

NEC Confidential

LTE-Advancedの導入に向けて (主要技術のまとめ)

2012年9月5日
NEC

急増する移動通信トラヒック

■近年モバイルサービスの利用におけるデータ通信トラフィック量が著しく増加

- 2017年には2007年の約**200倍**との予想*
- スマートフォンの普及に伴い、この傾向は加速

*H20年度情報通信審議会情報通信技術分科会携帯電話等周波数利用方策委員会報告

我が国の移動通信の月間平均トラヒック増加率

集計月	6月			9月			12月			3月		
月間平均トラヒック	上り	下り	合計	上り	下り	合計	上り	下り	合計	上り	下り	合計
平成22年度平均(Gbps)	5.6	57.3	62.9	6.6	64.6	71.2	7.7	74.5	82.2	9.9	95.2	105.2
平成23年度平均(Gbps)	11.9	111.6	123.5	15.3	139.3	154.6	18.2	163.1	181.3	23.4	211.4	234.8
H22年度→H23年度増加率	—	—	1.96	—	—	2.17	—	—	2.21	—	—	2.23

(総務省 平成24年版情報通信白書のデータから作成)

■直近の移動通信トラヒックの増加

- 直線的な増加を上回り、増加率が増える傾向(増加の勢いが強い)

無線リソース枯渇への対策

- 激増するトラフィックによるシステム容量のひっ迫が移動通信における最重要課題の一つ
 - このトラフィック増が続けば早晩、無線リソースが枯渇することは明白
- システム容量増大のため、以下の対策が必要
 - ① 利用周波数帯域の拡張
 - 3.4～3.6GHz帯、及び我が国において第4世代移動通信システムの導入が想定される周波数帯において帯域拡張を検討
⇒ 本作業班で(少なくとも3.4～3.6GHz帯を)検討
 - ② 技術開発による周波数利用効率の改善
 - LTE-Advanced標準化で仕様化
⇒ 以降で主要技術をまとめ
 - ③ スモールセル導入による基地局密度の向上
 - 単なる基地局の増設だけでなく、マクロセルとスモールセルの混在など、技術開発や標準化も必要
⇒ 以降の主要技術にも関連

LTE-Advancedの主要技術

LTE-AdvancedではIMT-Advancedの高い要求条件を満たすため以下の技術を検討

■ Carrier Aggregation

- Rel. 8 LTE と後方互換性を保ちつつ、システム帯域を最大100MHz に拡張

■ Enhanced Downlink MIMO

- Rel.8 LTE MIMOからの拡張によりピークレート及び周波数利用効率増大

■ Uplink MIMO

- シングルのユーザMIMOの導入によるピークレート及び周波数利用効率増大

■ Enhanced Inter-Cell Interference Coordination (eICIC)

- ヘテロジニアスネットワークにおける基地局間干渉を抑制

■ Coordinated multi-point (CoMP)送受信

- 複数送受信ノード間の協調によりセルエッジスループット及びセル容量改善

3GPP RAN Workshop on Rel-12 and onwards (2012.6/11-12) からも、LTE-Advancedにすぐ利用出来そうな技術をピックアップ

