

電 波 政 策 で 変 わ る

# 「周波数帯」の意味

帯域割り当て開放で高速・定額ケータイ時代がやってくる?

text: 三橋昭和(MCR: Multimedia Communication Research)

photo: Watari Tokuhito

最近、携帯電話で動画を送受信したり、無線LANで高速にウェブサイトアクセスしたりする、無線のブロードバンドの活用が活発化して注目されている。また、新しいビジネスチャンス求めて、第3世代の携帯電話の分野に新規事業者が次々に参入しようと手を挙げてきたところから、電波の割り当て、つまり「周波数の割り当て」について新聞や雑誌、ウェブなどで取り上げられて話題を呼んでいる。

これらの話題について、総務省 総合通信基盤局電波部長の竹田義行氏に聞いてみた。

電波のない生活は考えられない!

**?** 周波数とは、そもそも何ですか?

テレビ放送や移動体(モバイル)あるいは無線LANなどの無線通信で使われている「電波」とは電磁波の一種で、光も電磁波の一種です。このため、電波や光のことを電磁波と呼ぶこともあります。電磁波とは簡単に言えば、電界と磁界が相互に作用しながら空中を伝わっていく波のことです。この電波は周波数によってその特徴が異なるため、それぞれの周波数の特性を生かしているいろいろな用途に利用されています。

また、電波とは、電波法上の定義では、3000GHz(3THz:3テラヘルツ、3兆ヘルツ)以下の周波数の電磁波と定義されています。それ以上の周波数の電磁波(光)には、目で見える光である赤外線や可視光線をはじめ、紫外線などがあります。

さて、周波数とは、簡単に言えば1秒間

に繰り返される波の数のことであり、電波の存在を実証したドイツの物理学者ハインリヒ・ドルフ・ヘルツ(Heinrich Rudolf Hertz)の名前にちなんで「ヘルツ(Hz)」という単位で表されることはよく知られています。また、周波数の高低によって性質が異なる電波は、私たちの生活にはなくてはならないものとして、広く使われています。

図1に示すように、電波は大きく、

(1) 通信・放送への利用(例:携帯電話、テレビ放送)

(2) 測位や遠距離測定への利用(現在のGPS(全地球測位システム))

(3) エネルギー利用(電子レンジや調理用のIH(電磁誘導加熱))

など、周波数の特性に応じて3つの分野に利用されています。

電波はマルコーニの無線通信の実用化以来、約110年を経ています。最近では、無線LANやRFID(電子タグ)にも利

用されています。

また、日本の電波の利用状況について数字的な例を挙げてみると、たとえば電波を発信する無線局の数は、1950年から1985年の35年間に5317局から381万局へと700倍に増え、電波の利用全般を大きく拡大しました。さらに、1985年から2004年2月までの20年間には381万局から8606万局へと20倍以上に増えましたが、この間は無線局の中でも携帯電話などを利用する移動局が飛躍的に伸びたといえます。最近では、身近なものではスイカ(Suica: Super Urban Intelligent Card)なども大きく伸びています。

**?** 電波はどのように利用されていますか?

図2に、私たちが生活の中で利用している電波の状況を示します。

低い周波数の電波は、障害物があって

もその後ろに回って相手に伝わる性質がありますが、周波数が高くなると直進する性質が強くなり、光に近くなるので、障害物だけでなく雨などにも弱くなります。しかし、送信できる情報量は周波数が高いほうが大きくなります。このため、高速大容量のデータをやり取りするブロードバンドの世界になると、高い周波数が必要になってくるのです。110年前のマルコーニによる無線電信の実験は、「短波」といわれる低い周波数の範囲でした。その後、電子技術の発達により真空管からトランジスターへ、さらにLSIなどが開発されるようになり、現在は高い周波数が比較的安価に利用できるようになってきました。

