

# Sub-GHz 無線を用いた船舶基地局による 離島のための災害時通信網の確立

浅川貴史\*<sup>1</sup>

## Establishment of Disaster Communication Network for Isolated Islands by Ship Base Stations using Sub-GHz Radio

Takashi ASAKAWA

### Abstract

The purpose of a study is to establish a disaster communication network system. The system can confirm the safety of large-scale disasters and accidents that occur frequently in recent years and that can be confirmed in the event of a black-down that is expected to occur. The paper is described the verification experiment that a ship base station will cruise, collect safety and administrative information using Sub-GHz radio for isolated islands.

**Keywords:** Sub-GHz radio, Disaster communication, Ship base station

### 1 まえがき

近年、我が国では大規模災害・事故が多発している。本校（山口県東部）でも、平成 30 年に 3 度の休校を経験した。具体的内容としては、平成 30 年 2 月に広域水道管破損により 3 日間の断水、同年 7 月に豪雨による JR 山陽線不通、同年 10 月に大島商船大橋への貨物船衝突による長期断水と交通規制があった。他の地域では、地震災害による直接的影響のみならず、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。特に大都市以外の場所では、人口が分散しており、情報收拾が大変である上に、島では外部からの支援が期待できず、自助・共助による対応が必要である。さらに、本校の位置する瀬戸内には 700 以上の離島があり、大規模災害・事故の発生により、これらの離島は通信・交通網が寸断され、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、離島は情動的孤立状態に陥ってしまう。

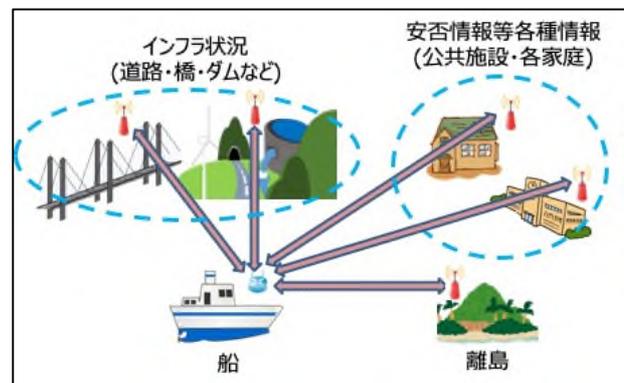


図 1 提案システムの概略

そこで著者らは、図 1 に示すような、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收拾できるシステムを提案する。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。日本のほぼ全ての島では、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。通信システムには 920MHz 帯の Sub-GHz 無線を用いる。この周波数帯は電力・ガス会社でスマートメータ技術に活用されている。通信規格とし

\* 1 電子機械工学科

ては日本発の Wi-SUN 規格が国際的にも認められ、組み込みシステムにより、安否情報、インフラ情報、行政情報などを発信する機器の開発<sup>2)</sup>が進められている。本論文では、提案システム（以下、本システム）の技術的特徴、構築システムの概要について解説し、本校専攻科生による本校練習船「大島丸」を用いた検証実験により明らかとなった利点・問題点をまとめる。

## 2 Sub-GHz 無線について

本システムを中心となるのが、Sub-GHz 無線である。本研究では、電力喪失時の離島での対応が必須の課題となる。そのためには、低消費電力でかつ、ある程度の通信距離を確保できる無線技術の採用が必要となる。現在、大都市の災害時に公衆 Wi-Fi 網を使った事例があるが、通信距離の関係で広域に住居が点在する僻地や離島では使用が難しい。しかし Wi-Fi と同様に、IoT 技術を活用する上においては、インターネットとの親和性も重要である。そこで、本システムでは、近年注目を集めている Sub-GHz 無線を選択し、さらに広域無線網の確立を前提とした Wi-SUN FAN 規格を採用することとした。表 1 に Wi-Fi と Wi-SUN FAN の比較表を示す。今回採用する機器（日新システムズ製）では、UDP 通信を行うことが可能である。また、長距離であるだけでなくホッピングによるネットワーク構築が可能である。今後、全国でガスや電気などのスマートメータ化が進むことで、それらと本システムを組み合わせることも可能である。

表 1 通信規格の比較表

	Wi-Fi	Wi-SUN FAN
無線形態	無線 LAN	特定小電力通信
周波数	2.4G, 5G 帯	920MHz 帯
通信速度	10Mbps～	～200kbps
通信距離	～数 100m	～1km
消費電力	大	小
ホッピング	不可	可能
規格	IEEE802.11 b,g,a,ac,an	IEEE802.15.4g



