TSUBAME 共同利用　平成 30 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について検討を行った。
レドームに放射するアンテナ利得を 13～18（dBi）まで変化させた。
TSUBAME を用いた電磁界解析では、レドームに放射させるアンテナ利得を変化させたときのアンテナ利得ならびにアンテナ指向性の変化を示している。その結果から、最適化したレドームの有効性を確認している。

英文抄録（100 words 程度）
We studied the radome of the outdoor millimeter wave antenna.
The antenna gain radiated to the radome was varied between 13 and 18 dBi.
Electromagnetic field analysis using TSUBAME shows changes in antenna gain and antenna directivity when chang the antenna gain radiated to the radome.
As a result, the effectiveness of the optimized radome was confirmed.
Keywords: 5つ程度
radome, electromagnetic simulation, horn antenna

背景と目的

ミリ波帯を使用した大容量伝送用のアンテナは日本国内において、積極的な開発が行われておらず、海外製品がほとんどである。ついては、アンテナ特性（利得、指向性、VSWR）において、海外製品同等以上のミリ波帯アンテナを無線装置開発メーカー様へ逸早く供給する事は、弊社にとって喫緊の課題であり、この課題解決のために同アンテナ開発を高精度かつ遅滞なく進めることが必要である。屋外で使用されるミリ波帯アンテナにおいて、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為のレドームは屋外用ミリ波帯アンテナを構成する重要な部品であり、最適化は重要であり大きな課題となる。

本プロジェクトでは、上記課題に対し、電磁界解析を用いて、レドームの影響を明らかにする事を目的としている。平成 26 年度から平成 29 年度にかけて、レドームの厚み、レドーム比誘電率、検討アンテナとレドームの間隔、レドームの曲率半径について電磁界解析を実施した。そこで得られたアンテナ利得、指向性に影響の少なかったレドームの条件を用いて、本年度はレドームの形状を固定し、アンテナ放射素子の利得を変化させ、前年度までに最適化したレドームの有効性をレドームあり、なしで、電磁界解析を用いてデータの取得を行い、利得、指向性を比較する事で最適化したレドームの有効性を明らかにすることを目的としている。

概要

本年度は、平成26年度から平成29年度にかけて最適化したレドームの形状・条件（図 1）（厚み 2mm、比誘電率 4.05 アンテナとレドームの間隔 16.7mm、レドームの曲率半径 R300mm）を変えずに、アンテナ放射素子（図 2）の開口部を 8×4（mm）～16×8（mm）変えることで利得を変化させている。
アンテナ放射素子の開口部の大きさを変えることで、利得を変化させ、レドームあり、なしの電磁界解析を行い、利得、指向性の比較を行う事で E-Band 帯の 71GHz、76GHz、における最適化したレドームの有効性を確認した。

