

地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた
開発実証に係る観光分野におけるローカル5G等の
技術的条件等に関する調査検討の請負
(観光客の滞在時間と場所の分散化の促進等に資する
仕組みの実現)

報告書
概要版

令和3年3月25日

株式会社 十六総合研究所
(白川郷Story 5Gコンソーシアム)

実証概要

実証課題・実証体制

地域課題を有する者

岐阜県大野郡白川村

関係者

白川郷観光協会

世界遺産 合掌造り集落

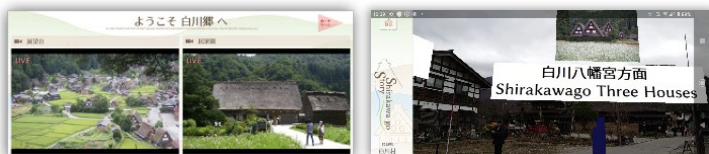
一日に住民の3倍の観光客が
訪れる「オーバーツーリズム」



■地域の課題

- ・2019年(コロナ前)年間215万人が訪れる立ち寄り型観光地
- ・一方、人口減少が進み住民は1,600人を下回る
- ・担い手不足を緩和しつつ、観光客の滞在時間を延ばし、空間的に分散させるかが課題

本実証にて提案・開発する課題解決システム
5Gを活用した新たな観光体験
『次世代観光ガイドシステム』



観光客の位置及び時刻情報に基づきコンテンツを配信
高精細(大容量)映像を5G端末複数台への同時配信
ARコンテンツによる、経路分岐部等のナビゲーション

代表機関

(株)十六総合研究所

■役割

- ・実証実験の設計・分析
- ・事業モデルの構築・横展開
- ・実証成果とりまとめ

キャリア事業者

(株)NTTドコモ

■役割

- ・キャリア5Gサービスの提供
- ・課題解決システムの実証
- ・5Gの性能評価等の実証

協力

白川郷荻町集落の自然環境
を守る会

協力・一部コンテンツ作成

義務教育学校 白川郷学園

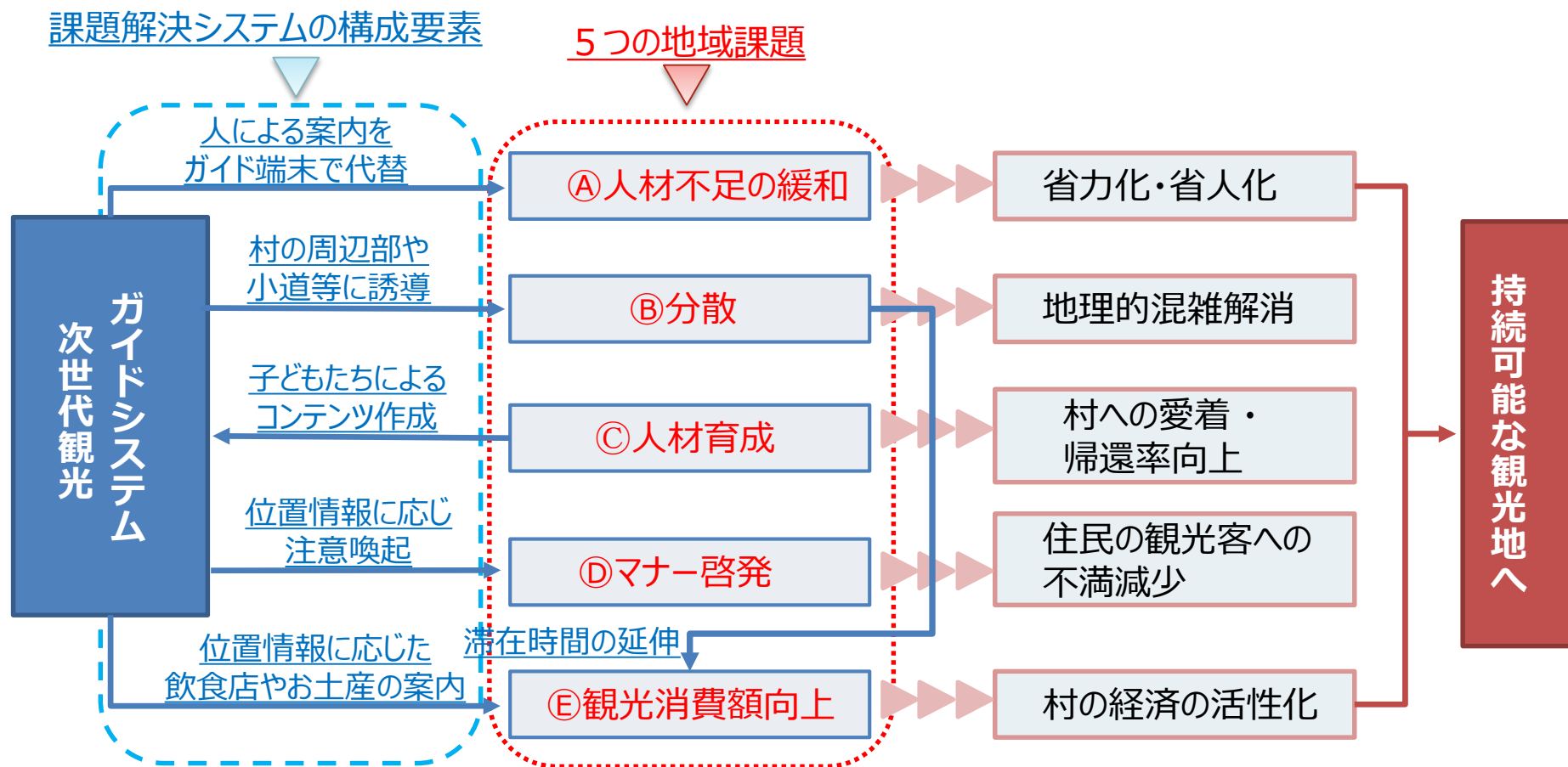
協力および助言

同志社女子大学
麻生美希准教授

対象とした地域等課題及び本実証の課題解決システムとの関係性

■ 地域課題と課題解決システムの関連性：イシューマップ

本実証では、①人材不足の緩和 ②分散 ③人材育成 ④マナー啓発 ⑤観光消費額向上 の5つを地域課題と定義
次世代観光ガイドシステムによって5つの地域課題を解決できるとする仮説は以下の因果関係に基づく



課題解決システムの全体像

■ 『次世代観光ガイドシステム』

5つの地域課題解決・緩和のため、キャリア5Gエリアを活用し、観光客に貸し出す5G対応スマートフォンを通じ、旅の時間軸※1および位置情報に応じて高精細でリアルタイムなコンテンツ配信を行う

<課題解決システムイメージ図>

★観光客は『次世代観光ガイドシステム』搭載5Gスマートフォンを持って周遊



※1 本実証における旅の時間軸の定義は以下の通り

“旅マエ”・・・「せせらぎ公園駐車場」に到着し、街歩きを開始するまで

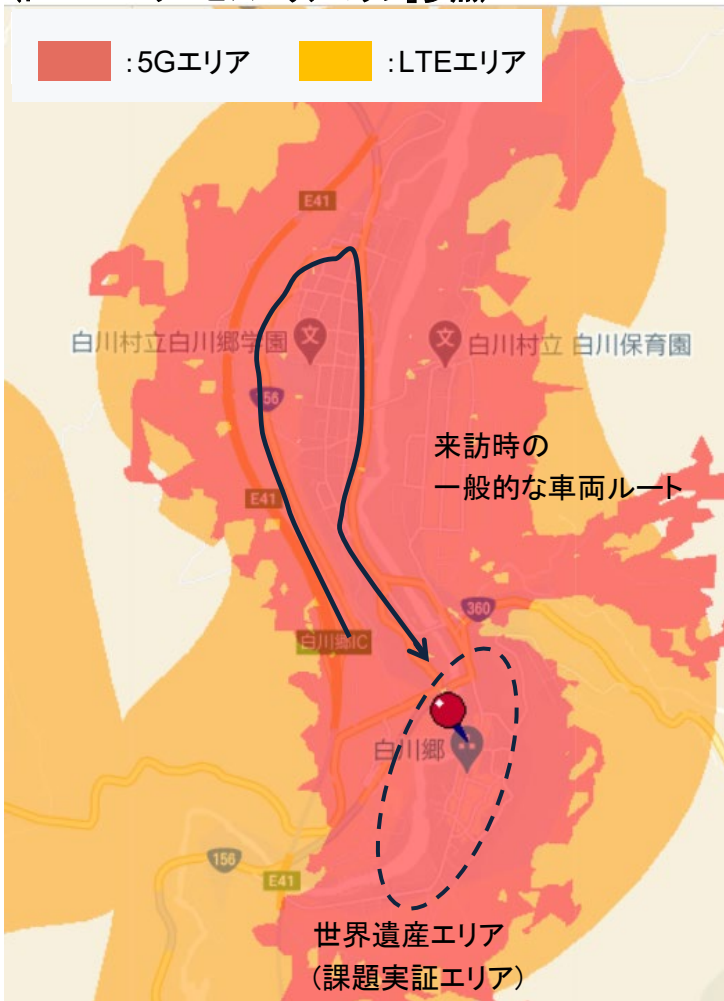
“旅ナカ”・・・徒歩で世界遺産エリアの街歩きを始めてから、観光を終えもう一度「せせらぎ公園駐車場」に戻ってくるまで

