

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：55502

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04598

研究課題名（和文）船舶基地局を用いた離島のための災害時安否情報通信網の構築

研究課題名（英文）Construction of a Disaster Safety Information Network for Isolated Islands Using Shipboard Base Stations

研究代表者

浅川 貴史（ASAKAWA, TAKASHI）

大島商船高等専門学校・電子機械工学科・教授

研究者番号：80573386

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：近年、世界的に大規模停電をともなう災害が頻発している。災害時は安否確認が優先事項であり、本研究では通信インフラが脆弱な離島に着目したSub-GHz帯無線ネットワークを用いた安否確認システムの構築をテーマとした。システム構築では、3つの通信トポロジーを適応する集落構成について検討を行い、実証実験にてその有用性を確認した。結果として市街地を形成している集落ではMeahタイプ、住居のみの集落ではランドマークとなる親機を中心としたTreeタイプ、ランドマーク設置が困難である集落では船舶無線局を親機とするPeer-to-Peerタイプが最適であり、災害発生前に地域の分類が必要であることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ブラックアウトをともなう災害での安否確認では、通常の通信網の寸断が問題となっている。災害時の交通網の二重化と同様に、災害に備えた通信網の二重化や災害時専用の通信網の確立は社会的な課題である。特に、瀬戸内海は多くの離島が存在し、効率的な安否確認は重要である。都市部での通信網では、災害時にFree Wi-Fiを活用する事例があるが、集落の形成が都市部並み市街地から、過疎化が進んだ孤立した数戸のみの集落に対応できる通信網の構築には船舶基地局の活用が有用であり、本研究ではSub-GHz帯無線によるシステム構築に関する研究は重要である。

研究成果の概要（英文）：In recent years, disasters with black-out have occurred worldwide. Safety confirmation is a priority in times of disaster, and the theme of this study was the construction of a safety confirmation system using a Sub-GHz wireless network, focusing on isolated islands where the communication infrastructure is weak. In the construction of the system, a settlement configuration that adapts three transmission topologies was studied, and its usefulness was confirmed in a experiment. As a result, it was confirmed that the Meah type is most suitable for settlements that form urban areas, the Tree type centred on a parent unit that serves as a landmark for settlements with only houses, and the Peer-to-Peer type with a vessel radio station as the parent unit for settlements where it is difficult to install landmarks, and that classification of the area is necessary before a disaster occurs. It was confirmed that the classification of the area is necessary before the occurrence of a disaster.

研究分野：防災工学関連，IoT，ヒューマンインタフェース

キーワード：IoT 災害 安否確認 船舶基地局 離島

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、世界的に大規模災害・事故が多発している。我が国では平成23年3月に発生した東日本大震災以降、大規模災害時の情報収集についての広域地域を対象とした研究や地域の住民・行政協働による防災力向上や減災活動を支援する研究が進められている。また、近年のスマートフォンの普及にとともに、スマートフォンなどを積極的に非難誘導や災害情報配信に活用する研究も盛んである。しかし、大規模災害発生時の問題として、災害発生後に大規模停電が発生し、携帯電話の通信網(中継局)への電源供給停止や破壊・破損により、通信系が使用不能となった。そのため、災害・事故直後に安否確認や破損確認ができないなど大きな問題となった。このような状況での情報収集に関する研究・施策が進められ、電源供給に関しても対策が進められているが、都市部以外の人口が分散する地域では、効率的な情報収集が困難である。本研究が対象とする瀬戸内海には700以上の離島がある。これらの離島では、大規模災害・事故の発生により通信・交通網が寸断された場合、住民の安否情報やライフラインの情報を集約することが困難となり、情報的孤立状態に陥ってしまう。そこで著者らは、災害時の電力喪失の際本土からの支援が本格化するまでに、安否情報、インフラ情報を早急に収集できるシステムを提案している。このシステムでは、離島での大規模災害・事故への対応に船舶を情報基地局として活用する。日本の多くの島では、海を望める地域に家屋や施設があり、海からの通信アプローチは有用である。本研究では、Sub-GHz帯無線を使用し、試作機を用いながら船舶基地局による実証実験を行い、システムの有用性と地形や地域特性に合わせた通信トポロジについて検討する。

