

令和4年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

# 移動ロボット等での利活用を想定した エンコーダ一体型ルータ端末の試作

---

成果報告書概要版

令和5年3月

パナソニック コネク ト株式会社

---

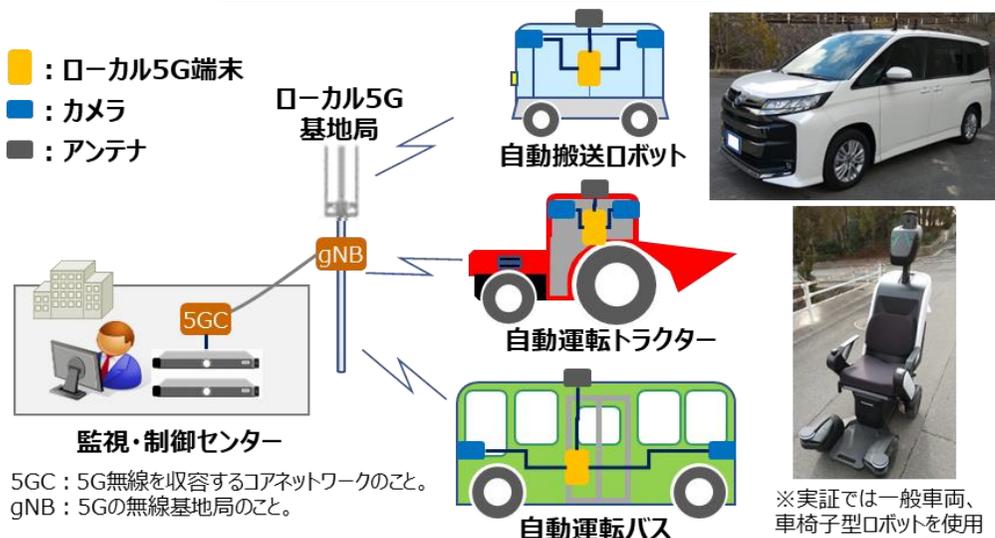
## 実証概要

---

# 実証概要

<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	パナソニック コネクスト(株)、パナソニック オペレーショナルエクセレンス(株)	<b>端末システムの特徴</b>	小型化及び軽量、産業用組み込み、全国5Gとのシームレスな接続
<b>実証概要</b>	地方路線バスの運転手不足、農業の担い手不足、物流業界のドライバー不足等に対し、自動運転技術の活用が期待される一方、業務車両等の長期安定運用を可能とするローカル5G端末が十分に存在しないという課題が存在。 ▶ デコボコ道などの悪環境や雨・風、夏・冬問わず、遠隔制御による長時間走行を可能にするため、移動する車両やロボットからの映像を滑らかかつ低遅延で伝送可能なエンコーダ*一体型のローカル5G端末システムを試作。 ▶ 遠隔制御型移動ロボット等の社会実装を通じた、地方部の定住化や物流危機の解消を実現。 <span style="float: right;">※ 映像データを符号化・圧縮する装置のこと。</span>		
<b>主な成果</b>	▶ エンコーダと5G端末一体化で <b>容積削減50%</b> を達成、車載耐振動性、映像エンコーダ～デコーダ間 <b>150ms以下の低遅延</b> を実現。24h安定運用を検証。 ▶ 仕様とターゲット価格を設定。実装に向けた実証で検証していくことを事業者等と合意。		
<b>技術実証</b>	▶ 試作した端末システムを用いた電波伝搬特性の測定・試験を実施するとともに、自動運転車両に4台のカメラを取り付けて高精細映像を送信することを想定したアップリンクスループット性能の検証を実施。 ▶ 周波数：4.6-4.9GHz帯（各100MHz） 構成：SA方式 利用環境：屋外、屋内（移動ロボット等に内部搭載）		
<b>主な成果</b>	▶ 目標値のRSRP:-110dBm以内のエリアで準同期TDDパターン1にてアップリンクのスループット30Mbps以上に対して、 <b>ラボでRSRP:-110dBmにて95.4Mbps、フィールドでRSRP:-112.5dBmにて57.6Mbpsであり、目標を達成。</b>		
<b>今後の展開</b>	本実証成果の実装に向けて、令和5年度は、実機・実地検証による機能性能の最終評価と通信インフラ整備に関する関係機関との協議等を実施し、 <b>令和6年度以降、量産設計/開発、プロモーション活動、サービスアプリケーション開発/提供等</b> を検討。		

