

# 被災者の存在位置・ニーズ把握ツールの 有効性に関する基礎的検討 —金沢市における設置実験を通して—

森崎 裕磨<sup>1</sup>・藤生 慎<sup>2</sup>・古田 竜一<sup>3</sup>・高山 純一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: yki20@stu.kanazawa-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 金沢大学准教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: fujju@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 一般財団法人リモートセンシング技術センター (〒105-00011 東京都港区虎ノ門3丁目17-1)

E-mail: furuta\_ryoichi@restec.or.jp

<sup>4</sup>フェロー 金沢大学名誉教授 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: takayama@se.kanazawa-u.ac.jp

突発的に発生する地震災害は規模が広域化するほど被災者が持つニーズを収集することが難しくなり、同時にきめ細やかな被災者支援の実現も困難を極める。また、地震災害が甚大化するほど、携帯電話、防災アプリ等の使用が困難になることが知られている。特に災害時要配慮者については、迅速に位置、ニーズの把握を行い、細やかな支援が実行可能な仕組みの構築が求められている。筆者らは、SAR衛星が観測可能かつ後方散乱係数が異なる複数のリフレクターを開発し、大規模地震災害が発生した直後に被災者に設置していただき、その位置情報・ニーズを把握する仕組みの提案を行っている。本研究では、開発したリフレクターに関して、4名の後期高齢者の方々に実際に設置していただき、設置時の所感、災害に対する意識などの把握を行った。

**Key Words:** large-scale earthquake disaster, satellite SAR images, vulnerable people, hearing survey

## 1. 本研究の背景と目的

### (1) 本研究の背景

地震災害時において、「災害時要配慮者」の人的被害が大きいことが知られている。地震災害は、水害等と比較した際には、被害が及ぶ範囲が広く、停電・インフラ設備・施設等に被災による災害対応能力の大幅な低下も懸念される。また、復旧までに時間を要する特徴を持つため、災害に対して脆弱である要配慮者にとって、過酷な環境下に置かれる期間が長い。これらが原因となり、災害関連死等も発生するため、地震災害においては要配慮者の人的被害が他の災害と比べ大きい。

2011年東北地方太平洋沖地震後に、安否確認、救助、医療物資の適正配分の効率化を目指し、避難行動要支援者名簿の作成が各自治体に対して義務付けられた。しかし、2016年熊本地震や、2018年北海道胆振東部地震において、名簿を用いた災害対応を行うことが出来なかった

報告<sup>1)2)</sup>があり、名簿のみでは、要配慮者を取り巻く多様な状況にカバーできない現状がある。現在では、迅速な災害対応のため、発災後の適切かつ正確な地域の状況、被災者ニーズの情報収集が可能なシステムの開発が求められている<sup>3)</sup>。特に、我が国の著しい高齢化の進展を考えた際には、災害時要配慮者に含まれる後期高齢者、要介護認定者等の増加は明らかであり、災害時要配慮者の発災後における位置、ニーズの特定を行い、迅速かつ細やかな支援が実行可能な仕組みの構築が求められる。

### (2) 本研究の目的

これまでの被災地内において被災者が情報を発信するツールに関して、近年では携帯電話等の情報端末を用いられている<sup>4)5)6)</sup>。これらのアプローチに関しては、ニーズの発信、ニーズ情報の集約が比較的容易である。しかし、通信の仲介を担う基地局が被災する可能性が十分にあり、その場合は通信環境が広域的に途絶する問題点

も持っている。また、TwitterなどのSNSを用いて被災者が情報を発信するケースもみられるが、この点においても通信環境に依存する。消防団員による巡回（人海戦術）のほか、高所カメラやヘリコプターを利用する方法があり、災害情報収集に従事する人員の不足が懸念されていることや、これらの方法で収集した情報には、把握範囲が非常に狭い点と、精度・確度に課題があるとされている。無人航空機（ドローン）を用いた被災地の情報収集手段に関しても、近年の地震災害においては活発に利用がなされている。ドローンを用いた空撮においても、ヘリコプターなどを用いた手法と同様に把握範囲が限定されている点があり、被災地の状況把握には非常に適しているが、被災者の実情・ニーズなどの反映は難しいと考える。また、本研究では、前述したように被災地内の通信環境が途絶し、広域的な被害が発生するような大規模地震災害時を想定しており、外部との情報通信を必要とする、携帯電話等が使用できない状況下で活躍するツールを目指している。通信環境が使用できるレベルの地震災害においては、本ツールの活躍場面はなく、携帯電話等の活用によって被災者の位置・ニーズ把握が求められると考えている。

本研究においては、位置・ニーズ把握のために、合成開口レーダ（SAR）より取得される衛星画像を活用する。なお本研究で使用した SAR 衛星については、3章にて詳細に記述する。

位置情報・ニーズの把握のためのプロセスとしては、はじめに、SAR衛星にて観測が可能であり、位置情報が特定可能な複数のリフレクターの開発を行う。その後、

被災者のニーズ（考え）を自治体、住民間であらかじめ決定しておく。そして、リフレクターの反射強度を示す後方散乱係数による差等から、SAR衛星観測時にリフレクター間に差異を持たせ、発災後に各被災者が置かれている状況・ニーズ等に対応したリフレクターを設置する。そして、SAR衛星によって観測を行い、要配慮者の存在位置・ニーズの把握を行うという流れである（図-1）。

