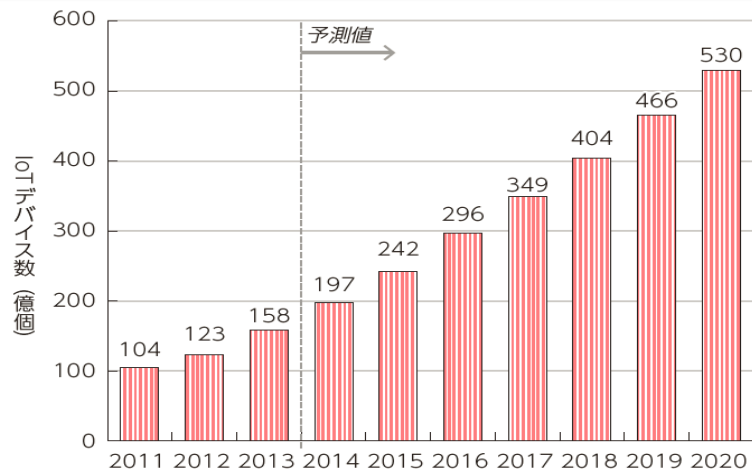


eMTC及びNB-IoTの技術概要・共用検討

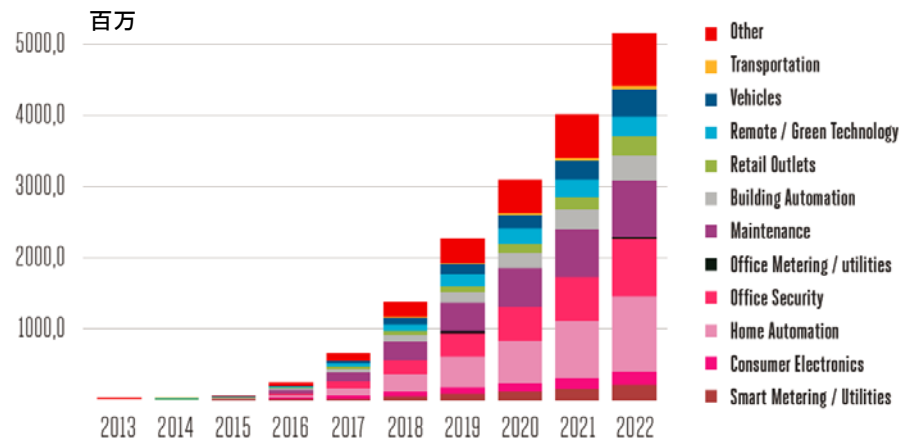
平成29年1月13日

ネットワークにつながるIoT端末の増加

- ✓ 自動車、家電、ロボットなどあらゆるモノがインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、新たな付加価値を生み出すIoT時代の本格的な到来が期待。
- ✓ スマートフォン、PCの接続数の大きな増加が見込めないのに対し、LPWAなどインターネットにつながるIoT端末数は、今後、大きな増加が期待。



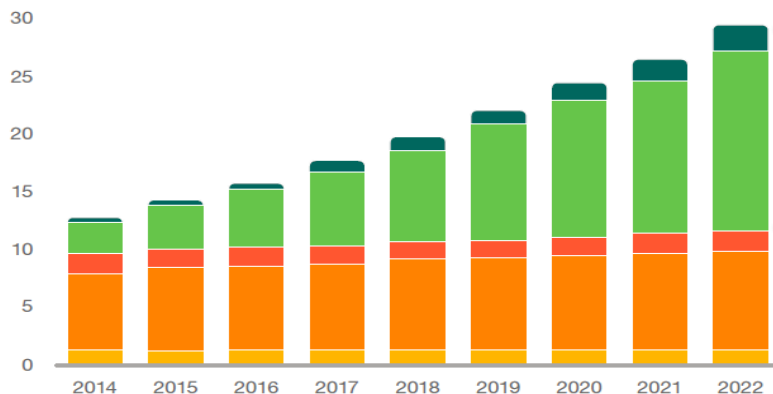
図：インターネットにつながるモノ(IoTデバイス)の数 (出典：平成27年版情報通信白書)



図：LPWA端末の接続数

出典：Mobile Internet of Things
Low Power Wide Area Connectivity
GSMA Industry Paper

ネットワークにつながる端末数単位：10億 (billions)



IoT端末の
成長が予測

	2016	2022	CAGR (年平均成長率)
Wide-area IoT	0.4	2.1	30%
Short-range IoT	5.2	16	20%
PC/laptop/tablet	1.6	1.7	0%
Mobile phones	7.3	8.6	3%
Fixed phones	1.4	1.3	0%
	16 billion	29 billion	10%

図：ネットワークに接続される端末数の予測

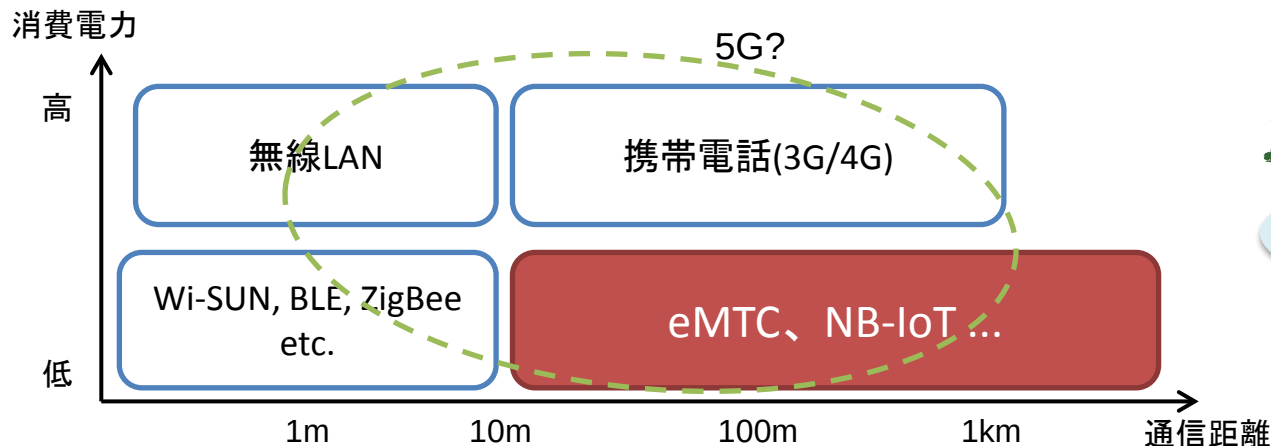
出典：Ericsson Mobility Report (2016年11月)

