

第3章 計画・設計

3-1. 適用する技術、通信方式、通信ネットワークの検討

調査によって把握した地域の課題やニーズに対応してどのような技術、システム、サービス等が適用可能か検討します。

適用する技術、システム、サービス等に求められる通信の要件、地形条件、整備・運用コストなどを踏まえ、無線通信の規格・方式、光ファイバ等の基幹・中継回線の通信容量、ネットワークの構成等を検討します。

ポイント

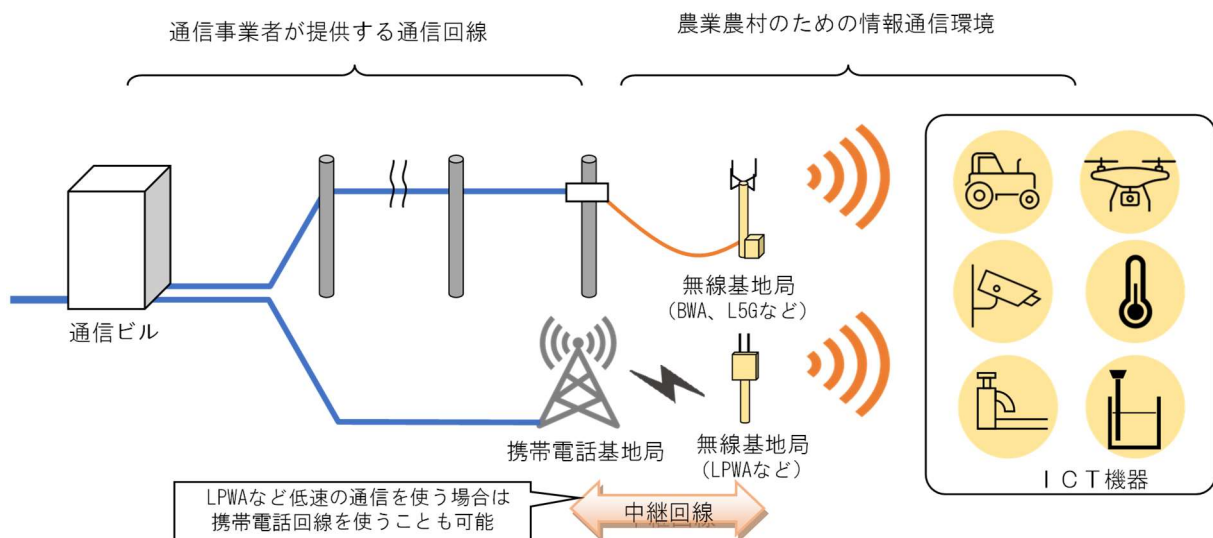
- 光ファイバは耐用年数が長く、長期的に利用可能な汎用性の高い通信基盤です。無線通信は技術の進展が早く耐用年数も比較的短くなります。こうした特徴を踏まえ、整備・運用コストとのバランスも考慮して、中長期的に利用可能なネットワーク構成を検討することが重要です。(表 3-1)
- 取組に適用する技術や求める水準によって、通信に必要な要件、導入コストは異なります。また、無線通信の場合、地形条件や既存の通信インフラ、電源の確保等の条件によって適用可能な方式や規格が異なります。こうした条件を踏まえた適切な通信方式を選定することが重要です。(図 3-2)
- 通信ネットワークの検討にあたっては、既存技術から最新技術まで幅広い通信方式の活用やエッジコンピューティング等の活用など効率的なシステム構成について検討することが重要です。

<ネットワーク構成の考え方>

情報通信環境のネットワーク構成は、農地や水利施設など ICT の利用現場をカバーするラストワンマイル¹³⁾の通信回線、通信事業者が提供する基幹的な通信網、ラストワンマイルと基幹通信網をつなぐ中継回線といったように重層的に考える必要があります。農地など広い範囲を面的にカバーするラストワンマイルの通信には無線通信が適しています。一方、中継回線には、主に光ファイバや 4G/LTE 規格の無線通信が使われます。

各通信方式の特徴を踏まえつつ、中長期的に活用可能な汎用性の高い通信ネットワークを構築することが重要です。

図 3-1 ネットワークの構成イメージ



¹³⁾ラストワンマイル: 通信の利用者に対し通信接続を提供する最後の区間。

<有線通信と無線通信>

通信方式には有線通信と無線通信の2種類があります。有線通信はケーブルをつかって通信を行う方式で、光ファイバが主流です。無線通信は電波を使って通信を行う方式で、代表的なものは携帯電話回線や Wi-Fi です。それぞれの特徴は次のとおりです。

表 3-1 光ファイバと無線通信の特徴

| 通信方式 | 有線通信(光ファイバ) | 無線通信(携帯電話、Wi-Fi 等) |
|-------|---|---|
| 通信速度 | ~100Gbps | ~20Gbps(5G の場合) |
| メリット | <ul style="list-style-type: none"> ・上り(ユーザ→サーバ)の通信速度と下り(サーバ→ユーザ)の通信速度が同じでかつ速度も安定しており、大容量のアプリケーション・コンテンツをスムーズに流通させることが可能。 ・拡張性に優れており、伝送機器の増設または更新のみで大容量化や、放送等の多目的な利用が可能。 ・光ファイバそのものは長期の利用が可能。(両端のネットワーク機器は更新必要) | <ul style="list-style-type: none"> ・基地局の先のラストワンマイルは、ケーブル敷設工場の必要がないので、特に山間部等の地形が峻険な地域、集落が広範囲に点在している地域等においては、有線と比較して短期でかつ安価に整備が可能な場合がある。 ・エリア一帯をカバーするので、柔軟なネットワーク構築が可能。 ・利用場所が固定されない(移動体通信)。 |
| デメリット | <ul style="list-style-type: none"> ・敷設距離に応じた土木工事、建設工事が必要となるため、コスト(イニシャルコスト及びランニングコスト)が一般的に高価である。 ・通信事業者によるサービス提供地域が限定されている。 ・有線のため利用場所が固定される。 | <ul style="list-style-type: none"> ・周囲の環境(障害物、天候、他の無線システムとの干渉等)により通信速度が低下、または通信不能になる場合がある。 ・コア装置やネットワーク機器の耐用年数が5~7年と短い他、光ファイバに比べて技術進歩、陳腐化が早く、新技術の場合は導入コストが高くなる場合がある。 ・有線システムと比較し、よりセキュリティ対策に配慮する必要がある。 ・移動体通信の計画に応じてエリアが変更されるため利用場所が固定されない。 |

<無線通信の種類と特徴>

無線通信は、周波数¹⁴⁾によって、電波の届く距離、伝送できるデータ量が異なります。一般的には、周波数が低いほど届く距離は長くなる一方、伝送できるデータ量は少なくなります。また、電波は、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ります。

図 3-2 周波数と通信距離、データ量の関係



¹⁴⁾周波数: 電波は空気中を伝わる電気の波であり、周波数は1秒間に波が繰り返される回数。

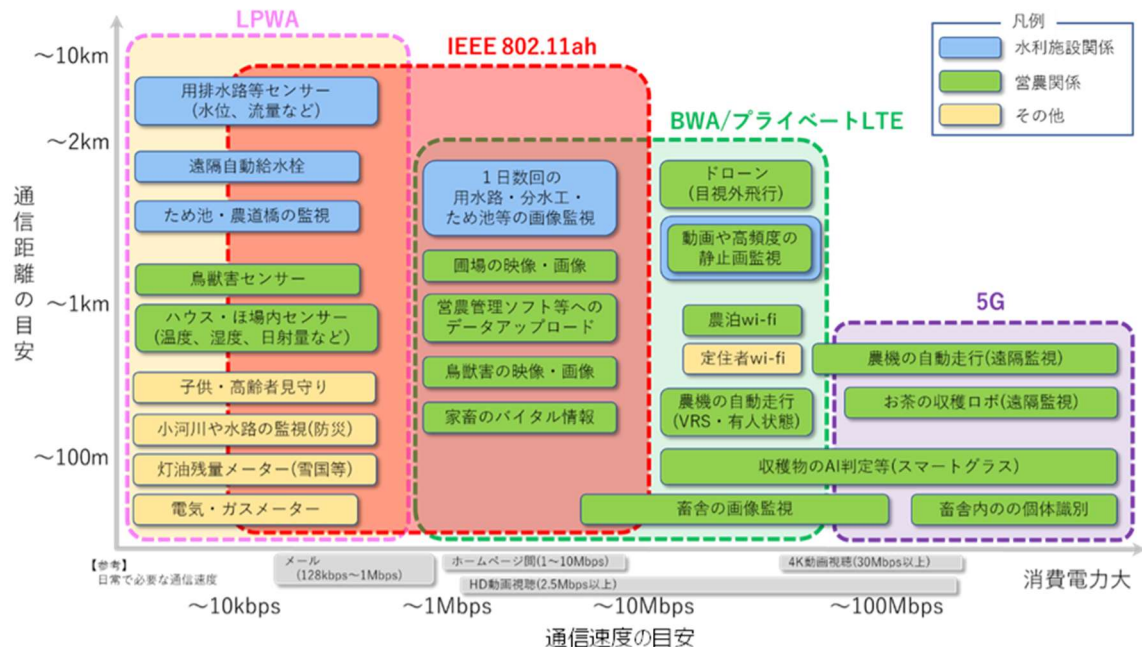
参考として、各無線通信規格の特徴、速度と用途の関係、利用場所、用途に応じた有効な通信方式の例を示します。

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、超低遅延、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) | ○ (低遅延) | ○ | ○ | ○ |
| 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 | 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。音声通信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始まっている。 | 自営 | 数百m | 12Mbps | 不要 | | | | ○ (低頻度) | ○ |
| 6 | LPWA | Bluetoothなどの近距離無線では満たせないカバレッ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。センサ等からデータ取得向き。 | キャリア 自営 | ※5 数km～ | ※5 数十～ 数百kbps | 不要 | | ○ | | ○ (低頻度) | ○ |
| 7 | IEEE 802.11ah | 920MHz帯を使用するWi-Fiの新規格(Wi-Fi Halow TM と呼ばれる)。既存のWi-Fiと同じ仕組みで運用でき、ネットワークの構成や導入が容易。LPWAのLoRa、Sigfoxに比べ、伝送距離は短いが高速。新規周波数の利用によるさらなる高速化も期待されている。 | 自営 | 1～1.5km | 150kbps～ 20Mbps | 不要 | | ○ (低頻度) | | ○ | ○ |

※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（実行速度）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、性能が違う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



LPWAは通信範囲が広く省電力ですが、通信速度が遅いという特徴があります。このため、センサの計測データの送信や画素数の少ない静止画送信などデータ容量が小さい通信に適しています。

BWAや5Gは、高速・大容量の通信が可能ですが、通信距離や省電力性はLPWAより小さくなります。導入コストも高くなります。

IEEE802.11ahはLPWAの中でも、LoRaWANやSigFoxと比較すると、伝播距離は1kmほどとやや短いものの、サイズの大きいデータを、150kbpsから最大20Mbpsほどの高速で送信可能という点で優れています。さらにインフラ整備の面でも低コストであり、多くのデバイスと同時に接続が可能といった特徴もあります。そのため農作物生産現場における害獣被害の防止や見回り労力の緩和などが期待されています。令和4年9月の電波法改正後、令和6年現在では上記を含む様々な現場での利活用がなされています。

