

Technology Reports

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—

LTEを収容するコアネットワーク（EPC）の開発

急増するトラフィックに対応するため、LTE無線アクセス技術を導入する。LTE導入に合わせ、LTEをはじめとした多様な無線アクセスを収容できるEPCを導入する。EPCは、MME、S-GW、P-GW、PCRFから構成され、認証、移動制御、ベアラ管理、課金、QoS制御といった機能を提供する。また、SGSNとの連携により、LTEと3Gとの移動制御をサポートし、HSSではLTEユーザの契約情報を管理している。

ネットワーク開発部
鈴木 啓介
森田 崇
榎葉 慎
繆 震

1. まえがき

スマートフォンの急速な普及、コンテンツのリッチ化などにより、データ通信トラフィックは、今後も増大が続くと見込まれる。ドコモでは、そのような要求に応えるべく、高速・低遅延・大容量が特長であるLTE無線アクセスを導入する。コアネットワークとしては、LTEと同時期（3GPP Release 8）に規定され、LTEをはじめとした多様な無線アクセスを収容できるEPC（Evolved Packet Core）を導入する[1]。EPCは、MME（Mobility Management Entity）^{*1}、S-GW（Serving Gateway）^{*2}、P-GW（Packet Data Network Gateway）^{*3}、PCRF（Policy and Charging Rules Function）^{*4}から構成されてお

り、C-Plane（Control Plane）を制御する装置（MME、PCRF）とU-Plane（User Plane）を制御する装置（S-GW、P-GW）を分離するアーキテクチャを採用し、増大するU-Planeトラフィックへの対応が容易になっている[2][3]。さらに、既存装置であるSGSN（Serving GPRS（General Packet Radio Service）Support Node）^{*5}、HSS（Home Subscriber Server）^{*6}とも連携し、ネットワークの制御を行う。本稿では、EPCとSGSN、HSSからなるネットワークをEPCネットワークと記載する。

EPCでは、ユーザの認証、契約分析、PDN（Packet Data Network）^{*7}での認証、ユーザデータパケットの転送経路の設定、QoS制御^{*8}、移動制御などの機能を提供している。

呼制御方式としては、常時接続である「Always-ON」コンセプトを採用し、移動端末の電源ONと同時にIPアドレスが割り振られ、固定網と同様にIP通信が可能となる。また、課金やQoSを制御するポリシー/課金制御や、異無線間移動制御などをサポートする。

本稿では、EPCネットワークの構成、装置概要および基本的な呼制御方式について解説する。

2. EPCネットワークのノード構成概要

開発したEPCネットワークのノード構成を図1に示す。新規に開発したEPCは、制御信号のみを処理するMMEおよびPCRFとユーザデータの伝送を処理するESPGW

*1 MME：eNodeBを収容し、モビリティ制御などを提供する論理ノード。
*2 S-GW：3GPPアクセスシステムを収容する在圏パケットゲートウェイ。
*3 P-GW：PDN（*7参照）との接続点であり、IPアドレスの割当てや、S-GWへ

のパケット転送などを行うゲートウェイ。
*4 PCRF：ユーザデータ転送のQoSおよび課金のための制御を行う論理ノード。
*5 SGSN：3GPP標準規格上で規定されているパケット通信機能を有する論理ノード。

(EPC Serving and PDN GateWay)^{*9}から構成される。MMEおよびPCRFは3GPP標準アーキテクチャのMMEおよびPCRFと同一であり、ESPGWはS-GW/P-GWに相当している。

2.1 新規開発装置の概要

MMEは、位置登録、ページング^{*10}、ハンドオーバーなどの移動制御およびベアラ^{*11}確立/削除を行う。MMEはHSSから通知される認証情報に基づき、ユーザ認証を実施する。また、MMEは移動端末との間で信号の暗号化機能を提供する。

PCRFは、ユーザが送受信するユーザデータパケットに対して適用する、QoSや課金体系を決定する機能を提供する。PCRFが決定したQoS値はP-GW、S-GW、基地局(eNodeB)に通知され、各ノードは通知されたQoS値に従って、ユーザデータパケットに対してQoS制