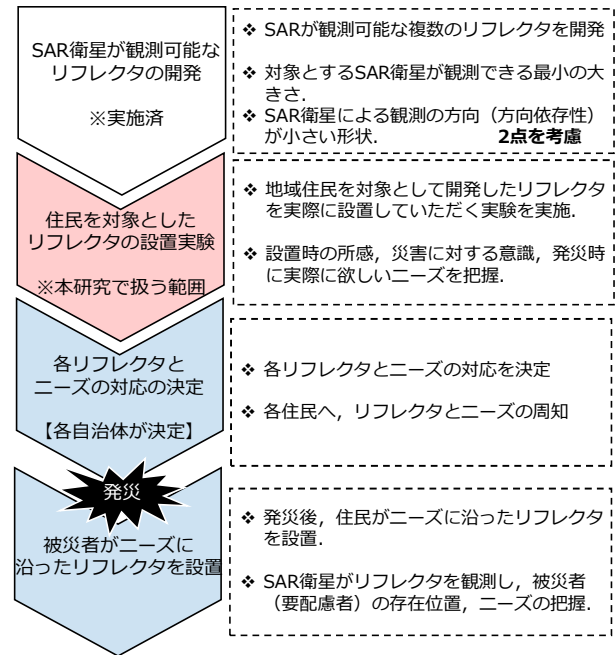


図-1 要配慮者の存在位置・ニーズ把握までの流れと本研究で扱う範囲

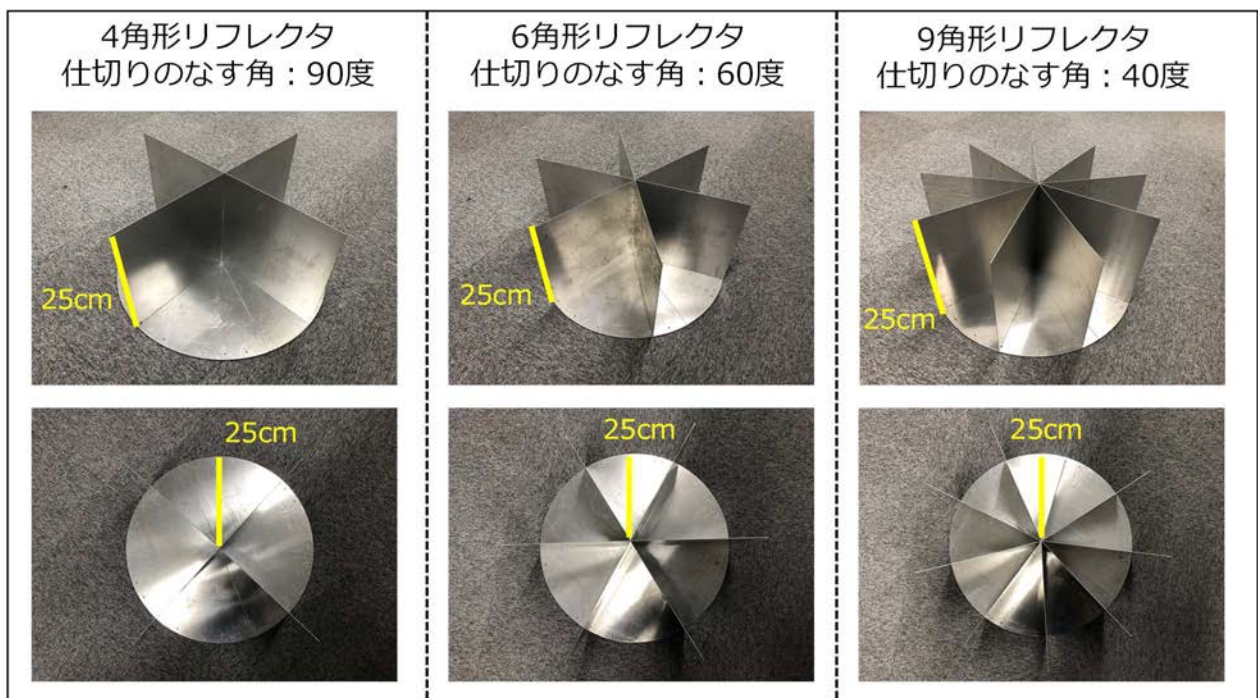


図-2 筆者らが開発した被災者の存在位置・ニーズ把握ツール

筆者らは、上記のようなアプローチから、SAR衛星が観測可能であり、かつ後方散乱係数が異なるリフレクタを3種類開発している<sup>8,9)</sup>(図-2)。本研究では、開発したリフレクタに関して、75歳以上の後期高齢者4名を被験者として、SAR衛星観測時に実際にリフレクタを被験者の自宅付近に設置していただいた。その際、リフレクタの設置実験を通してリフレクタの視認性の確認を行うとともに、被験者に対するヒアリング調査から、設置時の所感、災害に対する意識、自らが被災した際に望むニーズなどの把握を行うことを目的とする。

