

携帯の行方

藤田 宗佑, 川崎 考蔵

Sosuke FUJITA, Kozo KAWASAKI

1 はじめに

近年、携帯電話の普及により、携帯電話を誰でも持つ時代となった。そして、携帯電話はただ話す機能だけでなく、さまざまな機能も付加されている。ダウンロードコンテンツの大容量化に伴い、通信速度も格段に向上している。その中で、日本国内の通信事業では、次世代の通信規格において規格競争が激化している。

本報告では、次世代通信と、これからの携帯電話のあり方について考察する。

2 携帯電話の歴史

携帯電話は通信方式により世代として分類されている。Fig. 1 に国内における世代推移を示す。

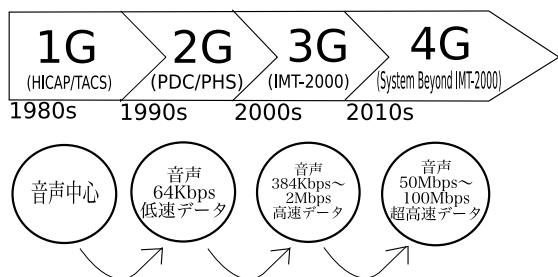


Fig.1 国内における携帯電話の世代推移 (参考文献¹⁾ より参照)

第1世代(1G)の通信方式は、アナログ通信であるため扱うデータは音声を中心であった。第2世代(2G)では、データ通信への対応のため、アナログ通信からデジタル通信へ移行した。通信速度は64Kbps程度で、音声とショートメッセージサービス(SMS)といった簡単なデータを送信することが可能となった。第3世代(3G)では、大容量データに対応するため、通信速度もさらに向上し、384Kbps~2Mbpsにおける通信を行うことが可能になった。現在では、3Gの後継として、第3.5世代(3.5G)に移行しようとしている。現在の携帯電話の通信方式では、NTTドコモとソフトバンクがHSDPA(High Speed Downlink Packet Access)を使用し、KDDIがCDMA2000 1xEV-DOを使用している。

このように、携帯電話は10年ごとに世代が推移し、現在、2010年頃からの第4世代(4G)の規格化が進められている。4Gではさらに高速なデータ通信が可能となると考えられている。

3 次世代通信

4Gへの移行にあたり、3つの次世代通信規格が検討されている。本章では、次世代アクセス方式とそれぞれの次世代通信規格について説明し、比較、検討する。

3.1 次世代アクセス方式

次世代通信での共通部分は、OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)が使用されるという点である。また、送信時の構造をシンプルにするためにSC-FDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access)を使用している規格もある。この節では、この2つのアクセス方式について述べる。

3.1.1 OFDMA

OFDMAとはFDMAを改良したアクセス方式である。そのため、まずはFDMAについて述べる。

FDMAは、周波数帯域を分割して各ユーザに割り当てる方式であり、Fig. 2に示すように、相互干渉を避けるためにチャンネルごとにガードバンド(不使用帯域)を設ける方式である。ユーザごとに周波数幅が固定的に割り当てられているため、周波数利用効率が悪いという欠点がある。そこで、次世代通信では、そのFDMAを改良したOFDMAを使用される予定である。

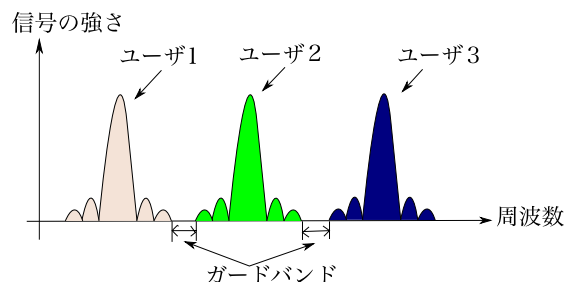


Fig.2 FDMAの原理 (参考文献²⁾ より参照)

OFDMAは直交周波数分割多元接続である。Fig. 3に示すように、各ユーザの周波数を重ね合わせることで、限られた周波数帯域にFDMAより多くのユーザを配置することが可能となり、転送効率を高めることが可能となる。しかし、複数のチャンネル周波数で同時に通信を行うためには、その周波数同士の干渉を避けなければならない。そこで他のユーザの信号の強さが0となるところに、一人のユーザの中心周波数を配置する。Fig. 3に示したユーザ1において、ユーザ1の中心周波数は他のユーザでは信号の強さが0になっていることがわかる。

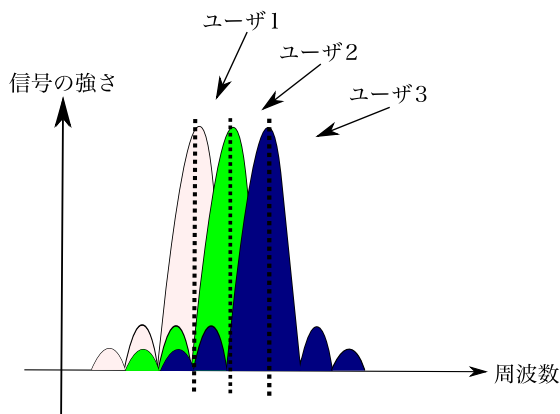


Fig.3 OFDMA の原理 (参考文献³⁾ より参照)