IoT時代の無線通信システム

- ✓ 5Gは、従来のスマートフォンや携帯電話といった利用形態の枠を超え、あらゆるモノがインターネットにつながる**IoT時代のICT基盤として様々な分野での活用**が期待。
- ✓ 低消費電力、低コストを可能とするIoT向けの通信システムの早期実現に向けて、3GPPにおいて**eMTC**や**NB-IoT**※などの検討が進められている。 ※ NB-IoT: Narrow Band Internet of Things, eMTC: enhanced Machine Type Communication

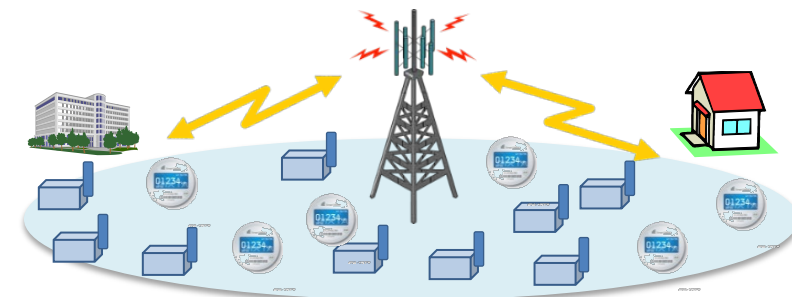
IoT向け無線通信システム

- 膨大な数の端末がインターネットに接続されるIoT時代の本格的な到来に対応するため、低消費電力(長寿命)で広いカバーエリアを持つ低コストの無線システム(いわゆるLPWA(Low Power Wide Area))が求められており、様々な規格が提案。
- 2016年6月、3GPPにおいて、繰り返し送信やパワーセービングモードの導入等により、低消費電力等を実現したNB-IoT及びeMTCの仕様を策定。ベンダー等において、サービス提供に向けた製品開発等の取組が加速。既存の携帯電話ネットワークを活用することで、迅速な面的サービス提供が可能。



図：eMTC/NB-IoTと既存の通信技術の違い

(出典：日経コミュニケーション 2016年4月号)



図：eMTC、NB-IoTの利用イメージ

※既存の携帯電話網を活用することで、面的なサービスエリアを確保し、膨大な数のセンサーやスマートメーター等IoT端末を収容

eMTC/NB-IoTのサービスイメージ

- ✓ eMTC/NB-IoTは、ワイドエリア、低消費電力といった特徴を有する携帯電話をベースとしたIoT技術。電力、ガス、水道などのスマートメーター、各種センサー、機器の維持管理、物流といったM2M分野ほか、ウェアラブル、医療ヘルスケアといった分野での活用も期待。
- ✓ 比較的伝送速度の速いeMTCと数十kbps程度の通信速度のNB-IoTを応用分野に応じて活用。

