

報告書概要

(「令和4年度 森林・林業に係る情報基盤整備に係る基本調査」の請負)

令和5年3月

林野庁

1. 調査検討の背景と目的 【第1回調査検討会にて審議済】
2. 令和4年度調査検討項目 【第1回調査検討会にて審議済】
3. 令和4年度調査検討 試験結果 【審議対象】(*)
4. モニター調査の意見とりまとめ結果 【審議対象】(*)
5. まとめ 【審議対象】

付録. 調査検討会の構成（構成員名簿）

(*) メール審議(R5/2/10~2/16)内容を含む

1. 調査検討の背景と目的

本調査検討の背景

(1) 現状の森林・林業における通信環境

- 作業現場は、携帯電話の電波が届かず、インターネットに接続できない「オフライン環境」になっている
- 最も汎用的な連絡手段は、簡易無線や衛星携帯電話等による音声通話になっている

(2) 情報基盤の整備に向けた課題

- 森林・林業の業務・作業は多岐にわたり、各業務に必要な情報(データ)に関する要件はそれぞれ異なる
- このため、「種類/量/通信速度/頻度」の多様性を踏まえた対応が必要とされる

本調査検討の目的

- 森林・林業におけるICT・IoT等の導入の加速化を可能とする通信に関する技術的問題の解決を目指す
- 普及可能な情報基盤整備の方法の整理と手順の作成を成果とする

■ 本調査事業の3年間の予定

令和2年度	令和3年度	令和4年度
基礎的調査 <ul style="list-style-type: none">・業務の整理と通信に係る基本的要求事項の整理・通信試験を通じた技術的問題点の把握・課題の明確化	試行的取組の調査 <ul style="list-style-type: none">・作業現場での情報基盤整備の試行・通信とシステムを組み合わせた取り組み実践・効果の確認・実施手順の検討・課題の明確化	本格稼働に向けた調査 <ul style="list-style-type: none">・長期稼働の実施・実施手順の確認・効果の確認・標準化された手順の作成・普及活動

2. 令和4年度調査検討項目

調査内容（本格稼働に向けた調査） 【骨子】

- ・ 長期稼働の実施
- ・ 実施手順の確認
- ・ 効果の確認
- ・ 標準化された手順の作成
- ・ 普及活動

調査項目及び諸条件

- (1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築
- (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
 - ② 事業地の移動に係る対応
 - ③ モニター調査の実施
- (3) 通信環境構築マニュアルの作成
- (4) 普及活動の実施
- (5) 成果物の作成・提出

2-1. 実証項目・期待される成果（案）一覧

#	項目	実施内容	期待される成果（案）
(1)	事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ① バックホール回線及びアクセス回線を連携させた通信ネットワークを構築 ② 国有林等と遠方の事務所等による遠隔臨場や、国有林等からのデータの送信が可能な通信環境を構築 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 伝搬シミュレータによる事前調査手法の確立 2) 無線設備設置環境の調査手法の確立 3) 無線設備の機材確認手順等の確立
(2)	長期稼働の実施に関わる調査	<ul style="list-style-type: none"> 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 ② 事業地の移動に係る対応 ③ モニター調査の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 長期稼働の検討（基地局設備） 2) 中継用移動局及び終端局設備の設置要件を整理 <ul style="list-style-type: none"> ・電源(バッテリー)の選定方法の確立 ・屋外設置する無線機器の防水化手法の確立 3) 事業地移動を想定した通信環境の再構築手法 4) 基地局側設備による、業務用アプリ等の活用方法の検討、モニター調査
(3)	通信環境構築マニュアルの作成	上記(1)、(2)の調査結果及び令和3年度までの調査結果を踏まえ、通信環境構築に関するマニュアルを作成	マニュアル(案)の詳細は、配布資料「林業情報基盤整備2-4」参照
(4)	普及活動の実施	本事業の成果の普及への取り組み(行政機関や森林・林業の関係者にも知見が広められるよう努める)	現地検討会の開催 等

