

# Technology Reports

## 新しいローミングモデルである「S8HR」方式を用いた国際VoLTEローミングの開発

ドコモでは、2014年6月より国内ユーザ向けにVoLTEサービスを提供している。ユーザへのさらなる利便性向上のため、ドコモユーザが海外渡航した際にVoLTEを利用できるローミングアウトと、海外ユーザが日本滞在時にVoLTEを利用できるローミングインの機能開発を行った。国際VoLTEローミングの接続方式としては、現在世界的に検討が進められている「S8HR方式」を採用している。

本稿では、ドコモがS8HR方式を用いた国際VoLTEローミング開発に至った経緯や、国際VoLTEローミングアウトおよび国際VoLTEローミングイン実現のためドコモ端末／ネットワークに追加した機能概要について解説する。

ネットワーク開発部	かねこ まな	みなみもと しんいち
	金子 真菜	南本 真一
移動機開発部	みやお じえん†	かぎ ともりのり
	たけだ しんや	嘉義 智紀

### 1. まえがき

VoLTE (Voice over LTE) とはLTE上で音声サービスを提供するための技術であり、ドコモでは3GPP (3rd Generation Partnership Project) およびGSMA (GSM Association)\*1の標準技術に準拠した形で、2014年6月より国内ユーザ向けにサービス提供を行っている[1] [2]。VoLTEサービスは韓国やアメリカなどでもすでに開始されており、VoLTEを提供する各国のオペレータは増加している。

ドコモでは2014年夏モデルからVoLTE対応端末を発売しているが、国際ローミング時においては、従来のVoLTE非対応端末と同様にデー

タ通信はLTE上で、音声通信は3G回線交換で接続を行っている[3]。そこで、今後ユーザが海外在圏時もVoLTEを利用できるようにするため、今回ネットワークおよび端末において国際VoLTEローミングの機能開発を行った。今後のVoLTE対応端末は順次国際VoLTEローミングに対応していく予定であり、これによりユーザはVoLTEの特徴である、高音質通話、スピーディな呼接続、高速マルチアクセス\*2、ビデオコールを海外在圏時にも利用できるようになる。また、VoLTE対応端末を利用している海外ユーザがドコモ網に在圏した際にもVoLTEサービスの利用が可能となる。さらに、データ通信を行うLTEデータロー

ミング上で音声制御を実現するため、これまで通信方式の相違により3Gローミング協定を結ぶことができなかったW-CDMA非提供方式の事業者とも国際VoLTEローミング協定を結ぶことが可能となる。

国際VoLTEローミングの接続方式としては、主にLocal Breakout方式（以下、LBO方式）とS8 Home Routed方式（以下、S8HR方式）の2種類が存在するが、ドコモでは新たな国際VoLTEローミングの1方式として世界的に検討が進められているS8HR方式を用いている。S8HR方式での接続を行うことにより在圏網に依存しないサービス提供と早期導入が可能になる。

本稿では、ドコモがS8HR方式で

©2015 NTT DOCOMO, INC.  
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

† 現在、ドコモ・テクノロジー パケットNW事業部

\*1 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。

\*2 マルチアクセス：3Gではマルチコールと呼んでいた1台の端末で異なるペアラのア

クセスを実行すること。

の国際VoLTEローミング開発に至った経緯、国際VoLTEローミングアウトおよび国際VoLTEローミングイン実現のためドコモ端末/ネットワークに追加した機能概要について解説する。

