

茨城32m電波望遠鏡受機 切り替え用導波管の開発

足立弘、米倉覚則、百瀬宗武(茨城大学)

長谷川豊、木村公洋、小川英夫(大阪府立大学)

茨城局の現状・課題

茨城局での観測

- ・ 日立、高萩 2 基のアンテナを有する
- ・ 6-9GHz帯、22GHz帯の受信が可能
- ・ メーザーの観測・研究が盛んに行われている
(詳しくは茨大の他学生の発表、ポスターへ)

現在の課題

- ・ 帯域の切替には受信機の載せ替えが必要
 - ・ 前準備・載せ替え・受信機冷却(計約3日)
 - ・ 人員が4名以上必要。
- 頻繁な載せ替えは困難
- ・ 載せ替えの間は観測不可能

解決策

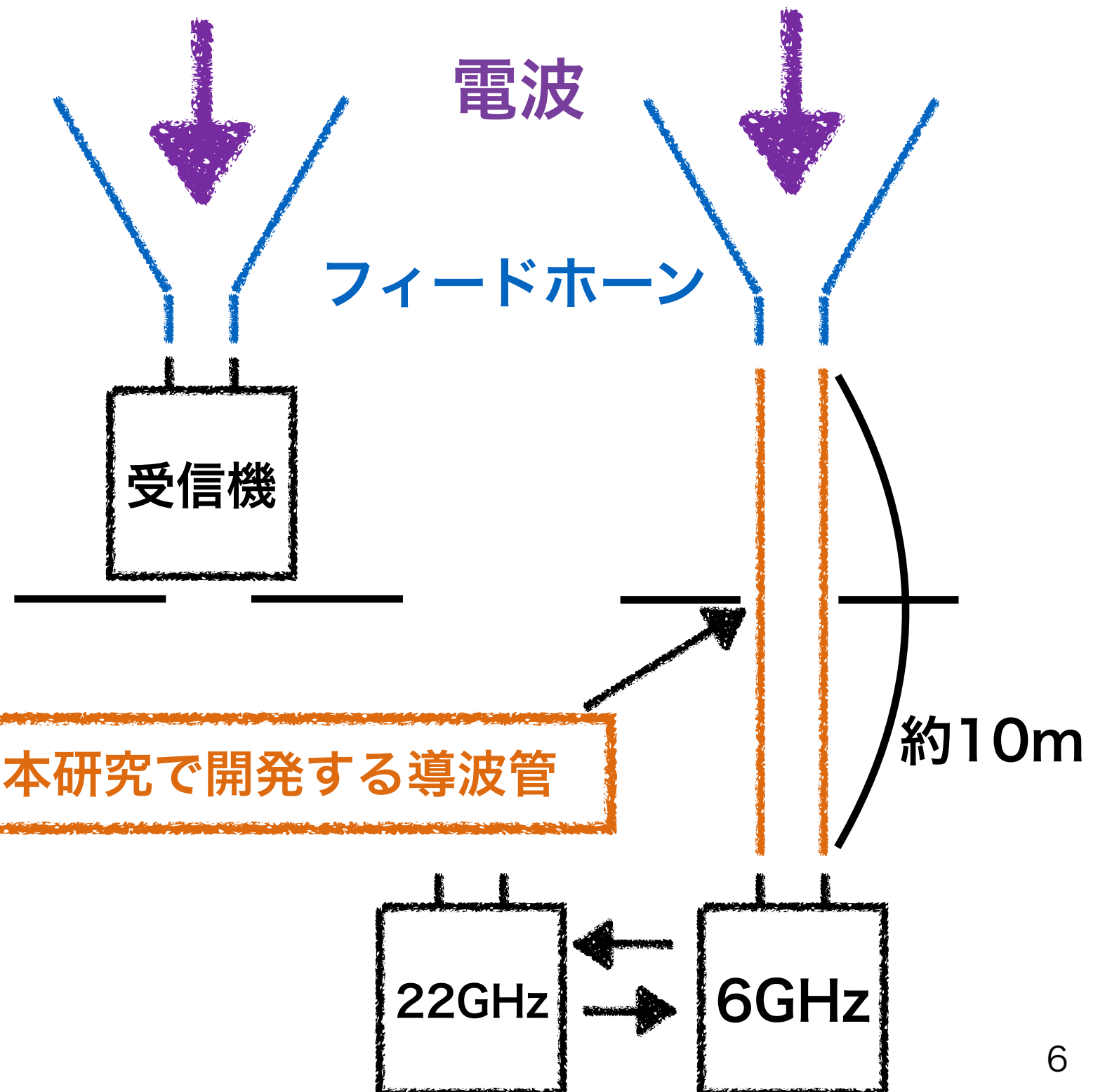
受信機の配置



巻取室

観測室

<http://www.asec.ibaraki.ac.jp/index.php?id=1> より



切替導波管導入のメリット

- ・ 受信機切替が容易になる
- ・ 切替作業時間の短縮化
 - ・ 約3日→最短半日
- ・ 切替に要する人員削減可能
 - ・ 最低4人→最低1人
- ・ 柔軟な観測スケジューリングが可能

