

# 《 卷 末 》

## 参 考 资 料 编

## 参考－１ 情報化施工技術と３次元データの営農段階での活用

### (１) 情報化施工得られる座標データをスマート農業に活用

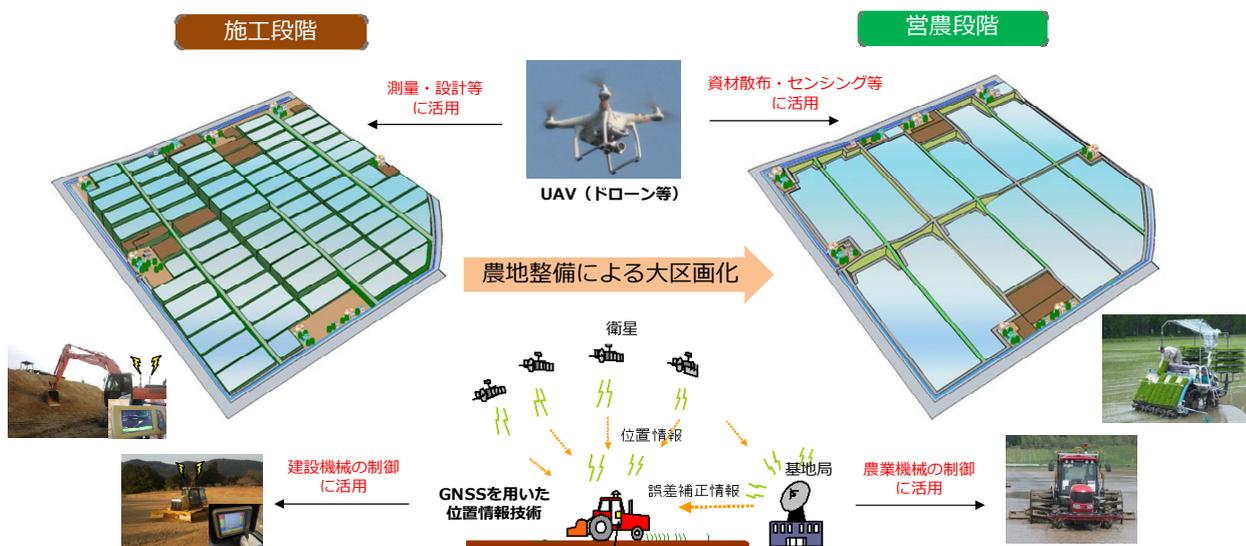
農地整備工事を担う建設業界においては、他産業より生産性向上が遅れていることや高齢化による労働力不足が急速に進行していることが課題となっており、その解消手段としてICTを活用した情報化施工技術の導入が推進されている。

平成29年3月には、「情報化施工技術の活用ガイドライン」(農林水産省)が策定され、農地整備工事の現場においても情報化施工技術が導入され始めている。

令和5年3月には、「自動運転利用等に資する農地基盤整備データ作成ガイドライン」(農林水産省)が策定され、情報化施工で得られるデータ整備に当たっての留意点が整理されている。

情報化施工技術の技術要素は、測量でのドローン等の利用や建設機械制御でのGNSS測位技術の活用などであり、スマート農業において活用される技術との親和性が高いことから、施工段階で得られる情報を営農段階においても活用し、農地整備のプロセス全体での生産性向上を図る視点が有効と考えられる。

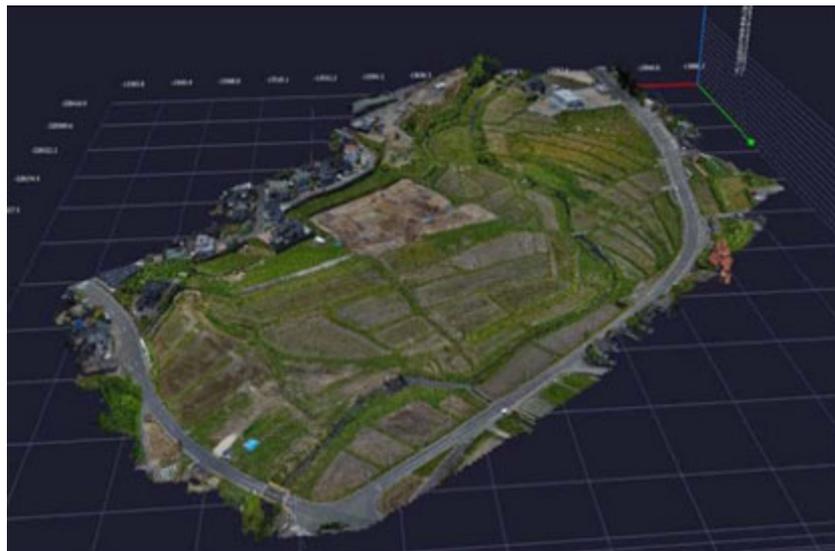
### ○情報化施工の施工段階及び営農段階で活用される技術



ほ場や周辺構造物（農道、水路等）の位置情報は、農地整備工事完成後の出来形管理において整理される。

従来の出来形管理は点的な管理（10a 当たり3点程度の測定）であるため得られる情報は限定的であるが、情報化施工ではドローンやTLS（地上レーザースキャナ）を用いた測量により面的な出来形管理を行うことから、ほ場や周辺構造物の位置や形状が3次元点群データとして復元され、3次元の座標データが密に把握できるようになる。

## ○農地整備地区の3次元点群データの例



情報化施工で得られる座標データは、将来的には営農段階でも、以下のような活用ができると考えられる。

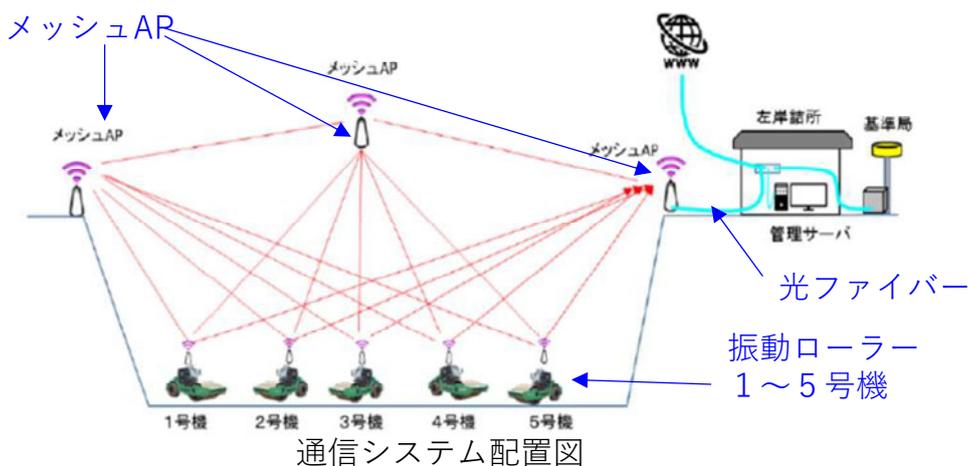
- ア) 自動走行農機が農道、ほ場内を安全かつ確実に走行するためには、農地整備後の3次元位置情報の活用が有効である。情報化施工で得られる3次元位置情報を自動走行農機の走行経路設定に活用することで、ほ場周辺の構造物との衝突や水路への転落等の回避が可能となると考えられる。
- イ) ドローンを活用した肥料・農薬散布、センシングの活用時にもほ場や周辺構造物の3次元座標データをあらかじめインプットすることで、ほ場に最適かつ安全なルートで飛行させることが可能となると考えられる。

