

令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

No1 土地利用型農業におけるローカル5G等無線技術を用いた 自動走行トラクター実装モデルの高度化 報告書

令和6年3月15日

東日本電信電話株式会社

目次

- I. 地域の現状と課題認識
 - 1. 地域の現状
 - 2. 地域の抱えている課題
 - 3. これまでの取組状況
- II. 目指す姿
 - 1. 将来的な目指す姿
 - 2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ
 - 3. 成果(アウトカム)指標
 - 1) ロジックツリー
 - 2) 成果(アウトカム)指標の設定
- III. ソリューション
 - 1. ソリューションの概要
 - 2. ネットワーク・システム構成
 - 1) ネットワーク・システム構成図
 - 2) 設置場所・基地局等
 - 3) 設備・機器等の概要
 - 4) 許認可等の状況
 - 3. ソリューション等の採用理由
 - 1) 地域課題への有効性
 - 2) ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ
 - 3) 無線通信技術の優位性
 - 4. 費用対効果
 - 1) ソリューションの費用対効果
 - 2) 導入・運用コスト引き下げの工夫
- IV. 実証
 - 1. 実証計画
 - 2. 検証する項目・方法
 - 1) 効果検証
 - 2) 技術検証
 - 3) 運用検証
 - 3. 実証に要した経費
 - 4. 実証の実施体制
 - 5. PDCAの実施内容
 - 6. 実証スケジュール(実績)
 - 7. 実証結果・考察
 - 1) 本実証における検証ポイントと結果
 - 2) 実証環境の構築
 - 3) アウトカム(1)～(7)
 - 4) 実証結果全体まとめ
 - 5) ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策
 - 6) 実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て
- V. 実装・横展開の計画
 - 1. 実装計画・スケジュール
 - 1) 実装に向けた具体的計画
 - 2) 実装の体制
 - 3) ビジネスモデル
 - 2. 資金計画
 - 3. 他地域への横展開の方策
 - 4. 普及啓発活動

1 地域の現状（北海道 岩見沢市）

北海道
岩見沢市



特徴

空知地方における行政・産業・教育文化などの中心地。全国初の「健康経営都市宣言」のもと、市民とまちの健康の両立を目指しながら、市民DXやスマート農業に力を入れている。

人口

総数

76,012人
(2023年5月31日現在)

構成

0～14歳

7,175人

15～64歳

40,226人

65歳～

28,611人

主要産業

農業

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 少子高齢化の進展

・過去10年の平均で1,000人/年程度人口が減少し、高齢化率も36%(令和2年度国勢調査数値)となるなど、全国平均を上回るペースで人口減少や少子高齢化が進展している。

区 分	H28(2016)	R2(2020)
農家戸数	997戸	875戸
農業従事者	2,594人	2,401人
うち64歳以下	1,703人 (65.7%)	1,446人 (60.2%)
うち65歳以上	891人 (34.3%)	955人 (39.8%)
平均年齢	57.1歳	57.9歳
1戸当たり経営面積	18.1ha	20.6ha

※出典：岩見沢市農業振興ビジョン

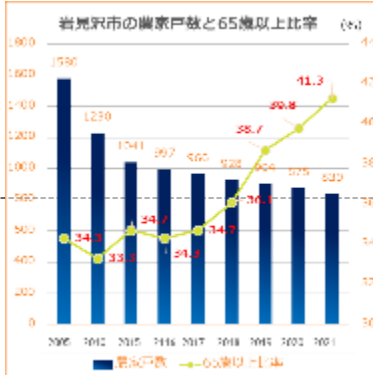
B 農家戸数の減少

・平成28年から令和2年までの5年間で、農家戸数は12.2%減。農業従事者数は7.4%減少だが、65歳以上の農業従事者数は7.2%増加しており、年々高齢化が進んでいる状況。

C 農家1戸あたりの経営耕地面積の拡大

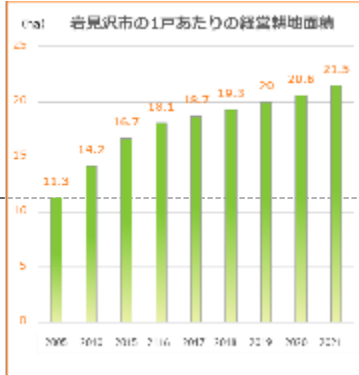
・平成28年から令和2年までの5年間で、2.5ha増加しており、農家戸数の減少に伴い、複数の点在する農地を1農家が管理する「とび地」保有も進んでいる。

岩見沢市の農家戸数と65歳以上比率 (単位: 人)



年	農家戸数	65歳以上比率 (%)
2008	1,590	34.8
2012	1,230	33.1
2015	1,041	34.8
2016	997	34.8
2017	950	34.8
2018	928	36.1
2019	904	38.8
2020	875	39.8
2021	875	41.3

岩見沢市の1戸あたりの経営耕地面積 (単位: ha)



年	1戸あたりの経営耕地面積 (ha)
2008	13.3
2012	14.2
2015	16.7
2016	18.1
2017	18.7
2018	19.3
2019	20.0
2020	20.6
2021	21.5

※出典：農林水産省「農林業センサス」、農林水産省「耕地面積調査」、岩見沢市農務課調べ

1 地域の現状（北海道 沼田町）

北海道
沼田町



特徴

南部の平坦部は広大な石狩平野の北端の一部で肥沃な水田地帯、西側は牧場と畑作地帯、他の二方は山岳地帯で占められている。全耕地面積に占める主食用米面積の割合は約82.3%。

人口

総数

2,858人
(2023年5月末現在)

構成

0～14歳: 232人
15～64歳: 1,350人
65歳～: 1,276人

主要産業

農業

地域の現状の詳細

内容

A 少子高齢化の進展

・過去10年の平均で50人/年程度人口が減少し、高齢化率も42%(令和2年度国勢調査数値)となるなど、全国平均を上回るペースで人口減少や少子高齢化が進展している。

B 農家戸数の減少

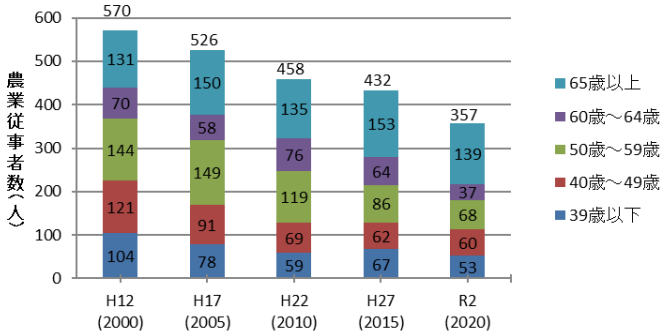
・平成28年から令和2年までの5年間で、農家戸数は11.3%減。農業従事者数は17.4%減少だが、65歳以上の農業従事者数は4%増加しており、年々高齢化が進んでいる状況。

C 農家1戸あたりの経営耕地面積の拡大

・平成28年から令和2年までの5年間で、2.7ha増加しており、農家戸数の減少に伴い、1経営体当たりの経営耕地面積は増加傾向にあり、農地の利用集積も限界に近づいている。

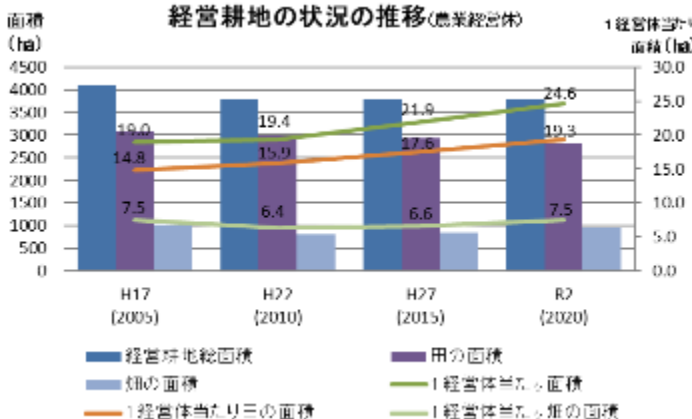
地域状況をイメージできるグラフ・図・表

年齢別基幹的農業従事者数の推移(個人経営体)



年齢	H12 (2000)	H17 (2005)	H22 (2010)	H27 (2015)	R2 (2020)
65歳以上	131	150	135	153	139
60歳～64歳	70	58	76	64	37
50歳～59歳	144	149	119	86	68
40歳～49歳	121	91	69	62	60
39歳以下	104	78	59	67	53

経営耕地の状況の推移(農業経営体)



項目	H17 (2005)	H22 (2010)	H27 (2015)	R2 (2020)
経営耕地総面積 (ha)	39.0	19.4	21.9	24.6
畑の面積 (ha)	14.8	15.9	17.6	19.3
1経営体当たりの面積 (ha)	7.5	6.4	6.6	7.5

※出典：沼田町調べ

2 地域の抱えている課題（北海道 岩見沢市）

課題

対象者

内容

a 農業経営の安定と生産体制づくり
(農業経営者)

- 水稲は、新型コロナウイルス感染症拡大による中食・外食事業者向けの販売数量の減少により民間在庫が増加し、価格が下落傾向。
- 輪作による生産性の向上、農作業のICT化（水管理の省力化等含む）、気象ロボットやRTK基地局の整備、地域BWA等による農作業の効率化・省力化やコスト縮減等を先進農家に取り組んできた。
- 先進農家の取り組みを拡大、普及させることが課題解決となり、特に自動走行トラクター普及では強い期待と要望が寄せられている。

b 農業生産基盤の整備
(農業経営者、自治体)

- 減少する人的パワーを効率化することが地域経済維持、住民にとって不可欠。
- 1戸あたりの経営耕地面積の増加に伴い、農地の大区画化・汎用化によるスマート農機普及が必要
- 農水省と連携した土地区画整備等の取り組みを進めており、自動走行トラクター運用の普及モデルとして期待が寄せられている。

c 担い手の育成・確保
(農業経営者)

- 農業経営者の減少に伴い、農作業請負事業者組織や地域の学生、障がい者など多様な人材の活躍を通じて地域農業の労働力を支えていく環境を創出していくことが必要。
- 特に自動走行トラクターで実施可能な農作業について、作業委託のニーズを確認済みであり、遊休農地の発生防止と再生利用にも期待が寄せられている。

イメージ

- 農家1戸あたりの経営耕地は21Ha程度であるが、大区画化が進む。
- スマート農業は、いわみざわICT研究会メンバ（約200名）を中心に導入が拡大中。
- 地域通信基盤の整備は進んでおり、自営光回線、地域BWA等の整備がされている。

・1戸あたりの経営耕地面積の増加状況

【表8 1戸当たりの経営耕地面積】

(各年4月末現在)

区 分	単位	H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
1戸当たりの経営耕地面積	ha	18.1	18.7	19.3	20.0	20.6

※資料：農務課

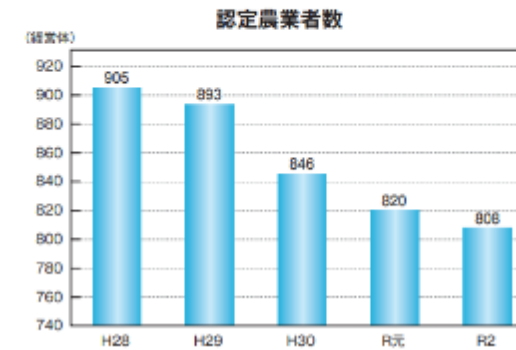
・認定農業者（自ら作成した農業経営改善計画の認定を受けた農業者）の減少状況

【表4 認定農業者】

(各年度3月末現在)

区 分	単位	H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
認定農業者数	経営体	905	893	846	820	808

※資料：農務課



出展：岩見沢市農業振興ビジョン

② 地域の抱えている課題（北海道 沼田町）

課題

対象者

内容

d 担い手の育成・確保 (農業経営者、自治体)

- 農家戸数の減少や農業従事者の高齢化が進行し、農地の利用集積も限界に近づいており、新規参入希望者の受入や農業後継者対策が必要。
- 農作業の効率化・省力化や生産性の向上が必要であり、自動走行トラクター導入の要望も高まっているが、通信基盤がないことから先進農家からの要望が出てきている。

e 労働力の確保 (農業経営者、自治体)

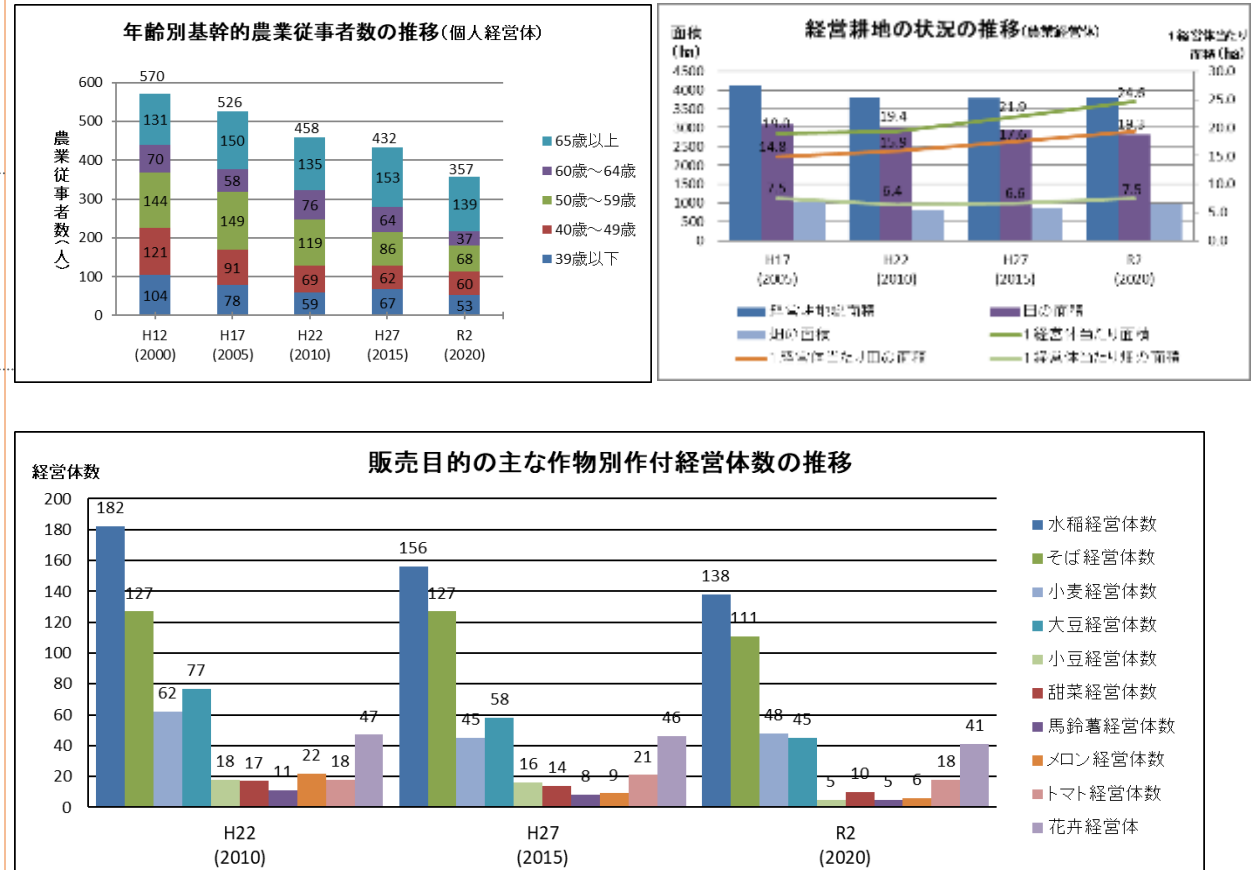
- 農家戸数の減少と経営の規模拡大が進み、農繁期等における労働力の確保が課題。
- 自動走行トラクター等の省力化手段、岩見沢地域における作業委託モデルの横展開が期待されている。

f 生産コストの低減 (農業経営者)

- 燃油や肥料等の生産資材費が高騰し、生産コストの低減が稲作農業の体質強化に不可欠。
- スマート農業技術の活用による生産コスト削減や省力化、品質向上を図る取組の推進のため、自動走行トラクター等の省力化手段、岩見沢地域における作業委託モデルの横展開が期待されている。自動走行トラクター導入の要望も高まっているが、通信基盤がない地域からの要望が出てきている。
- 農研機構令和4年度スマート農業プロジェクト「複数地域間における機器シェアリングによる労働費削減及び農家収益向上プロジェクト」に参画し、機械共有によるコスト削減と単位面積当たりの収量向上に取り組む中。

イメージ

- 農家1戸あたりの経営耕地は25Ha程度であるが、中山間地では区画が小さい。
- 通信環境がない中山間地ではスマート農業の普及が進んでいない。
- 地域情報通信基盤の整備は居住区域中心で整備済みとなっている。



③ これまでの取り組み状況（北海道 岩見沢市）

	2019～2020年度	2020～2022年度	2022～2023年度
取組概要 (岩見沢市)	ローカル5G等を活用した遠隔監視実証 ・自動走行トラクター等のほ場内複数台協調作業、異なるほ場内の複数台協調作業、ほ場間移動の遠隔監視下での安全な運用の実現を検証 ・公道含めた完全自動走行※の実証	遠隔監視利用によるスマート農機の地域実装を促進するための環境形成の実証 ・対象作業の労働時間削減、機械共用による農家生産コスト低減、農家利益改善効果の試算	遠隔監視による無人状態での完全自動走行の社会実装に向けた検証 ・遠隔監視事業化に向けた、農家と連携したニーズ調査、協業体制と事業試算検討、岩見沢市からの普及横展開のための手法と課題調査
成果	ローカル5G等の複数の無線ネットワークの活用が運用効率化、安全性に有効 ・5G等の低遅延映像伝送による遠隔監視が、スマート農機の自動走行（公道走行を含む）の有効性を確認	作業委託として遠隔監視を利用するモデルの有効性、地域ニーズを確認 。自動走行トラクターを4台使用しローカル5G費用を自治体負担した場合で、農家経営コスト減7.9%、収入増24.76%の効果を算出	社会実装に向けた農家ニーズ把握、事業化体制の準備 ・自動走行トラクター自体に触れたことがない農家が多く、まずは現行機能農機の浸透と配備が肝要であること、夜間作業を主とするニーズを確認 ・先進地域でのモデル化後の横展開が普及展開の近道
見えてきた課題	通信インフラ等のコスト削減 ・事業採算性からローカル5G設備費用が委託費に反映されないようにする必要あり ・通信インフラの単一用途に対する高コスト対策が必要 ・遠隔監視に用いる農機に搭載する複数機材の設置・設定・搭載スペースの確保 ・市販機器の寄せ集めに拠らない汎用化	自動走行トラクターの普及拡大にむけた、請負事業メニュー提供の必要性 ・現行機種で実施可能作業だけでもニーズあり ・規模拡大によるメリットが大きく、広域業務化が必要 ・自動走行トラクター遠隔監視のガイドラインの早期制定が必要 通信機器等の安定動作とコスト削減※ ・機器の安定動作、およびメーカーによらない汎用的かつ簡易設置性が有人対応コスト削減となる	遠隔監視の多様化、LTE不感地域へのソリューション提供の必要性 ・通信不感地域では、ローコストネットワークによるエリア展開による通信基盤構築が先決 ・地域社会の持続性確保、事業採算性面から、経済性・生活利便性の向上にも寄与する取り組みと連携した遠隔監視手法の多様化が必要
事業名	産官学連携協定 北海道大学、岩見沢市、NTTグループによる取り組み 総務省事業 「令和2年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」自動トラクター等の農機の遠隔監視による自動走行の実現	産官学連携協定 北海道大学、岩見沢市、NTTグループによる取り組み 農林水産省事業 「令和2、3年度 スマート農業実証プロジェクト（ローカル5G）（農研機構）」ローカル5G活用型スマート農業モデル実証	産官学連携協定 北海道大学、岩見沢市、NTTグループによる取り組み（2019年～2024年） ※総務省事業「「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」（端末システム試作事業）」にて、コンソーシアムメンバーであるパナソニックコネク社が端末を開発

※農林水産省 農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン（以下自動走行ガイドラインという）の概要（参考）安全性確保ガイドラインの適用範囲に記載の「遠隔監視による自動走行（研究開発中）」「ほ場間移動における自動走行（研究開発中）」を含む

③ これまでの取り組み状況（北海道 沼田町）

	2020年度	2021年度～2022年度	2022～2023年度
取組概要 （沼田町）	沼田町スマート農業研究会発足 ・ほ場水管理システム、水田センサー、農業ドローン（リモートセンシング、農薬散布）の実証実施	沼田町スマート農業研究会の取り組み ・モバイル不感地域対策、ハウス内環境モニタリング・管理システム、水田センサー品質向上効果検証 ・気象観測システム実証 ・衛星情報を活用した可変施肥、ロボットトラクター、AIを活用した病害虫雑草診断システム検証事業	複数地域間における機器シェアリングによる労働費削減及び農家収益向上 ・気象情報に基づくスケジューリング、スマート農業機械シェアリング等による、機械経費、労働費、肥料投下量の削減
成果	農作業に対する省力化の有効性を確認 ・見回りの省力化等に効果を確認 ・リモートセンシングの理解促進	通信を活用したスマート農業機器等の農作業の効率化、省力化に有効性を確認 ・モニタリング情報活用の有効性を確認 ・ICT技術に対するメンバーの理解促進	（実施中）
見えてきた課題	スマート農業普及に関わる検証、勉強会等の活動の必要性 ・広く農業者がICTを活用できるようにするための活動継続が必要 ・他のスマート農業機器も含めた効果検証が必要 ・導入、運用コストの検証の継続	導入にあたっての環境整備の必要性 ・携帯電話不感地域の解消が必要 ・導入コストの低減が必要（低価格でランニングコストが安い機種種の普及） ・複数メーカー機器の互換性不足があることの理解の促進	（実施中）
事業名	特になし	特になし	農林水産省事業 令和4、5年度 スマート農業実証プロジェクト 「複数地域間における機器シェアリングによる労働費削減及び農家収益向上」

II. 将来的に目指す姿

① 将来な目指す姿

- 遠隔監視システムの高度化による自動走行監視ソリューションのサービス普及
 - 遠隔監視支援・作業請負ソリューションの北海道全域への展開、Well-Being/Sustainabilityの実現
- 自営等BWA活用による高精度位置情報提供地域の拡大ソリューションの普及
 - LTE不感地域における自動走行トラクター利用可能地域の拡大

自動走行監視ソリューション



II. 将来的に目指す姿

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2023

本実証

ガイドラインに則した近傍監視制御＋遠隔監視支援

現地近傍以外でのながら監視化

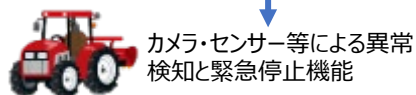


目視→目視外も条件付き許可
(安全性に関わる法制度への提言)
100m以下→数百m

監視・制御のコスト低減
無人走行範囲の拡大

死角からの飛び出し予測や、
作業機の状態を含めた周辺
環境の異常検知を支援 (無人
走行範囲拡大検証)

リアルタイム映像＋音声



可搬型自営等 BWA装置モデル



可搬型自営等BWA装置による自動走行トラクターの活用地域拡大
LTE不感地域における通信環境提供モデルの有効性検証

遠隔監視システムの高度化による無人作業範囲、安全性の検証

- 自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの無人農作業の実現性、目視外エリアでの映像/異音AI検知による遠隔監視の安全性と運用省力化検証
- 農機搭載システム機器の小型化、回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔制御の運用性とネットワーク信頼性向上
- 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔制御の安全性・経済性の検証

2024~2025

実装 (空知管内)



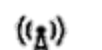
沼田町における自営等BWAを活用した環境提供

通信環境提供



遠隔監視を活用した農作業請負サービスの開始

遠隔監視拠点
(大型モニター・PC)



・ローカル 5G
・キャリア5G/LTE

監視支援

目視/目視外監視＋農作業



委託費



農家

- 作業時間削減
- 運用負担削減

遠隔監視を活用した農作業請負サービスの開始

- 主体となる会社 (NTT東日本)にてサービスメニュー提供開始
- 岩見沢市における、多様なネットワーク基盤での自動走行トラクターの活用
- 遠隔監視用通信機器パッケージの販売

沼田町における自営等BWAを活用した環境提供

2026~

横展開 (北海道内)



遠隔監視サービス提供対象の拡大

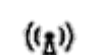
自営等BWAを活用した環境提供
地域の拡大

通信環境提供



法規制に準じた自動走行範囲の拡大に応じた
遠隔監視を活用した農作業請負サービス

遠隔監視拠点
(大型モニター・PC)



・ローカル 5G
・キャリア5G/LTE

監視支援
(民間サービス)

監視支援
(行政サービス)

目視/目視外監視＋農作業

自動走行トラクター



現地作業員

地域MaaS等



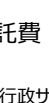
現地添乗員



農家

- 作業時間削減
- 運用負担削減

委託費



行政サービス事業者

- 運用負担削減

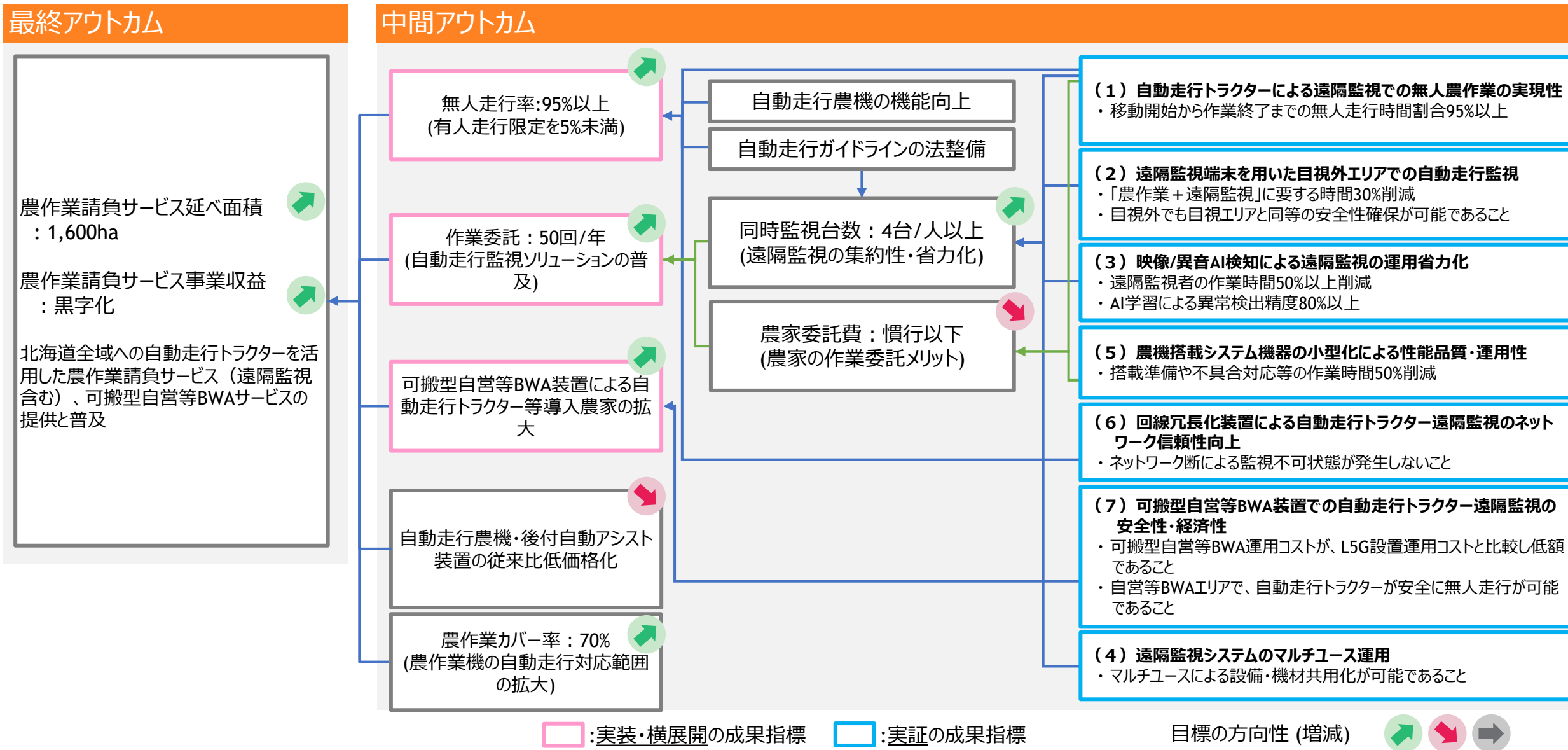
遠隔監視サービス提供対象の拡大

- 法規制に準じた自動走行範囲の拡大
- 利用地域の拡大(空知地域、北海道等)
- 自動走行に対応する農作業機の拡大・多様化(自動走行に対応する農作業・MaaS・除雪等の多様化)
- 関連ソリューション/通信基盤の多様化・低価格化