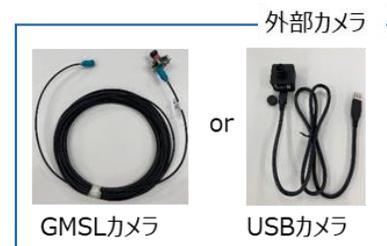
## ユースケース（端末システムの使用イメージ）



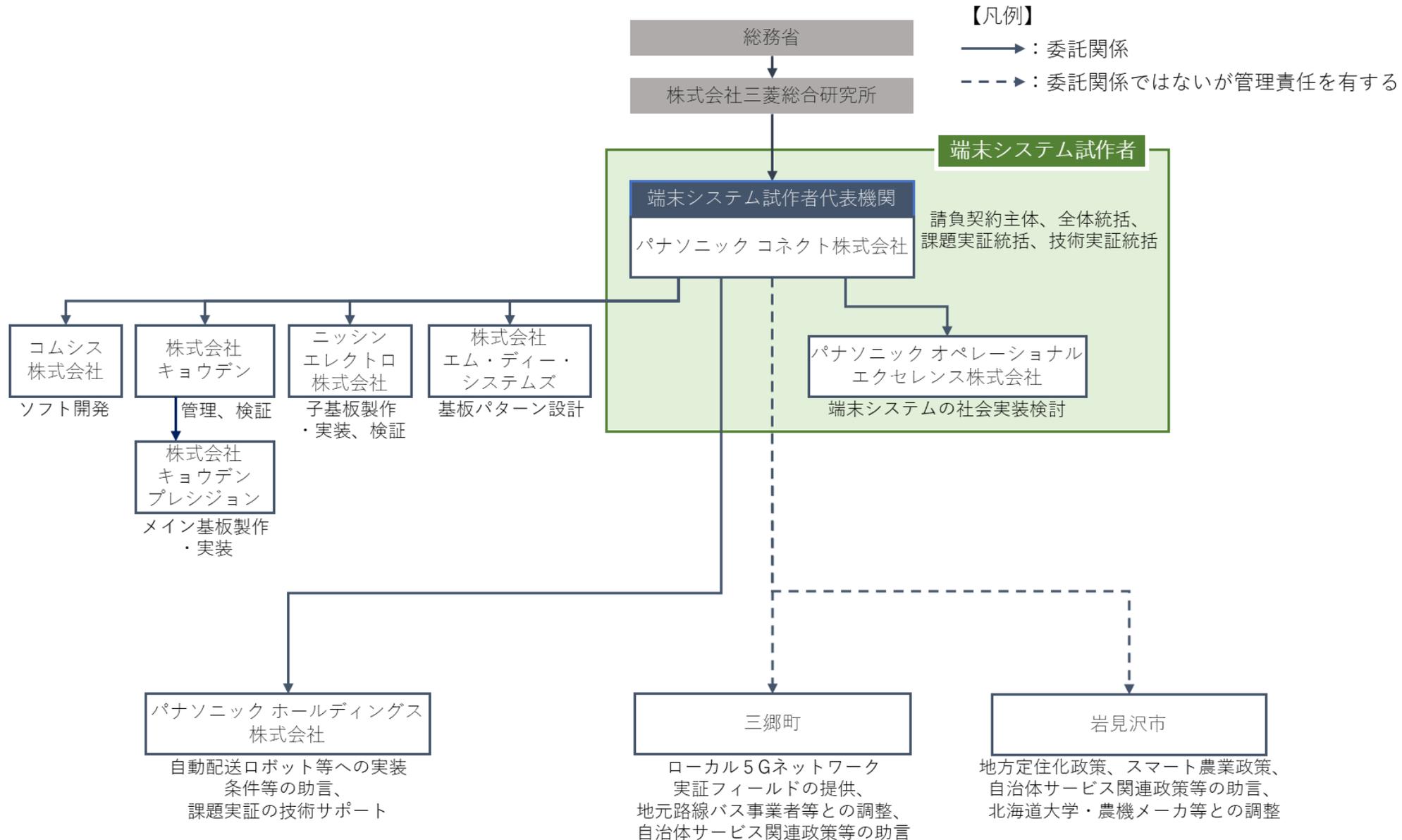
## 端末システムの概要

### 【試作した端末の外観】

エンコーダ一体型ルータ端末



# 実施体制



---

## 実証環境

---

# 実証環境

■対象周波数帯：4.6GHz帯（4.6GHz～4.9GHz）に対応したローカル5G端末（SA方式）

■試験装置及び試験環境

## ラボ

基地局シミュレータ及び当社の所有の試験装置を用いて試験を実施。無線性能等の試験はシールドルーム内で実施。

シールドルーム



基地局シミュレータ



恒温槽



振動試験機



データロガー



ネットワークエミュレータ



## フィールド(FSS35キャンパス)

三郷町のFSS35キャンパスに令和3年度構築のローカル5G環境を用いて試験を実施。

FSS35キャンパス(三郷町)



※国土地理院の航空写真を使用

ローカル5G基地局



コア装置



# 端末システムの概要及び機能・性能・要件

## 試作端末の特徴

- 映像エンコーダ・映像デコーダ機能とローカル5G伝送機能の一体化構成による**小型(従来容積比約50%)ルータ端末**。
- **連続24時間安定通信**、映像エンコーダと映像デコーダ間伝送の**低遅延化(150ms以下)**の実現とともに、準同期にも対応。
- **耐熱・耐振動性能を具備**するとともに、異なる通信網往来時の映像QoS制御により**途切れない映像伝送**を実現。
- **ローカル5G及び公衆4G・5G網との接続**が可能

## 試作端末の外観



サイズ(突起物は除く)

約180(幅)×150(奥行)×50(高さ)mm

質量

1,600g以下

# 端末システムの概要及び機能・性能・要件

## 主な諸元

項目		仕様
仕様		3GPP Rel.15
適用バンド	5G	N77/78(3.7GHz)、n79(4.5GHz)
	4G	B1(2.0GHz)、B3(1.7GHz)、B8(900M)、B18(800MHz)、B19(800M)、B21(1.5GHz)、B42(3.5GHz)、B41(2.5GHz)
帯域幅		100MHz
MIMO		5G(sub6)/4G : DL 4x4MIMO、UL 2x2MIMO
送信出力		23dBm (0.2W)
アンテナ (外部接続)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋内無指向性アンテナ</li> <li>・屋外無指向性アンテナ</li> <li>・フィルムアンテナ</li> </ul>
SIM Slot		Nano SIM x 2
基地局同期パターン		同期、準同期 (パターン1)
CODEC		圧縮符号化方式 : H.264/H265 解像度 : 720×360~4096×2048 フレームレート : 30~60fps * 帯域に追従したCODECパラメータのリアルタイム可変制御
データ用外部IF		1Gbps×2, USB3.0×3, USB2.0×1
映像用外部IF		入力 GMSLカメラ x4 (FHD30fps) or USB3.0 x2 (FHD30fps) 出力 HDMI2.0
電源		DC12/24V
環境性能		JIS C 60068-2-6 (車載振動対応)
動作温度範囲		-10℃~50℃
装置サイズ/重量		180(W) x 150(D) x 50(H) mm以下 突起物除く 1600g以下

---

**ローカル5G活用モデルに即した端末システムを用いた  
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)**

---

# 実証環境

## ラボ

ネットワーク遅延測定装置及び当社所有のローカル5Gシステムを用いてシールドルーム内で試験実施。

シールドルーム



ローカル5G基地局及びコア装置



ネットワーク遅延測定装置



## テストベッド

テストベッド(YRP)のローカル5Gシステムを用いて、フィールド試験を実施。合わせて、課題実証を行ったFSS35キャンパス(三郷町)においてもフィールド試験実施。

テストベッド (YRP)



ローカル5G基地局

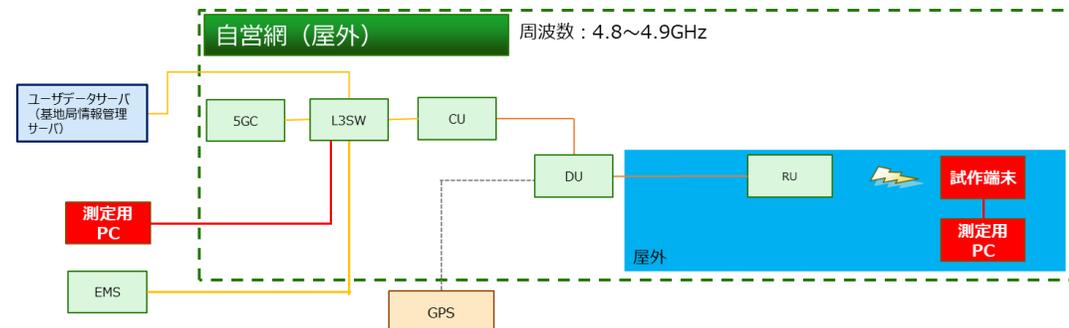


※国土地理院の航空写真を使用

コア装置等



技術実証の試験構成



# 実証内容

試作端末の利用シーンは自動搬送車 (AGV) や自動運転車両の前後左右に4台のカメラを取り付けて高精細映像を送信することである。映像品質がFull HDの場合、この映像送信にはUL帯域として20~25Mbps程度が必要なため、受信電力(RSRP)-110dBm<sup>※1</sup>以内のエリアで準同期TDDパターン1にてULのスループット30Mbps<sup>※2</sup>以上を目標とした。