(2) 情報化施工と営農における通信環境の整備について

建設分野では、現場内（閉鎖区域）における情報化施工において、メッシュ型の無線LANの中継局や光ファイバによる網羅的な通信環境の構築等について実績がある。農業分野（営農段階）でも同様に無線LANを整備する事例があり、今後、施工と営農で通信インフラを共用することが可能になると考えられる。

○情報化施工での無線LAN環境構築事例

ロックフィルダム施工において  
無線LAN環境を構築し共有化を実施した締固め管理システム

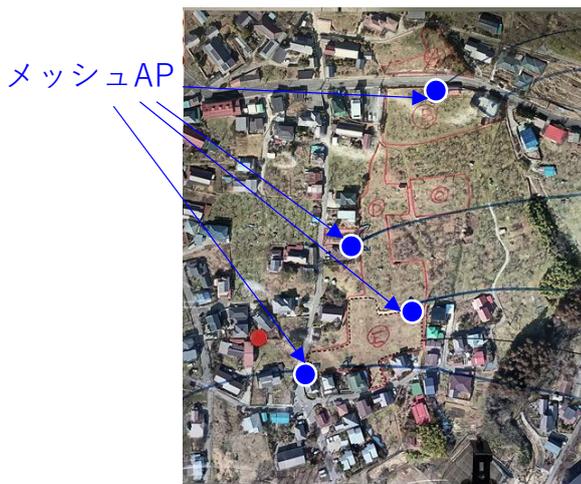


出典：株式会社岩崎 HP

<https://www.iwasakinet.co.jp/iwasaki-solution/construction-by-ict/roller/>

○ 営農での無線LAN環境構築事例（長野県長野市、北海道鹿追町）

リンゴ農園における無線LAN基地局の設置例(長野県長野市)



約3haの樹園において、無線LAN（周波数5GHz、伝送距離300m程度）を複数使用

露地野菜ロボット実証における無線LAN基地局(北海道鹿追町)



480m×480mの区画において、無線LAN（周波数2.4GHz、伝送距離500m程度）を複数使用

資料：東京大学 力学制御システム研究室提供

## 参考—2 ドローンで撮影した画像の活用例

農家数の減少、高齢化に伴いドローン等を活用した省力化に資する技術は、施設の維持管理、調査等において様々な活用が期待されている。ドローンで撮影した画像の活用イメージや事例等について、参考情報として盛り込むものとする。

### ○ドローンを活用した施設の老朽化調査の流れ（イメージ）



※オルソ化：上空から撮影した空中写真は土地の高低差により歪んだ形状で撮影され、位置のずれが生じる。オルソ（正射投影）により、水平位置の歪みを取り除き、正しい大きさと位置が表示される画像に変換する。

※SfM解析：異なる位置から撮影した複数の空中写真の重なり部分（特徴点を抽出しマッチング）を解析し、3次元モデルを復元するもの。

### ○ドローンによるオルソ画像作成及び水土里情報（GIS）と重ね合わせた事例（群馬県土地改良事業団体連合会の事例）

#### ■活用事例 —オルソ画像作成例—



#### ■活用事例 —オルソ画像作成例—

水土里情報（GIS）データと重ね合わせ



### ○ドローンを活用した3次元位置データ取得の事例

SfM（Structure from Motion、動画や静止画からカメラの撮影位置を推定し、三次元形状を復元する技術）を活用した3次元位置データの作成は自動走行農機、ドローンによる自動飛行等の活用にも有効となる。

農研機構北海道農業研究センターが公表しているField Reconstによる3次元再構築ソフトウェア（3次元再構築に手動作業が必要）、民間企業による完全自動の3次元再構築のサービス等がある。



出典：農研機構北海道農業研究センターHP

### 参考—3 遠隔監視下での自動走行レベルを対象とした農地整備

#### (1) 現状

本手引きの対象としている自動化レベルは、目視監視下での自動走行レベルまでを基本として整理している。

近い将来、遠隔監視下の自動走行により、支線農道を往来し、ほ場間移動する技術が開発され、実用化されることが期待される。そのため、遠隔監視下での自動走行レベルを対象とした農地整備の内、特に課題になるであろう「進入路」、「農道」等の現時点で考えられる留意点を整理した。

なお、今後の実証試験結果等を踏まえた再整理が必要な事項であり、巻末参考資料としている。

また、現時点の実証において、大雨、台風、積雪等により、木の枝の垂れ下がりや走行路面の陥没等の基盤の変化が生じ、自動走行の妨げとなることが報告されている。雑草や枝葉の堆積、轍があり、路面環境が悪い場合、現時点で自然物のセンサー判断は難易度が高く、安全性を保つためには走行速度を2～3 km/h程度まで落とさなければならなくなる課題が生じているため、今後も開発状況に応じた整備内容や維持管理方法の検討が必要である。

○遠隔監視による自動走行の実証試験

# SIPにおける“遠隔監視”型ロボットのシステム化 -04



## プラットフォーム型クラウド遠隔監視システムによるロボット運行

ロボット農機遠隔監視システム(Remote)

ロボットトラクタと無人軽トラの2台を同時運用

- ✓ GNSS利用不可領域を含む農道において、信頼度の評価関数を導入した自己位置同定手法により、安定した自動走行を実現
- ✓ 今回のLTE通信環境 (MQTTプロトコル) において大きな通信遅延や輻輳はみられず (モバイル通信確立の状態下)
- ✓ 車両周辺確認用のカメラ画像ストリーミング通信においては、画像サイズ (240\*120pixel) やフレームレート (5FPS) に限界
  - ☞ 別の低コスト&高速大容量通信が実現できるネットワークも視野

07/10

☞ ほ場出入口や交差点の手前でロボット車両が自動で一時停止するためのフラグ情報を追加整備

資料:「ロボット農機の高度運用に向けた取り組みと課題」(八谷、2022)講演資料

また、露地野菜の生産から集荷、出荷作業までを一貫してロボット化・自動化する開発が実施されている。この開発の進展に応じて、自動走行農機及び自動走行車両の走行に必要な条件等も合わせて検討が必要になってくると考えられる。

### 露地野菜の集荷までのロボット化・自動化による省力体系の構築

**4 自動飛行ドローンの開発**  
**5 栽培支援システムの開発**

**防除**

人工知能による作物認識機能を持った大型ドローンが低空を高精度に飛行し、精密防除を行うシステム開発と超小型衛星とドローンの撮影画像の連携による野菜の生育予測・病害虫予防のための栽培支援システムの開発

**1 キャベツ自動収穫機の開発**  
**2 タマネギ自動収穫機の開発**

**収穫**

収穫機の自動走行や収穫・調製・選別の自動化システムを、画像やレーダ等の計測装置と人工知能手法を用いての開発と搬出用無人運搬台車の開発

**3 自動フォークリフトの開発**

**運搬・集荷**

圃場だけでなく集荷場など、屋内外でシームレスに自動走行が可能、かつ大型コンテナの積み下ろし・運搬が迅速にできるシステムを人工知能手法などにより開発

**達成目標:**

- ・野菜露地栽培における防除・収穫・運搬・集荷等の労働集約的作業のロボット化・自動化による省力体系の構築
- ・平成35年度までに、開発した機械・ロボットの利用により、経営体の収益性を2倍以上向上

資料:「革新的技術開発・緊急展開事業(うち人工知能未来農業創造 プロジェクト)」(2017~2020年度)(農研機構)

