

# 端末種別に基づいてトラフィック分離を実現する Dedicated Core Network

端末のトラフィック特性に応じた専用コアネットワーク“Dedicated Core Network”を準備し、アクセスさせるコアネットワークを端末別に分離する新方式の標準仕様が、3GPP SA2において合意された。本方式では、端末に手を加える必要がなく、コアネットワーク側の加入者情報に端末識別パラメータを持たせることで、交換機にて所望のコアネットワークに振り分ける制御が可能となり、主にM2M通信での利用が期待される。本稿では、本方式の技術的特長や動作概要、標準化動向および将来展望について解説する。

ネットワーク開発部 ふじしま だいすけ  
藤島 大輔

ドコモ・テクノロジー株式会社 IM ザヒドル  
パケットNW事業部

## 1. まえがき

2010年にドコモがLTEによる高速データ通信サービスを開始して以来、MVNO (Mobile Virtual Network Operator)<sup>\*1</sup>へのサービス提供やLTE国際データローミングの実現[1] [2]、そして2014年にはVoLTE (Voice over LTE)[3]による音声およびSMSのサービス提供も開始し、スマートフォンがモバイル通信市場へ急速に浸透してきている。一方、近年ではM2M (Machine-to-Machine)<sup>\*2</sup>デバイスも低廉化されて徐々に普及への期待が高まっており、LTEに接続する端末やデバイスの種類や数はこれからますます増加すると予想

される。

今後、多種多様な端末やデバイスをネットワークに収容することを考慮した場合、そのトラフィック特性や優先度に応じて収容するコアネットワーク<sup>\*3</sup>を分離することができれば、ネットワーク負荷の局所化や収容設計の効率化など、これまでよりさらにフレキシブルかつ最適にネットワークを制御することができる。例えば低優先度のM2Mデバイスの大量接続によって引き起こされた輻輳<sup>\*4</sup>によるネットワーク障害で、高優先度のスマートフォンユーザの通信が阻害されるというケースにおいても、低優先度のM2Mデバイスを収容するコアネットワークを分離してお

けば、輻輳やネットワーク障害を低優先度のM2Mデバイスのみを収容したコアネットワーク内に留め、高優先度の通信に一切影響を与えることなくそれらを制御することが可能となる。一方、収容する端末やデバイスのトラフィック特性や優先度に応じて、サービス要求レベルを調整してネットワークを設計することも可能なため、適切な信頼性確保とコスト削減が見込まれる。

3GPP (3rd Generation Partnership Project) では、以前よりコアネットワークを分離する方式が存在しているが、それは端末やデバイスへの機能実装が必要であり、普及済みの既存端末には適用

©2016 NTT DOCOMO, INC.  
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

\*1 MVNO：携帯電話事業者のネットワークインフラを借りて、音声通話やデータ通信などの通信サービスを提供する事業者。

\*2 M2M：定期的あるいは条件付で通信するようあらかじめ設定しておき、人の手を介さず装置間で自動的に通信する方式。

\*3 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。

\*4 輻輳：通信信号が短期間に集中することで交換機の処理能力を超え、通信に障害が発生した状態。

が難しい。そこで、端末ヘインパクトのない方式の必要性をドコモが主張した結果、3GPP SA (Service and System Aspects) 2のRelease 13におけるWI (Work Item)\*5として、コアネットワーク分離に関するDedicated Core Network (以下、DCN) の検討が認められることとなった。本WI

(名称は“DECOR”)では、ドコモがラポータ\*6となって積極的に検討をリードしており、2015年5月、3GPP SA2においてアーキテクチャの標準仕様化が完了した[4]。本機能は、LTEだけでなく3Gでも実装可能な仕様として標準に規定されている[5]。