II. 将来的に目指す姿

③ 成果（アウトカム）指標

1) ロジックツリー



II. 将来的に目指す姿

3 成果（アウトカム）指標

2) 成果（アウトカム）指標の設定

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
無人走行率:95%以上 (遠隔監視サービス事業のメ リット向上)	慣行：0% 現行商用自動 走行トラクター： 約60～70%	95%以上	農家が無人走行を前提として自動走行トラクター等の農機を利用しているため、有人走行が頻繁に発生した場合、経済メリットが損なわれることから、100%に近い状況为目标値に設定 前提条件（中間アウトカム）として、メーカ側の自動走行機能向上、自動走行ガイドラインの法整備を設定する。	実装・横展開時の作業 状況ビデオ撮影による実 測
作業委託：50回/年 (自動走行監視ソリューションの 普及)	提供なし	サービス提供数 50回(2026年)	自動走行監視ソリューションの普及指標として設定。 ・岩見沢以外の空知管内における最大サービス延べ面積3,897haの約8%を想定 ・8時間あたり作業可能な面積6.72haから50回と想定 前提条件（中間アウトカム）として、農家の経済的メリット（慣行以下の農家委託費）が可能なことを設定する。	サービス提供回数
可搬型自営等BWA装置による 自動走行トラクター等導入農 家の拡大 (通信サービス提供エリア拡大) (可搬自営BWAサービス事業の 収益性確保)	提供なし	総務省北海道 総通局と連携し 現状等調査の 上で目標設定	・自営等BWAの免許申請、光設備等に関わる整備（農山漁村地域整備交付金等）による整備期間を考慮し、実証終了2年後以降とした	サービス提供農家数

II. 将来的に目指す姿

3 成果（アウトカム）指標

2）成果（アウトカム）指標の設定

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
自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性 ・移動開始から作業終了までの無人作業時間の割合	慣行：0% 現行商用自動走行トラクター：約60～70%	95%以上	・作業機を準備し、自動走行トラクターを車庫から作業ほ場、作業終了後に車庫まで戻るまでの有人対応必要労働時間数 ・トラブル対応、作業機調整等、有人対応必須の時間を想定	実証状況ビデオ撮影による実測
遠隔監視端末を用いた目視外エリアでの自動走行監視 ・「農作業＋遠隔監視」に要する時間	100% (目視監視)	30%削減	・遠隔監視におけるAI等検知による、目視外でも目視エリアと同等の安全性確保(トラクター作業機の動作不具合等の「異常系」は、近傍の有人目視の代わりに、映像/異音AI検知で代用が可能であること)	実証状況ビデオ撮影による実測
映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化 ・遠隔監視者の対応時間 ・AI検出精度80%以上	100% (常時監視) 異常検出は現状なし	対応時間：75%以上削減 AI検出精度：80%以上	・AI等の警報発生のみトラブル通知時のみ遠隔監視対応を実施 ・事業収支試算(R3年度農研機構実証※2)における4台同時監視を可能とするため、作業時間1/4削減を目標設定	実証状況ビデオ撮影、AIログによる実測
農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性 ・搭載準備や不具合対応等の作業時間50%削減	100% (R2年度総務省実証※1測定値)	機器設置等作業に要する時間削減：50%削減 省スペース、省電力化：50%削減	・採用したエンコーダー体型ルータ端末のスペックどおりの効果を確認	実証状況ビデオ撮影による実測

※1：総務省令和2年度地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証「農業分野の課題解決（自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転等の実現）に向けたローカル5G等の技術的条件及び利活用に関する調査検討の請負」

※2：農研機構令和3年度スマート農業加速化実証プロジェクト(ローカル5G)「ローカル5G活用型スマート農業モデル実証」

II. 将来的に目指す姿

3 成果（アウトカム）指標

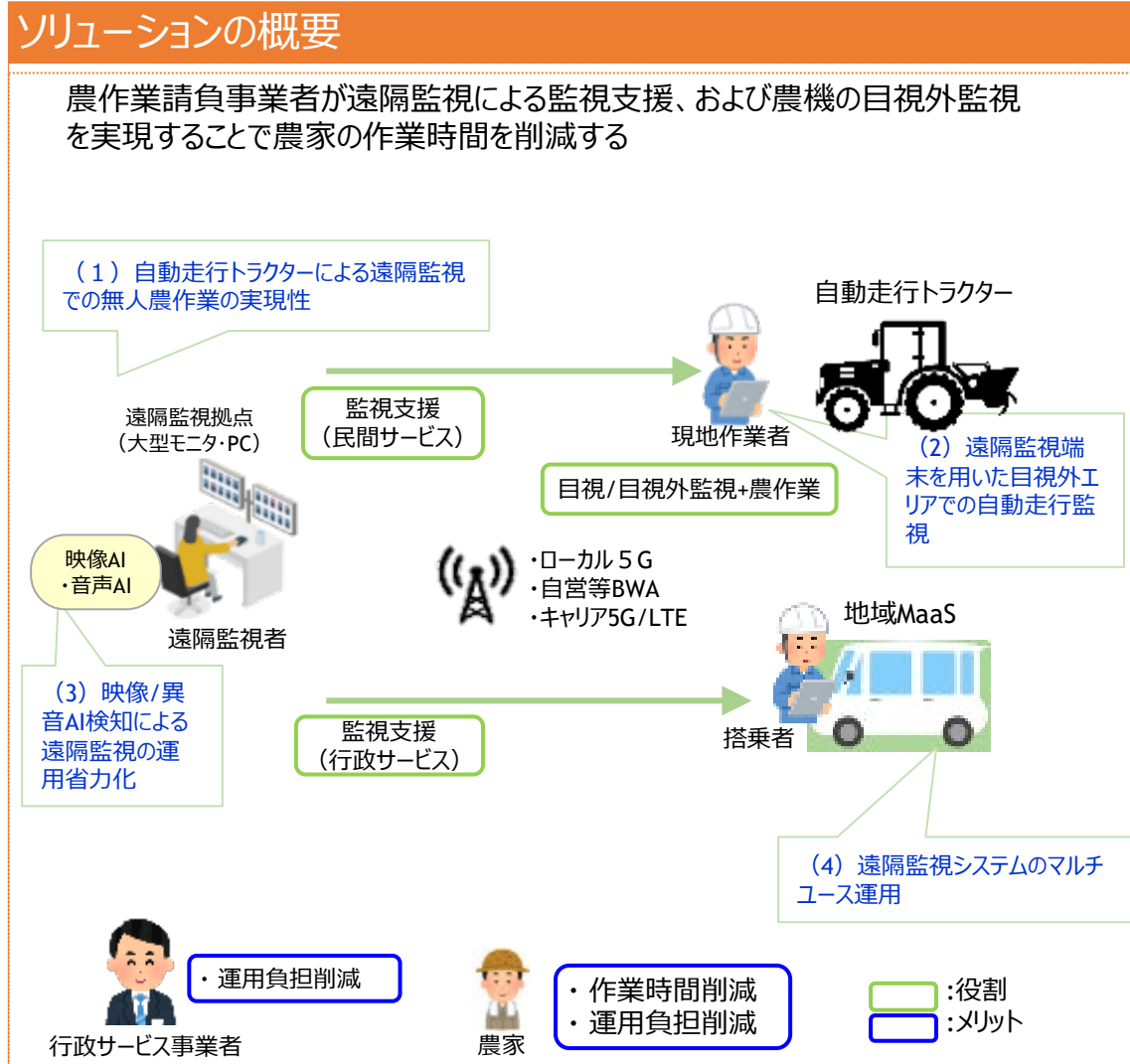
2）成果（アウトカム）指標の設定

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
回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 ・切れないネットワークサービスのソリューション	なし	1 秒以内でのネットワーク切替り	回線冗長化装置を利用した環境では、回線断による自動走行トラクターの監視不可状態が発生しないこと	実証状況ビデオ撮影、ネットワークログによる実測
可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性 ・自動走行トラクターのコスト ・GNSS受信レベル、通信帯域の確保	市販L5Gサービス価格 通信実績なし	コスト10%削減 RTK/GNSSの受信レベル4、遠隔監視端末/遠隔監視拠点との上り下り通信 2Mbps以上確保	・可搬型自営等BWAエリアで、自動走行トラクターが使用でき、設置運用コストが他ネットワークに比較し低額であること ・前提条件として、安全性としてRTK/GNSSの通信安定性（GNSS受信レベル4）、遠隔監視端末/遠隔監視拠点と安定通信（上り下りともに2Mbps以上）を条件とし、見通し遮断する障害物の影響もあわせて評価する。	実証状況ビデオ撮影、コストシミュレーション
遠隔監視システムのマルチユース運用 ・マルチユースによる遠隔監視システム年間運用費	100% (年間運用費)	コスト10%削減	MaaSとの設備共用化によるコスト削減、自動走行トラクターの1割程度の監視規模と想定	実証状況ビデオ撮影、コストシミュレーション

Ⅲ. ソリューション

1 ソリューションの概要

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化



中間アウトカム (実証)	
定量アウトカム	定性アウトカム
(1) 自動走行トラクター作業における無人作業時間の割合 95%以上	・ 農家の農機運用負担削減
(2) 「農作業 + 遠隔監視」に要する作業時間 慣行比30%削減	・ 遠隔監視者の負担軽減
(3) 遠隔監視者の対応時間75%以上削減	
(4) マルチユースによる遠隔監視システム年間運用費10%有効利用	

中間アウトカムを改善するソリューションの価値
(1) 自動走行トラクターの遠隔監視制御において、現状は有人での対応が必要な、車庫～ほ場間移動、ほ場外周等の作業についても、遠隔監視制御による自動走行で実現することで、農家の自動走行トラクター運用における課題を解決する。
(2) 現状は搭乗もしくは目視内でしか利用できない自動走行トラクターを、駆け付け対応可能な目視外エリアから利用可能とすることで、異常発生時の停止時間を最小化した効率的な自動走行トラクター運用を可能とする。
(3) トラクター自動走行中に発生する異常を、映像・音声AIで検知することで、安全性の向上と遠隔監視者の負担軽減を図る。
(4) 遠隔監視システムをマルチユース化することで、複数用途による共通部の有効活用、農閑期のシステム運用を行うことで、システムの年間運用費の有効利用を図る。

Ⅲ. ソリューション

① ソリューションの概要

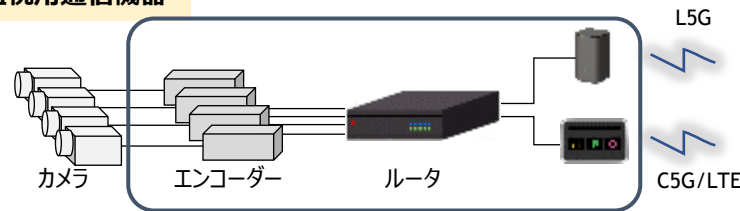
② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

ソリューションの概要

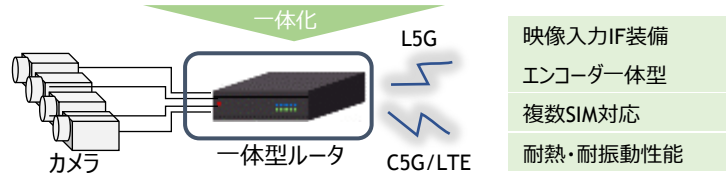
農機の遠隔監視に必要な複数機能を一体化した、安定性を向上した通信機器を提供することで、既存農機の遠隔監視対応化を図る

農機遠隔監視用通信機器

【従来】

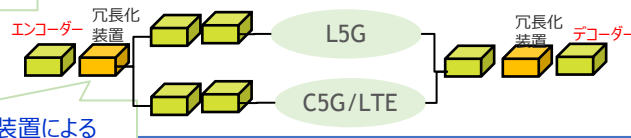


【実証構成】



(5) 農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性

(6) 回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 (提案書外)



現地作業者

・既存農機への環境構築
・監視環境の安定性向上
・環境構築の簡素化



遠隔監視提供事業者

・既存所有農機の有効活用

・統合監視環境構築にあたっての仕様統一化

□ : 役割
□ : メリット

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- (5) トラクター搭載準備、不具合対応等の運用作業時間 50%削減
- (6) 自動走行トラクターの通信回線断時の1秒以内切替り

定性アウトカム

- ・監視環境の安定性向上
- ・既存所有農機の有効活用
- ・環境構築の簡素化
- ・統合監視環境構築にあたっての仕様統一化

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- (5) 自動走行トラクターの遠隔監視に必要な、トラクター側通信機器として、通常は個々に検討が必要な、モバイルネットワーク接続、映像入力、エンコーダ機能を一体化した機器を使用することで、接続構成の複雑化、設置スペースの確保といった課題を解決し、環境構築が容易な監視システムを実現する。
- (6) 自動走行トラクターの遠隔監視中に通信断が発生し、監視不可状態を回避するために、回線冗長化装置による、監視制御に影響しない無瞬断でのネットワーク切替を実現することで、システムの安定性を向上する。

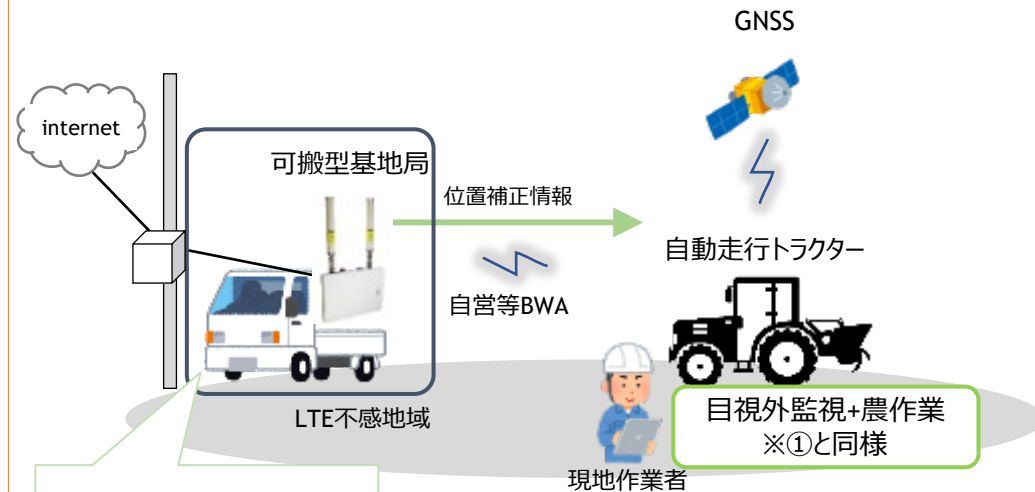
Ⅲ. ソリューション

① ソリューションの概要

③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

ソリューションの概要

①②を導入したいが、LTE不感地域のためにサービス利用が難しいケースにおいて、可搬型自営等BWA装置を使用した通信エリア形成をサービスとして提供する



(7) 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性



・作業時間削減



自治体

・スマート農機適用地域の拡大

□ : 役割
□ : メリット

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

(7) 自動走行トラクターの低コスト利用
ローカル5Gサービス比 10%削減

定性アウトカム

・スマート農機適用地域の拡大

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

(7) 自動走行トラクターの位置制御に必要なRTKによる高精度位置情報を取得するためのLTE不感地域において、可搬型自営等BWA装置を使用した通信エリアの安定かつ柔軟な形成を実現することで、低廉な費用で自動走行トラクターを使用するタイミングに合わせてエリアを形成することを可能にする。

Ⅲ. ソリューション

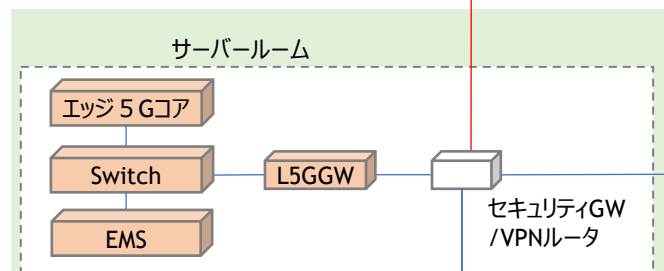
② ネットワーク・システム構成

1) ネットワーク・システム構成図

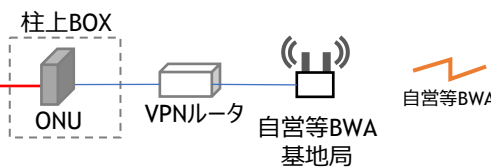
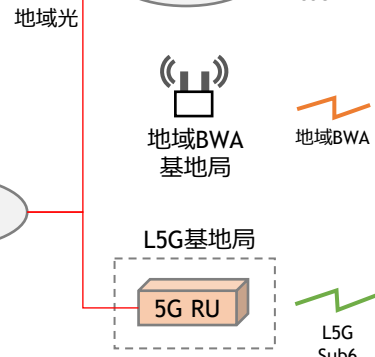
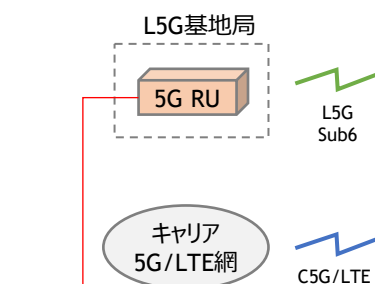
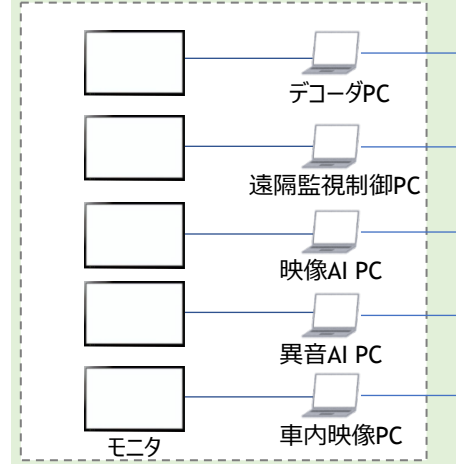
北海道大学



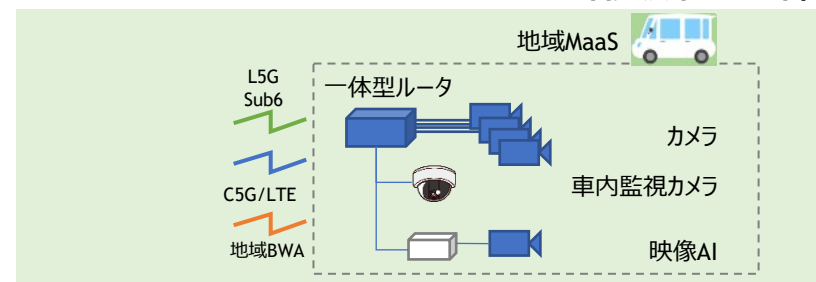
岩見沢市新産業支援センター



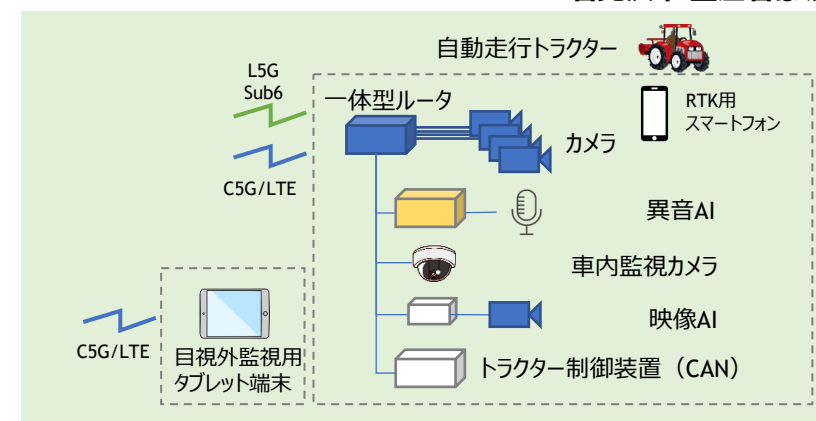
監視ルーム



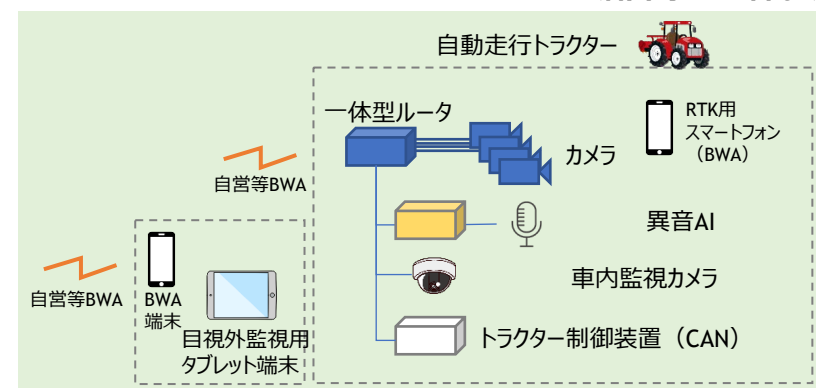
岩見沢市 MaaS車両



岩見沢市 生産者ほ場



沼田町 生産者ほ場



Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

2) 設置場所・基地局等 実証地域



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 Ⅲ.2-1 岩見沢市拠点位置

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

2) 設置場所・基地局等 岩見沢市 拠点位置



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 Ⅲ.2-2 岩見沢市拠点位置

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

2) 設置場所・基地局等 岩見沢市



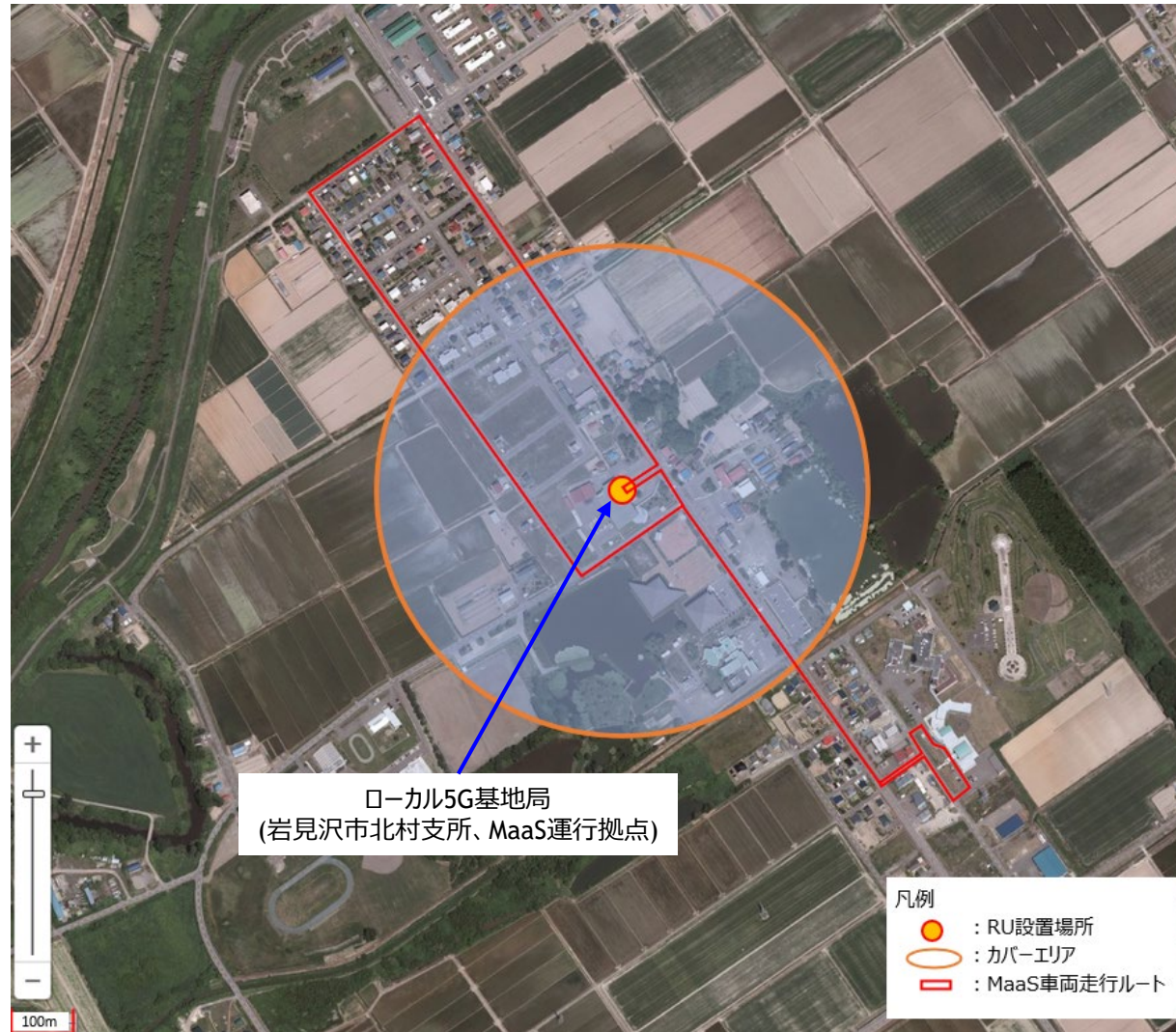
国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 Ⅲ.2-3 基地局設置場所・対象圃場・カバーエリア
(指向性アンテナ)

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

2) 設置場所・基地局等 岩見沢市



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 Ⅲ.2-4 基地局設置場所・カバーエリア・MaaS車両走行ルート
(無指向性アンテナ)

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

2) 設置場所・基地局等 沼田町 拠点位置



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 Ⅲ.2-5 沼田町拠点位置

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

2) 設置場所・基地局等 沼田町



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 Ⅲ.2-6 基地局設置場所・カバーエリア・実証対象は場
(指向性アンテナ)

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

3) 設備・機器等の概要

別紙 設備・機器概要に記載

② ネットワーク・システム構成

4) 許認可等の状況

許認可の種類	許認可の状況																									
ローカル5G実験試験局	トラクター自動走行実証を行う生産者ほ場およびMaaS運行拠点となる岩見沢市北村地区にローカル 5 Gの実験試験局を開設するため、総務省北海道総合通信局に無線局免許を申請し許可を受けた。																									
	<table><tr><th>項目</th><th>基地局相当</th><th>移動局相当</th></tr><tr><td>免許人の名称</td><td>三井情報株式会社</td><td>三井情報株式会社</td></tr><tr><td>無線局の種別</td><td>実験試験局</td><td>実験試験局</td></tr><tr><td>免許の数</td><td>2</td><td>7</td></tr><tr><td>免許の番号</td><td>北実第4952号～第4953号</td><td>北実第4954号～第4960号</td></tr><tr><td>免許の年月日</td><td>令和5年10月2日</td><td>令和5年10月2日</td></tr><tr><td>免許の有効期間</td><td>令和6年3月31日まで</td><td>令和6年3月31日まで</td></tr><tr><td>設置場所又は移動範囲</td><td>北海道岩見沢市北村赤川</td><td>北海道岩見沢市北村赤川、北村栄町、北村豊里町、北村中央付近</td></tr></table>	項目	基地局相当	移動局相当	免許人の名称	三井情報株式会社	三井情報株式会社	無線局の種別	実験試験局	実験試験局	免許の数	2	7	免許の番号	北実第4952号～第4953号	北実第4954号～第4960号	免許の年月日	令和5年10月2日	令和5年10月2日	免許の有効期間	令和6年3月31日まで	令和6年3月31日まで	設置場所又は移動範囲	北海道岩見沢市北村赤川	北海道岩見沢市北村赤川、北村栄町、北村豊里町、北村中央付近	
項目	基地局相当	移動局相当																								
免許人の名称	三井情報株式会社	三井情報株式会社																								
無線局の種別	実験試験局	実験試験局																								
免許の数	2	7																								
免許の番号	北実第4952号～第4953号	北実第4954号～第4960号																								
免許の年月日	令和5年10月2日	令和5年10月2日																								
免許の有効期間	令和6年3月31日まで	令和6年3月31日まで																								
設置場所又は移動範囲	北海道岩見沢市北村赤川	北海道岩見沢市北村赤川、北村栄町、北村豊里町、北村中央付近																								

