

バックホール回線の公共 BB 終端局（移動局）と、アクセス回線のメッシュ Wi-Fi AP は、
図 2.29 に示すように LAN ケーブルにて接続した。

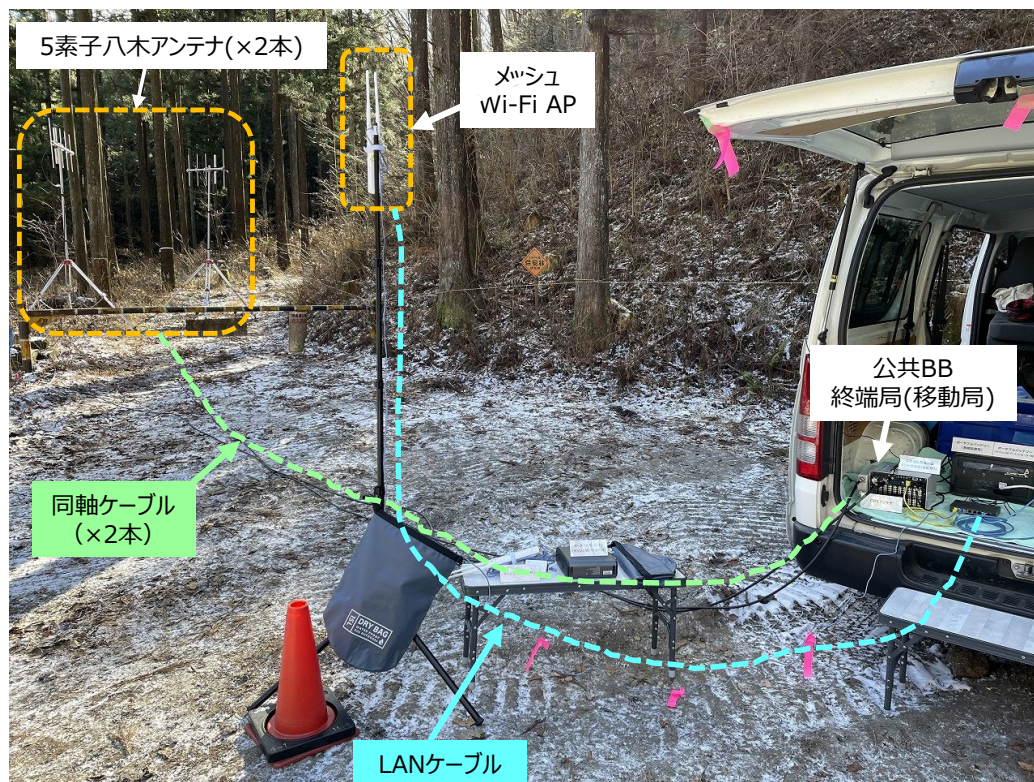


図 2.29 設置時の写真（バックホール回線とアクセス回線の接続）

本実証試験で使用したメッシュ Wi-Fi AP（アクセスポイント）の通信距離は、カタログ記載値で約 180m 程度となっている。通信距離を長くするには、アンテナ高及び見通しの確保が必要となる。アンテナ高は、図 2.28 に示すように、三脚等のアンテナ取付機材により 2m 程度の高さを確保し、地形や周辺環境によって見通しの確保が困難な場合は、Wi-Fi AP を移動または増設する方法が有効である。また、作業現場一帯を見渡せる高所に、中継用のメッシュ Wi-Fi AP を設置することも有効と考えられる。

2.2.4.2 長期稼働の実施に関わる調査

(1) 現場業務と組み合わせた作業手順のとりまとめと課題の整理

1) 長期稼働の検討目的（基地局設備）

作業現場にネットワークを構築する上で、設置環境の中心となる基地局設備の長期の据

付けに耐えうる必要な設置要件の検討、仮設工事、ならびに、具体的な経過確認を行った。

前記「2.2.4.1 (3) 1) ポール設置及びケーブル敷設」に示す基地局設備の設置（アンテナ・ポール仮設、無線機器収納ケース及びケーブル敷設）の工事は以下に示すスケジュールにて実施した。

