

# 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

## 移動ロボットや現場作業員の利活用を想定した高画質映像 ストリーミング対応小型カメラ端末の試作

---

### 成果報告書概要版

令和5年3月

FCNT株式会社

端01

---

## 実証概要

---

<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	FCNT(株)、REINOWAホールディングス(株)、ジャパン・イーエム・ソリューションズ(株)	<b>端末システムの特徴</b>	屋外利用、小型化及び軽量化、産業用組み込み
<b>実証概要</b>	製造業や建設業における労働力不足に対し、デジタル技術を活用した効率的な作業指示等のニーズがある一方、遠隔作業指導等を容易に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。 ➤ エッジAI処理能力を内蔵した高画質映像ストリーミング対応小型カメラ型のローカル5G端末システムを試作。容易に人体への装着が可能な程度小型化を図るとともに、将来的な移動ロボット等への組み込みを可能とする拡張性を付与。 ➤ 高度な遠隔作業指導等を通じ、熟練者の技術・技能伝承や若手育成、生産性向上を実現。		
<b>主な成果</b>	➤ 端末システムの試作検証を行った結果、 <b>ローカル5GによるフルHD高画質映像ストリーミング映像配信の連続動作2時間以上を達成。</b> ➤ <b>IPX5/IPX8の防水性能、IP6Xの防塵性能</b> の防水防塵検定を取得。		
<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、遠隔作業指導等を想定した高画質映像のストリーミング配信が可能となる無線通信の技術基準の評価を実施。 ➤ 周波数：4.8-4.9GHz帯（帯域幅100MHz） 構成：SA方式 利用環境：屋外、屋内		
<b>主な成果</b>	➤ 基地局から見通し内の環境において、 <b>遠隔監視、遠隔臨場でストリーミング配信可能なUplinkスループット</b> （フルHD,60fps：28Mbps、4K,30fps：56Mbps）、 <b>伝送遅延</b> （データ送受信区間：50msec以下）を <b>確保</b> 出来たことを確認。 ➤ <b>基地局から見通し外(死角)</b> の環境では、 <b>準同期TDDパターンを使用しても28Mbpsスループット確保が困難</b> であることを確認。		
<b>今後の展開</b>	➤ 本実証成果の実装に向けては、技術課題(端末内部の局所的な温度上昇)の対処と量産化検証が必要。 <b>令和5年度はをこれら及び運用に向けたクラウド開発を実施し、実装開始。</b> 令和6年度以降、より耐候性を強化し、外部インタフェースを増やした機能拡張モデルを追加して、ユースケースを拡張。		

**ユースケース(端末システムの使用イメージ)**

- ✓ 作業員目線の**高画質映像伝送**による遠隔作業指導、支援
- ✓ **移動体**を用いた巡視や遠隔監視、点検等

**【作業現場等】**



人体へ装着



ドローンやロボットへ設置

**【事務所等】**



高度な作業支援



遠隔監視、点検 2

**端末システムの概要**

- ✓ **小型かつ5G対応**の一体型エッジAIカメラ
- ✓ ストリーミング連続動作 **2時間以上を実現** <フルHD画質>
- ✓ **防水防塵** <IPX5/IPX8/IP6X取得(JIS C 0920-1993準拠)>



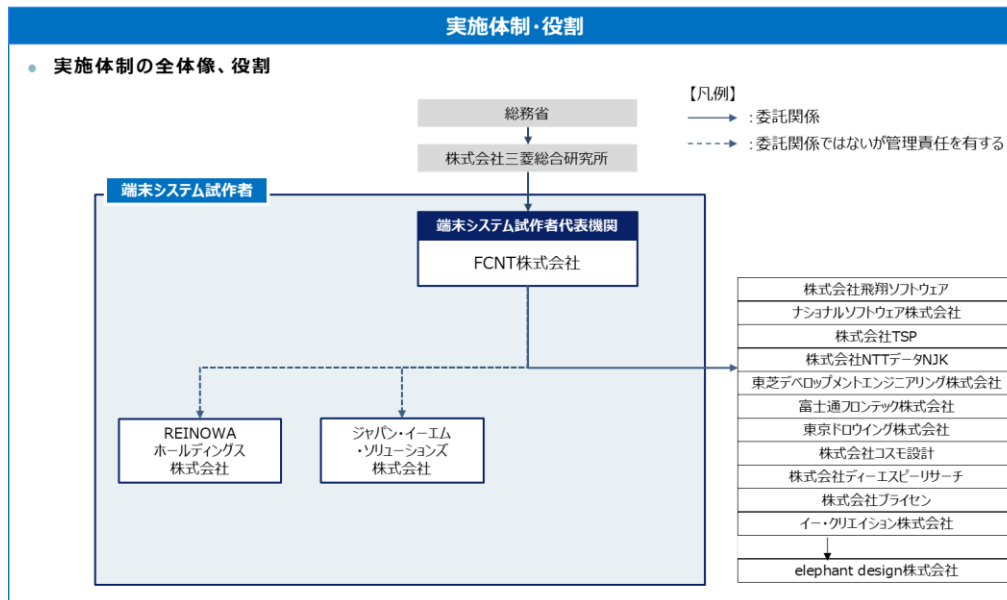
端末システム

項目	諸元
サイズ/重量	約77×96×30mm / 約240g
LTE Band※	公衆;Band 1,3,8,18,19,41,42 自営;Band 39(sXGP),41(BWA)
5G NR (Sub6)※	公衆5G : n1,n3,n28,n77,n78,n79 ローカル5G : n79(SA)
Wi-Fi	802.11 a/b/g/n/ac
防水 / 防塵	○(IPX5/IPX8)/○(IP6X)
電池容量	3,400mAh

※実証時はn77,n78,n79,B3のみ対応

# 実施体制

- 本実証の開発実証統括であるFCNT(株)は、端末システムの企画、設計、及び実証を行い、ジャパン・イーエム・ソリューションズ(株)は、端末システムの試作製造、及びユーザ企業として課題実証に参画しました。



団体	役割
FCNT株式会社	端末システムの開発実証統括 ・企画、開発、設計、試作 ・技術実証の実施 ・課題実証の実施 ・普及啓蒙活動の実施 ・報告書の作成
REINOWAホールディングス株式会社	・情報セキュリティ ・情報保全
ジャパン・イーエム・ソリューションズ株式会社	・課題実証関係者 ・試作製造

