

# 最新Wi-Fi 技術を活用した圃場モニタリング ～屋外Wi-Fi導入ガイド～



令和5年3月27日

公益財団法人東京都農林水産振興財団  
groxi株式会社

# 目次

1. はじめに
2. 背景と目的
3. Wi-Fiのメリットと屋外利用の最新技術
4. 事前計画と準備
5. 設置と施工
6. 事例紹介
7. おわりに

# はじめに

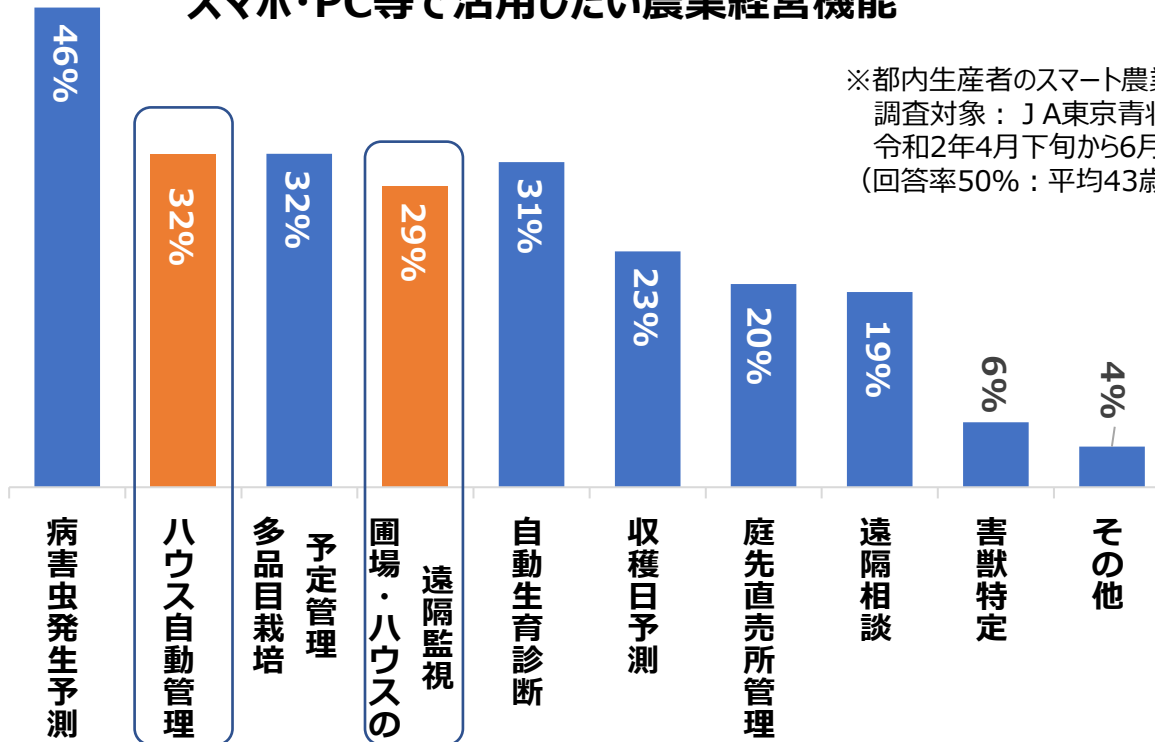
- 本資料は、生産者が圃場やハウスにWi-Fi通信を設置・利用する際のヒントとなるガイドです。
- 本資料は、東京型スマート農業プロジェクトの「最新 Wi-Fi 技術による圃場・ハウスの見える化」の研究課題に基づき、東京都農林総合研究センターと、groxi株式会社で実施した共同研究の令和4年度の成果をまとめたものです。資料中の記載は、実証試験圃場で得られた知見であり、他圃場で実施した場合の結果を保証するものではありません。
- 本資料中に記載されているネットワークカメラや中継機は、共同研究で使用した機器に基づいており、特定の企業の製品を推奨するものではありません。
- 本資料中に記載されている無線の到達距離等の機器性能は実証試験で実際に得られた数値であり、カタログ値とは異なることがあります。また、環境により電波の届く範囲は変化します。
- 本資料では、実証事例に基づき、**中距離を40m程度、長距離を200m程度**として扱っています。
- 本実証で使用するWi-Fi電波は、総務省の「電波利用ホームページ」にしたがって実施しています。  
参考：[総務省 電波利用ホームページ](https://soumu.go.jp/electromagnetic-interference/) | その他 | [無線LANの屋外利用について \(soumu.go.jp\)](https://soumu.go.jp/electromagnetic-interference/)
- 「TP-Link」は、TP-LINK INTERNATIONAL LIMITED の商標および登録商標です。

## 背景と目的

# 背景

- 「スマホ・PC等で活用したい農業経営機能」（令和2年実施調査※）で、回答者の32%がハウスの自動管理、29%が圃場・ハウスの遠隔監視を希望
- 東京型スマート農業プロジェクトのプラットフォーム会員企業から、屋外圃場の映像監視システムの提案
- 屋外でのWi-Fi利用は、電波特性や法的制約から使い難いものであったが、近年の技術開発や法整備が進み活用が促進

## スマホ・PC等で活用したい農業経営機能

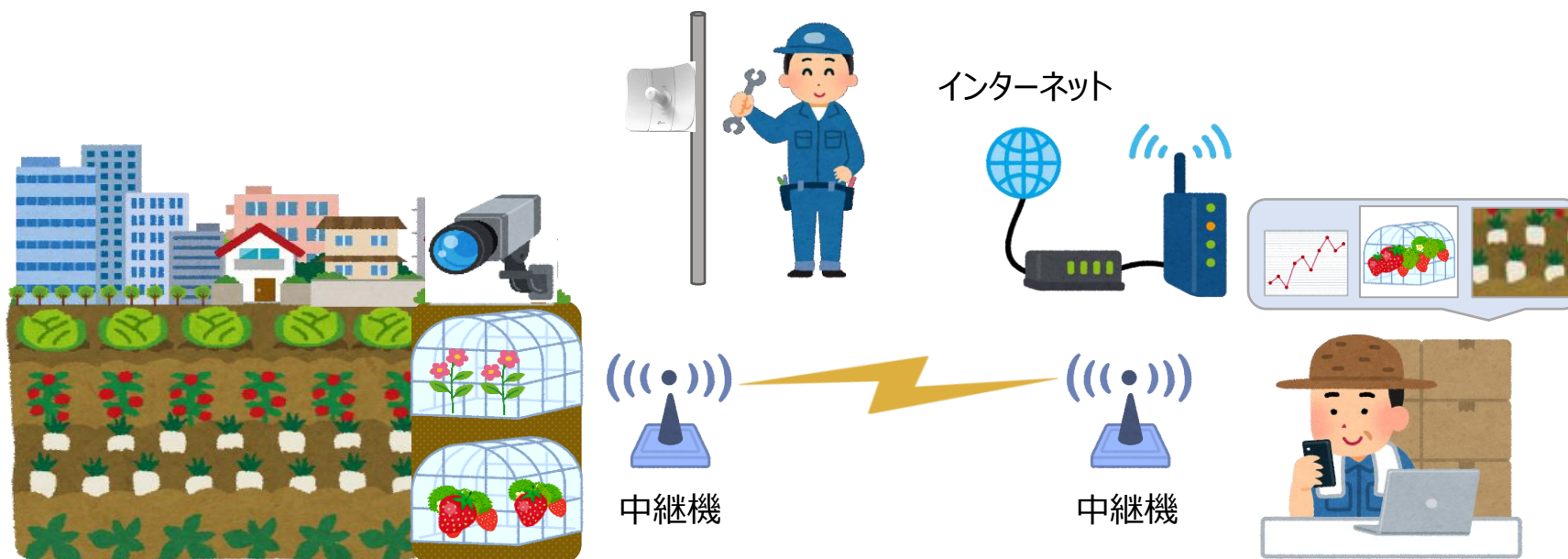


※都内生産者のスマート農業に関するニーズ調査の結果より  
 調査対象：JA東京青壮年組織協議会等の若手の精力的な生産者  
 令和2年4月下旬から6月上旬に郵送で実施、回答者 128人  
 （回答率50%：平均43歳）

