

## LTEを収容するコアネットワーク (EPC)を支える技術

NTTドコモでは、急増するトラフィックに対応するため、LTE無線アクセスと合わせ、次世代のコアネットワークとしてEPC (Evolved Packet Core) を導入します。EPCの特徴的な技術として、S1-Flex, Multi TA Registration, IPv6対応が挙げられます。S1-Flexは、MMEとeNodeBとの間をフルメッシュで接続することにより、MMEの負荷均等化、信頼性向上を実現します。Multi TA Registrationは、移動端末へ個々に位置登録エリアを割り当てることにより、位置登録負荷を分散します。IPv6対応では、IPv4/v6デュアルスタックをサポートし、IPv6アドレスの割当て方法に移動網特有の考慮がなされています。

### EPCとは

LTE (Long Term Evolution) の標準化と同時期に、ALL-IPネットワークの標準化が3GPP (3rd Generation Partnership Project) にて実施され、LTE無線アクセスを含む各種無線アクセスシステムを収容できるコアネットワークとしてEPC (Evolved Packet Core) が規定されました<sup>(1)</sup>。

NTTドコモではLTE無線アクセスの導入に合わせて、コアネットワークにおいてもEPCを導入しました。EPCは、FOMAで採用しているGPRS (General Packet Radio Service) \*1を発展させたアーキテクチャであり、GPRSとの異無線間移動制御も容易にできるよう設計されています。3Gでは3GPP Release 99仕様が規定された後、パケットサービスの成長に伴い、段階的に機能が追加されました。EPCでは、それらの追加機能を規格当初から基盤機能として具備することにより、よりシンプルかつ柔軟な制御を可能としています。

ここでは、EPCを構成する特徴的な技術として、S1-Flex, Multi TA Registration, IPv6対応の3点について解説します。いずれの機能も、2G・3Gでの経験を基に、LTEおよびEPCにて改善が図られています。

### S1-Flex

LTEおよびEPCでは、基地局 (eNodeB) が複数のMME (Mobility Management Entity) \*2に帰属可能とするS1-Flex技術が採用されています。Pool Area \*3では位置登録エリア (TA: Tracking Area) が変わっても、MMEを変更することなく呼制御が可能となります (図1)。

#### ■制御方式

位置登録時に移動端末に割り当てるユーザ識別子には、MMEの識別子 (MME Code) が含まれています。移動端

末内でMME Codeを記憶し、移動端末は次回アクセス時にMME CodeをeNodeBに通知します。

eNodeBでは、MME CodeよりPool Area内のMMEを特定し、信号を転送します。MME CodeからMMEを特定できない場合は、eNodeBはPool Area内の任意のMMEに信号を転送します (図2)。

また、MMEは自らの処理能力を任意のタイミングでeNodeBに通知することが可能であり、eNodeBは処理能力に応じたMME選択が可能です。さらに、MME障害やMME負荷状態を検知して、ほかのMMEを選択する論理を具備することが可能です。

#### ■S1-Flexのメリット

S1-Flexのメリットは次の3点です。

- ① MME負荷の均等化：Pool Areaを複数のMMEで処理するためMME負荷の均等化が図られ、設備利用効率が増します。
- ② MMEとHSSとの間の位置登録数の削減：移動端末がPool Area内で移動する場合、MMEの移動が不要となり、MMEとHSS (Home Subscriber Server) \*4との間の位置登録処理を削減できます。
- ③ 信頼性の向上：一部のMMEが故障した場合にも、正常に動作しているほかのMMEで接続することができます。

### Multi TA Registration

LTEおよびEPCでは、Pool Area内に複数のTAを設計し、あるPool Area内のTAをネットワークにて、移動端末ごとにリスト化 (TA-List) して割り当てるのが可能です。本