eMTC

低～中速の移動に対応
比較的大きいデータに対応
1Mbps程度の通信用途

ウェアラブル機器
ヘルスケア、見守りなど

NB-IoT

通信中の移動は想定外
少量のデータ通信に最適化
数10kbps程度の通信用途

スマートメーター
機器管理、故障検知など



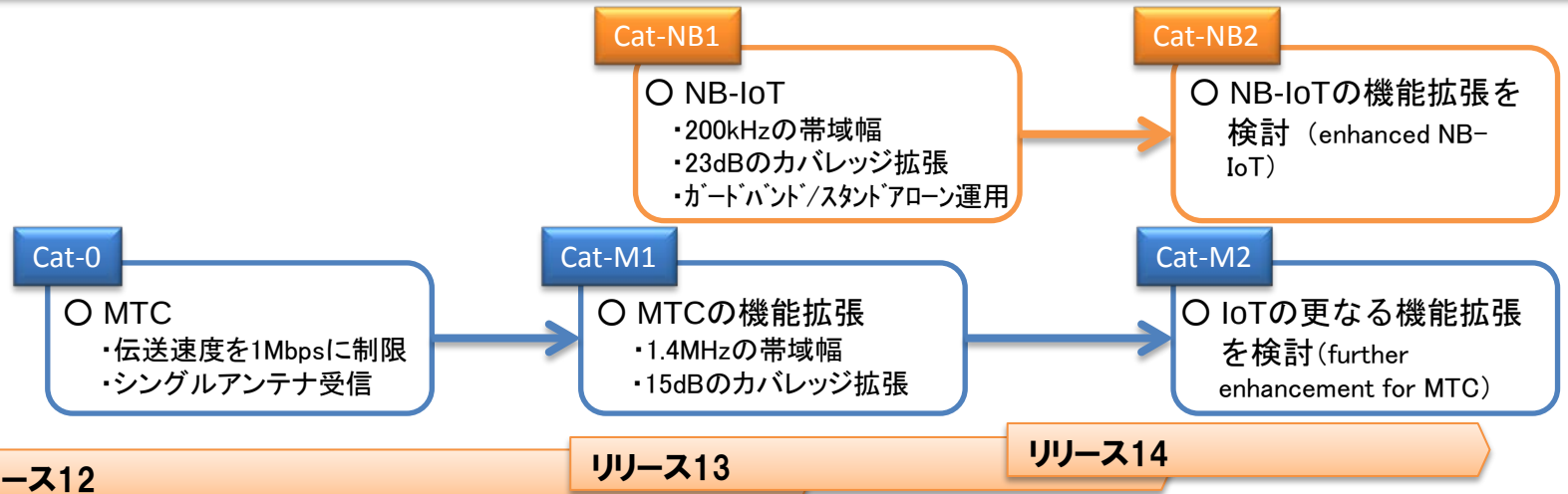
ウェアラブル端末、スマートメーター

ユースケース	適用例
ガス・水道メータリング	電源確保が難しく電波が届きにくかったメータボックス内に設置
貨物追跡	電源が確保できないコンテナ等の貨物や自転車等へ取り付け
ウェアラブル	スマートウォッチ、バイタルセンサー等のウェアラブル端末で利用
環境・農業系センサー	電源確保が難しく電波が届きにくかった山間地、河川、農地、牧場等に設置
ファシリティ	電波が届きにくかったオフィスビル等の電源設備室や空調機械室等に設置
スマートホーム	インターネット経由での玄関ドアロック、窓の開閉監視、家電の遠隔操作等を実現
スマートシティ	駐車場管理、街灯の制御、渋滞状況に応じた信号制御、ゴミ収集等を実現



※第1回アドホックグループ会合資料(古川構成員、川西構成員、上村構成員)より作成

- ✓ IoT時代の到来を見据え、3GPPにおいて、省電力等を実現するIoT向けの移動通信システムの検討を本格化。
- ✓ 2016年6月に策定された3GPP リリース13において、1Mbpsの伝送速度に対応した「eMTC」と伝送速度を抑えた「NB-IoT」の仕様を策定。リリース14において更なる機能拡張が検討中。

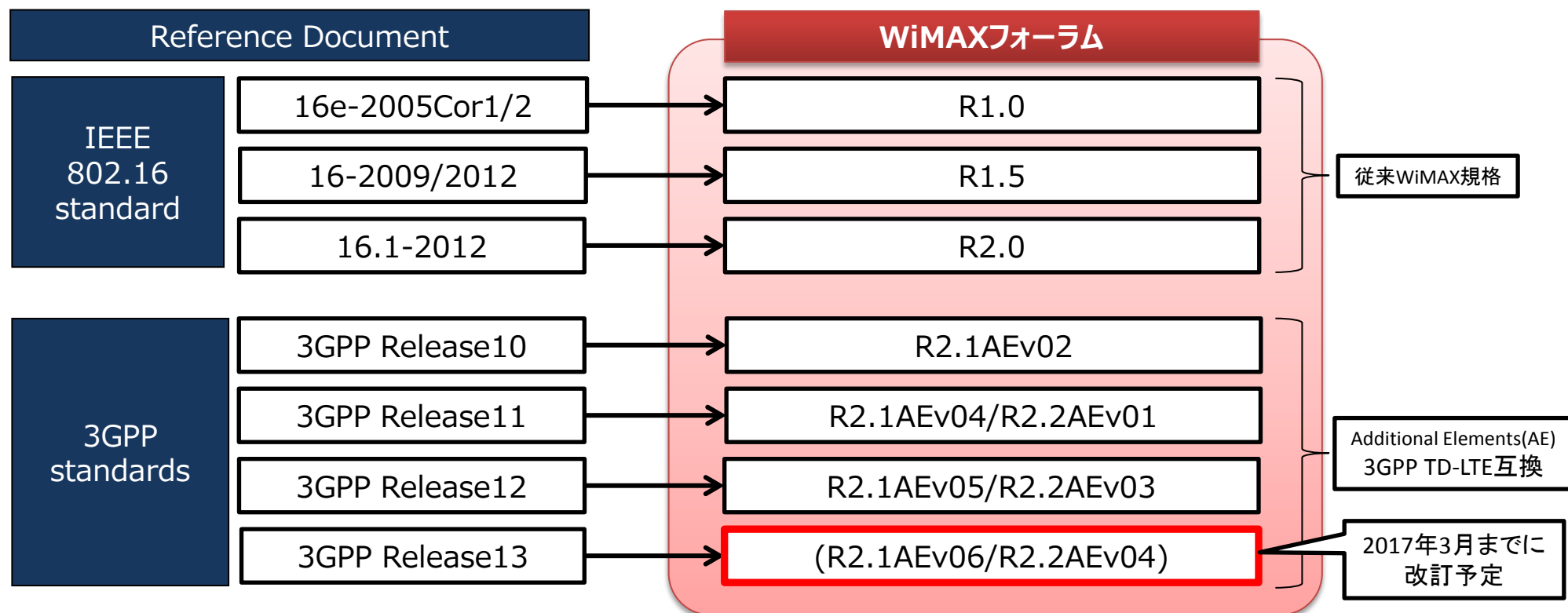


表：LTE-AdvancedとeMTC/NB-IoTの比較

	LTE-Advanced	eMTC	NB-IoT
周波数	全LTEバンド	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 4, 5, 7, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 26(800MHz), 27, 28(700MHz), 31【FDD/HD-FDD】、39, 41(2.5GHz)【TDD】	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 5, 8(900MHz), 11(1.5GHz), , 12, 13, 17, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 25, 26(800MHz), 28(700MHz), 31, 66, 70 (注)バンド21は、2017年6月に標準化完了に向けて活動中。
通信方式	FDD、TDD	FDD、HD-FDD、TDD	HD-FDD
コスト	—	シングルアンテナ(MIMO非対応)、半二重、データ処理の簡素化などにより、構造を簡素化し、低コストを実現	シングルアンテナ(MIMO非対応)、半二重、データ処理の簡素化などにより、構造を簡素化し、低コストを実現
バッテリー寿命目標	—	10年以上 (※1)	10年以上 (※1)
カバレッジ拡張	—	15dB (※2)	23dB (※2)
モビリティ対応	あり	あり	ハンドオーバー非対応

※1 省電力モードの導入、空中線電力の低減などにより、単三電池2本で10年駆動を実現、※2 対LTE比の値。繰り返し送信などにより、建物内部や鉄板の内側などこれまで圏外だったエリアへのカバレッジ拡張を実現

