

課題解決型ローカル5G等の実現に向けたローカル5Gの電波伝搬特性や  
ローカル5G等の活用に関する技術的検討並びに調査検討の請負

報告書概要版【技術実証編】

---

**MRI** 三菱総合研究所

2022年3月

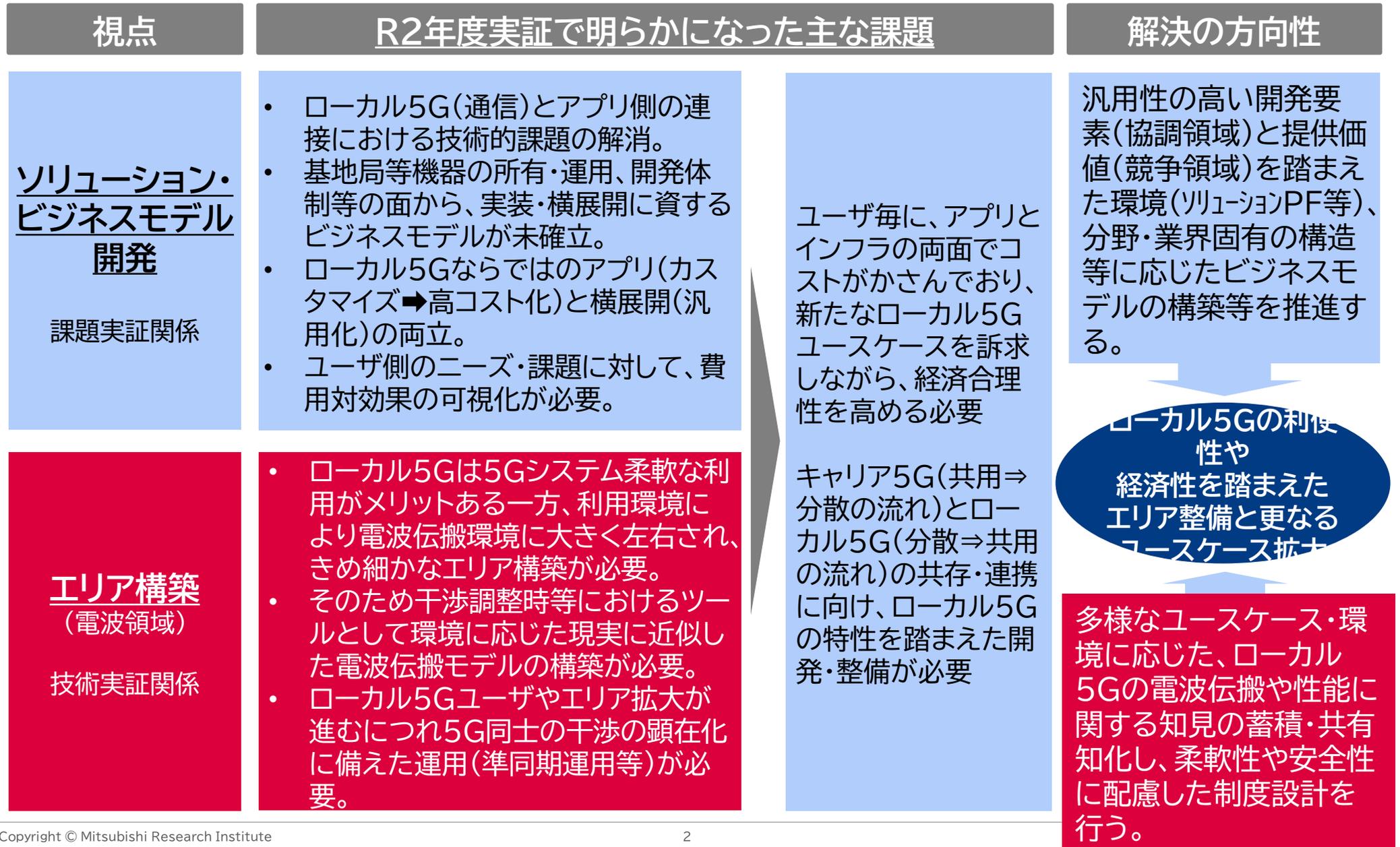
デジタル・イノベーション本部  
フロンティア・テクノロジー本部

# 目次

● 1. 実証の設計・取り進めの概要	2
● 2. 実証コンソーシアムによる実証の全体概要	7
● 3. テーマⅠ：電波伝搬モデルの精緻化	11
● 4. テーマⅡ：電波反射板によるエリア構築の柔軟化	16
● 5. テーマⅢ：準同期TDDの追加パターンの開発	19
● 6. テーマⅣ：その他のテーマ	21
● 7. まとめ	22