Fig. 3 のように各ユーザを配置することで、周波数の利用効率が向上し、また、他のユーザが通信を行っていない際は、チャンネルを占有することができ伝送速度を向上させることも可能となる。

元来 OFDMA では、各ユーザの周波数が重なることが原因となり、干渉に弱いという欠点があった、しかし近年アンテナ技術が発達し、混信による雑音除去も行われ、飛躍的に周波数の利用効率を向上させることが可能となった。このことにより OFDMA が注目され始め、次世代通信規格では OFDMA が使用される予定である。

3.1.2 SC-FDMA

SC-FDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) は、OFDMA にかかる高いピーク電力対平均電力比 (PAPR) を抑え、また OFDMA のマルチパス耐性を実現しようとするアクセス方式である。Fig. 4 に OFDMA と SC-FDMA の比較を示す。

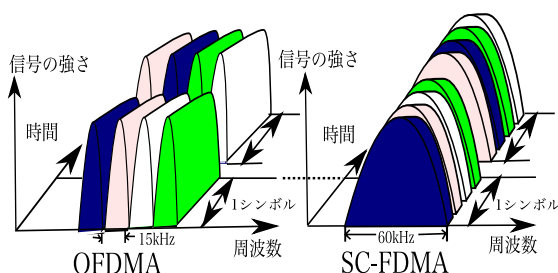


Fig.4 OFDMA と SC-FDMA の比較 (参考文献⁴⁾ より参照)

Fig. 4 に示したように、OFDMA は 1 シンボルにおいて 4 人のデータを平行に送信する。複数のデータを同時に送信するため、高 PAPR が発生してしまう。

SC-FDMA は、1 個のデータを $4 \times 15\text{kHz}$ の帯域幅でシリアルに送信する。高 PAPR が OFDMA で発生するのは、複数のデータの平行送信が原因である。SC-FDMA はデータをシリアルに送るため、元来のデータにかかる PAPR と同じ値となる。そのため、低 PAPR を可能とする。

また SC-FDMA では、1 シンボル間に短いサブシンボルが含まれているため、マルチパス耐性が得られるのかという疑問が出てくる。しかし、マルチパス耐性が得られる理由は、Fig. 4 に示したデータシンボルの長さではなく、各サブチャンネルにおいて、離散フーリエ変換 (DFT) により作成される離散周波数が一定であるという性質からくる。時間変動する SC-FDMA シンボルの離散フーリエ変換 (DFT) により作成される離散周波数は、振幅、位相が同じシンボル区間にわたって一定となる。このため、SC-FDMA でもマルチパス耐性が得られる。

SC-FDMA は PAPR が小さくなる特徴を持つことから、端末の送信器の構成が比較的簡素にすることが可能である、また高 PAPR を抑え、マルチパス耐性を得ることが可能となるが、データが増えると、動的ユーザを処理する必要がある基地局に大きな負担がかかるという欠点もある。

このように、OFDMA と SC-FDMA にはそれぞれ違った利点・欠点がある。現段階でどちらの方が優れているとは言い難く、どちらを採用するかは各次世代通信規格の方針による。

3.2 次世代通信規格

3.1 では次世代通信規格に共通して使われる OFDMA について述べた。本章では、このアクセス方式を用いた次世代通信規格について述べる。

3.2.1 LTE

LTE(Long Term Evolution) とは、NTT ドコモやソフトバンクモバイルなどが採用している 3G の通信方式 WCDMA の高速データ通信規格 HSDPA をさらに進化させたものである。これは下り最大 300Mbps、上り最大 80Mbps の高速通信の実現を目指したものである。

また、LTE は無線ネットワークと移動端末に関わる複雑性を排除し、シンプルなシステム構築を目指している。そのためアップリンクで唯一 3.1.2 で述べた SC-FDMA を用いている。そして、LTE はデータ速度の飛躍的な向上や周波数利用効率だけでなく、低遅延の実現にも力を入れている。

3.2.2 UMB

UMB(Ultra Mobile Broadband) とは、KDDI が現在利用している CDMA2000 1xEV-DO の後継である CDMA2000 1xEV-DO Rev.C とも呼ばれていたが、EV-DO と互換性がないことから UMB と呼ばれるようになった。最大下り 280Mbps、上り 68Mbps という高速なデータ通信を実現する。また、時速 350km という高速移動しながらでも伝送速度の劣化が少ない仕組みになっている。

UMB は高度なアンテナ技術で、周波数利用効率が向上した。しかし、EV-DO と互換性がなくなったため、現在 CDMA2000 1xEV-DO を利用している携帯事業も、また新しく設備を整える必要がある。

