

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）

ローカル5Gと地域イントラネット利活用による地域移送サービスの効率化 成果報告書

2025年3月14日

株式会社秋田ケーブルテレビ（代表機関）

成果報告書 目次

I. 地域の現状と課題認識			
1. 地域の現状	…P2		
2. 地域の抱えている課題	…P4		
3. これまでの取組状況	…P5		
II. 目指す姿			
1. 将来的な目指す姿	…P6		
2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	…P7		
3. 成果(アウトカム) 指標			
a. ロジックツリー	…P8		
b. 成果(アウトカム) 指標の設定：本実証	…P9		
c. 成果(アウトカム) 指標の設定：実装・横展開	…P11		
III. ソリューション			
1. ソリューションの概要	…P12		
2. ネットワーク・システム構成			
a. ネットワーク・システム構成図	…P13		
b. 設置場所・基地局等	…P14		
c. 設備・機器等の概要	…P15		
d. 許認可等の状況	…P20		
3. ソリューション等の採用理由			
a. 地域課題への有効性	…P21		
b. ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	…P22		
c. 無線通信技術の優位性	…P23		
4. 費用対効果			
a. ソリューションの費用対効果	…P24		
b. 導入・運用コスト引き下げの工夫	…P27		
IV. 実施計画			
1. 計画概要	…P28		
2. 検証項目・方法		実証	
a. 効果検証	…P29		
b. 技術検証	…P30		
c. 運用検証	…P31		
3. スケジュール	…P32		
4. リスクと対応策	…P33		
5. PDCAの実施方法	…P34	実証・実装・ 横展開	
6. 実施体制	…P35		
V. 結果・考察(実証結果と実装・横展開に向けた準備)			
1. スケジュール(実績)	…P36		
2. 検証項目ごとの結果	…P37		
3. 実装・横展開に向けた準備状況	…P122		
4. 実装・横展開に向けた課題及び対応策	…P135		
5. (参考) 実証視察会			
a. 概要	…P139		
b. 質問事項と対応方針	…P143		
VI. 実装・横展開の計画			
1. 実装の計画			
a. 実装に向けた具体的計画	…P147		
b. 実装の体制	…P148		
2. 横展開の計画			
a. 横展開に向けた具体的計画	…P149		
b. 横展開の体制	…P150		
c. ビジネスモデル	…P151		
d. 投資の妥当性	…P152		
3. 資金計画	…P154		
VII. 指摘事項に対する反映状況			
1. 実証過程での指摘事項に対する反映状況	…P155		
2. 書面審査での指摘事項に対する反映状況	…P159		

1 地域の現状

秋田県上小阿仁村 	
特徴	秋田県内一の超少子高齢の自治体であり、「消滅可能性自治体」でも県内第2位である
人口	総数
	1,943人(2024年2月)
	構成
0～14歳 98人	
15～64歳 780人	
65歳～ 1,173人	
主要産業	農林業、観光業

地域の現状の詳細

内容

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

A 県内で最も高い人口減少率と少子高齢化率

上小阿仁村は、秋田県中央部(山間地域)に位置。2024年2月末時点で、面積256km²、1,021世帯、人口1,943人と、ピーク時（1960年で6,972人）比で約28%、高齢化率も約55%と秋田県内で最も過疎化が加速している地域となっている。

上小阿仁村の人口推移

年	0～14歳	15～64歳	65歳以上	年齢不詳	合計
2000年	100	1,500	1,769	0	3,369
2005年	100	1,400	1,607	0	3,107
2010年	100	1,300	1,527	0	2,727
2015年	100	1,200	1,381	0	2,381
2020年	100	1,100	1,063	0	2,063
2025年	100	1,000	915	0	1,515
2030年	100	900	800	0	1,299
2035年	100	800	699	0	1,101
2040年	100	700	599	0	922
2045年	100	600	500	0	760
2050年	100	500	400	0	600

出典：グラフで見る！ 上小阿仁村の人口の推移(2000年-2045年) gdfreak.com

B 地域移動手段の導入

高齢化の加速に加え公共バス路線の撤退など、地域住民の移動手段が危機的な状況となっており、2019年11月より道の駅を拠点とした各集落と診療所等村内公共施設を結ぶ、電磁誘導線カートによる自動運転サービス（通称：こあにカー：Lv2）が運行開始。地域内移動の足として、定期的に村内を巡回している。

C 村内の通信状況

地域の情報通信インフラの現況は、通信キャリアによる光インターネット接続のほか、モバイル通信キャリアによる携帯電話(LTE)が村内で提供されている。LTEについては、村内を網羅しているものの面積に対して基地局数が少なく、かつ山間地に属する村であるため森林も多く一部弱電界地域が存在する。（音声通話としての利用は問題ないが、高速データ通信としての利用には難あり）

村内には、村営の地域イントラネットが整備され、村内の各家にFTTHが整備されているが有効利用されている状況であるとは言えない。

(補足) 電磁誘導線カートによる自動運転住民移送サービス (通称：こあにカー) の概要



道の駅「かみこあに」を拠点とした自動運転サービスが
2019年（令和元年）11月から運行中

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期
自動運転移動サービスの実用化並びに横展開に向けた環境整備にて導入



【こあにカー概要】

- ・運行ルート：道の駅「かみこあに」を拠点とした各集落を結ぶルート
 - ・小沢田・堂川ルート：往復5km/43分
 - ・小沢田・福館ルート：往復4km/35分
 - ・小沢田周回ルート：往復1.9km/20分

- ・運航スケジュール：定期便：午前1便 午後1便
- ・デマンド：定期便の隙間の時間
- ・運賃・運送料：200円/回
- ・運営主体：NPO法人 上小阿仁村移送サービス協会
- ・使用車両：ヤマハ発動機（株）製
- ・定員：7人
- ・走行速度：12km/h程度
- ・導入台数：1台
- ・運転手：地元の有償ボランティアが対応
(走行中は乗車するがハンドル等は操作せず運行を監視)



現状の運行上の課題

- ◆ 冬季の路肩の雪や吹溜りなどを回避するため、電磁誘導線以外の手動走行が必要（Lv4実現のためには遠隔操作機能が必要）
- ◆ 現在、運転士1名が乗車して運行しているが、地域の高齢化により、担い手が減少している（運用面において、効率化や業務負担軽減への対策必要）
- ◆ 先進的な技術により運用効率化が必要でありつつも、システム等導入運用コストの軽減が必要



② 地域の抱えている課題

課題

対象者	内容
-----	----

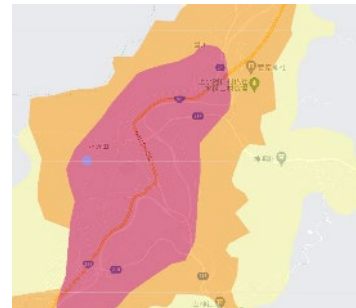
地域住民	1. 上小阿仁村の地域特性 ・秋田県内でも多雪で寒冷な山間地に属し、特に冬期間は徒歩頼みの高齢者にとって厳しい環境である。 ・県内随一の超高齢地域で、高齢者単身世帯が多く、点在する集落のため日常生活も自家用車運転に依存しているため、運転免許返納が進まず事故発生の可能性が高くなっている。 ・県内最小の自治体のため予算財源の確保が難しく、あらゆる施策がコスト面で採算性が見込めない状態にある。 2. 日常の「足」の確保 ・運転免許を返納した高齢者にとって、日常生活で欠かせない生活インフラ（スーパー等、診療所、郵便局）など公共サービスが縮小する中、止まらない高齢化の中での住民の移動手段の確保が課題となっている。 ・上小阿仁村では、対策として地域交通支援サービスやタクシー補助などが検討されたが、財政面や専門的スキル（運転免許二種など）が必要なデマンドバスや乗り合いタクシーでなく、自動運転システム的一种である電磁誘導線を活用したこあにカーの導入に踏み切った。 3. 地域サービスの維持 ・2019年（令和元年）より、住民向け移送サービスとして「こあにカー」の運用が開始され、村内の高齢者の日常の足は確保されたものの、運用事業者であるNPO法人スタッフも年々高齢化し、担い手不足によるサービスの維持という新たな課題が発生している。スタッフ数は、現在8人（うち、65歳以上6人）でここ3年間で1年ごとに1人ずつ、高齢や病気等を理由に退会しているという現状がある。 ・今後、少人数かつ高齢者やスキルをもたないスタッフでも対応可能な業務の拡大が必要となるが、解決策のひとつであるLv4実現のためには、運行路線内のLTE弱電界地帯を解消し、Lv4化に必要な通信スペックの確保が喫緊の課題となっている。
------	---

イメージ



非営利特定活動法人上小阿仁村移送サービス協会

- ・村内に生鮮食料や日用品を購入できるのは、「道の駅」の売店1か所だけ
- ・広域に点在する集落の最遠地区からは約20km離れている
- ・実質的に移動スーパーが、ライフラインとなっている
- ・収支状況：年間収入 約138万円／支出 約160万円（R5年度）
村からの業務委託で、かろうじて赤字補填が続く
- ・左記の移動スーパーを担うスタッフは、地域おこし協力隊と兼務、今年6月末に任期満了となり、補充人員が確保できていない（5月時点）



docomoの4G・5Gエリアマップ（左図）

村内を縦貫する幹線道路である国道役場・道の駅といった国道285号沿いの村役場や道の駅は、5G（濃色）に含まれるとされているが、実測すると林や山などの一部において弱電界地帯が生じている実情（2024年5月現在docomo以外は4Gによる提供）

出典：NTTdocomoホームページ（2024年5月26日現在）

③ これまでの取組状況

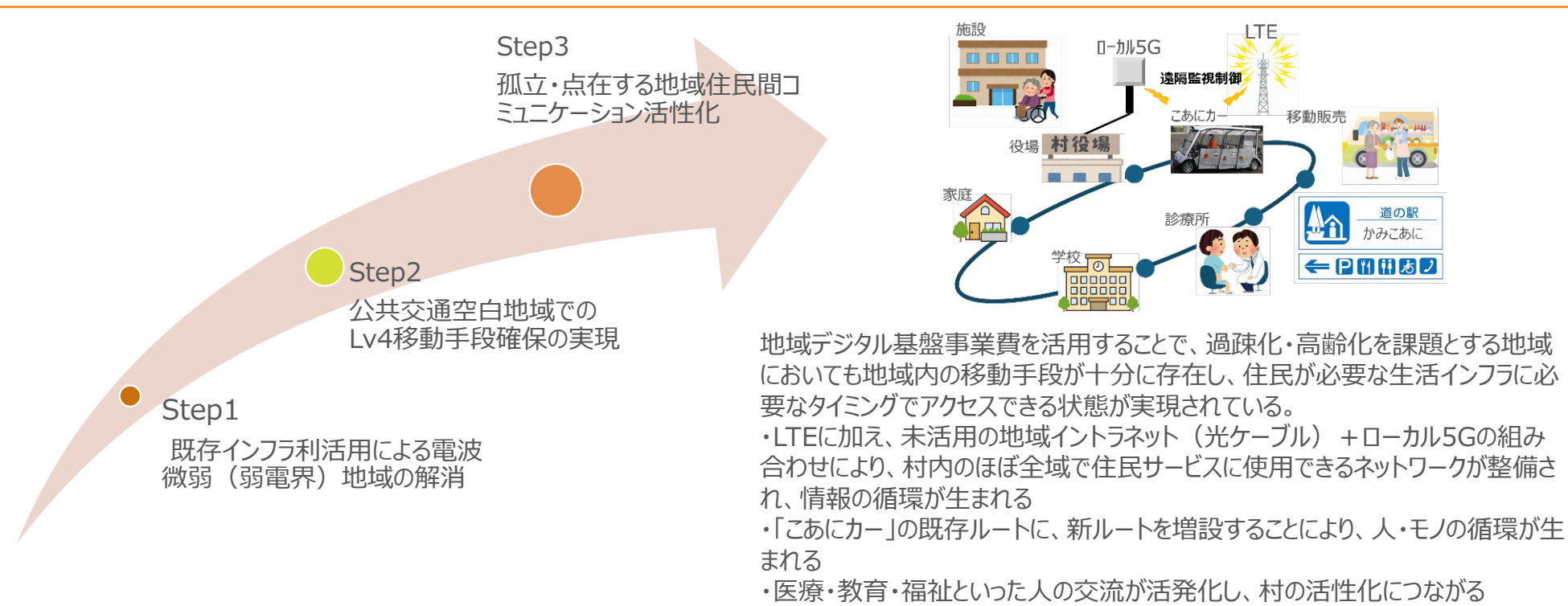
	2019～2022年度	2023年度
取組概要	住人の高齢化により、村内の移動が困難になる中、2019年11月よりNPO法人上小阿仁村移送サービス協会による自動運転サービスを村内3ルートで開始（「こあにカー」定員：7人、走行速度：12km/h程度 導入台数：1台）	国土交通省補助金を活用し、「こあにカー」へ車載カメラ及び通信設備(LTEボンディング)を搭載し、走行中の周囲映像をリアルタイムに遠隔監視室に送るシステムを構築。将来的には遠隔操作支援を見据えた検証を開始
成果	2018年12月9日～2019年2月8日の43日間で実証試験を実施し、223世帯、520人の沿線住民のうち、約半数に近い延べ210人が利用するも7割が60歳以上の高齢者。その後、運賃・運送料200円/回の有料で本格稼働し今日に至る	LTEボンディングにより、走行映像のリアルタイム監視は概ね当初の目的を達成できたが、走行ルート全域では映像が正常に伝送できず、映像の乱れや遅延が発生しLTE電波が微弱な弱電界地域の存在が判明
見えてきた課題	運行要員(走行中は乗車するがハンドル等は操作せず運行を監視)は、NPOスタッフが対応していたが、現在までも人材確保が困難となっている。今後の複数台運用やサービスルート拡充にあたっては完全自動化も含めた対策が必須	自動運転Lv4を目指す遠隔操作支援及び常時監視実現のためには、電波微弱（弱電界）地域における通信手段の検討は必須。広帯域伝送による映像監視なども実現できる新たな無線技術であるローカル5Gを活用する検証が必要と判断
事業名	戦略的イノベーション創造プログラム（SIP） （内閣府）	令和4年度地域公共交通確保維持完全事業費補助金 （自動運転実証調査事業） （国土交通省 自動車局） 令和5年度秋田県内路車協調システム調査検討業務 （国土交通省 東北地方整備局）

Ⅱ 目指す姿

① 将来的な目指す姿

地域デジタル基盤事業費を活用することで、過疎化・高齢化を課題とする地域においても地域内の移動手段が十分に存在し、住民が必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる状態が実現されている。

- 通信弱電地帯が存在せず、すべての住民が十分な通信インフラを享受できている
- 安定した通信インフラをもとに、住民移送サービス「こあにカー」が地域住民の日常の足となっている
- 住民移送サービスを活用した移動販売で、住民がいつでも食材・生活必需品を入手できている
- 住民移送サービスの貨客混載による地域内物流の担い手不足が解消されている



Ⅱ 目指す姿

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2024

実証



「こあにカー」を走行させながら、遠隔監視等の技術的検証と合わせて、住民に対するユーザー満足度調査も行い、便数増、サービス路線増による移動手段としての充足度、サービスとしての利便性向上についての期待や需要を確認考察を行う。

<具体的なアクション>

1. 地域イントラネットを活用したローカル5Gスポット構築や、LTE-4Gとの共用実証実験
2. 弱電界地域の調査
3. ローカル5Gによるこあにカー遠隔監視
4. 予約・運用システムのDX化、アプリ開発
5. 貨客混載の試験導入に向けたニーズ調査
6. 住民意識調査（アンケート・インタビュー等）

2025・2026

実装・横展開



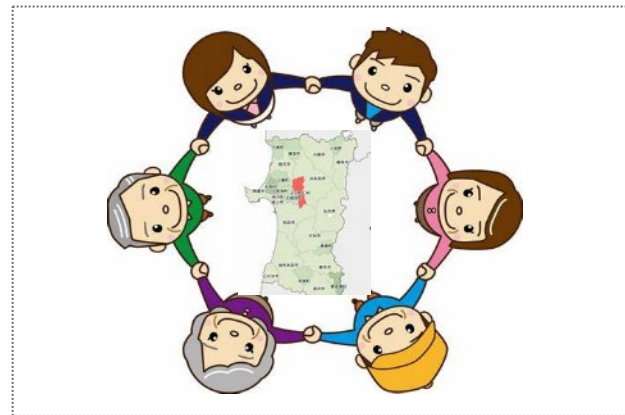
2024年度の実証結果及び、増設した新規路線での実証結果に基づいて、ローカル5Gの実践構築及び、運営主体による遠隔制御の検証を実施する。さらに、適切な便数の設定によるアクセス手段の満足度や、貨客混載といった生活インフラの使い勝手や快適性を検証し、同一課題を持つ他自治体等への横展開に利用する。

<具体的なアクション>

1. イン트라ネット・ローカル5Gの実用、制御アプリケーションの実践運用、隣接自治体への展開
2. 住民意識調査結果の検証によるサービスの検討
3. 「こあにカー」の貨客混載の社会実装
4. 遠隔制御機能の実用化検証、こあにカー新規ルートへのLv4導入試行

2027～

誰もが生活に困らない地域の実現



Lv4を実装し、過疎化・高齢化を課題とする地域において、継続的な地域内の交通手段を浸透させる。また、関連する住民サービスとして、住民の移送目的だけでなく、移動販売、地域内物流、地域遠隔医療など移動を伴うその他住民サービスへの活用を展開する。

<具体的なアクション>

1. 更なる運行安全確保や利便性向上に向けた機能開発を行いLv4の本格導入
2. こあにカー及び地域イントラをHubとして、その他の地域住民サービスと連携
3. 利用料キャッシュレス化や訪問遠隔診療MaaS等への活用、村内全域運行による「公共交通空白地域」からの脱出
4. 地域間交流の活性化、交流人口増加、若者の地元定着を促すプロモーションの実施

Ⅱ 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー

□ : 実装・横展開の成果指標 □ : 実証の成果指標

目標の方向性 (増減) :   

最終アウトカム

中間アウトカム

交通手段が十分に存在し、必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる

a 住人にとっての、必要な生活インフラへのアクセス手段の充足度

b 住人にとっての交通インフラの使い易さ・快適性

a-1 こあにカーの便数

a-2 こあにカーの路線カバー範囲

a-3 Lv4 (相当) 運行時の安全性・安定性

a-1-1 こあにカーのイニシャル・ランニングコスト

a-2-1 こあにカーの運用可能面積

a-1-1-1 車載カメラを最適配置した場合の必要台数

a-2-1-1 運用に必要なスループットの確保

a-3-1 車載センサーによる路面監視機能

a-3-2 路側カメラの監視機能

a-3-3 ローカル5Gエリアへの進入時切替のシームレスさ

a-3-4 気象等外部環境要因による無線通信への影響

b-1 運用アプリのユーザーインターフェイスに対する満足度

b-2 音声コミュニケーション導入による運行トラブル対応

Ⅱ 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証 (1/2)

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
a-1-1-1 車載カメラを 最適配置した場合の必要台数	・単方位カメラ×8台 (前方正面1/後方正面1 前方 右1/左1 後方 右1/左1 車内 前1/後1)	・全方位カメラの導入によるカメラ台数の抑制 (前後に各1台ずつ配備を想定) 8台→5台 * 適正な数は実証で調整を行う カメラ数を抑制したうえで周囲25m内で360° 映像から障害物を認識できること	・Lv4走行に必須な完全遠隔監視実 現のため、こゝにカーの周囲状況が不足 なく確認できるカメラ画角での視野が確 保される (カメラスペックの妥当性)	・車両全周囲で障害物等を移動させ、 遠隔監視室モニターで視野検査を実施 ・カメラを適宜調整し、歪み等も評価し 確認。天候条件も変えて5回実施し 平均値を採択
a-2-1-1 運用に必要な スループットの確保	・ローカル5Gなしの状態で行 ルート上に電波微弱 (弱電 界) 地域が存在 = LTE上り 通信速度約1.8~14Mbps 程度。地域差があり、映像伝 送に遅延やノイズが発生	・ローカル5Gの活用により、こゝにカー走行ル ート上でスループット40Mbpsの確保	・画面フリーズや映像飛びが解消される目 安となる車載カメラ1台あたりの映像送信 に要する通信レートはおよそ5Mbpsであり、 現状のカメラ8台想定で合計40Mbpsの ため	・実証前後で任意の地点で電波測 定を実施 (10か所×2回)
a-3-1 車載センサー による路面監視機能	・現状はRGBカメラのみのため、 夜間や降雪等による視界不 良が発生した場合、遠隔での 路面状況等の把握ができない	・RGBカメラ以外の監視機能として、赤外線やミリ波 センサーを導入 (視界不良状態でも路面状況等の 監視を可能とする) ・車両に1台配備を想定 ・0.1秒間隔で路面状況 (乾燥、凍結、積雪、冠 水等) の状態把握が可能であること	・Lv4走行に必須な完全遠隔監視実現の ため、こゝにカーが走行するルートの路面状 況が不足なく確認できる赤外線やミリ波の 導入が必要 ・こゝにカーの速度が12km/hで、1秒当た り3.3m進むため、0.1秒間隔でおよそ 33cmおきの情報取得が可能となり、路面 の状態を詳細に取得可能となる	・任意の地点において、データ値と実 際の状態を比較検証する (10か所×2回)
a-3-2 路側カメラの 監視機能	・現状、路側側からのこゝに カーの安全確認は行ってい ない	・走行ルート上の路側カメラ及び車載カメラの同時 監視により見通しの悪い箇所等での安全確保 ・見通しの悪い地点等で周囲30m内で360°映像 から進入及び物検知に寄与し、対応行動は30m 先の移動到達時間9秒内に完了させる。 ・車両及び遠隔監視室に動画映像で情報を届ける	・見通し30m以内の進入検知に寄与するた めの判断時間は車速12km/h(3.3m/s) で30m進む車両で、3.3m/s×9秒 =29.7m≒30mであり、9秒以内を設定	・障害物対象である車、自転車、歩 行者等を想定して進入検知実験を 実施 (5回×カメラ設置地点)
a-3-3 ローカル5Gエリアへの 進入時切替のシームレスさ	・走行する車両に対するロー カル5Gの導入は現在、存在 しないため、エリア侵入時のリ ンクアップ速度は測定されて いない	・車速12km/h (秒速3.3mで移動) でローカル 5Gの調整対象区域からカバーエリアに進入しリンク アップ動作に入り、カバーエリアの約80%相当の場所 ではリンクアップが完了していることを確認する(電波 受信から30秒以内)	・ローカル5G電波の調整区域からカバーエ リア80%の距離は直線距離で84mあり、一 時停止約3秒を含めて、車速12km/h (秒速3.3m移動) では84m÷3.3m+3 秒≒30秒と設定	・最低受信レベルエリアから弱電界エ リア進入までにローカル5Gがリンクする ことを確認する。気象条件や速度の 変化、一時停止を考慮して実施する (5回×3か所)
a-3-4 気象等外部環境要因 による無線通信への影響	・走行する車両におけるローカ ル5Gの気象環境 (雨、雪、 凍結、濃霧等) の影響は現 状測定されていない	・時間帯及び晴れ・雨・霧・雪等のあらゆる気象条 件等、外部環境要因に影響されないよう、平均 速度40Mbpsで車両からデータを送信する	・人間が運転できない気象条件以外は、 自走運転車両が走行できるような、カメラ・ センサ等の最適配置した場合においても、 現状のカメラ8台相当の通信速度を担保 する	・想定されうる天候条件におい て、最低でも各2回実施し平 均値を採択

Ⅱ 目指す姿

③ 成果（アウトカム）指標

b. 成果（アウトカム）指標の設定：本実証（2/2）

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
b-1 運用アプリのユーザー インタフェイスに対する満足度	・こあにカー運行当初から 地域イントラネットを活用し たIP電話での予約であった が、IP電話機器の旧態 化・老朽化により、現在は すべて各個人の電話による 音声予約	・アプリ導入によるDX化でのアンケートCSAT（効 果・満足度）満足度70%以上	・IP電話との操作性・利便性の比較 ・高齢者対象のアプリ操作が評価でCSAT スコアの平均値とされる7割を確保	・高齢ユーザーから聞き取りを実施 ・一般ユーザーからWEBを実施 ※アンケートは一般的な5段階評価 （リッカート評価）を想定
b-2 音声コミュニケーション導入 による運行トラブル対応	・現状、双方向コミュニケー ション機能の搭載はないため、 緊急時等は必要に応じて各 自所有のスマートフォンを使 用して対応	・音声による双方向コミュニケーション機能の導入 ・音声コミュニケーション機能の導入による効果測 定として、利用者及び遠隔監視員へのアンケー トを実施し、CSAT（効果・満足度）70%以 上	・CSAT平均値とされる7割を確保	・アンケートは一般的な5段階評 価（リッカート評価）を想定

Ⅱ 目指す姿

③ 成果（アウトカム）指標

c. 成果（アウトカム）指標の設定：実装・横展開

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
a-1 <こあにカーの便数> 地域短距離区間（ラストマイル）の移動手段の確保は、ほとんどの地方自治体にとって喫緊課題である。地域移送モデルケースまたはエコシステムとして、限られた予算の範囲内で利便性向上、便数増を実現し、できるだけ多く他自治体に横展開し波及させる	・現行は客専運行で、最大稼働数は定期運行便数1日2往復＋オンデマンド ・経営実態としては、村委託費以外は乗車運賃のみ ・現状、村内の一部地域のみでの運行で利用者は限定的	・2025年度以降、将来的に貨客混載による収益化で、現行稼働数に対して2倍 ・2025年度以降、運賃料以外収入で190万円	・2024年問題の余波で、多くの自治体でも学校給食や庁舎間のシャトル便の運転者不足という「ニーズ」が生じているため、自動運転車での貨客混載で狙う稼働数を現状の2倍とした ・小型車両のため、乗車運賃収入だけでは限界があり、維持コストの不足分として貨物運搬料のほか、その他視察受入等を計上	・運行管理簿及び経理簿の分析
a-2 <こあにカーの路線カバー範囲> 住民が最も集中する沖田面地域に路線を拡大し、利用者増と生活を潤すコミュニケーション・情報量の拡大につなげる(2024年度実施予定)。 より広域で村内移動が容易になり交流機会の増加や孤立の軽減につながる点を、他自治体に喧伝し波及させる	・現行で路線カバー率は人口比約30% ・村内移動手段が不十分で高齢化と共に村民の交流機会は激減 ・公共交通及び村内タクシーの撤退で、移動手段は徒歩もしくは高齢者運転による自家用車移動のみ	・村内に点在する集落のうち、住民数及び世帯数に構成年齢層も加味し、新規ルート増でカバーできる人口比を60%まで向上 ・65歳以上の高齢者へのアンケートを実施し、CSAT（効果・満足度）70%以上	・既存ルートに加え2024年度に新規ルートが増設された場合、こあにカーを利用できる人口数と総人口数の比率 ・住民が最も集中する沖田面地域を新規運行ルートとすることにより、こあにカーの路線カバー率を向上できる ・アンケートはCSAT平均値とされる7割を確保	・村住民台帳など統計から算定 ・沿線高齢者から聞き取り調査を実施 ・他沿線住民からWEB調査を実施 ※アンケートは一般的な5段階評価（リッカート評価）を想定
a-3 <Lv4（相当）運行時の安全性・安定性> 公道（村道）でのLv4に向けた取り組みのため、安全性・安定性の確保は絶対条件。本実証では車載カメラだけでなく路側カメラも併用し、かつ高信頼無線通信としてローカル5Gを導入して一歩先の安全性の確保の事例として横展開する	・LTE通信による車載カメラからの遠隔監視のみ実施 ・無人走行試験として、警備員を公道出入口に配し、一般車両を通行止めにした状態での走行試験は実施済	・成果（アウトカム）指標で設定した性能の定量評価をすべてクリア ・利用者に限定せず、村民を対象とした意識調査のアンケートを実施し、CSAT（効果・満足度）70%以上	・成果（アウトカム）指標（a-3-1～4）で設定した定量評価がすべてクリアしたかどうか ・アンケートはCSAT平均値とされる7割を確保	・沿線高齢者から聞き取り調査を実施 ・他沿線住民からWEB調査を実施 ・アンケートは一般的な5段階評価（リッカート評価）を想定

Ⅲソリューション

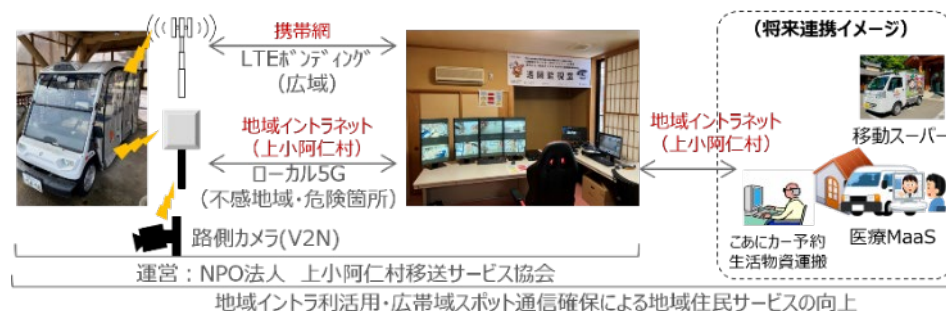
①ソリューションの概要

ソリューションの概要

「こあにカー」では、Lv4導入を目指し2023年度に車載カメラシステム及び新たな通信機能としてLTEボンディングによる遠隔運行監視の検証を行った結果、運行ルート上のLTEの弱電界地域による映像の乱れや遅延という課題が明確になった。

課題解決を目指す2024年度は、「こあにカー」ルート上にローカル5G基地局を配備し、遠隔監視への有効性を検証すると共に、新たなアプリケーションとしてLv4導入時に必要となる遠隔監視拠点とのコミュニケーション機能や、路面状況やローカル5Gを活用した危険箇所監視のための路側カメラ(V2N)を導入する。

ローカル5G基地局用回線は、既存の地域イントラネットを利活用し、運用コスト低減、他の住民系支援サービスとの連携拡充により、高齢化が進む地域における情報通信を活用した住民サービスの充実を図る。



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 車載カメラ数センサー数 (a-1-1-1, a-3-1)
- ローカル5G導入により40Mbpsを実現することにより映像の乱れや通信遅延の解消 (a-2-1-1, a-3-3~4)
- 路側カメラとの協調による安全確保 (a-3-2)
- コミュニケーション機能・アプリの使い勝手、導入効果、通信品質 (b-1~2)

定性アウトカム

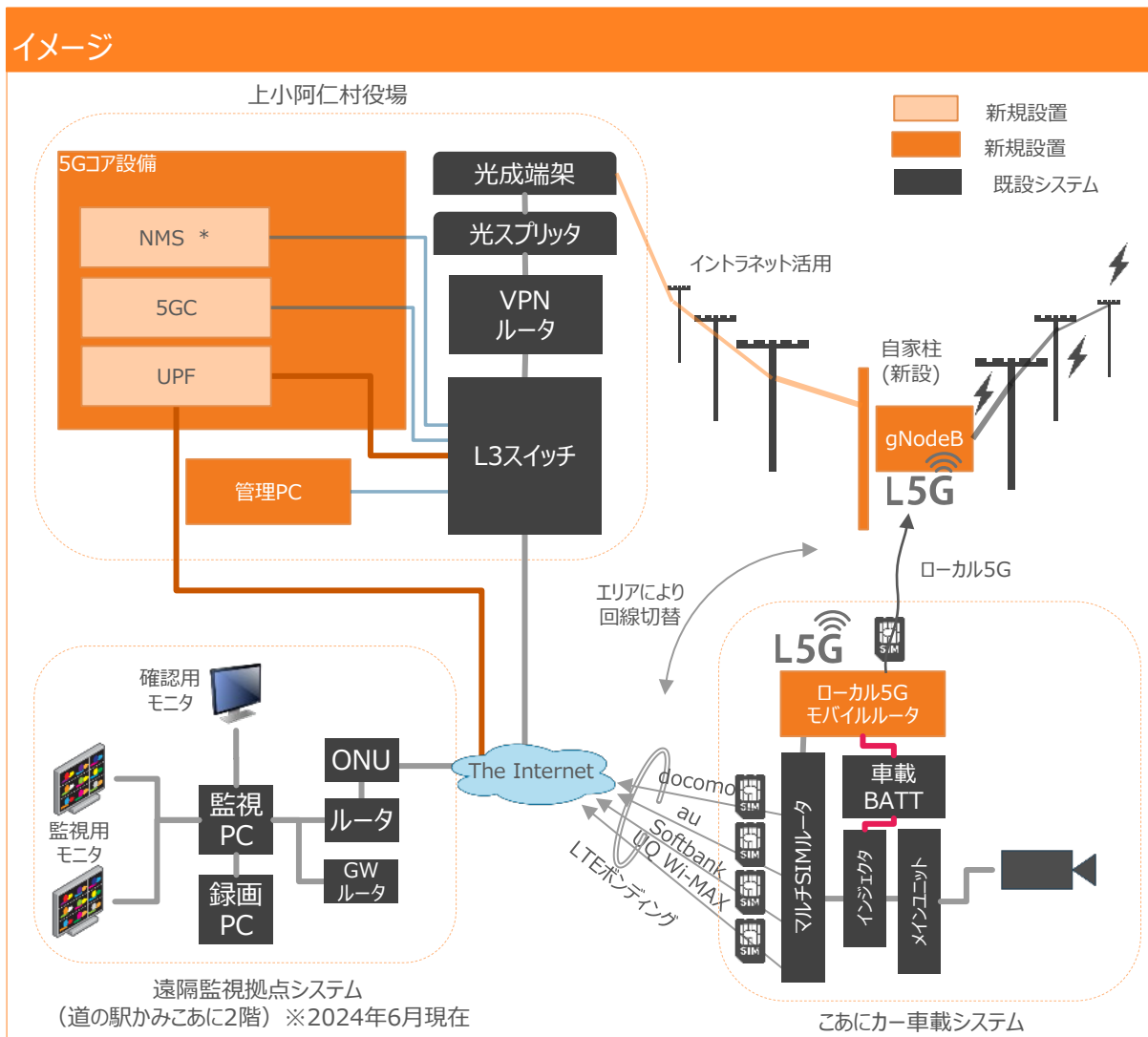
- 運用効率化による便数増 (a-1)
- 通信整備による路線カバー範囲の増 (a-2)
- Lv4相当運行時の安全性安定性の確保 (a-3)
- 自動化による住民への影響確認 (a, b)

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 運用主体(NPO法人 上小阿仁村移送サービス協会)における遠隔監視機能導入による業務効率の向上 (担い手不足に対する効果、安全確保に対する効果)
- 地域イントラネットを利活用したローカル5Gスポット通信の確立によるインフラ構築及び運用コストの低減
- カメラ(車載・路側)やセンサー、コミュニケーション機能による運行車内の状況把握や安全性の向上
- 弱電界地域における通信確保や上記ソリューション導入によりLv4が実現することによる住民移送サービスへの効果(便数増による利便性の向上)

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図



説明

今回の上小阿仁村のユースケースでは、村役場から村内に敷設されている地域イントラネット（光ファイバー網）を活用する。村役場機械室にローカル5Gのコア設備を構築し、地域イントラネット下でローカル5G基地局を置局できる状態とする。

住民移送サービスであるこあにカーとの通信は、基本的に4G、LTEとし、弱電界地域においては、ローカル5Gを活用する。ローカル5G端末は、ボンディングシステム下で接続され、こあにカーからの車載カメラ映像を伝送する。

車載映像は、インターネットを通じて遠隔監視拠点（道の駅かみこあに2階）にある監視システムに送られ、リアルタイムに車両の状態を確認できる。

※NMS（Network Management System）
基地局を管理するソフトウェア

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

- ・基地局1設置位置：秋田県北秋田郡上小阿仁村小沢田古川布12付近
- ・基地局2設置位置：秋田県北秋田郡上小阿仁村小沢田字 向川原118付近



基地局1



基地局2



全体図



こゝにカールート図

説明

「カバーエリア」と「調整対象区域」は、「ローカル5G免許申請支援マニュアル 3.02版」p100のカバーエリア及び調整対象区域の算出方法をもとに記載。

下記カッコ内は受信電力標記。

カバーエリア (-84.6dBm)：基地局から半径120m

調整対象区域(-91.0dBm)：基地局から半径180m

業務エリア ≡ カバーエリア (但し走行ルート上)

※障害物が少ない解放地につき、電波は推定図より遠くに届く想定

基地局名		基地局EIRP	24dBm
設置場所 (北緯, 東経)	40.066230547 51091, 140.29287724 261886 40.063245230 84339, 140.29642498 36999	基地局指向方向	0°
地域区分	Rural	基地局機械チルト	0°
中心周波数	4.85GHz	移動局アンテナ高	1.5m
基地局 アンテナ高	15.0m	移動局空中線利得	1dBi
基地局 アンテナ型式	VAD402NP- Sub6	移動局給電線損失	0dB

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要（1 / 5）



	5GC
メーカー	シャープ株式会社
サイズ／ 質量	約260×230×45mm ／ 約3.5kg
CPU	Intel Xeon D-2146NT
メモリ	64GB
ディスク	240GB
消費電力	150W
防水/ 防塵	－
動作温度/ 動作湿度	0℃ ～ 35℃ ／ 8% ～ 90%
インターフェース	1GbE ×4, 10GBase-T ×2, SFP+ ×2
運用方式	オンプレミス型
基地局接続数	最大12基地局
端末接続数	最大5,000端末
ユーザーデータ処理量	6Gbps



	一体型基地局
メーカー	シャープ株式会社
サイズ／ 質量	約250×250×65mm ／ 約4kg
3GPP	Release 15
通信方式	5G-SA TDD (同期、準同期1対応)
周波数帯	n79 (4.6～4.9GHz)
周波数帯域幅	DL ／ UL 100MHz幅
MIMO対応	DL 2×2 ／ UL 1×1
最大変調方式	DL 256QAM ／ UL 64QAM
スループット(理論値)	同期：DL 868Mbps ／ UL 147Mbps 準同期1：DL 568Mbps ／ UL 294Mbps
空中線電力	0.25W (24dBm) ／ ポート
アンテナポート	外部アンテナ×2端子(N型)
インターフェース	SFP+
同期方式	GNSS (N型端子) ／ PTP (IEEE1588v2)
最大消費電力	60W (PoE++)
防水／防塵	○
動作温度／動作湿度	20℃ ～ 45℃ ／ 10% ～ 93%
端末接続数	最大32端末
対応アンテナ	標準対応アンテナ選定中/ 個別アンテナ要相談
設置方法	専用金具



	ローカル5G対応モバイルルーター
メーカー	シャープ株式会社
サイズ／ 質量	約157×84×16mm ／ 約270g
ディスプレイ	約2.4インチQVGA(320×240ドット)
無線LAN	IEEE802.11a/b/g/n/ac/ax
電池容量	4,000mAh
Local 5G対応周波数	NSA方式：n79(4.6～4.9GHz), n257(28.2～29.1GHz帯) SA方式：n79(4.6～4.9GHz)
Local 5Gアンカーバンド	B41
Local 5G対応帯域幅	n79：UL ／ DL 100MHz幅 n257：DL 100MHz×4波まで UL 100MHz
Local5G MIMO対応	n79：DL 4×4／UL 1×1 n257：DL 2×2／UL 2×2
防水／防塵	－
有線LAN	2.5GBASE-T×1
USB	USB3.0 (Type-C)
同時接続台数	18台 (Wi-Fi：16台／USB：1台 ／有線LAN：1台)
SIM	nanoSIM x1
主な制限事項	- 海外ではご利用いただけません。 - 全国キャリアのSIMを挿入してのご利用はできません。 - 長時間の高速連続通信を行うと本体温度が上昇し安全のためシャットダウンすることがあります。

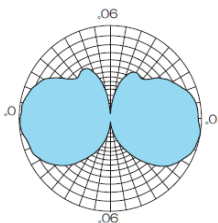
Ⅲソリューション

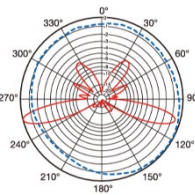
② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要（2 / 5）



	ローカル5G対応USB dongle
メーカー	シャープ株式会社
サイズ／ 質量	約42×87×34mm / 約102g (USBケーブルを除く)
対応OS	Microsoft Windows 10, macOS 10.15, Linux (Ubuntu14.04, Linux 3.13 and later, Raspberry Pi)
ディスプレイ/ バッテリー	- / -
Local 5G対応周波数	SA方式 : n79(4.6~4.9GHz)
Local 5G対応帯域幅	n79 : UL/DL 100MHz幅
Local5G MIMO対応	n79 : DL 4×4 / UL 2×2
4G/5G(NSA) 対応 バンド	LTE : B1 / B3 / B8 / B18 / B19 / B26 / B28 / B41 / B42 5G : n77 / n78 / n79
無線LAN / Bluetooth / sXGP	- / - / -
防水／防塵	IP67
MIL規格	MIL-STD-810H準拠
動作温度/ 湿度	-10℃～+55℃ / 5%～95%
USB	USB3.0 (Type-C)
SIM	Single SIM (nanoSIM)
主な制限事項	● 海外ではご利用いただけません。

	アンテナ
メーカー	アンテナテクノロジー株式会社
型名	VAD402NP-Sub6
形式	無指向性コリニア型アンテナ
周波数	4600～4900MHz
利得	2dBi
外形寸法	約φ27.2×150mm
接栓	N-P
半値幅	E面（垂直面） 約 85 度
重量	200 g 以下
アンテナ パターン	水平方向：全方向 垂直方向：下図 

	アンテナ
メーカー	日本アンテナ株式会社
型名	HG-4.6G6T16
形式	コリニア型アンテナ
周波数	4600～4900MHz
利得	6dBi
外形寸法	約380(レドーム部φ25/取付金具 部φ)mm
接栓	N-J
半値幅	E面（垂直面） 19 度
重量	約0.5 kg
アンテナ パターン	水平方向：全方向 垂直方向：下図 

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要（3 / 5）



	L3SW
メーカー	Ufi Space Co., Ltd.
型名	S9500-30XS
プロセッサ	Intel Broadwell-DE D1519 4 Cores @1.5GHz
ストレージ	128GB M.2 SSD
電力仕様	AC入力: 100～240V、6A DC入力: -36～-75V、16A 標準電力: 84ワット（トランシーバーなし）
動作仕様	動作温度: -40℃ ～ 65℃ (-40°F ～ 149°F) 動作湿度: 5% ～ 85% (RH)、結露なし
非動作仕様	保管温度: -40℃ ～ 70℃ (-40°F ～ 158°F) 保管湿度: 5% ～ 93% (RH)、結露なし
サイズ/質量	幅440 x 奥行き302 x 高さ43.5 mm 重量: 4.76 kg



	エリアテスタ（アンリツ）
メーカー	アンリツ株式会社
型番	ML8780A
サイズ/質量	240 (W)×170 (H)×41 (D)mm/1.3 kg 以下
消費電力	最大10 W
電圧	DC : 9～24 V AC : 100～240 V 50/60 Hz * (付属ACアダプタを使用) BATT : MU878001A バッテリーユニット使用可能
温度範囲	通常動作時 : 0～+40℃, ≤85% バッテリー放電時 : 0～+40℃, ≤80% バッテリー充電時 : +5～+35℃, ≤80% ソフトケース使用時 : 0～+35℃, ≤80%



	エリアテスタ（PCTEL）
メーカー	PCTEL, Inc.
型番	IBflex
サイズ/質量	257.6 mm D x 111.8 mm W x 53.1 mm H/1.7 kg
消費電力	18W
温度範囲	動作時 0℃～+50℃ 保存時 : -40℃～+85℃

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要（4／5）



	イーサネットテスタ（アンリツ）
メーカー	アンリツ株式会社
型番	MT1000A
サイズ/質量	163(H) x 257.6 (W) x 43.5(D) (突起物は除く)/1.6 kg以下
消費電力	最大65W
電圧	DC 18 V AC 100 ～ 240 V, 50/60 Hz (専用ACアダプタ使用時) バッテリー専用10.8 V 充電式リチウムイオンバッテリー
温度範囲	動作温度，湿度：0 ～ +50℃，≤85% (結露なきこと) * バッテリー充電時の温度，湿度：0 ～ +40℃，≤85% (結露なきこと) 保管温度，湿度： -30 ～ +60℃，≤90% (バッテリー，ACアダプタ除く) -20 ～ +50℃，≤90% (バッテリー，ACアダプタ含む) (結露なきこと) *: 機器の電源がオンの場合，バッテリー充電時の温度はこれより低くなります。



	LTEボンディングルータ（マルチ回線ルータ）
メーカー	CASO
製品型番	MAX-HD4-MBX-LTEA-K-T
SpeedFusion Hot-Failover	対応
SpeedFusion WAN Smoothing	対応
SpeedFusion Bandwidth Bonding	対応
Outbound Policy	対応
Cellular WANインタフェイス	Quad LTE通信モジュール
WANインタフェイス	RJ45 1G x3 SIMスロット x4 (対応SIMサイズ：標準SIM)
LANインタフェイス	USB x2 RJ45 1G x9
アンテナコネクタ	SMA Cellular x8 SMA GPS x1 RP-SMA x4
通信方式	LTE-Advanced
キャリア領域	docomo / KDDI / SoftBank
4G周波数/4G対応バンド	B1/B2/B3/B4/B5/B7/B8/B9/B12/B13/B18/B19/B20/B26/B28/B29/B30/B41/B42/B43/B46/B48/B66
3G周波数/3G対応バンド	B1/B2/B4/B5/B6/B8/B9/B19
ルータースループット	2.5Gbps
SpeedFusionルータースループット ※暗号化なし	600Mbps
SpeedFusionルータースループット ※256bit AES	500Mbps
LTE-Aデータ通信速度	Downlink/Uplink Datarate: 600Mbps/150Mbps
Wi-Fi規格	MIMO 2x2 802.11ac/a/b/g/n
フェイルオーバー	対応
ロードバランス	対応
利用推奨ユーザー数	50-500
入力電圧	12-56V DC
ACアダプタ	標準添付 100-240V AC
出力電力	802.3at x8(PoE出力) ※オプション対応
消費電力	最大55W(PoE未出力時)
寸法	292(W) x 177(D) x 50(H)mm
重量	2.2(kg)
温度	-40 ～ 65℃ ※添付ACアダプタを除く
湿度	15 ～ 95% (結露なきこと)
保証期間	1年間
認証規格	CE / FCC / RoHS / eMark / PTCRB EN61373: 1999 / IEC61373: 1999 EN61000 EN50155 JATE / TELEC
SpeedFusion Peers	2/20(ライセンス) ※エンド側の製品(Peplink製デバイス)と接続できる数を示します

