3GPPにおける5G NR（New Radio）関連検討状況

平成29年4月27日

（株）NTTドコモ

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

CONTENTS

（１）3GPPにおける5G NR関連標準化スケジュール

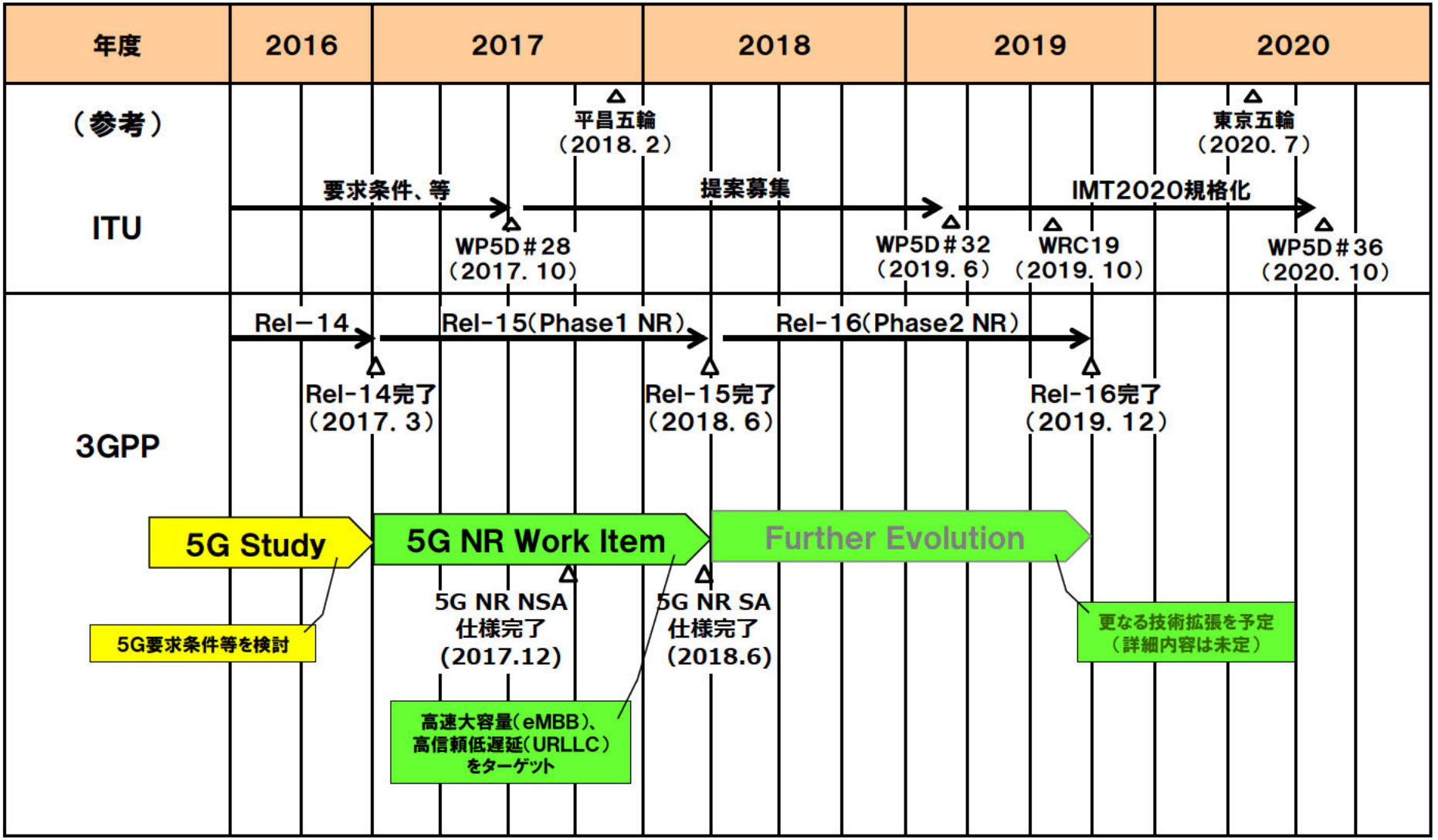
（２）3GPPにおける5G NR Study について
- 要求条件
- チャネルモデル
- 主な無線アクセス技術