圃場・ハウスの遠隔監視やハウス自動管理にはネットワークが有用

# 目的

- 最新のWi-Fiテクノロジーを活用して、ハウスや屋外圃場の効果的な遠隔監視手法の実用性を検証

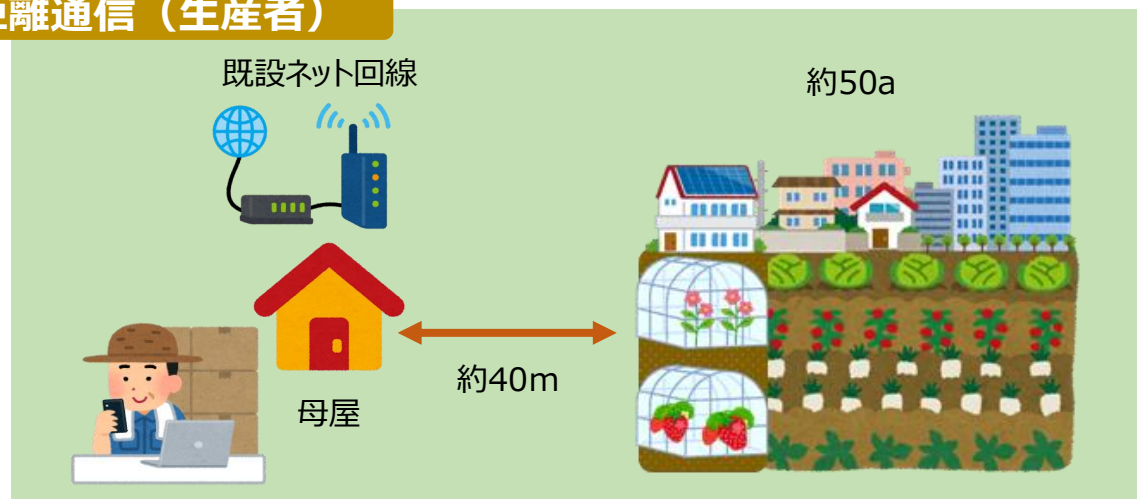


東京農業に多い、母屋（事務所）と圃場が離れている環境を選定し実証  
現状の課題の中から、Wi-Fiで解決出来る項目を選んで通信環境の整備を実施

# 実証事例 1 : やや離れた圃場との通信

- 母屋と圃場が中距離（40m程度）の場合を選定して、通信環境を整備

## 中距離通信（生産者）



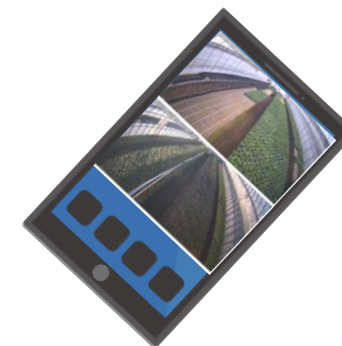
## 課題

- ✓ 母屋と圃場が約40m離れており、圃場の様子を見るための往復が多い
- ✓ カメラで撮影した静止画像を母屋のPCに保管して、SNSやHPに公開をしている

母屋と圃場が  
ネットワークでつながると



HPやYouTube等で直売所の  
ライブ配信ができる

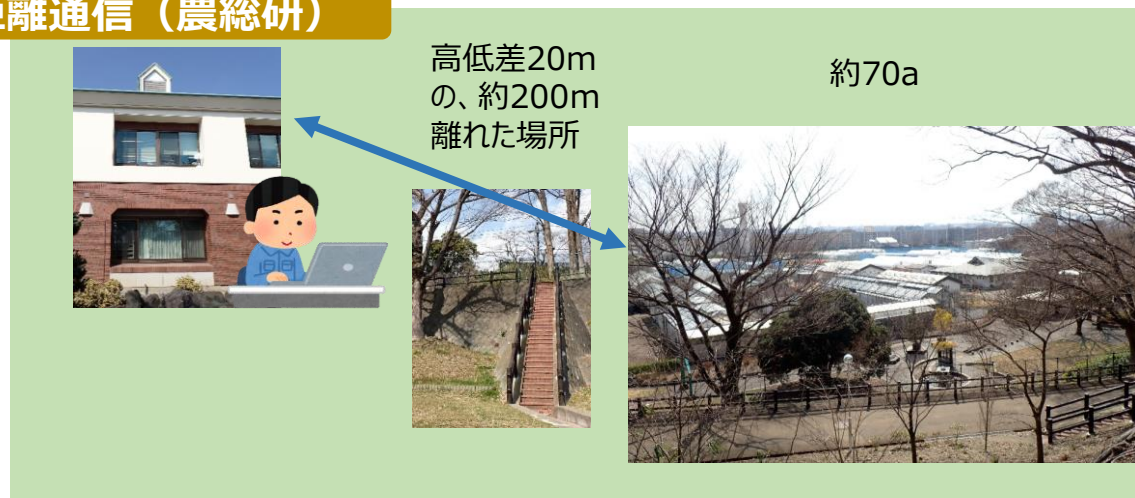


スマホでいつでもハウスの様子  
が確認できる

# 実証事例 2 : かなり離れた広い圃場との通信

- 管理場所と圃場が長距離（200m程度）の場合を選定して、通信環境を整備

## 長距離通信（農総研）



## 課題

- ✓ 事務所と圃場が約200m離れており、直接ネットワークが繋がっていない
- ✓ 既存ネット回線でハウスの数値データはインターネット経由で監視できるが、画像が無く植物の状態がわからない
- ✓ 圃場や複数ハウスの様子を見に行くため1日に何度も往復しているのに加え、休日の監視ができない

事務所と圃場がネットワークでつながると



複数ハウスを一画面で監視できる



休日・夜間の野生動物侵入などの異常が記録できる

ハウスの制御機器や研究用の計測機器等とつなげることができ、ハウスの自動管理など研究の効率化につながる



## Wi-Fiのメリットと屋外利用の最新技術

# Wi-Fiの屋外利用

- これまでは、屋外で無線を利用してインターネットに接続するには、5G、LTEなどのSIMを使ったモバイル通信が主流
- 母屋（事務所）に引いているインターネット回線を活用し、Wi-Fi接続できれば通信費の追加は不要
- Wi-Fiの技術開発や法的な整備が進み、屋外でも使用できる製品（例：アクセスポイントや中継機）が増加

## 屋外でよく利用される無線

| 種類                 | 屋外での利用  | 通信コスト  |
|--------------------|---|--|
| 5G、LTE<br>(モバイル通信) | SIMが内蔵された機器で、移動しながらでも、電波の届く範囲でどこでも接続できる         | 端末ごとにデータ通信量に応じた費用が必要<br>(例：上り100GB/月、6,250円/月・台、BIGLOBEbiz.ネットワークカメラ推奨プラン) |
| Wi-Fi<br>(無線LAN)   | アクセスポイント周辺のみ、さらに電波法の制約あり、条件を満たせばAP設置に関して特に縛りは無い | 既存のインターネット回線の費用のみで、Wi-Fi接続によって端末や通信量が増えても追加なし                              |

## アクセスポイントと中継機



|                  |   |
|------------------|---|
| アクセスポイント<br>(AP) | Wi-Fiの電波を送受信する基地局のことです。SSID（APを識別するための任意の名前）により接続することで複数の機器がWi-Fi接続が出来るようになります。インターネット回線と接続するためのルーターにはAPの機能が含まれている機種もある |
| 中継機              | APでは届かない範囲に向けて電波を中継し、Wi-Fiを利用できる範囲を拡大するための機器  |

アクセスポイントと中継機を利用する場合には、電源も必要になります

# Wi-Fiの規格

- 屋外利用可能な最新規格はWi-Fi6
- Wi-Fiで使用する周波数は2.4GHz帯と5GHz帯の2か所で、高速大容量化が進んでいる
- 従来から使われている2.4GHz帯はとても混んでいる上に、一般家電との干渉がある

## Wi-Fi規格抜粋

| 世代   | 名称     | 規格名           | 周波数      |
|------|--------|---------------|----------|
| 第6世代 | Wi-Fi6 | IEEE 802.11ax | 2.4/5GHz |
| 第5世代 | Wi-Fi5 | IEEE 802.11ac | 5GHz     |
| 第4世代 | Wi-Fi4 | IEEE 802.11n  | 2.4/5GHz |



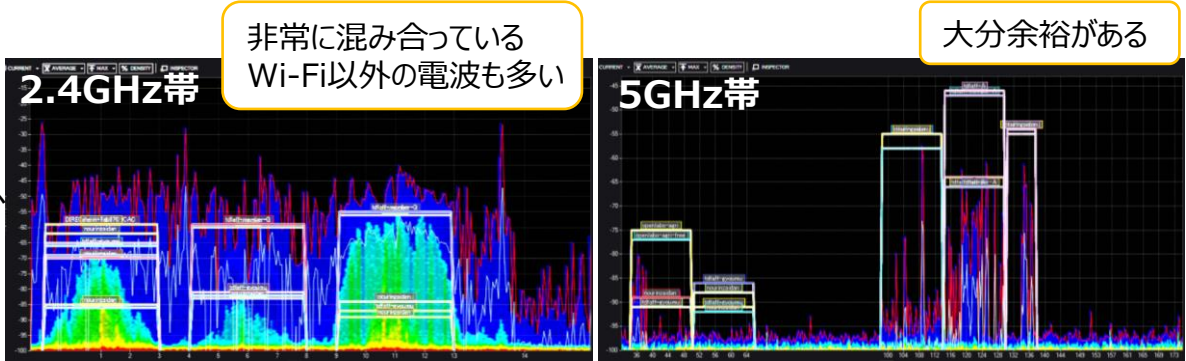
## 屋外利用での課題（これまで）

- ✓ 利用頻度の多い2.4GHzは、接続端末数が多い事に加え、一般家電機器等の利用帯域と干渉し、通信速度の低下や接続不良が発生する
- ✓ 5GHz帯は混んでいないが、電波法で屋外利用に制限がある

## Wi-Fi 6

第6世代のこと、従来より高速（Wi-Fi 5の1.4倍）、多数端末と同時接続可能、5GHz帯と2.4GHz帯両方に対応する等のメリットがある

屋外利用が可能な最新規格



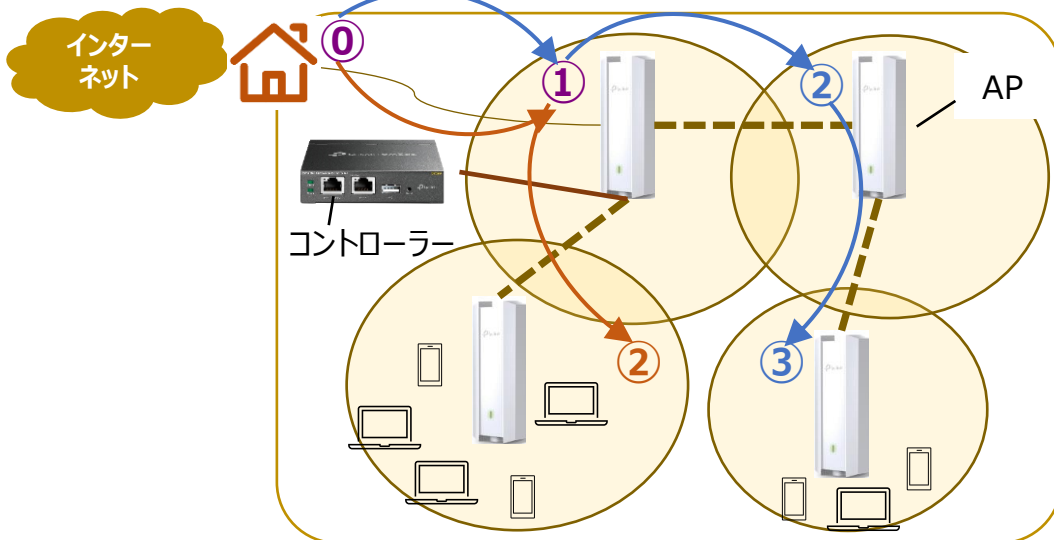
スペクトラム分析：2022年9月28日に農総研事務室で取得  
横は周波数、縦は電波強度、紫<緑<赤で出現頻度、枠はWi-Fiの電波を示す

本実証では、中継機はWi-Fi5、アクセスポイントはWi-Fi6（一部5）を用いて実施しています

# 屋外で使える最新のWi-Fi技術①メッシュ機能

- メッシュ機能は複数のアクセスポイント（AP）同士が網の目のように連携し、より広い範囲をカバーする機能
- メッシュ内では同一のSSIDであたかもひとつのネットワークとして利用可能

## メッシュ機能



- メッシュ機能とは、メッシュWi-Fiとも呼び、アクセスポイント（AP）同士が網の目のように連携し、より広い範囲をカバーする機能
- 従来の中継機では、SSIDやパスワードの切替が必要だが、メッシュ内では同じSSIDで途切れることなくネットワーク接続が可能となり、あたかもひとつのネットワークとして利用が可能
- 経路上で切断が発生しても、異なるAPと経路を再構築し、自動的に通信を復旧するため、ユーザーは切断と再接続を意識をする必要がない
- コントローラー<sup>巻末1</sup>は、メッシュの設定や構成機器の変化、経路上の切断や、再接続など、ネットワーク環境の変化に応じて最適な接続先を提供する機械、無償のソフトウェア版もあるが常時起動のPCが必要
- メッシュのホップ数（図中の①～③の数字：APをいくつ経由するか）は、電波強度を考慮すると、3ホップ以下を推奨

