

## SAE 標準化技術特集

# LTE と 3G 回線交換サービスの連携を実現する CS Fallback 機能

次世代移動通信システムの国際標準である 3GPP において、LTE を収容する EPC と、3G 音声などの CS サービスとの連携を実現する CS Fallback 機能の標準技術仕様が完成した。CS Fallback を用いることによって、LTE 能力をもった音声端末を早期に実現することが可能となる。本機能は、LTE に在圏している移動端末に 3G-CS システムからの着信要求を通知する技術と、それを受けた移動端末が無線を切り替える技術および LTE と 3G の連携位置登録技術の 3 つの要素技術で成り立っている。

ネットワーク開発部

たなか いつま こしみず たかし  
田中 威津馬 輿水 敬  
にしだ かつとし  
西田 克利

## 1. まえがき

次世代移動通信のコアネットワークである EPC (Evolved Packet Core) は、3G, LTE (Long Term Evolution), 無線 LAN などの複数の無線アクセスを統合的に収容することができ、これらアクセス間のシームレスなモビリティ制御<sup>\*1</sup>を提供している[1]。新技術である LTE においては、従来の回線交換 (CS: Circuit Switched) ドメインの機能を用いず、すべてのサービスが IP を用いて提供されることを最終的な到達点として想定している。そのため、音声や SMS (Short Message Service) など従来 CS ドメインの機能を使って提供していたサービスは、原則 VoIP

などに置き換えられ、このための制御基盤になる IMS (IP Multimedia Subsystem)<sup>\*2</sup>[2]の導入が必要となる。

しかしながら、LTE 導入当初は、展開されるエリアの広さや設備計画などの理由から、IMS などの VoIP サービスの提供が可能になるまでに時間がかかる可能性があるため、段階的に音声サービスを提供していくシナリオが 3GPP において議論された。しかし、LTE 機能をもった移動端末は、LTE 待受け時に 3G 無線を同時に利用することができないため、3G 側での着信を一切知ることができない。そのため、LTE 上で IMS が提供されない場合は、音声の発着信が不可能な状況となってしまう。

とはいえ、音声は移動通信におけ

る最も重要なサービスの 1 つである。音声は IMS など直接提供されていない LTE で高速データ通信を利用しているときでも、何らかの方法で音声通話を提供する必要がある。

また、データカード端末だけでなく、音声端末も LTE 導入の早期に提供できれば、ユーザの利便性が向上できる。

これらの段階的な音声提供シナリオが 3GPP で合意されたことを踏まえ、LTE 上で VoIP サービスが直接提供されていない場合でも、従来の 3G-CS ドメインの機能を用いた音声サービスをユーザに提供可能とするために、音声発着信時は 3G に切り替える仕組み、「CS Fallback 機能」が 3GPP において標準化された[3]。

\*1 モビリティ制御：端末の移動管理を行う機能。

\*2 IMS：CS で提供されるサービスを SIP (Session Initiation Protocol) などのインターネットの技術で統合して、マルチメディアサービスを実現する通信方式。

本稿では、CS Fallbackの必要性和実現方式について解説する。

## 2. CS Fallbackの概要

### 2.1 機能と概要

CS Fallback機能のイメージを図1に示す。CS Fallbackを用いると、音声の着信は、従来のCSドメインから、EPCを経由して、LTE上にいる移動端末に届けられる。着信の一斉呼出しを受けた移動端末は、CSによる音声サービスの着信であることを識別し、3Gに切り替える。呼出しに対する応答は、移動端末から3G-CSシステムに送られ、その後はすべて3G側で音声サービスの制御が行われる。

### 2.2 ネットワーク構成

CS Fallback機能は、CSシステムからの着信要求を移動端末に通知する能力と、それを実現するためのCSシステムとEPCの位置登録の連携で実現される。本機能を実現するためのネットワーク構成を図2に示す。

CS Fallbackを提供するEPCでは、CSシステムとの連携を実現するために、CSドメインの交換機であるMSC (Mobile Switching Center)<sup>\*3</sup>およびVLR (Visited Location Register)<sup>\*4</sup>と、EPCのモビリティ制御を行うMME (Mobility Management Entity)<sup>\*5</sup>が接続されているのが大きな特徴である。

