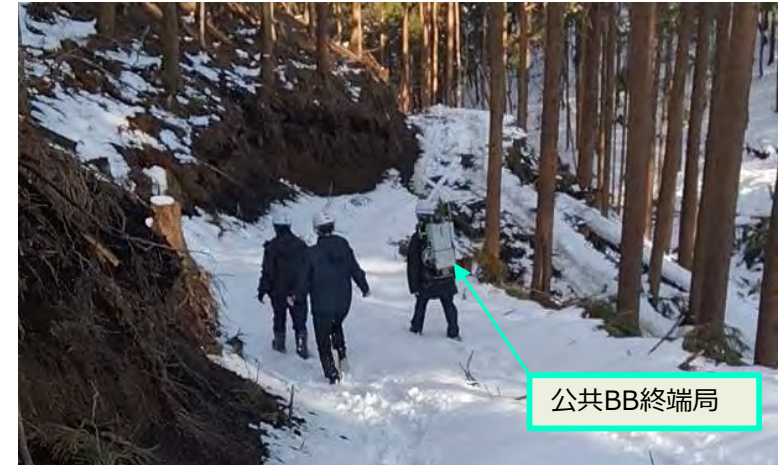
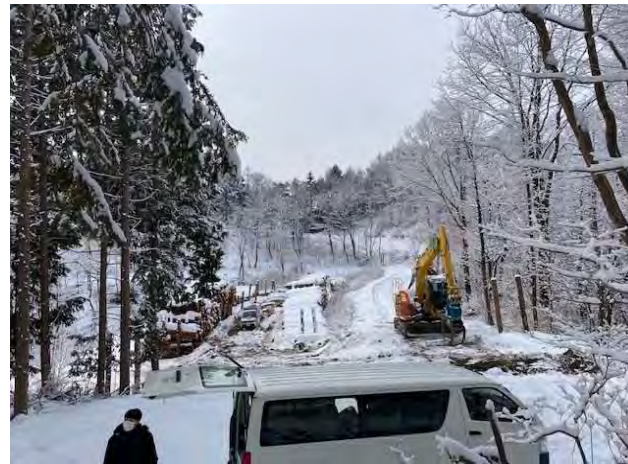


3. 令和3年度調査検討概要

(参考) 試験風景 (バックホール回線)

(参考) バックホール回線 (公共BB) 試験風景



公共BB終端局 降雪期の歩行移動測定
(岩氷林道 (窪地))

公共BB終端局 降雪期の測定前の準備風景 (岩氷林道 (西側))

- 降雪後の環境における実証結果については、従来の各種実証試験結果と比較して、特段、伝搬特性上の顕著な差異は認められていない。なお、降雪後と非降雪時(夏季)の伝搬特性の比較結果については、例えば、総務省信越総合通信局調査検討報告「中山間地域における公共BBの有効利用を図るための上空利用に関する調査検討報告書」(令和2年3月)*において、公共BBの実証結果として、差異が認められない旨の報告がある。

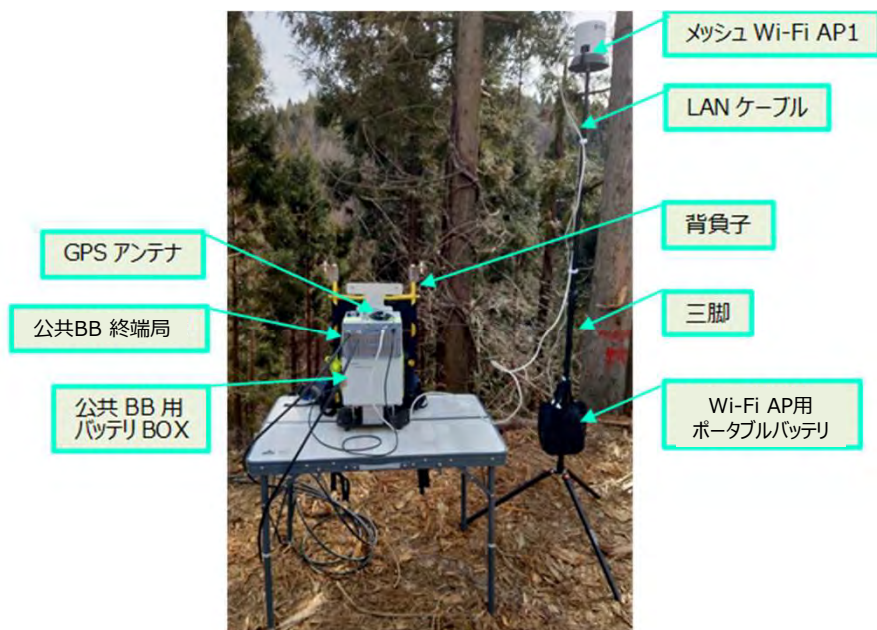
* 出典：https://www.soumu.go.jp/main_content/000678209.pdf