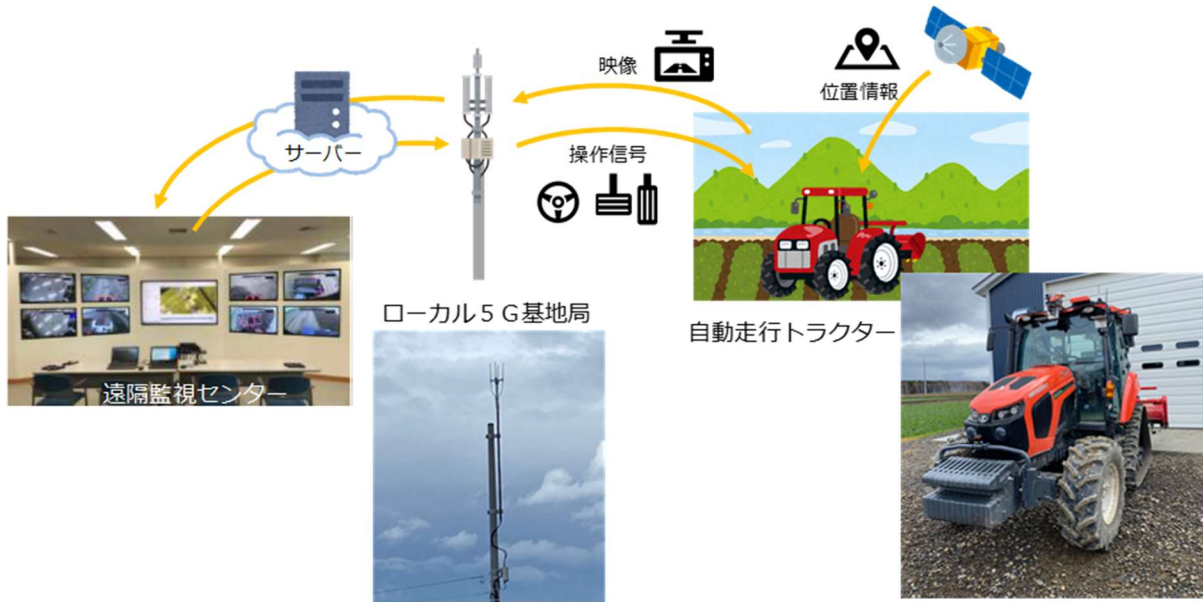
表 3-3 利用場所、設置が想定される端末類と有効な通信方式の例

| 利用場所 | 設置が想定される端末類 | 通信間隔 | 通信速度 | 現場の電源 | 有効な通信方式の例 |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|
| ほ場(露地) | 水田センサ 土壌センサ 気象センサ等 | 数分～数十分 | 低速 | なし | LPWA、IEEE 802.11ah |
| 施設園芸 | 土壌センサ 温湿度センサ CO2 センサ等 | 数分～数十分 | 低速 | 施設による | LPWA、Wi-Fi IEEE 802.11ah |
| | ハウス巻き上げ機、 灌水装置等 | リアルタイム | 高速 | あり | BWA、Wi-Fi、LTE |
| | AI 診断、遠隔指導 | リアルタイム | 超高速 | 施設による | 5G、Wi-Fi |
| 農業用水、ため池 | 水位センサ、 流量センサ等 | 数分～数十分 | 低速 | なし | LPWA、IEEE 802.11ah |
| 揚水機場 排水機場 頭首工、樋門 農業集落排水 営農飲雑用水等 | 監視カメラ、水位センサ、 信号取得装置等 | 数分～数十分 | 低速 | 施設による | LPWA、Wi-Fi IEEE 802.11ah |
| | 監視カメラ、ゲート、ポンプ 制御 | リアルタイム | 低速 | あり | IEEE 802.11ah |
| | | | 高速 | あり | Wi-Fi、LTE、光回線 |
| 畜産 (飼育者、放牧場) | 温湿度センサ CO2センサ等 | 数分～数十分 | 低速 | 施設による | LPWA、Wi-Fi、 IEEE 802.11ah |
| | 音センサ | リアルタイム | 中速 | あり | LPWA、BWA、Wi-Fi、 IEEE 802.11ah |
| | 深度センサ付き AI カメラ (静止画像) | リアルタイム | 中速 | あり | LPWA、BWA、Wi-Fi、 IEEE 802.11ah |
| | AI 監視カメラ (動き、音センサ付き) | リアルタイム | 低速 | 施設による | Wi-Fi、 IEEE 802.11ah |
| | 静止画カメラ | 数分～数十分 | 中速 | 施設による | Wi-Fi、 IEEE 802.11ah |
| 鳥獣被害対策 | 箱わなセンサ くくり罠センサ | わな反応時 | 低速 | なし | LPWA、LTE IEEE 802.11ah |
| | 電気柵用電圧監視センサ | 電圧低下応時 | 低速 | あり | LPWA、LTE IEEE 802.11ah |
| | センサカメラ(動画) | センサ反応時 | 中速 | 施設による | LPWA、BWA IEEE 802.11ah |
| | | | 高速 | 施設による | LTE、BWA |
| 静止画カメラ | 数分～数十分 (高精細) | 高速 | 施設による | 5G、光回線、LTE、 BWA、IEEE 802.11ah | |
| 汎用 | 動画カメラ | リアルタイム | 中速 | 施設による | IEEE 802.11ah |
| | | | 高速 | 施設による | LTE、BWA |
| | | | 超高速 | 施設による | 5G、光回線 |
| | 静止画カメラ | 数十分～数時間 数秒～数十分 数秒～数十秒 (高精細) | 低速 | 施設による | LPWA、LTE、 IEEE 802.11ah |
| 中速 | | | 施設による | LTE、IEEE 802.11ah | |
| 高速 | | | 施設による | 5G、光回線 | |
| トラクタ ドローン | 位置補正情報取得 | リアルタイム | 高速 | あり | LTE、BWA IEEE 802.11ah |
| | 遠隔監視制御 | リアルタイム | 超高速 | あり | 5G |
| 地域利用 | 子供・高齢者見守り | 数分～数十分 | 低速 | なし | LPWA、LTE、BWA |
| | GPSトラッカー | 数分～数十分 | 低速 | なし | LPWA、LTE |
| | 住民向け インターネット利用 | リアルタイム | 高速 超高速 | あり あり | LTE、BWA、Wi-Fi 5G、光回線 |

● 農業分野における情報通信技術の活用事例 <ローカル5G>

自動走行トラクターの遠隔監視・制御(実証中)

- 5Gの超高速、低遅延の特徴を活かし、ほ場から離れた遠隔監視センターからトラクターを監視・制御 ⇒ 少数の担い手で広大な農地の管理が可能



● 農業分野における情報通信技術の活用事例 <LPWA>

水田の水管理の遠隔化・自動化

- 水田の給水・排水をスマートフォンやパソコンで監視しながら遠隔操作や自動制御が可能 ⇒ ほ場の見回りなど水管理の労力の低減、無駄な水を減らし効率的な用水管理が可能

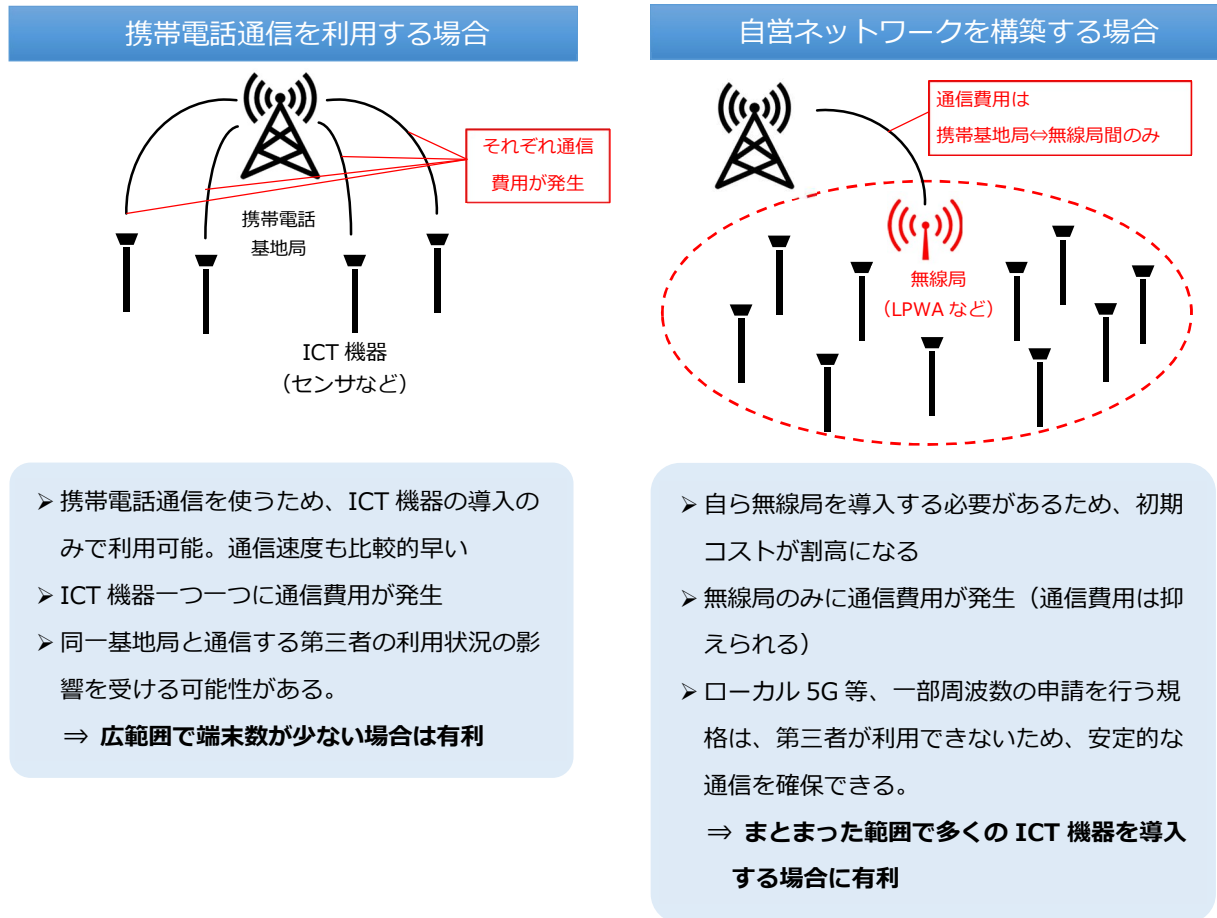


- ほ場に行かずに水位や水温が確認可能
- 遠隔または自動で給水柱の開閉が可能

<携帯電話通信と自営ネットワークの違い>

ICT 機器の中には携帯電話回線に直接つながって通信を行うことが可能なものもあります。この場合、別に無線基地局を設置しなくても ICT 機器の導入のみで利用が可能です。しかし、ICT 機器一つ一つに通信費用がかかるため、導入する機器の数が多い場合には、自ら無線基地局を設置して自営のネットワークを構築することで通信費用を抑えることが可能になります。地域ごと導入機器数や通信の範囲・速度・頻度などの条件を踏まえて適切な方法を選択することが重要です。

図 3-4 携帯電話通信と自営ネットワークの違い



<LPWA の規格>

LPWA は電力消費が少なく、広範囲の通信をカバーすることができるため、水田の水位監視やハウス内の気温、湿度などの栽培環境の監視、鳥獣わなの捕獲情報の伝送など、農業分野での利用シーンが多い通信規格です。LPWA には様々な方式が存在し特徴も異なります。ある方式で接続が可能な機器であっても、違う方式のものには接続できない場合がほとんどです。このため、特徴や接続可能な機器などを十分に踏まえて通信方式を選定することが重要です。

表 3-4 LPWA の主な通信方式

| 主な通信方式 | 概要 | 基地局設置・運用 | 通信方向 |
|---------------------|--|----------|-------------|
| Sigfox (シグフォックス) | フランスの SigFox 社により開発された方式。日本では京セラコミュニケーションシステム株式会社が通信サービスを提供。国内人口カバー率 95%(2023 年 1 月時点)。超狭帯域通信で電波干渉に強い。 | 通信事業者 | 一方向 (上り) |
| ELTRES (エルトレス) | ソニーネットワークコミュニケーションズ株式会社が提供する通信サービス。見通し 100km 以上の伝送が可能。 | 通信事業者 | 一方向 (上り) |
| ZETA (ゼタ) | ZiFiSense 社が開発した方式。基地局と中継器を用いた自営のメッシュネットワークの構築が可能。超狭帯域通信で電波干渉に強い。 | 利用者 | 双方向 |
| LoRaWAN (ローラワン) | 400 社超が参加する LoRa Alliance により仕様が策定されたグローバルかつオープンな通信方式。仕様に準拠した製品同士であれば、異なるメーカーでも相互通信が可能。 | 利用者 | 双方向 |
| プライベート LoRa | 会社毎に独自の通信プロトコルを使用。用途に応じてカスタマイズすることが可能というメリットがあるが、接続できる機器に限られる。 | 利用者 | 双方向 |

出典: Sigfox…京セラコミュニケーションシステムHP(<https://www.kccs.co.jp/sigfox/>)

ELTRES…ソニーHP(<https://eltres-iot.jp/>)

ZETA…ZETA Alliance HP(<https://zeta-alliance.org/zeta.php>)

LoRaWAN…IIJ HP(<https://www.ij.ad.jp/biz/lorawan/?z=0492a>)

< IEEE 802.11ah >

令和 4 年 9 月の無線設備規則の一部を改正する省令(令和 4 年総務省令第 60 号)により、約 1km 程度の距離まで通信可能で、高精細静止画や低フレームレートの動画も伝送可能な無線通信方式である「IEEE 802.11ah (11ah [イレブン・エー・エッチ] や Wi-Fi HaLow™ [ワイファイ・ヘイロー] と呼ばれる)」が使えるようになりました。

