

Beyond 5G 推進コンソーシアム
企画・戦略委員会
第2回会合

令和3年3月9日（火）10:00-12:00

場所：ウェブ開催

事務局より 本日の会合について

- 傍聴中は、運営側を除き、発言者ではない方は、ビデオの表示をオフにしてお聴きください。
- マイクは事務局側でミュートの操作を行いますので、傍聴中は操作できません。事前にご発言をお願いしております委員の方は、当該時間になりましたら、事務局よりミュートを解除いたしますので、その後ご発言ください。

議事次第

- (1) 谷 直樹 企画・戦略委員会副委員長ご挨拶
- (2) 日本の5G振り返りと有識者を対象とした技術動向調査
 - ・ 事務局より、日本の5G振り返りと有識者を対象とした技術動向調査内容を説明
- (3) テラヘルツ波の電波伝搬特性等に関する技術的検討
 - ・ テラヘルツ波の電波伝搬特性等に関する技術的検討内容を説明（発表者：NTTドコモ 小田様）
- (4) 質疑応答
 - ・ 第2回会合の議事について質疑応答
- (5) 第2回総会における企画・委員会活動報告内容案
 - ・ 事務局より、第2回総会における企画・戦略委員会活動報告の内容を説明
- (6) 白書分科会ワークショップ開催のご案内
 - ・ 事務局より、白書分科会のWS開催について説明
- (7) 企画・戦略委員会の次年度の活動方針案
 - ・ 事務局より、次年度の活動方針案について説明
- (8) 森川 博之 企画・戦略委員会委員長ご挨拶

■谷 直樹 企画・戦略委員会副委員長よりご挨拶

プロフィール

1989年日本電信電話(株)入社。移動通信用交換機・サービス制御装置等の実用化開発、移動通信用ネットワークアーキテクチャ・通信制御方式の国際標準化、国内外の技術開発連携等に従事。関西地域におけるネットワーク構築責任者を経て、2014年よりM2Mビジネス部長/IoTビジネス部長として、IoT事業の推進を担当。2020年より現職。



事務局にてさまざまな有識者へのインタビューを実施

日本の5Gに係る動向や経緯等の調査

- ✓ 日本の5Gに係る産業構造における強みや弱みを整理するにあたり、端末、部品、アプリ、サービスなど産業構造を踏まえて、文献調査や、民間企業への聴聞調査を実施

- 通信関連有識者
- 通信事業者
- 通信機器ベンダー
- 海外機器ベンダー
- 半導体関連ベンダー
- 半導体関連有識者 など数名

国内の研究機関等における技術開発状況の調査

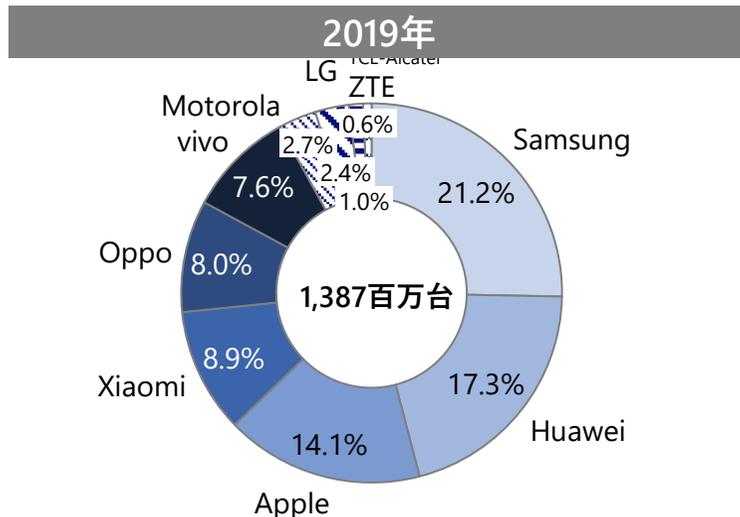
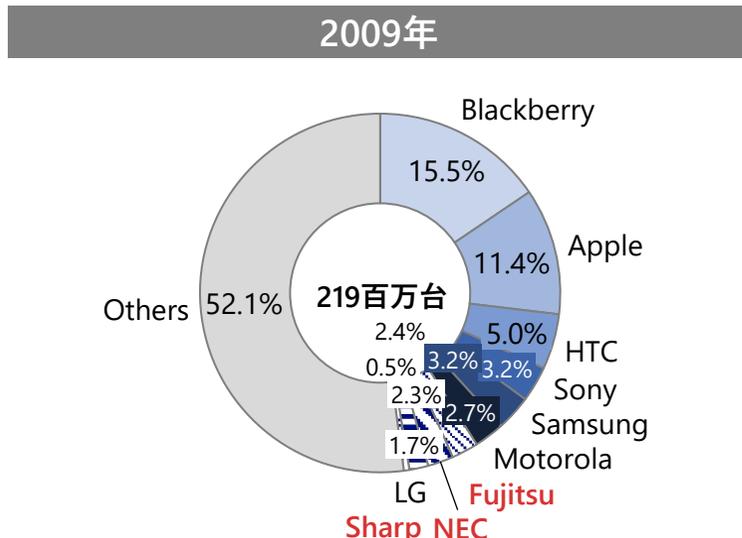
- ✓ 日本のBeyond 5Gの要素技術開発について、取組状況や実績、強み等について整理するにあたり、国内の大学・研究機関への聴聞調査を実施

- 量子暗号
- 完全仮想化
- テラヘルツ波
- オール光NW
- センシング
- 低消費電力半導体
- HAPS 同技術に係る研究機関など数名

スマートフォンや基地局等の通信インフラ設備において、シェア構造は大きく変化

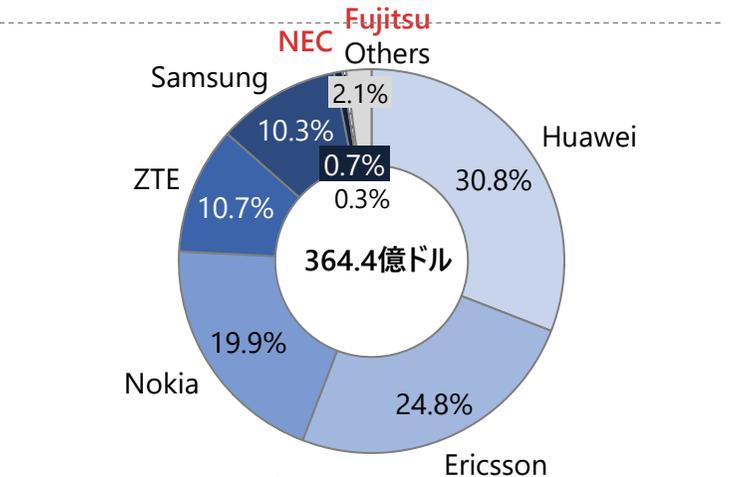
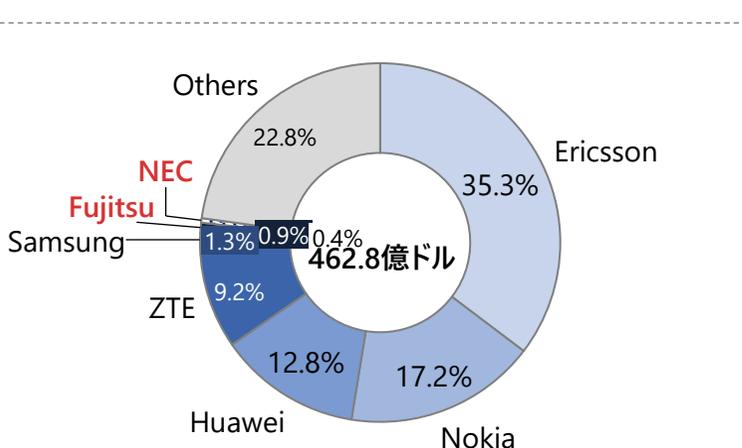
スマートフォンメーカ 及び 基地局ベンダーに関する世界シェア

