

3GPP Release 17における5GCの 高度化技術概要 —コアネットワークと端末—

ネットワーク開発部	いしかわ 石川	ひろし 寛†
移動機開発部	ひこさか 彦坂	まおき 真央樹
ネットワーク開発部	にしだ 西田	しん 慎
MeadowCom	Ban Al-Bakri	

3GPPのCTグループは、主にSAグループによって定義されるサービスおよびアーキテクチャの要件に対応するプロトコルの定義を行う。さらに、アーキテクチャの更新や変更の必要がない一部の機能拡張もCTグループが規定する。

本稿では、Rel-17で行われた機能拡張のうち、PLMN選択、SOR、UDR関連プロファイルの復旧手順、とNASプロトコルやサービスベースのインタフェースなどのプロトコルの拡張の一部など、ドコモが注目した拡張に焦点を当てて解説する。

1. まえがき

3GPP (3rd Generation Partnership Project)*¹のCT (Core network and Terminals)*²グループは、3GPPのサービスおよびアーキテクチャの要件に対

応するプロトコルの定義を主に担っている。加えて、一部の特定の機能などについては、CTグループがアーキテクチャの要件そのものの定義 (SOR (Steering Of Roaming)*³, PLMN (Public Land Mobile Networks)*⁴の選択、復旧手順、PWS (Public Warning

©2022 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェア、サービスなどの名称は、各社の商標または登録商標。

† 現在、R&D戦略部

*1 3GPP：移動通信システムの規格策定を行う標準化団体。

*2 CT：3GPPにおいて、コアネットワーク (*57参照)内、および移動端末とコアネットワーク間のプロトコルの仕様化を行っているグループ。

*3 SOR：優先事業者選択機能のことで、複数利用可能なVPLMN (*12参照)の中から、HPLMN (*10参照)の方針により端末を特定のVPLMNへ登録することを促す仕組み。

*4 PLMN：移動通信システムを用いたサービスを提供するオペレータのこと。

Systems)^{*5}、番号・アドレス・識別の形態に関するStage2要件定義など)を担っている。Release 17(以下、Rel-17)において、CTグループは、主に第5世代移動通信システム(5G)の機能拡張とそのプロトコルの拡張に携わった。

本稿では、主に3GPP Rel-17で事業者の関心事になっている機能を中心に、3GPP CT関連の仕様を導入されたソリューションと拡張について解説する。具体的には、eCPSOR(enhancement of Control Plane SOR)^{*6}、ReP_UDR(Restoration of Profiles related to User Data Repository)^{*7}、PLMNの選択(MINT(Minimization of service INTerruption)^{*8}、5GSAT(5GC architecture for SATellite networks)^{*9}のサポート)を紹介する。

2. SORの拡張

SORは、HPLMN(Home PLMN)^{*10}がローミング^{*11}中の契約者に対し、ローミング先地域の複数の事業者(VPLMN(Visited PLMN)^{*12})の中からローミング先として優先したいVPLMNに誘導する機能である[1]。本機能は、GSM(Global System for Mobile communications)^{*13}以来使用されている。

5Gでは、CP-SOR(Control Plane SOR)^{*14}と呼ばれるソリューションが導入されたが、本ソリューションでは、制御プレーン^{*15}を介してSOR-info(SOR information)^{*16}を提供する。SOR-infoにはユーザに優先的に接続させたい事業者が含まれており、SOR-infoを受信したユーザ端末(UE: User Equipment)^{*17}は、その事業者を優先して接続する。

このSOR実施の際、UEはIdle状態となる必要があるが、従来、Connected状態のUEがSOR-infoを受け取ると、Idle状態になるまで待機してから、優先事業者へ接続する場合があった。するとHPLMN

は、ローミング時の接続料や加入者プロフィール^{*18}などに基づいて最適なVPLMN(主に海外の通信事業者)を決定しているにも関わらず、長時間SORが実行されないことになる。

そこでRel-17ではeCPSORが規定され、HPLMNは、SORを実行するために進行中のPDUセッション^{*19}を中断させUEを即座にIdle状態へ遷移させることができるようになった。なお、単にセッションを中断させIdle状態へ遷移させると、利用中の通信やサービスが切断されるなどユーザ体験が悪くなる可能性があるため、HPLMNが特定の通信の種類(例えば音声通話)を指定し、UEがその通信を優先させられるようになった。このCP-SORの機能拡張のために、SOR-CMCI(SOR Connected Mode Control Information)^{*20}と呼ばれる追加の情報をSOR-infoにて送信できるようになった。以降で、本SOR-CMCIを用いた端末制御、SOR-CMCIのプロビジョニング^{*21}、SOR-CMCIの構成および端末への保存について詳細を解説する。

2.1 SOR-CMCIによる端末動作制御

SOR-CMCIは、SORよりも優先させたい通信種別を指定するための情報であり、本情報により、実行中の通信種別に応じ、Connected状態のローミングUEがIdle状態に移行してSORを実行するタイミングを制御することができる。具体的には、SOR-CMCIで指定された種別の通信がUEで実行中の場合、UEは当該通信が終了するか、SOR-CMCIに含まれるタイマーの時間待機してからSORを実施することになる。これにより、優先ネットワーク事業者の選択(PLMN選択)を開始するタイミングをHPLMNが制御できるようになった。

3GPP Rel-17ではUEによるSOR-CMCIのサポートは必須であるが、HPLMNによるSOR-CMCIのサ

*5 PWS: 災害などを念頭に、緊急情報を最優先としてリアルタイムに配信するシステムの機能。

*6 eCPSOR: 3GPPで仕様化されたSOR(優先事業者選択の制御)の1つで、従来のSMSに代わり制御信号(Control Plane)を用いて優先事業者を通知する方式(CP-SOR(*14参照))の拡張版。

*7 ReP_UDR: 3GPPの検項目名称で、UDR(*23参照)が保持するデータの信頼度が下がった場合(DB破損によるデータ破損など)にネットワークサービスの継続性を担保するための復旧手順を規定。

*8 MINT: 3GPP Rel-17で規定された、ネットワークが被災した場合のユーザ影響を最小限に抑えるための機能。

*9 5GSAT: 3GPP Rel-17で規定された、NR衛星アクセスをサポートするために必要な機能。

*10 HPLMN: 加入者が契約している、ホームオペレータ。

*11 ローミング: 利用者が契約している通信事業者のサービスエリア外でも、提携事業者のサービスエリア内であれば、契約している事業者と同様のサービスを利用できる仕組み。

*12 VPLMN: 加入者がローミングした先のオペレータ(在圏オペレータ)のこと。

ポートと提供は、オプションとして規定されており、事業者のポリシーに基づいて運用可能である。

2.2 HPLMNによるSOR-CMCIのプロビジョニング

SOR-CMCIを含むSOR-infoの情報は、SOR-AF (Application Function for SOR)^{*22}、またはHPLMNのUDR (Unified Data Repository)^{*23}に保管され、HPLMNによって管理される(図1)。この情報は、VPLMNへの登録手順(Registration)の際かVPLMNへの登録後にUEに提供できる。HPLMNは、UEがHPLMNのネットワーク内に在圏するときにも、端末にSOR-CMCIを設定することができる。