2-2. 調査検討実施経緯

本調査検討会の検討・審議日程／実施体制

- 第1回調査検討会： 令和4年10月13日開催
 - ・全体概要
 - ・試験調査手法審議
 - ・実施計画審議

- メール審議： 令和5年2月10日～16日
 - ・報告書骨子（案）
 - ・現地検討会 概要（案）

- 第2回調査検討会： 令和5年3月2日 開催
 - ・検討及び評価結果について
 - ・最終報告

- 実施体制
 - ・付録「調査検討会の構成」参照

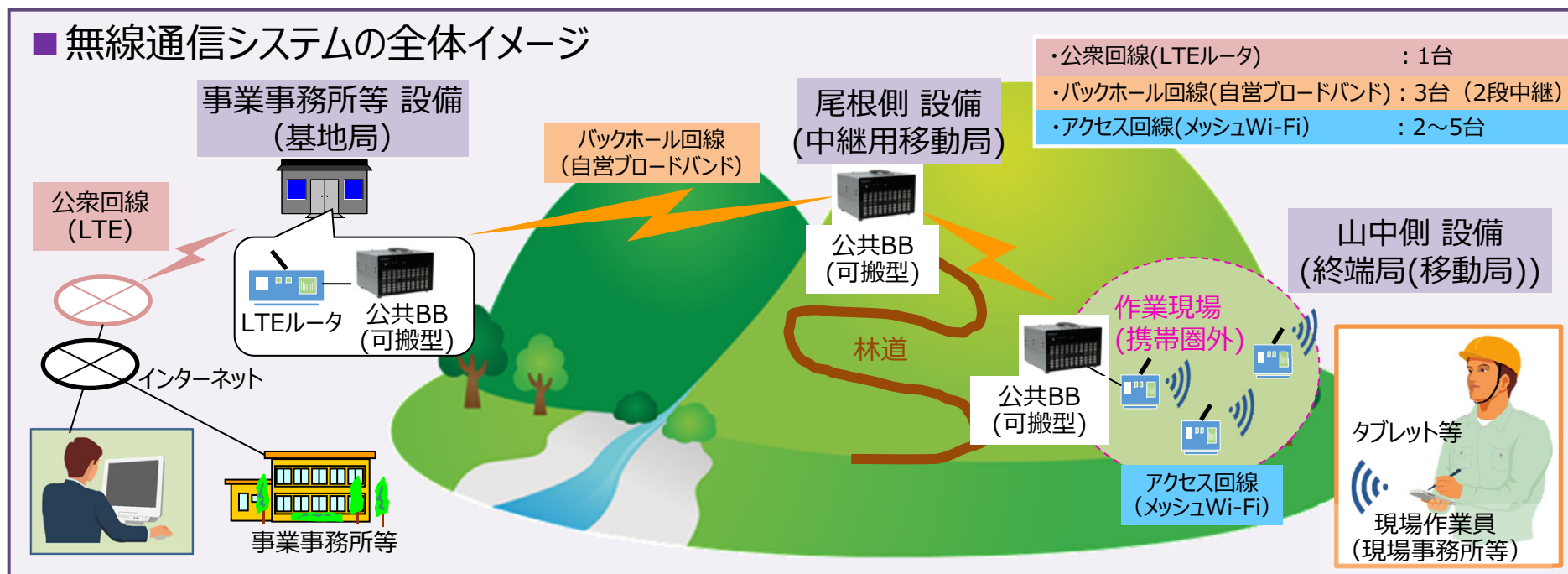
2-3. 令和4年度調査検討概要

(1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

- ①バックホール回線及びアクセス回線を連携させた通信ネットワークを構築
- ②国有林等と遠方の事務所等による遠隔臨場や、国有林等からのデータの送信が可能な通信環境を構築

実運用試験 (概要)

- ・事前調査 (機器選定、場所選定、伝搬シミュレーション、簡易測定)
- ・バックホール回線、及び、アクセス回線の構築
- ・業務用アプリを用いたモニター調査



3. 令和4年度調査検討 試験結果

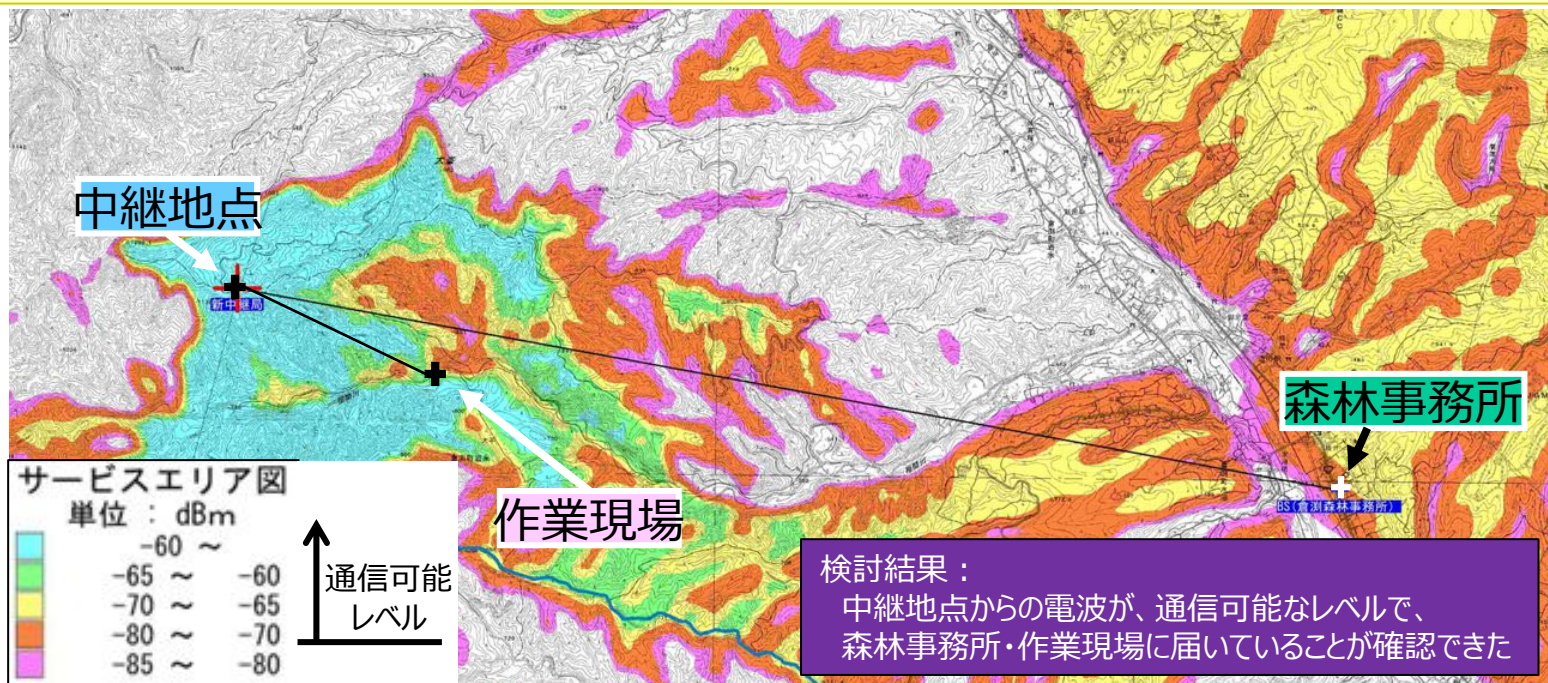
(1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

