

SONY

資料2-3

5Gを端末へ導入するポイントと 電波防護に関する3GPP仕様

19th June, 2018

ソニーモバイルコミュニケーションズ株式会社

佐藤 仁

XPERIA

目次

- **5G(ミリ波)端末の特徴**
 - 地域別5G導入周波数
 - ミリ波導入へのポイント
- **電波防護に関連する3GPP規格概要**
 - 周波数帯
 - 帯域幅
 - 最大送信電力
- **電波防護の観点から**
 - Handheld端末で想定されるアンテナモジュールの数と配置
 - 6GHz以下とミリ波帯アンテナの配置例
 - 5Gで考えられる同時送信例
 - まとめ(電波防護観点)
- **国内の5G端末開発状況と課題**

*本資料は基本的に2018年3月の3GPP RAN#79会合で承認された Release 15 NRのドラフト規格を元に一部最新の検討状況を取り入れて構成した。

標準化作業は現在進行中のため、内容は今後変更の可能性がある。






目次

- **5G(ミリ波)端末の特徴**
 - 地域別5G導入周波数
 - ミリ波導入へのポイント
- **電波防護に関連する3GPP規格概要**
 - 周波数帯
 - 帯域幅
 - 最大送信電力
- **電波防護の観点から**
 - Handheld端末で想定されるアンテナモジュールの数と配置
 - 6GHz以下とミリ波帯アンテナの配置例
 - 5Gで考えられる同時送信例
 - まとめ(電波防護観点)
- **国内の5G端末開発状況と課題**

地域別 5G導入周波数

5G用周波数の国際的な検討状況

18

	6GHz以下	6GHz以上
 米国	<ul style="list-style-type: none"> ● 600MHz ⇒インセンティブ・オークションを実施 ● 3.55-3.7GHz ⇒市民ブロードバンド無線サービス (CBRS)での活用を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-28.35GHz ⇒割当てを公表(2016年7月) ● WRC-19候補周波数帯 ⇒24.25-24.45、24.75-25.25、37-38.6、38.6-40、47.2-48.2、64-71GHzの割当てを公表(2016年7月、2017年11月)
 欧州	<ul style="list-style-type: none"> ● 700MHz ⇒カバレッジ確保・屋内向け ● 3.4-3.8GHz ⇒利用可能性を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.25-27.5、40.5-43.5、66-71GHzを推進 うち、24.25-27.5GHzは2019年までの確保を検討
 中国	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.3-3.6、4.8-5.0GHz ⇒利用計画を公布(2017年11月) ● 4.4-4.5GHz ⇒利用可能性を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.75-27.5、37-42.5GHzを推進
 韓国	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.4-3.7GHz ⇒2018年までに確保 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒2018年までに、27.5-28.5GHzを確保 2021年までに、28.5-29.5GHzの確保を検討 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.25-27.5、31.8-33.4、37-40.5GHzを推進 うち、26.5-27.5GHzは2021年までの確保を検討
 日本	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.6-4.2、4.4-4.9GHz ⇒既存無線局との共用検討 ※3.48-3.6GHzは割当て済み 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒既存無線局との共用検討 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、43.5GHz以下の帯域を積極的に検討

