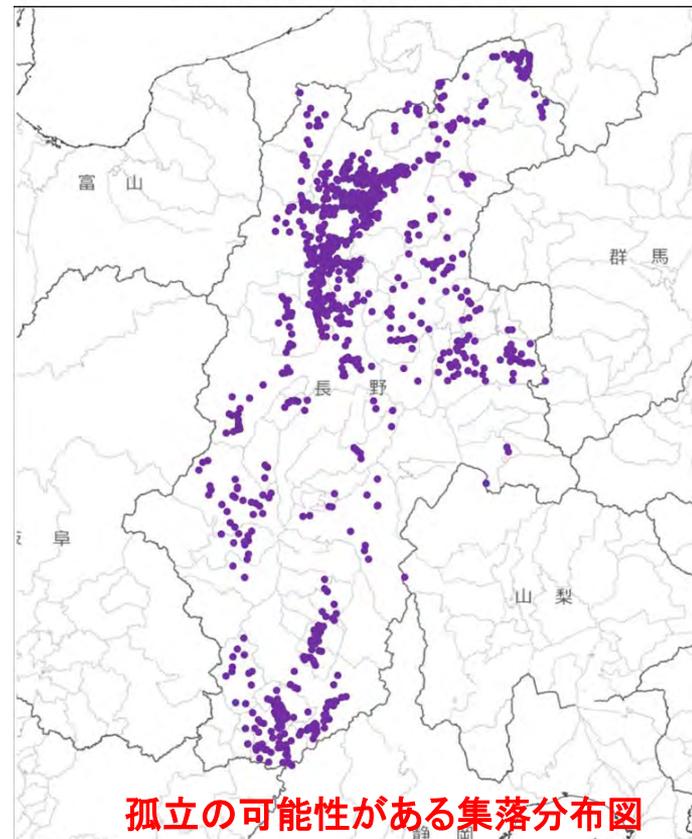


災害時の情報孤立を防ぐ通信システムの開発と 放送メディアの活用

信州大学 不破 泰

- 中山間地域は日本の**国土の約70%**を占め、人口の約10%が居住、農業産出額・耕地面積の約40%を支え、一方で、急速な人口減少・高齢化により、災害時の脆弱性が顕在化
- 災害時に孤立する可能性がある集落が全国で**1万7千以上**（内閣府調査）。**長野県**は孤立可能性集落が**全国最多の1163**、地すべり、河川氾濫と土砂崩れが多発

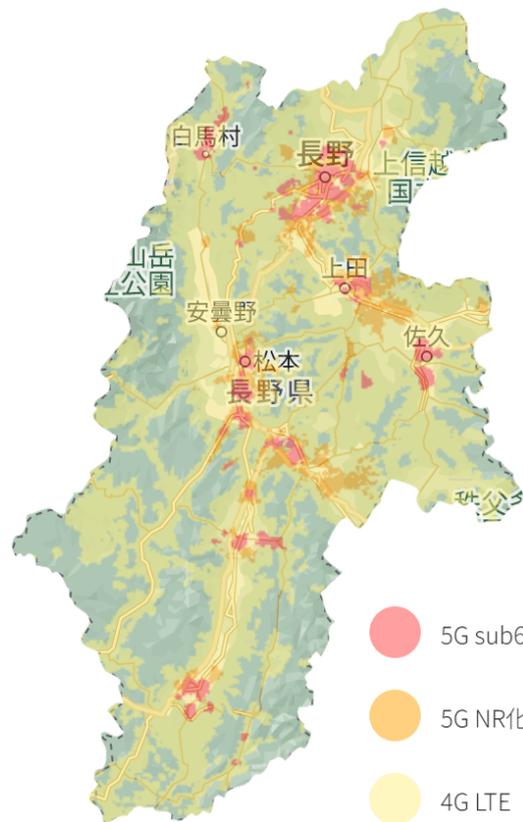
【孤立の可能性がある集落分布図】



孤立の可能性がある集落分布図

長野県中山間地域等の集落散在地域における孤立可能性フォローアップ調査結果（令和7年2月）

- 中山間地域は日本の**国土の約70%**を占め、人口の約10%が居住、農業産出額・耕地面積の約40%を支え、一方で、急速な人口減少・高齢化により、災害時の脆弱性が顕在化
- 災害時に孤立する可能性がある集落が全国で**1万7千以上**（内閣府調査）。**長野県**は孤立可能性集落が**全国最多の1163**、地すべり、河川氾濫と土砂崩れが多発
- 長野県は山岳部の**約8割が携帯電話圏外**、中越地震、能登半島地震、西日本豪雨、令和元年東日本台風災害などの経験から、衛星携帯・NTNなどの代替手段が整備されつつあるが、**運用やコストに課題**



長野県内の携帯電話サービス状況
令和6年4月時点 (au ホームページより抜粋)

中山間地等に散在する集落において、地震発生による道路の不通等で孤立化する可能性がある集落は全国で 17,000余

(内閣府防災情報 <https://www.bousai.go.jp/jishin/chihou/bousai/2/pdf/3-2.pdf>)

孤立集落

- ・ 物資の輸送ができない
- ・ 情報伝達ができない

物資の輸送

物資の輸送はVTOL機等を活用する等が考えられるが、VTOL機と地上間で情報伝達が確保されていることが前提

情報伝達

集落の状況を対策本部に伝達する（上り）

避難指示や災害の状況等を集落に知らせる（下り）

災害時の情報伝達は上りと下りで用途が異なる



上りと下りでそれぞれの用途に最適な異なるシステムを考へても良いのでは・・・

上りの情報伝達

総務省「持続可能な電波有効利用のための基盤技術研究開発事業(FORWARD)」
研究開発課題部門: デジタルインフラ構築部門(全国共通)

実施期間: 2025年度～2028年度(4年間)

研究開発課題名:

山岳・中山間地域における通信上の孤立を防ぐ レジリエントIoTシステムの研究開発

研究代表者名: 単 麟 信州大学学術研究院(総合人間科学系)准教授
情報・DX推進機構DX推進センター主担当

参画研究機関名

研究分担者所属機関: 信州大学、情報通信研究機構、防災科学技術研究所

連携研究者所属機関: 松本市、伊那市、信州大学、慶應義塾大学

信州DX推進コンソーシアム、日本ドローンコンソーシアム

実施計画：実施体制、運営委員会体制

実施体制

研究代表者: 単 麟 信州大学学術研究院(総合人間科学系)准教授 情報・DX推進機構DX推進センター主担当
研究分担者(7名)