入力損失・反射損失



入力損失(S_{21})

$$b_2/a_1 \rightarrow 10 \log_{10}(b_2/a_1) [\text{dB}]$$

$b_2=a_1$ が理想。

0[dB]に近いほど良い。

例:-1 dBよりも-0.1 dBの方が良い

反射損失(S_{11})

$$b_1/a_1 \rightarrow 10 \log_{10}(b_1/a_1) [\text{dB}]$$

$b_1=0$ が理想。

負の値で絶対値が大きいほどよい。

例:-10 dBよりも-20 dBの方が良い

要求仕様

- ・ 受信機の電波入力部は円形
- ・ フィードホーンから
受信機まで約10m
- ・ 入力損失は0dBに近く、
反射損失は-20dB以下

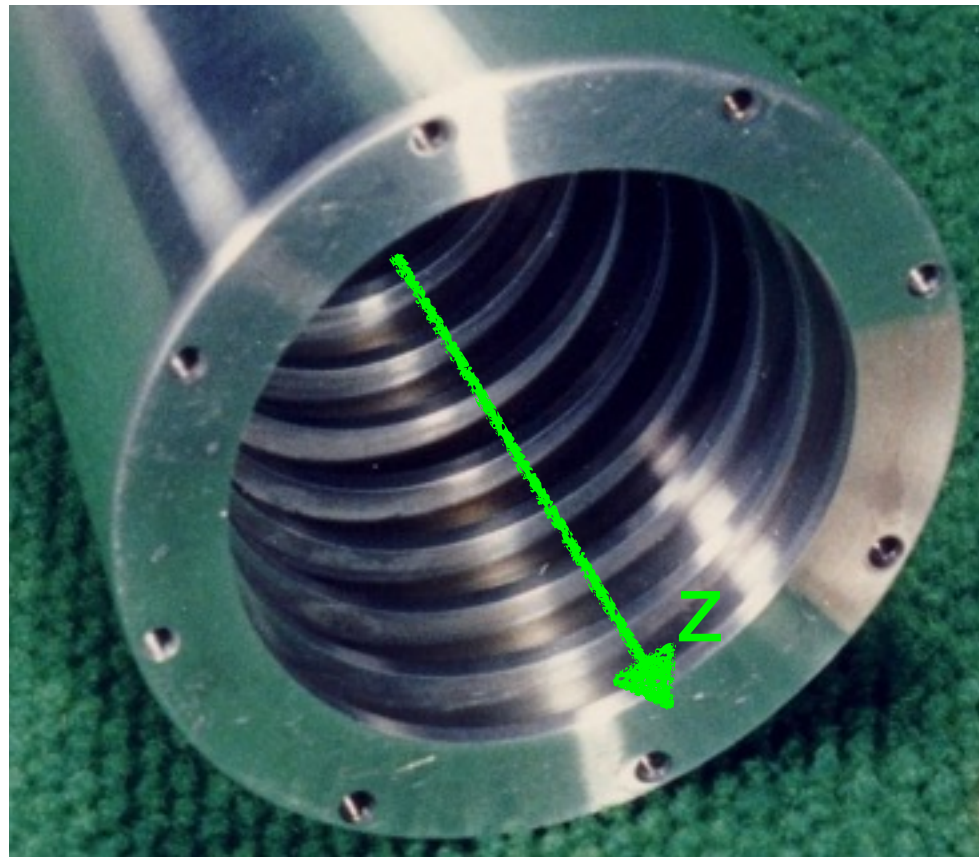
形状	円形
長さ	10m
入力損失	$> -0.45\text{dB}$
反射損失	$< -30\text{dB}$