※現在LTE等で利用している周波数帯についても5G導入を検討

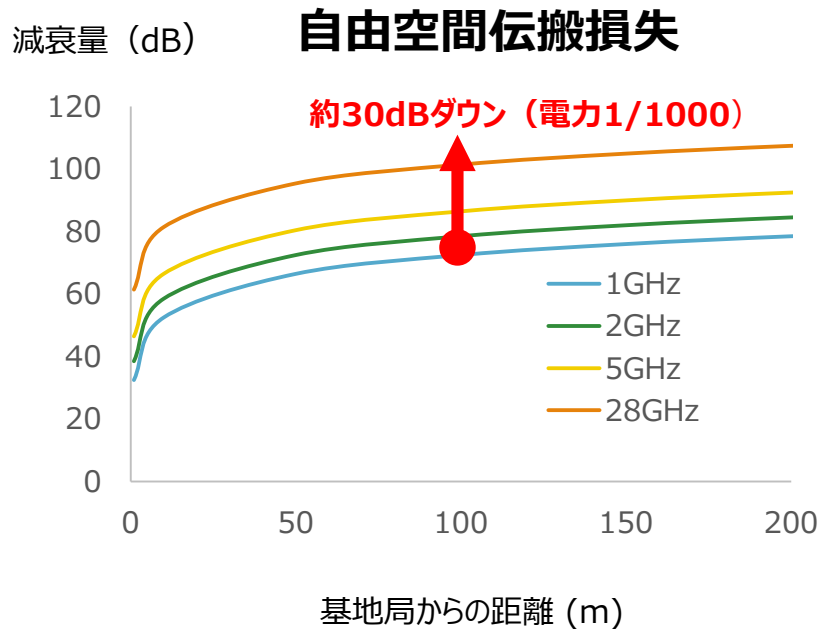
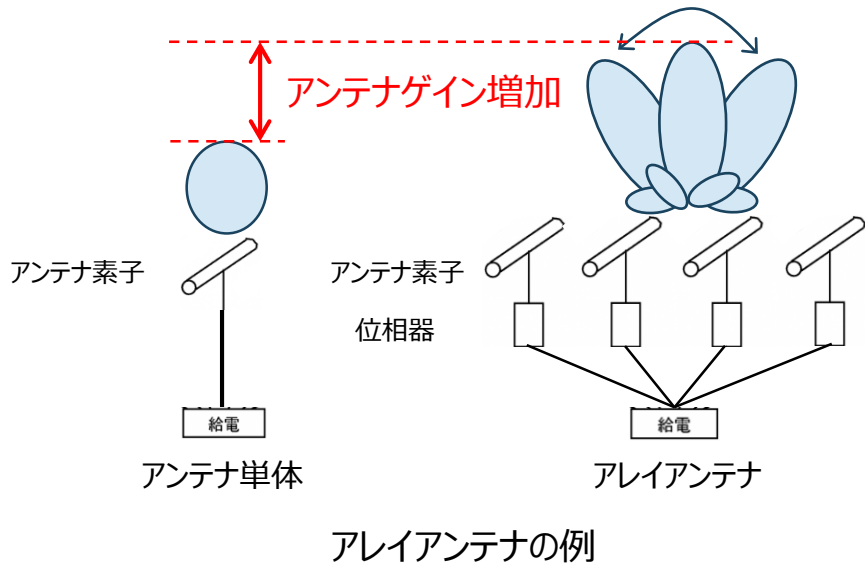
Source:新世代モバイル通信システム委員会 資料8-1

5Gは世界的にミリ波が導入される

ミリ波導入のポイント 1/3

アレイアンテナによるビーム合成

- 著しいミリ波の空間減衰
- 従来方式のアンテナでは性能不足
- 複数のアンテナ素子を並べてアレイアンテナ化
- アンテナビームを合成し高ゲイン化



アレイアンテナでゲインを稼ぐ

ミリ波導入のポイント 2/3

端末内部の伝送方式

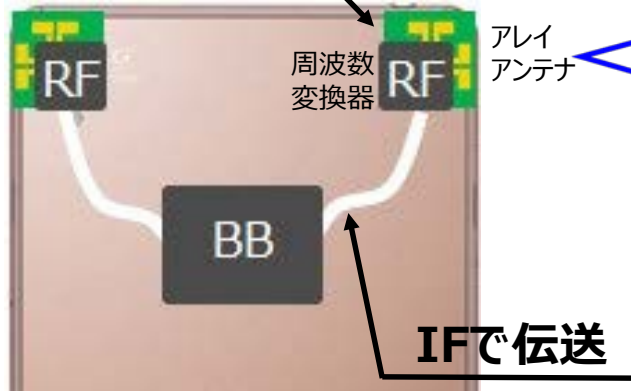
- 著しい伝送ロス
- 中間周波数 (IF) を使用した伝送
- アレイアンテナの直前・直後で周波数変換