不破 泰 信州大学 情報・DX推進機構 特任教授、名誉教授
 松尾 大輔 信州大学 情報・DX推進機構 特任教授、DX推進センター副センター長
 趙 欧 信州大学 情報・DX推進機構 特任准教授
 吉村 小次郎 信州大学 情報・DX推進機構 特任助教
 松村 武 情報通信研究機構 ネットワーク研究所 研究統括、ワイヤレスシステム研究室室長
 李 還幫 情報通信研究機構 ネットワーク研究所ワイヤレスシステム研究室総括研究員
 酒井 直樹 防災科学技術研究所 極端気象災害研究領域水・土砂防災研究部門 副研究部門長・上席研究員

連携研究者(7名)

伊東 伸次 長野県松本市危機管理部危機管理課課長 伊藤 尚樹 長野県伊那市総務部危機管理課防災係係長
 菊池 聡 信州大学地域防災減災センター長、教授 榊原 厚一 信州大学理学部理学科物質循環学コース助教
 安達 宏一 慶應義塾大学理工学部准教授 原嶋 秀次 信州大学情報基盤センター長、教授
 唐澤 太一 信州DX推進コンソーシアム事務局・信州大学情報戦略室室長
 伊東 明彦 (一社)日本ドローンコンソーシアム理事・事務局長 神田孝文 信州大学地域防災減災センター助教

運営委員会委員

名称:【中山間地域におけるレジリエントIoTシステム研究開発運営委員会】

委員長: 安達 文幸 東北大学名誉教授 災害科学国際研究所 特任研究員 IEEE Life Fellow IEICEフェロー
 委員: 高井 峰生 大阪大学大学院情報科学研究科 招へい准教授
 委員: 加川 敏規 電力中央研究所ネットワーク技術研究部門 主任研究員

目的

山岳・中山間地域における災害時の孤立集落発生を防ぐ事を目的に「**山岳電波灯台**」を構築

提案システム

機械学習を活用した電波伝搬推測・自律分散型ネットワーク・異種無線統合技術を組み合わせ、周波数利用の最適化と通信インフラの最適配置によりカバー範囲を最大化した通信ネットワークを低コストに実現するIoTシステムにより構成

提案システムの活用

- ・自治体(松本市、伊那市等)と連携し、孤立する恐れのある集落へシステム実装
- ・地域課題へのシステムの活用
- ・信州DX推進コンソーシアムによる本研究成果の横展開

長野県内地域課題の調査実施

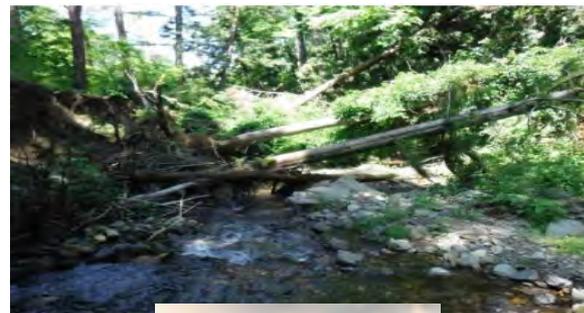
- 信州大学は、**信州DX推進コンソーシアム**を設立(会員団体:84団体、自治体:26市町村、企業:56団体、教育機関:2団体)、地域課題の解決とDX人材育成に取り組む
- 県内26自治体に対し地域課題・ニーズのヒアリング・解決策の提案を実施

長野県内地域課題の調査実施

- 信州大学は、**信州DX推進コンソーシアム**を設立(会員団体:80団体、自治体:26市町村、企業:52団体、教育機関:2団体)、地域課題の解決とDX人材育成に取り組む
- 県内26自治体に対し地域課題・ニーズのヒアリング・解決策を提案

地域課題・ニーズ1 山間部孤立リスク集落への支援

- ・山岳気象観測/土砂崩落監視/上流河川水位監視/水源取水口監視/登山道損傷情報把握
- ・継続的な各種センサーで災害の兆候モニタリングのため、低コスト通信インフラ必要
- ・獣害対策、野生動物捕獲用わな遠隔監視



長野県内地域課題の調査実施

- 信州大学は、**信州DX推進コンソーシアム**を設立(会員団体:80団体、自治体:26市町村、企業:52団体、教育機関:2団体)、地域課題の解決とDX人材育成に取り組む
- 県内26自治体に対し地域課題・ニーズのヒアリング・解決策を提案

地域課題・ニーズ2 登山者・林業者・高齢者見守り

- ・携帯圏外の山岳エリアでの登山者遭難発生や林業作業事故発生時の位置情報が必要
- ・SOS情報の発信や高齢者体調不良の遠隔検知

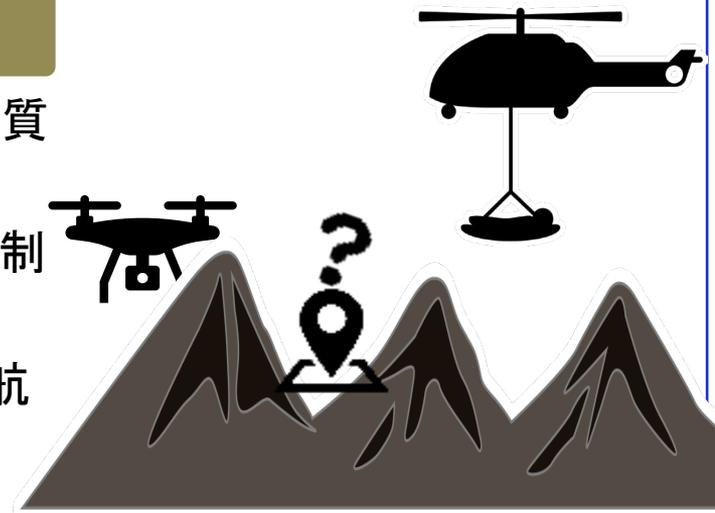


長野県内地域課題の調査実施

- 信州大学は、**信州DX推進コンソーシアム**を設立(会員団体:80団体、自治体:26市町村、企業:52団体、教育機関:2団体)、地域課題の解決とDX人材育成に取り組む
- 県内26自治体に対し地域課題・ニーズのヒアリング・解決策を提案

地域課題・ニーズ3 山岳部ドローン運用への支援

- ・携帯圏外山間部でのドローン・VTOL機利活用による、物質輸送実現のための機体位置把握
- ・情報常時把握が必要、通信遮断により映像共有や遠隔制御が困難
- ・必要な対応:リアルタイム連携可能な通信基盤、安全運航管理・訓練・空間モデル整備



