

LTE-Advanced Release 13標準化

LTE-Advanced Release 13における
広帯域周波数の活用技術

LTE-Advancedでは急増するトラフィックを収容するため、複数のLTEキャリアを同時に用いて広帯域通信を行うCA技術、異なるeNB間で複数のLTEキャリアによる同時通信を行うDC技術などが3GPP Release 12までに規定された。本稿では、3GPP Release 13仕様で新たに導入された、CA高度化技術、DC高度化技術、さらにアンライセンス周波数帯を活用するLAA技術およびLWA技術を解説する。

先進技術研究所 5G推進室

無線アクセス開発部

ドコモ北京研究所

はらだ ひろき† たけだ かずき
原田 浩樹 武田 一樹
うの とおる てしま くにひこ
内野 徹 手島 邦彦
りゅう りゅう
劉 柳

1. まえがき

近年、スマートフォンやタブレット端末の普及に伴う、高精細動画サービス・ビデオ通話の広がりなどに起因した急激なモバイルデータトラフィック増に対応するため、ネットワークの高速・大容量化への要求が高まっている。3GPP (3rd Generation Partnership Project) では、Release 10において複数のLTEキャリアを同時に用いて広帯域通信を行うキャリアアグリゲーション (CA: Carrier Aggregation) 技術が規定され、そのサービスは国内外の通信事業者によってすでに開

始されている。ドコモは2015年3月より、CAを適用した通信サービスであるPREMIUM 4Gの提供を開始し、同年10月には受信時最大300Mbps、2016年6月からは受信時最大375Mbpsを提供している。3GPP標準化においては、通信事業者やベンダなどの参加企業がCAによる高速データ通信の適応領域をさらに拡大するための検討を行っており、ドコモも積極的にかかわっている。Release 12においては、異なる複信方式のLTEキャリア間でCAを実現するTDD (Time Division Duplex)*1-FDD (Frequency Division Duplex)*2 CA技術や、異なる基地局 (eNB: evolved Node B)*3

間で複数のLTEキャリアによる同時通信を行うデュアルコネクティビティ (DC: Dual Connectivity) 技術が規定され、複数のLTEキャリアを活用した高速化や、柔軟な運用を実現するための技術検討および規定が継続的に行われた。

その後、Release 13ではより多くのLTEキャリアを束ねてさらなるスループット*4向上を実現するCA高度化技術、上りリンクのスループット向上などを実現するDC高度化技術が規定された。さらに従来のLTEの周波数帯とアンライセンス周波数帯*5を同時に用いてスループット向上を実現するLAA (Li-

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

† 現在、移動機開発部

*1 TDD: 双方向の送受信方式の1つ。上りリンクと下りリンクに同一の周波数帯を使用し、異なる時間を割り当てることにより双方向通信が可能。

*2 FDD: 双方向の送受信方式の1つ。上りリンクと下りリンクに異なる周波数帯域を割り当てる方式であり、同時に送受信が可能。

*3 eNB: LTEにおける無線基地局。

*4 スループット: 単位時間当りに、誤りなく伝送される実効的なデータ量。

*5 アンライセンス周波数帯: 行政による免許割当が不要で、特定の通信事業者に限定されずに使用可能な周波数帯。

censed Assisted Access) 技術やLWA (LTE-WLAN (Wireless Local Area Network) Aggregation) 技術も規定された。本稿では、これらRelease 13で規定された技術について解説する。

2. CA高度化技術

2.1 CC数拡張

Release 12までのCAでは、CC (Component Carrier)^{*6}と呼ばれる複数のLTEキャリアを最大5つ同時に用いて通信を行うことができる[1]~[3]。これにより最大帯域幅100MHzでのデータ通信を実現でき、その理論上の最大ピークデータレートは、下りリンクで約4Gbps (8MIMO (Multiple Input Multiple Output) レイヤ^{*7}で256QAM (Quadrature Amplitude Modulation)^{*8}の場合)、上りリンクで約1.5Gbps (4MIMOレイヤで64QAM^{*9}の場合)である。

Release 13のCAでは、さらなる広帯域化により通信データレートを向上させることを目的とし、同時通信可能なCC数が最大32個へと拡大された。これにより最大帯域幅640MHzでのデータ通信を実現でき、仕様上のピークデータレートは下りリンクで約25Gbps (8MIMOレイヤで256QAMの場合)、上りリンクで約9.6Gbps (4MIMOレイヤで64QAMの場合)に達することとなった。

2.2 PUCCH on SCell

CAでは、複数の独立したLTE

キャリアを束ねて並列同時通信する仕組みであるため、スケジューリングやデータ送受信がCCごとに独立に行われる。このためCAを行わない従来LTEの機能の大部分を流用できる。その一方で、下りリンクデータに対するACK (ACKnowledgement)^{*10}/NACK (Negative ACK)^{*11}やCSI (Channel State Information)^{*12}、上りリンクスケジューリング要求 (SR: Scheduling Request)^{*13}などのUCI (Uplink Control Information)^{*14}を送信するPUCCH (Physical Uplink Control Channel)^{*15}は、CAを適用するCCの中で、上りリンクのCCが必ず設定されるPCell (Primary cell)^{*16}でしか送信できないという制約があった (SCellの上りリンクCCはオプション)。この制約は、上りリンクCAに対応していない端末 (UE: User Equipment) と、対応しているUEとの間でUCI送信制御動作を共通化できるというメリットがあ