円形コルゲート導波管

円形コルゲート導波管とは

- ・ 溝が掘られた導波管
- ・ 長距離でも低損失



<http://www.antengenuity.com/service3.html>より

図 円形コルゲート導波管の例

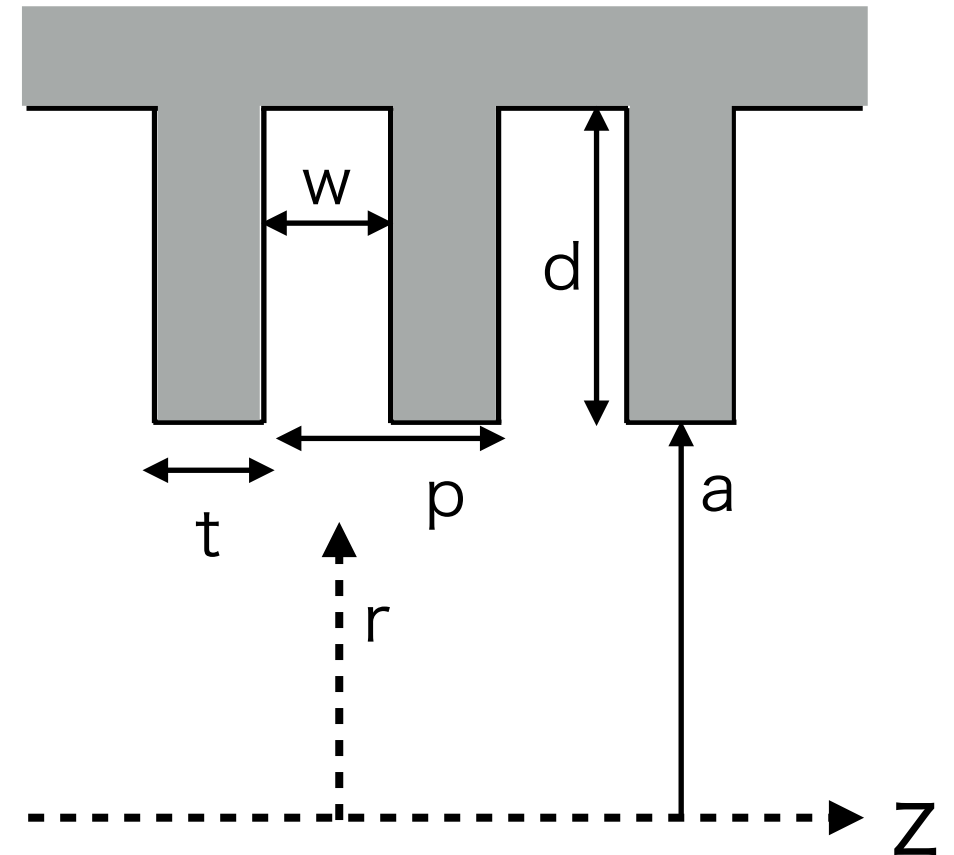


図 円形コルゲート導波管の断面図

表 低損失の条件

$a \gg \lambda$	$p \approx \lambda/3$
$d \approx \lambda/4$	$w < p/2$

Jinal A. Mistry et al. 2014

解析

解析手法

- **Ansys社の3次元電磁界解析ソフト
High Frequency Structure Simulator**
- **有限要素法を用いてMaxwell方程式を解く**
- **導波管などの解析を行える**

設定パラメータの最適化

参考文献：Jinal A. Mistry et al. 2014

表 モデルのパラメータ

入力波長	7.14mm
周波数	42GHz
ガイド半径(a)	31.75mm
溝の深さ(d)	1.785mm
溝の間隔(p)	2.37mm
溝の幅(w)	1mm
歯の厚さ(t)	1.37mm
長さ	22.7mm
素材	アルミニウム