スマートフォン
メーカシェア
(販売台数)



スマートフォンへと主流端末が変化し、海外企業の参入が相次ぐ中で、日本企業の販売戦略の拙さが研究開発にも影響を及ぼし、シェアも減少

基地局
ベンダーシェア
(出荷金額)



日本企業は十分な研究開発投資が出来なかったこともあり、海外メーカが先行していった

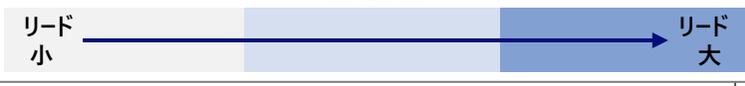
※基地局定義 マクロセル基地局

議事（2）日本の5G振り返りと有識者を対象とした技術動向調査

一方、構成部品では日本企業が世界トップシェアを確保している品目が多く存在

電子部品の概要と世界シェア

対象項目	対象品目	概要	世界シェア		
			1	2	3
スマートフォン関連	チップ積層セラミックコンデンサ (MLCC) (出荷数量ベース)	電子回路の中で電圧を制御する部品	村田製作所 約40%	Samsung EM (韓) 約20%	太陽誘電 10~15%
	表面波 (SAW) フィルタ (出荷数量ベース)	無線信号の中から必要な周波数だけを取り出すフィルタ	村田製作所 50%以上	Qualcomm (米) 30~35%	
	セラミック発振子 (出荷数量ベース)	デジタル回路のクロック信号源等に使用	村田製作所 75%		
	無線LANモジュール (出荷数量ベース)	携帯端末等につける無線LANモジュール	村田製作所 50~60%	USI (中)	TDK
	Bluetoothモジュール (出荷数量ベース)	携帯端末等に付けるモジュール	村田製作所 50%	アルプスアルパイン	
	インダクタ (出荷数量ベース)	高周波回路全般で使用	TDK 25~30%	村田製作所	太陽誘電
	カメラ・アクチュエーター (出荷数量ベース)	カメラのオートフォーカスや手振れ補正用 に使用	アルプスアルパイン 70~80%	ミネバアミツミ	TDK
	CMOSイメージセンサ (出荷数量ベース)	スマートフォンのカメラ等で使用	SONY 50%	Samsung (韓) 24%	OmniVision (米) 14%
無線通信デバイス関連	通信用計測機器 (LTE)	正常に通信が行われているか計測する 機器	アンリツ	Keysight Technologies (米)	Rohde & Schwarz (欧)
半導体・基板構成部品関連	フォトレジスト (出荷数量ベース)	半導体製造工程の1つであるリソグラ フィープロセスに用いられる材料	JSR 27%	東京応化工業 24%	信越化学 17%



議事（2）日本の5G振り返りと有識者を対象とした技術動向調査

有識者からの意見まとめ：Beyond5Gに係る各国の進捗状況イメージ

Beyond5G機能に必要な要素技術における各国の進捗状況

	注目の要素技術	米国	欧州	中国	韓国・ その他アジア	日本	各国の進捗状況 及び 今後の日本としてのB5Gの取り組みへの期待
超高速・大容量	オール光NW						<ul style="list-style-type: none"> 光技術に関しては日本は注力している 米国や中国の現状の開発力は日本に劣るが、シェアを取る力は強い 今後は特定用途・領域に特化した光技術開発を期待
	テラヘルツ波						<ul style="list-style-type: none"> 日本がややリード気味だが、ほぼ横並びの状況 これからの投下資金や政策の差が勝負を決めるとみられ、今後は技術開発を引き続き進め、他国に技術輸出することを期待
超低遅延	時空間同期						<ul style="list-style-type: none"> 米国や欧州でも研究がみられる程度 今後は電波法の規制緩和による研究開発の促進を期待
超多数同時接続	センシング						<ul style="list-style-type: none"> 医療分野では米国・欧州が進んでおり、技術開発領域では中国がリード まずは特定業界においてセンシングデータを収集・蓄積するプラットフォームを構築し、サービス化まで含めた取り組みを期待
超低消費電力	低消費電力半導体						<ul style="list-style-type: none"> 欧州では国を超えた共同研究体制が整っており、研究が進んでいる 日本は半導体が一時凋落したため、まずは低消費電力半導体に取り組む研究者・企業の増加を期待
超安全性・信頼性	量子暗号						<ul style="list-style-type: none"> 量子暗号技術においては中国がリードしているが、標準化に向けた取り組みは日本が最も先行している 今後は標準化に向けて国を挙げた支援・投資を期待
自律性	完全仮想化						<ul style="list-style-type: none"> 仮想化ではGAFaを中心とした米国がリードしているが、モバイル領域での仮想化は日本も先端を行く状況 今後は標準化に向けて国を挙げた支援・投資を期待
拡張性	HAPS活用						<ul style="list-style-type: none"> 成層圏での技術開発自体が新しい取り組みであり、各社研究開発を推進 米国、欧州、中国はHAPS自体の研究開発や機体開発を進めている 今後は開発コストの削減や他プレイヤーの更なる巻き込みに期待
	インクルーシブI/F						<ul style="list-style-type: none"> 脳情報通信分野はBeyond 5G以降でようやく世の中で使われるサービス 神経科学では米国が先行だが、脳情報通信では日本も引けを取らない GAFaもまだ握りきれていない生体情報を正確に蓄積していけるかに期待

