

電磁界解析によるヘルファイアミサイルの RCS計算

- ・ XGtd X3D PO MEC モデルによる予測
- ・ XFtdt による結果との比較

概要

ミリ波周波数帯での精度の高いレーダー反射断面積（RCS）の計算には、対象物となるモデルが波長に対して十分な精度を持った幾何形状であることと、モデルを構成する細かな面（ファセット）の散乱現象を捉えるための物理モデリング手法が必要です。

しかし、従来の方法で非常に詳細なファセットモデルのミリ波帯 RCS 計算を行うと、非常に長い実行時間になることがあります。一方、XGtd X3D の物理光学（PO）および等価電流法（MEC）モデルを使用して RCS を計算すると、極めて的確な結果を妥当な実行時間内で得ることができます。

本例では、XGtd X3D PO MEC モデルを使用した RCS 計算の設定と実行について説明し、FDTD 法電磁界解析ツール XFtdt を使用して行われた予測と比較します。

解析対象、 XGtd モデル

解析対象は、KMZ 形式のファイルで XGtd にインポートされた、アメリカ合衆国の空対地・艦ミサイルヘルファイアのモデルです。

図1は、ファセット数 11,536 の 無損失導体 (PEC) としてモデル化されたヘルファイアを示しています。インポートされる形状は細かなファセットで構成される精緻な形状データであることも予想されますが、形状の単純化などの手順は必要ありません。

