



第7章 ダイレクト・コンバージョン化, CMOS化, マルチバンド/マルチモード化

携帯電話用 RF-IC の進化と技術動向

伊藤 信之
Nobuyuki Itoh

はじめに

日本の携帯電話の普及率は2006年で88%に達し、家庭内、会社内、電車の中など、さまざまな場所で操作している人々を見かけます。その使い方は通話だけでなく、メールやインターネットなど、さまざまです。

このようにいつでもどこでも、また電話としてだけでなく便利な情報端末としても使えるよう、携帯電話にはさまざまな技術が導入され発展してきました。ここでは、最初にその発展の歴史を述べ、ついで携帯電話端末に使われているRFトランシーバ用LSIおよびパワー・アンプの技術動向を紹介し、さらに今後のRF-LSIの技術動向について紹介いたします。

携帯電話の発展と 携帯電話用LSIの進化

■ 自動車電話から携帯電話へ

携帯電話の源流は自動車電話です。1990年代前半に最も携帯電話の普及率の高かった北欧諸国では、寒冷地であつ人口密度が低いため、自動車電話がよく発展していました。人口密度が低い北欧の田舎を自動車で行っている際に、エンジンが故障するなどのトラブルがあった場合でも、すぐに連絡がとれるようにという安全上の必然性のためです。

日本の携帯電話の原型も自動車電話の発展形でし



〈写真1〉
ショルダーホン
100型 (TZ-802,
出力5W, 容積
1500cc, 3kg,
1985年, NTT)

た。1979年から始まったNTT方式の移動電話の発展型として1985年にNTTが発表した「ショルダーホン」が最初の携帯電話です。写真1に示すように重量約3kg, 連続通話時間約40分, 連続待受時間8時間という, アマチュア無線のトランシーバのようなものでした。

■ 第1世代の携帯電話

本格的な携帯電話サービスが始まったのはそれから2年後の1987年です。この当時の端末(写真2)はハンディ・タイプになったものの、重量が約900gもあり、とてもポケットに入れて持ち歩ける類のものではなく、連続通話時間約1時間, 連続待ち受け時間6時間と現在から考えると実用性の乏しいものでした。

同時に携帯電話端末開発の方向性は軽量化, 小型化, 低コスト化, 低消費電力化で, 1989年には約640gで待受時間9時間を達成した端末が登場しています。

これらは第1世代携帯電話と呼ばれ, アナログ変復調方式, 時分割方式(TDD)を使い, 無線機の方式もスーパーヘテロダイン(SH)方式で構成されていました。ここで提供されているサービスは電話としての機能だけでした。世界に目を向けると, 欧州ではNMT(Nordic Mobile Telecommunication System)が1981年に, 米国ではAMPS(Advanced Mobile Phone System)が1983年に開始されています。

■ 第2世代の携帯電話

携帯電話が本来の電話機能だけでなく, 現在のよう



〈写真2〉
最初の携帯電話(TZ-802B, 出力1W, 容積
997cc, 0.9kg, 1987年, NTT)

なメール/インターネット端末として使われるようになったのは第2世代からです。1993年にサービスが開始されたデジタル変復調方式を使った第2世代携帯電話では、1999年にiモードの開始によってインターネット端末としての地位を得ることになります。NTTにおける第2世代携帯電話はPDC(Personal Digital Cellular system)と呼ばれ、800MHz帯のキャリア周波数を使い、TDD方式、帯域幅32kHzのデータ通信を実現しています。このころには携帯端末を構成する部品の特性向上も相まって、現在の携帯電話の姿に近い形になりました。これらの特性向上と低価格化が進んだことにより、ユーザ数は飛躍的に増大し、2000年には国民の75%が携帯電話を所持するに至っています。

PDCは、インターネット端末としての地位を確保できたものの、データ転送速度はわずか9600bps(パケット通信はタイム・スロットを三つまとめて28.8kbps)であり、本格的なインターネット接続は困難でした。