- ✓ 2012年10月、従来のWiMAX仕様に加え、3GPPのTD-LTE仕様を参照することによりグローバル化と互換性の確保を図るAdditional Elements (AE)を導入 (WiMAXフォーラム リリース2.1)。
- ✓ 2015年3月、3GPP リリース12(上りキャリアアグリゲーション、256QAMの追加等)を反映させるため、R2.1AE及びR2.2AEを改訂。
- ✓ 現在、eMTCを含む3GPP リリース13の内容をWiMAXフォーラム規格に反映させるための作業を進めているところ。2017年3月までに完了予定。



XGPフォーラムにおける検討状況

6

- ✓ 2012年1月、3GPPのTD-LTE仕様を参照するGlobal modeを導入(バージョン2.3)。
- ✓ 2016年6月に策定された3GPP リリース13に対応するため、XGPバージョン3.3(eMTC含む)の策定作業中。2017年3月のXGPフォーラムで承認予定。

Version	Date of Issue	Revision work	Supporting 3GPP release
Ver2.2	2011.04	➤ Harmonize with LTE(TDD mode)	-
Ver2.3	2012.01	➤ Global mode	Release 8
Ver2.4	2012.11	➤ Enhanced Global mode	Release 9
Ver3.0	2013.05	➤ Enhanced Global mode ➤ CA	Release 10
Ver3.1	2014.02	➤ Enhanced Global mode ➤ CA Enhancement	Release 11
Ver3.2	2015.09	➤ Enhanced Global mode ➤ UP link CA、256QAM	Release 12
Ver3.3	2017 (予定)	➤ Enhanced Global mode ➤ Advanced technology (eMTC)	Release 13

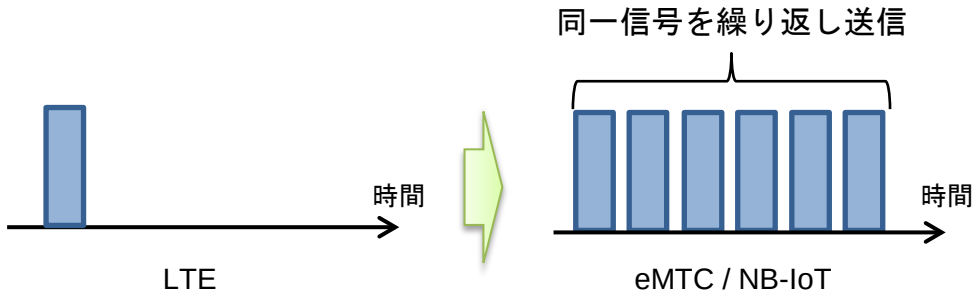
Ver.2.2以降、
TD-LTE互換システム

現在改訂
作業中

	FY 2016			FY 2017
	2Q 2016/7-9	3Q 2016/10-12	4Q 2017/1-3	1Q 2017/4-6
3GPP Release13	▲ 最終版完成			
Drafting	▲ 準備作業 ▲ ドラフト作業	▲ 改版提案		
XGP Forum Specification			▲ TWG承認 ▲ XGP Forum総会承認	

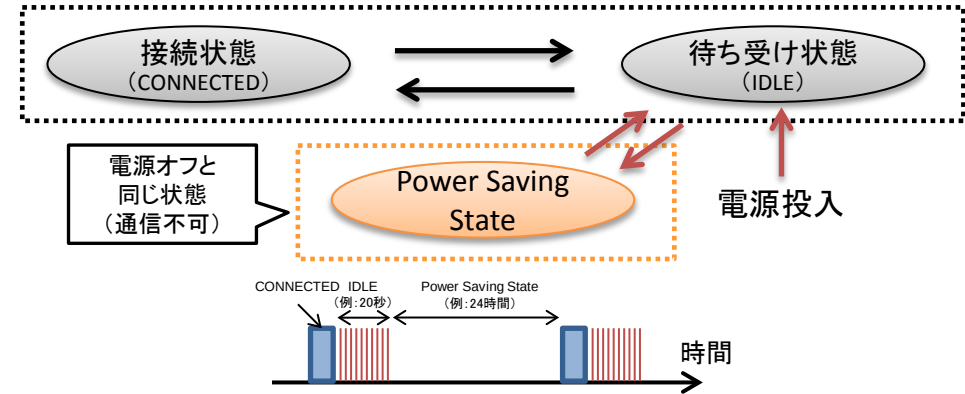
繰り返し送信

信号を繰り返し送信することで、通信品質を向上させ、カバレッジを拡張する技術（Repetition）



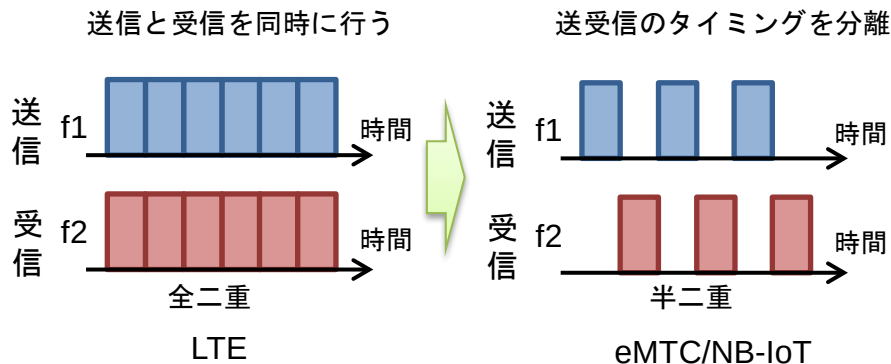
省電力モード(PSM)の追加

ネットワークへの接続性を維持しつつ、端末が一定時間、（例：24時間）電源を落としたのと同じ状態（省電力モード）に遷移することで、省電力を実現する技術



送受信タイミングの分離

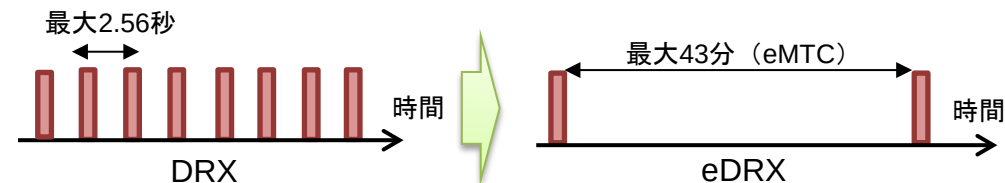
送信と受信を同時に行わないことで、端末の構造を簡素化し、低コスト化を実現する技術



