

公開資料

社会技術研究開発事業
研究開発実施終了報告書

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」

研究開発期間 令和 2 年 10 月～令和 5 年 3 月

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

I. 本研究開発実施終了報告書サマリー.....	3
II. 本編.....	4
1. 研究開発プロジェクトの目標.....	4
1-1. 研究開発プロジェクト全体の目標.....	4
1-2. プロジェクトの位置づけ.....	5
2. 研究開発の実施内容.....	5
2-1. 実施項目およびその全体像.....	5
2-2. 実施内容.....	9
3. 研究開発成果.....	11
3-1. 目標の達成状況.....	11
3-2. 研究開発成果.....	13
4. 研究開発の実施体制.....	22
4-1. 研究開発実施体制.....	22
4-2. 研究開発実施者.....	24
4-3. 研究開発の協力者.....	25
5. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など.....	26
5-1. シンポジウム等.....	26
5-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など.....	26
5-3. 論文発表.....	26
5-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）.....	26
5-5. 新聞報道・投稿、受賞など.....	27
5-6. 特許出願.....	27
6. その他（任意）.....	27

I. 本研究開発実施終了報告書サマリー

厳しい地形条件や低い労働生産性といった林業特有の課題と、人口減少、少子高齢化などの社会的課題に対処するためには、ICT技術を活用による効率化を図る必要があるが、日本国土の約4割を占める3G/4G通信圏外地域は、その大部分が山岳・森林地域である。このことが、林業分野の技術革新を阻害する大きな要因となっている。また通信圏外地域での作業は事故発生時のリスクが非常に大きく、そのため林業従事者の効率的な働き方が困難で、担い手の確保も問題になっている。

そこで本研究は前述の社会課題の解決策として、LPWA(Low Power、 Wide Area)に属するGEO-WAVEに着目した。GEO-WAVEは高出力(250 mW)・双方向・中継機能を備えた独自通信規格である。携帯電波圏外であっても、中継機を適切に配置することで、独自の通信エリアを構築し、携帯圏外域からの通信を可能とする技術を用いた。

研究開発は、岐阜県本巣市の山林をモデル地区として、次の6項目を実施する。①地域資源調査：林業従事者と共にモデル地区を決定し、利用状況を調査する、②シナリオ構築：受益者(林業従事者・市民・自治体等)と課題解決シナリオを構築する、③中継機設置：約8箇所に設置する、④通信環境調査：通信環境の改善度を明らかにする、⑤安全度調査：林業従事者の安全面に関する実態・意識を調査する、⑥システム試験：通信網を活かした安全性向上システムを開発し、効果測定を行った。

以上の研究開発により、岐阜県下に広大な独自の通信エリアを構築し、対象林業施業地における通信圏外が解消され、現場林業従事者に安心感をもたらした。しかし林業の生産性に直接寄与するまでは至らなかった。また通信圏外地域全体を低消費・遠距離通信でカバーする場合、森林利用者が移動する広大なエリアを対象とし、その導入コストおよび利用頻度(対象エリアは広大であるが局所的な利用時間は短い)を考慮すると、単一の事業者のみで広大なエリアを通信プラットフォームの構築は非効率で費用対効果が低い。そのため同じ対象エリアを利用する事業者が連携し、通信機器類をシェアすることが、投資を最小限にし、それ以上の便益を得ることが考えられた。すなわち山間地域を利用する多様な事業者がLPWAのインフラシェアリングを図り、協働して運用することが経済的にも持続的であり、山間地域における社会課題を迅速に解消できるシナリオであると考えられた。

II. 本編

1. 研究開発プロジェクトの目標

1-1. 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：協働実施者（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、協働実施者

・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

1-2. プロジェクトの位置づけ

日本の国土の4割が依然として、携帯電話の通信圏外と言われている。その中でも森林面積が82%を占める岐阜県では、依然として山間部に携帯電話通信圏外地域が多く存在し、山間部での安全確保や生産性を減退させる原因となっている。そこで非通信エリアに地域の自営通信 GEO-WAVE を導入することで、林業現場の安全確保のみならず、防災、治山事業、送電事業、山岳レジャー等の観光業が抱える諸課題を解消する通信インフラの社会実装研究を実施する。

今後、携帯電話の3Gが終了することで、益々通信圏外地域が増加することが懸念されており、国が掲げる国土強靱化、デジタル田園都市国家構想、地方創生の観点からも、通信インフラの設備は必然であり、現場ニーズに対応した通信エリアの構築が必要である。

通信できないという山間地域で社会課題を解消することで、そこで活動する多様な事業者や山岳観光者などにおいて安全安心を確保し、さらに現場でのデジタル化を促進し、かつ災害時の連絡手段を確保する。これらは地方での産業や住みやすさに寄与し、地方創生を支える重要なインフラとなる。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目およびその全体像

