

令和3年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

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

成果報告書

令和4年3月25日

株式会社電通九州

# 目次

<b>1. 実証概要</b> .....	<b>1</b>
1.1 背景・目的 .....	1
1.2 実証の概要 .....	2
<b>2. 実証環境の構築</b> .....	<b>4</b>
2.1 実施環境 .....	4
2.2 ネットワーク・システム構成 .....	4
2.2.1 ローカル5Gのネットワーク構成 .....	5
2.2.2 基地局等の無線機器の調達先等 .....	6
2.2.3 ローカル5Gの無線機器 .....	6
2.2.4 基地局エリアカバレッジ .....	9
2.3 システム機能・性能・要件 .....	10
2.3.1 次世代リモートコーチングシステム .....	10
2.3.2 遠隔VR幻肢痛セラピーシステムを活用したリモートコーチングシステム .....	10
2.3.3 姿勢推定システムを用いたプレー分析 .....	11
2.3.4 ローカル5Gシステムの性能 .....	11
2.4 免許および各種許認可 .....	11
2.5 その他要件 .....	12
2.6 実証環境の運用 .....	15
<b>3. ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証）</b> .....	<b>16</b>
3.1 実証概要 .....	16
3.2 実証環境 .....	17
3.2.1 実証環境 .....	17
3.2.2 測定に使用する機器 .....	19
3.3 実証内容 .....	23
3.3.1 ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定 .....	23
3.3.2 電波伝搬モデルの精緻化 .....	77
3.3.3 電波反射板によるエリア構築の柔軟化 .....	110
3.3.4 準同期TDDの追加パターンの開発 .....	111
3.3.5 その他のテーマ .....	111
3.3.6 技術実証における追加提案 .....	111
<b>4. ローカル5G活用モデルの創出・実装に関する調査検討（課題実証）</b> .....	<b>113</b>
4.1 実証概要 .....	113
4.2 背景となる課題を踏まえた実装シナリオ・実証目標 .....	114
4.2.1 背景となる課題 .....	114
4.2.2 課題解消の方向性 .....	116
4.2.3 実装シナリオ .....	118

4.2.4 実証目標.....	121
4.3 実証環境.....	122
4.3.1 検証を行うための導入システム .....	124
4.3.2 各システム詳細.....	125
4.4 実証内容.....	134
4.4.1 ローカル5 Gを用いたソリューションの有効性等に関する検証.....	146
4.4.2 ローカル5 Gを用いたソリューションの実装性に関する検証 .....	193
4.4.3 ローカル5 Gの実装に向けた課題の抽出及び解決策の検討 .....	215
4.4.4 継続利用の見通し・実装計画 .....	220
<b>5. 普及啓発活動の実施.....</b>	<b>237</b>
5.1 映像制作への協力 .....	237
5.2 実証視察会の実施 .....	237
5.3 その他普及啓発活動 .....	242
<b>6. 実施体制 .....</b>	<b>245</b>
6.1 コンソーシアム構成・コンソーシアム内の役割.....	245
6.2 情報保全体制.....	246
<b>7. スケジュール.....</b>	<b>247</b>
7.1 マスタースケジュール.....	247

# 1. 実証概要

## 1.1 背景・目的

田川市は、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会に向け、「ベラルーシ共和国」「ドイツ」の2か国のホストタウンになっており、ドイツ車いすスポーツ連盟フェンシング部門およびベラルーシパラリンピック委員会と正式調印し、車いすフェンシングチームの事前キャンプ都市となった。

田川市はこのホストタウン招致を契機に、市内の体育館を完全バリアフリー化するとともに、隣接地に合宿施設を整備し両国の事前キャンプ活動を最大限支援している。また、今回の一連の活動のレガシーとして、将来的には、障がい者スポーツを軸とした海外チーム・クラブ等との国際交流事業、パラスポーツ体験イベント等を多面的に打ち出し、先導的共生社会ホストタウン（令和元年・内閣官房認定）として、障害の有無や国籍などに関わらず誰もが社会参加できる共生社会の実現、「障がい者スポーツの普及促進」を図ることとしている。

本実証事業では、田川市が目指す障がい者スポーツの普及支援を見据え、株式会社電通九州は株式会社電通国際情報サービス、富士通株式会社、その他の協力企業でコンソーシアムを形成し、障がい者スポーツの指導・普及・発展等の課題解決に資するローカル5Gを活用した具体的なユースケースを検討し、その有効性を検証した。

特に、障がい者が気軽に使用できるスポーツ施設（例えば、今回、田川市が整備した体育館等）が市内や県内等で少ないという社会的課題と全般的に障がい者スポーツにおける指導者不足という現状を鑑み、スポーツ指導やスポーツの楽しさを様々な ICT 技術をベースに支援することが重要であると考え、基本設計を行った。

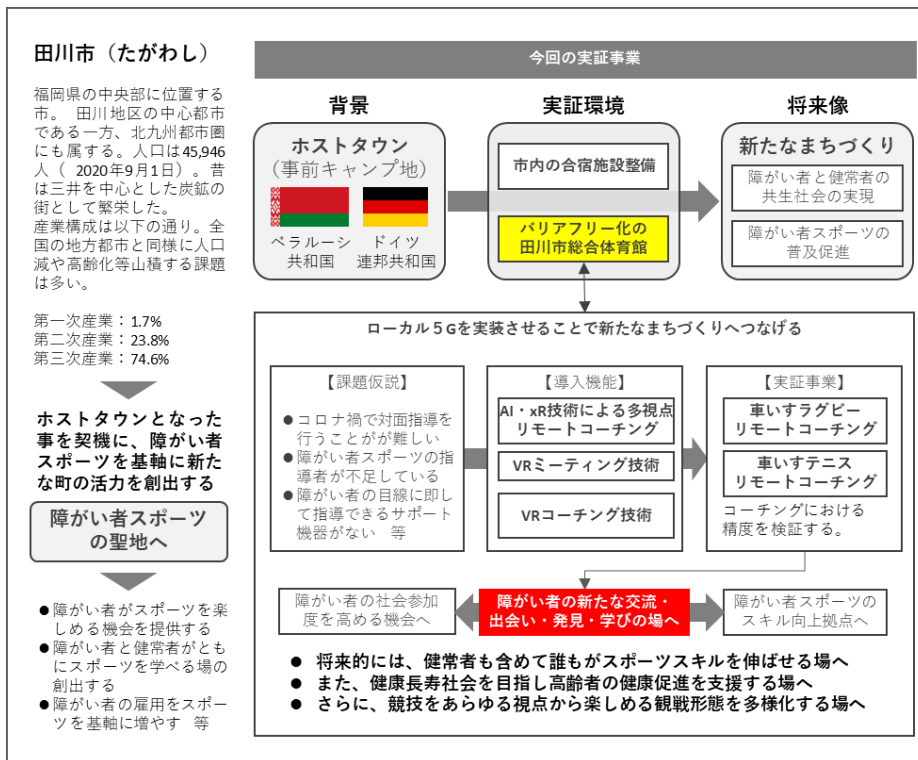


図 1.1-1) 本実証事業の基本設計



具体的な実証事業としては、障がい者スポーツの中でも特に車いすを使った競技（今回は車いすラグビーを選定）を対象とした。競技者と指導者の双方にとって効果的なスポーツスキルの向上が図れる環境づくりを目指すために、「多視点リモートコーチングシステム」や「VR ミーティング技術」等を活用し、障がい者のスポーツスキルの向上およびスポーツ指導の高度化にどのように寄与することが可能であるのか、その効果を定性的・定量的に導き出した。また、ローカル5Gの電波伝搬特性や性能評価といった技術的検討を実施し、技術面・制度面・運用面からの課題抽出および解決方策、当該実証モデルの今後の普及展開に向けた検討を行った。

## 1.2 実証の概要

課題実証については、障がい者スポーツの普及促進に向けて、特に、競技者の競技活動やコーチング、さらにはスポーツ観戦等の側面において現状課題とされる要素を洗い出しながら、課題解決に資するローカル5G技術を活用した具体的なユースケースを検討し、その有効性を検証した。

具体的には田川市総合体育館内にローカル5G基盤を実装し、「障がい者スポーツのスキル向上」「競技者への指導の高度化・多様化」を促すための各種システムを活用しながら、従来の対面指導と変わらない指導環境を提供し、競技者と指導者との分かりやすい対話機会をローカル5G技術の中で提供した。

実証事業は、「車いすラグビー」を対象にリモートコーチングの可能性について検証した。具体的には、車いすラグビー競技者がいる現場（＝田川市総合体育館）と遠隔地の指導者【福岡県スポーツ振興センター（アクション福岡）】とで上記のシステムの運用における検証を実施した。その中で、以下の2つの内容検証を行った。

- ①：練習試合形式におけるリモートコーチングの実現可能性検証  
→多視点カメラ等を設置し遠隔地から全体を俯瞰しながら指導
- ②：個別練習の指導、各自のスキル向上に資する導入システムの有効性の検証  
→VR ミーティングや AI 姿勢推定システムを活用しながら、リモートコーチングの精度、自己練習での各競技者が抱える個々の課題に対する理解度や納得度等を向上

障がい者スポーツのスキル向上およびコーチング技術の高度化・多様化を促す本実証事業に大きな成果と可能性を見出すことができれば、それらの要素は健常者スポーツにも応用可能となり、障がい者スポーツの振興に加え、青少年のスポーツ振興や高齢者の健康増進にも役立つ事業になると考える。また、新たな環境の充実化は、実証事業の場となる田川市が掲げる「障がい者と健常者の共生社会の具現」「障がい者スポーツの普及促進」に資する事業になるばかりか、この場を核に地域の様々な生活者との新たな絆を育み、障がい者を含めた多くの人々が社会参画する機会を増やし、さらに障がい者の雇用促進機会の提供等に寄与する力を育んでいくものとする。

本実証事業における公募要領記載の①～⑥の要求を満たす実証環境についての記載は、

2章にて詳細を記載した。

技術実証では、田川市総合体育館 大体育室（南北方向に約 37m、東西方向に約 57m）のアリーナに対し、指向性パターンを持つ RU（基地局アンテナ）を設置しローカル 5 G エリア化を行った。本建物の外側は田川市の敷地内となるが他者土地と見立てて、他者土地に対して電波漏洩しやすい当該環境は中規模アリーナにおける一般的な構造であり、指向性アンテナおよび運用環境に適した評価を実施した。

- ① 電波伝搬特性等の測定：エリア算出法の閾値検証および、ユースケースにおけるローカル 5 G の性能評価
  - ・カバーエリア内（自己土地内）について、柱や設備位置、遮蔽物有無に考慮し、約 24 地点にて測定を実施（1 秒間隔/100 サンプル）。
  - ・カバーエリア端、調整対象区端の実測情報と机上計算との地点の差分要因を考察。
- ② テーマ別) I. 電波伝搬モデルの精緻化：現行のエリア算出法におけるエリアカバレッジや調整対象区域の実測との評価

田川市総合体育館は競技エリア（1 階）、観覧エリア（2 階）の四方の壁面構造について複数の条件が混在する建屋構造であり、水平方向への多様な電波伝搬の観点で複合条件に沿ったパラメータ R を適用できる可能性が推測され、四方の壁面条件に対する電波伝搬の精緻化を対象とした。

## 2. 実証環境の構築

### 2.1 実施環境

本実証事業では、田川市総合体育館にローカル5Gの基地局等無線通信システムを構築し、電波伝搬特性の検証ならびに中規模体育館の課題解決に向けたソリューションについての課題実証を実施した。同体育館は、以下のような特徴がある。

- 1階は競技エリアであり、西の壁面は標準的な建築材料の壁面のみであるのに対し、南北および東の壁面は更衣室や器具室などいずれも幾つかの部屋が配置され、複数層の壁面、空間を有した構造である。
- 2階は観覧エリアであり、西の壁面は標準的な建築材料の壁面のみであるのに対し、南北の壁面は概ね一面ガラス窓または出入り口、東の壁面はトイレや階段エリアが配置され、複数層の壁面・空間を有した構造である。

### 2.2 ネットワーク・システム構成

本実証事業で使用したローカル5Gシステム（基地局）の概要を表2.2-1に示す。

表 2.2-1) ローカル5Gシステム（基地局）概要

	PW-320-DU PW331-48L4A-SRU
製造ベンダ	富士通
台数	1台
設置場所（屋内/屋外）	屋内
同期/準同期	同期
UL : DL 比率	1:4
周波数帯	4.8-4.9GHz
SA/NSA	SA
UL 周波数	4.8-4.9GHz
DL 周波数	
UL 帯域幅	100MHz
DL 帯域幅	
UL 中心周波数	4.85GHz
DL 中心周波数	
UL 変調方式	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
DL 変調方式	
MIMO	DL:4Layer UL:2Layer

## 2.2.1 ローカル5Gのネットワーク構成

ローカル5Gのネットワーク構成を図2.2.1-1に示す。ローカル5Gシステムは田川市総合体育館にオンプレミスで環境を構築した。構築したローカル5Gシステムの様子を図2.2.1-2に示す。

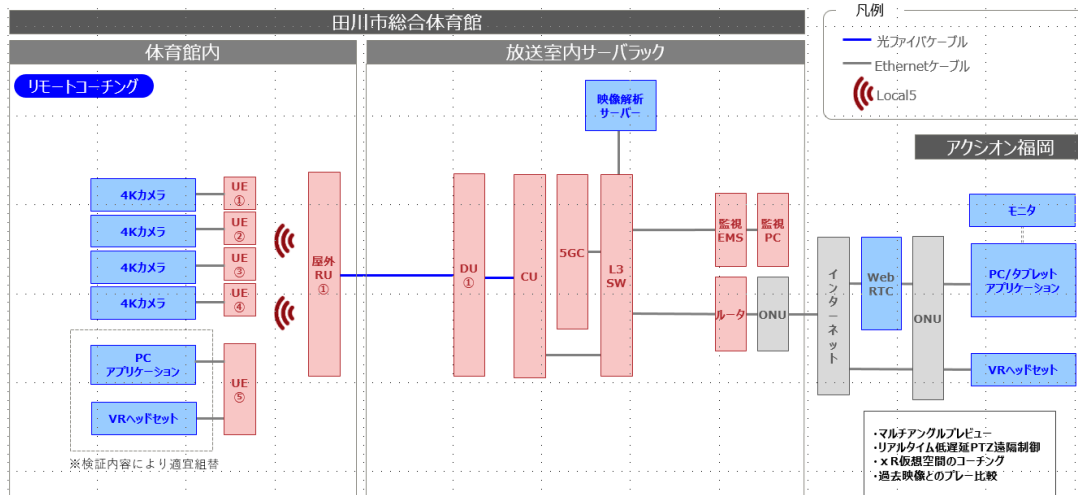


図 2.2.1-1) ローカル5Gのネットワーク構成

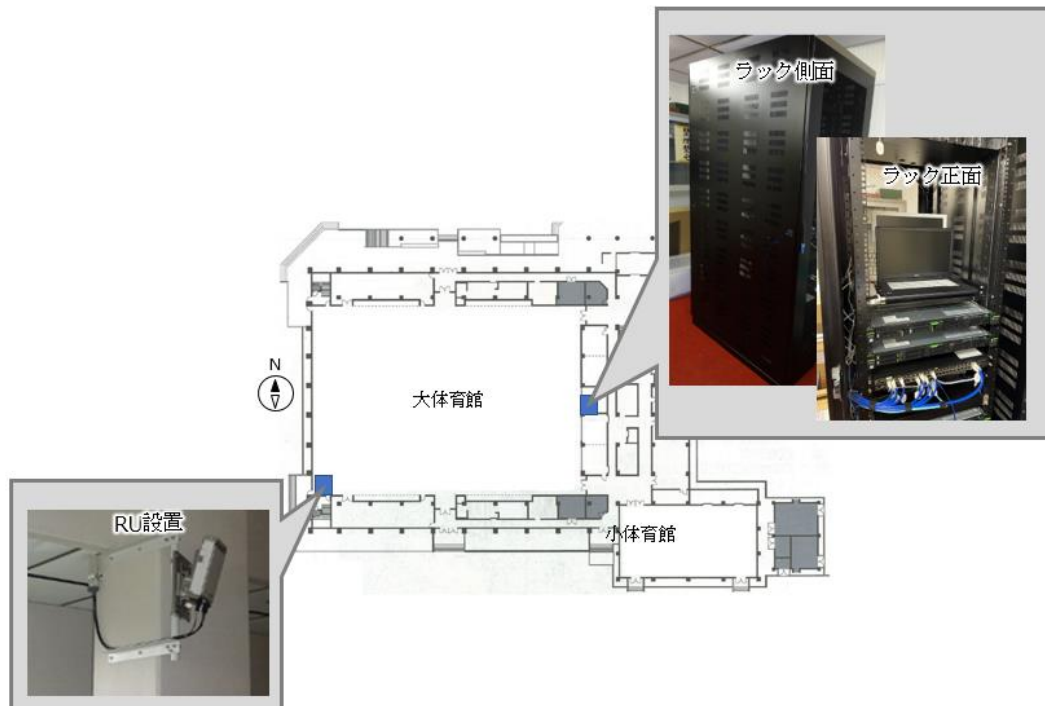


図 2.2.1-2) 構築したローカル5Gシステムの様子  
(田川市総合体育館図面より引用。写真は現地設置機器を撮影)

## 2.2.2 基地局等の無線機器の調達先等

本実証事業で使用した基地局等の無線機器の一覧を表 2.2.2-1 に示す。

表 2.2.2-1) ローカル 5 G 使用機器一覧

No	設置場所	使用機器	調達先	数量	設置形態	備考	
1	事務室	EMS	富士通	1	固定		
2		5GC	富士通	1	固定		
3		CU	富士通	1	固定		
4		DU	富士通	1	固定		
5		UPS	富士通	2	固定		
6	大体育室	屋外 RU	富士通	1	固定		
7	屋外	GPS アンテナ	富士通	1	固定		
8	実証内容に応じて体育館内および周辺で使用		UE	富士通	6	可搬	

## 2.2.3 ローカル 5 G の無線機器

本実証事業におけるローカル 5 G システムは SA (Stand Alone) 方式である。

基本仕様として 3GPP Release15 に準拠する。

以下、ローカル 5 G システムを構成する機器について記載する。

### (1) 5GC

端末接続時の認証、セッション管理、パケット転送などの機能を担う。

本実証事業で使用した 5GC は汎用サーバ上でソフトウェアにより実現される。

5GC の主な諸元値を表 2.2.3-1 に示す。

表 2.2.3-1) 5GC の主な諸元値

項目	諸元値
サポート機能	AMF, SMF, UPF, UDM, UDR, AUSF, NRF
ユーザー数	同時接続数 256 (登録数 512)
装置としての最大スループット	4.4Gbps (DL/UL 合計)
最大接続 CU 数	5

### (2) CU

無線リソース制御を担う。

本実証事業で使用した CU は汎用サーバ上でソフトウェアにより実現される。

CU の主な諸元値を表 2.2.3-2 に示す。

表 2.2.3-2) CU の主な諸元値

項目	諸元値
ユーザー数	256

装置としての最大スループット	2.0Gbps (DL/UL 合計)
最大接続 DU 数	4

### (3) DU

ベースバンド処理を担う。  
 ハードウェア外観を図 2.2.3-1 に示す。  
 主な諸元値を表 2.2.3-3 に示す。



図 2.2.3-1) DU のハードウェア外観 (出典：富士通 HP)

表 2.2.3-3) DU の主な諸元

項目	諸元値
ユーザー数	64
最大スループット	DL : 1.7Gbps、UL : 0.2Gbps (スロット数比率 DL:UL:S=7:2:1)
帯域幅	100MHz
MIMO レイヤ数	DL : 4 レイヤ、UL : 2 レイヤ
MCS	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
Beam 数	6
接続 RU 数	1

### (4) 屋外 RU

RF 処理とアンテナ部が一体となった屋外向け無線機である。  
 ハードウェア外観を図 2.2.3-2 に示す。  
 主な諸元値を表 2.2.3-4 に示す。



図 2.2.3-2) 屋外 RU のハードウェア外観 (富士通にて作成)

表 2.2.3-4) 屋外 RU の主な諸元値

項目	諸元値
周波数帯	4.8-4.9GHz
TRX 数	4TRX
帯域幅	100MHz
ストリーム数	4
CC 数	1
トータル EIRP	+39.2dBm
システム空中線電力	24.9dBm(4.9dBm/MHz)
EIS	-101.9dBm
送信電力	+31.9dBm
給電	AC100/200V +/-10%
消費電力	150W typ
重さ	<6.9kg (6kg typ)
大きさ	259 x 353 x 76 mm
冷却	強制空冷
温度	-10℃ to + 50℃

#### (5) EMS

ローカル 5 G システムの各装置を監視／保守するための機能を提供する。  
汎用サーバ上のソフトウェアにより実現される。  
主な諸元値を表 2.2.3-5 に示す。

表 2.2.3-5) EMS の主な諸元値

項目	諸元値
監視対象ノード	5GC、CU、DU (RU)
機能	状態監視、障害管理、構成管理

#### (6) UE

COMPAL Electronics 社製の 5 G モバイルルーター型端末である。  
ハードウェア外観を図 2.2.3-3 に示す。  
主な諸元値を表 2.2.3-6 に示す。



図 2.2.3-3) UE のハードウェア外観 (出典 : APAL 社 HP)

表 2.2.3-6) UE の主な諸元値

項目	諸元値
Size	119 x 72 x 23.5mm
Weight	235g
SIM card type	Nano SIM
Operating Band	n79, n257, B38, B41
Connectivity	USB(type-C), Ethernet(RJ45), Wi-Fi
Battery	5300mAh(typ.)

## 2.2.4 基地局エリアカバレッジ

3章で後述するように、田川市総合体育館 大体育室（南北方向に約 37m、東西方向に約 57m）のアリーナに対し、指向性パターンを持つ RU（基地局アンテナ）を設置した。

具体的には大体育室の南西柱に、競技エリア方向に指向性ビームを向けて、体育館外の漏洩に配慮しつつ、以下の条件になるよう、地上高：7m、RU チルト角度：下向き 30° に設置した。

条件 1：1 階競技エリアのセンター付近で良好な無線環境が得られること

条件 2：条件 1 を満たす範囲で、2F 観覧エリアで可能な限り無線環境が得られること

図 2.2.4-1 に RU 設置時のビームパターン、図 2.2.4-2 に RU 設置位置の様子を示す。

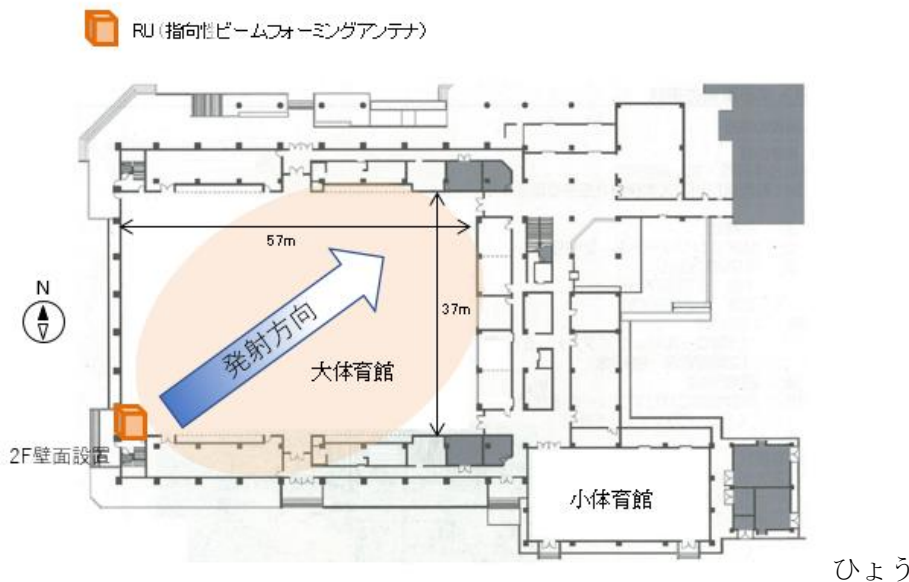


図 2.2.4-1) 田川市総合体育館 エリアカバレッジ  
(田川市総合体育館図面より引用)





図 2.2.4-2) RU 設置位置の様子

## 2.3 システム機能・性能・要件

本実証事業における各課題解決システムで必要とされる要件およびローカル5Gシステムの性能は下記の通りである。

### 2.3.1 次世代リモートコーチングシステム

4K高精細カメラ・高フレームカメラで取得した動画データを遠地のコーチと共有する。

カメラ画像は4K/60fps H265形式圧縮で、一台当たり20Mbps 計4台で80Mbpsのアップリンクが必要となる。また全体的なトータル遅延として1200msec以下が目標値となる。各コンポーネントの定量的な目標値としては、4.4.1.2 (2)に記載する。

体育館に4台の高精画カメラを設置し、練習風景を様々な角度から撮影を行った。

- ・カメラは遠隔地から操作可能で、競技者のプレーに対し、あらゆる角度からの追跡を可能とした。

### 2.3.2 遠隔VR幻肢痛セラピーシステムを活用したリモートコーチングシステム

VR技術を活用し、現地とのリモートコーチングを実施した。二人羽織のような重なり合う形での表示表現も可能で、細かな指先の動きなど、向かい合った状態ではイメージしづらい動作も容易に伝達できるメリットがある。本取り組みでは、ローカル5Gと融合、

遠隔コーチングに適用し、その効果を検証した。各コンポーネントの定量的な目標値としては、4.4.1.2 (2) に記載する。

なお、「遠隔 VR 幻肢痛セラピーシステム」はリハビリ用途であり、内容的には同一であるものの、オンラインコーチング実施時のシステム名称としては適切でないため、「VR コーチングシステム」に改名して実証を行った。

### 2.3.3 姿勢推定システムを用いたプレー分析

ローカル 5 G 環境で撮影された 4K 映像などの高精細かつフレームレートの高い映像情報を基に AI 技術によって、筋・関節力・代謝など、人体の各部に作用する力を分析し、試合中やトレーニング中のパラスポーツ選手を撮影、分析し、コーチングに活用、選手の技量向上を図った。各コンポーネントの定量的な目標値としては、4.4.1.2 (2) に記載する。

### 2.3.4 ローカル 5 G システムの性能

本実証事業で使用したローカル 5 G システムにおけるスループット理論値を表 2.3.4-1 に示す。

表 2.3.4-1) ローカル 5 G システムのスループット理論値

DL スループット	UL スループット	条件
1.7Gbps	0.2Gbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>・帯域幅 100MHz</li> <li>・TDD スロット比率 D:U:S=7:2:1</li> <li>・MIMO レイヤ数 DL:4、UL:2</li> <li>・256QAM (DL/UL とも)</li> </ul>

## 2.4 免許および各種許認可

本実証事業においては田川市を免許人として、4.7GHz 帯システム (4.8~4.9GHz 帯) の実験局免許の取得を行った。

無線局免許の取得にあたっては、無線局設置の場所周辺の携帯電話事業者が開局している、または開局予定のキャリア 5 G およびローカル 5 G 等の無線局の有無を総務省九州総合通信局へ確認し、干渉調整が不要との合意を得て、無線局免許申請を実施した (2021 年 11 月 25 日に実験試験局免許発行)。なお、本年度の開発実証の成果も踏まえ、来年度以降の運用に向けて、商用局免許への切り替えを検討する。

表 2.4-1) 実験局免許発行状況

免許人	田川市
帯域	4.7GHz帯システム (4.8~4.9GHz帯)
免許種別	実験局免許
免許の番号	九実第3092号 (RU 1台) 九実第3093号~3097号 (UE 5台)
免許の年月日	令和 3年 11月 25日
免許の有効期限	令和 4年 12月 6日まで

## 2.5 その他要件

本実証事業におけるローカル5Gシステムについては、3GPP (Release15) に準拠しており、標準化された無線インターフェースが具備されたものを採用した。

また本システムの基地局、コア設備等については特定高度情報通信技術活用システムの開発供給および導入の促進に関する法律 (令和2年法律第37号) に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であり、同認定を取得しているシステムを採用した。

### 1. 認定の日付

令和3年3月15日

### 2. 開発供給計画認定番号

2021 開1 総経第0002号-1

### 3. 認定開発供給事業者の名称

富士通株式会社

### 4. 認定開発供給計画の概要

一般企業、自治体向けに、製造業 (スマートファクトリーでの活用を想定) をはじめとして地域活性化のための様々な事業領域に適用可能なローカル5Gシステムに供する設備として以下の設備を開発供給した。

### 5. 開発供給を行う特定高度情報通信技術活用システムの内容

表 2.5-1) に本実証にて開発供給を行う特定高度情報通信技術活用システムの内容を示す。

表 2.5-1) 本実証にて開発供給を行う特定高度情報通信技術活用システム

メーカー	種別	型番・型式	主な仕様等 (概要)
富士通	特定基地局以外の 基地局の無線設備	PW300-CU	・CU
富士通	特定基地局以外の	PW300-DU	・DU

	基地局の無線設備		
富士通	特定基地局以外の 基地局の無線設備	PW300-RU-O	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RU</li> <li>・4.8-4.9 GHz 帯用</li> <li>・アンテナ一体型</li> <li>・屋外設置用</li> </ul>
富士通	交換設備	PW300-5GC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オンプレミス型</li> <li>・5G SA 方式</li> </ul>
富士通	交換設備	PW300-EMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オンプレミス型</li> <li>・5G SA 方式</li> </ul>

本実証事業で導入したシステムについては、「IT 調達に係る国の物品等または役務の調達方針および調達手続に関する申合せ」（2018 年 12 月 10 日関係省庁申合せ）等に留意し、サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策を講じた。

また、本課題実証に際してローカル 5 G 専用の閉域ネットワークを利用しているが、万が一外部のネットワークへの接続やデータ伝送を伴う必要が発生した場合は、個人情報の管理等を含め、サイバーセキュリティ対策を講じた。

実証に用いる機材の事前品質担保のため、実証前のラボでの動作確認に先立って 1 週間程度の日程を設け、下記の日程で下表に示す内容の事前品質確認を行った。

実施日程：2021 年 11 月 24 日～2021 年 12 月 3 日

表 2.5-2) 実証機材の事前品質担保項目

	分類	機材	品質確認方法	確認結果
1	ローカル 5 G 通信	UE	既設のローカル 5 G システムにおいてスループットを測定する。	課題実証システムで求められるローカル 5 G のスループット性能 (UL 80Mbps 以上) を満たすことを確認。
2	測定器	エリアテスト	校正されていることを確認する。 既設のローカル 5 G システムにおいて SS-RSR の測定データが所定の周期で所定のサンプル数として取得できることを確認する。	問題なし (SS-RSRP の測定データが 100ms 周期で 2 分 20 秒以内に 1000 サンプル取得できることを確認。)
3		Nemo Outdoor	既設のローカル 5 G システムにおいてスループット測定ができることを確認する。	問題なし。 (MAC レイヤの UL/DL スループットが測定できることを確認)
4	次世代リモートコーティングシステム	4K カメラ	映像取得、PTZ 動作に問題がないことを確認する。	問題なし。

5	VR コーチングシステム	ヘッドセット	映像出力、センサー動作に問題がないことを確認する。	問題なし。
---	--------------	--------	---------------------------	-------

上記機材の品質確認の後、現地でのローカル5Gシステム構築に先立って、ラボ環境（シールドルーム）にローカル5Gシステム系を構築し、3日間程度の日程を設け、下記の日程で下表に示す項目について機能動作確認および性能確認を実施した。

実施日程：2021年12月6日～2021年12月8日

表 2.5-3) 構築したシステムの事前動作担保項目

	分類	確認項目	確認内容	確認結果
1	ローカル5G通信	スループット性能	UEに接続したPCとN6インターフェースに接続したPCとの間のデータ通信において正常なスループット値が得られることを確認する。	課題実証システムへの提供性能の観点からiPerfツールおよびNemo Outdoorで測定を実施し、UL 162Mbps、DL 593Mbpsのスループットを確認。
2		遅延性能	UEに接続したPCとN6インターフェースに接続したPCとの間のデータ通信において正常な遅延時間値が得られることを確認する。	課題実証システムへの提供性能の観点から、iPerfツールおよび端末ログツールで測定を実施し、課題実証システムで求められるローカル5Gの遅延性能(100msec以内)を満たすことを確認。
3	次世代リモートコーチングシステム	機器接続性	UEを経由し正常に通信が可能であることを確認する。	ラボ環境にてローカル5Gシステムに接続して動作確認済み。
4	VR コーチングシステム	機器接続性	UEを経由し正常に通信が可能であることを確認する。	ラボ環境にてローカル5Gシステムに接続して動作確認済み。

## 2.6 実証環境の運用

実証開始前には、実証参加者に対するシステム利用に関する説明会を実施し、実証目的および実証内容等の説明を行った。実証期間中、専任窓口を設置し、実証参加者等からの問い合わせ等に対応するとともに、不具合が発生した場合に備え、迅速な対応体制を整備し、原因を特定し対処した。

実証期間中の実証環境に係る不具合を以下に示す。

表 2.6-1) 実証期間中の実証環境に係る不具合と対応について

不具合	発生日	対応	対処確認
イベント 1 回目の実施において、動画が滑らかに表示されず、映像の乱れや停止が発生した。	2021/12/24	ローカル 5 G システムにトラフィック印加し、事象再現と原因分析を行った。 その結果、ローカル 5 G 基地局において、スケジューラ見直しによる UL 送信遅延の改善を図った。	2022/1/12
		不具合に対し、アプリケーションでの原因分析を行い、チューニングを実施することで改善を図った。	2022/1/8

### 【運用および保守管理項目】

- ・電波送信：停電等でシステム起動を行う際に必要な RU 電波の発射操作
- ・電波停止：停電等でシステム停止を行う際に必要な RU の電波停止
- ・保守交換：装置故障時の原因調査、代替装置の準備・交換

### 【運用・保守管理体制】

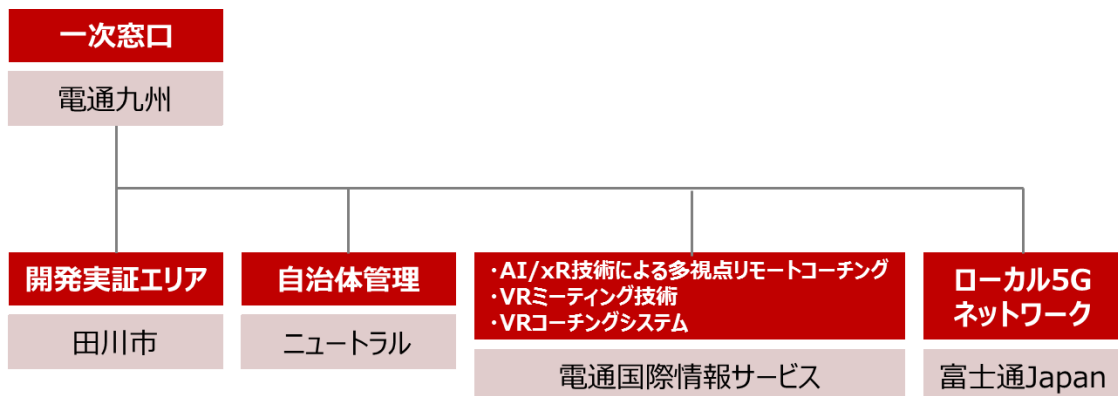


図 2.6-1) 本実証における保守・運用管理体制

### 3. ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証）

#### 3.1 実証概要

2章で構築したローカル5Gの実証環境において、4.8GHz帯における電波伝搬特性等の測定および電波伝搬モデルの精緻化を実施した。表3.1-1に技術実証の概要を示す。田川市総合体育館は、大体育室1、2階部分の建屋構造が下記特徴を持ち、屋内環境における現行のエリア算出法で規定されるパラメータを適用した場合の電波伝搬を調査・検証するには適した実証環境と考えた。

##### <建屋特徴>

- ① 1階は競技エリアであり、西の壁面は標準的な建築材料の壁面のみであるのに対し、南北および東の壁面は更衣室や器具室などいずれも幾つかの部屋が配置され、複数層の壁面、空間を有した構造である。
- ② 2階は観覧エリアであり、西の壁面は標準的な建築材料の壁面のみであるのに対し、南北の壁面は概ね一面ガラス窓または出入り口、東の壁面はトイレや階段エリアが配置され、複数層の壁面・空間を有した構造である。



図 3.1-1) 田川市総合体育館内の様子

また、本技術実証では、まず 3.3.1 章において田川市総合体育館での電波伝搬測定を行い、現行のエリア算出法で規定されるエリアカバレッジや調整対象区域が、本建屋構造環境でどの程度実測と乖離しているかを確認するとともに、4章の課題実証で要求される無線性能がエリアカバレッジ内で実現できているかを確認した。さらに 3.3.2 章において現行のエリア算出法で規定されているパラメータのうち、屋内に基地局を設置する場合に使用が限定されている R を対象として、体育館環境に適した R 値の導出を狙った伝搬モデルの精緻化を行った。



表 3.1-1) 技術実証の概要

項目			該当 (○、×)	
技術実証の 実施環境	周波数帯	4.8GHz 帯	○	
		28GHz 帯	×	
		キャリア 5 G の周波数帯	×	
	屋内外	屋内	○	
		屋外	×	
		半屋内	×	
	周辺環境	都市部	×	
		郊外	○	
		開放地	×	
		その他	×	
	テーマ別 実証	I.電波伝搬モデルの 精緻化	Kの精緻化	×
			Sの精緻化	×
Rの精緻化			○	
その他の精緻化			×	
II.電波反射板による エリア構築の柔軟化		実施の有無	×	
III.準同期 TDD の追 加パターンの開発		TDD2 の検討	×	
		TDD3 の検討	×	
		TDD2、3 以外のパターンの検討	×	
		追加パターンを具備した実機での検証	×	
IV.その他のテーマ		実施の有無	×	

## 3.2 実証環境

### 3.2.1 実証環境

本技術実証において想定する環境条件は、体育館内の競技エリア（1階）、観覧エリア（2階）に構築されている四方の壁面構造について、標準的な壁面、複数層の壁・空間を介した壁面や、ガラス材を介す壁面などが混在する建屋構造であり、水平方向への多様な電波伝搬が推測されるような環境においてローカル5Gが構築・運用されることとする。

本章では、今回技術実証を行う田川市総合体育館が一般的に見られる体育館の構造的特徴を多数有し、電波伝搬モデルの精緻化の観点で検証意義のある無線環境であることを示す。

図 3.2.1-1 に示すように、田川市総合体育館は四方の壁面が様々な構造、材質により構築されており、カバーエリアおよび調整対象区域の算出に使用される現行の電波伝搬モデルは多様な構造環境には十分対応できていないため、当該環境でのローカル5Gの利活用に向けて電波伝搬モデルの精緻化が必要であると考えた。



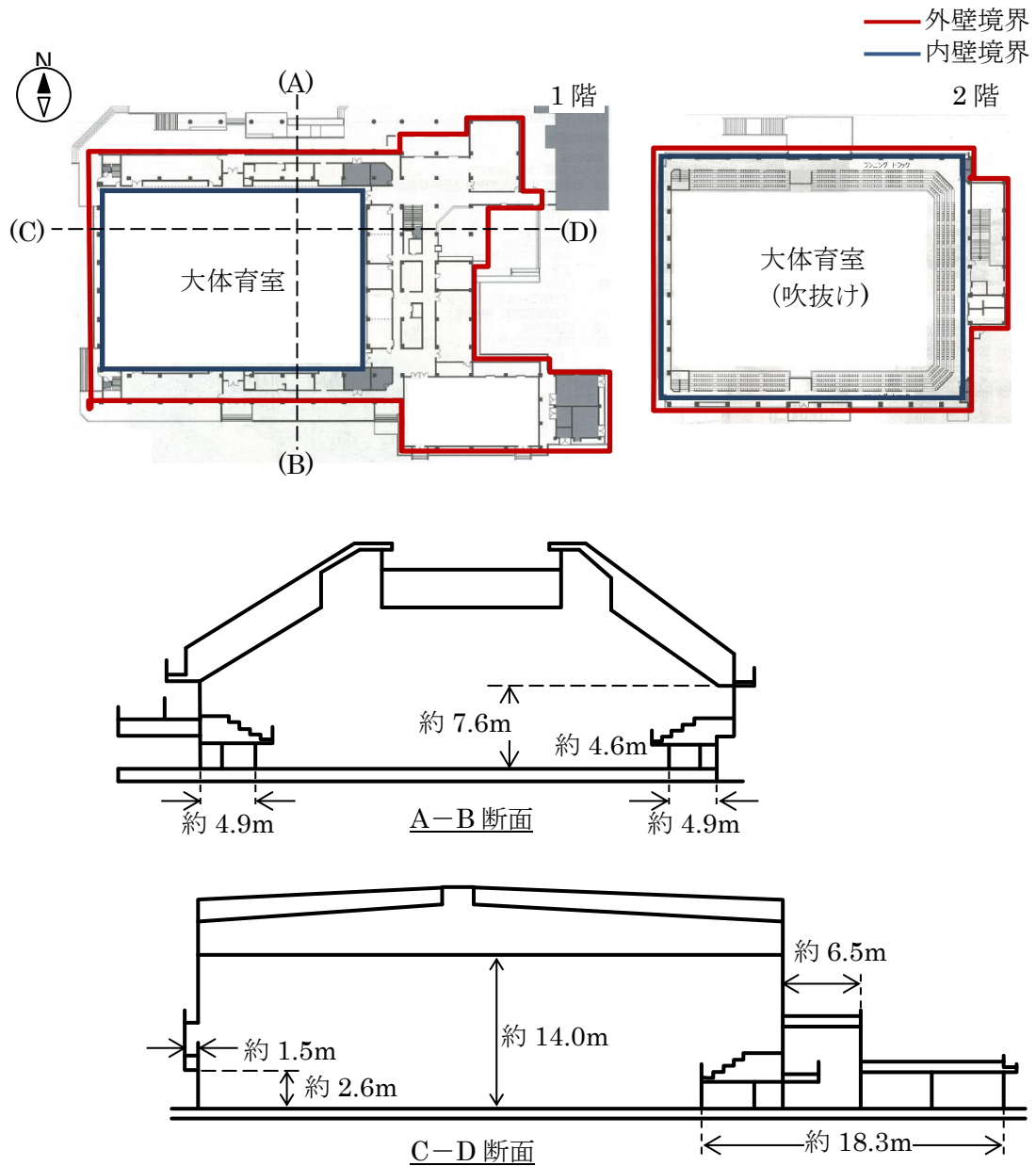


図 3.2.1-1) 田川市総合体育館図面  
(田川市総合体育館図面より引用)

以下に、田川市総合体育館 大体育室の構造的特徴を踏まえた、無線環境について説明する。

<1階フロア>

- ・西側壁面は、標準的な壁面構造に加え内壁にフロアから高さ2.6m程度の格子状の金属物（壁）が設けられた構造となっている。
- ・南北、および東側壁面は、複数の部屋を介した壁面構造であり、南北の壁面は内壁から外壁まで4.9m程度の幅に最大3層の壁、東側の壁面は内壁から外壁まで18.3m程度の幅に最大6層の壁が設けられた構造となっている。

<2階フロア>

- ・西側壁面は、1 階同様の標準的な壁面構造に加えフロアから高さ 4.6～7.6m 程度の位置にランニングトラック分の幅 1.5m 程度が設けられた構造となっている。
- ・東側壁面は、約半分が一般的な壁面構造、もう一方が部屋や階段踊り場を介した壁面構造であり、内壁から外壁まで 6.5m 程度の幅に 2 層の壁が設けられた構造となっている。
- ・南北側壁面は、フロアから高さ 4.6～7.6m 程度の位置にガラス窓または出入り口が一面設けられた構造となっている。

このような体育館構造を考慮すると、壁を何層も介する壁面については電波伝搬損が大きくなることを見込まれ、一方でガラス窓の割合が高い 2 階南北の壁面については、ガラス材を介する電波伝搬の透過や、ガラス窓や出入り口の開閉を想定すると、建屋外への開放度が高く電波伝搬損が小さくなることが推測される。このような建屋構造の屋内に対しローカル 5 Gセルを構築する場合は、四方の壁面に対する透過影響が異なることが推測され、建屋構造を踏まえた電波伝搬の差異を把握したうえで、電波伝搬損を考慮に入れたカバーエリア設計が必要となる。

### 3.2.2 測定に使用する機器

#### 3.2.2.1 電界強度測定器（エリアテスタ）

電界強度を測定する機器として、Sub6 モジュールを搭載したアンリツ社エリアテスタ (ML8780A) を使用した。



図 3.2.2.1-1) エリアテスタ外観図

(出典：令和 2 年度ローカル 5 G 開発実証成果報告書「No7 目視検査の自動化や遠隔からの品質確認の実現」)

### 3.2.2.2 Nemo Outdoor

UE のステートモニタリングを行うため、キーサイト・テクノロジー社のソフトウェア測定器である Nemo Outdoor を使用した。

図 3.2.2.2-1 に接続構成を示し、図 3.2.2.2-2 にサンプル画面を示す。



図 3.2.2.2-1) Nemo Outdoor 接続構成 (UE 出典 : APAL 社 HP)

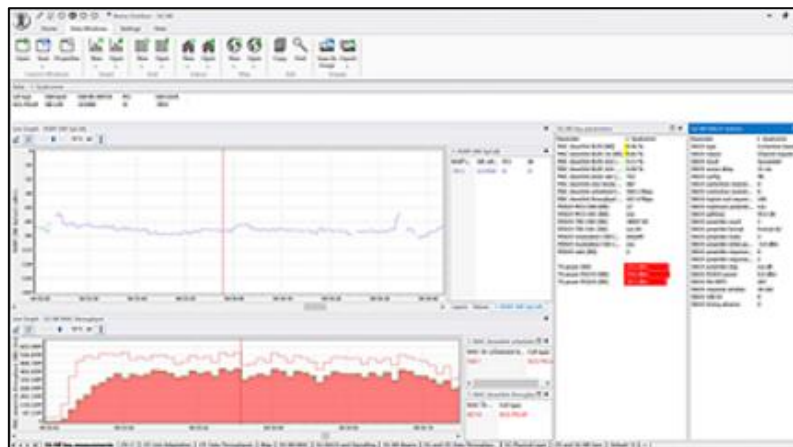


図 3.2.2.2-2) Nemo Outdoor 実行画面サンプル

(出典 : 令和 2 年度ローカル 5 G 開発実証成果報告書「No7 目視検査の自動化や遠隔からの品質確認の実現」)

### (1) 端末ログツール (QXDM)

UE のステータスマニタリングを行い、無線区間の遅延を測定するため、QXDM を使用した。

図 3.2.2.2-3 に接続構成を示す。



図 3.2.2.2-3) QXDM 接続構成 (UE 出典 : APAL 社 HP)

### 3.2.2.3 iPerf

回線の負荷試験を行うため、ソフトウェアツールである iPerf (iPerf2) を使用した。

図 3.2.2.3-1 に iPerf の接続構成を示し、図 3.2.2.3-2 に実行結果のサンプルを示す。



図 3.2.2.3-1) iPerf 接続構成 (UE 出典 : APAL 社 HP)

```

Connecting to host 3.testdebit.info, port 5201
[ 4] local 37.123.101.142 port 50233 connected to 62.34.91.3 port 5201
[ ID] Interval          Transfer    Bandwidth
[ 4]  0.00-2.01      sec  1.48 MBytes  6.15 Mbits/sec
[ 4]  2.01-4.01      sec  1.66 MBytes  6.98 Mbits/sec
[ 4]  4.01-6.01      sec  1.60 MBytes  6.72 Mbits/sec
[ 4]  6.01-8.00      sec  1.66 MBytes  6.98 Mbits/sec
[ 4]  8.00-10.02     sec  1.60 MBytes  6.67 Mbits/sec
[ 4] 10.02-12.01     sec  1.66 MBytes  6.98 Mbits/sec
[ 4] 12.01-14.01     sec  1.60 MBytes  6.72 Mbits/sec
[ 4] 14.01-16.01     sec  1.66 MBytes  6.98 Mbits/sec
[ 4] 16.01-18.00     sec  1.60 MBytes  6.72 Mbits/sec
[ 4] 18.00-20.01     sec  1.66 MBytes  6.92 Mbits/sec
[ 4] 20.01-22.01     sec  1.66 MBytes  6.98 Mbits/sec
[ 4] 22.01-24.01     sec  1.60 MBytes  6.72 Mbits/sec
[ 4] 24.01-26.01     sec  1.66 MBytes  6.98 Mbits/sec
[ 4] 26.01-28.00     sec  1.60 MBytes  6.72 Mbits/sec
[ 4] 28.00-30.01     sec  1.66 MBytes  6.92 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval          Transfer    Bandwidth
[ 4]  0.00-30.01     sec  24.4 MBytes  6.81 Mbits/sec
[ 4]  0.00-30.01     sec  24.3 MBytes  6.79 Mbits/sec
sender
receiver

```

図 3.2.2.3-2) iPerf 実行結果サンプル

### 3.2.2.4 測定用ワゴン

測定機器はワゴンに乗せて移動や測定を実施した。

図 3.2.2.4-1 に測定用ワゴンの様子について示す。

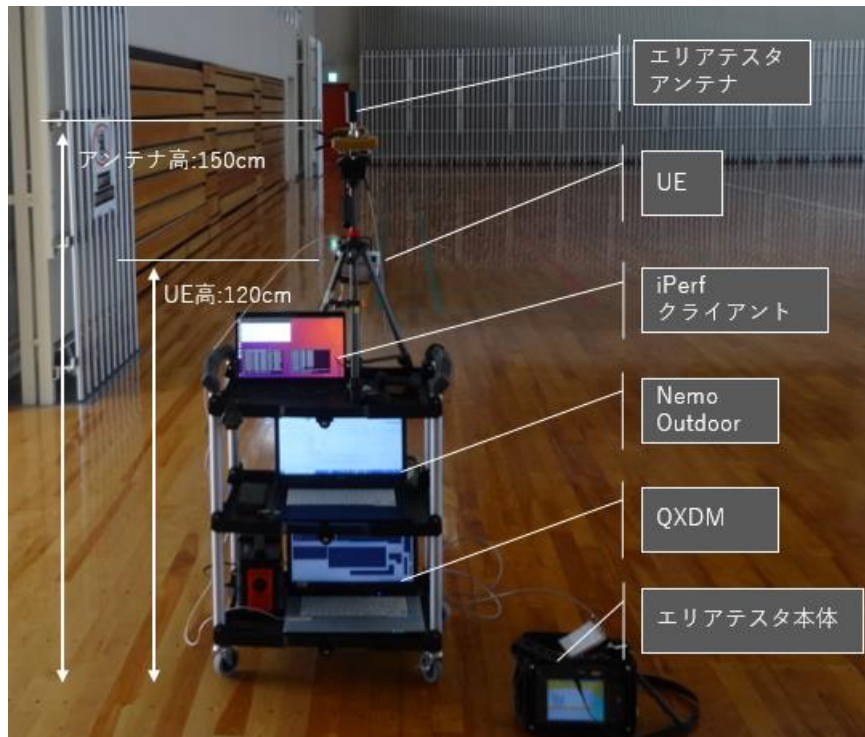


図 3.2.2.4-1) 測定用ワゴン

### 3.3 実証内容

#### 3.3.1 ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定

本実証事業では2.2.4章で示したように、大体育室の一角に屋外RUを1台設置することで大体育室をカバーするようにエリアを構成した。

電波法関係審査基準（平成13年度総務省訓令第67号）が規定するエリア算出法（以下、エリア算出法と記載）に基づき、各RUによるカバーエリアおよび調整対象区域を表す図面を作成した。

この図面に示されるエリアに関して、本章では以下の検証を行った。

##### (1) エリア算出法の閾値の検証

エリア算出法によるカバーエリア端および調整対象区域端における実際の受信電力を測定し、エリア算出法における閾値との比較および閾値が実測される位置を確認することにより、エリア算出法における閾値の検証を行った。

##### (2) カバーエリア内のローカル5Gの性能評価

カバーエリア内の20以上の測定点において、受信電力および伝送性能（アップリンク（以下、UL）/ダウンリンク（以下、DL）別の伝送スループット、伝送遅延）を測定し、課題実証システムで要求される性能を実現できるかどうかを検証した。

#### 3.3.1.1 実証目標

本実証事業においては、各課題実証システムで求められるローカル5Gの性能として、表3.3.1.1-1に示す性能を満たすことを目標にした。

表 3.3.1.1-1) ローカル5Gの所要性能

	映像伝送	Web 会議	総合性能要件
上りスループット	80Mbps	ローカル5G区 間なし	80Mbps
端末-コアネットワーク間の伝送遅延時間	100msec (上り下り往復) 全体 1200msec	ローカル5G区 間なし	100msec (上り下り往復)

上りスループットに関する所要性能の根拠については2.3.2章を参照のこと。

伝送遅延時間に関する所要性能の根拠については、4.4.1.2章を参照のこと。

#### 3.3.1.2 評価・検証項目

本章の実証を通じて評価・検証する項目を以下に示す。

### (1) エリア算出法の閾値の検証

本検証では受信電力として表 3.3.1.2-1 に示す項目を評価・検証した。

表 3.3.1.2-1) エリア算出法の閾値の検証における評価・検証項目

	評価・検証項目	説明
1	SS-RSRP [dBm]	1 リソースエレメントあたりの Secondary Synchronization Signal の受信電力

### (2) カバーエリア内のローカル 5 G の性能評価

本検証では 2 章で示した受信電力の他、表 3.3.1.2-2 に示す項目を評価・検証した。

表 3.3.1.2-2) カバーエリア内のローカル 5 G の性能評価における評価・検証項目

	評価・検証項目	説明
1	UL スループット [Mbps]	PUSCH 上の MAC レイヤにおけるスループット、例えば Nemo Outdoor ツールを使用して測定
2	DL スループット [Mbps]	PDSCH 上の MAC レイヤにおけるスループット、例えば Nemo Outdoor ツールを使用して測定
3	遅延時間 [ms]	MAC レイヤにおける往復の遅延時間。例えば端末ログデータから抽出する。

### 3.3.1.3 評価・検証方法

本章における検証項目の評価・検証方法を以下に説明する。

3.3 章以降の実証に向けた基礎データ取得の観点から、窓や扉などは閉じた状態での測定とした。

#### (1) エリア算出法の閾値の検証

以下の各ステップを実施することにより検証した。

##### 1) カバーエリアおよび調整対象区域のエリア端位置の図示

屋外 RU を設置する大体育室の RU からの距離に応じた電界強度をエリア算出法の計算式から机上計算で算出し、カバーエリアおよび調整対象区域となる閾値相当の位置を総合体育館の平面図上にプロットした。カバーエリア、調整対象区域の各閾値を表 3.3.1.3-1 に示す。

表 3.3.1.3-1) エリア端の閾値

閾値種別	閾値
カバーエリア	-84.6dBm
調整対象区域	-91.0dBm



## 2) 各エリア端位置での電界強度の実測

エリア端位置（カバーエリア、干渉調整対象区域）に相当する測定地点を選定し、表 3.3.1.2-1 に記載の測定項目を測定した。測定には電界強度測定器（アンリツ社製のエリアテスタ ML8780A）を使用し、測定地点あたり合計 1000 サンプル以上の測定結果を取得し、中央値、 $\sigma$ 、上位 10% 値、下位 10% 値を求めた。定在波の影響を避けるため、一つの測定地点において、 $10\lambda$ （ $\lambda$  は波長）の範囲で測定位置を動かしながら得られた測定値すべてのサンプルの統計処理を行った。

