

TSUBAME 共同利用 平成 26 年度 産業利用 成果報告書

利用課題名 大容量データ伝送用ミリ波アンテナのレドームに関する基礎検討
英文:A Study on radome for millimeter-wave antenna

利用課題責任者 千葉 修二
Shuji Chiba

所属 スタッフ株式会社
STAF corporation.
URL <http://www.staf.co.jp/>

邦文抄録(300 字程度)

屋外で使用される大容量データ伝送用ミリ波帯アンテナに装着されるレドームの厚みに注目し検討を行った。レドームの厚みは電気的特性、機構的強度を考慮し 2mm~3mm に設定した。TSUBAME を用いた電磁界解析で、レドームの厚みを細かく可変させた時のアンテナの指向性ならびにアンテナ利得を示している。その結果をも元にレドームの厚みの最適値について示した。

英文抄録(100 words 程度)

We studied the thickness of the radome in the millimeter-wave band antenna for outdoor. The thickness of the radome, in consideration of electrical characteristics and mechanical strength, was set from 3 mm to 2 mm. Shows an antenna directivity and antenna gain obtained when varied the thickness of the finely radome in electromagnetic analysis using TSUBAME. We shows the optimum value of the thickness of the radome the result based on.

Keywords: radome, electromagnetic simulation, horn antenna,

背景と目的

近年モバイル端末の普及、およびコンテンツ情報量の増大に伴い、通信ネットワークトラフィックが爆発的に増大しているなか、ミリ波帯 E-Band (71GHz~86GHz) を使用した大容量のデータ伝送が可能な無線装置が注目されている。使用されるアンテナにおいては、通信距離の確保、通信の安定化などを実現する為にアンテナに求められる性能は、高利得化、低サイドローブ化など極めて高く、また屋外で使用するため、気象の悪条件も考慮したものが必要となる。気象の悪条件からアンテナを保護する役割でレドームを装着するが、レドームに求められる性能は電波の透過率が高く、機械的に強く、耐候性に優れていることが求められる。ミリ波帯アンテナにおいてレドームの影響は大きいことが予想され、高いアンテナ性能を維持しつつ優れた耐候特性を確保するためには、レドームの最適化は極めて重要であり大きな課題となる。

上記課題に対し電磁界解析を用いてミリ波帯アンテナにおけるレドームの影響を明らかにすることを目的と

している。レドームのパラメータとしては、厚み、誘電率、形状など様々あるが、本課題においては、レドームの厚みに対する指向性の変化と利得の変化に的を絞り、基礎的なデータの取得を行った。

概要

本課題は、基礎的なデータの取得を目的としている為、検討アンテナはホーンアンテナを採用している。その構成を図 1 に示す。

レドームの影響を確認する為に電磁界解析実施モデルは、レドームなしモデル図 1 を基本状態とし、次にレドームありモデル図 2 としている。

レドームは天面の厚みを機構的な強度を加味し 2mm~3mm とし 0.1mm 刻みで可変(図 3)、電磁界解析を実施し、指向性と利得をレドームなし状態とレドームの厚み t を可変したものと比較する事で、ミリ波 E-Band 帯の 71GHz と 76GHz におけるレドームの影響を確認する。