MSC/VLRとMMEを接続するインタフェースは、SGs参照点と呼ばれる。これは従来3Gで提供されていたMSCとパケット交換機である

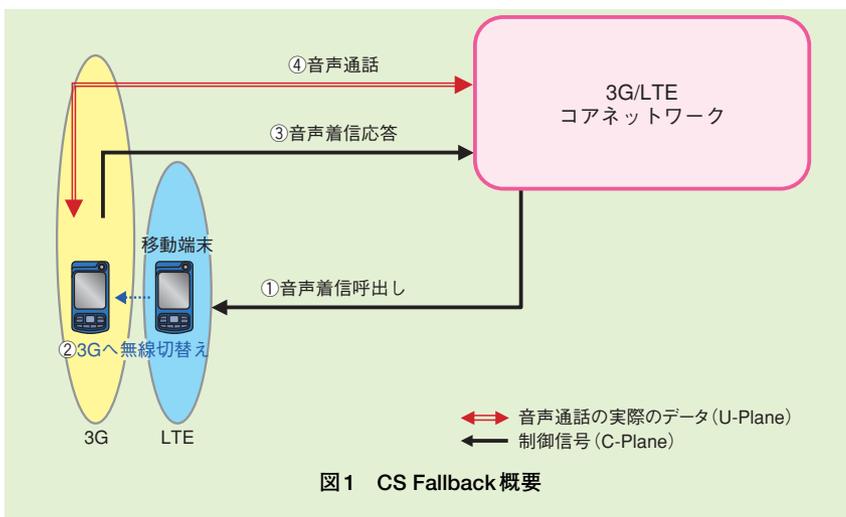


図1 CS Fallback概要

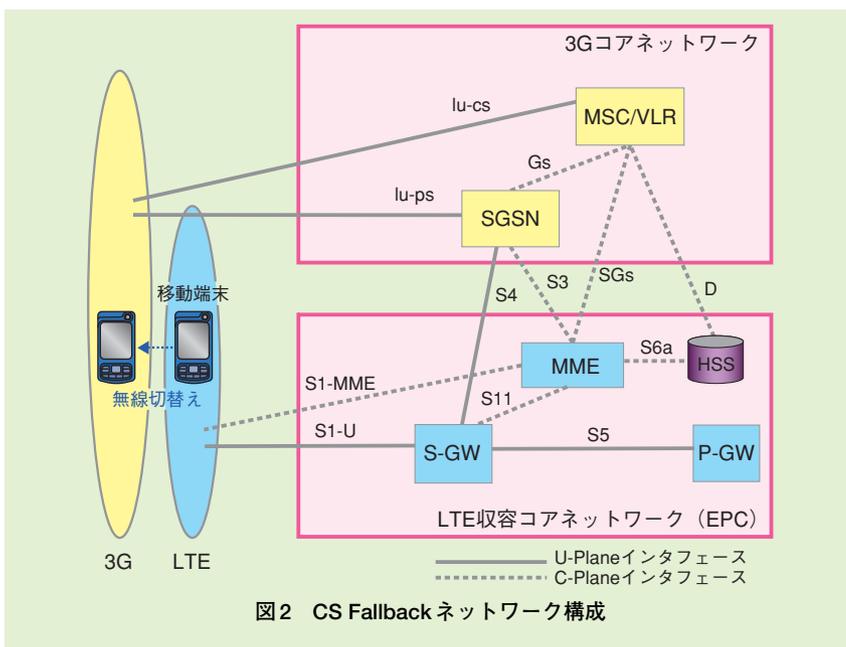


図2 CS Fallbackネットワーク構成

SGSN (Serving General Packet Radio Service Support Node)<sup>\*6</sup>を接続するGs<sup>\*7</sup>参照点の概念に基づいており、SGsは従来Gsで提供していた機能をほぼすべて再利用する形で実現されている。

CS Fallbackでは、このSGs参照点を用いて、CSサービスの着信をLTEへ転送し、またそのために必要

な3G-CSドメインとEPCネットワークとの連携位置登録を実現する。

## 3. CSドメインとEPCネットワークの連携位置登録

### 3.1 基本方針

移動通信ネットワークは、移動するユーザに正しくサービスを着信さ

\*3 MSC：3GPP上で規定されるCS機能を有する論理ノード。

\*4 VLR：移動端末とHLR (Home Location Register) /HSSの間に位置し、加入者情報を記録・管理するデータベースで、端末の移動管理などの機能を提供する論理

ノード。

\*5 MME：基地局 (eNodeB) を収容し、モビリティ制御などを提供する論理ノード。

\*6 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論理ノード。

\*7 Gs：MSC/VLRとSGSNの間で情報を交換するためのインタフェース。

せるために、移動端末がどこにいるのかを常に把握している。この手順を位置登録と呼ぶ。位置登録は移動通信の基本的な機能であり、3GでもLTEでもそれぞれ提供されている機能である。