■ Vertical and 3D beamforming

- 垂直方向、あるいは水平 & 垂直方向のbeamformingでセル間干渉を軽減し、かつ同一セル内のUE間で別ビームを形成

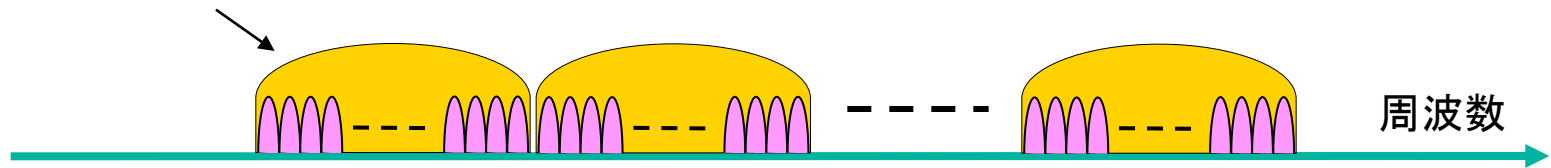
Carrier Aggregation

■LTE-Advancedでは下り3Gbps, 上り1.5Gbps のピークレートを実現

⇒ この場合、100MHz程度のシステムバンド幅が必要

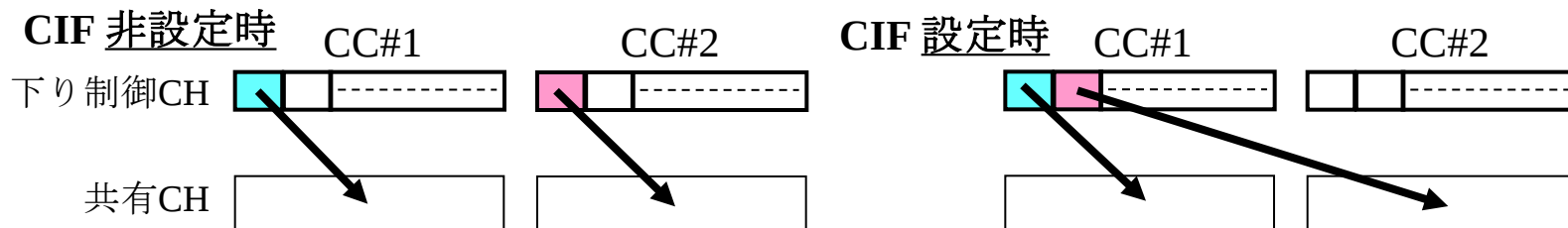
- Carrier Aggregation (CA)により20MHzを超える広帯域をサポート
- Component Carrier (CC)がCarrier Aggregationの単位
- CCはLTEの1キャリアに相当し、LTE との後方互換性を保ちながら、システムバンド幅を最大100MHz まで拡張

Component Carrier ($\leq 20\text{MHz}$) ◆連続または不連続の帯域を束ねることでシステム帯域を拡大



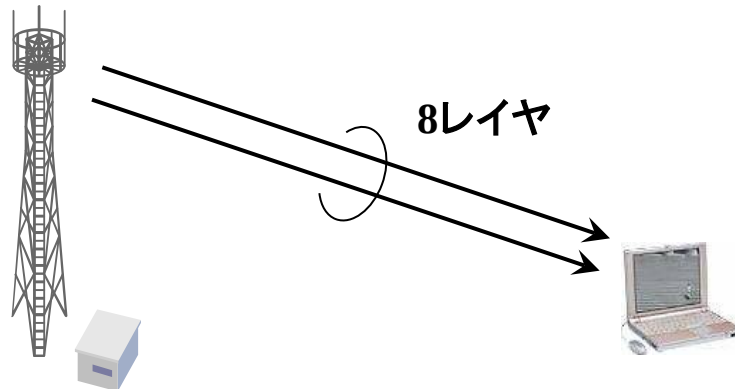
■CIF (Carrier Indicator Field)で下り制御チャンネルと異なるCCの割当て情報通知が可能に

- CIFはどのCCに関する情報であるかを通知
- 高伝搬路品質のCCに下り制御チャンネルをスケジューリング可能
- 隣接セル間で異なるCCを下り制御チャンネルに使用可能