る。しかしながら、CAに対応した多くのUEに対して共通のLTEキャリアをPCellとして設定する運用では、PUCCHが特定の周波数キャリアに集中し、上りリンク無線リソース^{*17}がひっ迫するという課題がある。なお、このような運用の代表例に、マクロセル内にスモールセル^{*18}を多数配置するようなヘテロジニアスネットワーク^{*19}におけるCA運用がある。これはマクロセル内でトラフィックの高いエリアに、比較的送信電力の小さいスモールセルをマクロセルとは異なる周波数で重畳配置し、その場所にいるUEにマクロセルとスモールセルによるCAを適用する運用方法である (図1)。

このような課題を解決するため、Release 13では、上りリンクCAが可能なUEに対し、PCellに加え、任意の1つのSCell (Secondary Cell)^{*20}にPUCCHを設定できる機能が導入された。本機能を用いてCAを行う場

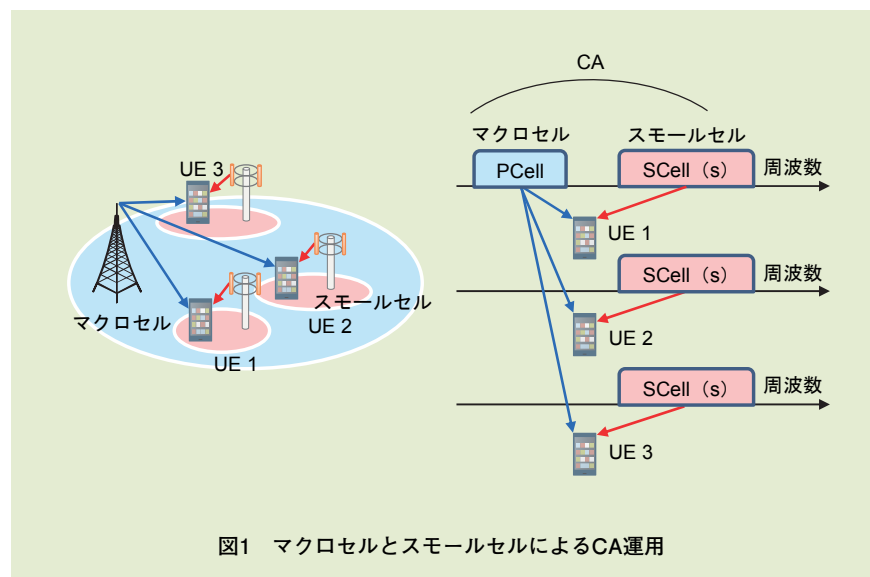


図1 マクロセルとスモールセルによるCA運用

^{*6} **CC** : CAにおいて複数用いるキャリアの1つひとつを表す用語。

^{*7} **MIMOレイヤ** : MIMOにおいて、異なるアンテナを用いて同じ無線リソース上で異なる信号を空間多重する際の多重数。

^{*8} **256QAM** : 変調方式の種類。256QAMは振幅と位相が異なる256通りの信号点に情報ビットを変調する。1回の変調で8ビットの

情報を伝送することができる。

^{*9} **64QAM** : 変調方式の種類。64QAMは振幅と位相が異なる64通りの信号点に情報ビットを変調する。1回の変調で6ビットの情報を伝送することができる。

^{*10} **ACK** : データの受信ノードが正常に受信 (復号) できたことを送信ノードに通知する受信確認信号。

^{*11} **NACK** : データの受信ノードが正常に受信 (復号) できなかったことを送信ノードに通知する受信確認信号。

^{*12} **CSI** : 信号が経由した無線チャネルの状態を表す情報。

^{*13} **スケジューリング要求 (SR)** : ユーザが基地局に対し、上りリンクの無線リソース割当てを要求する信号。

合、各CCはPCellまたはPUCCHを設定したSCell（PUCCH-SCell）のいずれかに関連付けられてグルーピングされる。UEは、設定されたグループごとに、各CCのUCIをPCellまたはPUCCH-SCellで送信する。これにより、スモールセルに位置するUEに対し、PCellはマクロセルに設定しつつ、SCellとして設定されるスモールセルのCCに関連するUCIを、スモールセルにオフロードすることができる。

2.3 2種類のPUCCHフォーマット規定

これまで、CC数や多重するUCIの種別・ペイロード^{*21}に応じて異なる複数のPUCCHフォーマットが規定されているが、いずれも異なる複数ユーザのPUCCHを単一のPRB（Physical Resource Block）^{*22}にCDM（Code Division Multiplexing）^{*23}し、オーバーヘッドを抑える構成が採用されてきた。しかしながら最大32CCのCAを実現するためには、数

十～数百ビットのUCIを収容することが必要となる。このためRelease 13では、このようなUCIを収容することができる2種類のPUCCHフォーマット（PUCCHフォーマット4とPUCCHフォーマット5）が導入された（表1、図2）。

①PUCCHフォーマット4は非常に大きなペイロードに対応するため拡散を行わず（CDMをサポートせず）、複数PRBを設定することが可能である。

②PUCCHフォーマット5は拡散率2の拡散を適用することで、最大2ユーザのPUCCHをCDM可能としつつ、従来のPUCCHフォーマットと比べて大きなペイロードに対応できる。

両PUCCHフォーマットは、拡散の有無やPRB数の違いを除き、CRC（Cyclic Redundancy Check）ビット数や符号化方式、多重するUCI種別など、物理レイヤ構成で多くの部分が共通化されている。

