

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

成果報告書概要

令和3年3月

令和2年度森林・林業に係る情報基盤整備
に係る基本調査検討会

1. 基礎調査検討の目的と背景（本施策の全体イメージ）

◀**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し、成果として普及可能な方法の整理と手順が作成されることを目的とする。（情報基盤の整備を目標に3年の期間を想定）

1年目（今年度）：業務要件の整理と通信にかかる基本的な要求事項の整理と、通信試験等を通じて通信上の問題の把握を行う。さらに、2年目以降に行う課題の明確化を図る。

2年目以降：1年目の成果を基に明確化された課題を基にして、情報通信技術の試行的取組等を実施

■ 森林・林業における通信環境の現状

- 作業現場が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」にあり、簡易無線や衛星携帯電話等を利用した音声による連絡が最も汎用的に行われている。
- オフライン環境下での通信ネットワークの構築等について、基本的な技術的問題の整理や課題の明確化、実証を進めていく必要がある。

■ 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、それぞれの業務要件によって必要とされる情報の種類や量、通信速度、頻度が異なっている。
- 森林内の植生・地形等の通信上の制約条件が変化に富んでおり、通信に関する問題解消を更に複雑化させていることが要因と想定される。

■ 主な検討課題（1年目）

- 森林・林業に係る業務カテゴリ（入札仕様書表1-1）について、業務要件分析および、業務要件に適した通信方法や通信機器類等の検討
- 通信試験

■ 森林・林業へ通信の本格導入を図るため、通信方式を選定の指針をとりまとめる

- ① 通信要件（業務要件に応じた通信方式、所要情報量と伝達能力（スループット））
- ② 概算導入費用（導入しようとした場合のおおよその費用）
- ③ 解決すべき課題（解決すべき問題点、具体的な対応策）
- ④ 次年度以降の活動方針の策定

2-1. 森林・林業における課題とその解決方法（想定）

- ✓ 森林・林業の業務・作業は、立木の調査から 木材生産、治山・災害対策まで幅広い。
- ✓ 本基本調査では、業務カテゴリを以下の4項目に分類し、情報基盤の整備について検討。
 - ①安全確保、②森林調査、③生産管理、④土木関連・防災

■ 主な課題

- ①安全確保
 - ・作業環境が厳しい
 - ・事故発生状況が共有しにくい
- ②森林調査
 - ・調査結果を事務所へ送信できない
 - ・調査結果を統合したい
- ③生産管理
 - ・作業指示や注文情報を事務所から受けたい
- ④土木関連・防災
 - ・危険箇所のモニタリングをしたい
 - ・施工の自動化をしたい

ICT・IoT等の導入
森林・林業における

■ 解決方法

- 作業員と作業員間、作業員と事務所間を繋ぐ無線システムの構築（音声、位置情報）
 - ・現状：衛星電話、業務用無線による音声連絡
 - 【作業員のモニタリング：安心・安全】
- 作業員と事務所間でデータ通信を可能とする無線システムの構築（データ、写真画像）
 - 【進捗管理：効率化】
- 作業員と事務所間で相互でのデータ通信を可能とする無線システムの構築（データ、写真画像）
 - 【遠隔指示：効率化】
- リアルタイムな情報伝達のための、データ・映像伝送が可能な無線ネットワークの構築（データ、映像）
 - 【作業環境のモニタリング：安心・安全】

2-2. 林業業務カテゴリ毎の通信要件（想定）

業務カテゴリ	要件	想定される必要なデータ	種別
①安全確保	<ul style="list-style-type: none"> ・森林内緊急連絡 ・相互音声通信 ・位置情報の共有 	<ul style="list-style-type: none"> ・音声情報 ・位置情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用／簡易無線（音声主体）
②森林調査	<ul style="list-style-type: none"> ・相互音声通信 ・調査結果の統合 ・調査結果の送信 	<ul style="list-style-type: none"> ・音声情報 ・位置情報 ・データ情報 ・写真画像 	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用／簡易無線 ・センサ系
③生産管理	<ul style="list-style-type: none"> ・相互音声通信 ・作業状況の把握 ・位置情報から近接作業の警告 ・作業結果の送信 ・作業指示の受信 ・作業者の安全確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・音声情報 ・位置情報 ・データ情報 ・写真画像 ・リアルタイム画像 	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用／簡易無線 ・センサ系 ・ブロードバンド通信
④土木関連・防災	<ul style="list-style-type: none"> ・危険箇所のモニタリング ・災害発生時初動現場のモニタリング ・施工の自動化 	<ul style="list-style-type: none"> ・音声情報 ・位置情報 ・データ情報 ・リアルタイム映像 ・遠隔操作のための高速通信 	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用／簡易無線 ・センサ系 ・ブロードバンド通信

業務カテゴリにおいて要件を分析し、それぞれに適した通信方法や通信機器類等を検討

2-3 林業分野において求められる通信の要件

＜山林部における無線通信普及の課題＞

携帯電話の人口カバー率（約100%）に対して、日本国土面積でのカバー率は約60%程度であり、森林組合様の作業現場である山林部は携帯電話が利用できない場所が多く、ICT化が進まない状況。

■ 林業において求められる通信要件（事例）

- ① 樹木や地形の起伏の多い森林の中で十分に電波が届くこと（VHF帯～UHF帯）
- ② 音声伝送ができること（簡便な無線機、衛星電話等）
- ③ 生産管理等のデータ通信が伝送できること（Wi-Fi、VHF帯自営ブロードバンド）
- ④ 中継機能による見通し外通信ができること（VHF帯自営ブロードバンド）
- ⑤ 現場・事務所周辺で日常的な通信ができること（LTE、Wi-Fi）
- ⑥ 導入コストが比較的低廉なこと

(参考) 無線通信方式の比較 (例)

