

豊かな生活に役立つ社会基盤となるLTEシステム・サービス概要

Technology Reports

LTE

高速・大容量・低遅延

SAE

LTE サービス「Xi」(クロッシィ) 特集—スマートイノベーションへの挑戦—

豊かな生活に役立つ社会基盤となる LTEシステム・サービス概要

2010年12月に東名阪でサービスを開始した「Xi」(クロッシィ)^{*1}は、高速、大容量、低遅延を実現するLTE規格に準拠した移動通信サービスである。LTE規格に準拠した通信サービスは、欧州をはじめ米国でも順次開始され、今後対応を予定する通信事業者も多い。ドコモはデータ通信サービスから開始し、従来の3Gエリアとの連続性を維持しつつ、来る4Gへのスムーズな橋渡しとなるLTEを商用化した。

無線アクセス開発部	きたがわ ますみ 北川 真清
ネットワーク開発部	おと ひろゆき 音 洋行
移動機開発部	ふたかた としゆき 二方 敏之
プロダクト部	あんざわ かずや 安澤 和哉

1. まえがき

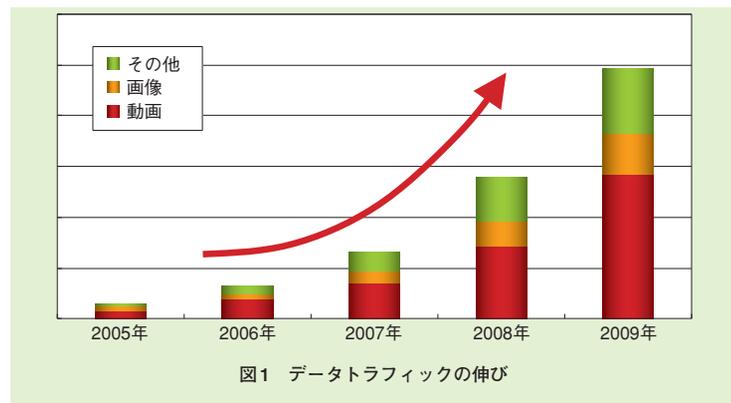
携帯端末やネットワークの高機能化、料金体系としての定額制の普及拡大により、サービスおよびコンテンツのリッチ化が進んでいる。特に、スマートフォンの急激な普及にも伴い、新たなサービスやアプリケーションの発展が期待されると同時に、動画などのデータトラフィックの増加傾向が今後も続くと思込まれており(図1)、その対策が移動通信事業者にとって共通の課題になっている。

ドコモは2004年11月、ユーザー体感の向上やサービスの新たな可能性につながる通信速度の高速化や低遅延化、伸び続けるトラフィックを収容可能とする大容量化といっ

た3G技術の長期的な競争力維持、さらには将来の4Gネットワークへの円滑な移行を可能にすることを目的とし、Super3Gの概念を提唱した(図2)。さらに、Super3Gの概念に基づき、2009年3月に3GPP Release 8として確定したLTE標準

規格の策定に寄与し、規格確定後は世界と歩調を合わせつつ、先頭集団での商用化を進めてきた。

本稿では、2010年12月に東名阪で開始したLTEサービス「Xi」(クロッシィ)のシステムとサービスの概要について、3Gシステムとの対



*1 「Xi」(クロッシィ) : 「Xi」, 「Xi/クロッシィ」は、NTTドコモの商標または登録商標。

比を交えつつ解説する。なお、「Xi」(クロッシィ)を構成する無線方式やコアネットワーク技術、基地局やコアネットワーク装置類、移動端末とそのプラットフォーム技術については、本特集内の各記事で詳細を参照されたい。