Ⅲ. ソリューション

② ネットワーク・システム構成

4) 許認可等の状況

許認可の種類	許認可の状況																									
自営等BWA実験試験局	LTE不感地域でのトラクター自動走行実証を行う生産者ほ場（沼田町真布地区）に自営等BWAの実験試験局を開設するため、総務省北海道総合通信局に無線局免許を申請し許可を受けた。																									
	<table><tr><th>項目</th><th>基地局相当</th><th>移動局相当</th></tr><tr><td>免許人の名称</td><td>ハイテクインター株式会社</td><td>ハイテクインター株式会社</td></tr><tr><td>無線局の種別</td><td>実験試験局</td><td>実験試験局</td></tr><tr><td>免許の数</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>免許の番号</td><td>北実第4938号</td><td>北実第4939号、第4949号～第4951号</td></tr><tr><td>免許の年月日</td><td>令和5年10月11日</td><td>令和5年10月11日</td></tr><tr><td>免許の有効期間</td><td>令和6年3月31日まで</td><td>令和6年3月31日まで</td></tr><tr><td>設置場所又は移動範囲</td><td>北海道雨竜郡沼田町字真布72</td><td>北海道雨竜郡沼田町字真布62及びその周辺</td></tr></table>	項目	基地局相当	移動局相当	免許人の名称	ハイテクインター株式会社	ハイテクインター株式会社	無線局の種別	実験試験局	実験試験局	免許の数	1	4	免許の番号	北実第4938号	北実第4939号、第4949号～第4951号	免許の年月日	令和5年10月11日	令和5年10月11日	免許の有効期間	令和6年3月31日まで	令和6年3月31日まで	設置場所又は移動範囲	北海道雨竜郡沼田町字真布72	北海道雨竜郡沼田町字真布62及びその周辺	
項目	基地局相当	移動局相当																								
免許人の名称	ハイテクインター株式会社	ハイテクインター株式会社																								
無線局の種別	実験試験局	実験試験局																								
免許の数	1	4																								
免許の番号	北実第4938号	北実第4939号、第4949号～第4951号																								
免許の年月日	令和5年10月11日	令和5年10月11日																								
免許の有効期間	令和6年3月31日まで	令和6年3月31日まで																								
設置場所又は移動範囲	北海道雨竜郡沼田町字真布72	北海道雨竜郡沼田町字真布62及びその周辺																								

Ⅲ. ソリューション

3 ソリューション等の採択理由

1) 地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
a 農業経営の安定と生産体制づくり(農業経営者) f 生産コストの低減（農業経営者）	他地域と比較して冬期間が長く冷涼のため育苗、収穫期間が限られ、短期間で集中的に耕作し収穫する形態であることから、北海道の農業は、広大な耕地面積において、比較的収益性の低い作物をいかに短期間で耕作・収穫するかが課題であり、自動走行トラクター等の大型農機の効率的な運用が重要である
b 農業生産基盤の整備 (農業経営者、自治体)	農家戸数の減少、1農家あたりの経営耕地面積拡大が継続し、農家による耕作地の引き受けが飽和してしまうことにより、耕作面積の縮小、生産量の低下が加速する可能性が高いため、地域経済を支える基幹産業である農業を、維持・発展可能な産業基盤とするため、少人数で効率的に営農することが可能な自動走行トラクター+遠隔監視のニーズが高まることが想定される。
c d 担い手の育成・確保 (農業経営者、自治体) e 労働力の確保 (農業経営者、自治体)	実証フィールドである岩見沢市、沼田町を含む27自治体で構成する「空知地方総合開発期成会」では、デジタル技術を活用して生産性を高めるとともに、消費者ニーズに基づく付加価値の高い農産物・食品を効率的に提供に向け「競争力のある農業へ～農業DXの推進」を目指しているところであり、本事業実施による成果のさらなる展開が期待できる。

ソリューション		・自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 ・農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 ・ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）
他ソリューションに対する優位性		
名称	比較	
市販の自動走行トラクター	自動化レベルとして搭乗状態もしくは使用者が目視で監視していることが条件であり、操縦の負荷軽減には効果があるものの、広大な耕地面積を有する北海道では離れた場所での別作業ができない	

Ⅲ. ソリューション

3 ソリューション等の採択理由

2) 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
a 農業経営の安定と生産体制づくり(農業経営者) f 生産コストの低減（農業経営者）	自動走行トラクター、自動走行バスなど様々な地域で実施されている実証実験では、単一サービスのモデルであり、民間によるビジネスを前提としている。 本実証で、民間サービス（農業分野）だけでなく、行政サービス（医療、教育、除雪等）を含む官民協業サービスの提供を志向するモデルを実現することが可能となる。 また、官民協業サービスのモデルでは初の実証となる。	ソリューション・自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化
b 農業生産基盤の整備 (農業経営者、自治体)	現状は農機に搭載されたセンサー（LiDAR等）による障害物検知であるが、監視映像のAI判断、異音検知・警報については市販製品では未搭載である。	日本の農地面積の1/4を占めており、1農業経営体あたりの経営耕地面積も他県の10倍強で、自動操舵システム導入実績も全国の8割弱を占めている北海道での事業化を1stターゲットとすることで展開を図る。
c d 担い手の育成・確保 (農業経営者、自治体) e 労働力の確保 (農業経営者、自治体)		

Ⅲ. ソリューション

3 ソリューション等の採択理由

2) 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
a 農業経営の安定と生産体制づくり(農業経営者) f 生産コストの低減 (農業経営者) b 農業生産基盤の整備 (農業経営者、自治体) c d 担い手の育成・確保 (農業経営者、自治体) e 労働力の確保 (農業経営者、自治体)	自動走行トラクター、自動走行バスなど、様々な地域で実施されている実証実験において、遠隔監視システムは車両本体と一体として設計・構築されているが、本実証では、メーカーを問わず追装可能な複数の通信システムに対応した一体型機器を実装することを目指しており、複数メーカーの自動走行車両を1か所で統合監視する構成の実現を図るものである。	ソリューション ・農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 実証地域である沼田町を含む空知エリアでは、農家戸数の減少と経営の規模拡大が進むことによる、農繁期等における労働力確保や、燃油や肥料等の生産資材費の高騰に対する生産コスト低減を課題として抱えている。 スマート農業技術の活用による生産コスト削減や省力化、品質向上を図るため、自動走行トラクター等の活用における省力化手段として、岩見沢地区における作業委託モデルの横展開が期待されている。 上記より、本実証のモデルを岩見沢地区にて実装した後、沼田町、近隣空知エリアへ横展開することがしやすいものと考ええる。 また、北海道は日本の農地面積の1/4を占めており、1農業経営体あたりの経営耕地面積も他県の10倍強であることからマーケットが大きいこと、自動操舵システム導入実績が全国の8割弱を占めていることから、自動走行トラクターへの関心度が非常に高いことがうかがえる。 上記より、北海道内への横展開についても、他県域と比較し有利に進めることが可能と考える。

Ⅲ. ソリューション

3 ソリューション等の採択理由

2) 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
a 農業経営の安定と生産体制づくり(農業経営者) f 生産コストの低減 (農業経営者)	現在、北海道総合通信局により、従来型自営等BWAの、可搬型運用（移設可能）、準同期運用（アップリンクの高速化）に係る制度改正を目指した検討が進められている状況であり、可搬型自営等BWA装置の運用を行っている例はない。	ソリューション・ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等） 実証地域である沼田町を含む空知エリアでは、農家戸数の減少と経営の規模拡大が進むことによる、農繁期等における労働力確保や、燃油や肥料等の生産資材費の高騰に対する生産コスト低減を課題として抱えている。 スマート農業技術の活用による生産コスト削減や省力化、品質向上を図るため、自動走行トラクター等の活用における省力化手段として、岩見沢地区における作業委託モデルの横展開が期待されている。 上記より、本実証のモデルを岩見沢地区にて実装した後、沼田町、近隣空知エリアへ横展開することがしやすいものと考ええる。 また、北海道は日本の農地面積の1/4を占めており、1農業経営体あたりの経営耕地面積も他県の10倍強であることからマーケットが大きいこと、自動操舵システム導入実績が全国の8割弱を占めていることから、自動走行トラクターへの関心度が非常に高いことがうかがえる。 上記より、北海道内への横展開についても、他県域と比較し有利に進めることが可能と考える。
b 農業生産基盤の整備 (農業経営者、自治体)		
c d 担い手の育成・確保 (農業経営者、自治体) e 労働力の確保 (農業経営者、自治体)		

3 ソリューション等の採択理由

3) 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		他無線通信技術との比較	
ローカル5G		自動走行トラクターの遠隔監視には、走行開始、停止等の制御信号が遅延なく実行されることが望ましい。また、監視映像については、できる限り高精細な画像であることが望ましく、多数の自動走行トラクターに搭載される通信端末側からのアップロード帯域が広帯域であることが求められる。 (バックアップ用回線としてキャリア5G/LTEも使用)		名称	比較結果
自営等BWA		周辺の地理的状況が電波伝搬に不利な条件下であることが多く想定されること、比較的周波数帯が低いネットワークが適していること。 自動走行トラクターの遠隔監視には閉域で安定した通信が適していること。		LPWA・Wi-Fi Halow	LPWA・Wi-Fi Halowは、アップリンク帯域、低遅延性能が低く本実証のネットワークに不適である (長距離性・経済性は十分だが、映像伝送に必要な帯域を安定確保できない)
				Wi-Fi6E	WiFi6Eは伝搬エリアが狭小であり、広域化するためのエリア設計が困難
				衛星通信	エリア形成は非常に広範囲であるが、伝送遅延が大きく、遠隔監視には不向きである

1 実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的

(1)自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性
作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視で実現(市販自動走行トラクターでは、マップ作成、ほ場間移動、外周作業は有人運転が必要)

- ・ 実装に向けて、農作業毎に慣行比工数の削減割合を検証
- ・ 技術的に、トラクター側のセンサー等通知機能、リアルタイム映像・音声通知で、遠隔監視の品質が確保できるかを検証
- ・ 実装後において、遠隔監視だけでの運用対応がどの程度可能か、実作業でエラー通知の頻度・内容を検証

アウトカム

農作業における無人走行時間の割合 = 95%以上

- ・ トラクター作業種別毎にトラブル発生頻度・有人作業割合を算出・評価
- ・ 遠隔監視での安全確認・再開指示等のトラブル運用対応の実現性評価
- ・ 日中帯/夜間作業による運用性を比較



検証の概要

効果検証

無人走行時間の割合 = 95%以上

- ・ 車庫前～ほ場(内周/外周)～車庫戻りまでのトラクター作業の有人/無人作業のうち、有人作業の割合が5%未満になることを検証
- ・ 慣行作業は、ほ場間移動・マップ作成・外周作業は有人作業が必要。また、トラクター本体のエラー等のトラブル発生時に現地確認等の有人作業が発生
- ・ 本実証では、トラブル対応以外は無人遠隔作業の前提

技術検証

①経路マップ作成の無人化

- ・ 事前作成の経路マップを自動走行トラクターにインポートし安全に走行

②ほ場間移動の無人化

- ・ 車庫～ほ場までの移動をマップ登録し遠隔監視のみの自動走行で移動
- ・ 障害物検出時はトラクターのセンサー等の安全機構により自動停止・エラー通知

③外周作業の無人化

- ・ 外周作業をマップ自動走行または遠隔操縦により無人作業を実施

運用検証

①現地農家と遠隔監視者の連携検証

- ・ 現地では農家が別の農作業を実施
- ・ 自動走行トラクターの安全機能で運用
- ・ エラー発生時は遠隔拠点で状況把握と再開対応を実施、有人手配が必要な時は現地の農家へ連絡し対応

②作業種別・昼夜の運用性を比較評価

- ・ トラクター作業種別毎にトラブル発生頻度・有人作業割合を算出・評価
- ・ 日中帯/夜間作業による運用性を比較

1 実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的

(2)遠隔監視端末を用いた目視外エリアでの自動走行監視
慣行では、目視エリアで自動走行トラクター監視作業のみを実施、本実証では目視外エリアで別作業をしながら、遠隔監視拠点の支援を受けた状況で同等の安全監視を実現。目視エリアの監視で有人介入し緊急停止するような状況が発生するか、緊急対応に必要な対応遅延の許容時間や必要な視認エリア・解像度等の品質を評価

- 自動走行トラクターは、安全確保のためのセンサー機能等により障害物接近等の“警報”を監視者に通知する機能を持つ前提
- 「遠隔監視用端末」の表示内容は、ほ場目視外/遠隔監視拠点共通「トラクター状況画面、周辺カメラ、車内カメラ(警報)」の前提

アウトカム

「農作業＋遠隔監視」の総時間：75%削減(農作業者は別作業可能かつ遠隔監視はAI活用により1/4以上の時間削減可能と想定)

- 自動走行中トラクターの非常時検知は、慣行=近傍での有人目視監視・確認の作業、実証＝監視拠点での映像/異音AI検知の警報受信・確認の作業として総時間を比較
- 非常時のシーンとして「人物の接近」「クラクション警報」を想定し、非常を認識するまでの時間が慣行/実証で差異が無いことを比較検証しするとともに、非常時検知した内容を把握するまで運用時間計測(非常時の状況により自動走行トラクターは緊急停止する場合あり)

検証の概要

効果検証

「農作業＋遠隔監視」の総時間75%削減

- 慣行は、自動走行トラクターの目視監視に集中する前提
- 実証は、遠隔監視拠点の支援を受けて、農作業者は別作業実施可能な前提
- 監視時間削減と遠隔監視支援に要する総コストを比較し実装性を評価
- 遠隔監視サービス事業を提供した場合のサービス利用料を試算

技術検証

目視外でも目視エリアと同等の安全性確保が可能であることを評価(映像/異音AI検知)

- 目視エリアで有人確認ができること/できないことを実測
- 映像AI検知：人物の接近
- 異音AI検知：クラクション警報
- 映像伝送遅延：400ms以内

運用検証

①目視外の運用対応

- 自動走行トラクター本体は、緊急停止状態になると自動停止することを確認
- ほ場での農作業実証において、緊急停止状態を含む非常時の運用性検証(エラー確認/原因把握までの時間、周辺安全確認/再開制御に要する時間を計測)

②遠隔監視の支援による省力化

- 非常時の運用対応状況・時間等を、遠隔監視支援の有無で、作業集約・省力化メリットがあるかを評価

1 実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的

(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化

自動走行トラクターに搭載したカメラ/マイクの配信データをAIで検知し、自動走行中の非常時を検出し運用省力化

- 遠隔監視者は、常に映像/音声監視するのではなく、トラクターのトラブル通知時に運用対応を実施する前提で検証
- 目視エリアでの目視監視と同等の監視安全性が確保できるかを検証((2)項目と連携)
- 自動走行トラクターは、緊急を要する非常時には、安全確保のためのセンサー機能等により緊急停止する機能を有する前提

アウトカム

常時映像監視と比較し、遠隔監視者の負担軽減 = 50%以上削減

AI学習による検出精度 = 80%以上

- トラクター作業種別毎の異常検知の発生率・検出精度を比較評価（警報発生頻度は慣行の10%未満になる前提）
- 昼夜/天候等の環境要因による検出精度を比較評価



検証の概要

効果検証

遠隔監視者の監視時間 = 50%以上削減

- 非常時には、遠隔監視者は警報受信、自動走行トラクターの状態確認、警報内容確認、トラブル対処(遠隔制御、有人手配等)、周辺の安全確認と再開の運用対応を実施
- 慣行は、ほ場近傍で目視で常時監視。実証は、AI検知、警報通知、監視者の運用対応を想定し、監視や運用対応の総時間を比較

技術検証

①AI検出精度 = 80%以上

- 非常時の学習データをAI学習
- AI学習後の異常検出精度を計測(人間・車等の接近、走行経路上の物体検出)
(車のクラクション、大声による警告、その他実証時の異常検出内容)

運用検証

AI学習作業(準備)に要する工数検証

- 実証を通じて、複数の作業種別でのホワイトリスト/ブラックリスト登録に要した工数を算出
- AI検知システムの初期費 + 運用費が慣行遠隔監視と比較して経済性があることを評価

複数作業種別/環境下でも、AI学習データが共通化できること

- 実証で作成したAI学習結果を用いて、複数作業で省力化が実現できることを確認

1 実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的	(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用 「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施 - 岩見沢市内を自動走行するMaaSの遠隔監視を検証 - MaaS車内には搭乗者が同乗し、トラブル対応時は遠隔監視と連携し対応		
アウトカム	マルチユースによる遠隔監視システム年間運用費10%有効利用 - 遠隔監視システム設備のMaaS遠隔監視利用を検証 - マルチユースにより設備費共用化の可能性を検証		
検証の概要			
	効果検証	技術検証	運用検証
	マルチユースによる年間運用費10%有効利用 自動走行トラクター/MaaSの遠隔監視における設備共用可能性の検証	遠隔監視システムのMaaS遠隔監視でのマルチユース利用を検証 - MaaS走行映像監視の品質検証 - LiDAR走行マップ等の走行状況データのリアルタイム把握 - MaaS車内の搭乗者との連携	遠隔監視システムの準備 - 遠隔監視装置の搭載準備・通信試験 搭乗者・遠隔監視者の連携 - MaaS車内の搭乗者との連携 - 遠隔監視者の役割・作業量・必要なスキル等の評価検証

1 実証計画

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

目的

(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性

自動走行トラクターへの搭載するエンコーダ一体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証

- ・ 自動走行トラクターへの搭載性・省スペース性・配線等の運用性・省電力
- ・ 映像品質や映像伝送遅延の検証
- ・ 回線切替りの検証(ACT/SBY、切替時間:60秒程度)
- ・ 長時間利用時の動作安定性の検証 (実証運用中の熱暴走等による品質劣化・動作停止数の計測)

アウトカム

トラクター搭載準備や不具合対応等の運用総時間50%削減

- ・ 映像品質・遅延が、慣行装置と同等以上であることを確認
- ・ トラクターへの搭載性等の準備作業の運用性向上を確認
- ・ 長時間利用時の動作安定性向上を確認



検証の概要

効果検証

自動走行トラクター搭載装置の安定性向上

- ・ 動作不安定発生頻度の減少

自動走行トラクター搭載装置の費用削減

- ・ 初期費の削減
- ・ 関連運用労務費の削減

技術検証

①映像品質

- ・ FHD*4映像伝送品質について、遠隔監視に適用可能な品質確保(慣行比)
- ・ CBR/VBR等の設定による品質比較

②映像伝送遅延(エンコード/デコード)

- ・ LAN直結の環境で、エンコード+デコードの処理遅延を計測し、400ms以下であることを確認

③ネットワーク切替り(60秒以内)

④長時間利用時の動作安定性

- ・ 4時間以上使用時に不安定にならない(映像品質劣化、通信断、起動不可)

運用検証

トラクター搭載準備作業の運用性向上

- ・ 機器設置・動作試験などの準備/片付け作業に要する時間削減:50%削減
- ・ 搭載スペースの省スペース化:50%削減
- ・ 省電力化:50%削減

装置不具合対応によるの運用性向上

- ・ 装置不具合対応に関する運用作業に要する時間削減

1 実証計画

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

目的	(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上【提案書外の検証】 「自動走行トラクター～遠隔監視端末」間のネットワークを回線冗長化装置で冗長化(ACT1/ACT2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証 - 自動走行トラクターの作業エリアが、回線サービスエリアの境界に近い場合 - 通信エリアの異なる2つの無線ネットワーク環境を準備し、ACT1回線を通信断した時に、無瞬断でACT2回線に切替ることを検証 - 通信切替り時に自動走行トラクターが、安全に走行継続することを確認
アウトカム	自動走行トラクターの通信回線断時の1秒以内切替り（トラクター監視不可状態回避、有人手配による運用工数の削減） 回線冗長化装置を利用した環境では、回線断による自動走行トラクターの監視不可状態が発生しないことを検証（エンコーダ一体型ルータ端末による切替りではないため、従来のルータ+エンコーダ+UEを利用）



検証の概要	効果検証	技術検証	運用検証
	冗長化により監視不可状態が発生しないことを確認 - 冗長化回線切替りで自動走行トラクターの遠隔監視機能が継続 冗長化装置導入費用と監視不可状態の対応費用を比較 - 冗長化追加装置の導入費用 - 監視不可状態発生時の有人対応費用	ACT1/2切替り時間: 1秒以内 ACT1/2(L5G/LTE)の冗長ネットワーク環境 - L5G回線を強制断する場合 - L5Gエリア外に徐々に移動する場合 切り戻し時間: 1秒以内 - ACT1復活時の切り戻り動作検証 2回線分のスループット有効活用 - ACT1/2同時使用できる帯域検証	回線冗長化装置の準備時間 - 冗長化の要否判断(電波エリアの把握、リスク判断) - 冗長化装置の準備に関わる時間計測

IV. 実証

1 実証計画

③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

目的

- (7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性
作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、ほ場内周/外周の作業、までをリアルタイム遠隔監視で実現
- LTE不感地域における自動走行トラクター活用ニーズに対応するために、可搬型自営等BWA装置を利用
 - 可搬型自営等BWAエリアで、自動走行トラクターのRTK/GNSS利用が可能となることを検証
 - 可搬型自営等BWAエリアで、目視外監視・遠隔監視支援の監視品質が確保できることを検証

アウトカム

- 自動走行トラクターの通信サービ利用スコスト：10%削減（A.L5G比較、B.可搬型5G比較、C.衛星サービス比較）
- 可搬型自営等BWA装置を利用し、自動走行トラクターが安全に無人走行が可能であることを検証(ネットワーク安定性、帯域・遅延等の性能)
 - 可搬型自営等BWA装置利用コストと、L5G設置した場合等のコストを比較(地域でネットワーク基盤を整備し、農家が利用した場合の農家コスト試算)



検証の概要

効果検証

- 可搬型自営等BWA装置活用コストの検証(L5G同等以下)
- 通信品質が、GNSS、遠隔監視の活用に支障がないことを確認(1台利用時)
 - 可搬型自営等BWA装置活用コストをL5Gコストと比較
 - UL回線費、可搬型自営等BWA装置費、運搬・設置等の作業費

技術検証

- RTK/GNSSの通信安定性
- GNSS受信レベル:4の維持
 - 遠隔監視端末/遠隔監視拠点と安定通信
 - 実証用の遠隔監視端末の通信安定性(UL/DLともに2Mbps以上)
 - 見通し遮断する障害物の影響検証

運用検証

- 可搬型自営等BWA装置設置内容・工数の把握
- 可搬型自営等BWA装置の設置方法の妥当性確認
 - ✓ 運搬車両内に本体を設置
 - ✓ ポータブル電源による給電
 - ✓ アンテナ地上高
 - 設置/片付け作業の工数計測
- 自治体が地域BWAで構築する設備に可搬型も組み込む使い方

IV. 実証

2 検証する項目・方法

1) 効果検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

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		
(1)自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I 無人走行時間の割合	95%以上	作業状況の撮影・時間計測 - 車庫前～ほ場(内周/外周)～車庫戻りまでのトラクター作業の有人/無人作業のうち、有人作業の割合が5%未満になることを検証 - 慣行作業は、ほ場間移動・マップ作成・外周作業は有人作業が必要。また、トラクター本体のエラー等のトラブル発生時に現地確認等の有人作業が発生 - 本実証では、トラブル対応以外は無人遠隔作業の前提	95%以上
	I 「農作業＋遠隔監視」の総時間	75%削減	作業状況の撮影・時間計測 - 慣行は、自動走行トラクターの目視監視に集中作業の前提 - 実証では、遠隔監視拠点の準正常系/異常系の対応支援を受けることで、別の農作業を実施する前提 - 目視エリアの監視で、監視中に緊急停止する状況が発生した場合に、遠隔監視でも同様の状況把握が可能であることを検証 - 工数削減費と遠隔監視支援に要するコストを比較 - 遠隔監視サービス事業を提供した場合のサービス利用料を試算	75%削減

IV. 実証

2 検証する項目・方法

1) 効果検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

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		
(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証 自動走行トラクターに搭載したカメラ・集音マイクデータをAIで検知し、自動走行中の「非常時」を検出し運用省力化	I 遠隔監視者の監視時間削減	50%以上削減	作業状況の撮影・時間計測 - 非常時には、遠隔監視者は警報受信、自動走行トラクターの状態確認、警報内容確認、トラブル対処(遠隔制御、有人手配等)、周辺の安全確認と再開の運用対応を実施 - 慣行は、ほ場近傍で目視で常時監視。実証は、AI検知、警報通知、監視者の運用対応を想定し、監視や運用対応の総時間を比較	50%以上削減
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証 「L5G設備」「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施	I マルチユースによる遠隔監視の年間運用費の有効利用	年間運用費10%有効利用	- 自動走行トラクター/MaaSの遠隔監視のマルチユース活用 - 共用化による、L5G/遠隔監視システム設備のコスト削減試算	10%削減

IV. 実証

② 検証する項目・方法

1) 効果検証

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

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		
(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証 自動走行トラクターへの搭載するエンコーダ一体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証	I 自動走行トラクター搭載装置の費用削減（運用作業費）	トラクター搭載準備や不具合対応等の運用時間50%削減	作業状況の撮影・時間計測 - 機器設置・動作試験などの準備/片付け作業に要する工数をR2年度実証時と比較 - 装置不具合対応に関する運用作業に要する工数をR2年度実証時と比較	運用時間50%削減
	II 自動走行トラクター搭載装置の費用削減（機器費用）	R2年度実証構成と比較して機器費用50%削減	機器費用比較 実装時を想定した本実証機器の機器費用をR2年度実証時と比較	機器費用50%削減
(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 回線冗長化装置で冗長化(ACT1/2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証	I 監視不可状態が発生しないことを確認	回線の冗長動作により遠隔監視が継続できること	通信回線の冗長動作を検証 冗長化装置を経由したシステム構成で遠隔監視を実施し、回線の切替・切戻り動作時に遠隔監視機能が長時間停止することなく監視が継続可能であることを確認	回線切替・切戻り時に監視不可状態が発生しないこと
	II 冗長化装置の費用比較	有人対応費用よりも冗長化装置運用の方が低コストであること	初期・運用コストを集計し比較 - 冗長化装置導入に係る費用 - 通信境界で監視不可状態が発生すると仮定した場合の駆けつけ、対応に係る人件費	有人対応費用よりも冗長化装置運用の方が低コストであること

2 検証する項目・方法

1) 効果検証

③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

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		
(7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I 可搬型自営等BWA装置費用の検証	ローカル5G導入費用と比較し同等以下であること	• UL回線費、可搬型自営等BWA機器費、運搬・設置等の作業費と、ローカル5Gの導入費用を比較する	ローカル5G導入費用と比較し同等以下であること

IV. 実証

2 検証する項目・方法

2) 技術検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

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		
(1)自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I 無人作業時間の割合 ①経路マップ作成の無人化 ②ほ場間移動の無人化 ③外周作業の無人化	95%以上	①経路マップ作成の無人化 ・ 事前作成の経路マップを自動走行トラクターにインポートし安全に走行 ②ほ場間移動の無人化 ・ 車庫～ほ場までの移動をマップ登録し遠隔監視のみの自動走行で移動 ・ 障害物検出時はトラクターのセンサー等の安全機構により自動停止・エラー通知 ③外周作業の無人化 ・ 外周作業をマップ自動走行または遠隔操縦により無人作業を実施	95%以上
(2) ほ場近傍の目視外エリアでの遠隔監視の安全性検証 慣行では、目視エリアでトラクター監視作業のみを実施、本実証では目視外エリアで別作業をしながら、遠隔監視拠点の支援を受けた状況で同等の安全監視を実現	I 目視外監視の安全性	目視監視と同等	目視外でも目視エリアと同等の安全性確保が可能であることを評価(映像/異音AI検知) ・ 目視エリアで近傍有人による目視確認ができること/できないことを実測評価 ・ 映像AI検知：障害物の接近 ・ 異音AI検知：作業機等の異常 ・ AI学習による検出精度：80%以上	目視監視と同等