本稿ではDCNの技術的特長、

コアネットワークの振分けや再選択に関する呼制御手順の概要、標準化の最新動向および今後の展望を解説する。

## 2. DCNの技術的特長

DCNのアーキテクチャを図1に示す。ここではM2MデバイスをDCNに収容する例として示す。

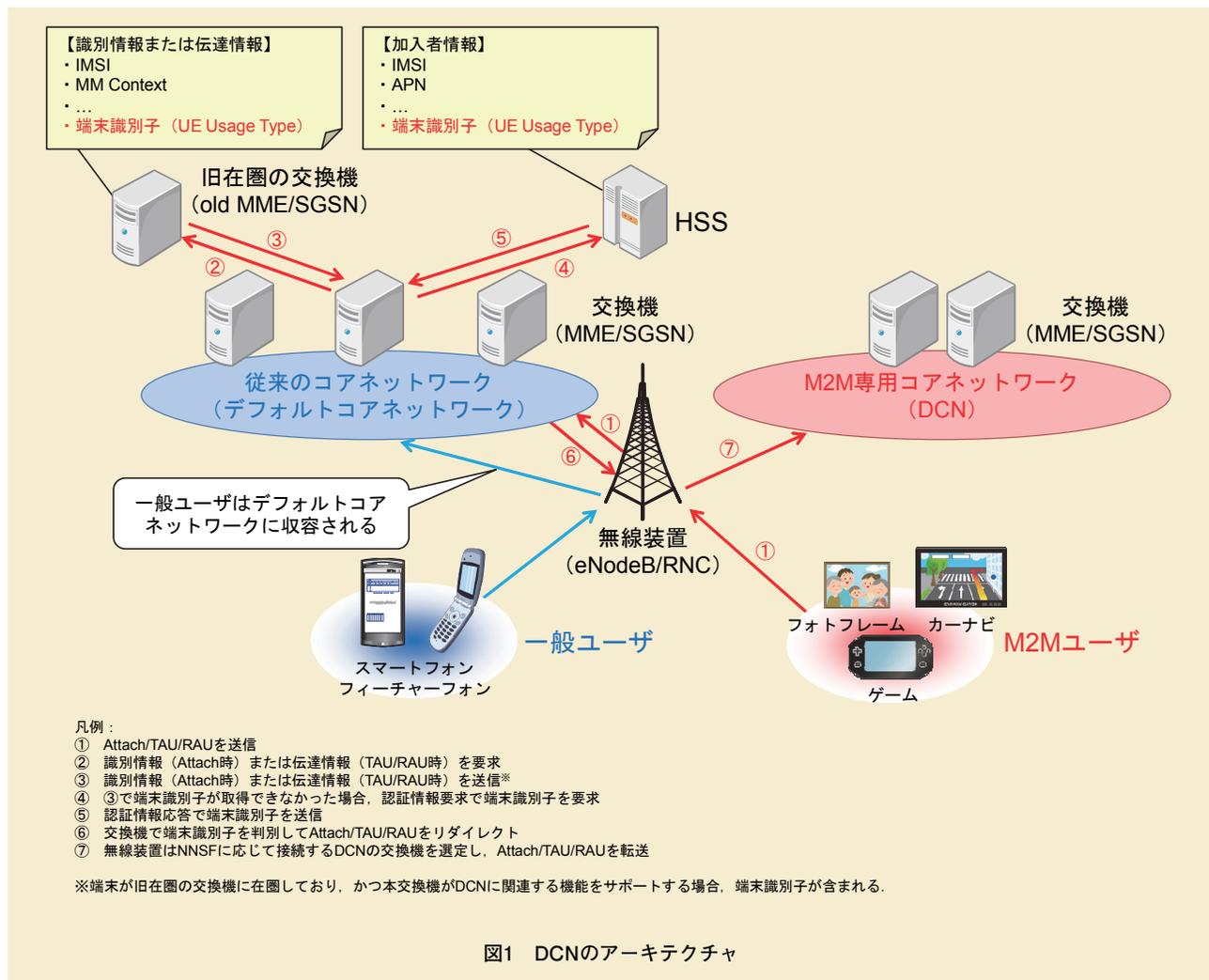


図1 DCNのアーキテクチャ

\*5 WI：3GPP標準化における検討テーマ。

\*6 ラポータ：例えば、LTEなどのWork Itemのような検討対象項目に対して、進捗の管理、議論のとりまとめ、議論結果をキャプチャしたテクニカルレポートのエディタなどを務める3GPPの役職。

## Standardization

DCNへの振分けや利用に関しては、以下のような特長がある。

- ・普及済みの既存端末を含めてDCNへの振分けが可能。振分けのための端末識別子(UE Usage Type)<sup>\*7</sup>は、HSS(Home Subscriber Server)<sup>\*8</sup>内の加入者情報に含め、端末へは通知が不要。
- ・DCNへの振分けは、Attach<sup>\*9</sup>およびTAU(Tracking Area Update)<sup>\*10</sup>/RAU(Routing Area Update)<sup>\*11</sup>の基本的な呼処理手順の中で実行可能。端末側からの特別なリクエストは不要で、すべてネットワーク側で自動的に制御される。端末からAttach/TAU/RAUの要求が従来のコアネットワーク(デフォルトコアネットワーク)に送信されると(図1①)、交換機(MME(Mobility Management Entity)<sup>\*12</sup>/SGSN(Serving GPRS(General Packet Radio Service)Support Node)<sup>\*13</sup>)はまず旧在圏の交換機(old MME/SGSN)へ、Attachの場合は識別情報要求/応答、TAU/RAUの場合は伝達情報要求/応答の手順を経て、old MME/SGSNが持つ情報から端末識別子の取得を試みる(図1②③)。この手順で取得できなかった

場合、次にHSSより認証情報<sup>\*14</sup>要求/応答の手順を経て、加入者情報に含まれる端末識別子を取得する(図1④⑤)。交換機は取得した端末識別子を参照して、DCNへ振分けを実施するか否かを決定する。

- ・DCNの交換機が複数の場合であっても、従来技術を活用し、制御することが可能である。DCNへの振分けの際、交換機から無線装置(eNodeB<sup>\*15</sup>/RNC(Radio Network Controller)<sup>\*16</sup>)へ、端末からの情報を所望のDCNに送るためのリダイレクション指示を出す(図1⑥)。無線装置は、従来技術であるネットワークノード選択機能(NNSF:Network Node Selection Function)<sup>\*17</sup>を利用してDCNの交換機を選択する(図1⑦)。
- ・LTEの場合、S-GW(Serving GateWay)<sup>\*18</sup>/P-GW(Packet data network GateWay)<sup>\*19</sup>もDCN専用に設置することが可能であり、それによりスマートフォンとM2Mなどのトラフィック分離が可能。これらの装置は、端末識別子をキーとして、交換機に装置情報を設定する、もしくはDNS(Domain Name System)<sup>\*20</sup>を利用すれば適切に選択できる。

以上の特長より、端末に手を加えず、かつ従来の呼処理手順を最大限に活用したDCNの配備が可能となる。

### 3. DCNへの呼制御手順

本方式の動作概要を以下に解説する。ここでは、端末はDCNに振分けされる対象であり、第一MME/SGSNはデフォルトコアネットワークに、第二MME/SGSNはDCNに所属するとする。また、無線装置(eNodeB/RNC)はどちらのMME/SGSNにも接続していると