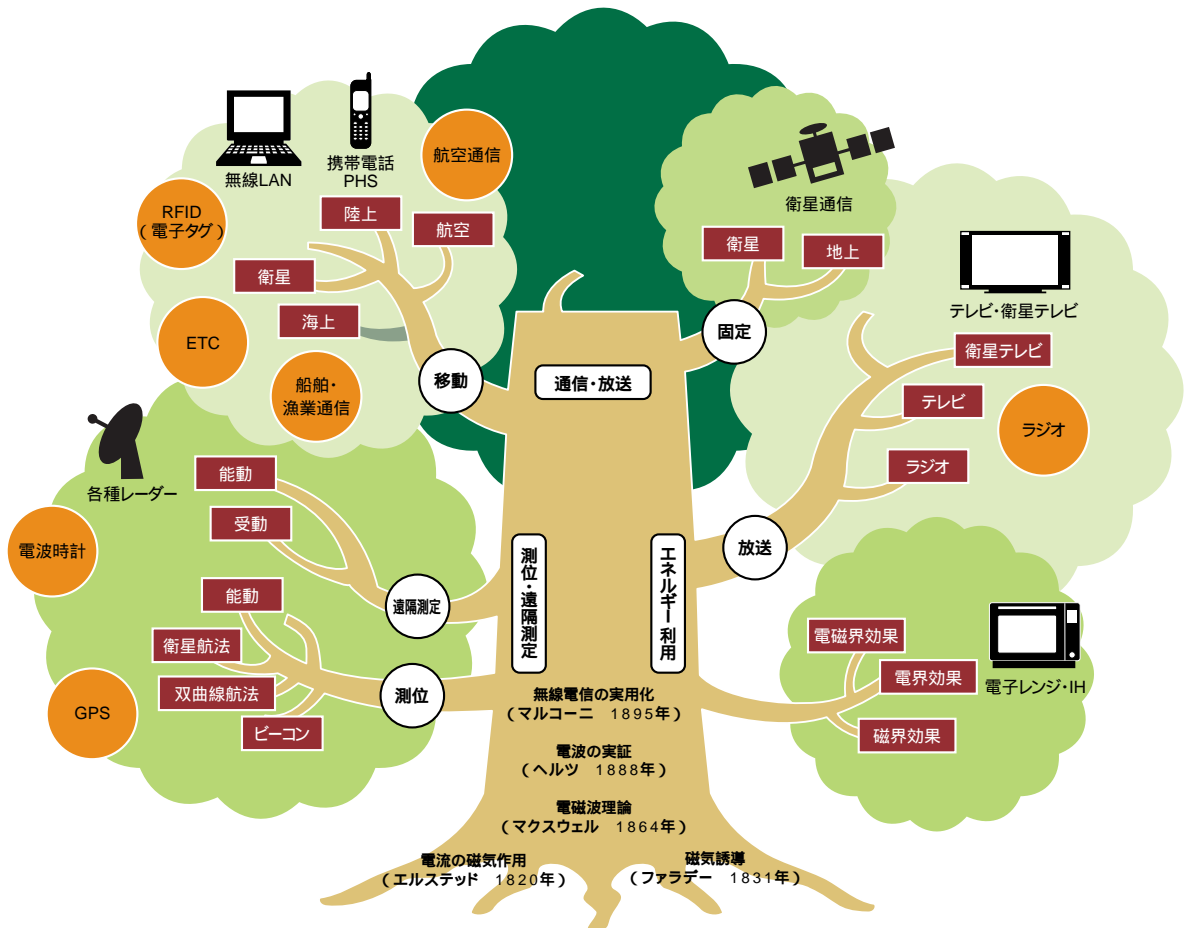
図2に示されている、周波数全体の利用に関する枠組みは、ITU(国際電気通信連合)という機関で国際的に分配されます。この国際分配に基づいて日本では総務省が周波数割り当て計画を公表しています。



Profile

総務省 総合通信基盤局電波部長  
 竹田 義行(たけだ よしゆき)  
 1948年 東京都生まれ。1973年3月 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程終了。1974年4月 郵政省電波管理局入省後、1998年 四国電気通信管理局長、1999年 大臣官房参事官(通信・放送担当)、2001年 総務省東海総合通信局長、2002年 関東総合通信局長を経て、2003年8月より現職。

図1 電波の木 = 3つの分野で使われている電波の利用 =



準天頂衛星 1個の静止衛星(45度)とは異なり、3個の静止衛星によって地球全体をうまくカバーし、いつも日本のほぼ真上(75度以上)に衛星が来るようにして、ビル陰などが生じないようにする新しい衛星システム。



**? 今、なぜ電波の利用が注目され、検討が進められているの？**

図2に見られるように、VHF(超短波)、UHF(極超短波)、SHF(マイクロ波)の3つの周波数帯は、多くの分野で利用されています。ということは、この周波数帯は放送、移動体通信などを中心に比較的使いやすい周波数帯だと考えられます。みんなが使いたいために、大変混雑しているわけです。ですから、さらに使いたい人が現れると、交通整理が必要になってくるのです。

