

3. ウェアラブルカメラ

3.1 概要

イヤホンマイクを具備するウェアラブルカメラを現場作業員に装着し、Wi-Fi インタフェースにより終端局（移動局）と接続することで、現場作業員は、通常業務を行いながら、音声通話及び映像伝送が可能になります。

3.2 機器構成

本アプリケーションは、ウェアラブルカメラとビューワ用端末のソフトウェアとの通信にて実現するものです。従って、インターネット回線接続は必須ではありません。



図 36 ウェアラブルカメラを用いた場合の機器構成

3.3 活用事例

令和3年度の実証試験時に、現場作業員がウェアラブルカメラ一式を装着し、チェーンソーにより伐採作業及びフォワーダ（林業用重機）を運転し、木材の積み下ろしを行ったときの写真を図 37 示します。



図 37 ウェアラブルカメラ一式を装着した現地作業員

4. 素材検知

4.1 概要

木材生産業務にて素材検知用のアプリを活用している場合、当該アプリがインストールされているタブレットを用いて、生成されたファイル及び撮影した写真を、アクセス回線を介してデータ転送を行うことができます。業務用アプリで生成したデータ及び写真をメールに添付することも可能です。令和3年度及び令和4年度の実証調査では、異なる素材検知アプリを用いて活用できることを確認しました。事例として、令和4年度に実証調査をおこなった「AI丸太検知くん」についての事例を紹介します。

4.2 機器構成

業務用アプリでは、オフライン環境の作業現場でも素材検知する機能は動作しますが、生成したファイルを伝送する場合には、インターネット回線が必要になります。

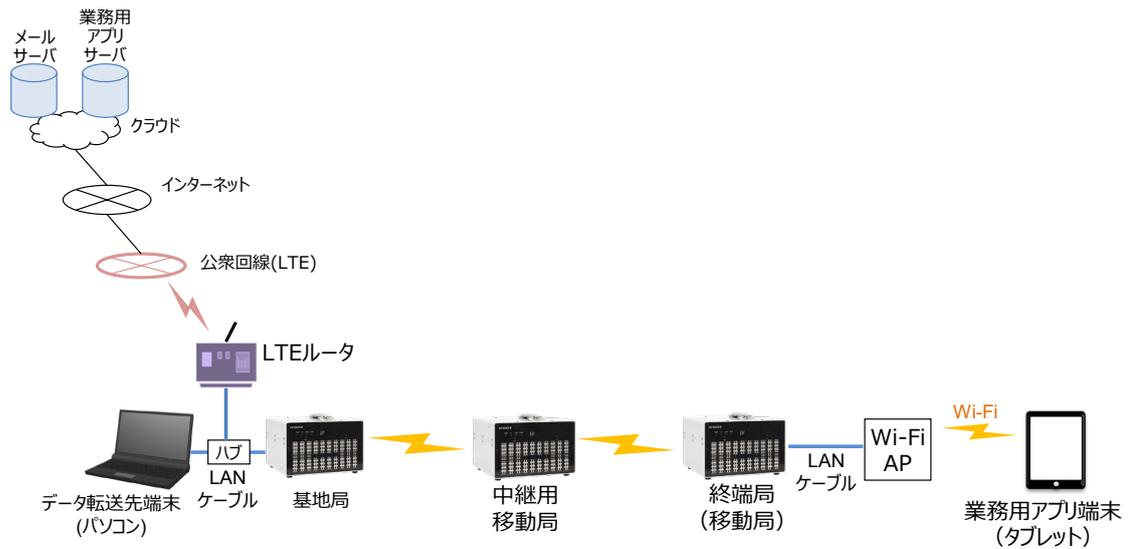


図 38 業務用アプリを用いた場合の機器構成

4.3 活用事例

業務用アプリにて撮影した素材検知時の写真と調査結果ファイルを一例として図 39、図 40 に示します。



図 39 業務用アプリで撮影した素材検知時の写真（一例）

	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	40	0.32	1	0.32
3	2	スギ	2	44	0.387	1	0.387
4	3	スギ	2	52	0.541	1	0.541
5	4	スギ	2	58	0.673	1	0.673
6	5	スギ	2	60	0.72	1	0.72
7	6	スギ	2	72	1.037	1	1.037
8					合計	6	3.678