#### 3.1 振分け手順

DCNへの振分け手順を図2に示す。HSSもしくは旧在圏のMME/SGSNより取得(3.2節参照)した端末識別子よりDCNへの振分けが必要と判断した第一MME/SGSNは、図2①でeNodeB/RNCに、振分け要求としてReroute NAS Message Requestを送信する。本メッセージには、端末より受信した元のAttach/TAU/RAUのメッセージの他に、振分け先DCNを識別するために必要となるMMEGI(MME Group ID)<sup>\*21</sup>(LTEの場合)もしくはNull NRI(Null Network Resource Identifier)<sup>\*22</sup>、またはSGSN Group ID<sup>\*23</sup>(3Gの場合)

\*7 端末識別子：加入者情報に含まれる、端末やデバイスの種別や用途を示す識別子。

\*8 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。

\*9 Attach：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。

\*10 TAU：LTE向けに移動端末が移動した際、移動端末をネットワークに再登録、もしくは登録するネットワーク装置を変更する処理。

\*11 RAU：3G向けに移動端末が移動した際、移動端末をネットワークに再登録、もしくは登録するネットワーク装置を

変更する処理。

\*12 MME：eNodeB(\*15参照)を収容し、モビリティ制御などを提供する論理ノード。

\*13 SGSN：RNC(\*16参照)を収容し、モビリティ制御などを提供する論理ノード。

\*14 認証情報：HSSが移動端末向けに払い出す、認証およびセキュリティなどの情報。

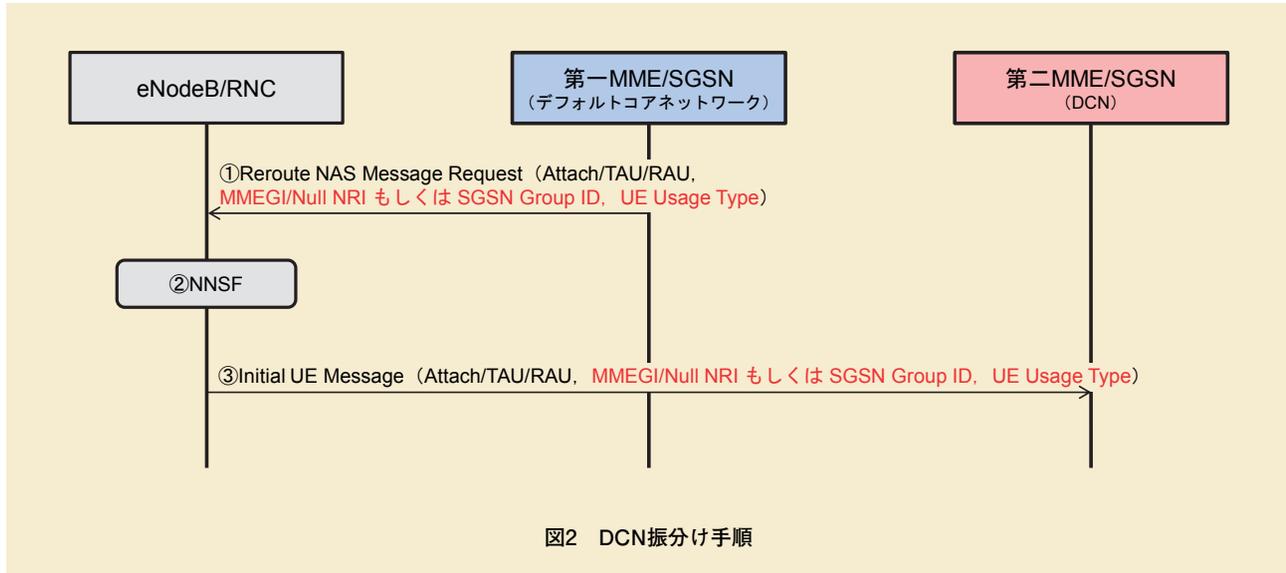


図2 DCN振分け手順

合) (以下, DCN識別子), また条件付きで端末識別子が含まれる。端末識別子が含まれる条件は, 旧在圏のMME/SGSNがDCNに関連する機能をサポートしていないなどの理由で, 旧在圏のMME/SGSNが第一MME/SGSNに端末識別子を提供できないケースに該当する。

図2②では, 図2①で受信したDCN識別子を基にeNodeB/RNCがNNSFを実行して, 端末の接続先となる第二MME/SGSNを決定した後, 図2③で元のAttach/TAU/RAUメッセージおよびDCN識別子を送信する。図2③でDCN識別子を含める目的は, 送信されるAttach/TAU/RAUメッセージが, 端末から直接送信されたものではなく, 振分けされたものであることを示すと同時に, 第二MME/

SGSNでの本Attach/TAU/RAUメッセージの再振分けを抑制するフラグとしての効果を持つ。図2①で端末識別子が含まれる場合は, 図2③にも同一の端末識別子が含まれる。これにより第二MME/SGSNでのHSSへの端末識別子の問合せ処理を省略することができる。

なお, 本振分け手順は通信状態への影響を考慮し, 端末がidle状態<sup>\*24</sup>での実施のみを対象とする。

### 3.2 Attach手順

DCNへの振分け手順を含めたAttach手順を図3に示す。Attach Requestが端末からeNodeB/RNCを経由して第一MME/SGSNに送信される(図3①)。端末が以前別のold MME/SGSNに在圏しており,

