



電磁波技術は、現代の産業・社会生活において非常に重要な技術となっております。当センターではこのような電磁波に対する素材の性能を評価する試験手法をいくつか導入しておりますが、その中でもフリースペース法はミリ波帯の性能評価で重要な手法となっており、車載レーダーや5G通信に関係する電波帯域の評価などが可能となっております。本稿では、その手法のサンプルサイズの目安を検証した取組について紹介いたします。

◇フリースペース法について

フリースペース法は、ミリ波帯の電波の性能評価方法として非常に有効な手法です。図1はその装置の写真です。ここでは、対向するアンテナに対し、その間にサンプルを設置することでサンプルの電波反射や透過、また吸収の性能を評価することが可能となっております。また、材料の誘電率・透磁率も測定することが可能です。

ただ、当センターでは、試料ホルダーの開口として10cmφの穴を準備していますが、それより小さいサンプルでの測定希望もある一方、どこまで小さいサンプルでも有意な測定が出来るかについては不明瞭なところがありました。あわせて、ミリ波の性能評価、特に吸収性能においては、電波が斜めからやってきた斜入射性能の評価も必要となりますが、その角度の上限についても目安が不明瞭でした。

そこでこの度、サンプルのサイズや測定が妥当な角度について検証を行いました。



図1 フリースペース法

◇ミリ波性能評価におけるサンプルサイズ

ミリ波性能評価におけるサンプルサイズを検証するため、図2のような銅箔のマスクを作成し、そのマスクごとの透過性能を評価し、電波の分野ではよく目安とされる「3dB（電力で半分）」の電波が透過するマスクサイズを調査しました。



図2 作成マスク

結果が図3で、縦軸がマスクサイズ、横軸が周波数です。この結果からすべての周波数にわたって3dBの透過が認められる目安として6cmφであることが分かりました。

◇誘電率・透磁率測定におけるサンプルサイズ

誘電率・透磁率の物性値測定においても同様のマスクを使用し、ポリ塩化ビニルの誘電率評価を実施しました。その結果、5cmφ以下でデータが破綻することが確認できました。

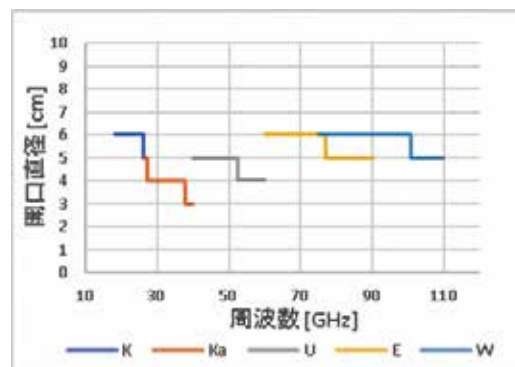


図3 透過性能結果

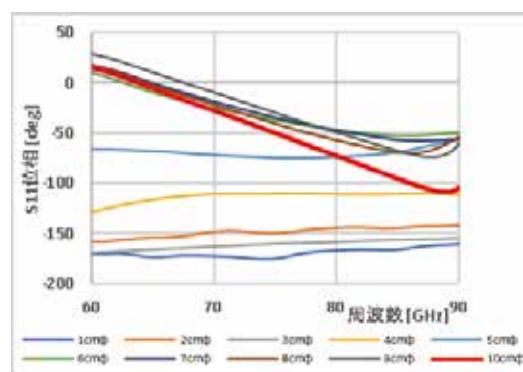


図4 S11の位相データ

この理由を探るため、計算の元となるSパラメータについて確認をしたところ、図4に示すようにS11（反射のシグナル）において、5cmφ以下では位相のデータにて周波数依存性（分散）が取れなくなっていることが分かり、これが破綻の原因と考えられます。このことから、物性値測定においても6cmφ以上が必要であることが分かりました。

◇斜入射角度の上限

斜入射測定の角度上限については、図5のような簡単な幾何学的考察を行いました。ミリ波性能評価のサンプルサイズ下限が6cmφであることから電波の広がりが6cmφと考え、サンプルホルダーの穴径が10cmφであることから、この穴を回転させても6cmφのビームを試料が塞ぐようになる角度を考えました。

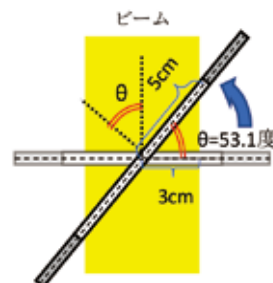


図5 斜入射測定の角度限界

この結果、その時の角度は53.1度程度（三辺が3:4:5の三角形の角度）となり、およそ50度強が回転角（即ち入射角）の上限であると考えました。