SOR-CMCI関連の情報は、HPLMNのUDM (Unified Data Management)^{*24}とUEの間でセキュアに交換される必要がある。そのために、HPLMNのUDMは、AUSF (AUthentication Server Function)^{*25}の機能を利用して情報のセキュリティを確保する。SOR-infoは、HPLMNのネットワークからVPLMNを介してUEに透過的に転送され、UEはあらかじめ保持しているセキュリティ情報とAUSFが施した完全性を保証する内容からVPLMNによるSOR-infoの改竄が検知できるようになっている。HPLMNは、SOR-info送信に際し、情報を安全に受け取ったことを示す通知を送り返すようUEに要求することができる。

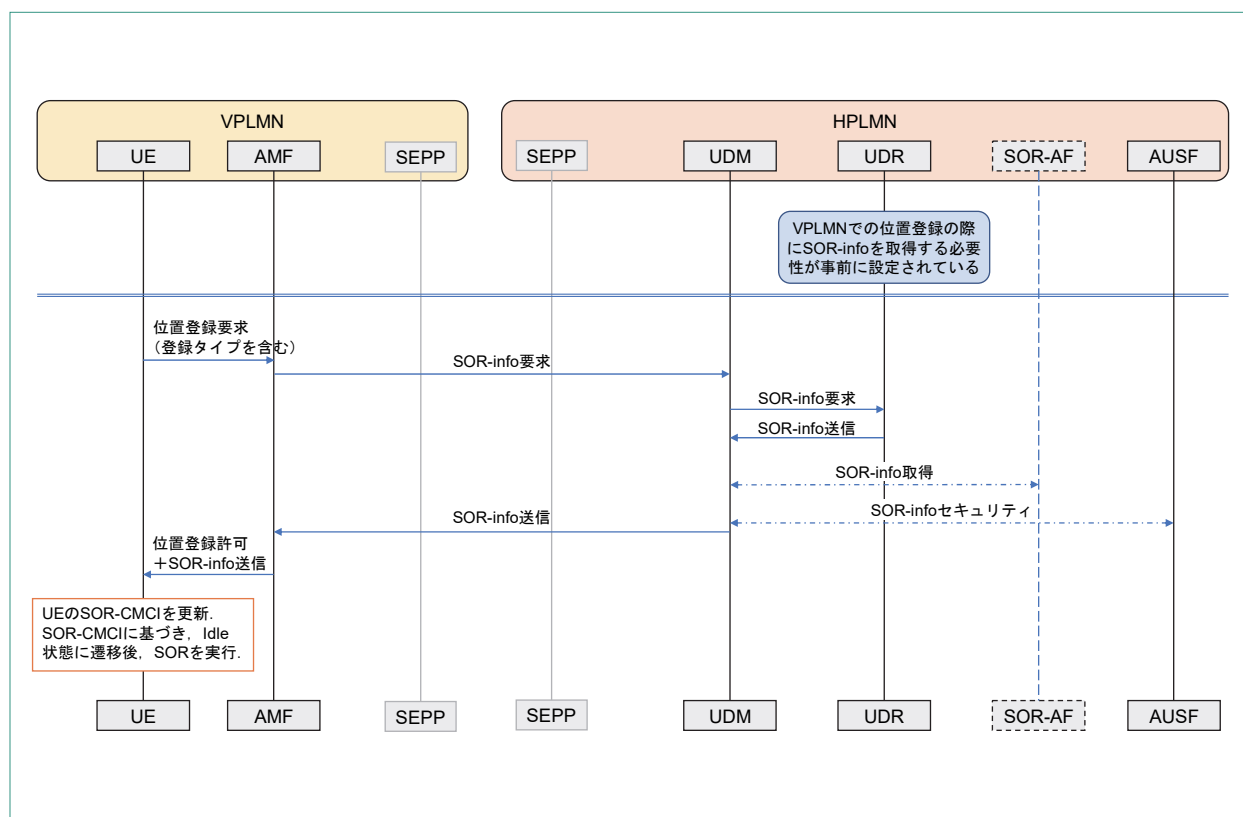


図1 SOR-CMCIのホーム事業者からローミングUEへの送信(位置登録時)

- *13 GSM：デジタル携帯電話で使用される第2世代の移動体通信方式。
- *14 CP-SOR：3GPPで仕様化されたSOR（優先事業者選択の制御）の1つで、従来のSMSに代わり制御信号（Control Plane）を用いて優先事業者を通知する方式。
- *15 制御プレーン：通信データの転送経路などの制御処理。
- *16 SOR-info：CP-SORを実現する際、UDM（*24参照）からUE宛に送信するSORに用いる情報。優先事業者リストや正常な受信の検証を促す情報などが含まれる。
- *17 ユーザ端末（UE）：3GPPに準拠した機能をもつ移動機。
- *18 加入者プロファイル：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。

- *19 PDUセッション：データのやり取りを行うための仮想的な通信路。
- *20 SOR-CMCI：HPLMNがUEに対しSORを実行するためにどのタイミングでConnected状態（通信中状態）からIdle状態（非通信状態）に移行するかを制御するための情報。
- *21 プロビジョニング：管理対象となる装置へ必要な情報を通知し、設定を実施すること。

2.3 SOR-CMCIのパラメータ

SOR-CMCIはSOR-CMCI ruleと呼ばれるルールで構成されており、各ルールは以下のパラメータで構成されている [2]。

(a)通信種別. HPLMNがUEで優先させたい通信種別を指定するために用いるもので、以下の情報で構成される。

- ・PDU (Packet Data Unit) *26セッションの属性. これにはスライス、接続先のデータネットワーク名 (DNN : Data Network Name) *27などの、UEで確立されているPDUセッションの属性を指定可能。
- ・サービス種別. 音声通話、ビデオ通話、SMS (Short Message Service) などの、UEで実行中のサービス種別が指定可能。
- ・SORセキュリティ検証結果. SOR-infoのセキュリティチェックのUEでの失敗有無が指定可能。
- ・すべての通信種別. UEのPDUセッションまたはサービスに、SOR-CMCIで定義されたものと一致する基準がない場合に用いられる。

(b)各通信種別に紐づくタイマー値

- ・(a)で示された基準にマッチする場合は、このタイマーの時間経過後にIdle状態に遷移することとなる。

2.4 UEでのSOR-CMCIの保存

SOR-CMCIはUSIM (Universal Subscriber Identity Module) *28あるいは端末自体の不揮発性メモリに保存される。これは、SOR-CMCIをHPLMNからUEに転送できないVPLMN (例えば、当該事業者がRel-16準拠のため) でのローミングのために導入された。HPLMNは、UEにSOR-CMCIを事前送信し、端末に保存させておくことが可能である。な