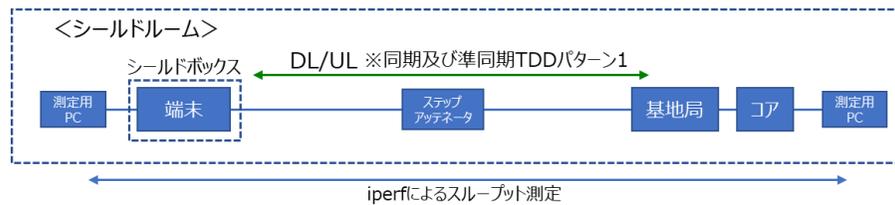
※1 当社の過去検証で安定的に通信を行うことができる下限の受信電力(RSRP)が-110dBmであったことから、この値を基準とした。

※2 必要なUL帯域20~25Mbpsに対して、移動中の電波の揺らぎ等によるスループットの低下も考慮し、30Mbps以上を目標とした。

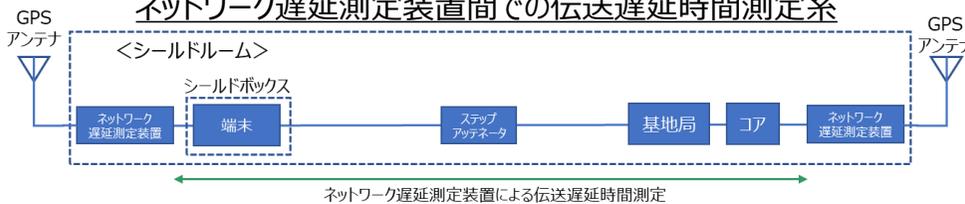
また利用シーンを踏まえ、映像エンコーダと映像デコーダ間の遅延目標時間は150ms以下としたが、この内ローカル5Gネットワークが占める伝送遅延時間を明らかにするための測定を行った。