“旅アト”・・・観光客が街歩きを終えて「せせらぎ公園駐車場」に戻り、スマートフォンを返却するため、所定のエリアに到着した時

実証環境

■ ドコモの商用局3局からなる5Gエリアにて、課題解決を目的としたシステムを構築

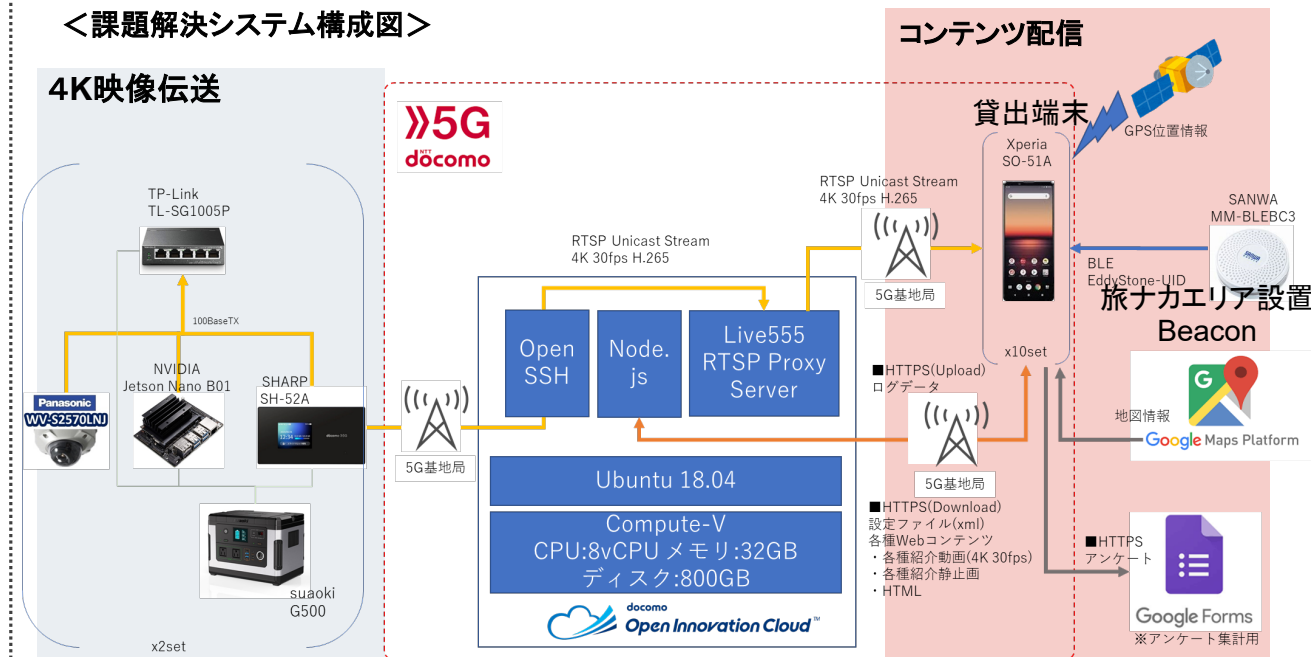
<白川村周辺の5Gエリア>
(ドコモHP「サービスエリアマップ」参照)



<キャリア5G基地局の免許申請情報(4.5GHz)一覧>

局名	主なカバー施設	電波の形式/周波数/空中線電力
白川荻町	白川村役場 道の駅白川郷	99M9X7W / 4550.01MHz / 574.35W
飛騨白川	荻町城跡展望台	99M9X7W / 4550.01MHz / 191.45W
白川鳩谷	世界遺産エリア せせらぎ公園駐車場	99M9X7W / 4550.01MHz / 191.45W

<課題解決システム構成図>



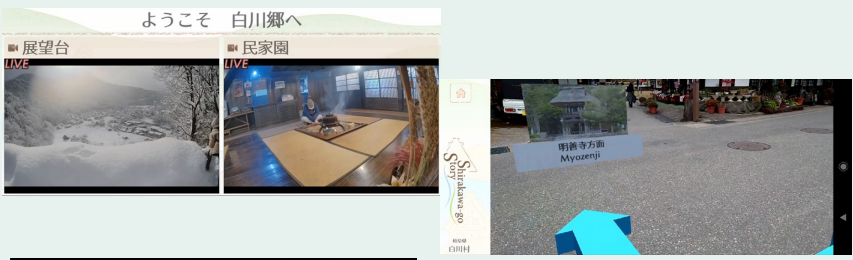
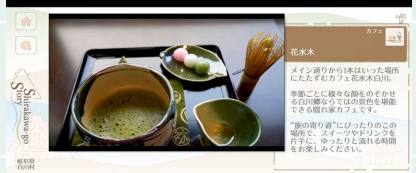
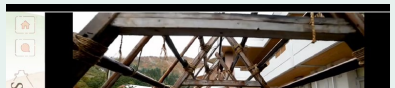
※本システム構築におけるクラウド環境としてdOIC(ドコモオープンイノベーションクラウド)を活用

課題解決システムの実証

実証目標・課題解決システムに関する検証及び評価・分析

■ 実証目標

「高精細ライブ映像配信等5G特性を活かし、観光客の行動変容が期待できるコンテンツを観光客の位置情報等によって瞬時に配信する観光ガイドシステム」を試作し、観光客の滞在時間・場所の分散化といった観光客の行動変容や消費の促進に資する仕組みを実現すること。

目的	手法	具体的コンテンツイメージ等
1)観光客向けリアルタイムコンテンツ配信	㊸分散(滞在時間延長) ・人通りの多い分岐点においてARや高精細動画を活用し、より混雑の少ないスポットに誘導 ・時間帯と位置情報の組み合わせによりランチやカフェへの誘導 ・リアルタイムのライブ映像による旅マエの高揚感を醸成	
目的に応じて配信場所17箇所、全22個のコンテンツ(動画、静止画、ARなど)を制作	㊹マナー啓発 ・喫煙場所の注意や民家敷地侵入などマナー啓発を静止画配信	
	㊺観光消費額向上 ・カフェ誘導や産品情報の配信、旅アトのお土産買い忘れ通知による消費喚起コンテンツを制作	
	㊻人材不足の緩和、歴史文化理解促進(豊かな観光体験) ・人によるガイドの代替になるよう、観光施設解説動画を制作 ・世界遺産たる所以や歴史文化など、豊かな観光体験を実現する動画を配信 ・旅アトにおけるリピート促進動画	
2)持続可能な観光の実現に資する実証	㊼人材育成 ・村立義務教育学校の授業の一環として、コンテンツ制作、動画出演などをアレンジ。学びの検証も行った。	 どの程度分散できたか、滞在時間を増やすことができたか、消費喚起できたか、マナー啓発できたか等、位置情報による軌道分析および観光客からのアンケートにて評価検証

周辺部分散による 滞在時間延長効果

- 実証実験で得られたGPSデータで観光客の軌道を分析
- 観光客の滞在時間を被説明変数とし、観光客がどんなルートを通ると滞在時間が延長されるのか回帰分析を行った (n=88)

定数 42.1分**
(ルートに影響されない固定の値)

三連合掌方面に向かう
+44.4分***

民家園への立ち寄り
+33.3分**

＊、＊＊、＊＊＊は、それぞれ
10%、5%、1%有意水準



展望台に上がる
+47.9分***

ループ状の回遊
+36.7分**

神田家近くの通過
+8.8分

明善寺方面に向かう
+11.9分

本実証の前提である
**周辺部への分散が
観光客の滞在時間
延長につながる**こと
を定量的に確認

地理院地図

課題解決システムに関する効果検証 ①

■ 2020年12月15日～20日に白川村を訪れた観光客93組にモニター参加を依頼。

A群:次世代観光ガイドシステムを使用(n=54)、B群:ガイドなし(n=39) の2組に分け、それぞれからアンケートを取った。

① 人材不足の緩和について／② 分散について

＜行動変容率＞(映像に惹かれてそこに行くことにした割合)

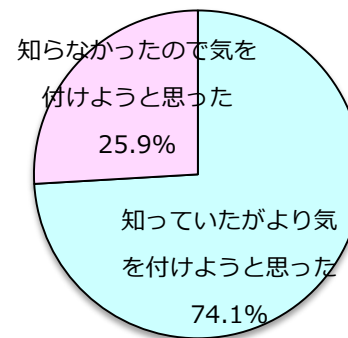
- ・旅マエ 展望台ライブ映像 25.0%
- ・旅マエ 民家園ライブ映像 23.5%
- ・旅ナカ AR分岐 88.9%
- ・旅ナカ ランチタイム 12.9%、カフェタイム8.3%
- ・旅アト お土産買い忘れ注意喚起 10.5%