具体的な測定手順は以下である。

- ・ エリアテスタのアンテナをアンテナ設置治具に固定した。
- ・ アンテナ設置治具は  $10\lambda$  の範囲でスライド可能となっている。
- ・ アンテナ設置治具は三脚に取り付けられており、 $360^\circ$  横方向に回転可能である。
- ・ アンテナ治具の向きを RU に正対し、回転軸からのアンテナ距離を 0cm、15cm、30cm、45cm の位置で固定し測定した。さらに向きを  $90^\circ$  右回転し、回転軸からのアンテナ距離を 15cm、30cm、45cm の位置で固定し測定した。
- ・ 測定はそれぞれのアンテナ固定位置において、0.1 秒間隔で 30 秒間実施した。

図 3.3.1.3-1 にアンテナ固定位置を示す。

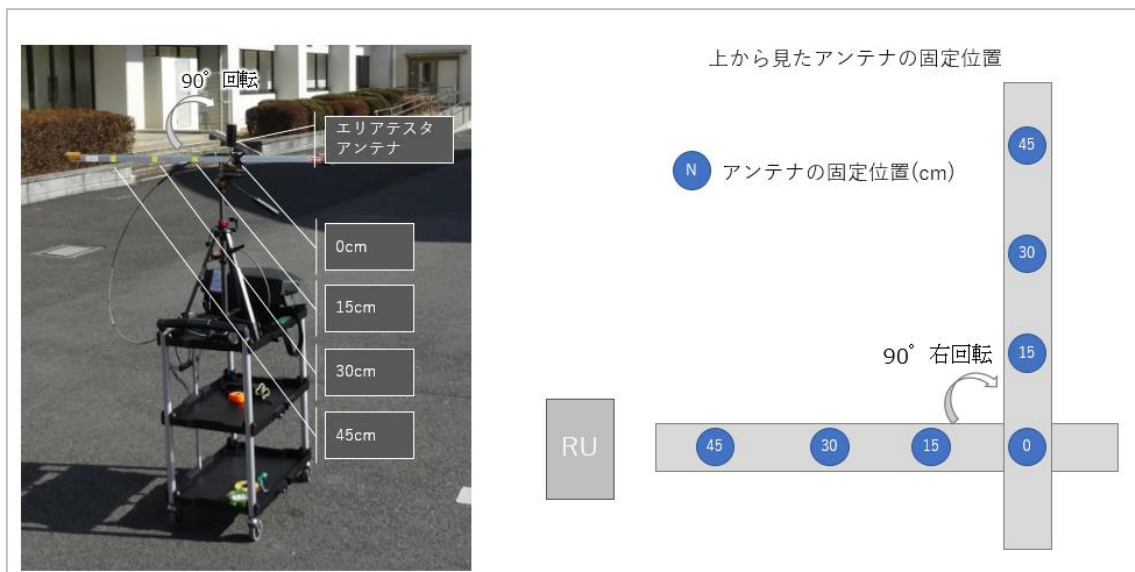


図 3.3.1.3-1) 電界強度測定時のアンテナ固定位置

カバーエリアについて実測した地点について図 3.3.1.3-2 に示す。

A1～A12 の計 12 地点について測定を実施した。



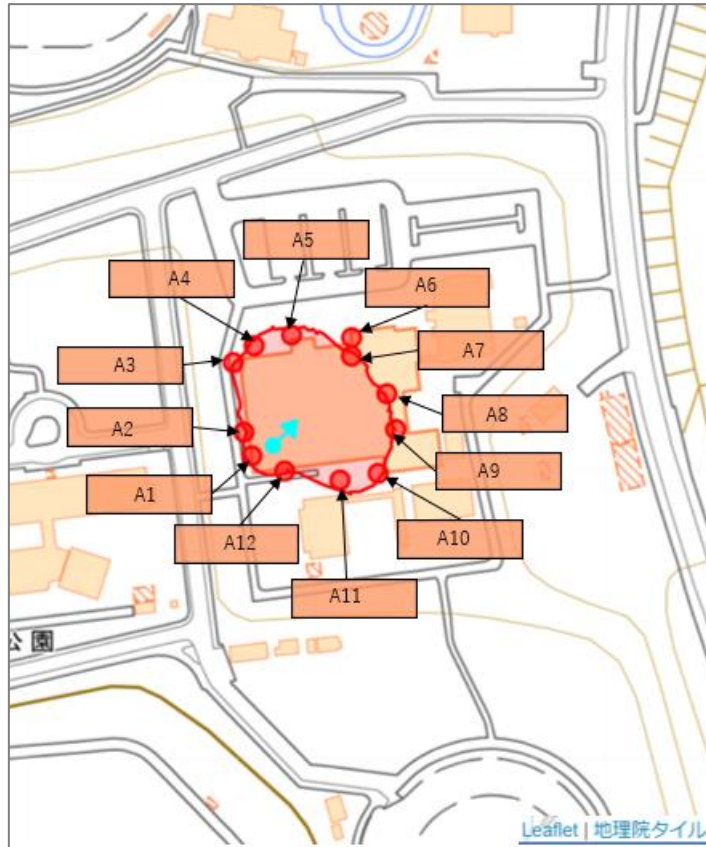


図 3.3.1.3-2) カバーエリアの測定地点  
(地図：地理院タイルより引用)

各測定地点周辺の様子について以下に示す。

## A1 周辺の様子



## A2 周辺の様子



## A3 周辺の様子



## A4 周辺の様子





## A5 周辺の様子



## A6 周辺の様子



## A7 周辺の様子



## A8 周辺の様子





## A9 周辺の様子



## A10 周辺の様子



### A11 周辺の様子



### A12 周辺の様子

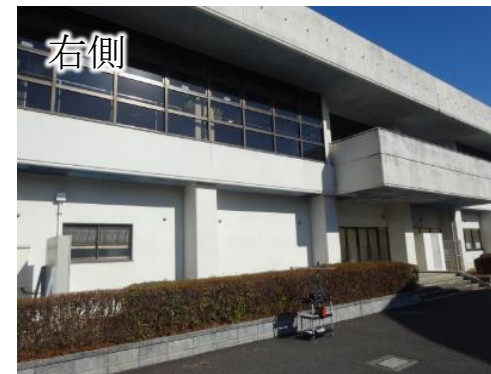


図 3.3.1.3-3) カバーエリア測定地点の様子

干渉調整対象区域について実測した地点について図 3.3.1.3-4 に示す。  
B1～B12 の計 12 地点について測定を実施した。

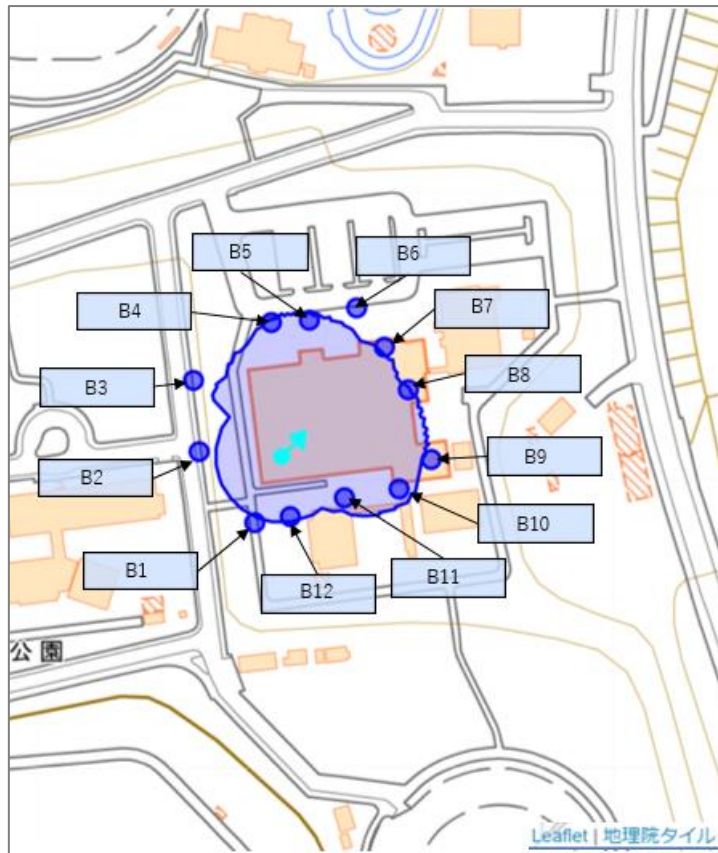


図 3.3.1.3-4) 干渉調整対象区域の測定地点  
(地図：地理院タイルより引用)

各測定地点周辺の様子について以下に示す。



## B1 周辺の様子



## B2 周辺の様子



## B3 周辺の様子



## B4 周辺の様子





## B5 周辺の様子



## B6 周辺の様子



## B7 周辺の様子



## B8 周辺の様子





## B9 周辺の様子



## B10 周辺の様子



### B11 周辺の様子



### B12 周辺の様子



図 3.3.1.3-5) 干渉調整対象区域測定地点の様子



### 3) 実測値とエリア算出式における閾値との比較

測定した実測値とエリア算出式における各エリア端に相当する閾値とを比較した。

### 4) 閾値が得られる実測地点の確認

3)の結果、実測値と閾値が 3dB 以上異なっていたため、実測値が得られた地点の周辺を移動し、閾値が得られる地点の位置を確認した。

図 3.3.1.3-6 に閾値が得られた測定地点を示す。

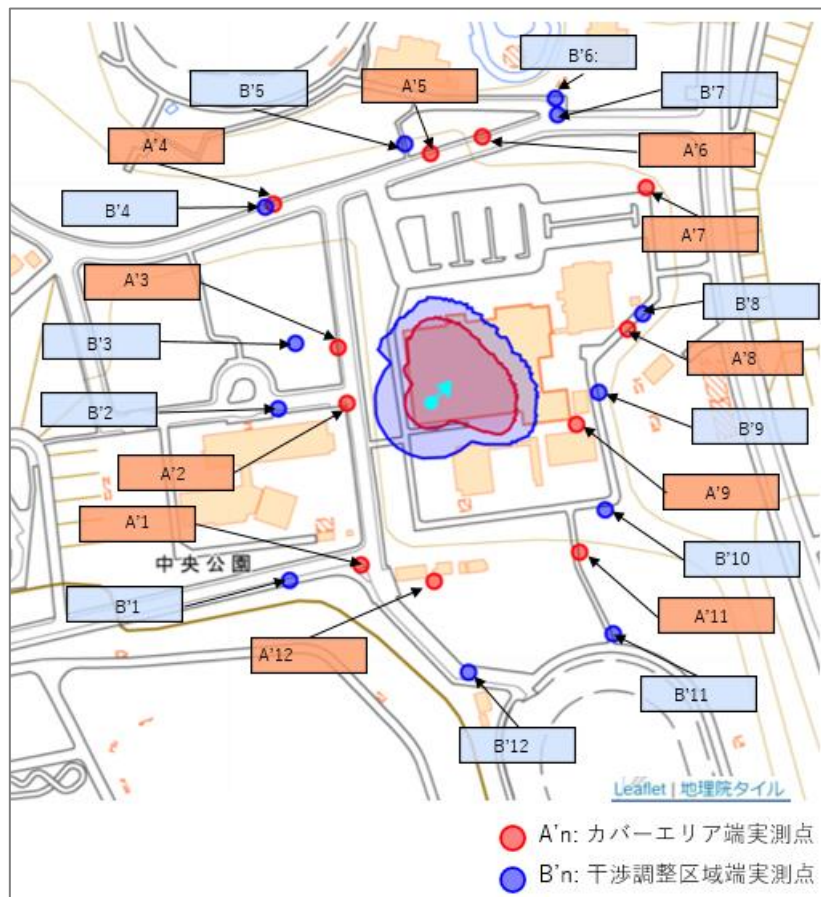


図 3.3.1.3-6) 閾値が得られる測定地点

(地図：地理院タイルより引用)

各測定地点周辺の様子について以下に示す。

### A'1 周辺の様子



### A'2 周辺の様子





## A'3 周辺の様子



## A'4 周辺の様子





## A'5 周辺の様子



## A'6 周辺の様子





## A'7 周辺の様子



## A'8 周辺の様子





## A'9 周辺の様子



## A'11 周辺の様子



## A'12 周辺の様子





## B'1 周辺の様子

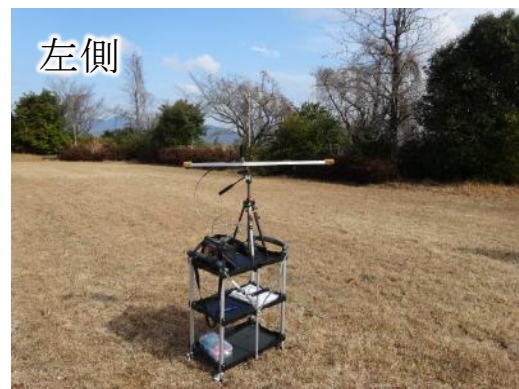
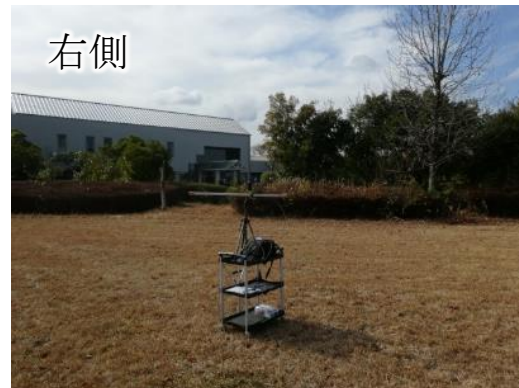


## B'2 周辺の様子





## B'3 周辺の様子



## B'4 周辺の様子





## B'5 周辺の様子



## B'6 周辺の様子





## B'7 周辺の様子



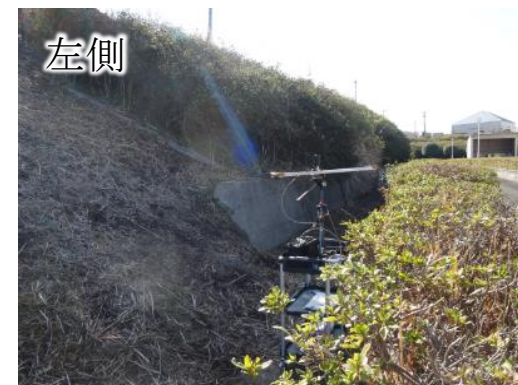
## B'8 周辺の様子



## B'9 周辺の様子



## B'10 周辺の様子





### B'11 周辺の様子



### B'12 周辺の様子



図 3.3.1.3-7) 閾値が得られる測定地点の様子

## 5) 実測と閾値の得られる地点の平面図上へのプロット

エリア算出式で閾値となる地点と、実測にて閾値が得られる地点について、平面図上にプロットした。

### (2) カバーエリア内のローカル5Gの性能評価

カバーエリアに相当するエリアについて、主にカバーエリアとなる自己土地内について測定地点を選定し、受信電力およびスループット、遅延時間を測定した。

測定する受信電力については電界強度測定器（アンリツ社製のエリアテスタ（ML8780A））により測定した。測定地点あたり合計 1000 サンプル以上の測定結果を取得し、中央値、 $\sigma$ 、上位 10%値、下位 10%値を求めた。定在波の影響を避けるため、一つの測定点において、 $10\lambda$ （ $\lambda$  は波長）の範囲で測定位置を動かしながら得られた測定値すべてのサンプルの統計処理を行った。

具体的な測定手順は以下である。

- ・ エリアテスタのアンテナをアンテナ設置治具に固定した。
- ・ アンテナ設置治具は  $10\lambda$  の範囲でスライド可能となっている。
- ・ アンテナ設置治具は三脚に取り付けられており、 $360^\circ$  横方向に回転可能である。
- ・ アンテナ治具の向きを RU に正対し、回転軸からのアンテナ距離を 0cm、15cm、30cm、45cm の位置で固定し測定した。さらに向きを  $90^\circ$  右回転し、回転軸からのアンテナ距離を 15cm、30cm、45cm の位置で固定し測定した。
- ・ 測定はそれぞれのアンテナ固定位置において、0.1 秒間隔で 30 秒間実施した。

図 3.3.1.3-1 にアンテナ固定位置を示す。

測定するスループットについては表 3.3.1.2-2 の No.1 および No.2 の項目を iPerf および Nemo Outdoor により測定した。iPerf ツールおよび Nemo Outdoor ツールを使用する場合、端末に接続した PC とコアネットワーク側のスイッチに接続した PC のそれぞれで iPerf ツールをサーバーモードまたはクライアントモードで実行することとし、上り方向、下り方向それぞれについて UDP モードによる試験データを送信し、端末に接続した PC 上の Nemo Outdoor ツールによって PUSCH/PDSCH 上の MAC レイヤにおけるスループットを測定した。測定時間は 1 測定地点あたり上り/下り各 1 分間とした。また、遅延時間については、端末に接続した PC とコアネットワーク側の L3SW に接続した PC のそれぞれで iPerf ツールをサーバーモードまたはクライアントモードで実行し、下り方向について UDP モードによる試験データを送信し、端末に接続した PC 上の端末ログツール（QXDM）にてログを取得した。取得したログから HARQ の再送遅延時間の平均値を取得した。測定時間は 1 測定地点あたり 1 分間とした。

性能評価について実測した地点について図 3.3.1.3-8、図 3.3.1.3-9 に示す。

a1～a12、b1～b9 の計 21 地点について測定を実施した。



### 1階 競技エリア

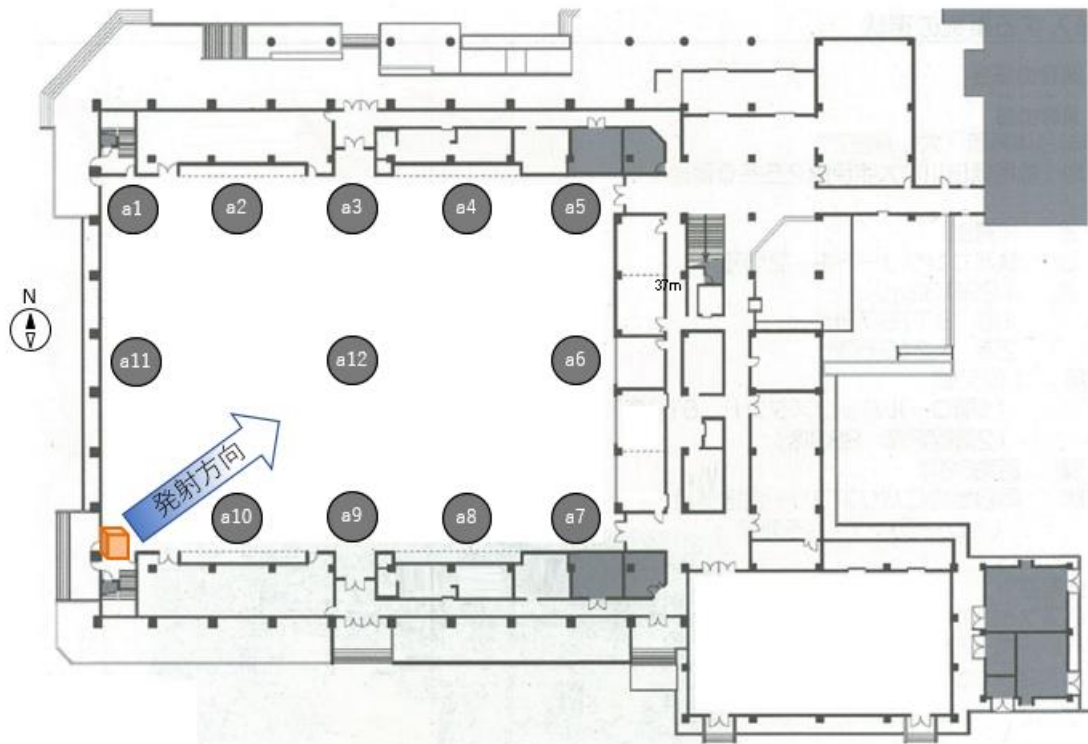


図 3.3.1.3-8) 性能測定の測定地点 (1階 競技エリア)  
(田川市総合体育館図面より引用)

### 2階 観覧エリア

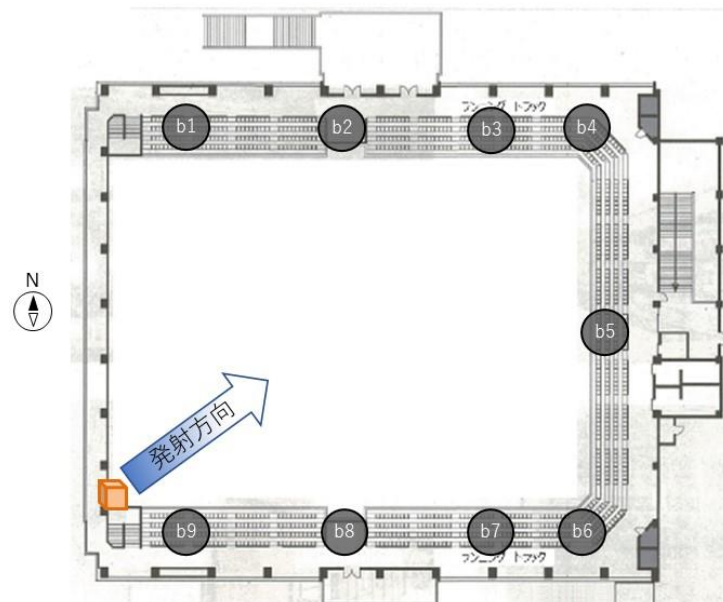


図 3.3.1.3-9) 性能測定の測定地点 (2階 観覧エリア)  
(田川市総合体育館図面より引用)

各測定地点周辺の様子について以下に示す。

### a1 周辺の様子



### a2 周辺の様子





### a3 周辺の様子



### a4 周辺の様子





## a5 周辺の様子



## a6 周辺の様子



## a7 周辺の様子



## a8 周辺の様子





### a9 周辺の様子



### a10 周辺の様子





### a11 周辺の様子



### a12 周辺の様子



b1 周辺の様子



b2 周辺の様子





## b3周辺の様子



## b4 周辺の様子





## b5周辺の様子



## b6 周辺の様子



### b7周辺の様子



### b8 周辺の様子





## b9周辺の様子



図 3.3.1.3-10) 性能測定地点の様子

### 3.3.1.4 実証結果及び考察

#### (1) エリア算出法の閾値の検証

測定した実測値を図 3.3.1.4-1 および図 3.3.1.4-2 に示す。「3.3.1.3 (1) 3) 実測値とエリア算出式における閾値との比較」に記載したようにエリア算出式における各エリア端に相当する閾値との比較を表 3.3.1.4-1 および表 3.3.1.4-2 に示す。



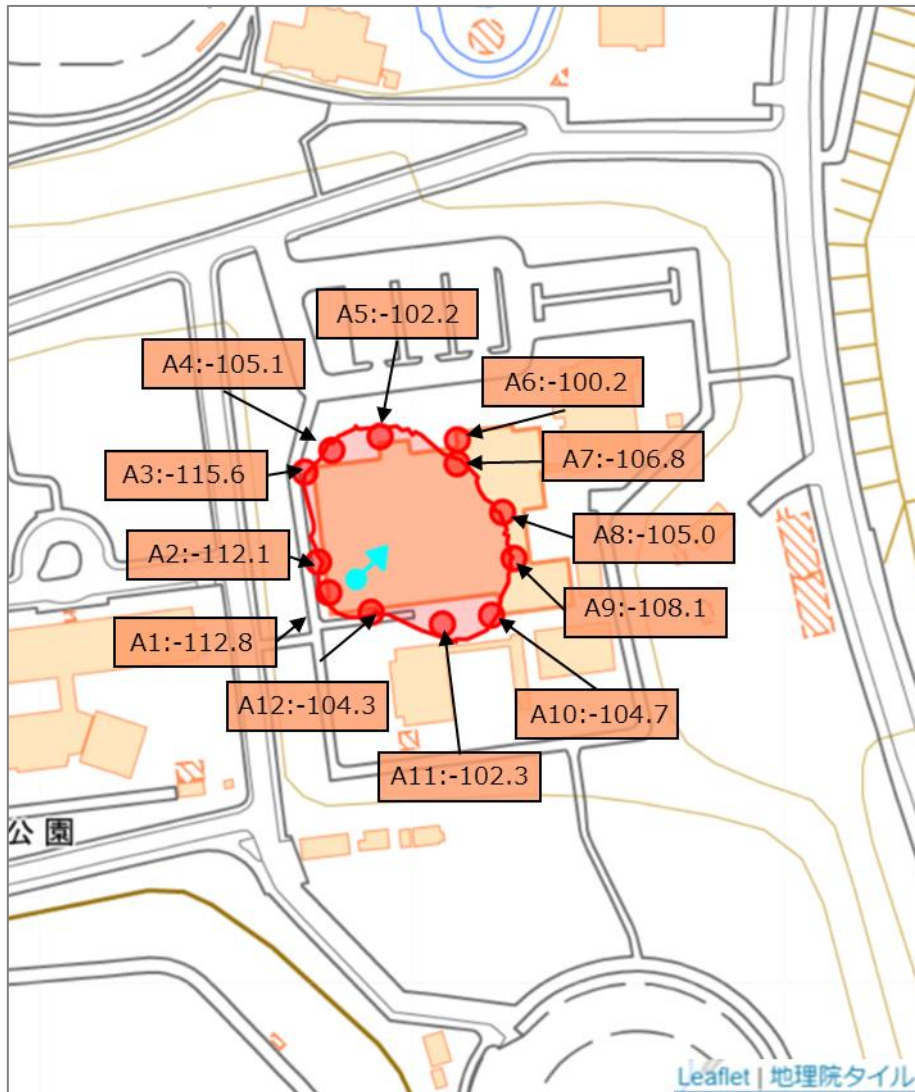


図 3.3.1.4-1) カバーエリアの実測値  
 (地図：地理院タイルより引用)

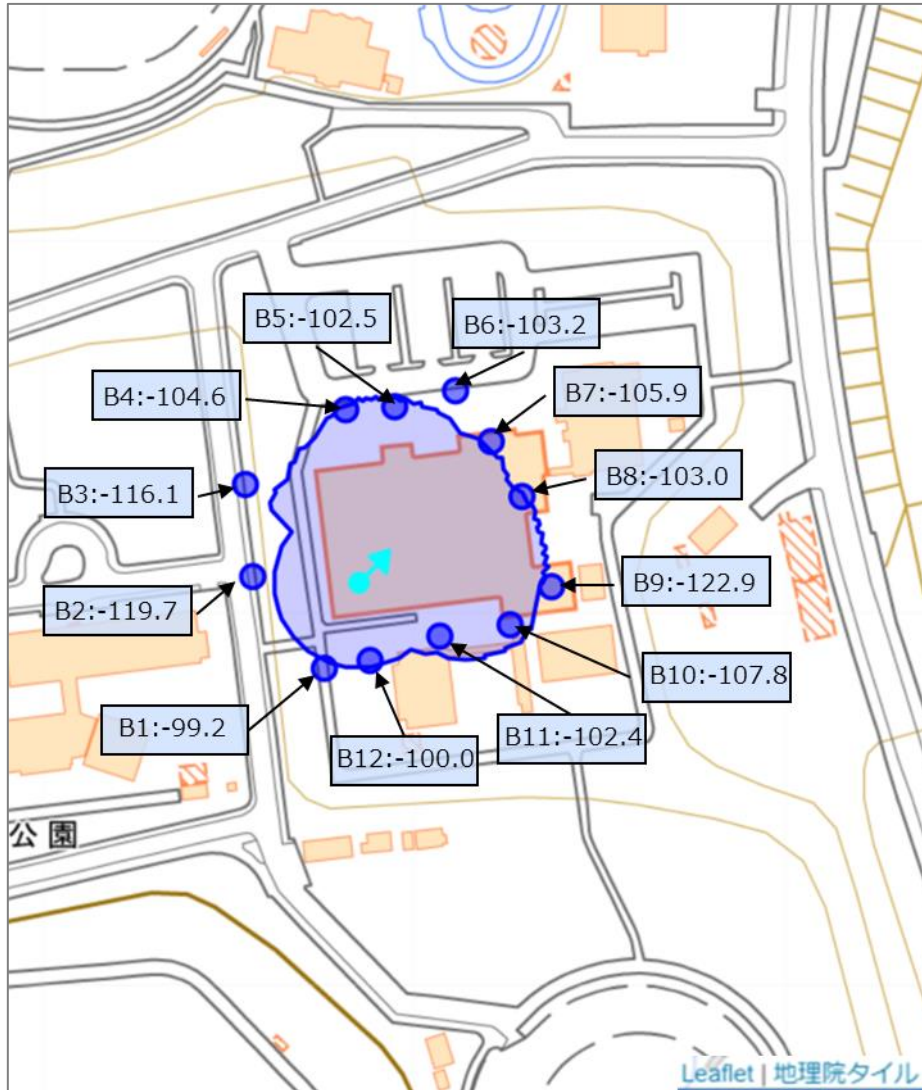


図 3.3.1.4-2) 干渉調整対象区域の実測値  
(地図：地理院タイルより引用)

表 3.3.1.4-1) カバーエリア端におけるエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS /NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
A1	2.2	屋外	NLOS	-118.4	-112.8	5.6
A2	1.5	屋外	NLOS	-120.5	-112.1	8.4
A3	2.2	屋外	NLOS	-120.1	-115.6	4.5
A4	2.2	屋外	NLOS	-117.9	-105.1	12.8
A5	1.5	屋外	NLOS	-117.3	-102.2	15.1
A6	2.2	屋外	NLOS	-124.2	-100.2	24.0
A7	2.2	屋内	NLOS	-119.0	-106.8	12.2
A8	2.2	屋内	NLOS	-120.9	-105.0	15.9

A9	2.2	屋内	NLOS	-120.3	-108.1	12.2
A10	1.5	屋外	NLOS	-118.6	-104.7	13.9
A11	1.5	屋外	NLOS	-115.2	-102.3	12.9
A12	1.5	屋外	NLOS	-119.6	-104.3	15.3

表 3.3.1.4-2) 干渉調整対象区域端におけるエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS/NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
B1	8.2	屋外	NLOS	-128.0	-99.2	28.8
B2	8.2	屋外	NLOS	-136.4	-119.7	16.7
B3	1.5	屋外	NLOS	-133.9	-116.1	17.8
B4	1.5	屋外	NLOS	-125.6	-104.6	21.0
B5	1.5	屋外	NLOS	-124.7	-102.5	22.2
B6	1.5	屋外	NLOS	-131.3	-103.2	28.1
B7	2.2	屋内	NLOS	-127.8	-105.9	21.9
B8	2.2	屋内	NLOS	-125.8	-103.0	22.8
B9	2.2	屋内	NLOS	-128.0	-122.9	5.1
B10	1.5	屋外	NLOS	-122.4	-107.8	14.6
B11	1.5	屋外	NLOS	-118.8	-102.4	16.4
B12	1.5	屋外	NLOS	-125.6	-100.0	25.6

表から分かるように全地点にて実測値の方が 3dBm 以上大きな値となっている。

全地点にて実測値と閾値が 3dB 以上異なっているため、「3.3.1.3 (1) 3) 実測値とエリア算出式における閾値との比較」に従い、実測値が得られた地点の周辺を移動し、閾値が得られる地点の位置を確認した。その結果を図 3.3.1.4-3 に示す。また、その地点における測定した実測値とエリア算出式における値を比較した表を表 3.3.1.4-3 に示す。



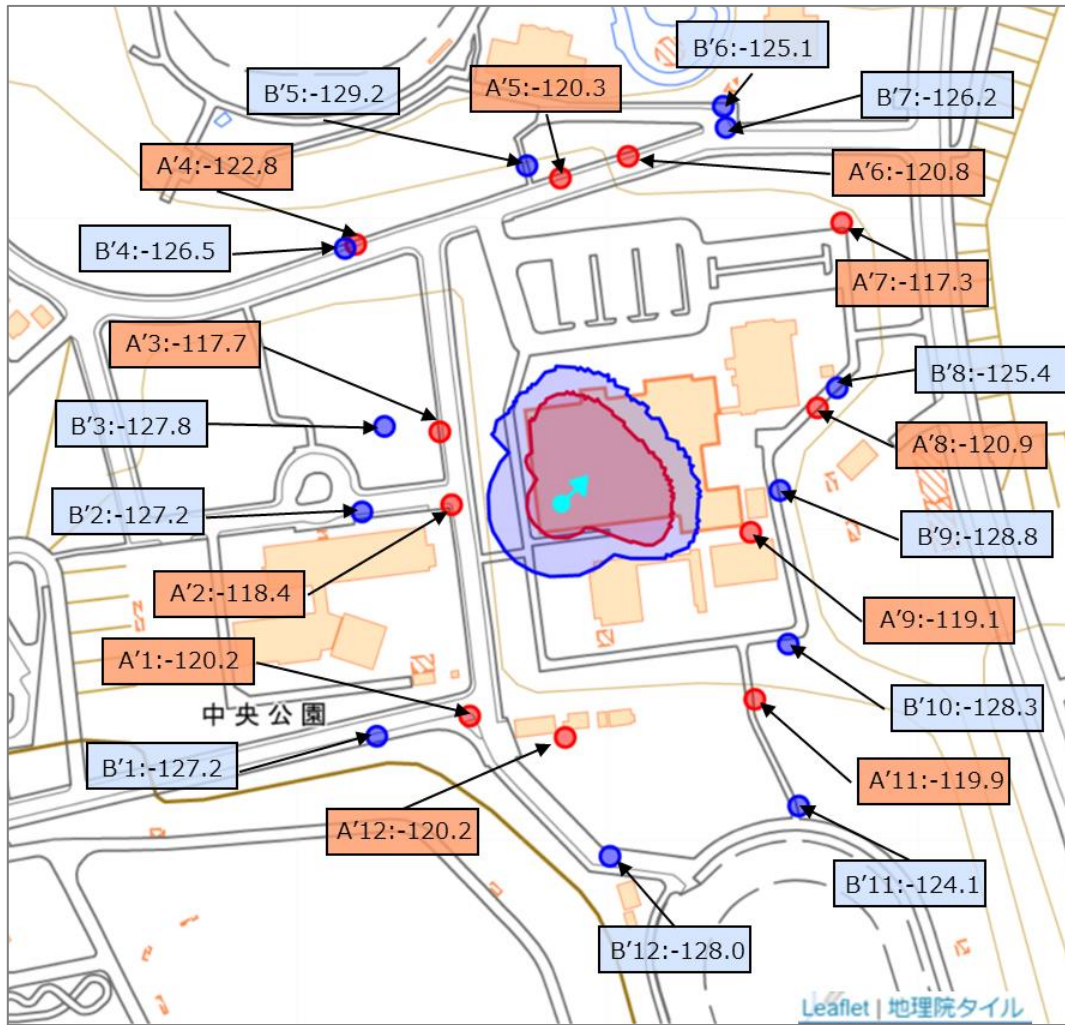


図 3.3.1.4-3) 各閾値が得られる測定地点と実測値  
(地理院タイルより引用)

表 3.3.1.4-3) カバーエリア端におけるエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS /NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
A'1	8.2	屋外	NLOS	-154.9	-120.2	34.7
A'2	8.2	屋外	NLOS	-132.4	-118.4	14.0
A'3	8.2	屋外	NLOS	-140.0	-117.7	22.3
A'4	1.5	屋外	NLOS	-156.3	-122.8	33.5
A'5	-1.5	屋外	NLOS	-146.2	-120.3	25.9
A'6	-5.5	屋外	NLOS	-147.3	-120.8	26.5
A'7	1.5	屋内	NLOS	-150.5	-117.3	33.2
A'8	1.5	屋内	NLOS	-142.9	-120.9	22.0
A'9	1.5	屋内	NLOS	-134.1	-119.1	15.0

A'11	8.2	屋外	NLOS	-158.0	-119.9	38.1
A'12	8.2	屋外	NLOS	-155.1	-119.7	35.4

表 3.3.1.4-4) 干渉調整対象区域端におけるエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS/NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
B'1	10.2	屋外	NLOS	-159.5	-127.2	32.29
B'2	8.2	屋外	NLOS	-150.4	-127.2	23.23
B'3	8.2	屋外	NLOS	-149.4	-127.8	21.61
B'4	1.5	屋外	NLOS	-156.9	-126.45	30.43
B'5	-4.5	屋外	NLOS	-148.2	-129.2	18.97
B'6	-11.5	屋外	NLOS	-150.5	-125.1	25.36
B'7	-11.5	屋内	NLOS	-150.7	-126.2	24.46
B'8	1.5	屋内	NLOS	-144.8	-125.4	19.41
B'9	1.5	屋内	NLOS	-137.1	-128.8	8.28
B'10	1.5	屋外	NLOS	-151.1	-128.3	22.80
B'11	8.2	屋外	NLOS	-163.4	-124.1	39.30
B'12	8.2	屋外	NLOS	-162.2	-128	34.24

図 3.3.1.4-3 から分かるように、エリア算出式で導出した閾値となる地点と、実測にて閾値が得られる地点は大きく異なる。上記エリア算出式では S 値として郊外地モデルを用いていたが、エリア算出式による SS-RSRP が実測値より小さいこと、RU-アンテナ間は田川総合体育館以外に高い樹木や建物などの障害物が比較的少ないことから開放地モデルの適用を考える。また、周囲に人はほとんどおらず、人体の影響も少ないと考えられるため、人体損を 0 として補正した結果を以下に示す。

表 3.3.1.4-5) カバーエリア端における修正したエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS /NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
A1	2.2	屋外	NLOS	-110.2	-112.8	-2.6
A2	1.5	屋外	NLOS	-112.5	-112.1	0.4
A3	2.2	屋外	NLOS	-111.9	-115.6	-3.7
A4	2.2	屋外	NLOS	-107.6	-105.1	2.5
A5	1.5	屋外	NLOS	-104.7	-102.2	2.5
A6	2.2	屋外	NLOS	-107.9	-100.2	7.7
A7	2.2	屋内	NLOS	-106.1	-106.8	-0.7
A8	2.2	屋内	NLOS	-106.0	-105.0	1.0
A9	2.2	屋内	NLOS	-106.3	-108.1	-1.8
A10	1.5	屋外	NLOS	-106.7	-104.7	2.0
A11	1.5	屋外	NLOS	-107.2	-102.3	4.9
A12	1.5	屋外	NLOS	-111.6	-104.3	7.3

表 3.3.1.4-6) 干渉調整対象区域端におけるエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS /NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
B1	8.2	屋外	NLOS	-118.9	-99.2	19.7
B2	8.2	屋外	NLOS	-120.0	-119.7	0.3
B3	1.5	屋外	NLOS	-122.9	-116.1	6.8
B4	1.5	屋外	NLOS	-109.0	-104.6	4.4
B5	1.5	屋外	NLOS	-107.4	-102.5	4.9
B6	1.5	屋外	NLOS	-110.2	-103.2	7.0
B7	2.2	屋内	NLOS	-108.9	-105.9	3.0
B8	2.2	屋内	NLOS	-108.9	-103.0	5.9
B9	2.2	屋内	NLOS	-109.5	-122.9	-13.4
B10	1.5	屋外	NLOS	-108.0	-107.8	0.2
B11	1.5	屋外	NLOS	-110.8	-102.4	8.4
B12	1.5	屋外	NLOS	-117.6	-100.0	17.6



表 3.3.1.4-7) カバーエリア端における修正したエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS/NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
A'1	8.2	屋外	NLOS	-128.3	-120.2	8.1
A'2	8.2	屋外	NLOS	-121.8	-118.4	3.4
A'3	8.2	屋外	NLOS	-124.0	-117.7	6.3
A'4	1.5	屋外	NLOS	-128.1	-122.8	5.3
A'5	-1.5	屋外	NLOS	-119.8	-120.3	-0.5
A'6	-5.5	屋外	NLOS	-116.8	-120.8	-4.0
A'7	1.5	屋内	NLOS	-122.3	-117.3	5.0
A'8	1.5	屋内	NLOS	-114.7	-120.9	-6.2
A'9	1.5	屋内	NLOS	-111.6	-119.1	-7.5
A'11	8.2	屋外	NLOS	-130.1	-119.9	10.2
A'12	8.2	屋外	NLOS	-128.3	-119.7	8.6

表 3.3.1.4-8) 干渉調整対象区域端におけるエリア算出式と実測値の比較

測定地点	アンテナ高 [m]	屋内/屋外	LOS/NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
B'1	10.2	屋外	NLOS	-131.3	-127.2	4.08
B'2	8.2	屋外	NLOS	-127.0	-127.2	-0.22
B'3	8.2	屋外	NLOS	-126.7	-127.8	-1.12
B'4	1.5	屋外	NLOS	-128.7	-126.45	2.23
B'5	-4.5	屋外	NLOS	-118.8	-129.2	-10.35
B'6	-11.5	屋外	NLOS	-118.9	-125.1	-6.23
B'7	-11.5	屋内	NLOS	-118.0	-126.2	-8.16
B'8	1.5	屋内	NLOS	-116.6	-125.4	-8.79
B'9	1.5	屋内	NLOS	-111.7	-128.8	-17.13
B'10	1.5	屋外	NLOS	-122.9	-128.3	-5.40
B'11	8.2	屋外	NLOS	-135.2	-124.1	11.10
B'12	8.2	屋外	NLOS	-134.0	-128	6.03

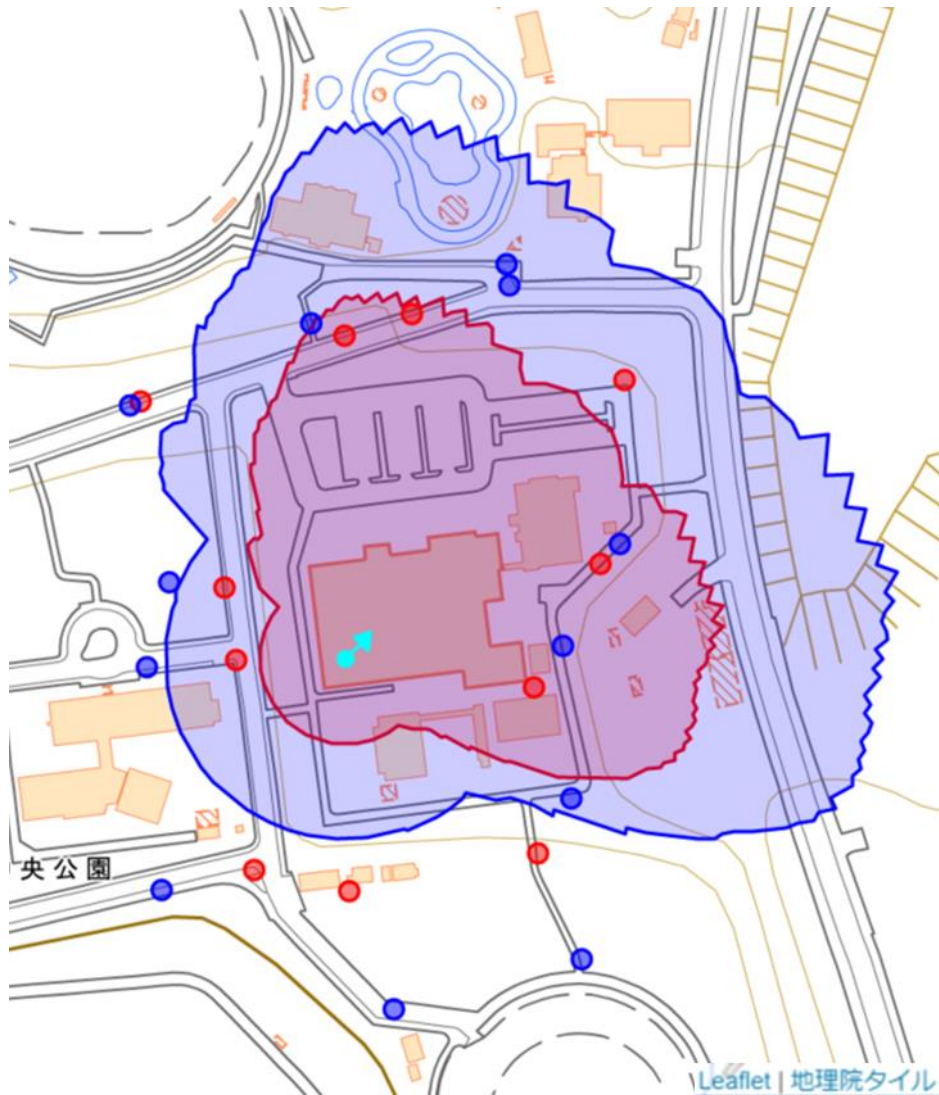


図 3.3.1.4-4) 各閾値が得られる測定地点と修正したエリア算出式における閾値との比較  
(地図：地理院タイルより引用)

上記結果から分かるように、エリア算出式で導出した値と実測値の値が近づいた。よって本測定地点では開放地モデルおよび人体損 0 を適用することが適切だと考えられる。以降に出てくるエリア算出式による SS-RSRP は上記内容を適用した結果を示すこととする。

また、まだ差分がある要因としては各壁面にて、R 値が上記エリア算出式に用いた 16.2dB と異なることや北側の測定地点では下り傾斜地形となっており減衰が大きくなったことが考えられる。R 値に関しては後述する 3.3.2.5 章にて説明する。

カバーエリア内のローカル5Gの性能評価

3.3.1.2 (2) に記載したように、カバーエリア内の各測定地点でのスループット、遅延時間の測定値を平面図上に色分けしてプロットした図面を図 3.3.1.4-5～図 3.3.1.4-8、実測値を表 3.3.1.4-9 に示す。

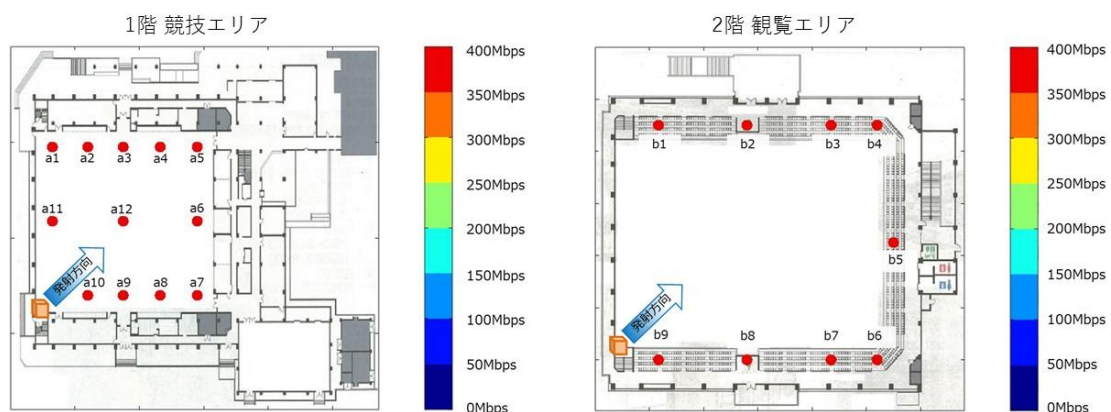


図 3.3.1.4-5) TCP-DL スループット  
(田川市総合体育館図面より引用)

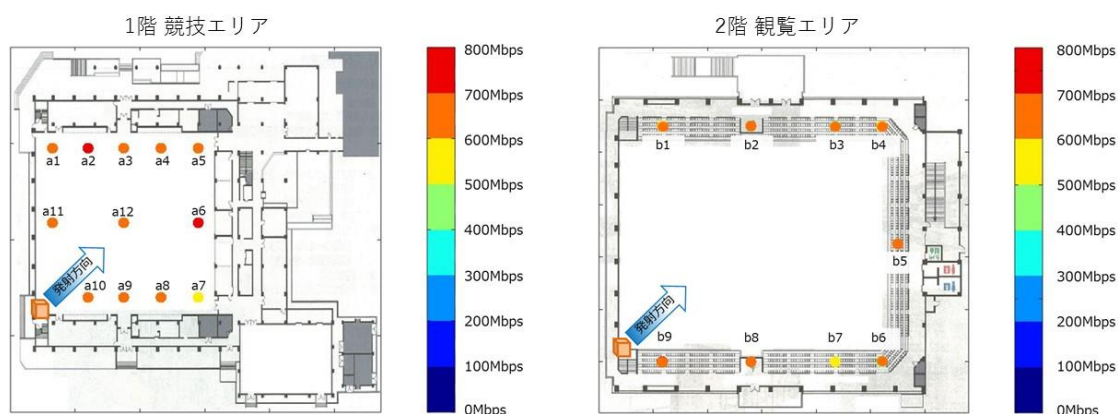


図 3.3.1.4-6) UDP-DL スループット  
(田川市総合体育館図面より引用)

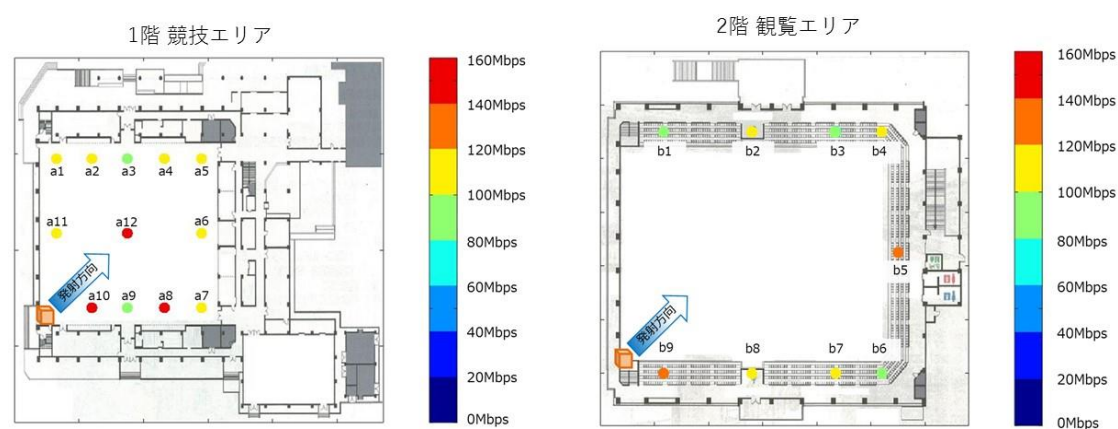


図 3.3.1.4-7) TDP-UL スループット  
(田川市総合体育館図面より引用)



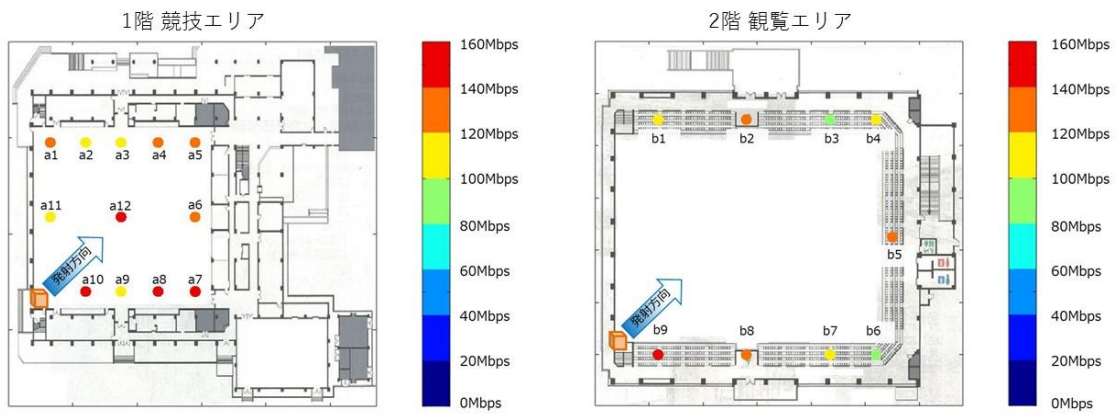


図 3.3.1.4-8) UDP-UL スループット  
 (田川市総合体育館図面より引用)

表 3.3.1.4-9) カバーエリアの性能実測値

測定地点	アンテナ高[m]	LOS/NLOS	エリア算出式によるSS-RSRP[dBm]	実測値の中央値[dBm]	DL (TCP) [Mbps]	DL (UDP) [Mbps]	UL (TCP) [Mbps]	UL (UDP) [Mbps]	遅延量 [ms]
a1	2.2	LOS	-87.0	-82.3	371	638	117	124	0.71
a2	2.2	LOS	-84.7	-74.2	387	700	106	119	0.87
a3	2.2	LOS	-85.1	-74.1	391	689	95	119	0.79
a4	2.2	LOS	-88.4	-72.6	385	672	109	126	0.76
a5	2.2	LOS	-89.8	-71.7	373	675	116	127	0.64
a6	2.2	LOS	-87.8	-71.7	399	732	118	131	0.74
a7	2.2	LOS	-86.6	-74.0	375	591	117	140	1.06
a8	2.2	LOS	-84.4	-75.3	393	641	159	172	0.14
a9	2.2	LOS	-77.9	-71.1	373	659	91	102	0.79
a10	2.2	LOS	-69.2	-69.7	368	602	149	166	0.73
a11	2.2	LOS	-81.3	-74.0	385	663	107	118	0.76
a12	2.2	LOS	-78.4	-69.1	391	647	166	189	0.65
b1	4.8	LOS	-91.3	-77.4	371	654	95	102	0.69
b2	4.8	LOS	-88.5	-77.8	385	662	116	124	0.70
b3	4.8	LOS	-91.8	-72.3	385	668	80	88	0.89
b4	4.8	LOS	-93.4	-74.8	370	654	104	116	1.16
b5	4.8	LOS	-90.9	-72.7	381	697	121	131	0.59
b6	4.8	LOS	-89.8	-79.2	369	612	86	84	0.86
b7	4.8	LOS	-88.3	-78.0	365	594	106	116	0.71
b8	4.8	LOS	-81.8	-77.7	375	673	114	126	0.65
b9	4.8	LOS	-79.2	-76.5	382	676	136	150	0.72

図および表にて示す通り、測定地点にて所要性能を満たす。

また、SS-RSRP に関して実測値の方が高い値となっているが、これは ITU-R P.2040-1 Annex2 2.1 に記載されているように建物内部だと多くの到来パスを受信することができ、エリア算出式より大きな値になったと考えられる。

### 3.3.2 電波伝搬モデルの精緻化

#### 3.3.2.1 実証の目的・目標

##### (1) 背景となる技術的課題と実証目的

3.2 章に記載したように、田川市総合体育館の大体育室は、競技エリア（1階）、観覧エリア（2階）の四方の壁面構造について、標準的な壁面、複数層の壁・空間を介した建屋構造や、ガラス材を介す壁面など複数の条件が混在する建屋構造であり、水平方向への多様な電波伝搬が推測されるような環境にある。従い、実証環境としての田川市総合体育館の屋外は自己土地ではあるものの、都心部などで体育館が他者土地に隣接しているケースを考慮して、体育館の外を他者土地であると仮定した場合の屋内から屋外への電波伝搬損の観点で確認できる環境にある。

