

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
令和3年度研究開発実施報告書

SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム

シナリオ創出フェーズ

「低消費電力・遠距離通信プラットフォーム構築による
安全安心な林業労働環境の創出と地域山林資源活用の
可能性評価」

研究代表者 森部 絢嗣
(岐阜大学Coデザイン研究センター 准教授)

協働実施者 小池 達也
(一般社団法人よだか総合研究所 理事)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の具体的内容	2
2 - 1. 目標	2
2 - 2. 実施内容・結果	4
2 - 3. 会議等の活動	12
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	14
4. 研究開発実施体制	15
5. 研究開発実施者	17
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	18
6 - 1. シンポジウム等	18
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	18
6 - 3. 論文発表	18
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	18
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	18
6 - 6. 知財出願	19

1. 研究開発プロジェクト名

低消費電力・遠距離通信プラットフォーム構築による安全安心な林業労働環境の創出と地域山林資源活用の可能性評価

2. 研究開発実施の具体的内容

2-1. 目標

(1) 目指すべき姿

我が国の林業労災発生率は22.4/千人（2018年）で、全産業平均の約10倍である（厚生労働省）。既存の通信ネットワーク（3G/4G）圏外の山間域で作業を行う林業は、結果として事故発生時の初期対応や生産性の向上が困難になっている（本プロジェクトの対象地域の岐阜県本巣市の3G/4G圏外面積率は約8割）。今後、林業における労働環境改善や山林資源を活かした地方創生を促進するためには、山間域での実用的な通信技術の導入が強く求められている。

ICTの活用によって、林業分野において突出して高い「労働災害の発生率および致命率(指標 8.8.1)」が低減される。また、安全性の改善によって若年層の林業就業や技術習得・作業効率化が進み、「持続可能な森林経営における進捗(指標 15.2.1)」が改善される。ICTを活用した原木・木材の分散型流通システムを開発することで、木材の地域内循環を促進し、マテリアルフットプリント(指標 12.2.1)を改善する。

これらは、岐阜大学および協力する民間団体が、岐阜県本巣市を含む岐阜県西部山間部の林業事業者に対して、通信ネットワークとICT活用のノウハウを供与し、他地域へも展開できる形にすることによって、達成する。

8.8 移住労働者、特に女性の移住労働者や不安定な雇用状態にある労働者など、全ての労働者の権利を保護し、安全・安心な労働環境を促進する。

(指標 8.8.1) 林業における労働災害の発生率および致命率

15.2 2020年までに、あらゆる種類の森林の持続可能な経営の実施を促進し、森林減少を阻止し、劣化した森林を回復し、世界全体で新規植林及び再植林を大幅に増加させる。

(指標 15.2.1) 持続可能な森林経営における進捗

12.2 2030年までに天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する。

(指標 12.2.1) マテリアルフットプリント

(2) 研究開発プロジェクト全体の目標

大項目1：岐阜県西部山間部のモデル地区における通信網構築

- ・ゴール目標：モデル地区の通信状況の改善度を明らかにする。
- ・実施者：研究代表者（技術活用担当）
- ・協力者：林業グループ
- ・受益者：林業従事者 ※項目2と併せて受益する
- ・実施内容：

- (1)岐阜県西部山間部から、林業Gが利用する地域を中心に、1区画当たり約100km²の「モデル地区」2区画を選定する。
 - (2)GEO-WAVE中継機を設置する場所を、現地調査およびソフトウェアを使用してシミュレーションし、持続的に管理運用が可能かつ、通信圏内地域を最大化・最適化する場所を選定する。地権者との依頼・交渉を行う。
 - (3)決定した場所に中継機を運搬し、設置する。林業Gが日常的に負荷なく使用できるよう事前の運用サポートを行う。
 - (4)日々の作業現場におけるGEO-WAVEと3Gの通信状況をそれぞれ測定し、実環境での通信状況の改善度を明らかにする。
- ・ KPI：中継機器設置箇所 のべ8箇所 ・ モデル地区200km²の設定と通信環境測定

大項目 2：林業の安全性・生産性向上における効果検証

- ・ ゴール目標：GEO-WAVE通信プラットフォーム構築による林業従事者の安全性・生産性向上の効果を検証する。
 - ・ 実施者：共同実施者（社会調査担当）、研究代表者（技術活用担当）
 - ・ 協力者：林業グループ、開発グループ、評価グループ
 - ・ 受益者：林業従事者
 - ・ 実施内容：
- (5)対象地域の林業従事者へのインタビュー・参与観察・アンケート調査を行い、現状の安全性・生産性を検証する。
 - (6)他地域で安全性向上やICT活用に積極的に取り組む林業事業者にヒアリングを行い、仮説をブラッシュアップする。
 - (7)モデル地区の林業従事者と共に、通信技術を活用した安全性・生産性向上の施策を立案し、実施する。
 - (8)モデル地区の林業従事者へのインタビュー・参与観察・アンケート調査を行い、通信網構築の効果を測定する。
 - (9)地域のインフラや、ウェアラブル端末と連携した安全性向上の新システムを検討する。
- ・ KPI：ヒアリング 40名

