

電磁界シミュレータによる解析事例と実測値の比較検証

宮崎県工業技術センター 機械電子部 ○東 晋平
小田 誠

1 電磁界シミュレータの概要

電磁界シミュレータは、電子機器等から放射・伝搬する電磁波の分布をコンピュータ上の数値計算により解析するソフトウェアである。これを製品開発の設計段階に活用することで、設計から試作評価までの期間短縮と開発コストの削減が期待できる。

本報では、電磁界シミュレータによる3つの解析事例（アンテナ解析、電子機器の放射電界解析、無線機器の電波伝搬解析）を取り上げ、解析値と実測値の比較検証を行った結果について報告する。

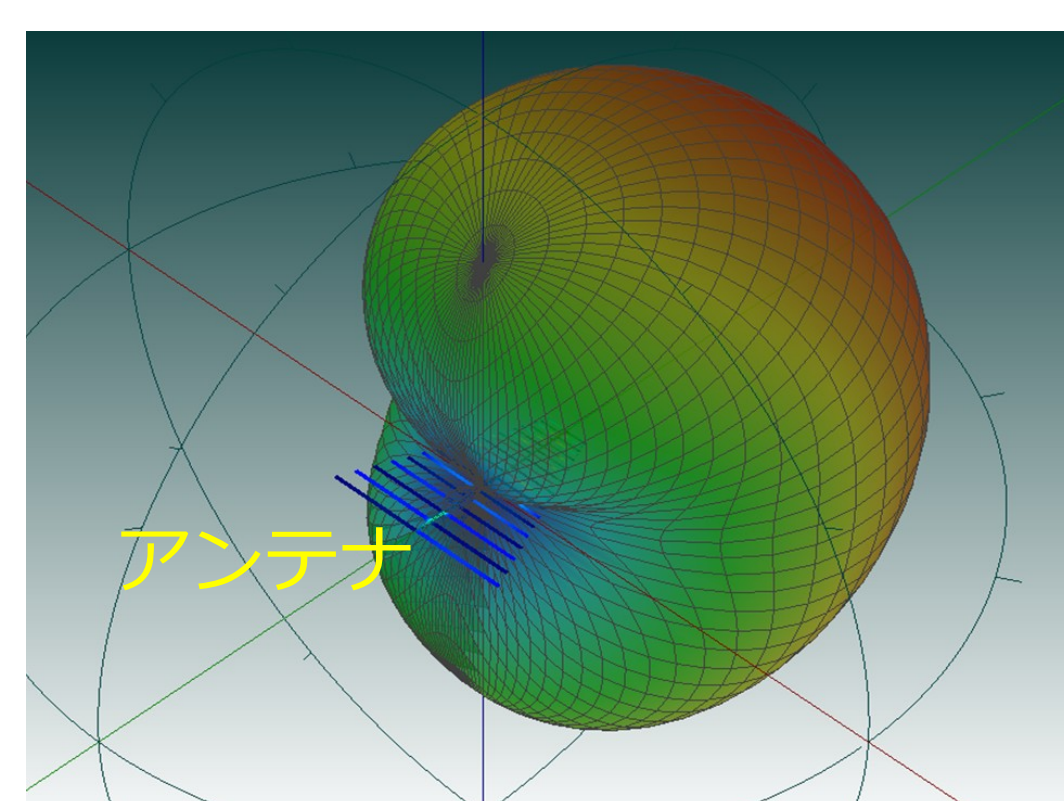


図1 解析の様子

2 解析に使用した電磁界シミュレータ

下記のソフトウェアを使用して解析した。

- ①株式会社エム・イー・エル製 S-NAP（モーメント法）
 - ②オープンソースソフトウェア（レイトレース法）
- ※①は全事例に対して、②は広領域の解析に適した手法であるため、「3.3 無線機器の電波伝搬解析」のみに適用した。

3.1 解析事例（アンテナ解析）

電磁波の送受信を担うアンテナは、形状や材質がその特性に大きく影響する。本事例では、電磁界シミュレータを用いて設計したアンテナの放射パターン及び反射係数（ S_{11} ）を解析した。さらに、実際に図2に示すアンテナを試作し、電波暗室内で各種特性を実測（図3）して解析値と比較検証した。比較結果を表1に示す。



図2 試作したビバルドアンテナ
(設計周波数1GHz～6GHz)

