地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた 開発実証に係る街づくり・地域振興分野における ローカル5G等の技術的条件等に関する調査検討の請負 (eスポーツ等を通じた施設の有効活用による地域活性化の実現)

報告書

概要版

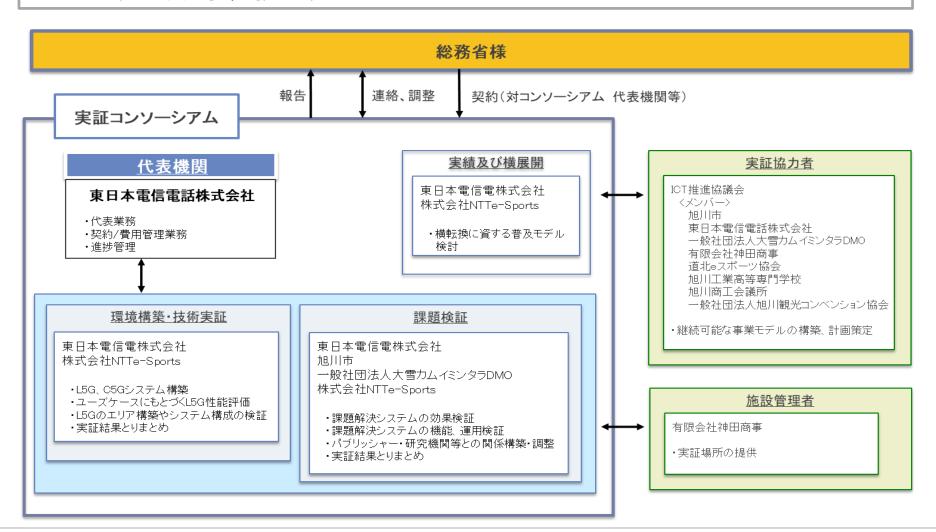
令和3年3月31日

東日本電信電話株式会社

実証概要

実証体制

本実証では、地域課題を抱える旭川市や事業継続を担うDMOと連携を行うとともに、eスポーツ分野においてNTTe-Sportsのノウハウ・知見を生かして事業を推進すべく、課題解決システムの実装を行うNTT東日本が中心となってコンソーシアムを組成し実証事業を推進・牽引してきた。



対象とした地域等課題と課題解決システムとの関係性

対象とした地域の課題を6つに整理し、その解決策(仮説)を6つ定義しました。これを実証すべく課題解決システムを構築し、3つの実証を行いました。

eスポーツにおける地域の活性化

- ・若者の集客と交流による賑わいの創出
- ・地方での首都圏同等レベルのイベント開催
- ・新しい産業として地域に根差す

リアルな場とバーチャル環境が融合したeスポーツの創出

("競技者と観客者"、"首都圏と地方都市"の一体感の向上)

■現状の課題

- eスポーツイベントは集客の見込める東京圏や大都市での開催が多い
- イベントに合わせて機器設置等の設 営稼働の削減
- オンライン競技におけるNW環境を 含めた公平性の確保
- アフターコロナに対応したeスポーツイ ベントのあり方
- eスポーツ競技者の満足感や技術 力の向上を図りたい
- eスポーツ競技者や観客が満足で きる施設や環境がない

■課題解決の方向性(仮説)

- 市内中心部に**eスポーツを核とした新た な地域コミュニティ**の形成
- 無線環境を活かした柔軟なイベント設営と 運用コストの低減化
- 超高速、超低遅延の特色を持つローカル 5 G環境下での競技品質、映像配信
- オンライン遠隔対戦やライブ映像配信に よる交流の形として定着
- 首都圏と接続したイベントの開催及び観 戦客個々の**嗜好に合わせた映像配信**
- プロ選手等による**遠隔コーチング**による技術力の向上

■課題解決システム

ローカル 5 Geスポーツシステム

実証①:無線環境でのeスポーツイベントの実現

高解像度映像配信・マルチアングル 視聴システム

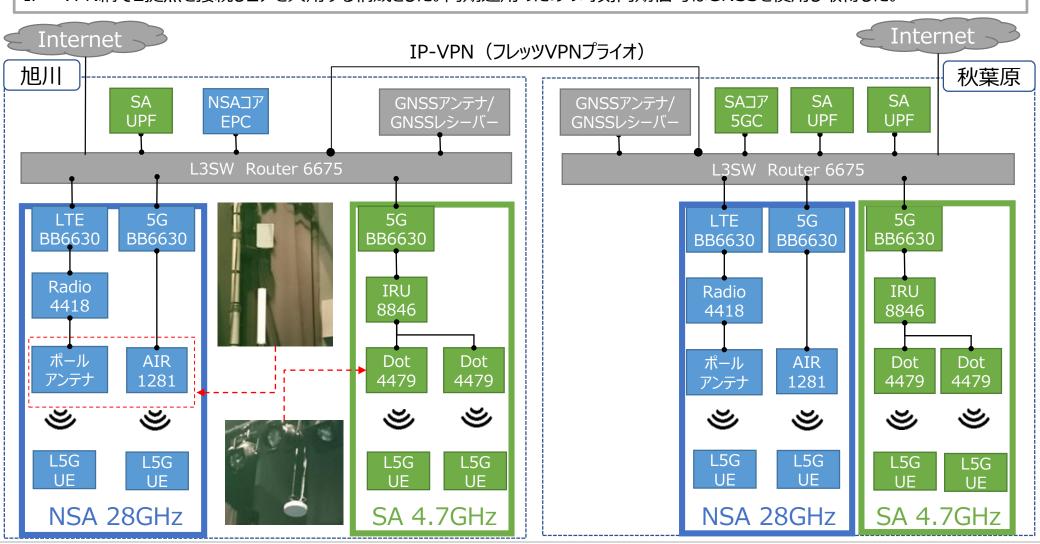
実証②: eスポーツにおける新たな観戦の創出

ライブビューイングシステム 遠隔コーチングシステム

実証③:施設利用の利便性・機能性向上に資する ユースケースの創出

実証環境(ローカル5Gネットワーク概略図)

ICTパーク(旭川)、eXeFieldAkiba(秋葉原)において、下図のとおりのシステム及びネットワークを構築し実証を行った。
IP-VPN網で2拠点を接続しコアを共用する構成とした。同期運用のための時刻同期信号はGNSSを使用し取得した。



実証環境(ICTパーク・eXeFieldAkiba)

本実証を行ったICTパーク(旭川)及びeXeFieldAkiba(秋葉原)の所在地等の概要は次のとおり。

OICTパーク



北海道旭川市3条8丁目842-2 カンダビル3階

・正式名称: ICTパーク

・立地条件:JR旭川駅より徒歩7分

•面積 : 約288㎡

・収容人数:観客席229に対し感染症対策のため定員100人程度・主な設備:大型ビジョン、ステージ、観客席、音響照明機材等

フロア図



:電波カバーエリア

OeXeFieldAkiba





東京都千代田区外神田4丁目14-1 秋葉原UDX4階

・正式名称: eXeField Akiba (エグゼフィールドアキバ) ・立地条件: JR秋葉原駅 電気街口より徒歩3分

·面積 : 約175㎡

·収容人数:定員50人程度

・主な設備:大型ビジョン・ゲーミングPC・配信機材等



:電波カバーエリア

課題解決システムの実証

課題実証目標、課題実証概要(全体像)