これまでの取組状況(実績例)

信州大学(本研究チーム)における地域課題解決の主な実績(代表例)

- 中山間地域における地域見守りシステムの構築

長野県塩尻市スマートシティ(2006年～2024年)



中継機
(設置例:カーブラナーへの設置)

地域見守りシステム

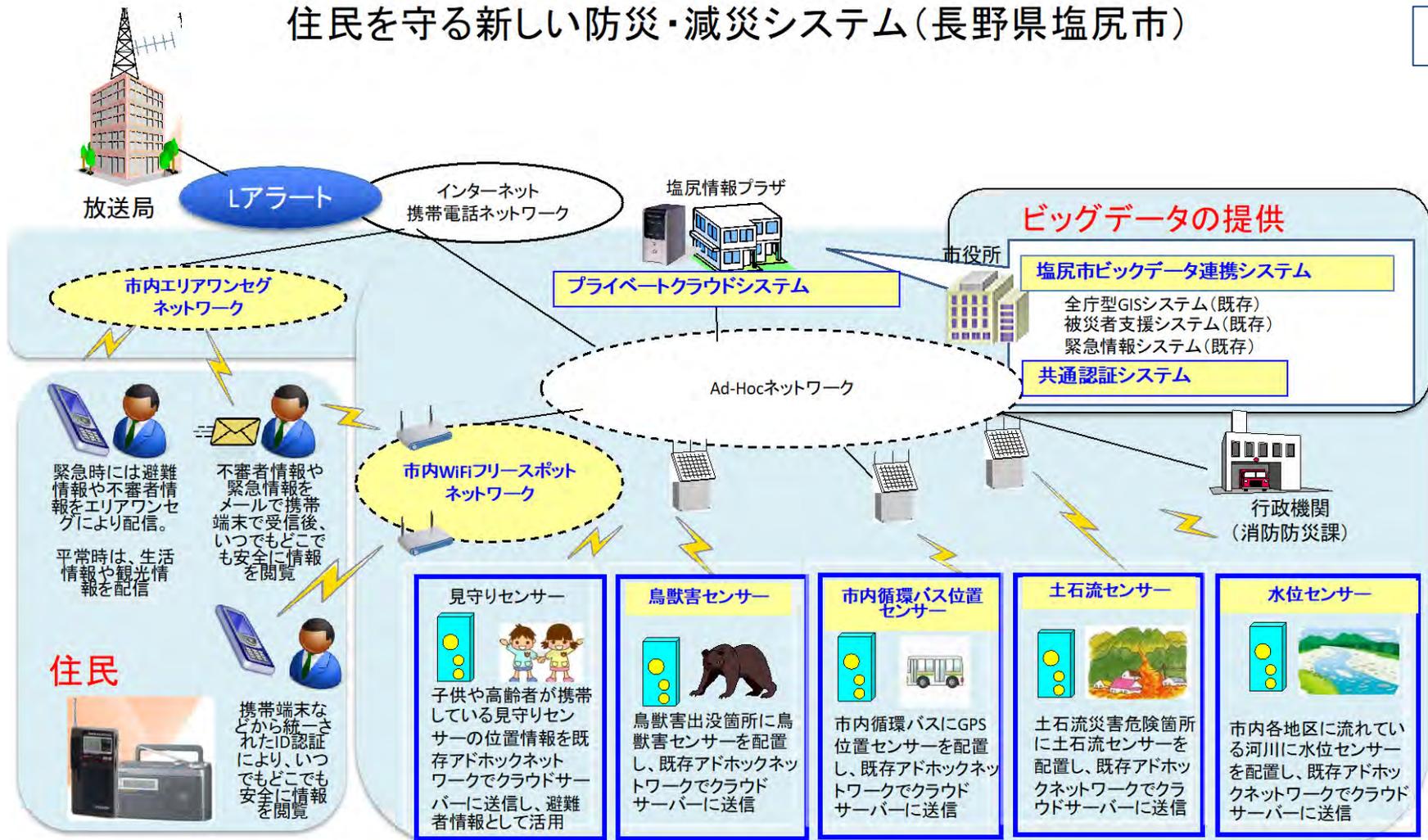


河川水位監視システム



鳥獣監視システム

住民を守る新しい防災・減災システム(長野県塩尻市)



信州大学(本研究チーム)における地域課題解決の主な実績(代表例)

- 中山間地域における地域見守りシステムの構築

実施期間 2019年度

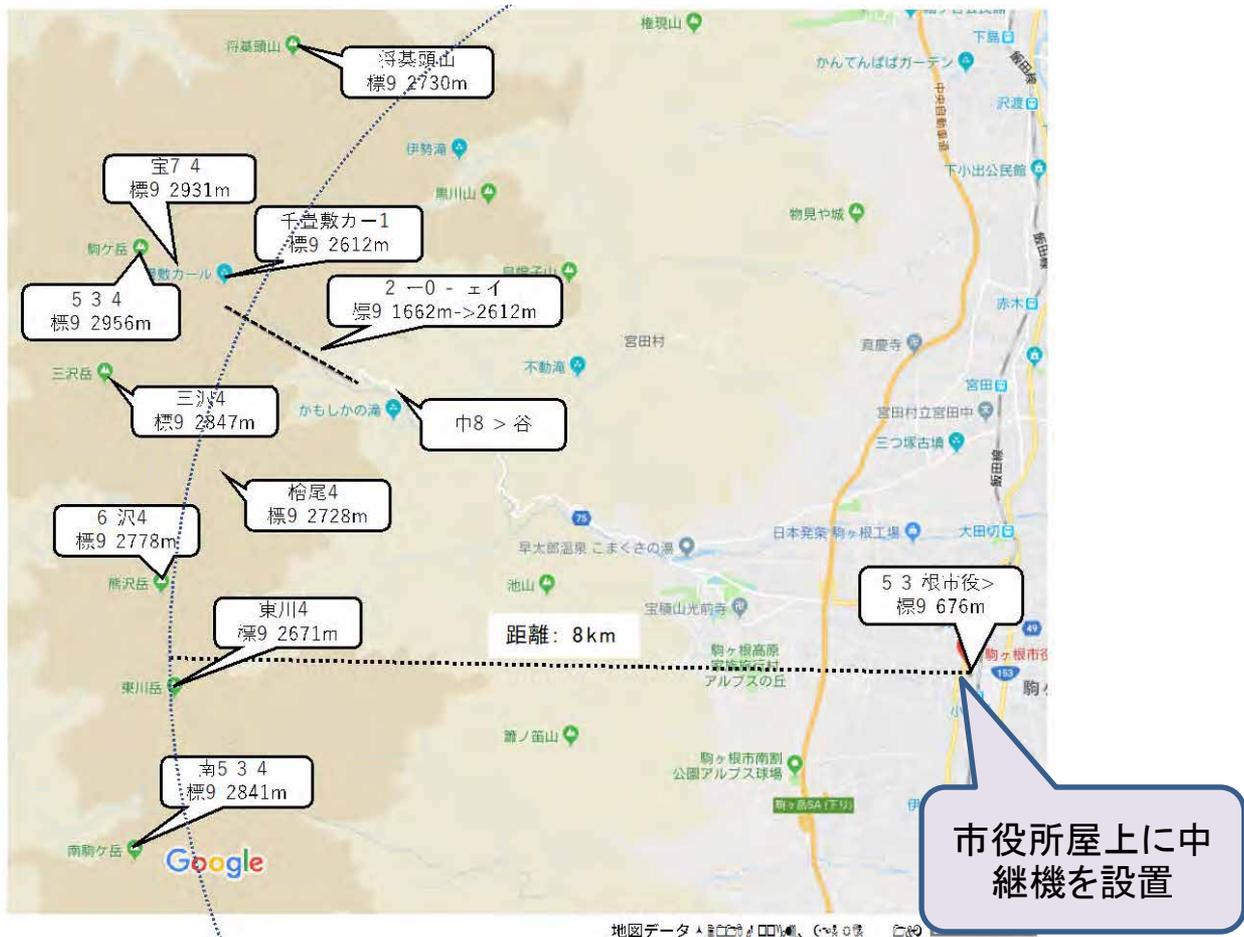
取組概要 LPWA/ローカル5Gを活用した登山者見守りネットワークシステムの構築と実証