## ラボ

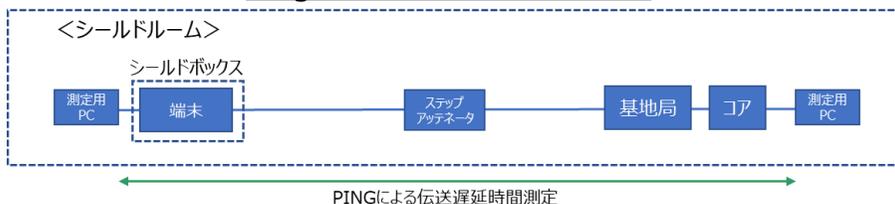
### スループット測定系



### ネットワーク遅延測定装置間での伝送遅延時間測定系

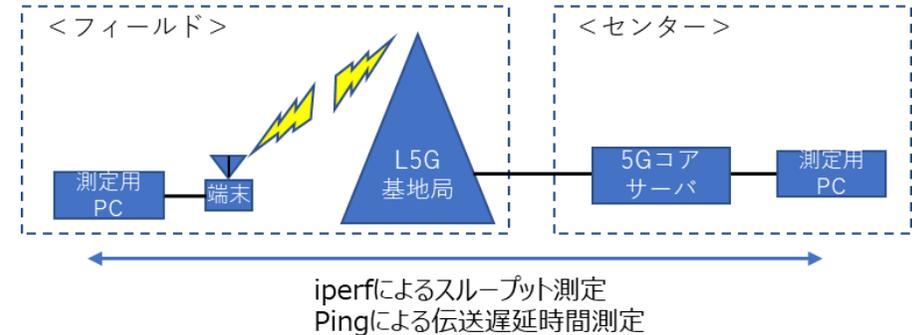


### Pingでの伝送遅延時間測定系

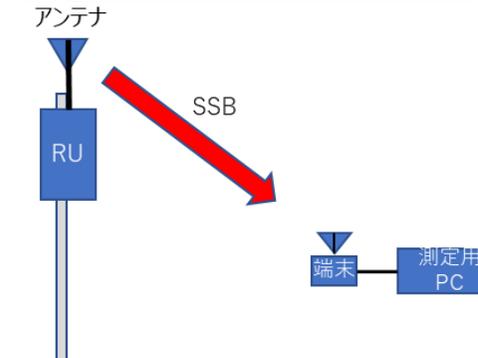


## テストベッド及びFSS35キャンパス

### スループット、伝送遅延時間測定系



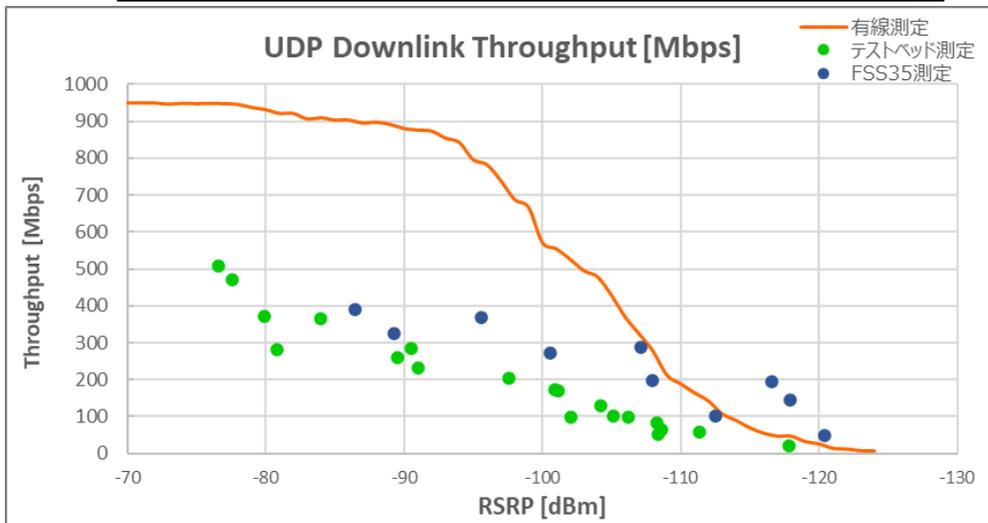
### スループット、伝送遅延時間測定系



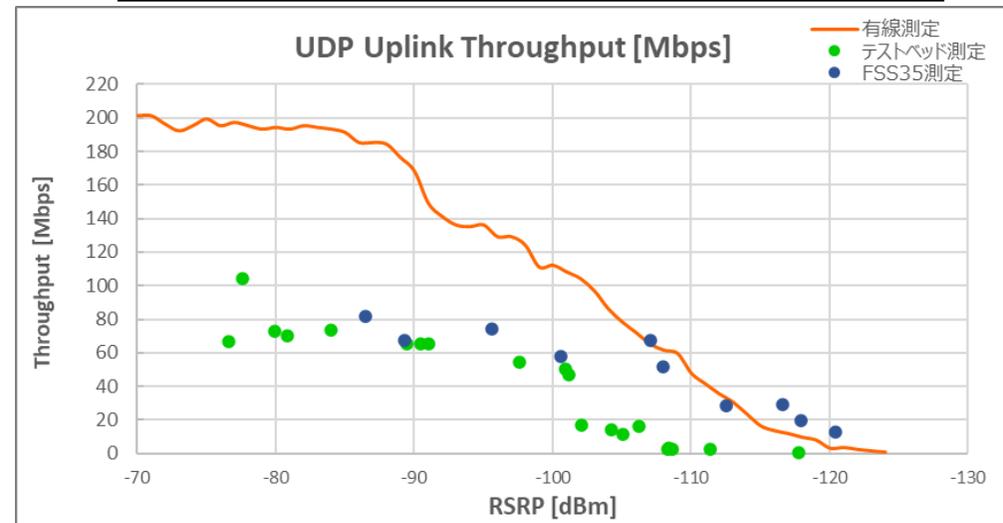
# 実証結果と分析・考察

## ■スループット

有線接続とフィールドでのスループットとRSRP（同期TDD：DL）



有線接続とフィールドでのスループットとRSRP（同期TDD：UL）



DL、ULともラボの有線接続での結果とフィールドでの結果を比較すると、RSRP: -100dBm以上の強電界ではフィールドの方がおおよそ半分程度のスループットとなった。これは、有線接続の強電界では、DLは全て4レイヤ、ULは全て2レイヤで動作していたが、フィールドでは、DLは2レイヤ動作が大半であったこと、またULも1レイヤ1での動作が多かったこと、更にフィールドでは電界強度が刻々と変わるため、MCSも有線接続の時より低めであったためと考えられる。

受信電力(RSRP) -110dBm以内のエリアで準同期TDDパターン1にてULのスループット30Mbps以上の目標値に対しては、今回の同期TDDでの結果を準同期TDDパターン1に置き換えた場合は、ラボ(有線接続)でRSRP: -110dBmにて95.4Mbps、フィールド(FSS35)でRSRP: -108.0dBmにて103.4Mbps、RSRP: -110dBm以下となるRSRP: -112.5dBmにて57.6Mbpsとなり、性能としては目標値を十分上回る結果となった。

## ■伝送遅延時間

フィールドでの測定の方が電界が不安定であることもあり、若干伝送遅延時間が長くなったが、ラボの有線測定、フィールドでの測定結果ともにRSRPによる大きな差はみられない結果となった。ULのローカル5Gネットワーク部分の伝送遅延時間は10~15ms程度になったが、利用シーンを想定したエンコーダ/デコーダ間の映像伝送遅延時間150ms以下の目標に対して、ローカル5Gネットワーク部分の伝送遅延時間10~15ms程度は十分許容範囲と考えられる。

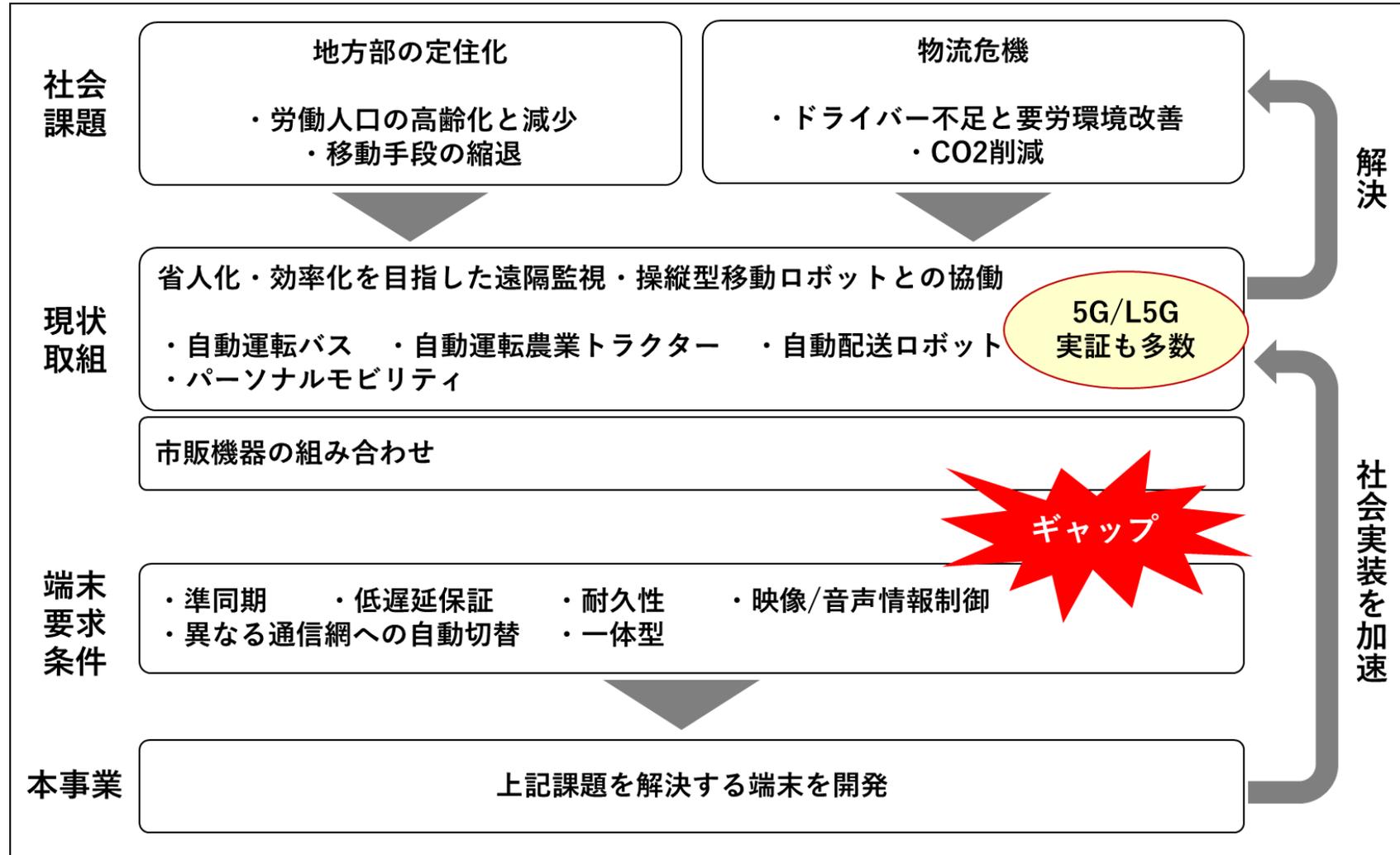
---

## ローカル5G活用モデルに即した端末システムの検討(課題実証)

---

# 実証概要

地方部の定住化への懸念や物流危機等の課題解決のために実施されている自動運転技術やロボット技術の社会実装を加速させるために、安全確認のための映像・音声を、いつでも、どこでも、途切れずに長時間にわたり伝送し続ける端末システムの実現のための課題と対応策、今後に必要な活動等を明らかにし、次年度以降の計画を立案した。



# 試作した端末システム

## ■想定する分野・ユースケース

本端末は、遠隔操縦型、遠隔監視型の自動運転支援技術を活用した移動走行ロボットによる巡回バスサービス、スマート農業、スマート配送サービス等への実装を想定。

## ■現状課題

現段階で実施されている様々な実証実験は、市販の5Gルータ、カメラ、エンコーダ/デコーダを車体に設置している。平坦な道路で限られた時間しか走行しない実験の場合は、市販機器を組み合わせた構成でも問題ないが、気象環境、道路条件等に左右されず日本全国いつでもどこでも走行できる真の社会実装(実用化)のためには、**耐振動、耐温度、長時間連続運用、長期保証等業務車両の運行に耐えうる5G端末**が必要となるが、これらの要件を満たす5G端末は市販されていない。

