

石器時代の携帯電話開発 その4

今回もその3同様、移動体通信に対する要求条件とその要求を満たすテクノロジーについて列挙します。

システムチップ化

携帯電話の部品として、大きなところでは液晶、電池、筐体等もありますが、電子部品として重要な部分を占めるのがLSI(Large Scale Integration)と呼ばれる部品です。LSIはこの言葉が示すように複数の部品をまとめ、高い集積度を実現した部品です。

そして、このLSIの高集積化により、それまで複数のチップで実現していた回路を1つまたは少数のチップに収める方法が主流になってきました。この手法をシステムチップ化と呼びます。

LSIの集積度を示す指標として、ゲート幅をミクロンで表す方法があります。この値が小さいほど集積度が高いこととなります。すなわち同じ面積のLSIにより多くの回路を入れることができることとなります。

図 1に集積度の向上の様子を示します。

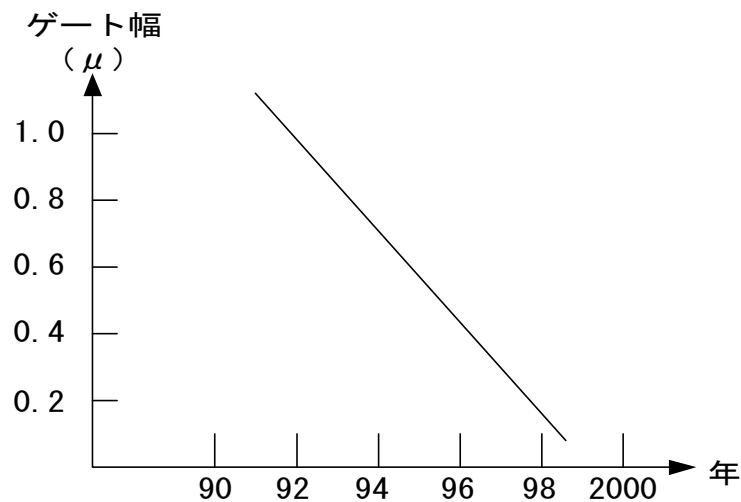


図 1 集積化

図 1のように集積度は年々向上していることがわかります。

システムチップ化を、例を挙げて以下に説明します。

第2世代携帯電話以降、携帯電話がデジタル化されたとき、音声符号化、復号化の回路が必要になりました。この機能はDSP(デジタルシグナルプロセッサ:信号処理プロセッサ)により実現されました。

DSPが導入された当初、DSPは単体で1つのパッケージに収められており、その大きさは15mm×15mmから20mm×20mmほどありました。(図 2 デジタルシステム第1世代)

高集積化の進んだ現在では、CPUはじめ他の機能と共にDSPも1つのパッケージに収められるようになりました。(図 2 デジタルシステム第2世代)

このようなシステムチップ化において、図 2のアナログシステムやデジタルシステム第1世代のように複数の部品(チップ)でシステムを実現する方法をチップセットと呼びます。このチップセットという言葉は携帯電話に限らず、パーソナルコンピュータの世界でも使われています。