---

## 実証環境

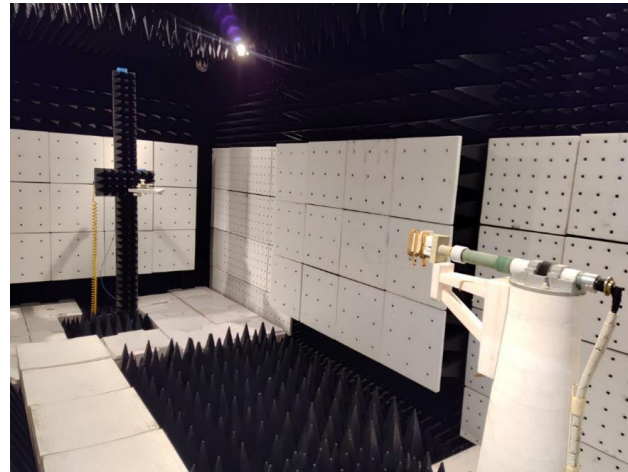
---

# 実証環境

- **技術実証の事前確認** テストベッドで実施する技術実証前に、環境要因による測定結果への影響を排除するために、FCNT株式会社の実験室にて端末システムとしての無線回路、スループット、伝送遅延等の評価を実施しました。
- **課題実証** ストリーミング動作の検証のために、FCNT株式会社の実験室にて端末システムのカメラで撮影した映像をモニタへ映し出しストリーミング配信する環境を構築し、実証を行いました。また、技術実証、課題実証での試験装置は、商用5G端末開発で実績のある弊社所有の機器を使用しました。
  - 対象周波数帯
    - ローカル5G周波数範囲：4.6～4.9GHz
    - 全国5G周波数範囲：3.6～4.1GHz、4.5～4.6GHz
  - 試験装置及び試験環境
    - 試作・検証等に用いた試験はFCNT株式会社の実験室にて行いました。



無線回路、スループット・伝送遅延測定に用いるシールドルーム



アンテナ放射パターン・放射効率測定用大型暗室内部



リブレーションチャンバーを用いた、端末システム全体無線性能(OTA・OTAスループット)測定系  
一部はストリーミング検証にも使用

# 端末システムの概要及び機能・性能・要件

## ■ 高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末

- 小型で人体やロボットへ装着が可能
- 防水防塵 <IPX5/IPX8/IP6X取得>
- ストリーミング連続動作 2時間以上<フルHD動作時>

項目	諸元
サイズ/重量	約77×96×30mm / 約240g
OS	Linux
RAM/ROM	8GB(LPDDR5) / 128GB
ディスプレイ	0.8インチ,39x96,EL
カメラ	12M
LTE Band※	公衆: Band 1, 3, 8,18,19,41,42 自営: Band 39(sXGP), 41 (BWA)
5G NR (Sub6)※	全国5G: n1,n3,n28,n77,n78,n79 ローカル5G: n79(SA)
UIMカード形状	Nano UIMx2
無線LAN / テザリング	802.11 a/b/g/n/ac
防水 / 防塵	○(IPX5/IPX8)/○(IP6X)
電池容量	3,400mAh
外部I/F	USB Type-C

※実証時はn77,78,79,B3のみ対応





# 免許及び各種認証

- 認証：試作を行った端末システムについて、工事設計認証、及び技術基準適合認定を認証取得しました。
- 無線局免許：端末システムをFCNT(株)が免許人とする実験試験局免許を関東総合通信局へ申請し、交付を受けました。

## 認証取得の概要

認証内容	認証日	認証番号
工事設計認証 ・第2条第1項第19号に掲げる無線設備 2.4GHz帯高度化小電力データ通信システム ・第2条第1項第19号の3に掲げる無線設備 5GHz帯小電力データ通信システム ・第2条第1項第11号の19に掲げる無線設備 FD-LTE携帯無線通信陸上移動局 ・第2条第1項第11号の30に掲げる無線設備 第5世代移動通信システム用陸上移動局	2022年12月16日	003-220322
技術基準適合認定	2022年12月20日	D220195003

## 免許申請の概要

免許申請先	関東総合通信局
免許人	FCNT株式会社
無線局の種別	実験試験局
免許の番号	関実第50633号 関実第50634号 関実第50635号
免許の年月日	2023年1月6日
識別信号	NICTよこすかB5GたんまつじっけんよこすかF 1 NICTよこすかB5GたんまつじっけんよこすかF 2 NICTよこすかB5GたんまつじっけんよこすかF 3
無線設備の設置場所又は移動範囲	設置場所 神奈川県横須賀市光の丘3-2 YRPセンター4階サーバー室 移動範囲 神奈川県横須賀市YRPセンター2番館及び周辺
電波の型式、周波数及び空中線電力	99M9 D1A,D1B,D1C,D1D,D1F,D1X,D7W,G1A,G1B,G1C,G1D,G1F,G1X,G7W 周波数 4849.98MHz 空中線電力 200mW



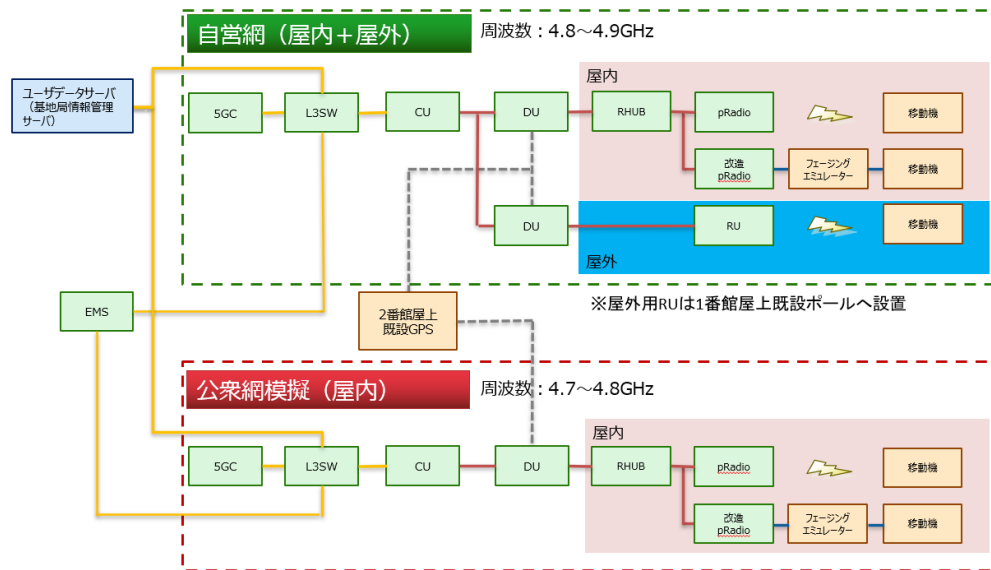
---

**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

- テストベッド実証を行うにあたり、「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証端末システム試作事業」受託者と、テストベッド運用者である国立研究開発法人情報通信研究機構との間で、異免許人間通信に関する同意書を結びました。



製造ベンダ	富士通株式会社
周波数	4.8-4.9GHz
帯域幅	100MHz
多重化方式	TDD
送受信系統数	4T(送信)4R(受信)
Beamforming	サポート
DL:UL比率	DL:UL = 8 : 2 (同期TDDパターン)
セルスループット(規格値)	DL: 1.7Gbps UL : 0.2Gbps
MIMO	UL 2Layer, DL 4Layer
変調方式	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
同期方式	GPS



