

# Technology Reports

LTE-Advanced 技術特集 — IMT-Advanced に向けて進化し続ける LTE —

## LTE-Advanced における広帯域化を実現する Carrier Aggregation

現在 3GPP では、LTE の発展形である LTE-Advanced の標準化が進められている。LTE-Advanced では、LTE とのバックワードコンパチビリティを保ちつつ、LTE を上回るスループットを実現するため、LTE Rel.8 でサポートされている帯域幅（最大 20MHz）を基本単位として、複数の LTE キャリアを同時に用いて通信を行う、CA 技術が導入されている。

無線アクセス開発部

みき のぶひこ† いわむら みきお  
三木 信彦 岩村 幹生

きしやま よしひさ  
岸山 祥久 ウメシュ アニール

いしい ひろゆき  
石井 啓之

### 1. まえがき

現在ドコモでは、無線ネットワークの高速化、高機能化、経済化を実現するため、3GPP において 2009 年春に標準化が完了した Rel.8 仕様 [1] に基づく次世代移動通信システムの商用開発に取り組んでいる。LTE<sup>\*1</sup> Rel.8 は、下り OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)<sup>\*2</sup>、上り SC (Single Carrier) -FDMA<sup>\*3</sup> に基づく無線アクセス方式を有し、従来の W-CDMA 方式に比べて周波数利用率<sup>\*4</sup> が 3 ~ 4 倍に向上している。

一方、ビデオシェアリングやインスタントメッセージなどの大容量コンテンツサービスなどの普及により、今後一層の増大が予

想される。このトラフィックの需要にタイムリーにこたえるべく、ドコモでは、無線アクセスネットワークのさらなる伝送速度の向上を目指して、LTE-Advanced (LTE Rel.10) の標準化を推進している。3GPP では、2008 年 3 月にドコモがラポータを務めた LTE-Advanced の Study Item [2] が承認され、LTE Rel.10 として技術検討が開始されている。現在、LTE Rel.10 における伝送速度向上の主要素技術として詳細仕様化が進められているのが、CA (Carrier Aggregation) と呼ばれる技術である。CA は CC (Component Carrier) と呼ばれる複数の LTE キャリアを同時に用いて通信を行うことで、20MHz を超える広帯域伝送を可能とする。LTE Rel.10

では、CA とマルチアンテナ送信を用いることにより、最大下り 1 Gbit/s、上り 500 Mbit/s の伝送速度が実現される。CA については、2009 年 12 月に 3GPP において Work Item [3] が承認され、2010 年末の仕様完成を目指して、標準仕様の策定が急速に進められている。

本稿では、広帯域化を実現する CA において、CC の基本コンセプト、CC の周波数配置や想定されるシナリオについて述べる。また、無線アクセス方式、Layer1/Layer2 制御チャネルを含む物理レイヤ構成および Layer2 構成、RRC (Radio Resource Control)<sup>\*5</sup> を含む無線プロトコルを解説する。

† 現在、先進技術研究所

\*1 LTE : 3GPP の第 3 世代移動通信方式の拡張規格。HSPA よりも高速かつ低遅延な通信を実現できる。

\*2 OFDMA : 直交周波数分割多重 (OFDM) を用いた無線アクセス方式。OFDM は、高速データレートの広帯域信号を多数の

低速データレートのマルチキャリア信号を用いて並列伝送することにより、マルチパス干渉 (遅延波からの干渉) に対する耐性の高い高品質伝送を実現する方式。

## 2. CAによる広帯域化

### 2.1 CCを用いる広帯域化

LTE Rel.8では、1.4MHzから最大20MHzまでの送信帯域幅がサポートされている。しかしながら、IMT-Advancedの要求条件[4]を実現するためには、さらに広い送信帯域幅が必須である。一方、Rel.8からRel.10へのスムーズなシステム導入を実現するためには、同一システム帯域内において、Rel.8とRel.10のユーザーの移動端末（UE）を同時にサポート可能なバックワードコンパチビリティを有する無線インタフェースが望ましい。そこで、Rel.10では、CAを用いて最大100MHz程度までの広帯域化をサポートする（図1）。CAとは、複数のCCと呼ばれる基本周波数ブロックを周波数軸上に配置することにより、広帯域化を実現する方法である[5]。ここで、各CCの帯域幅は、LTE Rel.8との

バックワードコンパチビリティを確保するため、LTE Rel.8でサポートされている帯域幅（1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHz）とする。このように、各CCの帯域幅をRel.8と同一とすることにより、LTE Rel.8に関するeNB（eNode B）およびUEにおけるRF（Radio Frequency）規定<sup>\*6</sup>（隣接チャンネル漏洩電力比（ACLR: Adjacent Channel Leakage Ratio）<sup>\*7</sup>規定、SEM（Spectrum Emission Mask）規定、Spurious emissions規定、受信感度規定、ACS（Adjacent Channel Selectivity）規定、Blocking規定などを流用できるため、よりスムーズなRel.10への移行が可能となる。さらに、Rel.10 UEは、一般的にRel.8とRel.10の両方のサポートを考慮すると、Rel.10のシステム帯域幅をRel.8と同一とすることにより、冗長な機能の低減が可能となるため、実装の面からも大きなメリット

がある。このように、Rel.10 UEはCCを複数個同時に送受信することによって、Rel.8よりさらなる高速伝送を実現できる。また、CAは、CCの周波数配置により次の3つに分類される（図2）。

#### (1) Intra-band Contiguous CA

20MHzよりも大きい連続する帯域で通信を行うシナリオである。例えば、3.5GHz帯のような広帯域の割当てが行われる場合に適用される。

#### (2) Inter-band Non-contiguous CA

異なる周波数バンドのキャリアを複数用いて通信を行うシナリオであり、例えば、2GHz帯と800MHz帯の2つのキャリアを用いて通信を行う場合に適用される。本シナリオでは、2つのキャリアを用いて通信を行うことによるスループットの向上に加えて、伝搬環境が異なる複数のキャリアを用いることによる通信の安定性の向上が実

