

情報通信審議会 情報通信技術分科会  
携帯電話等高度化委員会報告  
概要

「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち  
「第4世代移動通信システム（LTE-Advanced）等の高度化に関する技術的条件」

平成28年5月24日  
携帯電話等高度化委員会

# 検討開始の背景

- 我が国の携帯電話及び広帯域移動無線アクセスシステムの加入数は、平成27年12月末時点で約1億5,660万に達しており、スマートフォン等の普及やLTEの加入数増加により、動画像伝送等の利用拡大が進んでおり、移動通信トラフィックが急増。
- 今後も増加が見込まれる移動通信トラフィックに対応するため、第4世代移動通信システム(LTE-Advanced)を含む携帯電話の更なる高速化等が期待されており、3GPPにおいてもLTE-Advancedの高度化に向けた検討が継続。
- こうした状況を踏まえ、第4世代移動通信システム(LTE-Advanced)等の高度化に関する技術的条件を検討。

## 2015年12月末現在 契約数（人口普及率）

- ・ 携帯電話及びBWA合計（グループ内取引調整後）： 約15,661万（124.1%）
- ・ 携帯電話及びBWA合計（単純合算）： 約18,530万（146.9%）
- （内訳）
- ・ 携帯電話： 約15,442万（122.4%）
- ・ 第3世代携帯電話(3G)： 約7,167万（56.8%）
- ・ 3.9世代携帯電話(LTE)： 約8,275万（65.6%）
- ・ BWA： 約3,088万（24.5%）

※日本人住民の人口総数 12,616万人  
（住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数（平成27年1月1日現在）による）

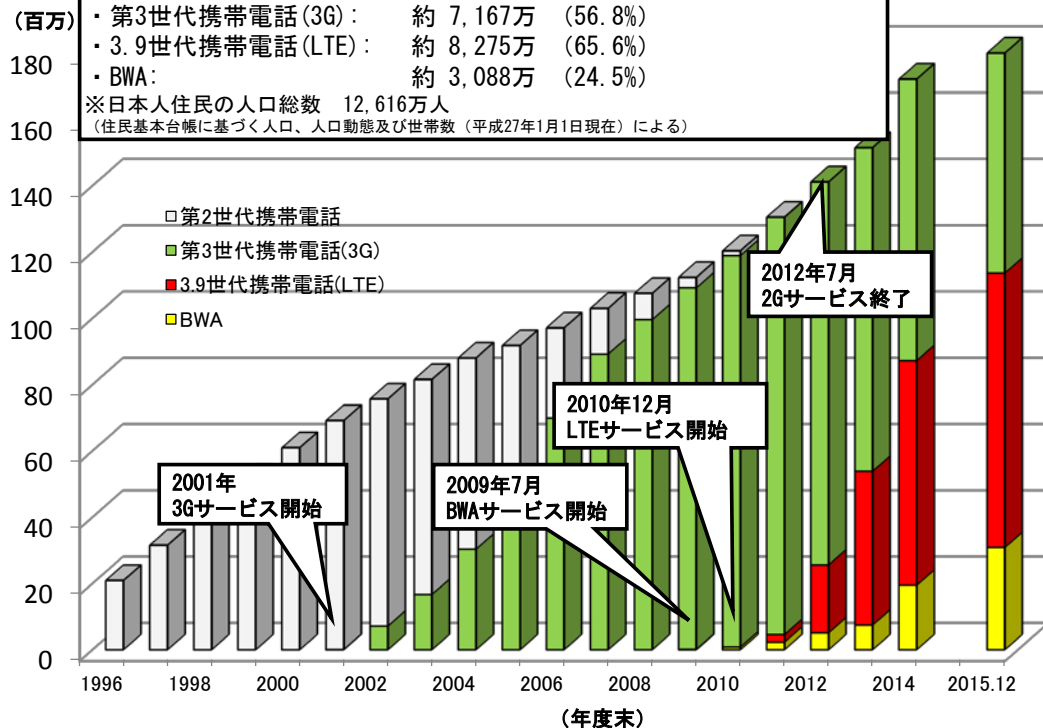
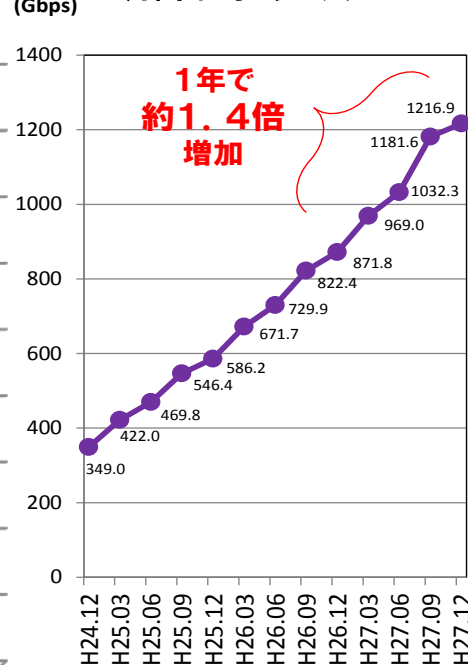