3. 令和3年度調査検討概要

(参考) 試験風景 (アクセス回線)

(参考) アクセス回線 (メッシュWi-Fi) 試験風景

①メッシュWi-Fi AP1外観 (終端局と接続)



②メッシュWi-Fi AP2~AP4外観 (Wi-Fiメッシュ中継)



3. 令和3年度調査検討概要

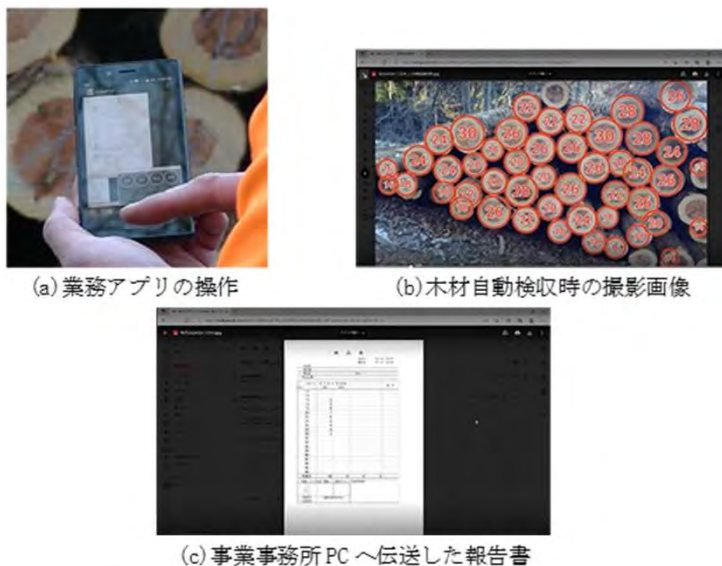
(参考) 試験風景 (バックホール回線とアクセス回線の連携による機能確認)

(参考) 機能確認 試験風景

①ウェアラブルカメラ*を装備した現場作業員と撮影画像



②業務アプリの操作及び報告内容 (メール配信)



③位置共有アプリのスマートフォン画面 (相互の位置表示、チャット)



④WEB会議 (Microsoft Teams) にて双方向音声・映像伝送



3. 令和3年度調査検討概要

(2) 通信試験 : 試験結果② (簡易無線局)

■ 伝搬特性 (音声メリット)

- ①見通し環境に近い榛名の森CCとの通信では、ほとんどの場所で良好な結果が得られた。一方、岩氷林道 (西側) との音声メリットは、山中の複雑な山岳斜面の形状に起因する見通し環境及び遮蔽や反射の条件が無線信号に影響を与えた結果であると考えられる。
- ②岩氷林道 (窪地) との音声メリットの確認結果より、近距離であれば山中であっても良好な通信が可能であることが確認された。

■ 機能確認 (位置情報)

簡易無線局内蔵のGPS機能により、自局及び通話相手の位置把握を確認した。GPSロガー (マルチGNSS(QZSS対応)) との測位誤差は平均約0.6秒 (距離15~18m相当) の結果であった。

■ 伝搬特性 (音声メリット)

① 岩氷林道 (西側~東側~南側)

測定ポイント	音声メリット*1 (見通し状況)	
	榛名の森CC	岩氷林道 (西側)
1	5 (見通し有)	5 (見通し有)
2	5 (1回折*2)	5 (1回折)
3	5 (見通し有)	4 (2回折)
4	5 (見通し有)	5 (1回折)
5	5 (見通し有)	3 (1回折)
6	5 (見通し有)	5 (2回折)
7	5 (1回折)	1 (4回折)
8	5 (2回折)	2 (2回折)
9	5 (2回折)	5 (2回折)
10	5 (1回折)	1 (5回折)
11	5 (1回折)	1 (4回折)
12	3 (3回折)	1 (3回折)

*2 回折数:地形により電波の直進路が遮られる要因の数

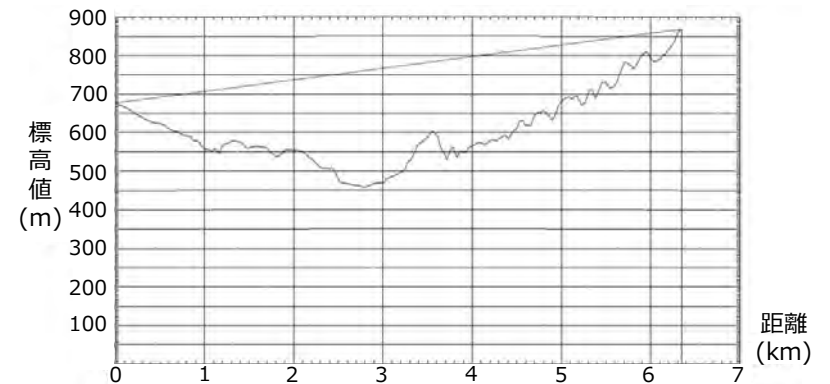
② 岩氷林道 (窪地)