## テストベッド環境

免許人：国立研究開発法人情報通信研究機構

免許番号：関実第49277号

無線局名：【NICTよこすかB5Gきちじっけんよこすか1】

実施環境：神奈川県横須賀市YRPセンター2番館及び周辺

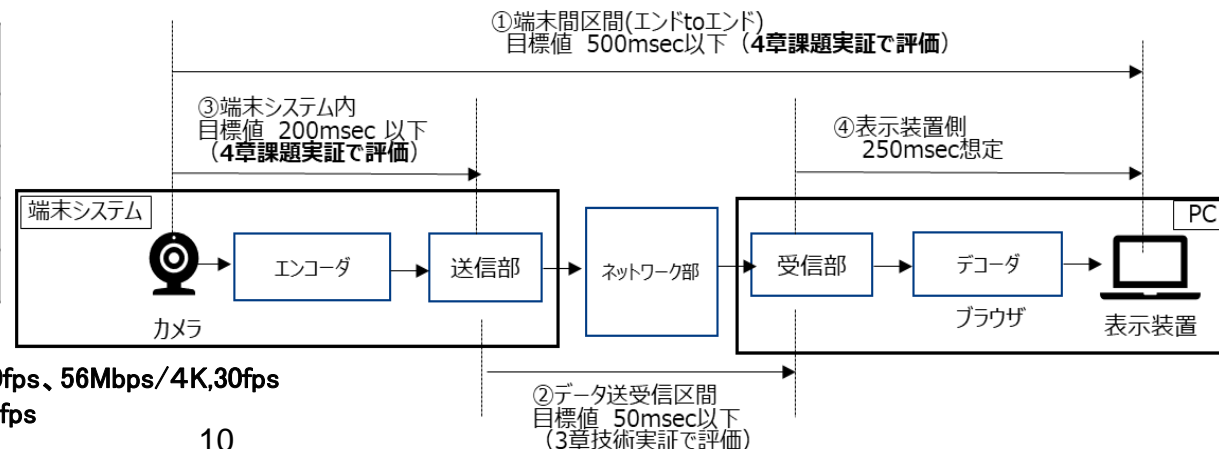
# 実証内容

- ローカル5Gのリファレンス環境として利用可能なテストベッド環境において、端末システムをローカル5G基地局に接続したときの受信電力・スループット・伝送遅延を確認しました。4K(解像度3840x2160)、フレームレート60fpsを満足するための目標値として、以下の通りとしました。

実証目標		
項目	目標値	備考
スループット	112Mbps	UL(Uplink); 4K/60fps想定
伝送遅延	50msec	データ送受信区間(下図)

実証内容	
測定エリアの選定	見通しのよい環境、見通し外環境を地図及び現地調査で確認
計測地点の受信電力測定	端末システム及びエリア評価用測定器を用いて測定
UL/DLスループットの測定	iperfを用いて、端末システム・サーバー間で計測
伝送遅延の測定	pingコマンドを用いて、端末システム・サーバー間で計測

画面解像度	フレームレート (fps)	H.264符号化後ビットレート(Mbps)
フルHD 1920×1080	30	14
	60	28
4K 3840×2160	30	56
	60	112



遠隔監視・遠隔臨場でのストリーミング要件: 28Mbps/FHD,60fps、56Mbps/4K,30fps  
 技術実証目標: 今後のユースケース考慮し、112Mbps/4K,60fps

# 実証結果・考察

## ■ 同期TDDパターン使用時

伝送遅延は、基地局からの見通し内、見通し外に限らず、4K,60fpsで映像配信可能な目標値を満たせました。

スループットは、見通し内環境下では遠隔監視、遠隔臨場でストリーミング配信可能なスループット(フルHD,60fps: 28Mbps、4K,30fps:56Mbps)を確保出来ましたが、技術実証目標に対しては満たせない場所もあることが分かりました。

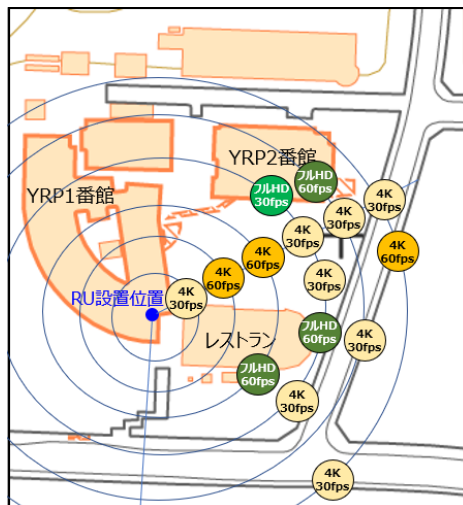
項目	目標数値	実測値	備考
伝送遅延	50msec	39msec(最悪値)	データ送受信区間
スループット	112Mbps	130Mbps(最良値) 86.4Mbps(見通し内平均値)	UL(Uplink)時

## ■ 準同期TDDパターン使用時

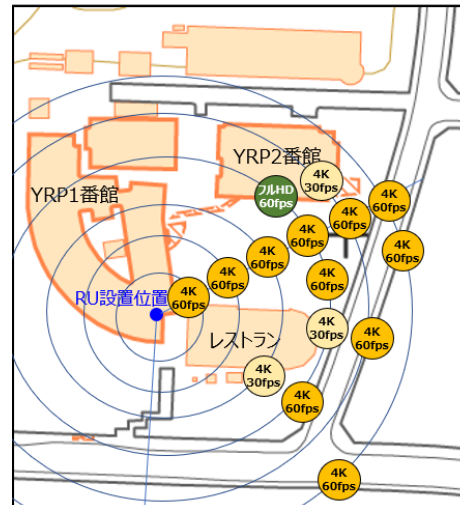
準同期パターンを使用してULスループットを向上させることにより、基地局からの見通し内であれば、4K,60fpsのストリーミング配信が可能となります。

## ■ 改善案

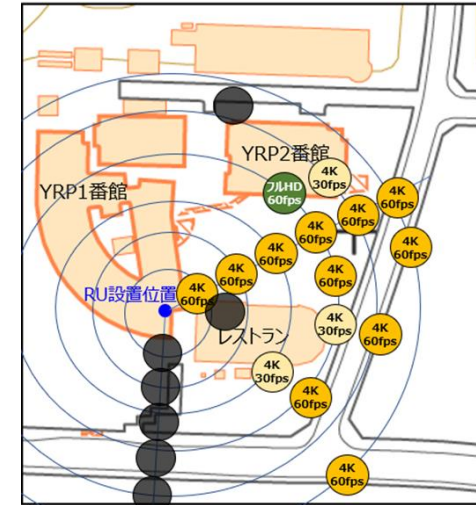
見通し外のポイントでは、準同期TDDパターン使用しても4K,60fpsを可能とするほどのULスループット改善は見込めないことが分かりました。改善案として、端末システムのHPUE(High Power UE)への対応や、効率的なエリア展開による通信環境の向上が挙げられます(中継局・レピータ、フェムトセル、分散型アンテナシステム(DAS)等の活用)。