## 1. 実証の設計・取り進めの概要

## ①ローカル5Gの実装に係る課題(実証開始時)

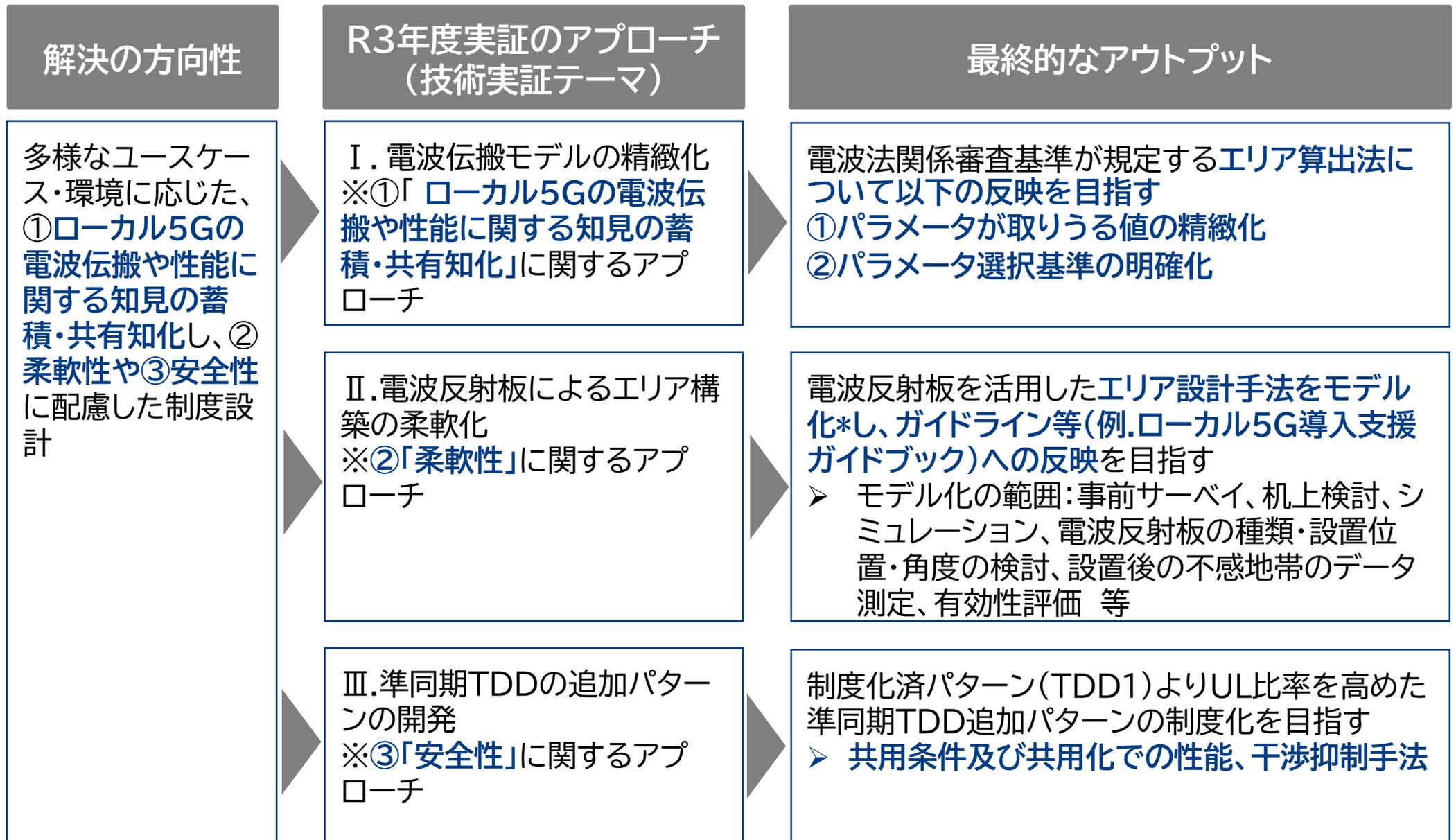


ユーザ毎に、アプリとインフラの両面でコストがかさんでおり、新たなローカル5Gユースケースを訴求しながら、経済合理性を高める必要

キャリア5G(共用⇒分散の流れ)とローカル5G(分散⇒共用の流れ)の共存・連携に向け、ローカル5Gの特性を踏まえた開発・整備が必要

## 1. 実証の設計・取り進めの概要

## ②課題解決の方向性を踏まえたR3年度実証の枠組み

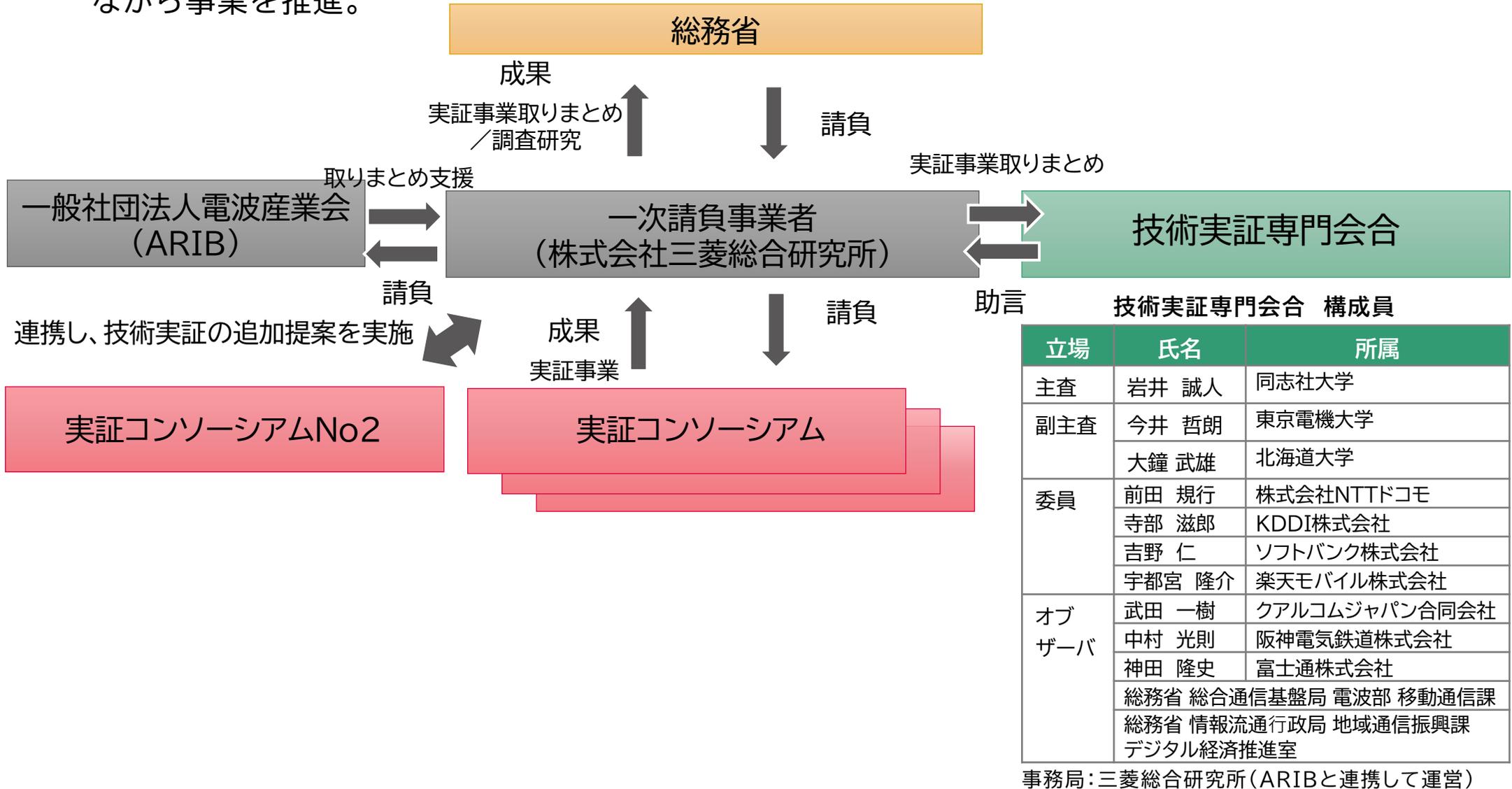




## 1. 実証の設計・取り進めの概要

## ④技術実証推進体制

- 実証コンソーシアムの成果を一次請負事業者(及びARIB)でとりまとめ、技術実証専門会合に諮りながら事業を推進。



## 1. 実証の設計・取り進めの概要

## ⑤ 実証コンソーシアムと一次請負事業者の役割(テーマ I の例)

一次請負事業者の案を専門会合に諮りブラッシュアップ

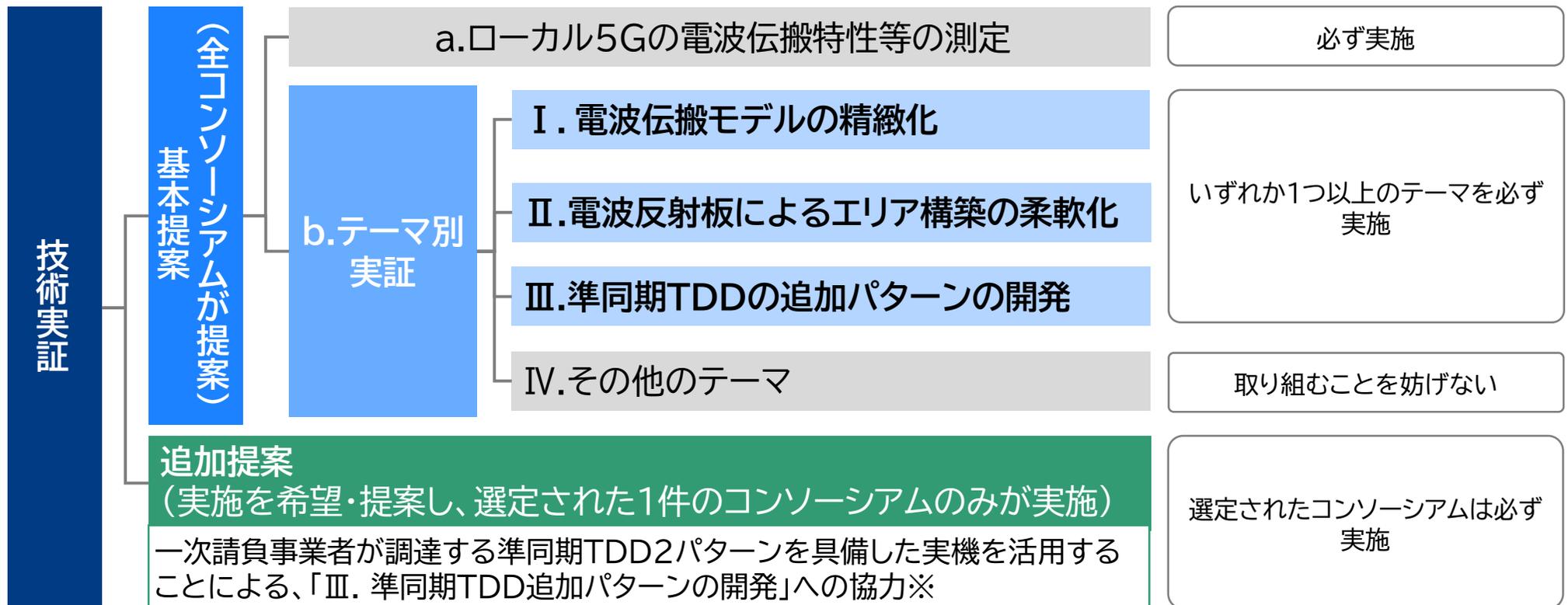
パラメータ	パラメータの意味	アウトプット							
K	地形情報データにより算入し難い地形の影響等の補正值	<b>地形情報</b>  <b>測定結果</b> 	影響要因	条件			K [dB]		
			傾斜	急な斜面			aa		
				緩やかな斜面			ab		
			水面	水面の比率が大きい場合			ba		
				水面の比率が小さい場合			bb		
S	市街地、郊外地及び開放地に対して考慮する補正值	<b>妨害物の情報</b> (建物占有面積率等)  <b>測定結果</b> 	影響要因	条件			S [dB]		
			市街地	都市の中心部であって、2階建て以上の建物の密集地や建物と繁茂した高い樹木の混合地域など			0		
				周辺は郊外地であるが、プラントやクレーンなどが林立する工場地帯					
			郊外地	樹木、家屋等の散在する田園地帯、郊外の街道筋など移動局近傍に障害物はあるが密集していない地域			12.3		
	樹木が面積比 xx% を占める場所								
			開放地	電波の到来方向に高い樹木、建物などの妨害物がない開けた地域で、目安として前方300~400m以内が開けているような畑地・田地・野原など			32.5		
				周辺は郊外地であるが、エリア内に障害物がなく開けている場所					
R	建物侵入損(基地局を屋内に設置する場合)	<b>壁面の情報</b>  <b>測定結果</b> 	周波数	建物	材質	厚さ	面積率	R [dB]	
			4.7GHz	代表値(既存)					16.2
				壁面1	コンクリート	xx cm	40%	5.0	
					ガラス	-	60%		
			28GHz	代表値(既存)			20.1		

コンソーシアムに対し統一的な測定方法、データ処理方法等を提示したうえで、一次請負事業者への提供を依頼

## 2.実証コンソーシアムによる実証の全体概要

### ①実証コンソーシアムの実施事項

- 実証コンソーシアムの技術実証の実施事項は、基本提案と追加提案の2種類に分かれる。
- 基本提案はすべてのコンソーシアムが実施する「ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定」と「b.テーマ別実証」に分かれる。テーマ別実証として、3テーマから最低1つ以上を実施した。
