

# 農業・農村地域無線ネットワーク最適化 検討ワーキンググループ【WG1】

---

—検討事項の再整理について—

令和5年2月16日

## 道内農業関連組織・自治体等へのヒアリングにより確認した課題とその対応

### 北海道農業における課題

- 農業世帯の高齢化
- **農家戸数の減少**
- **労働人数が減少するが経営面積は拡大**
- 気候変動に伴う、急激な気象変化への対応・対策
- 世界情勢に伴う、国内自給へ還流の動き
- 国内消費量の減少
- **農業現場(圃場等)での脆弱な通信環境**

### 現場での対応や動き

- 農地の手放し(耕作放棄・販売)
- **スマート農業ソリューションの導入検討**
- **地域インフラとして通信環境の整備(交渉)**
- より高付加価値な作物への転化
- 農産物の高単価化への挑戦
- **大規模化および自動化**
- 担い手の育成 等



道内では人口減少を起因とする農家戸数の減少に伴う、一戸あたりの耕作面積・経営規模拡大が続いており、今後更に加速する見通しにある。そして、その生産性は地域労働力の不足が大きな負担となっており、生産現場の省力化や自動化等の労働代替技術の導入が不可欠となっている。

- スマート農業ソリューションの導入・展開は、道内の農業地域において、地域農業維持のための重要な対応策となっており、とりわけ**自動操舵トラクタ、レベル2ロボットトラクタには強いニーズが存在**。
- 各農業関連メーカーから提供されている、スマート農業関連機器は、利用者の立場から利用しやすい通信形式として、**キャリア4Gを中心とした通信帯に対応した製品群が展開**されている。
- 道内では**キャリア4G(プラチナバンド帯)**の広いエリアカバーを背景に、**自動操舵トラクタ・ロボットトラクタや(スマホ・タブレットによる)生産管理システム等が急速に普及しつつあるが、その一方で中山間地域の圃場などで通信環境整備の未対応からの不感地域が存在しており、導入を妨げている。**

スマート農業に必要とされるネットワークとして、多くはキャリア4Gが活用されているが北海道内では圃場内の不感地帯も存在していることからエリア拡大に対し強い要望がある、また、不感地帯での対応として様々な無線システムの組み合わせを試されている地域もあり、環境と使用用途に合わせたシステムの選択も重要となっている。

⇒WG1の検討の進め方の再整理

当初、エリア・作物を分けて標準的なネットワークの在り方を議論することとしていたが、前記調査の結果、道央・道東など地域を問わず、水田作、畑作、酪農問わず、キャリア4Gを基盤とするスマート農機(LV2ロボットトラクタ、精密制御ドローン等)・ソリューション(Webアプリ上の営農管理システム等)が完全に普及段階にあることが明らかに。このため、WG1の検討を以下のとおり再整理する。

- ①5G、ローカル5G、Wi-Fi6E/Wi-Fi6E/Highなど新たな高度無線技術を活用した完全遠隔無人(集中)制御、画像(動画)センシングAIなど次世代のスマート農業(リモート農業)を道内に実装を進めるためのプロジェクト形成(ただしエリア/作物を想定した標準化を指向することが前提条件)
- ②キャリア4Gの携帯不感地域におけるネットワーク化方策(携帯キャリアによるエリア拡大に加え、代替可能な無線システムの活用方策を含む)及びその支援の在り方についての検討

## 【新たな高度無線技術を活用した次世代スマート農業(リモート農業)実装に向けた検討】

※以下の作業班の他にも構成員より要望があれば新たに作業班を設置し検討

作業班1：道東地区/酪農(牛舎)への高速無線活用型スマート農業(画像AI活用等)モデル化検討

- ①酪農・畜産関係実証成果の集約、中小規模酪農を想定したモデル化(プロジェクト形成)  
(例) フリーストール牛舎での個体管理作業の効率化実証(訓子府、R3-4) 等
- ②既存ソリューションの重畳活用モデル化検討(候補ソリューションの集約・提案)

作業班2：道央・道南地区/

- ①水田作への高速無線活用型スマート農業(LV3ロボットトラクタ等)モデル化検討  
⇒ 岩見沢市・LV3ロボットトラクタ(R2-3)の実装に向けたモデル化(プロジェクト形成)
- ②施設園芸への高速無線活用型スマート農業(画像AI活用等)モデル化検討  
⇒ 道外における実証事例を道内作物にカスタマイズ・実装展開方策の検討(プロジェクト形成)

## 【キャリア4G携帯不感地域のネットワーク化方策及び支援の在り方検討】⇒ 作業班3【新規設置】

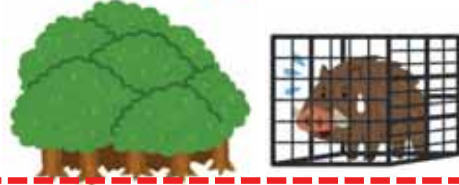
- ①道内の圃場における携帯不感地域の概要把握・類型化
- ②携帯不感地域のネットワーク化方策及び活用可能な支援策の検討  
⇒キャリアによる基地局整備・調整/自治体等による自営等BWA整備(免許要)/sXGP・Wi-Fi整備(免許不要、短距離)  
/LPWA整備(免許不要(要もあり)、長距離、低速)
- ③道内農場におけるネットワーク整備に係る相談体制の在り方検討

携帯不感地域(4G LTE)のネットワーク化方針検討↓作業班3を設置

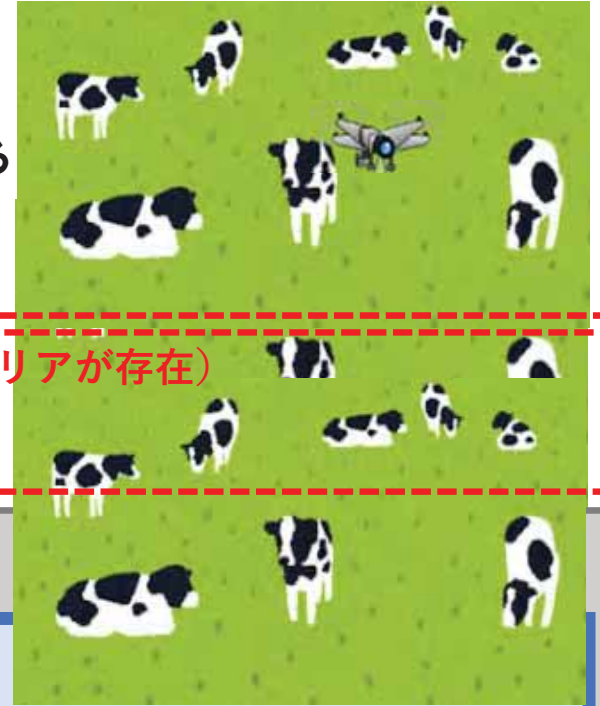
携帯エリア整備が困難な地域(代替策も困難)

⇒LPWAなど低速・低コスト網によるネットワーク化(⇒センシング等で活用)

山林(獣害対策  
センサー等)

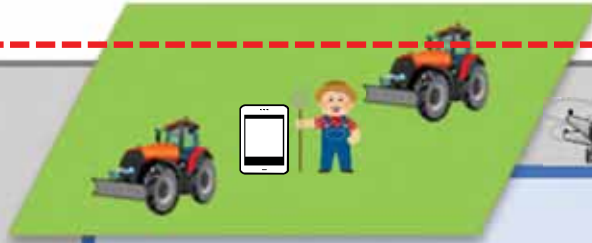


GPSセンサー等による  
牛の状態把握

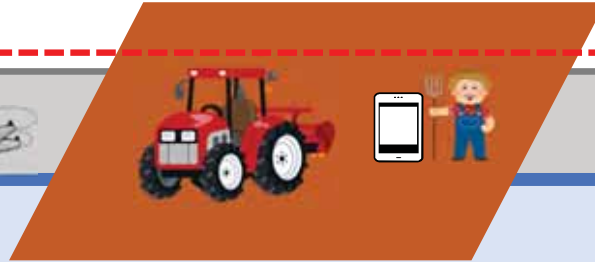


農地に対しても携帯エリア整備要望が顕在化(中山間地域を中心に不感エリアが存在)

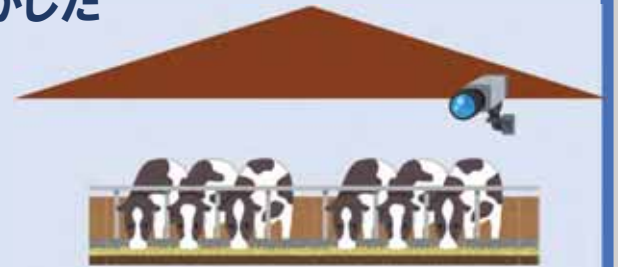
⇒対応方策(代替策含む)の検討



水田作



畑作(露地)



酪農(放牧地)

酪農(牛舎)

・高度ロボット・画像AIなど高速・低遅延ネットワーク(5G等)を生かしたより自動化の進んだ「リモート農業」を展開するエリアと整備方策

(特にローカル5G実証案件の道内標準モデル化・実装展開)

⇒作業班1、2で

具体化検討(要望があればさらに作業班設置)



施設園芸

キャリア4Gエリア

キャリア4G(LTE)⇒スマート農業の標準的なネットワーク環境として利用が急速に拡大

(LV2ロボットトラクタ、SIM対応ドローン、センシング、生産管理システム(スマホ・タブレット等))

- 「デジタル田園都市国家構想」の実現に向けて、地方公共団体等によるデジタル技術を活用した地域課題解決の取組を加速・高度化させるため、地域の状況に応じて、  
①デジタル技術の導入・運用計画の策定、②デジタル基盤の整備、③ローカル5G等の新しい通信技術を活用した地域課題解決モデルの創出(社会実証)等を総合的に支援。

## (1) 計画策定支援

### ● 事業内容

デジタル技術を活用して地域課題の解決を図るための効率的・効果的な導入・運用計画の策定を支援(専門人材によるハンズオン支援等)

何から着手すれば良いかわからない…



費用対効果を高めたい…



地域のステークホルダーと連携して、持続可能な推進体制を構築したい

**2億円程度**

**令和5年2月頃 公募開始予定**

## (2) 新たな地域課題解決モデルの創出(実証事業)

### ● 事業内容

ローカル5G、Wi-Fi HaLow、Wi-Fi 6E等の新しい通信技術を活用した地域課題解決モデルを創出するための社会実証を実施



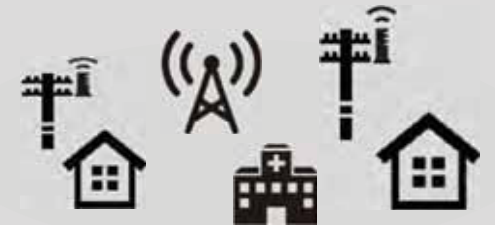
**10億円程度**

**令和5年4月頃 公募開始予定**

## (3) 地域デジタル基盤の整備支援(補助事業)

### ● 事業内容

ローカル5G、Wi-Fi、LPWA等を活用した地域のデジタル基盤(通信インフラ)の整備を支援(整備費用の1/2を補助)



**8億円程度**

**令和5年4月頃 公募開始予定**

地域デジタル基盤活用推進事業

R4補正 20.0億円 R5当初 1.4億円(新規)