図 40 業務用アプリの素材検知結果（一例）

4.4 想定される用途

従来の森林・林業分野におけるオフライン環境の作業現場では、業務用アプリを用いた作業を行い、以下に示す生成ファイルは、1日の作業を終えた後、森林事務所等に設置されるパソコンにデータを蓄積したり、公衆回線を利用してデータを転送する運用となります。

- 業務用アプリによる素材検知結果データ（写真、集計データ）
- 作業日誌
- 林業機械の計測データ
- 被災情報（写真、データ）
- 事業の進捗状況（写真、データ）

今回の作業現場をオンライン化することにより森林事務所に戻る前に、作業現場に居ながら、生成ファイルを森林事務所へ転送することが可能になります。

4.5 必要な機材・ソフト

林業分野に特化した業務に関するアプリも含め、パソコン、スマートフォン及びタブレットにインストール可能であれば、追加の専用端末は特段必要ないと考えられます。

一般的なパソコン、スマートフォン及びタブレットには装備されている内容になりますが、作業現場で使用する端末での利用が想定される機能及びインタフェースの一例を以下に示します。

- モニター画面（データ、写真、映像、設定画面、等の確認用）
- カメラ（静止画、動画撮影用）
- マイク、スピーカ（録音、通話用）
- Wi-Fi インタフェース（アクセス回線利用）
- バッテリ（作業現場での移動利用を想定）

4.6 データの転送方法

業務用アプリや他のアプリには、専用のデータ転送機能を有している場合もありますが、一般的なメール機能にて、データをメールに添付する方法もあります。

転送データのサイズと圧縮について

一般的なスマートフォンやタブレットの内蔵カメラで撮影すると、その撮影データは、まとめると数十～数百メガバイトのようにサイズが大きくなります。そのような大きなデータを1度の送信で送ると、転送完了までに数分程度の時間がかかるため、転送データは、転送前に圧縮するか、複数回に分けて転送することで、データ転送にかかる時間を低減することが可能です。

5. WEB会議

5.1 概要

WEB 会議用アプリをインストールしているパソコン、スマートフォン及びタブレットを使い、アクセス回線、バックホール回線、公衆回線を介し、インターネット経由で遠方の端末との WEB 会議（双方向音声・映像伝送）を実証しました。例えば、令和 4 年度実証試験においては、「Microsoft Teams」を用いて試験を実施しました。

5.2 機器構成

令和 4 年度の実証試験においては、本 WEB 会議用アプリを用いることで、実際の作業現場とのリアルタイムの遠隔臨場について、森林官他、関係者によるモニター調査を行いました。