- 林業分野において求められる通信の要件と具体的な通信方式を例示する。
 - ・現状の通信手段：衛星電話、業務用無線（音声通話主体）が主に利用されている

項目	デジタル 業務用無線 /簡易無線	衛星電話	VHF帯自営 ブロードバンド*	Wi-Fi	携帯電話 3G/LTE/5G
運営主体 (免許主体)	自営	通信事業者	自営	自営	通信事業者
周波数帯	VHF/UHF帯	1.6GHz帯 (イリジウム端末)	VHF帯	2.4GHz帯 5GHz帯	800MHz ~28GHz帯
データ通信容量	2.4kbps程度 (4値FSK)	2.4kbps (イリジウム端末)	~約10Mbps	~20Mbps	~数100Mbps (契約と電波環境次第)
用途	音声通話が主体	音声通話が主体	・音声通話 ・データ通信 ・各種アプリ利用	・音声通話 ・データ通信 ・各種アプリ利用	・音声通話 ・データ通信 ・各種アプリ利用
見通し外通信 (森林内通信の可能性)	○	△	○	△	×
中継機能	△	×	○*1	○*2	×
特徴	・各種業務用途に 広く普及	・携帯電話のエリア 外での通話が可能 ・山間地森林内で 不感の場合がある	・エリア構成自由度が 高い(可搬型、半 固定回線) ・到達距離が長い	・局所的Wi-Fiス ポットを容易に構築 可能 ・エリアは最大でも 数100mに留まる	・森林内はエリア外とな る場合が多い ・汎用的、誰でも使い やすい

※：VHF帯自営ブロードバンドとして、公共ブロードバンド移動通信システム（公共BB、200MHz帯）が現在、制度化され、実用化されている。

*1 例えば、比較的簡便なシステム用途に適するマルチホップ段数4（無線装置5ユニット）、また、方式的には36ホップの事例が知られている。

<https://www.hitachi-kokusai.co.jp/news/2017/news170316.html>

*2 例えば下記URL事例のとおり、中継台数10~20台の製品紹介記事が見受けられる。

<https://jp.sharp/business/smartnetwork/products/qxc300.html>、<https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/pmwifi/>

3. 令和2年度基礎調査検討概要

(1) 業務要件分析および、業務要件に適した通信方法や通信機器類等の検討

検討項目	検討成果
①林業関係者へのヒアリング調査	○林業事業体及び関連事業体へヒアリングを行い、林業における通信の現状や課題等について整理した。
②通信方法や通信機器の運用形態等に関する調査	<p>○作業現場が森林特有の過酷な伝搬環境や見通し外環境であることを踏まえ、VHF帯無線方式、中継機能及びモニタリング・センサ系の観点で着目した以下の通信方式を対象に、周波数帯や通信方式の概要、機器の形態や電源の確保・供給方法、免許申請等に係る関連事項等について調査を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル業務用無線機／デジタル簡易無線(150MHz帯) ・自営ブロードバンド(公共BB)(200MHz帯) ・無線LAN(Wi-Fi)(2.4GHz帯、5GHz帯) ・Wi-SUN等、近距離～中距離用の小電力無線システム(920MHz帯) <p>○森林における伝搬特性の調査 : 樹木等の影響による電波の減衰等について文献等を調査した。</p>

■林業関係者へのヒアリング概要(→結果を次頁以降に示す)

項目	内容
対象団体	<ul style="list-style-type: none"> ・アジア航測株式会社 ・株式会社大林組 ・日立建機株式会社 ・株式会社ジツタ ・北信州森林組合 ・有限会社杉産業(敬称略)
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> ・林業に関する業務内容 ・林業における通信の現状・課題 ・通信が必要な業務・作業と通信内容 ・導入済の通信・アプリケーション ・導入予定の通信・アプリケーション ・通信インフラが整うことで導入したいアプリケーション ・通信機器・インフラに求める要件

- 現状はオフライン環境前提で作業をしている(事務所からの連絡手段が携帯電話以外ない)
- 安全管理のためのシステムを導入したいと考えていることが多く、位置情報やバイタルチェックに関する要望が多い
- 事務所での報告作業の手間を省くために、日報を簡単に送信したいという要望も多い
- 生産管理や、注文情報などをリアルタイムに確認したいといった要望もある
- 画像や映像は、作業指示のために利用することを考えているところが多いが、現状では導入されたら使う機会が増えるという程度にとどまる
- リアルタイム性を必要とする情報と、必要としない情報がある

3. 令和2年度基礎調査検討概要

対象組織	意見①（林業に関する業務内容）
アジア航測株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・丸太検知：スマートホンのカメラ利用。どこでどれだけ伐採したのかをデータ化する。 ・ドローン撮影：作業前後で上空から撮影し、進捗確認する。データはGISに載せる。 ・セスナでのレーザ計測。 ・取得データを基にしたコンサル業務。
株式会社ジツタ	<ul style="list-style-type: none"> ・面積測量：どこをどれだけ伐採したか報告。デジタルコンパスとGPSで測量する。 ・検収：スマートホンで撮影した画像から、木材の本数を測定する。 ・ドローン撮影：森林データをドローンで取得し、生えている樹木の本数を測定することで在庫量の把握に繋がる。 ・GNSS (リアルタイム性必要)：面積の測定に使用するための位置情報の取得。1m規模の精度が求められる。
株式会社大林組	<ul style="list-style-type: none"> ・森林ビジネスにおける新市場創出（スマート林業等）。
日立建機株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・建設機械の販売、レンタル、サービス。マシンの他、アタッチメントも取り扱っている。 ・林業については、ショベルのベースマシン(本体)のみで、フォワーダの販売はしていない。
北信州森林組合	<ul style="list-style-type: none"> ・森林調査：伐採時の権利関係を明確にするため、境界の調査を行う。森林の状況、地形、木のボリュームなどをレーザ計測する。 ・森林整備：伐採、木材の搬出。 ・地権管理。
有限会社杉産業	<ul style="list-style-type: none"> ・素材生産。間伐や皆伐も行っている。