# 作業班 1 : 実証イメージ

一般的な酪農での課題をベースに記載をしております。質問票へのご回答をもとに実施イメージを詳細化いたします。

仮テーマ : 中小規模酪農生産者のLTE等を利用した労働時間短縮への取組み



屋内外の取組み実施により、労働時間  
●●%削減をめざす



【テーマ①】  
飼料タンク可視化による  
飼料管理の効率化

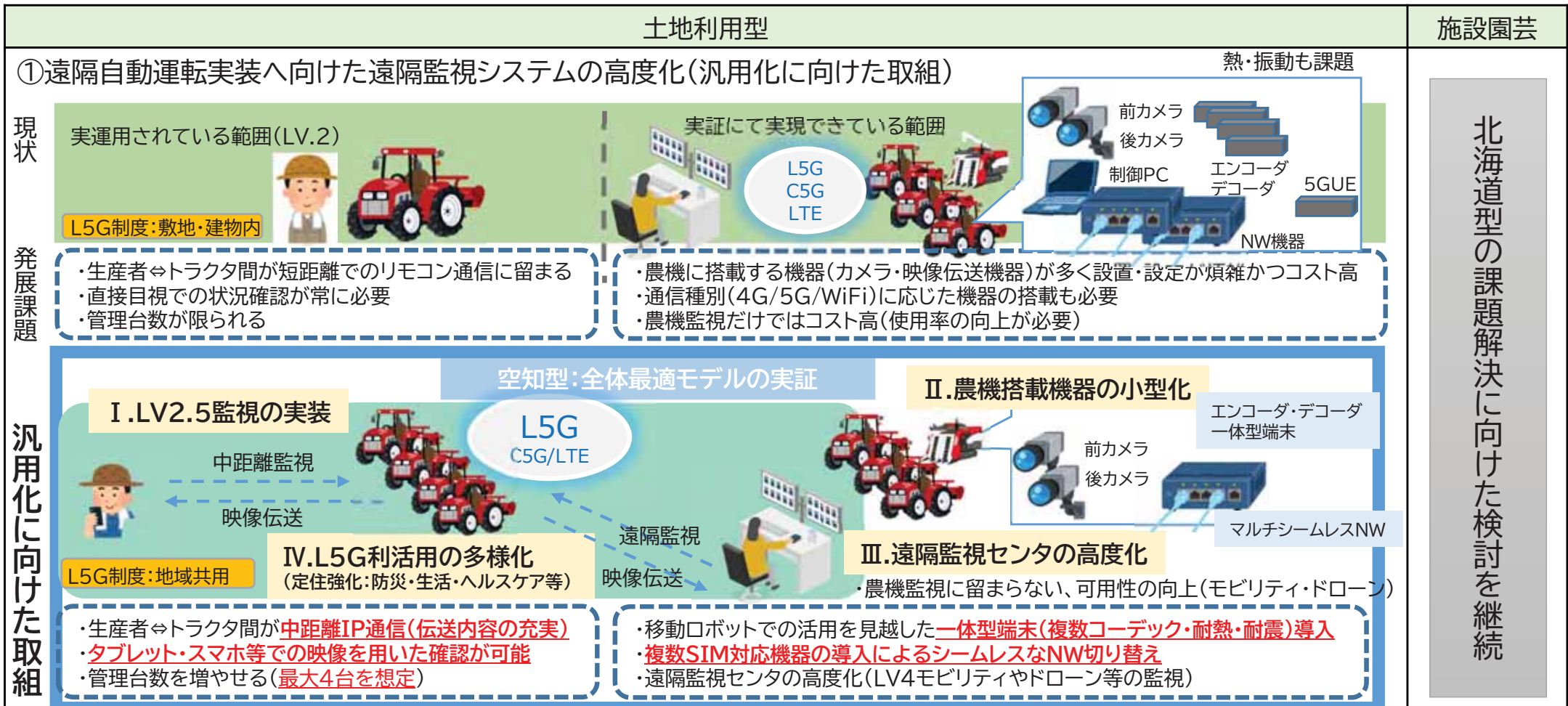
【テーマ②】  
スマートグラスを活用した  
遠隔診療とドローンによる薬配送

【テーマ③】  
LPWAによる放牧牛管理  
の効率化

# 作業班2：実証イメージ

## 農業ICT/IOT懇談会 WG1作業班②資料(土地利用型案)

直近実装が望まれる遠隔自動運転の実現に向け、現状の課題を解決するためLv2からの発展を皮切りに社会実装に適した装備での評価を空知管内自治体で実施することを検討



# (参考2)携帯電話等エリア整備事業(総務省予算) ①概要【作業班3関係】

地理的に条件不利な地域(過疎地、辺地、離島、半島など)において携帯電話等を利用可能とするとともに、5G等の高度化サービスの普及を促進することにより、電波の利用に関する不均衡を緩和し、電波の適正な利用を確保することを目的とする。

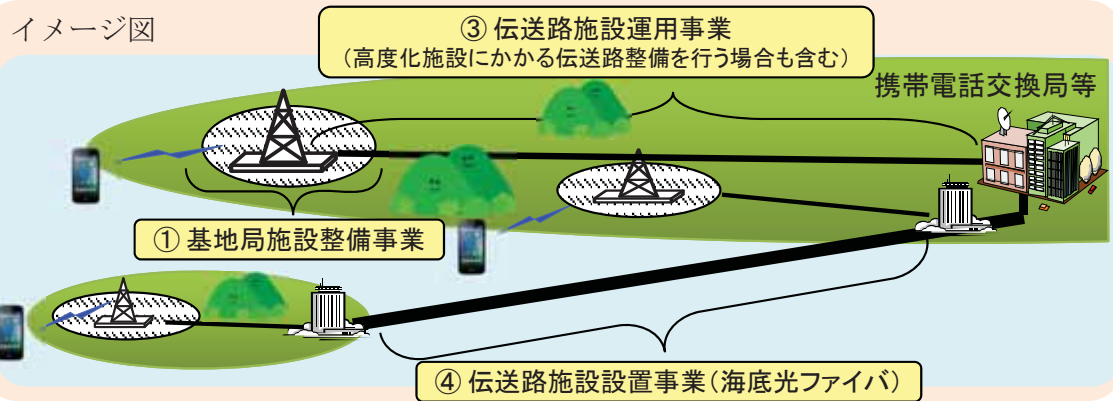
## 施策の概要

令和5年度予算案 1,798百万円  
 令和4年度第2次補正予算額 1,001百万円  
 (令和4年度予算額 1,500百万円)

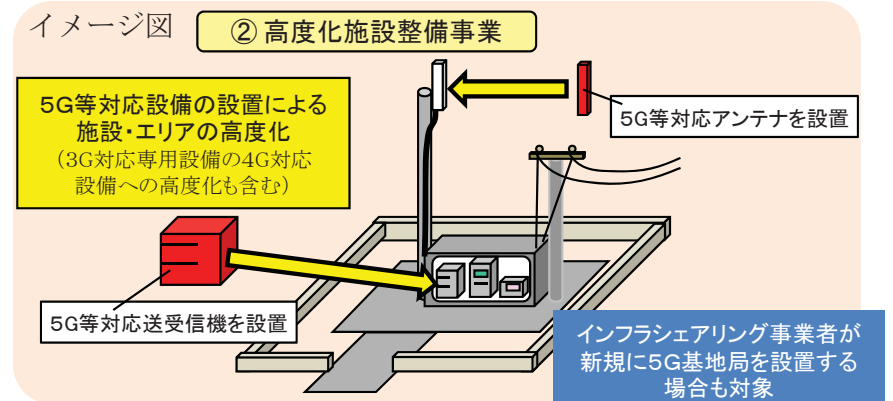
事業名	事業内容	事業主体	補助率												
① 基地局施設整備事業	圏外解消のため、携帯電話等の基地局施設を設置する場合の整備費を補助	地方公共団体／無線通信事業者／インフラシェアリング事業者※1	事業主体:地方公共団体 【1社参画の場合】 <table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>都道府県</td> <td>市町村※2</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>1/5</td> <td>3/10</td> </tr> </table> 【複数社参画の場合】 <table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>都道府県</td> <td>市町村※2</td> </tr> <tr> <td>2/3</td> <td>2/15</td> <td>1/5</td> </tr> </table> ※2:地方自治法等に基づき一部は携帯電話事業者において負担	国	都道府県	市町村※2	1/2	1/5	3/10	国	都道府県	市町村※2	2/3	2/15	1/5
国	都道府県	市町村※2													
1/2	1/5	3/10													
国	都道府県	市町村※2													
2/3	2/15	1/5													
② 高度化施設整備事業	3G・4Gを利用できるエリアで高度化無線通信を行うため、5G等の携帯電話の基地局を設置する場合の整備費を補助	無線通信事業者／インフラシェアリング事業者※1	事業主体:無線通信事業者、インフラシェアリング事業者※3 【1社整備の場合】 <table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>無線通信事業者</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>1/2</td> </tr> </table> 【複数社共同整備等の場合】 <table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>無線通信事業者等</td> </tr> <tr> <td>2/3</td> <td>1/3</td> </tr> </table> ※3:基地局施設整備事業の補助対象地域は、財政力指数0.5以下の市町村	国	無線通信事業者	1/2	1/2	国	無線通信事業者等	2/3	1/3				
国	無線通信事業者														
1/2	1/2														
国	無線通信事業者等														
2/3	1/3														
③ 伝送路施設運用事業	圏外解消又は高度化無線通信を行うため、携帯電話等の基地局開設に必要な伝送路を整備する場合の運用費を補助	無線通信事業者／インフラシェアリング事業者※1	【圏外解消用 100世帯以上】 【高度化無線通信用 1社整備の場合】 <table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>無線通信事業者等</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>1/2</td> </tr> </table> 【圏外解消用 100世帯未満】 【高度化無線通信用 複数社共同整備等の場合】 <table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>無線通信事業者等</td> </tr> <tr> <td>2/3</td> <td>1/3</td> </tr> </table>	国	無線通信事業者等	1/2	1/2	国	無線通信事業者等	2/3	1/3				
国	無線通信事業者等														
1/2	1/2														
国	無線通信事業者等														
2/3	1/3														
④ 伝送路施設設置事業	圏外解消のため、携帯電話等の基地局開設に必要な伝送路を設置する場合の整備費を補助	地方公共団体	<table border="1"> <tr> <td>国</td> <td>離島市町村</td> </tr> <tr> <td>2/3※4</td> <td>1/3</td> </tr> </table> ※4:財政力指数0.3未満の有人国境離島市町村(全部離島)が設置する場合は4/5、道府県・離島以外市町村の場合は1/2、東京都の場合は1/3	国	離島市町村	2/3※4	1/3								
国	離島市町村														
2/3※4	1/3														

※1 本事業において、インフラシェアリング事業者とは、自らは携帯電話サービスを行わず、専ら複数の無線通信事業者が鉄塔やアンテナなどを共用(インフラシェアリング)して携帯電話サービスを提供するために必要な設備を整備する者をいいます。