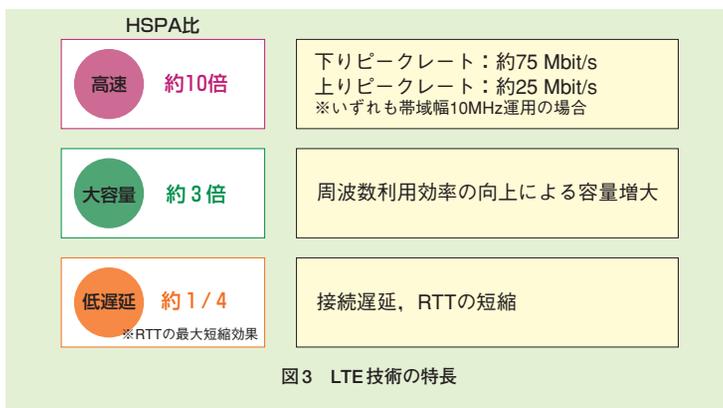
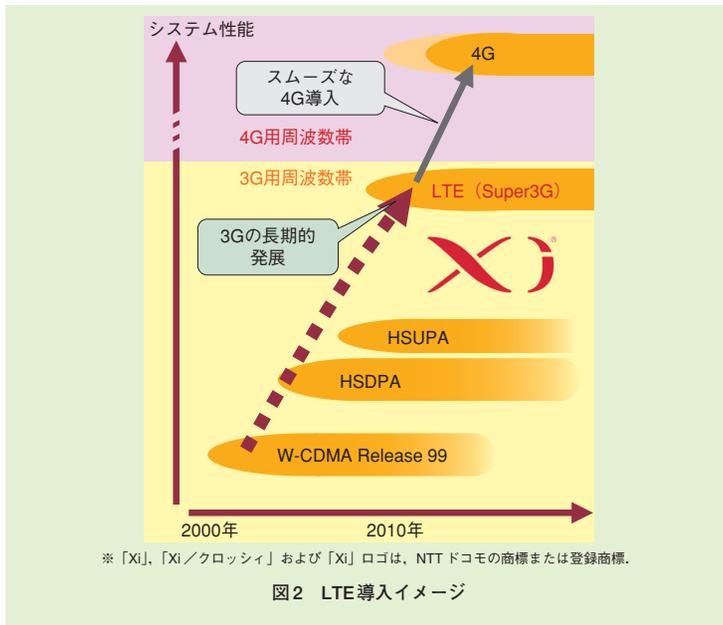
2. 技術的特徴

LTEは、「高速」、「大容量」、「低遅延」という言葉に代表される、3つの技術的な特長を有する(図3)。

第1に、上下ピークレートの大幅な向上が挙げられる。「Xi」(クロッシィ)のサービス開始当初は、UEカテゴリ^{*2}3の移動端末を投入し、下りピークレートとして、帯域幅10MHz運用の一部の屋内局では約75Mbit/s、それ以外のエリアでは帯域幅5MHzで約37.5Mbit/sを実現する(図4)。また、上りピークレートとして、帯域幅10MHz運用の一部の屋内局では約25Mbit/s、それ以外のエリアでは帯域幅5MHzで約12.5Mbit/sを実現する。

第2の特長として、無線方式の高度化により、HSPA (High Speed Packet Access)^{*3}比で約3倍の周波数利用率を達成し、大容量化を実現した。装置価格の低減との相乗効果により、増加の一途をたどるデータトラフィック収容のための設備投資抑制効果をねらう。

さらに第3の特長として、無線方式や制御シーケンス、ネットワーク構成の見直しにより、移動端末が待ち受けているIdle状態からネットワークに無線接続したActive状態まで



の接続遅延、およびユーザデータが移動端末から接続先サーバなどを往復する伝送遅延であるRTT (Round Trip Time)の両方を、大幅に短縮している。これにより、通信を伴うアプリケーションのレスポンスやスループット^{*4}の向上が見込まれ、移動端末とネットワークの連