表1 PUCCH フォーマット4および5の構成

	PUCCHフォーマット4	PUCCHフォーマット5
拡散率	1（拡散なし）	2
PRB数	1～8	1
PRB当りのビット数	288	144
送信できるUCIの種別	ACK/NACK, SR, CSI測定情報の任意の組合せ	
CRCビット数	8	
符号化方式	テールバイティング畳み込み符号（Tail biting convolutional coding）	
周波数ホッピング	あり	

テールバイティング畳み込み符号（Tail biting convolutional coding）：畳み込み符号の一種。符号器のシフトレジスタを初期状態と終了時で一致させるという特徴を有する。なお、畳み込み符号とは、誤り訂正符号の一種のこと。シフトレジスタとビット加算器で構成される符号器で、入力ビットとシフトレジスタの内部状態を用いて符号器出力を表現する。復号方法としては、ビタビアルゴリズムに基づく最尤復号法が知られている。

3. DC高度化技術

Release 12において、eNB間で複数CCを束ねてCAのようにユーザスループットを向上させるDCが仕様規定された。Release 13では、さらに拡張が行われ、上りリンクスループットを向上させる技術や、より柔軟な運用を可能とする制御が規定された。

3.1 上りリンクスループット向上

(1)DC上りリンクにおけるリソース割当ての課題

DCでは異なる複数のeNBがUEに対して独立に上りリンクリソースを割り当てる。したがって、Release 13ではUEの上りリンク送信において、どのようにして適切な量のリソースを各CCに対して割り当てるか、が議論された。

各eNBはUEから報告される上りパッファ量報告値に基づいて、必要な上りリンクリソース量を算出し、

*14 UCI：ACK/NACKやCSI、SRのような信号の総称。

*15 PUCCH：上りリンクで制御信号を受受信するために用いる物理チャネル。

*16 PCell：CAにおいて複数用いるキャリアの中で、接続を担保するキャリア、プライマリセルとも呼ばれる。

*17 無線リソース：無線チャネル（周波数）割

当てに必要なリソースの総称。

*18 スモールセル：送信電力が大きいマクロセルと比較して送信電力が小さいセルの総称。

*19 ヘテロジニアスネットワーク：本稿では、電力の違うノードがオーバーレイするネットワーク構成。通常の基地局に対し、より送信電力の小さいピコ基地局、フェムト基地

