

VoLTE Profileの標準化概要

GSMAにおいて、LTE上での音声サービス（VoLTE）は、国際的な相互接続性を高める目的で、3GPP標準であるIMS基盤を利用することが2010年2月に合意された。本稿では、IMSによるVoLTEを採用するに至った背景と、それを実現するために作成されたGSMAの技術規定文書であるVoLTE Profileで定められている内容、および、VoLTEの基本手順であるIMS登録手順および音声発信手順について解説する。

ネットワーク開発部 田中 威津馬 小しみず たかし 輿水 敬

1. まえがき

LTEおよびLTEを収容するコアネットワーク^{*1}であるEPC（Evolved Packet Core）は、高速モバイルブロードバンドとマルチメディアサービスを提供することを目的としたAll-IPのシステムであるため[1][2]、本稿で説明するLTE上で提供する音声サービスも、IPベースの方式を採用する必要がある。

業界団体であるGSMA（The GSM Association）では、LTE上で音声を提供する方式として、IPベースのマルチメディアサービスを目的とした3GPP標準であるIMS（IP Multimedia Subsystem）^{*2}基盤を利用した“VoLTE（Voice over LTE）”の検討を行い、その最低必要機能セットの規定として“VoLTE Profile”と呼ばれる文書が標準化されている[3]。

本稿では、VoLTE Profileが作成された背景、その規定内容、およびVoLTE基本処理について概説する。

2. 背景

3GPP Release 8でのLTE完成当初は、従来3G無線アクセスなどで提供されていた回線交換方式による音声およびSMSサービスを、回線交換ドメイン^{*3}を有さないLTE上で提供するため、3GPP標準であるCSFB（Circuit Switched Fallback）^{*4}[4]、IMS[5]、その他国際標準ではないが、VoLGA（Voice over LTE via Generic Access）^{*5}[6]など、複数の方式が存在していた。

複数の方式が存在し、各事業者が統一した方式を採用しない場合、相互接続性や国際ローミングが実現できず、サービス上の不都合が生じ、また、ベンダが提供する製品もスケール

メリットが無くなることによる、設備投資費用の増加などが強く懸念された。

そこで、これらの問題を解決するためには、業界が採用する音声方式を統一する必要があるため、GSMAでは2009年から2010年にかけて、VoLTEのサービスマイグレーションを作成した（図1）。

GSMAのVoLTEは、CSFBやVoLGAを用いた方式は移行ステップとして許容しつつも、IMSを用いた方式を最終的なゴールとし、これを目指すことが合意されている。

このような背景をうけ、IMSによるVoLTEを実現するためにGSMAで作成された技術規定文書が、VoLTE Profileである。

3. VoLTE Profile概要

3.1 VoLTE Profileの規定範囲

VoLTE Profileは、図2 VoLTE網

*1 コアネットワーク：交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワーク。移動端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。
*2 IMS：回線交換で提供されるサービスをSIP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。
*3 回線交換ドメイン：回線交換サービスを提供するネットワーク機能部。

構成図に示すように、3GPPで規定されているIMSの端末—コアネットワーク間のインタフェース（UNI: User-Network Interface）の機能オプションのうち、最低限の必須機能セットを規定する。具体的には、IMSが提供する基本機能および付加

サービス、コーデックなどの音声メディア、および、LTE/EPCの能力のそれぞれについて規定がある。

VoLTE Profileは、3GPP Release 8標準仕様に基づいて規定されているが、Release 9, Release 10で標準化された機能も一部採用されている。

なお、ローミングや相互接続に関連する網間インタフェース（NNI: Network-Network Interface）の規定はVoLTE Profile自体の範囲には含まれていないが、別の仕様書上で検討がされている。

3.2 VoLTE網構成と基本機能

図2に示すとおり、VoLTEは端末、LTE/EPC、IMSで構成される。LTE/EPCは、モビリティおよびQoS制御を提供するためのeNodeB^{*6}、MME（Mobility Management Entity）^{*7}、SGW（Serving Gateway）^{*8}、PGW（Packet Data Network Gateway）^{*9}、PCRF（Policy and Charging Rules Function）^{*10}の5つの装置が含まれ、IMSは音声セッション制御^{*11}を行うためのP-CSCF（Proxy Call/Session Control Function）^{*12}、S-CSCF

