



図-4 Q-ANPI 第1回実証実験の様子

実施者

＜実施メンバー＞千葉工業大学 情報科学部 情報ネットワーク学科 助教 中川 泰宏
 千葉工業大学 情報科学部 情報ネットワーク学科 中川研究室 4年 小野瀬 辰、佐藤 大介、町田 皓惟、本山 文響

＜協働パートナー＞

【行政関係】南房総市役所 市民生活部 市民課 市民協働グループ、消防防災課
 【市民団体等】大井自主防災「かわせみ」

1. 背景・目的

本プロジェクトはIT技術を使って持続可能な集落の創造を支援することを目的としており、その手段の一つとして日常時・災害時に利用可能なフェーズフリーネットワークの構築を目指している。その背景として2019年度に千葉県を襲った台風被害がある。この時の強風で大量の倒木が発生し、豪雨によって土砂崩れが起これ、広い範囲にわたって長期の停電、断水、交通路の遮断等が起きた。この時、長期の停電によって携帯電話基地局の非常用電源も限界を迎え、電源車が来るまでの間、通信が行えない状態となった。南房総市大井では、この台風以前にも災害時を想定した備蓄や訓練等の準備を積極的に行っていたが、地球温暖化で災害が常態化することへの懸念から、電源や通信が断たれるような災害の時にもお互いの安否確認が容易に行える方法についても模索していた。そこで、災害時に安否確認に利用できるコミュニティエリアネットワークの構築を検討した。しかし、災害時だけをターゲットにしたシステムはいざという時の取り扱いやメンテナンス性の観点で問題を抱えることがある。そのため、日常時にもこのネットワークを活用するフェーズフリーなネットワークの構築を目指すこととした。この活動は2020年度に始まり、2021年度に正式なプロジェクトとして南房総市でスタートした。

2. 活動内容

このプロジェクトの目的は日常時・災害時に利用可能なコミュニティエリア型のフェーズフリーネットワークの構築であり、LPWA (Low Power Wide Area) の技術を利用して、日常時と災害時に里山エリアの情報を伝達・共有することを目指している。LPWAは小さな電力で数km～数十kmの通信を可能とする技術であり、本プロジェクトでは免許が不要でコミュニティ単位の運用が可能なLoRaを利用する。具体的な活動として、2020年度

は里山地域におけるLPWAの可用性を調べるためにLoRaを利用した送受信機を作り、試験的に通信範囲の測定を行った。翌2021年度はフェーズフリーネットワークで利用する通信機の開発を大学で進めるとともに、南房総市の大井に設置された安否確認システムQ-ANPIの実証実験の支援を行った。

日本におけるLPWAについてももう少し補足すると、LPWAは920MHzの周波数帯に20mW (13dBm)の送信電力で通信を行う免許不要の特定小電力無線局に位置付けられている。ここで、20mWというエネルギーはおよそLED一つから二つ分の点灯エネルギーに相当する。LPWAを利用したネットワークはLPWAN (Low Power Wide Area Network) と呼ばれ、名前の通り小電力で広域通信を行うネットワークを指す。通信規格も様々なものがあり、Sony社のELTRESのように理想的な見通し条件で100kmを超える通信に成功したという報告もある。今回、実証実験の対象となる南房総市大井は千葉県最高峰の愛宕山に隣接する里山地域であり、信号を中継する機器の設置場所によっては見通し距離の確保が難しい。そのため、電波の回り込みや反射も含めた通信となり、電波の減衰が大きくなる。そこで、実験用のインフラストラクチャを構築する前に実質的な通信範囲を確かめる実験を行った。

まずLPWAの規格の選定であるが、災害時の情報収集単位である自治会や行政区などのコミュニティ単位での設置が行えることを条件とした。そこで、入手性が良く、無免許で利用が可能なLoRaを利用することとした。LoRaはLong Rangeの略であり、広範囲を意味する。LoRaにはクラウドと連携するLoRaWAN (LoRa Wide Area Network) という、上位の規格が定義されており、LoRa端末をスター型で接続して、LTE等の通信回線を經由してクラウドと連携する優れた仕組みを持っている。しかし、LoRaWANではLoRa機器同士で通信を中継する方法が定



