

12GHz 帯コンパクトレンジアンテナの近傍界特性評価

宮田 克正・伊藤 桂一・山崎 博之・鎌田 悟*

Evaluation of Near-Field Characteristics of a 12GHz-Band Compact-Range Antenna

Katsumasa MIYATA, Keiichi ITOH, Hiroyuki YAMAZAKI and Satoru KAMATA*

(2006年1月4日受理)

Two-dimensional near-field measurement of a 1.8m ϕ offset parabolic reflector antenna for compact-range application was conducted at $f=12$ GHz. A scanner was installed at the position 1.8m apart from the aperture, and phase/amplitude measurement was conducted over the aperture.

It has been found that so-called "plane-wave region" was approximately 300 mm x 300 mm. The size of antennas scheduled to be mounted on the antenna positioner for pattern measurement or gain evaluation is 500 mm x 500 mm, and some trial to enhance the plane-wave region was conducted experimentally.

1. 緒言

アンテナの遠方界放射特性を測定するためには、試験（受信）アンテナに平面波を照射することが必要であり、そのためにアンテナの送受信間距離を十分に確保することが重要となる。一般に、送信アンテナの開口直径を D 、受信アンテナの開口直径を D' とすると、自由空間におけるアンテナの送受信間距離 r は、 $r \geq 2(D+D')^2 / \lambda$ であるとされており、その距離は使用波長とアンテナの開口直径により、数十メートルから数百メートルにもおよぶことがある。また、屋外での測定のため、周辺地域への電波障害を与える可能性がある一方、天候に影響されやすく、試験電波が地面や建物に反射して測定誤差が生じる可能性もある。この問題を解決するために考案された環境をコンパクトレンジと言い、屋内でアンテナ特性などの測定を行うことが出来る。⁽¹⁾

本研究では電波暗室に設置された直径1800[mm]の平面波発生用アンテナ（オフセットパラボラアンテナ）の近傍界測定を行い、平面波領域の範囲を実験的に確かめ、コンパクトレンジ応用の可能性を探ると共に、その特性の改善を試みた結果について報告する。実験は、本校電気情報工学科に設置されて

いる電波暗室で行った。

電波暗室とは、実験室内側全面を金属板でシールドし、その内側に電波を吸収する電波吸収体を全面に貼り付けたもので、暗室内部から放射された電波は壁面で吸収されるため、電波的には無限自由空間と見なすことの出来る環境を言う。⁽²⁾ 電波暗室内の試験電波が、外部に漏れないと同時に、外部からの不要電波も暗室内には到達しないため、電波的に独立した空間でもある。

2. 近傍界の測定

2.1 測定系

実験で使用した測定系を図1に示す。発振器から12[GHz]の信号を出し、一部を方向性結合器によって取り出している。測定した値から、Spectrum Analyzerによって振幅を求め、Vector Voltmeterによって測定値と基準値の相対値から位相を求めている。

なお、アンテナの特性を調べるためには、送信電波の偏波を垂直偏波、及び水平偏波に切り替えて出す必要がある。しかし、その度に回路をつなぎ替えては非効率的であり、誤差を生じる可能性もあるため、本実験では同軸切替器を使って偏波制御を行った。その外観を図2に示す。この同軸切替器

