

## LTE国際データローミングの実現

EPCの標準化が3GPPで行われた後、モバイル事業者間での国際ローミングサービスを実現するための規定がGSMAで定められた。ドコモはこれらの標準化活動に積極的に関わっており、さまざまな提案を行ってきた。そして、その内容を受けたLTEローミングインがドコモネットワークにて2013年12月にサービス開始された。

本稿では、LTEローミングインを実現するネットワーク構成や3G在圏時の処理、DNSアドレス解決といったLTEローミングインで特徴的な呼処理方式について解説する。

ネットワーク開発部  
あべ もとひろ いなば ひさゆき  
阿部 元洋 稲葉 悠行  
すずき けいすけ みやお じえん  
鈴木 啓介 繆 震

### 1. まえがき

3GPPにて、LTEを収容するコアネットワークであるEPC (Evolved Packet Core) \*1の標準化がRelease 8で完成されて以後、その規定をもとにLTE国際データローミングを実現するためのガイドライン・試験項目の策定がGSMA (GSM Association) \*2で行われてきた[1]。

ドコモは、これらの標準化活動の中で多数の技術的提案を実施するなど中心的な存在として大きく貢献してきた。そして2013年12月、GSMAの標準化規定に準拠したLTEの国際データローミングイン(以下、LTEローミングイン) サービスがドコモネットワークにおいて

開始された。

LTEローミングインの開始により、ローミングインユーザがドコモネットワーク内でLTEデータ通信の利用が可能となり、海外からのユーザに高速な通信を提供できるようになった。

本稿ではまずドコモが採用しているLTEローミングインの接続シナリオとネットワーク構成を標準化の観点から解説する。次に、3Gローミングインと同様のサービスを実現するためのLTEローミングインのコアネットワークとの接続方法、DNS (Domain Name System) \*3選択方式を解説し、最後にLTEローミングにおけるVoLTE (Voice over LTE) 端末の制御方法と課題

を述べる。

### 2. 海外事業者との通信方式

#### 2.1 ローミングシナリオ

GSMA PRD IR.88では、HPLMN (Home-Public Land Mobile Network) \*4 所属の端末がVPLMN (Visited-Public Land Mobile Network) \*5にローミングインしてきたケースにおいて、VPLMNのネットワークにLTEと2G/3G無線アクセスが共存する場合のローミングシナリオを図1のように規定している[2]。HPLMNへの接続インタフェース (IF) がP-GW (Packet data network Gateway) \*6のみとなるシナリオ (図1 (a) (c) と、3Gローミング同様の

\*1 EPC : LTEおよび他のアクセス技術向けに3GPPで規定された、IPベースのコアネットワーク。

\*2 GSMA : ローミングルールの策定をはじめとした、さまざまなモバイル業界の活動を支援・運営する、世界最大の移動通信関連の業界団体。移動通信事業者と中継事業者や端末・装置ベンダ、ソフトウェアベンダ