携を容易にするなど、新たなソリューションの基盤としての活用も期待される。

3. 展開シナリオ

LTEの展開シナリオを模式的に図5に示す。「Xi」(クロッシィ)開始当初の移動端末は、LTEとW-CDMA

*2 UEカテゴリ：規格上規定された移動端末の能力分類。LTE移動端末は5つのカテゴリに分類され、利用帯域幅ごとのピークレートなどが規定されている。

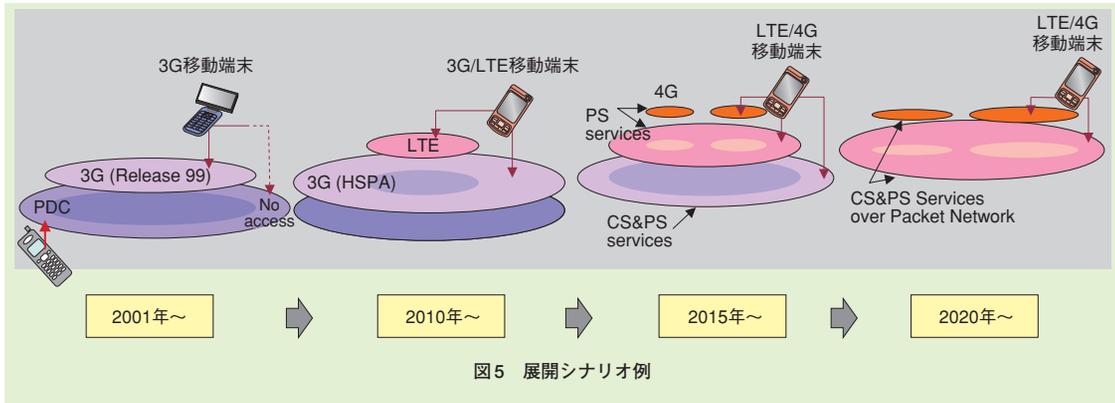
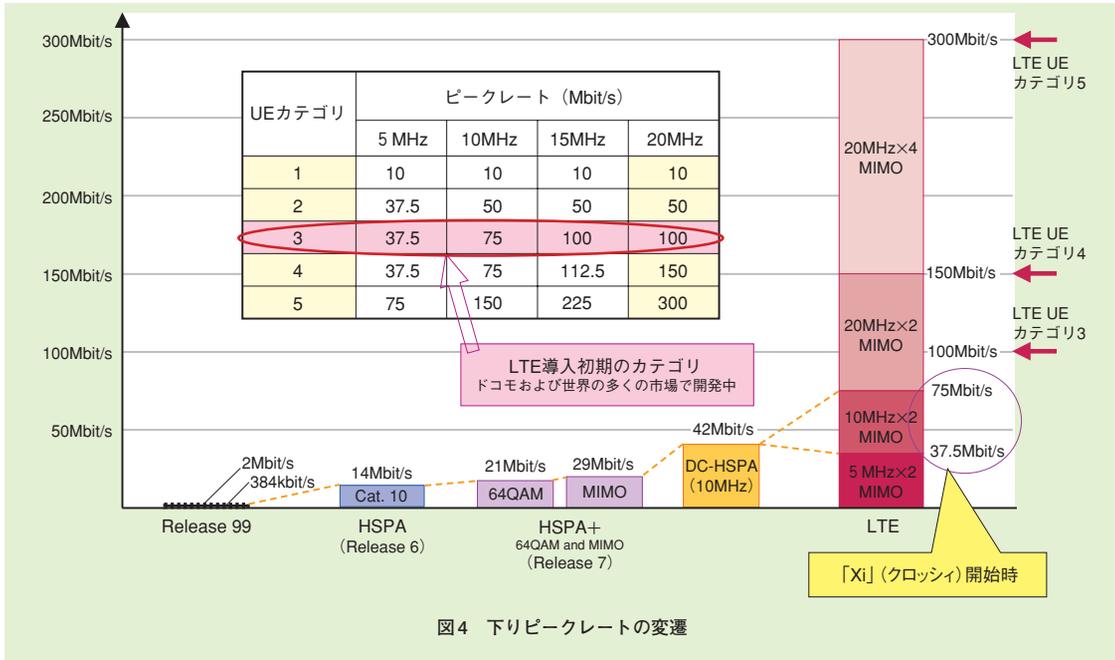
*3 HSPA：W-CDMAのパケットデータ通信を高速化した規格であり、基地局から移

動端末への下り方向を高速化したHSDPA (High Speed Downlink Packet Access)と、移動端末から基地局への上り方向を高速化したHSUPA (High Speed Uplink Packet Access)の総称である。

*4 スループット：単位時間当りに、誤りな

く伝送される実効的なデータ量。

豊かな生活に役立つ社会基盤となるLTEシステム・サービス概要



の能力を有するデュアル移動端末であり、LTEエリア内においては前述したLTE技術の特長を提供し、導入初期に残るLTEエリア外では3G (HSPA) にシームレスに切り替えることで、充実した3Gネットワークのカバレッジを同時に実現し

ている。

LTEはパケット交換 (PS: Packet Switched) に特化したシステムのため、回線交換 (CS: Circuit Switched) には対応していない、3Gにて回線交換で提供していた音声などのサービスは、当面は3Gへの

切替えにより提供する。

これらの諸条件により、当面は3G (HSPA) システムにLTEシステムをオーバーレイさせてサービスを提供し、中長期的に3GシステムをLTE、さらには4Gシステムに移行していくシナリオが考えられる。

