

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
令和2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	9
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	10
4. 研究開発実施体制	10
5. 研究開発実施者	12
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	13
6 - 1. シンポジウム等	13
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	13
6 - 3. 論文発表	13
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	13
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	13
6 - 6. 知財出願	13

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

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体に対して、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

2-2. 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:◇>

月	初年度			2年度									最終年度												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
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				○	○	○																			
(4) 通信環境調査								○	○	○	○	○	○	○	○	◇									
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																									
(6) 先進事例ヒアリング																									
(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																									

社会技術研究開発

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

令和2年度 「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」
研究開発プロジェクト年次報告書



(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」1区画を選定した。
- 選定に際しては、揖斐郡森林組合の施業予定や、3G/4Gの通信状況を考慮して検討した。
- 2020年12月に選定した。



中項目(2)設置場所決定 (研究代表者)

- GEO-WAVE中継器の設置場所を、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・最適化する場所として、黒津山山頂、貝月山山頂、国見山山頂、鈴岡山山頂、伊吹山・沙羅林道・池田山の6箇所（いずれも揖斐川町内）を決定し、周辺地域の調査を行った。
- 2020年11月～2021年3月に実施した。

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6箇所の内、設置した場合の効果を最大と見込める貝月山山頂に、中継器を運搬・設置した。
- 2021年3月に設置した。



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等へのインタビュー・参与観察を行い、現状の安全性・生産性を検証した。
- 2020年10月-2021年3月に実施した。

中項目(6)：他地域の先進事例ヒアリング (研究代表者+協働実施者)

- 他地域で安全性向上やICT活用に積極的に取り組む自治体および林業事業者（愛媛県久万高原町、広島県安田林業）にヒアリングを行い、仮説をブラッシュアップした。
- 2021年3月に実施した。

(3) 成果

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)

成果：岐阜県西部（揖斐川町 主に久瀬地区から春日地区）に点在する携帯電話の電波が圏外である揖斐郡森林組合の林業地を選定した。

中項目(2)設置場所決定（研究代表者）

成果：岐阜大学内施設屋上より、林業施業地をカバーするための適切な中継機設置場所をシミュレーションにて算出した。その結果、最も効率よく設置場所は、貝月山（標高1234m）山頂であり、大学から貝月山を経由することで林業施業地周辺の尾根上に電波を到達させることが可能であると明らかとなった。また貝月山を中心として、安定した電波網を構築するために主要な山頂を候補として、電波シミュレーションを行い、今後の設置候補とした。なお、携帯電話が使用できる林業施業地については本シミュレーションの対象地域にはしなかった。