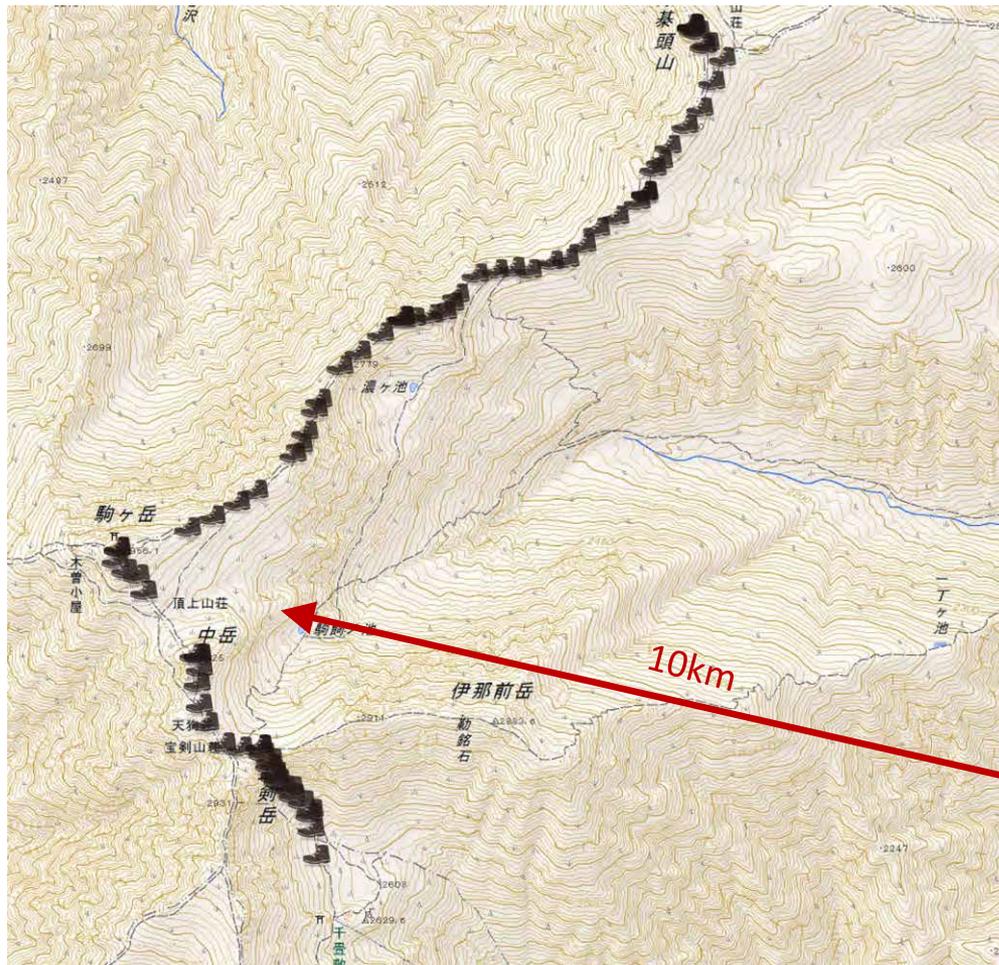
事業名 総務省 5G総合実証試験



中央アルプスで2018
年7月より評価実験







中継機
駒ヶ根市役所

信州大学(本研究チーム)における地域課題解決の主な実績(代表例)

- 災害時通信確保に向けたローカル5G/LPWA導入実証、信州大学キャンパステストベット構築

実施期間 2023年度

取組概要 山岳・中山間エリアにおける
地域課題解決サービス創出

事業名 総務省 地域デジタル基盤
活用推進事業(実証事業)



地形、植生の影響が大きく、利用する周波数等の検討が重要。
また、必要な通信速度とランニングコストの検討も重要



信州大学西駒ステーションに設置した通信インフラ
様々な周波数の無線局を整備し、テストベッドとして運用



VTOL機に見立てたヘリコプターでテストベッド上の様々な高度と速度で飛び、各周波数無線システムの通信状況を計測

● 既存通信技術の限界 (2023年度 実証実験結果より)

- Wi-Fi HaLow(920MHz帯):見通し1km以上可能だが、地形・樹木の影響で**実距離は約300m**
- 低周波数帯(149MHz・429MHz帯):長距離伝送は可能だが、通信速度が**低速**で映像伝送には**不適**

● デジタルインフラの構築・運用課題

- 多様な周波数・機器(IoT端末・中継局・基地局など)の**最適配置・保守が必要**
- 地形条件や利用目的に応じた**柔軟な通信システム構成が不可欠**

● 求められる技術要素と解決方向

- **長距離・高信頼・多用途**を両立する低コスト通信システム開発
- 異種無線技術の**統合設計**(複数周波数+多目的通信用途の1局対応)
- **災害時に強い、中央制御不要**な自律分散ネットワークの実装