令和 4 年 10 月 17 日（月） 資材の搬入から設置工事完了（1 日）

令和 4 年 12 月 20 日（火） 本設備にて現地調査会を実施

二か月以上に渡る設置期間を経たのち、「現地検討会」を開催し、屋外に設置した基地局設備（アンテナ・ポール仮設、無線機器収納ケース及び敷設ケーブル）が支障なく利用できること確認した。

2) 中継用移動局及び終端局設備の設置要件

無線設備の仮設運用が想定される中継用移動局及び終端局（移動局）の設置条件において、長期運用に関連する電源（バッテリー）容量の設定手法、及び、屋外設置する無線機器の防水化手法について説明する。

i) 電源（バッテリー）容量の選定手法

バッテリー容量の選定は、実運用を想定した場合の以下の情報（表 2-5）を整理して、決定した。

表 2-5 バッテリー容量選定時に考慮すべきパラメータ

| # | 項目 | 説明 | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|---|-----------|-----------|----------|-------|----------|-------|-----|------|--------|-------|
| 1 | 電源供給機器の消費電力 | 無線設備内の機器の消費電力の合計（単位：W） | | | | | | | | | | |
| | | 一般的な消費電力一覧（参考値） | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器</th> <th>消費電力(参考値)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>公共 BB 装置</td> <td>約 60W</td> </tr> <tr> <td>Wi-Fi AP</td> <td>約 10W</td> </tr> <tr> <td>HUB</td> <td>約 5W</td> </tr> <tr> <td>ノート PC</td> <td>約 30W</td> </tr> </tbody> </table> | 機器 | 消費電力(参考値) | 公共 BB 装置 | 約 60W | Wi-Fi AP | 約 10W | HUB | 約 5W | ノート PC | 約 30W |
| | | 機器 | 消費電力(参考値) | | | | | | | | | |
| | | 公共 BB 装置 | 約 60W | | | | | | | | | |
| Wi-Fi AP | 約 10W | | | | | | | | | | | |
| HUB | 約 5W | | | | | | | | | | | |
| ノート PC | 約 30W | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 連続使用時間とバッテリー充電周期 | 運用時において、次回充電するまでの動作時間の合計(単位：h) | | | | | | | | | | |

必要となるバッテリー容量の単純な試算方法としては、すべての機器の消費電力の合計に対して、充電せずに連続で動作させる時間を計算することで求められる。ただし、リチウム

イオンバッテリーをはじめとする蓄電池は、一般に冬期屋外・寒冷地では使用時間が短くなる傾向にあり、電池容量がカタログ値を下回る可能性を想定して、今回の調査では連続使用時間 20 時間程度のバッテリー（重量 2.8kg 程度）を選択し、1 日約 5 時間の作業終了後に、バッテリー残量を確認したところ、約 7 割の電力が残っていたため、実用化段階では半分程度の充電容量のバッテリーでも使用可能と思われる。

ii) 屋外設置する無線機器の防水化手法

無線機材を設置する環境において、建物内に機材を設置できない場合は、屋外への設置となる。たとえば、基地局設備や中継移動局など、長期間において設置場所の移動が予定されない場合には、収納ケース等に無線機器等を設置することが想定される。その場合は、収納ケースの蓋やケーブル取り込み口には、防水加工を施す必要があり、設置位置に関しては、可能な範囲で、風雨・降雪・落雷を回避できる環境が望ましい。