出所) インタビュー結果を基に作成

有識者からの意見まとめ：日本のBeyond5Gの取り組みへの期待

日本のBeyond5Gの研究開発～知財・標準化～展開・実装に関する期待

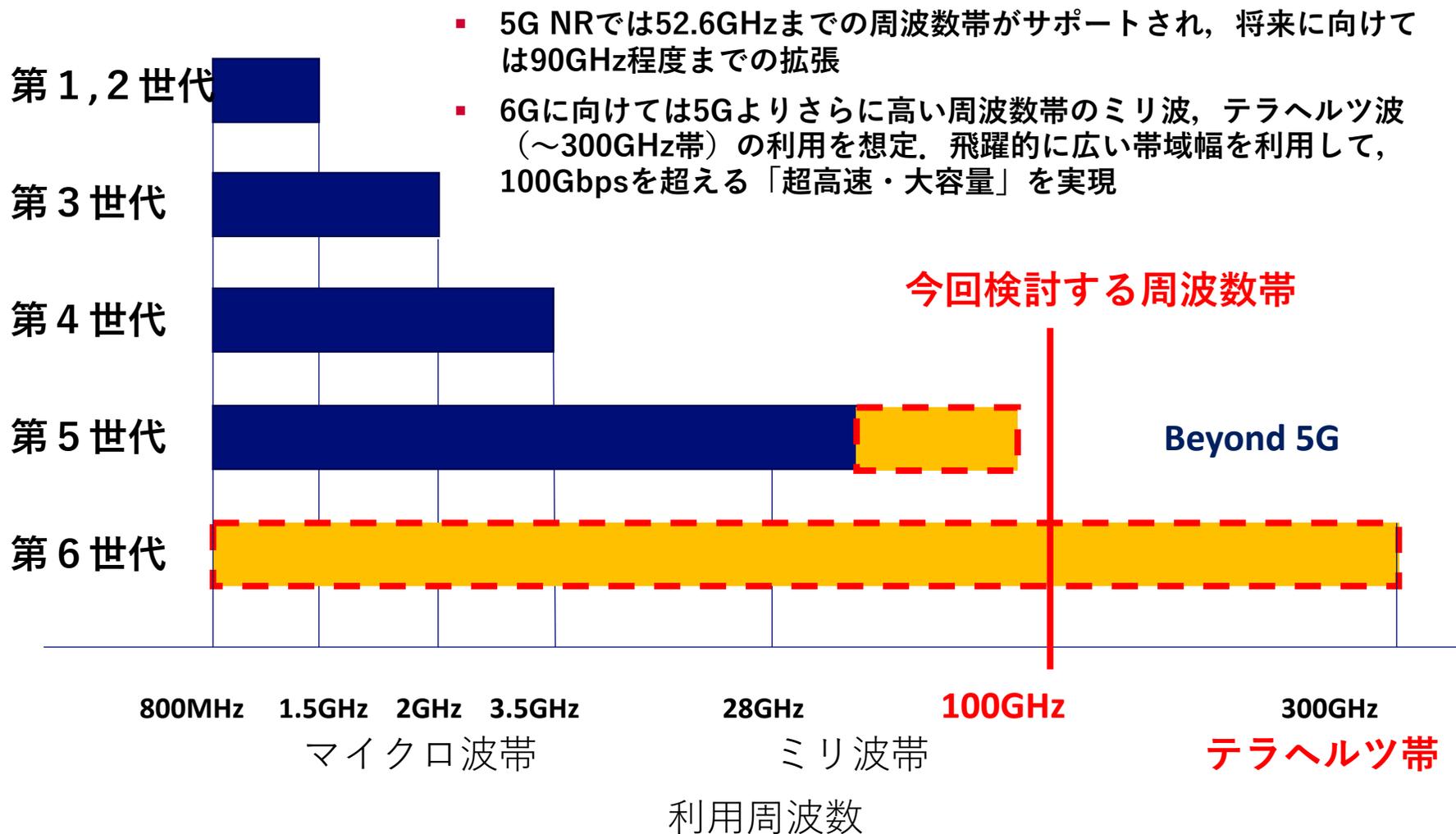
		研究開発（基礎・応用）	知財・標準化	展開・実装
全体	注目の要素技術	<ul style="list-style-type: none"> 全体像を見渡して監督し、ストーリーメイキングできる人材の登用 アンカーテナンシーの実施（事業活動を保障してくれる仕組み） 標準化推進が可能な有望領域への集中的な投資 	<ul style="list-style-type: none"> 産学官のそれぞれの一枚岩化（not縦割り） 標準化での欧州、マーケットでの米国・親米国との連携 標準化における欧米等との協業支援 	<ul style="list-style-type: none"> 5G/6Gユースケースの早期創出のための展開・実装への投資
サービス・コンテンツ	<ul style="list-style-type: none"> インクルーシブ/F（拡張性） 			<ul style="list-style-type: none"> 5G/6G利用可能環境の早急な整備 社会課題先進国として特定業界における5G/6G利活用の先進事例の構築 陸海空の主要グローバルプレイヤーの巻き込みによる世間へのアピール
プラットフォーム・クラウド	<ul style="list-style-type: none"> 量子暗号（超安全性・信頼性） 完全仮想化（自律性） 	<ul style="list-style-type: none"> エッジ領域への技術開発投資（GAFAと共存する道筋の構築） 	<ul style="list-style-type: none"> エッジ領域における技術の標準化推進 	
ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> テラヘルツ波（超高速・大容量） 時空間同期（超低遅延） オール光NW（超高速・大容量） センシング（超多数同時設足） 	<ul style="list-style-type: none"> IOWN構想を中心とした産学官の連携 グローバルプレイヤーの巻き込み 	<ul style="list-style-type: none"> IOWNに活用する技術の標準化推進 	<ul style="list-style-type: none"> IOWNの情報通信基盤の欧州・アジアへの積極的な導入
センサー・デバイス	<ul style="list-style-type: none"> 低消費電力半導体（超低消費電力） 	<ul style="list-style-type: none"> 半導体において日本が抑えるべき技術領域を明確にして徹底死守 6Gで使われる部品への研究開発投資の拡大 		<ul style="list-style-type: none"> 半導体やその他部品の大量生産に向けた台湾との協業推進 5G/6G利活用した各業界の機器の構築
インフラ（陸海空の拡張）	<ul style="list-style-type: none"> HAPS活用（拡張性） 	<ul style="list-style-type: none"> 超低消費電力で高性能なプロセッサへの技術開発投資 	<ul style="list-style-type: none"> 基地局仮想化の標準化に向けて国を挙げて支援（キャリア同士の連携・各国の巻き込み等） 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州との協業による従来の基地局設備の加速化 仮想化した基地局整備の推進・アジアへの展開

NTTドコモ ネットワークイノベーション研究所 小田様よりご報告

■ 5Gの高度化に資する要素技術のうち100GHz近辺のテラヘルツ波について、その電波伝搬特性等に関する技術的検討を実施

- 机上検討・シミュレーションでの予測
- 上記結果を踏まえた、実機による検証、分析
- 上記実施結果から得られる電波伝搬特性等に係る課題への対応策の検討
 - セル設計に係る考え方や、実際のサービス提供に際して必要となる観点
 - 回路設計等の機器設計や製造において必要となる観点

移動通信における利用周波数帯



テラヘルツ波をセルラーシステムで利用するために重要となる電波伝搬特性

伝搬損失 = 自由空間損失（基本伝搬特性） + 付加損失

$$L_f = -\left(\frac{4\pi r f}{c}\right)^2$$

r:距離、f:周波数、c:光速

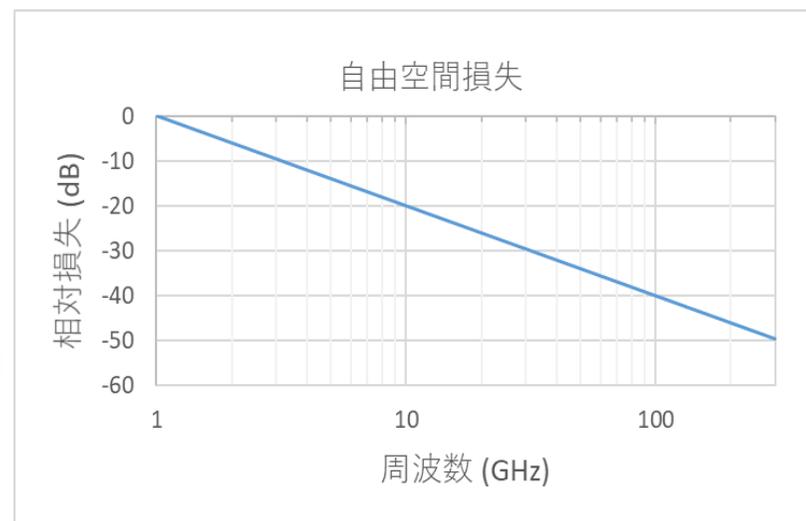
遮蔽、回折損失
反射、散乱損失 等

周波数の二乗に比例して損失が増加する

周波数が高くなるほど伝搬距離が短くなる
(周波数に伝搬距離は反比例する)