ミリ波用アンテナシステム例

- アレイアンテナ + RF IC
- 電力増幅
- 周波数変換 (ミリ波 \leftrightarrow IF)
- アンテナビームの合成・制御機能

周波数変換 (ミリ波 \leftrightarrow IF)



アレイアンテナ

RFIC



アンテナ、RF回路一体型ミリ波モジュールイメージ

アンテナとRF回路は一体型

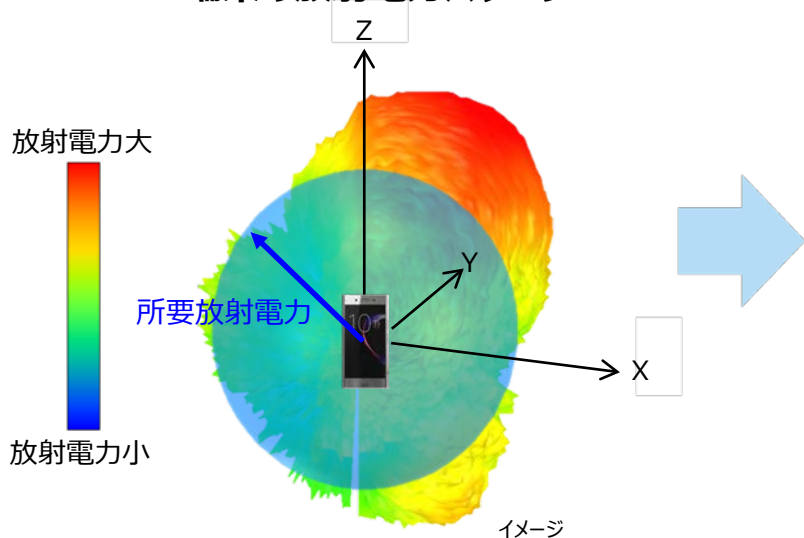


空中線端子なし

ミリ波導入のポイント 3/3

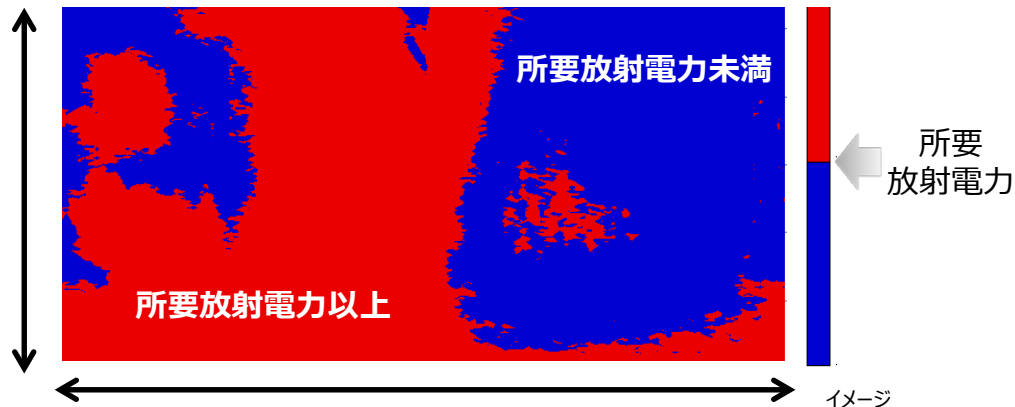
アンテナビームを向けることができる範囲（カバレッジ）に対する仕様への対応が必要

端末の放射電力パターン*



*全てのビームパターンを走査した際の、EIRPの最大値をプロット

所要放射電力を半径とした球の表面の2D表示例



所要放射電力に到達している部分の面積比率
⇒ **球面カバレッジ(Spherical coverage)**

※3GPP RAN4にてRel.15への規格化が合意された(R4-1808546)

目次

- **5G(ミリ波)端末の特徴**
 - 地域別5G導入周波数
 - ミリ波導入へのポイント
- **電波防護に関連する3GPP規格概要**
 - 周波数帯
 - 帯域幅
 - 最大送信電力
- **電波防護の観点から**
 - Handheld端末で想定されるアンテナモジュールの数と配置
 - 6GHz以下とミリ波帯アンテナの配置例
 - 5Gで考えられる同時送信例
 - まとめ(電波防護観点)
- **国内の5G端末開発状況と課題**

