

5Gコアネットワーク標準化動向

ネットワーク開発部 巳之口 淳 磯部 慎一

第5世代移動通信システム（5G）の早期導入に向けて、3GPP SAにおいて、5Gの要求条件を満たすためのコアネットワークの要素技術がさかんに検討され、2016年12月に基本検討が完了した。その検討内容を踏まえて、2017年1月より仕様化検討が本格的に開始されている。本稿では、今後仕様化が想定される5Gコアネットワークの要素技術を解説する。

1. まえがき

3GPP（3rd Generation Partnership Project）では、第5世代移動通信システム（5G）のサービス要求条件の実現に向けて、新しいコアネットワーク^{*1}（以下、5Gコアネットワーク）を、2018年6月までに3GPP Release 15仕様として策定する事が計画され、3GPP SA（Service and System Aspects）^{*2}で検討が行われている。本稿では、本特集冒頭記事〔1〕で概説した5Gコアネットワークの主な要素技術を解説する。

2. 5Gコアネットワーク技術概要

2.1 端末／RAN／コアネットワークの機能分担

5Gでは、これまでと同様に端末、RAN（Radio Access Network）^{*3}、コアネットワークと分かれる構成とその機能分担は変わらないが、コアネットワーク内のノード構成が変更される。5Gにおけるコアネットワークアーキテクチャを図1に示す。

まず、U-plane^{*4}機能（UPF：User Plane Function）とC-plane^{*5}機能群が明確に分離されている。

©2017 NTT DOCOMO, INC.
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

† 現在、株式会社みらい翻訳

- *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 SA：3GPPにおいて、サービス要求条件、アーキテクチャ、セキュリティ、コーデック、ネットワーク管理に関する仕様化を行っているグループ。
- *3 RAN：コアネットワークと移動端末の間に位置する、無線基地局および無線回線制御装置などで構成されるネットワーク。
- *4 U-plane：ユーザプレーン。ユーザデータの送受信処理を指す。