地方都市の共通課題として、中心街の空洞化やコミュニティの活気の低下等を解決すべく、ローカル5G無線通信システムを用いたeスポーツ競技の実現を通じ、スポーツ施設の有効活用や利便性向上に資する課題解決システムの実証を行い、有効性を検証した。

ハーツ脱投の美現を通じ、人ハーツ旭設の有効活用や利便性向上に負する誄越胜決システムの美証を行い、有効性を検証した。					
課題解決システム	実証目標(可否評価)	課題実証概要			
		● <u>ローカル 5 G通信性能評価</u> ・性能比較のため、有線、キャリア 5 G、WiFi6,LTEを平行試験、試験時遠隔地(秋葉原)と接続 [測定項目]応答時間、ゆらぎ、スループット(ダウンロード、アップロード)、パケットロス率 等			
	複数の条件下でローカル5Gの通信性 能を検証することで、ローカル5Gを用い	無負荷試験、有負荷試験(ネットワーク環境に負荷がある場合を模擬)			
①ローカル5G	たeスポーツイベントを開催できるかどう か(競技可能かどうか)検証	公平性試験(対戦時、各拠点で接続台数が異なる場合の通信性能を計測) *旭川2台・秋葉原2台での対戦および旭川5台・秋葉原2台での対戦を模擬			
eスポーツシステム		遅延試験(送信側端末の操作が、受信側端末の画面に出力される迄の時間計測)			
		エッジ試験(インターネットに接続せずデータセンタにゲームサーバを設置しない環境を模擬)			
		● <u>ローカル 5 G オピニオン評価(プロプレイヤーによるローカル 5 Gを用いたeスポーツ競技の体感評価)</u>			
	ローカル 5 Gでeスポーツ競技環境の設営検証をすることで、 有線環境よりも優 位性・柔軟性があるかどうか検証	● <u>ローカル 5 G運用性評価</u> ・ローカル 5 G、WiFi6、有線環境でのeスポーツ競技環境を実際に設営(横一列・囲み・ハノ字) ・所用時間を計測評価、その他作業制約等を抽出			
②高解像度映像配信・マルチアングル視聴システム	ローカル 5 Gによる高精細映像のリアルタイム配信能力を検証することで、マルチアングル視聴等、 新しい観戦スタイルが可能になるかどうか 検証	● <u>ローカル 5 G 訴求力評価</u> ・ローカル 5 G により、4 K映像のリアルタイム配信 ・スマートホン(Android)向け、マルチアングル視聴アプリケーションを開発 ・イベントに来場した観戦者に本システムを利用・体感していただき、アンケートによるデータ分析			
③ライブビューイング システム	ローカル 5 Gを用いた e スポーツ競技およびライブビューイング配信等の人々の関心等を検証することで、人の流れの誘導や街の賑わい創出が可能かどうか検証	・ローカル5Gを用い(遠隔地(秋葉原)オンフイン対戦等の競技模様を4K映像配信 ・ 商業疾乳等でライブビューインがを行い、ATビーコンによる人がもフンケートによるデーカ会長			
④遠隔コーチング システム	ローカル 5 Gを用いた e スポーツ競技のリアルタイムコーチングやバイタル表示の有効性を検証することで、プレイヤーのスキル・満足度向上に繋がるか検証	● <u>ローカル 5 G 訴求力評価</u> ・講師(秋葉原) 1名、受講者(旭川) 3名の構成で遠隔リアルタイムコーチング ・ローカル 5 Gを用いてeスポーツ競技模様・バイタル情報をコーチングシステム上に表示 ・講師のコーチング環境・受講者の受講環境等の満足度をアンケート調査			

課題実証目標、課題実証概要(実証使用ゲームタイトル)

実証	ゲームタイトル	ゲーム ジャンル	CERO	選定理由
①無線環境下でのeスポーツイベント	Player Unknown's Battlegrounds	シューティング	D	・応答速度の要求水準が高い・多端末の接続が可能
の実現 (課題解決システム)	Player Unknown's Battlegrounds Mobile	シューティング	D	・多人数競技が可能・同内容でモバイル版に対応
ローカル5Geスポーツシステム	ぷよぷよeスポーツ クラウド版(開発中)	パズルゲーム	А	・エッジ領域でeスポーツを実施可能(現在、他にエッジ領域で実施できるゲームはなし)
②eスポーツにおける新たな観戦の 創出 (課題解決システム)		10-11111		・全年齢対象で性別問わず大会実績・国内人
高解像度映像配信・マルチアングル 視聴システム ③施設利用の利便性・機能性向上に 資するユースケースの創出	│ (マルチアングル) (ライブビューイング) ぷよぷよeスポーツ	パズルゲーム	A	気が高い
(課題解決システム) ライブビューイングシステム 遠隔コーチングシステム	(コーチング) FORTNITE	シューティング	С	・応答速度の要求水準が高い ・多端末の接続が可能 ・多人数競技が可能 ・今後のコーチング対象の高校生を視野にレー ティング

課題解決システム① ローカル5G eスポーツシステム (効果検証)

課題解決システム「ローカル 5 Geスポーツシステム」について技術的評価と体感評価を行い、有線環境等とローカル 5 Gを用いたシステムとの差異を評価した。

●ローカル5G eスポーツシステム

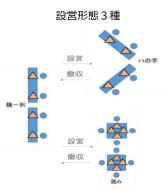
(概要)eスポーツ施設内のゲーム機器を全てローカル5G接続し、高速無線環境でeスポーツ競技を可能とするシステム

- (1) 評価・分析方法
 - ①(競技)実測値に基づく技術的評価とeスポーツプロプレイヤーによる体感評価を実施
 - ✓ 技術的評価項目:応答速度、ゆらぎ、スループット(ダウンロード、アップロード)、パケットロス発生率 等
 - ✓ ユーザ体感評価項目:映像のひずみ、音声の伝達性、 等
 - ②(設営)実測値に基づく技術的評価と運用スタッフへの体感評価を実施
 - ✓ 技術的評価項目:設営時間、撤去時間 等
 - ✓ ユーザ体感評価項目:設営・撤去の容易性、レイアウトの柔軟性 等
- (2)評価と考察
 - ① (競技)応答速度、スループットにおいて、有線・WiFi6に続きローカル5G(ミリ波、sub6)の順位
 - ✓ ローカル5Gで高い競技性(数値)を計測でき、ユーザ体感でも競技品質について有線と比べて遜色ないという評価を得られた
 - ✓ ローカル 5 Gのコア共用を行いインターネットの出口を集約する場合、距離に準じた遅延が発生
 - ✓ 測定中稀に速度低下する場合もあり、安定性維持の品質向上が課題
 - ② (設営) <u>設営・撤去の実測値についてWiFi6に続きローカル5G(ミリ波、sub6)の順位</u>
 - ✓ ローカル 5 Gの設営時間について有線よりも短縮でき、ユーザ体感でもレイアウトの柔軟性が高いという評価を得られた