お、不揮発性メモリに保存されているSOR-CMCIは、USIMに保存されているSOR-CMCIより優先される。

3. Rel-17におけるPLMN選択のその他の拡張

3.1 MINT

MINT (Minimization of service INTerruption) は、地震や津波などの災害が発生した場合のような、ネットワークが通信サービスを提供できない場合に、ユーザへの影響を最小限に抑えるために導入された機能である。なお、MINT機能は韓国の規制要件に基づいて導入され、UEとネットワークのいずれにおいても実装はオプションな機能になっている。HPLMNは本機能を利用するかどうかをUEに対して設定可能である。また、この機能の利用には事業者間の協定が前提となる。

(1)MINT機能利用時のフロー

MINT機能により、ユーザは許可されているPLMNが利用できない場合に、通常はアクセスが禁止されているPLMNに一時的にローミングできる。図2は、MINT機能利用時の全体のフローを示している。まず、災害が発生して、UEが在圏するPLMN-1が利用できなくなった場合、MINT機能がHPLMNによって有効に設定されていれば、そのUEはPLMN-1が被災したことを認識することとなる (図2①)。これは、別のPLMNからの報知情報を当該UEが読み取ることによって判別される。例えば、PLMN-1が被災したことをPLMN-2が認識した場合、PLMN-2は「他網へ災害時ローミングが可能な被災PLMNのリスト」にてPLMN-1のPLMN-IDを報知し、PLMN-1が被災したことを配下のUEに知らせる。

その後、UEは災害時ローミング用として以下を満たすPLMNを選択する (図2②)。

*22 SOR-AF : UE向けに通知するSteering関連の情報を生成するApplication Functionで、優先事業者リスト、SOR-CMCIなどやそれを暗号化したデータ (Secured Packet) を提供する。

*23 UDR : 5GCにおける構造を定義したレポジトリ。加入者情報や加入者や一部装置の状態を格納する。

*24 UDM : 5GCにおける加入者データ、移動機の在圏情報、セッション情報などの格納や情報提供を行う情報管理装置。他装置とのやり取りなどのアプリケーション処理を中心に行い、実際のデータの格納・抽出はUDRを用いる。

*25 AUSF : 5GCのNFの1つで、UEからアクセスする加入者の認証

や認可を行う。

*26 PDU : プロトコルレイヤ・サブレイヤが処理するデータの単位。

*27 データネットワーク名 (DNN) : UEが接続するデータネットワークの名称のこと。例えば、UEが通信に用いるPDUセッションを確立する際、DNNを指定して確立される。

*28 USIM : SIMやSIMカードと同じもの。

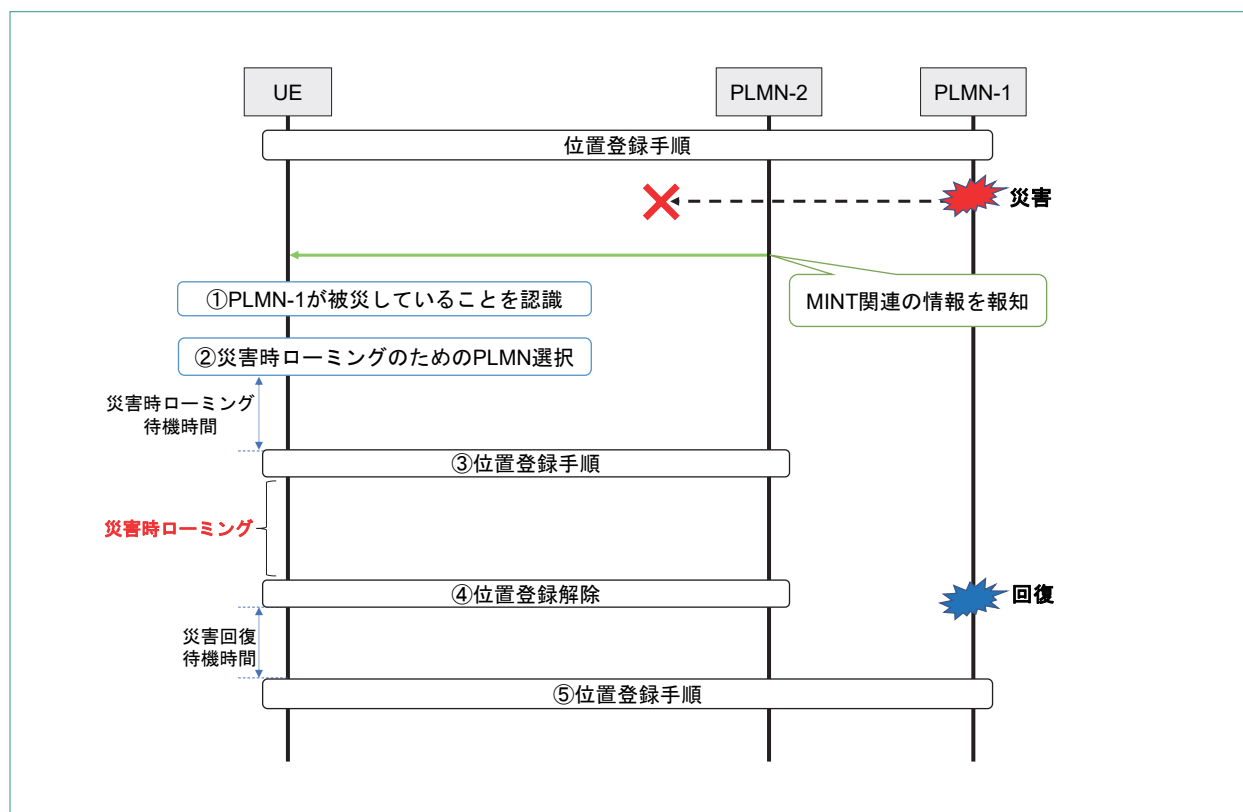


図2 MINT機能利用時の全体のフロー

- ・「災害時に使用するPLMNのリスト」に含まれているPLMN
- ・「災害関連報知情報」を報知していて災害時ローミングを受け入れているPLMN

「災害時に使用するPLMNのリスト」は、VPLMNまたはHPLMNによってあらかじめUEへ提供されている。なお、UEがVPLMNからこのリストを受け取った場合、このリストはHPLMNによって提供されたリストより優先されるが、UEがVPLMNから得たリストを使用するのは、HPLMNがVPLMNによって提供されたリストを適用できるように、UEに設定している場合のみである。

(2)災害回復待機時間レンジ

ただし、MINTの機能により災害時ローミングを行うと、被災地域の膨大な数のUEがPLMNに同時アクセスする可能性があるため、ネットワークの過負荷を最小限に抑える必要がある。この目的のために、UEには「災害時ローミング待機時間レンジ」と呼ばれるタイマーが事前に設定されている。図2②で災害時ローミング用のPLMNを選択した後、UEは、「災害時ローミング待機時間レンジ」で指定された範囲内のランダムな時間を待機し、それから災害時ローミング用のPLMNにアクセスできる。この際、UEが災害時ローミングのために接続していることをネットワークに通知するために位置登録

