

次世代高速無線のためのアンテナ技術

Antenna Technologies for Next-Generation Wireless Systems

天野 隆 関根 秀一

■ AMANO Takashi

■ SEKINE Shuichi

モバイル環境における高速伝送の要求が高まっており、パソコン(PC)を含めたデジタル家電では、MIMO (Multiple Input Multiple Output) や UWB (Ultra Wide Band) など高速無線システムの搭載が進んでくる。高速かつ高品質な無線通信を実現するためには高性能なアンテナが要求される。また無線システムを高速化するためには、高性能ダイバーシチアンテナや広帯域アンテナが要求され、更にデジタル家電の軽薄短小化及びデザイン自由度の向上のためには、小形アンテナが要求される。

東芝は、PCなどのデジタル家電への搭載を目的として、高性能化と小形化の両立を実現するためのMIMOアンテナ技術、超広帯域アンテナ技術、及びマルチバンドアンテナ技術と、これらのアンテナ開発に必須となる屋内伝搬環境評価技術を開発した。

The demand for high-speed data communication in the mobile environment is increasing. In order to realize high-speed and high-quality radio communication, high-performance antennas are required. High-speed radio communication systems require a high-performance diversity antenna, while attractively designed products require a small-sized antenna.

Toshiba has developed a multiple input multiple output (MIMO) antenna, an ultra wide band (UWB) antenna, and a multiband antenna for applications such as personal computers. We have also developed a radio propagation measurement technique to optimize the design of high-performance antennas.

1 まえがき

高品質な映像の無線伝送や、瞬時に大容量データを伝送する高速無線伝送への要求が高まっている。このような要求を実現するため、MIMO (Multiple Input Multiple Output) 技術やUWB (Ultra Wide Band) 技術を適用することにより、最大で100 Mビット/sから1 Gビット/sの伝送速度を達成する次世代無線システムが標準化されようとしている。これらの高速無線システムをデジタル家電に搭載することにより、家庭やオフィスに、より豊かで快適な無線通信環境を築くことができる。

高速無線システムの性能を左右するキー部品の一つがアンテナである。アンテナの性能面では、高性能なダイバーシチアンテナや広帯域なアンテナが要求され、商品性の面では、アンテナの内蔵化や小形・薄型化が要求される。しかし、アンテナの高性能化と小形化は相反する要求であるため、これらの要求を両立させることが重要な技術課題である。

また、高速無線システムの性能向上には伝搬環境の把握が不可欠である。特に一般に家庭やオフィスなどの屋内環境では、マルチパスの影響などによりその電波伝搬環境が非常に複雑となっており、これを精度良く把握することもアンテナ性能の最適化には欠かせない技術課題である。

東芝は、これらの高性能化と小形化の要求に対応するMIMOアンテナ、UWBアンテナ、及び第3世代(3G)対応のマルチバンドアンテナを開発した。開発したMIMOアンテナは、一つの導体地板上でパターンダイバーシチを実現した。UWBアンテナは、安定した放射パターンを広帯域にわたって実現した。3G対応マルチバンドアンテナは、わずか3ccの体積で800 MHz帯～2 GHz帯の四つのセルラシステムをカバーできる。

ここでは、パソコン(PC)などのデジタル家電への搭載を目的として開発したMIMOアンテナと、UWBアンテナ、マルチバンドアンテナの概要及びその特長と、これらアンテナの最適設計を導く伝搬環境評価技術、放射特性高速評価技術について述べる。