結果



▶ 誘導効果は一定程度認められる一方、消費喚起力は向上の余地あり

③ マナー啓発



「知らなかったで気を付けようと思った」「知っていたがより気を付けようと思った」の両回答で100%を占め、効果があった。

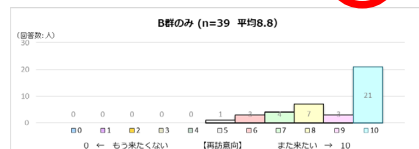
結果



豊かな観光体験の効果(リピート意向)

再訪意向は、平均値で0.3ポイントA群のほうが高い結果。また、A群はすべての回答者が7点以上をつけた。

結果



④ 観光消費額向上

A群:平均予算額 4,565円 ⇒ 平均消費実績 3,189円

B群:平均予算額 3,188円 ⇒ 平均消費実績 2,677円

▶ A群はもともと事前期待が大きく観光消費額を直接喚起する効果は確認できず

結果



課題解決システムに関する効果検証 ②

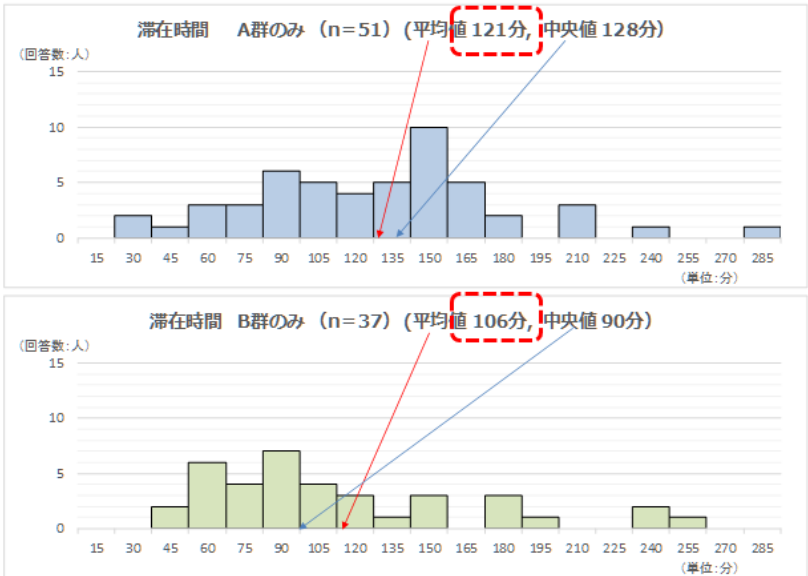
■ 課題解決システムによる滞在時間延長効果

滞在時間を被説明変数とし、A群を1とするダミー変数を説明変数とする回帰分析を行い、課題解決システムの滞在時間延長効果を定量化。

全体

次世代観光ガイドシステムは、滞在時間を15分延長する効果。統計的に有意ではないが、観光の楽しみ方に個人差が大きいためであり、係数の大きさには十分な意味があると解釈。

結果 ○



リピーター旅行者

リピーター旅行者に限ると、滞在時間は39分延長、かつ統計的にも有意

結果 ◎

【滞在時間】	全体				リピーターのみ			
	係数	標準誤差	t	P-値	係数	標準誤差	t	P-値
切片	94.257 ***	9.056	10.409	0.000	77.025 ***	14.487	5.317	0.000
A端末ダミー	15.719	11.050	1.422	0.159	38.691 **	16.296	2.374	0.023
展望台ダミー	43.250 ***	12.415	3.484	0.001	36.329 *	17.995	2.019	0.051
決定係数R ²	0.141				0.177			
観測数	88				41			
【観光消費額】	全体				リピーターのみ			
	係数	標準誤差	t	P-値	係数	標準誤差	t	P-値
切片	7.626 ***	0.180	42.345	0.000	7.926 ***	0.268	29.628	0.000
A端末ダミー	0.094	0.217	0.433	0.666	0.014	0.300	0.048	0.962
展望台ダミー	-0.031	0.238	-0.131	0.896	-0.392	0.322	-1.216	0.232
決定係数R ²	0.003				0.044			
観測数	82				37			

課題解決システムに関する機能検証

- 旅マエ、旅ナカそれぞれ各システムに具備した機能の検証を実施
⇒以下主となるメイン機能について記載、その他について問題なく実装できたことも確認

旅マエ リアルタイム 映像伝送	○ 問題なく 実装	4Kカメラからのストリーミング映像2本を、同時に10台の5G端末へ伝送 ⇒一部カクツキ/ノイズ等は見られたが、下記結果及びアンケート等のユーザーヒアリングからも、課題実証上、問題等がなく、機能実装についても問題ないと判断 <実測値抜粋> ※各条件ごとn=1 <table><tr><th>スループット</th><th>遅延</th><th>カクツキ/ノイズ</th></tr><tr><td>カメラ⇒dOIC: 平均10Mbps～15Mbps dOIC⇒5G端末(スマホ): 合算272Mbps</td><td>1.9秒</td><td>7%程度(測定時間60秒中)</td></tr></table>	スループット	遅延	カクツキ/ノイズ	カメラ⇒dOIC: 平均10Mbps～15Mbps dOIC⇒5G端末(スマホ): 合算272Mbps	1.9秒	7%程度(測定時間60秒中)
スループット	遅延	カクツキ/ノイズ						
カメラ⇒dOIC: 平均10Mbps～15Mbps dOIC⇒5G端末(スマホ): 合算272Mbps	1.9秒	7%程度(測定時間60秒中)						
旅ナカ/アト コンテンツ配信	△ 課題はあるが 運用対処可能	4K30fps15秒(80.6MB)のコンテンツを同時に5台の5G端末(スマホ)へ伝送する際の実測値で平均ダウンロード時間が平均5.178秒、課題解決に資する目標値として5秒を設定 ※ユーザーが配信対象エリア内から移動せずにコンテンツダウンロードに当てられる時間上限を『5秒』と設定 スループットについては合算626.8Mbps(128Mbps/台)となり目標値合算480Mbps(96Mbps/台)を達成。 ⇒ダウンロード時間が5秒を超えてしまう結果について、その要因を考察するとともに運用時代替策を複数提示した <実運用に向けた代替策> ①配信エリアの拡大 ②配信コンテンツ容量の低減 ③ユーザビリティ担保を目的としたコンテンツポップアップ表示フロー <実測値抜粋> ※各条件ごとn=4 <table><tr><th>ダウンロード時間</th><th>スループット</th></tr><tr><td>平均5.178秒/台</td><td>dOIC⇒5G端末(スマホ): 5台合算626.8Mbps</td></tr></table>	ダウンロード時間	スループット	平均5.178秒/台	dOIC⇒5G端末(スマホ): 5台合算626.8Mbps		
ダウンロード時間	スループット							
平均5.178秒/台	dOIC⇒5G端末(スマホ): 5台合算626.8Mbps							

※概要版にはベストデータのみ抜粋記載

課題解決システムに関する運用検証／残された課題

■ 本実証における運用検証

- ・端末の操作性は特に問題なし
- ・“歩きスマホ”を防ぐため端末にストラップ・タッチペンをセット、案内や注意喚起を万全に行った
- ・新型コロナウイルス対策を徹底

▶ 運用面では大きな課題は見当たらず

■ 次年度以降の実装を想定した運用検証

- ・2021年～2025年までの数年間(5G普及前)は、個人所有端末へのアプリダウンロード型ではなく「**端末貸出型**」での実装・横展開が行われることを想定。
- ・この場合、業務のボトルネックは**端末の貸出・回収業務**(不返却や盗難の防止)。

▶ 観光領域の5Gは、端末貸出・返却が一か所で集中管理可能な「**関所型**」※のフィールドに絞った横展開(事業化)が、用途開発の現実解

※関所型: テマパークや有料の公園など、出入り口で端末の貸出・回収が確実に可能な、地理的に閉鎖されたフィールド

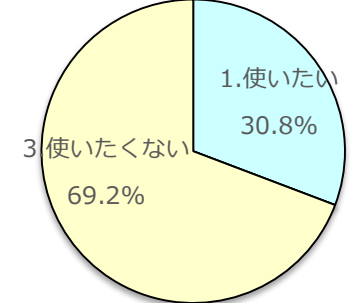
(その他運用の課題)