(Registration) 要求メッセージでその旨を通知する(図2③)。

被災していたネットワークが復旧し災害時ローミングが必要なくなった時点で、ネットワークはUEからのアクセスを拒否するか、または位置登録解除(Deregistration)を実施する(図2④)。なお、UEが元のPLMNに戻るときにおいてもネットワークの過負荷を最小限に抑えるため、UEは、「災害回復待機時間レンジ」(Registrationの際に通知されるか、USIMに設定されている)で指定された範囲内のランダムな時間待機した後に元のPLMNに戻る(図2⑤)。

3.2 NR衛星アクセス

NR (New Radio) 衛星アクセスは、衛星に搭載された基地局と地上のUEが通信する方式であり、Rel-17でサポートされるようになった。NR衛星アクセスを使用すると、全国または複数の国をカバーする広範なエリアを持つ衛星アクセスセルを作ることができる。また、衛星アクセスに対応したUEが衛星アクセスセルのエリア内にある場合、そのUEは、当該セルをPLMN選択の候補とすることができる。

(1)USIMに設定可能な情報

PLMN選択をNR衛星アクセス向けに拡張するために、USIMには以下の情報が設定可能となった。

- ・衛星アクセスのRAT (Radio Access Technology) 優先順位
- ・衛星アクセス利用時の高優先PLMNの検索周期

RAT優先順位に関する情報は、PLMN選択を行う際にUEで利用される。これにより、例えば衛星アクセスを一般のアクセス方式より優先させる、といったことが可能である。また、UEがローミング中の場合、一般にUEはより優先順位の高いPLMNを

周期的に検索するが、それに加えて衛星アクセス専用の探索周期をUSIMに設定することも可能である。

(2)国外にあるUEの接続要求の拒否

衛星アクセスセルは複数の国をカバーするが、各国・地域の規制や通信傍受の要件により、事業者は自国にあるUE以外にサービス提供できない場合がある。このため、ネットワークは、国外にあるUEの接続要求を拒否できる必要がある。このようなケースにおいて、ネットワークはUEの位置情報を取得し、この情報に基づいてUEの接続の可否を決定し、拒否の場合は、「このPLMNは現在のUEの位置では運用できない」ことをUEに通知する。UEは、その後も自身が当該ネットワークへ接続要求を送付することを防ぐため、この拒否通知を受け取った場合、以下の情報を記憶する。

- ・この衛星アクセスセルのPLMN ID
- ・接続要求拒否を受けた際の端末位置

その後、UEはこの記憶された情報に関連付けられた端末実装依存のタイマーを起動するとともに、PLMNによって接続要求拒否を受けた際の端末位置から現在の端末位置までの距離を計算する。タイマーが動作している限り、または接続要求を拒否された端末位置から一定距離UEが離れない限り、UEはその衛星アクセスのネットワークに接続要求を送信しない。

4. PAP/CHAP

PAP (Password Authentication Protocol)^{*29}/CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol)^{*30}は、データネットワークへ接続する際のユーザ認証に用いられるプロトコルである。EPS (Evolved Packet System)^{*31}ではすでにサポートさ

*29 PAP：ユーザ認証を行うためのプロトコルの一種。インターネットプロバイダなどで広く用いられている。

*30 CHAP：ユーザ認証を行うためのプロトコルの一種。認証情報の暗号化により認証時のセキュリティを高めている。

*31 EPS：LTEおよび他のアクセス技術向けに3GPPで規定された、IPベースのパケットネットワークの総称。

れているが、5GS (5G System) (Rel-15で規定) では当初、サポートされるか否かは標準仕様上明確ではなかった。

しかし、次の理由から、5GSの標準仕様にもPAP/CHAPが明記されることとなった。

- ・EPSでは企業ネットワークへの接続のためにPAP/CHAPが利用されており（例：サードパーティーが所有するDN-AAA (Data Network Authentication, Authorization and Accounting) *32サーバでのPAP/CHAP認証のサポート）、EPSから5GSへのマイグレーションの際にも継続利用できるため。
- ・5GSネットワークの展開時、特にスタンドアロン*33のSMF (Session Management Function) *34の展開時に、サードパーティーが所有するDN-AAAサーバ、またはローカルネットワークでのPAP/CHAP認証のサポートが必要になる可能性があるため。

後方互換性を確保するため、Rel-15およびRel-16において、UEが5GS内でPAP/CHAPをサポートする場合、UEはNAS (Non-Access Stratum) *35プロトコルで送信されるePCO (extended Protocol Configuration Options) *36情報要素でPAP/CHAP識別子をネットワークへ送信できることが、暫定的に規定された。

一方、Rel-17では、UEとネットワークでPAP/CHAPのePCOパラメータをサポートするようにし、さらにPAP/CHAP認証を実行するためにSMFとDN-AAAサーバとの相互のやり取りが定義された。

UEは、データネットワークに対する新しいPDUセッションを確立する場合、そのデータネットワーク向けの端末設定に基づいて、PAP/CHAPプロトコルパラメータをePCOに含めることができる。SMF

は、外部のデータネットワークに関連付けられたポリシーとUEの加入者情報に基づいて、PAP/CHAPの使用を受け入れるかどうか決定する。

5. UDR関連プロファイルの復旧

5.1 UDRの役割と破損時の影響

5GCでは、サブスクリプションデータ (加入者情報) と加入者UEの状態などのコンテキスト*37情報をUDRに保管する。仮に、UDRに保管されたデータが装置故障などのために破損し、加入者情報の内容または状態の、他のエンティティ*38で保持するものとの一貫性が失われた場合、最新の加入者情報または位置情報を必要とするネットワークサービスが提供できなくなる。例えば、最新の位置情報が失われた場合、音声着信の失敗や、最新の契約に基づくサービスが提供できない可能性がある。また、SMS着信 (SM-MT (Short Message-Mobile Terminated) *39) や、IMS (Internet protocol Multimedia Subsystem) *40が適切な音声着信ドメインを判別するT-ADS (Terminating Access Domain Selection) *41も失敗する可能性がある。

5.2 Rel-17におけるResetに類似した機能の仕様化

3GPPにおける5GC導入前のアーキテクチャでは、HSS (Home Subscriber Server) *42やHLR (Home Location Register) *43に格納される加入者情報やコンテキストの状態が保証できず、他の装置の状態と不一致になる可能性がある場合、Reset [3] [4] を使用して回復するよう規定されている。

一方5GCでは、DLA (Data Layered Architecture) *44の使用などによるステートフル*45なデータは失われないという思想となっており、ネットワー

*32 DN-AAA：データネットワークとUEの間の認証のこと。

*33 スタンドアロン：既存のLTE/LTE-AdvancedとNRをLTE-NR DC (Dual Connectivity) を用いて連携して運用するノンスタンドアロンに対し、NR単独で運用する形態。

