

より高速で快適なモバイル 次世代携帯規格「LTE」

NTTドコモは、より高速で快適なモバイル環境を実現する次世代携帯規格である「LTE (Long Term Evolution)」の研究開発を進めている。LTEは、当初、NTTドコモが「Super3G」という名称で提唱したもので、「3.9G」として位置づけられる。これは将来の4G (第4世代移動通信) をスムーズに導入できるように、まず3Gを大きく発展させようというコンセプトとして提唱された。このコンセプトに世界各国の通信事業者やベンダーが賛同し、国際標準化団体3GPPでの検討が提案された。その後、LTEの名称で国際標準化が進められ、現在、世界中の通信事業者が導入を予定している。ここでは、LTEの概要とこれまでの取組み等について紹介する。

3Gを発展させた後に4Gを導入

2006年、無線技術を標準化するITU-R (International Telecommunication Union-Radiocommunication sector) では、3G以降の将来の移動通信システム、いわゆる4Gについて検討され、利用する周波数帯を特定するための議論が行われた。その時点では、4Gは標準化上において具体的な技術標準を議論する段階ではなかったが、フレームワーク勧告で示されている仕様として、高速移動で100Mbps、低速移動で1Gbpsといった速度が期待された。NTTドコモでは、この仕様を実現する技術を積極的に研究しており、2010年以降の導入を目指し、屋外実験に

おいて高速移動で100Mbps、低速移動で1Gbpsの速度を既の実証していた。さらに、低速移動環境において2.5Gbpsの速度も屋外実験で実証していた。

4Gの導入にあたっては、次の3つのシナリオが考えられていた。

- ・シナリオ1：4Gは独立なシステム
- ・シナリオ2：3Gのネットワーク上に4Gを導入
- ・シナリオ3：3Gを発展させた後に4Gを導入

この中で4Gをスムーズに導入するには、まず3Gを発展させて、その上に4Gを構築する「シナリオ3」が最適との結論に達した。この発展させた3Gは「Super 3G (LTE)」と呼ばれ、2004年初めにそのコンセプトが提案された。

第3世代移動通信方式「W-CDMA」の高速データ伝送技術であるHSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) の導入により、W-CDMA技術を使用した3G移動通信システムは数年にわたって市場の要求を満たし、他のシステムに対する競争力を確保できると考えられた。しかし、今後、急速に伸びるマルチメディアトラフィックやユビキスタラフィックに対応するには、長期的な技術進化が必要だ。この考え方は、2004年末にNTTドコモが3GPPにLTEを提案した際に多くの通信事業者から共感を得られた。

LTEの目的は4Gへのスムーズな移行だけでなく、W-CDMA方式の3Gを発展させることにより長期的に競争力を維持することである。LTEはあくまでも3Gの範囲に含まれ、周波数は現在3Gに割り当てられている帯

環境を実現する

域と、今後新たに3G用に追加される帯域を使用する。

データ速度の飛躍的な向上と低遅延の実現

LTEへの重要な要求条件は、データ速度の飛躍的な向上や周波数利用効率の向上だけでなく「低遅延の実現」にある。低遅延を実現することで、呼設定に要する時間を短縮し、また、通信中のデータ転送にかかる時間を低減することにより、TCP/IPなどのデータ伝送を高速に行うことが可能となるのだ。

LTEは、3Gの周波数帯域を使用するシステムだが、W-CDMA方式が利用する5MHz以上の周波数帯域幅でも利用できる柔軟性のある運用を考慮に入れて検討された。導入にあたっては、設備投資や運用費用が安価で適正であることが前提である。そのためには、無線ネットワークと移動端末にかかわる複雑性を排除し、シンプルかつ安価なシステム構築を目指す必要があった。

4G無線アクセスの収容が可能な構成に

3Gの周波数帯域を使用するLTEは、無線アクセス方式に新しい技術を積極的に取り入れ、飛躍的な性能改善が図られた。具体的には、直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）やMIMO（Multiple Input Multiple Output）といった技術要素の採用を視野に入れた。遅延は無線区間のフレーム構造