受信の間隔の拡張

間欠的な信号受信により、受信していない間の一部の機能を停止させることで、消費電力を抑えるDRXの受信間隔を最大10.24秒(LTE)から最大43分(eMTC)/2.91時間(NB-IoT)に拡張し、更なる低消費電力を実現する技術(eDRX※)

※ extended Discontinuous Reception



- eMTC / NB-IoTは、通信事業者において、スマートフォン等に対する通信サービスの提供と共に、IoT向けの通信サービスを提供可能な技術であり、既存の携帯電話網(基地局等)を活用することで、速やかなサービス提供が可能。
- 周波数帯域幅や通信方式の見直し、省電力技術の採用等により、省電力、低コスト、ワイドエリアを実現。

1. eMTC

- ✓ 狭帯域化(1.08MHz(6RB))とともに、繰り返し送信やパワーセービングモード等の技術を導入したIoT端末向けの通信技術。
- ✓ 約1Mbpsの伝送速度を確保できるため、ウェアラブルデバイスなど一定の伝送速度が必要となるIoTサービスでの利用が想定。
- ✓ 既存の携帯電話網(基地局等)を用いて、スマートフォン向けの通信サービスとIoT向けの通信サービスを同時に提供可能。

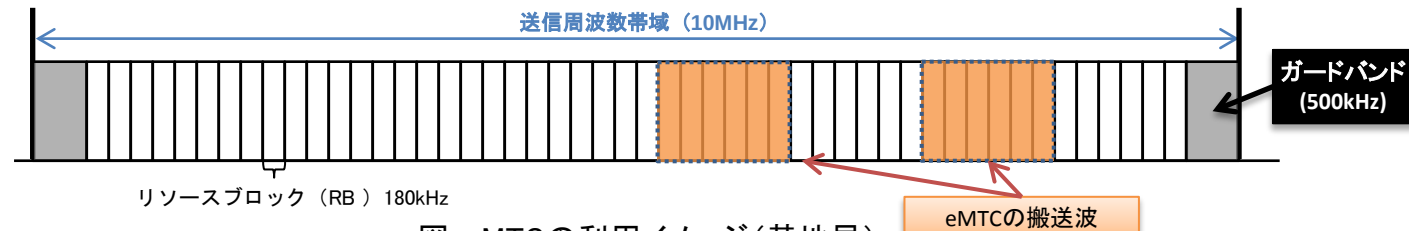


図:eMTCの利用イメージ(基地局)

2. NB-IoT

- ✓ 狭帯域化(180kHz(1RB))とともに、繰り返し送信やパワーセービングモード等の技術を導入したIoT端末向けの通信技術。
- ✓ スマートメーターなど、伝送速度やモビリティへの対応が必要ないIoTサービスでの利用が想定。
- ✓ ①ガードバンドを除く送信周波数帯域で運用する「インバンドモード」、②送信周波数帯域のガードバンドで運用する「ガードバンドモード」、③専用帯域での運用する「スタンドアローンモード」の3つのモードが標準化。

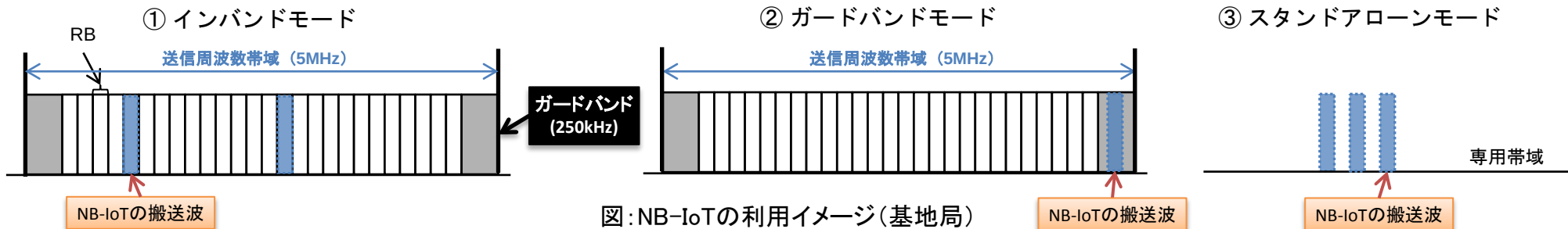


図:NB-IoTの利用イメージ(基地局)

eMTC/NB-IoTの比較（3GPP）

9

全般		LTE-Advanced	eMTC	NB-IoT
周波数		全LTEバンド	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 4, 5, 7, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 26(800MHz), 27, 28(700MHz), 31【FDD/HD-FDD】、39, 41(2.5GHz)【TDD】	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 5, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 17, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 25, 26(800MHz), 28(700MHz), 31, 66, 70
通信方式		FDD / TDD	FDD / HD-FDD / TDD(※1)	HD-FDD
基地局	周波数帯域幅	各システムの帯域	システム帯域内の6RB (1.08MHz)	ガードバンドを含むシステム帯域内の1RB(180kHz)
	伝送速度	CA、MIMO、多値変調等を組み合わせた高速通信	800kbps (注)移動局1台あたりの伝送速度	21kbps (注)移動局1台あたりの伝送速度
	変調方式	QPSK、16QAM、64QAM、256QAM	QPSK、16QAM	QPSK
	不要発射(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス)	システム帯域幅毎に規定	システム帯域幅毎の規定を適用	システム帯域幅毎の規定を適用
移動局	周波数帯域幅	1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHz	1.4MHz (※2)	200kHz (※3)
	最大空中線電力	23dBm	23dBm 又は 20dBm	23dBm 又は20dBm
	伝送速度	CA、MIMO等による高速通信	1Mbps(全二重)、300kbps(半二重)	62kbps
	変調方式	BPSK、QPSK、16QAM、64QAM	BPSK、QPSK、16QAM	$\pi/2$ -BPSK、 $\pi/4$ -QPSK、QPSK
	不要発射(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス)	システム帯域幅毎に規定	システム帯域幅毎の規定を適用	✓ 200kHzの周波数帯域幅(NB-IoT)に対応した不要発射強度の値(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク)を規定。スプリアスについては、LTE-Aの規定を適用。 ✓ ガードバンドモードについては、各システムの送信周波数帯域のうち、送信周波数帯域の端からNB-IoTの搬送波を発射しない範囲(オフセット周波数)を規定