などの関連企業が参加している。

\*3 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。

\*4 HPLMN : 加入者が契約している事業者のこと。

\*5 VPLMN : 加入者がローミングした先の事業者のこと。

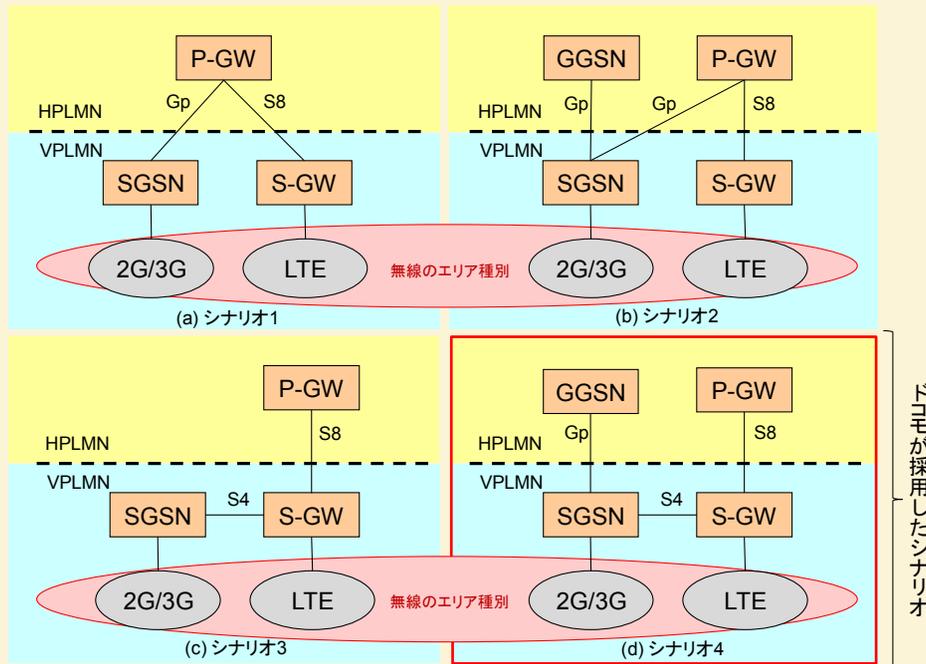


図1 LTEローミングインシナリオ (HPLMN所属の端末がVPLMNにローミングインした場合)

GGSN (Gateway General packet radio service Support Node)<sup>\*7</sup>との接続IFももつシナリオ (図1 (b) (d)) が規定されている。さらに、VPLMNのSGSN (Serving General packet radio service Support Node)<sup>\*8</sup>とHPLMNのP-GWでGp-IF<sup>\*9</sup>をもつシナリオ (図1 (a) (b)) とVPLMNのSGSN/S-GW (Serving GateWay)<sup>\*10</sup>とHPLMNのP-GWで接続するS4-IF<sup>\*11</sup>およびS8-IF<sup>\*12</sup>をもつシナリオ (図1 (c) (d)) で分類することができる。LTEローミングでは、図1に示したシナリオのいずれかを各オペレータは採用することになる。今回ドコモはローミングインサービスの提供を行うため、VPLMNがドコモ、HPLMNが海外

オペレータとなる。HPLMNのシナリオとして、S4/S8-IFを海外オペレータの多くが採用しており、Gp-IFしか対応しないオペレータが少ないことが見込まれるため、ドコモではS4/S8-IFをもつシナリオ (図1 (d)) を採用している。

## 2.2 ネットワーク構成

次にLTEローミングインにおけるドコモのネットワーク構成を図2に示す。HPLMNとVPLMNは事業者間の通信データを転送するための国際的なIP中継網であるIPX (IP eXchange)<sup>\*13</sup>により接続されている。MME (Mobility Management Entity)<sup>\*14</sup>とHSS (Home Subscriber Server)<sup>\*15</sup>間ではDiameter<sup>\*16</sup>プロ

トコルを使用している。そのDiameter信号のルーティングをモバイル事業者間で行う場合、DEA (Diameter Edge Agent)<sup>\*17</sup>をモバイル事業者間に配置することがGSMA PRD IR.88にて規定されている。これにより、ネットワークポロジ<sup>\*18</sup>の流出防止や、Diameterコネクションを集約することで自網内でネットワークの構成変更があった場合、他網への影響を減らすことができる。ドコモでも、IR.88の規定に従いMME-HSS間にDEAを配置している。また、IR.88の規定によると、DEAの配置形態は、モバイル事業者ネットワーク内に配置することもIPX事業者に配置することも可能である。ドコモではネットワー