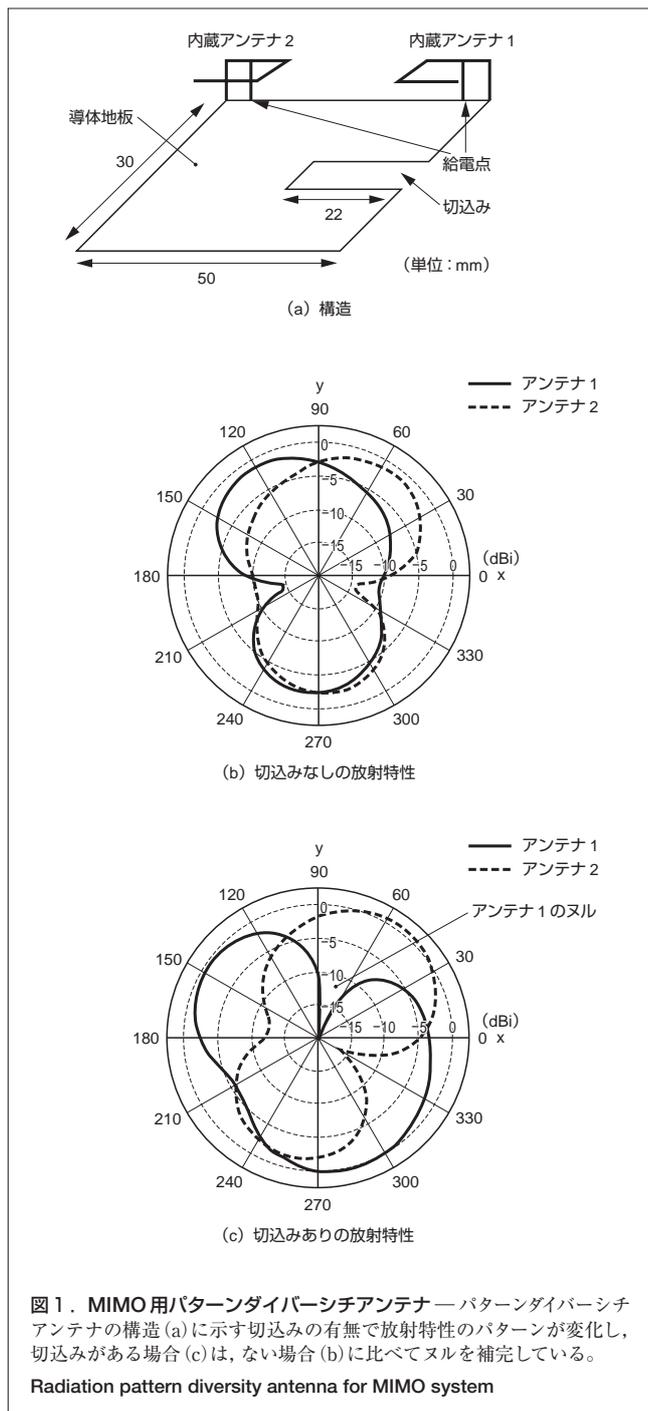
2 MIMO アンテナ技術

高品質な映像の無線伝送を実現する高速無線システムの一つとして、無線LANシステムの一つであるIEEE802.11n(米国電気電子技術者協会規格802.11n)があり、現在、標準化が進められている。この高速無線システム向けに、送受信双方に複数アンテナを用いるMIMO用アンテナが必要となる。

屋内環境で用いられるアンテナの技術課題の一つに、

到来波の方向に対する無線性能の依存性を抑制することが挙げられる。これを実現する方法として一般に無指向性アンテナの適用が考えられるが、PCのような大きなきょう体を持つものにアンテナを近接させると放射特性が変化するため、無指向性の実現は困難である。そこで、二つのアンテナの放射パターンを異なった形状とし、互いの放射特性を補い合うパターンダイバーシチの適用が検討されている。