1) 伝搬シミュレータによる事前調査手法の確立

森林事務所（基地局）と山中の作業現場に終端局（移動局）との通信可否の検討、及び、各無線設備（特にアンテナ選定）についての検討のため、伝搬シミュレータを用いて、通信システムの置局・構築に関する事前検討を実施した。

- ・森林事務所と作業現場が直接接続可能かどうか確認する
- ・森林事務所と作業現場からの電波が両方とも受信できる地点を探す
- ・中継地点からの電波が森林事務所と作業現場に届くことを確認する

「通信環境構築マニュアル」(資料2-4)に、市販伝搬シミュレータを用いた同様の事前検討手法について記載した



3. 令和4年度調査検討 試験結果

(1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

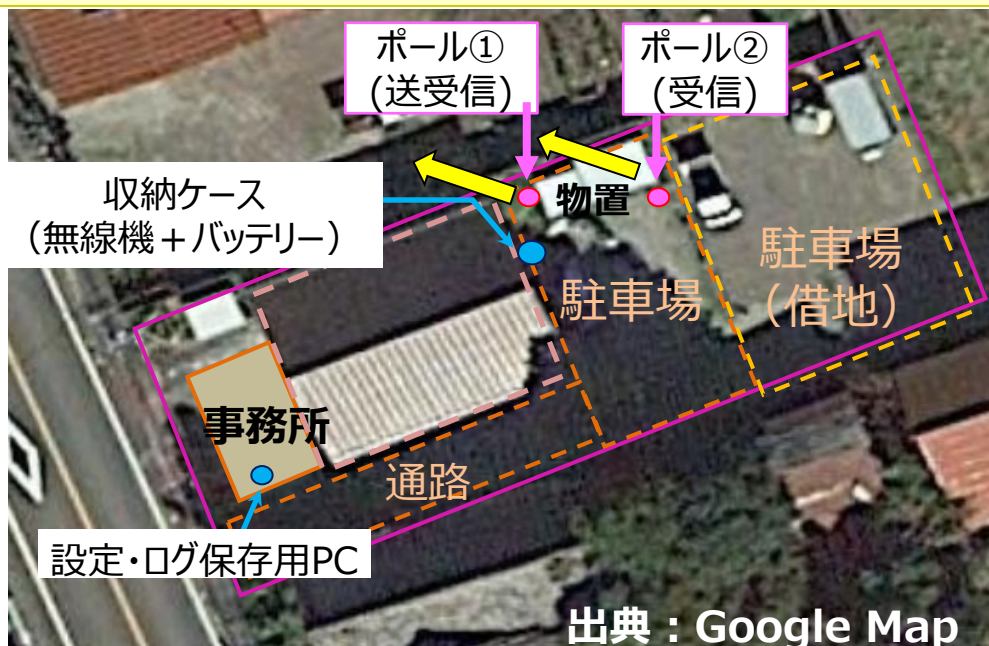
2) 無線設備設置環境の調査手法の確立 (1/2)

伝搬シミュレーションを用いた無線局置局検討結果に基づき、現地調査を実施することで、基地局設備の設置方法と、中継移動局、終端局（移動局）の機器配置を決定。

- 基地局置局候補地（倉渕森林事務所）の機器設置構成（左下図）
- 基地局敷地内のアンテナ設置用ポール(2本)配置（右下図）

現地調査内容

- 実運用を想定した本年度実証試験の事前調査を実施（基地局、中継移動局、終端局（移動局）の受信電力及び、無線回線品質を測定
- 事前調査結果から、無線通信に必要な受信電力が確保できているかを確認し、基地局置局候補地を選定