※1 WiMAXフォーラム、XGPフォーラムにおいて、eMTC方式を参照する標準化作業が2017年3月頃に完了予定 ※2 3GPPテスト要求値として1.4MHz ※3 3.75kHz、15kHz(シングルトーン)送信にも対応

1. eMTC (LTE-Advanced)

周波数	700MHz, 800MHz, 900MHz, 1.5GHz, 1.7GHz, 2GHz	
通信方式	FDD (Frequency Division Duplex: 周波数分割複信) 方式、 <u>HD-FDD (Half Duplex Frequency Division Duplex: 半二重周波数分割複信) 方式</u>	
(基地局)	占有周波数帯幅の許容値	電波の発射方法に変更はないため、基本的に新たな規定は設けない
	不要発射強度の値	電波の発射方法に変更はないため、基本的に新たな規定は設けない
(移動局)	最大空中線電力	200mW
	占有周波数帯幅の許容値	<u>1.4MHz</u>
	不要発射強度の値	<u>各システム帯域幅の規定(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス)を適用</u>

2. eMTC (BWA)

周波数	2.5GHz	
通信方式	TDD (Time Division Duplex: 時分割複信) 方式	
(基地局)	占有周波数帯幅の許容値	電波の発射方法に変更はないため、基本的に新たな規定は設けない
	不要発射強度の値	電波の発射方法に変更はないため、基本的に新たな規定は設けない
(移動局)	最大空中線電力	200mW
	占有周波数帯幅の許容値	<u>1.4MHz</u>
	不要発射強度の値	<u>各システム帯域幅の規定(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス)を適用</u>

3. NB-IoT (LTE-Advanced)

周波数	700MHz, 800MHz, 900MHz, 1.5GHz, 1.7GHz, 2GHz	
通信方式	<u>HD-FDD (Half Duplex Frequency Division Duplex: 半二重周波数分割複信) 方式</u>	
(基地局)	占有周波数帯幅の許容置	インバンド、ガードバンドいずれの場合も電波の発射方法に変更はないため、基本的に新たな規定は設けない
	不要発射強度の値	(インバンド) 電波の発射方法に変更はないため、基本的に新たな規定は設けない (ガードバンド) <u>不要発射強度の値: 各システム帯域幅の規定(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス)を適用※</u> (注) 最大数のガードバンドのNB-IoTの波を出した状態で各システム帯域幅の規定を満足する必要
(移動局)	最大空中線電力	200mW
	占有周波数帯幅の許容置	<u>200kHz</u>
	不要発射強度の値	・隣接チャネル漏えい電力及びスペクトラムマスクは、NB-IoTに対応した不要発射の値を規定 ・各システムの送信周波数帯域のうち、送信周波数帯域の端から一定の周波数をNB-IoTの搬送波を発射しない領域(オフセット周波数)として規定 ・スプリアス領域における不要発射強度の値については、LTE-Aの規定を適用

※ システム帯域幅が10MHzの場合の適用例:

NB-IoTガードバンドモードに対応した10MHzシステム ⇒ 10MHzシステムの不要発射強度の規定を適用

LTE-Advanced (FDD)の技術的条件

12

		LTE-Advanced (FDD)
周波数帯		700MHz帯、800MHz帯、900MHz帯、1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯
通信方式		FDD (LTE-A、 <u>eMTC</u>) <u>HD-FDD (eMTC、NB-IoT)</u>
多重化方式／ 多元接続方式	下り	OFDM及びTDM
	上り	SC-FDMA
変調方式	基地局	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
	移動局	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM (LTE-A) <u>BPSK/QPSK/16QAM (eMTC)</u> <u>$\pi/2$-BPSK/$\pi/4$-QPSK/QPSK (NB-IoT)</u>
占有周波数帯幅の 許容値	基地局	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz
	移動局	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz (LTE-A) 、 <u>1.4MHz (eMTC)</u> 、 <u>200kHz (NB-IoT)</u>
不要発射強度の値	基地局	変更なし
	移動局	・各システム帯域幅の規定(隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス)を適用 (<u>eMTC</u>) ・隣接チャネル漏えい電力及びスペクトラムマスクは、NB-IoTに対応した不要発射の値を規定 (<u>NB-IoT</u>) ・送信周波数帯域の端から一定の周波数をNB-IoTの搬送波を発射しない領域 (オフセット) を規定 (<u>NB-IoT</u>) ・スプリアス領域における不要発射強度の値については、LTE-Aの規定を適用 (<u>eMTC、NB-IoT</u>)
最大空中線電力 及び空中線電力 の許容偏差	基地局	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 定格空中線電力の+2.7dB/-6.7dB (LTE-A) <u>定格空中線電力の+2.7dB/-3.2dB (eMTC)</u> <u>定格空中線電力の±2.7dB (NB-IoT)</u>
周波数の許容偏差	下り	±(0.05ppm+12Hz) 以内 (38dBmを超える基地局) ±(0.1ppm +12Hz) 以内 (20dBmを超え38dBm以下の基地局) ±(0.25ppm+12Hz) 以内 (20dBm以下の基地局)
	上り	<u>±(0.2ppm+15Hz) 以内 (eMTC (HD-FDD) で1GHz以下の周波数帯を利用し、連続送信時間が64ms超の場合、NB-IoTで1GHz以下の周波数帯を利用する場合)</u> ±(0.1ppm+15Hz) 以内 (<u>上記以外</u>)