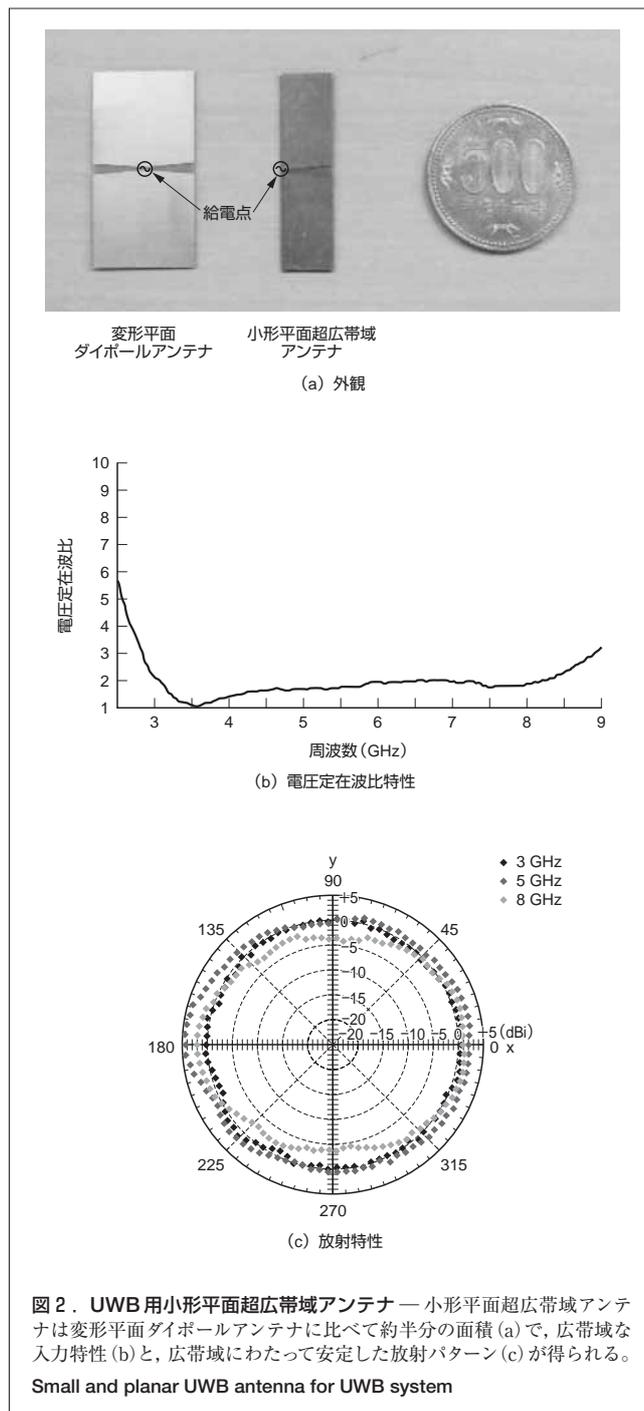
図1 (a)は、開発したパターンダイバーシチアンテナの構造である。このアンテナは、主放射源となっている導体地板に



切込みを入れることで導体地板からの放射特性を変化させたもので、切込みを非対称に入れることで、片側のアンテナの放射特性だけを大きく変化させ、互いにパターンヌル(落込み)を補完させることができる⁽¹⁾ (図1(c))。