対象組織	意見②（林業における通信の現状・課題）
アジア航測株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・オフライン環境が前提のため、林業機械のGPS搭載も少なく、精度も良くないため、作業現場の情報が分からない。 ・タブレットが使用できるようになれば、作業現場について分かるようになる。 ・林業従事者は、ICT化の理屈は理解しているが、ICT化自体は進んでいない。
株式会社ジツタ	<ul style="list-style-type: none"> ・オフライン環境を前提にしたシステムになっている。 ・面積測量では、GPS情報を通信できれば現在位置を取得し、測量結果を即時送信することで、作業後に事務所に戻る必要がなくなる。 ・検収アプリがないと従事者は、木材を正の字で記録し、事務所でExcel入力している。 ・動画を伝送できるようになれば、間伐でどの木を切ればよいか、熟練者が遠隔で指示を出せるようになる。
株式会社大林組	特に無し
日立建機株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・年間30名ほどが労働災害で死亡しており、安全確保のための通信が必要。通信手段がないため、事故に巻き込まれても発見されにくい。 ・危険箇所の検知(土砂崩れなどの情報)のニーズあり。
北信州森林組合	<ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話を使用するが、繋がらない場所も多い。 ・簡易無線を、グループ内で使用している。
有限会社杉産業	<ul style="list-style-type: none"> ・事務所から出ると携帯電話しか無い。携帯電話の通信可能箇所を探すことを1番に行う（作業中、どこから連絡できるのかを把握する）。 ・製材所との連絡は電話とFAX。打合せはグループウェア（LineWorks）を使用。画像をチャットに上げて、木材の在庫数などを共有している。 ・生産管理ではon timeで情報を得ることができれば収益にも繋がる。 ・事務所から作業員（現場）への通信、連絡ができないことが課題。

3. 令和2年度基礎調査検討概要

対象組織	意見③（通信が必要な業務・作業と通信内容）★：現在使用している通信手段
アジア航測株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ★ドローン撮影（リアルタイム性不要） ・遠隔指導用TV会議 ★音声通話（LINE通話等を含む） ・Google Mapなど地図アプリの利用、現在地の共有
株式会社ジツタ	<ul style="list-style-type: none"> ★GNSSの補正情報 ・測量結果の送信 ・現在位置の本部への送信 ★検収結果（画像）の送信
株式会社大林組	特に無し
日立建機株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・安全管理：人と機械の距離を共有し、事故を減らしたい。木が倒れる方向に人がいることもある。 ・生産管理：現状はリアルタイム性不要で、1日の終わりに送信できればよい。リアルタイムであれば、製材側の発注もスムーズになる。 ・現場と事務所の通信：日報など、現場での情報を集約して事務所に送信できるとよい。リアルタイム性はなくてもよい。 ★森林調査 ・遠隔操作、自動運転：まだ現実的ではない。国の施策によるところが大きい。林野庁の方針に沿って進めることとなる。
北信州森林組合	<ul style="list-style-type: none"> ★簡易無線での音声通話 ・バイタルやチャット、位置情報など分かるとよい ・写真や動画が送信できれば、作業指示に使用できる ・GoProなどで動画を収集し、作業方法の蓄積やAI解析、事故状況の調査などへ活用が想定される。
有限会社杉産業	<ul style="list-style-type: none"> ・安全管理と生産管理（どのくらいの丸太が生産されているか）に使用。 ・事務所で作業員や機械の位置確認ができるとよい。 ・素材生産では、倒す、道を作る、集める、造材する、運ぶの5つの工程がある。運ぶことができないなど通信を使って知ることができるとよい。 ・作業員や機械が1時間以上動かないなどの情報も得られるとよい。 ・リアルタイムでなくとも、1時間に1回の通信でも進歩。 ・写真、PDF、Excelを伝送したい。 ・木を切る量は計画の上、フル生産できるように計画している。「このような木材が欲しい」という発注をリアルタイムに把握できるようになるとよい。

3. 令和2年度基礎調査検討概要

対象組織	意見④（導入済の通信・アプリケーション）
アジア航測株式会社	特に無し
株式会社ジツタ	特に無し
株式会社大林組	・腕時計型ウェアラブルセンサー：建設現場用での熱中症対策として、バイタルデータの取得に利用。山中での利用は前提としていない。
日立建機株式会社	・アラームや位置情報 ・サポート用の電話（機械に付属） ・携帯電話（こちらがメイン） ・スマートホンアプリ：オフライン前提で作られており、通信の要望なし
北信州森林組合	・簡易無線 ・木材検収アプリ
有限会社杉産業	・携帯電話のみ ・ハーベスタにTimber Officeが入っており、USBに保存して事務所でデータを引き出す。生産した材木の情報が入っている。

対象組織	意見⑤（導入予定の通信・アプリケーション）
アジア航測株式会社	特に無し
株式会社ジツタ	特に無し
株式会社大林組	・5Gを応用した、フォワーダの自動走行を検討中
日立建機株式会社	・LPWAを利用した安全管理システム：人と機械の接近警告や、位置情報の導入を検討中
北信州森林組合	・日報システム(開発中)：バイタル情報と連携したい
有限会社杉産業	特に無し

