

完全導体球による散乱問題(RCS の計算)・・・平面波入射の問題

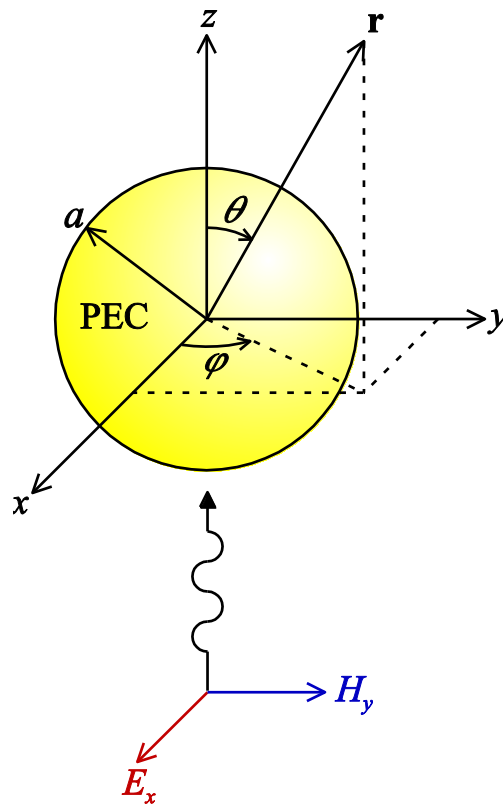


図 1 完全導体球による散乱問題

図 1 に完全導体球による平面波の散乱問題の様子を示す。入射波は+z 方向に進行し、 $\mathbf{E}^i = \hat{x}E_0 e^{-jk_0 z}$ で表される。図 2 に完全導体球による散乱の E 面および H 面のレーダー断面積(RCS)を示す(半径 $a=0.5 \lambda_0$, λ_0 : 自由空間波長)。レーダー断面積(RCS)は[1]の p.88, 式(2-120a)で示されるように次式で定義される。

$$\sigma = \lim_{R \rightarrow \infty} \left[4\pi R^2 \frac{|\mathbf{E}^s|^2}{|\mathbf{E}^i|^2} \right] = \lim_{R \rightarrow \infty} \left[4\pi R^2 \frac{|\mathbf{H}^s|^2}{|\mathbf{H}^i|^2} \right] \quad [\text{m}^2]$$

また、図 2 は厳密解であり、その導出および表現は[2]の pp.563-573 に書かれている。 σ は m^2 の単位を有し、同一位相で全反射する面積に換算するとどの程度の大きさの散乱体であるかという指標と解釈することができる。レーダー方程式中で用いられる。 σ の dB を取った値 $10 \log_{10} \sigma$ の単位は dBsm (dB square meters)である。 σ を波長 λ_0 [m]の 2 乗で割った値は無次元で、その dB を取った値 $10 \log_{10} (\sigma / \lambda_0^2)$ の単位は dBsw (dB square wavelengths)である。図 3 に完全導体球の後方散乱断面積の半径依存性([3]の p.295)を示す。

半径を波長で指定しているので、周波数を指定したことになるが、シミュレータ等によって設定に迷うようであれば、周波数 2.998 GHz (波長 10 cm)などを使うとよい。その場合、図 2 の計算では $a=5 \text{ cm}$ (0.05 m)とすることになる。図 3 の周波数スイープ範囲は 0.24 GHz ($0.04 \lambda_0$)→7.2 GHz ($a=1.2 \lambda_0$)とすることに対応する。