大項目 3：社会的便益の総和を増加させうる持続可能かつ汎用性の高いシナリオの作成

- ・ ゴール目標：ステークホルダーや受益者の意見、経済的・社会的評価を踏まえて、今後の展開シナリオを構築する。
 - ・ 実施者：研究代表者、共同実施者
 - ・ 協力者：林業グループ、開発グループ、評価グループ
 - ・ 受益者：林業従事者
 - ・ 実施内容：
- (10)多様な産業分野のステークホルダーが参加するワークショップを開催し、課題や意見を抽出する。
 - (11)先進地域へのインタビューを行い、今後の展開仮説を検討する。
 - (12)事業の成果に対して、経済的・社会的側面からの評価を行う。
 - (13)評価を受けて、今後の展開シナリオを作成する。
- ・ KPI：仮説検討 3 ケース

2 - 2. 実施内容・結果

(1) スケジュール

研究開発期間中(24ヶ月)のスケジュール

<計画:○ 実績:灰色塗潰し 追加:◇>

項目	初年度						2年度													
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
サイトビジット			○	→																
大項目1 岐阜県西部山間部のモデル地区における通信網構築																				
(1) モデル地区の決定		○													○					
(2) 設置場所決定			○	○																
(3) 中継機設置・運用準備				○	○	実績1箇所	→			目標4ヶ所 実績4ヶ所					目標4ヶ所 4ヶ所設置	←				
(4) 通信環境調査							○	○	○	100km ²	←				100km	←				
大項目2 林業の安全性・生産性向上における効果検証																				
(5) 現状の安全性・生産性検証		○	○	○	○	ヒアリング 目標20人 実績33人									○	○	○	○	ヒアリング 目標20人 実績9人	
(6) 先進事例ヒアリング		○	○	○	目標3事例/実績2事例															
(7) 改善施策の立案、実施							○	○	○	○	○	○	○							
(8) 通信技術の効果測定													○	○						
(9) 新システム検討							○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
大項目3 社会的便益の総和を増加させる持続可能かつ汎用性の高いシナリオの作成																				
(10) ワークショップの開催											◇									
(11) 仮説検討																				
(12) 評価																				
(13) シナリオ作成																				

(2) 各実施内容

大項目1：岐阜県西部山間部のモデル地区における通信網構築

中項目(1)モデル地区の決定 (研究代表者+林業G)

- 岐阜県西部山間部から、揖斐郡森林組合の施業地1区画に加えて、本巣市の林業事業体が施業する地域を中心に、1区画当たり100km²を超える「モデル地区」1区画を選定した。

中項目(2)設置場所決定 (研究代表者)

- 2区画目のGEO-WAVE中継機の設置場所を、現地調査およびソフトウェアを使用してシミュレーションし、通信圏内地域を最大化・最適化する場所計8箇所を決定した。地権者との依頼・交渉を行った。

中項目(3)：中継機設置・運用準備 (研究代表者+林業G)

- 決定した場所に中継機を運搬し、12月までに7箇所を設置した。多展開利用も検討し、岐阜県北部の高山市にも中継機1基を設置した。
- 幾度も中継機のFW交換を実施し、安定化を図った。
- 西部域の残り1箇所は冬季通子止めで林業も行われないため、雪解け後の次年度4月以降に設置する。
- 揖斐郡および本巣市の林業事業体が日常的に負担なく使用できるよう、事前講習会を2回行い、SNSやメールでサポートした。

中項目(4)：通信環境調査 (研究代表者+林業G)

- 中継機を設置するたびに設置前後の電波強度を調査した。子機-中継機間電波到達距離は最大118kmを確認した。また揖斐川町から高山市までの中継機間距離115kmにおいても電波到達も確認した。
- 林業従事者が携帯する子機の電波強度を管理画面GeoServerにて観察し、CSVで抽出後、行動エリアの確認および電波強度を解析した。

大項目2：林業の安全性・生産性向上における効果検証

中項目(5)：現状の安全性・生産性検証 (協働実施者)

- 対象地域の林業従事者へのインタビュー・参与観察・アンケート調査を行い、GeoChatの利用状況から安全性・生産性を検証した。
- 令和3年度11月-3月に実施。

中項目(7)：通信技術を活用した安全性・生産性向上の施策立案、実施 (研究代表者+協働実施者)

- モデル地区の林業従事者の利用状況を管理画面よりモニタリングし、必状況に応じてアドバイスを実施した。
- 令和3年度12月-3月に実施。

中項目(8)：通信技術の効果測定 (研究代表者+協働実施者)

- モデル地区以外の先進地域において、通信技術が林業従事者に対して与えた効果測定を行った。
- 令和2年度1月-3月に実施。

中項目(9)：新システム検討（研究代表者＋開発G）

- 子機端末の大きさが課題として上がったため、小型化した子機モデルを、3Dプリンタを用いて試作した。電波感度は現状子機とほぼ同精度のモノができており、今後商品化モデルへ可能性を検討する。
- GEO-WAVE 搭載ドローン中継局は2月末～3月上旬に実施予定である。