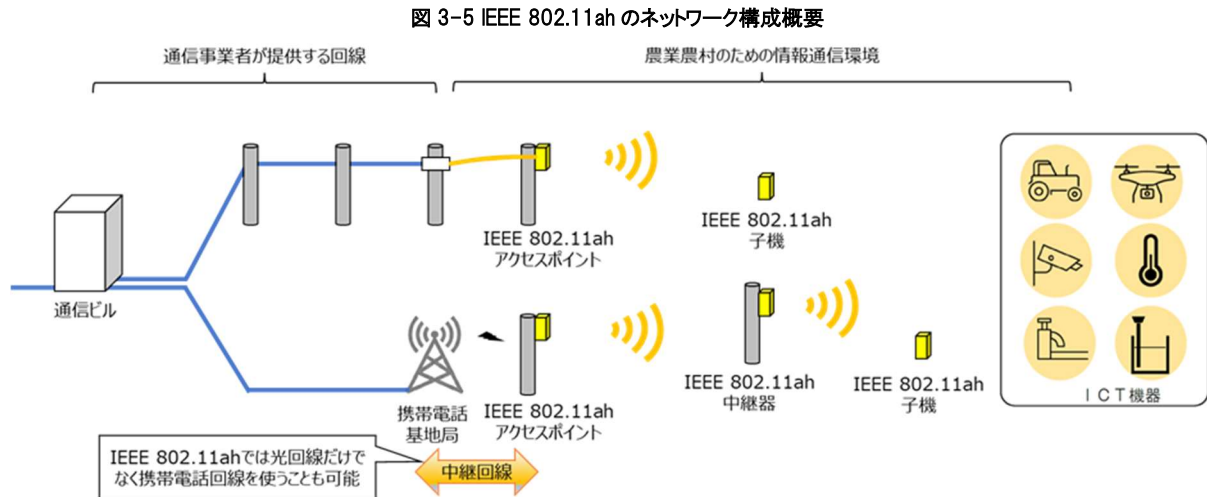
IEEE 802.11ah は Wi-Fi の一規格であり、従来の LPWA と呼ばれる通信方式と同一の周波数(920MHz 帯)を活用しますが、2.4/5/6GHz 帯の Wi-Fi と同様の使いやすさを備えるなど、従来の LPWA にはない特徴を持っています。

なお、IEEE 802.11ah は、関係する企業・団体が加盟している「802.11ah 推進協議会」が普及促進活動を推進しています。同協議会のホームページ<<https://www.11ahpc.org>>も参考にしてください。

● ネットワーク構成の考え方

図 3-5 に 新しく制度化された IEEE 802.11ah のネットワーク構成概要を示します。

IEEE 802.11ah ではアクセスポイント(親機)と子機という組み合わせだけでなく、アクセスポイントと子機の間の中継器を設置することで通信距離を延長することが可能になっています。



● IEEE 802.11ah の特徴

IEEE 802.11ah は、「世界標準規格(Wi-Fi)ベース」「IP 通信が可能」「フルオープン」「自営設置が可能」「数 Mbps のスループットの可能性を有する」という特徴を持った LPWA の 920MHz 帯の周波数を使った無線通信です。

ここでは、2.4/5/6GHz 帯 Wi-Fi や LPWA との比較から、その特徴を紹介します。

<2.4/5/6GHz 帯 Wi-Fi との比較>

IEEE 802.11 は無線 LAN の国際標準規格であり、一般的には Wi-Fi と呼ばれています。

パソコンなどの通信で使われる従来の Wi-Fi は、2.4GHz 帯、5GHz 帯、6GHz 帯の周波数を使っており、IEEE 802.11n(Wi-Fi 4)、IEEE 802.11ac(Wi-Fi 5)、IEEE 802.11ax(Wi-Fi 6/6E)といった規格で定義されています。

IEEE 802.11ah は「Wi-Fi HaLow™」とも呼ばれ、令和 4 年 9 月の無線設備規則の一部を改正する省令(令和 4 年総務省令第 60 号)により利用可能になった Wi-Fi であり、920MHz 帯の周波数を使っています。無線に使われる電波は周波数が低いほど遠くに飛ぶ性質を持っており、IEEE 802.11ah は 2.4/5/6GHz 帯 Wi-Fi と比較して長距離通信が可能という特徴があります。

表 3-5 に Wi-Fi 4/5/6/6E と Wi-Fi HaLow™のそれぞれの特徴を示します。

表 3-5 Wi-Fi 4/5/6/6E と Wi-Fi HaLow™ の特徴

| 通信方式 | Wi-Fi 4/5/6/6E | Wi-Fi HaLow™ |
|-------|---|--|
| 規格名 | IEEE 802.11n/ac/ax | IEEE 802.11ah |
| 周波数 | 2.4GHz 帯 5GHz 帯 6GHz 帯 | 920MHz 帯 ※新規周波数帯(850MHz 帯)の利用検討も進められている。 |
| 通信速度 | ～9.6Gbps (IEEE 802.11ax の場合) | 150kbps～20Mbps |
| 通信距離 | ～100m 程度 | 1～1.5km 程度 |
| メリット | <ul style="list-style-type: none"> ・高速での通信が可能のため、大容量のアプリケーションやコンテンツをスムーズに流通させることが可能。 ・対応製品が多く、機器の選択の幅が広い。 | <ul style="list-style-type: none"> ・低解像度の動画転送が可能な通信速度がある。 ・920MHz を利用するため遠距離の通信が可能であり、広大なエリアを柔軟に構築可能。 ・省電力で動作するため、バッテリーや太陽光発電を用いることができる。 |
| デメリット | <ul style="list-style-type: none"> ・使用している周波数が高いため、近距離でのエリアを構築することになる。 ・対応機器が多いため、無線干渉が発生しやすい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・HD(地デジ相当)や FULL-HD(ハイビジョン相当)等の高解像度の映像伝送には通信性能が不足する。 ・法令により、920MHz 帯の 10%Duty 制限が適用されるため、送信時間が 1 時間中 6 分以下と定められている。 ・他の主要な通信規格より製品数は少ない状況(2024 年度以降、カメラなど農業向けに利用可能な製品が増加している)。 |

出典:「新規規格 Wi-Fi HaLow の現状と先行事例(令和6年3月)」(株式会社富士通総研)

<他の LPWA との比較>

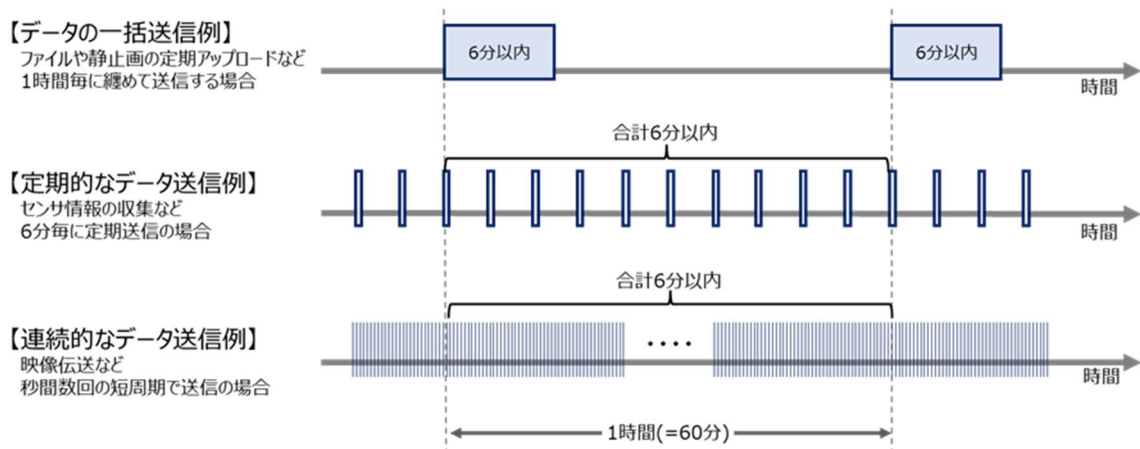
IEEE 802.11ah は周波数として 920MHz 帯を利用する Wi-Fi です。920MHz 帯は LoRa や Sigfox などの他の LPWA が使用している周波数でもあります。

IEEE 802.11ah は LoRa や Sigfox より広い周波数帯域を使って通信を行っており、それにより通信速度も高速になっています。これにより他の LPWA では伝送できない監視カメラの動画伝送なども可能です。

なお、920MHz 帯の周波数を使う IEEE 802.11ah や他の LPWA は、法令により送信時間が 1 時間に 10%以下(1 時間中 6 分以下)と定められています。(以降、この条件を「10%Duty 制限」と呼びます)

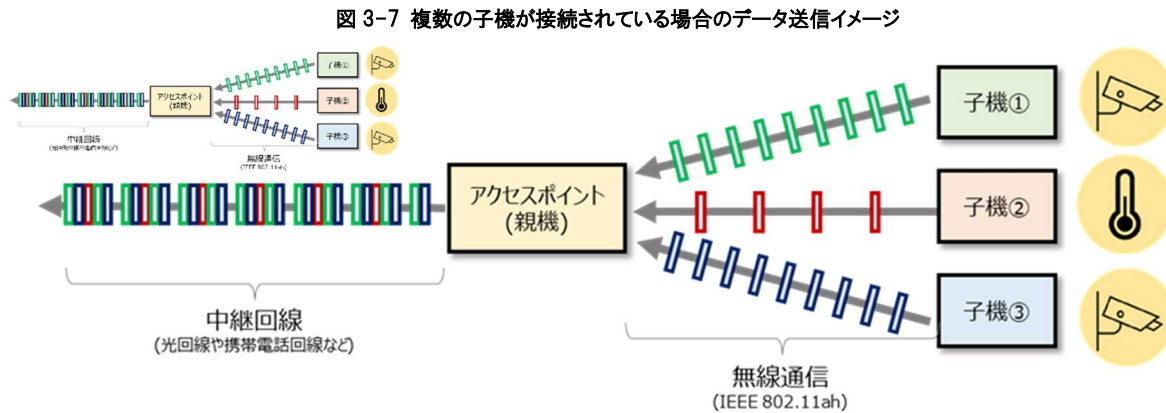
送信時間と送信間隔の調整を行うことで、10%Duty 制限を守りつつ連続してデータ送信するような使い方ができます。たとえば、カメラなどのデバイスで送信間隔の調整を行うなどの工夫をすることにより、連続で映像伝送を行うような利用も可能になっています。図 3-6 にデータ送信イメージを示します。

図 3-6 IEEE 802.11ah の 10%Duty 制限におけるデータ送信イメージ



IEEE 802.11ah などの LPWA は、一般的に1台のアクセスポイント(親機)に複数の子機を接続し、各子機経由で現場のセンサ情報や画像・映像をアップロードするような使い方が想定されています。

図 3-7 に複数の子機が接続されている場合のデータ送信イメージを示します。



複数デバイスからデータをアップロードするような使い方では、複数の子機が1台のアクセスポイントに向かってデータを送信するため、各々の子機は割り当てられた時間内でデータ送信することになります。その結果として間欠的もしくは定期的なデータ送信になり、各子機は 10%Duty 制限の制約を受けますが、親機の受信に対しては 10%Duty 制限がかからないため、例えば子機の台数が 5 台の場合でも親機は 50%の時間受信をすることが可能となります。

このように IEEE 802.11ah の利用が想定されているユースケースにおいては、10%Duty 制限をあまり気にしなくてよい使い方も多くあります。

なお、IEEE 802.11ah は他の LPWA と比較して高速な通信が可能のため、10%Duty 制限があってもより多くのデータを送信することができます。

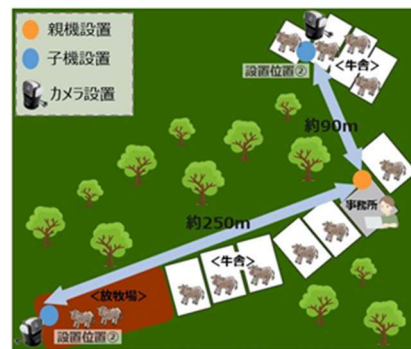
更に IEEE 802.11ah は今後の利用拡大に対応するため、新しい周波数(850MHz 帯)の利用について具体的な検討が進められています。850MHz 帯は現在デジタル MCA に利用されていますが、更新やメンテナンスを行う上で、その維持継続が困難となっている状況から 2029 年 5 月 31 日にサービス終了することがアナウンスされています。850MHz 帯での利用時については 802.11ah 推進協議会で 10%Duty 制限の無い運用が検討されており、IEEE 802.11ah のさらなる高速通信が期待できます。

取組事例 <事例 7>神奈川県における中小規模向けスマート畜産の取り組み

畜産業は飼料価格や生産資材等の価格上昇、労働力不足、後継者確保問題など厳しい環境に置かれています。ICT 技術を活用したスマート畜産が期待されていますが、大規模なシステム導入や飼育舎建て替えが必要なケースもあり、中小規模の畜産農家での導入に課題がありました。

NTT 東日本は、神奈川県内の養豚場、牧場の協力を得て、既存設備でも容易に導入可能な「飼育環境管理」「飼育牛・豚の健康状態把握」等に関する畜産現場システムの実証を進めています。

