

スターリンクとメッシュネット Wi-Fi 技術を用いた 中山間農地のインターネット環境整備の実験 Experiments on Internet environment improvement in mountainous farmland using Starlink and meshnet Wi-Fi technology

○溝口 勝¹, 板倉 康裕²
MIZOGUCHI Masaru¹, ITAKURA Yasuhiro²

1. はじめに

2011 年の原発事故から 14 年が過ぎた。飯館村では 2017 年に避難指示が解除されたが、帰村する農家が少ないために国内のどの市町村よりも速いスピードで農地の集積・集約化が進んでいる。飯館村振興公社（農業部門）は現在この農地の担い手として農業に取り組んでいる。しかし、集約農地は山林の合間にあるために携帯電話の電波が届かないところも多く、最新のスマート農業機械の機能を十分には利用できていない。

そこで、本研究ではスターリンクとメッシュネット Wi-Fi 技術を用いてインターネット環境を構築し、Wi-Fi カメラによる農業用水の水門遠隔モニタリングなど、スマート農業を実践するための通信インフラ構築実験を行った。

2. 方法

飯館村 S 地区の集約化された水田（約 12ha）の畦畔の一角に Starlink の基地局を設置し、Wi-Fi 通信網を展開した。（Fig.1, Fig.2）

(1) Starlink インターネット基地局

スターリンク（Starlink）は、SpaceX が開発した低軌道衛星を利用したブロードバンドインターネットサービスで、山間部や海上など従来の通信インフラが届きにくい場所でも安定した通信ができる。本実験ではこれを水田の畦畔に設置した。（Fig.2 赤色印）ただし、水田には商用電源がないので 100W の太陽光パネル 3 枚で電力を供給する電源 BOX を併設した。

(2) メッシュネット Wi-Fi 中継器

Starlink から屋外用 AP（EAP225-Outdoor, TP-Link 社）に PoE 対応の LAN ケーブルで電力を供給し、AP のアンテナを約 3m の高さの支柱に固定した。この基地局から経路 a と経路 b の 2 系統で溝口らの方法^{1,2)}と同様に 5 台の Wi-Fi 中

継器を設置した。（Fig.2 黄色印）中継器は AP・電池・太陽光パネル（50W）で構成され、単管パイプと支柱で AP アンテナを約 3m の高さに固定した。Starlink 基地局と中継器および中継器間の距離と Wi-Fi 信号強度の関係を Table.1 に示す。



Fig.1 Starlink 基地局（左）と Wi-Fi 中継器（右）



Fig.2 基地局からの 2 系統インターネット通信網

Table.1 AP 間の距離（m）と信号強度（dBm）

経路a	S0	<420>	a2	<205>	a3		
信号強度(dBm)		-72		-68			
経路b	S0	<207>	b1	<190>	b2	<303>	b3
信号強度(dBm)		-68		-67		-76	

<数字>はAP間の距離（m） 信号強度(dBm)は天候によって±2程度変動する

(3) 水門監視用 Wi-Fi カメラの設置

集約化された水田には約 2km にわたる農業用

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo

² (有) ミサオネットワーク MisaoNetwork Ltd. キーワード：スターリンク，メッシュネット，Wi-Fi，中山間地

水路があり、その数か所に水管理用の水門が設置されている。これまで振興公社の職員は水管理のために携帯電波のないこれらの水門を見に来る必要があった。そこで本実験では各水門に Wi-Fi カメラ (Reolink 社製, Fig.2 青色印) を設置した。

(4) 気象計の設置

周囲が山に囲まれているためにこの地区の水田は風の通り道になりやすい。そこでイネの栽培環境を監視するために、基地局に気象計 ATMOS41 (METER 社)と Wi-Fi 対応型データロガー ZL6 (METER 社)を設置した。

3. 結果と考察

(1) Starlink インターネット基地局

Starlink の電源 BOX にはタイマーをつけて、電池残量に応じて任意の時間帯に ON-OFF できるようにしてある。農作業の時間が昼間に限られているので、現在は朝 6 時から夕方の 6 時までの 12 時間をオンにしている。現地から水門のリアルタイム映像が送られてくる。しかし、太陽光パネルの出力電圧とバッテリー電圧の電圧調整が乱れるために天気が良い昼の時間帯に時々不安定になることがある。現在この問題の原因を究明して改善を試みている。



Fig.3 Omada スマホアプリによるデバイス (左) とクライアントの確認 (上)

(2) メッシュネット Wi-Fi 通信の確認

メッシュネット Wi-Fi 通信の状況は Omada クラウドコントローラー (TP-LINK OC200, TP-Link 社)用のスマホアプリを使って現場で確認できる。(Fig.3 左) また、Wi-Fi カメラや作業員のスマホの接続状況も確認できる。(Fig.3 上) さらには、機器のトポロジーマップも表示され、Wi-Fi 中継器やカメラの接続ルートを一覧できるので

便利である。

(3) 水門監視用 Wi-Fi カメラ

Starlink が ON になっている時間帯であればスマホや PC を使ってリアルタイムで水門の状況を監視できる。(Fig.4)



Fig.4 Wi-Fi カメラによる水門監視

(4) 気象観測データの取得

Fig.5 は観測された気温・風速・降水量・日射量である。通常の ZL6 データロガーではなく、Wi-Fi 版を使っているため、携帯電波が入らない場所でもデータを取得できることを本実験で確認できた。今後は Starlink 基地局にプライベート LoRa の基地局を繋ぎ、主な水田の水位データを見ながら水門制御することも可能であろう。

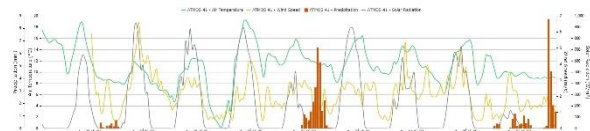


Fig.5 観測された気象計データ

4. おわりに

本実験では電源と携帯電波がない農地に Starlink インターネットを導入し、それをメッシュネット Wi-Fi 技術を使って農地全体に展開した。これにより集約化された S 地区の農地では、水・土に加えて情報のインフラも整備され、スマート農業を実践できる先端優良農地となった。なお、対象農地近くに電源のある公民館や民家がある場合にはそこにインターネットを導入してそれを展開することでコストを低く抑えられる。このように農地の立地条件に応じて最適なインターネットの展開方法を選べば耕作放棄地を含む他の地域でも遠隔での農地管理が可能となる。この技術が日本農業の問題解決の一助になれば幸いである。

参考文献：

- 1) 溝口・板倉：飯館村におけるフィールド Wi-Fi 拡張実験、復興農学会誌, Vol.4 No.2, p8-13 (2024)
- 2) 溝口・板倉：飯館村における長距離 Wi-Fi メッシュネット農場の実証実験、農業農村工学会講要集, pp. 135-136 (2024)