

令和3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4年3月

林野庁

1. 調査検討の目的と背景

◀概要▶ 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(下表参照))

今年度：令和2年度の成果を踏まえ、森林調査と生産業務の現場で、試行的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、情報基盤を整備するための知見を集積する。

■ 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。

■ 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。

■ 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 ・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 ・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 ・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 |

* 令和4年度の事業は想定しているものであり実施を約束するものではない。

2. 令和3年度調査検討項目

調査項目及び諸条件

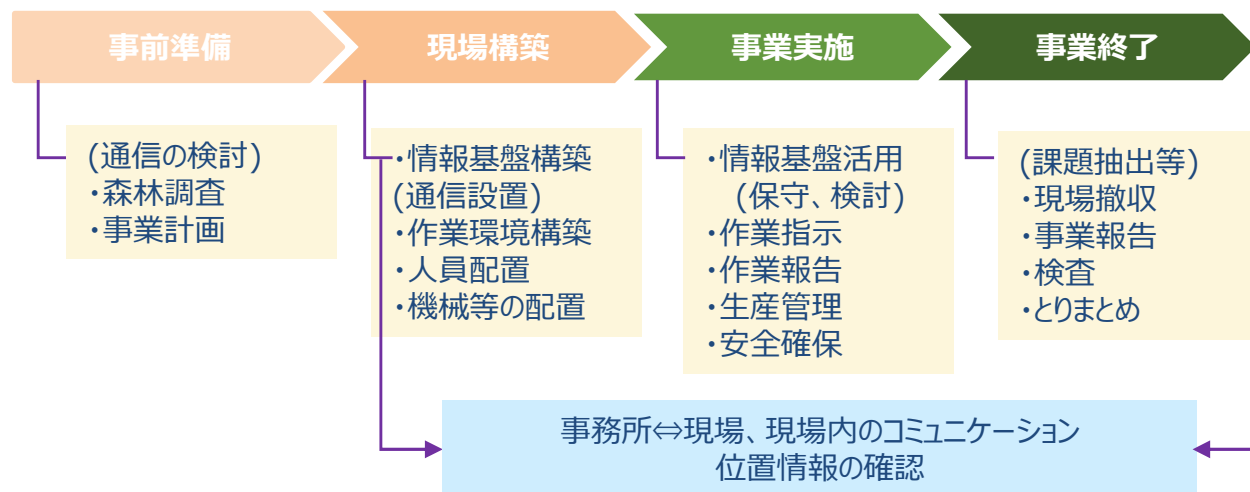
(1)生産現場で必要とされる情報、伝達・活用方法等、効率的な事業実施に資する調査検討
以下①～⑤の一連の事業の流れの中で、それぞれの場面で必要とされる情報やその伝達・活用方法、
情報に関わる者について整理・分類をしながら、効率的な事業実施に資する調査検討を行う。