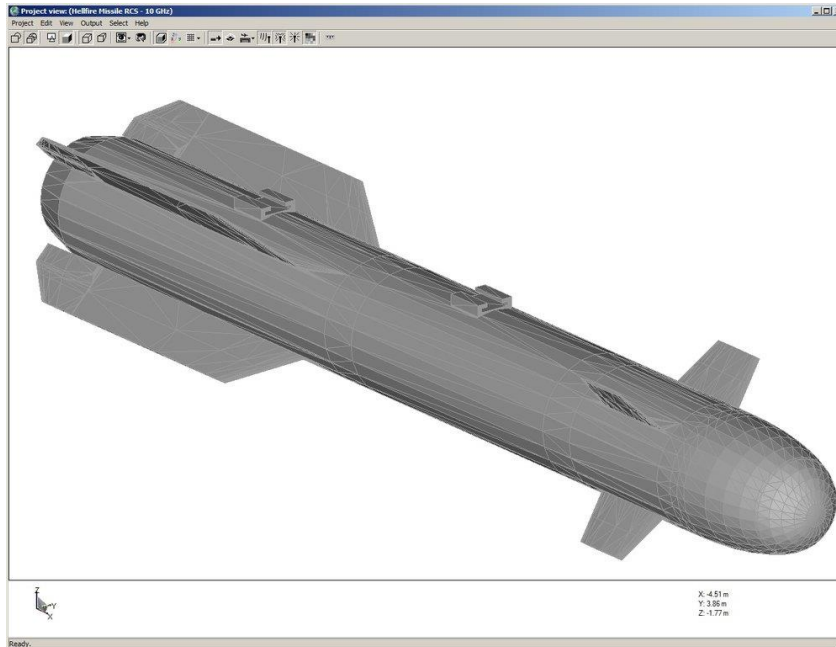


図1：XGtd にインポートされたヘルファイアミサイルの 3D 形状

モデルはミサイルの先端が +x 方向に向き、発射装置の接続部は +z 方向にあります。図2は、ミサイルの三面図を示しています。

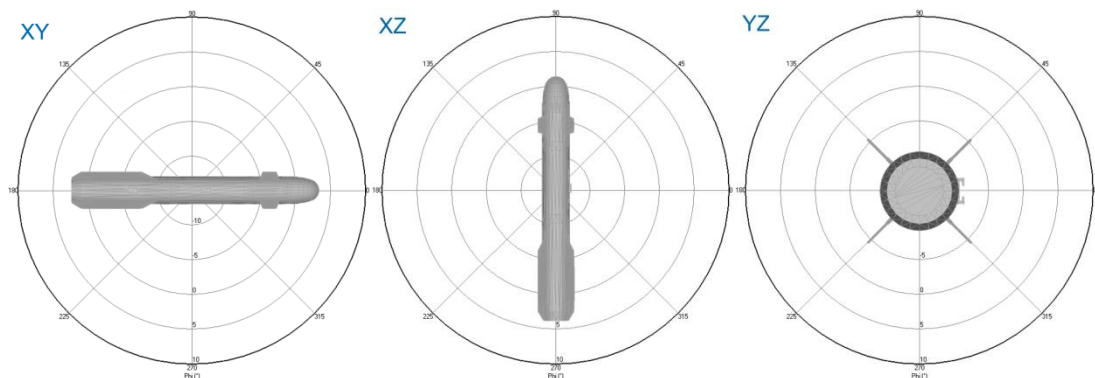


図2：ヘルファイアミサイルの三面図

本シミュレーションでは、XGtd のX3D RCS モデルが選択され、物理光学（PO）と等価電流の計算方法（MEC）の両方が有効になっています。設定されたインタラクション数は、1回の反射と1回の回折です。

図3に示すように、XY, XZ, および YZ 面に対して3つの平面波を、それぞれ1° 間隔での 360° スウィープを行う設定としています。波源には10 GHz の Sin 波が使用されます。