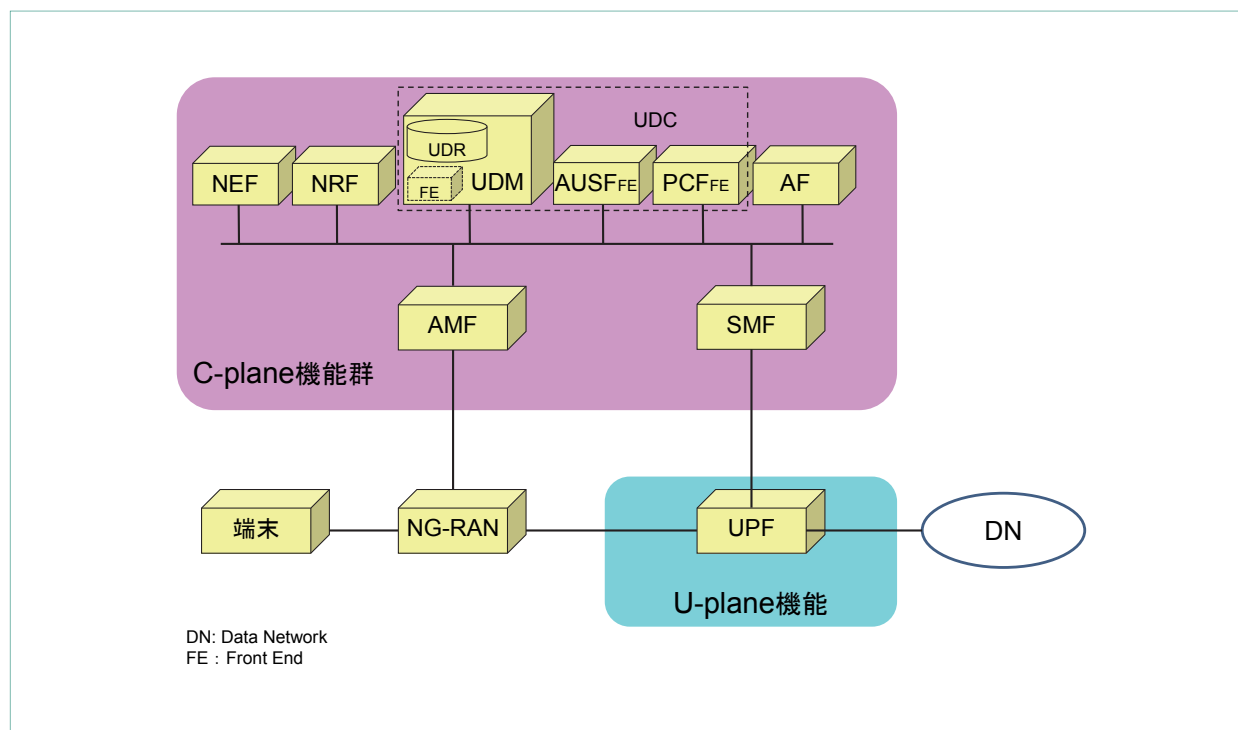


図1 5Gにおけるコアネットワークアーキテクチャ

これは、EPC（Evolved Packet Core）^{*6}仕様の拡充としてCUPS（Control and User Plane Separation）の項目名で検討されたC/U分離のコンセプトが引き継がれている。

(1)UPFの特徴

5GコアネットワークにおけるUPFは、CUPSにおけるS-GW（Serving GateWay）-U^{*7}、P-GW（Packet data network GateWay）-U^{*8}と同様の、U-plane処理に特化した機能を提供する。

(2)C-plane機能群の特徴

①AMFとSMFの分離

C-plane機能群は、EPCにおけるMME（Mobility Management Entity）^{*9}、S-GW-C^{*10}、P-GW-C^{*11}の機能分担を再整理し、モビリティ管理を司るAMF（Access and Mobility manage-

ment Function）とセッション^{*12}管理を司るSMF（Session Management Function）に明確に分離した。5Gコアネットワークでは、端末にかかわる管理は一カ所で行い、トラフィックは複数の個別ネットワークスライス^{*13}で扱う、との考えがあるため、従来のEPCのMMEのようにモビリティ管理に加えセッション管理の一部も行うノードは不都合であった。そこでモビリティ管理を一元的に配置し、セッション管理をネットワークスライスごとに配置できるよう、AMFとSMFに機能が再配分された。

②新たなノードの規定

EPCアーキテクチャにおけるHSS（Home Subscriber Server）^{*14}と同等のUDM（Unified Data Management）では、加入者情報を保持・

^{*5} C-plane：制御プレーン。通信の確立などをするためにやり取りされる、一連の制御処理を指す。

^{*6} EPC：LTEおよび他のアクセス技術向けに3GPPで規定された、IPベースのコアネットワーク。

^{*7} S-GW-U：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のうち、U-Plane機能を切り出したもの。

^{*8} P-GW-U：PDNとの接続点であり、IPアドレスの割当てや、S-GWへのパケット転送などを行うゲートウェイのうち、U-Plane機能を切り出したもの。

^{*9} MME：基地局（eNodeB）を収容し、モビリティ制御などを提

供する論理ノード。

^{*10} S-GW-C：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のうち、C-Plane機能を切り出したもの。

^{*11} P-GW-C：PDNとの接続点であり、IPアドレスの割当てや、S-GWへのパケット転送などを行うゲートウェイのうち、C-Plane機能を切り出したもの。

^{*12} 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、またはそのやり取りそのもの。

管理するUDR（User Data Repository）と加入者情報を処理するフロントエンド部を分離する、UDC（User Data Convergence）のコンセプトが導入された。加えてフロントエンド部には、認証処理機能に特化したAUSF（AUthentication Server Function）とEPCにおけるPCRF（Policy and Charging Rule control Function）^{*15}に該当するPCF（Policy Control function）が新たに規定された。さらに、EPCにおけるSCEF（Service Capability Exposure Function）^{*16}と同等の機能を持つNEF（Network Exposure Function）や、アプリケーションサーバとしてAF（Application Function）も規定された。

なお、図には表れていないが、多様なアクセスの収容をめざし、NG（Next Generation）-RAN^{*17}以外のAN（Access Network）の接続も考慮される。

2.2 サービスベースアーキテクチャ

5Gコアネットワークアーキテクチャでは、ノード間の連携に着目した場合の、5G実現方式としてサービスベースアーキテクチャが採用された（図2）。本アーキテクチャでは、前述のAMFやSMFのようにネットワークに必要な個別機能群NF（Network Function）を定義し、これらNFがサービスベースインタフェースと呼ばれる統一的なインタフェースを介してそれぞれ接続される。NFはさらに細分化された複数の単機能のNFサービスで構成される。