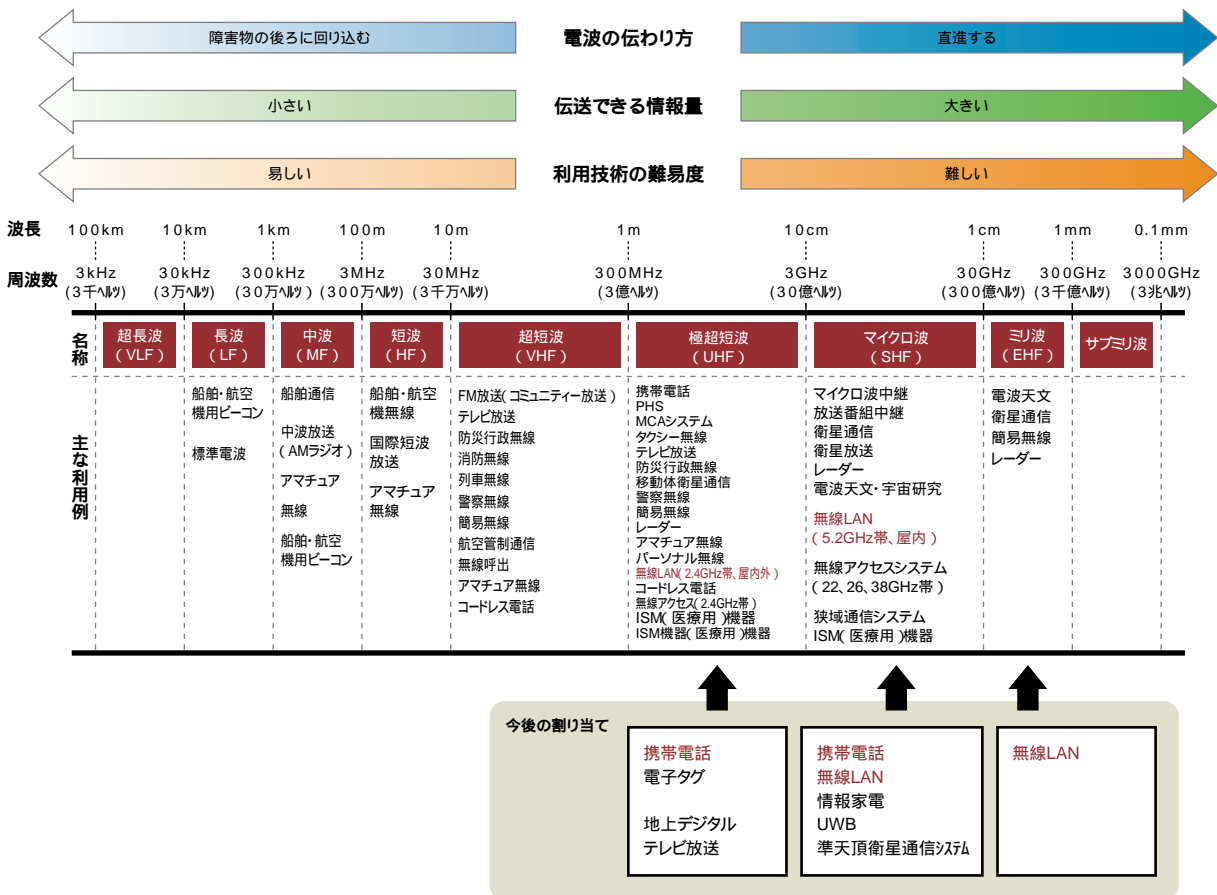
図2の下部に示すように、UHF帯やマイクロ波帯、ミリ波帯などの部分に新規割り当ての分野が集中しています。このため、既存の事業者にと何か現在利用して

いる周波数帯を空けてもらうか、あるいは互いに妨害し合わないよう一緒に使えるような技術(共用技術)を開発して、周波数を効率的に利用していくことが考えられています。

図3は、総務省が現在考えている周波数再編の基本方針の中の一部です。今後利用者がもっとも増えると想定される「移動通信システム」と「無線LAN・NWA」の再編の例を示しています。この再編方針は、2003年7月に「電波政策ビジョン」として提言し、このビジョンに基づいて、2003年10月に今後の電波政策としてまとめられたものです。

特に、携帯電話を中心とする移動通信

図2 現在の電波(周波数)利用状況と今後の割り当て



システムについては、今後需要が大きくなると予想されています。このため、現在は周波数の幅270MHz分をこの移動体通信に割り当てていますが、ITUの予測指標をベースに今後10年を想定すると、この5倍くらい、つまり1060MHz幅から1380MHz幅くらいまでの需要が伸びると予想されています。

その次に需要が伸びると予想されるのは「無線LAN」です。5GHz帯を中心に大幅な開放を進めていきます。現在、5GHz帯は約160～200MHz幅ですが、これも10年後には4倍くらいの需要があると考えられます。

このように、今後、主体的に周波数を確保していかなければならないのは、携帯電話と無線LANの2つの分野です。

さらに、2011年までにアナログ放送で使っているテレビのチャンネルをデジタル

に移行するのに伴ってVHF帯を空けていき、さらにUHF帯の一部を空けて、主として移動体通信(携帯電話や公共的な用途)に使っていけるように再編成していきます。

これ以外にも、RFID(電子タグ:新たに950MHz帯の開放)やUWB(Ultra Wide Band、超広帯域無線システム:3.1～10.6GHzのマイクロ波帯の開放)などの近距離用高速通信のためのシステム、さらにITS(高度交通システム:既存周波数の効率的利用)準天頂(じゅんてんちよう)衛星通信システム(2605～2630MHz)情報家電用(5GHz帯付近に30MHz幅程度)の周波数などについて、研究開発の進み具合を見ながら、新しく周波数を確保していく必要があります。

1MHz幅当たり500億円の電波!?

電波の利用料は無料なのですか?