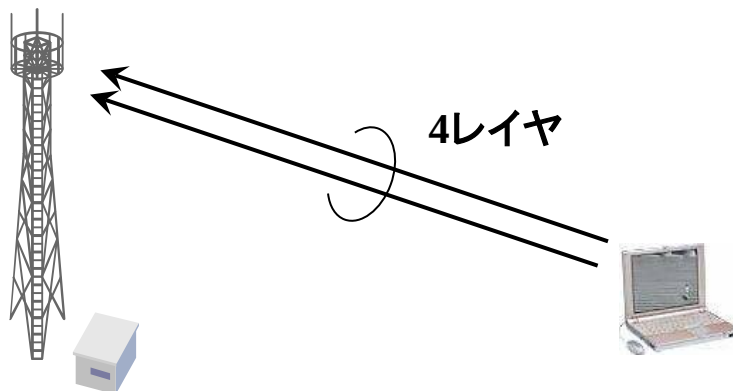
Enhanced Downlink MIMO

- LTE-Advanced下りリンクではLTEより高いピークレート及び周波数利用効率を実現
 - ⇒ LTE では最大4レイヤのSingle User (SU)-MIMO 及びMulti User (MU)-MIMO をサポートしていたが、SU-MIMOを最大8レイヤまで拡張
 - 新たなリファレンス信号(RS : Reference Signal)を仕様化
 - UE固有RS(DM-RS)
 - チャネル品質情報RS(CSI-RS : Channel State Information RS)
 - 拡張したコードブックを仕様化



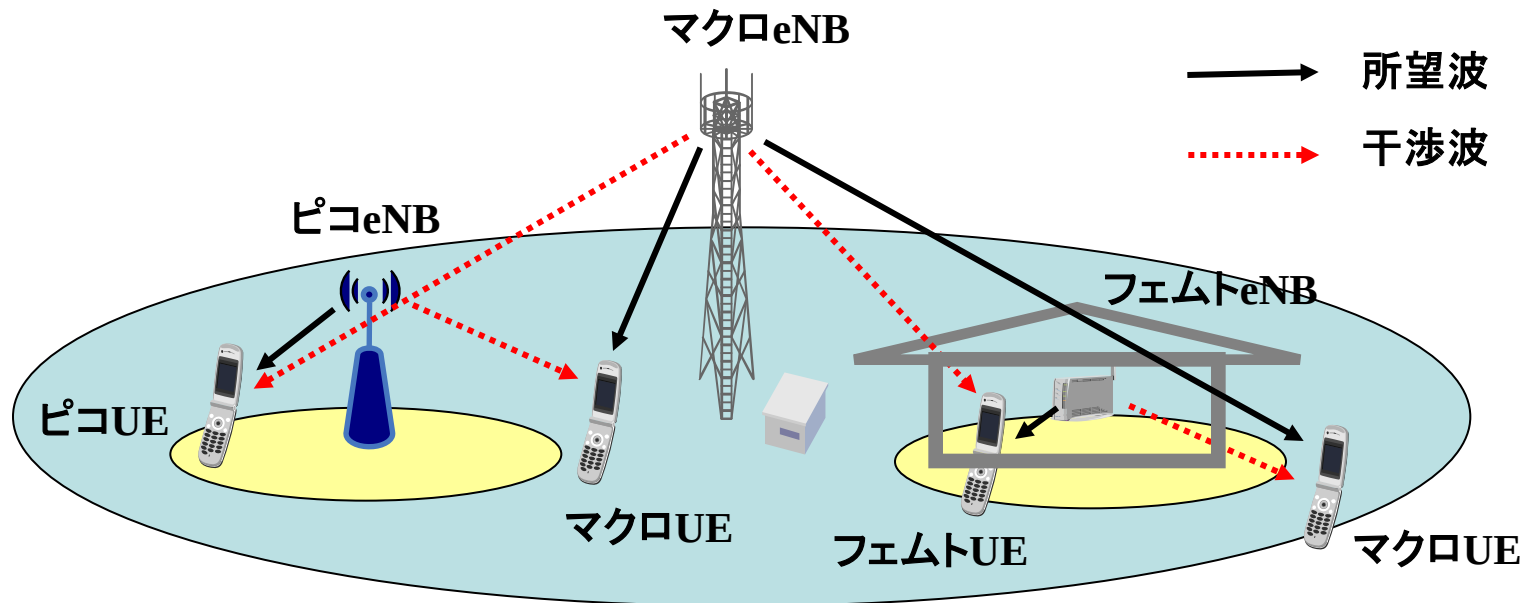
Uplink MIMO

- LTE-Advanced上りリンクではLTEより高いピークレート及び周波数利用効率を実現
 - ⇒ LTE ではMulti User (MU)-MIMOのみをサポートしていたが、LTE-Advancedでは最大4レイヤのシングルユーザMIMOをサポート
 - リファレンス信号(RS : Reference Signal)を拡張
 - 復調用RS (DM-RS)
 - Sounding RS (SRS)
 - 上り制御チャネルにおける送信ダイバーシチも仕様化