## 2. 国際VoLTEローミング実現に向けたS8HR方式採用の経緯

### 2.1 LBO方式とS8HR方式の特徴

前述の通り、国際VoLTEローミングの接続方式としては、LBO方式とS8HR方式がある。両方式のネッ

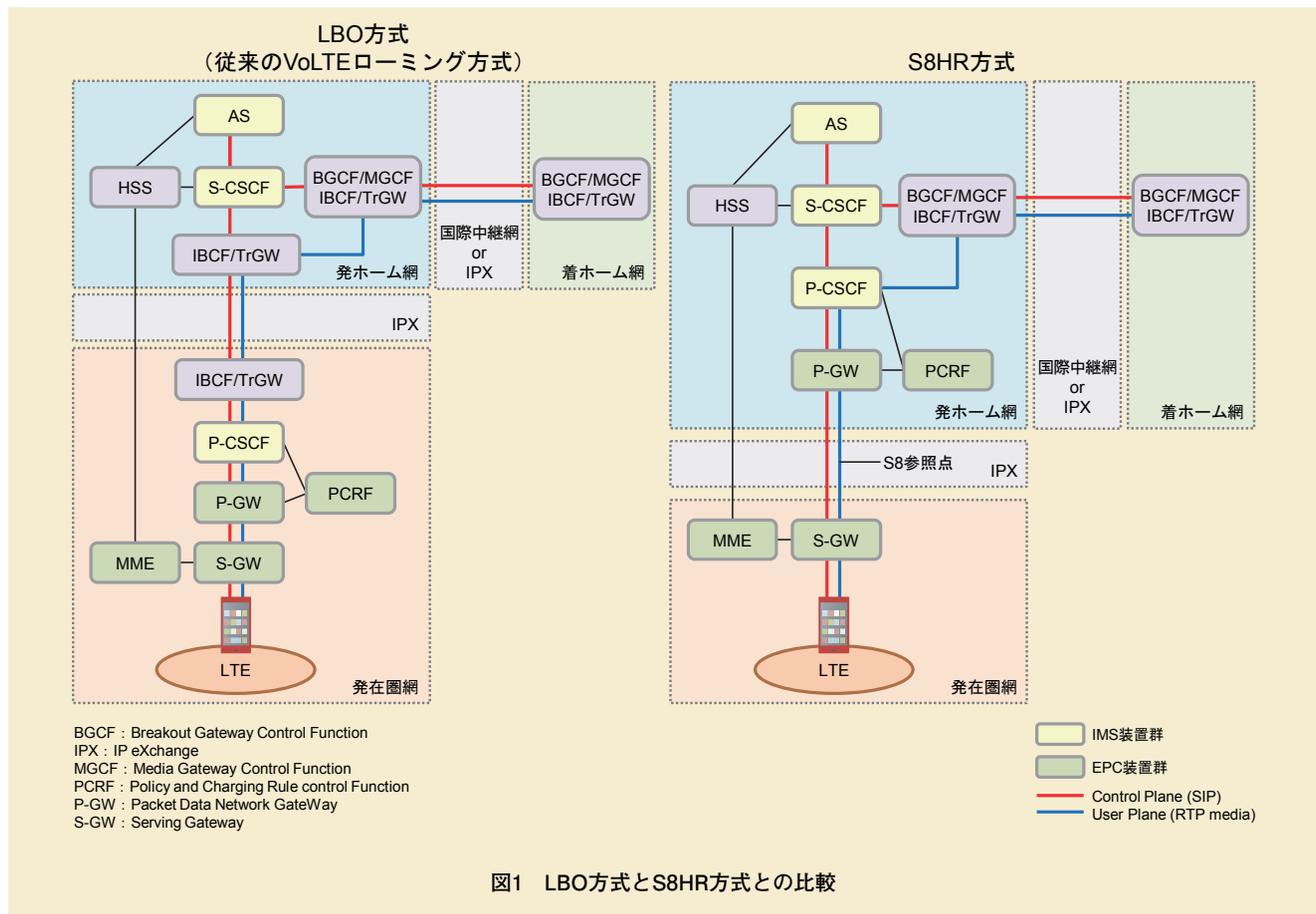
トワーク構成を比較した図を図1に示す。

LBO方式は、在圏網にてEPC (Evolved Packet Core)<sup>\*3</sup>装置群およびP-CSCF (Proxy Call/Session Control Function)<sup>\*4</sup>を実装、ホーム網にてS-CSCF (Serving Call/Session Control Function)<sup>\*5</sup>、AS (Application Server)<sup>\*6</sup>、HSS (Home Subscriber Service)<sup>\*7</sup>などを実装し、IMS (IP Multimedia Subsystem)<sup>\*8</sup>網間の関門ノードであるIBCF (Interconnection Border Control Function)<sup>\*9</sup>/TrGW (Translation Gateway)<sup>\*10</sup>を経由して在圏網とホーム

網間で音声接続 (SIP (Session Initiation Protocol)<sup>\*11</sup>/RTP (Real Time Protocol)<sup>\*12</sup>接続)を行うことが前提となっている[4]。これに対してS8HR方式はLTEデータローミングをベースとした接続形態をとっており、在圏網とホーム網はS8参照点<sup>\*13</sup>にてまたがる構成となるため、P-CSCFなどのIMS論理ノードはすべてホーム網側で実装することとなる[5]。

### 2.2 S8HR方式の利点

LBO方式と比較したS8HR方式の利点を以下に示す。



\*3 EPC : LTEをはじめとした無線アクセス網を收容するコアネットワーク。MME, S-GW, P-GW, PCRFから構成され、認証、移動制御、ペアラ管理、QoS制御といった機能を提供する。

\*4 P-CSCF : EPCとの接続点および、移動端末とS-CSCFおよびI-CSCFとの接続点に配備され、EPCと連携しQoS制御を起動さ

せる役割と、移動端末とS-CSCFおよびI-CSCF間のSIP信号の中継の役割を担う。

\*5 S-CSCF : 端末のセッション制御、およびユーザ認証を行うSIPサーバ。

\*6 AS : サービスを提供するアプリケーションを実行するサーバ。

\*7 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。

\*8 IMS : 3GPPで標準化された、固定・移動通信ネットワークなどの通信サービスを、IP技術やインターネット電話で使われるプロトコルであるSIPで統合し、マルチメディアサービスを実現させる呼制御通信方式。

- ① SIPプロトコルによって行われるIMSレイヤの通信は端末とホーム網のP-CSCFとの間で直接行うため、在圏網のIMS機能に依存せず自網での制御が可能となる。例えば、ローミングアウトユーザにビデオコールサービスを提供するとき、LBOでは在圏P-CSCFがビデオコール呼処理に対応している必要があるが、S8HRでは在圏P-CSCFの能力に依存しないため、よりサービス提供が行いやすくなる。
- ② IMS装置群が網間でまたがらないため、関門ノード（IBCF/TrGW）の実装が在圏網・ホーム網共に不要となる。
- ③ ホーム網のP-CSCFは自網契約ユーザ端末とのみ接続を行い、他網契約ユーザ端末との接続は行わない。そのため国内VoLTE提供時に確立された端末のIMSスタックとP-CSCFの接続性を国際VoLTEローミング提供時も流用できる。