御を実施する。

S-GWは、eNodeBもしくはP-GWから転送されるユーザデータパケットを、P-GWもしくはeNodeBへ中継する。S-GWは、LTE/3G無線アクセス間のハンドオーバーの際には、ユーザデータパケットの集約点として機能する。また、無線ベアラが設定されていない移動端末に対しP-GWからユーザデータパケットを受信した際には、無線ベアラの再設定を促すために、MMEへページングを指示する。

P-GWは移動端末とPDNとの接続を行う。また、移動端末へのIPアドレス付与、課金データ収集などの機能を具備する。

2.2 既存装置の拡張

(1)SGSNの機能追加

SGSNは従来どおり、3G上での位置登録やページング、ユーザデータパケット転送のほか、LTEとの移動

制御やS-GWとのベアラ設定/削除を行う。

(2)HSSの機能追加

HSSはLTEユーザ用の契約情報や認証情報を管理し、それらの情報を位置登録契機でMMEへ通知する。また、利用端末の種別とLTE契約情報からLTE契約者のみにLTE端末の利用を許可する機能を有する。

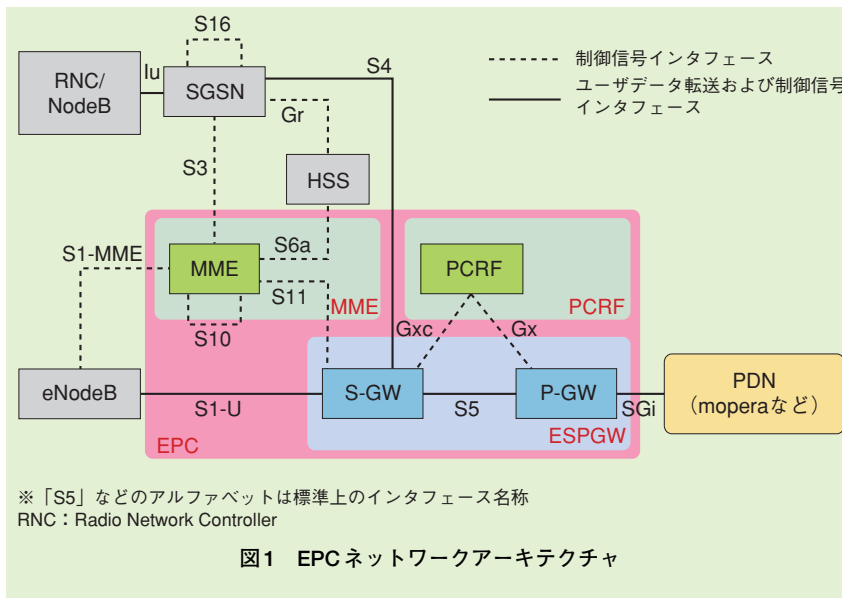
3. 基本呼制御

3.1 Always-ON

LTEおよびEPCでは、移動端末の電源ONと同時にベアラ設定および移動端末へのIPアドレスが付与される「Always-ON」コンセプトを採用している。本コンセプトは、移動端末にIPアドレスが常に付与されていることを示し、サービス提供側のサーバは、アクセス網が移動通信網であることを意識せず、固定通信網と同様のIPサービスが可能となる。常時ベアラ設定されているのはEPC内(S-GW~P-GW間)であり、無通信状態が続くと、無線ベアラ(移動端末~eNodeB~S-GW間)を切断して、無線リソース^{*12}を効率的に利用する。通信発生時には、無線ベアラのみ再設定することで通信が再開されるため、接続遅延が短いのが特長である(図2)。

3.2 ポリシー/課金制御

EPCでは、ユーザの契約状態、接続先(APN: Access Point Name^{*13})およびユーザが利用するアプリケーション種別に応じてパケットデータに適用するQoSや課金体系を柔軟に



*6 HSS: 3GPP移動通信ネットワークにおける加入者情報データベースであり、認証情報および在圏情報の管理を行う。
*7 PDN: EPCが接続する外部のネットワーク。
*8 QoS制御: パケットの優先転送など、通

信の品質を制御する技術。
*9 ESPGW: S-GW、P-GWの能力をもつ装置。
*10 ページング: 着信時に移動端末を一斉に呼び出す処理。
*11 ベアラ: 本稿では、ユーザデータパケッ