同期TDDパターン時にフルHD, 4K映像配信が可能なポイント ※



準同期TDDパターン時にフルHD, 4K映像配信が可能なポイント ※



準同期TDDパターン時でもフルHD映像配信が出来ないポイント(黒塗り部分) ※

---

## 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

## <端末システムの試作と検証>

- 少子高齢化により深刻化する労働力不足を補完するという大きな社会課題を背景とし、デジタル技術イノベーションによる自動化や省人化、効率化が進むと期待されている分野とされる、**製造業や工事・建設業の現場に向けて「ローカル5G対応の高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末」の試作を実施**しました。
- 製造業や工事・建設業の現場での顧客ニーズを満たす、映像ストリーミング対応小型カメラ端末のユースケースを実現するための要件として、**小型化、防水防塵性能、連続動作時間、遅延時間に関する目標値を設定し検証**を行い、目標を全て達成しました。

検証項目	検証結果概要
小型化	弊社製AW02の容積比約1/3を達成し、サイズ、重量において目標基準を満足
防水防塵	防水防塵検定(IPX5/IPX8、IP6X)に合格、目標基準を満足
連続動作時間	フルHDストリーミング動作にて <b>2時間35分の連続動作</b> 、目標基準を満足
温度上昇	電池部において、局部的に部品保証温度を <b>2.6℃超過</b> 、実装に向けた課題
低遅延	端末内の遅延時間がフルHD時 <b>51.7msec</b> ／4K時 <b>88.6msec</b> となり目標基準を満足

## <実装性の検証>

- システムインテグレータ、ソリューションプロバイダを中心にアンケートによる個別ヒアリングを実施し、本端末のユースケースと実装要件、価格感について意見をまとめました。

# 試作した端末システム

- 少子高齢化による労働力不足を補完するという社会課題を背景に、デジタル技術イノベーションによる自動／省人／効率化が進むと期待されている分野である製造業や工事・建設業をターゲットにし、ユースケースの実現課題を解決する「高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末」を試作しました。

## 背景・社会課題

労働力減少、多品種少量生産に対応するため望まれていること

- ・効率的な作業指示、技術伝承の実現
- ・属人的作業の自動化の実現

## 想定ユースケース

- ・作業者に対する遠隔支援、遠隔から音声で作業指示する遠隔作業支援・遠隔臨場
- ・AGV※や協働ロボットのリモート制御化、自動化 ※AGV, Automatic Guided Vehicle, 無人搬送車
- ・ドローンによる設備遠隔点検、自動化

## 実現・開発課題

- ・上り回線の大容量通信帯域確保による高精細映像伝送の実現
- ・小型で人体やAGVへの装着が容易に可能
- ・屋外利用を可能にする端末の実現

## 端末システム要件

- ・ローカル5G無線内蔵
- ・小型サイズと長時間安定動作のための放熱構造の両立の実現
- ・防水・防塵性能の確保



グループ間コミュニケーションによる  
遠隔作業支援・遠隔臨場





# 実証目標

- ローカル5Gを内蔵し、容易に人体取り付けが可能なサイズを実現する「高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末」として、本課題実証時、及び実装時（製品化）の技術目標設定を行いました。

	目標		設定理由
小型化	実証時	250cc/270g以下	搭載性を確保するための <b>小型化</b> と連続動作を可能とする <b>放熱構造</b> の相反する2つの要求のバランスを検討、事前に実施した <b>熱シミュレーション結果も考慮</b> し、装置サイズ・重量の目標を設定。当社エッジAIカメラAW02の体積比で1/3程度の小型化を目指す。
	実装時	実証時と同等以下を目指す	
防水防塵	実証時	屋外利用を想定し防水・防塵検定を取得	雨の中での利用、水中への落下を想定し、規格上最も厳しい防水・防塵の保護等級である <b>IPX5／IPX8の防水性能、IP6Xの防塵性能</b> を取得する。
	実装時	実証時同等を目指す	
連続動作時間	実証時	フルHDでのストリーミング動作2時間以上	遠隔作業支援、遠隔臨場のユースケースとして、人体へ装着する時を考慮し、端末システムへ給電がない状態における連続動作時間の確保が必要となる。実装時はより幅広く適用の範囲を広げるため、実証結果を元に対策を実施し、性能向上を目指す。
	実装時	フルHDでのストリーミング2時間以上（～40℃） 4Kでのストリーミング2時間以上（>25℃）	
低遅延 （ストリーミング映像品質）	実証時	端末内の遅延時間（フルHD時） 200msec以下	IP通話を考えると、エンドtoエンドで遅延時間が200msecより大きくなると発話タイミングが重なる等で会話しづらくなり、500msecを超えると会話がかなり困難となると一般的に言われているため、本実証では <b>エンドtoエンドで500msec、端末内で200msec</b> とする。
	実装時	実証時と同等以下を目指す	

# 端末システムの試作及び検証①

- 高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末の設計、試作、及び検証を行いました。

## <特長>

- ウェアラブルカメラとして、人が身につけて使える小型デバイス
- ルーター等を介さず、本端末システムのみで直接ローカル5Gに接続
- 産業/協働ロボットや、AGVをはじめとする車両や移動体にも設置可能(アタッチメントによる取付)
- 防水(IPX5/IPX8)・防塵(IP6X)対応
- 最大4Kのストリーミング動作
- 放熱設計の工夫により、高画質(フルFD)での連続ストリーミングが可能(目標2時間以上)
- 準同期方式対応、及び3GPP Release16に準拠したMODEM搭載
- エッジAI動作が可能なプロセッサ搭載

端末システム外観

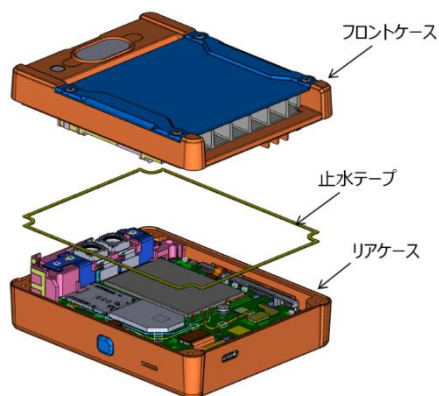
端末システム ローカル5G(n79)での諸元

項目	内容
対応TDDパターン	同期方式および準同期方式
対応ネットワーク方式	スタンドアロン方式およびノンスタンドアロン方式
スループット理論値	同期方式時(DL:UL=4:1) ・UL: 270Mbps (100MHz幅, 256QAM, 2x2MIMO) ・DL: 1,700Mbps (100MHz幅, 256QAM, 4x4MIMO) 準同期方式時(DL:UL=2:2) ・UL: 540Mbps (100MHz幅, 256QAM, 2x2MIMO) ・DL: 865Mbps (100MHz幅, 256QAM, 4x4MIMO)
送信電力	+23.0dBm (200mW)
アンテナ数/アンテナタイプ	送受信x2 受信x2/モノポール $\lambda/4$ アンテナ