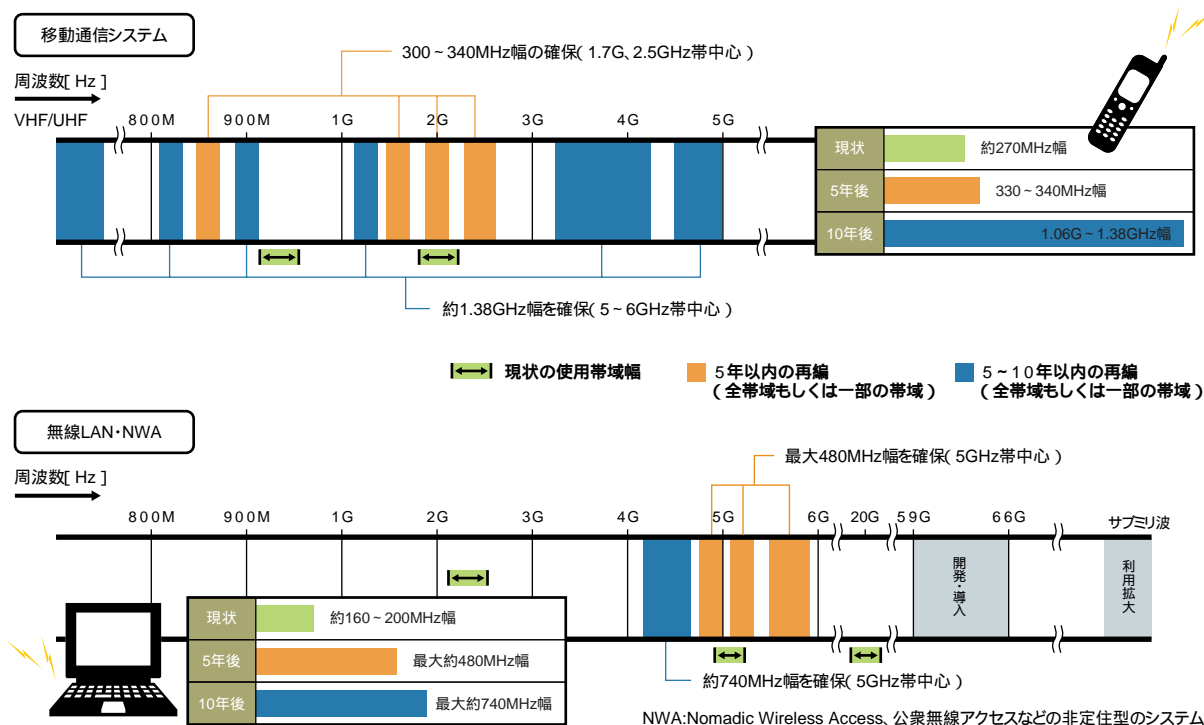
電波は有限で希少な資源であり、国民の共有財産です。この中で総務省は、これらの周波数が混信しないように交通整理をしなければなりません。

もともと、携帯電話事業者や放送事業者などは、電波を使うことによって経済的な利益を得ているため、最近の国際的な考え方としては、電波オークション(競売)を行うかどうかも含めて電波の経済的な価値に注目するようになってきました。

国が事業者から電波利用料などをもらうようなことが国際的な潮流となってきていますが、さらに一番高く電波の利用料に値段を付けた人が電波の利用権を獲得するというのが「電波オークション」です。アメリカやヨーロッパの場合、電波オークションを行っています。

フランスの場合は、行政的な価格を6,000億円に設定し、免許を出すときに事

図3 周波数再編の方針の一部(移動通信システム、無線LAN、NWA)



|          |   |
|----------|---|
| IMT-2000 | International Mobile Telecommunications-2000。第3世代移動通信システムの国際標準。携帯電話の高速サービスの提供(屋内2Mbps以内、歩行程度384kbps、車速144kbps)などを指してITUで標準化された。 |
| CDMA     | Code Division Multiple Access。符号分割多元接続。各ユーザー(パソコンや携帯電話)のデータを送信する際に、ある周波数帯の電波を利用して、ユーザーの識別用の符号を付加して拡散(周波数を広げて)、多重化して送信する方式。      |
| TDMA     | Time Division Multiple Access。時分割多元接続。各ユーザーのデータを送信する際に、ある周波数帯の電波を時間的に分割し、分割した各時間間隔(タイムスロット)を各ユーザーに割り当てて、多重化して送信する方式。            |
| FDD      | Frequency Division Duplex。周波数分割型の双方向通信。   |
| TDD      | Time Division Duplex。時分割型の双方向通信。  |

業者が支払っています。韓国では、新しく周波数を使用する場合、政府がある範囲の価格付けをし、高く値を付けた事業者が高い評価を受ける仕組みです。

日本は、どのような制度にすべきか、目下検討中です。今のところ、経済的価値を反映したほうがよいが、電波オークション方式自身は課題が多すぎるという考え方になっています。

たとえば、ドイツなどでは第3世代携帯電話の電波オークションを行いました。6事業者が手を挙げ、上り下りの合計120MHzの周波数の幅に6兆円もの値が

付いたのです。これは1MHz幅当たり500億円ということです。このため、事業を開始できなくなって撤退したり、設備投資の資金がないため第3世代電話サービスを始められなくなったりという問題が起こり、その結果、ヨーロッパでは第3世代携帯電話のサービスが遅れてしまったという状況が生まれました。

