

当センターではフリースペース法を用いた装置により周波数18GHz~110GHzでの電磁波の吸収率や反射率の測定が可能です。しかし本装置は測定条件によって、反射率の測定値に起伏が生じるなど、適切な測定結果が得られない場合があります。今回、データ処理方法を変更することで測定の適正化を検討しました。

フリースペース法測定装置は図1に示すとおり、電磁波放射・受信用のアンテナ対と、コリメート用誘電体レンズ、試料ホルダー及びベクトルネットワークアナライザ(VNA)で構成されており、試料ホルダーに取り付けた試料に電磁波を照射して吸収率や反射率を測定します。

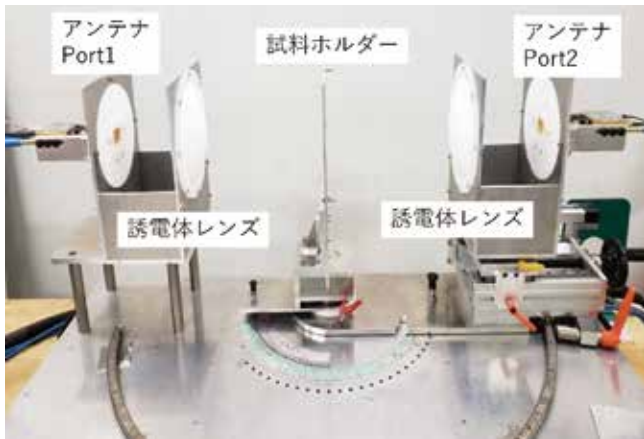


図1 フリースペース法測定装置

本装置により周波数26.5GHz~40GHzにおいてアルミ板の電磁波反射率を測定した結果を図2に示します。

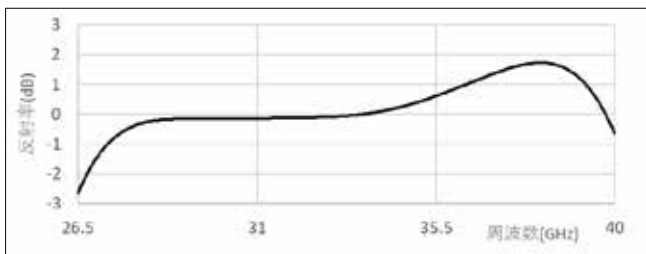


図2 アルミ板の電磁波反射率

縦軸は反射率をデシベルで表記しており、0dBが反射率100%に対応しています。周波数によって反射率が4dB程度変動するなど、アルミ板の電磁波反射率としては少し不合理な形になっており、この波形のゆがみは校正を行った直後でも生じるため、今回測定値のゆがみの改善について取り組みました。図2に示す波形は測定値に対し後述するデータ処理を施したもので、データ処理を行う前の最初に得られた測定値は図3に示す波形をしています。

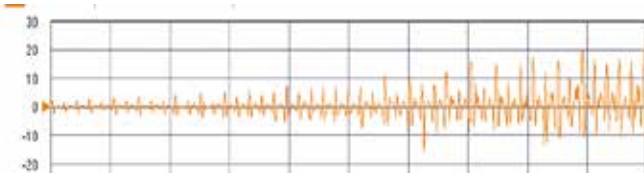


図3 アルミ板の電磁波反射率(ゲート処理前)

かなり大きいノイズは、装置内の電磁波の経路上にある誘電体レンズやアンテナといった、電磁波を反射する素子による多重反射です。このノイズは、アンテナに最も早く到達する信号のみを測定し、遅れて到達する信号をカットすることで取り除くことができます。VNAには多くの機器で時間領域での表示や、ゲート処理を行う機能が内蔵されており、図3の信号に対して時間領域でゲート処理を行うと、図2に示す波形が得られます。

この信号処理についてはVNA内部で行われており、ユーザーには詳細は不明です。今回、時間領域のゲート処理について別途VNA外部で行い、結果を比較しました。時間領域の信号を周波数領域に変換するにはフーリエ変換を用い、反対に周波数領域の信号に逆フーリエ変換を適用することで時間領域に変換できます。

図3の信号に逆フーリエ変換を適用すると図4に示す時間領域の波形が得られました(横軸は光速度をかけて距離に変換)。計算にはプログラム言語のPythonおよびNumpyモジュールを使用しました。

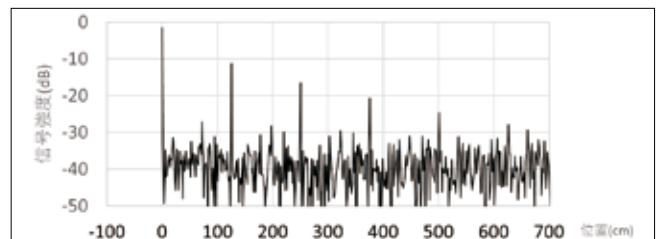


図4 Pythonを用いた反射波信号の時間領域表示

距離0cmのピークは試料による反射波に対応しており、主に120cmやその整数倍に見られるピークは多重反射の信号を示しています。120cmはちょうどアンテナから試料ホルダーを往復する距離に一致しています。最初に到達する(距離0cmの)信号のみを取り出し、フーリエ変換により再度周波数領域に戻すと、図5に示す値が得られました。

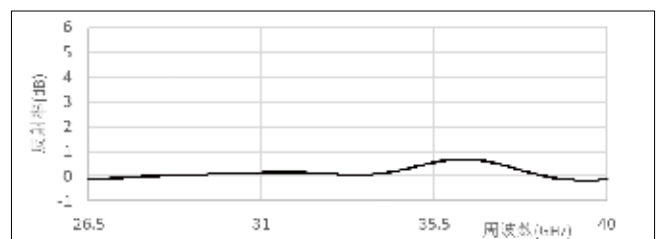


図5 Pythonを用いてゲート処理を行ったアルミ板反射率

反射率の変動は小さくなり、金属板の反射率としては合理的といえる値が得られました。同じものの測定でも信号処理の方法を変えることで得られる波形が変わることを確認できました。波形が変わる理由としては、フーリエ変換を高速に行うためのアルゴリズムの違いに由来することが考えられます。