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要（5／5）

機器リスト

詳細は別添資料 調達機器リストを参照

③ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性	他ソリューションに対する優位性				
過疎化による 住民サービスの減少 ＜対象：地域住民＞	地域の高齢化が進む中、過疎化による生活インフラ（スーパー等）の撤退、公共サービス(診療所、郵便局など)の集約が進み、地域住人の移動手段の確保が課題となっている。 村内には移動スーパーのサービスも提供されているが、現状、1台のみの不定期運用となっている。また、山間の降雪量が多い地域のため、冬季の高齢者の移動手段の確保も課題となっている。この状況を解消するためには、現在運行されている自動運転移送サービスの維持とサービスルート拡張による利便性の向上が必要となっている。	<table><tr><th>名称</th><th>比較</th></tr><tr><td>自動運転移動サービス（福井県永平寺町ZENdrive） ＊「こあにカー」と同車種のYAMAHA製ゴルフカートベースにした車両を用いた自動運転運行サービスを提供し、遠隔監視室からの遠隔操縦支援も導入済。</td><td>本移送サービスは福井県永平寺町と同等のシステムを活用しつつも、過疎化地域での住民移動手段の確保が主たる目的であるため、収益の確保より運営主体(自治体や運営関連団体)の財政負担軽減が重要な要素となる。 また、ローカル5G等を構築するにあたり、既存の地域イントラネットを活用することで導入コストを抑えることができると共に、その他のイントラネットを活用した住民サービスとの連携が容易になる。</td></tr></table>	名称	比較	自動運転移動サービス（福井県永平寺町ZENdrive） ＊「こあにカー」と同車種のYAMAHA製ゴルフカートベースにした車両を用いた自動運転運行サービスを提供し、遠隔監視室からの遠隔操縦支援も導入済。	本移送サービスは福井県永平寺町と同等のシステムを活用しつつも、過疎化地域での住民移動手段の確保が主たる目的であるため、収益の確保より運営主体(自治体や運営関連団体)の財政負担軽減が重要な要素となる。 また、ローカル5G等を構築するにあたり、既存の地域イントラネットを活用することで導入コストを抑えることができると共に、その他のイントラネットを活用した住民サービスとの連携が容易になる。
	名称	比較				
	自動運転移動サービス（福井県永平寺町ZENdrive） ＊「こあにカー」と同車種のYAMAHA製ゴルフカートベースにした車両を用いた自動運転運行サービスを提供し、遠隔監視室からの遠隔操縦支援も導入済。	本移送サービスは福井県永平寺町と同等のシステムを活用しつつも、過疎化地域での住民移動手段の確保が主たる目的であるため、収益の確保より運営主体(自治体や運営関連団体)の財政負担軽減が重要な要素となる。 また、ローカル5G等を構築するにあたり、既存の地域イントラネットを活用することで導入コストを抑えることができると共に、その他のイントラネットを活用した住民サービスとの連携が容易になる。				
現在、こあにカーの運行管理は、地元のNPO法人が担当し、スタッフ1名が運行要員(運転は行わないが同乗して監視及び緊急時の制動を実施)が担当している。今後、業務維持拡大のための運行人員の確保、運行コスト低減を考えると運行業の自動化、無人化の検討が必要となる。将来的には、住民輸送サービスだけでなく生活利便性の向上につながる住民サービスへの拡張が課題解決となる。						
地域に点在するLTE電波微弱（弱電界）をローカル5Gで補完することで解消し、住民移送サービスのLv4に必要な通信環境を確立する。また、既存の通信インフラ（地域イントラネット）を活用し、住民移送サービスの運用コスト低減に貢献する。住民移送サービスの存続は、高齢化する住人の移動やコミュニケーションを容易にすると共に、生活に必要な住民サービス（移動販売、物資移送など）の拡大に寄与することができる。						
		<table><tr><td>オンデマンドバス 相乗りタクシー</td><td>・サービス運用に高度なスキルを持った人材が不要 （運転免許Ⅱ種取得者など） ・自動運転であり、高齢者による高齢者のための運転を回避できる。</td></tr></table>	オンデマンドバス 相乗りタクシー	・サービス運用に高度なスキルを持った人材が不要 （運転免許Ⅱ種取得者など） ・自動運転であり、高齢者による高齢者のための運転を回避できる。		
オンデマンドバス 相乗りタクシー	・サービス運用に高度なスキルを持った人材が不要 （運転免許Ⅱ種取得者など） ・自動運転であり、高齢者による高齢者のための運転を回避できる。					

③ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
過疎化による 住民サービスの減少 ＜対象：地域住民＞	本実証場所は、キャリアによるLTE通信サービスは整備されているものの、山間部域で森林等も多く、自動運転遠隔監視に資する通信容量の確保は難しい。ルート上のLTE弱電界地域にスポット通信としてローカル5Gを導入することにより、Lv4に必要な通信環境を整備し、住民移送サービスの運用負担を軽減させ、サービス拡大(新規サービスルート拡張(利便性向上))に貢献できる 通信による遠隔監視を実現することにより、高齢運転者が現在の実車乗務(Lv2)から解放され、人的リソースの効果的な再配分が可能となる。また、機能を限定した音声入力システム開発などで既存業務の効率化を図るとともに、シンプルな操作性が新たな担い手確保のきっかけの一つとなる ローカル5Gの基地局整備にあたっては、コア設備接続、インターネット接続のための光ファイバーによるバックホール回線の構築が必要となる。しかし、民間通信事業者によるインフラ数が圧倒的に少ない過疎化地域では、回線調達、必要な場所へのインフラ配備は容易ではない。このような中で、地域に既存で整備されていることが多い地域のイントラネット（地域光ファイバー網）を、今回のようにローカル5Gのバックホール回線として有効することは、多様な住民サービスへの活用ということで新規性がある	ソリューション 通信技術活用による住民移送サービスの維持存続（地域住民の日常の足の確保） 実証場所である秋田県上小阿仁村はほとんどが山間部である。秋田県内で最も人口が少なく、高齢化率も高い。 面積が広く、集落が点在している類似条件の自治体は秋田県以外にも多く存在し、ニーズが重なるこれらの地域に横展開することが可能 過疎化が進むと共に高齢化率が高い自治体において、住民サービス提供のための効率的な運営や人材確保は共通的な課題であり、同様の住民サービスを目指す地域は多く、横展開することが可能。高齢者のICT浸透率の低さが課題となる中、簡単に音声だけで乗車や荷物送受の予約や、帳簿・統計管理ができるメリットは普及し易い 地域イントラネットを整備している自治体は多いが、多様な住民サービスに有効に活用できているケースは少ない。 こうした既存の地域の足回りをローカル5Gのバックホールとして開放し利活用することは、柱上での接続、光成端部分での繋ぎ込みにより容易に実現可能なため、地域イントラネットの有効活用事例としても横展開が図られる

③ソリューション等の採用理由

c. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴
ローカル5G	- ローカル5Gの特性である高速大容量通信による安定した通信の確保が可能。特に、今回はアップリンクによる映像伝送のため、ローカル5Gでの占有通信適用が優れている。 - 高速通信の中でも、比較的通信エリアが広いことから、移動する車両との通信に適している。 - RU-DU-CU一体型機器の導入により、既存のイントラネットといった足回りをバックホールとして容易に対応することで、様々な活用が期待される。
LTEボンディング (既存車載システムとして利用中)	- 無線通信キャリアを複数束ねて伝送するシステムのため、キャリアによる通信のムラを平準化することができる。但し、他所での大容量利用や、場所による電波状況の影響が、本件で目的とする通信に影響を及ぼす可能性がある。 - ルーラル地域では選択できるキャリアが少ない場合がある。 - モバイル通信キャリアを使用するため、通信可能エリアが広く、低コストでの導入が可能となる。

他無線通信技術との比較	
名称	比較結果
Wi-Fi	- 高速化により映像伝送に耐えうるスループットは確保できるが、電波照射エリアが狭いため、移動する車両との通信には適していない。 - Wi-Fi6e、Wi-Fi7では、屋外利用が制限されるため、今回のような利用シーンには不向き。 - Wi-Fiの認証は、SSIDとパスワードによる認証が一般的であり、設定や利用の面において簡単であるもののパスワードの漏洩や推測による不正アクセスが懸念される。一方SIM認証を行う5Gにおいては、物理的なSIMカードの所有が認証の根拠となるため高い安全性が確保できる。特に車両の遠隔制御などの場合は高いセキュリティ性により操作の乗っ取りなどを未然に防止することが重要である。
4G、LTE (ボンディング)	本ソリューションでは最低8台のカメラ映像のアップロードと音声その他を視野に入れた双方向通信が求められる。カメラ8台でも容量約30Mbyte～50Mbyteの情報を即時アップロードする必要となる中で、電波状況によっては映像みだれや遅延が発生する。ことから、今後は他の利用状況の影響を受けることなく、安定した帯域容量確保ができるローカル5Gとの併用が適している。

④ 費用対効果

a.ソリューションの費用対効果 (1/3)

項目		スケジュール			
		2023年度（実績）	2024年度（見込）	2025年度	合計
効果	定量（収益）	「こあにカー」に係る収入 村からの運営委託料 オンデマンドバス運賃収入 視察・研修受入れ収入 車内デジタル・コンテンツ 広告料収入 総額138万円 ・ 130万円 ・ 8万円 ・ 0万円 ・ 0万円	総額300万円 ・ 190万円（新規ルート増分） ・ 30万円 ・ 60万円 ・ 20万円	総額400万円 ・ 210万円 ・ 70万円 ・ 80万円 ・ 40万円	総額838万円 ・ 530万円 ・ 108万円 ・ 140万円 ・ 60万円
	計（定量 収益）	「こあにカー」関連 138万円	「こあにカー」関連300万円	「こあにカー」関連 400万円	「こあにカー」838万円
	定量（収益以外） + 定性	住民意識向上 公共交通への満足度 免許返納率向上 視察・研修者の流動人口増 住民の意識変容 交通への満足度が30%向上 高齢者の免許返納数10%向上 観光客を除く流動人口40%向上	住民の意識変容 交通への満足度が30%向上 高齢者の免許返納数30%向上 観光客を除く流動人口40%向上	住民の意識変容 交通への満足度が30%向上 高齢者の免許返納数30%向上 観光客を除く流動人口40%向上	
費用	イニシャル	「こあにカー」運行経費 車両・誘導線等整備費 通信環境整備 アプリケーション開発費 設備機器購入費 マネジメントほか人件費 総額60万円 ・ 60万円 ・ 0万円 ・ 0万円 ・ 0万円 ・ 0万円	総額 5,000万円(国交省事業) ・ 4,000万円（新規誘導線敷設） ・ 0万円 ・ 0万円 ・ 0万円 ・ 1,000万円	総額4,000万円（国交省事業） ・ 1,500万円（新規車両1台購入） ・ 800万円（遠隔操作機能） ・ 700万円（遠隔操作機能） ・ 300万円 ・ 700万円	総額8,060万円 ・ 4,560万円 ・ 800万円 ・ 700万円 ・ 300万円 ・ 1,700万円
	ランニング	維持管理費 運行要員人件費 車両・誘導線維持保守 充電電気料 遠隔監視室賃借料 通信使用料 総額160万円 ・ 60万円 ・ 20万円 ・ 10万円 ・ 50万円 ・ 20万円	総額300万円/年 ・ 100万円（車両・ルート増対応） ・ 50万円（新ルート分含む） ・ 20万円（新導入車両分含む） ・ 70万円（新規拠点移設） ・ 60万円（新規・増設分含む）	総額400万円/年 ・ 140万円 ・ 50万円 ・ 40万円 ・ 100万円 ・ 70万円	総額860万円/年 ・ 300万円 ・ 120万円 ・ 70万円 ・ 220万円 ・ 150万円
計		総額 220万円	総額 5,300万円	総額 4,400万円	合計 8,920万円

Ⅲソリューション

4 費用対効果

a.ソリューションの費用対効果 (2/3)

		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	<「こあにカー」に係る収入> - 村からの運営委託料 - オンデマンドバス運賃収入 - 視察・研修受入れ収入 - 車内デジタル・コンテンツ広告料収入	運営委託料 - 本移送サービスは、過疎地域や高齢化が進む地域における最低限必要な地域公共交通という位置づけであり、高齢化する住人にとって、日常の移動手段として必要不可欠なものである。他の交通手段であるタクシーや民間バス事業者は採算性の観点から既に撤退済であり、新たな民間事業者の新規参入は期待できないことから、2019年の運用開始以来、村が年度予算化し継続的に運営している。運営業務委託料は運営を行うNPO法人の業務日誌と会計帳簿と突合を行って算定した金額である。 オンデマンド運賃収入 1回あたりの乗車賃として200円を徴収しており、運行帳簿に記載した実績から算定している（30万円＝200円×延べ75人×20回） - 交通空白地域は日本全体の約3割を占め、過疎地域や高齢化が進む地域において共通的な課題である。また、デマンドバスの担い手となる運転手の確保が困難であるという課題も共通の課題であり、運転を伴わない運行が可能である電子誘導線による自動運転方式は、高齢化による担い手不足の中では有効な選択となる。 - 上小阿仁村は、「消滅可能性自治体」の上位に指定されている。隣町の秋田県五城目町、大潟村、岩手県葛巻町、普代村の各交通委員会に属する議員から、本事業に関する問い合わせがあり、非常に良好な反応と言える。
	定量 (収益以外)	- 住民意識向上 - 公共交通への満足度 - 免許返納率向上	住民意識向上 - これまでの運行実績から判明した利用者数の中で地元住民への広がりが少ない課題について、利用状況（目的、区間、頻度など）をデータ化することで、住民の利用状況が分かり、意識変容を計測できると考えている。 満足度 - 聞き取り及び記入式のアンケートを実施し回答を分析する。 免許返納率 - 地元所管警察署である北秋田警察署交通課から、統計資料の情報提供を受け、実施前後で比較するが、自動運転サービスの拡充が返納率に反映されるまでは相応の時間経過を待つ必要があるため、参考程度となる見込み。
費用	イニシャル	<「こあにカー」運行経費> - 車両・誘導線等整備費 - 通信環境整備 - アプリケーション開発費 - 設備機器購入費 - マネジメントほか人件費	帳簿確認によるデータ抽出
	ランニング	<維持管理費> - 運行要員人件費 - 車両・誘導線維持保守 - 充電電気料 - 遠隔監視室賃借料 - 通信使用料	これまで約5年間にわたる運行実績から、データを収集し積算したもの

4 費用対効果

a. ソリューションの費用対効果 (3/3)

項目	スケジュール	
	2024年度	2025年度
効果 計 (定量)	300万円	400万円
定性	住民意識向上 公共交通への満足度 免許返納率向上 各種アンケート調査、公的統計情報の収集と分析を実施する。	継続的に各種アンケート調査、公的統計情報の収集と分析を実施する。さらに住民意識向上、免許返納につながる啓発活動を実施する。
費用計	300万円	400万円

合理性・妥当性

- 村からの委託料（2024年度190万円、2025年度210万円）は、民間事業者が採算性を理由に事業から撤退した公共交通の代替手段という性格から、採算性や収益性を見込むことは極めて困難であるも、村担当者との協議により、想定されるランニングコスト分が、当該収益で補填され収支ゼロの状態であれば、費用対効果が釣り合うと議会や住民に説明がつき、村としても妥当だという根拠に基づく。2025年度の増加分は、路線拡大に伴う増分として見込んでいる。
- オンデマンドバス運賃収入（2024年度30万円、2025年度70万円）は、2023年度までほぼ8万円前後で横ばいであるが、2024年度のサービス路線拡大及び、実証等による住民の意識向上による利用率向上を見込んでいる。
- 視察・研修受入収入（2024年度60万円、2025年度80万円）は、これまで無償で受入れしてきたが、公的機関関係者の視察が多く、経費として対応者の拘束時間から算定した。
- 車内デジタル・コンテンツ広告料収入（2024年度20万円、2025年度40万円）は、車内にディスプレイを設置し、季節ごとの情景や夜間などの情景、周辺観光情報など、乗客に見せるコンテンツの スポンサー料金として、一般的な公共バスやタクシー等の事例から算定した。また、車両自体が目立つ存在であり、観光客にも住民にもキャッチーなことから、企業ラッピング命名権、CM放映など見据えて製作費を補填する金額を想定している。
- 2024年度から2025年度に対して、収益と共に費用も100万円アップしているが、運行要員人件費（＋40万）は便数と乗客の増加による増加、充電電気料（＋20万）は便数増及び電気料高騰による増加、遠隔監視室賃借料（＋30万）は手狭による別部屋借用による増加、通信使用料（＋10万）は便数増やデータ量の増加を想定している。

④ 費用対効果

b. 導入・運用コスト引下げの工夫

		項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	<「こあにカー」 運行経費> 車両・誘導線等 整備費	・サービス維持・拡大のためには、今後、新規車両の追加や、老朽化した車両のリプレイスが必要となる。 ・全国で展開される同様の移送サービスを常に調査連携し、同一仕様化による導入価格低減やメーカー間での競争力の醸成によるコスト削減に努める。	将来車両調達価格で現行導入費に対して約400万円程度の減（現行必要となるカスタマイズ費用分の軽減）	2028年頃 （現行車両リプレイス時期を想定）	NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、マネージャー、長井 直人
		<「こあにカー」 運行経費> 移送以外の需要開拓	・過疎地域における住人移送サービスであるため、地元自治体の運用予算に頼ることは避けられないが、新たなニーズの掘り起こし策として、住人移送以外の収入の確保（荷物輸送や登校等定期運航のニーズなど）に努める。	2025年度オンデマンド運賃収入相当（72万円＝200円×300個×12か月）	2025年頃	
ランニング		<維持管理費> ・ 運行要員人件費	<維持管理費> ・ DX化による一層の効率化（スキルを有しない方でも運用可能なシステムの構築）	<維持管理費> ・ 人件費を1/3程度に圧縮（約3万円減／月）		NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、マネージャー、長井 直人
		・ 車両・誘導線維持保守 ・ 充電電気料 ・ 遠隔監視室賃借料 ・ 通信使用料	・ これまでの経験値から、故障個所や時期を予測し、予防策を図りつつ、メンテ用の部品なども再利用を図る ・ 充電モジュールから最適な充電時間を予測し、無駄な電力消費を抑えつつ、料金の安い夜間充電を心がける ・ NPO事務局と部屋を共用することで節約できる ・ 既存イントラネットを利活用するため、新規経費を抑制できる	・ 直接工事費を約10%圧縮（約40万円／年） ・ 日中電気量に比して約25%削減（約2千円／月） ・ 約1千円／月 ・ 未定（前例がないため）		

① 計画概要

実証実施の前提

目的

村内のLTE弱電界地域において高速大容量の無線通信であるローカル5Gを活用し、住民移送サービスにおけるLv4実現に向けた車両走行の安全確保のための通信の有効性、信頼性を検証する

- 本実証では屋外に高速大容量ローカル5G無線基地局を設置（sub6 4.8-4.9GHz帯）、LTEボンディング技術を補完する自動運転車両通信として使用する。車載カメラ映像（現状8台）のリアルタイム送信が途切れる場所で、実運用に向け解消されるかを検証する。
- 既存インフラ(地域イントラネット)の利活用することは、高速大容量通信が必要とされる場所への対策コストを軽減し、こゝにカーの便数の増、路線の広さ増に貢献する。

アウトカム

最終アウトカム：

住人の村内移動交通手段が十分に存在し、生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる。

- 住人にとっての必要な生活インフラへのアクセス手段の充足度（こゝにカーの便数増）
- 住人にとっての交通インフラの使い易さ・快適性（サービス路線の拡大による利便性）

検証ポイント

効果

自動運転車両の監視制御に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及び映像を伝送する通信）の確立

- 安全確保に資するカメラ配置の検証
- LTE弱電界地域でのローカル5Gリンクアップ
- 遠隔監視室と車両との間の十分なコミュニケーション機能の検証

技術

気象・環境要因による無線通信への影響

- 車両運行監視体制において、濃霧、降雪等が本実証ソリューションに与える影響を検証する。
- V2Nへのアクセス回線としてのローカル5Gの活用を検証する。

運用

運用面・操作性検証

- 運用面においての遠隔監視機能の操作性の確認と共に、現在の体制と比較してどのようにすれば効率よく運用できるか検討・検証する。
- 将来のLv4導入と路線拡張による住民サービスの向上の実現に向けた考察を行う。

IV実施計画

② 検証項目・方法

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件		
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠	
自動運転車両の監視に要求されるシステムスベック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立 ・走行安全を監視するカメラの配置 ・ローカル5GによるLTE弱電界地域の補完	I	Lv4実現に向けて、遠隔監視において死角のない車載カメラの必要台数と最適配置を確認	遠隔監視における車載カメラ映像で、車両近傍の状態把握や障害物の発見が問題なくできるよう、周囲25m内で360°映像から障害物を認識できること	こゝにカーに疑似的に障害物を接近させ、映像遅延も加味して視野及び安全性を確認する。なお検証時は、車両に監視人員を配置し、疑似障害物に対する目視による比較検証も行う。これにより適正カメラ台数と設置位置を決める	走行中に障害物を認識し、安全行動をとることができること。 周囲25m内で360°映像から障害物を認識	普通自動車相当で12km/h走行での停止距離は約3.2m程度と想定。また1秒間に3.3m進むので、安全停止距離満たせば実装可能を判断可能。車載カメラの物体検出距離が25mで、周囲をシームレスに撮影、確認が可能
	II	ローカル5Gエリアに車両が侵入した際、シームレスにネットワークにリンクアップすることを確認	電波調整対象エリアからカバーエリアに進入する電波受信過程で、30秒以内にリンクアップして、遠隔監視に支障がなく上りスループットが40Mbps以上確保されること	こゝにカーを走行させ、ルート上の通信状態や監視映像をモニターする。その際、通信遅延測定や通信の切り替わりでブロックノイズ、フリーズ、画面飛びがないかを確認すると共に、監視として支障がないか含めてログツール等を用いて、通信状態を定量的に測定する。	ローカル5G電波を受信後リンクアップして、通信に問題がなく弱電界地域での補完が出来ること。 実効上りスループット40Mbps以上	ローカル5G電波の調整区域からカバーエリア80%の距離は直線距離で84m。車両の一時停止時間約3秒を含め、車速12km/hでは1秒で3.3m移動。84m÷3.3m+3秒≒30秒で、この間に通信が切り替われば監視映像の空白時間は無く、実効上りスループットは車載カメラ1台の映像送信に要する通信レートはおおよそ5Mbpsに対し、現状8台のため40Mbpsを満たせばよい
	I	走行する車両と遠隔監視拠点との音声コミュニケーションの開始・維持を確認	遠隔監視室と車両間のコミュニケーションを円滑に行うため、監視映像と音声通信の遅延が抑制され、映像と音声のずれによる違和感がないこと	こゝにカーを走行させ、車両側から遠隔監視拠点へ通話したいとき容易に出来ること。また、監視拠点から車両への案内が確実に伝わること。	乗客誰でも、容易かつ円滑に通話ができる操作対応の実現	監視映像通信と音声通信が、ともに途切れやノイズ等の影響がなく、容易にコミュニケーションが出来ることで実装化を判断可能。
	II	高齢者中心の地域におけるユーザビリティ性の高いインタフェースの検証	乗客誰もが簡単かつ円滑に通話対応が出来るために、アンケートによるユーザビリティ良好が70%以上	タブレット等のIP端末で、乗客が誰でもいつでもアクション一つで通話が可能となるようなインタフェースを用意して、実際に利用する乗客に通話してもらい、使用感をヒアリングする（インタビューとアンケート）。	高齢者が走行中において、監視拠点間と簡単に音声会話ができること	車両走行環境で、ユーザビリティの高いインタフェースの導入により、ある程度環境雑音があっても簡単な操作で円滑な会話でき、利用満足度が70%以上を確認により実装を判断可能（リッカート評価のCSATスコア）

② 検証項目・方法

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
気象・環境要因による無線通信への影響 ・車両運行監視体制における濃霧、降雪等の影響	I 山間地域である上小阿仁村において、環境要因（濃霧、降雪時）によるローカル5Gエリアと走行への影響について確認	環境要因に影響なく遠隔監視がおこなわれることを確認	実証期間中の変化する気象環境（雨、雪、凍結、濃霧等）において、住民移送サービス（こあにカー）を走行させ、通信状況を測定する。測定項目としては、映像状態（ブロックノイズ）や映像遅延、ボンディングルータのログ、車載センサーからの情報での周辺環境収集による定量的通信状態を測定する。	環境要因に関係なく弱電界地域での映像ブロックノイズ、フリーズ、画面飛び等による遅延が解消されていること。実効上りスループット40Mbps以上	気象条件、走行場所(住宅有無等)によって変動するアップロードデータ容量に対し、必要とされるスループットが確保される状態は、ローカル5GエリアにおいてRSRPが-110dBm以上確保されることで実装化を判断可能
	II 車載センサーにより走行ルート上の環境データ（路面状態等）を収集・判定し、悪天候時等に可視データ以外の方法で走行環境情報をリアルタイムに確認	Lv4(無人状態でのサービス)において、走行道路状態を遠隔監視拠点で把握できることにより、サービス安全性の向上ため、路面判定精度99%、サンプリング周期0.1秒を確認	住民移送サービス（こあにカー）を走行させ、ルート上の環境データを収集し路面状態を判断する（路面状況（凍結や凹凸）、その時の気象情報など）。実際の路面状態と比較検討して判断精度とリアルタイム性を確認する。	遠隔監視拠点で、リアルタイムに走行ルート上の状態を確認できること。路面判定精度99%、サンプリング周期0.1秒	路面状況と車両映像のずれが一定内に収まり、12Km/h走行の車両停止時間を0.95秒とした場合、その範囲内で監視できれば実装化を判断可能 これまで積雪寒冷地域での実証実験により、目標値とほぼ同一の数値を達成済である。
V2Nアクセス回線としてのローカル5G活用	I 12km/h程度で走行する車両（CPE側）と、路側との通信安定性を確認	移動する車両とのリンクアップ性能及び安定した通信が確保できるため、実効上りスループット40Mbps以上をことを確認	住民移送サービス（こあにカー）を走行させ、ルート上の通信状態をモニターする。その際、通信遅延や、ブロックノイズを測定すると共に、ボンディングルータがもつログツールを用いて、通信状態を定量的に測定する。	弱電界地域での映像ブロックノイズ、フリーズ、画面飛び等による遅延が解消されていること。実効上りスループット40Mbps以上	ローカル5Gの準同期によりアップリンクとダウンリンクの帯域の調整が可能であり、実装化を判断可能
	II 路側カメラと走行車両カメラの両映像をローカル5G通信内に共存させ、車載及び路側の両面から安全を確保することを確認	走行ルート上の路側カメラと車載カメラの同時監視による通信帯域への影響、ソリューションサービスへの影響を確認（30m以内の進入物の検知を確認）	障害物対象である車、自転車、歩行者等を想定して進入検知を確認する。路側カメラ設置箇所において、障害物を配置し複数回の検知試験を実施する。その際、通信遅延や、ブロックノイズを測定すると共に、ボンディングルータがもつログツールを用いて、通信状態を定量的に測定する。	複数のソリューションの同時利用下においても、ローカル5G環境が安全確保上問題なく利用できること。	必要な通信トラフィックは事前にカメラ台数や解像度が決まれば見積ることが可能（Full-HDなら5～8Mbps）。それを収容するローカル5Gについての帯域も同期方式(上り60Mbps)と準同期方式(120Mbps)と見積れるので実装化を判断可能

② 検証項目・方法

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
運用操作面検証	I 遠隔監視機能による効率的な運用監視（音声による双方向コミュニケーションによる運行管理効率化）	監視人員を2人から1人として、安全に運用できる	遠隔監視拠点と車内との音声による双方向コミュニケーション機能を、実際に住民移送サービスの運用を担当するNPO法人に使用してもらい、現状運用との比較、機能によって改善できる部分を明確にする。	・コミュニケーション機能は車内映像と音声の遅延など違和感なく使用できること ・コミュニケーション機能の実装により、車両と遠隔監視室の間でスムーズにトラブル等の解決が行われ運行無人化の一助となること	・Lv4では運用スタッフが実車乗務を行わないため、車内でのトラブル等の際は、車内映像と音声を通じて確実に状況把握し解決できる環境を整えることが必要である。 ・運用者は確実にコミュニケーション機能を活用でき、運用業務を遂行できる必要がある。
	II 遠隔監視機能の操作性の検証（現状の運用スタッフが専門性なく対応できる）	ある程度の経験値をもって安全な遠隔監視ができることを確認し、住民移送サービスの担い手の裾野拡大ができる アンケートCSAT（効果・満足度）満足度70%以上	実際に遠隔監視の状態を住民移送サービスの運用を担当するNPO法人に確認してもらい、安全性の確保も加味した上で1人称で監視業を実施できることを確認する。	・専門的なスキルを有しない担当者でも安全確保を前提とした操作ができること	地域高齢化による移送サービスの担い手が不足することを想定し、専門的なスキルを持たないスタッフでも運用の担い手になれるインタフェースや操作性の確立しておく必要がある。
将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果	I 将来のLv4化により発生する利便性・運用性への効果の洗出しと、Lv4化により発生する新たな課題（負の効果）について確認し解決策を検討	Lv4化により、移送サービスの運用負担が軽減され、運行便数や路線が拡大され、益々の利便性が向上する	便数増、路線拡大に関する住民期待度、満足度をアンケート及び聞き取り調査で実施すると共に、新たな課題や懸念についても同様に調査を行い、その解決方法を検討する。	Lv4の導入が住民移送サービスのサービス低下につながらないこと	運用コストや運用人数を抑えつつ、利便性向上を図ることが、サービス存続への必要条件であり、そのひとつの方策としてLv4化が重要な成功要因となる。Lv4化による負の効果を洗出し、その解決策を検討解決することが必要である。
	II 路線拡張を想定した場合の住民の期待と新たに発生する住民移送サービスへの需要を確認	路線拡大が、新たな住民コミュニケーションと住民サービスの向上に貢献する	上記アンケート調査にて、路線拡張への期待や想定する用途、その他充実した住民サービスの向上への期待を確認し、需要面から今後の地域の活性化を推測する。	路線拡張による住民へのメリットと拡大する運営負担、コスト増大とを比較検討し、継続的な運営が行えること	路線拡張による全体の利用人数と乗車率の向上を見込み、柔軟な運行ルートとデマンド対応の実現で人流が生み出され、村内の交流機会が増加して孤立の軽減に結び付けられること。

③ スケジュール



④ リスクと対応策

リスク		対応策
項目	概要	
事前準備	・ローカル5G基地局及び構成機器の調達 ・基地局等置局箇所の決定	・ローカル5G関連機器は代替品の確保も含めて調整済である。 ・ローカル5Gシステムの全体結合試験は、別途古河電工開発センタ（神奈川県平塚市）でエンドtoエンドで検証を行ったうえで、現地検証する段取りとする。 ・小上阿仁村には、村有地の利用及び既存インフラ（電柱など）の利用に関する協力について了承済である。 ・キャリアサービス（LTE）の状況は常に確認を行い、最新の電波状況によるローカル5Gの置局計画で実証設計を行う。
実証	・住民移送サービス（こあにカー）の故障による実験工程の遅延 ・天候不良等による実験工程の遅延	・現在運行しているこあにカーの故障により実際の移送サービスで使用している車両での実験ができない可能性がある。 ・通常の降雨降雪では運行可能な車両であるが、警報級の状況の場合、運行できない可能性がある。 ・ローカル5Gの有効性検証は、別途代替車両（自動車など）により試験を行っても結果は同じであるため、スケジュール優先で対応を行う。 ・山間地域かつ降雪地帯でもあるため、予備日は多めに確保して遅延回復が可能な計画を立てる。
実装計画の具体化	・村の年度予算編成の影響による実装の遅延	・当該サービスは、過疎対策における村の住民サービスの一環として行われている事業であるため、運営費は村の予算編成に左右される（過疎地域に対する国等の補助予算の充当も大きな要素を占めているのが現状）。 ・当該サービスのコスト削減を検討し、可能な限り自立運営ができる体制を整える。
他地域への展開に向けた準備	・自動運転による事故等の発生による検証の一旦停止、普及展開活動の遅延	・昨年発生した福井県永平寺の移送サービスでの自転車接触事故によるサービス及び普及活動の一時停止と同様の事象が発生した場合の普及展開活動（見学会等開催）の中止が発生する可能性がある。 ・当該実証で同様の事故が発生しないよう監視員などの配備、その他安全確保を徹底する。 ・現地見学が実施できないことに備えてソリューションの有効性をアピールできる映像によるプレゼンテーションツール等の確保を行う。

⑤ PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

コンソーシアム定例会議

- 週次進捗報告
 - ・ 開催時期: 毎週1回 (1～2時間程度)
 - ・ 方法: Web会議
 - ・ 体制: 秋田ケーブルテレビ、古河電工、サステナ、岩手県立大学
上小阿仁村移送サービス協会
 - ・ アジェンダ
 - 実証準備期間: 設計・構築進捗確認
 - 実証実施期間: 実証段取整理・実施状況及び結果確認
 - 取りまとめ期間: 成果報告書方針・執筆状況確認
実装・横展開に向けた方策・課題の検討
 - 全期間共通: WBS確認
リスク管理(課題管理表レビューと対応検討)

● 月次進捗報告

- ・ 開催時期: 毎月1回 (1～2時間程度)
- ・ 方法: 対面+Web会議
- ・ 体制: 秋田ケーブルテレビ、古河電工、サステナ、岩手県立大学
上小阿仁村移送サービス協会、上小阿仁村
- ・ アジェンダ
 - 月次進捗共有、今後のタスク共有
 - プロジェクト方針確認・修正・変更
 - リスク管理 (課題管理表のレビューと進捗確認)
 - テーマを設定したコンソ内討議

緊急時

緊急対策会議

- ・ 実施条件
事故発生時: 交通事故のほか、震度5強クラスの地震や警報発令
課題発生時: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- ・ 頻度
事故発生時: 別途制定する緊急連絡網に従い至急
課題発生時: 問題発生当日中
- ・ 方法: 別途制定する緊急連絡網に従い電話>メール>webオンラインの順
- ・ 体制: (株)秋田ケーブルテレビ、上小阿仁村(総務課)、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、(株)サステナ各団体から、事前に指名した者

対策を立案・実行する体制

コンソーシアム定例会議

対策方針の議論・決定

- ・ 実施条件:
 - ・ リスクが顕在化した場合 (リスク管理表を基本とする)
 - ・ プロジェクト進捗が予定よりも遅れた場合
 - ・ スcope変更(予算変更含む)が必要となった場合
- ・ 頻度: 緊急性が高い場合、随時もしくは発生から1週間以内
- ・ 方法: 週次進捗会議もしくは月次進捗会議内
(場合によっては臨時コンソーシアム会議を設定)
- ・ メンバー: 代表機関である(株)秋田ケーブルテレビを必須とし、古河電工(株)、(株)サステナ、岩手県立大学、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、上小阿仁村(総務課)の中から、討議内容に応じて参加メンバー構成する

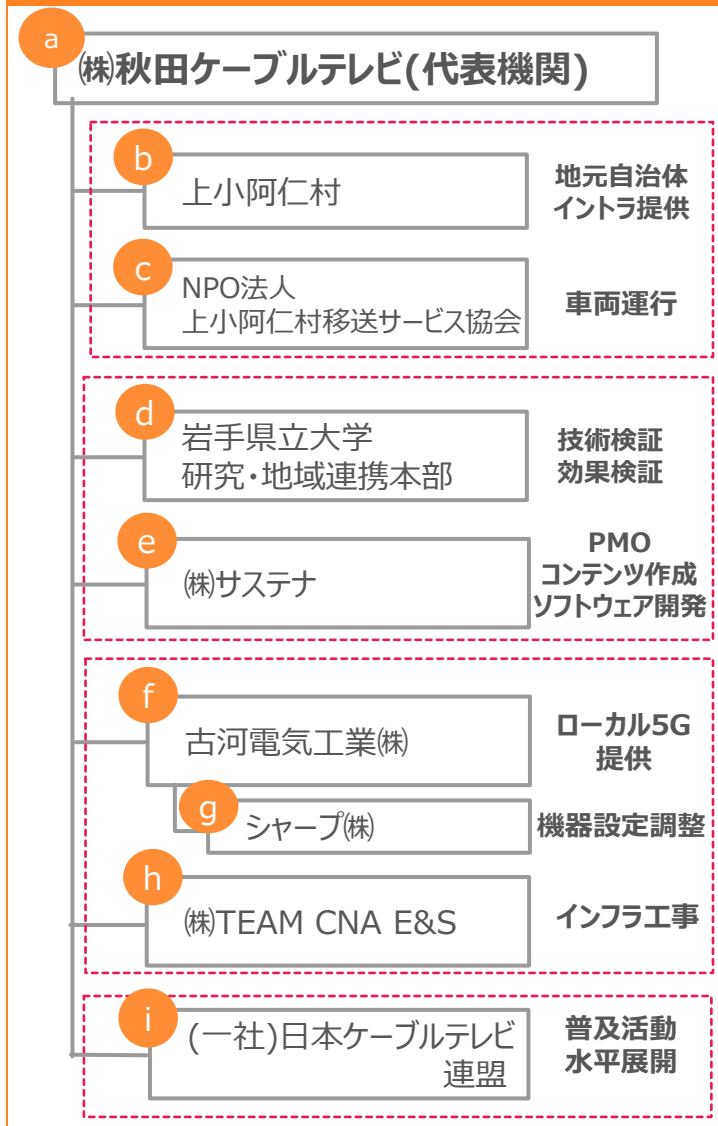
緊急対策会議

対策方針の議論・決定

- ・ 実施条件:
 - ・ サプライチェーンリスクもしくはサイバーセキュリティ等が発生した場合
 - ・ 人命にかかる事故等が発生した場合
- ・ 頻度: 緊急性が高い場合、即時
- ・ 方法: 別途制定する緊急連絡網に従い電話>メール>webオンラインの順
(必要に応じ臨時コンソーシアム会議を設定)
- ・ メンバー: 代表機関である(株)秋田ケーブルテレビを必須とし、現地即応が可能な上小阿仁村(総務課)>NPO法人上小阿仁村移送サービス協会>(株)サステナ>古河電工の順に参加メンバーを招集する

6 実施体制

実施体制図

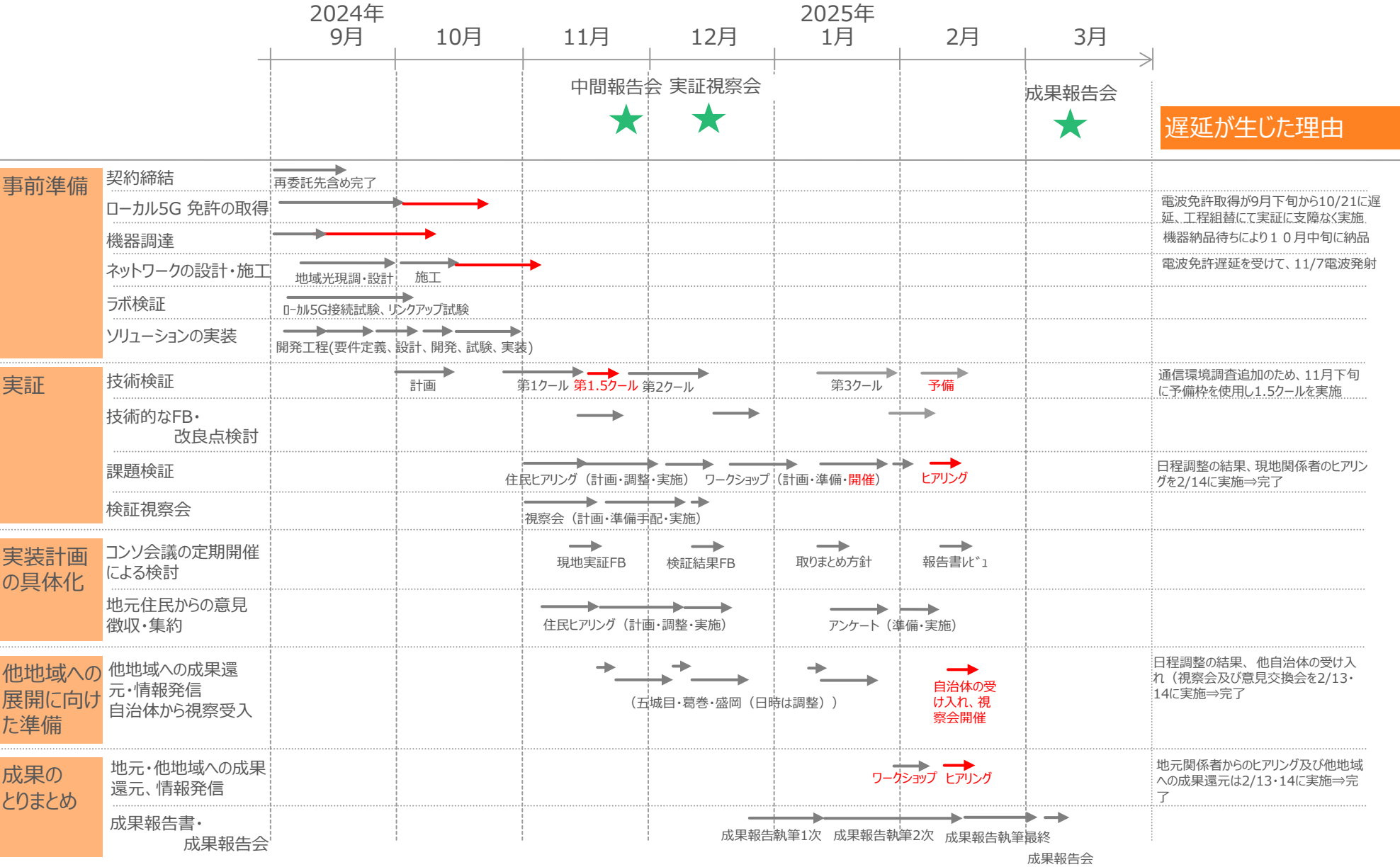


団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a (株)秋田ケーブルテレビ (代表機関)	・プロジェクト全体管理 ・通信インフラ構築運用 ・既存車載カメラシステム接続運用	5名×380時間	事業創生本部 ／副本部長 湊 忠親
b 上小阿仁村 (総務課)	・実証場所の提供 ・地域インフラ提供 ・地域課題への検証	2名×100時間	総務課 ／課長 加藤 浩二
c NPO法人 上小阿仁村移送サービス協会	・村移動サービス運営主体 ・車両提供 ・実証期間中の車両運行	2名×450時間	事務局 ／事務局長 長井 直人
d 公立大学法人 岩手県立大学	・ローカル5G通信及びアプリケーション有効性評価 ・地域課題の有効性評価 ・専門的助言	1名×200時間	研究・地域連携本部 ／名誉教授 柴田 義孝
e 株式会社サステナ	・PMO機能 ・アプリケーション構築運用 ・ソフトウェア開発	4名×230時間	代表取締役 三井 康平
f 古河電気工業株式会社	・通信インフラ(ローカル5G)レンタルによる提供 ・通信評価検証	3名×150時間	通信インフラ営業部 ／エンジニア 泉 健太
g シャープ株式会社	・導入ローカル5G機器設定調整	3名×80時間	パーソナル通信事業部 ／課長 彦惣 桂二
h 株式会社 TEAM CNA E&S	・通信インフラ工事 (置局・配線等)	4名×50時間	代表取締役 佐藤 彰義
i 一般社団法人 日本ケーブルテレビ連盟	・普及展開 ・ソリューション水平展開	3名×20時間	事業企画部／部長 中井田 昭

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

① スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
自動運転車両の監視に要求されるシステムスベック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立 ・走行安全を監視するカメラの配置 ・ローカル5GによるLTE弱電界地域の補完	項目	目標	本事業で導入及び設置した遠隔監視におけるカメラ映像が目標とする結果を達成できるか確認するため、3つの確認事項を掲げて道路走行及び遠隔監視室モニタで視覚的に検証実験を行った。 1． 周囲360°周囲の映像をシームレスに表示できることの確認 2． 車両直近の死角エリアが十分に小さいことの確認 3． 交差点への接近における信号機の信号を十分に認識できることの確認 確認事項の実験結果より、 1 においては、6台の監視カメラによる遠隔監視において、周囲360°の映像を冗長部分を最小に保ちながらオーバーラップさせて表示させることができた。 2 においては、前方カメラ位置をバンパー位置と並行に近い角度に設置することにより、ドライバーが通常可視できない死角エリアも確認することができた。 3 においては、交差点横断歩道の手前35mから停止線さらに交差点侵入後まで、道路反対側の信号機の信号を判断出来ることを確認できた。	本事業で導入した遠隔監視カメラシステムは、遠隔監視室のモニタ上での安全走行の確認のみならず、次のステップとして周囲360°の障害物検出・認識・警告への展開に十分に寄与すると考える。 P43-46にて詳細説明

P41-42にて詳細説明

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立

本事業における監視カメラの機能としては、まずはLv3における運転において遠隔監視室のオペレータが必要に応じて、走行する自動運転車の周囲の状況を死角無しに360°監視し、通常時の車両周辺の状況及び緊急時の危険個所を確認し、対応措置をとるために必要である。またLv4における運転には、カメラから周囲のオブジェクトを検出し、それからオブジェクトを認識（自動車、人、自転車、信号機、障害物などを認識）することが求められる。

このためには、複数の単方向カメラを自走運転車に装着する方法と全方位カメラ1台を装着する方法がある。単方向カメラは、画角が制限されており、複数のカメラが必要となるが、価格も安く、またカメラ画像をそれぞれ同時に並列でエンコード、伝送・表示が可能でありリアルタイム性の点で優位である。一方、全方位カメラは、360°映像を一度にキャプチャできメリットがあるが、画像サイズが大きくなり、また画面の両端部分でゆがみが生じ、これを補正する処理が必要であることと、1フレーム当たりのデータ量が大きくなり、画像処理や伝送に要する時間が大きくなる。このため本実証では複数の単方カメラを導入した。

本実証では、車両搭載用の市販の単方向カメラを8台採用し、全周囲の監視カメラシステムとして構築した。監視カメラの仕様は以下の表1.1に示す通りである。また、監視カメラの取付箇所は、図1.1に示す通り、前方中央1台、左側面2台、右側面2台、後方1台である。また車内の乗客や状況を監視するため、車内カメラ前方・中央それぞれ1台ずつ配置した。カメラ映像には、H.265のエンコーダーを採用した。

表1.1 監視カメラの仕様

カメラ型番	AIXS F2105-RE Standard Sensor
最大解像度	1920×1080 (CMOS)
最大フレームレート	180 fps
水平視野角	108°
垂直視野角	58°

図1.1 監視カメラの取付位置



② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立

図2.2は監視カメラの水平方向の相対位置を示す。個々の監視カメラの水平視野角は 108° であり、図のように配置することにより、それぞれの映像は、隣通しでオーバーラップさせることが可能となり、水平方向には周囲 360° において、死角は生じないことが分かる。また前方方向においては、左右前方向のカメラ映像とのオーバーラップ領域が充分存在するので、走行中の前方確認においては冗長性が高く安全確認の面での望ましいと確認できた。このように水平方向においては、ほぼ最適なカメラ配置と判断できる。

図2.3は監視カメラの垂直方向の相対位置を示す。監視カメラの垂直視野角は 58° であり、前後方向にこのように配置することにより死角は生じないことが分かる。

また、図2.2及び2.3の前後方の車両直近のエリア（図の三角で示した部分）は、遠隔監視の点から実際の程度の範囲内にあるか検証を行った。

確認事項

1. 交差点への接近において、信号機の信号の認識及び、前方及び左右の道路走行の車両を複数カメラでシームレスに確認できること。
 2. 車両の直近エリア（三角部分）が障害物の発見に十分に小さいことを確認できること。
- 一方、車内監視においては、カメラ2台は殆ど同一範囲の視覚範囲を撮影しており、1台を省略することが出来ると考えられる（本実証では途中から車内監視は1台（車内カメラAのみ使用）とし合計7台で検証を実施した）。

図2.2 監視カメラの取付け位置と水平視野角

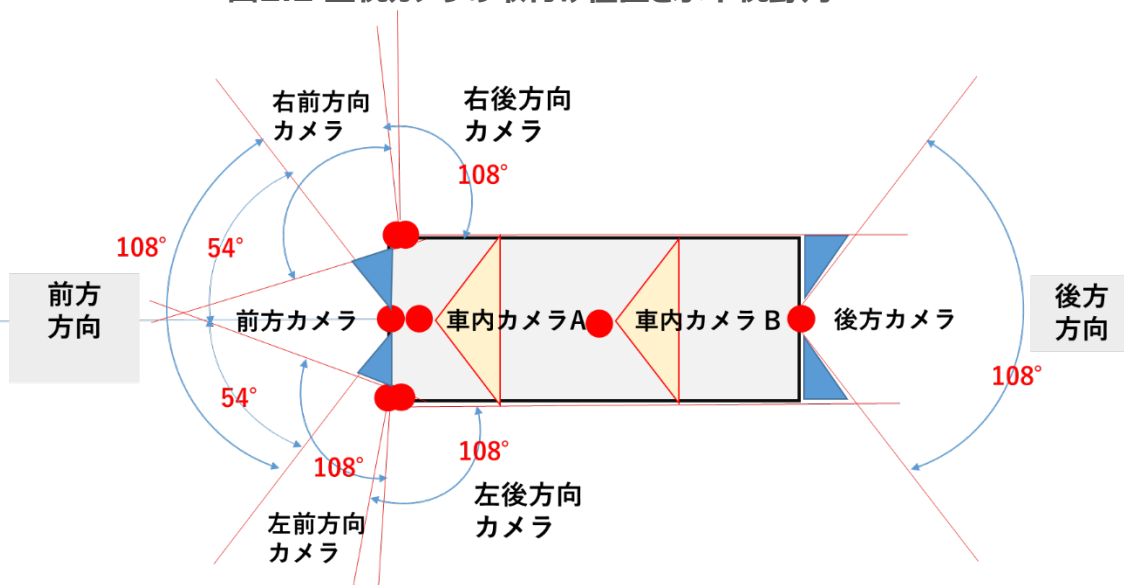
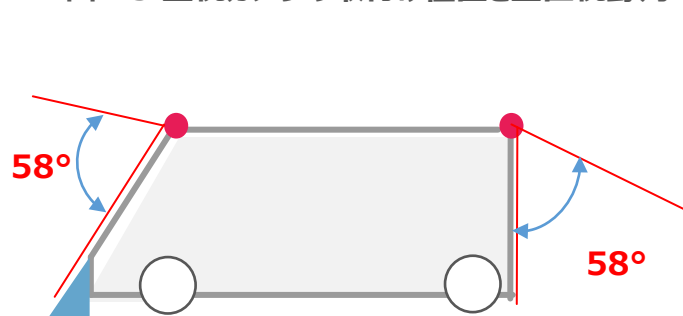


図2.3 監視カメラの取付け位置と垂直視野角



② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【考察詳細】自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立

確認事項 1

自動運転車両設置したカメラシステムにより、遠隔室システムモニタにて、360°周囲の映像をシームレスに、あるいはオーバーラップして表示できることを確認する。

検証方法と結果

図2.4に示す通り、自動運転車両周囲にカラーコーン5セット（前方1、左右側方2、後方2台）を配置し、これを6台のカメラで撮影した映像を、ボンディングルータ経由で遠隔監視モニタで表示させた画像を図2.5に示す。この図からわかるように、周囲に配置されたカラーコーン画像は、隣接間通しで、オーバーラップして表示されていることが確認できる。後方においても、図2.5に示すようにカラーコーンは同様に隣接間でオーバーしていることが確認できる。この結果から、6台のカメラにより、周囲360°における任意の位置に存在するオブジェクトを遠隔監視室モニタ上で確認することができた。これにより自動運転走行状態の周囲全体を監視することが可能となり安全性への確保が可能となった。

図2.4 自動運転車両周囲へのカラーコーンの配置図



図2.5 遠隔監視室モニタ上におけるカラーコーン画像



② 検証項目ごとの結果

自動運転車両の直近エリア（三角部分）内の障害物の発見において、直近エリアが十分に小さいことを確認できること。

図2.6に示す通り、前方カメラにて撮影された映像が、この後述べる前方信号確認を維持しながら自動運転車両の前方を撮影し、出来うる限り死角エリアを最小になるようにカメラを設置した。このエリアを確認するために、カラーコーンを配置し、監視モニターでカラーコーンが見えなくなる位置を測定してエリアを確認した。また、同様にドライバーが実際に運転席乗った状態でカラーコーンが見えなくなる位置を測定し、前者との比較を行った（図2.7）。

その結果は図2.6に示すように、前方カメラ映像においては、バンパー前方62cmの位置において、カラーコーンの一部が見えなくなり、この距離が死角エリアとなっている。一方、車内のドライバーより見なくなる位置は前者よりさらに前方42cmで、車両前方からの死角は104cmとなり、あきらかに前方カメラによる監視映像の方が、ドライバーよりも車両の近傍まで確認できることがわかる。また後方においては、カメラを車体の後部を撮影する角度で配置しており、死角はほとんど発生しないことがわかる。この結果、前方カメラ配置は、直近エリアを十分に最小できていると判断できる。

図2.6 前方カメラにより直近エリアの測定と結果

The diagram shows a side profile of a white golf cart with a black roof. Blue lines and arrows indicate measurement points and angles. The roof height is 187cm. The height from the ground to the center of the camera lens is 135cm. The angle between the ground and the line from the camera to the front corner is 58°. The distance from the front wheel to the camera is 130cm. The distance from the camera to the rear wheel is 70cm. The ground is divided into three segments: 42cm, 62cm, and 68cm. The total distance from the front wheel to the rear wheel is 130cm.