かつold MME/SGSNがDCNに関連する機能をサポートしている場合は, 第一MME/SGSNはold MME/SGSNから取得できる識別情報より端末識別子も取得が可能である(図3②③)。

端末が以前在圏したold MME/SGSNがない, もしくはold MME/SGSNがDCNに関連する機能をサポートしていないなど, 第一MME/SGSNがold MME/SGSNから端末識別子を取得できない場合, 第一MME/SGSNはAIR (Authentication Information Request) を送信してHSSよりAIA (Authentication Information Answer) で端末識別子を取得する(図3④⑤)。この場合, 端末識別子の取得に加えて, 必要に応じて認証情報も取得することが可能である。

\*15 eNodeB : LTEの無線基地局。  
 \*16 RNC : 3Gの無線ネットワーク制御装置。  
 \*17 NNSF : eNodeB/RNCが具備する, 複数のMME/SGSNの中から負荷分散などを考慮して適切なノードを選択する処理。  
 \*18 S-GW : 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。  
 \*19 P-GW : 外部ネットワーク (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。  
 \*20 DNS : IPネットワーク上のホスト名とIPアドレスの対応付けを行うシステム。  
 \*21 MMEGI : MMEのグループ (Pool Area (\*26参照)) を特定するためのグローバルでユニークな識別子。

\*22 Null NRI : NRIは, SGSNを特定するための識別子。DCNではSGSNのグループ (Pool Area (\*26参照)) を特定するための識別子として定義されている。  
 \*23 SGSN Group ID : Null NRIに代わり, 新たに定義されたSGSNのグループ (Pool Area (\*26参照)) を特定するための識別子。

# Standardization

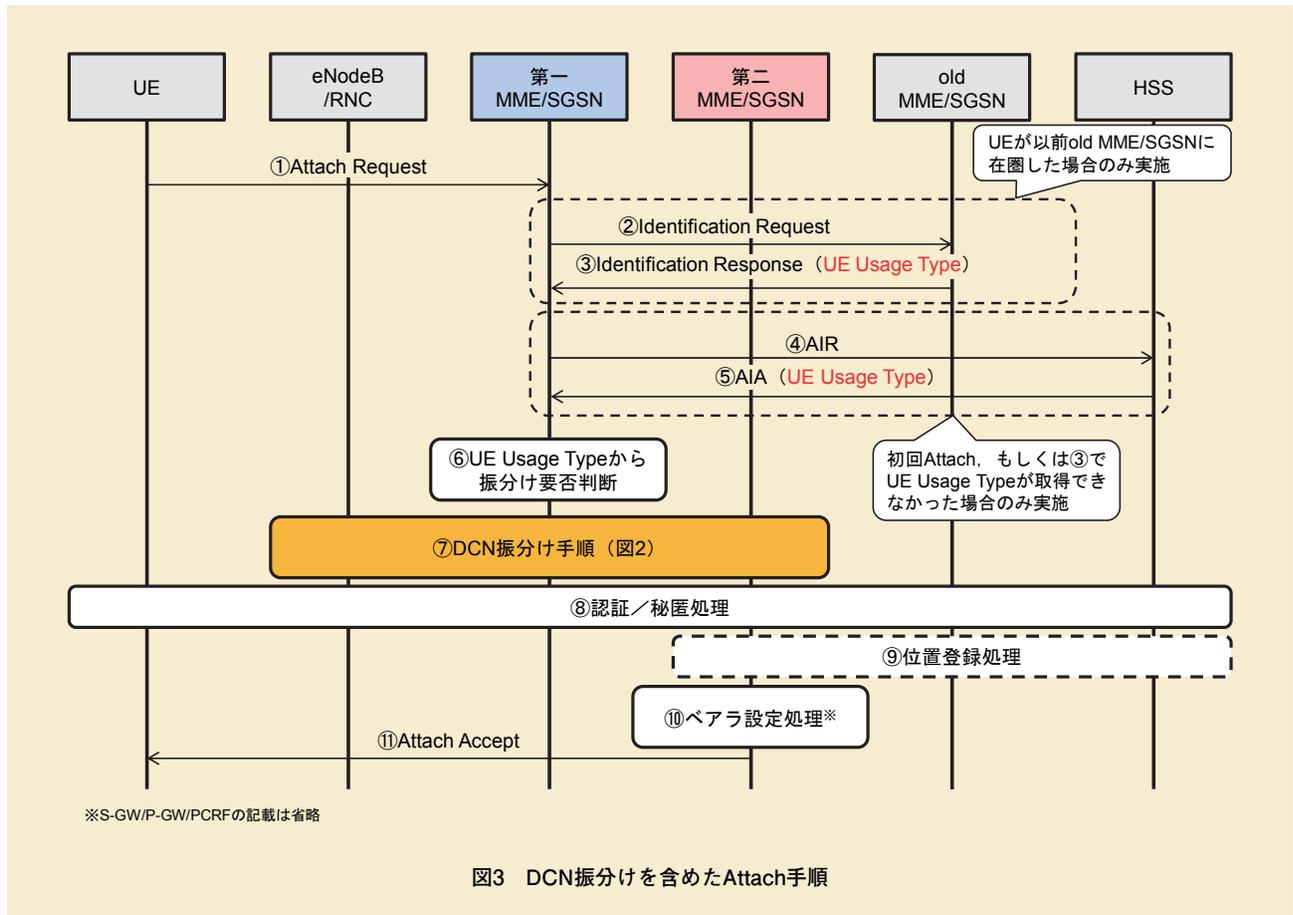


図3⑥で第一MME/SGSNが端末識別子からDCNへの振分け要否を判断し、振分けが必要な場合は、図3⑦で3.1節にて説明したDCNへの振分け手順を実行する。振分けが不要な場合は、オペレータポリシーに則り、端末を従来のコアネットワークの配下に在圏させる、もしくはAttachを拒否する。