● 「山岳電波灯台」構想

山岳・中山間地域の地理特性を活かした**低コスト・高効率通信インフラ構築**、
 平常時の利便性×災害時の即応性=**地域の安心・安全**



要素技術と特徴

要素技術 ア 機械学習型電波伝搬推測技術

- 多要素関連性考慮：山岳地形や標高だけではなく建物の配置、周波数、森林被覆率、湿度、天候など、複数の要素が与える無線伝搬への影響を考慮
- 機械学習技術活用：機械学習により大規模なデータセットから複雑なパターンモデル化
- 実測データ利活用：実測データを使用しモデルの高精度化、実用的な電波伝搬の推測を実現
- インフラ構築設計最適化：従来の方法では十分に網羅できない地域において、提案技術を使用することで、より少ないインフラ数で、広域エリアのカバーの設計実現

要素技術 イ 自律分散型ネットワーク技術

- 高い信頼性とロバスト性：インフラが独立してデータ転送を行えるため、一部のノードが故障してもネットワーク全体が機能し続ける
- 優れた拡張性と柔軟性：ネットワークノードが自由に参加・離脱可能で、実際のニーズに応じて規模を動的に構成可能

要素技術 ウ 異種無線統合型電波有効利用技術

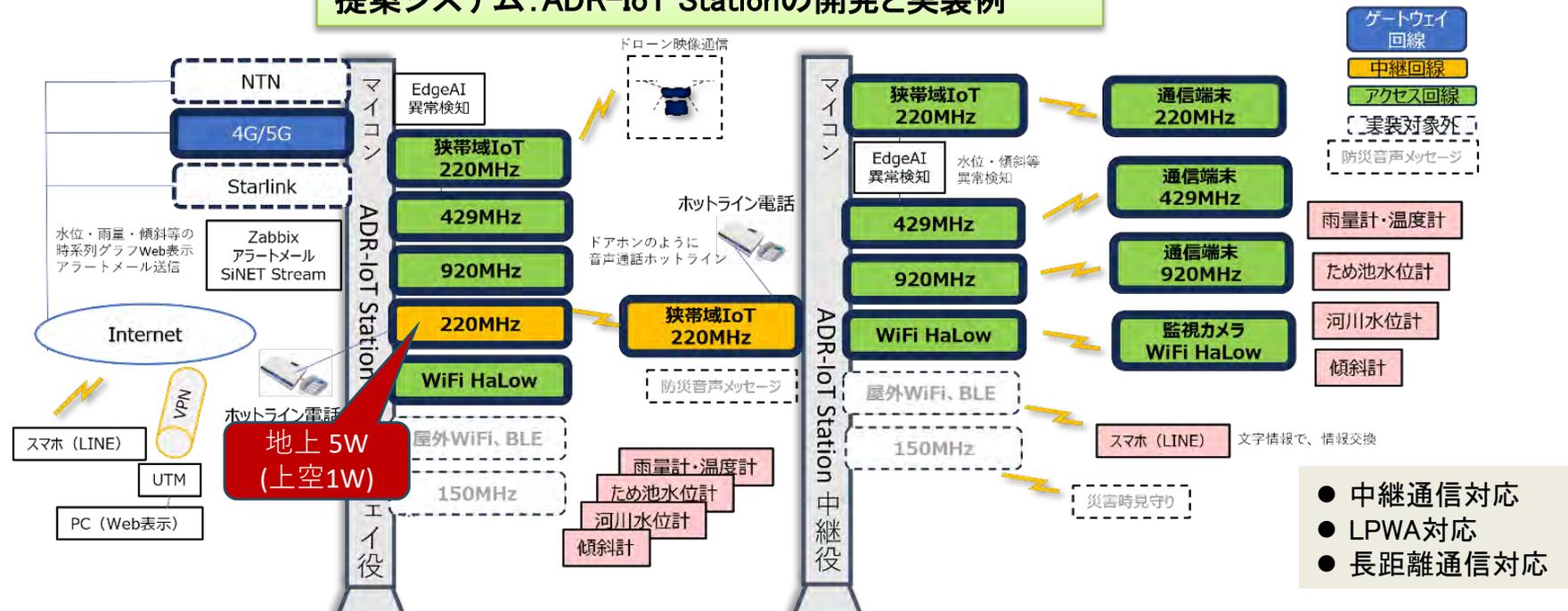
- 信頼性と効率の向上：狭帯域IoT、LPWA、Wi-Fiなどの通信技術を統合することで、各技術の強みを活かし、通信システムの信頼性と効率を向上
- ニーズに応じた通信方式の選択：環境条件や実際の通信要件に基づいて最適な方式をインテリジェントに選択可能。これにより、多様なシーンでの通信要求に柔軟に対応できる設計

● システム構成

- ① 多様な無線方式を備えた**ADR-IoT Station**(ゲートウェイ役、中継役)
- ② 多様なIoTセンサー端末(加速度・水位・カメラなど)
- ③ 機械学習を用いた**高精度電波伝搬シミュレーター**