またデジタルシステム第2世代のようにすべてを1チップに入れてしまう方法をシステムオンチップ

(System On Chip)とよびます。

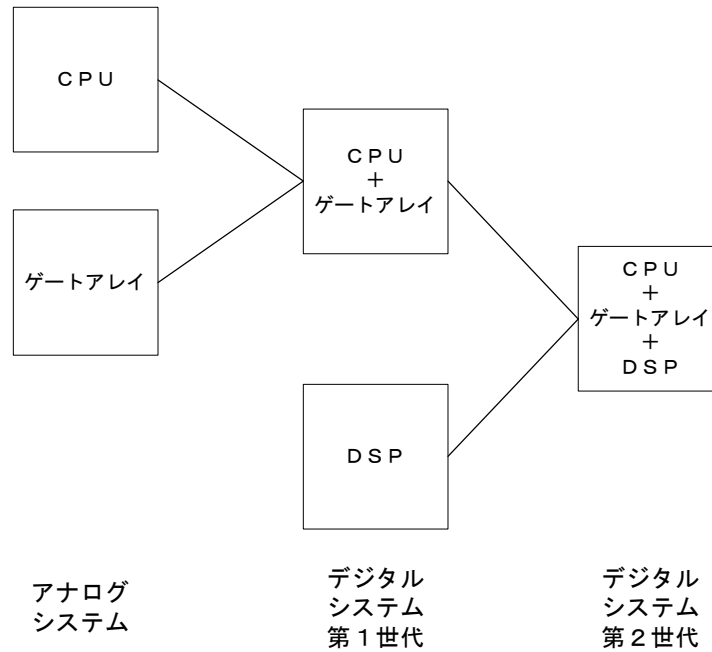


図 2 システムチップ化

高効率電池

移動体通信の端末は一部を除いてほとんどのものが電池で動作します。

電池には充電可能な2次電池と使い捨ての1次電池があります。

1次電池はポケベル等消費電力が少なく、電池を交換する頻度が少ない機器に使われます。

消費電力の大きい携帯電話等には充電して、繰り返し使える2次電池が使用されます。

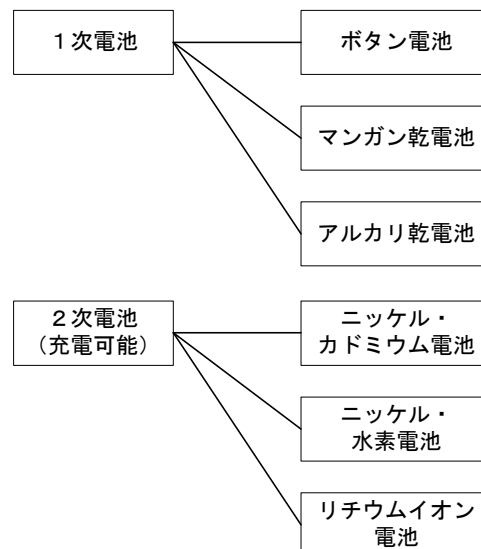


図 3 電池

ボタン電池は小型機器に使用されます。マンガン乾電池とアルカリ乾電池の形状は同一ですが、アルカリ乾電池のほうがより多くの電力を供給することが可能です。

2次電池は古い順にニッケル・カドミウム電池、ニッケル・水素電池、リチウムイオン電池と並びます。新しい電池ほど、重量あたりの電流容量も大きいです。同じ使用時間であれば軽量にする事ができるので、最近では小型軽量化のためにリチウムイオン電池が多く使用されています。しかしながら、リチウム電池は他の二種類の電池に比べて高価で、充電方法、充電回路も複雑になります。¹

高密度実装技術

部品を高密度に実装することにより端末の小型、軽量化が実現できます。

高密度実装を実現するための手法、アイテムも多くあります。その一例を以下に示します。

- 多層基板
- ICパッケージの小型化
- 薄型部品、パッケージ

多層基板

多層基板は従来から高密度実装の手段として多用されてきました。移動体通信用端末向けには、さらに多くの種類の基板が開発されてきました。

移動体通信端末向けの多層化技術は、単なる多層化では無く、多層化しても薄さと軽量を保つ事ができる素材、製造方法に重点がおかれ開発されています。

ICパッケージの小型化

ICパッケージの小型化のために端子ピッチの狭いICパッケージの採用も有効な方法です。

しかしながら端子ピッチを狭くすると、隣の端子の半田と引っ付くことが多くなり、はんだ付けが難しくなります。端子ピッチが狭くても半田付けを成功するために、工夫する事になりますが、この工夫が製造コストの増加を招く原因にもなっています。