局などを用いる。

*20 SCell：CAにおいて複数用いるキャリアの中で、PCellでないキャリアの総称。セカンダリセルとも呼ばれる。

*21 ペイロード：本稿では、PUCCHで送信するUCIの情報ビット数を表す。

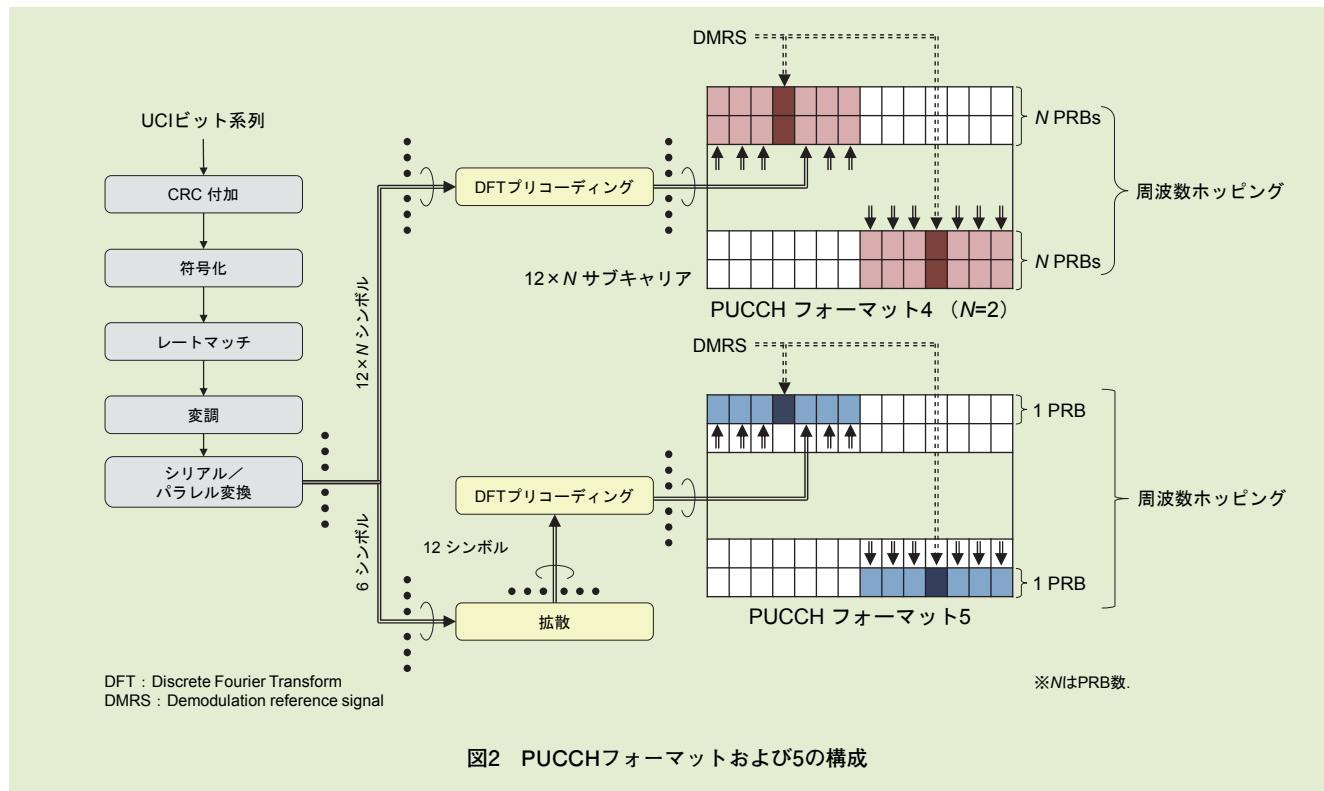


図2 PUCCHフォーマットおよび5の構成

リソース割当てを行う。この場合、両方のeNBが各々報告内容を基に割当てリソース量を算出するため、実際の滞留データ量に対して過剰なりソース割当てとなる可能性がある。特に、ショートパケットのようにサイズの小さいデータの場合、両方のeNBがリソースを割当てたとしても、UEは一方のeNBに対してすべてのデータを送信しきってしまい、他方のeNBに対しては、パディング（意味のないビット列）を送信し、無線リソースの浪費となる。

(2) データ量に基づくバッファ量報告・上りデータ送信制御

上述したショートパケットに対する過剰なりソース割当てを回避するため、上りリンクのデータ量に基づ

くバッファ量報告制御および、上りデータ送信制御が規定された。図3のようにUEは、滞留データ量が、あらかじめeNBから指定されるしきい値よりも小さい場合、Release 12のDCと同様に、当該データ量に関するバッファ量報告およびデータ送信は、いずれか1つのeNBに対してのみ行われる。逆に、滞留データ量が当該しきい値よりも大きい場合には、バッファ量報告および、データ送信は両方のeNBに対して実施される。これにより、滞留データ量が小さい場合は、1つのeNBが滞留データ量を把握してリソース割当てを行うため、上りリンクの過剰な割当てを回避することが可能となる。

3.2 より柔軟な運用を可能とする制御

(1) eNB間におけるSFN/subframe number差分情報の取得課題

Release 12では、eNB間の同期を前提とした同期DCと、前提としない非同期DCの2つが規定された。eNB間が同期していないネットワーク内でDCを運用する場合、両eNBは互いにSFN (System Frame Number) *24/subframe number*25を独立に管理するため、UEに対して、異なるSFN/subframe numberに基づいて運用される複数のCCが設定されることとなる。このため、UE単位の制御（例えばMeasurement gap制御*26）を適切に行うには、両eNBは互いにSFN/subframe numberの