システム導入には、数百メートルの距離にある現場と事務所を繋ぐネットワークが必要になります。そこで、牛・豚の動きや音声の把握のための映像伝送ができ、簡単設置で長距離通信に対応、かつ砂埃、風雨雷、ねずみによる咬害対策も可能な IEEE 802.11ah による無線通信を実証フィールドで活用しました。



実証フィールド場所・機器設置場所イメージ

養豚施設や放牧場では、防疫対策のため鳥獣侵入の把握が必要となります。本ネットワークを活用して、敷地境界等に設置した防犯カメラから動きや音を検知して映像を伝送することで、外出先や事務所に居ながらもイノシシやカラスの侵入や柵の状態の適時監視も実証しています。



豚舎では、タブレットの AI カメラで撮影した 3D 画像データから豚の体重・体格・肉質計測するクラウドサービスの活用が可能になり、通常なら 2, 3 人で行う豚の体重測定の省力化を実現することができました。また、カメラ映像や各種センサとの連携により、防護服への着替えを含めた豚舎内見回りの省力化や、呼吸器疾患等の早期対処による出荷時期遅れの抑制も可能になってきています。

このような施策によりデータ通信量は今後も増加していく見込みであり、カメラやセンサなどマルチデバイスに対応できる IEEE 802.11ah に対して、新たな周波数利用による更なる通信高速化が期待されています。

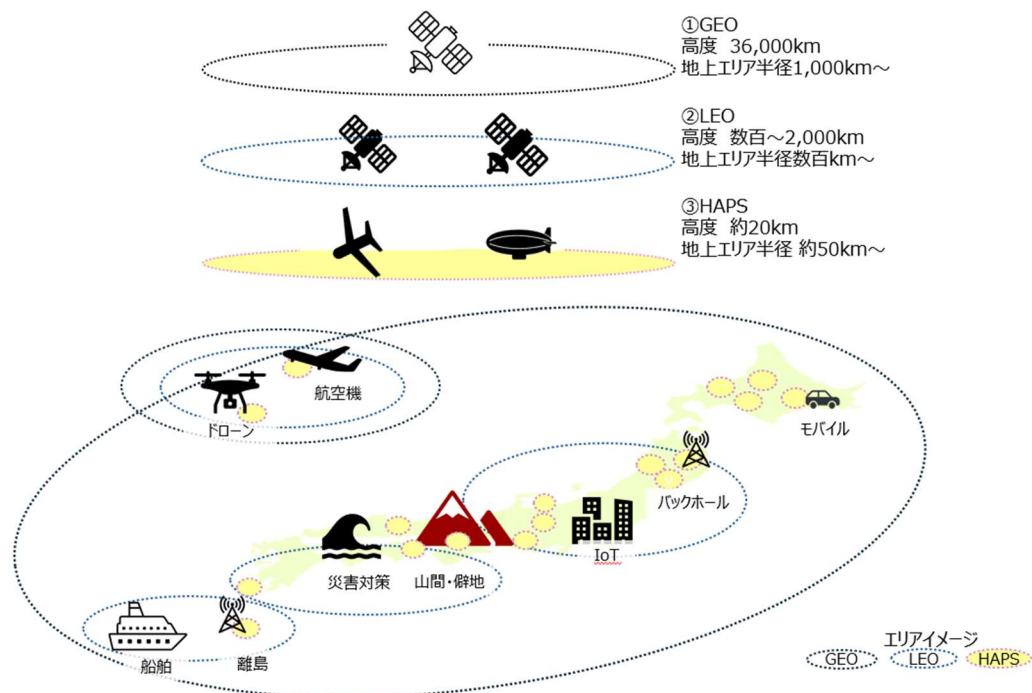
出典:「新規格 Wi-Fi HaLow の現状と先行事例(令和6年3月)」(株式会社富士通総研)

<NTN (Non-Terrestrial Network:非地上系ネットワーク)>

これまで基地局が設置できなかった山間部やへき地、海上などのエリアに対する通信技術として、NTN（非地上系ネットワーク）が注目されています。

NTNとは、衛星や、HAPS(High-Altitude Platform Station:高高度通信プラットフォーム)、ドローンなどの多様な通信プラットフォームを介して、海、空、宇宙などの異なる空間を多層的につなぐネットワークシステムです(図 3-8)。近年では、一部のスマートフォンにおいて圏外の場所でも衛星経由の緊急通報サービスが利用できる機能が搭載されたことで話題となりました。

図 3-8 衛星・HAPSによる通信サービスの提供イメージ



衛星プラットフォームには、低軌道衛星(LEO)、中軌道衛星(MEO)、静止衛星(GEO)があり、これらの衛星や HAPS の特徴と、開発・実用化を進めている主要な事業者を紹介します。

表 3-6 衛星・HAPS の開発を行う主な事業者

| | サービス名(事業者) | 衛星総数 | 軌道高度 | 通信速度 (下り公称値) | サービス開始時期 |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------|-----------------|---------------|
| LEO | Starlink (Space-X、米国) | 11,908 機(計画) | 約 550 km | ~220Mbps | 2022 年 10 月開始 |
| | Eutelsat OneWeb (OneWeb、英国) | 630 機以上 | 約 1,200km | ~195Mbps | 2024 年 12 月開始 |
| | Project Kuiper (Amazon、米国) | 3,232 機(計画) | 約 600km | ~400Mbps | 2026 年度予定 |

| | 事業者 | 特徴 | 備考 |
|------|-----------------------|------------------------|--|
| HAPS | SCEYE (米国) | 飛行船型 全長 152m、直径 40m | 2024 年、成層圏における完全な日周飛行に成功した。 |
| | Zephyr AIRBUS (欧州) | 固定翼 翼長 25m | 成層圏滞空 3,000 時間の世界記録を持つ。 |
| | HAPS モバイル (日本) | 固定翼 翼長 78m | AeroVironment(米)と Softbank との合併で設立。 |
| | Space Compass (日本) | 固定翼 翼長 25m | NTT とスカパーJSAT との合併で設立。2026 年中のサービス開始を目指し開発中。 |

出典：総務省「電波利用に関する現状と課題について」

Sceye HP(<https://www.sceye.com/>)

Airbus HP(<https://www.airbus.com/en/products-services/defence/uas/uas-solutions/zephyr>)

Softbank HP(<https://www.softbank.jp/corp/philosophy/technology/>)

Space compass(<https://space-compass.com/>)

一般に、NTN では、基地局として機能する媒体の高度が高ければ高いほどカバー領域が広がりますが、一方で、地表から距離が離れるほど通信遅延は大きくなります。このため、通信用途に応じてプラットフォームを使い分けて活用することになります。また、HAPS の利用においては、成層圏が各国の領空に含まれるため、国際的な実用化には各国での法整備が重要となります。また実際に農地で活用する際には、給電設備も同時に整備する必要がある点に留意が必要です。

今後、高度や通信特性がそれぞれ異なるプラットフォームの進化、5G 技術や光通信技術の NTN への導入、標準化の進展等により、二次元から三次元へ拡張された新たなネットワークサービスが期待されます。

<エッジコンピューティング>

近年は画像解析技術の進歩により、鳥獣被害対策や営農におけるモニタリングにおいて、現地でカメラにより撮影した大量の画像をクラウドサーバに転送し、AI で認識、解析することも可能となっているが、大容量のデータ転送が伴うため、通信コストの増大や通信の遅延といった課題があります。

このような条件では「エッジコンピューティング」の導入により、ユーザや端末の近くでデータ処理することで、通信回線への負荷や通信遅延を生じさせない手法も検討の余地があります。

取組事例 <事例 8>長野県塩尻市ほか エッジコンピューティングの導入事例

長野県塩尻市では、1996 年より市独自の施策として ICT の活用を進めており、全国初の市営プロバイダ事業、市内 130km にわたる光ファイバの整備、市内全域をカバーする無線網を活用した児童見守りサービス、気象情報案内、鳥獣被害対策などに先進的に取り組んでいます。



このような中、2019 年に「長野県 AI・IoT 等先端技術導入・地域課題解決型モデル創出支援事業」により、長野県内の複数事業者で連携し、AI を活用した鳥獣対策の情報伝達システムを開発しました。

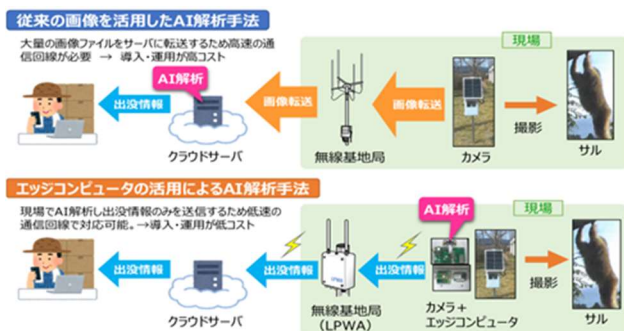
従来のサル対策は、捕獲した個体に首輪型の発信器を取り付け、行動を分析することで柵の設置や追い払いなどを行うという方法を取っていましたが、発信器の取付と運用に大きなコストがかかってしまうというデメリットがありました。

こうした課題に対応するため、畑などにカメラを設置し、サルが出没したときに撮影された画像を AI で解析し、出没情報を関係者に伝達するという手法を検討しました。しかし、逐一撮影した画像をクラウドサーバに送信して AI で解析すると、膨大なデータを高速で伝送可能な通信網が必要になってしまいます。これを解決するため、現地の設備に AI 解析に必要な装置を組み込み、現地（エッジ側）で画像の解析を行い、「サルを認識した」という情報のみを伝送することにより、データ量が少なく LPWA でも通信可能なシステムを構築しました。

現地での処理に必要な装置は、安価なマイコンを採用するとともに、既存の学習済 AI を導入することでコストを抑えたシステムとしています。また、複数の画像から動くものを検出し、その中からサルを AI で認識するという 2 段階の判定方法により判定精度を高めています。撮影した画像は SD カードに保存され、後日回収して AI の学習データとして活用することで、判定精度の向上や他の鳥獣へ適用拡大も可能となっています。

こうした検知情報がクラウドを介して地元農家や猟友会にメール配信され、迅速な追い払いや捕獲に寄与するとともに、農家や猟友会の負担の軽減にも大きく貢献しています。

エッジコンピューティングの模式図及び解析画像



【2画像による検出例】左のコマではサルがいるが、右のコマでは屋根に移動していない



画像の差分から動物（サル、木の葉、照り返しなど）を検出し、緑の輪郭で表示

3-2. 情報通信施設の配置計画の検討

対象エリア、地形条件、電源の確保、施設の設置が可能な用地・建物の状況などの条件、電波の伝搬シミュレーション、伝搬調査等を踏まえて、無線基地局の設置箇所を検討します。

無線基地局の配置、既存通信施設、公道や利用可能な電柱等の諸条件を踏まえ光ファイバの路線計画を検討します。

光ファイバの計画路線、無線基地局の候補地点を踏査し、線路構築の可能性がある電柱や既存インフラ、無線基地局を設置可能な用地・建物とその周辺状況(遮蔽物等の有無)を確認し、施設配置計画を策定します。整備費用、維持管理費用の試算も行います。

ポイント

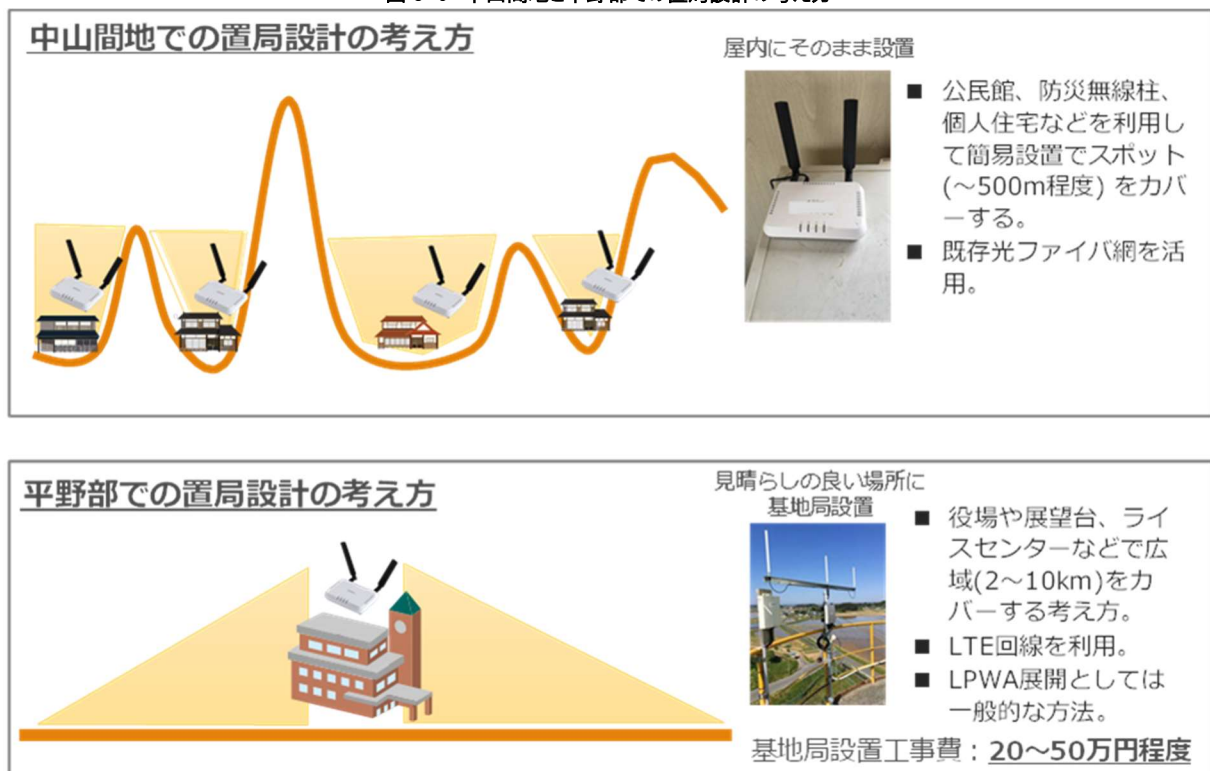
- 無線基地局の配置計画は、通信の安定性の確保、効率的な施設配置、維持管理の容易さなどの観点で検討します。
- 光ファイバの路線計画の検討にあたっては、電柱の強度不足や電柱の不在といった状況も想定されるため、既存インフラの活用、農業生産基盤整備等と連携した通信施設の整備等の幅広い視点での対応も検討します。