### イメージ図



### イメージ図

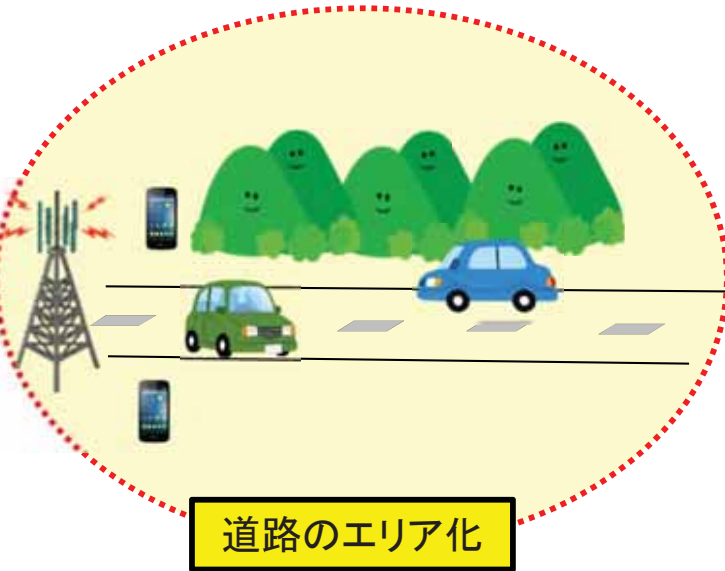




補助対象エリアは非居住エリアのみ(具体的には、道路、活火山、活火山以外の山岳地域にある登山道、自然公園、農林業の作業場等)とする。

なお、非居住エリアの不感対策を目的に事業実施した結果、居住地にも電波が行き届くケースを補助対象とすることを妨げない。

補助対象となる場合



補助対象とならない場合



## 参考資料

### 1 道内スマート農業調査結果(中間報告)

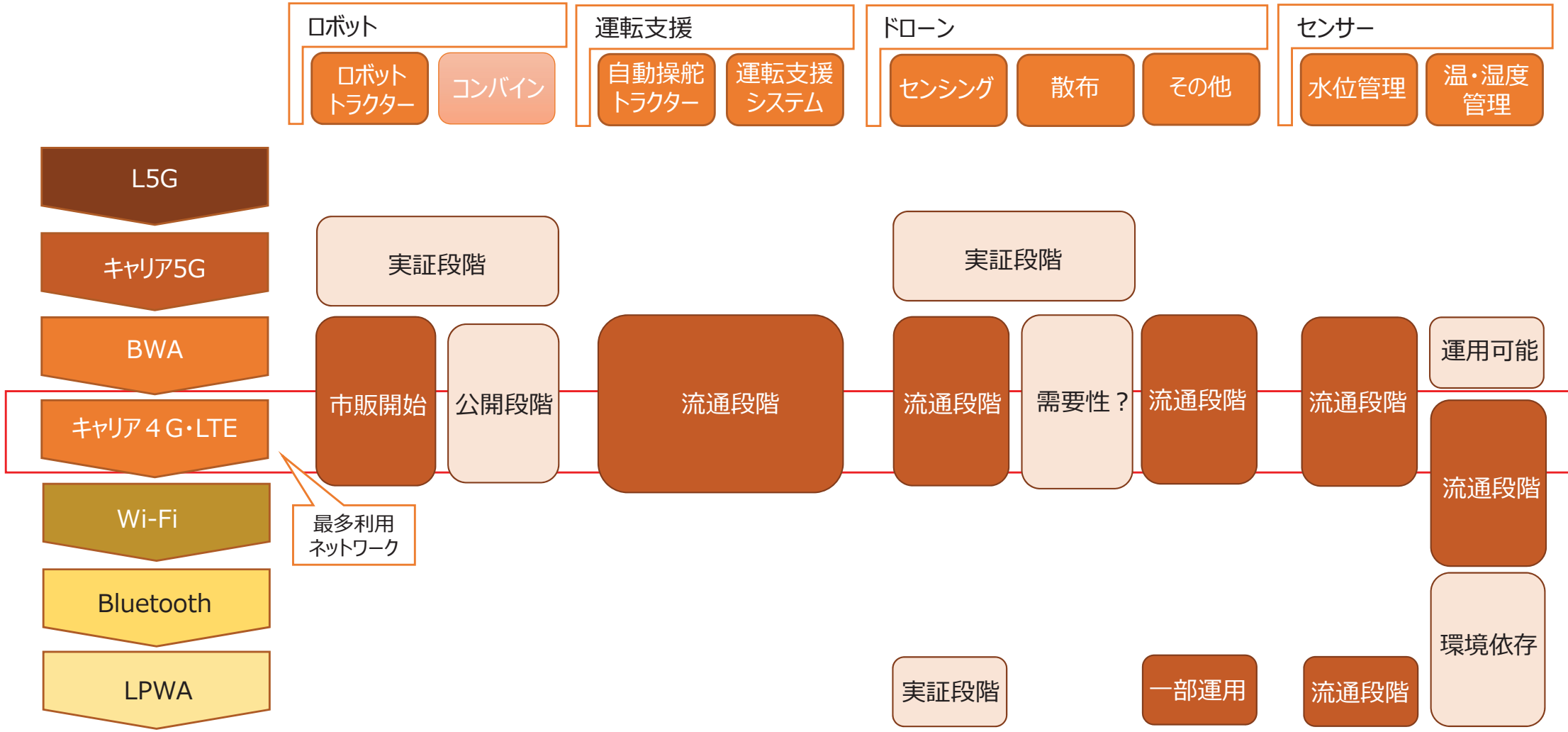
- (1)道内で普及が進むスマート農機・ソリューションと無線システムの関係について
- (2)農業関係者へのスマート農機・ソリューションに関するヒアリング概要について

### 2 スマート農業に利用できるネットワークについて

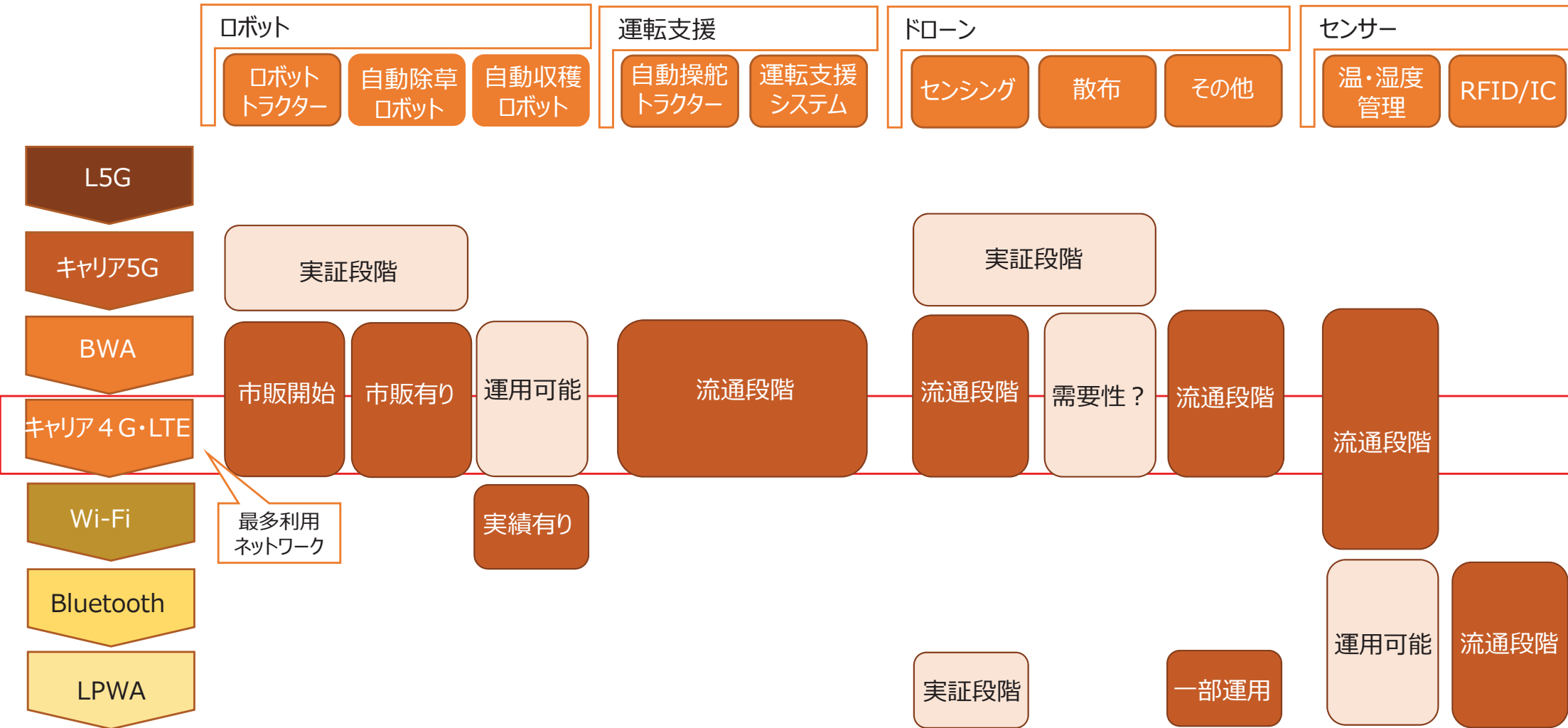
### 3 総務省課題解決型ローカル5G実証における農業関係プロジェクト (農林水産省・スマート農業実証と連携実施)

## 道内スマート農業調査結果(中間報告)

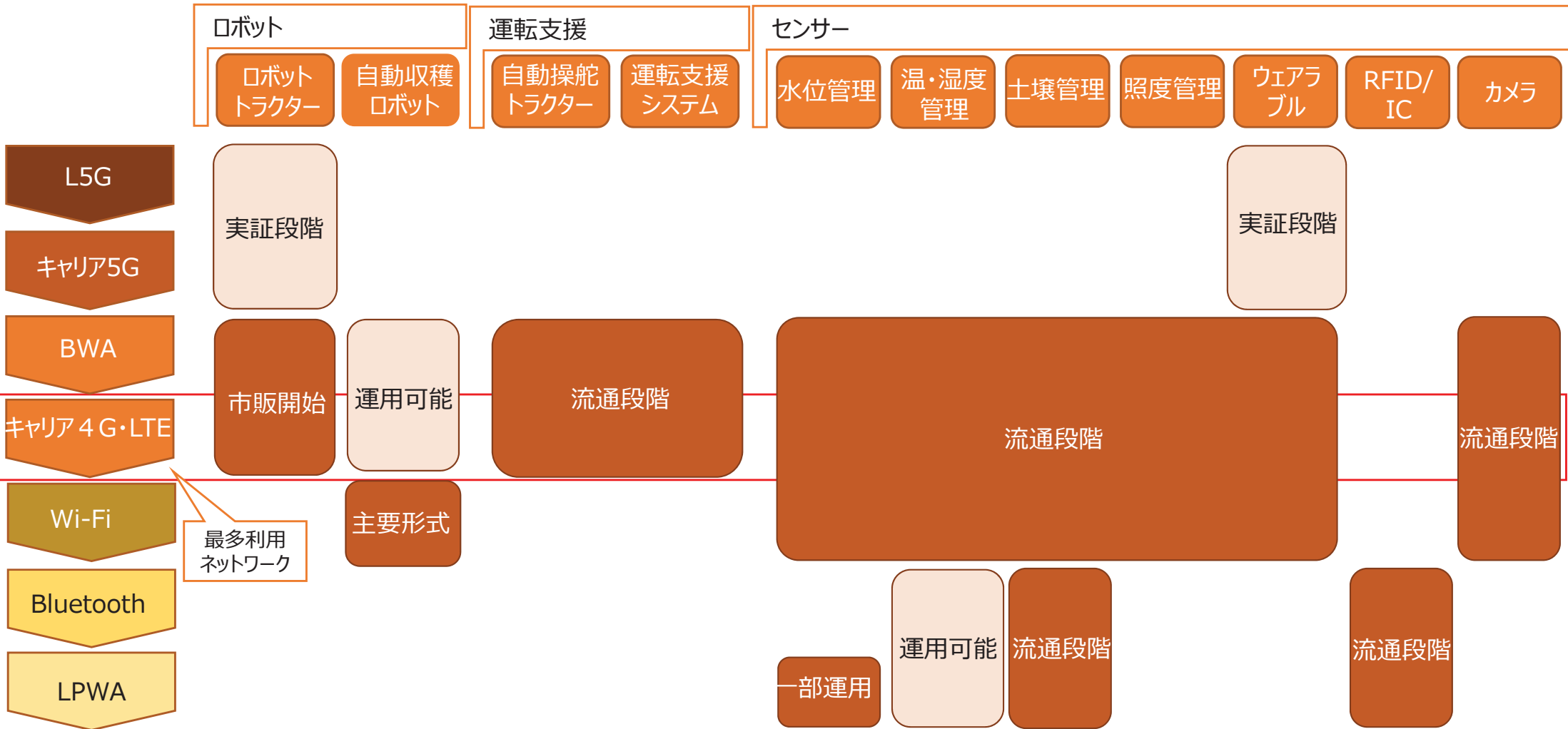
- (1) 道内で普及が進むスマート農機・ソリューションと無線システムの関係について



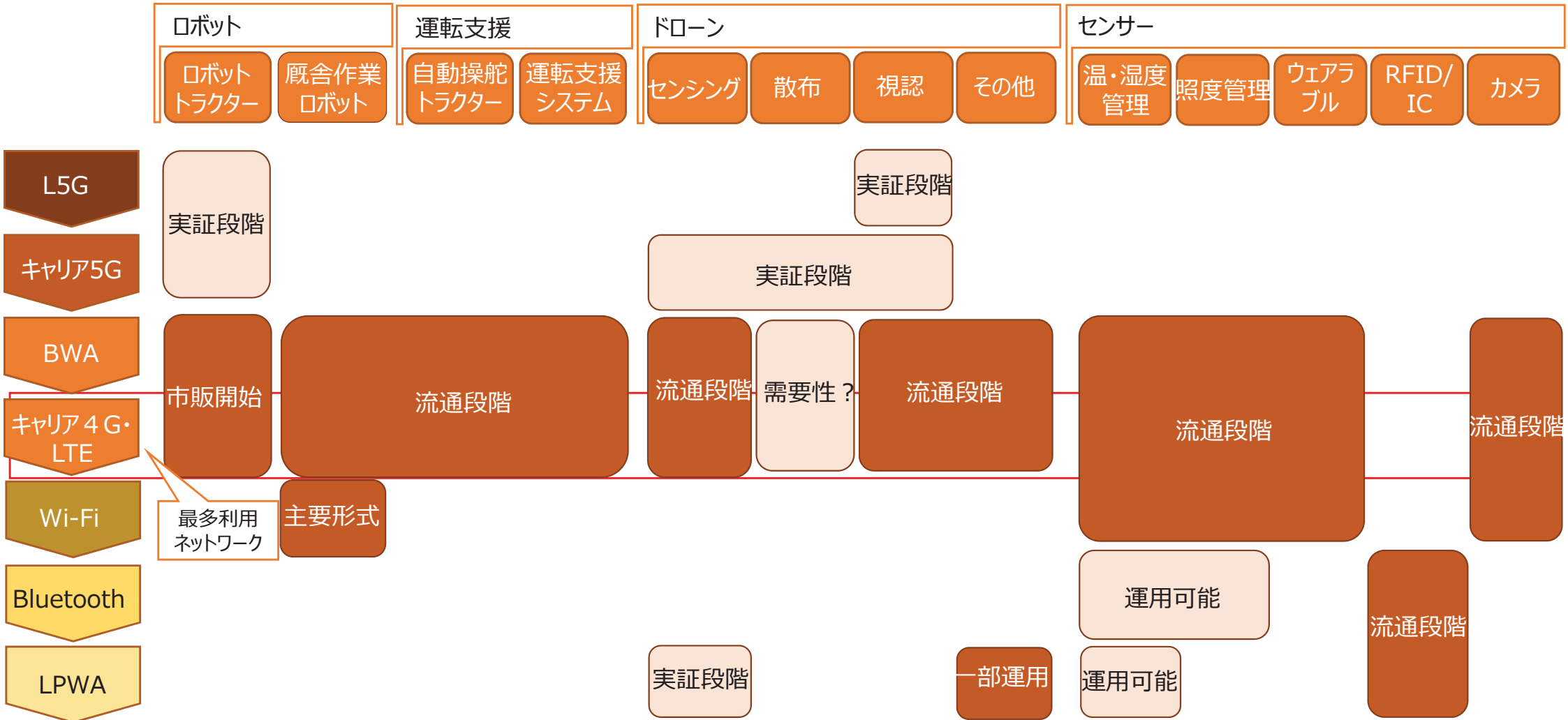
- 普及している自動操舵はRTKとGNSSで運用。RTKはキャリア4Gか3Gを利用
- ドローンは基本目視・操縦だが、精密性などを目的に4GのSIM運用需要がある
- ドローンによるセンシングは、目視飛行させ、データはSDカードで抜き取るのが主流
- 水位管理は導入希望がある