*22 PRB：無線リソースの割当て単位であり、1subframe、および12サブキャリアから構成される。

*23 CDM：同一の無線システム帯域内において、複数の信号系列を送信する際に、互いに異なる直交拡散系列を用いて多重すること。

*24 SFN：無線フレームごとに割り振られた番号。0から1,023の値を取る。

*25 subframe number：subframeごとに割り振られた番号。0から9の値を取る。

*26 Measurement gap制御：通信中の周波数以外の周波数を測定するために設けられる区間を管理する制御。

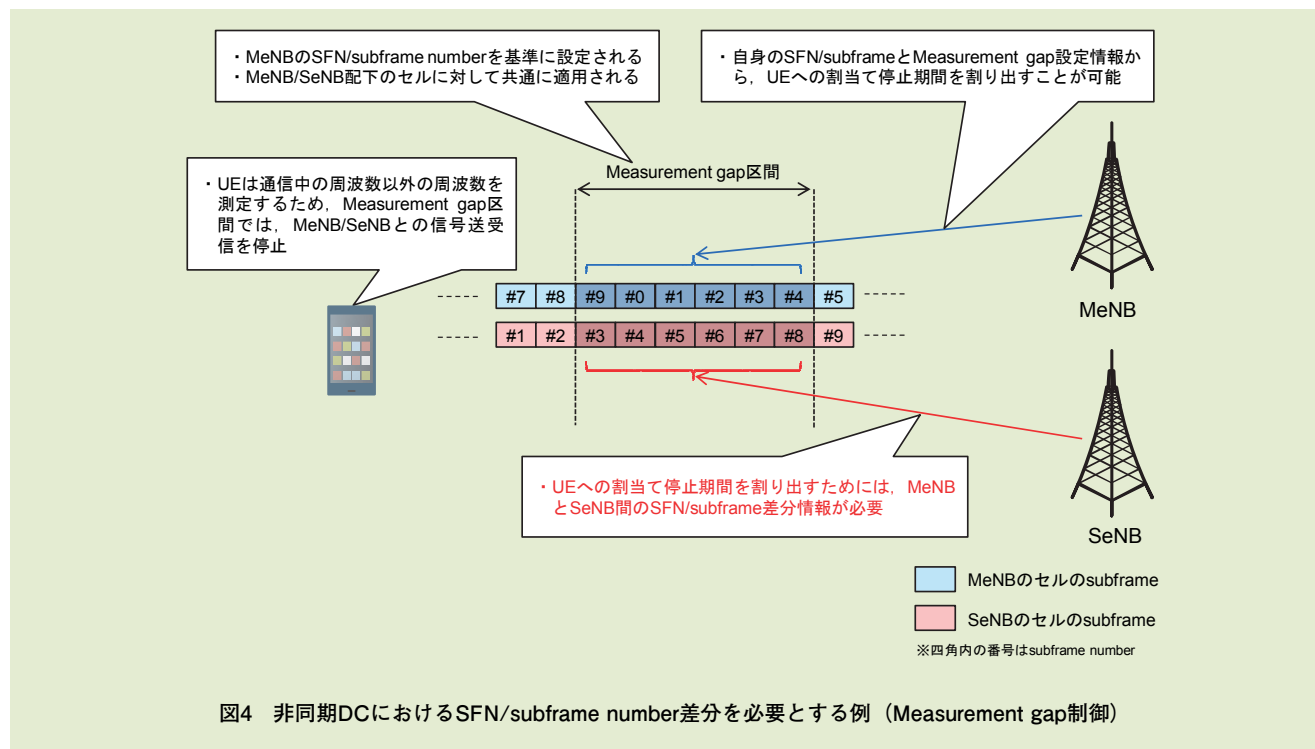
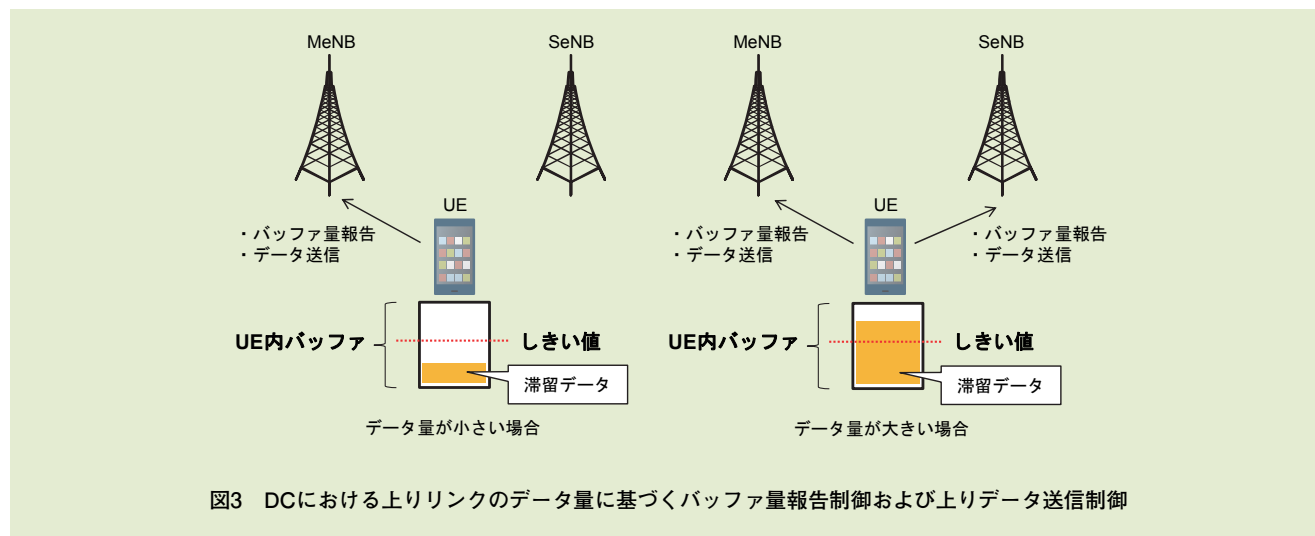
ずれを把握する必要がある（図4）。

このような場合、eNB間のSFN/subframe numberの差分情報は、OAM（Operation, Administration and Management）^{*27}で取得することが前提となっていた。しかし、OAMが異

なるeNB間では差分情報の取得が困難であることや、すでに運用中のエリアに新規にeNBを追加するたびに、既存eNBと新規eNB間での差分情報を設定する必要があり、運用負担が発生するという課題があった。

(2)UEによるSFN/subframe number 差分情報の測定・通知機能

この課題を解決するために、Release 13ではUEがSFN/subframe numberの差分情報を測定し、eNBへ通知する機能が規定された。具体的



*27 OAM：ネットワークにおける保守運用管理機能。

には、UEはMeNB (Master eNB)^{*28}配下のセルおよびSeNB (Secondary eNB)^{*29}配下のセル間のSFN差、subframe number差、およびsubframe開始タイミング差に関する情報を算出し、測定情報としてeNBへ報告する。これにより各eNBは当該情報を把握でき、事業者はOAMの実装状況によらず、また、運用負担をできるだけ抑えつつ、DCを運用することが可能となる。

4. アンライセンス周波数帯の活用技術

多くの携帯電話事業者は、専用に割り当てられた周波数(ライセンス周波数帯)を使った3G/LTEなどのセルラ通信サービスに加え、通信トラフィックが多く発生するホットスポットエリアなどにおいてアンライセンス周波数帯を使ったWi-Fi[®]^{*30}を用いたWLANサービスを展開している。アンライセンス周波数帯の利用はホットスポットエリア周辺でのユーザ通信品質改善に非常に有効である。しかしながら、ライセンス周波数帯でのLTEとアンライセンス周波数帯でのWi-Fi、異なる2つのRAT (Radio Access Technology)^{*31}の利用は、移動に伴いRAT切替えや再接続、再認証が必要になるなど、ユーザにとってしばしば不便を感じさせてしまう場面がある。3GPPでは、このような不便を解消し、アンライセンス周波数帯の活用をさらに促進する技術として、LAAとLWAを検討・規定した。LAAではライ