- 追加提案は、実証コンソーシアムNo2が一次請負事業者と共同で実施した。



※実機を一次請負事業者が調達する点を除き、b.テーマ別実証の「III.準同期TDDの追加パターンの開発」と実施内容は変わらない。

## 2.実証コンソーシアムによる実証の全体概要

## ②案件概要一覧 [1/2]

※表中の「No」について、本報告書では、以下の案件は1件とカウントし、全25件として、No.01～25までリナンバリングしている。

- No. 7, 8 中小企業における地域共有型ローカル5GシステムによるAI異常検知等の実証(ツウテック社工場 ユタカ社工場)

No	分野	件名	実施テーマ				周波数帯	屋内外	実証フィールド
			I	II	III	IV			
01	農業	中山間地域でのEVロボット遠隔制御等による果樹栽培支援に向けたローカル5Gの技術的条 件及び利活用に関する調査検討	○	○	○	○	4.7GHz帯	屋外	中山間地域の果 樹園
02	農業	フリーストール牛舎での個体管理作業の効率化に向けた実証事業	○		○		4.7GHz帯	半屋外	フリーストール牛 舎
03	農業	新型コロナからの経済復興に向けたローカル5Gを活用したイチゴ栽培の知能化・自動化の実 現	○	○	○		4.7GHz帯	屋内 (屋外→屋内)	イチゴ農園、ビ ニールハウス
04	林業	ローカル5Gを活用した山間部林業現場での生産性向上および安全性向上のための実用化モ デル検証	○	○	○	○	4.7GHz帯	屋外	山林
05	工場	5G及びデータフュージョンによる熟練溶接士の技能の見える化及び遠隔指導の実証	○				4.7GHz帯 (キャリア 5G)	屋内	工場建屋内
06	工場	プラントの遠隔監視によるガス漏れ等設備異常の効率的検知の実現	○				4.7GHz帯	屋外	屋外プラント
07※	工場	中小企業における地域共有型ローカル5GシステムによるAI異常検知等の実証	○	○		○	4.7GHz帯	屋内 (屋外→屋内)	地方都市・山間地 の工場敷地内
08	発電所	ローカル5Gを活用した閉域ネットワークによる離島発電所での巡視点検ロボット運用の実現	○				4.7GHz帯	屋内	発電所建屋内
09	空港・港湾	空港における遠隔監視型自動運転に向けた通信冗長化設計による映像監視技術の実現	○			○	4.7GHz帯	屋外	空港のエプロン
10	空港・港湾	ローカル5Gを活用した操船支援情報の提供および映像監視による港湾内安全管理の取組み	○				4.7GHz帯	屋外	港湾(湾内)
11	空港・港湾	港湾・コンテナターミナル業務の遠隔操作等による業務効率化・生産性向上の実現	○	○	○		4.7GHz帯	屋外	コンテナターミナル
12	鉄道・道路	ローカル5Gを活用した鉄道駅における線路巡視業務・運転支援業務の高度化	○				4.7GHz帯	半屋外	都市部の駅の ホーム
13	鉄道・道路	ローカル5GとAI技術を用いた鉄道駅における車両監視の高度化	○				4.7GHz帯	屋内	駅の屋内ホームと 線路

## 2.実証コンソーシアムによる実証の全体概要

※表中の「No」について、本報告書では、以下の案件は1件とカウントし、全25件として、No.01～25までリナンバリングしている。

- No. 7、8 中小企業における地域共有型ローカル5GシステムによるAI異常検知等の実証(ツウテック社工場 ユタカ社工場)

