

2024/2/5 研究発表会

ハウス・圃場の見える化技術の確立



東京都農林総合研究センター
スマート農業推進室
中村 圭亨

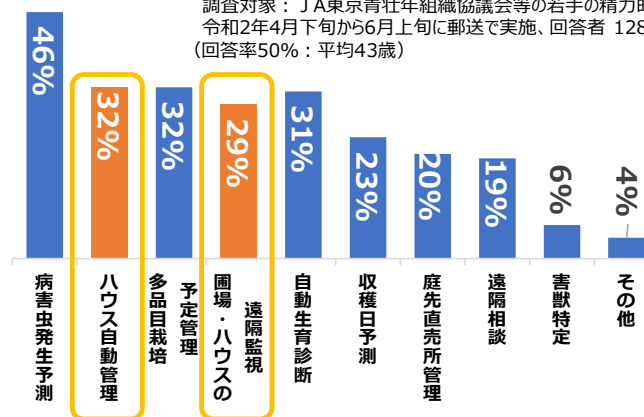
課題の背景

- 東京の農地においては、自宅とハウスや圃場が離れている、または分散している事例が多くみられる
- スマホ・PC等で活用したい農業経営機能で、多くの生産者が圃場・ハウスの遠隔監視や自動管理を希望している
- 無線通信は配線不要で多数の端末を接続できることから、ハウスや圃場のモニタリングに適していると考えられる



■ 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)

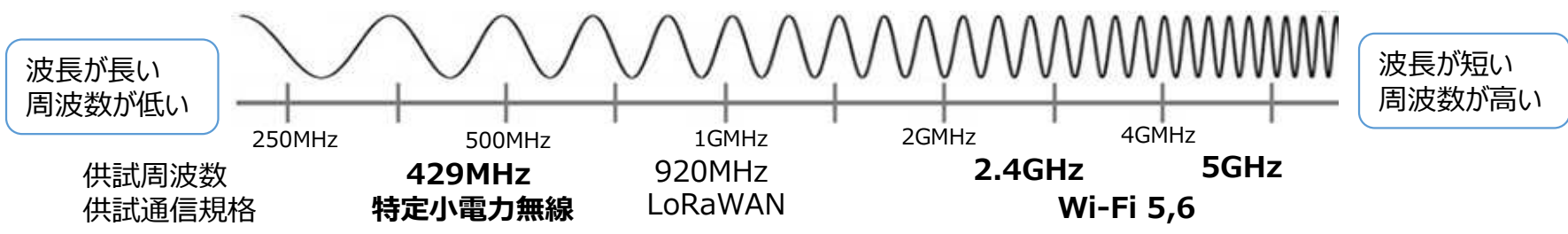


配線不要、多数端末と接続可

ハウス・圃場のモニタリングには、無線の活用が有益と考えられる

無線電波の特徴

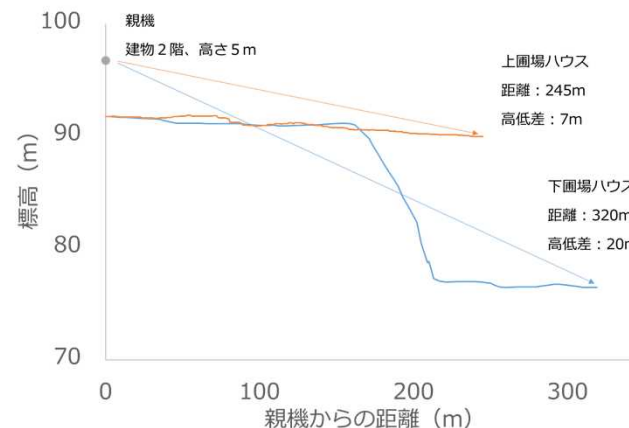
- 無線電波は波長により特性が異なる
- 長い波長ほど通信距離が長く障害物を回り込むが送れるデータ量は少ない、短い波長はその逆



波長が長い (周波数が低い)		波長が短い (周波数が高い)
長い	通信距離	短い
低い(大きい)	直進性 (回り込み)	高い (少ない)
少ない	水(植物体)による吸収	多い
少ない	消費電力	多い
少ない	転送データ量	多い
遅い	通信速度	速い