← : 中継地点の方位を示す



3. 令和4年度調査検討 試験結果

(1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

2) 無線設備設置環境の調査手法の確立 (2/2)

事前調査により選定した場所に、アンテナ設置及びLANケーブルを引き込むことが可能か、現地調査を実施し、機器の設置手法及び設置箇所を決定

- ・森林事務所の屋内へのLANケーブル引き込み結果 (左上図)
- ・中継局のアンテナ設置場所 (左下図)
- ・終端局 (移動局) のアンテナ設置場所 (右下図)

事務所内

換気扇

LANケーブル

設定・ログ保存PC

バッテリー (AC出力)

換気口 (換気扇) の隙間からLANケーブルを事務所 (屋内) へ引き込み

無線機

無線機とバッテリーの収納ケース (収納ケースを穴開け加工)

無線機用バッテリー (AC出力)

LANケーブル (約20m)

同軸ケーブル (約20m)

アンテナ①

アンテナ②

基地局の配線検討結果

終端局 (移動局) の現地下見結果

中継用移動局の現地下見結果

基地局 (倉淵森林事務所) の方角

中継用移動局の方角

設置場所

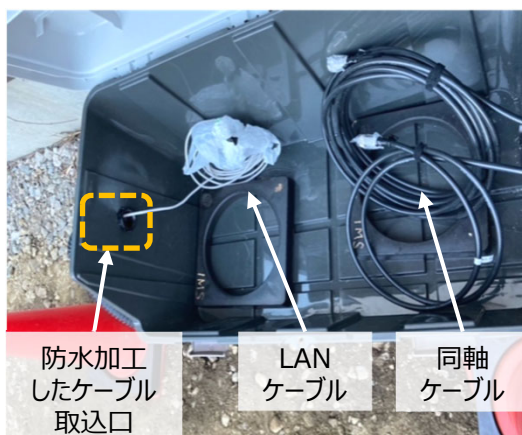
3. 令和4年度調査検討 試験結果

(1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

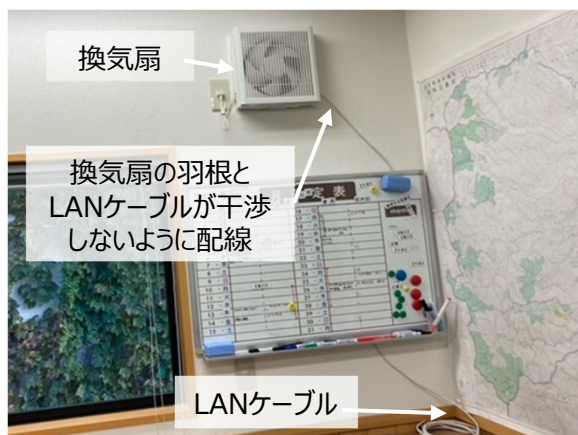
3) 無線設備の機材確認手順等の確立 (1/2)

通信ネットワーク構築では各無線設備の機材及び設置状況について示す。

・森林事務所への基地局設備の設置



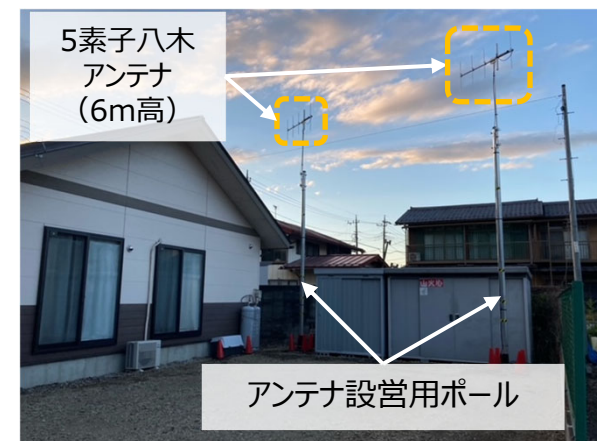
[1] 収納ケースへのケーブル配線
(LANケーブル及び同軸ケーブルが防水加工された状態で収納されていることを確認)



[2] 建物内へのケーブル配線
(換気扇とLANケーブルが干渉しないことを確認)



[3] 無線機器収納ケース(屋外設置)
(盗難防止のため、施錠されていることを確認)



