

電波吸収体の単体測定結果を境界条件とした電波無反射室

電波無反射室

筑波宇宙センター電波第1無反射室と現状の課題

<電波第1無反射室>
筑波宇宙センターでは宇宙機搭載アンテナ等の電波試験を目的とした大型電波無反射室(電波第1無反射室)を保有している(図1)。無反射室内には試験装置として、リフレクタを介して大型アンテナの遠方界測定を実用可能なコンバクトレンジシステムを備えている。近年ではGCOM-W(しずく)搭載アンテナの他、準天頂衛星(みちのび)搭載アンテナの試験等が実施されている。

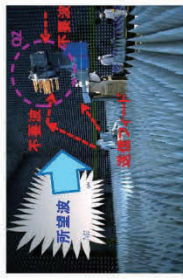


図1 電波第1無反射室

<OZ特性と運用上の課題>

供試体固有の電波特性を測定する電波試験において、無反射室壁面の反射波や送信アンテナから漏れ出た電波は外乱となるため、試験空間の無反射特性(以下OZ特性)を一定レベル以上に保つ必要がある(図2)。しかしながら運用上下記の問題がある。

- ① 周波数特性と電波入射角による特性(斜入射特性)が存在し、OZ特性はすべての試験ケースで一定ではない
- ② 今後のOZ特性改善に向け新たな吸収体を適用するにも無反射室の規模から実測の試行錯誤には莫大な費用を要する

⇒ 吸収体の特性を考慮したうえで簡易的に無反射室としてのOZ特性を評価可能な数値シミュレーションの試行を実施

図2 本検討におけるコンバクトレンジシステムの概念図

電波吸収体の単体特性測定

図4に示すように電波吸収体プロットについて角度を変化させ入射波(周波数は各角度で0.36GHz~39.3GHz、刻み幅数十MHz程度)を与え、対象位置で反射レベルを計測した。吸収体の代わりに鉄板とした場合を基準に吸収体の吸収特性を算出した。図5に代表して吸収体A、B、Cそれぞれの垂直偏波(TE波)における結果(0deg, 60deg)を示す。

- 供試体として下記の3種を選定:
- ① ポリウレタン系電波吸収体A
 - ② ポリプロピレン系電波吸収体B
 - ③ ポリエチレン系電波吸収体C

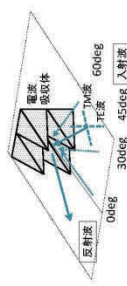


図4 電波吸収体の斜入射特性測定

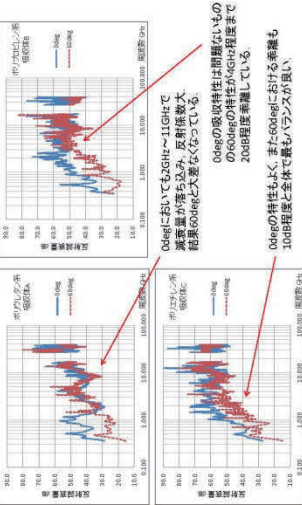


図5 電波吸収体の単体特性測定結果

電波第1無反射室のモデル化

右に示す図3のように無反射室のコンフィギュレーションと考慮する電波のパスを設定した。壁面の反射では電波の位相も変化するが、ここでは最悪値が得られるよう同相を仮定し振幅のみを考慮している。OZ特性は下記の式で与えられる。

$$\frac{\text{反射波の電界強度}}{\text{所望波の電界強度}} = \frac{\sum_{i=1}^N |r_i(\theta_i, \phi_i)|^2}{|r_0(\theta_0, \phi_0)|^2} = |r(\theta, \phi)|^2$$

但し、電波吸収体の反射係数の大きさを $r(\theta, \phi)$ 、フィーダアンテナの絶対利得を $G(\theta_i, \phi_i)$ とし、 $\theta_{i1}, \theta_{i2}, \theta_{i3}, \theta_{i4}$ はそれぞれその反射波の壁面入射角、フィーダ最大放射方向からの方位角、フィーダ最大放射方向からの幅角、反射パス長である。また $G_0 = G(0,0)$ を意味し、 $i=0 \sim 4$ は反射波のパス番号に対応する。

フィーダの利得 $G(\theta_i, \phi_i)$ については既知のダブルリジッドガイドホーンアンテナにおける3Dパターンを代表値として用いた。一方壁面の反射係数 $r(\theta, \phi)$ は壁面電波吸収体に依存する。本検討では電波吸収体単体の諸特性を実測することでより実態に即した条件を決定した。

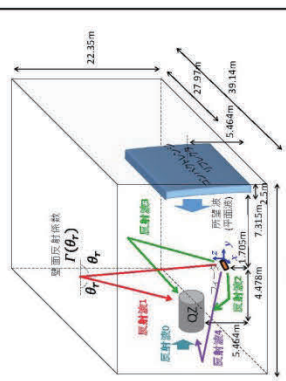


図3 電波第1無反射室のモデル化

- 考慮する電波のパス:
- ・ リフレクタからの平面波
 - ・ 平面波の壁面の壁による反射
 - ・ フェーダから壁に照らす壁面を反射
 - ・ フェーダから壁に照らす壁の壁を反射

OZ特性解析結果

吸収体の単体特性測定結果を基に、反射係数が角度の連続関数になるように線形補間を行い $r(\theta, \phi)$ を算出し、電波第1無反射室としてのOZ特性を解析した。図6に解析領域を示す。

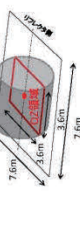


図6 解析領域(黒枠)とOZ領域(赤枠)

各吸収体を適用した場合はOZ中心におけるOZ特性解析結果(水平偏波)を右図7に示す。最悪値側の包絡線として図8に10GHz帯におけるOZ領域内の不要波の分布を等高線として示した。



図7 各吸収体を壁面に適用した場合のOZ中心でのOZ特性解析結果

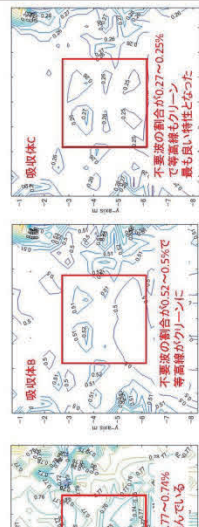


図8 10GHz帯におけるOZ領域内の不要波の分布(%)

結論と今後の方針

吸収体特性を考慮した無反射室OZ特性シミュレータが完成し、吸収体Cを適用した場合が最も良い特性となる可能性が示唆された。今後は現状の吸収体の条件で実測室とのコリレーション等を行う。