

マイクロ波を液体対象物へ照射するための円錐台アンテナの最適設計

精油抽出装置用のマイクロ波照射口（アンテナ）を最適設計し、実験で特性評価を行った。

生産技術課 村井 正徳 兼松エンジニアリング株式会社 松岡 秀治 山中 恭二 平野 隆司 山中 義也
東北大学 内一 哲哉 高木 敏行

背景と目的

● 背景

一般に、家庭用電子レンジと工業用のマイクロ波応用機器を比較すると、表1のようになっている。

表1 家庭用電子レンジと工業用マイクロ波応用機器の比較

	家庭用	工業用	
マイクロ波発生装置	廉価	高価、高耐久	コストダウンの要求
反射波対策デバイス	省略	高価、必要な場合が多い。	

矩形導波管からマイクロ波を液体対象物へ直接照射する技術では、反射電力が0になるようにアンテナを最適設計できれば...
→ 家庭用電子レンジ並みの単純構成 (図1)

● これまでの結果と問題点

実用に耐える円錐台アンテナを開発し、精油抽出装置に応用してきたが、最適設計はできていなかった。さらに、特性の検証も不十分であった。

● 目的

- 数値解析結果の実験的検証
- 最適設計
- 温度依存性の確認

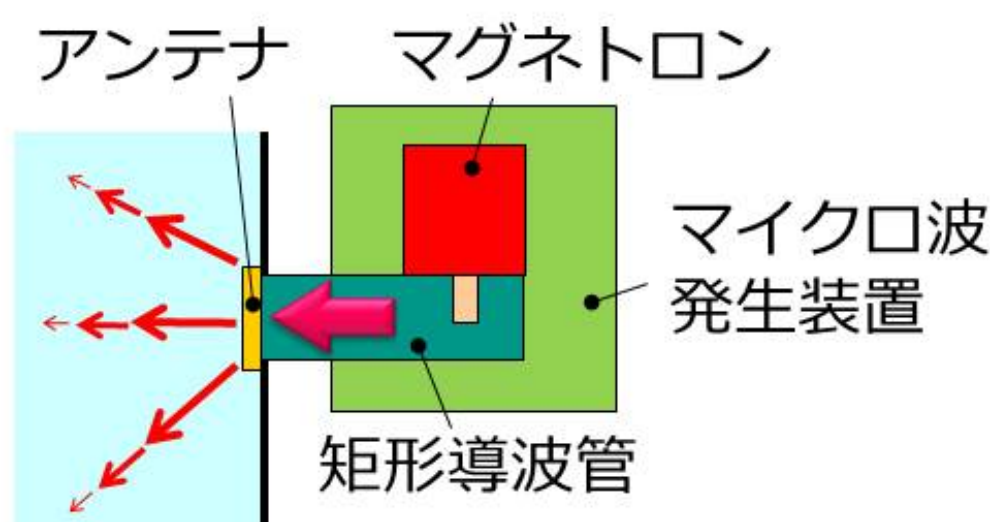


図1 反射電力が生じない場合の単純構造

成果

● 数値解析結果の実験的検証

数値解析結果と実験結果が一致したことから、設計法の妥当性が確認できた(図7)。