中継用移動局や終端局（移動局）は、車両内への設置が基本構成であるが、収納ケースと同様に、車両へのケーブル引き込み箇所への防水対策は必要となる。

また、同軸ケーブルや LAN ケーブルの配線においては、周囲の環境によるが、長期間の設置が想定される場合は、配管・埋設工事的必要性についても検討が必要となる。

(2) 事業地の移動に係る対応

複数の事業地を移動しながら業務を実施する林業現場を想定した通信環境を構築する上での検討事項、ならびに、留意事項について説明する。

事業地が移動になると、無線設備間の電波伝搬環境が変化するため、無線設備の変更や増設等の対応が必要になる。上記の電波伝搬環境の変化に応じて実施すべき対応内容及び留意事項はそれぞれ異なるため、それらについて以下に示す。

1) 伝搬シミュレーション結果の事前確認

置局検討時の伝搬シミュレーション結果から、中継用移動局の通信可能エリアを確認する。具体的には、中継地点から電波を発射したときの受信電力分布において、通信可能レベルを超えているエリアは、終端局（移動局）のみの変更で対応可能な、事業地の移動先とみなすことができる。

2) 終端局（移動局）のアンテナ方向調整

事業地の移動先が、中継用移動局の通信可能エリア内の場合、終端局を新しい事業地に移設し、移動前と同じ中継用移動局にアンテナ方向を向けて設置する。

このケースでは、中継用移動局の無線設備には変更せずに、移設した終端局と通信可能となるため、事業地変更に伴う作業としては一番簡便な対応となる。

3) 中継用移動局の移設

事業地の移動先が、中継用移動局の通信可能エリア外の場合、中継用移動局を移設する。中継用移動局が移設すると、基地局側との設置要件も変更となるため、システム構築時に実施する置局検討と同様に、伝搬シミュレーションを用いた中継地点の候補地選定が必要となる。また、作業現場が比較的広い場合においては、車両に終端局（移動局）設備を仮設した車載移動局にて、作業現場周辺を移動しながら中継用移動局との通信確認を行い、最適な設置場所を選定する方法も有効と考えられる。

4) 中継用移動局の増設

事業地が山中の奥地へ移動する等の状況において、既設の無線設備によるアンテナ方向調整や移設の対応では、新しい事業地に電波が届かない場合、中継用移動局を増設する。この場合、新規無線設備の置局となるため、上記3)と同様、伝搬シミュレーションを用いた置局検討が必要となる。中継用移動局の増設時の留意事項を以下に記載する。

i) 増設によるコスト

中継用無線局の増設コストは、2台目以降も同じであるが、伝搬シミュレーションを用いた置局選定結果によっては、アンテナ設備やアクセス回線の条件も異なることが想定される。

ii) 増設後のバックホール回線の回線速度

参考資料5に示すとおり、バックホール回線は、無線中継段数が増加するほど回線速度が低下するため、使用するアプリケーションに必要なデータ量を考慮した上で、構成変更を検討する必要がある。バックホール回線の各種条件に応じた回線速度の詳細については、参考資料5及び通信環境構築マニュアルに記載している。

iii) アクセス回線との連携

通信エリアの拡大方法については、中継用移動局の増設以外に、終端局（移動局）と作業現場間のアクセス回線を延伸させる方法も想定される。

たとえば、作業現場内やその周辺に終端局（移動局）を設置しても、中継用移動局との無線通信が確立できない場合、終端局（移動局）の設置場所を作業現場から離して、中継用移

動局との無線通信が可能な位置に設置し、終端局（移動局）から作業現場まではメッシュ Wi-Fi によるアクセス回線により延伸する方法が考えられる。ただし、公共 BB と比較して、メッシュ Wi-Fi の通信距離は短いため、作業現場ごとに終端局（移動局）の配置と、メッシュ Wi-Fi 機器の設置条件を考慮し、置局する必要がある。

(3) モニター調査の実施

本年度のモニター調査では、現地調査検討会を開催し、利用者参加型のアプリ実証により、具体的に体感して頂いた上で、今後の実用化に向けた意見収集を行った。

本調査検討会にて実施した、実運用を想定したアプリ実証（作業現場と会議参加者との WEB 会議システム接続、現場報告、遠隔臨場、位置情報共有、等）の内容を以下に示す。

