

石器時代の携帯電話開発 その8

はじめに

今回は移動体通信に欠かすことができない、ハンドオーバーについて説明します。

ハンドオーバーとは？

今日の携帯電話システムは、幾つかのセルを組み合わせるサービスエリアを形成する、セルラー方式(小ゾーン方式)を採用しています。(図 1参照)

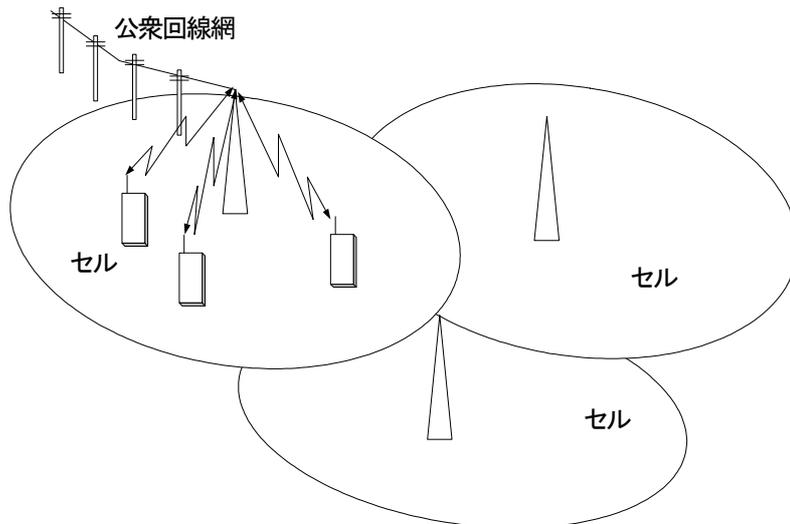


図 1 セルラー方式

現在のセルで通話しながら隣のセルへ移動した場合、基地局からの電波が弱くなり通話が途切れてしまいます。移動中でも通話が途切れないように通話中に移動先のセルに切り替える動作をハンドオーバーと呼びます。(図 2参照)

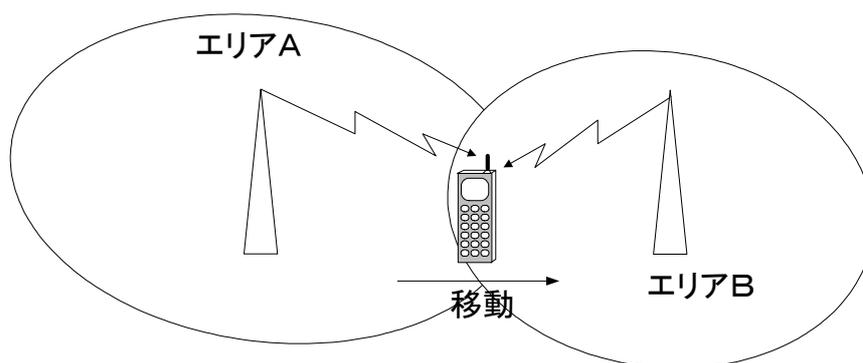


図 2 ハンドオーバー

アナログ携帯電話のハンドオーバー

アナログ方式(第一世代携帯電話)のハンドオーバー制御手順を図 3を使って説明します。ここでは、セルXにいる移動局がセルYに移動するとします。

1. セルXの基地局は、移動局が基地局からはなれ移動局の電波の強さ(以下、受信レベルとし

- ます)が徐々に低くなり、規定値以下になることで、移動局がセルXから離れていると判断する
- セルXの基地局は、周辺基地局に対象移動局の受信レベル測定を指示する
 - 指示を受けた周辺基地局(Y,Z)は、対象移動局の受信レベルを測定し、セルXの基地局に測定結果を送る
 - セルXの基地局は、測定結果から最も受信レベル値の高いセルを移動先のセル(Y)と判断し、移動通信用交換機にセル切替を指示する
 - 指示を受けた移動通信用交換機は、セルYの基地局に無線回線を切り替えて、固定電話網からの音声をセルYの基地局に送る
 - 移動局は、セルYの基地局から受信することで通話を継続させる