3. 令和2年度基礎調査検討概要

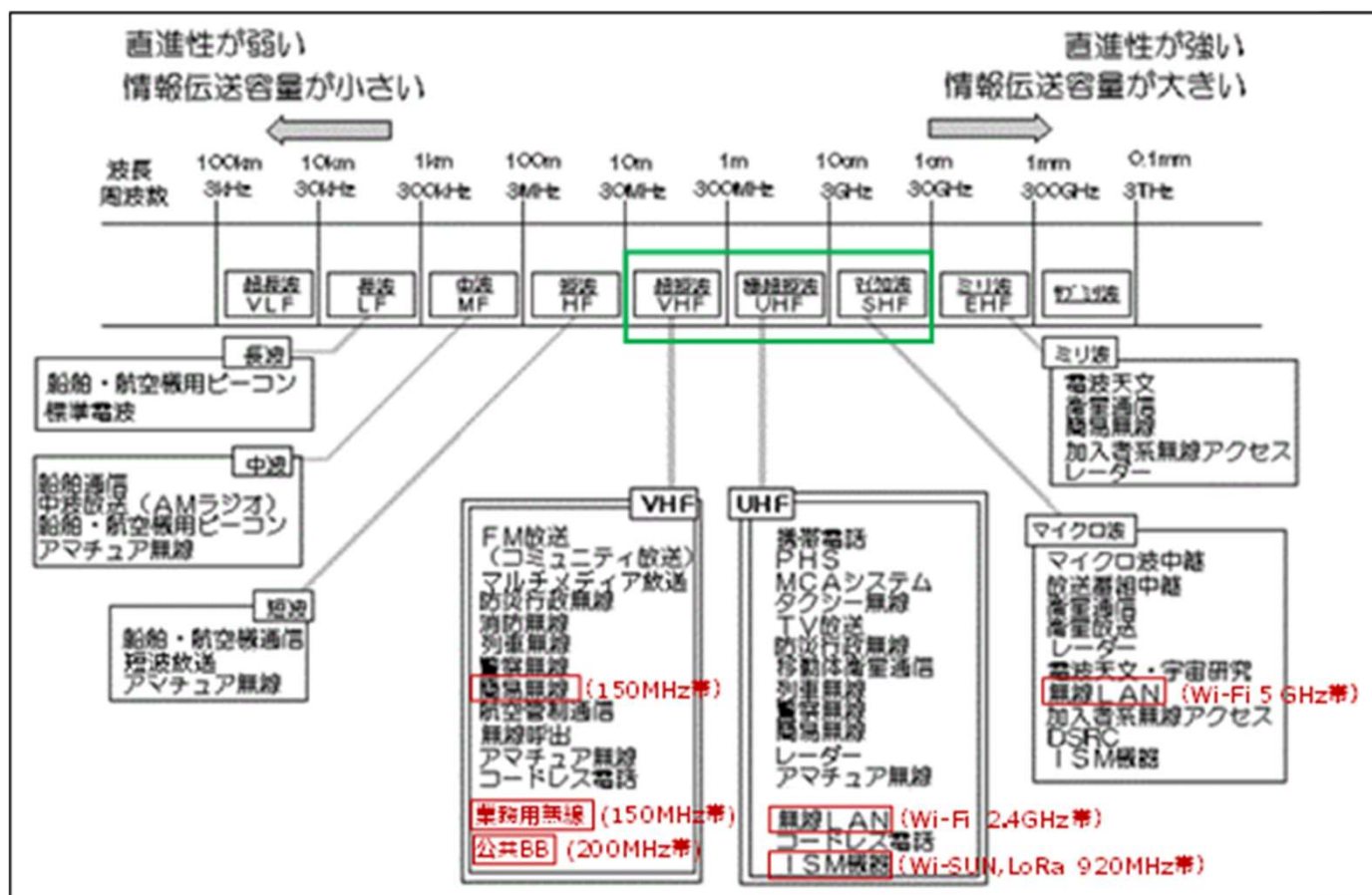
対象組織	意見⑥（通信インフラが整うことで導入したいアプリケーション）
アジア航測株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・困った時の指導に使うTV会議システム ・山中でのデータの自動アップデート、ダウンロード:現在はSDカードを利用 ・Google Mapの利用:指示、安全面の観点から、位置情報を利用した人、機械の場所管理をしたい。精度は5m程度必要。 ・通信可能になれば、機器のソフトウェアの作り込みも変わる。
株式会社ジツタ	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSSの補正情報 ・測量結果の即時送信 ・現在位置の本部への送信 ・検収結果の即時送信 ・動画伝送
株式会社大林組	特に無し
日立建機株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・日報や生産情報のリアルタイム通信 ・動画伝送 ・メーカーとしては、土木現場で遠隔操作や自動運転ができないと林業には展開できない。林業現場では傾斜などの危険があり、遠隔では判断ができない場合もある。そのような状況で崖から落下すると修理費も莫大になる。
北信州森林組合	特に無し
有限会社杉産業	・Line Worksの活用を進めたい。

対象組織	意見⑦（通信機器・インフラに求める要件）
アジア航測株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・車両で運搬するため、大きさに関する要求はない。 ・1つの端末で利用できることが望ましい。 ・車両のシガーソケットは出力が小さいため、バッテリー運用が望ましい。発電機を所有している組合もある。
株式会社ジツタ	<ul style="list-style-type: none"> ・林業従事者の1チームが車両にて山林内に移動するが、その車両に移動基地局が設置でき、半径1Km程度通信エリアが確保できるような安価な機材。 ・電源は車両から供給可能なため、各種機材を搭載した車両があると便利。費用は12万円のジツタアプリでも高いと言われるため、支援策があった方が良い。
株式会社大林組	<ul style="list-style-type: none"> ・1千万円規模*1では、林業分野では高い。 ・スマートシティでも山間部では通信が課題となる
日立建機株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・免許不要で手軽なもの ・500m程度のエリアで使えるもの
北信州森林組合	特に無し
有限会社杉産業	<ul style="list-style-type: none"> ・作業は機械が入りやすい場所から行う。奥に入ると作業が難しい場所もあるため、そのような場所では通信があるとよい。 ・木を切る前はGPSの誤差が大きい。GPSが捕捉できるようになれば5m程度の誤差になる。 ・電源は重機から取れるが、バッテリーから取れるとよい。