製品の一例



TP-Link社 EAP610-Outdoor  
・Wi-Fi6対応屋外無線AP



TP-Link社 OC200 V2  
・コントローラー  
※PCを利用した無償のソフトウェア版もあり

メッシュ機能を利用するためには、コントローラーが必要になります  
また、各アクセスポイントには電源が必要となります

# 屋外で使える最新のWi-Fi技術②中継機

- 中継機により、屋外の距離の離れたエリア間の無線接続が可能
- 中継機には接続距離に応じた機種があり、より遠くまで接続するためには1対1のペアで使用
- 見通しの良い環境では、長距離中継機を用いて数kmを超えた接続の事例あり

## 中継機



## 製品の一例



中継機はメッシュ機能が使えないため、接続先では別途アクセスポイントを設置します  
また、中継機には電源が必要です

## 事前計画と準備

# 見える化を実現するには

## ■ 見える化を実現するには、インターネット接続とカメラが必要

- 圃場にインターネット接続できるWi-Fi環境を用意
- ネットワークに接続できるカメラを設置して、離れた場所から圃場の映像を確認

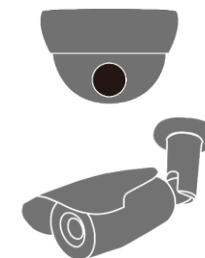
### Wi-Fiネットワーク

母屋（事務所）のインターネット回線を利用し、ルーター（アクセスポイント）経由でカメラ等のIoT機器をインターネットに接続する



### ネットワークカメラ

撮影した動画や静止画をインターネットを介して画像を確認する  
夜間撮影用の赤外線カメラもある



#### 【用途】

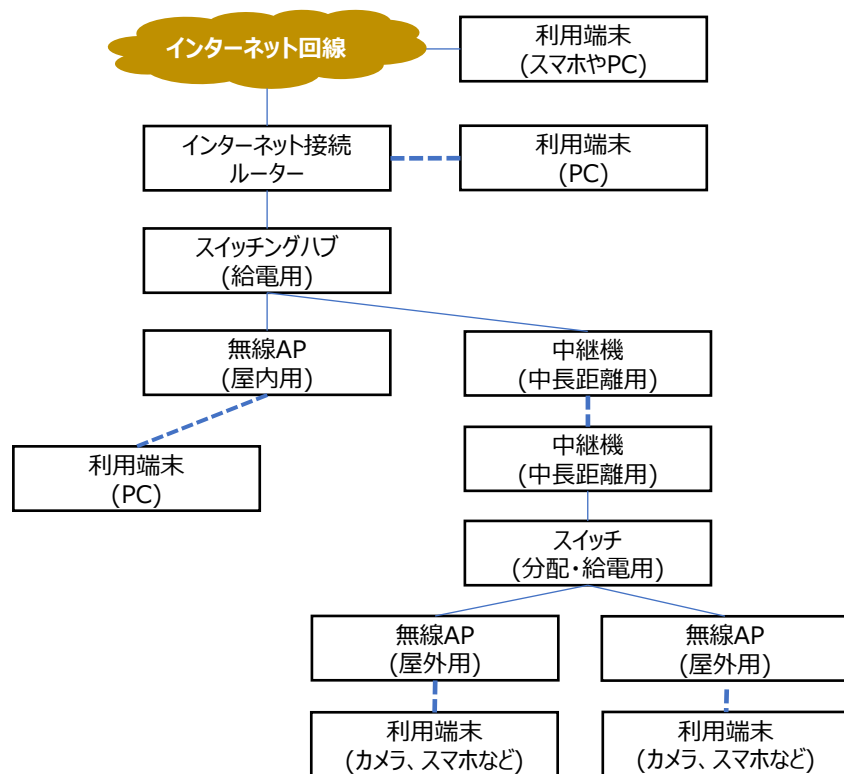
- 庭先直売所に設置して売り場をモニタリング
- 圃場に設置して農産物等の盗難防止や防犯用
- 農園の様子をホームページやSNSなどで公開

本ガイドでは、Wi-Fiネットワークとネットワークカメラについて説明します

# Wi-Fiのネットワーク環境を作るには

- 設置環境（距離や広さ）や利用目的に合わせてWi-Fi環境の構成を検討
- 規模が大きくなると設置機器も増え、それぞれ電源が必要なので事前の計画が重要

## 構築の1例



- インターネット回線
  - ✓ 自宅にインターネット接続環境がある場合は、その回線を利用可能
- インターネット接続ルーター
  - ✓ 内部ネットワークからインターネットに接続するための機器
  - ✓ ほとんどの場合、回線契約時にセットでついてくる  
(※契約により別途用意が必要な場合もある)
- スwitchingハブ（分配用、給電用）
  - ✓ ネットワーク機器を接続するケーブルを増やす機器
  - ✓ 無線APやカメラへ給電可能なハブもあり、電源ケーブルを省略できる
- 無線アクセスポイント（無線AP）
  - ✓ Wi-Fiの電波を発信する無線通信を行うための機器
  - ✓ 屋内/屋外用がある
- 中継機
  - ✓ Wi-Fiの届く範囲を拡張するための機器
  - ✓ 屋内/屋外用、および離れた場所をつなぐ中長距離用などがある
- 利用端末
  - ✓ パソコンやスマホでカメラ画像等を閲覧したりする機器
  - ✓ インターネット閲覧の他に、自身のネットワークの状態などを確認したり、機器の設定を行うのに利用する

現在のネットワーク環境をもとに、Wi-Fiネットワークの設置を考えてみましょう



# ①インターネット回線への接続

- インターネットと接続して、画像の保存・確認などのクラウドサービスを利用する場合※は、外出先からもサービスを利用可能

## 1. インターネットに接続できる回線があるか確認する

回線が無い場合は、サービス・プロバイダーと契約して回線を用意する

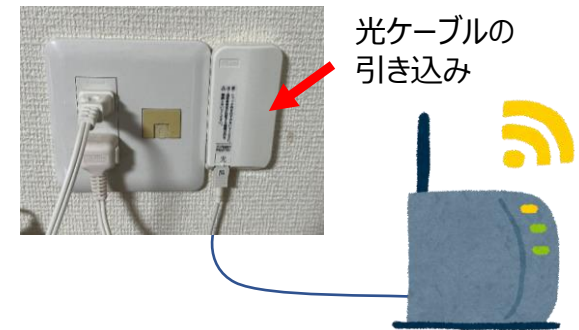
## 2. Wi-Fiを使用できるかを確認する

既に母屋などに無線ルーターを設置しているかどうかを確認する

有線接続のみの場合は、Wi-Fiルーターを設置する事でWi-Fiが使用できるようになる

## 3. 安全にネットワークに接続するために、必要のない人にパスワードが共有されていないかを確認する

初期設定のままや、推測され易いパスワード、第三者と共有している場合は、変更を検討する



光ケーブルの  
引き込み

プロバイダーが用意したルーターには、Wi-Fiアクセスポイントやスイッチングハブの機能が一体となったものが多い

※主なクラウドサービスには、クラウド上にデータを蓄積して利用するタイプと、クラウドを経由してカメラ等にアクセスするタイプがある  
クラウドサービスを利用せずに、インターネット経由で自宅のネットワークに直接入る方法もあるが上級者向けのため、本資料ではクラウドサービスの利用を前提で記載

インターネットへの接続が出来たら、次に屋外でWi-Fiを使う準備です

## ②Wi-Fi環境導入準備

- ルーターの場所からWi-Fiを利用するエリアまでの距離を確認し、中継器の種類を決定
- 利用エリアの広さから、メッシュ機能利用の有無と必要なアクセスポイント（AP）の台数を決定

### 1.Wi-Fi利用エリアを決定

- ・母屋（宅内）で利用したい→屋内用無線APを準備※1
- ・圃場やハウスでWi-Fiを使いたい→屋外用無線APを準備

※1 ルーターに無線AP機能が入っている場合があるので、事前に確認する（屋内APについて本資料では説明省略）

### 2.ルーターがある場所からWi-Fi利用エリアまで距離がある場合、中継器の設置を検討

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| ・隣接エリア（10m程度まで）  | 屋外APのみ      |
| ・10～40m程度離れた場所   | 中距離中継器＋屋外AP |
| ・40m～200m程度離れた場所 | 長距離中継器＋屋外AP |