\*6 P-GW：移動端末と外部ネットワークとの接続を実現する機能をもつ論理ノード。

\*7 GGSN：外部ネットワークとの接続点であり、IPアドレスなどの割当てをする論理ノード。

\*8 SGSN：パケット交換およびパケット通信を行う移動端末の移動制御を行う論理ノード。

\*9 Gp-IF：SGSN～GGSN間、またはSGSN～P-GW間のローミングにおけるIF名称。

\*10 S-GW：LTEネットワーク上でのパケット交換機。P-GWとの間でユーザデータの送受信を行う。

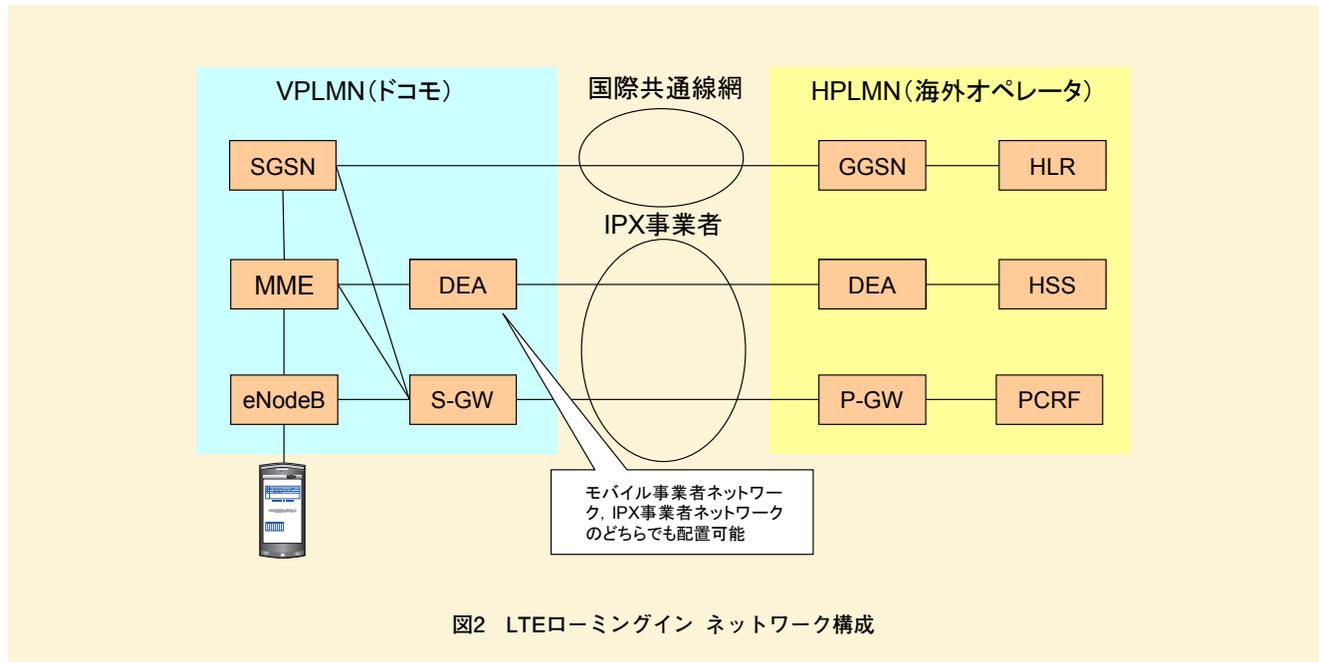
\*11 S4-IF：SGSN～S-GW間のIF名称。

\*12 S8-IF：S-GW～P-GW間のローミングにおけるIF名称。

\*13 IPX：GRX (GPRS Roaming eXchange) が進化した中継ネットワークで、QoS機能を提供する。

\*14 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。

\*15 HSS：3GPP移動通信網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。



ク障害が発生したときなど緊急時の保守作業を可能にするため、DEAを自網内に配置している。

### 3. LTEデータローミングイン呼処理制御方式

LTEローミングインでの呼制御手順は、基本的に国内接続における動作と同様である[3]。ただし、S-GW~P-GW間のS5プロトコル\*19としてドコモネットワーク向けに採用しているPMIPv6 (Proxy Mobile Internet Protocol version 6) \*20ではなく、海外オペレータで多く使用されているGTPv2 (GPRS Tunneling Protocol version 2) \*21を採用することで、海外オペレータとの相互接続性を高めている。また、国内接続との違いとして、海外ユーザの3G在圏時の接続方式とDNSのアドレス

解決手法が挙げられる。

#### 3.1 3G在圏時におけるローミング接続

##### (1)接続経路の設定

LTEのサービスエリアは日々広がっているが3Gエリアも残存しており、海外からのローミングインユーザも3Gでの接続が発生する。国内でのLTE契約ユーザによる3G在圏時は、移動端末能力により接続経路を決定している。3G端末ではGGSNへの接続、3G/LTEデュアル端末ではP-GWへの接続となっている[3]。