（３）3GPPにおける5G関連のその他の議論について

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（1）3GPPにおける5G NR関連標準化スケジュール

- Rel-15以降の仕様を5Gと呼ぶことで合意@16年10月PCG会合
- 5G NR Study完了、5G NR Work Item検討スケジュール合意@17年3月RAN会合



© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（2）3GPPにおける5G NR Study について

- 5G NR関連のStudy Itemのうち、17年3月RAN会合までに合意された主な結果は以下の通り。

● **5G要求条件** ⇒ TR38.913：Study on scenarios and requirements for next generation access technologies

- 3つのユースケース（eMBB、URLLC、mMTC）に対する各種要求条件を規定等

● **5Gチャネルモデル** ⇒ TR38.901：Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz

- 0.5 ～ 100GHz帯までの広範囲にわたるチャネルモデルを記載

● **5G NRにおける主な無線アクセス技術** ⇒ TR38.912：Study on new radio access technology

- 高速化、大容量化に関連する主な技術
- 低遅延化に関連する主な技術
- RAN-CNアーキテクチャ
- Multi－Connectivity
- フロントホールのオープンインタフェース化　等

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（2）5Gの主な要求条件（TR.38. 913）

・17年3月のRAN会合で合意された5Gの主な要求条件（TR38. 913）

Use-case	Key performance indicator	New Radio		LTE-Advanced		LTE（Rel-8）	
		DL	UL	DL	UL	DL	UL
eMBB	Peak data rate	20 Gbps	10 Gbps	1 Gbps	500 Mbps	100 Mbps	50 Mbps
	Peak spectral efficiency	30 bps/Hz	15 bps/Hz	30 bps/Hz	15 bps/Hz	3~4 × HSDPA（Rel-6）	2~3 × HSUPA（Rel-6）
	C-plane latency	10 ms		Less than 50 ms		Less than 100 ms	
	U-plane latency	4 ms		reduced U-plane latency compared to Rel-8		Less than 5 ms	
	CellI/TRxP spectral efficiency [bit/s/Hz/TRxP]	3 times higher than IMT-A※ ※ ITU-R Rep. M。2134		-		-	
	Area traffic capacity [bit/s/m²]			-		-	
	User experienced data rate [bit/s]			-		-	
	5% user spectrum efficiency [bit/s/Hz/user]			Cell edge user throughput [bit/s/Hz/cell/user]		User throughput	
				0. 12（2×2 ANT）	0. 04（1×2 ANT）	2~3 × HSDPA（Rel-6）	2~3 × HSUPA（Rel-6）
	Target mobility speed（URLLC、mMTCも関連）	500 km/h		350 km/h		350 km/h	
	Mobility interruption time（URLLC、mMTCも関連）	0 ms		-		-	
URLLC	U-plane latency	0. 5 ms		-		-	
	Reliability	10^{-5} for 32 Bytes with U-plane latency of 1 ms		-		-	
mMTC	Coverage	Max coupling loss 164 dB		Max coupling loss 164 dB（NB1）		-	
	UE battery life	Beyond 10 years		Up to 10 years		-	
	Connection density	1,000,000 devices/km²		60,680 devices/km²		-	

© 2017 NTT DOCOMO、INC. All Rights Reserved.

（2）5Gチャネルモデル（TR 38. 901）

- 17年3月のRAN会合で合意された5Gのシステム評価のためのチャネルモデル

● 検討の概要

- 5Gでは、既存の周波数に加えて6GHz以上の高周波数も対象として検討が進められているため、6GHz～100GHzの周波数に対応した新しいチャネルモデルを検討
- セルの展開シナリオとして、以下を考慮
  - 都市部マイクロセル、都市部マクロセル、ルーラルマクロセル、室内
- チャネルモデルを作成する上で、以下の点に留意
  - 広帯域の送信帯域幅を考慮（比帯域10%程度の送信帯域幅までを想定）
  - ブロッキングや大気による損失など、ミリ波伝搬の側面を考慮
  - 大規模なアレーアンテナ構成を考慮、 等
- 最終的に、適用可能な周波数を0. 5～100GHzまで拡張し、“TR38. 901”として取りまとめ

● シミュレーションで用いるセルの展開シナリオの概要

	都市部マイクロセル	都市部マクロセル	ルーラルマクロセル	室内
基地局アンテナ高	10 m	25 m	35 m	3 m
基地局間距離	200 m	500 m	1732 m／5000 m	20 m
想定エリア	屋外（室内浸透含）	屋外（室内浸透含）	屋外（室内浸透含）	室内