- ・実装にあたっては、「表示UIの向上」、「コンテンツ表示場所までの地図ナビゲーション」「AR・GPSの精度向上」等に追加のシステム開発工数が必要。

■ 残された課題

「有料であっても使いたい」というユーザは30%にすぎず、ユーザ課金型のビジネスモデルが成立するかどうか確証は得られず。

ガイドシステムは有料であっても使いたいと思いますか？



- ・観光ガイドシステムとしては、ARの誘導や映像など、より多くの情報を収載することが求められることが判明
- ・収載する情報量を増やすためにはインイシャルコストが増加する。楽しみ方には個人差が大きく、満足する情報量の水準を一律に決めることができない問題が残る
- ・雪や雨ではガイドシステムが持ちづらいこと、また、誘導先スポットが雪に埋まるなど、天候・気象条件に左右されやすい点も課題

▶ 滞在時間延長等、課題解決システムの有効性を確認できた一方、コンテンツの充実や更新にかかる費用が大きいことが課題

ローカル5Gの性能評価等の技術実証

実証目標

■ 背景となる技術的課題

- 山間部において、観光分野におけるユースケースを前提とした場合、起伏の激しい山間の環境において、森林遮蔽や建物内における侵入損失等を考慮したエリア構築が課題となる。そのため、山間部における電波伝搬特性を把握することが重要となる。
- キャリア5G基地局が運用される地域において、ローカル5G基地局を準同期で運用する場合、詳細な事前検討を実施しておかなければ、ローカル5G基地局側が有害な混信影響を被る可能性がある。
- また、ローカル5G基地局(同期/準同期)同士においても、隣接もしくは同一CHIにおいて運用される場合、双方に有害な混信影響を与える可能性がある。

■ 技術基準等の見直しに資する新たな知見

- ユースケースに基づくローカル5Gの性能評価等
 - 基地局送信電力を実測し、実証環境に応じた、伝搬特性を明らかにする。
 - ローカル5Gの性能評価として、エリア形成の観点とユーザーへのサービス提供品質の観点からの評価を行う。
- ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等
 - 総務省提供のエリア算出法と実測値に基づき、ローカル5Gのカバーエリア及び、調整対象エリアを評価する。
 - 実測結果とエリア設計値を比較検証することで、ローカル5Gエリア構築等に関する課題、対策等を考察する。
 - 観光地における最適な5Gエリア構築の観点から、キャリア5Gとローカル5Gの離隔距離等の共用条件を机上検討により算出し、最適な共存方策について考察する。
- その他ローカル5Gに関する技術実証
 - 隣接、同一周波数帯において、準同期運用するローカル5Gと同期運用するローカル5Gの共用検討(机上検討)を行い、所要改善量、所要離隔距離等を評価する。

ユースケースに基づくローカル5Gの性能評価等

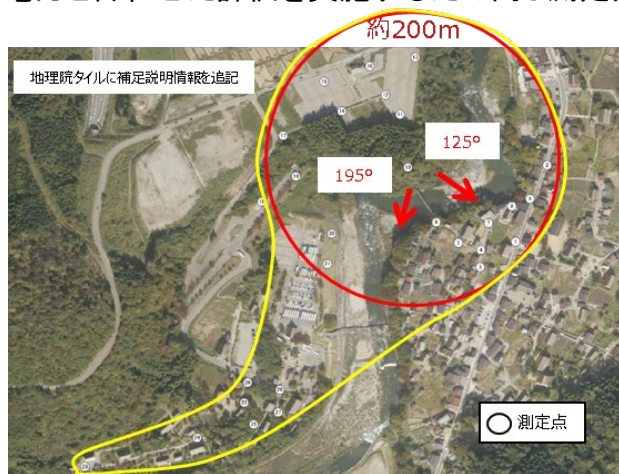
■ 計測指標

- 電波伝搬環境について、実測した下り受信電力値を用いて評価する。
 - 実測値と測定環境から山間地等におけるエリア形成について評価を行う。
- ローカル5Gの性能評価として、エリア形成の観点とユーザーへのサービス提供品質の観点からの評価を行う。
 - エリア形成は、総務省審査基準で定められているカバーエリア端レベル(-84.6dBm)で評価を行う。
 - サービス提供品質は、課題実証と同じ目標値である、1端末あたりのDL伝送スループット96Mbps、UL伝送スループット20Mbpsを達成できているかの観点で評価を行う。
 - 遅延時間(RTT)については、課題実証で求められる性能は映像のエンコード/デコード、バッファなどがメインであり無線区間の性能差については影響ない範囲としているため、本技術実証ではRTTの安定性を確認することとする。

■ 評価・検証方法

- 基地局周辺にある屋内外、20箇所程度の測定地点において測定※した。

※ 一般的に5G NRのエリア指標として用いられているSS-RSRP及びSS-RSRQについて実測した。伝送スループット及びRTTについては、受信電力と合わせた評価を実施するため同じ測定点で実測した。



白川鳩谷局(23地点)



飛騨白川局(31地点)

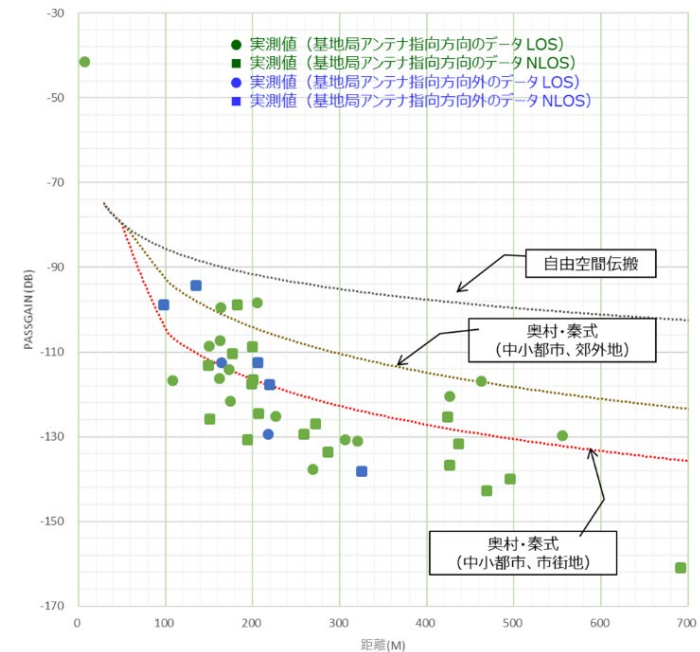
ユースケースに基づくローカル5Gの性能評価等

■ 検証結果(山間地等の観光地の環境における、電波伝搬環境評価)

- 実証フィールド実施環境における伝搬特性に基づいたローカル5G性能評価のため、実測結果から考察。
- 白川鳩谷局(山上局)※のターゲットエリアは、南方向の河川を超えた市街地一体であり、想定通りにエリア形成できていると考えられる。
※ 白川鳩谷局は、街歩きエリア全体をカバーするように設計されているNTTドコモの商用5G局(マクロ局)であり、今回、課題実証は、街歩きエリアで実施されている。
- 実測値から得られた伝搬特性は、白川鳩谷局、飛騨白川局ともに、奥村・秦式(中小都市、郊外地もしくは市街地)と、よく一致しているように見える。



白川鳩谷局の下り受信レベル(SS-RSRP)実測値から評価した想定カバーエリア

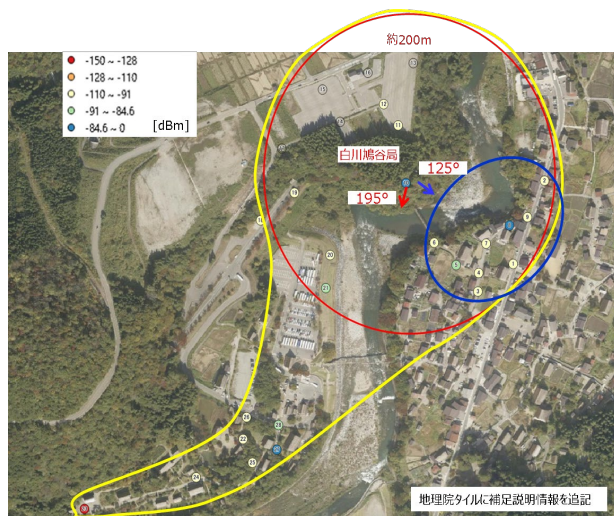


白川鳩谷局周辺における伝搬特性

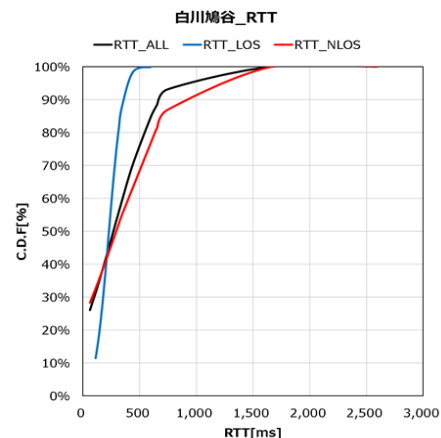
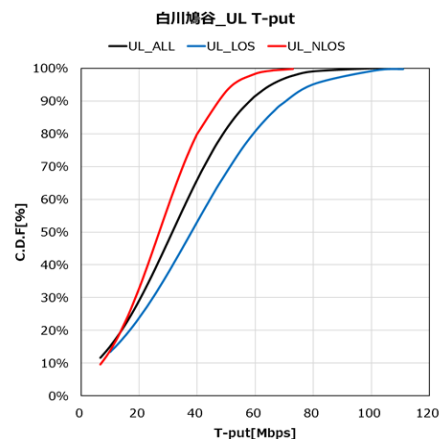
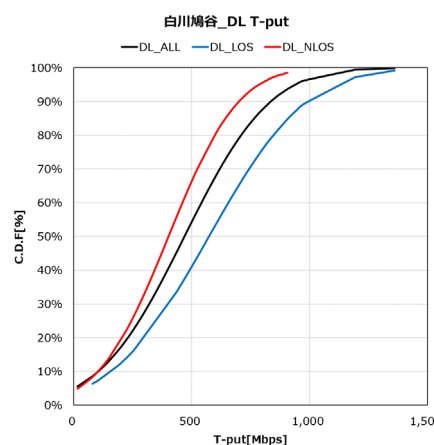
ユースケースに基づくローカル5Gの性能評価等