課題解決システム② 高解像度映像配信マルチアングル視聴システム(効果検証)

課題解決システム「高解像度映像配信・マルチアングル視聴システム」について技術的評価と体感評価を行い、開発したアプリケーションによるマルチアングル視聴が新たな観戦スタイルとなるか評価した。

● 高解像度映像配信・マルチアングル視聴システム

(概要) ローカル5Gで4K映像を配信、端末で複数映像を1画面で切替受信できるシステム

- (1) 評価・分析方法
 - イベント環境での映像解像度の目視確認に基づく技術的評価とeスポーツイベントにて一般観戦者へ配布しアンケート評価を実施
 - ✓ 技術的評価項目: YouTube上での配信解像度が4Kであることを確認、開発アプリケーションの動作(映像切替)確認 等
 - ✓ ユーザ体感評価項目:アプリケーションの動作、映像品質等
- (2)評価と考察
 - ローカル 5 Gでの 4 K映像配信およびマルチアングル視聴環境による新たな観戦スタイルを創出
 - ✓ 4K画質の映像配信と、自在な視聴アングルの切替機能実装による個人の嗜好に合った観戦体験を提供するシステムを構築
 - ✓ アンケート結果においても映像品質やマルチアングル機能の必要性に高い評価を得た
 - ✓ YouTubeを使用すると、規定仕様に基づく視聴アングルの切替回数制限や、同プラットフォームの急な仕様変更によるサービス品質低下のリスクが発生する可能性があり、安定的かつ4K対応の高品質な配信プラットフォームの構築が今後の課題







課題解決システム③ ライブビューイングシステム(効果検証)

課題解決システム「ライブビューイングシステム」について技術的評価と体感評価を行い、4k映像によるライブビューイングが街の賑わいにつながるかを評価した。

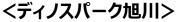
●ライブビューイングシステム

(概要) ローカル 5 Gで 4 K映像を配信、高画質映像をライブビューイング配信するシステム

- (1) 評価・分析方法
 - ライブビューイング会場での映像解像度の目視確認に基づく技術評価と一般客(観戦者)へのアンケートに基づくユーザ体感評価、イベント開催に伴う人流誘発効果の評価を実施
 - ✓ 技術評価項目: YouTube上での配信映像の解像度が4Kであることを確認
 - ✓ ユーザ体感評価項目: ライブビューイング会場の画質・音質(ローカル 5 Gを用いたオンライン対戦等の競技模様)等の確認
 - ✓ 人流誘発効果の評価項目:AIビーコンの人流計測数を確認、eスポーツ施設の周辺施設に対し購買行動等のアンケート評価を実施
- (2)評価と考察
 - ローカル 5 Gでの 4 K映像配信およびライブビューイングによる街の賑わいを創出
 - ✓ 3つの商業施設におけるライブビューイングを実現、アンケートから映像品質・音声品質に高評価を得られた
 - ✓ 誘導人流の誘発/滞留時間増等の兆候が見られる。ただし、コロナ禍により宣伝活動を抑制していたことと、来場者の移動意欲が減衰していたこともあり、効果は限定的であり、今後人流誘致に向けた促進策は検討課題である

<イオンモール旭川駅前>

く道の駅 あさひかわ>









課題解決システム③ ライブビューイングシステム(効果検証)

ライブビューイングシステムの活用と合わせてライブビューイング会場やeスポーツイベント会場でAIビーコンによる人流調査および周辺施 設にアンケート調査を実施した。ローカル 5 Gへの関心度は高く、コロナ禍でありながらも施設来館者増の兆候があった。

<周辺施設アンケート結果>

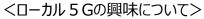
	売上数	来客数	滞在時間
3割増	4%	2%	2%
2割増	5%	5%	2%
1割増	9%	11%	7%
変化なし	57%	58%	77%
1割減	9%	3%	2%
2割減	5%	9%	3%
3割減	11%	12%	7%

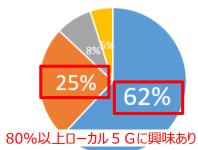
<配信施設アンケート結果>

	売上数	来客数	滞在時間
3割増	13%	10%	2%
2割増	10%	23%	6%
1割増	16%	11%	8%
変化なし	36%	35%	80%
1割減	12%	8%	1%
2割減	3%	3%	0%
3割減	10%	10%	3%









- 興味がある
- ■興味がない

- ■初めて知り興味を持った
- わからない

周游 <AIビーコン>

起点	2回周遊	3回周遊	4回周遊	
	イオンモール1階			
	26.47%			
	イオンモール4階			
	11.14%			
イオンモール1階	旭川駅	 2回目周遊に同じ		
50.04%	4.07%	2凹日同遊に回し		
	旭川道の駅			
	5.21%			
	ICTパーク			
	3.15%			
	イオンモール1階	-2回目周遊に同じ		
	3.69%			
	旭川駅	72四日/问题(2)四0		
イオンモール4階	0.85%			
16.99%	ICTパーク	ICTパーク		
	10.15%	9.81%	3回目	
		イオンモール1階	周遊に同じ	
		0.34%		
道の駅	周遊なし			
6.16%	可能なり			
ディノスパーク	周遊なし			
2.71%	可能なり			
※起点その他の場所	: 24.1%			

- ※起点その他の場所:24.1%
- (注)表の見方:起点場所でAIビーコンが検知したユーザーがその後に 周遊した施設を割合で示しております。

課題解決システム④ 遠隔コーチングシステム(効果検証)

課題解決システム「遠隔コーチングシステム」について実際に使用、技術的評価と体感評価を行い、有線環境や既存システムとローカル 5 Gを用いたシステムとの優位性等を評価した。

●遠隔コーチングシステム

(概要)ローカル5Gで脳活動量画面・講師画面・生徒画面を送受信し、複数人をリアルタイムで遠隔指導できる教育システム

- (1) 評価・分析方法
 - コーチング会場での映像解像度の目視確認に基づく技術的評価とコーチング会場にて講師・受講者からアンケート評価を実施
 - ✓ 技術的評価項目:コーチングシステム(ユニキャン)上での複数同時配信映像の解像度がHDであることを確認
 - ✓ ユーザ体感評価項目:コーチングシステム上の画質・音質・リアルタイム性(講師・受講者の満足度)等の確認
- (2)評価と考察
 - ローカル 5 Gを活用した高画質リアルタイムコーチングによるプレイヤーのスキル向上を達成
 - ✓ 遠隔から講師がeスポーツ競技のリアルタイムなアドバイスを複数の牛徒に対して実現、受講者から高い評価を達成
 - ✓ ウェラブル機器装着による脳活動量(緊張情報)情報のリアルタイムな画面表示による指導を実現
 - ✓ 脳活動量測定器とヘッドセットの干渉、コロナ禍によりマスク装着が原因で表情が読み取りにくくコーチングしにくいという環境課題有







課題解決システム④ 遠隔コーチングシステム (効果検証)