*ADR-IoT : Autonomous Distributed Resilient IoT

提案システム：ADR-IoT Stationの開発と実装例



無線システムには、ネットワークアクセス時に、「隠れ端末問題」等の性能に深刻な影響を与える問題がある

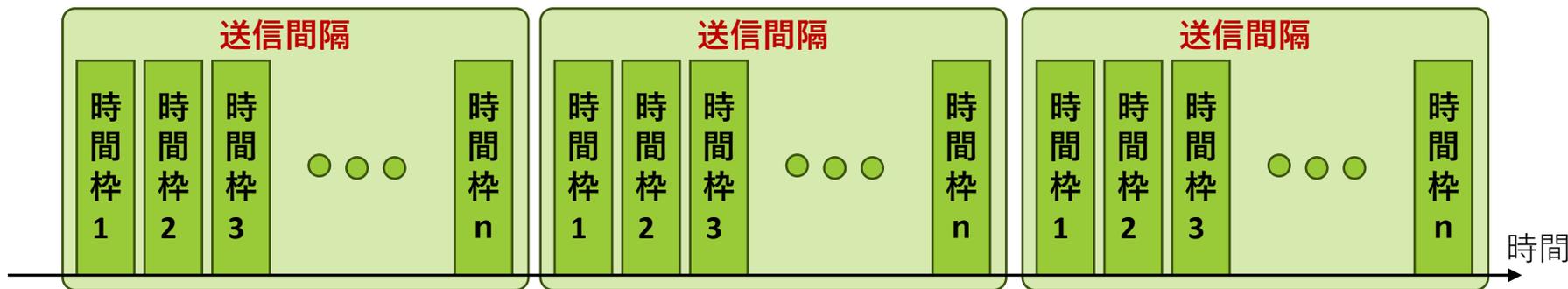
広い範囲を低速度でカバーするLPWAは、「隠れ端末問題」の影響が大きい

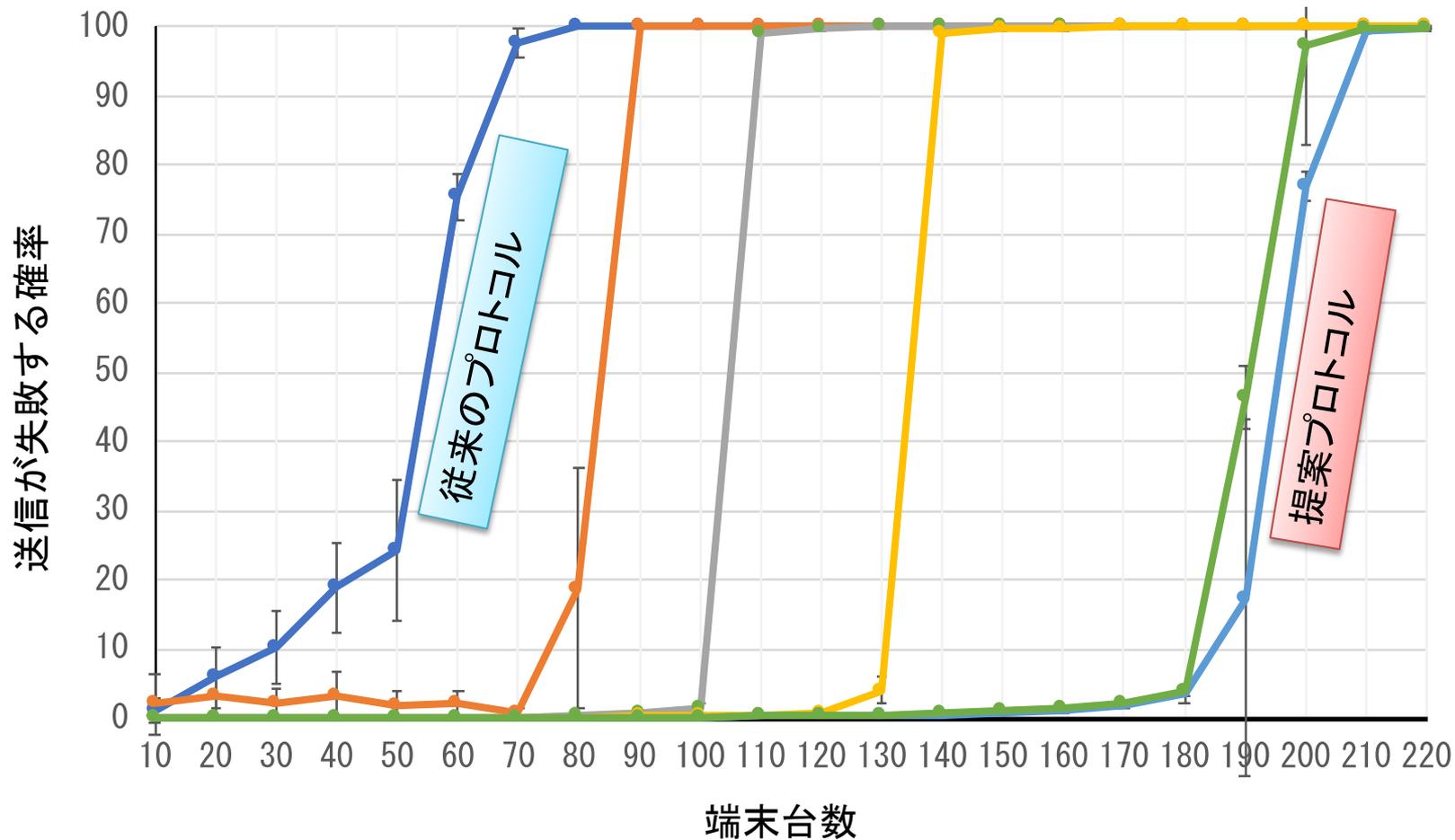
各端末がそれぞれ一定時間毎に送信する場合に、最適なプロトコルを提案

- ・この送信間隔を複数の時間枠に分ける
- ・各時間枠を複数の端末が取り合う
- ・一度通信に成功したらその時間枠を次回も使う
- ・すべての端末の時間枠が決定すれば、以後競争は起きない



イラスト： <https://www.irasutoya.com/p/terms.html>

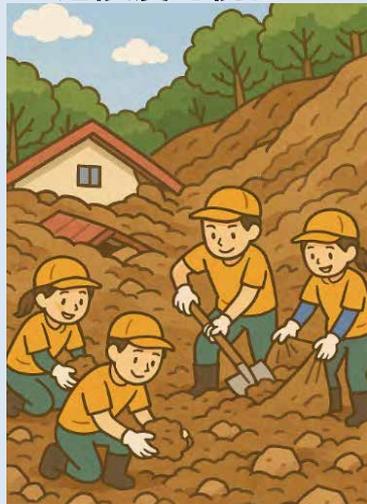




● システム統合実装(地域の課題を踏まえたソリューション実装例)

- ①水・土砂災害危険度の可視化システム
- ②登山者・林業者・高齢者見守りシステム
- ③ドローン運用支援システム

危険度可視化



急傾斜地の状態監視と
EdgeAIによる通知

登山者・林業者・高齢者見守り



電波不感エリアで救難情報や位置情報の共有を行い、
LPWAエリアから見守り情報を送信するシステム

山岳ドローン映像伝送



回折性の高い狭帯域
220MHzを使う、映像伝
送システム

下りの情報伝達

大規模な災害が発生した時

私たちは、まず自分で自分の身を守ることが大切



このときに必要となるのが・・・ 災害情報

例えば

- ・ 危険箇所：河川の水位、斜面の危険度等
- ・ 避難指示：今すぐ逃げるべきか？
- ・ 避難所状況：どこに行けば良いのか？
- ・ 交通状況：バスや電車は運行しているか？