### 3. Wi-Fi利用エリアの範囲を確認し、メッシュを組む屋外APの台数を決定

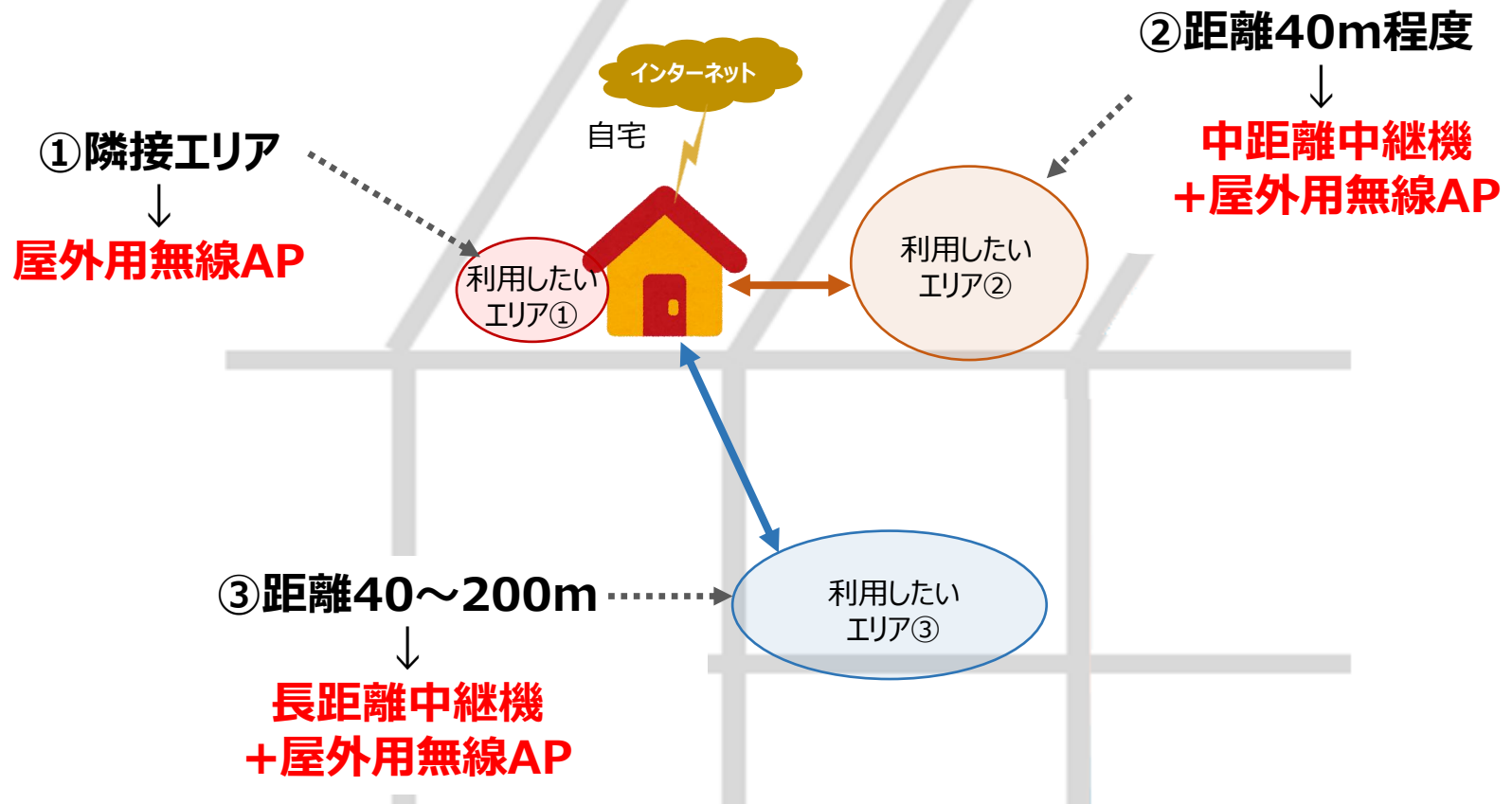
- ・利用エリアのカバーに何台必要か（1台のAPは半径20mをカバー）
- ・APそれぞれのカバー範囲が重なるように設置が必要

※2 技術基準適合証明のマーク  
[総務省HP](#)より抜粋  
 製品の底面などについている  
 事が多い

- ✓ 屋外ではWi-Fiの利用可能周波数帯に制限があり、屋外用無線APとして総務省の「技術基準適合証明」のマーク※2のある機種を使用してください
- ✓ 海外製品等、「技術基準適合証明」の無い機種の利用は電波法違反に問われる可能性があります

### ③ 距離と種類の選定

- 無線を利用したいエリアを地図上で確認
- 自宅などインターネット接続可能な機器がある場所からWi-Fi利用エリアまでの距離に応じて、無線APおよび中継機の種類を選定

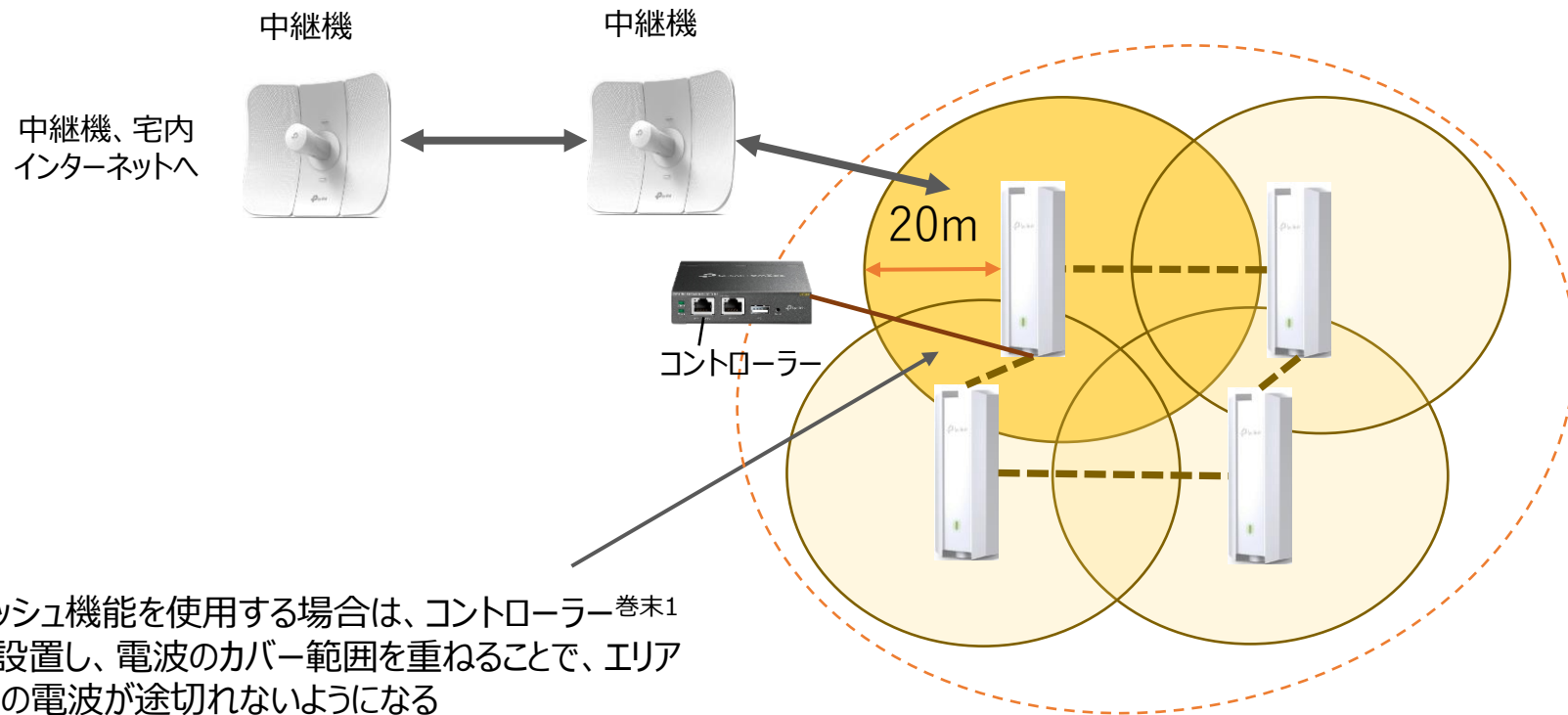


距離に応じて、選定する中継機とアクセスポイント（AP）が変わります

## ④屋外APの台数を決定

### ■ 屋外APの必要台数を決定

- 屋外用無線AP1台のカバー範囲は半径20m程度
- より広範囲をカバーしたい場合はAPを複数台でメッシュ機能を利用
- メッシュ機能を利用する場合は、APそれぞれのカバー範囲が重なるように設置が必要



長距離中継器+AP4台（メッシュ機能利用）設置例

## ⑤カメラの選択

- カメラには旋回、固定、通信方式、画質、ズーム、防水機能等々様々な種類があるので、用途に応じて選定
- メーカー毎に数10種類あると言われており、目的に合わせたカメラ選びが大切

### TP-Link社の例

#### 画角固定



画角固定

#### 無線



画角固定、無線対応



画角旋回、無線対応

#### 画角旋回



画角旋回

#### 夜間撮影



画角固定、防水・夜間撮影対応



画角旋回、無線・夜間撮影対応



画角旋回、無線・夜間撮影対応

#### 防水



画角固定、防水対応



画角旋回、防水対応

他多数

次のページから、使用目的をイメージしながらカメラの選択を考えてみましょう

## ⑤-1.カメラの選択（有線か無線か）

- カメラは、データ転送にLANケーブルを用いる有線式と、Wi-Fiを利用する無線式に分かれる
- カメラは有線式・無線式共に電源が必要だが、有線式は通信と電源供給を統合したPoE（Power over Ethernet）を採用している機種が多く、LANケーブル1本で接続が済むため、設置時の配線がし易い
- 有線式カメラは機種の変種が多く、必要な機能を選択し易い

### 無線カメラ



カメラが無線でも  
電源ケーブルは必要



### 有線カメラ



PoEケーブル※

PoEハブ

※アクセスポイントや中継器で一旦無線を受け、PoEハブ等のパワーインジェクター巻末<sup>2</sup>からLANケーブル（60mまで）で電源と信号を送る仕組み

電源にACアダプターを使用する無線式カメラに比べて、有線式カメラはLANケーブル1本で通信と電源を供給でき、配線がし易く、また選択機種が多様です

## ⑤-2.カメラの選択（固定か回転か）

- カメラは画角固定式と回転式（PTZ※）がある
- 回転式は360°撮影が可能
- 固定式も焦点距離を選択できる商品があり、撮影対象で選択する

※PTZは、左右（Panoramac）、上下（Tilt）、拡大・縮小（Zoom）の頭文字の略称

回転式（PTZ）カメラ



機構部分があるため、比較的大きいものが多い

TP-Link社 VIGI C540

固定式カメラ



コンパクトなものが多い

TP-Link社 VIGI C340



2.8mmレンズ相当  
画角水平102°

6mmレンズ相当  
画角水平50°

## ⑤-3.カメラの選択（ズームと画質）

- 光学ズームとデジタルズームでは、映像の画質に差異が生じる
- 拡大しても高精細で見たい場合は、高解像度の光学ズームを搭載したカメラが望ましい



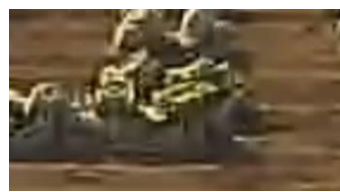
光学ズーム

デジタルズーム

1倍



4倍



16倍



31倍

光学ズームは  
画質が落ちない

デジタルズームは  
画質が荒くなる

### カタログによく書いてある画質に関する用語

|        | カタログ表記画素数（例）         | 説明                            |
|--------|----------------------|-------------------------------|
| カメラ解像度 | 8MPで800万<br>2MPで200万 | カメラの画像を検知する画素数<br>(MP=メガピクセル) |
| 画像解像度  | 4Kで829万<br>フルHDで207万 | 送信する画像の画素数                    |

- ✓ 光学ズームはレンズで拡大していますが、デジタルズームはカメラで得られた画像を拡大しているため、例えば、8MPのカメラ画像をズーム4倍した時の解像度は次のようになります