\*1 GPRS：2G・3Gで採用されているパケット通信システム。

\*2 MME：eNodeBを収容し、モビリティ制御などを提供するノード。

\*3 Pool Area：MMEとeNodeBとの間でフルメッシュ接続されるエリア。

\*4 HSS：加入者情報データベース。



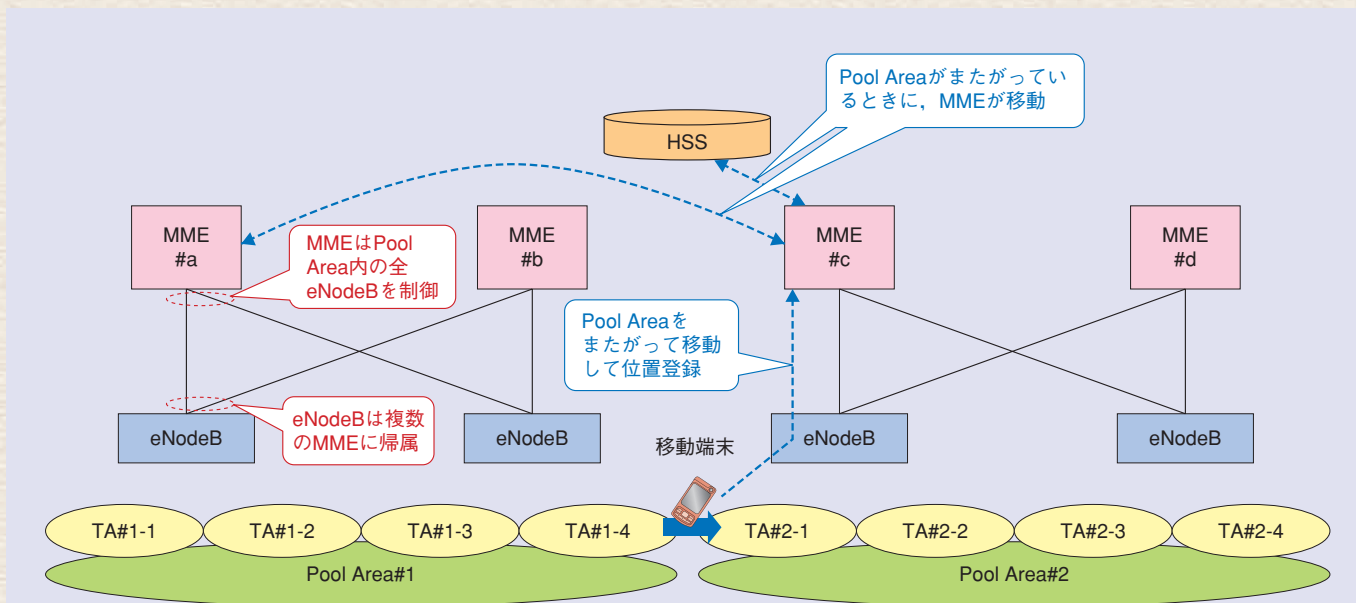


図1 S1-Flex 概要

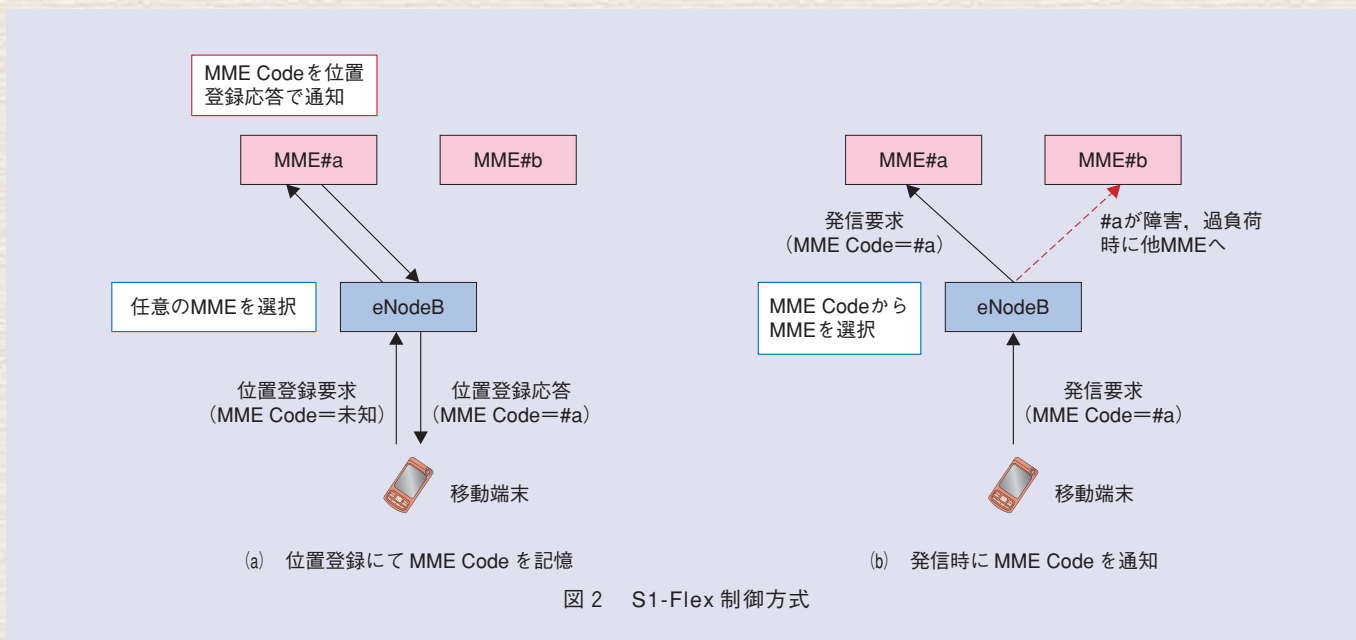


図2 S1-Flex 制御方式

制御により、移動端末が位置を移動し在圏するTAが変わっても、TA-List内の変更であれば、移動端末はネットワークへ位置登録信号を送信しません。そのため、移動端末ごとにネットワークへ位置登録信号を送信するタイミングを変更することが可能です。したがって、例えば電車移動により、多くの移動端末が一度にTAをまたがったとしても、移動端末ごとにTA-List内の移動もしくはTA-List外の移動となり、TA-List外の移動となる移動端末のみがネットワークへ位置登録信号を送信するため、移動端末とMMEとの間の

位置登録負荷の分散が図れます。

### ■制御方式

#### (1) TA-Listの割当て

あるPool Area内において、移動端末がネットワークへ送信する位置登録要求信号 (TAU) には、移動端末が在圏中のTAが設定されます。MMEはTAUを受信すると、その信号に設定されたTAと自身で保持するTA-Listを比較します。次に、当信号内のTAを含むTA-Listを選択し、位置登録応答信号 (TAU accept: Tracking Area Update

accept) に設定し、移動端末へ通知します。

(2) TA-List割当て後の移動端末の位置登録動作

TA-List割当て後の位置登録動作を、移動端末UE#aを例として、**図3**に示します。UE#aは、TAU acceptにてMMEからTA-List#a\_1 (TA#1, TA#2) が割り当てられています。UE#aがTA#1からTA#2に移動しても、TA-List#a\_1のTA内の移動のため、UE#aはネットワークへTAUを送信しません。UE#aがTA#2からTA#3へ移動すると、TA-List#a\_1のTA外の移動のため、UE#aはTA#3を設定したTAUをネットワークへ送信します。MMEはUE#aからTAUを受信すると、本例ではTA-List#a\_2を選択して、TAU acceptに設定します。