国際ローミングの場合、図1に示したシナリオに基づいて接続することが求められているが、ドコモが採用したシナリオ4では、網内と同様に移動端末の能力により接続経路を決定できる。移動端末の能力が3G

端末であればGGSN接続、3G/LTE端末ならばP-GW接続となる。

##### (2)契約情報

契約情報の扱いについても、LTEローミング特有の考慮が必要となる。HLR (Home Location Register) \*22とSGSN間でやりとりされるGSM-MAP ( Mobile Application Part) \*23信号内のパラメータとして、LTEの契約情報であるEPS (Evolved Packet System) Subscription Dataが規定されている。国内接続では本パラメータを参照して、必要な契約判断、QoS (Quality of Service) 制御\*24などを実施している。しかしながら、本パラメータは3GPP標準上必須パラメータではないため、海外HSS/HLRから必ず通知される保証がない。そのため、LTEローミングインにおける3G在圏時の接続には必須のパラメータである

\*16 Diameter : IETF (Internet Engineering Task Force) で規定されたIPベースの制御信号。  
 \*17 DEA : Diameter信号をやり取りする際にモバイル事業者間に配置するDiameter中継装置。  
 \*18 ネットワークトポロジ : ホスト名など事業者内のネットワーク構成に関わる情報のこと。他網に対してその情報が通知されることを「ネットワークトポロジの流出」という。

\*19 S5プロトコル : S-GW~P-GW間 (S5-IF) で使用されるプロトコル。  
 \*20 PMIPv6 : アクセスシステムの種別や端末能力によることなくネットワーク内のパケット伝送経路管理を行う通信プロトコル。  
 \*21 GTPv2 : ユーザデータの伝送を行うために利用される、コアネットワーク内の通信経路設定およびデータ転送などの機能を提供する通信プロトコル。

\*22 HLR : 3GPP上で規定される加入者情報の管理機能、および呼処理機能を有する論理ノード。  
 \*23 GSM-MAP : 2G/3Gで使用される通信プロトコル。HLRとSGSNの間で使用される。  
 \*24 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。

GPRS Subscription Data (3Gでの契約情報)を利用して接続している。P-GW接続の際に必要なEPS特有の情報(QoSなど)は、GPRS Subscription Dataに設定された情報を基にSGSNにて生成している。このように参照するパラメータを国内接続から変更することによって3G在圏時でもLTE在圏時と同等のサービスを提供している。

### 3.2 LTEローミングインにおけるアドレス解決方法

LTEローミングインでは、3.1節で述べたように、端末能力により接続先がGGSNとなる場合とP-GWとなる場合があり、SGSNは両方の接続方式に対応する必要がある。GGSNに接続する場合とP-GWに接続する場合はDNSアドレス解決の方法(DNSへのGGSN/P-GWアドレス問合せ方法)が異なるため、

その方法を使い分ける必要がある。

従来の3Gでのアドレス解決方法では、APN (Access Point Name)<sup>\*25</sup>をキーとしてA record<sup>\*26</sup>の問合せを行い、海外オペレータのGGSNのアドレスを解決している(図3(a))。一方、LTEでは3GPP Release 8にて規定されているDNSアドレス解決手順S-NAPTR (Straight forward-Name Authority PointeR)<sup>\*27</sup>でDNSアドレス解決を行う(図3(b))。