DCNへの振分け実行後、第二MME/SGSNに対して従来と同様のAttach手順が実行される。端末

は第二MME/SGSNへのAttach手順を完了し、DCNの配下に在圏する(図3⑧~⑪)。

### 3.3 TAU/RAU手順

TAU/RAUの手順でも、3.1節で解説したDCNへの振分け動作をサポートする。その手順を図4に示す。

TAU/RAU Requestが端末からeNodeB/RNCを経由して第一MME/SGSNに送信される(図4①)。

DCN振分け要否判断のための端末識別子の取得に関しては、第一MME/SGSNは伝達情報<sup>\*25</sup>取得手順(Context Request/Response)にてold MME/SGSNから端末識別子の取得を試みる(図4②③)。本手順で取得できた場合は、old MME/SGSNにContext Acknowledgeメッセージを送信するが、後の処理で、振分け先の第二MME/SGSNからもold MME/SGSNにアクセスして、伝達情報取得手順に

\*24 idle状態：移動端末と無線ネットワーク間のリソースが解放された状態。

\*25 伝達情報：交換機が保持する、移動端末の認証およびセキュリティなどの情報。

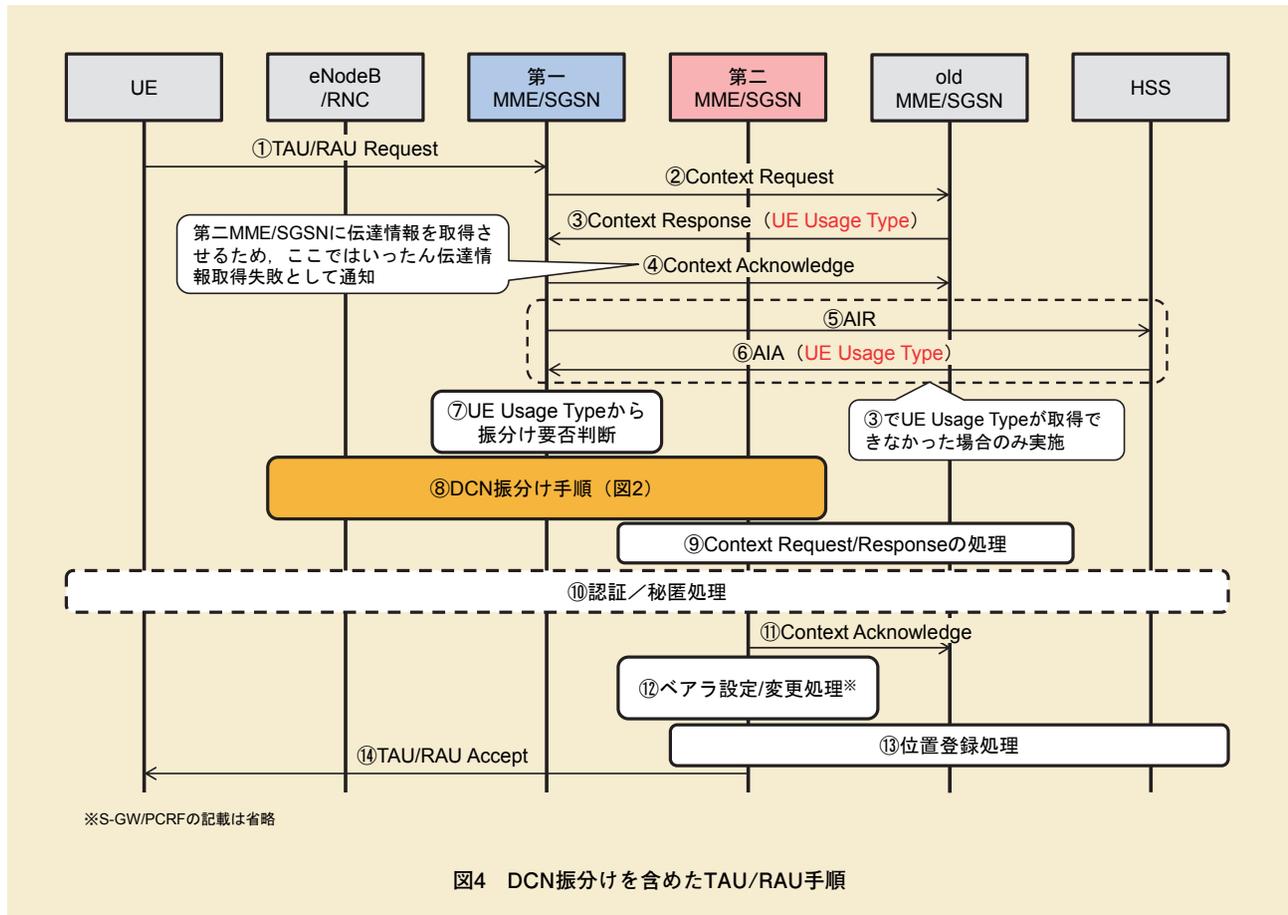


図4 DCN振分けを含めたTAU/RAU手順

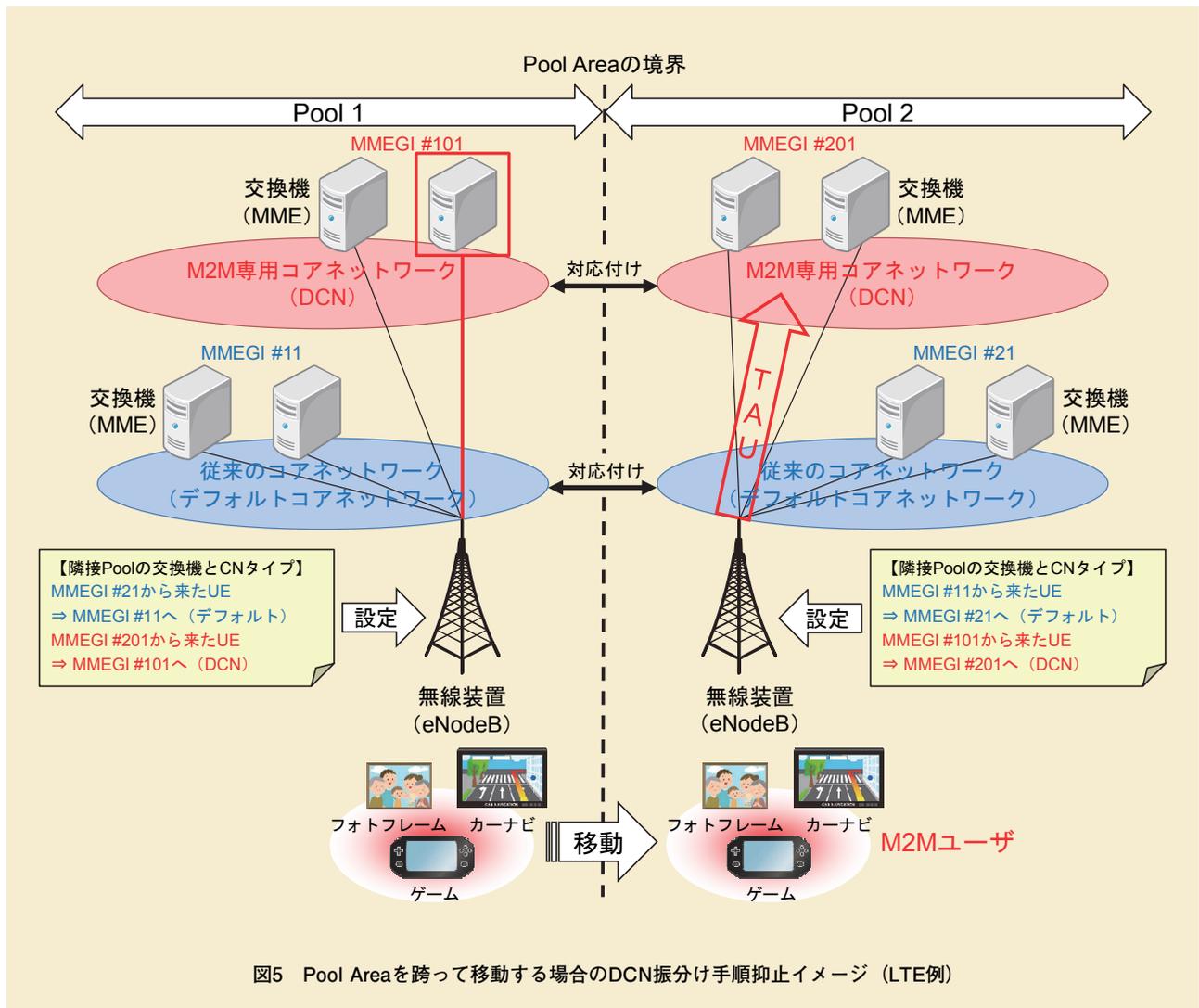