*1 映像装置(カメラ)等、アプリケーション周辺装置などを含めた概算価格

(参考) 本調査検討における無線通信方式の周波数帯

- 本調査検討における無線通信方式の周波数帯検討対象とした周波数帯を下図に示す。
 - ・デジタル業務用無線機/デジタル簡易無線 (150MHz帯)
 - ・自営ブロードバンド(公共BB) (200MHz帯)
 - ・無線LAN(Wi-Fi) (2.4GHz帯、5GHz帯)
 - ・Wi-SUN等、近距離～中距離用の小電力無線システム (920MHz帯)



出典：総務省電波利用ホームページ、周波数帯ごとの主な用途と電波の特徴

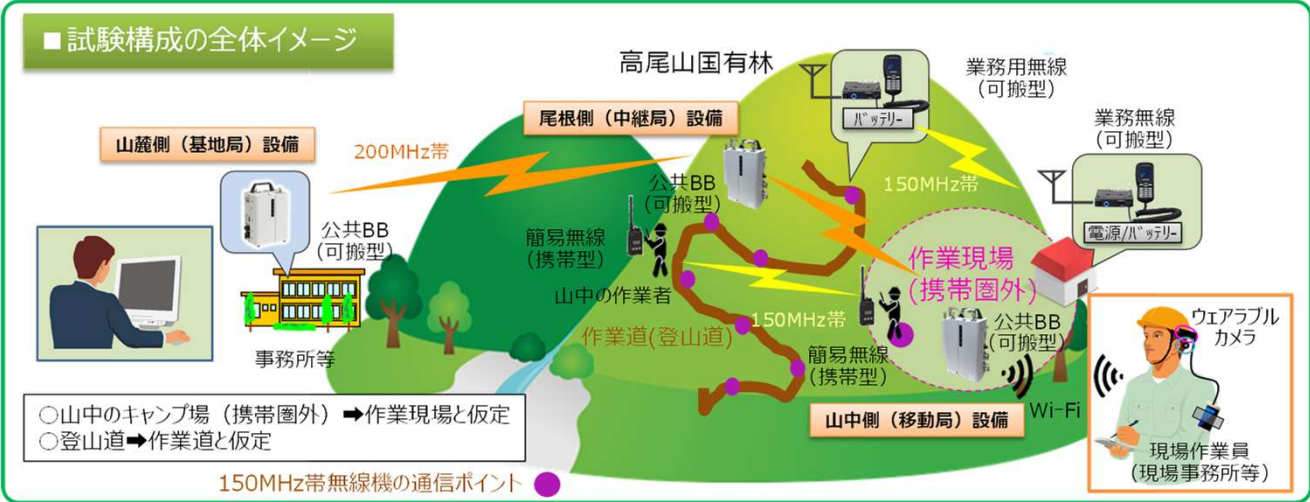
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/search/myuse/summary/index.htm>

3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験

検討項目	検討成果
試験候補地の選定	<ul style="list-style-type: none"> ○作業現場が森林特有の過酷な伝搬環境や見通し外環境であることを踏まえ、携帯電話の電波が届かない山中を作業現場と想定し、試験候補地(高尾山国有林)を選定した。(日影沢キャンプ場、城見台、高尾森林ふれあい推進センター)
VHF帯無線方式によるフィールド試験(伝搬特性・機能確認)	<ul style="list-style-type: none"> ○デジタル業務用無線/簡易無線(150MHz帯) <ol style="list-style-type: none"> 1) 伝搬特性(デジタル業務用無線) : 受信信号強度、符号誤り率 2) 機能確認(デジタル簡易無線) : 音声通話、位置情報 ○自営ブロードバンド(公共BB)(200MHz帯) <ol style="list-style-type: none"> 1) 伝搬特性 : 受信信号強度、対雑音品質、符号誤り率 2) 機能確認(多段中継時※) : 映像・音声及び位置情報伝送(オフライン)、業務用アプリ等(オンライン) <ul style="list-style-type: none"> ・ウェアラブルカメラをWi-Fi接続し、キャンプ場からの映像・音声・位置情報を、山麓側で確認 ・業務用タブレット等をWi-Fi接続し、キャンプ場から業務情報(添付ファイル付きメール)を送信 ・IP電話アプリによる双方向通話の確認。 ※:民間標準規格(ARIB STD-T119)準拠 3) 山中を横方向へ移動(約600m)した時のウェアラブルカメラ映像を対向の無線機で確認 ○本通信試験により、森林・林業におけるVHF帯通信方式の有効性を確認した。

■ 通信試験の概要



3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 : 試験場所の選定

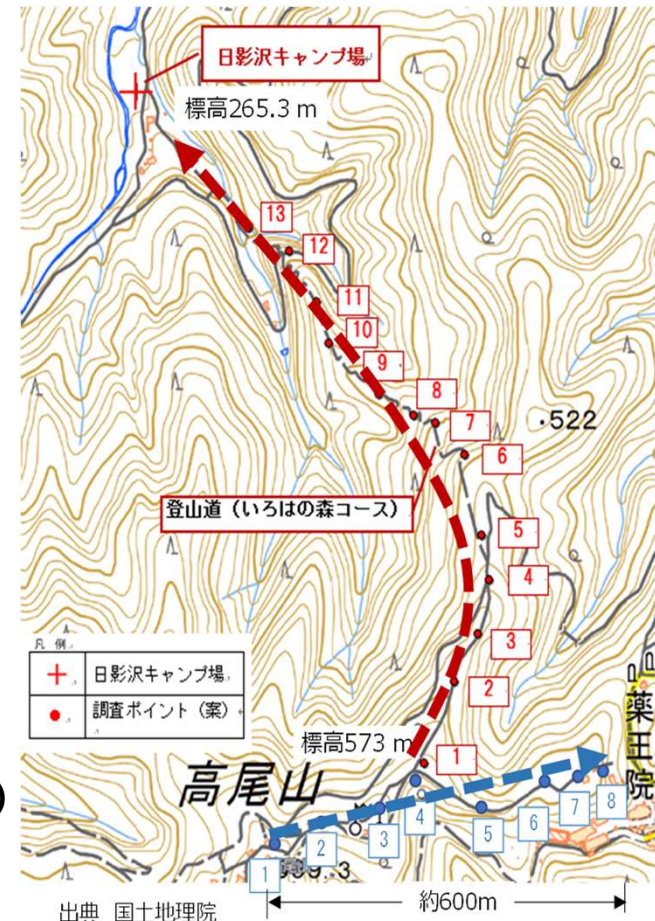
■ 高尾山国有林及び周辺を試験候補地として、携帯電話の圏外エリアとなっている日影沢キャンプ場を山中の作業現場と想定し、その周辺にて各試験の場所を調査・選定した（下図参照）。