ドコモでは、高い接続性の国際VoLTEローミングをいち早くユーザに提供するため、上記で述べた利点を有するS8HR方式を用いて国際VoLTEローミングの開発、およびサービス開始を行うに至った。なお、ドコモでは商用導入と平行してS8HR方式の標準化にも積極的に取り組み、S8HR方式は2015年5月にGSMAにて国際VoLTEローミングの1方式として正式に承認されている。

### 3. 国際VoLTEローミング機能概要

#### 3.1 国際VoLTEローミング提供条件

S8HR方式を用いた国際VoLTEローミングは、LTEデータローミングをベースとした接続形態としている。国際VoLTEローミング提供にあたっての条件を以下にまとめる。

- ・ドコモと相手事業者との間に、LTEデータローミング協定を締結していること
- ・ドコモと相手事業者との間に、S8HR方式での国際VoLTEローミング協定を締結していること
- ・ユーザが国際VoLTEローミングに対応した端末を利用していること

上記を満たすことで、ユーザが海外渡航した際にもVoLTEサービスを利用することが可能となる。

S8HR方式で国際VoLTEローミングアウトとローミングインを実現するための、端末およびネットワークの特徴的な技術を以下に解説する。S8HR方式ではホーム網にてローミングアウトユーザを制御するため、追加機能は主にローミングアウトに関連した機能である。

#### 3.2 ローミングアウト機能概要

端末は、ローミングアウト先ネットワークとの接続形態がS8HR方式かLBO方式かを認識することができない

ため、接続形態を意識せずに動作を行う。

- (1) ローミングアウトユーザのAttach<sup>\*14</sup>/IMS Registration<sup>\*15</sup>

LTEローミングにおいて、端末がさまざまな条件のネットワークに在圏した際の動作を文献[3]の4章に述べたが、本稿にて、国際VoLTEローミング対応端末がさまざまなネットワークでAttachを実施した後の音声、SMSが利用可能となるまでの動作を解説する。なお、前述の記事では、端末種別として、音声優先端末、データ優先端末、データ端末を取り上げていたが、VoLTE対応端末は、すべて音声優先端末となる。また、現行の端末は、VoLTE非対応のネットワークに在圏した場合や一次的にVoLTEが利用できないケースなどでCSFB（Circuit Switched FallBack）<sup>\*16</sup>を使う可能性を考慮して、PSドメインとCSドメインの両方にAttachをする。CSドメインに対応しないVoLTE対応端末の動作に関しては、今後の検討課題とする。

S8HR方式において、VoLTEが利用可能になるまでの手順は、文献[5]に説明されている通りである。一方、国際VoLTEローミングを開始するにあたっては、ネットワークのVoLTEやRAT（Radio Access Technology）<sup>\*17</sup>の対応状況、国際VoLTEローミング協定の締結の有無などにより、ネットワークからAttachに対する応答が異なることが想定される。Attachの応答に関する、さまざまなケースの端末動作をまとめたものを図2、3に示す。なお、参考として、

\*9 IBCF：IMSコア・ネットワーク間の相互接続のためにネットワーク境界をまたがる場所に配備され、SIP信号の中継や内部ネットワークを隠蔽する役割を担う。

\*10 TrGW：IBCFにより制御されメディア疎通制御（ネットワークアドレス/ポート変換とIPv4/IPv6プロトコル変換など）を行う。

\*11 SIP：IETF（Internet Engineering Task

Force）で策定された通信制御プロトコルの1つ。VoIPを用いたIP電話などで利用される。

\*12 RTP：映像や音声をストリーミング再生するための伝送プロトコル。UDPタイプのプロトコルで、パケットロス対策などは行われない。一般的にRTCPによる通信状態レポートとセットで用いられる。