更に小型にし、かつ、製造コストの増加を押さえるために、パッケージの底面に半球状の端子を敷き詰めるBGA(Ball Grid Array:図 4参照)等の新しい形状のパッケージが開発、採用されています。

図 4はICパッケージの種類を挙げています。詳細については次回以降に紹介していく予定です。

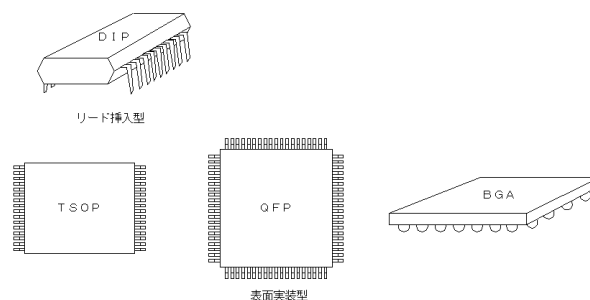


図 4 パッケージの種類

薄型部品、パッケージ

高密度実装のために、なるべく小さな基板で済ます為に、部品パッケージの基板への投影面積に多くの注意が払われます。

¹ リチウム電池は重量あたりのエネルギー密度が高く、充電方法、取扱い方法を守らないと発火する危険性が高い電池です。発火事故等が多いのはこのリチウム電池です。

しかし、高さ方向の小型化、すなわち薄いこともユーザから多く要求されます。

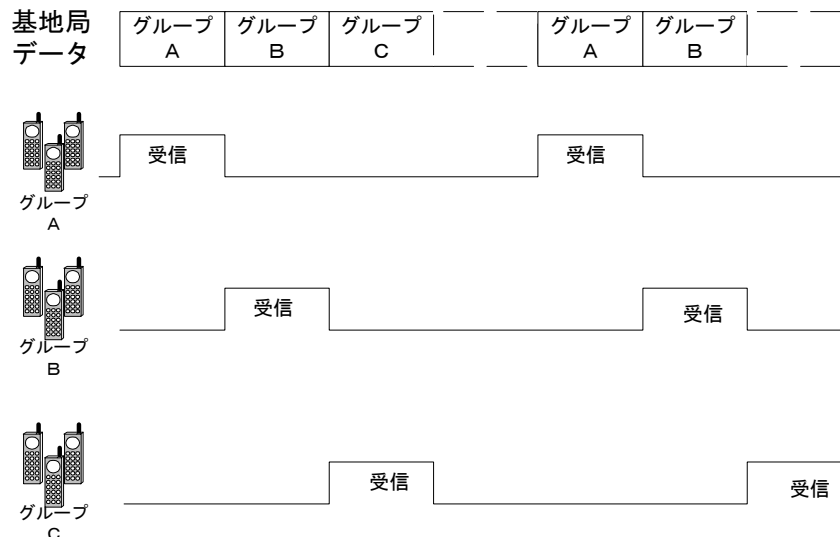
薄い携帯電話を実現するために薄型部品、薄型パッケージが採用されます。

間欠待ち受け

同じ待ち受け時間で、少ない電池容量を実現するために、PDC (Personal Digital Celluler 日本第2世代携帯電話) のシステムより以降、間欠待ち受けを採用しています。

間欠待ち受けについて図 5 を使って説明します。

1. 移動体を図 5 の A, B, C といった具合にグループ分けします
2. 基地局はグループ分けに対応した形のデータ(図 5 の基地局データ)を送信します。
3. グループ A に関するデータはグループ A の時間のみ送信して、他の時間には他のグループ向けのデータを送信します。
4. グループ A に属する端末は図 5 のように基地局データがグループ A に対応している時間のみ受信します。
5. 各グループの端末は自分の受信すべき時間さえわかっているならば、他の時間は受信に不要な回路の電源をオフすることができます。



