

# モバイルクラウド時代の ワイヤレスブロードバンド最新動向

三橋 昭和 株式会社インプレスR&D インターネットメディア総合研究所 所長

## 次々に商用サービスがスタートする次世代高速モバイル規格「LTE」 順調に進む第4世代「LTE-Advancedと802.16m」の標準化

iPhoneやAndroidなどのスマートフォンやネットブック、iPadなどの新しい情報端末の登場に加え、携帯ゲームやリッチなモバイル映像コンテンツなどの登場によって、ワイヤレスブロードバンドへの期待がますます高まっている。さらに、必要なときに必要なアプリケーションをネットワーク経由で高速にダウンロードして利用し、端末側の負担を軽くするシンクライアント化も進展してきており、モバイルクラウドへの期待が急速に高まってきた。

このような背景のもと、実用期を迎えた次世代のワイヤレスブロードバンド規格「LTE」(Long Term Evolution)が全世界の注目を集めている。

具体的には、スウェーデンのテリアソネラ (Telia-Sonera)が2009年12月に世界初の商用サービスを開始したが、これを皮切りに、米国のメトロPCS (MetroPCS)が1.7GHz帯 / 2.1GHz帯で2010年7月から、米国のベライゾンワイヤレスが700MHz帯で8月から、NTTドコモが2GHz帯で12月からというように、次々に商用サービスの計画が発表されている。世界の主要移動通信機器ベンダーの組織「GSA」(\*1)調べによると、31か国に及ぶ64事業者がLTE導入を計画し、2010年末までに最大22事業者がLTEの商用サービスを開始すると言う。

そこで、ここでは、LTE-FDD(\*2)とLTE-TDD(\*3)の2つのLTE方式のうち、まずLTE-FDD方式によるテリアソネラと、NTTドコモの例を見てみよう。

### LTE で世界の先陣を切った スウェーデンのテリアソネラ

スウェーデンに本社を置く欧州の大手通信事業者テ

リアソネラは、世界で初めて、スウェーデンのストックホルムとノルウェーのオスロの両都市で、2.6GHz帯(10MHz幅)を使用したLTE (FDD方式)の商用サービスを開始(2009年12月14日、資料4-2-1)し、国際的に大きな注目を集めている(図1)。

図1に示すテリアソネラのLTE移動通信システムの構成のうち、ユーザーデータを転送したり、他の網との接続処理などを行ったりする基幹部分の「LTEコア・ネットワーク部」はエリクソンが担当し、ユーザー端末と直接電波をやり取りする基地局などで構成される「LTE無線アクセスネットワーク部」は、エリクソンとノキア シーメンス ネットワークス (NSN)が担当している。仕様上の伝送速度は最大75Mbpsであるが、実際のスループットは平均で20～30Mbps出ているという。

さらに、2010年7月からはサービスエリアを拡大して、本格的な商用サービスが提供される予定で、2010年中にはスウェーデンの25市、ノルウェーの4市にサービスが提供される。このLTE通信端末には、サムスン製のマルチモードのLTE / HSPA / GSM(\*4)モデム (USBタイプ)などが提供される予定で(現在はLTEだけのシングルモード)、これによって2G (GSM)から3G (WCDMA)そしてLTEまでをシームレスに通信できるようになる。

### NTTドコモのLTE商用サービスのイメージ

一方、2010年の12月から東京・名古屋・大阪地域からLTEの商用サービスを計画しているNTTドコモ(資料4-2-2)は、すでにNEC、パナソニックモバイルコミュニケーションズ、富士通とともに4社でLTE通信端末用の半導

体チップを共同開発した (p.15 に関連記事)。このLTEチップは、資料4-2-3 (p.120) に示す3GPPリリース8のLTEの端末 (UE: User Equipment) カテゴリー3規格に準拠し、20MHz幅 (2×2MIMO) 時に下り最大100Mbps、上り50Mbpsの伝送速度を実現できる仕様だ。ただし、4社が開発したこのLTE半導体チップは、サービス当初のデータ通信用端末には使用されず、2011年以降に発売される端末からの使用予定となっている。