eICIC; ヘテロジニアスネットワーク

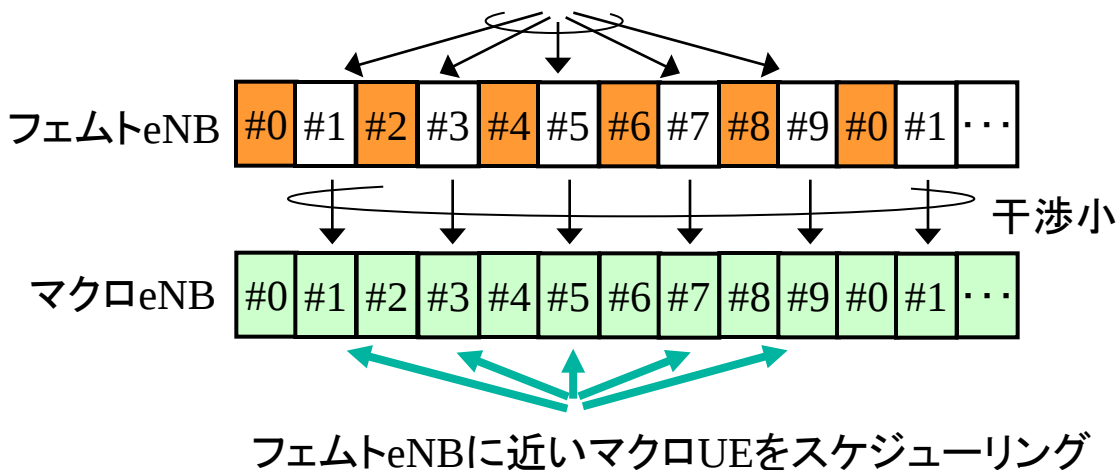
- 爆発的なトラフィック増加に対応するためにスモールセル導入によるトラフィックのオフロードが必須
 - マクロセルとスモールセルが混在する**ヘテロジニアスネットワーク**では新たな基地局間干渉問題が発生
 - **フェムトセル**...家庭内等あらかじめ登録した加入者(CSG : Closed Subscriber Group)のみにアクセスを許可
 - **ピコセル**...マクロセル同様全ての加入者にオープン



eICICの主な干渉回避技術

- 爆発的なトラフィック増加に対応するためにスモールセル導入が必須
⇒ マクロセルとスモールセルが混在する**ヘテロジニアスネットワーク**では新たな基地局間干渉問題が発生
 - **CA-based scheme** ... LTE-Aで仕様化されるCAを前提とした技術, マクロ-ピコ間で下り制御チャネル送信に異なるキャリアを使用
 - **Non-CA based scheme** ... CAを前提としない技術, 基地局で時間領域あるいは周波数領域の一部での信号伝送を制限
 - パワーセッティング法: フェムトeNBがマクロUEへの干渉推定を行い送信電力を制限
 - 時間領域干渉回避法: 下記

特定のサブフレームで信号送信を制限



時間領域干渉回避の信号送信制限法

- 通常のサブフレームで下り制御チャネルのリソース使用率を低減
- MBSFN (Multicast/Broadcast over Single Frequency Network)サブフレームの適用
- ABS (Almost Blank Subframe)の適用