また、既存の車両は設置スペースや配線ルートに制約があり、高精細映像伝送用途の場合はエンコーダ機能と5G通信機能を一体化することも有効。

## ■端末システムの概要

本事業において、デコボコ道の走行、雨・風、夏・冬問わず走行する遠隔操縦型・遠隔操作型バスやトラクター、パーソナルモビリティ、配送ロボット等での利用を可能とする映像伝送機能を具備した5G端末を試作開発し、ラボでの性能検証、テストベッドでの電波伝搬性能の検証、実フィールドでの走行実証、及びマーケティング分析を行い真の社会実装までの道程を導出した。

# 実証目標

## ■技術目標

No	目標	理由
1	従来の2つの機器を一体化し、約50%筐体容積削減	設置性の向上
2	連続24時間安定し通信が可能であること	安定したサービス運用
3	映像エンコーダと映像デコーダ間の遅延時間を150ms以下※であること。（※環境影響を排除した有線接続で、カメラ映像はフルHD30Pでの測定における目標値）	遠隔操作に必要な低遅延伝送の実現
4	耐振動性：JIS C 60068-2-6に準拠	車載時の振動に耐えうること

## ■実装目標

2023年度以降の事業目論見を完成させるために、以下の内容を明らかにする。

- ・実際の自動運転ロボットの遠隔監視操縦に要求される端末性能と試作端末性能とのギャップ
- ・5G端末事業時の営業先(コンタクトルート)
- ・5G端末のターゲット価格
- ・5G端末事業化までに更に必要となる活動



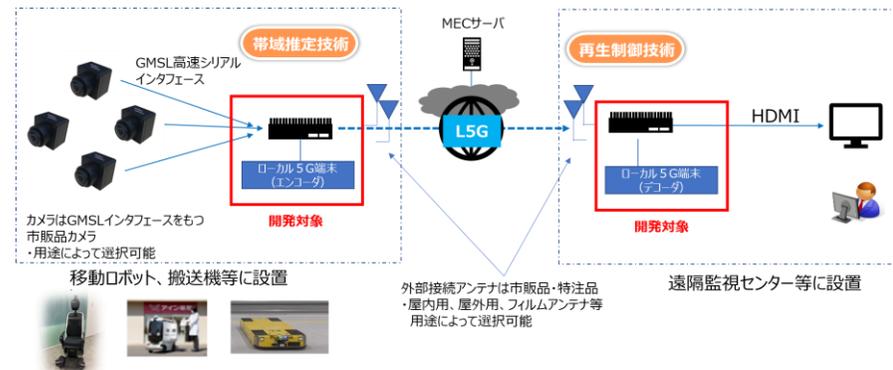
実装計画を完成させる →

### 【当社事業目論見】

事業分野			2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2030年度	
遠隔監視操縦型 トラクター	マイルストーン		開発実証	LSG提供+試行			ガイドライン改訂 量産設計	拡大展開		
	市場規模予測	端末	台数(台)	-	-	-	-	125	300	1,600
		5G環境構築	箇所数(式)	-	-	-	-	3	6	32
自動運転バス	マイルストーン		開発実証	LSG提供+試行			量産設計	拡大展開		
	市場規模予測	端末	台数(台)	-	-	10	25	50	250	500
		5G環境構築	箇所数(式)	-	-	0	1	1	5	10

# 端末システムの試作

以下の要件を満たす端末として開発



No	項目	要件
1	ローカル5G 上り帯域の拡充について	遠隔操作や遠隔監視のための映像伝送には上り帯域の確保が必要なため、 <b>準同期対応、上りMIMO(2x2)対応</b>
2	カメラ映像入力インタフェース	前後左右の4台で360度視野を確保して安全性を高める必要あり。画質としてフルHD30fpsx4台カメラを伝送。
3	映像伝送制御機能	遠隔操作や遠隔監視を行う際には極力 <b>映像が途切れない</b> ことが重要であり、弊社独自技術の映像伝送制御機能を搭載
4	耐振動性	デコボコ道などの悪走行環境を考慮した <b>耐振動性、耐衝撃性能</b> が必要なため、JIS C 60068-2-6に準拠
5	小型化・省配線化	エンコーダ機能と5G通信機能を一体型し、 <b>容量50%削減</b>
6	使用温度範囲の拡張・熱対策	一体化・小型化することで更なる発熱に対処し、 <b>温度範囲-10℃～50℃での連続稼働</b>
7	広範囲なDC電源入力電圧、ドロップ対応	車載やトラクターのバッテリー接続を考慮した <b>DC12/24V対応</b> とし、 <b>瞬時電圧ドロップ9Vまで対応</b>
8	網切替制御	ローカル5Gと全国5G(LTE)のSIM <b>切替可能</b>
9	アンテナの拡張性	外付けで、屋内、屋外、フィルムアンテナを選択可能

# 端末システムの検証

## ラボでの検証項目及び方法

No	検証項目	検証方法
1	無線性能、無線接続性、スループット	シールドルーム等で無線送受信特性、準同期接続、スループットを測定
2	サイズ、質量の測定	目標としたサイズ、質量の測定
3	放熱特性の検証	温度上昇試験、高温動作・低温動作、高温高湿動作試験、温度サイクル
4	振動試験 (JIS C 60068-2-6準拠)	当社内の振動試験環境にて、前後・左右・上下の3軸方向、加速度4Gで検証
5	映像伝送制御機能試験	基地局シミュレータと接続し、映像伝送遅延量、スループット、映像ノイズ測定
6	連続24時間安定し通信	24時間、映像伝送実施、
7	消費電力、ノイズ、静電気の確認	基地局シミュレータ対向で映像データを送信時の最大電力、ノイズ耐性の確認

## FSS35での検証項目及び方法

No	検証項目	検証方法
1	遠隔操作ロボットに端末を設置した低遅延映像伝送検証	車両の前後2台のカメラ映像(フルHD30fps)を伝送し、映像品質、映像の途切れがないか及び映像伝送遅延時間の検証
2	車両に端末を設置した低遅延映像伝送検証	車両の前後左右4台のカメラ映像(フルHD30fps)を伝送し、映像品質、映像の途切れがないか及び映像伝送遅延時間の検証
3	ローカル5Gからキャリア5Gへの切替検証	エンコード端末からデコード端末へ映像伝送を行っている状態で切替わった際のPing、映像遮断時間

車両



- ・屋外アンテナx4
- ・GMSLカメラx4

遠隔操作ロボット(車いす型)