■ 検証結果(山間地等の観光地の環境におけるローカル5Gの性能評価)

- 白川鳩谷局(山上局)をローカル5G局と見做して、足元の200m内(青色線内)を想定ターゲットエリアとする前提で考察。
- エリア形成の観点では、足元200m内では、多くの測定点で、下り受信電力測定値がカバーエリア端レベルを超えていない(山影や樹木の影響による、電波遮蔽の影響と想定される)。
- ユーザーへのサービス提供品質の観点では、伝送スループットの目標達成率は、DLでは累積確率で90%以上、ULでは70%以上であった。RTTについて累積確率分布が急峻であり、概ね安定していると考えられる。
- 実測結果からは、伝送スループットは、概ね下り受信電力に比例していることが確認できており、ローカル5G性能を最大限に発揮するにはエリア最適化が必要である。
- 特に、今回のような山間地においては、マクロ局が設置されるような、山頂や高台ではなく、ターゲットエリアに近い場所からエリア形成を試みることが有効と考えられる。



白川鳩谷局をローカル5G基地局と見立てた場合の想定ターゲットエリア



白川鳩谷局周辺エリアにおける伝送スループット、RTT累積分布

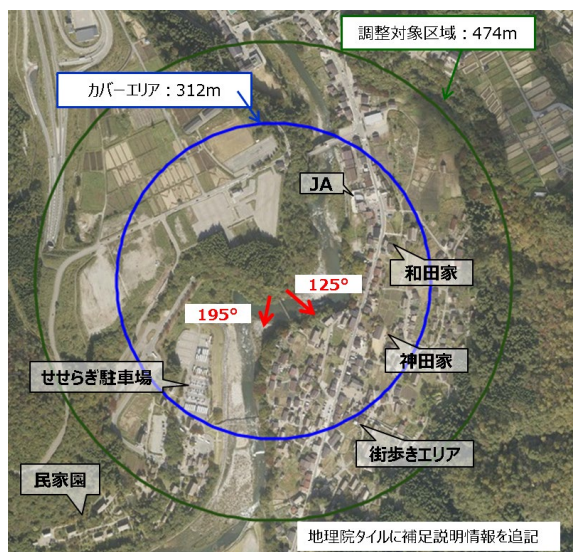
ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等

■ 計測指標/評価・検証方法

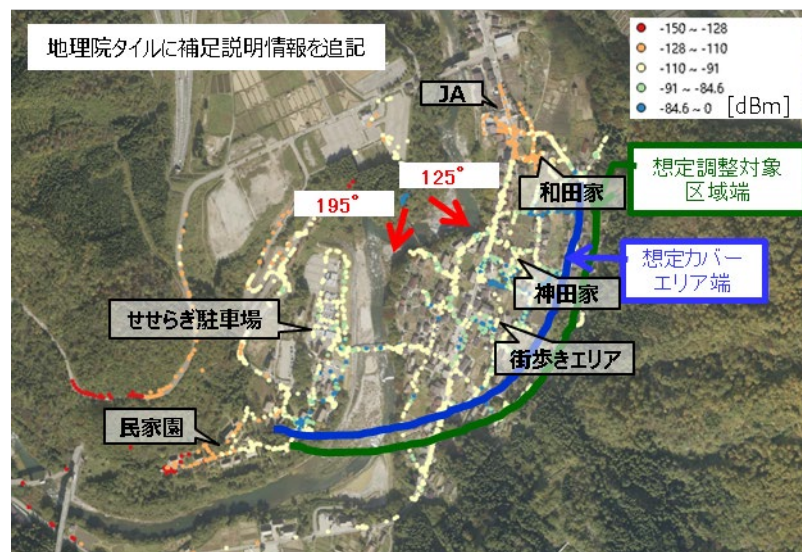
- 総務省提供エリア算定式でカバーエリア、調整対象区域図を作成し、下り受信電力実測値と比較検証を実施。
- エリア構築等の検証のため、レイトレーシング法によるエリア設計値と、下り受信電力実測値との比較検証を実施。
- 下り受信電力測定方法は、調査検討項目(ア)のローカル5G性能評価と同様。測定地点は、総務省が提供するエリア図における基地局カバーエリア端、調整対象区域端付近。

■ 検証結果(カバーエリア、調整対象区域図の作成及び下り受信電力実測値との比較)

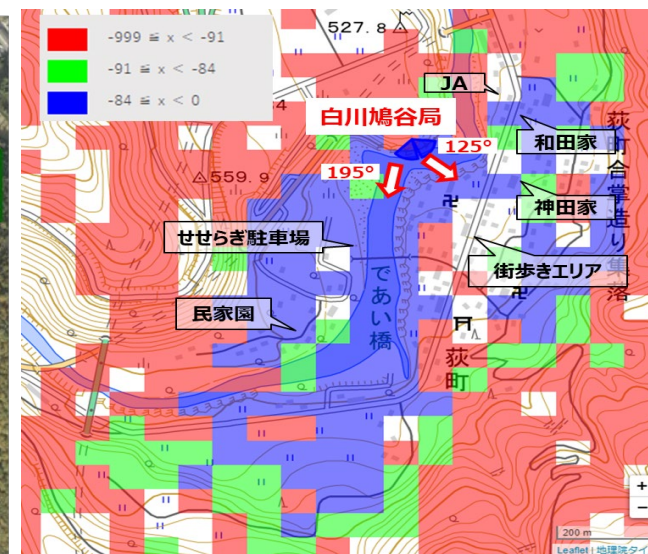
- 白川鳩谷局においては、エリア算定式によるエリア端距離は、カバーエリア端312m、調整対象区域端474mである。
- 総務省提供のエリア算出式と、実測値からの推定したエリアは、よく一致している。
- レイトレース法によるエリア設計値と、実測値から推定したエリアは、よく一致している。



白川鳩谷局のカバーエリア、
調整対象区域図



白川鳩谷局の実測値から評価した
想定カバーエリア



白川鳩谷局エリア設計図

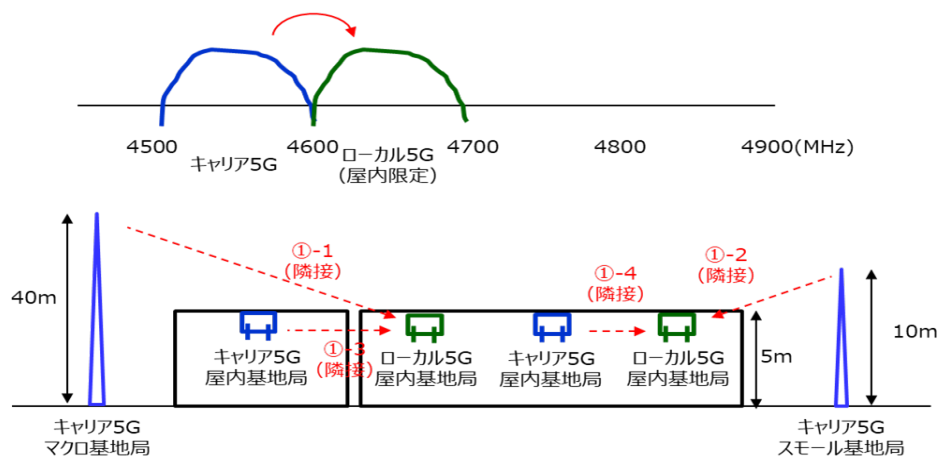
ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等