トの経路。
*12 無線リソース: 無線チャネル(周波数)割当てに必要なリソースの総称。
*13 APN: 接続ポイント名。企業ユーザなどが接続先として用意するネットワークの接続ポイント名。

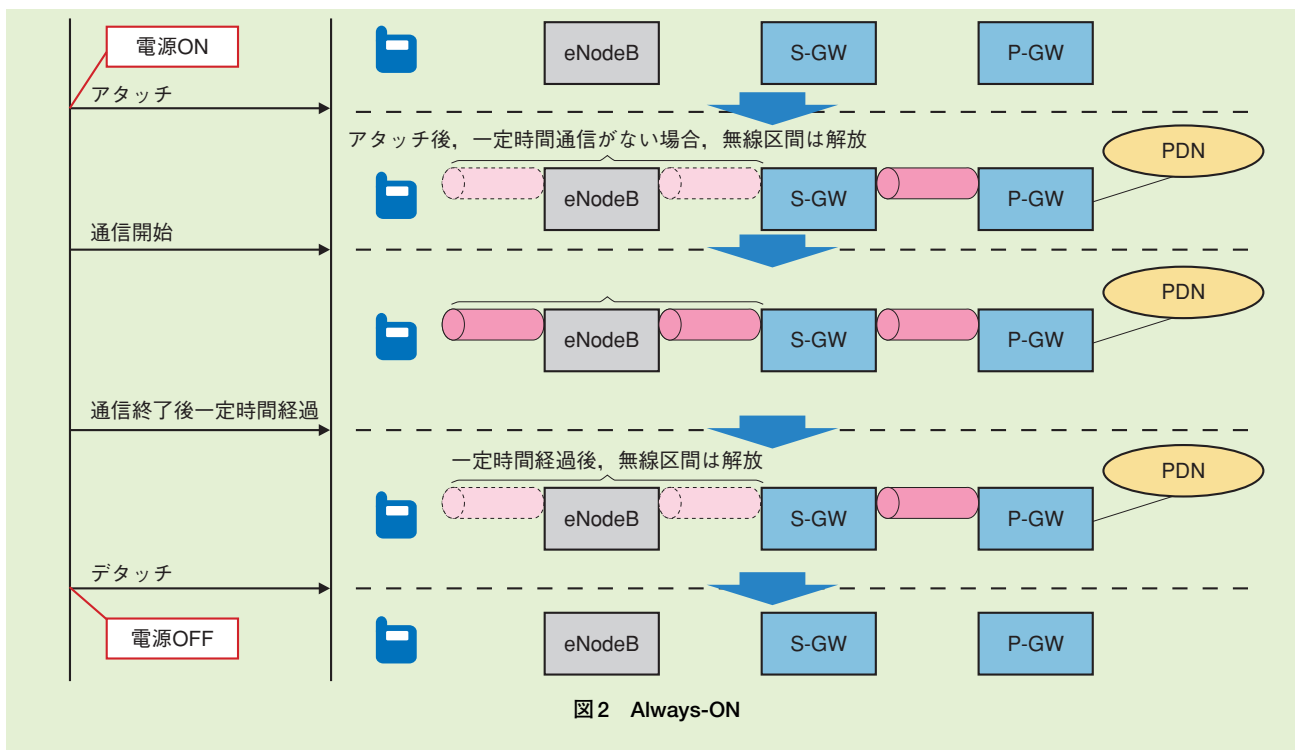


図2 Always-ON

制御することが可能であり、PCC (Policy and Charging Control) により実現する。PCCはポリシー制御^{*14}および課金制御に分かれ、ポリシー制御はこのQoS制御に加え、ネットワークへのパケットの流出入の開閉を行うゲート制御を提供する[4]。

今回のEPC開発においては、前述の機能のうち、課金制御の一部を提供する。アタッチ^{*15}時のパケット接続時にPCRFにてAPNごとに保持する課金体系を参照し、非課金となっている場合は、P-GWへ非課金制御を指示し、本APN上でのパケットデータに関する明細ビル情報の生成を抑止する。

3.3 アタッチ手順

移動端末の電源ON時に実施され

るアタッチ手順を図3に示す。

- ・手順①～④：

移動端末は、アタッチ要求信号をMMEへ送信する。MMEは、HSSから取得した認証情報を基にユーザ認証を行い、HSSからベアラ設定に必要な契約情報を取得し、管理する。