- 自動操舵の恩恵は大きい
- 普及している自動操舵はRTKとGNSSで運用。RTKはキャリア4Gか3Gを利用
- 不感地域では利用できない
- ドローンは基本目視・操縦だが、精密性などを目的に4GのSIM運用需要がある
- ドローンによるセンシングは、目視飛行させ、データはSDカードで抜き取るのが主流



- 水田からの転作でハウスは増えてきている
- 技術指導にスマートグラスの活用なども検討したが、品種などにより異なるため採用は困難
- 各家庭まで光ファイバが来ている、ハウスまでは距離がある



- 酪農はフリーストール牛舎が多い
- 草地の管理は、畑ほど精密さは要求されない
- 牛追いなどでのドローンの活用は実証レベル
- LPWA等での牛の場所把握は実証レベル

## **(2)農業関係者へのスマート農機・ソリューション に関するヒアリング概要について**



## ヒアリング先の一覧（次ページ以降の回答冒頭の○数字は回答区分を示す）

### ① 農業団体

JA上士幌、JA清里、JAけねべつTMRセンター、JAしれとこ斜里、JAつべつ、十勝農業協同組合連合会、JA東宗谷、ホクレン農業協同組合連合会、北海道ワイン株式会社

### ② 農機ベンダー、ソリューションベンダー

井関農機株式会社、北日本スカイテック株式会社、株式会社クボタ、農研機構 北海道農業研究センター、株式会社ファームノート、北海道ドローン協会、ヤンマーアグリ株式会社

### ③ 自治体等

上士幌町、更別村、斜里町、当別町、富良野市、別海町、北海道、北海道開発局、北海道農業機械工業会、北海道農政事務所、酪農学園大学、

## 【ロボット・運転支援】

- ① RTKシステムを使った自動操舵トラクタを導入しているのは、十勝・オホーツクの大規模な畑作農家が主体。
- ① ホクレンRTKの位置補正情報を利用して自動運転を実施（回答多数）。
- ① 自動操舵装置、クロープスペックシステム、可変施肥対応のブロードキャストを導入。
- ① 酪農に自動操舵トラクタは必要無いという方が多いが、導入しているところもある。
- ① RTK基準局は要望があり独自で設置。
- ① 北海道は、本州と異なり経営面積が大規模なので、自動化のニーズは多い。
- ② 水田・畑作に関しては、基本的には主に自動化・ロボットが展開。酪農分野ではロボトラの活用まで至っていない。
- ② 通常の自動操舵と、ロボットトラクターによる完璧な自動操舵の両方を製品化。
- ② ロボットトラクタの現状の考えとしてはレベル2の運用で十分ニーズに対応しているのではないか。
- ② ロボットの今後の普及が期待されるのは、現在は手作業のため時間がかかっている作業をロボットにより時間が短縮される分野。
- ③ 早期にRTKを導入している地域は、自治体の対応ではなく農業団体が単独で導入した。
- ③ RTK-GNSSの利用を中心とした自動トラクターは、現場で多く利用されていると認識。
- ③ 自動操舵装置のレベル2は補助事業や自己資金により導入、可変施肥システムも同様に導入されている。
- ③ 自動操舵農機の普及状況は、コンバイン・田植機は本州の方が多く、北海道ではトラクタが多い。

## 【ドローン】

- ①（自動操舵トラクタは多くの農家が導入しているが）ドローンは先進的な農家が導入し始めた段階。
- ② ドローンは、リモートセンシングで使う場合と農薬散布で使う場合の両方が考えられる。
- ② ドローンは計測用としてリモートセンシングで生育診断を行い、可変追肥や収穫適期の確認等に利用。
- ② ドローンでは2.4GHz帯で制御するラジコンタイプのものが多く、データは内蔵のSDカードに保存し後から取り出しを実施。
- ③ ドローンにおいて、牛の受精卵を運ぶ実証を実施。

## 【ドローン（続）】

- ②ドローンをリアルタイムで（ネットワークに常時）つなげるメリットは、遠隔で解析ができるところ。
- ②ドローンの用途は散布用。ヘリでの散布は手動だったが、自動で精密に散布するためにネットワーク利用（RTK）は増加する。
- ②農業ではドローンの利用は目視内であるため、制御用ネットワークは2.4GHzの無線で十分。
- ③ドローンは、GPSをつんでおりRTKを使用しているものもある。その場合はキャリア4GのSIMを入れている。

## 【センシング・営農支援ソリューション】

- ①畑作農家は農協の営農支援システムを導入し、衛星を用いたセンシングも実施。
- ①農協主体で気象センサを導入。
- ①施設園芸は行っていないが、春先にビートの苗を作るハウスでの温度管理をネットで確認するシステムを利用。
- ①タブレット端末にSIMを入れクラウドサーバ経由でデータ通信を行い、タブレット端末に情報を表示するシステムを導入。
- ①画像AIによる牛の個体識別システムでは、常に違う動きをする牛を識別するのは難しい。ある程度成果はあったが100%の精度には至らなかった。
- ①農家にタブレット端末を配布し、牛の疾病・繁殖等の各団体が所有している各種情報を一元化し、参照できるシステムを構築。
- ①牛舎内ではセンシング利用が主になると考えている。
- ①各酪農家で発情期の検知等が出来るシステムを導入。
- ①独自の温度センサー・気象センサー（LTE、LPWA併用）を設置し、その情報を集約するモニタリングシステムで情報を提供。
- ①衛星、ドローンを用いたリモートセンシングを行っているが、有用な使い方については検討中。
- ②収集したデータからメッシュマップを作成し、これに基づき可変施肥を実施。
- ②LPWAによりスマホベースで水位・水温の監視等を実施。
- ③リモートセンシングは導入が進んでいないと思う。

### 【携帯（キャリア4G/LTE）】

- ①RTKは携帯電話(LTE)が必要。課題は携帯エリア外の圃場。
- ①RTK受信のため、インターネット環境でトラクタがLTEを受信できることが重要である。
- ①センシングはキャリアのLTEがメインであり、端末はスマホを使用するケースが多い、畑作は丘陵地の不感対策、畜産はそもそも携帯エリア化が課題。
- ①圃場全体が携帯エリアカバーされておらず、何かあった際の連絡手段として携帯電話が通じない場所が課題。
- ①中山間地では、携帯電波が届いていない場所もあり、どうカバーするかが課題。
- ①ネットワークとしては、LTEを使用しているシステムが増加しており、携帯電話事業者に受信環境改善を相談し環境改善を実施。
- ①中山間地で携帯電話の不感地帯が多く3割の畑が不感地帯。
- ①ドローンでRTKを利用するためLTEの電波が必要、携帯電話不感地帯ではLPWA（LoRaWAN）での対応が可能か検討。
- ①（自治体で実施する）携帯エリア整備事業は、一部の整備では農家に対し不平等になる、また、エリア内外で畑の価値にも影響するので役場の対応も難しいのではないか。
- ①携帯電波が届かない条件の悪い圃場から離農があり、売りに出すにしても斡旋が難しい。
- ①圃場の携帯不感地帯はJA内圃場の数%だが、その圃場の方にとっては数%ではない。JAとしては当該農家の意見を無視できない。
- ②ネットワークについては自動操舵、GNSSを中心として基本的にはRTKの関係で携帯を使用。
- ②ドローンの制御で目視外飛行の場合、基本的にはネットワークはキャリア4Gを使用。
- ②携帯不感地帯がなくなることが理想だが、RTKでは携帯エリア外での運用もあることから他の無線システムでの運用も検討。
- ②基本的にRTKではLTE回線を使って補正を実施しており、圃場全体をLTEでカバーする必要がある。
- ②北海道の自動走行インフラに関しては、ホクレンや農協が整備をしているもの（基準局）をLTEを通じて活用していくことが現実的。
- ②辺境の地で携帯電波強度が脆弱だとビジネス的には難しい。全体の一、二割程度はある印象。
- ②ドローンのLTEを利用した運用は少数、2km程度以内の運用が多いが、希に目視外1km程度の運用がありLTEで補正を行う場合があり、エリア化されていない場所ではどのように運用するかが課題。
- ②ドローンは、エリア外ではプログラミングで自動飛行を行うことが多いが、RTKで補正を行っている場合もありLTEはあった方が良い。
- ②キャリア4G以外のネットワークでRTKを用いると、そのエリア外に自動トラクタが出ると再調整が必要になる。キャリア4Gでは不要。

### 【携帯（キャリア4G/LTE）（続）】

- ③ドローンの目視外飛行の場合、LTEが繋がっていると画像で状況確認もできるため、圃場全体をLTEでカバー出来る事が望ましい。
- ③地理的条件により携帯不感地帯は多く存在、圃場のエリア化の要望を具体化し、事業者にも実態を伝えられるよう地元で話をつないでいる。
- ③RTK・GNSSが使えるよう4GLTEが隅々まで届くことが重要、現在、ほとんどの技術でRTK-GNSSを使用するため4G・LTEは必要。

### 【LPWA・Wi-Fi】

- ①センサはWi-Fiを使用してハウス内の温度、湿度、苗の水分を観測しデータをスマホで確認、その際のSIMカードをトラクタ、ハウスで使い回しを実施しているが、使用時期が違うので問題は生じていない。
- ①ネットワークをキャリアLTEのエリア外は、Sigfox、LoRaを使用して、温度センサーの情報を集約することを運用中。

### 【その他】

- ①自動操舵の導入が進んだ時期に衛星受信のため防風林の伐採を実施。見極めが難しいが電波遮蔽の場合伐採することもある。
- ①ドローンも免許、操作に勉強が必要で、購入ができてても先進的な方以外は操作が課題。
- ①酪農は山、沢、起伏があり携帯電波が届きにくい、LPWAは通信速度が遅く使えないので、みちびきのCLAS（シーラス）を使用したものを検討。
- ②今後はNトリップ方式が主流になるので、課題は基準局の確保。
- ②ドローンは道路を跨いではいけないなどの制約がある。一番大きい制約は操縦者の他に補助者が必要なこと。補助者の役割を画像で代替できると良い。
- ②酪農では携帯エリア外が多いため、衛星利用（みちびき）も検討している。
- ③農地でドローンを飛ばす際、機械性能的にはプログラムにより自動で飛ぶことが可能だが、安全上の理由により、操縦者とドローンは常に電波で繋がっていることが必要。制御系はLTEの場合もあるが、多くは送信機から2.4GHz帯の電波を利用。