図1 計測車に設置したLoRaビーコン受信機

図-2 LoRaビーコン送信機の配置と車道上の計測位置

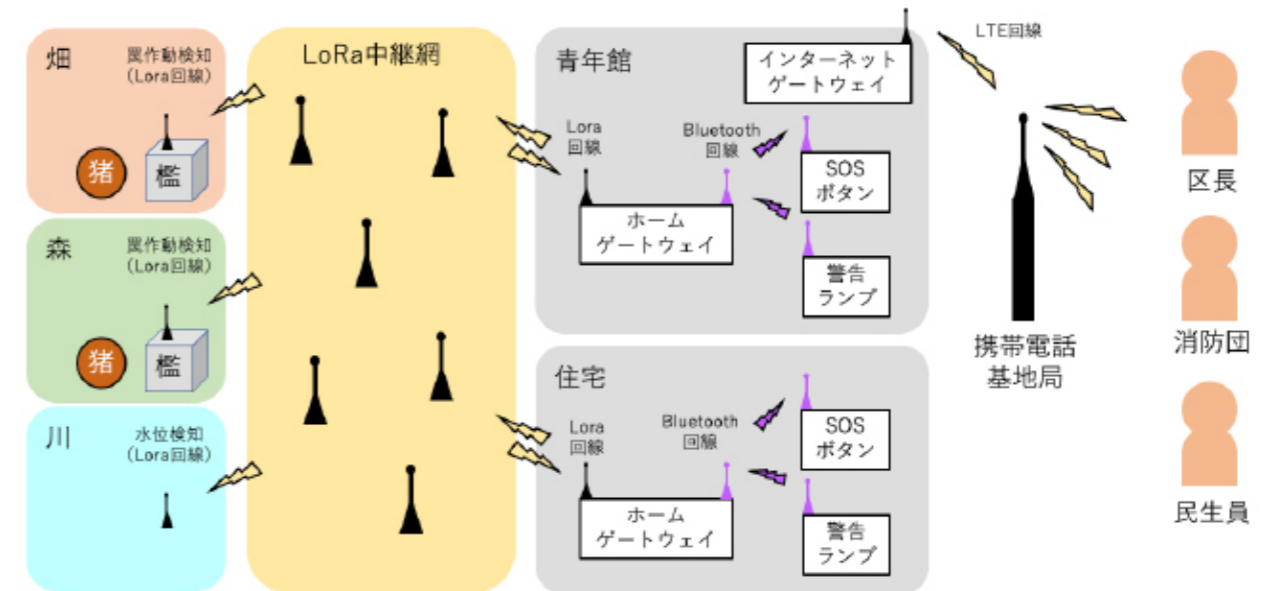


図-3 LoRaを利用したコミュニティエリア型フェーズフリーネットワークの形成イメージ

域学協働の工夫！

- ★事業を後押しする行政との相互連携
- ★地域住民の協力と理解

義されていない。そのため、そのままではLoRa端末だけで広範囲なネットワークを作ることができない。このプロジェクトではLoRaWANのベースとなる通信規格のLoRaのみを利用し、別途中継の仕組みを作ることによってコミュニティエリアを対象にしたフェーズフリーなネットワークの構築を目指している。

2020年度は準備期間として、通信エリアの測定に必要なLoRaの通信機を作り、大井におけるエリア測定を試験的に行った。中継機の設置場所は地域での活用を考えて、(1)見通し距離を確保しやすい山頂や高度の高い場所、(2)設置場所が確保しやすい共用施設(集会所、学校等)、(3)メンテナンス性の高さを考慮しつつ見通し距離を確保した交差点・カーブ地点などが考えられる。今回の実験では設置場所の確保性を優先して、(2)の観点から避難所となっている大井青年館と民家2カ所に送信機を設置して通信エリアの計測を行った。ここで、通信機にはArduinoと呼ばれる組み込み型コンピュータとKiwi Technology社のLoRa評価ボードADB922S-L (Semtech社SX1272RF搭載)の組み合わせを基本セットとして用い、LoRaビーコン送信機と、GPSを追加したLoRaビーコン受信機を作ることで測定を行っている。図-1に計測車に設置したLoRaビーコン受信機、図-2にLoRa

ビーコン送信機の配置と車道上の計測位置を示す(地図上の青い点が計測可能点)。この時の通信条件は周波数923.6MHz、帯域125kHz、拡散率(SF)12、出力電力20mW (13dBm)となっている。実験の結果、地形的に大きく遮蔽されるものがある時の距離は短くなるが、長い場所で2kmほどの通信が行えた。今回、測定を行った大井は半径2kmのエリアに収まる地域であるため、(2)を対象とした設置でも複数の中継機を置くことで、エリアのカバーが可能と考えられる。

2021年度は2020年度の実験を踏まえて、LoRaを利用したコミュニティエリア型フェーズフリーネットワークの構想化と、基本機能の開発を行った。ここで大井での展開を想定したLoRaを利用したコミュニティエリア型フェーズフリーネットワークの形成イメージを図-3に示す。平時はLoRa中継機を通して獣害情報や高齢者の見守り情報等と連携し、必要に応じて区長や民生員、各家庭に情報を届ける。災害時は水位・風速・降雨量等の情報を避難所となる大井青年館で収集し、電源が喪失したり、川の氾濫や倒木等によって道が通れなくなった場合も、各家庭に設置され、高齢者にも利用できるヘルプボタン、安否確認ボタン等によって安否確認が迅速に行えるようにする。

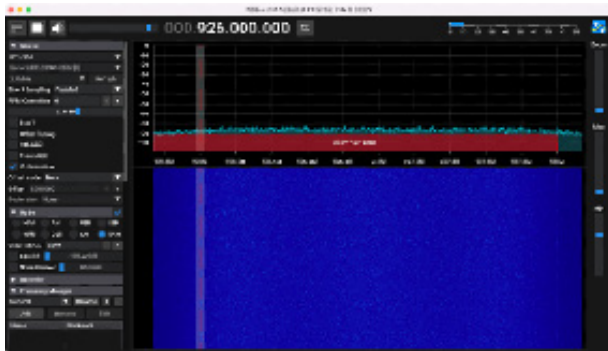


図 5 920MHz 帯のスペクトラムアナライザの表示 (南房総市大井, 926-928MHz)