CS Fallback機能を用いて着信を行うために、CSドメインは移動端末がLTEのどの位置登録エリアに在圏するのかわかる必要がある。そのため、MMEはCSドメインとEPCの位置登録制御を連携させ、移動端末がLTEアクセス下に在圏することをMSC/VLRに通知しなくてはならない。

3Gでは、CSドメインとパケット交換機能を提供するPS (Packet Switched) ドメインの連携位置登録の機能がすでに導入されている。前述したとおり、CSドメインとPSドメインは別々の交換機で機能が実現されているため、連携位置登録を使えば、移動端末からの位置登録要求を一度で行うことができ、結果ネットワーク内の信号量を低減することができる。CS Fallbackでも、この連携位置登録の概念を流用した。MSC/VLRでは、SGSNからの位置登録要求を受信した場合と同じロジックをMMEからの位置登録要求受信時にも利用することで、MSCの開発量を最小化し、CSドメインとEPCの位置登録連携機能を実現している。

前述のとおり、LTE無線を利用する移動端末は、同時に3G無線を利用することができない。これは、移動端末が現在在圏するLTE位置登録

エリア (TA: Tracking Area) を収容するMMEからMSC/VLRに位置登録を通知するにあたって、どのMSCに対して位置登録を行うべきか特定できない、ということの意味する。この課題を解決するために、TAと3G位置登録エリア (LA: Location Area) をMME内でマッピングする方式が採用された。TAとLAのマッピングの考え方を図3に