- ①事前準備
- ②情報基盤の構築（事業実施）
- ③位置情報
- ④事業実施（安全管理）（業務効率化）（運用）
- ⑤事業終了

(2) 実運用試験

・令和2年度の調査検討成果を踏まえ、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、評価する。

■ 本事業の流れ



3. 令和3年度調査検討概要

(1) 生産現場で必要とされる情報、伝達・活用方法等、効率的な事業実施に資する調査検討

| 検討項目 | 検討成果 |
|----------------|---|
| ①情報基盤の構築に関する調査 | <ul style="list-style-type: none">●令和2年度の調査検討成果を踏襲することにより、デジタル簡易無線、VHF帯自営ブロードバンド（公共BB）及びWi-Fiを選定し、実フィールド環境において、伝搬試験及び情報アプリに関する実証試験を計画した。●伝搬シミュレーションソフト等や現地試験の結果を踏まえ、以下の項目について整理した。<ul style="list-style-type: none">・情報基盤を効率的に構築・運用するための設計手法・業務に応じた機器・電源の選定・設置手順・工夫等（バックホール回線、アクセス回線） |
| ②位置情報に関する調査 | <ul style="list-style-type: none">●GNSS(全球測位衛星システム*1)に関する測位精度の改善技術の調査、林業等の分野における衛星測位技術の活用に関する事例調査、位置情報取得の精度向上のための留意点や手順等について文献等を調査した。●実証試験において、マルチGNSS対応／非対応装置それぞれの位置情報を比較し、マルチGNSS対応受信機を利用することでプロット位置のバラつきを抑えられることを確認した。 <p>*1 米国のGPS、日本の準天頂衛星（QZSS）、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileo等の衛星測位システムの総称。</p> |
| ③事業実施に関する調査 | <ul style="list-style-type: none">●森林調査や安全管理に関する実証試験の計画について、下記の項目について整理した。<ul style="list-style-type: none">・生産管理や業務効率化に資するシステムの稼働または活用の実証の計画・非常用通信の確保・情報基盤の可用性確保のための維持・メンテナンス・事業の進捗報告の方法並びにその手続き●机上検討や実証試験の結果を踏まえ、従来と比較し、情報基盤が整備された際の効果を整理した。（効果を確認した業務用アプリ等*2：木材検収アプリ、位置共有アプリ、WEB会議、ウェアラブルカメラ）<ul style="list-style-type: none">・従来と比較し、効率的になった業務・内容・従来と比較し、追加的に発生した業務・内容・新たに実施可能となった業務・内容 <p>*2 令和2年度成果（令和3年度報告書参考資料3：森林・林業におけるICT化のための通信要件）をもとに選定</p> |
| ④事業終了に関する調査 | <ul style="list-style-type: none">●以下の項目について検討すべき項目を整理した。<ul style="list-style-type: none">・通信環境の構築によって得られる効果・通信環境の構築によって追加的に発生する業務とその影響・森林調査、生産現場の終了時の検査等におけるデジタル化の促進方法 |

3. 令和3年度調査検討概要

(1) 生産現場で必要とされる情報、伝達・活用方法等、効率的な事業実施に資する調査検討

①情報基盤の構築に関する調査

| # | 検討内容 | 結果 |
|-----|--|---|
| (a) | 公衆携帯通信網の受信可能地点からバックホール回線を確保し、無線LAN（マルチホップ中継若しくはメッシュWi-Fi）等により現場に通信ネットワークを設置し、山間部にある作業現場と2か所以上の地点に、音声、映像、データの送受信が可能な環境を構築する | バックホール回線として、以下の特徴を持つVHF帯自営ブロードバンド（公共BB）を選定 <ul style="list-style-type: none"> ・エリア構成の自由度が高い(可搬型、半固定回線) ・到達距離が長い |
| (b) | 業務用無線等により、(a)のネットワークエリア外からも音声通信・位置情報が共有できる環境を構築する | (a)のネットワークエリア外からも音声通信・位置情報が共有できる回線としてデジタル簡易無線を選定 |
| (c) | 情報通信の可用性を確保するため、使用するアンテナ及び電源の設置に係る留意点・工夫について検討する | <ul style="list-style-type: none"> ・地図を用いて、地形のプロフィールや見通し状況を机上確認 ・空中線の高さの条件設定 ・基地局や中継局の設置候補地の選定 ・電源受電方法選定 ・アンテナ機材選定 ・回線シミュレータによる受信電力の伝搬シミュレーション実施、伝搬損失の机上確認 ・現地地下見を実施し、上記検討内容へフィードバック |
| (d) | 地形に対する斜面縦方向及び横方向の電波伝搬特性を検証する | 現地の作業現場の林道及び窪地(谷間)で検証を行う |

②位置情報に関する調査 (1) 主な測位精度の改善技術

| # | 項目 | 説明 |
|---|----------------|--|
| 1 | マルチGNSS | 複数のGNSSを同時に使用する技術。利用可能な衛星数・信号数・周波数の増加に伴い、位置情報の信頼性や精度改善を行う。→本調査（実運用試験）にて評価 |
| 2 | 補強システム（SBAS） | 静止衛星の補助信号を用いてGNSSによる測位誤差を補正するシステム。GPS単独受信時やマルチGNSS受信時の補正に利用される。日本では、準天頂衛星みちびき（QZSS）を用いて配信サービスを利用することができる。QZSS対応の受信機やスマートフォンなど、一般への普及も広がっている。→事例① |
| 3 | RTK-GNSS（相対測位） | 固定局（基準局）と移動局（観測点）で同時観測後、2つの受信機の間で情報をやりとりしてズレを補正する技術（相対測位）による単独測位よりも精度の高い位置情報を得る。固定局と移動局間のデータリンクに、携帯電話や簡易無線を利用する方法が実用化されている。→事例④ |