1. 無線基地局の配置計画の考え方(LPWAの例)

(1) 地形条件による通信への影響

中山間地と平地では地形の違いから無線基地局の配置の考え方が異なります。中山間地では山に囲まれたエリアごとにスポット的に基地局を設置する必要があります。平地では、見通しの良い場所に基地局を設置し、1つの基地局でできるだけ広域をカバーするようにします。

図 3-9 中山間地と平野部での置局設計の考え方



(2) 基地局設置箇所の選定の考え方

基地局の設置箇所は、次のような場所が候補になります。

① できるだけ高所に設置可能な場所

見通しがいい高所に設置することで、通信距離が広がり、設置箇所数を少なくすることが可能になります。

② 事業主体や利用予定者など関係者が所有、管理する施設や公共施設

関係者が所有・管理する施設(農業水利施設、カントリーエレベータ等の農業用施設等)や公共施設の場合、施設利用料などのコストを抑えることが可能になるとともに、既に光ファイバがその施設まで整備されている場合には工事費の縮減につながります。

③ 維持管理のしやすい場所

車でアクセスしやすい、高所作業車が不要など維持管理のしやすい箇所を検討します。

④ 電源の確保しやすい場所

設置予定箇所の周辺に使用可能なコンセントがあれば、設置コストも安く安定的な電力供給が可能です。コンセントがない場合には、ソーラーパネル＋バッテリーでの運用を検討します。その場合、日照時間など必要な条件が確保できる必要があります。

図 3-10 無線基地局の配置の候補となりえる施設の例



排水機場



揚水機場



警報局



調圧水槽



市役所屋上(公共施設)



防災無線(公共施設)

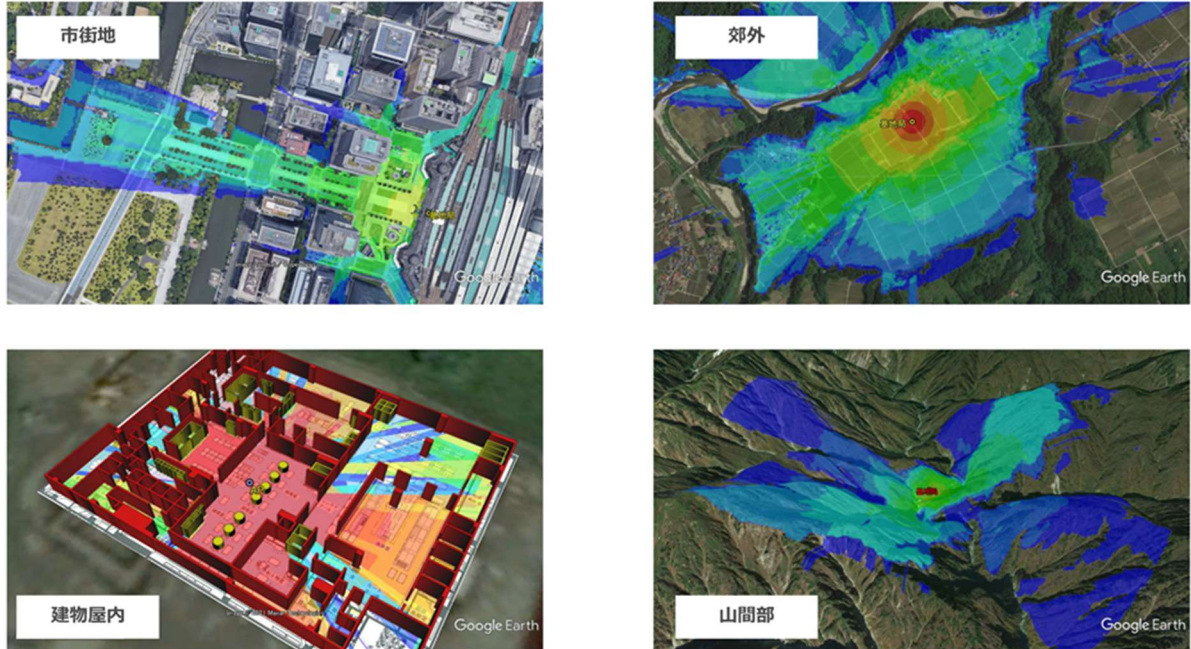


公園(公共施設)

(3)電波伝搬シミュレーション

基地局設置箇所の候補地の選定にあたっては、専用ソフトを使って簡易的に電波伝搬シミュレーションを行うことが可能です。こうした方法も活用して候補地点の選定、絞り込みを行います。

図 3-11 電波伝搬状況のシミュレート図



(4)電波の伝搬試験

無線基地局の設置箇所の候補地が決まったら、実際に電波が届くかどうか現地で試験を行います。伝搬試験は、電気通信事業者の協力の下で、次のような流れで行います。

- ① 無線基地局の候補地に、電波試験機(親局)を設置
- ② 通信端末(子局)の設置予定地に試験端末を設置し通信状況を確認
- ③ 電波が届かない場合は、設置位置を見直し再度確認
- ④ 見直しを行っても電波が届かない場合は、無線基地局(親局)の追加を検討
- ⑤ ①～④を繰り返し、対象区域内の電波伝播状況を整理

図 3-12 電波の伝播状況の試験調査の取組例



(5)無線基地局の配置案の検討

地図上に電波の伝播状況を整理して図式化し、最適と考えられる配置案を取りまとめます(図 3-13)。なお、用地買収や借地が必要な箇所については、地権者への説明、同意取得も並行して実施する必要があります。

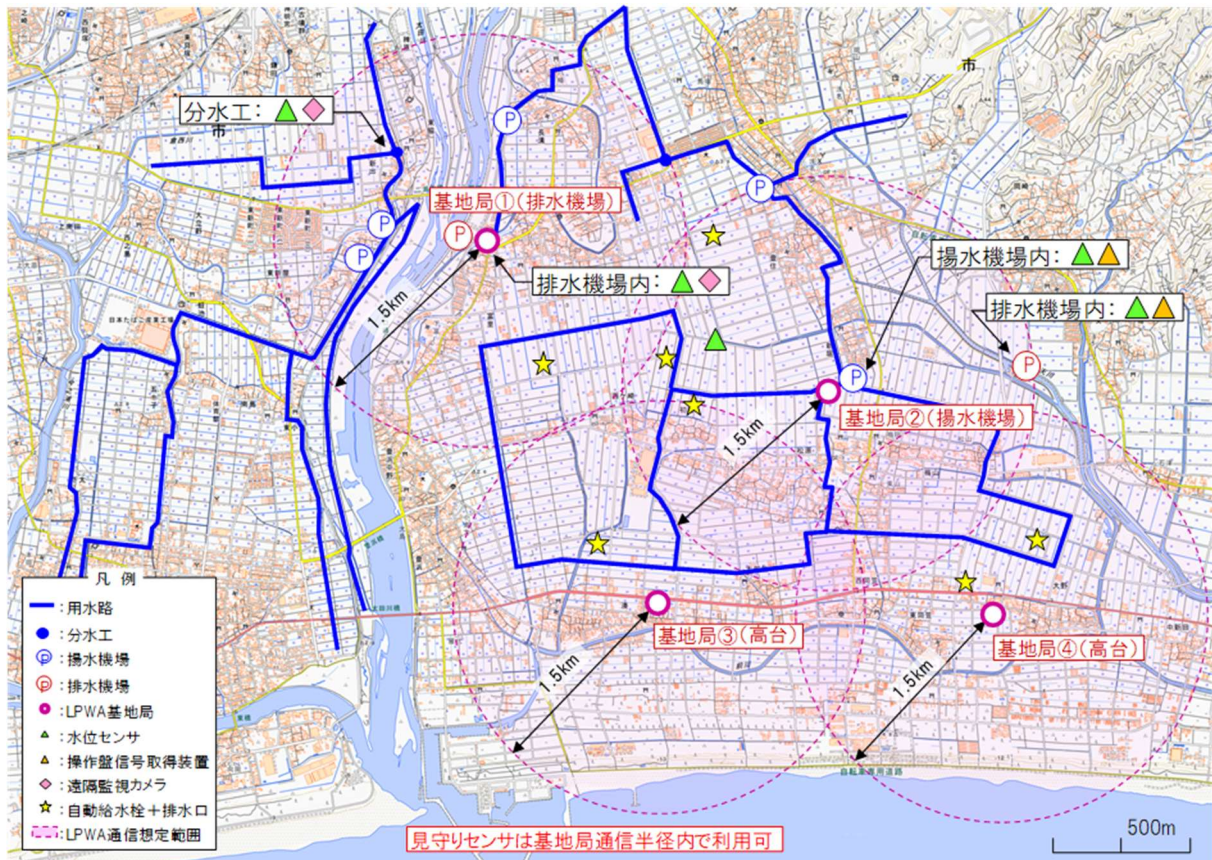
図 3-13 の例では、無線基地局の配置計画の検討を次の手順で実施しています。

- ① 子局(センサ類)の設置予定箇所を地図上にプロットする。
- ② 当該エリアは平地であることから、およそ 1~2km 程度の同心円を通信可能なエリアと想定し、最も効率良くカバー可能であるとともに、P48 に示す条件の両方を満たす場所を地図上から割り出し、候補地として4箇所を選定。
 - ア 基地局①(揚水機場)、②(排水機場)

高所に設置可能、施設管理者である市の許可の取得及び電源の確保が容易であったことから選定。
 - イ 基地局③、④(高台)

高所に設置可能、施設管理者である市の許可の取得が容易であったこと及び子局が近く安定的な通信確保が見込まれたことから選定。
- ③ 候補地を選定後、P49の(3)、(4)に示す電波伝搬状況のシミュレーション及び実測を行い、問題無いことを確認した上で、無線基地局の設置場所を確定させた。

図 3-13 無線基地局の配置案



出典:国土交通省国土地理院作成の電子地形図を加工して作成

取組事例 <事例 9>袋井市における LPWA 無線基地局の配置計画例

静岡県袋井市では、地元土地改良区による幹線用水路から末端用水路への分水管理のための見回りや、市役所による排水機場の降雨時の監視等に多大な労力を要していました。このため、令和2年度から農林水産省の実証事業を活用して、ICT を活用した管理の省力化に取り組んでいます。



実証にあたって、まず施設を管理する土地改良区、市から現在の管理方法と ICT 導入後に期待する効果についてヒアリングを行いました。その後、現地踏査により、水位センサ、監視カメラ等の通信端末を設置する箇所を選定しました。そのうえで、設置箇所数、月々の通信コストやデータの送受信容量を踏まえ、通信規格を LPWA とし、そのうち導入可能な端末が特定の事業者に限定されないオープン規格である「LoRaWAN[®]」を採用しました。また、基地局の設置箇所を選定に当たっては、

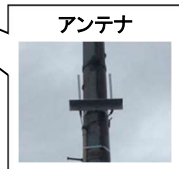
- (1) 通信端末に電波を安定して到達させるため、見通しの良い高所であること
- (2) 管理主体が保守・メンテナンスを柔軟に行うことができる施設であること
- (3) 将来通信端末の設置可能性がある施設をカバーできる場所であること