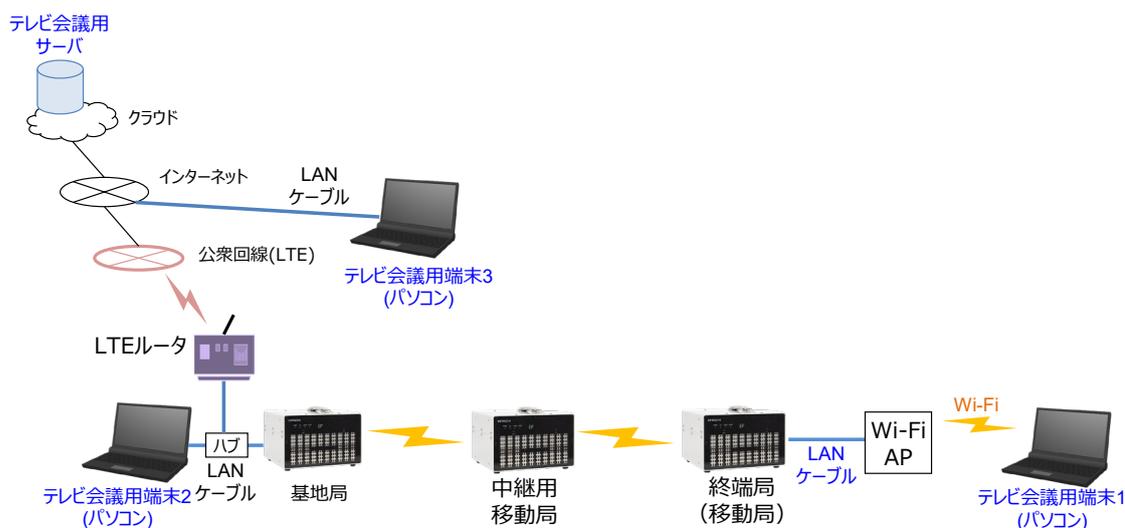


図 41 WEB 会議アプリ用いた場合の機器構成

5.3 活用事例

令和 4 年度の現地見学会での実証試験時の写真（遠隔臨場、業務用アプリ）を示します。



図 42 遠隔臨場の実証時の WEB 会議アプリ使用風景



図 43 業務用アプリの実証時の WEB 会議アプリ使用風景

5.4 想定される用途

双方向の音声通話、映像伝送となるため、事務所側、もしくは、インターネットを介した、全国各地の拠点において、作業現場の状況を把握することができ、作業現場の作業員との意思疎通、作業指示等を実施することが可能です。

5.5 必要な機材・ソフト

令和4年度の実証試験では、パソコン、スマートフォン、タブレットにインストール可能なWEB会議用アプリを用い、現場の作業員が外付けのマイクやスピーカを追加することなく、各端末の内蔵マイク及びスピーカを使用して、音声・映像の双方向伝送を実証しました。

本実証に用いたWEB会議用アプリ以外にも、WEB会議用アプリ（フリーソフト、有料ソフト）は複数存在し、通信回線の状況に応じて映像伝送レートを最適制御するアプリもあります。ただし、アプリに必要とされる回線速度に関わる詳細仕様はユーザに開示されていない場合もあるため、使用するアプリは、事前の動作確認が必要になります。

5.6 画像の転送方法

WEB会議用アプリは、元々音声・映像の双方向伝送の機能が備わっているため、それらの機能を使用することになります。

画像の転送については、WEB会議用のアプリにファイル転送機能を有するものを使用する方法や、メール用アプリを用いて、転送したデータをメールに添付して送信する方法での実現手段が考えられます。

まとめ

本資料は、令和2年度から令和4年度の3年間に実施してきた調査検討及び実証試験の成果を踏まえ、国有林をフィールドとした実際の現場業務において、試行的に通信手段となる情報基盤を構築するとともに、通信と業務支援ツールを組み合わせた活用方法の検証等を行い、その効果や手順等を整理し、通信環境構築マニュアルとして記載しています。

本マニュアルを活用した、森林・林業分野におけるICT・IoT等の導入による課題解決の取り組みが早期に進むことを期待いたします。

付録

付録 1. 公共 BB の回線速度について

公共 BB システムの回線速度の特徴

- 無線回線品質「通信信号のクリアさ（信号と雑音の電力比）」に応じて通信方式（変調方式）を変更させることで、安定した無線通信を実現します。
- 基地局から終端局への回線速度と、終端局から基地局への回線速度の比率を変更可能です。（3パターン）
- 無線回線品質が高いほど、回線速度が上がる傾向があります。
- 中継用移動局を増設するごとに回線速度は低下します。

公共 BB の変調方式と回線速度の関係

公共 BB には、変調方式が 3 種類あります。各変調方式と目安となる所要受信電力及び所要無線回線品質を示します。

表 14 公共 BB システムの変調方式一覧

変調方式	所要受信電力 (目安)	所要無線回線品質 (目安)	回線速度 (相対比較)
QPSK	-83 dBm	7 dB	低
16QAM	-76 dBm	14 dB	中
64QAM	-70 dBm	20 dB	高

※符号化率(r)は、すべて r=1/2

公共 BB の伝送容量の配分（3パターン）

公共 BB では、データの流れの方向によって、それぞれ下り回線と上り回線と呼びます。そして設定変更により、伝送容量をそれぞれの回線に配分可能であり、配分の仕方には、下り回線優先／上り回線優先／下り上り回線均等の 3 パターンが存在します。