*34 SMF：5GCにおいてセッションを管理する機能部。EPCにおけるSGW (Serving Gateway) -C/PGW (Packet Data Network Gateway) -Cに相当する。

*35 NAS：アクセス層 (AS：Access Stratum) の上位に位置する、移動端末とコアネットワークとの間の機能レイヤ。

*36 ePCO：NASでネットワークとUEの間でやり取りされる情報

の一種。データネットワークとUEの間の通信に用いられるプロトコルに関する設定情報を送受信する。

*37 コンテキスト：該当する加入者や装置に関する状態・ステータス情報。

*38 エンティティ：論理アーキテクチャにおいて、機能を提供する構成要素。

*39 SM-MT：SMS着信のこと。

クサービスに影響を与えるステータスの一貫性が失われる可能性はまずありえないと考えられた。従って、5GCでは当初Resetと同様の規定が策定されてこなかった。しかし、遠隔地でのバックアップでは保管されたデータの一貫性が予期せず失われる可能性があること、また装置故障によりデータ不一致が起きた場合、保守者契機で加入者情報の一致化を計る使用方法があるなど、Resetには運用上の観点で得られる必要性もいくつか見られたので、Rel-17にて類似の機能をReP_UDRという名称で仕様化した。

この機能により、UDRとUDM、PCF (Policy Control Function)*46、NEF (Network Exposure Function)*47などのUDRの関連NF (Network Function) Consumer*48 (以下、UDR Consumer) との間、さらにはUDMとAMF (Access and Mobility management Function)*49、SMF、SMSF (Short

Message Service Function)*50、AUSFなどのUDMの関連NF Consumer (以下、UDM Consumer) との間でプロファイルの復旧が可能になり、UDRに保管されたデータが失われたり破損したりした場合でも、可能な限り最新のステータスを維持することができる (図3)。

5.3 UDR復旧のための運用体制と手順

UDRに保管されたデータは、通常の運用の中で自動的に更新される。UDRに保管されている最も重要な情報は各UEの位置情報であり、加入者情報 (サブスクリプションデータ) やポリシーデータの更新に必要な送信先 (コールバック情報など) といった重要な情報がその後続く。これらの情報の喪失または破損は、サブスクリプション登録者に提供されるサービスの質に重大な影響を及ぼす。従っ

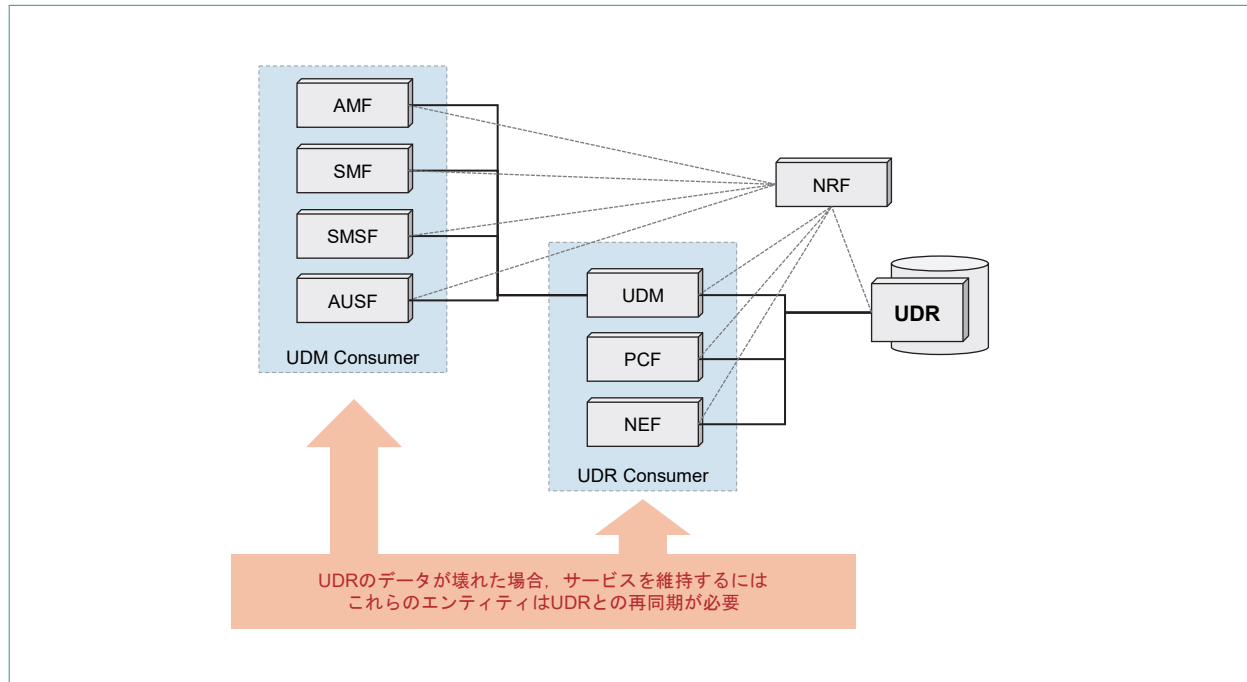


図3 UDR関連プロファイルの復旧に関するNF

- *40 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 (*60参照) 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。
- *41 T-ADS：音声着信時にIMSとCSのどちらを経由する着信にするか選択する機能。端末が在圏しているアクセス網を特定、アクセス網での音声サポートの特定などを踏まえて決定する。
- *42 HSS：3GPP移動通信網における加入者情報データベースであり、認証情報および在圏情報の管理を行う。
- *43 HLR：3GPP上で規定される加入者情報の管理機能および呼処

理機能を有する論理ノード。

- *44 DLA：データを保持する装置とデータを扱うフロントエンド装置を分ける構造。
- *45 ステートフル：状態 (ステート) を保持して、後から発生するイベントに対応した処理を行う仕組み、状態を保持せず都度の入力に即した処理を行うステートレスの反対の仕組みとなる。
- *46 PCF：QoSなどのポリシー制御や、課金制御を担う5Gコアネットワークの機能部。
- *47 NEF：5GCで規定されたネットワーク機能の1つ。3GPP規定外の外部サーバやアプリケーションなどへのAPIを提供する。

てRel-17では、UDRの障害によって引き起こされる影響を限定し、情報を自動的に復旧させるための運用体制と手順が規定されている。

この運用は、揮発性のストレージユニットの複製とデータの周期的なバックアップを前提としている。周期的なバックアップデータを利用する場合でもUDRで保持するデータの完全性を確保できない場合に備え、必要な手順が規定されている。それらの手順は基本的に以下の3つのフェーズに分けられる(図4)。

(1)フェーズ1：通常フェーズ

UDR/UDM ConsumerはNRF (Network Repository Function)*51へ登録を行う。この際に、UDR/UDM Consumer自身の宛先となるNRFからの通知用の通知先(いわゆるCallback URI (Uniform Resource Identifier)*52)を通知(図4①)し、さらに必要に応じて、UDRからUDR/UDM Consumerへの再同期が必要であることを通知・指示する際の通知先を、UDRまたはUDMへ通知する。その後、UDR/UDM Consumerは、UDR/UDMサービスを通常の方法で利用する(図4②)。