各平面波の解析ごとに2つの遠方界結果出力（Phi 偏波とTheta 偏波）を設定しているため、合計6つのモノスタティック RCS 遠方界結果が出力されます。

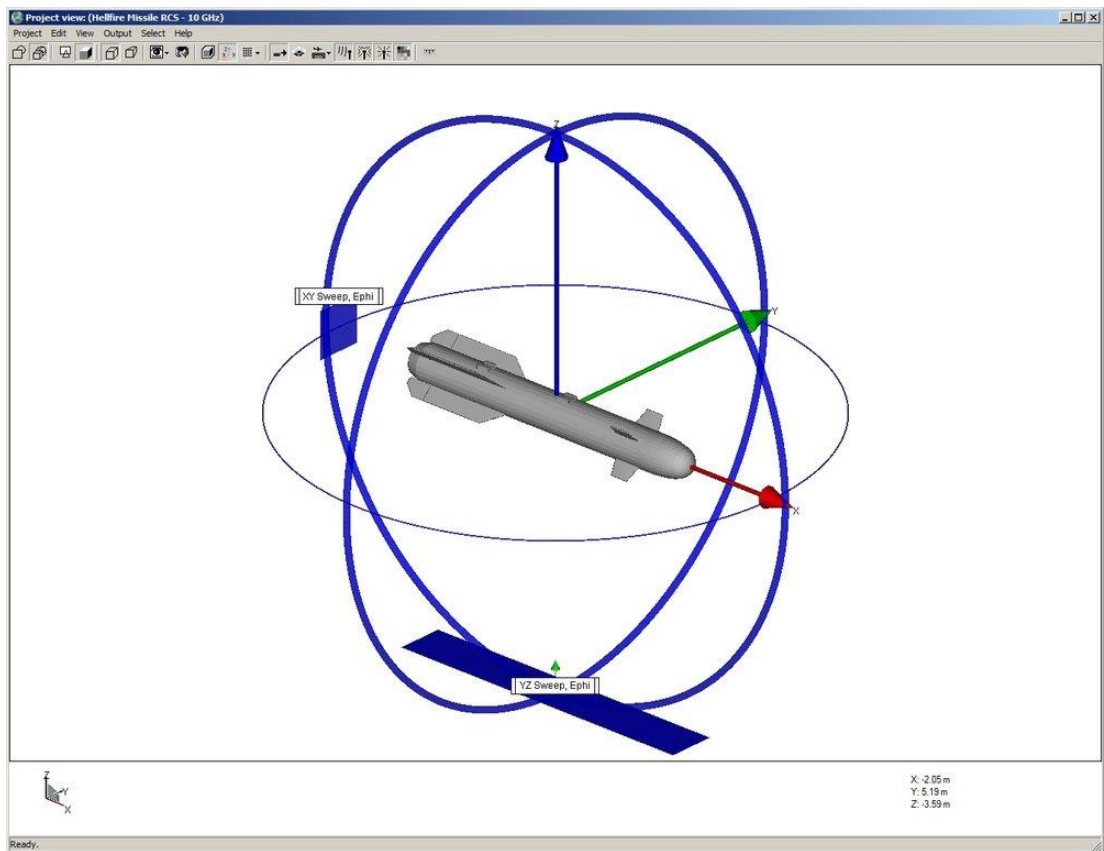


図3：ヘルファイアミサイルと 三軸面表示

結果

以下、本シミュレーション結果をXFtdtの結果と比較しています。

XFtdt シミュレーションでは、波長に対し1/30 サイズのセルを使用しています。また、各断面の結果をプロットするために XFtdt のパラメタライゼーション機能とスクリプト機能を利用しています。

図4, 5, 6 は、Theta 偏波の XGtd のX3Dモデルと XFtdt の比較を示し、図7, 8, 9 は、Phi 偏波の比較を示しています。表1と2は、それぞれ Theta 偏波とPhi 偏波の誤差を示しています。プロットと定量的統計は、2つのモデル間で非常に良好な一致を示し、Theta 偏波の平均誤差は $-0.6911 \sim 0.774$ Phi 偏波の平均誤差は $-0.1854 \sim 1.58$ です。