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【考察詳細】自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立

確認事項 3

自動運転車両の交差点への接近する場合、遠隔監視室のモニター上において、交差点の十分手前から信号機の信号（赤、青、黄）が認識できることを確認すること

検証方法と結果

- ・ 図2.8 のように国道285線の上小阿仁村役場前の交差点手直前から、県道214線に沿って25m間に5mごとにカラーコーンを設置した。
- ・ 交差点手前70mの地点から国道214線に沿って、こあにカーをスタートさせ、交差点に向かって時速10km/hで走行させた。この時、遠隔監視室のモニター上で、交差点信号を視覚的に認識できるか測定した。特に25m手前から5mごとに、信号を確認できるか遠隔監視室で撮影し、その時の距離も測定した（図2.9～2.13）。
- ・ その結果、信号手前25mの十分手前よりも手前35mから停止線の間で、信号の位置及び色を確認することが出来た。さらに停止線を越えて道路中央まで進行しても、信号の位置及び色を確認することが出来た。このことから、現在の取付けカメラシステムを使用し、遠隔監視室にて十分に信号機の信号を35m以上手前から十分に認識できることが分かった。



図2.8 信号機の信号確認実験図



図2.9 横断歩道停止線手前35m

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【考察詳細】自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック (最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信) の確立



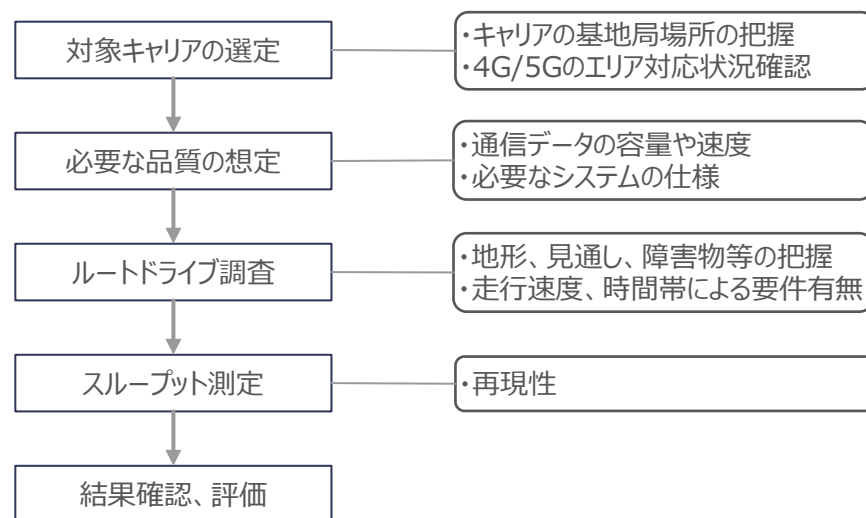
V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

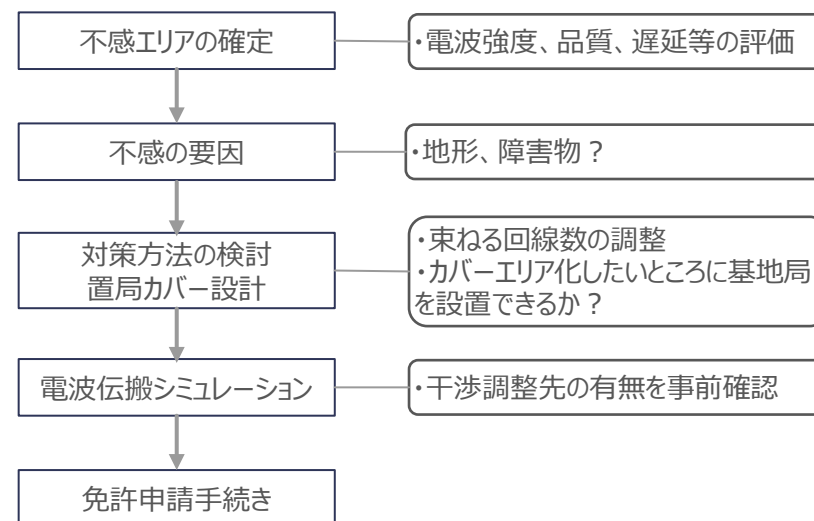
a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立 （追加検証） ローカル5GによるLTE弱電界地域の補完設計	項目 LTE弱電界を把握して、ローカル5Gによる適正な補完設計を実施	目標 ローカル5Gカバーエリアを効率的に配置して上りスループットが適正に確保されると共に、設計の目安を策定する	マルチ回線モバイルルーターにて、LTE弱電界を確認、把握した。これをもとに、ローカル5Gエリアカバーのシミュレーション実施&設計をして電波発射した。iPerfを用いてスループットを測定し必要なエリアに、適正な上りスループットを確保できていることを確認した（P71参照）。調査・設計のフローは本ページに記載。次ページ以降、P48-53にて以下を記載する。 - キャリアLTEの電波品質（地図） - キャリアLTEの電波品質（ルート時系列） - 全体の路線における、LTE不感エリアと通信手段確保についての説明 - ローカル5G基地局の仕様（2基地局） - 電波伝搬シミュレーション図（2基地局） 下記のフローと併せて設計の目安として策定した。	LTEの不感エリアについては、本実証結果より、ローカル5Gで対応できることは確保できた。また、上小阿仁村においては、LTE調査の結果、2か所のスポット通信の配置をもって遠隔監視はできることが分かった。但し、導入コストと地域の財政事業を考慮すると、不感エリアの規模感と個所数、地形による部分もあるが、単に置局してカバーするだけでなく、路側監視カメラによる監視であったり、専用道路化といった運用もコストと併せて柔軟に検討して設計することが必要であるとする。例えば、人が通らない専用道などでは、監視カメラによる危険監視などで、不感対策のコストを軽減する。

【事前調査】



【評価・設計】



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

路線エリアのキャリアLTEの電波品質確認について (ルート走行のトレースデータグラフ)

ここにカーに搭載する、通信ボンディングルーターにキャリア4G (C4G)SIMを挿してドライブテストした結果を以下、及び次項に図示します。



赤枠エリアが、各キャリア毎に不感 (電波強度や品質が良くない) に近い場所となる。
通信帯域確保のためには、最低2キャリアとプラスアルファの電波強度と品質が必要と考えられる。

①⑨、④⑦のエリアについては1キャリアしか電波状態が良くない場所となり、ここに (2 か所程度) 手当が必要と考えられる。

※②は小沢田地区と沖田面地区を繋ぐ山間道路となり見通しが悪い。

図の見方

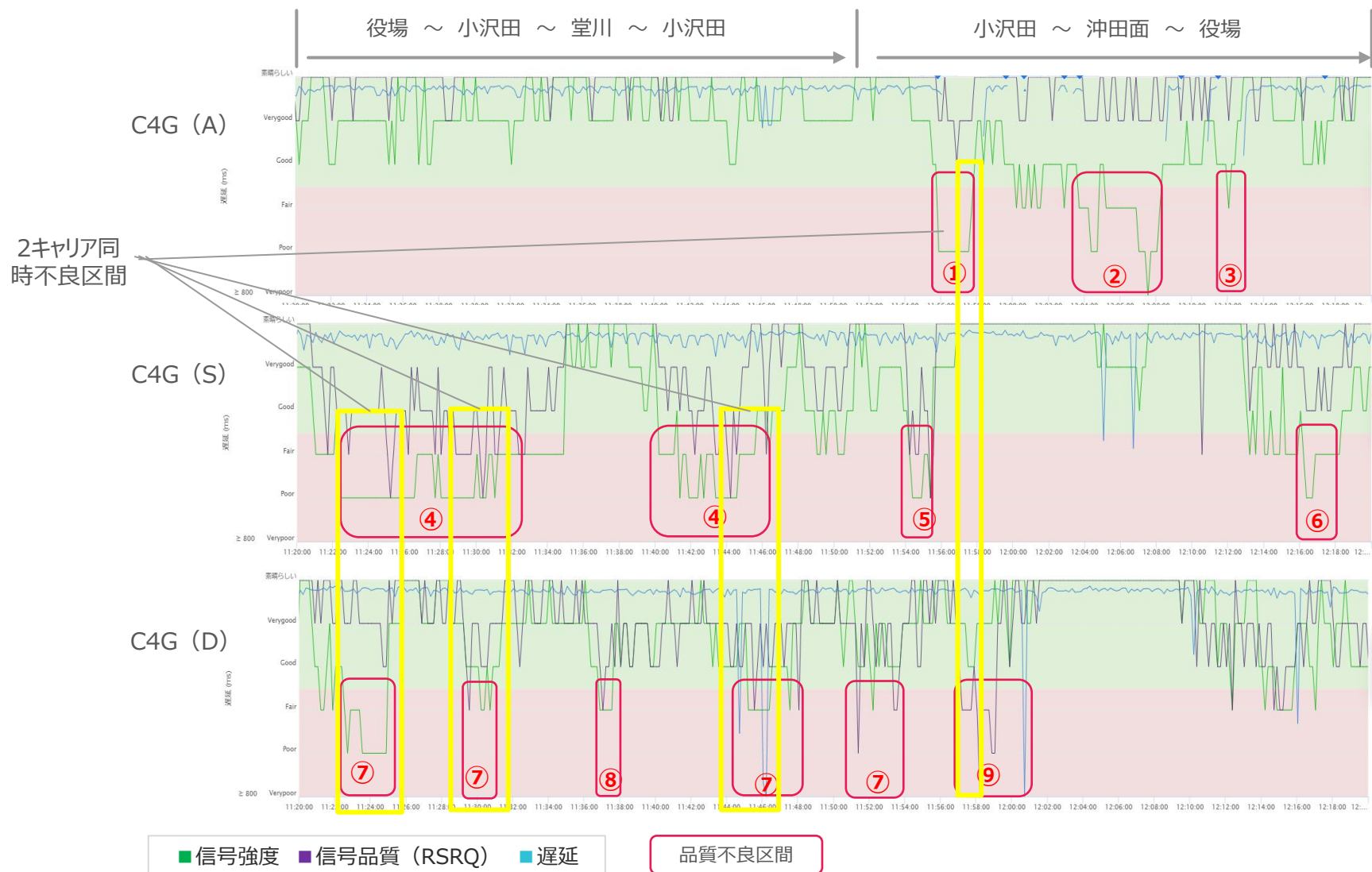


V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

路線エリアのキャリアLTEの電波品質確認について (ルート走行のトレースデータグラフ)



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

こあにカー全路線における、LTE不感エリアとローカル5Gの配置について

■ 不感エリアの確認と判定

- ・主要3キャリアについて、路線ルート上の電波強度と品質、通信速度を測定した（前述P48記載）。
- ・監視映像として必要とされるカメラ台数に求められる通信データ量を考え、3回線中2回線の電波品質が良くない場所（合計スループットが10Mbpsを確保できないといった場所）を不感エリアと判定した。本実証では、こあにカー全路線中、2か所についてLTEに加えて、スポット通信による不感エリア対策が必要であると判断した。

■ 通信手段の確立について

LTEボンディングルータ（マルチ回線ルータ）を用い、路線ごとに状態の良い通信回線を自動選択させることで安定した通信を確保できた。また、不感エリア対策としてローカル5G通信を不感エリアではボンディングできることを確認した。下図のボンディング組合わせ例の通り、事前の調査により、どの組み合わせが良いのか品質と場所の関係を測定することは重要である。

なお、置局設計において、ローカル5Gの基地局を多数配置しなければならない場合、電波干渉やハンドオーバー、あるいは他用途との併用といった視点でコストを考える必要がある。また、道路上に長くエリアを取る必要がある場合はセクターアンテナの導入、あるいはDASという選択肢まで幅広く考える必要がある。

ボンディングにより複数回線を束ねることは、通信するデータ容量に対しての手段確保であると同時に、回線の冗長も兼ねることになるため、遠隔監視・制御における安全性への貢献度は高い。

■ LTEボンディングルータ（マルチ回線ルータ）回線集約組合わせ例

パターン①	A1	B1	C1	L5G	
パターン②	A1	A2	B1	C1	L5G
パターン③	A1	A2	B1	B2	L5G

■ 通信手段としての回線集約



② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

実証環境の構築 ローカル 5 G基地局

上小阿仁村での自動運転サービス実証場所として、キャリアLTEの弱電界地域をエリアとしたローカル5G基地局を設置した。
ローカル5G基地局はCU/DU/RU内蔵の無指向性アンテナとし、コンクリート柱上（地上高約15m）に設置した。

ローカル5G基地局の主な仕様



項目	基地局相当
無線局数	1局
電波の型式	99M9 X7W
中心周波数	4849.98MHz
空中線出力 [W]	0.25W (24dBm) / ポート
アンテナ指向性	無指向性 外部アンテナ
キャリアとの同期条件	同期方式/準同期 TDD1
設置場所	秋田県北秋田郡上小阿仁村 小沢田古川布



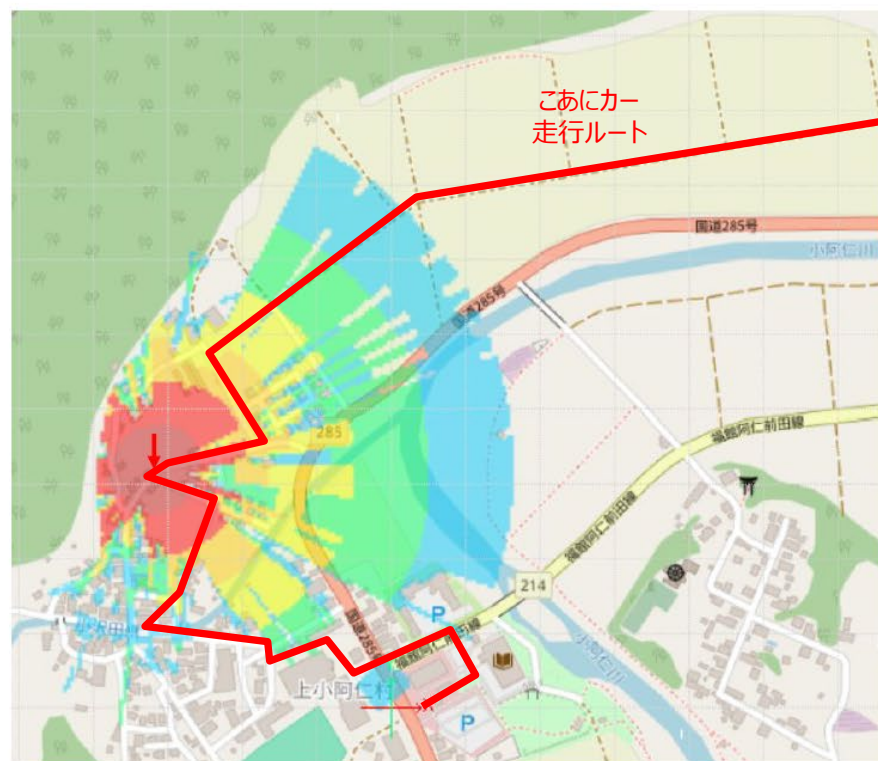
項目	基地局相当
無線局数	1局
電波の型式	99M9 X7W
中心周波数	4849.98MHz
空中線出力 [W]	0.25W (24dBm) / ポート
アンテナ指向性	無指向性 外部アンテナ
キャリアとの同期条件	同期方式/準同期 TDD1
設置場所	秋田県北秋田郡上小阿仁村 小沢田字向川原

② 検証項目ごとの結果

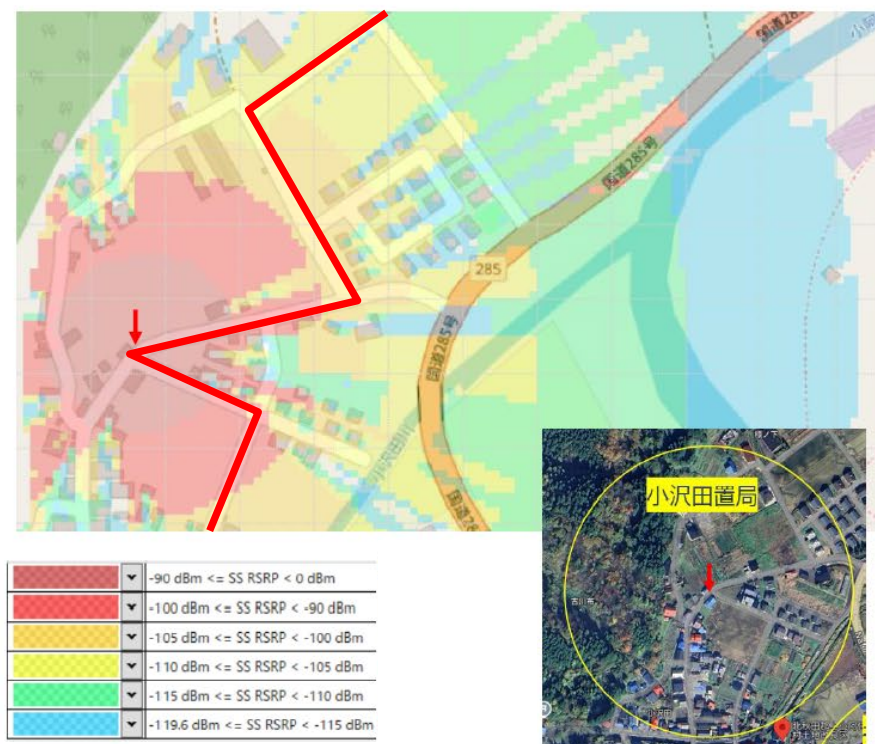
a. 効果検証 (参考資料)

ローカル5G基地局① 電波伝搬シミュレーション結果

キャリアLTEの電波が弱電界の場所において、ローカル5G電波伝搬のシミュレーションを行った。
基地局から見て北東には開けた土地があり電波の広がりが強いが、南や西は住宅や山の斜面が遮蔽となりあまり電波が飛ばない想定になっている。



(拡大図)



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

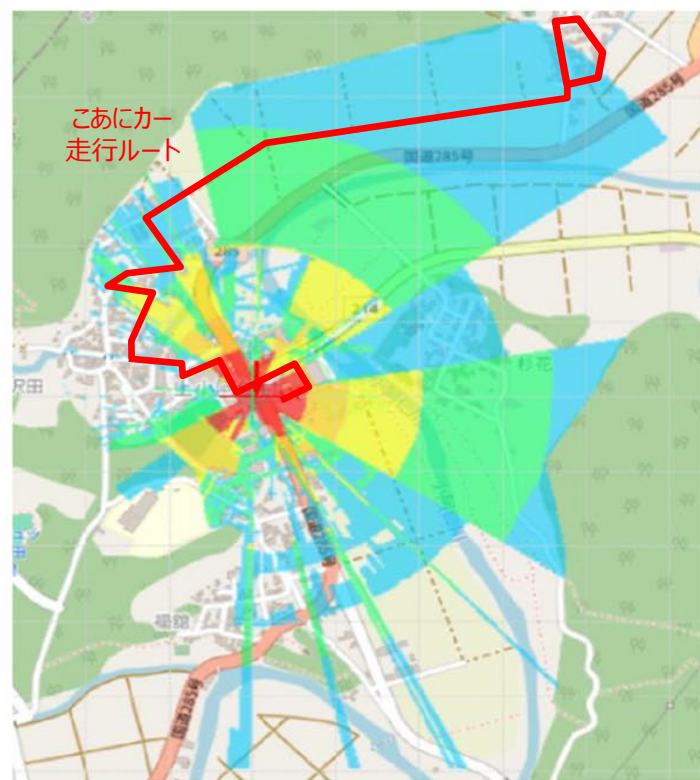
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

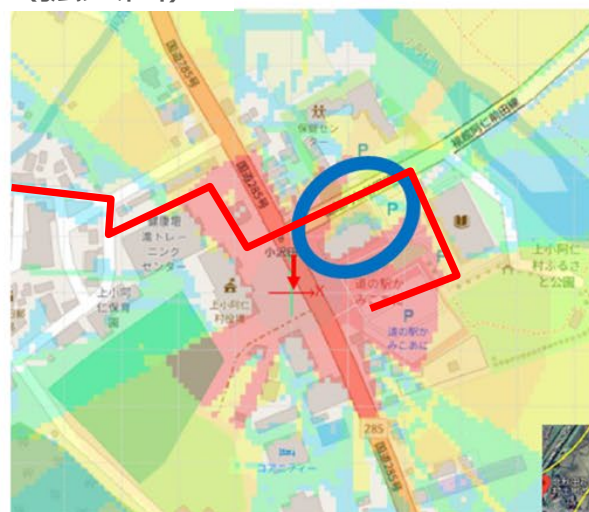
ローカル5G基地局② 電波伝搬シミュレーション結果

ローカル5G基地局①と同様にシミュレーションを実施した。

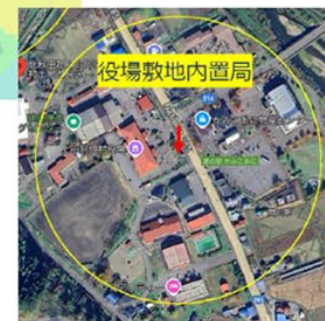
走行エリアの一部で、基地局の電波が建物の遮蔽され電波強度が弱い想定となっている。(図青枠)



(拡大図)



-90 dBm $\leq$ SS RSRP $<$ 0 dBm
-100 dBm $\leq$ SS RSRP $<$ -90 dBm
-105 dBm $\leq$ SS RSRP $<$ -100 dBm
-110 dBm $\leq$ SS RSRP $<$ -105 dBm
-115 dBm $\leq$ SS RSRP $<$ -110 dBm
-119.6 dBm $\leq$ SS RSRP $<$ -115 dBm



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
自動運転車両の監視に要求されるシステムスペック（最適カメラ配置及びそれら映像を伝送する通信）の確立 ・走行安全を監視するカメラの配置 ・ローカル5GによるLTE弱電界地域の補完	ローカル5Gエリアに車両が侵入した際、シームレスにネットワークにリンクアップすることを確認	電波調整対象エリアからカバーエリアに進入する電波受信過程で、30秒以内にリンクアップして、遠隔監視に支障がなく上りスループットが40Mbps以上確保されること	＜リンクアップ＞ 速度12kmで走行する車両において、LTEエリアからローカル5Gのカバーエリア(RSRP=-120dBm)へ端末が進入した際に、基地局とリンクアップするまでの時間を測定し、ローカル5G端末が上記条件下で概ね30秒以内にリンクアップできることを確認した。 ＜スループット＞ 速度12kmで走行する車両において、ローカル5G区間をiPerfを用いてスループットを測定し、ローカル5G区間の上りスループットが、一部を除き40Mbps以上確保できていることを確認した。なお、確保できていない所は、キャリアLTEの電波が良好で、映像伝送に必要なスループットが確保されていることを確認している。	リンクアップについて、本実証中に、端末がリンクアップに30秒以上の時間を要する事象が数回発生することを確認した。本運用の実装に向けてはネットワーク側のパラメータを調整することで改善できる見込みである。 ローカル5G区間で遠隔監視に必要な通信帯域を十分に確保することができ、ローカル5GによるLTE弱電界地域の補完の実装・横展開に寄与できると考えられる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

検証結果

ローカル5Gのカバーエリア(RSRP=-120dBm)へ端末が進入してから基地局とリンクアップするまでの時間を測定した。

端末が基地局と概ね30秒以内にリンクアップすることを確認し、カバーエリアの約80%相当の場所ではリンクアップが完了していることを確認したが、数回程度リンクアップに30秒以上かかることがあった。

考察

本実証で、今回想定した所要時間（30秒）内に端末がリンクアップすることを確認できた。但し、エリア設計時には、補完したいキャリアLTE弱電界地域とリンクアップに要する時間を考慮し、カバーエリア及びサービスエリアを適切に設計する必要がある。

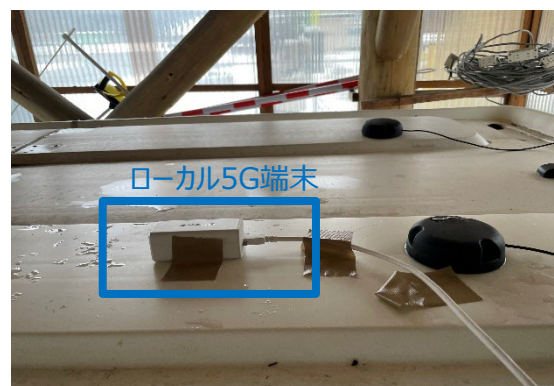
また、実証に先駆けて、様々な端末でリンクアップ時間を調査したところ、リンクアップ時間にばらつきがあることが確認された。本実験で用いた（シャープ製）端末ではリンクアップ時間を短くする対応を行っているが、他の端末を使用する際は、別途あらかじめリンクアップ時間を把握しておく必要があると考える。

なお、今回の実証において、セル検出・位置登録処理に失敗することが原因で、数回程度、リンクアップに30秒以上かかる事象が確認された。本事象を回避・改善するため、今後の実運用に向けて、位置登録処理の確度を高めるべく、ネットワーク側パラメータの調整が求められる。



測定地点

80%
相当エリア



自動走行車の上に設置したローカル5G端末

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
・遠隔監視室と車両の 双方向音声コミュニケーション機能の導入	走行する車両と遠隔監視拠点との音声コミュニケーションの開始・維持を確認	遠隔監視室と車両間のコミュニケーションを円滑に行うため、監視映像と音声通信の遅延が抑制され、映像と音声のずれによる違和感がないこと	住民に車両に乗車いただき、走行させながら車両側から遠隔監視拠点に対しての呼び出し・通話を行った。呼び出し操作は大きくわかりやすい物理的なボタンを採用することで、高齢の利用者でも問題無く遠隔監視拠点側を呼び出すことができた。 また、車両を走行させながら、遠隔監視拠点側から車両側への会話（案内）を行った。遠隔監視拠点側から車両側への音声も、車両側から遠隔監視拠点側への音声も確実に伝わっており、双方向で会話や案内ができた。遠隔監視拠点側で確認できる車両からの映像・音声はともに途切れやノイズ等の影響は確認されず、容易にコミュニケーション可能であった。また、映像と音声にずれはなく、遠隔監視員からは「車内の状況が手に取るようにわかり、遠隔運用できると感じた」という感想を得た。	今回導入した双方向音声コミュニケーション機能により、走行する車両と遠隔監視拠点間で音声コミュニケーションを開始・維持できた。 車両側映像との組み合わせにより、音声コミュニケーション機能は遠隔監視拠点側による車両側の状況をより容易・詳細に把握できた。また、遠隔監視拠点側といつでも容易に通話できることは、乗客の安心感を高める手段として概ね好評であり、自動運転車を使いやすく、かつ快適にする効果があった。 乗客誰でも、容易かつ円滑に通話ができる操作対応を実現できた。
	高齢者中心の地域におけるユーザビリティ性の高いインタフェースの検証	乗客誰もが簡単かつ円滑に通話対応が出来るために、アンケートによるユーザビリティ良さが70%以上	ICT機器の操作に不慣れな高齢者が利用することが想定されたことから、大きな物理的なボタンを押すことを車両側から遠隔監視室側を呼び出すトリガーとするシステムを構築した。 住民に車両に乗車いただき、遠隔監視室側に連絡を取りたい状況を想定し、物理ボタンを押下するところから通話を試行いただいた。検証に協力いただいた参加者の多くは高齢者であったが、タブレット等のICTデバイスを乗客が直接操作する必要がなく、物理ボタン押下による呼び出しで通話が開始でき、誰もが簡単に通話対応できた。走行中のロードノイズは音声コミュニケーション上大きな支障とはならなかった。乗客の音声コミュニケーションに対する全体的な満足度は71.5%となった。	ユーザビリティの高いインタフェースにより、乗客誰もが簡単かつ円滑に音声コミュニケーション機能による双方向通話が利用可能であった。運行トラブル時等に遠隔監視拠点側と会話したい利用者が、簡単な操作で利用でき、負担なく安心感を向上させることで利便性を向上できたといえる。 車両中央付近に設置した呼び出し用の物理ボタンについて「手が届きにくい」という意見があったため、物理ボタンの複数設置等の改善を予定している。
			P57-60にて詳細説明 P61-70にて住民機能体験アンケート	

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

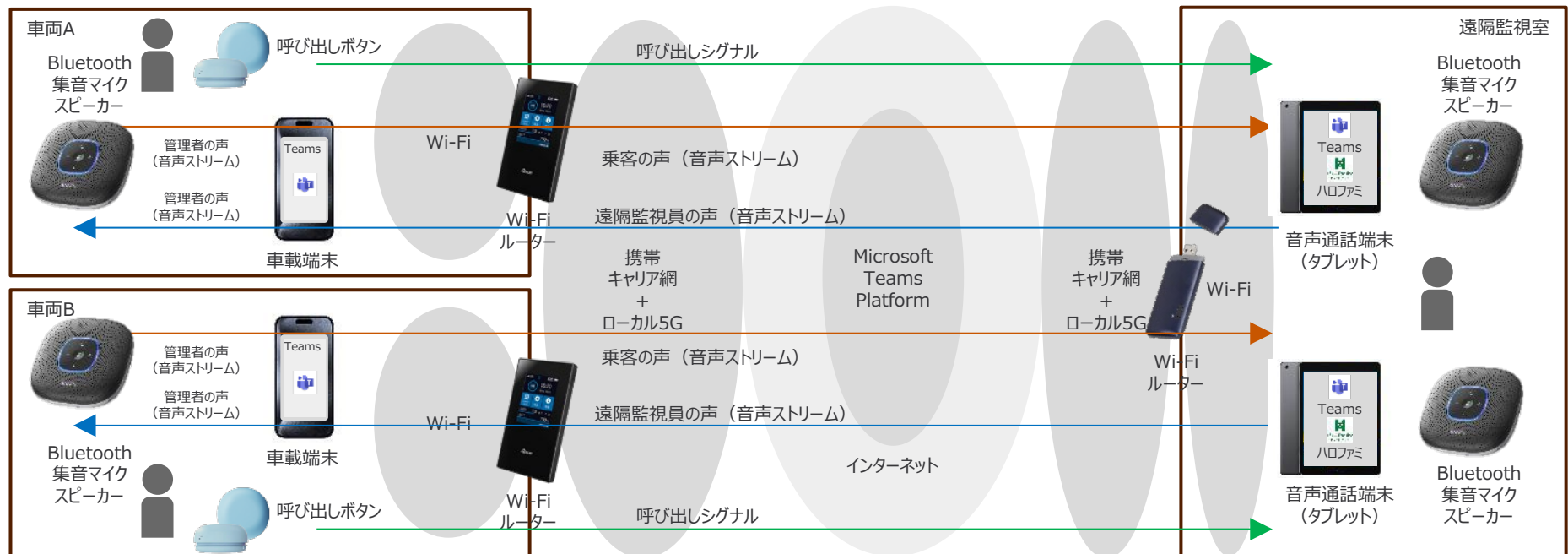
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

音声コミュニケーション機能概要 (システム構成)

本システムは、車両内と遠隔監視室間で音声通話を実現する。Bluetoothスピーカー・マイク、スマートフォン、Wi-Fiネットワーク、携帯キャリア回線（不感地帯ではローカル5Gを使用）、Microsoft Teamsプラットフォームを組み合わせ構成している。車両には、Bluetoothスピーカー・マイクが設置され、乗客の音声を収集し、スマートフォンを介して送信される。スマートフォンにはMicrosoft Teamsアプリがインストールされており、Wi-Fiルーター、携帯キャリア回線を使用しインターネットに接続され、音声はMicrosoft Teamsプラットフォームを通じて遠隔監視室にリアルタイムで伝送される。遠隔監視室では、タブレット端末で受信した音声を再生し、Bluetoothスピーカーから出力される。また、遠隔監視員はBluetoothマイクを用いて応答でき、その音声は同じ経路で車両に送信される。この双方向通信により、車両内外でリアルタイムな音声通話が可能となる。このシステムの特徴は、遠隔監視員を呼び出せる「呼び出しボタン」を設置することで、乗客が複雑な操作を必要としないため、スマートフォンなどの端末操作に慣れていない高齢者でも簡単に利用できる点である。また、安価な機器やサービスを活用している点が挙げられる。このほか、1対2遠隔監視・操作や1対3遠隔監視・操作を見据え、車両の柔軟な追加に対応するため、車両毎にシステムを独立した構成とした。



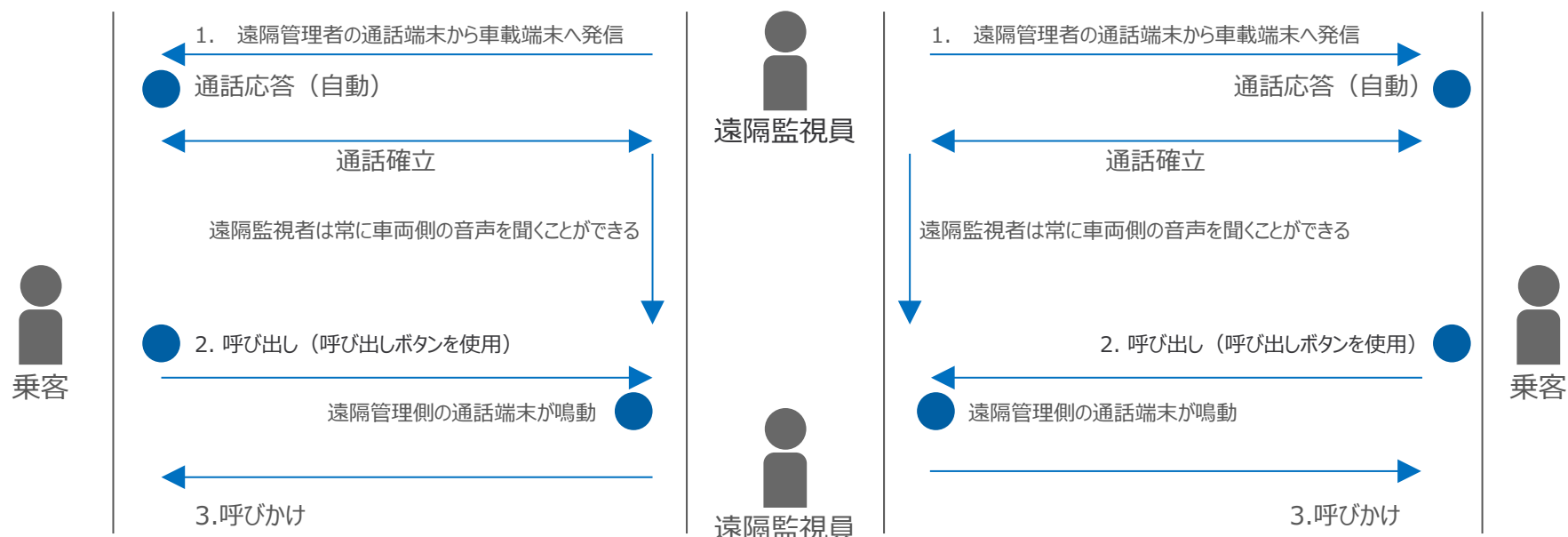
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

音声コミュニケーション機能概要 (通話シーケンス)

この通話システムは、車両内と遠隔監視員の間でリアルタイム音声通話を可能にし、乗客の操作を最小限に抑えた設計となっている。音声の伝送経路は、映像と同じローカル5Gを含む伝送路を使い、映像とのズレが少なくなるように設計した。通常の運用では、運行開始前に遠隔監視員が端末から発信し、車載端末は自動で受話することで通話を確立する、一度接続が確立されると、運行中は常時接続が維持され、遠隔監視員が車内状況をモニタリング可能となる。接続が切れても自動再接続機能が作動し、手動再発信でも再接続が可能であり、このとき乗客の操作は不要であるため、スタッフや乗客に負担を掛けず、簡易に常時通話環境を実現・維持可能である。また、乗客は呼び出しボタンを押すことで遠隔監視員に通知でき、緊急時や助けが必要な場面で迅速なコミュニケーションを実現する。乗客は複雑な操作を覚える必要がなく、簡便な利用が可能となる。



接続と通話の手順

- 1. 運行開始時** : 遠隔監視員から発信、車両側は操作なし自動応答、常時接続（Teams）
- 2. 緊急時等** : 呼び出しボタンの押下で遠隔監視員側の通話端末が鳴動（呼び出しボタンアプリ）
- 3. 上記以降** : 遠隔監視員が車両へ呼びかけ（Teams）

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

ユーザビリティ性を考慮した車両側設備と乗客への案内

この呼び出しボタンは、乗客が不安を感じた際や困った状況で、簡単かつ直感的に遠隔監視員に通知できるようデザインした。端末の複雑な操作を不要とするため、シンプルな押しボタンを採用し、利用時のストレス軽減を図る。また、従来の鉄道などに設置される赤色の「緊急用ボタン」とは異なり、緊急時に限らず、乗客が気軽に使用できるデザインと説明文とすることを意識した。柔らかなオレンジ色を基調にすることで、ボタンの押下が心理的なハードルとならないよう配慮している。さらに、「困ったときや不安なときに押してください」といった案内文を添えることで、利用者が状況を問わず安心してボタンを押せる雰囲気を醸成している。この設計により、乗客が安心感を得られるだけでなく、遠隔監視員が乗客の状況を素早く把握し、適切な対応を取ることが可能となる。また、住民向けの予約方法説明チラシに呼び出しボタンについての案内も加え、車両乗車事前でも、呼び出しと通話機能の存在を伝え安心感の醸成を図った。

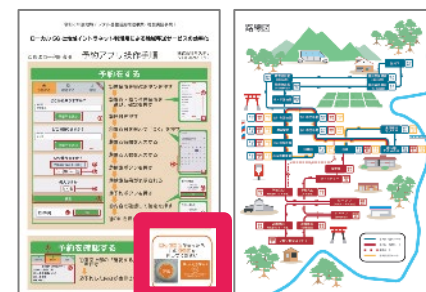
呼び出しボタン



案内貼り紙



住民向け予約方法の説明チラシ



② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

音声コミュニケーション機能の実装状況

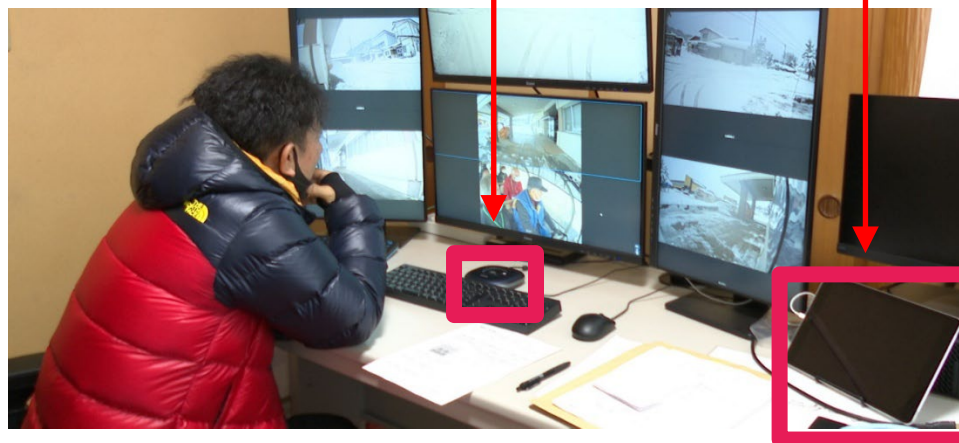
遠隔監視室

遠隔監視室には、車両内とリアルタイムで音声通話を行うための専用端末とBluetoothスピーカー/マイクを設置している。これにより、車両内の状況を常時モニタリングし、必要に応じて迅速に対応できる仕組みを構築している。監視室に設置されたデバイスは、手が届きやすい位置に配置され、遠隔監視員が迅速に操作や調整を行えるよう実装した。また、マイクは遠隔監視員の音声を効果的に収録できる位置に配置している。デバイスは小型で省スペース設計となっており、限られた作業エリアでも邪魔にならないのが特徴である。さらに、電源は給電しながらの利用が可能のため、長時間の運用においても安定した機能を発揮する。

Bluetoothスピーカー・マイク



通話端末



遠隔監視室

車両

マイクスピーカーは聞こえやすさと集音性を考慮し、乗客の耳に近くでもある上部中央に設置した。また、装置そのものは小型で、車内の限られたスペースに設置した。さらに、デバイスは電源を常時給電しながら動作する仕様で、長時間運用中の安定した動作を可能にしている。呼び出しボタンも、視認しやすく、すべての席の中心である上部中央に設置した。これらにより、乗客の使い勝手を向上させつつ、運行中のスムーズなコミュニケーションを確保した。



車両内部の様子

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

音声コミュニケーション機能の検証方法

検証方法

こあにカーに取り入れる遠隔監視室と円滑に双方向コミュニケーションができる車内通話システム等のDX化に関する地域住民や運用者によるテストを行い、その使用感等の意識調査を行うことを目的として実施した。地区別に3班に分かれてそれぞれ、乗客の立場でこあにカーへ乗車した上で車内通話システムを体験してもらい、その後、使用感等のアンケート調査を実施した。各調査の調査内容は下表の通りで、調査票を参加者に配布し、会場で記入いただき、記入後にその場で回収した。

検証協力者

小沢田地区 5名	役場や道の駅、診療所などが集中する地域で、こあにカーの運行ルート密度が高い地域。この地区の方の多くは運行ルート上に居住しているものの、施設が徒歩圏内であるため乗車頻度の低い方々である。
堂川地区 5名	役場から2km程離れた集落で、運行ルート上にある地域。参加者は乗車頻度の低い方々となったが、親世代が利用していたり、元運転補助者も含まれていた。
沖田面地区 4名	まだ、運行ルートに含まれていないものの、令和7年度から、新規運行する予定となっている地域。村にとって古くからの商業の中心地となっている。

調査項目

車内通話システムに関するアンケート調査

設問1.乗車席番号

設問2.車内通話システムの全体的な満足度

設問3.通話時の音質

設問4.通話時の音量

設問5.通話時の遅延

設問6.通話途中に途切れの有無

設問7.車内通話システムがあることによる安心感

設問8.車内通話システムの改善点・新たに追加してほしい機能や要望

乗車・音声コミュニケーション機能体験

本検証では、協力者に実際にこあにカーに乗車してもらい、走行しながら実証試験を実施した。検証は、役場を発着点とする約20分の小沢田周回ルート上で行い、車内での乗客と遠隔監視室とのコミュニケーション機能を実際に使用してもらう形で進めた。乗車定員が5人であることから地区毎に乗車して検証を実施した。また、乗客が不安・懸念を感じるトラブル発生時の対応を想定し、乗客からの呼び出しをきっかけに会話を始めつつ、遠隔監視員の質問により車両の状況を聞き取る形を想定し、以下の様なシナリオで実施した。



◆乗客

呼び出しボタン操作

◆監視室

読み出し音確認
ミュート解除

◆監視室

遠隔監視員が
乗客に状況をヒアリング

評価の様子



車両走行の様子



乗車・音声コミュニケーション機能体験

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

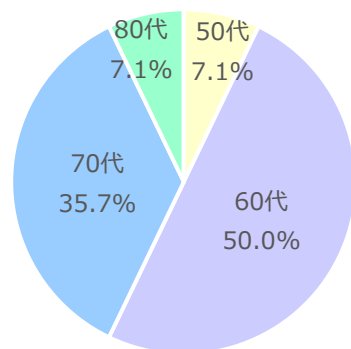
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

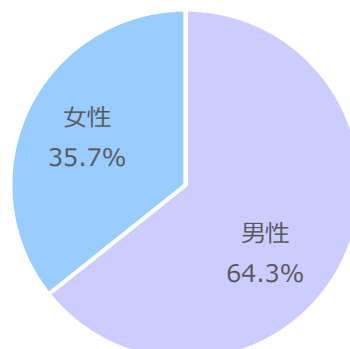
アンケート調査対象者の属性

年齢



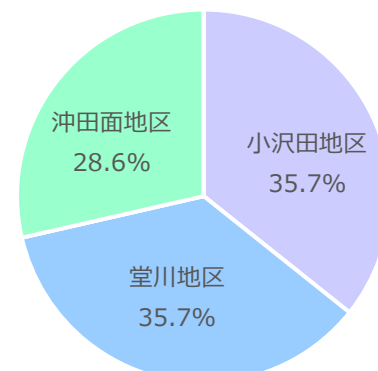
アンケート調査にご協力いただいた住民は60代と70代が全体の85%以上を占める結果となったが、実際の搭乗者では調査対象者の親世代も多いとのことで、高齢者層がこのアプリの主要な利用者であることを示しており、インターフェース設計や操作性、サポート体制において、高齢者向けの配慮が特に重要であることが分かる。

性別



アンケート調査に協力してくれた住民は男性が多く、本書の評価結果は男性による回答が6割を占めることを考慮し考察する必要がある。デザインや使用感については、女性にも親和性の高いものや使い勝手について考慮することで、サービス全体の満足度を向上させる余地があると考えられる。

居住地区



今回のアンケート調査では沿線（予定を含む）の3地区の住民にご協力をいただいた。小沢田地区は運行ルート密度が高く利便性が高いものの、施設が徒歩圏内にある。堂川地区は役場から離れており、親世代の利用がある。沖田面地区は運行予定地域であり、商業の中心地としての特性から今後の利用者増加が期待される地区である。地区ごとに異なる交通ニーズが存在し、それぞれの特性を考慮したアプローチが重要であると考えられる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