### 2. 研究の目的

(1)離島の安否情報ネットワークに最適なSub-GHz帯無線モジュールの選定を行う。特に、Sub-GHz無線の海上での電波伝搬特性を明らかにする。さらに、数十戸程度の住居のみの集落を対象として、集落にランドマークとなる親局を設置する方法についてその有用性を明らかにする。

(2)瀬戸内海の島々では過疎化が極度に進み、集落形成が崩壊している地域も多くなってきている。それらの地域を含め、ランドマークの設置が効率的でない数戸程度の集落の通信トポロジにPeer-to-Peerを採用し、移動する船舶基地局を親局とする方法についてその有用性を明らかにする。

(3)本研究を含めたこれまでの研究をまとめ、離島の安否情報ネットワークに最適な通信トポロジについて考察し、瀬戸内海の島を実例に地域規模と通信トポロジの適用方法についてまとめる。

### 3. 研究の方法

#### 方法

(1)無線モジュールの設定では、Wi-SUNとLoRaおよび独自プロトコルの製品を対象に調査を行う。まず、仕様として通信速度と通信距離、さらに通信トポロジの対応について調査する。さらに、ハイトパターンの実験、船舶を用いた海上での実験を行う。これらの実験を行った後、平郡島(山口県柳井市)を対象に試作機を用いてランドマーク方式による実証実験を行い、受信電波強度、試作機のユーザインタフェース確認、消費電力などを確認する。

(2)情島(山口県周防大島町)を実験場所として、船舶基地局が集落の沖合を通過しながら直接データ収集、ならびに行政情報を配信する方法を実証実験し、有用性を検証する。実験ために最終形態に近い音声ガイド付き操作端末を試作し、ユーザインタフェースの確認を行う。また、船舶基地局からの行政情報の通知機能について検証する。

(3)これまで実証実験を行ってきた、面積が大きく人口も多い屋代島(山口県)、典型的な瀬戸内海の離島として平郡島(山口県)、過疎化が進んだ離島として情島(山口県)について、Sub-GHz帯無線を用いた情報通信網の通信トポロジについてまとめる。また、日本航海学会にて発表を行い、さらに同学会の論文集に論文投稿を行う。

### 4. 研究成果

(1)Sub-GHz帯無線モジュールに関しては、安否情報で画像を取り扱わないこと、キャリア通信が使用不可能な状況でも使用可能なこと、通信トポロジの切り替えが容易なこと、通信距離が数キロでも対応できることを考慮して、Wi-SUN、LoRa、独自プロトコル(インタープラン社)の3つの方式から短・中・長距離でのモード切り替えが可能なことや、本研究のソフトウェアへの親和性が高いことからインタープラン社IM920シリーズを採用した。次に、試作機を用いて基本的な通信実験を行った。特に重点を置いた項目は、Sub-GHz帯無線周波数でのアンテナ高によるハイトパターンの検証と、水面反射による影響である。ハイトパターンでは、1mから10mまで



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 MAEHATA Kohei, SAKUMOTO Yusuke, MATSUBARA Takashi, ASAKAWA Takashi	4. 巻 149
2. 論文標題 船舶無線基地局によるSub-GHz無線を用いた災害時ネットワークの構築	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Japan Institute of Navigation	6. 最初と最後の頁 24 ~ 30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.9749/jin.149.24	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 浅川貴史, 前畑航平
2. 発表標題 Sub-GHz無線による船舶基地局を用いた離島向け安否確認システムの基礎通信実験
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	前畑 航平  (Maehata Kohei)  (10714850)	大島商船高等専門学校・商船学科・講師   (55502)	
研究 分担者	松原 貴史  (Matsubara Takashi)  (80881234)	大島商船高等専門学校・電子機械工学科・准教授   (55502)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------