測定ポイント	音声メリット*1 (見通し状況)
	岩氷林道 (西側)
1	5 (1回折)
2	5 (1回折)
3	5 (見通し有)
4	5 (1回折)
5	5 (2回折)
6	3 (3回折)

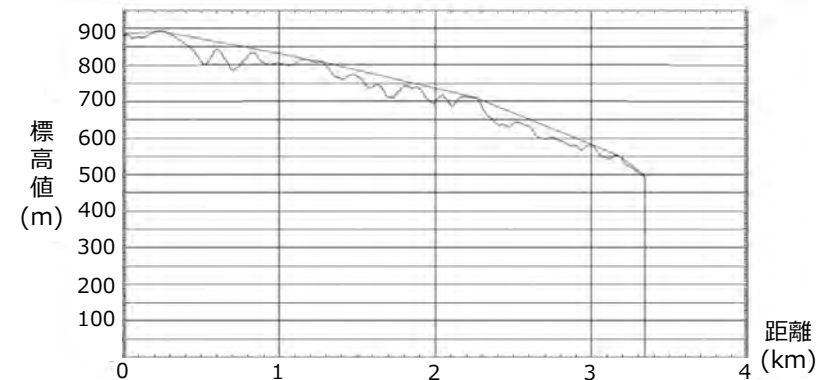
メリット	評価値
5	非常に良い (良好)
4	良い (ほぼ良好)
3	普通 (ほぼ了解できる)
2	悪い (途切れる)
1	非常に悪い (聞き取れない)

*1 音声明瞭度の評価値 (基準)
(主観評価: 1~5段階)

参考: 見通し図 (①榛名の森CC~ポイント1)



参考: 見通し図 (①林道西側~ポイント10)



3. 令和3年度調査検討概要

(2) 通信試験 : 試験結果② (簡易無線局)

■ 機能確認 (位置情報)

- ① 岩氷林道 (西側～東側～南側) : ポイント1～12で位置情報を取得
・GPSロガーとの測位誤差 : 最大約2.4秒、最小約0.01秒、平均約0.6秒
- ② 岩氷林道 (西側～東側～南側) : ポイント1～6で位置情報を取得
・GPSロガーとの測位誤差 : 最大約1.46秒、最小約0.02秒、平均約0.61秒

(参考) 簡易無線局の機能確認の様子



(a)簡易無線局 (移動局側)

(b)簡易無線局 (基地局側)



(c)簡易無線局 (操作人)



(d)上記(a)(b)の位置関係(参考情報)

3. 令和3年度調査検討概要

(3) 実運用試験のまとめ

#	項目	結果（実証成果）	備考
①	バックホール回線 （公共BB）	<ul style="list-style-type: none">山間部の作業現場～公衆携帯通信網の受信可能地点までを、公共BBによるバックホール回線を構築林道及び作業現場において、伝搬特性や、斜面方向に対する通信を確認	・無線機の設定
②	アクセス回線 （Wi-Fi）	<ul style="list-style-type: none">バックホール回線にアクセス回線（メッシュWi-Fi）を接続し、山間部の現場にオンライン環境を構築ウェアラブルデバイス（双方向音声通信機能付）を活用し、山中側で撮影した映像と音声のリアルタイムな伝送を確認	・Wi-Fiの設定 ・ウェアラブルカメラ（チェーンソー、フォワーダ作業）
③	業務アプリ等	<ul style="list-style-type: none">従来オフラインで活用が出来なかった、業務アプリ等によるデータ送信（メール配信、位置共有、チャット）を本環境下で確認WEB会議（Microsoft Teams）による音声・映像伝送を確認	・木材検収アプリ ・位置情報アプリ ・WEB会議（現場～事務所）
④	連絡無線 （簡易無線）	<ul style="list-style-type: none">公衆通信網サービスエリア外から音声通信・位置情報が共有できる環境を検証	・音声通話 ・位置情報

4. まとめ

(1) 情報基盤整備の手順について

伝搬シミュレーションソフト等を用いた机上検討や現地試験の結果を踏まえ、情報基盤の効率的な構築手法、業務に応じた機器・電源の選定及び設置手順・工夫等について整理した。下表に情報基盤整備の手順（構築手法）を示す。