## (2) 自動走行農機等を有効に使用するエリアの留意点

### ア) 基本事項

- ① 大規模経営体が自動走行農機を用いるエリアは、効率的な耕区間移動や道路を通行・横断することがないほ場間移動（以下「耕区間等移動」という。）を実現するため、数十 ha 以上のまとまったエリアであることが望ましい。その上で、地域によっては、一定のほ場エリアにのみ通行許可制限を設けるといった閉鎖区域の設定が必要であると考えられる。また、数十 ha 以上まとめることで、他のエリアとは別水準の、自動走行農機に適した整備を効果的に実施する（ほ区短辺の拡大、小用水路・小排水路の省略、支線用水路の施設容量の確保、低い通作道等）。
- ② 閉鎖区域は、担い手ごとの農地の集積・集約を進め、農道の利用も集約して複数営農者で共用しない形が推奨される。
- ③ 閉鎖区域内は通信環境が整っていることが前提となる。
- ④ 閉鎖区域の運用は、道路の占用を輪番する等営農者間での調整に加え、特に初年度は道路管理者や警察署等の関係機関との協議を含め丁寧な調整が必要となることに留意が必要である。また、閉鎖区域が転々と変わるときに調整が困難になることや運転時の混乱が生じてしまう可能性もあるため、留意が必要である。

農地や用排水路等は、農業生産だけではなく、国土の保全や良好な景観の形成、多様な生物を育む等の多面的機能を有しており、その恩恵は農業者だけでなく地域住民まで及んでいる。そのため、担い手の耕作するエリアを閉鎖区域とする場合でも、地域住民に配慮した閉鎖区域の運用（閉鎖期間を短く区切る、時間帯を調整する等）も必要であると考えられる。また、担い手の耕作するエリア以外で、多面的機能を地域住民が享受できるような対策を要する場合も考えられる（ビオトープの整備、通学路や集落間連絡道の整備等）。
- ⑤ 閉鎖区域内の農地は、担い手以外の利用がより困難になるため、農地の貸し手がそれを拒否し、合意が得られない恐れもある。その場合、農地整備の際に閉鎖期間の計画を示し、これを了承した農地所有者（貸し手）の土地を集約する、閉鎖期間を受け入れる農地所有者に対するメリットを確保するといった措置が必要であると考えられる。

## イ) 進入路

- ① 進入路は、農道から耕区に農業機械が自由に進入するために設置されているもので、農道と田面との間に段差がある場合等に必要となる。進入路は安全確保を第一に考え、農業機械の転倒・転落を生じないような配置、形状及び構造でなければならない。遠隔監視下の自動走行を想定した設計に向けては、走行試験、シミュレーション等のデータの蓄積が必要である。
- ② 農道とほ場の高低差が少ない平坦地では、進入路を兼ねることとなるターン農道の設置の検討を行うとともに、高低差が大きい傾斜地では進入路は不可欠なため、遠隔監視下において自動走行農機を安全に出入りさせるための進入路の形状（傾斜、幅員、構造）について検討が必要である。
- ③ 進入路の勾配は、現行計画基準では  $12^{\circ}$  以下にすることが望ましいとされているが、遠隔監視下における自動走行を想定した場合、登坂時の障害物感知センサーの死角や路面の状況変化等を考慮し、より勾配を緩やかにすることが望ましい。

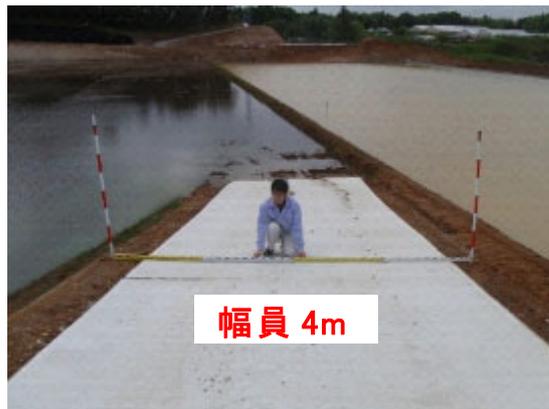
さらに、ほ場への進入に際し、傾斜に対して農業機械が正対していない場合は転倒の危険性が高まることもあり、出入口に旋回スペースの設置や、旋回の安全性を高める隅切りの設置の検討も必要である。
- ④ 進入路の幅員は、使用する農業機械を考慮し、余裕を持たせた幅員となるが、遠隔監視下における自動走行を想定した場合、それら以外に誤差（地図データ、通信、制御）を考慮する必要がある。
- ⑤ 進入路の構造は、水による浸食、営農作業による影響を受けやすい。このため、進入路の構造を検討するに当たっては、必要な強度が維持されるよう留意しなければならない。遠隔監視下における自動走行を想定した場合、形状が変化しない構造とすることが望ましい。特に、進入路と隣接する農地部は、ほ場の条件によってぬかるみ等によりほ場から農道に戻る際に前輪が浮くような状態となる可能性を考慮した検討が必要と考える。
- ⑥ さらに、自動停止しないよう、状況に応じて進入路付近の障害物（電柱、給水栓等）の除去又は移設を行うことが望ましい。
- ⑦ 地形条件や隣接・対面するほ場と進入路の位置関係等から、進入路の出入りに注意が必要となる箇所については、3次元モデル上での走行シミュレーションによる検討が有効と考えられる。

### ○ 進入路のコンクリート舗装事例



幅員 2～3m

田んぼへの進入路は高低差が大きく幅員が狭いことから、営農機械の走行が危険



幅員 4m

ほ場ともにコンクリートへの進入路を幅員 4m に拡幅すると舗装により農作業の安全性が向上

出典：「農業生産基盤整備等を通じた農作業事故のない安全な農村の実現に向けて全国  
の取組事例」(令和元年 12 月)(農林水産省)

### ○ 3次元モデル上での走行シミュレーションの活用事例

ほ場整備の施工段階で得られたほ場の「3次元座標データを用いて、ほ場区画、道路、水路、ほ場周辺の障害物の位置、形状等を反映したほ場の3次元モデルを構築可能

- ・ほ場整備事業等を通じて収集・蓄積された3次元座標データを農機メーカー等と共有し、自動走行農機の作業経路の設定等に活用
- ・進入路やほ場間移動の際に危険個所がないか、事前に確認することが可能



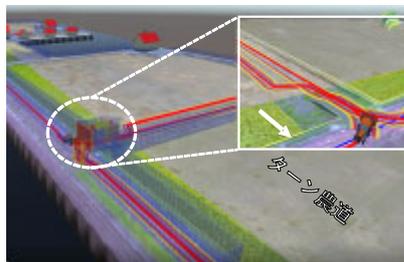
↑情報化施工で得られた3次元点群データ  
(ほ場及び周辺の工事完成形状)