※メリットを赤字で表示

無線通信の長距離性および回折性

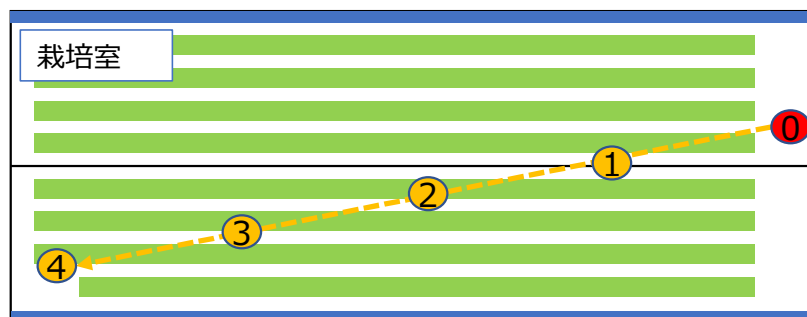


通信機器間の距離および高低差断面図
※国土地理院、地理院地図にて計測

設置条件				測定日 (2021年3月)			受信率平均 (%)
設置場所	設置高	距離	見通し	2日	3日	4日	
ハウスA棟	1.5m	245m	有り	100.0	99.7	99.9	99.9
ハウスB棟	1.5m	320m	無し	66.2	74.4	81.0	73.9

波長が長い電波は、より遠くに届き、障害物も回り込んだ

植栽が無線通信に及ぼす影響

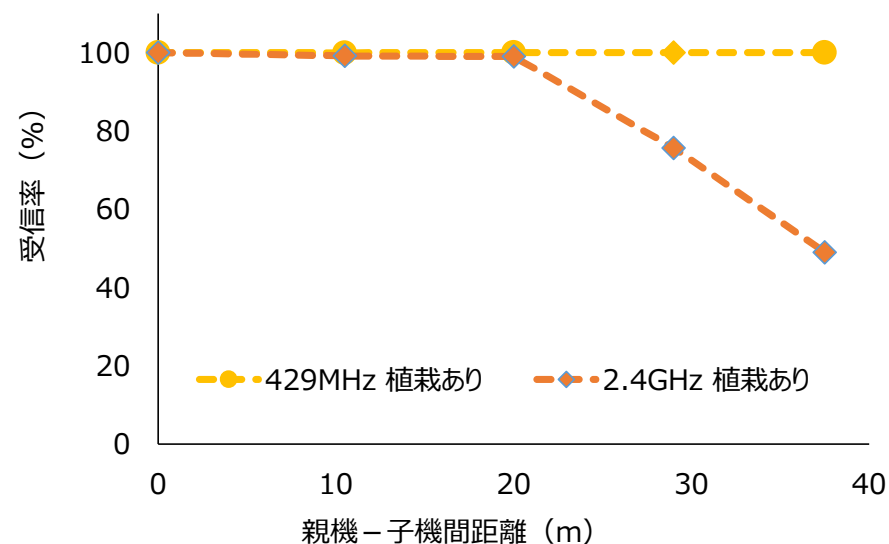


親機の設置状況

- 植栽ベッド
 - 各通信の親機設置
 - 429MHz帯と2.4GHz帯の子機の植栽を挟んだ設置
- ※マーカー内の数字は親機に近い順番を示す



子機はベッド間で植栽を挟んだ状態で設置



無線電波の波長が、
 短い → 植物による遮蔽の影響を受けた
 長い → 植物による遮蔽の影響を受けなかった

目的

- 離れていたり、分散しているハウスや圃場において、管理の省力化を図るため、無線電波の特徴を活かした低コストな遠隔監視システムを構築し実用性を検証する。

ハウスや圃場で使える無線規格の実証試験

①波長が長い：429MHz帯（特定小電力無線）

②波長が短い：2.4GHz帯、5GHz帯（Wi-Fi）

※どちらも基本無料で利用可能な無線規格

それぞれの特徴を活かし、
ハウスや圃場でも導入し易い遠隔監視システムを構築

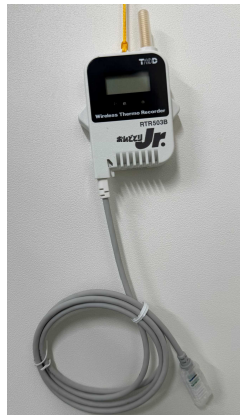
429MHz帯（特定小電力無線）

429MHz帯（特定小電力無線）

- 429MHz帯（特定小電力無線）はデータ容量の少ない温度や湿度などの環境データのモニタリングに適する
- 省電力で電池駆動のため簡単に設置が可能

429MHz帯の通信機器

ティアンドデイ社製ワイヤレスデータロガー
「おんどとり RTR500シリーズ」



RTR-503B
(温・湿度)



