

- 70GHz帯低コスト合成空間ダイバーシチ受信システムの動作実証に成功
ー近距離ミリ波通信におけるマルチパス問題の解決と受信感度の改善を同時に実現ー

- 平成15年7月22日

独立行政法人通信総合研究所(以下、CRL。理事長:飯田尚志)は、近距離ミリ波通信におけるマルチパスフェージング問題解決と受信感度の改善を同時に図れる低コスト合成空間ダイバーシチ受信システムの動作実証に70GHz帯の試作機を用いて世界で初めて成功しました。このシステムは、CRLで開発した低コスト化と同時に高い周波数安定伝送特性と超低位相雑音伝送特性を実現するミリ波自己ヘテロダイン伝送方式を応用することにより、実現したものです。

<背景>

ミリ波帯を用いたシステムは、大容量無線伝送と機器の小型化が可能という特徴を持っており、近い将来、家庭やオフィスでの近距離高速通信などへの利用が期待されています。しかしながら、ミリ波は非常に周波数が高いため、デバイスの開発・製造コストの上昇が実用化を妨げています。そこで、CRLではこれらの問題を総合的に解決するミリ波自己ヘテロダイン伝送方式を既に開発し、その有効性を実証してきました。その一方で、ミリ波通信においてもマイクロ波通信と同様にマルチパス伝搬によるフェージングが深刻となる電波伝搬環境があることが近年明らかになっており、この解決には合成空間ダイバーシチ受信が最も有効であることが知られていましたが、周波数が非常に高いため、これを簡易かつ低コストに実現することは困難と考えられていました。

<今回の成果>

CRLが今回動作実証に成功したミリ波合成空間ダイバーシチ受信システムは、CRLが以前開発した、ミリ波帯の変調信号と局部発振信号を同時に無線伝送する新しいタイプのミリ波通信方式「ミリ波自己ヘテロダイン伝送方式」を応用しています。今回、CRLでは同方式で用いる受信機として、複数の単位受信回路(アンテナを含む)をアレー状に配置し、その出力を合成すれば容易にミリ波帯での合成空間ダイバーシチ受信が実現できることを実証するため、広角ビームアンテナを搭載した単位受信回路8素子をアレー状(2×4)に配置した70GHz帯トランシーバーを試作しました(図2)。実証試験の結果、単位受信回路1素子のみを使用する場合と同等の受信ビームパターン特性を維持した上でアレー化配置した単位受信回路の数に比例した受信感度の改善が得られ、なおかつマルチパス伝搬によるフェージング問題を解決する合成空間ダイバーシチ効果が得られることを確認しました。実用化が近いとされている家庭向けミリ波映像伝送システムなど(図3)は、受信感度の改善とマルチパス伝搬対策が必要とされるミリ波通信システムの一例であり、今回の成果により、これらの問題を解決するミリ波用ダイバーシチ受信技術を簡易かつ低コストに実現できる見通しを得ました。

<今後>

今回開発に成功したダイバーシチ受信システムはミリ波通信システムの高品質伝送と低コスト化を同時に実現する上であらゆるミリ波通信アプリケーションに有効と考えられます。今後は同システムの2次試作と検証を行ない、最適な受信アンテナ間隔など設計パラメータに関する詳細検討や、実使用環境下での有効性を確認する伝送試験を行う予定です。

なお本成果については、7月30日に函館(サンリフレ函館)で開催される電子情報通信学会 光・電波ワークショップ(マイクロ波研究会、他)にて発表する予定です。

<連絡先>

横須賀無線通信研究センター
新世代モバイル研究開発プロジェクト推進室
小川 博世・ 荘司 洋三
TEL:046-847-5070

ミリ波自己ヘテロダイン伝送方式:

送信回路が用いた局部発振信号成分をRF信号と併せて送信することで、受信回路では局部発振信号を用いることなく、受信信号のみからより低い周波数帯に周波数変換された信号を得る伝送方式をいう。CRLが開発した伝送方式。高安定なミリ波帯の発振器を用いなくても、受信回路の出力には送信信号と周波数的に同期した非常に高安定な信号が得られると同時に、受信回路には周波数変換のためのミリ波帯発振器そのものが不要になるため、受信回路については超小型化と低コスト化が期待できる方式。

局部発振信号:

送信回路または受信回路中で使用される無変調キャリア。低い周波数帯の情報信号(IF信号)を送信する無線周波数帯(RF帯)へ変換する際や受信回路でその逆の変換に用いる。

位相雑音:

無線信号の周波数および位相がランダムに揺らぐことによって生じる雑音で、復調信号の誤りの原因となる。

ミリ波帯:

30GHz~300GHzの周波数帯を指し、波長が1mm~10mmとミリメートル単位となるので、この名前が付けられている。特に60GHz帯については、平成12年2月に電気通信技術審議会から「60GHz帯の周波数の電波を使用する無線設備の技術的条件」が答申されており、その活発な利用が期待されている。