↑ほ場からクランク型の進入路を経てほ場間移動する際の軌跡



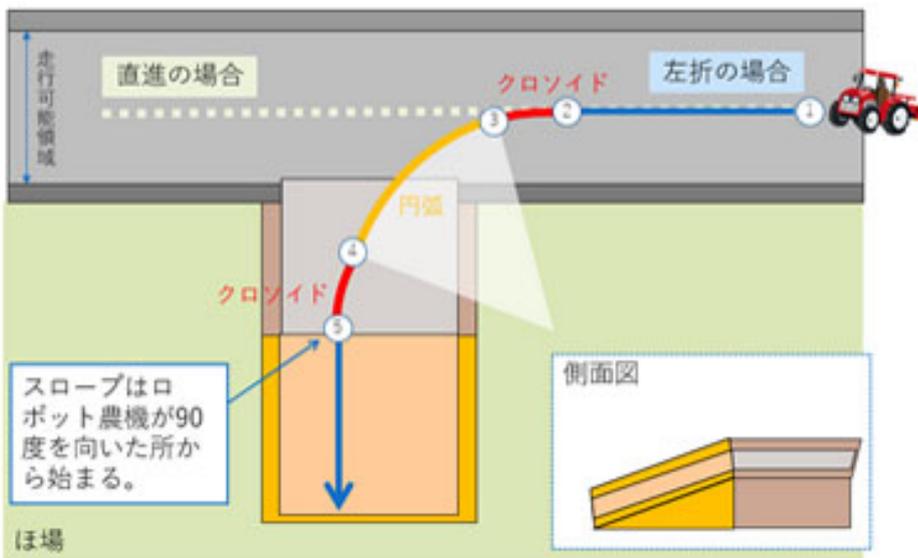
↑ロボットトラクタの自動走行へ活用



←ターン農道を経て支線農道を走行する際の軌跡

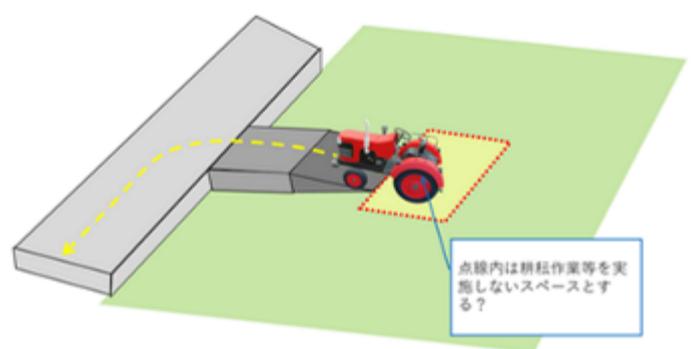
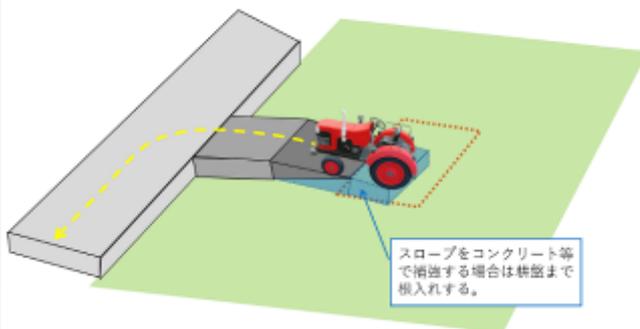
※自動走行農機等に特化したシミュレーションソフトは開発段階

「待避場＋ほ場間移動＋ほ場間跨ぎ」組み合わせ



形状変化しないほ場出入り口とするための工夫

形状変化しないほ場出入り口とするための工夫



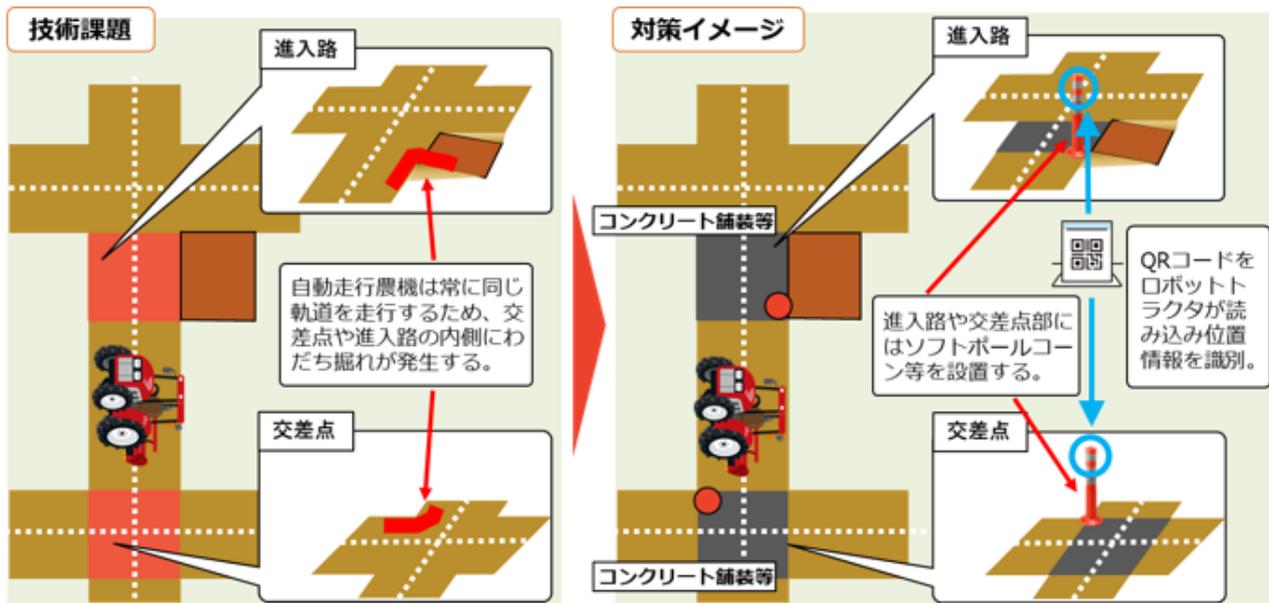
資料：「自動走行に向けたインフラ整備」車両系ロボット農機が安全かつ効率的に稼働する農場の仕様(案) 農研機構 農村工学部門 松島健一 上級研究員(令和元年7月22日第3回ロボット農機高度運用WG資料)

## ウ) 農道

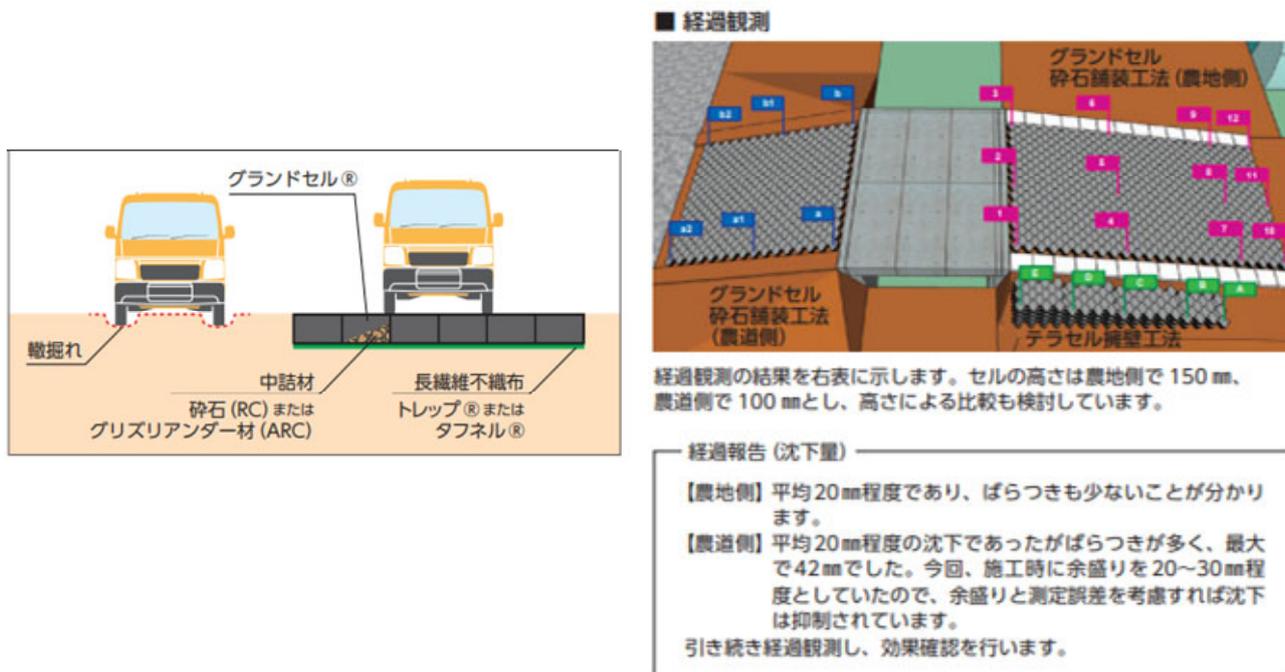
- ① 支線農道は、農業機械等の走行の安全性に加え、営農の利便性を考慮し計画しなければならない。遠隔監視下の自動走行を想定した設計に向けては、走行試験、シミュレーション等でデータの蓄積が必要である。
  