しかしながら、電波法関係審査基準（平成13年総務省訓令第67号）が規定する屋内環境におけるエリア算出法（以下、エリア算出法）では、複数の条件が混在する屋内環境にローカル5Gのエリアを構築するケースに対応可能か十分に検証できていないと考える。つまり、現状のエリア算出法で定義されている精緻化パラメータをどのように定義すれば、複数条件下の屋内環境に近似できるのか等が明確化されておらず、干渉調整区域の過剰な見積もりによるカバーエリアの最適な基地局配置、設定に対し阻害されていることが推測される。

そこで本実証事業では、体育館の構造的特徴を有する田川市総合体育館を利用して、様々な建屋構造条件での電波伝搬を測定・評価することで、一般的な体育館構造を想定した電波伝搬の精緻化を目的とした。

##### (2) 実証目標

現行のエリア算出法で規定された Sub-6 帯における電波伝搬損の計算式を以下に示す。

###### ① $d_{xy} \leq 0.04$ km の場合

$$L = L_0 = 32.4 + \log_{10}(f) + 10 \log_{10} \left\{ (d_{xy})^2 + (H_b - H_m)^2 / 10^6 \right\} + R$$

###### ② $0.04$ km < $d_{xy}$ < $0.1$ km の場合

$$L = L_0 + \{2.51 \times \log_{10}(d_{xy}) + 3.51\} \times \{L_H - L_0\}$$

###### ③ $d_{xy} \geq 0.1$ km の場合

$$L = L_H = 46.3 + 33.9 \log_{10}(2000) + 10 \log_{10} \left( \frac{f}{2000} \right) - 13.82 \log_{10} (\max(30, H_b)) \\ + \left\{ 44.9 - 6.55 \log_{10} (\max(30, H_b)) \right\} (\log_{10}(d_{xy}))^\alpha - a(H_m) - b(H_b) \\ + R - K - S$$

表 3.3.2.1-1) 伝搬損計算式における変数・パラメータ

変数・パラメータ	単位	値	説明	備考
----------	----	---	----	----



F	[MHz]		中心周波数	
H <sub>b</sub>	[m]		基地局の空中線地上高	
H <sub>m</sub>	[m]	1.5	移動局の空中線地上高	
d <sub>xy</sub>	[km]		基地局と移動局の間の2次元距離	
α		1	遠距離を考慮する係数	d <sub>xy</sub> ≤ 20km
a(H <sub>m</sub> )	[dB]	0.057 -0.00092	移動局項に対して考慮する補正項	中小都市 大都市
b(H <sub>b</sub> )	[dB]	0 20 log <sub>10</sub> (H <sub>b</sub> /30)	基地局高に対して考慮する補正項	H <sub>b</sub> ≥ 30m H <sub>b</sub> < 30m
K	[dB]		地形の影響等の補正值	通常は0
S	[dB]	0 12.3 32.5	市街地、郊外地、および開放地に対して考慮する補正值	市街地 郊外地 開放地
R	[dB]	16.2	基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損	実際の侵入損が明確な場合は建物に応じた値を適用

技術実証対象のカバーエリアは、田川市総合体育館の大体育室内であるため、基地局アンテナの設置場所は屋内となることから、本実証事業ではパラメータ R を精緻化の対象として選択した。以下に当該パラメータを選択した理由を簡単に述べる。

#### <R 対象理由について>

本章(1)で記述したように、田川市総合体育館は競技エリア（1 階）、観覧エリア（2 階）の四方の壁面構造について複数の条件が混在する建屋構造であり、水平方向への多様な電波伝搬の観点で複合条件に沿ったパラメータ R を適用できる可能性が推測され、四方の壁面条件に対する検証価値があると考えた。

### 3.3.2.2 実証仮説

電波伝搬の精緻化の対象として選択したパラメータ R について、実証に向けた仮説設定を以下に示す。

3.2 章で記述した田川市総合体育館の構造的特徴を踏まえ、体育館の外を他者土地と仮定した場合に、大体育室の各壁面（構造）における遮蔽条件が異なることから、各壁面方向の電波伝搬特性が異なると推測した。従い、体育館外の他者土地との境界における遮蔽条件の違いによってパラメータ R の値が異なるという仮説を考えた。

各壁面条件の R 値を以下のように定義した場合

- ① 東側壁面は、1 階が内壁から外壁間隙が最大 6 層の壁・空間構造を有し、2 階が内壁から外壁間隙が最大 3 層の壁・空間構造を有し R 値を R<sub>1</sub>

- ② 西側壁面は、1階2階ともに内壁から外壁間隙が標準的な構造を有し R 値を  $R_2$
- ③ 南側壁面は、1階が内壁から外壁間隙が最大3層の壁・空間構造を有し、2階がガラス材(窓、出入口)構造を有し R 値を  $R_3$  (窓開放時： $R_{3-O}$  窓閉塞時： $R_{3-C}$ )
- ④ 北側壁面は、1階が内壁から外壁間隙が最大3層の壁・空間構造を有し、2階がガラス材(窓、出入口)構造を有し R 値を  $R_4$  (窓開放時： $R_{4-O}$  窓閉塞時： $R_{4-C}$ )

R 値として屋外( $R=0$ [dB])、屋内( $R=16.2$ [dB])の値に対して、 $0 < R_4 < R_3 < R_2 < R_1 < 16.2$  (もしくは  $0 < R_4 < R_3 < R_2 < 16.2 < R_1$ 、 $0 < R_4 < R_3 < 16.2 < R_2 < R_1$ ) の関係が成り立つことを仮説として設定した。 $R_1 < 16.2$  と仮説した根拠は、東側壁面の2階の内壁が少なくまた、外壁の一部にガラスを含んでいるため、パスによっては透過損が小さくなると考え、一般的な  $R=16.2$ [dB] よりも小さくなると考えたためである。ただし、 $R_3$ 、 $R_4$  の関係性については指向性ビームの水平放射角によっては逆となる可能性がある。

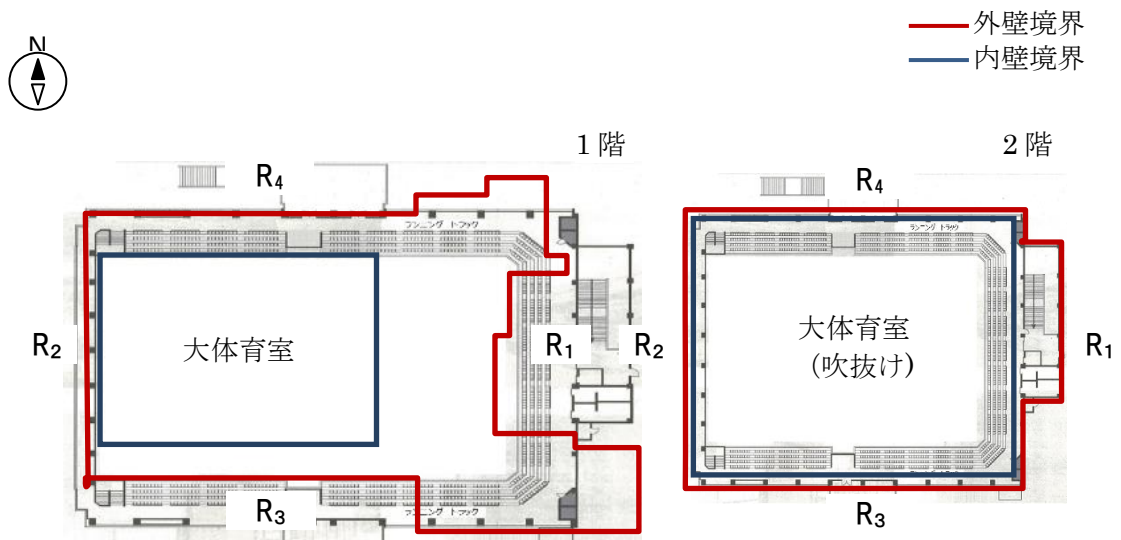


図 3.3.2.2-1) 各壁面方面における R 値の定義  
(田川市総合体育館図面より引用)

現場環境に応じた R の値を適用するエリア算出式を使用することにより、カバーエリアおよび調整対象区域の見積もり精度が向上する。 $0 < R_4 < R_3 < R_2 < R_1 < 16.2$  の仮説を適用した場合における適用前のエリア算出式で計算されたカバーエリアに対して予想される差異を図 3.3.2.2-2 に示す。具体的には、カバーエリアおよび調整対象区域は北側が最も拡大し、次に南側、西側、東側の順で拡大する。

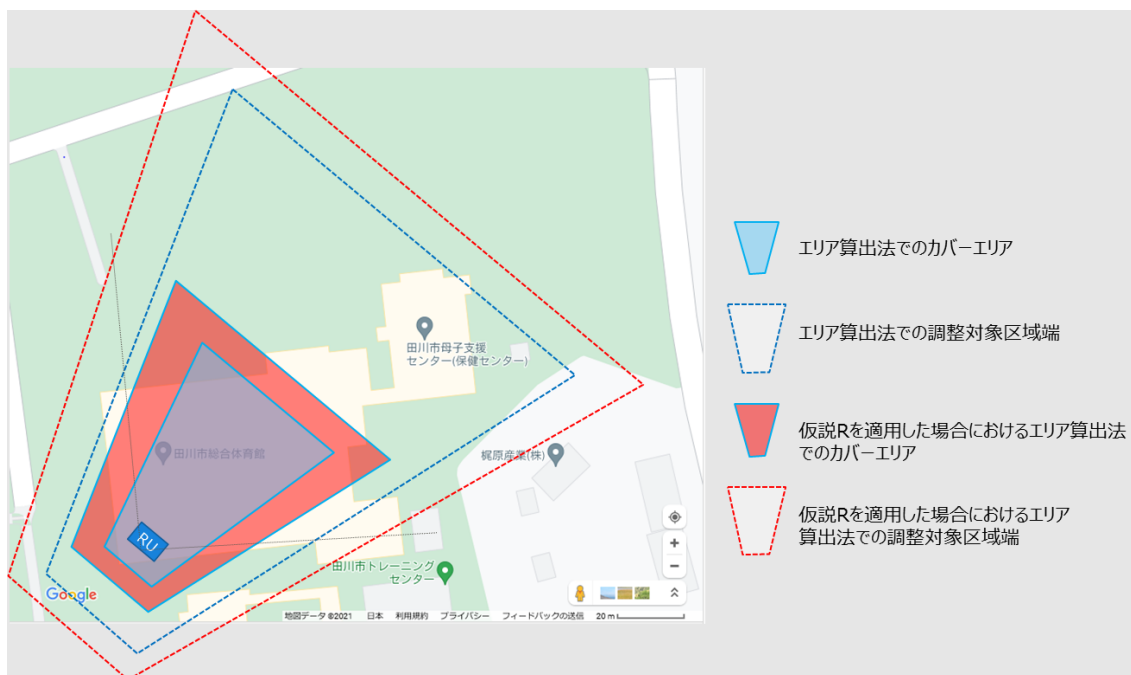


図 3.3.2.2-2) 精緻化によって予想されるカバーエリアおよび調整対象区域の差異  
(地図：Google マップより引用)

各方位の壁面外観について以下に示す。

### 外観北面



### 外観南面





外観東面

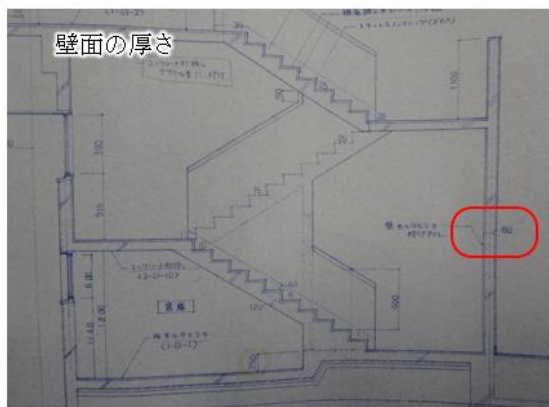


外観西面



図 3.3.2.2-3) 壁面の外観

各壁面（コンクリート）の厚さは、図 3.3.2.2-4 で示すとおり、150mm である。



壁面の厚さ

部名	EWS0、W50A	W50B
断面	DG-#250#277&	DG-#150 シンケル
構造	DG-#250#277&	DG-#150 シンケル
寸法	DG-#1000	
設置	2-003	1-003
構造	2-003	1-003
設置	1-003	1-003

図 3.3.2.2-4) 壁面の図面  
(田川市総合体育館図面より引用)

窓（ガラス）の厚さについては図 3.3.2-5 に示すとおり、窓サッシの全長(L3)とサッシの厚さ(L1,L2)を計測し算出した。



図 3.3.2.2-5) ガラスの厚さ計測

### 3.3.2.3 評価・検証項目

本実証事業では、基地局アンテナ(RU)から測定点までの電波伝搬損失を算出するために、測定点における RU からの受信電力として表 3.3.2.3-1 に示す項目を測定した。

表 3.3.2.3-1) 伝搬精緻化のために測定する項目

	評価・検証項目	説明
1	SS-RSRP [dBm]	1 リソースエレメントあたりの Secondary Synchronization Signal の受信電力

エリア算出法で規定された下式と測定した受信電力を基に、測定点における伝搬損失 L を算出した。ただし、人体損は 0 とした。

$$L = P_t + G_t - L_f + G_r - P_r \quad \text{--- 8}$$

表 3.3.2.3-2) 伝搬損失計算式の変数

変数	単位	説明
Pt	[dBm]	送信電力(基地局の空中線電力)
Pt	[dBm]	測定点における受信電力
Gt	[dB]	送信アンテナ利得
Gr	[dB]	受信アンテナ利得
Lf	[dB]	基地局の給電線損失

### 3.3.2.4 評価・検証方法

#### (1) 受信電力の測定

精緻化に向けて選定した地点において、表 3.3.2.3-1 に記載の測定項目を測定した。測定には電界強度測定器(アンリツ社製のエリアテスタ ML8780A)を使用し、測定地点あたり合計 1000 サンプル以上の測定結果を取得し、中央値、 $\sigma$ 、上位 10%値、下位 10%値を求めた。定在波の影響を避けるため、一つの測定点において、 $10\lambda$ ( $\lambda$  は波長)の範囲で測定位置を動かしながら得られた測定値すべてのサンプルの統計処理を行った。

具体的な測定手順は以下である。

- ・ エリアテスタのアンテナをアンテナ設置治具に固定した。
- ・ アンテナ設置治具は  $10\lambda$  の範囲でスライド可能となっている。
- ・ アンテナ設置治具は三脚に取り付けられており、 $360^\circ$  横方向に回転可能である。
- ・ アンテナ治具の向きを RU に正対し、回転軸からのアンテナ距離を 0cm、15cm、30cm、45cm の位置で固定し測定した。さらに向きを  $90^\circ$  右回転し、回転軸からのアンテナ距離を 15cm、30cm、45cm の位置で固定し測定した。
- ・ 測定はそれぞれのアンテナ固定位置において、0.1 秒間隔で 30 秒間実施した。

図 3.3.1.3-1 にアンテナ固定位置を示す。

測定結果については予め準備したデータ処理ツールを用いて測定位置に対する測定値として図に表示し、シミュレーション結果と照合することで異常値となっていないかどうかを現地で確認できるようにした。図 3.3.2.4-1 に、測定候補位置を示した。体育館外への電波伝搬影響を検証する目的から建屋外の測定を重点的に取得した。建屋外 1 階の測定候補位置において、受信電力が小さくなり測定が出来なかった地点は、エリア算出式では自由伝搬(2 乗減衰)とされている距離 40m 以下の範囲内で測定可能な位置を探し、測定を実施した。建屋外 1 階における測定候補位置ではまた体育館に生ずる実証環境の変化の想定として、南北壁面側については 2 階ガラス窓、出入口の開閉条件を測定パラメータとして考慮し測定を実施した。

各測定点での測定に際しては、LOS/NLOS の状況を記録し、基地局を望む方向の写真の撮影をするとともに、下記のような情報を可能な限り収集した。

- ・ 測定パラメータ：LOS/NLOS、測定階、基地局から壁面までの距離、壁面に対する水平・垂直の角度
- ・ 建物パラメータ：外壁/内壁の厚さ、床の厚さ、窓の構造(ガラスの枚数)、窓のコーティング、窓における金属断熱材の有無、屋根、壁、床の材質と比率等。



精緻化に向けた測定地点を図 3.3.2.4-1 に示す。

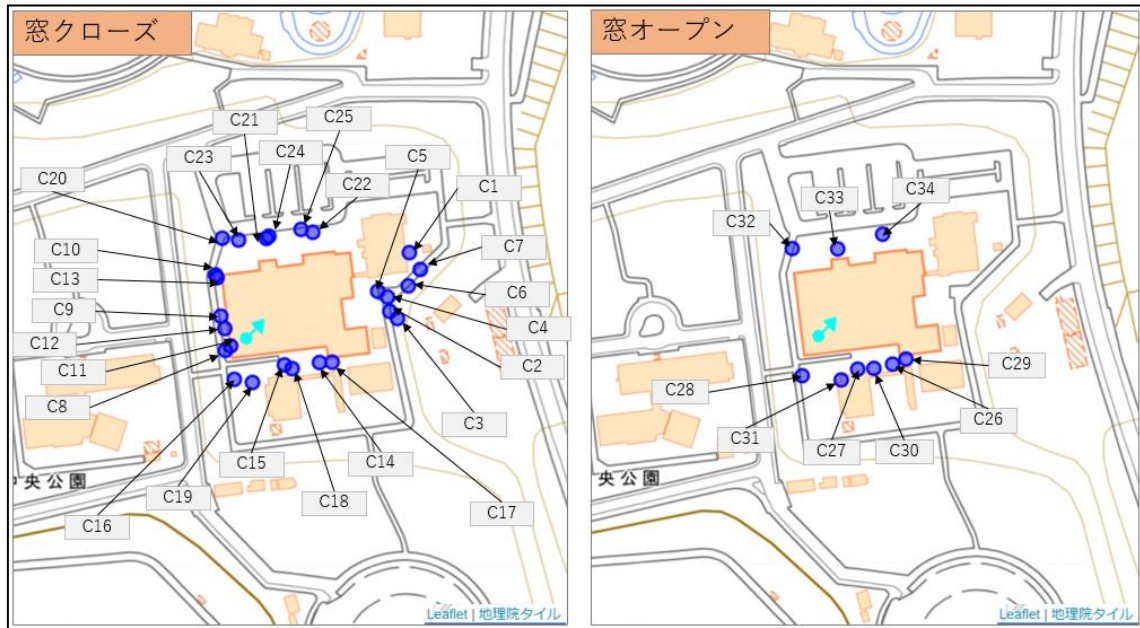


図 3.3.2.4-1) 精緻化に向けた測定地点  
(地図：地理院タイルより引用)

測定地点の様子を以下に示す。

### C1 周辺の様子



### C2 周辺の様子



### C3 周辺の様子





## C4 周辺の様子



## C5 周辺の様子





## C6 周辺の様子

正面



右側



後方



左側



## C7 周辺の様子

正面



右側



後方



左側





### C8 周辺の様子



### C9 周辺の様子



## C10 周辺の様子



## C11 周辺の様子





## C12 周辺の様子



## C13 周辺の様子



### C14 周辺の様子



### C15 周辺の様子





## C16 周辺の様子



## C17 周辺の様子





## C18 周辺の様子



## C19 周辺の様子



### C20 周辺の様子



### C21周辺の様子





## C22 周辺の様子



## C23 周辺の様子





## C24 周辺の様子



## C25 周辺の様子



### C26 周辺の様子



### C27 周辺の様子





### C28 周辺の様子



### C29周辺の様子





## C30 周辺の様子



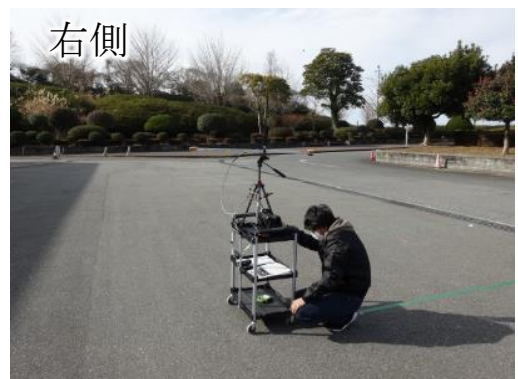
## C31周辺の様子



### C32 周辺の様子



### C33 周辺の様子





## C34 周辺の様子



図 3.3.2.4-2) 測定地点の様子





図 3.3.2.4-3) 窓開放の様子

## (2) R についての仮説検証方法

1 階、2 階を含めた複合的な壁面構造を考慮し、外壁から 20m 程度離れた距離（西壁面側は傾斜のある植え込みとなっており、測定が困難だと考えられたため 5m 程度離れた距離）において測定した受信電力を 3.3.2.3 章の式で伝搬損に換算して基地局からの距離に対してプロットし、エリア算出式で計算した伝搬損が最もフィットする R の値( $R_1 \sim R_4$ )をそれぞれ求めた。

R 値として屋外( $R=0$ [dB])、屋内( $R=16.2$ [dB])の値に対して、 $0 < R_4 < R_3 < R_2 < R_1 < 16.2$ （もしくは  $0 < R_4 < R_3 < R_2 < 16.2 < R_1$ ,  $0 < R_4 < R_3 < 16.2 < R_2 < R_1$ ）の関係が成り立つかを検証した。ただし、 $R_3$ 、 $R_4$  の関係性については指向性ビームの水平放射角によっては逆となる可能性はある。

仮説との差異が生じる場合、エリア算出式では自由伝搬(2乗減衰)とされている距離 40m 以下での伝搬損や伝搬環境の影響などを確認し、要因の解析・考察を行う。

## (3) 窓の透過損測定方法

考察の際に、2 階窓の透過損の値を利用するため、以下の方法で測定した。

窓の開け閉めが行える地点を選定し、表 3.3.2.3-1 に記載の測定項目を測定した。

図 3.3.2.4-4 に測定地点を示す。なお、2 階窓の素材や厚さは全て同じである。

測定地点において、窓の開け閉めを行い、その実測値の差分から透過損を算出した。

測定手順は「3.3.2.4 (1) 受信電力の測定」に従った。

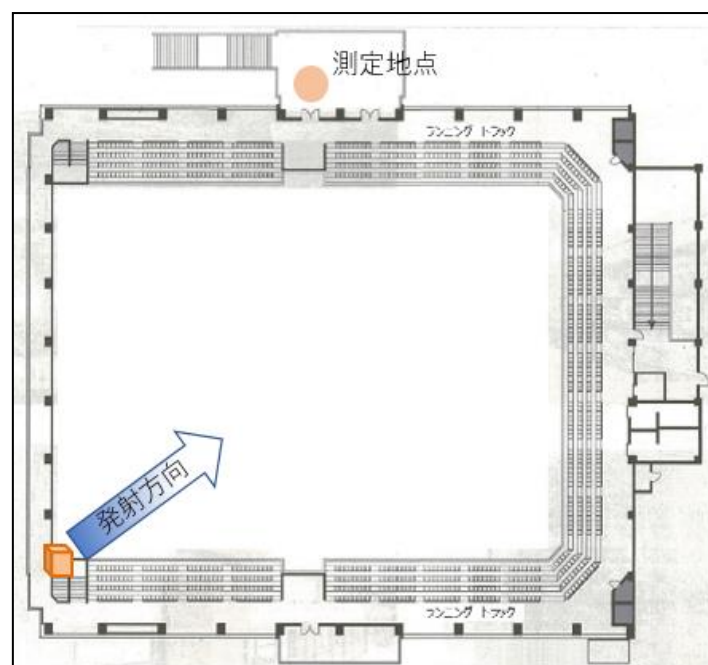


図 3.3.2.4-4) 窓の透過損測定地点  
(田川市総合体育館図面より引用)

測定地点の様子を以下に示す。



図 3.3.2.4-5) 窓の透過損測定の様子

### 3.3.2.5 実証結果及び考察

測定した結果を図 3.3.2.5-1 および表 3.3.2.5-1 に示す。

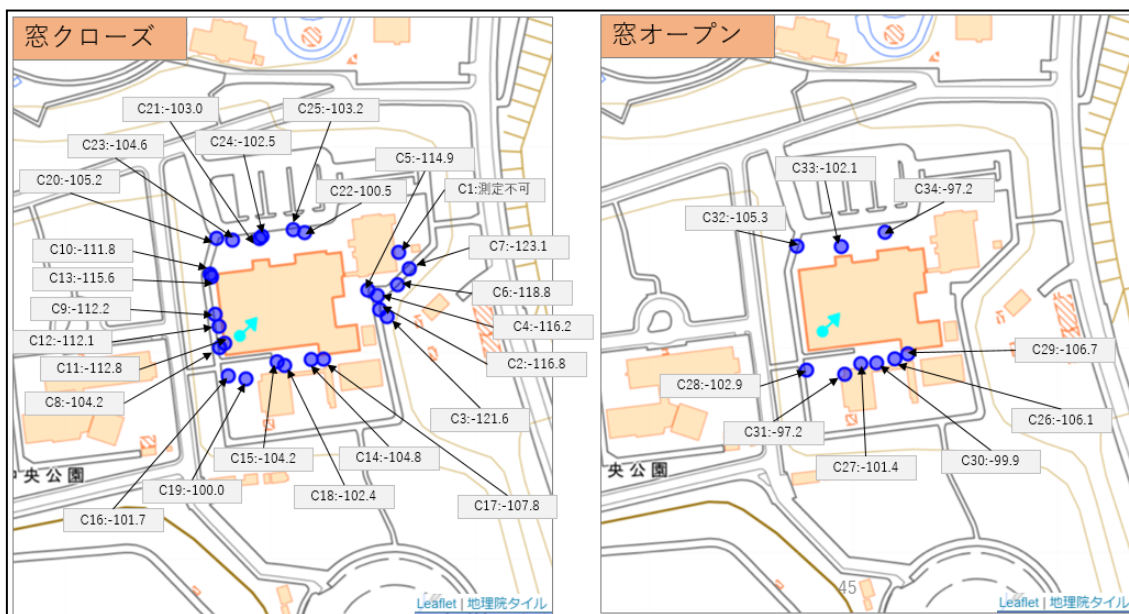


図 3.3.2.5-1) 精緻化に向けた測定地点と実測値  
(地図：地理院タイルより引用)

表 3.3.2.5-1) 測定結果

測定地点	アンテナ高 [m]	窓の開閉	LOS/NLOS	エリア算出式による SS-RSRP [dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分 [dB]
東 C1	1.50	close	NLOS	-114.8	-	-
東 C2	1.50	close	NLOS	-111.6	-116.8	-5.2
東 C3	1.50	close	NLOS	-112.0	-121.6	-9.6



東 C4	1.50	close	NLOS	-111.8	-116.2	-4.4
東 C5	1.50	close	NLOS	-111.3	-114.9	-3.6
東 C6	1.50	close	NLOS	-113.4	-118.8	-5.4
東 C7	1.50	close	NLOS	-114.7	-123.1	-8.4
西 C8	1.50	close	NLOS	-112.7	-104.2	8.5
西 C9	1.50	close	NLOS	-111.9	-112.2	-0.3
西 C10	1.50	close	NLOS	-112.2	-111.8	0.4
西 C11	2.20	close	NLOS	-110.4	-112.8	-2.4
西 C12	1.50	close	NLOS	-112.5	-112.1	0.4
西 C13	2.20	close	NLOS	-111.8	-115.6	-3.8
南 C14	1.50	close	NLOS	-107.0	-104.8	2.2
南 C15	1.50	close	NLOS	-109.7	-104.2	5.5
南 C16	1.50	close	LOS	-117.2	-101.7	15.5
南 C17	1.50	close	NLOS	-108.0	-107.8	0.2
南 C18	1.50	close	NLOS	-110.8	-102.4	8.4
南 C19	1.50	close	LOS	-117.6	-100.0	17.6
北 C20	1.50	close	NLOS	-112.5	-105.2	7.3
北 C21	1.50	close	NLOS	-108.0	-103.0	5.0
北 C22	1.50	close	NLOS	-111.3	-100.5	10.8
北 C23	1.50	close	NLOS	-109.0	-104.6	4.4
北 C24	1.50	close	NLOS	-107.4	-102.5	4.9
北 C25	1.50	close	NLOS	-110.2	-103.2	7.0
南 C26	1.50	open	NLOS	-107.8	-106.1	1.7
南 C27	1.50	open	NLOS	-115.1	-101.4	13.7
南 C28	1.50	open	NLOS	-117.3	-102.9	14.4
南 C29	1.50	open	NLOS	-108.1	-106.7	1.4
南 C30	1.50	open	NLOS	-110.6	-99.9	10.7
南 C31	1.50	open	NLOS	-118.4	-97.2	21.2
北 C32	1.50	open	NLOS	-112.8	-105.3	7.5
北 C33	1.50	open	NLOS	-105.8	-102.1	3.7
北 C34	1.50	open	NLOS	-110.2	-97.2	13.0

各壁面の R 値を算出した結果を表 3.3.2.5-2、各壁面の標準偏差を表 3.3.2.5-3 に示す。  
また、2階窓の R 値を算出した結果を表 3.3.2.5-4 に示す。

表 3.3.2.5-2) 各壁面の R 値

周波数帯	壁面	外壁材質	厚さ	面積率	内壁の有無	R	
						窓開	窓閉
4.8GHz ～ 4.9GHz	代表値	-				16.2	
	東壁	コンクリート	15cm	85%	5 枚程度有	22.4	
		ガラス	0.4cm	15%			
	西壁	コンクリート	15cm	95%	無	15.6	
		ガラス	0.4cm	5%			
	南壁	コンクリート	15cm	40%	2 枚程度有	5.5	8.2
		ガラス	0.4cm	60%			
	北壁	コンクリート	15cm	40%	2 枚程度有	7.9	9.6
		ガラス	0.4cm	60%			

表 3.3.2.5-3) 各壁面の標準偏差

壁面	R	
	窓開	窓閉
東壁	4.0	
西壁	4.3	
南壁	7.7	6.9
北壁	5.4	3.5

表 3.3.2.5-4) 2 階窓の R 値

窓オープン時の SS-RSRP	窓クローズ時の SS-RSRP	窓の R 値
-76.9	-82.3	5.4

本結果の各 R 値の関係を整理すると以下のようになり、仮説通りの結果となった。

$$0 < R_{3-c} (8.2) < R_{4-c} (9.6) < R_2 (15.6) < 16.2 < R_1 (22.4)$$

$$R_{3-o} (5.5) < R_{3-c} (8.2)$$

$$R_{4-o} (7.9) < R_{4-c} (9.6)$$

東壁面に関して、外壁が主にコンクリートであり、また内壁も多く存在している。そのため、R 値が一番大きくなり、また代表値よりも大きくなったと考えられる。

西壁面に関して、外壁が主にコンクリートであり、内壁はないものの、透過損が発生す

ると考えられるRUを取り付けている柱（コンクリート幅75cm）が存在している。そのため、R値が二番目に大きくなり、また代表値よりも少し小さくなったと考えられる。



図 3.3.2.5-2) RU 取り付け柱

南壁面に関して、1F 外壁は主にコンクリートであり、内壁が数枚程度存在している。また、2F 外壁は主にガラスであり、内壁はないものの、透過損が発生すると考えられる以下写真の化粧板（モルタル）やテラスが存在している。C16、C19 地点では LOS 環境であり、2 階のガラスが主な透過損となり R 値が小さいと考えられるが、一方でその他の地点では上記障害物の影響により R 値が大きくなると考えられ、窓より大きく代表値より小さい R 値となったと考えられる。

また、LOS と NLOS では R 値に差が生じると考えられ、標準偏差が大きくなったと考えられる。



図 3.3.2.5-3) 透過損の違う壁面

北壁面に関して、1F 外壁は主にコンクリートであり、内壁が数枚程度存在している。また、2F 外壁は主にガラスであり、内壁はないものの、透過損が発生すると考えられるテラスが存在している。NLOS 環境であり、コンクリートとガラス両方の影響によって R 値が



窓より大きく代表値より小さい値となったと考えられる。

$R_{3-o}$  (5.5) <  $R_{3-c}$  (8.2) に関しては窓を開けた方が R 値は小さい結果となった。これは窓を開けたことにより、窓の損失が無くなったパスが近くの建物に反射し、増えたからだと考えられる。

$R_{4-o}$  (7.9) <  $R_{4-c}$  (9.6) に関しても窓を開けた方が R 値は小さい結果となった。これは窓を開けたことにより、窓の損失がなくなったパスが増えたからだと考えられる。

表 3.3.2.5-2 記載の R 値を適用した際のエリア算出法でカバーエリアおよび調整対象区域の閾値となる地点と実測でカバーエリア、調整対象区域の閾値となる地点の図を図 3.3.2.5-4 に示す。また、実測値とエリア算出式から算出した値との比較を表 3.3.2.5-5 に示す。

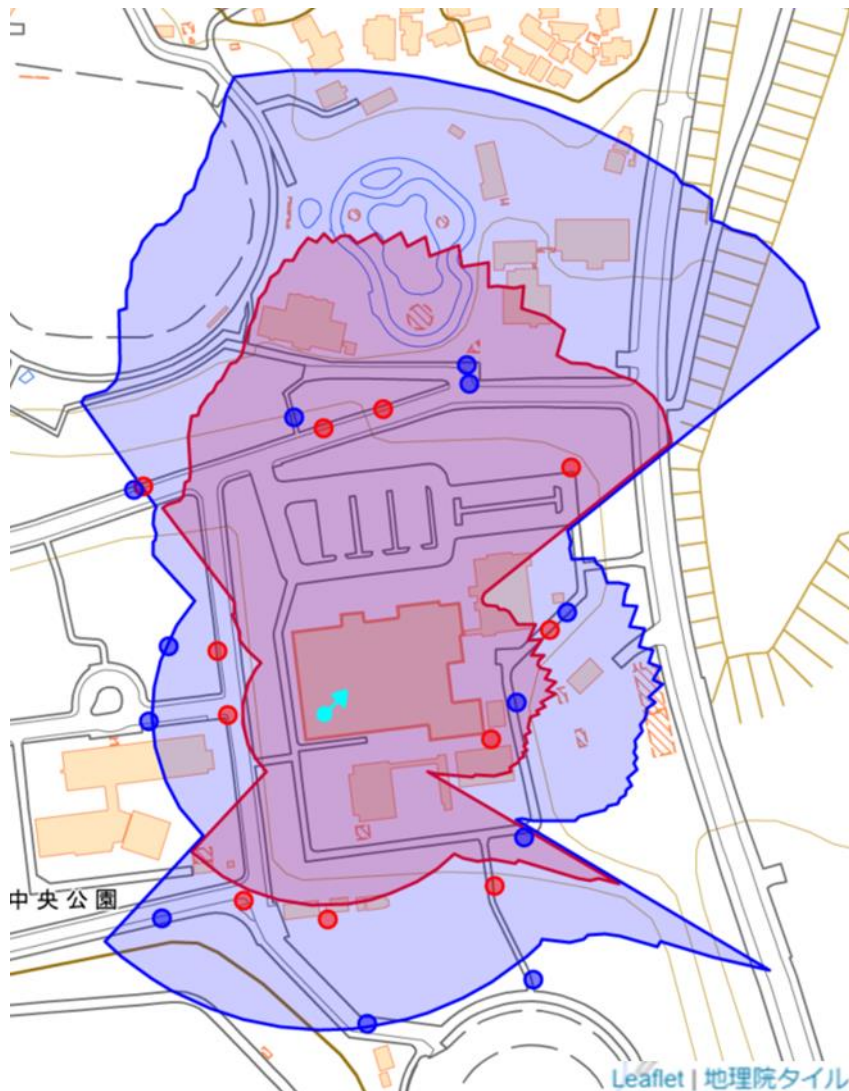


図 3.3.2.5-4) 補正後 R を用いたシミュレーション

表 3.3.2.5-5) 実測値と補正後 R を用いたエリア算出式から算出した値との比較

測定地点	アンテナ高	屋内/屋外	LOS/NLOS	エリア算出式による SS-RSRP[dBm]	実測値の中央値 [dBm]	差分
南 A'1	8.2	屋外	NLOS	-120.3	-120.2	0.1
西 A'2	8.2	屋外	NLOS	-121.2	-118.4	2.8
西 A'3	8.2	屋外	NLOS	-123.4	-117.7	5.7
北 A'4	1.5	屋外	NLOS	-121.5	-122.8	-1.3
北 A'5	-1.5	屋外	NLOS	-110.9	-120.3	-9.4
北 A'6	-5.5	屋外	NLOS	-110.2	-120.8	-10.6
北 A'7	1.5	屋内	NLOS	-115.7	-117.3	-1.6
東 A'8	1.5	屋内	NLOS	-120.9	-120.9	0.0
東 A'9	1.5	屋内	NLOS	-117.8	-119.1	-1.3
南 A'11	8.2	屋外	NLOS	-122.1	-119.9	2.2
南 A'12	8.2	屋外	NLOS	-120.3	-119.7	0.6
南 B'1	10.2	屋外	NLOS	-123.3	-127.2	-3.92
西 B'2	8.2	屋外	NLOS	-126.4	-127.2	-0.82
西 B'3	8.2	屋外	NLOS	-126.1	-127.8	-1.72
北 B'4	1.5	屋外	NLOS	-122.1	-126.45	-4.37
北 B'5	-4.5	屋外	NLOS	-112.2	-129.2	-16.95
北 B'6	-11.5	屋外	NLOS	-112.3	-125.1	-12.83
北 B'7	-11.5	屋内	NLOS	-111.4	-126.2	-14.76
東 B'8	1.5	屋内	NLOS	-122.8	-125.4	-2.59
東 B'9	1.5	屋内	NLOS	-117.9	-128.8	-10.93
南 B'10	1.5	屋外	NLOS	-114.9	-128.3	-13.40
南 B'11	8.2	屋外	NLOS	-127.2	-124.1	3.10
南 B'12	8.2	屋外	NLOS	-126.0	-128	-1.97

上記結果を見ると、東壁面側（A' 8,A' 9,B' 8,B' 9）に関して、B' 9 以外は概ね差が小さい結果となっていることが分かる。B' 9 は総合体育館以外の建物の陰になる場所で測定しているため損失が大きくなったと考えられる。

西壁面側（A' 2,A' 3,B' 2,B' 3）に関して、概ね差が小さい結果となっていることが分かる。

南壁面側（A' 1,A' 11,A' 12,B' 1,B' 10 - B' 12）に関して、B' 10 以外は概ね差が小さい結果となっていることが分かる。B' 10 は総合体育館以外の建物の陰になる場所で測定しているため損失が大きくなったと考えられる。

北壁面側 (A' 4 - A' 7, B' 4 - B' 7) に関して、A' 4, A' 7, B' 4 は概ね差が小さい結果となっていることが分かる。それ以外の測定地点では下り傾斜となっており、主なパスは回折波だと考えられ、損失が大きくなったと考えられる。

## 結論

R 値に関して東西南北の方向によって R 値が異なることが分かった。この要因としては内壁数や外壁の構成差異であることが分かった。特に東壁面は内壁が多く外壁はコンクリートがメインであるため、一般的な R=16.2 より大きな R 値を有しており、干渉調整区域の過剰な見積もりによってカバーエリアの最適な基地局配置、設定に対して阻害が発生してしまうと考えられる。また、南北壁面は2階がガラスということもあり、R=16.2 より小さな R 値を有しており、干渉調整区域の過小な見積もりによって、他者土地に影響を及ぼすことが考えられる。

そのため、R 値は一定の値を適用するのではなく、内壁数や外壁の構成を考慮して R 値を決める必要がある。

田川総合体育館のような中規模な体育館は、競技エリアが開けており、内壁数が比較的少ない、またはない箇所が多数あり、また採光を取り入れるために2階に窓ガラスがある構成が多数あると考えられる。このような体育館では、例えば、田川総合体育館の西壁面はコンクリート壁1枚という環境で R=15.6dB となっており、これを踏まえ、内壁がなく(少なく)コンクリート製の建物で外壁が1枚の場合は一般的な R=16.2 を適用できるのではないかと考えられる。また、南北壁面に関しては1階がコンクリート(内壁がないまたは少ない環境)、2階が窓ガラスであることから、例えば2つの R 値の中間値である  $(16.2+5.4)/2=10.8\text{dB}$  を適用すればより現実に近い R 値になると考えられる。東壁面に関しては内壁が多いため、内壁と R 値との関係性について今後知見を貯めていく必要があると考えられる。ただし、上述した R 値は田川総合体育館固有の値だと考えられ、例えば、ITU-R M.2412 の Annex 1.3.2 に記載されている値ではコンクリートが R=24.4dB、ガラスが R=2.97dB となっており大きく異なっていることが分かる。そのため、上述した各材質の R 値に関しても今後知見を貯めていく必要があると考えられる。

### 3.3.3 電波反射板によるエリア構築の柔軟化

本テーマには取り組まない。

#### 3.3.3.1 実証の目的・目標

(1) 背景となる技術的課題と実証目的

(2) 実証目標

#### 3.3.3.2 実証仮説

#### 3.3.3.3 評価・検証項目

#### 3.3.3.4 評価・検証方法



### 3.3.3.5 実証結果及び考察

## 3.3.4 準同期 TDD の追加パターンの開発

本テーマには取り組まない。

### 3.3.4.1 実証の目的・目標

(1) 背景となる技術的課題と実証目的

(2) 実証目標

### 3.3.4.2 実証仮説

### 3.3.4.3 評価・検証項目

### 3.3.4.4 評価・検証方法

### 3.3.4.5 実証結果及び考察

## 3.3.5 その他のテーマ

本テーマには取り組まない。

### 3.3.5.1 実証の目的・目標

(1) 背景となる技術的課題と実証目的

(2) 実証目標

### 3.3.5.2 実証仮説

### 3.3.5.3 評価・検証項目

### 3.3.5.4 評価・検証方法

### 3.3.5.5 実証結果及び考察

## 3.3.6 技術実証における追加提案

本テーマには取り組まない。

#### 3.3.6.1 協力内容

#### 3.3.6.2 評価・検証項目

#### 3.3.6.3 評価・検証方法

#### 3.3.6.4 実証結果及び考察

## 4. ローカル5G活用モデルの創出・実装に関する調査検討（課題実証）

### 4.1 実証概要

障がい者スポーツの普及促進に向けて、特に、競技者の競技活動やコーチング、さらにはスポーツ観戦等の側面において現状課題とされる要素を洗い出しながら、課題解決に資するローカル5G技術を活用した具体的なユースケースを検討し、その有効性を検証した。

具体的には田川市総合体育館内にローカル5G基盤を実装し、「障がい者スポーツのスキル向上」「競技者への指導の高度化・多様化」を促すための各種システムを導入した。

主なシステムとしては「AI・xR技術による多視点リモートコーチング」を導入し、競技中における競技者のあらゆる動作を情報として記録し、競技者と指導者が共有された画像を通じて各種問題点や課題を話し合える機会・環境を充実化した。また、「VRミーティング技術」を活用して遠隔地であっても同じ空間で対面式と同様の雰囲気では話が可能な環境を提供した。

今回の実証は、上記の実証技術を「車いすラグビー」のコーチングシステムに反映する形で実施した。具体的には、車いすラグビー競技者がいる現場（＝田川市総合体育館）と遠隔地の指導者【福岡県スポーツ振興センター（アクション福岡）】とで上記システムの運用における検証を行った。

実証プログラムの大きな狙いは2つある。1つ目は、4対4の練習試合形式を行ってもらい、その様子を多視点カメラで撮影しながら遠隔地にいる指導者がリモートコーチングを行い、そのコーチング運用や内容について精度を把握し、同時に技術的・運用的課題を精査した。2つ目は、体育館で練習する被験者に、一定の練習プログラムに参加してもらい、例えば、ラグビーボールの投げ方や車いすの漕ぎ方、ターンの仕方などを画像で記憶し、VRミーティング技術やVRコーチングシステムを活用しながら指導する形態とした。これらの技術を活用した場合、各競技者が抱える個々の課題に対する理解度や納得度、さらにはコーチング技術の精度がどれくらい向上するのか、その実情を客観的・定性的に把握した。

障がい者スポーツのスキル向上およびコーチング技術の高度化・多様化を促す本実証事業に大きな成果と可能性を見出すことができれば、それらの要素は健常者のスポーツ活動支援にも応用することができると思う。例えば、子どもたちのスポーツへの関心を引き出したり、高齢者の健康運動を直接的・間接的に支援したり、様々な形で本実証事業の成果を発展的・持続的に活用することを想定している。

また、ローカル5Gを実装した田川市総合体育館は、そこで行われる様々なイベント（発表会、スポーツ大会、催事等）をこれまでにない形で情報発信することが可能となるため、見る人にとっても新たな観戦サービスの形態を提供することができる。

そうした新たな環境の充実化は、実証事業の場となる田川市が掲げる「障がい者と健常者の共生社会の具現」「障がい者スポーツの普及促進」に資する事業になるばかりか、この場を核に地域の様々な生活者との新たな絆を育み、障がい者を含めた多くの人々が社会



参画する機会を増やし、さらに障がい者の雇用促進機会の提供等に寄与する力を育んでいく。

## 4.2 背景となる課題を踏まえた実装シナリオ・実証目標

### 4.2.1 背景となる課題

障がい者支援の重要性は以前から指摘されているものの、その対応は十分な状況とは言えない。厚生労働省によると（2018年4月）、体や心などに障害がある人の数は約936万6千人となり、前回（2013年の推計：約787万9千人）よりも約149万人増加傾向にある。日本の全人口に占める割合も同様に、約6.2%から約7.4%に増加傾向である。

こうした状況の中で、都市や生活インフラの場合はバリアフリー化や障がい者支援のための人員増加、サービスの展開、あるいはボランティア活動など、近年少しずつ充足されているが、障がい者スポーツという視点で見ると、健常者が日常的にスポーツを営む状況と異なり、スポーツへの参加率は大きく遅れているのが実情である。

現在、障がい者スポーツ競技団体において競技登録者数を把握している団体は39団体あり、競技登録者の総計は70,334人となる（「障がい者スポーツ競技団体の実態調査」（調査期間：2017年11月～2018年8月公益財団法人ヤマハ発動機スポーツ振興財団調べ）。競技登録者約7万人という数は、障がい者人口の1%にも満たない値となる。障がい者におけるスポーツ活動の重要性は学術的に指摘されているが、様々な理由により参加できない状況である。「障害保健福祉関係主管課長会議資料」（令和2年3月：スポーツ庁）の資料によれば、障がい者のスポーツ・レクリエーションの障害となっている要因は、第1位が「金銭的余裕がない」（21.5%）、第2位が「体力がない」（20.9%）、以下、「交通手段・移動手段がない」（9.4%）、「仲間がない」（8.8%）、などが挙げられる。

一方、障がい者スポーツに参加している人から見た場合、上記課題に加え、より深刻な問題も存在する。具体的には「練習場や指導者が不足している」「健常者と異なり指導が難しい」といった課題が関係者からは指摘されている。

#### (1) 練習場および指導者の不足

障がい者スポーツに関しては、障がい者スポーツが盛んな欧米に比べると日本の環境は課題が山積となっている。例えば、障がい者が日常的に汗を流せる場所は十分に確保されていないのが現状である。

我が国には187,184箇所の体育・スポーツ施設が整備されている。うち、今回の実証内容の対象となる車いすラグビーの活動基盤となる体育館の整備状況を見ると、その総数は41,882箇所となる（下記表4.2.1-1参照：「平成30年度体育・スポーツ施設現況調査結果の概要」（文部科学省）より）。

しかしながら、せっかく整備された体育館であっても、全ての施設で車いすが使える障がい者スポーツに対応しているわけではない。日本には車いすや義足でスポーツをすると、床に傷が付くといった理由で体育館などの利用を断られるケースも多くみられる。すなわち、健常者と異なり、障がい者の場合（特に、車いすを使う障がい者の場合）、気軽にス

ポーツを楽しめる環境が脆弱であるという点が挙げられる。

表 4.2.1-1) 資料：体育館の設置総数・設置主体別

総数	小学校	中学校	高校・専修等	大学・高専等	公共	民間
41,682	17,665	8,086	5,795	1,197	8,650	289
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 上記は、「平成 30 年度体育・スポーツ施設現況調査結果の概要」（文部科学省）の数値。</li> <li>● 一方、障がい者対応の体育館数は把握されていない。特に、車いすでの資料は床が傷つくという理由から断れるケースも多く、施設側も公表を躊躇するケースが多々あるためとされている。</li> </ul>						

練習場不足に加え、もうひとつの問題が指導者不足である。

日本障がい者スポーツ協会が公認する「障がい者スポーツ指導員」の登録者数は現在、2万5,318人となる（公益財団法人日本障がい者スポーツ協会）。8年前より3千人ほど増加傾向にあるが、過去数十年で見るとそれほど大きく伸びてはいない。

また、指導者の資格種別では、初級が大半（20,456人）となる。しかしながら、障がい者スポーツを本格的に指導する場合、中級、上級の資格取得者、あるいはスポーツコーチが必要となるが、その数は中級4,031人、上級831人、スポーツコーチは203人と、全体では5千人前後の専門的スキルを持った指導者しかいないのが現状となる。

表 4.2.1-2) 資料：障がい者スポーツ協会公認指導者登録者数  
(令和3年3月末) (単位：人)

上級	中級	初級	指導員計	スポーツ コーチ	スポーツ 医	スポーツ トレーナー	関係者計
831	4,031	20,456	25,318	203	609	236	1,048

出典：「公益財団法人日本障がい者スポーツ協会」資料より

指導者が増えない要因は、需要が確立されていないこと、指導者となっても指導する際の対価が十分に保証されていないこと等、様々な理由が考えられるが、一番大きな課題は、障がい者の目線に立脚して指導を行うことが難しいという点が挙げられる。

指導する対象者は何らかの障害を抱えているため、通常のコーチングではカバーできない問題が多々ある。また、障がい者スポーツが十分に発展していない状況では、コーチング技術の関係者間での共有や、向上させるための環境が十分でないことも遠因として挙げられる。そういった意味では、今後、障がい者スポーツの裾野を広げるためには、施設の充実と指導者の育成は欠かせない視点となる。

欧米の状況をみると、障がい者アスリートの支援に力を入れている。米国は、パラリンピック選手も五輪選手専用の強化拠点であるナショナルトレーニングセンターを利用できる環境が整備されている。英国は、パラリンピックコーチ育成プログラムを実施し、指導者の育成に力を入れている。そうした環境を確実に整備することがなければ、障がい者スポーツの普及と発展を望むことは厳しいと言わざるを得ない。

## (2) 指導方法の困難さ

障がい者のスポーツ指導員にとって大きな課題とされるのは指導方法である。「公認障がい者スポーツ指導員実態調査」報告書（公益財団法人日本障がい者スポーツ協会）によれば、資格を有する指導員であっても受講したい研修内容については「障がい者スポーツの指導法（技術指導法）」が一位に挙げられる。

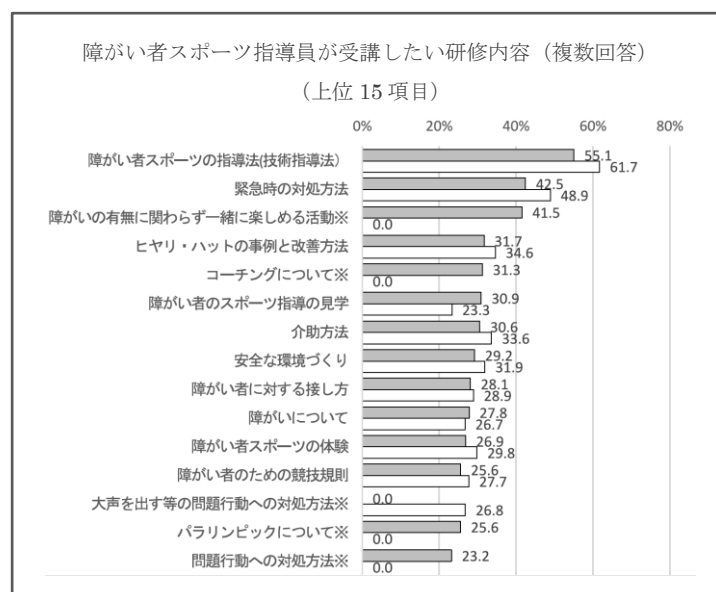


図 4.2.1-1) 障がい者スポーツ指導員が受講したい研修内容

我々の独自のヒアリング調査でも、指導員からは「自分の見えない点も客観的に見えないと競技者のスキル理解に繋がらない点を解消したい」「コーチ側も違うアングルで情報収集できると課題を見つけやすい」「現状のリモートコーチングの環境下では対面指導ほどの細やかな指導ができない」「練習するタイミングでライブ映像をチェックしたい」「コーチと受け手のイメージ共有ができていない。それを言葉だけで伝えきるのが難しく、対応できる仕組みが欲しい」「普段なかなか参加人数を集めるのが難しく、少人数でも精度の高い練習環境を提供したい」「一人でもスキルを伸ばすための練習環境があれば非常に助かる」などの要望が出されている。

つまり、今回の実証事業は指導方法の高度化・多様化を促すという点で、これからの障がい者スポーツの指導に大きな影響をもたらすものと考えられる。

### 4.2.2 課題解消の方向性

今回の実証事業の実装者は、田川市内（もしくは福岡県）の障がい者スポーツ団体・競技者を企業ユーザーとした。メインとしては、障がい者の中でも車いすを使う障がい者スポーツ団体・競技者、サブとしては田川市総合体育館を活用するスポーツ団体・選手等を想定している（※将来的には障がい者施設、老人ホームなどの外出困難者がいる施設も視野に入れる）。



