

住民への防災意識を高めるための災害前の自治体の災害対応

Local Governments' Efforts to Raise Citizen's Awareness of Disaster Before the Strikes

栗 将倫¹，片家 康裕¹，平田 隆行²，此松 昌彦³

¹災害科学・レジリエンス共創センター，²システム工学部，³教育学部

1. はじめに

このプロジェクトは、自治体と連携しながら災害に関連する地域の課題や新しい技術を開発することを目的としたプロジェクトである。メンバーの此松、平田はともに和歌山県及び県内の基礎自治体の災害関連の委員を務めており、防災行政の課題を把握している。またメンバーの片家と栗は和歌山県庁職員として防災に関わりながら客員准教授としてセンターに籍をおいており、地域の抱える弱点とその克服のための技術に関して知見をもつ。この4名で構成されるプロジェクトは、行政と大学の人材が融合した形で具体的な研究を行なっている意味で、センターの中でもユニークな研究である。

本プロジェクトの最も重要なものは、片家・栗が中心となって進めている「Q-ANPI」と呼ばれる災害時の通信システムの研究である。「Q-ANPI」はGPS衛星の通信機能を用いて被災者の安否情報を集めようとするもので、孤立化が懸念される地域を抱える和歌山県が渴望する通信システムである。もうひとつは、平田・片家が中心となって進めている「事前復興計画」である。和歌山県は、全国に先駆け南海トラフ地震津波からの復興計画を事前に策定しておくことを目指している。プロジェクトではこの取り組みの前線に立ち、住民に近いところから計画の立案を支援している。ここではQ-ANPIに関する報告Aを主として、補足的に事前復興計画に関する報告Bを加えて今年度の報告としたい。

2. 報告A：Q-ANPIによる安否確認システム

2.1 Q-ANPIによる安否確認システム

2.1.1 南海トラフ巨大地震の被害想定における

孤立集落の発生について

南海トラフ巨大地震が発生した場合の被害想定で

は、強い揺れと津波により、全国で2570以上の集落の孤立が想定されている。

和歌山県においても津波による浸水被害に加え、大規模・同時多発的な斜面崩壊や地すべりが多数発生し、道路の流出や土砂による埋没、構造物の損壊が発生する可能性がある。これにより、集落や地域へのアクセス道路が遮断されることで孤立集落が発生し、和歌山県では沿岸部と内陸部あわせて370以上の集落が孤立する想定が報告されている^[1]。

2.1.2 自治体の孤立集落対策と課題

災害により孤立集落の発生が懸念される自治体では、民間事業者の衛星携帯電話を配置するなどの対策が行われている。これまでの自治体へのヒアリング調査から、こうした衛星携帯電話は賃貸借に必要な基本料金や通信料などの財政負担が生じるため契約台数に限りがあり、維持管理面からも行政施設や避難所となる公共施設に配置される場合が多く、災害発生時に孤立が想定される集落に配置されているわけではない。

その為、災害発生時に孤立集落が発生した場合には、その集落や地域と迅速に連絡を取る方法が模索されており、過去の災害では衛星携帯電話をヘリコプターで搬送した事例も確認されている。

2.2 孤立集落における衛星安否確認サービスの利用

2.2.1 Q-ANPIと串本町での取り組み

準天頂衛星「みちびき」を利用した準天頂衛星システム「衛星安否確認サービス（以下「Q-ANPI」と言う）」は、災害発生時に開設される避難所等の情報を「みちびき」3号機を経由して避難所で収集された安否情報や避難所情報を管制局に送信し、災害対応を行う行政機関等がQ-ANPI地上局より発信さ

れた情報を収集する通信手段です。

「みちびき」3号機は、準天頂軌道をえがく1号から4号機と軌道が異なり、静止軌道上に配置された静止衛星で衛星通信機能を有している。Q-ANPIは3号機の衛星通信機能を利用したサービスで、「Q-ANPI」に対応したS帯の地上通信端末で利用することができる。