- ①光学ズーム 8MP→8MP（画質そのまま）
- ②デジタルズーム 8MP→2MP（画質1/4）

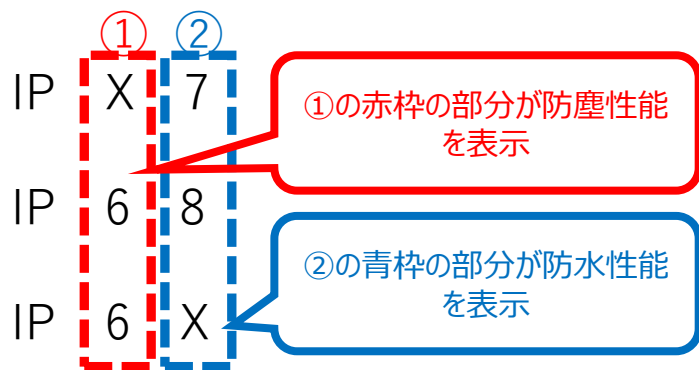
- ✓ 画質を下げた2MP画像を4Kで送信したり、4Kモニターで表示しても、2MP相当のフルHD画質にしかならず、一度下げた画質は元には戻りません



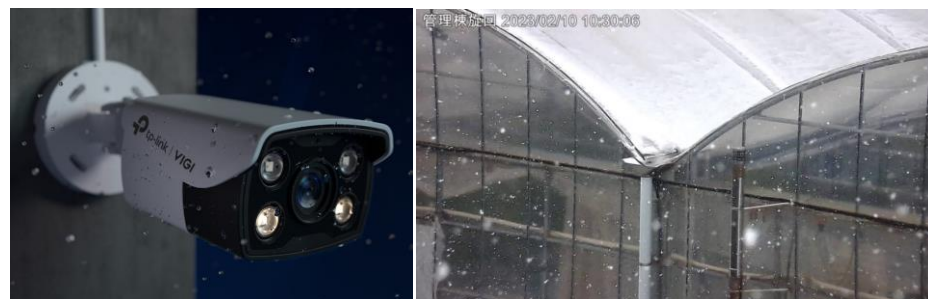
## ⑤-4.カメラの選択（防水性能）

- 農業用のカメラは、防水、防塵、温度への適用性のあるものを推奨
- 防水・防塵性能には、JISで定められた規格が選択時のポイント

- 防水・防塵性能はJIS規格JIS C 0920で規格化
- 数字の大きいほうがより性能が高い



- ✓ IP67以上あれば塵埃の侵入無く、水に浸しても影響がない
- ✓ Xの表記は略される場合もある



雨天、降雪環境でも利用可能



カメラに防水性がない場合でも、ハウジング（防水・防塵用ケース）を活用すると屋外設置が可能

農業向けには、防水・防塵性能が IP67以上、またはカメラ専用のハウジングを推奨します

## ⑤-5.カメラの選択（暗視機能）

- 夜間撮影を行う場合は、暗視機能付きのカメラを選択
- 暗視機能は赤外線照射タイプと高感度タイプがあり、撮影範囲や、夜の暗さでタイプを選択

- ✓ カメラには夜間でも撮影できる機種がある
- ✓ 夜間に何が起きたのかを確認可能

|          | 仕組み                | 特徴                                      |
|----------|--------------------|---|
| 赤外線照射タイプ | LEDにより赤外線を照射し画像を取得 | 赤外線の届く範囲（20m程度）範囲内ならしっかり撮影できる<br>白黒画像   |
| 高感度タイプ   | 高感度センサーで低照度でも画像を取得 | 範囲に制限ない<br>僅かでも光源が無いと撮影不可<br>カラーまたは白黒画像 |



赤外線照射タイプ



高感度タイプ

夜間の記録が必要な場合は、暗視機能搭載のカメラを選択します

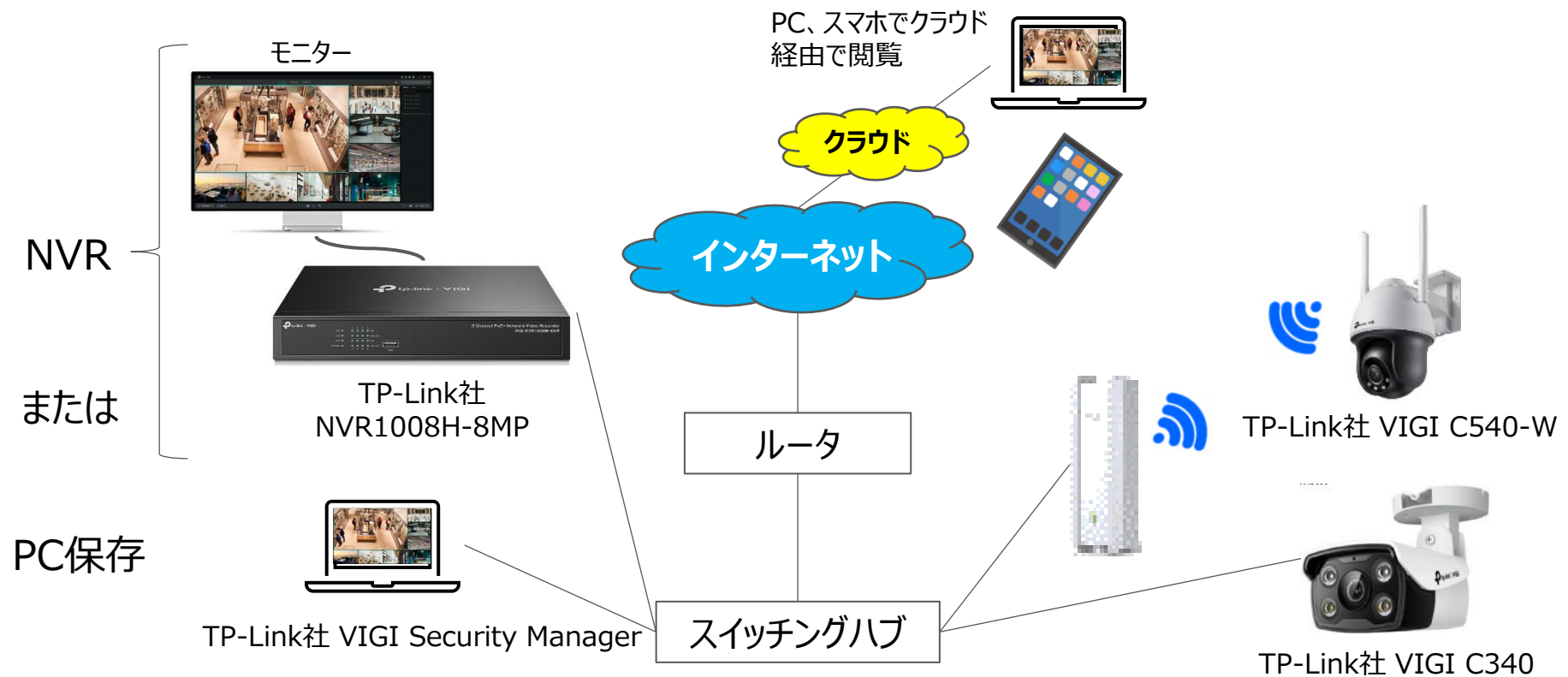
## ⑥カメラのデータ管理

- カメラで取得した映像は保存が可能
- 利用場面に応じて必要な保存先を選択
  - ①NVR（ネットワークビデオレコーダー）：ビデオ保存専用の機器で、NVRとモニターで画像を確認。ハードディスクにデータ保存
  - ②PC保存（管理ソフトウェアをインストール）：PCに保存する場合、そのPCは常時電源ON。ハードディスクにデータ保存
  - ③クラウド保存（契約が必要）：映像確認は手軽にできるが、データの保存容量はクラウドサービスに依存
  - ④カメラ本体（SDカードに保存）：保存容量が少ないため、PC等へのこまめなデータ移動の作業が発生

| 利用場面                       | 保存期間    | カメラ台数  | 推奨データ保存先                       |
|----------------------------|---------|--------|--------------------------------|
| YoutubeLive等のリアルタイムのモニタリング | 無し      | 少ない    | ④カメラ本体保存                       |
| 防犯目的等、一定期間の過去の振り返り         | 数週間～1カ月 | 少ない    | ②PC保存<br>③クラウドサービス<br>④カメラ本体保存 |
|                            |         | 多い     | ①NVR<br>②PC保存                  |
| 栽培記録等、長期間の記録               | 数カ月以上   | 台数関係なく | ①NVR<br>②PC保存                  |

# カメラ台数が多く、長期データ保存の場合：①NVR②PC保存

- 複数のカメラの映像を一画面で閲覧したり、保存したりすることが可能
- 屋外にいてもスマホやPCからクラウド経由でNVRで収集した映像を確認できる

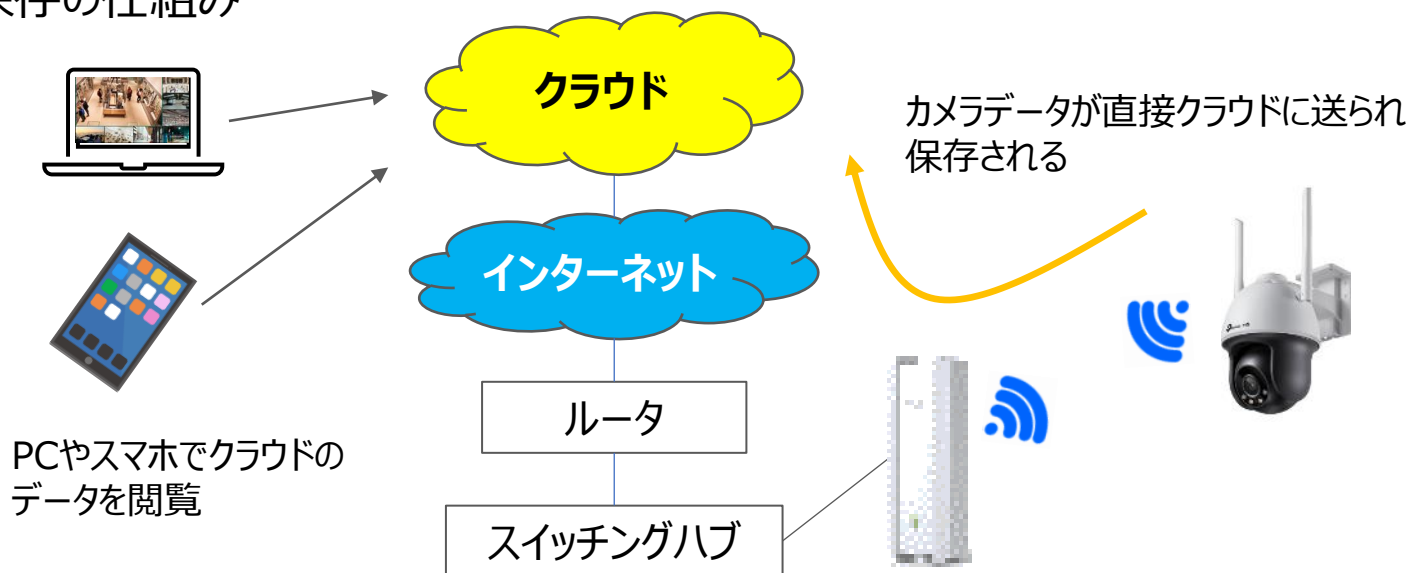


✓ カメラ台数とデータ保存期間から、ハードディスク容量を算出します

# カメラ台数が少ない場合のデータ管理：③クラウド保存④カメラ本体保存

- クラウド保存はスマホ等で簡単に利用可能だが、対応カメラ機種に限られること、画像の保存容量で利用料が大きく変動
- カメラ本体保存はSDカードに保存されたデータをPCで直接接続して閲覧するか、SDカードを取り出してPC上で画像読込

