

5G無線アクセスネットワーク 標準化動向

無線アクセス開発部 ウメシュ アニール ウリ A. ハプサリ
うちの とおる とえだ てるあき たかはし ひであき
 内野 徹 戸枝 輝朗 高橋 秀明

第5世代移動通信システム（5G）の早期導入に向けて、3GPP RANにおいて、5Gの要求条件を満たすための無線アクセスネットワークの要素技術がさかんに検討され、2017年3月に基本検討であるSIが完了した。現在、SIでの検討内容を踏まえて、2017年4月より標準仕様策定作業が本格的に開始されている。本稿では、SIの検討結果、および標準仕様化予定の上位レイヤの要素技術を解説する。

1. まえがき

第5世代移動通信システム（5G）の早期および効率的な導入を実現するため、3GPPで検討されたNR（New Radio）のノンスタンドアロン運用の概要を、本特集冒頭記事 [1] で概説した。本稿では、3GPPで検討されたNRの上位レイヤ*1要素技術の中から、ノンスタンドアロン運用に必要な技術を中心に解説する。具体的には、LTEとNRの無線リン

ク*2を同時に利用するLTE-NR DC（Dual Connectivity）*3、C-RAN（Centralised Radio Access Network）*4アーキテクチャにおける集約ノード（CU：Central Unit）と分散ノード（DU：Distributed Unit）との間の機能分離およびインタフェースを規定するCU-DU functional split and open interfaceの議論を取り上げ、これらの技術が検討された背景と目的をそれぞれ解説する。さらに、LTE-NR DC、CU-DU functional split and open interfaceを実現す

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

- *1 上位レイヤ：物理レイヤより上位に位置するすべてのレイヤであり、具体的にMAC、RLC、PDCP、RLC、SIAP、X2APなどを指す。
- *2 無線リンク：移動端末と無線アクセスネットワークのアクセスポイントであるセル間の論理的なつながり。
- *3 DC：マスターとセカンダリの2つの基地局に接続し、それらの基地局でサポートされる複数のコンポーネントキャリアを用いて送受信することで、広帯域化を実現する技術。

る5GのRAN構成，レイヤ2/3プロトコルを解説し，NRスタンドアロン向けのRAN構成，レイヤ2/3プロトコルについても簡単に解説する。

2. LTE-NR DC

2.1 概要

NRをLTEと組み合わせてノンスタンドアロンで提供する技術が，LTE-NR DCである。DCは，LTE向けにRelease 12仕様で策定した技術であり，eNB (evolved NodeB) 間の複数のLTEキャリア^{*5}を束ねて，同時にデータ送受信を行う事でユーザースループットを向上させる（詳細は，文献 [2] 参照）。LTE-NR DCは，LTE向けのDCを，無線技術が異なるLTEとNR間に適用できるよう拡張を施した技術である。

2.2 無線プロトコルの機能拡張

LTEとNRにおける無線プロトコルに対して，以下の3つの機能拡張が規定されている。

(1) ユーザデータを2つの基地局から送受信するためのSplit Bearer^{*6}の拡張

LTE DCにおいて，スループット向上を実現するために，MN (Master Node)^{*7}が分岐点となり，コアネットワーク (CN: Core Network)^{*8}からの下りデータをMNのキャリア，もしくはX2インタフェース^{*9}を通してSN (Secondary Node)^{*10}に送信し，SNのキャリアで伝送するMCG (Master Cell Group) Split BearerがRelease 12にて規定された [2] (図1 (a))。

LTE-NR DCにおいて，LTE基地局がMNとなる運用では，NR側の帯域幅が大きくなるにつれて，LTE基地局でMCG Split Bearerをサポートするための処理能力やバッファの拡張を行う必要があり，

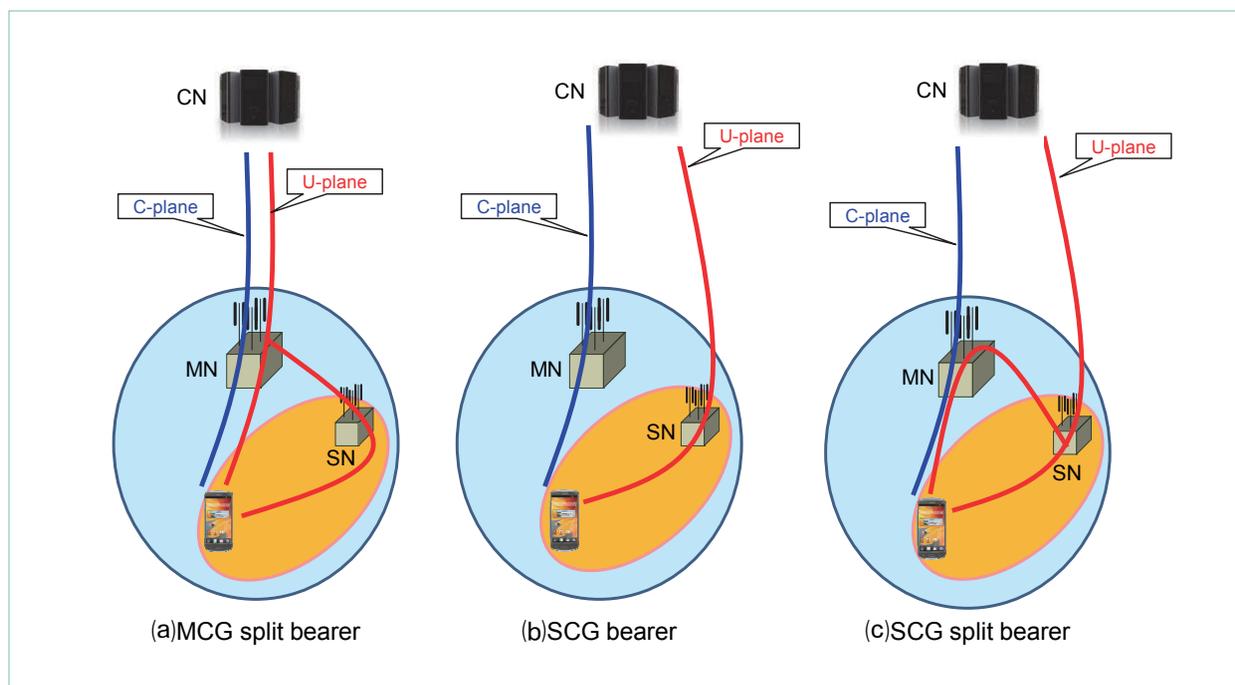


図1 LTE-NR DCにおけるU-plane bearer type

- *4 C-RAN：基地局装置を制御するベースバンド処理部を集約し，そこから光ファイバで接続された無線部を制御する構成を用いる無線アクセスネットワーク。
- *5 キャリア：情報を伝達するために変調される電波（搬送波）。
- *6 Split Bearer：DCにおいて，マスターとセカンダリの両方の基地局を介して送受信されるベアラ。
- *7 MN：DC中の端末とRRC connectionを確立する基地局。LTE-NR DCにおいて，MNは，LTE基地局（eNB），もしくはNR基