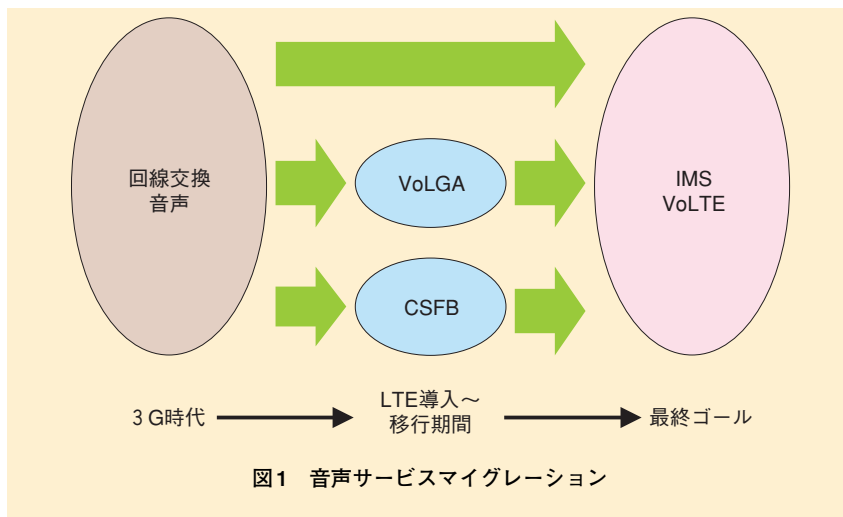


図1 音声サービスマイグレーション

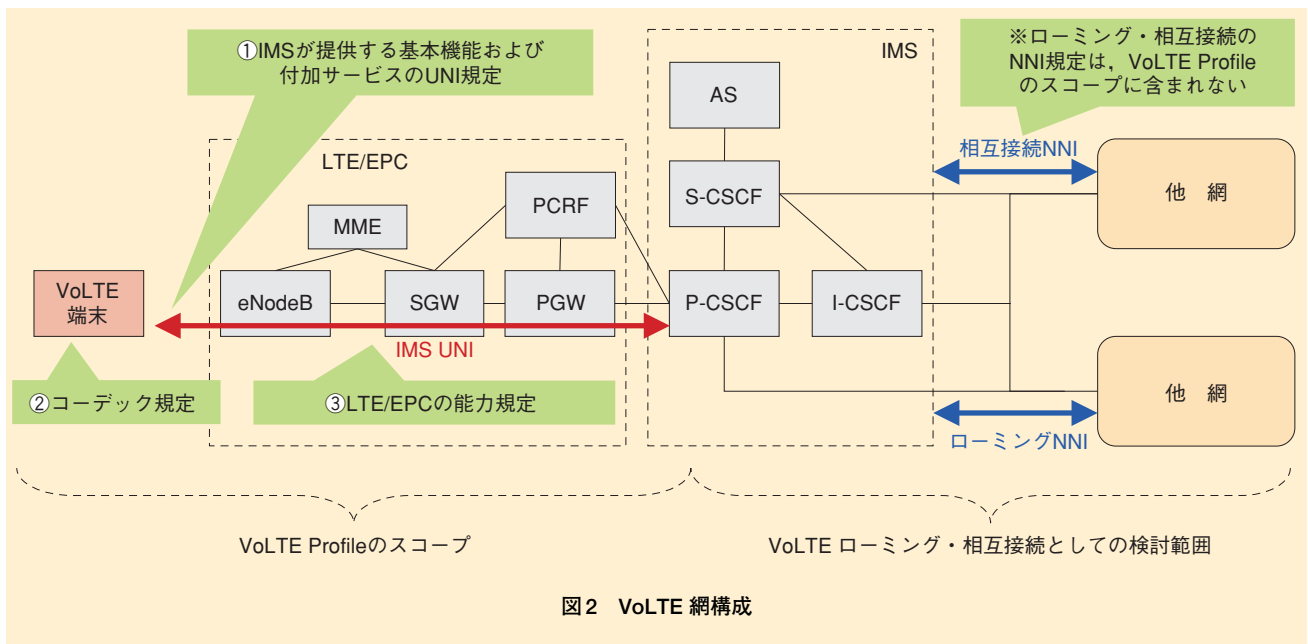


図2 VoLTE網構成

*4 CSFB：LTE在圏時の音声発着信の際にW-CDMAやGSMシステムへの切替えを行い、回線交換ドメインでの音声サービスを提供する機能。
*5 VoLGA：LTE無線を回線交換NWで収容し、仮想的な回線交換音声サービスを提供する技術。