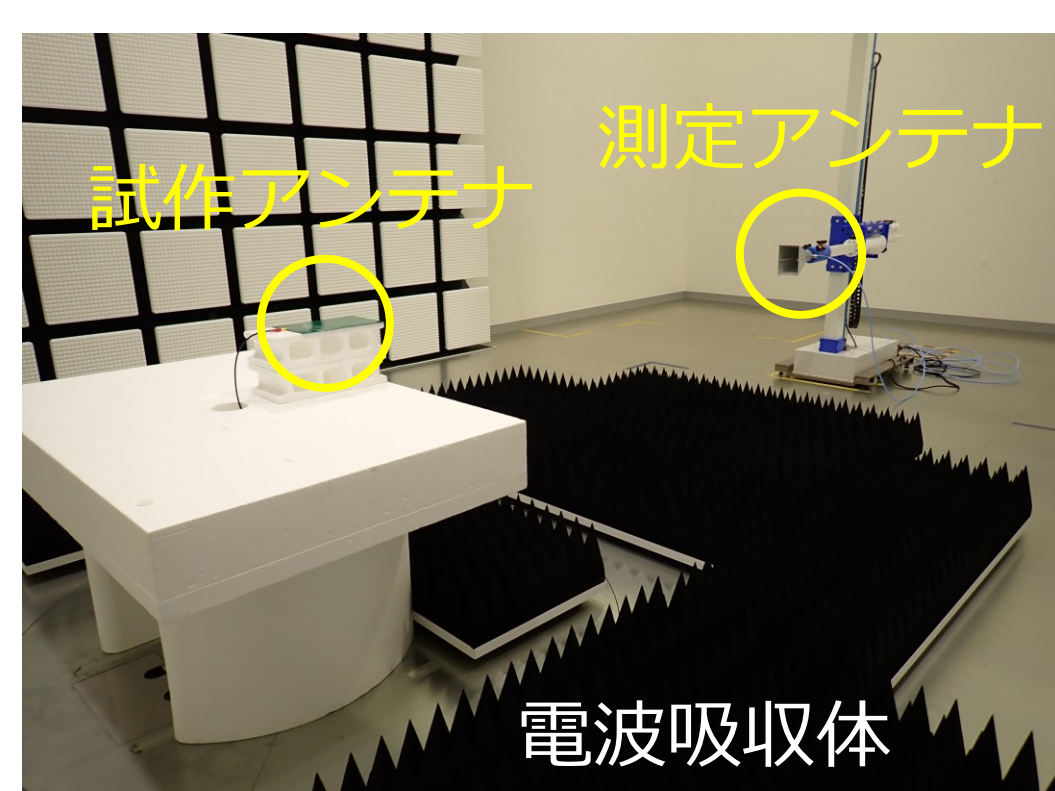
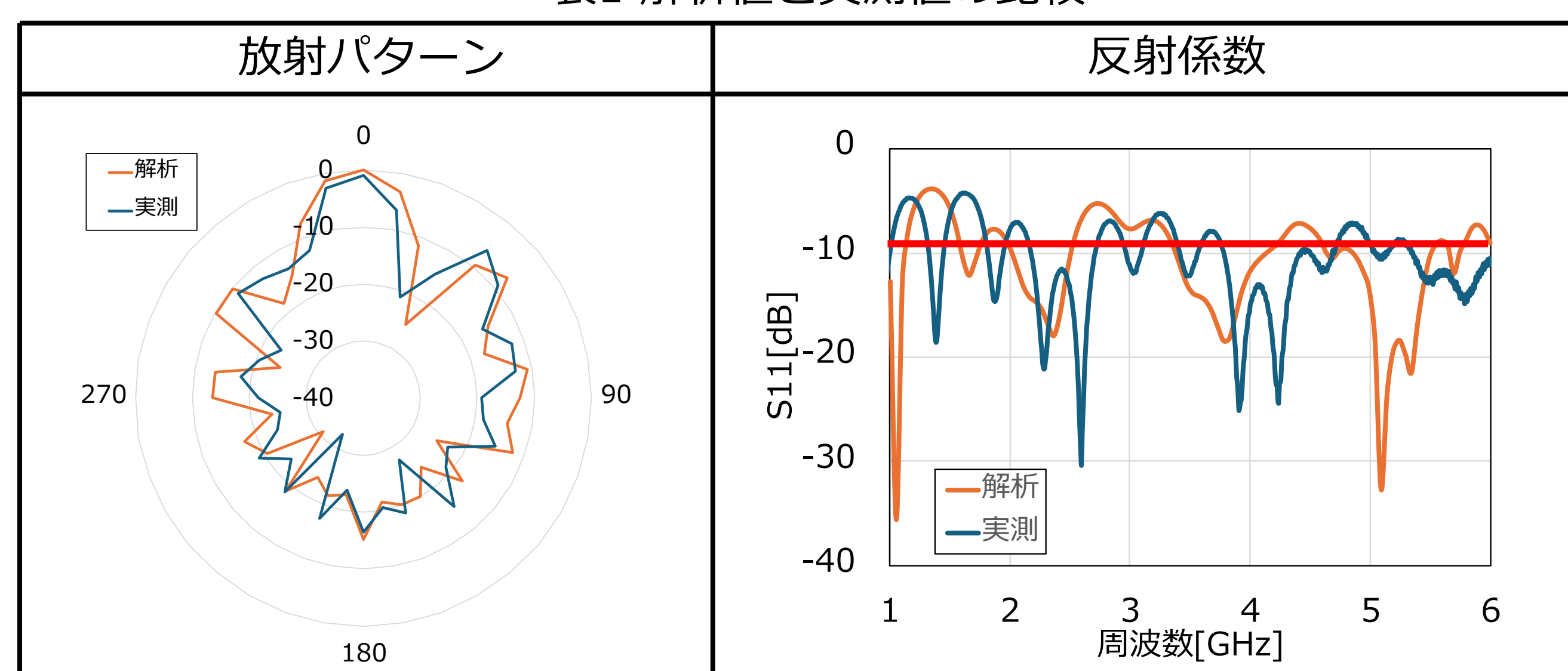