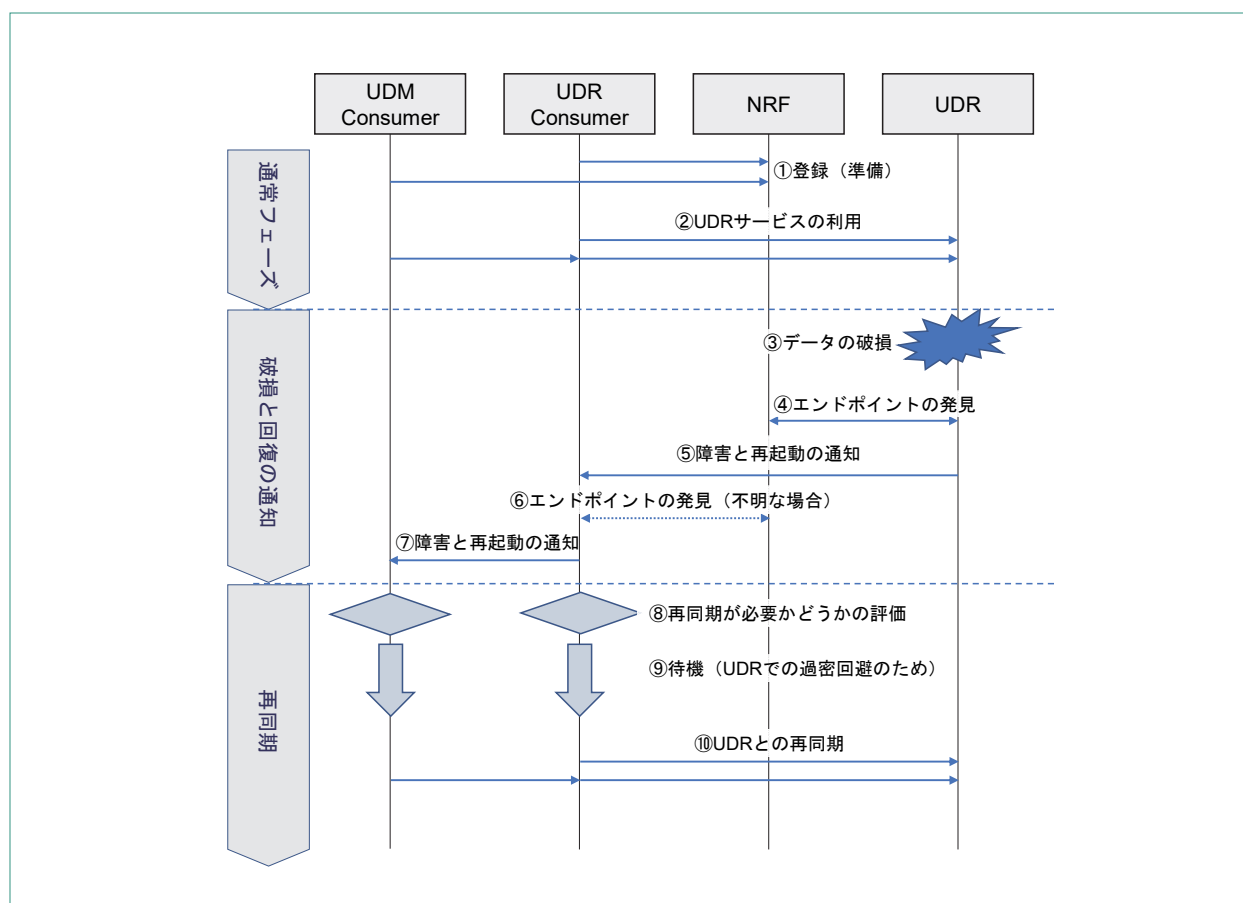


図4 UDR関連プロファイルの復旧

*48 NF Consumer: NF Producerの提供するNF Serviceを利用するNF.

*49 AMF: 5GCにおけるUEの在圏収容装置.

*50 SMSF: 5GCにおけるNAS経由のSMSを扱うNF.

*51 NRF: NF ConsumerによるNF ProducerやNF Serviceの発見、登録されたNF Producerの状態変更がある際の通知を実現するための登録・情報提供装置.

*52 URI: Webで利用できるリソースを示す識別子. RFC3986 (Request For Comments 3986)にて規定.

(2)フェーズ2：破損および回復の通知

UDRのデータが破損して(図4③)、その後、破損したUDRのデータがバックアップによって回復すると、UDRはConsumerに通知を送信する(図4⑤)。その際、必要に応じてNRFに問合せ(クエリーを送信)を行いNF Consumerのエンドポイント*53を発見する(図4④)。UDR ConsumerがUDMの場合は、UDMからUDM Consumerにも通知する(図4⑦)。なお、UDMは通知前に、必要に応じてNRFへ問合せ(図4⑥)を行い、UDM Consumerを発見する。

(3)フェーズ3：再同期

UDR/UDM ConsumerにUDRのデータの破損および回復が通知されると、UDR/UDM Consumerは、UDRに保管されている関連データを再同期して最新のステータスを維持・更新する必要があるかどうかを評価する(図4⑧)。UDR/UDM Consumerは自身の保持するデータとUDRの保持するデータの関係において、UDRのデータが信頼できると判断しない限り、関連するすべてのエンドユーザのデータを再同期する(図4⑩)。

5.4 新たに規定された機能拡張

これら3つのフェーズを実現するために、以下で説明する拡張が規定された。

(1)UDRおよびUDR/UDM Consumerのプロファイルの準備

登録(Registration)の際、UDRからUDR/UDM Consumerへの通知を送信するためのCallback URIがUDRに提供される。なお、Callback URIはUDR/UDM ConsumerからNRFへの登録時にも提供される。

UDRからUDR/UDM Consumerに、登録または認証の時刻とReset IDに関する情報を通知する。この情報は後で、再同期の起動の必要性と指示の検出に使用する。

(2)UDRからUDR/UDM Consumerへの通知パス

UDRが、保管されたデータの破損、不一致などを検出すると、UDRからUDR/UDM ConsumerにNotificationにてその情報が通知される。通知に用いるCallback URIは、UDR/UDM Consumerが通常フェーズで登録・設定したNRFから得られる。UDMがUDR Consumerである場合、通知はさらにUDMからそのUDM Consumerに送信される。

(3)通知の内容

UDRからUDR/UDM Consumerへ送信する通知の内容には、最後の複製と回復の時刻(それら2つの時刻に挟まれた期間に、UDRで潜在的にデータの破損が発生する、またはUDRとUDR Consumerの間でデータの不一致が発生する可能性がある。詳しくは、図5を参照)が含まれ、加えて影響を受ける可能性のあるSUPI(SUBscription Permanent Identifier)*54/GPSI(Generic Public Subscription Identifier)*55範囲、準備フェーズで1つに結合するReset-ID、S-NSSAI(Single-Network Slice Selection Assistance Information)*56、DNN、PLMN IDとセットになったUDRまたはUDM Group ID、UDRのPLMN IDを含めることができる。