図1：携帯電話及びBWAの加入数の推移

## 月間平均トラフィック (Gbps)



## 1加入者あたり平均トラフィック (bps)

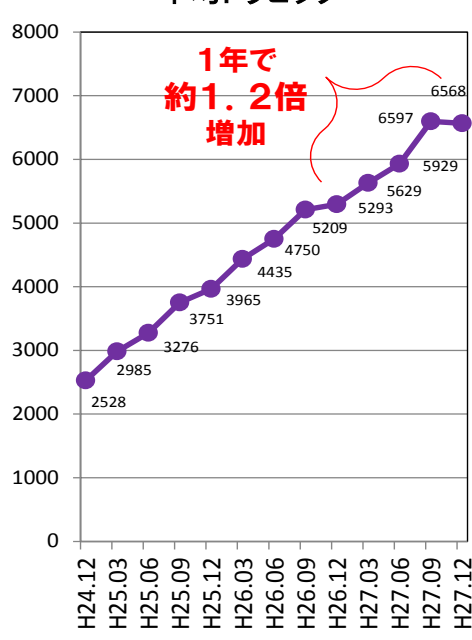





図2：移動通信トラフィックの推移（過去3年間）

# 移動通信システムの発展

## 1. 携帯電話

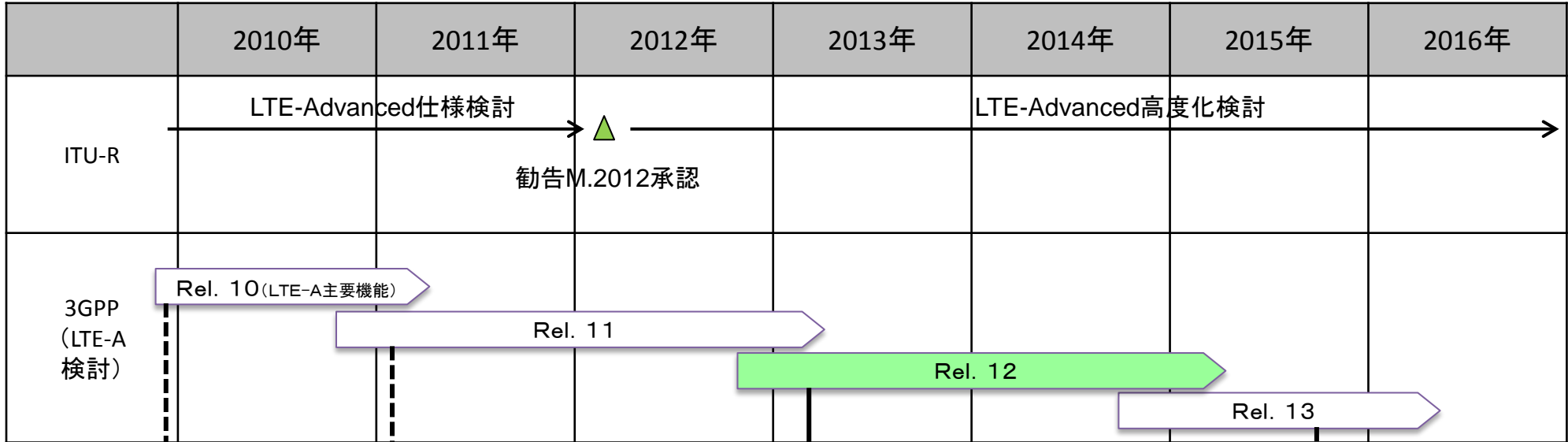
	第1世代 (1980年代)	第2世代 (1993年(平成5年)~)	第3世代(IMT-2000)			第4世代 (IMT-Advanced) (2015年(平成27年)頃)	
			3世代 (2001年(平成13年)~)	3.5世代 (2006年(平成18年)~)	3.9世代 (2010年(平成22年)~)		
スピード(情報量)		数kbps	384kbps	14Mbps	100Mbps	高速移動時 100Mbps 低速移動時 1Gbps (光ファイバと同等)	
主なサービス	音声	メール インターネット接続	音楽、ゲーム、映像配信			動画	
通信方式	各国毎に別々の方式 (アナログ)	各国毎に別々の方式 (デジタル) PDC(日本) GSM(欧州) cdmaOne(北米)	【世界標準方式(デジタル)】 W-CDMA CDMA2000 HSPA EV-DO			LTE(※) (※)Long Term Evolution	① LTE-Advanced
備考		平成24年7月に終了			900MHz帯 ソフトバンクモバイルへ割当て (平成24.7~サービス開始) 700MHz帯 イー・アクセス、NTTドコモ、 KDDIグループへ割当て (平成27.5~サービス開始)	平成24年1月、国際電気 通信連合(ITU)において 2方式の標準化が完了 3.5GHz帯 NTTドコモ、KDDIグループ、ソフ トバンクモバイルへ割当て (平成28年夏以降サービス 開始予定)	