(3) ページング処理

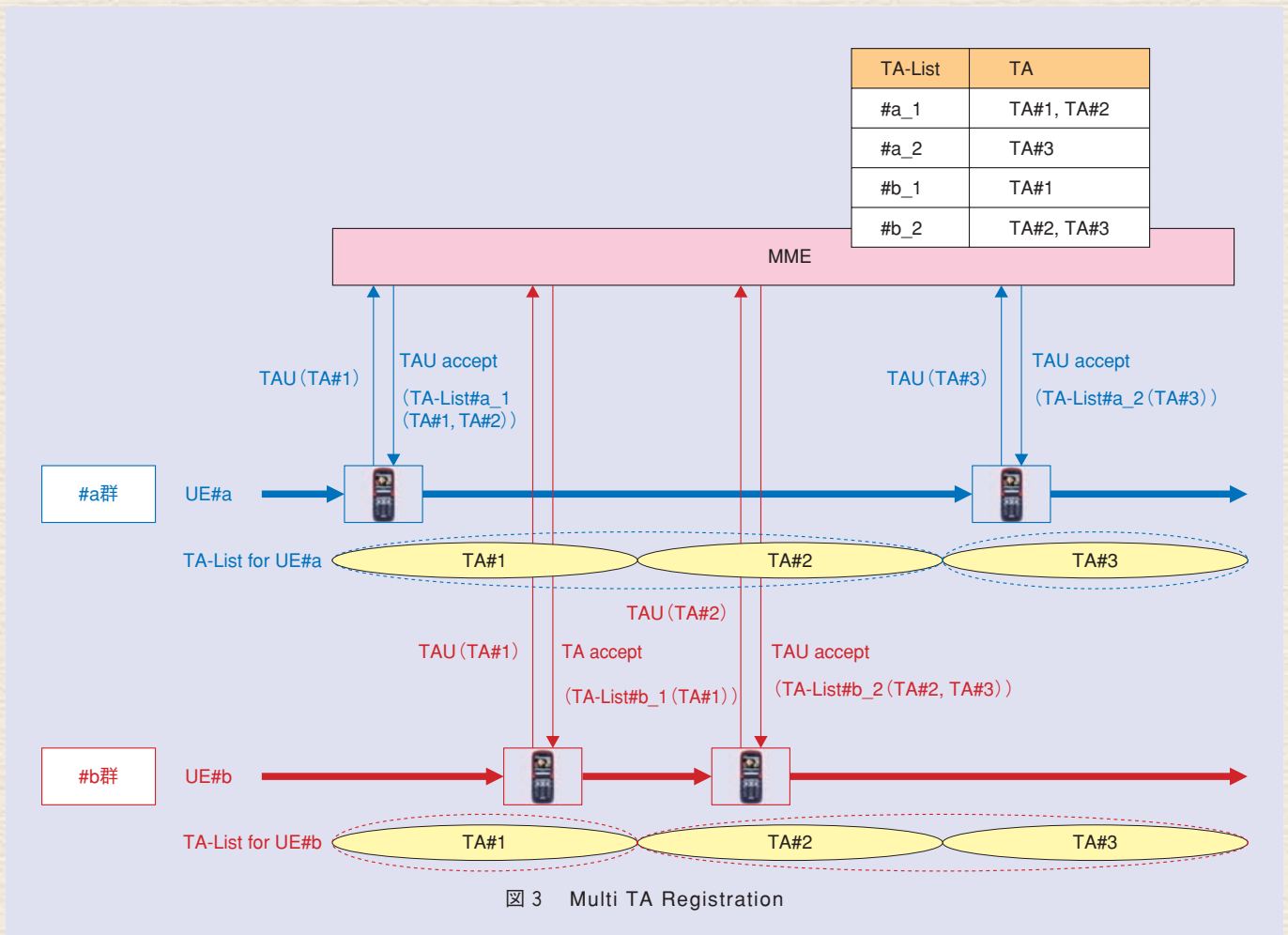
無通信状態が一定時間継続されると、移動端末と無線間のベアラ\*<sup>5</sup>は解放されます。その後、解放前に接続していたサーバなどから移動端末向けにユーザパケットデータが送信されると、MMEは、移動端末と無線間のベアラを再設定するためにページング\*<sup>6</sup>処理を行います。

Multi TA Registrationを運用している場合には、移動端末のTA情報はTA-Listとして管理しているため、MMEは在圏中のTAを一意に特定できない可能性があります。そのため、MMEはTA-List内のすべてのTAに対してページング信号を送信します。移動端末はページング信号を受信すると無線ベアラの設定を行い、在圏中のTAにてユーザパケットデータの受信が可能となります。

## IPv6対応

EPCは、移動端末とPDN (Packet Data Network)\*<sup>7</sup>がIPv6に対応している場合に、移動端末にIPv6アドレスを付与できます。また、3Gと異なり、IPv4/IPv6デュアルスタックに対応しています。IPv6アドレスを付与する際に、

- \*5 ベアラ：ここでは、ユーザデータパケットの経路。
- \*6 ページング：着信時に移動端末を一斉に呼び出す処理。
- \*7 PDN：EPCが接続する外部のネットワーク。





EPCは移動端末ごとに64 bitのグローバルユニキャストアドレス\*<sup>8</sup>のIPv6 Prefix\*<sup>9</sup>を付与します。

## ■IPv6アドレス設定

移動端末は、IPv6のリンクローカルアドレス\*<sup>10</sup>とグローバルユニキャストアドレスを保持します。それぞれの設定方法、および一般的なIPv6アドレス設定との差異を次に述べます(図4)。