[4] 基地局のアンテナ設備設置

3. 令和4年度調査検討 試験結果

(1) 事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

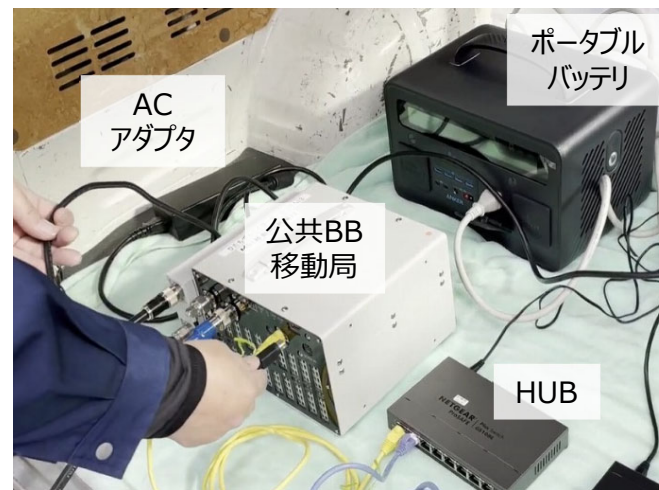
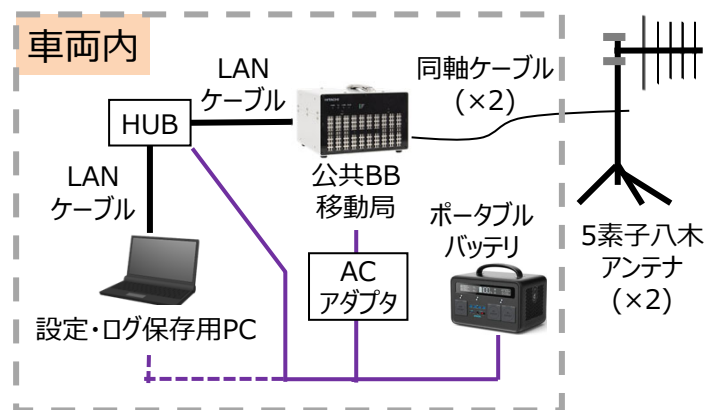
3) 無線設備の機材確認手順等の確立 (2/2)

通信ネットワーク構築では各無線設備の機材及び設置状況について示す。

・アンテナ、三脚、車両への無線機器設置 → アンテナ組立から設置まで、概ね1時間以内に完了



*1 [1]の組立作業は初回のみ
*2 無線機への入力信号レベルが最適になるよう(、アンテナ方向を)微調整



[6] 無線局を含む機器の設置(車両内)

3. 令和4年度調査検討 試験結果

(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（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実施
- ・長期稼働を想定した基地局設備の作業概要
 - 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） 本設備にて現地検討会を実施
- ・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、林業分野のICT・IoT化に向けた通信環境が実現できていることを確認いただいた。（概要報告：メール審議実施済 R5/2/10～2/16）

2) 中継用移動局及び終端局設備の設置要件を整理

- ・電源(バッテリー)の選定方法
 - ✓ 実運用時間と、機器消費電力から、必要なバッテリー容量を選定することが望ましい
 - ✓ 一般に冬期屋外・寒冷地ではバッテリー使用時間が短くなる傾向にある点に留意が必要
- ・屋外設置する無線機器の防水化手法
 - ✓ 収納ケースへ蓋やケーブル取り込み口への防水加工を施す必要あり
 - ✓ 収納ケース設置位置の風雨・降雪・落雷の回避
 - ✓ 車両への機材設置に際しては、車両へのケーブル引き込み箇所への防水対策が必要
 - ✓ ケーブル類全般について、設置期間に応じた適切な工事（埋設工事等）を実施することが適当

3. 令和4年度調査検討 試験結果

(2) 長期稼働の実施に関わる調査

② 事業地の移動に係る対応

3) 事業地移動を想定した通信環境の再構築手法

事業地移動先の状況に応じて、以下の検討を実施することが適切

i) 伝搬シミュレーション結果の再確認

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把握

ii) 終端局（移動局）のアンテナ方向調整

事業地の移動が、中継用移動局の通信可能エリア内の場合、終端局を新事業地に移設し、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（中継用移動局と基地局の無線設備は変更不要）

iii) 中継用移動局の移設（伝搬シミュレーションによる置局再検討）

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

iv) 中継用移動局の増設（伝搬シミュレーションによる置局再検討）

奥地への移動等により、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

- ✓ 中継用移動局増設時のコスト：必要な台数に応じたコスト増を想定するとともに、アンテナ設備やその他設置条件変更に係るコストや、伝搬シミュレーションに係る作業工数等を総合的に見込むことが適切
- ✓ 留意事項：無線中継段数の増加に伴い、原理的に、スループットが低下（詳細は、通信環境構築マニュアルに事例を示す）