図3 アンテナ評価の様子

表1 解析値と実測値の比較



放射パターンは、解析値・実測値ともに前方（0°）方向への強い指向性を示し、周囲の指向性も概ね良好に一致した。反射係数（ S_{11} ）についても、設計周波数における要求条件である-10dB以下を概ね満たす結果が得られた。一部の共振周波数で解析値と実測値に乖離が見られたが、これは解析モデルにコネクタ等の特性も反映させることで改善が可能だと考えられる。

3.2 解析事例（電子機器の放射電界解析）

電磁両立性（EMC）において、基板データを電磁界シミュレータへ読み込むことで、電子機器からの放射電界強度を解析できる。本事例では、簡易的なDCDCコンバータ基板を設計・試作し、この基板からの放射電界強度を実測（図4）し、解析値と比較検証した。比較結果を図5に示す。

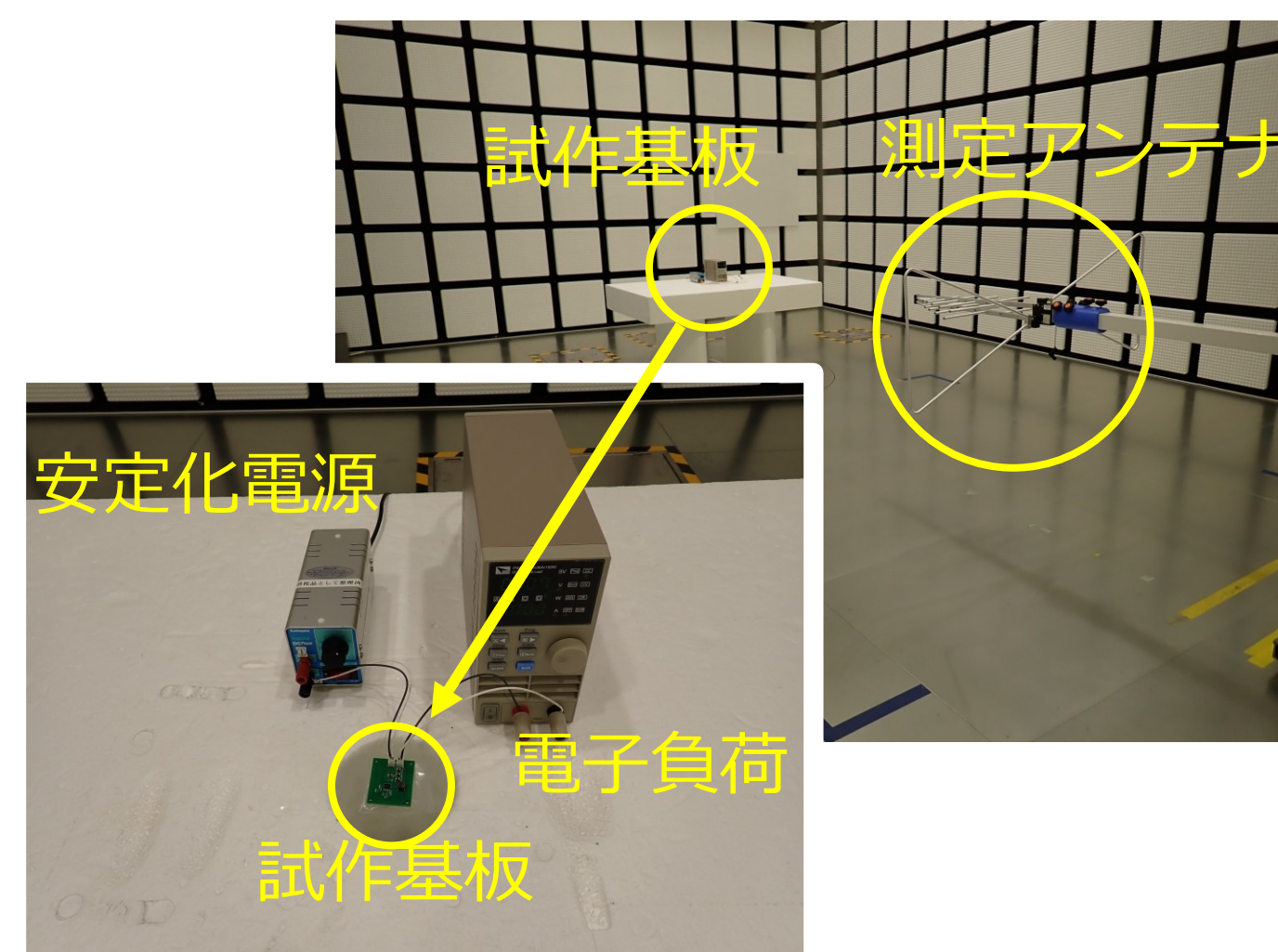


図4 実測の様子

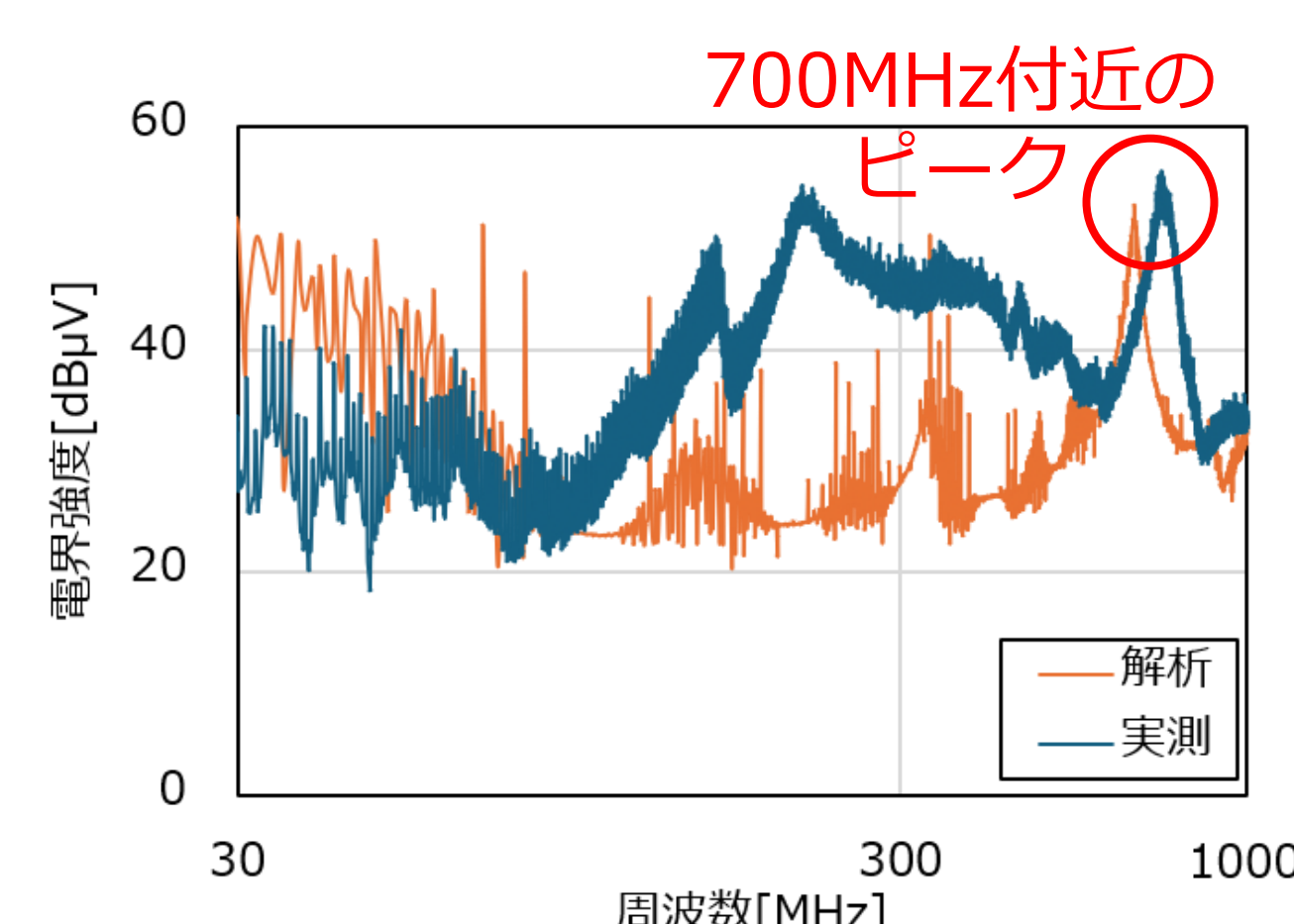


図5 解析値と実測値の比較

実測で見られた700MHz付近における放射電界のピークは解析値でも概ね再現することができた。一方で、その他の周波数帯では解析値と実測値に乖離が見られた。これは、解析モデルに含まれていない接続ケーブル等がアンテナとして機能したことが一因と考えられ、これらをモデルに反映させることで精度改善が期待できる。