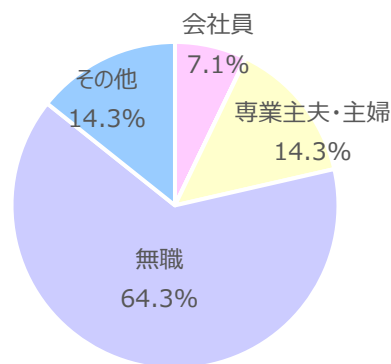
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

アンケート調査対象者の属性

職業

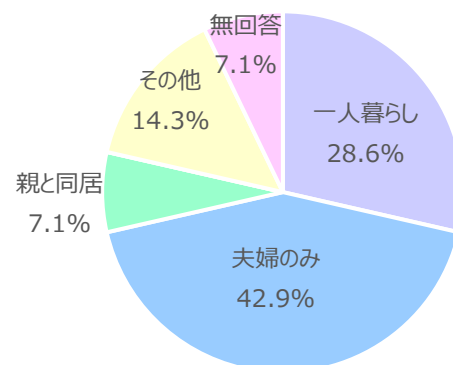


アンケート調査にご協力いただいた住民は60代と70代が全体の85%以上を占める結果となったが、それを反映して無職の割合が6割を超えた。

選択肢には「自営業（農林業含む）」もあったが、こちらは0人だったことから、沿線地区は農林業従事者ではない無職の高齢者層が多くを占めることが推測される。それにより、仕事目的よりも日常生活や買い物、医療機関の利用を目的とする人々であることが考えられる。

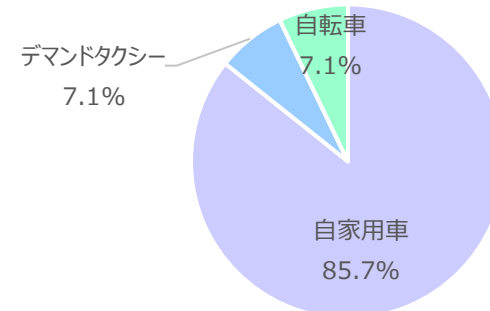
今後の商業の中心地である沖田面地区への延伸を踏まえ、より多様な利用が見込まれることから、アプリの操作性が高齢者にも配慮され、直感的かつ簡単に操作できることが重要であることが分かる。

家族構成



多くの利用者が高齢夫婦や単身高齢者であることが推測される。特に一人暮らし世帯の割合が高いことは、移動手段の確保やサービスの利便性向上が、孤立化の防止や地域住民の互助関係、コミュニティ維持に大きな影響を与えることを示している。

普段の移動手段



※こゑにカーと回答した人は0.0%

地域の移動手段において、自家用車への依存度が極めて高いことが示されている。一方で、高齢化が急速に進行している地域でもあり、自家用車を利用できない層に対する代替移動手段の提供が課題であることも浮き彫りとなっている。特に高齢者や運転免許を返納した住民にとって、利便性の高いサービスが求められていると考えられる。

② 検証項目ごとの結果

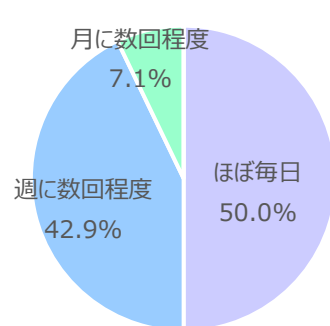
a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

アンケート調査対象者の属性

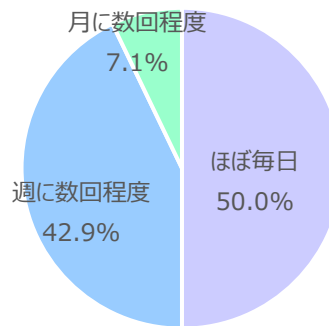
外出頻度 (春・秋)

【選択肢】ほぼ毎日/週に数回程度/月に数回程度
/あまり外出しない



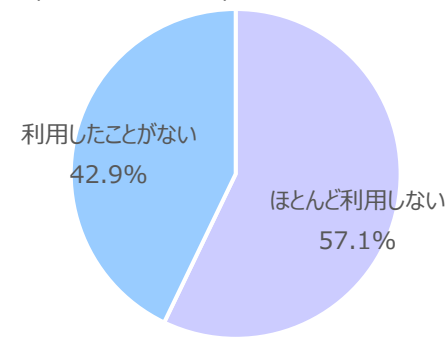
外出頻度 (積雪時)

【選択肢】ほぼ毎日/週に数回程度/月に数回程度
/あまり外出しない



こあにカーの利用頻度

【選択肢】週に複数回/週に1回程度/月に数回程度
/ほとんど利用しない/利用したことがない



多くの住民が日常的に外出を行っていることが分かる。一方、月に数回程度しか外出しない層も存在するため、このような人々の移動を支援する取り組みが重要と考えられる。特に高齢者や移動手段に制限がある住民にとって、アクセス可能で利便性の高い交通サービスが必要であると考えられる。

積雪時にも高頻度で外出する人が多く、積雪時も春・秋と同様に外出頻度を維持する人が多いと考えられる。これにより、積雪時でも安定した移動手段が求められており、移動の利便性を保つためのサービス提供の継続や利便性の向上が重要であることが示唆される。

現状ではこあにカーが住民の日常的な移動手段として十分に浸透していないことがうかがえる。利用者の声を反映した運行計画の見直しや、利用促進のための広報活動の強化、各種生活サービスとの連携等が必要であると考えられる。

② 検証項目ごとの結果

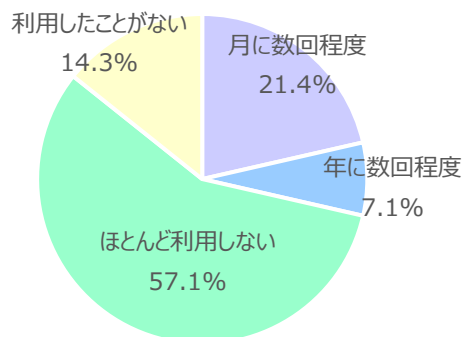
a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

アンケート調査対象者の属性

診療所の利用頻度

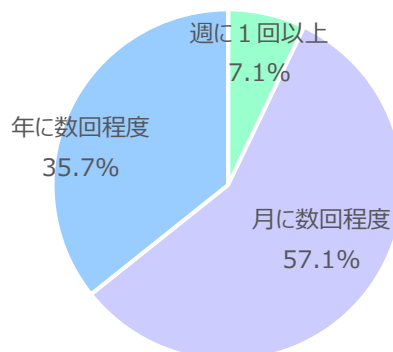
【選択肢】週に複数回/週に1回程度/月に数回程度
/ほとんど利用しない/利用したことがない



アンケート調査にご協力いただいた住民の中では、「月に数回程度」の利用は2割程度となったが、高齢化が急速に進行している地域でもあり、今後、この割合が高まることが予想される。アンケート調査対象者の親世代のケアも含め、診療所へのアクセス確保の重要性は今後より高まるものと考えられる。

道の駅の利用頻度

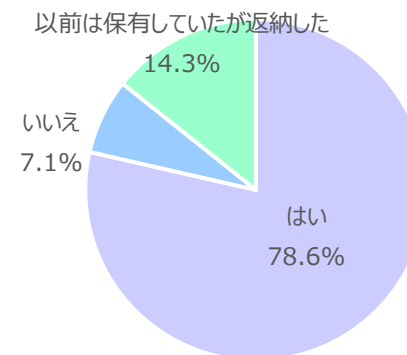
【選択肢】週に複数回/週に1回程度/月に数回程度
/ほとんど利用しない/利用したことがない



多くの住民が道の駅を比較的定期的に利用していることが分かる。道の駅が地域住民にとって重要な生活拠点であることが考えられる。今後、道の駅の利活用が進んだ場合、より重要性が増すものと考えられる。

現在の運転免許証の保有状況

【選択肢】はい/いいえ/以前は保有していたが返納した



多くの参加者が自家用車を利用する傾向がある一方で、運転免許を所持していない層も一定数存在していることがわかる。自家用車依存度が高い地域でありながら、高齢者のみ世帯が急速に増加している地域でもあり、今後、返納者の割合は増加することが予想される。移動手段の確保は重要な課題であり、早い段階でそのような層が公共交通サービスを利用しやすいシステム設計や運行ルートの整備が求められる。

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

アンケート調査対象者の属性

運転免許証の返納意向

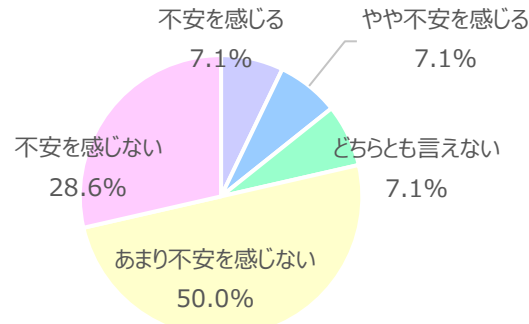
【選択肢】3年以内に返納の意向がある/5年以内に返納の意向がある/当面、返納の意向はない/どちらとも言えない



運転免許証を保有している全員が「当面、返納の意向はない」と回答しており、地域住民の多くが免許返納による生活の不便さを懸念している可能性を示している。自家用車が移動の主要手段となっており、免許返納に対する不安や抵抗感が高いことが考えられる。

日常生活での移動の不安

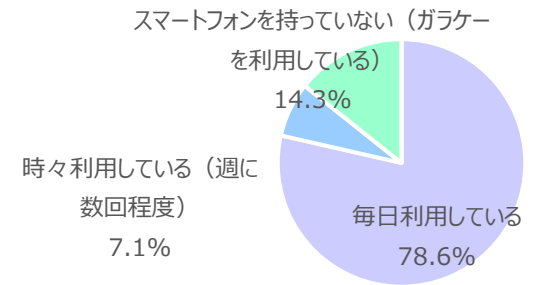
【選択肢】不安を感じる/やや不安を感じる/どちらとも言えない/あまり不安を感じない/不安を感じない



多くの人は日常生活の移動に対して不安を感じていないものの、一定数の人が移動に不安を抱えていることが分かる。「不安を感じる」「やや不安を感じる」と回答した方は、問12で「運転免許証を保有している」と回答した方であり、現在、自家用車を運転している住民の中にも不安を抱えている人が居ることがわかる。このような住民に運転免許証の返納を促すためにも、代替手段となる交通サービスの提供が求められる。

スマートフォンの利用状況

【選択肢】毎日利用している/時々利用している(週に数回程度)/ほとんど利用しない(月に数回程度以下)/スマートフォンを持っていない(ガラケーを利用している)/スマートフォンもガラケーも持っていない



アンケート調査にご協力いただいた住民の78.6%が毎日スマートフォンを利用しており、デジタル端末に慣れている層が多いことがわかる。一方で、スマートフォンを持たずガラケーを利用している層もいることから、アプリの操作性向上のみならず、非スマートフォン利用者向けのサポート体制の整備が求められる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

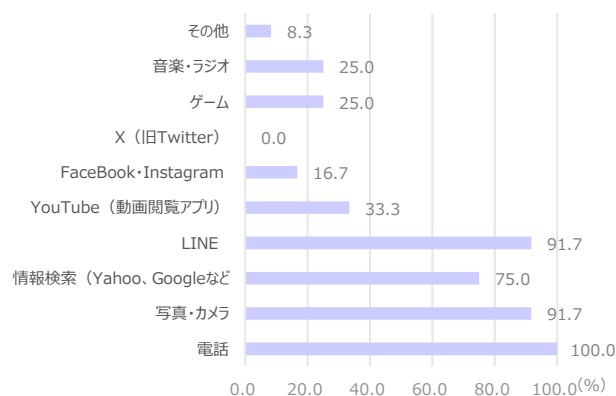
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

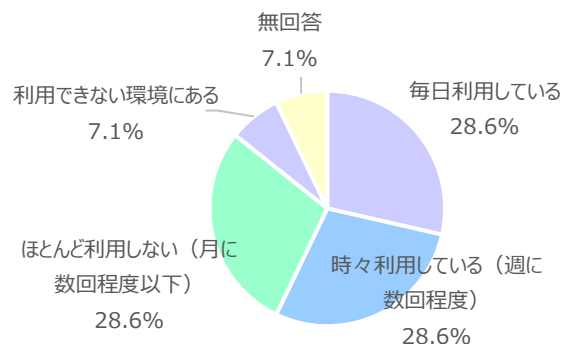
【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

アンケート調査対象者の属性

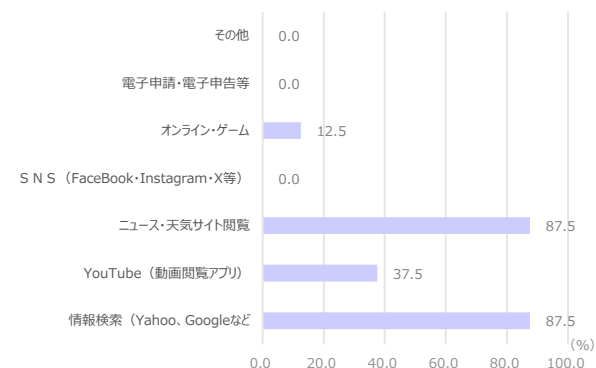
スマートフォンで利用するアプリや機能（複数回答）



インターネット（スマートフォン以外）の利用状況



インターネットの主な利用目的（複数回答）



スマートフォンで最も利用されている機能は「電話」となっているが、SNSでは「LINE」の利用に特化しており、「情報検索」も75%と多くの利用者が活用しており、日常生活での情報収集に使われていることがうかがえる。これらの機能の操作は日常的に行っているとも考えられ、アプリの操作性検討の参考になるものと考えられる。

アンケート調査にご協力いただいた住民の一定数がインターネットを積極的に活用していることが分かる。一方で、「時々利用している」と「ほとんど利用しない」と回答した割合が同程度であり、利用にばらつきが見られる。

アンケート調査にご協力いただいた住民のインターネット利用は、生活に必要な情報収集が主目的であり、娯楽目的での利用は限定的と考えられる。サービス提供の際は情報アクセスの容易さを重視する必要があると考えられる。

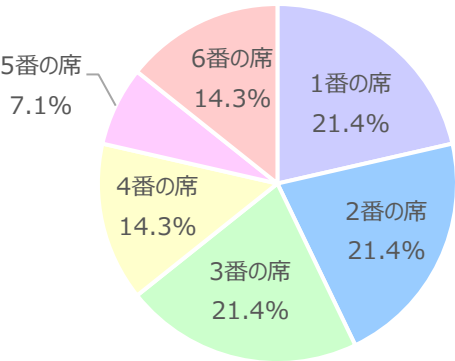
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

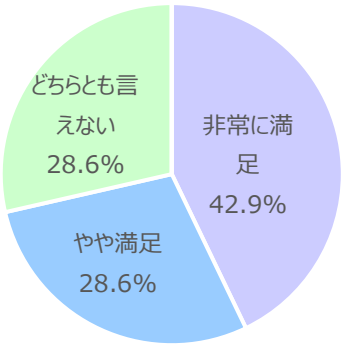
【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

利用者に対し実施したアンケート調査結果

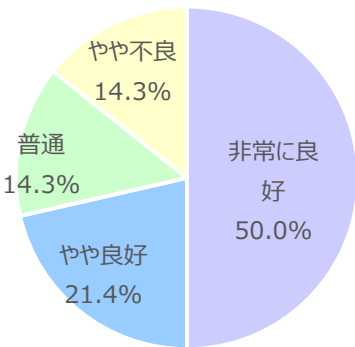
乗車席番号	機能の全体的な満足度	通話時の音質
-------	------------	--------



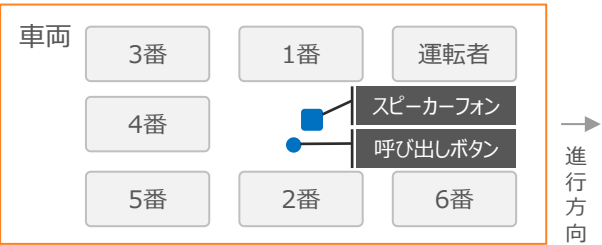
参加者14名にこあにカーに交代で乗車していただき、音声コミュニケーション機能を試していただいた。その座席は下図の1番～3番の席にはそれぞれ計3名の方が座り、4番の席には計2名の方が座り、5番の席には1名の方が座り、6番の席には計2名の方が座った。



多くの利用者が機能に満足している一方で、一部の利用者は中立的な評価を示していることがわかる。この中立的な評価が、席の位置による音声の聞こえ方や操作の利便性に起因している可能性があるため、さらなる改善や利用者へのサポートが必要と考えられる。



全体の約71.4%が通話時の音質に肯定的な印象を持っていることが分かる。一方、音質を「やや不良」と評価した2名は3番と5番の席に座っていた。このことから、席の位置が音質評価に影響を与える可能性が考えられる。



CSAT : 71.5%

CSAT : 71.4%

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

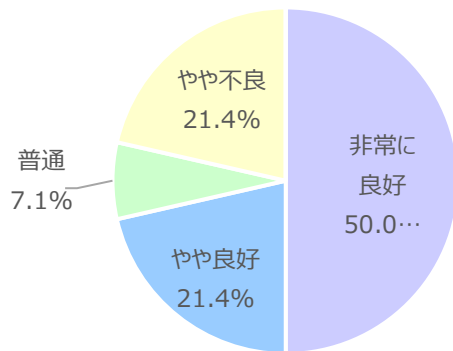
a. 効果検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

利用者に対し実施したアンケート調査結果



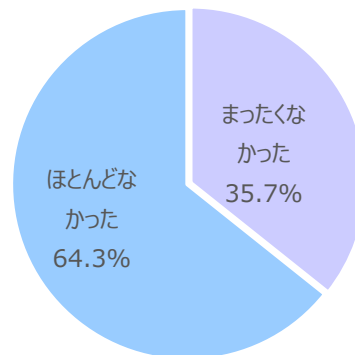
通話時の音量



「やや不良」と回答した3名は1番、3番、5番の席に座っており、座席の配置や音響環境が音量評価に影響を及ぼしている可能性が示唆されている。全体的な満足度は高い一方で、一部の席における音量調整やスピーカーの配置改善が課題として挙げられる。

CSAT : 71.4%

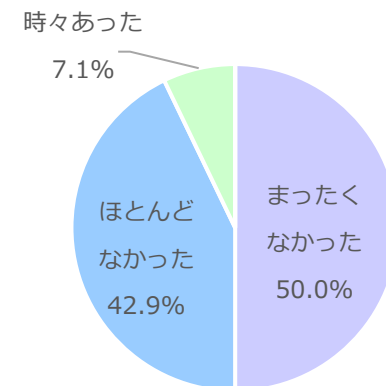
通話時の遅延



遅延に関する満足度は高いことが示された。通信技術の安定性を反映している一方で、まったく遅延がなかったとする割合がやや低いため、さらなる遅延軽減の取り組みが求められる。

CSAT : 100%

通話途中に途切れの有無



参加者の92.9%が途切れの問題をほとんど感じていないことがわかった。「時々あった」と回答した1名は3番の席に座っており、通信環境やデバイスの配置に影響を受けた可能性が考えられる。

CSAT : 92.9%

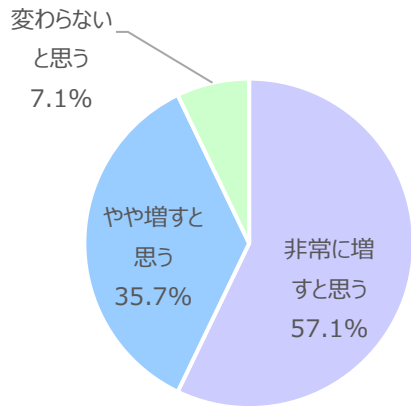
② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証（参考資料）

【検証結果詳細】 遠隔監視室と車両の双方向音声コミュニケーション機能の導入

利用者に対し実施したアンケート調査結果

機能があることによる安心感



参加者14名のうち、音声コミュニケーション機能があることによる安心感について、非常に増えると思うと回答したのは8名で、やや増えると思うと回答したのは5名で、変わらないと思うと回答したのが1名という結果になった。変わらないと思うと回答した1名は70代の4番の席に座った女性の方だった。

CSAT : 93.9%

改善点・新たに追加してほしい機能や要望（概要）

A. 顔が見える機能への期待

・遠隔通話時に顔が見える機能（テレビ電話）があると、安心感が増すとの声が多い。特に高齢者にとって、視覚的なコミュニケーションが重要とされている。

イ. 音量調整機能の必要性

・音量が小さいと聞こえにくいという指摘があり、個々の利用者や状況に応じて音量を調整できる機能が求められている。特に高齢者向けに音量を大きくできる仕様が望まれている。

ウ. 後部座席での利便性向上

・後部座席にも呼び出しボタンを設置することで、利用者の利便性が向上するとの意見がある。

エ. 悪天候時の安心感の課題

・吹雪などの悪天候時には安心感が減少すると指摘されており、安心感を高めるためのシステム改善が求められている。

考 察

車内通話システムは安心感を高めるツールとして概ね好評であり、住民の安心感向上や利便性向上に寄与する多くの可能性が示された。

一方で、いくつかの課題が明確になった。まず、遠隔通話時に顔が見えるテレビ電話機能の追加が高齢者を中心に強く求められており、視覚的なコミュニケーションの実現により安心感を与える可能性がある。また、音量が小さいという指摘から、利用者の個々のニーズや状況に応じた音量調整機能が必要とされている。特に高齢者向けには、音量を大きくできる仕様が求められる。スピーカーの大型化や複数台の設置により、さらに満足度を高められる可能性がある。さらに、後部座席の利便性向上として、呼び出しボタンの設置が提案されており、これにより利用者全体の利便性が高まると期待される。後部座席にも呼び出しボタンを設置するなど、全席で均一に使いやすい環境の提供が望まれる。加えて、吹雪などの悪天候時には安心感が低下するという課題があり、システムの改善を通じてこの懸念を解消する取り組みが必要とされる。これらの課題への対応は、システムの効果を最大化し、住民の満足度をさらに向上させる鍵となる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

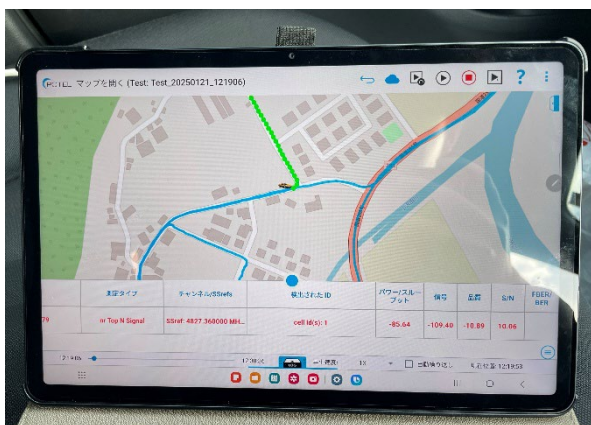
② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

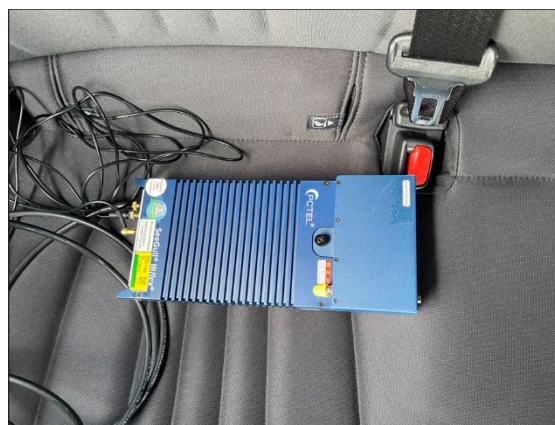
ソリューション		検証ポイント		検証結果	考察
気象・環境要因による無線通信への影響		項目	目標		
・車両運行監視体制における濃霧、降雪等の影響		山間地域である上小阿仁村において、環境要因（濃霧、降雪時）によるローカル5Gエリアと走行への影響について確認	環境要因に影響なく遠隔監視がおこなわれることを確認	ここにカー走行ルート上の任意の地点において、各天候時のローカル5G電波強度（RSRP）とスループット（上り）の値を測定し、各天候時においても、問題なく遠隔監視できることを確認した。	各天候条件において、電波強度/スループットに大きな差異は見られず、気象要因が無線通信へに影響を及ぼす可能性は低く、降雪や雨の中でも実装できると考えられる。
		<結果>		晴 : RSRP= -107 dBm スループット 96Mbps 雨 : RSRP= -109 dBm スループット 102Mbps 降雪: RSRP= -104 dBm スループット 100Mbps 霧 : RSRP= -107 dBm スループット 98Mbps	

<概要>

実験場所である上小阿仁村は、1年の3分の1が雪で覆われる豪雪地であり、このような環境下において、気象要因による無線通信への影響（主に降雪の影響）を調査するために、エリアテストを用いて各天候時の電波強度を測定した。



エリアテスト操作用タブレット



エリアテスト



GPSアンテナと電波測定アンテナ

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

検証結果

各天候条件（晴、雨、霧、雪）の場合に、実証エリア周辺をドライブテストし、ローカル5Gの電波強度を測定した。結果は下図の通りであり、天候によって電波強度に大きな差異は見られなかった。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例
クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)
クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
気象・環境要因による無線通信への影響 ・車両運行監視体制における濃霧、降雪等の影響	項目	目標		
	車載センサーにより走行ルート上の環境データ（路面状態等）を収集・判定し、悪天候時等に可視データ以外の方法で走行環境情報をリアルタイムに確認	Lv4(無人状態でのサービス)において、走行道路状態を遠隔監視拠点で把握できることにより、サービス安全性の向上ため、路面判定精度99%、サンプリング周期0.1秒を確認	路面判定精度について、走行中の判定結果は、オフラインでカメラ映像と目視結果を比較したところ、積雪路にて、ランダムに100サンプル中誤判定は0サンプル、湿路にて、100サンプル中誤判定は5サンプルとなり、両積雪路および湿路における精度はそれぞれ100%および95%となり、ほぼ正しい結果を判定したと考える（詳細以降参照）。また、サンプリング周期は0.1秒で対応確認できた。 走行ルート上における道路状態を遠隔監視室でリアルタイムにモニタリングできるよう多様なセンサをこゝにカーに装着し、これらのセンサデータを高性能センササーバに集積して0.1secごとにサンプリングした。 路面状態を判定した結果をさらに判定精度を向上させるため、10サンプル（1sec）ごとに平均化して平均値を算出することにより、定性的に6路面状態（乾燥路、湿路、湿潤路、シャーベット、圧雪路、凍結路）及び定量的道路状態の指標（滑り摩擦係数・平坦率）をリアルタイムに算出できることを確認した。 また、これらのセンサデータ及び判定結果は、モバイルルータを経由して1secごとに遠隔監視室に送信され、監視モニタの地図上に路面状態及び道路状態の指標をリアルタイムに表示が可能となり、走行路状態の安全性を視覚的に確認することが可能となった。	これまでの路面センシング及び判定プロセスにおいては、センササーバの計算能力により1.0secごとにサンプリング及び路面判定を行っていたが、道路面の不均一性によりセンサ出力もランダム性を有していたが、本実証ではより高性能なセンササーバ（エッジコンピュータ）を導入し、サンプリングレートを10倍（0.1sec）に向上させて、10サンプリング結果を平均化することにより、路面状態の判定精度を向上させることが可能となった。 また、同様に滑り摩擦係数及び平坦性もサンプリングレートが0.1secにより、対象の道路間隔の分解能が10倍となり、平均化によりこれらセンシングのランダム性をフィルタリング効果により、結果として精度も向上していると考えられる。
			検証結果の詳細及びデータは、P74-80にて説明	考察詳細は、P81-82にて説明

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

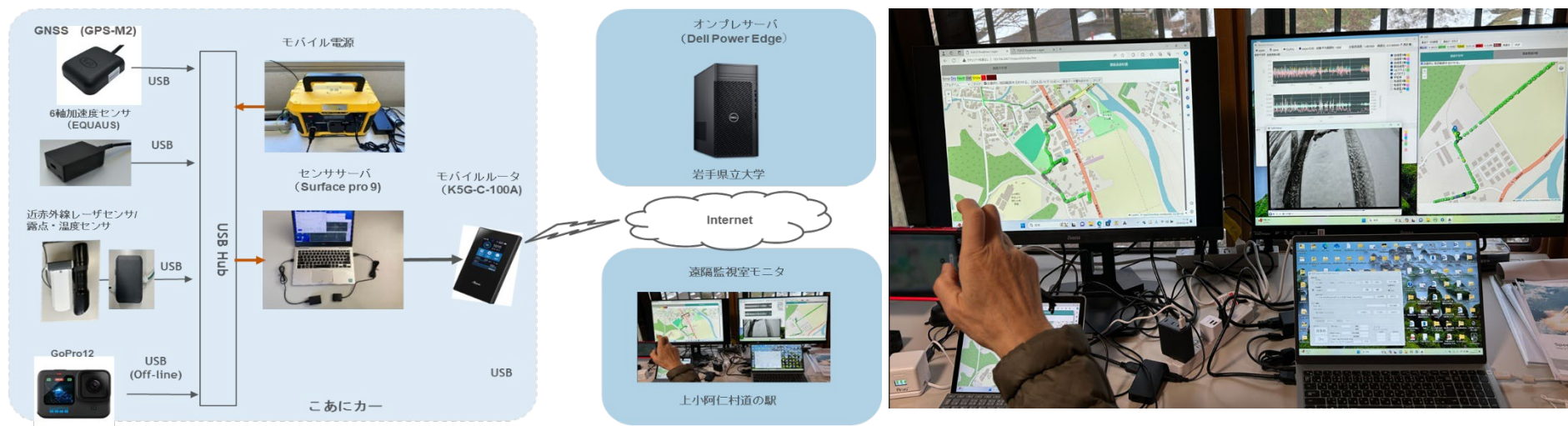
検証結果詳細

走行ルート上における道路状態を遠隔監視室でリアルタイムにモニタリングできるようにするため、図1.1に示すように、多様なセンサ（GNSS、6軸加速度センサ、近赤外線レーザセンサ、露点・温度センサ）をこあにカーに装着し、これらのセンサデータを高性能センササーバ（エッジコンピュータ）にて0.1secごとにサンプリングし、これらから路面状態判定した。結果をさらに10サンプル(1sec)ごとに平均化することにより、ほぼ正確な定性的6路面状態（乾燥路、湿路、湿潤路、シャーベット、積雪路、凍結路）の判定及び定量的道路状態（滑り摩擦係数・平坦率）を導くことが可能となった。

また、すべてのセンサデータ及び判定結果は、エッジコンピュータから同時にクラウド（オンプレミスサーバ）にも送信され、道路状況GISプラットフォームとして集約されており、一般利用者でもオフラインでインターネット上で、スマートフォンやタブレット端末からQRコードやURLにより過去から現在時刻までの道路状況を参照することが可能となった。

さらに、路面状態の定性的な状態判定に加え、路面の滑り摩擦係数（0～1.0）（曇り状態：図1.6、積雪状態：図1.7）及び路面の平坦率（cm）（曇り状態：図1.8、積雪状態：図1.9）に示すように、監視モニタの地図上及び時系列グラフ上にリアルタイム表示も可能となった。これにより、自動運転車の安全走行への定量的な指標に利用することが可能となった。

図1.1 車載センサによる路面状況判定システム構成図及びモニタリング



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

検証結果詳細

これらの判定結果は、モバイルルータを経由して1secごとに遠隔監視室に送信され、監視モニタ上にリアルタイムに路面状態及び平坦率を道路地図上に表示可能となり、走行路状態を視覚的に確認することが可能となった。以下図1.2では、上小阿仁村自動運転走行路における雨上がりの天候における1secごとの平坦率を示している。緑マークは、全走行路のほとんどが平らな路面状態を示し、一部の黄、赤の部分（上小阿仁村役場周辺及び堂川農業路の一部）は、路面の凸凹が比較的大きい箇所を示している。一方図1.3は、積雪の天候における平坦率を示しており、役場周辺では、積雪で道路表面が図1.2の雨上がりの天候状態に比較して滑らかになっている。一方堂川農業道路では、風雪状態のため路面の凸凹が比較的大きい箇所が可視化できている。

図1.2 路面平坦率 天候：曇り（雨上がり）
(2024.11.9:9:30~10:30)

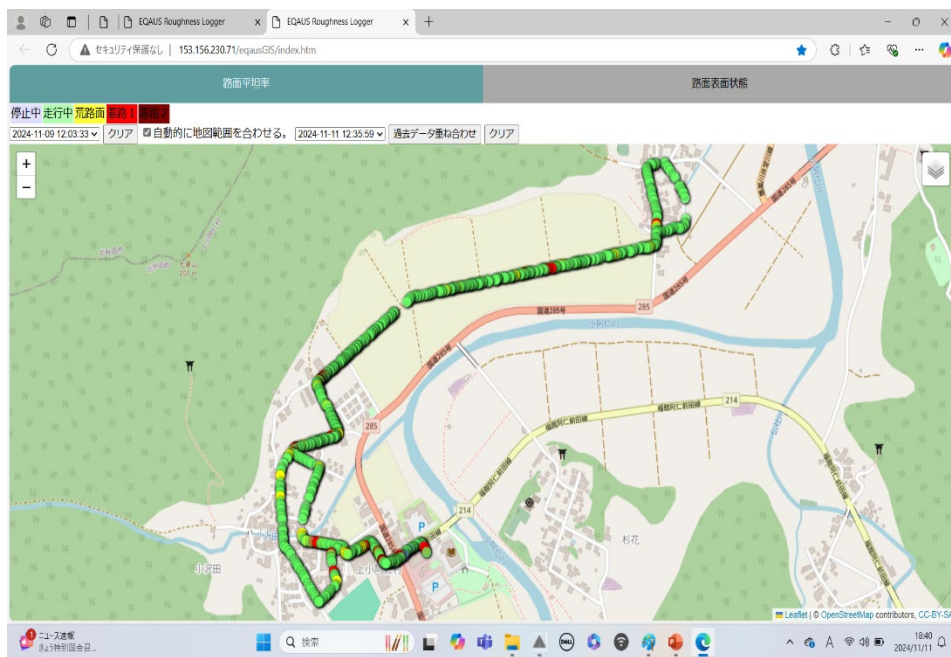
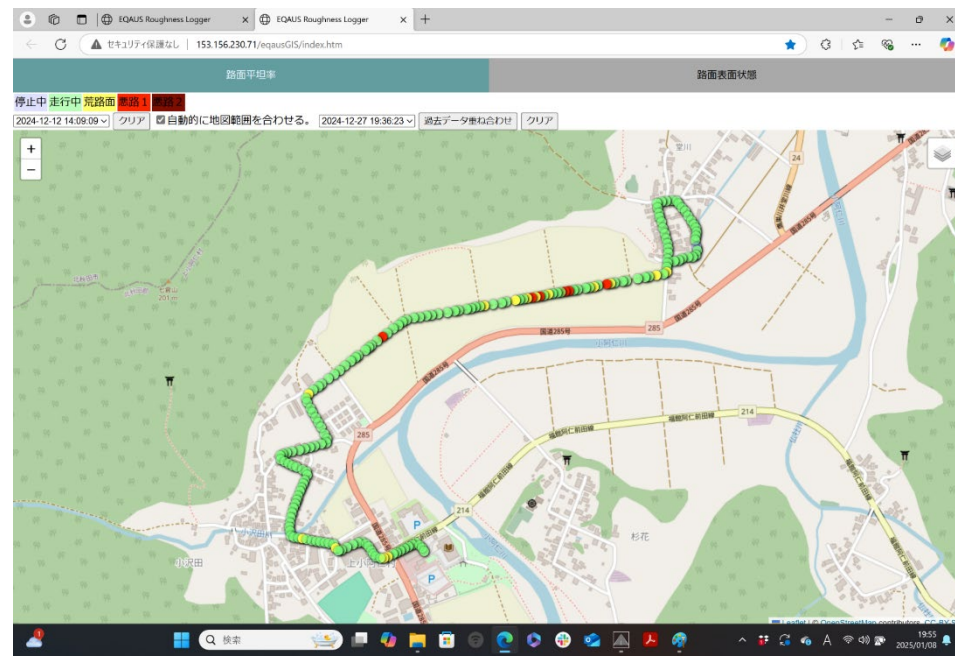


図1.3 路面平坦率 天候：雪
(2024.12.16: 9:30~10:30)



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

検証結果詳細

図1.4では、上小阿仁村自動運転走行路における雨上がりの天候における1secごとの路面状態を示しており、全走行路において、青マーク（湿潤路、Wet）か一部は緑マーク（湿路、Moist）を示している。一方図1.5は、積雪日の天候における路面状態を示しており、全走行コースにおいて、黄マーク（圧雪、Snow）を示していることがわかる。

図1.4 路面状態 天候：曇り（雨上がり）
(2024.11.9:9:30~10:30)

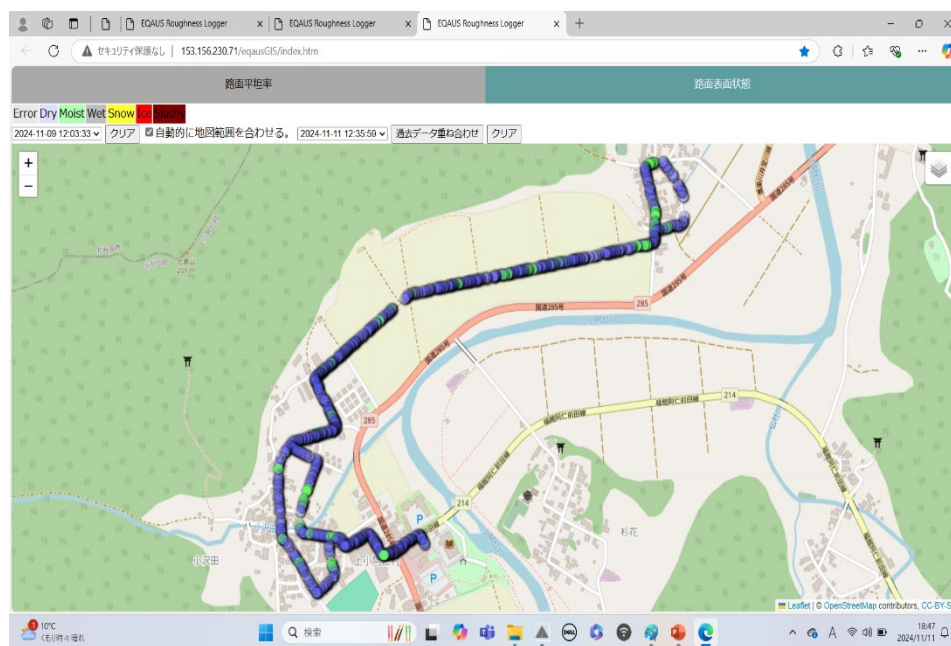
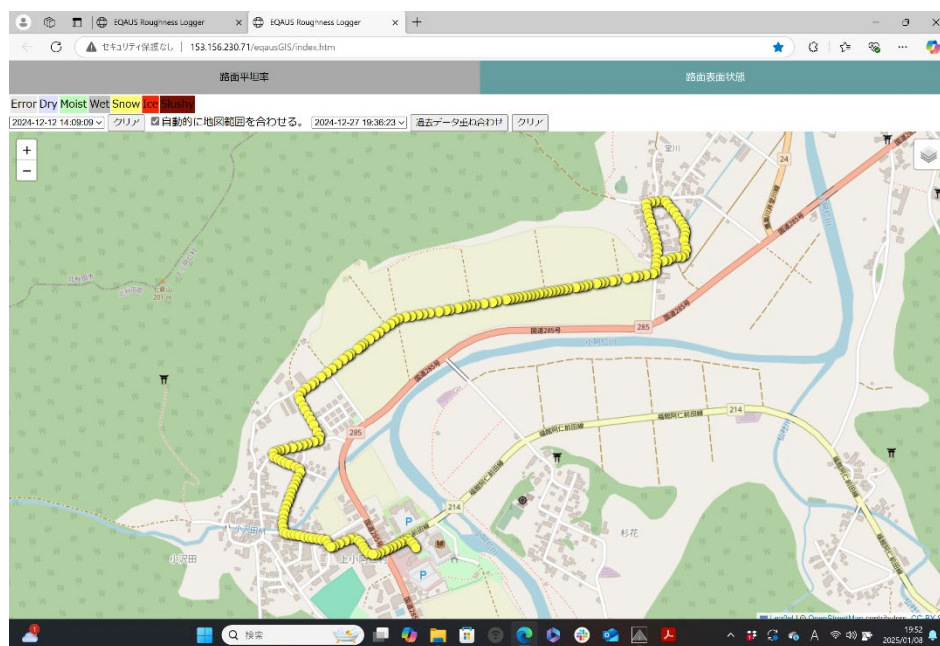


図1.5 路面状態 天候：雪
(2024.12.16: 9:30~10:30)



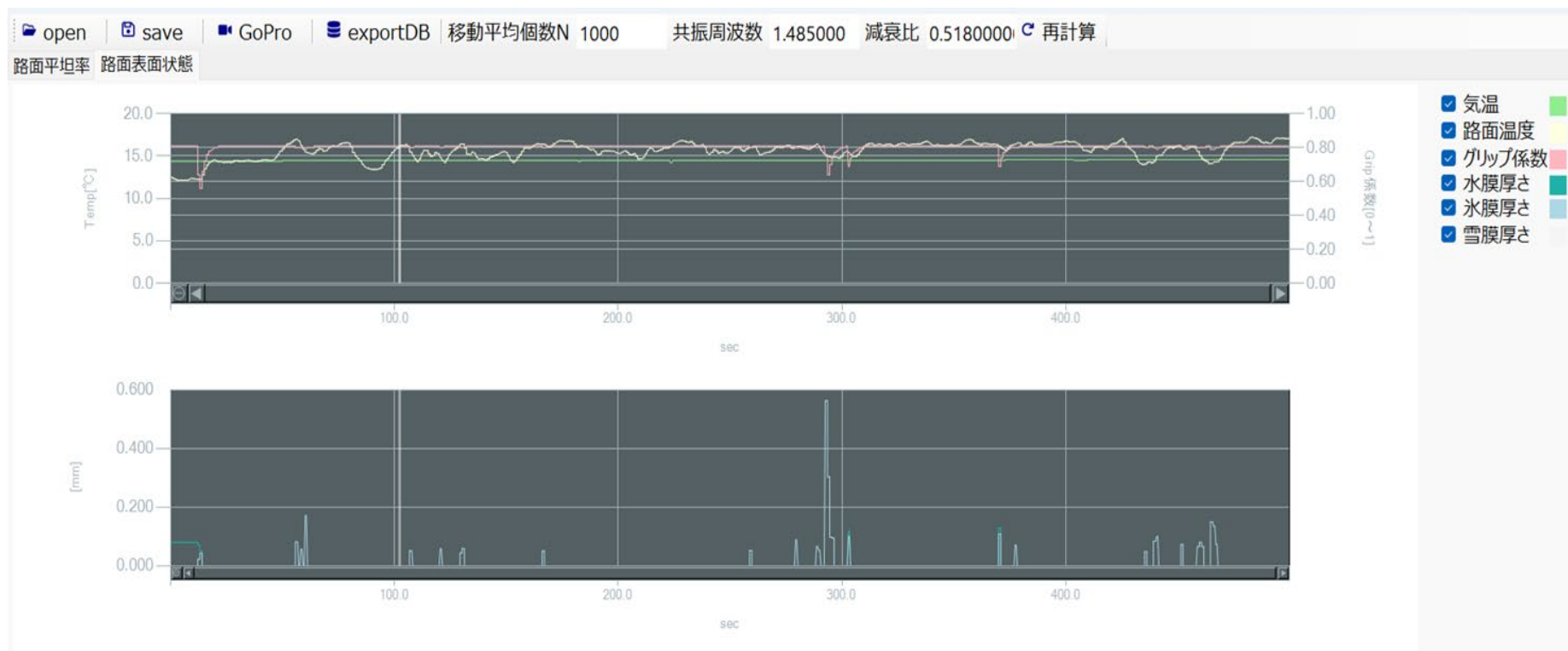
② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

検証結果詳細

図1.6は、雨上がりの天候における定量的な路面状態（気温、路面温度、グリップ係数（滑り摩擦係数）等）を時系列グラフで示している。気温及び路面温度はほぼ一定である。グリップ係数（滑り摩擦）は、ピンクで示す通り、0.8以上とほぼ一定であり道路表面の滑りは小さい。下図は水膜がところどころ見られ、水たまりの場所が確認できる。

図1.6 路面状態 天候：曇り（雨上がり） （2024.11.9: 9:30~10:30）



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

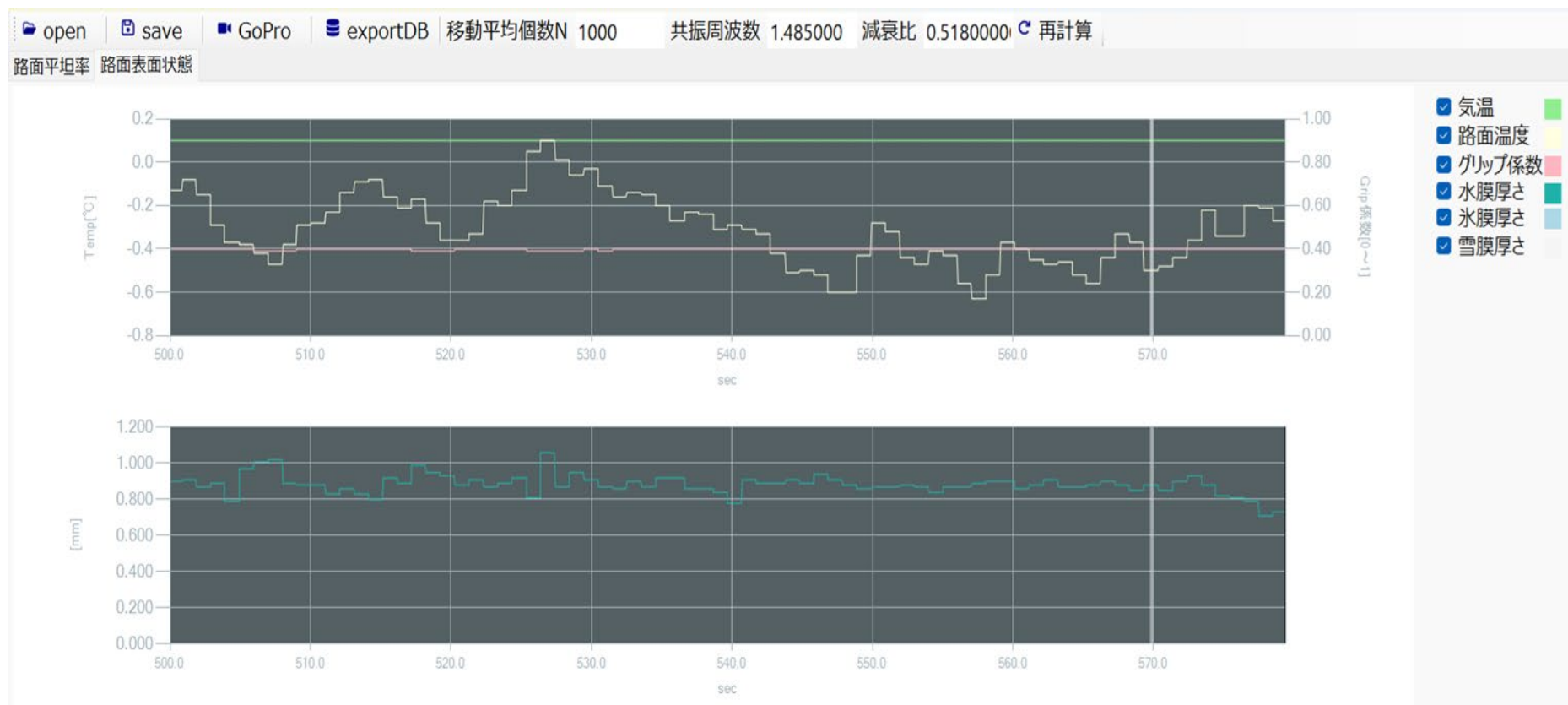
② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

検証結果詳細

図1.7は、積雪の天候時における定量的な路面状態を時系列グラフで示している。緑マークの気温は一定値を示しているが、黄マークの路面温度は場所によって0.1℃からマイナス0.6℃の間で変化している。ピンクマークの滑り摩擦係数（グリップ係数 0～1.0）は、0.4と小さく、全走行路においてやや滑りやすい状況であることがわかる。このように、滑り摩擦係数は自動運転車の安全走行への定量的な指標に利用できると考えられる。