といった条件を踏まえ、仮設の無線基地局による電波の伝搬試験を経て、袋井市役所屋上及び月見の里遊学館(袋井市管理)の2箇所を選定しました。

袋井市役所屋上からの見通し



LPWA 基地局
(袋井市役所屋上)



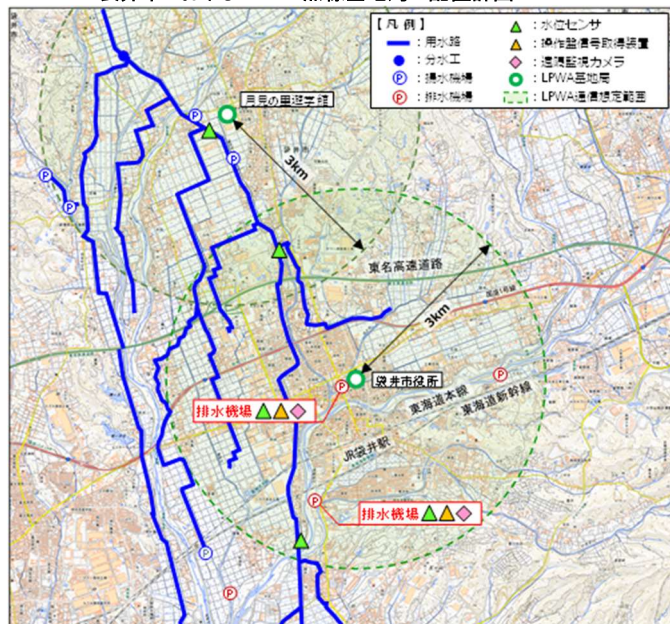
LPWA 基地局
(月見の里遊学館)



地域内で最も高所の袋井市役所屋上に取り付けた LPWA 基地局は半径 3km 程度の通信距離を見込むことができ、通信端末にリライ(再通信)機能を持つものを導入することで、通信成功率はほぼ 100% を確保できました。

また、運用コストを検証した結果、従来型の管理システムに比べ更新費用、通信費、人件費について5年間で約2千万円(年間約390万円)の削減効果が期待できることがわかりました。

袋井市における LPWA 無線基地局の配置計画



出典:国土交通省国土地理院作成の電子地形図を加工して作成

取組事例 <事例 10>大阪府能勢町 中山間地域における無線基地局の配置計画

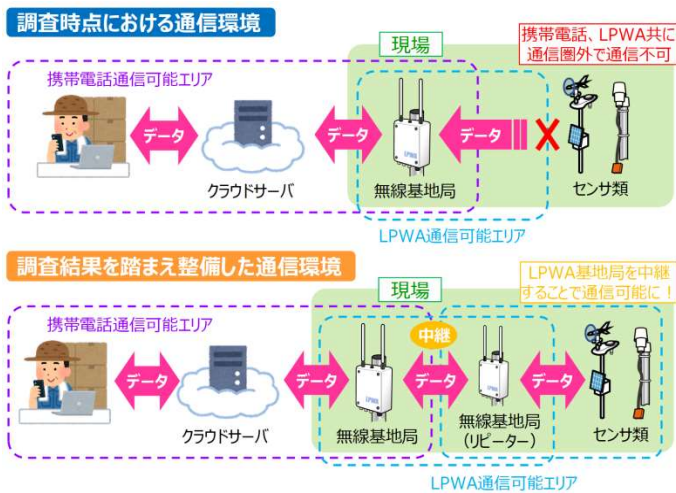
大阪府能勢町天王地区では、スマート農業技術を活用して生産性向上、収益向上、生活環境の改善を図るべく、地域住民により「天王ナチュラルファーム」が組織され、農地集積・集約化、農産物の販路拡大、農産加工品の新規開発、農業体験イベントの開催等の取組が行われています。



令和 2 年度からは、「スマート農業加速化実証プロジェクト」の採択を受け、携帯電話通信網とLPWA(LoRaWAN[®])を活用した農地の水管理、鳥獣わなの見回りの省力化に取り組んでいます。

取組に当たり、まず携帯電話(LTE)の通信可能エリアを地図上で重ねるとともに、現地で電波の伝搬状態を確認したところ、一部の農地では携帯電話の通信圏外であること、携帯電話の通信圏内に設置した LPWA 基地局からは、末端の農地まで LPWA の電波が届かないことが判明しました。

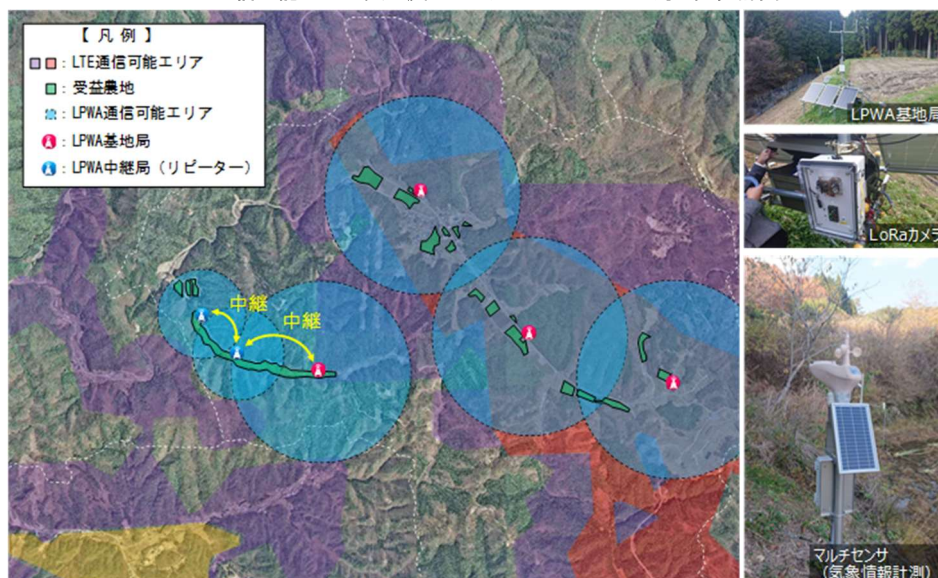
能勢町における LPWA 通信網 模式図



このことから、本地区では、携帯電話の通信可能エリア圏外に LPWA 基地局のリピーター(中継局)を 2 基設置することにより LPWA の通信可能範囲を拡大させました。

これにより、携帯電話の通信圏外でも通信環境を確保するとともに、LPWA を活用した緊急時の通信手段の確立など、中山間地域における農作業を安心安全に行うための環境づくりにも寄与しています。

LTE 通信可能エリアと受益農地に対応した LPWA 基地局の配置計画



出典：国土地理院撮影の空中写真(2009 年撮影)を加工して作成

2. 光ファイバの整備計画の考え方

(1) 農地エリアにおける光ファイバ整備の留意点

人が住まない農地エリアでは、次のような点で、居住エリアにおける整備とは条件が異なる場合があるので、注意が必要です。

- ① 電柱が存在しない、電柱を新たに建柱するスペースの確保が難しい、電力・電線の電柱が存在していても、荷重計算(積載荷重や風荷重)上の強度不足により共架不可の可能性がある。
- ② 既設の電気通信事業者の通信設備に接続する場合、居住エリアのニーズに応じた設計がされており、新たなニーズに対し通信容量が足りない可能性がある。
- ③ 光ファイバのセンター設備を設けている局舎からサービスの提供を計画するエリアまでが遠い場合、減衰により十分な性能を発揮できない可能性がある。

(2) 光ファイバの導入方式

光ファイバの導入にあたっては、電気通信事業者のサービスに加入する「引き込み」と、自らが施設を整備し、運用・管理を行う「自営線」方式があります。

特に農地エリアでは、電気通信事業者によるサービス提供が行われておらず、自営線方式により敷設し、電気通信事業者と相互接続を行うことが多くなると想定されます。

調査の段階で、電気通信事業者との間で、引き込みの可否や自営線の相互接続、自治体資産のIRU¹⁵⁾ケーブルの貸与可否についても確認しておくことが望まれます。

表 3-7 光ファイバの導入方式と特徴

| 導入方式 | 長所 | 短所 |
|------|---|---|
| 引き込み | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の電気通信事業者のサービスに加入申込みを行い、電気通信事業者による引き込み工事を行うだけのため、手続きが容易である。 | <ul style="list-style-type: none"> ・他の利用者と光ファイバの芯線を共有するため、各自の通信容量が増大した場合、安定した通信速度を維持できない可能性や回線増強の必要性がある。 ・インターネットに接続する場合、1回線1契約毎の料金が必要となり、接続数が多くなる場合はコストが増大する。 ・電気通信事業者のサービス提供外エリアの場合、申込みが不可能。 |
| 自営線 | <ul style="list-style-type: none"> ・自らのニーズに沿った通信容量の芯線を敷設できるため、安定した通信品質を確保できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・局舎、芯線等の一式の設備を自らで整備・管理する必要があるため、建設・運用コストがかかる(ただし、IRUによる管理委託等も可能な場合がある。) ・インターネットに接続する場合、他の電気通信事業者との相互接続の必要が生じ、接続設備の設計・構築や各種手続きが必要となる。 ・第三者に通信のサービスを提供する場合、電気通信事業者の資格が必要である。 |

¹⁵⁾ IRU: Infeasible Right of User の略。関係者の合意がない限り、破棄または終了させることができない長期安定的な設備等の使用権契約。

(3)敷設方法

光ファイバの主な敷設方法としては、架空線方式と地中化方式があります。現地の状況を踏まえ、適切な方式を選定します。

農地エリアでは、敷設の延長が長く、そもそも電柱がない、電柱の空きがないといった厳しい条件になる場合も想定されます。そういった場合でも、既存の施設(水道溝、電灯、鉄道敷地等)の活用や他者の光ファイバとの一束化¹⁶⁾により解決した事例もあります。(図 3-14)。このほか、通水断面や施設管理上支障のない範囲で、水路敷の活用等についても検討します。

表 3-8 光ファイバの敷設形態

| 敷設方法 | 長所 | 短所 |
|-------|--|---|
| 架空線方式 | <ul style="list-style-type: none"> ・施工に掘削を伴わないので、工事費用が安く、電力、電線などの電柱が共架可能な場合は活用が可能。 ・地中化方式に比べ施工がしやすく、需要の変動に対して、スピーディな対応が可能。 | <ul style="list-style-type: none"> ・地震や台風といった災害に弱く、断線の可能性が地中化方式よりも高い。 ・電柱が道路の有効幅を狭める為、通行車両の妨げとなりやすく、衝突の危険性がある ・電柱により景観が悪くなる。 |
| 地中化方式 | <ul style="list-style-type: none"> ・地震や台風といった災害に強い。 ・道路を広く使うことができ、通行車両の衝突、破損の危険性が少ない。 ・景観が良い。 | <ul style="list-style-type: none"> ・施工に掘削を伴う為、工期が長く工事費用が高くなる。 ・設備増強が必要になった場合、架空線方式に比べて施工しにくい。 ・農村地域では道路下にパイプライン等が敷設されている場合、設置に必要なスペースの確保や施工が難しくなる。 |

図 3-14 条件不利地域における光ファイバの敷設の解決事例

共架の空きなし、不可柱が多い、線路が作れない

→ **他社の施設に相乗り（割勘）**

他者の光ファイバと一束化
(志布志市)



電灯に共架に線路
(会津若松市 芦ノ牧)



他者の施設内に線路
(会津若松市 水道溝)



(関西ブロードバンド株式会社提供)

共架すべき電柱がない？

→ **金属製可とう管**

電柱はないわけではないが、ダム横断や国道横断が多いことから、最短ルートである会津鉄道の軌道内のトラフ、電柱、トンネル、橋梁を相乗り利用し、特に地面を這わせる箇所は金属製可とう管に光ファイバを入れて軽く埋設、またはアンカーで止めて敷設した。






¹⁶⁾ 一束化：電柱を使用する複数の事業者の通信線を1箇所の共架ポイントに束ねて敷設すること。

取組事例 <事例 11> 志布志市におけるローカル 5G、光ファイバの配置計画の検討例

鹿児島県志布志市では、少子高齢化の影響によりお茶農家の数が年々減少しており、将来的な人手不足に対応するため、令和 2 年度から農林水産省と総務省の実証事業を活用して、農業ロボットによる農作業の自動化の実現に向けたローカル 5G 等の実証を行いました。

実証にあたり、ローカル 5G などの無線通信を整備するために、無線基地局と通信事業者が提供する通信回線をつなぐ中継回線として光ファイバが必要でしたが、実証を行うほ場には、光ファイバが敷設されていませんでした。そこで、新たに光ファイバの線路敷設を行うため、ほ場まで最短でつながるルートには既設の電柱が無く、建柱作業には高いコストと時間がかかることから最短ルートでの敷設は見送りました。次に、既存通信網として加入ダークファイバのルートを検討しましたが、過疎地には加入ダークファイバのルートが少なく、また市が所有する既設の住民サービス用光ファイバ網の余り芯もありませんでした。