センス周波数帯とアンライセンス周波数帯をLTEに基づく単一のRATで利用することにより、ユーザに特別な意識や不便を感じさせずにアンライセンス周波数帯を活用することができる。また、LWAではDCに基づきLTEとの接続でモビリティを維持しながらWLANとの接続を追加してスループットを向上させることができる。

4.1 LAA技術

Release 13では、アンライセンス周波数帯である5GHz帯において、20MHz幅のLTEキャリアをCAの下りリンク専用SCellとして用いるLAA技術が規定された。アンライセンス周波数帯を利用するにあたり特に重要となるチャンネルアクセス技術などについて以下に概説する。

(1)LBTに基づくチャンネルアクセス

アンライセンス周波数帯では、特定の事業者に限らず無線局を設置することが可能であるが、近傍の無線局からの信号が互いに干渉して通信性能を大きく劣化させることは望ましくない。そのため、例えば日本や欧州では、5GHz帯を用いる無線システムへの要求条件として、送信を開始する前にキャリアセンス^{*32}を行い、チャンネルが近傍の他システムによって使用されていないことを確認できた場合にのみ、所定の時間長以内(日本では4ms以内)での送信を可能とするLBT (Listen-Before-Talk) メカニズムを適用することが規定されている[4] [5]。

3GPPでは、LAA下りリンクのチャンネルアクセス方法として、WLANとの公平な共存が実現可能なLBTメカニズムを規定した(図5)。LAA基地局はランダムバックオフ^{*33}および可変長のCWS (Contention Window Size)^{*34}に基づくWLANと同様の衝突回避メカニズムを適用し、チャンネルが空いたタイミングからキャリアセンスを開始し、バックオフカウンタ値が0になったタイミングでチャンネルへのアクセス権を得て送信を開始することができる。さらにLAAではWLANとの共存時には低い電力検出しきい値を設定するため、他の周辺WLANの特性を劣化させない[6]。また、このチャンネルアクセス方法では、LBTのパラメータと最大連続送信時間の組合せ(LBT priority class)が表2に示すとおり複数規定されている。例えば小サイズのデータをなるべく低遅延で送信したい場合には、LBT priority class 1を使用して送信時間長(MCOT: Maximum Channel Occupancy Time)を短くする代わりにLBTの時間を短くすることができる。

(2)Partial subframe送信

LTEでは、1ms長のsubframeをデータ送信割当ての基本時間単位(TTI: Transmission Time Interval^{*35})としており、無線信号のデータ送受信は各subframeの先頭から1msにわたって行われる。一方、LAAのチャンネルアクセス方法では、送信開始可能となるタイミング、すなわちバックオフカウンタ値が0と

^{*28} MeNB: DCにおいてUE—ネットワーク間の接続性を管理するeNB。

^{*29} SeNB: DCにおいてMeNBに加えて無線リソースを提供するeNB

^{*30} Wi-Fi[®]: IEEE802.11規格を使用した無線LANの規格で、Wi-Fi Allianceによって相互接続が認められたデバイスに用いられる名称。Wi-Fi Allianceの登録商標。