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、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。
- 初年度 11 月、2 年度 11 月に実施。各 1 区画を選定。

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・最適化する場所に決定する。地権者との依頼・交渉を行う。
- 初年度 12 月～1 月、2 年度 12 月に実施。モデル地区 1 つあたり、約 4 箇所を想定。

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器を運搬し、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。
- 初年度 1 月～3 月、2 年度 1 月～3 月に実施。

中項目(4)：通信環境調査（研究代表者＋林業 G）

- 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。データ取得は林業 G、解析は研究代表者が実施。
- 2 年度 4 月～11 月、最終年度 4 月～9 月に実施。

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、現状の安全性・生産性を検証する。
- 初年度 10 月～3 月、2 年度 11 月～3 月、最終年度 4 月～8 月に実施。

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林業事業者にはアヒアリングを行い、仮説をブラッシュアップする。愛媛県久万広域森林組合、広島県安田林業を想定。
- 初年度 11 月～1 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が、通信技術を活用して安全性・生産性を向上するためのコンサルティングやアドバイスを行う。
- 2 年度 4 月～10 月、最終年度 4 月～9 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）

- 地域のインフラやステークホルダーと連携し、モデル地区の通信技術および中項目(7)で実施した業務改善施策が林業従事者に対して与えた効果測定を行う。
- 2年度9月～11月、最終年度4月～9月に実施。

中項目(9)：新システム検討（研究代表者＋開発G）

- 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。
- 2年度4月～最終年度8月に実施。効果測定や日々のフィードバックを受けて随時修正する。

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）

- 多様な産業分野のステークホルダーと対話し、技術の実装に向けた課題や、山林資源の価値を最大化するために必要な方法に関する意見を抽出し、以降のフェーズへと進む。
- 最終年度7月に実施。

中項目(11)：仮説検討（研究代表者＋協働実施者）

- 林業分野以外でのICT活用の先進地域へのヒアリングや、モデル地区でのトライアルを通じて、今後の展開仮説を検討する。
- 最終年度4月～8月に実施。

中項目(12)：評価（評価G）

- 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。最終年度8月に実施。

中項目(13)：シナリオ作成（研究代表者＋協働実施者）

- 評価を受けて、今後の展開シナリオを作成する。最終年度9月に実施。

研究期間中のスケジュール

月	初年度						2 年度									最終年度									
	1 0	1 1	1 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	1 1	1 2	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			○	○	4ヶ所設置												○	4ヶ所設置							
(3) 中継機設置・運用準備				○	○	◆	○													○	○	○			100km ² ◆
(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																				○	○	○	◆	○	
(12) 評価																								○	
(13) シナリオ作成																									○

2-2. 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。
- 林業以外の分野での価値創造を検証するため、山岳ガイドが行われている携帯圏外地域にて 1 カ月間親機・中継機を設置し検証した。
- 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 134km 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 115 km 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 2 年度 10 月～3 月、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～最終年度 9 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～最終年度10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した。
- 既存のGEO-WAVE 端末以外にも同様の250mW LoRaを提供する企業の機器も試用し、今後の開発に向けて議論した。
- GEO-WAVE 搭載ドローン中継局に関する「実験試験局」の免許が最終年度に下りたため、同年6月に実施した。ドローンに搭載した状態で中継局として19分間飛行した。

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月および令和4年度8月に実施。

中項目(11)：仮説検討（研究代表者＋協働実施者）

- 林業分野以外でのICT活用の先進地域へのヒアリングや、モデル地区でのトライアル、岐阜県内の自治体へのアンケート調査を通じて、今後の展開仮説を検討した。
- 最終年度4月～6月に実施。

中項目(12)：評価（評価G）

- 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。最終年度8月に実施予定であったが、研究期間延長のため、最終年度3月に実施する。

中項目(13)：シナリオ作成（研究代表者＋協働実施者）

- 評価を受けて、今後の展開シナリオを作成する。最終年度4～6月に実施した。研究期間を延長したため、その期間中の取組みを踏まえ、最終年度3月にシナリオを再度作成する。

3. 研究開発成果

3-1. 目標の達成状況

岐阜県西部山間部のモデル地区における通信網構築

モデル地区の通信状況の改善度を明らかにした。その結果、山間地域において、携帯電話の電波圏外を含む対象林業従事者の施業地を低消費・遠距離通信 GEO-WAVE を用いて、通信可能エリアとした。

林業の安全性・生産性向上における効果検証

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した。林業従事者の施業地が通信圏域となり、緊急時の通信が可能となった。90%以上のモニター利用者が「安心感がある」と回答した。試験期間内での生産性改善は見られなかった。