- ・試験候補地に、携帯電話の圏外エリアが含まれていること
- ・山間地における縦方向と横方向（500m~1km程度※）の範囲測定が可能であること

※：ヒアリング結果から想定される作業エリア範囲

■ 試験場所：デジタル業務用無線/簡易無線（150MHz帯）

- ・縦方向：いろはの森コース（山頂付近～日影沢キャンプ場）
- ・横方向：山頂付近の約600m区間



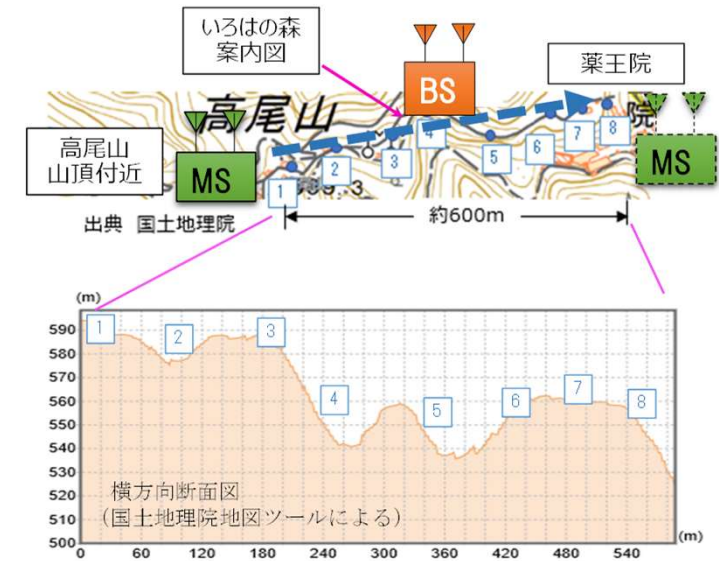
■ デジタル業務用無線/簡易無線（150MHz帯）
の試験場所（縦方向：横方向）

3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 : 試験場所の選定

- 自営ブロードバンド (公共BB) (200MHz帯) の試験場所
 - ・ 多段中継 : 日影沢キャンプ場 (携帯圏外) ~ 城見台 ~ 高尾森林ふれあい推進センター
 - ・ 横移動 : 山頂付近の約600m区間

■ 自営ブロードバンド (公共BB) (200MHz帯) の試験場所 (多段中継、横移動)



3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 : 試験系統図 デジタル業務用無線/簡易無線(150MHz帯)

- デジタル業務用無線/簡易無線(150MHz帯)の試験系統図を下図示す。
 - ・デジタル業務用無線(伝搬試験用: 150MHz帯実験試験局(車載型本体: 20W))は、20W機をアッテネータ(ATT)により5Wに低減し、空中線は、測定用基準アンテナとして移動局(ML)側をスリーブアンテナ(空中線利得: 2.15dBi)、基地局(FB)側を車載ホイップ(空中線利得: 2.15dBi)とした。
 - ・デジタル簡易無線機(機能確認用)は、送信出力は5Wの携帯型(GPS機能内蔵)を使用した。

■ 伝搬特性



※: 20W機をATTにより5Wに低減

(参考) 無線機の外観図
上: デジタル業務用無線
下: デジタル簡易無線



■ 機能確認



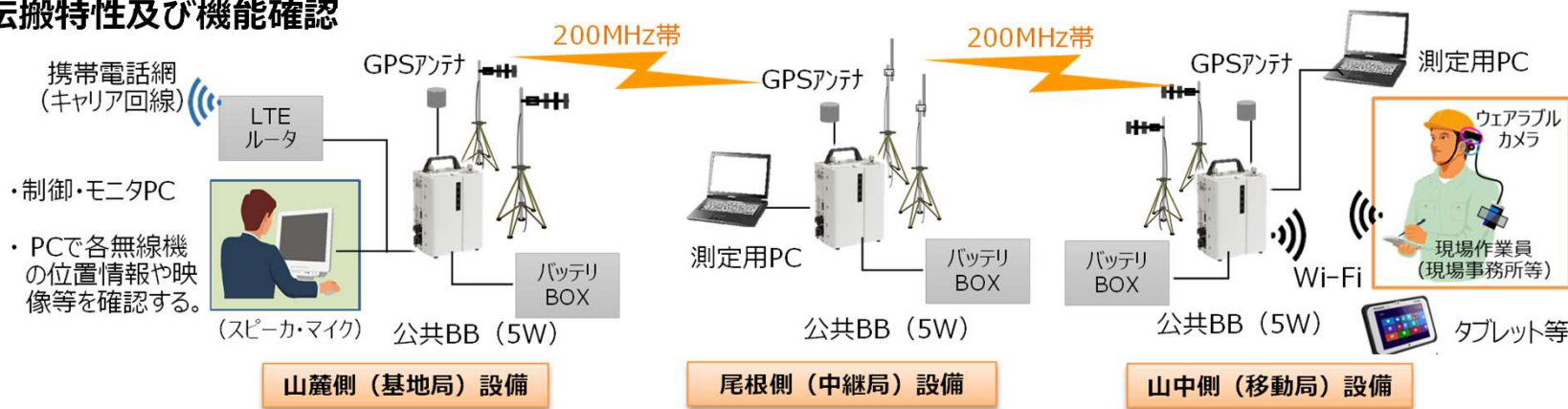
3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 : 試験系統図 自営ブロードバンド(公共BB)(200MHz帯)