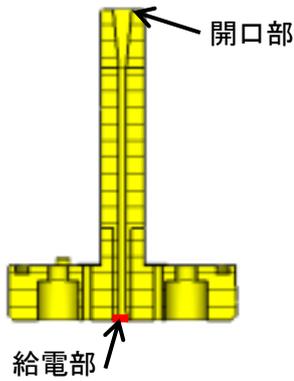


図 1 ホーンアンテナ:角すいホーン
/レドームなしモデル基本状態

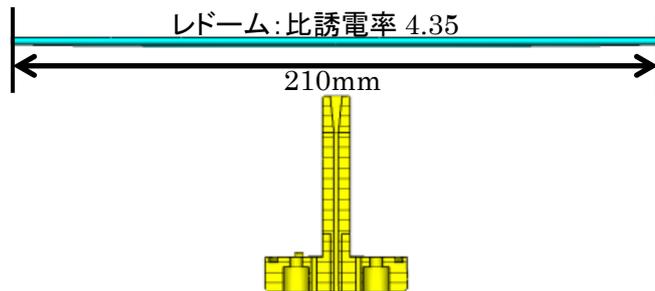


図 2 レドームありモデル

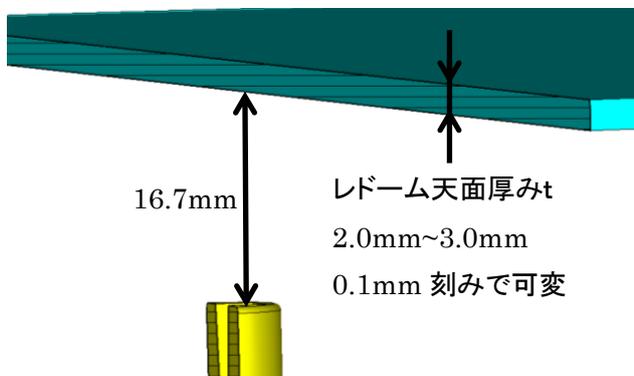


図 3 レドーム天面厚みt可変

結果および考察

図 4(a) (b)に図 1 と図 3 の電磁界解析の結果として 71GHz、76GHzの利得とレドーム厚みの関係を示す。厚みを可変する事で利得が変化している事が解る。71GHzの利得は、レドームなし状態を基準とすると 2.1mm で 1dB 悪く、2.8mm で 1.5dB 程度良くなり、2mm、2.4mm、3mm でレドームなし状態と同等の利得となっている。76GHzの利得はレドームなし状態を基準とすると 2.1mm で 2dB 程度良く、2.6mm で 2dB

程度悪くなり、2.4mm と 2.8mm でレドームなし状態と同等の利得となっている。

71GHz と 76GHz では利得の変化傾向の違いが見られた。これは 71GHz の波長 $\lambda = 4.23\text{mm}$ に対し 76GHz では波長 $\lambda = 3.95\text{mm}$ となりこの差が影響していると考えられる。

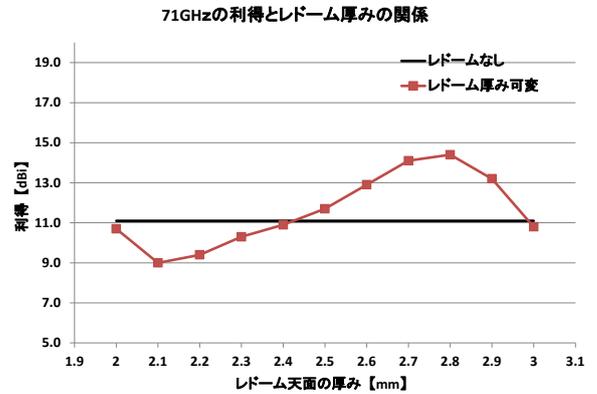


図 4 (a)

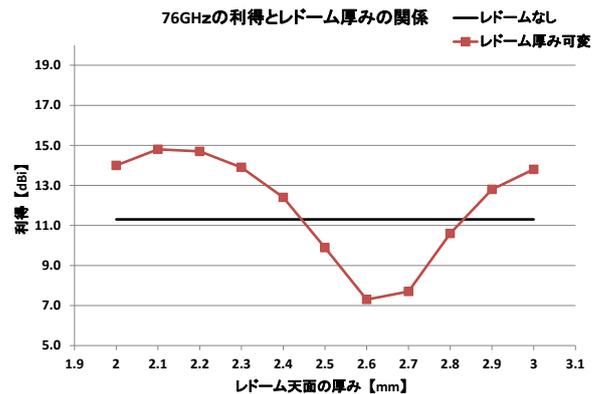


図 4 (b)

次に図 5(a) (b)に 71GHzの指向性とレドーム厚みの関係を示す。グラフにはレドームなし状態図 1 と、利得と厚みの関係から利得の変化が大きかった 2.1mm、2.8mmと変化が少なかった2mm、2.4mm、3mmを比較したものとなっている。H 面の結果からは、レドームの厚み 2.4mm、2.8mm において指向性の変化が大きく、一方 E 面は、2.4mm において $0^\circ \sim 10^\circ$ 付近で指向性の変化が見られたが、それ以外の所では厚みに関係なく変化量は少ない結果となった。今回の条件において 71GHzではレドームの厚みを 2mm または 3mm にする事でレドームによる影響を最小限に抑えることが可能と考える。