3.2.3 モバイル WiMAX

モバイル WiMAX とは、無線 LAN の一つである WiMAX を移動体通信にも適用できるように拡張した通信規格である。基地局当たりの最大伝送速度は上り、下りとも 75Mbps に達する。

モバイル WiMAX は元来 WiMAX という高速無線ブロードバンド用の規格であり、上記の LTE や、UMB とは異なった位置づけとなる。モバイル WiMAX は携帯電話事業の新しいアプローチとして、まずは固定ブロードバンドの代替手段として利用し、今後携帯電話端末にも搭載される予定である。

3.3 次世代通信の比較

3.2 において次世代通信規格について述べたが、本節では 3 つの次世代通信規格について比較を行う。Table 1 にそれぞれ比較した表を示す。

Table1 次世代通信比較

方式	LTE	UMB	モバイル WiMAX
アクセス方式	下:OFDMA 上:SC-FDMA	下:OFDMA 上:OFDMA	下:OFDMA 上:OFDMA
帯域幅 (MHz)	1.25, 1.6, 2.5, 5, 10, 15, 20	1.25 ~ 20	1.25, 5, 10, 20
最大スループット (Mbps)	下:300 上:80	下:280 上:68	下:75 上:75
移動体の速度 (km/h)	0 ~ 350	0 ~ 350	0 ~ 350
遅延時間	5ms 以下	10ms 以下	10ms 以下

Table 1 に示したように、3 つの次世代通信規格はデータ伝送速度や変調方式で似通っている。しかし、これらは目指す用途に若干の違いがある。

無線 LAN の延長線にあるモバイル WiMAX は、WWW サイトの閲覧や電子メールなど、遅延時間が大きな問題とならないデータ通信向けとして規格された。LTE は音声やビデオ会議など、遅延時間の短さやリアルタイム性が重要なサービスに適した通信規格である。UMB は、両者の中間的な位置付けで開発されている。

このため、特にモバイル WiMAX と他の 2 方式は直接競合せずに併用される可能性がある。

携帯電話を使用する際、最も重要な要素の一つとして、会話中に通信が途切れないということが挙げられる。Table 1 に示したように LTE の遅延が少ない。そのため、今後携帯電話としては世界的にも LTE で標準化していく傾向にあると考えられる。

4 携帯電話の行方

3 章で述べたように、OFDMA のアクセス方式を用いることによって、携帯電話の通信速度はますます向上していくことが予想される。通信容量も向上し、映画をそのまま携帯電話でダウンロードするなど、ダウンロード出来るコンテンツも大容量化すると考えられる。次の Fig. 5 に無線サービスの発展方向を示す。

Fig. 5 に示したように、現在まで携帯電話のデータの展開とブロードバンド・ワイヤレスの展開は別の道を辿ってきた。しかし近年、OFDMA 方式のようなアクセス方式も考えられ、携帯電話の通信速度はますます向上して

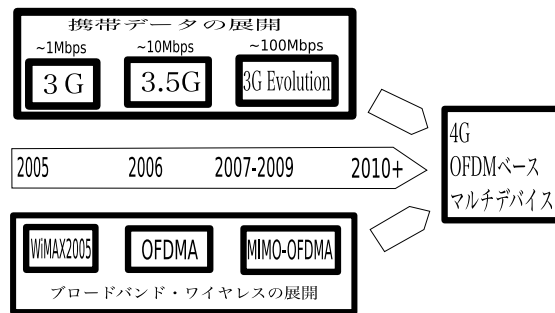


Fig.5 無線サービスの発展方向 (参考文献⁵⁾より参照)

きた。そのため、これまでパソコンで可能となることが携帯電話でも実現されるようになって考えられる。

5 まとめ

現在、次世代通信規格について様々な議論がなされている。また OFDMA 方式の登場により、さらに通信速度を向上することが可能である。そして、携帯電話の通信速度がより向上することにより、携帯電話の性能が向上し、パソコンでしか不可能であったことが、携帯電話でも可能となると考えられる。

参考文献

- 1) Center for Global Communications, 第 4 世代 (4G) 移動通信システムとは
- 2) ITmedia ビジネスモバイル: OFDMA とは何か?, http://bizmakoto.jp/bizmobile/articles/0508/24/news099_2.html/
- 3) 槻ノ木隆の BB っと WORDS, <http://bb.watch.impress.co.jp/cda/bbword/10456.html>
- 4) Agent Technologies, 3GPP LTE:SC-FDMA の概要
- 5) Wisdom ~ ビジネスの役立つ「次の一手」をあなたに, <http://www.blwisdom.com/>
- 6) 特番 2.5GHz 帯無線ブロードバンド: ITpro, <http://itpro.nikkeibp.co.jp/99/bwa/index.html#MobileWiMAX>