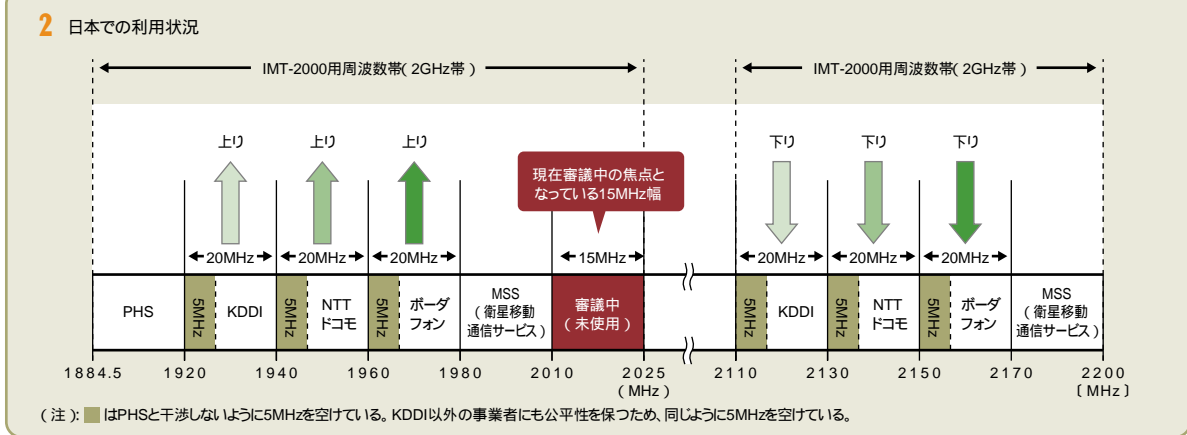
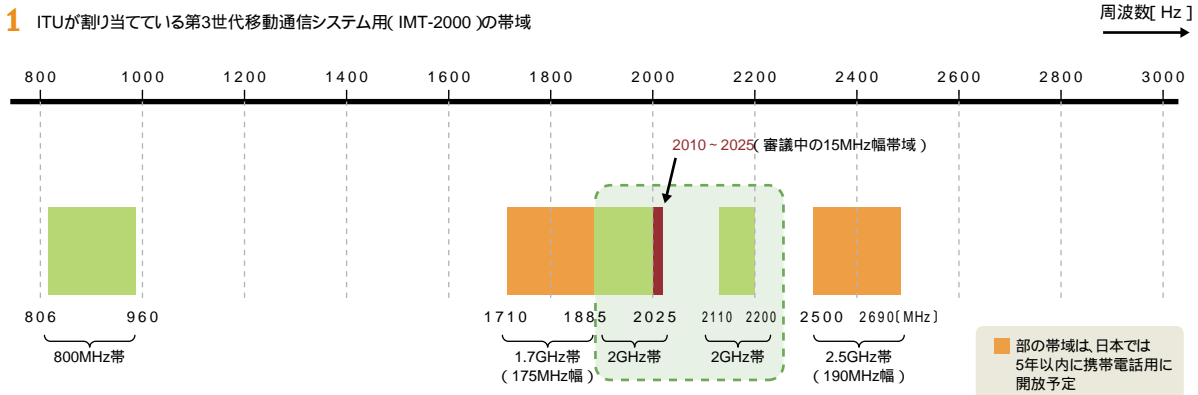
電波の利用料を考える場合、経済的価値を反映することは悪くないのですが、諸外国の例のように経済的価値のみに着目した電波オークションを行った結果が悪い方に向かっていることが問題なのです。

### ? 日本での電波利用料はいくら?

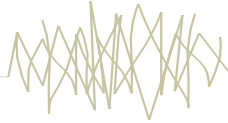
日本では各事業者から、電波の利用料については、無線局(電波を発信する無線設備)1局あたり人工衛星局では2万4,000円、携帯電話端末1台につき540円いただいています。たとえば、1000万台の携帯電話が普及していれば、事業者から540円×1000万台=54億円の利用料をいただくことになります。

アマチュア無線の場合は利用者から500円いただいています。携帯電話については、事業者からいただいているの

図4 第3世代移動通信システム用の周波数帯域と利用状況



- WCDMA( CDMA/FDD ) Wideband CDMA、広帯域CDMA、通信の際に、上りと下りに各5MHzと周波数幅を広く取り、各端末からのデータを帯域全体に拡散して通信する方式。競合する規格であるCDMA2000が1.25MHz帯域幅を使用するのに対し、5MHzと広い帯域幅を使用するため「広帯域」といわれる。NTTドコモ、ボーダフォンがサービス中。DS-SS-CDMAともいう。IMT-2000の正式規格。
- CDMA2000( CDMA/FDD ) Code Division Multiple Access 2000、MC-CDMAともいう。CDMA2000は上りと下りに各1.25MHzという帯域幅を割り当ててを基本にしている。このため、上下に1.25MHzを1個ずつ使用する場合をCDMA2000 1x、2個ずつの場合をCDMA2000 2x、3個ずつの場合をCDMA2000 3xと呼ぶ。このようにキャリア数を複数個利用しながら広帯域化する規格であることから、マルチキャリア CDMA( MA-CDMA )ともいわれる。KDDIがサービス中。IMT-2000の正式規格。



