

移動通信の送受信方式

移動通信のための送受信方式には、単向方式、単信方式、複信方式、半複信方式、同報通信方式の5種類がある。本稿では、これらの方式について概説するとともに、実用化システムへの適用例を紹介する。

単向方式とその応用例

単向方式とは、目的とする単一の相手方に対して送信のみを行う方式であり、ポケットベルやテレメッセージの名称で親しまれている無線呼出しがこれに該当する。無線呼出しのシステムは図1に示すような構成をとっている。一般の電話機から端末を呼び出した後、メッセージを送るとこれらの内容は符号化されて中央基地局の回線接続装置に蓄えられる。これらの符号化された信号は、周辺基地局に送られ電波として同時に送信される。この電波を受信して無線呼出し受信機は警報音を発生し呼び出しを知らせるとともに、メッセージ内容を表示器(LCD)などに表示する。

呼出しエリアの面からは、基本的な果単位程度の狭域サービス、あるいは複数果にまたがって呼び出しを可能にした広域サービスなどがある。この際、複数の無線基地局でサービスエリアをカバーする必要がある。送受信方式としては、複

数の無線基地局から異なる無線周波数を用いて同一の制御信号をサービスエリア内に同時に送信する方法が考えられる。この場合、受信機に周波数シンセサイザを搭載して無線ゾーンを移行するたびに複数チャンネルを切り替えて受信する必要があり、周波数の利用効率が低い。

一方、複数の無線基地局から共通する無線チャンネルでサービスエリア全域に同一情報を同一タイミングで同時(複局同時送信)、順次(複局順次送信)あるいは同時/順次(複局同時/順次送信)に送信する方式も考えられる。いずれの方式でも無線ゾーンの移行に伴う無線チャンネルの切替えは不要であるが、無線チャンネルの使用効率の面では同時送信は高く、順次あるいは同時/順次送信は低い。

無線呼出しのように無線端末からの応答が得られないシステムでは、高い周波数利用率と高いスループットを確保しながら、サービスエリア全域においてより高い伝送品質を確保する必要がある。そのため、無線呼出しでは前述の複局同時送信が用いられている。

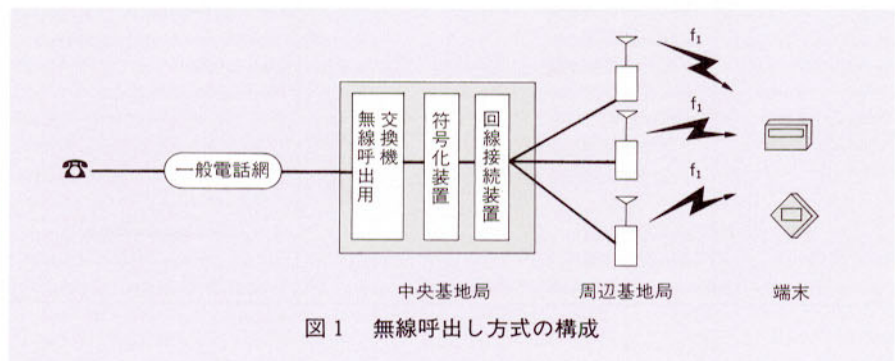


図1 無線呼出し方式の構成



図2 オフセット送信法（搬送波周波数の割当法）

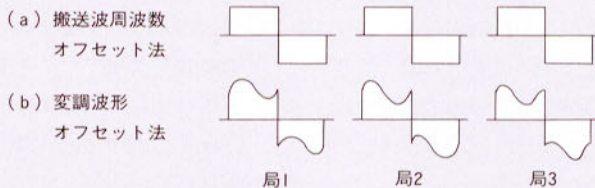


図3 オフセット送信法
 （ベースバンド変調信号波形の比較）

この方法では、多くの無線基地局間で送信周波数を高精度に一致させることは困難であり、通常、搬送周波数にズレが存在する。このズレにより、複数の無線基地局から同時に電波が受信される地域において緩やかな周期のビート性フェージングが発生する。その結果、復調信号にバースト長の長い誤りが発生し、同時送信を行わない場合に比べ、伝送品質が劣化する。この対策として、無線呼出しでは、図2、3に示すように各無線基地局から同時に送信される周波数変調信号の搬送波周波数をある値だけオフセットする方法、あるいは変調波形をオフセッ