● 最適設計

円錐台型アンテナの最適設計で、開口径186.2mm、厚さ28.7mm、側面の傾き角61.2°となった(表2)。電力反射率の実験値は10%以下になった(図2)。

現行アンテナと最適設計の寸法差は誤差範囲の2.5%以下で、現行アンテナは、最適設計されたものと同等の性能が期待できる(表2)。

● 温度依存性の確認

現行のアンテナで、室温から350Kまでの温度帯でマイクロ波の電力反射率は1%以下である(図2)。

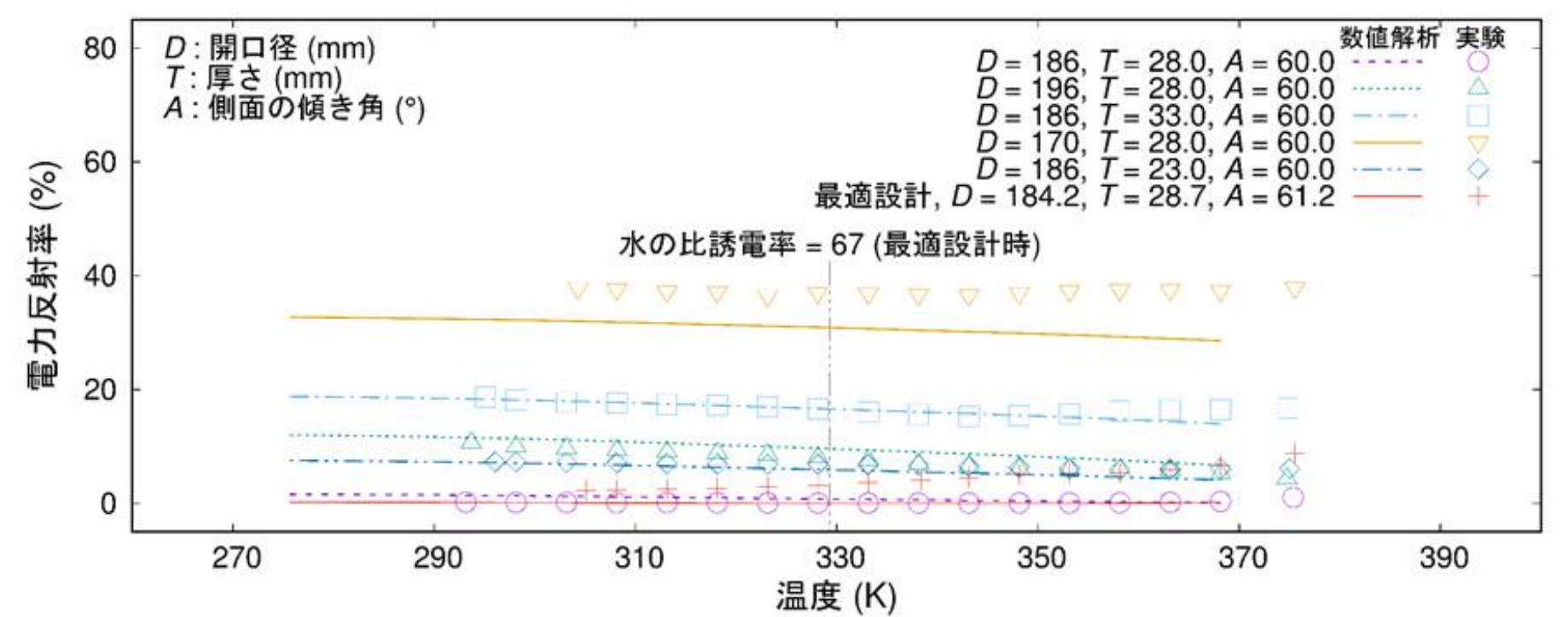


図2 アンテナの温度依存性

研究内容

● 設計変数と解析モデル