- ・手順⑤～⑪：

MMEは、移動端末が通知したAPNを基に、DNS (Domain Name System)^{*16}によりベアラ設定先のS-GWおよびP-GWを選択し、選択したS-GWに対してベアラ設定要求信号を送信する。

S-GWは、ベアラ設定要求信号に設定されたP-GWに対して、ベアラ設定処理を実施す

る。P-GWはPCRFと連携し、適用すべき課金情報を取得し、さらにPDNへの接続処理を実施する。S-GWとP-GWとの間のベアラ設定が完了すると、S-GWはeNodeB向けの伝達情報をMMEへ通知する。

MMEは、S-GWから受信した伝達情報をeNodeBへ無線ベアラ設定要求として通知する。また本設定要求には、移動端末へのアタッチ受入れ信号も含まれる。eNodeBは、移動端末との間で無線ベアラを確立すると同時に、アタッチ受入れ信号を移動端末へ送信する。また、移動端末より無線ベアラ設定応答信号を受信し、S-GW向けの伝達情報をMMEへ通知す

*14 ポリシー制御：ネットワークあるいは加入者情報などに基づいて、QoSやパケット転送可否などの通信制御を行う技術。

*15 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。

*16 DNS：IPネットワーク上のホスト名とIPアドレスの対応付けを行うシステム。

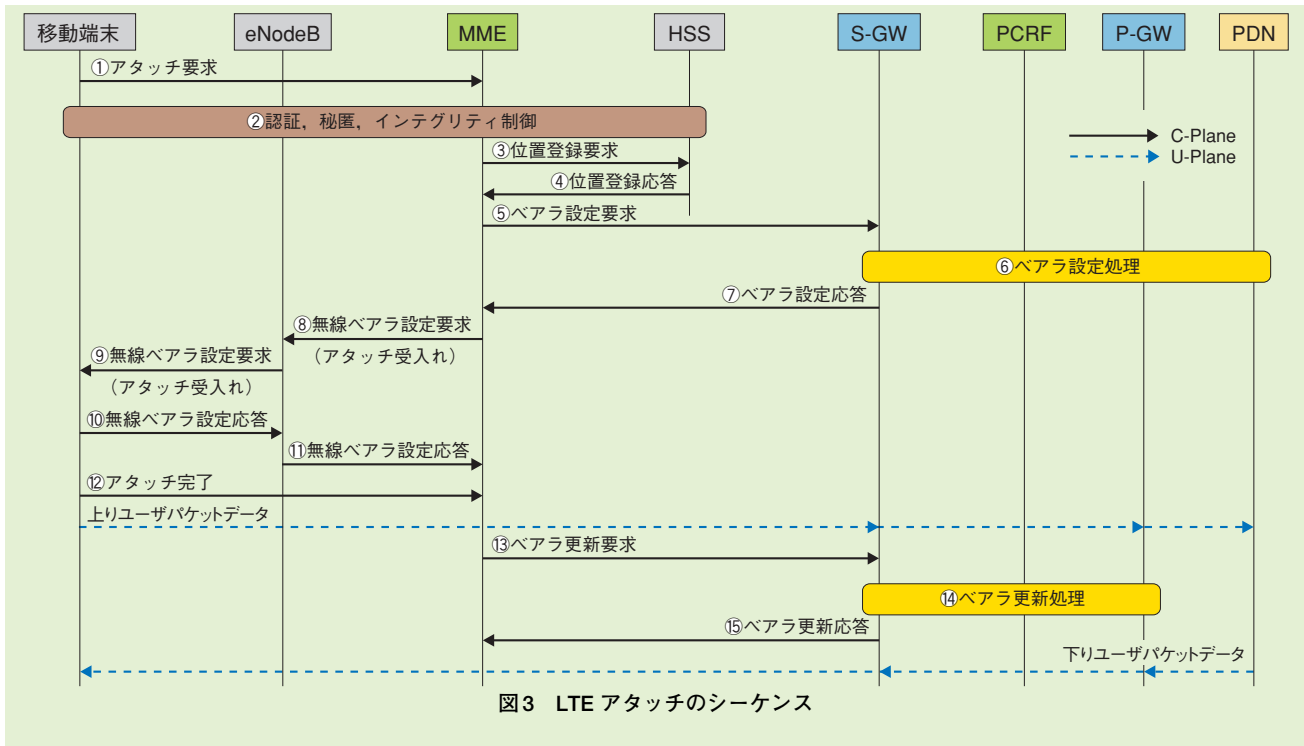


図3 LTE アタッチのシーケンス

る。

・手順⑫～⑮：

MMEは、移動端末よりアタッチ完了信号を受信すると、eNodeBから受信した伝達情報をS-GWへ通知する。

S-GWは、受信した伝達情報を基に、eNodeBとS-GWとの間のベアラ設定を完了する。これらのメカニズムにより、移動端末～eNodeB～S-GW～P-GW間のベアラ設定が完了する。

3.4 異無線アクセスシステム間の移動制御方式

異無線間移動制御方式は、移動先のベアラをあらかじめ設定するハンドオーバー方式と、通信中のベアラを一度切断し、移動先での位置登録契

機で通信経路を切り替える Release with Redirection方式がある。サービス開始時は、3GPP標準で必須機能である後者を採用する。

LTEから3GへのRelease with Redirection手順を図4に示す。

・手順①～②：

移動端末は、無線品質報告信号をeNodeBに対して通知する。eNodeBは報告された情報に基づき、無線リンクを解放し、3Gへの移動を指示する。

・手順③～④：

eNodeBからの移動指示に従い、移動端末は3Gを選択する。移動端末は、MME識別情報を含んだ位置登録要求信号をSGSNへ送信する。

・手順⑤～⑧：

SGSNは、移動端末から受信したMME識別情報を基にMMEを特定し、伝達情報(S-GWのIPアドレス、ベアラ情報など)を取得する。

・手順⑨～⑪：

SGSNは、取得した伝達情報に基づいて、ベアラ情報(SGSNのIPアドレスなど)を設定したベアラ更新要求信号をS-GWへ送信する。S-GWは、受信したベアラ情報に基づきP-GW、PCRFと連携し、ベアラ更新処理を実施する。S-GWは、SGSNへの通信経路に切り替え、SGSNへベアラ更新応答信号を返送する。