\*13 S8参照点：P-GWとS-GWを接続するイン

タフェース。

\*14 Attach：移動端末の電源投入時などにおいて、移動端末をネットワークに登録する処理および状態。

\*15 Registration：IMSにおいて、SIPを用いて移動端末が現在の位置情報をHSSに登録すること。

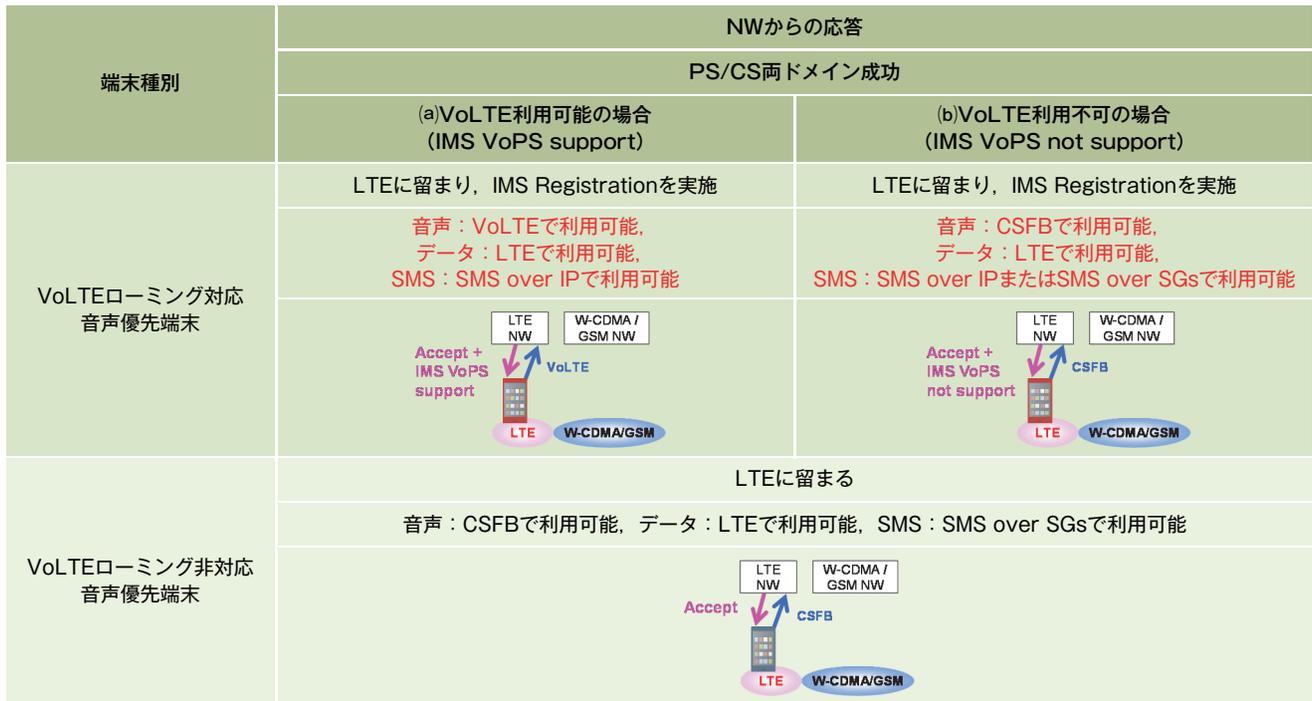
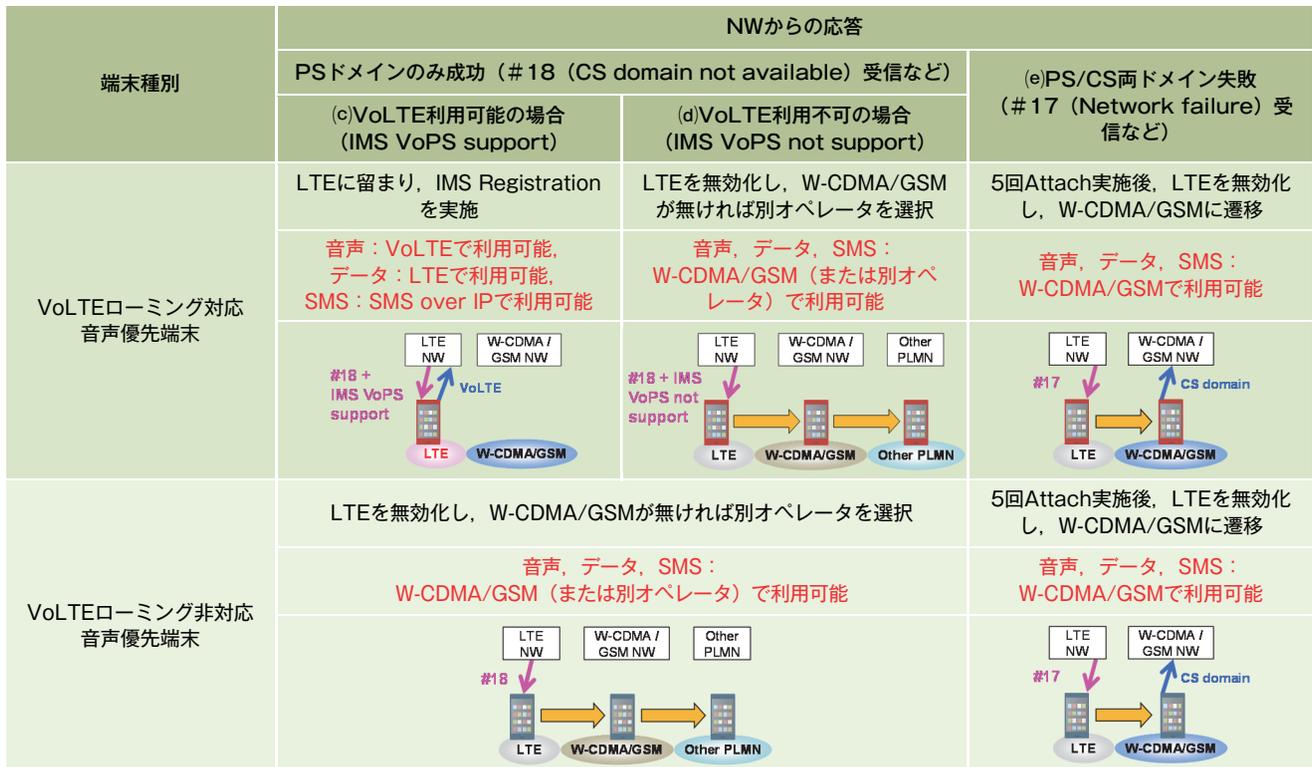


図2 Attach成功時の端末動作



PLMN : Public Land Mobile Network

図3 Attach失敗時の端末動作

\*16 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.