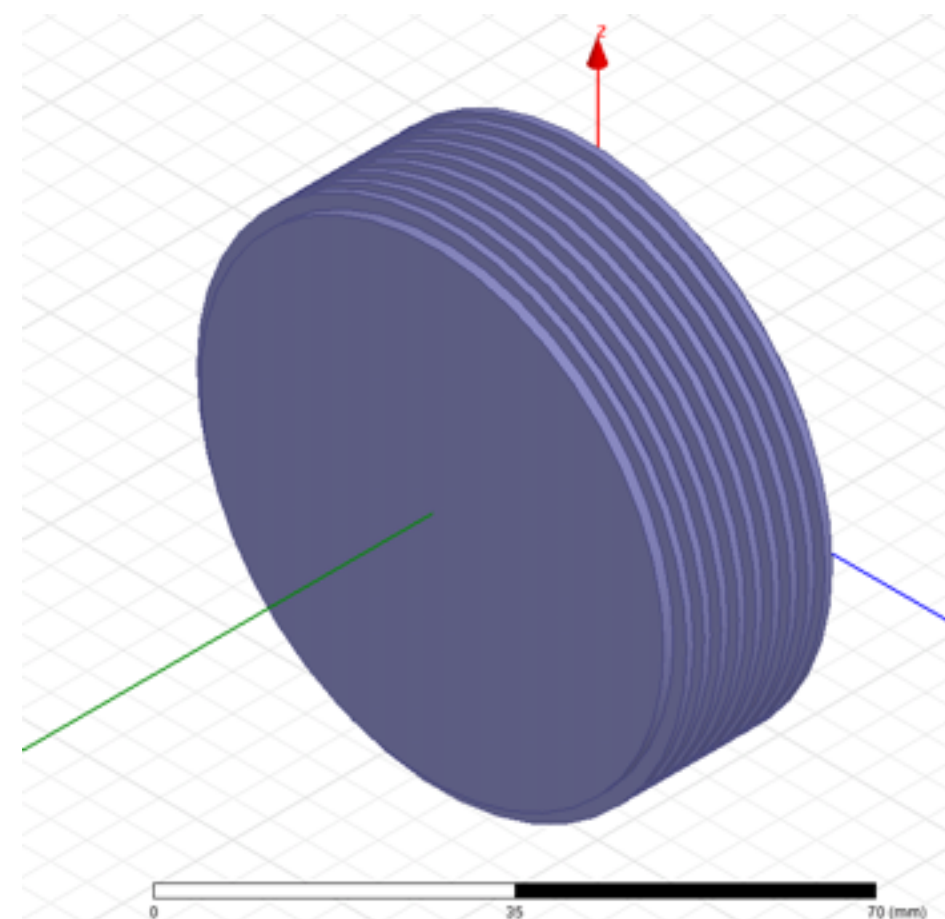


図 解析モデル

表 文献値@42GHz

入力損失(dB)	反射損失(dB)
-0.015	-25.53

生成したモード

図

