

VoLTE および SMS ホワイト・ペーパー

このホワイト・ペーパーでは、circuit switched fallback (CSFB)、SMS over SGs、および VoLTE (Voice over LTE) など、LTE で音声およびショート・メッセージ・サービス (SMS) をサポートするためのテクノロジー・オプションの概要を説明します。これには、規格化プロセスに関連する背景情報や、それぞれのオプションの商業的な意義についての解説も含まれています。さらに、LTE で音声および SMS をサポートすることで、結果として必要になるテストおよび計測の要件についても説明します。

目次

1	はじめに.....	3
2	概要.....	4
3	Circuit switched fallback (CSFB)	6
3.1	GERANまたはUTRANへのCircuit switched fallback	6
3.2	1xRTTへのCircuit switched fallback.....	11
4	SMS over SGs.....	17
5	IMSによる音声およびSMSのサポート	20
5.1	IMSフレームワークの概要.....	21
5.2	EPS attachおよびP-CSCF discovery	24
5.3	IMSでの登録、認証、および鍵合意	25
5.4	IMSを介した音声サービスの取得.....	28
5.5	無線について.....	30
5.6	IMSを介したSMSサービスの取得	32
5.7	Single Radio Voice Call Continuity	35
6	LTEでの音声とSMS用テスト・ソリューション.....	37
6.1	端末のプロトコル・スタックの検査	37
6.2	音声品質のテスト.....	40
7	まとめ	42
8	参考文献.....	43
9	追加情報.....	45
10	略語.....	46

1 はじめに

音声およびショート・メッセージ・サービス（SMS）は、移動体通信事業者にとって常に変わらぬ大きな収入源になっています。データ指向の LTE においても、これら既存の回線交換サービスの適切なサポートが必要とされています。このホワイト・ペーパーでは、circuit switched fallback（CSFB）、SMS over SGs、および VoLTE（Voice over LTE）を含めて、LTE で音声および SMS をサポートするためのテクノロジー・オプションの概要を説明します。これには、規格化プロセスに関連する背景情報や、それぞれのオプションの商業的な意義についての解説も含まれています。さらに、LTE で音声および SMS をサポートすることで、結果として必要になるテストおよび計測の要件についても説明します。これには、端末プロトコルのテストおよび音声品質のテストが含まれます。

LTEのアクセス層および非アクセス層のプロトコル・アーキテクチャに関する基本的な知識が必要です。LTEテクノロジーの詳細については、[1]を参照してください。

2 概要

LTE は、3rd Generation Partnership Project (3GPP) のリリース 8 で規定されています。LTE は純粋なパケット交換システムとして設計されているため、既存の回線交換サービスのサポートはありません。このことは、LTE で音声をサポートするには VoIP を使用する必要があることを意味します。

移動体通信システム内で VoIP (Voice over IP) をサポートするためには、多くの新しい課題を解決する必要があります。加入者は、回線交換方式の音声サービス (例えば GSM ネットワーク) と同等の QoS を期待しています。世界中の通信事業者は、既存の回線交換ネットワークに莫大な資金を投じてきたため、音声サービスを新規テクノロジーに移行するには、商業的および技術的に明確な利点が必要になります。また、LTE は複雑であるため、LTE 技術仕様の設計には長い時間がかかりました。3GPP リリース 8 は LTE 仕様の最初のリリースにすぎず、リリース 9 仕様では、さらに多くの機能拡張が行われています。

これらの理由により、多くの通信事業者は、最初の商用 LTE ネットワークをデータ・サービス中心に展開することを決定し、高速のインターネット接続用端末としてデータ・ドングルを提供しています。LTE 展開の最初のフェーズでは、音声サービスのサポートは既存のネットワークを通じて提供されることとなります。

LTE で音声をサポートするには、優れた QoS とユーザ・エクスペリエンスを保証するために、無線ネットワークおよびコア・ネットワーク内に適切なメカニズムとアーキテクチャが必要になります。しかし、影響を受けるのは LTE ネットワークだけではありません。LTE のエリア展開は一日では達成できないため、加入者が LTE と既存の GSM、UMTS HSPA/HSPA+、および CDMA2000[®]1xRTT/EV-DO¹⁾ ネットワークの間を移動できることが必須要件になります。このようなモビリティは、すべてのサービス (これには、LTE で提供されるようになり次第、音声サービスも含まれることとなります) にわたり、シームレスなサービス・エクスペリエンスを実現するためにも極めて重要です。

¹⁾ CDMA2000[®]は Telecommunications Industry Association (TIA -USA) の登録商標です。

LTE の音声サポートについて考える場合の主要なテクノロジーは、IP マルチメディア・サブシステム (IMS) です。IMS は、IP ベースのサービスをサポートするためのフレームワークを提供しますが、ここでは、専用のコア・ネットワーク・アーキテクチャの一部として、IMS 固有の新しいネットワーク要素が必要になります。IMS の最初のバージョンは 3GPP リリース 5 で規格化されました。その後のリリースを通じて、多くの機能拡張が行われています。

LTE 規格化の初期段階では、最初の LTE ネットワークが展開される頃には、IMS がすでに商業的に利用可能になっていることが想定されていました。音声サポートについても、IMS によって解決されるものと考えられていました。しかし、IMS のロールアウトには当初の予想よりも時間がかかり、その結果として、LTE における音声サポートが、多くの通信事業者にとって大きな課題となりました。

LTEで音声サービスをサポートするための代替案および中間的ソリューションについて、より詳細な検討が行われるようになりました。その中でも最も重要で、商業的に意味のあるソリューションは、circuit switched fallbackです。これは、基本的には、既存のネットワーク (GSM、UMTS、またはCDMA2000[®]1xRTT) を通じて、加入者に音声サービスを提供するものです。LTEサービスエリア内でユーザが音声通話を開始するか、着信した音声通話を受け入れるとすぐに、これらのテクノロジーのいずれかへ「フォールバック」されます。CSFBは、IMS以外の中間的な音声ソリューションを必要とする通信事業者の推奨ソリューションとなりました。Next Generation Mobile Networks (NGMN) アライアンスからも、これに関連する勧告が発表されています [2]。早期に確立されたLTEネットワークのいくつかでは、CSFBを使用した音声サポートがすでに実現されています。さらに、CSFBではさまざまなローミング・シナリオがサポートされているため、既存の回線交換ローミングに関する合意を維持することができます。

音声のサポートと緊密に関連するトピックとして、回線交換サービスにおけるもう 1 つの重要なサービスであるSMSのサポートが挙げられます。SMSは、世界中の通信事業者にとって巨大な収益源になっています。3GPPでは、SMSの非IMSベース・ソリューションとして、GSMおよびUMTSネットワーク用の「SMS over SGs」ソリューションの仕様を指定しています (このSGsとは、コア・ネットワークの内部インタフェースの名称です)。通信事業者は、SMS over SGs により、LTE内部の回線交換サービスとしてSMSをサポートすることができます。2009年10月、業界グループNGMNは、ローミングを使用する際の最小要件として「SMS only over SGs」を実装することを勧告として発表しました [2]。

長期的に見れば、LTEでの音声およびメッセージングをIMSを通じてサポートすることが主要目標であることに変わりはありません。これに関連する業界の取り組みとして、VoLTE (Voice over LTE) があります。VoLTEは、通信事業者の組織であるGSMA (Global System for Mobile Communications Association) によって、2010年2月に正式に発表されました [3]。VoLTEにより、ローミングおよび相互接続の問題を含めて、LTEでの音声およびSMSをIMS上で最適にサポートするためのフレームワークが開発されました。VoLTEは、既存のIMSマルチメディア・テレフォニー (MMTel) の概念をベースとしています [4]。

現在では、さまざまなシナリオ、テクノロジー・オプション、およびデプロイメント・シナリオが存在しています。以降のセクションでは、LTEで音声およびSMSをサポートするための各種技術について詳しく説明します。CSFB、SMS over SGs、およびVoLTEなどの技術をサポートすることから、端末やネットワークの開発と検証において、テストおよび計測に関連する新しい要件も発生してきます。このホワイト・ペーパーでは、音声サービスおよびSMSサービスの機能およびパフォーマンスのテスト方法を紹介します。ここで中心となるのは、端末テストです。特に、VoIPの場合、音声品質および音声通話のパフォーマンスの評価は、製造業者と通信事業者の双方にとって極めて重要な問題です。音声品質のテストについては、信頼できるメカニズムが業界ですでに確立されているため、これを使用することができます (これについては後述します)。

3 Circuit switched fallback (CSFB)

CSFB は、加入者を LTE から既存のテクノロジーに移行して、回線交換方式の音声サービスを実現するためのメカニズムです。この機能は、LTE サービスエリアが GSM、UMTS、または CDMA2000[®]1xRTT のサービスエリアとオーバーラップしている場合にのみ使用可能です。CSFB は 3GPP リリース 8 の時点ですでに規定されていますが、3GPP リリース 9 でさらなる機能拡張が定義されました。複数の異なる CSFB メカニズムを使用できます。また、加入者のフォールバック先の無線テクノロジーによる相違も存在します。GSM、UMTS、および CDMA2000[®]1xRTT への CSFB が定義されていますが、3GPP リリース 9 現在、同一の PLMN (public land mobile network) 内で UMTS/GSM と CDMA2000[®]1xRTT の両方への CSFB はサポートされていません。この制約は、UE で両方がサポートされている場合であっても変わりません。

それでは、まず、UMTS および GSM への CSFB のメカニズムを説明します。これに続いて、CDMA2000[®]1xRTT への CSFB についても説明します。

3.1 GERANまたはUTRANへのCircuit switched fallback

CSFBは無線ネットワークおよびコア・ネットワークに影響を与えます。3GPP技術仕様 (TS) 23.272 [5]は、CSFBのStage 2 仕様であり、使用されるアーキテクチャおよび手順の概要を提供します。図 1: Evolved Packet System (EPS) architecture for CSFB [4]

は TS 23.272 からの抜粋であり、CSFB で使用される Evolved Packet System (EPS) アーキテクチャを示しています。これには、各種の無線アクセス・ネットワーク・タイプとコア・ネットワーク・エンティティの間のインタフェースが含まれます。UTRAN は UMTS terrestrial radio access network、GERAN は GSM/EDGE radio access network、そして E-UTRAN は LTE の evolved universal terrestrial radio access network の略称です。回線交換サービスをサポートするためには、移動交換局 (MSC) のサーバとの接続を確立する必要があります。EPS の mobility management entity (MME) は、SGs インタフェースを介して MSC サーバと接続します。CSFB メカニズムは、この SGs インタフェースを使用して実装されます。

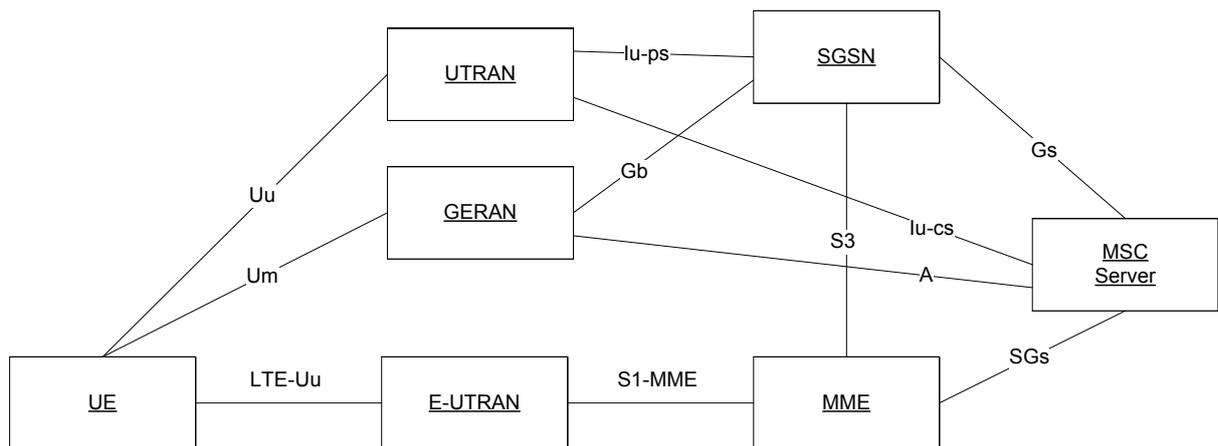


図 1: Evolved Packet System (EPS) architecture for CSFB [4]

さまざまなターゲットの無線アクセステクノロジ (RAT) を対象として、複数のCSFBソリューションが存在しています。表 1: CS fallback options to UMTS and GSM [6]は、3GPPリリース 8 および 3GPPリリース 9 で指定されたGSMおよびUMTS用のCSFBオプションの概要を示しています [6]。この表は、ソリューションごとに、端末 (user equipment (UE)) にとってこのソリューションが必須であるか、オプションであるかを示しています。ソリューションがオプションの場合、ソリューションはUE capabilityとして指定されます [7]。また、表 1 は、ソリューションが特定のfeature group indicator (FGI) と結び付けられているかどうかを示しています。Feature Groupの概念は、LTE対応の端末を早期に実現するため、CSFBとは別個に導入されました [8]。この仕様の一部のフィーチャーについては、テスト仕様のサービスエリアが十分ではないか、機能をサポートする実装が存在しないため、コンFORMANCE試験および相互接続性テストを適切に実施することが困難であることが予想されていました。しかし、仕様では、これらのフィーチャーは必須とされています。feature group indicatorを使用すれば、早期のLTE UEは、対応するfeature group indicatorを 1 に設定することで、特定のフィーチャーをサポートしていることをネットワークに伝えられます。

表 1: CS fallback options to UMTS and GSM [6]

Target RAT	Solution	Release	UE Capability	FGI Index
CS Fallback to UMTS	RRC Connection Release with Redirection without Sys Info	Rel-8	(NOTE 1) Mandatory for UEs supporting CS fallback to UMTS	
	RRC Connection Release with Redirection with Sys Info	Rel-9	(NOTE 1) e-RedirectionUTRA	FGI8, FGI22
	PS handover with (DRB)	Rel-8	(NOTE 1) Mandatory for UEs supporting CS fallback to UMTS	
CS Fallback to CSFB	RRC Connection Release with Redirection without Sys Info	Rel-8	(NOTE 2) Mandatory for UEs supporting CS fallback to GSM	
	RRC Connection Release with Redirection with Sys Info	Rel-9	(NOTE 2) e-RedirectionUTRA	FGI10
	Cell change order without NACC	Rel-8	(NOTE 2) Mandatory for UEs supporting CS fallback to GSM	FGI10
	Cell change order with NACC	Rel-8	(NOTE 2) Mandatory for UEs supporting CS fallback to GSM	
	PS handover	Rel-8	(NOTE 2) interRAT-pS-HO-ToGERAN	
NOTE1: All CS fallback UMTS capable UE shall indicate that it supports UTRA FDD or TDD and supported band list in the UE capability.				
NOTE2: All CS fallback GSM capable UE shall indicate that it supports GERAN and supported band list in the UE capability.				