見通し内に近い環境でのサービス提供が現実的

見通し内環境下での伝搬特性が重要



電波伝搬特性 検討内容

■シミュレーション

- レイトレースによるシミュレーションを実施
 - ・ 屋内環境：大型会議室（3GHz, 97GHz）
 - ・ 屋外環境：東京都内（本所）ストリートセル（3GHz, 97GHz）

■伝搬測定

- 屋内伝搬損失測定（3GHz, 20GHz, 97GHz）
- 屋内到来波分布測定（28GHz, 40GHz, 97GHz）
- 人体遮蔽損失に関する測定（0.8GHz-150GHz）2018年に実施

電波伝搬特性 検討内容

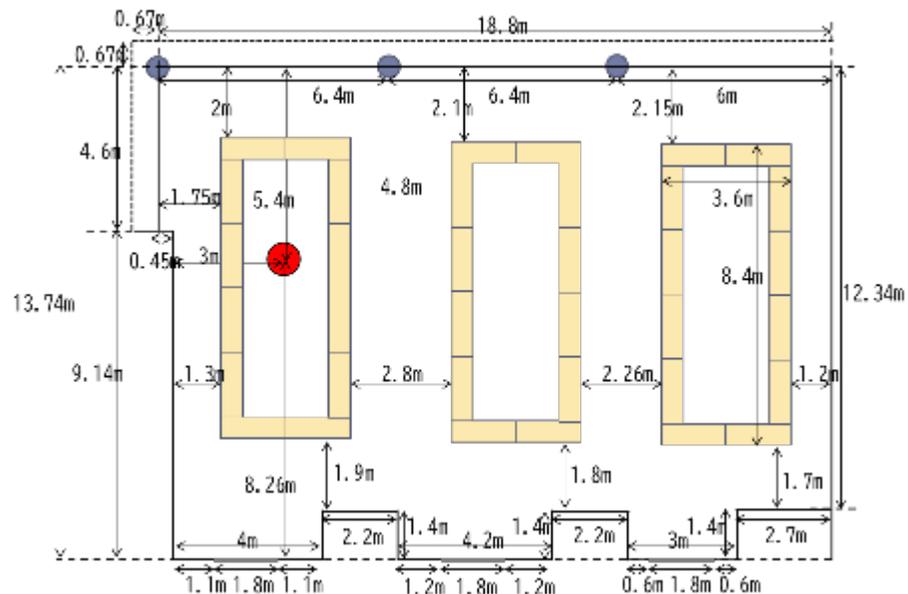
■シミュレーション

- レイトレースによるシミュレーションを実施
 - ・ 屋内環境：大型会議室（3GHz, 97GHz）
 - ・ 屋外環境：東京都内（本所）ストリートセル（3GHz, 97GHz）

■伝搬測定

- 屋内伝搬損失測定（3GHz, 20GHz, 97GHz）
- 屋内到来波分布測定（28GHz, 40GHz, 97GHz）
- 人体遮蔽損失に関する測定（0.8GHz-150GHz） 2018年に実施

会議室（屋内）レイトレースシミュレーション諸元



レーザースキャナによる点群形状取得
レイトレース用モデル構築

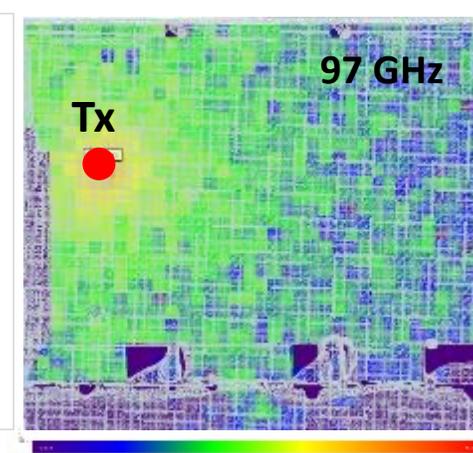
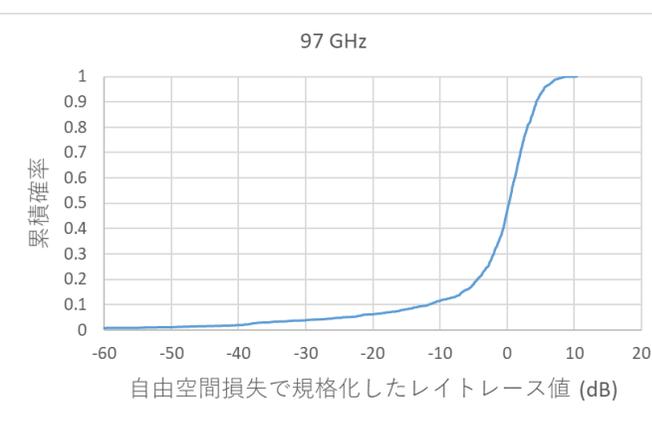
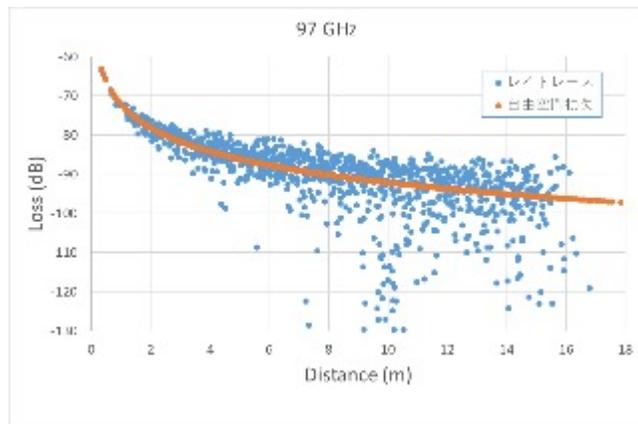
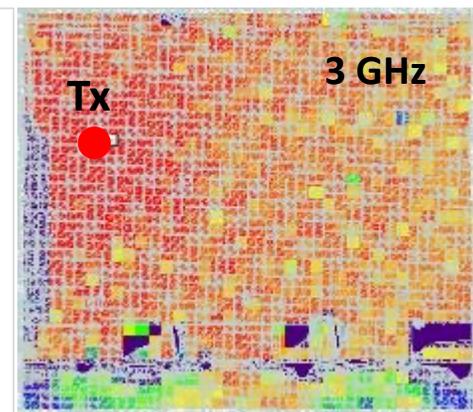
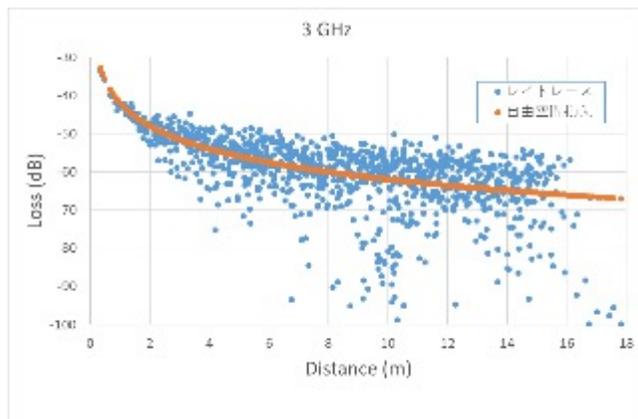