## ③クラウド保存の仕組み



## ④本体保存の仕組み



カメラ搭載SDカードスロット

LANで直接接続するか、SDカードを取り出して、カードリーダー等でPCに読み込む

# カメラのデータ管理：保存データ容量について

- データ容量は、カメラ台数と保存期間によって、大きく変動
- SDカードやハードディスク容量、NVRの機種等は目的に合わせて選択

カメラ 1 台当たり 1 日常時録画すると約12.6Gbyte※の容量になる

|      |   |       |       |        |
|------|---|-------|-------|--------|
| 1週間で | ➡ | 88.2  | Gbyte | ×カメラ台数 |
| 1か月で |   | 378.0 | Gbyte |        |
| 1年で  |   | 4.6   | Tbyte |        |

※2K (2560\*1440)、20コマ/秒、圧縮H.265

長期間の記録で容量を抑えたい場合

- ✓ 画質を下げる（アナログテレビ放送やDVDの画質はSD（720\*480））
- ✓ 1秒間のコマ数を下げる（テレビ放送は30コマ）
- ✓ 常時録画ではなく定期的に間隔をあけて録画（毎時5分等）

NVRはカメラ接続台数やHDD容量などで機種を選択



TP-Link社 NVR1016H  
・16台のカメラ映像を同時再生



TP-Link社 NVR1104-4  
・4台のカメラ映像を同時再生

## 設置と施工

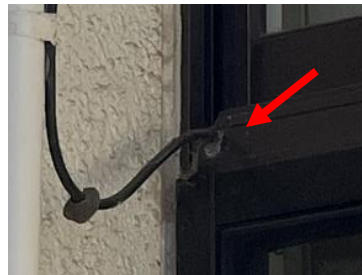
# 設置しよう（宅内からケーブルを引き出す）

- 宅内設置のネットワークを屋外まで引き出せるよう、方法を検討

## 屋外までネットワークを引き出す主な方法



- ① 壁等に穴をあけて有線ケーブルを通す



サッシの枠に穴あけ



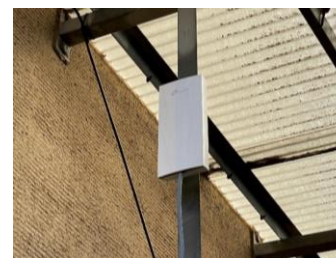
エアコンのダクト穴を利用

- ② 窓枠サッシに挟み込みむ薄型の有線ケーブルを使う



サッシに挟み込むケーブルを利用

- ③ 屋外の壁面や窓際に宅内のアクセスポイントからの電波を中継機で拾う



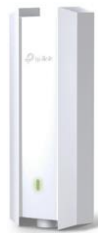
自宅の壁面や窓際に設置  
屋内から漏れてくるネットワーク電波を使用





# アクセスポイントの設置

- ハウス側窓巻き上げガイドポールや近くの支柱、軒下の骨材等に設置
- 本体が軽いのでプラスチック製の結束バンドで固定可能（ただし、耐候性バンドに限る）



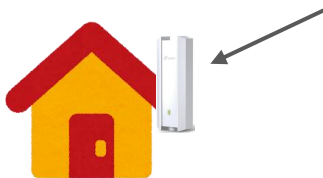
EAP610-Outdoor  
重量 820g



ハウス側窓巻き上げガイドポールへの設置



支柱への設置



母屋軒下等の柱に設置

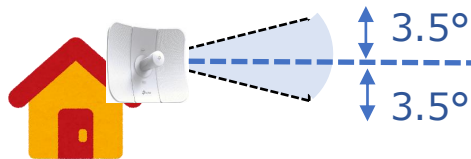
設置の高さは、高いほど障害物を超え、より広範囲をカバーできる可能性がある



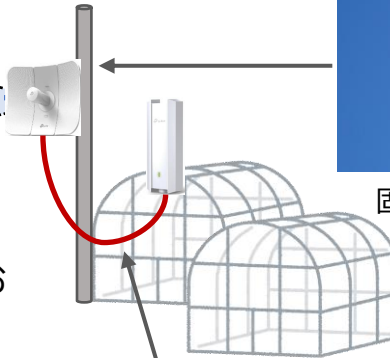
# 中長距離中継器の設置

- アクセスポイントと同様、本体は比較的軽量で結束バンド等で固定可能
- 長距離中継機はアンテナの向きがとても大事なのでしっかり固定（1対1で正対）

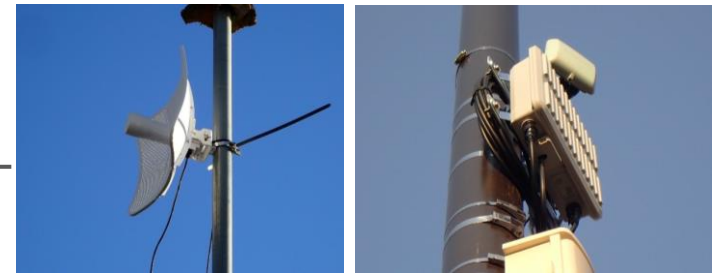
長距離中継機（TP-Link社 CPE710）の例



- ✓ アンテナの電波幅は、水平9°、垂直7°で、この範囲にお互い納める必要がある  
（中距離中継機CPE510は水平45°、垂直30°）
- ✓ 相手が200m先とすると、アンテナを1°傾けると電波の中心が3m以上ずれる



長距離用無線AP～屋外用無線AP間をLANケーブルで接続するケーブルは屋外用の利用を推奨



固定例：中継器は向きが変わらない様に、しっかり固定  
ステンレスバンドだと錆びに強い

- ✓ 屋外でのWi-Fi電波発信出力は法律で制限されているため、より遠くに飛ばすためにはパラボラ等で出力を集中させる必要があります
- ✓ そのため、中継器はアンテナの向きの調整がとても重要で、調整次第で到達距離が大きく変わってきます

# カメラの設置

- カメラ本体の重量はタイプにより様々ですが、しっかりと固定が必要
- ケーブル（PoEケーブル）は屋外用の耐候性の使用を推奨
- 見え方は、カメラの取り付け位置に依存



U字ボルトにてパイプに固定



角材であれば木ねじで固定



耐候性のケーブルを推奨



ファンは振動が起きやすい



カメラの設置位置により画像の見え方が大きく変わる



ブドウのハウス、上部設置のカメラでは葉しか撮れない



棚下のイメージ

ハウス内の梁等へ設置する場合、同じ骨材に循環扇などが設置されていると画像が揺れ、非常に見難い映像になることがありますので注意しましょう

カメラの設置位置により見え方は大きく変わります。何を見たいか、見せたいかで取付位置を工夫しましょう

# 設定、運用について

- 不正アクセス等、悪用されないように、Wi-Fiは正しく設定
- 暗号化等のセキュリティ機能はほとんどの機種で基本機能として搭載済
- 第三者からのアクセスされないよう、Wi-Fiに接続するためのパスワードを他人に知られないよう管理

## Wi-Fiの暗号化と認証方式

- ✓ Wi-Fiに接続する際のセキュリティ方式には、様々な暗号化レベルと認証方式の組み合わせがある
- ✓ セキュリティレベルが高くなると子機側で対応できないこともあるため、現段階では一般的に多く使用されている「WPA2-PSK」を選択することを推奨

## パスワード管理

- ✓ Wi-Fiに接続する際、SSID（アクセスポイント名）に対して認証キー（パスワード）が必要になるが、このパスワードを第三者に知られてしまうと、Wi-Fiネットワークにアクセスできてしまうため、不用意に知られないよう管理する



## 事例紹介

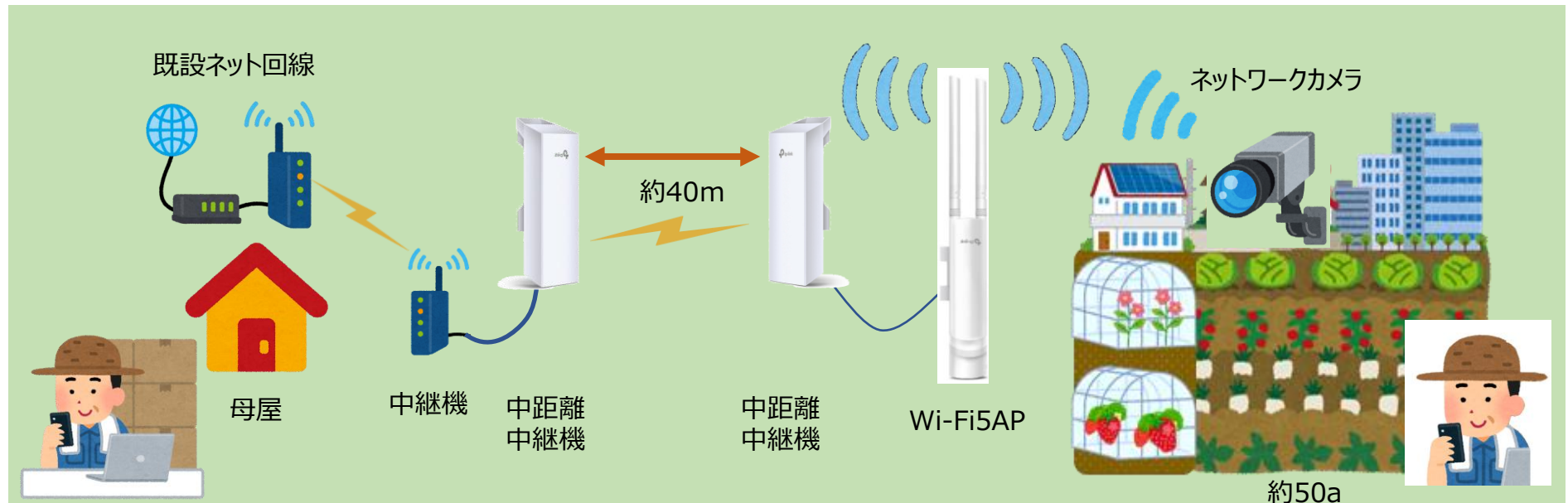
# 事例 1 : やや離れた圃場との通信(中距離通信のシンプルな例)