遠隔コーチングシステムの使用感を講師、生徒にアンケート調査を実施した。遠隔からのコーチングにおける映像・音声等の品質に問題なくeスポーツのスキル向上に繋がるとの評価された。一方、脳活動量計測器とeスポーツ競技用のヘッドセットが干渉したり、コロナ禍におけるマスク着用などで遠隔からは表情が読み取り難いなどの意見があり、環境面での工夫(イヤホン、フェイスガードにするなど)が今後必要である。

講師(1名): 秋葉原	大変満足	満足	普通	やや 不満	不満
Q1.指導中操作環境				1	
Q2.映像の乱れや配信遅延なし		1			
Q3.映像や音声の品質	1				
Q4.反応や動作速度		1			
Q5.疲れにくさ			1		
Q6.遠隔指導環境		1			
Q7.稼働効率の向上	1				

生徒(3名):旭川	大変満足	満足	普通	やや 不満	不満
Q1.受講中操作環境		1			2
Q2.映像の乱れや配信遅延なし	3				
Q3.映像や音声の品質	2	1			
Q4.反応や動作速度	2	1			
Q5.疲れにくさ			3		
Q6.ゲーム技術や戦績の向上	2		1		
Q7.遠隔受講環境	1	1	1		
Q8.また受講したいか	2		1		

Q.教育プログラムを通して感じたことについて自由記載(要旨抜粋)

講師より : マスクで受講者の表情が読み取りにくく、通常より指導が難しかった。

受講者より:ゲームの進行に合わせて脳活動測定やリアルタイムにアドバイスもらえるのは非常によく、ゲーム技術、戦績向上に寄与すると感じた

課題解決システム(機能検証)

課題解決システムの実装に必要な機能の検証を実施し、機能の実現において複数の手段が考えられる場合には、それぞれメリット・デメリット及び課題について整理した。

①ローカル 5 G eスポーツシステム

機能検証項目	検証内容	分析·考察
必要通信性能		ゲームはゲーミングPCで描画は処理されているため、一見高画質で鮮やかなシーン等でも スループットは要さない 。但し、制御動作等の伝達には遅延値の影響を受けるため、ゆらぎの少ないネットワーク環境を推奨
エッジ機能	エッジ領域にゲームサーバを設置するゲームタイトル (クラウド版) と、市販のインターネットにゲームサーバを設置するゲームタイトルとの動作比較	クラウド版ゲームは画像伝送型となり、市販のゲームと比較しても、より顕著 に遅延値の影響を受けることから、 ゆらぎが最も少ないネットワークが必要

②高画質配信・マルチアングル視聴システム、③ライブビューイングシステム

機能検証項目	検証内容	分析·考察
映像伝送機能		画質が高いと配信遅延が発生 。専用機と市販品で大きく能力もコストも 異なるため、利用用途にあわせた選定が必要
配信機能		急な仕様変更が有る(マルチアングル機能の廃止など) 4K配信プラットフォームは高額なため、 共有化などの取組が必要
視聴機能		YouTube利用においてはサーバ負荷制約の観点から、同時切替数に制限有のため注意が必要(違反時はアカウント停止)アカウント取得数、操作制限を附帯するなどの仕組みが必要

4遠隔コーチングシステム

機能検証項目	検証内容	分析·考察
必要通信機能	遠隔からのコーチングにおける映像品質・音質等 受講者からのアンケートで確認	使用する会議システムによる(今回はユニキャン = CiscoWEBEX)が、 リアルタイム性が重要なため、 低遅延なシステムを推奨
付加価値	バイタル計測機器の活用 受講者からのアンケートで確認	ヘッドセットなどのeスポーツ 周辺機器と干渉しない工夫が必要 (受講側がイヤホンなどに変更するなど)

課題解決システム(運用検証)

e スポーツ施設における実運用をあらかじめ想定して運用作業の洗い出しを行い、運用検証を実施、運用面に関する課題の抽出・解決策を検討した。

NORE DE 107E	大来で大町 U/C。					
運用検証項目	検証内容	分析·考察	推奨環境			
競技品質	回線種別の違いによる、eスポーツ競技への影響の調査により課題を抽出し、対策を検討。	eスポーツ競技においては、ゲームサーバとの 応答速度を最小にすることが重要 。 通信品質が不安定な時、操作データが サーバへ伝わらずプレイヤーが不利となる。 より 安定性のある回線の選定 が望ましい。	Pingの応答速度、揺らぎが最小となるローカル5GやWiFi6を推奨。			
機器や端末の設 置・接続方法	有線・無線の違いによる、設営時の時間的影響の調査により課題を抽出し、対策を検討。	eスポーツ会場の設営においては、 LAN ケーブルの取り回しに時間が掛かる。	LANケーブル結線タイプではなく、ケーブルの <u>繋ぎかえ不要なUSBタイプ及</u> び組み込みタイプの受信機を推奨。			
ローカル5Gの運 用	ローカル5Gによる、運営者が実施すべき運用項目を実運用により課題を抽出し、対策を検討。	通常運用時には必要ないが、停電や障害等で停波された場合、復旧作業は無線従事者でなければ作業できない。	5年毎の総合通信局または登録点 検事業者の検査。無線従事者の確 保。			
基地局・機器等 設備の盗難対策	eスポーツ施設の集客性による、盗難対策を実 運用を想定した検証により課題を抽出し、対策 を検討。	基地局は設置場所の都合上装置自体 の施錠は難しい。 <u>サーバ・NW機器は専</u> <u>用ラック</u> が望ましい。	基地局は施設自体の施錠で対応。 <u>サーバ・NW機器は専用の鍵付き</u> <u>ラックに収容を推奨</u> 。			
情報セキュリティ 対策	eスポーツ施設の集客性による、情報セキュリティ対策について実運用を想定した検証により課題を抽出し、対策を検討。	不特定多数が利用するため、ウイルス感染や設定崩れの懸念がある。 環境復元 ソフトの導入により解決可能。	不特定多数が利用するすべてのPC に環境復元ソフトの導入を推奨。			
e スポーツ施設 のセキュリティ対 策	eスポーツ施設の集客性による、セキュリティ対策 を実運用を想定した検証により課題を抽出し、 対策を検討。	eスポーツ施設においては、施設自体の 施錠が重要。	施設の扉すべての施錠を推奨。			
衛生対策(感染 症対策)	eスポーツ施設の集客性による、 <u>感染症への影響を実運用を想定した検証により課題を抽出し、対策</u> を検討。	eスポーツ施設においては、受付時、観戦時に不特定多数と接触し新型コロナウイルス等に感染する恐れがある。ソーシャルディスタンス、パーティション等の対策が望ましい。	受付時の ソーシャルディスタンス表示、 パーティションの設置、検温システム による体温測定を推奨。			

ローカル5Gの性能評価等の技術実証

技術実証 <実証目標と実施事項>

背景となる技術的課題

eスポ──ツをローカル 5 G通信で実施するにあたっての技術的課題として、**施設構造や環境による課題**とeスポーツ特有の**ゲームや映像配信の通信についての課題**の二つに大別できる。