*6 eNodeB：LTEの基地局・無線制御装置。
*7 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。
*8 SGW：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。
*9 PGW：IMS基盤との接続点であり、IPアドレスの割当てや、SGWへのパケット転送などを行うゲートウェイ。

*10 PCRF：ユーザーデータ転送のQoSおよび課金のための制御を行う論理ノード。
*11 セッション制御：エンドツーエンド型のIP通信をネットワークで管理する機能。
*12 P-CSCF：EPCとの接続点に配置されるSIP中継サーバで、SIP転送だけでなく、EPCと連携しQoS制御を起動させる役割を担う。

(Serving Call/Session Control Function)^{*13}, I-CSCF (Interrogating Call/Session Control function)^{*14}, AS (Application Server) の4装置から構成される。

IMSの基本機能には、端末IMS装置間の伝達経路設定として行うIMS登録制御と、ユーザ認証のためのセキュリティ機能、そして音声の基本発着信の機能が含まれ、これらの制御はSIP (Session Initiation Protocol)^{*15}を利用して実現する。これら基本機能については、4章で詳述する。

3.3 IMS付加サービス

VoLTE Profileに準拠する端末およびネットワークでは、回線交換で提供してきた音声の付加サービス群を継承することを目的に、IMSによる転送電話機能、発信者番号通知機能、キャッチホン機能、三者通話機能、通信事業者決定による規制機能、SMS over IPの能力を必ず具備しなくてはならない。

ユーザによる付加サービス開始/停止などの設定には、従来、端末とコアネットワーク間でUSSD (Unstructured Supplementary Service Data)^{*16}プロトコルが用いられてきたが、VoLTEではIETF (Internet Engineering Task Force)^{*17}および3GPPで規定されているXCAP (XML Configuration Access Protocol)^{*18}を利用する。

3.4 音声コーデック

VoLTEの音声コーデックには、既存3Gの回線交換音声サービスで用いられているAMR-NB (Adaptive Multi-Rate Narrow Band)^{*19}が必須コーデックとして規定されている。また、オプションとして、より高品質なAMR-WB (AMR Wide Band)^{*20}音声コーデックを用いることも許容されている。

これらの音声メディアの伝送には、RTP (Real Time Protocol)^{*21}およびRTCP (RTP Control Protocol)^{*22}をUDP (User Datagram Protocol)^{*23}/IP上で用いる。

音声発信時には、通信を行う端末間で能力情報を交換し、発着端末間で共通のコーデックが実際に利用するコーデックが選択される。

また、端末およびネットワークでは、DTMF (Dual-Tone Multiple Frequency)^{*24}によるトーン信号も必須対応となっている。

3.5 LTE/EPC 関連能力

VoLTE端末は、電源を入れると同時にVoLTE用のAPN (Access Point Name)^{*25}への接続を実施することで、すぐさま音声の発着信が可能となる。このためのAPNは、世界共通フォーマットを利用し、例えばインターネットのような他のデータ系サービスとは完全に通信経路(ベアラ)を分離させる。

このように、APNを分離する規定が合意された理由の1つとして、端

末が国際ローミングをする際に、在圏網の現地緊急機関との緊急呼を実現する必要性が挙げられる。

また、LTE/EPCは、VoLTE提供時に、LTE/EPCレイヤは適切なQoS制御を行うことで、通信に必要な帯域を保障し、高いレベルの音声品質を実現する。

VoLTEの制御信号であるSIPおよびXCAP信号の伝送には、SIP専用に規定されているQoS (QCI^{*26}=5)を使い、音声メディアの伝送には帯域が保障されていて、かつ一番伝送遅延の少ないQoS (QCI=1)を使う。

そのため、LTE/EPCでは、SIP信号用に1本、音声メディア用に1本で計2本のベアラの提供が必要となる。

4. VoLTE基本制御概要

4.1 電源ON～IMS登録

VoLTE端末の電源がONになってから、音声通信が可能になる状態までの制御を図3に示す。音声通信が可能になるまでには、LTEのアタッチ^{*27}手順と、IMS登録手順の2つの手順を実施する必要がある。

まず、端末の電源が入れられると(図3①)、端末はMMEに対してアタッチ要求信号を送信する(図3②)。ここでは、端末から接続先APNは送信されない。

アタッチを受信したMMEは、HSS (Home Subscriber Server)^{*28}との間で位置登録手順を行い(図3③)[1]、VoLTE用APNが含まれている