実装者の目線から上記の各種課題を改めて整理し、課題解消に向けた対応を展望すると以下図 4.2.2-1 のようになる。

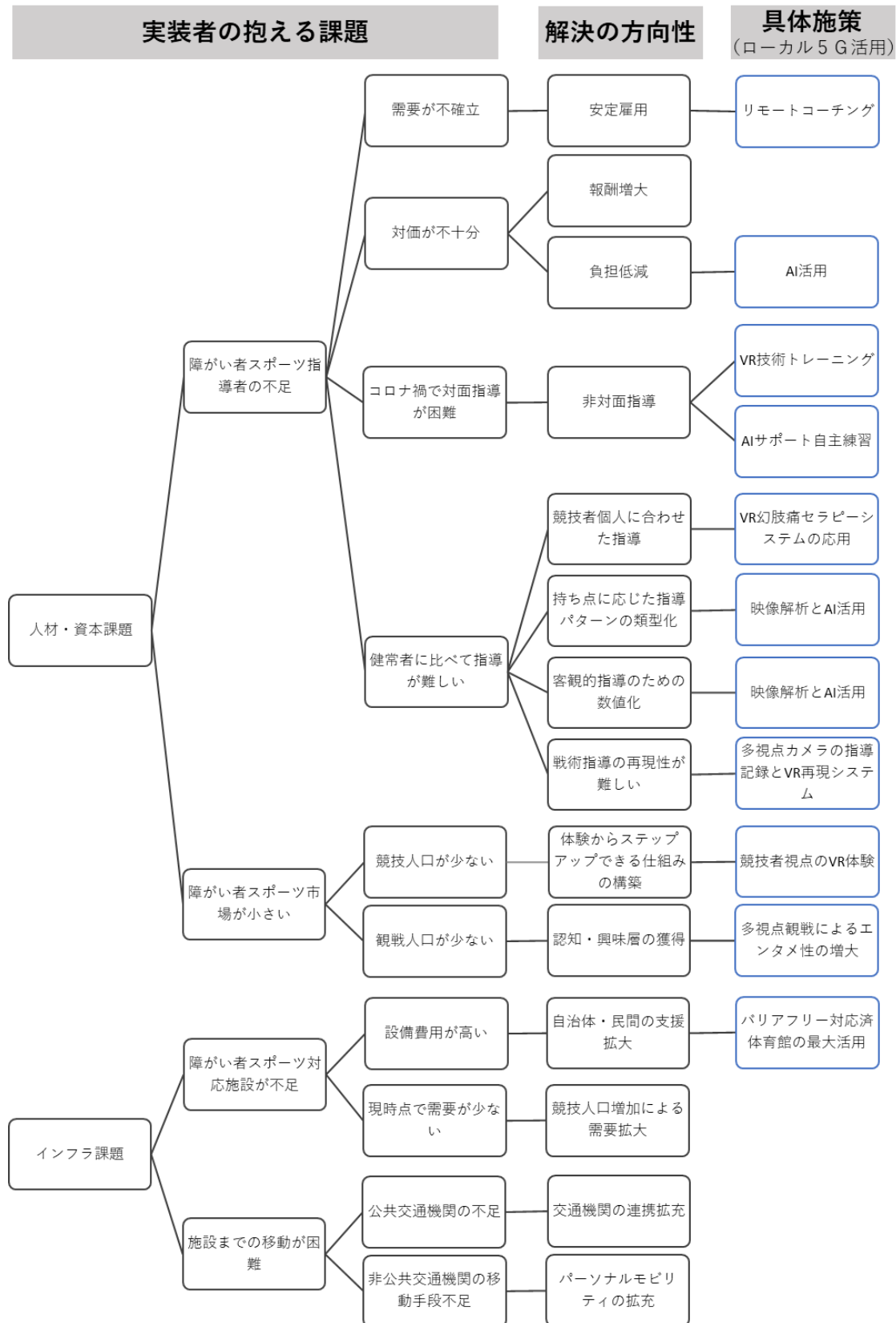


図 4.2.2-1) 課題と解決の方向性

実装者の抱える課題と解決の方向性は多岐にわたるが、ローカル5Gの特性を活用したリモートコーチング技術によって、多くの課題を解決することを目指す。特に下記3点についてローカル5Gの特性を活用した。

- ①高信頼・低遅延：リモートコーチング指導
- ②高速大容量：AI・VR活用
- ③複数機器の同時接続：多視点カメラの撮影・映像記録

ローカル5Gを実装した環境下でのコーチングについては、以下の要素などが期待できる。

- ✓ 戦術に対しては映像での指摘、動きのアクションまで映像で再現できると良い。
- ✓ あたかも横にいる感じで、寄り添っているイメージで、遠隔でコーチが介入できる。
- ✓ ラグビー教室などのスキルについては、ライブでのオンコートのような指導が必要。
- ✓ 短視点映像は、パス動作などに有用となる。
- ✓ 複数映像は、相手ディフェンスの崩しなどに有用となる。 等

また、コーチングする側、される側のメリットとしては以下が挙げられる。

- ✓ 仮想空間で横にいる距離感でコーチングを受けることができ、車いす競技者に必要不可欠な姿勢矯正、姿勢推計までトレーニングが可能となる。
- ✓ 自分の動きを多視点で確認ができる。かつ、トレーニング内容がデータで蓄積され、過去映像との比較が可能となる。
- ✓ 専用の免許を取得し実施するので、電波の干渉なく多視点で高精細な映像を確認できる。
- ✓ 4Kの映像、解像度の高い映像だからこそ、分析などを行える。
- ✓ 映像の中で隠れている部分でも、推定して分析を行うことができる。 等

#### 4.2.3 実装シナリオ

上記の課題群を踏まえ、今回の実証事業では以下の形で実装シナリオを描き検討を行った。

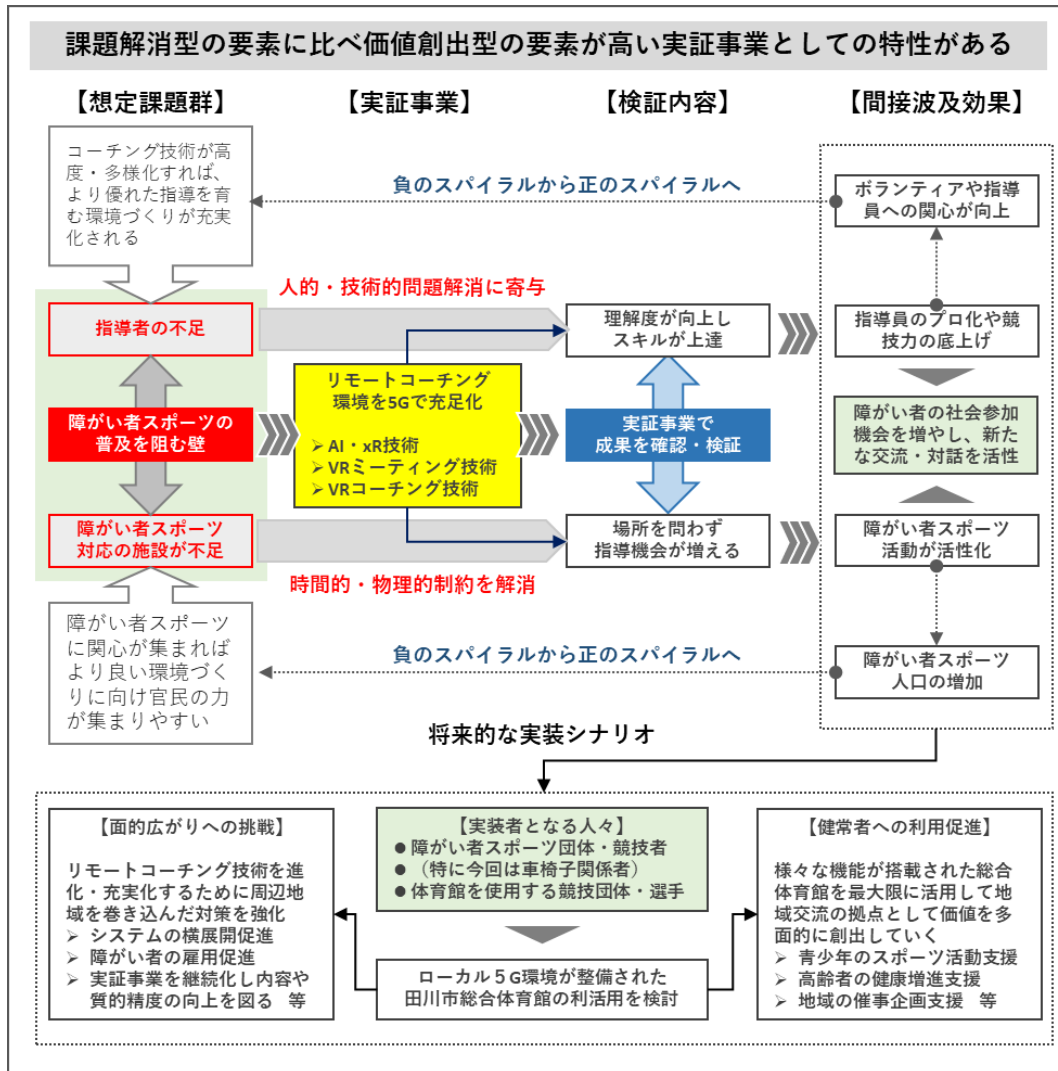


図 4.2.3-1) シナリオ・イシューツリー

繰り返しとなるが、障がい者スポーツ普及促進の大きな課題として、現状「指導者の人材不足」と「障がい者対応のスポーツ施設が不足」している点が挙げられる。

今回はバリアフリー化された田川市総合体育館を舞台に、ローカル5G環境を整備し、「AI・xR 技術を活用した高精細映像のリアルタイム配信による多視点リモートコーチングの実現」を図ることで各種課題の解消を図ることを主な実証事業の目的とした。

コーチング技術を ICT 環境・技術でサポートすることは、障がい者スポーツの指導で課題とされた「指導法」がより高度化・多様化され、これまでにない指導法の確立が期待できると思われる。また、リモートコーチングの環境がより充足されれば、今後は場所を問わずに障がい者スポーツの指導を行えるという指導の合理化に資する環境を提供することが可能となる。

この実装シナリオを実現していくために、6年間という実装期間を設け、フェイズを3つに区切り、取り組みを整理する。



まず、実装者が抱える課題を本実証事業で検証・確認し、さらにその仕様を改善・充実化することで、域内における障がい者スポーツの活動がより活性化される（フェイズ 1）。また、同時に指導員のプロ化（現状ではボランティアで協力してくれる人が大半なため、指導者を目指す人が少ない）や障がい者スポーツの競技力向上を目指す（フェイズ 2）。

このような環境が少しでも充実化していけば、障がい者スポーツの人口はさらに拡大するとともに、ボランティアや指導員への社会的関心も高まり、実装者が抱える潜在的課題の解消に寄与していくとして、内外の注目を集める価値ある事業へと発展させることが可能となっていく（フェイズ 3）。

上記フェイズ 1～3 の垂直展開シナリオをまとめると下記の通りとなる。



図 4.2.3-2) 垂直展開 実装シナリオ想定

また、将来的には、ここで培った資産・資源を持続可能な取り組みとして継承するため、障がい者スポーツ団体・競技者が中核となり「リモートコーチング技術」の水平展開を図り、全国の障がい者関係団体とともにその精度をさらに高める取り組みを促進するとともに、この成果を健常者へ応用し、例えば、青少年のスポーツ振興・スポーツスキル向上への支援、高齢者の健康増進への支援などに活かすことも可能となる。

今回は福岡県内での実証となったが、指導者の集中する東京や、障がい者スポーツ先進国であるドイツともつなぐことも視野に入れ、さらなる障がい者スポーツの普及拡大に努めていく。

上記記載の現時点想定シナリオをまとめると下記の通りとなる。



図 4.2.3-3) 水平展開 実装シナリオ想定

#### 4.2.4 実証目標

本実証事業では、「AI・xR 技術を活用した高精細映像のリアルタイム配信による多視点リモートコーチングの実現」を目指し、主に、障がい者スポーツの普及・発展に資する次世代のコーチング環境の充足化についてその可能性を検証した。

具体的には、上記実現に向けて以下の事項について検証することを実証目標とし、コーチおよび選手にヒアリングを行い、定性的に評価した。

- リモートコーチングを実現するシステムを構成する技術に対する評価および求められる要件
- 当該システムによるリモートコーチングの質と課題
- 運用を想定した各種フローの妥当性

スポーツにおけるコーチングの質を判別する一般的な指標は存在せず、全てが結果から導き出される評価が主となっている。コーチングは、指導者個々人のバックグラウンド（体験、知識、経験等）に左右され、また、対戦相手によっても指導する練習メニューや試合戦術が大きく異なる。

本実証事業における質的課題の評価については、前述の通りコーチングの質向上に関する指標が確立されていないため、定量的にその差異を確認することはできない。そのため、本実証事業に参加した被験者（＝競技者）とコーチそれぞれにリモートコーチングシステムの導入に関わる定性的な評価（＝アンケート調査）を行い、今後、このリモートコーチングシステムの質的向上を如何に図るのか、その可能性を見極めることが本実証事業の目的であり目標であると位置付けをした。最終的に、指導者と被験者（＝競技者）でリモートコーチングシステムにおける現状や課題、評価などを整理した。（アンケート調査ベース）

個別練習指導におけるリモートコーチングの成果の検証として、同一練習メニューを繰り返し行った場合のスキル向上への寄与度を確認する。リモートコーチングの質的レベルを定量的に把握するために、被験者に幾つかの練習プログラムに参加してもらい、画像処理や VR コーチングシステムなどを活用して解説し、コーチングを受ける前と後での成果を確認した。練習プログラムの内容は障がい者スポーツ指導員と協議して、成果が可視化できるメニューを立案した。具体的にはボールの投げ方、車いすの動かし方、スピードの出し方・止め方、車いすのタックルの仕方などに関するメニューを実施した。

### 4.3 実証環境

実証環境の構築にあたっては、構築・運用に係るコストを可能な限り削減し、代替可能性および事業継続性を考慮した持続可能な普及モデルとして必要かつ十分な要件を備えたものとなるよう、田川市総合体育館内（図 4.3-1）を選定した。

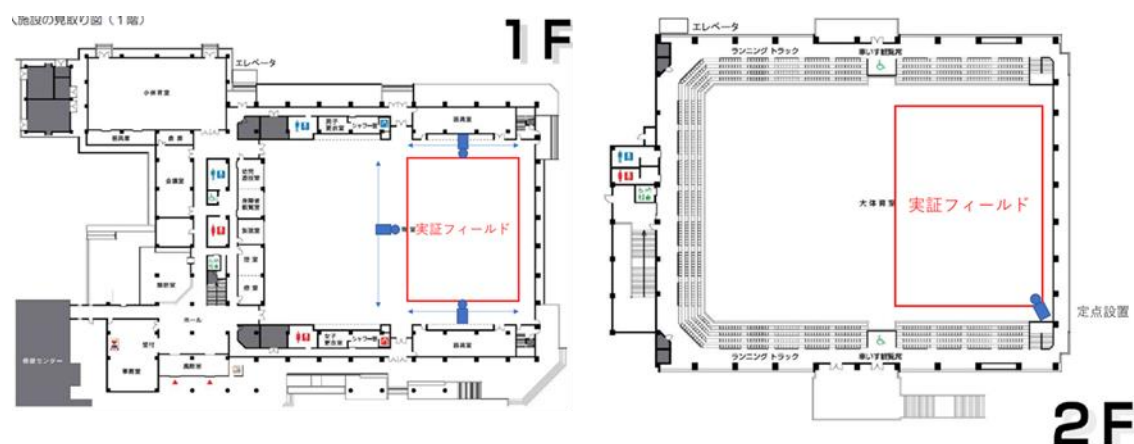


図 4.3-1) 田川市総合体育館平面図および実証フィールドの構成例  
(田川市総合体育館図面より引用)

田川市総合体育館を選手の練習場所として、ローカル 5 G ネットワークを介して、館内に設置された各種課題実証システムを接続した。インターネットを中継し、アクション福岡など、遠隔の拠点に指導者向けシステムを配置し、リモートコーチング環境を構築した。

システムの主な構成要素を図 4.3-2) に示す。体育館内の 4K カメラや指導用端末などの機器は有線または無線 (WiFi) で UE と接続し、ローカル 5 G ネットワークに参加した。



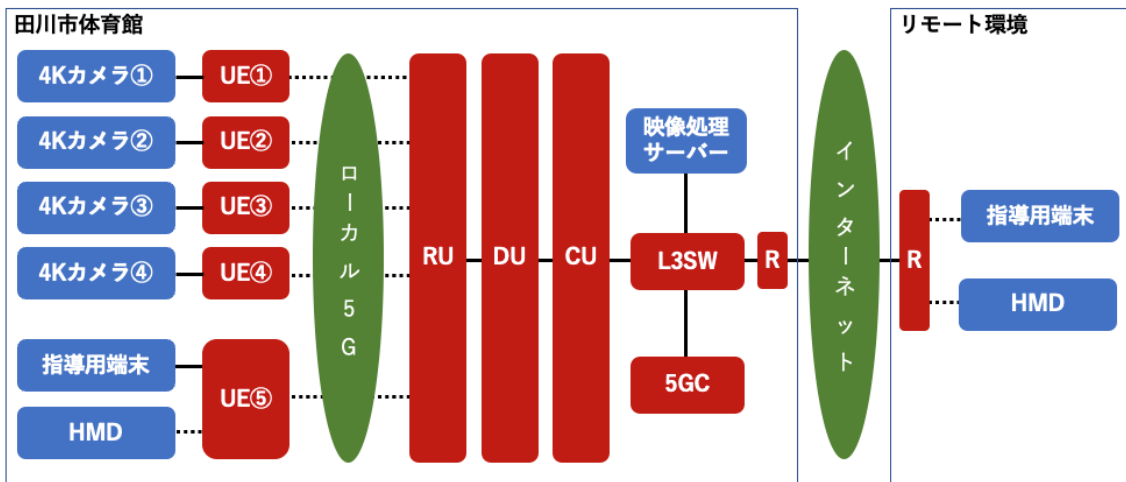


図 4.3-2) 全体構成概要

多視点映像を例に挙げると、アップリンク通信で 4K 映像を含むリアルタイム映像伝送を実現、ダウンリンク通信では各カメラの遠隔操作制御信号を送るなど、下表 4.3-1 記載のようなローカル 5 G の伝送性能や遅延性能など、利点を活かした実証構成設計とした。

表 4.3-1) ローカル 5 G 活用によるメリット

No.	項目	内容
1	カメラ設置の自由度拡大	映像信号をローカル 5 G で送信することにより、カメラの電源の確保のみで、自由に設置場所を選択できる
2	カメラ性能の最大化	4K 高精細映像、低遅延など、ローカル 5 G の伝送性能により、カメラの性能を最大限に有効活用できる
3	カメラ映像の安定化	電波干渉のない、安定した映像送出現の実現
4	指導場所の非固定化	ローカル 5 G-インターネット経由での遠隔地での指導に加え、同一の体育館館内での指導も可能

WiFi およびキャリア 5 G との比較優位性について以下表 4.3-2)、表 4.3-3) に考察した。これらより、今回の実証環境におけるローカル 5 G の適合性、必然性を認めた。

表 4.3-2) WiFi との比較優位性

No.	項目	内容
1	電波到達範囲が広い	カバーエリアを広く設計することができ、アクセスネットワークの設計、工事コスト負担が軽減できる。体育館コート内で場所を選ばず、カメラの設置や指導エリアを選定できるメリットを認めた
2	安定性が高い	都市部や大規模イベント開催時など WiFi では電波干渉が発生しやすい条件でも安定稼働する
3	セキュリティが高い	SIM 認証により、なりすまし、盗聴などが困難。指導の対象がトッププロの選手、チームの場合、プライバシーや指導内容の漏洩に特に配慮する必要があり、本実証においても重要性を認めた

表 4.3-3) キャリア 5G との比較優位性

No.	項目	内容
1	利用エリアの自由度が高い	キャリア 5G のエリア外や、電波が弱く性能が安定しない場所でもサービス提供が可能。本実証環境においても、体育館付近の屋外はキャリア 5G のサービスエリア内であったものの、館内では電波が安定せず、十分な性能が発揮できていなかった
2	独立運用による可用性	キャリア障害などの影響を受けない
3	通信費負担軽減	通信に関わるキャリア課金が発生しないため、大容量、長時間利用におけるメリットが大きい

#### 4.3.1 検証を行うための導入システム

今回の実証事業では以下の技術を活用、相互に組み合わせることでリモートコーチングシステムの実用性を模索した。

##### ① 多視点映像

利用者：主にコーチ側

(選手側も同一システムまたはコーチ側画面を共有して対話形式での利用が可能)

概要：多視点映像の視聴による遠隔からの状況把握

##### ② ホワイトボード

利用者：主にコーチ側

(選手側も同一システムまたはコーチ側画面を共有して対話形式での利用が可能)

概要：戦術指導画面の共有による口頭のみでは指導しにくい内容の共有

##### ③ VR コーチング

利用者：コーチ側および選手側

概要：パスワーク練習など、指先や手の動きを中心に口頭では困難な内容の共有

##### ④ VR ミーティング

利用者：コーチ側および選手側

概要：戦術指導の内容を VR 空間のコート内に再現し、視覚的に共有

##### ⑤ AI 姿勢推定

利用者：主に選手側

(コーチ側も実施画面を共有して対話形式での指導に活用)

概要：映像から選手の姿勢や重心位置などを判断し分析

##### ⑥ AI 人物検知

利用者：主にコーチ側

概要：コート内の選手の分布状況をリアルタイムに検知

#### 4.3.2 各システム詳細

##### 4.3.2.1 多視点映像

リモートコーチングの中核を担う映像視聴システムで、ローカル 5 G の利点を活かして、体育館内の任意の場所に設置した複数台の 4K カメラを遠隔地から操作、リアルタイムで選手の状況の詳細な把握、指導に寄与することを目的としている。

本システムは電通国際情報サービスが開発済みの以下の既存システムを用いて実現した。  
全体構成図

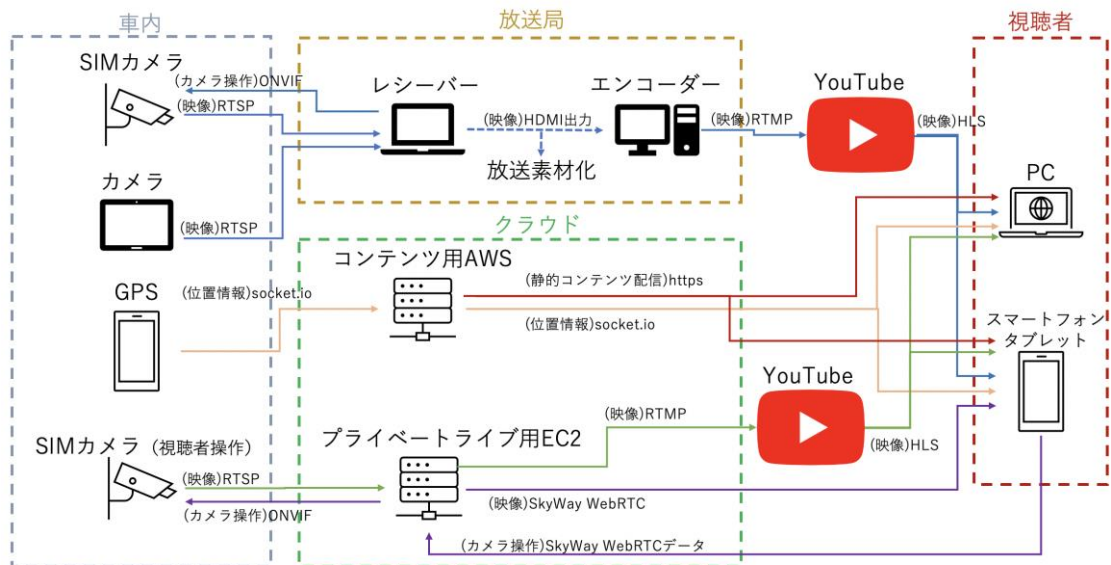


図 4.3.2.1-1) 多視点映像中継システム構成概要 (放送局でのライブ配信での構成例)

参考) ネットワークカメラを活用して小学生の駅伝大会をライブ中継

<https://www.isid.co.jp/case/project/2020mierucam.html>

参考) ネットワークカメラでケーブルテレビ品川の番組制作を支援

<https://www.isid.co.jp/case/project/2020shinagawacatv.html>

本システムの特長、機能は以下のとおりである。

- 一般的な性能の Windows 搭載 PC で動作するスタンドアロンアプリケーション
- 高品位な 4K カメラから PC 内蔵の Web カメラまで、最大 4 台までの任意のカメラを同時に並べてリアルタイムで視聴 (マルチ画面視聴) や、自由に選択された 1 台のカメラの映像を全画面表示 (フル画面視聴) することが可能



- ・ノート PC と外部ディスプレイの組み合わせなど、複数の画面を同時に表示することが可能な環境の場合、本体ノート PC 側でマルチ画面視聴またはフル画面を表示すると同時に、外部ディスプレイに本体とは別のフル画面を追加表示することも可能
- ・ONVIF（Open Network Video Interface Forum）通信規格に準拠。対応したカメラの PTZ（パン、チルト、ズーム）などの首振りやズームなどの遠隔操作が可能
- ・リアルタイムのライブ視聴に加えて、タイムシフト視聴に対応。再生中の録画映像に対してもマルチ画面視聴、フル画面視聴操作が可能

本実証事業では、カメラとして映像品質と PTZ 性能の良好な Lumens 社 VC-A71P を 4 台投入し、ローカル 5 G ネットワークとは有線 LAN で UE を介して直結する構成とした。

体育館内での設置の自由度を最大限に高めるため、バッテリー駆動とし、視点高さの変更が可能な三脚と組み合わせた。バッテリーの容量についてはフル充電から 1～1.5 日程度の最大連続稼働が見込める製品を選定した。



図 4.3.2.1-2) 本システムで採用したカメラ（Lumens 社 VC-A71P）  
（出典：Lumens 社 HP）

表 4.3.2.1-1) カメラの主要なスペック

項目	諸元値
センサー	1/1.8" 9.17MP CMOS
ズーム性能	光学 30 倍・デジタル 12 倍
PTZ 性能	パン±170°、チルト+90～-30°
ビデオフォーマット	解像度：4K/1080p/720p フレームレート： 59.94/50/29.97/25
ストリームプロトコル	RTSP/RTMP/RTMPS/MPEG-TS/SRT
圧縮フォーマット	HEVC/H.264/MJPEG
マルチビデオストリーム	対応



図 4.3.2.1-3) 視点映像画面

#### 4.3.2.2 ホワイトボード

オンライン、オフライン問わず、口頭のみでは意思疎通が困難な戦術レベルの指導を補完することを目的とした、指導者、選手の双方向から共有可能な情報ボードシステム。

本システムは電通国際情報サービスが本実証事業向けの新規開発を実施、実現した。

主な機能としては以下の通りである。

- ・ 設定機能：チームや選手情報、コート情報などを指定する機能
- ・ 描画機能：選手を自由に配置し、手書きコメントなどを記入する機能
- ・ 画面共有機能：複数の PC 間で指導画面を共有、共同編集する機能
- ・ 保存機能：指導環境の再現のため各種情報、状態を保存、読み込みする機能
- ・ 通信機能：後述の VR ミーティングなどのアプリとデータ連携するための機能

Windows 搭載 PC 向けのアプリケーションとして実装し、ローカル 5 G ネットワークとは有線または WiFi で接続。低遅延でストレスのないボードへの描画処理を追求した。



図 4.3.2.2-1) ホワイトボード画面

### 4.3.2.3 VR コーチング

選手の技量向上に直結する身体の使い方など、口頭や図示のみでは伝達が困難な課題に対して指導者と選手が VR 空間を共有し、現実空間での各操作者の手振りなどをリアルタイムでセンサーが取得し、精密に VR で再現、指導に活用するシステム。

本システムは電通国際情報サービスが開発済みの以下の既存システムを用いて実現した。

### ISiD VRコーチングシステム

- Meta Quest2のヘッドトラッキング・ハンドトラッキング機能を活用し、VR空間に頭・手の動きを再現し多人数でシェアできる仕組みを研究開発。ヘッドマウントディスプレイのみで動作し、遠隔地点間でVR空間で対話しながら動きを伝え合うことが可能である。
- ISiDでは本技術を活用し、遠隔地点での幻肢痛VRセラピーを実証実験した。  
<https://innolab.jp/work/tele-communication/5663>
- VRコーチングシステムではこの仕組みを利用して、離れた拠点にいる選手・コーチが動作の指導ができるようにシステムを実現した。

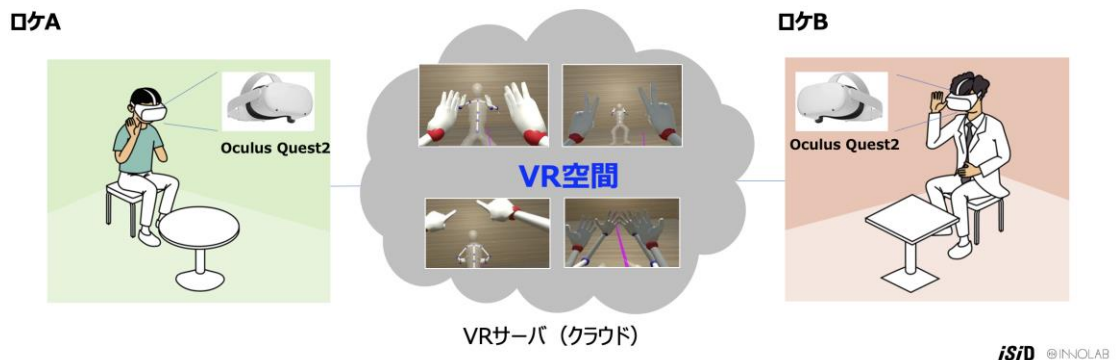


図 4.3.2.3-1) VR コーチングシステム概要 (出典：電通国際情報サービス)

参考) 「幻肢痛 VR 遠隔セラピーシステム」が 2021 年度 グッドデザイン賞を受賞  
<https://www.isid.co.jp/news/release/2021/1021.html>



既存システムは幻肢痛（事故や病気で手足を失ってしまった患者が四肢に激しい痛みを感じる現象）の症状軽減を目的として研究開発された。これまでの幻肢痛のセラピーでは、欠損部位の代わりに、健常側の部位を鏡写しにした状態を脳に認識させるリハビリ手法が一般的であるが、国内のセラピストの数が少なく、施術の機会が少ないことが課題となっている。こうした問題をセラピスト、患者が HMD（ヘッドマウントディスプレイ＝VR 空間を視聴覚体験し、内蔵されたセンサーにより装着者の手振りを VR 空間内に表現するヘッドセット型デバイス）を装着し、身体状態や動きを VR が介在することで解決することを目指している。

本実証事業では、ボールのパスワークなど、選手による腕の使い方の個別指導を中心に活用を探った。ローカル 5 G ネットワークとは UE を介して WiFi 経由で接続し、体育館内における選手の指導場所の自由度を高め、低遅延性能によるレスポンス改善を図った。



図 4.3.2.3-2) 幻肢痛セラピーの様子  
(出典：電通国際情報サービス)



図 4.3.2.3-3) VR 遠隔セラピーシステムを用いた施術の様子  
(出典：電通国際情報サービス)

#### 4.3.2.4 VR ミーティング

ホワイトボードによる 2 次元表現での戦術指導手法のみでは困難な、現実の実戦の状況を VR 空間内に再現する指導システム。他の選手との距離感や見え方なども含めた視覚的に理解しやすい表現をメリットとし、ホワイトボードとの併用によって、遠隔からの指導の負荷軽減も目指した。

本システムは電通国際情報サービスが本実証事業向けの新規開発を実施、実現した。

## ISiD VRミーティングシステム

- VRミーティングシステムは、選手の指導に用いる作戦ボードをデジタル化したコートアプリと連動して3次元的に作戦ボードを再現する仕組みである。コーチがコートアプリ上で設定した選手の位置がコートアプリサーバを経由してVRヘッドセットのアプリケーションにリアルタイムに再現される（下図）。
- 選手はアプリで指定された選手位置の一人称視点をVRゴーグルを通してみることができ、コーチは相手との位置関係に応じた戦略指導などが容易に行える。

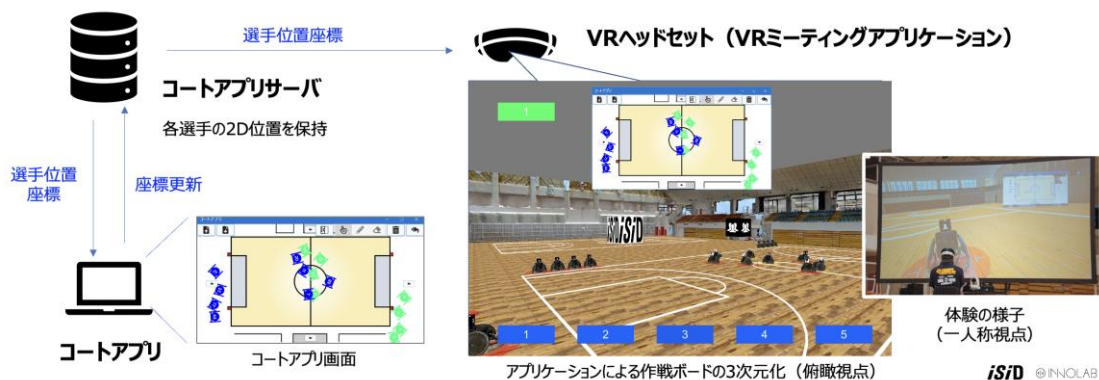


図 4.3.2.4-1) VR ミーティングシステム概要  
(出典：電通国際情報サービス)



図 4.3.2.4-2) VR ミーティング画面

### 4.3.2.5 AI 姿勢推定

AI 技術により、動画映像から人体の姿勢や、各関節の状態の詳細な分析を実現し、選手の基礎実技練習の客観的、定量的評価をサポートするシステム。

本システムは電通国際情報サービスが開発済みの以下の既存システムを用いて実現した。

## Act Sense とは

Act Senseは、動画から人の動作や姿勢を抽出するISIDのソリューションです。

Body Partsデータに加えて、画像処理、物体検出などの深層学習、データ解析技術と組み合わせ、お客様のニーズに基づいて、人の動作、行為、姿勢の意味を検出して出力します。

ビューア
データ解析
物体検出 その他 深層学習
OpenPose 等 姿勢推定技術
画像処理

Act Senseの要素技術

プレスリリース 

2018年6月27日

各位

株式会社電通国際情報サービス

### ISID、動画から人の動作や姿勢を抽出するソリューション「Act Sense」の提供を開始 ～カーネギーメロン大学の姿勢検知技術「OpenPose」を採用～

株式会社電通国際情報サービス(本社：東京都港区、代表取締役社長：釜井 節生、以下 ISID)は、動画に映る人の特定の動作や姿勢を抽出するソリューション「Act Sense(アクトセンス)」の提供を本日より開始します。Act Senseは、米国カーネギーメロン大学(CMU)が開発した、人体の姿勢の特徴点をディープラーニングを用いて検知する技術「OpenPose」を映像解析のエンジンとして利用しています。

■Act Senseの概要■

昨今、コンピューター・ビジョンの技術進展に伴い、映像の意味を解析し、生産性の向上や業務効率の改善に活用するニーズが顕在化しています。Act Senseは、CMUの姿勢検知技術 OpenPose で取得した人の姿勢情報に、自社開発のアルゴリズムを組み合わせ、特定の動作、行為、姿勢を検出します。例えば、作業者を撮影した動画から、特定の行動がいつ発生したか、作業者の姿勢に無理が生じていないかなどを抽出することが可能であり、工場、都市、オフィス、店舗、車、ヘルスケア等の幅広い産業やシーンで活用されることを想定しています。\*

<Act Sense で動作を抽出したイメージ>



スマホを見ている



2人がダンボールを持ってしゃがんでいる



ホワイトボードに書いている

図 4.3.2.5-1) AI 姿勢推定サービス概要 (出典：電通国際情報サービス)





### Act Sense Server (オンプレミス、またはクラウド)

図 4.3.2.5-2) AI 姿勢推定サービス構成例 (出典：電通国際情報サービス)

動画から人の動作や姿勢を抽出するソリューション「Act Sense」の提供を開始  
<https://www.isid.co.jp/news/release/2018/0627.html>

AI で運動能力を測定し、どのスポーツに向いているかを提案する「DigSports」  
<https://www.isid.co.jp/solution/digsports.html>

デスクワークにおける「良い姿勢」「悪い姿勢」のようなシンプルな判定評価から、危険が伴う業務における作業者の怪我を誘発しやすい姿勢、行動への注意喚起などにも活用をされており、スポーツ分野においては運動能力の可視化、評価にも実績の幅を広げている。

ローカル 5G ネットワークを介して高品質で取得された映像を対象に姿勢推定分析することにより、より精緻かつ正確な結果が得られることを目標とした。



図 4.3.2.5-3) AI 姿勢推定分析画面 (良い姿勢と悪い姿勢の比較)  
(出典：電通国際情報サービス)

また、本実証事業においては、エラーレスラーニング技術も併用し、選手が過去の自身の実技映像（ゴースト）に対して姿勢推定処理を施したものと、熟練者の見本映像を重畳し、技量向上の評価も試みた。

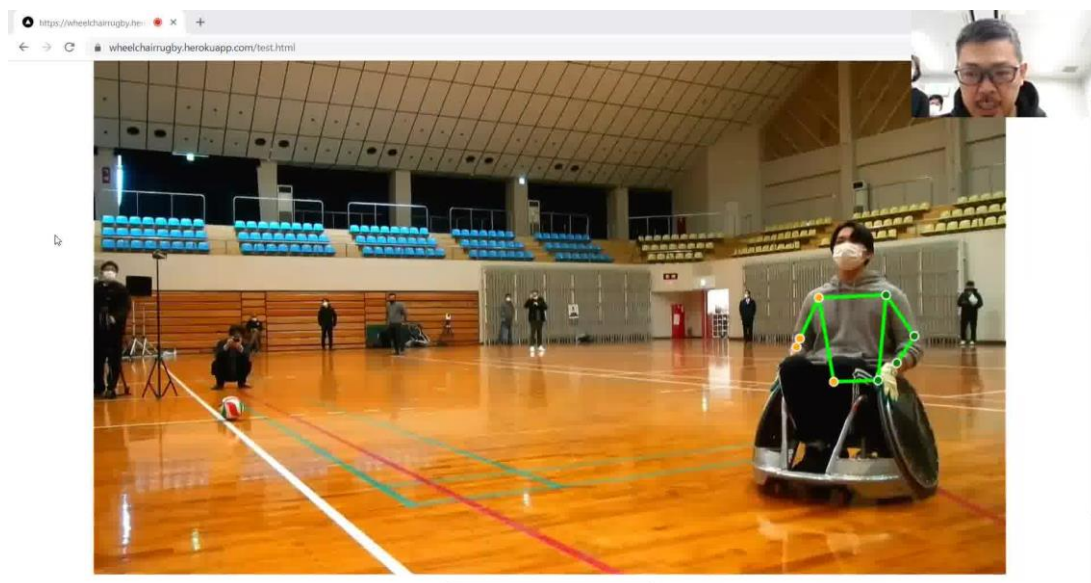


図 4.3.2.5-4) AI 姿勢推定画面①

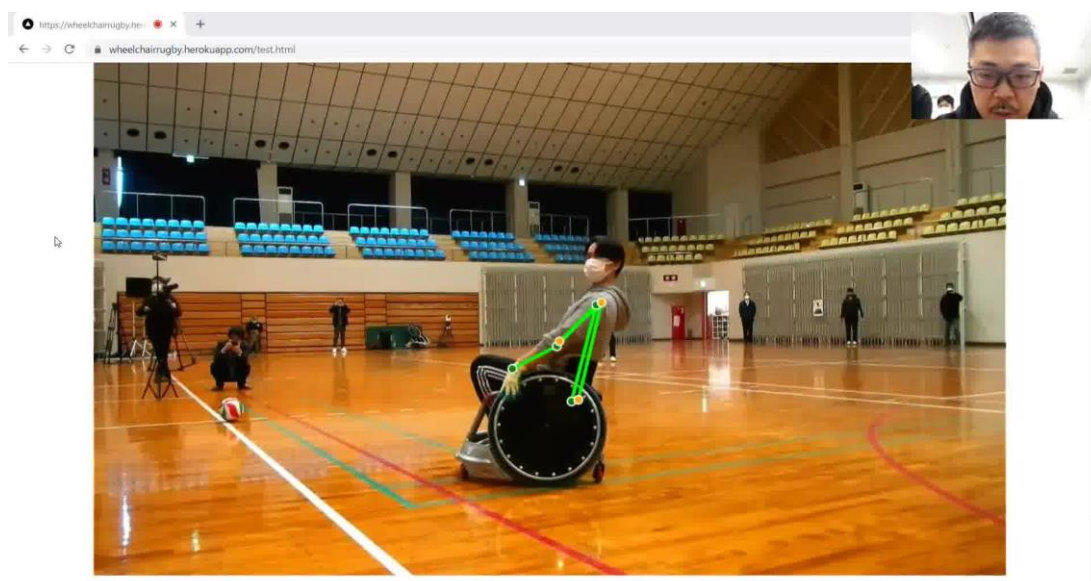


図 4.3.2.5-5) AI 姿勢推定画面②

#### 4.3.2.6 AI 人物検知

コート内における選手の分布状況を把握し、ホワイトボードや VR コーチングなど、選手の位置情報を多用する連携システムに対して補完的な情報を提供するシステム。

本システムは電通国際情報サービスが開発済みの以下の既存システムを用いて実現した。

人工知能（AI）による画像解析で個体数を自動カウント

<https://www.isid.co.jp/news/release/2017/pdf/0808.pdf>

俯瞰視点カメラからの映像に基づき、コート内で仮想的に分割したエリア単位を基本とした AI による画像解析を行い、ローカル 5 G 経由で取得した映像利活用の幅を広げる。



図 4.3.2.6-1) AI 人物検知画面①



図 4.3.2.6-2) AI 人物検知画面②

#### 4.4 実証内容

6つのシステムによる実施内容を表 4.4-1 にまとめた。



表 4.4-1) 各システムによる実証内容

No.	項目	内容
1	多視点映像	複数 4K カメラのリアルタイム視聴、記録再生、遠隔制御
2	ホワイトボード	戦術レベルでの選手、コーチ間での情報共有、可視化
3	VR コーチング	手振りなど、口頭では伝達が難しい実技指導の実践
4	VR ミーティング	ホワイトボードとの併用による VR 空間内でのチーム指導
5	AI 姿勢推定	人体関節に着目した姿勢や状態の可視化、反復練習支援
6	AI 人物検知	コート内における選手の分布状況の把握

また、リモートコーチングの評価においては、トレーニング形式と試合形式（模擬試合も含む）に大別して、それぞれについて各システムを適用し、選手、コーチの利用を通じてフィードバックを獲得、検証考察した。

表 4.4-2) トレーニングおよび試合形式での検証内容例

区分	項目	検証内容
トレーニング形式	パスワードなどボールのハンドリングスキルの向上	
	多視点映像	トレーニング実施時の様子を高精細な多視点の映像とリモート PTZ 制御による、自由度の高いカメラの首振り、ズームにて遠隔から確認。音声通話と合わせ円滑な双方向コミュニケーションと状況把握が可能なことを検証した
	ホワイトボード	指導者の説明意図を選手に対して図示して伝達する仕組みの確認。マンツーマン形式での指導において、指導内容を適切に伝達できることを検証した
	VR コーチング	ヘッドセットを用いた、指導者から選手への個別技能指導。幻肢痛システムを活用し、選手の上肢の効果的な使い方やクセの矯正などを、各選手の障害の状態に合わせたスムーズな指導の実現を検証した
	AI 姿勢推定	各選手の実技を撮影。姿勢推定技術による映像分析から運動解析を行い、コーチングの効果や反復練習での改善状況を可視化、検証した
試合形式	試合進行でのコーチング介入による個々のプレーや戦術へのアドバイス	
	多視点映像	コートサイドや 2F 観客席からの俯瞰視点など、複数視点にカメラを設置し、遠隔地からもリアルタイムで現地状況を把握する。共有可能なリプレイ機能など、プレー映像の再確認手段を提供し、有効性を確認した
	ホワイトボード	指導者の説明意図を選手に対して図示して伝達する仕組みの確認。多人数の試合形式など、複数人の選手の配置や情報提示が円滑にできることを確認した
	VR ミーティング	デジタルツインの手法でバーチャル空間内に現実のコートと各選手の状況を再構築し、指導に役立てる。個々のプレー指導については VR コーチングを併用し、効果を検証した
	AI 物体検知	コート内での選手の配置分布状況を映像から解析

		し、バーチャル空間内での情報に反映する。VR ミーティングにおける空間再現と合わせて検証した
--	--	--

また、ローカル5Gの下り回線の特徴を最大限生かした事業とするため、田川市総合体育館と遠隔地でのリモートコーチングに関わる実証事業（2回分）を活かして、田川市総合体育観客席にモニターを設置し、リモートコーチングの様子を体感してもらう場を整備した。

ここには、市内もしくは県内の障がい者スポーツ指導関係者を招き、本実証事業がコーチングの将来においてどのように有用となるのか、その価値を模擬体験してもらった。

実証の様子として、第1回（車いすラグビー）、第2回（車いすテニス、車いすラグビー）写真を以下の図4.4-1～図4.4-20に示す。



図 4.4-1) 第1回実証中の様子(観客席のモニター)



図 4.4-2) 第 1 回実証中の様子 (車いすラグビー) ①



図 4.4-3) 第 1 回実証中の様子 (車いすラグビー) ②





図 4.4-4) 第 1 回実証中の様子 (車いすラグビー) ③



図 4.4-5) 第 1 回実証中の様子 (車いすラグビー) ④



図 4.4-6) 第1回実証中の様子 (車いすラグビー) ⑤



図 4.4-7) 第1回実証中の様子 (車いすラグビー) ⑥





図 4.4-8) 第2回実証中の様子 (車いすテニス) ①



図 4.4-9) 第2回実証中の様子 (車いすテニス) ②



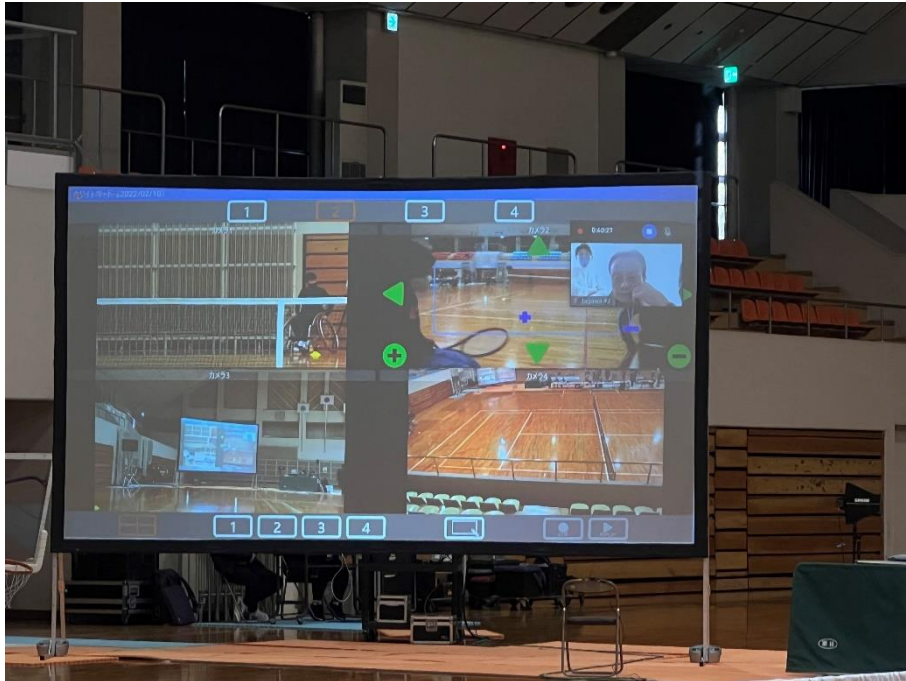


図 4.4-10) 第 2 回実証中の様子 (車いすテニス) ③



図 4.4-11) 第 2 回実証中の様子 (車いすテニス) ④



図 4.4-12) 第 2 回実証中の様子 (車いすテニス) ⑤



図 4.4-13) 第 2 回実証中の様子 (車いすテニス) ⑥





図 4.4-14) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ①

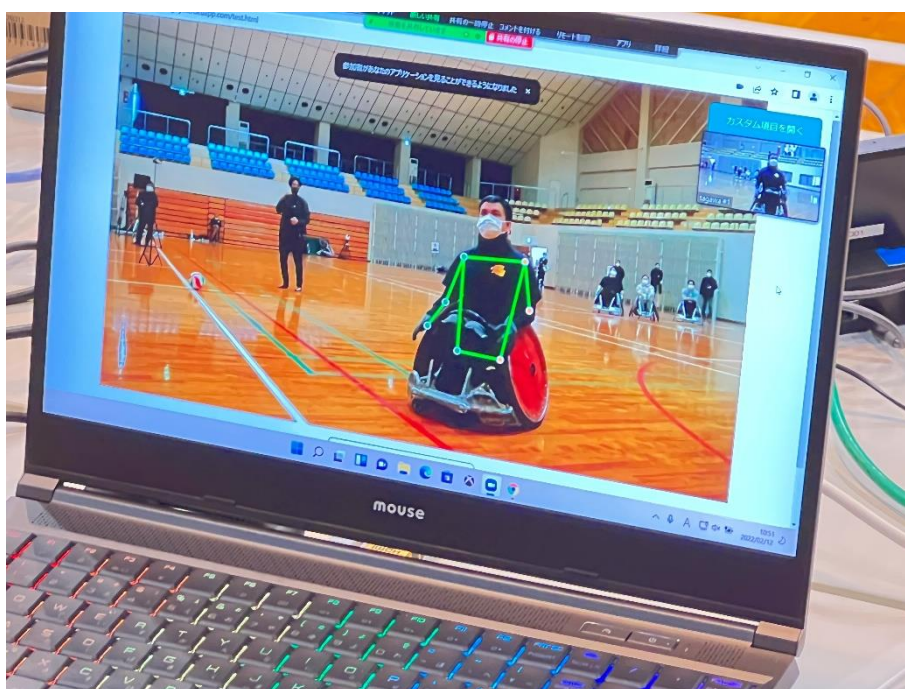


図 4.4-15) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ②



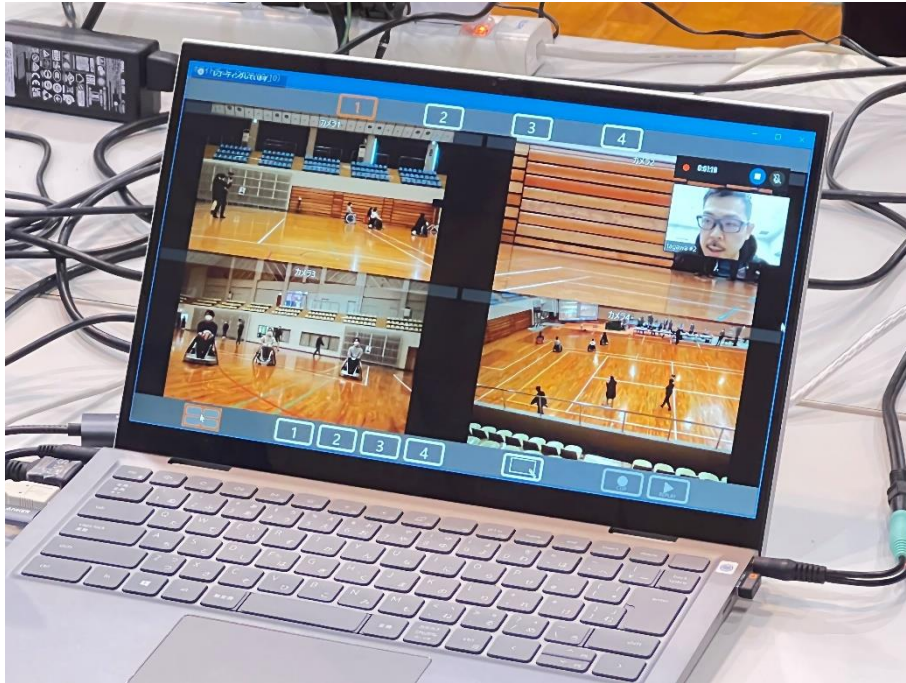


図 4.4-16) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ③

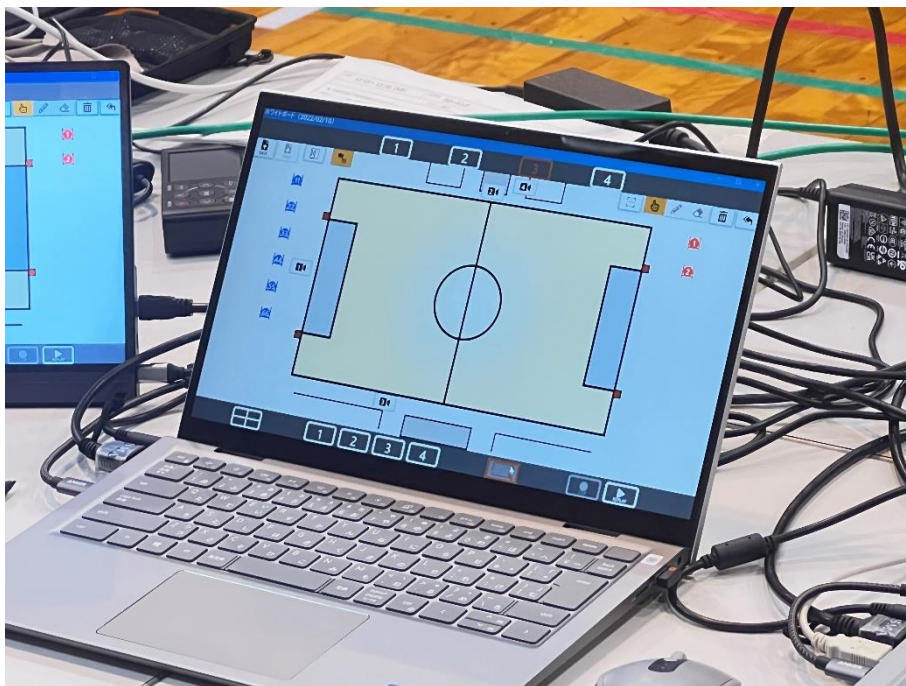


図 4.4-17) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ④

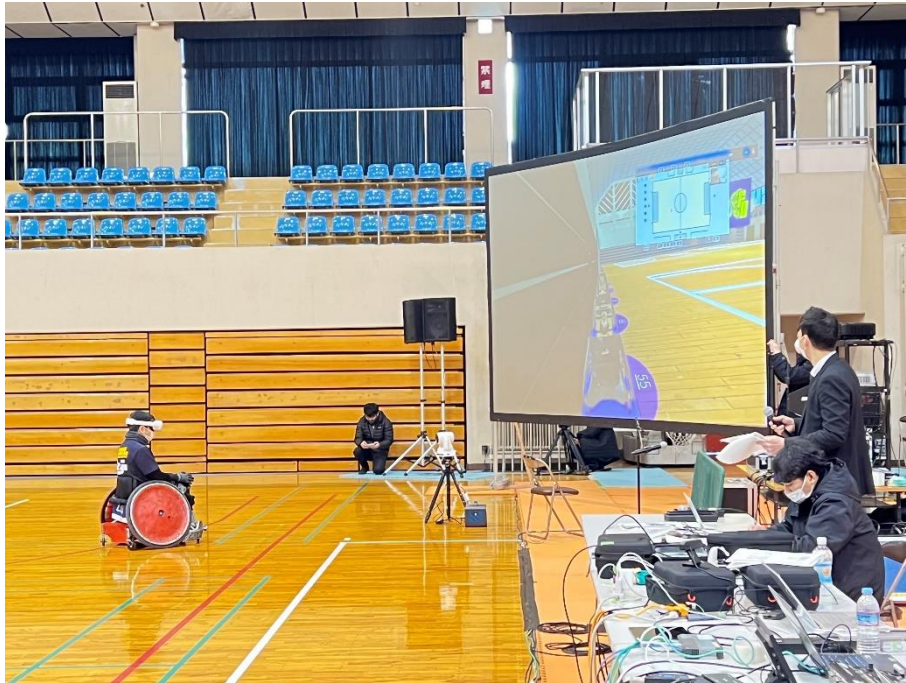


図 4.4-18) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ⑤



図 4.4-19) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ⑥





図 4.4-20) 第 2 回実証中の様子 (車いすラグビー) ⑦

#### 4.4.1 ローカル 5 G を用いたソリューションの有効性等に関する検証

##### 4.4.1.1 効果検証

###### (1) 評価・検証項目

評価・検証に関しては以下の方針で実施した。

定性的な面での評価・検証

⇒リモートコーチングシステムの導入効果に関する評価・検証

定量的な面での評価・検証

⇒技術的な性能面および費用対効果に関する評価・検証

定性的な側面からは、指導者および競技者を対象にアンケート調査（もしくはヒアリング）を行い、障がい者スポーツにおけるリモートコーチングの導入の可能性について評価した。