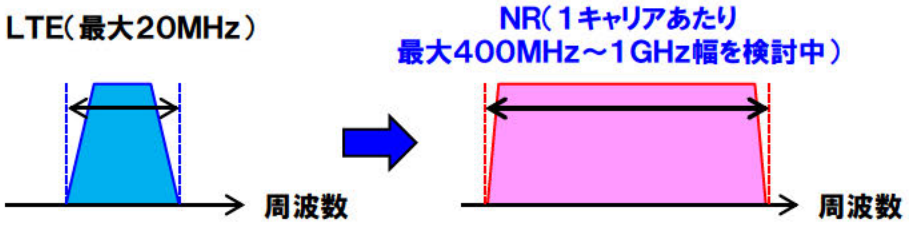
© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（2）5G New Radioにおける主な無線アクセス技術（1／5）

- 高速化、大容量化に関連する主な技術
  - 広い周波数レンジ、広帯域への対応、Scalable numerology、新たな（LTEとは異なる）チャネル符号化、Massive MIMO技術

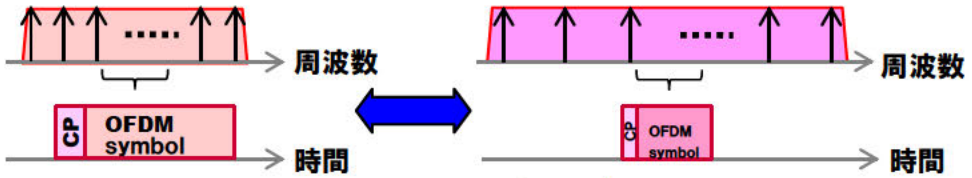
● 広い周波数レンジへの対応

● 広帯域への対応



● Scalable numerology

周波数やサービスに応じて無線パラメータ（サブキャリア間隔等）を変更可能



狭いサブキャリア間隔
・低周波数帯向け

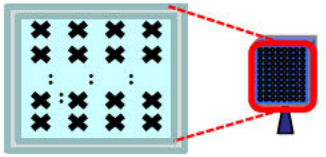
広いサブキャリア間隔
・高周波数帯　広帯域向け
・低遅延

● 新たな（LTEとは異なる）チャネル符号化

データチャネルにLDPC符号、制御チャネルにPolar符号を採用し、
非常に大きなデータサイズから小さなサイズまで効率的に網羅

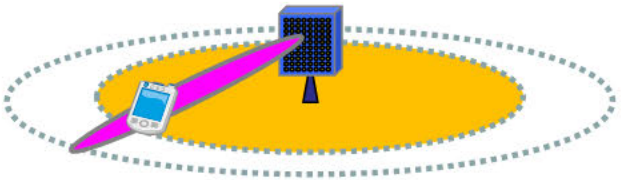
● Massive MIMO技術

高周波数帯における
多素子アンテナの活用



複数ユーザ多重による
容量改善

ビームフォーミングによる
カバレッジ拡大



ユーザ移動状況に
応じてビーム制御

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（2）5G New Radioにおける主な無線アクセス技術（2／5）

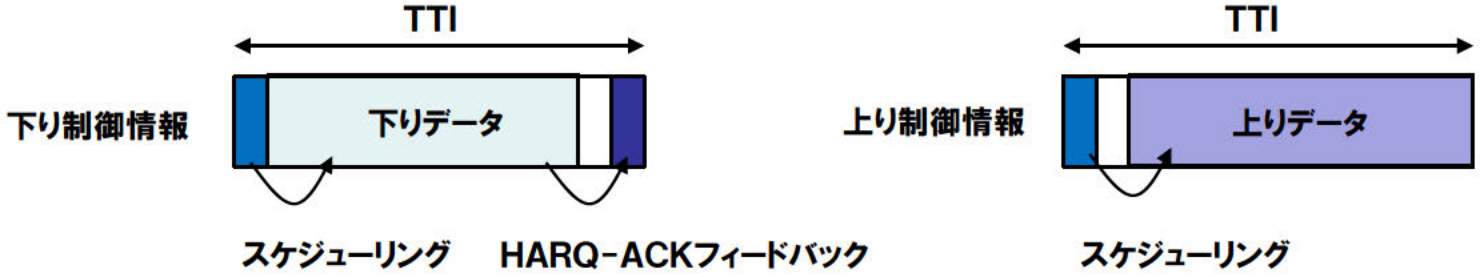
- 低遅延化に関連する主な技術
  - Short TTI（Transmission Time Interval）:周波数やサービスに応じ送信単位（TTI長）を変更
  - Fast HARQ－ACK（高速再送制御）:処理速度向上（同一TTI内処理）に基づく高速再送制御の実現