## ②案件概要一覧 [2/2]

No	分野	件名	実施テーマ				周波数帯	屋内外	実証フィールド
			I	II	III	IV			
14	鉄道・道路	ローカル5Gを活用した高速道路トンネル内メンテナンス作業の効率・安全性向上に関する開発実証	○	○			28GHz帯	屋内	トンネル内
15	建設	高速道路上空の土木建設現場における、安全管理のDX化に求められる超高精細映像転送システムの実現	○		○		4.7GHz帯	屋外	山間部の工事現場
16	交通	ローカル5Gを活用した遠隔型自動運転バス社会実装事業	○				4.7GHz帯	屋外	大学キャンパス敷地内(屋外)、郊外の道路
17	スマートシティ	大型複合国際会議施設におけるポストコロナを見据えた遠隔監視等による安心・安全なイベントの開催	○		○		4.7GHz帯	屋内	大規模展示施設内
18	スマートシティ	スマートシティにおける移動体搭載カメラ・AI画像認識による見守りの高度化	○		○	○	4.7GHz帯	屋外	大学キャンパス内
19	文化・スポーツ	スタジアムにおけるローカル5G技術を活用した自由視点映像サービス等新たなビジネスの社会実装	○				4.7GHz帯	屋内	野球場(ドーム)内
20	文化・スポーツ	ローカル5Gネットワーク網を活用したコンサート空間内におけるワイヤレス映像撮影システムの構築	○				4.7GHz帯	屋内	コンサートホール内
21	文化・スポーツ	共生社会を見据えた障がい者スポーツにおけるリモートコーチングの実現	○				4.7GHz帯	屋内	体育館内
22	防災・減災	道路における災害時の被災状況確認の迅速化および平常時の管理・運営の高度化に向けた実証	○	○			28GHz帯	屋外	道路(住宅地周辺)
23	防災・減災	富士山地域DX「安全・安心観光情報システム」の実現	○		○		4.7GHz帯	屋外	富士山5合目
24	防災・減災	ローカル5Gを活用した災害時におけるテレビ放送の応急復旧	○				4.7GHz帯	屋外 屋外→屋内	集合住宅密集地
25	医療・ヘルスケア	大都市病院における視覚情報共有・AI解析等を活用したオペレーション向上による医療提供体制の充実・強化の実現	○	○			28GHz帯 (キャリア5G)	屋内	都市部の病院内

## 2.実証コンソーシアムによる実証の全体概要

### ③利用周波数帯や実施環境の概況

周波数帯:28GHz帯(3件)と比較して、4.7GHz帯(22件)が相対的に多い。

実証テーマ: I が最も多く、全てのコンソーシアムが実施(25件)。精緻化対象パラメータ(K\*1、S\*2、R\*3)に偏りはない。

II・IIIは同数程度(8件、9件)。

利用周波数帯×環境×実証テーマ別件数

周波数帯・ 屋内外環境		I. 電波伝搬モデルの精緻化	II. 電波反射板によるエリア 構築の柔軟化	III. 準同期TDD の 追加パターンの開発	IV.その他のテーマ
4.7 GHz 帯	屋内	10	2	3	1
	屋外	12	3	6	4
28G Hz帯	屋内	2	2	0	0
	屋外	1	1	0	0
合計		25	8	9	5

精緻化対象パラメータ

K*1	8
S*2	11
R*3	13
hr*4	1
その他	3

\*1:K 地形情報データにより算入し難い地形の影響等の補正值

\*3:R 基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損

\*2:S 市街地、郊外地及び開放地に対して考慮する補正值

\*4:hr 条件に応じて指定する平均建物高

出所) <https://go5g.go.jp/sitemanager/wp-content/uploads/2021/06/電波法関係審査基準ローカル5G 部分<抜粋>.pdf>

## 3. テーマ I : 電波伝搬モデルの精緻化

## ① K/Sの精緻化を目的とする実証の概要(主に屋外)

※全て4.7GHz帯利用

実証No	分野	屋内外	実証環境	精緻化の方向性
01	農業	屋外	中山間地の果樹園	S:樹木が存在する農業地帯における選択基準を明確化
02	農業	半屋外	フリーストール牛舎 (柱とカーテンで構成)	S:樹木、家屋等が存在する農業地帯における選択基準を明確化
04	林業	屋外	山林	K:山林の傾斜や川の影響を評価 S:樹木等の影響により郊外地と市街地の両側面あり、どちらが近いかを評価
06	工場	屋外	屋外プラント	S 郊外地に位置するプラントでの精緻化 その他、自己土地内の大型金属構造物による反射が他者土地に及ぼす影響を評価
07	工場	屋内 (屋外→屋内)	住宅密集地の工場敷地内	S:家屋が密集する環境における精緻化
09	空港・港湾	屋外	成田空港のエプロン	S:郊外地と開放地が混在する環境での精緻化
10	空港・港湾	屋外	海上	K:遮蔽物が少ない海上で自由空間伝搬により電波が到達する範囲及び海面における電波の反射の影響を評価
11	空港・港湾	屋外	コンテナターミナル	K:海面の反射効果を評価 S:郊外地と開放地が混在する環境での精緻化
12	鉄道・道路	屋外	都市部の駅のホーム(屋根のある屋外)	S:都市部の半屋外環境における精緻化
15	建設	屋外	山間部の工事現場	K:周辺斜面及び植生の影響を評価 S:開放地と郊外地が混在する環境での精緻化
16	交通	屋外	大学キャンパス敷地内(屋外)、郊外の道路	K:道路周辺の河川の影響評価 S:開放地と郊外地が混在する環境(大学キャンパス内)および開放地と市街地が混在する環境(道路)における精緻化
23	防災・減災	屋外	富士山5合目	K:傾斜の影響の評価(植生は無し) S:開放地における精緻化
24	防災・減災	屋外	集合住宅密集地	K:集合住宅の影響を評価 S:集合住宅の階(高度)に応じた精緻化