より端末識別子も含めた伝達情報を取得する必要がある (図4⑨)。そのため第一MME/SGSNはContext Acknowledgeメッセージにいったん伝達情報の取得失敗を示すコードを設定することで、old MME/SGSNで伝達情報を消去せずに保持させるようにする (図4④)。一方、伝達情報取得手順で端末識別子が取得できなかった場合は、Attach手順と同様、AIR/AIAの手順 (図4⑤⑥) にてHSSより端

末識別子を取得する。第一MME/SGSNにおける端末識別子からのDCN振分け要否判断 (図4⑦) からDCN振分け手順 (図4⑧) を経た後の、端末と第二MME/SGSN間で実施する処理は、既存のTAU/RAU処理と同様である (図4⑨~⑭)。端末がMME/SGSNのPool Area\*<sup>26</sup>を跨って移動する場合、MME/SGSNの再選択 (TAU/RAU) が必要となるが、この時eNodeB/RNCのNNSFにより、所望のDCN

以外のMME/SGSNが選択される可能性がある。この際の振分け手順の発生を抑止するための方法イメージを図5 (図中ではLTEに限定) に示す。eNodeB/RNCに、自身が所属するMME/SGSN Pool Areaと隣接する各MME/SGSN Pool AreaのMMEGI (LTEの場合)、もしくはNull NRIまたはSGSN Group ID (3Gの場合) について、DCNおよび非DCNどうしの対応付けをあらかじめ設定し