RTR-502B
(温度)

通信距離	長い
直進性（回り込み）	低い(大きい)
水(植物体)による吸収	少ない
消費電力	少ない
転送データ量	少ない
通信速度	遅い

429Mhzの特性に加え
電池での駆動が可能

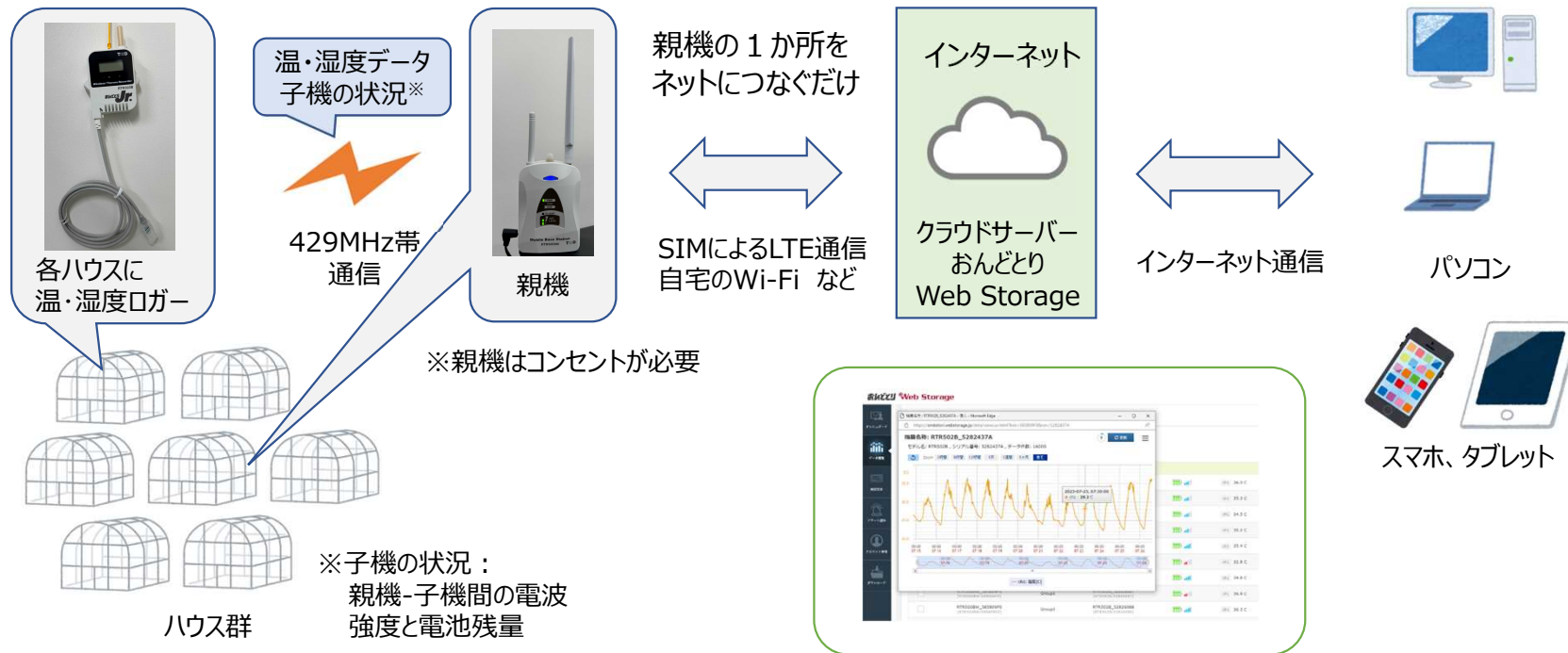
「おんどとり RTR500シリーズ」は、温・湿度の他に、
CO2、照度、紫外線量、電流、電圧、パルスカウントも計測可能