(2) 林業等の分野における測位精度等に関する検討事例

- ①スマート林業マッチングミーティング（日本森林技術協会）
http://www.jafta.or.jp/contents/information/439_list_detail.html#2
- ②準天頂衛星「みちびき」の活用（いわき市持続可能な森林・林業推進会議）
http://www.jafta.or.jp/contents/files/jigyo_consulting/2021sma_fukushima.pdf
- ③LPWA「里山通信」を使った労働安全対策とその副産物であるGPSロガーの有効活用（宮崎県合法木材流通促進協議会）
http://www.jafta.or.jp/contents/files/jigyo_consulting/2021sma_miyazaki.pdf
- ④ロボット農業の高度化のための技術的条件等に係る調査検討報告書、平成30年3月（北海道総合通信局）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000558703.pdf

3. 令和3年度調査検討概要

(1) 生産現場で必要とされる情報、伝達・活用方法等、効率的な事業実施に資する調査検討

③事業実施に関する調査

| # | 検討内容 | 結果 (実運用試験にて実証) |
|-----|------------------------------------|---|
| (a) | 生産管理や業務効率化に資するシステムの稼働または活用の実証を実施する | 以下を評価することにより、効果を取りまとめる ・映像及び音声伝送(Microsoft Teams* ¹ 、ウェアラブルカメラ) ・業務アプリ(木材検収アプリ* ²) |
| (b) | 非常用通信を確保する | バックホール回線が構築するネットワークエリア外からも音声通信・位置情報が共有できる回線としてデジタル簡易無線を用いる |
| (c) | 情報基盤の可用性確保のための維持・メンテナンスを実施する | 基地局等の公共BBの予備機準備や、予備ポータブルバッテリーを準備して実施する |
| (d) | 事業の進捗報告の方法並びにその手続きについて検討する | 以下を評価することにより、効果を取りまとめる ・映像及び音声伝送(Microsoft Teams* ¹) ・業務アプリ(木材検収アプリ* ²) |

④事業終了に関する調査

| # | 検討内容 | 結果 (実運用試験にて実証) |
|-----|--------------------------------------|--|
| (a) | 通信環境の構築によって得られる効果を取りまとめる | 以下を評価することにより、効果を取りまとめる ・映像及び音声伝送(Microsoft Teams* ¹) ・位置情報伝送 ・業務アプリ(木材検収アプリ* ²) |
| (b) | 通信環境の構築によって追加的に発生する業務とその影響について把握する | ・初期費用、ランニング費用、維持費用 ・システムセッティング作業 |
| (c) | 森林調査、生産現場の終了時の検査等におけるデジタル化の促進方法を検討する | ・公共BB本体及び周辺機器、アプリの評価運用実施 ・評価運用時のメーカーサポート実施 |

*1 マイクロソフト社が推奨するMicrosoft365のWEBコミュニケーションツールで、チャット・通話機能の他、ビデオ会議機能、ファイル共有機能等がある

*2 スマートフォンのカメラで丸太の断面撮影により、単木を認識し、検収作業を効率的に行う

3. 令和3年度調査検討概要

(1) 生産現場で必要とされる情報、伝達・活用方法等、効率的な事業実施に資する調査検討

●初期導入コストとランニングコストの素検討について

初期導入コストとランニングコストについては、令和2年度、各通信方式の概算導入費用及び現状の課題を整理した（令和2年度成果：令和3年度報告書参考資料3）。本年度、ランニングコスト（リース費/レンタル費、アプリケーション費、電波利用料等）の調査の内容を以下に示す。

(1) リース費/レンタル費

- ・ デジタル簡易無線（登録局）については、レンタル制度が適用できることから、初期導入コストの軽減、臨時的な増設ニーズへの対応が容易である（参考：月7千円前後～）
- ・ ローカル5Gについては、定額利用サービスが開始された（参考：月額100万円～*）
- ・ VHF帯自営ブロードバンドについては、R2報告書のとおり、今後、リース方策について、さらなる調査を進めることが重要

