

広帯域電波暗箱の検討 The Study of Broadband Anechoic Chamber

○佐藤智紀¹, 遠山勝久², 小林一彦³, 三枝健二⁴*Sato Tomoki¹, Katsuhisa Toyama², Kazuhiko Kobayashi³, Kenji Saegusa⁴

Abstract: The purpose of this research is a design for a radio anechoic chamber which can evaluate reception characteristics of mobile terminals by 5G mobile communication system. In this paper, we describe the characteristics improvement of the anechoic box by taking into account of the antenna pattern.

1. まえがき

電波暗箱は電波暗室よりも簡易であるため、扱いやすい利点があり、スマートフォンなどの小型通信機器の基本的な性能特性を取得する際に用いられている。しかし、それは使われている電波吸収体や、電波暗箱自体の寸法はメーカーによって異なりその性能差は定かではない。携帯無線通信において、高速で通信できる 5G 通信システムの通信方式が 2020 年を目標として普及予定である。それに合わせて無線携帯端末向けの実験環境も対応せねばならない。本研究では、5G 通信システムにおいて無線携帯端末の受信特性を評価できる電波暗箱の開発を目的としている。先行研究ではアンテナの広帯域化が求められた。そのため使用アンテナをホーンアンテナからダブルリッジホーンアンテナ（以下、DRHA と称する）へ変更し、対面の電波吸収体を性能の良いものに変更したが、性能の改善が見られなかった^[1]。そのため本稿では、アンテナの指向性に着目した電波暗箱の特性改善について検討を行う。

2. 電波暗箱及び電波吸収体の寸法形状

本研究では、有限要素法を用いて解析を行う。解析に用いる電波吸収体は、市販のピラミッド型電波吸収体を使用する。ピラミッド型電波吸収体は周波数が低いほど吸収量が低下する特性を持つ。比誘電率の値は、文献^[2]のデータを基に解析的に推測した値を用いている。解析周波数は日本国内において携帯電話に割り当てられている周波数の下限をカバーできるように 700MHz とする。

解析を行う電波暗箱のモデルを図 1 に示す。箱内にピラミッド型の電波吸収体を設置した。アンテナは DRHA を使用し、電波暗箱の $x=200\text{ mm}$ に開口面がくるように配置した。また図 1 の yz 面が E 面、 xy 面が H 面となるようにしている。

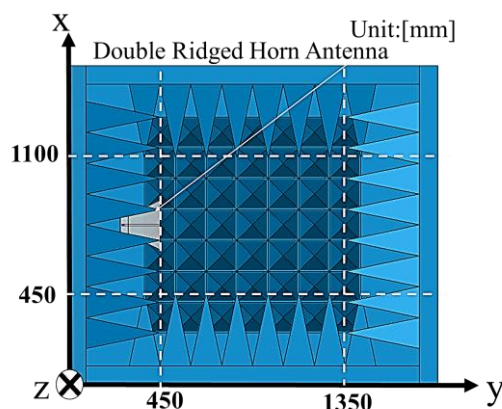


図 1 電波暗箱の寸法形状

3. 電波暗箱の数値解析

電波暗箱の性能評価にあたり、暗箱内に電波を放射したときの電界強度と、自由空間に電波を放射したときの電界強度を計算する。これより、式 (1) で表す直接波で正規化した暗箱壁面からの反射波レベル A の分布を求め、評価を行う。

$$A = 20 \log \left| \frac{E_R}{E_0} \right| [\text{dB}] \quad (1)$$

E_0 : 送信アンテナからの直接波成分の電界強度

E_R : 壁面、電波吸収体からの反射波成分の電界強度

本研究では、電波暗箱内の評価に用いる携帯端末のサイズ(直径 150 mm 程度の円)を考慮して、受信特性の評価が可能で、反射波レベルが -30 dB 以下となる領域を得ることを目標とする^[2]。

ホーンアンテナと比較して広帯域であるアンテナの使用が求められ、DRHA を使用した。式(1)よりホーンアンテナと DRHA での電波暗箱内での反射波レベル分布を図 2 に示す。