表 1: CS fallback options to UMTS and GSM [6]は、UMTSへのCSFBの場合に考えられる 3 つの方法を示しています。そのうちの 2 つは、リダイレクション・メカニズムを備えたRRC接続解放を使用し、1 つは、パケット交換 (PS) ハンドオーバー・メカニズムを使用します。GERAN へのCSFBの場合は、5 つの方法があります。RRC connection release with redirectionとPS ハンドオーバー・メカニズムに加えて、cell change order (Network Assisted Cell Change (NACC) がある場合とない場合) を使用できます。

最初に **RRC connection release with redirection** について説明します。無線リソース制御 (RRC) は、LTE エア・インタフェース上のレイヤ 3 制御プレーン・プロトコルであり、UE および基地局 (LTE では eNodeB と呼ばれる) で終端します。シグナリング情報を交換し、ユーザ・データを転送する前に、前提条件として UE と基地局の間で RRC 接続を確立しておく必要があります。CSFB の場合は、フォールバックの開始および準備用の信号メッセージを交換するため、RRC 接続が必ず確立されています。UE が音声通話の終端となる場合は、UE でページング・メッセージを受信する必要があります。携帯端末からの発信の場合、UE は service request メッセージを送信する必要があります。音声通話のセットアップが必要になったとき、端末がすでにデータ通信を行っている可能性もあります。

RRC connection release with redirectionは、RRC接続を終了するために使用されます。それと同時に、(ターゲットの) 無線アクセステクノロジーのターゲット・セルに関連する端末へのリダイレクション情報が提供されます。この手順は基地局から開始されます (これは [8]で指定されています)。図 2 は、基地局 (E-UTRAN エンティティ) から UE に *RRCConnectionRelease* メッセージが送信される様子を示しています。



図 2: RRC connection release procedure [8]

別の無線アクセステクノロジーへのリダイレクションが発生した場合、リダイレクション情報は *RRCConnectionRelease* メッセージに格納されます。information element *redirectedCarrierInfo* (3GPP リリース 8 で指定されています) は、端末のフォールバック先として想定される無線アクセステクノロジーのキャリア周波数を示しています。端末側はこれを使用して、受け入れ可能な移動先セルを選択します。

図 3: CSFB to UTRAN or GERAN using RRC connection release with redirection, mobile terminated call, based on [5]は、RRC接続解放を使用したCSFBと、GERANまたはUTRANへのリダイレクションの完全なメッセージ・フローを示しています。ここでは、携帯端末で受信する通話の成功例を示しています。着信時、UEはLTEのデータ・セッションを実行中 (アクティブ・モード) であると想定されています。

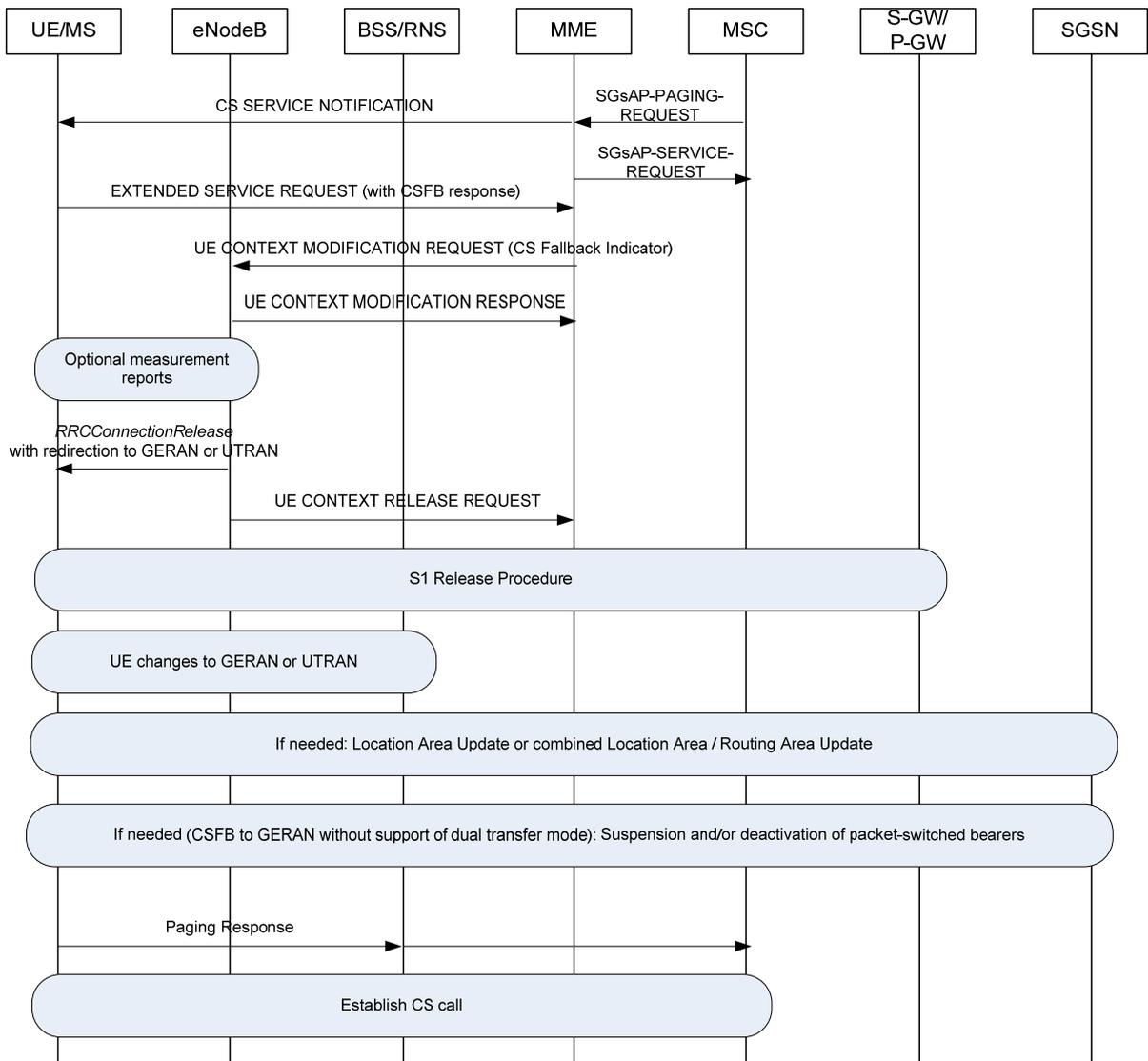


図 3: CSFB to UTRAN or GERAN using RRC connection release with redirection, mobile terminated call, based on [5]

UE側のCSFBサポートは、ATTACH REQUESTメッセージ内のinformation element「Voice domain preference and UE's usage setting」に示されています。MSCは音声着信を受け取ると、SGsインタフェース上でMMEに対してページング要求を送信します。この例では、端末のデータ・セッションがアクティブであるものと想定されています。S1接続はすでに確立済みであるため、MMEはCS SERVICE NOTIFICATIONメッセージ[10]をUEに送信します（S1接続が確立されていない場合は、最初のステップでUEにページングする必要があります）。MMEは、SGs上でSERVICE REQUESTメッセージを送信し、MSCにUEが接続モードにあることを伝えます。UEはCSSERVICE NOTIFICATIONメッセージを受け取ると、EXTENDED SERVICE REQUESTメッセージを送信します[10]。このメッセージは、ネットワークからのCSFB要求に応答するために使用されるものであり、UEがCSFBのためのページングを受け入れるか拒否するかを示す「CSFB response」インジケータを格納しています。CSFBが受け入れられた場合、MMEは、UE CONTEXT MODIFICATION REQUEST [11]を使用して、CSFBによりUEをUTRANまたはGERANに移動させる必要があることをeNodeBに通知します。

eNodeBは、CSFBのターゲットの無線アクセステクノロジーの適切なキャリア周波数を判別するため、UTRANまたはGERANターゲット・セルのmeasurement reportをUEに要求することがあります。図 3: CSFB to UTRAN or GERAN using RRC connection release with redirection, mobile terminated call, based on [5]の例では、この時点で、GERANまたはUTRANへのリダイレクションを含むRRC接続解放がネットワークによってトリガされます。その後、eNodeBはUE CONTEXT RELEASE REQUESTメッセージ [11]を使用して、UEのS1 接続を解放するようにMMEに要求します。このメッセージは、ターゲット・セル内でUEがパケット交換サービスを受信できるかどうかも指定します。S1 信号接続およびすべてのS1 ベアラが解放されます。UE はターゲットの無線アクセステクノロジーのセルを 1 つ選択して、このセルとの間で無線信号接続を確立します。ターゲット・セルのロケーション・エリアが UE に格納されているものと異なる場合、UE は、「Location Area Update」または「Combined Routing Area / Location Area Update」手順を開始します。これが必要でない場合、UE は適切な UTRAN または GERAN の手順を使用して、ページングに直接応答します。これで、MSC は CS 通話を確立することができます。

確立済みのパケット交換ベアラがある場合は、その処理に関して特殊な考慮が必要になります。UTRAN への CSFB の場合は、ターゲット・セル内でパケット・サービスを再開できます。GERAN ターゲット・セルの場合、UE およびネットワークで dual transfer mode (DTM) がサポートされていない場合は、パケット・サービスを音声サービスと並行して維持することはできません。この場合、UE は、帯域保証機能のないビット・レート・パケット交換ベアラを一時停止させる必要があります。帯域保証機能のあるビット・レート・ベアラは非アクティブになります。MME は、UE context 内で UE が一時停止状況にあることを記録します。

UMTSへのCSFBの場合は、さらなる最適化が可能です。UEは3GPPリリース7のフィーチャーである「Deferred measurement control reading (計測制御の読み取りの延期)」を使用して、UMTSターゲット・セル内のsystem information blockタイプ 11、11bis、および 12 の読み取りを延期します [9]。これらのsystem information blockには、UEによる計測の対象となるセルのリストなど、計測用の制御情報が入っています。これらのsystem information blockの読み取りを延期することで、CSFBの手順を加速し、呼確立の遅延を少なくすることができます。このフィーチャーのサポートは、System Information Blockタイプ 3 内のinformation element 「Deferred measurement control UTRAN support (計測延期制御のUTRANサポート)」に示されています。UEはRRC ONNECTION SETUP COMPLETEメッセージ（および、場合によってはRADIO BEARER SETUP COMPLETEなどの後続のRRCメッセージ）を使用して、system information blockタイプ 11、11bis、または 12 が読み取り済みであるかどうかをネットワークに伝えます。

3GPPリリース9では、*RRCConnectionRelease*メッセージ内のリダイレクション情報が拡張された結果、CSFBメカニズムが向上し、呼確立の遅延がさらに短縮されました。RRC connection release with redirectionで、リダイレクション先のキャリア周波数帯にある1つ以上のGERANまたはUTRANセルのシステム情報も含めることができるようになりました。GERAN または UTRAN プロトコルに基づくセルのシステム情報は、*RRCConnectionRelease*メッセージ内のシステム情報コンテナから提供されます。例えばUMTSターゲット・セルの場合は、マスタ情報ブロックおよびSystem Information Blockタイプ 1、3、5、7、およびオプションとして 11、11bis、12、およびスケジューリング・ブロックが含まれます。リダイレクション先のセルにアクセスするまでは、システム情報を受け取る必要はありません。システム情報を含むリダイレクションのサポートは、UEではオプションです [7]。UE capabilityであるe-RedirectionUTRAは、UEが*RRCConnectionRelease*メッセージから提供されるUMTSシステム情報の使用をサポートするかどうかを定義します。UE capabilityであるe-RedirectionGERANは、UEが*RRCConnectionRelease*メッセージから提供されるGSMシステム情報の使用をサポートするかどうかを定義します。

GERANまたはUTRANへのCSFBに代わるもう 1 つの方法として、**PSハンドオーバー**を使用できます。GERANへのPSハンドオーバーはUE capability ([7]のinterRAT-PS-HO-ToGERAN) ですが、UTRANへのPSハンドオーバーは、UMTSへのCSFBをサポートするUEの場合は必須です。PSハンドオーバーはeNodeBから開始され、パケット交換ベアラがターゲットの無線アクセステクノロジーに移動されます。この方法には、ベアラの中断が発生しないという利点があります。RRC接続解放に基づくCSFBの場合は、ベアラが中断されます。

*MobilityFromEUTRACCommand*メッセージは、E-UTRANからGERANまたはUTRANへのハンドオーバーを指示するために使用されます。図4: Mobility from E-UTRA [8]を参照してください。このメッセージが基地局からUEに送信されています。

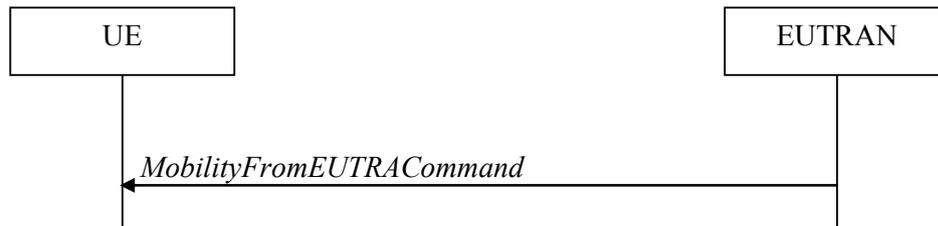


図4: Mobility from E-UTRA [8]

GERAN への **cell change order** の場合も、同じ手順が使用されます。Cell change order は CSFB のオプションの 1 つですが、GERAN への CSFB の場合にのみ使用可能です。Cell change order は、Network Assisted Cell Change (NACC) 情報、つまり、ターゲット・セルのシステム情報を使用して拡張することができます。NACC により、サービス停止時間が短縮されます。

携帯端末から音声通話を発信した場合のメッセージ・シーケンスは、UEからMMEに送信されるNAS EXTENDED SERVICE REQUESTメッセージ [10]で開始されます。これには、CSFBインディケータが含まれています。その後、前述のオプション（システム情報を含むリダイレクション付きRRC接続解放、システム情報を含まないリダイレクション付きRRC接続解放、PSハンドオーバー、NACCを使用するGERANへのcell change order、NACCを使用しないGERANへのcell change order）のいずれかにより、CSFBが実行されます。UEはターゲット・セル内で音声通話を確立します。

この仕様では、GERAN または UTRAN 内で UE の音声通話が終了した後、UE が E-UTRAN に戻ることは要求されていません。UE は GERAN または UTRAN 内に留まることができます。これは、既存のモビリティ・メカニズムによって処理されるものであり、CSFB 仕様の一部ではありません。UE が E-UTRAN に移動する場合、UE は CSFB の過程で中断されていた EPS ベアラを再開できます。

3.2 1xRTTへのCircuit switched fallback

1xRTT への CSFB の場合、UE は E-UTRAN から CDMA2000®1xRTT ネットワークにフォールバックすることで、音声サービスを確立できます。ここでは、UMTS および GSM への CSFB とは異なる、1xRTT 独自のフィーチャーがいくつか適用されています。

図5: Reference architecture for CSFB to 1xRTT [5]は、1xRTTへのCSFBの参照アーキテクチャを示しています [5]。これには、MMEと 1xCS IWS (3GPP2 1xCSのcircuit switched fallback interworkingソリューション機能) の間のS102 参照ポイントが含まれています。S102 参照ポイントは、MMEと 1xCS IWSの間で 1xCS信号メッセージを中継するためのトンネルを提供します。

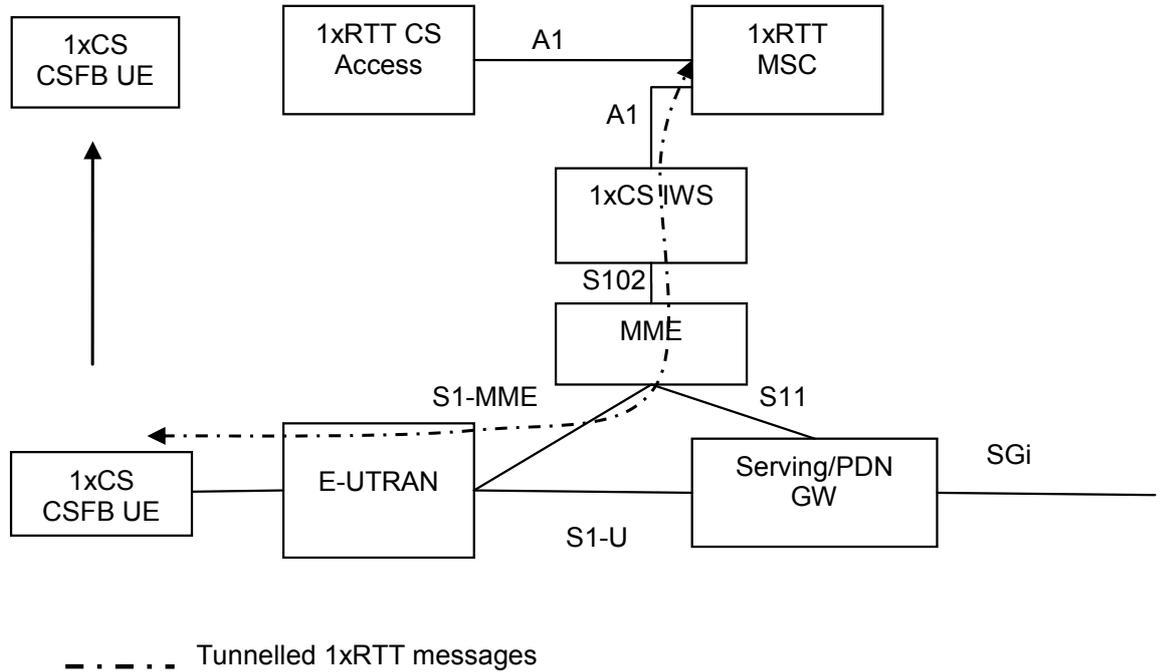


図 5: Reference architecture for CSFB to 1xRTT [5]

表 2: CS fallback options to 1xRTT [6]は、1xRTTへのCSFBのオプション（3GPPリリース 8 および 3GPPリリース 9）の概要を示しています [6]。また、この表には、関連するUE capability およびfeature group indicatorも示しています。

表 2: CS fallback options to 1xRTT [6]

Target RAT	Solution	Release	UE Capability	FGI Index
CS Fallback to 1xRTT	RRC Connection Release with Redirection	Rel-8	(NOTE 1) Mandatory for UEs supporting CS fallback to 1xRTT	
	enhanced 1xCSFB	Rel-9	(NOTE 1) e-CDFB-1xRTT	FGI12, FGI26
	enhanced 1xCSFB with concurrent HRPD handover	Rel-9	(NOTE 1) e-CSFB-ConcPS-Mob1XRTT, Support of HRPD, supportedBandListHRPD	
	dual receiver 1xCSFB (RRC Connection Release without Redirection)	Rel-9	(NOTE 1) rx-Config1XRTT (set to 'dual')	
NOTE 1: All CS fallback 1xRTT capable UE shall indicate that it supports 1xRTT and supported band list in the UE capability.				