# 端末システムの試作及び検証②

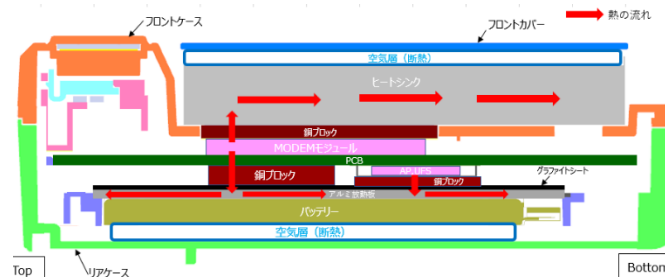
■ 端末システムの設計開発項目のうち、下記3点を重点項目として取り組みました。

防水防塵設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端末システムの筐体間や<b>全ての開口部に対して止水部品</b>を設けて、粉塵や水の浸入を防ぐ構造とし、止水部品は防水両面テープやエラストマーなどのパッキン部品で構成され、<b>一定の圧縮された状態を維持</b>することで防水、防塵性能を担保</li> <li>・<b>気密性試験(エアリーク試験)</b>を社内で実施し問題ないことを確認</li> </ul>
放熱設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基板上の<b>発熱部品を分散配置</b>し、熱を<b>筐体表面にできるだけ広い面積で拡散させる構造</b>として、部品の上限温度を超えないように配慮。且つ、筐体表面温度が低温やけどに至らない範囲に収まるように<b>放熱バランスをとった設計</b></li> <li>・<b>熱シミュレーションを実施</b>し、フルHDストリーミング動作相当時に目標温度以下であることを確認</li> </ul>
アンテナ設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・性能を確保するために最も空間が必要な<b>低周波帯域を含むアンテナを、空間が確保できるトップ部の領域に配置</b></li> <li>・空間を最大限利用できるよう<b>トップ部、サイド部共にアンテナを外周部分に形成しアンテナ空間を確保</b></li> <li>・アンテナエレメントをフロントユニット側面部に形成し、<b>人体から距離を確保できるように設計</b></li> <li>・<b>電磁界シミュレーション及び原理試作</b>を行い、事前に性能確保の目途を確認</li> </ul>



## 防水防塵設計

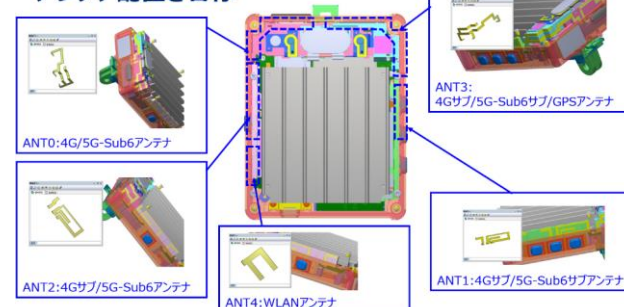
全ての開口部に止水部品を設け、  
圧縮状態を維持した設計



## 放熱設計

基板、部品の発熱を拡散する構造と  
低温やけどを考慮した設計

## アンテナ配置と名称



## アンテナ設計

小型化とアンテナ性能の両立と  
人体影響(SAR)を考慮した設計

# 端末システムの試作及び検証③

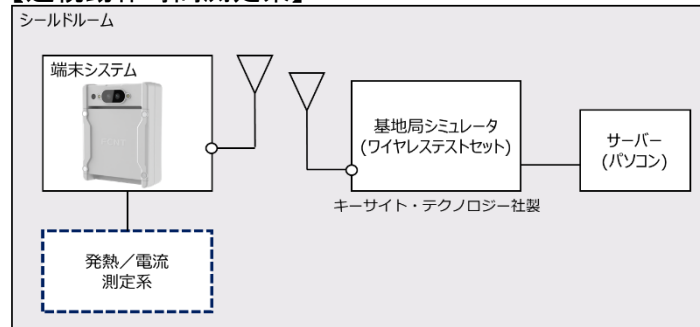
- 小型化・防水防塵・連続動作時間・低遅延の4項目の技術目標に対して、検証項目及び達成基準を設定し検証を行いました。

	検証項目	検証内容/狙い	達成基準
小型化	装置サイズ	目標サイズ以下であることを確認 設計データ(3D CAD)と実物の差で検証	250cc以下
	重量	目標重量以下であることを確認 部品毎の重量積み上げとの差分を確認	270g以下
防水防塵	防水防塵検定	JISに定める保護等級に従いIP6X、IPX5、IPX8の試験を実施	防水防塵検定取得
連続動作時間	筐体表面温度	低温火傷の危険がある温度に到達する時間を確認し、目標の連続稼働時間を達成できているかを確認	25℃環境で筐体表面温度48℃以下
	装置内部温度	各部品の温度が動作可能温度の上限に達する時間を確認し、目標の連続稼働時間を達成できているかを確認	各部品が定める上限温度を超えないこと
	消費電流測定	各ブロックの消費電流を測定しながらフルHDストリーミング動作をさせ、連続稼働時間を達成できるかを確認する。	フルHDでのストリーミング通信で2時間以上
低遅延 (ストリーミング 映像品質)	伝送遅延	遅延の少ないリアルタイムな映像配信機能実現のため、伝送遅延を測定	端末内の伝送遅延200msec以下
	音声疎通	ストリーミング映像と同時に端末間同士で音声にてコミュニケーションを取れることを目的とした音声疎通を確認し、商用化への展開、課題を抽出	双方向の音声疎通が可能であること
	映像確認	端末間のストリーミング映像の品質について、ユーザ観点での評価を行い、商用化への展開、課題を抽出	4Kストリーミング時にフレームレートの低下がないこと

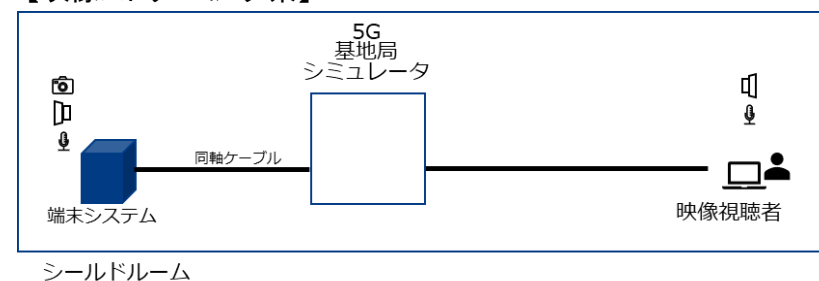
【防水防塵試験 IP6X試験】



【連続動作時間測定系】



【映像ストリーミング系】



# 端末システムの試作及び検証④

## ■ 検証結果

- ✓ 小型化の仕様である**サイズ、重量、容積の目標値、及び防水防塵検定をクリア**できました
- ✓ フルHDストリーミング時に**連続動作時間2時間35分を達成**できました
- ✓ ストリーミング時の**遅延時間200msec以下を達成**できました
- ✓ 連続動作時間において、フルHDストリーミング時に基準温度を2.6°C超過しました(電池部)