IV. 実証

2 検証する項目・方法

2) 技術検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

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		
(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証 自動走行トラクターに搭載した集音マイクの音声データを異音AIで検知し、自動走行中のトラブル(準正常/異常)を検出し運用省力化	I AI検出精度	80%以上	- 非常時の学習データをAI登録 - 学習AIの検出精度を計測(人間・車等の接近、走行経路上の物体検出)(車のクラクション、大声による警告、その他実証時の異常検出内容)	80%以上
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証 「ローカル5G設備」「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施	I MaaS走行の遠隔監視	ローカル5Gを使用した遠隔監視システムがMaaS車両上で問題なく動作すること	遠隔監視システムでのMaaS走行モニタリング（LiDAR 走行マップ等の走行状況データのリアルタイム把握）	ローカル5Gを使用した遠隔監視システムがMaaS車両上で問題なく動作すること

IV. 実証

② 検証する項目・方法

2) 技術検証

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

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		
(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証 自動走行トラクターへの搭載するエンコーダー一体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証	I 映像品質	動作不安定の発生頻度減少	[FHD,10Fps]×4映像の伝送品質について、遠隔監視に適用可能な品質確保 - R2実証時の慣行装置比較で、映像品質劣化、通信断、起動不可の発生頻度が減少することを確認 - CBR/VBR等の設定による品質比較	[FHD,10Fps]×4映像の品質確保
	II 映像伝送遅延(エンコード/デコード)	400ms以下	エンコード/デコードをルータでLAN直結し、ストップウォッチ映像モニターを並べてカメラ撮影し、差分よりエンコード+デコードの処理遅延を計測	400ms以下
	III 長時間利用時の動作安定性	1日4時間以上使用時に動作不安定にならないこと	1日4時間以上使用時に動作不安定(映像品質劣化、通信断、起動不可)が発生しないこと	1日4時間以上使用時に動作不安定にならないこと
(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 回線冗長化装置で冗長化(ACT1/2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証	I ネットワーク切替り時間	1 秒以内	- ACT1(L5G)/ACT2(LTE)の冗長ネットワーク環境 - L5G「エリア外に移動」し、PING状況と、冗長化装置のステータス・回線切替り状況を記録し、切替り時間を分析評価	ネットワーク切替り1秒以内
	II 切り戻し時間	1 秒以内	ACT1復活時の切り戻し動作の正常性を検証(設定内容：切り戻る設定、または、現状維持設定)	ネットワーク切戻り1秒以内

IV. 実証

2 検証する項目・方法

2) 技術検証

③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

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		
(7)可搬型自営等 BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I RTK-GNSS情報の通信安定性	位置情報精度がFIX状態を維持可能であること	実証ほ場エリアにおいて、自営等BWA経由でRTK補正情報を受信し、位置情報がFIX状態を維持したままトラクターが自動走行可能であることを確認	自営等BWAでRTK補正情報を受信しトラクター自動走行が可能であること
	II 遠隔監視端末/遠隔監視拠点と安定通信	アップリンク、ダウンリンク速度2Mbps以上	- 実証ほ場エリアにおいて、UL/DLともに2Mbps以上が確保できることを計測 - 遠隔監視の映像品質が安定性していることを確認(目視により、映像欠落、ブロックノイズ等の不具合が発生しないことを確認。不安定状態が発生した場合は、映像伝送時間における発生時間の割合を試算) - 見通し遮断する障害物の影響を検証(基地局～端末の間に見通しを遮断する障害物があった場合の、帯域・遅延の性能劣化の程度を計測し通常時と比較)	アップリンク、ダウンリンク速度2Mbps以上

IV. 実証

② 検証する項目・方法

3) 運用検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

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		
(1)自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I トラブル発生時の有人対応等の運用性	遠隔から状況把握が可能(昼夜)	①現地農家と遠隔監視者の連携検証 - 現地では農家が別の農作業を実施 - 自動走行トラクターの安全機能で運用 - エラー発生時は遠隔拠点で状況把握と再開対応を実施、有人手配が必要な時は現地の農家へ連絡し対応 ②作業種別・昼夜の運用性を比較評価 - トラクター作業種別毎にトラブル発生頻度・有人作業割合を算出・評価 - 日中帯/夜間作業による運用性を比較	作業種別の区別なく、昼夜作業において、遠隔監視からの状況把握および現地農家連携が可能であること
(2) ほ場近傍の目視外エリアでの遠隔監視の安全性検証 慣行では、目視エリアでトラクター監視作業のみを実施、本実証では目視外エリアで別作業をしながら、遠隔監視拠点の支援を受けた状況で同等の安全監視を実現	I 目視外の運用対応	目視監視と同等	①目視外（遠隔監視を含む）での運用対応 - トラクター本体の機能として緊急時は自動停止することを確認 - 非常時の運用性検証(警報内容の確認/原因把握までの時間、周辺安全確認/再開制御に要する時間等を計測) ②遠隔監視の支援による省力化 - 非常時の運用対応に要する時間を、遠隔監視支援の有無で比較	目視監視と同等であること

IV. 実証

2 検証する項目・方法

3) 運用検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

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		
(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証 自動走行トラクターに搭載した集音マイクの音声データを異音AIで検知し、自動走行中のトラブル(準正常/異常)を検出し運用省力化	I ホワイトリスト/ブラックリスト作成作業に要する工数	20時間以内	- 実証を通じて、複数の作業種別でのホワイトリスト/ブラックリスト登録に要した工数を算出 - 映像/異音AI検知システムの初期費+運用費が慣行遠隔監視と比較して経済性があることを評価	AI事前登録作業が20時間以内
	II 共通ホワイトリスト/ブラックリストでの遠隔監視の実現	作業種類ごとに共通化が可能		
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証 「L5G設備」「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施	I MaaS走行の遠隔監視	自動走行トラクターの遠隔監視と同様の人員・スキル・体制で実現可能	MaaS監視システムの遠隔対応の準備 - MaaS監視システムの遠隔対応(画面共用化) - 搭乗者・遠隔監視者の連携 - MaaS車内の搭乗者との連携 - MaaS遠隔監視者の役割・作業量・必要なスキル等の評価	運用スキル共通化が可能

IV. 実証

2 検証する項目・方法

3) 運用検証

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

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		
(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証	I トラクター搭載準備作業の運用性向上	準備時間50%削減 省スペース化:50%削減 省電力化:50%削減	- 機器設置・動作試験などの準備/片付け作業に要する工数削減:50%削減 - 搭載スペースの省スペース化:50%削減 - 省電力化:50%削減	準備時間50%削減 省スペース化:50%削減 省電力化:50%削減
	II 装置不具合対応によるの運用性向上	装置不具合対応時間50%削減	装置不具合対応に関する運用作業に要する工数削減	不具合対応時間50%削減
(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上	I 回線冗長化装置の準備・運用にかかるコスト	回線冗長化装置の準備・運用に係るコストが他ネットワーク機器と同等であること	- 冗長化装置の設定、設計に要する人件費 - 冗長化装置運用に係る準備、運用中のメンテナンスに係る人件費	トラクター監視不可状態時の有人対応コストより低いこと
回線冗長化装置で冗長化(ACT1/2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証				

IV. 実証

2 検証する項目・方法

3) 運用検証

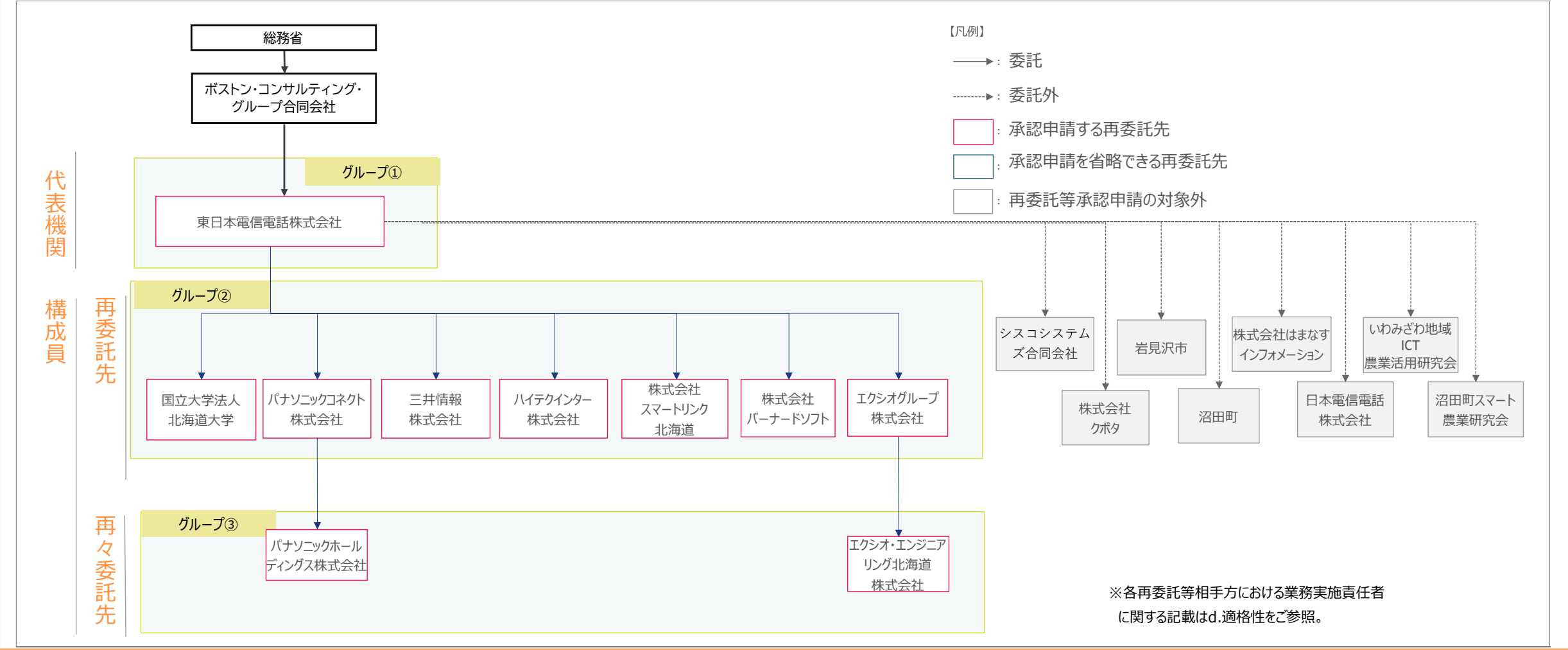
③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

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		
(7)可搬型自営等 BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性検証	I	可搬型自営等BWA装置設置等の運用性評価	搬送、設置作業の運用性に問題ないこと	- 可搬型自営等BWA装置の搬送、設置方法の妥当性確認 - 設置/片付け作業の工数計測	搬送、設置作業の運用性に問題ないこと

作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、まですリアルタイム遠隔監視のみで実現

4 実証の実施体制

実施体制図



IV. 実証

4 実証の実施体制

各構成員役割

No.	名称	役割及び責任
1	東日本電信電話株式会社	・ コンソーシアム代表機関 ・ 本事業の全体統括として、プロジェクト管理・統括業務、遠隔監視の実証や、視察会の準備、普及啓発活動（報道発表等）の実施
2	国立大学法人北海道大学	・ 遠隔監視制御の技術協力、安全性に係る知見の提供、評価の実施
3	岩見沢市	・ 現地農業者との調整、実証フィールドの提供、事業後を含めた地域内外への技術普及に向けた広報活動、関連する他事業・施策との連携検討の実施
4	沼田町	・ 現地農業者との調整、実証フィールドの提供、事業後を含めた地域内外への技術普及に向けた広報活動、関連する他事業・施策との連携検討の実施
5	株式会社クボタ	・ 自動走行トラクターの運用及び実証評価に係る知見提供の実施
6	パナソニックコネク株式会社	・ ローカル5G、自営等BWA通信端末に関するシステム構築と実証評価の実施
7	シスコシステムズ合同会社	・ ローカル5Gネットワークに関するシステム構築と実証評価の実施
8	ハイテクインター株式会社	・ 自営等BWAネットワークに関するシステム構築と実証評価の実施
9	株式会社はまなすインフォメーション	・ 実装に向けた地域ネットワークの課題抽出と評価の実施
10	株式会社スマートリンク北海道	・ 実証にかかわる生産者との作業調整、実証成果の社会実装に係る評価の実施
11	日本電信電話株式会社	・ 実証成果の社会実装、地域ネットワークの技術課題抽出にかかわる知見提供の実施

5 PDCAの実施内容

課題把握を実施する体制

通常時

NTT東の週次定例会

- 開催時期: 週次(毎週月曜11時)
- 方法: Teams会議
- 体制: NTT東メンバー

コンソーシアム隔週定例会

- 開催時期: 隔週(随時調整)
- 方法: Teams会議
- 体制: コンソーシアムメンバー

重要施策の事前会議(実証・視察・報告への対応検討)

- 開催時期: 随時(計画予定日の約1週間前)
- 方法: Teams会議
- 体制: コンソーシアムメンバー

緊急時

リスク対応会議(課題発生時の情報共有・連携対応の検討)

- 開催時期: 随時
- 方法: Teams会議
- 体制: コンソーシアムメンバー(課題に深く関係するメンバー必須)

対策を立案・実行する体制

同左

- アクセス権を設定したフォルダに資料共有

同左

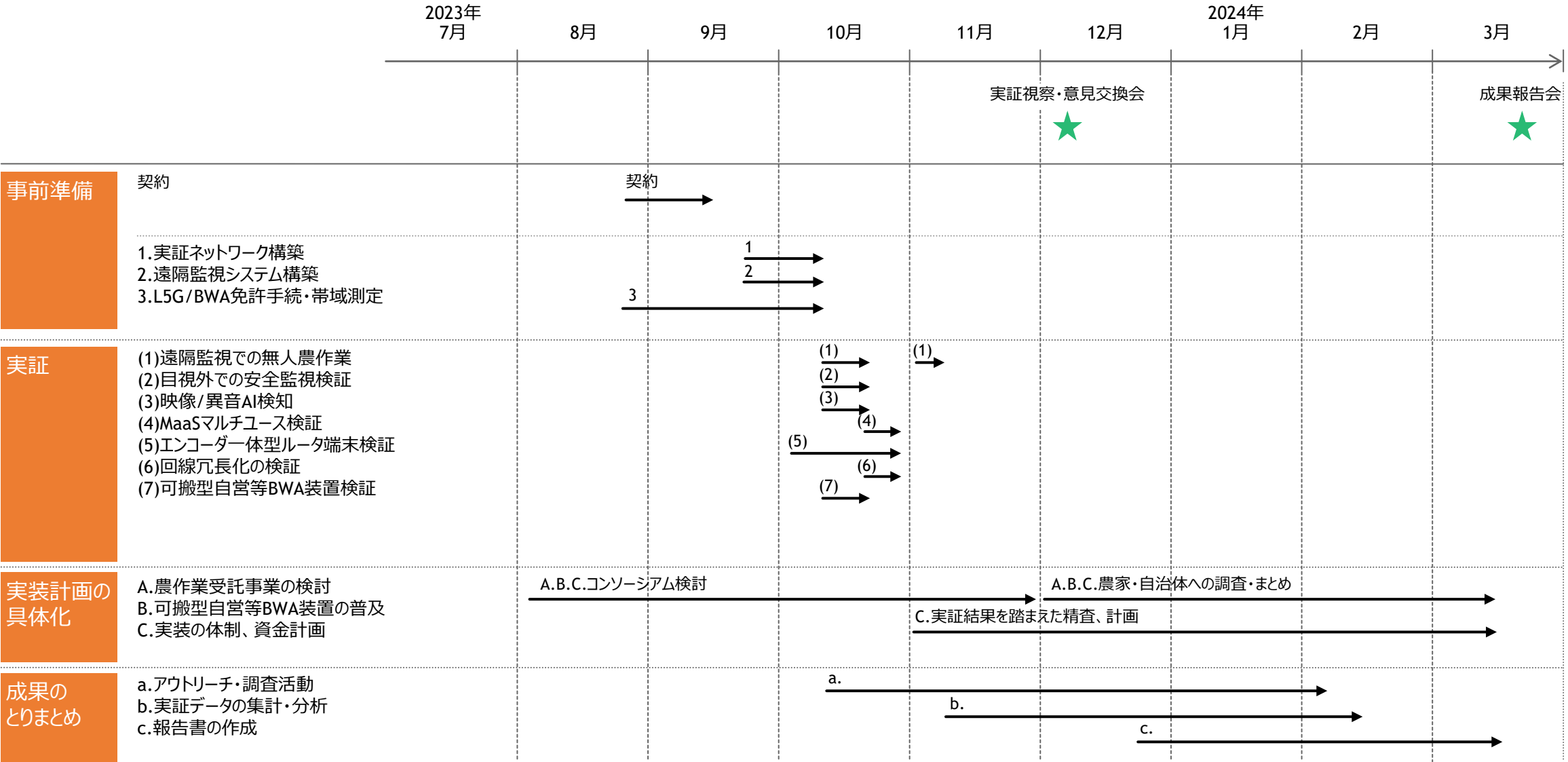
- 定例会資料・議事録を随時共有

- コンソーシアム主要組織の事前合意を得て対策を実施
- 課題対応の結果はコンソーシアム内で共有

- コンソーシアム主要組織の事前合意を得て対策を実施
- 課題対応の結果はコンソーシアム内で共有

IV. 実証

6 実施スケジュール（実績）



IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 効果検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(1)自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I 無人走行時間の割合	95%以上	無人走行率 94.5% 目標値概ね達成	・完全自動走行の実現には、自動走行時のほ場外逸脱、転落等のリスク低減を考慮したほ場区画・農道の整備が望まれる。
(2) ほ場近傍の目視外エリアでの遠隔監視の安全性検証 慣行では、目視エリアでトラクター監視作業のみを実施、本実証では目視外エリアで別作業をしながら、遠隔監視拠点の支援を受けた状況で同等の安全監視を実現	I 「農作業＋遠隔監視」の総時間	75%削減	「農作業＋遠隔監視」に要する作業時間 83.6%削減 目標達成	・実証環境では、5分以内に駆けつけ可能な距離で目視外監視を行ったが、実装を想定した場合、ほ場近傍の目視外監視者の駆けつけ時間を考慮した作業スケジュールや人員配置等を検討する必要がある。

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 効果検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証 自動走行トラクターに搭載したカメラ・集音マイクのデータをAIで検知し、自動走行中の「非常時」を検出し運用省力化	I 遠隔監視者の監視時間削減	50%以上削減	遠隔監視者の監視時間 98%削減 目標達成	・遠隔監視者側がアラートを見逃さないシステム、運用体制の整備が必要である。 ・人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知についての検討が必要と考えられる。
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証 「L5G設備」「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施	I マルチユースによる遠隔監視の年間運用費の有効利用	年間運用費10%有効利用	マルチユースによる遠隔監視システム年間運用費10%有効利用 目標達成	・農閑期の設備活用、および地域全体へのサービス提供により、遠隔監視センタ側設備、地域ネットワーク基盤設備の年間運用費の有効利用を図ることが可能となると考えられる。 ・MaaS車両側に追装可能な機器を使用することで、車種を問わない遠隔監視システムの利用拡大が可能となると考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察

- 1) 本実証における検証ポイントと結果 効果検証
- ② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証 自動走行トラクターへの搭載するエンコーダー一体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証	I 自動走行トラクター搭載装置の費用削減（運用作業費）	トラクター搭載準備や不具合対応等の運用時間50%削減	トラクター搭載準備作業の運用性向上 55.8%削減 目標達成	・遠隔監視に係る複数の構成機器を個々に選定する必要なくシステムを構成することが可能となる ・配線、設置スペース、消費電力、電源口数等の課題を低減することが可能 ・遠隔監視非対応トラクターへ、機器を追装することによる遠隔監視対応が比較的安価な費用で可能となる。
	II 自動走行トラクター搭載装置の費用削減（機器費用）	R2年度実証構成と比較して機器費用50%削減	機器費用 66%削減 目標達成	

IV. 実証

7 実証結果・考察

- 1) 本実証における検証ポイントと結果 効果検証
- ② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 回線冗長化装置で冗長化(ACT1/2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証	I 監視不可状態が発生しないことを確認	回線の冗長動作により遠隔監視が継続できること	回線の冗長動作により遠隔監視が継続できること 目標達成	・自動走行停止による農作業影響(支障時の自動運転農機の孤立化による有人対応等の運用コストや作業時間ロス)の低減が可能となる。 ・遠隔監視サービス提供の継続性向上が期待できる。
	II 冗長化装置の費用比較	有人対応費用よりも冗長化装置運用の方が低コストであること	有人対応費用：719円/回 冗長化装置導入費用：500,000円 使用年数を5年間と想定すると、年間140回以上対応が発生するのであれば低コストとなる	・回線通信料が複数必要となるため、通信条件や有人対応に要する時間など、地域の運用にあわせたオプションとして冗長化装置を利用することが適していると考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察

- 1) 本実証における検証ポイントと結果 効果検証
- ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

ソリューション		検証ポイント		検証結果	考察
		項目	目標		
(7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性検証	I	可搬型自営等BWA装置費用の検証	ローカル5G導入費用と比較し同等以下であること	ローカル5G導入概算費用：16,700,000円 冗長化装置導入費用：3,300,000円 目標達成	・現状の法制度では自己土地利用が前提であるが、より広範囲に活用可能な基地局運用のケースとして、複数生産者や地域単位等での共同利用が可能になることで、運用者が負担する導入費用はさら低減可能と考えられる。
		作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現			

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 技術検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(1)自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I 無人作業時間の割合	95%以上	無人走行率94.5% 目標値概ね達成	・現状は、ほ場の形状による外周仕上げ、コーナー部の仕上げについては有人作業が必要であるため、今後は無人作業部分の拡大や、実装拡大に向けた農家への収支シミュレーション等が必要。
	①経路マップ作成の無人化		①経路マップ作成無人化 目標達成	
	②ほ場間移動の無人化		②ほ場間移動の無人化 目標達成	
	③外周作業の無人化		③外周作業の無人化 目標達成	
(2) ほ場近傍の目視外エリアでの遠隔監視の安全性検証 慣行では、目視エリアでトラクター監視作業のみを実施、本実証では目視外エリアで別作業をしながら、遠隔監視拠点の支援を受けた状況で同等の安全監視を実現	I 目視外監視の安全性	目視監視と同等	目視外でも目視エリアと同等の安全性確保検証 目標達成	・遠隔監視用タブレット端末について、屋外利用、複数画面の同時表示を踏まえた視認性のよいユーザインタフェースの検討が必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 技術検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証 自動走行トラクターに搭載した集音マイクの音声データを異音AIで検知し、自動走行中のトラブル(準正常/異常)を検出し運用省力化	I AI検出精度	80%以上	映像AI検出精度 95% 目標達成 異音AI検出成功 目標達成	・豪雨時や降雪時等の悪条件下では、現状のカメラ映像やセンサー情報のみでは、遠隔から状況把握が難しく、センサーが正常に動作しないことが想定されるため、より安全に配慮した遠隔監視を実施するためには、車両以外の外部カメラ映像やセンサー情報等の追加も検討することが必要である。 ・1:Nの遠隔監視を行う場合を想定し、監視者による当該車両の判別誤りを防ぐために、複数車両監視に対応した遠隔監視UIについても検討が必要と考えられる。
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証 「ローカル5G設備」「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施	I MaaS走行の遠隔監視	ローカル5Gを使用した遠隔監視システムがMaaS車両上で問題なく動作すること	ローカル5Gを使用した遠隔監視システムがMaaS車両上で問題なく動作すること 目標達成	・数km圏を周回するMaaS走行を想定した場合、ローカル5G1局では通信エリアが不足するため、複数の無線ネットワークを併用したシステム検討が必要。

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 技術検証

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証 自動走行トラクターへの搭載するエンコーダー一体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証	Ⅰ 映像品質	動作不安定の発生頻度減少	実証運用中の映像品質劣化、通信断、起動不可の発生事象なし 目標達成	・複数機器の機能を一体化したことに加え、カメラ接続にGMSLを採用したことも映像安定性につながっていると考えられる。
	Ⅱ 映像伝送遅延(エンコード/デコード)	400ms以下	映像伝送遅延時間 278ms 目標達成	・現状はエンコーダ1台に対しデコーダPC1台の構成であり、複数拠点同時監視を見据えた際に、費用の低減、省スペース化のためにデコーダ側機器の集約・小型化の検討が必要である。
	Ⅲ 長時間利用時の動作安定性	1日4時間以上使用時に動作不安定にならないこと	実証運用中の動作不安定事象発生無し 目標達成	・JIS C 60068-2-6 耐振動性能（最大加速度4G）を満たしており、装置の動作安定性は非常に高いと考えられる。
(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 回線冗長化装置で冗長化(ACT1/2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証	Ⅰ ネットワーク切替り時間	1 秒以内	1秒以内での切替わり確認 目標達成	・切替、切り戻し条件については、採用するネットワーク、トラフィック状況によって調整が必要である。
	Ⅱ 切り戻し時間	1 秒以内	1秒以内での切戻し確認 目標達成	

IV. 実証

7 実証結果・考察

- 1) 本実証における検証ポイントと結果 技術検証
- ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(7)可搬型自営等 BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I RTK-GNSS情報の通信安定性	位置情報精度がFIX状態を維持可能であること	トラクター自動走行中の位置情報FIX状態維持を確認 目標達成	・携帯キャリアのサービスエリア外でインターネット経由の補正情報を受信するには、基地局設置場所に別途インターネット接続のための固定光回線等が必要となるため、実装時には併せて検討が必要である。 ・中山間地等起伏が大きい場所での利用においては、電波伝搬上地形的な影響を受け易いケースが想定される、また複数の圃場、複数農機で同時利用する事を想定した場合は、自動走行、遠隔監視に必要な帯域が確保できないケースが想定されるため、電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査が必要と考えられる。
	II 遠隔監視端末/遠隔監視拠点と安定通信	アップリンク、ダウンリンク速度2Mbps以上	アップリンク速度平均17.1Mbps、ダウンリンク速度平均31.1Mbps 目標達成	

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 運用検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(1)自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I トラブル発生時の有人対応等の運用性	遠隔から状況把握が可能(昼夜)	日中帯・夜間帯の運用を検証し、問題なく運用可能であることを確認 目標達成	・夜間運用時、左右および後部映像は車両ライトが無い場合、ほ場周囲の状況に応じて、カメラの選択もしくは照明装置等の追加検討も必要と考えられる。
	I ほ場近傍の目視外エリアでの遠隔監視の安全性検証	目視監視と同等	近傍監視者が目視監視と同等の監視・制御環境を得られることを確認 目標達成	・近傍者が使用する遠隔監視用タブレット端末は、環境の準備が煩雑、タッチ操作による誤操作の対策が不十分等の課題があるため、運用性、操作性の向上に向けた改善が必要と考えられる。 ・タブレット端末は、ほ場近傍作業者が携帯して使用する事を考慮した、屋外利用を想定した画面の視認性や、機器の防塵防水性能、落下、対衝撃性能を考慮した機器選定が必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 運用検証

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証 自動走行トラクターに搭載した集音マイクの音声データを異音AIで検知し、自動走行中のトラブル(準正常/異常)を検出し運用省力化	I ホワイトリスト/ブラックリスト作成作業に要する工数	20時間以内	AI学習に要する工数 7時間15分 目標達成	・人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知についての検討が必要と考えられる。
	II 共通ホワイトリスト/ブラックリストでの遠隔監視の実現	作業種類ごとに共通化が可能	トラクターのエンジン音、走行音、作業機の共通化を確認 目標達成	・実証環境では同等の条件下であったが、実装において、作業機の動作音は作物、土壌水分等により異なることが想定されるため、複数のリスト作成が必要と考えられる。
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証 「L5G設備」「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施	I MaaS走行の遠隔監視	自動走行トラクターの遠隔監視と同様の人員・スキル・体制で実現可能	自動走行トラクターと同様の遠隔監視環境でのMaaS走行運用を確認 目標達成	・将来的なMaaSレベル4（特定条件下で完全自動運転）運用においては乗客へのサポート、車両側の技術的検証（遠隔操作や制御など）含め検討要であり、MaaS運行主体との連携をおこないつつ実装検討を進める必要がある。 ・複数種の車両を遠隔監視する際に必要となる、遠隔監視者の教育、スキルの維持向上を行うプログラムの検討が必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察