上記のようなしくみで間欠待ち受けが可能なシステムにおいては、待ち受け中の時間の多く(受信時間以外)をスリープまたはオフで低消費電力状態にすることが可能です。

通常、受信しなければならない時間と受信しなくても良い時間の比は1:10~1:30程度です。仮に1:10であれば電池容量が1/10でも理論的には同じ待ち受け時間を実現することが可能になります。

マイクロセル化

一つのセルの大きさが大きい場合(以下、大ゾーンとします)、セル内でありながら、電波が届かずに通話不能なエリア(以下、不感地帯とします 図 6 のハッチングの部分)ができてしまいます。

不感地帯を作らないために、基地局には、高く、大きいアンテナと、大きな送信パワーが要求されます。

大ゾーンのエリアでは、端末側も当然、大きなアンテナと大きな送信パワーを必要とするので、小型

軽量化が難しくなります。

また大ゾーンでは当然、その中にいる端末の数も多くなり、多くの周波数を必要とするようになります。

この二つの問題点を解決する一つの方法がマイクロセル化です。マイクロセル化を行うと図 6 のようになります。

図 6 を見てわかりますように、不感地帯もなくなり、エリア内の端末数も減らすことが可能になります。

ただし、必要とされる基地局の数が増えるので、一基地局あたりのコストを低く抑える必要があります。

このようにメリット、デメリットはありますが、メリットを優先し、基地局コストを抑える努力を各メーカー、サービス会社は行っています。

PHSはマイクロセル²に非常に適したシステムです。PHSでは電話ボックスの上、電柱等の既存の軽微な設備に多くの基地局を容易に設置できるようなシステムになっています。

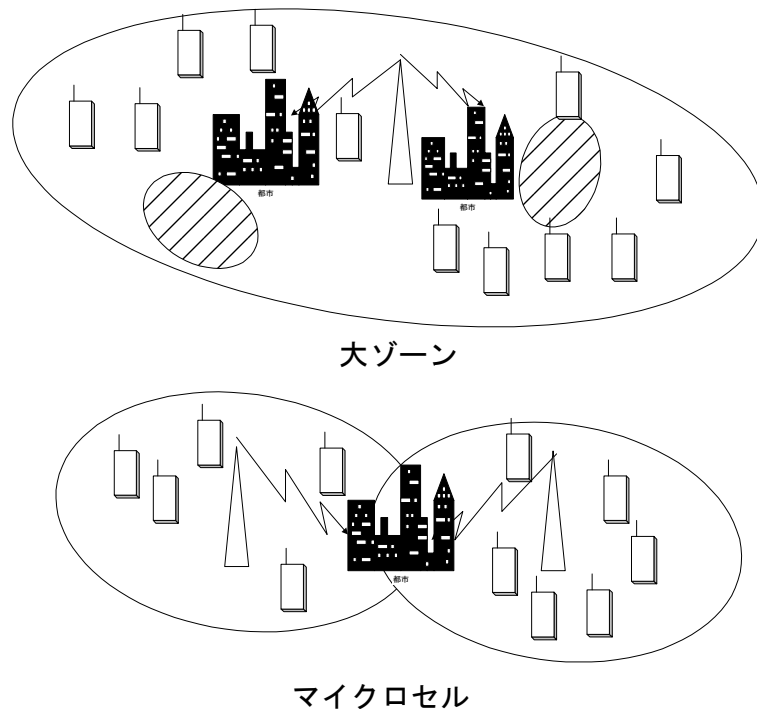


図 6 マイクロセル

誤り制御

小型軽量を実現するために端末のアンテナも小型の物が多くなっています。そして、通話品質を良くするためには小型アンテナで受信した弱い信号から、より多くの情報を得なければなりません。