で、一般のユーザーが各事業者へ支払う金額の中に含まれていることとなります。この収入は、電波の混信などを監視したり、無線局を管理するデータベースの構築・運営や、第3世代携帯のための標準化の仕事などに使われています。

### 携帯電話の新サービスはいつ？

#### 第3世代携帯電話事業に新しく参入する企業があるようですか？

電波の再編計画は、一定の年月を必要とすることを前提にしています。

4年前の2000年6月29日に、新しく第3世代携帯( IMT-2000という規格 )電話事業に参入を希望した事業者に対して無線局の予備免許を付与しましたが、現在では、周波数分割型のFDD方式によって、NTTドコモ( WCDMA )、KDDI( CDMA2000 )、ボーダフォン( WCDMA )

の3社がサービスを提供しています。その後、携帯電話ビジネスが拡大したことや技術の進展などから、2003年頃からまだ日本では導入されていない、インターネットに適している時分割型のTDD方式( TD-CDMA、TD-SS-CDMAなど )によって、新規に参入を希望する事業者がいくつか登場してきました( 117ページ参照 )。TDD方式は非対称通信のADSLに似ています。しかし、無線の場合は有線と異なり、電波が限られているうえに、使いたい周波数は混んでいるため、すぐに免許を出すことができません。

一方、新規参入事業者にとっては、できれば今すぐにも一定の周波数帯が必要なのです。現在、ITUが割り当てている2GHz帯の第3世代携帯電話の国際規格であるIMT-2000用の周波数帯は、日本の場合、図4の1に示すように、すでにNTTドコモ、KDDI、ボーダフォンの3社に、携

帯端末から基地局への上り用にそれぞれ20MHzずつ合計60MHzを、基地局から携帯端末への下り用に同じく合計60MHzを割り当てています。

日本の場合、現在すぐに利用できる周波数帯は、ITUで国際的にTDD方式用に確保されていてまだ使用されていない、2010～2025MHzの間の15MHz幅だけなのです( 図4の2 )。そこで、現在、この15MHz幅の周波数利用をめぐる各事業者の提案に対して情報通信審議会( 国の情報通信・放送行政などに関する総務大臣の諮問組織 )で技術調査を行っているところなのです。

一方、図4の1に示す1.7GHz帯( 1700MHz帯：1710～1885MHzの175MHz幅 )と2.5GHz帯( 2500MHz帯：2500～2690MHzの190MHz幅 )は、ITUによって国際的にIMT-2000用の拡張周波数帯( 拡張バンド )として追加され、すでに確定している周波数です。しかし、現在この周波数帯は、国の固定通信や民間の衛星通信などに使用されていてすでに埋まっている状態なのです。

前述した周波数の再編方針では、この帯域を空けることになっているので、5年以内に1.7GHz帯と2.5GHz帯は携帯電話用に開放され、新たな需要に応えられるようになります。

# 新ケータイサービスの実現はいつ？

## 15MHz幅をめぐる新規参入の動向

### アイピーモバイル/NTTコミュニケーションズ、イー・アクセス、ソフトバンクBBの実験

15MHz幅の割り当てに数社が名乗り

現在、すぐにでも利用できるIMT-2000用の空いている周波数幅は15MHz幅しかない。この15MHz幅の利用法をめくって2003年12月から情報通信審議会で審議が行われている。

図5に見られるように、IMT-2000の標準方式はCDMA方式が4つ、TDMA方式が2つの合計6方式があり、すでにFDD方式のDS-SSMA(WCDMA)についてはNTTドコモとボーダフォンが、MC-CDMA(CDMA2000)についてはKDDIがサービスを提供している。

現在、検討の対象になっているのは、まだ日本ではサービスが提供されていないTDD方式で、アイピーモバイル/NTTコミュニケーションズとソフトバンクBBが提

案中の「TD-CDMA」と、具体的な事業者は現在は予定されていないが、シーメンスジャパンが提案中の「TD-SSMA」である。さらに、IMT-2000標準ではないが、TD-SSMAの拡張版でイー・アクセスが提案中のTD-SSMA(MC)、京セラからのiBurst、DDIポケット他からの高度化PHSなども紹介されている。