(4)同期のトリガー

UDRから通知を受け取ったときにUDR/UDM Consumerがどのタイミングで再同期などの応答をするかは、各UDR/UDM Consumerの実装や通信事業者のポリシーに依存する。

(5)同期の手順

各UDR/UDM Consumerは、直接UDRに対して、またはUDMを介して、UDRサービスの再利用を試みる。AMF/SMF/SMSF/AUSFの場合、UDMに対して再同期のための登録であることを専用のフラグ(udrRestartInd)を設定して通知する。これにより、UDRはプロファイルの適切な処理方法を判断する。

*53 エンドポイント：APIにアクセスするためのURI。

*54 SUPI：3GPPが仕様化し、5GSで用いられる識別子で、加入者を識別するためのもの。

*55 GPSI：3GPPが仕様化する識別子で、外部から対象利用者を特定するために用いるもの。

*56 S-NSSAI：5GCにおいて用いられるNetwork Sliceを特定する識別子。

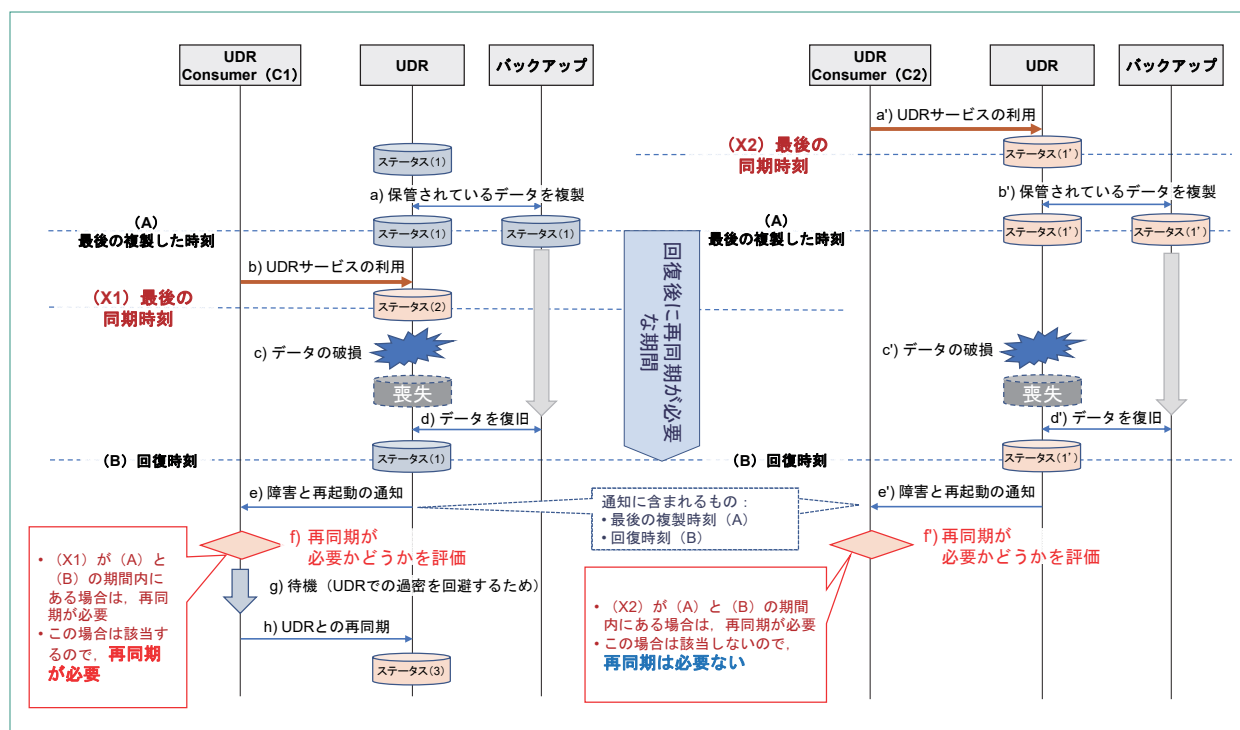


図5 UDR Consumerにおける障害通知受信時の再同期要否の判定方法イメージ

6. コアネットワーク内をサービスベースのインタフェースを用いたSMS (サービスベースSMS)

(1)5GCで採用したアーキテクチャ・プロトコルに合わせたSMSの拡張

SMSのサポートはGSMから規定されており、コアネットワーク*57内でのメッセージの配信はMAP (Mobile Application Part)*58プロトコルを使用して実現している。その後EPSでDiameter*59プロトコルを使用するようになり、さらにIMSを介したSMSでSIP (Session Initiation Protocol)*60を使用するよう徐々に方式を追加した。

5GCの場合、規定当初のRel-15でUEとコアネットワークの間でNASを介してSMSメッセージを処

理するSMSFが導入されているが、コアネットワーク内の配信では依然として既存のネットワークプロトコルを使用することになっていた。そこで、Rel-17では、コアネットワーク内でSMSを配信するサービスベースのインタフェースを新たに導入する作業が行われ、以下のような内容となった。

- サービスベースのインタフェースをサポートし、新しいサービスベースのAPI (Application Programming Interface)*61を規定するための、既存のSMS関連エンティティの拡張
- SM MT, SM MO (SMS Mobile Originated)のサービスベースのインタフェースを使用する手順
- GPSI (例えば、電話番号) からサブスクリプションへのマッピングのサポート

*57 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。

*58 MAP：3GPPで仕様化した位置登録の管理などを行う通信プロトコル。

*59 Diameter：IETF (Internet Engineering Task Force) で標準化された、RADIUS (Remote Authentication Dial In Use) の改良版プロトコル。

*60 SIP：VoIP (Voice over IP) を用いたIP電話などで利用される、IETFで策定された通信制御プロトコルの1つ。

*61 API：5GCの装置間で互いにやりとりするのに使用するインタフェースの仕様。

- ・ローミング以外の目的、つまり事業者（PLMN）間のSMSメッセージ転送でのN32の使用

図6は、サービスベースのアーキテクチャを使用してSMSを実現するためのエンティティおよび関連APIを示しており、文献 [5] で規定されている。これらには、5GC規定前からの既存のエンティティに対してサービスベースAPIを新たに規定したもの（SMS-IWMSC（Interworking MSC For Short Message Service）*62、SMS-GMSC（Gateway MSC For Short Message Service）*63、IP-SM-GW、SMS Router）、5GCですでにあるサービスAPIのうち既存NFサービスを拡張したもの（NRF、AMF）、5GCですでにあるサービスAPIのうち新規のNFサービスを規定したもの（SMSF、UDM）がある。

(2)事業者間相互接続SMS向けのSEPPとN32の規定の拡張

3GPPは規定当初のRel-15でSEPP（Secure Edge Protection Proxy）*64と呼ばれるエンティティを規定している（図7）。これはPLMNの端（いわゆる