- 施設構造や環境による課題として、机や人体(着座)等の**遮蔽物による影響**、既に会場およびその周辺に構築されている他の無線通信システムとの共用可否、見通し外エリアの受信電力の低下が挙げられる。
- ゲームや映像配信の通信についての課題として、eスポーツ競技に求められる通信性能(伝送速度および遅延時間)の達成、通信要件の異なるゲームと映像配信の同一無線通信における伝送が挙げられる。

技術基準等の見直しに資する新たな知見

- 遮蔽の影響評価、eスポーツイベント会場設営における留意点の提言。
- キャリア 5 Gエリア内におけるローカル 5 Gの影響評価及び離隔距離短縮に対する影響評価、エリア構築の手法の提言。
- SA (Stand Alone) 構成、NSA (Non Stand Alone) 構成のシステム構成の違いにおける影響評価、システムの参考構成の 提言。

その他ローカル5Gに関する技術実証

- eスポーツにおけるローカル5G通信の活用可能性を見出すため
 - ⇒帯域幅変更による伝送速度および遅延時間への影響評価。eスポーツ大会規模(ゲーム端末数、配信端末数)における **適切な帯域幅の参考モデル**を提言。
- 直進性が高い28GHz帯において見通し外エリアのカバレッジ手法の知見蓄積のため
 - ⇒反射板の設置による影響評価を実施。**受信電力改善のための知見を蓄積**。
- 性能要件の異なる通信(ゲーム・映像配信)の実現可能性検証のため
 - ⇒ネットワークスライシングの実装と評価、活用可能性について考察。

(ア) eスポーツ施設 (屋内空間) における21箇所の測定地点での受信電力、伝送速度、 遅延時間の測定、遮蔽物による影響評価

■ 計測指標

- 受信電力/伝送速度/遅延時間
- 目標値:上り伝送速度40Mbps、遅延時間100msec

■ 評価·検証方法

- 4.7GHz帯及び28GHz帯について施設内21箇所を測定し、性能目標値と実測値を比較した。
- 遮蔽物である机配置、飛沫防止パネルの有無、人体の有無を組み合わせた5パターンを測定、比較評価をした。

■ 検証結果

- 概ね全ての測定パターンおよび測定地点で、目標値を達成した。(4.7GHz帯)上り伝送速度:64Mbps、遅延時間56msec(28GHz帯)上り伝送速度:72Mbps、遅延時間88msec
- 遮蔽の影響

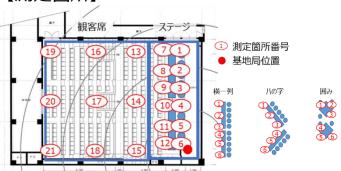
28GHz帯: 机により上り伝送速度15Mbps、人体により受信電力7.2dB、下り伝送速度30-40Mbpsの低下を確認した。

4.7GHz帯:人体により上り伝送速度7-8Mbpsの低下、遅延時間5msecの増加を確認した。

端末設置にあたっては、可能な限り基地局からの見通しを確保し、人体及び机の遮蔽を避けることが望ましい。

※机の素材:合成樹脂化粧繊維板、スチール

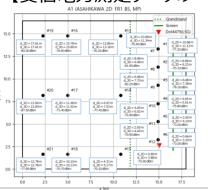
【測定箇所】



【人体遮蔽測定の様子】



【受信電力測定データの一例】



(イ) -1 キャリア 5 Gエリア内におけるローカル 5 Gの影響評価及び離隔距離短縮に対する影響の評価

■ 計測指標

- 受信電力/伝送速度/遅延時間
- 目標値:上り伝送速度40Mbps、遅延時間100msec

■ 評価·検証方法

キャリア 5 Gの電波発射状態で、同期運用のローカル 5 G 4.7GHz帯の2局(ステージ脇、観客席後方)及びローカル 5 G 28GHz帯の発射有無を組合せた 5 パターンの測定を実施、性能目標値や技術実証(ア)と実測値を比較した。

■ 検証結果

- キャリア 5 Gのエリア内で単独および複数のローカル 5 Gを共用した場合、性能低下は見られなかった。
- 同期運用であれば、離隔距離に関わらず、キャリア5G・ローカル5Gは相互に影響を及ぼさないことが確認できた。

【基地局位置】



【測定パターン】

パターン	C5G	L5G(4.7GHz帯)	L5G(28GHz帯)
√-(1)-1	ステージ脇	観客席後方	J
√-(1)-2	ステージ脇	ステージ脇	J
√-(1)-3	ステージ脇	観客席後方	ステージ脇
√-(1)-4	ステージ脇	ステージ脇	ステージ 脇
√-(1)-5	ステージ脇	_	ステージ 脇

【測定結果】

パターン	伝送速度(Mbps)					
	C5G		L5G(4.7	L5G(4.7GHz帯)		BGHz帯)
	上り	下り	上り	下り	上り	下り
ア	-	-	64.1	8663	728	478.1
イ-(1)-1	91.6	724.2	80.3	875.8	_	_
イ-(1)-2	93.9	756.7	76.2	816.5	-	_
イ-(1)-3	99.5	776.1	77.2	885.1	69.0	446.1
イ-(1)-4	90.0	728.4	72.4	842.0	80.3	477.4
イ-(1)-5	91.6	656.8	_	-	82.5	500.3

パターン	遅延時間(msec)		
	L5G(4.7GHz带)	L5G(28GHz帯)	
ア	26.2	38.3	
イ-(1)-1	25.0	-	
イ-(1)-2	25.4	-	
イ-(1)-3	27.9	42.9	
イ-(1)-4	28.0	43.0	
イ-(1)-5	-	43.0	

赤字はステージ脇 緑字は観客席後方

(イ)-2 SA構成、NSA構成のシステム構成の違いにおける影響の評価

■ 計測指標

- 伝送速度/遅延時間
- 目標値:上り伝送速度40Mbps、遅延時間100msec

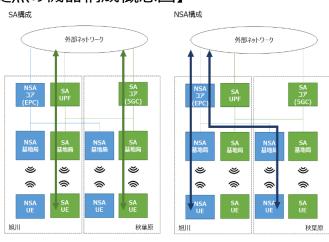
■ 評価·検証方法

• システム構成(SA・NSA)とコア・基地局の設置拠点(同一・遠隔)を組合せた4パターンで性能目標値と実測値を比較した。

■ 検証結果

- 全ての測定パターンにおいて、上り伝送速度と遅延時間の目標値を達成した。
- 伝送速度は、NSA構成で同一拠点と比較し遠隔拠点では上り20Mbps(約30%)、下り279Mbps(約52%)低下した。 一方、ユーザプレーン分離を取り入れたSA構成では設置位置起因による伝送速度低下はしないことが確認できた。
- 遅延時間は、システム構成による差が明確に確認できなかった。
- コアから遠隔拠点でのローカル 5 G利用は、伝送速度確保のためSA構成を選定しユーザプレーン分離の活用を推奨する。

【2拠点の機器構成概念図】



【測定パターン】

パターン	構成	位置関係	ローカル 5 G コア設置場所	ローカル 5 G 基地局設置場所
イ-(2)-1	NSA	コアと同一拠点	旭川	旭川
イ-(2)-2	NSA	コアと遠隔拠点	旭川	秋葉原
イ-(2)-3	SA	コアと同一拠点	秋葉原	秋葉原
イ-(2)-4	SA	コアと遠隔拠点	秋葉原	旭川