## ■ 設置目標

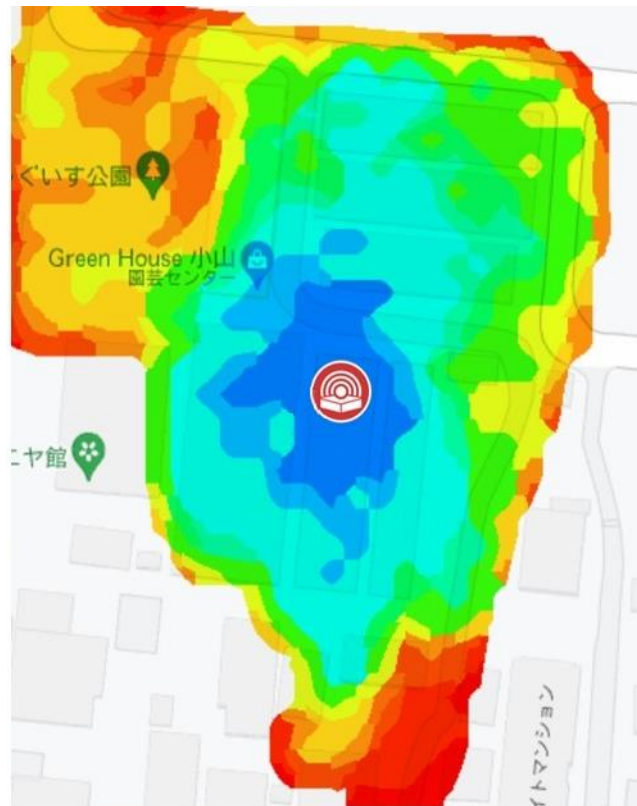
- ネット回線を母屋から約40mほど離れた敷地中心地まで無線で中継し、約50aの敷地（ハウス7棟含む）でWi-Fi電波を使用可能とする
- 圃場に設置したカメラのリアルタイム映像をHPやSNSで消費者に配信し、直売所の様子をLiveで見せる

## ■ 設置前の状況

- 光固定回線（ルーター設置済）が母屋に設置済み
- 機器の設置は自前工事、既設電源（コンセント）を使用



# 事例 1 : 実証地のWi-Fiネットワーク概要 (小平市生産者圃場)



青> 緑までの範囲では良好な通信が可能

1台のWi-Fi5APで約30a(60%)をカバー

- 屋外用アクセスポイント (ハウス妻面約3m高)
- ▲ 屋外用中距離中継機 (母屋軒下2.5m高、ハウス妻面3m高)
- 長距離 1 対 1 通信ライン
- 光回線 (ONU、FWルーター)

ライブ映像  
live streaming



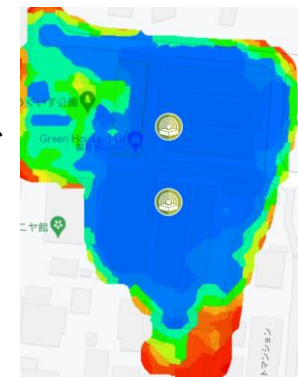
カメラ1

カメラ2



H P 上にリアルタイム画像を配信 カメラ4

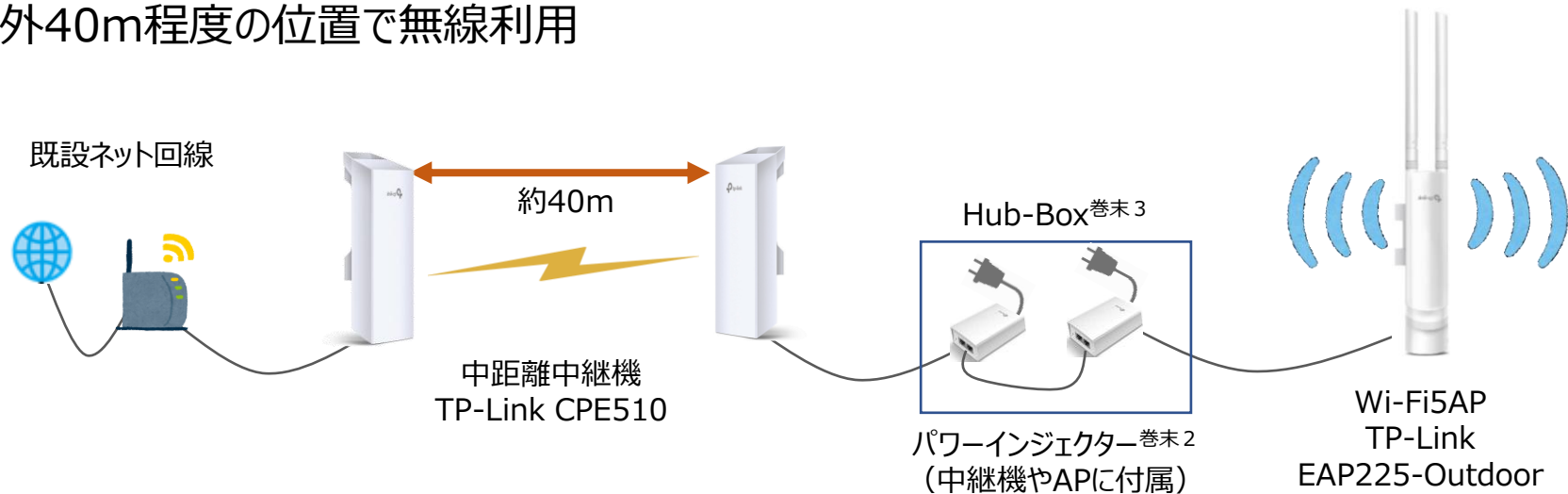
※現在は新たに自身でネットワークを拡張。Wi-Fi6 AP2台追加し、圃場全体をWi-Fiでカバー、更にネットワークカメラを数台追加しHP上で複数カメラでのライブ配信を実施



✓ これまで届かなかった自宅のWi-Fiを約40m離れた圃場中心位置まで無線で中継、Wi-Fi5AP設置により約30a (圃場全体の約60%) をカバーできた

# 事例 1 : 導入コスト (機器・工事費)

- 屋外40m程度の位置で無線利用



- 機器、工事費※1例

| 種別                     | 機種             | 数量 | 単価(参考)   | 合計       |
|------------------------|----------------|----|----------|----------|
| 中距離中継機                 | CPE510         | 2  | ¥15,100  | ¥30,200  |
| 無線アクセスポイント (屋外用)       | EAP225-Outdoor | 1  | ¥22,300  | ¥22,300  |
| Hub-Box <sup>巻末3</sup> | -              | 1  | ¥11,500  | ¥11,500  |
| 機器設定、取付作業費 (高さ2m程度) ※2 | -              | 1  | ¥220,000 | ¥220,000 |
| 合計                     |                |    |          | ¥284,000 |

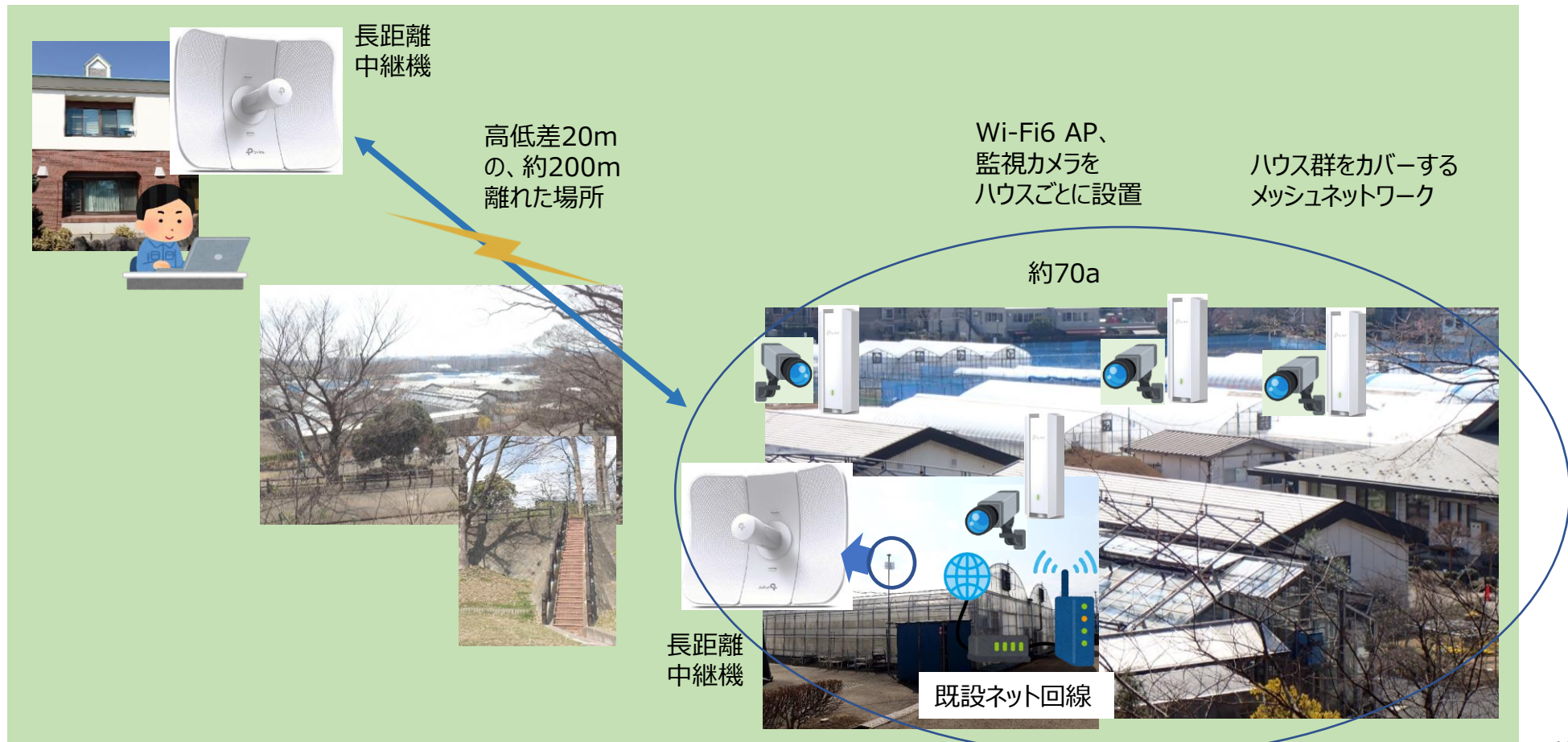
※1 : 税抜定価、※2 : 自己工事が可能な場合は不要、なお、別途カメラや計測器などの費用がかかります