図 2 Wi-SUN FAN 機器

## 3 システム構成

### 3.1 全体構成

本システムは図 3 のような船舶基地局（◎印）・親機（○印）・中継器（△印）・端末機（□印）の機器で構成され、1 台の親機と複数の中継器・端末機によりマルチホップ通信網が確立される。船舶基地局は海上を移動しながら各地区の親機と接続し、データ収集を行う。

今回検証実験の対象となる地区は、図 4 に示す A 地区：小松地区、B 地区：家房地区、C 地区：安下庄地区とする。

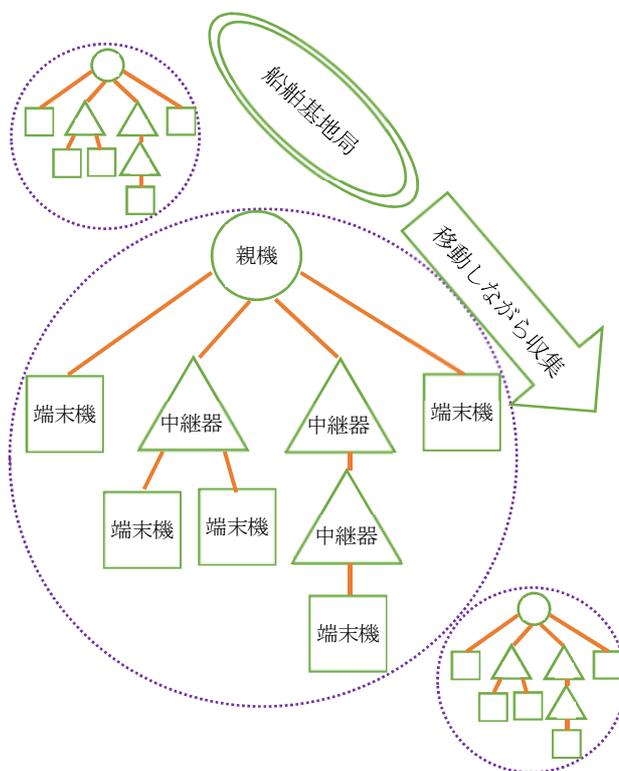


図 3 全体の構成



図4 実証実験の対象地区

### 3.2 ハードウェア構成

本システムのハードウェア構成を順次説明する。  
まず、船舶基地局と親機は図5に示すように、Wi-SUN通信機器とノートPCにより構成される。設置は災害発生時に行う。

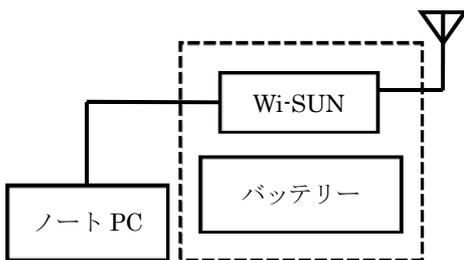


図5 船舶基地局と親機のハードウェア構成

次に中継機の構成は図6に示すように、Wi-SUN通信機器のみの構成となり、さらに中継機能のみであるためCPUレスのものを使用する。中継機は予め防災無線用の電柱などに設置し、商用電源にて駆動され、商用電源が使用できない場合は、バッテリーにより運用する。

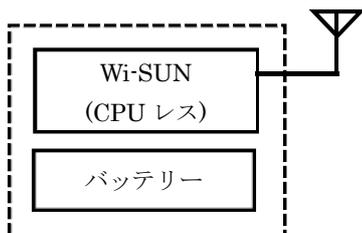


図6 中継機のハードウェア構成

最後に端末機の構成は図7に示すように、小型CPUとしてRaspberry-PIを使用し、操作はスイッチ

ボックスのスイッチにより行う。端末は予め民家や避難所として使用される施設に設置し、中継機と同様に商用電源とバッテリーにより運用する。

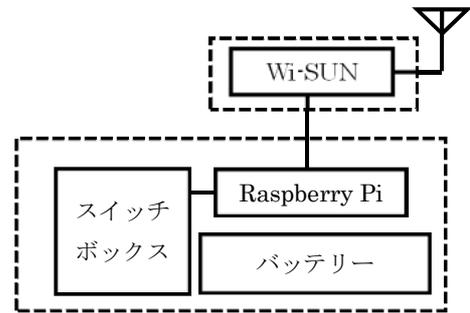


図7 端末機のハードウェア構成

### 3.3 ソフトウェア構成

船舶基地局・親機のソフトウェアは、図8に示すように、Wi-SUN通信機器のLinux側のソフトウェアとノートパソコン上のWindowsアプリケーションにより構成されている。両者はUDPにより通信を行う。