大項目3：社会的便益の総和を増加させうる持続可能かつ汎用性の高いシナリオの作成

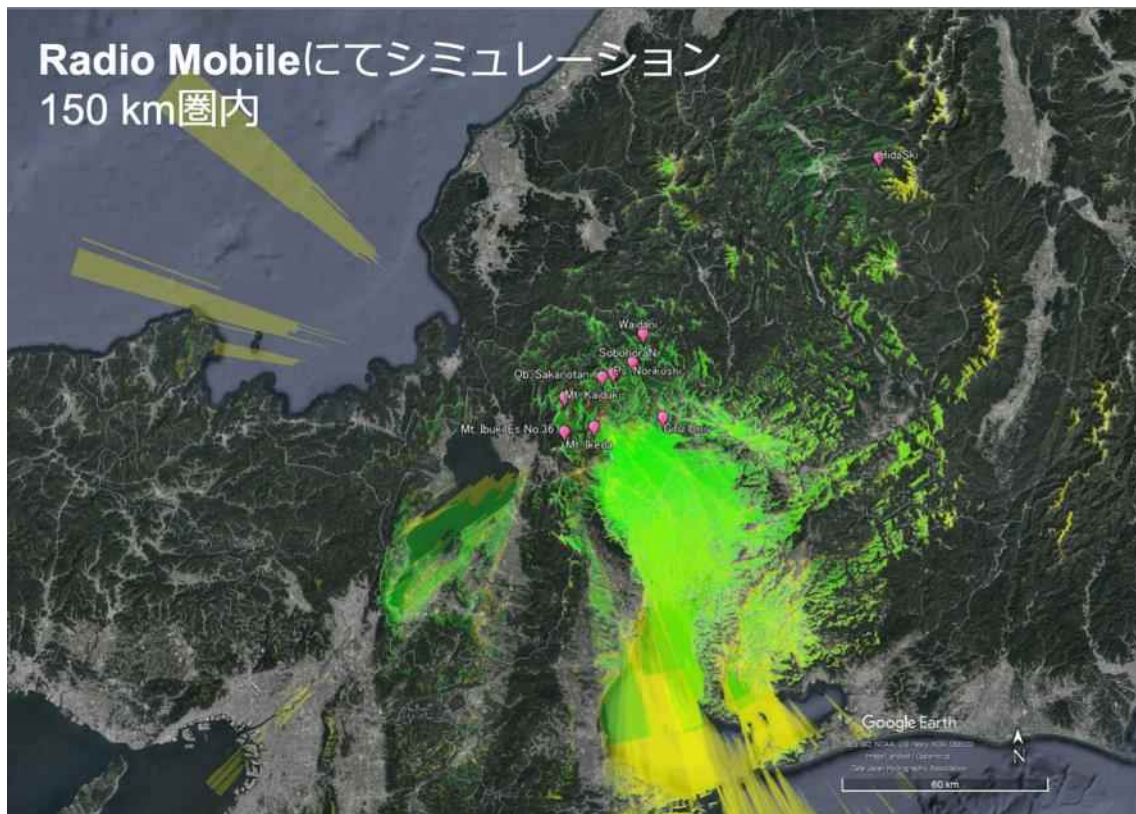
中項目(10)：ワークショップの開催（全員）

- 地元市町村および林業局、森林組合、民間企業の多様なステークホルダーと山林資源活用に関するディスカッション・ワークショップを開催し、技術の実装に向けた課題を抽出した。
- 令和3年度7月に実施。

(3) 成果

中項目(1)モデル地区の決定、中項目(2)設置場所決定

モデル地区の対象となる林業地をGEO-WAVE圏内になるように電波シミュレーションを用いて選定し、親機1台・中継機8台の設置場所を決定した。



中項目(3) 中継機設置・運用準備

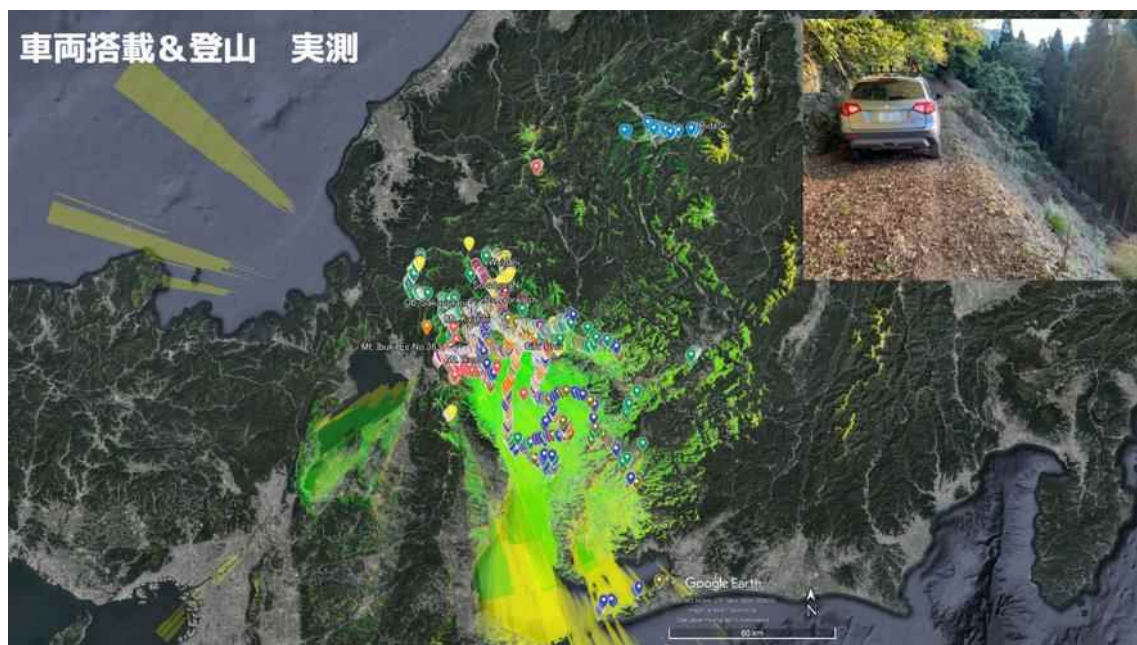
親機・中継機はソーラーバッテリーを用いて独立電源とした。また設置に関しては土地・施設管理者の許諾を得た。