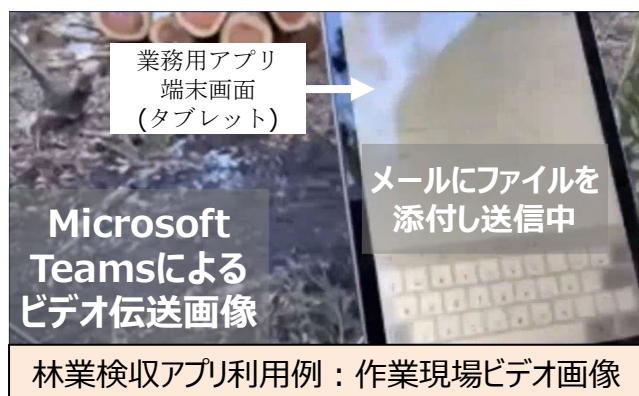
3. 令和4年度調査検討 試験結果

(2) 長期稼働の実施に関わる調査

③ モニター調査の実施

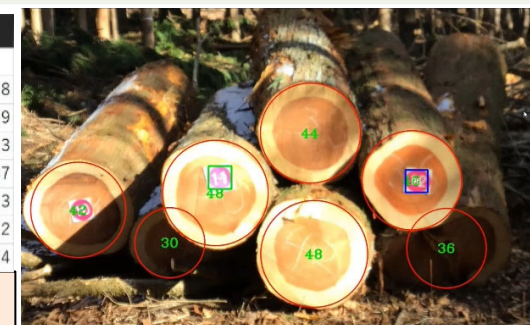
- 国有林山中の作業現場と、遠隔地をWEB会議システムで接続し、現場報告、遠隔臨場、位置情報共有、等のアプリ利用の実証試験を実施した
- 利用者参加型の遠隔臨場等について体感頂くとともに、今後の実用化に向けた意見を頂いた

#	調査項目	結果
1	現場報告 (ビデオ会議アプリを利用)	調査事業現場からの状況報告が、映像及び音声途切れることなく、WEB会議アプリ (Microsoft Teams) にて、良好に配信され、事業地現場の状況を把握・共有するが可能なことを確認した。
2	遠隔臨場 (同上)	事務所の森林官と事業地の作業員との間で、Teamsの音声通話により、森林官の指示に従い、的確に現場で作業できることを確認した。これにより、作業効率化に伴う作業量軽減が期待される。
3	林業検収作業 (林業検収アプリを利用、画像・データ送信含む)	作業現場にて丸太を写真撮影し、業務用アプリでの画像解析後、解析データ及び写真を試験用のメール・添付ファイルとして送信したのち、倉淵森林事務所のPCにて、メール及び添付ファイルを受信し、その内容を確認した。
4	位置情報共有	事業地の作業員の位置情報が、スマートフォンの画面上にリアルタイムで表示され、お互いの位置情報や状態を共有できることを確認した。



	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

帳票データ (CSVファイル)



作業現場から事務所へ
検収情報を伝送

丸太画像データ (JPGファイル)

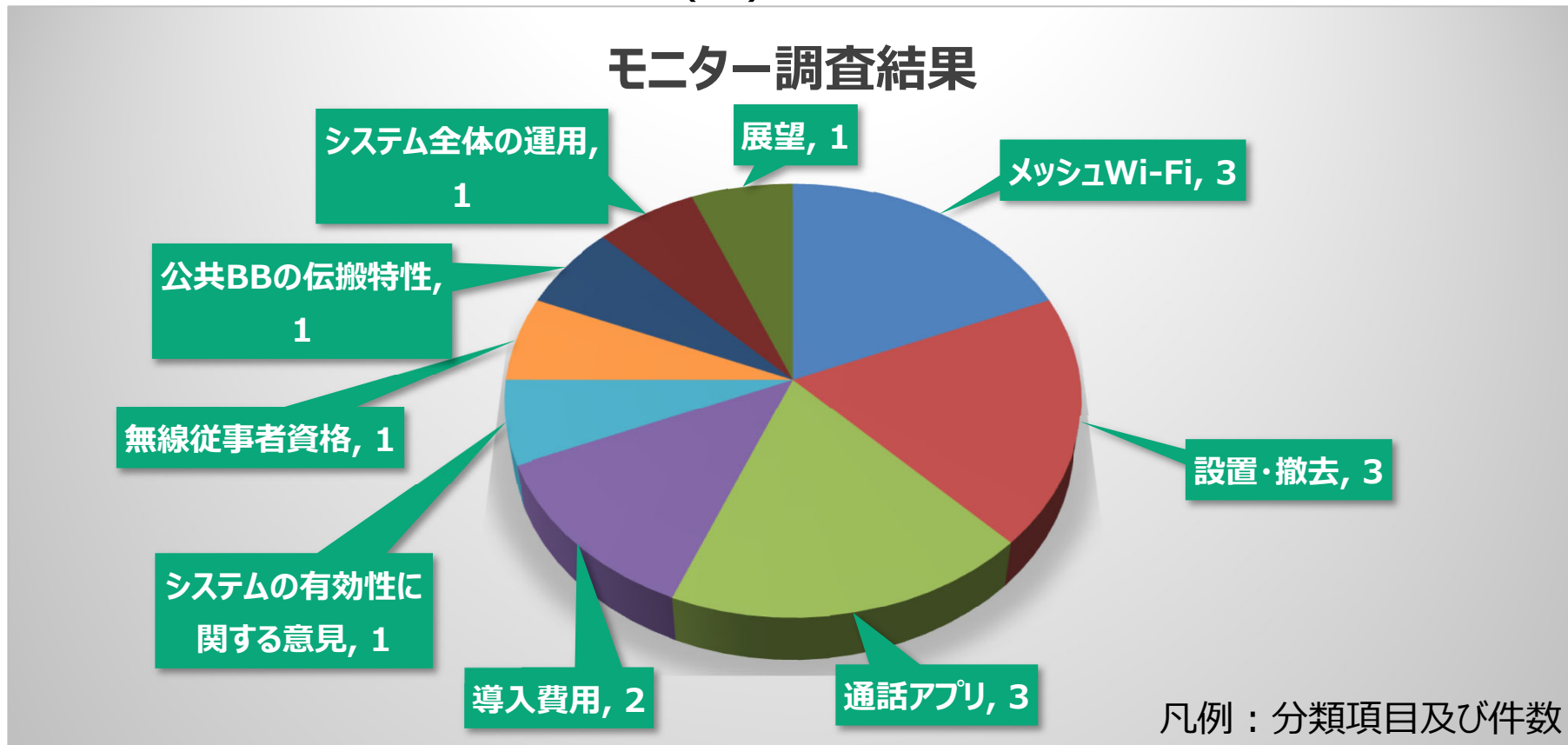
4. モニター調査の意見とりまとめ結果 (1/4)