一方、端末機のソフトウェアは、図9に示すように、Raspberry PIのLinux上でSSH + Pythonにより制御される。

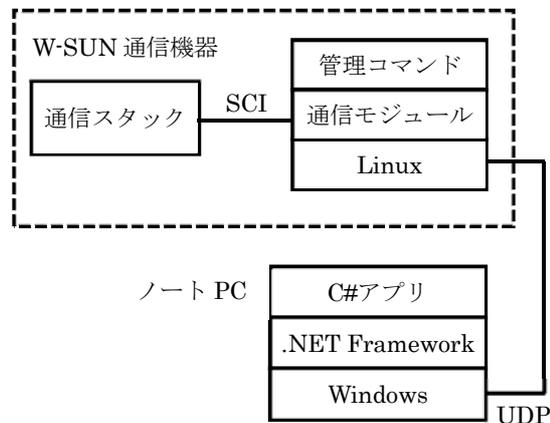


図8 船舶基地局と親機のソフトウェア構成

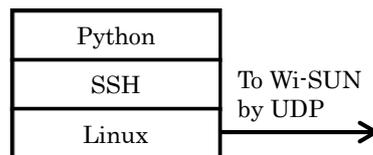


図9 端末機 Raspberry PI のソフトウェア構成

### 3.4 災害発生時の処理

災害発生時の処理の流れを図10に示す。起点となるのは「町」に設置される親機となる。親機と「住

民」に設置される端末機は相互に通信し、住民側の安否情報の収集①②と町からの「避難所開設」「給水車到着」などのインフォメーション情報③のやり取りを行う。これらのやり取りには住民情報データベースと安否情報データベースが使用される。「船」は、

順次各地区を巡視し、通信可能な距離になると「船」の船舶基地局が親機との間でデータベース情報のマージ処理④⑤を行う。さらに他の地域データ⑥の情報により、島全体の情報を得ることができる。