● 情報基盤整備の手順（構築手法）

手順	項目	内容
1	場所の選定	・ 情報基盤を整備する林業作業現場の位置確認とネットワーク接続可能場所を地図上で確認。基地局の設置候補場所を選定
2	伝搬シミュレーションによる机上計算	・ 作業現場と終端局の設置候補場所に対し伝搬シミュレーションを実施し、効果的に基地局の設置場所を確定 ・ また、林業作業現場と基地局設置候補場所が直接通信できない場合、中継局を併設し、設置場所を選定
3	現地調査による設置場所の確認	・ 伝搬シミュレーションで確定した場所について現地調査を実施し、機器設置を行う際の制約事項や周辺環境を効率的に事前確認 * 三脚・機器の設置可否、開放場所か、障害物がないか、電源の有無など
4	通信確認	・ 情報基盤を整備する場所と無線局設置場所とに無線局を簡易設置し通信できることを確認
5	設置・運用	・ アンテナ・三脚、無線局などの機器を設置し運用

(2) 位置情報の精度向上のための手順について

GNSSによる位置データの活用にあたり、測位精度の改善技術（マルチGNSS、補強システム(SBAS)、RTK-GNSS）の調査、林業等の分野における利活用事例の調査を行った。位置情報取得の精度向上のためにおける手順を以下に示す。

- GNSSによる位置情報取得の精度向上のための手順（留意点）
 - ・ 現場に向かう車中などであらかじめ受信機を起動すること
 - ・ なるべく条件のよい場所で測位すること、動かずにしばらく待つこと
 - ・ GNSS受信機の持ち方に注意すること
 - ・ GNSS受信機の平均化機能を活用すること

本調査の実運用試験において、マルチGNSS対応/非対応の受信機の位置精度の比較を行い、マルチGNSS受信の有効性を確認した。なお、林業従事者の位置を把握するという用途で考えた場合、安全確認の為に作業員の場所把握として、情報基盤を用いたスマートフォンアプリ等でのリアルタイム位置管理は有効と考える。

4. まとめ

(3) 事業実施に係る効果について

本調査検討において、公衆携帯通信網と森林内に構築するVHF帯自営ブロードバンドによる中継機能を有するバックホール回線とを連携することで、林業ICTに求められる多様なアプリ情報の伝送・通信をとおして、情報基盤のあり方を実証・評価し、情報基盤の整備に向け、従来との比較において成果・効果が得られた。

本調査検討の机上検討や現地試験の結果を踏まえ、情報基盤が整備された際の効果を下表に示す。

● 情報基盤が整備された際の効果

#	項目	業務・内容	効果
1	従来と比較し、効果的になった業務・内容	業務連絡	音声通話だけでなく、文字によるメッセージ送信、データ送信が可能となる。スマートフォンによるメッセージの相互連絡が可能。
2	従来と比較し、追加的に発生した業務・内容	情報基盤構築のための機器設置作業	これまで使用していない機器の設置が必要となる。
		ウェアラブルカメラ等の機器の装着	作業員に取り付ける機器が増える。
3	新たに実施可能となった業務・内容	業務アプリによるデータ伝送	現場から事務所へデータ伝送が可能となり集計作業の効率向上が図れる。
		映像による現場の状況確認	現場の作業状況をリアルタイムで詳細に把握できる。
		遠隔WEB会議	遠隔で現場と事務所と意思疎通や作業指示をリアルタイムで行える。

(4) 今後の課題及び次年度の検討項目

本年度の調査検討の成果を踏まえ、森林・林業への各種通信システムの導入に向けて想定される主な課題及び検討項目(案)を以下のとおり整理した。

- ・本格稼働に向けた実証試験の実施（最適化された方法で通信システムを稼働させ、その効果を検証）
- ・実システム導入時に想定されるガイドライン等の作成

付録. 調査検討会の構成

(敬称略・五十音順)

座長	有賀 一 広	国立大学法人宇都宮大学 農学部 森林科学科・農学研究科森林科学専攻 教授
座長代理	小川 将 克	上智大学 理工学部 情報理工学科 教授
委 員	加藤 正 人	国立大学法人信州大学 先鋭領域融合研究郡 山岳科学研究拠点 教授
	高山 逸 夫	群馬県環境森林部森林局 林業振興課 課長
	中澤 昌 彦	国立研究開発法人森林・研究整備機構 森林総合研究所 林業工学研究領域 収穫システム研究室 室長
	原田 博 司	国立大学法人京都大学 大学院 情報学研究科 教授
	宗像 和 規	一般社団法人日本森林技術協会 業務執行理事
主管課	農林水産省林野庁 国有林野部 業務課 技術開発・普及班	
事務局	株式会社日立国際電気	