

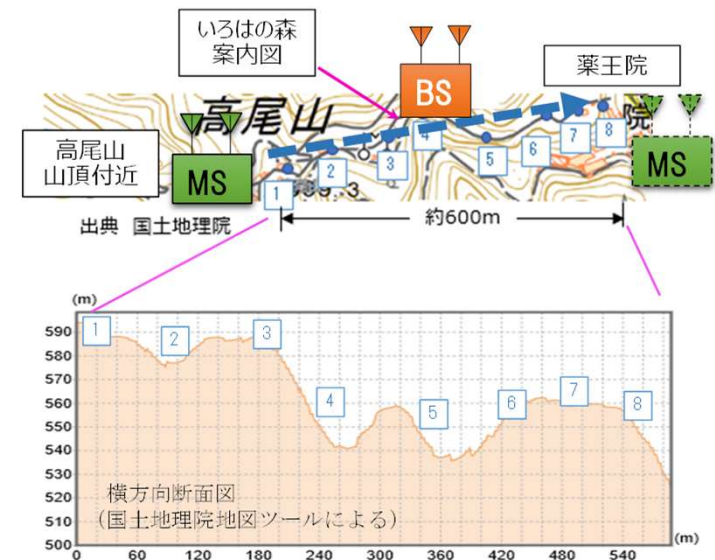
3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(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)

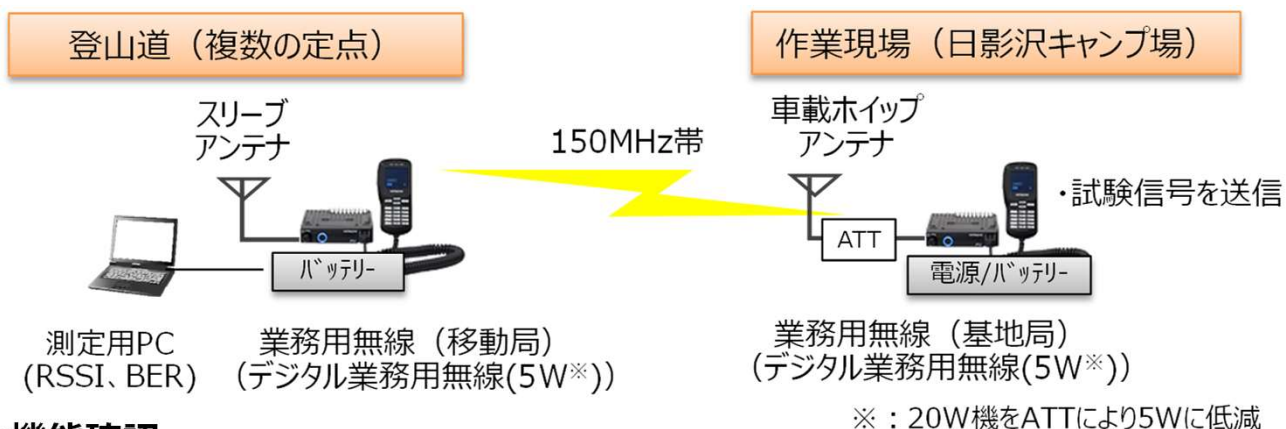


3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(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