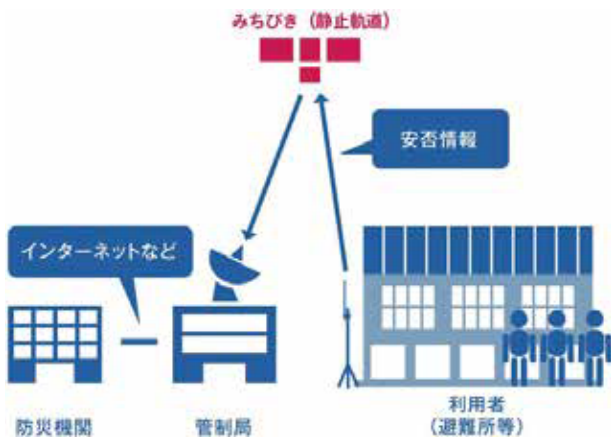


図1 Q-ANPI利用イメージ (みちびきHPより)

内閣府は2018年11月より準天頂衛星システムのQ-ANPIの運用を開始し、Q-ANPIの社会実装を促すために自治体や運用に資する研究や開発を行う組織や団体を募集し、応募団体の提案を委員会にて審査して必要な通信機材を貸与する政策が導入されている。

和歌山県内では運用開始までの実証実験への取り組み経験からQ-ANPIの有効性に着目した串本町がいち早く応募し、町内の主な避難所での利活用に向けて取り組んでいる。

本研究では、串本町の避難所におけるQ-ANPI地上端末の運用に関する取り組みから災害発生時に避難所で地上端末を運用する場合の課題を抽出し、災害発生時に被災者がQ-ANPI地上端末を利用できる様に調査研究を行い、システム運用の改善と改良実験を行いシステムが災害時に有効に機能するための研究実験を行っている。

今年度は、新型コロナウイルス感染症による感染防止の対策から串本町での避難訓練に呼応したQ-ANPI端末の操作運用訓練も中止となり、役場職員に対する操作研修も感染症対策による業務多忙により、役場の防災担当職員が防災業務や避難所運営

業務に携わる基幹職員にのみ操作研修が実施されただけであった。

その為、串本町役場のQ-ANPI担当者や防災担当職員に対してコロナ禍での状況におけるQ-ANPIの管理などについて聞き取り調査を行った。その結果は、担当職員による地上端末の維持管理に必要な基本操作しか実施できていない現状が確認された。また、担当職員による維持管理操作であっても操作設定に不具合が生じる端末もあり、担当者が直接メーカー側の技術者の指導を受けているケースが確認された。

この調査から、端末操作の基礎知識を有する担当職員でも操作やトラブルへの対処に行き詰まる点や、令和元年度の避難訓練参加者による運用操作訓練の調査から、通信機器の知識を有しない避難者では地上端末の操作は行えないことが明らかとなってきたため、孤立集落の避難所で一般の避難者が自主的に通信端末を組立から情報発信までの一連の作業を行えるシステムやシステムを稼働させるための対策が必要であることが明らかとなった。

これまでの調査研究から炙り出された課題の解決には下記の2項目が考えられた。

- ①通信に必要な地上端末システムの改修。
- ②現行システムの運用操作を簡易に行える方法の研究開発。

この問題解決の提案は、Q-ANPIの運用を行っている内閣府と衛星システムの運用を受託している企業に対して伝えると共に、内閣府や企業が行ってきた実証実験と本研究の調査との相違点を合わせて説明を行い、本研究の調査結果が社会実装に必要な課題解決の基本点を捕らえていたため、提案が受け入れられた。

改善には、比較的簡単で安価であるケース②で対応を行い、実施は令和2年度から2年間で研究開発と検証を行うこととなり、令和2年度は既存の操作運用マニュアルを通信機器の予備知識がない一般避難者でも操作が可能となる簡便マニュアルの研究開発を実施した。

開発するマニュアルは、災害時に孤立集落となる可能性が高いと考えられる地方部の高齢者を想定したが、Q-ANPI端末の普及やコロナ禍での急速な遠隔授業やリモートワーキングの普及などを考慮し、通

信端末を操作する可能性が高いと想定される指定避難所となる学校や公共施設を中心に検討を行った結果、Q-ANPI端末の知識を持たない教職員と学生を被験者として選定し、マニュアル研究と開発を着手した。