シミュレーション条件

項目	諸元
中心周波数	3 GHz, 97 GHz
送受信アンテナ高	1.5 m
送受信アンテナ	オムニアンテナ(0 dBi)
計算アルゴリズム	レイローチング
レイ発射間隔	0.25 °
材質	コンクリート, 金属

会議室 (屋内) レイトレースシミュレーション結果

- 3GHz、97GHzとも自由空間損失を基準としたレベル分布は類似
- 97GHzのエリアはかなり狭くなる



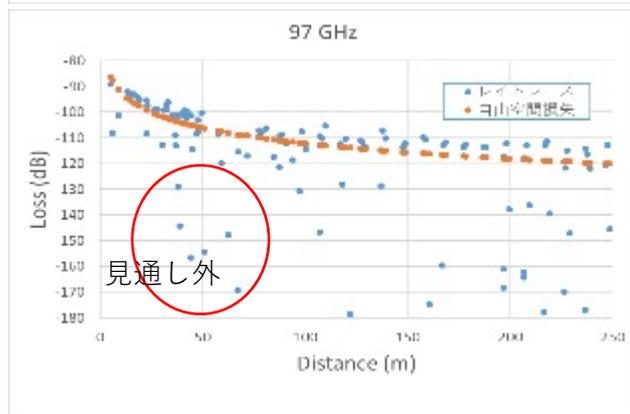
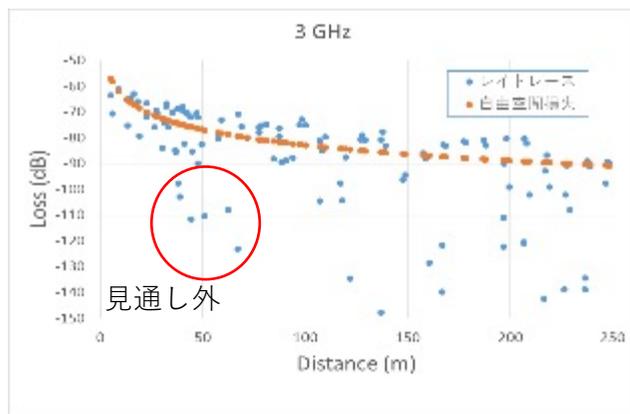
距離特性

累積分布

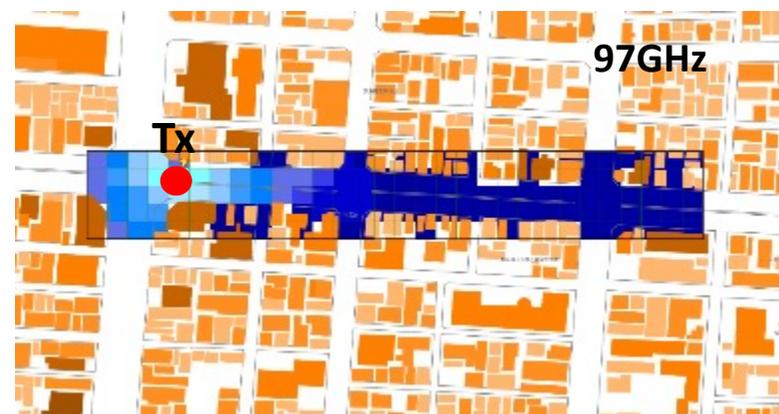
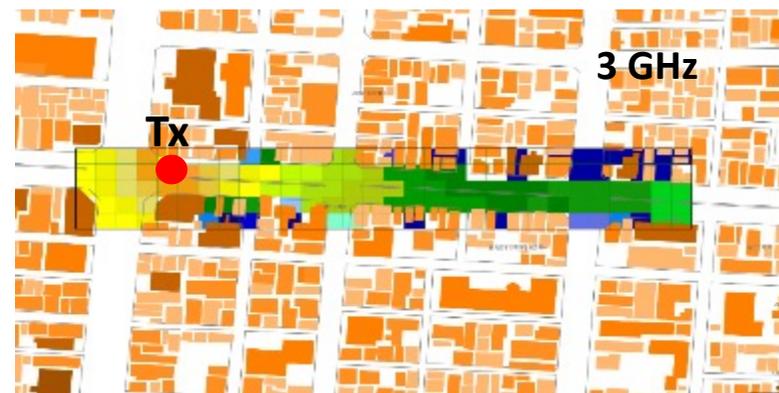
ヒートマップ

屋外ストリート セルレイトレースシミュレーション

- 屋内と同様に3GHz、97GHzとも自由空間損失を基準としたレベル分布は類似
- 見通し外のレベル落ち込みは97GHzの方が大きい



距離特性



ヒートマップ

電波伝搬特性 検討内容

■シミュレーション

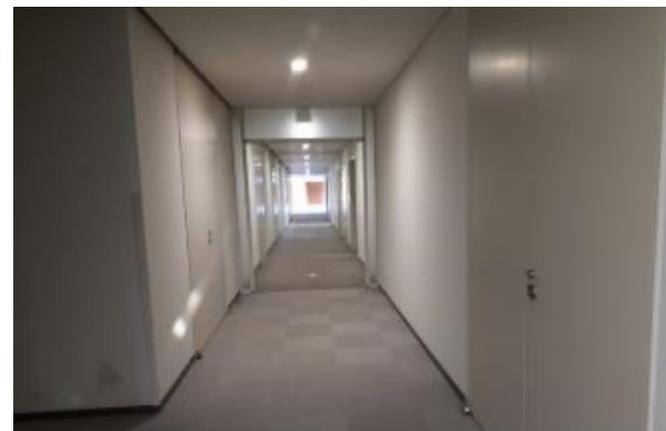
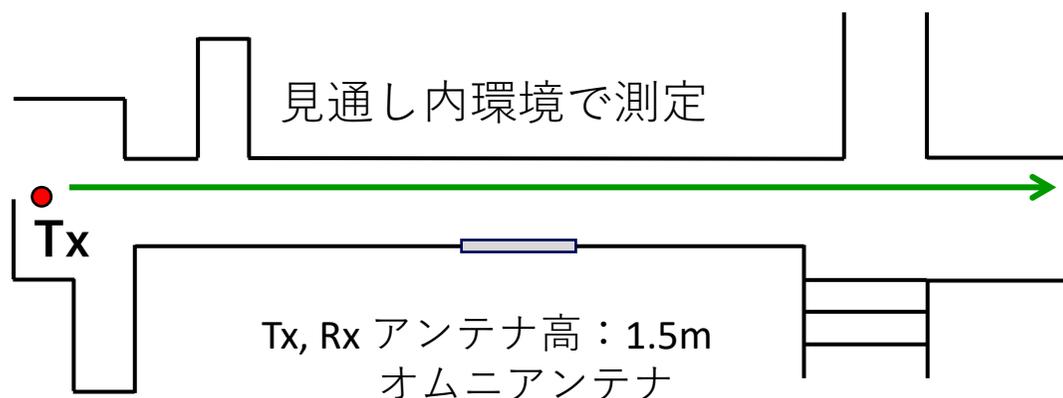
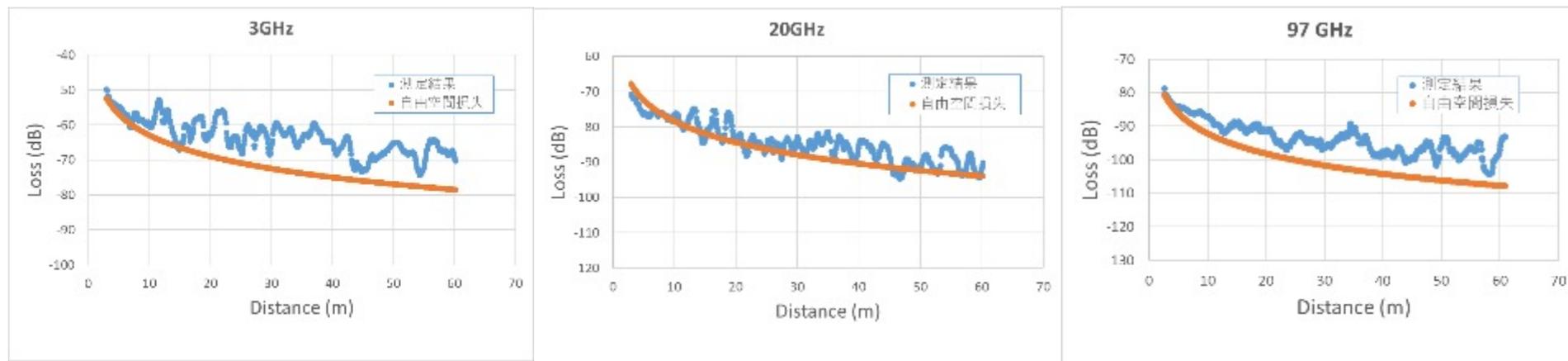
- レイトレースによるシミュレーションを実施
 - ・ 屋内環境：大型会議室（3GHz, 97GHz）
 - ・ 屋外環境：東京都内（本所）ストリートセル（3GHz, 97GHz）