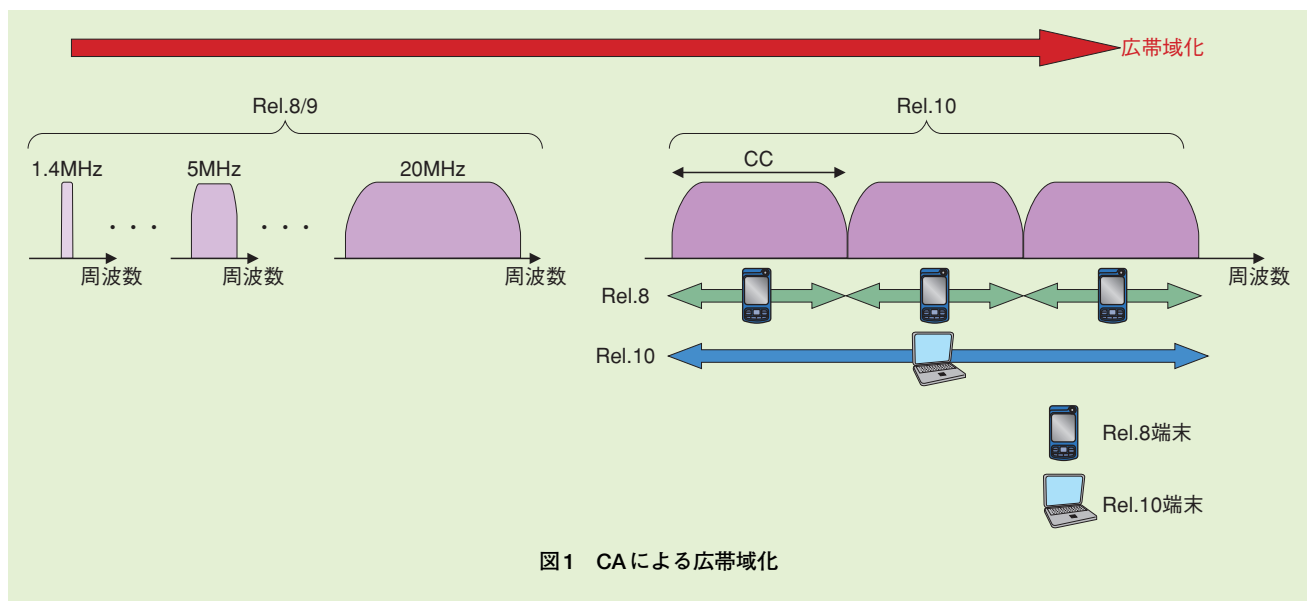


図1 CAによる広帯域化

\*3 SC-FDMA：同一周波数帯域内において、複数ユーザーに対し、ユーザーごとに連続した周波数帯域を割り当てることで、複数のユーザーアクセスを可能とする方式。  
\*4 周波数利用効率：単位時間、単位周波数帯域当りに送信できる情報ビット数。

\*5 RRC：無線回線を制御するレイヤ3プロトコル。  
\*6 RF規定：不要発射や受信感度など、無線部分に関する特性規定。  
\*7 隣接チャンネル漏洩電力比（ACLR）：変調波を送信するときに、本来の送信帯域