コンセントの無いハウスや圃場にも簡単に設置が可能

429MHz帯での見える化システム例

- 親機と子機で運用、親機をインターネットに接続することでクラウドにデータが転送される
- スマホ、タブレット、PCで、リアルタイムデータや過去のデータのグラフ化などができる

おんどりを用いた見える化システム例



アプリ、ツール等でモニタリングやグラフ化
Excel等でのデータ活用が可能

多棟ハウス間通信の現地実証

- ハウス8棟と野外（資材置き場雨よけハウス）で429MHz帯無線電波によるハウス間通信試験を実施
- 受信率、電波強度、環境（温・湿度）のモニタリングを実施

通信機器

おんどりRTR500シリーズ



親機 「RTR500BM」 子機 「RTR503B」
 親機-子機間：429MHz帯通信
 親機-クラウド間：SIMによるLTE通信

機器の設置図



★ 親機設置場所
 ☆ 子機設置場所

データ取得手順と検証項目

- 親機で5分おきに子機の実環境データ（温・湿度）を収集
- 電波強度とあわせて、クラウドサービス（おんどり Web Storage）にデータを転送
- PCでクラウドのデータを読み取り、受信率を解析

受信率(%)：受信成功回数/送信回数×100
 （受信成功はデータが読み取れた回数）

電波強度：ティアンドデイ社での指標値
 （5段階表記、3以上で通信可
 1-2通信が不安定、0通信不可）

各ハウスの状況

	ハウス番号								
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	野外
親機-子機間距離	9 m	7 m	11 m	17 m	23 m	28 m	18 m	24 m	16 m
栽培品目	ミニトマト	大玉トマト	大玉トマト	キュウリ	無植栽	キュウリ	無植栽	キュウリ	資材置場

多棟ハウス間通信現地実証試験

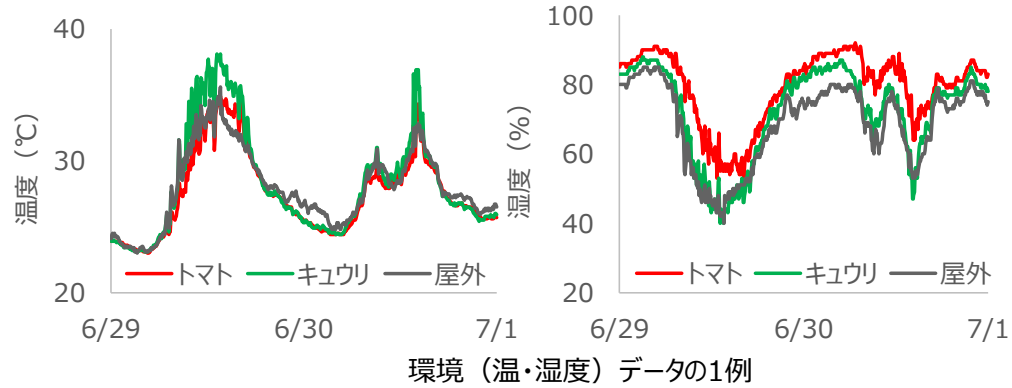
- データの受信率は最低でも98.4%、電波強度は全てのハウスで3.1以上を維持した
- 環境データの取得に問題は無く、多棟ハウスの温・湿度モニタリングが実施できた

通信品質試験結果

ハウス番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	野外
データ受信率※ ¹	98.4%	98.5%	99.9%	99.6%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%
平均電波強度※ ²	4.7	4.6	4.3	3.9	3.7	3.7	4.7	3.1	4.1