(2) アプリケーション費

* <https://www.hitachikokusai.co.jp/news/2021/news211207.html>

スマートフォンやタブレットを、オンライン化したアクセス回線（Wi-Fi）に接続して使用する場合、既存のアプリの利用が可能。なお、アプリを開発する場合、別途開発費が必要（金額は仕様・要件による）。

(3) 電波利用料

表-A. 電波利用料と無線従事者資格の要否

| 項番 | 通信方式 | 電波利用料（年額） | 無線従事者資格の要否 |
|----|---------------------|---|----------------------------|
| 1 | デジタル簡易無線（4FSK/SCPC） | 400円／（局・年） | 不要 |
| 2 | デジタル業務用無（4FSK/SCPC） | 400円／（局・年） | 要（陸上特殊無線技士3級*以上） |
| 3 | VHF帯自営ブロードバンド（公共BB） | 400円／（局・年・CH） | 要（陸上特殊無線技士3級*以上） |
| 4 | Wi-Fi | 不要（2.4GHz帯、5GHz帯） | 不要 |
| 5 | Wi-SUN | 不要 | 不要 |
| 6 | LoRa | 不要 | 不要 |
| 7 | ローカル5G（参考） | 基地局（4.6-4.9GHz）：5,900円／（局・年） 基地局（28.2-29.1GHz）：2,600円／（局・年） 端末（特定無線局）370円／（局・年） | 要 （設備に応じて陸上特殊無線技士1～3級*） |

*無線従事者資格「陸上特殊無線技士3級」については、総務省指定講習機関等の一定の講習受講により資格取得が可能。

3. 令和3年度調査検討概要

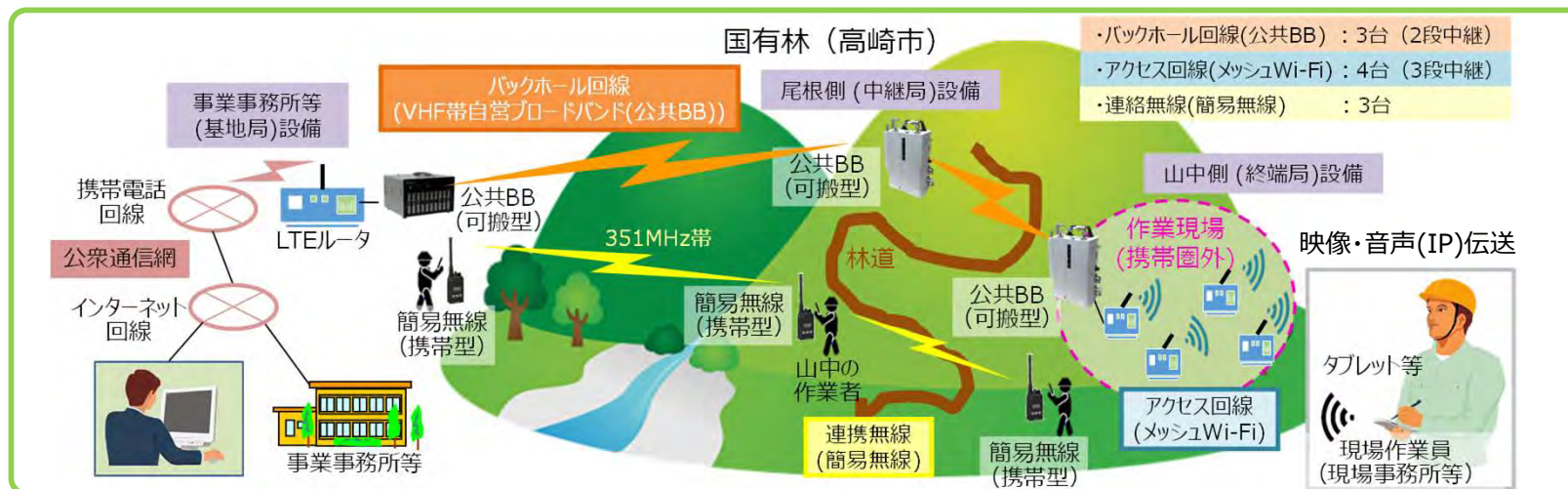
(2) 実運用試験（作業現場での情報基盤整備の試行、通信とシステムを組み合わせた取り組み）