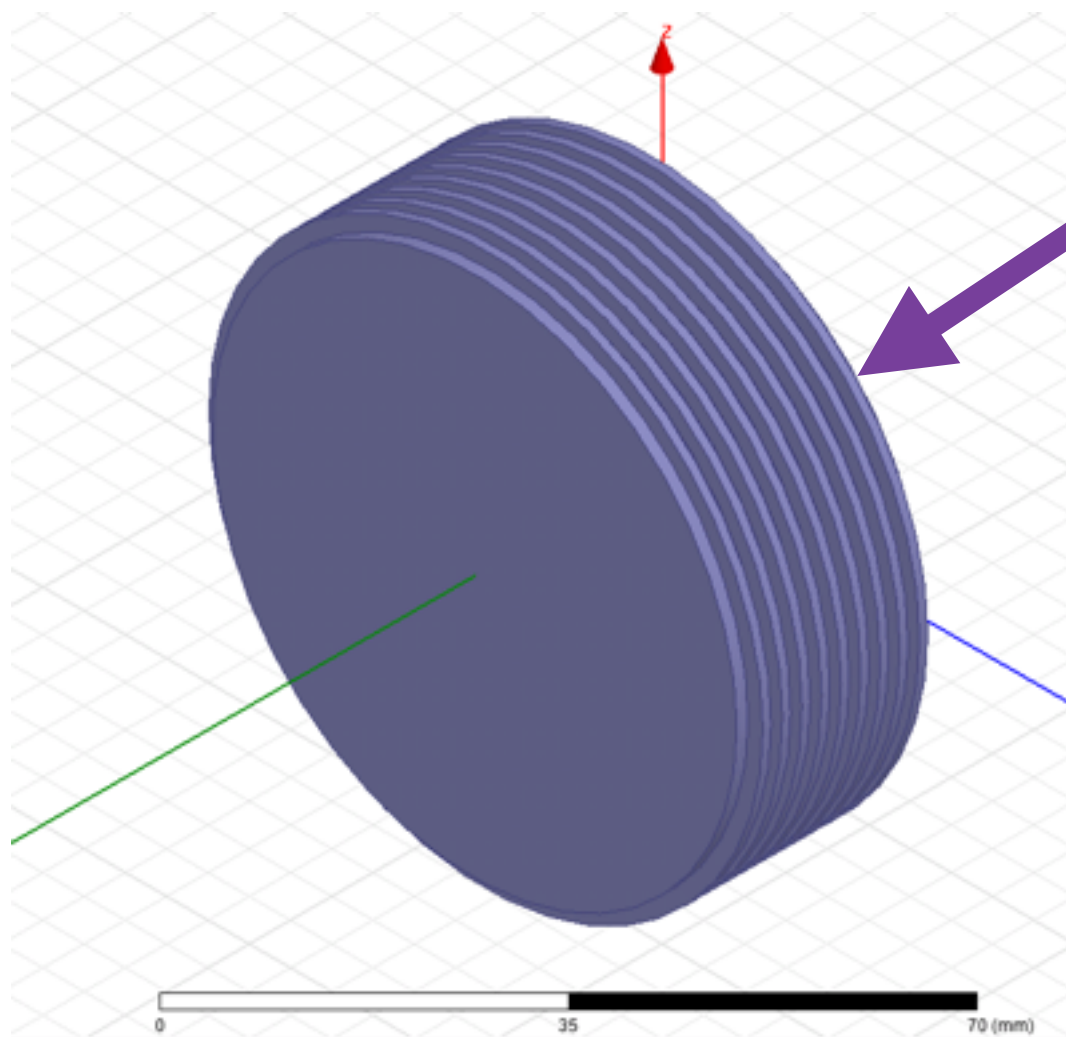


図 解析モデル

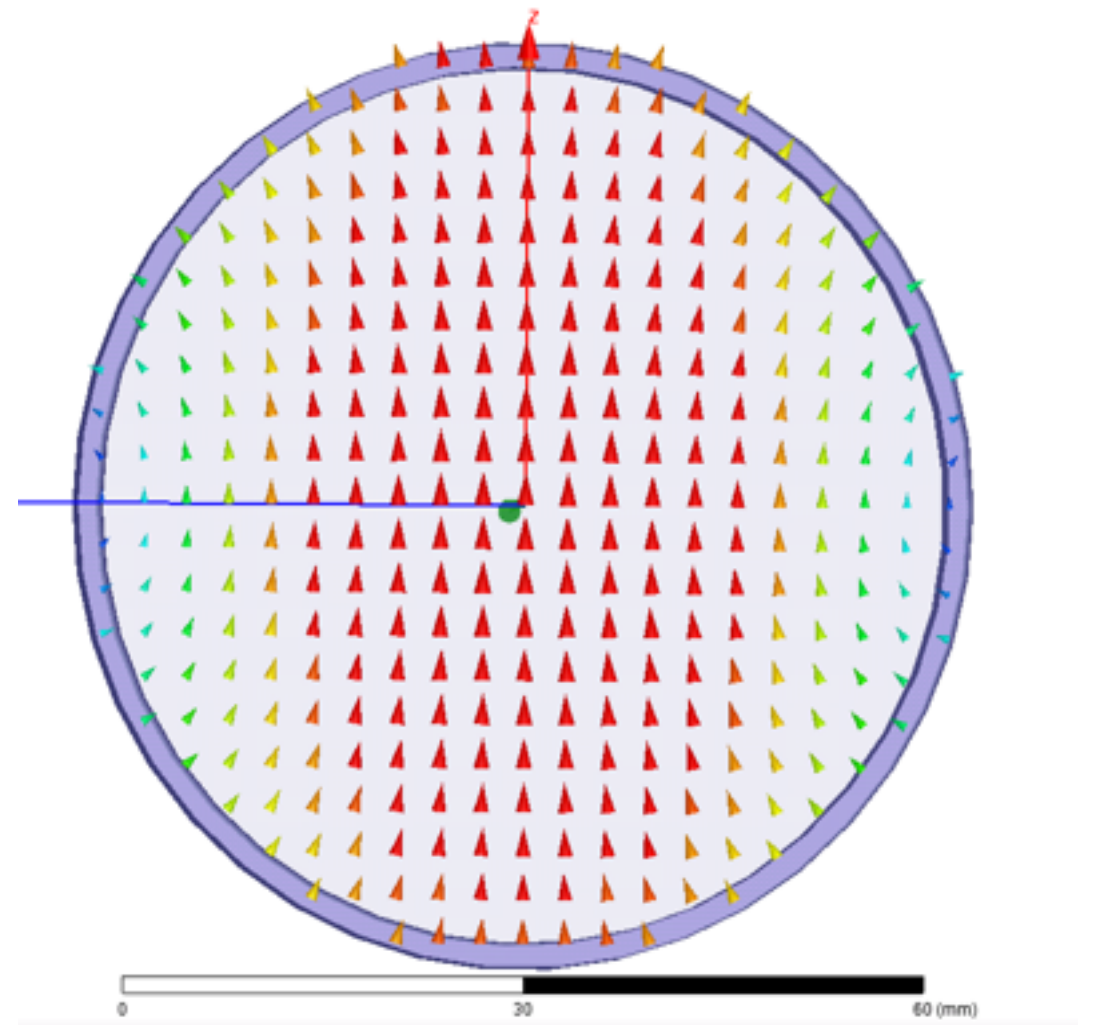


図 入力部のモード

結果-入力損失-

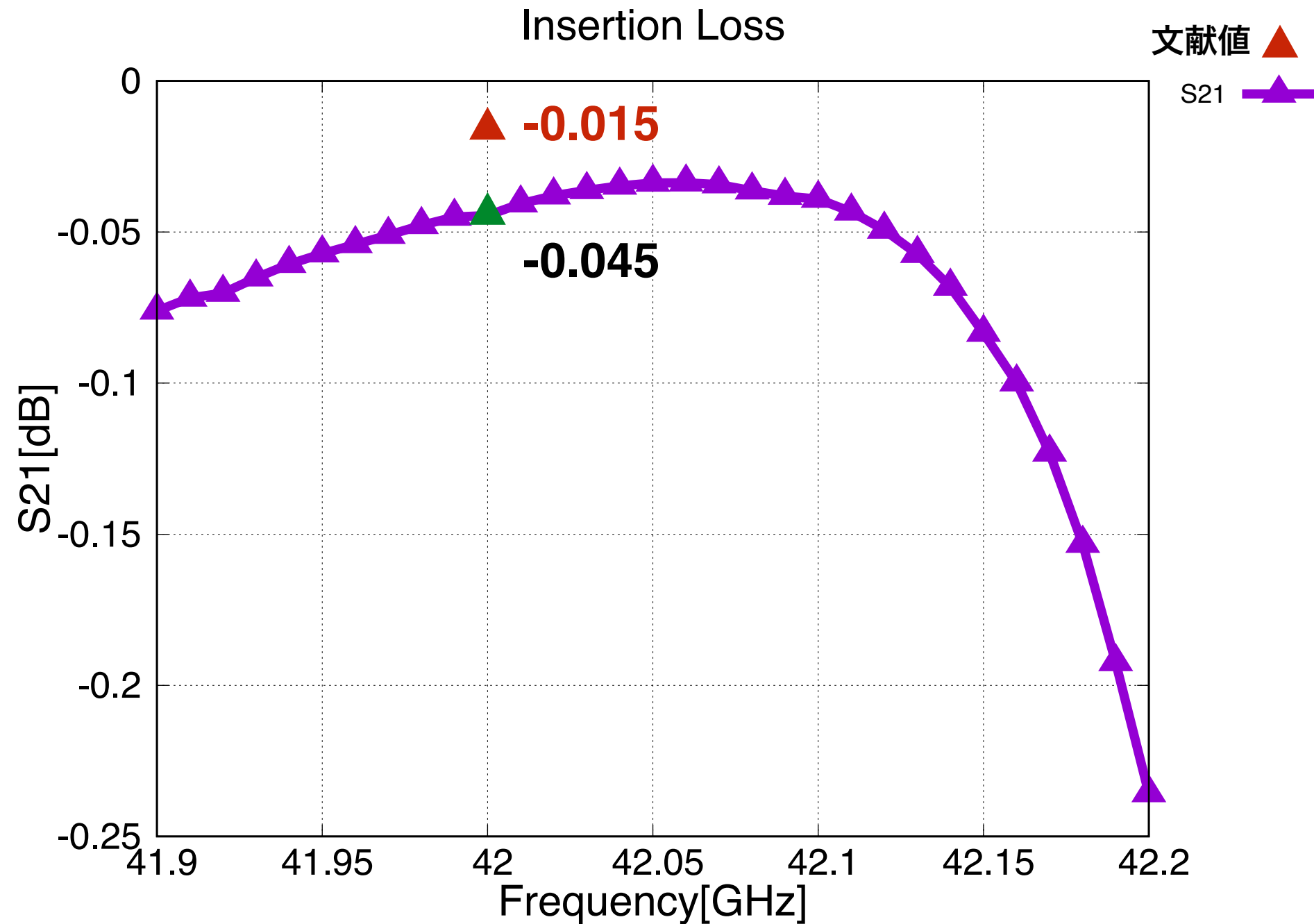


