



[丸山地域]

実施者

＜教員＞ 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 社会システム科学部 プロジェクトマネジメント学科 教授 加藤 和彦

＜学生＞ 千葉工業大学 大学院 情報科学研究科 情報科学専攻 修士2年 町田 皓惟
 千葉工業大学 社会システム科学部 プロジェクトマネジメント学科 加藤研究室

＜協働パートナー＞

【行政関係】 南房総市 市民生活部 市民課 市民協働グループ、消防防災課、内閣府宇宙開発戦略推進事務局
 【企業】 日本電気株式会社、株式会社構造計画研究所
 【市民団体等】 大井自主防災「かわせみ」

1. 背景・目的

2019年に千葉県を襲った台風15号のように、近年異常気象や地震による大規模災害が増加しており、こういった災害で起こる土砂崩れや倒木に伴う災害発生直後の地域の孤立が安否情報の共有の遅れにつながっている。孤立地域の人々の安否情報は、救助の必要性の判断やそれに伴う迅速な行動において重要となるため、電力が逼迫するような状況でも動作が可能な省電力性を備えていることに加え、孤立地域をカバーするネットワークシステムの導入が必要と考えられる。一方、2017年の制度改正によって、従来よりも低消費電力かつ広いカバーエリアで低コストを可能とするIoT時代の無線通信システムであるLPWA (Low Power Wide Area) の実用化が期待されている。このシステムの一部は無免許でも利用できることから、災害時の安否確認の単位である自治会や行政区といったエリアでも容易に利用することが可能であると考えられる。

本プロジェクトは、孤立地域における在宅避難者の安否情報を収集する仕組みを作ることを目的に、LPWAを利用した安否情報共有ネットワークを開発し、その有効性について評価を行った。また、自治会の構成単位である行政区での運用を視野に入れているため、住民によって気軽に設置の判断ができる中継機の設置指針についても検討した。

2. 活動内容

本稿では、道路・通信・電力の寸断が発生する災害に対して有効となる安否情報共有ネットワークについて検証した結果と、南房総市における防災訓練でのICT活用支援の取り組みについて報告する。地震や台風が発生した際、災害の程度にもよるが、公民館を開放して避難所を設営したり、消防団と連携を取ったりすることがある。地域によって役割を担う団体が異なるケースはあるものの、郊外で

は行政区がその運営を担うことが多い。ここで、都道府県、市町村に対する行政区と自治会の位置づけならびに付随する災害対策としての機能の関係を図-1に示す。本プロジェクトで提案する安否情報共有ネットワークは、この行政区での利用を想定しており、次の4つの観点から設計を行っている。

- ①通信網の寸断 → 公共通信網から独立したネットワーク
- ②電力網の寸断 → 電源喪失時にも利用可能なネットワーク
- ③交通網の寸断 → 在宅避難時にも安否情報が共有可能なネットワーク
- ④隔絶による孤立 → 衛星通信サービスとの接続

ここで、①から③の要件として、①は行政区で利用可能な通信網を敷設可能なこと、②はバッテリー駆動が可能な低消費電力な装置であること、③は行政区の範囲がカバーできる通信能力を持つこと(目安10km程)などが挙げられる。本プロジェクトではこの要件を満たす通信技術として、2017年度の制度改正により注目され、低消費電力でありながら広いエリアをカバーし、なおかつ低コストで運用ができるLPWA (Low Power Wide Area) を利用することとした。このLPWAはIoT時代に有効な無線通信システムとして注目されており、送信電力10～20mWの特定小電力無線規格でありながら、見通し距離で数km～数十kmの通信を可能とする。ただし、障害物がある場合は屋外の利用であっても数百m程度の通信となることもあるため、本プロジェクトではLPWAの中で中継機能を持つInterlink社のIM920sLを利用した。

次に④の実現には、衛星を利用した通信が必要となる。この通信には様々なサービスが考えられるが、平成30年より内閣府が主導して試験的導入を進めている衛星安否確認サービス(Q-ANPI)