※¹ 総送信回数7,013回の内、受信できた回数の割合

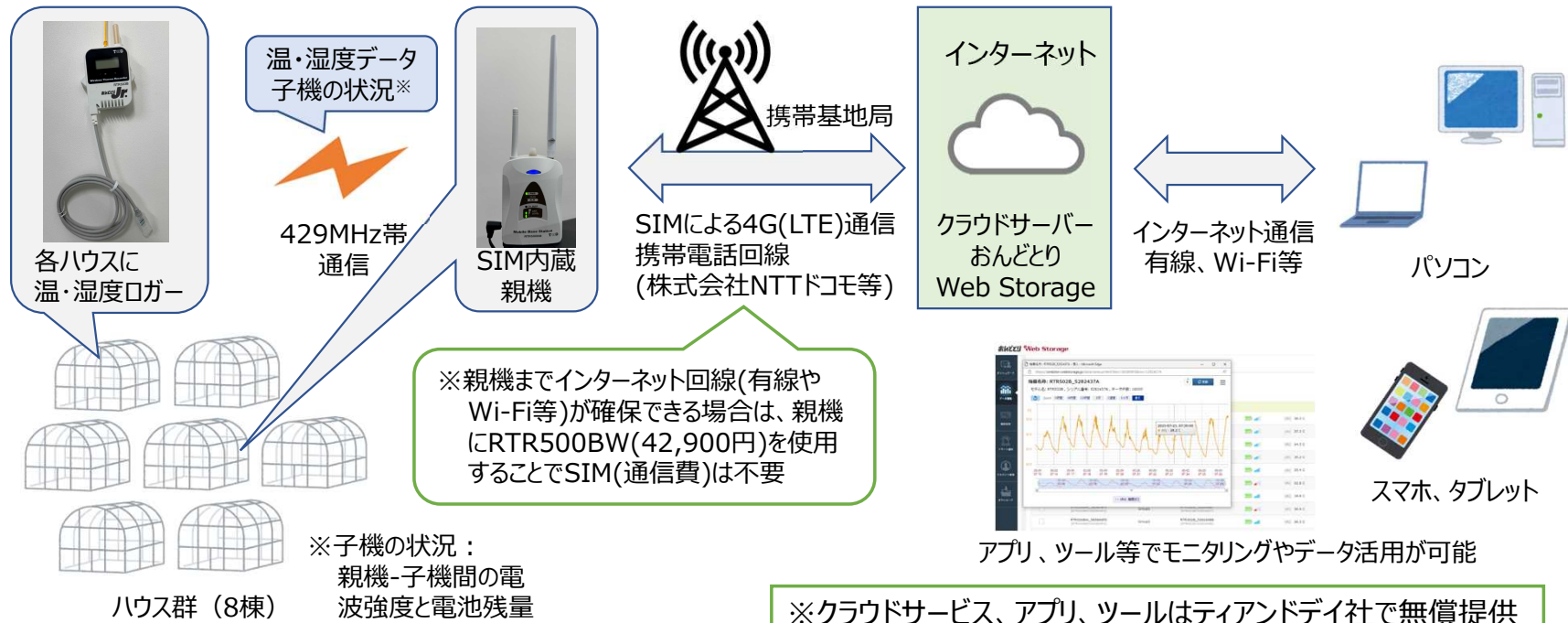
※² ティアンドデイ社での指標値（5段階表記、3以上で通信可、1-2通信が不安定、0通信不可）



多棟ハウス（親機から半径約30mの距離まで）の見える化は十分実用的であることがわかった。

実証モデルを基にした多棟ハウス見える化の費用

- 多棟ハウスの見える化には、機器コストは8棟分で約27万円、通信コストは月額1,000円弱の費用が必要である



機器コスト(税込み)

	子機	親機	8棟分のコスト
機種名	RTR503B	RTR500BM	27,280×8+51,700
価格	27,280	51,700	=269,940

通信コストの1例(税込み)

プラン名	通信費	備考
SRACOM plan-D D-300MB	330円/月 300MBまで	初期費用902円 +送料

※これ以外でも主なデータ通信用SIMが利用可能

2.4GHz帯、5GHz帯 (Wi-Fi)

2.4GHz帯、5GHz帯 (Wi-Fi)

- 高速・大容量の通信が可能
- 2.4GHz帯、5GHz帯 (Wi-Fi) の通信はインターネットとの親和性が高い

Wi-Fiの通信機器

Tp-Link社製アクセスポイント



EAP225-
Outdoor
(Wi-Fi 5)

EAP610-
Outdoor
(Wi-Fi 6)