###### 1) リモートコーチングシステムの導入効果について

導入効果の検証として、指導者、選手それぞれに以下の調査を行った。



## a) 指導者

表 4.4.1.1-1) 指導者への導入効果に関する質問内容

a) 指導者への質問内容
・今回の実証事業を通じてリモートコーチングの可能性をどのように感じたか。
・多視点で選手が気づけない課題指摘に役立ったか。
・多視点で見ることで早くプレー上の課題に気づけたか。
・従来のコーチング時間より短縮化、効率化できたか。
・このシステムが全国の指導者に広がることで期待できる効果とは。
・今回のシステムで改善すべきポイントとは。
・このシステムを、他の競技種目で応用できる可能性は。
・さらに、どのような技術があるとリモートコーチングの質が向上するのか。
・言葉で伝えるだけの内容よりも多視点で競技スキル、戦術理解は深められたか。

## b) 選手

表 4.4.1.1-2) 選手への導入効果に関する質問内容

b) 選手への質問内容
・今回、初めてリモートコーチングを受けた感想は。多視点は自分だけの練習で気づけない点に気づけたか。
・従来のコーチング時間より理解を深めることができたか。
・各種技術を活用して指導されることは、スキル向上や理解力に繋がると思うか。
・自己学習（特に一人の自主練）においてこのシステムは有用に機能するのか。
・その他、どのような技術があるとスキルアップや理解力向上に繋がると思うか。
・今回の実証で、特に良かった点、悪かった点。

## 2) 技術的側面について

表 4.4.1.3-1 の技術的側面について、実証に参加した選手・コーチの両方にヒアリングを行った。具体的には、車いすラグビーのヒアリング対象選手は福岡ダンデライオンの複数選手、ヒアリング対象コーチは三阪洋行氏（2004年のアテネ大会、08年の北京大会、12年のロンドン大会の3大会連続パラリンピック出場。現日本パラリンピック委員会アスリート委員会委員長）とした。また、主に飯塚市で活動している車いすテニスの選手・コーチの合計4名へもヒアリングを実施した。

表 4.4.1.1-3) 技術的側面に関わる設問

No.	実証技術（項目）	検証事項
1	多視点映像	
	(1) 設置台数	全体を俯瞰するために十分な台数であったか
	(2) カメラ操作	ズームイン、ズームアウトなど操作性について

	(3) 画像精度	課題を検証するための画像の質について
	(4) 遅延性能	映像の遅延に問題はなかったか
	(5) 応答性能	カメラ操作のレスポンスは十分であったか
2	ホワイトボード	
	(1) 再現性	指導者が意図する指導が的確に行えたか
	(2) 納得性	選手が指導内容を理解することに優れているか
	(3) 自由度	ボード上での選手の操作、記入操作に問題はないか
3	VR コーチング	
	(1) 再現性	指導者が意図する指導が的確に行えたか
	(2) 納得性	選手が指導内容を理解することに優れているか
	(3) 自由度	視点、相対位置の選択に制約はなかったか
4	VR ミーティング	
	(1) 対話性	遠隔地の選手との対話はスムーズであったか
	(2) 情報共有性	画面越しの説明手法等が容易であったか
	(3) 参加性	選手それぞれが参加できる仕様であったか
	(4) 再現性	VR 空間での体育館館内の再現品質について
5	AI 姿勢推定	
	(1) 指導法	同じ動きを学ぶのに最適なツールとなるか
	(2) 自己学習	自分自身で動作を再現することが容易となるか
	(3) 認識精度	姿勢判定処理の安定性、正確性について
6	AI 人物検知	
	(1) 情報価値	取得した検知情報の精度、活用方法について
	(2) 認識制度	人物検知処理の安定性、正確性について

### 3) 費用対効果について

リモートコーチングのコスト面における優位性の有無を検証した。民間企業でラグビー指導を行っている菊谷崇氏（2011年ラグビーワールドカップ日本代表キャプテン。株式会社 Bring Up Athletic Society 代表取締役）の協力のもと、スポーツ指導に関わる費用を、諸経費も含めて算出した。

表 4.4.1.1-4) 費用対効果に関わる設問

費用項目	リモートコーチング費用	面着コーチング費用
基本指導料	〇〇円	〇〇円
追加指導料 (拘束時間に応じたコストなど)	〇〇円	〇〇円
移動・滞在費	〇〇円	〇〇円
システム利用料	〇〇円	〇〇円
	計〇〇円	計〇〇円

上記設問における項目は主に三阪洋行氏と菊谷崇氏へのヒアリングから導いた。競技に

よっては選手ポジションやトレーニング別の専門指導が行われるため、料金体系が異なる場合もあるが、本設問ではそれらは全て「基本指導料」として扱うこととした。また、リモートコーチングの費用対効果を比較検証するために、実際の指導時間だけの費用を見るのではなく、指導に関連する「追加指導料(拘束時間に応じたコストなど)」や、「移動・滞在費」、「システム利用料」などの項目も合わせて総合的に検証を行っていく。

## (2) 評価・検証方法

車いすラグビーを対象にトレーニング形式と複数人（2対2や1対1）の練習試合形式での実戦トレーニングを実施した。指導者は遠隔地におり、会場に設置された4K高精度カメラの画像を通じて指導を展開した。問題点などを指導する際は、過去の映像をベースに遠隔で指導した。

さらに、画像情報を解析しながら、プレイヤーのポジショニングや戦術面での課題を可視化した。

検証は合計で2回実施し、第1回実証の車いすラグビーで明らかとなったソリューション上の課題をすぐに改善し第2回の実証を行った。また、第2回実証の開催直前にコロナ感染が急拡大したため、車いすラグビー選手を遠方より大勢招くことができなくなったが、近隣の飯塚市の車いすテニス選手とコーチに声掛けし、第2回実証を行った。車いすラグビーに関しては、競技経験がない初参加選手も含め、合計4人で第2回実証を行うことができた。これらの実証実施日・競技・人数をまとめると以下の通りとなる。

表 4.4.1.1-5) 実証競技の整理

	実施日	実施競技	選手人数	コーチ人数
第1回実証	2021年12月24日	車いすラグビー	5名	1名
第2回実証	2022年2月11日	車いすテニス	2名	2名
	2022年2月12日	車いすラグビー	4名	1名

第1回実証：

2021年12月24日（金）車いすラグビー

- ①多視点映像
- ②ホワイトボード
- ③VR コーチング
- ④VR ミーティング
- ⑤AI 姿勢推定
- ⑥AI 人物検知（動作検証のためのサンプル映像撮影のみ）

第2回実証：

2022年2月11日（金）車いすテニス

- ①多視点映像
- ②ホワイトボード
- ③VR コーチング（デモンストレーション）



- ④VR ミーティング (デモンストレーション)
- ⑤AI 姿勢推定 (デモンストレーション)
- ⑥AI 人物検知 (デモンストレーション)

2022 年 2 月 12 日 (土) 車いすラグビー

- ①多視点映像
- ②ホワイトボード
- ③VR コーチング (デモンストレーション)
- ④VR ミーティング (デモンストレーション)
- ⑤AI 姿勢推定
- ⑥AI 人物検知

※デモンストレーション

被験者の代わりに担当技術者が検証機器を装着して体験内容を見せて説明する手法。口頭や図示での説明と比較して理解は高まるものの、被験者本人の実際の体験ではないため、意見は参考として捉え、実証実験の結果に反映していない。

### (3) 実証結果及び考察

#### 1) リモートコーチングシステムの導入効果について

本実証では前章のとおり、各種アプリケーションにおけるリモートコーチングの導入効果および技術的面についてヒアリングを実施した。各種アプリケーションの実証結果概要を以下 a) に、ヒアリング結果を b) に示す。

#### a) 各種アプリケーションの実証結果概要

##### ① 多視点映像

車いすラグビー、車いすテニスの両種目に対して、4 台の 4K カメラを、3 台を 1 階コートサイド、1 台を 2 階観客席に設置して多視点映像の効果検証を実施した。

さまざまな画面表示モードやリプレイなど、アプリ機能の確認の他、PC のモニター構成の違いによる使い勝手なども確かめた。



図 4.4.1.1-1) 多視点映像の使用例（内蔵画面のみ、シングルモニタ構成での指導例）



図 4.4.1.1-2) 多視点映像の使用例 (外部モニター併用、マルチモニター構成での指導例)



図 4.4.1.1-3) マルチ画面視聴の例 (最大 4 画面までを同時にタイル状に並べて視聴)





図 4.4.1.1-4) シングル画面視聴の例 (1 画面を全画面表示)



図 4.4.1.1-5) リプレイ機能の操作イメージ  
(シーン選択画面からマークしたシーンを頭出しして再生指示)



図 4.4.1.1-6) リプレイ機能の操作イメージ

(一時停止、再生速度の変更、多視点同時リプレイやカメラの切り替え表示が可能)

#### ■実証内容概要

第1回：ネットワークの性能が不十分なため、映像の伝送品質やレスポンスの低下が見られた。画質の調整やリプレイ機能の一時停止など、通信負荷軽減対策を施して検証を進めた。

第2回：リプレイ機能も含む、全機能について検証を実施した。操作 UI については第1回実施時のフィードバックを反映した。

#### ■実証結果・考察の概要

多視点映像については、リモートコーチングのベーシックな提供機能として位置付けられている。リプレイ機能など、コーチ側での映像確認のみならず、指導を受ける選手と映像を共有することで、これまでの面着トレーニングでは難しかった実際の映像での振り返り確認が容易に実現できるメリットが期待される。

### ② ホワイトボード

車いすラグビーを中心に、試合形式トレーニングの詳細指導用途として活用された。タッチ操作も可能なタブレットスタイルの PC を採用し、画面上の選手のコマを自由に移動させたり、文字や絵をかいたりして相手に伝えることの有効性を確認した。

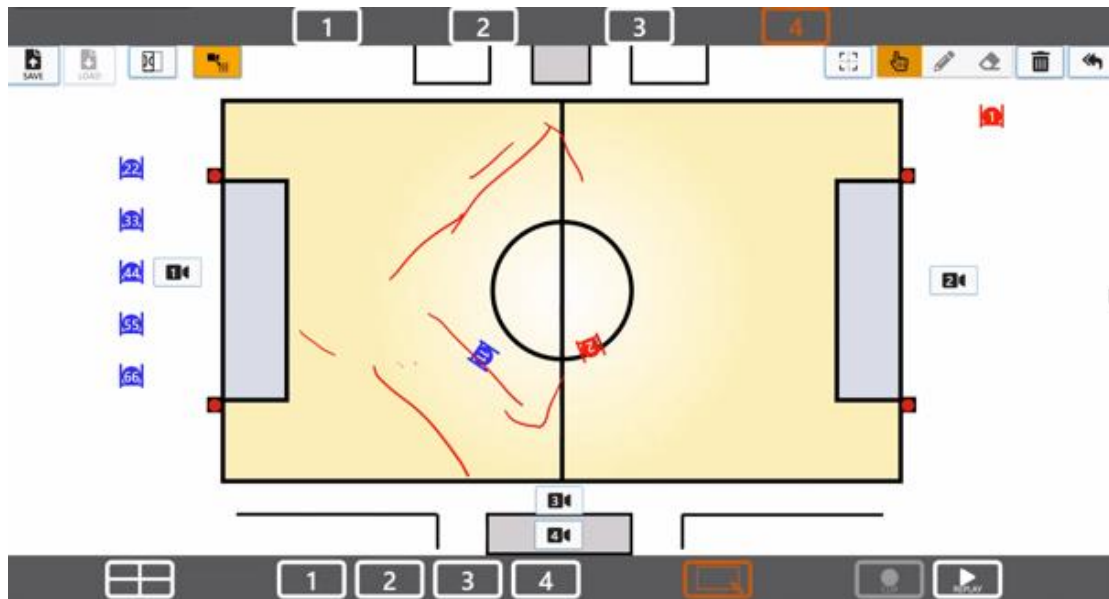


図 4.4.1.1-7) ホワイトボード：標準画面モードでの指導例

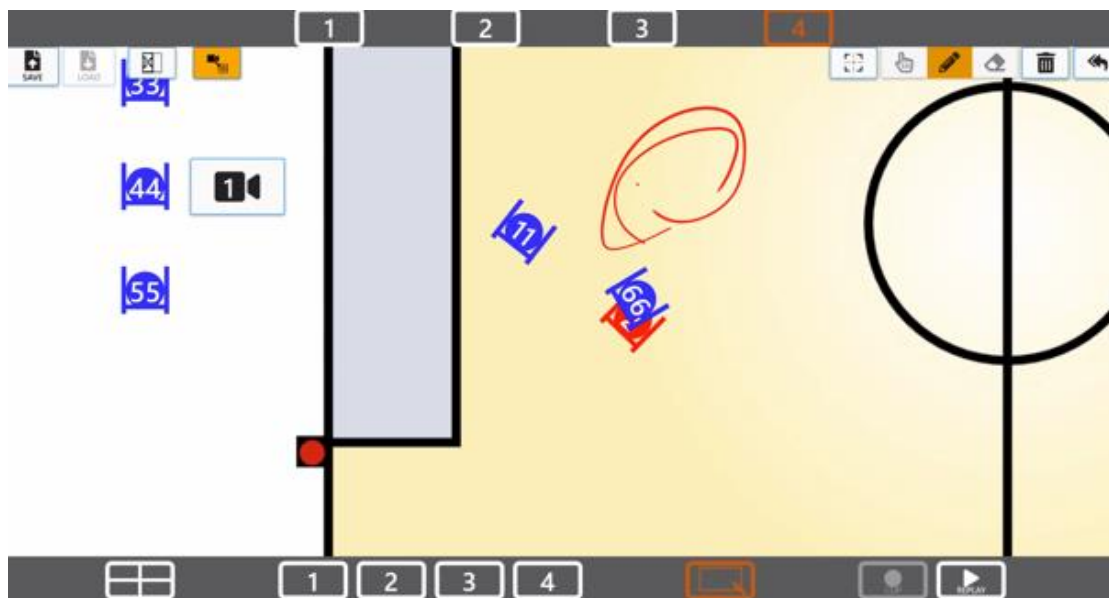


図 4.4.1.1-8) ホワイトボード：拡大画面モードでの指導例

#### ■実証内容概要

第1回：基本機能について検証を実施。VR ミーティングとの連携を確認。

第2回：コート半面使用時の操作性向上や、拡大表示、AI 人物検知の結果表示対応などを拡張して検証した。

#### ■実証結果・考察の概要

面着トレーニングでは紙やホワイトボードを使って容易に戦術指導が可能だが、リモートコーチングではこうしたツールがない場合、言葉での指導が中心となり意思疎通が難しい。指導内容のフィードバック手段として多視点映像とのセットでの活用が考えられる。



### ③ VR コーチング

車いすラグビー選手に対して、離れた場所にいるコーチが VR を用いて遠隔で身振り手振りによる指導を行った。VR コーチングシステムを活用し、遠隔コーチの手の動きを選手に見せることで、正しいフォームの伝達やメンバーの動きの姿勢を矯正する指導ができるかを確認した。

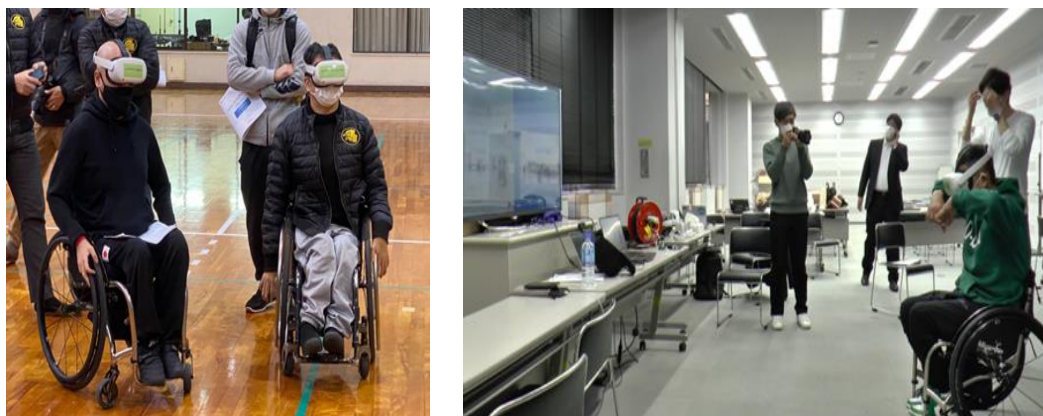


図 4.4.1.1-9) VR コーチングによる指導例

左) : VR を視聴しながら指導を受ける体育館にいる車いすメンバー  
右) : 遠隔にいるコーチが VR を通じて正しい動きを伝達する様子

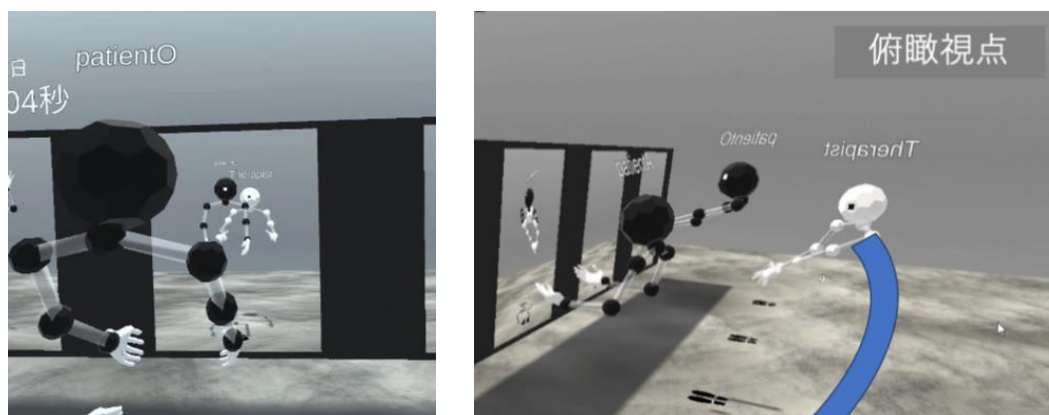


図 4.4.1.1-10) VR コーチングによる指導例 (VR 空間内での指導の様子)

左) : VR 空間で選手 (黒いアバター) がコーチ (白いアバター) に鏡イメージの映像と正対して指導を受ける様子  
右) : コーチ (白いアバター) が参加している複数の選手に指導している様子を俯瞰した映像

(出典 : 電通国際情報サービス)

#### ■実証内容概要

第 1 回 : VR を通じたりモートコーチングが動作の指導・矯正に活用できるか、指導者

や障害があるメンバーが有効と感じるかを確認。選手やコーチからのヒアリングによってその有効性と課題を確認した。

第2回：VRによるコーチングが将来の指導手法としてそのユースケースをVRミーティングとともにデモンストレーションした。

#### ■実証結果・考察の概要

対面でのトレーニングでは、コーチが選手の動きを実際に見て指導することができるが、練習時に選手が集合できない場合など対面で指導できないケースでは、コーチや選手はVRヘッドセットを装着することで、動きを共有することができる。ローカル5Gの整備された体育館内では、体験の場所の自由度が高く、多人数で同時参加できるメリットがある。またインターネットを介した共有相手側でもヘッドセット単体で参加ができるため、自宅などコーチや選手の都合の良い場所など、どこからでも参加でき、多視点映像やホワイトボード、AI姿勢推定など他の指導方法と合わせて、より効率的に練習に参加できる。

#### ④ VRミーティング

②ホワイトボードアプリケーションが提示するプレイヤーの位置とバーチャル空間内の選手の位置、向きを同期させる表示が可能。これにより遠隔にいる指導者の2D指導を選手がVRの3D空間内で、一人称視点で指導が受けられるようになり、選手がコーチ指導の納得感を向上させ効率的な指導が期待できる。本実証では実際に本システムで指導を行い、その可能性について検証した。



図 4.4.1.1-11) VRミーティング画面例  
ホワイトボードアプリと連動した位置表示が再現される



図 4.4.1.1-12) VR ミーティング画面例 (VR 空間内での指導の様子)  
【他の視点から見たときの VR 空間を表示】

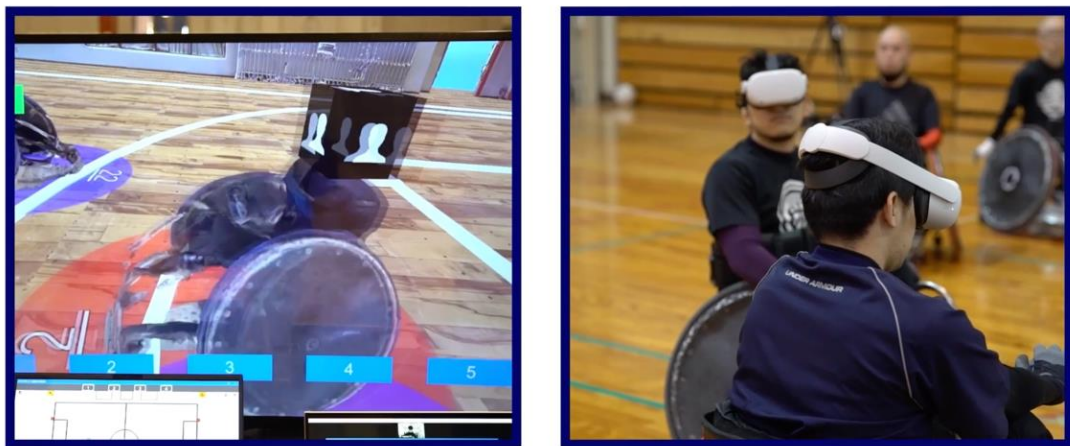


図 4.4.1.1-13) VR ミーティング指導例  
【選手が遠隔でコーチの指示を VR 空間で体験する様子。左は選手視点の映像】

■実証内容概要

第1回：VR による選手の一人称視点指導が遠隔で効果的に機能するかを確認。練習の中で実際に使われるケースで指導を実演し、コーチや選手からその有効性と課題を



ヒアリングした。

第2回：VR ミーティングが将来の指導手法としてそのユースケースを VR ミーティングとともにデモンストレーションした。

#### ■実証結果・考察の概要

2D の表現から 3D の表現になることで、より臨場感がある指導内容を理解できたとのコメントもあり、将来的な可能性を確認できた。一方で、プロアスリートになるほど緻密な空間の再現性や相手との距離感が重要となり、床などの再現が重要であることがヒアリングにより確認された。

新しい指導方法であるため、コーチも選手も操作方法や指導のあり方などへの慣れが重要である。VR コーチングと同じく、ヘッドセット単体でも参加ができるため、ネットワークが確保できる環境であればコーチングができ、自宅などコーチや選手の都合の良い場所など、どこからでも参加できる。コーチや選手が本システムに慣れ、実際に多用されれば、より効率的に練習を進めることができる点について期待が持てることが明らかになった。

### ⑤ AI 姿勢推定

車いすテニスにおけるサーブ・車いすラグビーのチェアスキルトレーニング（ストップ&ターン/パス）を対象に AI 姿勢推定の評価を行った。4K カメラの映像を AI 姿勢推定アルゴリズムへ入力し、選手の姿勢を抽出した（下記図参照）。

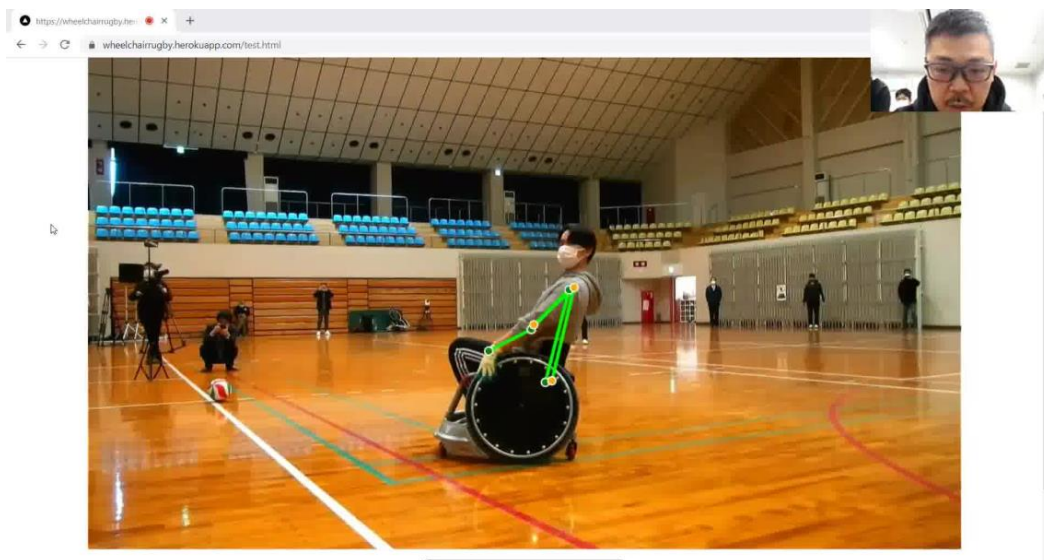


図 4.4.1.1-14) AI 姿勢推定の画面例

処理の流れは以下の通りである。

- ① 4K カメラで撮影された映像をローカル 5 G 経由で受信
- ② 受信した映像に対し AI 姿勢推定解析を実施

## ■実証内容概要

第1回：ネットワークが不安定であった4Kカメラからの受信ではなく、PCに直接有線接続されたカメラにて、リモートコーチングへの活用方法を検討・評価・検証した。リモートコーチングでの活用方法を確立した。

第2回：第1回の課題として、「ネットワーク不安定によりローカル5G経由の映像を使用していなかった」という点があった。第2回の実証では、4Kカメラ映像をローカル5G経由で受信し、4Kカメラ・ローカル5G - AI姿勢推定という構成にて検証し、リモートコーチングへの応用可能性を示した。

## ■実証結果・考察の概要

車いすラグビーにおける重心移動等の動作確認は、非常に分かりやすかったとコメントを得ており、リモートコーチングへの応用可能性を示すことができた。

例えば、車いすラグビーのブレーキは体を反らし、胸を張ることが大事になる。しかし、遠隔では身体をどのように動かせばよいかを言葉で指導することが難しい。今回、AI姿勢推定技術により「黄色と緑の線が車輪の外に行くぐらい体を反らして胸を張る」というように伝達が可能となった。コーチが直接せずとも身体の使い方を使えることを示した。

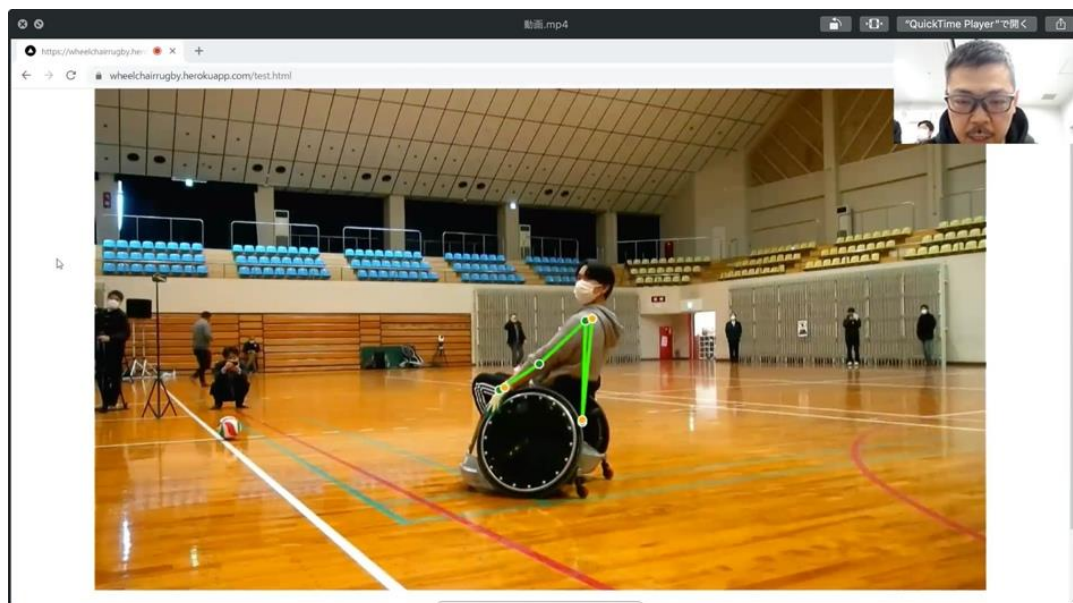


図 4.4.1.1-15) AI 姿勢推定の指導例  
【「黄色と緑の線が車輪の外に行くぐらいに体を反らして」と  
コーチングしている様子】

ただし、車いすテニスにおけるサーブが認識できなかったように、素早い動きは残像となってしまう、解析ができないことがある。サーブ動作のような素早い動作をリモートコーチングする際は、カメラFPSを上げる必要があるように思われる。もしくは、コーチングを受ける際は、ゆっくりとした動作で動きを確認するという制限が入ることとなる。

## ⑥ AI 人物検知

車いすラグビーのチェアスキルトレーニング（90度ターン/270度ターン）の様子を対象に、AI 物体検知の評価を行った。AI によるコート内の選手検知、コート半面を 9 分割した区分のどこにいるかの判定、射影変換によるコート上へのマッピングを行った。（下記図参照）

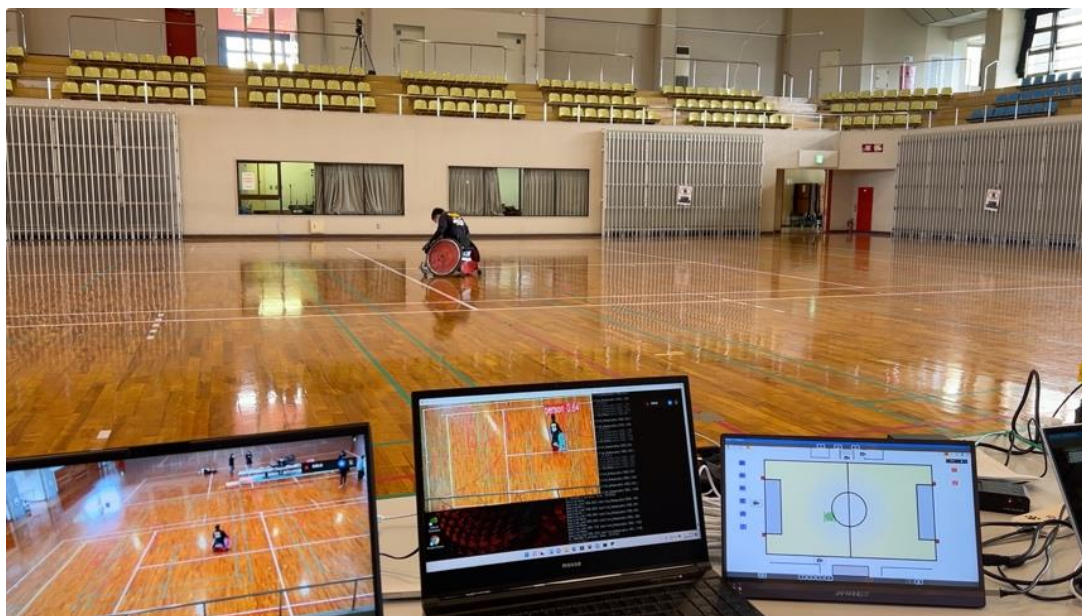


図 4.4.1.1-16) AI 人物検知の動作状況

【左 PC 画面：4K カメラで撮影された映像】

【中央 PC 画面：AI 検知・区分判定・射影変換の様子】

【右 PC 画面：AI で検知した座標を前述のホワイトボードアプリに反映させている様子】

処理の流れは以下の通りである。

- ① 4K カメラで撮影された映像をローカル 5 G 経由で受信
- ② 受信した映像に対し物体検知を実施。検知された座標からハーフコートを 9 分割したどの区分にいるかを判定、また射影変換を行い、2 次元座標上での位置推定を実施
- ③ ②で検出した位置推定をホワイトボードアプリに送信し、可視化





図 4.4.1.1-17) カメラ映像



図 4.4.1.1-18) AI 検知・区分判定・射影変換



図 4.4.1.1-19) ホワイトボードへ位置反映

#### ■実証内容概要

第1回：田川体育館をどういう構図で撮影できるかを検討し、9分割の区分判定・射影変換のためのテスト動画を撮影。

第2回：1回目の実証の際、撮影した動画をベースに9分割の区分判定・射影変換を調整し、4Kカメラ映像を入力し、選手検出を評価。4Kカメラ・ローカル5G-AI物体検知という構成で評価を行い、リモートコーチングへの応用可能性を示した。

#### ■実証結果・考察の概要

車いすラグビーにおいては、半面コートを9分割でポジショニング分析しており、どのポジションを取っているかを9分割で判定できる機能はポジショニング指導に活用できる可能性がある。射影変換された選手位置座標もホワイトボードと連携することで、遠隔コーチが各選手のポジションを俯瞰的に把握することに役に立つ。また、物体検知をせずとも、斜め上からの4Kカメラ映像を射影変換して表示するだけでも、擬似的に天井から撮影されたカメラと類似したイメージとして見ることができ、より俯瞰的なイメージを持つことができると考えられる。

#### b) リモートコーチングシステムの具体的なフィードバックについて

システムを導入した場合の効果について、車いすラグビー三阪コーチと、車いすテニス岩崎コーチにヒアリングを行い、以下の具体的なフィードバックを得られた。また、三阪コーチからは導入効果だけでなく、1～2回目にかけて行ったシステム改善部分もチェックしてもらい、岩崎コーチからは将来的な展開（追加開発）に関する意見も聞くことができた。

表 4.4.1.1-6) 導入効果に関する回答結果 (指導者)

a) 指導者への質問内容	【車いすラグビー】 三阪洋行コーチの回答 第1回、2回実証の両方に参加	【車いすテニス】 岩崎満男コーチの回答 第2回実証のみ参加
今回の実証事業を通じてリモートコーチングの可能性をどのように感じたか。	場所的制約がある人が指導できるというコンセプトに可能性を感じる。	可能性はある。車いす競技は指導者が少ないこともあり、良い指導ができる人に見てもらうことが可能になる。
多視点で選手が気づけない課題指摘に役立ったか。	選手は主観的にしか見えない状況なので、背中側からなど別アングルから見える映像があると指導に役立つ。	テニスは基本的には多視点で見ているので、実証の際もいろんな角度から見えたのは有用だった。
多視点で見ることで早くプレー上の課題に気づけたか。	良かった。練習メニューに応じて切り替えられる点には期待感が持てる。	選手の動きの確認としては有用になりそう。
従来のコーチング時間より短縮化、効率化できたか。	物理的な移動も含めてであれば短縮できる可能性はある。機材セッティングや、トラブルシューティングで時間取られる可能性があるため、その点にも留意すべきである。	フィードバックの部分に効果がありそう。選手がミスしたところに調整をかけるために使う。
このシステムが全国の指導者に広がることで期待できる効果とは。	障がい者スポーツは競技者、指導者が少ないので、自分自身でトレーニングしている人が多い。こういったツールがあると、そこに期待して人が集まるかもしれない。また、外国のコーチも含めて、アクセスフリーになり、国を超えて使えるようになると良い。	遠隔地でも良いコーチの指導を受けられると良い。回数を減らす等の効率を上げる視点よりも、クオリティを上げる視点の方が重要だと思う。一般レベルのコーチが3年指導するより、しかるべき人が1年指導する方が、指導効果が高いと考える。
今回のシステムで改善すべきポイントとは。	一般的な人が持つハード・ネット環境で使えるようになること。	車いすテニスの場合はボールのインパクト音が重要なので、映像と合わせて音も拾える仕組みが欲しい。
このシステムを、他の競技種目で応用できる可能性は。	車いすを使った競技、特にチーム競技は応用できると考える。	車いすバスケ、ボッチャ、バドミントンなど、ほぼほぼ使えそう。AI姿勢推定は陸上系競技に可能性がありそう。
さらに、どのような技術があるとリモートコーチングの質が向上するか。	ラグビーは領域（スクラム、ボックス）によって別コーチがいるため、内容に応じて別コーチがすぐに教えられるようになると良い。	選手のプレーを映像と合わせてすぐにデータ解析する機能が欲しい。これにより選手の感覚が残っているうちに客観的なフィードバックができるようになる。
言葉で伝えるだけの内容よりも多視点で競技スキル、戦術理解は深められたか。	多視点とホワイトボードの活用で選手は理解できていると感じている。	普段の指導でも撮影した映像を止めながら行っているので、有用だと思う。



また、実証に参加した車いすラグビー選手と車いすテニス選手にもヒアリングを行い、以下のフィードバックを得られた。

表 4.4.1.1-7) 導入効果に関する回答結果 (選手)

b) 選手への質問内容	【車いすラグビー】 ダンデライオン選手の回答	【車いすテニス】 選手の回答
今回、初めてリモートコーチングを受けた感想は。多視点は自分だけの練習で気づけない点に気づけたか。	今後絶対必要になってくる技術だと思うので、今回体験できて良かった。多視点では、リプレイ映像による指導を即座に練習に活かせるという点が良かった。(下野選手)	自分のプレーをすぐに見直せたのが便利だった。普段は自分のプレー姿を見ながら練習することがないので、有益だと感じた。(矢野選手)
従来のコーチング時間より理解を深めることができたか。	成長スピードの加速に繋がると感じた。特に、地方のメンバーはコーチングを受ける機会自体が少ないため、短時間でもいろんなコーチから、評価を受けることが大事。(中町選手)	いろんな角度から自分の動きや姿勢等を確認できた。(森本選手)
各種技術を活用して指導されることは、スキル向上や理解力に繋がると思うか。	ホワイトボード、多視点映像は効率化を感じた。VR ソリューションも悪くなかった。AI 姿勢推定などは、個人練習でも有効だと感じた。(村田選手)	車いすテニスで重要であるボールとの距離感に関する指示が分かりやすかったことから、全体的に理解できたと思う。(森本選手)
自己学習(特に一人の自主練)においてこのシステムは有用に機能するのにか。	有用だと思う。映像を用いて、フィードバックを受けられる仕組みは魅力的だった。走行距離やプリント回数が分かると有り難い。(吉森コーチ)	使ってみたい。画像を見ながら復習もできる点は良いが、スマホだと画面が小さいのでタブレットやPCなどの大きい画面で見られる方が良い。(矢野選手)
その他、どのような技術があるとスキルアップや理解力向上に繋がると思うか。	VR 指導において、仮想1対1や仮想多人数プレーができると良い。仮想で動いてくれる選手が目の前に映像として出てきて、自分の動きもリンクさせるといった使い方を想定。(堀選手)	リモートコーチングで習った動画を全て録画し、コーチの言葉を聞きながら、見直しや復習ができれば良いと思った。(矢野選手)
今回の実証で、特に良かった点、悪かった点。	<p>■良かった点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多視点を用いた1対1や2対2のフィードバック</li> <li>・ホワイトボードによる指導</li> </ul> <p>■悪かった点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現時点でVR導入はあまり現実的じゃないと感じた</li> <li>・各機材の専門スタッフが必要なら実際の導入は難しそう(乗松選手)</li> </ul>	<p>■良かった点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・指導が理解しやすかった</li> <li>・自分の姿勢も確認できた</li> </ul> <p>■悪かった点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・そこまで問題にならなかったが、より高画質、低遅延の環境になると良いと思う(森本選手)</li> </ul>

上記記載のシステム導入による全体的な効果だけでなく、各ソリューションの詳細評価項目に対してコーチ・選手の双方からフィードバックを得られたので、下記に記載する。

表 4.4.1.1-8) コーチ側詳細検証項目コメント一部抜粋

＜多視点映像：コーチアンケート＞	
1：システムの有効性	
1-1：カメラ映像によるリモートからの現地状況の把握が可能であったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 練習メニューに応じて切り替え、現地状況の把握が可能であった。</li> <li>・ 自分の客観的なプレーを選手に見せることも大事。今後は選手の背中側からなど別アングルから見せることなど行いたい。</li> </ul>
1-2：設置台数、設置場所などは適切であったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状で適切だと思ったが、可能であれば天井にもカメラを設置したい。</li> </ul>
1-3：画質など映像の品質面や安定性に問題はなかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 画質としてモニターは小さくても問題ない</li> <li>・ ライブで動いているものは乱れることがあり、細かいシーン（肩の動作）はぼやけると把握できなくなることもあった。</li> </ul>
1-4：映像の遅延や応答性などに問題はなかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 問題なかった。</li> </ul>
1-5：現地とのコミュニケーションは円滑だったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 映像は良かったが、今後の課題として現場の集音を良くしたい。カジュアルかつ円滑にコミュニケーションできる方法を考えたい。</li> </ul>
2：システムの操作性	
2-1：デュアルスクリーン（手元＋大画面）の使い勝手は良好だったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小さい画面でも確認したが問題なかった。</li> </ul>
2-2：カメラの選択操作、PTZなどは直感的に操作できたか ⇒操作 UI を刷新したため	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第2回実証時にはアイコンを大きくしてもらい、だいぶ操作しやすくなった。</li> <li>・ やって見ないと分からないが、ボタンを集約した方がより分かりやすいかもしれない。</li> <li>・ いま操作している機能がハイライトされるとさらに良くなるかもしれない。</li> </ul>
2-3：リプレイ映像の記録、選択再生などの操作に問題はなかったか ⇒改良したため	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第2回実証時には第1回実証時よりとても使いやすくなった。スライダー、スローなどを実際に使った。</li> <li>・ 例えば、練習メニューで切り分けられるようになるなど、クリップが多くなった場合に整理をできるようになるといい。</li> </ul>
＜ホワイトボード：コーチアンケート＞	
1：これまで（対面）の指導方法よりも指導しやすくなった点はどこか。	

1-1：選手に戦略イメージを伝えやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>元々やり慣れている現物と同じなので問題なく伝えられた。また、デジタルならではの良さが出ていた。</li> </ul>
1-1-1：選手に意図を伝えられたか	<ul style="list-style-type: none"> <li>伝えやすかった。記入したものを消したりするのが素早くできるため、オンライン、対面に限らずいいツールになりそう。</li> </ul>
1-1-1-1：相手選手の動き方とそれを妨げるための戦術は理解させやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>進行方向など分かるアイコンなので、分かりやすい。</li> </ul>
1-1-1-2：味方選手の動き方とそれを実行するための戦術は理解させやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>フルコートだけでなく、ハーフコートでやっても理解させやすかった。</li> </ul>
1-1-2：選手は指示の意図を理解したと感じられたか	<ul style="list-style-type: none"> <li>選手は理解できたと感じられた。</li> </ul>
1-1-3：伝えづらかったのはどのあたりか	<ul style="list-style-type: none"> <li>アイコンが小さくて回す作業、細かい位置調整がしにくい</li> <li>2つのアイコンが近いと、違う方を触ってしまうことが発生しやすいもたつくこともあった。</li> <li>いま操作しているアイコンを強調して目立たせるとさらに良くなる。</li> </ul>
1-1-4：選手がプレーの中でのべき位置について指示しやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>現物と同じ感覚で問題なかった。</li> </ul>
1-2：練習が効率化できたか感じられたか	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報の伝えやすさという点では効率化ができたと感じた。</li> </ul>
1-2-1：ホワイトボードによる指導によって選手が意図を持って動作した／練習したと感じられたか	<ul style="list-style-type: none"> <li>指導が選手の動きに反映されたと感じられた。</li> </ul>
1-2-2：練習の意図を実現するための反復回数は減ったか。減ったとすればどの程度か	<ul style="list-style-type: none"> <li>ホワイトボードはあまり関係ないと感じた。この部分は多視点カメラの効果だと認識している。</li> </ul>
1-2-3：現実世界でコーチングするより、効率的になったか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>いまのところ同等の印象。選手からの反応や意見を反映させる部分は今後の課題。</li> </ul>
2：システムは利用しやすかったか	
2-1：システムを楽に操作できたか	<ul style="list-style-type: none"> <li>概ね楽に操作できたが、車椅子のアイコン操作に課題あり。</li> <li>現物のホワイトボードはマグネットで動かすので、それより操作しやすい。</li> <li>コーチ側のツールへの慣れも関係してくると思う。</li> </ul>
2-2：システムの操作性を悪く感じるのはどこか	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場の音を聞きたくても聞こえないことがあったため、会場の集音が課題だと感じた。</li> </ul>
2-3：シーンの再現はしやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル上で色々変えられるのは、現物より使いやすと感じた。</li> </ul>
2-4：コーチングに有用であると感じたか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>対面でもホワイトボードは必ず使うため有用であると感じた。</li> </ul>



2-5：相手に動きや動作イメージを伝えるのに難しさを感じたか	・プレーのプロセスまでうまく伝わらないことになるため、アイコンの動かし方がよりスムーズである必要があると感じた。
2-6：音声は十分に届いたか	・音声は届いていると思うが、選手側で音声と映像のラグがどれくらい発生しているのか気になった。こちらではラグがない想定で話していたので、少し不安になった。
<b>&lt;VR ミーティング：コーチアンケート&gt;</b>	
1：これまで（対面）の指導方法よりも指導しやすくなった点はどこか。	
1-1：選手に戦略イメージを伝えやすかったか	・2次元で理解できないタイプの選手に、3次元で感覚を掴む臨場感は可能性を感じる
1-1-1：選手に意図を伝えられたか	・一番大事な距離感がリアルとズレないで表現できることが重要。ミリ単位でポジショニングを取ることで、誤差が出ると認識齟齬のリスクがあるため、VR開発においては距離感を重要視して欲しい。
2：システムは利用しやすかったか	
2-1：システムを楽に操作できたか	・どの番号にどの選手が出てくるか事前に分かっていたので楽に活用できた。選手の情報がもっとVRの中で見られるようになってくるとよい。
2-2：システムの操作性を悪く感じるのどこか	・VRと連携したホワイトボードアプリに慣れることができるかが課題だと感じた。 ・今回は別PCでVR空間を見られるようになっていたが、1台のPCでも見られるようになるとよい。指導者によって使えるハード環境は違うので、デバイスが増えない方が望ましい。
<b>&lt;AI 姿勢推定：コーチアンケート&gt;</b>	
トレーニングに有用であったか？	・主観的だとイメージ湧かない反り具合を可視化できるのは分かりやすく、その点では有用だったと思う。 ・映し方や映っている環境でボーンの取り合いが起きてしまっていたので写す場所を限定できればより使いやすい。
画面越しの選手の状況をより理解できるようになったか？	・理解しやすかった。特に足のボーンがカットされているのは分かりやすかった。
姿勢矯正に関する指示を伝えやすくなったか？	・声だけで伝えるのは少し難しいと感じた。例えば、選手の静止面を撮影して、その上にペンで書くなどして指導できると伝えやすくなりそう。
遅延や処理速度（FPS）のせいで見づらいこ	・遅延などは特に感じなかった

とがあるか？	
--------	--

表 4.4.1.1-9) 選手側詳細検証項目コメント一部抜粋

<多視点映像：選手アンケート>	
1：システムの有効性-	
1-1：コーチからのリプレイ映像の提示など、指導の理解に役立ったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 理解しやすかった。</li> <li>・ 基本的に車いすラグビーなどの競技は上から見る事が重要であるから有用である。</li> <li>・ 選手の後ろの角度など、色々な角度から多面的な見方ができる点が良い。意図が分かりやすくなる。</li> <li>・ 自分のプレーの良い部分、悪い部分を映像で見直せるため、指導内容を理解しやすかった。</li> <li>・ リプレイのスロー機能の活用など、細かな指導が受けられて理解しやすかった。</li> </ul>
1-2：設置台数、設置場所などは適切であったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ カメラは2台で十分だと感じた。</li> <li>・ できるだけ高い視点のカメラは必要</li> <li>・ カメラ位置を意識した練習メニューを考えることも必要になりそう。</li> </ul>
1-3：画質など映像の品質面や安定性に問題はなかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に違和感を覚えることなく指導を受けることができた。</li> <li>・ 第1回実証と比較すると、第2回は大きく改善されたように感じた。</li> </ul>
<ホワイトボード：選手アンケート>	
1：これまで（対面）の練習と比べてコーチの指導が分かりやすくなったか。	
1-1：コーチの戦略イメージ指示は分かりやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 従来使ってたホワイトボードと大きく変わらないので理解しやすかった。</li> <li>・ 車いす競技で重要な車いすの向きやポジションを視覚的に理解できる点良かった。</li> </ul>
1-1-1：相手選手の動き方とそれを妨げるための戦術は理解しやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ホワイトボード上のコマを自分と置き換えてイメージできたので、分かりやすかった。</li> </ul>
1-1-2：味方選手の動き方とそれを実行するための戦術は理解しやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2on1のような人数であれば、現状で最適だと思うが、より人数が多くなった場合は、それぞれの個人(名)が分かるようなシステムになるともっと良いと感じた。</li> </ul>
1-1-3：選手がプレーの中でのいるべき位置についての指示は分かりやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 味方の位置と敵の位置を俯瞰で見られるので、連携プレーを含め、指示を理解しやすかった。</li> </ul>

1-1-4：コーチの意図は把握しやすかったか	・初心者でもプレイシーンを想像しやすかったので、把握できた。
1-1-5：伝わりづらかったのはどのあたりか	・コートに対する車いすの大きさが少し気になった。比率が違くと違和感がある。競技ごとにサイズを調整できるとさらによい。従来のホワイトボードではそういったものはないので、あれば使う理由になりうる。 ・コーチ側の障害レベルによってアイコンの操作方法来改善ポイントがありそうだと感じた。手や指に障害があるコーチの場合は、アイコンの操作がクルクル回ることや、向きが合わない場合があった。
<b>&lt;VR ミーティング：選手アンケート&gt;</b>	
1：これまで（対面）の練習と比べてコーチの指導が分かりやすくなったか。	
1-1：コーチの戦略イメージ指示は分かりやすかったか	・指導者がどういう意図でポジションを支持しているのかイメージを認識しやすかった。
1-1-1：相手選手の動き方とそれを妨げるための戦術は理解しやすかったか	・言葉で伝わらない時に、行き違いを防ぐことができそう。
1-1-2：味方選手の動き方とそれを実行するための戦術は理解しやすかったか	・理解しやすかった。
1-1-3：選手がプレーの中でのいるべき位置についての指示は分かりやすかったか	・空間的に位置を把握するのが容易になった。何回も反復して平面で指導されるよりも正しいものが短時間で分かりそう。
1-1-4：コーチの意図は把握しやすかったか	・把握しやすかった。
1-1-5：伝わりづらかったのはどのあたりか	・実際よりも少し距離感が遠く感じた。 ・逆に、実際よりも近く感じる人もいた。
2：システムは利用しやすかったか	
2-1：HMD(ヘッドマウントディスプレイ)による指導は良いか	・良いと思った
2-1-1：コーチの意図を把握できたか	・短い時間で把握できた
2-1-2：伝わりづらかったのはどのあたりか	・現時点のシステムではコーチの操作で自分の位置が移動させられるので、その動きに違和感を覚えた。
2-2：音声は十分に届いたか	・問題ない
2-3：HMDは付けやすいか	・障害の度合いによっては難しい選手もいるかもしれない。



2-4 : HMD は疲れやすく感じるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に疲れは感じなかった。</li> <li>・ 長時間付けると少し重さを感じた。</li> </ul>
2-5 : VR への抵抗感に変化したか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に抵抗は感じなかった。</li> </ul>
2-6 : 酔いを感じたか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ VR 酔いはなかった。</li> <li>・ 酔いを防ぐためにも、VR 内においてコーチが選手の位置を動かす時に先に言ってもらいたい。</li> </ul>
2-7 : 動作にカクつき (遅延) を感じたか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 若干カクつきを感じたが、気にならない程度であった。</li> </ul>
<b>3 : システムを楽に利用できたか</b>	
3-1 : トレーニングに有用であったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一定のシチュエーションを想定したトレーニングでは有用だと感じた。</li> <li>・ または、自分が実際の行ったプレーに対して、コーチが振り返って指導する方法も有用になりそうだと感じた。</li> </ul>
3-2 : VR を利用することで練習へのモチベーションが向上したか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ もっと使ってみたいと思った。</li> <li>・ 自宅にいる際や、練習の前に使ってみたい。</li> </ul>
3-3 : ホワイトボード (2 次元) に対して、状況把握の理解がしやすくなったか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分は理解しやすくなったが人によりそう。</li> <li>・ ホワイトボードを見て空間的な理解に置き換えることに慣れているので、今の自分には VR 指導は必須ではないと感じた。</li> </ul>
3-4 : 自身と他選手との距離感は、リアルに感じられたか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実際よりも少し距離感が遠く感じた。</li> <li>・ 逆に、実際よりも近く感じる人もいた。</li> </ul>
3-5 : システムによって練習効率が高まると感じるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 使い方とタイミングによりそうだが、一定のシチュエーションを想定したトレーニングでは効率が高まると思う。</li> </ul>
3-6 : VR による遠隔指導をまた受けたいと思うか。継続的に利用したいと思うか。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機会があれば使いたい。</li> </ul>
3-7 : VR による指導は練習の効率化に繋がると感じるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 指導者との考えのすれ違いを防ぐという意味で効率が良くなりそう。</li> <li>・ リアル空間に全員が集まっている時ではなく、自宅やミーティングで使えば、リアルな練習の効率化に繋がりそうだと感じた。</li> </ul>
<b>&lt;AI 姿勢推定 : 選手アンケート&gt;</b>	
トレーニングに有用であったかどうか?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 姿勢の状態は車いす競技で非常に重要なので有用であると感じた。</li> <li>・ 従来はちゃんとした指導者に見てもらえる機会は少ないので、このように可視化された姿勢を選手側で見る機会は重要。</li> <li>・ ボーンが画面に映っている時に、他の方に遷</li> </ul>

	移してしまうことが多々あったため、利用場所に少し注意が必要だと感じた。
お手本との比較により自分のフォームの悪いところが理解できたか？	・特に競技初心者の指導に良さそう。 例：車いすを止める際に肩が前に出ている等、悪いところが理解できた
姿勢表示により、コーチの指示をより理解できるようになったか？	・胸を反らせてブレーキング／パスをするなど、具体的な指示が理解しやすかった。 ・どのような姿勢が望ましいか、自分の目でも確認でき、指示も理解しやすかった。
遅延や処理速度（FPS）のせいで見づらいことがあるか？	・遅延はあまり感じられなかった。

## 2) 技術的側面について

第1回、第2回実証を通じて実際にリモートコーチングシステムを利用した車いすラグビー・三阪洋行氏から以下のフィードバックを得られた。

多視点映像、ホワイトボードについては、通常の面着コーチング手法をそのままリモート対応したツールとして高い評価を得た。AI 姿勢推定・AI 人物検知はそれらを補強する付加価値要素として、VR コーチング・VR ミーティングは新たな指導方法展開の可能性として、期待が持てるとの回答を得た。