【測定結果】

パターン	構成	上り伝送速度	遅延時間
イ-(2)-1	NSA	69.8Mbps	44.4msec
イ-(2)-2	NSA	49.6Mbps	57.8msec
イ-(2)-3	SA	66.3Mbps	12.4msec
イ-(2)-4	SA	78.6Mbps	24.9msec

(ウ) -1 帯域幅の変更による通信性能への影響の評価(4.7GHz帯及び28GHz帯)

■ 計測指標

- 伝送速度/遅延時間
- 目標値: (28GHz帯 200MHz幅) 上り伝送速度80Mbps・遅延時間100msec
 (4.7GHz帯 50MHz幅) 上り伝送速度20Mbps・遅延時間100msec

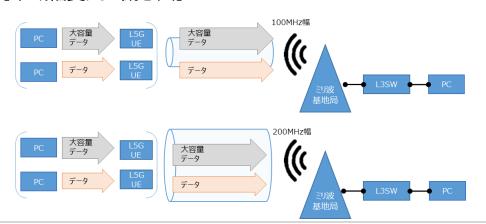
■ 評価·検証方法

各帯域幅で段階的にパケットの印加量を増加させ、性能目標値と実測値を比較した。

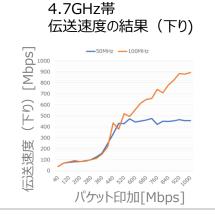
■ 検証結果

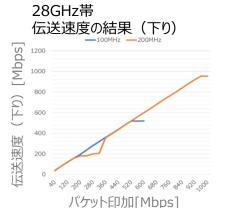
- 各帯域幅において、上り伝送速度と遅延時間の目標値を達成した。(200MHz幅)上り伝送速度97.6Mbps、遅延時間35msec(50MHz幅)上り伝送速度39.5Mbps、遅延時間2msec
- 想定される大会規模(ゲーム端末や配信端末の台数)に応じた帯域幅を下記のように定量化した。
 - ・ゲーム端末20台、映像配信端末2台程度: 4.7GHz帯(100MHz幅)、28GHz帯(200MHz幅)
 - ・ゲーム端末10台、映像配信端末1台程度: 4.7GHz帯(50MHz幅) 、28GHz帯(100MHz幅)

【帯域幅変更の概念図】



【伝送速度の測定データ】





(ウ) -2 受信電力改善を目的とした反射板の影響の評価

■ 計測指標

• 受信電力

• 目標値:5dB程度の受信電力改善

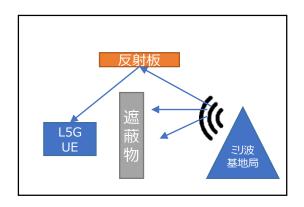
■ 評価·検証方法

- 28GHz帯において、基地局から見通し外で受信電力が低い地点の改善ができる場所に反射板を設置した。
- 設置の有無による受信電力の差を確認し、実際に改善をすることが可能かを確認した。

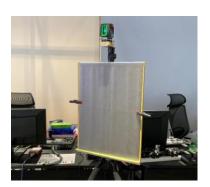
■ 検証結果

各測定箇所で6.2dB~14.3 dBの受信電力改善を確認した。

【反射板設置の概念図】



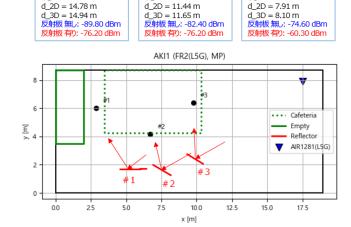
【反射板】



素材:銅

・寸法: 400mm×400mm×1.5mm ※微細表面加工を施し、入射と異なる 角度で電波を反射するメタマテリアル

【各測定箇所の受信電力】



(ウ) -3 ネットワークスライシングの実装と評価

■ 計測指標

- 伝送速度(上り)
- 目標:伝送速度を制限したスライス(10Mbps程度)の実装。 もう一方のスライスにて残りの通信帯域をフル活用した伝送速度の達成。

■ 評価·検証方法

- SAの無線区間を分割し、一方を上り伝送速度10Mbpsに制限。制限したスライスに100Mbpsを印加し、実装状況を検証した。
- 制限したスライスを映像データ、もう一方をゲームデータの伝送に使用し、同一または異なるスライスを設定した端末から、同時に伝送速度を測定し、制限有無による伝送速度の差を比較した。

■ 検証結果

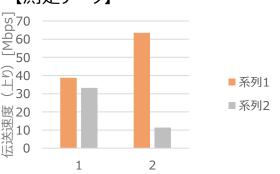
- 伝送速度を制限したスライスの実装が確認できた。
- 制限なしでゲームと映像を伝送した場合、ゲーム:38.8Mbps、映像33.2Mbpsとなり、全体で70Mbps強と推測できる。映像用のスライスを制限すると、ゲーム:63.5Mbps、映像11.4Mbpsとなり、全体のうち制限以外の部分をゲームで使用できた。
- これにより優先データの必要伝送速度を保持するためスライシングが活用できることが確認できた。
- 将来的なエンド・ツー・エンドでのスライシングが実装されることで、より高度な要件での使い分けが期待できる。

| 「大字 | スライス1 | アーム | アーム | アータ |

【測定パターン】

パターン	ゲームデータ	映像データ
ウ- (3) -1	スライス1 (通常)	スライス 1 (通常)
ウ- (3) -2	スライス1 (通常)	スライス2 (10Mbps制限)

【測定データ】



技術的課題の解決方策・更なる技術的課題等

ア:ユースケースに基づくローカル5 Gの性能評価等

- 技術的課題の解決方策
- 遮蔽物(机配置・人体)

端末設置にあたり可能な限り基地局からの見通しを確保し、人体及び机の遮蔽を避けることが望ましい。

- 遮蔽物(飛沫防止パネル)
 - 新型コロナウイルス感染防止対策として設置する飛沫防止パネル(1枚)による影響はない。
- 更なる技術的課題

エリア設計にあたり机上で遮蔽の影響を事前検討するためには、人体遮蔽、各素材(机の素材:合成樹脂化粧繊維板、スチール)における原味の透過変な表情するよど、東京まり、スカミディの更わる検証、養徒が必要できる。

ル)における電波の透過率を考慮することが必要であり、これらデータの更なる検証、蓄積が必要である。

イ:ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等

(1)キャリア5Gエリア内におけるローカル5Gの影響評価及び離隔距離短縮に対する影響の評価

■ 技術的課題の解決方策

離隔距離に関わらず、キャリア 5 G・ローカル 5 G同士は相互に影響しあわないことが確認できた。2 m程度、20m程度の離隔の場合、 同期運用であれば、エリア設計にお互いの影響を考慮することは不要である。

■ 更なる技術的課題

本実証においては同期運用を行ったが、今後配信映像の大容量化などにより上りの比率を高めた非同期運用が求められる可能性がある。そのため今後の干渉調整の簡素化やガイドラインの策定などが成されることが望ましい。