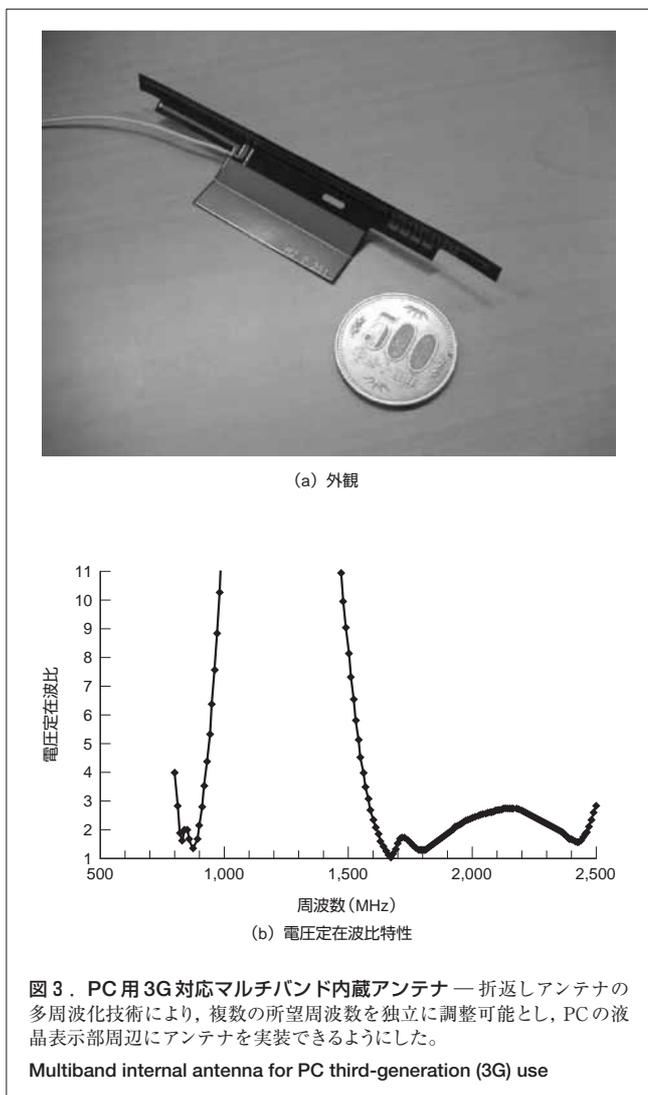
3 超広帯域アンテナ技術

瞬時に大容量データを無線伝送する高速無線システム技術の一つとしてUWB無線通信技術があり、現在、標準化が進



められている。この高速無線システムを実現するためには、現状の無線LANシステムの帯域に比べ、数十倍の帯域を持つ超広帯域アンテナが必要となる。一般に超広帯域アンテナというとその入力特性の広帯域性に着目する場合が多いが、UWBシステムの一方式として検討されているマルチバンドOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式は、広い周波数範囲にわたって周波数ホッピングするシステムであるため、アンテナ放射パターンが周波数によって変化しないようにすることが要求される。すなわち、放射パターンの広帯域性を持つアンテナの開発が技術課題である。

当社は、回転対称アンテナの広帯域性に着目し、小形な変形平面ダイポールアンテナを提案し、数GHzにわたる安定した放射パターンを実現した⁽²⁾。図2(a)は、開発した小形平面超広帯域アンテナを示している。給電部にテーパ構造を用いることで広帯域な入力特性を実現し(図2(b))、また、どの周波数でも同じ放射パターンが得られるよう形状を工夫した(図2(c))。



4 マルチバンドアンテナ技術

屋内外でシームレスな無線伝送を実現するために、PCへの3Gセルラシステムの搭載が検討されている。3G対応アンテナは、800 MHz～2GHz帯の複数の無線周波数に対応するマルチバンドアンテナが必要である。これまでPCに搭載されていた無線LANなどの2.4GHz以上のアンテナに比べ、3Gアンテナはその2倍以上の実装体積が必要であり、小形・薄型化が課題である。

当社は、携帯電話向けに開発した多周波折返しアンテナの技術を応用して、PCの液晶表示部周囲に内蔵可能な、薄型のマルチバンドアンテナを開発した⁽³⁾。図3(a)は、開発した3G対応マルチバンドアンテナである。折返しアンテナ構造の工夫により、液晶表示部に近接しても高い放射効率を実現した。また多周波化構造の工夫により、複数の所望周波数を独立に調整できるようにした(図3(b))。

5 伝搬環境評価技術

無線性能の向上にはアンテナ放射パターンの最適化が必要であり、アンテナ放射パターンの最適化には電波伝搬環境の把握が重要である。前述したMIMO技術などは、電波の伝搬特性を積極的に利用して伝送速度を向上しようとする技術である。