表 2: CS fallback options to 1xRTT [6]で示すように、1xRTTへのCSFBには4つの方法があります。最初のオプションは、リダイレクション・メカニズムを使用したRRC接続解放です。これは、3GPPリリース 8 で利用可能な唯一のメカニズムであり、1xRTTへのCSFBをサポートするUEの場合は必須です。3GPPリリース 9 では、1xRTTへのCSFBをサポートするオプションがさらに追加されました。拡張 1xCSFBでは、UEと 1xRTTネットワークの間を中継する 1xRTTハンドオーバー信号が使用されます。拡張 1xCSFBはUE capabilityで、e-CSFB-1XRTTという名前です [7]。UEでサポートされていれば、拡張 1xCSFBをHigh Rate Packet Data (HRPD) へのパケット交換ハンドオーバーと同時に実行できます。HRPD同時ハンドオーバーを含む拡張 1xCSFBのサポートは、UE capability e-CSFB-ConcPS-Mob1XRTT [7]で指定されます。デュアル・レシーバUEでは、デュアル・レシーバ 1xCSFBを使用できます。この場合は、リダイレクション情報なしでRRC接続を解放して、1xRTTネットワーク内でサービスを取得できます。デュアル・レシーバ 1xCSFBはUE capabilityで、rx-Config1XRTTという名前です [7]。

1xCSFB対応の端末は、CSFBに先立ち、E-UTRANを通じて 1xRTTネットワーク内に事前登録し、1xRTTネットワーク内に存在を確立しておくことができます。事前登録は、3GPPリリース 8 の 1xCSFBおよび拡張 1xCSFBにのみ適用されます。デュアル・レシーバUEは、通常の登録手順で 1xRTTネットワークに登録されるため、事前登録はデュアル・レシーバ 1xCSFBには適用されません。UEは、システム情報を通じて、1xRTTドメインで事前登録を実行できるかどうかを確認できます (SystemInformationBlockType8 メッセージ内のinformation element *csfb-RegistrationParam1XRTT*)。UEは事前登録を行う前に、1xRTTネットワークからシステムおよびネットワークIDなどのCDMA2000[®]1xRTTパラメータを受け取る必要があります。専用のRRC手順である 1xへのCSFBパラメータの転送[8]が使用されます。図 6: CSFB to 1x Parameter transfer [8]を参照してください。

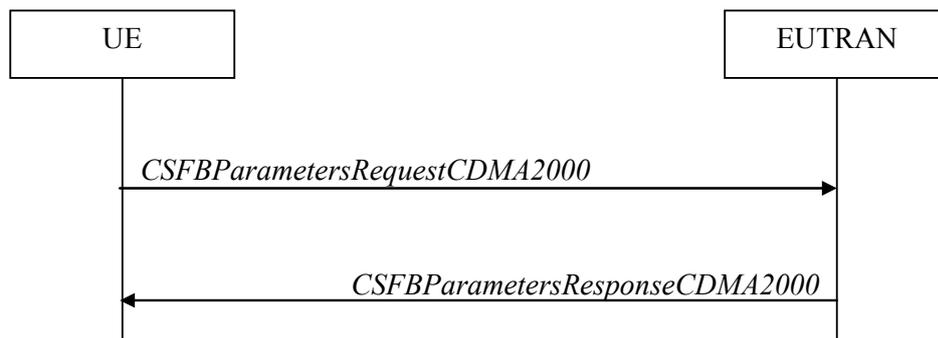


図 6: CSFB to 1x Parameter transfer [8]

UE は CDMA2000[®]上位レイヤの要求により、1x への CSFB パラメータの転送手順を開始し、*CSFBParametersRequestCDMA2000* メッセージを送信します。応答メッセージ *CSFBParametersResponseCDMA2000* には必要なパラメータが含まれています。1xRTT 固有のプロトコル情報は、E-UTRAN に対して常に透過的です。*CSFBParametersResponseCDMA2000* メッセージで送信された 1xRTT 固有のパラメータは、LTE 基地局で事前構成されます。1xRTT の実際の事前登録手順は、UE と 1xRTT ネットワークの間で E-UTRAN に対して透過的に行われます (NAS アップリンク/ダウンリンク情報転送およびアップリンク/ダウンリンク S1 CDMA2000 トンネリング・メカニズムが使用されます)。

1xRTT ネットワークの要件によっては、1xRTT ネットワーク上で UE の再登録が定期的に行われます。これは、デュアル・レシーバUEには適用されません。

実際の CSFB 手順として、最初に **RRC connection release with redirection** を説明します。

図 7: CSFB to 1xRTT using RRC connection release with redirection, mobile originated call, based on [5]は、携帯端末からの発信を例として、RRC connection release with redirection に基づく 1xRTTへのCSFBの完全なメッセージ・フローを示しています。ここでは、UEがE-UTRANに接続され、1xRTT CSへの事前登録が実施済みであるものと仮定しています。

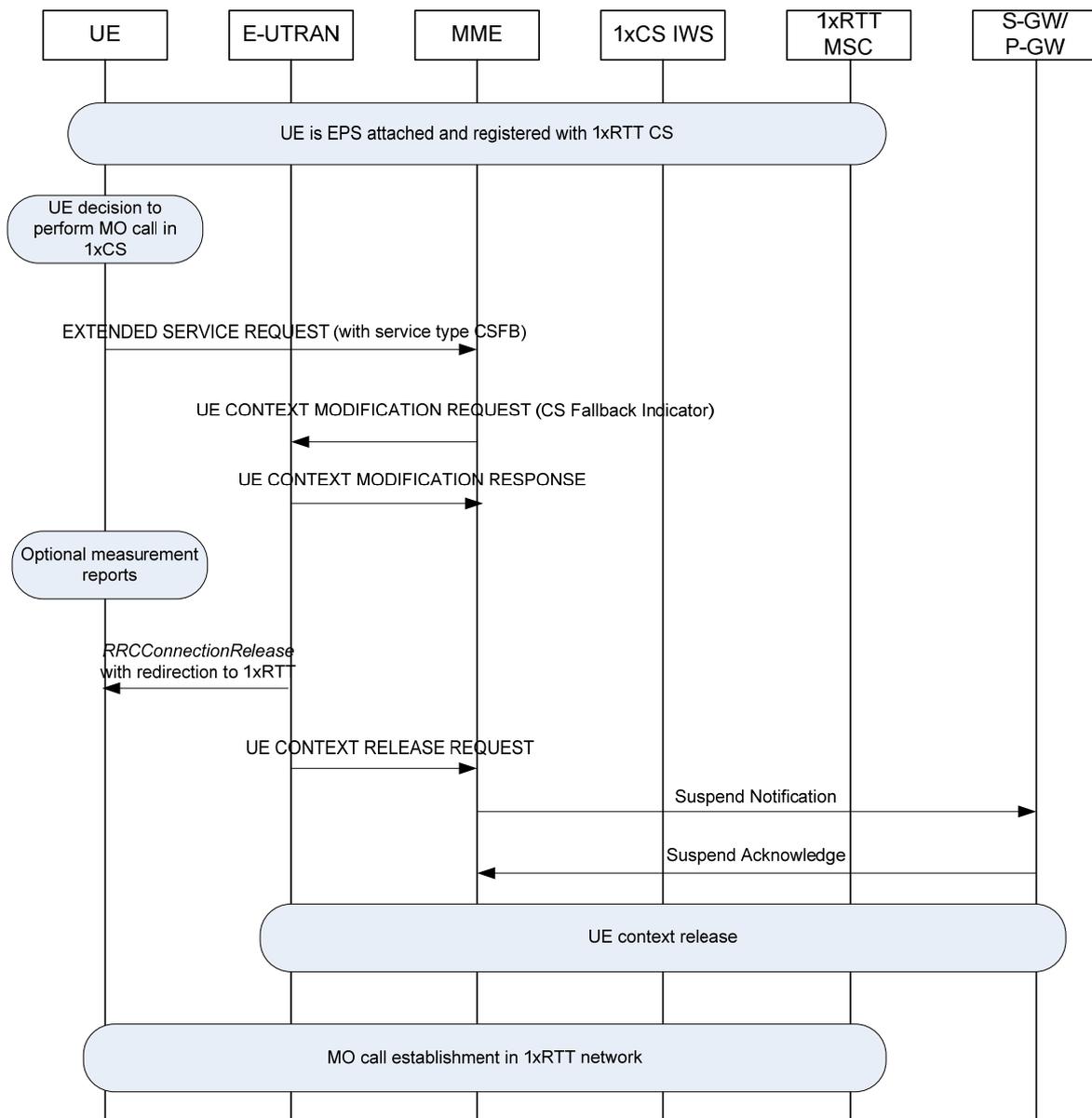


図7: CSFB to 1xRTT using RRC connection release with redirection, mobile originated call, based on [5]

UEで携帯端末からのCS通話を発信する場合、UEはサービス・タイプを「mobile originating CS fallback or 1xCS fallback（携帯端末からのCSFBまたは 1xCSFB）」に設定して、EXTENDED SERVICE REQUEST [10]をMMEに送信します。続いてMMEが、UE CONTEXT MODIFICATION REQUEST [11]メッセージをE-UTRANに送信し、UEを1xRTTに移動する必要があることをE-UTRANに伝えます。E-UTRANは1xRTTセルに関するmeasurement reportを要求することがあります。次に、E-UTRANは1xCSへのリダイレクションを含めて、RRC接続解放をトリガします。その後、S1 UE contextを解放できます。保証ビット・レート（GBR）ペアが無効化され、非GBRペアは一時停止されます。UEは1xRTTネットワークに移動し、3GPP2仕様に従って、1xRTTネットワーク内で携帯端末からの発信をセットアップするための手順を実行します。通話の終了後、UEは通常のセル再選択手順に従ってE-UTRANに戻り、中断していたEPSペアを再開できます。

拡張 1xCSFB (e1xCSFB) では、E-UTRAN と 1xRTT ネットワークの間でハンドオーバー信号をトンネリングして、1xRTT トラフィック・チャネル・リソースを取得することで、1xRTT ネットワークへのフォールバックの準備を行うことができます。

LTE基地局は、UEを1xRTTネットワークに移動する前に

*HandoverFromEUTRAPreparationRequest*メッセージを送信します(図 8: Handover from E-UTRA preparation request [8]を参照してください)。この手順では、このネットワークとの接続を要求することで、UEによるCDMA2000[®]への拡張 1xRTT CSFBの準備を開始しています。

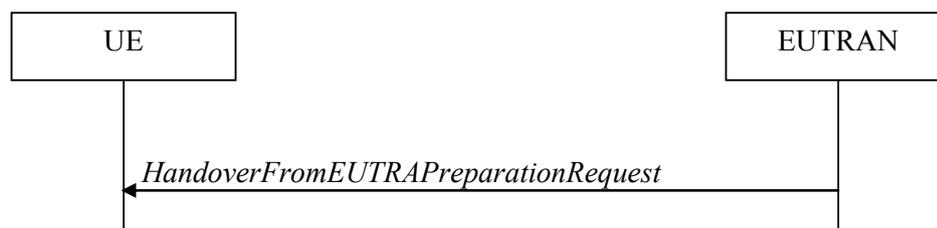


図 8: Handover from E-UTRA preparation request [8]

*HandoverFromEUTRAPreparationRequest*メッセージは、UEによる

*ULHandoverPreparationTransfer*メッセージ(1xRTT情報を含む)の送信をトリガします。図 9: UL handover preparation transfer [8]を参照してください。1xRTTネットワーク内でCS接続を確立するための準備として、S102 インタフェースを使用してMMEと 1xCS IWSの間でメッセージがトンネリングされます。



図 9: UL handover preparation transfer [8]

1xRTT ネットワークからの応答により、LTE 基地局からの *MobilityFromEUTRACommand* メッセージ(トンネリングされた「CDMA2000 ハンドオーバー・コマンド」を含む)の送信がトリガされます。これには、UE が 1xRTT ネットワーク内でトラフィック・チャネルを獲得できるように、1xRTT チャネル割り当てが含まれています。

拡張 1xCSFB に加えて、UE でサポートされている場合は、「concurrent mobility to HRPD (HRPD への同時モビリティ)」フィーチャーを使用できます。UE からは、2 つの別個の *ULHandoverPreparationTransfer* メッセージ(1 つは 1xRTT 情報を含み、もう 1 つは HRPD 情報を含む)がトリガされます。同時 HRPD ハンドオーバー手順は、e1xCSFB 手順とは別に処理されますが、1xRTT ネットワークおよび HRPD ネットワークからの応答だけは、LTE 基地局により 1 つの *MobilityFromEUTRACommand* メッセージに統合されます。1xRTT へのフォールバックと並行して、HRPD 接続を維持できます。

デュアル・レシーバ 1xCSFB の場合、ネットワーク・サポートは *SystemInformationBlockType8* メッセージによって指定されます(information element は *csfb-SupportForDualRxUEs-r9* と呼ばれます)。

デュアル・レシーバ UE では、LTE と 1xRTT とで別々の登録手順およびモビリティ手順が管理されています。E-UTRAN と 1xRTT のネットワーク間の調整は必要ありません。

デュアル・レシーバ UE は、E-UTRAN 内で有効である間も、1xRTT 内に存在することができます。また、1xRTT からのページング・メッセージの受信も可能です。ただし、デュアル・レシーバ UE は、1xRTT 内で音声通話を処理する際、登録信号またはロケーション管理信号を実行する際は、E-UTRAN 内に留まることはできません。これは、UE 実装の送信機が 1 つの場合です。このような UE は、音声通話を実行したり、1xRTT 関連の特定の信号を処理する際に、E-UTRAN を離れる必要があります。これらの UE は、1xRTT へのフォールバックを開始するために、EXTENDED SERVICE REQUEST メッセージを送信します。LTE 基地局は、リダイレクション情報を含めずに *RRCConnectionRelease* メッセージを送信します。続いて、UE は 1xRTT アクセス・ネットワーク内で、通常の 1xCS 通話の開始手順または終端手順を実行します。

また、LTE および 1xRTT のすべての操作を並行してサポートできる UE 実装もあります。この場合、CSFB メカニズムは不要です。LTE でのデータ・サービスと 1xRTT での音声サービスの同時操作は、**SV-LTE** (Simultaneous Voice - LTE) とも呼ばれます。

4 SMS over SGs

SMS over SGsは、LTE無線ネットワーク上で回線交換型SMSを転送するメカニズムです。これは、回線交換インフラに基づくものであり、SMS over IMS（5.6章を参照）が展開されるまでの一時的なソリューションになります。SMS over SGsは3GPPリリース8で規定されています。

SGsは、Evolved Packet SystemのMMEとMSCサーバの間の参照ポイントです。図10: SGs as reference point between MME and MSC Server [5]を参照してください。MMEをMSCサーバに接続するために使用されるプロトコルはSGsAPです。信号メッセージの転送に使用されるプロトコルはStream Control Transmission Protocol（SCTP）です。

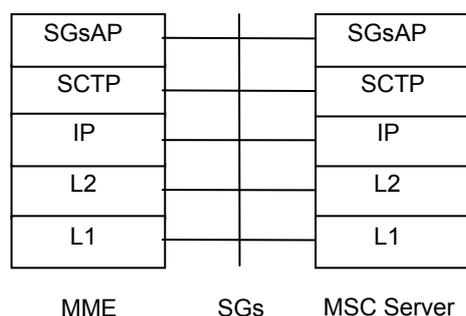


図10: SGs as reference point between MME and MSC Server [5]

SGsは、EPSとCSドメインの間のモビリティ管理とページング手順の処理に使用されます（図1: Evolved Packet System (EPS) architecture for CSFB [4]を参照）。また、SMSについては、携帯端末から送信するSMSと携帯端末で受信するSMSの両方を提供します。UMTSおよびGSMネットワークでのSMS over SGsの参照アーキテクチャを図1: Evolved Packet System (EPS) architecture for CSFB [4]に示します。1xRTT ネットワークについては、S102上でSMSをサポートするためのメカニズムが適宜指定されています[5]。

SMS over SGsはCSFBとは別個の存在です。つまり、UTRANまたはGERANへのCSFBはトリガされません。SMS over SGsではフォールバックが行われないため、LTEと既存のテクノロジーのサービスエリアの重複は必要ありません。

CSFBをサポートするUE、MME、およびMSCエンティティの場合、SMS over SGsのサポートは必須です。ただし、SMS over SGsをサポートするエンティティがCSFBをサポートしている必要はありません。