【メール審議資料
に掲載済】

HITACHI
Inspire the Next

■ 意見分析

令和4年12月20日に現地検討会を実施し、ユーザーとの質疑応答を実施した。
その結果、16件の意見・質問があった。
その意見・質問及び事務局の考え方(案)の内訳は、以降のスライドに示す。



4. モニター調査の意見とりまとめ結果 (2/4)

【メール審議資料
に掲載済】

HITACHI
Inspire the Next

#	分類	意見・要望ほか	事務局回答(案)
1	システムの有効性に関する事項	現地とのリアルタイム通信は有益である。移動時間及び日程調整が不要になり、業務効率改善になると感じている。	本システムの有効性をご認識頂いたと理解しました。
2	メッシュWi-Fiに関する事項	メッシュWi-Fiの通達距離はどの程度か。	今回採用した汎用製品では約100m
3	〃	メッシュWi-Fiの通達距離が100mでは、広い現場に対応できないと思われる。	今回のメッシュWi-Fiは市販のもののため、空中線電力(通達距離)やコストなど、利用シーンに合わせたモデルを選択することが適切と考えます。
4	〃	通常のネットワーク(インターネット等)と比較し、データ伝送の時間がかかると感じられる。	バックホール回線の伝送容量(スループット)の上限に依存するもので、汎用のインターネット回線よりも伝送容量が低いことを前提しており、了解をいただきたい。
5	設置・撤去に関する事項	設置・撤去にかかる時間はどの程度か。	設置は1時間程度、撤去は30分程度
6	〃	設置場所の条件はあるか。	一般に、電波の遮蔽がなく、アンテナ高が高い設置可能な場所が望ましいです。アンテナ用三脚を設置する際には、2m四方面積、アンテナ2基設置できるスペースがあれば、設置可能です。

4. モニター調査の意見とりまとめ結果 (3/4)

【メール審議資料
に掲載済】

HITACHI
Inspire the Next

#	分類	意見・要望ほか	事務局回答(案)
7	設置・撤去に関する事項	無線機の設置場所はどのように選定するか。	電波伝搬シミュレーションを用いて、設置場所を選定することが有効である。具体的な内容は通信環境構築マニュアルに記載します。
8	導入費用に関する事項	公共BBの導入費用(1対向)はいくらか。	令和2年度報告書に掲載済み。リースなどの方策も有効と考えます。 令和2年度 森林・林業に係る情報基盤整備に係る基本調査成果報告書 (maff.go.jp) P50 表 4.1 概算導入費用及び現状の課題
9	〃	導入にあたってのコスト低減及び設置時間の短縮ができれば、より導入が容易になると考える。	貴重な意見と承りました。今後の検討事項とさせていただきます。
10	通話アプリに関する事項	映像データの粗さはTeamsによる問題か。	Teamsが音声優先の指向性をもつことが影響していると思料。昨年度実証した事例では、動画伝送用のウェアラブルカメラの使用により、高画質な伝送が可能であることを確認しています。
11	〃	緊急連絡に使用する場合、どのようなアプリが考えられるか。	LINEなどIP電話のアプリを活用することで、音声接続が可能です。その他、利用シーンにより、従来の簡易無線や衛星通信などの既存システムを併用することも有効と考えます。

4. モニター調査の意見とりまとめ結果 (4/4)