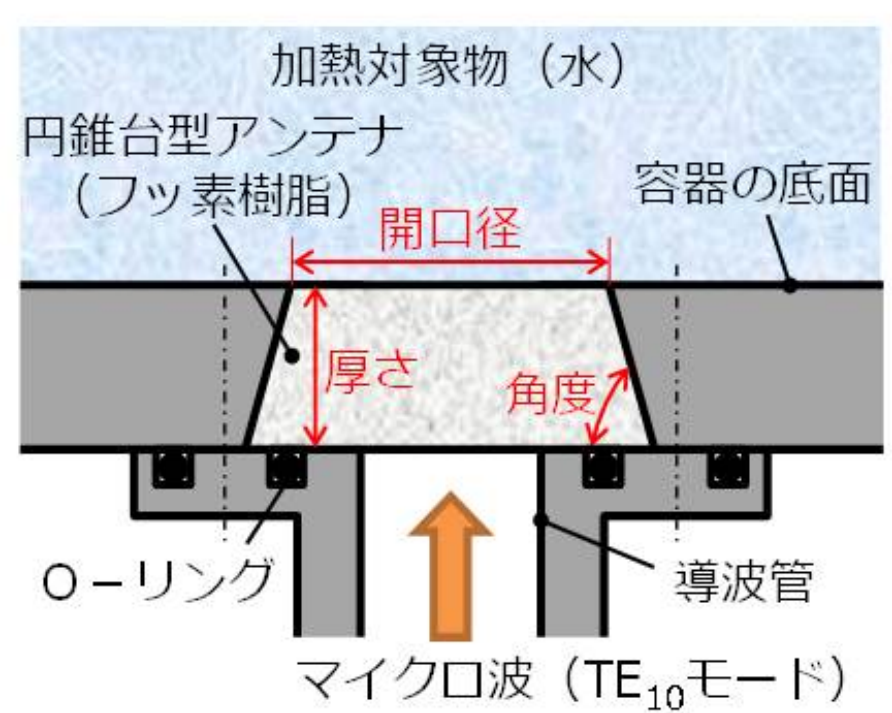


図3 円錐台型アンテナの構造と設計変数

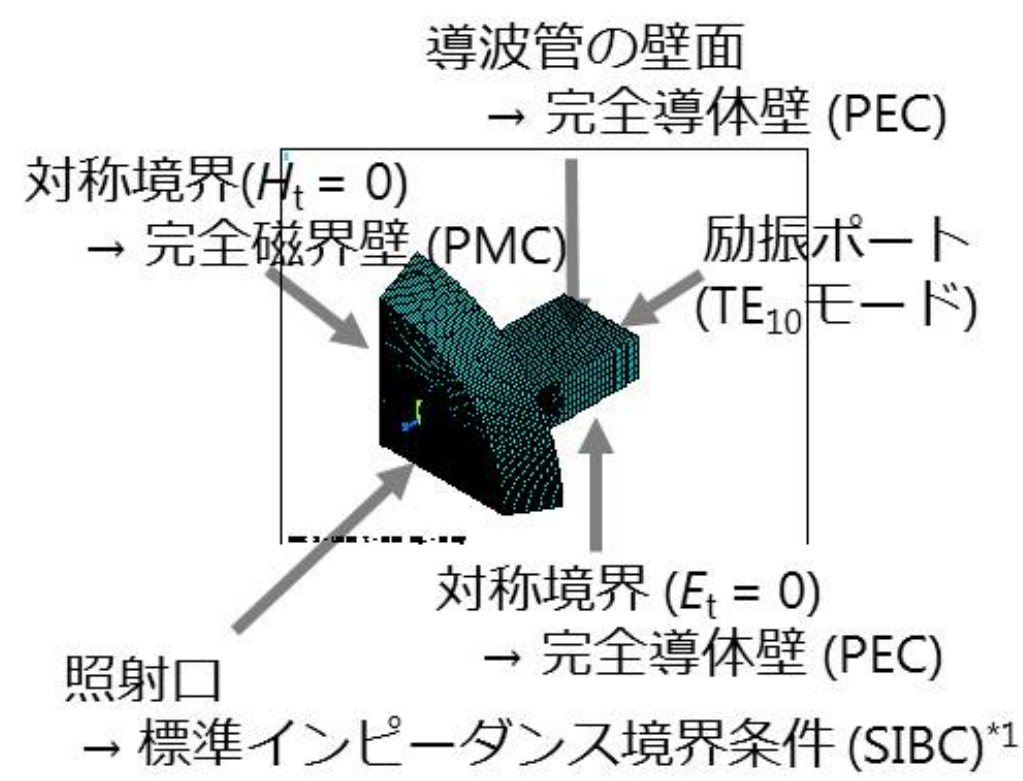


図4 有限要素法のメッシュと境界条件

● 実験装置

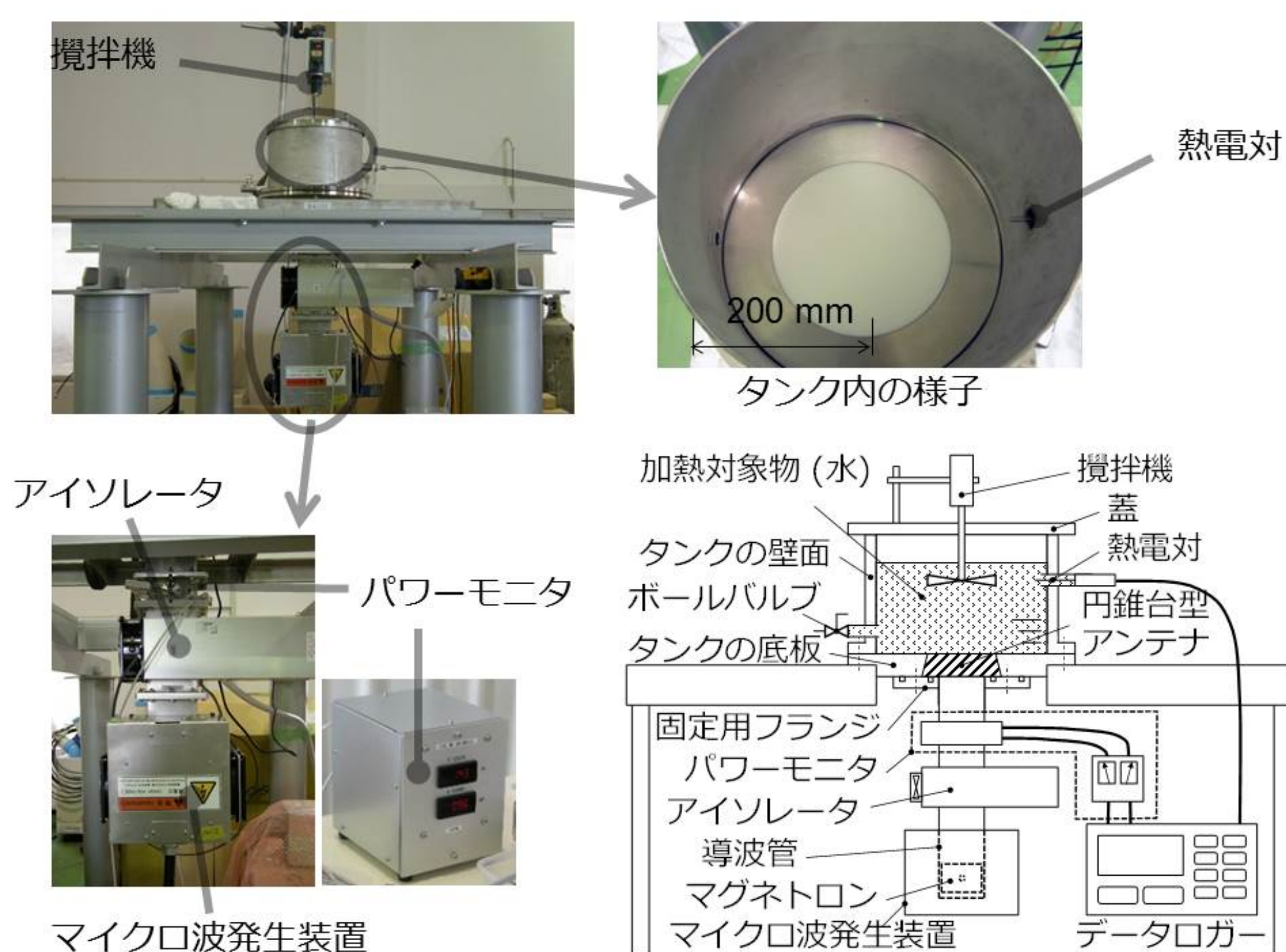


図5 実験装置の構成と各部の写真

● 解析結果の検証

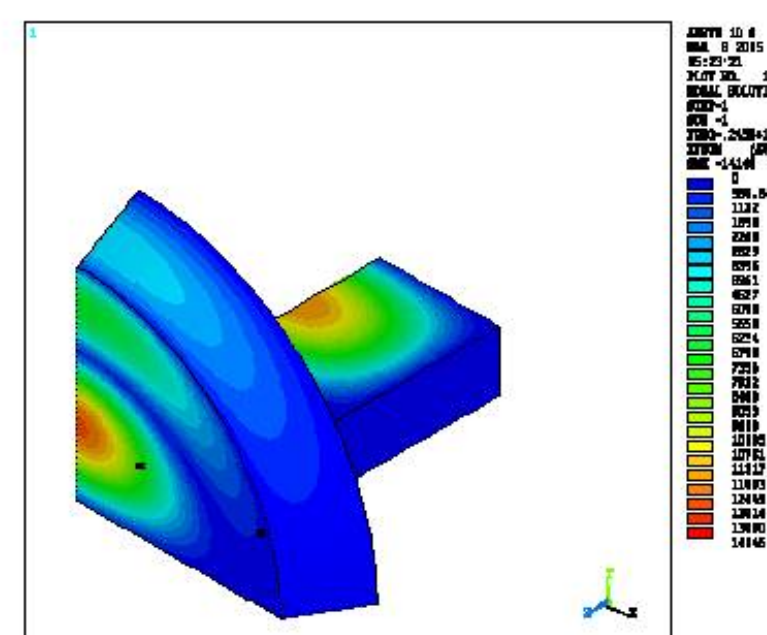


図6 電界強度分布の解析結果の一例(現行アンテナ)

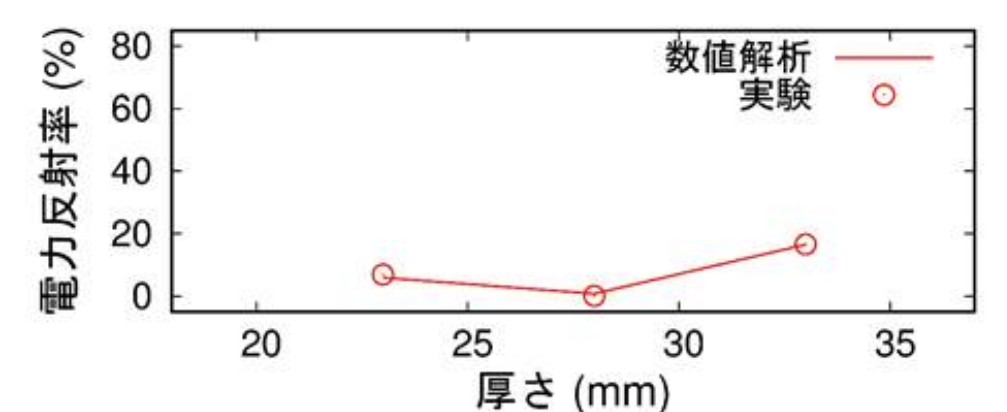