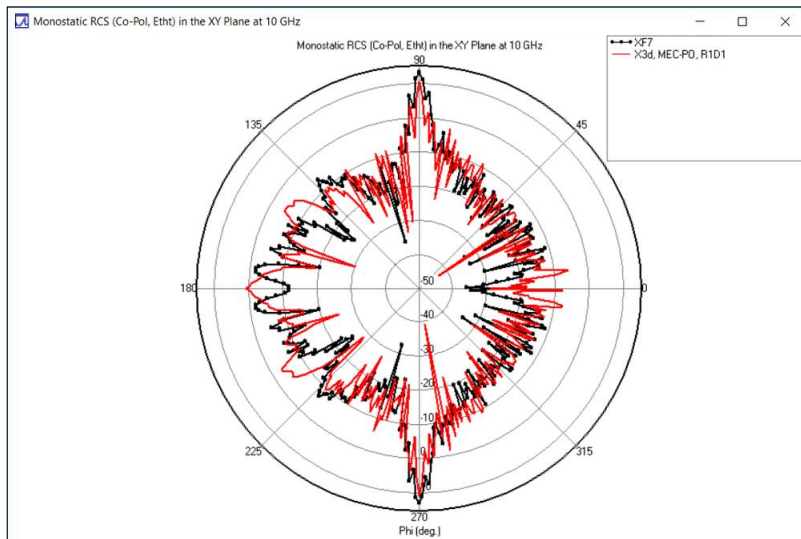


図4：XY面のTheta偏波RCS：X3D PO MEC（赤）とXF（黒）の比較

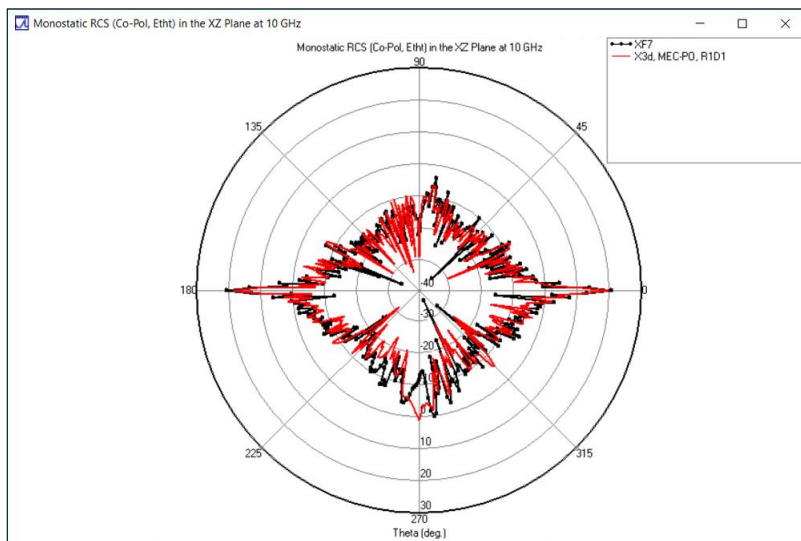


図5：XZ面のTheta偏波RCS：X3D PO MEC（赤）とXF（黒）の比較

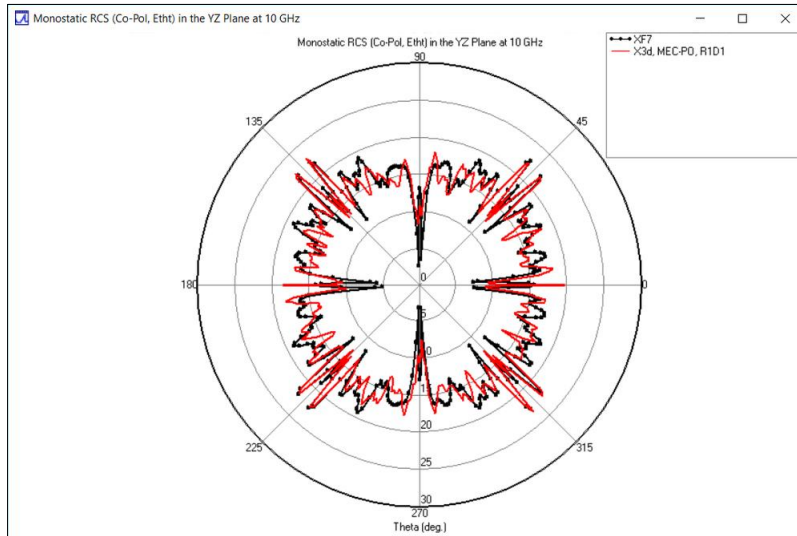


図6：YZ面のTheta偏波RCS：X3D PO MEC（赤）とXF（黒）の比較

Cut plane	Mean Error (dBsm)	RMS Error (dBsm)	Std Dev (dBsm)
XY	-0.6911	7.1436	7.1101
XZ	0.774	5.4167	5.3611
YZ	0.1645	2.079	2.0725