地局（gNB）がなり得る。

- *8 コアネットワーク（CN）：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。
- *9 X2インタフェース：eNB同士をつなぐインタフェース。

装置開発・運用コストの増加につながる。そこで、LTE基地局装置の増強を抑えつつ、その装置能力によるスループットの制約を回避するために、LTE-NR DCでは、ユーザデータの分岐点をSNで設定することができるようにSCG (Secondary Cell Group) split bearerが仕様化された(図1(c)参照)。SCG split bearerは、ユーザデータをSNのキャリアでのみ伝送する、SCG bearerというRelease 12仕様で規定されたベアラ(図1(b)参照)を、MNのキャリアも用いて同時にユーザデータを伝送できるよう拡張している。図1に示す通り、MCG split bearer、SCG split bearerは、ネットワーク側からみると、ネットワークにおけるデータ分岐点が異なっている。一方、端末からは両ベアラ共に、MN、SNの2つの基地局とデータ伝送を行っていると同じように見える。従って、端末の機能としては、MCG/SCG split bearerを等価な1つのベアラと定義し、端末が対応するべ

アラ種別を、標準仕様上削減する試みが、現在議論されている。

(2)DC中のLTE-NR間RRC (Radio Resource Control)*11 独立制御

LTE DCでは、RRCプロトコルはMNと端末で終端されており、RRCメッセージをMNと端末との間でのみ送受信することができる(図2(a))。ただし、DC中に端末が接続する2つの基地局(MNとSN)は、自身で無線のリソースを管理(RRM: Radio Resource Management)している。例えば、SNを追加・変更する際には、SN自身がリソースを割り当て、X2インタフェースを介してSNとMNの間で連携を行ってから、SNのリソース設定が入っているRRCのメッセージをMNから端末に送信してもらうようにする。

LTE-NR DCでは、各ノードでRRMを行っている点に加えて、RRCプロトコルも、RAT (Radio Ac-

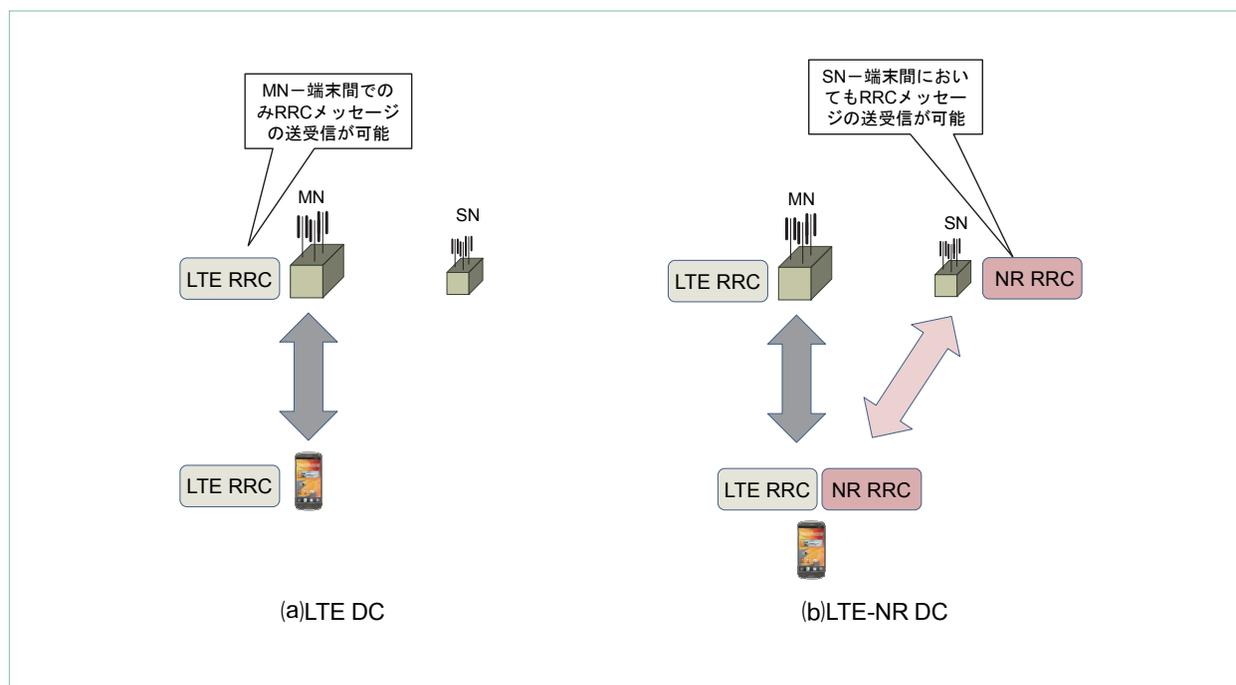


図2 DC中のLTE-NR間RRC独立制御

*10 SN: DC中の端末に、MNの無線リソースに加えて、追加で端末に無線リソースを提供する基地局。LTE-NR DCにおいて、SNは、MNがLTE基地局(eNB)の場合はNR基地局(gNB)、MNがNR基地局(gNB)の場合はLTE基地局(eNB)がなり得る。

*11 RRC: 無線ネットワークにおける無線リソースを制御するプロトコル。

cess Technology)^{*12}が異なるMNとSNで独立に存在し、端末とMN、端末とSNのそれぞれでRRCを独立に終端している。つまり、MNとの連携の必要がないリソースの割当てを設定するRRCメッセージを、SNから端末に直接送信することができる(図2(b))。また、RRCの終端が独立であるため、MNとSNが端末に対してRRCの測定(測定対象周波数、測定イベント、測定内容)を独自に設定することができる。ただし、端末のRRCコネクションやコンテキストは、MNで保持・管理されているため、SNは端末のRRCコネクションをリリースし、端末をRRC_IDLE^{*13}に遷移させることができない。