SMS over SGs（およびCSFB）では、EPS Attach Procedureに多少の変更が必要になります。これは、[12]で指定されたcombined EPS/IMSI Attach procedureに基づくものです。EPS attachと比較した場合、ここでは、CSドメインのケイパビリティに関する追加の情報が交換されます。ATTACH REQUESTメッセージ[10]内のEPS Attach Typeは、UEがCombined EPS/IMSI Attachを要求していることを示すと同時に、UEが「SMS only」のサービスを要求しているかどうかをネットワークに伝えます。SMSサービスのみ（CSFBなし）の場合、UEはATTACH REQUESTメッセージに「SMS only」のインジケータを含めます。attach時には、SGsとMMEおよびMSC/VLR（visitor location register）エンティティの間の関連付けが作成されます。

図11: Mobile originating SMS in idle mode [5]は、アイドル・モードの携帯端末を起点とするSMSの送信の手順を示しています。ここでは、以下の略語が使用されています。

- SMSのinterworking MSC（SMS-IWMSC）
- SMSの中継および転送を担当するservice centre（SC）

- home location register / home subscriber server (HLR/HSS)。

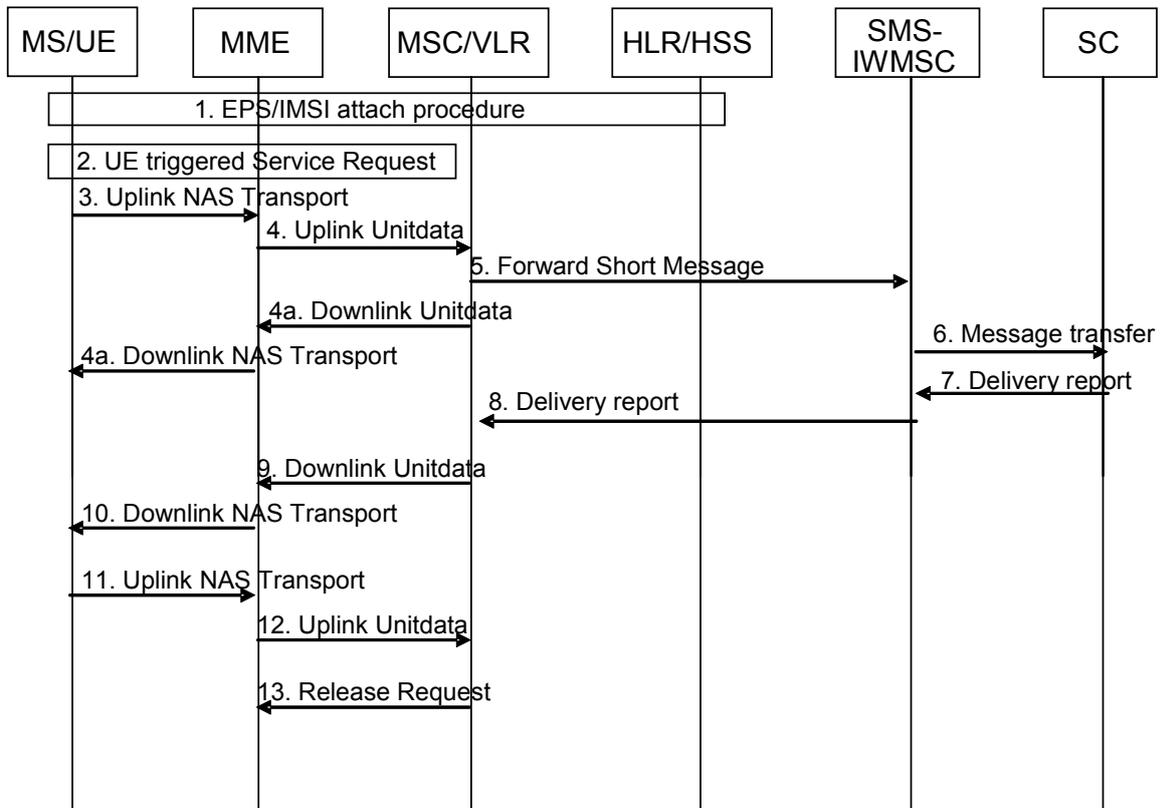


図 11: Mobile originating SMS in idle mode [5]

EPS/IMSI attach の後、UE は service request をトリガして、携帯端末を起点とする SMS 手順を開始します。SMS は NAS メッセージ内にカプセル化されて MME に送信されます。MME は SMS を MSC/VLR に転送し、MSC/VLR は UE に対して SMS を受信したことを通知します。SMS は SC に転送され、SC からは delivery report メッセージが返されます。delivery report メッセージは UE に転送されます。UE は MSC/VLR に対して delivery report の受信確認として ACK メッセージを返し、MVC/VLR はトンネリング処理が必要な NAS メッセージがこれ以上存在しないことを MME に伝えます。

図 12: Mobile terminating SMS in idle mode [5]は、アイドル・モードの携帯端末で受信する SMS の配信手順を示しています。SMS-GMSCは、service centreからのSMSの受信、ルーティング情報およびSMS情報のHLRへの問い合わせ、およびSMSの転送の機能を備えた「gateway MSC for SMS」です。

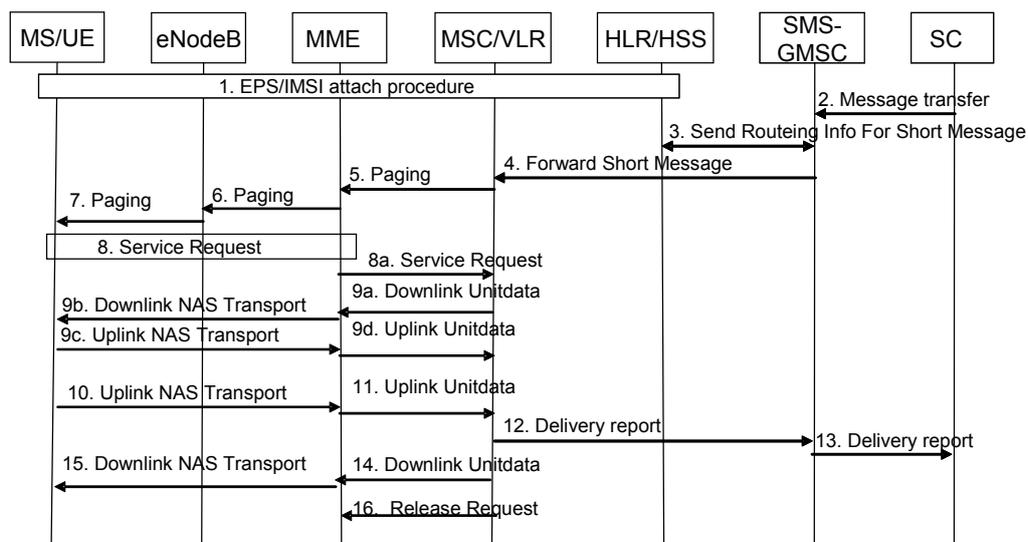


図 12: Mobile terminating SMS in idle mode [5]

service centre によって SMS の転送が開始されます。HLR に対して SMS サービスのルーティング番号が要求され、SMS は UE が接続されている適切な MSC/VLR に転送されます。MSC/VLR は MME に対するページングを発行し、MME は、UE が登録されているトラッキング・エリアのセルを担当する各 LTE 基地局に対してページングを開始します。ページングが成功すると、UE は MME 宛てに SERVICE REQUEST メッセージを送信し、MME は MSC/VLR に対して service request を発行します。MSC/VLR は SMS を作成して MME に転送し、MME は SMS を UE への NAS メッセージ内にカプセル化します。UE は MSC/VLR に対して SMS の受信を肯定確認し、delivery report を発行します。delivery report は service centre に転送され、MSC/VLR は UE に対して delivery report の受信を肯定確認し、トンネリング処理が必要な NAS メッセージがこれ以上存在しないことを MME に伝えます。

5 IMSによる音声およびSMSのサポート

IMSは、標準に基づくIP接続およびサービス制御アーキテクチャであり、アクセス技術には依存しません。IMSはモバイル・ネットワーク内でIPベースのマルチメディア・サービスのフレームワークを提供するため、VoIPサービスを実現する上での最適な選択肢になります。このホワイト・ペーパーでは、IMS上の音声およびメッセージング・サービスを中心として説明していきますが、IMSはそれだけに止まるものではありません。最初のIMSは3GPPリリース5で指定されましたが、その後の3GPPの複数のリリースを通じて、IMSは幅広いマルチメディア・アプリケーションをサポートする強力なフィーチャーのセットとして拡張されてきました。その一方で、IMS仕様には多様なオプションがあるため、非常に複雑なものになっています。このことは、IMSの商業展開を遅らせる大きな要因となっていましたが、現在では、IMSの商業展開事例も増えつつあります。

現在のモバイル業界では、IMSはLTEで音声およびSMSサービスをサポートするための主要なソリューションとして認識されています。IMSベースで音声を実現するために必要不可欠と考えられるネットワーク・フィーチャーと端末フィーチャーのみを含む、Voice over IMS Profileが定義されています。主要な通信事業者と製造業者数社によって結成された「One Voice」アライアンスは、2009年11月に、3GPP準拠のVoice over IMS Profileを公開しました [13]。このプロファイルを順守することが、さまざまな製造業者の端末およびネットワーク実装間で相互接続性を実現するための前提条件になります。

2010年2月、この成果に基づき、通信事業者の団体であるGSMA (Global System for Mobile Communications Association) は、Voice over LTEへの取り組みの開始を宣言しました [3]。このプレスリリースでは、VoLTEへの期待が以下のように述べられています。

「GSMAは、3GPPによって開発されたIPマルチメディア・サブシステム仕様をベースとして使用し、顧客とネットワークの間のインタフェースに加えて、ローミング・インタフェースおよび相互接続インタフェースも重視することで、エンドツーエンドの音声およびSMSエコシステム全体を対象として、One Voiceによって達成された初期の成果の範囲をさらに拡張しました。GSMA VoLTEでは、将来の音声およびSMSの仕組みに関して、機能および技術的な定義を開発するとともに、相互接続とローミングを考慮に入れたエンドツーエンドの通話構造のためのインタフェースを定義します。」

ローミングおよび相互接続の問題を適切に考慮することが、LTEでVoice over IMSを成功させる鍵になります。加入者は、既存のテクノロジーの利用経験から、シームレスなサービス可用性や、世界中のどこでも音声サービスやメッセージング・サービスにアクセスできることを当然と考えています。

GSMAは、One Voiceアライアンスによって指定されたプロファイルに基づき、音声およびSMS用のIMS Profile (GSMA Permanent Reference Document IR.92, [14]) を公開しました。ここには、IMSを通じて音声およびSMSサービスをサポートするために必要不可欠な端末フィーチャーとネットワーク・フィーチャー (必須のIMS機能、付加サービス、メディアの特性、および無線とパケット・コアのケイパビリティ) のみがリストされています。今後、端末およびネットワークに追加フィーチャーが追加される可能性があります。初期のVoLTE実装と後続のリリースの間の互換性は常に保証されます。

初期のLTEネットワークが、既存と同等のサービスエリアを提供するものになるとは思われません。このため、GSMなどの既存のテクノロジーへのハンドオーバーで、音声通話の継続性を確保する必要があります。これは、Single Radio Voice Call Continuity (SRVCC) と呼ばれるフィーチャーによって実現されます。

ご覧のとおり、IMSフレームワークは複雑です。ただし、あらゆる用途において、図 13: IMS reference architecture [16] に示したエンティティとインターフェースのすべてが必要になるわけではありません。このホワイト・ペーパーでは、IMS上の音声とSMSの概念を理解する上で必要不可欠なエンティティのみを説明します。図 14: Schematic view of a part of the IMS architecture では、IMSアーキテクチャを簡略化して示しています。

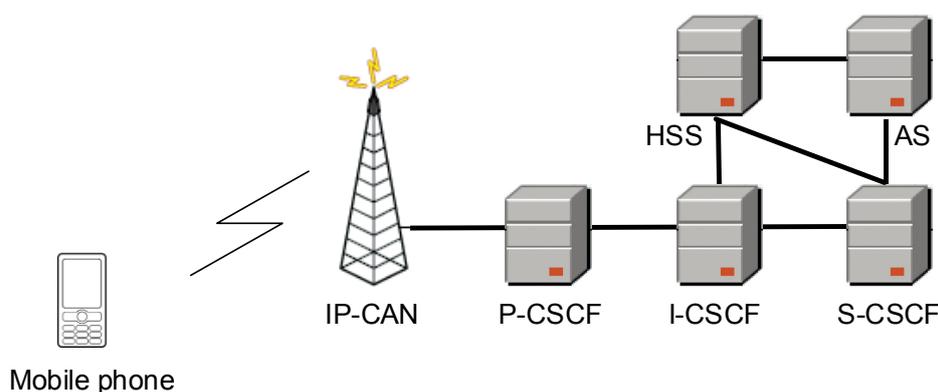


図 14: Schematic view of a part of the IMS architecture

LTEの場合、図 14: Schematic view of a part of the IMS architecture に示したIP connectivity access network (IP-CAN) はEPSとE-UTRANから構成されます。

call session control functions (CSCF) は IMS のコア・コンポーネントです。CSCF には 3 つの種類があります。

- **Proxy-CSCF (P-CSCF)** : P-CSCF は、ユーザにとっての最初のコンタクト・ポイントです。P-CSCF はプロキシのように動作します (つまり、要求を受け入れて、それを転送します)。
- **Interrogating-CSCF (I-CSCF)** : I-CSCF は、加入者宛てのすべての接続に関して、通信事業者のネットワークの入り口のコンタクト・ポイントになります。
- **Serving-CSCF (S-CSCF)** : S-CSCF は、登録プロセスの処理、ルーティングの決定、セッションの管理、および HSS からのユーザ情報とサービス・プロファイルのダウンロードを担当します。

home subscriber server (HSS) は、ユーザのマスタ・データベースです。これは、既存の移動体無線ネットワーク内のホーム・ロケーション・レジスタに相当します。HSS には、呼/セッションを実際に処理するネットワーク・エンティティで必要とされる、サブスクリプションに関連する情報が含まれています。例えば、HSS は認証、許可、名前/アドレスの解決、ロケーションの依存性などを解決することで、呼制御サーバによるルーティング/ローミング手順の実行をサポートします。

application server (AS) は、メッセージングなど、特定の IP アプリケーションを提供します。

IMS アーキテクチャおよび各種の CSCF エンティティの目的は、次のようなローミングを例にすると理解できます。ネットワーク・プロバイダは自社のネットワークの内部構造の開示に消極的であり、自社のユーザ・データベースへのいかなるアクセスも防止したいと考えています。UE はアクセス先のネットワーク内のローカル P-CSCF と常に通信しているため、この P-CSCF から HSS へのアクセスは拒否する必要があります。I-CSCF の役割は、他のプロバイダからネットワーク・アーキテクチャを隠すことです。

IMS では一連のインターネット・ベースのプロトコルが使用されます。ここでは、このホワイト・ペーパーの目的に沿って、以下のプロトコルについて説明します。

- Session Initiation Protocol (SIP) は、登録、サブスクリプション、およびセッションの通知と開始に使用されるテキスト・ベースのプロトコルです。
- Session Description Protocol (SDP) は、メディア・タイプ、コーデック・タイプ、帯域、IP アドレスとポートなどのセッション・パラメータのネゴシエーションや、メディア・ストリームのセットアップに使用されるテキスト・ベースのプロトコルです。
- Real-Time Transport Protocol (RTP) および RTP Control Protocol (RTCP) はリアルタイム・アプリケーション（オーディオなど）の転送に使用されます。
- Extensible Markup Language (XML) Configuration Access Protocol (XCAP)。クライアントは XCAP を使用することで、サーバに XML 形式で格納されているアプリケーション構成データの読み取り、書き込み、および変更を行うことができます。XCAP は、XML 文書のサブツリーおよび要素属性に HTTP を使用して直接アクセスできるように、これらのコンポーネントを HTTP Uniform Resource Identifiers (URI) にマップします。
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) は IP アドレスを構成するために使用されず。IPv4 および IPv6 のそれぞれに対応した DHCP プロトコル・バージョンがあります。

転送プロトコルとして、UDP（1300 バイト未満のメッセージ用）または TCP を使用できます。

以下のプロトコル・スタックは、音声用の IMS Profile に関係します（GSMA IR.92 [14]を参照）。

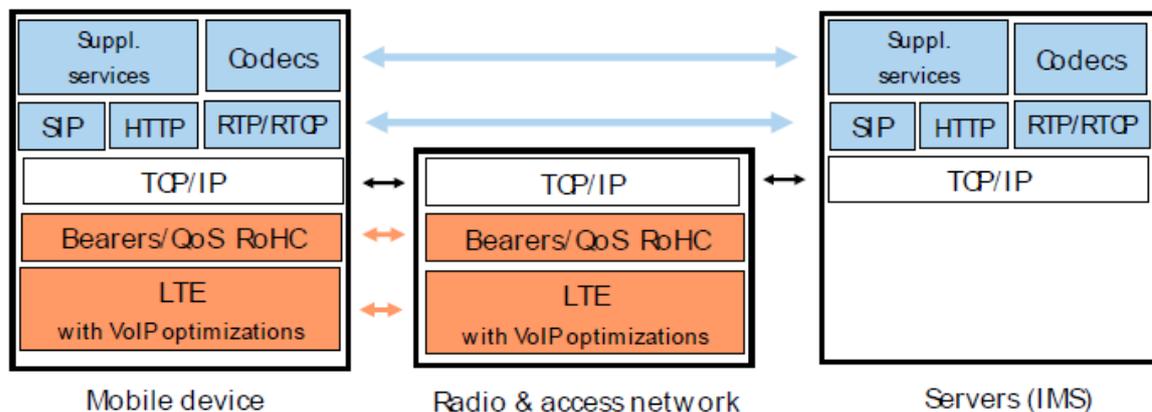


図 15: Depiction of UE and network protocol stacks in IMS Profile for Voice [14]