1) 本実証における検証ポイントと結果 運用検証

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証 自動走行トラクターへの搭載するエンコーダ一体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証	I トラクター搭載準備作業の運用性向上	準備時間50%削減 省スペース化:50%削減 省電力化:50%削減	準備時間：55.8%削減 省スペース化：80%削減 省電力化：62%削減 目標達成	・現状はエンコーダ1台に対しデコーダPC1台の構成であり、複数拠点同時監視を見据えた際に、費用の低減、省スペース化のためにデコーダ側機器の集約・小型化の検討が必要である。
	II 装置不具合対応によるの運用性向上	不具合対応時間50%削減	実証時には不具合が発生無し 目標達成	・遠隔監視運用者がより簡易に操作デコーダ機器の設定、調整等を行うことを可能にする、ユーザインタフェース等の整備が必要である。
(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 回線冗長化装置で冗長化(ACT1/2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切替り、遠隔監視が正常運用できることを検証	I 回線冗長化装置の準備・運用にかかるコスト	回線冗長化装置の準備・運用に係るコストが他ネットワーク機器と同等であること	設定・設計8時間、準備作業0.5時間であり、他ネットワーク機器と同等であることを確認 目標達成	・切替、切り戻し条件については、採用するネットワーク、トラフィック状況によって調整が必要である。

IV. 実証

7 実証結果・考察

- 1) 本実証における検証ポイントと結果 運用検証
- ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
(7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性検証 作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視のみで実現	I 可搬型自営等BWA装置設置等の運用性評価	搬送、設置作業の運用性に問題ないこと	設置作業・片付け共に4名で10分程度であり、他ネットワーク機器を同等であることを確認 目標達成	・設置、運用に必要な免許取得については、農業従事者が独自に免許を取得することが困難であると想定されるため、事業者等によるサポート等の検討が必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察

2) 実証環境の構築 ローカル5G 基地局① 岩見沢市生産者ほ場（トラクター自動走行実証）

岩見沢市でのトラクター自動走行実証場所として、露地栽培生産者のほ場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RU内蔵の指向性アンテナとし、既設のコンクリート柱上（地上高約12m）に設置した。



図 IV.7-1 ローカル 5 G基地局

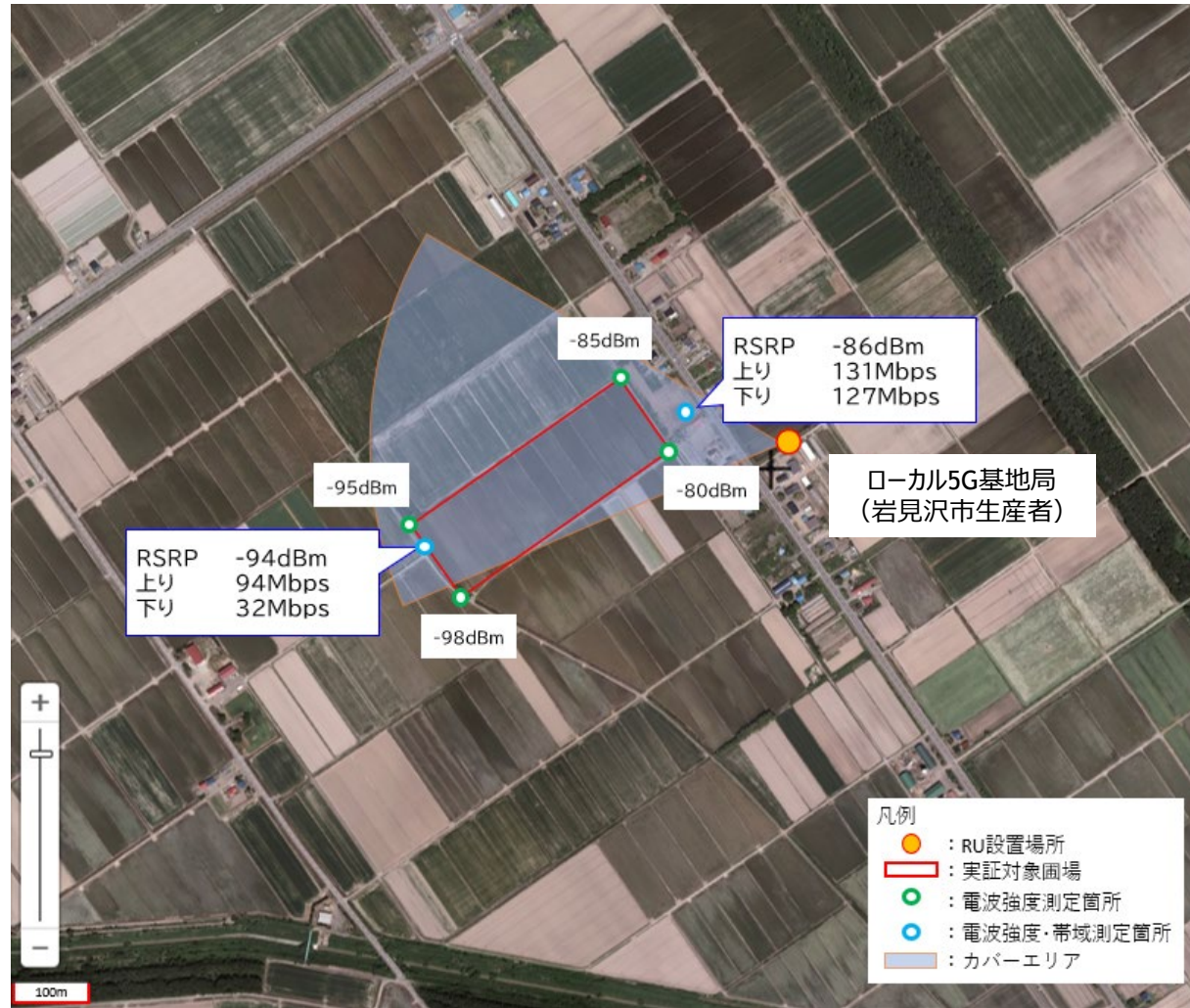
表 IV.7-1 ローカル 5 G基地局の主な仕様

項目	基地局相当装置
識別信号	基地局1:みつじょうほういわみざわ L 5 Gじっけん 1
機器ベンダ	Airspan Networks Inc.
無線局数	1
電波の型式	99M9 X7W
占有帯域幅	99.96MHz
中心周波数	4849.98MHz
空中線出力[W(dBm)]	2W (33dBm) (1W×2セクタ)
アンテナ指向性	指向性あり（内蔵アンテナ）
アンテナ利得	17dBi
認証番号	003-220361
キャリアとの同期条件	同期方式/準同期 TDD1
設置場所	岩見沢市北村赤川3621番地
遠隔監視制御所	岩見沢市有明町南1番地29

IV. 実証

7 実証結果・考察

2) 実証環境の構築 ローカル5G 基地局① 電波強度・通信帯域測定結果



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 IV.7-2 基地局設置場所・対象圃場・カバーエリア
(指向性アンテナ)

IV. 実証

7 実証結果・考察

2) 実証環境の構築 ローカル5G 基地局② 岩見沢市役所北村支所（MaaS車両走行実証）

MaaS車両走行実証場所として、MaaS 車両走行ルートの一部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基地局は無指向性の外部アンテナとし、MaaS車両走行開始拠点である岩見沢市役所北村支所屋上の既設架台（地上高約13m）に設置した。

表 IV.7-2 ローカル 5 G基地局の主な仕様

項目	基地局相当装置
識別信号	基地局2:みついじょうほういわみざわ L 5 Gじっけん 2
機器ベンダ	Airspan Networks Inc.
無線局数	1
電波の型式	99M9 X7W
占有帯域幅	99.96MHz
中心周波数	4849.98MHz
空中線出力[W(dBm)]	4W(36dBm) (2W× 2 セクタ)
アンテナ指向性	指向性なし（外部アンテナ接続）
アンテナ利得	11dBi
認証番号	003-220361
キャリアとの同期条件	同期方式/準同期 TDD1
設置場所	岩見沢市北村赤川593番地1
遠隔監視制御所	岩見沢市有明町南1番地29



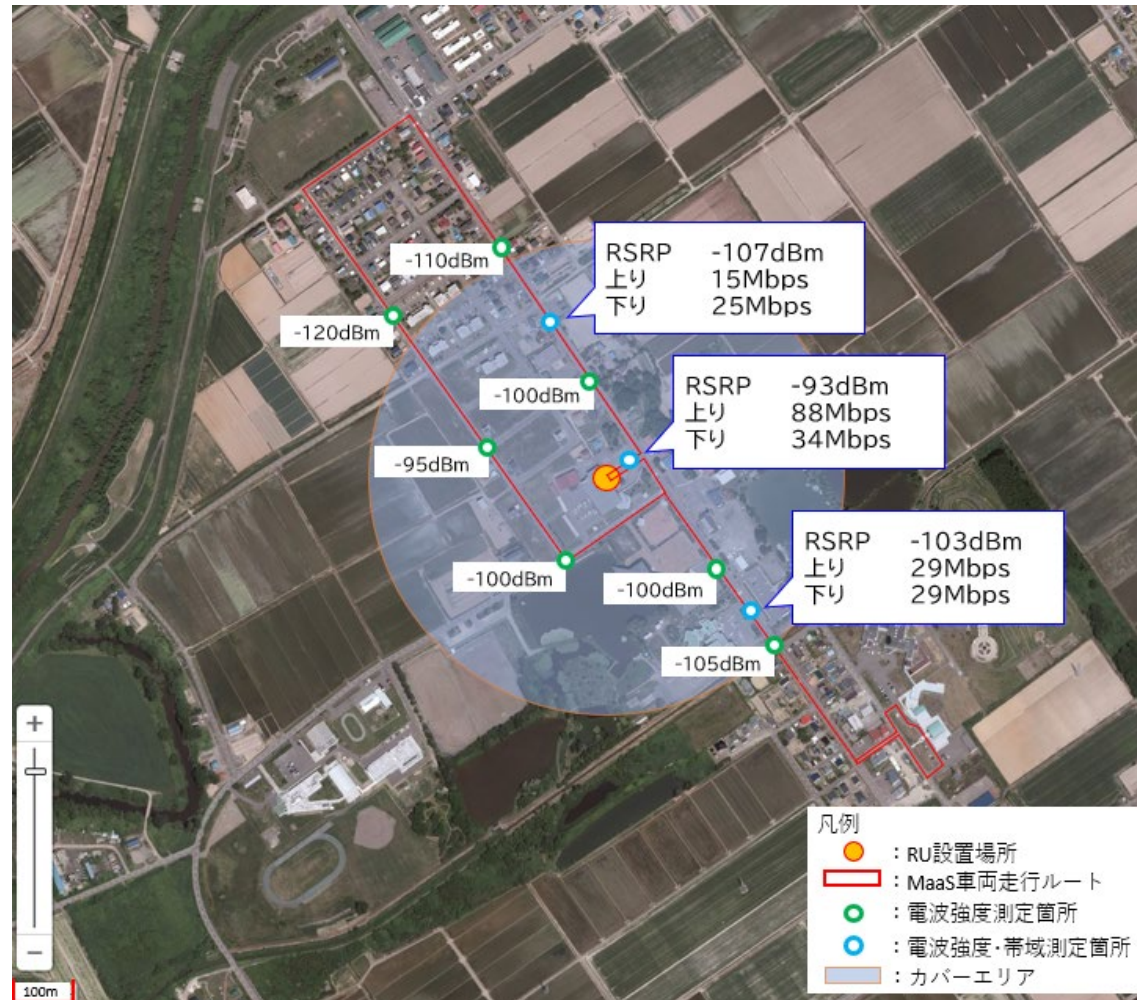
図 IV.7-3 ローカル 5 G基地局

IV. 実証

7 実証結果・考察

2) 実証環境の構築 ローカル5G 基地局② 電波強度・通信帯域測定結果

実証エリア周辺の電波強度、通信帯域の測定結果は下記の通り。



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 IV.7-4 電波強度・通信帯域測定結果

IV. 実証

7 実証結果・考察

2) 実証環境の構築 自営等BWA基地局 沼田町生産者ほ場（トラクター自動走行実証）

沼田町でのトラクター自動走行実証場所として、実証対象ほ場をエリアとした自営等BWA基地局を設置した。

自営等BWA基地局は可搬型基地局と指向性の外部アンテナで構成され、仮設のポール上（地上高約3m）に設置した。



図 IV.7-5 自営等BWA基地局

表 IV.7-3 自営等BWA基地局の主な仕様

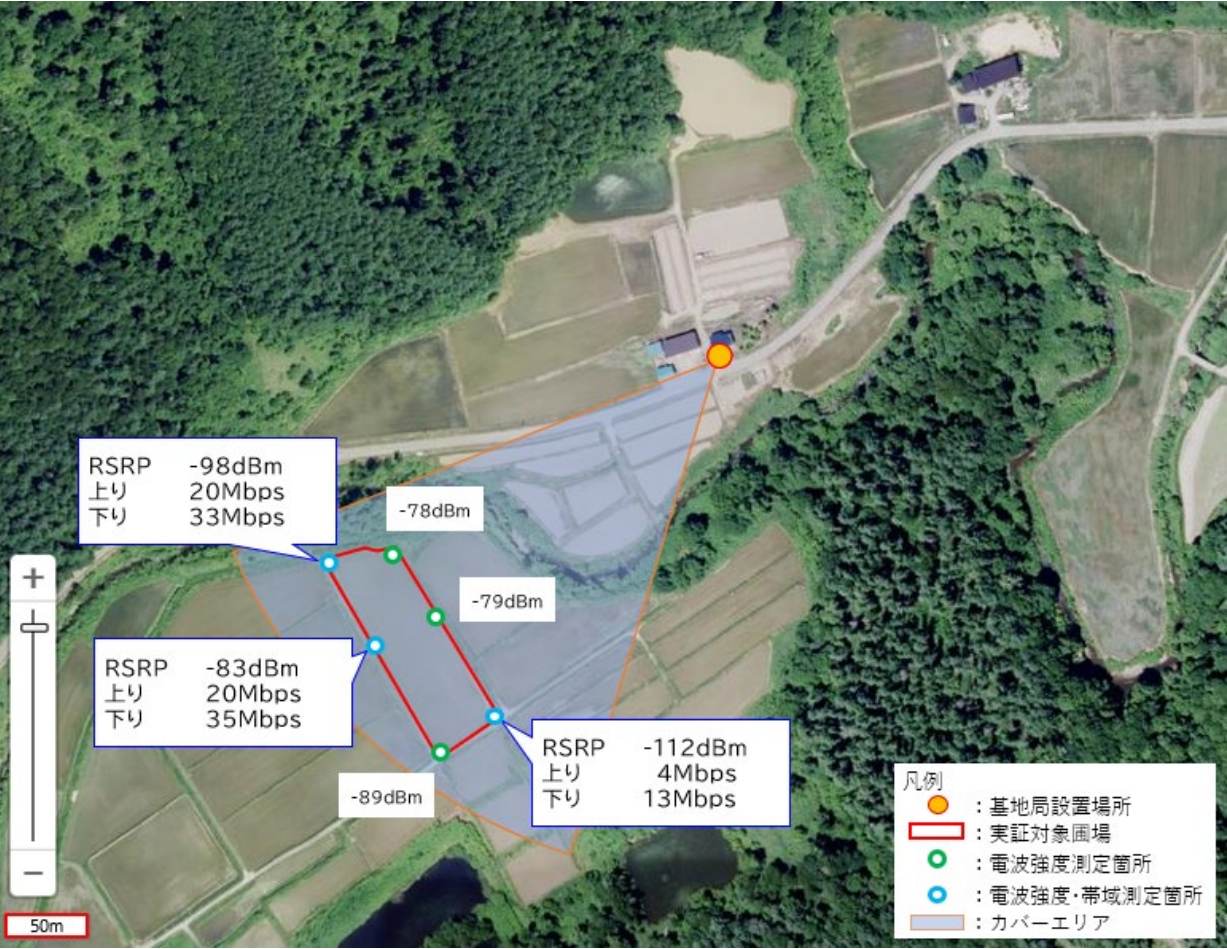
項目	基地局相当装置
識別信号	でじたるじっけんきち 1
機器ベンダ	HYTEC INTER Co.,Ltd.
無線局数	1
電波の型式	20M0X7W
占有帯域幅	20MHz
中心周波数	2585MHz
空中線出力[W(dBm)]	0.316W (25dBm)
アンテナ指向性	指向性あり
アンテナ利得	16dBi
認証番号	201-200412
キャリアとの同期条件	同期方式/準同期 TDD1
設置場所	北海道雨竜郡沼田町字真布72

IV. 実証

7 実証結果・考察

2) 実証環境の構築 自営等BWA基地局 電波強度・通信帯域測定結果

実証エリア周辺の電波強度、通信帯域の測定結果は下記の通り。
可搬型基地局から実証ほ場への見通し上に樹木、土手で遮られる部分が存在していたが、RSRP、上り下り通信帯域については良好であった。



国土地理院Webサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) 地図画像を加工して作成

図 IV.7-6 電波強度・通信帯域測定結果



図 IV.7-7 可搬型基地局からの見通し

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1)

3) アウトカム(1) 自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性

取組概要

遠隔監視による自動走行トラクター作業の実現に向けた、有人、無人作業時間の計測による効率化の検証、無人作業の動作検証、運用検証を実施。

対象ほ場は岩見沢市生産者の露地ほ場で、作物は緑肥用燕麦。作業機はロータリーを使用。

対象ほ場付近の駐車場所よりほ場間移動してほ場内へ入場、ほ場外周を3週周回し外周作業を実施した。ほ場の状況、作業機の運転調整等のため、本ほ場での外周作業は有人で実施することとした。

内周作業は予め作成した走行マップを使用した自動走行により作業を実施した。



国土地理院Webサイト (https://maps.gsi.go.jp/) 地図画像を加工して作成

図 IV.7-8 トラクター作業範囲イメージ (岩見沢市)



図 IV.7-9 実証ほ場 (岩見沢市)



図 IV.7-10 自動走行トラクター作業模様

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1)

岩見沢市新産業支援センター内の遠隔監視拠点より、トラクターの遠隔監視・制御を実施した。監視画面の構成は下記の通り。

- ・トラクター遠隔制御画面
- ・トラクター前後左右カメラ映像（一体型ルータ映像）
- ・トラクター車内カメラ映像
- ・映像AI画面
- ・異音AI画面



図 IV.7-11 遠隔監視拠点画面構成（自動走行トラクター）

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1)

岩見沢市、沼田町で使用した自動走行トラクター本体について、トラクター本体、自動走行制御部、映像AI部は北海道大学所有のものを使用し、エンコーダー体型ルータ、車内映像用カメラ、異音AIを追装し実証を実施した。



図 IV.7-12 自動走行トラクター機器構成概要

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1)

実証結果

・ 効果検証
目標：無人走行時間の割合 95%以上 結果：94.5% 概ね目標達成

慣行の有人トラクターに係る現地作業時間と、自動走行トラクターを遠隔監視で走行させた場合の現地作業時間を比較し、有人作業時間の削減率を測定、目標値95%以上に対し、実証結果は94.5%であり、概ね目標を達成した。
現地作業時間は、ほ場間移動、ほ場の外周、および内周作業時間とした。
自動走行トラクターによる作業については、ほ場四隅のコーナー部分について作業機がかけられない箇所が発生するため、有人で仕上げ作業を実施した。仕上げ作業については、コーナー部分の仕上げ作業時間の他、四隅を周回しながら作業する外周移動の作業時間もあわせた時間とした。
外周作業、およびコーナー部分仕上げ作業については、実証対象ほ場の状況等により実施不可であったため、別途北海道大学内ほ場にて追加実証を行い測定した値を使用した。

表 IV.7-4 慣行作業時間

区分	項目	数量	単位	時間	時間計
有人	ほ場間移動				0:01:15
有人	外周3週	3	週		0:48:00
有人	内周	39	列	0:06:56	4:30:24
計					5:19:39

表 IV.7-5 自動走行トラクター作業時間

区分	項目	数量	単位	時間	時間計
無人	ほ場間移動				0:01:15
無人	外周3週	3	週		0:48:00
無人	内周	39	列	0:06:56	4:30:24
有人	有人コーナー仕上げ	4	箇所	0:00:36	0:02:24
有人	有人仕上げ時外周移動	1	週		0:15:15
計					5:37:18
無人作業時間					5:19:39
有人作業時間					0:17:39

慣行と比較した有人作業時間削減率 94.5%

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1)

・技術検証

目標：無人作業の割合 95%以上 結果：94.5% 概ね目標達成（効果検証結果再掲）

① 経路マップ作成の無人化

事前作成の経路マップを自動走行トラクターにインポートし走行可能であることを確認。

② ほ場間移動の無人化

車庫～ほ場までの移動を経路マップとして登録し、遠隔監視による自動走行が可能であることを確認。
障害物検出時はトラクターのセンサー等の安全機構により自動停止・エラー通知で自動停止することを確認。

③ 外周作業の無人化 結果：目標達成

外周作業を経路マップとして登録し、自動走行または遠隔操縦により無人作業を実施可能であることを確認。

・運用検証

目標：トラブル発生時の有人対応等の運用性について遠隔から状況把握が可能(昼夜) 結果：目標達成

① 現地農家と遠隔監視者の連携検証

現地では農家が別の農作業を実施している状況を想定し、自動走行トラクターは遠隔監視で走行・作業を実施、異常発生時は遠隔拠点で状況を把握し、現地への確認依頼を実施、現地にて安全確認後、遠隔監視拠点から再開を行う運用を実施し、問題なく運用できることを確認。

② 作業種別・昼夜の運用性を比較評価

日中帯・夜間帯の運用を検証し、問題なく運用可能であることを確認。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1)

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・現状市販されている自動走行トラクターの無人作業は、内周作業のみが対象である事に対して、ほ場間移動、外周作業の無人作業、遠隔監視運用が可能であることが確認できた。
- ・現地対応者と遠隔監視者間の連携運用について問題なく運用可能であることが確認できた。

(課題に対する効果)

- ・外周作業を含めた完全無人走行へのステップアップが可能となる。

実装に向けた今後の課題

- ・現状は、ほ場の形状による外周仕上げ、コーナー部の仕上げについては有人作業が必要であるため、今後は無人作業部分の拡大や、実装拡大に向けた農家への収支シミュレーション等が必要。
- ・完全自動走行の実現には、自動走行時のほ場外逸脱、転落等のリスク低減を考慮したほ場区画・農道の整備が望まれる。
- ・夜間運用時、左右および後部映像は車両ライトが無いため、ほ場周囲の状況に応じて、カメラの選択もしくは照明装置等の追加検討も必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (2)

3) アウトカム(2) 遠隔監視端末を用いた目視外エリアでの自動走行監視

取組概要

現状市販されている自動走行トラクターの運用である、搭乗状態・現地目視可能エリアでの作業に対して、ほ場近傍の目視外エリアにいる作業者が、遠隔監視拠点の支援と、遠隔監視端末（タブレット端末）による走行状況の確認による運用を行う場合を比較し有効性を検証した。

実証結果

・ 効果検証

目標：「農作業＋遠隔監視」の総時間 75%以上削減 結果：83.6% 目標達成

現状の自動走行トラクター運用に係る監視時間は、常に目視内で監視を行っている想定とし、異常発生時の駆けつけ時間と確認・回復時間を加えた時間を作業時間とした。実証構成における監視時間は、異常発生のみ、遠隔監視拠点から連絡を受けた後現地に駆けつけ、確認・回復対応を行う時間を作業時間とした。異常発生回数、駆けつけ時間、確認・回復時間は令和2年度実証時の異常発生回数に基づいた想定値。

現状の自動走行トラクター（近傍での有人目視監視・確認の作業）

有人目視時間(内周作業時間)

項目	数量	単位	時間	時間計
内周	39	列	0:06:56	4:30:24
計				4:30:24 / 3.31ha 0:08:10 / 10a

現地対応 回数・時間

事象	数量	単位	駆けつけ時間	確認・回復時間	計
障害物・異音検知	5	回	0:03:30	0:02:00	0:27:30
					0:27:30 0:00:50 / 10a

慣行(現行自動走行トラクター使用時)監視・確認作業時間 0:09:00 / 10a

実証構成の自動走行トラクター（監視拠点での映像/異音AI検知の警報受信に基づいた現地確認）

監視拠点 映像/異音AI警報受信・確認時間

事象	数量	単位	遠隔者⇄現地 連絡時間	現地 駆けつけ時間	現地 確認・回復時間	計
障害物・異音検知	5	回	0:02:55	0:04:50	0:02:00	0:48:45
						0:48:45 / 3.31ha 0:01:28 / 10a

実証構成 監視・確認作業時間 0:01:28 / 10a

作業時間削減率 83.6%

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (2)

・技術検証

目標：目視外監視時に目視監視と同等の安全性確認が可能なこと 結果：目標達成

① 目視外でも目視エリアと同等の安全性確保評価

目視外での安全性確認として、近傍者が所持するタブレット端末で目視監視と同等の監視情報が得られることを実証した。

タブレット端末は、画面を折りたたむことでタブレット端末として使用可能なPC端末を使用した。

タブレット端末より、遠隔監視センターの各監視機器（遠隔制御、前後左右映像、車内映像、映像AI、異音AI）の画面および操作を共有し、近傍監視者が目視監視と同等の監視・制御環境を得られることを確認した。

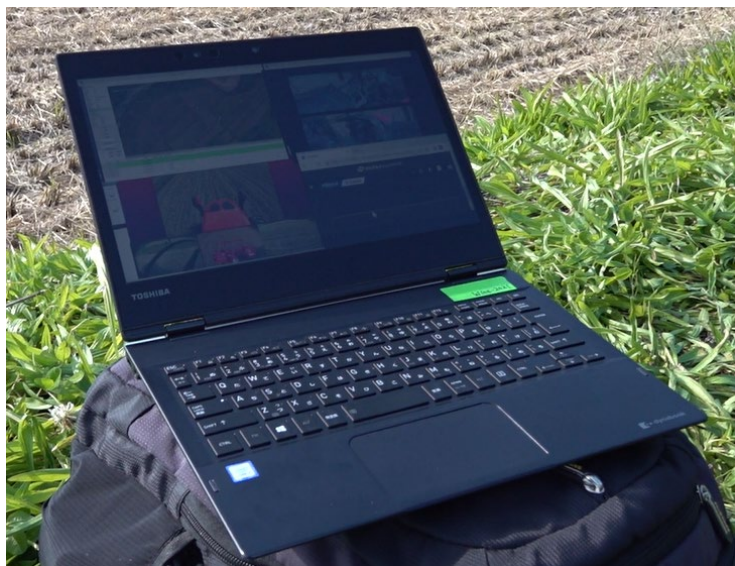


図 IV.7-13 タブレット端末（写真はキーボードを開いた状態）

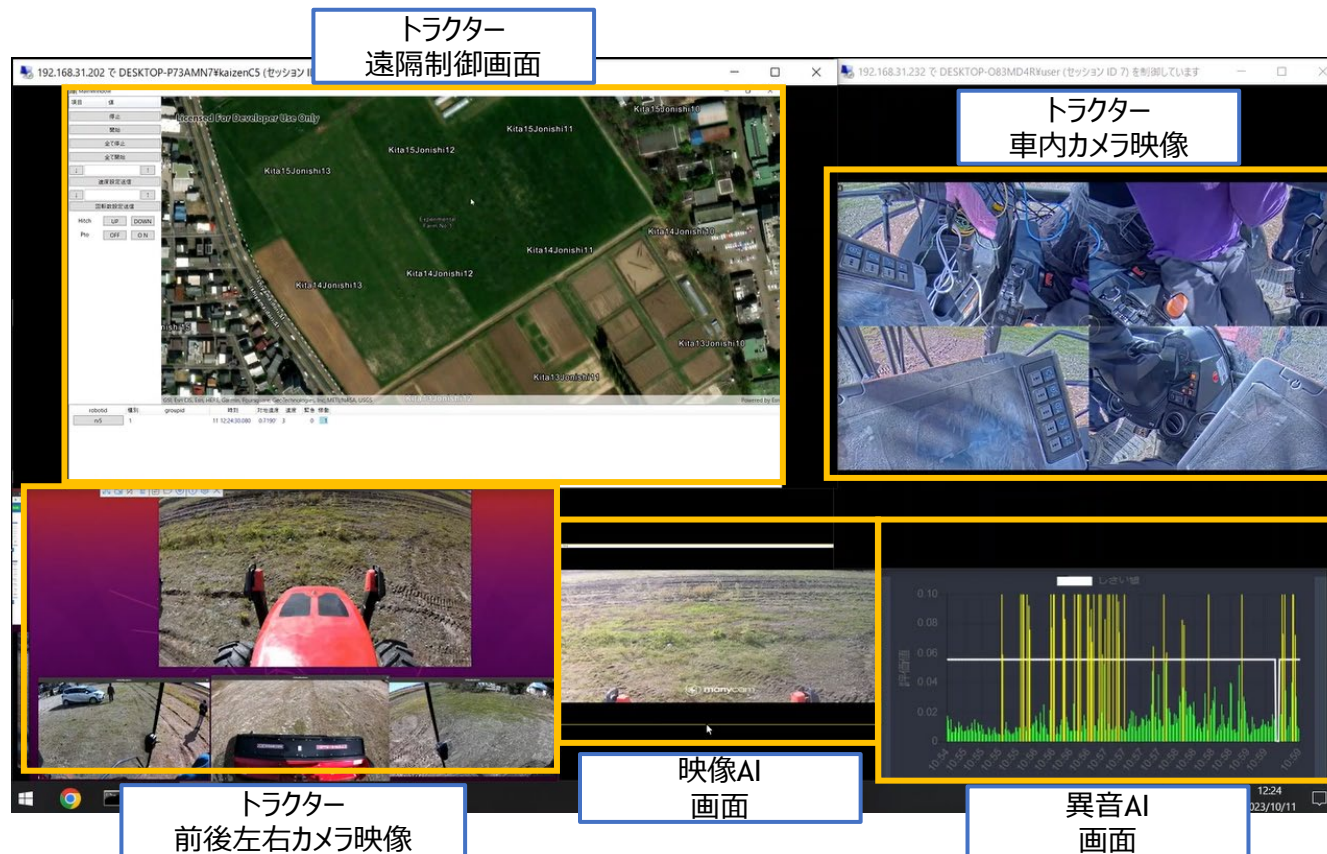


図 IV.7-14 タブレット端末画面構成

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (2)