- ② 支線農道の幅員は、現行計画基準では、コンバイン等の走行を考慮して3～5m程度とするとされている。自動走行農機が導入された際に、仮に支線農道を通行止めにした場合においても、肥料・農薬等の営農資材の搬入のため、車両及び農業者とすれ違うことが想定される。すれ違いの際に、自動走行農機側が路肩に寄ることは困難と思われるため、遠隔監視下の自動走行を想定した場合、幅員をより広くする検討が必要であると考えられる。  
また、進入路は、ほ場への進入時の自動走行の経路設定に応じた形状や幅員を考慮する必要がある。このため、農業機械の走行経路のシミュレーションによる検討が有効と考えられる。
  
- ③ 支線道路の構造は、現行計画基準では土砂系舗装を基本とするが、将来の営農形態等を踏まえて舗装工種を決定するとされている。遠隔監視下の自動走行を想定した場合、道路表面の凹凸、水たまり及び雑草等により、走行に支障が生じる可能性を考慮し、検討することも必要であると考えられる。
  
- ④ 現場の見通しが悪い箇所、GNSSを受信しづらい箇所は安全性を確保する補完技術が必要となる。自動走行農機等の機能のみならず、農業機械が判別しやすい色彩の活用やポールを設置等、農業基盤側の工夫も行い安全性を高める技術開発が行われている。

○将来的な自動走行に適した農道環境の整備イメージ

ロボットトラクターは、設定された走行経路に基づき、同じ軌道を走行する。そのため、交差点や進入路が土砂系舗装の場合、轍掘れが発生することが確認されており、この対策としてもコンクリート舗装等が有効と考えられる。



(部分舗装の新技术等)



○ほ場間の移動を含む遠隔監視下での自動走行の実証におけるポールの設置事例  
(北海道富良野市)

富良野市での実証では、現場の見通し等の問題があり、見通しが悪い箇所やGNSSを受信しづらい箇所等にランドマークとしてポールを立ててカメラで読み取りやすくすることで、走行時の安全を確保する技術開発が進められている。コスト縮減の面からは、特に走行時に注意を要する交差点と進入口のみに設置するものとしている。

交差点箇所のポールの設置  
(富良野の実証)



路肩部分のポールの設置  
(富良野の実証)



写真提供：東京大学 力学制御システム研究室

○画像解析による舗装路、未舗装路のロードセグメンテーションに基づく走行の研究事例（東京大学、北海道大学）

木等の影響でGNSSによる測位精度が落ちる場合の補完技術として、農道の道路境界を画像認識とディープラーニング（深層学習：人間が自然に行うタスクをコンピュータに学習させる機械学習の手法の一つ）でセグメンテーション（画像内の全画素にラベルやカテゴリ）する技術開発が進められている。

## 無人運転トラックによる運搬



野菜・米・果実  
などの収穫物

軽トラベース スズキ  
コンテナ積載

集荷場・選果場に

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期/スマートバイオ産業・農業基盤技術 (2018-2022)  
「生産から流通・消費までのデータ連携により最適化を可能とするスマートフードチェーンの構築」  
担当: 東京大学, 立命館大学, スズキ, 北農研, JA鹿追町

資料：東京大学 力学制御システム研究室提供

## ○電磁誘導線を用いた小型自動運転バス実証実験

自動車の自動走行分野では、バスルート等限られた空間で電磁誘導線を道路に設置し、電波を用いて自動操舵、速度制御や停止を行う技術開発が進んでいる。この技術は過疎地等における移動手段の確保への活用が期待されている。農地においても閉鎖区域で自動走行を行う場合、同様の技術を応用できる可能性がある。

### 長期移動サービス実証評価（永平寺町）

2019年度

**実施期間：** 令和元年6月24日から12月20日まで（約6か月、122日間）  
上記に加え、4月25日から5月25日までGW中の最大需要の実証を実施（1ヶ月、25日間）  
**実施場所：** 福井県永平寺町の「永平寺参ろ一ど」（東古市～志比（約6km）を荒谷で2路線分離。一部手動区間あり）  
**実施主体：** まちづくり（株）ZENCONNECT、産業技術総合研究所、永平寺町、福井県等

#### 実施内容：

- ・ **地域事業者の運用による6か月移動サービス実証**
  - ・ 実用化を見据えたダイヤ編成（これまでの実証結果を踏まえ、平日、土日祝日等の便数変更、定時運行、二路線制の試行、9時～16時、水木連休）、頻度：東古市～荒谷間60分間隔、荒谷～志比間10分間隔（土・日・祝）30分間隔（平日）、荒谷に無料駐車場の設置、小学校下校支援の試行
  - ・ 探査性検証：利用需要増への工夫、最速人員配置検証、充電時間確保
  - ・ 自動運転車両や遠隔監視システムにおける長期間の安全性や運用性の評価（ドライバ乗車のレベル2で実証）
  - ・ すれ違い待避の時間管理、事業性評価、公道交差部の安全対策の試行等
- 実験車両：** スマートEカート（ヤマハ製電動カートを産総研が改造）
- ・ 6人乗り：2台、7人乗り：3台を用意、平日は3台、休日は5台を地域事業者が運用



- 【自動運転等機能】**
- ・ 電磁誘導線により自動操舵、路側のRFIDにより速度制御や停止
  - ・ 走行速度は自動運転時12km/h以内（最高速度は20km/h未満）
  - ・ 障害物を検知し、自動ブレーキ制御
  - ・ 遠隔監視システムとの通信



福井県永平寺町の「永平寺参ろ一ど」（東古市～志比（約6kmを2路線）

19

資料：「自動走行の実現に向けた取り組み報告と方針」報告書概要 Version4.0  
2020.5.12 自動走行ビジネス検討会

## エ) 遠隔監視

- ① 遠隔監視の注意点として、ほ場内の自動走行農機が5G通信下や地域BWA(広帯域移動無線アクセス)下でない場合、自動走行農機周辺の映像等(ストリーミング映像、連続画像)を低遅延で取得することが困難となるため、第三者の侵入時に遠隔で緊急停止する、障害物の誤検知による破損・故障等を防ぐことが困難となる。このような通信環境の制約を受ける状況下における安全性確保のため、これらに留意した研究開発を行っている。