当初のNTTドコモの商用サービスでは、現在NTTドコモが使用している2GHz帯の「5MHz幅」(上り5MHz幅/下り5MHz幅)を使用し、下り最大37.5Mbps、上り12.5Mbpsが提供される。今後、使用する周波数帯を順次1.5GHz帯その他の帯域へと展開しながら、帯域幅を10MHz幅、20MHz幅と順次拡大していき、伝送速度を下り最大100Mbps以上へと高速化していく。ただし、しばらくの間はLTEのカバレッジ (通信範囲) が限定されることから、LTEチップと3GのWCDMA (HSPA) チップを搭載したデュアルモードの通信端末とする。これにより、LTEで通信できないエリアでは、すでに全国的にサービスが提供されているWCDMA (HSPA) によって通信できるようにする。

### 注目される中国とインドのLTE-TDD

一方、LTE-TDD (時分割複信) 陣営の動きも活発化

資料4-2-1 世界初のテリアソネラ (TeliaSonera) のLTEサービスの仕様

項目	内容
提供事業者	テリアソネラ (本社:スウェーデン)
提供開始	2009年12月14日 (世界初の商用サービス)
サービス提供地域	スウェーデン・ストックホルムとノルウェー・オスロ
無線アクセス技術	LTE FDD (Frequency Division Duplex、周波数分割複信)
使用周波数帯	2.6GHz帯 (上り 2500 ~ 2570 MHz (70 MHz幅)、下り 2620 ~ 2690 MHz (70 MHz幅)) の一部
サービスの帯域幅	10 MHz幅 (上り 10 MHz幅、下り 10 MHz幅)
最大伝送速度	下り 75 Mbps (2×2 MIMO)、上り 37.5 Mbps

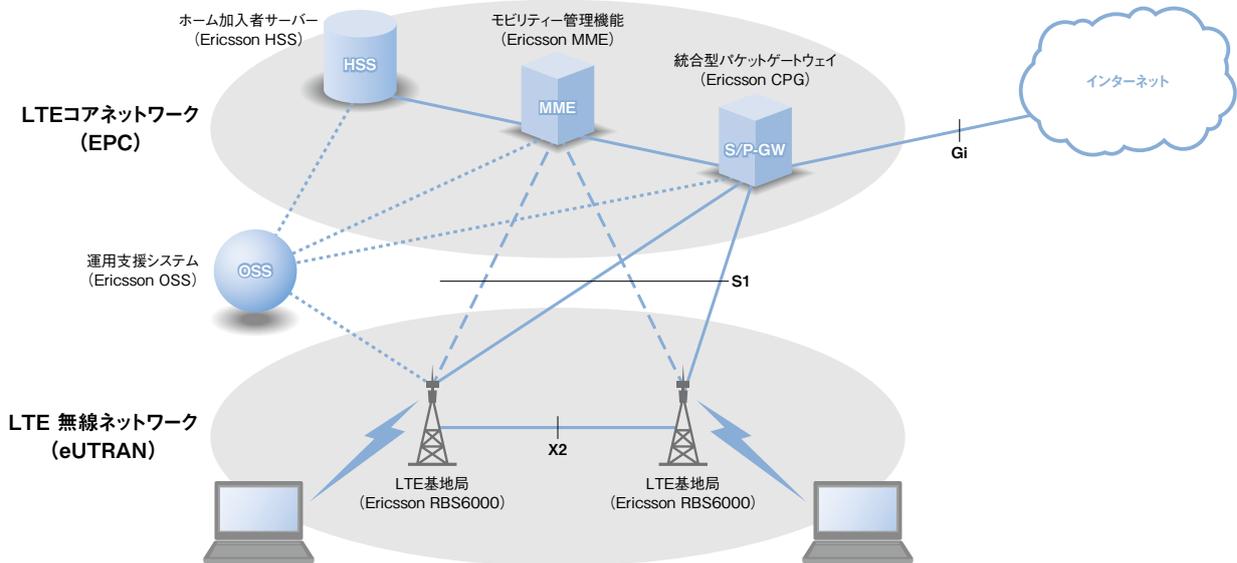
出所 資料をもとに筆者作成

資料4-2-2 日本初のNTTドコモのLTE商用サービスの内容 (予定)