周波数帯

- Sub-6GHz帯(FR1)で26バンド、ミリ波帯(FR2)で3バンドが規定されている ※現在RAN4ではn261(27.5-28.35GHz)も合意済み
- ミリ波帯において日本が検討中の27.5-29.5GHzは3GPPのn257に包含される

Table 5.2-1: NR operating bands in FR1

NR operating band	Uplink (UL) operating band BS receive / UE transmit	Downlink (DL) operating band BS transmit / UE receive	Duplex Mode
	$F_{UL_low} - F_{UL_high}$	$F_{DL_low} - F_{DL_high}$	
n1	1920 MHz – 1980 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
n2	1850 MHz – 1910 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	FDD
n3	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	FDD
n5	824 MHz – 849 MHz	869 MHz – 894 MHz	FDD
n7	2500 MHz – 2570 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	FDD
n8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	FDD
n20	832 MHz – 862 MHz	791 MHz – 821 MHz	FDD
n28	703 MHz – 748 MHz	758 MHz – 803 MHz	FDD
n38	2570 MHz – 2620 MHz	2570 MHz – 2620 MHz	TDD
n41	2496 MHz – 2690 MHz	2496 MHz – 2690 MHz	TDD
n50	1432 MHz – 1517 MHz	1432 MHz – 1517 MHz	TDD
n51	1427 MHz – 1432 MHz	1427 MHz – 1432 MHz	TDD
n66	1710 MHz – 1780 MHz	2110 MHz – 2200 MHz	FDD
n70	1695 MHz – 1710 MHz	1995 MHz – 2020 MHz	FDD
n71	663 MHz – 698 MHz	617 MHz – 652 MHz	FDD
n74	1427 MHz – 1470 MHz	1475 MHz – 1518 MHz	FDD
n75	N/A	1432 MHz – 1517 MHz	SDL
n76	N/A	1427 MHz – 1432 MHz	SDL
n77	3300 MHz – 4200 MHz	3300 MHz – 4200 MHz	TDD
n78	3300 MHz – 3800 MHz	3300 MHz – 3800 MHz	TDD
n79	4400 MHz – 5000 MHz	4400 MHz – 5000 MHz	TDD
n80	1710 MHz – 1785 MHz	N/A	SUL
n81	880 MHz – 915 MHz	N/A	SUL
n82	832 MHz – 862 MHz	N/A	SUL
n83	703 MHz – 748 MHz	N/A	SUL
n84	1920 MHz – 1980 MHz	N/A	SUL

Source: TS 38.101-1 V15.1.0 (2018-03)

Table 5.2-1: NR operating bands in FR2

NR Operating Band	Uplink (UL) operating band BS receive UE transmit		Downlink (DL) operating band BS transmit UE receive		Duplex Mode
	F_{UL_low}	F_{UL_high}	F_{DL_low}	F_{DL_high}	
n257	26500 MHz	29500 MHz	26500 MHz	29500 MHz	TDD
n258	24250 MHz	27500 MHz	24250 MHz	27500 MHz	TDD
n260	37000 MHz	40000 MHz	37000 MHz	40000 MHz	TDD

Source: TS 38.101-2 V15.1.0 (2018-03)

日本は
Sub-6GHz帯(n77, n78, n79)及び
ミリ波帯(n257)を優先的に検討中

以下が1コンポーネントキャリアの帯域幅として規定されている

Sub-6GHz帯

Channel bandwidth (MHz)	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
-------------------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Source: TS 38.101-1 V15.1.0 (2018-03)

Sub-6GHz帯には11の帯域幅が規定されている

ミリ波帯

Channel bandwidth (MHz)	50MHz	100MHz	200MHz	400MHz
-------------------------	-------	--------	--------	--------

Source: TS 38.101-2 V15.1.0 (2018-03)