表1：Theta偏波RCS誤差：XGtdとXFtdの比較

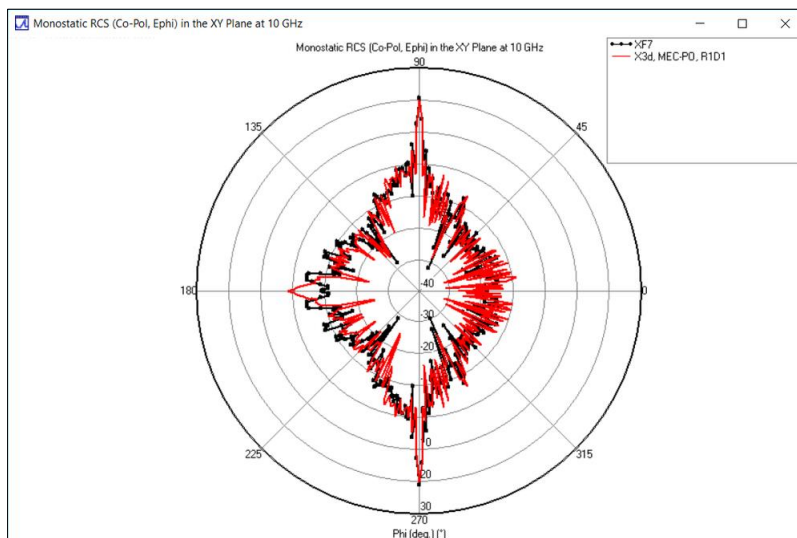


図7：XY面のPhi偏波RCS：X3D PO MEC（赤）とXF（黒）の比較

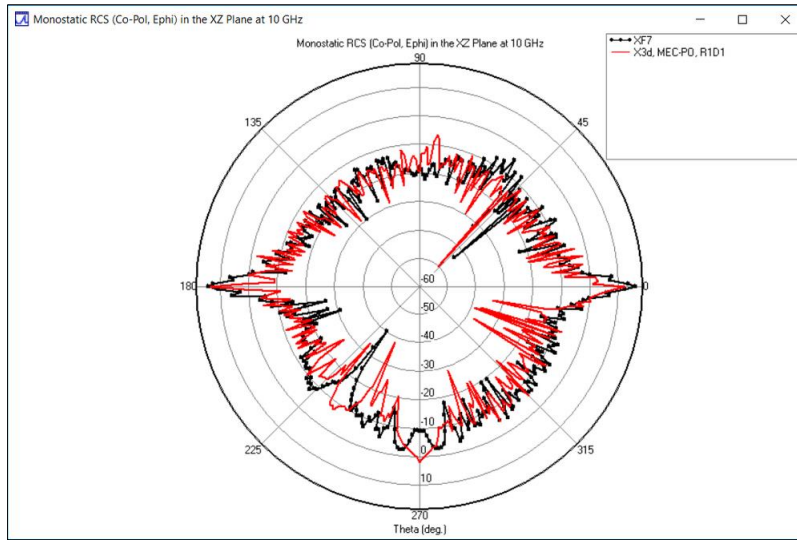


図8：XZ面のPhi偏波RCS：X3D PO MEC（赤）とXF（黒）の比較

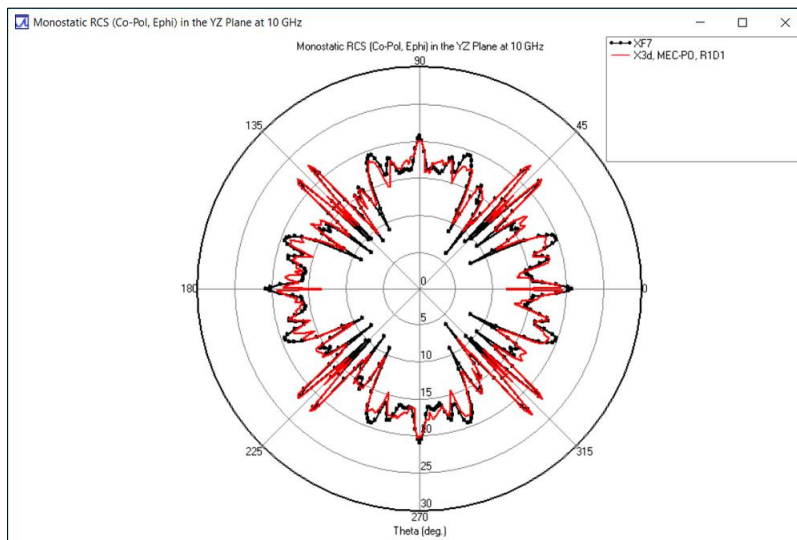


図9：YZ面のPhi偏波RCS：X3D PO MEC（赤）とXF（黒）の比較

Cut plane	Mean Error (dBsm)	RMS Error (dBsm)	Std Dev (dBsm)
XY	0.6045	4.9479	4.9109
XZ	1.588	7.6345	7.4676
YZ	-0.1854	1.485	1.4733

表2：Phi偏波RCS誤差：XGtdとXFtdの比較

本例シミュレーションでは、1CPU（4コア）とミドルクラスの1GPUを備えたワークステーションPCで実行されました。実行時間は、モノスタティック1角度あたり約13秒程度、360°パターンの取得に1時間強でした。

[全ての事例はこちら](#)

[お問合せ等はこちら（製品HP）](#)