図 15: Depiction of UE and network protocol stacks in IMS Profile for Voice [14]のTCP/IPにはユーザ・データグラム・プロトコル（UDP）が含まれ、HTTPにはXCAPが含まれています。

付加サービスは [17] で定義されています。GSMA IR.92 [14] で規定された VoLTE プロファイルでは、これらサービスの一部のサポートが要求されています。例えば、Originating Identification Presentation (OIP) サービスは、着信先ユーザが、発信元ユーザの身元を確認するためのアイデンティティ情報を受信できるようにする仕組みを提供します。もう 1 つの例は、付加サービスである呼保留 (HOLD) で、ユーザが確立済みの IP マルチメディア・セッションからのメディア・ストリームを一時停止して、後からこれを再開することができます。付加サービスの構成では、UE 側とネットワーク側の両方で XCAP のサポートが必要になります。この場合の XCAP は、付加サービスに関連するデータの操作に使用されます。

5.2 EPS attach および P-CSCF discovery

UE は IMS 上でサービスを取得する前に、Evolved Packet System (EPS) を使用して通常の LTE パケット接続を確立する必要があります。図 16: Non-roaming architecture for 3GPP access [18] は、EPS と IMS の関係を示しています。SGi は、パケット・データ・ネットワーク (PDN) ゲートウェイと事業者の IMS の間の参照ポイントです。

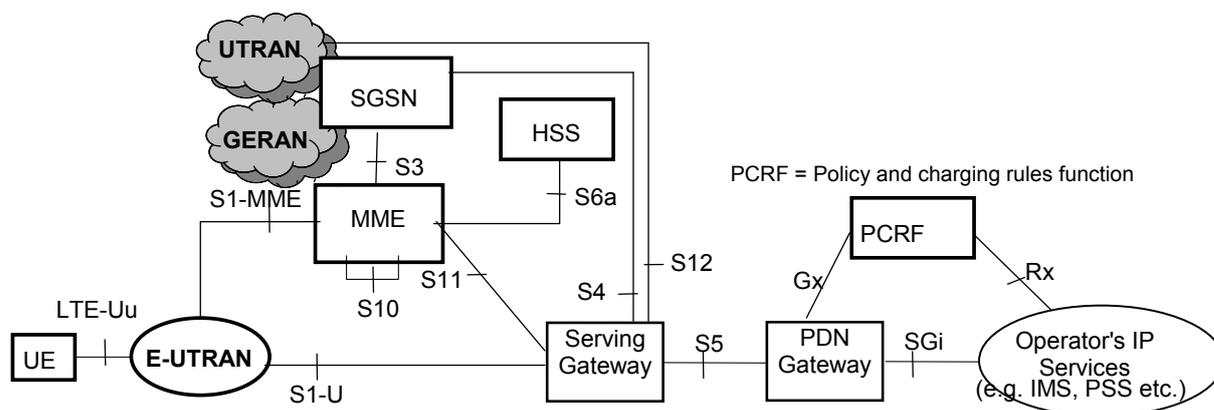


図 16: Non-roaming architecture for 3GPP access [18]

トランスポート・レイヤとアプリケーション・レイヤの間に IMS が配置されているため、アプリケーションは基礎のトランスポート・ネットワークから分離されています。このため、サービスおよび課金手順のプロビジョニングでは、特定の端末の接続タイプを意識する必要はありません。従来は厳格に分離されていた、音声、ビデオ、およびデータなどのサービスが、より近い場所に配置されています。音声通話と並行して、ビデオ接続のセットアップや、テキストのショート・メッセージの送信が可能です。

IMS は IP 接続に基づきます。セッションの直接確立をサポートするためには、すべてのネットワーク・ノードと user equipment に **IP アドレス** が必要とされます。IPv6 は、IPv4 での IP アドレスの不足を解消するために導入されました。IPv4 は 32 ビット・アドレスを使用するため、アドレス領域が約 40 億アドレスに制限されます。このすべてが一般に使用可能になるわけではないため、アドレス領域は定義上制約されています。IPv6 は 128 ビット・アドレスを使用し、膨大なアドレス領域を提供します。IMS は IPv4 と IPv6 をサポートし、さらにデュアル・スタック IPv4v6 操作もサポートしています。新規の IMS ネットワークには、IPv6 を使用することが推奨されています。IPv4 もまだ使用されているため、IPv4 のサポートは継続されています。

UE は EPS attach procedure 中に、IP アドレスの割り当てを要求することができます。PDN CONNECTIVITY REQUEST メッセージは ATTACH REQUEST メッセージの一部であり、PDN タイプ情報要素で UE の IP スタック構成 (IPv4、IPv6、または UE が IPv4 と IPv6 のデュアル・スタック構成をサポートしている場合は IPv4v6) に関する情報を示します。

IPv4 の場合、IP アドレスは ATTACH ACCEPT 内で ACTIVATE DEFAULT EPS BEARER CONTEXT REQUEST の一部として (PDN アドレス情報要素内で) 受信されます。IPv6 の場合は、まず UE が、ACTIVATE DEFAULT EPS BEARER CONTEXT REQUEST メッセージ内でインタフェース ID の割り当てを受け、その後、UE と PDN ゲートウェイの間で実行される後続の手順を通じて、完全な IPv6 アドレスが導出されます。IP アドレスは、デフォルトの EPS ベアラでセットアップされるか、DHCP を使用して取得されます。

UE では、UE が IMS に接続している間は、取得した IP アドレスが維持されます。IMS 関連の SIP 信号には、デフォルトの EPS ベアラまたは専用の EPS ベアラのいずれかを使用できます。実際にメディア・セッションが確立されると、音声またはビデオ用として追加の専用ベアラがセットアップされます。SIP 信号用の EPS ベアラは、IMS 接続の存続期間中はアクティブな状態を維持する必要があります。

IMS接続を開始するためのもう 1 つの重要な手順として、UEがP-CSCFアドレスを取得するために使用する**P-CSCF discovery**があります。P-CSCFは加入者によって送信されるすべての SIPメッセージの入り口であるため、UEは、IMS登録の実行前またはIMSからサービスを取得する前に、P-CSCFを特定する必要があります。[19]には、次のようなP-CSCFアドレスの取得方法が指定されています。

- UE が PDN CONNECTIVITY REQUEST メッセージまたは BEARER RESOURCE ALLOCATION REQUEST の Protocol Configuration Options Information Element 内でアドレスを要求した場合、EPS ベアラ・コンテキスト起動手順から取得する: この場合、P-CSCF IPv4 または IPv6 アドレスの優先順位付きリストが、ACTIVATE DEFAULT EPS BEARER CONTEXT REQUEST メッセージまたは ACTIVATE DEDICATED EPS BEARER CONTEXT REQUEST メッセージに含まれて、ネットワークから UE に提供されます。
- DHCP (v4 または v6) 手順から取得する。
- 事前構成済みの P-CSCF データから取得する (ISIM に格納されているものなど。ISIM の詳細は、次の章を参照してください)。

5.3 IMSでの登録、認証、および鍵合意

加入者が音声や SMS などの IMS サービスを取得するためには、IMS で登録を実行しておく必要があります。UE が IMS 信号用の EPS ベアラを確立した後、P-CSCF discovery が実行されたら、登録処理を開始できます。登録の際は、UE の IP アドレスを、他の加入者から認識されるユーザのパブリック ID と結び付けることができます。ユーザのパブリック ID は、sip:username@domain という形式の SIP Uniform Resource Identifier (URI) か、tel:<Global Number>という形式の TEL URI です。1つの UE で複数のパブリック・ユーザ ID を使用できません。

登録の手順は、UE が保護されていない SIP REGISTER 要求を P-CSCF に送信することにより開始されます。UE は、自身の任意のパブリック・ユーザ ID を、取得済みの任意の IP アドレスに登録できます。ユーザは、指定された ICSI (IMS communication service identifier、下記参照) を含めることで、各 IMS サービスにそれぞれ異なるユーザ ID を関連付けることができます。続いて、P-CSCF が、加入者が登録しようとしているユーザ ID を使用して、UE のホーム・ネットワークの適切な I-CSCF を判別します。P-CSCF は事前構成されたエントリを使用するか、DNS 手順を使用できます。その後、I-CSCF が HSS にコンタクトします。HSS はユーザのプリファレンスや設定を格納し、そのユーザがすでに登録済みであるか、ユーザがその P-CSCF ネットワークに登録可能であるかを確認します。HSS には関連する S-CSCF も格納されます。各サービスに S-CSCF を関連付けて、使用するサービスに応じて S-CSCF を選択できます。ユーザの認証は S-CSCF によって行われます。認証および鍵の生成は、UMTS で使用されているものと同じ認証および鍵合意 (AKA) アルゴリズムを使用して実行されます。S-CSCF は必要な鍵を HSS から入手します。S-CSCF は I-CSCF および P-CSCF を通じて、最初の SIP REGISTER 要求に否定応答 (401 Unauthorized) という形で、UE に認証チャレンジを返します。UE が別の SIP REGISTER 要求を使用してこのチャレンジに正しく応答した場合、UE の IMS への登録は成功し、このことが S-CSCF からの肯定応答によって確認されます。2 番目の SIP REGISTER 以降は、AKA 手順の間に導出された鍵により、すべての SIP メッセージで整合性および機密性の保護が可能になります。GSMA 文書 IR.92[14]で規定された IMS Profile に基づき、UE とネットワークの両方で、整合性保護のサポートが要求されますが、下位レイヤのセキュリティが可能なため、機密性の保護はオプションです。

図 17: Initial IMS registrationは、IMSの登録および認証のメッセージ・フローを簡略化して示しています。

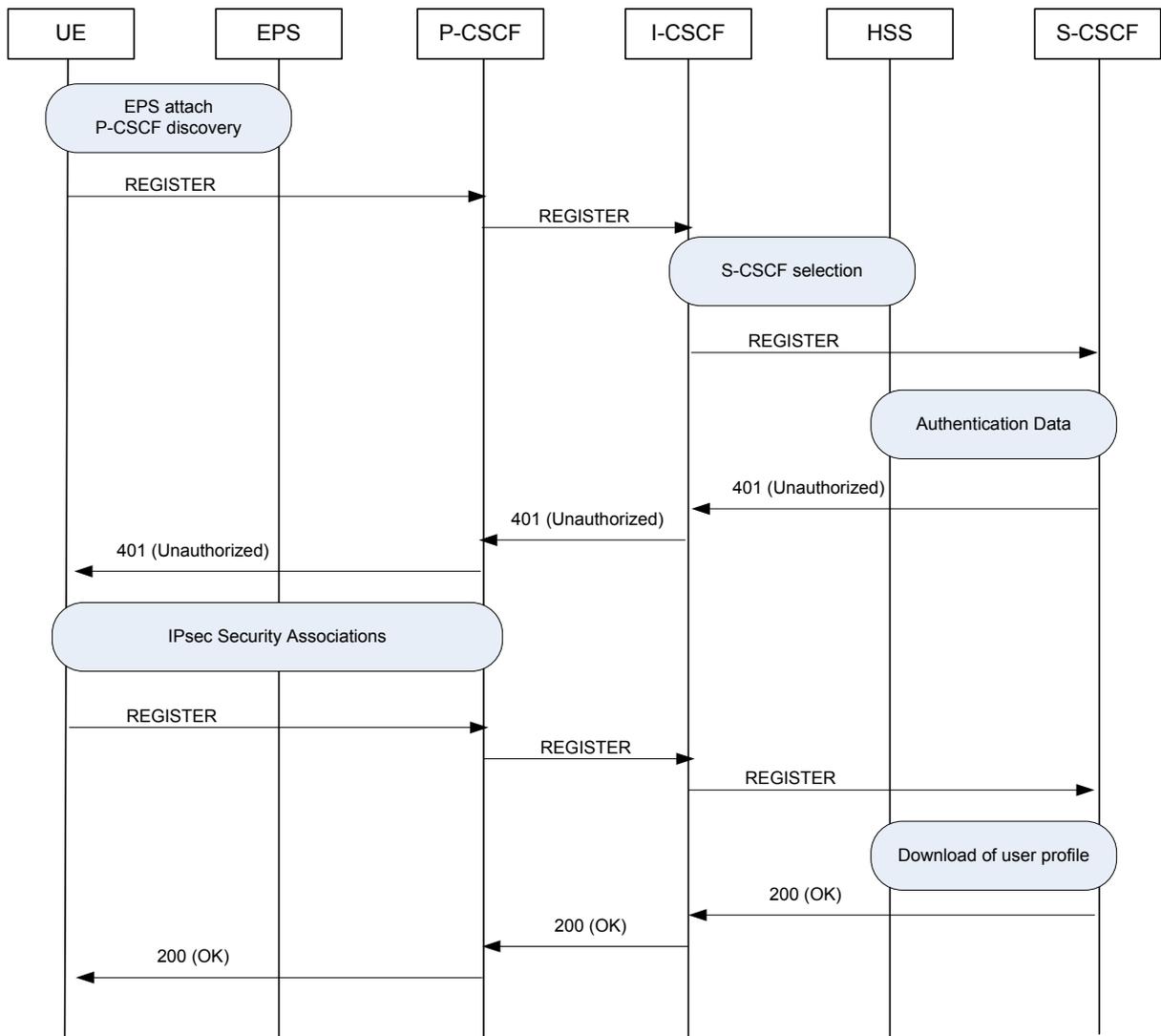


図 17: Initial IMS registration

インターネット・プロトコル・セキュリティ (IPsec) は、保護された IP 通信を提供するためのプロトコルです。UE と P-CSCF の間の SIP トラフィックの保護には、IPsec が使用されます。図 17: Initial IMS registration に示したメッセージ・フローの中で、保護されない状態で送信されるメッセージは、最初の SIP REGISTER と 401 (Unauthorized) のみです。IPsec は、UE と P-CSCF の間のセキュリティ関連性の確立に関して、前述のユーザ認証に基づき、どのような方法で通信を保護するか（つまり、どのアルゴリズムと鍵を使用するか）を定義します。

IMS の認証は ISIM (IP Multimedia Services Identity Module) に基づきます。ISIM は汎用 IC カード (UICC) スマート・カード上の 1 つのアプリケーションで、ユーザの識別と認証用のパラメータを含みます。ISIM には、IMS で登録および認証を開始するために必要なすべてのパラメータが事前構成されています。これには、以下のパラメータが含まれます。

- ユーザのサブスクリプションを特定するためのプライベート・ユーザ ID (既存のシステムで使用されていた国際移動体加入者識別番号 (IMSI) と機能的に同等です)。
- ユーザを特定するための 1 つ以上のパブリック・ユーザ ID。
- 登録中にホーム・ネットワークの名前を特定するため、および SIP REGISTER 要求を解決するためのホーム・ネットワーク・ドメイン名。

UICC 上に汎用加入者識別モジュール (USIM) アプリケーションが 1 つしか存在しない場合でも、UE が IMS に登録することは可能です。UE は認証に必要な情報を IMSI から導出します。その後、再登録、登録解除、または追加のパブリック・ユーザ ID の登録時に、UE の再認証が行われることがあります。ネットワークが認証または再認証を要求した場合、UE は SIP REGISTER 要求に対して 401 (Unauthorized) 応答を受け取ります。登録の有効期限は、通常は 600,000 秒 (約 7 日間) に設定されています。

マルチメディア・テレフォニー通信サービスに通信サービスIDを関連付けることで、サービスを簡単に識別することができます。ネットワークに対してIMS通信サービスを指示するため、UE には、UE でサポートされているIMS通信サービスに従って、ICSI値が割り当てられています。ICSI値は、Uniform Resource Names (URN) としてコード化されています。例えば、マルチメディア・テレフォニー・サービスのコードはurn:um-7:3gpp-service.ims.icsi.mmtelです。GSMA 文書IR.92 [14]のIMS Profileに従って、UEはこのIMS communication service identifier (ICSI) 値をSIP REGISTERメッセージに組み込んで、自身のキイパビリティをネットワークに伝える必要があります。

5.4 IMSを介した音声サービスの取得

図 18: Mobile origination procedure – home [16]は、携帯端末からの発信を示しています。この処理は、UEによるSIP INVITE要求で開始されます。