同社製Wi-Fi中継機



CPE710(長距離通信用)
※中継電波は5GHz帯を利用
CPE510(中距離用)もある

※AP、中継機ともに、電源 (AC100V) が必要

屋外利用では電波が届き難い

通信距離	短い
直進性 (回り込み)	高い (少ない)
水(植物体)による吸収	多い
消費電力	多い
転送データ量	多い
通信速度	速い

インターネットとの親和性が高く
多くの市販製品が使用可能

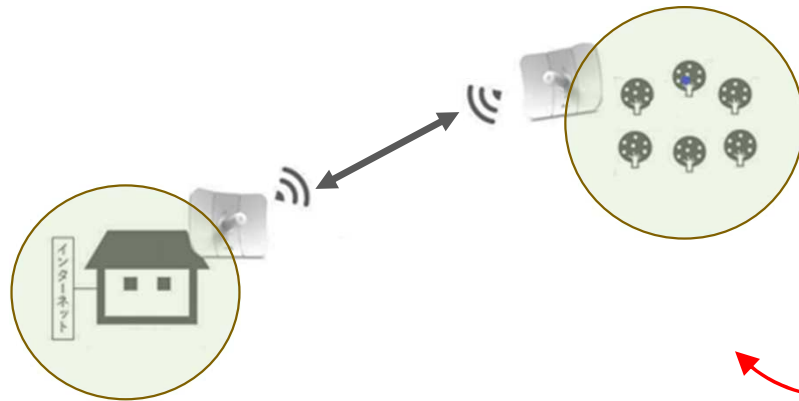
動画や画像など容量の大きなデータ通信に向く
カメラ等、市販のネット対応製品が利用可能

屋外利用を可能にするWi-Fi技術

- 長距離用中継機により、屋外の距離の離れたエリア間のWi-Fi接続が可能
- メッシュ機能は複数のアクセスポイント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

1対1長距離通信

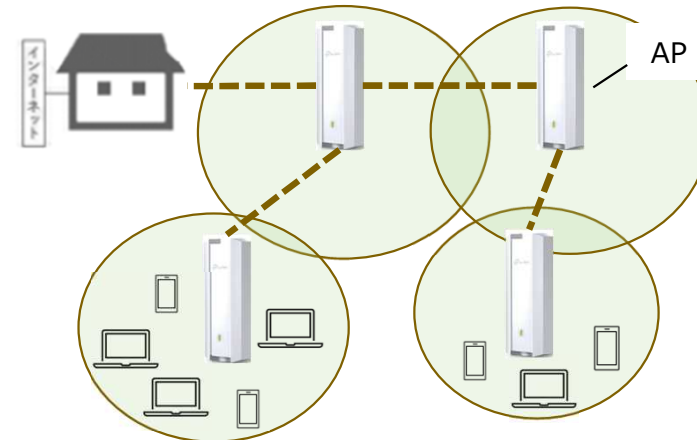
長距離用中継機を用いて離れた場所をWi-Fiで結ぶ



- 直進性の高い短い波長の電波（5GHz帯）を、照射範囲を絞ることで更に長距離の接続が可能となる
- 中継機1対1での利用が効果的

メッシュ機能

アクセスポイントの連携で、より広い範囲をカバー



- アクセスポイント同士が連携し、網の目のようにより広い範囲をカバーする
- メッシュ内では同じSSIDで途切れることなく接続が可能

従来の中継機ではSSIDの切り替えが必要

組み合わせることで、Wi-Fiのカバー範囲を飛躍的に拡張可能

実証事例①：やや離れた圃場との通信

- 生産者からの要望：自宅のネット回線を使って直売ハウスの鉢花の様子をライブで配信し、集客につなげたい
- 中継機で圃場中心（約40m）まで繋ぎ、アクセスポイントでWi-Fi電波を発信

実証試験実施圃場の状況

- 花き生産者圃場
- ハウスでの直接販売、対面販売を大事にしている
- 購入者向けのホームページやSNSを開設済み
- デジカメで撮影し、SNSやHPに公開をしている
- 自宅には光固定回線が敷設済み