(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



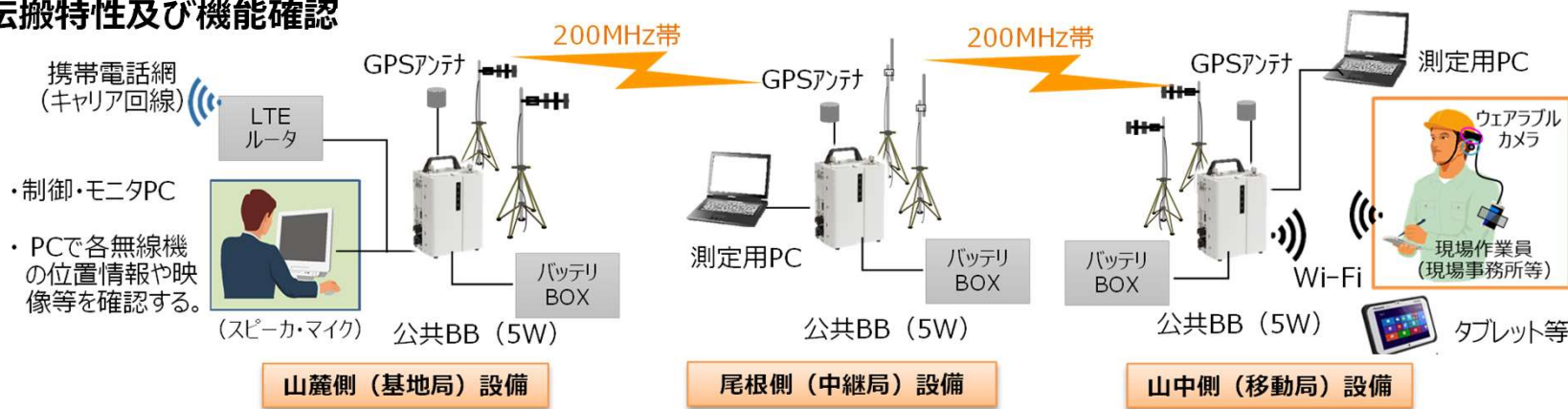
3. 基礎調査検討概要 (2) 通信試験

(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 (いろはの森案内板付近)



(参考) 試験風景 (日影沢キャンプ場)



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))

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) 試験風景 (日影沢キャンプ場、山中)



(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

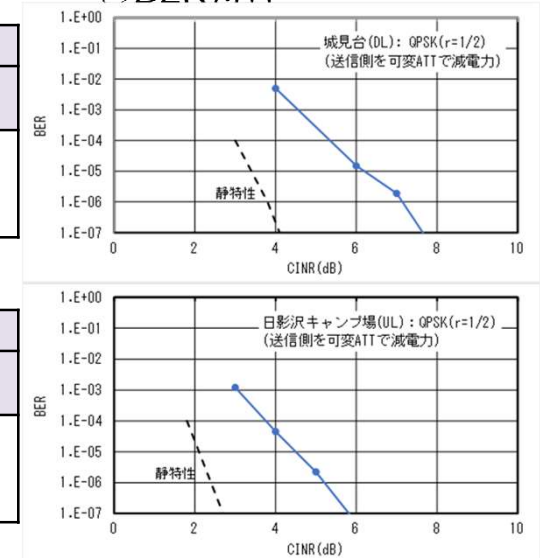
上記局		下位局		RSSI(dBm)		CINR(dB)		変調方式	
場所	空中線	場所	空中線	DL	UL	DL	UL	DL	UL
城見台	ブラウン (約4m)	日影沢 キャンプ場	5素子 八木 (約3m)	-81	-76	13	16	16QAM r=1/2 (Iラーラー)	16QAM r=1/2 (Iラーラー)

■ 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		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

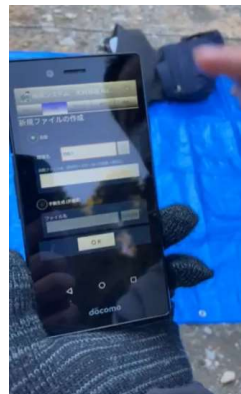
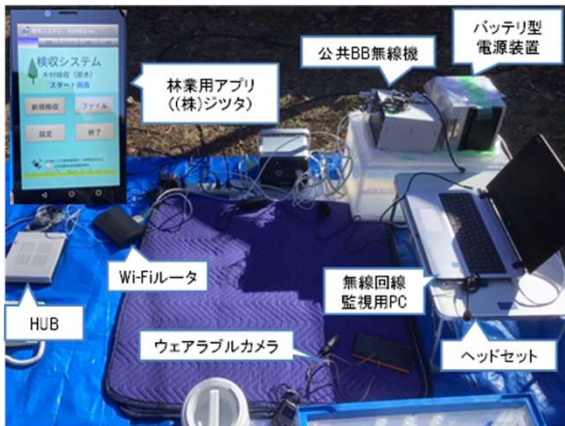
(2) 通信試験 ② 自営ブロードバンド(公共BB)200MHz帯

(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 21

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