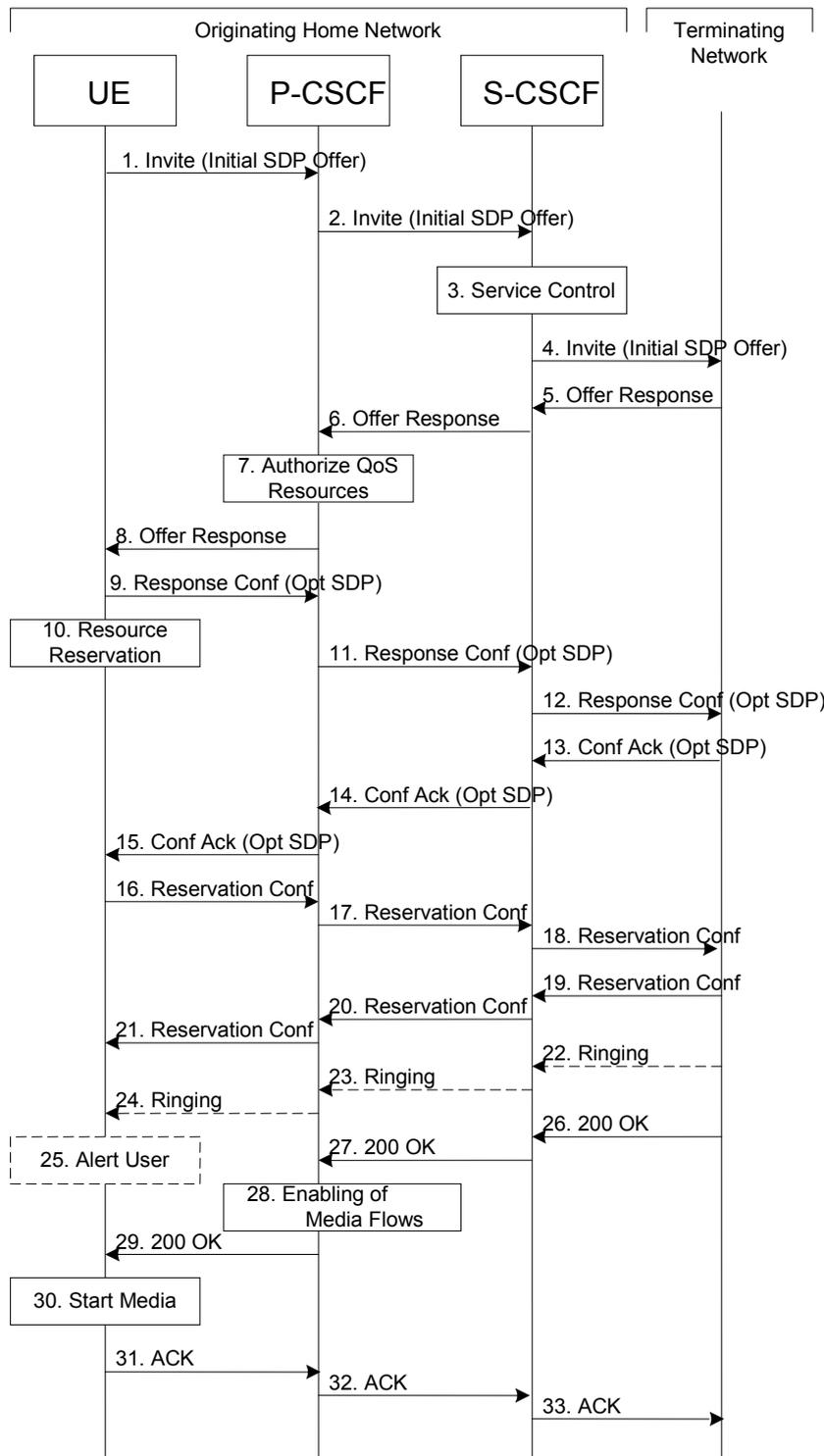


図 18: Mobile origination procedure – home [16]

この起動手順は、ユーザがホーム・サービス・エリア内にある場合のものであります。

SIP INVITE 要求には、マルチメディア・セッション対応の 1 つ以上のメディアを記述する、最初の SDP 情報が含まれています。P-CSCF は、レジストレーション手順の際に識別された S-CSCF に INVITE を転送します。宛先のメディア・ストリームケイパビリティが返されます。S-CSCF は受信側ネットワークから受け取った Offer Response メッセージを、このセッションに必要なリソースを認可する P-CSCF に転送します。P-CSCF は、発信側のエンドポイントに Offer Response メッセージを転送します。UE は Offer Response メッセージの受信を確認します。

EPS セッションで選択されたベアラ確立モード（UE のみまたは UE/NW）に応じて、UE または IP-CAN のいずれかによって resource reservation が開始されます。これには、適切な QoS を備えた EPS ベアラの確立も含まれます。

最初の offer response メッセージに対する確認を受信した後、受信側エンドポイントは、発信側エンドに対して acknowledgement で応答します。resource reservation が完了すると、UE は INVITE メッセージによって確立された信号パスを通じて、受信側エンドポイントに対して正常な resource reservation メッセージを送信します。resource reservation が成功すると、受信側エンドポイントは発信側エンドに返信します。宛先の UE は、オプションとしてアラートを発行することができます。その場合、呼び出しを示す暫定応答によって、発信側にこの信号が伝えられます。宛先パーティが応答すると、受信側エンドポイントは、発信側エンドへの信号パスに沿って、SIP 200 OK の最終応答を送信します。P-CSCF は、このセッションで許可されたメディア・フローが使用可能になったことを示します。UE はセッションのメディア・フローを開始し、200 OK に対して ACK メッセージで応答します。この ACK メッセージは信号パスを通じて受信側エンドに渡されます。

[14]の IMS Profile 従って、発信側 UE では前提条件のメカニズムがサポートされています。これにより、Session Initiation Protocol (SIP) によって開始されるセッション確立の前提条件として、ネットワークの QoS を設定することができます。これらの前提条件を使用する場合、参加者はセッションを開始する前に resource reservation メカニズムを使用する必要があります。

Voice over IMS では、AMR speech codec の 8 つのモードすべてが使用されます。ベースライン・プロファイルは AMR ナローバンドをサポートしています。GSMA 文書 IR.92 [14]の IMS Profile では、AMR ワイドバンドの使用が推奨されています。Codec rate adaptation を使用することで、さらなる最適化が可能になります。

5.5 無線について

音声トラフィックに関しては、QoS を保証し、効率性を向上するため、いくつかの無線プロトコルのフィーチャーと最適化機能が提供されています。

音声サービスでは、オーバーヘッドおよび遅延を減らすために、radio link control (RLC) プロトコルの unacknowledged mode (UM) が使用されています。データ・サービスに特化した初期の LTE 端末では、RLC acknowledged mode のみがサポートされています。UE がネットワークに対して UE Capability を示す際には、その一部として、Dedicated feature group indicators [8]を使用して VoLTE のサポート状況が示されます。VoLTE 対応の UE では、RLC UM に加えて、短い Packet Data Convergence Protocol (PDCP) および RLC sequence number (PDCP の場合は 7 ビット、RLC の場合は 5 ビット) のサポートにより、全体的なパケット・サイズを縮小し、コーディングの効率を向上できます。これは、特にアップリンク・シナリオの場合に有用で、セルの端にいるユーザのサービスエリアが向上します。

UE では unacknowledged mode の無線ベアラに加えて、dedicated control channel (DCCH) 用の signaling radio bearer 1 および 2 (SRB1 および 2) をサポートする必要があります。さらに、勧告 IR.92 [14]により、UE では 4 つの acknowledged mode (AM) ベアラのサポートが必須とされています（ネットワーク用に 2 つの AM ベアラ）。その 1 つは SIP シグナリングに使用されますが、その他は、IMS トラフィックに使用できます。

個々の無線ベアラは、関連付けられたEPSベアラで指定されているquality of service (QoS) を満たす必要があります。個々のEPSベアラは、EPSベアラのQoS class identifier (QCI) に基づき、共通のQoS特性に従ってトラフィック・フローを一意に識別します。[20]で指定されているQCI特性を表 3: Standardized QCI characteristics [20]に示します。

表 3: Standardized QCI characteristics [20]

QCI	Resource Type	Priority	Packet Delay Budget	Packet Error Loss Rate	Example Services
1	GBR	2	100 ms	10^{-2}	Conversational Voice
2		4	150 ms	10^{-3}	Conversational Video (Live Streaming)
3		3	50 ms	10^{-3}	Real Time Gaming
4		5	300 ms	10^{-6}	Non-Conversational Video (Buffered Streaming)
5	Non-GBR	1	100 ms	10^{-6}	IMS Signalling
6		6	300 ms	10^{-6}	Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g. www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.)
7		7	100 ms	10^{-3}	Voice, Video (Live Streaming), Interactive Gaming
8		8	300 ms	10^{-6}	Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g. www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.)
9		9			

音声用の EPS ベアラは QCI = 1 で、これは、保証ビット・レートのある会話の特性を表します。SIP シグナリングを伝達する EPS ベアラの QCI は 5 で、これは、SIP シグナリングおよび XCAP メッセージなどの IMS 制御メッセージに適した、優先順位が高く、非保証ビット・レートのベアラを特徴付けるものです。IR.92 [14]は、使用される EPS ベアラの数を最小化するため、SIP および XCAP 信号用にデフォルトの EPS ベアラを使用することを推奨しています。acknowledged mode の無線ベアラに関連付けられた EPS ベアラは、QCI = 8 (処理優先順位が低いインタラクティブ・トラフィック) または QCI = 9 (バックグラウンド・トラフィック) になります。

IMS multimedia ケイパビリティにより、音声通話を、ビデオ・ストリーミングや会議などの他のセッションと簡単に組み合わせることができます。これにより、新しいアプリケーションやユースケースなど、新たな可能性が生まれてきます。

LTE で指定された多数の追加の無線プロトコル・フィーチャーにより、音声の伝送が最適化されます。これには、次のものが含まれます。

- Robust header compression: robust header compression (ROHC) プロトコルは PDCP レイヤに配置されています。これを使用して IP パケットのヘッダを圧縮することで、パケット全体のサイズを縮小できます。
- Transmission time interval (TTI) のバンドルによるアップリンク負荷の減少: hybrid automatic repeat request (HARQ) 再送信プロトコルの機能強化により、UE は ACK/NACK を待機することなく、4 つのサブフレームから成るバンドル内でパケットを自主的に再送信できるようになります。
- 周波数ホッピングにより、周波数ダイバーシティが増大します。

- Discontinuous reception (DRX) : UE は、スケジュール情報を得るために physical downlink control channel (PDCCH) を継続的に読み取るわけではありません。読み取りは指定された間隔でのみ行われます。
- Semi-persistent scheduling (SPS) : 動的スケジューリングとは異なり、UE は受信や送信時に事前定義されたリソースを使用するため、スケジューリング用に physical downlink control channel の情報を読み取る必要性が減少します。

5.6 IMSを介したSMSサービスの取得

SMS-over-IP 機能により、UE は既存のショート・テキスト・メッセージを IMS ネットワーク上で送信できます。IMS ネットワークでは、IP-Short-Message-Gateway (IP-SM-GW) により、送信元の UE から service center へ、さらに serving center から受信側 UE へのプロトコル interworking が提供されます。また、serving center から送信者へ送られる SMS status report の処理も行われます。

図 19: Mobile originating SMSは、携帯端末から発信されたSMSのメッセージ・フローを示しています。SM-over-IPの送信者としてのUEは、SIP MESSAGE要求を使用して、ショート・メッセージを送信します。この要求には、ショート・メッセージに加えて、IP-SM-GWがショート・メッセージの転送に使用するルーティング情報が含まれています。S-CSCFはinitial filter criteria (iFC) と比較して要求を分析し、IP-SM-GWにSIP MESSAGE要求を送信するかどうかを決定します。initial filter criteriaは、ユーザ登録時にHSSからS-CSCFに提供されます。これには、ユーザ加入者情報、つまり、接続先のapplication serverに関する情報と、application serverに接続する前にチェックする必要があるトリガ・ポイントが指定されています。IP-SM-GWはショート・メッセージをservice centerに転送し、service centerはサブミッション・レポートを返します。サブミッション・レポートはSIP MESSAGEに格納されてUEに送信されま

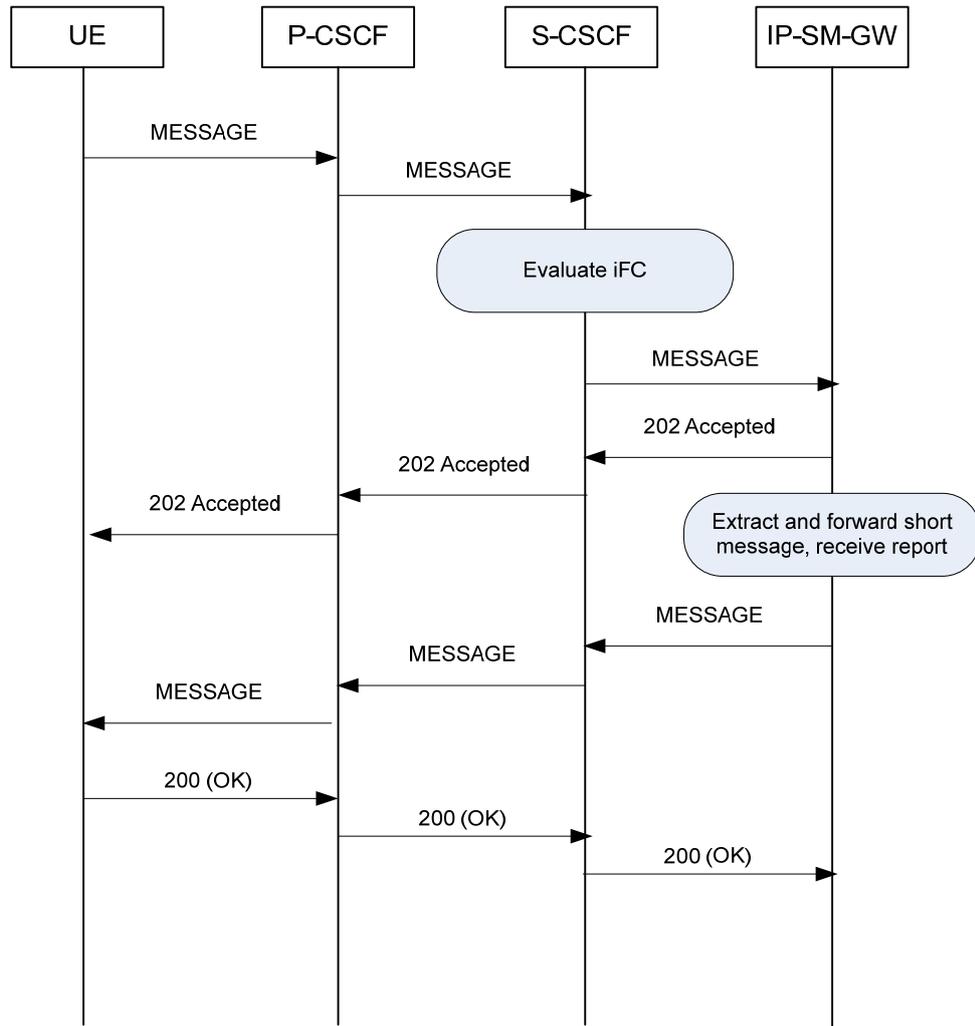


図 19: Mobile originating SMS

図 21: Overall high level concepts for SRVCC from E-UTRAN to UTRAN/GERAN [22]は、携帯端末で受信するSMSのメッセージ・フローを示しています。