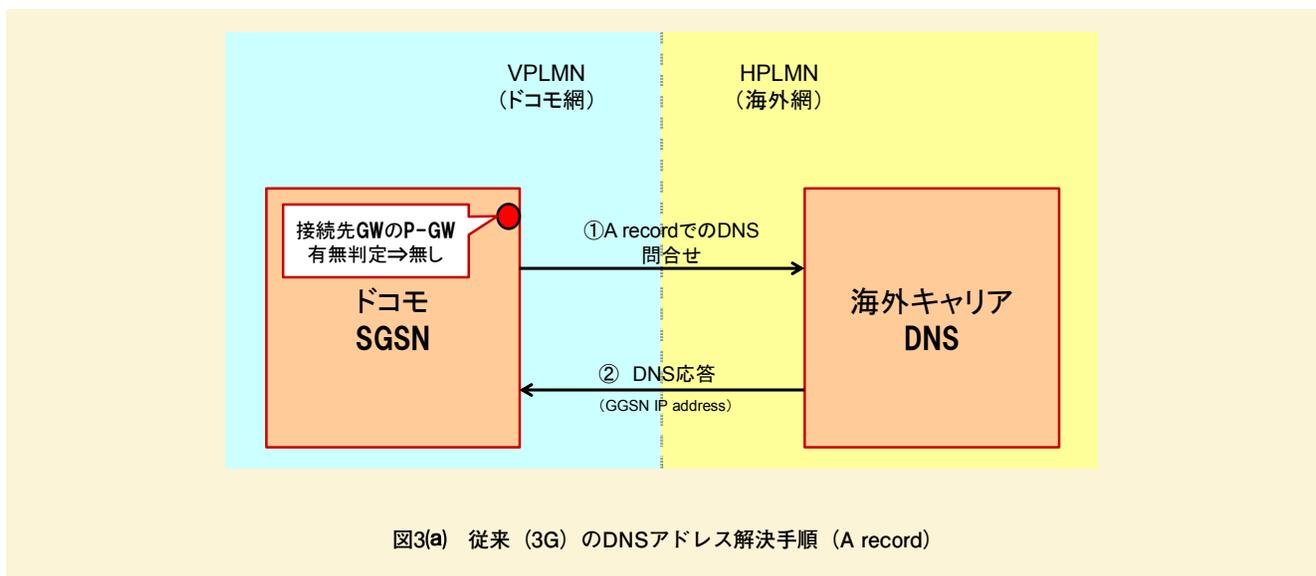
P-GWは保有する能力(PMIP, GTPv2, GTPv1など)や他ノードとのIF(Gp, S8など)を複数保持するため、どの能力・IFをもつP-GWに接続するのかが選択する必要がある。そのため、DNS選択方式の拡張が図られている。

LTEローミングインでは、P-GW接続でS-NAPTR手順、GGSN接続でA record手順を利用している。DNS選択方式をP-GW接続/GGSN

接続ごとに変更することで、ローミングインユーザの自網への適切な接続を可能としている。

## 4. VoLTE端末の制御

LTEローミングインを検討するうえで、ローミングインユーザがVoLTE端末を持っていた場合の動作を考慮する必要がある。VoLTEとはLTE上で音声通信を行う技術であり、標準上は規定されているもののドコモではまだサービスを開始していない。しかし、海外オペレータにはVoLTEを商用サービスとして開始しているところもあり、VoLTE対応の端末もすでに発売されている。ローミングインユーザがVoLTE端末を持っていると、端末は位置登録時にHPLMNのIMS<sup>\*28</sup>に対して音声用ベアラ<sup>\*29</sup>を張る可能性がある。その場合、ローミングインユーザが音声発信をしようとするときVoLTEが使えないにもかかわらず、



\*25 APN：ネットワーク接続によりデータ通信を行う際、接続先として設定するアドレス名。

\*26 A record：DNSレコードの1つであり、特定ホスト名とIPアドレスがくくりついた形式のこと。

\*27 S-NAPTR：利用可能なプロトコルとインタフェースを選択可能にしたDNS問合せ方式のこと。

\*28 IMS：CSで提供されるサービスをIP技術などで使われるSIP (Session Initiation Protocol) といったプロトコルで統合して、マルチメディアサービスを実現する通信方式。

\*29 ベアラ：ユーザデータ (音声) パケットの経路。

音声用ベアラが張られているためLTE上で音声用信号が送信される。しかし現状、VoLTEのサービスを提供していないため、3GへのCSFB (Circuit Switched FallBack) \*30によって音声接続を行わなければならない。そのため、ドコモのMMEで

は位置登録応答時に“IMS voice over PS Session in S1 mode not supported”というパラメータを端末に返すことでVoLTE機能を抑止している (図4)。