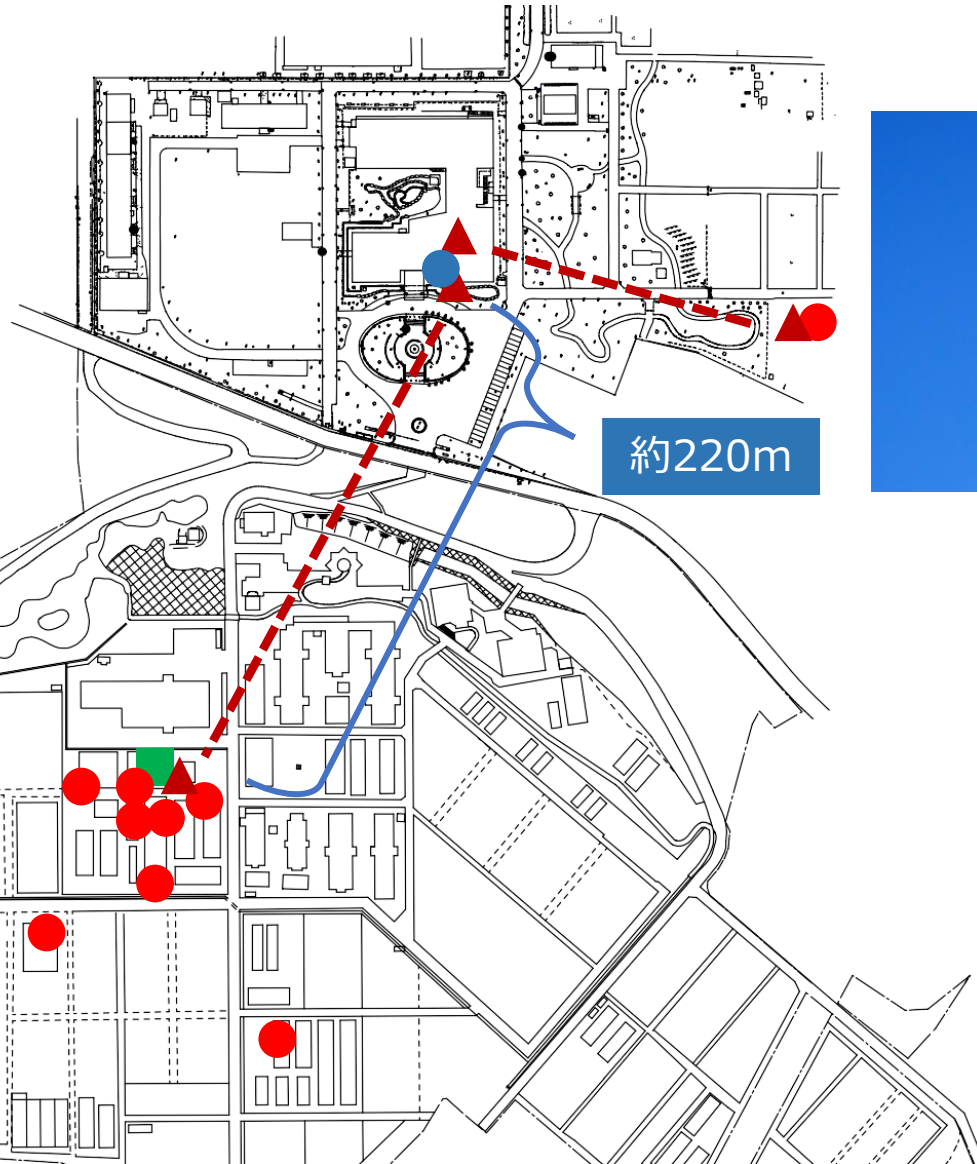
## 事例 2 : かなり離れた広い圃場との通信(長距離通信・メッシュ機能活用の例)

### ■ 設置目標

- 約70aの敷地範囲にあるハウス群（7棟）をWi-Fiで接続し、監視カメラを使用可能とする
- 200mほど離れた建物内でもWi-Fiを使用可能にし、PCやタブレットでハウスのモニタリングを可能とする



## 事例 2 : 農総研圃場のWi-Fiネットワーク概要①



屋外用アクセスポイント



屋外用長距離アンテナ

- 屋外用アクセスポイント※  
カメラ併設
- 屋内用アクセスポイント※
- ▲ 屋外用長距離アンテナ
- 長距離1対1通信ライン
- 光回線 (ONU、FWルーター)

※ 設置したAPについては一部説明省略

## 事例 2 : 農総研圃場Wi-Fiネットワークの概要②



モニター画面 (↑PC、スマホ→)



屋外用防水固定焦点カメラ



防水ハウジング回転カメラ



カメラサーバー

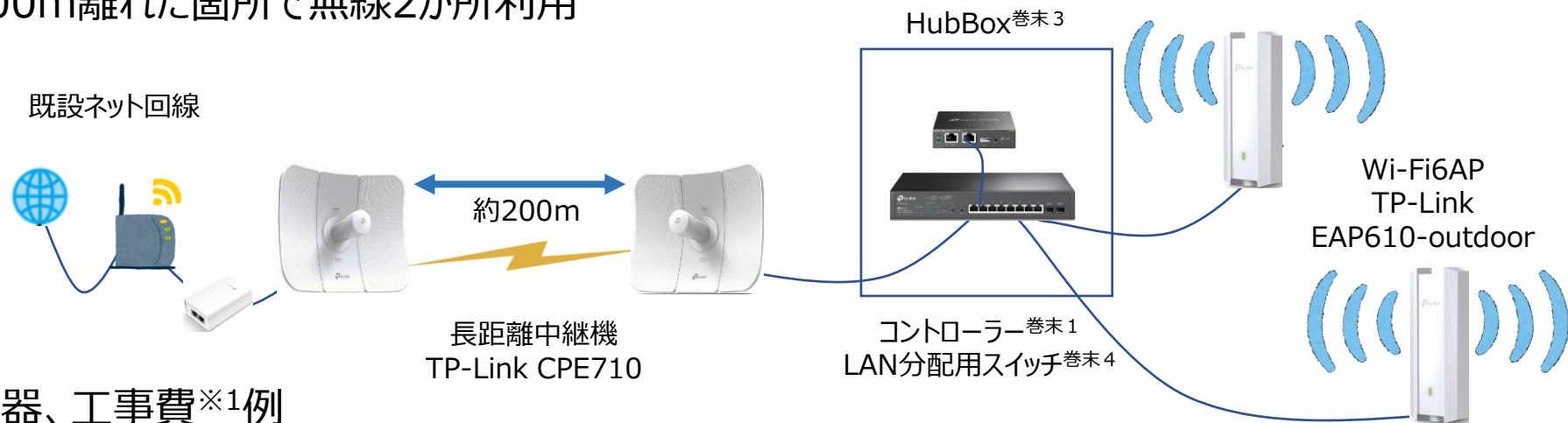


動体検知した侵入者

- ✓ 今回の実証では、メッシュ機能により下圃場約70aの面積をカバーしつつ、拠点間通信で200m以上離れた場所まで単独のWi-Fiでカバーすることができた
- ✓ 中継機とメッシュ機能を組み合わせると、300m離れたハウスのカメラ映像をSIM等の追加の通信コストをかけることなく、Wi-Fiのみで閲覧できた

## 事例 2 : 導入コスト (機器・工事費)

- 200m離れた箇所で無線2か所利用



- 機器、工事費※1例

| 種別                        | 機種             | 数量 | 単価(参考)   | 合計       |
|---------------------------|----------------|----|----------|----------|
| 長距離中継機                    | CPE710         | 2  | ¥19,500  | ¥39,000  |
| 無線アクセスポイント (屋外用)          | EAP610-Outdoor | 7  | ¥35,900  | ¥251,900 |
| LAN分配用スイッチ <sup>巻末4</sup> | TL-SG2210P     | 1  | ¥20,900  | ¥20,900  |
| コントローラー <sup>巻末1</sup>    | OC200          | 1  | ¥29,900  | ¥29,900  |
| Hub-Box <sup>巻末3</sup>    |                | 1  | ¥70,000  | ¥70,000  |
| 機器設定、取付作業費 (高さ2m程度) ※2    | -              | 1  | ¥250,000 | ¥250,000 |
| 合計                        |                |    |          | ¥661,100 |

※1 : 税抜定価、※2 : 自己工事が可能な場合は不要、なお、別途カメラや計測器などの費用がかかります

# おわりに

- ✓本書では、農総研と生産者圃場で行った実証事例を中心にWi-Fi電波を、屋外で活用できる事例を示しました。
  - 屋外Wi-Fi技術を利用して、圃場の遠隔監視や圃場の様子のLive配信が可能
  - 事前に現在のネットワーク環境の把握と、目的を明確にして計画を立てる
- ✓今後は、屋外での電波特性や季節変動等、年間を通じた運用を視野に入れた試験を行い、引き続き生産者の皆様へ情報提供を予定しています。
- ✓通信技術は日々進歩しているため、本書で記載した機器や参考価格などは、変更になる場合がございます。最新情報は、メーカーHPなどをご参照ください。

# 本資料中に説明の無かった用語・機器

| No | 用語・機器      | ページ      | 説明  |
|----|------------|----------|---|
| 1  | コントローラー    | 12、20、44 | 設置したネットワーク全体の集中管理機能を提供します。リアルタイムの統計情報や監視、ネットワークトラフィックのグラフィカルな分析の表示、アクセスポイントのファームウェア更新や再起動、ネットワークの再構築など、ネットワーク接続を継続的に行えるよう、管理をします。 |
| 2  | パワーインジェクター | 22、40    | PoEに対応していないネットワークスイッチ（スイッチングハブ）にPoE機能を追加する装置。スイッチングハブのアクセスポイントや中継機などの機器の中間に設置する事で、通信を中継しながら給電を行う事ができます。                           |
| 3  | Hub-Box    | 40、44    | パワーインジェクターやスイッチなど、土ほこりや水などがかからないように格納するための防水・防塵ケースです。   |
| 4  | LAN分配用スイッチ | 44       | 複数の機器をネットワークに接続させるための分配器です。LANケーブルを接続するためのポートを複数備えています。   |

- 本資料に関する問い合わせ先

- 実証試験に関すること

- 公益財団法人東京都農林水産振興財団

- 東京都農林総合研究センター スマート農業推進室

- email: [tokyo-smart@tdfaff.com](mailto:tokyo-smart@tdfaff.com)

- 機器に関すること、および、導入相談

- groxi株式会社

- URL : <https://groxi.jp/contact/>