より多くの情報とは、誤りの少ない品質の良い情報³のことを指します。

² 最近（2007年）、PHSは更に小さいエリアを構成できる簡易基地局を実現しています。この簡易基地局で実現するセルをwillcomはナノセルと呼んでいます。

³ この表記はデジタル通信（第2世代携帯電話以降）を意識しています。

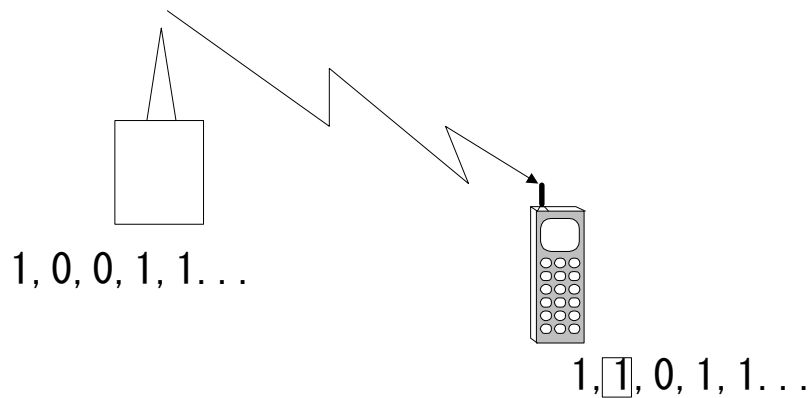


図 7 情報の品質

例えば図 7のように基地局から1, 0, 0, 1, 1の5つのデータを送ったとします。

これが受信側で1, 1, 0, 1, 1となったとしたら、四角で囲った2つめのデータが誤ったこととなります。

これを言い換えると5つのデータのうち4つしか受信できなかったこととなります。したがって図 7の例では20%のデータが欠落したことになり、回線上的情報品質の劣化が起きたこととなります。

このような情報の欠落または品質の劣化を低減する方法が誤り制御です。

誤り制御の方法は以下の二種類があります。

- 誤りを検出した場合に再送要求をするARQ(Automatic Repeat Request)
- あらかじめデータに誤り訂正用の情報を付加して送信し、受信側で誤りを訂正するFEC (Forward Error Correction)