項目	内容
提供事業者	NTTドコモ
提供開始	2010年12月予定 (日本初のLTE商用サービス)
サービス提供地域	当初は東京・大阪・名古屋からの予定
無線アクセス技術	LTE FDD (Frequency Division Duplex、周波数分割複信)
使用周波数帯	下り: 2130 ~ 2150 MHz (20 MHz幅) 上り: 1940 ~ 1960 MHz (20 MHz幅)
サービスの帯域幅	当初は5 MHz幅 (上り 5 MHz幅、下り 5 MHz幅)
最大伝送速度	下り: 100 Mbps、上り: 50 Mbps (20 MHz幅時) 下り: SU-MIMO (2×2、4×2)、上り: MU-MIMO

出所 ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2010 (パシフィコ横浜、2010年5月13日~14日) におけるNTTドコモブースの取材をもとに筆者作成

図1 テリアソネラのLTEネットワーク構成図



出所 エリクソン

資料 4-2-3 LTE (3GPP) における端末 (UE) カテゴリーの規定 (使用帯域幅と最大伝送速度の概略値)

端末 (UE) カテゴリー	最大伝送速度 (Mbps)				アンテナ関連技術
	5 MHz幅	10 MHz幅	15 MHz幅	20 MHz幅	
カテゴリー 1	10	10	10	10	2受信ダイバーシティ (注1)
カテゴリー 2	37.5	50	50	50	2×2MIMO (注2, 注3)
カテゴリー 3	37.5	75	100	100	2×2MIMO
カテゴリー 4	37.5	75	112.5	150	2×2MIMO
カテゴリー 5	75	150	225	300	4×4MIMO

出所 ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2010 (パシフィコ横浜、2010年5月13日～14日) における尾上誠蔵氏 (NTTドコモ 執行役員 研究開発推進部長) の講演をもとに筆者作成  
 (注1) 2本のアンテナからの受信信号を合成し、信号の受信特性を改善する技術  
 (注2) MIMO: Multiple Input Multiple Output、送信側と受信側に複数個のアンテナを設置し、信号の送受信特性を改善する技術  
 (注3) 2×2MIMO: 送信側に2本、受信側に2本のアンテナを設置して信号の送受信特性を改善する技術

している。世界最大の市場である中国では、携帯電話端末の総数が7億5000万台に達し(2009年末)、なお成長を続けている。現在の中国市場では、2G (GSM) 方式が主流であるが、2009年10月からは3Gサービスが提供され、FDD方式として中国電信(チャイナテレコム)のCDMA2000と中国聯通(チャイナユニコム)のWCDMAの2つが、TDD方式として中国移动(チャイナモバイル)のTD-SCDMA (\*5) サービスが開始されている。

中国は、すでにITU-Rで標準化された中国方式の「TD-SCDMA」(3G)の次世代への拡張方式として、TDD方式のLTEを3GPPに提案。これが仕様化(リリース8)されたため、チャイナモバイルは、2011年以降の商用サービス開始に向けて、「TD-LTE」(LTE-TDDのチャイナモバイルのサービス名)方式の実証実験を開始している。例えば、現在開催中の上海万博(2010年5月1日～10月31日)の会場では、ファーウェイ、モトローラ、アルカテル・ルーセントなどベンダーの協力を得て、「TD-LTEのデモ」が行われている。このデモには世界初のモトローラの「TD-LTE対応のUSB Dongle」(2.3GHzと2.6GHzの両方に対応)が使用されている。