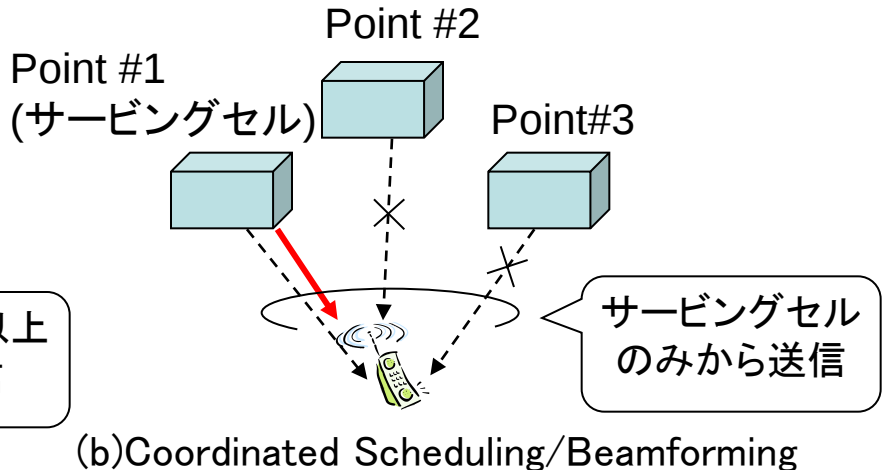
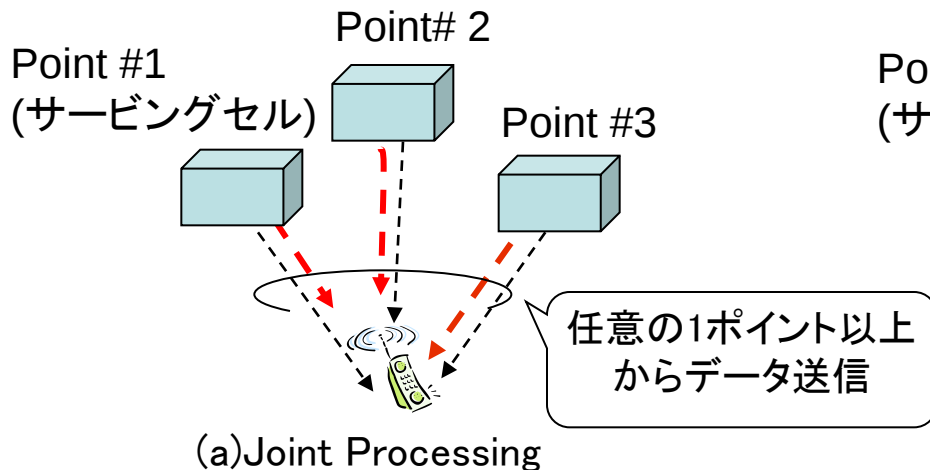
LTE-Aにおける下りリンクCoMP

■ **Joint Processing (JP)** ... 複数の送信ポイントで送信データを共有

- **Joint Transmission** ... 複数の送信ポイントからデータを送信
- **Dynamic Point Selection** ... 1つの送信ポイントからのみデータを送信
 - ダイバーシチゲイン大

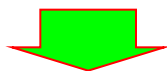
■ **Coordinated Scheduling/Beamforming (CS/CB)** ... サービングセルのみ送信データを保有

- 干渉低減に有効



Vertical and 3D beamforming

- Rel-10及びRel-11でセル間干渉を軽減するためeICICとCoMPが仕様化されたが、eNB間の干渉を動的に軽減するためにはeNBのスケジューリングに何らかの制限を設けることが必要。



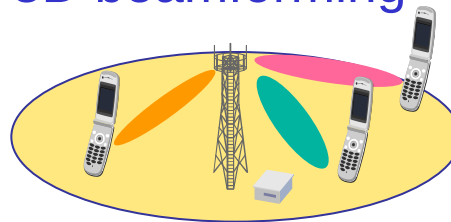
- **Vertical beamforming** 技術や **3D beamforming** 技術を用いれば、eNB間の協調動作を必要とすることなく、より効果的にセル間干渉を軽減することが可能となる。

Vertical beamforming



- 隣接セル干渉の低減
- 垂直方向においてUE間の直交性を確保

3D beamforming



- さらなる隣接セル干渉の低減
- 水平方向及び垂直方向においてUE間の直交性を確保