図 44 公共 BB の下り回線と上り回線

公共 BB の回線速度

中継用無線局の台数=0 台、1 台、2 台のときの、基地局ーと終端局（移動局）間の回線速度を以下に示します。

映像伝送レートを通信回線に応じて可変させる機能を有するアプリも存在しますが、映像伝送レートと映像品質の関係については、アプリの性能にも依存するため、事前の動作確認が必要です。

表 15 公共 BB の回線速度一覧（中継用移動局=0 台）

伝送容量配分	QPSK		16QAM		64QAM	
	下り回線	上り回線	下り回線	上り回線	下り回線	上り回線
下り回線優先	2,195	465	4,409	953	6,606	1,441
均等	1,515	953	3,032	1,912	4,548	2,888
上り回線優先	400	1,750	818	3,522	1,236	5,294

（単位：kbps）

表 16 公共 BB の回線速度一覧（中継用移動局=1 台）

伝送容量配分	QPSK		16QAM		64QAM	
	下り回線	上り回線	下り回線	上り回線	下り回線	上り回線
下り回線優先	798	169	1,603	347	2,402	524
均等	551	347	1,103	695	1,654	1,050
上り回線優先	145	636	297	1,281	449	1,925

（単位：kbps）

表 17 公共 BB の回線速度一覧（中継用移動局=2 台）

伝送容量配分	QPSK		16QAM		64QAM	
	下り回線	上り回線	下り回線	上り回線	下り回線	上り回線
下り回線優先	448	103	980	212	1,468	320
均等	337	212	674	425	1,011	642
上り回線優先	89	389	182	783	275	1,176

（単位：kbps）

付録 2. 汎用伝搬シミュレータ比較

現時点で購入可能な伝搬シミュレータについて表 18 に示します。

表 18 伝搬シミュレーター一覧

1	RVMX 回線設計	
	販売元	(有)RVMX
	特徴	設計コンサル会社が利用するなど比較的安価に利用可能
	参考価格	1 ライセンス 40 万円程度
	URL	http://rvmx.net/vitemiyauchi/index.htm
2	エリアかくべえ	
	販売元	近藤 技術士 事務所
	特徴	総務省・免許手続規則第 7 条告示第 640 号に完全準拠。放送関係の置局シミュレーションを得意としている
	参考価格	バージョンアップ価格で 20 万円程度
	URL	https://www.e-unicorn.co.jp/kakube
3	Denpa Pro	
	販売元	アジア航測株式会社
	特徴	プロフィール作成を含む高機能なシミュレーターソフト
	参考価格	数百万円 (例えば 200 万~400 万円)
	URL	https://www.ajiko.co.jp/dl_data/pdf_ff2021/P78-79.pdf

※表記の価格は参考価格のため、実際には見積もりの確認が必要です。

付録 3. 無線設備の主要機材一覧

本通信システムにおいて、バックホール回線の公共 BB 装置（3 台）の無線 2 段中継時の無線設備の主要機器構成一覧を以下に示す。

表 19 無線設備の主要機器構成一覧（無線 2 段中継時）

#	機器名称	員数	備考
1	公共 BB 無線局	3	基地局、中継用移動局、終端局（移動局）
2	基地局用電源装置	1	基地局は、事務所等の商用電源 AC100V を想定
3	移動局用ポータブルバッテリー	2	
4	アンテナ	2 式×3	受信ダイバーシチ構成の条件 (No.5,6 同様) 無指向性/指向性アンテナの選定は、設置条件による
5	アンテナ取付用支柱(ポール)	2 式	設置条件による
6	三脚 (アンテナ設置用)	2 式×2	
7	LTE ルータ	1	公衆回線接続用
8	メッシュ Wi-Fi AP (AP: アクセスポイント)	複数台	作業現場でのアクセス回線用 台数は実施規模による
9	端末	—	PC、スマートフォン、タブレット等 (Wi-Fi 接続可能な装置)

(同軸ケーブル及び LAN ケーブルは掲載を割愛した)

付録 4. 公共 BB の通信仕様

公共 BB の通信仕様を示す。

表 20 公共 BB の通信仕様 (令和 2 年度成果報告書「表 3.8」抜粋)