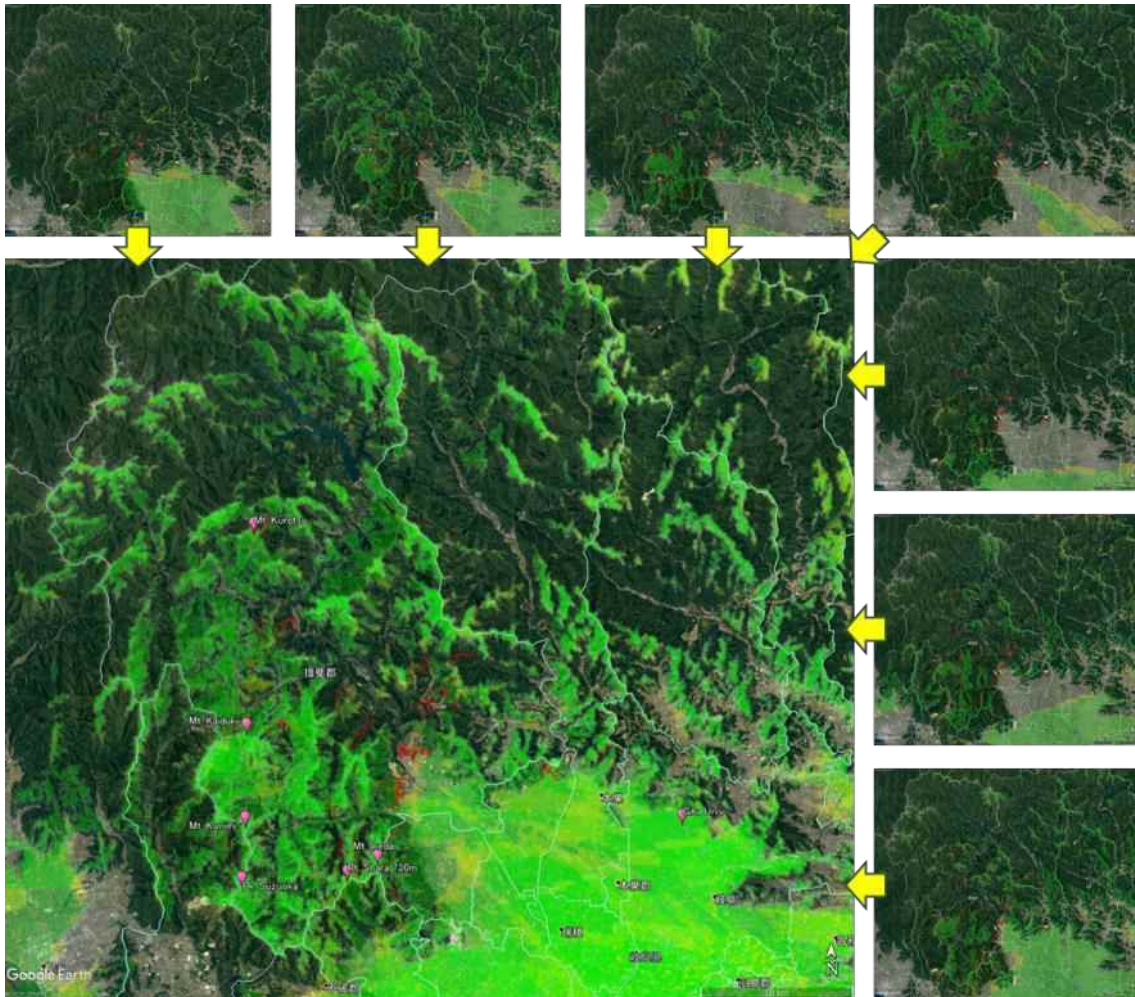


図. 施業地に適応させた中継機配置シミュレーション。赤枠は林業施業地，緑色はGEO-WAVEカバーエリア

中項目(3)：中継機設置・運用準備（研究代表者＋林業G

成果：貝月山は大学から29 kmの距離があるが、見通し
がよいことから電波強度が高く、雨天時の天候悪化時に
おいても一定水準の安定した電波強度を確保できること
が明らかとなった。また令和2年度の大雪においても、
本山頂にコンクリート製の物見台は雪に埋設しないこと
わかり、通年で安定した中継局として機能することが期
待される。

本年度は4機の中継機を設置する予定であったが、新
型コロナ感染症の影響により中継機3台分の部品が入手
できず、納期が3月末になり、3台の設置ができなかった。また大雪により、1台の中継機
の設置が遅れ、周辺での現地電波調査が不十分な結果となった。



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）

結果：林業事業体等合計33名への参与観察およびヒアリングを実施した。

成果・考察：

・業界全体の流れとして、「安全性を犠牲にして効率性を追求する」姿勢から、「安全性を高めることが長期的な効率性に繋がる」という姿勢に変わりつつある。代表例として、安全性や正確性を重視する「日本伐木チャンピオンシップ」の開催（2015～）、チェーンソー作業時の防護服の義務化（2019～）など。