図 入力損失の結果。42GHzで約-0.045dBとなった。

文献値：-0.015dB

結果-反射損失-

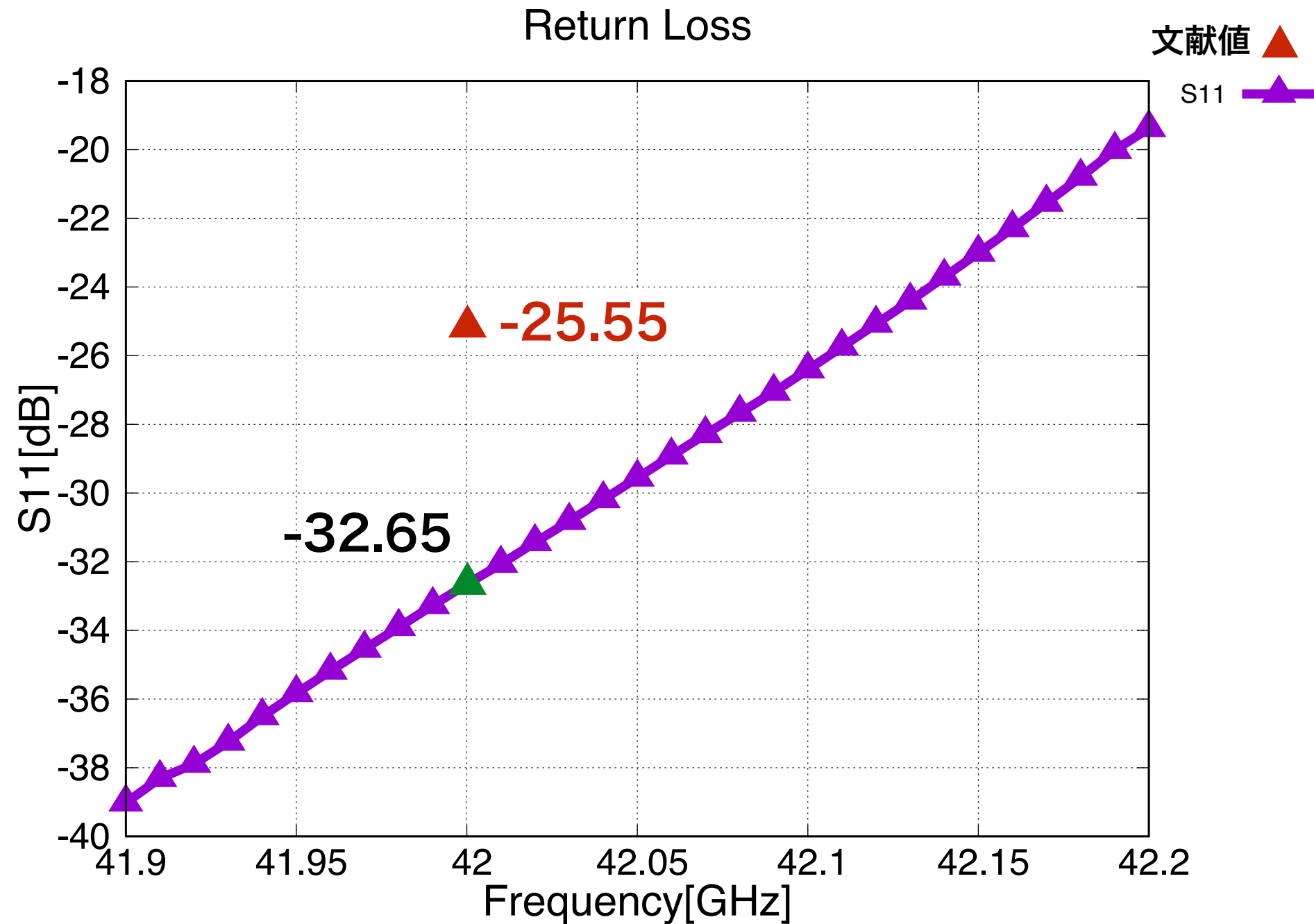


図 反射損失の結果。42GHzで-32.65dBとなった。

文献値：-25.55dB

考察

- ・ 文献値の再現はできなかった。
- ・ 円形コルゲート導波管の基本モードはHE11
- ・ 生成したモードは円形導波管のTE11では？
- ・ HE11モードを挿入すれば改善する…かな？