■ 第3世代の携帯電話

NTTの第3世代携帯電話サービス(FOMA)が開始されたのは2001年です。インターネット接続サービスの通信速度は最大384kbpsと飛躍的に向上し、容量の大きい画像データ、音声または動画データの送受信も可能になりました。

FOMAは、国際電気通信連合(ITU)により標準化されたIMT-2000に準拠した無線方式であるW-CDMAを使い、キャリア周波数は2.1GHz帯、周波数分割複信(FDD)方式を使っています。無線方式は外部部品点数を削減するためにダイレクト・コンバージョン(DC)方式が主流となりました。

FOMAは、さらに2.1GHz帯だけのサービスから、800MHz帯、1.7GHz帯、1.5GHz帯へと複数のバンドを切り替えることによる接続性の向上、インターネット接続においてさらに大きなデータをやりとりするためのHSDPA(High Speed Downlink Packet Access)、HSUPA(High Speed Uplink Packet Access)を採用した第3.5世代携帯電話(3.5G)への進展、RF部の部品点数をさらに削減するための集積化、と進化しています。

携帯電話が第1世代から第3世代までどのように発展してきたかを図1にまとめました。

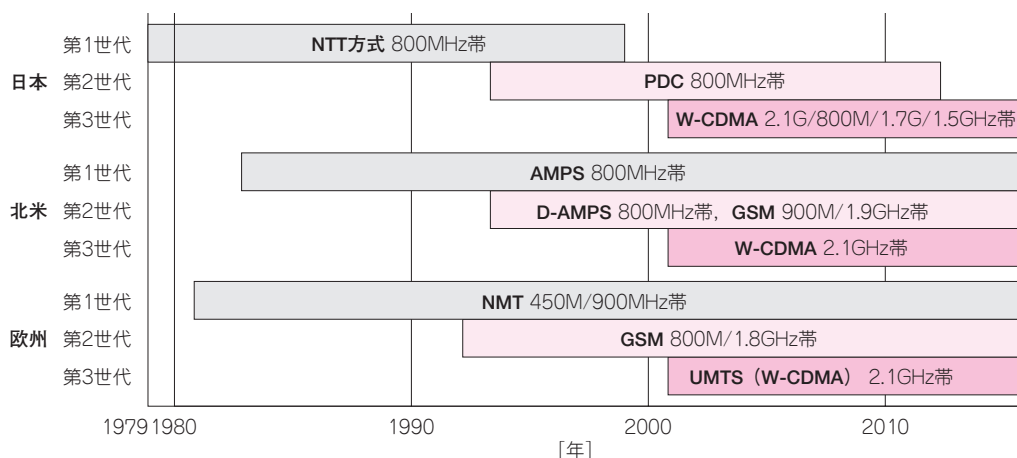
各世代のRFトランシーバLSIの構成

■ 第1世代/第2世代携帯電話用RF-LSI

携帯電話用のRFトランシーバLSIは、高機能化、高集積化、低価格化を求めて進化発展し続け、現在もその過程にあります。

● 第1世代携帯電話

ほとんどの回路ブロックがそれぞれのICから構成されており、受信(RX)系では低雑音増幅器(LNA)、受信周波数変換器(RX-MIX)、中間周波数増幅器(IF-AMP)、復調器(DeMOD)、局部発振(LO)系では電圧制御発振器(VCO)、プリスケラ(PS)、PLL、送信(TX)系では変調器(MOD)、送信周波数変換器(TX-MIX)、ドライバ・アンプ(DA)がそれぞれ異なるICで構成されていました。その中で周波数の高いLNA、RX/TX-MIX、ドライバ・アンプ、VCO、プリスケラ等の回路ブロックにはGaAs IC等が使われ、比較的周波数の低いIF-AMP、DeMOD、MODはSiバイポーラICが、そして論理回路部分の多い



〈図1〉日本・北米・欧州における携帯電話システムの進化