## 2. その他

無線アクセス 通信方式 スピード(情報量)	【屋外等の比較的広いエリアで、モバイルPC等でインターネット等が利用可能】  (※1)BWA(Broadband Wireless Access System) 広帯域移動無線アクセスシステム (※2)3GPP標準(TD-LTE)の無線レイヤとネットワークレイヤに関する一部規格を参照しており、LTEとの親和性を確保。	BWA(※1) 2009年(平成21年)~ WiMAX、XGP 20~40Mbps	高度化BWA(※2) 2011年(平成23年)~ WiMAX2+、AXGP 100Mbps~	100Mbps	② Wireless MAN-Advanced	
無線LAN(Wi-Fi)	【家庭内など比較的狭いエリアで、モバイルPC等でインターネット等が利用可能】 	11Mbps	54Mbps	300Mbps	1Gbps	超高速 無線LAN

# 3GPPにおける検討状況

- ✓ 3GPP リリース10/11において、LTE-Advancedの主要機能が仕様化。また、同技術の高度化について継続的に検討。
- ✓ 2015年3月に策定された3GPP リリース12において、上りキャリアアグリゲーションの拡張等の機能が追加。



- Rel. 10/11の主要機能**
- キャリアアグリゲーション(下り、上り同一バンド隣接2キャリア等)
  - MIMO送受信技術拡張(上り、下り)
  - ヘテロジーニアスネットワークにおけるセル間干渉制御(eICIC)、更なる拡張
  - 下り物理制御CHの拡張(ePDCCH)
  - セル間協調(CoMP)送受信
  - Advanced Receiver(IRC受信機)

- Rel. 12の主要機能**
- キャリアアグリゲーションの拡張(上り)
  - 小セル向け拡張制御(下り多値変調方式(256QAM)の追加、Dual Connectivity)
  - 端末側干渉キャンセラ高度化
  - 端末間直接通信
  - M2M向けLow-End端末
  - Wi-Fiとの連携制御