示す。MMEは物理的に重なっているTAとLAの対応関係を管理するデータベースを保持しており、この情報に基づいて、位置登録すべきMSC/VLRを特定する。

### 3.2 連携位置登録手順

CSシステムとEPCの連携位置登録手順の詳細を図4に示す。移動端末は、連携位置登録であることを示

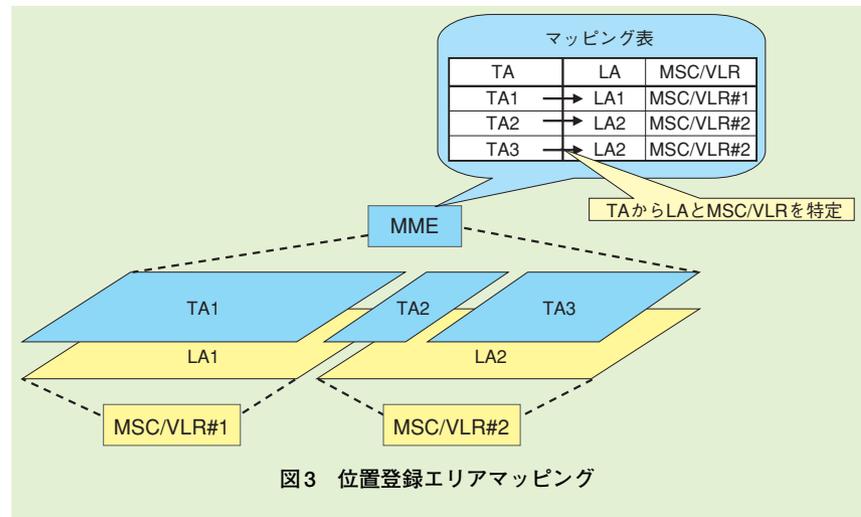


図3 位置登録エリアマッピング

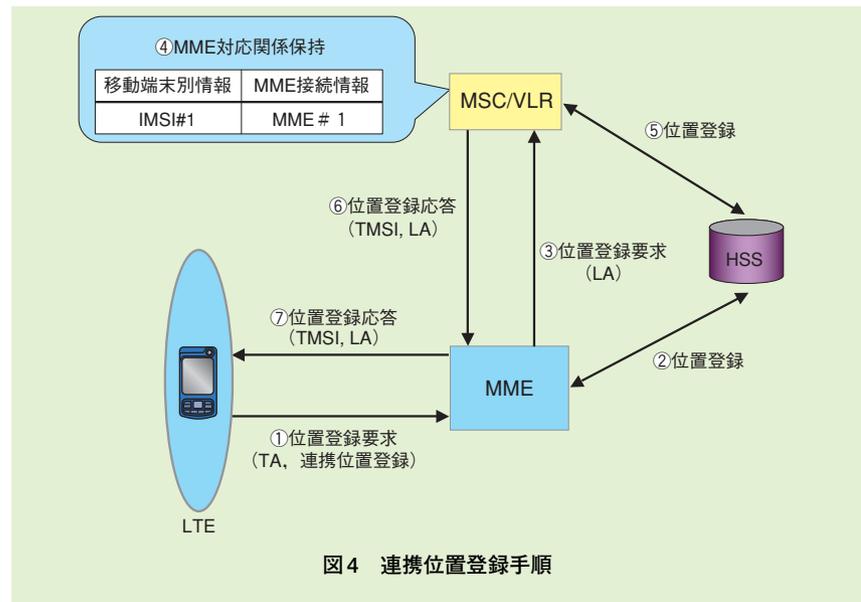


図4 連携位置登録手順

す情報および現在移動端末が在圏するTAが設定された位置登録要求信号をMMEに送信する(図4①)。MMEは、加入者が登録されているMSC/VLRやMMEを管理するデータベースであるHSS(Home Subscriber Server)に対し、位置登録手順を実施する(図4②)。次に、MMEはTAとLAの対応関係データベースから、対応するLAとそのエリアを管理しているMSC/VLRを割り出し、SGs参照点を用いてMSC/VLRに位置登録要求を送信し、同時に割り出したLAも通知する(図4③)。これを受信したMSC/VLRは、送信元であるMMEのIDと位置登録を要求するユーザを識別するIMSI(International Mobile Subscriber Identity)\*8などのIDとの関係性を保持する(図4④)。これにより、MSC/VLRは移動端末が現在LTEアクセス配下において、どのMMEに接続されているかを知る。その後、MSC/VLRはHSSに対し位置登録を実施する(図4⑤)。この手順が完了すると、MSC/VLRはCSドメインの着信時に使用するユーザ識別情報(TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity)\*9とともに、位置登録が完了したことをMMEに通知し、MMEから移動端末に、TMSIおよび移動端末が登録されたLAを通知し、連携位置登録が完了する(図4⑥⑦)。

## 4. CS Fallback制御方式

### 4.1 音声発信

CS Fallback機能を用いてLTEに在圏する移動端末が音声呼を発信する

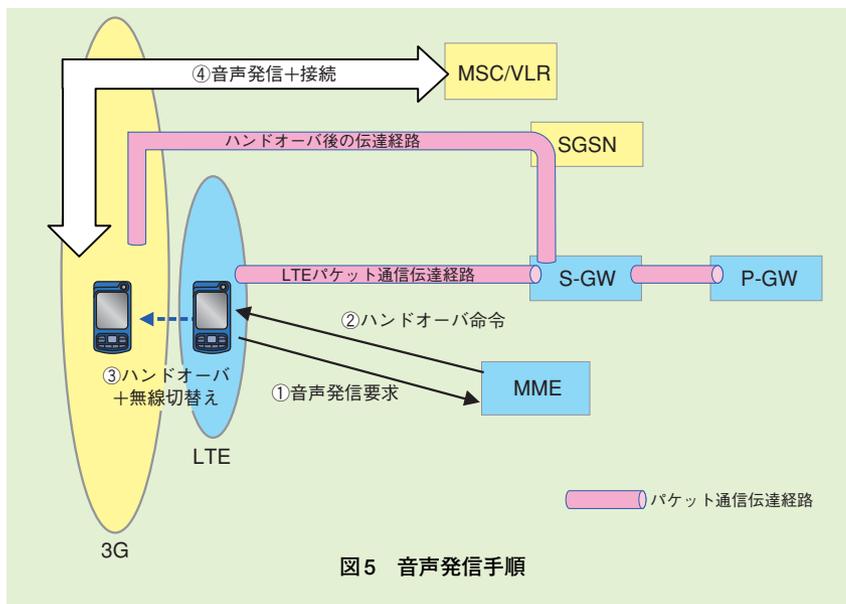


図5 音声発信手順

ためには、あらかじめ3Gに切り替える(フォールバックする)必要がある。音声発信手順の詳細を図5に示す。

移動端末が音声発信をする場合、まずMMEに対して音声発信要求信号を送信する(図5①)。EPCでは常時接続を提供する目的でパケット通信伝達経路が常に存在するため[4]、伝達経路の3Gへの切替えも必要となる。この切替えを行うため、MMEは、LTEに在圏する移動端末に対しハンドオーバー命令を行い、ハンドオーバー手順が開始される(図5②)。移動端末は、この手順の中で3Gに無線を切り替える(図5③)。ハンドオーバーが完了すると、移動端末は、MSC/VLRに対して音声サービスの発信要求を行い、その後は既存3Gの音声発信手順を用いて音声通話が接続され、CS Fallback手順が完了する(図5④)。