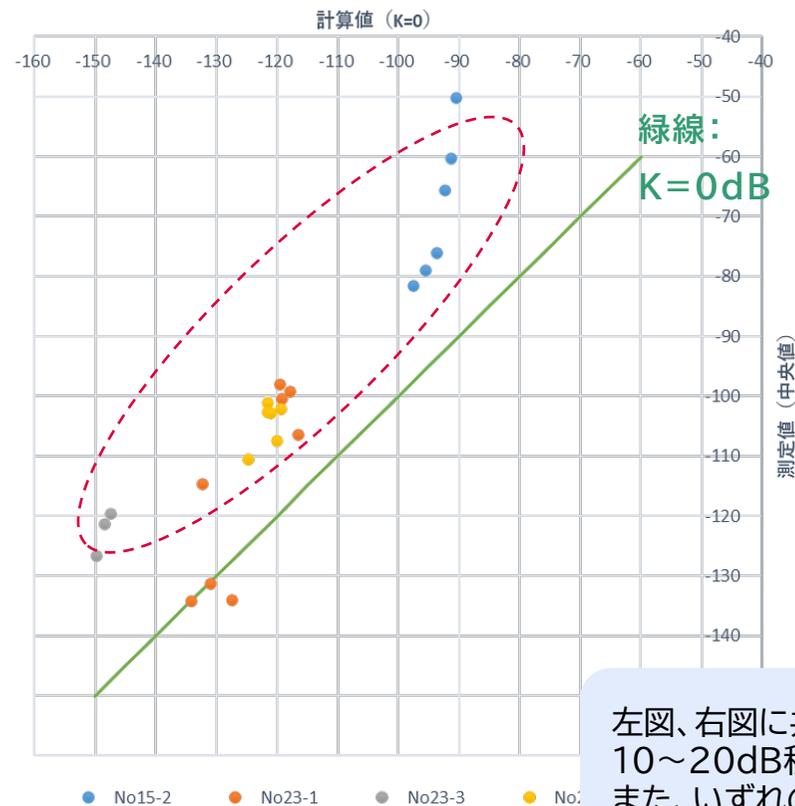
## 3. テーマ I : 電波伝搬モデルの精緻化

## ②Kの精緻化に関する取りまとめ結果

## 傾斜の影響

富士山という遮蔽、反射物の少ない環境であり上り、下りという状況にも関わらず傾向の差異は見られない。

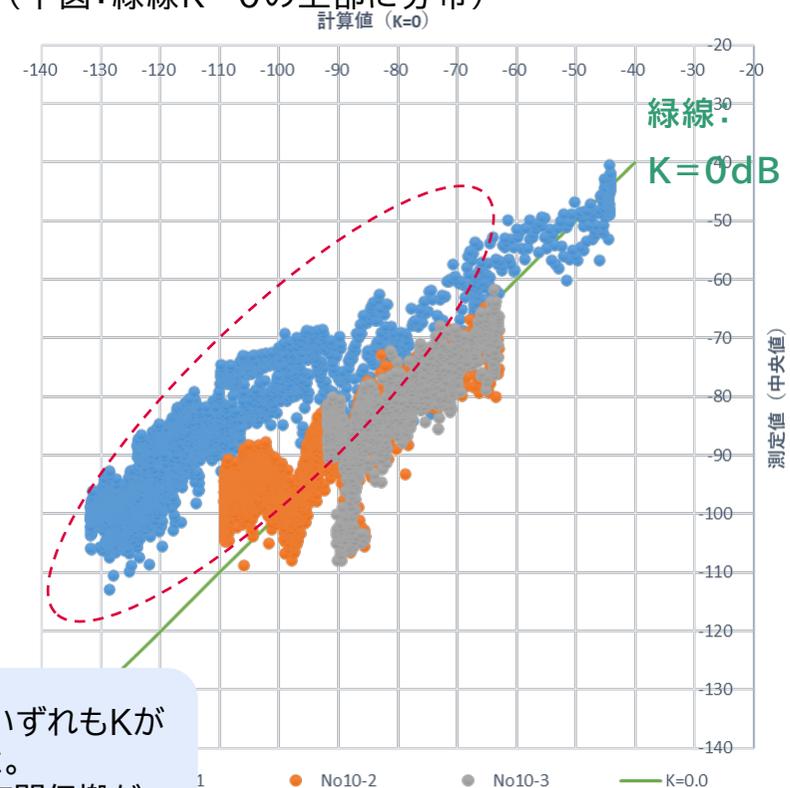
(下図: 緑線K=0の上部に分布)



## 水面の影響

カバーエリア端(-120dBm)、干渉調整区域端(-126dBm)では算出式と自由空間の差分の20dB程度となっている。カバーエリア、干渉調整区域を算出するための補正值として、今回の実証のようにほぼ海面をエリアとする場合には、K=20で補正可能と考えられる

(下図: 緑線K=0の上部に分布)



左図、右図に共通するのはいずれもKが10~20dB程度であること。また、いずれの環境も自由空間伝搬が想定される環境である。

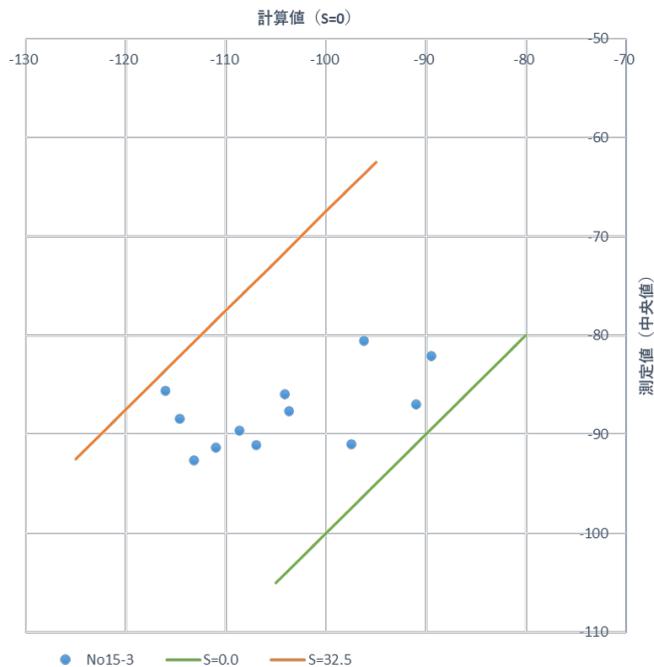
出所) 実証コンソーシアム提供資料より作成

## 3. テーマ I :電波伝搬モデルの精緻化

## ③Sの精緻化に関する取りまとめ結果

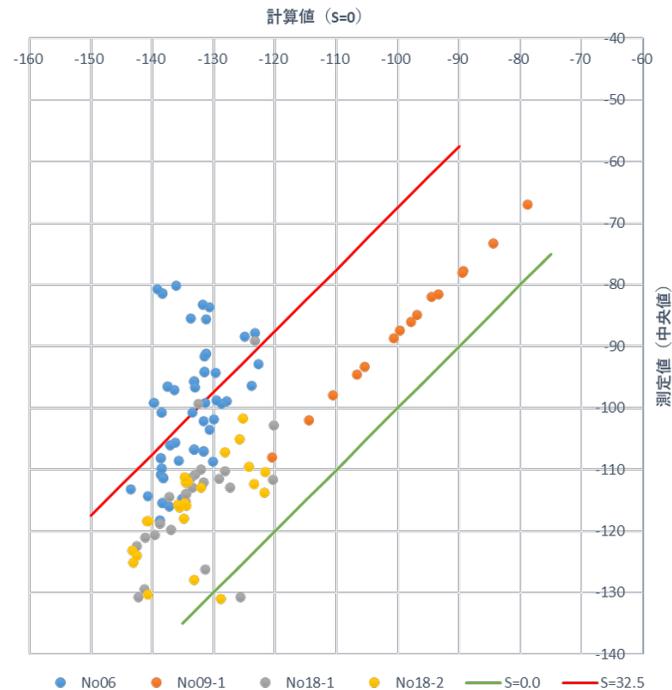
## 簡易な間仕切り

- 実証環境は $S=32.5$ (開放地)が適しているとしているが、測定された電力は開放地で計算された値より低いため、原因の精査が必要。
- 受信電力が $-120\text{dBm}$ (カバーエリア端)に近いところでは開放地に近い値となっている。