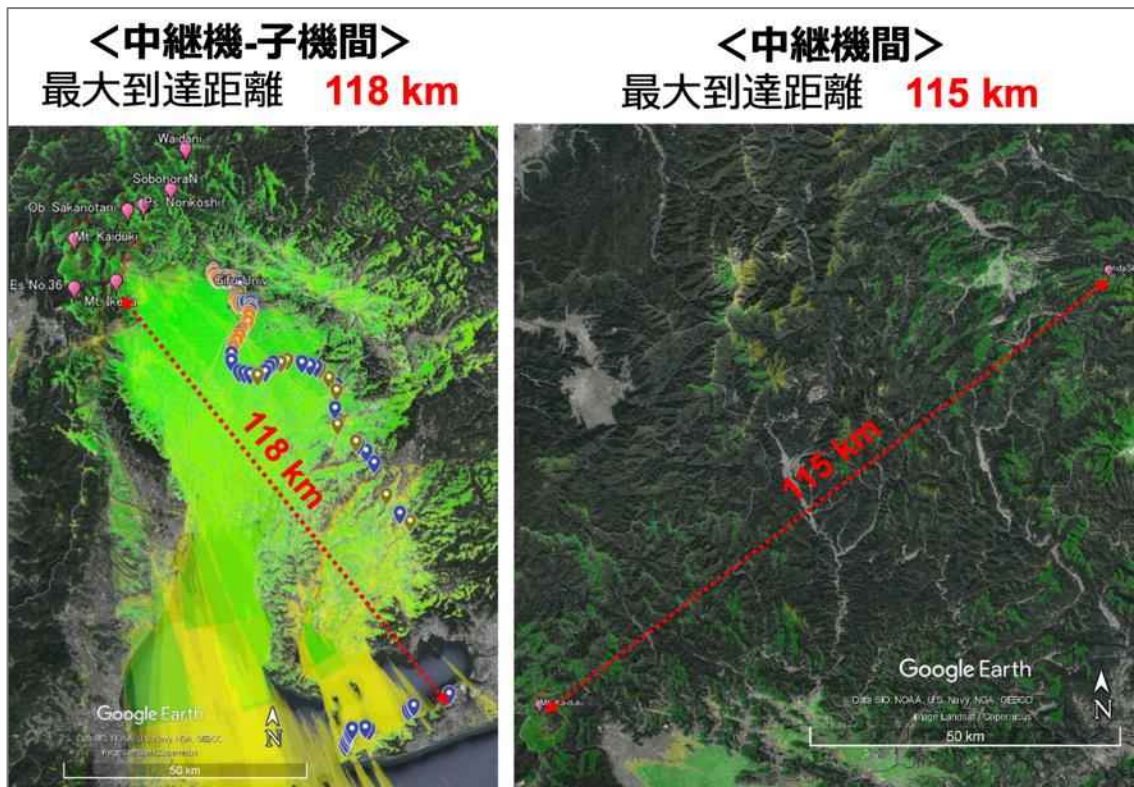
地図引用元：Google社「Google Earth」

中項目(4)：通信環境調査

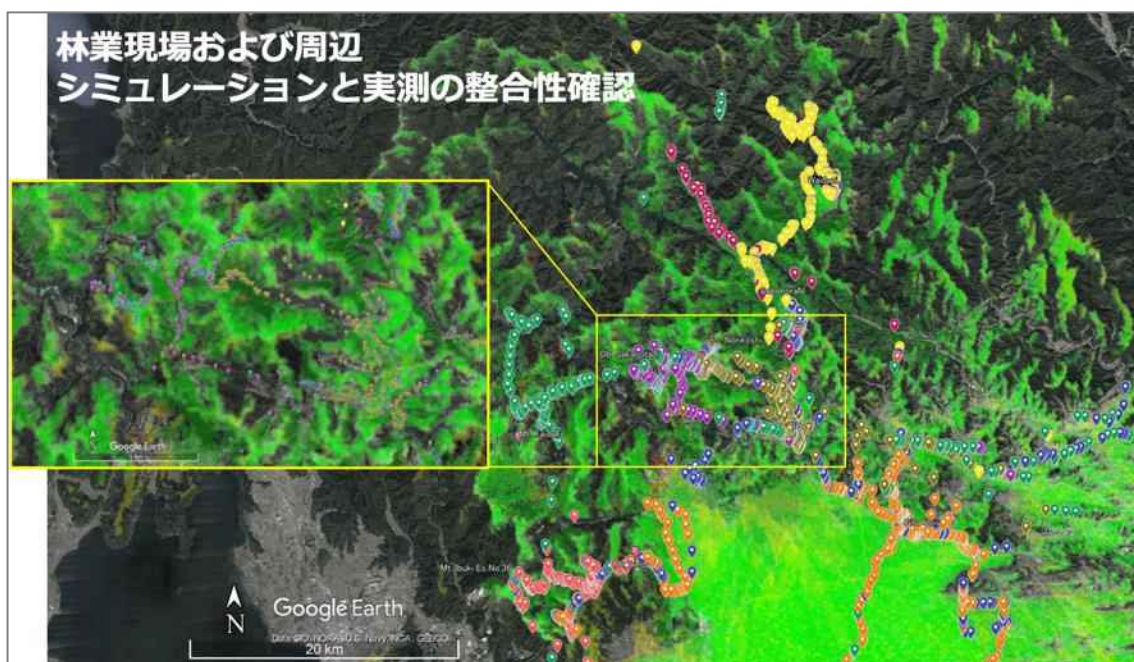
シミュレーション結果を検証するため、GeoChat子機を車載し、電波強度調査を実施した。その結果、シミュレーションとほぼ同等の結果を得た。



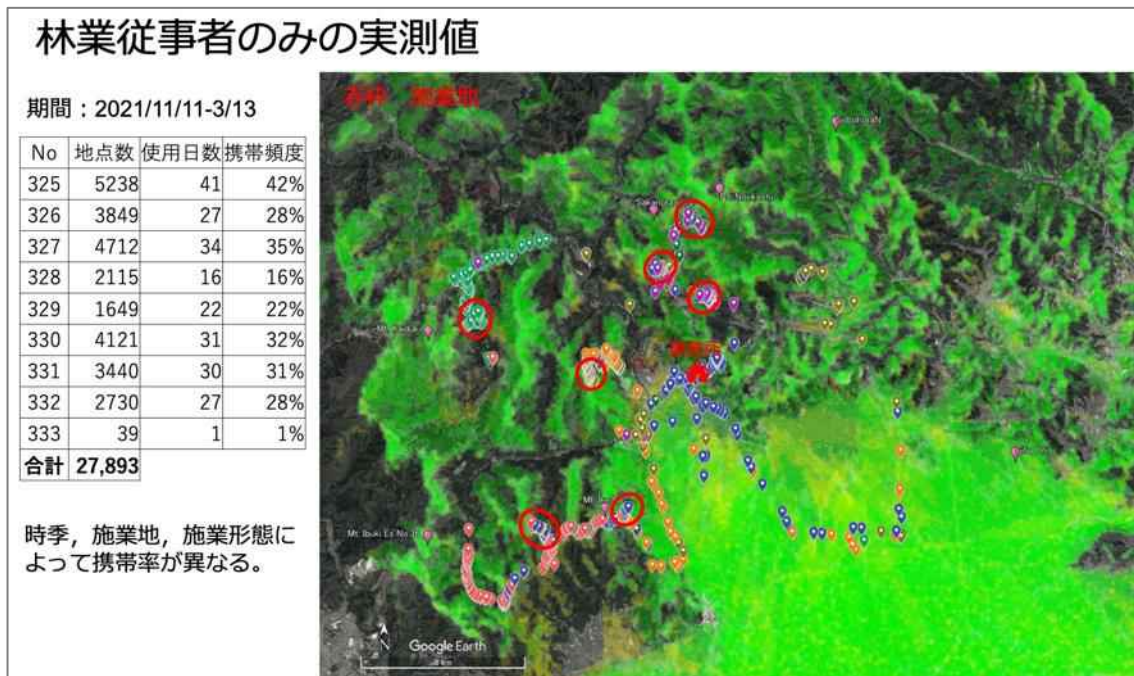
本プロジェクト電波調査における中継機-子機間のGEO-WAVE最大到達距離は、118 kmであった。また中継機間最大到達距離は115 kmであった。



携帯電話圏外地域において、林業現場およびその周辺における電波調査を行い、中継機の適切な配置によりGEO-WAVE通信圏内とする事が可能であった。



林業施業者が利用しているGeoChat子機端末の電波調査結果より、施業地内で通信可能であることを示した。



中項目(5)：現状の安全性・生産性検証

揖斐郡森林組合 (22/01/09時点：試用開始からの日数：28日)

※以下、集計からは管理者を除く

➤ **GeoChat本体を持っていく頻度**

毎日(5名)➤ほとんどない(2名)➤週3~4日(1名)=週2~3回(1名)