*13 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。

*14 I-CSCF：相互接続・ローミングの際、他網から接続する最初の閘門SIPサーバであり、S-CSCFの特定と信号を中継する役割を持つ。

*15 SIP：IMSのアプリケーションサービスにおいて、複数のクライアント間で音声、映像やテキストの交換などのために必要なセッションの開始、変更、終了を行う

標準プロトコル。

*16 USSD：回線交換の付加サービスの各種設定を行う際に利用するプロトコル。

*17 IETF：インターネット技術標準の開発、推進を行っている標準化組織。ここで策定された技術仕様はRFC (Request For Comment) として公開される。

*18 XCAP：IMSの付加サービスの各種設定を行う際に利用するプロトコル。

*19 AMR-NB：音声電話サービス等で利用される音声コーデックの1つ。

*20 AMR-WB：音声電話サービス等で利用される、AMR-NBよりも高品質な音声コーデック。

*21 RTP：IETFで標準化された、音声や映像などをリアルタイムに配信するためのプロトコル。

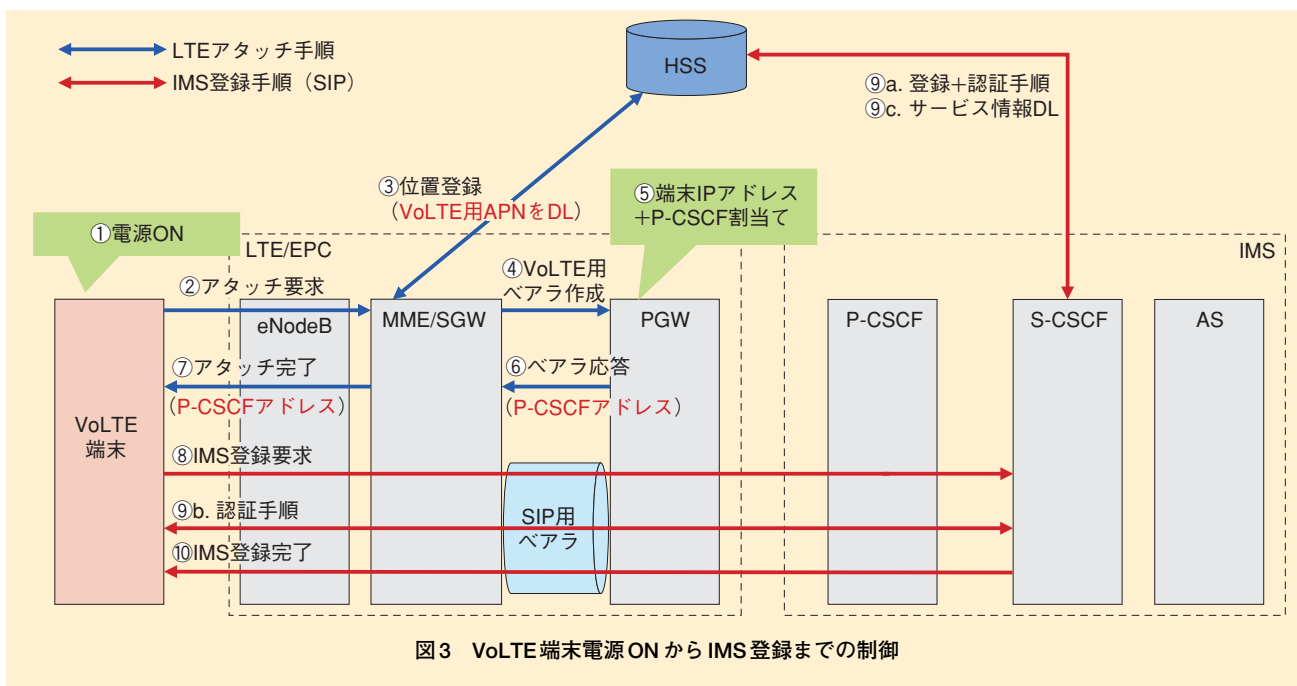


図3 VoLTE端末電源ONからIMS登録までの制御

加入者プロフィール^{*29}をダウンロードする。

MMEは取得したVoLTE用APNの情報を基に接続先のPGWを決定し、SGWおよびPGWの間のベアラ設定要求手順を行う(図3④)。

PGWは、ベアラ設定手順の中で、端末のIPアドレスを割り当てると同時に、端末が接続すべきP-CSCFのアドレスを特定し(図3⑤)、PGWと端末の間で情報を直接交換する際に用いる情報要素であるPCO(Protocol Configuration Option)にこれを設定し、SGWを経由してMMEに通知する(図3⑥)。MMEはアタッチ完了信号にてP-CSCFアドレスを含むPCOを端末に送信し、LTE/EPCへのアタッチ手順が完了(図3⑦)する。