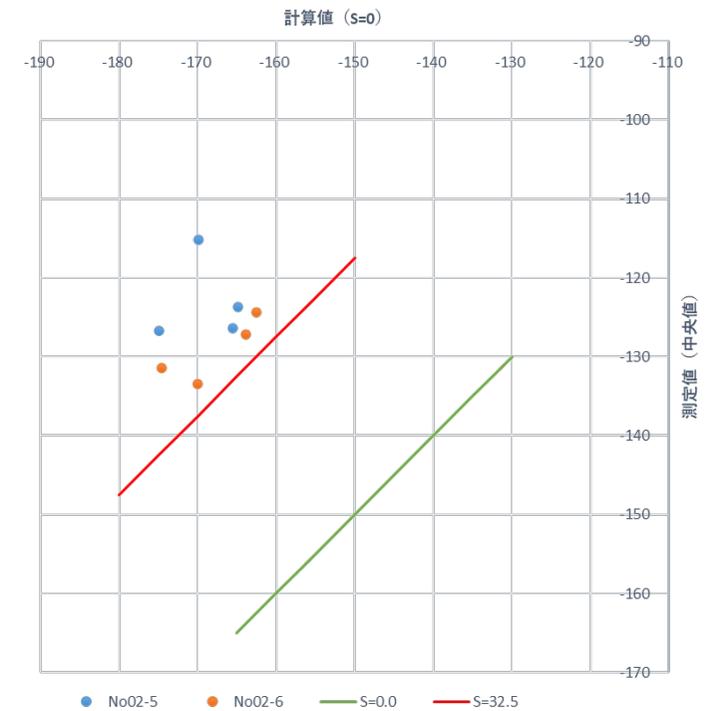
## 周辺の建物/遮蔽物の影響

- 工場敷地内、空港、地方都市といったそれぞれの実証環境で特徴が分かれている。
- 今後、それぞれの環境と類似している環境の更なるデータが必要である。



## 半屋内の影響

開放地で算出される値より、高い値が測定されている。自由空間伝搬に近い環境か、もしくは測定では人体吸収損失(8dB)が影響していないことが理由と想像される。今後の検証が必要である。



出所)実証コンソーシアム提供資料より作成

## 3. テーマ I : 電波伝搬モデルの精緻化

## ④Rの精緻化を目的とする実証の概要(主に屋内)

※は28GHz帯使用

実証No	分野	屋内外	実証環境	精緻化の方向性
02	農業	半屋外	フリーストール牛舎 (柱とカーテンで構成)	牛舎(鉄骨とカーテン仕切り)の建物侵入損を評価
03	農業	屋内 (屋外→屋内)	ビニールハウス内	ビニールハウスの建物侵入損を評価
05	工場	屋内	工場建屋内	工場の建物侵入損を評価
07	工場	屋内 (屋外→屋内)	工場敷地内	工場の建物侵入損を評価
08	発電所	屋内	発電所建屋内	発電所建屋の建物侵入損を評価
12	鉄道・道路	半屋外	都市部の駅のホーム(屋根のある屋外)	駅の腰高壁や目隠しフェンス等の建物侵入損を評価
13	鉄道・道路	屋内	地下鉄駅の屋内ホームと線路	鉄道駅の地下ホームの建物侵入損を評価
17	スマートシティ	屋内	大規模展示施設内	大規模展示施設の建物侵入損を評価
19	文化・スポーツ	屋内	野球場(ドーム)内	ドーム球場の建物侵入損を評価
20	文化・スポーツ	屋内	コンサートホール内	コンサートホール(防音)の建物侵入損を評価
21	文化・スポーツ	屋内	体育館内	体育館の建物侵入損を評価
24	防災・減災	屋内 (屋外→屋内)	集合住宅密集地	集合住宅の建物侵入損を評価
25※	医療・ヘルスケア	屋内	病院内	病院(RC構造)の建物侵入損を評価

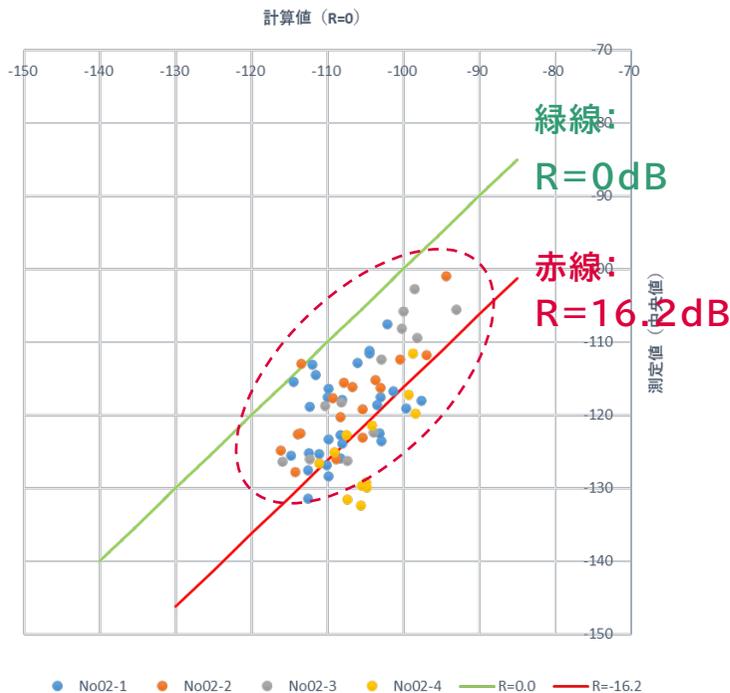
## 3. テーマ I : 電波伝搬モデルの精緻化

## ⑤ Rの精緻化に関する取りまとめ結果

## 簡易な間仕切り

ビニール、プラスチックなどの簡易な間仕切りにおいては、審査基準で設定されている16.2dBより低い値となる。

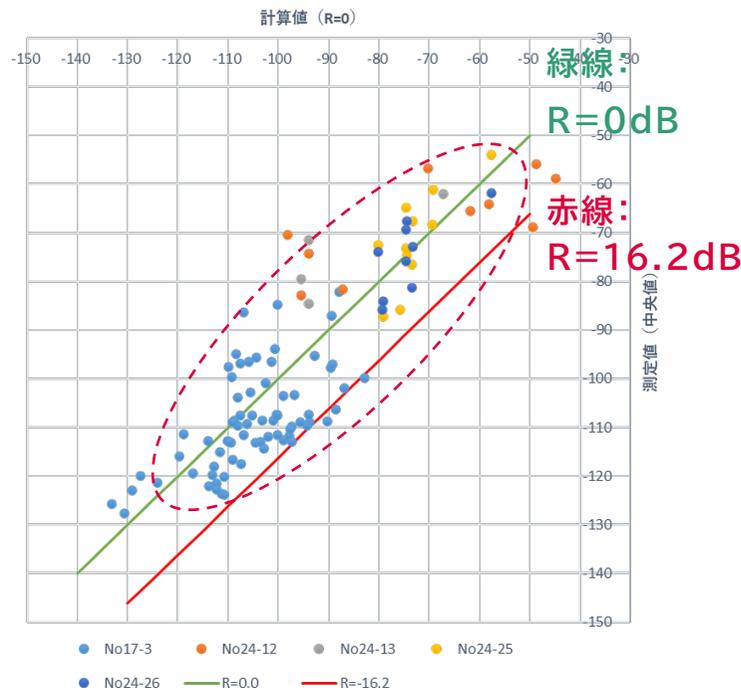
(下図: 緑線R=0と赤線R=16.2dBの間に分布)