ミリ波帯には4の帯域幅が規定されている



最大送信電力

Sub-6GHz帯

- 4G同様23dBm
- 空中線電力で規定
- HPUEも4G同様あり

ミリ波帯

- EIRPおよびTRP*で規定

*Handheld機器のTRPは23dBm
RAN4(R4-1801193)にて合意済み

Table 6.2.1-1: UE Power Class

EUTRA band	Class 1 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 2 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 3 (dBm)	Tolerance (dB)
n41			26	+2/-3 ³	23	± 2 ³
n71					23	+2/-2.5
n78					23	+2/-2.5
n80					23	+2/-2.5

NOTE 3: Refers to the transmission bandwidths confined within FUL_low and FUL_low + 4 MHz or FUL_high - 4 MHz and FUL_high, the maximum output power requirement is relaxed by reducing the lower tolerance limit by 1.5 dB

Source: TS 38.101-1 V15.1.0 (2018-03)

Table 6.2.1-2: NR UE Maximum Output Power Limits

NR band	TRP Handheld (dBm)	EIRP (dBm) Handheld
n257	TBD	43
n258	TBD	43
n260	TBD	43

Source: TS 38.101-2 V15.1.0 (2018-03)

Class3 最大送信電力比較

	4G	5G	
		Sub-6GHz帯	ミリ波帯
電力規定方法	Conducted	Conducted	TRP/EIRP
最大電力	23dBm	23dBm	23dBm/43dBm
空中線端子	あり	あり	なし

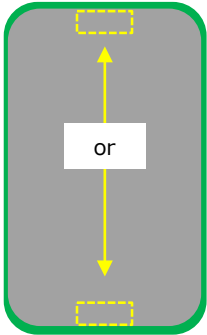
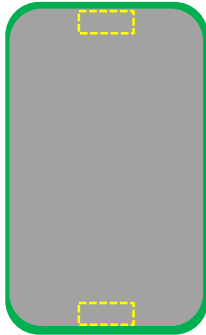
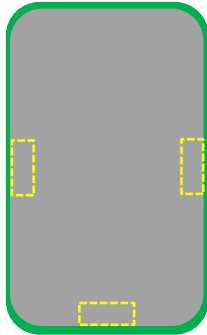
目次

- **5G(ミリ波)端末の特徴**
 - 地域別5G導入周波数
 - ミリ波導入へのポイント
- **電波防護に関連する3GPP規格概要**
 - 周波数帯
 - 帯域幅
 - 最大送信電力
- **電波防護の観点から**
 - Handheld端末で想定されるアンテナモジュールの数と配置
 - 6GHz以下とミリ波帯アンテナの配置例
 - 5Gで考えられる同時送信例
 - まとめ(電波防護観点)
- **国内の5G端末開発状況と課題**



Handheld端末で想定されるアンテナモジュールの数と配置

球面カバレッジの所要放射電力値検討のため、
下記シミュレーション条件(アンテナモジュール数、位置)が3GPPで合意されている

	3GPPで合意されている検証用モデルのアンテナモジュール数及びモジュール配置		
	1	2	3
周波数	n257(28GHz帯)		
アンテナモジュール数	1	2	3
アンテナ配置			