信号電力とそれに隣接するチャンネルに送信された不要波との比。

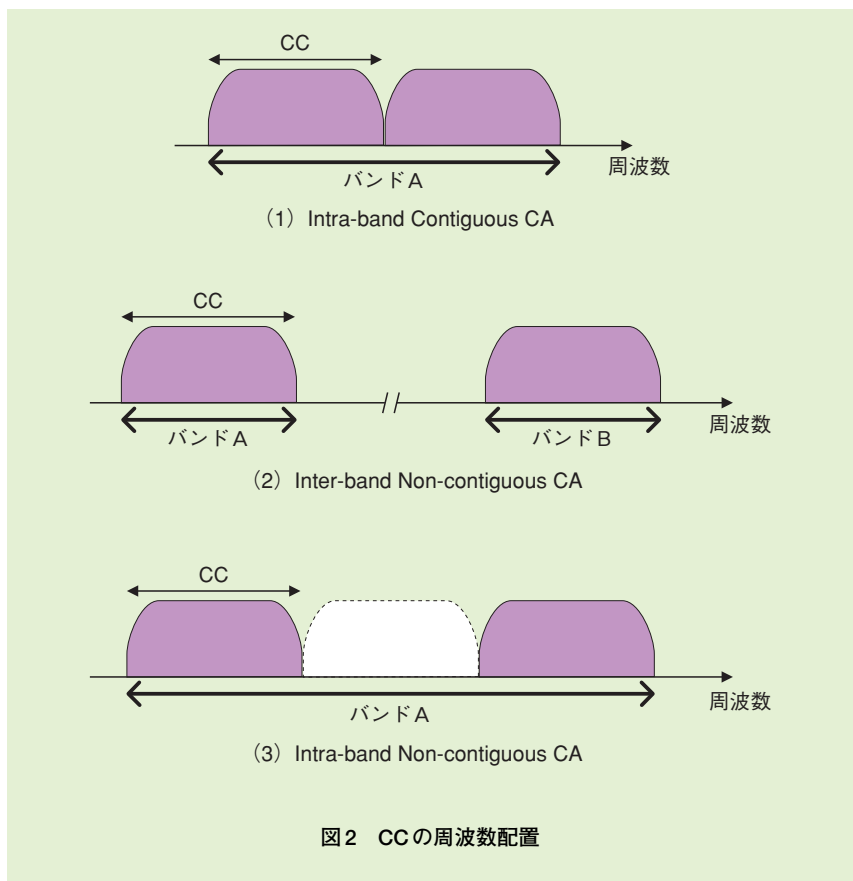


図2 CCの周波数配置

### 3. 物理レイヤ構成

#### 3.1 無線アクセス

##### (1)下りリンク

下りリンクでは、Rel.8と同様にOFDMAベースの無線アクセス方式が採用されている。CAを用いて広帯域化する場合、UEが接続すべきセルの検出（セルサーチ）に用いる同期信号（SS：Synchronization Signal）は、LTE Rel.8と共通の信号フォーマットを用い、各CCの中心周波数から送信される（図4）。また、物理報知チャンネル（PBCH：Physical Broadcast Channel）も同様に多重される。ここで、各CCの中心周波数は100kHz間隔のチャンネルラスタ<sup>\*10</sup>上に配置される。これにより、すべてのCCにおいて、SSおよびPBCHを用いることができるため、Rel.8およびRel.10のUEからのアクセスを柔軟にサポートすることができる。また、このように複数のSSを配置することは、100MHzのような非常に広い帯域幅では、UEのセルサーチ（キャリアサーチ）時間を短縮する観点からも有効だと考えられる。下りリンク共有チャンネル（PDSCH：Physical Downlink Shared Channel）においては、適応変復調・チャンネル符号化（AMC：Adaptive Modulation and Coding）<sup>\*11</sup>、ハイブリッドARQ（HARQ：Hybrid Automatic Repeat reQuest）<sup>\*12</sup>は、トランスポートブロック単位で各CCで独立に行われ、それぞれ1つのCCのみにマッピングされる。したがって、チャンネル符号化による周

現されるというメリットが想定される。

##### (3)Intra-band Non-contiguous CA

同じ周波数バンドのキャリアを複数用いて通信を行うシナリオである。本シナリオは、例えば、ヨーロッパやアメリカなどにおいて、事業者への周波数帯域の割当てが断片的である場合や、複数の事業者でネットワークシェアリングを行う場合に適用されると想定される。

#### 2.2 CAを用いるシナリオ

CAを用いるシナリオの例を図3に示す[6]。連続帯域を割り当て、複数CCで同一のカバレッジを実現

する構成（図3 (a)）に加え、周波数が大きく異なるCCを用いてCC間のカバレッジ差が生じる構成（図3 (b)）、あるCCのセクタ境界に別のCCのセクタが向く構成（図3 (c)）、さらに、ある周波数（基本的に低い周波数）でマクロカバレッジを確保し、異なる周波数（基本的に高い周波数）でRRH（Remote Radio Head）<sup>\*8</sup>を用いてホットスポット<sup>\*9</sup>のトラフィックを吸収する構成（図3 (d)）などが考えられている。

\*8 RRH：光ファイバなどを使って基地局から離れた場所に設置した基地局アンテナ装置。  
 \*9 ホットスポット：駅前広場など、トラフィックが集中して発生する場所。  
 \*10 チャンネルラスタ：キャリアの中心周波数

を決定する際の最小設定単位。100kHzのチャンネルラスタの場合、100kHz単位で、中心周波数が設定可能となる。  
 \*11 適応変復調・チャンネル符号化（AMC）：例えば、受信信号電力対干渉電力比などの受信品質に応じて、最適なデータ変調

およびチャンネル符号化率を選択することによって、伝送速度を適応制御する方法。  
 \*12 ハイブリッドARQ（HARQ）：誤り訂正技術である、チャンネル符号化とARQを併用する技術。