- ・フィルムアンテナx4
- ・USBカメラx2

# 端末システムの検証

## ラボでの検証結果及び考察

No	検証項目	検証結果・考察
1	無線性能、無線接続性、スループット	無線送受信特性問題なし、準同期接続OK、スループット (準同期TDDパターン1 UDP_UL=322Mbps DL=349Mbps, @RSRP=-110dBm)
2	サイズ、質量の測定	190(W)x150(D)x67(H)mm以下(2000g) → <b>180(W)x150(D)x50(H)mm以下(1600g以下)目標達成</b>
3	放熱特性の検証	GPUモジュールが高熱のため、構造見直し&FANにて強制冷却にて、-10~50°C対応実現。
4	振動試験(JIS C 60068-2-6準拠)	簡易モデルにて事前に対策実施。試作品では、 <b>JIS C 60068-2-6準拠。加速度4G</b> で問題なし。
5	映像伝送制御機能試験	4K/30fps/Target Rate=12Mbps、20Mbpsでそれぞれ、 <b>映像伝送遅延エンコーダ~デコーダ間150ms以下</b> 。スループット、フレーム欠落率、ノイズに問題はなし。
6	連続24時間安定し通信	無線断回数:0回、映像断回数:0回、評価終了時点で映像が流れていることを目視確認OK
7	消費電力、ノイズ、静電気の確認	ローカル5G通信動作、GMSLカメラx4台映像伝送で約30W以下。ノイズ・静電気試験問題なし。

## FSS35での検証結果及び考察

No	検証項目	検証結果・考察																					
1	遠隔操作ロボットに端末を設置した低遅延映像伝送検証 (USBカメラx2台)	スループット・遅延量の評価からフルHD30fps画質のカメラ2台の伝送においては今回の開発端末の <b>目標性能(画質、遅延時間)</b> が達成できていることの確認																					
2	車両に端末を設置した低遅延映像伝送検証 (GMSLカメラx4台)	カメラ映像(フルHD30fps)x4 を伝送し、 <b>目標値であるENC-DEC間遅延150msの要求条件をフィールド実証においても達成</b> できることを確認。映像伝送制御機能のパラメータ最適化が重要。(実網の遅延揺らぎの吸収バッファの最適化) <table border="1" data-bbox="948 1100 1908 1225"> <thead> <tr> <th>カメラ解像度</th> <th>ターゲットレート</th> <th>AV-QoS</th> <th>車両速度</th> <th>平均スループット</th> <th>平均遅延</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">FHDカメラ×4 30fps</td> <td rowspan="4">20Mbps</td> <td rowspan="4">ON</td> <td>5 km/h</td> <td>20.7Mbps</td> <td>90.9ms</td> </tr> <tr> <td>15 km/h</td> <td>20.7Mbps</td> <td>92.7ms</td> </tr> <tr> <td>25 km/h</td> <td>20.4Mbps</td> <td>90.9ms</td> </tr> <tr> <td>35 km/h</td> <td>21.0Mbps</td> <td>93.7ms</td> </tr> </tbody> </table>	カメラ解像度	ターゲットレート	AV-QoS	車両速度	平均スループット	平均遅延	FHDカメラ×4 30fps	20Mbps	ON	5 km/h	20.7Mbps	90.9ms	15 km/h	20.7Mbps	92.7ms	25 km/h	20.4Mbps	90.9ms	35 km/h	21.0Mbps	93.7ms
カメラ解像度	ターゲットレート	AV-QoS	車両速度	平均スループット	平均遅延																		
FHDカメラ×4 30fps	20Mbps	ON	5 km/h	20.7Mbps	90.9ms																		
			15 km/h	20.7Mbps	92.7ms																		
			25 km/h	20.4Mbps	90.9ms																		
			35 km/h	21.0Mbps	93.7ms																		
3	ローカル5Gからキャリア5Gへの切替検証	ローカル5Gからキャリア5Gへの <b>切替時間はPingで36秒、映像で59秒</b> 。 今後SIMのDSDS(Dual SIM Dual Standby)とすることで改善。また、映像アプリケーションにおけるセッション監視方法の改善検討により短縮。																					

# 端末システムの実装性に関する検証

以下に、実装性を高めるための検証項目としての理由・目的と、具体的な検証項目・視点、検証結果を示す。

No	検証項目	目的	理由・目的	具体的検証項目・視点	検証結果
1	ユースケース毎のカメラ性能・映像品質の検証		①設置する移動体の移動速度による要求されるカメラ性能・映像品質の確認 ②画像認識する際の映像品質の確認 ③映像品質と使用するデータ帯域とのトレードオフの見極め	①車載設置カメラで移動速度とカメラ映像品質の確認 ②①の映像での物体識別の可否 ③ローカル5G、公衆網におけるカメラ映像品質毎の映像データ量と無線通信時の使用可能帯域についての検証	車載にてFHDx4カメラ 30fpsのデータでの映像伝送を確認。5,15,25,35km/hの各スピードで同等映像品質で問題なく、また、遅延150msで安定していた。ローカル5Gでは、帯域を十分確保でき、スループット20Mbpsをターゲットにして安定した伝送を確認した。
2	端末としての耐振動条件、温度条件、インターフェース	端末としての性能・必要要件の検証	・移動体に設置した際の振動に対する要件の確認 ・設置ケースでの動作温度、保存温度要件の確認 ・必要とするインターフェースの確認	トラクター・自動運転バス・移動ロボット（車いす型など）の各ユースケースでの要件の確認	車載耐振動性 JIS C 60068-2-6、加速度4Gを満たし、問題ないレベルであるが、温度範囲はさらに拡張要求されるケースもある。冷却方法・サイズ・コストが課題となる。 ・車載時は、GMSLカメラのロック機構によって振動によって外れにくくなる。15mケーブルは必要。
3	端末や外部アンテナの設置（実装）方法の検証		試作端末の設置性の確認	・設置場所での端末サイズ ・端末と外部アンテナとの配線・設置性	本体サイズに対して、ケーブル曲げ半径やFAN吸排気スペースを考慮して、280(W) x 270(D) x 150(H) mm程度の配置スペースが必要になる。 外部アンテナは、ユースケースによって屋内、屋外、フィルムアンテナを選択でき設置性が向上した。
4	ユースケース毎の端末に求められるその他条件の検証		現在想定している機能や外部インターフェースが必要十分かの確認	トラクター・自動運転バス・移動ロボット（車いす型など）の各ユースケースでの要件の確認	・遠隔操作、自動運転にて、作業音や周囲での確認が必要であり、音声インターフェースの追加が必要。 ・遠隔制御時はCAN(もしくはLAN)インターフェースを想定しているが、各アプリケーションによって制御・開発が必要。
5	ローカル5Gと全国5G (LTE) との切替制御	映像伝送するシステムとしての必要機能の検証	各ユースケースでの切替機能の必要性とその要件の確認	・トラクター・自動運転バス・移動ロボット（車いす型など）の各ユースケースでの要件の確認 ・切替時の方式、切替手順の確認	ローカル5G網から公衆網への切替は、現在はPingで36秒、映像で59秒必要であり、今後、DSDS(Dual SIM Dual Standby)機能が実現すれば、切替時間の短縮の可能性有。
6	遠隔監視制御センターでの運用	（端末以外のシステムとしての検証）	・映像エンコーダ端末に対して、遠隔監視制御センターに必要な映像デコーダ設置要件の確認 ・遠隔制御システムやサービス全体の構成に必要なエンコーダ端末の要件の確認	・複数端末を制御するためのデコーダやネットワークに必要な要件の検証 ・監視センターでの自動運転に必要な情報や制御内容 ・映像伝送以外の将来サービスの想定	今回の実証では、セキュリティ面を考慮したローカル5G + 閉域サービス網を使用する構成で検証を行ったが、今後は取得した映像をクラウド管理し、AI処理にて人物検出などのアプリケーションを提供する可能性が高い。