ローミングアウトでは逆にドコモネットワークに対してVoLTEを使

えないにもかかわらず、LTE上で音声のベアラが張られてくる可能性があり、その場合にユーザへの音声着信時などで検討すべき課題があることが分かっている。これらの課題についてはGSMA IREG会合にて扱われており、ドコモが議論をリード

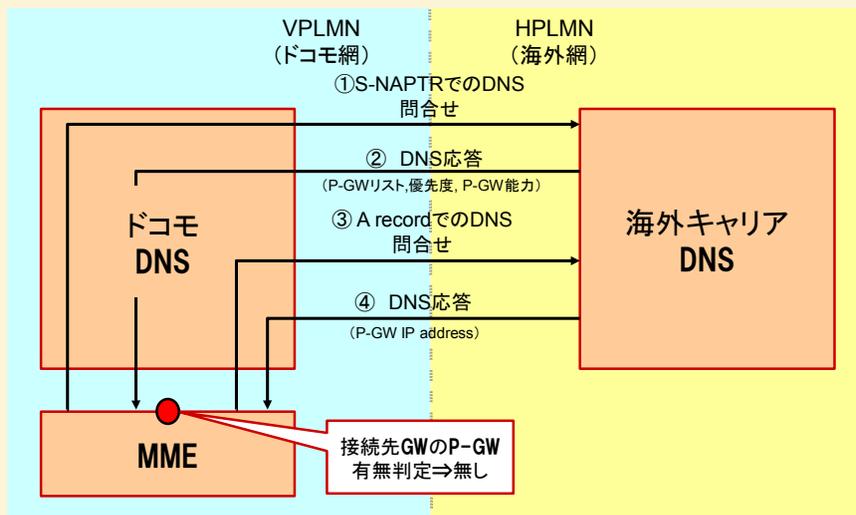


図3(b) LTEにおけるDNSアドレス解決手順 (S-NAPTR)

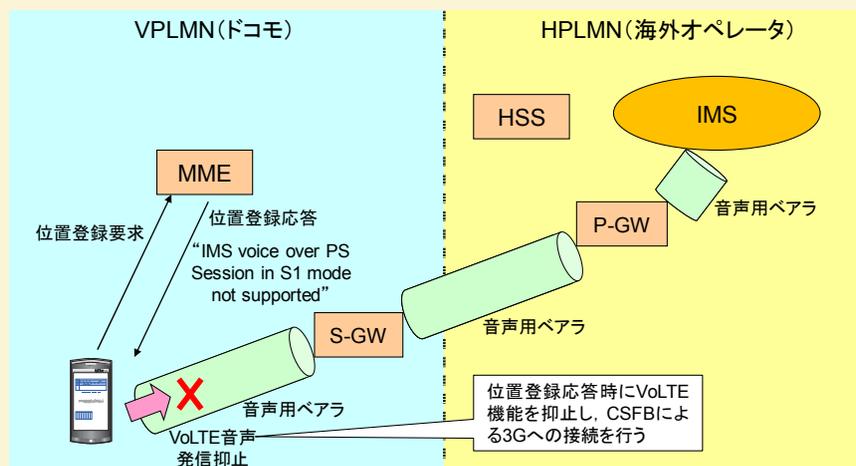


図4 LTEローミングインにおけるVoLTE端末の制御

\*30 CSFB: 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、CSドメインのある無線アクセス方式に切り替える手順。

している。

## 5. あとがき

本稿では、LTE国際データローミングインにおける通信・呼制御方式について解説した。本サービスの開始によって海外ユーザがドコモネットワークにて高速通信を利用でき

るようになった。現在はドコモユーザが海外にて高速通信を利用できるようLTE国際データローミングアウトの2013年度内提供に向けて準備中である。

### 文 献

[1] 田中, ほか: “LTEデータローミング

標準化状況,” 本誌, Vol.19, No.2, pp.47-51, Jul. 2011.

[2] GSMA PRD IR.88 V9.0: “LTE Roaming Guidelines,” Jan. 2013.

[3] 鈴木, ほか: “LTEを収容するコアネットワーク (EPC) を支える技術,” 本誌, Vol.19, No.1, pp.32-36, Apr. 2011.