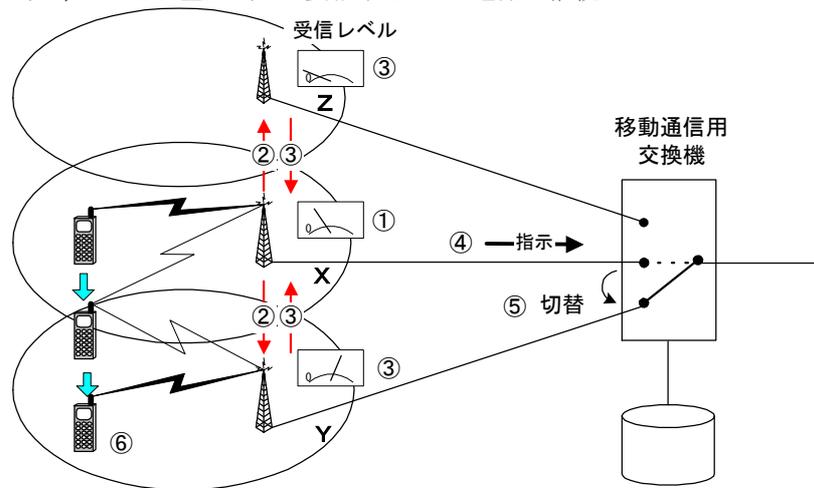


図 3 ハンドオーバー制御手順

ハンドオーバー技術の進歩

アナログ方式では、“基地局”に受信レベル測定機能がありました。

しかし、マイクロセル化が進むにつれハンドオーバーの頻度が上がり、基地局の負荷が増加してきました。

このため、PDC方式(第二世代)以降では受信レベル測定機能を“移動局”に移し、基地局の制御を簡素化し、処理量を軽減しました。このようなハンドオーバーを**移動局主導型チャンネル切り替え**(Mobile Assisted HandOver: 以下、MAHOとします)と呼びます。

PDC方式では、図 4のように1フレーム(20msec)単位で受信、アイドル、送信(移動局側を基準)を繰り返す方式をとっています。

移動局は、受信区間では基地局からの電波を受信し、送信区間では基地局に電波を送信します。アイドル区間では、受信も送信も行いません。この区間で周辺基地局の電波を受信し、受信レベルを測定することが可能です。



図 4 スロット構成

MAHOの制御手順を図 5を使って説明します。ここではセルXにいる移動局がセルYに移動するとします。

1. 移動局は、アイドル時(図 4のI)に周辺基地局(図ではY, Z)の受信レベルを測定する。
2. 移動局は、測定結果がセルXの受信レベルよりもセルYの受信レベルが高いことでセルXから離れていると判断する
3. 移動局は、セルXの基地局にセルYへの切替要求メッセージを送信する
4. 要求メッセージを受信したセルXの基地局は、移動通信用交換機にセル切替を指示する
5. 指示を受けた移動通信用交換機は、セルYの基地局に無線回線を切り替えて、固定電話網からの音声をセルYの基地局に送る
6. 移動局は、セルYの基地局から受信することで通話を継続させる

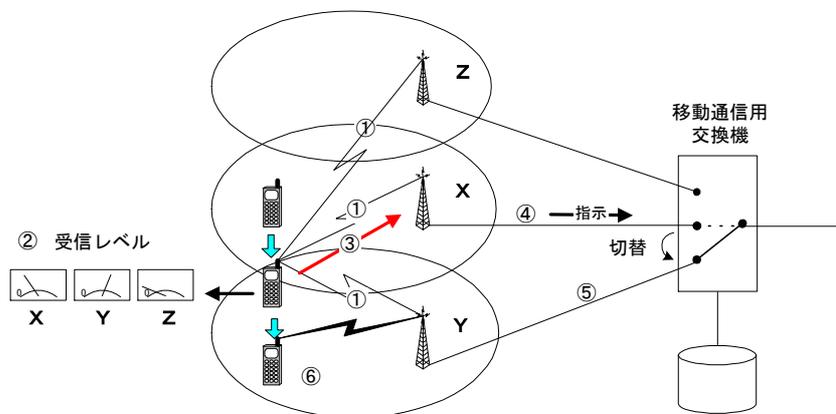


図 5 MAHO制御手順

このように、アナログ方式では基地局が周辺セルの受信レベルを監視する”耳”を持っているのに対し、MAHOでは移動局にその”耳”が移りました。

すなわち、基地局がセル内の多数の移動局の受信レベルを監視する”集中処理”(図 6)から、移動局にその監視機能を分散させた”分散処理”に移行することになったのです。(図 7)