## ガラス

ガラスを主とした壁面として取りまとめて評価した場合においては、0dBに近い値となる。

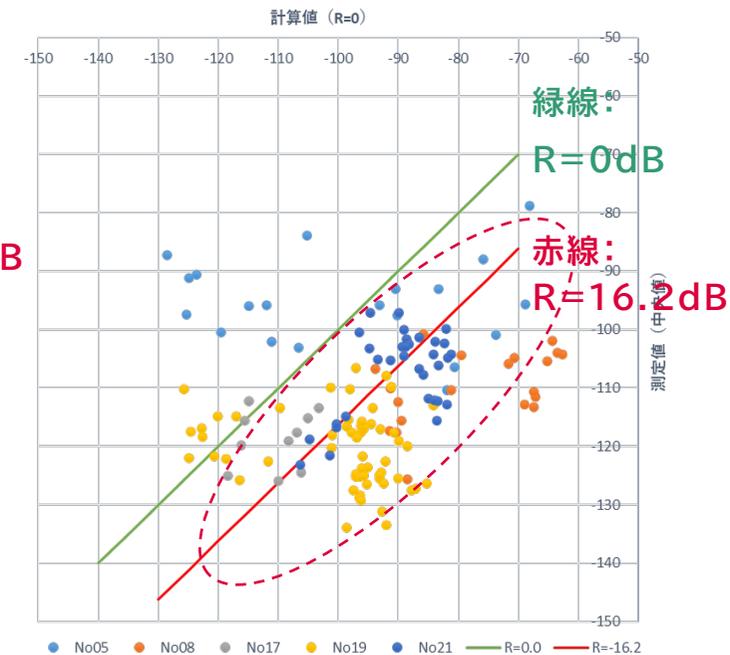
(下図: 緑線R=0付近に分布)



## コンクリート壁

コンクリート壁という分類で包括して評価した場合においては、審査基準で設定されている16.2dBに近い値となる。

(下図: 赤線R=16.2dB付近に分布。ただし、ばらつきが大きい)



出所) 実証コンソーシアム提供資料より作成

## 4. テーマⅡ：電波反射板によるエリア構築の柔軟化

## ①テーマⅡに取り組んだ実証の概要

実証No	周波数帯	屋内外	反射板素材	実証フィールド	実施概要
01	4.7GHz帯	屋外	金属	中山間地域の果樹園	密集した樹木等自然の地形によって圃場等の作業エリアが分断され、電波が遮蔽される地形に対する指向性アンテナを利用したエリア化
03	4.7GHz帯	屋内 (屋外→屋内)	金属	イチゴ農園、ビニールハウス	ビニールハウス近傍に指向性アンテナを設置した場合に発生する不感地帯の解消
04	4.7GHz帯	屋外	金属	山林	バックホール回線確保が困難な山林における樹木伐採エリアのカバーエリア化
07	4.7GHz帯	屋内 (屋外→屋内)	金属	地方都市・山間地の工場敷地内	屋外基地局による、道路を挟む自己土地内の複数工場建屋のカバーエリア化及び最適な電波反射板設置のための3次元レイトレース法の活用
11	4.7GHz帯	屋外	金属	コンテナターミナル	コンテナ裏などの電波の死角となるエリアのカバーエリア化
14	28GHz帯	屋内	アクティブリフレクタ	トンネル内	反射位相をスイッチング素子によって制御可能な反射板を用い電波が届きにくい避難通路のカバーエリア化
22	28GHz帯	屋外	メタマテリアル	道路(住宅地周辺)	基地局背面のエリア化及び曲折したエリア構築の実現
25	28GHz帯 (キャリア5G)	屋内	メタマテリアル 金属 (両方利用)	都市部の病院内	病院内の電波が到達しないエリアのカバーエリア化

## 4. テーマⅡ：電波反射板によるエリア構築の柔軟化

## ②取りまとめ結果 ア 電波反射板を活用したエリア設計手法の流れ



エリア設計手法の流れ	内容
①不感地帯の把握及び位置図作成	カバーエリアの設計を行う際、地形、植栽、建物等により不感地帯のエリアを特定し基地局と受信希望地点の位置図を作成する。
②電波反射板設置仕様の検討	上記①の位置図より有効と思われる電波反射板の設置位置を検討する。
③リンクバジェット算出・シミュレーション実施	上記①、②の検討結果から不感地帯の改善効果につきリンクバジェット算出にて大まかな把握を行い、シミュレーションツールにて実際の地形・環境を入力し改善されるエリアの大きさ、受信電力値を確認する。
④電波反射板仕様の検討	上記③にて電波反射板に求められる利得、ビーム幅(半値角)を割り出し必要となる電波反射板の諸元(材質、大きさ、入射角、反射角等)を決定する。
⑤不感地帯改善確認	実環境にて電波反射板を設置し不感地帯の改善(受信電力値、SIR/SINR値、伝送スループット値)を測定し確認する。予測値に届かない場合はその要因を分析する。
⑥設計へのフィードバック	上記⑤より改善期待値に届かない場合の要因分析より設計のパラメータ(基地局送信電力、送信アンテナ利得、電波反射板利得、電波反射板ビーム幅、受信アンテナ利得、電波反射板設置仕様、電波反射板への電波入射角、反射角等)を見直す。

## 4. テーマⅡ：電波反射板によるエリア構築の柔軟化

## ②取りまとめ結果 イ 電波反射板が有効な条件

電波反射板を活用した  
エリア構築に求められる条件

- 端末の受信電力がカバーエリア内の電力を確保できる。これを満足する電波反射板を含めたリンクバジェットが実現できる。
- 改善したいエリア(不感地帯)の干渉波が一定値以下である。これを満足する電波環境が構築できる。

有効な条件	条件の詳細	条件の確認方法
電波反射板を設置する位置で基地局からの強電界の電波が届く位置にある	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 基地局との距離が十分近い</li> <li>● 基地局と電波反射板の間の見通しが十分とれる</li> <li>● 基地局で指向性アンテナを使用できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自由空間伝搬損失(基地局－電波反射板間)を算出</li> <li>● 基地局の送信電力、送信アンテナ利得(電波反射板方向)を決定する</li> <li>● リンクバジェット算出にて電波反射板での受信電力を確認</li> </ul>
改善したいエリア(不感地帯)で電波反射板からの強電界の電波が届く位置にある	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電波反射板との距離が十分近い</li> <li>● 電波反射板と改善したいエリア(不感地帯)間の見通しが十分とれる</li> <li>● 電波反射板の利得が十分とれる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自由空間伝搬損失(電波反射板－改善したいエリア(不感地帯)間)を算出</li> <li>● 電波反射板利得を算出</li> <li>● リンクバジェット算出にて受信電力を確認</li> </ul>
基地局からの直接波と反射板からの反射波等によるマルチパス干渉の影響がない 環境事例：直角に曲がった通路等のエリア	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 改善したいエリア(不感地帯)は、基地局からの直接波が遮蔽される電波環境である</li> </ul>	
改善したいエリア(不感地帯)が比較的狭い面積である	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電波反射板のビーム幅(水平・垂直)が3°程度と小さいため、ピンポイントターゲットを狙う場合有効である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電波反射板のビーム幅(水平・垂直)を確認</li> </ul>