- Rel. 13の主要機能**
- LAA
  - キャリアアグリゲーションの拡張
  - eMTC(Cat. M)
  - NB-IoT 等

eICIC : enhanced Inter-Cell Interference Coordination  
 ePDCCH : enhanced Physical Downlink Control Channel  
 CoMP : Coordinated Multiple Point transmission / reception  
 IRC : Interference Rejection Combining  
 LAA : Licensed-Assisted Access  
 eMTC : enhanced Machine Type Communications  
 NB-IoT : NarrowBand IoT

## 1. 最新の3GPP仕様に対応した高速化

3GPP リリース12(2015年3月)で仕様化された、LTE-Advancedに関する以下の機能のうち、上りキャリアアグリゲーションの拡張等について導入を検討。

新たな機能	概要	検討事項
キャリアアグリゲーション(CA)の拡張	<ul style="list-style-type: none"> <li>異なるバンドを用いる上りキャリアアグリゲーションを規格化</li> <li>LTEキャリア(連続/不連続)を束ねた送受信(最大100MHz幅)</li> </ul>	上りCAの拡張
小セル向け拡張制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>下りリンクデータチャンネルで使用可能な変調方式に256QAMの追加</li> <li>異なる基地局のLTEキャリアを束ねた送受信(Dual Connectivity)</li> </ul>	下り多値変調方式の追加(256QAM)
端末側干渉キャンセラ高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>基地局から主干渉源セルの情報を用いた干渉キャンセラを行う機能</li> </ul>	—
端末間直接通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>近くの携帯端末を発見し端末間で基地局を介さず直接通信する機能</li> </ul>	—
M2M向けLow-End端末	<ul style="list-style-type: none"> <li>低コスト化を実現する端末カテゴリ(Cat.0)を追加</li> </ul>	—
Wi-Fiとの連携制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>無線の品質・混雑度に応じてLTE、Wi-Fiへの接続を制御する機能</li> </ul>	—

## 2. 陸上移動中継局及び小電力レピータにおける再生中継方式・周波数変換の導入

LTE-Advanced等の陸上移動中継局及び小電力レピータについて、通信品質の向上、機器の一体化による小型化・低コスト化が期待される「再生中継方式」及び「周波数変換」の導入を検討。

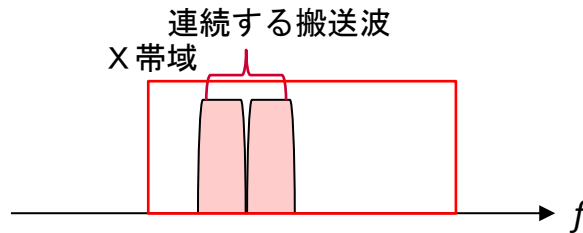
# 上りキャリアアグリゲーションの拡張

- ✓ 同一周波数帯における連続又は不連続な搬送波を束ねる場合、異なる周波数帯における搬送波を束ねる場合の上りキャリアアグリゲーションについて導入を検討。
- ✓ 他システムとの干渉については、これまでの干渉検討の内容でカバーされていることから、新たな干渉調査は不要。

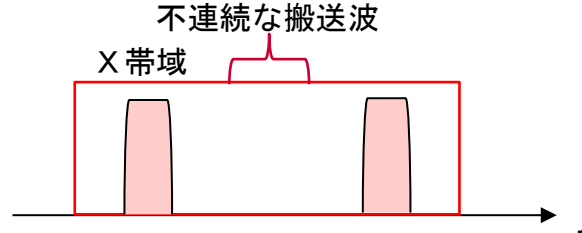
## 1. 技術概要

- キャリアアグリゲーション(複数の搬送波を束ねて送信することにより伝送速度の高速化を実現する技術)について、下り方向(基地局送信→陸上移動局受信)、及び上り方向(陸上移動局送信→基地局受信)の一部(900MHz及び3.5GHz帯における連続する搬送波を束ねる場合)については導入済み。
- 今回、上りキャリアアグリゲーションについて、同一周波数帯における連続又は不連続な搬送波を束ねる場合、異なる周波数帯における搬送波を束ねる場合にも適用。