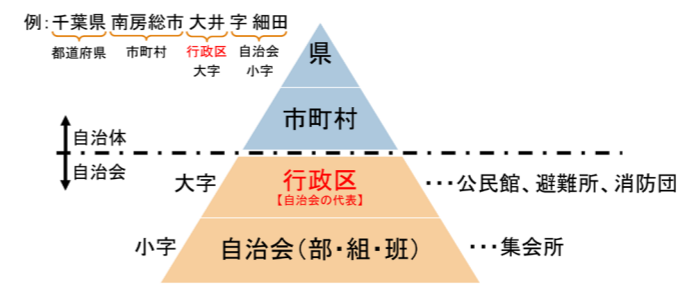


図-1 行政区の位置づけと災害対応機能の関係

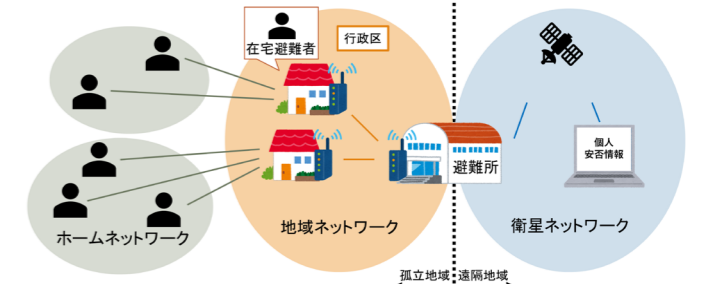


図-2 Q-ANPIと連携した安否情報共有ネットワークの構想

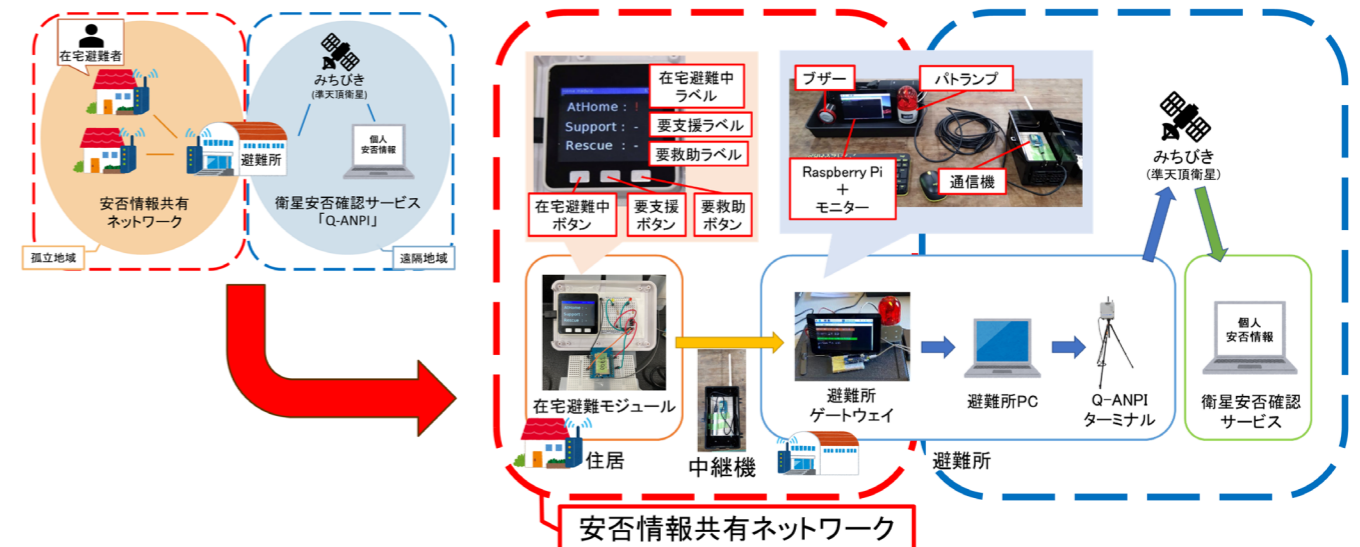


図-3 Q-ANPIと連携した安否情報共有ネットワークのシステム構成

域学協働の工夫！

- ★地域活動における情報システム面でのサポート
- ★関係者からのニーズの汲み取りとビジョンの擦り合わせ
- ★地域住民のニーズに基づいた在宅避難者のための情報共有システムの提案と開発

では、避難所とインターネット上で展開する安否確認サービスのプラットフォームが整えられていることから、本プロジェクトで構築を進めている安否情報共有ネットワークの実現に有効と考え、内閣府、NECの協力のもと、Q-ANPI用避難所PCと接続するインターフェースの開発し、情報共有ができる仕組みを作っている。①から④の設計を基にしたQ-ANPIと連携する安否情報共有ネットワークの構想を図-2へ示す。本構想はホームネットワーク、地域ネットワーク、衛星ネットワークの3つのネットワークから構成され、地域ネットワークの通信はLPWA、衛星ネットワークの通信はQ-ANPIが担っている。ここで、ホームネットワークは今後の開発の対象となっている。本年度はこの地域ネットワークを対象にシステムを構築し、さらにQ-ANPIと連携する機能も作成した。