また、2010年に入り、エリクソンが、中国の大手通信機器ベンダーである大唐電信(ダタン・テレコム)と戦略的提携を結んだのははじめ、ノキア シーメンス ネットワークスは、自社の中国・杭州(こうしゅう) R&D施設内に業界初のTD-LTEオープンラボを開設した。

一方、インドでも2.3GHz帯TDDの周波数オークションが始まり、LTE-TDDが導入される可能性が高い。そのほか、米国や欧州などでもLTE-TDD導入に向けた動きがある。

以上、国際的に導入が活発化しているLTEの展開を

概観してきたが、LTE-FDDネットワークとLTE-TDDネットワークの間のローミングがデュアルモード端末によって実現できることもあり、「FDD方式を採用するか」「TDD方式を採用するか」も含め、2010年はまさにLTE元年の様相を呈してきた。

## 活発化する第4世代「IMT-Advanced」の標準化の動き

LTEの商用サービスが急展開する一方で、ITU-R (ITU無線通信部門)においては、2011年3月の勧告化(標準化)を目指して、第4世代「IMT-Advanced」の標準化の動きも活発化してきた。

現在ITU-Rでは、IMT-Advancedとして、

- (1) IEEE系のIEEE 802.16m (WiMAX リリース2)
- (2) 3GPP系のLTE-Advanced (LTEの第4世代「IMT-Advanced」に対応する名称)

の2方式が技術候補として提案され、標準化が推進されている。

すでに、148か国で568のWiMAXネットワークが導入 (<http://www.wimaxforum.org/>) されるまでに発展したWiMAXは、次世代のIEEE 802.16m (WiMAX リリース2) に向けて活発な標準化作業が行われている。

IEEE 802.16m (資料4-2-4) は、2011年2月に標準化を完了する予定であり、ほぼ同時期の2011年3月までにWiMAXフォーラムで、このIEEE 802.16m (FDD/TDDの両方式を規定)をベースとしたWiMAXリリース2の仕様が策定される見込みだ。これらの動きと同期させて、すでに2010年4月にはインテル、モトローラ、サムスン、ZTEなど10社以上の設立メンバーによってWCI (WiMAX 2 Collaboration Initiative) を結成。

資料 4-2-4 IEEE 802.16m / WiMAX リリース 2 の標準化スケジュールと内容 (2010年5月現在)

項目	内容
IEEE 802.16m 標準規格	2011年2月完成 (注:FDD / TDDの両方式に対応)
ドキュメントの構成	IEEE Std 802.16-2009 <sup>(注1)</sup> に対する IEEE P802.16m Amendment (補足・修正)となる
IEEE 802.16mの最大伝送速度	下り330Mbps、上り112Mbps (40MHz幅TDD、4×4 MIMO時)
WiMAX リリース 2	IEEE 802.16mで定義した無線インターフェースの物理層 / MAC層をベースに、WiMAX フォーラムではネットワーク層や上位層を含むWiMAX リリース2のシステムプロファイルを2011年3月までに承認する。さらに、相互運用性を担保する試験仕様などが作成され、2011年第4四半期頃から認証ラボで機器認証が開始される予定

出所 ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2010 (パシフィコ横浜、2010年5月13日～14日)における渡辺文夫氏 (UQ コミュニケーションズ 執行役員 CTO) の講演をもとに筆者作成 (注1) 802.16-2004 (固定 WiMAX) と 802.16e-2005 (モバイル WiMAX) などの規格を統合し一本化 (2009年5月) した標準規格

WiMAX フォーラムと協力して、「WiMAX リリース 2」製品機器間の相互運用性 (認証) を高め、普及させていく。

一方、3GPP で標準化が進められている LTE-Advanced (LTE Release 10 and beyond) では、FDD 方式と TDD 方式が規定されるが、2010年12月の仕様化を目標に2010年1月から審議されている (100MHz 時: 下り最大1Gbps以上、上り最大500Mbps以上。詳細な仕様は今後策定される予定)。