4. システム概要

システム構成を図6に示す。現行の3Gネットワークをベースに、コアネットワークに交換局（EPC：Evolved Packet Core）、無線アクセスネットワークに無線基地局（eNodeB：evolved Node B）を新設する。3Gの無線制御局（RNC：Radio Network Controller）の機能は、EPCとeNodeBに配分してノードとしては削除し、よりフラットでシンプルなネットワーク構成としている。一方、中継転送プロトコルとしてはIPを採用し、パケットトラフィックと親和性を高めつつ、汎用機器による低コストでのネットワーク構築を可能にしている。ま

た、既存設備を有効活用するため、eNodeBは3Gにおける無線基地局（BTS：Base Transceiver Station）と併設可能にし、サイトやアンテナ、無線部を共用する構成としている。

コアネットワーク内の接続ルートとしては、3G移動端末からの接続は、従来どおり3Gにおけるパケット通信の加入者階梯の交換局であるSGSN（Serving GPRS（General Packet Radio Service）Support Node）から、関門階梯のGGSN（Gateway GPRS Support Node）を経由してサーバ群への接続ポイントに接続し、一方、3G/LTEデュアル移動端末は、LTEの交換局であるEPCに含まれる加入者階梯のゲートウェイ装置であるS-GW（Serving Gate-

way）から関門階梯のP-GW（PDN（Packet Data Network）-GW）を介して接続する。なお、3G/LTEデュアル移動端末が3Gエリアで通信する場合は、SGSNからP-GW経由で接続する。

5. 提供サービスと端末概要

「Xi」（クロッシィ）導入当初は、データ専用端末によりサービスを提供する。データ通信サービスとしては、FOMAと同様のmoperaによるインターネットなどの接続や、MVNO（Mobile Virtual Network Operator）による通信事業者が提供するデータ通信利用が可能である。

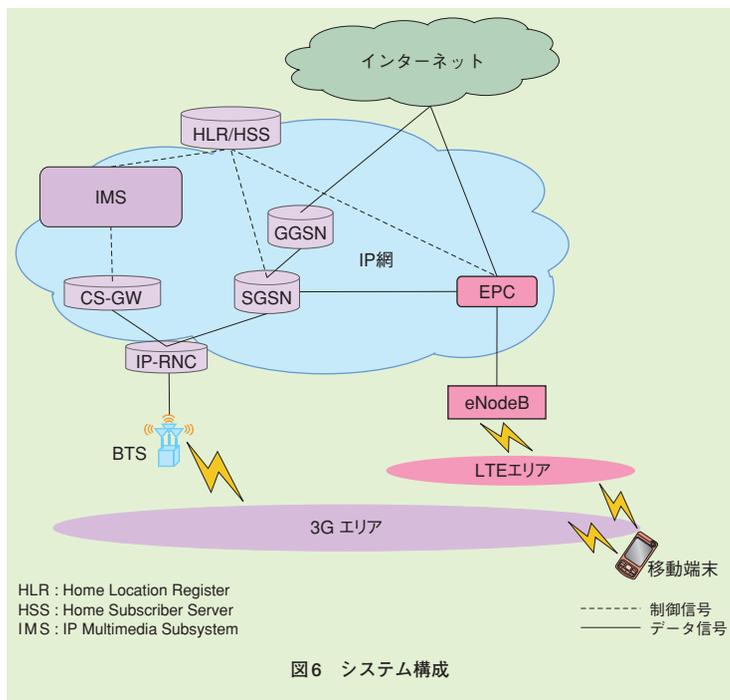
「Xi」（クロッシィ）導入初期の端末は、USB接続のL-02CおよびExpress CardタイプのF-06Cをラインナップする。いずれの端末も、前述のとおりLTEとW-CDMAの両方式に対応しており、LTEエリア外では、自動的に3Gシステムに切り替わる。ローミング時は2G（GPRS）にも対応しており、幅広く利用できる。

6. 主な機能

6.1 ハンドオーバー

LTEでのハンドオーバーには、大別してネットワークが切替え先セルを移動端末に指示するバックワードハンドオーバー（PS Handover）と、移動端末が自律的に切替え先セルを捕捉するフォワードハンドオーバーがある。

PS Handoverは、無線切替え時の



豊かな生活に役立つ社会基盤となるLTEシステム・サービス概要

瞬断によるパケットロスを抑制するため、切替え元のeNodeBから切替え先のeNodeBに送達確認未完了のデータを転送するデータフォワーディング、およびフォワードデータと新しいデータの順序誤りを補正するためのリオーダーリングに対応している。