| 検討項目 | 検討成果 |
|------------------|---|
| ①試験場所の選定 | <ul style="list-style-type: none"> ここでは、林業ICT情報基盤の在り方の実証試験の上から、公衆携帯通信網とVHF帯自営ブロードバンド(公共BB)等によるネットワーク連携を目的とする。このため、公衆携帯通信網の受信可能地点から山間部にある林業作業現場（群馬県高崎市 谷平第一国有林）までを、バックホール回線（公共BB）とアクセス回線（メッシュWi-Fi）の組合せ連携により、山間部の林業作業現場周辺にオンライン環境を構築するための各無線局の設置方法を調査・選定した。 |
| ②通信試験（伝搬特性、機能確認） | <ul style="list-style-type: none"> バックホール回線（公共BB）及びアクセス回線（メッシュWi-Fi）の連携 <ol style="list-style-type: none"> 伝搬特性（公共BB）：受信電力(RSSI)、無線回線品質(CINR) <ul style="list-style-type: none"> 林道及び斜面を移動しながらデータ取得 機能確認：映像及び音声(IP)伝送、位置情報伝送、業務用アプリ <ul style="list-style-type: none"> ウェアラブルカメラをWi-Fi接続し、映像・音声を、公共BB基地局設備のPC又はスマートフォンにて確認 各無線機にGPSアンテナを接続して測定したGPS位置情報を公共BB基地局設備のPCまたはスマートフォンにて確認 タブレット等をWi-Fi接続し、事業事務所等側設備に接続するPCにて、業務用アプリの動作を確認 簡易無線局 <ol style="list-style-type: none"> 伝搬特性：音声メリット* *音声明瞭度（主観評価：1～5段階（5が最良）） <ul style="list-style-type: none"> 移動しながら複数ポイントにてデータ取得 機能確認：音声通話、位置情報伝送 <ul style="list-style-type: none"> デジタル簡易無線局（GPSユニット内蔵）の機能を用いて、自局の位置情報を音声又はデータで通知し確認（GNSS受信機の位置情報も参考値として記録） |

通信試験の概要

・場所：群馬県高崎市
谷平第一国有林
（岩氷林道及び周辺）

・日程：
R3年11月15～16日
R4年1月17、24～25日
2月14日(降雪期)