Source: R4-1801202 WF on EIRP CDF for spherical coverage

※3GPPで合意されているアンテナモジュール数および配置の一例であり、商品に反映されるとは限らない

6GHz以下とミリ波帯のアンテナ配置例

3GPPの初期検討で用いられた

> 6GHzアンテナ(ミリ波帯)と

≤6GHzアンテナ(4GやSub-6GHz帯)のアンテナの配置例

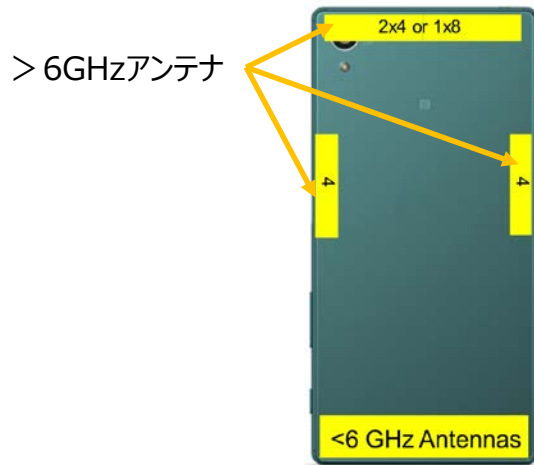
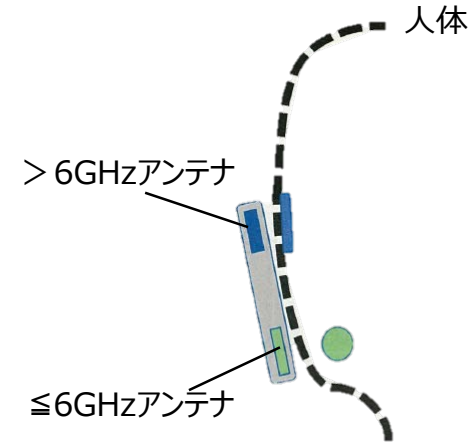


Figure 6.2.1.1.2-1: antenna arrangement on the UE with groups of mmWave antennas.

Source: TR 38.803 V14.2.0 (2017-09)

複数アンテナによるばく露領域が重ならない場合



Source:電力密度評価方法作業班 資料1-4

SARと電力密度のばく露領域が重ならない場合あり

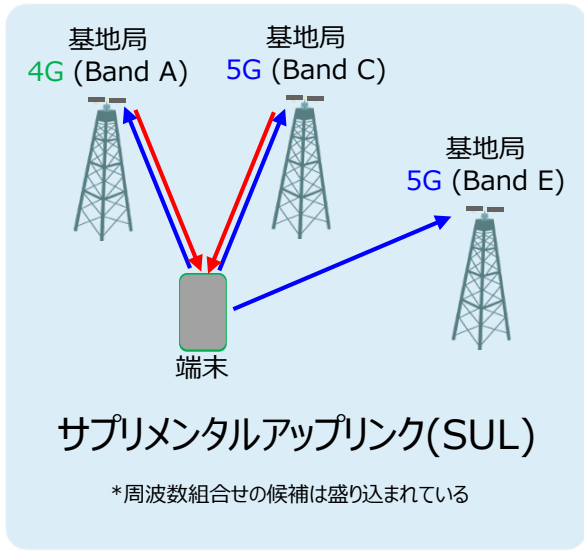
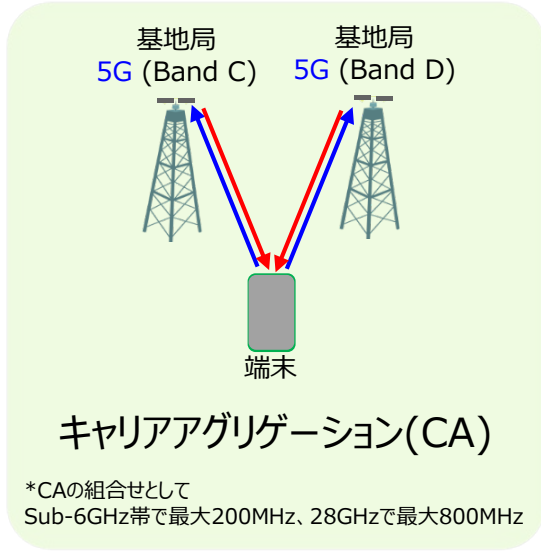
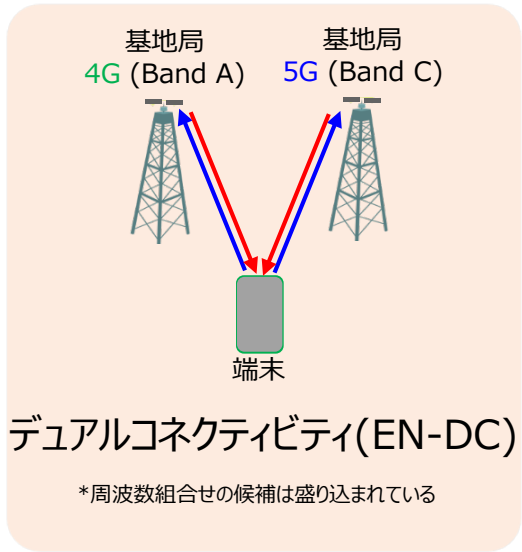
5Gで考えられる同時送信例