➤ **GeoChatチャット使用**

あり(6名)➤なし(2名)

➤ **GeoChatを身につける場所 (複数回答)**

車(4名)➤ポケット(2名)=胸(2名)➤腰袋・ベルト(1名)➤リュック(1名)

➤ **GeoChatアプリ使用頻度**

ほとんどない(5名)➤週3~4回(2名)➤週2~3回(1名)=毎日(1名)

➤ **安心感の変化**

安心感がある(8名)➤変わらない(1名)

➤ **不便なこと**

でかい/自動的にペアリングすると楽だと思います/立ち上がらない時がある/アプリケーションに不具合が起きることがある(落ちる)/ある程度の距離で切れる/近くにあってもアプリを開くと接続が切れている/携帯圏外でも連絡を取ることができる/GeoChatアプリの不具合

中項目(8)：通信技術の効果測定

他地域において利用者調査を実施した。

- ・利用開始からの日数：約1年
- ・対象者：林業従事者（個人事業主15名・従業員61名）
- ・回収率：25%

- **LPWA通信機器本体を持っていく頻度**
ほとんど使わない(6名)＞毎日(5名)＞週1～2日(3名)＞週2～3回(1名)
- **LPWA通信機器のチャットを使用する頻度**
ほとんど使わない(11名)＞週1～2日(2名)＞週2～3日,毎日(各1名)
- **LPWA通信機器を利用して、林業現場の安全性はどのように変化したと感じますか？** ほとんど変わらない,少し向上(各5名)＞やや向上,とても向上(各2名)
- **LPWA通信機器を利用して、林業現場の安心感はどのように変化したと感じますか？** 少し向上(6名)＞とても向上,ほとんど変わらない(各4名)
- **自費で利用するとしたら、月額利用料としてどの程度の金額が妥当？（子機1台あたりの金額）**
自費では利用しない(7名)＞500円～1000円(4名)＞500円未満,1000円～2000円(各2名)
※現状の月額利用料は子機300円/月,中継機5,000円/月,親機8,000円/月
- **自費で購入するとしたら、子機の価格としてどの程度の金額が妥当？（子機1台あたりの金額）**
自費では購入しない(8名)＞1～3万円(4名)＞1万円未満,3～5万円(各1名)
※現状の子機価格は8万円+税

中項目(10)：ワークショップの開催



(4) 当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

- ・新型コロナウイルス感染症の影響により、半導体関連製品の調達に遅れが生じ、モデル地域で林業従事者が実際に機器を使用する時期が遅れたため、中項目(7)改善施策の立案・実施は次年度以降に実施することとなった。
- ・先進他地域において、本研究で検討しているLPWA通信技術は林業従事者から緊急時の救急要請手段として期待されており、具体的には安全性（ケガや事故のリスクがどの程度抑えられているか）よりも安心感（リスクへの心構えや他者との信頼感がどの程度醸成されているか）に与える影響の方が大きいことが判明した。また、現状の子機価格での普及は困難であることも示唆された。
- ・普及においては、利用者から適当な利用料支出を得ることが必要だが、同時に利用者の負担を軽減するためのビジネスモデルや財源の確保も重要である。国や県へのアプローチと同時に、中山間地域に事業拠点を有する企業と林業が協働で通信インフラを構築する方法の検討を進める。