アタッチ手順完了後、端末は、P-CSCFに対してIMS登録手順を開始する(図3⑧)。ここで、端末は登録要求信号に、端末識別子であるIMEI(International Mobile Equipment Identifier)とIMS音声サービスを示す値(ICSI: IMS Communication Service Identifier)を必ず設定しなくてはならない。これらの情報はサービス制御および課金制御などに用いるためである。

また、LTEは信号伝送効率が高いことから、SIP信号圧縮技術であるSigComp(Signalling Compression)は利用しない規定となっている。

端末からのIMS登録要求信号がP-CSCFを経由してS-CSCFに届くと、S-CSCFは、HSSに対してS-CSCF登録手順を実施する(図3⑨a)。こ

で、S-CSCFはユーザ認証に必要な情報を取得し、端末との間で認証手順を行う(図3⑨b)。認証が成功した後、S-CSCFはユーザのサービス制御情報をHSSからダウンロード(図3⑨c)し保持したあと、端末に登録完了を通知することで(図3⑩)、IMS登録制御が完了する。

4.2 音声発信

次に、図4 VoLTE音声発信図を用いてVoLTEの音声発信を説明する。VoLTE Profileでは、preconditionと呼ばれる発着両方の音声メディア用ベアラ設定が完了してからセッションを接続する方式を採用している。

ユーザが音声発信をすると(図4①)、端末がP-CSCFに向けて送信するINVITE信号は、P-CSCF、S-

* 22 RTCP：ストリーミングサーバからのデータの受信状況を交換し、伝送レート制御などを行うための通信プロトコル。RTPと組み合わせて使用する。

* 23 UDP：インターネットで標準的に利用されるIPの上位プロトコル。TCPとは異なり、サーバと端末との間で通信が確立しているかを確認する機能あるいは送信先に届かなかったデータを再送信する機能などが省かれている。

* 24 DTMF：電話機のボタンそれぞれに割り当てられた音を送信する方法。別名トーン信号、プッシュ信号。

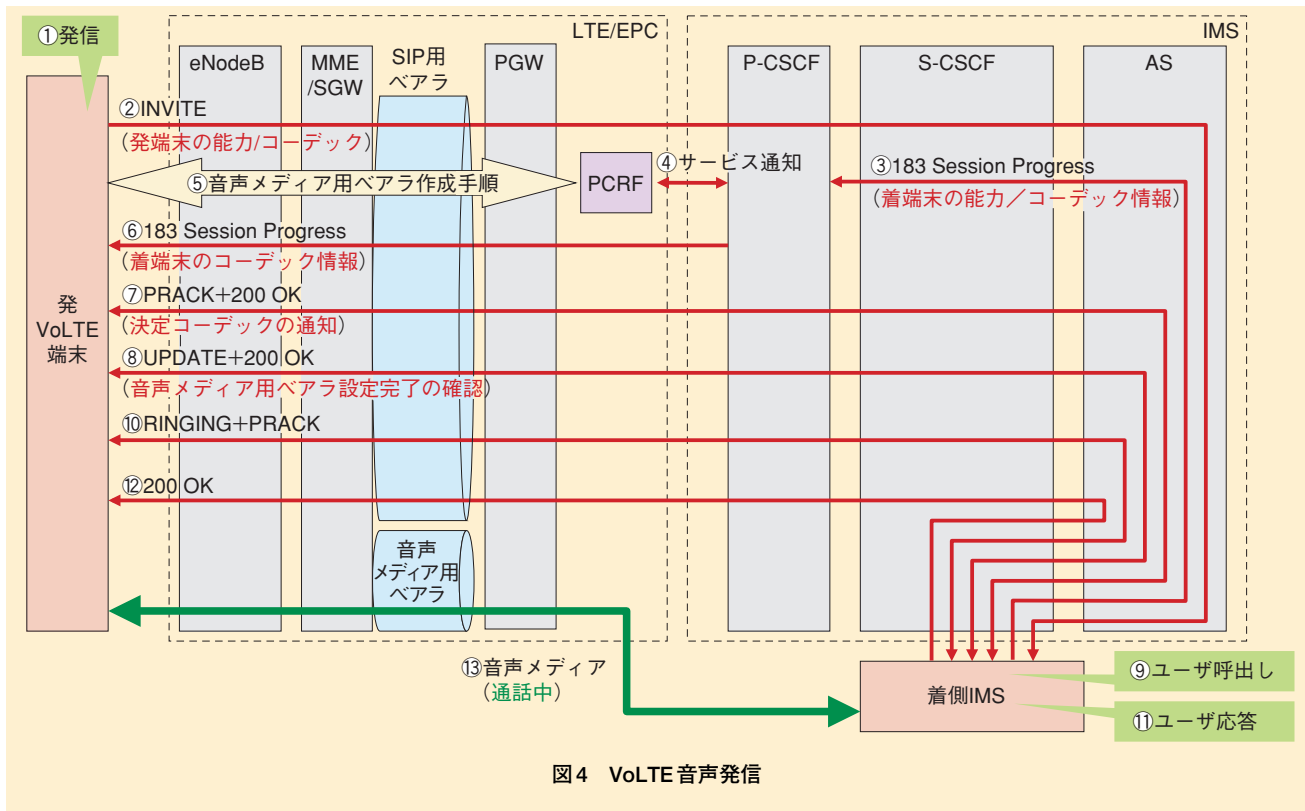
* 25 APN：ネットワーク接続によりデータ通信を行う際、接続先として設定するアドレス名。