② 映像伝送遅延

遠隔監視端末（タブレット端末）を使用した監視映像伝送について、遠隔監視センターとの映像伝送遅延時間を測定した。測定結果は平均323msであり、400msの目標を達成した。

表 IV.7-6 遅延時間測定結果

No.	遅延時間
1	322ms
2	380ms
3	323ms
4	359ms
5	237ms
6	323ms
7	264ms
8	269ms
9	376ms
10	375ms
平均	323ms

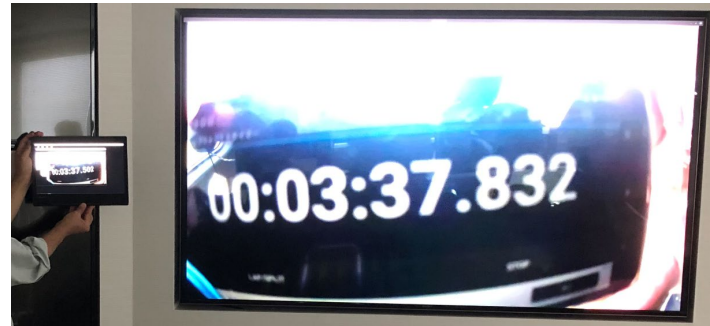


図 IV.7-15 遅延時間測定模様

・運用検証

目標：目視外の運用対応が目視監視と同等であること 結果：目標達成

① 目視外の運用対応

自動走行トラクターが映像AIによる障害物検知時に自動停止することを確認。

② 遠隔監視の支援による省力化

障害物・異音検知時に遠隔監視支援の有無で、作業集約・省力化メリットがあることを確認。（前頁効果検証による）

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (2)

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・ほ場近傍の目視外エリアにいる作業者が、目視外から農機の走行開始・停止、安全性確保のための周囲監視、異常検知を行うことが可能であることが確認できた。
- ・遠隔監視支援者が、ほ場近傍の作業者が同じ画面、情報を共有することで、遠隔監視拠点と協調した無人走行トラクター運用が可能であり、作業時間を削減することが可能であることが確認できた。

(課題に対する効果)

- ・生産者が異なるほ場での作業、もしくは同一ほ場内での異なる作業を並行で行うことによる作業効率の向上が可能となる。
- ・点在するほ場を管理する大規模生産者への横展開の促進が可能となる。

実装に向けた今後の課題

- ・近傍者が使用する遠隔監視用タブレット端末については、環境の準備が煩雑、タッチ操作による誤操作の対策が不十分等の課題があるため、運用性、操作性の向上に向けた改善が必要と考えられる。
- ・タブレット端末は、ほ場近傍作業者が携帯して使用する事を考慮した、屋外利用を想定した画面の視認性や、機器の防塵防水性能、落下、対衝撃性能を考慮した機器選定が必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (3)

3) アウトカム(3) 映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化

取組概要

自動走行トラクターの遠隔監視について、常時監視画面を注視する場合と、自動走行トラクターに搭載した映像AI、異音AIからのアラート通知による確認を行う場合を比較し、遠隔監視者の運用省力化について検証を実施した。

実証結果

・ 効果検証

目標：遠隔監視者の監視時間 50%以上削減 結果：98.9% 目標達成

遠隔監視作業について、常時監視と、映像AI、異音AIアラート通知による確認の作業時間を比較し、遠隔監視者の作業時間の削減率を測定した。目標値50%以上に対し、実証結果は98.9%であり、目標を達成した。

表 IV.7-7 遠隔監視時間（自動走行作業時間）

項目	数量	単位	時間	時間計
内周	39	列	0:06:56	4:30:24
計				4:30:24 / 3.31ha 0:08:10 / 10a
遠隔監視・確認作業時間				0:08:10 / 10a

表 IV.7-8 映像/異音AI警報受信・確認時間

事象	数量	単位	遠隔監視者 警報受信・確認時間	計
障害物検知	3	回	0:00:35	0:01:45
異音	2	回	0:00:35	0:01:10
				0:02:55 / 3.31ha 0:00:05 / 10a
実証構成 監視・確認作業時間				0:00:05 / 10a
作業時間削減率				98.9%

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (3)

・ 技術検証
目標：AI検出精度 80%以上 結果：映像AI 95%・異音AI検出成功 目標達成

映像AIについて、自動走行トラクター走行中の障害物検知精度の測定として、複数回の障害物検知を昼間、夜間に実施し、検知状況を測定した。
測定結果より、目標値80%に対して95%の結果であり、目標を達成した。



図 IV.7-16 正常検出時（昼間）



図 IV.7-17 正常検出時（夜間）



図 IV.7-18 不検出時（夜間）

表 IV.7-9 映像AI検出結果

	テスト回数	未検出
昼間	10	0
夜間	10	1
全体	20	1

検出精度		
昼間		100%
夜間		90%
全体		95%

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (3)

異音AIについて、自動走行トラクター走行中の異音検知精度の測定として、乗用車のクラクション鳴動を異音とみなし複数回の異音検知を実施し、検知状況を測定した。

《測定条件》

- ・ほ場側面の農道に停車した乗用車の前方をトラクターが通過する際にクラクションを10秒間鳴動させ、異音を発生させた。
- ・トラクター車内に設置した標準的マイクを設置して集音した
- ・異音AI学習においては、トラクター走行時の環境音の影響を考慮するため、判定の範囲を2～8 kHzに限定した。
- ・音源との距離は約4mから27mの間で複数回の判定を実施し検証を行った結果、異音を検出を確認した。

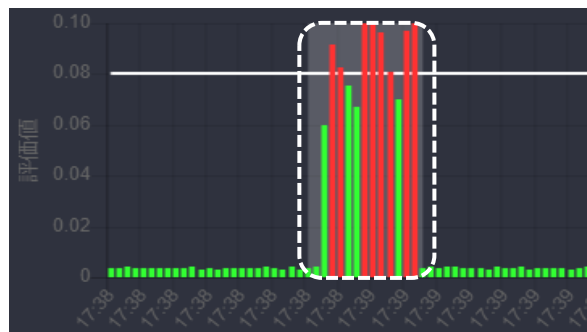


図 IV.7-19 正常検出時

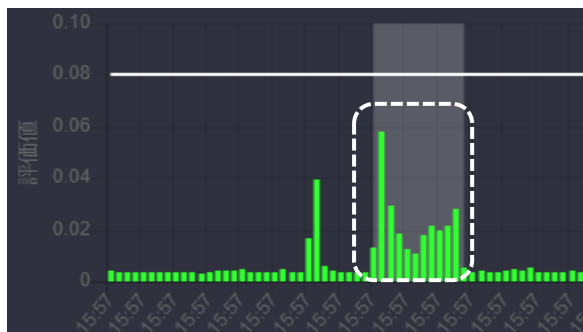


図 IV.7-20 不検出時

クラクションの音自体は検知できることは確認できたが、機器の調整マイクの種類、設置場所、音量調整には、更なる検証が必要と考える。

例としては、実証テスト時に音源との距離が遠く、收音音量が小さく埋もれてしまうことで検知されない事や、実装を想定した場合の様々な異音等が想定されることから、その事前学習と検証が必要であると考えられる。

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (3)

・ 運用検証

① AI学習作業(準備)に要する工数検証

目標：ホワイトリスト/ブラックリスト作成作業に要する工数20時間以内 結果：7時間15分 目標達成

実証における、ホワイトリスト/ブラックリスト登録に要した工数を算出した。
その結果より、AI事前登録作業の目標値20時間以内に対して、7時間15分の結果であり、目標を達成した。

表 IV.7-10 異音AI学習作業時間

項目	作業時間
音データの確認	300分
音データのノイズ除去	30分
AIモデルの作成	90分
ホワイトリストの作成	15分
	435分
作業時間	7時間15分

② 共通ホワイトリスト/ブラックリストでの遠隔監視の実現

目標：作業種類ごとに共通化が可能 結果：目標達成

トラクターのエンジン音、走行音、作業機の音などは、比較的学習し易い音であり、作業機ごとの種別、環境下においても共通化するなど、実証で作成したAI学習結果を用いて、複数作業で省力化が実現できることを確認した。

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (3)

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・映像AIは日中/夜間において30m手前から人物検知が可能、異音AIは30m程度の距離で一般車両のクラクションを検知することが可能であることを確認できた。
- ・映像AI、異音AIアラート通知により、遠隔監視者の省力化が可能である事が確認できた。

(課題に対する効果)

- ・遠隔監視における運用コストの削減。
- ・商用の自動走行トラクターが装備している安全機構が正常に動作しなかった場合、もしくは使用者の設定ミス、通信機器の不具合時等において、監視者への注意喚起による安全性向上が可能となる。

実装に向けた今後の課題

- ・遠隔監視者側の即時アラートを見逃さないシステム、運用体制の整備が必要と考えられる。
- ・豪雨時や降雪時等の悪条件下では、現状のカメラ映像やセンサー情報のみでは、遠隔から状況把握が難しく、センサーが正常に動作しないことが想定されるため、より安全に配慮した遠隔監視を実施するためには、車両以外の外部カメラ映像やセンサー情報等の追加も検討することが必要である。
- ・1:Nの遠隔監視を行う場合を想定し、監視者による当該車両の判別誤りを防ぐために、複数車両監視に対応した遠隔監視UIについても検討が必要と考えられる。
- ・人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知についての検討が必要と考えられる。
- ・アラート発報時について、障害物までの距離の推定方法、および警告・自動停止を実施する距離についての検討が必要と考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)

3) アウトカム(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用

取組概要

遠隔監視システムのユースケースとして、自動走行するMaaS車両を遠隔監視する場合についての検証を実施し、遠隔監視の連携や多面的活用の実証を実施した。

「岩見沢市自動運転EVバス実証コンソーシアム」（次ページに参考資料）が実施した、岩見沢市北村支所を発着場所とする自動運転EVバス実証実験と連携し実証を行った。

MaaS車両本体、自動走行制御部についてはマクニカ社NAVYA ARMAを使用し、遠隔監視ソリューション（エンコーダー一体型・通信冗長化ルータ、前後左右および車内カメラ、前方AIカメラ、車内音声による遠隔監視、ネットワーク冗長化装置）を追装し、公道走行を実施した。

また遠隔監視ソリューションの通信は、2種類の通信を冗長化することで監視不可（1秒以上の通信断）を起こさない構成とした。



図 IV.7-21 MaaS車両機器構成概要

①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)



図 IV.7-22 連携した岩見沢市自動運転EVバス実証コンソーシアム実証内容

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)

実施内容

- ①自動運転EVバス公道走行による遠隔監視（ローカル 5 G、LTE、地域BWA等通信技術の多様化・安定化の検証）
- ②MaaS車両の走行経路は、岩見沢市北村支所を発着場所とした北村地区周辺施設を巡回する経路とし、約10km離れた岩見沢新産業支援センター内の遠隔監視室で各通信ネットワークによる映像監視を行った。



図 IV.7-23 MaaS車両走行経路・発着所・停留所（岩見沢市）

国土地理院Webサイト（<https://maps.gsi.go.jp/>）地図画像を加工して作成

IV. 実証

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)

岩見沢市新産業支援センター内の遠隔監視拠点より、MaaS車両運行の遠隔監視を実施した。監視画面の構成は下記の通り。

- ・ 前後左右カメラ映像（一体型ルータ映像）
- ・ 車内カメラ映像（MaaS車両 運行管理画面）
- ・ 映像AI画面
- ・ （参考）マクニカ社監視画面



図 IV.7-24 遠隔監視拠点画面構成（MaaS車両）

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)

実証結果

遠隔監視システム設備のMaaS遠隔監視利用が可能であり、マルチユースによる遠隔監視に関わる年間運用費の有効利用が可能であることを確認した。

・効果検証

目標：マルチユースによる年間運用費10%有効利用 結果：目標達成

自動走行トラクターで使用する遠隔監視ソリューション機器（遠隔監視センター設備、車両側通信装置・カメラ・マイク等）をMaaS車両の追装遠隔監視機器として利用することが可能なことを確認した。

自動走行トラクターによる農作業がない時間帯や冬期間（12月～3月）の運用も可能であることから、遠隔監視設備（センター側設備）費用の10%を有効利用可能と判断する。

運用条件として、トラクター遠隔監視は6時間/回、MaaS運行は1ルート30分/台と想定。

トラクター自動走行遠隔監視を40回（台）行う場合、MaaS運行を9ルート行えば10%以上の按分となる。MaaSは通年運行を想定し、2ルート/日、年間480ルートとした場合は、360回分のトラクター監視を行うまでは10%以上の按分となることから上記の結果とした。

・技術検証

目標：遠隔監視システムのMaaS遠隔監視でのマルチユース利用 結果：目標達成

（1）MaaS走行映像監視の品質検証

MaaS車両に遠隔監視ソリューションが問題なく使用でき、映像の品質・遅延、AIカメラによる人物検知、車内音声伝送品質は充分であることを確認した。

実証では、随時の情報共有等、遠隔監視センター側と車内搭乗者との連携が円滑に行え、実装に問題がないことを確認した。

（2）LiDAR走行マップ等の走行状況データのリアルタイム把握

遠隔監視側においても、MaaS車内と同等な走行状況や位置情報を把握でき、運行車両でトラブルがあった際の手配等も円滑に行えることを確認した。

（3）MaaS車内の搭乗者との連携

遠隔監視ソリューションにおける全方向の映像監視と車内音声伝送を活用することにより、搭乗者とはほぼ同等の情報を共有することによって効率的な連携が可能となった。音声については、発声のみですぐにコミュニケーションをとることができる利点があった。



図 IV.7-25 MaaS運行管理画面（マクニカ社）



図 IV.7-26 MaaS車内映像（遠隔監視ソリューション、LiDAR検知状況）

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)

実証結果

・運用検証

目標：遠隔監視システムの準備、搭乗者・遠隔監視者の連携 結果：目標達成

(1) 遠隔監視システムの準備

遠隔監視装置の搭載準備・通信試験は問題なく実施を完了し、実装可能であることを確認した。

(2) 搭乗者・遠隔監視者の連携

遠隔監視ソリューションにおける全方向の映像監視と車内音声伝送を活用することにより、搭乗者とほぼ同等の情報を共有することによって効率的な連携が可能となった。音声については、発声のみですぐにコミュニケーションをとることができる利点から、トラブル対応時の遠隔監視側との連携が迅速に行えるとの意見があった。

遠隔監視者の作業量・必要なスキル等は、トラクター監視時と大きく変わりがないため、MaaS車両監視に伴う新たな作業やスキルは不要であった。

冗長化された通信装置、MaaS側の監視画面以外の情報も加えて監視できることで、安全性向上を含めた付加価値オプションとして活用可能との意見があった。

7 実証結果・考察 ①自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (4)

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・マルチユースによる遠隔監視システムの設備・機材共用化による年間運用費の有効利用が可能であることが確認できた。

(課題に対する効果)

- ・農閑期の設備活用、および地域全体へのサービス提供により、遠隔監視センター側設備、地域ネットワーク基盤設備の年間運用費の有効利用を図ることが可能となる。
- ・MaaS車両側に追装可能な機器を使用することで、車種を問わない遠隔監視システムの利用拡大が可能となる。
- ・今後の社会実装における遠隔監視モデルの多面的活用につながるモデルの構築例となる。

実装に向けた今後の課題

- ・将来的なMaaSレベル4（特定条件下で完全自動運転）運用においては乗客へのサポート、車両側の技術的検証（遠隔操作や制御など）含め検討要であり、MaaS運行主体との連携を行いつつ実装検討を進める必要がある。
- ・複数種の車両を遠隔監視する際に必要となる、遠隔監視者の教育、スキルの維持向上を行うプログラムの検討が必要と考えられる。

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (5)

3) アウトカム(5) 農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性

取組概要

自動走行トラクターを遠隔監視する際の前後左右映像を伝送するエンコーダ一体型ルータについて、端末の性能品質・運用性を検証した。
総務省令和4年度ローカル5G開発実証 端末システム試作事業 端03にて開発したエンコーダ一体型ルータを使用して実証を実施した。
エンコーダ一体型ルータとの比較対象は、総務省 令和2年度「地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」における、自動走行トラクターに搭載した遠隔監視用機器（ローカル5GUE、キャリア5GUE、ルータ、エンコーダ、前後カメラ）とした。



図 IV.7-27 エンコーダ一体型ルータ機器構成概要

実証結果

・ 効果検証
目標：トラクター搭載準備や不具合対応等の運用時間50%削減 結果：目標達成

① 機器設置・動作試験などの準備/片付け作業に要する工数削減
目標：作業時間50%削減 結果：55.8%削減 目標達成

R2年度実証時の構成機器と本実証構成について、トラクターへの機器搭載時間の比較を行った結果、目標の削減率50%以上を達成した。

表 IV.7-12 トラクター機器搭載時間比較

機器構成	機器設置時間
令和2年度実証構成	0:35:15
本実証構成	0:15:35
従来比	44.2%
削減率	55.8%

IV. 実証

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (5)

② 装置不具合対応に関する運用作業に要する工数削減

目標：作業時間50%削減 結果：目標達成（不具合発生なし）

令和2年度実証時のほ場面積と不具合回数より、計12回作業を行った際の10aあたりの不具合回数を算出した結果は、0.031回/10aであった。

本実証において、2つの実証圃場、およびMaaS車両搭載状態での遠隔監視中の機器不具合発生回数は0回であったことから、運用作業の工数削減の評価はできなかったが、装置の安定性は向上している事が確認できた。

③ 自動走行トラクター搭載装置の費用削減

目標：初期費用50%削減 結果：66%削減 目標達成

エンコーダ一体型ルータ端末と令和2年度実証時の遠隔監視用機器について、検証項目には無いが参考として構成する機器の導入費用を比較した。

なお、カメラ本体、アンテナ等の外部機器は製品性能により価格差が生じるため比較対象から除外した。

本実証構成にて前後左右カメラ4台の映像を伝送する場合、自動走行トラクターへの搭載機器はエンコーダ一体型ルータ端末1台、遠隔監視拠点にはデコーダ端末1台が必要であり、エンコーダ一体型ルータ端末を令和4年度端末試作事業で仮定した1台60万円、デコーダ端末を1台40万円とした場合、装置費用は100万円である。一方、令和2年度構成にて同数のカメラ映像を伝送する場合、トラクターへの搭載機器はエンコーダ4台、ルータ1台、無線端末2台、遠隔監視拠点にはデコーダ4台が必要であり、装置費用は総額295万円となることから、エンコーダ一体型ルータ端末を導入することで、約66%の費用削減となることが確認できた。

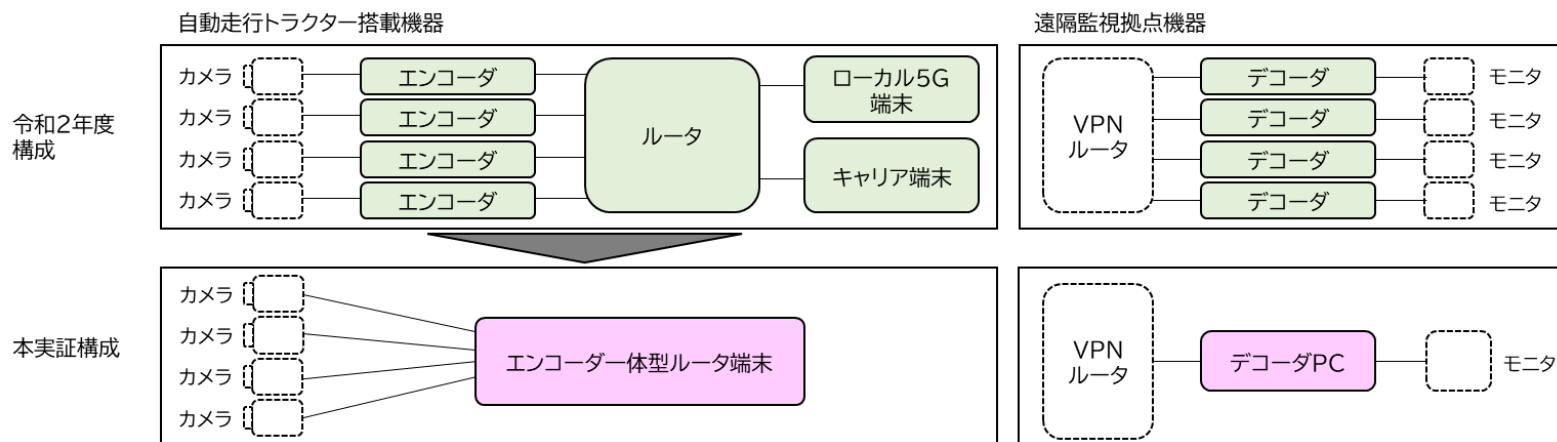


図 IV.7-28 遠隔監視用機器の構成

IV. 実証

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (5)

・技術検証

① 映像品質：目標達成

目標：動作不安定の発生頻度減少 結果：目標達成

エンコーダ一体型ルータを使用した前後左右カメラの監視映像は、解像度フルHD（1,920×1,080ピクセル）、フレームレート30fps、コーデックH.265にて遠隔監視拠点と安定した通信が確保され、監視映像の欠落やブロックノイズ等も発生しなかったことから、遠隔監視を行うに十分な映像品質が確保されていることが確認できた。

② 映像伝送遅延

目標：映像伝送遅延 400ms以下 結果：278ms 目標達成

遅延時間測定は、LAN接続及びローカル5G（無線）接続の2パターンで実施し、LAN接続では、カメラでストップウォッチを映し、モニタに映るストップウォッチの時間との差を映像伝送遅延時間とした。同時にエンコーダ/デコーダ間の遅延時間を測定した。

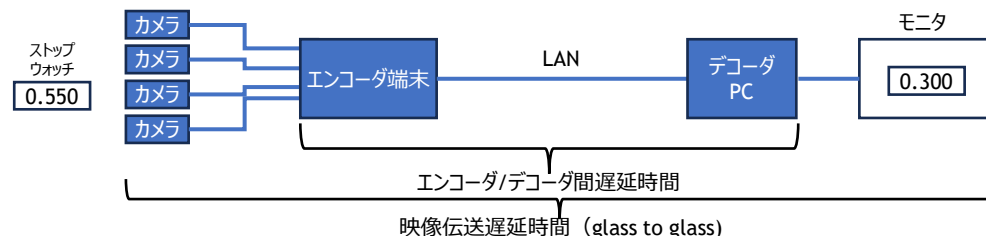


図 IV.7-29 エンコーダ一体型ルータ LAN接続構成

ローカル5G接続では、ローカル5Gエリアとセンターが離れていて、ストップウォッチでの測定が不可能なため、エンコーダ/デコーダ間の遅延時間を測定し、LAN接続で測定した映像伝送遅延時間（glass to glass）とエンコーダ/デコーダ間遅延時間の差を足して映像伝送遅延時間を算出した。

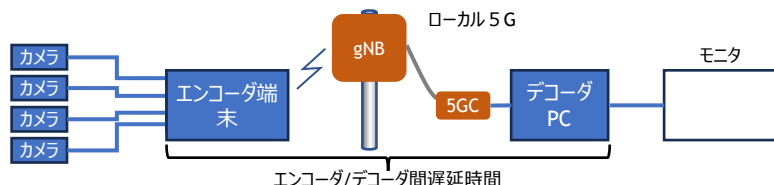


図 IV.7-30 エンコーダ一体型ルータ ローカル5G接続構成

LAN接続での映像伝送遅延時間（glass to glass）は、269msで、エンコーダ/デコーダ間の遅延時間は102msとなった。映像伝送遅延時間（glass to glass）とエンコーダ/デコーダ間の遅延時間の差は167msとなった。

ローカル5G（無線）接続でのエンコーダ/デコーダ間の遅延時間は111msとなり、これにLAN接続にて測定した映像伝送遅延時間（glass to glass）とエンコーダ/デコーダ間の遅延時間の差167msを足すとローカル5G（無線）接続での映像伝送遅延時間は278msとなり、400msの目標を達成した。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上（5）

③ ネットワーク切替

目標：切替/切戻し 60秒以内 結果：切替 56.3秒 切戻し 53.0秒 目標達成

エンコーダ一体型ルータ端末に、ローカル5Gとキャリア5G/LTEのSIMを挿入し、ローカル5G⇒キャリア5G/LTE切替、キャリア5G/LTE⇒ローカル5G切替試験をそれぞれ10回実施し、平均切替時間を算出した。

結果、ローカル5G⇒キャリア5G/LTE切替は56.3秒、キャリア5G/LTE⇒ローカル5G切替は53.0秒となり、目標の60秒以内を達成した。

表 IV.7-11 一体型ルータネットワーク切替時間

回数	ローカル5G⇒キャリア5G/LTE	キャリア5G/LTE⇒ローカル5G
1	54.0秒	38.0秒
2	58.0秒	52.0秒
3	59.0秒	60.0秒
4	55.0秒	51.0秒
5	54.0秒	56.0秒
6	54.0秒	55.0秒
7	57.0秒	52.0秒
8	54.0秒	55.0秒
9	57.0秒	55.0秒
10	61.0秒	56.0秒
平均	56.3秒	53.0秒

④ 長時間利用時の動作安定性

目標：1日4時間以上使用時に動作不安定にならないこと 結果：不安定動作無し 目標達成

エンコーダ一体型ルータ端末について、自動走行トラクター搭載時における動作の安定性を検証した。

総務省令和4年度ローカル5G開発実証 端末システム試作事業 端03では、シールドルーム内の基地局シミュレータを用いて、実際に映像を流した連続24時間の安定通信を確認済である。本実証での自動走行トラクター搭載時の監視映像では、実証期間中の一日を通して、遠隔監視拠点での映像品質の劣化、通信断、起動不可等の不安定動作は見られなかったことから、長時間利用時の動作の安定性には問題ないことが確認できた。

なお、試験時にはトラクターに振動計を設置しトラクター走行時の振動値を同時に測定した。令和4年度端末試作事業では、一般車両で雪道走行時の振動及び舗装されていない土地走行時の振動を測定し、雪道は最大加速度1.16G、舗装されていない土地は最大加速度0.76Gであった。