● Short TTI（Transmission Time Interval）

周波数やサービスに応じ送信単位（TTI長）を変更

● Fast HARQ－ACK（高速再送制御）

処理速度向上（同一TTI内処理）に基づく高速再送制御の実現

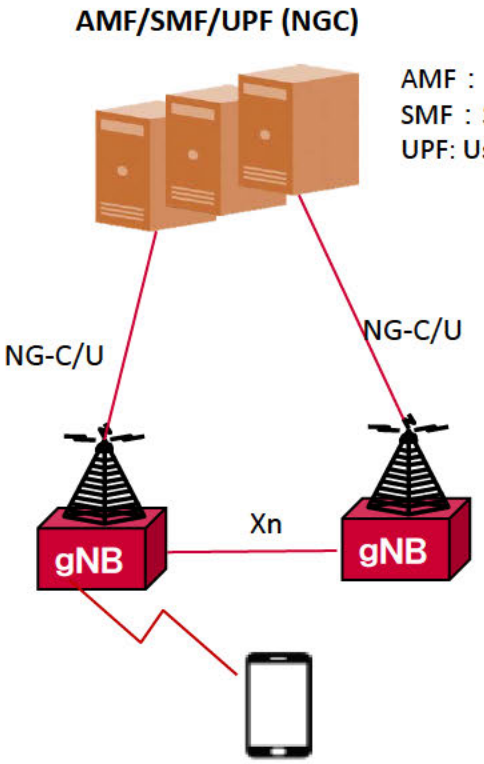


© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

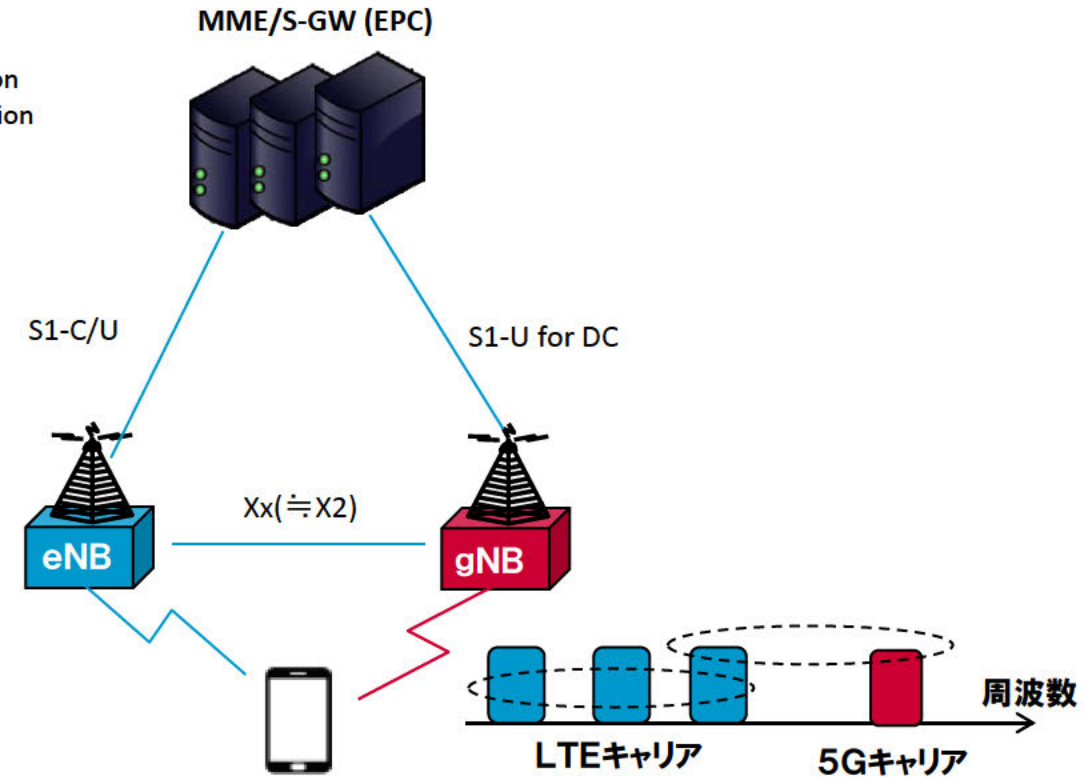
（2）5G New Radioにおける主な無線アクセス技術（3／5）

- RAN-CNアーキテクチャ
  - SAに加え、LTEとのDual ConnectivityによるNSAで5Gサービス提供可能
  - LTEを活用しつつ、5Gへのスムーズなマイグレーションが可能