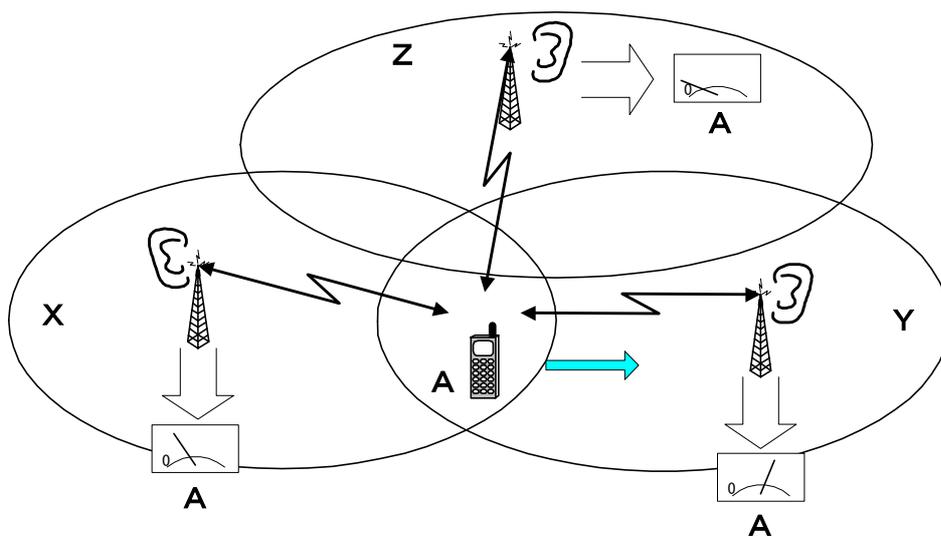


図 6 監視機能の集中処理

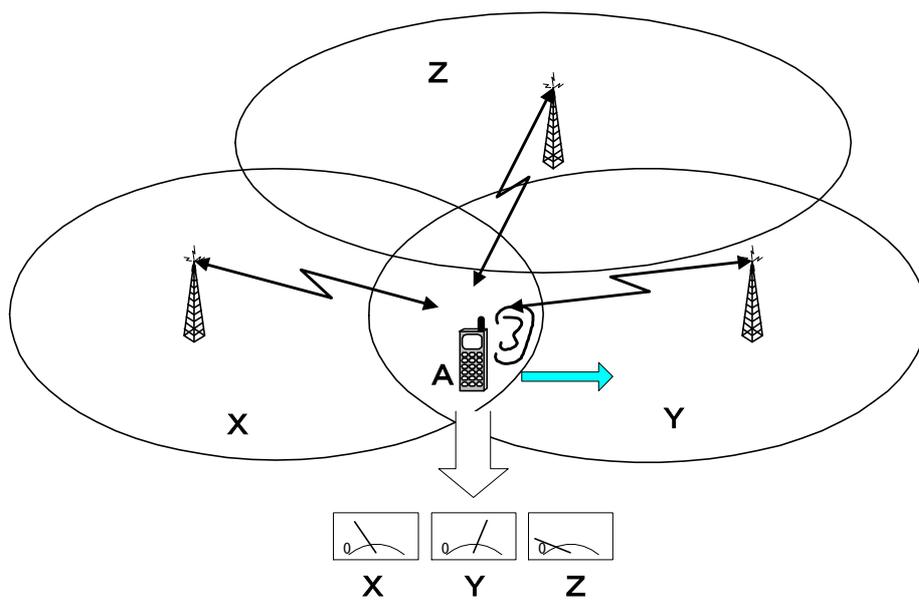


図 7 監視機能の分散化

ソフトハンドオーバ

ハンドオーバを、“移動中でも通話が途切れないように、通話中に移動先のエリアに切り替える動作”と説明しましたが、実は通話が途切れないというのは正確な説明ではありません。

アナログ方式、及びPDC方式では受信機を1つしか持っていないため、切り替えが失敗すると通話が途切れる場合があります。

次世代無線通信システムとして注目されているCDMA方式自動車電話システム(以下、CDMA方式とします)ではMAHOに加えて、RAKEレシーバと呼ばれるテクノロジーを使った、ソフトハンドオーバを導入しました。