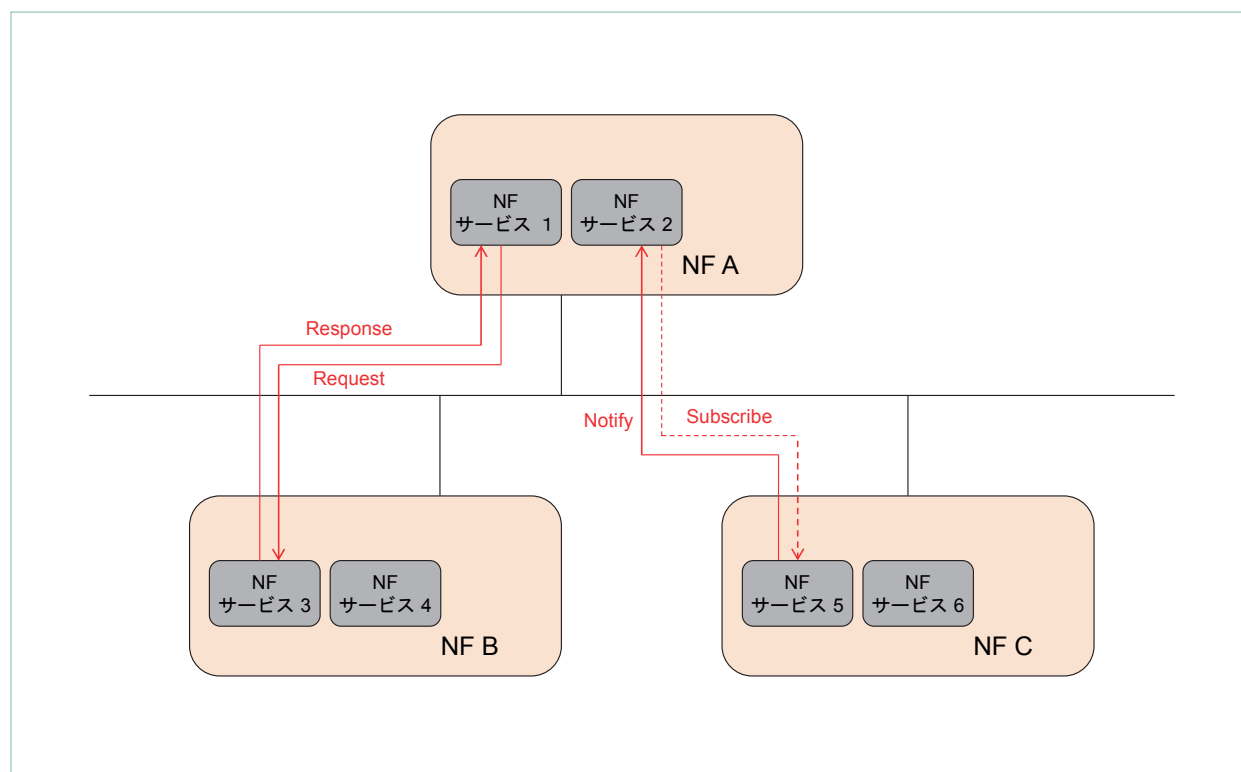


図2 サービスベースアーキテクチャ

- *13 ネットワークスライス：5G時代の次世代ネットワークの実現形態の1つ。ユースケースやビジネスモデルなどのサービス単位でコアネットワーク分割して最適化するアーキテクチャ。
- *14 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。
- *15 PCRF：ユーザデータ転送のQoSおよび課金のための制御を行うノード。
- *16 SCEF：3GPP標準のモバイルネットワーク内に設置された、3GPPサービスのいくつかを3rdパーティーのアプリケーションプロバイダに提供するための標準インタフェースを持ち合わせ

る論理ノード。

- *17 NG-RAN：5Gコアネットワークに接続されるRAN。無線アクセス技術としてNR、E-UTRAを用いる。

これらのNFサービスに、他のNFにあるNFサービスは、他ノードを介することなく直接アクセスできる。サービスベースアーキテクチャでは、必要なNFサービスの発見機能を提供するNRF（Network Repository Function）が規定された。

サービスベースインタフェースの具体的なプロトコルは検討中であるが、HTTP（HyperText Transfer Protocol）^{*18}ベースのRESTful^{*19}，その上でJSON（JavaScript Object Notation）^{*20}を使うことなどが議論されており、共通のプロトコルでネットワーク機能間の連携を統一する方向である。EPCのC-planeプロトコルとして利用されているGTP（General Packet Radio Service Tunneling Protocol）-C^{*21}は、採用しない方向である。

2.3 仮想化のさらなるサポート

5Gコアネットワークは仮想化を前提にしている。仮想化は、ハードウェアとソフトウェアの分離を目的としており、5Gアーキテクチャで使用する各種識別子は仮想化を考慮した構成となっている。またAMFなどの各機能が、端末のコンテキスト情報と呼処理を分離可能としている。