広帯域移動無線アクセスシステム（BWA）の技術的条件

13

			WiMAX（3GPP参照規格）	XGP
周波数帯			2. 5GHz帯	2. 5GHz帯
通信方式			TDD	TDD
多重化方式／ 多元接続方式	下り	基地局	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDMのいずれかの複合方式	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDMのいずれかの複合方式
		小電力レピータ	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDM/ のいずれかの複合方式	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDM/ のいずれかの複合方式
	上り	移動局/ 小電力レピータ	SC-FDMA及びTDMA/SC-FDMA、TDMA及びSDMA のいずれかの複合方式	OFDMA及びTDMA/OFDMA、TDMA及びSDMA/SC-FDMA 及びTDMA/SC-FDMA、TDMA及びSDMAのいずれかの複合方式
変調方式	共通	基地局/移動局/ 小電力レピータ	BPSK/QPSK/16QAM/32QAM/64QAM/256QAM <u>BPSK/QPSK/16QAM（eMTC）</u>	BPSK/QPSK/16QAM/32QAM/64QAM/256QAM <u>BPSK/QPSK/16QAM（eMTC）</u>
占有周波数帯 幅の許容値	下り	基地局/ 小電力レピータ	10MHz/20MHz	2. 5MHz/5MHz/10MHz/20MHz
	上り	移動局	10MHz/20MHz <u>1. 4MHz（eMTC）</u>	2. 5MHz/5MHz/10MHz/20MHz <u>1. 4MHz（eMTC）</u>
		小電力レピータ	10MHz/20MHz <u>1. 4MHz（eMTC）</u>	2. 5MHz/5MHz/10MHz/20MHz <u>1. 4MHz（eMTC）</u>
不要発射強度 の値	下り	基地局	変更なし	変更なし
	上り	移動局	<u>各システム帯域幅の規定（隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス）を適用</u>	<u>各システム帯域幅の規定（隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス）を適用</u>
最大空中線電力及び空中線電力の許容偏差	下り	基地局	20W以下（10MHzシス）、40W以下（20MHzシス） 偏差：＋87%、－47%	20W以下（2. 5MHzシス/5MHzシス/10MHzシス）、40W以下（20MHzシス） 偏差：＋87%、－47%
		小電力レピータ	600mW以下（再生型、200mW以下／搬送波）、200mW以下（非再生型） 偏差：＋87%、－47%	600mW以下（再生型、200mW以下／搬送波）、200mW以下（非再生型） 偏差：＋87%、－47%
	上り	移動局	200mW以下 偏差：＋87%、－79% <u>＋87%、－47%（eMTC）</u>	200mW以下 偏差：＋87%、－79% <u>＋87%、－47%（eMTC）</u>
		小電力レピータ	600mW以下（再生型、200mW以下／搬送波）、200mW以下（非再生型） 偏差：＋87%、－47%	600mW以下（再生型、200mW以下／搬送波）、200mW以下（非再生型） 偏差：＋87%、－47%
周波数の許容 偏差	下り	基地局/ 小電力レピータ	3×10^{-6} 以内	3×10^{-6} 以内
	上り	移動局/ 小電力レピータ	3×10^{-6} 以内 <u>±（0. 1ppm＋15Hz）以内（eMTC）</u>	3×10^{-6} 以内 <u>±（0. 1ppm＋15Hz）以内（eMTC）</u>

- eMTC/NB-IoTの技術的条件の方向性を踏まえ、eMTC/NB-IoTから他のシステムへの影響を検討。
- NB-IoTのガードバンドモードの場合を含め、eMTC/NB-IoTを導入した場合であっても既存のLTEシステムの不要発射強度の範囲内に収まるよう規定するため、新たな共用検討は不要。