次に誤り制御を行った場合の効果について説明します。

図 8の例では誤り制御がある場合はない場合に比べてAだけ弱い受信電力でも、同じ情報の品質Bを得ることができることを示しています。

図 8の例は誤り制御により、以下のことを行った場合と同じ効果を期待することができることを示しています。

1. Aだけ効率の良い端末のアンテナの採用
2. Aだけ感度の良い受信回路の採用
3. Aだけ基地局の送信パワーを上げる

1または2は端末の小型軽量化を妨げます。3は基地局のコストを押し上げ、かつ、マイクロセル化の妨げになります。

このように誤り制御を行うことにより、端末の小型軽量化、基地局の低コスト化、または、マイクロセル化に貢献します。

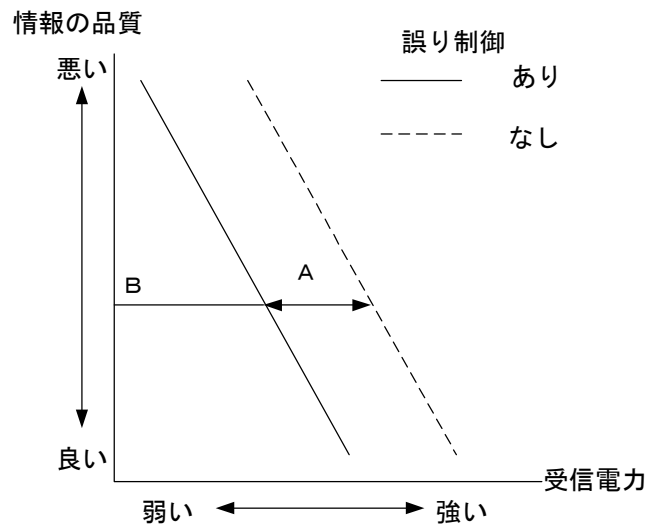


図 8 誤り制御の効果

ダイバーシティ

ダイバーシティも誤り制御同様、弱い受信電力のエリアにおいて伝達する情報の品質を向上することができます。

移動体通信において、電波は図 9 のように建物等で反射し、いくつかの違った経路で端末のアンテナに届きます。

この経路のことをパスといい、図 9 のように複数のパスが存在することをマルチパスといいます。

マルチパスの環境では、複数の信号が強め合い、または、打ち消しあうため、場所によって受信電力の強さは大きく変わります。

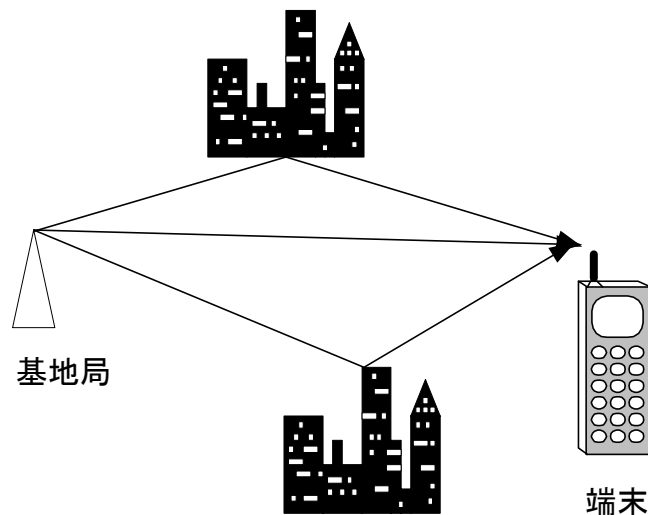


図 9 マルチパス

ダイバーシティの動作を図 10 を使って説明します。

- 図 10 のように端末に A, B の二つのアンテナがあるとします。
- A, B の受信電力は図 10 の下の破線と実線の曲線のように独立して変化します。

- A, Bの受信電力は独立して変化するため, 片方の信号が弱い場合でも, もう片方の信号が強い場合があります.
- この結果, 両方一度に弱くなる場所以外, ダイバーシティにより伝達する情報の品質を向上させることができます

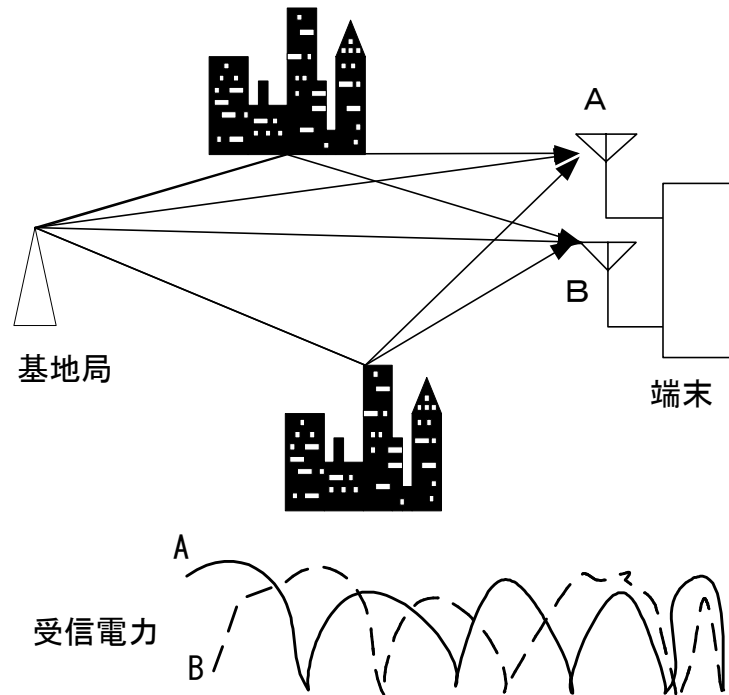


図 10 ダイバーシティ

しかし, この方式では複数のアンテナが必要とされるため, 小型軽量化にはあまり寄与せず, 逆に大型になってしまう場合も生じる可能性があります.