■伝搬測定

- 屋内伝搬損失測定（3GHz, 20GHz, 97GHz）
- 屋内到来波分布測定（28GHz, 40GHz, 97GHz）
- 人体遮蔽損失に関する測定（0.8GHz-150GHz）2018年に実施

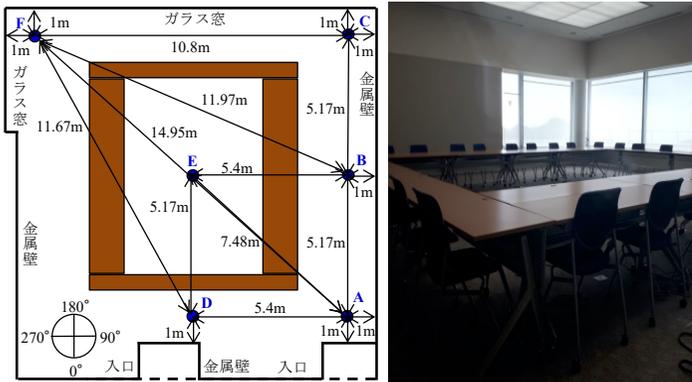
屋内（廊下）伝搬損失測定結果

- 廊下における伝搬損失特性を3GHz, 20GHz, 97GHzにおいて測定
- 周波数による主は違いは自由空間損失に起因し、従来の屋内伝搬モデルが拡張できる

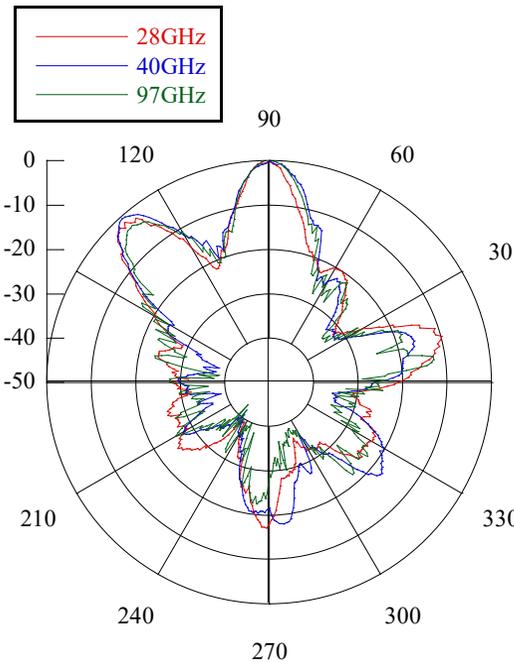


会議室内到来方向測定

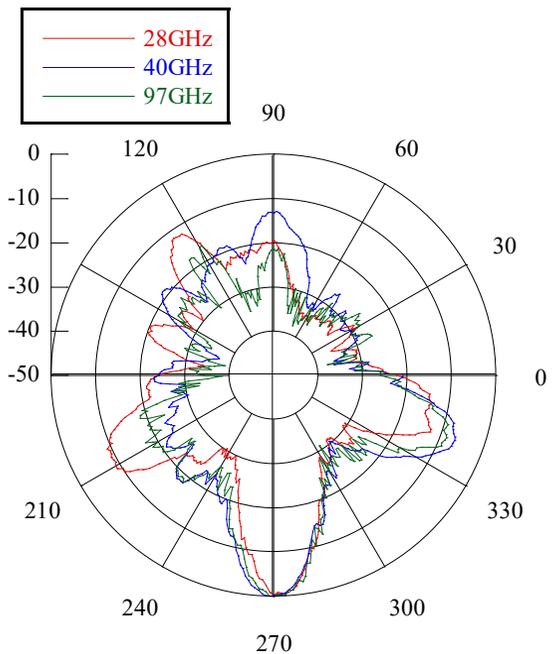
- ホーンアンテナを回転し、屋内到来波分布を28GHz, 40GHz, 97GHzにおいて測定
- 周波数による顕著な違いは見られず、従来の屋内伝搬モデルが拡張できる