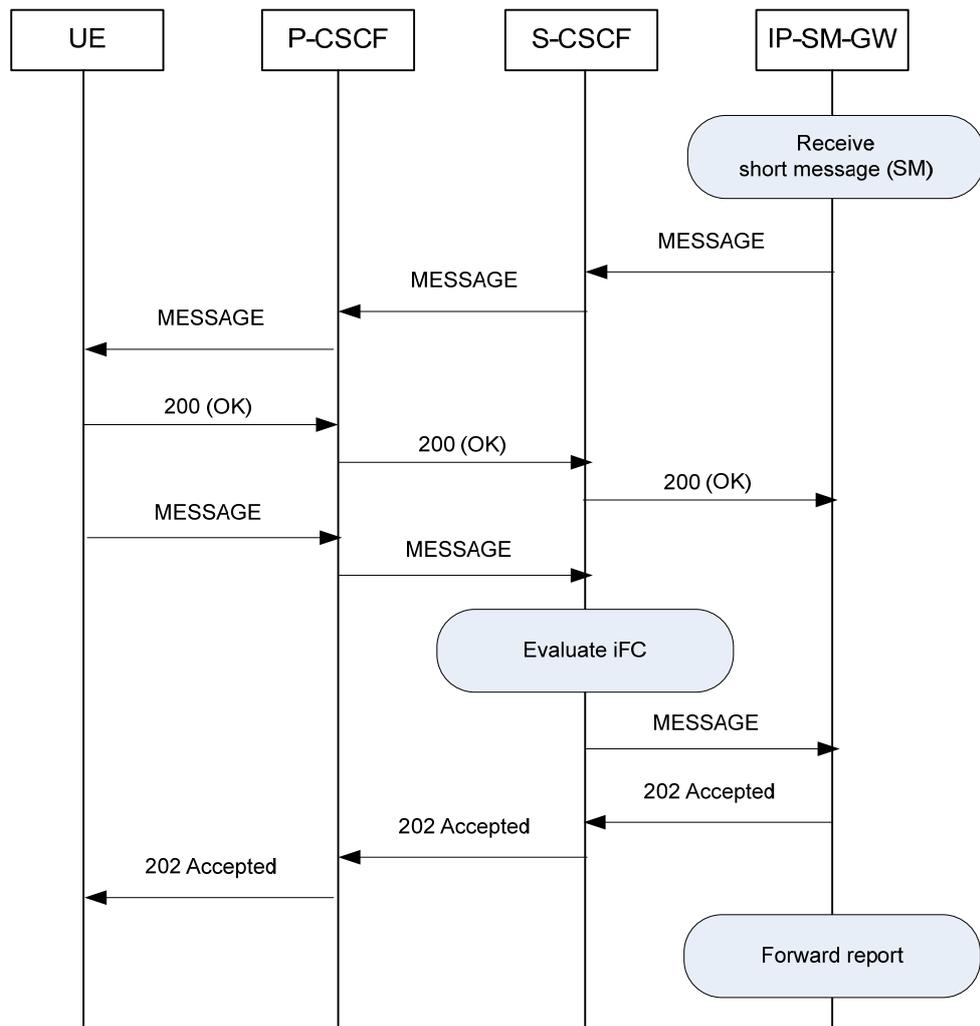


図 20: Mobile terminating SMS

IP-SM-GW は、S-CSCF 用のルーティング情報を含めて、service center からショート・メッセージを受信します。ショート・メッセージは SIP MESSAGE 要求を通じて UE に配信されます。UE は 200 (OK) で応答し、SIP MESSAGE 要求を使用して delivery report を発行します。S-CSCF は initial filter criteria と比較して着信した要求を分析し、IP-SM-GW に SIP MESSAGE 要求を送信するかどうかを決定します。IP-SM-GW は delivery report を受け入れ、これを service center に転送します。

5.7 Single Radio Voice Call Continuity

Single Radio Voice Call Continuity (SRVCC) は、LTE での IMS アクセスと、その他の無線アクセステクノロジー (CDMA2000[®]、GSM、または UMTS) による回線交換 (CS) アクセスの間の音声通話の継続性を実現します。呼は IMS 内で固定されたままになります。これは、回線交換接続を標準の IMS セッションとして扱うことが可能で、回線交換ベアラが IMS セッション用のメディアとして使用されることを意味します。SRVCC を使用する場合、UE は、ある時点では 1 つのアクセス・ネットワークでのみ、送信/受信の能力を必要とします。SRVCC は、既存と同等のサービスエリアを提供していない LTE ネットワークに対して 1 つのソリューションを提供します。Voice over IMS サポートを使用して、既存の回線交換テクノロジーで LTE のサービスエリアをサポートできます。

SRVCCは、attached access typeに関わらずユーザに一貫したサービスを提供すること、および移動端末に対するサービス継続性を維持することを目的として、IMS centralized services (ICS) の概念の上に構築されています [21]。呼の固定には、ホームIMSネットワーク内のVCC application serverが使用されます。EPS Attach中に、VCC application serverへのルーティング情報がHSSからMMEに提供されます。ネットワークおよびUEはEPS Attach Procedure中に、それぞれのSRVCCのサポート状況を示します。

SRVCCをサポートするには、コア・ネットワーク要素の変更が必要になります。CDMA2000[®] の場合、1x CS SRVCC Interworkingソリューション機能 (3GPP2 1xCS IWS、図 5: Reference architecture for CSFB to 1xRTT [5]も参照) が必要です。ハンドオーバーを準備し、音声ギャップを最小化するため、E-UTRANとEPSをまたがり、さらに 3GPP2 1xCS IWSへのS201 インタフェース上で、信号メッセージのトンネリング処理が必要になります。

GSMとUMTSの場合は、mobile switching center (MSC) サーバの変更が必要です。E-UTRANはSRVCCハンドオーバーのターゲット・セルを選択する際に、このハンドオーバー手順にSRVCCが必要であることをMMEに伝える必要があります。MMEはハンドオーバー要求を受信すると、MSCサーバに対してSRVCC手順をトリガします。MSCは続いて、IMSへのセッション転送手順を開始し、ターゲット・セルへのCSハンドオーバー手順との間で調整を行います。音声以外のPSベアラの処理は、MME内のPS bearer splitting functionによって実行されます。音声以外のPSベアラのハンドオーバーの処理がある場合は、通常のRAT間PSハンドオーバー手順に従って実行されます。SRVCC手順を開始するには、図 4: Mobility from E-UTRA [8]に示した、PSハンドオーバーに使用される、E-UTRANからのハンドオーバーの手順が使用されます。SRVCCが実行されると、音声パケットのダウンリンク・フローはCS access legに向けて切り替えられます。call legはパケットから回線交換ドメインに移動し、UEはVoIPから回線交換音声に切り替わります。

図 21: Overall high level concepts for SRVCC from E-UTRAN to UTRAN/GERAN [22]は、GERANまたはUTRANに対するSRVCCの手順を簡略化して示しています。

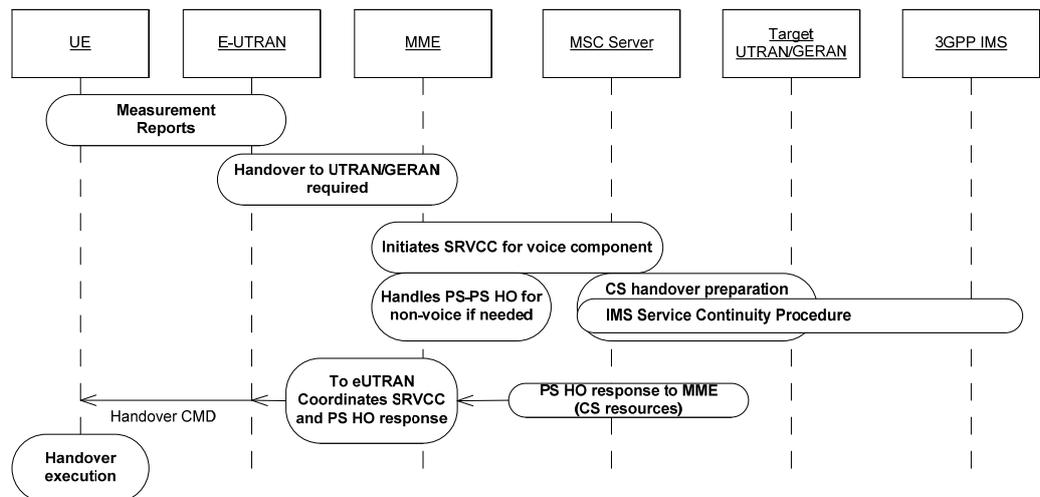


図 21: Overall high level concepts for SRVCC from E-UTRAN to UTRAN/GERAN [22]

GERAN への SRVCC の場合、音声サービス、および追加の packet 交換サービスのハンドオーバーは、GERAN ネットワークと端末の両方が dual transfer mode をサポートしている場合にのみ可能です。

3GPP リリース 8 では、E-UTRAN から UTRAN または GERAN への SRVCC がサポートされていますが、逆方向の SRVCC はサポートされていません。

6 LTE での音声と SMS 用テスト・ソリューション

6.1 端末のプロトコル・スタックの検査

LTE で音声および SMS を使用するための新しいフィーチャーをサポートする端末については、広範囲のテストが必要になります。端末のプロトコル・スタックの検査は、初期の R&D からコンフォーマンス試験に至るまで、あらゆる段階で非常に重要な意味を持ちます。

シグナリング試験には、基地局のシミュレータとして機能する R&S[®]CMW500 ワイドバンド無線機テスタなどの無線機テスタが使用されます。これをプロトコル・テスタとして構成できます。また、R&D シナリオ、相互接続性テスト (IOT) シナリオ、およびコンフォーマンス・テストケースを含めて、広範囲の端末用シグナリング試験がサポートされています。



図 22: The R&S[®]CMW500 Wideband Radio Communication Tester

端末に新しいフィーチャーを実装する際には、R&D のごく初期の段階から、個別のパラメータ設定が可能な柔軟なテストシナリオが必要です。ローデ・シュワルツは、R&D 用に最適化されたテストシナリオ・パッケージを提供しています。例えば、テストシナリオ・パッケージ R&S[®]CMW-KF504 「LTE でのハンドオーバーとモビリティ」には、circuit switched fallback 操作および SMS over SGs の主要機能を検査するために、以下の 4 つのテストシナリオが含まれています。

- CSFB - Combined attach
- CSFB - Combined tracking area and location area update
- 携帯端末で受信する SMS over SGs
- 携帯端末から発信する SMS over SGs

以下の高度なRAT間テストシナリオが、個別オプションとして提供されています。

- R&S®CMW-KF520 for Mobility and Handover between LTE and GSM
- R&S®CMW-KF530 for Mobility and Handover between LTE and WCDMA
- R&S®CMW-KF588 for Handover between LTE and CDMA2000® 1xEV-DO

これらには、circuit switched fallbackの手順も含まれます。例えば、R&S CMW-KF530には、条件の異なるCSFB（端末で受信する通話、端末から発信する通話、アイドル・モードとアクティブ・モード、E-UTRANからのリダイレクションやハンドオーバーなどの条件の組み合わせ）に対応する8つのテストシナリオが含まれています。図23: Analysis of message flow for circuit switched fall back to WCDMAは、RRC接続解放によるWCDMAへのCSFBテストケース（成功の場合）のメッセージ・フローを示しています。

Dir	No.	Time	RFN	Chip	Layer	SAP	Serv	Prim	Len[bit]	PDU	Auxiliary
UP	63277	Jan 12, 2011 1...	0	0	LAYER...	EPSNAS	RRC_EPS_NAS_DEDICATED_L...	Ind	432	EMM Extended Service Request	IdType=(P)TMSI;
DN	63291	Jan 12, 2011 1...	6613	8	RRC	CRRC	CRRC_DL_DCCH_MESSAGE	Req	400	RRCConnectionRelease	
UP	63743	Jan 12, 2011 1...	7725	15616	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	616	RRCConnectionRequest	Event=OK;RB=0:TMMUM+CCCH;
DN	63771	Jan 12, 2011 1...	7728	17920	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	1208	RRCConnectionSetup	RB=0:TMMUM+CCCH;
UP	64075	Jan 12, 2011 1...	7802	2304	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	1560	RRCConnectionSetupComplete	Event=OK;RB=2:AM+DCCH;
UP	64118	Jan 12, 2011 1...	7809	34816	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	696	InitialDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	64153	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	448	RR Page Response	IdType=IMSI;
DN	64166	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Req	552	MM Authentication Req	
DN	64172	Jan 12, 2011 1...	7819	33792	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	752	DownlinkDirectTransfer	RB=3:AM+DCCH high;
UP	64232	Jan 12, 2011 1...	7836	3840	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	1040	InitialDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	64236	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	784	GMM Routing Area Update Req	UpdType=RA updating,IdType=(P/M)TMSI;
UP	64305	Jan 12, 2011 1...	7857	34560	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	576	UplinkDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	64308	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	368	MM Authentication Response	
DN	64335	Jan 12, 2011 1...	7863	37888	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	448	SecurityModeCommand	RB=2:AM+DCCH;
UP	64425	Jan 12, 2011 1...	7893	34560	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	568	SecurityModeComplete	Event=OK;RB=2:AM+DCCH;
DN	64444	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Req	272	CC Setup	
DN	64487	Jan 12, 2011 1...	7909	8704	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	472	DownlinkDirectTransfer	RB=3:AM+DCCH high;
UP	64634	Jan 12, 2011 1...	7961	34304	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	752	UplinkDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	64637	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	512	CC Call Confirmed	
DN	64683	Jan 12, 2011 1...	7971	20480	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	1128	RadioBearersSetup	RB=2:AM+DCCH;
UP	65225	Jan 12, 2011 1...	8149	35840	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	584	RadioBearersSetupComplete	Event=OK;RB=2:AM+DCCH;
UP	65351	Jan 12, 2011 1...	8168	9472	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	576	UplinkDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	65355	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	336	CC Alerting	
UP	66662	Jan 12, 2011 1...	8521	35328	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	576	UplinkDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	66665	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	336	CC Connect	
DN	66675	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Req	272	CC ConnectAck	
DN	66679	Jan 12, 2011 1...	8524	14080	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	472	DownlinkDirectTransfer	RB=3:AM+DCCH high;
DN	66729	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Req	280	GMM Identity Req	IdType=IMSI;
DN	66740	Jan 12, 2011 1...	8535	1792	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	480	DownlinkDirectTransfer	RB=3:AM+DCCH high;
UP	66857	Jan 12, 2011 1...	8561	35328	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	648	UplinkDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	66960	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	408	GMM Identity Response	IdType=IMSI;
DN	66905	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Req	576	GMM Authentication and Ciphering Req	
DN	66910	Jan 12, 2011 1...	8571	10240	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	776	DownlinkDirectTransfer	RB=3:AM+DCCH high;
UP	67282	Jan 12, 2011 1...	8618	2048	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Ind	624	UplinkDirectTransfer	Event=OK;RB=3:AM+DCCH high;
UP	67286	Jan 12, 2011 1...	0	0	RRC	Info	NAS Direct Transfer	Ind	384	GMM Authentication and Ciphering Response	
DN	67338	Jan 12, 2011 1...	8623	38144	RRC	CRRC	CRRC Peer Message	Req	480	SecurityModeCommand	RB=2:AM+DCCH;

図23: Analysis of message flow for circuit switched fall back to WCDMA

R&S®CMW500 のすべてのテストシナリオ・パッケージは、最新のプロトコル・スタックの機能拡張に合わせて絶えず更新されています。

移動体通信事業者は、R&D用のテストシナリオに加えて、ネットワーク上で使用される端末に対する厳格な相互接続性テスト（IOT）を必要とします。端末の実装エラーや相互接続性の問題は、可能な限り早い段階で、つまり、遅くともフィールドテストの実施前には検出されなければなりません。R&S®CMW500 無線機テストの相互接続性テストシナリオ・パッケージは、この要件に対応しています。これらのパッケージは、ラボ内の再現可能な条件下における端末の相互接続性テストを提供します。テスト要件としては、実動作に即したシナリオで端末の動作を検査すること、および複数の異なる事業者の基地局とネットワークを使用して相互接続性テストを準備することが求められています。

相互接続性テストシナリオの例は、Verizon Wireless の IOT テストシナリオを含む R&S®CMW500-KF576 パッケージです。このパッケージには、SMS over IMS テストが含まれます。

これらのR&DおよびIOTシナリオに加えて、3GPPでは、端末のコンFORMANCE試験として包括的なシグナリング試験を定義しています。これらのテストケースは、端末認証（例えばGlobal Certification Forum（GCF）による認証）のベースとなっています。CSFBおよびSMS over SGsのコンFORMANCE・テストケースは [23]に定義されています。

IMSについては、2006年の初めに3GPP RAN5ワーキンググループにより、携帯端末の基本的なIMS機能のコンFORMANCE・テストケースの策定が開始されました。これらのコンFORMANCE・テストケースは、testing and test control notation 3（TTCN-3）記述言語で提供されています。GCFでは、これらのテストケースを携帯端末の認証プログラムにすでに取り入れています。R&S[®]CMW500は、IMS手順に必要なIPプロトコル（SIP、SDP、DNS、DHCPなど）をサポートし、IPv6のサポートも組み込まれています。R&S[®]CMW500は、2008年以降、IMSコンFORMANCE試験に関して検証済みの唯一のテスト・プラットフォームです。IMS機能のコンFORMANCE試験には、R&S[®]CA-AC05製品とともにローデ・シュワルツのプロトコル・テストを使用できます。

R&S[®]CA-AC05のテストケースには、登録手順と認証手順、P-CSCF discovery および個別のエラー・ケースなどが含まれます。エディタ、コンパイラ、および実行環境を含めて、統合された開発環境が提供されています。携帯端末とプロトコル・テストの間のシグナリング手順がリアルタイムで検査されます。例えば、メッセージ・シーケンス・チャートがセットアップされて継続的に更新されます。