# 端末システムの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討

(課題1:技術)試作端末の機能・性能レベルは実運用に十分なレベルなのか。

【解決策検討結果】技術実証結果も踏まえた事業者や有識者との意見交換の結果、一部の機能・性能について、次年度に実機・実施検証を行う必要あり。検証内容は以下のとおり。

試作端末機能・性能	今後の実機・実地検証内容
耐振動性 JIS C 60068-2-6	アンテナ取付端子等の破損もなく装置本体の異常もなく耐振動性が実運用に耐えうるか
耐温度 -10度~50度	真夏の昼間や真冬の夜間等の最も厳しい環境下でも正常に稼働するか
AV-QoS制御	他社の映像/音声情報制御技術が有効でなかった既実証場所で、当社のAV-QoS制御技術が有効か否か
その他	夜間運用時の遠隔監視視認性

(課題2:ビジネスモデル)事業モデルと供給形態を確定させる

【解決策検討結果】次年度に、遠隔監視事業者への端末提供サービスを前提に実証実験に参画していく。

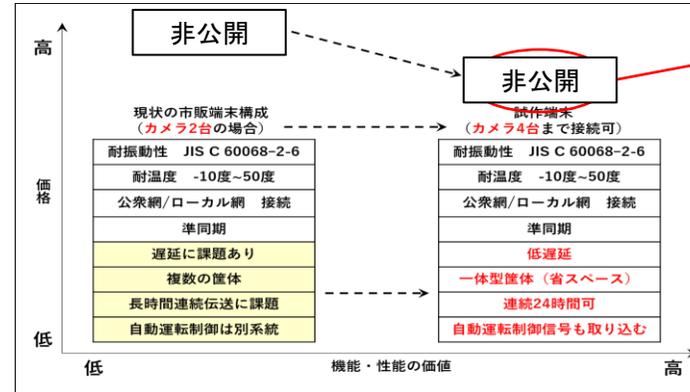
【事業モデルと提供先候補】

事業モデル	提供先 (事業者構造)			
	ロボットメーカー	通信事業者	遠隔監視事業者	サービス事業者
自動運転活用サービス				●
ネットワーク運用サービス			●	●
回線サービス			●	●
端末提供サービス	●	●	●	

ここからスタートの予定

(課題3:価格)幾らであれば認められるのか。

【解決策検討結果】



次年度の実証実験でスキーム全体が成立するかを検証

(課題4:5G端末事業化のための今後に必要な活動は何か。

【解決策検討結果】

- ・上記(課題1)の解決策検討結果のほか、端末の防塵対策、既存遠隔監視システムのUIとのすり合わせ
- ・個々のユーザ攻略のみでなく、多岐にわたるステークホルダーへの効果的なプロモーション体制の確立
- ・農水省が定める遠隔監視操縦型農業ロボットの安全ガイドライン検討への技術データ提供

# 端末システムの実装・普及展開

## ①実装・普及展開シナリオ

### 【目指す姿】

場所、時間の制約がなく、必要な時に必要な場所で、自動運転ロボットが地域住民の手足になり、地方部の生活の質の向上と仕事の幅の拡大により、定住化が加速

### 【現状の事業環境】

#### 【農業ロボット(トラクター等)】

現行は、圃場内の近接監視。今後、遠隔監視操縦型の安全ガイドライン策定も期待されている。

#### 今後：遠隔監視操縦のための安全ガイドライン (2025年から2026年にかけて策定と想定)

##### 遠隔監視下での無人状態での自動走行

- 農機は、ロボット技術によって、**無人状態**で、**常時全ての操作を実施**
- 基本的に農機が**周囲を監視して、非常時の停止操作を実施**（使用者はモニター等で遠隔監視）



#### 【自動運転バス】

2023年4月より、許可を受けた事業者は、運転手がいない状態での自動運転走行が可能となる。

#### 令和4年改正道路交通法に係る下位法令（1年施行分）の概要

##### 令和4年改正道路交通法（1年施行分）

##### ▶ 特定自動運行に係る許可制度の創設に関する規定の整備

- 運転者がいない状態での自動運転（特定自動運行）を行おうとする者は、特定自動運行計画等を記載した申請書を都道府県公安委員会に提出して許可を受ける必要
- 許可を受けた者（特定自動運行実施者）は、遠隔監視装置を設置し、遠隔監視を行う者（特定自動運行主任者）を配置するなど、特定自動運行計画に従って特定自動運行を実施

##### ▶ 遠隔操作型小型車の交通方法等に関する規定の整備

- 遠隔操作型小型車の使用者は、遠隔操作により通行させようとする場所を管轄する都道府県公安委員会に対し、通行場所、遠隔操作場所、連絡先、非常停止装置の位置、遠隔操作型小型車の仕様に関する事項等を届け出る必要
- 遠隔操作型小型車は、歩行者相当の交通方法に従って道路を通行

警察庁資料より引用

### 【現時点の最重要課題】

- ・市販機器では、自動運転ロボット及び周囲の安全確認のための、長時間連続で途切れない低遅延映像伝送を実現不可
- ・遠隔監視操縦のためには通信が必須になるが、公衆携帯網が未整備の地域がまだまだ多い(例：圃場、農道、市道、等)
- ・農業ロボットの遠隔監視操縦のためには、安全ガイドラインの策定が必要

