

# 高効率広帯域小型プリントアンテナの開発とそのインパルス応答解析 ( )

黒川 悟\*<sup>1</sup>  
井尻 和夫\*<sup>2</sup>

## 1. 目的

各種電子機器から発生するノイズ及びその耐性については、EUにおけるCEマーキングのEMC指令、日本国内でのEMC関連規格のJIS制定等、各企業においてはEMC関連の早急な対応に迫られており、当センターにおいてもEMC関連の技術相談、依頼試験及び機器貸付け件数は増加の一途である。

しかし、ノイズ対策は、電波暗室や高価な測定装置が必要であり、また機器の複雑化等で問題となる個所の特定がますます難しくなっているという問題に直面している。

このため、企業内の通常の研究室でも容易にノイズ対策が可能なアンテナとして、指向性が高く、光 - 電界センサにも直接接続することができる広帯域特性を有する小型アンテナを開発するとともに、当アンテナを用いたノイズ対策手法を確立し、業界が抱える技術的課題の解決に貢献することを目的として研究を実施することとした。

本年度については、平成8年度に検討したアンテナの共振周波数よりも十分低い周波数範囲での特性をFDTD法を用いた数値解析により解析し、その特性の評価を実施した。また、アンテナの近傍界特性をインパルス応答により時間領域で評価する試験装置を試作したので、その概要を報告する。

## 2. 実験方法

広帯域特性を有するアンテナとして、誘電体基板上に放射用エレメントを形成した円形パッチマイクロストリップアンテナをその共振周波数より十分低い周波数で利用するアンテナとして開発することとし、FDTD法による数値解析により特性の確認を実施した。解析を実施したアンテナの形状は以下のとおり

- ・基板比誘電率：1,3,10,37
- ・基板の外形：100mm×100mm×1mm
- ・アンテナエレメント：半径20mm円形

解析は、同じアンテナを垂直方向に50mmの間隔を持って2本配置し、1本のアンテナから放射した電磁波をもう1本のアンテナで受信する構造として解析を行った。解析する領域は200mm×200mm×70mmの空間を分割幅  $x = y = 5.714286\text{mm}$ 、 $z = 0.2\text{mm}$ で40×40×350のセルに分割し、時間ステップは  $t = 0.19\text{ps}$ と設定した。また、アンテナへの給電方法は、光 - 電界センサに直接接続するアンテナとして利用することを考慮し、最も利用形態に促した解析法と考えられるギャップ励振により給電を行うこととし、カットオフ周波数を  $f_0 = 500\text{MHz}$ として、最大値1[V]のGaussian pulseを用いて励振した。

アンテナの特性評価は、送信アンテナへの給電ギャップへの入力電圧  $V_{in}$ と受信アンテナの給電ギャップに現れる出力電圧  $V_{out}$ のそれぞれのフーリエ変換結果  $F(V_{in})$ 、 $F(V_{out})$ の比のdB値(以下  $S_{21}$ )により行うこととした。これは、アンテナの

\* 1 機械電子課 技師

\* 2 機械電子課 専門員

送信特性と受信特性が同じであるため、上式のS21を比較することによりアンテナの放射特性を評価できるためである。

計算時間ステップ数は150000回、時間にするると約40.9[ns]、下限周波数は約35MHzである。本解析は、京都大学計算機センターのベクトル計算機、光メディア研究室のUXINワークステーションにより行った。

### 3 FDTD法による解析結果と考察

4種類のアンテナの解析結果では、1[GHz]以下の周波数帯域については比誘電率  $\epsilon_r = 1$  の基板を用いたアンテナの特性が最も広帯域にリニアリティのある特性を示す結果となり、比誘電率が大きくなるほど共振点周波数が低下するため、利用できる周波数範囲が低周波側にシフトする結果となった。

本研究での解析結果により、基板の厚みを一定とすると、アンテナの共振周波数を目安にして基板の比誘電率を選定することにより、所望の周波数範囲で広帯域特性を有するアンテナを設計できる可能性のあることがわかった。

### 4 試作した装置の概要

平成8年度の研究成果である、インパルス発生器を用いたアンテナの近傍界特性解析手法を実現するための装置を試作した。試作装置は、

- ・パルス幅500ps、 $\pm 40V$ のインパルス発生器
- ・方向性結合器
- ・送信アンテナへの入力、反射、受信アンテナでの受信波を観測する時間領域測定器

- ・観測した信号を演算し、アンテナ特性を求める装置（パソコン）

により構成され、測定器からのデータ取り込み、演算処理はナショナルインスツルメント社のLabViewを用いて行った。

### 5 結 言

本研究では、比誘電率の違う4種類の基板材料を用いたマイクロストリップアンテナについて、FDTD法による数値解析を行った。その結果、アンテナの共振周波数を目安にして基板の比誘電率を選定することにより、所望の周波数範囲で広帯域特性を有するアンテナを設計できることがわかった。

また、本アンテナを利用したEMC計測については、社内に電波暗室を持たない企業でも通常の研究室内でノイズ対策が実施できる可能性があると考えられるため、ノイズ対策費の大幅な軽減につながることを期待できる。

### 6 謝 辞

本研究において、親切な御指導、御鞭撻と種々のご配慮をいただいた京都大学大学院工学研究科電子通信工学専攻 中島将光 助教授に感謝いたします。

また、貴重な御助言をいただいた京都大学大学院工学研究科電子通信工学専攻 北野正雄 助教授、郵政省通信総合研究所川西哲也 氏（当時、京都大学ベンチャービジネスラボラトリ）、並びに京都大学大学院工学研究科電子通信工学専攻光メディア研究室の皆様にご感謝いたします。