### 3 スマート農業に対する5Gの活用に関する意見

#### 【5G・ローカル5Gに関する意見】

- ①コスト問題の解決が必要。
- ①将来的には5Gを利用して実証試験を検討したいが、カバーエリアが狭いのが課題。
- ①酪農で5Gを活用できる分野は画像、多数の人にメリットがあるのは牛舎内の画像診断。
- ②北海道の農業は密度が薄く圃場が大きい。北海道での利用を考えるとある程度は電波が飛ばないと困る。
- ②画像を取り扱うセンシングは解析とセットで行うが、現在、解析は画像収集後（SDカード等で取り出して）解析するのが主であり、（5Gの特性を生かせる）リアルタイム解析は「あったらいい」という程度。
- ②（5Gによる）高精細画像利用のニーズは現在あまり聞かないが、あったら良いというのは間違いない。
- ③ローカル5Gのネックはエリアが1キロの範囲、基地局の設置が高額。
- ③ローカル5Gは施設園芸のハウス内や牛舎の中では有効ではないか。
- ③ローカル5Gを活用したエリア内で自動運行バスの取り組みを施設園芸と重畳して検討。
- ③5G・ローカル5Gを、狭い範囲で成功できる利用法で実施することには意義がある。
- ③農業分野では、全体としては現在ローカル5Gを利用しようという発想はなく、個別分野に必要なになるかどうか。

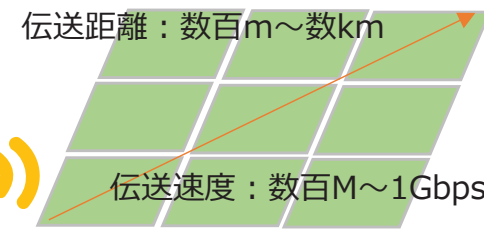
#### 【レベル3自動トラクタに関する意見】

- ①レベル3よりもまず、レベル2自動操舵の全農家導入を目指している。
- ①5Gのレベル3よりも、4Gのレベル2が先。ローカル5Gでカバーエリアが1kmだと狭すぎる。
- ①自動トラクタのレベル3は、あれば便利だがコストや安全面が懸念事項。
- ①酪農地帯においてはレベル3のロボトラをやらなくても、自動操舵をどれだけ遠隔操作で確保できるかが重要。
- ②レベル3は、5Gエリアの普及状況を考えると現在は厳しいという印象。
- ②まずはLTE（レベル2）で安定させての使用や、本体側の安全性を高める等で進めていくことを目指している。
- ②レベル3も使用出来るようにしておくことは必要。2～3年でロボトラで作業できるようになると考えている。
- ③ロボトラを用いてレベル3を早期に実施したい。

# スマート農業に利用できるネットワークについて

## キャリア4G(LTE)

- 現在利用されている主なスマート農業ソリューションにおいて、コスト、伝送距離、伝送速度の面でもっとも使い勝手がよく、対応製品も多い。
- 特にトラクター等の運転支援においては、**スマホによりRTK補正信号を受信している事例が急速に普及**しており、北海道内では今後も主流になると考えられる。
- 圃場等ではエリア化していない場合も多いため、他の無線システムとの組み合わせも重要。



○ロボットトラクター、運転支援 / ○ドローン（センシング、散布、視認） / ○センサー（水管理、温度湿度、土壌管理、ウェアラブル、RFID）



**スマート農業の利用がキャリア4Gのエリア内であることが前提となっているという事例が多く存在。**

### スマホ利用を基本として4Gの代替手段として考えられる無線システム



	自営/地域BWA	sXGP	Wi-Fi
	プライベートLTE		
システムの特徴及び共用可能ソリューション	トラクター / ドローン / センサー 運用が携帯キャリア以外となる点が相違点。スペックは4Gとほぼ同等。 <b>農業ソリューションとしてもすべて共用可能。</b>	ドローン（目視内） / センサー（屋内） 1.9GHz帯を利用する免許不要の自営無線。Wi-Fiに比べトラフィックが少ないため <b>安定した通信が期待</b> できる。	ドローン（目視内） / センサー（屋内） sXGPと同様近距離通信。ただし、 <b>回線速度は4Gと同等以上</b> 。920MHz帯のWi-Fi HaLowにおいては数kmの伝送が可能。
通信距離/速度	数km / 数M～1Gbps	数十～数百m / 10Mbps	数十m / 数M～1Gbps
スマホ利用	○ (iphone、Android) バンド41：一部非対応端末あり	○ (iphone、Android) バンド39：一部非対応端末あり	○ (iphone、Android)

電源及びバックボーン回線として光ファイバーが必要



スマート農業のネットワークとして、多くはキャリア4Gが活用されているが道内では圃場内の不感地帯も広く存在している。一方で、キャリア4Gによらないスマート農業ソリューションの運用も可能となっており、その一つとしてLTEと技術的親和性の高いプライベートLTEがある。

## プライベートLTE

通信キャリアが提供しているLTEを独自に構築できる通信システム

技術的に4Gと同様の通信方式を採用しており、スマホでの利用やプライベートLTE間でコアネットワークの共用が可能。

### 地域/自営BWA

### sXGP

#### 主な特徴

地域/自営BWAは、2.5GHz帯の周波数を使用して、特定のエリアでLTEを利用できるローカル無線通信ネットワーク。キャリアの設備を介さずに、**自営の設備で専用のLTEネットワークを構築可能**。

元々PHSで使用されていた1.9GHz帯の周波数を使用した自営通信。専用SIMによるセキュアな通信が可能。AP（アクセスポイント）を複数設置することにより、**ハンドオーバーによるエリア拡充が可能**。トラフィックが少ないため免許不要でありながら安定した通信が可能。

#### 4Gとの比較

周波数特性は多少異なるが、**通信速度/距離/免許の要否等は4Gほぼ同様**。キャリアによらない自営LTEネットワークとして4Gと同様の農業ソリューションに対応。

通信距離はWi-Fi程度であるため、**目視内のドローンや屋内でのセンサー利用がメイン**。大規模、高性能、高コストなものを中心に開発された4GやBWAと違い、**機能やエリアを縮小し、容易に導入可能なLTEシステム**。

#### 通信方式

当初のWiMAX方式に加え、**LTE方式（AXGP）が採用**されている。

LTE無線通信技術の一種である**TD-LTEを採用**している。

#### ライセンス

無線局、無線従事者免許が**必要**。

無線局、無線従事者の免許が**不要**。

#### 端末

バンド41(2.5GHz)に対応したiphone、Android端末が利用可能。  
(基地局側は4Gと同様の規模の無線局)

バンド39(1.9GHz)に対応したiphone、Android端末が利用可能。  
(基地局側はAP型の小型無線局)

#### コスト

月額サービス利用：数千円/月  
基地局設置：数百～数千万円

数十万～数百万円程度（AP、端末）

LPWA

低コスト・長距離通信の特徴からセンサー利用においては4Gよりも使い勝手がよいケースがある。データ量が小さい場合やリアルタイム性を求めないケースに有効。

ドローン

自動操縦時の機体制御用信号に利用可能。  
(プログラム操縦でも、飛行中は機体制御情報を常に把握することが望ましい。)

センサー

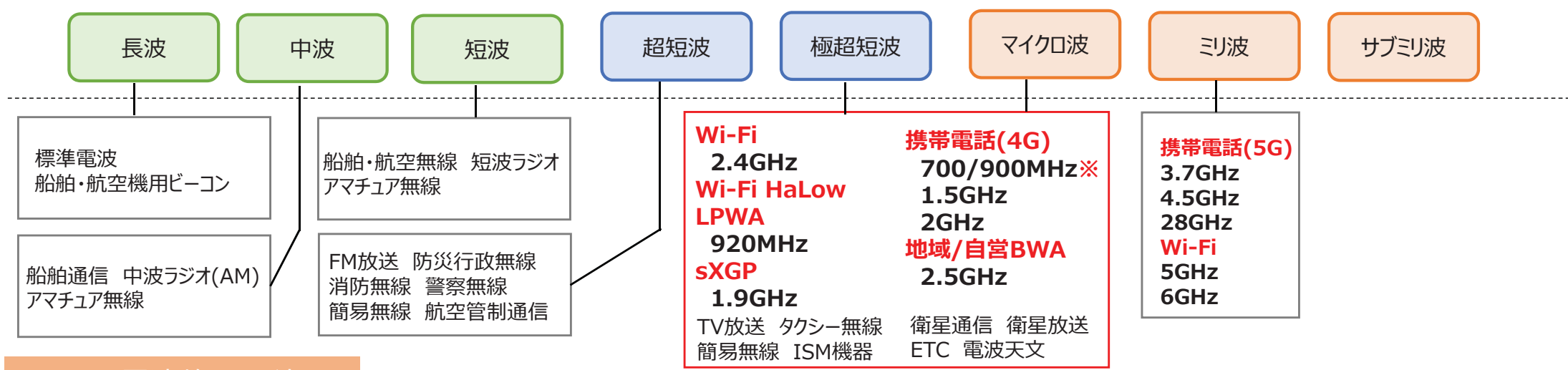
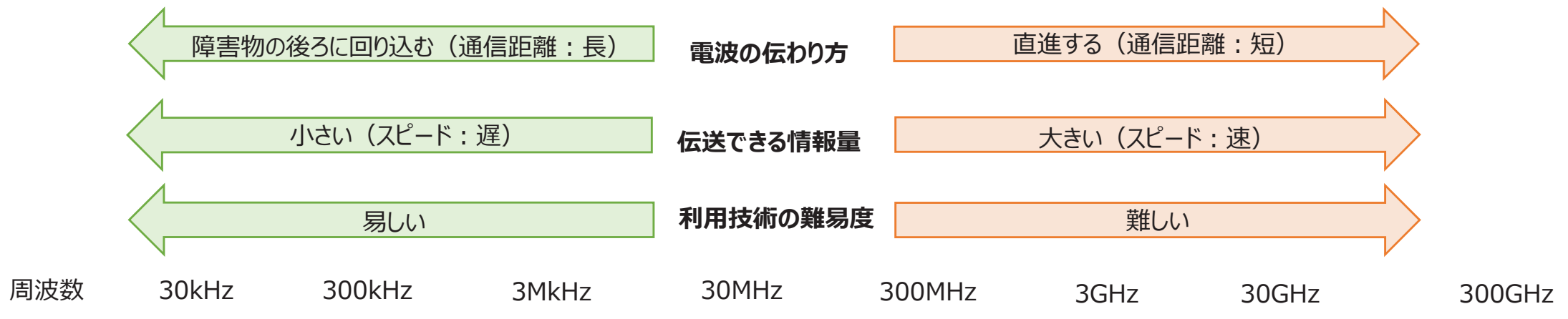
あらゆるセンサーに利用可能で、データを元に水田の給水弁の自動管理や、ハウス内の換気装置や暖房機稼働などを自動また遠隔でコントロールする事が可能。  
酪農においては、牛舎内だけではなく、長距離伝送の特徴を活かし、広大な放牧地においても一元的に個体管理が可能。脱走牛の早期検知や、崖からの落下など予期せぬ事故の防止、しばらく動かないなどからは疾病の兆候の早期発見にもつながる。

システム名称	周波数	通信速度		空中線電力		通信距離
		上り	下り	上り	下り	
専用端末での運用。低出力であるため太陽光発電でも稼働。						
SIGFOX (自営) (シグフォックス)	920MHz帯	100bps	600bps	20mW	250mW	数km~数十km
LoRa (自営) (ローラ)	920MHz帯	250bps~50kbps		250mW、20mW		数km~十数km
LTE-M (月額)	携帯電話の帯域	300kbps 1Mbps	800kbps	100mW 200mW	—	数km~十数km
NB-IoT (月額)	携帯電話の帯域	62kbps	21kbps	100mW 200mW	—	数km~十数km

5G/L5G

4Gでは実現できない、高精細画像伝送や低遅延な緊急信号の送信が可能であり、今後ロボットトラクター（レベル3）の実現に寄与することが期待されている。既存ソリューションにおいては、コストや周波数特性から一部例外を除き広い圃場等での活用は困難であり、施設園芸や牛舎内等のスポット利用が想定される。

# (参考)電波の特性と利用形態



※ 4Gの周波数による違い

700/900MHz帯 (いわゆるプラチナバンド) はスマート農業の利用において通信距離・速度のバランスが最もよく、道内の市街地外 (圃場等) の多くは同周波数帯が利用されている。

- 300MHz-3GHzの帯域は使い勝手が良く、携帯電話等のモバイル通信以外にも需要が非常に多い。
- 920MHzを使用するWi-Fi HaLowは通信距離・速度ともにスマート農業にマッチしやすく、今後活用が期待される。

# 総務省課題解決型ローカル5G実証における 農業関係プロジェクト (農林水産省・スマート農業実証と連携実施)

## 令和4年度

- ・ローカル5Gを活用した自動収穫ロボットやAI画像認識等による農産物の生産・収穫工程の省人化の実現
- ・ローカル5Gを活用した遠隔監視制御及び遠隔指導等によるゆず生産スマート化の実現
- ・AI画像解析や見回りロボットによる高品質和牛の肥育効率化に向けた実証

