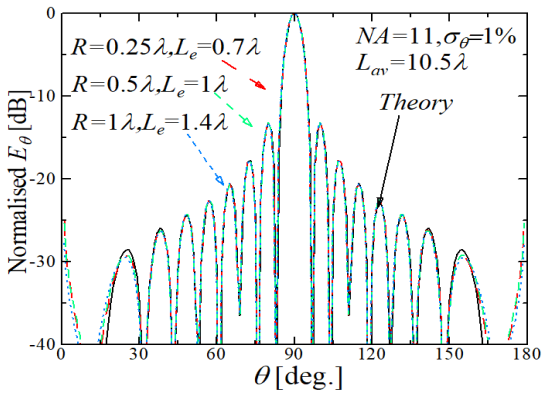

図 2　11 素子アレーの遠方界

Copyright © 2019 IEICE