^{*31} RAT: LTE, 3G, GSM, Wi-Fiなどの無線アクセス技術のこと。

^{*32} キャリアセンス: 電波を発射する前に、その周波数キャリアが他の通信に使用されていないかを確認する技術のこと。

^{*33} ランダムバックオフ: 電波を発射するために周波数キャリアが空き状態であることを確認しなければならない期間の長さをラン

ダムに設定することで、複数の送信が同時に発生し衝突してしまうことを防ぐための技術のこと。

^{*34} CWS: ランダムバックオフ技術において、ランダムに設定する値の範囲のこと。

^{*35} TTI: トランスポートチャンネルで伝送される1データ当りの伝送時間。

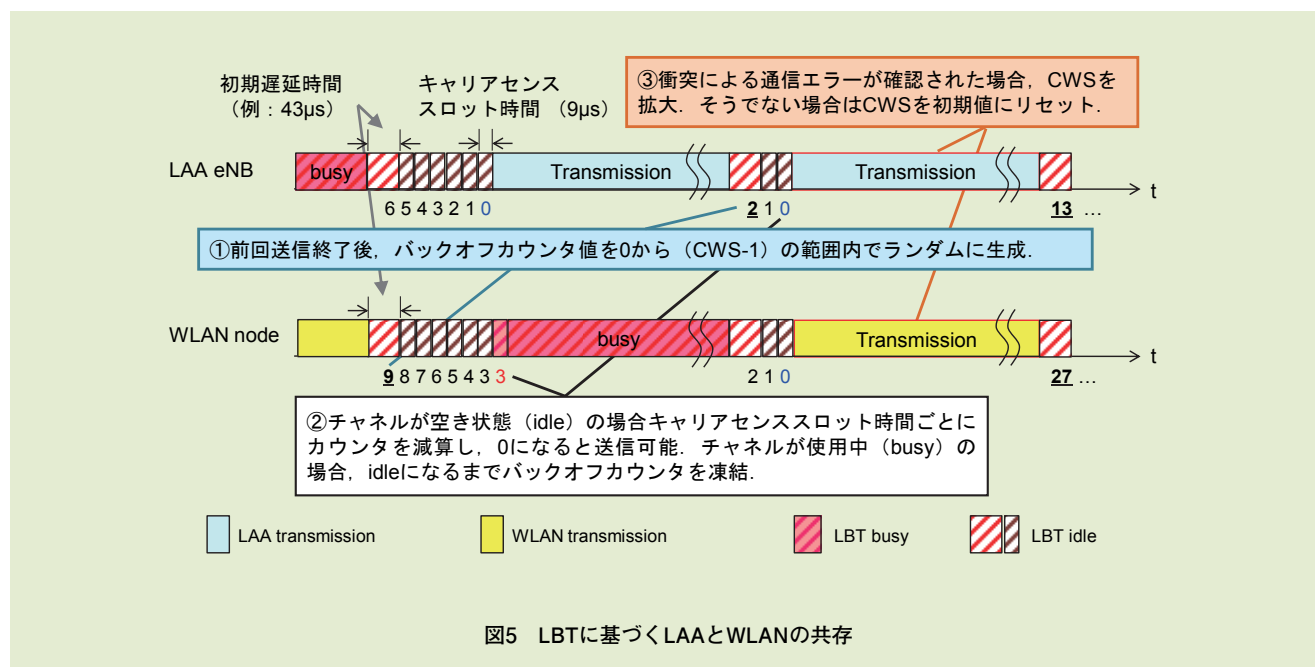


表2 LAAにおけるLBTパラメータセット

LBT priority class	初期遅延時間	CWSセット (下線は初期CWS値)	MCOT
1	$16+9 \times 1=25 \mu s$	{ <u>3</u> , 7}	2ms
2	$16+9 \times 1=25 \mu s$	{ <u>7</u> , 15}	3ms
3	$16+9 \times 3=43 \mu s$	{ <u>15</u> , 31, 63}	8 or 10ms*
4	$16+9 \times 7=79 \mu s$	{ <u>15</u> , 31, 63, 127, 255, 511, 1,023}	8 or 10ms*

*LAA以外の他RATと同一周波数上で共存しないことがレギュレーションなどにより保障されている場合、10msを適用。それ以外の場合、8msを適用。

なるタイミングはsubframeの先頭と一致しない場合がほとんどであり、データ信号の送信機会が制限される可能性がある。

そこで、LAAではsubframe境界以外でも制御信号やデータ信号の送信を開始・終了できるような機能として、Initial partial subframe送信およびEnding partial subframe送信がサポートされている。Initial partial subframeはsubframe途中からsubframe末尾までを使ったデータ送信構成、Ending partial subframeは

subframe先頭からsubframe途中までを使ったデータ送信構成である。本機能の適用により、同じ送信時間内で送れるデータ量が増やせるので、LAAの通信効率が改善しスループットが向上する。さらに、所定のトラフィック量を処理するためのLAAの送信時間が減少するため他システムとチャネルを取り合う時間が減り、LAA周辺他システムとの共存も改善させることができる[7]。

また、UEは共通制御情報としてsubframe内の有効OFDM (Orthogonal

Frequency Division Multiplexing) シンボル数情報をeNBから通知してもらうことにより、通常のsubframeとPartial subframeの識別や連続送信（バースト*36）の切れ目の認識が可能である。

4.2 LWA技術

LAA技術に加え、Release 13では、LTEの無線リソースとWLANの無線リソースを同時に用いてスループットを向上するLWA技術が規定された。

*36 バースト：一回のLBTに基づいて行われる時間的に連続した送信のこと。

LWAのネットワークアーキテクチャおよびLTEとWLANプロトコルスタック^{*37}の適応制御について図6に示す。

(1)LWAのネットワークアーキテクチャ

LWAのネットワークアーキテクチャは、Release 12で規定されたDCのアーキテクチャをベースとしている。LWAでは、より通信の信頼性の高いLTEのeNBをMeNBとして用い、WLAN-AP (Access Point)^{*38}をSeNBとして用いることで、UEの接続性やモビリティを担保しつつ、無線容量を増大させる、というDCの考え方を踏襲している。また、データの送信経路についても、図6(a)に示すようにRelease 12のDCで規定されたアーキテクチャを流用している。標準仕様では、本アーキテク