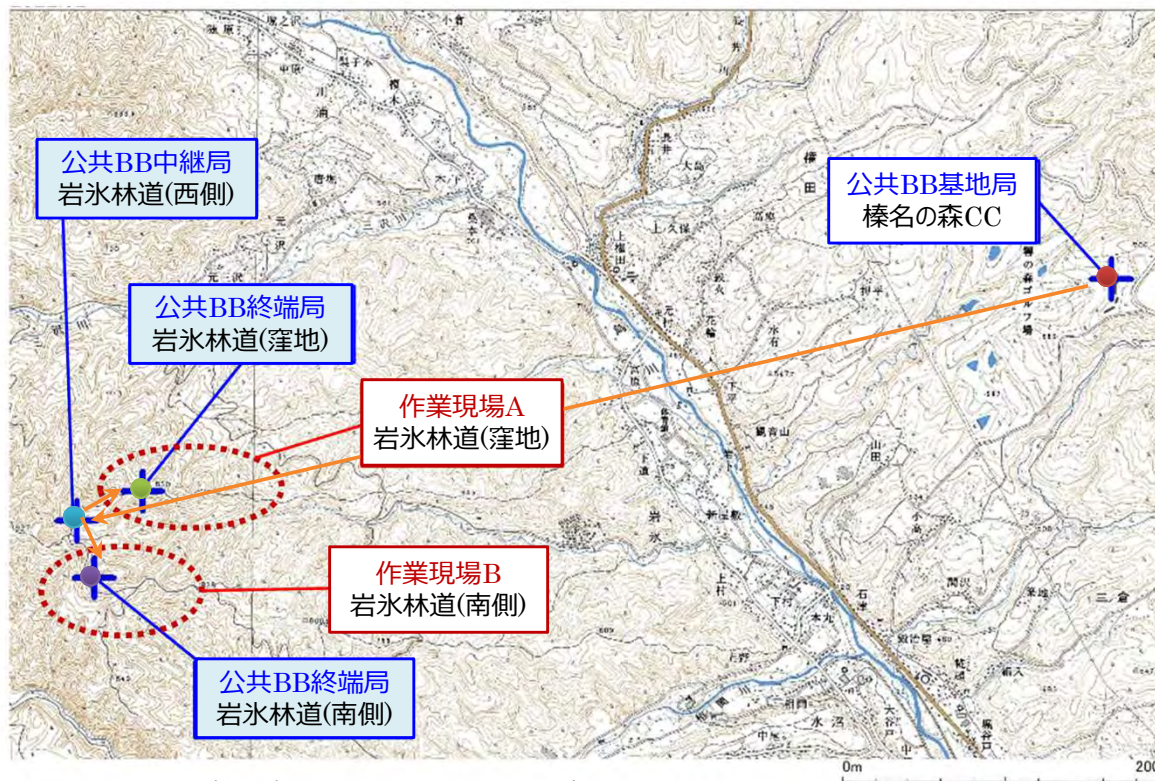


3. 令和3年度調査検討概要

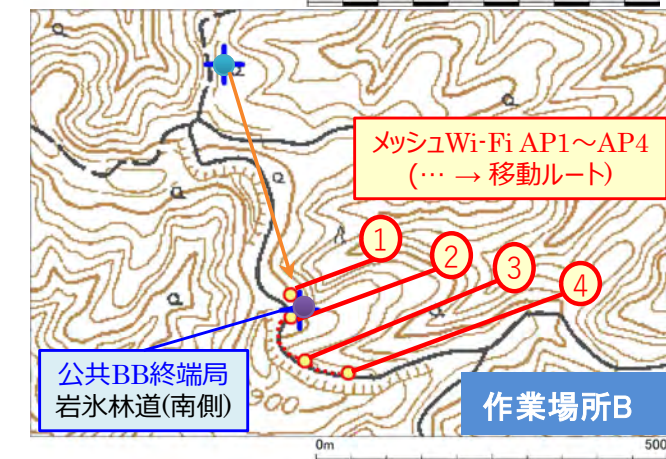
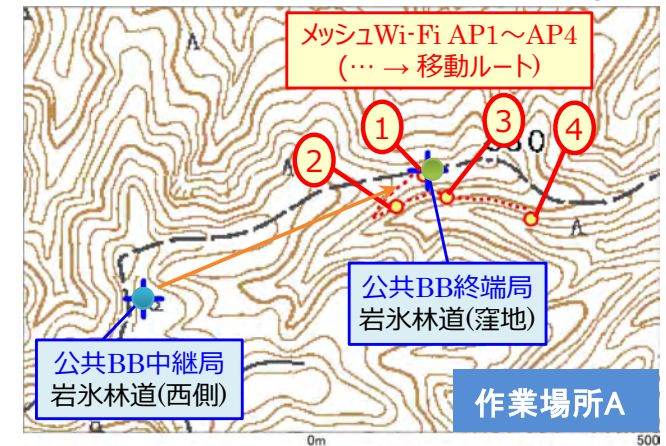
(2) 通信試験 : ①-1 場所の選定 (バックホール回線とアクセス回線の連携)

- 公衆携帯通信網の受信可能地点から山間部の作業現場までを、バックホール回線 (公共BB) とアクセス回線 (メッシュWi-Fi) の連携により作業現場にオンライン環境を構築するための各無線局 (注) の設置場所を選定した。(下図参照)
- バックホール回線は、基地局、中継局及び終端局をそれぞれ、①公衆携帯通信網エリア内の「榛名の森カントリークラブ」(事業事務所を想定)、②林道内で標高が高く林道全体を見渡せる林道の西側、及び③終端局を2つの作業場所A,B内に設置した。
- アクセス回線は、上記終端局にメッシュWi-Fiのアクセスポイント (AP1~4) を順に並べるように設置した。

①バックホール回線 (公共BB) の無線局配置



②アクセス回線 (メッシュWi-Fi : AP1~4) の配置



注 : 本報告書では、各無線局を以下のとおり規定、呼称する。

- 基地局 : 公衆携帯通信網と接続し、事業事務所等の設備に配置される公共BB基地局*
- 中継局 : 無線2段中継時の中央に位置し、尾根側設備に配置される公共BB移動局*
- 終端局 : 無線2段中継時の終端に位置し、山中側設備に配置される公共BB移動局

* 見晴らしの良い高台等への設置が望ましい