3.3 解析事例（無線機器の電波伝搬解析）

無線通信において、送受信機間の電波伝搬の挙動を解析することで、通信品質を事前評価できる。本事例では、LoRa（920MHz帯、図6）を用いた簡易的な電波伝搬モデルを構築し、電波暗室内で送受信機間の距離を変化させた際の受信電波強度（RSSI）を実測して、解析値と比較検証した。解析にはモーメント法とレイトレース法の2つの手法（図7）を用いた。比較結果を図8に示す。



図6 実測に使用した無線機

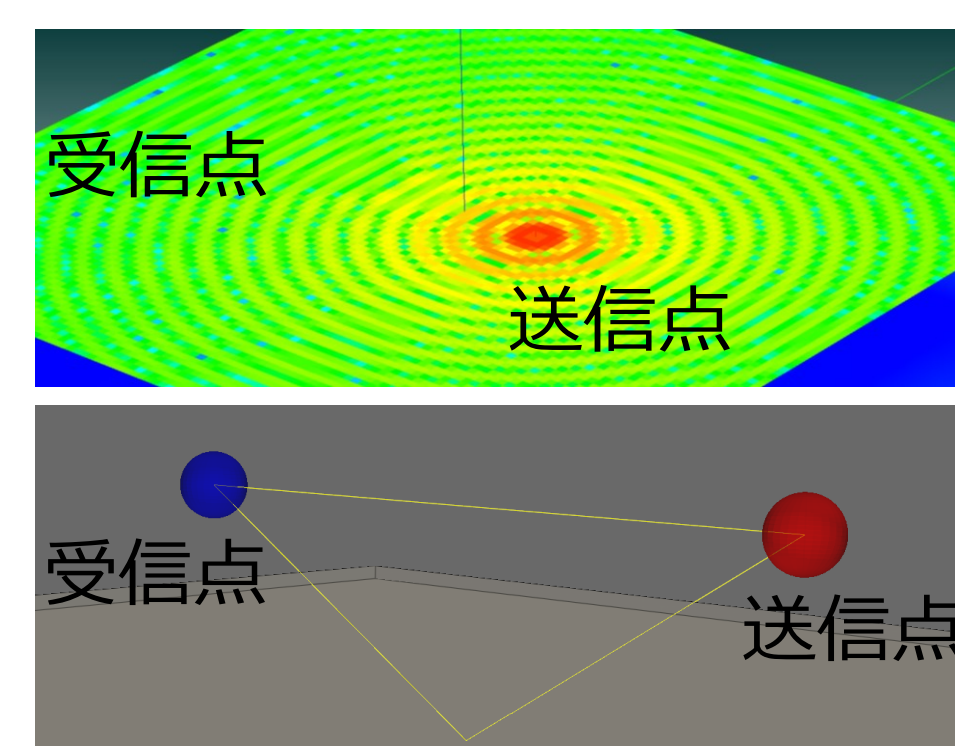


図7 解析の様子
(上: モーメント法、下: レイトレース法)