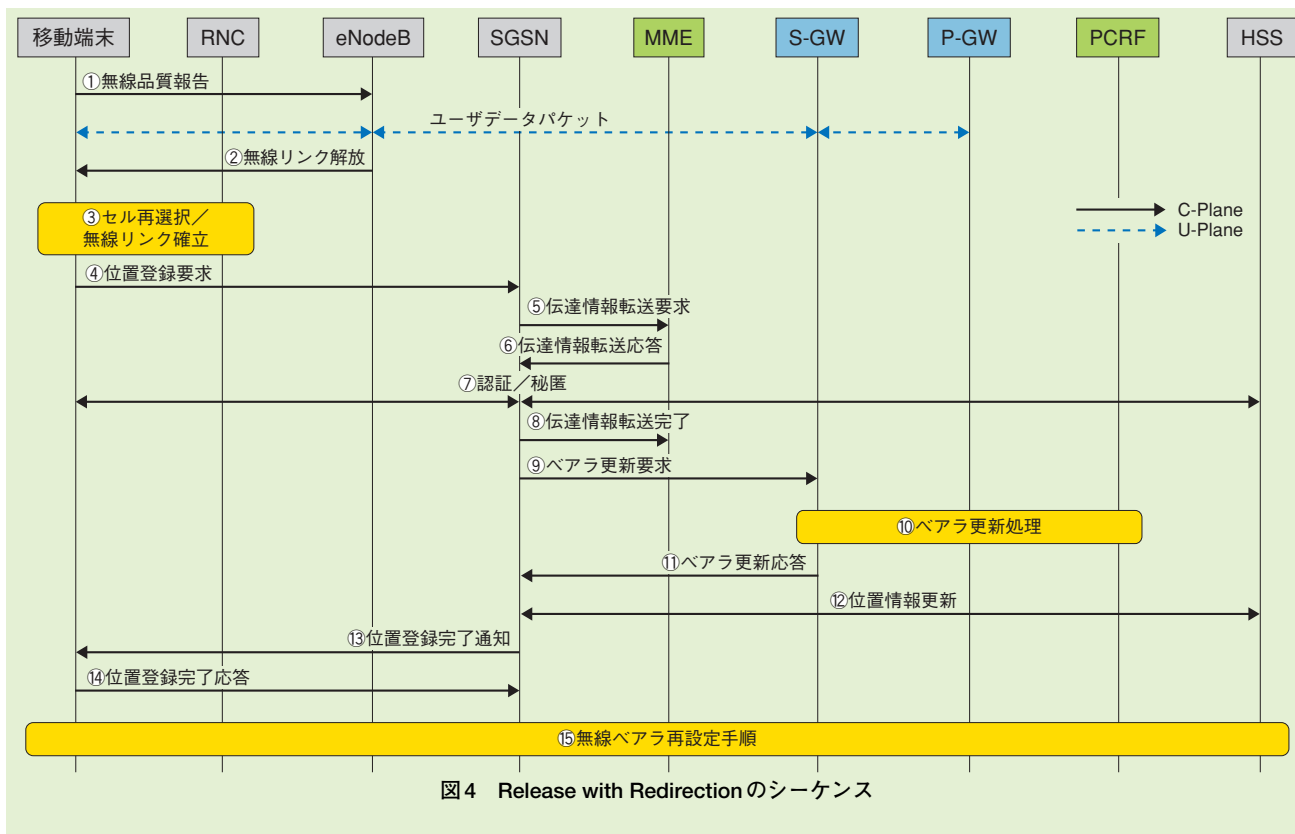


図4 Release with Redirectionのシーケンス

・手順⑫～⑭：

SGSNは、HSSへ位置情報更新を行った後、移動端末へ位置登録完了信号を送信する。これらの手順により、コアネットワーク内のユーザデータパケット転送経路が3G側へ切り替わる。

・手順⑮：

無線ベアラ再設定手順を実施することにより、3Gでの通信を開始する。

3.5 無線ベアラ再設定手順

無線ベアラが切断されている状態からユーザデータパケットが発生すると、無線ベアラの再設定手順を実