<共用検討の考え方>

1. eMTC

（基地局） 不要発射強度の値に変更はないため、新たな共用検討は不要。

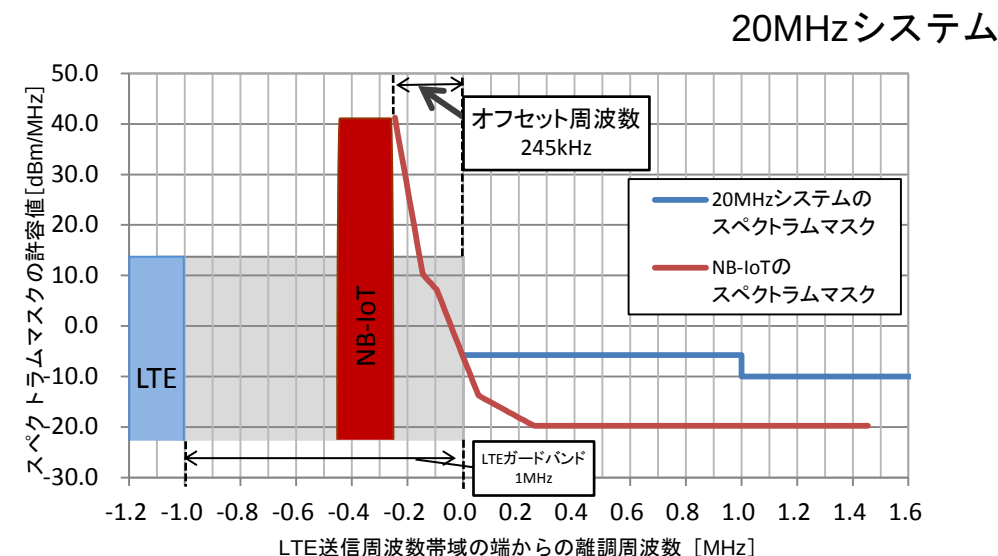
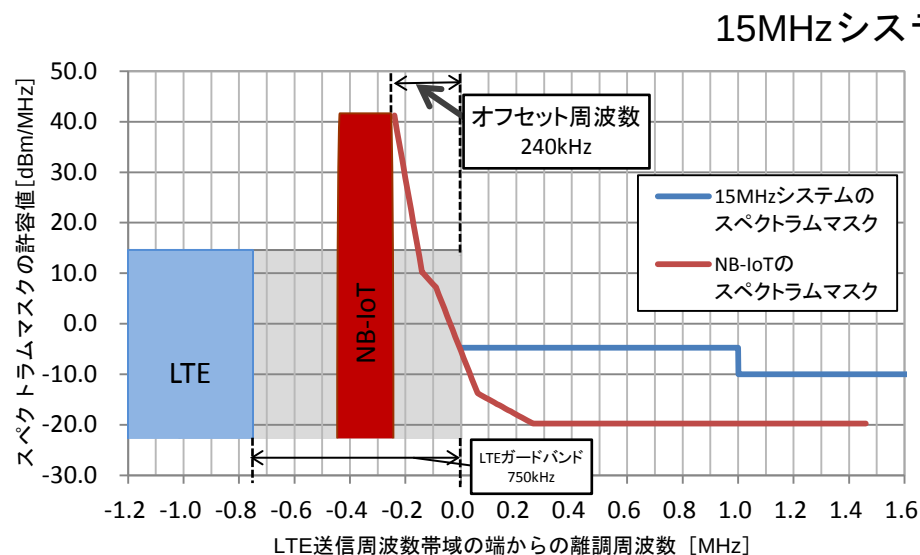
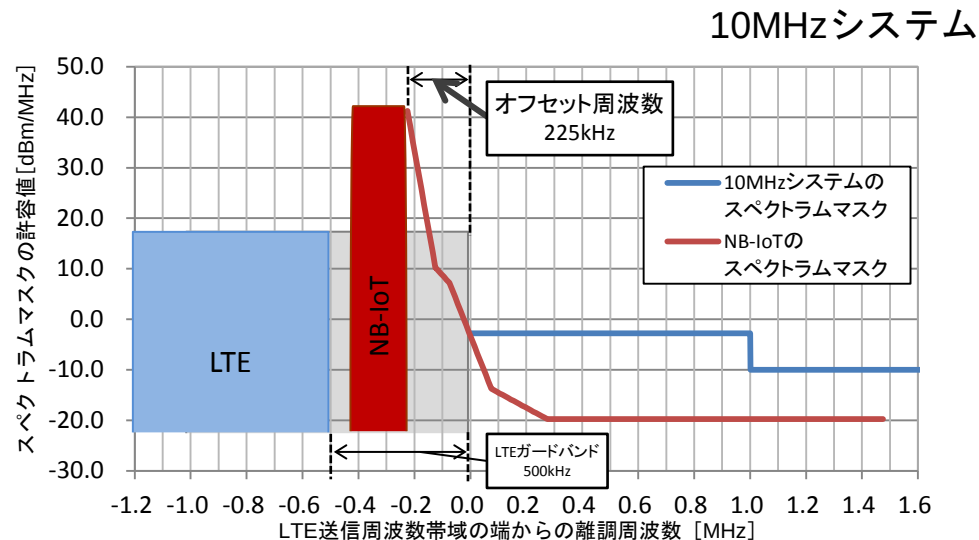
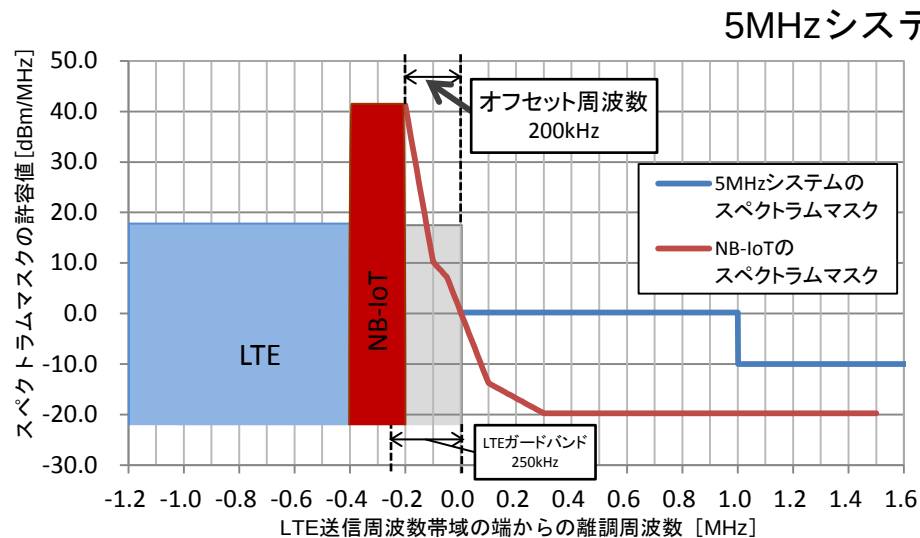
（移動局） 不要発射強度の値に変更はないため、新たな共用検討は不要。

2. NB-IoT

（基地局） 不要発射強度の値に変更はないため、新たな共用検討は不要。

（移動局） 新たに規定するNB-IoTの不要発射強度（隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアス）の値は、既存のシステム毎の不要発射強度の値の範囲内に収まる（※）ため、新たな共用検討は不要。 ※別添の「参考」を参照

- 各システムの送信周波数帯域のうち、送信周波数帯域の端から一定の周波数の幅をNB-IoTの搬送波を発射しない領域(オフセット周波数)として規定。
- これにより、NB-IoTのスペクトラムマスクの値は、各システムのスペクトラムマスクの値の範囲内となる。



- NB-IoTの隣接チャネル漏えい電力は、隣接チャネルが3Gの場合のみ規定。
- LTEの隣接チャネル漏えい電力は、隣接チャネルが3Gの場合とLTEの場合が規定されているところ、NB-IoTの隣接チャネルが3Gの場合は、LTEの隣接チャネルが3Gの場合の規定よりも厳しい値である。