(2) SA構成、NSAのシステム構成の違いにおける影響の評価

- 技術的課題の解決方策
 - 複数拠点にローカル 5 Gを構築する場合は、遠隔拠点においてNSA構成ではコアと基地局の間のVPN区間で伝送速度の低下が見られることから、SA構成を選定しユーザプレーン分離の活用を推奨する。
- 更なる技術的課題

拠点間のネットワーク構成事例が未だ少ないことから、要求性能に応じた拠点間の回線選定についての更なるノウハウ蓄積が必要である。

技術的課題の解決方策・更なる技術的課題等(2/2)

ウ:その他ローカル5Gに関する技術実証

(1) 帯域幅の変更によるローカル5G性能への影響の評価(4.7GHz帯及び28GHz帯)

■ 技術的課題の解決方策

想定される大会規模(ゲーム端末や配信端末の台数)に応じた帯域幅を下記のように定量化した。

- ・ゲーム端末20台、映像配信端末2台程度: 4.7GHz帯(100MHz幅)、28GHz帯(200MHz幅)
- ・ゲーム端末10台、映像配信端末1台程度: 4.7GHz帯(50MHz幅)、 28GHz帯(100MHz幅)
- 更なる技術的課題

更なるスループットの高速化にあたっては帯域幅の拡大が有効であると考えられる。具体的には28GHz帯を用いた400MHz幅以上の利用であるが、ローカル5G端末側での実装状況を注視しながら検討する必要がある。

(2) 受信電力改善を目的とした反射板の影響の評価

- 技術的課題の解決方策
 - 直進性が高い28GHz帯において、反射板を活用することで、エリア改善が可能であることが確認できた。
- 更なる技術的課題

設置位置や工法については利用する建物の状況に大きく左右されることから更なるユースケースの拡大によるノウハウ蓄積が必要である。

(3) ネットワークスライシングの実装と評価

- 技術的課題の解決方策
 - 要件の異なる複数の通信を同一のローカル5G環境下で利用する際、スライシングを活用することで優先順位の高い通信に用いる帯域を確保することができた。
- 更なる技術的課題
 - 今回はDNNによるスライシングを実装したが、3GPP標準で提唱されているネットワークスライシングを実装するためには、端末を含めたエンド・ツー・エンドでS-NSSAIによるスライシング機能を実装していく必要がある。

実装・横展開に関する検討

前提条件

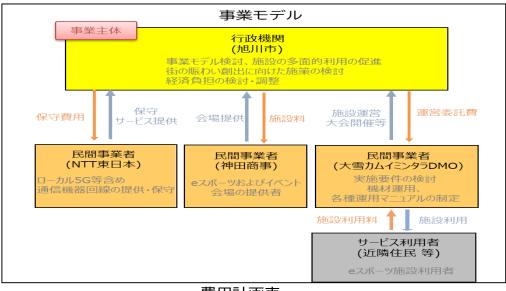
本実証を通して、ローカル 5 Gを活用したeスポーツ大会の開催等は旭川市の地域の課題である街の賑わい創出に繋げられるという可能性を見出すことができ、旭川市はローカル 5 Gを継続利用すべきと考える。また、運営会社である一般社団法人大雪カムイミンタラDMOにおいても継続的・発展的にeスポーツ競技の運営効率化、地域活性化や観光面での集客・魅力の向上を目指す。

ステークホルダー	考え・意向
旭川市	本実証の結果を踏まえ、ローカル 5 Gを活用したeスポーツ大会の開催やライブビューイング等の実施には地域の課題である 街の賑わい創出に繋げられる可能性を見出すことが出来たため、引き続きローカル 5 Gを継続利用すべきと考える。 横展 開については、道北エリア独自でのeスポーツ大会の開催や全国・世界との対戦拠点としての活用、eスポーツプレイヤーの育成・支援、障がい者施設や高齢者施設等と連携したパラeスポーツ選手の育成や、高齢者eスポーツ体験会等、障がいや年齢にとらわれないeスポーツの特徴を生かした取り組みを継続検討したい。
一般社団法人 大雪カムイミンタラDMO	旭川市ICTパーク推進協議会のeスポーツ事業運営主体として 継続的・発展的にeスポーツ競技の運営効率化、地域活 性化や観光面での集客・魅力の向上を目指す。
NTTe-Sports	eスポーツイベント企画、eスポーツ競技環境の提供を行っていく中において、適切な環境としてゲームサーバとの低遅延なネットワーク構築は、欠かせない検討要素となる。本実証の結果を踏まえると、ローカル5Gでは有線の低遅延を引き継ぐことが可能であるため、適用範囲が広がる。しかしながら、ローカル5G機器の調達、構築、安定運用には課題が見られることから、 <u>商</u> 業的な導入に向けて継続検討したい。
NTT東日本	本実証の結果を踏まえると、通信回線におけるローカル 5 Gと有線との間に大きな差異はなく、無線環境下でのeスポーツの実現は現実解であることを証明できたと考える。継続的な活用・実証を通じて課題点の解決を図ることや、 <u>類似モデルを検討・構築することにより、eスポーツならびにローカル 5 Gの普及を促進するべき</u> と考える。また、eスポーツゲームタイトルのクラウド化等を想定し共同利用型プラットフォームの実現に向けて、弊社のエッジクラウドの活用も視野に入れたビジネスモデル創出に取り組む構えである。

持続可能な事業モデル等の構築・計画

自治体が事業主体となり、施設管理・eスポーツ運用・システム運用の分野でそれぞれ運用していく。施設は遊休施設の利活用、シス テムと機器導入は賃貸借の活用など、初期費用の低減化・年間支出平準化の工夫していく。e スポーツの運用にあたっては、施設利用 料を徴収するなどして賄うものとする。ただし、平準化した支出が完了するまでの5年は、事業主体による資金提供があるものとし、それ以 後は収支がプラスに転じるモデルであり持続が可能と考える。収入は、運用を担う機関が地域アピールやスポンサーシップ締結など、事業 主体と協働し、継続努力を続けていく必要がある。

事業内容



費用	∃≣+ī	画表

		2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2023年度	2024年度
■収	入	3,424	6,600	6,900	5,200	5,700	4,600
	市(一般財源等)	3,400	6,300	6,300	4,300	4,300	3,100
	協賛金等	0	200	400	600	800	800
	施設利用	0	100	200	300	600	700
■支	出	3,400	7,300	7,300	7,300	7,300	4,500
	施設機器費用	2,300	4,500	4,500	4500	4,500	1,700
	運営費用	1,100	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
収支		0	▲ 700	▲ 400	▲2,100	▲ 1,600	+100

eスポーツ競技人口の拡大

- ・地域密着型の小中規模都市で運営可能な eスポーツ施設の創出(リノベーションモデル)
- 魅力あるコンテンツの配信、地域のアピール
- ・SNS等を活用した情報発信・ライブビューイング ICT人材の育成実施 **(3**)
 - ・eスポーツコーチング(リカレント教育)