表 4.4.1.1-10) 技術的側面の検証項目

No.	実証技術（項目）	検証事項
1	多視点映像	
	(1) 設置台数	全体を俯瞰するために十分な台数であったか ⇒ 問題なし。2階席または天井からの視点は必須
	(2) カメラ操作	ズームイン、ズームアウトなど操作性について ⇒ 操作 UI の改良を繰り返して、使い勝手がよくなった。アイコンも大きくなり、操作しやすくなった
	(3) 画像精度	課題を検証するための画像の質について ⇒ モニターが小さくても問題ない品質。動きの激しいシーンなどでは一時的に乱れることはあった
	(4) 遅延性能	映像の遅延に問題はなかったか ⇒ 問題なし
2	(5) 応答性能	カメラ操作のレスポンスは十分であったか ⇒ ラグがあるのは気になるが、練習メニューによって変わるはずなのでそこまで気になるわけではない（走っているのを追いかけるわけではない）
	ホワイトボード	
	(1) 再現性	指導者が意図する指導が的確に行えたか ⇒ 伝えやすい。アナログの指導で使い慣れているものにデジタルの良さが加わっている

	(2) 納得性	選手が指導内容を理解することに優れているか ⇒ 理解できたと認識している
	(3) 自由度	ボード上での選手の操作、記入操作に問題はないか ⇒ ペンツールでの記入と選手操作の併用が問題なくできる。書き直しや消去が早く、いいツールになる
3	VR コーチング	
	(1) 再現性	指導者が意図する指導が的確に行えたか ⇒ 視覚と動きに少し違和感があるが、手の動きの再現はリアル
	(2) 納得性	選手が指導内容を理解することに優れているか ⇒ 練習の効率化だけでなく、選手のモチベーションの向上に活用できそう
	(3) 自由度	視点、相対位置の選択に制約はなかったか ⇒ 動きが限られるので VR の活用はイメージしづらいところもある
4	VR ミーティング	
	(1) 対話性	遠隔地の選手との対話はスムーズであったか ⇒ 2次元で理解できないタイプの選手に、3次元で感覚を掴む臨場感は可能性を感じる
	(2) 情報共有性	画面越しの説明手法等が容易であったか ⇒ VR のビューアーだけだと分かりにくい。伝えたい距離感が伝えられない
	(3) 参加性	選手それぞれが参加できる仕様であったか ⇒ 自分も VR に入って、実際の感覚を見ながら伝える必要があると感じた
	(4) 再現性	VR 空間での体育館館内の再現品質について ⇒ 一番大事な距離感がリアルとズレない表現ができることが重要。mm 単位でポジショニングを取るのと認識齟齬のリスクがある
5	AI 姿勢推定	
	(1) 指導法	同じ動きを学ぶのに最適なツールとなるか ⇒ 主観的だとイメージが湧きづらい反り具合などが可視化され、効果があると考え
	(2) 自己学習	自分自身で動作を再現することが容易となるか ⇒ 2画面にして、コーチ側のボーンも見せることなどができれば理解を促しやすい
	(3) 認識精度	姿勢判定処理の安定性、正確性について ⇒ 撮影したアングルなどによりボーンが正常に反映されないケースがあった。カメラ位置に工夫が必要
6	AI 人物検知	
	(1) 情報価値	取得した検知情報の精度、活用方法について ⇒ 上方視点からの変換映像と検知推定したポジションを併用できれば指導価値が高い。フィールドでの選手の占有時間などヒートマップ的な分析などにも活用が期待できる
	(2) 認識精度	人物検知処理の安定性、正確性について ⇒ ポジションがほぼ正確に認識できるのはメリット。車いすの向きなどの角度や、人物以外の検知が進めばさらに利用



		シーンが拡大する
--	--	----------

### 3) 費用対効果について

指導料に関しては、現状リモートコーチングの場合の水準が定まってない。面着コーチングと完全に同等の指導ができるわけではないことは、内容条件によってはマイナス要素となるが、技術を活用した新しいスタイルの指導は逆にプラス要素となり、現時点での判断が難しい。

移動滞在費については、明らかにリモートコーチングのメリットが発揮され、海外の指導者を招聘する場合など、数10万～100万円レベルのコストの削減効果が見込まれる。

リモートコーチングを実施するためのPCやネットワーク環境が備わっていない場合、それらの設備投資、レンタル費用が必要となる。なるべく負担を軽減し、普及を促進するためにも、一般的なPCや低速の回線で動作できることが理想となる。

表 4.4.1.1-11) 費用対効果に関わる検証

費用項目	リモートコーチング費用	面着コーチング費用
基本指導料 (コーチ謝金など)	当該費用については現状面着コーチング水準想定	陸上競技 8,000 円/時間 野球 2 万円/時間など 競技で水準が異なる  子供向け 1 万～1.5 万 大学生 3.5 万 社会人 5 万 イベント対応 5～20 万 年齢層や内容によって異なる ケースもある
追加指導料 (指導人数や拘束時間に応じたコストなど)	当該費用については現状面着コーチング水準想定	ケースバイケース 保険なども含めて、 個人単位で追加料金が必要となる場合もある
移動・滞在費	0 円	0 円～100 万円以上 海外コーチ招聘時などは特に高額となる
システム利用料	数 1000 円～数万円 指導用の PC やネットワーク環境の整備に関わる費用	0 円～ 現地備品などを指導用に借用する場合実費
	数万円～数 10 万円台目安	条件により 計 100 万円以上

(補足) リモートコーチング費用のシステム利用料は「数 1000 円～数万円」と幅を取って設定したが、こちらは PC の新規購入など、設備投資した場合に数万円と

なる想定である。既に機器が揃っている選手・コーチは低価格のシステム利用料で始められるように料金を設定する。料金設定に関する詳細は 4.4.4 章に記載した。

#### 4.4.1.2 機能検証

##### (1) 評価・検証項目

4K 多視点映像のリアルタイム配信においては、ローカル 5 G の大容量伝送性能の効果的な活用が期待される。また、受信側からの能動的なカメラの PTZ 制御など、低遅延性能も要求されるため、機能検証、性能評価に関して特に重視して実施した。

評価検証項目は以下表 4.4.1.2-1 の通りである。

表 4.4.1.2-1) 機能検証項目

システム	評価・検証項目
多視点映像	<b>【大容量伝送性能】</b> 複数 4K カメラからの映像伝送容量（複数の圧縮モード、伝送フォーマットによる映像伝送性能の検証） <b>【低遅延性能】</b> 映像表示およびカメラ PTZ 操作における遅延 （各種インタラクティブ操作におけるレスポンスの検証）
VR コーチング	<b>【低遅延性能】</b> VR 操作における遅延
VR ミーティング	<b>【低遅延性能】</b> VR 操作における遅延
AI 姿勢推定	<b>【検出精度】</b> 取得映像からの姿勢推定の成功率
AI 人物検知	<b>【検出精度】</b> 取得映像からの人物検知の成功率

##### (2) 評価・検証方法

下図 4.4.1.2-1) のシステム構成を検証時の基本構成として、①カメラ、②ローカル 5 G 区間、③インターネット区間、④操作端末の 4 要素に着目、それぞれにて計測した。

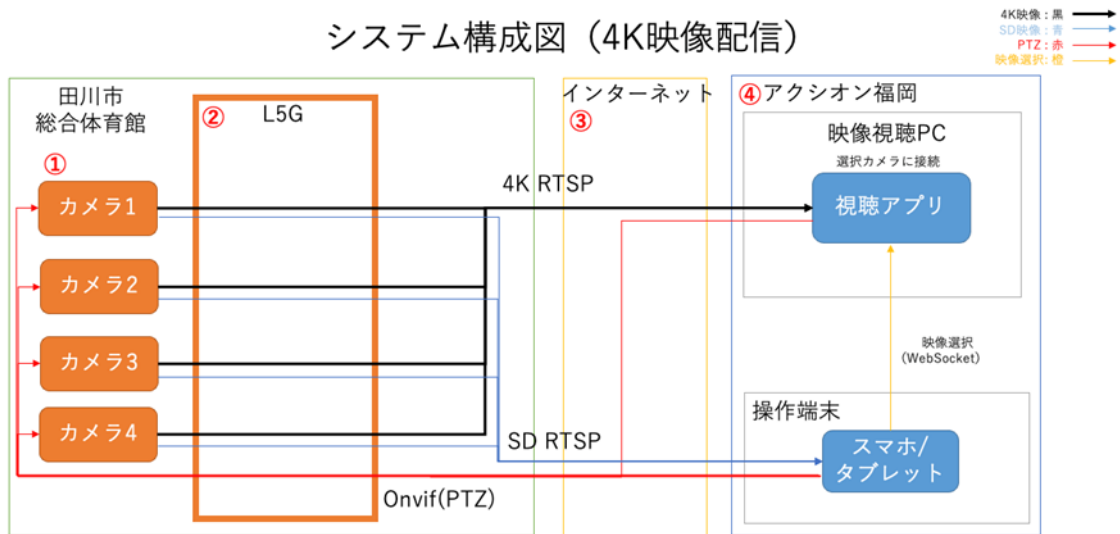


図 4.4.1.2-1) 検証時の基本的なシステム構成例

VR ミーティングおよび VR コーチングについて、各選手が装着する複数の HMD や PC 間の通信遅延が動作の快適性に影響するため、通信中継を行う Photon サーバをローカル 5 G 上とインターネット上にそれぞれ構築し、それぞれとの間のラウンドトリップタイムを計測、比較評価して性能を検証した。

AI 姿勢推定および AI 人物検知については、取得した 4K 映像の品質と AI アルゴリズムの性能を確認するため、各映像とそれに対する処理結果を比較精査し、検証した。

#### 1) 【多視点映像】大容量伝送性能評価

ローカル 5 G 区間の性能限界を把握するため、映像信号による負荷を与えて大容量伝送を計測評価した。カメラ側のエンコーダー設定値（解像度、フレームレート、ビットレート）を変化させ、受信環境側でのロストフレーム数、エラー率や目視による映像の再生状況などを記録した。

測定方法：

4K カメラ Lumens VC-A71P を UE に有線接続、ローカル 5 G ネットワーク区間を経由し、測定用 PC DELL Inspiron 14 5410 2-in-1 にて、テストプログラムを実行、計測した。テストプログラムは試験シナリオに応じてカメラの PTZ 制御を自動操作し、Wireshark、VLC 統計など各種測定プログラムによって計測値を取得、分析した。

#### 2) 【多視点映像】低遅延性能評価

平均的な操作環境における、インターネット区間も含む全体のレスポンスについて評価考察する。ネットワークの各測定ポイントにおける実測を主体とし、算出した。



表 4.4.1.2-2) 低遅延性能評価 (映像信号)

評価・検証対象処理	内容	評価・検証方法
映像圧縮処理	エンコーダーによる映像圧縮	伝送解像度/fps 伝送フォーマット 設定ビットレート (ビットレート幅、 CBR/VBR、平均 値) エンコード処理 (300ms 以下)
回線伝送 (ローカル 5 G 区間)	ローカル 5 G アップリンク通 信	伝送遅延 (50ms 以下)
映像変換・蓄積処理	マルチカメラ映像変換	変換フォーマット 変換処理遅延 (500ms 以下)
回線伝送 (インターネット区間)	インターネット区間通信	伝送遅延 (50ms 以下)
映像展開処理	デコーダーによる映像展開	デコード処理時間 (800ms 以下)
低遅延性能の目標値としてはトータルの遅延時間を 1200ms 以内とした		

表 4.4.1.2-3) 低遅延性能評価 (制御信号)

評価・検証対象処理	内容	評価・検証方法
PTZ 操作処理	指導者側端末からの操作	ONVIF 通信 PTZ 操作時間 (100ms 以下)
回線伝送 (インターネット区間)	インターネット区間通信	伝送遅延 (50ms 以下)
中継処理	PTZ 信号中継	中継処理遅延 (※非直結の場合)
回線伝送 (ローカル 5 G 区間)	ローカル 5 G ダウンリンク通 信	伝送遅延 (50ms 以下)
PTZ 動作処理	カメラモーターの駆動ラグ	PTZ 駆動遅延 モーター駆動遅延 (1000ms 以下)
低遅延性能の目標値としてはトータルの遅延時間を 1200ms 以内とした		

### (3) 実証結果及び考察

#### 1) 多視点映像：大容量伝送性能評価

表 4.4.1.2-4) に大容量伝送性能評価のテスト結果を示す。

将来的なローカル 5 G の性能改善により、画質などの映像品質面がさらに向上する余地もあるものの、現時点での伝送能力でも実用上の問題はないことが認められた。

表 4.4.1.2-4) 大容量伝送性能評価結果

試験 No	設定値				計測値				
	解像度	フレームレート	IP 比	設定 bps	表示	消失	エラー率	測定 bps	映像状態
1	4K	59.94	10	20M	1601	512	31.98%	13.24M	× 頻繁に映像が乱れた
2	4K	59.94	10	15M	2546	815	32.01%	13.48M	× PTZ 時の動きの大きいシーンで映像が乱れた
3	4K	59.94	10	10M	3116	1055	33.86%	10.53M	○安定
4	4K	59.94	10	5M	3161	1001	31.67%	5.30M	○安定
5	4K	59.94	10	2M	3128	1007	32.19%	2.17M	○安定
6	4K	59.94	60	20M	1506	193	12.82%	13.26M	× 頻繁に映像が乱れた
7	4K	59.94	60	10M	2844	1036	36.43%	10.42M	○安定
8	4K	59.94	60	2M	3097	987	31.87%	2.15M	○安定
9	4K	29.97	30	2M	2039	4	0.20%	2.11M	○安定
10	4K	25	25	2M	1711	5	0.29%	2.12M	○安定

**【設定値】**

解像度＝出力映像の画素数。4K の場合、水平 3840×垂直 2160 画素

フレームレート＝1 秒間の表示コマ数。数値大で画質向上、伝送量増大（単位：fps）

IP 比＝キーフレームと差分の送出割合。数値大で画質向上、伝送量増大

設定 bps＝カメラの出力ビットレート。数値大で画質向上、伝送量増大（単位：bps）

**【計測値】**

表示＝正常に表示されたフレーム数（単位：枚）

消失＝データ破損、表示タイミング超過などの理由で破棄されたフレーム数（単位：枚）

エラー率＝消失／表示フレーム数（単位：％）

測定 bps＝表示側 PC で実測した入力ビットレート（単位：bps）

試験 No1、2 および 6 の 15Mbps を超えるビットレートのテストでは映像のフリーズを確認した。該当するテストケースでは設定 bps と測定 bps の乖離が見られた。この現象は同一機器、同一条件でネットワークのみを有線接続環境に置き換えて実施した事前検証では確認されず、ローカル 5 G 特有の挙動と考えられる。



図 4.4.1.2-2) 映像の乱れの例：左の正常な映像に比較して、右の 2 枚はノイズが大きい  
(右の 2 枚は試験 No1 における実際の映像の乱れ)

リモートコーチングでは、外部のインターネット区間における回線状態の影響も大きいため、映像品質と安定性のバランスを考慮し、1 ストリームあたりで最大 10Mbps 目安の設定とする知見が得られた。

映像の画質としては、動きの多いシーンでも、25fps 2Mbps で十分に視認できる品質との評価も得られた。実運用においては、ローカル 5 G 外のインターネット区間など、リモートコーチング環境側のネットワークの品質や制限も考慮する必要があり、低速でも安定して動作することはメリットとして大きい。

## 2) 多視点映像：低遅延性能評価（映像信号）

ローカル 5 G 区間の伝送遅延として、最大 100ms が発生したケースを想定した場合でも、全体の映像信号の遅延は目標値の 1200ms に対して 1100ms 程度に抑制することが可能となった。双方向での往復の遅延時間を考慮しても、動きの速い試合形式トレーニングへのリアルタイムで介入しての指導などにも十分対応可能なことが認められた。

表 4.4.1.2.-5) 低遅延性能評価（映像信号）結果

評価・検証対象処理	内容	計測値
①映像圧縮処理	エンコーダーによる映像圧縮	300ms 以下
②回線伝送 (ローカル 5 G 区間)	ローカル 5 G アップリンク通信	伝送遅延 100ms 以下
③回線伝送 (インターネット区間)	インターネット区間通信	伝送遅延 アンロード 20ms 以下 ロード 50ms 以下
④映像展開処理	デコーダーによる映像展開	デコード処理時間 650ms 以下
		トータル遅延時間 1100ms 以下

「①映像圧縮処理」におけるエンコーダーによる遅延は、4K 用の H.265、HD、SD 用の H.264 のアルゴリズム間の相違、細かなパラメータ設定の差異により厳密には多少増減が発生したものの、メーカー考証値の最大としての 300ms 以下を採用した。



「③回線伝送（インターネット区間）」の遅延は、アクション福岡における回線速度実測値（上り 99Mbps、下り 90Mbps。レイテンシ、アンロード時 15ms、ロード時 46ms）を参考値として実測して算出した。

「④映像展開処理」は、デコーダーへの特定の映像信号の入力時間と画面への表示時間の時差を実測して算出した。映像ストリームは 4K（H.265）と SD（H.264）の 2 種類について、それぞれ再生安定用のバッファを 300ms、1000ms に設定したパターンで確認した。映像の品質的には中間の回線がある程度安定していれば 300ms のバッファでも十分なレベルであり、過剰なバッファは遅延増大のデメリットが大きくなることが確認された。映像展開遅延のさらなる短縮については、高性能なグラフィックボードの投入など、コーチング用の PC の性能向上で見込むことが可能となるが、費用対効果の観点や汎用性を阻害するおそれを考慮すると現状の性能が妥当な範囲と考える。

表 4.4.1.2-6) 映像展開処理時間計測結果

試験 No	設定値		計測値	
	解像度	バッファサイズ (ms)	区分	遅延時間 (ms)
1	4K (H.265)	300	最短	593
2	4K (H.265)	300	最長	626
3	4K (H.265)	1000	最短	1464
4	4K (H.265)	1000	最長	1429
5	SD (H.264)	300	最短	572
6	SD (H.264)	300	最長	605
7	SD (H.264)	1000	最短	1315
8	SD (H.264)	1000	最長	1282

### 3) 多視点映像：低遅延性能評価（制御信号）

制御信号の遅延性能は、目標の 1200ms を下回る 600～700ms となった。

表 4.4.1.2-7) 低遅延性能評価（制御信号）結果

実行ケース	発行コマンド	遅延時間(ms)
アクション側 WiFi 1 回目	GetServices	641
	GetStatus	644
	AbsoluteMove	650
	AbsoluteMove	648
アクション側 WiFi 2 回目	GetServices	628

	GetStatus	627
	AbsoluteMove	655
	AbsoluteMove	629
アクション側 WiFi 3回目	GetServices	633
	GetStatus	645
	AbsoluteMove	631
	AbsoluteMove	632
アクション側モバイル 1回目	GetServices	669
	GetStatus	667
	AbsoluteMove	664
	AbsoluteMove	661
アクション側モバイル 2回目	GetServices	653
	GetStatus	654
	AbsoluteMove	688
	AbsoluteMove	651
アクション側モバイル 3回目	GetServices	645
	GetStatus	657
	AbsoluteMove	693
	AbsoluteMove	659

PTZ 処理そのものは目標遅延性能を十分に満たしていても、映像内で PTZ の動作結果を視認しながら遠隔で操作する状況では映像側の遅延時間も付加されることになるため、実質の遅延時間は大きくなる。この点の改善のため、当初から実装済の相対指定の操作方式に加え、絶対指定を追加することで回避した。PTZ 方向ボタンや、ズームイン・アウトボタンを押すと、押している間の分だけカメラを駆動させる相対方式はスムーズに動作する場合は直感的で良好なもの、操作遅延が大きくなった場合、「動き出しが遅い」、「狙った場所に止められない」という問題が起きやすく、カメラの最終的な動作停止位置を UI 上で直接指定する絶対指定方式の優位性が認められた。

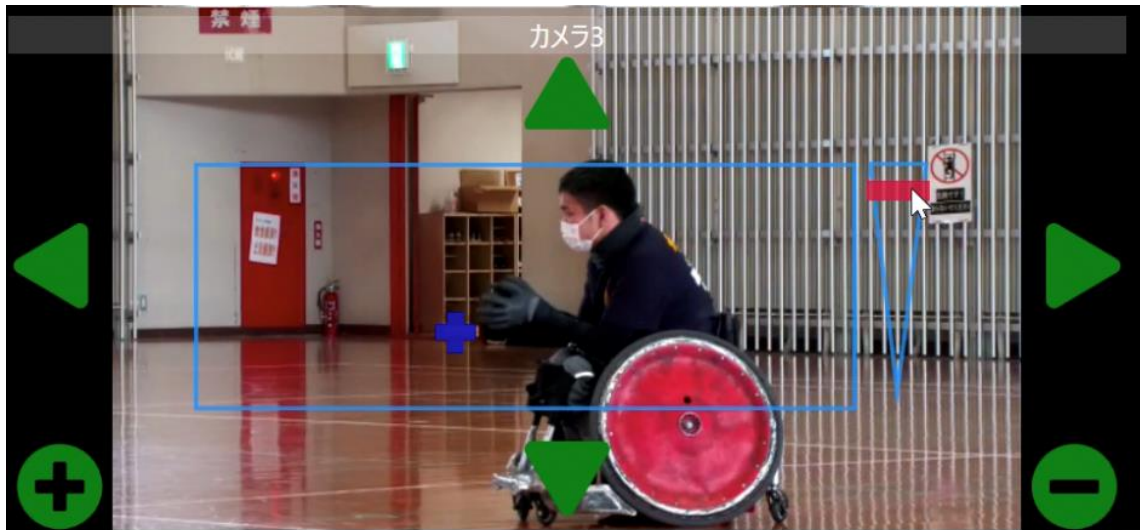


図 4.4.1.2-3) 改善後の PTZ 操作画面

画面内における緑色の上下左右の矢印ボタンおよび＋が相対指定方式のボタンである。各ボタンを押すと、一定量カメラが首振り移動やズームイン／アウトを行う。中央部の青色の枠および逆三角形は絶対指定方式のボタンで、左の四角枠と＋がカメラの可動範囲と現在位置を、右の逆三角形と－がズームのイン／アウト範囲と現在値を表示しており、それぞれ任意に動かすことでカメラの動作を直接指定する（カメラはスライダーで指定された状態まで、連続的に首振り移動やズーム調整を自動で行う）

#### 4) 多視点映像・ホワイトボード：指導用端末の設計に関する考察

実証を通じて、操作性や品質を優先した専用の指導用端末を提供、貸し出し利用する考え方に加えて、以下のような、より利用のハードルを下げる方向でのニーズも見えてきた。

- ・ 比較的、低いスペックの PC や低速なネットワークでも動作できること
- ・ 利用に際して、アプリがセットアップされた専用 PC の貸し出し形態のみとせず、アプリのダウンロード利用など、一定の条件を満たしたリモート環境であれば幅広く使用できること

これらの実現に際しては、リモートコーチングの本質として技術的に対応が必要なコアの部分と、いわゆる運用要件を定めて、運用設計を実施して開発対応をする部分と両側面があり、今回の実証期間においては、現時点での運用方針が明確でないことから、前者の内部設計における柔軟性を意識して対応を進めた。

指導用端末は多視点映像などの主要なリモートコーチング機能を実現する PC やスマホ、タブレット、外部ディスプレイなどの機器類から構成される。リモートコーチングの利便性や実用性を向上するため、指導用端末への要求として、表 4.4.1.2-8 に配慮した。



表 4.4.1.2-8) 指導用端末に求められる観点

①操作性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多視点映像の特長を活かし、複数の視点のカメラ映像を同時に視聴、操作が行えること</li> <li>• キーボード、マウスに加え、画面タッチ操作などの直感的なインターフェースを備えること</li> </ul>
②利便性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用に際して特殊な機材を必要とせず、一般的な環境で動作すること</li> </ul>
③安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 端末やネットワークの性能状況に応じて、最適動作をすること</li> </ul>
④保守性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 維持コストを抑制するため、システム更新に関わる負荷が小さいこと</li> </ul>

多視点映像の視聴操作については、デュアルスクリーン（2画面以上）を推奨としており、当初想定構成では、スマホ、タブレットなどの携帯端末をリモコン的に使用し、大型画面も接続可能な PC 併用での操作を優先的に検討した。実証の過程で、障がい者スポーツの指導者も選手同様に身体に障がいを持つケースも多く、小型の端末での細かい操作がストレスとなることを確認した。また、スマホ、タブレットに関しては OS の更新頻度や機種が多様性から、アプリ開発保守が負担となることなども想定される。これらの理由から、タブレットスタイルで利用が可能な PC と大型画面の組み合わせを推奨端末に設定した。スマホ、タブレットでのリモコン操作を必要とする場合には、専用アプリの代用として、PC にリモートアクセスを可能とする、VNC などの汎用アプリケーションを適用することが望ましいと判断した。

一方、指導する場所や時間の自由度を高めるため、最低限の映像確認や双方向対話などに限定し、スマホ、タブレットなどで対応したいという声もある。これに関しては、直近の立ち上げにおいてはコストや対応負荷のかかるプラットフォーム展開はなるべく避けて、現状の WindowsPC 向けのアプリをベースに、タブレットスタイルの Windows 機での動作互換性を追加確保するなど、最小限の追加開発投資で解決することが望ましいと考える。

なお、結論として最低限の操作性についてはアプリ側の対応で問題なくカバーできる。

I/F の課題はすべて、導入するハードウェア投資の問題なので開発とは無関係である。

## 5) VR ミーティング・コーチングにおける遅延時間の影響に関する考察

VR ミーティング、VR コーチングのアプリケーションはサーバを介して多人数の参加を許容する。サーバとの通信速度が十分でないと、映像が乱れ他者とのコミュニケーションが取れないなどの影響が出てアプリケーションが正しく利用できない。実証実験の第1回はネットワークの不調があり、VR アプリケーションが通信の途絶により終了してしまう事象が何度か発生した。このため、第2回はサーバとのラウンドトリップタイム（以後 RTT）を測定する専用の検証アプリケーションを用いて、ネットワークの安定性を検証した。サーバは Photon サービス（<https://www.photonengine.com/ja-JP/Photon>）を利用し、ローカル 5 G 内に設置したサーバおよびクラウド上のサーバに対してヘッドマウントディスプレイ（以下 HMD）とのラウンドトリップタイム（RTT）

を測定した。測定は 10 秒毎に行い、10 回連続で取得した。計測結果は表 4.4.1.2-9 の通りである。

表 4.4.1.2-9) VR サーバとヘッドマウントディスプレイの RTT 測定結果

ローカル5G内Photonサーバ			Photonサーバ (クラウド上)		
	RTT (sec)	variance (sec)		RTT (sec)	variance (sec)
1	61.12	25.32	1	91.16	28.55
2	71.25	29.95	2	104.02	22.32
3	74.57	29.02	3	115.83	28.57
4	69.14	23.95	4	108.12	43.59
5	63.45	11.63	5	97.08	22.45
6	61.5	10.62	6	88.18	19.34
7	61.39	16.3	7	91.6	19.19
8	58.1	9.04	8	82.45	15.47
9	68.99	22.46	9	93.65	27.98
10	64.13	12.91	10	107.8	20.06
平均	65.364	19.120	平均	97.989	24.752
分散	25.349	56.470	分散	99.835	57.390

測定の結果、ローカル 5 G サーバ、およびクラウドサーバにおける遅延は記載の通りになった。結果が示す通り、外部ネットワークにアクセスするためクラウドサーバへのアクセス時間はローカル 5 G 外のクラウドサーバへのアクセス時間と比べ、30msec 強遅延が大きいが、HMD 装着者同士の対話には影響があるほどの遅延は確認されなかった。また、ローカル 5 G 内での遅延は 65msec 程度であり、VR 利用時のローカル 5 G 遅延がこの値で前後することが確認された。分散値から多少の揺らぎがあるものの、VR 内での情報提示やインタラクションにはさほど影響がない値であると考えられる。

本データ取得時間において、VR アプリケーションの映像の乱れやインタラクションの反映の遅れ、アプリケーションの停止などの事象があるかを確認したが発生しなかった。photon 計測において大きく揺らぎがある数値も確認されたが、実証実験に用いるアプリケーションの運用には問題のない数値であったと考える。今回のデータで取得された値の範囲の RTT 性能が確保されれば、VR アプリケーションのローカル 5 G 内での運用に問題がないことを確認した。

## 6) AI 姿勢推定：姿勢検出精度に関する考察

### 【車いすテニス トレーニング】

12 秒の動画から 14 枚の画像をサンプリングし精度検証を行った結果、10 枚/14 枚の精度で解析ができていた (71%)。車いすテニスの場合、サーブ時の腕の振りが入力カメラ映像の FPS よりも早く、残像になってしまい、腕を正しく認識されないということが散見された。



図 4.4.1.2-4) 姿勢解析に失敗している例

#### 【車いすラグビー チェアスキルトレーニング (ストップ&ターン/パス)】

1分39秒の動画から、51枚の画像をサンプリングし精度検証を行った結果、35枚/51枚の精度で解析ができていた(68%)。真横を向くようなケースで姿勢推定精度が落ちることが散見された。これは車いすがオクルージョンとなってしまう、身体と判定されていないものと思われる。

正面を向いている際は車いすであっても良好に取得できているため、真横からの姿勢ではなく、取る際は少し斜めを向くなど工夫をすることでより安定して検出されるようになると思われる。

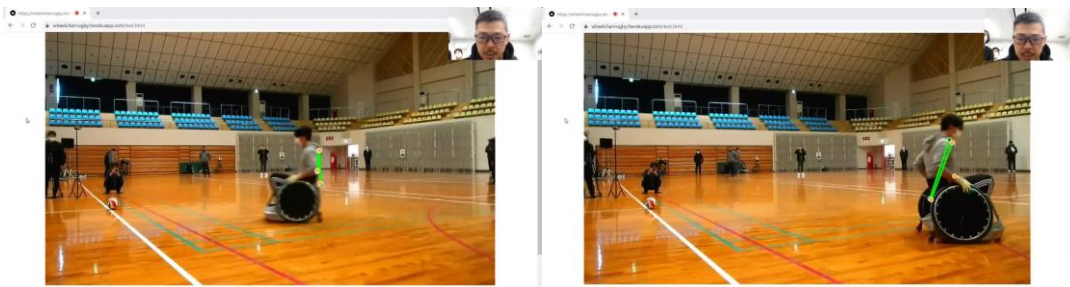


図 4.4.1.2-5) 姿勢解析の良好なサンプル

#### 7) AI 人物検知：検出精度に関する考察

車いすラグビーのチェアスキルトレーニング(90度ターン/270度ターン)の1分05秒の練習動画から、ランダムに28枚の画像を抽出し、その精度を検証した。選手検出精度は89%の精度であった(選手検出成功:26/28画像/選手検出失敗:2/28画像)。選手検出で失敗したシーンは以下のシーン(図4.4.1.2-6)である。約90%の精度であり、試合概要を掴むには十分な精度であった。



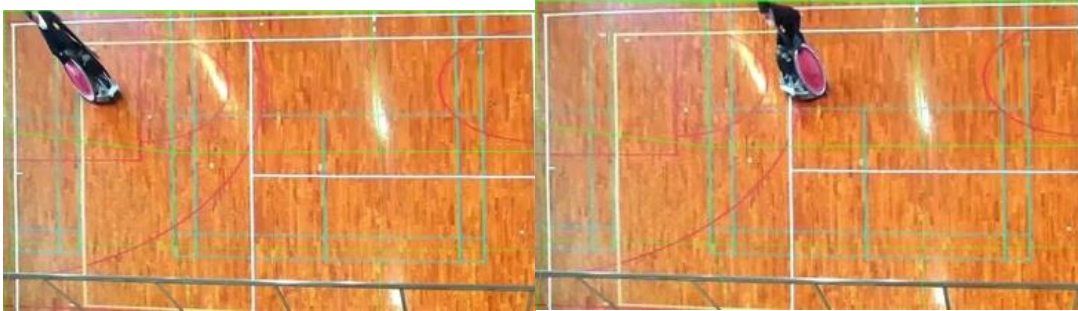


図 4.4.1.2-6) 検出に失敗したシーン例

#### ■検出速度評価

以下のスペックで処理を行い、画像入力から結果出力まで 0.05 秒前後で処理であった。

(CPU: Intel Core i7-11800H @ 2.30GHz / RAM: 16.0 GB / GPU: nVIDIA GeForce RTX 3070 / OS: Windows 11 Pro)したがって、FPS としては 20FPS で処理が可能であり、遅延としては 4K カメラ映像転送+0.05 秒となる。

#### 8) 実証結果の全体評価まとめ

以下に考察を示す。機能検証の考察について効果検証での結果と不可分の内容も含まれるため、一部、効果検証の内容の再掲や引用も含む。

各システムの効果については、実証を通じて、総じて高い評価を得ることができたものの、今後の実際の利活用に関しては 2 つの方向性、すなわちリモートコーチングシステムとして短期間で導入活用効果が見込めるものと、将来的な利活用に向けてより深掘りが必要なものに分かれる結果となった。

多視点映像、ホワイトボードについては現状の対面での指導手法がそのまま流用可能で、かつ IT 技術のバックアップにより、一般的な体育館では困難だった高度な指導さえも遠隔で実施できる、即戦力として活用できる、との意見が多かった。

具体的なメリットとして、以下が挙げられた。

##### 多視点映像)

- 通常の対面ではコーチの目線、単一視点からの指導になるため、見逃してしまうことやコーチの立場でも分かりづらい局面があるのに対して、多視点映像では視野が広がる。特にコート反対サイドや、2階席からの俯瞰の映像は非常に有効
- 多視点でのリプレイが可能なこと。選手への指導において、実際の選手の動きを本人とコーチがその場で録画映像を再生して共有することで、より理解を深め、納得性を高めることができる
- 画質や動きのスムーズさについても問題ないレベル。映像音声のやりとりについては、もっとも遅延が大きくなる双方向対話でも概ね 3 秒程度に抑えられていることで、展

開の早い試合形式練習に対しても、流れを大きく妨げることなく遠隔地から指導することが可能

- ・カメラの設置の自由度が高く、設置後も遠隔操作で微調整して対応できること
- ・ノート PC1 台から、外部モニターを接続した 2 画面表示、プロジェクターを活用した選手との情報共有など、利用シーンに応じた構成変更もしやすい

ホワイトボード)

- ・既存の紙や板書による指導と比較して、デジタルならではのスピーディで見やすい表示や入力ができる
- ・選手の車いすの向きなど、伝えたい情報が簡単な UI 操作で意図した通り指定できる
- ・複数のシチュエーションを記憶させて自由に呼び出すことや、書き込んだ内容の変更ができるため、テンポよく指導できる

反面、VR、AI 技術については、技術そのものの内容や可能性に対する評価は高いが、現状の一般的な指導手法としてそもそも存在しないため、どういう練習メニューがマッチし、どのような活用ができるかというイメージがコーチ、選手の双方にまだ十分に確立できていないという課題がある。

例えば VR を使ったミーティング指導について、既存の戦術ボードなど、図示することのみによる指導では具体的なコートでのシチュエーションや自分以外の選手との距離感などをイメージしづらいという選手に対しても、リアリティのある指導が提供できるというメリットは手応えとして得られている。ただし、こうした指導を実際の現場でどういった形で取り入れていくかは、これまでにない新しい指導方法そのものを生み出す過程が必要で、今回の実証の限られた期間では、まだ明確な答えが見つかっていないという状況である。VR、AI のいずれについても、障がい者スポーツ共通の課題である競技人口が少ないことの克服に貢献できるポテンシャルも感じられるものの、競技者とシステム化の二人三脚での試行錯誤が必要な状況となっている。

また、VR ではヘッドセットの装着が、AI では解析するために特定のカメラの前での練習実技がそれぞれ必要となるなど、多視点映像、ホワイトボードと比較した場合、選手側の準備や制限が多く、相対的に負担になることもデメリットとなる。特に、障がい者スポーツの場合、自身で装着することが難しいデバイスの使用などは現地体育館でサポートするメンバーが必要となるため、リモートコーチングとの相性が悪くなりやすい。

こうした観点から、現状の指導技法から想像しやすい多視点映像、ホワイトボードを優先してリモートコーチングを実現し、コーチ、選手ともに新しい指導スタイルに徐々に慣れていき、並行して VR、AI 技術を活用した独自の指導手法を開拓していくアプローチが理想的と考えられる。

#### 4.4.1.3 運用検証

##### (1) 評価・検証項目

システム運用における課題を確認、整理した。

評価・検証項目については以下の通りである。

- ① オンラインコーチングにおける各種フローの妥当性
- ② 通常運用時を想定した操作手順の妥当性
- ③ トラブル時における対応フローの妥当性

各種マニュアル類については、基本的な利用操作が可能なレベルの内容とし、実証で採用したシステムに関する補足資料として作成する。

##### (2) 評価・検証方法

表 4.4.1.3-1) 運用検証項目・評価方法

項番	評価・検証項目	評価・検証方法	評価指数
1	オンラインコーチングにおける各種フローの妥当性	アンケート、ヒアリング (田川市運用関係者)	マニュアルを用いた教育を通じてシステム利用の流れを確実に遂行できること
2	通常運用時を想定した操作手順の妥当性	アンケート、ヒアリング (田川市運用関係者)	構築手順書を用いた教育を通じてシステム準備の流れを確実に遂行できること
3	トラブル時における対応フローの妥当性	アンケート、ヒアリング (田川市運用関係者)	手順書に基づいて、軽度の問題に対処できること

##### (3) 実証結果及び考察

###### 1) オンラインコーチングにおける各種フローの妥当性

最も多用される多視点映像、ホワイトボードについては画面 UI デザインを工夫したことで、マニュアルや操作レクチャーを必要とせず、ある程度の操作方法を直感的に理解できるように設計した。

実証時には、車いすラグビー三阪洋行氏と車いすテニス岩崎満男氏、各指導者に対して、15分程度のアプリ機能の紹介を行い、その後、自由にトライアルしてもらう形式で評価した。アプリの基礎的な操作習得については、概ね1時間程度との回答がそれぞれの指導者から得られた。オンライン特有の指導スタイルの検討を合わせても1日(1回)程度で十分に慣れるとの意見もあった。



今回の実証においては、効果検証を優先し、ある程度事前にトレーニングシナリオを用意して指導内容に関するフローを整理した状態で臨んだ。システムの操作性、自由度の評価も良好で、現地映像視聴とホワイトボードを併用しての指導や、リプレイを選手と共有しての指導など、操作方法の習熟に従って各指導者それぞれのスタイルの指導も確認でき、画一的なフローに依存しない利用も十分に可能と思われる。

そのほか、将来的な実運用に際しては、オンラインコーチング実施前の事前準備作業（例として、専用機器の貸し出しやアプリのインストールなど）を中心に、利用現場ごとの個々の業務ワークフローに合わせた運用分析、検討やカスタマイズが別途必要と考える。

また実運用にあたる田川市関係者向けにはマニュアルに基づいた各種機能の詳細説明を実施し、内容に関する十分な理解が得られた。今後、一般の利用者に向けて、サービスの貸し出し対応などを実施するにあたって、説明、教育を必要とされる機会が増えることが予想され、各種手順書についてはその際のフィードバックなどを参考に、随時アップデート保守をしていくことが望ましいと考えられる。

以下に、導入フローの重要事項について共有する。

表 4.4.1.3-2) オンラインコーチングの導入フローの例

導入フローの項目	主な内容
機材、ネットワークの確認	貸し出し機器を利用しない場合は、事前に要求性能を満たすPCを用意し、アプリをインストールする。利用するネットワーク環境によっては、帯域や通信制限で安定動作しない場合があるため、事前に確認し、必要に応じて代替手段も確保する。
カメラ設置場所の設計	コート内外でのカメラの設置場所を検討する。最大4台のカメラを遠隔操作可能な状態で使用するため、選手の衝突など、事故リスクが低いコート外の離れた場所や2階観客席なども選択肢に含め、実際に仮設置を行い、映像状態を確認すること。
各競技種目に対応した情報設定	ホワイトボードなどに登録するコート図の画像データを競技に対応したものに差し替える。また、競技種目ごとに選手人数などが異なるため、選手情報についても適宜設定し、事前に入力準備を済ませる。
選手との双方向通話手段の検討	基本的な双方向通話はリモート会議の仕組みで実現する。リモートの指導者側については通常のPC内蔵またはヘッドセットなどのマイク、スピーカーでも問題ないが、体育館側の選手の音声を拾う仕組みや選手に対する指導者からの声かけの実現方法について

	ては別途検討が必要となる。前者については、選手にワイヤレスマイクをつけて集音する方法などがあるが、選手同士の接触が多い競技などでは安全性に問題がある場合もあり注意が必要となる。その場合は固定のマイクスタンドなどで対応する。後者の伝達方法としては館内の放送設備などを利用することが望ましいが、同一体育館内で複数同時競技の進行をするなどのケースもあるため、ワイヤレスヘッドホンや指向性スピーカーなどの利用も考えられる。
リモート環境における遅延の確認	ネットワークの状況により、映像の表示や双方向の通話の遅延時間が異なる。展開の早い競技の場合はリモートの指導者による声かけのタイミングに影響するケースもあるため、例として、個別練習メニューの試行ひとつひとつの合間を少し長めに取るなど、進め方を確認する。

## 2) 通常運用時を想定した操作手順の妥当性

通常時の運用において必要なサーバープログラムの起動については、実証1回目は手動対応としたものの、2回目における改善で、自動起動や管理画面を用いた遠隔からの起動、状態監視を可能とした。これにより操作手順を最低限とすることができ、負荷軽減にも貢献している。

本運用時にはシステムを熟知した担当者が不在となる可能性もあるため、上記のような自動運用への対応をより進める必要があるほか、コーチや選手など、必要に応じて利用者のアプリ側への状態表示を通じてサーバなど全体のシステムの異常検知や通知する仕組みづくりも必要と考える。

実運用にあたる田川市関係者向けに構築手順書を用いた教育と実技指導を行い、通常の運用を想定した操作手順、構成方法についての習得を完了した。

以下に、操作手順、構成手順の重要事項について共有する。

表 4.4.1.3-3) 操作手順、構成手順の例

操作手順・構成手順の項目	主な内容
4K カメラ設置	保管箱からカメラの取り出し。その際にカメラ上部の駆動部分を持って取り出さないこと（駆動機構に負担がかかり故障の原因となる）。 使用形態に応じた設置方法の選択。三脚使用、机上使用など。選手やボールなどが衝突するおそれがあるため、ウェイトを用いて十分に固定すること。

バッテリーの管理と取り付け	バッテリーは使用前に十分充電すること。完全放電状態からの充電は長時間必要なことや、バッテリーが劣化する恐れがあるため、保管時は適切に管理すること。
UE の取り付け	カメラと UE で同じ機器番号同士を接続して使用すること。番号が異なったペアを使用する場合、アプリ側で表示される映像が意図しない内容となる可能性がある。UE はあらかじめ十分に充電した状態で使用するか、カメラのバッテリーから給電すること。
PC の起動	専用 PC を起動し、指定パスワードでログインする。ネットワークに接続し、カメラやサーバに正常に接続できることを確認する。
サーバの管理	機器貸し出し対応時、各種リセット操作を実施して新規利用者のための環境をセットアップする。
利用者向けサポート	利用者向けマニュアルによる操作説明を実施する。

### 3) トラブル時における対応フローの妥当性

第1回実証時の通信不具合、第2回実証時のリモートコーチング用 PC の起動不良など、起こりうる可能性の高いトラブルを実際に経験し、原因の究明や対応策の検討を富士通および ISID の技術メンバーを中心に実施し、運用担当者となる田川市関係者とも共有した。

前者のネットワークの問題においては、ローカル 5 G を含む送信側に起因する問題と、受信側の環境の問題があり、原因の切り分けも専門知識を要求されるため対応困難なケースも多い。コーチ側の回線を予備のモバイル回線に切り替えるなど、リモート側の対応で改善するケースもあった。

このような、なんらかの回避策を用いて問題解消できる可能性のあるものについては、知見を取りまとめ資料化を、運用現場での対処が難しいものに関しては問題の切り分けを容易にするための簡易なエラー通知や診断機能などをアプリに組み込み、事後の対処や遠隔からの専門技術者によるサポートを容易化する仕組みづくりを行った。

以下に、本検証を通じて発生した代表的なトラブルとその対処策など、対応マニュアル記載内容の重要事項について共有する。

表 4.4.1.3-4) トラブル事例と対処策の例

トラブルの内容	主な対応策
ローカル 5 G 区間のネットワーク不通またはパフォーマンス不良	完全不通の場合はネットワーク障害の可能性があるので、ネットワーク側の対応手順書に従って対応。映像が不安定など、パフォーマンス不良が疑われる

	場合は、カメラの設置場所や UE の取り付け方向、遮蔽物の有無など、電波状況に影響する要因を確認し適切に対処すること。
インターネット区間のネットワーク不通またはパフォーマンス不良	完全不通の場合は障害のほか、特定の映像伝送プロトコルの通過が許可されていない可能性があるため、ネットワーク管理者に確認すること。映像が安定しない場合は、アプリ側の設定で映像品質を変更し、必要な通信帯域を減らして対処すること。
PC の起動不良などハード障害	代替PCを用意し、専用ダウンロードサイトから最新のアプリを取得し、環境をセットアップして対応。
映像、音声が出力されない	外部モニターへの映像出力について、PC 側で、ケーブルが正しく接続されて認識されていること、拡張モニター設定となっていること、出力先が意図したデバイスにアサインされていることを確認する。 USB-C 接続など、モニターへの映像信号と電源供給を併用する接続形態の場合は、PC 側の電力不足などで不安定となる場合があるため、モニターに個別に電源供給することを試みることを試みる。
タッチ操作ができない	デバイスのタッチパネルサポートを確認すること。対応していない場合、キーボード、マウスでの操作で代替する。
特定のカメラ映像が表示されない	該当のカメラがオンライン状態となっていることを確認すること。カメラの視聴用の接続先情報、パスワードが指定されたものと合致しているか確認する。
特定のカメラが遠隔操作できない	映像は表示されるものの、遠隔操作ができない場合はリモート操作用の接続先情報、パスワードが指定されたものと合致しているか確認する。また、カメラ付近に障害物など支障するものの有無も確認する。
リプレイ映像が取得できない	カメラの映像視聴に問題ない場合、録画サーバに係る問題が疑われるため、録画サーバの動作状態を管理画面から確認する。管理画面が表示されない場合は録画サーバのダウンかネットワークの接続不良の可能性があるので、確認後、再起動する。
体育館-リモート間で映像や音声の共有ができない	リモート会議サービスの管理者側で画面共有の許可を行い、共有操作ができるようにする。



#### 4.4.2 ローカル5Gを用いたソリューションの実装性に関する検証

ソリューションの実装性に関しては、以下のコンソーシアムメンバーとそれぞれの役割を想定して検証した。

表 4.4.2-1) 実装性の検証における関係者の整理

関係者	実装時の役割
田川市	事業主体
電通グループ	事業運用支援・ソフトウェア保守
富士通グループ	ローカル5Gシステムの保守・管理
NEWTRAL	主に財源確保の支援
D-beyond	パラアスリートへの情報発信

##### 4.4.2.1 ローカル5G活用モデルの構築・検証

ローカル5G活用モデルとして以下のターゲット、対象システム、標準モデル、スキーム、ビジネスモデル、課題と対応策をまとめた。実証後の初期実装エリアは田川市になるが、将来的な全国展開を見据え各種検討を行った。

##### (1) ローカル5G活用モデル

###### ■ターゲット

将来的には障がい者スポーツ選手だけでなく、アマチュアスポーツ選手・高齢者・学校教育・プロスポーツ選手まで水平展開していく想定である。



図 4.4.2.1-1) (再掲) 水平展開 実装シナリオ想定

そのため、実装後初年度は障がい者スポーツ選手とアマチュアスポーツ選手を対象に

したサービス提供・改善と認知拡大を行っていく。

#### ■対象となるソリューションの整理

第1回・第2回の実証を通して、6種のソリューションの開発・検証を行い、成果と課題の把握を行ったところ、「多視点カメラ」と「ホワイトボード」の2種を初年度からビジネス化すべきソリューションとして選定した。

表 4.4.2.1-1) 実装ソリューションの整理

ソリューション名	実証結果と課題	ビジネス化 (初年度実装)
多視点カメラ	操作性が良く、全練習のコーチングのベースとして使える。	○
ホワイトボード	車いすの向きやポジショニングが分かりやすく、選手側の理解も容易。	○
VR ミーティング	戦術理解には役立つが選手のツール習熟時間が必要。	—
VR コーチング	動きの詳細理解には役立つが選手のツール習熟時間が必要。	—
AI 姿勢推定	コーチからの指導だけでなく自主練習にも使えるが、専用カメラの設置や、デバイス準備等に課題が残る。	—
AI 人物検知	現時点では人物の検知ができるが、車いすの向きまでは検知できない。また、直接的な選手指導ではなく、ヒートマップ等のコーチを補助するツールとして展開を想定。	—

多視点映像については、実証期間中に様々なコーチにヒアリングを行ったところ、最も評価が高いものであった。リアル空間のコーチングの際も、複数の角度からプレーを見る機会が多いため、リモートコーチングでも違和感なく使えそうだという意見が出てきている。また、1回のプレーを同時に複数の視点から見るのが可能なため、選手の繰り返し動作の短縮（練習の効率化）に繋がる可能性があると言われている。さらに、将来的には障がい者スポーツだけでなく、健常者スポーツにも展開できる可能性が大いにあるため、初年度に実装するベースシステムとして適切であると判断した。

同じく初年度実装するホワイトボードについても、リアル空間で慣れ親しんだツールであることから、リモートコーチングで使えるという評価を集めた。特に車いすスポーツの場合は、車いすのポジショニングだけでなく、向きが重要であるため、向きを調整するための操作が容易であることも評価されている。また、ホワイトボードはVR ミーティングやAI 人物検知等のシステムとも連携可能であるため、将来的にVR・AIの追加開発を行った際の受け皿になることも期待されている。

■標準モデル

ソリューション実装に向けて「ハードとソフト」、「ベースとオプション」という 2 軸で各要素を以下の図のように整理した。ベース機材・ベースソフトは基本的に今回の実証で納品・作成したものであり、2022 年中のサービス開始時点ですぐに使えるものとして想定している。具体的には、ベース機材は高解像度カメラ・アプリ導入済み PC・タブレットを示し、ベースソフトは多視点カメラ・ホワイトボードを示す。また、オプション機材・オプション開発ソフトは第 2 回実証時に関係者ヒアリングから新たに出てきた課題であり、サービス開始後に追加で検討していくべき項目として整理した。

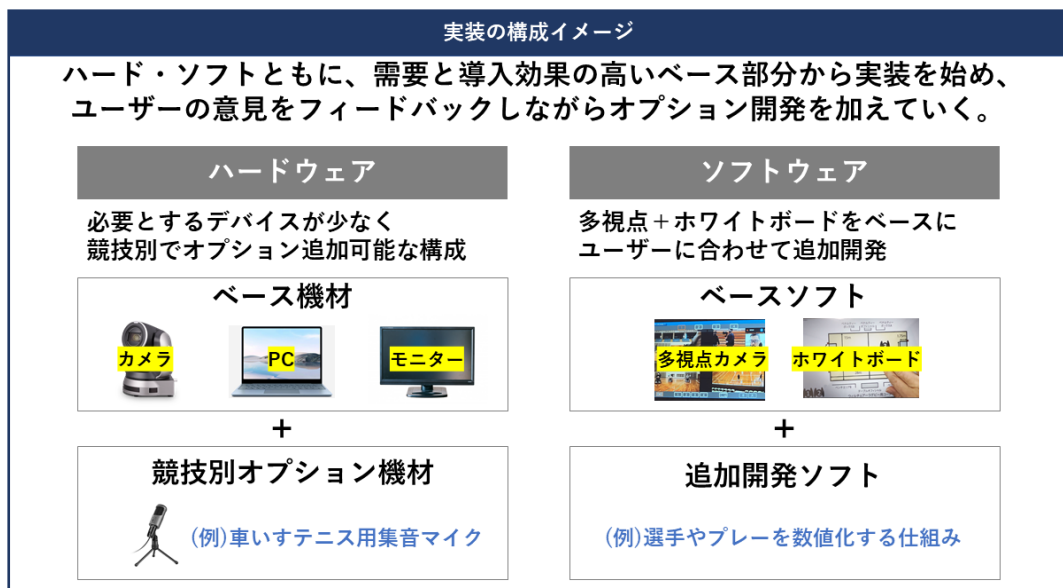


図 4.4.2.1-2) 「ハードとソフト」・「ベースとオプション」による整理

■スキーム

リモートコーチングシステムは、初年度は以下に記載の通り田川市を中心に官民連携組織で構築・運用し、障がい者スポーツの現場への普及を目指していく。今後の一般化・全国展開においては、事業主体が田川市ではなく各実施主体に置き換わり、それぞれのエリアでサービスが成り立つ想定である。

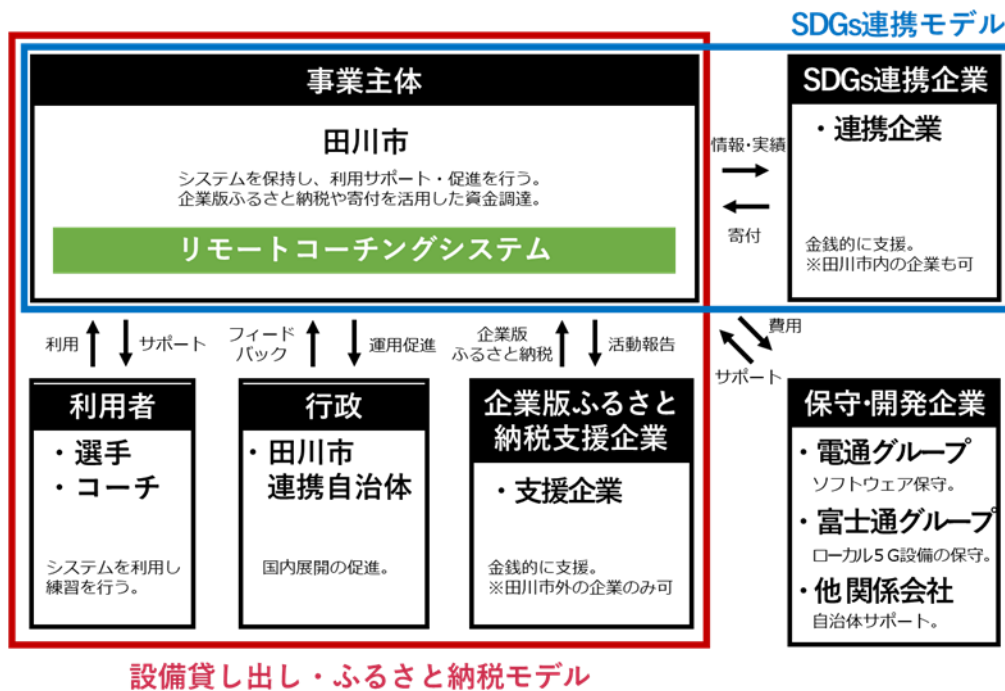


図 4.4.2.1-3) スキーム

#### ■ ビジネスモデル

図 4.4.2.1-3 に記載の通り、2022 年 4 月以降の実装については田川市が事業主体となり、大きく 2 つのビジネスモデルで安定した収益の確保を行う。なお、このモデルは他地域への水平展開の際もそのまま活用が可能となることを目指している。