トする方法が採用されている。

このようなオフセット送信法では、無線基地局の搬送周波数などを強制的にオフセットすることにより、端末の移動に伴い受信信号が受けるフェージングよりもフェージング周波数が早くなる。このため、所要の伝送品質を確保するのに必要な受信レベルを下回る確率が低くなり、信号の誤り率特性が改善される。

単信方式とその応用例

単信方式とは、相対する方向で交互に送受信を行う方式であり、移動通信の広い分野で古くから用いられている。操作者がマイクロホンのボタンを押しながら通話を行うことからプレストークとも呼ばれる。

単信方式には、送受信に同一周波数を使用する1波単信方式と、異なる周波数を使用する2波単信方式とがある。

1波単信方式は、トラヒックの場所的集中が小さく、エリア内に基地局が散在する場合に有効な方式であり、具体例としては簡易無線やパーソナル無線がある。

また、2波単信方式は、大都市などでトラヒックの場所的集中が大きくなり、同一場所で多数の無線チャンネルを使用する場合に有効な方式であり、具体例としてはタクシー無線に代表される業務用無線がある。一般に、2波単信方式は、相互変調をはじめとする干渉妨害を軽減するために、図4に示すように集中基地局方式との併用が図られる。

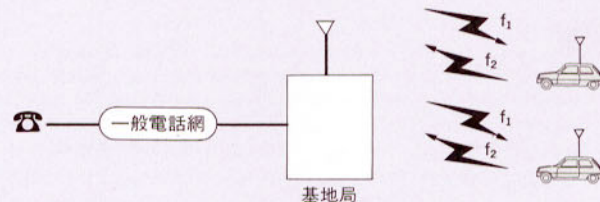


図4 2波単信方式の例

複信方式とその応用例

複信方式とは、相対する方向で同時に送受信を行う方式であり、通常は送信と受信とで異なる周波数を使用する2波複信方式となる。

具体例としては、自動車・携帯電話やコードレス電話などの固定網と相互接続される公衆移動通信がある。図5に示すように、1本のアンテナを送信と受信とで同時に使用するために分波共用器が必要となる。デジタル技術の導入により、図6に示すように、送受信で同一周波数を時間的に高速に切り替えて使用する1波複信方式、すなわちピンポン方式の採用が可能となっている。

1波複信方式がTDD(Time Division Duplex)方式と呼ばれるのに対して、従来からの2波複信方式はFDD(Frequency Division Duplex)方式と呼ばれる。音声をアナログ信号で伝送する従来の移動通信では、TDDの適用は困難であるが、デジタル移動通信では、TDDの適用も容易である。FDDでは、システムとして周波数帯域を常にペアで確保しなければならないが、TDDではその必要がなく、使用周波数帯を選択する自由度が大きいのが特徴である。

無線回路も使用帯域が比較的狭く、要求条件が緩和される。また、送信と受信の伝搬条件がほぼ同じであるため、基地局側の受信ダイバーシチで選択されたプ

ランチ側を送信アンテナに使用することにより送信ダイバーシチが兼用でき、移動端末側のダイバーシチを不要にできる特徴がある。ただし、フェージングが送受交互の周期に比べて早い場合は、送信と受信のバースト間で伝搬条件が変化するため送信ダイバーシチの効果はなくなる。

TDDを用いた移動通信方式としては、表1に示すように、イギリスのデジタルコードレス電話(CT-2)が最初に実用化され、我が国のデジタルコードレス電話の標準方式(PHP:Personal Handy Phone)、欧州のデジタルコードレス電話方式(DECT:Digital European Cordless Telecommunications)としても採用されている。

FDDを用いた従来の移動通信方式では、長期にわたってFDMAが用いられてきた。米国のAMPS(Advanced Mobile Phone System)方式、英国のTACS(Total Access Communications System)方式、北欧のNMT(Nordic Mobile Telephone)方式、NTT方式などの自動車・携帯電話方式がそれに該当する。FDMAの中でも1通信チャンネルとして1無線キャリアに1音声チャンネルを割り当てる方法を特にSCPC(Single Channel Per Carrier)と呼ぶ。SCPCには、チャンネル間の干渉が少ない、チャンネルが狭帯域のため周波数選択性フェージングを受けにくい、装置化が比較的容易であるなどの特徴がある反面、一層の狭