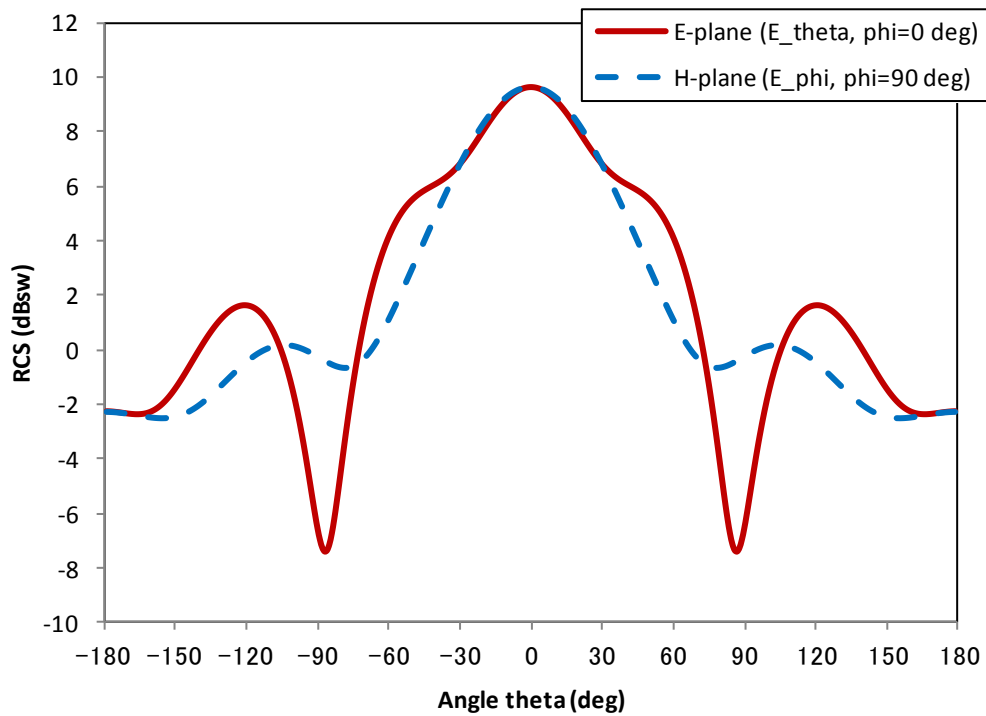


図 2 完全導体球の RCS

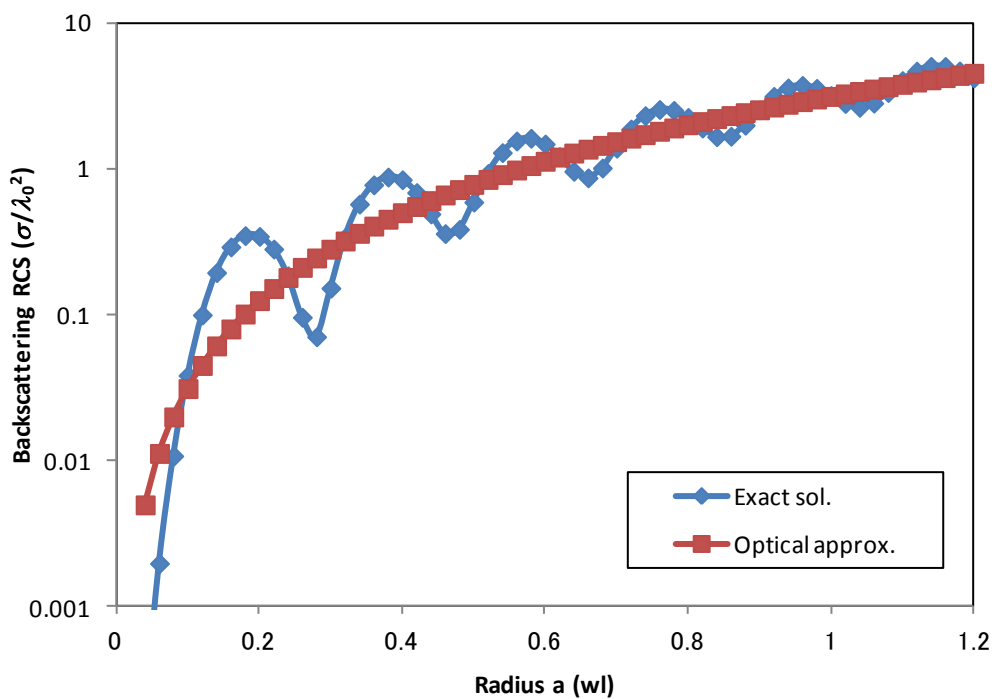


図 3 完全導体球の後方散乱断面積の半径依存性

参考文献

- [1] C.A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design, 2nd ed., pp. 682-695, John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [2] J.A. Stratton: Electromagnetic Theory, John Wiley&Sons, Inc., 2007.
- [3] R.F. Harrington: Time-Harmonic Electromagnetic Fields, John Wiley&Sons, Inc., 2001.