## ■ 課題

- ✓ 実装化に向け、局所的な温度上昇を抑圧すべく、放熱構造の見直しを行います

検証項目	内容	目標基準	結果	判定	
小型化	サイズ	約77x96x30mm	76.6x96.7x30.0mm	基準を満たす	
	容積	250cc以下	211cc	基準を満たす	
	重量	270g以下	241.57g	基準を満たす	
防水防塵	IPX5	検定合格	合格	基準を満たす	
	IPX8		合格	基準を満たす	
	IP6X		合格	基準を満たす	
連続動作時間	フルHDストリーミング	2時間以上	2時間35分	基準を満たす	
	4Kストリーミング		1時間59分	参考測定	
	温度上昇	フルHDストリーミング	60°C以下	2.6°C超過 電池部	実装時課題とする
		4Kストリーミング	60°C以下	8.8°C超過 電池部	実装時課題とする
低遅延 (ストリーミング映像品質)	フルHDストリーミング	200msec以下	51.7 msec	基準を満たす	
	4Kストリーミング		88.6 msec	基準を満たす	

# 端末システムの実装性に関する検証

- システムインテグレータ、ソリューションプロバイダを中心にアンケートによる個別ヒアリングを実施し、本端末のユースケースと実装要件、価格感について意見をまとめました

## 検証項目、検証方法

番号1	番号2	大項目	小項目	視点
1	1	機能		搭載機能(仕様)に対する過不足
2	1	使用感	外形	実際の運用に対する支障有無、要望
	2		重量	実際の運用に対する支障有無、要望
	3		取り付け方法	実際の運用に対する支障有無、要望
3	1	使い勝手	操作性	ストリーミング動作時の設定、ボタン操作 等
4	1	費用感	許容可能な金額	端末およびソリューションとしての費用 (どこまでならば、機能に対する価値を認めるか)

## 検証項目(アンケート調査、4段階評価+非回答)

9. 映像ストリーミングした際の操作性(ボタン操作や液晶表示など)について、当てはまるものを1つ選択してください。

1: 悪い、2: あまり良くない、3: 良い、4: 大変良い、5: わからない・判断できない\*

1

2

3

4

5



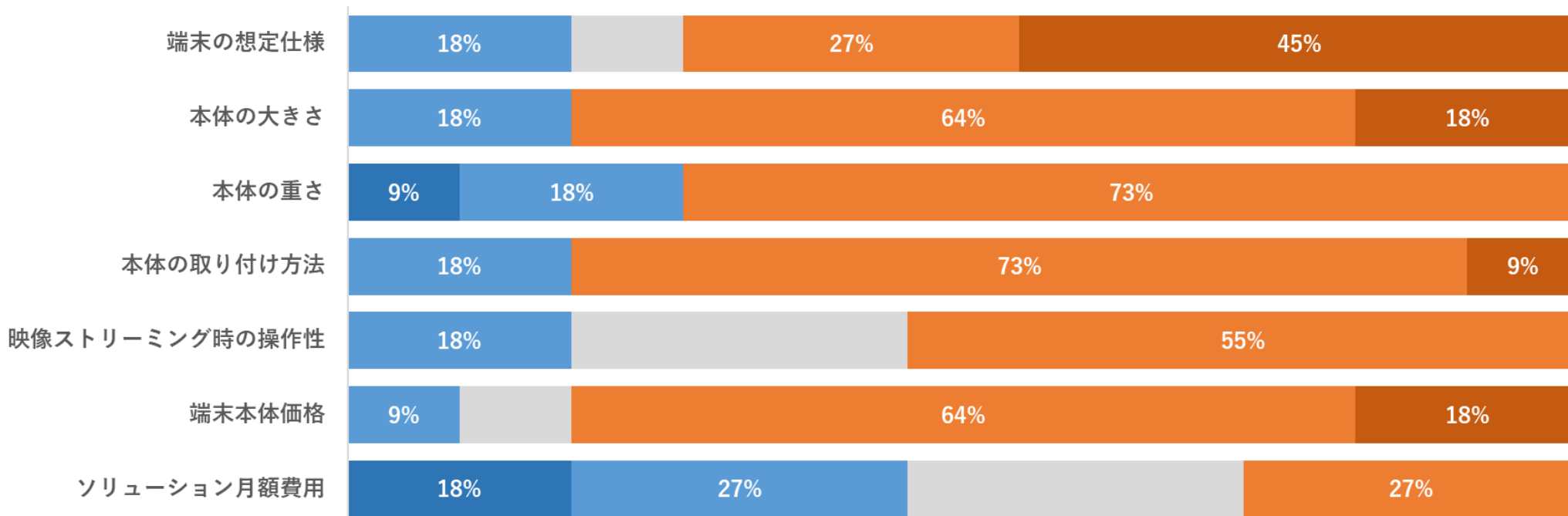
# 端末システムの実装性に関する検証

## ■ 検証結果

- ほとんどの項目で過半数の方から肯定的な反応が得られました。
- 本端末システム試作でこだわったサイズ感や、端末取り付け方法については、「良い」以上の高評価が7割以上の結果となりました。

ユーザー企業ヒアリング結果

■ 悪い ■ あまり良くない ■ わからない・判断できない ■ 良い ■ 大変良い





# 端末システムの実装性に関する検証

## ■ 検証結果及び考察

アンケート結果の詳細をまとめると下記の通りとなります。

端末の機能、仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 評価点平均 3.22 (4点満点) であり、非常に肯定的</li> <li>• 本端末を利用したいユースケース想定は様々なが、端末の可能性を期待していただいている</li> </ul>
本体の大きさ・重さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大きさ: 評価点平均 3.0、重さ: 同 2.60</li> <li>• 7割以上の回答者が肯定的な回答ながら、一部には重さの点で不満足な指摘。評価の中でも人体装着(ウェアラブルカメラ)としては大きい、重いとの意見もあり</li> <li>• 評価点が比較的高い要因には、他ユースケースへ適用した場合の想定もあると推定</li> </ul>
取り付け方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 評価点平均 3.00 8割以上の回答者から肯定的な回答、既存のアタッチメントを流用できることが高評価要因と推定</li> </ul>
操作性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 評価点平均 2.71</li> <li>• 製品としての展開時は端末のみでの操作ではなく、クラウドを通じての設定がベースになる予定であるが、それでも端末のみで簡易な操作ができる要望は根強くある(実装時ケア必要)</li> </ul>
適用ユースケース	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 移動用途への期待とは別に、監視カメラ的なユースケースへの期待も大きい。これは既存の監視カメラで屋外使用や無線一体型等の要望に沿った端末が少ないことが原因と考えられる</li> <li>• 大きさ、重さでの指摘と合わせて、端末システムとしてのユースケースや活用方法に関して、監視用途についても、より踏み込んで検討すべきと考える</li> </ul>
価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10万円程度という設定には8割以上の回答者から肯定的な意見(評価点平均3.11)</li> <li>• ただし、ソリューションに関しては、個別案を提示できていない状況であるが、平均ランニングコストは1万円以下の要望が強い</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 手振れ補正については、特に人体取り付け含めた移動カメラとしての用途での要求は高い</li> </ul>