1) 現場報告（調査事業現場の状況報告）

WEB 会議アプリ（Microsoft Teams）を用いて、作業現場から森林事務所等の遠隔地まで、音声・映像伝送による状況報告を実施した。事前確認時は、音声及び映像が途切れることなく、良好に配信された。状況報告時での実証では、事前確認時よりも画質が低下したが作業現場の状況をリアルタイムに把握・共有できることを確認した。

図 2.30 は、実際に、現場報告を映像伝送したときのキャプチャ画像と、WEB 会議にて現場報告しているときの風景である。



(a)ビデオ伝送画像

(b)WEB 会議アプリでの撮影風景

図 2.30 現場報告（Microsoft Teams 使用）

2) 遠隔臨場

WEB 会議アプリ（Microsoft Teams）を用い、事務所の森林官と事業地の作業員との間にて、遠隔臨場を行った。実証時は、森林官の指示に従い、作業現場の作業員が的確に作業できることを確認した。

実際に、遠隔臨場を映像伝送したときのキャプチャ画像と、WEB 会議アプリにて遠隔臨場行っているときの風景を示す。（図 2.31）

なお、図 2.31 では、現場からの画質が若干劣化していることが見て取れるが、これは、インターネットの回線状況に起因した現象であることを確認している。

今回の遠隔臨場では、遠隔地からの指示、及び作業現場からの音声・映像による報告が実証できており、待ち時間や事前調整等がなく定期的に報告することが可能となる。これを踏まえると、例えば従来、現場を確認する日程の調整、現場までの往復時間・出張に係る事務処理、現場作業の事前調整、当日の現場での対応等に要した時間が不用となり、少なくとも 2～3 名の人員の半日程度の業務の効率化及びコスト削減を図ることができると推察される。



(a)ビデオ伝送画像

(b)WEB 会議アプリでの撮影風景

図 2.31 遠隔臨場（Microsoft Teams 使用）

3) 業務用アプリの活用（AI 丸太検知くん）

WEB 会議アプリ（Microsoft Teams）を用いて、現場作業の様子を配信しながら、丸太の木材検収用アプリ「AI 丸太検知くん」の実証を行った。

業務用アプリにて、丸太の撮影画像を解析後、一般的なメールソフトを用い、解析データ及び撮影画像を添付ファイルとしてメール送信した。その後、倉淵森林事務所の PC にてメール受信し、添付ファイルの内容を確認した。

業務用アプリ端末の操作風景（図 2.32）、メール受信した業務用アプリの解析データ及び撮影画像データ（図 2.33）、及び、作業現場全体の風景（図 2.34）を示す。



(a)業務用アプリで丸太の撮影



(b)撮影した丸太の画像



(c)ファイルをメール送信中

図 2.32 業務用アプリの操作風景

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|----|----|----|----|-------|----|-------|
| 1 | 番号 | 樹種 | 長さ | 直径 | 単材積 | 本数 | 材積 |
| 2 | 1 | スギ | 2 | 30 | 0.18 | 1 | 0.18 |
| 3 | 2 | スギ | 2 | 36 | 0.259 | 1 | 0.259 |
| 4 | 3 | スギ | 2 | 42 | 0.353 | 1 | 0.353 |
| 5 | 4 | スギ | 2 | 44 | 0.387 | 1 | 0.387 |
| 6 | 5 | スギ | 2 | 46 | 0.423 | 1 | 0.423 |
| 7 | 6 | スギ | 2 | 48 | 0.461 | 2 | 0.922 |
| 8 | | | | | 合計 | 7 | 2.524 |

(d)帳票(CSV ファイル)



(e)撮影した丸太画像(JPG ファイル)

図 2.33 メールで受信した添付ファイル(解析データ、撮影画像)