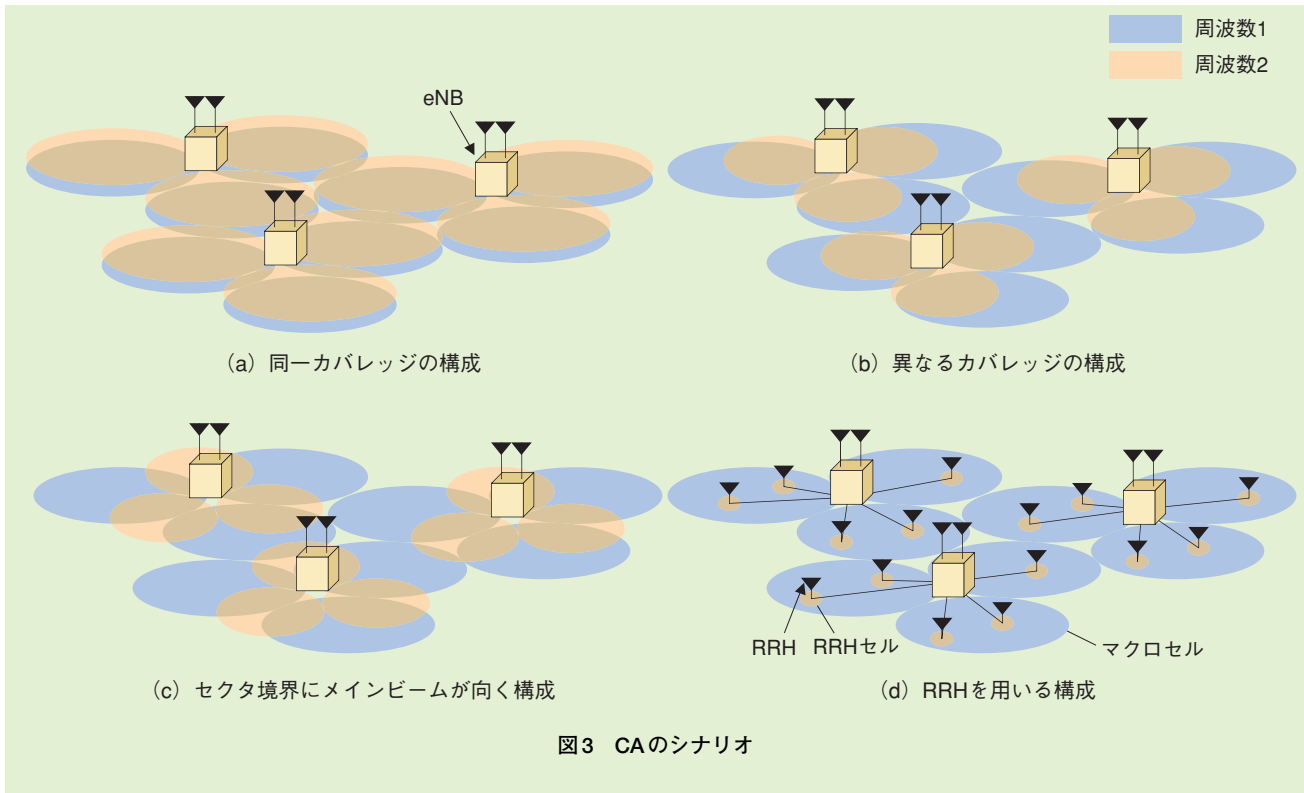


図3 CAのシナリオ

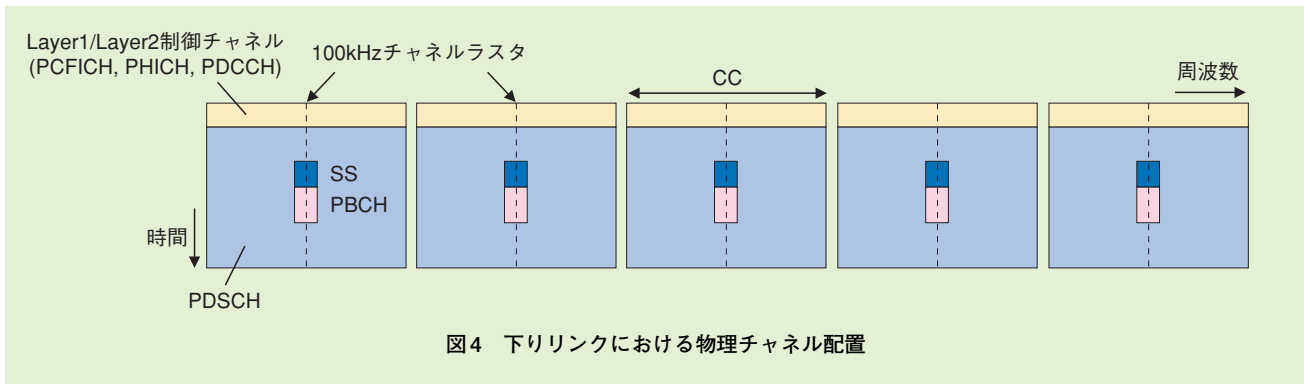


図4 下りリンクにおける物理チャンネル配置

波数ダイバーシチ<sup>\*13</sup>効果はCCの帯域幅内に限定される[7]。しかしながら、Rel.8のトランスポートブロックに関する仕様が再利用でき、また2.2節で述べたとおり、シナリオに応じてCCごとにカバレッジ、干渉電力などが異なる場合、同一UEに対しても、CCごとに異なる送信

モードを設定することができる利点がある。

(2)上りリンク

上りリンクでは、ピーク対平均電力比 (PAPR: Peak-to-Average Power Ratio)<sup>\*14</sup>を低く抑えることのできるSC-FDMA方式が採用されており、周波数領域でSC-FDMA信号

を生成するDFTS (Discrete Fourier Transform Spread)-OFDM<sup>\*15</sup>[8]が用いられる。しかしながら、CAを用いて広帯域化する場合、LTE Rel.8とのバックワードコンパチビリティを実現するため、1つのCCの周波数帯域の両端には、上りリンク制御チャンネル (PUCCH: Physi-

\*13 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 (主に複数アンテナ) 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。

\*14 ピーク対平均電力比 (PAPR): 送信波形のピークの大きさを表す指標であり、最大電力と平均電力の比。これが大きいと、信号歪みを避けるために送信側のパワーアンプのバックオフを大きくする必要があり、特に移動端末において問題となる。

\*15 DFTS-OFDM: OFDM送信において、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) の前段にDFTを設けることによりシングルキャリア伝送を実現する方法。LTEにおいて上りリンク伝送法として採用されている。

cal Uplink Control Channel) が多重される。したがって、N個のCCを用いて広帯域伝送を実現する場合、PUCCH領域を回避するため、N個のSC-FDMA信号を並列送信する(図5)。本送信法は、N個のDFTを有する構成となるため、N-times DFTS-OFDMとも呼ばれ、実効的にCC単位のマルチキャリア化を導入したことに相当する。よって、LTE Rel.8のDFTS-OFDMと比較してPAPRが増大する。しかしながら、PUCCH領域を避けつつ、CC単位でトランスポートブロックのマッピングも行うため、下りリンク同様LTE Rel.8の仕様を最大限再利用することができる。

さらに、CC内の柔軟なRB (Resource Block) の割当てを実現する伝送法として、CC内で不連続なRB割当てを許容する Clustered DFTS-OFDM<sup>\*16</sup> [9]も採用されている。不連続RB割当てを許容することで、セルスループット<sup>\*17</sup>が10%以上改善することがシステムレベルシミュレーションにより示されている[10]。しかしながら、連続RB割当てに比較してPAPRが増大するため、送信電力の制限の厳しい

セル端では、不連続RB割当ては避けるように制御する必要がある。

### 3.2 Layer1/Layer2制御信号

#### (1)下りリンク

下りリンクLayer1/Layer2制御チャンネルはRel.8との多重を考慮し、各CCにおいてRel.8と同様の構成を用いる。具体的には、図4に示すとおり、下りリンクLayer1/Layer2制御チャンネルは、そのリソース量に応じて各CCの先頭1~3のOFDMシンボルに多重されており、そのシンボル数をPCFICH (Physical Control Format Indicator Channel) により、CCごとに通知されている。PUSCH (Physical Uplink Shared Channel) に対する再送要求信号を通知するPHICH (Physical HARQ Indicator Channel) も、Rel.8と同様の構成を用いる。

また、3.1節で述べたとおり、各CCは独立にAMCおよびHARQが動作する。したがって、各CCのPDSCH、PUSCHの割当てを示すPDCCH (Physical Downlink Control Channel) も、CCごとに送信される(図6(a))。

しかしながら、通常の基地局に

加え、送信電力の小さいピコ基地局<sup>\*18</sup>、フェムト基地局<sup>\*19</sup>などの異なる種類の基地局を用いる場合(ヘテロジニアスネットワーク<sup>\*20</sup> [5])は、送信電力差に起因して、マクロ基地局からピコセルへの干渉電力が大きい。PDCCHは再送が適用できないため、ピコ基地局のPDCCHが正しく受信できない確率が大幅に増大してしまう。そこで、図6(b)に示すように、干渉コーディネーションにより、マクロ基地局からの干渉が大きいCCのPDSCHの割当てを、マクロ基地局からの干渉電力の小さいCCにおいて通知するPDCCHを送信する方法がある。これを実現するために、PDCCHにPDSCHの割当てCCを通知する3ビットのCIF (Carrier Indicator Field) を追加することが、合意されている。