施する（図5）。

・手順①～③：

本手順は、ネットワークから移動端末向けのユーザデータパケット発生時にのみ実施される。

P-GWからユーザデータパケットを受信したS-GWは、無線ベアラが切断されている場合、受信したパケットをいったん保留し、MMEに対してユーザデータ着信通知信号を送信する。

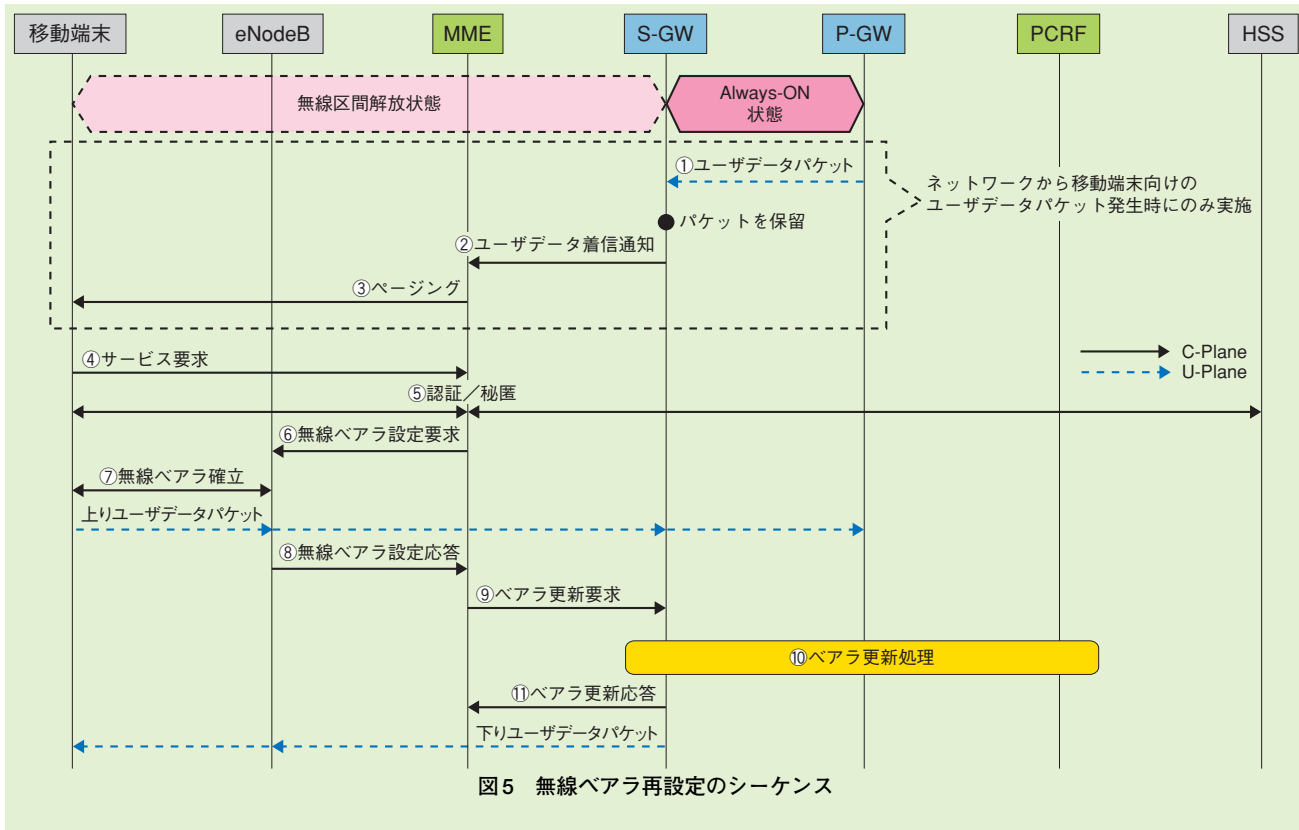
MMEは、移動端末に向けてページングを実施する。以降の処理は、手順④以降に準じる。