モード

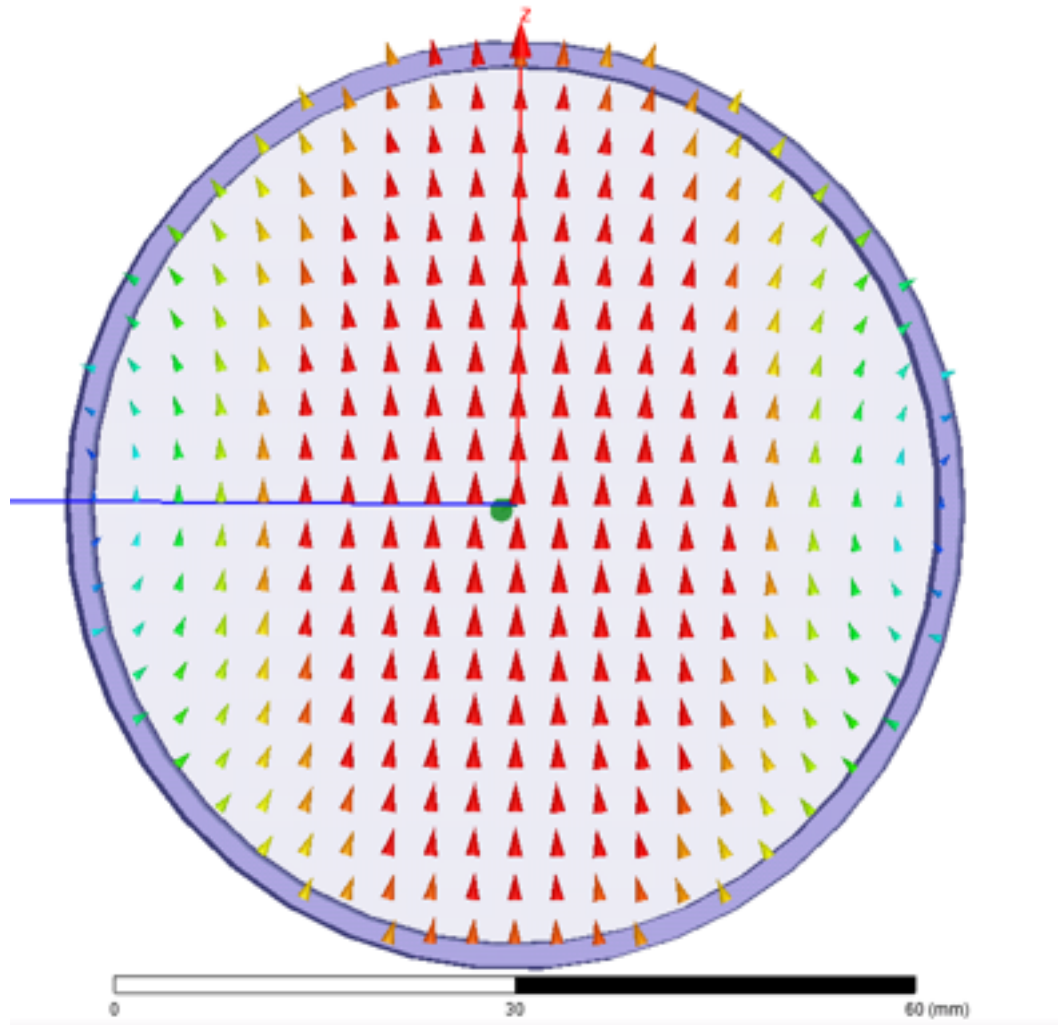


図 今回のモード

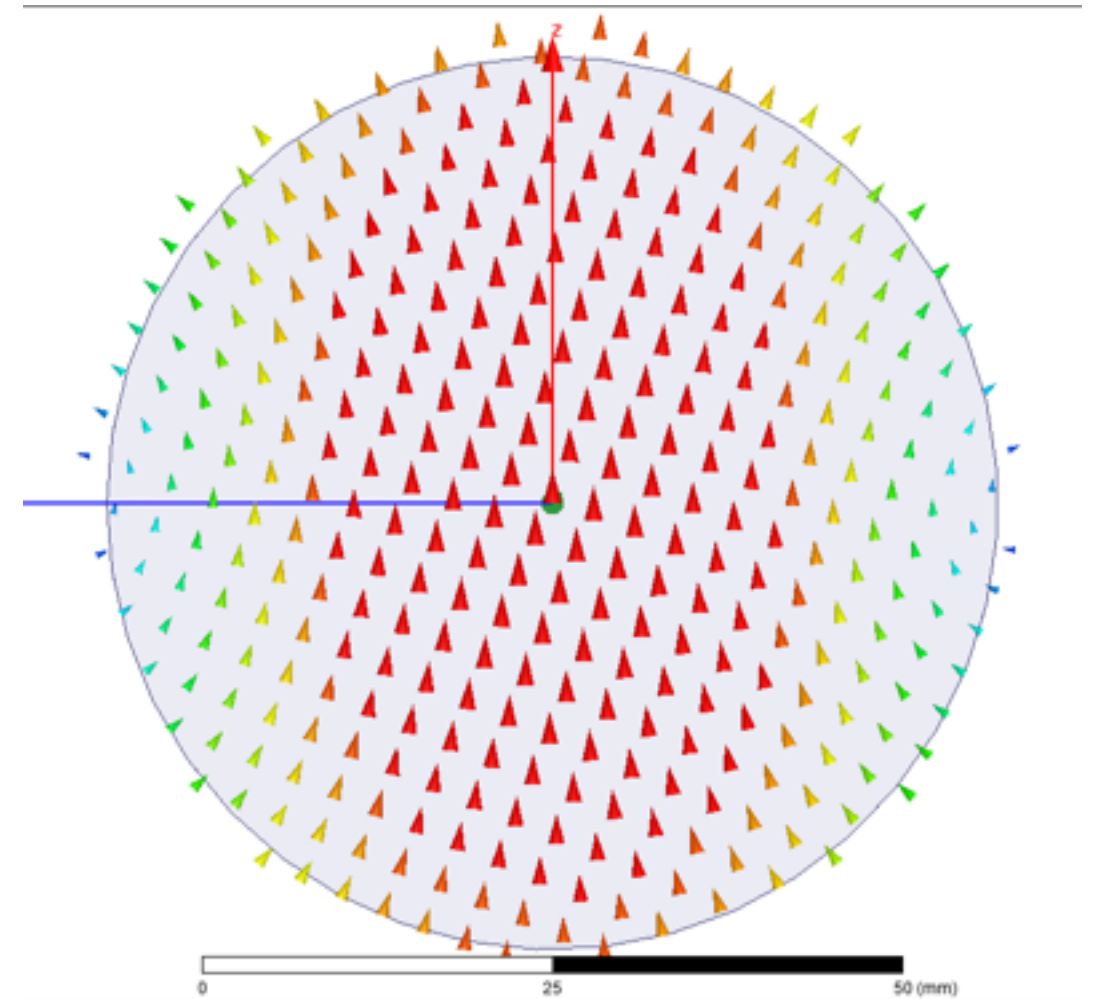


図 TE11モード

生成したモードはTE11では？

まとめ&今後

まとめ&今後

- ・ 茨城局の現状・課題
 - ・ 6-9GHz帯、22GHz帯の受信が可能
 - ・ 帯域の切替には受信機の載せ換え作業必要
- ・ 解決策
 - ・ 受信機切り替え用の導波管を導入
 - ・ 長距離でも低損失が期待できる円形コルゲート導波管の検討
- ・ 解析
 - ・ 円形コルゲート導波管の解析
- ・ 今後
 - ・ モードの検証、長さを2倍、3倍、…と変えて解析
 - ・ 6GHz、22GHz用の解析

表 解析結果@42GHz

	入力損失[dB]	反射損失[dB]
本解析	-0.045	-32.65
文献値	-0.015	-25.55