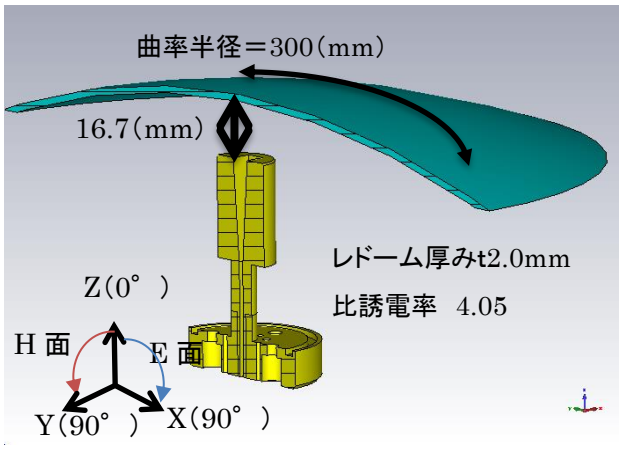

図 1　最適化したレドーム形状・条件

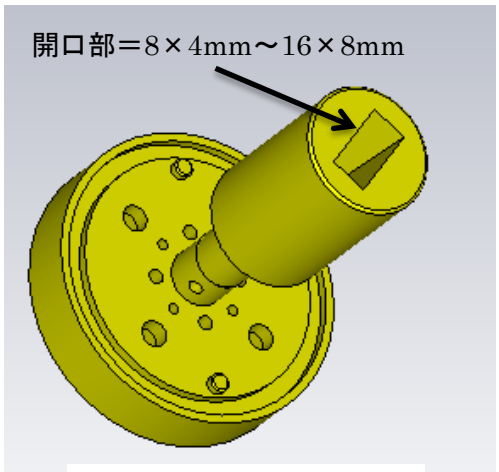

図 2　アンテナ放射素子

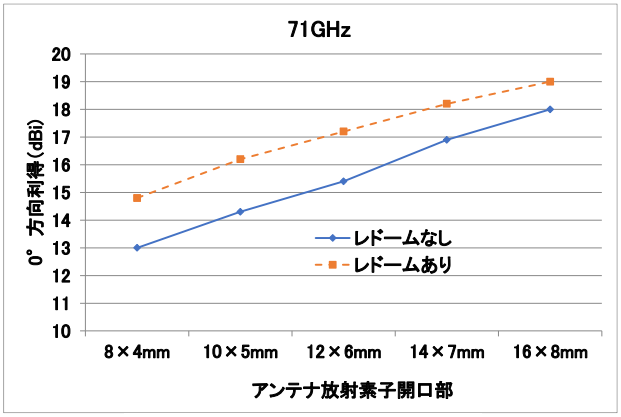

図 3（a）　71GHz 帯利得

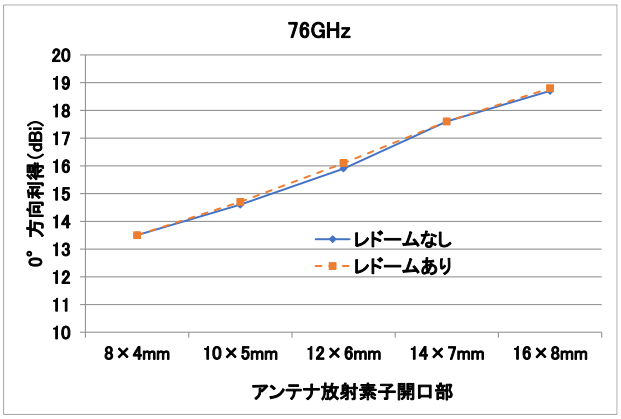

図 3（b）　76GHz 帯利得

結果および考察

図 3（a）（b）、アンテナ放射素子の開口部を変化させ、レドームあり、なしで電磁界解析した結果を示す。

71GHz 帯について、レドームなしではアンテナ放射素子の開口部を広げることにより、利得がリニアに高くなっているのが解る。レドームありにおいては、レドームなしから利得が 1～2dB 高い状態で、レドームなしと同様の傾向がみられる。

76GHz 帯においては、レドームあり、なしにおける利得差はほぼなく、71GHz 帯と同様にアンテナ放射素子開口部が広くなるにつれ、利得がリニアに高くなっていることが解る。

アンテナ放射素子の開口部を広げることでの利得向上の傾向は、レドームありなしで、ほぼ同じ傾向であることが確認できた。

次に図 4（a）(b)(c)(d)(e)に 71GHz 帯、76GHz の指向性を示す。

アンテナ放射素子の開口部を変化させることで指向性は変化する。また、レドームを付ける事で 40°から広角方向の指向性はレドームありなしで若干の違いがみられる。

これは広角方向になるにつれて、レドームへの電波の入射角が小さくなるため、レドームの厚みが厚くみえ、その影響で反射波が多くなり、指向性の乱れに表れている物と推測しているが、利得の低いところであり、アンテナとして特に問題になるレベルではないと考える。

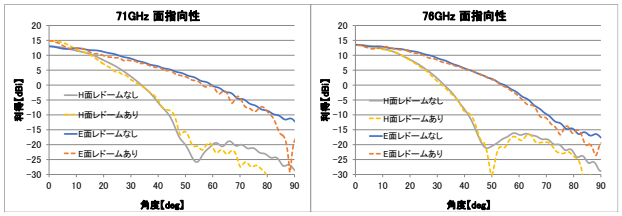

図 4(a) アンテナ放射素子開口部 8×4mm　指向性

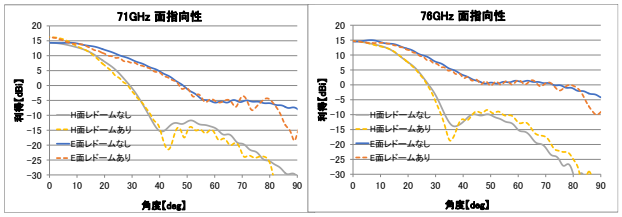

図 4(b) アンテナ放射素子開口部 10×5mm　指向性

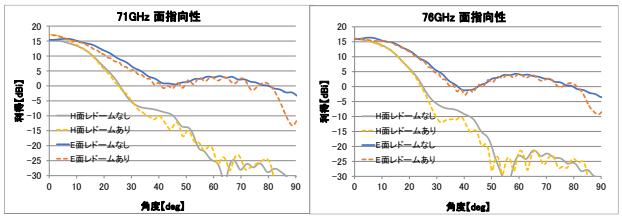

図 4(c) アンテナ放射素子開口部 12×6mm　指向性

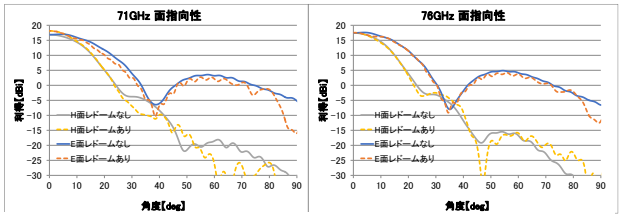

図 4(c) アンテナ放射素子開口部 14×7mm　指向性

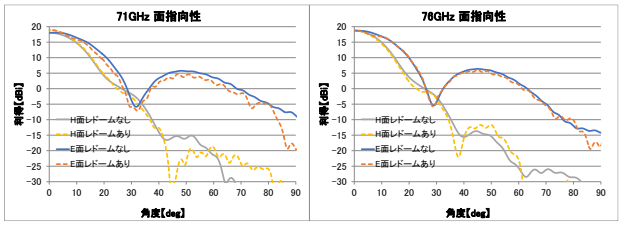

図 4(c) アンテナ放射素子開口部 14×7mm　指向性

まとめ、今後の課題

アンテナ放射素子の開口部を変化させ利得の違うアンテナで平成 26 年度から平成 29 年度にかけて最適化を行ったレドーム形状の有効性を電磁界解析で確認した結果、0°方向アンテナ利得の変化はレドームなしと傾向はほぼ同じ、指向性についてもレドームあり状態での大きな変化は見られなかった。

前年度までに最適化したレドームの有効性が確認でき、今年度の目的は達成できたと考える。

今後の課題としては、平成 26 年度から積み上げた基礎検討を元に商用化できる高利得ミリ波アンテナの実現にあると考えている。商用化するにはレドームの影響だけではなく、アンテナを構成する他の部品の影響も確認する必要がある。