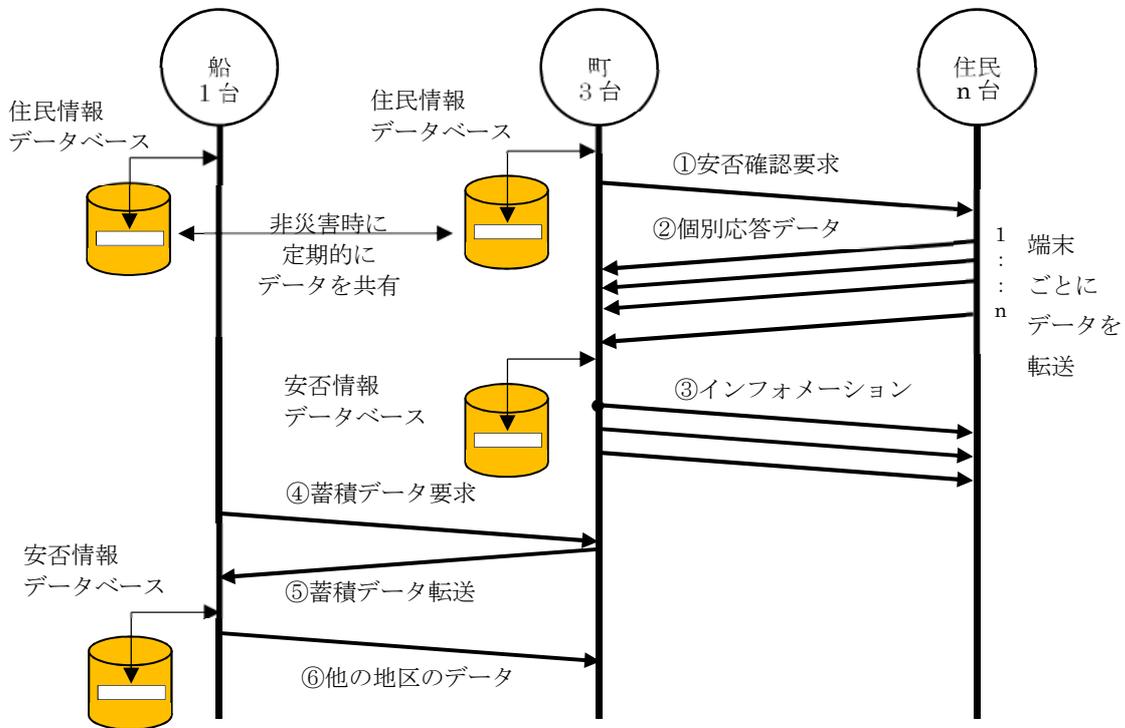


図10 災害発生時の処理の端末機 Raspberry PI のソフトウェア構成



図11 実証実験手順

#### 4 実証実験の方法

実証実験は図4に示す3つの地区（小松・家房・安下庄）にて行う。実験の手順は図11に示すように行う。各地区内のネットワークは、役場等の公共施設に設置された親機を中心に構成されている。各端末は各家庭等に設置されており、中継機を介してもしくは直接親機と接続を行う。Wi-SUN通信機器のネットワーク構築後、端末は定期的に情報を親機と交換する。中継機はマルチホップ専用であり、接続した無線機器に対してパケットの転送を行う。船舶は対象地区に航行し、接続可能な電波強度になると地区ネットワークに接続する。接続後、親機に対して地区情報の取得と他地区情報の提供を行う。

実験では、本システム装置の設置場所として、周防大島町の公共施設、住民住宅、防災無線設備等を使用し、船舶基地局として本校練習船「大島丸」を活用する。実験の作業には、本校浅川研究室のメンバに加え、専攻科生の全面的な協力を得る。

#### 5 実証実験の結果と考察

今回の実証実験の結果、小松地区と家房地区では期待通りの結果となったが、安下庄地区では初期段階のネットワーク構築が正常に行われず、正常な情

報交換ができなかった。

そこで、ここでは小松地区と家房地区の詳細結果から説明する。小松地区では図12に示すように、子機5台中2台が規定通りの通信に成功した。中継機4台中4台が通信に成功した。最大通信距離は1150mである。この地区のポイントは、親機の無線機器と重要な中継機能を果たす無線機器を公共施設の屋上に設置した点である。船舶基地局と親機とのマルチホップ通信 650m+1150m また、ダイレクト通信 1800mの両方でデータ通信可能であった。

次に家房地区では図13に示すように、子機5台中5台が規定通りの通信に成功した。最大通信距離は530mである。中継機1台は親機と直接接続され、マルチホップは機能しなかった。この地区のポイントは、地域内の高低差により親機と子機間の見通しがよく目視できる点である。船舶基地局と親機とのダイレクト通信は約450mでデータ通信可能であった。

最後に安下庄地区についてであるが、この地区は3つの地区の中で最も人口が多く、比較的鉄筋や鉄骨の建物が点在し、電波が到達しにくい環境であった。また、親機の設置場所が見通しの利く場所ではなかった点も問題であった。