(2)上りリンク  
上りリンクでは、再送要求信号(ACK (Acknowledgement) /NACK (Negative ACK) 信号)、スケジューリング要求信号(SR: Scheduling Request)、チャンネル品質信号(CQI: Channel Quality Indicator)といったLayer1/Layer2制御情報を、CCの帯域の両端に多重されたPUCCHを用いて送信する。この上りリンクLayer1/Layer2制御チャンネルも下りリンク同様、各CCにおいてRel.8と同様の構成を用いる。

LTE-Advancedにおいても、上りリンクの特に制御チャンネルでは、カバレッジの観点から低PAPRが非常に重要な要求条件である。さらに、CAにより複数CCでPUSCHを送信

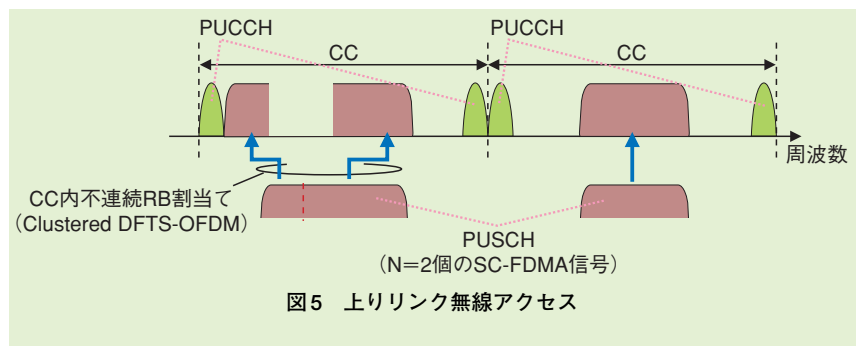


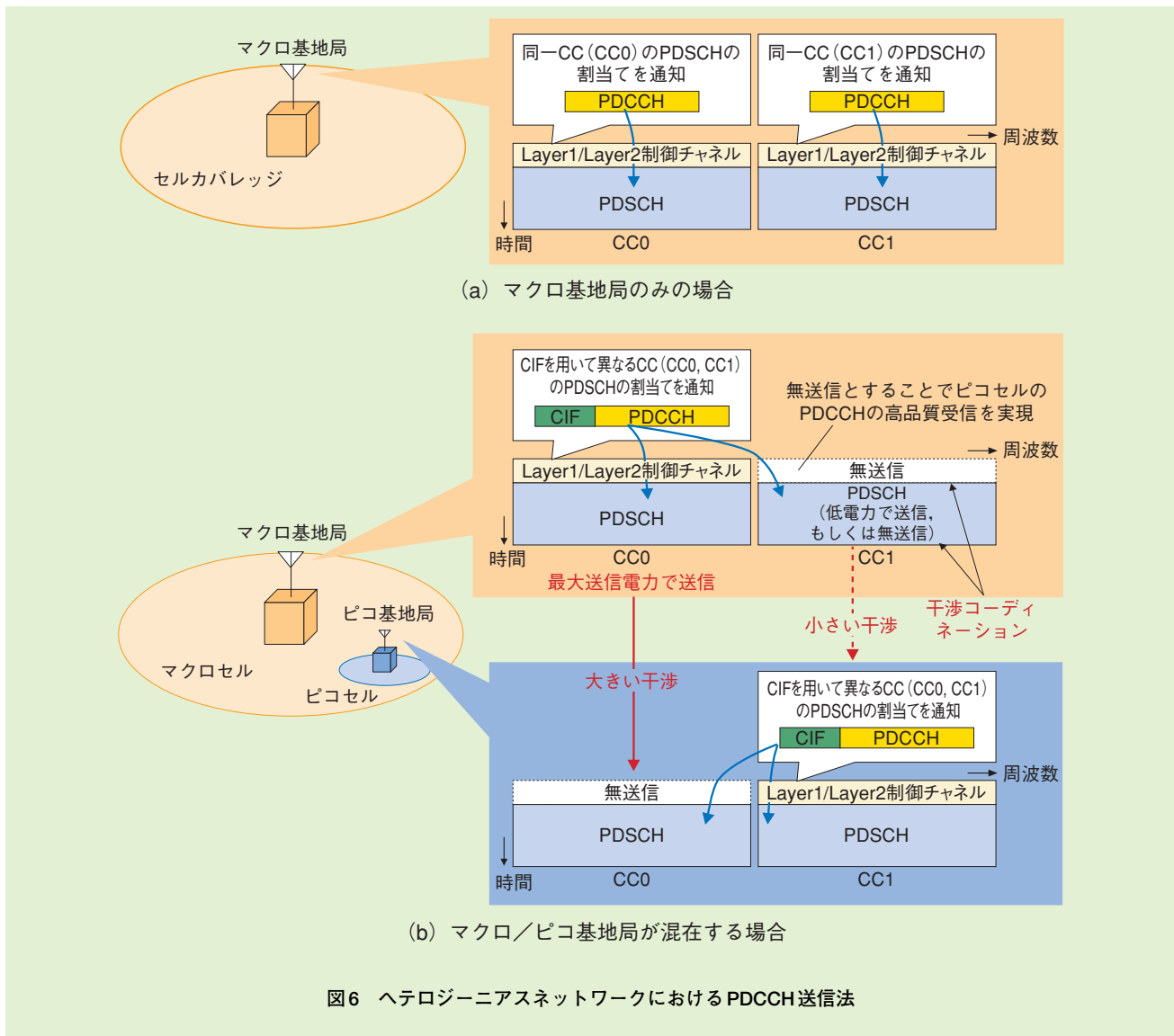
図5 上りリンク無線アクセス

\* 16 Clustered DFTS-OFDM: LTEで採用されているDFTS-OFDMでは、DFT出力を連続するサブキャリアに割り当てていたが、不連続の割当てを許容することにより、PAPRは増大するものの、周波数領域スケジューリング効果の増大を図る技術。