RAKEレシーバとは、小規模な回路追加で複数の受信機能を構成することが可能なCDMA方式特有のテクノロジーです。

ソフトハンドオーバの制御手順を図 8を使って説明します。

ここでは移動局は3つの受信機能を有し、セルAからセルBを経由してセルC方面に移動するとします。

1. 移動局は、3つの受信機のうち1つを使って、セルAの基地局の電波を受信する
2. 移動局はセルBに入ると、残り2つの受信機うち1つを使って、セルBの基地局の電波を受信する
3. セルAの基地局から離れてセルBの基地局の電波だけを受信するようになり、セルAの電波を受信していた受信機を開放する
4. 移動局はセルCに入ると、残り1つの受信機を使って、セルCの基地局の電波を受信する
5. セルBの基地局から離れてセルCの基地局の電波だけを受信するようになり、セルBの電波を受信していた受信機を開放する

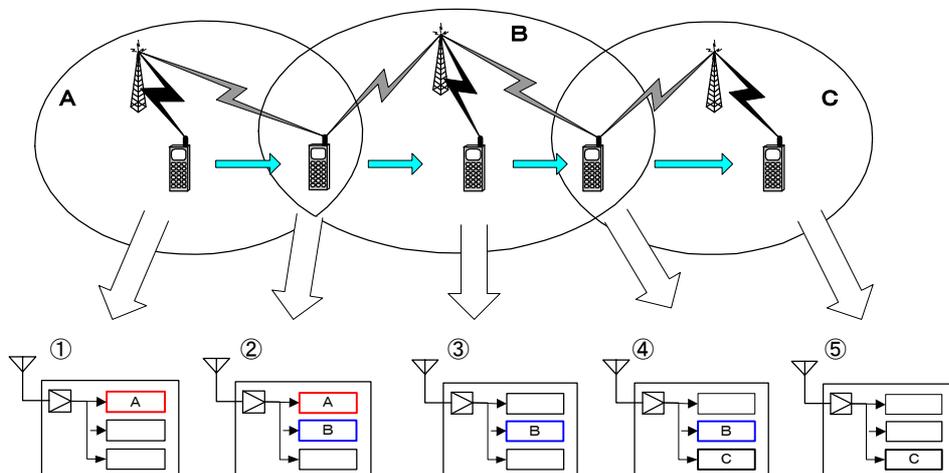


図 8 ソフトハンドオーバ制御手順

CDMA方式では複数の受信機能(RAKEレシーバ)を使って、常にいずれかの基地局からデータを受信しているため、途切れにくく、品質の良い通話が可能になります。

セル切り替え時の様子を空中ブランコに例えると、ソフトハンドオーバを使用しないこれまでの方法では、次のブランコに乗り移るには、一旦ブランコから手が離れます。(失敗すると下に落ちてしまいます)

それに対し、ソフトハンドオーバでは、タコが幾つかのブランコを使って乗り移る状態(どれか1つでも持っていれば下に落ちることはありません)と言えます。

これまで説明したハンドオーバ技術を、アナログ方式、PDC方式、CDMA方式で比較すると表 1 のようになります。このように比較すると、CDMA方式が最も進歩したシステムといえます。

表 1 システム比較

	アナログ方式	PDC方式	CDMA方式
MAHO	×	○	○
ソフトハンドオーバ	×	×	○

まとめ

今回はハンドオーバについて説明しました。有線、無線等様々な通信がありますが、移動体通信はこのハンドオーバという技術を駆使しているところで他の通信方式とは一線を画す難しさがあると言えるでしょう。¹

¹日経 BP 社の“2010 年 NTT 解体”という書籍の中で KDDI の小野寺会長がインタビューの中で以下のように話しています。

問いかけ：公衆無線 LAN と、例えば s k y p e と行った I P 電話を組み合わせるとユーザから見れば携帯電話と代わらない使い方ができるのではありませんか？

答え：そういう人はたくさんいますが”モバイルとワイヤレスは全然違いますよ”といつも私は答えています。ワイヤレスには公衆無線 LAN のように使えるところと使えないところがあります。決して移動しながら使うことは想定していません。それに対してモバイルは携帯電話のようにエリアがシームレスでなくては、ユーザーに満足してもらえません。メールが遅延するだけで怒られるぐらいですから。データ通信でも音声と同じく、リアルタイム性が非常に重視されます。多くの方がワイヤレスとモバイルのこの歴然とした違いを理解していないと思います。