情報伝達は上りと下りで用途が異なる
特に、下りは多数の住民に情報を伝達する必要がある



防災行政無線
経費，視聴範囲等に課題

インターネットの活用
災害時の稼働に課題

北海道胆振（いぶり）東部地震（2018年9月6日午前3時）

2018年9月3日から6日までの予定で札幌に居ました

北海道胆振（いぶり）東部地震（2018年9月6日午前3時）

9月5日までは北海道は台風で大変でした

北海道胆振（いぶり）東部地震（2018年9月6日午前3時）

9月6日3時、ホテルのベッドから落ちそうに（札幌は震度6弱）

北海道全体が停電
携帯電話は使えましたが・

でも、これで助かりました



情報伝達は上りと下りで用途が異なる
特に、下りは多数の住民に情報を伝達する必要がある



ラジオ放送の活用

- 乾電池で長時間動作
- 安価で車には標準装備
- 多数に安定して情報を伝達



ラジオ放送の活用

普段から体制を整備することが必要

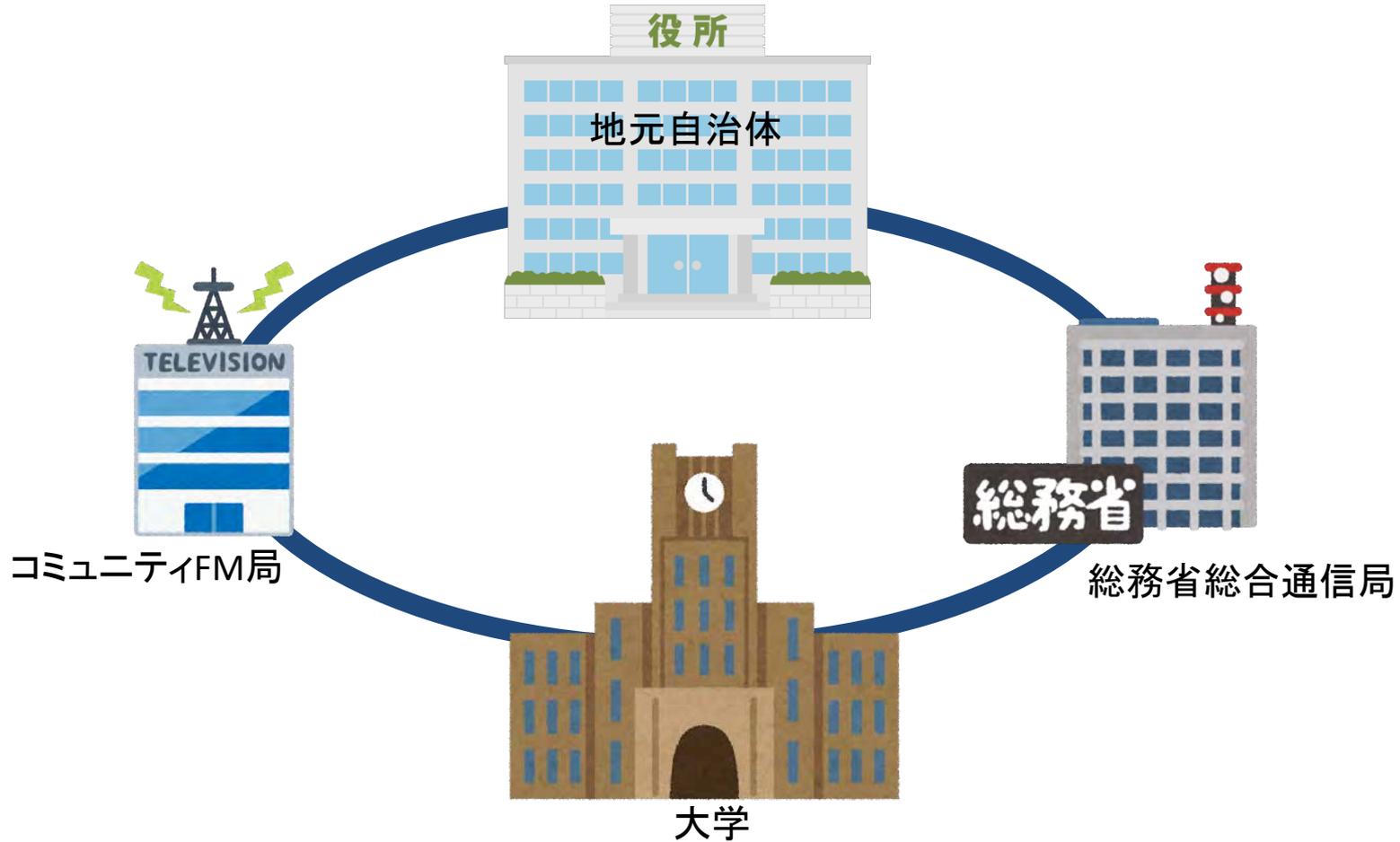
放送する準備

県域ラジオ局、コミュニティFM局等の活用
臨時災害放送局（災害時の臨時FM放送）

項目	コミュニティFM局 (CFM)	臨時災害FM局 (特別非常事態臨時無線局)
開局目的・利用状況	平常時：地域情報、生活情報、音楽など。 恒常的な放送。	災害時：災害発生時において、被害軽減に役立つ緊急情報を住民に提供する目的。
開局手続き	通常の手続き：予備免許取得、無線設備検査、本免許取得など、時間を要する。	迅速な手続き：災害発生後、総合通信局に口頭でも申請可能。
開局できる組織	特定地上基幹放送事業者（一般的には第三セクターや民間企業など）。	地方公共団体（市町村など）が主体。
電波出力の制限	空中線電力20W以下。放送対象区域は限定された市区町村の区域内。	空中線電力100W以下。被災地住民に情報提供のための区域を放送対象とする。
利用できる電波	FM放送の周波数帯域（76.1MHz～94.9MHz）のうち、受信困難地域が存在しない周波数を恒常的に利用。	FM放送の周波数帯域（76.1MHz～94.9MHz）のうち、災害時において利用可能な周波数を一時的に割当。
開局に要する費用	数千万円程度（恒久的な設備投資、人件費、運営費など）。	比較的安価（可搬型設備を利用する機会が多い）。機材のリース・貸与制度（総務省等）あり。
運用期間	恒常的。免許の有効期間があるが、更新可能。	一時的。災害の応急対策や復旧対策が完了するまでの臨時かつ一時の目的に限られる。
その他	災害時には通常の放送を切り替えて緊急放送を実施する。 平時からの設備や人材の維持が必要。	CFM局が被災・停止した場合や、CFM局のない地域で有効な手段。 機材の事前準備と訓練が重要。