2.2.2 小学校を活用した実験

串本町の避難訓練での検証実験が不可能であるため、和歌山市の指定避難所である小学校の協力を得てQ-ANPI地上端末の設置運用実験を行った。

実験は2021年2月23日に和歌山市立貴志南小学校体育館で実施した。

実験機器は、Q-ANPI地上端末を収容したコンテナケースとケーブルドラム1個、長机と椅子を被験者の各グループに準備した。災害時の避難所ではどれほどの備品が利用できるかわからないため、最低限利用可能と考えられる物品のみを利用した。

地上端末に入力する個人情報、サイトからダミーデータを100名分（20名×5セット）作成し、実験毎に任意の20名の個人情報データを渡して入力を実施した。

2.2.3 実験内容

今回の被験者は、教員3名と大学生5名の8名。

教員の構成は、校長、教頭、採用数年目の若手教員と避難所管理組織を考慮した年齢構成とした。

実験1は、教師3名のチームと学生5名の2チームに分け、Q-ANPI地上端末の既存マニュアルを使って、設置、入力、発信、撤去を行った。

実験2は、これまでの調査研究を基に作成中の試作マニュアルを利用して、同様の作業を行った。

実験2では、実験1から作業人数の差が作業進捗に影響が小さくないため各チームの人数を合わせるため、年長者の校長と教頭を外し、若手教員1名と学生5名の6名を3名ずつの2チームに分けて行った。

また、実験での作業方法については、実験1の経験が学習されているがこれは防災訓練での知識取得と仮定し実験2での作業方法に制限や規則は設けなかった。そのため実際の実験を行うと、設置作業で両チームの進め方に違いが生じた。

学生チームは簡易マニュアルだけを見て、とにかく作業を進めようとしているのに対して、教師チームは簡易マニュアルを読んで作業をする2人と試作マニュアルを読む1人に分かれていた。

はじめこそ、学生チームが早かったが、途中でつまづくと問題点が解決せず、作業はそのまま進まなくなってしまった。



写真1 実験状況（貴志南小学校体育館）

一方、教師チームもつまづいたのだが、試作マニュアルを読んだ先生が参加して、つまづいた作業内容を復旧することができた。

作業開始時に伝えていなかった「南の空の見えるところに通信端末を設置する」という衛星通信の条件も試作マニュアルを読んだ教師チームは問題なく作業を進め衛星通信を可能とした。

学生チームは、入力端末と通信端末との接続がうまくいかないまま時間が経過したため、やむをえず技術スタッフがアドバイスをを行い、設置までの作業を完了した。

入力端末への個人情報入力作業は、両チームとも1名が読みあげ、1名が入力作業を行う作業スタイルが同じであり、大きな差は生じなかった。

入力作業では、両チームとも入力者への作業負担があり、作業者が作業途中で交代して入力作業を続行した。20名の個人情報データの入力作業でも入力者の交代が必要になるという新たな課題も確認された。

その後、休憩をはさんで、試作マニュアルで同様の実験を行った。個人情報の入力には、作業効率を高めるためマウスを配布し入力者の負担軽減を図り作業を実施した。



写真2 個人情報入力状況 (貴志南小学校体育館)

2.2.4 実験結果

今回の実験に要した時間を表1に記す。

表1 実験結果 (設置時間)

チーム名	既存マニュアル	試作マニュアル
学 生	84分0秒	42分47秒
教 師	60分2秒	30分56秒

設営時間には、60分を想定していたが、学生チームは時間が長くなった。長くなった原因は、設置作業に伴うパソコンでの操作でミスをする、既存マニュアルではどこまで適切に作業が進み、どの作業ができていないのかが確認できないため、復帰が困難となったのが原因であった。

表2 実験結果 (データ入力時間)

チーム名	実験1	実験2
学 生	19分11秒	14分50秒
教 師	24分35秒	20分0秒

個人情報の入力作業時間では、マウスを利用することで入力選択作業が容易になり作業時間の短縮が図られた。

しかし、思った以上に時間短縮ができていない原因は、地上端末の入力フォーマットが入力作業用に提供した様式と符合していないために、入力項目を確認しながらの作業となり効率が悪いのが主たる原因であることが実験後の調査で確認できた。