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

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した。

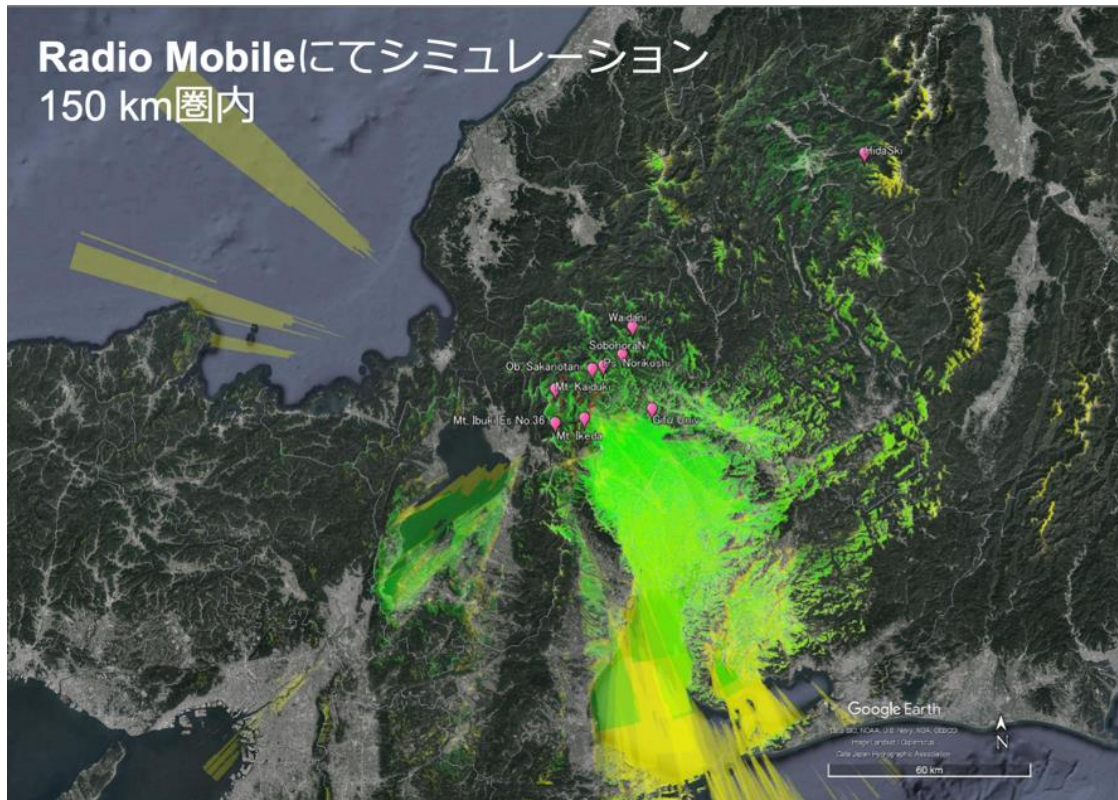
森林利用者が移動する広大エリアな対象として、低消費・遠距離通信を構築しようとした場合、その導入コストおよび利用頻度（対象エリアは広大であるが局所的な利用時間は短い）を考慮すると、単一の事業者のみで広大なエリアを通信プラットフォームの構築は非効率で負担が増加する。対象エリアを利用する事業者が連携し、通信機器類をシェアすることが、投資を最小限にし、それ以上の便益を得ることが考えられた。すなわち多様な事業者が LPWA のインフラシェアリングを図り、協働して運用することが経済的にも持続的であり、山間地域における社会課題を迅速に解消できるシナリオであると結論付けた。

3-2. 研究開発成果

(1) 内容

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

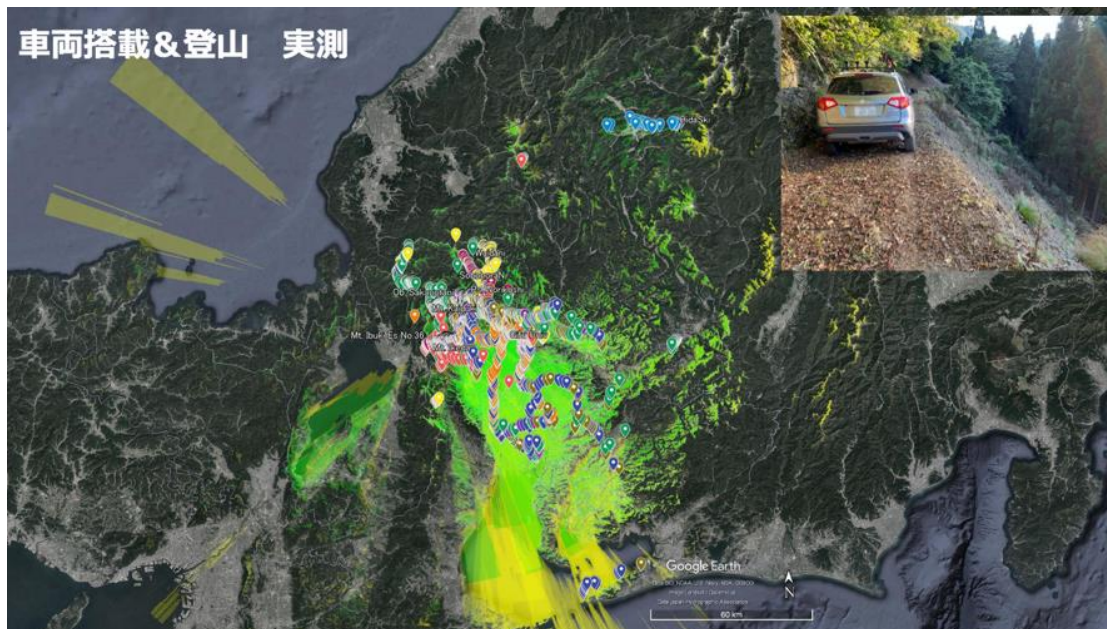
親機・中継機はソーラーバッテリーを用いて独立電源とした。また設置に関しては土地・施設管理者の許諾を得た。設置は 1 人で施工しても 1 時間程度で済む。また支柱をパイプで組む場合、機材・工具も合わせ 20 kg 程度であり、登山が必要となる山間部での設置であっても 1 人で設置が可能である。