● RAN－CNアーキテクチャ



SA (Standalone) architecture



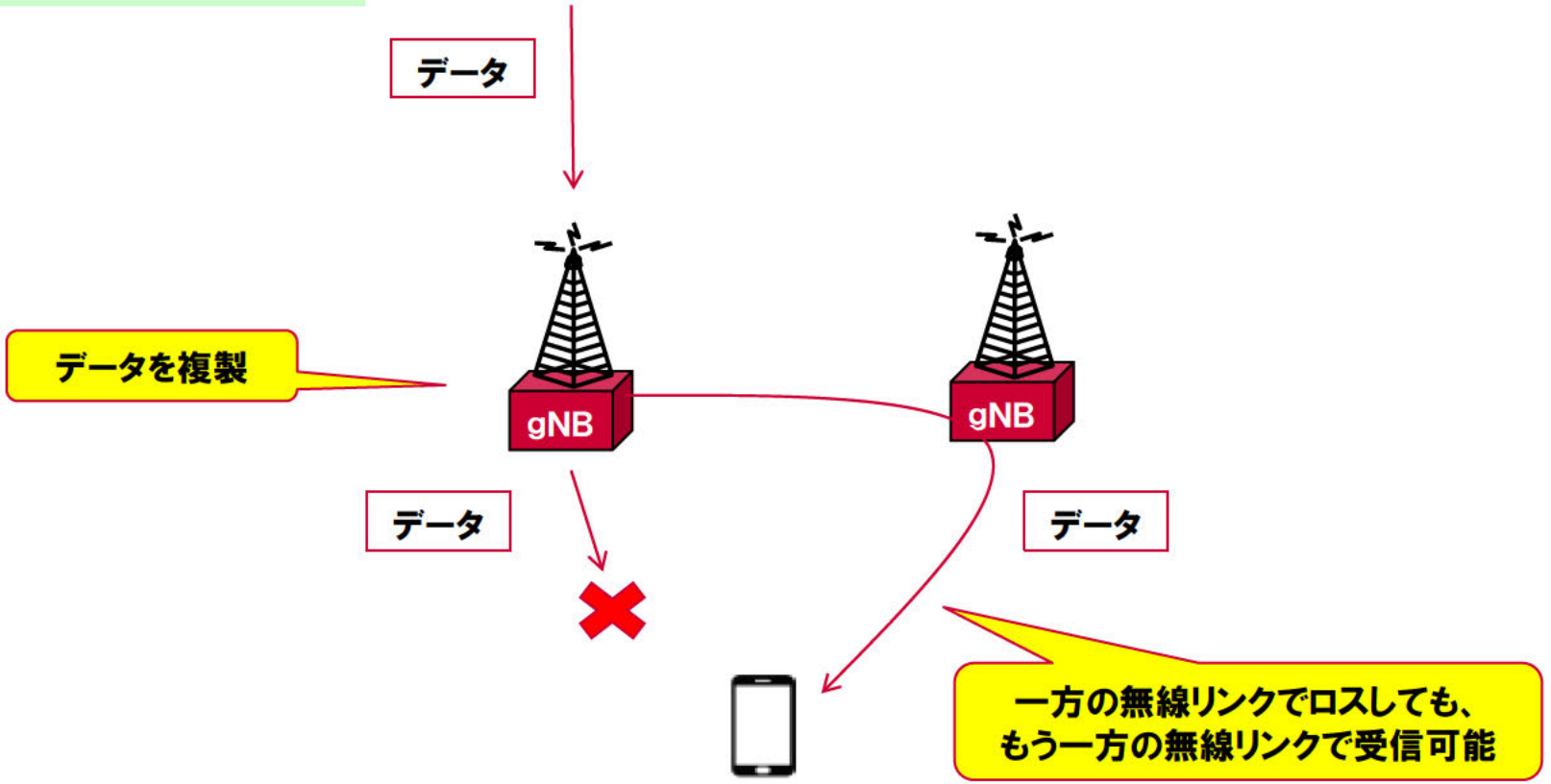
NSA (Non-standalone) architecture
(Option 3/3a/3x)