\*17 RAT : LTEや3G (W-CDMA) などのモバイル通信回線.

国際VoLTEローミング非対応端末の動作も示している。

また、3GPP [6]ではIMS Voice over PS session indicator (以下、IMS VoPS) を規定している。IMS VoPSはVoLTEに対応しているかどうか、および国際VoLTEローミング協定があるかどうかを示す識別子であり、端末はIMS VoPSを見て、音声VoLTEを実施するかCSドメインで実施するかを決定する[7]。

(a)Attachが両ドメイン成功、かつVoLTE利用可能

ローミング先のネットワークがLTE以外にもW-CDMA/GSM、つまりCSドメインを有するRATを提供している場合、端末からのCombined Attach要求に対して、PSドメインとCSドメインの両ドメイン成功の応答が返される。さらにVoLTEをサポートし、かつ、国際VoLTEローミング協定が締結されていれば、Attachの応答にIMS VoPS = “supported” が設定される[8]。このようなネットワークに在圏した場合、国際VoLTEローミング対応端末は、Voice domain preference [6]を“IMS PS voice preferred, CS Voice as secondary”に設定しており、文献[5]の手順に従いIMS PDNが確立され、IMS Registrationが完了していれば、音声はVoLTEを優先して利用し[7]、SMSはSMS over IP\*18を優先して利用する。

(b)Attachが両ドメイン成功、かつVoLTE利用不可

国際VoLTEローミング対応端末は、LTEエリアにいる場合、IMS PDNの接続とIMS Registration処理を実施する。CSFBを提供していて、VoLTEを提供しないオペレータや国際VoLTEローミング協定を締結していないオペレータのネットワークにAttachした場合は、IMS VoPSが“not supported”で通知され[8]、Attachが両ドメインで成功することが想定される。その場合、国際VoLTEローミング対応端末は、IMS PDNの確立とIMS Registrationが完了していたとしても、VoLTEが利用できないと判断し、音声はCSFBを利用する。

なお、IMS VoPSはあくまでもVoLTEの利用可否を示す識別子であり、SMSについては、IMS VoPSを見てSMS over IPとSMS over SGs\*19のどちらを利用するかを判断することは3GPPで規定されていない。現行のドコモ端末ではIMSのPDNへの接続ができ、SIP Registrationが完了すれば、SMS over IPを利用することになる。

(c)AttachがPSドメインのみ成功、かつVoLTE利用可能

CSドメイン(W-CDMA)を提供しないため、Combined AttachがCause Value #18 (CS domain not available) が付与され、

PSドメインしか成功しないネットワークがある。国際VoLTEローミング非対応端末では、PSドメインしかAttachが成功しない場合は、LTE能力を無効化し、CSドメインを提供する他のオペレータに遷移して、音声を使えることが想定される。これに対して、国際VoLTEローミング対応端末は、W-CDMA非提供のネットワークとの国際VoLTEローミングを実現するために、IMS VoPSが“supported”で通知されて、VoLTEが利用可能であれば、LTEを無効化せず、IMS PDN確立後にIMS Registrationを実施してVoLTEを利用する動作となる。また、SMSはSMS over IPを利用する。

(d)AttachがPSドメインのみ成功、かつVoLTE利用不可

VoLTEを提供しない、または国際VoLTEローミング協定がないオペレータがW-CDMAを提供しない場合、IMS VoPSは“not supported”が通知され、Combined Attachに対して、Cause Value #18 (CS domain not available) が付与されてPSドメインしか成功しない。この場合、国際VoLTEローミングは利用できず、CSドメインの音声も利用できないので、データローミングが前提となる。

このようなネットワークに在圏した端末は、音声を使えるよ

\*18 SMS over IP : SIPプロトコルを用いて送受信を行うSMS。

\*19 SMS over SGs : MSCとMMEを接続するインタフェースSGsを経由するSMS。VoLTE非対応端末はLTE在圏時、SMS over SGsでSMS送受信を行っている。

うな動作をする必要があるため、LTEを無効化し、音声を提供する他のオペレータに遷移することが想定される。

(e)Attachが両ドメイン失敗

LTEのローミング協定がないなどの理由により、AttachがCS・PSドメインの両方で失敗した場合は、LTEに在圏しても音声も含め、一切のサービスが使えないため、LTE能力を無効化し、W-CDMAに遷移することで、音声、パケット、SMSといったサービスが利用可能となることが想定される。この動作は、国際VoLTEローミング非対応の端末においても同じである。