図-2の構想をもとに開発したQ-ANPIと連携する安否情報共有ネットワークのシステム構成を図-3に示す。前述の地域ネットワー

ク部分を担う安否情報共有ネットワークは、孤立した地域に存在する避難所と家屋をつなぐものであり、自宅で緊急事態が起こった場合や在宅避難時の状態を素早く避難所へ通知する役割を持つ。本取り組みでは、自宅用の装置として「在宅避難モジュール」、避難所用の装置として「避難所ゲートウェイ」を用意している。ここで、在宅避難モジュールは試験的に3種類の状態が通知できるようになっており、避難所ならびにQ-ANPIを通じて、遠隔地にいる家族等に情報が共有できるようになっている。この通知する「状態」には、自宅そのまま避難をする「在宅避難」、自分で解決することが難しく他の住民の支援を必要とする「要支援」、怪我等により動けない状態にある「要救助」の3種類を用意している。この通知は平常時の高齢独居世帯の救助要請にも利用できると考えており、在宅避難モジュールから避難所へ通知した情報の緊急度に応じて警報を発する仕組みを設けた(図-4)。今回、避難所機能にはQ-ANPIのシス

在宅避難モジュール		避難所ゲートウェイ		
ボタン	被災状況	背景色	パトランプ	ブザー
A	在宅避難中	緑	-	-
B	要支援	橙	○	-
C	要救助	赤	○	○

図-4 在宅避難モジュールの通知に対する避難所の警報

役割	設置対象	設置場所
広いエリアをカバー(面)	山(高所)	尾根 山頂
狭いエリアをカバー(点)	施設等	公民館、集会所等 バス停
エリア間を繋ぐ(線)	道路	交差点 カーブ

住居と避難所を結ぶ(点と点)

図-5 本システムで利用する中継器の設置指針

	0001 受信	0002 受信	0003 受信	0004 受信	0005 受信	0006 受信
0001 送信	-15.9	-104.3	-101.4	-113.0	-	-
0002 送信	-100.9	-13.1	-81.5	-99.7	-115.3	-
0003 送信	-113.3	-92.6	-13.5	-78.3	-111.8	-116.1
0004 送信	-114.6	-102.1	-82.1	-16.0	-101.5	-111.9
0005 送信	-118.2	-110.4	-108.9	-103.0	-13.0	-103.6
0006 送信	-	-	-116.4	-116.0	-97.8	-15.8

単位 : dBm
 最低受信強度 : -128dBm
 -108dBm以上 : 緑
 -118dBm以上 : 黄色
 -128dBm以上 : 赤

選択された経路
 [0006-0005-0002-0001]
 [0006-0005-0003-0001]

図-7 Q-ANPI と連携した安否情報共有ネットワークのシステム構成



図-8 大井区避難訓練時におけるデモンストレーション (2023/8/19)