生産者からの要望

ハウスにカメラを設置し、鉢花の様子をスマホで見たり、HPやSNSで配信したい。

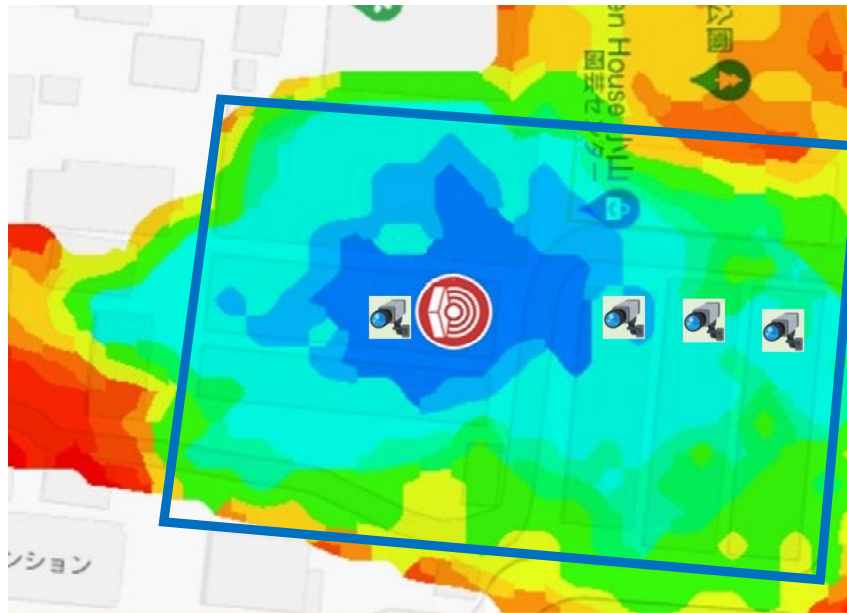


既設ネット回線



実証事例①：設置後の状況

- 圃場全体の60%をカバーすることができた
- 自宅のWi-Fiを活用してインターネットのライブ発信が可能になった



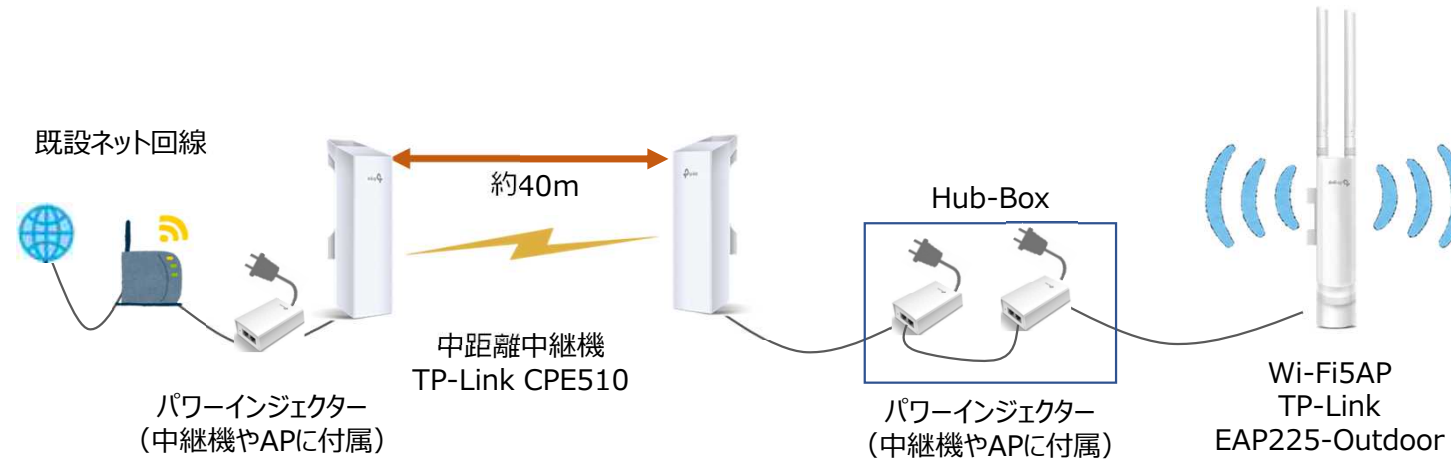
ヒートマップ（青から水色の領域が良好に通信が可能）
Tamosoft社製TamoGraphで計測



H P 上にリアルタイム配信
(YouTubeLive) が可能に

自宅のWi-Fiを約40m離れた圃場中心位置まで中継し、
アクセスポイントにより圃場全体の約60%をカバーできた

実証事例①:導入コスト (既存ネット回線、カメラ除く)



種別	機種	数量	単価 ※1	合計※1
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	-	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			(自己工事	¥284,000 ¥64,000)