* 秋田県産業技術総合研究センター

12GHz帯コンパクトレンジアンテナの近傍界特性評価

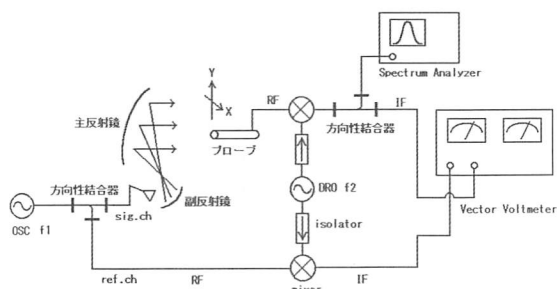


図1 測定系

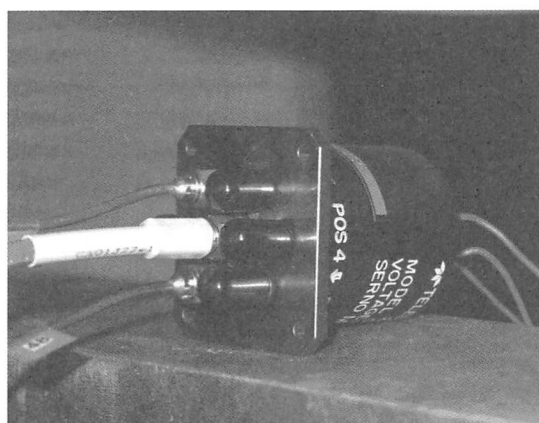


図2 同軸切替器

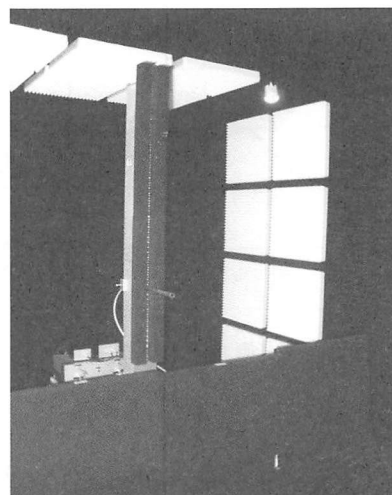


図3 実験に使用したプローブ/スキャナー

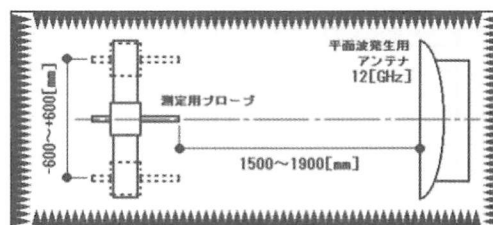


図4 コンパクトレンジの平面イメージ

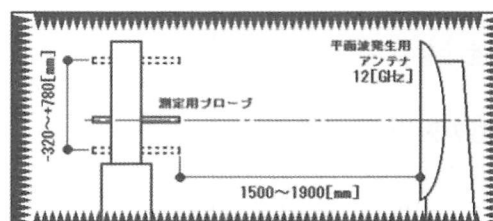


図5 コンパクトレンジの側面イメージ

はオフセットアンテナの下部に設置してあり、電子的に制御される。

2.2 測定方法

平面波発生用のオフセットパラボラアンテナから12[GHz]で、垂直偏波、及び水平偏波の電波を放射し、アンテナより1500~1900[mm]離れた地点において、プローブを水平及び垂直方向に走査させて平面波領域を測定した。プローブを水平方向に走査させる場合には、アンテナの中心の点を0として-600~+600[mm]の範囲で移動させ、垂直方向へは-320~+780[mm]の範囲で移動させた。プローブ/スキャナーの外観を図3に、コンパクトレンジのイメージを図4、5に示す。

2.3 測定結果

周波数12[GHz]でアンテナの開口中心から電波の放射軸上、1500[mm]~1900[mm]の距離で、垂直・水平の両偏波に対して、水平および垂直にプローブを走査して測定を行った。ここでは、1800[mm]での測定結果を示す。“平面波”の基準は、振幅のリップルを±0.5[dB]以内の範囲、位相に関してはよく用いられる±11.25[°]以内の範囲とした。

図6、図7に垂直偏波の場合の近傍界を、また図8、図9には水平偏波の場合の近傍界を示す。図より、垂直偏波を放射した場合、平面波領域は330×320[mm]であり、一方水平偏波の場合は、310×300[mm]ことがわかった。位相に関しては600[mm]程度の平面波領域を得ることができた。