(2)音声発着信

(1)にて国際VoLTEローミング対応端末がさまざまなネットワークに在圏した場合の音声、SMS発信時の端末動作について述べたが、以降ではネットワーク動作について解説する。

国際VoLTEローミングアウトの音声発着信の呼処理はホーム網のIMSを使って行うため、シーケンスは非ローミング時のシーケンスと同様である[2]。国際VoLTEローミングアウト発着信に特化したネットワークの変更点は、以下の3点である。

(a)国際VoLTEローミング協定判定

端末が国際VoLTEローミング協定なしの網に在圏した場合、在圏網MME (Mobility Management Entity)<sup>\*20</sup>はIMS VoPSを

“not supported”で返却し、端末はその情報を基に従来のCSFB発信を行うことを想定している。しかし、仮に在圏網MMEがIMS VoPSを“supported”で返却していた場合、IMS Registrationは可能であるため端末がVoLTE発信を行う懸念がある。そのため、国際VoLTEローミング協定なしネットワークからのVoLTE発着信をホーム網のASにて禁止する機能を具備した。本機能はIMS Registration時にASがHSSから取得した在圏情報をもとに、音声発着信のタイミングで在圏オペレータの国際VoLTEローミング協定有無の判定を行うことで実現している。

(b)ユーザのダイヤル操作

ユーザの利便性を考慮し、国際VoLTEローミングアウト時のユーザのダイヤル操作方法を3Gローミングアウトと同じにするため、発信および着信で機能追加を行っている。

①発信機能

3Gローミングアウト発信と国際VoLTEローミングアウト発信の比較を図4に示す。

3Gローミングアウトでは、ローミングアウトユーザが音声発信を行った場合、在圏網の交換機にて番号分析を行っていた。そのため、例えば、ローミングアウトユーザが滞在国の固定番号に発信を行った場合は、プラスキー (+) および国番号

(CC : Country Code)などは付与せずに現地の市外局番からダイヤルすることでルーチングが可能であった。

これに対して国際VoLTEローミングでは、ホーム網のASにて番号分析を行うため、ユーザがダイヤルした番号の翻訳、およびルーチング可能な番号への変換機能をASに具備している。例えば、国際VoLTEローミングアウトユーザが滞在国の固定番号に発信を行った場合は、ホーム網のASにて在圏オペレータ国を導出し、当該国のCCをダイヤルに付与することで国際接続を行う。

②着信機能

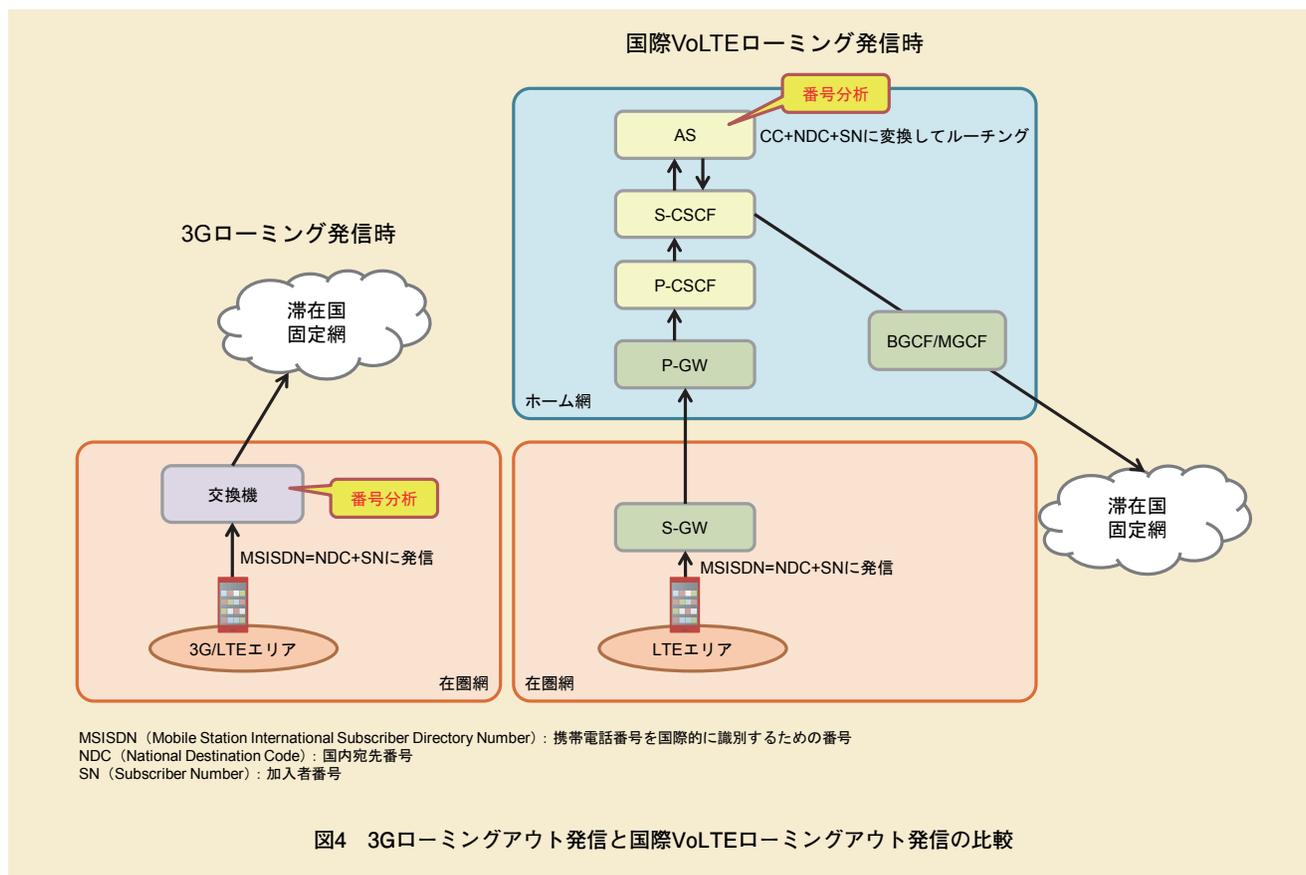
着信機能では、日本国内から国際VoLTEローミングアウトユーザ向けの発信の場合、ASにて発番号にCCを付与して着信を行う。これは、ローミングアウト先から日本国内へ折返し発信を行う可能性を考慮し、その場合に確実に接続可能とするために、ネットワークにて折返し可能な形式に発番号を変更している。