## 令和3年度

- ・中山間地域でのEVロボット遠隔制御等による果樹栽培支援に向けたローカル5Gの技術的条件及び利活用に関する調査検討(北海道浦臼町)
- ・フリーストール牛舎での個体管理作業の効率化に向けた実証事業(北海道訓子府町)
- ・新型コロナからの経済復興に向けたローカル5Gを活用したイチゴ栽培の知能化・自動化の実現

## 令和2年度

- ・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(北海道岩見沢市)
- ・農業ロボットによる農作業の自動化の実現
- ・スマートグラスを活用した熟練農業者技術の「見える化」の実現

※赤字:北海道内案件

**実施体制**  
(下線：代表機関)

東日本電信電話(株)、(株)ポケットクエリーズ、(株)秋田食産、秋田県、大仙市、美郷町、潟上市、鹿角市、(株)NTTアグリテクノロジー、(株)フィデア情報総研、秋田県立大学、福島大学、宇都宮大学、山梨大学、(株)恋する鹿角カンパニー、(国研)農業・食品産業技術総合研究機構

**実施地域**

秋田県大仙市、潟上市、美郷町、鹿角市  
(イチゴ農園フルーツパークDETO、秋田食産コーヒーハウス、道の駅おおゆ)

**実証概要**

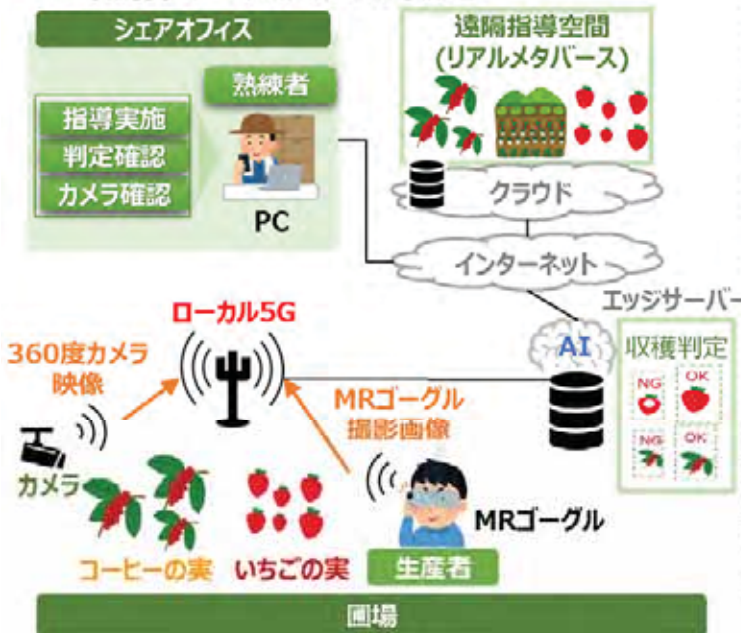
我が国の農業においては、少子高齢化を背景とした**農業従事者の減少**に直面。また、スマート農業技術の導入が期待される一方、その導入に係るコストの増加により、必ずしも**経営状況が改善出来ない**という課題が存在。

- イチゴやコーヒーの栽培ハウス及び道の駅にローカル5G環境を構築し、**リアルメタバース技術を活用した遠隔指導・収穫適期判定、イチゴ収穫・運搬ロボットの遠隔制御**及び**リアルメタバース技術を活用した遠隔ショッピング**の実証を実施。
- データ駆動型農業による持続可能な農業経営、所得向上を通じた**国内食料生産基盤の強靱化**を実現。

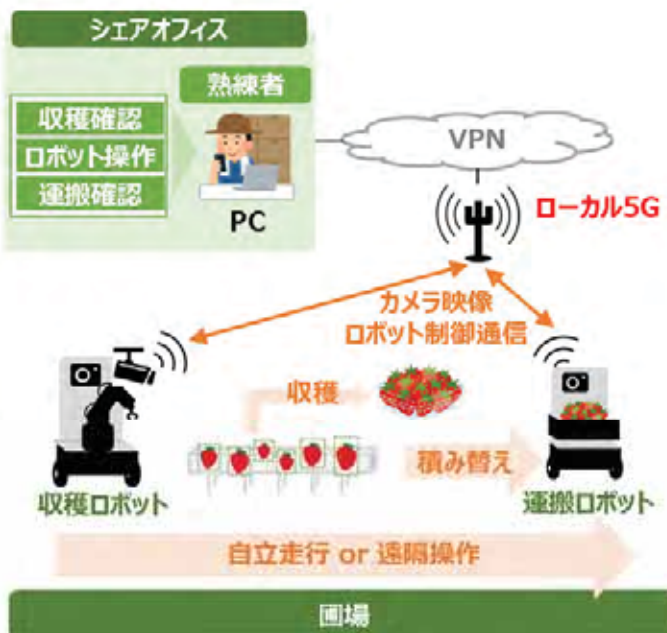
**技術実証**

- ビニールハウスを有する農園と道の駅における**構築物等の影響を考慮**した電波伝搬モデルの精緻化と、ビニールハウス内の不感地帯解消を目的とした**中継器**によるエリア構築を実施。
- 周波数：4.8-4.9GHz帯（100MHz） 構成：SA方式 利用環境：半屋外、屋内

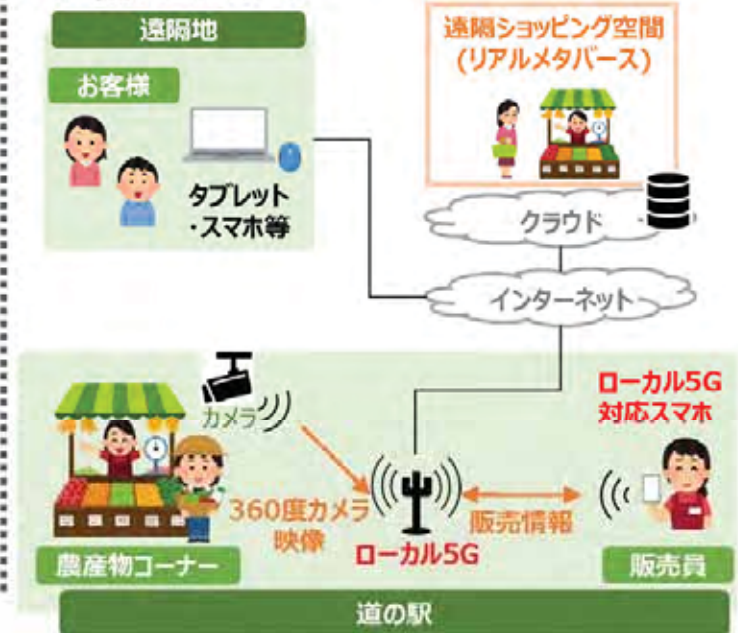
**リアルメタバース技術を活用した遠隔指導・収穫適期判定**



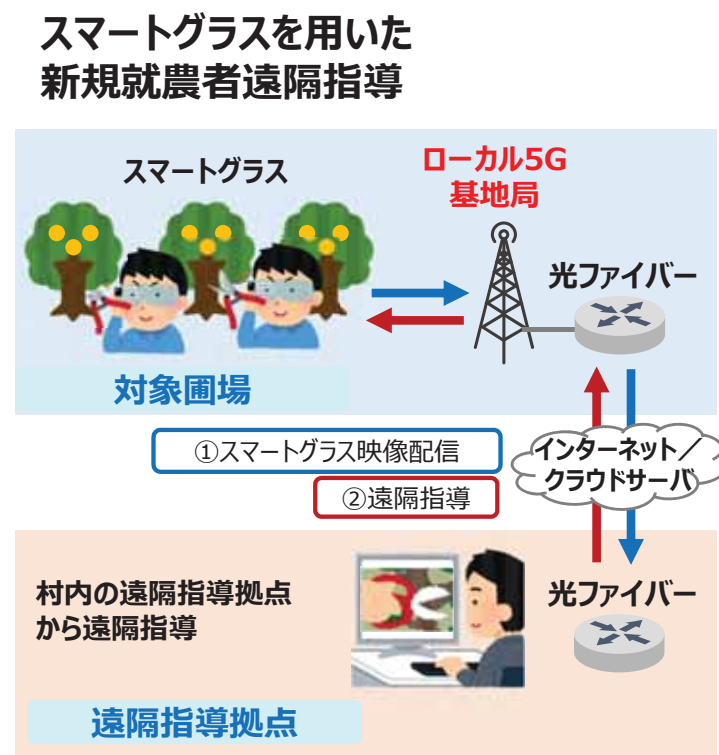
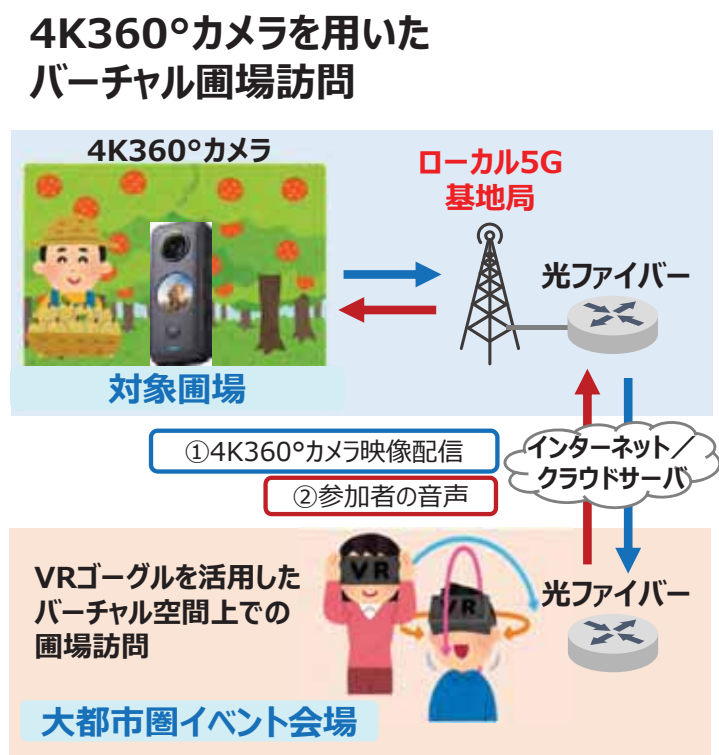
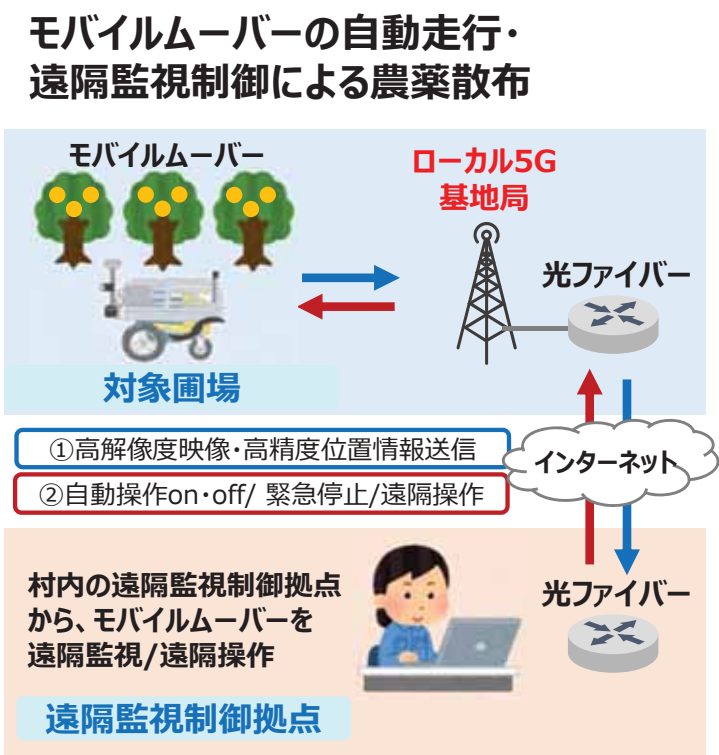
**イチゴ収穫・運搬ロボットの遠隔制御**