図1.7 路面センシング：路面状態 天候：雪（2024.12.16: 9:30～10:30）



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

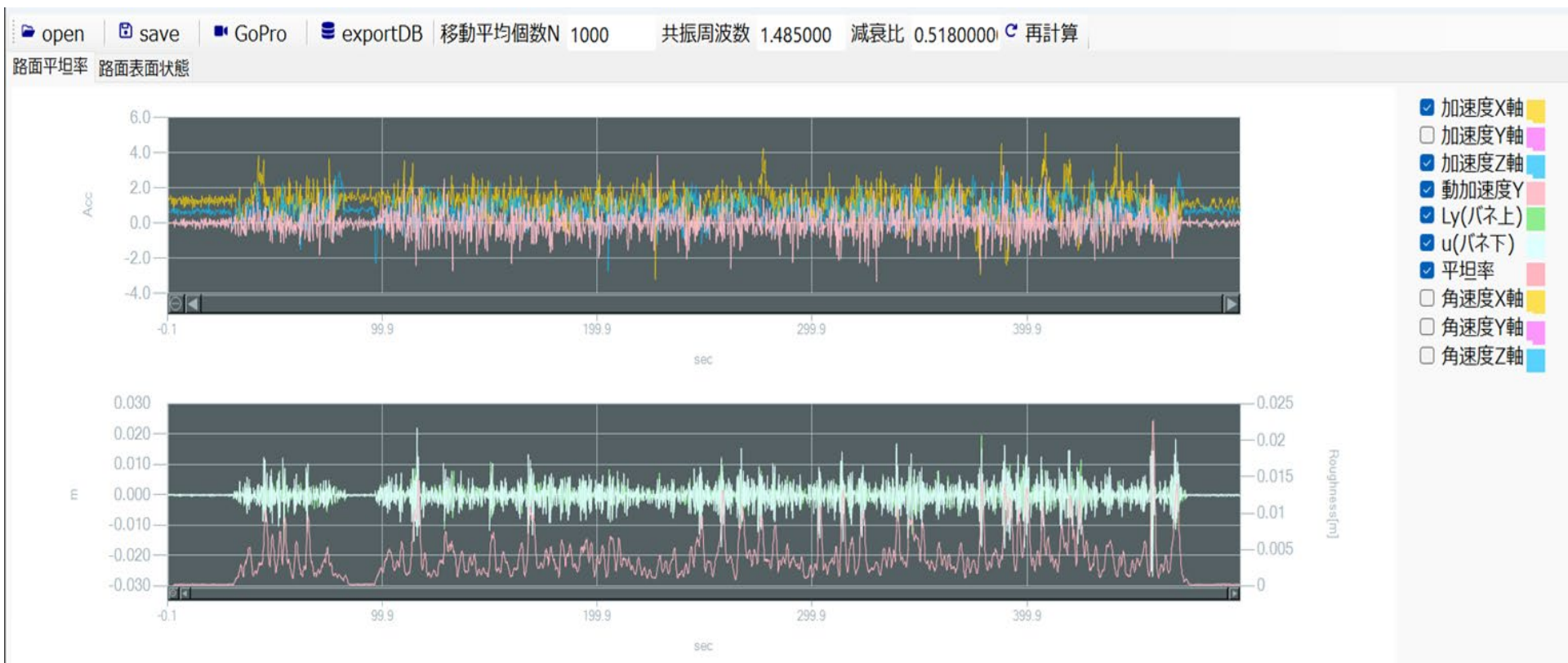
② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

検証結果詳細

図1.8は、雨上がりの天候における加速度センサによる定量的な路面状態（加速度、角速度、平坦率等）を時系列グラフで示している。下図に各種信号処理により平坦率（パネ下 μ 値）を示しており、全走行路において、道路表面の凸凹が0~0.02m(平均0.005m)で分布していることが分かる。

図1.8 路面平坦率 天候：曇り（雨上がり）（2024.11.9:9:30~10:30）



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

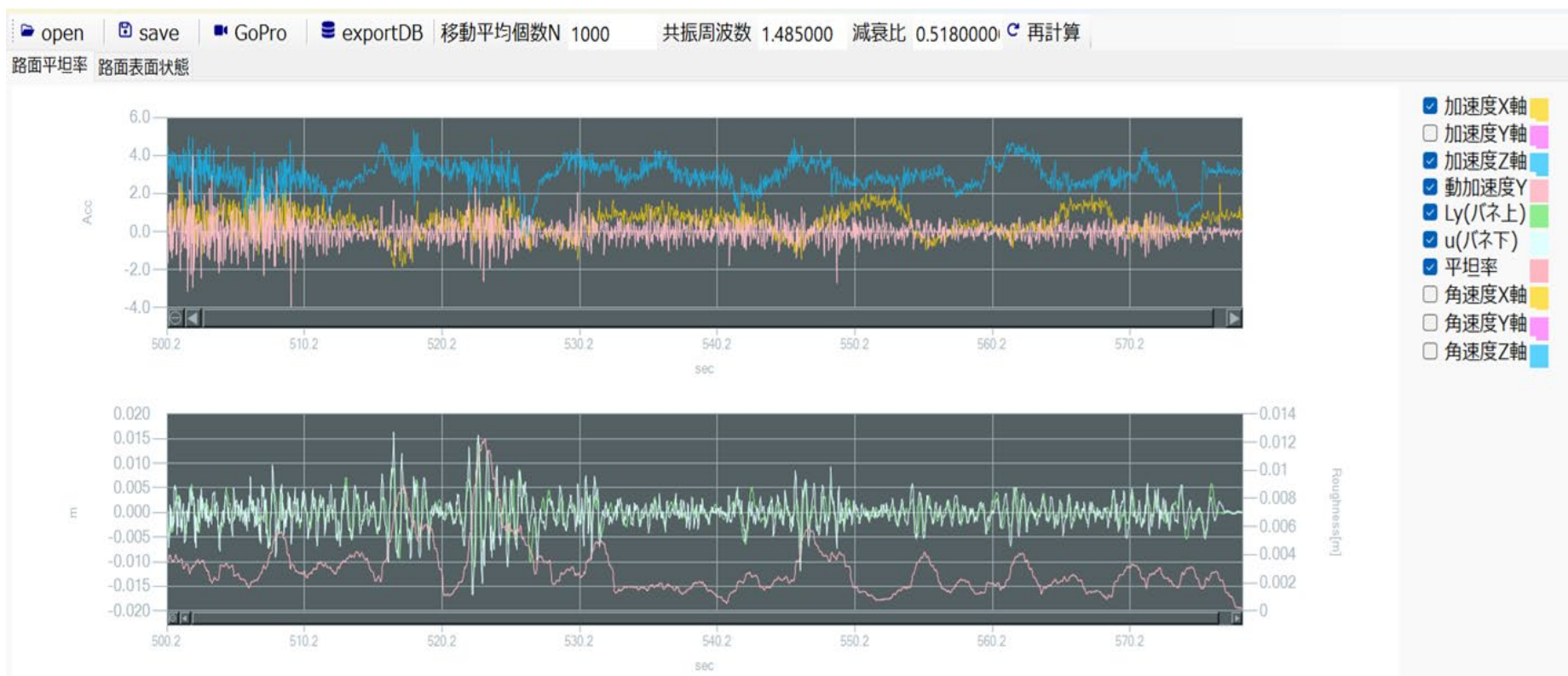
b. 技術検証 (参考資料)

検証結果詳細

図1.9は、積雪の天候における加速度センサによる定量的な路面状態（加速度、角速度、平坦率等）を時系列グラフで示している。特に下図に示すように、ピンクマークは平坦率（バネ下 μ 値）を示しており、一部を除き、全走行路において、道路表面の凸凹が0~0.005m(平均0.002m)で微小で変化にとどまっていることが定量的に分布していることが分かる。

このように、平坦率は自動運転車の安全走行への定量的な指標に利用できると考えられる。

図1.9 路面センシング：路面平坦率 天候：雪（2024.12.16： 9:30~10:30）



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

考察詳細

路面センシングにおいて、これまで1.0secごとにサンプリングされていたが、精度を向上させるため、エッジコンピュータの性能向上させることにより、0.1secでサンプリングして判定し、10サンプリングの判定結果を平均化して1.0secごとに出力した。

この結果、センサ出力のランダム性が除去でき、結果として判定精度を殆ど95%以上に向上させることが可能となった。

しかしながら、積雪凍結時におけるデータ収集が現段階が十分ではなく、判定モデルのパラメータのチューニングがあまく、稀にシャーベット状態を凍結路と判定する場合があった。このため、精度向上を目指し、積雪凍結時のデータ収集を増加させ、これによる判定モデルのパラメータ調整を行うことにより、判定精度を99%に近づけることが可能と考えられる。

路面の平坦性（凸凹）に関しては、これまでは車両の動特性が考慮されておらず、車両の重量・バネ定数に依存して変化していたが、本実証においては、こゝにカーの重量及びバネ定数を考慮して、バネ下動特性を求めることにより、より高精度で平坦性を計算することができたと考えられる。

この平坦性と道路平面（xy平面）の角速度の絶対値から、積雪時の道路表面の“わだち”の大きさを定量的に特定することが可能となり、路面の危険度の把握に寄与すると考えられる。また積雪凍結時以外の道路表面上の平坦性も同様に測定できるので、これにより平常時における道路状態や平坦性のみならず、災害後の地震・豪雨による道路状態の平坦性を定量的に示すことが出来、道路状態の悪化状態の把握と安全走行に寄与できるものと考えられる。

以上の道路状況情報はクラウドに集約し、気象機関からのオープンデータと共にビッグデータ化することにより、道路状況の時空間的に予測することが可能となり、自動運転のみならず通常の道路走行に対しても広域で提供できる広域道路状況プラットフォームの実現に寄与できるものと考えられる。

視察時のコメント

路面状況の判定システムには様々なセンサーが搭載されておりコスト大。費用面が実装横展開の課題であるため、データを確認の上、センサーの捨選択をする。

コメントへの対応

本事業のように積雪寒冷地域における走行経路の路面状態を常により正確にかつリアルタイムでセンシングを行って判定し、それらの情報を共有、監視、予測することは安全走行の視点より重要と考えられる。特に、冬期の積雪または凍結状態における自動車走行においてはこれまで、スリップによる事故や衝突事故が多発しており死亡事故につながることも過去の調査により明らかになっている。自動運転においても同様に冬期の事故が発生する可能性がある。

このため、本実証では多様なセンサとしてGPS、6軸加速度センサ、近赤外線レーザセンサ、露点・温度センサを導入し、時刻と道路位置と危険個所における道路状態の関連性を訂正的かつ定量的に把握することが重要であると考えられる。(次ページに続く)

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

考察詳細

(前ページより続く)

本実証では、GPSにより、任意の走行時刻における道路位置（緯度、経度）を知ることができる。また、6軸加速度センサにより、道路の平坦率（凸凹）を定量的に測定することができる。さらに、図2.10に示すように、MECにおいて、近赤外線レーザ道路状態（乾燥、湿路、湿潤路、シャーベット、圧雪、凍結路）を定性的に判定できるとともに、露点・路面温度センサを加えることにより、滑り摩擦係数（グリップ係数）として危険度を定量化できている。

これら定性的及び定量的に導かれた結果は、自動運転時の道路環境の安全走行への判断基準として参照できるだけではなく、平坦率や滑り摩擦係数を考慮した自動運転速度の目標値の調整制御へと利用が可能となると考えられる。さらに、図2.11に示すように、本センサデータと路面判定結果及び路面画像データや公的機関からの気象データを統合することによるビッグデータ化することにより、路面状態、平坦率及び滑り摩擦係数等は簡単な気温データとの相関からのデータから簡単に推定することができるようになると考えられる。

一方、本車載センシングシステムを他の地域に横展開する場合においては、道路環境が必ずしも同じとは限らず冗長なセンサの場合も有り得る。例えば、積雪凍結路の発生しない温暖地域では、近赤外線レーザセンサは必ずしも装備する必要でなく、6軸加速度センサとカメラセンサのみで十分である。このように、今後の横展開を考えた場合、本車載センシングに用いるセンサの選択は、今回のようにフル装備ではなく、その地域の環境に合わせてセンサを選択することにより、コストや複雑な処理を抑えさせることが必要である。

図2.10 積雪寒冷地域における路面状況判定システム

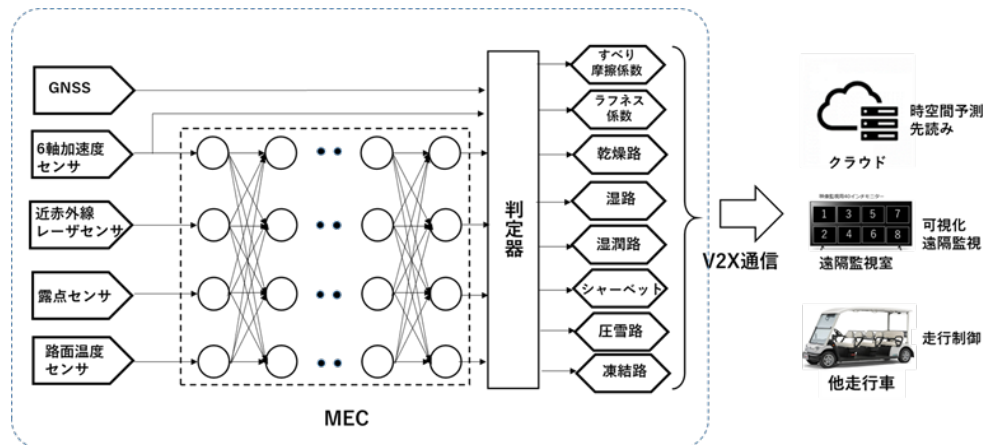
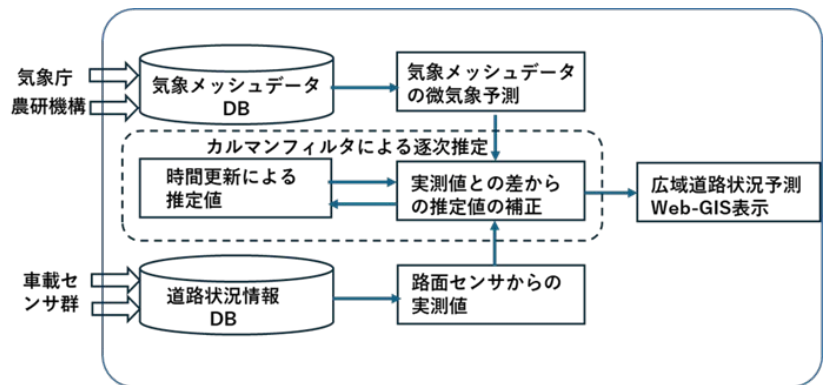


図2.11 広域道路状況の時空間予測視システム



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション		検証ポイント		検証結果	考察
V2Nアクセス回線としてのローカル5G活用		項目	目標	走行ルート上の見通しの悪い場所に路側カメラを設置し、路側カメラの映像をローカル5Gを経由して、車両（ipad）と遠隔監視室(PC)へ伝送できることを確認した。 また、12km/h程度で走行する車両において、ローカル5G区間をiPerfを用いてスループットを測定し、走行ルート上で、上りスループットが、一部を除き40Mbps以上確保できていることを確認した。なお、確保できていない所は、キャリアLTEの電波が良好で、映像伝送に必要なスループットが確保されていることを確認している。 P84-86にて詳細説明	ローカル5Gの準同期方式を用いて、上り帯域を大きくすることで、路側カメラの映像を移動する車両、遠隔監視室へ伝送でき、実装に十分に寄与できると考える。 一方で、建物が密集している場所においては、電波伝搬の影響を受け易いケースが想定され、必要な帯域が確保できないケースが起こりうるため、実装の際は、電波伝搬エリア、実効通信帯域についての十分な事前調査が必要と考える。
		12km/h程度で走行する車両（CPE側）と、路側との通信安定性を確認	移動する車両とのリンクアップ性能及び安定した通信が確保できるため、実効上りスループット40Mbps以上をことを確認		

② 検証項目ごとの結果

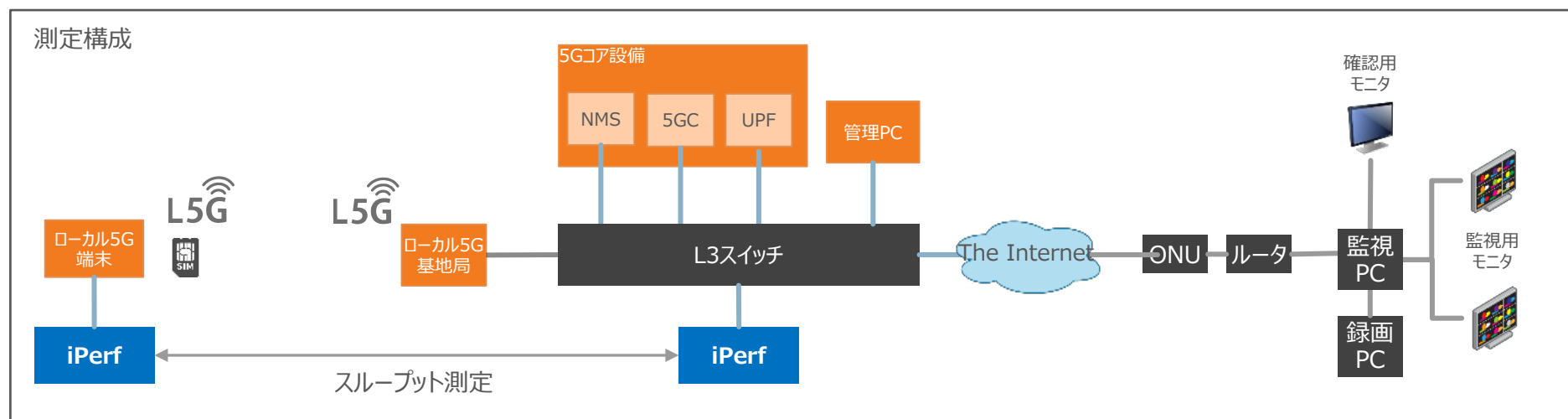
b. 技術検証 (参考資料)

検証結果

<測定方法>

こゝにカー走行ルート上の任意の地点において、ローカル5Gの実行スループットを測定する。

測定方法については、自動運転車両に搭載したiPerf用PCから試験用データを、ローカル5Gを通じてサーバルーム内にある試験用iPerfサーバへ送信する構成で検証した。



② 検証項目ごとの結果

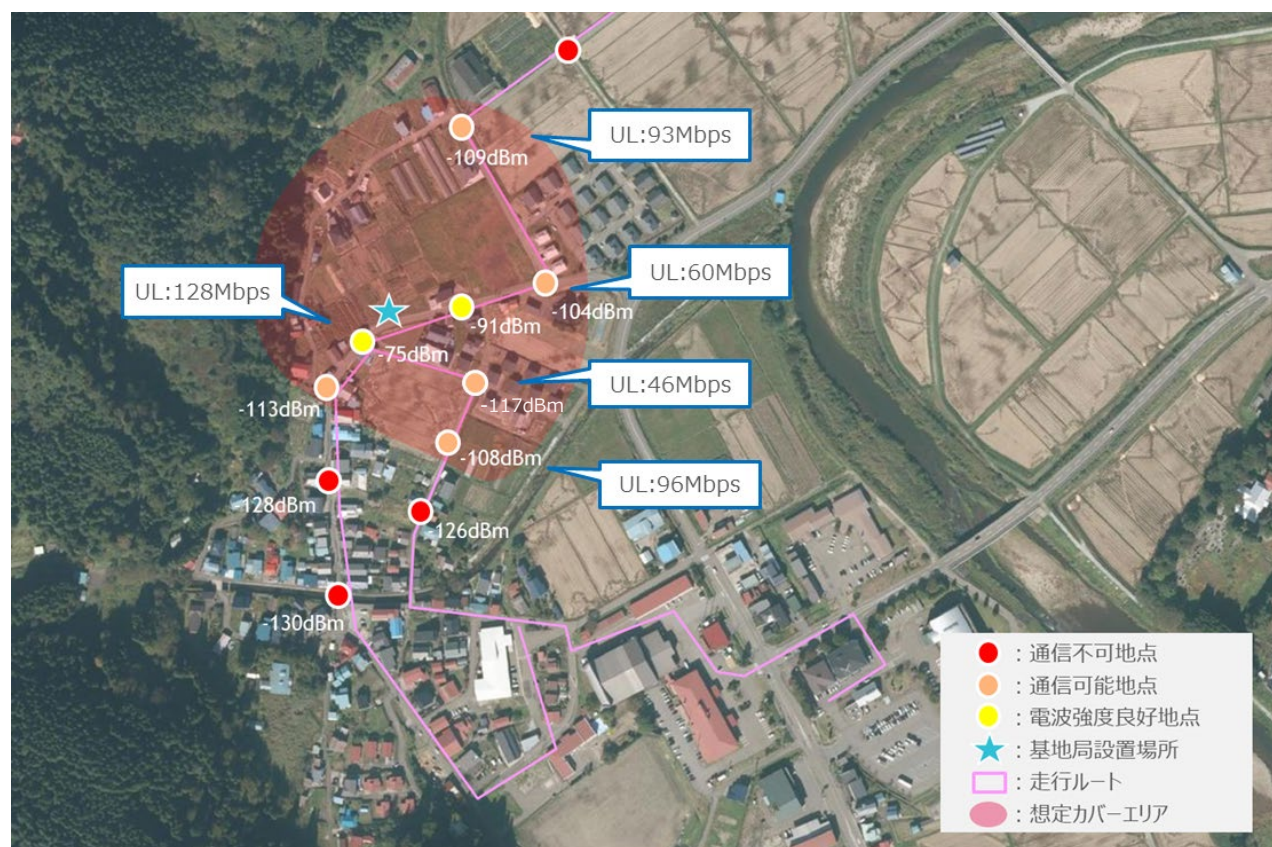
b. 技術検証 (参考資料)

検証結果

ローカル5G基地局① 電波強度・通信帯域測定

実証エリア周辺の電波強度、通信帯域の測定結果は下図の通り。

本実証では、無指向性のアンテナを使用しているが、建物による電波の遮蔽により下図のような想定カバーエリアと考えられる。



② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

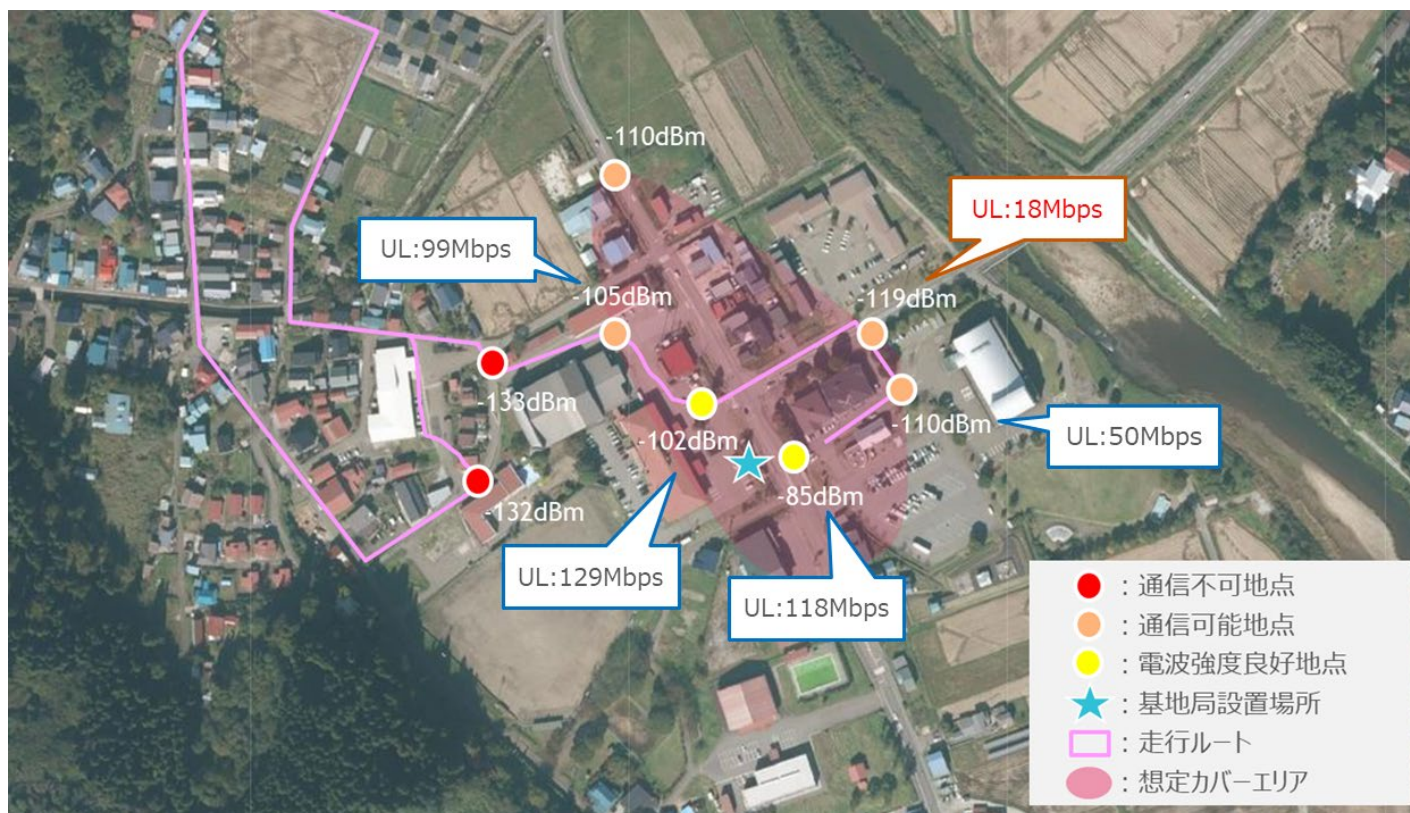
検証結果

ローカル5G基地局② 電波強度・通信帯域測定

実証エリア周辺の電波強度、通信帯域の測定結果は下図の通り。

本実証では、無指向性のアンテナを使用しているが、建物による電波の遮蔽により下図のような想定カバーエリアと考えられる。

1ヶ所でスループットが18Mbpsと、目標である40Mbpsを下回っている場所があり、基地局と端末の間にある建物の遮蔽が影響していると考えられる。このポイントはキャリアLTEの電波が良好なため、映像伝送に問題はないが、エリア設計を行う場合、建物や障害物を考慮して置局やアンテナの選定をする必要がある。



② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

ソリューション		検証ポイント		検証結果	考察
V2Nアクセス回線としてのローカル5G活用		項目	目標	路側カメラで見通しの悪い場所を映し、走行車両に乗っている運転手が車内に設置したタブレットで確認する。 また、遠隔監視室からも見通しの悪い場所を確認し、同時監視することで安全を確保できることを検証した。 ローカル5Gのエリア内に設置した路側カメラと、車載カメラの映像を同時監視することにより、見通しの悪い箇所で障害物の進入を検知できることを確認した。 また、路側カメラの映像を車両及び遠隔監視室に伝送できることを確認し、同時監視による影響がないことを確認した。 P88にて詳細説明	路側カメラの映像遅延は1秒以内であったため、障害物の検知が可能な範囲であり、実装可能と考える。 障害物の検知手段と連絡手段については、向上させることが可能であり、運用する場合においては、これらの手段を確立させておく必要がある。 また、車載カメラと路側カメラの映像を同時に監視した場合に、車載カメラの映像品質へ影響しないことから、ローカル5Gの十分な上り帯域を用いて複数ソリューションの展開を実現することが可能であると考ええる。 P88にて詳細考察
		路側カメラと走行車両カメラの両映像をローカル5G通信内に共存させ、車載及び路側の両面から安全を確保することを確認	走行ルート上の路側カメラと車載カメラの同時監視による通信帯域への影響、ソリューションサービスへの影響を確認（30m以内の進入物の検知を確認）		

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

検証結果

電波伝搬シミュレーションの結果をもとに路側カメラの設置箇所を決定し、路側カメラの映像を、ローカル5G端末を経由して、車内と遠隔監視室へ伝送した。障害物対象である車、自転車、歩行者等を想定して進入検知実験を実施し、車載カメラと路側カメラの映像から問題なく障害物を検知できることを確認した。



考察

本検証で、路側カメラの映像を車両及び遠隔監視室に問題なく伝送できることを確認した。

運用において、遠隔監視室で監視員が、障害物が進入してきた際に、走行車両へどう知らせるか（音声コミュニケーション機能等）の連絡手段と、車両内の人がタブレットの映像から障害物が進入してくるアラートを気づく、気づかせる方法の確立が要求される。

また、今後、画面の目視だけではなく、AI等を用いることによる障害物の検知の自動化、遠隔監視室へのアラート発報により、検知漏れを防ぐ機能の実装が必要であるとする。

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
運用操作面検証 (音声双方向コミュニケーション機能)	遠隔監視機能による効率的な運用監視 (音声による双方向コミュニケーションによる運行管理効率化)	監視人員を2人から1人として、安全に運用できる	実際に住民移送サービスの運用を担当するNPO法人の担当者に協力いただき、遠隔監視員として今回開発した音声双方向コミュニケーション機能を含む遠隔監視機能による運用監視を実施いただき、効率性を検証した。 今回開発した音声コミュニケーション機能は常時接続（通話）状態を維持しており、煩雑な操作なく常に社内の音声を確認することができた。 また、車両側からの呼び出し（物理ボタン押下）でアラーム音が鳴り、スピーカーホンをういてハンズフリーで応答・会話することができた。 車内映像と音声に遅延（ずれ）はなく、違和感なく使用することができた。また、車両と遠隔監視室間でのコミュニケーションはスムーズに実施可能で、遠隔監視員が車両内の詳細な状況をリアルタイムに把握することができるため、乗務員がいない状況におけるトラブル等の解決に有効であると考えられる。 遠隔監視員へのアンケートを実施したところ、音声による双方向コミュニケーション機能は効率よく遠隔運用監視するために必要不可欠であること、監視人員1人で複数の遠隔運用監視を行うことができるとの感想が得られた。	遠隔監視員は音声コミュニケーション機能を使用し、車両の状況把握や乗客との会話が効率的に実施可能であることが確認できた。これにより、Lv4自動運転で想定される乗務員のいない車両でも、1人の監視人員で安心・安全・効率的に運行を行うことができる。 また、トラブルにも速やかに気付くことができ、速やかに対応できることが確認された。将来的には複数台の車両をより少ない人数で運用監視することも可能となり、運行無人化による運行コスト低減と、運行人員確保の課題解決の一助となる。
			P92-93にて音声双方向コミュニケーション機能説明	P104考察まとめ

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
運用操作面検証 (音声双方向コミュニケーション機能)	遠隔監視機能の操作性の検証 (現状の運用スタッフが専門性なく対応できる)	ある程度の経験値をもって安全な遠隔監視ができることを確認し、住民移送サービスの担い手の裾野拡大ができる	実際に住民移送サービスの運用を担当するNPO法人の担当者に協力いただき、遠隔監視員として今回開発した音声双方向コミュニケーション機能を含む遠隔監視機能による運用監視を実施いただき、操作性を検証した。今回開発した音声コミュニケーション機能は常時接続 (通話) 状態を維持しており、煩雑な操作なく常に社内の音声を確認することができた。 車両側に発話する際も、スピーカーホンのミュートボタンを押してミュートを解除するだけで会話となった。車両側の映像と組み合わせることで、車両側の状況を簡易・詳細に把握することができた。 遠隔監視員へのアンケートを実施したところ、ICTに関する知識など、専門的なスキルを有しない担当者でも、一定のトレーニングを受けることで安全確保を前提とした遠隔運用監視業務を遂行できるのではないかと感想が得られた。遠隔監視員による同機能の全体的な満足度は90.0%であった。	高齢化による移送サービスの担い手が不足することが想定される地域において、専門的なスキルを有しない担当者でも運用業務を遂行できることが重要である。今回の検証において、専門的なスキルを有さない遠隔監視員でも、簡易なレクチャーや案内チラシをもとに、音声コミュニケーション機能を問題なく使用できた。専門的なスキルを持たないスタッフでも、一定のトレーニングを受けることで、安全意識をもって遠隔運用監視業務を遂行できる可能性があり、住民移送サービスの担い手の裾野拡大に寄与すると考えられる。 一方で、音声コミュニケーション機能を含む遠隔監視システムそのものの運用保守 (特に故障) 対応には専門的なスキルが必要であり、適切・効率的な保守体制の構築が重要と考えられる。
			P92-93にて音声双方向コミュニケーション機能説明	P104考察まとめ

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
運用操作面検証 (運用アプリ機能)	効率的な運行管理 (運用アプリケーションによる運行管理効率化)	人手による予約管理を自動化し、運行管理効率を高め、人的リソースの低減を図る	地域高齢化・担い手不足を背景に、Lv4化とともに進めるべき運用業務効率化として、運用アプリの導入効果を検証した。 実際に住民移送サービスの運用を担当するNPO法人の担当者に協力いただき、乗車予約の受付・運行計画策定機能を有する運行管理アプリを使用いただいた。 運用アプリは全体的に使いやすく、運行管理の効率化(人的リソース低減)に効果的との評価が得られた。具体的には、これまでに1件の予約につきおおよそ3分～5分の電話対応・運行管理の時間を要していたところ、利用者が直接アプリから予約を入れることで、その時間をゼロにすることができる。ただし、アプリ予約が困難な高齢者向けに電話による予約業務は残さざるを得ないため、短期的効果は限定的と考えられる。 一方で、カーソル操作の効率化や文字・画面のサイズ改善といったインターフェースの調整が求められた。また、予約登録の手順はわかりやすいとされたが、入力操作をより簡略化することで、運用者の負担を軽減できる可能性があることが明らかになった。 遠隔監視員へのアンケートを実施したところ、全体的な満足度は83.3%%であった。	現行の「電話による予約の受付」「紙による予約管理」に対して、予約の受付に人手がかからなくなることで、予約管理がデジタル化されることにより、運行管理が効率化されたといえる。 同時に、住民にとっても、いつでも予約できることで利便性が向上したといえる。
			P94-97にて運用アプリ機能説明 P98-102にて運用アプリ住民機能体験アンケート P103にて運用アプリUIの改良	P104考察まとめ

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

音声コミュニケーション機能概要運用方法概要

遠隔監視室側のシステム起動

遠隔監視室側で音声コミュニケーションシステムを起動するには、Bluetoothスピーカーと通話端末の2つのデバイスを起動する。起動は、それぞれのデバイスの電源ボタンを2秒程度長押しする。この操作で遠隔監視室側のシステムが正常に起動し、音声コミュニケーションシステムを簡潔に稼働させることができる。

車両側のシステム起動

車両側で音声コミュニケーションシステムを起動するには、まず、車両上部に搭載しているBluetoothスピーカーを電源ボタンを押して起動する。スピーカー本体にある電源ボタンを長押し、スピーカーが正常に起動したことを確認したあと、車両後部に設置しているクリアケース内のUSBケーブルに、通話端末とモバイルルーターをそれぞれ接続する。クリアケースから延びる電源ケーブルを車両の電源供給システムに接続する。最後に、通話端末とモバイルルーターの電源ボタンの長押しにより電源を入れる。画面が正常に表示されれば、端末の準備が整い、車両側のシステムが起動する。システム起動は車両運行前に1度だけ行えばよく、常時接続状態になり、運行中に運行補助員や乗客に負担を掛けることなく、将来のLv4自動運転にも耐える



② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

音声コミュニケーション機能概要運用方法概要

通話接続

通話接続を確立するには、遠隔監視室の通話端末を操作して車両との接続を行う。通話端末の画面に表示された「車両と通話接続」のアイコンをタップすることで、車両との音声通話接続が開始される。この際、接続が確立されるまで待機する必要がある。次に、車両と会話を行う際には、スピーカーのミュート状態を解除する。遠隔監視室のスピーカーに搭載されたミュートボタンを押し、ミュートを解除することで、車両内の乗客とリアルタイムで会話が可能となる。会話終了後、再びミュートボタンを押すことで、スピーカーをミュート状態に戻すことができる。ミュートの状態は、スピーカー上のLED表示で確認することが可能で、赤色のLEDが点灯している場合はミュート状態であることを示している。この手順により、遠隔監視室から車両内の乗客と効率的かつ円滑にコミュニケーションを取ることができ、さらに乗客が煩雑な操作をする必要がない設計となっている。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ概要

運用アプリの機能概要

地域高齢化による移送サービスの担い手が不足することを想定し、専門的なスキルを持たないスタッフでも運用が容易な運用アプリの導入による運行管理のDXが挙げられる。今回は運行管理者側のアプリとして「予約運行管理システム」、利用者側のアプリとして「住民向け予約アプリ」の2つのインターフェースを用意した。いずれも、直感的な操作性と高い利便性を提供する。また、従来、人手による予約受付、運行管理に比べ、運行予定表を自動で作成することが可能なため、業務効率を大幅に向上させることができる。

- ・スマートフォンがあれば、24時間オンラインで予約を受けられる状況を作る
- ・高齢者利用者の利便性向上のため、従来の電話による予約受付も併用する
- ・予約に応じて自動的に最適なダイヤを作成することで、運行管理者の負担軽減する

使用端末種別

予約運行管理システムの使用者である上小阿仁村移送サービス協会では、スタッフが普段もPCを利用しているということから、予約運行管理システムもPCにて操作してもらうことにした。



予約運行管理システムの画面

検証方法

上小阿仁村移送サービス協会に操作マニュアルを見てもらいながら、「予約運行管理システム」を利用してもらった。スマホアプリから入った予約情報の確認や電話で受け付けた予約の代理入力などの操作テストを実施した。また、運用アプリの操作性や機能、UIに関する項目についてアンケートにて評価してもらい、口頭でのヒアリングを実施した。さらに、ヒアリングにより操作性の課題や解決策の検討を行った。

評価したテスト項目 (機能)

1. ログイン：ブラウザを開き該当URLへアクセスし、ログインする
2. 利用者登録：新規の利用者がいることを想定して、システムに利用者の登録を行う
3. 予約登録：電話で受けた予約という仮定をして、システムに登録する
4. 運行予定表の閲覧：特定の日付の運行予定表を閲覧し、印刷する
5. 予約情報のダウンロード：過去の予約の履歴をCSV形式でダウンロードする



予約運行管理システムを検証している様子

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ (住民向け予約アプリ)

予約アプリの概要

路線の拡大に伴い、住民サービスのさらなる向上が求められる。その解決策の一つとして、予約アプリの導入が挙げられる。従来の電話予約は受付時間が限られており、利用者にとって柔軟性に欠ける側面があった。また、定期便が廃止され、現在はデマンド運行が主流となっているため、運行管理者が予約状況をもとに最適なダイヤを手動で設定していた。このアプリは住民にとって直感的な操作性と高い利便性を提供する。また、予約のデジタル化を進めることで、従来の電話予約に比べ運行管理側の業務効率を大幅に向上させることが可能となる。これにより、住民の利便性を損なうことなく、サービスの質の向上と運営効率化の両立を目指すことができる。

- ・スマートフォンがあれば、いつでもどこからでも24時間オンラインで予約できる状況を作る
- ・予約に応じて自動的に最適なダイヤを作成することで、運行管理者の負担軽減する

機能詳細

スマートフォンに依る乗車予約と、予約に応じた運行ルート of 自動計算が可能。
予約に必要な情報は以下の通り最低限にした。
経路は自動計算されるので、路線や乗り換えを気にせず予約可能。

乗車場所
(選択式)

降車場所
(選択式)

乗車希望日時
(選択式)

人数
(選択式)

開発に関わる考慮点 (ユーザビリティ)

今回開発した予約アプリでは、高齢者が使いやすいことを最優先に考慮した。まず、操作手順をできる限り簡略化し、画面デザインには大きな文字や分かりやすいアイコンを採用した。また、アプリ内での案内は直感的に理解できるようにし、複雑な操作を不要とする設計を行った。さらに、入力を最小限に抑えるために、予約内容を選択形式にし、タップだけで完了する仕組みを導入した。これらの工夫により、高齢者がストレスなく利用できるだけでなく、初めてスマートフォンを使う方でも安心して予約を行えるよう配慮している。

スクリーンショットと説明

配色の考慮点

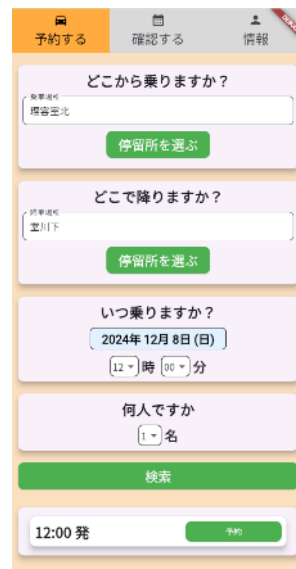
- ・高齢になると青色系の色の認識がしづらくなるため、暖色をベースに配色を決定
- ・「押す」という操作を行うボタンはすべて緑色で統一し、彩度を上げ目立ちやすい色を採用
- ・背景と文字が高コントラストとなる配色

文字サイズの考慮点

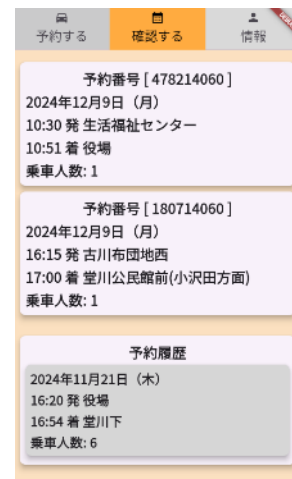
- ・スマホ画面サイズから自動規定されるフォントサイズを採用
- ・目視により高齢者が視認しやすい大きさ

画面遷移の考慮点

- ・遷移が最小限 (同一画面での検索結果表示) となるよう設計
- ・確認画面等はポップアップで対応し、自分がどの状態の画面にいるか把握し易くする



予約画面



予約確認画面



ポップアップの例

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ (住民向け予約アプリ)

【補足】運用アプリのバックエンドとして採用した「コンビニクル」と、運行ルールの設定方針について

こあにカーの自動運転の運行管理に求められる要件

- 1. 運行形態とルート探索の自動化
 - ・今回は、「停留所あり・ルートが決まっている中でのデマンド運行」というやや特殊な運行であり、その中でリアルタイムで最適なルートを自動生成し、無駄のない運行を実現すること
- 2. 柔軟な予約対応
 - ・利用者それぞれの希望時間に応じた予約受付とスケジュール調整が可能であること
- 3. システムのカスタマイズ性・UIのわかりやすさ
 - ・外部システムやアプリと連携可能なAPIや、高齢者向けのUIを実現できる仕様であること
- 4. 運用管理ツールがあること
 - ・運行管理側で操作可能なUIを持つツールがあること

既存交通系サービスの比較・検討

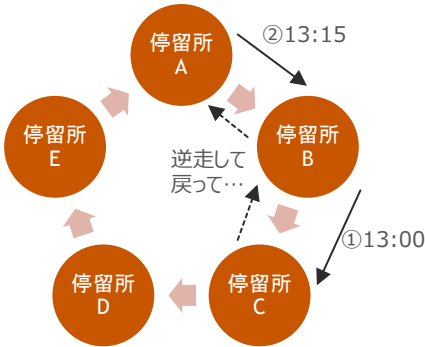
上記の観点でいくつかの交通系既存サービスを比較検討したが、上記の要件を満たすサービスがコンビニクルであった。

	初期費用・運用費用	ルート探索	予約対応	UI	運用管理ツール
A製品	22万円・5,500円/月	×	○	×	○
B製品	15万円～・約50万円/月	△	○	×	○
C製品	-	×	×	×	△
コンビニクル	約100万円・約10万円/月	○	○	○	○

●コンビニクルとは
「コンビニクル」は、順風路株式会社（東京都豊島区）が提供するAIオンデマンド交通システム。利用者の予約に基づきAIがリアルタイムで最適な運行ルートを自動生成し、効率的で持続可能な交通サービスを低コストで実現するシステムである。
本システムは予約アプリのバックエンドシステムとして採用を決定した。APIの呼び出しで運行機能を使用できるため、高齢者向けUIを、柔軟に開発したい本件に要件が合致した。また、運行管理のオペレーターツールが提供されていることも、要件に合致した。

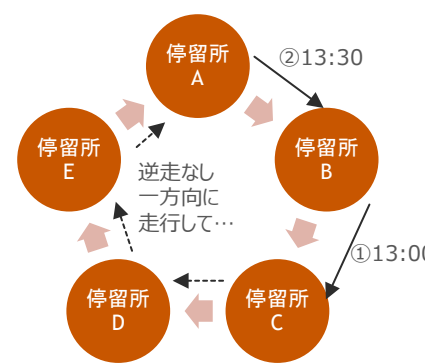
こあにカーの現行ルールの課題

停留所間の移動は本来電磁誘導線上を一方方向に走行する仕組みだが、実態としては運行補助員が手動運転に切り替え、逆走が行われている。
例えば、現状は、13:00にB⇒Cの予約が先行で入った場合、その後13:15に別人がA⇒Bを予約すると、C⇒B⇒Aと逆走し13:15を案内される。
この柔軟な運行形態は利便性を提供し、効率の良い運行計画となる一方で、完全自動運転となった場合には順方向走行のみとなるため、あるべき姿である運行ルールとの乖離が課題となった。



こあにカーのあるべき運行ルール

上記をふまえ本実証では、電磁誘導線上を一方方向に走行し、逆走や停留所以外での乗降を行わないという本来の運行ルールを前提に、コンビニクルのルート設定と予約システムの動作を検証した。
上記の例でいうと、13:00にB⇒Cの予約が先行で入っている場合、13:15に別人がA⇒Bを予約すると、こあにカーはC⇒D⇒E⇒Aと順方向に移動するルールとなるため、13:30が案内される。案内される時間は現行ルールよりも遅い時間となるが、このルールで実験することにより、手動運転を廃止した場合、つまり、完全自動運転になった場合の運行効率や予約対応の課題を明らかにすることを目的とした。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ (住民向け予約アプリ) 利用のためのリーフレットと停留所情報

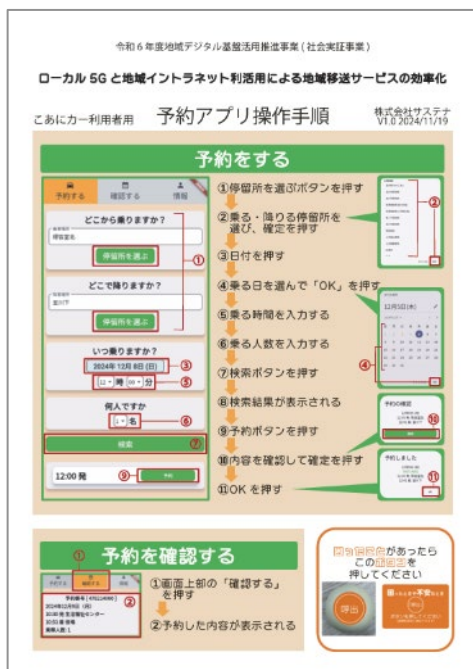
リーフレット概要

住民向けに予約アプリのダウンロード、使い方、乗降場所の確認が可能なリーフレットを作成し、検証時に配布した。A4サイズのリーフレットの表面に「こゑにカー利用者向け予約アプリ」の操作手順、裏面に路線図をした。

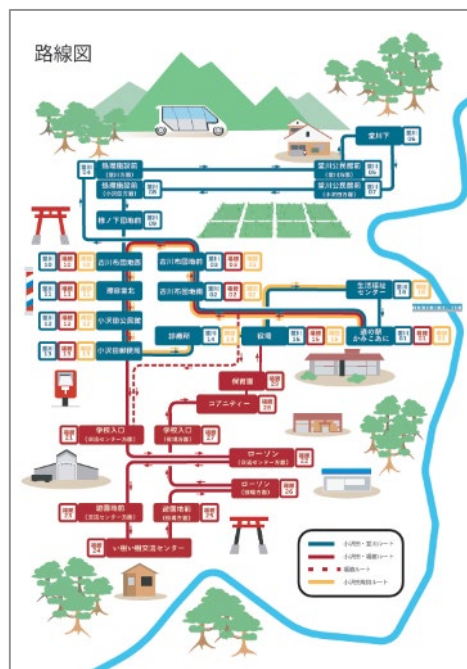
高齢者でも簡単に操作できるよう、簡潔な文章と分かりやすい画像を用いて説明した。裏面の路線図では、「こゑにカー」の主要ルート (青・赤・黄の3色) と各停留所の位置が示されており、利用者は出発地から目的地までの経路を簡単に確認することができる。