### ○通信インフラの留意点

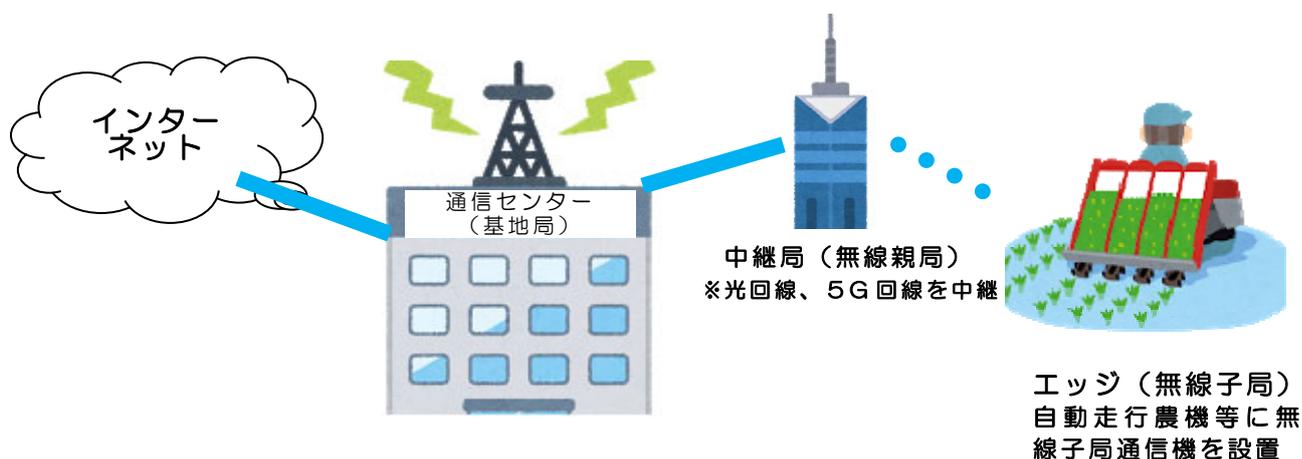
遠隔監視下での作業では、自動走行農機が稼働するほ場周辺の通信環境が遅い場合、モニタ監視下での判断が遅れるため、周辺情報が遅延なく送信されるよう安全性確保に向けた研究開発を行っている。



遠隔監視による自動走行を実施する場合には、自動走行農機に設置した周辺監視用カメラにより位置・方向、動作情報をリアルタイム(低遅延、大容量データ通信(動画ストリーミング、連続画像データ等の取得))で取得し、緊急時に一時停止指示・及び安全が確保された際の作業再開の指示等を行うことが求められる。

### ○地域BWA通信網整備

ほ場は住居部と異なり広大であり、電源確保、固定通信回線の確保が困難となるため、光通信、5G通信等を整備するためには、地域BWA(広帯域移動無線アクセス)システムの整備が効果的である。総務省が地域BWA制度の概要をとりまとめ、整備推進を図っている。なお、地域BWA通信網整備には、地域の基地局への光通信回線の整備が前提となる。



- 地域BWAを活用した地域の公共の福祉の増進に寄与するサービス計画を有する等の要件を満たす者に対し、総務省が審査の上、当該地域における地域BWAの無線局免許を付与します。
- 免許を付与された地域BWA事業者は、市町村と連携してサービス計画を確実に実施していくことが期待されます。



【想定されるサービス計画例】

- 地域の防災情報、気象情報、交通情報、防犯情報その他の情報を広く住民に提供するためのサービス
- 地域の商工組織、教育機関、学術研究機関、医療機関等が提供するサービスであって、広く住民に提供するためのもの
- サービスが十分に提供されていない地域へのインターネット接続サービス
- 上記以外の地域の公共の福祉の増進に寄与するサービスであって、広く住民に提供するためのもの

地域 BWA 事業者に求められる要件の例

- 地域 BWA が、地域の公共の福祉の増進に寄与するものであることを確保するため、平成 26 年 9 月の制度改正において、市町村との連携が要件として明確化されました。
- 本制度改正により、地域 BWA 事業者は、免許申請時に、地域の公共の福祉の増進に寄与する具体的なサービス計画とともに、その根拠となる「免許主体と市町村長との間で締結された協定等」が求められます（※）。
- （※）市町村との連携を確実なものとするためにも、免許主体と市町村長との間でサービス計画に係る協定書等を締結することが望ましいですが、市町村側の意向によっては、地域 BWA 事業者によるサービス計画の提案に対する同意回答書等（原則として市町村長の押印つき）で進めることもできます。
- 公平な競争環境の維持を図る観点から、全国事業者（携帯電話・BWA）及びその関連事業者は地域 BWA 無線局の免許主体となることはできません。
- 免許の対象区域は、一の市町村の一部または全部の区域です。また、当該地域の社会的経済的な諸条件や地勢を考慮し、特に必要があると認められる場合であって、地域の公共の福祉の増進に寄与すると考えられる場合は、二以上の市町村にわたる区域も免許の対象区域として認められます。
- 複数の事業者から免許の対象区域が重複する免許申請があった場合、先に総合通信局に到達した免許申請の処理を先行させます。なお、同一市町村内であっても、カバーエリアの棲み分け等により事業者間の干渉回避が可能な場合は、複数の事業者に対して免許付与できる可能性があります。

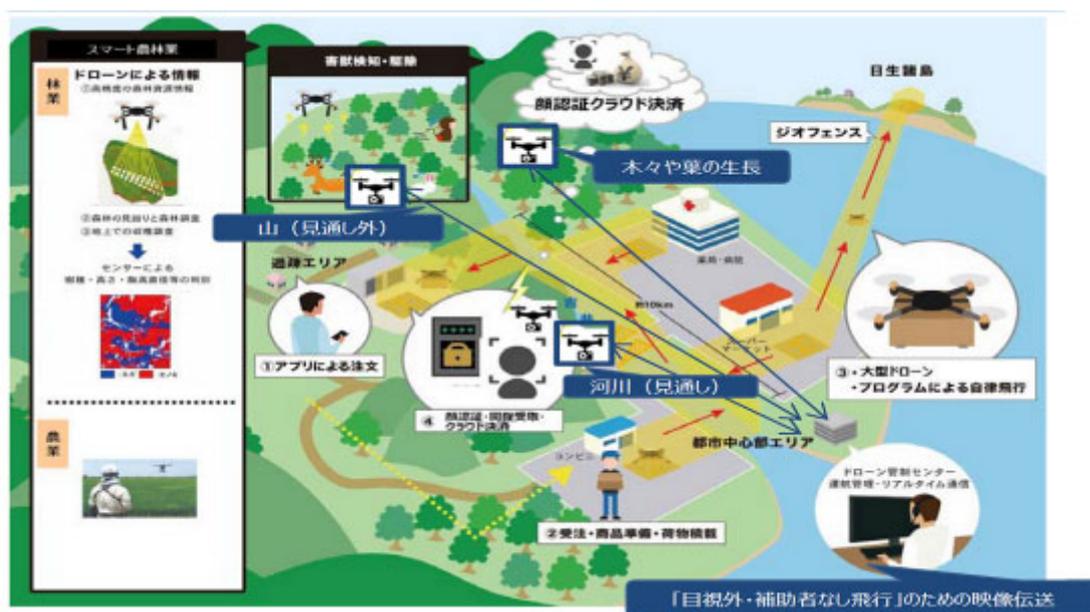
出典：地域BWA制度の概要 Ver. 3.8、令和3年1月 総務省総合通信基盤局電波部移動通信課より引用

## 参考－4 目視外・補助者なしドローン飛行の実証

総務省（令和元年度予算IoTの安心・安全かつ適正な利用環境の構築（IoT利用環境の適正な運用及び整備等に資するガイドライン等策定）委託）によるドローンの目視外・補助者なしの飛行による省人化インフラの整備実証の一環で、長時間・長距離飛行、大容量運搬の実証が行われている（岡山県和気町）。

同実証で利用されているハイブリッドドローン（エアロロジーラボ）は、3時間の飛行を可能とした小型のガソリンエンジン発電機を搭載し、発電した電力で飛行する。従来型ドローンに比べ、飛行時間は約6～10倍と飛躍的に向上している。ペイロード（搭載可能重量）は5kg。バッテリーも搭載しているため、万が一飛行中に燃料切れとなっても一定時間は飛行が可能であり、安全面でも優れていると言われている。