2.2.5 実験後の聞き取り調査の結果

試作マニュアルでは、設置作業の時間が半減しているが、2回目の作業実験のため作業時間を完全に

半減できるだけの優位性は明確にできなかったが、明らかに既存マニュアルの利用より効果的があることが明らかになった。また、作業ミスが生じた場合でも簡単に再確認作業に着手できるなど、被験者の評価は好評であり専門的知識を持たない作業者に使いやすいマニュアルであることが確認された。

今回の実験では、作業中の被験者に対して聞き取り調査を行い作業に関してその場で作業者の感想を記録し、その内容を実験後に再確認してQ-ANPI地上端末設置に関する一連の作業における課題抽出も合わせて実施した。

抽出した問題点を表3から表5にまとめる。

表3 設置作業の問題点

<ul style="list-style-type: none"> ● 三脚の組み立て順番 →機器の締め付けが弱く、転落しかけた ● PC設定、チャンネル設定が理解できない ● 機器設営全工程 (完成形がわからない為) ● 三脚の取付、特に雲台の取付 ● パソコン廻りのソフトの設定 ● 外に出て設営するタイミングが不明 ● LANの抜き差しするタイミングが不明 ● 水平の調整→三脚の調整 (一人で組立ては困難と見える) ● 方位の確認、Webカメラを接続する (今、カメラ別付けは珍しいから) ● パソコンの立ち上げはスムーズでした ソフト立ち上げに少々時間 ドングルの設定～通信設定へ接続 (端末と本体のLAN接続) ● 三脚組み立て ● 機器取付 ● 三脚の調整 (微妙な調整必要) 組立時に水平調整いら ないのでは
--

表4 入力作業の問題点

<ul style="list-style-type: none"> ● 漢字を正確に入力するところ ● 2名でないと時間がかかる ● 画面がタッチ画面の方が入力早くなる ● マウスがある方がいい ● 入力元データが間違っている場合は? →自己申告しか良いかも ● 入力時、西暦検索が1名ずつ必要で時間がかかる。直接打ちの方が早い ● アプリ入力、PC入力ともに数字を打ち込みたい ● 住所に他府県が混ざる場合には、確認に時間がかかる ● 生年月日等直接入力したほうが良い項目と、個人の状況 (ケガ、持病等) あらかじめ選択しておく方がいい部分がある
--

表5 マニュアルの問題点

- PCと無線機器の接続（特にターミナル設定）
- 簡易マニュアルが簡易すぎる
- PCと設定にLANケーブル接続の必要性に気づきにくい
- 簡易マニュアルで何を設定するのが、わかりにくい。
- チャンネルの設定がわかりにくい
- 端末に受信ランプが付かない場合、設定か通信状態のどちらが問題かわからない
- 接続時にLANケーブルを差す、抜くタイミング(マニュアル記載無し)
- 簡易マニュアルがあると説明書を読まなくなる（簡易マニュアルが無かったら逆に読むかも）
- 完成形がわからない
- QRコードを読み込むと説明動画が見られるとよい。

今回の実験結果から、Q-ANPIの社会実装に向けて既存マニュアルや地上端末の設置作業内容に解決すべき課題が確認することができた。

これらの課題を解決することで、高等学校程度の知識でQ-ANPI端末の設置・操作が行えるようにすることが可能となることが明らかになった。

2.3 Q-ANPIの社会実装に向けた取り組み

2.3.1 運用マニュアルの作成

今回の実験結果から、Q-ANPIの社会実装には既存マニュアルに変わる新たなマニュアルが必要であり、その内容は災害発生時に避難所で地域住民や避難所運営者がQ-ANPIを利活用するためには試作マニュアルのような誰もが理解できる構成のマニュアルとする必要があることが明らかとなった。