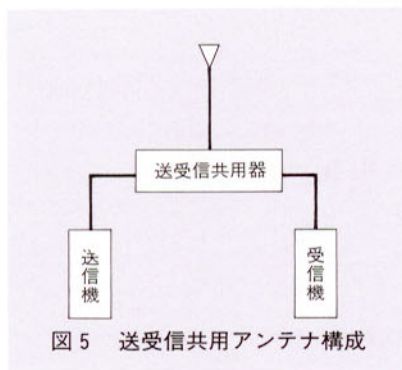


表1 デジタルコードレス電話方式の比較

項目	方式	PHP	DECT	CT-2
使用周波数帯		1,900MHz帯	1,900MHz帯	900MHz帯
アクセス方式		TDMA/TDD	TDMA/TDD	FDMA/TDD
チャンネル間隔		300kHz	1,728MHz	100kHz
チャンネル数/波		4チャンネル	12チャンネル	1チャンネル
変調方式		QPSK	GMSK	GMSK
伝送速度		384kb/s	1,152kb/s	72kb/s

表2 デジタル自動車/携帯電話方式の比較

項目	方式	PDC	USDC	GSM
使用周波数帯		800MHz/1.5GHz帯	800MHz帯	800MHz帯
アクセス方式		TDMA/FDD	TDMA/FDD	TDMA/FDD
チャンネル間隔		25kHz (インタリーブ)	30kHz (インタリーブ)	200kHz (インタリーブ)
チャンネル数/波		3チャンネル 6チャンネル(ハーフレート)	3チャンネル 6チャンネル(ハーフレート)	8チャンネル 16チャンネル(ハーフレート)
変調方式		$\pi/4$ シフトQPSK	$\pi/4$ シフトQPSK	GMSK
伝送速度		42kb/s	48.6kb/s	270kb/s

帯域化や高周波数化を進めるためには無線周波数の安定度が問題となってくる。

現在は、800MHz帯のアナログNTT方式において6.25kHzのチャンネル間隔が実現されている。

一方、固定公衆電話網と同様に、移动通信の分野でもデジタル方式の開発が進められ、アクセス方式としてTDMA (Time Division Multiple Access)方式を採用するものが実用化されている。TDMA方式の採用により、時分割多重化によって基地局の無線装置数が低減できる。また、移動機が時分割的に信号を送受信する間に、周辺の無線基地局の受信電界強度を測定することにより、自分の位置や無線ゾーンを移行するタイミングをより正確に知ることができ、無線回線制御の効率化、高信頼化を図ることができる。

このFDD/TDMA方式を採用した方式としては、表2に示すように、ヨーロッパの標準方式であるGSM(システム名称: Global System for Mobile Communications, グループ名称: Groupe

Speciale Mobile), 北米のUSDC (United States Digital Cellular)および日本のPDC(Personal Digital Cellular)がある。

また、最近では従来のSCPCやTDMA方式に比べ飛躍的にシステム容量を大きくできる可能性のある方式としてFDD/CDMA(Code Division Multiple Access)方式を採用した方式が北米の第2番目のデジタル方式として標準化されている。

半複信方式とその応用例

半複信方式とは、前述の単信方式と複信方式とを組み合わせた方式であり、通常は集中基地局方式と併用される。この場合、送信出力が大きく多数の無線チャンネルを取り扱う基地局では、複信(同時送受信)方式が採用されるが、これは移動局側での希望波と干渉波の受信レベルを一定に保つためである。

逆に、送信出力が比較的小さく、1つの無線チャンネルのみを取り扱う移動局側では、単信(交互送受信)方式を採用することにより機器の簡易・経済化が図られる。

具体例としては、マルチチャンネルアクセス(MCA)システムがある。欧米では、Trunked SystemあるいはSMRと呼ばれる。

同報通信方式とその応用例

同報通信方式とは、特定の2局以上の受信局に対して同一内容の情報を同時に送信する方式のことであり、市町村が住民に防災や行政に関する情報を通報したり、通信社が新聞社などにニュースを送るために用いられる。