停留所情報

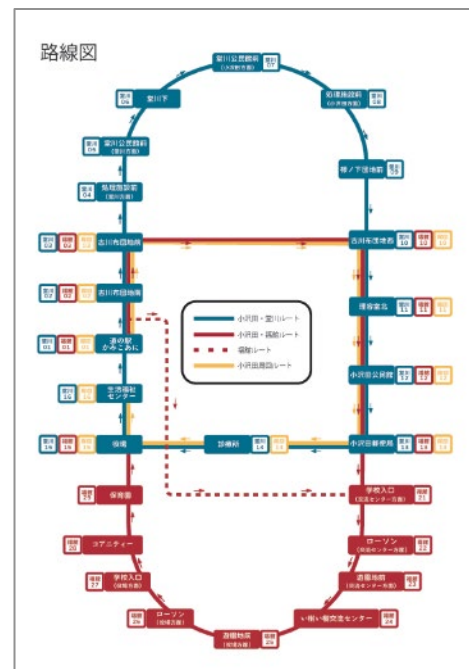
小沢田・堂川ルート、小沢田・福館ルート、小沢田周回ルートを、青・赤・黄の3つの色分けされたルートで表現。停留所は、学校入口や地域センター、ローソン前といった主要施設を含むものから、地域のランドマークや住宅地に根ざした停留所まで、多様な用途に対応しています。また、予約アプリで停留所名を探しやすくするため、接頭番号を付与した。



リーフレット (表: 手順書)



リーフレット (裏: 路線図)



路線図簡易版 (管理用)

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ（住民向け予約アプリ）の検証

検証方法

操作手順書（A4一枚両面）を見てもらい、予約操作を行ってもらった。その後、操作に不明点がある方をサポート要員がフォローする形で実験を進めた。普段のスマホ利用の頻度や、今回のアプリのUIに関する項目についてアンケートにて評価してもらい、口頭でのヒアリングを実施した。その後、使用感等のアンケート調査を実施した。各調査の調査内容は下表の通りで、調査票を参加者に配布し、会場で記入いただき、記入後にその場で回収した。

検証協力者

小沢田地区 5名	役場や道の駅、診療所などが集中する地域で、こゝにカーの運行ルート密度が高い地域。この地区の方の多くは運行ルート上に居住しているものの、施設が徒歩圏内であるため乗車頻度の低い方々である。
堂川地区 5名	役場から2km程離れた集落で、運行ルート上にある地域。参加者は乗車頻度の低い方々となったが、親世代が利用していたり、元運転補助者も含まれていた。
沖田面地区 4名	まだ、運行ルートに含まれていないものの、令和7年度から、新規運行する予定となっている地域。村にとって古くからの商業の中心地となっている。

調査項目

- 予約アプリに関するアンケート調査
設問1. 予約アプリの全体的な満足度
設問2. 説明書だけで予約ができたか
設問3. 今後、慣れれば説明書を見なくても使えるようになると思うか
設問4. 予約アプリの操作は簡単か
設問5. ボタンや文字の大きさは見やすかったか
設問6. 予約手順は分かりやすかったか
設問7. 電話予約と比較して便利か
設問8. 予約システムの改善点・新たに追加してほしい機能や要望

予約アプリの機能体験

操作手順書を用いて、利用者に予約操作の実証試験を実施した。手順書には、予約アプリの操作方法が簡潔な文章と視覚的な画像で説明されており、利用者が直感的に理解できるよう工夫した。

実証はまず、手順書のみを参考に、利用者自身の判断で予約操作を試みてもらった。その後、サポート要員がヒアリングを行い、不明点や疑問を聞き出し、フォローしながら利用者がスムーズに操作を完了できるよう支援。この過程で、利用者がどの部分でつまづいたのかを把握し、操作手順やUIの改善点を特定することも目的とした。

◆乗車場所

自宅近くの停留所
(路線図から探す)

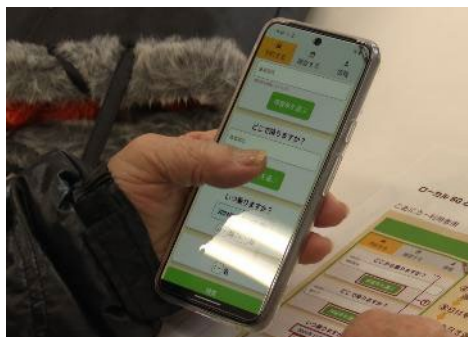
◆降車場所

役 場

◆日時・人数

任 意

評価の様子



予約アプリの機能体験

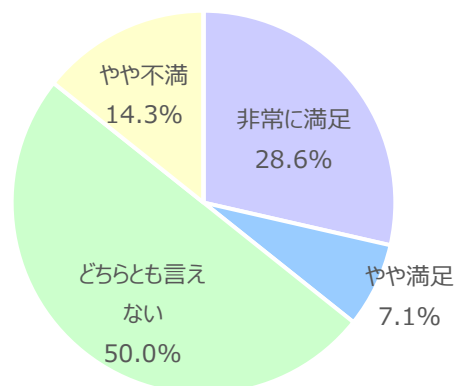
② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

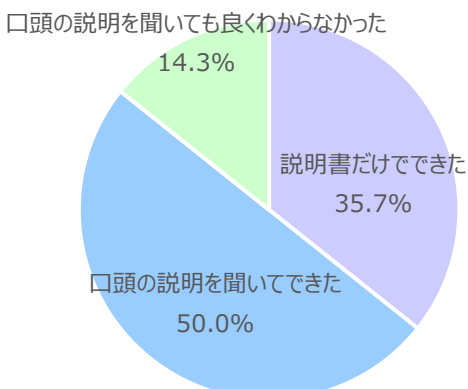
運用アプリ（住民向け予約アプリ）の評価利用アンケート調査結果

機能の全体的な満足度



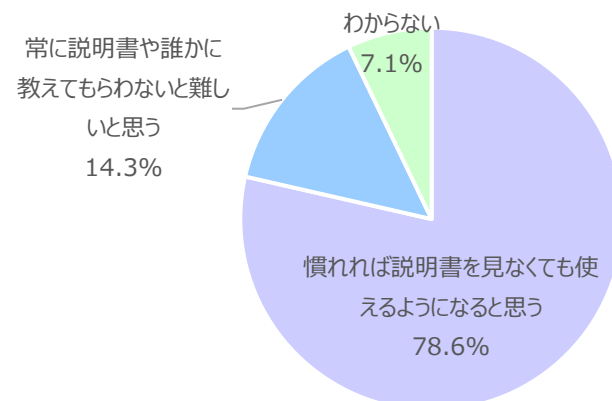
アプリの機能に対して一定の満足感を示している参加者がいる一方で、大半が「どちらとも言えない」と回答していることが注目される。全体としてアプリの操作性や利便性に対する意見が分かれていると考えられ、さらなるアプリの価値向上や機能改善が必要であり、特に利用者の具体的なニーズを明確にすることが重要である。

説明書のみで予約の可否



「説明書だけでできた」という回答が35.7%であることから、説明書の内容が一定の役割を果たしていることが分かる。ただし、説明方法やインターフェースの簡便さに改良の余地があると考えられる。特に、口頭説明に依存する傾向が強いことからより直感的で分かりやすい説明書にしていく必要がある。

慣れると説明書が不要になると思うか



多くの参加者がアプリの使用に慣れることで説明書なしでも利用できると考えていることが分かり、アプリのインターフェースが直感的である可能性を示している。一方で、14.3%が「説明書や指導が必要」と回答している点から、一部のユーザーには追加サポートが必要と考えられる。特に初心者や高齢者層向けには、わかりやすいガイドやサポートの充実が求められ、村民対象の「スマホ教室」などと合わせたサポートを検討していく必要がある。

CSAT : 35.7%

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

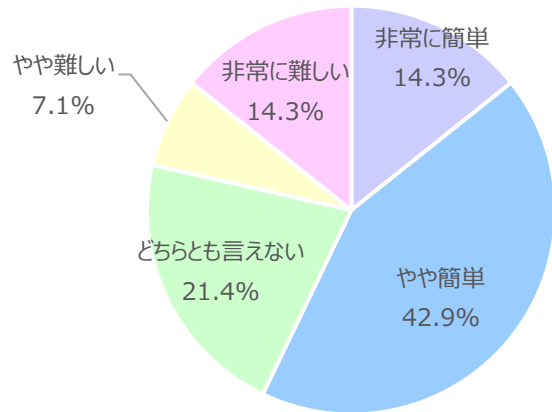
② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ（住民向け予約アプリ）の評価利用アンケート調査結果

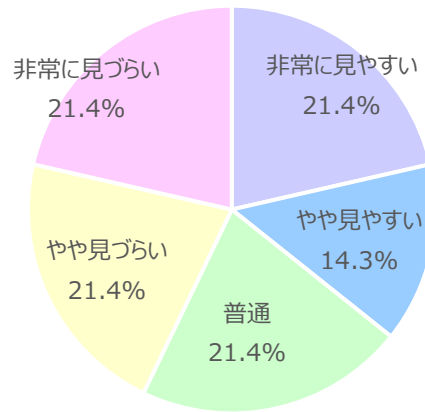
予約アプリの操作



「非常に簡単」および「やや簡単」と回答した参加者が過半数を占め、アプリの操作性が概ね良好であることが示された。一方、「非常に難しい」と回答した参加者はいずれもガラケーを使用する高齢者であり、スマートフォン未経験者にとってはハードルが高いことが分かる。初心者向けの操作支援や、経験者でも直感的に操作できる設計が必要と考えられる。

CSAT : 57.2%

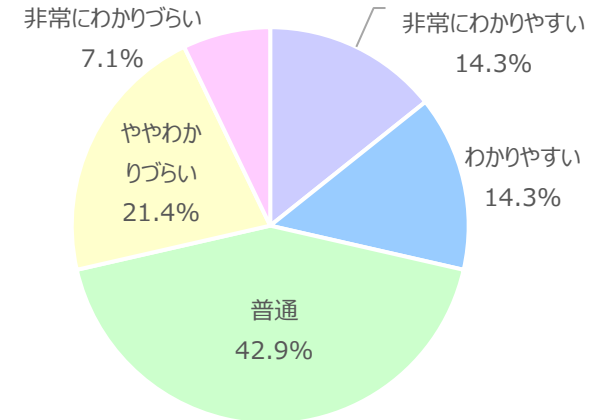
ボタンや文字の大きさ



評価が分散していることが分かる。この結果は、ボタンや文字の大きさについての満足度が参加者間で大きく異なり、年代やスマートフォン利用状況に関係なく多様な視点が存在することを示している。特に、見づらいと感じた方が一定数いることから、より大きく視認性の高いデザインや調整機能の追加が必要であると考えられる。

CSAT : 35.7%

予約手順の理解度



「非常にわかりづらい」と回答した参加者はガラケー利用者であり、スマートフォン未利用者への対応が課題であることが示唆される。一方、スマートフォンを毎日使用している参加者でも「普通」との回答が多い点から、予約手順が一部の利用者にとって直感的でない可能性が考えられる。高齢者への配慮とともに、全体的な手順の簡素化が必要とされる。

CSAT : 28.6%

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

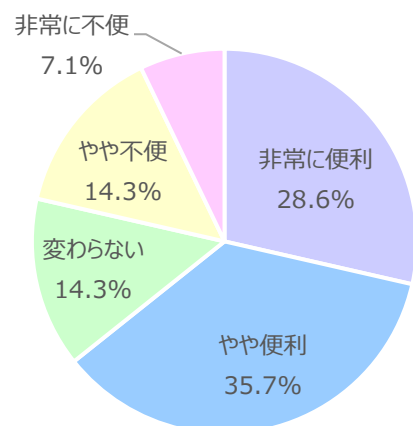
② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

運用アプリ（住民向け予約アプリ）の評価利用アンケート調査結果

電話予約との比較



電話予約と比較して利便性を感じた参加者が多いものの、「不便」と感じた方の中にはガラケー利用者が含まれ、スマートフォン未使用者への対応が課題として浮き彫りになった。また、「変わらない」と回答した参加者が一定数いる点から、既存の電話予約が一部で十分機能している可能性も示唆される。

改善点・新たに追加してほしい機能や要望（概要）

A. アプリの利便性と視認性

- ・アプリの文字やボタンが小さく、見えづらい。特に高齢者にとって使いやすい設計が必要。
- ・路線図が分かりにくく、地域名や停留所の名前が不明瞭。地区の表示や、地域名・屋号の追加が求められている。

I. 乗降場所とコース名の明瞭性

- ・乗降場所の選択がわかりづらく、停留所名の明確化や「○○宅前」のような分かりやすい表記が求められている。
- ・コース名は利用者にとって不要との声があり、停留所名だけの表示が望まれている。

U. 予約と確認の利便性向上

- ・確定操作や予約確認が不明瞭で、音声ガイドや予約状況の確認機能が必要。
- ・予約がスムーズにできる音声入力や読み上げ機能の導入を望む声がある。

E. 高齢者やスマホ未使用者への配慮

- ・スマホ操作が難しい高齢者や未使用者にとって代替手段（電話予約や簡易操作）が重要。
- ・リアルタイムで車両位置情報を確認したい。「あと何分で来るのか」を確認したい。

考 察

予約アプリの利便性や操作性は概ね好評であったが、電話予約と比較した場合、高齢者やスマホ未使用者にとって、文字やボタンの視認性、路線図や停留所の明確な表示、予約確定および確認機能の改善が必要との回答があった。また、「○○宅前」といった具体的な停留所表記やコース名を簡略化した表示が利便性向上に寄与すると考えられる。さらに、リアルタイムでの車両位置情報の導入が望まれる。

CSAT : 64.3%

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

音声入力による予約登録の機能追加の可能性検証

本検証の目的と概要

電話音声による予約の実現可能性について評価するため、電話予約シミュレーションを行い、電話対応の音声データを録音し、AIを活用した予約情報を抽出することで、予約情報として認識できるか各要素技術の評価を行った。

検証方法

上小阿仁村移送サービス協会の担当者と住民4名に協力してもらい実施した。この時、特に地域外の人物など、相手に応じて方言など話し方を変えてしまう可能性を排除するため、対応者を上小阿仁村移送サービス協会の担当者とした。

上小阿仁村移送サービス協会の担当者と住民の双方にスマートフォンを配布し、実際に電話越しで予約を行ってもらった。その際、住民には、伝えるべき予約情報が記載された紙を配布した。双方の音声を録音し、一連の会話記録を取得した。なお、自然な形で収録することを目的に、住民には「なまり」や「方言」を普段通りに使用してもらった。

音声データのAI解析補方法

◆ AIを使用した音声データのテキスト化

MS Azure Speech to text API でテキスト化し、話者識別有り・無しで試行試した。

◆ LLM (今回はChatGPT-4o 有償版)

以下のプロンプトを与える

「電話対応についてのテキストデータです。人名（聞き取れる場合はフルネーム） 予約内容（最終的な予約日時・出発地・目的地・利用人数） その他（上記以外に対応した特記事項） を出力してください。」

解析結果（音声から予約情報の抽出）

1件目

- 人名: A氏
- 予約内容:
 - 日時: 今日10時頃
 - 出発地: 役場の前
 - 目的地: 診療所
 - 利用人数: 1人
- その他: 特記事項なし

2件目

- 人名: B氏
- 予約内容:
 - 日時: 明日の10時
 - 出発地: 小澤田の公民館前
 - 目的地: 道の駅
 - 利用人数: 1人
- その他: 特記事項なし

3件目

- 人名: C氏
- 予約内容:
 - 日時: 12月18日 9時半
 - 出発地: 動画の公民館前
 - 目的地: 不明
 - 利用人数: 2人
- その他: 特記事項なし

4件目

- 人名: D氏
- 予約内容:
 - 日時: 12月16日 11時50分
 - 出発地: 動画は下
 - 目的地: コアニティー
 - 利用人数: 2人
- その他: 特記事項なし

考察

3件目の方の方言など聞き取れていない部分もあるが、対応者がゆっくり、はっきりと確認のための発言をすることで正確に抽出可能となる。予約の受付は、対応車が各項目を聞き取る会話形式で行われるため、当初、エンティティ抽出が必要と思われたが、会話が単純なためLLMで十分であると思われる。話者識別無しの方が精度高くテキスト化ができた。7分の音声素材に対し、処理は4分ほどであり、外部スピーカーを入力ソースにすることで、リアルタイムに音声をテキスト化することも可能と言える。システムとして完成させるためには、会話をリアルタイムにAPIに渡しテキスト化し、対応者が目視で確認し、終了時にLLMで要約させるものを目指すことが望ましい。

また、堂川公民館前が「動画の公民館前」として解釈される等の結果に関しては、AIに停留所情報を事前に登録することで、認識精度を高めることができると考えられる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

運用アプリ (住民向け予約アプリ) のUIの改修

ユーザビリティ向上のため、調査から得られた考慮すべき改修ポイント

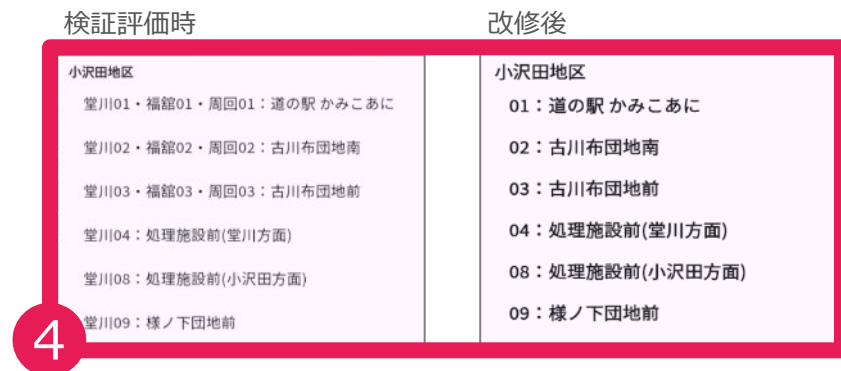
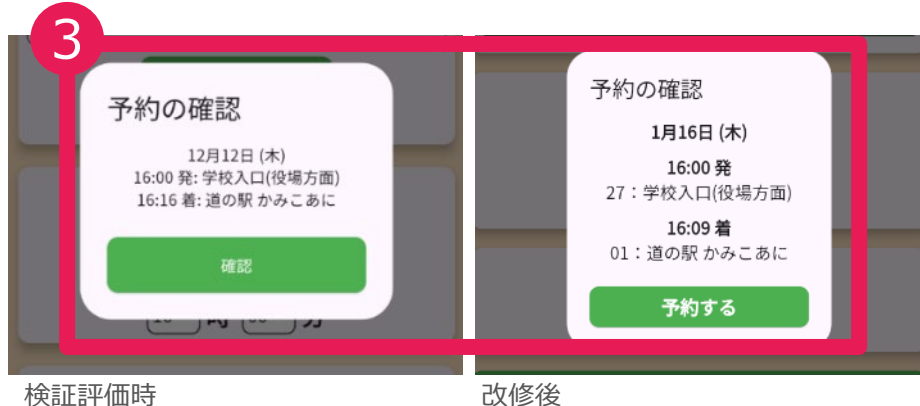
アンケートやヒアリングで得られた改善点を基に、主要なUIを改修し、より使いやすいUI/UXを実現した。「アプリの文字やボタンが小さく、見えづらい」「入力場所が分かりにくい」という要望に対しては、文字サイズを大きくし、視認性を向上させるために白色から緑色に変更した。

また、「コース名は利用者にとって不要で、停留所名だけの表示が望ましい」という意見を受け、周回ルート名の表示を廃止し、停留所名のみを記載するデザインに変更した。この改修により、画面のスペースを有効活用でき、文字をさらに大きく表示することが可能となった。

主な改善箇所と住民からの再評価

- ① 「停留所を選ぶ」ボタンではなく、白枠(乗車場所・降車場所)をタップするケースが見られたため、乗車場所・降車場所をボタンに置き換えし、文字を大きくすることで視認性を高めた
- ② タップが必要な箇所は、全て緑色に統一
- ③ ポップアップの文字の配置の整理
- ④ 乗降者場所選択リストの停留所の接頭番号の短縮 ※複数路線で番号を共通化しておくことで実現可能

⇒上記の対策後、再度住民に使用してもらったところ、前バージョンよりも迷いなくタップ操作ができていた。また、停留所選択画面では、自然に停留所名を読み上げるなど、見えづらさが改善されていると思われる行動も見られた。



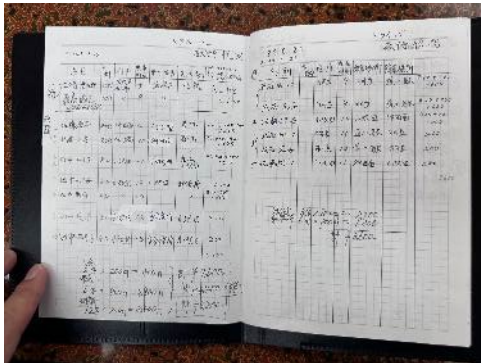
V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 運用操作面検証

上小阿仁村移送サービス協会による運用操作検証結果

音声コミュニケーション機能		運用アプリ（予約運行管理システム）		考察・まとめ
機能の全体的な満足度	:2. やや満足	機能の全体的な満足度	:2. やや満足	遠隔監視員は音声コミュニケーション機能を使用し、車両の状況把握や乗客との会話が効率的に実施可能であった。これにより、Lv4自動運転で想定される運転手のいない車両でも、1人の監視人員で安心・安全・効率的に運行を行うことができる。また、トラブル時にも速やかに気付き、対応できる。将来的には複数台の車両をより少ない人数で運用監視することも可能となり、運行無人化による運行コスト低減と、運行人員確保の課題解決の一助となる。
通話時の音質	:1. 非常に良好	説明書だけで操作できたか	:1. 説明書だけでできた	
通話時の音量	:1. 非常に良好	操作は簡単か	:2. やや簡単	
通話時の遅延	:1. まったくなかった	ボタン・文字の大きさは見やすいか	:3. 普通	
通話時に途切れることがあったか	:2. ほとんどなかった	予約登録手順はわかりやすいか	:2. わかりやすい	
機能により安心感が増すか	:2. やや増すと思う	従来の方法と比べ便利か	:1. 非常に便利	予約運行管理システムは全体的に使いやすいとの評価を受けたものの、カーソル操作の効率化や文字・画面のサイズ改善といったインターフェースの調整が求められた。また、予約登録の手順はわかりやすいとされたが、入力操作をより簡略化することで、運用者の負担を軽減できる可能性がある。予約の受付業務が従来方法と比較して省力化されることへの期待が高い点も指摘された。
コメント： それぞれの人が話をしてしまうと会話がバラけてしまう。乗車している人にとってはモニタールームの人の顔が見えるとさらに安心感が高まると思う。 たまに声が聞きづらいところがあった。 通話の呼び出しボタンが作動しなかった。（押したつもりでも、押されていない）手袋のせいかもしれない。		コメント： エンターキーを押せばカーソルが次の入力項目に自動で動いてほしい。その都度、カーソルを動かさなければならない。 それぞれの入力操作の選択がもう少し簡単に出来ればなお良い。文字と画面がもう少し大きい方が良い。		
				
音声コミュニケーション機能を利用し、冗談を交えながら乗客と会話する遠隔監視員（上小阿仁村移送サービス協会）		従来の手書きの運行記録簿		
一方で、従来の手書きで管理されていた運行記録簿については、属人的な管理により記録の不統一やミスが発生しやすいことや、紙媒体での記録が多く、後日の分析やデータ活用が困難であるなどの課題も多かった。これらの課題に対して、システム導入後の効果として、デジタル化による記録の統一と正確性の向上により、属人性的の排除が可能となったことや、データの蓄積が容易になり、後日分析や運行改善のための活用が可能になったこと、また、記録作業の自動化や効率化による工数削減が実現したことなど、現場の負担軽減があげられる。このように、手書き管理の問題を解決し、業務効率とデータ活用の向上を実現したことが、システム導入の成果である。				

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
運用操作面検証 (遠隔監視機能 及び遠隔監視室)	遠隔監視機能の操作性の検証 (現状の運用スタッフが専門性なく対応できる)	ある程度の経験値をもって安全な遠隔監視ができることを確認し、住民移送サービスの担い手の裾野拡大ができる	監視画面について、進行方向と運転手目線を合わせた画面配列とした。システム起動だけで、監視中に何かを操作するという行為は、監視室から車両の乗客へ通話をする場合のみで、機器操作に気を遣うことなく、監視に集中しやすい。経験値をもって安全な遠隔監視ができることを確認した。 監視中に操作が必要になるものは音声通話のみである。ボタン一押しで通話が可能であり、操作性としては簡単で誰でも容易に通話が可能。 構成されるシステムとしては以下に区別される。 ① 遠隔監視 (監視室側、車側) ② 路側監視 (監視室側、確認現地) ③ 音声通話 (監視室側、車側) これらシステムの電源のON/OFF、起動と終了となる。 ■ 電源のON/OFFについて ・遠隔監視の車側は、車載バッテリー装置の電源ONボタン操作 (1個) のみ実施。 ・遠隔監視の監視室側は、PCの電源操作のみ。(周辺機器は常時電源ONのまま運用) ・路側監視のカメラは、現地設置機器は電源ボタン操作のみ。一度起動したらONのまま運用する。 ・路側監視の監視室側は、遠隔監視システムの監視室側PCと同様。 ・音声通話について、監視室と車両側の端末電源ON/OFF実施。 ■ システムの起動 ・遠隔監視の監視室PC PCログインとカメラソフトのアイコンクリック ・路側監視の監視室側PC PCログインとメディアプレーヤーアイコンクリック ・音声通話の監視室側 端末のTeamsアイコンタップ	<監視室> PCの起動やアプリケーション立ち上げについて、自動ログインはセキュリティの問題を考慮して設定しないが、運用時は、オペレーションに携わる方との相談が必要。 操作 (起動・終了) マニュアルは当然として、Q & A的なトラブルシューティングを用意することで安心して運用が可能になると考える。 例) PCやアプリが起動しなかった場合のやり直し手順。 映像が監視室に来ていない場合の確認方法。 今後、Lv4の車両ではどのような安全運転の機能が搭載され、それをどのように運用していくのかについて、人に気付きを与え、目が行き届くことに留意していくことが必要である。

遠隔監視室の車載カメラ映像配置など



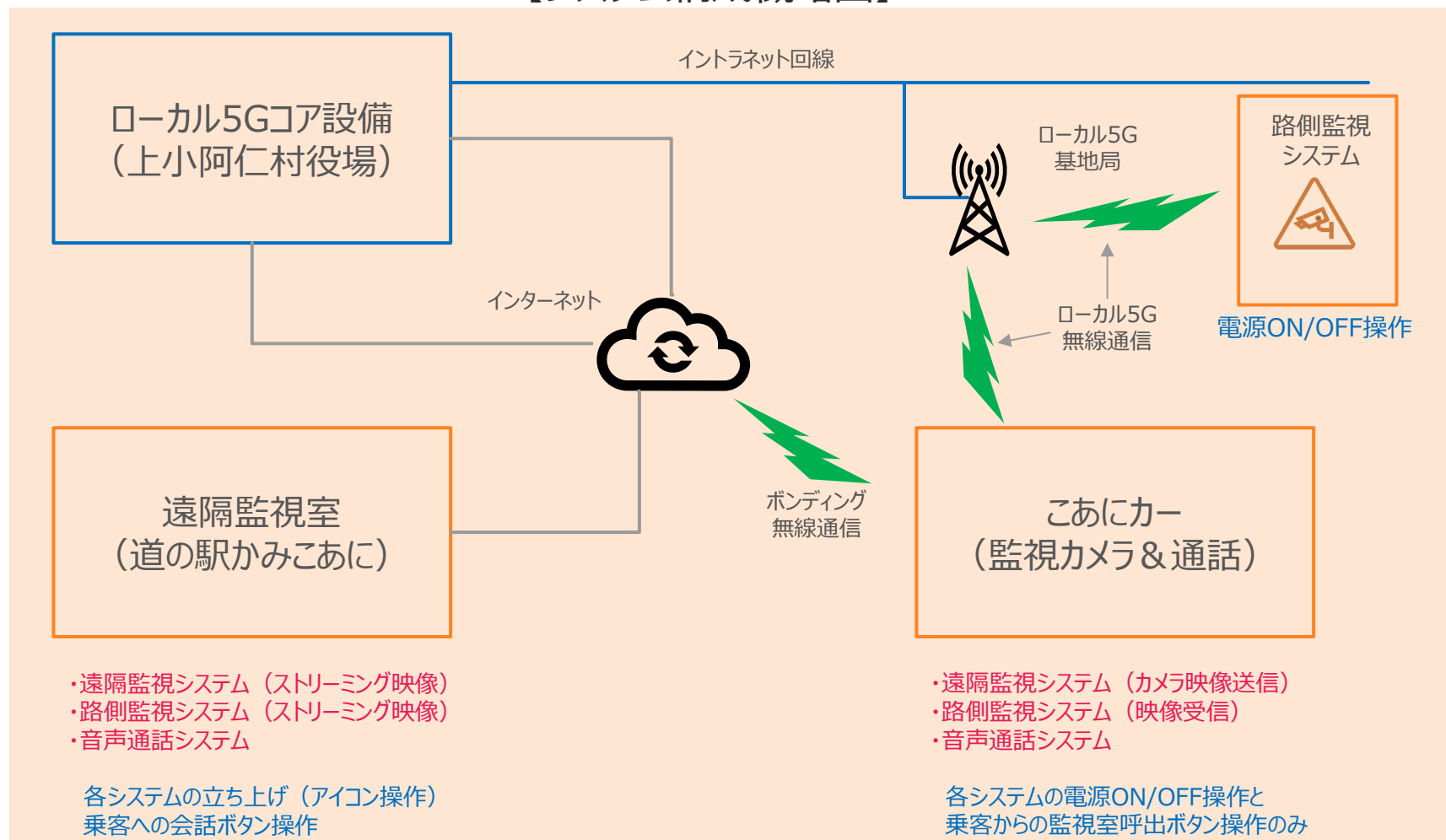
V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果・考察 補足1/3】 運用操作面検証 遠隔監視機能の操作性の検証 (現状の運用スタッフが専門性なく対応できる)

【システム構成概略図】



② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果・考察 補足2/3】 運用操作面検証 遠隔監視機能の操作性の検証 (現状の運用スタッフが専門性なく対応できる)



P Cやタブレットの起動とアプリの起動、各々の終了操作。
監視中の操作は、音声通話の呼びかけボタンのみ。
車両の音声は常時間こえるが、車両側からもボタン一つで呼び出しも可能。
監視集中の妨げとなる操作は無い。

遠隔監視システム

	電源	アプリ	操作
監視室 P C	On/Off	カメラ	不要
監視室周辺機器	常時on	—	不要
車載側機器	On/off	—	不要

路側監視システム

	電源	アプリ	操作
監視室 P C	On/Off	V L C	不要
監視室周辺機器	—	—	不要
※車載タブレット	On/Off	V L C	不要
路側側	On/off	—	不要

※ LEVEL2現用走行にて車両内設置の場合

音声通話システム

	電源	アプリ	操作
監視室機器	On/Off	Teams	通話ボタ
車載側機器	On/off		呼出ボタ

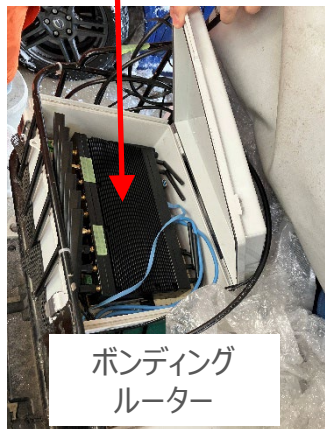
② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果・考察 補足3/3】 運用操作面検証 遠隔監視機能の操作性の検証 (現状の運用スタッフが専門性なく対応できる)

車両側機器

車載映像通信ルーター

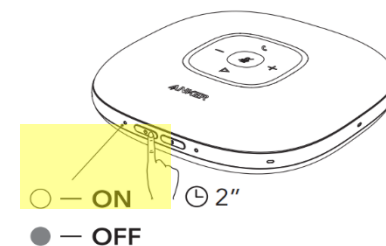
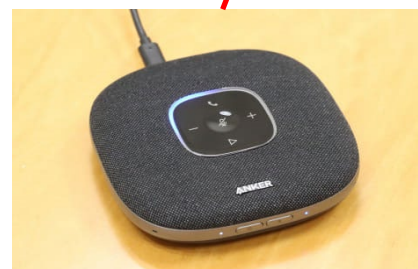
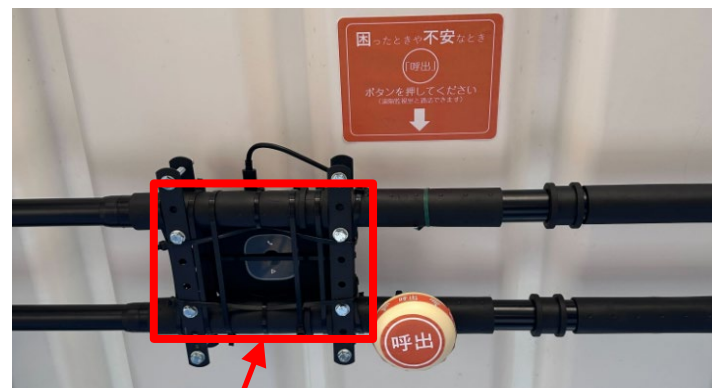


主電源ボタン

出力ボタン

音声通話システム

電源ボタンを 2 秒間長押しします。ステータス LED が時計回りに点灯し、その後フェードアウトします。



車両側は電源のON/OFFのみでシステム起動します。

走行中は、乗客が監視室へ呼びかけたいとき、天井の呼出ボタンを押すだけです。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果 (社会的効果視点)	将来のLv4化により発生する利便性・運用性への効果の洗出しと、Lv4化により発生する新たな課題(負の効果)について確認し解決策を検討	Lv4化により、移送サービスの運用負担が軽減され、運行便数や路線が拡大され、益々の利便性が向上する	住民によるワークショップにおいて、将来のLv4化により発生する利便性・運用性への効果として、以下のような意見が出された。 ・移動手段の確保と運行範囲の拡大 ・運行の効率化 ・安全性の向上 ・コスト削減 同様に、将来のLv4化により発生する新たな課題(負の効果)及び解決策として、以下のような意見が出された。 ・初期導入コストの高さ →段階的な導入計画の策定、多様な財源の活用 ・技術的制約 →技術とインフラの強化 ・住民の安心感の醸成 →広報活動の強化 ・負の経済効果 →広報活動の強化、多様な財源の活用	住民意見を基に、Lv4化は検証結果に記載の通り、移動手段の利便性や安全性を大きく向上させることが示された。これにより、「運行便数の増加」「路線カバー範囲の拡大」「安全性・安定性の向上」が期待され、「住民にとっての、必要な生活インフラへのアクセス手段の充足度の向上」が見込まれる。 一方で、初期導入コストや技術的制約、住民の安心感の醸成の必要性等の課題があることが明らかになった。これらの課題に対する具体的な解決策を実行し、地域住民の生活を支える持続可能な交通システムの構築を目指す必要性が示された。 次年度以降、新たな集落への路線延伸(運行開始)が予定されており、必要な生活インフラへのアクセス手段が向上することになるため、その効果についても検証が必要。

P111-118 住民ワークショップの開催と結果

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果 (社会的効果視点)	路線拡張を想定した場合の住民の期待と新たに発生する住民移送サービスへの需要を確認	路線拡大が、新たな住民コミュニケーションと住民サービスの向上に貢献する	住民によるワークショップにおいて、路線拡張を想定した場合の住民の期待として、以下のような意見が得られた。 ・未運行地区へのアクセス改善 ・観光地や公共施設へのアクセス向上 ・日常生活の利便性向上 ・コミュニティ維持への貢献 ・統合的な交通ネットワーク形成への期待 また、新たに発生する住民移送サービスへの需要として、以下のような意見が得られた。 ・高齢者向けの医療・福祉支援 ・教育分野での利用 ・貨物輸送サービス ・観光客向けサービス P111-118 住民ワークショップの開催と結果	路線拡張は住民の利便性を高め、住民移送サービスへの需要が新たに発生することが示された。路線拡張によって住民が期待する利便性や新たに発生する需要は、交通が維持発展し、人流を増加させ、住民コミュニケーションを向上に貢献する期待があることが示された。同様に、交通ネットワークが形成され、医療・福祉・教育・輸送・観光など多様な分野において住民サービスの向上に貢献する期待があることが示された。一方で、路線拡張には初期投資が必要になり、また路線拡張後の維持管理コストの増加や、住民移送サービスを維持する人材の確保も課題となる。これを解決するには、需要を考慮した優先エリアの設定やデマンド型運行で効率化を図ることが重要である。段階的導入と効率化、外部財源の活用が鍵となる。次年度以降、新たな集落への路線延伸（運行開始）が予定されており、必要な生活インフラへのアクセス手段が向上することになるため、その効果についても検証が継続的に必要である。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

ワークショップの報告結果

検証方法

住民を対象に地域交通の課題と解決策を検討する目的でワークショップを実施した。参加者は地域ごとに3つのチームに分かれ、それぞれのチームが地域交通への期待や課題などについて意見交換を行い、地域の交通ニーズに即した課題や解決策の検討が進められた。

検証協力者

小沢田地区
5名

役場や道の駅、診療所などが集中する地域で、こゑにカーの運行ルート密度が高い地域。この地区の方の多くは運行ルート上に居住しているものの、施設が徒歩圏内であるため乗車頻度の低い方々である。

堂川地区
5名

役場から2km程離れた集落で、運行ルート上にある地域。参加者は乗車頻度の低い方々となったが、親世代が利用していたり、元運転補助者も含まれていた。

沖田面地区
4名

まだ、運行ルートに含まれていないものの、令和7年度から、新規運行する予定となっている地域。村にとって古くからの商業の中心地となっている。

調査項目

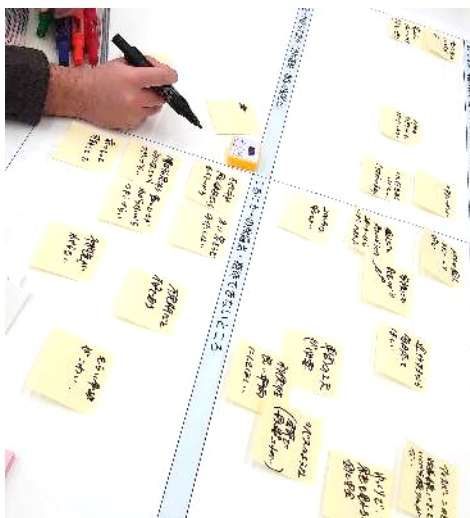
1. 現状の把握

- ・現在の交通・移動の状況・困っていること (バス・タクシー・自家用車)
- ・将来の交通・移動の不安点 (免許返納・集落の高齢化)
- ・こゑにカーの良い点・今後期待すること
- ・こゑにカーの問題点・期待できないところ

2. 継続可能な運営モデルの検討

- ・問題克服のための解決策/課題解決のためのアイデア出し

ワークショップの様子



② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

将来のLv4化により発生する利便性・運用性への効果の洗出と、Lv4化により発生する新たな課題（負の効果）について確認し解決策を検討

将来のLv4化の実現は、地域交通の利便性や運用性に多大な影響を与えと考えられる。住民から寄せられた意見をもとに、Lv4化による効果と課題を整理し、解決策を提案する。

Lv4化による利便性・運用性への効果

◆ 移動手段の確保と運行範囲の拡大

住民意見には、「こあにカーの運行範囲を拡大して未運行地区にも対応してほしい」「免許返納後も安心して生活できる移動手段が必要」といった声が多く寄せられている。これらの意見から、Lv4化による運行効率の向上により、運行エリアの拡張を行い、高齢者や免許返納者にとって重要な移動手段の確保を目指すことができると推察される。

◆ 運行の効率化

「曜日指定が不便」「柔軟な運行スケジュールが望ましい」といった声がある中、Lv4化により運用アプリ（運行管理のDX）を活用した最適ルートの実行が可能となる。これにより、住民の需要に応じた効率的な運行が可能となり、利便性の向上に寄与すると考えられる。

◆ 安全性の向上

「アイスバーンでも脱輪せず安心」「安心して乗れる交通手段が必要」といった住民の評価や期待から、Lv4化の自動運転技術が人為的なミスを除き、雪道や夜間といった厳しい環境下でも高い安全性を提供することが期待される。

◆ コスト削減

「運転手不足が心配」「持続可能な運行が必要」という指摘から、**専門のスキルを必要とする運転手を必要としないLv4化は、運行の効率化と併せて運行に係るトータルの人件費削減につながり、持続可能な運営体制の構築が可能と考えられる。**

Lv4化による新たな課題

◆ 初期導入コストの高さ

「こあにカーの車両をもっと快適で安全なものにしてほしい」という声がある一方で、Lv4化には専用車両や通信インフラ整備が必要であり、その初期コストの高さが導入の大きな障壁となる。

◆ 技術的制約

「冬季の運行に不安」「除雪対策が必要」といった意見から、天候や路面状況への対応が技術的課題として挙げられる。特に寒冷地では、車両の仕様や運行環境の整備が不可欠となる。

◆ 住民の安心感の醸成

「新しい技術への理解が必要」「安心して利用できる説明が欲しい」といった意見が示す通り、Lv4化技術に対する住民の不安を払拭する取り組みが求められる。

◆ 負の経済効果

「運転補助者の雇用が減るのではないかと懸念も指摘されている。これにより、地域内の雇用機会の喪失が課題となる可能性がある。しかし、本実証は、運転者の確保が困難な過疎・高齢化・人口減少地域を想定しており、この課題は、導入以前の地域の状況に合わせた手段選択で回避可能である。

課題への解決策

◆ 段階的な導入計画の策定

住民から寄せられた「実証実験や試験運行をもっと活用してほしい」という意見を基に、初期導入時は、小規模エリアでの運用を開始し、技術的課題の解決や住民の受容性向上を目指す導入計画が望ましい。

◆ 広報活動の強化

「こあにカーの存在をもっと広めるべき」という意見に基づき、自動運転技術の安全性や利便性を広く周知するデモンストレーションや説明会を実施する。

◆ 多様な財源の活用

「運営費用を広告収入などで補填すべき」という意見を反映し、国や自治体の補助金、ふるさと納税、企業スポンサーなどを活用して初期コストを抑える。

◆ 技術とインフラの強化

「寒冷地に対応した車両が必要」「除雪対応を充実させるべき」といった意見を受け、地域の特性に適応した技術とインフラを整備する。

【結論】

住民意見を基に、Lv4化は移動手段の利便性や安全性を大幅に向上させる一方で、初期導入コストや技術的制約、柔軟な運行スケジュールによる利便性向上、住民の受容性の課題があることが明らかになった。これらの課題に対する具体的な解決策を実行し、地域住民の生活を支える持続可能な交通システムの構築を目指す。

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

路線拡張を想定した場合の住民の期待と新たに発生する住民移送サービスへの需要を確認

路線拡張を通じて地域住民へのメリットを最大化しつつ、運営負担やコスト増大を最小化することで、持続可能な運営を実現することを目指す。本報告では、路線拡張による期待される効果とその裏付けとなる根拠を示し、運営負担とのバランスを比較検討する。

路線拡張に対する住民の期待

- ◆ 未運行地区へのアクセス改善
「沖田面地区や他の未運行地区へのルート延伸が期待される」との意見が多く寄せられている。これにより、整骨院や買い物先へのアクセスが改善されることが期待されている。
- ◆ 観光地や公共施設へのアクセス向上
「こぶ杉など観光名所や道の駅へのアクセスが拡充されれば利用が増える」という意見が挙がっている。観光や地域活性化の可能性も示唆される。
- ◆ 日常生活の利便性向上
「家の前までルートを広げてほしい」「診療所や買い物先への移動をもっと便利にしてほしい」という具体的な要望が多く、移動の利便性向上が期待されている。
- ◆ コミュニティ維持への貢献
「地域の高齢者が集まる機会を作れるような移動手段として活用したい」との意見がある。路線拡張で住民の交流が促進され、特に高齢者の孤立軽減に寄与すると考えられる。
- ◆ 統合的な交通ネットワーク形成への期待
「こゑにカーと秋北バスを連携させてほしい」という意見があり、こゑにカーが秋北バスのバス停までのアクセスを提供することで、既存の交通ネットワークを補完し、村外への移動手段を効率的に拡充する提案が挙げられている。

新たに発生する移送サービスへの需要

- ◆ 高齢者向けの医療・福祉支援
「診療所や健診時の送迎を無料化すべき」との意見があり、高齢者の医療アクセスを支援する移送サービスが求められている。
- ◆ 教育分野での利用
「学校やクラブ活動の送迎に活用したい」との声が多く、子どもの登下校や放課後活動を支援する需要が高まる。
- ◆ 貨物輸送サービス
「道の駅の商品や薬を家まで届けてほしい」「村内の買い物品を配達してほしい」という意見が多く、移動手段としてだけでなく、貨物輸送サービスとしての需要も増加すると予測される。
- ◆ 観光客向けサービス
「観光資源としてこゑにカーを使いたい」「移動中に景色を楽しめる企画が必要」との意見があり、観光地への移動を支援する新たな需要が発生する可能性がある。

路線拡張に伴う課題

- ◆ 運行範囲の優先順位設定
全エリアでの即時対応は難しいため、どの地域を優先的に対応すべきか住民の意見を基に決定する必要がある。
- ◆ 運行コストの増加
路線拡張に伴う車両維持費、運行管理費などの増加に対する財源確保が不可欠である。
- ◆ 住民の認知度向上
「路線拡張後の利用方法がわからない」との意見を防ぐため、情報発信を強化し、住民に周知徹底する必要がある。
- ◆ インフラ整備と安全対策
路線拡張に合わせて、未整備の道路や誘導線の改善、雪道への対応が必要となる。

解決策と今後の展望

- ◆ 段階的な路線拡張計画の策定
住民意見を基に、優先エリアを設定し、段階的に路線を拡大する計画を立案する。
- ◆ 多様な財源の確保
国や自治体の補助金に加え、ふるさと納税や広告収入を活用して、運行費用を確保する。
- ◆ 利用促進キャンペーンの実施
路線拡張に合わせて、無料試乗キャンペーンや説明会を開催し、住民の利用意欲を高める。
- ◆ 多面的な活用の推進
貨物輸送、観光利用、教育分野など多様なサービスを展開し、路線拡張の価値を最大化する。これによる、さまざまな異なる既存財源の充当の可能性や新たな収益確保を検討する。

【結論】

路線拡張は住民の期待が大きく、新たな需要を喚起する重要な施策である。一方で、運行コストやインフラ整備といった課題の解決が必要不可欠である。これらの課題に対し、住民参加型の計画策定と段階的な実施を通じて、地域住民の生活を支える移送サービスの強化を目指す。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

現在の交通・移動の状況・困っていること

1. 自家用車への依存と維持の負担

- ・村内では自家用車への依存度が非常に高い。一部の世帯では1家族で5台所有しており、維持費が負担となっている。
- ・運転免許の返納者もあり、その場合、徒歩や自転車、市外行きのバスなどを利用するが、計画的な移動が必要。

2. 公共交通機関や代替手段の課題

- ・バスやタクシーの利用に制約がある。市外行きのバスは高額（片道千円以上）で最終バスの時間が早い。タクシーや運転代行は利用できない状況。
- ・一部の住民はNPOのデマンドカーや村の無料送迎サービス（月2回）を利用しているが、利用者は限定的。

3. 買い物環境の制限

- ・村内には買い物できる場所が少なく、特に食品や日用品の購入に苦労している。道の駅の品ぞろえも限られている。
- ・一部では移動販売やネットショッピング（Amazonや楽天）を利用しており、翌日配送が可能な場合もある。但し、県外業者の移動販売が来なくなったという問題も指摘されている。

4. 地域独自の取り組み

- ・月3回の「市の日」や社協の送迎サービス（自宅まで迎えに来てくれる無料のタクシー的サービス）があるが、利用は限定的。
- ・沖田面地区では、地元商店からの購入や村独自のクーポンサービス（対象者に無料で10回分配布）も行われている。

5. 高齢者や飲み会などの移動の抑制

- ・高齢者は市外への移動手段を計画的に利用しているが、全体として飲み会や急な移動の選択肢が乏しいため、行動範囲が制限される。

成果（アウトカム）指標との関連・考察

- ・自家用車の保有は、「必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる」手段として利用されているが、経済負担（維持コストの高さ）・危険性（運転適性の低下）などのデメリット・リスクを抱えており、やむを得ず自家用車を保有している現状がある。
- ・村内での食品・日用品の購入に困難が発生していること、バス・タクシー等の民間交通機関の維持が困難（事業性低下）であることも、自家用車への依存度を高める間接的な要因と考えられる。自家用車に頼らずとも、「必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる」手段の確立が期待される。
- ・現状のこあにカーの仕様・運用（Lv2自動運転）において、現在の交通に関して困っていることを一定程度解消・緩和できると思われる。また、こあにカーの発展（Lv4導入・路線拡張）と、適切な周知（広報）・運用によって、利便性・持続可能性が向上することで、こあにカーが「必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる」手段となりうる。