本研究では、実験に用いた試作マニュアルの内容に、今回の実験結果から入手できた内容を加えてプロトタイプのマニュアルを作成し、内閣府に示した。



図2：プロトタイプマニュアルの抜粋

2021年度は、プロトタイプのマニュアルをより理解しやすく改訂を行うと共に、マニュアルの解説映像コンテンツを制作し、初めて地上端末を目にする避難者であっても、設置と端末操作に抵抗感をなくするための研究実験を考えている。

2.3.2 社会実装に向けた取り組み

今回の実験では、プロトタイプマニュアルの制作には、株式会社サイバーリンクスに業務委託を行った。

同社は、和歌山大学がQ-ANPIの社会実装に向けた取り組みとQ-ANPIの有効性を理解し、2020年より無償協力の申し出を受けて、串本町での運用訓練や自治体関係者への研修会など多数の場で共同調査や検証を実施している。

また、自治体中心の災害時利用に関する運用実験が多い中で、和歌山大学と(株)サイバーリンクスとの協働姿勢は、準天頂衛星を運用している内閣府や運用企業の担当者から自治体が主導しない手法として評価を得ており、同様の研究に興味を示す大学や研究機関にも紹介されている。

そのため、準天頂衛星システムを利用した災害時のシステム開発において、我々の災害時の衛星情報の運用に関するこれまでの調査研究成果を基に、同社が得意とするシステムに関連するソフト開発を生かして地上端末をより有効に利用できないかとの研究依頼も受けている。

2021年度は、準天頂衛星システムを基にして、災害時の衛星利用をより確実に簡便に行える調査研究を実施する予定である。

3. 報告B：由良町での事前復興計画

平田、片家らは、京都大学防災研究所（牧紀男研究室）、摂南大学（稲地秀介研究室）、広島大学（田中貴宏研究室）と協同して和歌山県日高郡由良町の事前復興計画^[2]の策定に関わってきた。このなかで和歌山大が担当した調査は3つである。ひとつは町内全世帯にポスティングして行なったアンケート調査で、各世帯がどのような住宅復興を望んでいるのかを統計的に表したものである。沿岸部の若い世帯がこの地域で生活を継続しようとしている意思を掴むことができた。もうひとつは人口動態をコーホート変化率法によって推測し、さらにそれによって2045年に発災した場合の被害推計を集計したものである。

この結果はメッシュマップによって地理的な偏りを含めて提示した。将来の児童生徒数から学校立地条件をスタディするなど、これらのデータをもとに、震災後の街の中心をどこに建設すべきかの議論に、ある程度の方向性を示すことが出来た。

3つ目は、大引という漁村集落を対象に、より具体的な復興計画の計画図を考えるもので、浸水域の住宅の再建場所や、被災後の浸水地域の土地利用などの提案を行うものである。この計画は、住民からのローカルウィズダム（地域の知恵）を拾い、意見を聞いて案を作り、住民にそのフィードバックを得て修正を加え続けるという、参加型の手法を予定していた。ただし新型コロナウイルスの感染予防から、住民ワークショップを行うことが叶わず、計画案の絵を描いた段階で止まっている。ワークショップができないため、住民配布資料を作成している。ここでは、大引地区の事前復興計画案づくりについて、簡単に触れておく。

3.1 事前復興計画案作成の概要

平田研究室では、この研究に先立つ、2017年度に全世帯悉皆アンケートを行っており、また2045年発災を想定した場合に、どの程度の居住世帯がいるか、集落外流出がどの程度発生するかを推測している。この推測を元に自力再建数、災害公営住宅数を算出し、浸水域外に必要な住宅用地面積を計算した。次に、2020年11月の地区避難訓練にて、住宅再建用地にふさわしい場所に関して、集まった住民に意見を聞いた（写真3）。特に「高台」では、土砂災害のリスクに加え、台風時の強風、植生、土地履歴や利権などの要素が関係してくる。さらに浸水域で居住



写真3 模型をもとに地域の知恵を「見える化」する

制限をかけるエリアの世帯には丁寧なヒアリングを行い、制限をかけることへの意見を聞いた。その結果として3つの方針を定め、その考え方に従って作成したのが、図3である。