# 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

- 端末システムの試作及び検証で抽出された課題、及び実装性の検証結果として抽出された課題を整理し、課題4、5を実現するために、基本モデルに加えて機能拡張モデルのラインアップ化を検討しました。

	課題(ミッシング・ピース)	分類	内容	対策
1	フルHD/4Kストリーミング 伝送時の温度上昇(1)	技術	局所的な温度上昇に対して、改善の余地あり。電池部の温度上昇をより抑制する対処を追加する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発熱部と電池部とを断熱すべく、構造一部変更</li> <li>・フェールセーフ機能</li> </ul>
2	フルHD/4Kストリーミング 伝送時の温度上昇(2)	技術	実証では25度環境下で実施したが、周囲温度の環境や電波状況によっては、より条件が厳しくなるため、人体実装時の低温火傷回避手段実装	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度ガバナ制御による動作最適化</li> </ul>
3	手振れ補正機能	仕様	人体に装着しての移動時、または移動体への装着時のストリーミング映像については、振動による画面の揺れの影響で、受信側でいわゆる「映像酔い」を引き起こす可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端末側でのソフト画像処理による手振れ補正適用</li> </ul>
4	連続動作	仕様・機能	ローカル5Gシステムの特長を有効に活用する無線一体型カメラとして、監視用途などでの活用期待があり、その場合は更なる長時間連続稼働が必要(外部電源供給)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防水給電</li> <li>・長時間連続動作対応</li> </ul>
5	耐候性	仕様・機能	主に監視用途などで屋外に長時間設置する場合には、端末のみならず給電用の端子等も防水仕様が必要	

# 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

端末 機能・性能	人体装着 遠隔作業支援・指導	移動体取り付け (AGV,ドローン)	(屋外)監視用途
小型、軽量	○	○	△
高画質ストリーミング伝送	○	△	△
温度上昇(人体接触)	○	△	—
温度上昇(部品)	○	○	○
手振れ補正	○	△	—
連続動作(10時間以上)	—	△	○
防水、防塵	○	○	○
防水(給電)	—	△	○
Ethernet/PoE	—	△	○
エッジAI	—	△	○

○;必要機能 △;あればより良い —;必要なし(Don't Care)

## 基本モデル

- 4Kカメラ
- 高画質映像ストリーミング(2時間連続)
- 5G無線内蔵(5G,L5G,WiFi,BT)
- 防水/防塵 IPX5/IPX8、IP6X



## 機能拡張モデル

- 防水給電
- Ethernet/PoE対応
- 防水コネクタ
- 電池無しモデル追加



※イメージ図

# 端末システムの実装・普及展開

## ①実装・普及展開シナリオ検証結果及び考察

- 試作端末をベースとし、技術的課題を解決した基本モデルを令和5年度より販売開始する計画です。令和6年度以降には外部常時設置の監視用途にも耐えうる耐候性を強化し、外部 I/Fを増やした機能拡張モデルをラインアップに追加して、ユースケースを拡張していきます。

令和5年度	令和6年度	令和7年度
-------	-------	-------

### シナリオ①

<対象分野> 工事現場、工場等

<ユースケース> 遠隔臨場、遠隔作業支援 作業者に取付(胸、安全带)  
移動体周囲の監視 移動体 (AGV/AMR/ロボット/ドローン) 取付

基本モデル

### シナリオ②

<対象分野> 工事現場、工場等

<ユースケース> 建設現場管理/保全、遠隔監視  
仮設により必要な監視対象物(人)を監視(三脚/ポールで設置)

基本モデル

### シナリオ③

<対象分野> 工場、インフラ設備等、工事現場、作業場など

<ユースケース> 侵入検知、異常検知、人物属性把握、設備点検  
屋外常時設置(防水給電可能)、移動体取付、拡張インタフェース具備)、  
エッジAI処理

機能拡張  
モデル

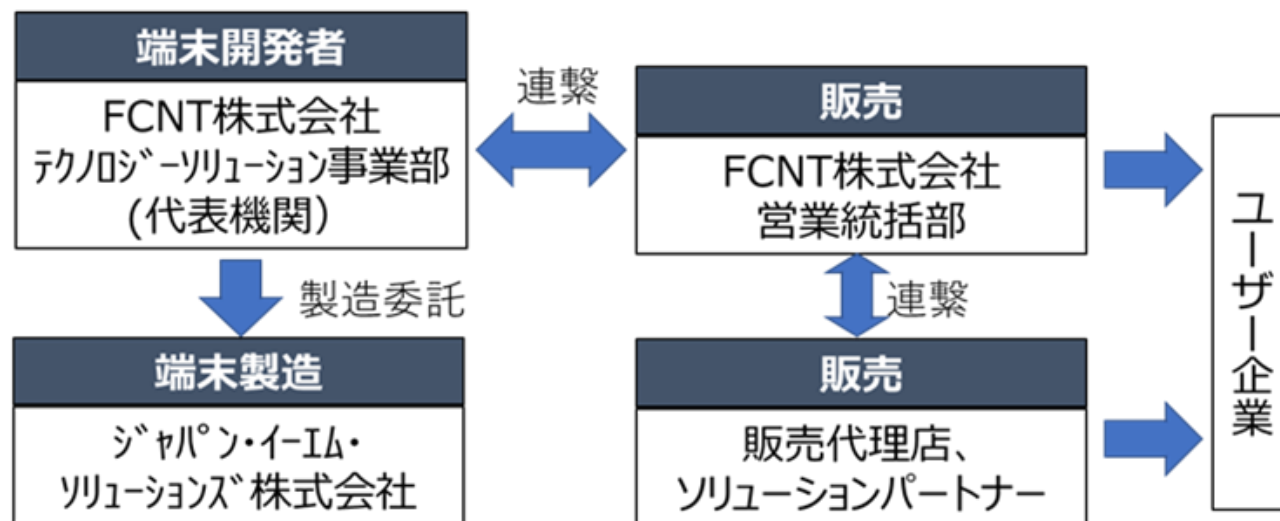
### 横展開シナリオ

<対象分野> 公営競技、スタジアム  
<ユースケース> エンタメ 競技者目線での臨場感あふれる配信 **基本モデル**

# 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

- FCNTが自社開発し、グループ会社のジャパン・イーエム・ソリューションズで国内製造します。販売は、自社及び販売パートナーによる販路を活用して実施する計画です。