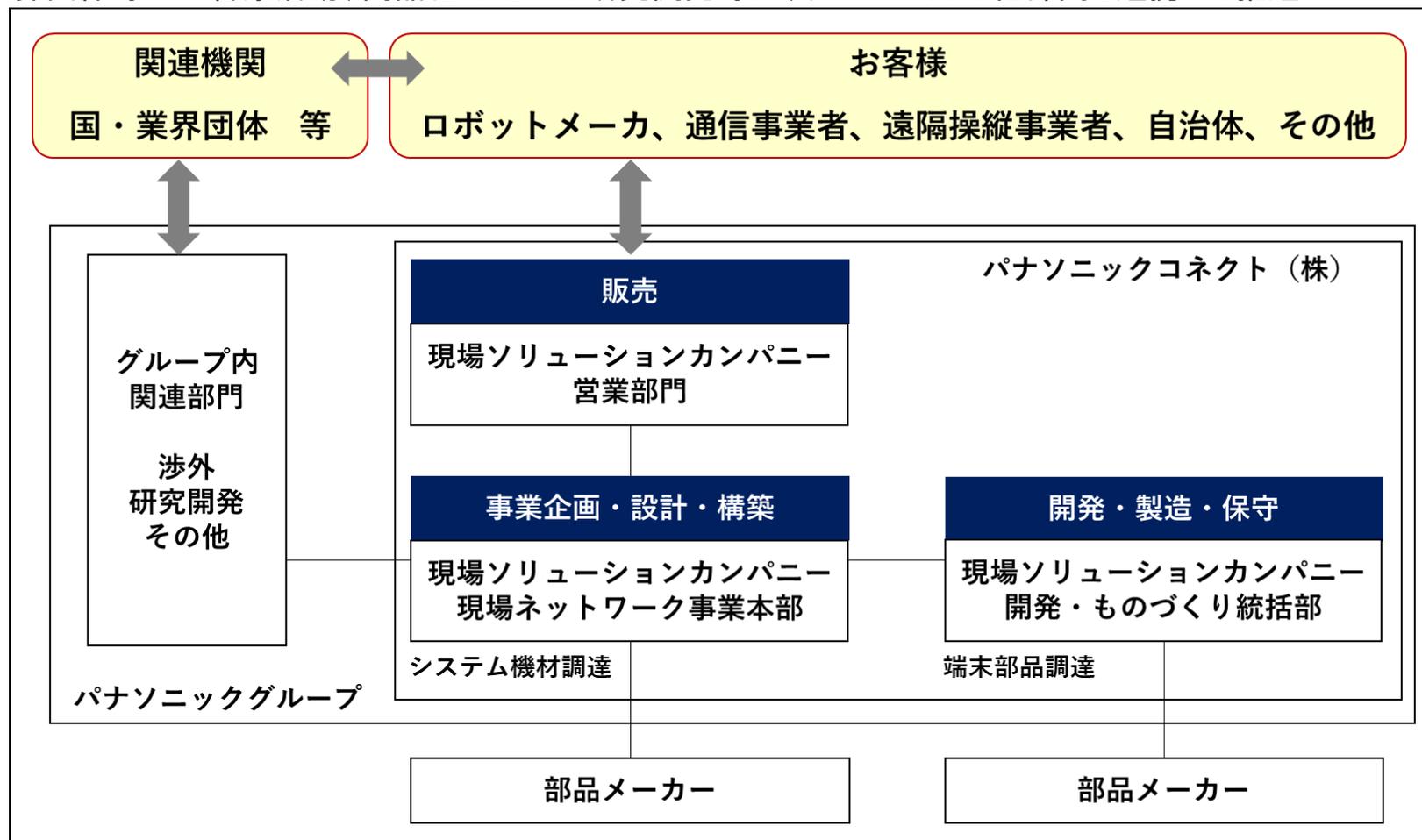
### 【アプローチ】

- ・事業者の採算性を確保する1:多の遠隔監視操縦運用と価格を実現する低遅延映像伝送端末の量産化
- ・遠隔監視操縦及び他のサービスまでを見越したインフラ整備
- ・安全ガイドライン検討のための技術データ取得

# 端末システムの実装・普及展開

## ②実装計画の実施にあたっての実施体制

- ・事業企画/事業主体：パナソニックコネクト(株)現場ソリューションカンパニー 現場ネットワーク事業本部
- ・商品開発/製造/品質管理保守：同上 開発・ものづくり統括部
- ・営業：同上 営業部門
- ・国や業界団体等への啓蒙活動、商品化のための研究開発等は、グループ内の他部門と連携して推進



# 端末システムの実装・普及展開

## ③実装計画・支出計画

		令和4年度 (2022)	令和5年度 (2023)	令和6年度 (2024)	令和7年度 (2025)	令和8年度 (2026)	令和9年度 (2027)
実装計画	自動運転農業ロボット	開発実証	試作端末による実地実証 プロモーション・量産化検討		量産端末開発		拡大展開
	自動運転バス	開発実証	試作端末による実地実証 プロモーション・量産化検討		量産端末開発		拡大展開
	他分野・用途展開		市場調査・量産化検討				拡大展開
	ローカル5Gシステム		実地検証・接続検証		システム導入・機能拡張開発		
収支計画(千円)	(1)ユーザから得る対価		0	16,800	42,000	310,000	941,000
	(2)補助金・交付金			0	0	0	0
	(3)収入((1)+(2))		0	16,800	42,000	310,000	941,000
	(4)ネットワーク設置費		0	0	0	108,000	297,000
	(5)ネットワーク運用費		0	0	0	0	10,800
	(6)ソリューション購入費		0	15,228	14,758	54,950	172,700
	(7)ソリューション開発費		0	0	0	40,800	112,200
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))		0	1,572	14,758	203,750	592,700
	(9)収支((3)-(8))		0	1,572	27,242	106,250	348,300

---

## まとめ

---

# まとめ

## ■ 技術実証

【スループット】受信電力(RSRP)-110dBm以内のエリアで準同期TDDパターン1にてULのスループット30Mbps以上の目標値に対して、性能としては目標値を十分上回る結果となった。

【伝送遅延時間】利活用シーンを想定したエンコーダ/デコーダ間の映像伝送遅延時間150ms以下の目標に対して、ローカル5Gネットワーク部分の伝送遅延時間10～15ms程度は十分許容範囲と考えられる。

## ■ 課題実証

- ・設置性の向上のため、従来のエンコーダと端末の2つの機器を一体化し、約50%筐体容積削減(180(W)x150(D)x50(H)mm以下)
- ・車載時の振動に耐える耐振動性 JIS C 60068-2-6に準拠し、加速度4Gの耐衝撃にも耐えることを確認。
- ・遠隔操作に必要な低遅延伝送の実現を検証。車両の前後左右のフルHD30fps 4つのカメラ映像を伝送し、映像エンコーダと映像デコーダ間の遅延時間を150ms以下※であることをフィールド実証にて確認できた。  
(※環境影響を排除した有線接続で、カメラ映像はフルHD30Pでの測定における目標値)
- ・安定したサービス運用のために連続24時間安定し通信が可能であることを確認した。
- ・課題1: ローカル5Gからキャリア5Gへの切替時間はPingで36秒、映像で59秒と長く、今後の課題。今後SIMのDSDS(Dual SIM Dual Standby)とすることで改善見込み。また、映像アプリケーションにおけるセッション監視方法の改善検討により短縮。
- ・課題2: 音声インタフェースやCANインタフェース機能など、追加要望に対する検討

## ■ 実装・普及展開

<2023年度－2024年度>

- ・実証スキーム形成のための企画、提案実施。また、国や業界団体等へのロビー活動に対するグループ内協業体制を構築。
- ・実機・実地検証の実施と評価と改善検討、及び量産設計の方針の確定。

<2025年度－2026年度>

- ・事業拡大のための事業企画(事業戦略、技術戦略、営業戦略等の策定と具体的な戦術の検討)とソリューション開発を実施。
- ・量産開発、品質確認、保守マニュアル作成等、お客様に提供する商品と提供後のフォロー体制を確定。

<2027年度－>

- ・顧客満足度向上のための改善計画の立案。戦術の変更や追加サービスの開発を実施。
- ・技術進化動向も踏まえた次期端末システムの検討を開始。