項目	諸元
中心周波数 (GHz)	28, 40, 97
送信信号	OFDM
送信アンテナ	オムニ
受信アンテナ	ホーン (11度)
送受信アンテナ高	1 m



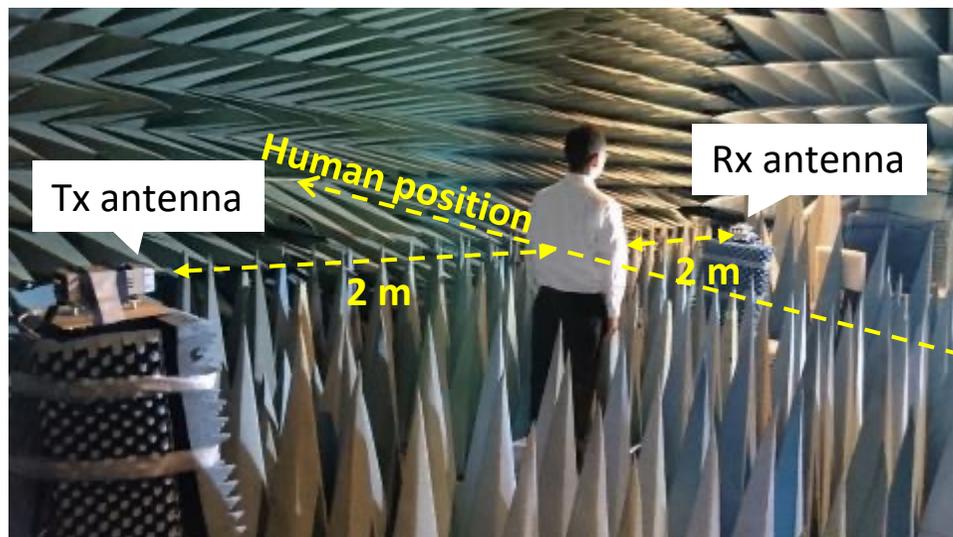
送信A、受信Dにおける到来波分布



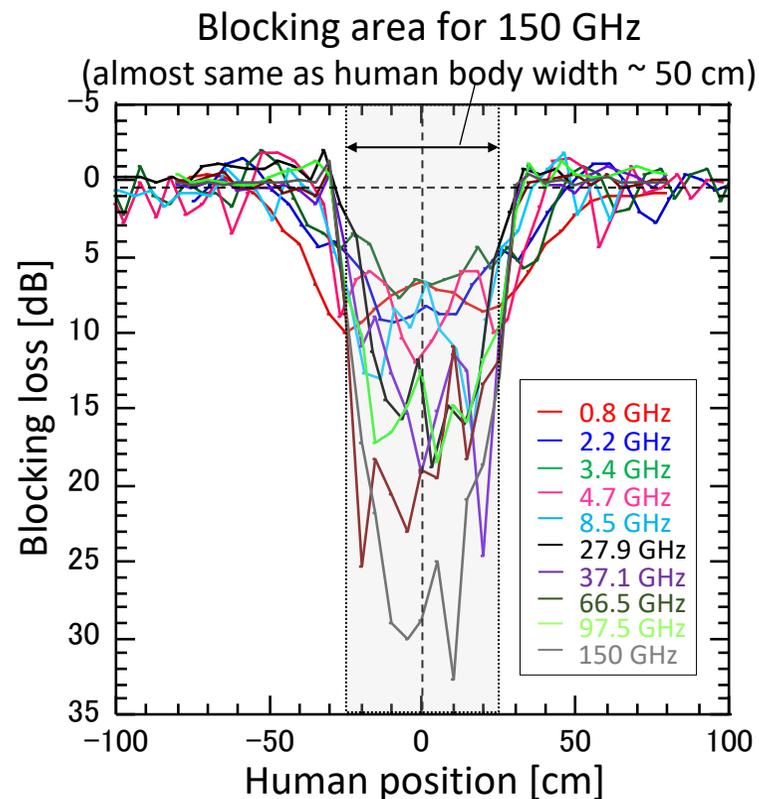
送信B、受信Eにおける到来波分布

人体遮蔽損失基礎実験（2018年）

- 800MHz～150GHzの広範囲な周波数帯において測定
- 回折、透過損失などが帯域によって異なるため、周波数によるバラつきは大きい

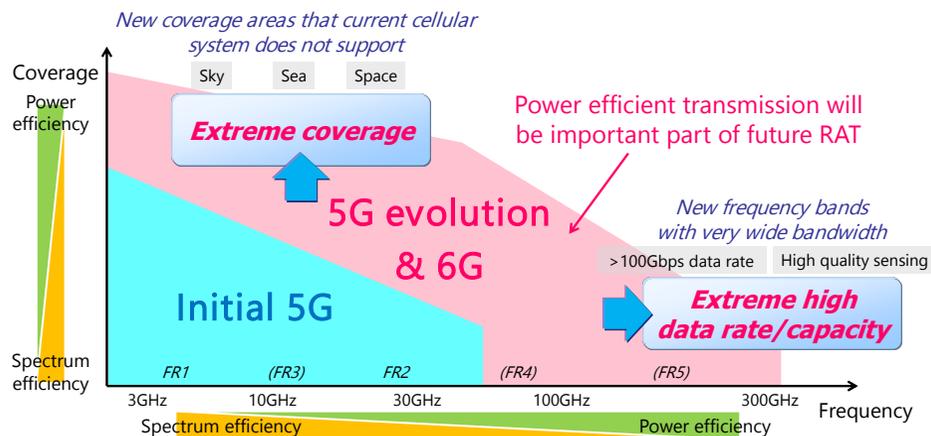


2018年11月 N T T ドコモ 報道発表資料より



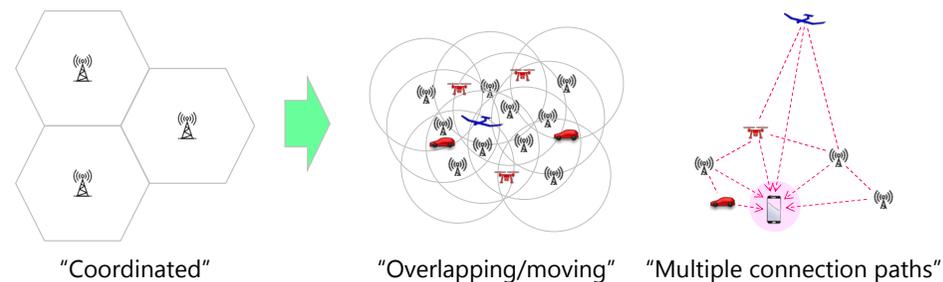
テラヘルツ帯におけるセル設計やサービス提供に向けた考え方

周波数の活用



- 100GHz以上のテラヘルツ波はカバレッジは狭いものの局所的に高スループットが必要となるエリアで活用
- 例えば、駅前、スタジアムスポーツ、テーマパーク等の人々が密集する場所や、工場などのビジネス用途を想定
- 低い周波数帯とのキャリアアグリゲーションにより接続性等の信頼性は確保

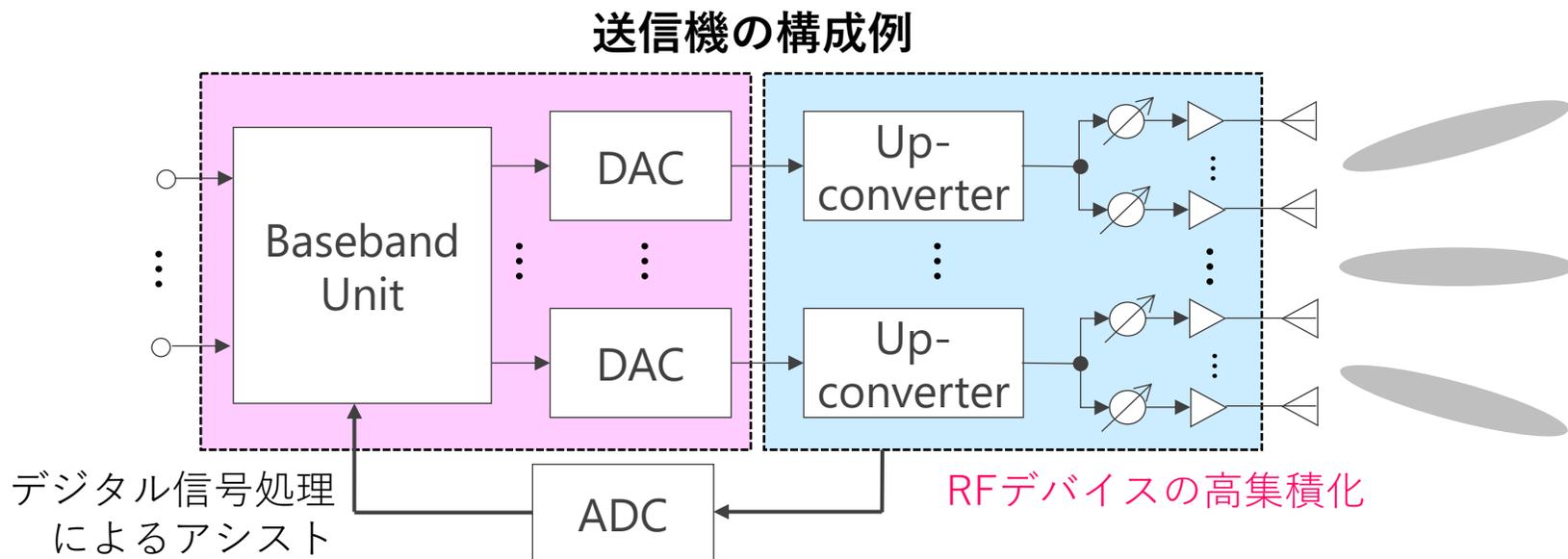
セル構成の進化系



- セル構成は従来の整形型の運用に加えて、ミリ波等も含めたオーバーラップセルへ進化
- ビームフォーミングやトラッキング、移動体基地局による追尾等様々な形態での活用を想定
- エリアを拡張したい場合はパワーリソースを活用し柔軟に運用
- また、メタマテリアル反射板やつまむアンテナ等エリア拡張技術も活用