で決まる要素が大きい。このため、LTEの要求条件である低遅延を満たすには、設計時に十分な配慮が必要だった。

無線アクセスネットワーク（RAN：Radio Access Network）には、低遅延かつ安価なネットワーク構築ができるようシンプルなアーキテクチャを採用した。例えば、システムが複雑になることを回避するためのチャンネル構成の簡素化やシグナリングの最適化、制御遅延短縮を図るための無線リソース制御機能の基地局への分散配置などが有効な手段として考えられた。

LTEの無線アクセスを収容するコアネットワークには、All-IPネットワークが想定され、3GPPではこのネットワークの技術仕様の検討が進められた。All-IPネットワークをLTEに導入する時点で、4G無線アクセスの収容が可能な構成としておけば、4Gの導入もスムーズに進められるからである。

また、LTEは現行の3Gを置き換えるものではないので、LTE端末は、現行の3G機能も備えたデュアルモード端末になることが前提となった。通信エリアは3Gエリアにオーバーレイする形態で段階的に導入を進められた。

一方LTEは、パケット交換サービスのみを対象とした。現行の3Gネットワークでは回線交換とパケット交換の両方のサービスを提供しているが、LTEはパケットネットワーク上のVoIPによって、回線交換サービスと同等のサービスを提供できるネットワークの実現を目指し、システム効率の向上が図られた。

ただし、実際にサービスとして提供するか否かは各移動通信事業者の判断に委ねられている。回線交換ネットワーク設備を効率的に運用できる限り、サービスの提供は必然ではない。長期的には現行の3GシステムをLTEに全面移行することも可能である。これにより、サービス展開や通信設備の経済性を考慮して、単独の packet ネットワークによる運用を移動通信事業者が判断することができるのだ。

LTEに関連したNTTドコモの取組み

NTTドコモは、2006年以降、LTEに関連した様々な取組みを進めている。

【2006年7月】

Super 3G (LTE) の装置開発に向けたメーカー募集を開始

Super 3Gの基地局および携帯電話端末の装置開発に向けたメーカー募集手続きを開始した。

2006年6月に開催された3GPPの会合にて、Super 3Gの基本検討がほぼ終了したことから、NTTドコモは、Super 3Gの実用化に向けた開発を開始した。3GPPでは引き続き詳細な仕様作成作業を進め、Super 3Gの仕様を2007年に完成させる予定だ。

【2007年7月】

Super 3G (LTE) の実証実験を開始

W-CDMA方式の発展に向け、Super 3Gシステムの実証実験を2007年7月より開始した。本実験は、新たに開発したSuper 3G試作装置を用いて、Super 3Gの高速無線伝送能力の評価を室内伝送実験により行う。実験当初は送信および受信アンテナ数をそれぞれ1本とした基本性能確認を重視した実験から開始するが、最終的には、基地局送信および移動局受信にそれぞれ最大4本のアンテナを用いた下りMIMO伝送機能の追加により、下り最大約300Mbpsの伝送速度を実現する。また、2つの基地局を用いたハンドオーバー（移動などにより、携帯電話が接続する基地局を切り替えること）を含む動作試験も行わ

れ、移動を想定した環境においても安定した通信が実現できることを実証する。

【2007年9月】

MIMO信号分離の低消費電力化高性能LSI試作に成功

独自の技術でMIMO多重信号の高性能な信号分離を行う、低消費電力のLSIの試作に成功した。今回試作したLSIは、200Mbpsの伝送速度の信号分離を0.1ワット以下の低消費電力で高精度に処理することができる。具体的には、4つのアンテナから送信された周波数帯域幅20MHzのOFDM信号の復調およびMIMO信号分離処理を行う機能が実装されている。高性能、低消費電力化を実現するために、NTTドコモが4Gシステムに向けて開発した受信信号分離技術を適用し、さらに、回路の冗長な部分を省く最適化を実施、LSI化において65nmプロセスを適用した。