セルラーシステムの同時送信例(3GPPで検討中*)

Source: TS 38.101-1 V15.1.0 (2018-03)

Source: TS 38.101-2 V15.1.0 (2018-03)

Source: TS 38.101-3 V15.1.0 (2018-03)

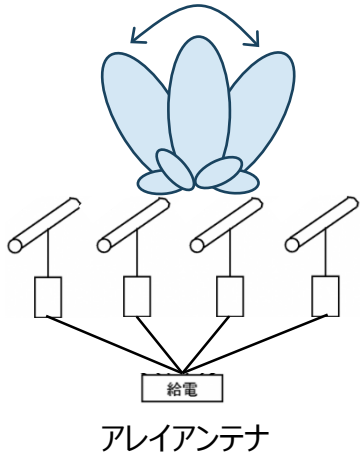


上記に加えセルラーと下記システムの同時送信も可能性あり

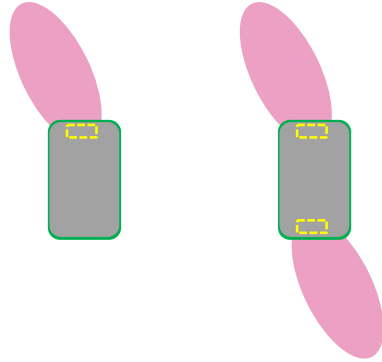
- WLAN
- Bluetooth



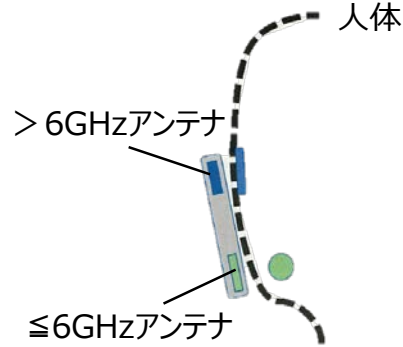
まとめ(電波防護観点)



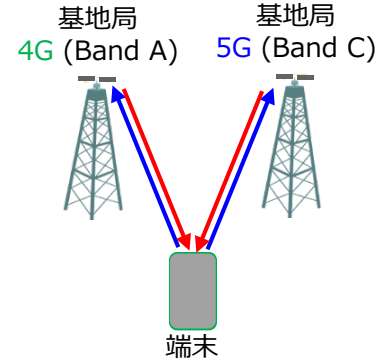
Beam formingによる
電力の集中



アンテナモジュール個数・配置の
違いによる指向性の違い



SARと電力密度のばく露領域が
重ならない場合



同時送信の組み合わせに
新たに5Gが加わる

上記を考慮に入れ、測定基準や測定方法を検討することが必要

目次

- **5G(ミリ波)端末の特徴**
 - 地域別5G導入周波数
 - ミリ波導入へのポイント
- **電波防護に関連する3GPP規格概要**
 - 周波数帯
 - 帯域幅
 - 最大送信電力
- **電波防護の観点から**
 - Handheld端末で想定されるアンテナモジュールの数と配置
 - 6GHz以下とミリ波帯アンテナの配置例
 - 5Gで考えられる同時送信例
 - まとめ(電波防護観点)
- **国内の5G端末開発状況と課題**

国内の5G端末開発状況と課題

- **2020年の5G商用化に向けてミリ波帯を含む端末の開発が進められている**
- **ミリ波搭載端末の課題例**
 - 球面カバレッジ要件の達成
 - 球面カバレッジ要件の達成と人体防護指針の両立
- **2020年の5G商用化に向けて早期の技術検証が必要**
 - 3GPP仕様に定められた各数値の妥当性を、一般ユーザーによる実ユースケースに基づいて検証

上記検証のため、早期に技適取得できることが望ましい

XPERIA