2 - 3. 会議等の活動

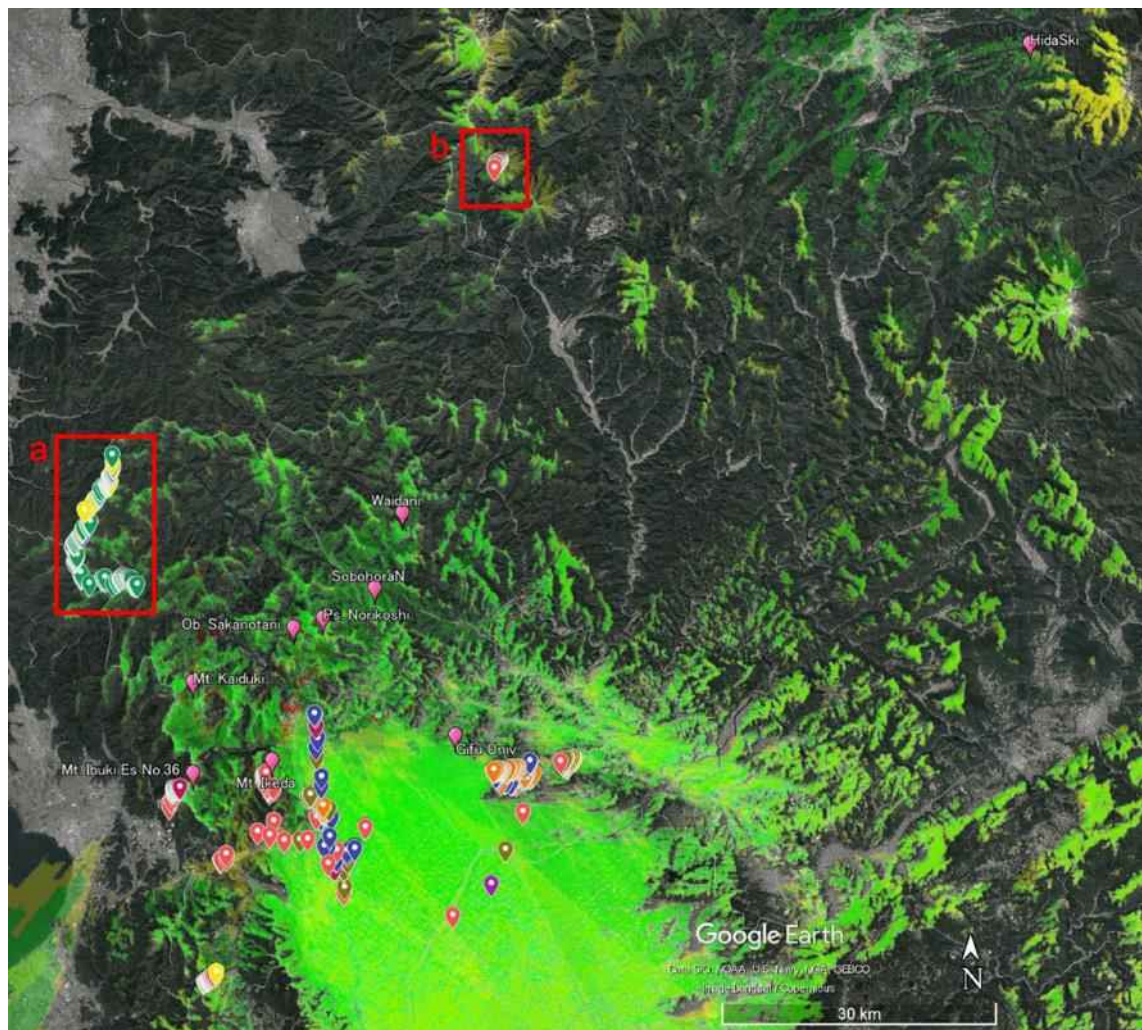
年月日	名称	場所	概要
2021/7/6	GEO-WAVEに関する岐阜大学での取組	岐阜大学	電力事業者の本プロジェクトの概要を説明
2021/7/28	低消費電力・遠距離通信プラットフォームによる地域山林資源活用のシナリオ構想ワークショップ	畑オフィス (岐阜県揖斐郡揖斐川町谷汲長瀬831)	山林資源活用に関するディスカッション・ワークショップ
2021/9/27	GEO-WAVE中継機設置に関する打合せ	伊吹山ドライブウェイ管理事務所	伊吹山ドライブウェイが管理する土地に中継機を設置するための打合せを実施
2021/9/30	ソリューション創出フェーズに向けた検討会議	岐阜大学	電力事業者と次期ソリューション創出フェーズに向けた検討会議
2021/10/5	GEO-WAVE中継機設置に関する打合せ	国立乗鞍青少年交流の家	国立乗鞍青少年交流の家の敷地内に中継機設置のご相談及び電波強度調査の実施
2021/10/22	ソリューション創出フェーズに向けた検討会議	岐阜大学	電力事業者と次期ソリューション創出フェーズに向けた検討会議
2021/11/10	林業の施業現場でのGEO-WAVEを用いた実証実験説明会	揖斐郡森林組合	本プロジェクトの概要及びGeoChatの利用方法の説明
2021/12/8	GeoChat利用状況ヒアリング	揖斐郡森林組合	GeoChatの利用方法の説明
2021/12/22	林業の施業現場でのGEO-WAVEを用いた実証実験説明会	根尾開発	本プロジェクトの概要及びGeoChatの利用方法の説明
2022/1/13	ソリューション創出フェーズに向けた検討会議	Teams	電力事業者と次期ソリューション創出フェーズに向けた検討会議
2022/2/1	登山でのGEO-WAVEを用いた実	大垣市体育館	本プロジェクトの概要及びGeoChatの利用方法の説明