【メール審議資料
に掲載済】

HITACHI
Inspire the Next

#	分類	意見・要望ほか	事務局回答(案)
12	通話アプリに関する事項	1エリア内において、同時接続可能な端末数は何台か。	公共BBによるバックホール回線では、音声通話では20台程度、映像伝送では6台程度可能です。
13	無線従事者資格に関する事項	公共BBを使用する際の資格は何が必要か。	無線従事者資格は、第三級陸上特殊無線技士以上が必要となります。
14	伝搬特性に関する事項	木々による電波の減衰はあるか。	VHF帯を利用することから、他の周波数帯に比較し、一般に、影響は少ないと言えます。ただし、電波を遮蔽するような深い森林である場合は、減衰が大きくなります。
15	システム全体の運用に関する事項	SOSを発信できても、受け取り手が気が付かないことがあるため、運用にあたってはルールを作成する必要があると考える。	貴重な意見と承りました。実用化の段階では、そのようなケースを想定した運用ルールが肝要と考えます。
16	今後の展望	実用化に向けた展望はどのようなものがあるか。	今般の成果を踏まえ、今後、林業分野への適用、導入を推進する上で、本システムの得意な領域・不得意な領域の整理を進め、実用化に向けて具体的な検討を進めて参ります。

5. まとめ① (実証項目・成果 一覧)

#	項目	実施内容	成果・実績
(1)	事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ① バックホール回線及びアクセス回線を連携させた通信ネットワークを構築 ② 国有林等と遠方の事務所等による遠隔臨場や、国有林等からのデータの送信が可能な通信環境を構築 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 伝搬シミュレータによる事前調査手法の確立 2) 無線設備設置環境の調査手法の確立 3) 無線設備の機材確認手順等の確立
(2)	長期稼働の実施に関わる調査	<ul style="list-style-type: none"> 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 ② 事業地の移動に係る対応 ③ モニター調査の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 長期稼働の検討 (基地局設備) 2) 中継用移動局及び終端局設備の設置要件を整理 <ul style="list-style-type: none"> ・電源(バッテリー)の選定方法の確立 ・屋外設置する無線機器の防水化手法の確立 3) 事業地移動を想定した通信環境の再構築手法 4) 基地局側設備による、業務用アプリ等の活用方法の検討、モニター調査
(3)	通信環境構築マニュアルの作成	上記(1)、(2)の調査結果及び令和3年度までの調査結果を踏まえ、通信環境構築に関するマニュアルを作成	マニュアル(案)の詳細は、配布資料「林業情報基盤整備2-4」参照
(4)	普及活動の実施	本事業の成果の普及への取り組み (行政機関や森林・林業の関係者にも知見が広められるよう努める)	現地検討会の開催 等

5. まとめ②（実証項目及び成果）

（1）事業地から事務所等までの通信ネットワークの構築

実施内容：バックホール回線及びアクセス回線を連携させた通信ネットワークを構築
国有林等と遠方の事務所等による遠隔臨場や、国有林等からのデータの送信が可能な通信環境を構築

成果： ・伝搬シミュレータによる事前調査手法の確立
・無線設備設置環境の調査手法の確立
・無線設備の機材確認手順等の確立 } 実運用試験を実施し、各手法について整理した結果を、「通信環境構築マニュアル」（資料2-4）に、まとめて記載した

（2）長期稼働の実施に関わる調査

実施内容：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
事業地の移動に係る対応
モニター調査の実施

成果： 長期稼働の検討（基地局設備）
電源(バッテリー)の選定方法、及び、屋外設置する無線機器の防水化手法
事業地移動を想定した通信環境の再構築手法
基地局側設備による、業務用アプリ等の活用方法の検討、モニター調査 } 各手法について整理した結果を通信環境構築マニュアルにまとめて記載した

（3）通信環境構築マニュアルの作成

実施内容：上記(1)、(2)の調査結果及び令和3年度までの調査結果を踏まえ、通信環境構築に関するマニュアルを作成

成果： 通信環境構築マニュアルの完成

（4）普及活動の実施

成果： 現地検討会を開催し、長期稼働の実施に関わる調査及びモニター調査を実施した。

5. まとめ③ (総括)

本調査検討の目的

- 森林・林業におけるICT・IoT等の導入の加速化を可能とする通信に関する技術的問題の解決を目指す
- 普及可能な情報基盤整備の方法の整理と手順の作成を成果とする

成果のまとめ(総括)

- 本格稼働に向けた調査を実施するため、事務所及び森林内に自営通信網を構築し、業務アプリケーションの実運用試験を実施した。この中で、作業手順及び長期稼働の実施に係る調査を行った
- 事業の成果の普及を目的とし、利用者参加による現地検討会を開催した
- 通信環境を構築する手順をとりまとめ、標準化したマニュアルを作成した

- 森林・林業に係る情報基盤整備に向け、上記基本調査を実施し、森林内における自営ブロードバンド（公共BB）によるバックホール回線の構築、及び、Wi-Fi等によるアクセス回線の活用により、実証試験を通して、遠隔臨場、業務用アプリ等の有効性に資する環境整備の実証を行った
本事業の成果を踏まえ、今後の林業ICT・IoT化が大きく進展することを期待する

付録. 調査検討会の構成（構成員名簿）

（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	

令和4年度 森林・林業に係る情報基盤整備に係る基本調査
報告書概要

令和5年3月
(発行) 林野庁

(作成) 株式会社 日立国際電気
〒105-8039 東京都港区西新橋2-15-12
TEL 03-5510-5931(代表)
URL <https://www.hitachi-kokusai.co.jp>