2.4 ネットワークスライスおよびセッション関連ノードの複数同時接続

EPCでは1台の端末は1つのS-GWのみに接続されるが、5Gでは1台の端末が複数のSMF/UPFに同時に接続することができる。異なる性能要件をもつトラフィックを効率的に収容するために、サービスごとにUPFを分ける。図3では、通常の音声・パケットサービスを収容するネットワークスライスと低遅延サービスを収容するネットワークスライスに同時に接続する場合を示す。複数あるSMF/UPFが個々のネットワークスライスに属し、NG-RANやAMFが

双方に共有されている状況を示している。低遅延サービス用のネットワークスライスでは、無線アクセスに地理的に近い位置にUPFを配置する。この場合、SMFは必ずしも複数必要ではないが、例えば、この低遅延サービスが特定の企業向けに提供される場合には、他サービスの輻輳状況などに影響されないよう、SMFも分離する。UPFの分散配置に伴う地理的な理由によってSMFを分けても良い。

2.5 移動管理およびセッション制御手順

5Gコアネットワークでは、各種処理手順も見直されている。主に移動管理およびセッション管理について以下に解説する。

- ①EPCにおけるCIoT（Cellular IoT）技術で採用された、セッション管理を含めないアタッチ^{*22}手順が、5Gコアネットワークの手順においても採用された。このアタッチ手順を登録管理手順とし、周期位置登録、移動による位置登録の手順としても使う。
- ②セッション管理では、多様なアクセスの収容をめざし、RANとコアネットワークのインタフェース、および、コアネットワーク内部において、移動通信網特有のベアラ^{*23}の概念を排除した。SMFが、端末およびNG-RANと連携し、EPCのPDN（Packet Data Network）^{*24}接続に相当するPDU（Protocol Data Unit）^{*25}セッションの設定／解放の制御を行う。
- ③ハンドオーバー^{*26}手順では、AMFとSMFが協調動作する。NG-RANとUPFの間のトンネルの終端点の交換などはNG-RANとSMFの間で行い、RATごとのハンドオーバー制約のNG-RANへの情報提供などはAMFが行う。ハンドオーバー発生時は、NG-RANよりAMFへ信号を送ることで、通信経路が切り替えられる。

^{*18} HTTP：WebブラウザとWebサーバの間で、HTML（HyperText Markup Language）などのコンテンツの送受信に用いられる通信プロトコル。

^{*19} RESTful：提供される情報を直接指示してステートレスに情報を取得／提供する考え方。

^{*20} JSON：JavaScript®のオブジェクト記述に基づくデータ記述言語。OracleとJAVAは、Oracle Corporationおよびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における登録商標。