The screenshot displays the IMS CC Message Flow tool interface. On the left, a tree view shows the test project structure, including Test Sequences (PDP Context Activation, P-CSCF Discovery, Registration, Early IMS), Test Suites, Test Cases (TC_8_5, TC_8_6, TC_8_7), and Test Sequences (Authentication, Call Control, Emergency Service). The main window shows the configuration for Test Case log: TC_8_6, IMS CC Module: IMS_CC_EarlyIMS TestCases. The IMS CC Message Flow diagram shows a sequence of messages between the IMS CC Server and the IMS CC DUT. The messages are:

Message ID	IMS CC Server	Direction	IMS CC DUT
24	[SP-Codec] Decode	←	[server] A 431 byte long message detected
24	[Match: [server] ASP_DataResponse Verdict: PASS	←	
25	[CANctf-ASPCodec] Encode	→	
25	[pCANct] DeactivatePDPContextReq	→	
26		←	[pCANct] A 351 byte long message detected

Below the diagram, a detailed message comparison table is shown:

msg	msg
statusLine	statusLine
sipVersion: "SIP/2.0"	sipVersion: "SIP/2.0"
statusCode: 200	statusCode: 200
reasonPhrase: "OK"	reasonPhrase: "OK"
msgHeader	msgHeader
accept: omit	accept: *
acceptEncoding: omit	acceptEncoding: *
acceptLanguage: omit	acceptLanguage: *
alertInfo: omit	alertInfo: *

図 24: Tools for IMS terminal testing

期待するメッセージと受信したメッセージを比較できるため、信号エラーの識別が簡単にできます。

IMSコンFORMANCE試験は、無線アクセステクノロジーに依存しないため、LTEまたはWCDMAアクセス技術と組み合わせて使用できます。

E-UTRAN内のSMS over IMSの機能についても、実装が仕様に適合しているかどうかの検査が必要になります。SMS over IMSのテストケースは、2009年9月に開始された、既存のIMS呼び制御テスト仕様 [24]を拡張する 3GPP RAN5 リリース 8 のワークアイテム「Conformance test aspects - SMS over IMS in E-UTRAN」の一部として指定されています。SMS over IMSについては、2つのテストケース（携帯端末から発信するSMSと携帯端末で受信するSMS）が指定されています。

[24]では、MTSI（Multimedia Telephony Service for IMS）テストケースと呼ばれるVoice over IMSのテストケースも指定されています。VoLTEプロファイルに対応するテストケースを中心として、該当するGCF作業項目も立ち上げられました。

6.2 音声品質のテスト

音声品質は音声サービスにおける主要なパフォーマンス指標の1つです。PESQ（音声品質の知覚的評価）、周波数応答、および歪み測定などのオーディオ測定を含めて、回線交換システムにおける音声品質の評価基準としてすでに確立されている計測方法をVoIPにも適用することができます。GSM および CDMA2000[®]などの回線交換システムの既存のオーディオ・テストのアプローチをVoIPベースのアプリケーション用に拡張できます。

無線機テストR&S[®]CMW500 およびオーディオ・アナライザR&S[®]UPVIに基づくVoIPの品質テストの適用例については、[26]を参照してください。このセットアップでは、勧告ITU-T P.862に基づく音声品質の知覚的評価（PESQ）測定用のテストと、3GPP TS 26.132 [25]に基づく複数の一般的なオーディオ・テストを実行できます。

心理音響コーディング手法の一般的なフィーチャーは、人間の聴覚の物理的特性を利用し、人間が知覚できない範囲の信号を省略することで、伝送信号内の情報量を削減することです。音声は、例えば音楽など、他のタイプの信号と比較して容易に圧縮できます。音声圧縮を使用する場合は、音声伝送技術により、知覚された音声品質に受け入れがたい劣化が生じていないことを客観的に判断するため、心理音響測定手法が必要になります。

国際電気通信連合によって2001年に勧告ITU-T P.862として公開されたPESQ（音声品質の知覚的評価）測定手法は、高圧縮率の心理音響コーディング手法を使用して、低ビットレートで送信されている音声信号の測定を可能にします。PESQでは、これらの信号を基準信号と比較して評価するためのアルゴリズムが採用されています。R&S[®]UPVなどの近代的なオーディオ・アナライザは、ドイツのエルランゲンにあるOpticom GmbHからライセンス供与されたソフトウェアを使用して、この測定手法をサポートしています。

PESQの開発には、多様な言語のさまざまな語り手による膨大な量の会話の録音資料が使用されました。録音には、品質レベルの異なる複数の音声エンコーダと、一般的なネットワーク伝送障害が使用されています。これらの音声サンプルは、一連のリスニング・テストを通じて、適切な数のテスト視聴者により、-0.5（非常に悪い）から4.5（非常に良い）までの音声品質スケールに分類されました。

PESQの目的は、劣化していないオリジナルの音声信号（基準信号）と劣化した信号（測定対象の信号）との比較に基づくリスニング・テストの結果と緊密に相関する、客観的な測定手法を確立することです。PESQ測定を実行する際には、基準信号をテスト対象システムの入力に接続し、測定対象の信号をテスト対象システムの出力から取得します。

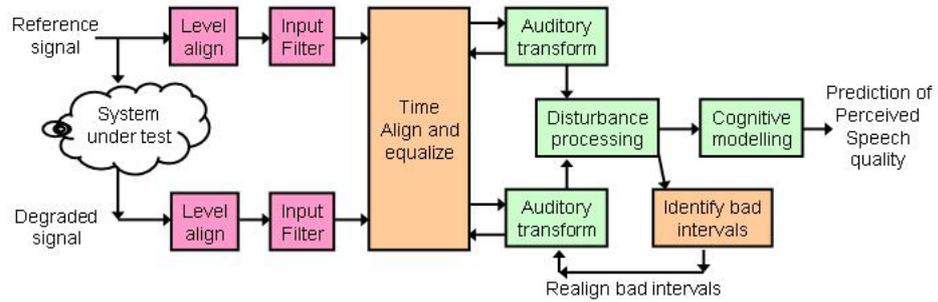


図 25: Algorithm of PESQ measurement in the Audio Analyzer

R&S®UPVなどのオーディオ・アナライザでも、テスト仕様 3GPP TS 26.132 [25]に基づくGSMまたは 3GPP測定を実行できます。例えば、これらの測定には、送話ラウドネス定格（SLR）、受話ラウドネス定格（RLR）、および歪み測定が含まれます。また、これらの測定は、音声信号の特性評価に有用であるため、LTEなどの他の通信標準を通じてVoIP接続に適用することもできます。

7 まとめ

音声および SMS を効率的にサポートすることは、LTE ネットワークの重要な要件です。このホワイト・ペーパーでは、circuit switched fallback から IMS ベースのソリューションまで、LTE でこれらのサービスをサポートするためのさまざまな技法について説明してきました。新しいプロトコル手順の機能およびパフォーマンスが適切であることを検証するためには、端末実装の完全なテストが必要です。R&D プロトコル・テスト、相互接続性テスト、およびコンFORMANCE試験へのアプローチ方法や、音声品質テストの考慮事項についても説明しました。

8 参考文献

- [1] Long Term Evolution - A concise introduction to LTE and its measurement requirements, Christina Gessner, Rohde & Schwarz, ISBN 978-3-939837-11-4
- [2] NGMN Alliance Delivers Operators' Agreement to Ensure Roaming for Voice over LTE, 15 February 2010, www.ngmn.org
- [3] GSMA VoLTE Initiative,
http://www.gsmworld.com/our-work/mobile_broadband/VoLTE.htm
- [4] 3GPP TS 22.173 V9.5.0 (2010-03): "IP Multimedia Core Network Subsystem (IMS) Multimedia Telephony Service and supplementary services; Stage 1 (Release 9)" .
- [5] 3GPP TS 23.272 V9.6.0 (2010-12): "Circuit Switched Fallback in Evolved Packet System; Stage 2 (Release 9)".
- [6] 3GPP TS 36.300 V9.6.0 (2010-12): "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 9)" .
- [7] 3GPP TS 36.306 V9.3.0 (2010-09): "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio access capabilities (Release 9) " .
- [8] 3GPP TS 36.331 V9.5.0 (2010-12): "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification (Release 9) " .
- [9] 3GPP TS 25.331 V7.18.0 (2010-09): „Radio Resource Control (RRC); Protocol Specification (Release 7) “ .
- [10] 3GPP TS 24.301 V9.5.0 (2010-12): "Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS); Stage 3 (Release 9)" .
- [11] 3GPP TS 36.413 V9.5.1 (2011-01): "Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); S1 Application Protocol (S1AP) (Release 9)" .
- [12] 3GPP TS 23.060 V9.7.0 (2010-12): "General Packet Radio Service (GPRS); Service description; Stage 2 (Release 9)" .
- [13] One Voice; Voice over IMS profile, V1.0.0 (2009-11)
- [14] GSMA PRD IR.92 - IMS profile for Voice and SMS
- [15] The IMS, IP Multimedia Concepts and Services, M. Poikselka, Georg Mayer, Wiley, ISBN 0470721960
- [16] 3GPP TS 23.228 V9.4.0 (2010-09): "IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (Release 9)" .
- [17] 3GPP TS 24.173 V9.1.0 (2010-03): "IMS multimedia telephony communication service and supplementary services; Stage 3 (Release 9) " .
- [18] 3GPP TS 23.401 V9.7.0 (2010-12): "General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (Release 9)" .

- [19] 3GPP TS 24.229 V9.6.0 (2010-12): “IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3 (Release 9)” .
- [20] 3GPP TS 23.203 V9.7.0 (2010-12): “Policy and charging control architecture; Stage 2 (Release 9)” .
- [21] 3GPP TS 23.292 V9.7.0 (2010-09): “ IP Multimedia Subsystem (IMS) centralized services; Stage 2 (Release 9)” .
- [22] 3GPP TS 23.216 V9.6.0 (2010-12): “Single radio voice call continuity (SRVCC); Stage 2 (Release 9)” .
- [23] 3GPP TS 36.523-1 V9.3.0 (2010-12): “ User Equipment (UE) conformance specification; Part 1: Protocol conformance specification (Release 9)” .
- [24] 3GPP TS 34.229-1 V9.3.0 (2010-12) : “ Internet Protocol (IP) multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); User Equipment (UE) conformance specification; Part 1: Protocol conformance specification (Release 9)” .
- [25] 3GPP TS 26.132 V9.2.0 (2009-03): “Speech and video telephony terminal acoustic test specification (Release 9)” .
- [26] Rohde & Schwarz Application Note 1MA149 “VoIP Measurements for WiMAX” , www.rohde-schwarz.com/appnote/1MA149
- [27] Rohde & Schwarz Application Note 1GA50 “Calibration Tool for PESQ Speech Quality Tests” , www.rohde-schwarz.com/appnote/1GA50

9 追加情報

ご意見、ご提案は、TM-Applications@Rohde-Schwarz.comまでお寄せください。

10 略語

1xCS IWS	Circuit switched fallback interworking solution function (Circuit switched fallback interworking ソリューション機能)
1xRTT	1x radio transmission technology (シングルキャリア無線伝送技術)
3GPP	3 rd generation partnership project
AMR	Adaptive multi rate (適応マルチレート)
AS	Application server
BSS	Base station subsystem (基地局サブシステム)
CS	Circuit switched (回線交換)
CSCF	Call session control function
CSFB	Circuit switched fallback
DHCP	Dynamic host configuration protocol
DNS	Domain name system (ドメイン・ネーム・システム)
DRB	Data radio bearer (データ無線ベアラ)
DRX	Discontinuous reception
EDGE	Enhanced data rates for GSM evolution (GSM 進化型高速データレート)
EPS	Evolved Packet System
E-UTRA	Evolved universal terrestrial radio access
E-UTRAN	Evolved universal terrestrial radio access network (進化型ユニバーサル地上波無線アクセス・ネットワーク)
FDD	Frequency division duplex (周波数分割複信)
GBR	Guaranteed bit rate (保証ビット・レート)
GCF	Global Certification Forum
GERAN	GSM EDGE radio access network (GSM EDGE 無線アクセス・ネットワーク)
GPRS	General packet radio service (汎用パケット無線サービス)
GSM	Global System for Mobile Communications
GSMA	Global System for Mobile Communications Association
HARQ	Hybrid automatic repeat request
HLR	Home location register (ホーム・ロケーション・レジスタ)
HRPD	High rate packet data (高速パケット・データ)
HSPA	High speed packet access (高速パケットアクセス) HSS
HSS	Home subscriber server
HTTP	Hypertext transfer protocol (ハイパーテキスト転送プロトコル)
ICS	IMS centralized services
I-CSCF	Interrogating Call Session Control Function
ICSI	IMS communication service identifier
IMS	IP multimedia subsystem (IP マルチメディア・サブシステム)
IMSI	International mobile subscriber identity (国際移動体加入者識別番号)
IOT	Interoperability test (相互接続性テスト)
IP	Internet protocol (インターネット・プロトコル)
IP-CAN	IP connectivity access network
IP-SM-GW	IP short message gateway
ISIM	IP Multimedia Services Identity Module
LTE	Long term evolution (ロング・ターム・エボリューション)
MME	Mobility management entity
MSC	Mobile switching center (移動交換局)
MTSI	Multimedia Telephony Service for IMS
NACC	Network Assisted Cell Change
NAS	Non-access stratum (非アクセス層)
NGMN	Next Generation Mobile Networks

OIP	Originating identification presentation
PDCCH	Physical data control channel (物理データ制御チャネル)
PDCP	Packet Data Convergence Protocol
PDN	Packet data network (パケット・データ・ネットワーク)
PESQ	Perceptual evaluation of speech quality (音声品質の知覚的評価)
P-GW	Packet data network gateway (パケット・データ・ネットワーク・ゲートウェイ)
PLMN	Public land mobile network
PS	Packet switched (パケット交換)
P-CSCF	Proxy Call Session Control Function
QCI	QoS class identifier
QoS	Quality of service
RAN	Radio access network
RLC	Radio link control
RLR	Receive loudness rating (受話ラウドネス定格)
RNS	Radio network subsystem (無線ネットワーク・サブシステム)
ROHC	Robust Header Compression
RRC	Radio resource control (無線リソース制御)
RTCP	RTP control protocol
RTP	Real time transport protocol
SC	Service center
S-CSCF	Serving Call Session Control Function
SCTP	Stream control transmission protocol
SDP	Session description protocol
SIP	Session initiation protocol
SGSN	Serving GPRS support node (サービング GPRS サポートノード)
S-GW	Serving gateway (サービス・ゲートウェイ)
SLR	Send loudness rating (送話ラウドネス定格)
SMS	Short message service (ショート・メッセージ・サービス)
SMS-GMSC	Gateway MSC for Short Message Service
SMS-IWMSC	Interworking MSC for Short Message Service
SPS	Semi-persistent scheduling
SRB	Signaling radio bearer (信号無線ベアラ)
SRVCC	Single Radio Voice Call Continuity
SV-LTE	Simultaneous Voice - LTE
TCP	Transmission control protocol (伝送制御プロトコル)
TDD	Time division duplex (時分割複信)
TTCN-3	Testing and test control notation - version 3
TTI	Transmission time interval
UDP	User datagram protocol (ユーザ・データグラム・プロトコル)
UE	User equipment
UICC	Universal integrated circuit card (汎用 IC カード)
UM	Unacknowledged mode
UMTS	Universal mobile telecommunications system (ユニバーサル移動体通信システム)
URI	Uniform Resource Identifier
URN	Uniform Resource Name
USIM	Universal subscriber identity module (汎用加入者識別モジュール)
UTRAN	UMTS terrestrial radio access network (UMTS 地上波無線アクセス・ネットワーク)
VCC	Voice Call Continuity
VLR	Visitor location register
VoIP	Voice over IP

VoLTE	Voice over LTE
XCAP	XML Configuration Access Protocol
XML	Extensible Markup Language

ローデ・シュワルツについて

ローデ・シュワルツ・グループ（本社：ドイツ・ミュンヘン）は、エレクトロニクス分野に特化し、電子計測、放送、無線通信の監視・探知および高品質な通信システムなどで世界をリードしています。

75年以上前に創業し、世界70カ国以上で販売と保守・修理を展開している会社です。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

本社／東京オフィス

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1

住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

神奈川オフィス

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-8-12

Attend on Tower 16 階

TEL : 045-477-3570 (代) FAX : 045-471-7678

大阪オフィス

〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-23-20

TEK 第2ビル 8 階

TEL:06-6310-9651 (代) FAX:06-6330-9651

サービスセンター

〒330-0075 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-20

浦和テクノシティビル 3 階

TEL:048-829-8061 FAX:048-822-3156

E-mail: info.rsjp@rohde-schwarz.com

<http://www.rohde-schwarz.co.jp/>

Certified Quality System
ISO 9001
DQS REG. NO 1954 QM

Certified Environmental System
ISO 14001
DQS REG. NO 1954 UM

このアプリケーションノートと付属のプログラムは、ローデ・シュワルツのウェブサイトのダウンロード・エリアに記載されている諸条件に従ってのみ使用することができます。

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1 住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

www.rohde-schwarz.co.jp