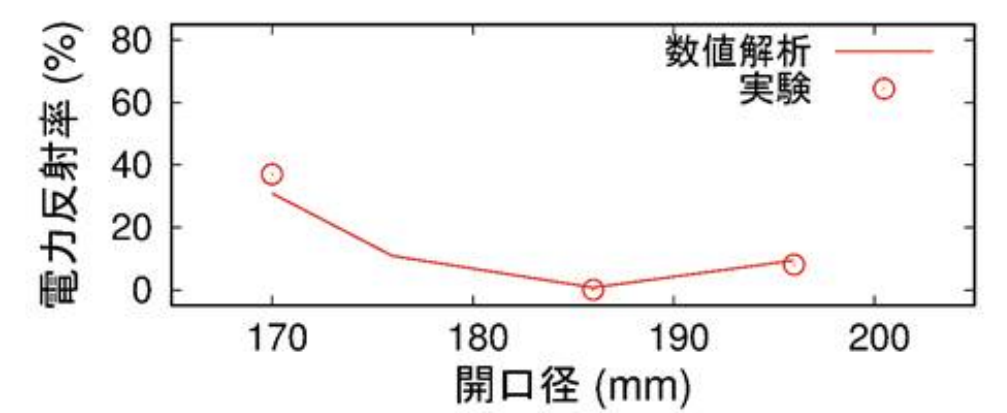


図7 数値解析結果と実験結果の比較

● 最適設計結果

表2 初期値(現行アンテナ)と最適設計値との差

	初期値 (a)	最適設計値 (b)	寸法差の割合 = a-b /b×100
開口径 (mm)	186.0	184.2	1.0%
厚さ (mm)	28.0	28.7	2.4%
側面の傾き角(°)	60.0	61.2	2.0%
電力反射率 (%)	0.6	0.0	

*1) ANSYS Multiphysics, リリース10.0, ヘルプ・システム, 高周波電磁場解析ガイド, ANSYS, Inc.