(3)C-plane^{*14}信号の送信ダイバーシチ^{*15}

(RRC diversity)

NRがスモールセル^{*16}基地局でネットワーク展開された場合のLTE-NR DCでは、NR基地局がSNとなるケースが多い。このようなケースでは、端末とNR基地局との距離が端末とLTE基地局との距離と比較して近くなり、端末とNR基地局とのパスロスが小さくなるため、この状況下では、RRCメッセージをSNから送信したほうが端末での受信成功確率が高くなる。LTE DCでは、前述の通り、RRCメッ

セージはMNからしか送信できず、加えて、データを分割(split)してMNとSNから送信する仕組みはユーザデータのみが対象であったため、SNからRRCメッセージを送ることができないという制約があった。LTE-NR DCでは、シグナリングデータの通信信頼性をあげるために、これらの制約を取り除き、シグナリングデータのSplit Bearerもサポートされた。よって、MNが生成したRRCメッセージを複製し、MNおよびSNから、複製したRRCメッセージを端末に送信し、端末でのメッセージ受信成功率を高めるダイバーシチ効果が期待される(RRC diversity, 図3)。

3. CU-DU functional split and open interface

LTEですでに採用されている無線アクセスネットワークのアーキテクチャとして、1つの集約ノードから複数の分散ノードを張り出し、ユーザの移動に伴うCNシグナリングの抑制や、セル間連携によるパフォーマンス向上などを実現できるC-RANがある[3]。NRでも、このような利点から同様のアー

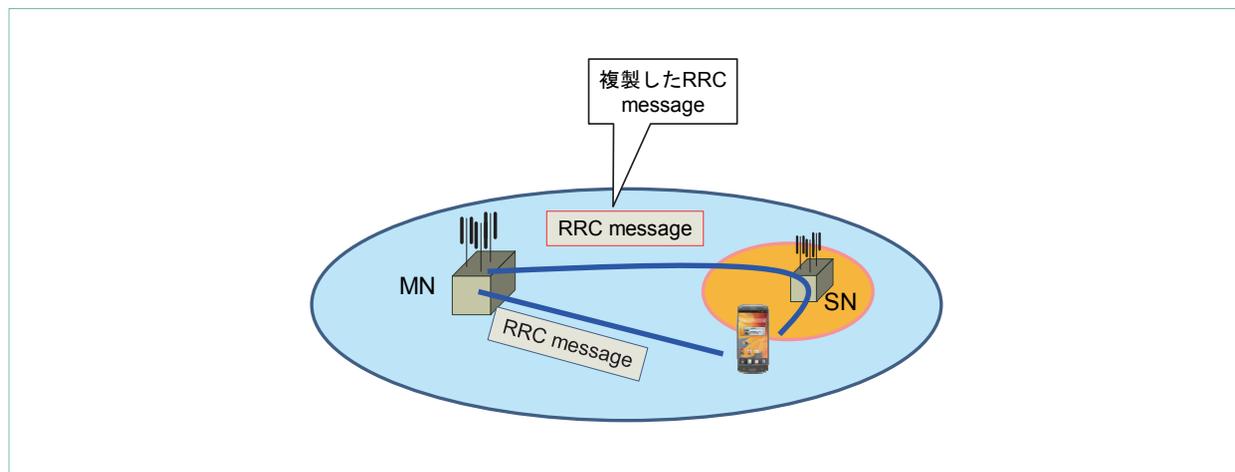


図3 C-plane信号送信ダイバーシチ

*12 RAT: NR, LTE, 3G, GSM, Wi-Fiなどの無線アクセス技術のこと。

*13 RRC_IDLE: 端末のRRC状態の1つであり、端末は基地局内のセルレベルの識別をもたず、基地局において端末のコンテキストが保持されていない。コアネットワークにおいて端末のコンテキストが保持されている。

*14 C-plane: 制御プレーン。通信の確立や切断などをするための制御信号を転送するためのプロトコル。

*15 送信ダイバーシチ: 送信アンテナ間のチャンネルの変動の違いを利用してダイバーシチ利得を得る技術。

*16 スモールセル: マクロセル基地局と比較して送信電力が小さい基地局がカバーする通信可能エリアの総称。

キテクチャを用いることが想定されている。

現状のLTEに基づくC-RANでは、集約ノード分散ノード間のフロントホールインタフェースとしてCPRI (Common Public Radio Interface)^{*17}が広く用いられている。CPRIではフロントホールで伝送するレイヤ2^{*18}信号フォーマットを標準規定しているが、その上で運ぶレイヤ3^{*19}信号(データ、制御信号)などはベンダ独自実装としている。そのため、異なるベンダの集約ノードと分散ノードを接続するマルチベンダC-RANを実現するには個別にベンダ間の調整を行う必要があった。

NRでは、マルチベンダC-RANをよりオープンに実現したいというオペレータ要望を汲み取り、集約ノードをCU (Central Unit)、分散ノードをDU (Distributed Unit) と定義し、その間のCU-DU interfaceを3GPPにて規定することが検討されている。

また、CPRIでは各アンテナで送受信される無線信号をデジタル信号としてフロントホールで伝送しているため、フロントホールの所要伝送帯域は無線の周波数帯域幅とアンテナ数に依存する。NRでは、LTEよりも広帯域の周波数帯域幅や多数のアンテナを用いるMassive MIMO (Multiple Input Multiple Output)^{*20}技術を適用することが想定されるため、既存のCPRIを用いるとフロントホールの所要伝送帯域が激増する。例えば、LTE導入当初の一般的な構成(20MHzシステム帯域幅、2送受信アンテナ、2 MIMO送信レイヤ、64QAM (Quadrature Amplitude Modulation)^{*21})の場合、ユーザデータレート150Mbps程度に対し、フロントホール所要帯域は2Gbps程度であるが、NRの検討に用いられた構成例(100MHzシステム帯域幅、32送受信アンテナ、8 MIMO送信レイヤ、256QAM)の場合、ユーザデータレート4Gbps程度に対し、フロントホール所要帯域は約160Gbpsも必要となる。この課題を解決するために、CU-DU間の機能分離(functional

split)を見直し、DU側へ機能を移すことで所要伝送帯域を低減することが検討された。例えば、下りリンクの機能部において、MIMO送信レイヤごとの信号をアンテナごとの信号へ拡張する機能をDUに配置することで、フロントホールではアンテナごとの信号伝送ではなく、MIMO送信レイヤごとの信号伝送となるため、「アンテナ数÷MIMO送信レイヤ数」の割合でフロントホールの所要帯域の低減が可能となる。さらに、PHYレイヤ(物理レイヤ)の機能部をすべてDUに配置する場合、すなわち、MAC (Media Access Control) レイヤ^{*22}とPHYレイヤの間でCU-DUを分離する場合、フロントホールでは量子化されたIQ^{*23}信号ではなく符号化前のユーザデータビット列の伝送となるため、ユーザデータレート相当まで所要帯域を低減することが可能となる。