地図引用元：Google社「Google Earth」

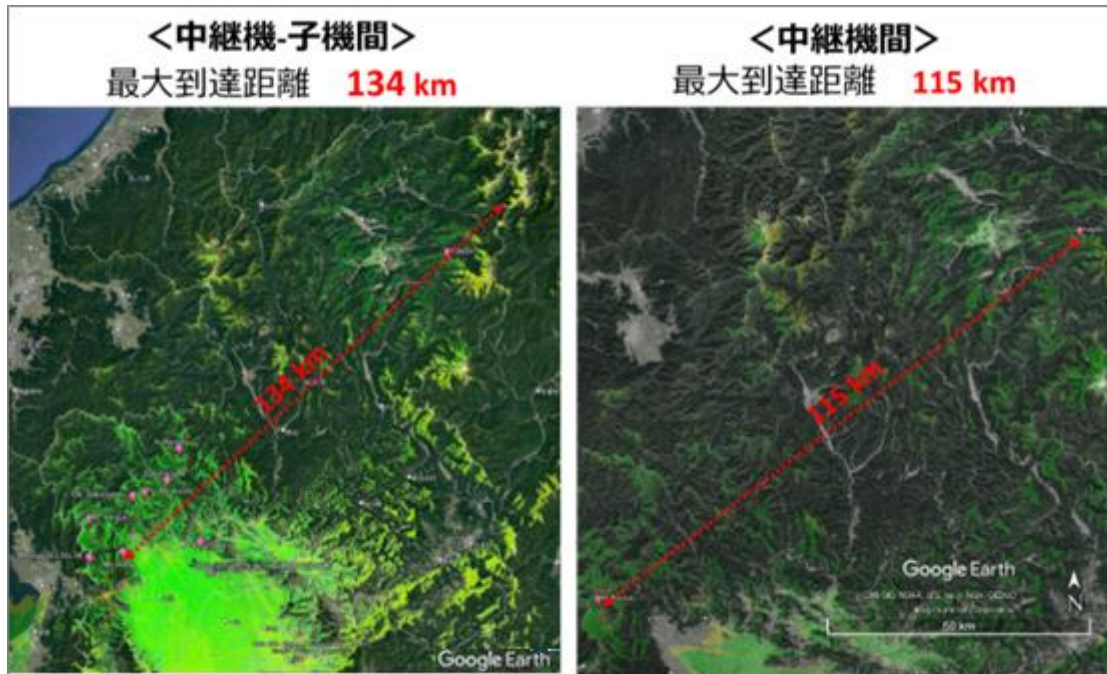
中項目(4)：通信環境調査

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。

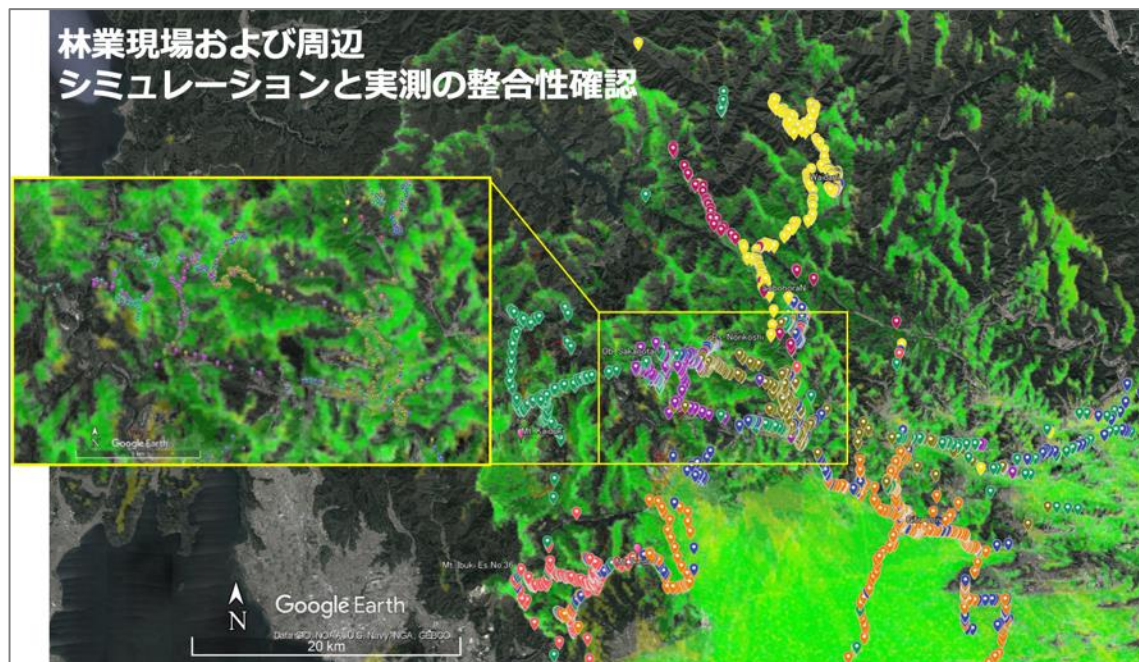


本プロジェクト電波調査における中継機-子機間の GEO-WAVE 最大到達距離は、134 kmであった。また中継機間最大到達距離は 115 km であった。既存の携帯キャリアの中継局と

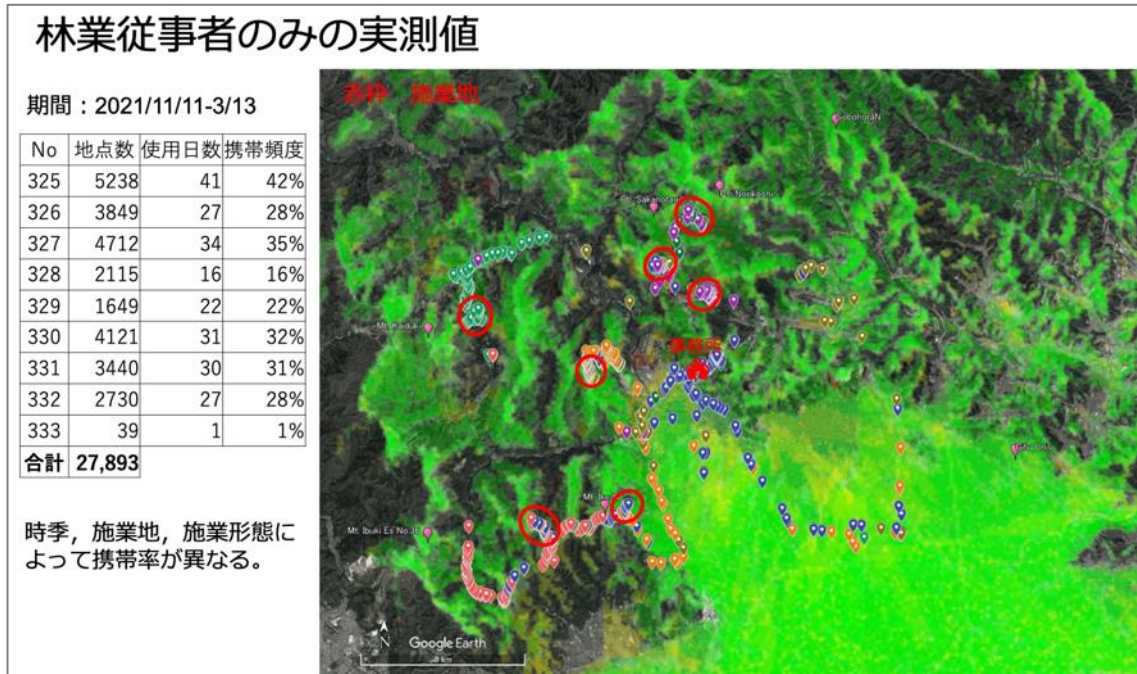
比較すると、通信容量は非常に少ないものの、設置費用 (1 基 1,000~4,000 万円) は 1/15 ~1/60 程度の費用で通信圏外を解消でき、かつ数百倍もの広域を通信エリアとした。



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

通信端末を持っていくことで安心感が得られた一方で、デバイスのサイズの問題から頻度や携帯する場所に課題が残った。

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(9)：新システム検討

<小型化の開発>

現場では、既存の子機端末 GeoChat が依然として大きいという課題が上がった。そのため、性能劣化を最小限にしたプロトタイプを制作した。これによって、稼働時間に制約を受けるモノの、携帯性を飛躍的に向上させることができた。製品化については検討中である。