解析値・実測値ともに、距離減衰に伴うRSSIの低下傾向が一致した。障害物のない自由空間において、両手法の解析値と実測値の差は1dB程度に収まり、高い解析精度が得られた。

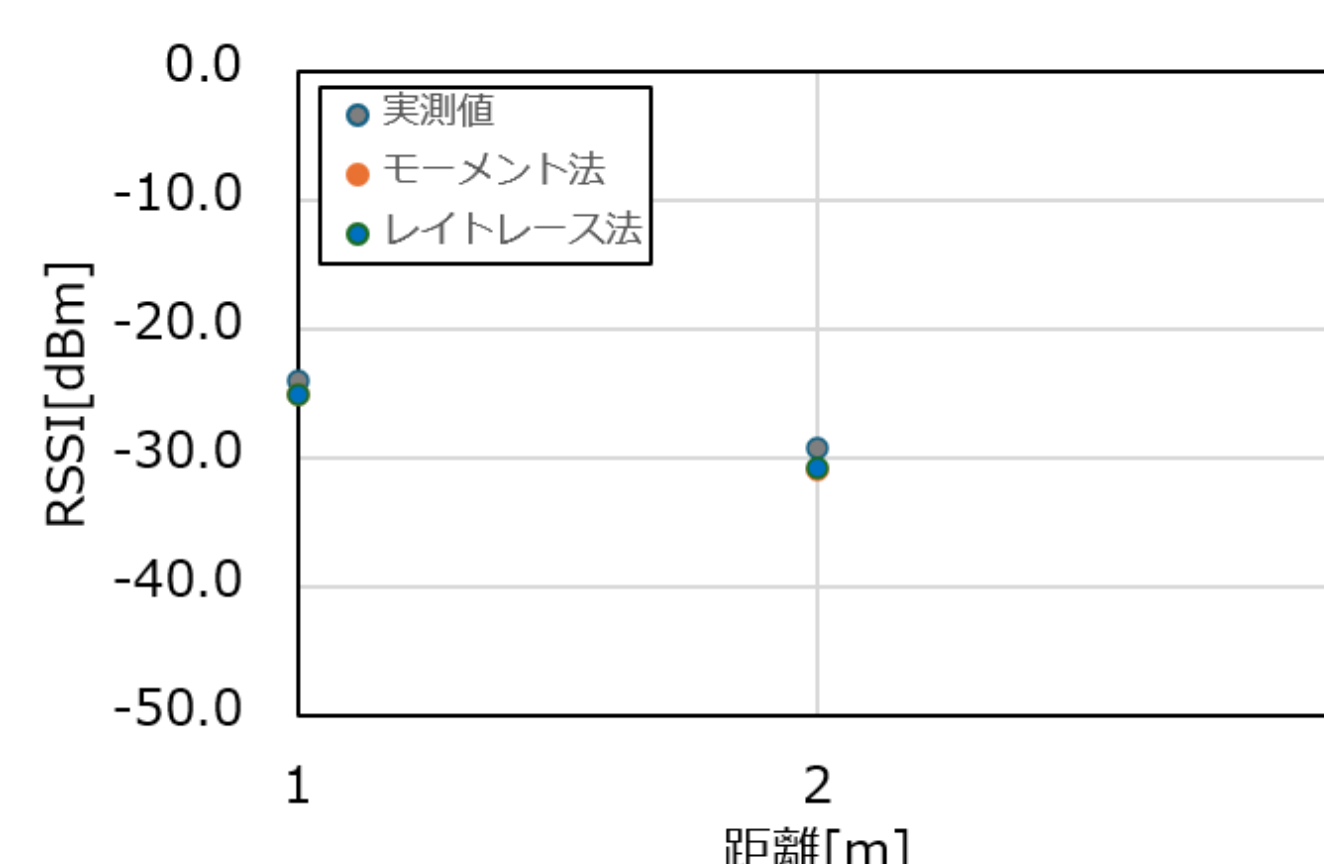


図8 解析値と実測値の比較

4 まとめ

本報では、電磁界シミュレータによる3つの解析事例を取り上げ、解析値と実測値の比較検証を行った。解析モデルの精度を高めることで、解析値と実測値が概ね一致し、試作前の事前評価として有効性を確認した。製品開発の設計段階から電磁界シミュレータを活用することで、開発プロセスの効率化が期待できる。