NRのSI (Study Item)^{*24}では、このような新しいCU-DU機能分離とマルチベンダでの接続を実現するためのオープンなCU-DU interfaceが議論されており、ドコモも積極的に寄与している。新しいCU-DUの機能分離としては、フロントホールに使用され得るさまざまな伝送ネットワークに対応することを考慮して、想定するフロントホール遅延によってLower layer splitとHigher layer splitの2つの機能分離が検討された(図4)。Lower layer split(図4(a))では、フロントホール所要帯域を低減しつつ、MACスケジューラやPHY処理も含めた高度なセル間連携による無線性能向上も可能とする、MACレイヤとPHYレイヤの間、もしくはPHYレイヤ内での機能分離が主に検討された。Lower layer splitでは、TTI (Transmission Time Interval) 単位の処理を行うMACレイヤとPHYレイヤがCU-DU間を跨る構成をとるため、フロントホールに使用される伝送ネットワークが高い遅延要求を満たすことを前提とする。一方、Higher layer split(図4(b))では、

*17 CPRI: 無線基地局の内部インタフェース仕様。産業団体でもあるCPRIによって規定されている。

*18 レイヤ2: OSI参照モデルの第2層(データリンク層)。

*19 レイヤ3: OSI参照モデルの第3層(ネットワーク層)。

*20 Massive MIMO: 非常に多数のアンテナを用いるMIMO伝送技術の総称。

*21 QAM: QAM(直交振幅変調)とは、変調方式の1つであり、振幅と位相の双方を利用して変調する方式。64QAMの場合は

64(2の6乗)種類のシンボルが存在するため、一度に6ビットを伝送可能であるのに対して、256QAMの場合は256(2の8乗)種類のシンボルが存在するため、一度に8ビットを伝送可能である。

*22 MACレイヤ: レイヤ2におけるサブレイヤの1つで、無線リソース割当て、データマッピング、再送制御などを行うプロトコル。

*23 IQ: 複素デジタル信号の同相(In-phase)および直交(Quadrature)成分。

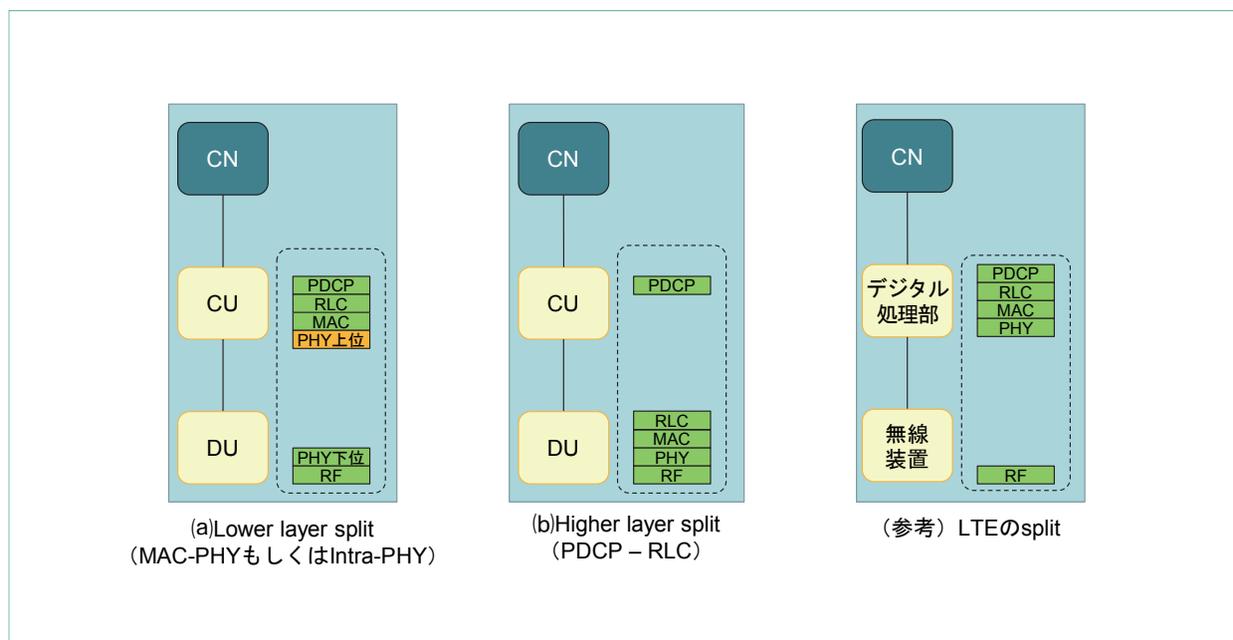


図4 CU-DU機能分離の構成例

遅延のより大きい伝送ネットワークをフロントホールに用いる場合も、フロントホール所要帯域を低減しつつC-RANによる集約メリットを享受可能とする、PDCPレイヤとRLCレイヤの間での機能分離と、その機能分離を用いたCU-DU間のインタフェースをF1インタフェースとしてRelease 15で標準規定することが合意された。

4. 5G無線アクセスネットワーク

LTE-NR DC, CU-DU functional split and open interfaceを実現する5G RANの構成と、U-plane^{*25}およびC-planeの無線プロトコルを以下に解説する。