また、フォワードハンドオーバーは、ネットワークからの切断信号を契機としたRelease with Redirectionと、移動端末が自発的にNAS (Non Access Stratum)*5の復旧を行うNAS Recoveryにさらに分類され、いずれも瞬断によるデータロスを伴う。

別の観点としては、無線システム (RAT: Radio Access Technology) や周波数、またeNodeBやEPCの切替えを伴うか否かで、次のとおり分類される (図7)。

(1) Intra-RATハンドオーバー

LTEシステム内でのハンドオーバーであり、遷移ノードのケース別に、eNodeB内セクタ間、EPC内eNodeB間、EPC間ハンドオーバーがある。

EPC内eNodeB間ハンドオーバーは、eNodeB間の論理インターフェースであるX2により信号処理を行うX2ハンドオーバーと、eNodeBとEPCとの間の論理インターフェースであるS1により信号処理を行うS1ハンドオーバーがあり、X2リンク維持のコストとS1ハンドオーバーによるコストのトレードオフにより、運用設定を判断する。

また、ハンドオーバー前後の中心周波数が同一か否かで、周波数内、周

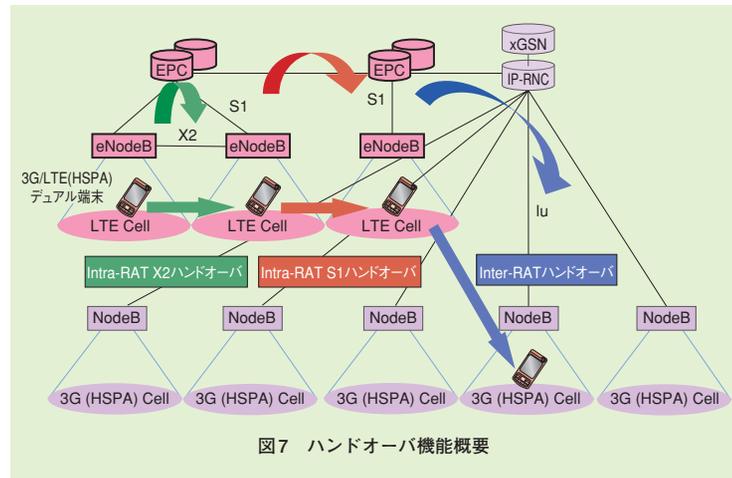


図7 ハンドオーバー機能概要

波数間ハンドオーバーに分類される。

(2) Inter-RATハンドオーバー

RAT間ハンドオーバーであり、LTEから3Gへの移行および3GからLTEへの移行に分類される。

ど)には、ユーザが設定したPDNに自動接続し、IPアドレスが割り当てられる。手動接続もユーザ設定により可能である。

7. あとがき

本稿では、LTEサービス「Xi」(クロッシィ)のシステム、サービスの概要について解説した。Super3Gを提唱して以来、およそ5年にわたる研究開発の結果、2010年12月に「Xi」(クロッシィ)のサービスブランド名で、LTE標準規格準拠の移动通信サービスを東名阪で開始することができた。今後は、計画どおりサービスエリアを充実させるとともに、利用帯域幅の拡大によるさらなる高速化や高機能化に取り組み、端末ラインナップの充実や契約数の伸びとともにLTEサービス「Xi」(クロッシィ)を社会に浸透させ、豊かな生活の基盤として社会に役立てることを目指す。

6.2 音声サービス提供機能

前述のとおり、LTEはPSに特化したシステムであり、3GではCSで提供していた音声サービスは、当面3Gへの切替えにより提供する。これをCSフォールバックと呼ぶ。

なお、LTE導入初期はCSフォールバックにより提供する音声サービスも、将来的にはLTE上のPSドメインでの提供を視野に入れる。

6.3 Always-ON

LTEではPPP (Point-to-Point Protocol)*6を用いず、IP接続のみによる常時接続を行う「Always-ON」コンセプトが採用されている。LTEエリアでアタッチ*7時 (電源ON時な

*5 NAS: アクセス層 (AS: Access Stratum) の上位に位置する。移動端末とコアネットワークとの間の機能レイヤ。

*6 PPP: 3Gネットワークなどのデータ通信で広く用いられているレイヤ2プロトコル。本プロトコルを用いることでネットワーク上の2点間を結び、データ通信を行うことができる。

*7 アタッチ: 移動端末の電源ON時などに

おいて、移動端末をネットワークに登録する処理。