■ 評価・検証項目

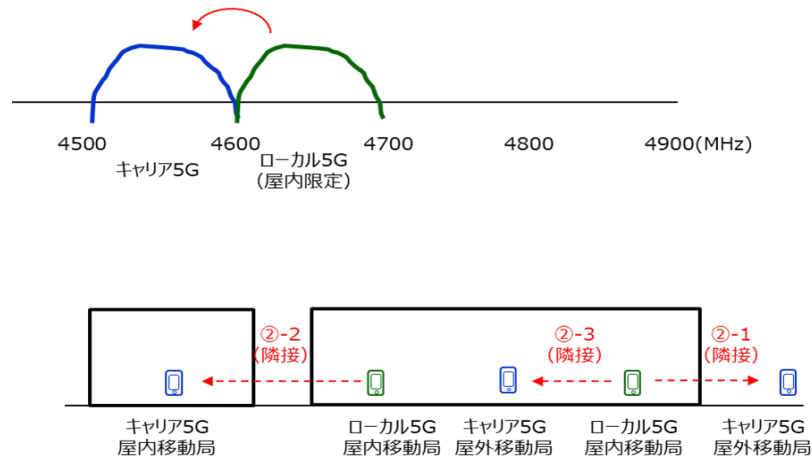
- 観光地では、多くの人が集まるスポットが多いことから、キャリア5Gが広範にサービスエリアを展開している可能性が高い。
- そのようなエリア内にローカル5Gを導入する場合、キャリア5Gサービスエリア内において、キャリア5Gとの間で干渉問題を起こすことなく共存することが必要不可欠である。
- そのため、観光地における最適な5Gエリア構築の観点から、キャリア5Gとローカル5Gの離隔距離等の共用条件を机上検討により算出し、最適な共存方策について考察する。

■ 評価・検証方法

- 隣接周波数帯において、準同期運用するローカル5Gと、同期運用するキャリア5Gとの共用検討(机上検討)を行い、所要改善量、所要離隔距離等を評価する。
- 検証する干渉シナリオは、基地局-基地局間干渉と、移動局-移動局干渉。



基地局間干渉における干渉シナリオ



移動局間干渉における干渉シナリオ

ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等

■ 検証結果(キャリア5Gとローカル5Gの離隔距離等の最適な共存方策)

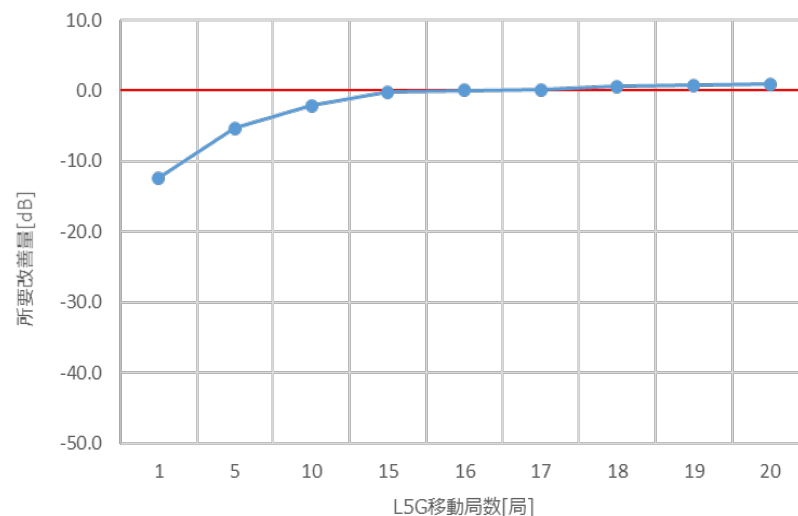
- ローカル5Gが屋外運用する場合は、キャリア5Gとの間の共存方策の事前検討は不要と考えられる※1。
- ローカル5Gが屋内運用する場合は、キャリア5Gとのガードバンドの大きい4700MHz以上を活用することが適切※1。
- 仮に、4600-4700MHz帯を使わざるを得ない場合は、以下の対策が必要である。
 - ローカル5G基地局の設置については、事前に、ローカル5G基地局の周囲数百m以内の屋外に、キャリア5G基地局が存在するかどうかを目視で確認し、可能な限り、周囲のキャリア5G基地局との離隔距離を確保するように設計することが有効。
 - ローカル5G移動局とキャリア5G移動局が同一空間で運用されないような工夫が必要となる※2。

※1 キャリア5Gは4500-4600MHz帯で運用されているので、ローカル5Gが屋外運用する場合は200MHz、ローカル5Gが4700MHz以上で屋内運用する場合は、100MHzのガードバンドが確保できる。

※2 キャリア5G移動局とローカル5G移動局が同一空間で運用される場合には、1対1対向で約9mの離隔距離が必要。さらに、ローカル5G移動局の運用台数が10台以上になると、キャリア5G移動局に影響がでる可能性がある。

移動局間干渉シナリオにおける共用計算結果
(1対1対向モデル)

#	帯域内干渉			帯域外干渉		
	与干渉量 [dBm/MHz]	所要改善 量[dB]	所要離隔 距離[m]	与干渉量 [dBm]	所要改善 量[dB]	所要離隔 距離[m]
②-1	-107.8	3.2	1.5	-54.8	-14.8	-
②-2	-124.0	-13.0	-	-71.0	-31.0	-
②-3	-91.8	19.2	9.1	-38.8	1.2	1.2



移動局間干渉シナリオ(②-3)における確率計算結果
(L5G局数による所要改善量の変化)

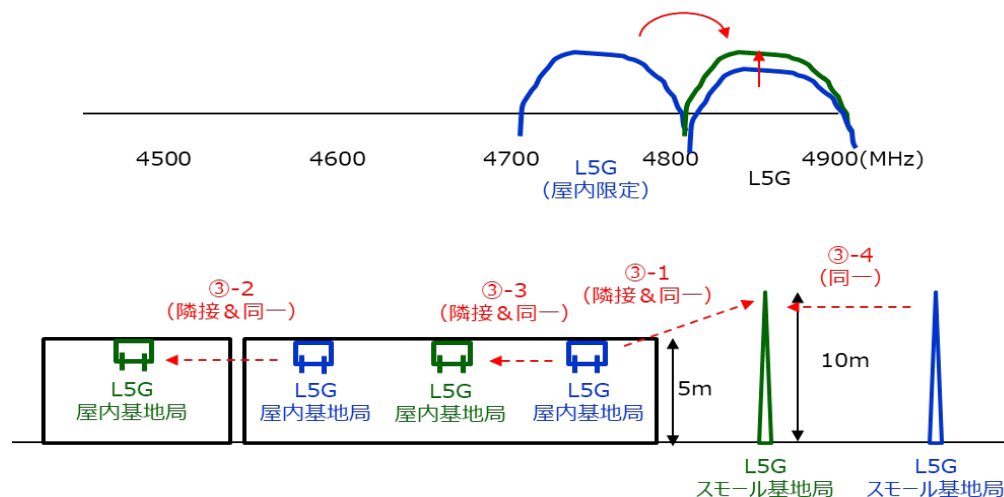
その他ローカル5Gに関する技術実証

■ 評価・検証項目

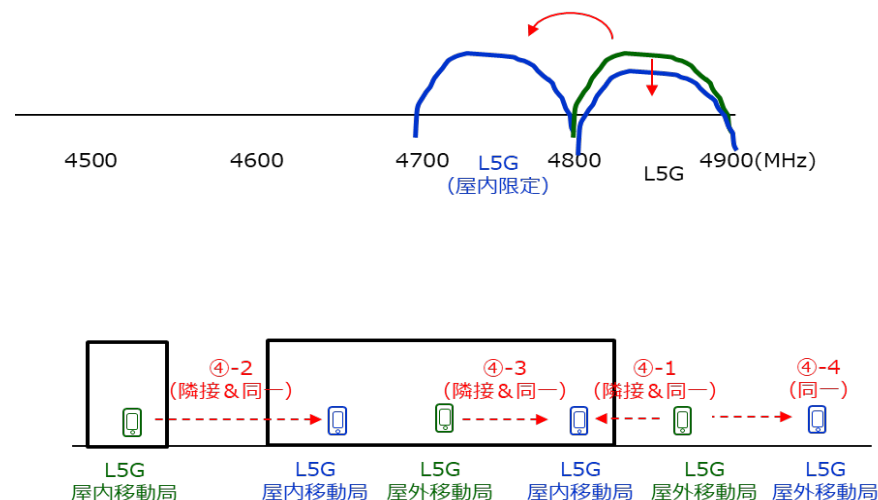
- 4.7GHzローカル5Gバンド(4600-4900MHz)では、4800-4900MHz帯のみが屋外でも利用可能なバンドである。
- ローカル5G同士が同期運用する場合は、隣接周波数であれば有害な混信が発生することはないが、一方が準同期運用を行う場合には、一定の割合で干渉が発生するため、適切な離隔距離を確保する等の対策が必要となる。
- ローカル5Gが準同期運用する場合の、隣接もしくは同一帯域のローカル5Gとの共用条件について検討する。

■ 評価・検証方法

- 隣接、同一周波数帯において、準同期運用するローカル5Gと同期運用するローカル5Gの共用検討(机上検討)を行い、所要改善量、所要離隔距離等を評価する。
- 検証する干渉シナリオは、基地局-基地局間干渉と、移動局-移動局干渉。