家庭やオフィスなどの屋内環境では壁や床の材質、家具や什器(じゅうき)の配置によって、電波の反射や回折、減衰量が変化し伝送速度に影響を与える。これらの屋内伝搬環境



をある程度把握して統計処理することで、パターンダイバーシチ技術などに代表されるように、アンテナ放射パターンの最適化設計が実現でき、通信速度や通信品質の向上が可能となる。

そこで当社は、この複雑な電波伝搬環境の評価を効率的に進めるための伝搬環境測定装置を開発した。図4は、開発した装置のRadio Scannerと呼ばれる部分である。X-Y並びにZ方向にアンテナをスキャンして信号を受信できるこの装置を用いて伝搬パラメータを収集し、MUSIC (Multiple Signal Classification) 法を改良した独自の3次元アレー推定法⁽⁴⁾により、到来方向や遅延プロファイルなどを求めることができる。様々な環境を模擬した測定を行い、統計処理により屋内伝搬環境の把握を進め、アンテナの最適設計にフィードバックしている。

6 広帯域放射特性高速評価技術

既に開発している3次元放射指向性・効率測定システムを改良し、3次元放射特性測定装置を開発した(図5)。これにより、超広帯域アンテナの効率が瞬時に測定可能となった。この装置は、二つの回転軸を持った特殊な回転ジグを電波影響の少ない素材で構成することで、アンテナをPCに実装した状態で8 GHzまでの効率測定を実現した。また、同時に3次元の放射パターンも取得できることから、屋内のような複雑な伝搬環境に合わせた最適なアンテナ設計のための評価を可能としている。



図5. 3次元放射特性測定装置 — 二つの回転軸を持った特殊な回転ジグを電波影響の少ない素材で構成した。

Three-dimensional radiation pattern measurement equipment

7 あとがき

次世代の高速無線に対応したMIMOアンテナ技術、超広帯域アンテナ技術、及びマルチバンドアンテナ技術を開発した。これらは、高速無線システムに対応した高性能化と、PCなどのデジタル家電への内蔵化に適した小形・薄型化を両立させた。更に、アンテナの最適設計に必要な電波伝搬環境を把握する技術や、アンテナ開発を効率化するための広帯域放射特性高速評価技術を開発した。

今後は、PCを含めたデジタル家電のマルチ無線化及びマルチアンテナ化が更に進んでくる。ここで述べた高性能化と小形化を両立させる技術は、これらの次世代高速無線を搭載する機器へ広く展開が可能である。

文献

- (1) 大石崇文, ほか. “低相関逆Fアンテナによる屋内伝搬環境下でのMIMOチャンネル容量評価”. アンテナ・伝播研究会. 秋田, 2005-10, 電子情報通信学会. p.145 - 150.
- (2) 島崎 寛, ほか. “小形平面ダイポールアンテナの放射特性に関する一検討”. 電子情報通信学会 2005 総合大会講演論文集. 大阪, 2005-03, B-1-57. (CD-ROM).
- (3) 天野 隆, ほか. “マルチバンド内蔵アンテナ技術”. 東芝レビュー. 60, 9, 2005, p.25 - 28.
- (4) 堀田浩之, ほか. “3次元アレーを用いた伝播パラメータ推定”. アンテナ・伝播研究会. 秋田, 2005-10, 電子情報通信学会. p.23 - 28.



天野 隆 AMANO Takashi

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター
モバイルテクノロジーセンターグループ長。モバイル機器向け
アンテナとアンテナ評価技術の開発に従事。電子情報通信
学会会員。

Core Technology Center



関根 秀一 SEKINE Shuichi, Ph.D.

研究開発センター モバイル通信ラボラトリー主任研究員,
工博。端末向けアンテナ並びに電磁界シミュレータ, アンテナ
測定装置の開発に従事。電子情報通信学会会員。

Mobile Communication Lab.