■ 自営ブロードバンド (公共BB) (200MHz帯) の試験系統図を下図示す。
 ・ 公共BBの送信出力は5W(37dBm)*とし、可搬型 (アウトドアタイプ又はインドアタイプをバッテリーに接続した構成とした)。また、空中線は、両端 (基地局及び移動局 (終端局)) の無線機については指向性アンテナ (5素子八木アンテナ×2本) を、中継用の無線機の空中線は無指向性 (ブラウンアンテナ×2本) として、それぞれ2ブランチ受信ダイバーシチの構成とした。

* : EIRP値=46.65dBm (5素子八木時) 、38.15dBm (ブラウン時) 。同軸給電損失1.0dBを含む。

■ 伝搬特性及び機能確認



■ 横移動による映像伝送確認



3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 : 試験結果 ① デジタル業務用無線/簡易無線 (150MHz帯)

■ 伝搬特性 (デジタル業務用無線 (150MHz帯))

地点No	RSSI(dBm)	BER	地点No	RSSI(dBm)	BER
1	-84	Iラーリー	8	-64	Iラーリー
2	-78	Iラーリー	9	-61	Iラーリー
3	-68	Iラーリー	10	-68	Iラーリー
4	-75	Iラーリー	11	-63	Iラーリー
5	-76	Iラーリー	12	-58	Iラーリー
6	-73	Iラーリー	13	-57	Iラーリー
7	-70	Iラーリー			

(参考) 試験風景 (日影沢キャンプ場)



(参考) 試験風景 (いろはの森案内板付近)



3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 : 試験結果 ①デジタル業務用無線/簡易無線(150MHz帯)

■機能確認(デジタル簡易無線(150MHz帯))

①音声通話

地点No	音声刈り*	地点No	音声刈り*
1	1	8	5
2	2~3	9	2~3
3	2~3	10	5
4	2~3	11	5
5	5	12	5
6	5	13	5
7	2~3		

* 音声明瞭度 (主観評価: 1~5の5段階(5が最良))

(参考) 試験風景(日影沢キャンプ場、山中)



②位置情報

(a) 縦方向(GPSデータ補足状況及びデータ送受信状況)

地点No	衛星捕捉	地点No	衛星捕捉
1	○	8	○
2	-	9	-
3	-	10	○
4	-	11	○
5	○	12	○
6	○	13	○
7	-		

(b) 横方向(GPSデータ捕捉状況)

地点No	衛星捕捉	地点No	衛星捕捉
1	-	5	○(7)
2	○(4)	6	○(7)
3	○(7)	7	○(7)
4	○(7)	8	○(7)

カッコ()内は捕捉衛星数を示す

(参考) デジタル簡易無線(150MHz帯)の位置情報の表示(一例)



3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(2) 通信試験 試験結果 ②: 自営ブロードバンド(公共BB)(200MHz帯)

■ 伝搬特性

(a) 高尾森林ふれあい推進センター～城見台

上記局		下位局		RSSI(dBm)		CINR(dB)		変調方式	
場所	空中線	場所	空中線	DL	UL	DL	UL	DL	UL
高尾森林 ふれあい推進セ ンター	5素子 八木 (約3m)	城見台	ブラウン (約4m)	-65	-67	24	22	64QAM r=1/2 (Iラーラー)	64QAM r=1/2 (Iラーラー)

(b) 城見台～日影沢キャンプ場

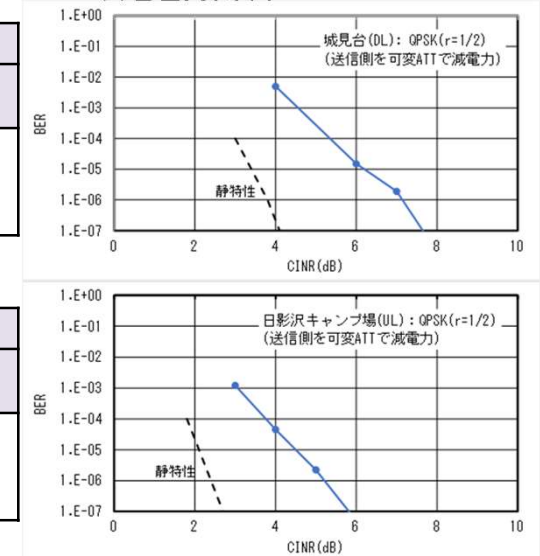
上記局		下位局		RSSI(dBm)		CINR(dB)		変調方式	
場所	空中線	場所	空中線	DL	UL	DL	UL	DL	UL
城見台	ブラウン (約4m)	日影沢 キャンプ場	5素子 八木 (約3m)	-81	-76	13	16	16QAM r=1/2 (Iラーラー)	16QAM r=1/2 (Iラーラー)

■ 機能確認

項目	無線区間		映像・音声伝送確認				位置情報 伝送		業務用アプリ等	
			ウェアラブルカメラ		音声通話					
	上位局	終端局	DL	UL	DL	UL	DL	UL	DL	UL
多段中継	高尾森林 ふれあい 推進センター	日影沢 キャンプ場	-	○ (映像 伝送)	○	○	-	○ (位置 伝送)	-	○ (メール伝送)
									○ (IP電話※)	○ (IP電話※)
1対1 通信	いろはの 森案内板	移動局 (横方向)	-	○ (映像 伝送)	-	-	-	-	-	-

※ LINEアプリを使用

○ BER特性



3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

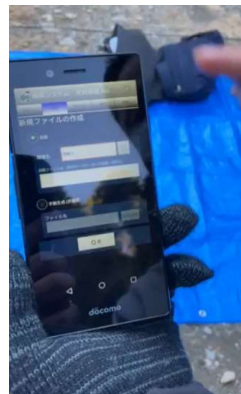
(2) 通信試験 ② 自営ブロードバンド(公共BB)200MHz帯

(参考) 試験風景 (高尾森林ふれあい推進センター、城見台、日影沢キャンプ場)