【2008年3月】

Super 3Gの屋外実証実験にて実用化に向けた250Mbpsの packet 信号伝送に成功

W-CDMA方式の発展に向け、屋外でのSuper 3Gシステムの実証実験を開始した。本実験は、実際の無線環境での性能把握およびシステムのさらなる最適化を目指して、NTTドコモが2008年2月末より横須賀地区にて屋外伝送実験を開始したもの。基地局送信および移動局受信にそれぞれ最大4本のアンテナを用いた下りMIMO伝送を用い、また、周波数帯域幅は標準仕様規定上最大の20MHz帯域幅を使用した。その結果、屋外における、実際の無線環境においても最大約250Mbpsの packet 信号伝送を達成した。

【2008年12月】

100Mbpsの伝送速度を実現するMIMO用低消費電力化復調・復号LSIの試作に成功

LTEの要求条件である伝送速度100Mbpsの受信処理を実現する、低消費電力LSIの試作に成功した。本試作により、現時点で商用化されているHSDPA方式の受信最大通信速度7.2Mbpsの10倍以上に相当する下り



100Mbpsの高速信号伝送時において、MIMO信号分離および誤り訂正復号処理を40mW以下の消費電力で実現した。

【2009年10月】

NEC、パナソニックモバイル、富士通と共同で
LTE対応の通信プラットフォームを共同開発

NEC、パナソニック モバイルコミュニケーションズ、富士通と共同でLTEに対応した通信プラットフォーム「LTE-PF」の共同開発を進めてきたが、このほどこのLTE-PFに対応したLTE端末チップセットのエンジニアリングサンプルの開発を完了し、主要な機能の性能評価を進めている。

LTE-PFは、3GPPにて標準化が進められているLTEの規格に準拠しており、受信時最大100Mbps、送信時最大50Mbpsの高速データ通信を可能にする通信プラットフォームである。W-CDMAおよびGSMの通信システムとの連携も可能で、LTEエリアとW-CDMA/GSMエリア間の移動時にも利用者が意識することなく、スムーズな切り替え（ハンドオーバー）を実現できる。LTE-PFは、日本国内をはじめ全世界の携帯電話市場に向けて、ライセンスとして提供することを検討していく。携帯電話メーカーやチップセットメーカーは、LTE-PFを採用・搭載することで、LTEに係る携帯電話の基本機能の独自開発が不要となり、開発期間の短縮や開発コストの低減が可能になる。これにより、携

帯電話メーカーは、携帯電話端末の差別化や、端末ラインナップの充実などへ注力することができるようになる。

【2009年12月】

LTEに対応した光張出し基地局用の無線装置を導入

LTEに対応した光張出し基地局用の無線装置（RRE）を開発した。本装置は、電波の変復調機能などを持つ無線装置で2GHz帯に対応しておりLTEの基地局装置とW-CDMAの基地局装置で共用することが可能だ。これにより、本装置を導入したW-CDMAの光張出し基地局はLTEの基地局装置を追加導入するだけで、W-CDMAのサービスエリアに加え、LTEのサービスエリアを効率的に展開することが可能となる。

LTEは、4Gへのスムーズなマイグレーションを可能にするとともに、3G技術が長期的に発展することにより、3Gスペクトラムを長期にわたって効率的に使用し、競争力を維持し続けることに大きな意義がある。今後も様々な新しい技術・システムが生まれ、携帯電話システムと競合・協調する場面も想定される。移動通信事業者にとっては、現在運用しているスペクトラムおよび将来移動端末に割り当てられるスペクトラムの効率的使用が重要になる。3Gと3Gの発展を基本として技術開発と事業運営を進めていく中で、LTEから4Gの流れが大きな役割を果たすことになるだろう。