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

項目	GeoChat		小型化		GeoChat mini
幅mm	53	⇒	38%	⇒	33
高さmm	135	⇒	41%	⇒	80
奥行mm	37	⇒	3%	⇒	36
重さg	127	⇒	47%	⇒	67
バッテリーmAh	2850	⇒	65%	⇒	1000
稼働時間	55時間	⇒	71%	⇒	16時間



<ドローン搭載型 GEO-WAVE 中継局化>

岐阜県の高標高地においてほぼ通信可能エリアとなっているが、山間谷間をカバーするためには依然として中継局は足りない。そのため、応急的に中継局を設けるため、総務省より「実験試験局」免許を受け、日本初となる LPWA250mW の空中基地局の試験を実施した。ドローンに搭載した GeoChat を介して、通信を確認した。一度の飛行時間は 20 分弱であり、短時間での探索や通信に限られが、不感地域においてもすぐにエリア化できるという空中中継局の有効性と実行可能性を確認した。

課題としては、空中中継局を実施するまでに必要な「実験試験局」の免許が交付されるまでに、書類作成と打合せ労力と時間（本プロジェクトでは 1 年半以上）を要するため、実用化には、規制緩和が必要である。



中項目(10)：ワークショップの開催

<ワークショップ#1>

ステークホルダーが通信圏外域で感じるニーズや課題、解決にむけた方向性について、参加者同士でディスカッションを行った。

日時：2021年7月28日(水)15:00～17:00

場所：畑オフィス(岐阜県揖斐郡揖斐川町谷汲長瀬 831)

参加組織：揖斐郡森林組合、揖斐川町産業建設部森林経営管理室、本巣市林政部林政課、サクラボテクノロジーズ合同会社、岐阜県立森林文化アカデミー森林技術開発・支援センター、中部電力パワーグリッド株式会社岐阜支社



<ワークショップ#2>

本プロジェクトのステークホルダーが、これまで参画して「良かったこと」と「積み残し」を語ることを通じてプロジェクトを評価し、それを踏まえて今後のシナリオをブラッシュアップした。

日時：2022年08月02日(火)10:00～12:00

場所：岐阜大学

参加組織：揖斐郡森林組合、岐阜県立森林文化アカデミー、中部電力パワーグリッド株式会社、岐阜県林政部森林経営課

(2)活用・展開

- ▶ **人材**：本プロジェクトはインフラ管理に関わる知見および行政との連携が必要であるが、プロジェクトを進めていく段階で中部電力パワーグリッド(株)と岐阜県森林文化アカデミーと「携帯電話の通信圏外における通信技術の構築及び普及に関する連携協定」を締結し、本社会課題に対する産官学の人材を提供できるようになった。中部電力パワーグリッド(株)は、電気事業の管理運用に関する知見のみならず、すでに多種のLPWA実証試験を山間部で実施してきた。また岐阜県森林文化アカデミーとの連携することで森林経営課や林業の担い手との協力関係が図れる。
- ▶ **実施体制**：上記の協定により、三者が連携して体制を整備していく。中部電力パワーグリッド(株)は全体のサービスマップを構築し、大学はGEO-WAVE網の整備や解析を行う。また岐阜県林政部森林経営課や岐阜県森林文化アカデミーは、岐阜県下の自治体で展開する際に行政手続きや関連市町村との協議を仲介していく。以上の社会ニーズや課題抽出については、よだか総合研究所が担当し、より持続的なシステムへ提案を行う。
- ▶ **施設**：岐阜大学建物の屋上にGEO-WAVE親機を設置済みである。また中継機を設置する見通しのよい場所を対象市町村および民間企業の協力を得て、岐阜県下に9ヶ所（うち8か所設置済）を借りている。

- **設備**：GEO-WAVE 提供会社との共同研究により、GeoBase 親機 1 台、GeoBase 中継機 1 台、GeoChat 子機 2 台、シナリオ創出フェーズで購入した GeoBase 親機 1 台、GeoBase 中継機 8 台、GeoChat 子機 40 台を岐阜大学で有している。

中部電力パワーグリッド(株)においてもすでに GeoBase 親機 1 台、GeoBase 中継機 1 台、GeoChat 子機 6 台、GEO-WAVE 版カメラ端末 GeoCam1 台を有している。さらに岐阜県内に中部電力パワーグリッド(株)が所有する送電鉄塔が **6,059 基**（2020 年 3 月末時点）あり、これらは中継機設置の候補地となる。

行政グループにおいては、岐阜県森林文化アカデミーが GEO-WAVE 機（GeoBase1 台、中継機 1、GeoChat33 台）を保有しており、岐阜県森林文化アカデミーおよび県下 10 ヶ所の農林事務所に配布し、運用する計画となっている。