※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、電源工事などの費用がかかります

実証事例②:カメラシステム導入例

- 200m離れた圃場、約70aの面積をWi-Fiでカバー
- ひとつのネットワーク（単一のSSID）でシームレスに接続が可能



モニター画面（↑P C、スマホ→）



防水固定焦点カメラ



旋回カメラ



カメラサーバー



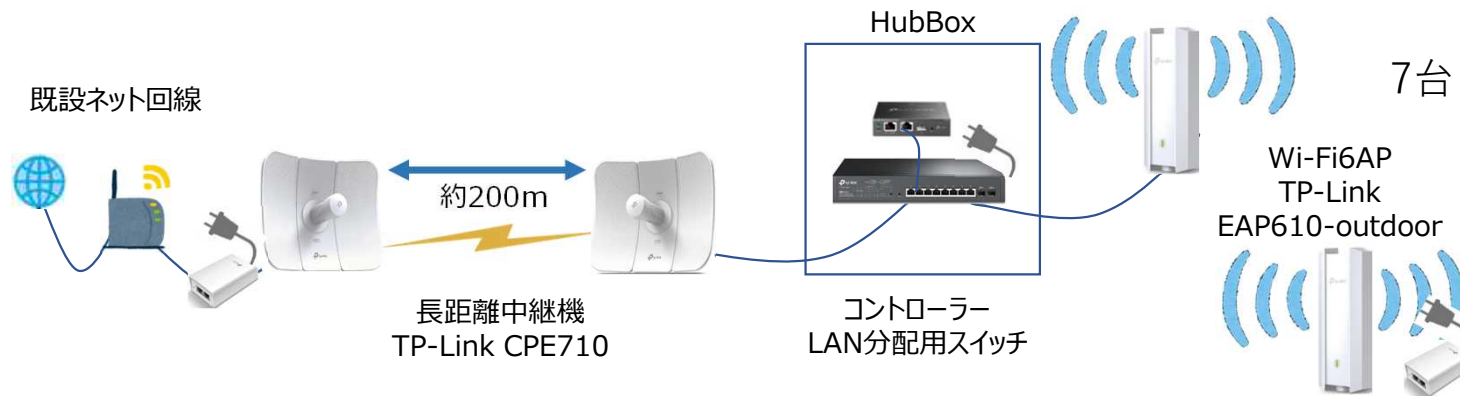
動体検知した侵入者



降雪時の記録

各ハウスのカメラ映像をSIM等の追加コスト無く遠隔監視を実現

実証事例②:導入コスト (カメラシステム除く)



種別	機種	数量	単価※1	合計※1
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	¥251,300
LAN分配用スイッチ	TL-SG2210P	1	¥20,900	¥20,900
コントローラー	OC200	1	¥29,900	¥29,900
Hub-Box		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			(自己工事)	¥661,100 ¥411,100)

※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、電源工事などの費用がかかります

●429MHz帯の特定小電力無線式データロガー

1. 親機から半径約30mの範囲では、植栽等の影響を受けずに通信が可能
2. データ容量の少ない温度や湿度などの環境データのモニタリングに適する
3. 省電力で電池駆動のため設置が容易

比較的手軽に遠隔モニタリングを実現できる

●2.4GHz帯、5GHz帯の屋外Wi-Fiネットワーク

1. 動画や画像など容量の大きなデータ通信に向く
2. アクセスポイントや中継機を活用してカバー範囲を拡充できる
3. カメラをはじめ、各種市販のネット対応製品が利用可能

インターネットとの親和性が高く、様々な利用場面が想定される

- ネットワークカメラで離れた圃場の様子を自宅から画像で確認
- " SNSやHPなどを利用して、農園の様子を発信
- スマホで圃場に居ながらの農作業管理アプリ等の利用
- 観光農園や体験農園利用者へ、Wi-Fi通信環境の提供
- 環境制御システム等の遠隔制御に利用 e.t.c.

詳細は、農総研HPで公開中

東京型スマート農業プロジェクト

多棟ハウスの無線による見える化の確立 報告書



令和5年12月26日

公益財団法人東京都農林水産振興財団
地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
のぞみ株式会社

令和5年12月26日公開

東京型スマート農業プロジェクト

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

令和5年3月27日公開