・一方で、各事業体の安全性に関する取り組みには、大きな開きがあった。代表的な例を下記に挙げる。

○JITの有無（マンツーマンで作業⇔いきなり個人作業）

新人育成の期間（3年以上⇔全森連「緑の雇用」制度内の合同研修以外は無し）

情報共有の制度化（仕組み化⇔雑談ベース⇔雑談も無し）

小径木の斜め切り（原則行わない⇔当然行う） ※直径20cm未満以内は法律上可能だが、危険性高い

一人作業の有無（無し⇔臨時的に実施⇔日常的に実施）

・多くのヒアリング先で、LPWAを使った安全性の向上が「必要だ」という声を得られた。将来的に仕組みを導入・拡大していくには、仮説検証を踏まえて、自治体が仕組みを導入し、林業事業体ほか末端の利用者が安価にサービス利用を可能にすることがあると考えている。なお、林業事業体がLPWAに支払い可能な金額について質問したところ、月1,000円～3,000円（一人当たり）の範囲であった。

・安全性に加えて、現場の通信手段が不足していることが、スタッフの働きやすさに制約を与えている事例についても確認した。（例：子どもを保育園に預けているので、有事の際はすぐに行かなくてはいけないが、通信手段がないので難しく、結果退職せざるを得ない）

中項目(6)：他地域の先進事例ヒアリング（研究代表者＋協働実施者）

結果：愛媛県久万高原町、広島県安田林業への参与観察およびヒアリングを実施した。

成果・考察：

- ・愛媛県久万高原町へのヒアリングを通じて、LPWAネットワークを社会実装していくシナリオとして、自治体が通信網の基盤整備を行い、林業事業者を含む利用者から利用料収入を得るという方向性に一定の妥当性があると判断した。
- ・広島県安田林業への参与観察およびヒアリングを通じて、林業事業者が大規模なビジネスモデルの変更を行わずに生産性を向上するための最大のボトルネックは人材育成であること、緊急時の時短勤務を含む働きやすさの向上と安全性の向上が長期雇用には不可欠であることを学んだ。

(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の影響により、GEO-WAVE中継機に必要な部品調達の遅延に中継機3台の納期が3月末日となった。またGeoBaseのファームウェアの不具合により当初の機器試験が遅れた。
 - ・大雪や崩落により調査現場へのアクセスが困難となり、予定していた現地調査ができなかった。
- 次年度に向けて、予定地をカバーする形で中継機設置場所をシミュレーションで算出し、道路が普及し次第、電波テストを実施する予定である。

2 - 3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2020/11/18	ミーティング	名古屋市	研究・技術グループおよび釈迦調査グループ、評価グループで今後の研究の方向性について議論した。
2021/3/15	ミーティング	揖斐郡森林組合	研究・技術グループおよび釈迦調査グループ、林業グループで、進捗の確認及び次年度の施業地及び調査方針について、議論した。
2021/3/26	ミーティング	岐阜大学	研究・技術グループおよび釈迦調査グループ、評価グループで進捗確認および研究開発成果の活用・展開に向けたデバイス・サービスの検討

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

(1) ドローン搭載型GEO-WAVE中継局の試行

中継機能を有するGeoChatを小型汎用ドローン（DJI Mavic AirおよびAir）に搭載し、耐風圧試験および現場での飛行機動性試験を行った。その結果、両者ともに風速10 m/sの風圧に耐えられ、かつMavic Air2で19分間、Mavic Airで9分間の飛行が可能であった。通常の定期通知間隔を考慮するとMavic Air2は短期的な空中中継局として実用性があることが明らかとなった。

なお、空中中継局の電波試験については、総務省の実験試験局の許可が必要となり、現在審査中であるため、電波を発信する試験は行っていない。



(2) 廉価版新規GEO-WAVE端末開発・検討

ヒアリングの結果から、現場ではより携帯性に優れ、シンプルな機能が求められていることが明らかとなった。そのため、そのニーズに対応する廉価版GEO-WAVE端末の開発を検討している。

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（7-4.参照）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 0 件、国際会議 0 件）

・

(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（ 0 件）

・

(2) 受賞（ 0 件）

(3) その他（ 0 件）

6-6. 知財出願

(1) 国内出願（ 0 件）