これらを有効に活用するためには、岐阜県下に GEO-WAVE 網が必要であり、本事業において、産官学の GEO-WAVE のインフラシェアリングを実施し、相互にチャンネルを統一し利用することで、各社少ない設備投資で最大効果が得られるようにしている。

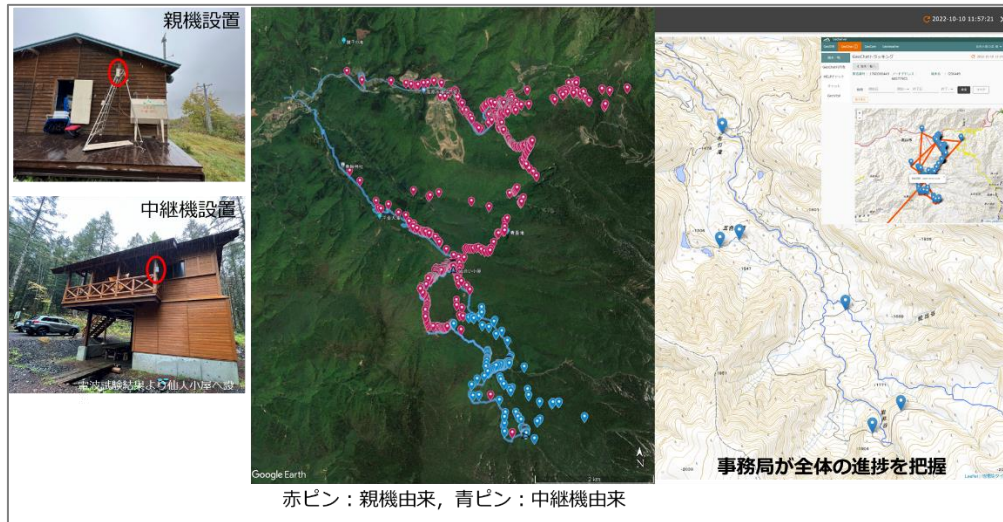
- **活動資金**：JST シナリオ創出フェーズ（総額 1,200 万円）（2022 年 9 月まで）に続く資金は確保されていない。今後、クラウド利用料などのランニングコストの確保が必要である。
- **情報**：JST シナリオ創出フェーズの研究成果より、岐阜県下での電波到達状況や設置に関わるノウハウを集積している。
- **規制緩和**：LPWA250mW の空中中継局は、応急的な通信や遭難者探索に非常に有効な手段である。技術的にはすでに実用化できており、運用も可能である。しかし現状では、このような通信飛行ができる手段は「実験試験局」のみであり、法規制が実用化できない障壁となっている。

(3) その他

➤ 山岳観光業での体験価値の向上予備検証

中部山岳国立公園乗鞍岳の北西山麓に「五色ヶ原の森」という 3,000ha に広がる森林地帯があり、入山規制や入山時にはガイド同伴が定められている。自然との一体感・独占感を出す体験価値を提供している。しかしその管理区域のほとんどが携帯圏外であるため、安全確保や連絡手段は業務無線（音声）を利用しており、無線の声が雰囲気や壊す問題（客には不要な音）が発生し、体験価値の減退となっていた。また無線の音声は情報として残らないため、事務局は席を外すことが難しい、ガイドやパトロール員全体の位置情報の把握が困難、情報伝達の漏れなど、業務上の課題や負担も発生していた。

以上の山岳観光業において、通信圏外での位置情報とテキスト情報は、体験価値の向上を図る手段として貢献できると仮定し、予備的な 3 週間の試験を行った。中継機数と機器利用研修の不足から、十分な課題解消とは至らなかったが、多分野における体験価値の見込みと改善策が明確となった。



▶ 衛星通信デバイスの検証

イリジウム衛星を利用した Garmin 社製 inReach mini による山間部での通信テストを実施した。通信デバイスから空が見えない林床などに位置する場合、衛星での通信は不可能であった。五色ヶ原の森の 1 ルートで試験したところ、51 地点中 4 地点で通信し、92%が衛星通信圏外であった。4 地点は森林の中でも周辺に木々が無い、開けた場所であった。森林限界を超えた場所や開けた場所では衛星を利用したデバイスは有効に機能するが、日本の大多数の森林では利用が困難であると明らかとなった。

Garmin 社製 inReach mini のユーザーインターフェースや機能は、非常に分かりやすく、直観的に操作を可能とし、今後の新たなデバイス開発で参考となるデザインであった。

4. 研究開発の実施体制

4-1. 研究開発実施体制

4-1-1. グループ名、役割、概要、グループリーダー

(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

グループリーダー：細野光章（岐阜大学高等研究院、教授）

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：ドローンによる空中中継局（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