災害発生時

項目	コミュニティFM局 (CFM)	臨時災害FM局 (特別非常事態臨時無線局)
開局目的・利用状況	平常時：地域情報、生活情報、音楽など。 恒常的な放送。	災害時：災害発生時において、被害軽減に役立つ緊急情報を住民に提供する目的。
開局手続き	通常の手続き：予備免許取得、無線設備検査、本免許取得など、時間を要する。	迅速な手続き：災害発生後、総合通信局に口頭でも申請可能。
開局できる組織	特定地上基幹放送事業者（一般的には第三セクターや民間企業など）。	地方公共団体（市町村など）が主体。
電波出力の制限	空中線電力20W以下。放送対象区域は限定された市区町村の区域内。	空中線電力100W以下。被災地住民に情報提供のための区域を放送対象とする。
利用できる電波	FM放送の周波数帯域（76.1MHz～94.9MHz）のうち、受信困難地域が存在しない周波数を恒常的に利用。	FM放送の周波数帯域（76.1MHz～94.9MHz）のうち、災害時において利用可能な周波数を一時的に割当。
開局に要する費用	数千万円程度（恒久的な設備投資、人件費、運営費など）。	比較的安価（可搬型設備を利用する機会が多い）。機材のリース・貸与制度（総務省等）あり。
運用期間	恒常的。免許の有効期間があるが、更新可能。	一時的。災害の応急対策や復旧対策が完了するまでの臨時かつ一時的の目的に限られる。
その他	災害時には通常の放送を切り替えて緊急放送を実施する。 平時からの設備や人材の維持が必要。	CFM局が被災・停止した場合や、CFM局のない地域で有効な手段。 機材の事前準備と訓練が重要。





ラジオ放送の活用

普段から体制を整備することが必要

放送を聴く準備

防災訓練の際等にラジオを持ち寄り放送を聴く・・・
ラジオに馴染みがない子供たちにラジオ教室を開催

Broadmedia & Entertainment
Inter BEE 2025 11.19(水)▶21(金)
幕張メッセ

Broadmedia & Entertainment
Inter BEE 2025
11.19(水)▶21(金) 幕張メッセ

SP-204

INTER BEE FORUM 特別講演

🎵 11月20日 🕒 16:00~17:30 📍 国際会議場 2F 201会議室

災害時に“誰一人取り残さない”を目指して ~放送メディアの挑戦~

災害時、情報を通じて市民の命を守ることは、リアルタイムで情報を伝える放送局の最大の役割の1つである。しかし、南海トラフ地震などの広域大規模災害では、局舎や伝送路の被害、長期間の停電などで、地上放送の取材や送信が困難になることが想定されている。

こうした中、衛星通信、ドローン、ナローキャストなど、新たなテクノロジーを活用することで、課題を解決したり役割をアップデートしたりしようとする放送局が出てきている。本セッションでは、先進事例を共有、議論することで、災害時における放送メディアの可能性を考える。

Broadmedia & Entertainment
Inter BEE 2025 11.19(木)▶21(金)
幕張メッセ

Broadmedia & Entertainment
Inter BEE 2025

パネリスト

不破 泰氏

信州大学
DX推進センター 特任教授



中村 鑑三氏

中京テレビ放送株式会社
ビジネスプロデュース局
ビジネス開発グループ



樹山 英則氏

北海道テレビ放送株式会社
技術局長



恵良 勝治氏

山口放送株式会社
取締役ラジオ局長 兼
技術局長



服部 弘之氏

東京メトロポリタンテレビジョン
株式会社
地域防災DX事業室

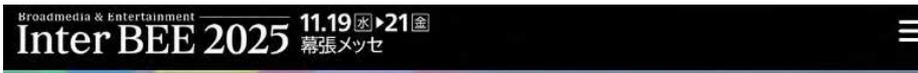


モデレーター

村上 圭子氏

メディア研究者
(元NHK放送文化研究所)





山口放送(ラジオ放送)
みちびきからの情報を中継局が直接受け、音声に変換して中継局だけで放送

ハ
...
不
信州大
DX推進センター



東京テレビ放送株式会社
ビジネスプロデュース局
ビジネス開発グループ



三宅 則 氏
テレビ放送株式会社
技術局長



惠良 勝治 氏
山口放送株式会社
取締役ラジオ局長 兼
技術局長



服部 弘之 氏
東京メトロポリタンテレビジョン
株式会社
地域防災DX事業室



モデレーター
村上 圭子 氏
メディア研究者
(元NHK放送文化研究所)



北海道テレビ(テレビ放送)

地域の様々な情報をクラウド上で共有。様々な情報源から必要な情報を自動でとりこみ、それを自動でデータ放送として配信

パネリスト

不破 泰氏

信州大学
DX推進センター 特任教授



中村 鑑三氏

中京テレビ放送株式会社
ビジネスプロデュース局
ビジネス開発グループ



樹山 英則氏

北海道テレビ放送株式会社
技術局長



恵良 勝治氏

山口放送株式会社
取締役ラジオ局長 兼
技術局長



服部 弘之氏

東京メトロポリタンテレビジョン
株式会社
地域防災DX事業室



モデレーター

村上 圭子氏

メディア研究者
(元NHK放送文化研究所)





パネリスト

不破 泰氏

信州大学
DX推進センター 特任教授



中村 鑑三氏

中京テレビ放送株式会社
ビジネスプロデュース局
ビジネス開発グループ



樹山 英則氏

北海道テレビ放送株式会社
技術局長



恵良 勝治氏

山口放送株式会社



服部 弘之

東京メトロ



モデレーター

桂子氏

メディア研究者
(NHK放送文化研究所)



中京テレビ(ドローン)
ドローンによる捜索。避難呼びかけ。自治体が利用し、
テレビ局はその映像を取材として活用。



東京MX(IPDC)
各地域毎や状況毎のコンテンツを、タグを付けて地デジ
放送網で送るもので、新たな放送インフラを整備せずに
防災情報伝送を実現

パネリスト

不破 泰氏

信州大学
DX推進センター 特任教授



放送株式会社
デュース局
ビジネスグループ



樹山 英則氏

北海道テレビ放送株式会社
技術局長



恵良 勝治氏

山口放送株式会社
取締役ラジオ局長 兼
技術局長



服部 弘之氏

東京メトロポリタンテレビジョン
株式会社
地域防災DX事業室



モデレーター

村上 圭子氏

メディア研究者
(元NHK放送文化研究所)