そういった状況から最終的に新たな光ファイバを構築するしかなかったため、建柱費用を抑える手段として、志布志市の光ファイバ網と一東化して構築する方法を市に打診しました。九州電力、NTT、総合通信局、志布志市の関係部署と調整を行い、異事業者同士の光ファイバ網の一東化が許可され、官民が協力して通信網を整備することができました。新たに建柱する場合、工期は半年から 1 年程度かかる見込みでしたが、一東化して整備することにより、わずか 2 か月で完了することができました。



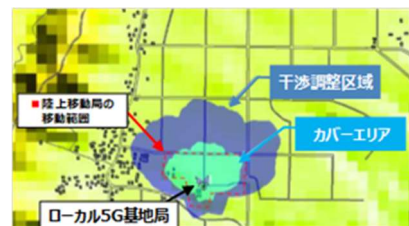
自動摘採機



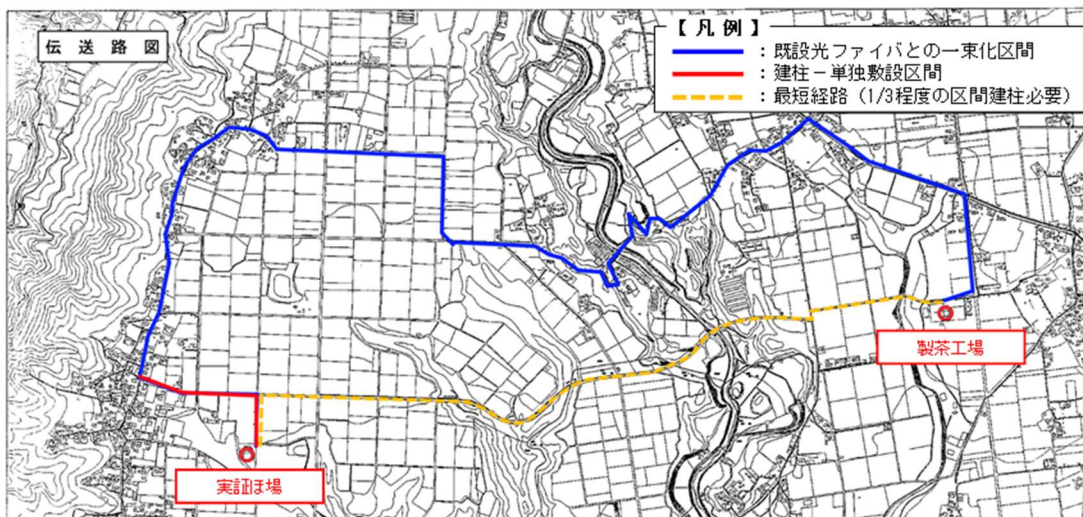
一東化した光ファイバ



ローカル 5G の電波シミュレーション



光ファイバの敷設計画



(富士通株式会社、関西ブロードバンド株式会社提供)

3-3. 整備・運用方式の検討

民設民営、公設民営、公設公営等の整備・運用方式を検討します。

関係者間の役割分担、整備・運用コストの負担割合、料金徴収の有無・料金設定等の方針を検討します。

ポイント

- 民間事業者の意向、地方公共団体として可能な財政措置や利用可能な国の支援策等を総合的に勘案して整備・運用方式を検討します。
- 公設民営方式の場合、IRU 契約¹⁷⁾と呼ばれる方法で民間事業者が自治体より施設を借り受け運営を行う場合が想定されます。この場合、IRU の相手となる電気通信事業者とは、調査段階から調整を行う必要があります。
- 共同利用、共同施工を行う場合は、費用の按分方法について検討を行います。

<情報通信施設の整備運用方式の類型>

表 3-9 情報通信施設の運用体制のモデル

| サービス提供モデル | イメージ | 概要 | |
|------------|---------|---|--|
| 公設公営型 | | 地方公共団体が光ファイバ等を整備し、設備の保守等維持管理を行うもの。 | |
| 公設民営型 | 卸電気通信役務 | | 電気通信事業者の登録又は届出を行った地方公共団体が、他の民間電気通信事業者に対して卸電気通信役務の提供を行うもの。 |
| | IRU | | 地方公共団体が、電気通信事業者と長期安定的な使用権に関する契約(IRU契約)を行うことにより、光ファイバ等を心線単位で貸与するもの。 |
| 民設民営型 | | 民間電気通信事業者が光ファイバ等を整備し、設備の保守等維持管理を行うもの。場合によっては、地方公共団体による一部補助を行う場合もある。 | |
| 民設民営型(高度化) | | 地方公共団体が整備した光ファイバ等を民間電気通信事業者に譲渡し、譲り受けた民間電気通信事業者が設備の高度化を行うもの。その後の保守等維持管理は民間電気通信事業者が行う。また、場合によっては、地方公共団体による一部補助を行う場合もある。 | |
| 第三セクター法人型 | | 地方公共団体及び民間事業者による出資を受けた第三セクター法人が光ファイバ等を整備し、設備の保守等維持管理を行うもの。 | |

出典:総務省「無線システム普及支援事業費補助金 高度無線環境整備推進事業実施マニュアル 第2.6版(令和4年1月)」

<費用按分の考え方>

費用の按分の考え方については、対象施設・設備で区切る、費用を折半する等の方法が想定されます。光ファイバの按分の考え方については、総務省「無線システム普及支援事業費等補助金 高度無線環境整備推進事業実施マニュアル」に記載されています。

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/broadband/index.html

¹⁷⁾ IRU 契約:当事者が一方的に破棄し得ない使用権(Indefeasible Right of User)を設定する契約のこと。事業者の同意なしには契約が破棄できない、使用契約期間が10年以上であるなど借り手が設備を支配・管理していると認められる必要がある。詳しくは、「地方公共団体が保有する光ファイバ網の電気通信事業者への開放に関する標準手続」(https://www.soumu.go.jp/main_content/000015807.pdf)参照

3-4. 整備計画の策定

整備する施設の仕様を決定し、整備に必要な概算費用を算定します。

施設整備に必要な費用を賄うための予算を確保します。

これまで調査、検討した内容を計画書としてとりまとめます。

ポイント

- 予算確保にあたり補助事業を活用する場合には、支援対象範囲や採択要件、事業の申請手続、スケジュールなどを所管省庁や必要に応じて都道府県、市町村に確認、相談しておくことが重要です。
- 補助事業を活用する場合、費用の算定は、所定の基準に従い行う必要があります。

<情報通信環境の整備が可能な主な補助事業(令和8年4月時点)>

| 事業名 | 所管官庁 | 事業実施主体 | 補助率 (国費) | 備考 |
|---|-------|--------------------------------|---------------------|-------|
| ① 農業水利施設等の省力化・高度化等のための光ファイバ、無線基地局や通信端末の整備を行いたい。 | | | | |
| 農業生産基盤情報通信環境整備事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村、土地改良区、JA、農業法人、地域協議会 等 | 1/2 等 | |
| ② 光ファイバ、無線基地局等の整備を行いたい。【総務省事業】 | | | | |
| デジタルインフラ整備推進事業 | 総務省 | 地方公共団体、電気通信事業者 | 1/2 等 | |
| 地域社会 DX 推進パッケージ事業 | 総務省 | 地方公共団体、企業・団体 等 | 1/2 等 | |
| ③ 農業水利施設の遠隔監視や遠隔操作を行いたい。 | | | | |
| 水利施設整備事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村等 | 1/2 等 | ④も可 |
| 畑地帯総合整備事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村等 | 1/2 等 | ④も可 |
| ④ 遠隔操作可能な自動給水栓を導入したい。 | | | | |
| 農業競争力強化農地整備事業 | 農林水産省 | 都道府県 | 1/2 等 | ⑥も可 |
| 農地中間管理機構農地整備事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村 | 62.5% 等 (補助+推進費) | ⑥も可 |
| ⑤ 農業用ため池の監視・管理体制の強化をしたい。 | | | | |
| 農村地域防災減災事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村等 | 1/2 等 | |
| 農業水路等長寿命化・防災減災事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村、土地改良区等 | 1/2 等 | ③、④も可 |
| ⑥ 農機の自動操舵のための RTK-GNSS 基準局を導入したい。 | | | | |
| 農地耕作条件改善事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村、土地改良区、JA、農業法人等 | 1/2 等 | ④も可 |
| 畑作等促進整備事業 | 農林水産省 | 都道府県、市町村、土地改良区、JA、農業法人等 | 1/2 等 | ④も可 |
| ⑦ ICT を活用した鳥獣被害対策を行いたい。 | | | | |
| 鳥獣被害防止総合対策交付金 | 農林水産省 | 地方公共団体、地域協議会等 | 1/2 等 | |
| ⑧ スマート農業に必要な自動運転トラクタやドローンを導入したい。 | | | | |
| サービス加速化事業 (スマート農業・農業支援サービス事業 導入総合サポート事業のうちスマート農業・農業支援サービス事業加速化総合 対策事業) | 農林水産省 | 農業支援サービス事業者 | 1/2 以内 | |
| スマ転事業 (スマート農業・農業支援サービス事業 導入総合サポート事業のうちスマート技 術体系への包括的転換加速化総合対 策事業) | 農林水産省 | 農業者、民間事業者等 | 1/2 以内 等 | |

| | | | | |
|------------------|-------|--|----------|--|
| 産地生産基盤パワーアップ事業 | 農林水産省 | 地域農業再生協議会等が作成する「産地パワーアップ計画(収益性向上対策)」に参加する農業者、農業者団体 等 | 1/2 以内等 | |
| 担い手への農業用機械・施設の導入 | 農林水産省 | 地域計画の目標地図に位置付けられた担い手 | 3/10 以内等 | |

※事業の詳細は巻末資料を参照。

<事業費算定にあたっての留意点>

補助事業による整備を行う場合、整備費(補助対象経費)の算定に当たっては、次の点に留意する必要があります。

(1)整備しようとする施設・設備が事業目的の達成に合致しているか。

- ・ 過剰なもの、不必要なもの等を整備していないか確認すること。
- ・ 個々の事業内容に鑑みて、その事業の目的の達成に必要なでない施設・設備は補助の対象とはならない(使用時期が未定、使用目的や効果が不明確等)。

(2)整備した施設や設備が将来的に継続して使用が見込めるか。

- ・ ICT 関連機器は耐用年数が5～7年であるとともに技術革新が著しく、陳腐化も激しいため、整備した設備が十分な効果を発揮できなくなることはないよう、機器更新方法、財源の確保なども含め、規格選定段階より十分な検討を行うこと。

(3)重複投資になっていないか。

- ・ 遊休している施設・設備があるにもかかわらず、同様の物を整備してしまう等結果として重複投資とならないように注意すること。
- ・ 事業主体内での既存設備との重複だけでなく、都道府県、市町村、民間電気通信事業者又は第三セクター法人等の所有する設備との重複に関しても、調査結果を基に十分に留意して検討・調整を行うこと。

(4)既存のインフラを有効活用できているか。

- ・ 既存のネットワークを活用する等、積極的に既存インフラを活用すること。なお、交付金又は補助金を利用して整備した光ファイバ等を利用する場合、財産処分の要否等に留意し、必要に応じて補助事業を所管する省庁、自治体に確認すること。
- ・ 既存の回線等をできる限り活用できるように調整を行うこと。

(5)用地取得費・道路整備費や附帯工事費は、補助事業の実施に必要最低限の費用であるかどうか。

- ・ 補助金で整備しようとしている施設・設備に関係のない用地の取得や工事(調査設計や工事)に係る費用が含まれていないように注意すること。

(6)補助対象経費でないものが含まれていないか。

- ・ 補助対象経費に該当するか明確に判断出来ないものについては、事業主体は補助事業を所管する省庁、自治体に対し協議すること。

参考：総務省「高度無線環境整備推進事業実施マニュアル」

＜補助事業を活用する場合の費用算定基準等＞

| 関係省庁 | 基準名 | 備考 |
|-------------|--------------------|----|
| 国土交通省 | 土木工事標準積算基準 | |
| 〃 | 土木工事標準積算基準書(電気通信編) | |
| 〃 | 電気通信関係技術者等単価 | |
| 〃 | 公共建築工事共通費積算基準 | |
| 農林水産省 | 土地改良工事積算基準(土木工事) | |
| 〃 | 土地改良工事積算基準(施設機械) | |
| 国土交通省、農林水産省 | 公共工事設計労務単価 | |
| 〃 | 設計業務委託等技術者単価 | |
| (一財)建設物価調査会 | 建設物価 | |
| 〃 | 土木コスト資料 | |
| (一財)経済調査会 | 積算資料 | |
| 〃 | 土木施工単価 | |