^{*21} GTP-C：ユーザデータの伝送を行うために利用されるコアネットワーク内での通信経路の設定を行う通信プロトコル。

^{*22} アタッチ：移動端末の電源投入時などにおいて、移動端末をネットワークに登録する処理。

^{*23} ベアラ：P-GW、S-GW、eNodeB、UE間で設定される論理的なユーザデータパケット伝達経路。

^{*24} PDN：EPCが接続する外部のネットワーク。

^{*25} 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。

^{*26} ハンドオーバー：通信中の端末が移動に伴い基地局をまたがる際、通信を継続させながら基地局を切り替える技術。

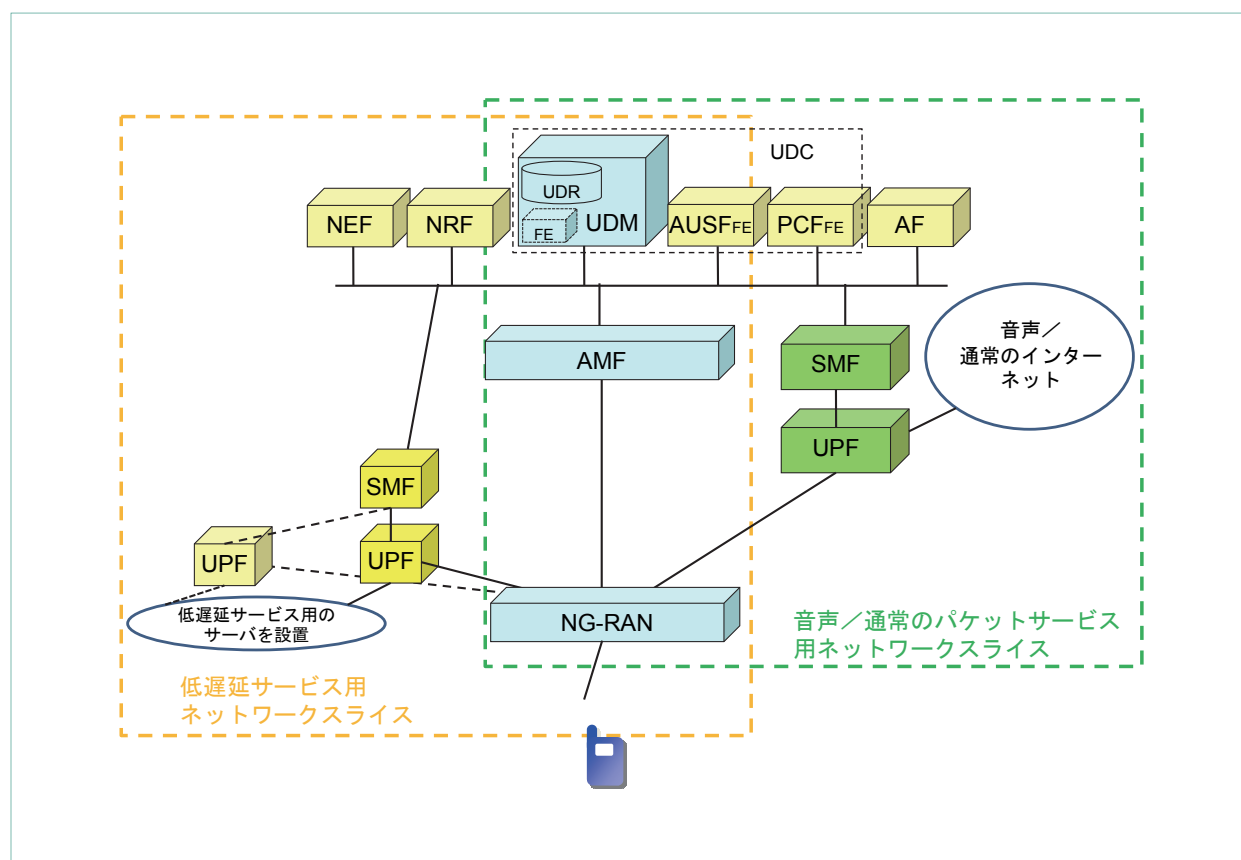


図3 セッション関連ノードの複数同時接続

④EPCではMMEがHSSより一元的に加入者情報を取得するが、5Gコアでは加入者情報の種類によりAMFもしくはSMFがUDMより取得する。つまり、AMFは移動管理に関連する情報、SMFはセッション管理に関連する情報を、それぞれUDMより取得する。

⑤前述した1台の端末の複数SMF/UPFへの同時接続に関連して、NG-RANとUPFの間の接続をプリザベーション^{*27}状態から復帰させる手順では、復帰を希望するPDUセッションのみ復帰できるとした。またハンドオーバーもPDUセッションごとに可能とした。

⑥ネットワークエッジにEPCでのP-GW-U相当のUPFを設置する場合に備え、UPF間の接続の切替えをmake before break^{*28}で行う手順も整備している。

3. あとがき

本稿では、5Gコアネットワークの主要要素技術を解説した。3GPP SAおよび、プロトコル詳細検討を行う3GPP CT (Core network and Terminals)^{*29}では、これらの要素技術をRelease 15で仕様化すべく、表1に示すTR (Technical Report)、およびTS

^{*27} プリザベーション：ベアラが、P-GWとS-GWの間では保持されているが、S-GWとeNodeB間では解放されている状態。

^{*28} make before break：経路切替に際し、新たな経路を先に確立した後で、旧側の経路を削除する方式。

^{*29} CT：3GPPにおいて、コアネットワーク内、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。

表1 アーキテクチャ、プロトコルの関連ドキュメント一覧

	文書名	完成時期
アーキテクチャ技術レポート	TR 23.799	2016.12完成済み
アーキテクチャ仕様書	TS 23.501	2017.9
	TS 23.502	2017.12
プロトコル技術レポート	TR 24.890, TR 29.890, TR 29.891, TR 31.890	2017.12
プロトコル仕様書	(今後作成開始予定)	(2018.6と想定)

(Technical Specification) を策定している。ドコモは、3GPPにおける5Gコアネットワークの標準化推進に寄与しており、今後も5Gコアネットワークのさらなる発展に貢献していく。

文 献

- [1] 巳之口, ほか: “3GPPにおける5G標準化動向,” 本誌, Vol.25, No.3, pp.6-12, Oct. 2017.