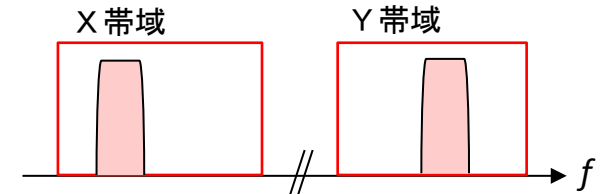
同一周波数帯における連続する搬送波



同一周波数帯における不連続な搬送波



異なる周波数帯における搬送波



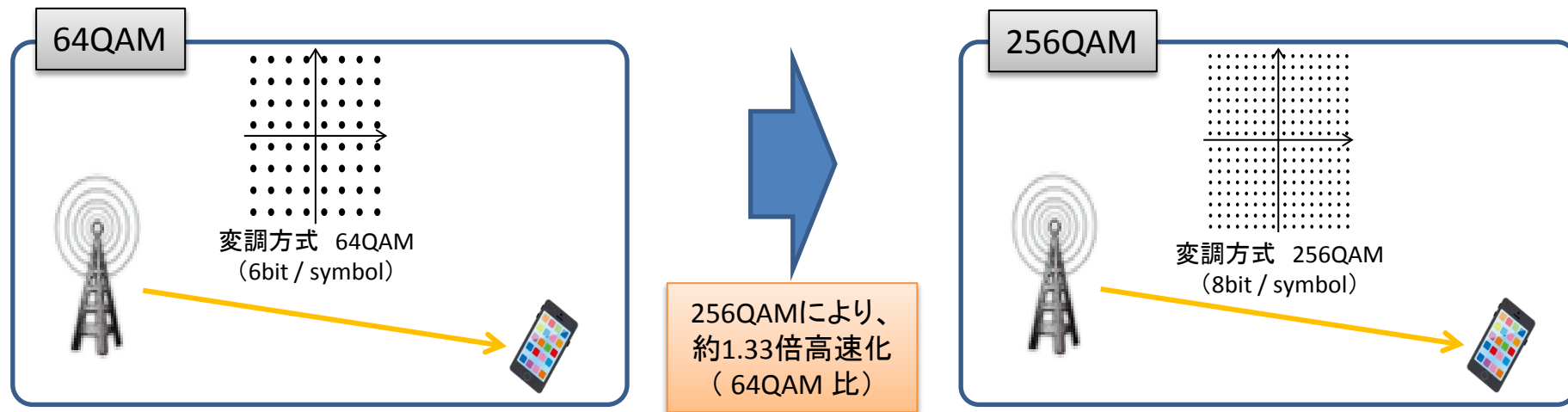
## 2. 他システムとの干渉

- 上りキャリアアグリゲーションの技術的条件
  - ・ 同時に送信される複数の搬送波の空中線電力の総和: 200mW以下(1波で送信する場合の最大空中線電力と同等)
  - ・ 不要発射強度
    - 同一周波数帯の連続する搬送波を束ねる場合: 合計占有周波数帯幅の搬送波を1波で送信する場合と同等
    - 同一周波数帯/異なる周波数帯の不連続な搬送波を束ねる場合: 各搬送波を1波ずつ送信する場合と同等
- このため、上りキャリアアグリゲーションについて、干渉に関わる不要発射強度等の値は、従前の規定の範囲内に収まるものであり、これまでの干渉検討の内容でカバーされていることから、新たな干渉調査は不要である。

- ✓ 3GPPリリース12において、下り方向の変調方式に256QAMが追加。
- ✓ 他システムとの干渉については、下りの変調方式の多値化は、不要発射強度の値等の干渉検討に用いる送信パラメータに変更を及ぼさないため、新たな干渉調査は不要。

## 1. 技術概要

- 3GPP リリース12では、下り方向(基地局送信→陸上移動局受信)の伝送速度の更なる高速化のため、変調方式に256QAMが追加。
- 256QAMを導入することにより、理論上の最大伝送速度は64QAMの場合と比較して約1.33倍の高速化。