<計画書の作成>

これまでの調査・検討内容を計画書としてとりまとめます。記載内容の例は以下のとおりです。

| |
|--|
| <p style="text-align: center;">〇〇地区情報通信環境整備計画</p> <p style="text-align: center;">年 月</p> <p style="text-align: center;">〇〇県〇〇市／〇〇町／〇〇村／〇〇土地改良区 等</p> |
|--|

<情報通信環境整備計画 目次>

1. 情報通信環境現況調査
 - (1) 計画区域の情報通信環境の現状と課題
 - (2) 計画区域における情報通信環境の導入ニーズの把握
2. 施設整備計画の内容
 - (1) 情報通信環境整備体制の検討
 - (2) 通信方式の検討及び通信ネットワークの設計
 - (3) 試行調査の取組結果
 - (4) 施設の仕様及び配置計画の検討
 - (5) 整備、運用方式の検討
 - (6) 概算事業費算定
 - (7) 関係機関等との協議事項
 - (8) その他事項
 - (9) 事業実施計画図

3-5. 関係機関・他事業者との協議

情報通信施設の整備、運用に向け、関係法令に基づく必要な手続等を行います。

表 3-10 整備に当たって必要な主な手続き一覧

| 段階 | 手続名 | 区分 | 協議先 | 根拠法令等 |
|----|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 工事 | 道路占用許可 | 申請 | 道路管理者 | 道路法第 32 条、36 条 |
| | 道路使用(工事)許可 | 申請 | 道路管理者 | 道路法第 24 条 |
| | 河川占用許可 | 申請 | 河川管理者 | 河川法第 24 条 |
| | 河川使用許可 | 申請 | 河川管理者 | 河川法第 26 条 |
| | 河川の掘削許可 | 申請 | 河川管理者 | 河川法第 27 条 |
| | 法定外公共物、公共用地 占用(使用)許可 | 申請 | 地方公共団体 | 地方公共団体の定める条 例等 |
| | 鉄道用地占用(使用)許可 | 申請 | 鉄道会社 | 鉄道会社の定める規則等 |
| | 民有地の買収(使用)承諾 | 承諾 | 地権者 | 民法第 265 条、555 条、 601 条等 |
| | 電柱共架・添架手続 | 申請 | 電柱管理者 | 電柱管理者の定める規則 等 |
| 運用 | 電気通信事業登録又は届出 | 登録 又は 届出 | 各総合通信局 | 電気通信事業法第 9 条、 16 条、165 条 |
| | 有線電気通信設備の届出 | 届出 | 各総合通信局 | 有線電気通信法第 3 条 |
| | 河川・道路管理光ファイバの民間事業者等による利 用申込 | 申請 | 北海道開発局 各地方整備局 沖縄総合事務局 | 施設管理者の定める規則 等 |
| | 他電気通信事業者 ¹⁸⁾ との相互接続に関する申請 | 申請 | 各電気通信事業者 | 各電気通信事業者の定め る規則等 |
| | 無線局の免許 | 申請 | 各総合通信局 | 電波法第 4 条 |
| | 無線局の登録 | 登録 | 各総合通信局 | 電波法第 27 条 |

¹⁸⁾ NTT東日本、NTT西日本、地方公共団体、公営企業体、ケーブルテレビ会社、第三セクター等

第4章 工事・運営管理

4-1. 地元説明

整備計画の内容、工事や運用のスケジュール、開始されるサービスなどについて、利用予定者や地元関係者を対象とした説明会を開催します。

ポイント

- 説明会は、自治体の広報誌や web サイトにより案内するほか、町内会等の住民組織に依頼し、案内状を集落単位で配布するなど広く周知するとともに、集落単位や工事のエリア単位で実施するなど、多くの住民、農家などの利用予定者が参加できるようにすることが重要です。
- 事前に実証試験などを行っている場合には、現地でデモンストレーションを行うなど実物を見たり、体験してもらうことも有効と考えられます。

図 4-1 説明会の実施状況



説明会で用意する資料の例

- ① 工事エリア、情報通信施設の位置、新規サービスの提供範囲がわかる事業実施平面図
- ② 工事～サービス提供時期のわかるスケジュール表
- ③ 工事実施時に伴う注意事項（道路の通行制限の見込み等）
- ④ 新しく提供可能となる情報通信サービスに関する資料 等

4-2. 整備事業者の選定

入札等の手続により工事等を行う事業者を選定します。

ポイント

- 補助金等の交付を受けて実施する場合は、当該補助金に関する法令、運用・マニュアル等を確認のうえ、適切な方法により受注者選定を行う必要があります。
- 随意契約により発注する場合でも、複数の事業者から見積徴集を行うことやプロポーザル方式によるなど選定理由を明確にしておくことが重要です。

4-3. 無線局の免許・登録

無線局の設置に必要な免許又は登録の手続を行います。必要に応じて、無線従事者の確保・選任を行います。

ポイント

- 電波の混信を防ぐため無線局の開局には免許又は登録が必要な場合があります。利用する無線局の種別について免許又は登録の要否、必要な手続を確認しておく必要があります。(表 4-1)
- 免許又は登録の申請手続きに要する期間は規格により前後しますが、概ね 15 日～3 ヶ月程度を要します。工事の開始予定時期から逆算し整備予定地域を管轄する各地方総合通信局へ事前相談、申請内容等の確認、申請という流れで手続を進めます。
- 無線の種別によっては、資格を有する無線従事者の選任を行う必要があるため、必要な資格(第一級～第三級陸上特殊無線技士など)を有する無線従事者を確保します。

表 4-1 無線局免許・登録の要否

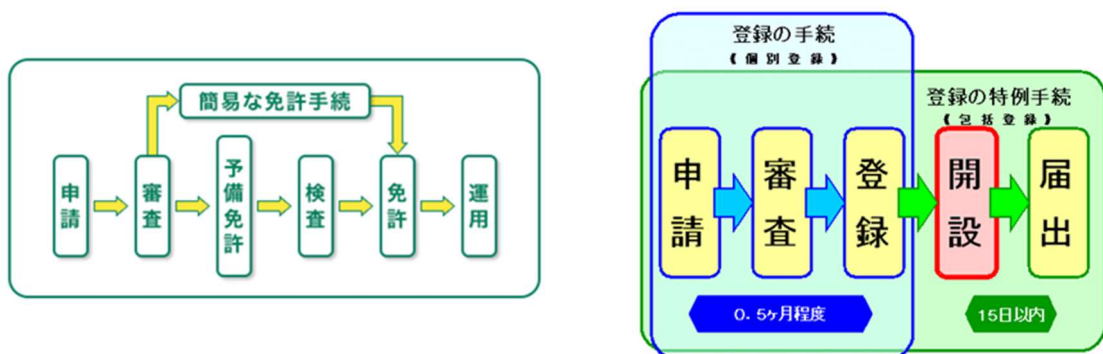
| 要否 | 無線局の種類 | 備考 |
|--------------|---|--------|
| (1) 免許が必要なもの | (2)(3) 以外の無線局 | |
| (2) 免許が不要なもの | 微弱無線局(発射する電波が著しく微弱なもの) | |
| | PHS、コードレス電話、特定小電力無線局など | LPWA 等 |
| | 市民ラジオ(27MHz 帯のトランシーバー) | |
| (3) 登録が必要なもの | 5GHz 帯無線アクセスシステムの基地局、陸上移動中継局、陸上移動局、携帯基地局及び携帯局 | |
| | 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局 | |
| | 空中線電力が 10MW 以下の PHS の基地局 | |
| | 周波数ホッピング方式の 2.4GHz 帯構内無線局 | |
| | 950MHz 帯構内無線局 | |
| | デジタル簡易無線局 | |

<申請・登録に必要な手続>

申請・登録には、無線局の開局目的、設置場所、使用する無線機の工事設計などを記載した添付資料が必要です。手続きの流れや方法については、総務省電波利用ページに各手続きの詳細が記載されています。

総務省 web サイト「電波利用ページ(免許関係)」 <https://www.tele.soumu.go.jp/j/proc/index.htm>

図 4-2 無線局の免許、登録申請フロー



<ローカル 5G 及び自営等 BWA における主な手続・要件等(参考)>

農業農村における情報通信環境整備において導入検討の可能性が高い無線通信規格のうち、ローカル 5G 及び自営等 BWA における主な手続・要件等は表 4-2 のとおりです。

表 4-2 ローカル 5G 及び自営等 BWA における主な手続・要件等

| 主な事項 | 内容 | 備考 | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|--|-----|-----------------|---------------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|---------|-----------------------|-------------|---------|
| 無線局開設の免許申請 | <ul style="list-style-type: none"> 提出書類:無線局事項書、工事設計書、エリアの範囲を示す図※、登記事項証明書※等 ※自己土地利用の場合 | <ul style="list-style-type: none"> 申請書提出の2~3カ月前に管轄の総合通信局への事前相談が必要 標準処理期間1カ月半 | | | | | | | | | | | | |
| 無線従事者の資格要件 | <ul style="list-style-type: none"> 第三級陸上特殊無線技士 | <ul style="list-style-type: none"> 空中線電力 100W 超の場合は第一級陸上特殊無線技士の資格要件が適用される。 | | | | | | | | | | | | |
| 電波利用料(年額) (令和7年10月1日改定) | <ul style="list-style-type: none"> ローカル 5G(4.6-4.9GHz) ローカル 5G(28.2-29.1GHz) 自営等 BWA(2575-2595MHz) ※空中線電力が 0.01W を超える場合 | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>基地局</th> <th>陸上移動局 (包括免許)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル 5G(4.6-4.9GHz)</td> <td>3,900 円/局</td> <td>280 円/局</td> </tr> <tr> <td>ローカル 5G(28.2-29.1GHz)</td> <td>3,700 円/局</td> <td>280 円/局</td> </tr> <tr> <td>自営等 BWA(2575-2595MHz)</td> <td>27,300 円/局※</td> <td>280 円/局</td> </tr> </tbody> </table> | | 基地局 | 陸上移動局 (包括免許) | ローカル 5G(4.6-4.9GHz) | 3,900 円/局 | 280 円/局 | ローカル 5G(28.2-29.1GHz) | 3,700 円/局 | 280 円/局 | 自営等 BWA(2575-2595MHz) | 27,300 円/局※ | 280 円/局 |
| | 基地局 | 陸上移動局 (包括免許) | | | | | | | | | | | | |
| ローカル 5G(4.6-4.9GHz) | 3,900 円/局 | 280 円/局 | | | | | | | | | | | | |
| ローカル 5G(28.2-29.1GHz) | 3,700 円/局 | 280 円/局 | | | | | | | | | | | | |
| 自営等 BWA(2575-2595MHz) | 27,300 円/局※ | 280 円/局 | | | | | | | | | | | | |
| 提供範囲 | <ul style="list-style-type: none"> 自己の建物内又は自己の土地内(自己土地利用) 他者の建物又は土地等での利用は、固定通信のみ可能(他者土地利用) 自営等 BWA は、地域 BWA で利用されていない場所で開設することが基本。 | <ul style="list-style-type: none"> 近隣の土地の所有者が加入する団体によって、加入者の土地で一体的に業務が行われる場合は「自己土地利用」として取り扱う。 | | | | | | | | | | | | |
| 免許人の範囲 | <ul style="list-style-type: none"> (自己土地利用) 建物や土地の所有者等 建物や土地の所有者等から依頼を受けた者(他者土地利用) 当該建物又は土地の所有者等以外の者 | <ul style="list-style-type: none"> ローカル 5G は、携帯電話事業及び全国 BWA 事業者(全国 MNO)は対象外。ただし、全国 MNO の子会社等の関連企業は免許取得可能。 自営等 BWA については、全国 MNO 又はその子会社等の関連企業は対象外。 | | | | | | | | | | | | |
| 免許申請に係る調整 | <ul style="list-style-type: none"> 近接するローカル 5G 又は自営等 BWA 免許人とのエリア調整が必要。 | | | | | | | | | | | | | |
| 電気通信事業の登録 | <ul style="list-style-type: none"> 電気通信事業を営もうとする場合は電気通信事業の登録が必要。 ローカル 5G、自営等 BWA を自己の需要のために提供する場合は、登録は不要。 | | | | | | | | | | | | | |

※詳細は総務省ホームページ及び第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)ホームページを御覧ください。

総務省「ローカル 5G 導入に関するガイドライン」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000804382.pdf

第 5 世代モバイル推進フォーラム(5GMF)「ローカル 5G 免許申請支援マニュアル 3.02 版」

<https://5gmf.jp/case/>

https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2024/04/local-5g-manual3_02b.pdf

電気通信事業参入マニュアル

https://www.soumu.go.jp/main_content/000739290.pdf

電気通信事業参入マニュアル【追補版】

https://www.soumu.go.jp/main_content/000477428.pdf

電気通信事業参入・変更手続の案内

https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/denkitsushin_suishin/tetsuzuki/index.html