3.2 計画案の考え方

3つの方針とは、

- 1：防潮堤に頼らない
- 2：浸水域に家を建てない
- 3：密集エリアに道路を通す

の3つである。大引集落の地形条件、人口・世帯数が半減する社会条件から、この3つの方針が最適だと判断した。事業手法としては「漁集」（漁業集落防災機能強化事業）を用いて復興を前提に案を作成した。上記の3方針を用いて計画するにあたり、漁村らしさを失わない計画を心がけた。それは「海を望む」住宅地であること、漁村としての一体感を保つこと、祠や樹木などの思い入れの強い空間を残し集落の核とすること、である。事前復興によって、空間の連続性を断ち切らないようにするために極めて重要であると考えている^[3,4]。

結果として、居住・漁業・農業・自然・公園の5つに明確にゾーニングを行う計画案ができた。

居住エリアは、漁村として線状に海を望む計画とし、A：密集住宅地の再開発、B：低浸水深エリアの嵩上げ、C：田畑の宅地化、である。Cはいち早い再建地、また防災集団移転先として、Bは災害公営住宅地として、Aは補修改修を含む、継続的な住環境形成を重視している。

漁業エリアは漁港周辺である。基本的に現在の土地利用の復旧を目指す。浸水域であり、居住はできないため、一部は集落駐車場を計画している。遊漁船や観光客向け（近くに白崎海岸という観光地がある）の施設を拡充し、六次産業化も目指す。

農業エリアは現在の田畑となっているエリアで一部が居住に供されるが、浸水域であり、従前の土地利用のままである。自然エリアは、砂浜と防潮林のエリアである。これは土地本来の姿に復元することと同時に、海水浴や海の家などを可能とし、津波被災原地を自然に戻すことで、低予算でかつより良好な環境を得ようとするものである。

公園としての土地利用は、白崎小学校校地である。

白崎小学校は、生徒数がほぼいなくなることが予想されることも大きいですが、浸水域内であり学校立地としては適さない。ただし住民の思い出の場所でもあり、グラウンドとして残すこととした。海水浴シーズンの駐車場や、夏季のスポーツ合宿やキャンプサイト、盆踊りなど、都市との交流や、集落出身者との交流の場所として設定を行った。

3.3 パンフレットの作成と今後

事前復興計画案は、8ページのパンフレット（図4）としてまとめ、各世帯に配布する準備まで終わっている。8ページのパンフレットは、計画案のみを記したものではない。人口がどれほど減るか、災害のリスクがどこにあるか、大引集落の魅力はどこにあるか、東日本大震災ではどのような漁村復興がおこなわれたのか、など調査で得られたデータをわかりやすく載せている。つまり、住民が事前復興計画を考えるために必要なデータをコンパクトにまとめ

たものである。感染症のリスクが下がり、ワークショップが行える許可が降りれば、住民に案を示してフィードバックと承認を得て、最終的な事前復興計画案に進めていきたい。

4. おわりに

「Q-ANPI」（報告A）と「事前復興計画」（報告B）という自治体との連携による実践的プロジェクトを紹介した。大学と自治体が協働することで、現実的・実践的な研究が可能となることが示されていると思う。またこれらの研究は全国的にも最先端に位置づけられるものであり、協働が単なる業務請負いではなく、学問的なフロンティアにつながっていることも示されたように考える。今後の災害科学・レジリエンス共創センターの方向性として、これらの協働の形態が他の自治体、他の分野にも広がっていけばより良いように考える。

大引の事前復興計画



図3 大引集落の事前復興計画案の5つのゾーニング



図4 大引集落・事前復興計画検討用パンフレット（一部）
作成：池内天子（和歌山大学大学院/当時）

参考文献

- [1] 内閣府：南海トラフ巨大地震の被害想定（施設等の被害・経済的な被害）（再計算）（令和元年6月）
- [2] 和歌山県由良町・日本ミクニヤ株式会社：由良町復興計画事前策定業務報告書（2020年3月）
- [3] 平田隆行：和歌山県における「事前住宅復興計画」、和歌山大学防災研究教育センター紀要，No.2，pp.65-70，2016.2
- [4] 平田隆行：漁村集落の事前復興 和歌山県での試み，農村計画学会誌，Vol.39，No.1，2020.5