## 2. 他システムとの干渉

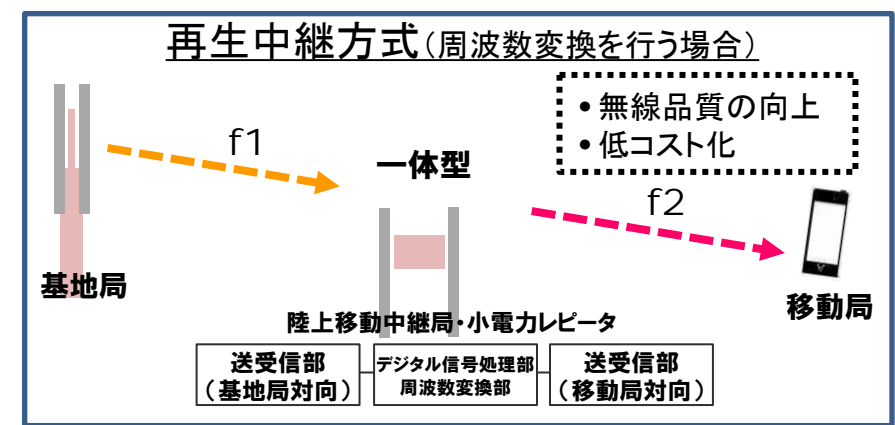
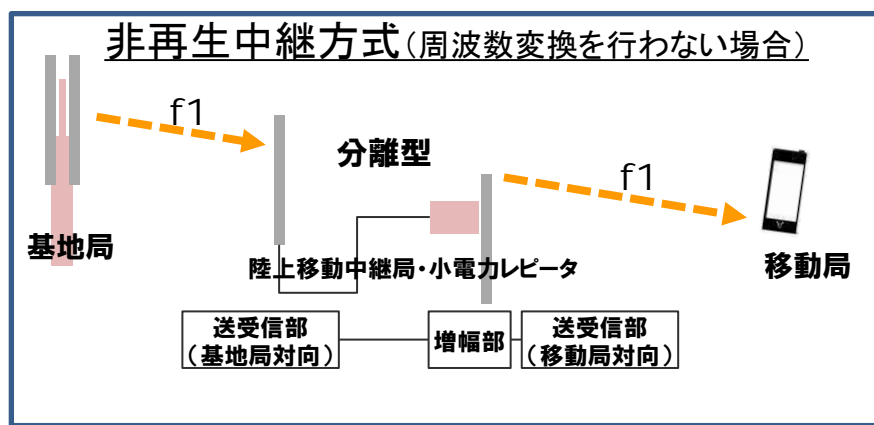
- 下り変調方式の多値化は、不要発射強度の値等の干渉検討に用いる送信パラメータに変更を及ぼさない。
- このため、下り256QAMについて、これまでの干渉検討の内容でカバーされていることから、新たな干渉調査は不要である。



- ✓ 陸上移動中継局及び小電力レピータにおいて「再生中継方式」及び「周波数変換」を導入することにより、通信品質の向上、機器の一体化による小型化・低コスト化が期待。
- ✓ 陸上移動中継局及び小電力レピータに「再生中継方式」及び「周波数変換」を導入した場合、送信波が当該1波に係る従来の規定を満足する限り、不要発射強度等の干渉検討に用いる送信パラメータに変更を及ぼさないため、新たな干渉調査は不要。

## 1. 技術概要

- 移動通信トラヒックの増加への対応や効率的なカバーエリアの拡大を図るため、受信した電波を復調・変調・増幅して送信する「再生中継方式」、受信した電波の周波数を他の周波数に変換して送信する「周波数変換」の、陸上移動中継局及び小電力レピータへの導入が期待。
- 「再生中継方式」及び「周波数変換」を導入することにより、雑音の除去や遅延の補正等の通信品質の向上、非再生中継方式に比べて小型化・低コスト化。