境界）に配置され、別のPLMNのSEPPとやり取りしてPLMN間の信号伝達を処理する。2つのPLMNにあるSEPPは、N32インタフェースで規定される接続を確立して、2つの異なるPLMNのNF間の信号伝達を中継できるようにする。N32は2つのステップで確立される。

- ①N32-cインタフェース上での信号により使用する機能を取り決める。
- ②取り決めた機能に基づいて、実際のメッセージ転送（例えば、AMFからUDMへのメッセージ転送）を担うN32-fインタフェースの接続を作成する。

当初、N32はローミングで使用されることを念頭に規定された。例えば、VPLMNのAMFはHPLMNのUDMサービスを利用できるようにするため、VPLMNのNFがHPLMNのNFと通信（またはその逆向きの通信）をする際の通信パスとしてN32は使用される。そして、サービスベースSMSの登場により、N32の使用目的に、異なるPLMNのユーザ間

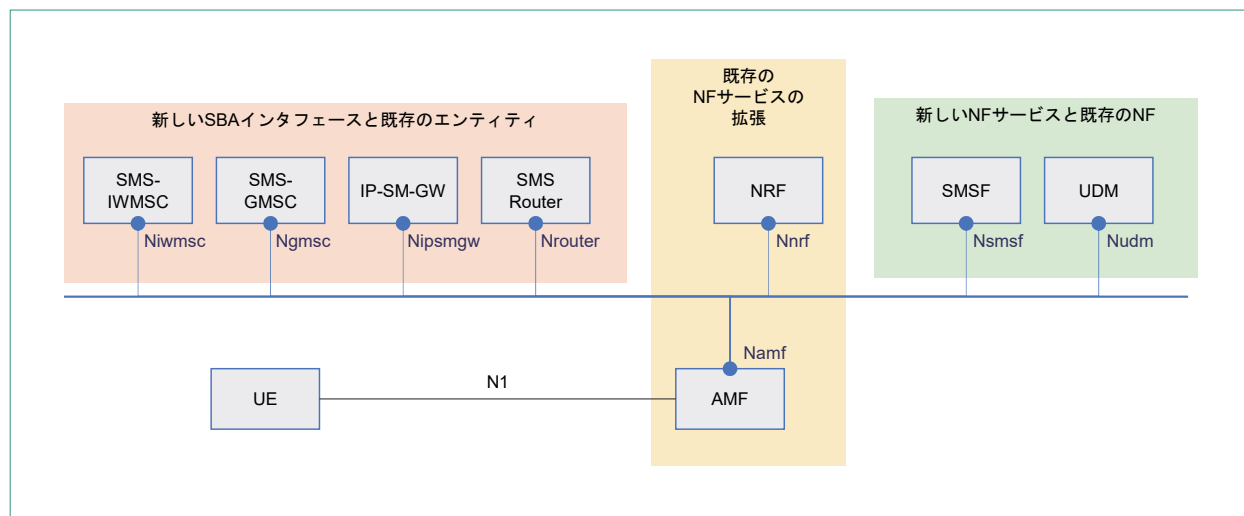


図6 サービスベースのアーキテクチャを使用してSMSを実現するためのエンティティおよび関連API

- *62 SMS-IWMSC：着信用のショートメッセージを相手側交換機より受信し、着信先のSC（Service Centre）宛に送信する、MSC内の機能。
- *63 SMS-GMSC：送信用のショートメッセージをSCより受信し、HLRへの宛先問合せと相手先交換機への送信を行う、MSC内の機能。
- *64 SEPP：制御信号を扱う装置で、事業者間で5GCを接続する際の境界に設置される装置。

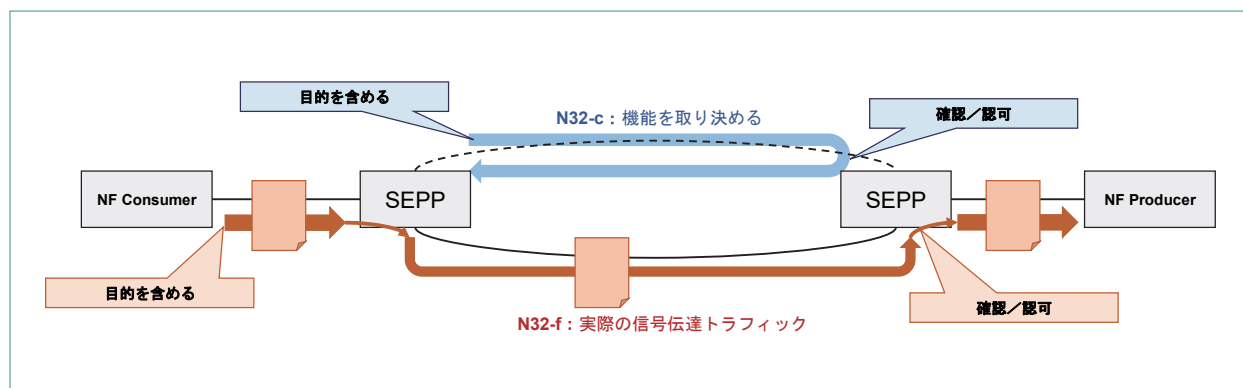


図7 追加されたSEPPの接続確立 (N32-c) と実際の通信 (N32-f) での用途の取り決め・通知イメージ

のSMSの送信という、いわゆる相互接続の用途が追加された。追加されたN32を使用する理由と方法を事業者が識別できるように、Rel-17でN32の生成・利用の「用途・目的」をN32-cとN32-fの両方に設定できるよう機能追加された。これにより、2社間の契約関係に基づき2つのPLMN間で正当な用途に限ったメッセージだけをやり取り、例えば用途外のもの拒絶できるようになった。

7. あとがき

本稿では、3GPP CTグループがRel-17で行った機能拡張の一部を解説した。これらの機能はコアネットワークとUEに影響を及ぼしている。3GPP CTグループはさらに、新しい要件に基づいて5Gシステムの拡張を続けていく。ドコモは引き続き5Gシス

テムの拡張に関する標準化作業に貢献していくつもりである。

文献

- [1] 青柳, ほか: “3GPP Release 16における5Gコアネットワークの高度化技術の概要,” 本誌, Vol.28, No.3, pp.45-56, Oct. 2020.
- [2] 3GPP TS23.122 V17.7.1 - Annex C.4: “Non-Access-Stratum (NAS) functions related to Mobile Station (MS) in idle mode,” Jun. 2022.
- [3] 3GPP TS29.002 V17.2.0: “Mobile Application Part (MAP) specification,” Jun. 2022.
- [4] 3GPP TS29.272 V 17.3.0: “Mobility Management Entity (MME) and Serving GPRS Support Node (SGSN) related interfaces based on Diameter protocol,” Jun. 2022.
- [5] 3GPP TS23.540 V17.0.0: “5G System: Technical realization of Service Based Short Message Service; Stage 2,” Jun. 2022.