### (1) リンクローカルアドレス

ベアラ確立の際に、EPCから移動端末に対してInterface ID\*<sup>11</sup>が通知されます。移動端末は通知されたInterface IDを必ず用いてリンクローカルアドレスを生成する必要があります。移動端末はEUI-64\*<sup>12</sup>を保持していないため、EPCから通知したInterface IDを用いる点が、一般的なIPv6アドレス設定と異なります。

### (2) グローバルユニキャストアドレス

ベアラの設定が完了すると、EPCは移動端末に対してRA(Router Advertisement)\*<sup>13</sup>を送信します。RAに設定されたIPv6 Prefixを用いて、移動端末はIPv6アドレスを生成します<sup>(2)</sup>。その際、任意のInterface IDを用いてIPv6アドレスを生成できます。また、移動端末はネットワークに通知することなく、Interface IDを変更できます。

## ■IPv6パラメータ設定

EPCは移動端末に対して、IPv6のDNS(Domain Name System)\*<sup>14</sup>サーバアドレスなどのパラメータ設定を行うことができます。例えば、IPv6のDNSサーバアドレス設定方法として、次の三通りの通知方法があります。

- ① PCOによる通知：EPCは、ベアラ接続応答信号のPCO(Protocol Configuration Options)\*<sup>15</sup>にDNSv6を設定して、移動端末へ通知できます。
- ② RAによる通知：EPCは、ベアラ確立後に移動端末に対して送信するRAに、DNSv6を含めて通知することができます。
- ③ DHCPv6による通知：移動端末は、RAでDHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)\*<sup>16</sup>v6の

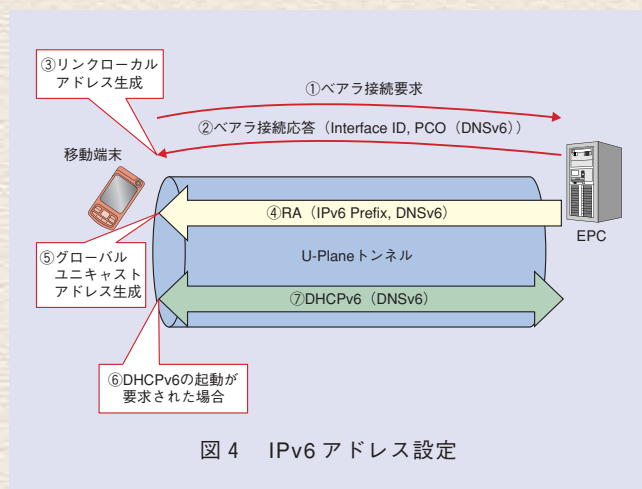


図4 IPv6アドレス設定

起動が要求された場合に、DHCPv6の要求信号をEPCへ送信します。EPCは、DHCPv6の応答信号にDNSv6を含めて通知することができます。

②、③は通常のIPv6環境と同様ですが、①はEPCで特有の設定方法です。

## 今後の展開

EPCを支える特徴的な技術として、S1-Flex, Multi TA Registration, IPv6対応について解説しました。今後も、LTEと3Gとの間で位置登録が省略可能なISR (Idle mode Signalling Reduction) 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す。

## ■参考文献

- (1) 3 GPP TS23.401 V8.12.0: "General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access," Dec. 2010.
- (2) IETF RFC4862: "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," Sept. 2007.

## ◆問い合わせ先

NTTドコモ

研究開発推進部

TEL 03-5156-1749

FAX 03-5156-0232

\*8 グローバルユニキャストアドレス：IPv6で定義されている、インターネット上で1対1通信を行うときに使用するアドレス。  
 \*9 IPv6 Prefix：IPv6アドレスの128 bitのうち、先頭の64 bitの部分。IPv4におけるネットワークアドレスに相当。  
 \*10 リンクローカルアドレス：IPv6で定義されている、リンク内(同一ルータ配下のネットワーク内)で使用するアドレス。  
 \*11 Interface ID：IPv6アドレスの128 bitのうち、後半の64 bitの部分。  
 \*12 EUI-64：MACアドレスからのマッピングでつくられる、64 bitのインタフェース識別子。  
 \*13 RA：IPv6の各種情報をリンク内の端末へ通知するためにルータから送信する信号。  
 \*14 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。  
 \*15 PCO：ベアラ確立信号で、各種プロトコルのオプションを転送。  
 \*16 DHCP：ネットワークに接続したコンピュータに、IPアドレスなどの情報を自動的に割り当てるプロトコル。