・手順④～⑧：

本手順以降は、ネットワークから移動端末向けのユーザデータパケット発生時、および移動端末からネットワーク向けのユーザデータパケットの発生時に実施される。

移動端末は、MMEに対してサービス要求信号を送信する。その後、認証／秘匿などの手順を実施したMMEは、eNodeBに対してS-GWのIPアドレス、ベアラ情報を含んだ無線ベアラ設定要求信号を送信する。

eNodeBは、移動端末との間で無線ベアラを確立し、S-GWまでの経路を設定する。さら



に、eNodeBのIPアドレス、ベアラ情報を設定した無線ベアラ設定応答信号をMMEへ返信する。

・手順⑨～⑪：

MMEは、S-GWに対してベアラ更新要求信号を送信し、eNodeBのIPアドレス情報をS-GWへ転送する。

S-GWは、eNodeBあての経路を設定し、ベアラ更新応答信号をMMEへ返信する。

これらの手順により、移動端末からS-GWまでの無線ベアラが再設定され、通信再開時に、コアネットワーク内のベアラ設定が省略でき、接

続遅延を短縮することができる。

4. あとがき

ドコモでは、LTE無線アクセスの導入に合わせ、コアネットワークとしてEPCを導入した。本稿では、EPCネットワークの構成、装置概要および基本的な呼制御方式を解説した。EPCは、MME、PCRF、S-GW、P-GWから構成され、Always-ON、課金制御、異無線間移動制御などの呼制御を提供する。

今後も、LTE対応端末に対し3G無線上で音声通信を提供するCS Fallback^{*17}[5]への対応など、EPCネットワークの発展を進めていく予定である。

*17 CS Fallback：LTE在圏中に音声などの回線交換サービスの発着信があった場合に、CSドメインのある無線アクセス方式に切り替える手順。

文献

- [1] 西田, ほか：“ALL-IPネットワークを実現するSAE基本制御技術,” 本誌, Vol.17, No.3, pp.6-14, Oct. 2009.
- [2] 3GPP TS 23.401 V8.12.0：“General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access,” Dec. 2010.
- [3] 3GPP TS 23.402 V8.9.0：“Architecture enhancements for non-3GPP accesses,” Jun. 2010.
- [4] 3GPP TS 23.203 V8.11.0：“Policy and charging control architecture,” Sep. 2010.
- [5] 田中, ほか：“LTEと3G回線交換サービスの連携を実現するCS Fallback機能,” 本誌, Vol.17, No.3, pp.15-20, Oct. 2009.