基地局間干渉における干渉シナリオ



移動局間干渉における干渉シナリオ

その他ローカル5Gに関する技術実証

■ 検証結果（準同期ローカル5Gと同期ローカル5Gの離隔距離等の最適な共存方策）

- ローカル5G同士が隣接CHで運用する場合の共存方策は以下の通り。
- 屋内ローカル5Gと屋外ローカル5Gが共存する場合（③-1 & ④-1）
 - ワorstケースでは、基地局間干渉が発生する可能性があり、5mの離隔距離が必要となるが、実測した基地局スプリアスでの計算結果では、所要改善量がマイナスとなっており、現実的には大きな問題が発生しないレベルと考えられる。仮に、問題が生じたとしても、サイトエンジニアリングによる基地局位置、アンテナ位置の調整で対応できる範囲と考えられる。一方、移動局間干渉の観点では、1対1対向モデルでは所要離隔距離1.4mが必要となるが、屋内外で共存するケースでは実質的に問題は生じないと考えられる。
- 屋内ローカル5G同士が共存する場合（③-2/3&④-2/3）
 - 机上計算上は、同一空間内（④-3）で移動局間干渉が発生する可能性があるが、ローカル5Gは、基本的に自己土地内で運用することが前提であるため、ローカル5G同士で、同一空間で共存する状況が発生することは想定しづらい。

基地局間干渉シナリオにおける共用計算結果
（1対1対向モデル）

#	不要発射	被干渉ANTパターン	帯域内干渉			帯域外干渉		
			与干渉量 [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]	所要離隔距離 [m]	与干渉量 [dBm]	所要改善量 [dB]	所要離隔距離 [m]
③-1	情通審	平均	-111.0	-1.0	-	-70.0	-23.0	-
		最大	-98.6	11.4	5.0	-57.5	-10.5	-
	実測値	平均	-135.8	-25.8	-	-70.0	-23.0	-
		最大	-123.4	-13.4	-	-57.5	-10.5	-
③-2	情通審	—	-149.9	-39.9	-	-108.9	-61.9	-
	実測値	—	-174.7	-64.7	-	-108.9	-61.9	-
③-3	情通審	—	-117.9	-7.9	-	-76.9	-29.9	-
	実測値	—	-142.7	-32.7	-	-76.9	-29.9	-

移動局間干渉シナリオにおける共用計算結果
（1対1対向モデル）

#	帯域内干渉			帯域外干渉		
	与干渉量 [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]	所要離隔距離 [m]	与干渉量 [dBm]	所要改善量 [dB]	所要離隔距離 [m]
④-1	-108.4	2.7	1.4	-55.4	-15.4	-
④-2	-124.4	-13.4	-	-71.4	-31.4	-
④-3	-92.2	18.8	8.8	-39.2	0.9	1.1

その他ローカル5Gに関する技術実証

■ 検証結果(準同期ローカル5Gと同期ローカル5Gの離隔距離等の最適な共存方策)

- ローカル5G同士が同一CHで運用する場合の共存方策は以下の通り。
- 屋内ローカル5Gと屋外ローカル5Gが共存する場合(③-1&④-1)
 - 基地局間干渉については、ワーストケースで約260mの離隔距離が必要。移動局間干渉については、準同期モード移動局が1台でも、同期モード移動局への干渉影響が発生する可能性があるため、移動局同士が見通し外になるような十分な離隔距離を確保する必要がある。
- 屋内ローカル5G同士が共存する場合(③-2/3&④-2/3)
 - 基地局間干渉の観点では、机上計算上は、同一空間で運用する場合(③-3)にのみ、14mの離隔距離が必要となる。しかし、移動局間干渉の観点では、異なる建物間(④-2)においても、移動局数が16台を超えると同期モードの移動局への干渉影響が発生する可能性があるうえ、同一空間の場合(④-3)は、1台でも干渉影響が発生する。しかし、ローカル5Gは、基本的に自己土地内で運用することが前提であるため、ローカル5G同士で、同一空間で共存する状況が発生することは想定しづらいことを考慮すると、異なる建物間での運用時に、移動局の運用台数の制限等を実施すれば、共存可能と考えられる。
- 屋外ローカル5G同士が共存する場合(③-4&④-4)
 - 屋外においては、互いに見通し外になるような十分な離隔距離を確保した上でなければ共存は困難である。

基地局間干渉シナリオにおける共用計算結果
(1対1対向モデル)

#	被干渉ANTパターン	帯域内干渉			帯域外干渉		
		与干渉量[dBm/MHz]	所要改善量[dB]	所要離隔距離[m]	与干渉量[dBm]	所要改善量[dB]	所要離隔距離[m]
③-1	平均	-90.2	19.7	92.0	-70.2	-23.2	-
	最大	-77.8	32.3	262.0	-57.7	-10.7	-
③-2	—	-129.1	-19.1	-	-109.1	-62.1	-
③-3	—	-97.1	12.9	14.0	-77.1	-30.1	-
③-4	平均	-22.1	87.9	74,250.0	-2.1	44.9	529.0
	最大	-12.3	97.7	231,313.0	7.8	54.8	1,648.0

移動局間干渉シナリオにおける共用計算結果
(確率計算モデル)

#	移動局1台の時の所要改善量[dB](97%値)	所要改善量がプラスになる(影響が出る)移動局台数
④-1	8.4	1
④-2	-12.2	16
④-3	19.9	1
④-4	24.5	1

■ 技術的課題の解決方策

- 観光地等の環境における4.7GHz帯の電波伝搬特性について、屋外環境は奥村・秦式（中小都市、郊外地もしくは市街地モデル）で概ね模擬できると考えられる。
- 観光地等における建物侵入損については、概ね、情報通信審議会で用いられている建物侵入損の値に合っていると想定される。
- 観光地におけるエリア形成という観点では、ローカル5Gにおいては、ターゲットエリアにできるだけ近い場所に基地局を設置してカバーすることが、ターゲットエリア内のサービス品質や、ターゲットエリア外への漏洩電力低減の観点から適切であると考えられる。
- ローカル5Gが屋内運用する場合は、キャリア5Gとのガードバンドの大きい4700MHz以上を活用することが適切である。
- 仮に、4600-4700MHz帯を使わざるを得ない場合は、事前に、ローカル5G基地局の周囲数百m以内の屋外に、キャリア5G基地局が存在するかどうかを目視で確認し、可能な限り、周囲のキャリア5G基地局との離隔距離を確保するように設計する必要がある。
- ローカル5Gエリア内での移動局については、キャリア5G移動局とローカル5G移動局が同一空間で運用される場合には、1対1対向で約9mの離隔距離の確保、さらに、ローカル5G移動局の運用台数が10台以上にならないような制限を設けることなどの対策が必要である。
- ローカル5G同士が隣接CHで運用する場合の共存方策は以下の通り。
 - 屋内ローカル5Gと屋外ローカル5Gが共存する場合は、実質的な問題は生じないと考えられる。
 - 屋内ローカル5G同士が共存する場合は、同一空間内で運用しない限り、実質的な問題は生じないと考えられる。
- ローカル5G同士が同一CHで運用する場合の共存方策は以下の通り。
 - 屋内ローカル5Gと屋外ローカル5Gが共存する場合は、移動局同士が見通し外になるような十分な離隔距離を確保する必要がある。
 - 屋内ローカル5G同士が共存する場合は、同一空間内での運用は困難である。異なる建物間での運用においても、移動局の運用台数の制限等が必要である。
 - 屋外ローカル5G同士が共存する場合は、互いに見通し外になるような十分な離隔距離を確保した上でなければ共存は困難である。

■ 更なる技術的課題等

- ローカル5G性能向上には、ターゲットエリア内で良好な下り受信電力を得られるようにエリア形成することが重要。
- 山間部の観光等の環境において、ローカル5Gとして比較的狭いエリアにおいて安定的な性能を得るためには、マクロ局が設置されるような山頂や高台ではなく、ターゲットエリアに近い場所からエリア形成を試みた方が適切であると考えられる。
- ローカル5Gをマクロ局で運用する形態については、そのメリット、デメリットを含め、今後、詳細に検討を行う必要があるだろう。

実装・横展開に関する検討

事業化(実装・横展開)の前提条件と方向性

■ 前提条件

●事業化に向けた背景

- ・コロナ前は世界から観光客が白川村に押し寄せ、観光ガイドシステムによる分散や混雑緩和ニーズがあった
- ・ただし既存の観光ガイドアプリには成功例なく、本実証にて5G技術を活用して次世代のモデルを開発・投入
- ・域外の事業者には5G活用の観光ガイドシステムが利用者に提供する価値やシステム実装方法をアピールし連携のあり方を協議

●実証実験の結果判明したこと

- ・A群ユーザアンケート:「有料でも使いたい」との回答は30%にとどまる
- ・コンテンツの充実や更新にかかる相応規模の運営コストが継続的にかかることが負担
- ・端末の貸出・回収(不返却や盗難の防止)がボトルネック