4-2. 研究開発実施者

(1) 研究・技術グループ（リーダー氏名：森部絢嗣）

役割：プロジェクトの企画統括

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

(2) 社会調査グループ（リーダー氏名：小池達也）

役割：ニーズ調査・ステークホルダー評価等

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

(3) 評価グループ（リーダー氏名：細野光章）

役割：プロジェクトの評価

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
細野 光章	ホソノ ミツア キ	岐阜大学高等研究院	事業の評価	教授
三井 栄	ミツイ サカエ	岐阜大学 Co デザイン 研究センター	経済評価	教授

(4) 林業グループ（リーダー氏名：寺田啓起）

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

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
寺田 啓起	テラダ ヒロキ	揖斐郡森林組合	業務部	課長
小澤 健司	オザワ ケンジ	有限会社根尾開発		代表取締役

(5) 開発グループ（リーダー氏名：櫻井優一）

役割：通信技術の新たな用途及びシステムの検討・開発

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
櫻井 優一	サクライ ユウ イチ	サクラボテクノロジ ーズ合同会社		代表

4-3. 研究開発の協力者

(公開)

氏名	フリガナ	所属	役職(身分)	協力内容
榑間 元宏	サカキマ モト ヒロ	中部電力パワーグリッ ド株式会社	岐阜支社 総 務部	機器設置協力・通信機 器利用・研究企画参加
馬淵 洋介	マブチ ヨウス ケ	岐阜県建設研究センタ ー		GIS 関連情報の提供

機関名	部署	協力内容
大垣山岳協会		通信機器利用
岐阜県立森林文化アカデミー	森林技術開発・支援センター	連携調整
乗鞍山麓五色ヶ原の森案内センター		通信機器利用
日本自動車道株式会社		通信機器設置協力
国立乗鞍青少年交流の家		通信機器設置協力
岐阜市	消防本部	連携検討
岐阜県	森林経営課	連携調整
岐阜県	揖斐県事務所環境課	通信機器設置協力
本巣市		通信機器設置協力
高山市		通信機器設置協力
揖斐川町		通信機器設置協力
池田町		通信機器設置協力
小津集落		通信機器設置協力

5. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

5-1. シンポジウム等

5-1-1. プロジェクトで主催したイベント（シンポジウム・ワークショップなど）

年月日	名称	場所	概要	参加人数
2021/07/28	シナリオ構想 WS#1	畑オフィス・オンライン	ステークホルダーのニーズ調査	12 人
2022/08/02	シナリオ構想 WS#2	岐阜大学・オンライン	ステークホルダーによるプロジェクト評価	10 人

5-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

5-2-1. 書籍、フリーペーパー、DVD など論文以外に発行したもの

なし

5-2-2. ウェブメディアの開設・運営

なし

5-2-3. 学会以外のシンポジウムなどでの招へい講演 など

- (1) 街づくり講演会 2022. つなぐまちづくりと生み出す価値～岐阜大学 Co デザイン研究センターの取組み、2022 年 12 月 16 日、ぎふメディアコスモス

5-3. 論文発表

5-3-1. 査読付き（0 件）

なし

5-3-2. 査読なし（0 件）

なし

5-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

5-4-1. 招待講演（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

なし

5-4-2. 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.

5-4-3. ポスター発表（国内会議 1 件、国際会議 0 件）

- ・小池達也・森部絢嗣・細野光章. 携帯圏外の森林でも使える救助要請システムにステークホルダーが感じた価値. 第134回日本森林学会大会、鳥取大学（オンライン）、2023年3月25-27日

5-5. 新聞報道・投稿、受賞など

5-5-1. 新聞報道・テレビ・投稿

- (1) 中日新聞. 2022年1月25日. 朝刊. 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) 中日新聞. 2022年6月30日. 朝刊. 端末での学習や山奥の通信 「できたらいいな」実現
- (3) NHK 岐阜放送局 NHK ニュース. 2022年10月23日. 岐阜県が無線網共有で携帯通じない森林での緊急連絡手段確保へ
- (4) 岐阜新聞. 2022年11月16日. 朝刊. 減少へ連携、LPWA通信エリア拡大目指す 山間部での重大事故防ぐ
- (5) 中日新聞. 2022年11月16日. 朝刊. 携帯圏外の通信技術構築目指す 3者が協定結ぶ
- (6) 中日 Biz ナビ. 2022年11月16日. 携帯圏外で使える通信技術構築へ 中電 PG など3者が協定 <https://biz.chunichi.co.jp/news/article/10/51880/>

5-5-2. 受賞

なし

5-5-3. その他

なし

5-6. 特許出願

5-6-1. 国内出願（0 件）

5-6-2. 海外出願（0 件）

6. その他（任意）

- (1) 携帯電話の通信圏外における通信技術の構築及び普及に関する連携協定の締結
2022年11月15日

国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学 Co デザイン研究センター、中部電力パワーグリッド株式会社岐阜支社及び岐阜県立森林文化アカデミーが、山間部の携帯電話の

通信圏外における重大災害の発生防止並びに作業の効率化を図ることを目的として、
上記の協定を締結した