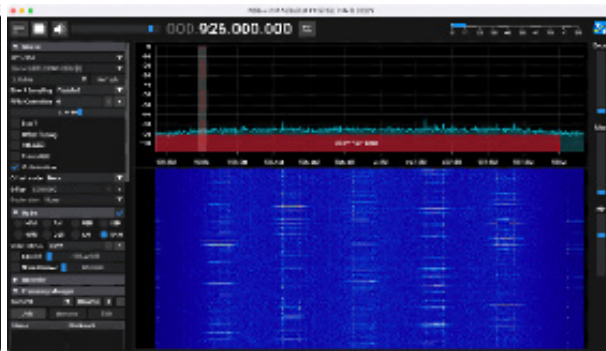


図 6 920MHz 帯のスペクトラムアナライザの表示 (習志野市津田沼, 926-928MHz)

2021年度はKDDIによるLPWAの通信実験も大井で行われたため、干渉を避けるために現地でのインフラストラクチャの構築は一旦見送り、千葉工業大学内で中継機能の開発を進めた。その代わりに、現地の活動として、Q-ANPIを利用した避難訓練等に参加し、その活動を支援した。ここで、Q-ANPIとは内閣府の推し進める衛星安否確認サービスのことであり、防災機能拡張に伴う実証・調査の募集に対して南房総市が参加したものである。Q-ANPIを利用した実験は大井自主防災「かわせみ」が主体となって2021年6月19日と2021年11月28日に行われた。ここで、2021年6月19日に実施したQ-ANPI第1回実証実験の様子を図-4に示す。この実験ではQ-ANPIの利用を推し進める株式会社構造計画研究所の職員によってQ-ANPIの概要と利用法が説明され、千葉工業大学の学生5名も加わり、参加した市民に対して安否確認システムの利用について補助を行った。

2022年2月20日には、2022年度のフェーズフリーネットワーク構築を視野に入れて、大井において特定小電力通信920MHz帯の電波の利用状況を確認した。ここで、大井の中心地にあり、避難所機能を持つ大井青年館の前庭で計測した926-928MHzの周波数スペクトラムを図-5に示す。また、比較対象として同年2月21日に習志野市津田沼で計測した同周波数帯のスペクトラムを図-6に示す。画面の青い領域の横軸は周波数、縦軸は時間を表している。色が淡かったり、黄色や赤になっているところは信号が強めに検出された周波数である。都市部ではテレメトリー関連と思われる920MHz帯の通信が頻繁に行われているが、大井ではまだそういった通信が行われておらず、干渉を起こしにくいいため、今後の実験への影響は少ないと考えられる。

3. 成果と課題

(1) 地域貢献面

このプロジェクトの最終目標は、平常時・災害時に利用できるコミュニティエリア型のフェーズフリーネットワークであり、里山地域における檻罾の通知に始まり、災害時の安否確認に至

る地域の生活を支えるネットワーク基盤を作ることである。そのため、実際にこのネットワークを構築し、現地の声を聞きながら発展的に改善していくことで、地域の貢献に直接つながるものになると考えられる。しかし、システム面では継続的な開発と検証が必要になるため、成果や貢献が短期間では見えづらい。そのため、避難訓練や災害時に関わる取り組み等も支援していくことで、地域への直接的な貢献にもつなげていきたい。

(2) 教育・研究面

ネットワークに関する教育の観点から、情報ネットワーク学科の学生が実際に利用するネットワークを敷設することで、自身の持つ専門的知識や技能を深めるきっかけとすることができる。また、現地での避難訓練等の中でQ-ANPIと連動したスマートフォンによる安否確認システムのようにITシステムの利用法を住民へ伝えることで、自身の持つ経験や知識を第三者の役に立てる機会とすることができる。実際に参加した学生の感想でも、好意的な意見が多数寄せられ、ボランティア活動に対する積極性の向上にもつながったことから、学生の自己肯定感の向上と共に成長につながる活動になったと言える。

4. 今後の展開

本年度は千葉工業大学構内においてコミュニティエリア型フェーズフリーネットワークの開発を進めた。また、災害対策の訓練を支援することを通じて、学生の成長を促すと共にQ-ANPIの利用の可能性についても確認した。2022年度はこれまでの取り組みを反映して、段階的に大井でフェーズフリーネットワークを展開して行き、その有効性について検証を進める予定である。また、2022年4月からはQ-ANPIの実証実験に千葉工業大学も参加する計画があるため、このQ-ANPIシステムとフェーズフリーネットワークの安否確認機能との連動を図ることで、衛星回線を経由した安否確認情報の連携についても模索していく予定である。

*表彰・マスコミ掲載など

2021年7月7日、「大井区で安否確認訓練南房総市Q-ANPIを活用して」、房日新聞,p.1

2021年12月9日、「停電想定して防災訓練 南房総の大井区五十人が通信システムを確認」、房日新聞, p.1