こうした長時間飛行が可能でペイロードが大きなハイブリッドドローンの実用が進めば大区画化したほ場における薬剤や肥料の散布、収穫物の運搬などへの活用が期待される。



（令和元年度予算IoTの安心・安全かつ適正な利用環境の構築（IoT利用環境の適正な運用及び整備等に資するガイドライン等策定）委託より引用）

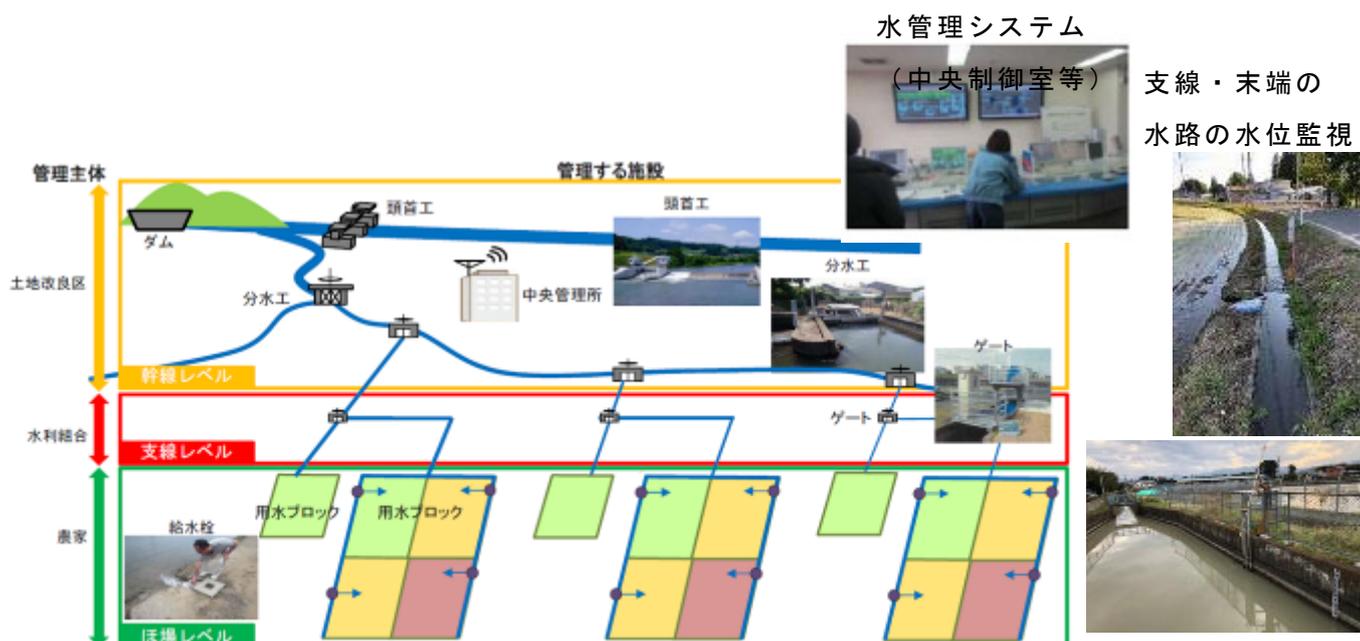
資料：ドローンジャーナル、国家戦略特区を目指す岡山県和気町で総務省のIoTシステム構築実証実験-配送を中心に生育診断、害獣駆除、山林測量でドローンをシェア利用-

## 参考－5 総合的な水管理

土地改良施設の水管理システムや、支線・末端の水路や貯水槽の水位についても、LPWA（低消費電力、低価格、広域無線）等を活用した監視により維持管理コスト（通信費を含む。）の縮減が見込まれる。また、これまで主に整備費・通信費の課題から把握困難であった末端の水利用状況を遠隔で把握することで、適正な水配分にかかる省力化が可能となることが見込まれる。

また、農業用ため池の管理については、洪水吐部分等にLPWA等を活用した遠隔監視が可能な水位把握機器を取り付け水位監視するとともに、越水による破堤の危険性を事前に施設管理者、市町村又はため池下流の住民の代表者等に伝達するシステムの設置も有効と考えられる。

整備においては、セキュリティを十分確保できるシステムとする事が重要である。また、遠方操作を必要とする揚水機場・ゲート等（遠方監視制御機器）と、監視のみとなる水路（遠方監視機器、これまで監視できなかった水路等）など施設の重要度について場合分けし、水管理に求めるシステム構築及び通信インフラの整備をすることが有効である。



施設の重要度や役割（遠方監視制御又は遠方監視のみ）等に応じて、重要施設のデータのみ集約する水管理システムと監視のみでよい施設等の監視システムを分離し、施設の拡張性の自由度拡大及び更新費等の抑制を行う取組も重要。

参考－6 携帯電話等が通信圏外となっている地域での通信確保技術

3G/LTE等の携帯電話・情報通信等の通信圏外地域、山間部の鳥獣害対策、林業、登山時等においても通信が困難な箇所等がある。

そのような地域でもスマート農業技術を活用するためには、無線システム等を整備する場合が考えられる。

3-2 スマート農業システム決定から無線システム導入までの流れ

1. 導入するスマート農業システム決定

第1章で紹介したスマート農業システム導入事例を参考に、導入するスマート農業システムや利用シーンを決定。

2. 使用無線システム決定

第1章で使用されていた無線システムに加え、技術的要件等を考慮した他の無線システムへの代替可能性について検討し、導入する無線システムを選定。

3. 無線システム導入

無線局の免許手続き等、選定した無線システムを導入するにあたり必要な手続きを行う。



出典：「スマート農業のための無線システム活用ハンドブック」(令和4年10月)  
(北海道総合通信局)

### (1) 無線通信の種類と特徴

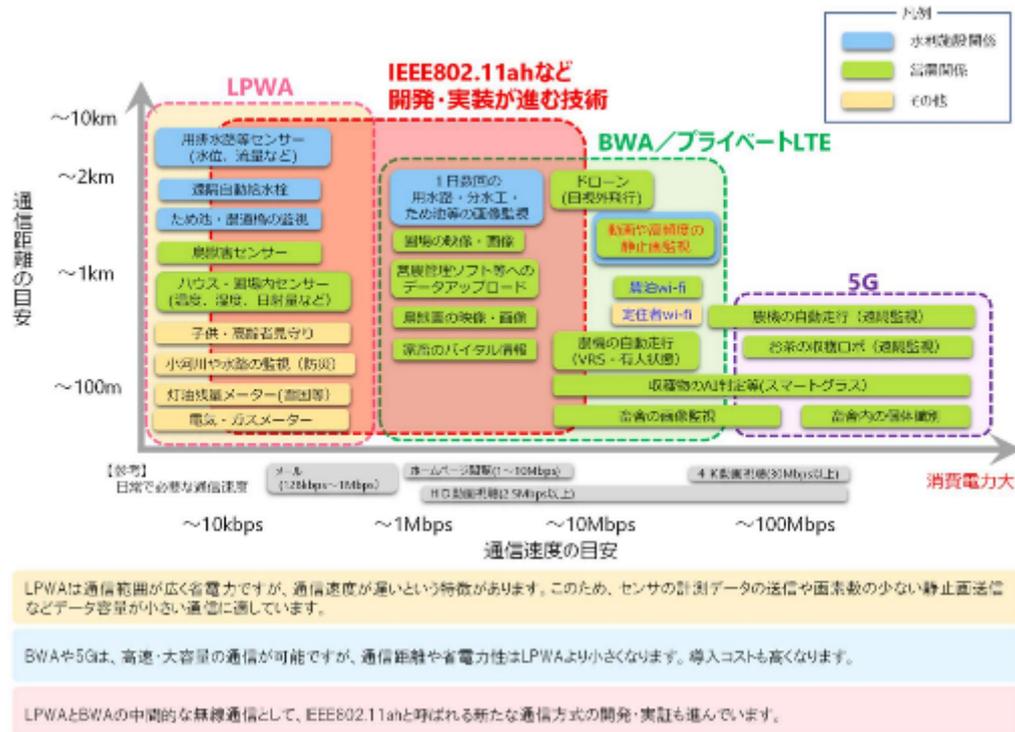
無線通信は種類によって、電波の届く距離、伝送できるデータ量が異なる。また、国際基準や国内法令等に基づき周波数ごとに用途が定められており、周波数によっては利用の許可が必要になる場合もあることに留意する必要がある。