マイクロ波:

おおよそ1GHz~10GHzの周波数帯電波の総称。

マルチパス:

送信機からの電波が複数の経路で受信機に到達すること。もしくは、そのような電波伝搬環境。

フェージング:

マルチパスによって、異なる経路で到達した信号同士が干渉しあい受信信号レベルが大きく変動する、もしくは落ち込むこと。

<補足資料>

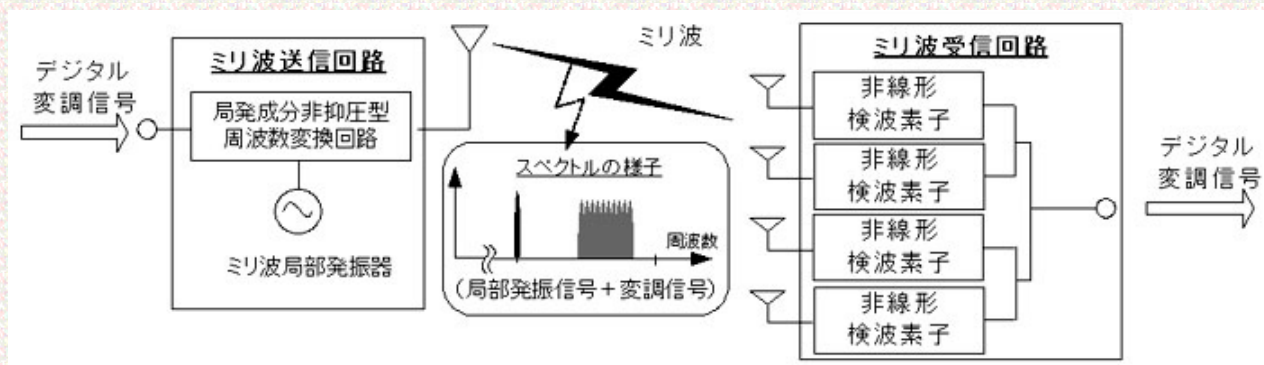


図1 ミリ波自己ヘテロダイン伝送方式を用いた合成空間ダイバーシチ受信システムの構成概要

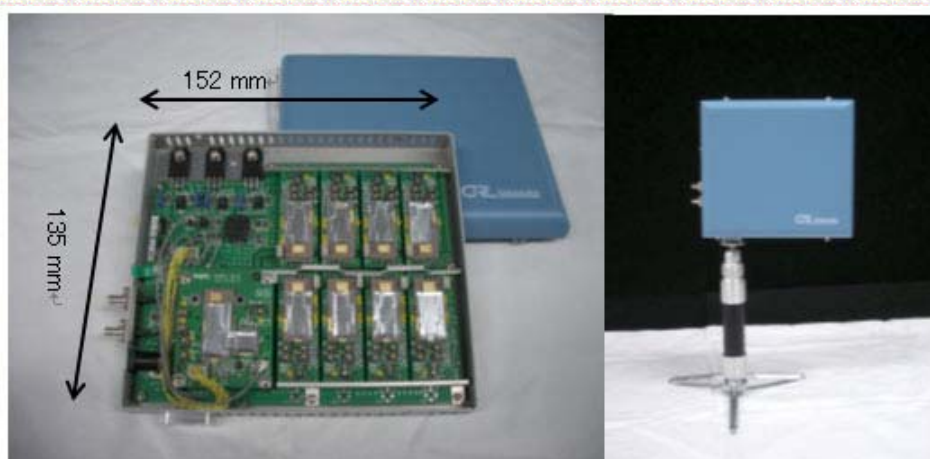


図2 開発した試作装置の外観

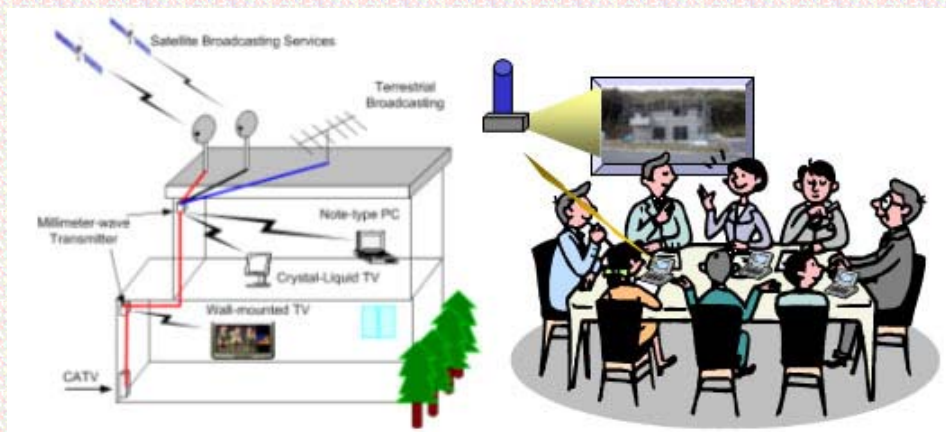


図3 実証技術が有効となるミリ波システムのアプリケーションイメージ

CRLでは実用化に向けたミリ波帯の電波を使用する通信システムの研究開発を積極的に推進しています。ミリ波帯の電波、とりわけまだ十分に利用普及が進んでいない60GHz帯以上の周波数の電波を使用するシステムは、その電波伝搬の特性上あまり長距離伝送には向きませんが、多チャンネル映像信号など大容量データの信号伝送と機器の小型化が可能という特徴を持っています。そこで、システム利用アプリケーションの一例として、家庭では衛星放送などの映像信号を家庭内へ再放送することで屋内におけるワイヤレステレビ受信を実現するミリ波映像多重伝送システムのほか、小規模な会議シーンで大容量データを含むプレゼンテーション資料を参加者間でリアルタイムに共有するシステム、極限られたエリア内(ホットスポット)のみで映像や音楽などの有料コンテンツを超高速にダウンロードするサービスシステムなどが想定されています。

このようなミリ波通信システムでは一般に、送信回路はミリ波帯信号を得るために、他方、受信回路は受信ミリ波帯信号を復調可能なより低い周波数信号(IF信号)に変換するために、それぞれミリ波帯の発振器が必要になります。しかし、ミリ波帯は周波数が非常に高いため、得られる発振信号の周波数の安定化と低位相雑音化が技術的に難しく、これを解決するための開発・製造コストの上昇が特にミリ波通信システムの普及を妨げていました。このような問題を解決するために、CRLではミリ波帯の変調信号と局部発振信号を同時に無線伝送する新しいタイプのミリ波通信方式「ミリ波自己ヘテロダイン伝送方式」の開発と実証実験に既に成功しています。本システムは送信回路が情報信号をミリ波帯の信号に変換するために使用した局部発振信号を無線伝送し、これを受信回路での周波数変換に必要なとなる局部発振信号源として使用しています(図1)。すなわち送信ミリ波信号を生成する際に用いたものと同じの周波数や位相揺らぎの性質を持ったミリ波帯局部発振信号を、受信回路が受信して無線信号を検波(自己ヘテロダイン検波)します。