○横方向へ移動



(参考) 試験風景 機能確認(業務用アプリ)



○位置情報伝送



○ウェアラブルカメラの映像受信



3. 基礎調査検討概要 (3) 業務カテゴリ毎の通信要件等の検討

■ 業務カテゴリ毎の通信要件、概算導入費用及び現状の課題を一覧に整理した。

■ 森林・林業におけるICT化のための通信要件

業務カテゴリ	業務等の概要	通信要件	
		通信方式(候補)	所要情報量
安全確保 (共通事項)	森林内緊急連絡。 (音声通信、位置情報共有のためのデータ通信)	・デジタル簡易無線/業務用無線 ・自営ブロードバンド(公共BB)	音声：2.4kbps程度 データ：低速2.4kbps程度～中・高速 10Mbps程度
森林調査	①作業員間の情報連絡、位置情報共有、計測結果集計	・デジタル簡易無線/業務用無線 ・自営ブロードバンド(公共BB) ・Wi-Fi	音声：2.4kbps程度 データ：低速2.4kbps程度～中・高速 10Mbps程度
	②作業指示、報告	・デジタル簡易無線/業務用無線 ・自営ブロードバンド(公共BB) ・Wi-Fi	音声：2.4kbps程度 データ：低速2.4kbps程度～中・高速 10Mbps程度
生産業務	作業員間情報連絡、位置情報・作業量共有、業務日報作成	・デジタル簡易無線/業務用無線 ・自営ブロードバンド(公共BB) ・Wi-Fi	音声：2.4kbps程度 データ：低速2.4kbps程度～中・高速 10Mbps程度
土木関連 ・防災	①インフラ設備・要監視地域のモニタリング	・近距離IoT無線 (Wi-SUN、LoRa等) ^(注)	～100kbps
	②災害発生時の初動現場モニタリング	・中容量以上の近距離IoT無線 (Wi-Fi等) ^(注)	～10Mbps
	③現場施工自動化を推進する通信(現場管理事務所と機械間の点群データ通信等)	・中容量以上の近距離IoT無線 (Wi-Fi等) ^(注)	～10Mbps ※自動運転には更なる伝送容量が必要

(注)IoT無線システムと自営ブロードバンド(公共BB)又はマルチホップWi-Fiの連携動作を想定
距離の目安(宗栄)：近距離(～1km)、中距離(～10km)、長距離(10km～)

■ 概算導入費用及び現状の課題

項番	通信方式	概算導入費用(参考)	現在の導入可能性		課題
			技術面	制度面	
1	デジタル簡易無線(4FSK/SCPC)	1対向(携帯型)約6万円	○	○	—
2	デジタル業務用無線(4FSK/SCPC)	1対向(車載型)約12万円	○	○	—
3	自営ブロードバンド(公共BB)	1対向約4～6百万円	○	△(条件付)	民間業務に対する免許主体の扱い*1
4	Wi-Fi	屋外用無線AP：約40万円	○	○(5.2GHz帯は条件付)	—
5	Wi-SUN	1万円程度*2	○	○	—
6	LoRa	数千円程度～	○	○	—
7	ローカル5G(参考)	5千万円～(参考)	○	○	近接するローカル5G免許人等との調整必要*3

*1 報告書 3.3.2 (2)項・総務省との協議を進めることが課題と想定される。 *2 例えば、HEMS用 Wi-SUNモジュール(テセラ・テクノロジー(株)) <https://www.tessera.co.jp/rfmodul.html> *3 総務省 ローカル5G導入に関するガイドライン、令和元年12月 https://www.soumu.go.jp/main_content/000659870.pdf

4. まとめ

(1) 業務要件分析及び業務要件に適した通信方法や通信機器類等の検討

- ア 調査検討の取りまとめにおける通信要件の整理にあたり、林業事業体及び関連事業体へヒアリングを行い、林業における通信の現状や課題等について整理した。
- イ 作業現場が森林特有の過酷な伝搬環境や見通し外環境であることを踏まえ、VHF帯無線方式、中継機能及びモニタリング・センサ系の観点で着目した以下の通信方式を対象に、周波数帯や通信方式の概要、機器の形態や電源の確保・供給方法、免許申請等に係る関連事項について調査を行った。
- ・デジタル業務用無線機／デジタル簡易無線（150MHz帯）
 - ・自営ブロードバンド(公共BB)（200MHz帯）
 - ・無線LAN(Wi-Fi)（2.4GHz帯、5GHz帯）
 - ・Wi-SUN等、近距離～中距離用の小電力無線システム（920MHz帯）

(2) 通信試験

- ア 作業現場が森林特有の過酷な伝搬環境や見通し外環境であることを踏まえ、携帯電話の電波が届かない山中を作業現場と想定し、試験候補地（高尾山国有林）を選定した。
- イ VHF帯無線方式によるフィールド試験（伝搬特性及び機能確認）を計画・実施し、森林・林業におけるVHF帯通信方式の有効性等を確認した。
- ・デジタル業務用無線機／デジタル簡易無線（150MHz帯）：伝搬特性、機能確認（音声通話、位置情報）
 - ・自営ブロードバンド(公共BB)（200MHz帯）：伝搬特性、機能確認（映像・音声伝送、位置情報、業務用アプリ等）

(3) 業務カテゴリ毎の通信要件等の検討

- ア 以上の調査検討の結果を踏まえ、4つの業務カテゴリ（安全確保、森林調査、生産業務、土木関連・防災）毎の通信要件を検討し、結果を一覧に整理した。
- イ 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)を整理した。

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 准教授
- 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
- 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
- オブザーバ : 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