図-6 LPWA を利用した安否情報共有ネットワークにおける通信の中継実験

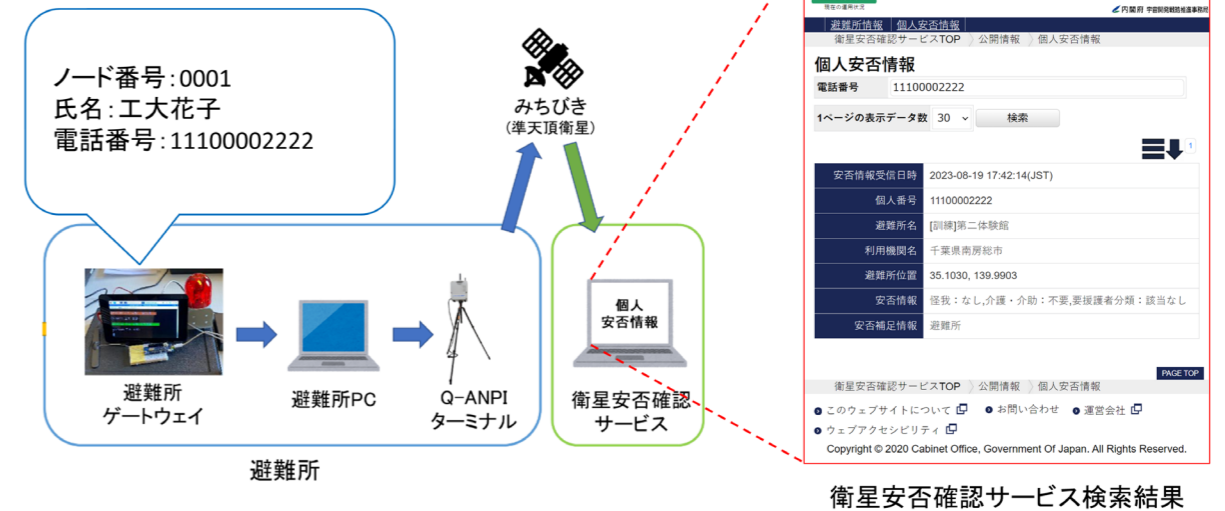


図-9 本システムの通知が衛星安否確認サービス (Q-ANPI) へ反映される様子

テムの一部である避難所 PC を利用しているため、このシステムとつなぐための装置として避難所ゲートウェイを構築した。このゲートウェイを通じて避難所 PC、みちびち、衛星安否確認サービスへとつながり、地上の通信が途絶した状況においても遠方から情報が確認できるようになっている。

このシステムを利用して中継器経由で情報が伝達できるか 2 回の通信実験 (① 8/19, ② 11/25) を行った。無線を利用した通信は障害物の有無と見通し距離に影響されるため、住民による容易な自主設置ができるよう、中継器の設置指針を図-5 のように整理した。なお、実験地には千葉県で標高が一番高く、令和元年台風で電力・通信・交通の寸断が起り、また山間の地域のため見通し距離の確保が難しい大井地区を選定した。この時の実験条件を図-6 に示す。送信機と受信機の間には、図-5 の赤枠の指針のもと 4 つの中継器を設置し、端末番号 0006 から 0001 に向けて 10mW の通信を 100 回行い、その時の信号強度を計測した。この端末間の信号強度を平均してまとめたデータを図-7 に示す。ここで、緑の背景色は安定した通信が行われている組み合わせであり、黄色の背景色

は条件によって通信が不安定になる可能性のあるもの、赤色の背景色は通常時でも通信が不安定になる可能性のあるものとなっており、数値の書かれていない箇所は通信ができなかったものとなっている。図-5 の設置指針に基づき行われた今回の実験では、比較的余裕のある通信が行えていることがわかった。実際に運用する際は、より多くの中継ルートが設置されることになるので、災害時の土砂崩れによる中継器の倒壊にも対応できると考えられる。

2023 年度は、防災訓練等における ICT 活用支援の一環として、上記実験を行った大井地区の防災訓練へ 2 回参加し (① 2023/8/19, ② 2023/10/29)、Q-ANPI を利用した訓練の支援を行った。また、合わせて本プロジェクトで構築した安否情報共有ネットワークのデモンストレーションも行った。ここで、2023/8/19 に実施した防災訓練でのデモンストレーションの様子を図-8 に示す。また、この時、避難モジュールから送信された情報が Q-ANPI 経由でインターネット上に情報発信され、Web ブラウザで確認できている様子を図-9 に示す。

3. 成果と課題

本年度は、これまで部分的に構築してきた成果を安否情報共有ネットワークとして統合し、実験を行うことで、本システムが LPWA と Q-ANPI を利用して連携が取れるかどうかについて確認した。また、中継器の設置指針も示すことで、住民達自身で設置する際のガイドラインを作成した。これらの成果を、大井地区の防災訓練で ICT 利用の支援を行うとともに、デモンストレーションという形で情報共有を行うことで防災意識を高める活動も行った。また、情報科学技術フォーラム (FIT) にて本活動を報告し、千葉工業大学の修士論文としてもその成果をまとめることで、学術的な価値づけも行っている。一方、現時点では、まだ実証実験の手前の段階であるため、地域へその成果を還元するために実用性も踏まえて開発を進めていく必要がある。

4. 今後の展開

現時点では在宅避難を想定した最低限の機能実装に留まり、高齢独居世帯における非常事態や災害時の通信途絶に対する仕様等がまだ組み込まれていない。そのため、今後はこれらの仕様を策定しつつ実用性を高めていくことで地域への還元を務める。また、まだ未実装となっているホームネットワークの実装を進めることで、自宅内のインシデントに対応していく予定である。

*表彰・マスコミ掲載など
 ・町田皓惟, 中川泰宏, "LPWA を利用した災害時における安否情報共有ネットワークの検討", 情報科学技術フォーラム講演論文集 (FIT), 第 22 巻, 第 4 分冊, pp.371-372, 2023
 ・町田皓惟, "LPWA を利用した災害時における安否情報共有ネットワークの開発", 千葉工業大学大学院情報科学研究科修士論文 (未公開), 2024