本実証でのトラクター走行（ほ場及び農道）では最大加速度1.06Gで、一般車両が雪道を走行するのと同程度の振動であったが、エンコーダ一体型ルータ端末は正弦波振動試験のJIS規格であるJIS C 60068-2-6での耐振動性能（最大加速度4G）を満たしているため、トラクター走行時の振動により、動作が不安定になる等の現象は見られなかった。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上（5）

・運用検証

①トラクター搭載準備作業の運用性向上

準備時間削減

目標：準備時間 50%削減 結果：55.8%削減 目標達成

R2年度実証時の構成機器と本実証構成について、トラクターへの機器搭載時間の比較を行った結果、目標の削減率50%以上を達成した。（効果検証①結果再掲）

搭載スペース・省電力化

目標：省スペース化 50%削減 省電力化 50%削減 結果：省スペース化 80%削減 省電力化 62%削減 目標達成

R2年度実証時の構成機器と本実証構成について、消費電力、体積、重量について比較を行った結果、すべての比較項目について目標値を上回る結果であることから目標を達成した。

表 IV.7-13 消費電力・体積・重量比較

分類	品名	型番	台数	消費電力/台	消費電力計	体積/台	体積計	重量/台	重量計
R2年度構成	ルータ	RTX1210	1	14.5W	14.5W	2,208cm ³	2,208cm ³	1,500g	1,500g
	C5G接続UE	SH-52A	1	25.0W	25.0W	211cm ³	211cm ³	268g	268g
	L5G接続UE	XC-WN930J-01	1	25.5W	25.5W	3,319cm ³	3,319cm ³	1,600g	1,600g
	エンコーダ	TCS-8500	2	6.5W	13.0W	553cm ³	1,106cm ³	459g	919g
				78.0W		6,844.1cm ³		4,287g	
本実証構成	一体型ルータ	EZ-5GR-ES	1	30.0W	30.0W	1,350.0cm ³	1,350.0cm ³		1,600g
				30.0W		1,350.0cm ³		1,600g	
従来比				38%		20%		37%	
削減率				62%		80%		63%	

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (5)

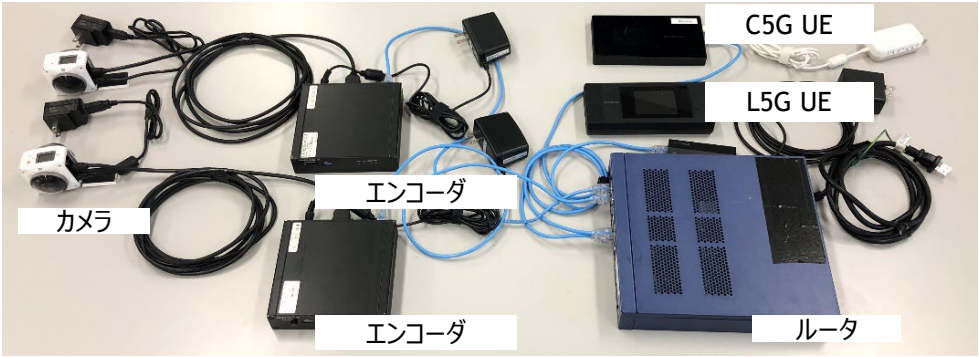


図 IV.7-31 令和2年度実証構成

カメラ		: 2台
構成機器数	: 5台	
体積		: 約6,844cm ³
消費電力		: 約78W
AC100Vコンセント数	: 7口	

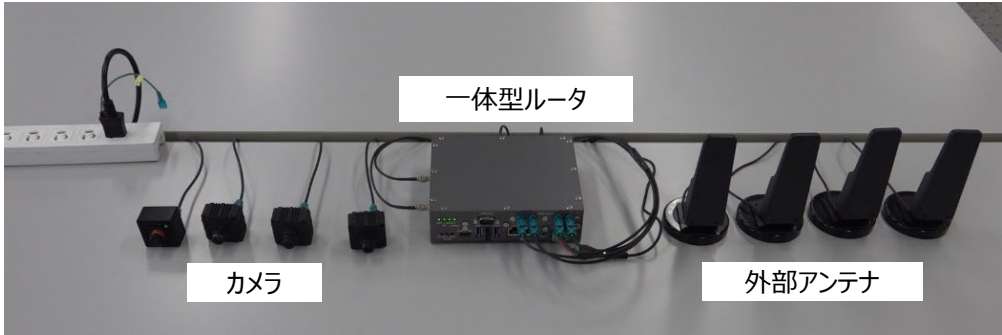


図 IV.7-32 本実証構成

カメラ		: 4台
構成機器数	: 1台 (カメラ・アンテナ除く)	
体積		: 約1,350cm ³
消費電力		: 約30W
AC100Vコンセント数	: 1口	

② 装置不具合対応によるの運用性向上

目標：装置不具合対応時間 50%削減 結果：測定不可

令和2年実証時の不具合1回あたりの平均対応時間は、約12分であった。今回実証時には不具合が発生しなかったことから実測値による確認を行うことができなかった。

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (5)

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・耐熱性能・耐振動性能が高いエンコーダ一体型ルータによる、トラクター追加搭載機器による遠隔監視の安定運用が可能であることが確認できた。
- ・農機搭載システム機器の小型化による遠隔監視支援の運用作業の削減、および農機運転席での省スペース化・省電力化が実現できた。

(課題に対する効果)

- ・遠隔監視に係る複数の構成機器を個々に選定する必要なくシステムを構成することが可能となる
- ・配線、設置スペース、消費電力、電源口数等の課題を低減することが可能
- ・遠隔監視非対応トラクターへ、機器を追装することによる遠隔監視対応が比較的安価な費用で可能となる。

実装に向けた今後の課題

- ・現状はエンコーダ1台に対しデコーダPC1台の構成であり、複数拠点同時監視を見据えた際に、費用の低減、省スペース化のためにデコーダ側機器の集約・小型化の検討が必要である。
- ・遠隔監視運用者がより簡易に操作することを想定した、デコーダ機器の設定、調整等を行うことを可能にする、ユーザインタフェース等の整備が必要である。
- ・端末をトラクターに追装する際、トラクター機種、もしくは使用車両ごとに搭載可能なスペースが異なるため、設置場所の決定、取付アダプター等の検討が必要である。また、電源接続方法、カメラ・アンテナケーブルの配線方法の検討も必要である。
- ・多種多様な車両等への搭載を想定した、さらなる機器の小型化や電源の柔軟性等の検討が望まれる。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (6)

3) アウトカム(6) 回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上

取組概要

ローカル5G、携帯キャリア回線、地域BWA、自営等BWA等の複数の無線ネットワークを使用して、自動走行トラクター等の遠隔監視を実施する際に、無線ネットワーク間の切替、切り戻しをできる限り迅速に切替ることが可能な冗長化装置の動作を確認し、遠隔監視環境への影響を検証した。

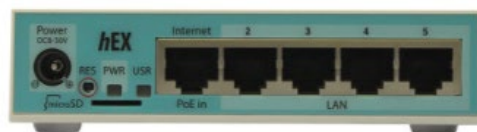


図 IV.7-33 回線冗長化装置外観

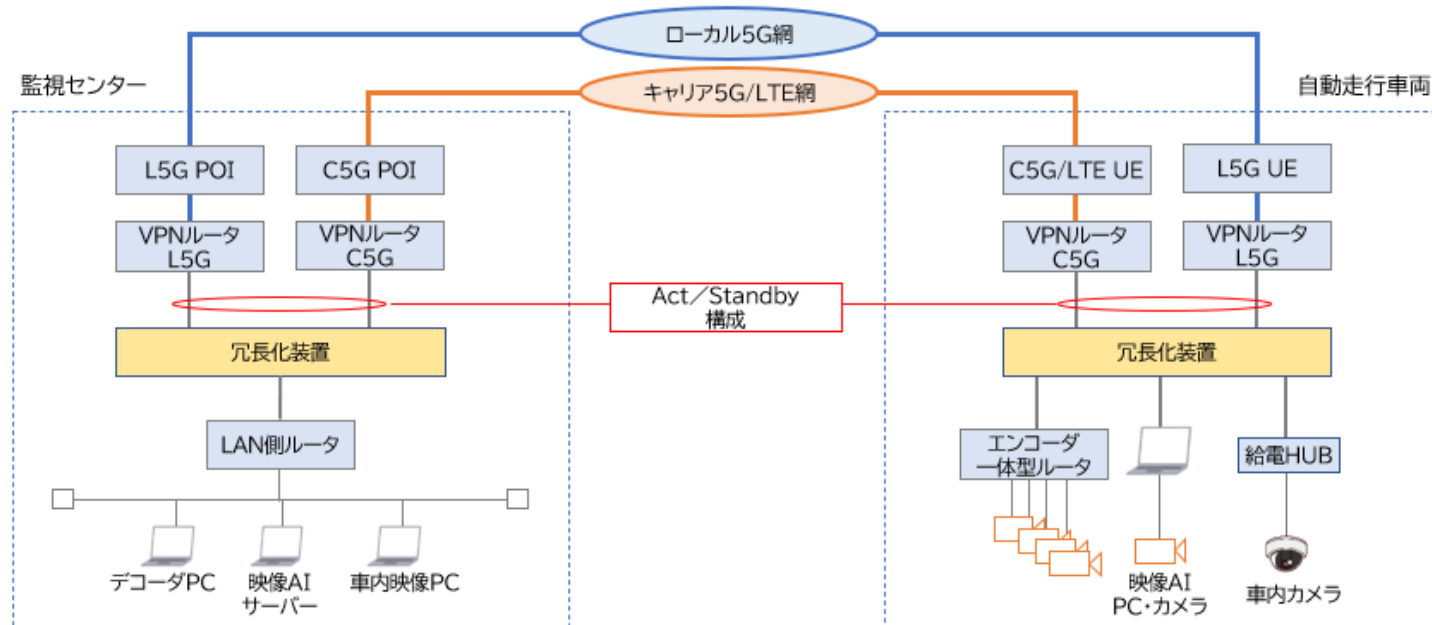


図 IV.7-34 冗長化装置システム構成概要 (ローカル5G・キャリア5G/LTEの場合)

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上（6）

実証結果

・ 効果検証
目標：回線の冗長動作により遠隔監視が継続できること 結果：目標達成

① 冗長化による監視継続性

冗長化装置は2つの無線ネットワークを使用したActive/Standby構成で実証を実施した。
冗長回線の組み合わせは、i)Active:ローカル5G/Standby:携帯キャリア回線、ii)Active:岩見沢市地域BWA/Standby:携帯キャリア回線の2つのパターンで検証を実施した。
冗長化装置を経由したシステム構成で、MaaS車両に搭載した遠隔監視している状態で自動走行を実施し、i)ii)の組み合わせいずれの場合でもActive回線とStandby回線への切替、切り戻りにより遠隔監視機能が長時間停止することなく監視が継続可能であることを確認した。

② 有人対応費用と冗長化装置費用との比較

通信切替・切り戻し時に有人での対応が必要になった場合の人件費を算出。1回の切替・切り戻し時通信確立作業に10分要すると想定。作業人件費は国土交通省電気通信関係技術者等単価（基準日額）より1日あたり34,500円、1時間あたり4,312円とした場合、1回の対応時間あたりの人件費は、719円となる。
冗長化装置を導入する際の概算費用は、機器費、作業費より約500,000円とした。
導入機器の使用年数を5年間と想定すると、年間139回程度対応が発生するのであればコストが見合う計算となる。

・ 技術検証
① ネットワーク切替時間
目標：切替時間 1秒以内 結果：目標達成

冗長化装置のActive経路とStandby経路の切り替わり条件は、i)監視パケットのロス検知、ii)回線往復遅延200ms超過とし、実証を実施、冗長化装置のログより、1秒以内に切替動作が完了することを確認した。

表 IV.7-14 パケットロスによる切替ログ

	195	Oct/20/2023 09:14:26	memory	script, info	Ping Average for 10.251.100.1 - 38ms - packet loss: 0%
	196	Oct/20/2023 09:14:27	memory	script, info	Ping Average for 10.251.100.1 - 40ms - packet loss: 0%
	197	Oct/20/2023 09:14:28	memory	script, info	Ping Average for 10.251.100.1 - 0ms packet loss: 100% パケットロスを検知
	198	Oct/20/2023 09:14:28	memory	script, warning	The ping response threshold has been exceeded. disable the eoip-tunnel1
	199	Oct/20/2023 09:14:28	memory	interface, info	eoip-tunnel1 link down 1秒以内に経路切替を実行
	200	Oct/20/2023 09:14:28	memory	system, info	device changed by admin
	201	Oct/20/2023 09:14:28	memory	script, info	Active port has changed. Current: eoip-tunnel2. Previous: eoip-tunnel1

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上（6）

表 IV.7-15 往復遅延時間の閾値超過による切替ログ

	121	Oct/20/2023 09:12:57	memory	script, info	Ping Average for 10.251.100.1 - 47ms - packet loss: 0%
	122	Oct/20/2023 09:12:58	memory	script, info	Ping Average for 10.251.100.1 - 220ms - packet loss: 0% 回線の往復遅延時間の閾値(200ms)の超過を検知
	123	Oct/20/2023 09:12:58	memory	script, warning	The ping response threshold has been exceeded. disable the eoip-tunnel1
	124	Oct/20/2023 09:12:58	memory	interface, info	eoip-tunnel1 link down 1秒以内に経路切替を実行
	125	Oct/20/2023 09:12:58	memory	system, info	device changed by admin
	126	Oct/20/2023 09:12:59	memory	script, info	Active port has changed. Current: eoip-tunnel2, Previous: eoip-tunnel1

② ネットワーク切戻し時間

目標：切戻し時間 1秒以内 結果：目標達成

冗長化装置のStandby経路からActive経路への切り戻り条件は、i)監視パケットの到達を確認、ii)回線往復遅延200ms以内とし、実証を実施、冗長化装置のログより、1秒以内に切戻り動作が完了することを確認した。

・ 運用検証

目標：回線冗長化装置の準備・運用に係るコストが他ネットワーク機器と同等であること 結果：目標達成

実証時の冗長化装置の設定、設計に要する人件費、および冗長化装置運用に係る準備、運用中のメンテナンスに係る人件費を計測した。設計、設定に係る作業時間は約8時間、準備に係る作業時間は約0.5時間であり、一般的なネットワーク機器の準備・運用に係る作業時間と比較し同等であることが確認できた。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ②農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (6)

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・冗長化回線切替りで遠隔監視機能が長時間停止することなく継続することが確認できた。

(課題に対する効果)

- ・自動走行停止による農作業影響(支障時の自動走行農機の孤立化による有人対応等の運用コストや作業時間ロス)の低減が可能となる。
- ・遠隔監視サービス提供の継続性向上が期待できる。

実装に向けた今後の課題

- ・切替、切り戻し条件については、採用するネットワーク、トラフィック状況によって調整が必要である。
- ・回線通信料が複数必要となるため、通信条件や有人対応に要する時間など、地域の運用にあわせたオプションとして冗長化装置を利用することが適していると考えられる。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）（7）

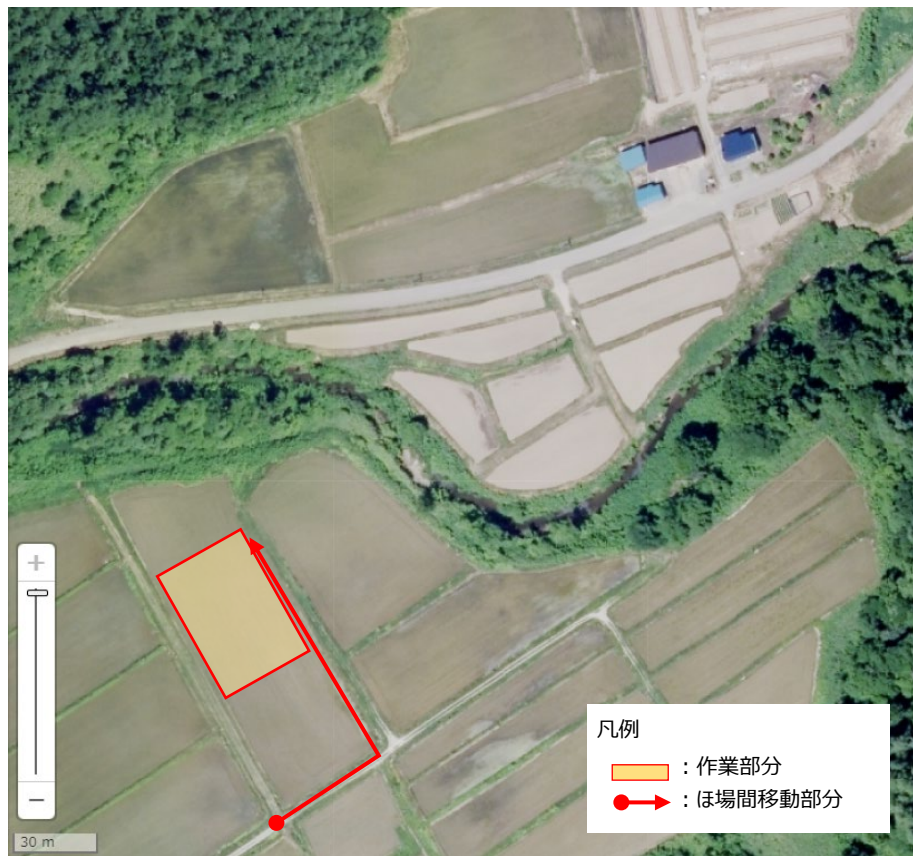
3) アウトカム(7) 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性

取組概要

自動走行トラクターを利用する際に必要となる、携帯キャリア電波が届かない地域について、可搬型の自営等BWA装置を使用した無線ネットワークエリアを構築し、RTK補正情報を自営等BWAで受信して自動走行トラクターが運用可能かを実証した。

対象ほ場は沼田町生産者の露地ほ場で、稲収穫後のほ場のため、作業機はロータリーを使用した模擬とした。

対象ほ場付近の農道よりほ場間移動してほ場内へ入場、ほ場内部で予め作成した走行マップを使用した自動走行により作業を実施した。



国土地理院Webサイト（<https://maps.gsi.go.jp/>）地図画像を加工して作成

図 IV.7-35 トラクター作業範囲イメージ（沼田町）



図 IV.7-36 実証ほ場（沼田町）



図 IV.7-37 自動走行トラクター

7 実証結果・考察 ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）（7）

実証結果

・ 効果検証

目標：ローカル5G導入費用と比較し同等以下であること 結果：目標達成

可搬型自営等BWA機器費、運搬・設置等の作業費を含む導入費用と、ローカル5Gの導入費用を比較した。

ローカル5G費用については、商用ローカル5Gサービスである、NTT東日本ギガらく5Gの費用を参考した概算値とした。

屋外型基地局 1 局とした場合、可搬型自営等BWAの導入費用は概算で3,300,000円、ローカル5G費用は16,700,000円であり、ローカル5Gの導入費用を大きく下回ることが確認できた。

・ 技術検証

① RTK-GNSS情報の通信安定性

目標：位置情報精度がFIX状態を維持可能であること 結果：目標達成

実証ほ場において、自営等BWA経由でRTK補正情報を受信し、位置情報がFIX状態を維持したままトラクターが自動走行可能であることを確認した。

② 遠隔監視端末との安定通信

目標：アップリンク、ダウンリンク速度2Mbps以上 結果：アップリンク速度平均17.1Mbps ダウンリンク速度平均31.1Mbps 目標達成

実証ほ場と遠隔監視拠点間の通信帯域を試験PCを使用して測定した結果、アップリンク速度平均17.1Mbps、ダウンリンク速度平均31.1Mbpsの結果であり、目標値アップリンク/ダウンリンクともに2Mbps以上を達成した。

遠隔監視拠点との通信が安定していることを確認し、遠隔制御が安定して動作すること、監視映像の欠落、ブロックノイズ等が発生していないことを確認した。

IV. 実証

7 実証結果・考察 ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）（7）

・運用検証

目標：搬送、設置作業の運用性に問題ないこと 結果：目標達成

可搬型自営等BWA装置の運用性評価：達成

可搬型自営等BWA装置の搬送について、構成機材の重量、寸法は下記の通りであり、乗用車1台で運搬可能であることを確認した。

構成機材

- ・ 基地局本体 3kg 寸法（W）269 x（D）82 x（H）204mm
- ・ セクターアンテナ 2.5kg 寸法（W）225 x（D）67 x（H）800mm
- ・ 伸縮ポール（CP-45）& 三脚（YS-45） 約3kg

設置作業については、4名で10分程度、2名でも設置可能で、片付け時も10分程度あれば可能であることが確認できた。

上記より、可搬型自営等BWA装置の運用性には問題がなく、少ない作業人員で短時間の設営、撤去が可能であることが確認できた。

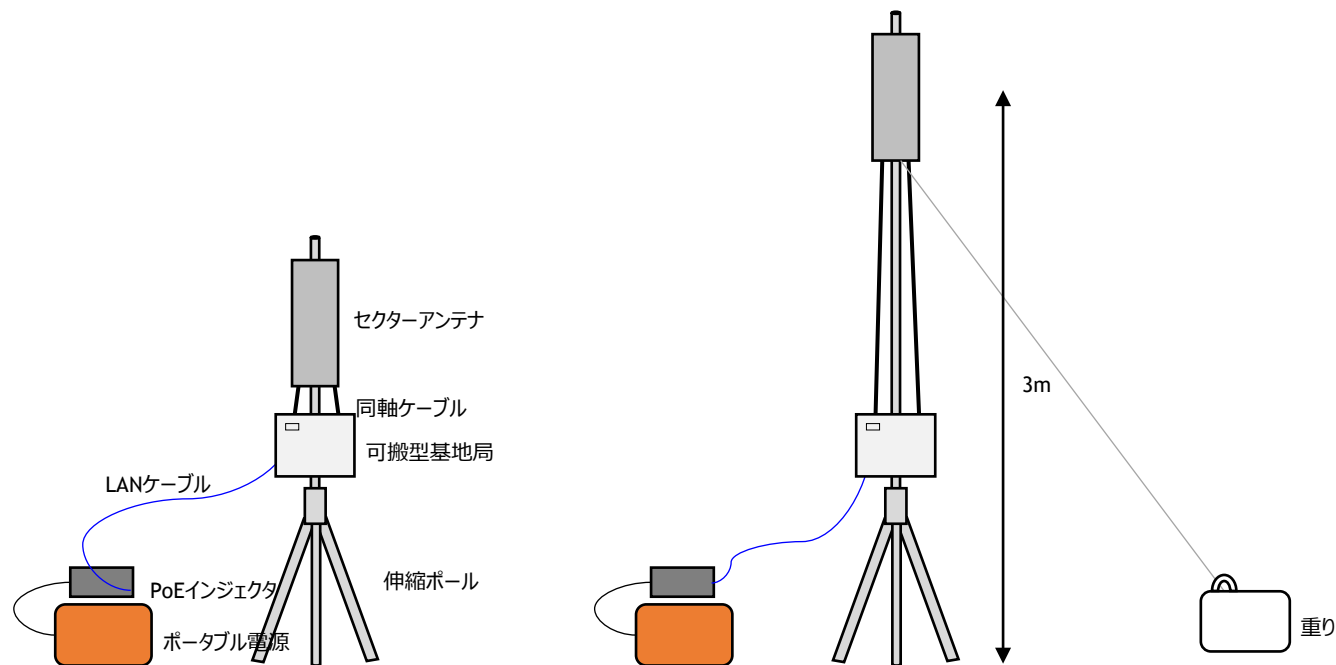


図 IV.7-38 可搬型自営等BWA装置設置イメージ

7 実証結果・考察 ③ ローコストネットワークによるエリア展開（LTE不感地域対策等）（7）

まとめ・考察

成果/課題に対する効果

(成果)

- ・携帯キャリアのサービスエリア以外でも、自営等BWAを使用して高精度位置情報の受信が可能であり、自動走行トラクターの運用、および遠隔監視が可能であることが確認できた。

(課題に対する効果)

- ・都市部から離れたほ場における、自動走行トラクター・遠隔監視ニーズ喚起による、地域の横展開に有効と考えられる。

実装に向けた今後の課題

- ・携帯キャリアのサービスエリア外でのインターネット経由の補正情報受信について、光回線が引けないエリアでの実装についても追加検討が必要である。
- ・自営等BWAの免許申請の複雑さから農業従事者が独自に免許を取得することは難しいと考えられる。
- ・農業従事者が第三級陸上特殊無線技士以上の資格を有している必要があり、運用体制の整備が必要である。
- ・現状は自己土地内であったとしても、複数エリア間で基地局を移動する際は、工事設計の変更許可が必要であるが、柔軟な電波エリア形成のためには、届出等のより簡素化された手続（制度）の導入が望ましい。また、自営等BWAの開設にかかる電波法上の必要な手続きや手順等にかかる情報については、円滑な社会実装を進める上でも広くオープンな形で公開して頂きたい。
- ・自己土地よりも広範囲に活用可能な基地局運用のケースに対応可能な、地域単位による共同利用等での移設手続きについても検討が望まれる。
- ・中山間地等起伏が大きい場所での利用においては、電波伝搬上地形的な影響を受け易いケースが想定される、また複数のほ場、複数農機で同時利用する事を想定した場合は、自動走行、遠隔監視に必要な帯域が確保できないケースが想定されるため、電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査が必要と考えられる。
- ・本検証では、ローカル5Gと自営等BWAが、LTE不感地帯で同等のサービスエリアを提供できる場合において比較したが、一般的な地域BWA装置との比較もあわせて検討が必要。

7 実証結果・考察

4) 検証結果まとめ

本実証の目的

- ・ローカル 5 G、自営等BWA等の通信技術を活用した自動走行トラクターの監視制御の遠隔対応
- ・農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上
- ・自営等BWA等の活用による高精度位置情報提供地域の拡大

地域遠隔監視サービスを見据えた社会実装を図る

検証結果・考察

- ・自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性は高く、目視外エリア等からのタブレット端末を使用した監視制御や、映像AI/異音AIを活用することで、遠隔監視を実施する場所の柔軟化、監視作業の効率化が可能であることが確認できた。
- ・簡素化された農機搭載システムにより、既存農機への追装による遠隔監視対応化等を容易に実施可能であることが確認できた。
- ・可搬型自営等BWAを使用した高精度位置情報提供の柔軟な提供が可能であることが確認できた。

通信基盤、自動走行トラクターの監視制御、通信機器の機能・安定性については進捗したが、実装を見据えたビジネスモデルの実現には、多目的活用を含めた継続した需要増の確保の検討、法整備が必要

上記検証結果・考察を踏まえ、社会実装を進めながら残課題への検証を進める

7 実証結果・考察

5) ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	(1)自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性 - 完全自動走行の実現には、自動走行時のほ場外逸脱、転落等のリスク低減を考慮したほ場区画・農道の整備が望まれる。 - 夜間運用時、左右および後部映像は車両ライトが無いため、ほ場周囲の状況に応じて、カメラの選択もしくは照明装置等の追加が必要。 - 現状は、ほ場の形状による外周仕上げ、コーナー部の仕上げについては有人作業が必要であるため、今後は無人作業部分の拡大や、実装拡大に向けた農家への収支シミュレーション等が必要。	- 自動走行に適したほ場区画・農道の整備 - カメラ、照明装置の追加等による夜間監視対応 - 収支シミュレーションのための実データ収集・分析	- 省庁等、都道府県、市町村 - 農作業請負事業者、遠隔監視事業者 - 農作業請負事業者、遠隔監視事業者	- R6年度以降、省庁、自治体と連携した働きかけを継続して実施 - R6年度 - R6年度
	(2)遠隔監視端末を用いた目視外エリアでの自動走行監視 近傍者が使用する遠隔監視用タブレット端末については、環境の準備が煩雑、タッチ操作による誤操作の対策が不十分等の課題があるため、運用性、操作性の向上に向けた改善が必要。	遠隔監視用タブレット端末の運用性、操作性向上	遠隔監視事業者	R6年度
	タブレット端末は、ほ場近傍作業者が携帯して使用する事を考慮した、屋外利用を想定した画面の視認性や、機器の防塵防水性能、落下、対衝撃性能を考慮した機器選定が必要。	防塵防水、耐衝撃性能の高い遠隔監視用タブレットの選定	農作業請負事業者、遠隔監視事業者	R6年度