4.1 RAN構成

3GPPにおけるNRのノンスタンドアローン運用とスタンドアローン運用について、本特集冒頭記事 [1] で概説した。図5ではそれぞれの運用に対応した5G

RANの構成を示す。図5に示すようにNRのノンスタンドアローン運用において、NRを提供する基地局であるen-gNB^{*26}は、LTEを提供する基地局であるeNBとはX2インタフェースを用いて接続する。従来、X2インタフェースはeNB間の接続に用いるインタフェースであるが、Release 15ではNRのノンスタンドアローン向けのRANにおいて、eNBとen-gNB間の接続にも用いるように拡張される。また、NRのノンスタンドアローン向けのRANにおいてeNBとen-gNBはEPC (Evolved Packet Core)^{*27}とS1インタフェース^{*28}を用いて接続する。

他方、NRのスタンドアローン向けのRANは、gNB^{*29}のみでサービス提供を可能とするもので、本特集冒頭記事 [1] で概説した新しいCN (5G Core Network) に接続する。gNB間はXnインタフェースを用いて接続し、gNB-5GC間はNGインタフェースを用いて接続する。

*24 SI: 「実現性の検討および仕様化するべき機能の大きな特定」作業のこと。

*25 U-plane: 制御信号の伝送路であるC-Planeに対して、ユーザデータの伝送路。

*26 en-gNB: NRのノンスタンドアローン向けのRANにおいてNR無線を提供する無線基地局。

*27 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。

*28 S1インタフェース: EPCとeNBをつなぐインタフェース。

*29 gNB: NRのスタンドアローン向けのRANにおいてNR無線を提供する無線基地局。

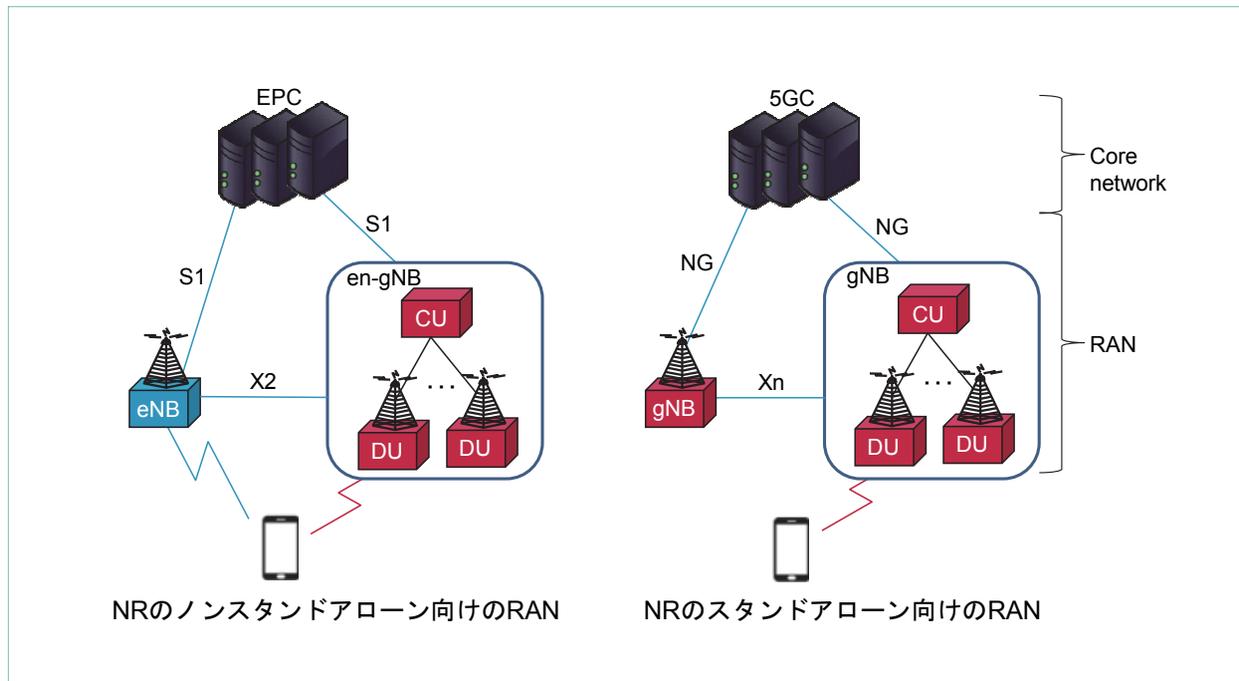


図5 5G RANの構成

4.2 U-plane無線プロトコル

LTEのU-planeプロトコルスタック^{*30}はPDCP（Packet Data Convergence Protocol）^{*31}/RLC（Radio Link Control）^{*32}/MACレイヤで構成されており、機器向けの通信（MTC：Machine Type Communication）端末のようなローエンド端末から1Gbps超えの高レートを実現するハイエンド端末まで、さまざまな端末をサポートする柔軟な仕様となっている。5Gでは、そのようなLTEのプロトコルスタックを基に設計を行い、5Gの要求条件や新たなユースケースに対応するための拡張がなされた。

(1) NR U-plane向けの主な拡張

LTEのQoS制御^{*33}はEPS（Evolved Packet System）^{*34}ベアラ単位で実施されており、EPSベアラと無線ベアラは一對一関係となっている。また、LTE-NR DCを用いて、ノンスタンドアロンNRをEPCで収容する場合（文献 [1] 参照）、対応するレイヤ

2プロトコルスタックはLTEと同じものが用いられる。

一方、5G向けの新しいCNでは、より柔軟で細やかなQoS制御を可能とするため、EPSベアラ単位ではなく、IPフロー単位でQoS制御が可能となっている。具体的には、CNと基地局間で確立される一本のPDU（Protocol Data Unit）^{*35} Session Tunnelを流れる複数のIPフロー各々が個別の無線ベアラへマッピングされることが可能となる。NRレイヤ2では、このIPフローと無線ベアラのマッピングを行うために、PDCPレイヤの上に新しくSDAP（Service Data Adaptation Protocol）レイヤが導入された（図6(a)）。SDAPレイヤではIPパケットがカプセル化され、そのヘッダ内で対応するQoSを示す識別子が通知される。