(c)着信時のドメイン選択

国内VoLTE同様、着信の際に、HSSにてユーザが3G/LTEのどちらに在圏しているか不明な場合があるため、T-ADS (Terminating Access Domain Selection)<sup>\*21</sup>を実施し、着信網判定を行う。

\*20 MME : eNBを収容し、モビリティ制御などを提供する論理ノード。

\*21 T-ADS : 端末が在圏しているアクセス網を特定する機能。



T-ADSの流れについて図5に示す。

着信を受けたASはHSSから取得した在圏情報をもとに在圏オペレータの国際VoLTEローミング協定有無の判定を行う。協定がなければ3G着信を選択し、協定があればT-ADSの起動を行う。T-ADS起動要求を受けたHSSは、MMEおよびSGSN (Serving General packet radio service Support Node)\*22それぞれに対して、端末からの位置登録要求があった時刻の問合せを実施し、それらの時刻を比較し、現在時刻により近いRAT

をASに通知することで適切なドメインで着信を行う。

国際VoLTEローミングアウトを提供する他事業者のMMEおよびSGSNに関して、基本的にはT-ADSに対応していると考え、仮に他事業者がT-ADS未対応であった場合を考慮し、ドコモ網では以下をポリシーとしている。

- ①T-ADSに対応している事業者からは位置登録時に、MMEおよびSGSNからT-ADS capabilityがHSSに通知されるはずなので、本パラメータが通知される場合は一律T-ADSを起動すること

とする。

- ②T-ADS capabilityが通知されない場合においては、T-ADSを起動せずに着信させるRATを決める必要がある。事業者によってはLTEのみ提供している事業者があることを考慮し、T-ADS capabilityが通知されない場合の着信については、一律VoLTE着信にすることとする。

### (3)付加サービス

3Gローミングアウトでは在圏網の交換機で呼制御を行うというアーキテクチャの性質上、ドコモの固有サービス (例えばメロディコールや通話録音サービスなど) を提供する

\*22 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管理などの機能を提供する、3GPP標準規格上の論理ノード。