## 2. 他システムとの干渉

- 陸上移動中継局及び小電力レピータに「再生中継方式」及び「周波数変換」を導入した場合、送信波が当該1波に係る従来の規定を満足する限り、不要発射強度等の干渉検討に用いる送信パラメータに変更を及ぼさない。
- このため、これまでの干渉検討の内容でカバーされていることから、新たな干渉調査は不要である。



# LTE-Advancedの技術的条件

		LTE-Advanced	
周波数帯		3.5GHz帯	700MHz帯、800MHz帯、900MHz帯、 1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯
通信方式		TDD	FDD
多重化方式/ 多元接続方式	下り	OFDM及びTDM	OFDM及びTDM
	上り	SC-FDMA	SC-FDMA
キャリアアグリゲーション形態	下り	規定不要	規定不要
	上り	<b>規定不要</b> ※連続する搬送波の数は2とする	<b>規定不要</b> ※連続する搬送波の数は2とする
空間多重 (MIMO等)	下り	規定不要 (8 アンテナ送信まで検討)	規定不要 (8 アンテナ送信まで検討)
	上り	規定不要 (4 アンテナ送信まで検討)	規定不要 (4 アンテナ送信まで検討)
変調方式	基地局	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/ <u>256QAM</u>	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/ <u>256QAM</u>
	移動局	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM
占有周波数帯幅の許容値	基地局	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz
	移動局	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz ※連続する搬送波によるキャリアアグリゲーションについてはシステムごとに規定	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz <u>※連続する搬送波によるキャリアアグリゲーションについてはシステムごとに規定</u>
空中線電力の許容値	基地局	定格空中線電力の±3.0dB以内	定格空中線電力の±2.7dB以内
	移動局	定格空中線電力の最大値は23dBm以下 ※MIMO：各空中線端子の合計値 ※キャリアアグリゲーション：各キャリアの合計値	定格空中線電力の最大値は23dBm以下 ※MIMO：各空中線端子の合計値 ※キャリアアグリゲーション：各キャリアの合計値
		定格空中線電力の +3.0dB/-6.7dB	定格空中線電力の +2.7dB/-6.7dB
空中線絶対利得の許容値	基地局	規定しない	規定しない
	移動局	3dBi以下	3dBi以下
中継方式	陸上移動中継局・小電力レピータ	非再生中継方式/再生中継方式 <u>※周波数変換を行うことができる</u>	非再生中継方式/ <u>再生中継方式</u> (注) <u>※周波数変換を行うことができる</u>

(注) IMT-2000の陸上移動中継局及び小電力レピータにも適用する。

高田 潤一	【主査】	東京工業大学 環境・社会理工学院 教授
三瓶 政一		大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授
根本 香絵		国立情報学研究所 プリンシプル研究系 教授 兼 量子情報国際研究センター長
石原 弘		ソフトバンク株式会社 渉外本部 本部長代理
稲田 修一		東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授 兼 情報未来創研 代表
内田 義昭		KDDI株式会社 取締役執行役員常務 技術統括本部長
片山 泰祥		一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
加藤 伸子		筑波技術大学 産業技術学部 教授
河東 晴子		三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 主管技師長
黒田 道子		東京工科大学 名誉教授
笹瀬 巖		慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授
本多 美雄		欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
松井 房樹		一般社団法人電波産業会 専務理事
三木 睦丸		株式会社NTTドコモ ネットワーク部長
諸橋 知雄		ガートナー・ジャパン株式会社 バイスプレジデント プログラムディレクター
山尾 泰		電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授 センター長
湧口 清隆		相模女子大学 人間社会学部 社会マネジメント学科 教授
吉村 直子		国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 宇宙通信研究室 研究マネージャー

- 平成28年 1月29日 ①第17回携帯電話等高度化委員会  
・第4世代移動通信システム(LTE-Advanced)等の  
高度化に関する技術的条件について検討開始
- 平成28年 3月11日 ②第18回携帯電話等高度化委員会  
・委員会報告(案)とりまとめ
- 平成28年 3月26日～4月25日 委員会報告(案)に対する意見募集
- 平成28年 5月10日～13日 ③第19回携帯電話等高度化委員会(メール審議)  
・委員会報告 とりまとめ