V 実証結果・考察（実証結果と実装・横展開に向けた準備）

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証（参考資料）

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

将来の交通・移動の不安点

1. 公共交通の縮小とその影響

- ・村外行きのバス路線は既に減便されており、今後さらに便数が減少する可能性が高いという不安が共有されている。
- ・バス運行には補助金が投入されているが、その継続性が不透明であり、住民の生活に直結する問題となっている。

2. 運転免許返納への不安

- ・高齢化に伴い運転免許の返納が必要とされる一方、自家用車が生活の中心であるため、免許を手放すことへの不安が非常に大きい。
- ・免許返納後の移動手段や買い物環境の確保が見通せず、生活の質が著しく低下する懸念がある。
- ・家族や住民間で助け合いが難しくなり、頼ることや感謝の気持ちを表すことにも心理的な負担を感じている。

3. 移動手段の喪失による移住の可能性

- ・交通手段や買い物先がなくなる場合、秋田市などへの移住を検討せざるを得ないと考える住民もいる。
- ・特に高齢化が進む中で、村での生活を維持するためには移動手段の確保が不可欠である。

成果（アウトカム）指標との関連・考察

- ・民間の公共交通機関による交通サービスが現実には減便されており、今後の減便も危惧されることから、何らかの対策を行わなければ、「住人にとっての、必要な生活インフラへのアクセス手段の充足度」が低下していく現状がある。
- ・上記のような背景から、自家用車に頼らざるを得ない状況があり、高齢になっても免許返納が進まず、経済負担（自家用車維持コスト）・危険性（運転適性の低下）などのデメリット・リスクを抱えて生活しており、「住人にとっての交通インフラの使い易さ・快適性」を低下させている。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

こあにカーの良い点と今後期待すること

1. 利用者への利便性

- ・高齢化や歩行が困難な人や移動手段が限られる人にとって便利であり、頼りになる交通手段として評価されている。
- ・どのような場所でも停車可能な柔軟性を備えている。
- ・家族や知り合いに頼む必要がなく、心理的負担が少ない。

2. 運賃の安さと安全性

- ・料金が200円と安価で利用しやすい。
- ・ゆっくりした運転で景色を楽しめ、安全性が高い。
- ・雪道でも脱輪しない安定した走行。
- ・乗降の高さが程よく、利用しやすい。

3. 運行範囲の拡大

- ・沖田面地区や他の未運行地区へのルート延伸が期待されている。整骨院や買い物、温泉などへのアクセスが改善されることを期待している。
- ・秋北バスとの連携により、広範囲の移動が可能になることを求める声がある。

4. 運行頻度の向上

- ・毎日運行する体制の確立が望まれており、住民の移動需要に応えることが期待されている。

5. 免許返納者へのサポート

- ・高齢者や免許返納者が主な利用者になることが予想されるため、そのニーズに応じたサービスの展開が必要とされている。

6. 車両の改良

- ・季節に左右されない車両や快適性の向上を目指し、車両の改良が求められている。

こあにカーの問題点・期待できないところ

1. 運行性能と快適性の不足

- ・冬季の寒さや夜間の虫、段差の影響が課題。
- ・車両設計がしっかりしていないため、利用意欲がわからない。

2. 運行の不便さ

- ・曜日指定や不定期運行により、使いづらい。
- ・現在の運行範囲が限定的で、村内18集落のバスのない地域を網羅していない。
- ・運行状況と予約方法も不明瞭である。

3. 利便性の低さ

- ・運行範囲が限られており、免許返納後の移動手段として十分ではない。
- ・村の補助を受けたデマンドカーが、同程度の低料金でより便利のため、利用価値が低いとされる。

4. 安全性への懸念

- ・もらい事故や夜間走行に対する不安がある。
- ・ケーブル敷設により道路がもろくなったという指摘もある。

5. 利用者の減少と継続性への懸念

- ・利用者が少なく、今後サービスが廃止される可能性の懸念がある。
- ・自動運転「こあにカー」などの代替交通手段に対する期待がある一方で、運行エリアや実用性の課題解決が求められている。

成果（アウトカム）指標との関連・考察

- ・こあにカーの利便性・安全性・運賃の安さ・乗り降りのしやすさは評価されており、「住人にとっての交通インフラの使い易さ・快適性」に寄与している。一方で、運行性能・快適性・利便性については、さらなる改善が期待されている。
- ・2025年春に実施される運行範囲の拡大によって、「住人にとっての、必要な生活インフラへのアクセス手段の充足度」の向上が期待されている。
- ・安全性や継続性による「必要な生活インフラへのアクセス手段の充足度」向上が期待されている。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

『継続可能な運営に向けた問題克服のための解決策や課題解決のためのアイデア出し』のまとめ

1. 貨物輸送の活用

- ・買い物品、薬、図書館の本、道の駅やコンビニの商品などを配達するサービスへの期待が高い。
- ・社会福祉協議会の弁当配達や、飲食店の出前サービスと連携させるなど、村内の買い物情報を整理し、住民が利用しやすい形でこあにカーを活用する。

2. 運行範囲の拡大と他の交通機関や特定輸送サービスとの連携

- ・バス停やアクセスが不便な地域、観光名所（例：「こぶ杉」）へも運行を広げる。
- ・医療・福祉・教育など村内の既存の交通手段との棲み分けと連携を進める。

3. 車両の改良と除雪対応

- ・安全性と快適性を高める寒冷地仕様の車両への更新が必要。
- ・スピードの向上や魅力的なデザイン（例：村のゆるキャラ「こあぴょん」仕様）を求める意見が多い。
- ・冬期間の除雪対策の充実が必要。

4. 運営面での改善

- ・デマンドカーとの差別化を図りつつ、運行方法を明確化し、村民への情報発信を強化する必要がある。
- ・誘導線を拡大または線の敷設を要しない誘導方法に変更し、運行の柔軟性を高めることが求められている。
- ・運行日程を拡大し、時間や曜日に縛られない利用方法を検討すべき。

5. 観光資源としての活用

- ・速度の遅さを逆手に取った体験型観光（例：「ワンカップがこぼれないこあにカー」）や地域の食を楽しむ飲食体験企画、景色を楽しむ移動の企画の推進。
- ・村外からの観光客誘致や地域おこし協力隊との連携。

6. コミュニティ維持と福祉・教育分野での活用

- ・高齢化と人口減少による共助の低下を補うため、集会や交流促進にこあにカーを利用する。
- ・医療や福祉の分野で、健診や診療所への無料送迎として活用。
- ・教育分野ではスクールバスやクラブ活動の送迎に利用。

7. 運営費用の工夫

- ・車両への広告掲載や観光事業の活用で収益を確保する。
- ・大学や研究機関との連携で技術開発や研究資金を得る。

8. 運営スタッフの確保

- ・セカンドキャリアとしての運営スタッフの募集、運転補助者の待遇改善や講習の簡素化が必要。

成果（アウトカム）指標との関連・考察

- ・住民としては、「交通手段が十分に存在し、必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる」ことも重要であるが、その状態が継続可能であることが求められている。
- ・継続可能な運営のための、単なる交通手段としてだけでなく、「貨物輸送」「他の交通機関等との連携（ネットワーク形成）」「安全性・快適性向上のための車両改良」「柔軟な運行日程の実現」「観光資源化・広告収入確保」「福祉・教育分野での活用」など、売上向上や付加価値（得られる便益）の最大化などが提案された。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

住民によるワークショップの報告結果

『継続可能な運営に向けた問題克服のための解決策や課題解決のためのアイデア出し』の追加提案

9. 地域公共交通計画の策定

- ・地域公共交通政策の観点から、地域住民の移動ニーズを調査し、こあにカーの位置づけを整理し、利便性の向上や運行スケジュールの最適化に活用する。

10. 住民参加の促進

- ・地域の移動の在り方について広く話し合う住民参加型の検討委員会を設置し、公共交通政策を継続的に話し合う場を設ける。

11. 教育や体験型プログラムの導入

- ・子ども向けの地域課題検討プログラムとして、こあにカーを使った体験イベント（例：簡単な運行管理や地域ガイド体験）を実施し、子どもから親世代への理解を深める。

12. 地域防災に活用

- ・こあにカーを防災訓練や災害時の物資輸送に利用し、災害時の利用を図る。

13. 利用頻度に応じたインセンティブ制度

- ・一定回数の利用でポイントを付与し、村内店舗で利用可能な商品券やサービスと交換。

14. A I と連携した魅力向上

- ・車内で対話ができるAIシステムを導入して、こあにカーを擬人化し、こあにカーとのつながりをより強くする乗車体験にする。

15. こあにカーの情報発信

- ・車両にカメラを設置し、運行中の風景を村の公式サイトやSNSでライブ配信。地域外へのプロモーションに活用。

16. ふるさと納税の活用による外部支援の拡大

- ・こあにカーの運行維持のために、ふるさと納税の募集キャンペーンを実施し、村外からも支援を募る。

17. 図書館返却ボックスの設置

- ・こあにカーの車両内に返却ボックスを搭載し、図書館の利用を促進。

成果（アウトカム）指標との関連・考察

- ・「地域公共交通・住民参加」「利用頻度向上施策（効果的な広報・利用回数に応じたインセンティブ）」「ふるさと納税の活用」など、こあにカーが「交通手段として十分存在し続けられる」ためのアイデアが住民から提案された。
- ・加えて、子どもの教育・教養（図書館連携）・防災（物資輸送）など、単なる交通手段としての活用を超えた工夫が住民から提案された。
- ・住民によるワークショップの実施が、「交通手段が十分に存在し、必要な生活インフラに必要なタイミングでアクセスできる」ためだけの利用・思考にとどまらず、住民自身でこあにカーをより魅力的な存在に進化させていくきっかけとなった。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証(参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

地域の方々からのヒアリング結果

検証方法

住民を対象に行ったワークショップで出された意見やアイデアについて、その実施に向けて協力が求められる地域の関係者・関係機関にヒアリングを行い、アイデアの妥当性や実現可能性などについて意見を伺った。

ヒアリング項目

1. 住民ワークショップ結果へのご意見
・住民ワークショップで出された意見・アイデアについて、ご自身の経験や専門分野からの考えや意見等。

ヒアリング対象者

1. 社会福祉協議会 総務課
「こあにカー」の福祉利用のアイデアについて意見を伺った。
2. 民生児童委員（自治会会長）
「こあにカー」の福祉利用や教育利用のアイデアについて意見を伺った。
3. 商工会事務局
「こあにカー」の商業振興・観光振興のアイデアについて意見を伺った。
4. 上小阿仁村役場 総務課
「こあにカー」の今後の推進体制や運営全般のアイデアについて意見を伺った。
5. 上小阿仁村役場 建設課
「こあにカー」の整備課題や今後の運営全般のアイデアについて意見を伺った。
6. 上小阿仁村役場 住民福祉課
「こあにカー」の福祉利用のアイデアについて意見を伺った。

ヒアリング結果

1. 福祉・輸送サービスでの「こあにカー」の利用可能性について
 - (1) 買い物支援バス事業
・社会福祉協議会が月2回水曜日に鷹ノ巣行きの買い物支援バスを運行し、人気が高い。自宅まで送迎するため、「こあにカー」が担える部分はあまりないと思う。
 - (2) 弁当配達事業
・社会福祉協議会が週2回、戸口まで届けており、見守りや栄養面の確認も兼ねていることから、「こあにカー」が担える部分はないと思う。
 - (3) 薬の配達・診療所送迎
・薬剤師が移動困難者に自宅配送しているほか、診療所も患者を戸口まで送迎しているので、「こあにカー」が担える部分はあまりないと思う。
 - (4) 広報誌配布
・各集落にまとめて配布し、代表者が各戸に配布していることから、広報配布において、「こあにカー」が担える部分はないと思う。
 - (5) 介護予防教室などでの参加促進利用
・介護予防教室などもあるが参加者が限られているという課題がある。この点において、「こあにカー」での無償輸送で参加促進を図ることはできるかも知れない。
・毎週水曜に福祉センターで開催される「ふれあい広場」や「ふれあい食堂」に来る高齢者の移動手段としては有効かもしれない。
2. 「こあにカー」の評価と利用イメージについて
 - (1) 利用ニーズのイメージ
・目的地は診療所や役場、道の駅など限られている。
・「こあにカー」は免許返納を検討する高齢者や80代以上の世代にとっては必要性が高い一方、60代以下や自家用車を運転できる人にはあまり必要ない。
 - (2) 速度に対する評価
・車を運転できる立場からすると「遅い」と感じるが、90代の利用者は「問題ない」と好意的ようだ。
・乗降の高さが丁度良いという声も聞く。
・通勤・通学などの実用交通としてはやや遅すぎるが、観光や福祉利用なら許容範囲との見方もある。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証(参考資料)

【検証結果詳細】 将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果

地域の方々からのヒアリング結果

ヒアリング結果

3. 運行上・技術上の課題（冬季・通行止め・車両など）について

- (1) 寒さ・暑さへの不満
 - ・現行車両（ゴルフカート型）は冬は寒く、夏は暑い。
- (2) 電磁誘導線の断線
 - ・除雪作業による断線が発生した。断線すると自動での運行はできず、「もし住民の移動がそれに依存するようになった場合、死活問題になる」という懸念がある。
- (3) 冬季通行止め問題
 - ・国道を通れないことが冬期の通行止めと相まって大きなネックとなっている。
 - ・通行止め区間を除雪したくても、予算や人員の問題がある。
- (4) 車両の問題
 - ・貨物を載せるには座席が邪魔になるなど、改装や設備投資が必要。子どもだけが乗る場合、いたずら防止など新たな対策が要る。

4. 観光・商工での活用について

- (1) 観光PRとして
 - ・「こぶ杉」や鮎釣りスポットへの観光ルートとして、低速でもアトラクション性が期待される。
- (2) 商店支援・移動販売車化
 - ・商工会は事業主の高齢化や買い物弱者対策に頭を悩ませており、客を店まで運ぶ仕組みや移動販売車として活用を検討しても良いのではないかと。
 - ・移動販売車や配送サービスなどは商工会として推奨したいが、セキュリティ・改装費・採算性の問題がある。

・大手コンビニとの連携や中央会の補助金の活用も検討する価値がある。

5. 今後の運営への懸念や提案

- (1) 今後の村全体の移動についての議論の必要性
 - ・移動や配送、見守りなどの手段をどう確保するかが重要。
 - ・「地域公共交通会議」において議論を深めるのがよい。
- (2) コスト・採算性・運営主体
 - ・採算が合わない事業は単独で会社を作って運営するのは困難だが、比較的大きな企業や村外事業者の参入があれば可能かもしれない。
 - ・電磁誘導線の補修コストや冬季運行コストへの不安は大きく、電磁誘導線に頼らない誘導方式があるならその方がよい。
- (3) インセンティブ設計・利用促進
 - ・ドアtoドア送迎とどう差別化し、利用者にメリットを与えるかが課題。
 - ・村内事業者にもメリットが出るようなポイント還元や割引制度などを検討してはどうか。
- (4) 人材確保（地域おこし協力隊等）
 - ・マンパワー不足の解決のために地域おこし協力隊に過度な期待をかけるのは問題であるが、協力隊の活動テーマとして「こあにカー」の支援を組み込むことは面白いかもしれない。
 - ・協力隊任期後も村に定着してもらえるような活動が望まれる。

成果（アウトカム）指標との関連・考察

- ・社会福祉協議会、民政児童委員、商工会（事務局）、村役場（総務課・建設課・住民福祉課）といった地域の関係者・関係機関（関係機関等）より、それぞれが実施している関連施策や課題が明らかになった。
- ・一部の施策はニーズに対する対処としての交通ニーズが類似・重複している部分があった。既に交通手段を確立している関係機関等からは「こあにカーが担える部分は限定的」という意見が出されたものの、棲み分け・整理により多重投資を抑制することで、既存の運営を効率化・合理化できる可能性がある。また、関係機関等が企画するイベントの参加率を向上させる移動手段としてのこあにカーのニーズが明らかになった。利便性の高い自家用車に対して、こあにカーは「予約の手間」「限定された路線・乗降場所」「低速」という面で劣っているものの、80代以上の世代にとっては「速度は問題ない」「乗降の高さが丁度良い」との意見があり、免許返納や経済的事由で自家用車を手放した後の世代の交通手段としては一定の期待がある一方で、運行上・技術上の課題（寒さ・暑さ対策、電磁誘導線の断線・補修の必要性、冬季通行止めによる運休）が示された。
- ・こあにカーが上記のような期待に応えられる交通手段となるために、「アクセス手段の充足度（こあにカーの便数や路線カバー範囲、安全性・安定性）」が向上すること、「交通インフラとしての使い易さ・快適性」が向上すること、また、Lv4自動運転の実現等による利便性の向上が求められる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果
	項目	目標	
将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果 (システムの効果視点)	将来のLv4化により発生する利便性・運用性への効果の洗出しと、Lv4化により発生する新たな課題(負の効果)について確認し解決策を検討	Lv4化により、移送サービスの運用負担が軽減され、運行便数や路線が拡大され、益々の利便性が向上する	運用負担の軽減について、運行監視で画面注視等の負担が少ない。例えば、積雪の具合や路面凍結など雪国特有の運行条件について、センシングデータにより正しく把握できる。ソフトウェア機能により運行利便性向上と安全管理、旅客管理が容易にできる。特別な専門知識や技能を必要とせず運行体制を確保することが可能となる。運行監視者1名で複数車両の監視運行が可能となれば、運行便数や路線の拡大といった利便性の向上が期待できる。
			本事業で令和6年度に実現したシステム・機能は、これまでの既設の自動運転Lv2機能に加えて、以下の機能を実現した。これにより、これまでの自律的な自動運転に加え、自動運転を遠隔から監視する機能や路側帯カメラからの映像により危険箇所における監視、これらの映像をシームレスに伝送できる通信システムの強化を実現した。これらはLv4化において必要な要件であり、移送サービスの運行負担軽減欠かせない。 1) 自動運転車両(こゑにカー) 自動運転Lv2機能 ・機能電磁誘導線による自動走行(GPSなし) : 既設 ・無線タグによる走行速度制御(0~12m) : 既設 ・ステレオカメラによる前方障害物の発見と停止(3~10m前方) : 既設 2) 遠隔監視室(道の駅2階)の運行監視機能 ・機能車外6台のビューカメラによる周囲360°走行状態監視 : 新設 ・車内1台の監視カメラによる乗客の安全行動管理 : 新設 ・路側帯設置カメラによる道路状況監視システム : 新設 ・ボンディングルータによるV2X通信状況管理機能 : 新設 ・多様な路面センサによる路面状態監視システム : 新設 ・車内音声通報システム : 新設 3) 通信基地局 ・実行スループットの向上のための複数キャリアLTEのボンディング機能 : 既設 (但し、車載カメラ映像解像度や通信キャリアの精査によるLTEボンディングの改善は新設) ・通信不感帯地域の補完のためのローカル5G通信システム : 新設 ・道路見通しが悪い箇所への路側固定監視カメラ : 新設

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果 (システム面)

課題の凡例

クリティカルな課題 (解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題 (解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

考察 1/3

今後、地域移送サービスとしてLv4運行においては、利便性・運用性に加えて、安全性・正確性の向上の視点より、システムや機能が必要である。このため、現在のLv2自動運転機能に加えて、図1.10及び図1.11に示すような遠隔監視室及び路側帯システムが必要とされる。

このため遠隔監視室システムには、以下の1)～7)の機能を導入を検討する必要がある。

但し、導入地域の走行ルートの実況や導入主体 (自治体等) の予算を十分に考慮し、必要機能の選定を行う必要はある。

1) 高精度センシング機能

- ・物体検知認識機能 : 危険物・障害物・歩行者の認識
- ・路面状態認識機能 : 走行路の路面状態の安全性の認識
- ・信号検知・認識機能 : 信号状態の検知・認識機能
- ・路面情報交換機能 : 路車間通信機能を使用して通行車両との路面状態の交換機能

2) ソフトウェア機能

- ・運行管理機能 : 自動運転サービスにおける旅客管理、自動運転車両の走行状態管理等
- ・安全管理機能 : 自動運転サービス環境における危険箇所、歩行者管理等
- ・ネットワーク管理機能 : 車両との接続管理、路側帯基地局との接続管理機能
- ・路面状態監視機能 : 道路周囲、路面状態、路上駐車等の状態監視機能

3) オペレータによる手動操縦機能

- ・緊急時対応機能 : 遠隔より緊急停止機能、安全確認機能、遠隔より運転再開機能
- ・遠隔操縦機能 : 遠隔より自動運転車両の停止・再開・操縦機能

4) 各種データの収集・記録・クラウド化機能

- ・車両状態、運行状態、交通状態、天候状態、道路状態等のデータ収集・記録、クラウドによる道路状況データとのビッグデータ化と気象データによるビッグデータ化とオープン化

5) 路側データ収集機能

- ・路側帯カメラ映像センシングと映像収集機能
- ・路面状態情報センシングとデータ収集機能
- ・交通信号センシング及び認識データ収集機能
- ・V2Rで他車両と通信・交換・集積された路面状態データ収集機能

6) ネットワーク通信機能

- ・路側帯と車両との通信機能 (V2R)
- ・路側帯と遠隔監視室との通信機能 (R2I)
- ・路側帯間通信中継機能 (R2R)
- ・車車間通信機能 (V2V)

7) 高精細3次元地図

- ・正確な自己位置・ガードレール・白線・信号機・駐車障害物位置などの把握機能

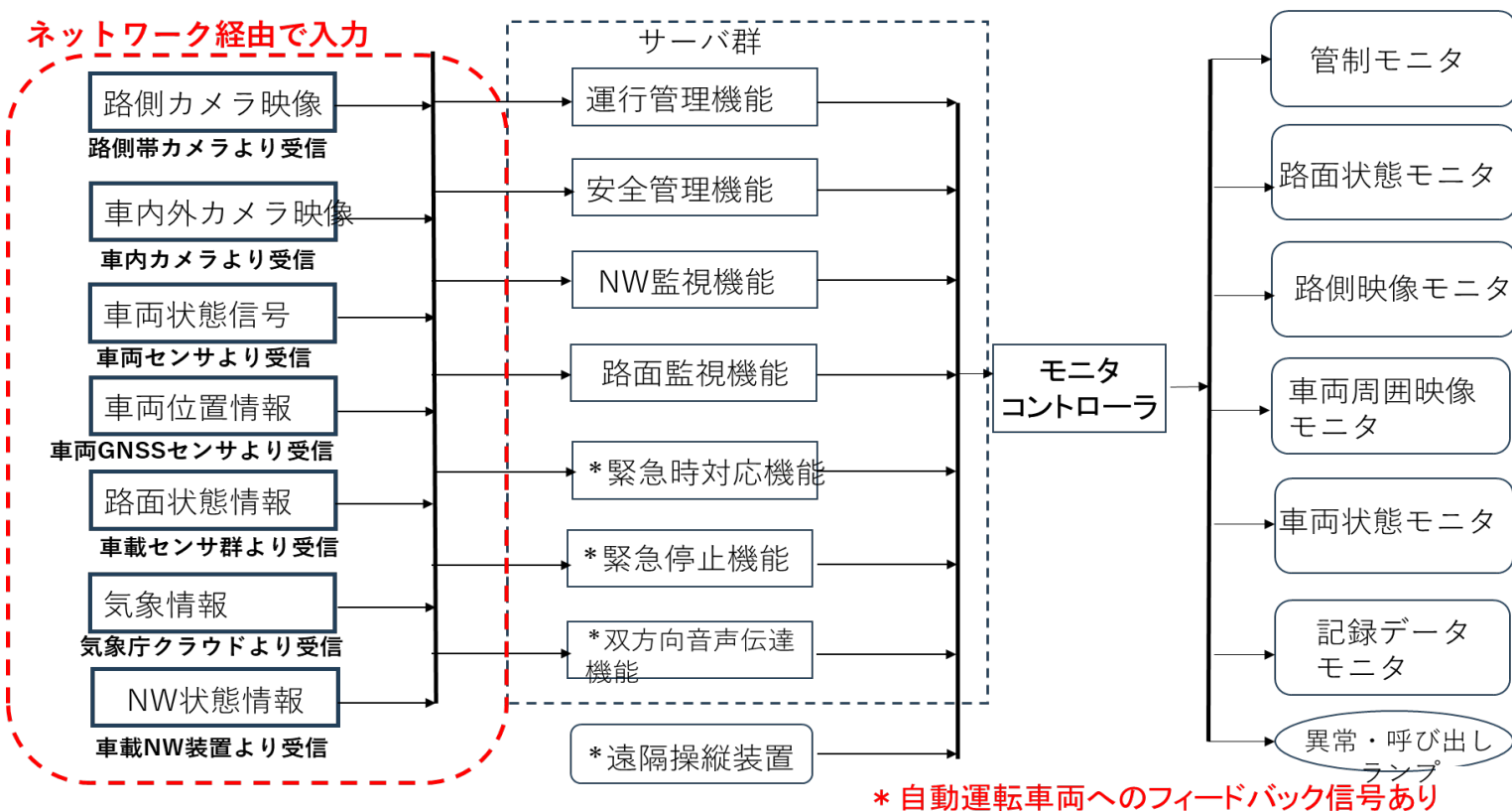
② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果 (システム面)

考察 2/3

図1.10 Lv4に向けた遠隔監視室システムに求められる機能



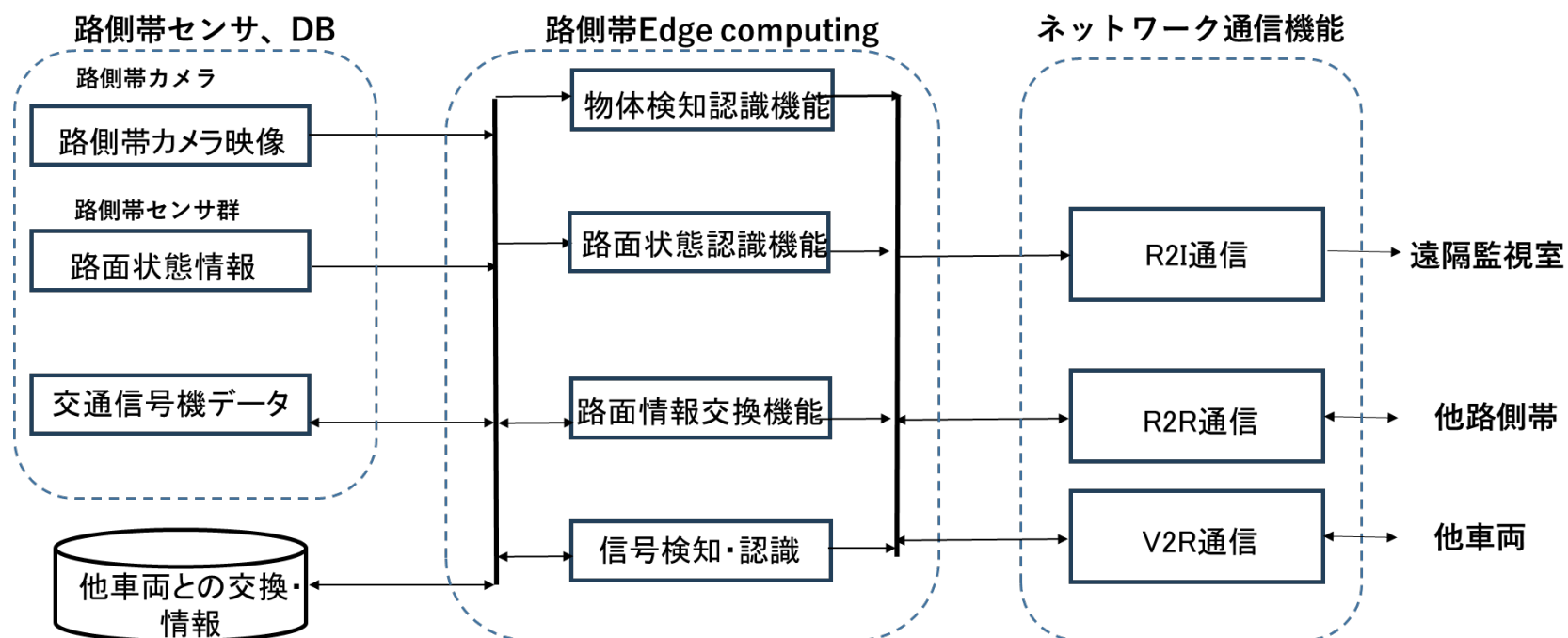
② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証 (参考資料)

将来のLv4導入と路線拡張による、住民サービスの向上への効果 (システム面)

考察 3/3

図1.11 Lv4に向けた路側帯システムに求められる機能



③ 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

実装に向けて	アクション	結果	得られた示唆・考察
	ローカル 5 G 免許の取得	本実証では、実験試験局免許を取得した。	ローカル5G免許取得には、手続きノウハウと無線法規・技術に対する知識が必要となるため、システム構築ベンダーに免許取得サポートを依頼するのが一般的である。また、無線基地局運用にあたり、無線従事者免許が必要となるため、実装に向けては、サブスクによる導入検討も有効である。
	機器調達	本実証では、コア設備を含むローカル5G一式をレンタルにて調達を行った。	ローカル5Gの機器選定については、構成によりイニシャルコスト及びランニングコストが高価なものとなるため、システム構築ベンダーと十分に議論を重ね、使用用途に対してオーバースペックにならない機器の選定が重要となる。また、故障時に使用できないことは、住民移送サービスの運用にかかるため、冗長及び保守レベルについても、十分な検討が必要となる。本件についても、免許取得と合わせてサブスクモデルによる導入検討が有効である。
	ネットワークの設計・施工	コストを抑えたスポット通信の構築を目指して、本モデルでは、既存の地域光ファイバー網の活用を行った。	既存の光ファイバー網の利用をローカル5Gのバックホール回線に活用することは、比較的容易であり、線番管理上空きの心線を確保できれば特に問題はない。本実証では、光ファイバー網のあるポイントにローカル5Gを構築できたが、今後、光ファイバー網のルートから外れる場合は、引込線確保等の検討が必要であり、新たに費用対効果の検証が必要となる。利用にあたっては、構築ベンダーと十分な議論が必要となる。

③ 実装・横展開に向けた準備状況

アクション	結果	得られた示唆・考察
ラボ検証	本実証では、実証フィールドでのシステム構築に先立ち、構築ベンダーの開発センター（ラボ）において、エンド to エンドのシステム検証を実施した。その結果、システム構成に支障をきたすことなく、そのままシステムを現地に移送し構築を行った。	本実証では、LTEボンディングシステムの通信デバイスのひとつとしてローカル5Gを活用するシステムを検証したが、このような活用事例は初の試みであったため、ラボ検証を実施の上、フィールドでの実装とした。通常、技術が確立された後では、特にラボ検証の工程は不要となる。
ソリューションの実装	ラボ検証で評価したシステムも含めて、実証で必要となるシステムをこゝにカーに実装した。主には、既存のLTEボンディングシステムに加えて、ローカル5Gシステム、音声コミュニケーションシステムを実装した。	十分な事前評価もあり、車両への実装及び動作確認は滞りなく完了した。音声コミュニケーションシステムについては、走行雑音等もあるため、実装後の十分なテストと微調整により、精度向上に努めた。また、事前のユーザビリティ評価は行っているものの、実際の利用者に評価いただき、改良を行うことで、より使いやすいシステムとすることができた。
実行（走行検証）	ソリューションを実装し、現地のこザにカー走行ルート上にて、走行試験を実施した。遠隔監視室のモニターでの遅延や画面ちらつき（ブロックノイズ等）の検証を中心に行った。また、通信環境と画面の状態を確認し、カメラ画角の検証や、最適な解像度の調整等も行った。既設や時間帯による通信への影響についても検証を行い、実装上の課題を抽出した。	気象条件による遠隔監視への影響を中心に検証したが、特に気象条件を起因とした映像の劣化等は確認できなかった。但し、時間帯（昼時及夕方下校後）により、映像が乱れるなどの現象が確認できた。本システムは、LTEを使用しているため、時間帯トラフィックの制御はできないが、悪条件でも映像伝送に影響がなく、かつ遠隔監視に影響がない、解像度等の設定を行うことができた。実装に向けては、長めに走行評価を行い、時間帯などによる影響がでない設定を確保する必要がある。

実装に
向けて

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に向けて	成果課題の分析	走行試験毎に、コンソーシアム関係者内で、成果や課題の分析を行った。 項目としては、ローカル5Gの調整、LTEボンディングの調整、これらの統合試験と多岐にわたるテストを行い、最適なLTEの選定（ルートにより異なる電波環境から最適な通信キャリアを選定）とLTEボンディングによる評価試験を実施した。	上小阿仁村では、おおよそ、auとSoftBankの組み合わせが最適であったが、導入する地域や走行ルートにより、どの通信キャリアが最適かの確認は極めて重要であり、時間帯や曜日を変えた細やかな試験と結果のフィードバックが重要となる。導入にあたっての肝となるため、十分な事前調査を行う必要がある。
	技術的なフィードバック・改良点の検討	走行試験の結果をもとに、コンソーシアムメンバー間で、システム上の課題、特にローカル5Gエリア進入時のリンクアップ時間について共有し、通信システムの切替にかかるシステム設定などの調整を行った。	使用エリアの状況に合わせた通信システム設定は、現地での作業となり、実証の中で多くの時間を要する結果となった。現地のローカル5G置局状況（複数基地局がある場合は、それらの干渉等）にもよるため、最適な設定はベンダースキルとシステム感度等に依存するところがあり、今後の実装に向けては、本実証をはじめ、他の同様の使い方での設定情報の共通化は重要である。
	社会的なフィードバック・普及・展開	地元住民に対して、ヒアリング及びワークショップを開催し、住民サービスとしての有効性の確認（住民理解の醸成も含む）を行った。また、地域の住民移送サービスの関係者からのヒアリングも実施した。	上小阿仁村の住民移送サービスに関わる地区ごとに考え方が大きく異なる結果となった。ルート目的地地区の住民や、今後新設されるルート上地区の住民、通過するだけの地区の住民など、移送サービスに対する理解や期待は大きく異なった。本サービスは、地域のセーフティネットとしての役割が強く、自治体の予算を用いて維持存続されるため、実装に向けては、関係する地区（住民）へのメリットを引き出し、地道な理解の醸成を導入検討段階から進める必要がある。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

アクション	結果	得られた示唆・考察
コンソーシアム会議でのシステム改善、安全性確保に向けた要件抽出と適用	通信特性試験（ローカル5Gの調整、LTEボンディングの調整、これらの統合試験）と同時進行で、安全確保に必要なカメラの画角検証と必要な解像度の設定を行い、遠隔監視室から死角の無い画角の調整を行った。	当初、「前方」「右前方」「左前方」「後方」「右後方」「左後方」、及び「車内2か所」の合計8個のカメラを配置したが、結論として、車内1か所減の合計7カメラでの運用が最適との判断に至った。但し、前方は、画角の広いカメラの導入によりさらにカメラ削減効果が期待できる。また、前方直下（足元）のカメラもLv4導入時の緊急停止時の状況確認を考えると有効性が期待できる。
地元住民からの意見徴収・集約による利便性向上への改善の実施	「社会的なフィードバック・普及・展開」項目に記載の通り、地元住民に対して、ヒアリング及びワークショップを開催し、住民サービスとしての有効性の確認（住民理解の醸成も含む）を行った。	利便性改善に向けては、運行範囲の拡大や免許返納後の案件の確保、柔軟な運航スケジュールなど様々な意見が寄せられるとともに、医療福祉支援、教育分野での利用、貨物輸送、観光利用など、運営上収益向上、利用増につながる意見も寄せられた。このように定期的に移送サービスについて語る機会を設けることで、サービスへの理解の向上、愛着心の醸成、ひいては実装定着に寄与することが確認できた。

実装に向けて

3 実装・横展開に向けた準備状況

		アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に向けて		・実証結果の講演会・学会等での積極的紹介 ・他地域への紹介展開と視察等受入	・岩手県立大学特任教授 柴田義孝による論文発表(2024/04～2025/03) 1. IoT Based Road State Sensing System Toward Autonomous Driving in Snow Country (The 38th International Conference (AINA-2024)) 2. Performance Evaluation of V2X Communication based on Channel Bonding Wireless Link Method for Autonomous Driving (The 38th International Conference (AINA-2024)) 3. A Cellular Multi-Links Method for Autonomous Driving Considering Vehicle-to-Everything Communication (The 13th International Conference on The 13-th International Conference on Emerging Internet (EIDWT-2025))	地方の自治体の現状に合わせたミニマムコストでの自動運転導入へのアプローチについて、関心を持っていただいた。遠隔監視についても、電波については、既存のLTEサービスを利用するとともに、地域の既存光ファイバー網を活用するなど、コストを意識した実装展開について関心を持っていただいた。 また、本システムで導入しているLTEボンディングは、複数キャリア通信を使用するため、冗長性もあり、自動運転時の安全確保への貢献についても高評を頂いた。 併せて、他自治体視察会及び、ディスカッションでは、住民の理解を得るため、また、自治体予算を本サービスに割くための工夫などについて議論が行われた。
			・2/6：官民連絡会における実証施策の紹介 ・2/13・14：本サービスに興味をもつ自治体合計12団体を招待した現地視察会を開催	

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に向けて	地元・他地域への 成果還元、情報発信	2/13(木)・14(金) 参加自治体12団体：東成瀬村、陸前高田市まちづくり推進課、大船渡市企業立地港湾課、宮古市公共交通推進課、恵那市企画課、秋田市交通政策課、由利本荘市地域づくり推進課、八郎潟町総務課、盛岡市交通政策課、滝沢市都市政策課、平泉町まちづくり推進課、二戸市市民部まちづくり課による自治体視察会を実施。 対象自治体は、少子高齢化が課題となっている自治体及び、上小阿仁村と同等あるいは、少し大きい地域の自治体の方々に参加いただき、①こあにカーへの試乗、②ワークショップ実施計画書作成、③上小阿仁村とのディスカッションなどを行った。 また、同時に、上小阿仁村のこあにカー関係者からのヒアリングと成果フィードバックを行った。	各自治体の現状の確認や、本実証を中心とした、上小阿仁村事例の紹介、上小阿仁村の導入維持への課題などについてディスカッションを行った。 当該自治体については、引き続き、導入に向けたフォローアップを継続する。 また、本視察会には参加できなかった自治体に対しても、成果の還元を行っていく。

③ 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

横展開に向けて

アクション	結果	得られた示唆・考察
横展開先候補自治体への視察会参加打診	横展開先候補自治体向けに、導入検討に向けた現地視察会を企画し、県域で広く広報し、参加を打診した。当初計画に含まれる自治体だけでなく、コンソーシアムメンバーの人的ネットワーク等を利用し、より多くの自治体への参加を呼びかけた。上小阿仁モデルのPRが功を奏し、多くの自治体から視察・意見交換の意向が寄せられた。 結果として合計30自治体に参加を打診し、うち13自治体が現地視察会に参加いただけることとなった。また、現地視察会への参加が叶わなかった自治体に対しても、今後の横展開の可能性を探るため、地域交通に関連する課題等についてアンケートへの協力を打診し、17自治体25名に協力をいただけることになった。	視察会への参加案内を送付した自治体について、視察会への参加希望自治体の多さから、地域交通に関する課題を多くの自治体が持っていることが明らかになった。 上小阿仁村で長く実施（運用）している自動運転や実証したソリューション（導入に向けた調査検討）に関して多くの自治体が興味を持たれることは想像していたものの、その熱量（課題感の持ち方、ソリューションの選定・導入検討、解決に向けた推進姿勢）は、自治体ごとに差があることが明らかになった。 また、自動運転や実証したソリューションをどのようなシチュエーションで活かせるか（活かせないか）については、自治体ごとの現状の交通事情・交通計画・住民意見・議会や市町村長の意向等により差がある部分が多く、時間をかけた周知や情報提供などを継続することが必要であることが明らかになった。
横展開先候補自治体へのアンケート実施	横展開先候補自治体向けに企画した、導入検討に向けた現地視察会を実施した。 自治体毎に課題は異なり、過疎高齢化と通信不感地帯を含む自治体もあれば、都市部でありながら人的資源不足を理由に地域交通について喫緊の課題として取り組んでいる自治体も存在した。	自治体毎に導入の検討段階が異なるものの、抱えている課題の根幹は、資金と人材、利用者確保という点で共通であった。背景が多岐にわたることを考慮すると、本実証ケースがそのまま適用できる場合と、カスタマイズが必要な場合が考えられるが、このことから、容易に展開できる自治体から実績を積み上げ、機能を追加しながら様々な事情を抱える自治体への展開といった拡販モデルが考えられる。ここに記載のある自治体が、直近の横展開先自治体となり得る。特に、岐阜県恵那市は計画の進行度合いが高く早期の展開先となる可能性がある。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

横展開に 向けて

アクション	結果	得られた示唆・考察
横展開先候補自治体への視察会実施 東成瀬村、陸前高田市まちづくり推進課、大船渡市企業立地港湾課、宮古市公共交通推進課、恵那市企画課、秋田市交通政策課、由利本荘市地域づくり推進課、八郎潟町総務課、盛岡市交通政策課、滝沢市都市政策課、平泉町まちづくり推進課、二戸市市民部まちづくり課、葛巻町 合計13自治体の担当者が参加した。 ※葛巻町は12月に個別に視察会を実施	横展開先候補自治体向けに企画した、導入検討に向けた現地視察会を実施した。 自治体毎に課題は異なり、過疎高齢化と通信不感地帯を含む自治体もあれば、都市部でありながら人的資源不足を理由に地域交通について喫緊の課題として取り組んでいる自治体も存在した。	自治体毎に導入の検討段階が異なるものの、抱えている課題の根幹は、資金と人材、利用者確保という点で共通であった。背景が多岐にわたることを考慮すると、本実証ケースがそのまま適用できる場合と、カスタマイズが必要な場合が考えられるが、このことから、容易に展開できる自治体から実績を積み上げ、機能を追加しながら様々な事情を抱える自治体への展開といった拡販モデルが考えられる。ここに記載のある自治体が、直近の横展開先自治体となり得る。特に、岐阜県恵那市は計画の進行度合いが高く早期の展開先となる可能性がある。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

a. 横展開先候補自治体向け視察会 - 概要 体験乗車ルート (参考資料)



こあにカー

視察会体験乗車ルート概要

自動運転走行ルートのうち「福館ルート」の一部を乗車体験ルートとします

住民の生活インフラでもあるコンビニ(ローソン)と役場の間を走行します

乗車時間はおよそ10分、約1.6kmの道のりです

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

a. 横展開先候補自治体向け視察会 -概要 視察会の様子 (参考資料)



視察会オープニング



こあにカー体験乗車



遠隔監視室
遠隔監視システムデモンストレーション



こあにカー体験乗車

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

a. 横展開先候補自治体向け視察会 -概要 視察会の様子 (参考資料)



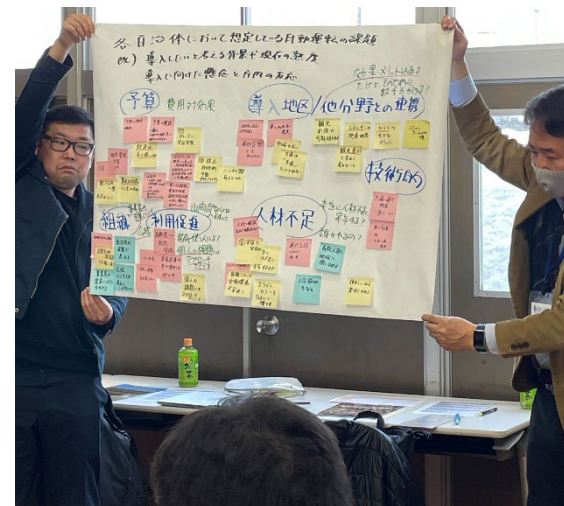
専門家による事例紹介



質疑応答



自治体向けワークショップ



自治体向けワークショップ

③ 実装・横展開に向けた準備状況

(参考資料)

横展開に向けて

横展開先候補自治体による現地視察会結果

視察自治体が抱える課題や検討状況

◆ 地域交通の現状と課題

視察自治体の多くが、人口減少と高齢化の進行により、公共交通の利用者が減少し、公共交通の維持が困難な状況にある。特に運転手不足は深刻で、バスやタクシーの運行に必要な人材の確保が難しくなっており、高齢化したドライバーの引退がさらなる影響を与えている。また、利用者の減少によって運行コストが増加し、赤字路線が拡大することで自治体の財政負担が大きくなっている。

◆ 自動運転技術の導入意向

自動運転技術の導入については、前向きに検討している自治体がある一方で、まだ判断に迷っている自治体も多い。特に、費用対効果や住民の受容性に対する懸念があり、導入を決めたとしても、具体的な運行路線が決まっていないケースが多い。また、コストや維持管理の負担が不透明であり、導入に踏み切れない要因となっている。

◆ 実証実験の状況

一部の自治体では、何らかの公共交通サービスに関する試験運行を実施した例がある。技術的な課題や運用の持続可能性を考慮し検討を進めるため、多くの自治体では、他地域の事例を参考に情報収集を進めながら、導入の可能性を慎重に検討している。

◆ 上小阿仁モデルへの期待

中山間地域という共通点を持つ視察自治体は、上小阿仁モデルの事例を参考に、自地域に適用できるかどうかを判断したいと考えている。導入コストや維持管理に関する具体的な情報を得ることで、財政負担の面での課題を解決する糸口を見つけたという意見も多い。さらに、住民の受容性や実際の利用状況についての情報を得ることで、地域住民のニーズに合った形での導入を検討するための参考にしたいと考えている。

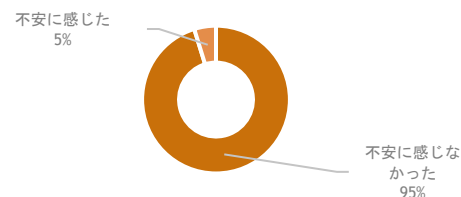
◆ 視察での関心事項

視察自治体の関心は、実際に自動運転技術を導入した際の課題や解決策にある。特に、導入に向けた具体的なプロセスや手続き、そして費用対効果についての検討が重要視されている。また、導入後の住民の反応や、運行の課題をどのように改善しようとしているのかについても関心が高い。実際に運用している自治体の経験を学び、将来的に自自治体での導入の可能性を検討することが視察の大きな目的となっている。

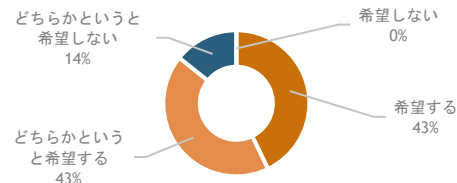
体験乗車・視察後の反応

視察会に参加した各自治体の担当者に対しアンケートを実施した結果を記述する。

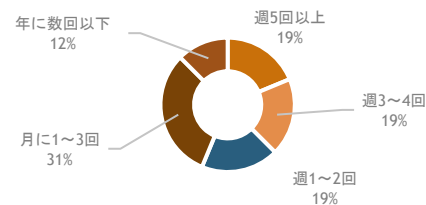
◆ 自動運転の不安感



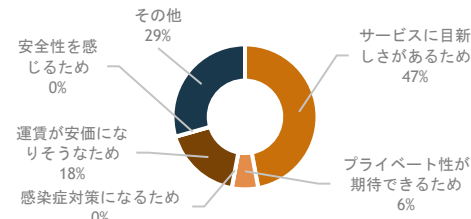
◆ 将来の利用希望



◆ 希望する利用頻度



◆ 利用を希望する理由



ワークショップ・意見交換により得られた示唆

ワークショップを通じて、自動運転技術の導入に関する課題とその解決策について議論した。主な課題として、財政負担、技術的適用性、人材不足、住民の受容性、組織体制の構築が挙げられ、課題解決のため「小規模な試験運行を実施し住民理解を促す」「自治体・民間企業・大学と連携し、技術や運用ノウハウを共有する」「既存の交通インフラや他分野と組み合わせることで導入コストを抑える」といった方策が示された。また、住民の受容性向上のため、イベントや体験会を通じた理解促進が重要であるとの意見も出た。このワークショップの結果、自動運転導入に向けた具体的なアクションとして、情報収集の強化、関係者との協議の場の継続、財政支援の活用、実証実験の実施が必要であることを参加自治体間で共有した。

【結論】

視察会を通じて、財政負担、技術的適用性、人材不足、住民の受容性、組織体制の構築が重要な論点であった。実証実験の実施や、自治体・企業・大学の連携、住民参加型の普及活動などのアプローチを共有した。各自治体が自地域の状況に応じた導入方針を検討し、関係機関と協力しながら持続可能な地域交通の実現に向けた取り組みを進めていくことが重要であるとの認識を共有した。