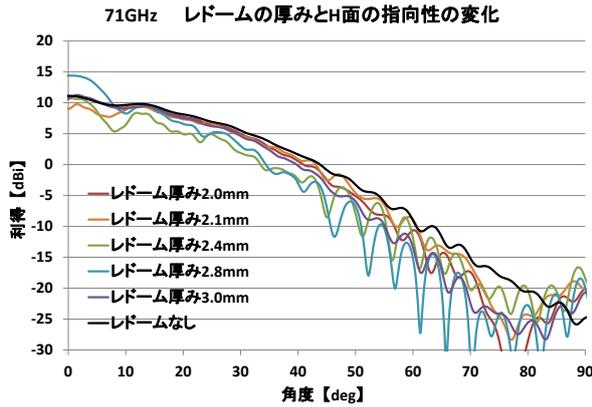


図 5(a)

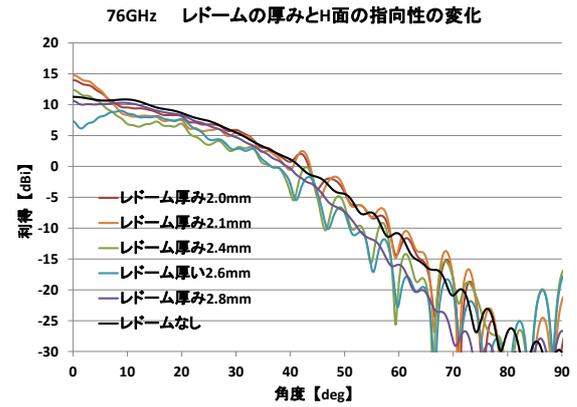


図 6(a)

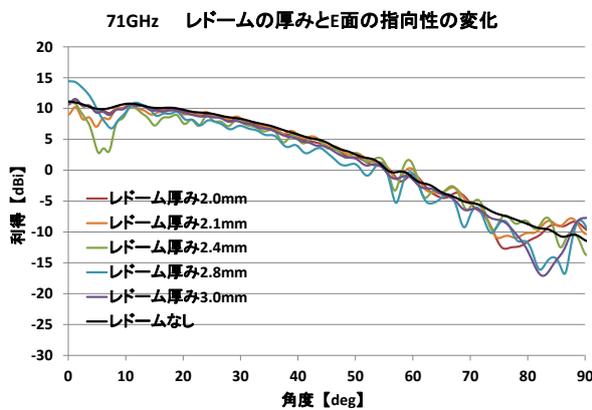


図 5(b)

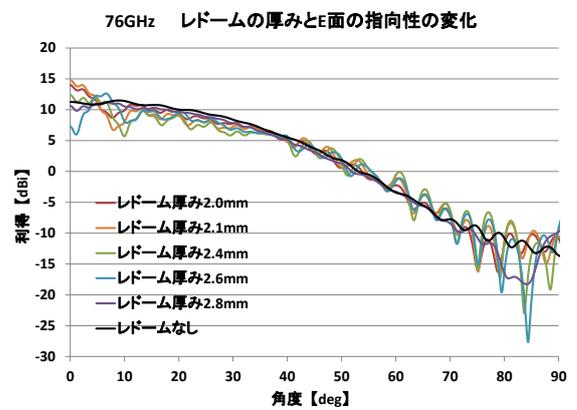


図 6(d)

次に図 6(a) (b)に 76GHz の指向性とレドーム厚みの関係を示す。グラフにはレドームなし状態図 1 と、利得と厚みの関係から利得の変化の大きかった 2.0mm と 2.1mm、2.6mm、利得の変化が少なかった 2.4mm と 2.8mm、を比較したものとなっている。H 面の結果は厚み 2.0mm が最も指向性の変化が少なく、2.4mm で指向性の変化が大きい結果となっている。一方 E 面の結果はどの厚みにおいても指向性の変化が少ない結果となっている。今回の条件において 76GHz では、レドームの厚みを 2.0mm にする事でレドームの影響を最小限に抑える事が可能と考える。

まとめ、今後の課題

ミリ波アンテナにおけるレドームの厚みの影響を電磁界解析にて確認した。レドームの厚みを可変することで、利得、指向性が変化する事を確認できた。また、この結果から影響の少ないレドームの厚みが確認でき、今回の条件においてはレドームの厚みを 2mm にする事でレドームの影響を最小限に抑えられることが解った。

今回は 71GHz と 76GHz に周波数を絞ってレドームの影響を確認したが、今後は周波数の範囲を広げ (81GHz~86GHz)レドームの影響を確認し、厚み以外のパラメータ(比誘電率、レドーム形状など)の影響も確認する予定である。