* 26 QCI：3GPPで規定されている、LTE/EPCにおけるベアラのQoSクラスのこと。1～9の値があり、数字が若いほど、帯域保障・低遅延を示す。

* 27 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。

* 28 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。

* 29 加入者プロフィール：3契約、ユーザ設定、在圏情報などのサービス制御に必要な情報。



CSCF, ASを経由して着側ネットワークの着端末に届けられる(図4②)。INVITE信号には、発着ユーザの識別子、preconditionを利用すること、および、発端末のコーデック能力などが設定されている。

着側ネットワークからは、183 Session Progressの応答が送られる(図4③)。183には、着端末のコーデック等の情報が設定されている。これをP-CSCFが受信すると、P-CSCFはPCRFに音声用ベアラの作成を指示する(図4④)。PCRFはPGW/SGW等EPCの装置と連携をして、音声メディア用ベアラの作成とQoSの設定を行う(図4⑤)。

P-CSCFは同時に、183 Session Progress信号を発端末に送信し、発端末はこれを受け取ると(図4⑥)、自身の能力と着側端末の能力を比較し、利用するコーデックを決定させると、PRACK信号を用いて着端末に決定したコーデックを通知し、着端末から200 OK信号の応答を得る(図4⑦)。

次に、発端末からのUPDATE信号とその応答である200 OK信号で発ネットワーク・着ネットワーク側の音声メディア用ベアラとQoS設定が完了したことを確認しあうと(図4⑧)、呼着信側では着信音等によるユーザ呼び出しを開始する(図4⑨)。

⑩)。

着信側のユーザが応答すると(図4⑪)、200 OK信号が発側端末に届き、セッションが確立し(図4⑫)、実際の音声通話が開始される(図4⑬)。

5. あとがき

本稿では、GSMAで規定されているIMSを用いたVoLTEおよびVoLTE Profileの背景、網構成と最低限提供が求められる必須機能、および基本的な呼制御方式を解説した。

VoLTE Profileの標準化が2010年夏に完成したことをうけ、GSMAでは現在VoLTE Profileをベースとした

VoLTEの国際ローミングおよび相互接続の方式に関する検討を実施している。本検討にはドコモも積極的な貢献を継続していく予定である。

文 献

[1] GSMA PRD IR.92：“IMS Profile for Voice and SMS,” Mar. 2011.

[2] 藪崎 正実：“All IP モバイルネットワーク,” オーム社, 2009.

[3] 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.

[4] 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.

[5] 3GPP TS23.228 V11.2.0：“IP Multimedia Subsystem (IMS) ; Stage 2,” Jul. 2010.

[6] VoLGA Forum ホームページ.
<http://www.volga-forum.com/>