1 つ目として、田川市、田川市スポーツ協会は、イベント事業者に対して施設・設備を貸し出し、収益を確保するとともに、設備に関する維持管理経費等（設備の維持管理、スポーツ団体への貸し出し等）については、田川市や応援企業からの資金的な支援（市は補助金、応援企業は寄付等）で賄う。（収益分は、設備を管理・運営するための人件費等に充てる）

また、田川市は財政力要件、人口要件の一部が、令和 3 年 4 月 1 日付で施行された「過疎地域の持続的発展の支援に関する特別措置法」の法第 41 条の規定により、過疎地域に該当するため、来年度も法による特別措置を受けることが可能となる。

2 つ目として、田川市は SDGs 連携企業に対して、企業が必要とする情報、資料、レポートを提供することで資金協賛を集める。連携企業は SDGs の達成を目指すだけでなく、田川市と連携した取り組みを行うことで、自社サービスの技術開発も可能となる。

具体的には、各種関係者と以下の取り組みを行っていく予定であり、一部は実証期間中に実施した。

まず、企業版ふるさと納税に関連して、実装・運営資金獲得にあたり企業を募集するため、認知拡大を目的としたセミナーの企画をプロデュースした。



■ふるさと納税への取り組み

- 1、次年度以降の実装・運営資金獲得にあたり企業版ふるさと納税を行う企業を募集するため、「ローカル5G技術で実現できる未来」の認知拡大を目的としたセミナーの企画をプロデュースした。

セミナー開催の周知によるローカル5G技術の認知拡大を目指し、講演プログラムを複数準備し、セミナー全体のテーマや枠を大きくすることで、集客増加を図った。また、プログラムごとの有識者を招聘することで、更なる集客増加を図った。

開催日時：令和3年12月22日（水）14:00～16:00

会場：参議院議員会館 地下1階 B107 会議室  
東京都千代田区永田町2丁目1-1

◆参加自治体数（オフライン）：6市町村  
参加自治体数（オンライン）：10市町村

◆参加企業数（オフライン）：11社  
参加企業数（オンライン）：19社

◆参加人数の合計：73名

課題として、現状では単発イベントとして留まっている点が挙げられる。田川市の取り組みを理解し、支援してもらうためには継続的な情報発信が必要である。



図 4.4.2.1-4) セミナーの様子①



図 4.4.2.1-5) セミナーの様子②

2、田川市はホームページで「企業版ふるさと納税」を使って、田川市を応援してもらえる企業を積極的に募集している。

くらし・環境 | 健康・福祉 | 子育て・教育 | しごと・産業 | 観光・イベント | まちづくり・市政

ホーム > 分類から探す > 観光・イベント > 観光・物産 > 田川の魅力 > ふるさと寄附金（ふるさと納税） > 企業版ふるさと納税で田川市を応援していただける企業を募集しています！

[もっと見る \(全2件\)](#)

## 企業版ふるさと納税で田川市を応援していただける企業を募集しています！

最終更新日：2022年3月17日 | 総務部 経営企画課

### 1. 企業版ふるさと納税とは

企業版ふるさと納税とは、地方公共団体が実施する地方創生プロジェクトに対して、企業が寄附を行った場合に、税制控除の措置を受けることができる制度です。



税制控除以外には下記のメリットがあります。

- 社会貢献 (Sustainable Development Goals)
- パートナーシップの構築
- 新規事業などをもつた新事業展開

制度の詳細内容は[企業版ふるさと納税ポータルサイト](#) (外部リンク) をご覧ください。

### 2. 寄附の流れ

(1) 寄附の検討・寄附の申し出  
企業様は、「3. 寄附対象事業について」に掲載している事業への寄附をご検討いただき、田川市へ寄附の申し出をいただきます。

[寄付金申出書](#) (エクセル：21キロバイト)

図 4.4.2.1-6) 田川市企業版ふるさと納税募集画面 (出典：田川市 HP)

また、ホームページでの募集と同時に、パンフレットを作成し企業版ふるさと納税の推進活動を展開している。

図 4.4.2.1-7) 田川市企業版ふるさと納税募集パンフレット (出典：田川市 HP)

### ■クラウドファンディングへの取り組み

田川市の応援企業は、クラウドファンディング等を実施して、集めた資金を寄付する。

本コンソーシアムメンバーD-beyond 代表の三阪洋行氏など、レジェンドアスリートが中心となり、プロジェクト認知拡大による支援増加を目指して「共生社会の実現に向けたクラウドファンディング」を実施した。支援者への魅力的なリターンとして、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会の全種目を描いた応援看板を担当した、墨絵アーティスト茂本ヒデキチ氏監修のオリジナルグッズを設置した。その結果、支援者数は 5 名、支援金の総額は 32,000 円となり、集まった金額を寄付した。

目標金額に達しなかった課題として、テーマが難解かつ複雑だった点が挙げられる。具体的には、ローカル 5 G 技術を活用した「共生社会・SDGs」の実現等をテーマにしたため、支援者の「支持・共感」を得にくかったと言える。課題に対する方針として、今後クラウドファンディングを実施する場合は、より身近なテーマもしくは、取り扱うテーマを深くかみ砕いて展開を行っていく。また、「田川市内における障がい者雇用や共生社会の実現を目的としたカフェの開業」を目的としてクラウドファンディングを実施することも予定しており、多面的に田川市の共生社会の実現をサポートすることを計画している。



重要なお知らせ 手数料14%→9%に改定しました [プロジェクトをはじめる](#)

社会問題と向き合う人のクラウドファンディング  
**GoodMorning** プロジェクトをはじめる プロジェクトをさがす GoodMorning ISSUES GoodMorningとは? ログイン / 登録

### 子ども達と一緒に考える、Beyond SDGs子どもシンポジウムを開催したい！

ONE FUKUOKA ソーシャルグッド 福岡県



現在の支援総額 **32,000円**

1% 目標金額は2,000,000円

支援者数 **5人**

募集終了まで残り **終了**

お気に入り 1

**FUNDED**

このプロジェクトは 2021.10.20 に募集を開始し、

2030年、SDGsが終わります。しかし、日本ではSDGsの理解が遅れています。そこでSDGsのその先、未来の主役である子ども達と一緒に考えるBeyond SDGsシンポジウムを開き、

図 4.4.2.1-8) 「共生社会の実現に向けたクラウドファンディング」  
 (出典：GoodMorning)

#### ■SDGs への取り組み

田川市ではSDGsへの取り組みを第6次総合計画や第2期田川市未来創生総合戦略に盛り込み、取り組みを推進することで町内各部署の連携を強化するとともに、民間企業、学校、金融機関等とも連携を深め、全ての主体が役割を担い持続可能なまちづくりを行うため、「SDGs日本モデル」宣言に賛同している。

[ホーム](#) > [分類から探す](#) > [まちづくり・市政](#) > [まちづくり](#) > 「SDGs日本モデル」宣言に賛同しました

[もっと見る \(全2件\)](#)

---

**「SDGs日本モデル」宣言に賛同しました**

最終更新日：2020年7月1日 | 総務部 経営企画課

---

**「SDGs日本モデル宣言」に賛同しました。**



2015年9月の国連サミットで採択されたSDGs（持続可能な開発目標）は、2030年を年限として「誰一人取り残さない」持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現を目指す世界共通の国際目標であり、先進国を含めすべての国が行動し、全ての人が役割を持つものとされています。

特に日本においては、SDGsへの取組が、地方の深刻な少子高齢化の進展と人口減少、東京一極集中の解消を目指した「地方創生」に資するとされており、国の第2期「まち・ひと・しごと創生総合戦略」にも横断的な目標としてSDGsへの取組推進が盛り込まれたところです。

本市においても、今後、SDGsへの取組を第6次総合計画や第2期田川市未来創生総合戦略に盛り込み、取組を推進することで庁内各部署の横連携を強化するとともに、民間企業、学校、金融機関等との連携を深め、全ての主体が役割を担い持続可能なまちづくりを行うため、この「SDGs日本モデル」宣言に賛同しました。

SDGsとは？

SDGsとは、「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）」の略称です。

現在世界中で問題になっている貧困、気候変動、資源の枯渇、平和や平等、教育、衛生などの課題は、一人の人、一つの地域、一つの国では解決することができません。

そこで、地球上のすべての人、地域、国がみんなで協力し、みんなであつと幸せに暮らす（誰一人取り残さない）、よりよい世界を目指すために掲げた目標が、このSDGsです。

日本でもSDGs達成のため、さまざまな取り組みがなされています。



図 4.4.2.1-9) 「SDGs 日本モデル」宣言への賛同（出典：田川市 HP）

また、SDGs を推進したい連携企業は当事業に資金を提供することで、障がい者スポーツに関連する SDGs 項目の達成を目指すことができる。

SDGs ランキング 2021 では日本は世界 18 位であり、国内の半数以上の企業はまだ SDGs に取り組んでいない。また、そのうち 32%の企業は「注力すべき項目が分からない」状態に留まっている。（出典：SDG Index and Dashboards Report 2021,SDGs に関する企業の意識調査 2021 年）

この状況に対し、政府は「SDGs 未来都市」などの、官民連携マッチングを後押しする施策を強化しているため、今後、新たに SDGs の取り組みを始める企業が増えていくことが予想される。

SDGs において、障がい者スポーツに関連する項目は下記の 9 項目が考えられる。当コンソーシアムは連携企業の資金的な協賛にあわせて、企業が必要とする情報、資料、レポートを提供する。



図 4.4.2.1-10) 障がい者スポーツに関連する SDGs9 項目  
 (出典：国際連合広報センター)

田川市は様々な主体が協力して SDGs を推進していくため、田川市 SDGs 推進協議会を設置した。会議のメンバーは市内の大学や商工会議所、社会福祉協議会、商店街振興など様々である。一般市民の方からの応募もあり、総勢 16 人でスタートした。

令和 3 年 11 月 4 日 (水) に「田川市 SDGs 推進協議会第 1 回会議」を開催した。

[ホーム](#) > [分類から探す](#) > [まちづくり・市政](#) > [計画・プラン・行政改革](#) > 田川市SDGs推進協議会第1回会議を開催しました

[もっと見る \(全5件\)](#)

---

## 田川市SDGs推進協議会第1回会議を開催しました

[いいね！ 0](#)
[ツイート](#)
[LINEで送る](#)

最終更新日：2021年11月9日 | 総務部 経営企画課

---

### 田川市SDGs推進協議会 第1回会議を開催しました！

田川市では、様々な主体が協力してSDGsを推進していくため、田川市SDGs推進協議会を設置しました。会議のメンバーは、市内の大学や商工会議所、金融機関、社会福祉協議会、商店街振興組合など様々です。また、一般の市民の方からの応募もあり、総勢16人でスタートしました。今後、「誰ひとり取り残すことなく、将来にわたって持続可能で魅力のある田川市」を実現するため、活動していきます。

令和3年11月4日（木曜日）に第1回田川市SDGs推進協議会第1回会議を行いました。

この会議では、それぞれの委員さんのSDGsに対する普段の取組や興味の内容を含めた自己紹介の後、「SDGsとは何か」、「田川市がなぜSDGsに取り組むのか」を確認。

その後、現在問題に感じていることは何なのか、将来どんな田川市にしたいか、といった意見交換をしました。

現在問題に感じていることとしては、エネルギーやゴミ、地球温暖化や大気汚染などの環境問題、働く場所、地域の振興などの経済の問題、いじめや不登校、市のイメージが低い等の社会の問題など、幅広い意見が得られました。

一方で、目指したい姿は、市民全員が「自分ごと」として捉える、子どもも大人も一緒に取り組む、色々な人が連携する、みんなで未来を変える...等、「みんなで一緒に」というキーワードが多く出されました。

今後、みんなで一緒に問題を解決し、幸せに暮らせる未来を目指すため、その第1歩として、まずは市民の皆さんにも広くSDGsを知っていただくシンポジウムの開催を計画しています。

第2回の会議以降は、このSDGsシンポジウムの内容等について話し合う予定です。

### SDGsってなあに？

**Sustainable Development Goals**（持続可能な開発目標）の省略で、2015年9月の国連サミットで採択された2030年までに達成することを目指した国際目標です。この目標は、今だけでなく、将来の世代のための環境や資源を壊すことなく、今の生活をより良い状態にするための17のゴール・169のターゲットから成り立っており、誰一人取り残さないことを誓っています。田川市は、SDGsの達成を目指すことで、みんなで協力して、今も将来も豊かに幸せに暮らし続けることができるまちづくりに取り組んでいます。



会議の記録のホワイトボード。様々な意見が出されました。



田川市のSDGs推進について、委員の皆さんが活発に意見交換しました。



ワークシートを使用して、現在の課題や目指したい姿について考えました。

図 4.4.2.1-11) 「田川市 SDGs 推進協議会第1回会議」開催の様子（出典：田川市 HP）



田川市は市民に SDGs に関心を持ってもらうため、2022 年 3 月 10 日に田川文化センター大ホールで「田川市 SDGs シンポジウム」を開催した。

2022年3月10日

**SDGs っち知っちゃようかい? ~田川市SDGsシンポジウム~ を開催しました【アーカイブ動画あり】**

いいね! 0 ツイート LINEで送る

最終更新日: 2022年1月28日 | 総務部 経営企画課

2022年3月10日(木曜日) 18時30分から田川文化センター大ホールで

**SDGs っち知っちゃようかい? ~田川市SDGsシンポジウム~**

を開催しました。

SDGsという言葉聞いたことはあるけど...なんだか難しそう。  
SDGsは国際目標というけど、私たちの生活に関係あるの?

そんな疑問やモヤモヤ、ありませんか?  
田川市はSDGsに取り組むことで、今生きている我々も、将来田川市で暮らす子どもや孫の世代も、幸せに、そして豊かに暮らしていけるまちづくりを目指しています。

SDGs推進のためには、すべての人が協力しあう必要があります。  
まずはSDGsシンポジウムで、  
「SDGsってなんだろう?」  
「私に何ができるのかな?」  
ということを一緒に考えてみませんか?

当日の動画を公開していますので是非ご覧ください。

**【第1部】 田川の子どもたちによるオープニングアクト**  
田川の子どもたちによるダンスや研究成果の発表です。  
<https://youtu.be/0u-nJnyzDx4> (外部リンク)

**【第2部】 参加型講演「SDGsってなんだろう」**  
講師に北九州市立大学の眞鍋和博先生を迎え、会場の皆様からの疑問に答えていく形式で講演いただきます。

図 4.4.2.1-12) 「田川市 SDGs シンポジウム」開催について (出典: 田川市 HP)

## (2) 実証コンソーシアム構成員各社における検討

### ① 田川市における検討内容

ローカル 5 G に関する電波の免許を申請する主体となり、また、ローカル 5 G を実装する実証事業の場 (田川市総合体育館) を提供する田川市では以下について検討を行った。

(ア) リモートコーチングという新たな仕組みが、田川市の障がい者スポーツの振興・発展に寄与するモデルとなりうるのか、その際、その他競技種目への応用

も可能であるのか、汎用性について検討した。

- (イ) リモートコーチングモデルを維持し自走化させるために、収益モデルを実証コンソーシアムチームとともに明らかにし、田川市、田川市スポーツ協会、D-beyond の役割と支援を明確にし、さらに民間からの支援のスキームについても検討した（民間による寄付制度やクラウドファンディング等含む）。
- (ウ) リモートコーチングモデルを健常者のスポーツ活動支援（特に青少年）や高齢者の健康増進支援に応用可能な要素などを検討する。特に、昨今は健康長寿社会への取り組みに大きな期待が寄せられており、本実証事業の成果をどの領域で活用するのか、その目標を明確にした。
- (エ) 本実証事業の水平展開の可能性を検討していく。具体的には、福岡県内、九州エリアでの普及シナリオを検討するとともに、将来的にはスポーツ先進国の各種指導者とリモートコーチング可能な環境づくりのあり方について検討を図る。想定できるのか、その展望シナリオについても検討した。

以上（ア）～（エ）の検討結果を 4.4.4 章に記載の実装計画に反映した。

## ② 電通グループにおける検討内容

電通九州は、本実証事業の全体統括責任者として、プロジェクト全体の管理を行うとともに、課題実証の実施・運営管理および効果検証を行った。電通国際情報サービスは課題実証統括および技術サポートを行った。

また、各種実証事業（技術実証、課題実証）の成果を踏まえ、ローカル 5 G の実装に関わる問題点や改良点を整理するとともに、自走化シナリオ（実証成果を発展的に継承するための将来シナリオや障がい者スポーツ・地域スポーツ振興への反映など含む）に反映した。

こちらの検討結果も田川市のものと合わせて 4.4.4 章に記載の実装計画に反映した。

## ③ 富士通グループにおける検討

富士通グループは、今回の開発実証にあたり、ローカル 5 G システムの提供および技術実証責任者の役割を担っている。以下に検討内容を記載する。

### （ア）フィールドへの適応性

本事業において、中規模スポーツ施設のような 2 階部分のガラス面から屋外への電波漏洩のしやすい環境のエリア設計は、今後の多少なユースケースに対して他者土地に影響を及ぼさないようサイトエンジニアリングを開発する必要がある。その点で高度なエリア設計に対し、無線システムおよびアンテナ制御にて対応できる範囲等を検証し、実装・水平展開モデルに必要な事項を以下に示す。

3.2 章に記載したように、田川市総合体育館の大体育室は、競技エリア（1 階）、観覧エリア（2 階）の四方の壁面構造について、標準的な壁面、複数層の壁・空間を介した建屋構造や、ガラス材を介す壁面など複数の条件が混在する建屋

構造であり、水平方向への多様な電波伝搬が推測されるような環境にある。従い、実証環境としての田川市総合体育館の屋外は自己土地ではあるものの、都心部などで体育館が他者土地に隣接しているケースを考慮して、体育館の外を他者土地であると仮定した場合の屋内から屋外への電波伝搬損の観点で確認を行った。

3.3章に示す実測値とエリア算出式における差分については、実測値の方が3dBほど大きな値が見られ、漏洩が大きいものとなったため、屋内透過損として電波漏洩の考え方については、壁面の材質および測定点の高さを考慮した R 値に修正する必要がある。R 値に関して、本実証環境である田川総合体育館に依存せず、また簡単にエリア算出式に適用できるように 3.3 章結論に述べた計算式を用いることで適用する。

また、体育館の中央天井面に無指向性のアンテナを設置し、競技エリア床面に輻射することにより、他者土地への漏洩影響を少なくする等の検討を行ったが、メンテナンス性やコスト観点で困難と考える。実装水平展開の観点ではエリア設計観点でアプリケーション要件を満たすエリア設計を前提にアンテナ設置位置を検討し、出力調整、チルト調整により可能な限り漏洩を小さくすることでフィールドへの適正が可能となる。

#### (イ) ローカル 5 G 事業モデルの導入モデル

本事業においては、自治体もしくは民間企業において障がい者スポーツの振興・発展に寄与するモデルとなるため、可能な限り導入および保守運用費用を抑えた低廉化モデルのローカル 5 G の導入が必要になる。

ローカル 5 G システムベンダーとして低廉化モデル手法について以下記載する。

#### ● ローカル 5 G スターターキット

手軽にスモールスタートから導入可能な小規模ローカル 5 G システムを提供開始。本実証事業で採用したローカル 5 G システム構成に対し、5 G コア、CU、EMS を 1 台のサーバ上に実装したシンプルなオンプレミス構成となり、将来的なシステム拡張にも対応が可能となる。標準構成の約 1/3(標準価格比)の費用で初期導入しやすいモデルとなる。接続可能な RU および端末数に制限はあるが、スループットなどの性能差はなく、小規模な環境への適用から、検証・実証環境向けに、低廉化モデル提供を可能にしている。

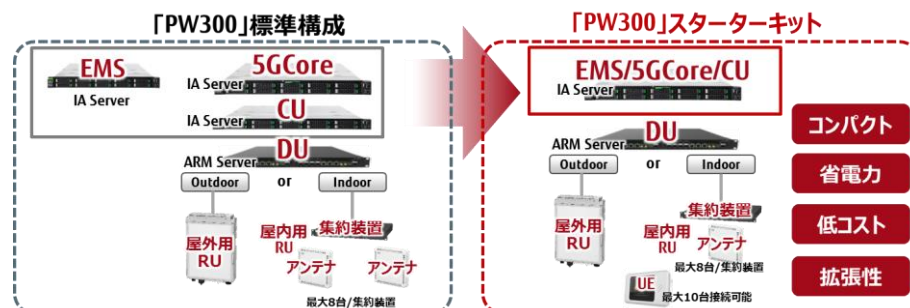


図 4.4.2.1-13) ローカル 5 G スターターキット (出典：富士通 HP)

(ウ) ローカル 5 G システムの保守・運用の在り方

中規模なスポーツ施設でローカル 5 G システムの運用にあたり、自治体や民間運用の設備に IT 人材が常駐する環境は想定しにくいいため、そういったケースでも簡易的な運用・保守の在り方について検討が必要となる。富士通グループとしては基地局免許取得主体である顧客に対して、基地局の利用ライセンスを提供し、富士通グループにて構築・監視・運用を実施するサービス形態 (図 4.4.2.1-14) を提供している。

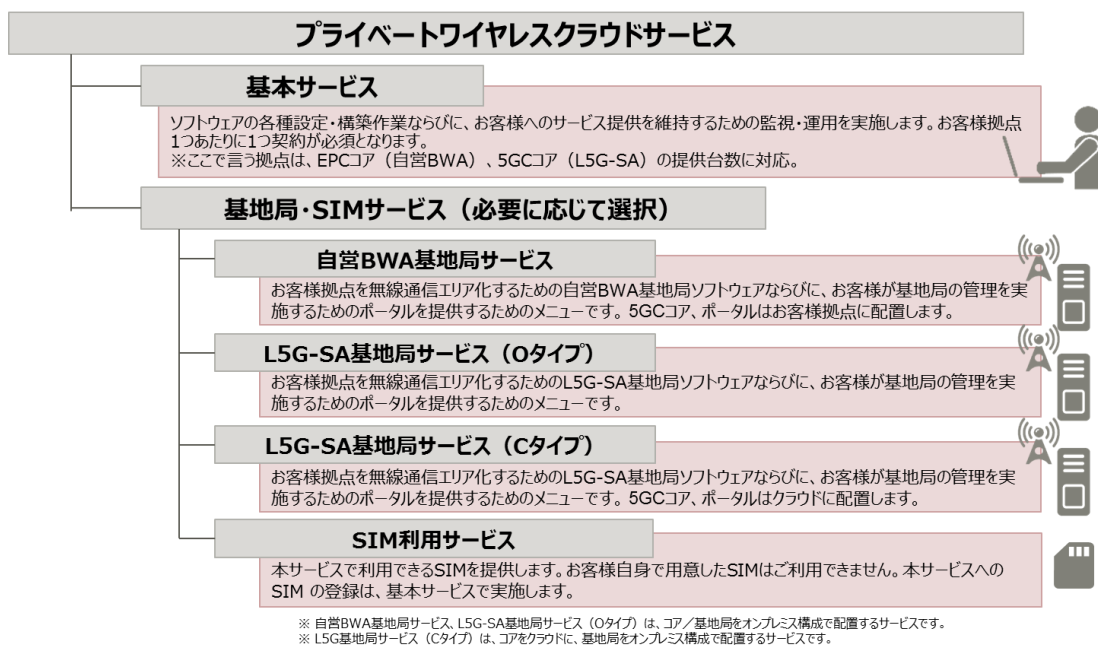


図 4.4.2.1-14) プライベートワイヤレスクラウドサービス (富士通作成資料)

① トータルコストの削減

5GC コア装置および、管理ポータル装置をクラウドで共用する構成のため、設計/構築コスト、運用コストが削減できるため全体的な費用を低廉化することが可能となる。

② 可用性の向上

5GC コア装置および、管理ポータル装置をクラウドに設置、運用を富士通グループにて行う。このためハード故障の影響を少なくすることが可能となる。

③ 複数拠点展開の導入性向上

拠点に設置される機器や機能が少なくなるため、設計、構築範囲を絞り拠点展開の導入性が向上する。複数拠点で同一の SIM を利用することが可能となる。



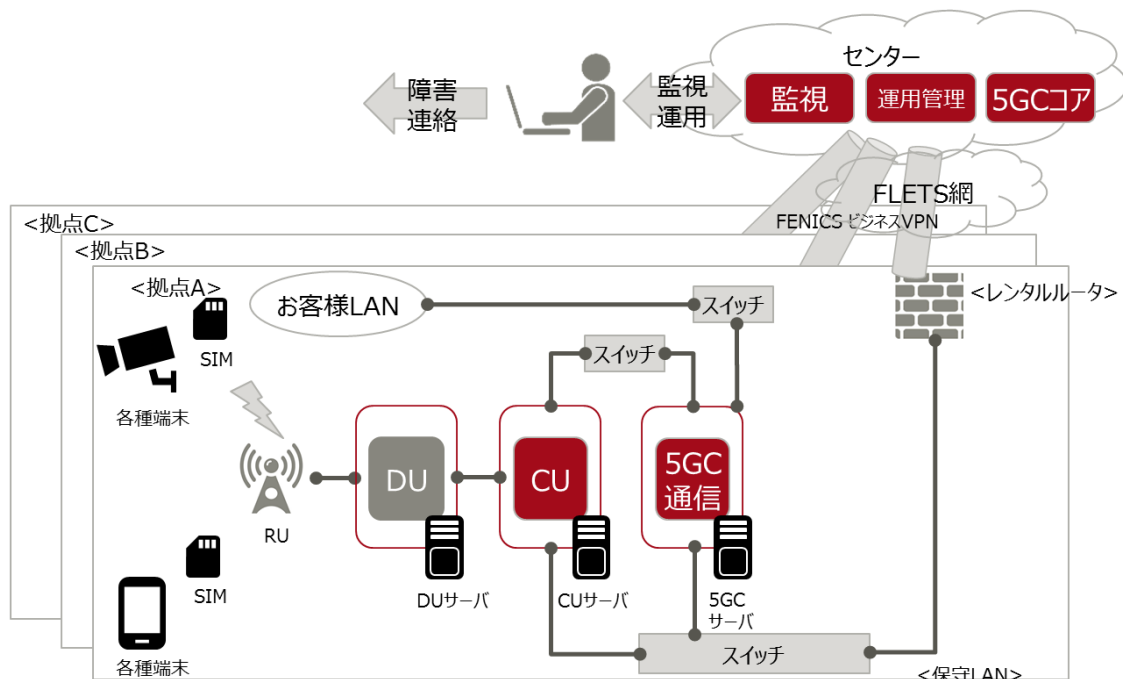


図 4.4.2.1-15) ローカル 5 G システムの保守・運用の在り方  
(富士通作成資料)

(エ) データ利活用に向けたローカル 5 G の構成検討

Azure PMEC (Private MEC) クラウドとの機能組み合わせにより、複数の自治体や拠点ローカル 5 G 運用だけではなく、エッジネットワーク上にアプリケーションを搭載することも可能になり、シーズ/ニーズに対応する高性能かつ超低遅延のソリューションの幅広いポートフォリオを提供することが可能となる。また Azure Network Function Manager から Azure Stack Edge 上に展開することが可能となる。

またアプリケーションとローカル 5 G と統合した提供となるため、シンプルなサブスクリプション価格で提供可能となる

● 主な機能

- ・ 5G コアネットワーククラウド管理 - Azure Network Function Manager
- ・ エッジに最適化された Azure サービス/アプリケーション
- ・ エッジネットワーク機能 - Metaswitch Fusion Core
- ・ エッジコンピューティング - Azure Stack Edge
- ・ 管理用の ServiceIQ ダッシュボードと API が利用可能
- ・ Azure NFM を使用し Azure Stack Edge 上で利用可能

● 主な利点

- ・ プライベート 5G をエッジに迅速に提供
- ・ スモールフットプリントでハイパフォーマンスを実現
- ・ シンプルなサブスクリプション価格

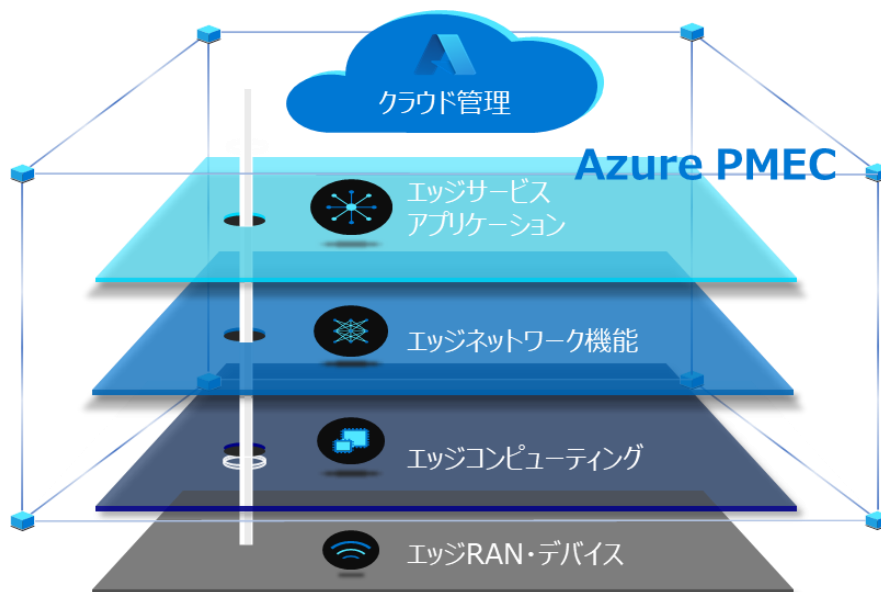


図 4.4.2.1-16) Azure PMEC (Private MEC) クラウドとの機能組み合わせ  
(出典：Microsoft HP)

### (3) 実装に至るまでのスケジュール概要

本章では、2022年4月以降のスケジュール概要について記載し、詳細スケジュールは4.4.4章に別途記載する。

1) 2022年3月末まで：開発実証期間中

コンソーシアム各社にて、2022年度予算について社内承認を取得中。

2) 2022年4月以降：未開発実証期間中追加検証・デモ実施・各社内調整期間

9月のサービス提供開始に向けて、運用体制などの調整を行う。また、同期間中、社内外関係者へのデモ実施を通じて普及展開に向けた啓発を行っていく。必要な資金、費用負担については同期間にて実装継続の各主体者間で協議し、決定した内容で契約を結ぶ。

3) 2022年9月サービス提供開始

サービス提供開始に合わせてPR活動を積極化していく。また、運用開始後はシステム利用者数や事業収支の集計だけでなく利用者の声も収集し、総合的に分析を行う。その分析結果をもとに2023年3月のシステム改善作業を行っていく。

#### (4) 想定される課題と対応策

実証期間中にシステム構築だけでなく普及啓発活動も行っており、実装に向けた課題と対応策が一部明らかになったため以下にまとめる。

表 4.4.2.1-2) 課題と対応策

課題	対応策
特に障がい者スポーツに関わらない健常者に組みの必要性が理解されにくく、普及・展開の壁になりうる。	田川市が説明資料の改善や説明動画作成を行っていく。2021年11月に田川市の小学生向けの説明・体験会を実施したので、その際の反応を参考に、資料をブラッシュアップする。
開発したシステムを実際の選手や指導者が使いこなせない可能性あり。	本実証事業では実証を2回に分け、選手とコーチの声をヒアリングしながら、電通国際情報サービスが操作性をブラッシュアップし、容易に扱えるシステム構築を行った。また、実装後も定期的にフィードバックとシステム見直しを行う予定であり、同社がユーザーファーストでシステムを調整していく。
将来的に田川市以外の実装先確保が十分でない可能性あり。	田川市の声掛けにより、実証期間中から車いすスポーツ普及に注力している田川市近隣の自治体(飯塚市)や、多数の人口を抱える福岡市と連携を開始しており、今後も田川市が主体となり、自治体・障がい者スポーツのネットワークを中心に実装を広げていく。

#### 4.4.2.2 普及展開方策の検討

障がい者スポーツを対象としたローカル5G活用モデルの普及展開の加速に向け、ローカル5G活用モデルを同様の課題を抱える他のユーザー企業等や他分野に普及するための方策等について検討を行った。

##### ■ 普及展開の方針

方針として、まずは田川市の近隣市に垂直展開を図り(図 4.4.2.2-1)、その後、健常者や他地域への水平展開を想定している(図 4.4.2.2-2)。



図 4.4.2.2-1) (再掲) 垂直展開 実装シナリオ想定



図 4.4.2.2-2) (再掲) 水平展開 実装シナリオ想定

垂直展開においては、フェイズ1から3まで2022年から2027年の6年という期間を設定した。この期間中にローカル5Gを含む通信インフラの普及が進み、機能性や拡張性も拡大していくと想定しており、設備と連動する形で柔軟な垂直展開を進めていく。

垂直展開に合わせて、障がい者だけでなく高齢者や学校教育における利用を目指す水平展開も進めていく。水平展開における通信インフラの要件として、ローカル5G設備の低価格化と一般普及が必要である。ローカル5Gが広く普及していくまでの初期段階においては、自治体が保有する体育館等の大きな施設において導入と事業開発を行っていき、設備の低価格化にあわせて学校やプロスポーツ団体、規模の小さな団体にも導入を進めてい



く。また、本ソリューションの特徴として、障がい者スポーツだけでなく高齢者の健康促進や学校の部活動、健常者プロスポーツまでサービス拡大できる点が挙げられる。2022年のサービス開始時点では障がい者スポーツを中心とした事業開発を行うが、将来的な展開まで見据えた運営とする予定である。

水平展開の初期ターゲットエリアについては、北部九州エリアを想定している。具体的には、車いすテニスの普及に力を入れている飯塚市や、地方中枢都市の福岡市を候補としており、本実証の期間中も積極的に情報共有を進めてきた。また、それぞれの地域人口を市場規模として考えると、田川市から福岡市の人口規模で成立する事業とすれば、その後の全国展開においても問題なく導入を進めることができると想定し、初期水平展開先として北部九州エリアの優先度を高めた。

#### ■システム構成のポイント

上記方針を踏まえて、「ハードとソフト」「ベースとオプション」という2軸で各要素を以下の図のように整理した。具体的には、ベース機材は高解像度カメラ・アプリ導入済みPC・タブレットを示し、ベースソフトは多視点カメラ・ホワイトボードを示す。オプション機材・オプション開発ソフトは第2回実証時に関係者ヒアリングから新たに出てきた課題であり、サービス開始後に追加で検討していくべき項目としている。この2軸の構成で事業を運用し、柔軟に開発と調整を行っていくことで、垂直展開と水平展開を可能にしていく。

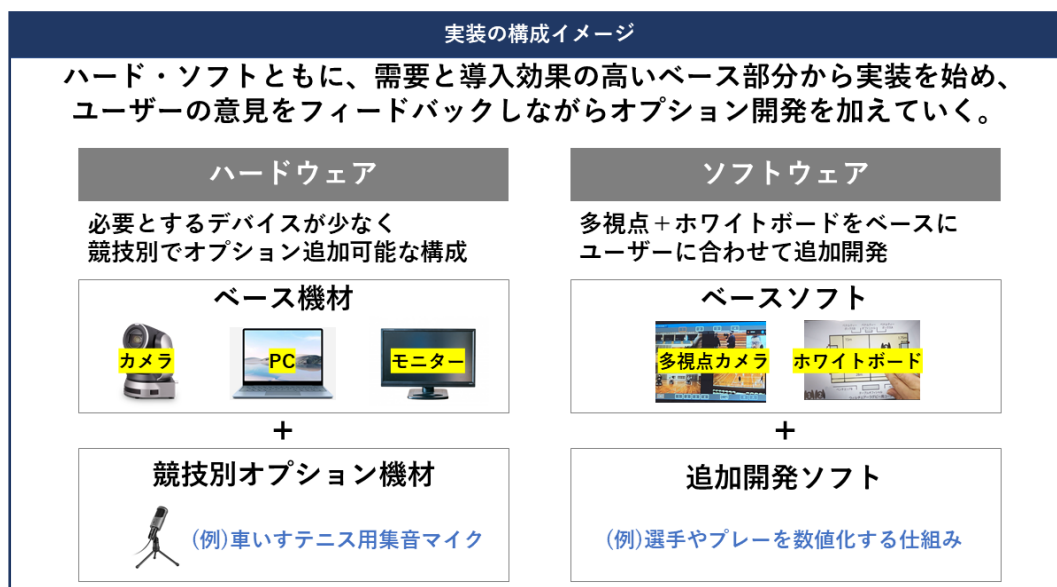


図 4.4.2.2-3) (再掲)「ハードとソフト」・「ベースとオプション」による整理  
(電通九州作成資料)

#### ■各ステークホルダーと役割

コンソーシアムを中心に、今後の実装に向けて各ステークホルダーの考えや意向を以下にまとめた。

表 4.4.2.2-1) ステークホルダーの整理

関係者	考え・意向
田川市 (田川市役所・ 田川市スポーツ 協会)	田川市は本実証ではコンソーシアムの一員として、開発実証エリアとなる田川市総合体育館を提供した。 今後の普及展開に向けた役割としては、事業主体として実装の中心を担っていく。具体的には、福岡県内、九州エリアでの普及シナリオの実現を目指すとともに、将来的にはスポーツ先進国の各種指導者とリモートコーチング可能な環境づくりのあり方について検討していく。また、リモートコーチングモデルを健常者のスポーツ活動支援（特に青少年）や高齢者の健康増進支援に応用可能かどうかとも検討していく。
電通グループ (電通九州、電 通国際情報サー ビス)	電通九州は、本実証事業の全体統括責任者として、プロジェクト全体の管理を行うとともに、課題実証の実施・運営管理および効果検証を行ってきた。 実証終了後は、本システムのプロモーション的な役割を担い、実装支援を行っていく。 電通国際情報サービスは課題実証統括およびソリューション技術の開発を行った。また、実証終了後は市場普及に向けてソリューションのチューニングを実施する。
富士通グループ (富士通、富士 通 Japan)	本実証にあたり、ローカル 5G システムの提供および技術実証責任者の役割を担い、設備設置から数値検証、各種改善を行った。今後は、実装に向けたネットワーク構成およびシステム要件の課題を整理し、システムの継続利用を見据えた検討を行い、ニーズ調査およびコスト調査を踏まえ事業として成立条件（損益分岐点）を基礎として事業モデルを策定する。
NEWTRAL	本実証では課題実証サポートや自治体サポートを行った。今後は財源確保のために、企業版ふるさと納税や支援企業の募集などの取り組みを、市と連携して検討していく。
D-beyond	本法人はパラアスリートの経験とパラスポーツの魅力を伝える事業を行う団体であり、本実証では障がい者スポーツ競技団体調整、参加者募集を行った。今後の実装や普及に向けて、選手に近い立場から情報を発信していく。

また、上記コンソーシアムメンバー以外に、実装資金確保の面から民間企業と連携を取っていく。こちらの関係会社と各社の関わり方をまとめたものが以下となる。

表 4.4.2.2-2) 資金確保のための施策整理

関係会社	施策内容と関わり方
ふるさと納税支 援企業	田川市の取り組みに共感し、企業版ふるさと納税を活用して支援する企業を募る。田川市がイベント・セミナーでリモートコーチングの取り組みを紹介し、ふるさと納税に繋げていく。本実証の期間中にもセミナーを実施し、既に支援企業を募集する取り組みを開始した。
SDGs 連携企業	SDGs 達成や共生社会の実現に協力的な連携企業と寄付を募る。連携企業は SDGs の達成を目指すだけでなく、田川市と連携した取り組みを行うことで、自社サービスの技術開発も可能となる。また、企業版ふるさと納税は本社が所在する地方公共団体への寄附を行った場合、制度の対象とならないため、田川市内で共生社会実現に協力的な企業はこちらの取り組みで参加することとなる。

■想定されるビジネスモデル

リモートコーチングシステムは、以下に記載の通り田川市を中心に官民連携組織で構築・運用し、障がい者スポーツの現場への普及を目指していく。なお、今後参画する企業を含め関係各社を取りまとめる民間企業はなく、田川市と各社は個別に契約し実装に向けて柔軟な運用を行っていく予定である。

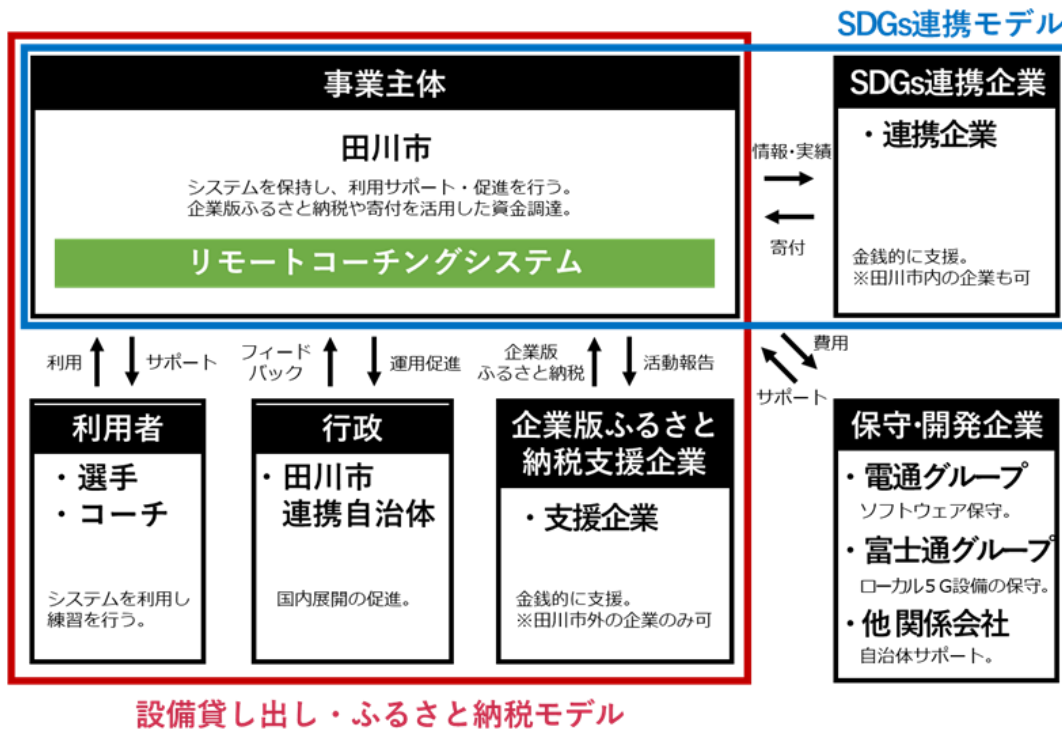


図 4.4.2.2-4) (再掲)スキーム

4.4.2.1 章に記載の通り、実装にあたって大きく2つのビジネスモデルを併用していく。一つは「設備貸し出し・ふるさと納税モデル」と名付けた。こちらはユーザーからのシステム利用料の回収に加え、主に田川市外からの企業版ふるさと納税の仕組みを活用していくモデルである。もう一つは「SDGs 連携モデル」と名付けた。こちらは田川市内外の企業からの寄付を受け取るモデルとして想定している。

4.4.3 ローカル5Gの実装に向けた課題の抽出及び解決策の検討

本実証事業は、「AI・xR 技術を活用した高精細映像のリアルタイム配信による多視点リモートコーチングの実現」に関わるもので、主に、障がい者スポーツの普及・発展に資する次世代のコーチング環境の充足化についてその可能性を検証していくことを実証目標とした。

農業や工場等へのローカル5G導入等の実証事業に比べれば、その前提となる課題が曖昧であるため、実証目標と実証結果をダイレクトに比較してその成果を評価することが難

しくなることは否めない。特に、コーチングという領域での評価は、（試合・競技）結果に基づき導かれる要素が多々あるため、コーチングの過程を評価すること自体が困難を極める。

しかしながら、健常者のスポーツも含め、今や、スポーツの競技力向上（人材育成、スキルアップ等）には、スポーツ医科学が担う比率が格段に高まっていることから、科学的アプローチの少ない障がい者スポーツにおいて新たなコーチングの可能性を提示できる本実証事業は、これからの障がい者スポーツの発展に資する大切な役割を担っており、たとえ、定性的要素の比重が高い事業成果となっても、この仕組みを継続的に発展させ充実化していくことが、ユーザー企業（障がい者スポーツ関連団体・競技者および地域のスポーツ関係者等）が目指す将来像に対して有用な取り組みになると確信している。

よって、ローカル5Gの実装に向けた課題の抽出および解決策の検討について、以下に記載する。

■全国の障がい者スポーツ関連関係者を招いた実証事業の継続化

今回の実証事業ではリモートコーチングにおける一部分の評価しかできていないと思われるため、市内、県内、県域（九州地区）を対象に障がい者スポーツ関係機関・団体と連携し、リモートコーチングの課題や利点をより精査するための事業継続化の検討を行った。

今回は車いすラグビーを対象とした実証事業であることから、車いすを活用した競技種目を中心に、競技者自身や指導者自身にこのシステムに慣れてもらい、リモートコーチングの技術を高めるための各種検証を多面的・重層的に実施していく。

■実証事業を通して明確になった課題

実証事業の計画時では想定しておらず、本実証の結果判明した課題と解決策を整理した。合計11の新規課題を「技術・運用面の課題」「より高い導入効果を目指す場合の課題」「普及方策に関する課題」の3つの切り口に分けた。

表 4.4.3-1) 技術・運用面の課題

技術・運用面の課題			
課題番号	実証により判明した課題	解決策	今後必要な検証事項
1	選手のプレーによってカメラが破損する恐れがある。	物理的な接触を避けるため、カメラを離れて設置することが最も望ましいが、それが難しい場合はカメラを保護するガードが追加が必要になる。	特になし



2	競技別に必要とされるカメラ高さが異なる。車いすラグビーは地上目線と俯瞰目線があれば良いが、車いすテニスの場合は3mほどの高さが最適である。	数メートルの高さのカメラ三脚を用いる対処が考えられる。2階席が存在しない体育館も存在するため、上から吊り下げる方式よりも、地上から上げていく方法が適切であると考えられる。	競技別の最適な高さを導くための検証が必要である。実証実験時に車いすラグビー、車いすテニス、健常者ラグビーの3名のコーチにヒアリングしたところ、どの競技もテレビ中継の際のカメラ位置が参考になるという回答であった。そのため、各競技におけるカメラ位置の必要高さを事前に調査しておき、田川市総合体育館で実際に該当競技が行われる際に高さを微調整し、マニュアル化することで、検証が完了することが想定される。
3	車いすテニスなどのラケットスポーツでは、選手の映像だけでなくプレー音を正確に拾う必要がある。	車いすテニスなどの一部競技では必要なため、必要に応じて多視点カメラにマイクを追加する対処が考えられる。全ての競技に必須ではないため、具体的にはオプション機材として実装プランに組み込むことにした。	音データ伝送速度の検証が必要である。検証手法としてはカメラ映像と同じく、テニスラケットのインパクト音の遅延が生じないか、マイク機材の種類と設定条件を場合分けして最適値を見つけていく。また、選手の映像とインパクト音にブレが生じることで指導が難しくなるため、映像システムとの調整が追加で必要になると想定する。
4	アプリ内ホワイトボードに関しては、車いすラグビーのコートサイズを縮小して再現しているため、他競技において使用する際には、コートデザインの差し替えが必要となる。	アリーナで行われる競技によって、その競技ごとのコートサイズ、ライン、エリアなどをルールブックから調査し、再現をしていく。	特になし

表 4.4.3-2) より高い導入効果を目指す場合の課題

より高い導入効果を目指す場合の課題

課題番号	実証により判明した課題	解決策	今後必要な検証事項
5	障がい者スポーツでは選手それぞれで体の可動範囲が異なるため、AI 姿勢推定での見本を用いたゴーストトレーニングでは、画一的な見本モデルの参考になりにくい可能性がある。 ※今回の実証では選手の骨格を表示したうえでコーチが目視指導を行った	車いすラグビーのコーチと協議したところ、同一競技における同じポイントの選手の見本データを用意することが有効である可能性が高い。そのデータを基に、選手に合わせた微調整を行っていく。	用意した見本データが、本当に見本となりうるか確認検証が必要である。想定される検証方法としては、選手・見本データ・コーチの3者をそろえ、選手が見本データに合わせた動きをした際に、コーチが客観的に有効であるか確認する方法が考えられる。
6	今回の AI 人物検知では車いすの位置までは判断できるが、障がい者スポーツでは車いすの向きが重要であるため、次のステップでは向きまで判定できるシステムが望ましい。	現在の AI 技術では静止画から車いすの向きを判定するのは難しい。ただし、判定する対象が映像であり、車いすの線的な動きをすることを活かし、車いすの前後の動きから向きを判定することは可能であると考えられる。	検知精度を確認するための検証が必要である。今年の実証で行ったように、車いす競技の選手に基本的なスラロームやブレーキ動作を行ってもらい、その AI 検知精度を測ることで検証が完了する想定である。
7	VR ミーティングでは VR 内のコートでポジショニングなどの指導を行うが、同一設定だとしても、選手ごとに実際よりも広く感じる人と狭く感じる人の両方がいた。	VR と現実空間の認識のズレは選手ごとに感覚が異なるため、画一的な調整は難しい。そのため、選手ごとに VR 映像の視野角を調整する対処が考えられる。具体的には、視野角を調整する機能を新規で設け、選手に指導を開始する前に個別調整を行う。こちらも実装事業の追加開発ソリューションの候補とする。	特になし
8	カメラによる自動録画と自動再生を繰り返すシステムがあると選手が一人で自主練できるようになる。	本実証で開発済みの多視点アプリを改修すれば対応可能だと考える。既にリプレイ機能は実装されているため、需要があれば追加開発ソリューションとして対応していく。	特になし
9	車いすテニスにおける AI 姿勢推定では、人物の骨格だけでなくラケットまで AI が認識・表示した方が効果的な指導が行える。	技術上は可能だと考えられるため、実装事業の追加開発ソリューションの候補とする。ただし、まずはラケットの速さに AI の認識が本当に可能か検証したうえで、ソリューション開発の	素早いラケットの速度で AI が認識可能か、またその度合いによって指導の幅が制限されるのか検証が必要である。検証方法としては、車いす選手の動きを検証する際に、車

		必要性を改めて判断していく。	いすテニスのコーチに同席してもらい、実際の指導で有用かどうかヒアリングする方法が考えられる。
--	--	----------------	--

表 4.4.3-3) 普及方策に関する課題

普及方策に関する課題			
課題番号	実証により判明した課題	解決策	今後必要な検証事項
10	リモートコーチングを導入したとしても、リアル指導時の全ての時間や手間が無くなるわけではないため、実際にリモートコーチングが普及するのか疑問が残る。 ※一部コーチの意見	コーチにヒアリングしたところ、定期的な指導ではなく単発（短期間）指導の場合は、指導当日までの事前準備が必要とされること。具体的には各選手の動画やデータを確認し、選手側のコーチと事前に指導内容の擦り合わせなどを行い、コーチング当日に選手に効率よく指導している。そのため、事前に選手のデータをコーチに渡すソリューションがあれば、リモートコーチングの使用率が高まると考える。	どのデータを事前準備として共有すべきか検証が必要である。 具体的な方法としてはコーチへのヒアリングが考えられる。実際に単発指導する際に事前取得したデータを活用してもらい、その評価をコーチにフィードバックしてもらえば問題なく検証できると想定する。
11	ソリューションを過度に充実化させるよりも、選手に対して適切なコーチをマッチングさせる方が有用である。 ※一部コーチの意見	事業拡大のためにも選手とコーチのマッチングは必要なため、ある程度の利用者ボリュームが集まった段階から、具体的なマッチング方法の検討を進めていく。	指導と選手の上達の質を客観的に検証する必要がある。 選手本人の実感では客観的に判定できないため、プレーの結果を数値化し、指導前と比較する方法が考えられる。例えばテニスではボールの着地点やスピードなどを AI が自動判定し集計することができるため、このようなシステム開発により検証が可能となると想定する。

■他競技に応用した場合における実証技術の利活用の可能性と精度の更新

さらに、リモートコーチングの仕組みを他競技でも応用してもらうため、また、この実証事業で活用した実証技術をさらに精緻なものとするため、以下の取り組みを通じて「リ

モートコーチングにおける汎用面」での課題・改善手法、導入の可能性検討を行う。

(ア) 他競技における本実証技術の応用の可能性

- 今回の対象は車いすラグビーであるが、対象競技種目を広げ、アーチェリーやバスケ、フェンシング、柔道なども「AI・xR 技術を活用した高精細映像のリアルタイム配信による多視点リモートコーチング」の可能性を検証する。

(イ) 高齢者の健康促進への応用

- 姿勢推定などの技術を高齢者の健康促進に応用する。具体的にはラジオ体操を始めとする健康体操やストレッチ等の現場で姿勢推定技術を導入し、指導員の助言などで正しい姿勢を学べる機会を提供する。

(ウ) 学校・企業のイベント等での活用

- ローカル 5 G 技術を実装した田川市総合体育館を利活用するために、学校や企業の催事（運動会、発表会、展示会等）で今回実装した技術がどのように発展的に利活用できるのか、その可能性を検証していく。

#### 4.4.4 継続利用の見通し・実装計画

4.4.4.1 にコンソーシアムに関わる関係者とソリューションを前提条件として整理し、4.4.4.2 に持続可能な事業モデルやスケジュール等の計画策定、4.4.4.3 に実装ソリューションのシステムの検討、4.4.4.4 に発展の可能性を記載する。

##### 4.4.4.1 前提条件

###### ■ステークホルダーの整理

コンソーシアムを中心に、今後の実装に向けて各ステークホルダーの考えや意向を以下にまとめた。

表 4.4.4.1-1) ステークホルダーの整理

関係者	考え・意向
田川市 (田川市役所・田川市スポーツ協会)	田川市は本実証ではコンソーシアムの一員として、開発実証エリアとなる田川市総合体育館を提供した。 今後の普及展開に向けた役割としては、事業主体として実装の中心を担っていく。具体的には、福岡県内、九州エリアでの普及シナリオの実現を目指すとともに、将来的にはスポーツ先進国の各種指導者とリモートコーチング可能な環境づくりのあり方について検討していく。また、リモートコーチングモデルを健常者のスポーツ活動支援（特に青少年）や高齢者の健康増進支援に応用可能かどうかとも検討していく。
電通グループ (電通九州、電通国際情報サービス)	電通九州は、本実証事業の全体統括責任者として、プロジェクト全体の管理を行うとともに、課題実証の実施・運営管理および効果検証を行ってきた。 実証終了後は、本システムのプロモーション的な役割を担い、実装支援を行っていく。 電通国際情報サービスは課題実証統括およびソリューション技術の開発を行った。また、実証終了後は市場普及に向けてソリューションのチューニ



	ングを実施する。
富士通グループ (富士通、富士通 Japan)	本実証にあたり、ローカル 5 G システムの提供および技術実証責任者の役割を担い、設備設置から数値検証、各種改善を行った。今後は、実装に向けたネットワーク構成およびシステム要件の課題を整理し、システムの継続利用を見据えた検討を行い、ニーズ調査およびコスト調査を踏まえ事業として成立条件（損益分岐点）を基礎として事業モデルを策定する。
NEWTRAL	本実証では課題実証サポートや自治体サポートを行った。今後は財源確保のために、企業版ふるさと納税や支援企業の募集などの取り組みを、市と連携して検討していく。
D-beyond	本法人はパラアスリートの経験とパラスポーツの魅力を伝える事業を行う団体であり、本実証では障がい者スポーツ競技団体調整、参加者募集を行った。今後の実装や普及に向けて、選手に近い立場から情報を発信していく。