●新型コロナ収束の長期化

- ・観光客戻らず、地域課題は、当初のオーバーツーリズム対策から観光振興策へ重点シフト
- ・担い手となりうる事業者の事業意欲減退
- ・観光がコロナ前の状況に戻るのは2024年前後との推計

■ 方向性

- ・利用者や事業者等受益者負担の観点のみでは事業性厳しく、本実証モデルでの実装・横展開はコロナ終息等の外部諸条件が整う必要あり
- ・ポストコロナに向け、各地の観光ガイドアプリ制作を手掛けるIT企業との協業を検討中
- ・本実証モデルをベースとして、Withコロナ下で事業性を高めるため、以下の3つのオプション追加を提案

資金調達の多様化

①協力金・トークン方式

入口で入場料・協力金・村民税等の名目で課金し、トークンとして5G端末を渡す

コンテンツの充実や更新にかかる運営コストの圧縮

②撮り放題・クラウド上げ放題

観光客が自ら撮影した動画・静止画を5G通信でクラウドにアップロードできる

③投稿プラットフォーム

利用者は自分の体験を投稿でき、自分の体験を視聴者に伝えることができる

実装・横展開に資する普及モデルに関する検討

普及モデル…実証モデルの成果をベースにコンテンツを追加

利用者に与える価値	● 利用者は主に、「1回の旅行中に全ての情報が欲しい」と考える外国人観光客。 ● 紙のガイドブックやインターネット上の観光情報やSNS等の情報では得られない、白川郷散策中の位置・時刻に応じたディープな情報の提供(高精細映像配信や、経路分岐部等のARナビゲーション) ● 観光地や博物館にある音声ガイドのいわば上位版
収入源	● 利用者から5G端末の利用料を想定
利用端末	● 5G端末の貸出 観光地の入場口で観光客が料金を払って入り口で5G端末を受け取り、敷地内で使用後、出口で端末を返却する
事業主体	● 白川郷での実装は、 ー観光ガイドシステムの開発:IT企業 ー5G端末の貸出・回収運用:観光案内所等 ● これが成功すれば、IT企業が他地域への横展開
初期投資	● 本実証で構築した情報資産をベースとしつつ、コンテンツの追加については更なる投資が必要 ● また、横展開においては、ローカル5G基地局投資、システム構築費、5G端末購入費が必要となる
運営費用	● 本実証の結果、用意した20コンテンツ以外に増やすニーズが把握されており、高精細映像配信や位置情報をトリガーに配信されるコンテンツ(動画、ARコンテンツ等)の追加作成費用やシステムの運営費用が必要
備考	● 歩きスマホ問題への対策として、固定QR読み取り型も選択肢 スタンプラリー機能等の追加も
実施計画	● 事業化は新型コロナウイルスの収束が前提

■ 追加を提案するオプション

①協力金・トークン方式

- ・入口で入場料・協力金・村民税等の名目で課金し、トークンとして5G端末を渡す(白川郷エリアは観光客が駐車場を起終点に周遊をしやすい構造をしているため)
- ・協力金、駐車場料金の上乗せ、新たな税金の設定等
- ・徴収目的(オーバーツーリズム対策等)と用途、住民理解を含む慎重な合意形成が必要
- ・ふるさと納税の活用も検討の余地あり

②撮り放題・クラウド上げ放題

- ・高精細の画像を撮影可能な端末を貸出し、観光客が自ら撮影した動画・静止画を5G通信でクラウドにアップロードできるサービス。
- ・端末貸出とクラウドストレージをセットし、外国人が帰国後ダウンロードできる機能を付加することで利用料を引き上げる

双方向化

③投稿プラットフォーム

- ・利用者は自分の体験を投稿でき、自分の体験を視聴者に伝えることができる
- ・外国人が5G貸出端末で撮影した動画・静止画に対し、公開の同意を得たものを公開することで、運営費用のネックとなっているコンテンツ制作費用の削減を図る。
- ・アプリダウンロード型への展開も想定

資金調達の多様化

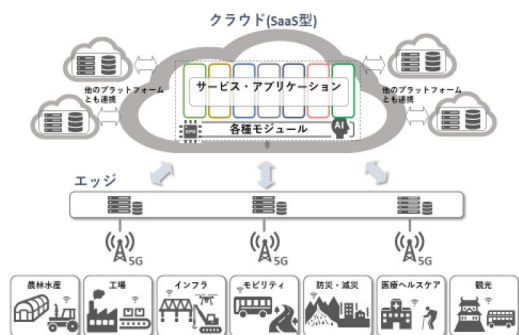
コンテンツの充実や更新にかかる運営コストの圧縮

共同利用型プラットフォームに関する検討

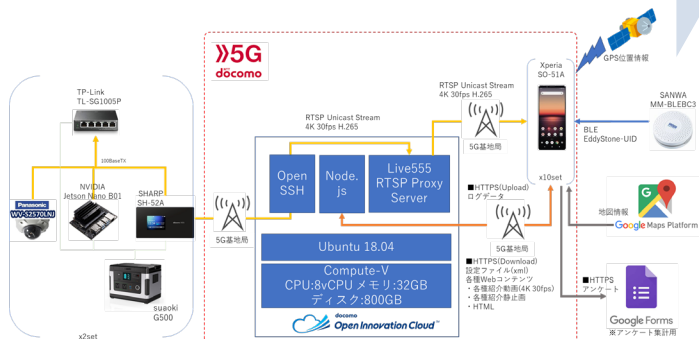
- 共同利用型プラットフォーム(5Gソリューションセンター(仮))に対して、本課題実証を通して得られたノウハウから提供可能なものを表の通り整理

⇒基本的には報告書内容を参照することで、他ベンダにおいても本システムと同等のシステム構築が可能であると判断

<5Gソリューションセンター(仮称)イメージ>



<再掲:課題実証システム構成図>



<本実証の成果を踏まえ提示可能な仕様書案>

	報告物(成果報告書内記載)	内容
1	システム概要	構築したシステムのコンセプト、概要
2	使用機器一覧	選定した具体的な機器一覧、および機器スペック(要求仕様等)
3	機器接続図	各機器間の接続インターフェイス詳細
4	NW構成図全体	NW構成の全体図
5	NW構成図詳細	選定した具体的なサーバ情報、インターフェイス設計等の明記
6	参考1:リアルタイム映像伝送データフロー	設置カメラからリアルタイム配信される映像を5G端末(スマホ)で視聴する際のデータフロー
7	参考2:コンテンツ配信データフロー	クラウドサーバ上に格納したコンテンツを各種トリガーによって、該当する5G端末(スマホ)に配信する際のデータフロー
8	API仕様書※1	構築したAPI一覧
9	構築アプリケーションAPKファイル※2	構築したアプリケーションのAPKファイル
10	アプリケーション設定ファイル内容表	構築アプリケーション起動時、初めに5G端末(スマホ)がダウンロードする設定ファイルの情報 ※本設定ファイルにて、端末に対してコンテンツ配信トリガーに関わる配信エリア設計等の情報を渡す仕様
11	システム取得ログ情報	本システムにおいて取得するログ情報一式

※1、※2については本報告書とは別途にて情報共有を想定

まとめ

観光客の滞在時間と場所の分散化の促進等に資する仕組みの実現

- **実証目標** 「高精細ライブ映像配信等5G特性を活かし、観光客の行動変容が期待できるコンテンツを観光客の位置情報等によって瞬時に配信する観光ガイドシステム」を試作し、観光客の滞在時間・場所の分散化といった観光客の行動変容や消費の促進に資する仕組みを実現すること。

白川郷Story 5Gコンソーシアム

実証地域：岐阜県大野郡白川村

ドコモの商用局3局からなる5Gエリア

本実証にて提案・開発する課題解決システム
5Gを活用した新たな観光体験
『次世代観光ガイドシステム』

観光客の位置及び時刻情報に基づきコンテンツを配信
高精細（大容量）映像を5G端末複数台への同時配信
ARコンテンツによる、経路分岐部等のナビゲーション

★観光客は『次世代観光ガイドシステム』搭載5Gスマートフォンを持って周遊



■ 実証成果

- 観光客の集中する時間や場所の分散化による混雑の緩和を実現するための次世代観光ガイドシステムを構築、本課題解決システムを用いた実証により、観光客の誘導等の地理的な分散効果を確認した。
- 観光客の位置情報に応じた高精細なライブ映像、及び4K動画等をPUSH配信により、観光客の滞在時間を+15分延長する効果が得られた（リピーターに限れば+39分延長する効果）。
- 本課題解決システムを実現するために必要な、4Kカメラからリアルタイムで10台の端末に同時ストリーミング配信する機能及び4K動画（80MB程度）を5台の端末それぞれに対して約5秒で同時配信を可能とする5Gネットワークを利用したシステムを構築した。
- ローカル5Gを準同期運用する場合、隣接帯域のキャリア5Gと共存可能となる周波数帯を確認した（屋内利用：4700MHz以上、屋外利用：4800MHz以上）。