1 : 日大理工・学部・電子 2 : 日大理工・院(前)・電子 3 : 日大理工・客員研究員・電子 4 : 日大理工・教員・電子

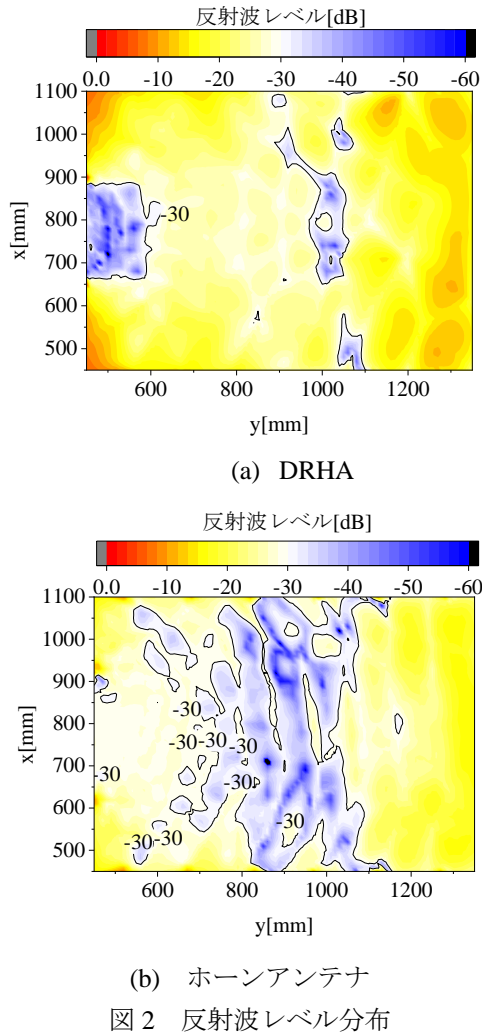
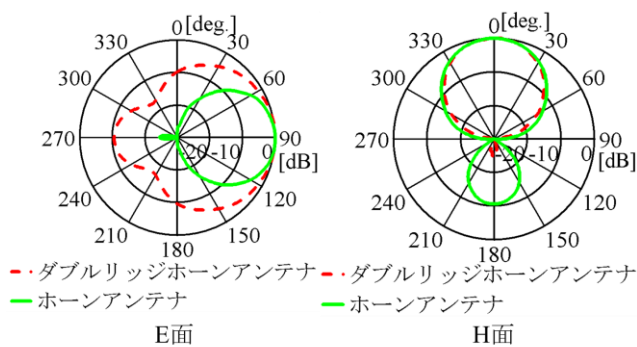


図 2 より、ホーンアンテナと DRHA を比較すると DRHA を使用したときの反射波レベルの特性が悪くなった。この原因としては各アンテナの指向特性が違うために変化が生じたものだと考える。次にモデリングした各アンテナの指向特性の解析結果を示す。



これより DRHA にすることにより特に E 面でのビーム幅が広がっていることがわかる。ピラミッド型電波

吸収体は斜入射の電波の吸収特性が悪い。そのため、ビーム幅が広がったことにより電波暗箱の側面への斜入射成分が増加したため、反射波レベル分布が悪化したと考える。この推測を明らかにするために、アンテナの対面以外を完全吸収体として対面の電波吸収体のみ考慮した場合を考える。その結果を図 4 に示す。

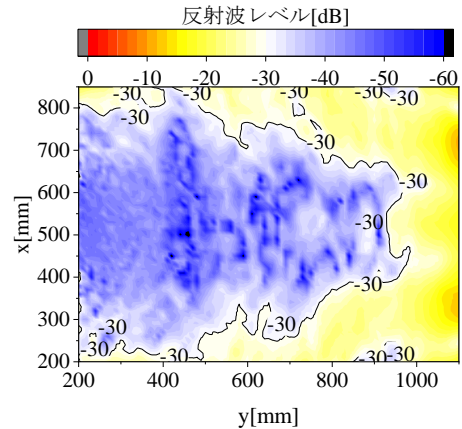


図 4 より -30dB 以下の領域が電波暗箱全域に広がっていることが確認できる。このことより電波暗箱の側面の影響の改善により、電波暗箱の反射波レベル特性を改善することが可能となる。

4. まとめ

本稿では、ダブルリッジホーンアンテナを用いた電波暗箱の反射波解析を行った。解析により、電波吸収体への斜入射成分を低減することができれば反射波レベル分布の改善を図ることができることが明らかになった。

また更なる改善に向け、電波暗箱の寸法の変更、電波吸収体への電波の入射角の最適化、よりビーム幅の鋭いアンテナの使用を検討している。

参考文献

- [1] 遠山勝久, 小林一彦, 三枝健二: 「広帯域アンテナを用いた次世代無線携帯端末向け受信評価用電波暗箱の検討」, 第 61 回日本大学理工学部学術講演会, M-6
- [2] 小林一彦, 村山健太郎, 保田麻耶, 三枝健二: 「次世代無線携帯端末向け受信評価用電波暗箱の基礎検討」, 電気学会論文誌 A (基礎・材料・共通部門誌), Vol.137, No.1, pp36-44, 2017