\* 17 セルスループット: 1つのセル内で単位時間内に通信できるデータ量。

\* 18 ピコ基地局: 地下街や公共施設内に設置することが想定されているセル半径最大数十メートルの小型基地局。

\* 19 フェムト基地局: 家庭やオフィスなどに設置することが想定されているセル半径最大数十メートルの小型基地局。特定のユーザにアクセス権が限定される。



することが許容されるUEにおいても、PUCCHの送信帯域幅である180kHzの狭帯域信号を複数CCで同時送信すると、相互変調歪み<sup>\*21</sup>によって、非常に強いスプリアス信号<sup>\*22</sup>が発生してしまう問題がある[11]。したがって、Rel.10においても、UEごとに割り当てられた1つのCCのみを用いて、PUCCHを送信することが合意されている。

## 4. 無線プロトコル構成

### 4.1 Layer 2 制御

#### (1) アーキテクチャ

Layer 2 構成を図7に示す[6]。図に示されるように、Layer 2はRel.8同様にMAC (Medium Access Control)<sup>\*23</sup> サブレイヤ、RLC (Radio Link Control)<sup>\*24</sup> サブレイヤおよびPDCP (Packet Data Convergence

Protocol)<sup>\*25</sup> サブレイヤから構成される。

MACサブレイヤにおいては、CCごとにHARQ機能ブロックを要する構成となっている。すなわち、トランスポートブロックはCCごとに生成され、HARQ再送はCC内に閉じて行われる。ここで、HARQ再送制御そのものはRel.8で規定されているものがベースとなる。したがっ

\*20 ヘテロジー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。  
\*21 相互変調歪み：複数の異なる周波数の電

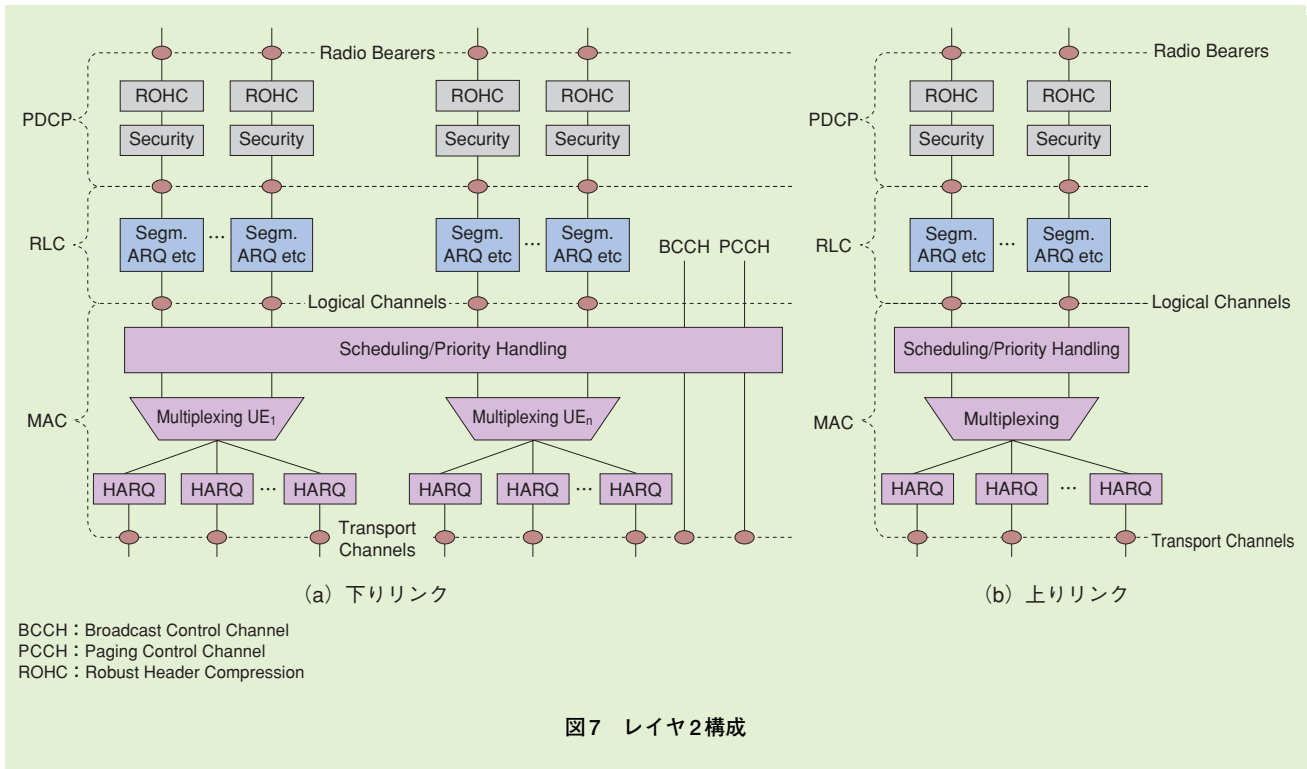
波が増幅器など非線形性をもつ回路に入力された場合に、入力周波数の組合せにより希望する周波数以外の周波数成分が発生し、信号の波形が歪む現象。

\*22 スプリアス信号：送信機から放射される電波のうち、高調波、低調波、寄生放射

などの目的外の電波。

\*23 MAC：論理チャンネルとトランスポート・チャンネルとの間のマッピングを行うプロトコル。

\*24 RLC：レイヤ2におけるプロトコルの1つ。データの再送制御などを行う。



て、HARQ 以下については、Rel.8 の構成を並列にした構成と等価となっている。

一方で、RLC および PDCP サブレイヤは、Rel.8 と同様に Radio Bearer<sup>\*26</sup> ごとに機能ブロックを要する構成となっている。すなわち、RLC および PDCP サブレイヤは、特に CC を意識することなく動作する。RLC および PDCP 処理そのものは、Rel.8 で規定されているものがベースとなる。

(2)DRX (Discontinuous Reception) 制御<sup>\*27</sup> および CC activation/deactivation 制御