## 5. テーマⅢ：準同期TDDの追加パターンの開発

## ①テーマⅢに取り組んだ実証の概要

実証No	屋内外	実機検証	追加準同期TDDパターンを具備した基地局		周波数帯 (GHz)	干渉相手の基地局		周波数 隣接状況
			TDDパターン			運用	周波数帯 (GHz)	
			TDD2	TDD3				
01	屋外	有り	○	×	4.8-4.9	同期(キャリア5G)	4.5-4.6	※
03	屋内 (屋外→屋内)	有り	○	×	4.8-4.9	同期(ローカル5G)	4.8-4.9	同一
04	屋外	有り	○	○	4.8-4.9	同期(ローカル5G)	4.8-4.9	同一
11	屋外	無し						
15	屋外	無し						
17	屋内	有り	○	○	4.7-4.8	同期(ローカル5G)	4.8-4.9	隣接
18	屋外	無し						
23	屋外	有り	○	○	4.8-4.9	同期(ローカル5G)	4.8-4.9	同一
02 (技術実証の 追加提案)	屋外	有り	○	×	4.8-4.9	同期(ローカル5G)	4.8-4.9	同一

※周波数帯が離れており、隣接していない。

## 5. テーマⅢ：準同期TDDの追加パターンの開発

## ②取りまとめ結果

## 隣接周波数

## 基地局⇒基地局 干渉

【No.01】 1対1(正対)実測後シミュレーションでは、指向性アンテナ局にて所用改善量が残ったため、実機にて、ローカル5G・キャリア5G同時運用と各単体運用時で伝送性能、受信電力、通信品質を測定。

【結果】

ローカル5G単体時とローカル5G・キャリア5G共用時の性能差について考察した結果、共用時ローカル5Gシステムの受信品質には影響しないことがわかった。

【No.17】 干渉観点評価では環境影響により有効なデータが取れなかったが、実機によるスループット観点評価結果から(干渉量-68[dBm/MHz]以下ではスループット劣化は発生しない)、併設での離隔距離1.7m、アンテナチルト90°のサイトエンジニアリングにて共用可能。

## 移動局⇒移動局 干渉

【No.01】 1対1正対SIMでは所用改善が残ったため、実機にて、同時接続端末数を1台と5台でTP性能、受信電力、品質(RSRQ,SINR)を測定。

【結果】 共用時と単体時の性能差から、共用時のキャリア5G下りには影響しなかった。

また、キャリア5G端末/ローカル5G端末の0m/1mの差も、伝送性能悪化は無し。

【No.15】 最悪値ケースで若干の所要改善が残ったが、モンテカルロシミュレーション(半径100m,3台)による確率計算にて、所用改善はマイナスとなり、共用可能である。

【No.17】 最悪値ケースで所要改善が残ったが、実機によるスループット観点評価結果から、移動局間距離によらず共用可能

## 同一周波数

## 基地局⇒基地局 干渉

【No.02】 準同期基地局が干渉影響を受けても、所望の通信性能を得るために必要となる現実的な同期基地局との離隔距離を共用条件として検討。(伝送スループットへの干渉影響を評価)

【結果】

基地局間離隔距離をパラメータに、準同期基地局と移動局間の距離に対するULスループット特性の関係を計算により導出した。所望通信性能に応じた置局条件の設定に有効。

【No.23】 併設であれば、共用シミュレーションで所要離隔距離1.5m、スループット観点のラボ評価でも1.1~3.5mとなり、アンテナ調整にて共用可能。

## 移動局⇒移動局 干渉

【No.02】 実測値の移動局送信電力分布を用いたモンテカルロシミュレーション

【結果】

移動局間距離を100m以内で運用した場合、移動局台数が1台であっても、同期移動局への干渉影響が発生する可能性がある。そのため、同期運用事業者保護の観点から準同期の移動局送信出力を抑える、もしくは、見通し外で運用することが必要である。

【No.23】 正対(無指向性アンテナ間)において、帯域内干渉の共用シミュレーションで所要離隔距離は580m、スループット観点のラボ評価でも40-75m程度となり、移動範囲の検討が必要

## 6. テーマⅣ:その他のテーマ

# テーマⅣに取り組んだ実証の概要・結果

- 技術実証テーマⅠ～Ⅲに包含されない技術的課題やその解決方策を拾い上げることを目的に、実証コンソーシアムの募集にあたってはテーマⅠ～Ⅲ以外の技術実証を提案することも可とし、提案を募集した。
- 実証No01、04については、電波反射板以外の方法によるエリア構築の柔軟化に資するテーマであるため、テーマⅡと同様の観点から成果を分析した。

※全て4.7GHz帯利用

実証No	分野	屋内外	実証環境	テーマⅣの内容
01	農業	屋外	中山間地域の果樹園	外部アンテナの利用によるエリア構築の効率化及び反射板との組み合わせ
04	林業	屋外	山林	中継機を利用したエリア構築の柔軟化
09	工場	屋内 (屋外→屋内)	山間地の工場敷地内	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 他の無線システムからの干渉確認</li> <li>● 複数基地局間のハンドオーバ</li> </ul>
07	空港・港湾	屋外	成田空港のエプロン	社会実装を実現するシェアリングモデルに則した品質確保に関する実証
18	スマートシティ	屋外	大学キャンパス	登録局等簡易な申請を可能とするための技術的条件(案)の検討

01,04より、エリア構築の柔軟化に資する知見を抽出

### <指向性を有する外部アンテナの利用が有効となる場面>

- 開放地であり遮蔽の少ない環境において、特定方向に対して広範囲に電波を飛ばしたい場合
- 開放地であり遮蔽の少ない環境において、特定方向に対して電波が飛びすぎて欲しくない場合
- 無指向性のRUのように敷地の中心に設置する必要がなく自由度が高い設計をしたい場合
- 機械チルトおよび電気チルトが変えられるため、エリアの広さを可変したり、地面の傾斜等に合わせてエリアの調整をしたい場合

# 一次請負事業者による取りまとめの結果概要

## 技術実証テーマⅠ： 電波伝搬モデルの 精緻化

### 4.7GHz帯

#### ■Kの精緻化(詳細はp12):

- 自由空間が想定される場合、エリア端をK値で補正できる可能性(例:海面が支配的な環境ではK=20)を示した。

#### ■Sの精緻化(詳細はp13):

- 建物占有率によるSの精緻化は今後の検討が必要

#### ■Rの精緻化(詳細はp15):

- 壁面によっては、0dBまたは16.2dBという2値以外に損失を設定できる可能性を示した。
- コンクリート壁を包括して評価すると、現状の16.2dBが適切な可能性を示した。

### 28GHz帯

R、hrともに1案件しか実施しておらず、今後の調査が必要

## 技術実証テーマⅡ： 電波反射板による エリア構築の柔軟化

#### ■電波反射板を活用したエリア設計手法のモデル化(詳細はp17)

- 電波反射板を活用してエリアを設計するにあたっての手順を特定し、各手順で適用可能な方法(例:リンクバジェット計算方法)を示した

#### ■電波反射板が有効な条件の特定(詳細はp18)

- 有効な条件として「基地局→反射板→改善したいエリアに強電界の電波が届く」「基地局からの直接波と反射板からの反射波等によるマルチパス干渉の影響がない」「改善したいエリアが比較的狭い」等を特定した。

## 技術実証テーマⅢ： 準同期TDDの追加 パターンの開発

#### ■隣接周波数での共用検討(詳細はp20)

- 基地局間干渉/移動局間干渉ともに、実証環境・運用において被干渉システムの通信品質に大きな影響がないことを確認した

#### ■同一周波数での共用検討(詳細はp20)

- 基地局間干渉:同期システムから干渉を受ける準同期システムのスループット等を評価し、所要性能を満たす運用条件の例を示した
- 移動局間干渉:同期移動局への干渉影響が発生する環境・運用の条件とともに、干渉を抑える運用方法を示した