#### 最終的な決定はまだ先

表1は、新しくTDD方式を提案しているアイピーモバイル/NTTコミュニケーションズとイー・アクセス、ソフトバンクBBの現在の実験の状況である。

マルチメディア総合研究所(アイピーモバイルの親会社)取締役 信國謙司氏は、TD-CDMAを選択した理由の1つとして、

「国際標準であり、現在も順次技術進化し、今後が期待できること」と語る。一方、TD-SSMA(MC)を選択したイー・アクセス・技術本部長 諸橋知雄氏は、「周波数を効率よく利用して高速なデータ通信を実現できること」とその理由を述べた。

残念ながら、2004年4月に行われたIMT-2000技術調査作業班の第4回会議では、次のステップに移るかどうかの審議はできず、今回は作成されたテンプレート(仕様比較表)に基づいて、各方式の比較作業と絞り込みをするかどうかという議論をすることになっている。

まだ、少し時間はかかりそうだが、新たな携帯電話事業者が参入することによって、市場に競争原理が働き、できるだけいいサービスが安くユーザーに提供されることが期待されている。

表1 TDD方式を提案している主な新規参入事業者の実験概要

| 事業者名        | アイピーモバイル/NTTコミュニケーションズ   | イー・アクセス  | ソフトバンクBB  |
|-------------|--|--|---|
| 実験開始月       | 2003年4月に実験予備免許を取得後、台東区・北上野で実験開始。   | 2004年4月15日に実験予備免許取得。5月末ごろからの実験開始予定。  | 2003年12月にTD-CDMAおよびCDMA2000の実験予備免許を取得。2004年初頭から実験を開始。                           |
| 実験終了予定      | 2004年10月までを予定。   | 2005年5月までを予定。  | 半年から1年間程度(～2005年初頭くらいまで)。   |
| 方式名         | TD-SSMA(Time Division SSMA) 時分割CDMA方式。1991年に慶応義塾大学の中川正雄教授とリアル・エスマイルザ氏が提案した方式。IMT-2000の正式規格。                            | TD-SSMA(MC) 時分割上り同期CDMA(マルチキャリア)方式。米ナビニ-ネットワークスのCTO、グアンハン・シュー博士が開発。米国ANSIでの標準化(2004年5月)後、IMT-2000の標準化を目指す。 | TD-SSMA(左欄のアイピーモバイル/NTTコミュニケーションズを参照)およびKDDIがサービス中のCDMA2000方式。ともにIMT-2000の正式規格。 |
| 実験基地局の構成    | 2003年10月から、千代田区・平河町と丸の内、港区・西新橋の3か所に実験用基地局を開設。台東区・北上野での実験は2004年4月に終了。   | 当初は、虎ノ門の屋上に基地局を開設。その後、渋谷、四谷と3局に拡大して実験。   | TD-SSMAの実験を都内3か所で実施。  |
| 主な実験内容      | 電波特性、スループットや、移動端末が基地局をまたがって移動するときの基地局と端末の切り替え機能(ハンドオーバー機能)や電波の干渉などの実験。アイピーモバイルのほか、NTTコミュニケーションズや大井電気、慶応義塾大学中川研究室が共同実験。 | 基地局と移動端末間の電波特性評価、スループット評価(サービス性能評価)や、モバイルブロードバンドに適しているかの検証。音声系のVoIPの試験や無線LANサービスとの連携なども予定。                 | データ通信から実証実験を開始。続けて音声実験を進めていく計画。ビルや他事業者との干渉やとぎれなども検証予定。                          |
| 利用する周波数帯    | 2010～2025MHzの15MHz幅。   | 2000～2005MHzの5MHz幅で開始。今後、15MHz幅に拡張予定。  | 2010～2025MHzの15MHz幅。  |
| 今後目指すサービス内容 | ADSLと同じように安い月額料金のモバイルブロードバンドサービスを目指す。無線LANとの連携も視野に。VoIPも検討中。   | 無線版のADSLともいえるモバイルブロードバンドのサービスを提供する計画。安くて高速な移動体データ通信サービスを提供して新しい事業の展開をはかる。                                  | 通信料金も安い、いつでもどこでもできるIPケータイの世界の実現を目指す。ケータイ電話決済を融合させ、新しい電子マネーインフラの実現も見込む。          |

## TD-CDMA、TD-SCDMA、TD-SCDMA(MC)の違い

TDD方式は、図5下段に示すように、上りと下りの通信を同一の周波数で行う方式で、第3世代携帯電話方式の国際標準としてTD-CDMA、TD-SCDMAの2つの方式がある。

このうち、TD-CDMA方式は「5MHz帯域」を用いる方式で、WCDMAのTDD版と言えるもの。上りと下りのデータが衝突しないように、上りの通信の場合には同期がとられている。