チャを実現するためのeNBとWLAN-AP間インタフェース (Xw IF) やノード間シーケンスが規定された。

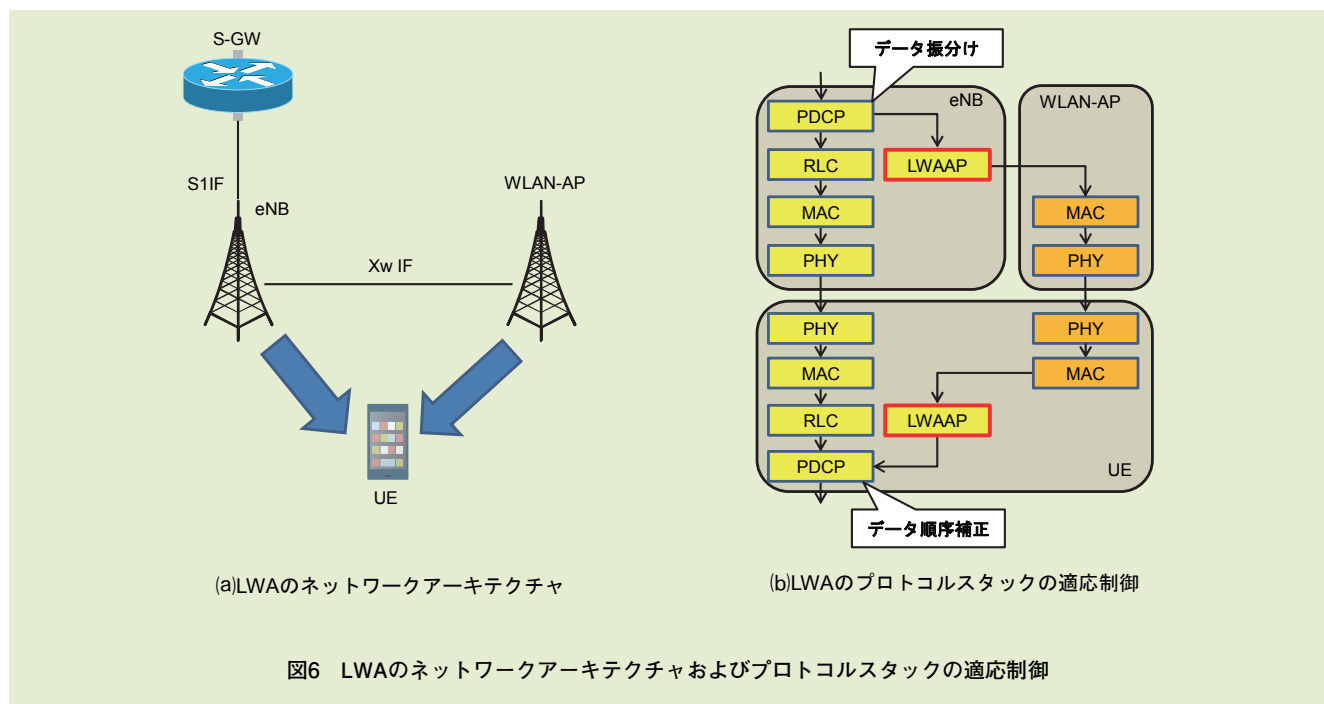
(2)LTEとWLANプロトコルスタックの適応制御

LWAのプロトコルスタックは、DCと同様にPDCP (Packet Data Convergence Protocol)^{*39}レイヤ以下で分離される。S-GW (Serving GateWay)^{*40}からS1インタフェースを介してeNBへ到来した下りリンクのデータは、eNB内のPDCPレイヤにて処理され、LTEのRLC (Radio Link Control)^{*41}レイヤに渡されてLTEの無線リソースを用いてUEへ送信されるか、あるいはWLAN-APへ転送されてWLANのリソースを用いてUEへ送信される。

しかし、WLANにおいてはLTEのようなベアラ^{*42}を意識した多重／

分離制御を行わないため、複数の異なるベアラのデータを、WLANを介して送信すると、受信側のUEはLTE側で受信したデータとWLAN側で受信したデータの対応関係を把握することができず、適切に順序補正することができない。

この課題を解決するため、図6(b) eNBの図にあるようにLWAにおいてはPDCPレイヤの下に新しくアダプテーションレイヤ (LWAAP: LTE-WLAN Aggregation Adaptation Protocol) が設けられた。LWAAPはPDCP PDU (Protocol Data Unit)^{*43}をカプセルリングし、対応するベアラの識別子情報をヘッダに付加することにより、UEでのデータ識別を可能としている。



*37 プロトコルスタック：プロトコル階層。

*38 WLAN-AP：WLANの無線リソースを用いて送受信を行うノード。

*39 PDCP：LTE方式における無線インタフェースのレイヤ2におけるサブレイヤの1つで、秘匿、正当性確認、ヘッダ圧縮などを行うプロトコル。

*40 S-GW：3GPPアクセスシステムを収容する

る在圏パケットゲートウェイ。

*41 RLC：LTE方式における無線インタフェースのレイヤ2におけるサブレイヤの1つで、再送制御、重複検出、順序整列などを行うプロトコル。

*42 ベアラ：P-GW、S-GW、eNB、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。

*43 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。

5. あとがき

本稿では、3GPP Release 13にて規定された、最大帯域幅の拡張や上り制御チャネルの複数CCへの分散を実現するCA高度化技術、上り高スループット化や柔軟な運用を可能とするDC高度化技術、アンライセンスバンドを束ねて通信を行うLAAおよびLWAについて、機能的特徴や基本制御を解説した。これらの機能によって、LTE-Advancedネットワークの同時に利用できる周波数の広帯域化による、ユーザスループットのさらなる向上や柔軟な運用を実現していく。今後さらに増加するトラフィックに対応するため、Release

14では、上りリンクのスループット向上を目的としたenhanced LAAの検討や、さらなる広帯域での通信を行う次世代無線通信技術の検討が進められている。

文 献

- [1] 三木, ほか: “LTE-Advancedにおける広帯域化を実現するCarrier aggregation,” 本誌, Vol.18, No.2, pp.12-21, Jul. 2010.
- [2] 岸山, ほか: “LTE/LTE-Advanced高度化におけるヘテロジニアスネットワーク容量拡大技術,” 本誌, Vol.21, No.2, pp.10-17, Jul. 2013.
- [3] 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. 2013.
- [4] ETSI EN301 893 V1.8.1: “Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN,” Harmonized European Standard, Mar. 2015.
- [5] ARIB STD-T71 6.1版: “広帯域移動アクセスシステム (CSMA),” Mar. 2014.
- [6] 3GPP TR36.889 V13.0.0: “Study on Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum (Release 13),” Jul. 2015.
- [7] Y. Jiang, H. Harada, L. Liu, H. Jiang and S. Nagata: “Investigation on Partial Subframe Transmission for Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum,” IEICE general conference, Mar. 2016.