\*26 Pool Area : MMEがeNodeB、もしくはSGSNがRNCとの間でフルメッシュ接続 (網の目のように全区間が接続) されるエリア。

# Standardization



ておけば、端末がTAU/RAU時に対応付けたDCN間で遷移する可能性を高める、すなわち振分け手順の発生頻度を低減させることが可能である。

### 3.4 DCNの再選択手順

端末がネットワーク在圏中に、

HSSの加入者情報に設定される端末識別子の値が変更となり、在圏させるDCNも変更となった場合の手順を図6に示す。

HSSで管理する加入者情報内の端末識別子が更新された場合、HSSは現在端末が在圏している第二MME/SGSNに加入者情報変

更要求 (Insert Subscriber Data Request) を送信し、第二MME/SGSNは加入者情報変更応答 (Insert Subscriber Data Answer) で応答する (図6①②)。

端末を即座に変更先のDCNに振り分ける必要がある場合、端末がidle状態であれば第二MME/SGSN

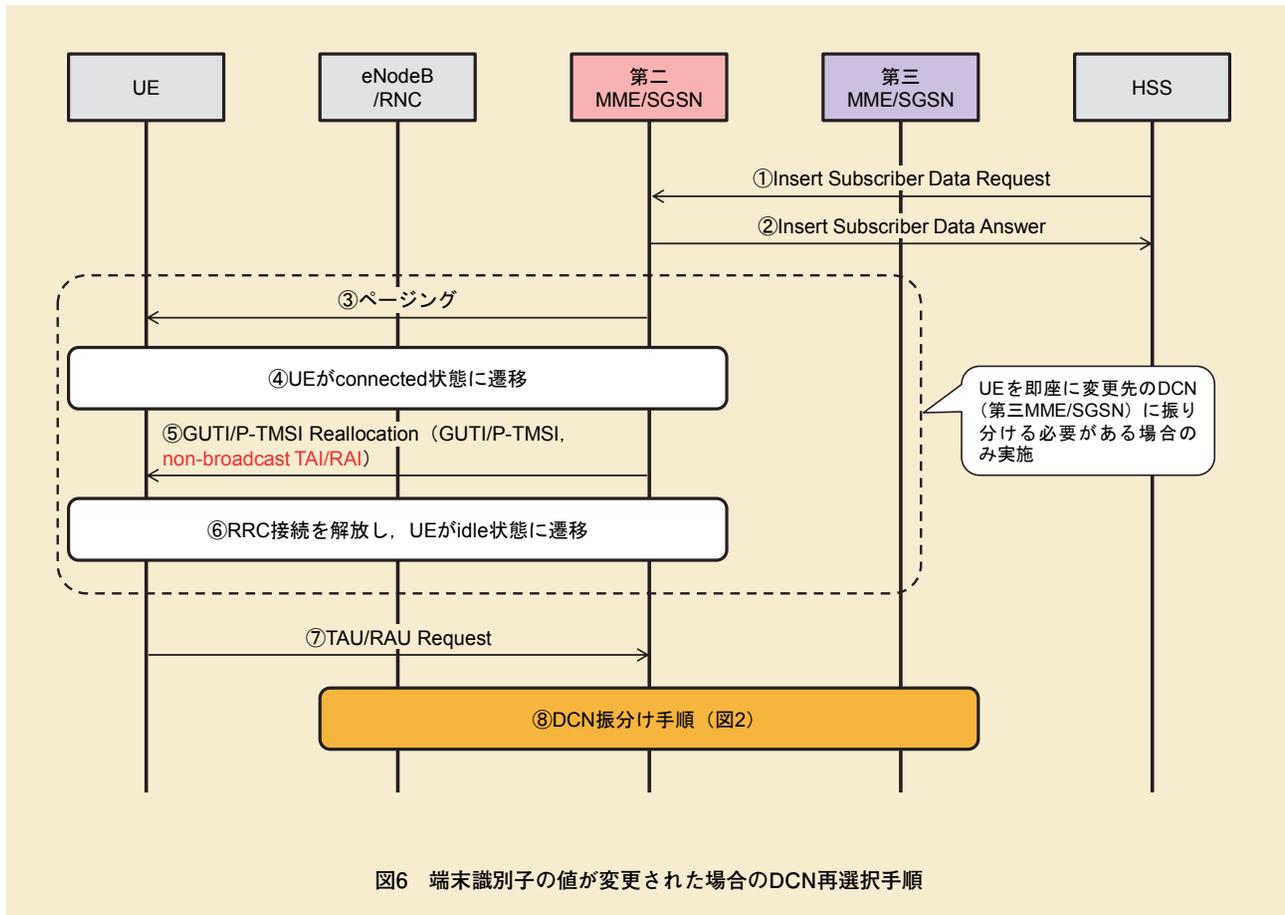


図6 端末識別子の値が変更された場合のDCN再選択手順

はページング\*27で端末をconnected状態\*28に遷移させる必要がある(図6③④)。端末がconnected状態であれば、LTEの場合はMMEからGUTI (Globally Unique Temporary UE Identity)\*29 Reallocationという手順を実行して端末にnon-broadcast TAI (non-broadcast Tracking Area ID)\*30を、3Gの場合はP-TMSI (Packet-Temporary Mobile Subscriber Identity)\*31 Reallocationという手順を

実行して、端末へnon-broadcast RAI (non-broadcast Routing Area ID)\*32を割り当てた後、RRC (Radio Resource Control)\*33接続を解放して端末を元のidle状態に遷移させる(図6⑤、⑥)。端末の実装にも依存するが、non-broadcast TAI/RAIを割り当てられた場合、端末はTAUもしくはRAUを直後に実行する(図6⑦)。