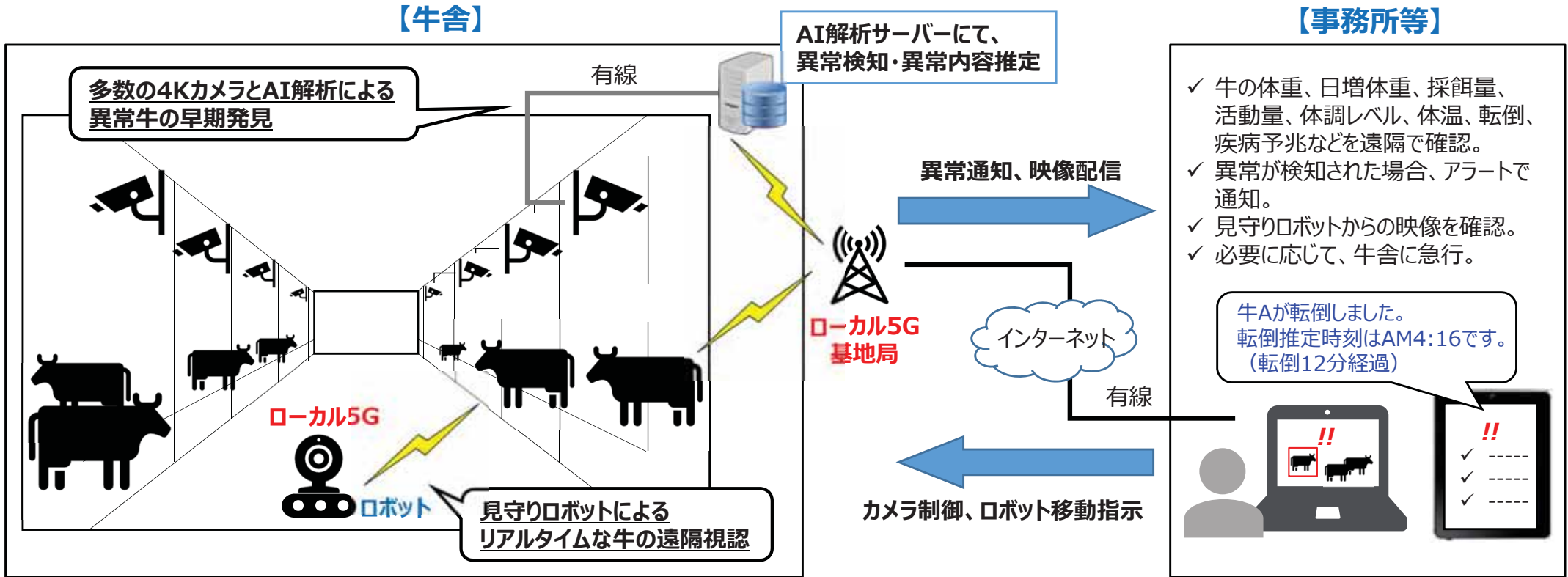
**リアルメタバース技術を活用した遠隔ショッピング**



<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	(株)エヌ・ティ・ティデータ経営研究所、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ(株)、日鉄ソリューションズ(株)、(一社)日本の農村を元気にする会、(株)エムスクエア・ラボ、北海道大学、北川村、安芸市、高知県農業協同組合、高知県、(株)土佐北川農園、北川村管内個人ゆず栽培農家、安芸市管内個人ゆず栽培農家	<b>実施地域</b>	高知県北川村 (土佐北川農園 圃場)
<b>実証概要</b>	中山間地域の農業においては、傾斜地が多いことによる <b>作業安全性の確保の困難さ</b> や、経営面積が小さいことによる <b>平地と比較して厳しい営農条件</b> などの課題が存在。 ➢ 中山間地域に位置するゆず農園にローカル5G環境を構築し、 <b>モバイルムーバーの自動走行・遠隔監視制御による農薬散布、4K360°カメラを用いたバーチャル圃場訪問及びスマートグラスを用いた新規就農者遠隔指導</b> の実証を実施。 ➢ ゆず生産における <b>生産性向上・コスト低減</b> に加え、 <b>新規就農者の確保</b> を実現。		
<b>技術実証</b>	➢ 中山間地において、 <b>常緑樹の遮蔽</b> に着目した電波伝搬モデルの精緻化や、 <b>広大な屋外環境</b> における <b>分散アンテナシステム</b> によるエリア構築を実施。 ➢ 周波数：4.8-4.9GHz帯（100MHz） 構成：SA方式 利用環境：屋外		



<b>実施体制</b> (下線：代表機関)	西日本電信電話(株)、関西プロードバンド(株)、富士通(株)、富士通Japan(株)、富士通ネットワークソリューションズ(株)、鹿児島大学、(株)DFC、(株)ロボネット・コミュニケーションズ、ICTプロデュース、(株)コンサル41	<b>実施地域</b>	鹿児島県鹿屋市 (うしの中山 大隅ファーム)
<b>実証概要</b>	肉用牛の肥育においては、飼料費等生産費の増大による <b>生産基盤の弱体化</b> に直面する一方、 <b>牛の体調・状態管理には人手が必要</b> という課題が存在。 ➢ 半屋外の牛舎内にローカル5G環境を構築し、 <b>多数の4KカメラとAI解析による異常牛の早期発見</b> や、 <b>見守りロボットによるリアルタイムな牛の遠隔視認</b> の実証を実施。 ➢ 肥育プロセスの詳細な監視及びデータの分析を通じ、 <b>牛の肥育における高品質化・省力化</b> を実現。		
<b>技術実証</b>	➢ 一般的な建物より建物侵入損が小さい牛舎において、周囲への電波漏洩抑制を目的に <b>指向性アンテナと漏洩同軸ケーブル</b> を活用したエリア構築を実施。 ➢ 周波数：4.8-4.9GHz帯（100MHz） 構成：SA方式 利用環境：半屋外		



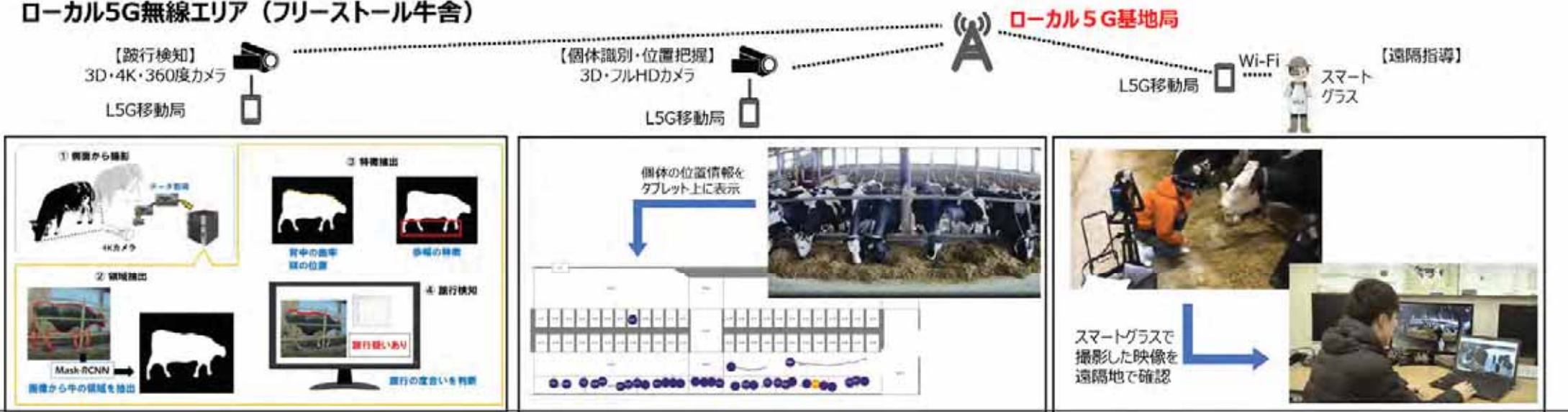
<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	東日本電信電話(株)、北海道大学、岩見沢市、浦臼町、仁木町、余市町、北海道ワイン(株)、豊田通商(株)、日本電信電話(株)	<b>実証地域</b>	北海道浦臼町、仁木町、余市町、岩見沢市
<b>実証概要</b>	我が国の農業は、高齢化や新規就業者の減少による労働力不足に直面。特に果樹農業においては、回数が多い農薬散布や除草作業による作業者の健康被害という課題も存在。 ▶ 傾斜地の多い醸造用ぶどう果樹園にローカル5G環境を構築し、草刈・防除ロボットの遠隔監視制御、スマートデバイスを通じたリモート指導、病虫害の予兆のAI判定に関する実証を実施。データ駆動型かつ体系化されたスマート果樹園を実現。		
<b>主な成果</b>	▶ 傾斜地等でEVロボット4台の遠隔監視制御を行い、 <b>走行速度約時速2.5km</b> における <b>停止距離1m</b> ・緊急停止操作時の <b>遅延1秒以内</b> や、複数拠点でのEV制御受け渡し <b>30秒以内</b> を実現。その他、熟練者1名で未熟練者4名に対する <b>同時遠隔ライブ指導</b> や <b>リアルタイムな病虫害AI判定・分析</b> を実現。 ▶ ローカル5Gの活用により、農業従事者の高齢化・働き手不足や健康被害等の課題解決に寄与できることを確認。		
<b>技術実証</b>	▶ 樹木の影響を考慮した電波伝搬モデルの精緻化、電波反射板を用いた樹木遮蔽による不感地帯解消、同期局と準同期局の共用検討に加え、外部アンテナによるエリア構築効率化を実施。 ▶ 周波数：4.8-4.9GHz帯（100MHz） 構成：SA方式 利用環境：屋外		
<b>主な成果</b>	▶ 落葉した樹木の電波伝搬への影響は小さく <b>開放地に近い環境</b> であること、4.8-4.9GHz帯で屋外をエリア化する場合は <b>電波反射板より外部アンテナの方が効果的にエリアを構築できる可能性</b> 、実証環境下※では準同期局から同期局への <b>干渉が非常に小さいこと</b> 、を確認。 (※ 準同期局とキャリア5Gとの離隔距離350m、準同期局と活用するローカル5G（同一周波数帯の同期局）との離隔距離200mという条件下)		
<b>今後の展開</b>	本実証成果の実装に向けては、ソリューション要件の見極め、各地域や地形に応じた運用・カバレッジ、生産者規模によるニーズ把握等について、さらなる検討が必要。令和4年度は農林水産省事業にて引き続き実証を実施し、令和5年度以降、近隣農家等への拡張や他の作物や近隣地域の農場への展開を検討。		



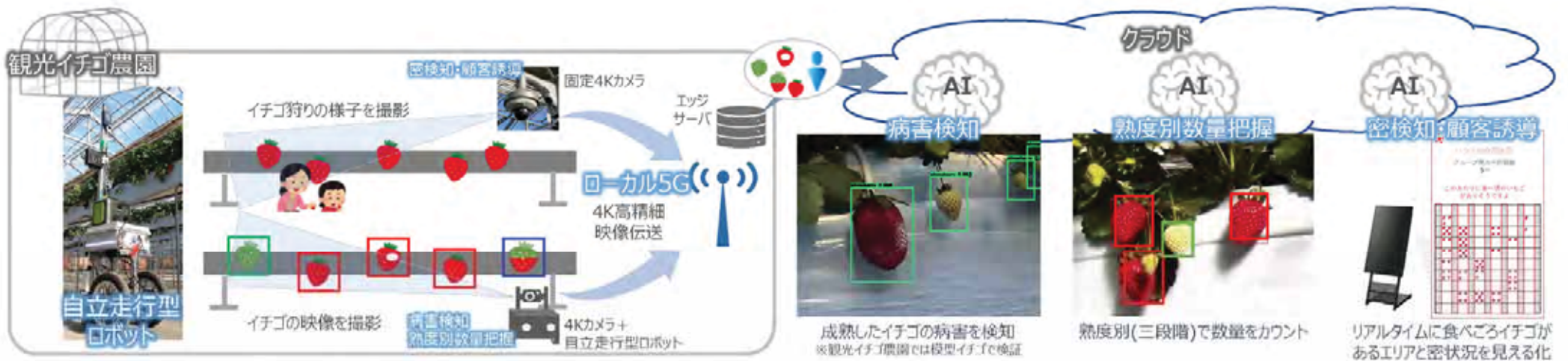


<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	(株)NTTデータ経営研究所、(株)NTTドコモ、ホクレン農業協同組合連合会、訓子府町、きたみらい農業協同組合、宮崎大学、北海道イシダ(株)	<b>実証地域</b>	北海道訓子府町(ホクレン訓子府実証農場)
<b>実証概要</b>	乳牛を放し飼いにするフリーストール方式は多頭飼いに適し、牛のストレス軽減による搾乳量の増加等のメリットがあるものの、個体の位置や状態把握、体調管理に人手やノウハウが必要という課題が存在。 ➢ 牛舎内にローカル5G環境を構築し、4Kカメラを活用した個体の位置検索や跛行検知、スマートグラスを活用した遠隔先の獣医師等との適時相談に関する実証を実施。 ➢ フリーストール牛舎の普及及び酪農業の経営改善に資することを実現。		
<b>主な成果</b>	➢ 4Kカメラを用いた牛の個体識別・位置検索の検知率は、密集により追跡が途切れる等で <b>8.6%に留まったが、カメラ選定と追跡アルゴリズムの改良により改善可能。跛行検知率は94%</b> を達成。獣医師による遠隔指導は、 <b>視覚情報(映像品質)は良好だが画角については目視と差異</b> があるという評価となった。 ➢ ローカル5Gの活用により、牛の個体管理に係る人手やノウハウに係る課題解決に寄与できることを確認。		
<b>技術実証</b>	➢ フリーストール牛舎における建物侵入損や樹木・家屋等の影響を考慮した電波伝搬モデルの精緻化を実施。 ➢ 周波数：4.8-4.9GHz帯 (100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋内		
<b>主な成果</b>	➢ フリーストール牛舎の建物侵入損は <b>一般的な壁面(16.2dB)より小さい3.5dB程度</b> であること、周辺の建物占有面積率に応じて電波の飛ぶ範囲が異なることを確認。 ➢ 特に牛舎の開口部が広い壁面からの電波漏洩が強く、 <b>無指向性のアンテナを用いる場合は壁面から離れた屋内中心での置局が有効</b> であることを確認。		
<b>今後の展開</b>	本実証成果の実装に向けては、保守契約サービスなど機器の維持管理の在り方や費用対効果の改善についてさらなる検討が必要。令和4年度は農林水産省事業にて引き続き実証を実施し、令和5年度は各システムのサービスモデルおよび価格の検討など令和6年度以降のサービス提供開始に向けて検討を継続する。		