UE が RRC コネクションを確立している状態においても、UE に対する送受信データ量の増減に応じて、UE に送受信処理を省く機会を与え

ることにより、UE の電力消費を抑えることができる。そのための機構として、MAC サブレイヤでの DRX 制御と CC activation/deactivation 制御が検討されている。

DRX 制御については Rel.8 でも規定されている。UE は 3GPP の MAC 仕様の動作規定に従って Active Time と non Active Time との間を遷移し、non Active Time では、PDCCH の検出処理などを省くことが許容される。non Active Time 中は、UE が PDCCH を検出しないため、eNB は UE に対して PDCCH による割当てを行わない。CA を行う場合、各 CC での Active Time を揃えることが、検討されている。

CC activation/deactivation 制御は CA 特有の制御であり、UE に設

定されている CC を、MAC の制御信号 (MAC control element) を用いて、eNB が CC 単位で高速に activate/deactivate することができる。deactivate されている CC において、UE は PDCCH や PDSCH の受信処理および CQI 測定処理などを省くことができる。

eNB のバッファに滞留している UE のデータ量に応じて必要な CC のみを activate すること、すなわち、過剰となる CC は deactivate することにより、UE における過剰な電力消費を回避することが可能となる。

なお、DRX 制御における Active Time の概念は、activate されている CC においてのみ有効であり、Active Time においても、UE は deactivate されている CC で PDCCH の検出処理

\* 25 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。

\* 26 Radio Bearer : UE と eNB との間で確立する論理的なデータフローであり、無線での QoS 制御の最小単位。

\* 27 DRX 制御 : UE の電力消費の低減を目的とした間欠受信制御。

などを省くことが許容される (図8).

その一方で、CC activation/deactivation制御を導入することによるシステム complexityの増加が懸念されており、CC activation/deactivation制御がサポートされない場合、DRX制御をCCごとに独立に制御する代替案も検討されている。

### (3)TA (Timing Advance) 制御

上りリンクのアクセスはDFTS-OFDM ベースであるため、ユーザ間の信号の直交性を保つために、eNBでの各UEからの上り信号受信タイミングを合わせる必要がある。これを実現するために、eNBがUEの送信タイミングを調節するTA制御が必要となる。TA制御に必要な機構は、すでにRel.8にて提供されている。

Rel.8では、UEが送信するキャリアは1つであるため、UEごとに1つのTAを制御すれば十分であることに対し、上りリンクでのCA実現にあたっては、UEに設定する上りリンクのCCごと、もしくはそのセットごとに、TAを制御すなわち送信タイミングを制御する必要性について、3GPPにて議論されている。具体的には、図3(d)のように、RRHセルとマクロセルとの間でCAを行う際には、アンテナの受信端が異なるため、送信タイミングを各セルで独立に制御する必要が生じる。ただし、Rel.10における上りリンクのCAはバンド内のCCに限定する方向となったので、このような制御はRel.10ではサポートせずに、Rel.11以降でサポートする方向で進

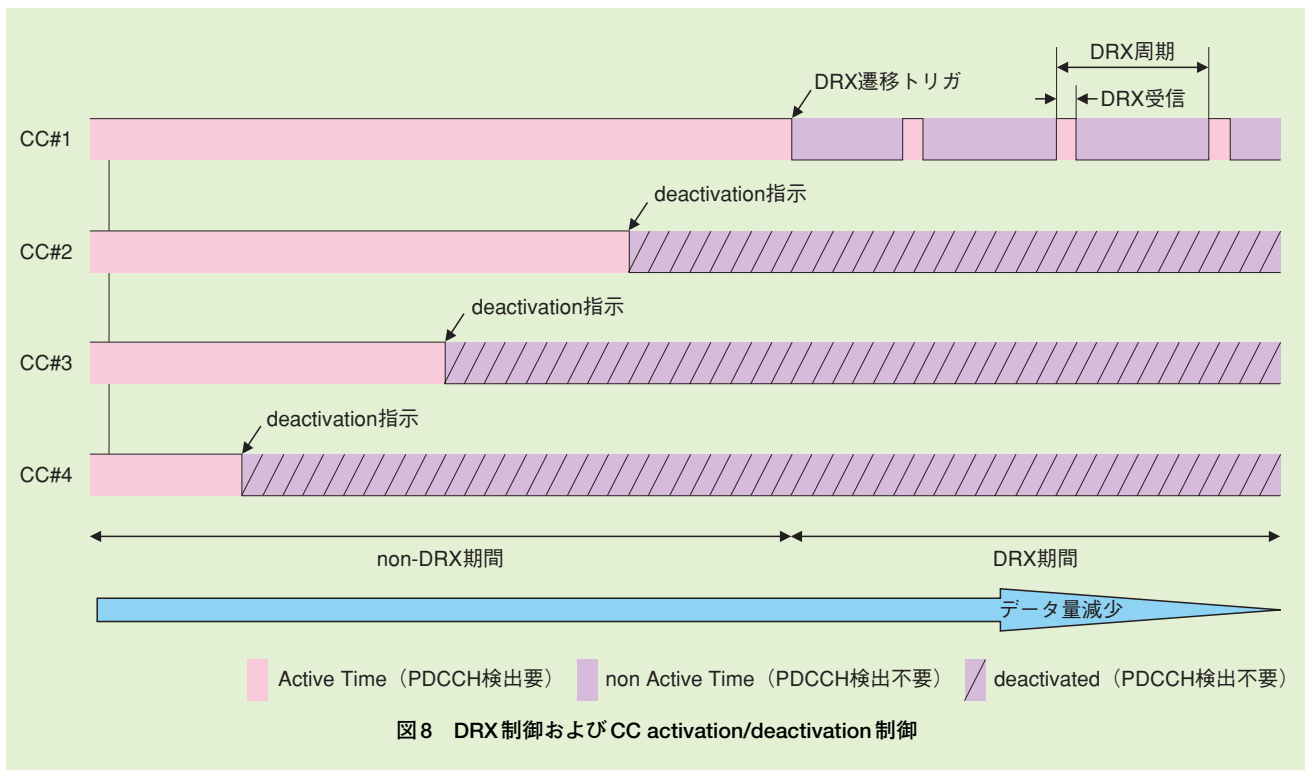
められている。

## 4.2 RRC 制御

### (1)RRCコネクションモデル

CAを適用した場合、UEとeNBとの間で複数のCCを同時に用いて通信が行われるが、この場合も、LTE Rel.8と同様にUEとeNBとの間で単一のRRCコネクションが張られるモデルとなっている。LTE Rel.8と同じ手順で単一のCCにおいてRRCコネクションを張った後、eNBからの指示に応じて2つめ以降のCCが追加される。