3GPP リリース 10 で審議されている主な技術は、次のとおりである。

- (1) キャリアアグリゲーション: 周波数帯域の連結技術。  
IEEE 802.16m (WiMAX リリース 2) のチャネルアグリゲーションと同様な技術である。高速な伝送速度を実現するために、飛び飛びに存在している利用可能な周波数帯 (キャリア) を連結 (アグリゲーション) させて、高速化を実現する技術である。
- (2) 下り MIMO: LTE では下りは最大 4×4 MIMO であったがこれを最大 8×8 MIMO に拡張し、さらなる高速化を実現する。上り MIMO は LTE では 1×4 MU-MIMO であったが、これを最大 4×4 MIMO とする。
- (3) CoMP (Coordinated Multipoint transmission): 多地点協調送受信技術。複数のセル (基地局) が互いに同期をとって送受信し合う技術。1つの基地局だけで制御しようとする、収容できる端末の数や伝送速度がその1つの基地局の性能で決まってしまうが、これを複数 (例: 3つの基地局) の基地局で情報をやり取りし、端末に最適なサービスを提供できるようにする仕組みである。
- (4) フェムトセルの機能追加: 家庭内に設置されるフェムトセル用基地局 [H (e) NB: ホーム・イーノード B] はすでにリリース 8 で仕様化されているが、さらな

る電波の干渉の低減を図る機能などを強化する。

- (5) SON (Self Organizing Network): 既存の環境に新しい基地局を増設する場合、システムの運用者に負担がかからないように、電波の電界強度などを自動計算 (従来は手動) し、電波の干渉などが発生しないようネットワークを自動的に構成する技術である。これも LTE 向けに仕様化されているが、更なる拡張を図る。

このように、3GPP における LTE-Advanced の標準化が進展するなかで、すでにこれらの仕様を実装した実証実験も行われ始めている。

例えば、中国のファーウェイ (Huawei、華為技術) は、米・ラスベガスで開催された米国最大級の通信関連の展示会「CTIA Wireless 2010」(2010年3月23日～25日) で、LTE-Advanced のプロトタイプを出展。キャリアアグリゲーション技術によって 80MHz 幅を実現し、4×4 MIMO、CoMP などを用いてライブデモを行い、LTE-Advanced の下り最大通信速度としては世界最速となる 1.2Gbps を記録したと発表した。

IEEE 802.16m とともに、3GPP における LTE-Advanced の標準化の完成に大きな期待が寄せられている。

最後に、本原稿を執筆するうえで、多く皆様にご協力いただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

(\*1) The Global mobile Suppliers Association

(\*2) FDD: Frequency Division Duplexing、周波数分割複信方式。上りと下りに異なる周波数帯を割り当てて双方向通信を行う方式 (例: 上りに 5MHz 幅、下りに別の 5MHz 幅 (計 10 MHz 幅) を割り当てて通信を行う方式)。

(\*3) TDD: Time Division Duplexing、時分割複信方式。上りと下りに同じ (同一) 周波数帯を使用し、時分割して双方向通信を行う方式 (例: 上り/下りの通信を 5MHz 幅 1 つで行う方式)。

(\*4) HSPA: High Speed Packet Access、高速パケットアクセス (HSPDA と HSPUA の総称)。GSM: Global System for Mobile Communications、欧州を中心とした 2G の携帯電話方式。

(\*5) Time Division-Synchronous CDMA



## [インターネット白書 ARCHIVES] ご利用上の注意

このファイルは、株式会社インプレスR&Dが1996年～2012年までに発行したインターネットの年鑑『インターネット白書』の誌面をPDF化し、「インターネット白書 ARCHIVES」として以下のウェブサイトで公開しているものです。

<http://IWParchives.jp/>

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、データ、URL、名称など)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・図の作成者、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掲載されていない場合があります。
- このファイルの内容を改変したり、商用目的として再利用したり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される際は、出典として媒体名および年号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレスR&D)などの情報をご明記ください。
- オリジナルの発行時点では、株式会社インプレスR&D(初期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。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。

お問い合わせ先

株式会社インプレス R&D

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