V 実証結果・考察（実証結果と実装・横展開に向けた準備）

③ 実装・横展開に向けた準備状況

横展開に 向けて

アクション	結果	得られた示唆・考察
横展開先候補自治体への継続した上小阿仁モデルの横展開の推進・個別のヒアリングとその後の情報共有	本事例の状況や各自治体から寄せられる課題、改善が必要な機能、財源確保のアイデア等について、自治体間で意見交換できるコミュニティ（連絡協議会）を形成する方針に多く賛同が集まった。	地域交通インフラの課題に取り組む各自治体間の情報交流を促し、本事例を検証フィールドに他自治体が導入ハードルを下げられるよう1つずつ課題を解決し、都度状況を共有するインフラを構築することで、自治体の垣根を越えて共通の課題を解決していく道筋を作ることができる考える。 それぞれの自治体がそれぞれアプローチするのではなく、共通の課題に対し、タッグを組んで解決策を模索する組織作りへつなげていくことが可能と言える。
利用可能な補助金調査と導入検討自治体のそれぞれの事情に合わせた財源案の提示	各種補助金の情報を、本モデルを導入する場合の要素別に整理し、自治体に提供可能な情報としてまとめた。	導入に興味を持つ自治体に対し、財源確保のための補助金利用の可能性も促しつつ、各種補助金情報を提供し、採択事例に応じ、他自治体にも速やかに情報共有していくことで、さらにハードルを低くすることができる考える。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題及び対応策

xxに向けた課題

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

実装に 向けて	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
	高齢化が進んでいる地域において 利用者が十分に見込めない	・現行こゑにカーの定時運行に切替など運行方法改善 やルート拡大と見直しをする ・収入源の確保の検討、導入（客貨混在等）	高	上小阿仁村、NPO 法人上小阿仁村移 送サービス協会	2025年4月 ～
	運行ルート上に電波不感地帯が 存在する	モバイル通信キャリアの5G化動向を注視し、スポット 通信不感地帯の絞込みを行う。現状全線公道を 走行しているこゑにカーにおいて、一部ルートの専用 化の検討（安全性確保、Lv4公道走行対策）。	高	上小阿仁村、NPO 法人上小阿仁村 移送サービス協会、 秋田ケーブルテレビ 他	2025年10月 ～2026年3月
	走行車両がローカル5Gのカバーエリア へ進入した際に、基地局と端末のリンク アップ時間を要する事象が稀に見られ た	リンクアップ時に位置登録処理の確度を高めるような、 ネットワーク側のパラメータを調整	—	古河電気工業	2025年4月～
	音声コミュニケーションで車両に設置し ている呼び出し用ボタンに「手が届きにく い」という意見	ボタンは3列あるシートのうち、1列目背部（2列目 前部）に設置していた。3列目の乗客から手が届き にくいと、3列目乗客からも手が届きやすい位置に ボタンを増設する	—	NPO法人上小阿仁 村移送サービス協会、 秋田ケーブルテレビ 他	2025年4月 ～2025年9月
	車載センサーによる積雪凍結時の判定 項目の一部について誤判定がわずかに 見られた	積雪凍結時のデータ収集を増加させ、これによる判 定モデルのパラメータ調整を行うことでより精度向上 を見込む。ただし現状のままで導入は可能で、安全 性についても問題はない。	—	岩手県立大学 他	2025年12月 ～2026年3月
	V2Nアクセス回線へのローカル5G活用 では、より確実な実効通信帯域の確保 が必要	調査・設計のフローと同様。机上平面だけでなく、障 害物、地形、道路状況を考慮して、日時帯複数で 測定して状況を把握するとともに、通信の仕方も検 討する。	—	秋田ケーブルテレビ 他	実施済み

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題及び対応策

Lv.4の実装に向けての課題

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

実装に向けて	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
	遠隔操作可能車両・遠隔操作機能が未導入	遠隔操作可能な車両の導入とともに、遠隔操作システムの検証を実施する。 別途進めている国土交通省 地域公共交通確保維持改善事業にて導入検証。	高	上小阿仁村、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、秋田ケーブルテレビ 他	車両導入：2026年5月～ 操作機能：2026年12月～2028年3月
	利便性・運用性に加えて、安全性・正確性の向上の視点より、システムや機能が必要	考察記載の全ての機能を導入せずとも、車両の機能と併せて安全運行と住民サービスに必要なものを選択する。	—	上小阿仁村、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、秋田ケーブルテレビ 他	2025年度以降
	通信機器等の故障対応について適正な保守レベル確保と信頼性の向上が必要	・LTE補間が不可の場所では冗長回線の整備や他の代案を検討 ・予備機器の調達と準備 ・保守契約対応と保守体制の整備	—	通信機器メーカー・ベンダー 等	Lv4運行までに
	車両バンパー下部の映像追加必要性的意見があった	カメラ1台追加して映像を取得する。現状1台の追加は可能であり、取付位置とその方法については協議が必要。安全確認の信頼性が向上する。	—	遠隔監視提供事業者 他	2025年8月～2026年3月
	路側カメラ等による映像監視だけでは、障害物の検知漏れの可能性がある	AI等を用いることによる障害物検知の自動化。監視側の負担がコスト、身体的にも負担が少ない仕組みを検討する。	—	ソリューション提供者	Lv4対応車両導入時期
	音声コミュニケーション機能を含む遠隔監視システムの運用保守（特に故障）対応に専門的なスキルが必要	運用保守に関する技術支援を受けるための運用保守体制・運用保守契約について検討する また、運用保守に関してPDCAサイクルを回し、遠隔監視システム利用者自身での保守可能範囲（業務）を拡大していく	高	NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、秋田ケーブルテレビ 他	2025年4月～

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題及び対応策

Lv.4の実装に向けての課題

	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	運用アプリケーションの一部ユーザインタフェースにおいて運用者からの改善要望	運用者に指摘された、「カーソル操作の効率化」「文字・画面サイズ改善」等のインタフェース調整の検討	—	NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、秋田ケーブルテレビ 他	2025年4月～2025年9月
	住民ワークショップにおける将来のLv4化により発生する新たな課題としての意見 1. 初期導入コストの高さ 2. 技術的制約 3. 住民の安心感の醸成 4. 負の経済効果	1. 段階的な導入計画の策定を検討する、多様な財源の活用を検討する 2. 技術とインフラの強化（車両の寒冷地対応、運行経路の除雪範囲拡大）等を検討する 3. 広報活動を強化する 4. 広報活動を強化する、多様な財源（補助金・助成金・ふるさと納税等）活用を検討する	高	上小阿仁村、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、秋田ケーブルテレビ 他	2025年4月～
	路線拡張を想定した場合の住民期待の意見 ・「未運行地区へのアクセス改善」 ・「観光地や公共施設へのアクセス向上」 ・「日常生活の利便性向上」 ・「コミュニティ維持への貢献」 ・「統合的な交通ネットワーク形成への期待」	地域公共交通計画の策定など、それぞれの意見（要望）に対して行政・NPOとして対応を検討していく	—	上小阿仁村、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会	2025年4月～
	新たに発生する住民移送サービスへの需要として住民意見 ・「高齢者向けの医療・福祉支援」 ・「教育分野での利用」 ・「貨物輸送サービス」 ・「観光客向けサービス」	地域公共交通計画の策定など、それぞれの意見（要望）に対して行政・NPOとして対応を検討していく	—	上小阿仁村、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会	2025年4月～
	住民移送サービスに関わる地区ごとに住民の考え方が異なる	・セーフティネットとしての役割強化と理解の醸成活動 ・地区ごとのメリットを引き出すことの検討	—	上小阿仁村、NPO法人上小阿仁村移送サービス協会、他	2025年5月～

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題及び対応策

	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
横展開に向けて	本ソリューションの導入想定地域は、過疎化・高齢化が進む輸送密度が低い地域であり、収入から初期・運用コストを回収することは困難な現状があるものの、住民サービスとして継続していく必要があり、導入主体による事業資金確保（展開先自治体による補助金・助成金・議会対応）をしなければならない	「都市と周辺住民のモビリティニーズを満たし、生活の質（QoL）向上を目的とした戦略的計画」と定義されるヨーロッパのSUMPを参考に、収益性の確保向上（赤字削減）を目指しつつも、QoL向上や健康維持などの便益を重視することの重要性を、導入主体（展開先自治体）に周知していく また、交通政策の専門家・コミュニティと連携し、そのような施策の重要性を認識した上で適切な財政措置を受けられるよう、関係省庁に要望を上げさせていく	高	コンソーシアム	2025年6月～
	移送サービス利用者増（収益増）のための施策・目処が不透明	「都市と周辺住民のモビリティニーズを満たし、生活の質（QoL）向上を目的とした戦略的計画」と定義されるヨーロッパのSUMPを参考に、児童の通学、観光客向けの利便性の高い運行、高齢者による自家用車（高コスト高リスク）の代替手段として等、複合的に考慮し、移送サービス利用者増と採算性の向上を狙う	—	展開先自治体	2025年6月～
	導入（投資）のための民意形成に必要なソリューションの特徴（効果）・実績・認知度が不明確 公共交通に対する導入（投資）判断に至る民意（首長・議会・住民の意識）が醸成されておらず、推進力が限定的	上小阿仁村をはじめ、同等・類似ソリューションを採用している自治体との意見交換、同等・類似ソリューションを提供しているベンダー等と連携し、ソリューションの特徴・適用ケースごとの優位性（得手不得手）を整理し、継続的に広報・周知・情報提供を実施していく	高	コンソーシアム	2025年4月～

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所:秋田県北秋田郡上小阿仁村

開催日時: 12/17 (火) 13:00~16:20

デモ項目	内容	備考
こあにカー乗車体験	上小阿仁村の住民移送サービスである「こあにカー」に乗車いただき、村内サービス路線の一部を体験した。乗車中は、運転士が、ハンドル操作することなく、走行できていること（自動運転Lv2が実現されていること）や、運行における危険箇所（後述の路側カメラの設置ポイント）、村内のモバイル通信事情とローカル5Gの設置個所の説明を行った。	P144 こあにカールート図参照
遠隔監視室見学 ・遠隔監視システム ・音声コミュニケーション機能 ・路側カメラ	- 遠隔監視室のモニターにて、車載カメラから送信される7視点の映像（前方・後方・左前方・左後方・右前方・右後方・車内）を目視いただき、遠隔監視に必要なスループットが確保できているか、遅延やコマ飛びなく映像伝送できているかなどを確認した。また、LTEエリアからローカル5Gエリア（もしくはその逆）に切り替わった際の映像の様子（乱れやスムーズさ）をご確認いただいた。 - 車内と遠隔監視拠点間の音声による通話機能をご確認いただいた。Lv4運転に向けて映像と音声による車内の状態監視ができていることや、緊急時の呼び出しと遠隔監視室側の対応について確認した。 - こあにカー走行路上の危険個所に設置した路側カメラから送られてくる映像を目視し、走行路上の危険個所の確認に有効であること。ローカル5Gによる伝送が、高画質や映像遅延の面で有効であることを確認した。	P145 視察会の様子（写真）参照
路面センサー機能見学	車載センサーから取得される走行ルート上の環境データ（路面状況(凍結や凹凸))を収集・判定し、悪天候時等に可視データ以外の方法で走行環境情報をリアルタイムに確認できることを確認した（路面判定精度99%、サンプリング周期0.1秒）。	P145 視察会の様子（写真）参照

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所:秋田県北秋田郡上小阿仁村

開催日時: 12/17 (火) 13:00~16:20

デモ項目	内容	備考
予約管理システム見学	・今までは、電話のみで乗車受付していたが、本実証で予約管理システムを検証した。高齢化が進む地域で、スマートフォンで予約することは困難であるが、音声認識も取り入れたシステムについて、実際に予約を体験いただくことで、導入の可能性を確認した。	P145 視察会の様子（写真）参照

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

⑤(参考) 実証視察会

a. 概要 (体験乗車ルート)



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

⑤(参考) 実証視察会

a. 概要 (視察会の様子)



実証視察会オープニング



こあにカー体験乗車



こあにカー体験乗車



見通しの悪いT字路での路側カメラ
(ローカル5Gによる伝送)



遠隔監視室
遠隔監視システムデモンストレーション



路面センサーデモンストレーション

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
「こあにカー」の課題 遠隔操作は実証で行っていないと思うが、実施予定はあるか？通信の確保ができれば可能なものか？今後の取り組み予定は？	国交省の事業で、今年度に「こあにカー」リニューアル計画があった。CAN (Controller Area Network) を利用し遠隔操作システムの検証も含めて実施する予定であったが、予算が十分につかず、実施は次年度以降となった。遠隔監視操作には、通信の安定が重要となるため今回実証にて検証を行う。	国交省の事業にて、遠隔操作可能なCANを備えた車両を導入予定。(採択予算による)併せて、遠隔操作機能の検証を実施、導入する方向で検討する。	2026年3月
遠隔監視映像について、カメラによってネットワークは異なるか？カクつきは？	カクつきはカメラ数や、カメラ画素などによって状況が異なる。また、アップリンクの帯域の改善で解消される。今年度実証の中で画素などのチューニングを実施し、ほぼカクつきは無くなった状況。 →(回答に対するコメント)高精細なカメラは必要ないと考えてるので、そのような調整を実施したことは実装につながりやすい認識である。	—	—
ローカル5Gスループットは 1Mbps~2Mbps程度しか出ていないようだが、100Mbps程度アップロードできる認識だが、想定通りか？	グラフは映像に使われているスループットの内、ローカル5G回線を使用している値である。この程度のスループットがあれば車載カメラ映像の伝送に耐えられる。	—	—
遅延が大きくなったらローカル5G回線に切り替える仕様として理解した。キャリア回線が強いエリアでは、キャリア回線を使用する認識。遅延やスループットで切り替える方法が適切なのか？	LTEボンディングシステム (Peplink) のSIMスロットがローカル5GのSIMに非対応であり、ローカル5G回線の遅延量のパラメータしか取得できないため、遅延をトリガーとして切り替えを判断している。	—	—
機器の仕様上の課題と理解したが、最も良い仕様を選択するためには機器を変更する可能性もあるか？	はい。最も良い仕様を選択する。	—	—

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
路面状況の判定システムの構成図には6軸加速度センサー等、様々な仕組みが搭載されているが、どのような用途を想定しているか。	積雪凍結情報を想定し取り組み始めたが、災害や凸凹、摩擦係数等のデータを取得することも想定している。雪道だけではない、通常時の道路状況の定量的評価も想定している。	—	—
実装横展開のネックとして費用面があげられる。現状、センサー等が盛り沢山である認識。すべてをリアルタイムで実施する必要があるのか、取捨選択なども想定されるか？	仰る通り。フル装備で実証しているが、用途に応じた取捨選択は必要である。データが重要なので取得に挑戦している。	—	—
移動販売車もおなじ「こあにカー」であると理解した。名前が同じだと混同すると思うので、名前を変えた方が良いのではないか？	ご指摘の通り。命名にあたっては、子供たちから募集した経緯もある。加味しながら検討したい。	名前が同じであり、紛らわしいのは事実ではあるが、地元の子供たちからの公募により命名した経緯もあり、今回の実証での指摘による改名は実施しない。	—
追い越しなどの対応、手動操作の介入の頻度はどの程度か？また、信号の対応は？	日中に村内の道路を走っている車両が少ないため、手動に切り替える機会は少ない。歩行者や停車中の車の回避のため手動操作にするケースがある。役場正面の信号にて対応がある。その他に信号機はないため対応はない。	—	—
積雪時もLv2対応可能か？	15～20cm程度であれば走行可能。	—	—
積雪があり誘導線が路側ギリギリだったり、自家用車があった。乗車しない地域の方への周知などはしているのか？	こあにカーのルート上の住民に対して、どの道路がルートであるかは周知している。但し、ルートを空けておくなど自動運転の支障にならないような対応の依頼はしておらず、路上駐車などは普段からある。開始直後は定時運航していたが、現在はデマンド運行している。運行状況に応じて変えていかなければいけない認識。	—	—

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
村民の納得感や配慮はあるのか？	あるという認識。	—	—
もともとの計画では2027年以降になると思うが、Lv4にならないと問題は解決しない認識。来年度以降は、上記に向けた検証フェーズと理解している。この時、2026年度末にどの状況になるべきで、これを考慮し2025年についても考慮いただければ、レベルの高い実装になると思う。自治体として大きな投資をしても導入されるべきだと判断できるほど、多くの人が利用したいと感じられるものにしていただきたい。来年度は、どれだけたくさんの人に使っていただけるのがポイント。電話予約でも良いから、とにかく使ってもらおうとか、定時運行をどんどんやってしまうとか、暑さ、寒さに対応する等、技術面の検証と並行して進められると良いのではないか？	ご指摘の通り。 来年度に向け模索している。行政と連携していきたい。デマンドの場合、走るのは利用中のみ。住民の認識が低いので、乗りたい時に使える状況を作っていくために取り組んでいきたい。	2025年度にて、定時運行にチャレンジし、その効果を検討する。 その結果、住民の認識がどの程度向上するかも検証し、最適な運行方法を導入する。	2026年3月
現状のLv2運行について、遠隔監視の導入によるコストや今後の見通しは？	方式によりコストも異なる。本方式でどのくらいかかるのかを報告書で示したい。	成果報告書において、本方式による遠隔監視の導入がどの程度になるか検討記載する。	2025年3月

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション
		内容
		期限
LTE、ローカル5Gを他の地域に展開していく場合、人口減少の可能性がある中で、オンデマンド交通で使っている以外の使い方を検討していく必要がある認識。オンデマンドだけで使えるようになるのか、見立てを伺いたい。	・ローカル5Gはオーバースペックであり、他のサービスにおいても使用していかないとコスト高。計画の報告まではできないが、上小阿仁村は医者や診療所があるのでしばらく先だと思いが、医者がいない時代の到来を見据え遠隔医療などを検討していく必要があるかもしれない。こあにカーを物流で使うなども考えられる。ローカル5Gを活用できるようアイデアを出していきたい。 ・定時運行し巡回する場合、地域の見守りや猟友会の巡回などでも、カメラを活用して見回すことも利用価値は高いと思う。どのように利用するかアイデアを出していきたい。	こあにカーの活用方法については、村関係者を中心に引き続き検討を進める。
200円で運行すると、月25万円くらいになる計算。ペイするのか？また、貨客混載などの別の使い方は面白い。高齢者の利用に限らず、児童や観光客の移動手段にも利用してもらうなど、運賃はこれに限るのか想定を聞きたい。	・開始当初から検討されたもの。来年度、定期便、定時運行を予定しており、料金を無料にし、より多くの方に使ってもらいたい。200円とったところでペイしない。無料にして村民に喜んでもらうべきだと考えており、提案していきたい。 ・自動運転の実証が始まった当時決定した料金であり、ランニング費用を賄えるものではない。村としては、公共交通を考えたときに様々な実施方法がある。自動運転以外にも、NPOには移動手段を構築していただいている。支援方法を考えていきたい。他の収益確保についても検討している。観光資源や視察受け入れ等の意見もありこれらも踏まえている。今後についても支援を検討していきたい。 ・12/15住民ワークショップでもコストの話が出た。どのように使っていくかアイデア出しをしたが、観光を含めた使い方などのアイデアが出た。住民にもご協力いただいている。お金以外の持続可能性の部分も大切にしていけると良いのではないかと。公共交通の専門家曰く、高齢者の移動手段としてだけでは無く、教育委員会と相談しスクールバスや児童の見守り、福祉送迎なども検討可能であろう。縦割りではなく、インフラに対して応用をのせる形で、便益を確保することで良い氣に役立つのではないかと。横展開でも他の自治体とこれらについて議論していきたい。	こあにカーの活用方法についてのアイデア出し及び運営補填になる施策については、引き続き、上小阿仁村及びNPOにて議論を継続する。
		2026年3月
		2026年3月

① 実装の計画

2025年	2026年	2027年	2028年
4月	7月	10月	1月
運行ルート拡張・運営改善 4月新規ルートサービス開始（2024年11月に新規ルート（道の駅～沖田面：往復5.5km電磁誘導線敷設済）） 4月から定時運行に切替など運行方向改善			
通信不感地帯での取組 車載カメラによる遠隔監視システムの機能向上は引き続き推進する。 モバイル通信キャリアの5G化動向を注視し、通信不感地帯の絞込みを行う（キャリアHPIによると数年内に村内5G化計画はある）。			
自動運転Lv4に向けた取組 遠隔操作が可能な車両の新規導入を検討（CANが対応している車両） ※CAN：Controller Area Network 監視機能に遠隔操作支援機能の検証（CANを使った遠隔操作）			

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

b. 実装の体制

□ : 実装の取組全体の責任団体

実施体制図

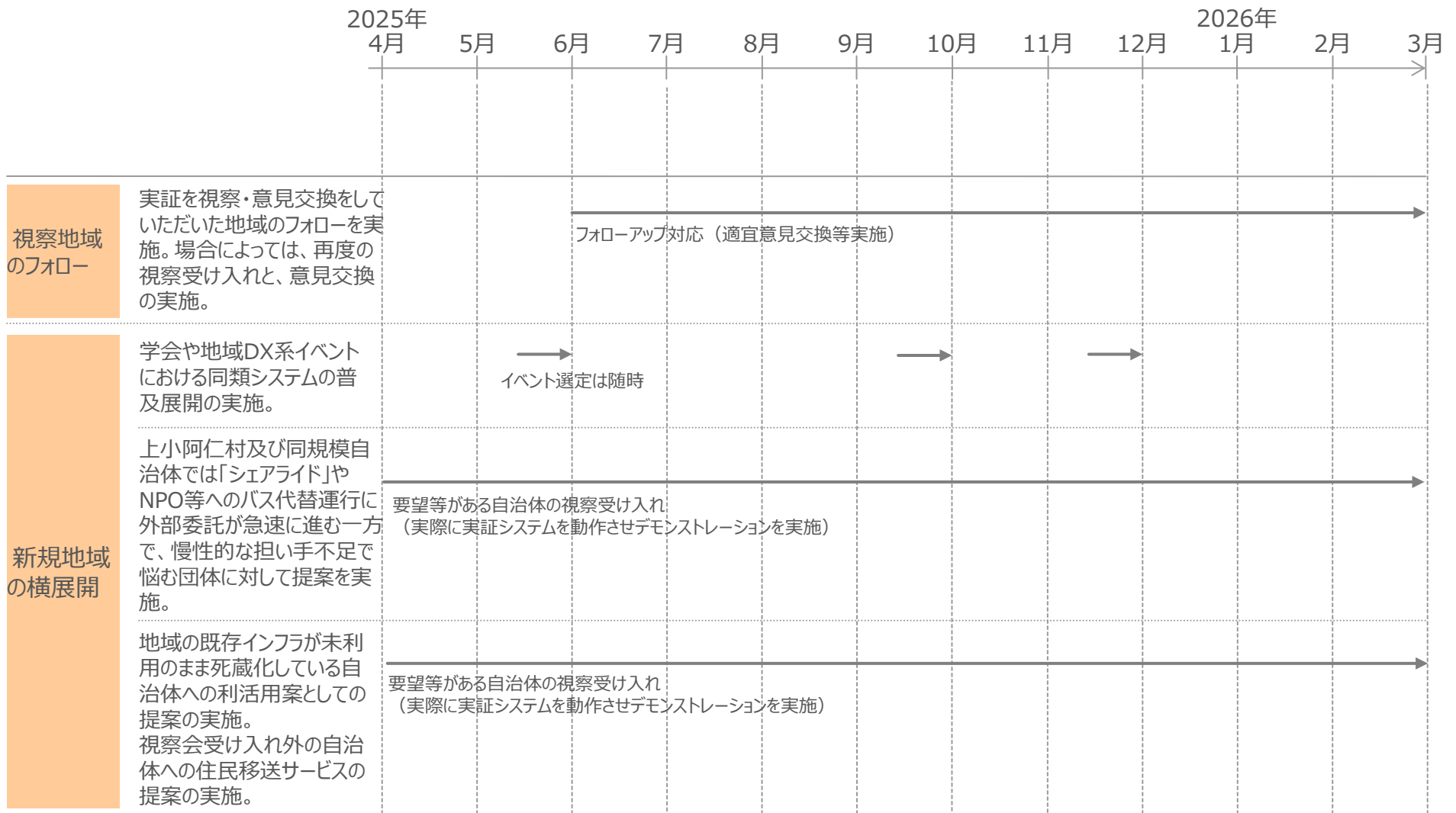


団体名	役割	リソース
a 上小阿仁村	・村内住民サービスとしての上小阿仁村住民の移送サービスを「こあにカー」で運用 ・運用予算充当 ・普及展開(サービス拡充検討) ・地域イントラネット等及び各種設備の貸与	2名×192時間
b NPO法人 上小阿仁村移送サービス協会	・上小阿仁村住民移送サービス(こあにカー)運用主体 ・移送サービス運用 ・遠隔監視拠点運用 ・車両及び周辺設備管理 ・住民サービスとの連携検討	2名×832時間
c 株式会社秋田 ケーブルテレビ	・システム運用支援	2名×288時間
d 株式会社 TEAM CNA E&S	・システム保守(通信インフラ)	2名×96時間
e 古河電気工業 株式会社	・システム保守(通信インフラ)	1名×96時間

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画

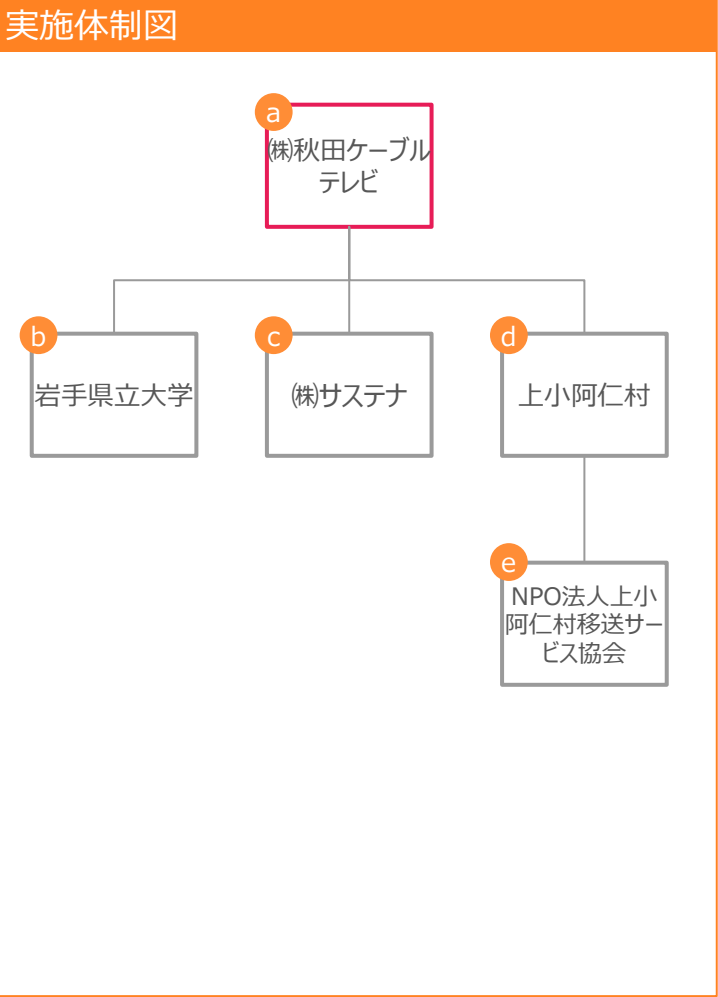


VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

b. 横展開の体制

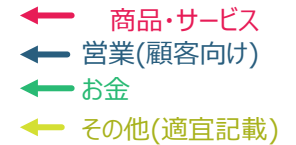
 :横展開の取組全体の責任団体



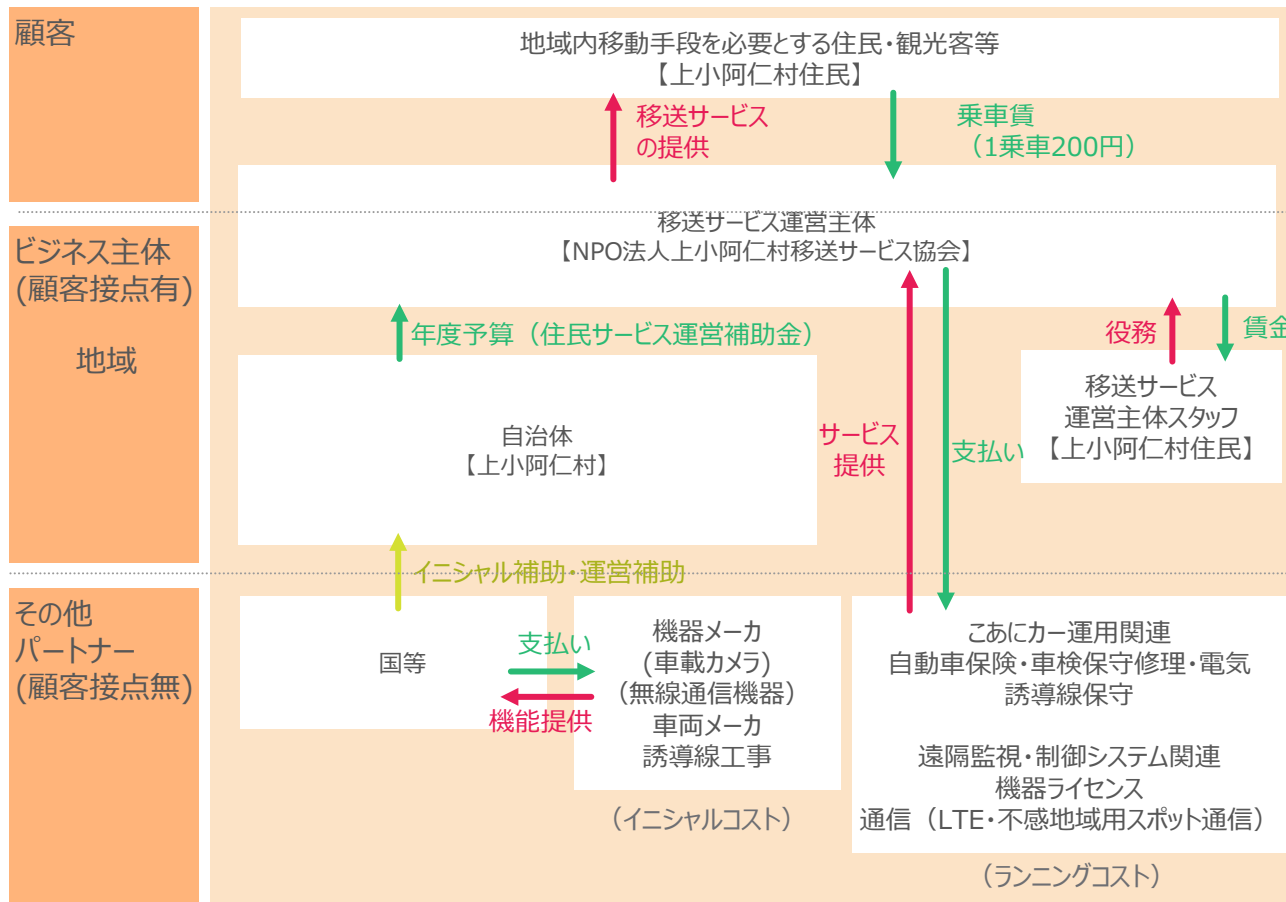
団体名	役割	リソース
a 株式会社秋田ケーブルテレビ	・視察受け入れ対応 ・地域DX系イベント等における普及展開 ・秋田県内におけるDX展開 ・視察受け入れ自治体のフォローアップ	3名×192時間
b 公立大学法人岩手県立大学	・学会等における他地域への普及展開 ・岩手県内の地域アドバイザーとしての普及展開	1名×80時間
c 株式会社サステナ	・地域DX系イベント等における普及展開 ・視察受け入れ自治体のフォローアップ	2名×96時間
d 上小阿仁村	・視察受け入れ対応	2名×96時間
e NPO法人上小阿仁村移送サービス協会	・視察受け入れ対応（こあにカー運行）	2名×192時間

② 横展開の計画

c. ビジネスモデル



ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要	少子高齢化、過疎化を課題とする地域における住民の移動手段の確保。高齢化の加速に加え公共バス路線の撤退など、地域住民の移動手段が危機的な状況となる中で、地域の各集落と診療所等村内公共施設を結ぶ、電磁誘導線カートによる自動運転サービス（通称：こあにカー：Lv2）を運用。地域内移動の足として村内を巡回。
ポイント(工夫)	モデル 【売り切り/サブスクリプション】 - 自動運転車両(両方可) - 誘導線敷設(売り切り) - LTE通信(サブスク) - スポット通信(ローカル5G)(両方可)
	ターゲット顧客 公共交通手段がない過疎化地域に住む高齢者等の住民(地域内移動手段として利用)
	その他 - 地域の既存光通信網の利活用 - 地域公共通信インフラ(LTE)の活用による自動運転Lv4への取り組み

※【】表記は本実証実施地域の例

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点)

顧客

住民（村内移動手段を必要とする高齢者等）

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	こあにカー乗車	200円/回	週に1回 (年間52回)	10,400円/年
	定性	村内の移動手段 ・村内公共施設（診療所、役場、郵便局等）への移動 ・村内のプライベートの移動			
費用	イニシャル			なし	
	ランニング			なし	
	実装経費 計				10,400円/年

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

・自家用車に頼ることなく村内移動（公共施設・診療所等）ができる

妥当性を高めるための目標

目標

・本住民サービスを利用することによる自動車運転免許返納（高齢者）
・利用することによって向上するサービスの充実
・その他住民サービスの積極的利用（貨客混載、移動スーパーなど（現状は実現できていない））

アクション

・住民による積極的利用
・サービス向上に向けた住民意見の発信

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d.投資の妥当性(ビジネス主体視点)

ビジネス主体 自治体、サービス運用団体（NPOなど）

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	運用人件費の削減	72万円/月	12か月	864万円
	定性	・高齢化地域における住民移動手段の確保（生活インフラへのアクセス） ・過疎化による自治体財政難の中での運用（運用コスト削減） ・高齢化によるサービス運営のための人材不足の補填 （Lv4の導入、専門スキルを持たなくても運営できる業務範囲の拡大） ・高齢者による自動車運転による交通事故の防止			
費用	イニシャル	・住民移送システム (電磁誘導線式)	300万円/km + 制御盤50万円	一式 (14.5km)	4,400万円
		・自動運転車両	1,100万円	1台	1,100万円
		・スポット通信(ローカル5G)	3,000万円	1基地局	3,000万円
		・遠隔監視システム	1,200万円	1台あたり	1,200万円
		・遠隔操作システム	800万円	1台あたり	800万円
		・音声コミュニケーション機能	40万円	一式	40万円
		・予約管理システム機能	100万円	一式	100万円
	ランニング	・自動車保険	10万円/年	1年間	10万円
		・電動カート電気代	0.9万円/月	12か月	10.8万円
		・誘導線メンテナンス (発生時)	100万円/回	2回程度	200万円
		・車検費用(2年1回)	20万円/回	1年あたり	10万円
		・遠隔監視制御システム	200万円/年	1年間	200万円
		・通信費(LTE等)	3.5万円/月	12か月	42万円
		・通信費(ローカル5G保守)	100万円/年	1年間	100万円
		・音声コミュニケーション機能	10万円	1年間	10万円
		・予約管理システム機能	10万円/月	1年間	120万円
実装経費 計					11,342.8万円

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

過疎化が進み公共路線バスやタクシー事業者の撤退など、地域住民の移動手段が危機的な地域において、高齢者住民の移動手段の確保は、セーフティネットの観点から必須の住民サービスであり、自治体としての投資は妥当。現在は、元気な高齢者も多く、利用率は低迷しているが、その層がさらに高齢化した際の対策として維持存続は必須である。

妥当性を高めるための目標

目標

住民サービスでありながらも、社会的妥当性の向上（利便性等）、収支の改善やさらなる利便性の向上については継続的に引き続き検討が必要である。

- ・自動車運転免許返納率の向上
- ・各年齢層における利用率の向上
- ・その他事業（医療介護福祉・教育・観光等）との連携の実現
- ・運用コスト及び人的負担削減のためのDX化の検討と導入

アクション

- ・貨客混載や移動スーパーとの連携検討
- ・更なる住民認知度の向上（定時運航による存在感）
- ・利便性向上のための新規ルート開設及びルート変更の検討
- ・人件費削減、運用負担削減のための、遠隔操作機能の導入（Lv4運転に向けた継続的な取り組み）

3 資金計画

		(税込)	
		2025年度	2026年度
費用	イニシャル	10000万円	10000万円
	ランニング	380万円	660万円
	小計	10380万円	10660万円
資金調達方法	国土交通省 地域公共交通確保維持改善事業（補助金）イニシャルコスト	10000万円 ・2025年度：新規車両購入、遠隔監視ブラッシュアップ、遠隔操作機能検証（案） ・2026年度：電波不感地帯対策実施、遠隔操作支援機能検証導入（案）	10000万円
	ランニングコスト	2024年度 + 監視システム	2025年度 + 制御システム + ローカル5G維持費 + コミュニケーション機能 + 管理機能
	村からの委託収入	230万円	412万円
	自己運用収入（運賃収入・視察研修等受入収入等）	150万円	248万円

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	反映 ページ
全体の路線において「どの部分に不感エリアがあるのか」「不感エリア含めた各エリアではどういった通信手段で接続を行うべきなのか」「その際にローカル5Gはどういった構成で新たに配置を行う必要があるのか」を明確にしていきたい	上小阿仁村には、こゑにカールートが現状4路線（重複区間含む）があるが、それぞれについて、実証期間中に、主要モバイルキャリアのスループットを測定した（P48参照）。その結果、こゑにカー全路線でLTE不感地帯を補完するためには、合計2か所のローカル5G導入が有効である。但し、2か所中1か所は、人や車がめったに通らない村道（人が寄らない安全な地域）であるため、こゑにカーの専用化も含めて検討が必要である。このような場所については、費用対効果も加味してスポット通信の導入を検討する。	P48 P49 P50
上記構成でネットワークを設置する際にどの程度費用がかかるのか、運営会社のROIとして見合うのかどうか、について検討を行っていただきたい	ローカル5Gを必要な個所に配備した場合のコストを推計した。1基地局あたりの構築費は3000万円で、2か所では6000万円。維持管理費は年間100万円（1基地局）となる。現在、運営会社は運賃収入（1回200円）と村からの運営委託費で成り立っているが、収入から初期・運用コストを回収することは難しく、投資収益率は見合わない。 自治体が移動サービスを担う理由は、民間企業が展開できない地域の移動手段を確保することにある。一般路線バス事業者の約9割が赤字であり、公的資金で運行されている（※1）。ヨーロッパのSUMP（2013）では、「都市と周辺住民のモビリティニーズを満たし、生活の質（QoL）向上を目的とした戦略的計画」と定義されている（※2）。自治体の公共交通運営では収益性の確保向上（赤字削減）を目指しつつも、QoL向上や健康維持などの便益を重視することが重要である。 ※1 国土交通省、令和6年度交通政策白書、p.34、2024 ※2 宇都宮浄人、持続可能な社会と地域公共交通政策－欧州のSUMPを参考に考える、全労済協会ウェルフェア、13 巻 p. 39-47、2023	P152 P153 P154
横展開に向けて、導入する先の自治体の負担/ハードル軽減のため活用できる補助金等の検討を行って頂きたい	令和7年1月時点の補助金制度の一覧をP155に列挙した。	P157
横展開先の条件として、電磁誘導戦の存在、想定利用者数/頻度、不感エリアの面積、ルート上の遮蔽物等のような条件を満たす地域であれば展開可能なのか検討を行って頂きたい	展開（導入）可否は、ルート状況（距離、利用者数、輸送密度、電波環境、交通量、積雪など）や自治体の財政状況、期待される便益の評価に依存し、一律の判断は困難。但し、条件ごとの費用・便益は整理可能で、検討観点を後述する。	P159

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

導入先の自治体の負担/ハードル軽減のため活用可能な補助金等

○：対象 x：対象外 △：条件による

	補助金名	補助金概要	対象事業者	電磁誘導線	車両	遠隔管理システム	ローカル5Gシステム	運行予約管理システム
国土交通省	地域公共交通確保維持改善事業費補助金	地域の多様な関係者が協働した地域の公共交通の確保・維持、利便性の向上等の取組みを支援	地方自治体、地域公共交通事業者、コンソーシアム（自治体＋事業者）	○	○	○	○	○
	地域交通グリーン化推進事業	地域の公共交通機関の低炭素化や環境負荷の軽減を目的として、次世代車の導入や関連設備の整備を支援する事業	地方自治体、公共交通事業者、民間企業（条件付き）	△	○	△	△	△
	共創・MaaS実証プロジェクト	地域の多様な関係者が連携・協働し、地域交通の維持・活性化を図る取り組みを支援する事業	コンソーシアム（自治体＋交通事業者＋IT企業等）	○	○	○	○	○
経済産業省	クリーンエネルギー自動車導入促進補助金	電気自動車（EV）や燃料電池自動車（FCV）などのクリーンエネルギー車両の普及を促進するための補助金	自治体、企業、公共交通事業者	x	○	x	x	x
	中小企業新事業進出補助金	中小企業が既存事業とは異なる新市場や高付加価値事業への進出を支援するための補助金	中小企業（法人格を有する事業者）	○	○	○	○	○
総務省	地域社会DX推進パッケージ事業(補助事業)	デジタル技術を活用して地域の課題解決や活性化を支援する総合的な事業	地方自治体、事業者（DX推進に関与する企業・団体）	○	○	○	○	○
環境省	二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金	エネルギー起源のCO ₂ 排出抑制を目的とした補助金	地方自治体、民間企業（CO ₂ 削減事業を行う者）	△	○	△	△	△

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

導入・維持に必要な費用・単価の一例

	初期費用			維持費用		
	項目	金額	単位	項目	金額	単位
電磁誘導線	電磁誘導線敷設費用	250～300万	円/km	電磁誘導線電気代	720	円/年
	制御盤等付帯設備	50万	円/路線	保守費	故障等発生時に都度	
車両	電動車両購入費用 (電磁誘導線対応ユニット取り付け後)	1,100万	円/台	走行用電気代	280～300	円/40km (1充電あたり)
	音声コミュニケーションシステム導入費用 ・スマホ ・BTスピーカーホン ・設置工事等	40万	円/式	タイヤ代	1万	円/本
				車両保険・対人対物保険	10万	円/年
				車検・自賠責保険	10万	円/年あたり
				走行用バッテリー交換	150万	円/5年に1度程度
				音声コミュニケーションシステム 運用費 ・Microsoft Teams Essentials	10万	円/年
				保守費	故障等発生時に都度	
遠隔管理システム	遠隔監視・操作システム (CANが対応したYAHAMA7人乗りカートが前提)	2,000万	円/式	遠隔管理システム	200万	円/年
ローカル5Gシステム	基地局構築費用 (地域光ファイバー網使用を前提・建柱含む)	3,000万	円/式	基地局運用費用	100万	円/年×式
運行予約管理システム	運行予約管理システム 導入費用	100万	円/式	運行予約管理システム 利用料	10万	円/月

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

利用想定・得られる便益・採算性の検討

導入に向けた検討のポイント

導入したいルート の状況	距離、想定利用者数、輸送密度、電波環境、他交通の 交通量（車両等の要回避障害物）、積雪など
導入検討自治体 の状況	財政状況、部局またぎでの連携・予算確保要否
当該自治体の 便益への認識	導入によって得られる（期待する）便益を当該自治体が どう考えるか



展開（導入）可能な条件（現時点見立て）

一律で「このような条件であれば展開（導入）可能」と整理することは難しい。

一方で、「どのような条件・状況であれば、どのような費用が発生し、どのような便益が得られるのか」については、一定の整理が可能と考えている。

導入に向けた障壁を取り除く具体的なアクション

導入に向けた アクション	交通政策専門家による成功（先行）自治体の事例紹介 自自治体での推進に向けて想定される障壁に対する対処方法に関するディスカッション・ワークショップの実施
導入後イメージに 向けたアクション	交通維持という単一議題としての導入ではなく、医療・介護・福祉・教育・観光等の観点（部局）において、 導入によって得られる効果に関する具体的な事例 ・医療機関等による送迎バスの代替としての利用 ・健康増進による健康保険・介護保険等の保険料低減 ・既存スクールバスの代替としての利用 ・観光者向け交通手段としての利用による利用料増・観光による経済効果等 効果に関する経済的便益の評価に関するディスカッション

Ⅶ 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

収益性が見込めない事業だと思うが、運賃収入やその他収入の割合。助成金なしで実装するために必要な条件を本実証実験で見出すことができたか、助成金が必要な場合は全体の何割程度か。

委員長コメント

あくまで住民サービスなので自治体が賄う必要があります。自治体の意思決定に依存すると認識した。

LTEとローカル5Gについて違いがどのくらいあるのか。データ通信不感地域がある場合、データ通信不感地帯があるのはNGなのか、安全面から見ての必要設置なのか。

自動運転において運転手が削減されても監視者は必要となるが、Lv4になった場合どのような違いが出てくるか。ここについて費用対効果の分析をしたか。

反映状況

内容

運賃収入は1回200円で乗客はほとんど高齢者であり、乗車数の大幅な増加は見込めない。自治体からの運営委託費で賄っており、住民移送サービスとしての最終手段として実施していく。

監視は複数のキャリアを束ねるLTEボンディングを使用している。遠隔監視には十分使えるが、弱電界地帯が存在するところでは遅延やブロックノイズが発生する。安全確保においてそのエリアでは不安がある。弱電界地帯を解消するためスポット通信でローカル5Gを設置したことで遅延やブロックノイズが発生しなくなった。今回の実証検証結果では村内ルートにおいて必要性が感じられたのは2カ所存在した。電波環境が良くないところについて、全てローカル5G基地局を設置するのではなく、交通事情も考慮に入れた運用、例えば区間の一部を自動運転車両専用走行区間にするといった考えもある。

レベル4で運用する場合、無人運転で良いのか、という意見は出ている。高齢化人口減による人材不足の状況において、Lv4の実現により遠隔監視の仕組みが整えば、従来の運転手（兼監視者）ではなく、同乗者や介助者のように専門のスキルが不要でも対応可能な見込みであり、横展開もしやすくなる。Lv4で遠隔監視となる場合においては、監視者1人で複数車両を監視するが、運転手は増えないので、その想定試算で、投資の妥当性スライドを記載している。

反映 ページ

—

—

P112

VII 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	反映 ページ
イニシャルコスト（約8,000万円）について「最低限必要な地域公共交通であるため、イニシャルコストは、当該自治体の年度予算に加えて、最低限投資の範囲内で国や県等の補助金で補完することを想定」とあるが、補助金が獲得できなかった場合の事業計画はどうなっているか。また、上小阿仁村以外の消滅可能性自治体でも同様な補助を想定しているのか。	2019年よりレベル2で商用運行を継続しています。設備更新の対応であったり、技術動向、自動運転普及におけるコストの低廉化を見ながらの対応となります。また、報告書P161に記載の通り、導入によって得られる効果に関する経済的便益を加味して予算獲得を目指すことになると考えます。補助金が獲得できなかった場合においては現状のレベル2を維持していくことになります。他の消滅可能性自治体については、ヒアリング結果から、同様な補助を想定していると捉えております。	—
LTEボンディングルータの絵がデータ分割伝送になっているが安定性高める場合はコピーシステムでの伝送となると思われる。この表記は正確であるか？	パケットコピー対応も可能ですが、今回のように帯域幅が限られた環境ではそれ自体が帯域を消費します。帯域幅ボンディングの採用により、パケットレベルでデータを結合し、複数の回線速度を組み合わせることで遠隔監視を可能にしました。表記に間違いはございません。	—
ローカル5GとLTEとの間での切り替え遅延が課題として挙げられるが、端末のタッチに時間がかかっていると、短縮は簡単ではないかと思うが、原因は把握できているか？エリア設計などでの対応も必要か？	基地局側でのパラメータ設定変更（基地局装置の設計変更を伴う）により、ある程度の改善が可能と考えています。また、エリア設計でも対応を考慮しております。（走行速度と時間による移動距離に対応したエリアカバー網羅）	—
どのような条件でローカル5G設置が必要になるかは明確化できたか？	P48-50で記載している通り、車載カメラ等で必要な通信帯域が、LTEボンディングだけでは遅延の発生やスループットの低下などで通信品質が確保されない場所（今回対応エリアは3回線中、2回線以上品質が悪い場所）の有無で判断しました。	—