### 4.2 音声着信

CS Fallbackを用いた音声着信手順を図6に示す。音声着信の場合、まず着信があることを伝える信号がMSC/VLRに送信されてくると(図6①)、MSC/VLRは着信情報から対応するMMEを特定し(図6②)、一斉呼出し信号を送出する(図6③)。MMEはこの一斉呼出し信号をLTEに在圏する移動端末に転送する(図6④)。この一斉呼出し信号には、CSサービスの呼出しであることを示す情報が含まれており、移動端末はこれを識別すると、MMEに対してCSサービス要求信号を送信する(図6⑤)。その後は、前述の音声発信と同様の手順を用いて、3Gへ切り替える(図6⑥⑦)。3Gへ切り替えた移動端末は、自分が登録されているMSC/VLRに対し、一斉呼出し応答信号を送信する(図6⑧)。その後は、既存CSの音声着信手順を実施し、移動端末の音声通話が開始され

\*8 IMSI: GSM(Global System for Mobile communications)/3Gネットワークにおける個々のユーザを識別するための番号で、利用者が意識することはない。SIMカードにて保持される。

\*9 ユーザ識別情報(TMSI): 移動端末を識

別するために、ネットワーク内で割り当てられる番号。

る (図6⑨)。

## 5. 着信成功率を高める工夫

3章で位置登録の際にTAとLAをマッピングすると述べたが、現実には物理的な無線の要因などでマッピングのずれが発生する場合があります、移動端末が本来位置登録されるべきMSC/VLRに登録できていない問題がある (図7)。結果、本来されるべき位置登録が行われていないMSC/VLRに対して、音声発信や一斉呼出しへの応答を行うことがあり得る。

移動端末が適切に登録されていないMSC/VLRに対して発着信を行うと、当然通信が行えない。この課題を解消する方式として「Roaming Retry」手順がCS Fallbackに採用されている。

音声着信を例にして、Roaming Retry機能の手順を図8に示す。音声着信を受けて3Gに切り替えた際に、移動端末が位置登録されていないMSC/VLR (以下、旧MSC/VLR) に一斉呼出し応答を送信した場合、旧MSC/VLRは何に対する応答なのか識別できないため、この要求に対して拒否通知をその移動端末に返送する (図8①②)。移動端末は、これをトリガに再度位置登録要求を送信する。位置登録要求は、現在移動端末が在圏するLAを収容するMSC/VLR (以下、新MSC/VLR) に送られる。 (図8③)。

