

技術センターでは、第5世代通信システム(5G)や自動運転等に使用されているマイクロ波・ミリ波に関する情報提供を行い、企業の研究開発を支援するため、今年度から「マイクロ波ミリ波セミナー」を開催しています。第1回目を8月31日(金)に開催しましたのでここではその概要を報告します。

## 「電磁波基礎、および電磁波吸収・遮へいの考え方と基本手法」

兵庫県立大学  
名誉教授 畠山 賢一 氏

電磁波は、電界(E)と磁界(H)によって構成され、空間を伝搬していきます。電磁波は波の一種なので、波長や周波数、振幅、伝搬速度といったもので特徴づけられます。空気以外の媒質に電磁波が侵入すると、電磁波の性質が変わります。

どのように電磁波の性質が変化するかは、侵入した媒質の比誘電率や比透磁率によります。この比誘電率や比透磁率から、伝搬定数や波動インピーダンスを求めることができます。

一例として周波数3GHzの電磁波は、空気中の伝搬では波長が10cmのままですが、比誘電率 $\epsilon_r=4$ の媒質中を伝搬すると波長が5cmに、比誘電率 $\epsilon_r=40$ の媒質中を伝搬すると波長が1.6cmに変化します。つまり比誘電率が大きい媒質ほどその中を伝搬する電磁波の波長は短くなります。比誘電率は複素数であり、前述した波長の変化は複素数の実数部によるものです。それに対し、虚数部は電磁波の減衰に影響します。

また電磁波吸収体の設計方法に関してですが、マイクロ波帯やミリ波帯で電磁波吸収体の厚さによる比較を行うと、厚いほど吸収量の変動が小さくなります。この変動を利用し、ある特定の周波数に特化した電磁波吸収体を作ることにも可能です。ミリ波吸収体の実用化例として、過去に研究した燻し瓦製造法により作製されたピラミッド吸収体や、獣毛形吸収体などがあります。燻し瓦製造法によるピラミッド吸収体は、屋外での耐久性が高いことが特徴です。

最後に導電材の電磁遮蔽(シールド)についてですが、導電率が大きいほど反射波は大きく、入射波は小さくなります。入射波は急激に減衰するため、導電率の大きい材料を使用すると反射と減衰による遮蔽が可能ですが、ただし、導電材の厚みや周波数により考え方が異なり、導電材が十分厚い、または高周波であれば反射と減衰によるシールドになります。導電材が薄い、または低周波であれば抵抗膜による損失として考える必要があります。導電材の厚みが0.5~2mm、導電率を100~500S/m程度とした場合、1GHz以下では抵抗膜としての取り扱いとなり、ミリ波など周波数が高い場合、反射と減衰によるシールドの取扱いとなります。ただし金属板は導電率が高いので、厚さが0.1mm以上、周波数が10kHz以上であれば反射と減衰によるシールドになります。



## 「電磁環境整備と電波吸収体、ならびに最新研究事例紹介」

TDK株式会社 技術・知財本部 応用製品開発センター  
EMCソリューション開発室 室長 栗原 弘 氏

**Introduction** 電氣的なノイズは周波数によって様々で、低周波では地球の磁気(地磁気)や商用電源、鉄道などの都市磁気、高周波側では様々な無線通信に由来するものがあります。電波吸収体および電磁気シールドも周波数や材料物性によって様々な製品があります。

### Section1 マイクロ波・ミリ波の実用例

実用例としてETCシステムの電磁環境整備を紹介いたします。ETCサービスのスタート時は、通信領域内以外への電波拡散を少なくすること、車両ルーフと料金所天井の多重反射により後続の車両との通信を形成させないことが課題でした。またETCで使われている電波は右旋円偏波なので、これに対応する吸収体の開発が必要でした。これらの課題を解決するため、カーボン含有発砲ポリエチレンを適用し、2層構造にすることで円偏波に対応させ、また吸収性能を満たすための2層それぞれの最適な厚みをシミュレートし実証したところ、各課題をクリアすることができました。

### Section2 近傍界から遠方界への変換・推定技術

この変換技術の目的は、小規模のノイズ評価環境(測定室)の実現、また現在ある小型暗室の活用です。通常のノイズ評価試験(EMC試験)では測定物とアンテナの距離が数メートル以上必要で、電波暗室は大型となります。近傍界から遠方界へ変換する方法はこれまでいくつか研究しており、今回シェルクノフの等価定理により測定した近傍界を遠方界変換した推定値と実際に3m法により測定した実測値を比較したところ、ほぼ同じ結果となりました。今回の近傍界測定で使用したプローブは、ダイナミックレンジが大きく、角度依存性が小さい公差偏波差動型の構造を採用しました。

### Section3 生体磁気センシングのための磁気シールド技術

磁気シールドは透磁率が大きい材料を用いてある領域内の磁界を周囲より小さくします。材料としてはフェライトや鉄、アモルファス磁性体などです。自社でCo基アモルファス磁性箔帯やパーマロイ系磁性箔帯の円筒形状のサンプルを製作し測定したところ、小さな印加磁界で透磁率が急速に上昇する(初透磁率が大きな)サンプルほど磁気シールド効果が大きいこと、軸方向・径方向での配置による異方性が判明しました。