PDCP以下のレイヤについては、接続するCNにかかわらず、さらなる無線区間の低遅延化・高速化

*30 プロトコルスタック：プロトコル階層。

*31 PDCP：レイヤ2におけるサブレイヤの1つで、秘匿、正当性確認、順序整列、ヘッダ圧縮などを行うプロトコル。

*32 RLC：レイヤ2のサブレイヤの1つで、再送制御などを行うプロトコル。

*33 QoS制御：パケットの優先転送など、通信の品質を制御する技術。

*34 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。

*35 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。

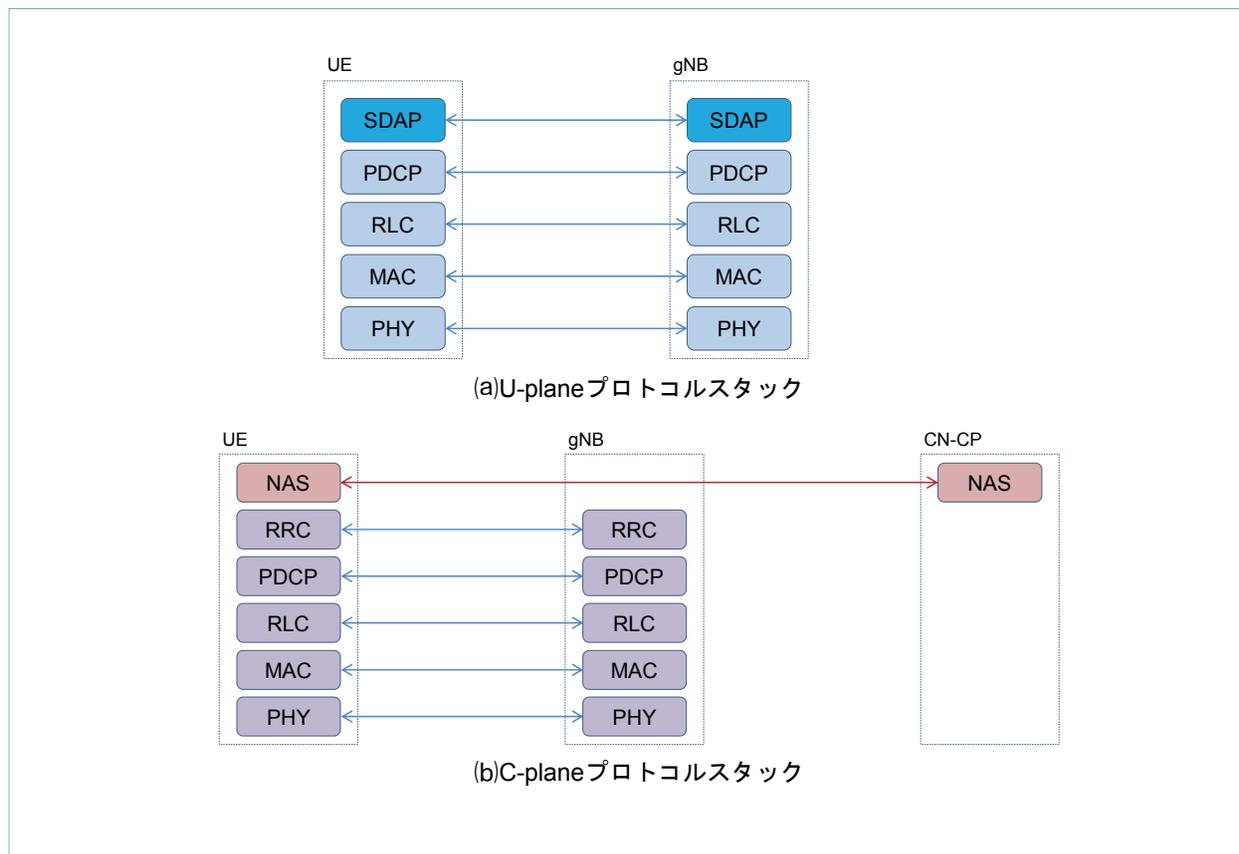


図6 NR無線I/Fプロトコルスタック

に対応するための変更が加えられている。例えば、大量のユーザデータを短いHARQ (Hybrid ARQ (Automatic Repeat reQuest))*³⁶ RTT (Round Trip Time)*³⁷内で送信可能するためには、より多くのレイヤ2処理をトランスポートブロックサイズ*³⁸決定より前に完了させ、また、より多くの処理を並列に実施可能とする必要がある。そのために、RLCにおいてトランスポートブロックサイズに基づいて実施されるベアラ内データ多重 (Concatenation) 処理を非サポートとすることでスケジューリング決定前にRLC PDU生成処理を完了させることが可能とされた。また、LTEのMAC PDUでは、MAC SDUの多重に関する情報をMAC PDUの先頭で示す

フォーマットとしていたため、多重処理完了後にしかMAC PDUを物理レイヤに送出することができなかったが、NRのMAC PDUでは、MAC SDUの多重に関する情報をMAC SDUの直前で示すフォーマットを定義することで、MACでの多重処理完了前にMAC SDUに対する物理レイヤの処理の実施を可能とした。NRにおけるデータフレーム構成の一例を図7に示す。上位から到来したIPパケットは、SDAPレイヤ、QoSに対応する無線ベアラへマッピングされ、無線ベアラに対応するPDCPレイヤ、RLCレイヤにて処理される。MACレイヤでは、複数の無線ベアラのRLC PDUを複数のMAC SDUとして、同一MAC PDU内に多重し、物理レイヤへ渡される。

*36 HARQ：誤り訂正符号と再送を併用して、受信した信号の誤りを補償する技術。

*37 RTT：基地局一端末間の往復伝送に要する遅延時間。Higher Layer SplitではHARQを司るMACレイヤがDUにあるため、DU一端末間の遅延時間を考慮すれば良いが、LLSではHARQを司るMACレイヤがCUにあるため、CU-DU一端末間の遅延時間を考慮する必要がある。