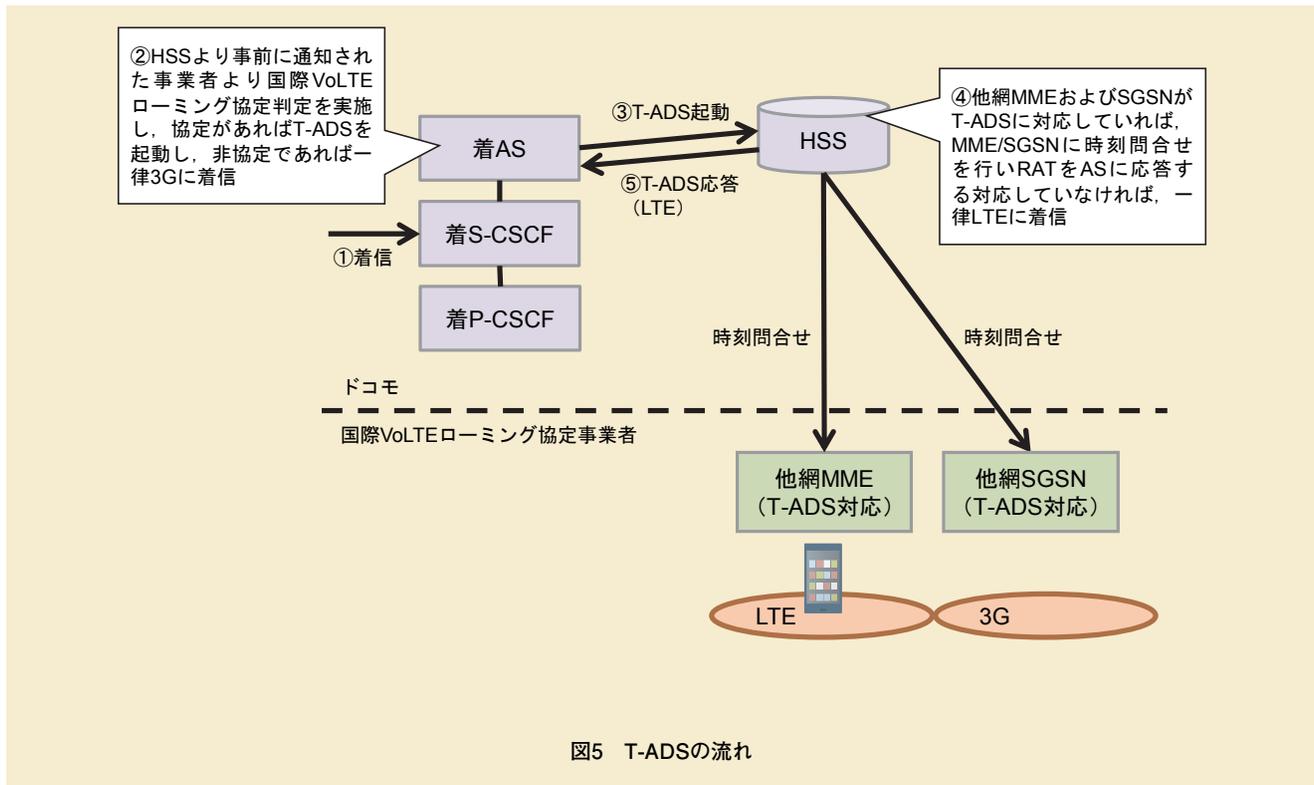


図5 T-ADSの流れ

ことが困難であったが、国際VoLTEローミングアウトになるとホーム網のIMSを使って呼制御を行うため、ローミングアウト中でも国内と同じ固有サービスを提供することが可能となる。

### 3.3 ローミングイン機能概要

国際VoLTEローミングインサービス開始に伴い、VoLTE対応端末を利用しているローミングインユーザがドコモ網に在圏するが、国際VoLTEローミング協定ありのユーザと国際VoLTEローミング協定なしのユーザが混在することになるため、3GPP TS23.401 [8]の規定に従い国際VoLTEローミング協定判定機能を新規に具備した。ドコモMME

では、Attach応答時に国際VoLTEローミング協定を締結しているオペレータユーザの場合は、IMS VoPSが“supported”で端末に返すことでVoLTE機能を提供する。国際VoLTEローミング協定を締結していないオペレータユーザの場合は、IMS VoPSが“not supported”を端末に返すことでVoLTE機能を抑止し、音声発信の際はCSFBを行うことを想定される。

また、図4で示したとおり、3Gローミングと国際VoLTEローミングでは番号分析を行う網が異なることから、端末が緊急呼として認識できない緊急呼番号を発信した場合、ホーム網（相手側契約網）のASにて緊急呼と判断する必要があり、そ

のためにはホーム網側で在圏国の緊急呼番号を管理しなければならない。これを回避するためにドコモMMEでは位置登録応答時にTS24.301 [6]に規定されているEmergency Number Listをローミングイン端末に通知することで、在圏国の緊急呼番号を認識させる機能を具備している。これにより、ローミングインユーザが緊急通報（110番、118番、119番）を行う場合でも、ホーム網側には機能不要で端末は緊急呼として認識できるため、適切なドメインを選択し緊急呼接続が可能となる。

## 4. あとがき

本稿ではS8HR方式を用いた国際VoLTEローミング開発に至った経

緯、国際VoLTEローミングアウトおよびローミングイン実現のためドコモ端末／ネットワークに追加した機能概要について解説した。本開発によって、VoLTEの利点をユーザーに体感いただくことができるエリアを、国内から国際VoLTEローミング協定を締結している事業者のエリアへ拡大できる。今後はさらなる対地拡大をめざし、標準化活動へのさらなる貢献および各国のオペレータとの検討を進めていく予定である。

#### 文 献

- [1] 田中，ほか：“VoLTE Profileの標準化概要，” 本誌，Vol.19，No.4，pp.45-50，Jan. 2012.
- [2] 徳永，ほか：“新たなサービスを実現するVoLTEの開発，” 本誌，Vol.22，No.2，pp.7-23，Jul. 2014.
- [3] 稲葉，ほか：“LTE国際データローミングアウトの実現，” 本誌，Vol.22，No.3，pp.15-24，Oct. 2014.
- [4] 田中，ほか：“VoLTEローミング・相互接続の標準技術，” 本誌，Vol.21，No.2，pp.35-39，Jul. 2013.
- [5] 阿部，ほか：“VoLTEローミング・最

新標準化動向—S8HR方式概要—” 本誌，Vol.23，No.2，pp.74-77，Jul. 2015.

- [6] 3GPP TS24.301 V13.0.0: “Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS); Stage 3,” Dec. 2014.
- [7] 3GPP TS23.221 V13.0.0: “Architectural requirements,” Jun. 2014.
- [8] 3GPP TS23.401 V13.0.0: “General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access,” Sep. 2014.