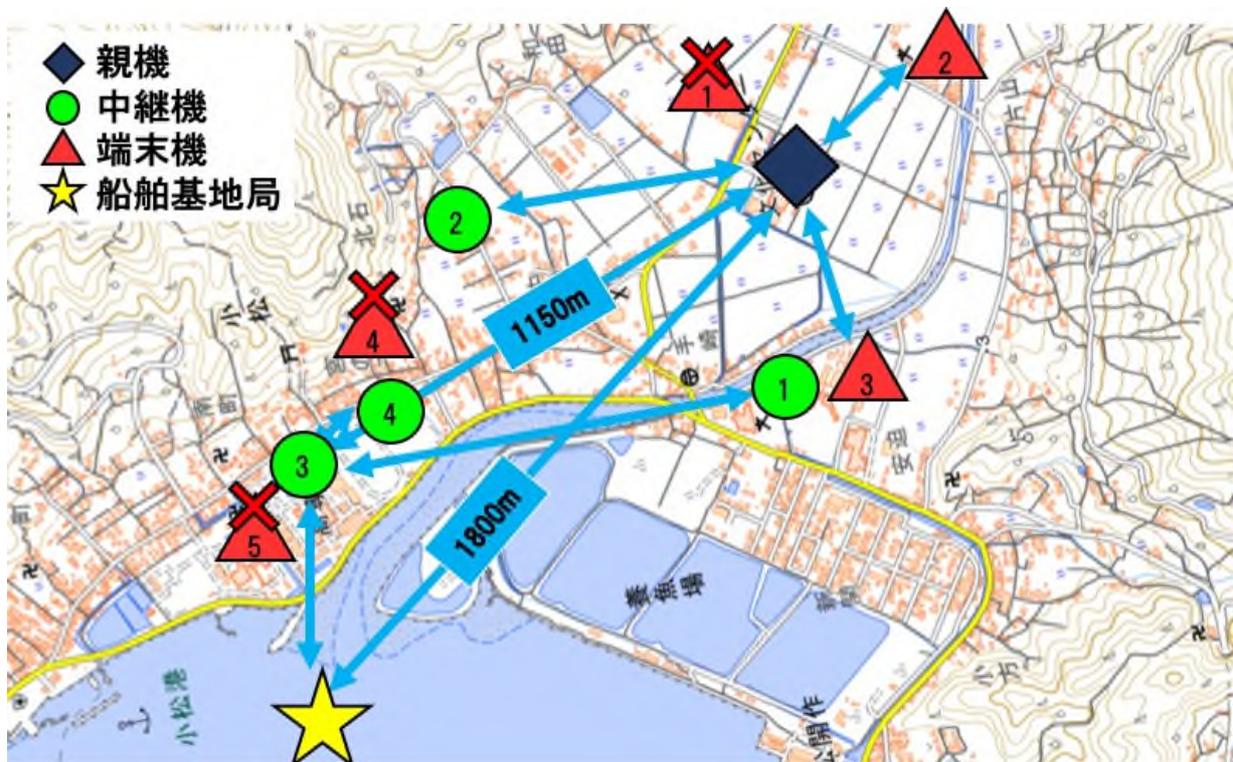


図12 地域ネットワーク80%構築成功例(小松地区)



図13 地域ネットワーク100%構築成功例(家房地区)

## 6 まとめ

本研究は、近年多発する大規模災害・事故の発生を受け、それらにより発生が予想される大規模停電時に、安否確認が行える災害時通信網の確立を目指したものである。今回の論文では、瀬戸内に点在する離島において、Sub-GHz無線を用い、船舶基地局が離島を巡航し、安否情報の収集、行政情報の伝達を行う災害時通信網の確立を行うための、システム構築と実証実験を行い、目的を達成することができた。さらに、実証実験では単に電波伝搬実験ではなく、地域の行政や住民との人的地域ネットワークの構築、海上と地域ネットワーク間の双方向情報通信、Wi-SUN FANを用いた地域ネットワークの構築を目指し、離島での災害時通信網の確立としては、装置の試作・設置を含め、大きな成果を得た。一方、同実証実験では、一部地域において地域ネットワークを十分に構築できなかった。要因としては、通信距離・通信機器の設置方法・設置地上高・アンテナの指向性・中継器の配置などが挙げられる。また、地域ネットワークと船舶間の通信が時々途切れる、接続先が変わり安定した接続を確実に得られなかつ

た。要因としては、船舶が流され通信環境が変化したためだと考える。今後の展開として今回明らかになった中継機の地上高確保や指向性等の課題点を解決し、ネットワークの水平垂直展開を行いたい。

## 謝辞

本研究は、2019年度高専ワイヤレスIoT実証実験コンテスト(総務省主催)の受託研究費により実施された。実施にあたり、周防大島町ならびに住民のみなさま、本校大島丸の船員の方々にご協力をいただき、ここに謝辞を申し上げます。

なお、同コンテストでは、総務大臣賞(最優秀賞)を受賞し、総務省中国総合通信局「電波の日」の表彰を受けた。

## 参考文献

- 1) 児島史秀, スマートメータ無線の研究開発と普及化動向, 電気設備学会誌, Vol. 33, No. 8, 597-600, (2013)
- 2) 荘司洋三, 地域におけるWi-SUNとスマートフォンの融合利活用による徘徊高齢者捜索支援システム, 通信ソサイエティマガジンNo.41 夏号2017, 39-47, 発行所, (2017)