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（2）5G New Radioにおける主な無線アクセス技術（4／5）

- Multi－Connectivity
  - URLLC向けに信頼性を高める技術
  - 複数gNBからデータを複製してUEに伝送、UEも上りデータを複製して複数のgNBに伝送
  - C-plane、U-planeのデータ両方に対して適用可能

● Multi－Connectivity

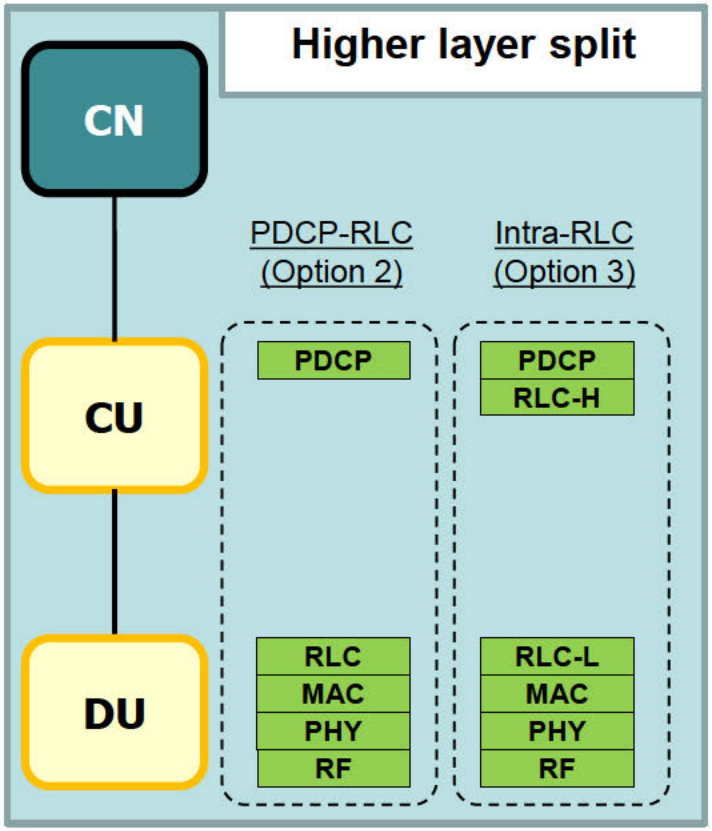


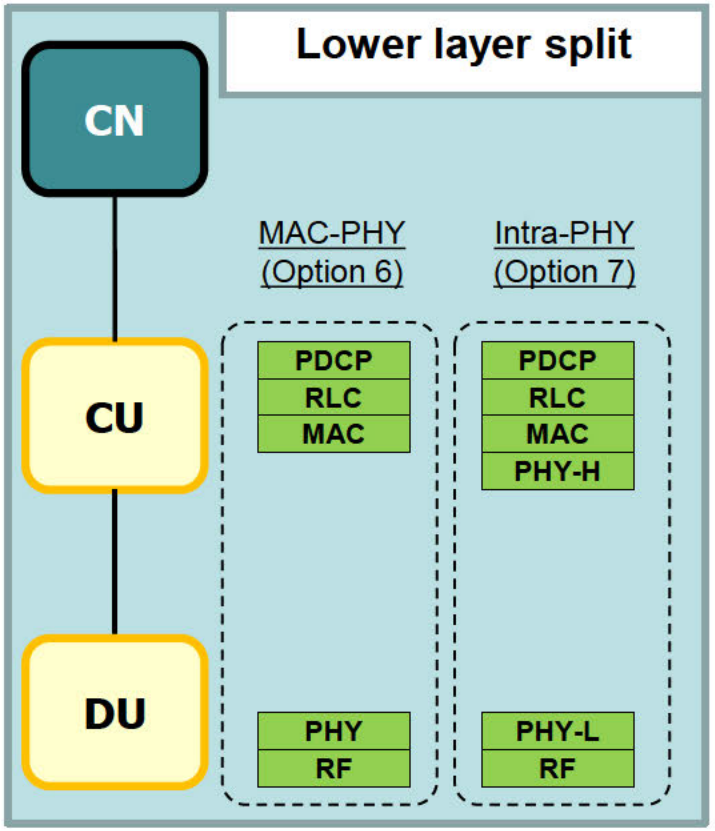
© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（2）5G New Radioにおける主な無線アクセス技術（5／5）