ローカル5G無線エリア (フリーストール牛舎)



<b>実施体制</b> (下線：代表機関)	東日本電信電話(株)、伊藤忠テクノソリューションズ(株)、日本コムシス(株)、(株)いちご畑、GINZAFARM(株)、埼玉県大里農林振興センター、深谷市、花園農業協同組合、(株)NTTアグリテクノロジー、(株)武蔵野銀行、(国研)農業・食品産業技術総合研究機構	<b>実証地域</b>	埼玉県深谷市(いちご畑花園)、茨城県つくば市(農研機構)
<b>実証概要</b>	施設園芸農業においては高齢化や新規就業者の減少による労働力不足に直面。特に観光農園においてはコロナ禍に伴う来園者減少によって収益の減少、生産者による収穫作業時間の増大という課題が存在。 ➢ 農場内にローカル5G環境を構築し、高精細4Kカメラを搭載した自立走行型ロボット及びAI画像解析によるイチゴの病害検知や熟度別数量把握、ハウス内の密検知・顧客誘導の実証を実施。ローカル5Gと最先端技術(ロボット、AI等)を活用し生産性の高い稼ぐ農業を実現。		
<b>主な成果</b>	➢ イチゴの病害検知は、 <b>検知率85%</b> を達成し、システムを2回以上稼働することにより熟練者と同程度の見回りが可能であることを確認。イチゴの <b>熟度別数量把握は食べごろイチゴの検知誤差3.2%</b> を達成。ハウス内の密検知精度は、 <b>全体の54%の区画に留まったが、AI学習と画角・画質の調整で改善可能</b> 。 ➢ ローカル5Gの活用により、病害検知に係る見回り稼働や収穫・調整稼働の削減等を通じて、イチゴ栽培の生産性向上に寄与できることを確認。		
<b>技術実証</b>	➢ ビニールハウスの建物侵入損を考慮した電波伝搬モデルの精微化、ハウス内不感地帯への反射板の有効性検証、同期局と準同期局の離隔距離に関する共用検討を実施。 ➢ 周波数：4.8-4.9GHz帯(100MHz) 構成：SA方式 利用環境：半屋外		
<b>主な成果</b>	➢ 鉄骨が多いビニールハウスの建物侵入損は約5.8dBであること、4.8-4.9GHz帯で金属反射板を活用する場合、 <b>不感地帯の改善は限定的(ビーム幅2度程度)</b> であること、実証環境下※では <b>準同期局から同期局への干渉が非常に小さい</b> こと、を確認。 (※ 準同期局と、ローカル5G(同一周波数帯の同期局)との離隔距離50m/90mという2種類の条件下)		
<b>今後の展開</b>	本実証成果の実装に向けては、利用ニーズや事業規模に合った機器選定や複数ユーザとの共用やサービス提供型利用が必要。令和4年度は農林水産省事業にて機能改善やAI精度向上を実施し、令和5年度以降、更なる機能改善や他の作物への応用の実証等が実施できないかを模索。		



## 実証目標

【水田作・ロボット】【水田作・センサー】

ローカル5G等の無線通信システムを用いた、「レベル3（遠隔監視下での無人状態での自動走行）」による農機作業を実現するとともに、映像情報を含むビッグデータの分析に基づく、農作業の最適な作業時期提示を実現する。

コンソーシアム：東日本電信電話(株)、岩見沢市、北海道大学、(株)スマートリンク北海道、(株)クボタ、(株)日立ソリューションズ、(株)NTTドコモ、(株)はまなすインフォメーション、いわみざわ農業協同組合、いわみざわ地域ICT農業利活用研究会、日本電信電話(株)、市内実証協力生産者  
 実証地域：北海道岩見沢市  
 周波数：4.8-4.9GHz帯（SA構成） 利用環境：屋外（圃場・公道）

## 実証イメージ



## 実証概要

課題実証	① 自動運転トラクター等の、遠隔監視下での無人自動走行（複数台の同時走行、圃場間の公道走行、等） ② 各種センサーから取得される生育データ等の、ビッグデータ収集・解析（最適な農業計画策定、等） ③ 複数の既存インフラと組み合わせたネットワーク利活用（各種センサーやカメラ等を用いた排水路監視等）
技術実証	ルーラル環境における4.7GHz帯屋外利用実現に向けた、遮蔽物に対する性能評価、ローカル5Gとキャリア5Gの準同期運用を含めた共用検討等

## 実証成果

- 圃場における無人状態での自動走行トラクター等に対し遠隔監視センターからの制御を実現。トラクターの圃場内速度である時速3km～7km程度を想定した場合、停止距離は約1.2m～2.7mであったが、前方カメラ視野25m程度を確保していることから、自動トラクターの遠隔制御の安全性については確保、レベル3の実現性が高いことを確認。
- 遠隔監視によるトラクター停止制御時間180msecのうち、ローカル5Gによる伝送遅延17msecであり、ネットワーク遅延による影響は少ないことが明らかになった。
- 一方、ローカル5G⇔キャリア5Gのネットワークが切り替え時の自動走行トラクターの遠隔制御については、ローカル5G→キャリア5Gの場合は一旦通信断、キャリア5G切り替えて約1秒後に映像が再開し安定走行を継続、キャリア5G→ローカル5Gの場合はローカル5G通信再開後、映像伝送・遠隔制御ともに切り替わり、安定走行を継続。
- キャリア5G/ローカル5Gにおける干渉とローカル5G基地局間における干渉についても性能低下を及ぼす影響はほぼ見られないことがわかった。
- ユースケースとしてより多くのトラクターを走行させる場合、上りのスループットはさらに必要になるため、準同期以上にアップリンクのスロットを増やす非同期検証も必要。

## 実証目標

## 【圃場・ロボット・画像】

ローカル5G等の無線通信システムを活用することで、「レベル3相当（遠隔監視下無人状態での自動走行）」での、農業ロボットによる複数の農作業自動化、及びドローン撮影画像のデータ伝送・AI技術等に基づくリモートセンシング解析に係る時間短縮化を実現する。

コンソーシアム：関西ブロードバンド(株)、堀口製茶(有)、富士通(株)、BTV(株)、鹿児島大学、(株)日本計器鹿児島製作所、テラスマイル(株)  
 実証地域：鹿児島県志布志市  
 周波数：4.8-4.9GHz帯(SA構成)、28GHz帯(NSA構成) 利用環境：屋外(圃場)

## 実証イメージ



## 実証概要

課題実証	① 農機ロボット（摘採機等）に搭載した高精細カメラで撮影した画像を使ったレベル3相当（遠隔監視下での無人状態での自動走行）による遠隔制御（緊急停止、前進、後退、右左）による農作業の自動化 ② ドローン搭載カメラで撮影した高精細画像の高速伝送とAI画像解析 ③ カメラ映像を活用した圃場の遠隔監視、鳥獣等の罠の捕獲状況（檻の開閉状況）監視
技術実証	農機制御を想定した様々な帯域幅での性能評価の実施に加え、適切な帯域幅の検討や周波数分割による干渉抑制評価

## 実証成果

- 自動走行中の農機（摘採機・中刈機）の遠隔制御（緊急停止）については、圃場での異常が発生から農機の緊急停止距離・停止時間を1m以下、1.8秒以内（農機速度最大55cm/秒のため、 $1m \div 0.55m/秒 \approx 1.8秒$ 、LTEの場合の停止距離1.6m、停止時間2.9秒）の目標を達成。
- 非自動走行時の農機の遠隔制御（前進、後退、左右）は、映像システムの処理時間が目標を上回ったため、遠隔操作から操作後の農機の状態映像の表示までの遅延（映像提示遅延）0.2秒以下の目標は達せなかった。
- ドローン搭載カメラで撮影した高精細画像の高速伝送では、従来、2～3日要していたドローンカメラを用いた圃場環境・茶生育状況の分析が、2時間半程度で可能となり、摘採計画へ早期反映の実現可能性を確認。
- 圃場が隣接する異なる事業者が、それぞれ異なる基地局のローカル5Gを使用するケースにおいて、各事業者の圃場境界エリアで電波干渉が生じることが明らかとなった。それに対し、周波数帯域のリソース分割等により干渉が回避できることを実証した。
- カメラの追加等による側面/後方の視界確保やよりリアルな遠隔での操作性の実現（ハンドルや農機状態表示など）が今後求められる。また、ローカル5Gの普及促進に向けて、より柔軟なリソース配分を可能とするような技術の導入検討が必要。

【果樹・ロボット・画像】

## 実証目標

ローカル5G等の無線通信システムを用いて、スマートグラスを活用した、画像伝送及び熟練農業者技術を反映したAI解析結果表示による農作業の効率化、及び品質向上に資する農作業支援の仕組みを実現する。

コンソーシアム：日本電気(株)、山梨県、山梨市、(株)YSK e-com、旭陽電気(株)、国立大学法人山梨大学、(株)デジタルアライアンス、  
全国農業協同組合連合会山梨県本部、フルーツ山梨農業協同組合

実証地域：山梨県山梨市（山梨県果樹試験場及び周辺圃場）

周波数：4.7-4.8GHz帯（NSA構成） 利用環境：屋外（圃場）、屋内（加温ハウス、雨よけハウス）

## 実証イメージ



## 実証概要

課題実証	<p>① 匠ソリューション： スマートグラスで撮影したブドウの高精細画像をAI解析することにより、収穫に適した時期等を判断し、その結果をスマートグラスに動的に表示することで新規就農者等の栽培支援を実現</p> <p>② 防犯ソリューション： 果樹の盗難防止のための映像監視による不審人物・車両検知の実証</p>
技術実証	圃場等で性能評価を実施するとともに、圃場環境でのエリア構築に活用可能な電波伝搬モデルを検討

## 実証成果

- スマートグラスの撮影画像伝送及びAI解析結果の表示速度は、生産者の使用時に許容される速度（房づくり軸長表示：（目標）2秒（成果）1.81秒（同条件におけるLTEの参考値：6.76秒）など）を達成。AI解析は概ね目標の検出精度（9割前後）を達成したが、一部機能（適期収穫色判断）は直射日光による影響により検出精度が5割程度に留まった。
- 監視映像を解析した不審人物・不審車両の検出率は、90%前後を実現。昼間の検証ではほぼ100%に近い検出精度、最大検知距離は31mまで検知可能だが、夜間の検証では人物だと13m以上、車両だと10m以上で検出率が低下、赤外線照射により改善できた。
- 圃場等の業務エリアでの通信品質確保のため、伝搬損失を測定して自由空間損失との差分を定量化。農業用ハウス等に応じた補正項を加えて電波伝搬モデルを導出し、カバーエリア算出法を整理。基地局アンテナ高3-5mの比較でコストも考慮し3mが最適となった。
- 作業中の思考や行動の妨げにならないよう、分析技術（AIによる画像解析や蓄積した画像情報の効率的なデータ整理）の向上、スマートグラスの装着性や操作性などのデバイス技術の向上が必要。
- フルHD（1080p）4K（2160p）相当の画像を使用することで、より高精度の分析が可能となれば、複数の生産物情報を伝送して複数優先順位付けや対処する生産物を特定し、より作業効率を高めることが可能となる。