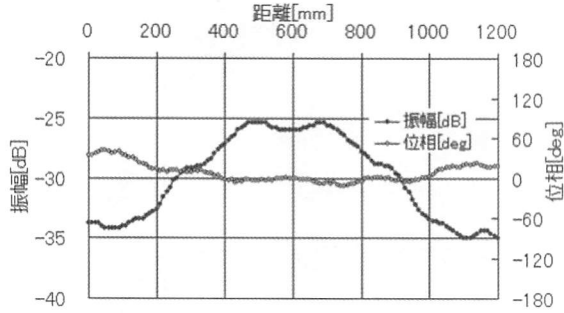


図6 垂直偏波 水平スキャン

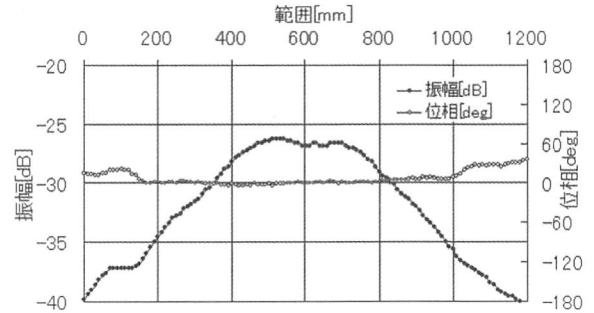


図8 水平偏波 水平スキャン

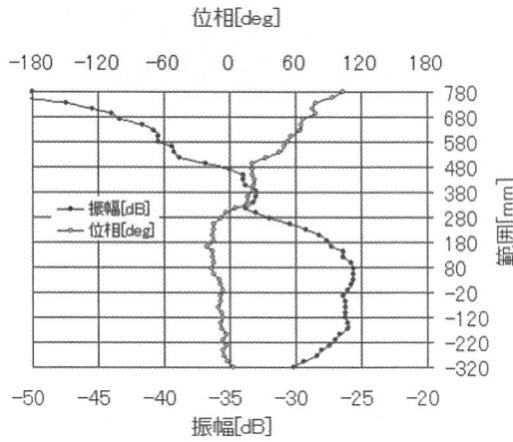


図7 垂直偏波 垂直スキャン

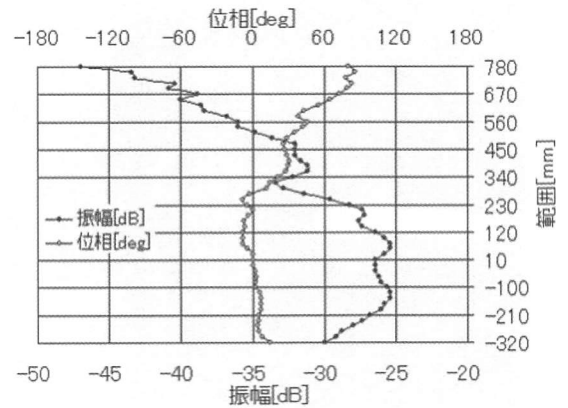


図9 水平偏波 垂直スキャン

3. 特性改善への試み

3.1 電波吸収体の装荷

本コンパクトレンズの近傍界分布を測定した結果、アンテナの中心からの距離1800[mm]の点での平面波領域は約300×300[mm]程度の結果となり、コンパクトレンズとして使用するには平面波領域が狭く、特性改善する必要があることがわかった。位相に関しては良好な結果が得られたが、振幅に関してはエッジ部分の振幅が低下しているため、平面波領域が狭くなっていると判断し、次のような改善策を検討した。すなわち、反射鏡のエッジテープを上げることにより、平面波領域を増加すること考え、副反射鏡と主反射鏡の間の電波の通路を電波吸収体によって狭めることを試みた。電波吸収体を装荷した電波の通路を図10に示す。



図10 電波吸収体装荷時のアンテナ給電部

3.2 改善結果

アンテナの開口中心から電波の放射軸上、1800[mm]の点において、垂直偏波および水平偏波に対して、水平および垂直にプローブを走査して測定を行った結果を図11～14に示す。図より、平面波領域は310×410[mm] (垂直偏波) および410×420[mm] (水平偏波) となり、平面波領域の拡大が得られる見通しが得られた。