- フロントホールのオープンインタフェース化
  - C-RAN構成でCU（中央ユニット）－DU（分散ユニット）間で機能を分離し、ユニット間のフロントホールインタフェースを仕様化する
  - 無線プロトコルの上位・下位レイヤで分離する2つのオプションを検討する
  - いずれもPHY（の一部）をDU側に配置することでCU-DUインタフェースの所要帯域を削減

● フロントホールのオープンインタフェース化





© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

（3） 5Gキャリアとして提案されている周波数範囲

- 5Gキャリアとして用いることを想定して検討が行われている周波数範囲は下表の通り（2017年3月現在）。

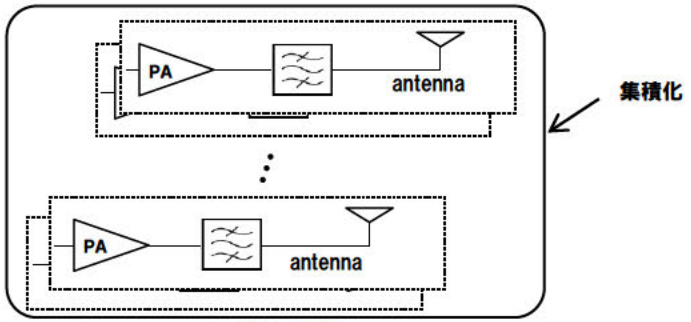
新たに提案された周波数範囲	3.3 ～ 4.2 GHz
	4.4 ～ 4.99 GHz
	24.25 ～ 29.5 GHz
	31.8 ～ 33.4 GHz
	37 ～ 40 GHz
	1.427 ～ 1.518 GHz
既存3GPPバンドのうち、5Gキャリア適用が検討されているバンド	Band 1、3、7、8、20、28、41、66

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

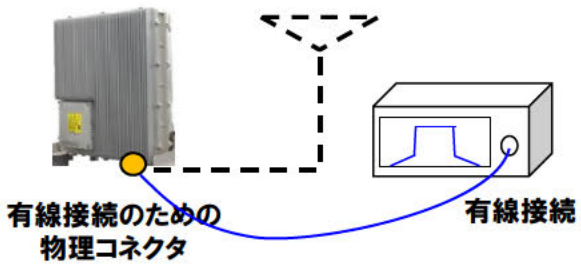
（3）無線特性規定方法に関する議論

- 5Gでは、従来より高い周波数帯を活用することになるため、装置内部での信号電力減衰を防ぐため、アンプ、フィルタ、アンテナ等のデバイスが集積化され、物理コネクタが存在しなくなる可能性が高いと考えられる。
- そのため、5Gでは、基地局、移動機共に、OTA(※)により無線特性が規定される方向で検討が進んでいる。
- 今後、OTAが前提になることを想定し、国内の技術的条件、制度整備、測定法、装置開発、等の検討を進めておくことが必要になる。

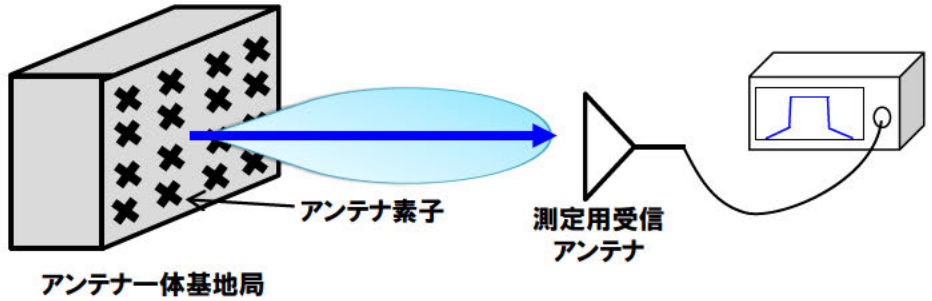
（※） OTA(Over-The-Air):空間上を伝搬する電波の無線特性を測定。アンテナ特性(利得、指向性、ビーム幅、等)を含んだ基地局/移動機の無線特性を確認。



今後想定される装置構成



従来の無線特性測定方法(3G、LTE等)
有線接続により、アンテナ前段の物理コネクタにて規定・測定



OTAでの無線特性測定方法

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

いつか、あたりまえになることを

NTT docomo

© 2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.