7 実証結果・考察

5) ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化 ・ 遠隔監視者側の即時アラートを見逃さないシステム、運用体制の整備が必要。	・ 即時アラートを見逃さないシステム、運用体制の整備	・ 遠隔監視提供事業者	・ R6年度以降
	・ 豪雨時や降雪時等の悪条件下では、現状のカメラ映像やセンサー情報のみでは、遠隔から状況把握が難しく、センサーが正常に動作しないことが想定されるため、より安全に配慮した遠隔監視を実施するためには、車両以外の外部カメラ映像やセンサー情報等の追加が必要。	・ 車両以外の外部カメラ映像やセンサー情報、マップ情報等と連携した環境整備	・ 省庁等、自治体	・ R6年度以降
	・ 1:Nの遠隔監視を行う場合を想定し、監視者による当該車両の判別誤りを防ぐために、複数車両監視に対応した遠隔監視UIが必要。	・ 複数車両監視に対応した遠隔監視UIの整備	・ 遠隔監視提供事業者	・ R6年度以降
	・ 人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知が必要。	・ 人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知検討	・ 遠隔監視提供事業者	・ R6年度以降
	・ 人や障害物等の状況に応じた、警告・自動停止を実施する距離や推定方法の条件付けがさらに必要。	・ アラート距離推定方法のための実データ収集・分析	・ 遠隔監視提供事業者	・ R6年度以降

7 実証結果・考察

5) ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用			
	• 将来的なMaaSレベル4（特定条件下で完全自動運転）運用においては乗客へのサポート、車両側の技術的検証（遠隔操作や制御など）含め検討要であり、MaaS運行主体との連携が必要。	• 乗客へのサポート、車両側の技術的検証を含めたMaaS運行主体との連携	• 遠隔監視提供事業者、自治体	• R6年度以降
	• 複数種の車両を遠隔監視する際に必要となる、遠隔監視者の教育、スキルの維持向上を行うプログラムが必要。	• 遠隔監視者の教育、スキルの維持向上を行うプログラムの検討	• 遠隔監視提供事業者	• R6年度以降
	(5) 農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性			
	• 現状はエンコーダ1台に対しデコーダPC1台の構成であり、複数拠点同時監視を見据えた際に、費用の低減、省スペース化のためにデコーダ側機器の集約・小型化の検討が必要。	• デコーダ側機器の集約・小型化の検討	• 端末ソリューション提供者	• R6年度以降
	• 遠隔監視運用者がより簡易に操作デコーダ機器の設定、調整等を行うことを可能にする、ユーザインタフェース等の整備が必要である。	• エンコーダ・デコーダ機器のユーザインタフェース整備	• 端末ソリューション提供者	• R6年度以降

IV. 実証

7 実証結果・考察

5) ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上 - 切替、切り戻し条件については、採用するネットワーク、トラフィック状況によって調整が必要。 - 地域の状況にあわせた孤立化回避のための複数回線冗長化が必要。	- 切替、切り戻し条件の都度調整 - 地域の運用にあわせたオプションとしての提供メニュー組み込み検討	- 遠隔監視提供事業者 - 遠隔監視提供事業者	- 提供対象発生都度 - 提供対象発生都度
	(7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性 - 携帯キャリアのサービスエリア外でインターネット経由の補正情報を受信するには、基地局設置場所に別途インターネット接続のための固定光回線等が必要。 - 自営等BWAの免許申請の複雑さから農業従事者が独自に免許を取得することが困難。 - 農業従事者が第三級陸上特殊無線技士以上の資格を有している必要があり、運用体制の整備が必要である。 - 現状は自己土地内であったとしても、複数エリア間で基地局を移動する際は、工事設計の変更許可が必要であるが、柔軟な電波エリア形成のためには、届出等のより簡素化された手続（制度）の導入が望ましい。 - 自営等BWAの開設にかかる電波法上の必要な手続きや手順等にかかる情報については、円滑な社会実装を進める上でも広くオープンな形で公開して頂きたい。	- 提供場所に応じたインターネット接続サービスのメニュー化 - 免許取得代行等サービス体制の整備 - 運用サービス体制の整備 - 自己土地内での柔軟な基地局移動等の手続き簡素化	- 遠隔監視提供事業者、自営等BWA環境提供者 - 農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者、自営等BWA環境提供者 - 農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者、自営等BWA環境提供者 - 管轄省庁等	- 提供対象発生都度 - 提供対象発生都度 - 提供対象発生都度 - R6年度以降、管轄省庁等への働きかけを継続

7 実証結果・考察

5) ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	(7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性 - 自己土地よりも広範囲に活用可能な基地局運用のケースに対応可能な、地域単位による共同利用等での移設手続きについても検討が望まれる。 - 中山間地等起伏が大きい場所での利用においては、電波伝搬上地形的な影響を受け易いケースが想定される、また複数の圃場、複数農機で同時利用する事を想定した場合は、自動走行、遠隔監視に必要な帯域が確保できないケースが想定されるため、電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査が必要と考えられる。	- 地域単位による共同利用等での移設手続きの制度化検討 - 電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査	- 管轄省庁等 - 農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者	- R6年度以降、管轄省庁等への働きかけを継続 - 提供対象発生都度
横展開に向けて	実装を見据えたビジネスモデルの実現には、多目的活用を含めた継続した需要増の確保の検討が必要と考えられる。	継続した需要増の確保	自治体、農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者	R6年度以降

V. 実証・横展開の計画

① 実証計画・スケジュール

(1) 実装に向けた具体的計画

2023

本実証

ガイドラインに則した近傍監視制御+遠隔監視支援

現地近傍以外でのながら監視化

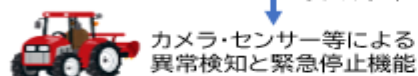


目視→目視外も条件付き許可
(安全性に関わる法制度への提言)
100m以下→数百m

監視・制御のコスト低減 無人走行範囲の拡大

死角からの飛び出し予測や、
作業機の状態を含めた周辺
環境の異常検知を支援(無
人走行範囲拡大検証)

リアルタイム映像+音声



可搬型自営等 BWA装置モデル



可搬型自営等BWA装置による自動走行トラクタの活用地域拡大
LTE不感地域における通信環境提供モデルの有効性検証

遠隔監視システムの高度化による無人作業範囲、安全性の検証

- 自動走行トラクタによる遠隔監視のみでの無人農作業の実現性、目視外エリアでの映像/音声AI検知による遠隔監視の安全性と運用省力化検証
 - 遠隔監視ソリューション利用により高い安全性が確保され、なおかつ無人作業範囲が拡大するという検証結果を取得
- 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクタ遠隔制御の安全性・経済性の検証
- 実証を通じたヒアリング等による顕在ニーズの確認
 - 農作業スケジュール最適化を踏まえた夜間作業の業務委託
 - 自己所有トラクタの遠隔監視による既存農機活用
 - LTE不感地域での自動走行トラクタ活用による省力化

2024-2025

実装

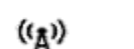
沼田町における自営等BWAを活用した環境提供

通信環境提供



遠隔監視を活用した農作業請負サービスの開始

遠隔監視拠点
(大型モニタ・PC)



・ローカル5G
・キャリア5G/LTE

監視支援

目視/目視外監視+農作業

自動走行トラクター

現地作業員

委託費



- 作業時間削減
- 運用負担削減

遠隔監視を活用した農作業請負サービスの開始

- 主体となる会社(NTT東日本を想定)にて、農作業請負サービスメニューの提供開始
 - JA/請負事業者と連携したサービスメニュー検討
 - 遠隔監視ソリューションの提供
- 岩見沢市において、多様なネットワーク基盤での自動走行トラクタ活用
 - 岩見沢ICT協議会と連携し、自動走行トラクター、遠隔監視ソリューションのニーズ拡大化
- 遠隔監視用通信機器パッケージの販売
 - ソリューション販売、レンタル/サブスクリプションサービス提供

沼田町における、自営等BWAを活用した環境提供

- 自治体/JA等と連携し、自動走行トラクター利用ニーズヒアリング
- 自営等BWA活用エリア検討、サービス提供検討

2026-

横展開

遠隔監視サービス提供対象の拡大

自営等BWAを活用した環境提供 地域の拡大

通信環境提供



法規制に準じた自動走行範囲の拡大に応じた 遠隔監視を活用した農作業請負サービス

遠隔監視拠点
(大型モニタ・PC)



・ローカル5G
・キャリア5G/LTE

監視支援
(民間サービス)

監視支援
(行政サービス)

目視/目視外監視+農作業

自動走行トラクター

現地作業員

地域MaaS等

現地添乗員

委託費



- 作業時間削減
- 運用負担削減

- 運用負担削減

行政サービス事業者

遠隔監視サービス提供対象の拡大

- 安全ガイドラインに準じた自動走行範囲の拡大
 - 公道走行にも対応した自動走行トラクター提供
- 利用地域の拡大(空知地域、北海道等)
 - 農作業請負・遠隔監視サービスの普及・展開について、少額の初期投資負担でサービスを受けられる点を訴求
- 自動走行に対応する農作業機の拡大・多様化(自動走行に対応する農作業・MaaS・除雪等の多様化)
 - 遠隔監視サービスのマルチユース対応としてニーズのある、MaaS自動走行の遠隔サポート、除雪状況の共有・遠隔サポートの提供
- 関連ソリューション/通信基盤の多様化・低価格化
 - 自動走行トラクター利用に必要な通信サービスの全道カバー
 - 冗長化等による高信頼ネットワークソリューション提供

① 実証計画・スケジュール

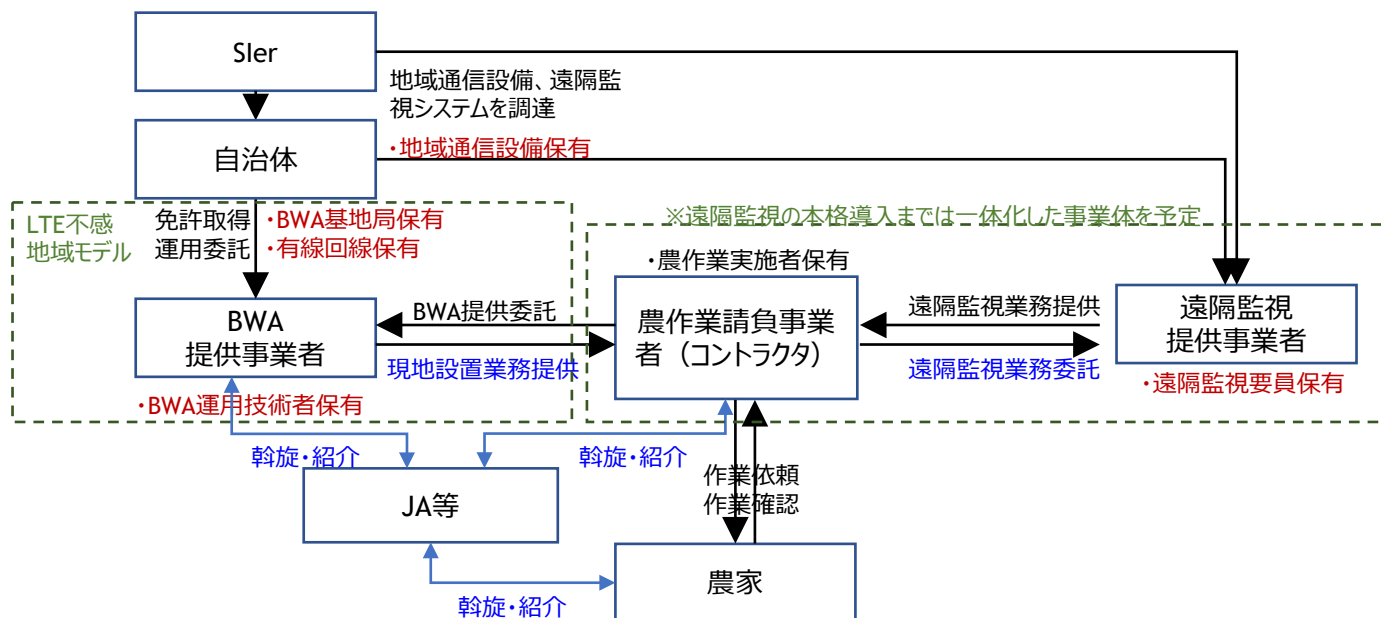
实施体制図



V. 実証・横展開の計画

① 実証計画・スケジュール

(3) ビジネスモデル



- ・ローカル5G等の通信設備は自治体が初期投資を行い構築する。
- ・生産者へのサービス提供は、地域JAの営農相談部門及び金融部門と協調しながらの斡旋、紹介により、農作業を請け負う地域農作業請負事業者（コントラクタ）が実施する。
- ・地域農作業請負事業者（コントラクタ）は遠隔監視提供事業者を活用し、効率的な請負作業を行う。なおコントラクタへの遠隔監視活用はこれまでにないサービスのため、実装初期の岩見沢フィールドではコントラクタと遠隔監視事業者を一体化した体制で実績を上げたうえで、普及を拡大していく。
- ・自営等BWA提供事業者は、地域JAを介した農家、または地域農作業請負事業者（コントラクタ）からの依頼により、可搬型通信環境を提供する。

概要

- ①. 地域ごとの農作業請負事業者（コントラクタ）に対する遠隔監視サービス、自営等BWAサービスの提供
 - ②. ①に加え地域の農作業請負（コントラクタ）事業を含んだサービス提供
- 農家または農作業請負事業者（コントラクタ）所有の自動走行トラクターを使用、請負の窓口は、地域JAの営農相談部門及び金融部門と協調しながら実施、本実証成果に基づくサービス展開について農業農家への普及支援等をおこなう。

収益化モデル

- （ターゲット顧客）
- ・規模拡大や人手不足に面している農家
 - ・岩見沢ICT推進協議会や空知農家ヘニーズヒアリング
 - ・事前ヒアリングでは約20農家の委託サービス期待者あり（単価）
 - ・現状の委託単金を超えない価格（参考：JA委託単金）（顧客数と利用数）
 - ・2025年まで 岩見沢地域1,168haの作業請負（マネタイズモデル）
 - ・コントラクタは遠隔監視業務委託により労務費を効率化
 - ・監視監視提供事業者単独での黒字化可能性を実証期間内に試算

費用負担

- 自動走行トラクター：農家・農作業請負事業者（共用）
 作業機、移動、燃料費：農家
 人件費：①農作業請負事業者（現地）
 ：②遠隔監視事業者（遠隔）

参考) 無線通信基盤システムの比較

・地域ニーズに応じた複数の用途を想定した基盤整備が重要であり、遠隔監視制御は規模に応じてローカル 5 G、BWAが活用できる。

No	比較項目			ローカル 5 G	自営等BWA	Wi-fi Halow
1	電波距離			500m	1km	1km(150kbps)
2	帯域(UL) / NW遅延			30Mbps/0.005s	5～15Mbps/0.05s	～1Mbps/0.1s
3	電波免許			必要	必要	－
4	製品・サービス例			NTT東日本 ギガらく5G	ハイテクインター HNB-5100-BW	フルノシステムズ ACERA 330
5	初期費 (工事費込み想定額)			800万円/基本構成 200万円/基地局追加 10万円/端末	200万円/基本構成 100万円/基地局追加 10万円/端末(SIM有)	50万円/基本構成 50万円/親・中継の追加 10万円/端末(SIM無)
6	運用保守費(オンサイト運用保守の想定額)			420万円/年	50万円/年	50万円/年
7	利用用途への適性	帯域	遅延(NW)	評価（○：適性、▲：性能不足、△：性能超過）		
(1)	IoTセンサー情報管理 (気象、ハウス環境制御)	150k	10s	△	△	○
(2)	RTK位置情報 (農機・ドローン)	150k	0.1s	△	△	○
(3)	カメラ画像転送 (鳥獣害・積雪・河川監視)	500k	10s	△	○	○
(4)	動画配信 (ドローン撮影映像)	1M	1s	△	○	▲
(5)	動画会議 (遠隔営農指導FHD)	2M	0.1s	○	○	▲
(6)	遠隔動画監視制御 (自動走行遠隔監視・制御)	2M/台	0.05s	○	▲ ※カメラ台数による	▲

※ 想定額は現状概算額であり、環境・運用条件等により機器・工事・運用費は変動する。

V. 実証・横展開の計画

参考) 無線通信基盤システムの比較

- ・遠隔監視、または通信のみの提供では、割高になる見込み。
- ・普及には、複数用途を組み合わせた提供による価格低減が必要と想定されることから検討中（例：農作業委託とセット等）

提供口ケ	①光エリア隣接地・キャリア使用不可地域 【今回実証地域】	②光エリア内・キャリア使用可能地域	③光エリア外・キャリア使用不可地域
提供形態	光回線+自営BWA等	光回線+自営BWA等	StarLink + 自営BWA等
提供範囲	基地局から半径1km以内	基地局から半径1km以内	基地局から半径1km以内
帯域(UL)	5～15Mbps	5～15Mbps	8～25Mbps
ケース	キャリア電波が弱い地域	閉域安定通信が必要な地域	キャリア電波が弱い地域
用途	・GNSS情報受信による、ガイダンス利用や自動走行農機の運用 ・営農情報等の農機からのクラウド転送（例：KSAS無線LANユニット）、IP電話利用 ・カメラ画像転送（遠隔監視、防災監視（水位、土砂等）、鳥獣害監視等） ・ドローン利用 ※北海道総合通信局「地域ニーズに応じた自営等BWAの高度利用に関する調査検討会」と連携し、分野横断的な利活用シーンを調査予定		
通信ランニング	基地局1台+端末2台プラン 20万円～/月 ・基地局（レンタル）、光回線、BWA端末・SIM 2式、設定等対応		約4万円～/月
通信イニシャル	80万円～/免許取得費用＜提供事業者負担 想定＞ 10万円/光回線、光BOX設置/所＜利用者負担 想定＞		約44万円
備考	○複数目的の活用も含めた電波範囲の拡大とコスト低減を検討可能 ▲移設に関わる変更手続きが簡素化（複数の土地所有者をまたがる）されれば、より柔軟な運用が可能	○閉域BWAの使用で、通信の安定化が図られ、利用通信量上限も無くなる ○複数目的の活用も含めた電波範囲の拡大とコスト低減を検討可能	▲気象条件により遅延がやや多くなると想定される。 ▲月間データ通信量に応じてランニングコストが高額となり、契約上限を超えると帯域が制限される。 ▲海外プロバイダ扱いになるため、国内クラウドを利用できない場合あり

3 他地域への横展開の方策

対象 (地域・業界団体等)	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
空知地域 (岩見沢市近辺の自治体・農業 経営者)	・実証フィールドである岩見沢市、沼田町を含む27自治体で構成する「空知地方総合開発期成会」(会長：岩見沢市長)における検討状況の共有 ・いわみざわ地域ICT研究会、沼田町スマート農業研究会を通じた、農業経営者への情報展開 ・農作業スケジュール最適化を踏まえた夜間作業の業務委託、自己所有トラクターの遠隔監視による既存農機活用、LTE不感地域での自動走行トラクター活用による省力化等のニーズを確認	・自動走行ロボトラ、監視サービスの実績の、自治体・農業経営者へアウトリーチ ・将来的な協働・相互利用を視野に、下記を予定 ＜展開ステップ＞ ～2025 空知エリアへ展開 2026～ 北海道エリアへ展開	・ソリューションを共同利用することで請負案件が増え、作業者の労務費コストに対する収支が向上する ・高精度位置情報を得ることの可能なエリアの形成は、自動走行および遠隔監視による地域課題解決の実装、横展開に向けた重要課題
空知地域 (沼田町近辺の自治体・農業経 営者)	・可搬型LTEソリューションを実証地域である沼田町からスタートし、実績を積み重ねる	・自動走行トラクターの活用ニーズを具体化しながら、携帯不感エリアを有する地域の調査・特定を実施 ・防災、定住施策等もあわせ、地域通信基盤の整備と両面で検討 ・自治体による地域デジタル基盤活用推進事業や農山漁村地域整備交付金等の活用も提案	・ソリューションを近隣地域で共同利用することで可搬型設備コストを下げることができる ・自動走行トラクター普及の呼び水となり、監視ソリューションのユーザ拡大が見込まれる

4 普及啓発活動

取組概要	実施計画	実施結果	効果の見立て
実証視察会 (メディア、他の自治体等) (参加者へヒアリング調査)	・実証フィールドまたはビデオ上映 等での視察会(積雪前)、視察内 容は実証結果を踏まえて実施	・令和5年12月6日に実施済	・ソリューションの有効性を示すこと で、同様の課題に直面する自治体 からも引き合いが見込まれる
実証意見交換会 (有識者との意見交換会、いわみ ざわICT農業利活用研究会、沼 田町スマート農業研究会、JA等)	・岩見沢産官学連携協定等の枠 組で、いわみざわICT農業利活用 研究会、JAいわみざわや近隣農 家との定期的な意見交換、ニーズ ヒアリングを実施	・令和5年10月に、実証圃場にて 実証内容説明を実施済	・農協経営者の意見を反映でき、 より展開しやすいサービス検討が可 能

4 普及啓発活動

取組概要	実施計画	実施結果	効果
実証デモ視察会 (メディア、他の自治体等) (参加者へヒアリング調査)	実証状況の中間報告と実機によるデモ、機器展示等を実施 参加者 総務省 地域通信振興課、デジタル経済推進室、北海道総合通信局、ボストンコンサルティング、実証団体、他 実施内容 ・ 実証概要等の説明 ・ 機器展示 ・ 意見交換、質疑応答	令和5年12月6日実施済	具体的な実装計画に向けた意見交換と取組の情報発信の実施

V. 実証・横展開の計画

4 普及啓発活動

実証視察会

- ・開催日時：令和5年12月6日（水） 14:00～16:00
- ・開催場所：岩見沢市新産業支援センター3F 産学連携ルーム（北海道岩見沢市有明町南1-2-9）
- ・参加者：
 - 【実証団体】東日本電信電話(株)、岩見沢市、沼田町、国立大学法人北海道大学、(株)クボタ、パナソニックコネク
(株)、シスシステムズ合同会社、ハイテクインター(株)、(株)スマートリンク北海道、(株)はまなすインフォメーショ
ン、日本電信電話(株)
 - 【関係省庁】総務省 地域通信振興課、デジタル経済推進室、北海道総合通信局
 - 【その他】「令和5年度地域ニーズに応じた自営等BWAの高度利用にかかる調査検討会」、「北海道農業
ICT/IoT懇談会」、「北海道デジタルインフラ整備・活用促進協議会 地域デジタル実装分科会」各々
構成員等



図 V.4-1 視察会模様

主な質疑内容

- Q1. 実装、横展開にあたっての需要の創出について、こういったところにニーズがあると考えているのか、またコントラクタはどのような作物、農家の方々が使えるというふうに思っているのか。（総務省地域振興課 小土井様）
- A1. 岩見沢ICT研究会という、地域の先進農家が所属する研究会と意見交換を繰り返しながら提供ソリューションを考えてきた経緯があるので、その先進農家と連携しながらまずは使っていただいたうえで、ニーズを掘り起こして行くことを考えている。適用作物について、最初に請負ができるような作業は、土を起こしたり、細かく砕いたり、あるいは整地したりするような作業から始めたいと考えている。作物の形態別というよりは、ほ場を均す作業を想定しており、共通的な作業の部分で農家さんがオーバーフローするような部分を事業として請け負うような形を考えている。（NTT東日本 澤出、長部）
- Q2. 応用できるような機械は想定しているか。（総務省地域振興課 小土井様）
- A2. 自動で動く農機はトラクターのほか、コンバイン、田植機などが既に市販されているので、収穫作業、田植え作業等も視野に入れたビジネスの選択肢拡大は検討したいと考えている。（NTT東日本 澤出）

V. 実証・横展開の計画

4 普及啓発活動

- Q3. R2年度実証時の課題感として、1足飛びに遠隔監視の自動走行は難しいという意見があったが、その懸念のポイントは費用なのか、技術的な不安要素なのか。また、今回の実証結果で、その課題感がどの程度解決されているのか伺いたい。（総務省地域振興課 佐藤様）
- A3-1. 自動走行による農作業については、直進の操舵ガイダンス機能も入れてない方も多くいる。10年前くらいから市販されているので費用としては安価になってきているが、使用を検討自体が普及してないというのが現状のギャップと考えており、自分で使用しないことにはそもそもニーズが出ないというのが1足飛びに遠隔監視の自動走行は難しいという事情と考えている。（NTT東日本 澤出、長部）
- A3-2. 農家の圃場が分散していることも一つの要因と考えている。自動走行トラクターがAという圃場が終わったらBへ移動する際に、道路交通法による制限を受ける等の課題もあると考えられる。まずは圃場の中をしっかりと作業して欲しい、その際に有人と無人の協調作業を徹底的にやりたいということに大きなニーズがある。無人走行の際に必要な高精度位置情報受信のためのネットワーク環境は整ってきているが、電波不感地帯のところは都市部からはなれるとまだ多くある。その意味では、今回の沼田地区実証は成果として挙げられる。岩見沢の農家は作業スケジュールを最適化するため常に天気も含めたデータ分析をして、自分の作業スケジュールを決めているが、近年は気象環境が変わっており過去の経験値を活かせなくなっており、最適な気象予測情報が欲しいとのことから、岩見沢市は気象観測装置を導入して提供している。収穫時期の検討において、降雨量、時期は非常に重要であり、その情報が見えるとスケジュールを自分で最適化できるようになる。その中で、例えば夜までは農家が実施、次の日の朝までは委託したいというニーズはあると考えている。今回は夜間走行の検証を実施しており、ターゲットとするビジネスモデルとして、来期以降で実装する形を作っていくことを想定して実証を実施してきたということが背景にある。本実証で掲げている実装モデルは、岩見沢で先行的に実施するが、北海道内の同様の作業を実施している地域にも間違いなく同じニーズがあると考えている。横展開では、過去30年以上踏襲している岩見沢と同じ基礎環境を作るとなるとハードルが高くなるので、遠隔監視ができれば初期投資を全くやってない地域に対してもサービス提供が可能ではないかと期待している。（岩見沢市 黄瀬部長）
- Q4. 農家さんに実装させていくイメージはどの様に考えているか。請負の様なものをイメージしているのか。（総務省地域振興課 小土井様）
- A4-1. 機器も含めて基本は請負を想定している。生産者が請負に出す方がいいのか、自分で買った方がいいのかという投資判断は提供価格にかかってくると考えている。（NTT東日本 長部）
- A4-2. 農家は自分の購入しているサービス、トラクターや作業機をしっかりと管理しながら営農している。請負事業者が入ってきて知らないトラクターが作業することは敬遠されたいと考えている。そのようなケースも想定して、自分で持っているトラクターを遠隔監視して欲しいというニーズもあると考えている。遠隔監視に対応できるようなトラクター持っていない農家さんに対しては、コントラクター事業者が機器を持参して、取付、作業を行うということを考えている。もう1つのシーンとしては、自己所有しているトラクターなり作業機を使って、離れた所でも監視をするサービスを提供するというものを想定しているが、今農水省のガイドライン的に言うと、目視可能な近傍で監視する前提なので、ガイドラインの改定等も見据えながら、次のステージに向けたビジネス展開も含めた検討を行っている。そのための基礎ネットワーク環境を今回検証が出来たので、この様なステップを重ねて実施していくというイメージを持っている。提供側も利用する側の事例ができてくると、収穫後の土地を綺麗にして次の収穫に備える事に加えて、生育中の作物に対する追肥作業等、作業内容や時期についての要望が広がってくると考えている。そういったニーズへも対応しながら実装できるかという点については、北海道大学とも連携しながら進めて行きたいと考えている。（岩見沢市 黄瀬様）
- A4-3. 現状は近くに人が居ないと自動走行トラクター等の農作業ロボットは動かさないのでは、結局1か所で1台しか動かさないのであれば、農家が運転すればいいということになってしまう。1か所で複数台動かす場合でも、現状は近くで監視するのが条件であり、普及の妨げになっていると考えている。遠隔監視が実現できれば、1人の監視者が複数の離れた場所、複数のロボットを監視、制御できるため、非常に大きなブレークスルーになると考えている。ロボットの場合、安全上仮に99.9%安全だったとしても、まったく監視なく運用しても安全ですとは言えないので、人による監視というのは外せないと考えている。そういう意味でも遠隔監視は非常に重要であり、こういった実証を通じて安全性をしっかりと確認して行かないと、先に進まないと考えている。（北海道大学 岡本様）