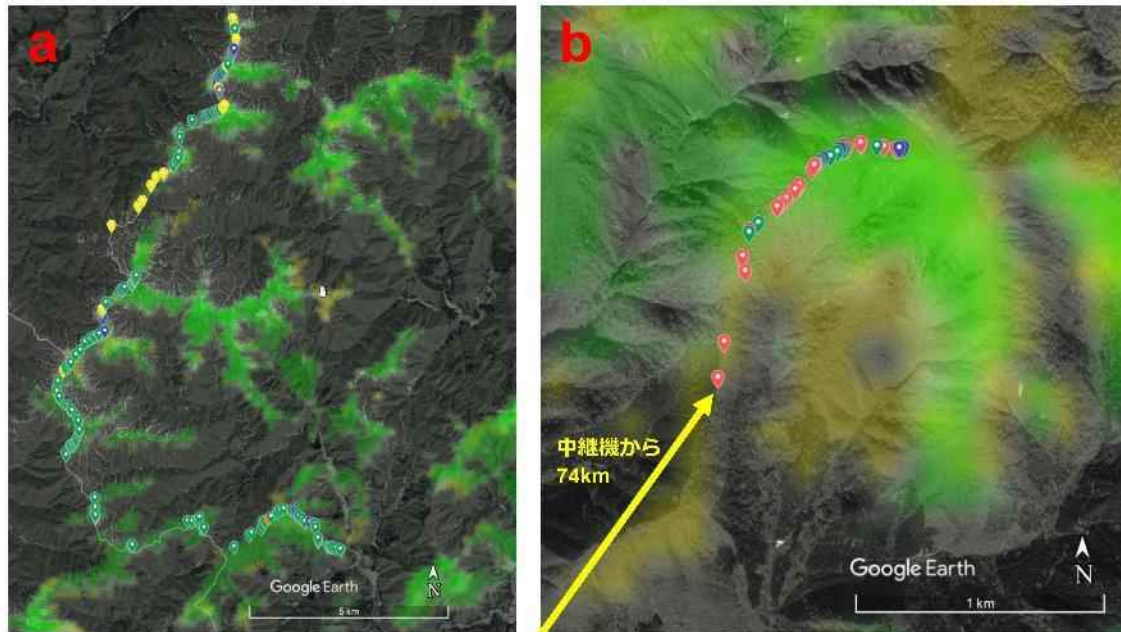
	証実験説明会		
2022/2/17	ソリューション創出フェーズに向けた検討会議	Teams	電力事業者と次期ソリューション創出フェーズに向けた検討会議
2022/2/19	登山でのGEO-WAVEを用いた実証実験説明会	大垣市内 (飲食店内)	本プロジェクトの概要及びGeoChatの利用方法の説明

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

登山者での検証

本プロジェクトは林業事業者を対象としているが、この後の他分野での展開を考慮し、地元山岳協会の協力を得て、登山者を対象とした通信テストを実施した。下図に示すように、中継機から発出されるGEO-WAVE電波シミュレーション結果と相同するエリアにおいては、通信が可能であると示された。今後山間地域を利用する様々な対象のニーズを調査することにより、最適な中継局の設置を検討していく。





4. 研究開発実施体制

(1) 研究・技術グループ

グループリーダー：森部絢嗣（岐阜大学Coデザイン研究センター、准教授）

役割：研究統括

概要：研究開発全体の設計・運営・進行を実施しながら、各グループと連携して、研究開発プロジェクトを進める。専門性に加えて、これまで築いてきた中山間地域の活性化やIoTシステム構築に関する地域内外の多様なネットワークを活用して、状況に応じ適切に全体をコーディネートする。

(2) 社会調査グループ

グループリーダー：小池達也（一般社団法人よだか総合研究所、理事）

役割：インタビュー調査・フィールド調査の実施

概要：豊富な社会調査・評価の経験と、地域のネットワークを活かして、インタビュー調査・フィールド調査の調整・実施、地域のステークホルダーとの調整役を担当する。

(3) 評価グループ

役割：事業の評価

概要：事業の成果に対して、経済的・社会的側面からの評価を行い、以降のシナリオの妥当性を高める。

(4) 林業グループ

グループリーダー：寺田 啓起（揖斐郡森林組合）

役割：山林調査での協力、林業現場における調査協力・データ収集

概要：モデル地域での電波調査や通信プラットフォームの検証に関わる現地調査やアンケート調査等への協力を行う。またワークショップにおいては現場の課題やニーズをステークホルダーと共有する。

(5) 開発グループ

グループリーダー：櫻井優一（合同会社サクラボテクノロジーズ）

役割：既存システム以外の可能性やデータ分析に関わるシステム開発および検討

概要：GEO-WAVE対応腕時計型のウェアラブル端末を用いて、林業従事者の身体状態を測定して、危険度閾値やモニタリング間隔の基準を設計し、最適化を図る。またドローンによる空中型中継（実験試験局）に挑戦し、ドローンによる電波干渉の有無や通信網の拡張状況、デバイスに対する要求条件などを探索し、システム全体の可能性を探る。

5. 研究開発実施者

研究・技術グループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
森部絢嗣	モリベジュン ジ	岐阜大学	Coデザイン研 究センター	准教授

社会調査グループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
小池達也	コイケタツヤ	一般社団法人 よだか総合研 究所	政策部	理事

6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

6-1. シンポジウム等

- ・なし

6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、フリーペーパー、DVD

- ・なし

(2) ウェブメディアの開設・運営

- ・なし

(3) 学会以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・なし

6-3. 論文発表

(1) 査読付き (0 件)

- 国内誌 (0 件)

- 国際誌 (0 件)

(2) 査読なし (0 件)

6-4. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

(1) 招待講演 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

(2) 口頭発表 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

- ・森部絢嗣, 小池達也, 櫻井優一, 細野光章. LPWA通信を用いたメッセージ転送システムの社会実装研究. 電子情報通信学会2022年総合大会 (オンライン) 2022年3月16日.

(3) ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

6-5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿 (1 件)

- ・中日新聞. 2022年1月25日. 圏外でもチャット可能に 岐阜大准教授 山間部で実証研究

(2) 受賞 (0 件)

(3) その他 (0 件)

6-6. 知財出願

(1) 国内出願 (0 件)