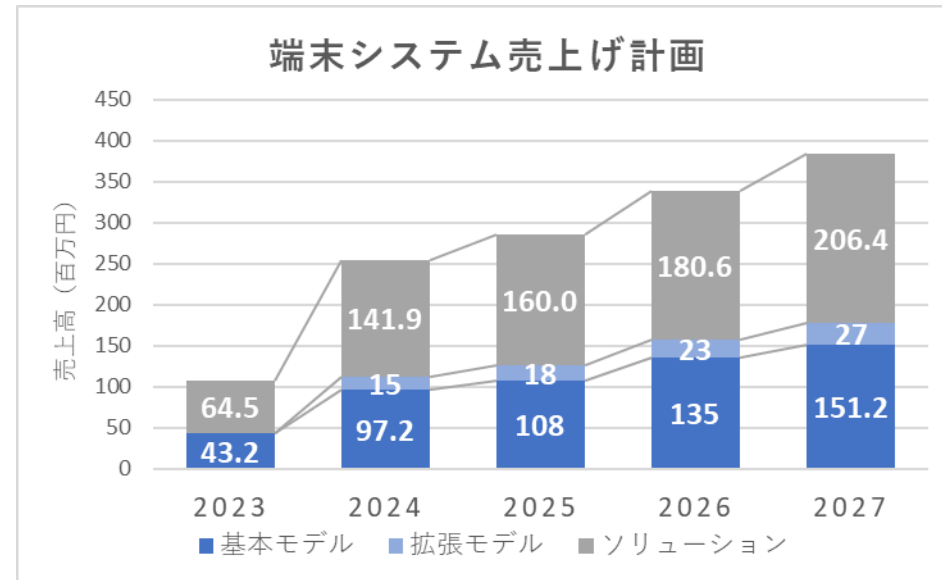
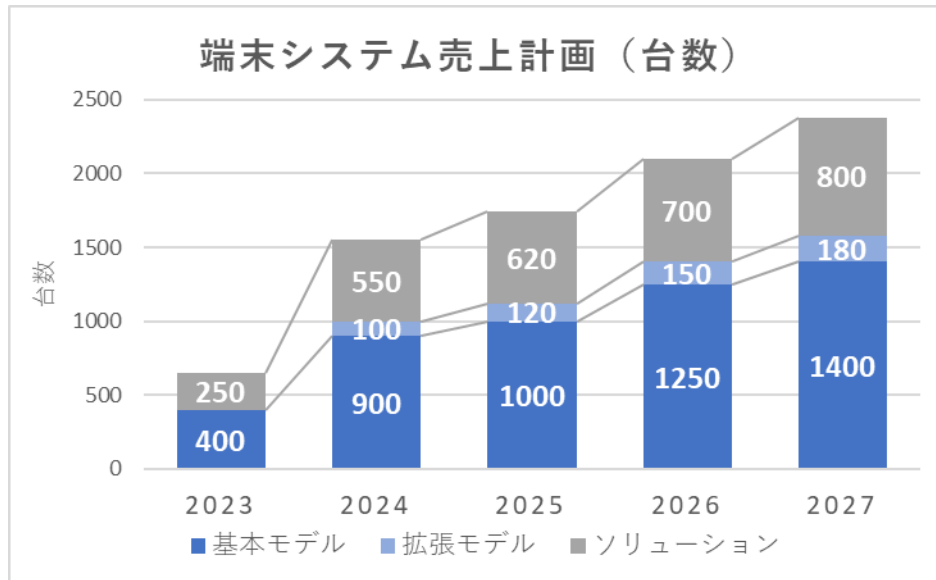


- ✓ 主に映像伝送ソリューション(遠隔作業支援、遠隔指導)用途における端末単体販売、及びVMS(映像クラウド)とのセット販売は、FCNT及びその代理店中心で、マーケットを開拓(工事・建設 等)
- ✓ 端末を活用したソリューション販売に関しては、パートナー企業(Sier、Nier等)と協業しながら、エンドユーザ企業等へアクセス(工場(生産性向上、設備保全)、他)

# 端末システムの実装・普及展開

## ③実装計画・収支計画

- 令和5年度より販売開始、令和6年度から販売本格化の計画です。



### ・CAGR※1の考え方

ローカル5Gソリューション市場予測(矢野経済研究所調べ)※2では、2023-2027年度、約51%  
→ この1/4の13%を端末売上伸長予測と見込む(市場予測の下振れ回避)

- ・2023年度(令和5年度)は実装に向けた開発のため、市場投入は10月以降
- ・機能拡張モデルは、現時点でミニマム計画で織り込み

※1) Compound Annual Growth Rate;年平均成長率

※2) [https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2924](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2924)

# 端末システムの実装・普及展開

## ③実装計画・収支計画

- 令和6年度から益転計画、投資回収可能時期は令和8年度以降の見込みです。

		令和4年度 (2023)	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	端末システム(基本)	開発実証	課題対応	端末販売、社会実装			
	端末システム(機能拡張)		開発	端末販売、社会実装			
	他分野ソリューション			開発、実証	他分野への横展開		
収支計画(千円)	(1)ユーザから得る対価 (端末販売)	0	43,000	112,200	126,000	157,500	178,200
	(2) ユーザから得る対価 (ソリューション販売、端末初期費用)	0	64,500	141,900	159,960	180,600	206,400
	(3)収入((1)+(2))	0	107,700	254,100	285,960	338,100	384,600
	(4)端末原価	0	54,054	132,132	134,719	179,487	203,742
	(5)端末開発費	0	200,000	0	0	0	0
	(6)ソリューション開発費	0	30,000	20,000	20,000	0	0
	(7)その他						
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	0	304,054	172,132	168,579	179,487	203,742
	(9)収支((3)-(8))	0	-196,354	81,968	117,381	158,613	180,858



---

## まとめ

---

# まとめ

## ■ 技術実証

成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・見通し内環境下では、遠隔監視、遠隔臨場でストリーミング配信可能なUplinkスループット(フルHD,60fps:28Mbps、4K,30fps:56Mbps)、伝送遅延(データ送受信区間:50msec以下)を確保</li> <li>・見通し外(基地局から死角)環境下では、準同期TDDパターン使用してもスループット:28Mbps確保は難しいことを確認</li> </ul>
今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高スループットエリアの拡大策として、端末システムの高出力(HPUE)化に向けた検討</li> <li>・基地局からの死角にならない運用をすべく、中継局などを用いて効率的なエリア展開の実現</li> <li>・運用前の正確なエリアマップ化</li> </ul>

## ■ 課題実証

成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造業や工事・建設業の現場での技術・技能伝承や若手育成、生産性向上を目的とした遠隔利用での高画質映像ストリーミングの連続動作2時間以上を達成</li> <li>・顧客のユースケースを実現するためのその他の要件として、小型化、防水防塵性能の観点での目標値を達成</li> </ul>
今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フルHDストリーミング時の連続動作 2時間以上の温度範囲拡大(環境温度~40℃)</li> <li>・4Kストリーミング時の連続動作時間 2時間以上の達成</li> </ul>

## ■ 実装・普及展開

成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムインテグレータやエンドユーザ企業の意見を吸い上げ端末への要件を整理、基本モデルと機能拡張モデルでのラインアップ展開により広くニーズやユースケースに対応</li> </ul>
今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・着実な社会実装の実現、スケール化が可能なソリューション展開</li> </ul>