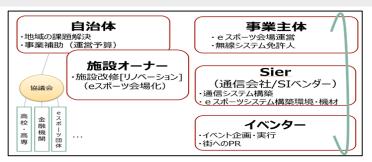
実装スケジュール

	2021年 (1年目)	2022年 (2年目)	2023年 (3年目)	2024年 (4年目)	2025年 (5年目)		
		I CTパークでのeスポーツ大会(若年層)					
			' 北海道内の他施設	' 'gとのオンライン対戦 '			
eスポーツ競技人口の拡大			I CTパークでのeス	' ポーツ大会(中年層 '	・シニア層)		
			遊	を休施設でのモデル I	事業展開 I		
魅力あるコンテンツの配信、			ライブビューイング				
地域のアピール	SNS等を活用した情報発信						
ICT人材の育成実施			eスポーツコーチ	 			

横展開に資する普及モデルに関する検討

普及モデルの展開にあたっては、NTT東日本を中心として、eスポーツ自体の地域への更なる認知度向上と幅広い年齢層への競技人口を増加させることに加え、他分野への施設の利活用も視野に入れ、下表のステップを踏まえていくことを想定している。

横展開体制イメージ及びステークホルダー役割



ステークホルダー	業種業態	役割
事業企画者	自治体・ 民間事業者	・事業モデルの企画 ・地域との連携・調整
イベンター	地場業者等	・スポンサー・事業企画者との連携 ・イベント企画・立案・タイトル許諾取得
事業 コンサルティング	eスポーツ運営 事業者	・イベンターとの連携 ・ e スポーツ事業支援 ・ゲームタイトル許諾取得
事業運営者	地場業者等	・eスポーツ会場・設備運営
設備提供者	地場業者	・ローカル 5 G機器保有者 ・ e スポーツ会場提供
設備構築者	通信事業者	・ローカル 5 G免許申請者 ・ e スポーツ機器構築 ・通信回線提供、保守等
設備保守者	地場業者等	・eスポーツ機器保守
支援者	教育·公共機関 経済団体	・事業計画者との協力・支援

横展開計画

ステップ	取組み
STEP 1 北海道内へ の展開	・北海道内他地域への展開 ・旭川市やコンソメンバー(NTTe-Sports)と連携 ・ローカル 5 Gシステムを共用し、コスト負担を抑えた展開を推進
STEP 2 他県域を含め た全国展開	・他県域への展開 ・NTT東日本の各支店直営チャネルとの連携 ・他地域と連携したeスポーツ大会開催による集客 ・地域エッジクラウドを活用したアプリケーション共用モデルを検討
STEP3 業種・業態の 拡大	(1) eスポーツ競技人口増加に向けた取組み ・eスポーツは年代や性別、障がいの有無に関わらず幅広い人々 へ普及が可能であるため、学校の部活動や介護施設、 老人ホーム等での活用、競技人口の拡大を図る (2) 施設の利活用・効率利用に向けた取組み ・施設の活用としてeスポーツイベントだけではなく、会議や イベント等での実施による施設の効率利用、収益の拡大を図る

参考)eスポーツ団体のコメント

eスポーツにおける無線利用について、北海道eスポーツ協会(専務理事)様と 議論の上、以下のコメントを頂戴しております。

(コメント)

eポーツの大会規定で無線利用に対し、禁止事項で定めているものではないが無線技術の回線品質を有線と遜色なく利用できることが証明できれば、今後、多様化するであろうゲームのコンテンツ、端末に対し「多人数参加、多接続、大容量化」に対応可能なL5Gを積極的に活用できると考える。

共同利用型プラットフォームに関する検討

5 Gソリューション提供センターの実現にあたっては、サービス提供側事業者の事業ドメインにより、ビジネス領域に差異があることが想定されるためサービス提供側事業者がセンター上に自社のアプリケーションを提供するメリットを創出する必要がある。

各事業者のビジネス展開性の観点

主な想定 サービス提供事業者	事業者の主な収益源	5Gソリューション提供センターの実現に向けた 各事業者の検討課題
大手SIer等	各分野への従前からの知見・実績等を活かし、アプリケーションに加えハードウェア、インテグレーション、保守、運用等を囲い込み、1つのユーザからの収益最大化を目指す。	5Gソリューション提供センターへのアプリケーション提供には幅広い知見が必要のため一定のハードルがあると想定される。 分野ごとに持っている各社のノウハウの共有化ついては議論が必要であり、 情報を開示するメリットを見出す必要がある。
固定通信、 携帯電話事業者等	アクセス回線や接続回線の販売に資するアプリ ケーションの提供を行いネットワーク収入による収 益最大化を目指す。	アプリケーション活用が自社のネットワーク販売に寄与するのであれば5G ソリューション提供センター上でのサービス提供の意欲は高いと想定される。 ネットワークやクラウド基盤を用いた拡張性等、通信事業者に対するメリットを見出す必要がある。
アプリケーション提供 事業者	ソフトウェア販売、ライセンス提供にて収益最大化 を目指す。	アプリケーション提供することで販売機会の増が見込めるのであれば5Gソ リューション提供センターにサービス提供の意欲は高いと想定される。 しかし、業務ノウハウ、業務知見が含まれているアプリケーションのフロー、 取得データ、データ構造などの開示については検討が必要である。

まとめ

まとめ

地域課題

少子高齢化等による街中の賑わい減少

観光資源等の不足による低下傾向にある財政力

地域の将来を支えるICT人材の不足

本実証のねらい

課題解決システムを構築して、eスポーツ分野における課題を解決するとともに、新たな街づくり・地域振興が 実現できることを検証する。

1 ローカル5Gを使用した課題解決システムを構築

- ローカル5Gを活用したeスポーツシステム ⇒eスポーツ競技に耐えうる通信品質を確認、機器設営の容易さも確認
- 高解像度マルチアングル視聴システム ⇒4K映像配信・マルチアングル視聴環境による新たな観戦スタイルを創出
- ライブビューイングシステム ⇒ローカル 5 Gでの 4 K映像配信およびライブビューイングによる街の賑わいを創出
- 遠隔コーチングシステム ⇒リアルタイムコーチングによるプレイヤーのスキル向 上を達成

eスポーツ分野においてローカル5G使用する際の技術検証

- 施設構造や環境による影響の検証 ⇒概ね全ての測定パターン・測定地点で、予め設定した目標値を達成
- キャリア 5 Gエリア内におけるローカル 5 Gの影響 ⇒キャリア 5 G エリア内でのローカル 5 G 利用で性能低下は見られなかった
- SA構成、NSA構成のシステム構成の違いにおける影響 ⇒概ね全ての測定パターン・測定地点で、予め設定した目標値を達成
- 帯域幅の変更による通信性能への影響 ⇒予め設定した各帯域幅で上り伝送速度と遅延時間の目標値を達成
- 受信電力改善を目的とした反射板の影響 ⇒各測定箇所で反射板による受信電力改善を確認
- ⇒優先データの伝送速度を保持するためのスライシングの有効性を確認 ネットワークスライシングの実装

上記「1.1「2.1における評価や分析は各章を参照。

事業モデルの持続性向上にむけ、継続してローカル 5 Gの付加価値を訴求した収入増及びコア装置の共用化等の費用圧縮 方法について検討していく