このようなメリット, デメリットがありますが周波数の有効利用を優先して, ダイバーシティの導入が進んでいるのが現状です.

ハンドオーバ

ハンドオーバとは, 図 12のように端末が複数のエリア間を移動する場合に通信の相手先(エリアAの基地局とエリアBの基地局)を切り替える処理のことを指します.

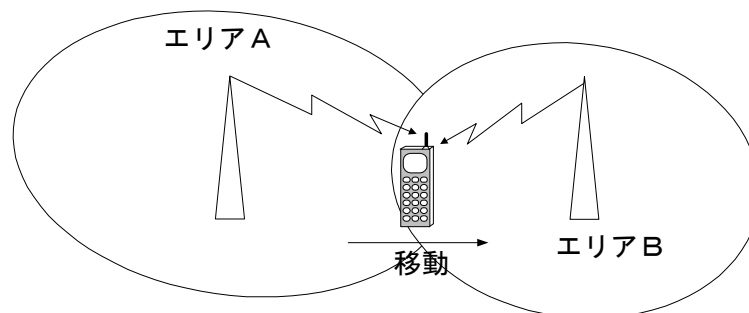


図 11 ハンドオーバ

エリアの境界, すなわち受信電力が低い場所でハンドオーバが起こるので, システムおよびエリア設計がまずいとハンドオーバ中に通話不能になったり, ひどい場合は回線切断になります.

従って、ハンドオーバーの技術は通信の品質に大きく影響を与えます。

基地局の低コスト化でも説明しましたが、初期の移動体通信システムにおいてはハンドオーバー処理のほとんどを基地局側で行っていました。

その後、システムが新しくなる都度、端末側に処理のウェイトが移ってきました。

このようにハンドオーバー処理をどのようにするか？で基地局のコストに影響を与えます。

音声符号化

TDMA以降、デジタル変調方式を採用するようになってからは、図 12のように音声を一度デジタル化(符号化)して、送信するようになりました。

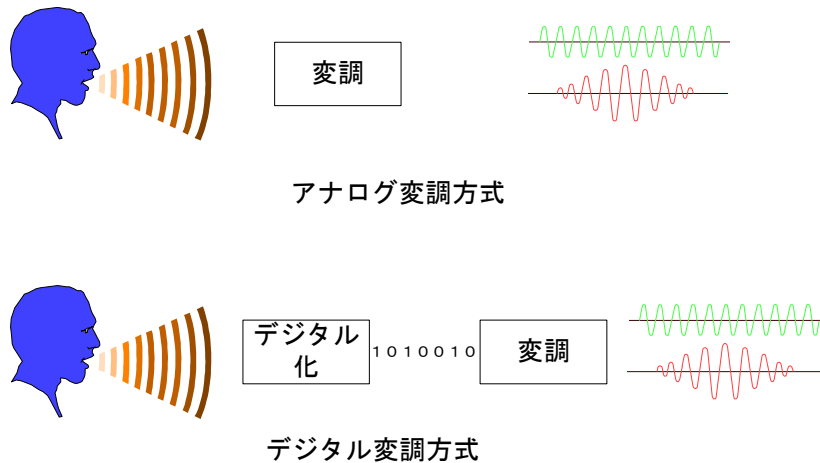


図 12 音声符号化

与えられた周波数を有効に使うためには、低ビットレートの音声符号化を行う必要があります。逆に言えば音声符号化のビットレートを低くすれば低くするほど周波数の有効利用になり、廉価なサービスが可能になります。

また、音質を犠牲にして、効率化を進めるわけにはいかないので、良質な低ビットレート音声符号化技術が開発され急速に発展しました。

まとめ

その3, その4では移動体通信に要求される条件とそれを支えるテクノロジーの概要について説明しました。

その5からは各テクノロジーの詳細を説明します。