実装に向けて中心を担う田川市は、既に近隣自治体の飯塚市や福岡市の担当者と情報共有を始めている。

特に飯塚市は車いすテニスの支援に注力しており、アジア最高峰の大会「飯塚国際車いすテニス大会: JAPAN OPEN」を実施する等している。また、第2回実証時には飯塚市の九州車いすテニス協会協力のもと、選手・コーチを田川市総合体育館に招待し、実証参加・システムに関するフィードバックを収集した。車いすラグビーだけでなく車いすテニスの要望も集めたことで、車いす競技全般に必要なベースシステムに加え、競技ごとに求められるオプションシステムの次期開発構想を得ることができた。

また、上記コンソーシアムメンバー以外に、実装資金確保の面から民間企業と連携を取っていく。これらの関係会社と各社の関わり方をまとめたものが以下となる。

表 4.4.4.1-2) 資金確保のための施策整理

関係会社	施策内容と関わり方
ふるさと納税支援企業	田川市の取り組みに共感し、企業版ふるさと納税を活用して支援する企業を募る。田川市がイベント・セミナーでリモートコーチングの取り組みを紹介し、ふるさと納税に繋げていく。本実証の期間中にもセミナーを実施し、既に支援企業を募集する取り組みを開始した。
SDGs 連携企業	SDGs 達成や共生社会の実現に協力的な連携企業と寄付を募る。連携企業は SDGs の達成を目指すだけでなく、田川市と連携した取り組みを行うことで、自社サービスの技術開発も可能となる。また、企業版ふるさと納税は本社が所在する地方公共団体への寄附を行った場合、制度の対象とならないため、田川市内で共生社会実現に協力的な企業はこちらの取り組みで参加することとなる。

#### ■実装ソリューションの整理

第1回・第2回の実証を通して、6種のソリューションの開発・検証を行い、成果と課題の把握を行い、「多視点カメラ」と「ホワイトボード」の2種を初年度からビジネス化すべきソリューションとして選定した。

表 4.4.4.1-3) 実装ソリューションの整理

ソリューション名	実証結果と課題	ビジネス化 (初年度実装)
多視点カメラ	操作性が良く、全練習のコーチングのベースとして使える。	○
ホワイトボード	車いすの向きやポジショニングが分かりやすく、選手側の理解も容易。	○
VR ミーティング	戦術理解には役立つが選手のツール習熟時間が必要。	—
VR コーチング	動きの詳細理解には役立つが選手のツール習熟時間が必要。	—
AI 姿勢推定	コーチからの指導だけでなく自主練習にも使えるが、専用カメラの設置や、デバイス準備等に課題が残る。	—
AI 人物検知	現時点では人物の検知ができるが、車いすの向きまでは検知できない。また、直接的な選手指導ではなく、ヒートマップ等のコーチを補助するツールとして展開を想定。	—

多視点映像については、実証期間中に様々なコーチにヒアリングを行ったところ、最も評価が高いものであった。リアル空間のコーチングの際も、複数の角度からプレーを見る機会が多いため、リモートコーチングでも違和感なく使えそうだという意見が出てきている。また、1回のプレーを同時に複数の視点から見る事が可能なため、選手の繰り返し動作の短縮（練習の効率化）に繋がる可能性があると言われている。さらに、将来的には障がい者スポーツだけでなく、健常者スポーツにも展開できる可能性が大いにあるため、初年度に実装するベースシステムとして適切であると判断した。

同じく初年度実装するホワイトボードについても、リアル空間で慣れ親しんだツールであることから、リモートコーチングで使えるという評価を集めた。特に車いすスポーツの場合は、車いすのポジショニングだけでなく向きが重要であるため、向きを調整するための操作が容易であることも評価されている。また、ホワイトボードは VR ミーティングや AI 人物検知等のシステムとも連携可能であるため、将来的に VR・AI の追加開発を行った際の受け皿になることも期待されている。

今回、初年度実装を見送った VR・AI 関連ツールについては、総じて、従来のリアル空間での指導活用イメージが不足していることが共通している。これらのツールが我々の一般生活やリアル空間でのスポーツ指導の領域に普及してくれば、リモートコーチングにおけるツールの一つとして開発を進めていく可能性があるため、多視点やホワイトボードといったベースシステムのサービス運用をしつつ、追加開発の可能性を引き続き検討していきたい。

また、ソリューション実装に向けて「ハードとソフト」、「ベースとオプション」とい

う 2 軸で各要素を以下の図のように整理した。ベース機材・ベースソフトは基本的に今回の実証で納品・作成したものであり、2022 年中のサービス開始時点ですぐに使えるものとして想定している。具体的には、ベース機材は高解像度カメラ・アプリ導入済み PC・タブレットを示し、ベースソフトは多視点カメラ・ホワイトボードを示す。また、オプション機材・オプション開発ソフトは第 2 回実証時に関係者ヒアリングから新たに出てきた課題であり、サービス開始後に追加で検討していくべき項目として整理した。

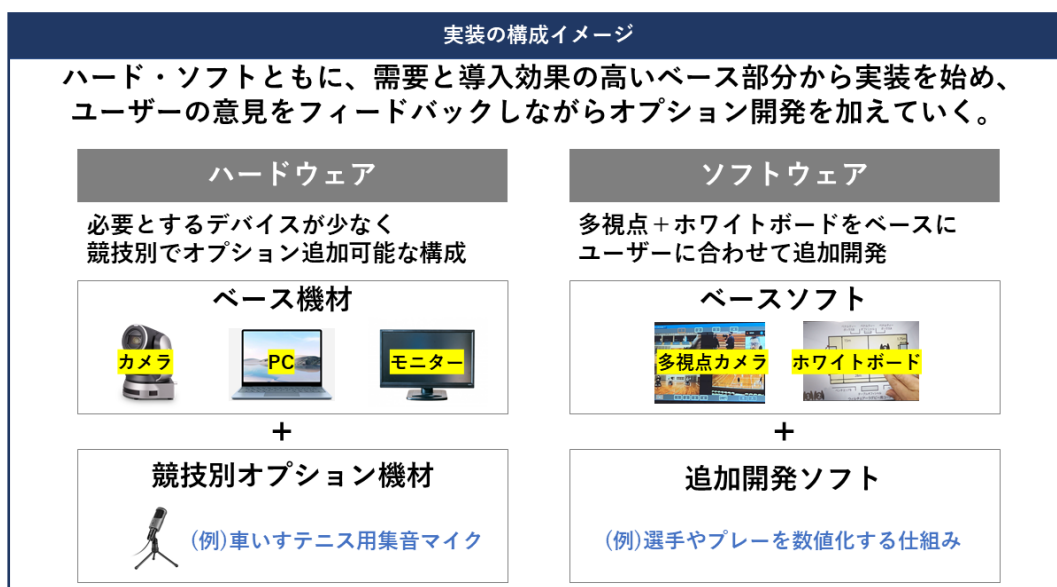


図 4.4.4.1-1) (再掲)「ハードとソフト」・「ベースとオプション」による整理  
(電通九州作成資料)

なお、実証時の設備を実装環境に変更していくにあたり、基本的に実証時に開発済みのものを継続利用するため、大きなスペック変更も運用に支障をきたす影響も発生していない。また、本実証事業では、2回に分けて実証実験を行い、選手・コーチ・各ステークホルダーの意見を聞きつつシステム改善を行っているため、ベースソフトとして使用する多視点カメラとホワイトボードはすぐにでも実用可能な状態に調整済みである。

#### 4.4.4.2 事業モデル

##### ■事業内容

実証で開発したリモートコーチングのシステムのうち、多視点・ホワイトボードの 2 種をローカル 5 G 環境下で活用することで、障がい者スポーツのコーチ不足を解決し、障がい者スポーツの競技レベルの底上げ・普及と、共生社会の実現を目指していく。システム・コーチ・選手の関係性をまとめたユースケースは以下の通りである。

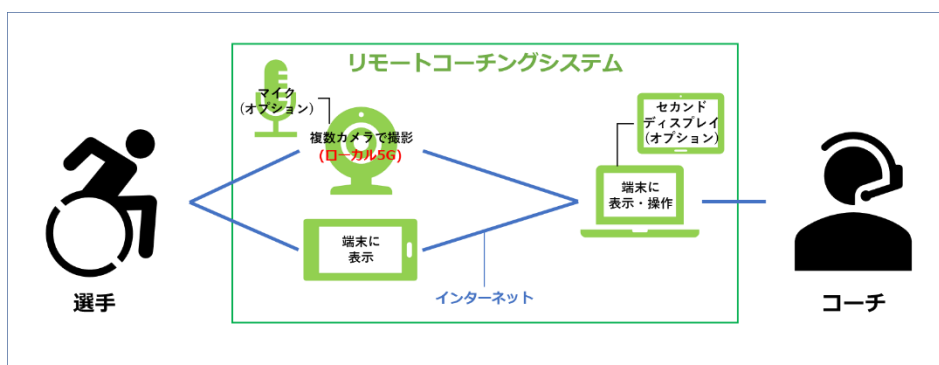


図 4.4.4.2-1) ユースケース

田川市総合体育館で実証実験を行った際は、メディアや視察団にシステムを見せるために大型のスクリーンやプロジェクターなどを使用していたが、実装の際にはそういったものは機材と準備の観点から使うことはできない。また、実証に参加した多くの選手・コーチから「とにかく手軽にシステムを使えるようにしてほしい」という要望もあったため、上記図 4.4.4.2-1 のユースケースのように、使い勝手を最重要視した非常にシンプルな構成にすることとなった。

事業の主体となる田川市が、このシステムを保有し利用者への貸し出しを行っていく。各関係者の関係と役割は次のスキーム図にまとめた。

#### ■スキーム

リモートコーチングシステムは、以下に記載の通り田川市を中心に官民連携組織で構築・運用し、障がい者スポーツの現場への普及を目指していく。なお、今後参画する企業を含め関係各社を取りまとめる民間企業はなく、田川市と各社は個別に契約し実装に向けて柔軟な運用を行っていく予定である。



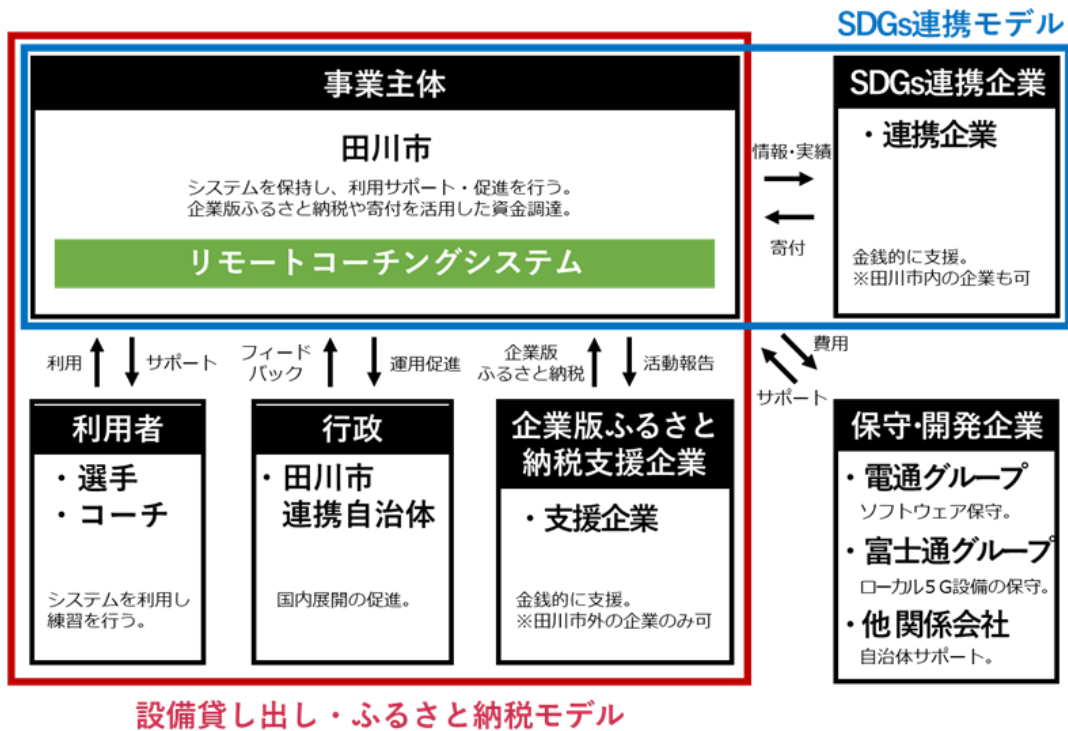


図 4.4.4.2-2) (再掲)スキーム

4.4.2.1 章に記載の通り、実装にあたって大きく2つのビジネスモデルを併用していく。一つは「設備貸し出し・ふるさと納税モデル」と名付けた。こちらはユーザーからのシステム利用料の回収に加え、主に田川市外からの企業版ふるさと納税の仕組みを活用していくモデルである。もう一つは「SDGs 連携モデル」と名付けた。こちらは田川市内外の企業からの寄付を受け取るモデルである。以下の表 4.4.4.2-1 にビジネスモデルごとの特徴をまとめた。

表 4.4.4.2-1) ビジネスモデルにおける企業の区別

	企業版ふるさと納税支援企業	SDGs 連携企業
企業の主目的	企業版ふるさと納税の納付先の選定	自社 SDGs 達成のための連携 ※企業によっては共同開発も目的
企業の本社所在地	田川市外の企業のみ可	田川市内外の企業が可
田川市への資金提供方法	企業版ふるさと納税	寄付
寄付金の過去実績 ※2020年トレーラーハウス整備 の寄付金総額 7,800万円	約 7,800 万円のうち約 2,400 万円	約 7,800 万円のうち約 5,400 万円

実装資金となる企業版ふるさと納税と SDGs 連携企業による寄付における、過去実績の参考金額として2020年トレーラーハウス整備における田川市の実績について述べる。こちらの事業は田川市が主体となって行ったものであり、企業・団体・個人から総額 78,331,040 円を集めることができた。この数値と企業協賛の関心の大きさを参考の一つとして、本リモートコーチング事業のビジネスモデルを作成した。

また、1章に記載の通り、田川市は東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会におけるホストタウン招致を契機に、市内の体育館を完全バリアフリー化にするとともに、隣接地に合宿施設（上記トレーラーハウス）の整備を行っている。さらに今回の実証により、総合体育館にリモートコーチングシステムが設置されることで、国内でも有数の障がい者スポーツ施設となることができた。この場所を中心に、利用者がリモートコーチングシステムを実際に利用したり、民間企業がユーザーフィードバックをもとに追加開発を行ったり、近隣自治体への展開が行われ、田川市が障がい者スポーツに関する先進モデルになっていくと考えられる。

#### ■コスト

コストについて整理を行う。実装に向けて必要な設備・デバイス・ソフトウェアは、実証終了時点でおおよそ揃っているものの、特にローカル5Gの維持費が高額であるため、継続・安定的な収入が必要とされる。そのため、企業版ふるさと納税や「過疎地域の持続的発展の支援に関する特別措置法」の特別措置による収入で初期段階のコストを賄いつつ、他の収入源確保による自立・実装に向けて動いていく。

具体的には、収入の一つとして前述のとおりシステム利用者への課金を行っていく予定である。また、将来的には障がい者スポーツ選手やコーチが、障がい者スポーツの市場活性化とともに経済的に自立できるように、システム利用者に課金したものを、関係者に還元していくことを目指していく。維持コスト以上の大きな価値を生み出すためには、ユーザーが満足する機能を実装する必要があるため、新規ソフトウェア開発の費用を継続的に用意しておくこととする。

以上を踏まえ、収入項目と支出項目をまとめると以下の通りとなる。

#### 【収入項目】

- (企業版ふるさと納税)
- (SDGs 連携企業寄付金)
- (システム利用者課金)

#### 【支出項目】

- (ローカル5G設備リモート保守体制構築費用)
- (ローカル5G保守費用)
- (ソフトウェアリモート保守費用)
- (コーチ謝礼)
- (新規ソフトウェア開発費)

上記、収入と支出の項目について、6ヶ年でシミュレーションした表を以下に記載する。

表 4.4.4.2-2) 収支計算表

※単位は千円

	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	補足
<b>■収入</b>	<b>11,000</b>	<b>11,600</b>	<b>13,300</b>	<b>13,300</b>	<b>15,000</b>	<b>15,000</b>	
	0	0	0	0	0	0	
企業版ふるさと納税	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
	0	0	0	0	0	0	
SDGs 連携企業寄付金	1,000	1,000	1,500	1,500	2,000	2,000	
システム利用者課金		600	1,800	1,800	3,000	3,000	
<b>■支出</b>	<b>10,700</b>	<b>6,100</b>	<b>7,900</b>	<b>7,900</b>	<b>9,300</b>	<b>9,300</b>	
	0						
ローカル5G設備リモート保守体制構築費用	4,000						
ローカル5G保守費用	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	リモートメンテナンス想定
ソフトウェアリモート保守費用	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	都度稼働
コーチ謝礼	200	600	600	600	800	800	
新規ソフトウェア開発費			1,800	1,800	3,000	3,000	
<b>■収支差額</b>	<b>300</b>	<b>5,500</b>	<b>5,400</b>	<b>5,400</b>	<b>5,700</b>	<b>5,700</b>	利益はスポーツ協会の運営費に充当

表 4.4.4.2-3) 算出方法 参考資料

項目	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度
①システム利用者課金		年間1%利用	年間3%利用	年間3%利用	年間5%利用	年間5%利用
②ローカル5G設備リモート保守体制構築費用	リモート保守整備費					
③ローカル5G保守費用	メンテナンス費×6年					

④ソフトウェアリモート保守費用	1日10万円 ×年14回 +現地対応費	1日10万円×年4回、現地対応実費2ヶ月に1回(6回×10万)	
⑤コーチ謝礼	1回2万円 ×年10回	1回2万円×年24回 ※コーチ単価変動予備10万円	1回3万円×年24回 ※コーチ単価変動予備10万円

以下に項目番号①～④の算出方法について記載する。

#### ①システム利用者課金

実装初年度の2022年度はPR年として定めており、利用者課金は行わない。2年目は田川総合体育館の利用ユーザーの1%がシステム利用する目標値とした。それ以降はサービスの認知度向上・質の改善にあわせて利用者が増えていく想定で段階的に3～5%という数値を設定した。

#### ② ローカル5G設備リモート保守体制構築費用

実装初年度のみ、リモート保守体制の構築費用が必要となる。遠隔地からの保守を実現することで、ローカル5G技術の水平展開へ寄与できるものとする。

#### ③ローカル5G設備リモート保守費用

実装初年度は、ローカル5G環境の運用保守費として機器保守や、QA対応などの費用を設定した。初年度の保守実績を踏まえて、次年度以降はより実態に沿った費用感へ見直しを図っていく想定である。

#### ④ソフトウェアリモート保守費用

都度発生する内容に応じて、可動回数に合わせて支出することとした。

#### ⑤コーチ謝礼

将来的にはコーチの経済的自立化を目指すため、事業主体からリモートコーチングに対する謝礼という形をとることとした。2年目以降は指導実施ペースと単価を上げていく予定である。

また、システム利用料金を1,000円としたが、その際に留意した事項は以下2点である。

- ① 民間企業のコーチング料金を把握し、サービスの質と料金が合理的に比較検討されたいうえで、選ばれるサービスになること。
- ② 行政が提供するサービスであるため、全ての住民が利用しやすいように、高すぎる金額設定にしないこと。

①に関して、参考となるデータを以下に記載する。



表 4.4.4.2-4) 参考：Bring Up Athletic Society のラグビー指導料金一覧

施設	対象年齢	人数	時間	入会金	月額レッスン料	1回単価(概算) ※月4回想定
東京イースト(千住)校	小学3・4年生	30名	17:20~18:30	10,000円	9,000円	約2,300円
	小学5・6年生	30名	18:40~19:50	10,000円	9,000円	約2,300円
	中学生	定員有り	19:50~21:00	10,000円	10,000円	約2,500円
東京ウエスト(調布)校	小学3・4年生	定員有り	17:20~18:30	10,000円	8,000円	約2,000円
	小学5・6年生	定員有り	18:40~19:50	10,000円	8,000円	約2,000円
	中学生	20名	19:50~21:00	10,000円	10,000円	約2,500円
静岡校	U9クラス	30名	18:40~19:50	10,000円	9,000円	約2,300円
	U12クラス	30名	18:40~19:50	10,000円	9,000円	約2,300円
	U17クラス	30名	17:10~18:20	10,000円	10,000円	約2,500円

こちらは Bring Up Athletic Society という民間企業のラグビー指導料金一覧である。元日本代表・キャプテンといった一流コーチ陣が指導しており、指導の質の高さが非常に高く、レッスン料も質に見合った金額になっている。こちらの月額料金から1回単価を算出してみると約2,000円~2,500円であることが分かる。

表 4.4.4.2-5) 参考：田川市スポーツ協会 スポーツ教室料金一覧

教室名	対象者	人数	時間	入会金	月額レッスン料	1回単価(概算) ※月4回想定
ふれあいテニス教室	一般者・高齢者	30名	10:00~12:00	大人2,000円 子供1,000円	¥3,000	約800円
沖道ヨガ教室	一般者・高齢者	20名	13:00~14:30	大人2,000円 子供1,000円	¥3,000	約800円
ヨガ教室	一般者・高齢者【女性のみ】	20名	19:00~20:30	大人2,000円 子供1,000円	¥3,000	約800円
健康体操	一般者・高齢者	25名	11:15~12:30	大人2,000円 子供1,000円	¥1,500	約400円
こどもテニス教室	小・中学生	定員なし	17:00~18:00	大人2,000円 子供1,000円	¥2,000	約500円
サッカー教室	小学生	定員なし	17:15~18:30	大人2,000円 子供1,000円	¥1,000	約300円
バスケットボール教室	小学生	定員なし	18:30~20:30	大人2,000円 子供1,000円	¥1,000	約300円

次に、行政提供サービスの指導料金を確認した。上記の一覧表は、特定非営利活動法人田川市スポーツ協会が提供するスポーツ教室料金一覧である。多くの市民に参加してもらい、市民の健康増進などを目的としているため、1回単価は300~800円となっている。

これら2つの金額をまとめると以下になる。

- ・民間主催のスポーツ指導：1回あたり約2,000円~2,500円 ※競技はラグビー
- ・行政主催のスポーツ指導：1回あたり約300円~800円 ※各種競技

今後実装するリモートコーチングシステムは、田川市が運営するため多くの市民が使える金額でなければならない一方で、将来的には高い付加価値を生み出し、システムに関わる選手やコーチの経済的な自立を目指していかなければならない。この2つの特性を踏まえたうえで、田川市とコンソーシアムが協議し、初期の料金を1回利用あたり1,000円とすることとした。また、前述の通り初年度は普及に向けたPR期間として利用

者課金は行わず、2年目以降に課金を行っていくことで計画を立てた。

合わせて、システム利用率を体育館利用者のうちの3%と定めたが、こちらは初期目標数値として設定している。2022年9月にサービス開始した後、2023年3月にはシステム利用率など各種数値や、利用者ヒアリング等の現場フィードバックを行い、利用率や料金の再調整を行っていく予定である。

#### ■実装スケジュール

特に、実証実験に参加したコーチや選手にも引き続きシステムを利用してもらい、さらなるサービス改善に活かしていく予定である。初年度は田川市においてPRも踏まえたイベント等を行う予定であるが、その際にコーチにも監修をしてもらい、選手を田川に招待しシステムを活用するテストを行うことを計画している。

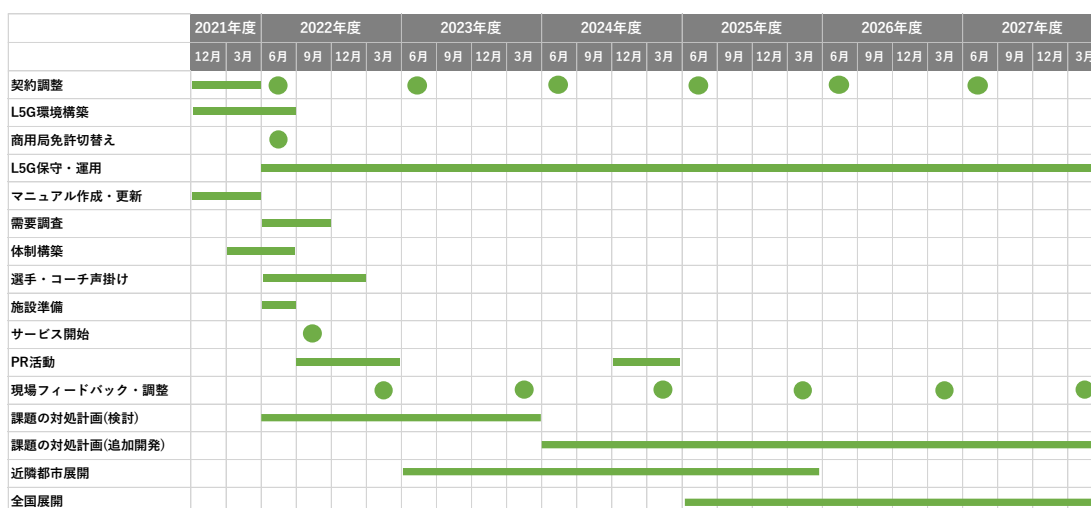


図 4.4.4.2-3) スケジュール

以下に、2年毎の取り組みやイメージをまとめる。

#### ■2022～2023年度

最初の2年間は田川市を中心としたサービス開始期間として位置付けている。2022年6～8月頃に実験局免許から商用局免許に切り替え、9月のサービス開始に向けてローカル5G設備も整えていく。また、サービス開始に向けて事業者側の体制構築を行うだけでなく、初期利用者である選手やコーチ向けに声掛け活動を行っていく。この声掛けの際には、取り組み内容を理解してもらいやすいように、実証時に作成した資料等を積極的に活用していく。

取り組みエリアとしては田川市を中心に、飯塚市など近隣の北部九州エリアへの普及を目指し動き始める。また、定期的に選手からのフィードバックを集め、サービス改善に活かしていく。これらの取り組みによって田川市は障がい者スポーツのリモートコーチング技術開発拠点となり、ユーザーファーストの追加開発を行っていく予定である。

#### ■2024～2025年度

次の 2 年間は近隣都市展開をいっそう進め、水平展開の準備をする期間として位置付けている。最初の 2 年間で実績を増やしたのち、主に障がい者スポーツの指導者ネットワークを活かして、水平展開を狙っていく。特に、ローカル 5 G の量販化・低価格化により全国に普及していく過程に合わせて PR 活動を強化したいと考えている。全国どこにいても、リモートコーチングができる、受けられる環境作りを目指していきたい。

#### ■2026～2027 年度

最後の 2 年間は水平展開を進めていく期間として位置付けている。ここまでの期間を通して、障がい者スポーツの技術力が上がり、その結果として集客力が上がってくれば、障がい者スポーツ市場が活性化し、選手もコーチも経済的な自立化を目指すことができる。大きな目標として「誰も取り残さない 共生社会の実現」に向けて、田川市がモデル都市となり、官民連携体制で普及を推し進めていく。

また、4.4.3 に記載した本実証の結果判明した課題の対処計画をまとめた。現在の実装計画では 3 年目から追加ソリューション開発を行うが、一部課題においては初年度よりユーザー調査や検証を行っていく。

表 4.4.4.2-6) 技術・運用面の課題と実装計画

技術・運用面の課題と実装計画		
課題番号	実証により判明した課題	実装を可能にするための計画
1	選手のプレーによってカメラが破損する恐れがある。	【実装初年度より実施】 田川市総合体育館で継続利用する場合は保護マットをカメラ周辺に設置することとする。
2	競技別に必要とされるカメラ高さが異なる。 車いすラグビーは地上目線と俯瞰目線があれば良いが、車いすテニスの場合には 3m ほどの高さが最適である。	【実装 2 年目より実施】 田川市の場合には 2 階席があるので問題ないが、他エリアの普及フェイズに向けて、早めに三脚を購入し、競技別の追加検証を行っていく。
3	車いすテニスなどのラケットスポーツでは、選手の映像だけでなくプレー音を正確に拾う必要がある。	【実装初年度より実施】 全ての競技に必須ではないため、具体的にはオプション機材として実装プランに組み込むことにしたが、事業開始と同時に検証を行い、準備を進める。
4	アプリ内ホワイトボードに関しては、車いすラグビーのコートサイズを縮小して再現しているため、他競技において使用する際には、コートデザインの差し替えが必要となる	【実装初年度より検討・必要に応じて 3 年目に追加開発】 田川市においては追加開発ソリューションの候補とする。

表 4.4.4.2-7) より高い導入効果を目指す場合の課題と実装計画

より高い導入効果を目指す場合の課題と実装計画		
課題番号	実証により判明した課題	実装を可能にするための計画
5	障がい者スポーツでは選手それぞれで体の可動範囲が異なるため、AI 姿勢推定での見本を用いたゴーストトレーニングでは、画一的な見本モデルでは参考になりにくい可能性がある。 ※今回の実証では選手の骨格を表示したうえでコーチが目視指導を行った	【実装初年度より検討・必要に応じて3年目に追加開発】 同一競技における同じポイントの選手の見本データを用意し、選手に合わせた微調整を行っていく。
6	今回の AI 人物検知では車いすの位置までは判断できるが、障がい者スポーツでは車いすの向きが重要であるため、次のステップでは向きまで判定できるシステムが望ましい。	【実装初年度より検討・必要に応じて3年目に追加開発】 車いすの前後の動きから向きを判定する技術開発を行う。
7	VR ミーティングでは VR 内のコートでポジショニングなどの指導を行うが、同一設定だとしても、選手ごとに実際よりも広く感じる人と狭く感じる人の両方がいた。	【実装初年度より検討・必要に応じて3年目に追加開発】 VR において視野角を調整する機能を新規で設け、選手に指導を開始する前に個別調整を行う。
8	カメラによる自動録画と自動再生を繰り返すシステムがあると選手が一人で自主練できるようになる。	【実装初年度より調査を実施・必要に応じて3年目に追加開発】 既にリプレイ機能は実装されているため、田川市で事業運営した初年度より選手の需要を調査していき、需要があればすぐに追加開発としてシステム調整を行っていく。
9	車いすテニスにおける AI 姿勢推定では、人物の骨格だけでなくラケットまで AI が認識・表示した方が効果的な指導が行える。	【実装初年度より検討・必要に応じて3年目に追加開発】 ラケットの速さと AI 認識の可否に関する検証を行っていく。

表 4.4.4.2-8) 普及方策に関する課題と実装計画

普及方策に関する課題と実装計画		
課題番号	実証により判明した課題	実装を可能にするための計画
10	リモートコーチングを導入したとしても、リアル指導時の全ての時間や手間が無くなるわけではないため、実際にリモートコーチングが普及するのか疑問が残る。 ※一部コーチの意見	【実装初年度より部分的に実施・必要に応じて追加開発】 田川市の事業運用では、多視点カメラの動画を記録しておき、コーチに対して選手の録画データを事前に送ることができる体制を構築する。
11	ソリューションを過度に充実化させるよりも、選手に対して適切なコー	【実装初年度より部分的に実施・必要に応じて追加開発】



	チをマッチングさせる方が有用である。 ※一部コーチの意見	田川市の実装事業では、ソリューションの開発によるサービス改善だけでなく、普及展開への活動を行っていくため、選手・コーチ両名のネットワークが拡充していく見込みである。ある程度のボリュームが集まった競技からマッチングを進めていく。
--	---------------------------------	---

#### 4.4.4.3 システム

##### ■システム全体構成図

ソフトウェアの機能配置、ハードウェアやネットワークの構成を整理したシステム全体構成図は以下の通りとなる。実装に際して大きなシステム変更はないため、実証時の構成を活用していく予定である。また、使用機器等の詳細は 2.2 章に記載した。

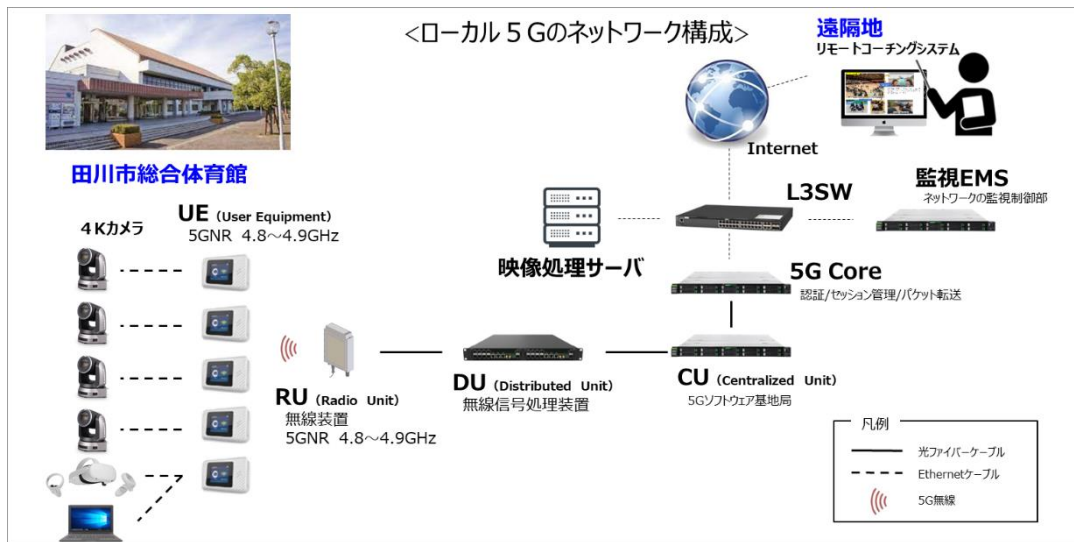


図 4.4.4.3-1) システム全体構成図 (富士通作成)

##### ■基本設計書

全体構成図の各要素の繋がりや処理の構造が分かる基本設計書は以下の通りである。詳細は 4.3 章に記載した。

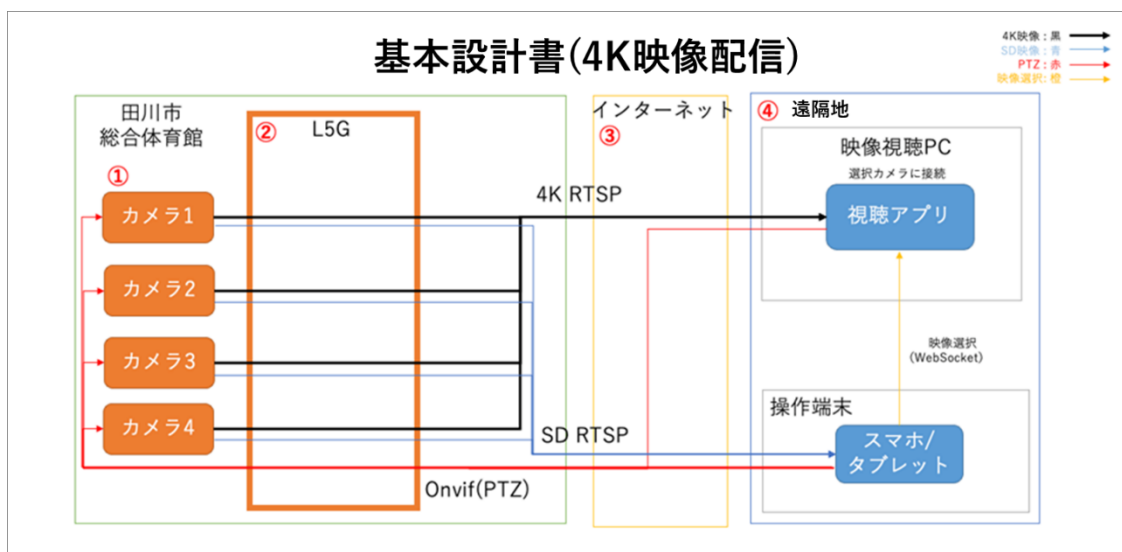


図 4.4.4.3-2) 基本設計書

こちらでも上記のシステム全体構成と同じく、実証時点から大きな変更は行わない。また、第1回実証で判明した課題を第2回実証で解決し、使い勝手をブラッシュアップしたシステムとなっており、実装に向けてスムーズに動くことができる見込みである。

ただし、サービス実装という点では以下の点に課題が残るため、運用面で補完していく必要がある。

課題①：現状は複数グループが同時にアプリを利用しない想定仕様である

課題②：実証時に調整したデバイス以外にもインストールできるように調整するが、インストール先のPCでの完全な動作までは保証できない

課題③：現時点ではソフトウェア内部でのセキュリティ対策を強化していない

#### 4.4.4.4 発展の可能性

将来的には、リモートコーチング技術の水平展開を図り、この成果を健常者に応用していくことが考えられる。例えば、青少年のスポーツ振興・スポーツスキル向上への支援、高齢者の健康増進への支援などに生かすことも可能となる。



図 4.4.4.4-1) (再掲)水平展開の可能性

以下に、各 STEP に向けた取り組みやイメージをまとめる。垂直展開的な実装と異なり、これらの具体的なマイルストーンや期限は定まっていないが、今回の実証実験に合わせて各 STEP の可能性を検証した。

#### ■STEP1に向けて

リモートコーチングシステムを垂直展開的に発展させていくことにより、田川市の障がい者スポーツの聖地（技術開発拠点）とする。詳細は本章に記載の通りである。

#### ■STEP2-3に向けて

4.4.4.1 に記載の通り、特に車いすテニスに飯塚市と連携を開始しているが、飯塚市のような北部九州の自治体だけでなく、障がい者スポーツ支援や共生社会実現に向けて注力している自治体に都度情報共有と実装・展開の声掛けを行っていく。

#### ■STEP4に向けて

本システムの展開先として、高齢者の健康促進のためのリモートコーチングが考えられる。特に、徐々に運動機能が衰えていく高齢者は、障がい者と健常者（プロスポーツ）の中間に位置すると考えられ、重要なステップとして捉えている。まずは田川エリアからベース運用を始め、高齢者用のオプション開発をしていくことが具体的な進め方になってくると予想される。

#### ■STEP5に向けて

将来的には学校教育の場への展開、特にスポーツ指導員確保・支援としての活用を考えていく。学校のスポーツ教育の現場では、特定競技に対する指導員の質のバラつきが課題として挙げられることがあるが、この点に関して、今回の実証地となった福岡市からヒントを得ることができた。

今回の実証において田川市とリモートで繋いだ福岡市のアクション福岡（福岡県立ス

ポーツ科学情報センター)は、マット運動(体操教室)の設備が充実しているだけでなく、指導教員の質も高い。例えばマット運動の指導が苦手な現地指導者に向けた指導として、リモートで講習会を行うこともできる。また将来的には、特定競技の指導を得意とする指導者が、遠隔地の生徒に直接指導することもあり得る。このように全国の体育施設と指導者同士をネットワークで繋ぎ、それぞれが得意とするものをシェアすることで、全国規模で教員や指導の質の不足を解決することができる可能性があるため、リモートコーチングの垂直展開と並行して検証を続けていく。

#### ■STEP6に向けて

第2回実証実験では菊谷崇(2011年ラグビーワールドカップ日本代表キャプテン。株式会社Bring Up Athletic Society代表取締役)にコーチングシステムを体験してもらい、健常者スポーツへのシステム展開に関わる意見をヒアリングした。学生スポーツからプロスポーツ選手まで幅広く指導する立場から、どういったシステムが必要なのか、具体的な料金設定の方法などを把握することができたため、今後の開発に活かしていく。また障がい者スポーツ向けの技術開発を進める際にも、できるだけ健常者スポーツのフィードバックを並行して取得していく必要性を認識することができた。



## 5. 普及啓発活動の実施

本事業に関する情報発信については、以下の「映像制作への協力」「実証視察会の実施」「その他普及啓発活動」を通じて普及啓発を推進し、その取り組み状況をまとめた。

### 5.1 映像制作への協力

映像制作に関しては、三菱総研様が実施する本事業に関する映像制作に協力し、ローカル5Gの普及啓発に努めた。具体的には、三菱総研様が別途指示する内容に従い、実証映像の素材提供や関係者へのインタビューの撮影等に協力した。

また、当コンソーシアムの一員である電通九州が事前のプロモーション告知用のVTR、電通国際情報サービスが実証内容と今後の展望を理解しやすく表現したアニメーション動画、富士通グループが実証内容をまとめたVTRを作成し、田川市のローカル5G普及のための取り組み施策の際に放映するなどし、実際の動画活用を行った。

### 5.2 実証視察会の実施

障がい者スポーツを基軸とし、ローカル5Gの導入による障がい者スポーツのスキル向上、スポーツ指導の高度化、スポーツをする側のエンタメ化促進に関心のある企業、地方公共団体、関係省庁等を対象に、実証実験の場に現地視察団を受け入れた。

具体的には、新聞社、NHK、民放などの複数メディアが取材に訪れ、一部は北部九州エリアのテレビ番組の中で放映された。また、複数ウェブメディアでの掲載もあり、実証実験を起点に情報拡散が行われた。メディア取材実績は以下の表の通りである。

表 5.2-1) 取材メディア数

	実施日	実施競技	取材メディア数
第1回実証	2021年12月24日	車いすラグビー	5社
第2回実証	2022年2月11日	車いすテニス	3社
	2022年2月12日	車いすラグビー	0社 ※コロナ対策で メディア受け入れ中止

各メディア取材時の様子や放映画面ならびに新聞掲載内容を図5.2-2～図5.2-13に示す。なお、RKB、TNC、毎日新聞については本成果報告書への掲載許可を得ている。



図 5.2-1) 第 1 回実証実験時の様子



図 5.2-2) 第 1 回実証実験 LiveNews  $\alpha$  (TNC) 放映シーン 1



図 5.2-3) 第 1 回実証実験 LiveNews  $\alpha$  (TNC) 放映シーン 2





図 5.2-4) 第 1 回実証実験 LiveNews  $\alpha$  (TNC) 放映シーン 3



図 5.2-5) 第 1 回実証実験 LiveNews  $\alpha$  (TNC) 放映シーン 4



図 5.2-6) 第 2 回実証実験時 取材対応の様子



図 5.2-7) 第 2 回実証実験 RKB ヘッドラインニュース(RKB) 放映シーン 1



図 5.2-8) 第 2 回実証実験 RKB ヘッドラインニュース(RKB) 放映シーン 2



図 5.2-9) 第 2 回実証実験 RKB ヘッドラインニュース(RKB) 放映シーン 3





図 5.2-10) 第2回実証実験 RKB ヘッドラインニュース(RKB) 放映シーン 4



図 5.2-11) 第2回実証実験 RKB ヘッドラインニュース(RKB) 放映シーン 5



図 5.2-12) 第2回実証実験 RKB ヘッドラインニュース(RKB) 放映シーン 6



図 5.2-13) 第 2 回実証実験 (毎日新聞) 掲載イメージ

### 5.3 その他普及啓発活動

上記の普及啓発活動に加え、実証コンソーシアムが中心となり、田川市が主催するイベントにも協力を行った。

まず、2021年11月26日(金)に行われた「子ども達と一緒に考える、Beyond SDGs 子どもシンポジウム」において、田川市内の小学生(5年生)60名に対し、特別プログラムとしてリモートコーチング体験イベントを実施し、ローカル5Gを活用した取り組みや将来の展望イメージを、小学生にも分かりやすく伝えた。また、このシンポジウムと連携して、社会問題と向き合う人のクラウドファンディング「GoodMorning」にてクラウドファンディングを実施した。



図 5.3-1) イベント時の様子

次に、次年度以降の実装・運営資金獲得に向け、2021年12月22日(水)に行われた「第二回 地方創生の声」セミナー(オフライン・オンライン同時開催)に登壇した。参加自治体16社、参加企業30社、参加人数73名に対して、認知拡大を行うことができた。





図 5.3-2) セミナーの様子

なお、ローカル5Gの開発実証をより効果的に対外的に広報するため、コーチを務めるメンバーとして三阪洋行氏（2004年のアテネ大会、08年の北京大会、12年のロンドン大会の3大会連続パラリンピック出場。現日本パラリンピック委員会アスリート委員会委員長）の協力を得て、リモートコーチングを実施した。さらに、第2回実証時には菊谷崇氏（2011年ラグビーワールドカップ日本代表キャプテン。株式会社 Bring Up Athletic Society 代表取締役）にコーチングシステムを体験してもらい、健常者スポーツへのシステム展開に関わる意見をヒアリングした。



図 5.3-3) 左：三阪 洋行氏、右：菊谷 崇氏

表 5.3-1) 菊谷氏のコメント

多視点映像について	カメラが複数台である点が有効だと考えている。多角的にいろんな目線で見られること、また、それをリアルタイムで共有できる点もよい。
ホワイトボードについて	普段は新しい戦術指導のために戦術ボードを使っている。このシステムは人の位置をトラッキングし表示できる点が良い。将来的に可能であればボールの位置もトラッキングすべきである。
AI 姿勢推定について	健常者、障がい者問わず、自分の運動感覚が自分自身で認知しているものとマッチしていないケースは多々あるため、具体的なコーチングに繋がる点が有効であると感じた。
VR ミーティング・コーチングについて	今後使っていくものだと考えている。例えば選手が1人の場合でも、VR 内では複数人の対戦シミュレーション形式の指導等が考えられる。また、指導者側の指導のために VR を使っていくことにもシステム活用の可能性を感じた。



## 6. 実施体制

### 6.1 コンソーシアム構成・コンソーシアム内の役割

本実証事業は以下の体制で取り組んだ。（下表 6.1-1）（下図 6.1-1）

- 株式会社電通九州は請負契約の主体・全体統括者として事業全体のマネジメント業務を行う。
- ローカル5G等の無線通信などの技術者、実証環境構築、電波伝搬試験実施等については、富士通株式会社の協力を得て進めた。
- 技術実証に関しては富士通Japan株式会社の協力を得て進めた。
- 課題実証に関しては株式会社電通国際サービスの協力を得て進めた。また、そのサポートとして株式会社NEWTRALの協力を得て進めた。
- 自治体サポートに関しては、株式会社NEWTRALの協力を得て進める。具体的には次年度以降の運用資金を回収する提案を田川市とともに進めた。
- 開発実証エリアは田川市が提供した。具体的には田川市総合体育館を開発実証エリアの対象とした。
- 実証を行う際の具体的な障がい者スポーツイベント関連業務（障がい者スポーツ競技団体調整、参加者募集等）は一般社団法人D-beyondの協力を得て進めた。なお、実証終了後は当コンソーシアムと一般社団法人D-beyondを起点にして実装を目指す。

表 6.1-1) コンソーシアム参加一覧

コンソーシアム構成員	主な役割
株式会社電通九州	請負契約主体・全体統括
富士通株式会社	5Gネットワーク環境構築
富士通 Japan 株式会社	技術実証統括
株式会社電通国際情報サービス	課題実証統括
株式会社 NEWTRAL	課題実証サポート、自治体サポート
田川市	開発実証エリア
一般社団法人 D-beyond	障がい者スポーツ競技団体調整、参加者募集

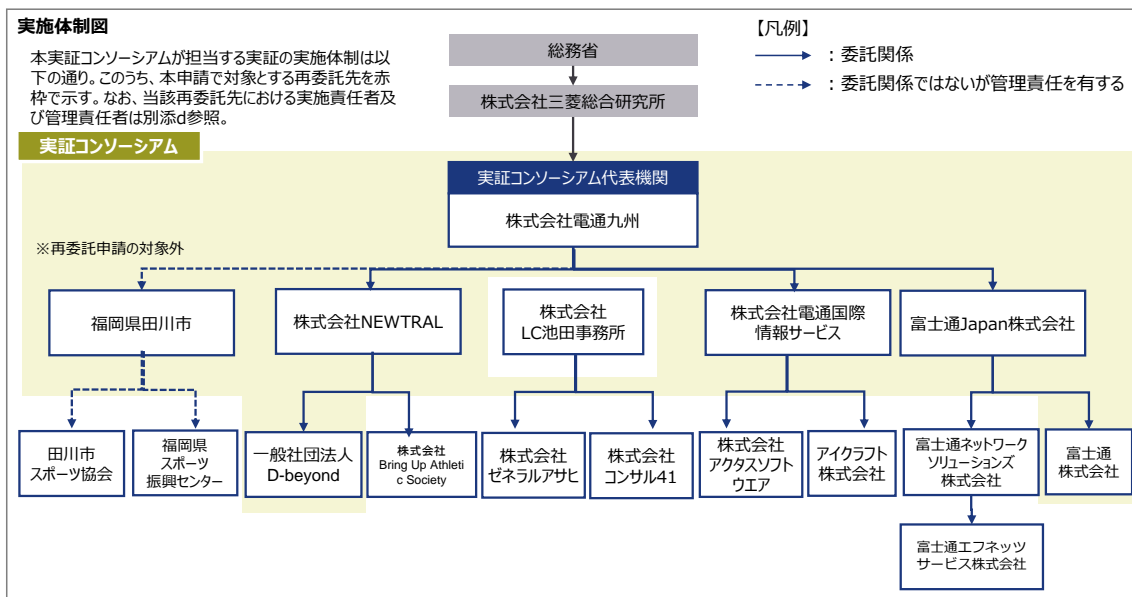


図 6.1-1) コンソーシアム実行体制

## 6.2 情報保全体制

請負者である株式会社電通九州（以下、当社）は、本事業の契約の履行に際し知り得た保護すべき情報を、当社の「情報システム管理マニュアル」に記載する人的、物理的安全管理措置にもとづき、適切に管理した。

当社の統括責任者は、本事業において知り得た情報をすべて保護情報として取り扱うことに責任を有し、保護を必要としないと確認できるまでは上記の安全管理措置にもとづき、管理した。また、本コンソーシアムで特定されたメンバー以外の者には取り扱わせないものとし、コンソーシアム間での機密契約を締結して、当該コンソーシアムのメンバー以外の取り扱いを制限した。

契約の履行中、履行後を問わず情報の漏洩等の事故や疑い、将来的な懸念の指摘があったときは、「情報システム管理マニュアル」および「危機管理規程」に沿って直ちに必要な措置等を講ずるとともに、主管課および関係課に報告する。また、主管課または関係課から求められた場合は、情報の管理の履行状況等を報告するとともに、総務省による調査が行われる場合は、それに協力する。

また、コンソーシアムの主たる構成員である富士通株式会社とともに、プロジェクトマネジメントツールを使用することによって、円滑なコミュニケーション、情報共有と同時に、システム（ツール）による情報管理を図れる体制を整備し、情報保全を行った。

株式会社電通九州は、電通グループ情報セキュリティ基本方針に基づき、情報管理やICTセキュリティに関する社内規定を整備し、情報セキュリティ対策を実施した。（HPアドレス記載）

## 7. スケジュール

### 7.1 マスタースケジュール

以下のスケジュールの通り、田川市総合体育館を実証環境（現場）とし、ネットワーク構築・課題実証に向けた機器設置等を行った。また、技術実証・課題実証の遂行に向けた実地検証と合わせて、コンソーシアムにて水平展開や将来的な利活用に向けた検討を行い、今年度の実証事業を遂行するだけでなく今後の展開・実現に向けて取り組んだ。以下図7.1-1に全体スケジュール予定、図7.1-2に全体スケジュール実績を示す。

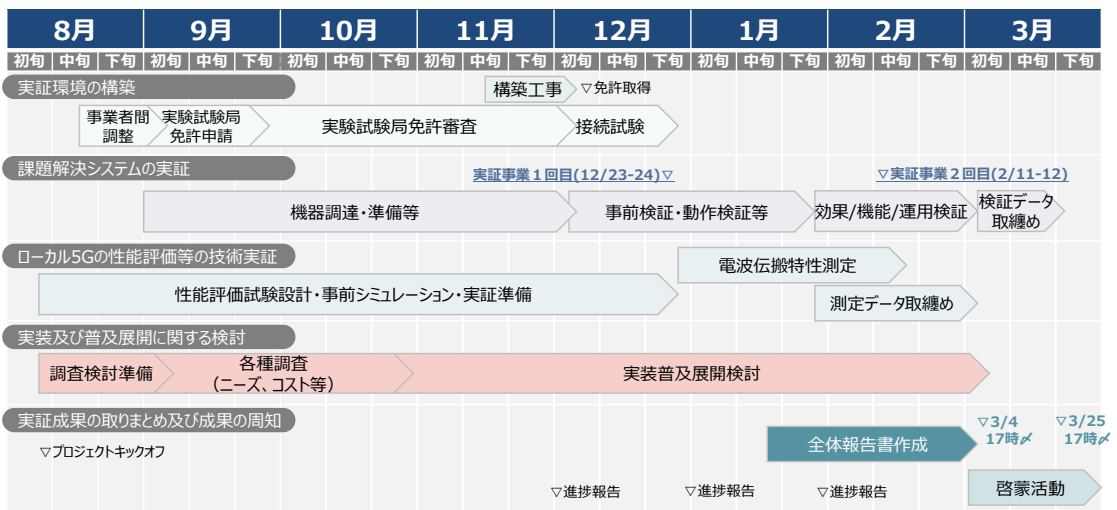


図 7.1-1) 全体スケジュール（予定）

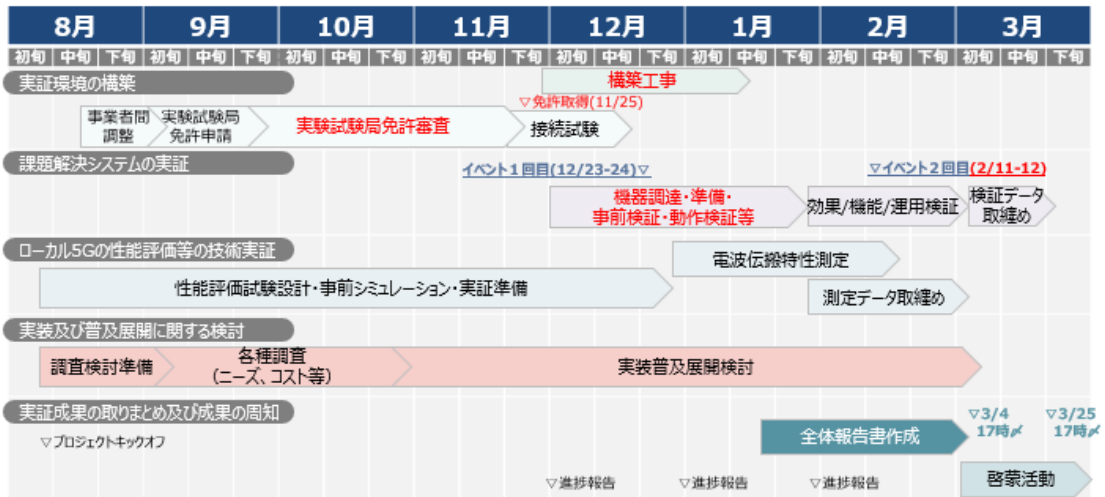


図 7.1-2) 全体スケジュール（実績）