装置構成や実機製造に向けた提言

- さらなる広帯域化に対応できるデジタル信号処理回路、DAC、ADCを低コストかつ低消費電力で実現
- 高周波数帯RFデバイスをMassive MIMO（超多素子アンテナ）に対応できるように開発し、高性能化・高集積化に加えて、実サービスで使用できるレベルの精度とコストで製造
- 配線損失も大きいので、チップ・回路の構成、アンテナとの接続等の実装方法も大きな課題
- アナログデバイス自体の性能追求と、デジタル信号処理によるデバイス性能向上は最適化が必要。化合物系とシリコン系のどちらの半導体を採用するかは継続した課題
- 端末への活用を考慮し、小型化や低消費電力化、高い放熱性も重要



まとめ

■ テラヘルツ波電波伝搬特性

- 見通し内中心の利用となり自由空間特性を基本とした伝搬特性で概要を把握
 - 周波数の2乗に比例して損失が増加（周波数が10倍になると20dB損失増加）
 - 周波数に反比例して伝搬距離が短縮（同一出力、アンテナ使用時）
- 従来の伝搬モデルを拡張することで対応可能

■ テラヘルツ波におけるセル設計やサービス提供に向けた考え方

- 高トラヒックエリアでのスポット利用が有望
- 低い周波数とのキャリアアグリゲーション、オーバーラップセル構成等により、接続性、信頼性を確保

■ 装置構成や実機製造に向けた提言

- さらなる広帯域化や低コスト低消費電力化が必要
- RFデバイスの超多素子アンテナへの対応、高集積化、実用的なコストでの製造

質疑応答

- 第２回会合の議事について質疑応答を行います。
- 議事（２）および議事（３）について、ご質問やご意見のある方は、Webex機能による挙手や、チャットでのご質問内容の記載をお願いいたします。
- 事務局にて、確認次第、ミュート解除の操作をいたします。
- また、本日会合後にご質問のあられる方は、事務局までメールご連絡をお願いいたします。

第2回総会における企画・戦略委員会活動報告内容（案）

- 3月24日(水)に開催予定の第2回総会にて、企画・戦略委員会より以下の活動内容について報告する予定。

- 内容（案）
 1. 企画・戦略委員会の取り組み方針（座談会、白書、動向調査）
 2. 有識者への技術動向調査（第2回会合での報告内容）
 3. 次年度の活動方針（座談会、白書、国際カンファレンス等）

議事（6）白書分科会ワークショップ開催のご案内

我が国のBeyond 5G白書（ITU向け）の作成に向け、委員よりBeyond 5Gの技術動向や将来像に関する意見表明する場を設けるため、白書分科会ワークショップを開催する

①ワークショップの概要

■ 日時 : 2021年3月25日（木）・26日（金）14:00～17:00

■ 参加者 : 企画・戦略委員のうち、参加を希望する者

■ 当日の流れ :

- 下記テーマについて、所属する組織・団体としてのプレゼンを希望する者により、1者あたり5分～15分程度（希望数に応じて変動）のプレゼンを実施。
- 両日ともに、プレゼン希望者によるプレゼンの後、分科会主査および事務局にて、内容のとりまとめを予定

■ 各日程の議題 :

- 今後の白書分科会の検討および議論を推進するため、あるべき社会像や強みの技術に関する検討材料の収集を進める。
- 3月25日（木） : Beyond 5Gにより描かれる将来像について
- 3月26日（金） : Beyond 5G技術動向について

日付	Day1 3/25	Day2 3/26
テーマ	Beyond 5Gにより描かれる将来像について <ul style="list-style-type: none">● 各社・各組織が思い描く、B5Gの環境下におけるコンシューマーや産業シーンの変化● B5Gで実現したい世界やユースケース（既存、将来、B5Gならではの）● 日本ならではのBeyond 5Gによる社会貢献 など	Beyond 5Gの要求条件および技術動向について <ul style="list-style-type: none">● B5Gの関連技術として検討するべき技術● 当コンソーシアム、もしくはコンソーシアム参加団体と開発や活用に向けた連携を取りたい技術● Day1の将来像の実現において重要な技術 など

白書分科会ワークショップ開催のご案内

②ワークショップの参加者募集について

■ プレゼンの参加をご希望される方は、後日お送りする本ワークショップの募集案内メールに対して、事務局への返信の形で意思表示をお願いいたします。資料送付と合わせて、参加表明頂く形で結構です。

- 返信時の記載内容等については、メール内容をご参照ください。

■ 本ワークショップは、全委員の聴講が可能です。聴講のみの参加の場合はご返信は不要です。

※今後の分科会の会合開催においては参加条件が変更される可能性があります。

■ 送付の期限：2021年3月19日（金）12：00まで

※期限を過ぎた分のご提出は、当日のプレゼン時間をご提供できない可能性があります。

企画・戦略委員会の次年度の活動方針（案）

- 企画・戦略委員会では、次年度に向けて、以下の方針に則り、活動を進めていく予定。

企画・戦略委員会 次年度活動方針（案）

項目	内容（一部）
Beyond 5Gに向けた総合的な戦略の検討	<ul style="list-style-type: none"> • 国内を中心とした研究開発動向のとりまとめ • 国内外の動向に基づく総合的な戦略の検討
ITU向け白書の作成 Beyond 5Gのあるべき社会像	<ul style="list-style-type: none"> • ITU向け白書の作成 • あるべき社会像や強みの技術に関する検討材料の収集
外部有識者を招いた座談会の開催	<ul style="list-style-type: none"> • 我が国が強みや魅力を有する領域や伸ばしていくべき領域など、外部有識者との意見交換を踏まえた検討
万博でのBeyond 5Gの発信に向けた検討	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年に開催される大阪・関西万博の機会を活用して、「Beyond 5G readyショーケース」として世界に示し、その後の「取組の加速化フェーズ」におけるグローバル展開の加速化に資する

■ 森川博之 企画・戦略委員会委員長よりご挨拶

プロフィール

1987年東京大学工学部卒業。2006年東京大学大学院教授。モノのインターネット／M2M／ビッグデータ、センサネットワーク、無線通信システム、情報社会デザインなどの研究に従事。OECDデジタル経済政策委員会(CDEP)副議長、新世代IoT/M2Mコンソーシアム会長、スマートレジリエンスネットワーク代表幹事、情報社会デザイン協会代表幹事等。著書に「データ・ドリブン・エコノミー（ダイヤモンド社）」「5G次世代移動通信規格の可能性（岩波新書）」など。



閉会

ご参加ありがとうございました