端末を即座に変更先のDCNに振り分ける必要がない場合は、端

末がconnected状態であれば、第二MME/SGSNは端末が自動的にidle状態に遷移して図6⑦が実行されるまで待つことも可能である。

図6⑦のTAU/RAU手順時に、3.3節で記載した振分け手順が第二MME/SGSNから実行されることで、UEは変更先のDCNである第三MME/SGSNへ遷移する(図6⑧)。

## 4. 標準化動向

3GPP SA2でDCNのアーキテク

\*27 ページング：着信時に移動端末を一斉に呼び出す処理。  
 \*28 connected状態：移動端末と無線ネットワーク間にリソースが割り当てられた状態。  
 \*29 GUTI：GUMMEI (Globally Unique MME Identifier) とTMSI (\*31参照) から構成される情報。移動端末やユーザ (USIM)

の恒久IDを使用せずに移動端末を一斉に認識するために用いられる一時的なID。  
 \*30 non-broadcast TAI：TAIはLTEネットワーク上の位置登録エリアのユニークな識別子。non-broadcast TAIは、どのエリアにも割り当てられていない、例外的な値を持つTAI。  
 \*31 P-TMSI：UIM (User Identity Module)

内に格納される、移動通信で使用するユーザごとにNW内で一時的に割り当てられる番号。  
 \*32 non-broadcast RAI：RAIは3Gネットワーク上の位置登録エリアのユニークな識別子。non-broadcast RAIは、どのエリアにも割り当てられていない、例外的な値を持つRAI。

## Standardization

チャの仕様化が完成した後、この仕様に応じて2015年8月よりRAN3およびCT (Core Network and Terminals) 4の各会合にて、新規の信号やパラメータに関する詳細仕様の議論が開始された。

RAN3会合では、無線装置～交換機間のS1AP (S1 Application Protocol)<sup>\*34</sup>/RANAP (Radio Access Network Application Part)<sup>\*35</sup>インタフェースに関して、新規信号であるReroute NAS Message Requestの仕様化や既存信号のInitial UE message<sup>\*36</sup>の仕様変更について検討を進めている。

一方CT4会合では、端末識別子の値の詳細や各インタフェースにおける端末識別子の伝達方法、およびLTEの場合は、端末識別子をキーとして、S-GW/P-GWといった適切な接続先ノードを選定するためのDNS手順の標準仕様について議論中である。

RAN3およびCT4に関しても、Release13の検討完了予定時期である2016年3月までに、DCNの仕様化が完了する予定である。

## 5. あとがき

本稿では、端末種別に基づいて在圏させるコアネットワークを分離するDCNの技術的特長や呼制御手順、標準化動向について解説した。

ドコモは3GPPのSA2における本機能の検討に対し、ラポータという立場で議論を積極的にリードし、アーキテクチャの標準仕様化を完了させた。また、RAN3やCT4といったグループでも、主要な技術的要素の仕様化に大きく寄与している。

現在、5G<sup>\*37</sup>時代を見据えた次世代コアネットワークの議論が3GPPをはじめ、さまざまな団体で開始されている。例えばNGMN (Next Generation Mobile Networks)<sup>\*38</sup>が5Gホワイトペーパー[6]上で将来像としてネットワークスライシング<sup>\*39</sup>という概念を打ち出したが、これに対し、DCNは実現に向けた基礎技術の1つとなる可能性がある。本件の詳細については本誌5G特集を参照されたい[7]。ドコ

モは本技術を強みとし、次世代コアネットワークの標準仕様化にもさらなる貢献を続けていく。

### 文献

- [1] 阿部, ほか: “LTE国際データローミングインの実現,” 本誌, Vol.21, No.4, pp.6-11, Jan. 2014.
- [2] 小野, ほか: “LTE国際データローミングアウトの実現,” 本誌, Vol.22, No.3, pp.15-24, Oct. 2014.
- [3] 金子, ほか: “新たな音声サービスを実現するVoLTEの開発,” 本誌, Vol.22, No.2, pp.7-23, Jul. 2014.
- [4] 3GPP TS 23.401 V13.3.0: “General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access,” Jun. 2015.
- [5] 3GPP TS 23.060 V13.3.0: “General Packet Radio Service (GPRS); Service description; Stage 2,” Jun. 2015.
- [6] NGMN: “NGMN 5G White Paper V1.0,” pp.46-48, Feb. 2015. [https://www.ngmn.org/uploads/media/NGMN\\_5G\\_White\\_Paper\\_V1\\_0.pdf](https://www.ngmn.org/uploads/media/NGMN_5G_White_Paper_V1_0.pdf)
- [7] 下城, ほか: “5G時代に向けた将来コアネットワーク,” 本誌, Vol.23, No.4, pp.49-58, Jan. 2016.

\*33 RRC: 無線回線を制御するレイヤ3プロトコル。

\*34 S1AP: eNodeB～MME間のインタフェース名称。

\*35 RANAP: RNC～SGSN間のインタフェース名称。

\*36 Initial UE message: eNodeBとMMEとのS1コネクション, もしくはRNCと

SGSNとのIuコネクションを確立するために, eNodeBもしくはRNCからMMEもしくはSGSNへ送信されるメッセージ。

\*37 5G: 第4世代移動通信システムの後継にあたる次世代移動通信システム。

\*38 NGMN: 5G時代の次世代ネットワークを検討するために, 世界のベンダやオペレータで形成されたワーキンググループ。

グループ。

\*39 ネットワークスライシング: NGMNで検討された, 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。