最初にRRCコネクションを張ったCCは、PCC (Primary CC) と呼ばれる。PCCでは、PDCCH、PDSCHの受信やPUCCH、PUSCH、PRACH (Physical Random Access





Channel) の送信が行われる。これに対し、2つめ以降のCCはSCC (Secondary CC) と呼ばれる。SCCでは、PUCCHとPRACHの送信は行われない。

通信中のPCC切替制御も可能だが、セキュリティ(秘匿と改ざん防止)用の鍵が更新される場合には、PDCPレイヤ以下のリセットが必要となる。

#### (2)報知制御

各CCでは、CCの帯域幅や共通チャネルの設定情報などが報知される。各CCでは、当該CCに係る情報のみが報知され、SCC追加時には、個別チャネルを通じてSCCの利用に必要な設定情報がeNBからUEに通知される。

PCCの報知情報が変更された場合は、UEはLTE Rel.8と同様に、Pagingによる変更通知または報知情報に含まれる報知情報のversionを表すvalue tagを受信することで、変更を検知する。一方、SCCの報知情報が変更された場合の検知方法としては、個別通知を用いる方法が採用されている。

#### (3)測定制御

CAを適用した場合、モビリティに伴うハンドオーバーとCC追加・削除の観点で、測定制御が必要となる。特に図3(b)、図3(c)、図3(d)のようなシナリオでは、CCごとに品質劣化する場所が異なり、また、CCごとに接続すべき最適なセルが異なってくる。そこで、CCごとにservingセルおよび周辺セルの受信レベル(RSRP: Reference Signal

Received Power) や受信品質(RSRQ: Reference Signal Received Quality)をUEが測定し、特定の条件(イベント)を満たした場合に、eNBに報告することが可能となっている。また、PCCとSCCの入替えや、PCCやSCCをより品質の良い未使用のCCに切り替える、といった制御を行うために、CC間の品質差が特定条件を満たした場合にeNBに報告するイベントなど、さらなる拡張の是非についても検討されている。

#### (4)Radio Link Failure

前述のとおり、CAを適用した場合、CCごとに品質劣化する場所が異なってくる。特にPCCの品質が劣化した場合は、通信の継続に支障が出るため、UEはU-Plane (User-Plane)<sup>\*28</sup>を一時停止し、セル選択を行って再接続を試みる。再接続は単一CC(PCC)で行われ、再接続が成功した後に、あらためてSCCが追加されれば、CAを用いた通信が継続される。再接続を起動するトリガとしては、下りPCCの受信品質劣化、RA(Random Access) procedureの失敗、RLCレイヤにおける最大再送回数超過などがある。SCC劣化時のハンドリングについては、基本的にeNBによる適切な制御(SCC削除など)に委ねることとなっているが、UEが自律的にSCCの上り送信を止める必要性が検討されている。

## 5. あとがき

本稿では、3GPPにおいて、LTE

Rel.10として現在標準化が進められているLTE-Advancedに適用されるCA技術について解説した。CAは、ピーク伝送速度を向上する技術として有望であり、LTE Rel.8/9へのバックワードコンパチビリティが保たれること、多様な導入シナリオに対応できることなど、LTE Rel.8/9の拡張として円滑に導入できるよう配慮されている。2011年春の仕様完成までに、制御方式の詳細や、RF規定、UE capabilityなどの残課題が議論される予定である。また、LTE Rel.10ではサポートされない見込みだが、CCごとの上り送信タイミング制御など、柔軟な運用形態のサポートや性能向上のためのさらなる機能拡張が、Rel.11以降に議論されると考えられる。

今後も、無線アクセスネットワークのさらなる高性能化、高機能化と経済化を目指し、標準化を推進していく。

## 文 献

- [1] 3GPP TS36.201 V8.3.0: "LTE physical layer - general description," Mar. 2009.
- [2] 3GPP RP-080138: "Proposed workplan for SI: LTE-Advanced," Mar. 2008.
- [3] 3GPP RP-091440: "Work Item Description: Carrier Aggregation for LTE," Dec. 2009.
- [4] Report ITU-R M.2134: "Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)," Nov. 2008.
- [5] 3GPP TR36.814 V9.0.0: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Further advancements for E-UTRA Physical layer aspects," Mar. 2010.

\* 28 U-Plane: ユーザデータを転送するためのプロトコル。

- [6] 3GPP R2-101846 : "Stage 2 description of Carrier Aggregation," Feb. 2010.
- [7] K. Takeda, S. Nagata, Y. Kishiyama, N. Miki, K. Higuchi and M. Sawahashi : "Effects of Wideband Scheduling and Radio Resource Assignment in OFDMA Radio Access for LTE-Advanced Downlink," Proc. of IEEE VTC2009-Fall, Sep. 2009.
- [8] D. Galda, H. Rohling, E. Costa, H. Haas and E. Schulz : "A low complexity transmitter structure for OFDM-FDMA uplink system," Proc. of IEEE VTC2002-Spring, Vol.4, pp.1737-1741, May 2002.
- [9] L. Liu, T. Ioue, K. Koyanagi and Y. Kokura : "Wireless access schemes for LTE-Advanced uplink," 信学会ソサイエティ大会, BS-4-10, pp.S-49-S-50, Sep. 2008.
- [10] 3GPP R1-101211 : "PUSCH Resource Allocation for Clustered DFT-Spread OFDM," Feb. 2010.
- [11] 3GPP R4-100207, Motorola : "Release 10 UE PUCCH/PUSCH configuration," Jan. 2010.