*38 トランスポートブロックサイズ：物理レイヤでデータ伝達を行

う単位時間当りに伝送可能な情報量。

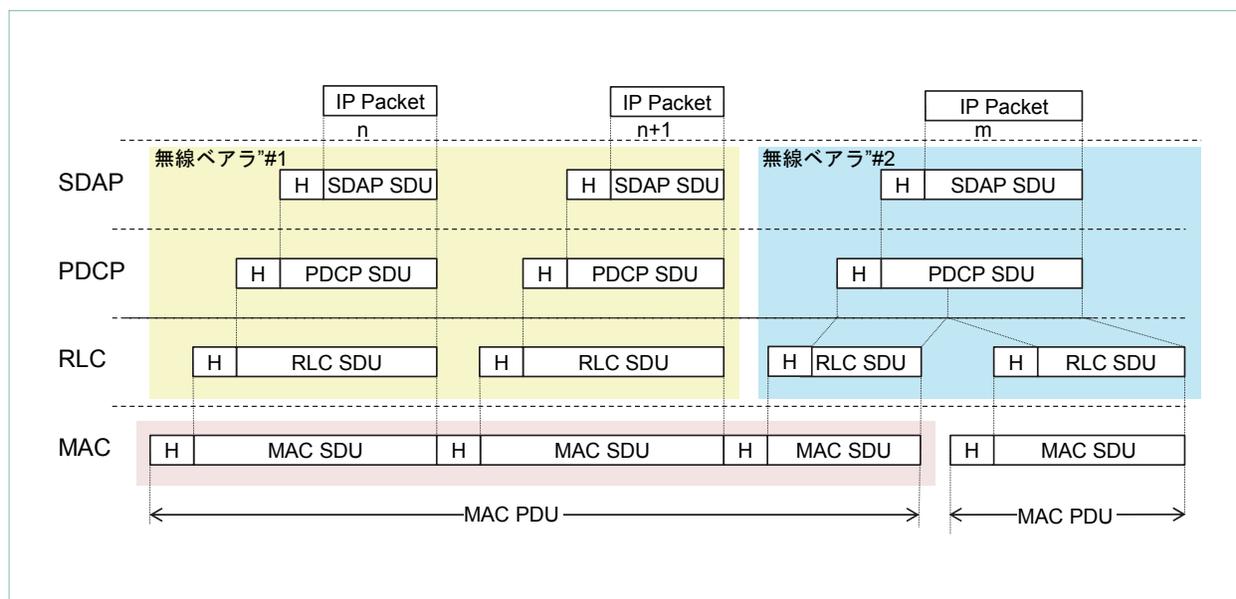


図7 U-planeデータフレーム構成

(2)高信頼通信を実現するための拡張

NR上位レイヤの標準化では、高信頼・超低遅延通信（URLLC：Ultra-Reliable and Low Latency Communication）向けに、無線区間の通信信頼性を向上させる技術としてPDCPレイヤでの重複送信制御が議論された。端末が通信を行う無線区間の状況は、無線品質や無線区間の混雑度などによってダイナミックに変わりうるため、1つのセルの通信では高信頼通信を実現することができない可能性がある。そこで、1つの端末に対して複数のCC（Component Carrier）^{*39}を用いて通信を行うCA（Carrier Aggregation）^{*40}やMC（Multi-Connectivity）^{*41}を適用することで周波数ダイバーシチ^{*42}を用いた無線区間の通信信頼性を向上させる制御が議論された。これを実現する無線の protocols アーキテクチャとして、図8のように1つのPDCPレイヤ以下に複数のRLCレイヤを設置するアーキテクチャが用いられる。PDCPレイヤで処理・複製されたパケットは各RLC entity^{*43}/論理チャネル^{*44}へ転送され、関連付けら

れたCCを介して送信される。受信側のPDCPレイヤは、時間的に早く受信できたパケットを処理し、遅れて届いたパケットは重複受信として破棄する。このように同一データを複数の無線リンクを用いて重複送信することで、1つの無線リンクの無線環境が悪くなった場合でも、他方の無線リンクを用いてデータを届けることができ、信頼性の高い通信が可能となる。

4.3 C-plane無線プロトコル

NRのC-planeプロトコルは、LTEと同様のRRCプロトコルを採用している。NRのC-planeプロトコルスタックを図6(b)に示す。NR RRCの基本的な機能は、LTEとほぼ同じであり、端末個別の呼制御やRRC状態管理、端末がセルに接続するための共通の情報（周波数情報、同周波数および異周波数の周辺セル情報、アクセス規制情報など）を報知する機能を備えている。端末個別の呼制御として、例えば、RRCコネクション確立、Admission Control^{*45}、

*39 CC：CAにおいて束ねられるキャリアを表す用語。

*40 CA：1ユーザの信号を複数のキャリアを用いて同時に送受信することにより広帯域化を行い、高速伝送を実現する技術。

*41 MC：1つの端末が複数の基地局と同時に通信を行う接続形態。

*42 周波数ダイバーシチ：ダイバーシチの一種で、異なる周波数を用いることによって受信品質の向上を図る。ダイバーシチは、複数の経路を用い、受信品質の良い経路を選択するなどして受信品質の向上を図る方法。