このようにすることで、たとえ送信器で周波数や位相揺らぎの大きな安価なミリ波帯発振器を使用しても、検波時にそれらの影響を完全にキャンセルすることが出来るため、高い周波数安定伝送特性と超低位相雑音伝送特性を実現することが可能になります。また受信回路については、従来主要部品であったミリ波帯局部発振器そのものが不要になるため、より回路の小型化と低コスト化を実現することが可能になります。

ところで、既にミリ波帯の通信システムとして実用化が近く民間標準化もなされているミリ波加入者系無線アクセスシステム(38GHz帯)などでは、ポイントツーポイント(P-P)型の通信方式を利用し、比較的高利得なアンテナを使用して通信を行います。そのため、電波伝搬環境は単純な直接波のみを受信する見通し通信環境が前提となっていました。しかしながら、当所で推進している60GHz帯以上の周波数を用いるミリ波通信システムは家庭やオフィスにおける一対多もしくは多対多通信のアプリケーション実現を目指していることから、アンテナとしては広角ビームパターン特性を持った比較的低利得なものを使用する必要があります。このような通信環境では通信を行う端末間で見通しがある場合でも直接波以外に反射波(マルチパス)を併せて受信してしまい、これが原因で大きなフェージングが生じます。このようなマルチパス伝搬環境に起因するフェージング対策としては対しては、長年のマイクロ波通信分野においては空間ダイバーシチ受信を行うことが定石であり、なおかつ合成空間ダイバーシチ受信を行うことが最も有効ですが、これを60GHz帯以上の周波数の非常に高いミリ波システムで、しかも簡易かつ低コストに実現することは技術的に困難と考えられていました。

今回の実証試験では、受信回路の小型化が可能であると同時に受信回路の出力には送信信号と完全に周波数同期した信号が得られる「ミリ波自己ヘテロダイン伝送方式」を通信方式として採用しています。この方式によると発振器を必要としない小型な受信回路を複数個アレー状に配置して、その結果得られる周波数的に同期した複数の受信信号を単純に合成することで、容易に合成ダイバーシチ受信の効果が得られます(図1)。なお、複数のアンテナで受信したRF信号を同相合成して受信利得を得るという点では、従来から用いられているアレーアンテナ技術と類似しますが、本合成ダイバーシチ受信システムは「ミリ波自己ヘテロダイン伝送方式」を用いる性質上、アレー状に配置した受信アンテナを用いるにもかかわらず、受信ビームパターンにはヌル点やサイドローブが生じないといった従来のアレーアンテナ技術では得られない効果があることも実証されました。このような効果は、ユーザーがあまりアンテナの指向性を気にせずにシステムを利用できるという点で、使い勝手の良いミリ波システムの実現につながります。