新MSC/VLRはHSSに対して位置登録を行い、これを契機に旧

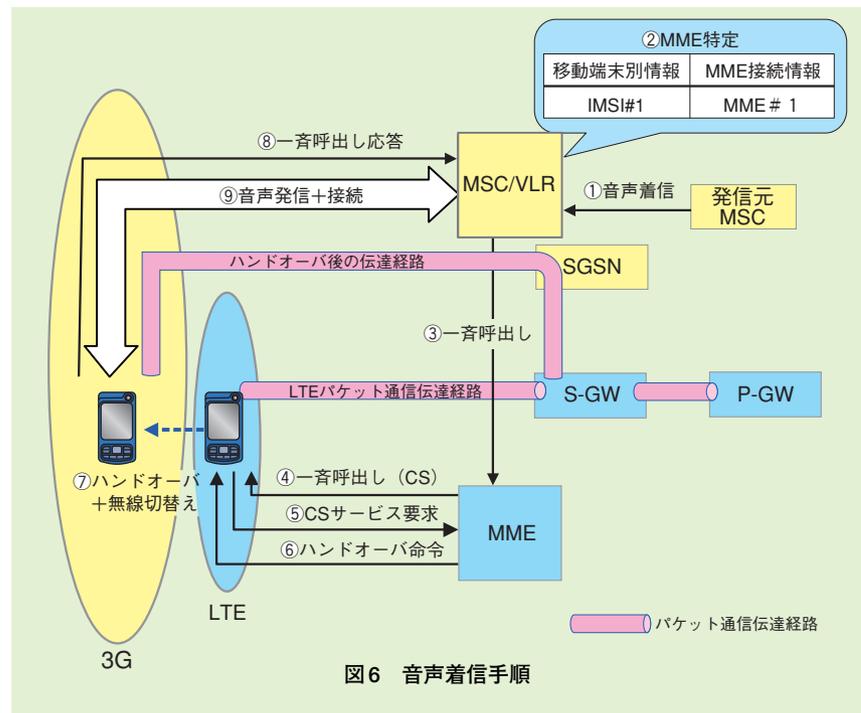


図6 音声着信手順

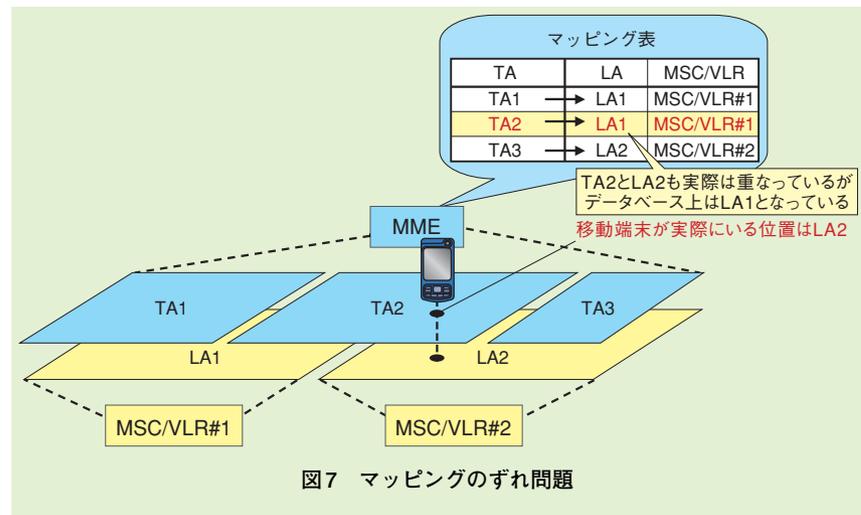
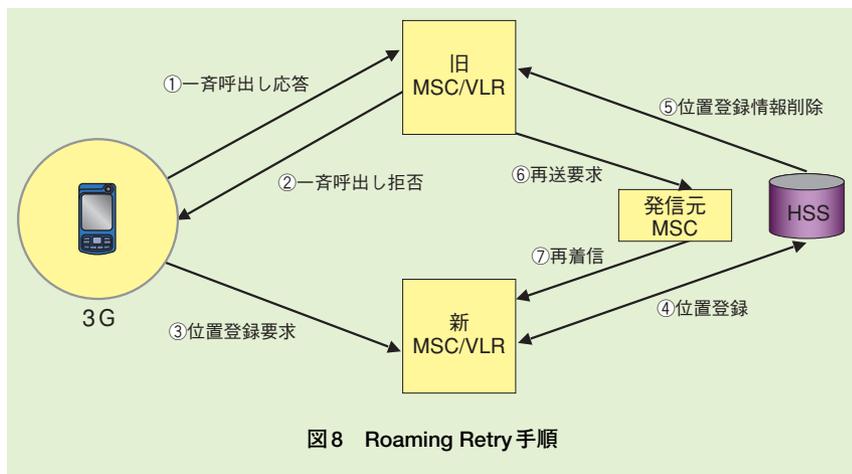


図7 マッピングのずれ問題

MSC/VLRの位置登録情報が削除される (図8④⑤)。旧MSCは位置登録情報削除を契機に、着信要求の発信元であるMSCに対して再送要求通知を発出する (図8⑥)。発信元MSCは、新MSC/VLRに対して着信要求の再送を行い、3G側で音声着

信が行われる (図8⑦)。

この手順により、LTEと3Gの位置登録エリアのマッピングが正確に行われなかった場合でも、音声着信を損なうことなく接続することが可能となる。



## 6. あとがき

本稿では、LTEでVoIPなどの直接音声サービス提供基盤が整うまでの導入初期において、3GとEPCと

の連携により音声を提供する方法の1つであるCS Fallback機能の手順について解説した。これにより、VoIP/IMSの設備完成を待たずに、LTEサービス用の音声端末が早期に

提供可能となり、LTEサービスの利便性が向上する。

今後は、接続時間短縮や、ハンドオーバー手順の改善などの機能向上に取り組んでいく予定である。

### 文献

- [1] 薮崎 正実：“All IPモバイルネットワーク,” 第1版, 第1刷, 2009, オーム社.
- [2] 3GPP TS23.228 V.8.9.0：“IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2,” 2009.
- [3] 3GPP TS23.272 V.8.4.0：“Circuit Switched Fallback in Evolved Packet System; Stage 2,” 2009.
- [4] 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.