*43 RLC entity：ベアラ単位でRLCレイヤの処理を行う機能部。

*44 論理チャネル：無線インタフェースにおいてどのような情報（ユーザデータ、制御情報など）を送送させるかによって分けられるチャネル。

*45 Admission Control：呼受付制御の機能。

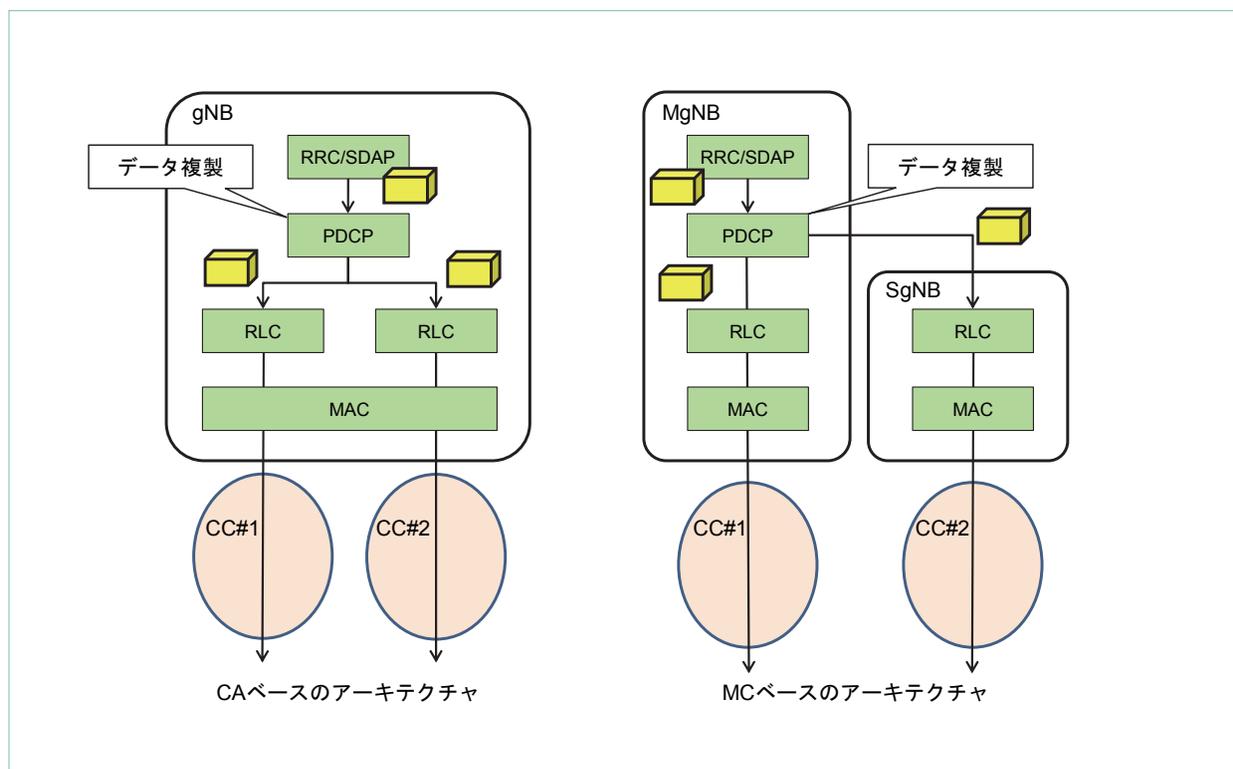


図8 PDCP重複送信におけるレイヤ2データフロー

RRMのための機能を備えている。さらに、報知情報^{*46}のためのリソースを効率化するために、常時報知が不要なサービス別や契約別の報知情報について、端末が必要なときにのみ、On demandで報知を開始する仕組みが検討されている。

また、RRC状態管理について、IoT (Internet of Things) のシナリオを考慮し、スモールデータ通信や静止端末における接続遅延やコネクション確立のための信号数の削減の目的に適したRRC状態であるRRC_INACTIVEを、NRを規定する3GPPの最初のRelease 15仕様から規定する。

つまり、LTEにおけるRRC_IDLEとRRC_CONNECTED^{*47}相当のものに上記を加えて、NRでは3つの端末状態が規定される。端末のNR RRC状態を図9に示す。

RRC_INACTIVE状態では、端末と基地局とコア

ネットワークではRRCおよびNAS (Non Access Stratum)^{*48}のコンテキストが保持されているが、端末の状態はほぼRRC_IDLEと同じであるため、省消費電力の実現が期待される。また、端末コンテキストを各ノードで保持することによってRRC_CONNECTED状態への復帰のための手順にかかる信号数の削減が図れる。

また、前述したノンスタンドアロン運用向けの、DC中のLTE-NR間RRC独立制御やRRC Diversityをサポートするために、RRCプロトコルの機能を拡張する。

5. あとがき

本稿では、3GPPにおけるSIの結果を基に、仕様

*46 報知情報：移動端末における位置登録要否の判断に必要な位置登録エリア番号、周辺セル情報とそのセルへ在圏するための電波品質などの情報、および発信規制制御を行うための情報などを含み、セルごとに一斉通報される。

*47 RRC_CONNECTED：端末のRRCレイヤの状態の1つであり、端末は基地局内のセルレベルで識別でき、基地局において端末のコンテキストが保持されている。

*48 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。

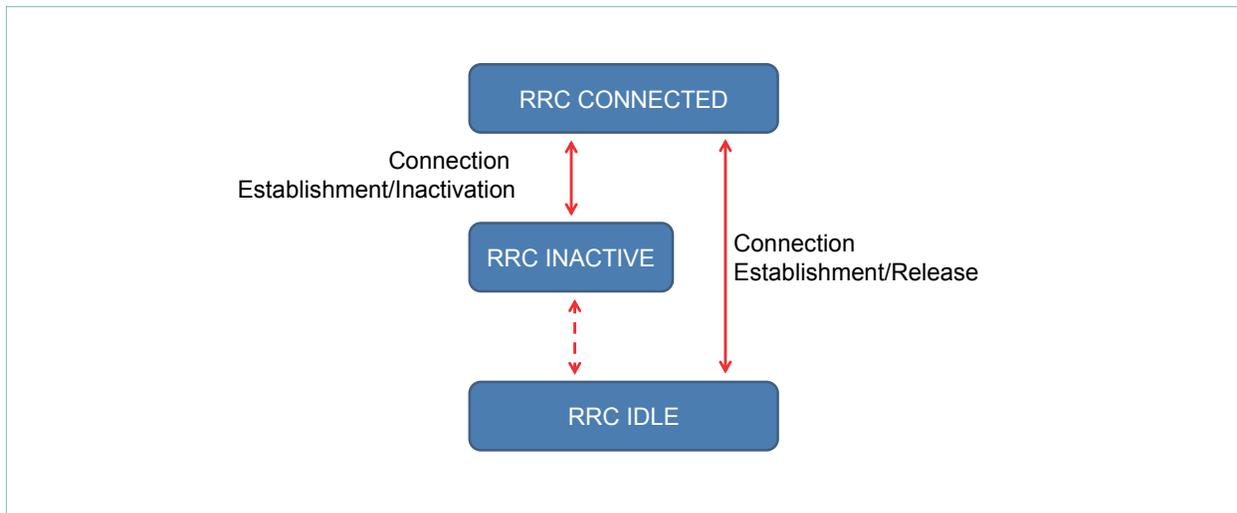


図9 NR RRC状態

化が予想される5G上位レイヤの主要要素技術を解説した。3GPPでは継続して、2017年12月のノンスタンドアローン運用向け標準仕様策定完了、および2018年6月のスタンドアローン運用向け標準仕様策定完了に向けて作業を進めている。ドコモは、3GPP RAN WG (Working Group) の中で、今後も積極的に技術提案を行い、標準仕様策定完了に向け貢献していく。

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.
- [2] 内野, ほか: “さらなる高速大容量化を実現するキャリアアグリゲーション高度化およびDual Connectivity技術,” 本誌, Vol.23, No.2, pp.35-45, Jul. 2015.
- [3] 安部田, ほか: “さらなるLTEの進化, スマートライフをサポートするLTE-Advancedの開発,” 本誌, Vol.23, No.2, pp.6-10, Jul. 2015.