表 3-2 主な無線通信規格の特徴

No	規格・分類	技術概要	運用	※1 伝搬距離	※2 最高伝送速度	※3 免許	利用実績※4				
							農機等の自動運転	機器の遠隔操作	動画監視等	画像監視等	数値データ取得
1	5G	第5世代移動通信システムを指し、超高速、超広域、多数同時接続が特徴。免許は電気通信事業者が展開する「キャリア5G」と、自己土地内の利用のための「ローカル5G」に分類される。	キャリア 自営	数百m ~ 1km	20Gbps	必要	○ (無人)	○ (伝遅延)	○	○	○
2	Wi-Fi	パソコンやスマートフォンなどを中心に利用される無線LAN規格。世界中で広く普及し、基地局も安価かつ、高速通信が可能。	自営	約100m	9.6Gbps	不要		○	○	○	○
3	4G/LTE	第4世代移動通信システムを指し、2020年時点の国内における携帯電話の主流通信規格。	キャリア 自営	2~3km	1Gbps	必要	○ (有人)	○	○	○	○
4	BWA (4G/LTE)	2008年より地域WiMAXとして、主に条件不利地域の通信環境改善を目的に導入された2.5GHz帯の無線システムで、現在は4G/LTE方式が中心。免許は広域利用の電気通信事業者のための「地域BWA」と、自己土地内での利用のための「自営BWA」に分類される。	キャリア 自営	2~3km	220Mbps	必要		○	○	○	○
5	プライベート LTE (sXGP)	小型のLTE基地局を自営通信網として利用する。音声通話でのコードレス電話機の使い方が該当。自営PHSの置き換え用途として普及が広がっている。	自営	数百m	12Mbps	不要		○		○ (低精度)	○
6	IEEE 802.11ah	LPWAと同じ周波数帯を使用するWi-Fiの新規格。既存のWi-Fiと同じ仕組みで運用でき、導入が容易。LPWAに比べ、伝送距離は短いが高速。	自営	1km	数十~ 数百kbps	不要	制度化取組中				
7	LPWA	Bluetoothなどの近距離無線では満たせないカバレージの無線アクセスの分類。LoRa、Sigfox、LTE-M等の規格が該当する。低速だが、省電力性や広域性を持つ。センサー等からのデータ取得向き。	キャリア 自営	数km~ ※5	数十~ 数百kbps ※5	不要		○		○ (低精度)	○

※1 地形条件や機器設定等により変動する。  
 ※2 下りの伝送速度を示す。また、技術規格上の最大値であり、実際の通信速度(実効速度)は、端末の仕様や通信事業者のネットワーク設計等に依存する点に留意する必要がある。  
 ※3 基地局および携帯電話端末等の無線局免許は電波を放射し運用する事業者等が取得する必要があり、一般の利用者については不要。  
 ※4 聴き取り結果、公開資料等に基づくもの。  
 ※5 各々の規格により、性能が異なる点に留意する必要がある。

図 3-3 主な無線通信規格と用途との関係



出典：「農業農村における情報通信環境整備のガイドライン」（令和4年3月）  
 （農林水産省）

## (2) 山間地域を含む通信確保技術

「里山通信」のICT機器は、LPWAのマルチホップ機能（通信の中継局）により、3G/LTE等の通信が不可能な場所においても、低価格で通信が可能な鳥獣害捕獲檻罠の罠作動時のメール通知、位置座標のデータ読み取りが可能となっている。

また、他社の技術開発では、低画質な白黒画像を転送する試みも実施中である。これらの技術を活用することで、これまで施設状況がリアルタイムで確認できなかった農業水利施設においても情報の取得が可能となるほか、高額な通信設備の整備が不要となるため施設の建設費の縮減等が可能となる。



出典：株式会社フォレストシー「里山通信」

(3) 自治体が自営光ファイバ網、地域BWAの情報通信網を整備し、スマート農業等に活用している事例（北海道岩見沢市）

北海道岩見沢市では、自営光ファイバ網、地域BWA の免許を取得して市全域に情報通信網を整備し、スマート農業をはじめ教育や医療・健康、児童登下校サポート、在宅就業（テレワーク）など様々な分野での利活用を推進している。

### 自営光ファイバ網(公設公営)

**整備開始：1997年度（平成9年度）**  
**延長距離：210km（2021年3月現在）※幹線部位は3年間で完成**  
**接続施設：市内小中学校、医療福祉施設、主要公共施設等105施設**  
**運営方法：自営（管理業務は市第3セクターが実施）**

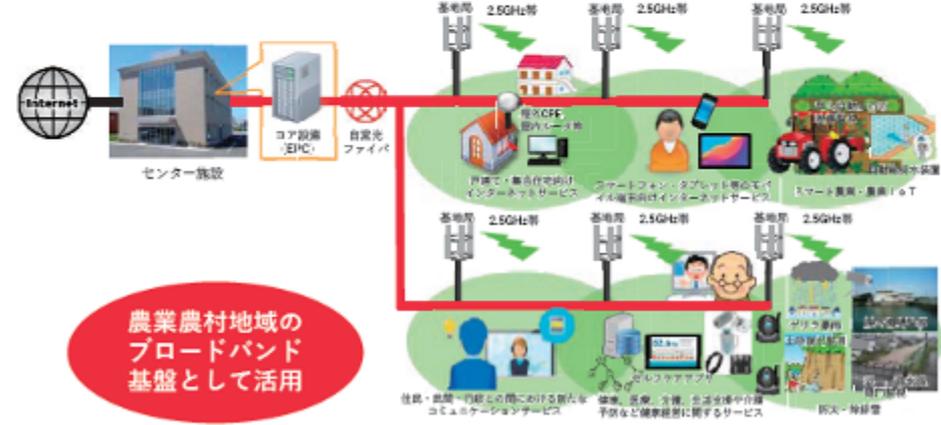
**主な利用：接続施設におけるインターネット接続**  
 ・ギガスクール構想関連（バックホール）  
**デバイド解消に関する利用**  
 ・地域BWAサービス（バックホール）  
 ・通信事業者に対する一部貸与（IRU）  
**地域システムのバックホール利用**  
 ・スマート農業関連システム  
 ・児童見守りシステム  
 ・防災システム 等



### 地域BWA(公設民営)

- ・スマート農業の進展に伴う農地でのブロードバンド利用ニーズの高まり
- ・スマートフォンやタブレットなどモバイル系端末の普及による利用シーン拡大

**地域BWA（地域広帯域移動無線アクセスシステム）による新たなICT環境構築**



**農業農村地域のブロードバンド基盤として活用**