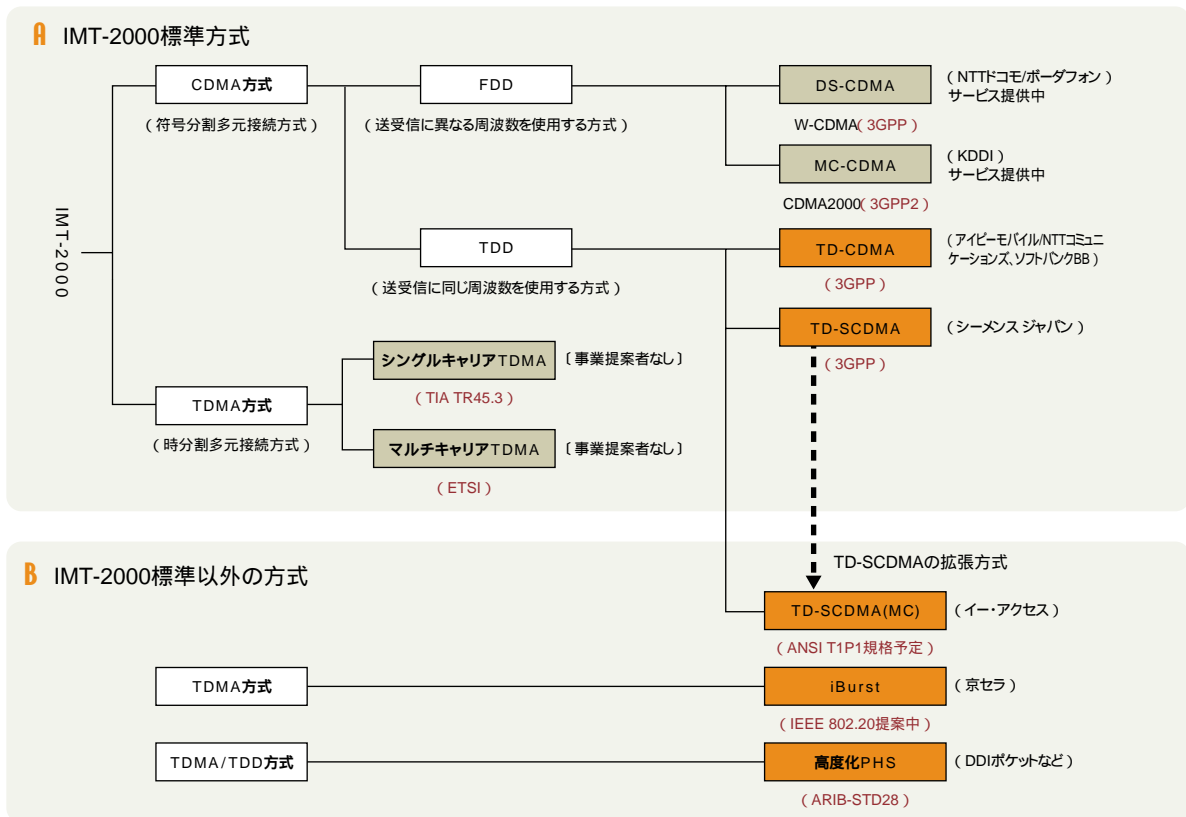
一方、TD-SCDMA方式は「1.68MHz帯域」で運用される方式で、前述の5MHz帯域を用いるTD-CDMAの狭帯域版ともいうことができ、独特の機能が付加されている。TD-CDMAでは、下りの場合だけ同期をとっているが、TD-SCDMAでは下りの通信に加えて「上りの通信」の場合も同期をとる仕組みを加えた点が大きな特徴である。これを「上り同期」といい、SCDMAの(Synchronous)の意味である。この「上り同期」の仕組みを加えると、基地局では複数の端末からの上り信号のタイミングを容易

に合わせて、通信できるようになる。

また、TD-SCDMA(MC)方式は、アメリカ規格協会(ANSI)で標準化が進められている方式で、TD-SCDMA方式に「マルチキャリア(MC)」の仕組みを加えている。「マルチキャリア(MC)」とは、信号を送るための周波数(搬送周波数:キャリア)を、複数(マルチ)の周波数(キャリア)に分けて行う方式。TD-SCDMA(MC)では、使用する5MHz幅の周波数(搬送周波数)を10個に分け(500kHz×10)、さらに指向性制御によって信号の品質を改善する「スマートアンテナ」を適用することによって、干渉や信号レベルの変動に強い通信を実現できる仕組みとなっている。

いずれにしても、電波は、いろいろなビルなどの障害物に当たるなど、経路曲折して相手に伝わるため、これら3つの方式のもつそれぞれの特徴が、本当に現実のシステム上で発揮できるかどうか、現状では優劣をつけにくいところがある。このため、これを検証する実証実験が開始されているところである。

図5 IMT-2000標準と新規参入事業者の提案状況



上りと下りの情報量がほぼ同じような対称的な音声通信に向いている。

FDD: Frequency Division Duplex. 周波数分割型の双方向通信。

一定の時間間隔で情報を上りに送ったり、下りに送ったりする。ウェブサイトなどからダウンロードをするときに、下りのほうが情報量が多い非対称な通信の場合には、下り側に多くの時間間隔を柔軟に割り当てられる。

TDD: Time Division Duplex. 時分割型の双方向通信。





## [インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

**株式会社インプレスR&D**

All-in-One INTERNET magazine 編集部

[im-info@impress.co.jp](mailto:im-info@impress.co.jp)