項目	仕様
通信方式	TDD
無線周波数帯	170~202.5MHz
多重化方式	OFDM/OFDMA
FFT ポイント数	1,024
変調方式	QPSK、16QAM、64QAM
データ伝送速度	500 kbit/s 以上
周波数の許容偏差	5×10^{-6} 以内
チャンネル間隔	5MHz
占有周波数帯幅	4.9MHz 以下
空中線電力	5W 以下
空中線電力の許容偏差	上限 50%、下限 50%以内
隣接チャンネル漏えい電力 (4.8MHz 帯域比)	-21dBc 以下 (離調周波数 2.6~7.4MHz) -41dBc 以下 (離調周波数 7.6~12.4MHz)
空中線絶対利得	10dBi 以下

TDD : Time Division Duplex

OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

QPSK : Quadrature Phase Shift Keying

QAM : Quadrature Amplitude Modulation

	<p>GLONASS : ロシア</p> <p>Galileo : 欧州</p> <p>QZSS : 日本 (愛称 : みちびき、準天頂衛星システム)</p>
ウェアラブルカメラ	<p>撮影者が体に装着して撮影可能なカメラ。</p> <p>リアルタイム映像配信機能や双方向音声通話機能を有する装置もある。</p>
業務アプリ (素材検知用アプリ)	<p>林業従事者が作業現場でスマートフォンを用いて、木材の撮影画像を解析し、インターネットを介して報告書を事務所等へ送付することができるアプリ</p>
位置情報共有アプリ	<p>スマートフォンの内蔵 GPS で取得した位置情報を、他のスマートフォンと共有できるアプリ</p>
見越し外通信	<p>通信路に物理障害物が存在する環境での通信を指します。障害物に当たった電波は、障害物を回り込んで他の方向に伝播する、いわゆる回折現象を利用し、通信距離を延ばすことができます。</p>
反射波	<p>電波が壁面や障害物に当たって反射し、元の方向と逆の方向に伝播する現象のことを指します。反射波は、電波の通信距離を延ばすことができる一方、多重反射によって電波が干渉して信号品質が低下することがあります。</p>
スループット	<p>一般的に、携帯電話等の説明で使用される回線速度、または、通信速度と同義であり、単位時間あたりに伝送できるデータ量のこと。単位は bps (bit per second) で、1 秒あたりのビット数で表すことが多いです。</p>
LPWA	<p>Low Power Wide Area の略で、低消費電力で長距離通信が可能な無線通信技術のことを指します。IoT などの低帯域通信に適しており、多数のセンサーなどを接続することができます。</p>
受信ダイバーシチ	<p>複数のアンテナを使用して同じ信号を受信することで、信号品質の向上を図る技術です。受信機が複数の信号を同時に受信し、それらを組み合わせてより良い信号を得ることができます。これにより、電波が弱い場所でもより高い通信品質を実現できます。受信ダイバーシチは、無線通信やテレビ放送などの分野で広く利用されています。</p>

付録 6 . 略語一覧

用語・略語	正式名称	説明
4FSK	4-level Frequency Shift Keying	4 値周波数偏移変調
AP	Access Point	アクセスポイント
bps	Bits Per Second	データ信号速度(1 秒間に伝送できるビット数)
GNSS	Global Navigation Satellite Systems	全世界的衛星航法システム (各国の衛星測位システムの総称)
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HUB	HUB	スイッチングハブ
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IoT	Internet of Things	さまざまな「モノ」がインターネットに接続され、相互に情報交換をする仕組み
LAN	Local Area Network	ローカルエリアネットワーク
LTE	Long Term Evolution	第 3 世代携帯電話 (3G) を進化させた通信規格
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	直交振幅変調
UHF	Ultra High Frequency	マイクロ波(極超短波)
VHF	Very High Frequency	超短波 (30-300MHz 帯の電波)
Wi-Fi	Wireless Fidelity	米国の業界団体、Wi-Fi アライアンスが機器間の相互接続性を認定した無線 LAN アダプターのブランド名
公共 BB	Public Broad Band System	200MHz 帯広帯域移動通信システム