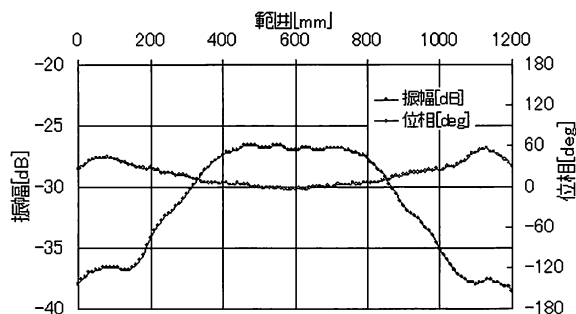


図11 垂直偏波 水平スキャン

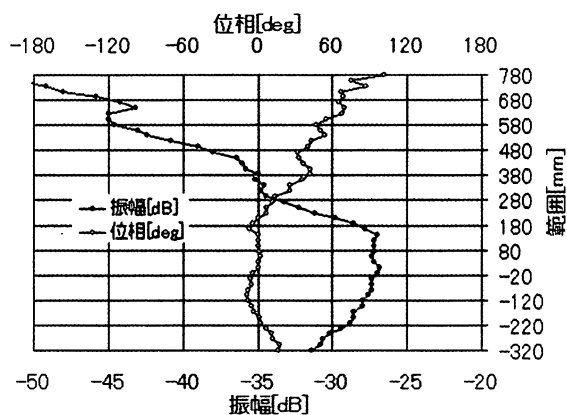


図12 垂直偏波 垂直スキャン

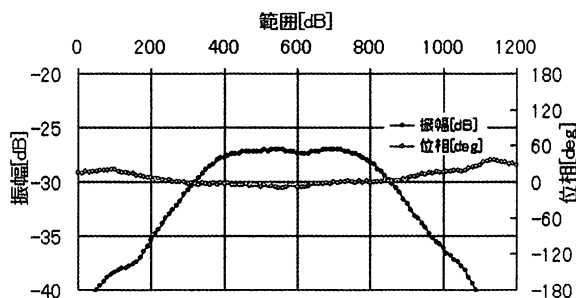


図13 水平偏波 水平スキャン

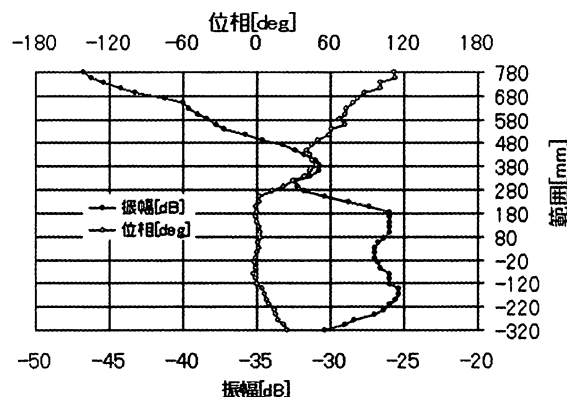


図14 水平偏波 垂直スキャン

4. 結言

平面波発生用アンテナの中心からの距離1800[mm]で、垂直偏波および水平偏波に対して垂直方向および水平方向に測定した結果、平面波領域は約300×300[mm]程度の平面波領域が得られることがわかった。この平面波領域の拡大のため、一次放射部に電波吸収体を装荷し、電波の通路を狭め反射鏡エッジテーパを調整したところ、平面波領域の改善が得られることが実験的に示され、平面波領域が拡大出来る見通しが得られた。

5. 今後の課題

本研究室で測定対象とする小型平面アンテナの開口寸法は約500×500[mm]であるため、さらなる改善が必要である。今後検討している改善策として、(1) 副反射鏡からの電波の通路をさらに狭め、より点波源に近づけること、(2) 副反射鏡からの電波の通路を狭める形状を楕円など種々の形状を試してみること、(3) 副反射鏡を経由せずに点波源で直接主反射鏡に電波を照射することなどを検討している。

また、今回は周波数12GHzのみでの測定であったが、周波数特性も重要であり、引き続き実験を行う予定である。

6. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（課題番号14550392）の援助により行われたことを付記する。また、本校卒業生の金内洋平君、佐々木裕貴君の両君には、卒業研究として本実験に携わって頂いた。謝意を表する。

7. 参考文献

- (1) Walter D. Burnside, et al., "Curved Edge Modification of Compact Range Reflector", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. AP-35, no.2, pp.176-182, Feb. 1987.
- (2) 日経技術図書株式会社, "電磁波の吸収と遮蔽", p.190~204 1989年1月