## 2. 既往研究の整理

本章では、人工衛星 SAR 画像を用いた既往研究として以下の2つの視点から整理を行うこととする。

- i. 地震災害時において人工衛星 SAR 画像を活用した研究
- ii. 人工衛星 SAR 画像に反応する反射物(リフレクタ)の作成、提案を行った研究

はじめに、地震災害時において人工衛星 SAR 画像を活用した研究について整理を行う。SAR画像の地震災害時活用に関する研究は様々な分野、災害を対象として、非常に多くの研究がなされている。例えば、三浦ら<sup>10)</sup>は、SAR画像を用いて、地震災害後の建造物の被害把握を行っている。また、支倉ら<sup>11)</sup>は、東北地方太平洋沖地震時における津波被災地の建物被害区域の決定手法の提案を行っている。これらの研究内容は、いずれも地震災害後の建造物に着目し、その被害状況を把握する内容であり、本研究における要配慮者の位置・ニーズ把握を行う研究内容とは視点が異なる。

次に、人工衛星 SAR 画像に反応する反射物の作成、提案を行った研究について整理を行う。例えば、高橋ら<sup>12)</sup>、鈴木<sup>13)</sup>の研究がある。これらの研究は、SAR衛星が認識可能な簡易リフレクターを作成し、地球観測衛星への興味関心を誘導する内容、また、ターゲットの設置を行うことによって地上絵の作成を行うといった内容である。また、作成しているリフレクタは、三角リフレクターや、コーナーリフレクタといった、リモートセンシングの参考書などで見かけるような、いわば基本的な形状をとっている。本研究のように発災後の位置、ニーズ把握を行うための提案ではない点で、本研究とは、根本的な相違が見られる。

以上のように、本研究のようにターゲットの開発、提案を行い、地震災害時への活用を試みた研究は存在しない。そして、リフレクタ活用の提案を行った高橋ら<sup>12)</sup>、鈴木<sup>13)</sup>の研究に関しても、災害時活用を目指した本研究とは異なる。

## 3. 金沢市におけるリフレクタ設置実験と後期高齢者へのヒアリング調査の概要

### (1) 本研究で用いた SAR 衛星・ASNARO-2の諸元

はじめに、本研究において使用する SAR 衛星について記述する。本研究では、NEC が運用する SAR 衛星 ASNARO-2 から取得される衛星画像を用いる。本研究で用いる分解能は、観測幅 10km、分解能 1m の Spotlight モードで観測された衛星画像である。Xバンドの波長で照射されたマイクロ波により観測を行う。

### (2) 金沢市におけるリフレクタ設置実験および後期高齢者へのヒアリング調査の概要

本研究では、ASNARO-2 が金沢市内を観測する際に、4名の75歳以上の後期高齢者の方々に、実際にリフレクタを設置していただいた。その際、リフレクタの視認性の確認を行うとともに、被験者に対するヒアリング調査から、設置時の所感、災害に対する意識、自らが被災した際に望むニーズなどの把握を行った。

観測日時は2020年7月21日17時ごろであり、観測範囲は、筆者らが所属する金沢大学を中心とした約10km四方とした。また、ASNARO-2の観測モードとしては、最も分解能が高い Spotlight モードとした。

次に、後期高齢者へのヒアリング調査の概要について述べる。ヒアリング調査日は、ASNARO-2 観測日と同様の2020年7月21日であり、リフレクタの設置には筆者

表-1 対象者情報と設置していただいたリフレクタの種類

被験者No.	年齢	性別	設置していただいたリフレクタの種類
1	77	男性	4角形リフレクタ
2	83	男性	9角形リフレクタ
3	78	女性	6角形リフレクタ
4	77	女性	6角形リフレクタ

表-2 ヒアリング調査項目

個人属性	年齢
	家族構成
	要支援・要介護状態
	身体に抱える疾患と通院状況
地震災害に対する意識・考え	地震が発生した際に、どのようなことに困難を感じるか
	避難しようと思うか
	避難手段は何か
	1人で避難できるか
リフレクタ設置実験を通して	設置の容易さ、わずらわしさ
	被験者の方が欲しいニーズ
	地震災害時にこのリフレクタを使いたい

らが同行し、観測時間の前後にヒアリングを行う形式をとった。その他、基本的な被験者情報、被験者に設置していただいたリフレクタの種類などを表-1、ヒアリング調査項目を表-2に示す。表-1より、被験者4名のうち男性2名、女性2名であり、4名とも75歳以上の後期高齢者である。また、4角形リフレクタを1つ、6角形リフレクタを2つ、9角形リフレクタを各被験者に振り分けたのち、設置していただいた。ヒアリング調査で用いた質問項目に関しては表-2より、年齢、性別、要支援要介護認定などの個人属性に加えて、地震災害を想定した際の自らが感じるであろう困難、避難の想定などを問うている。リフレクタの設置実験後には、設置実験を通して感じた、リフレクタ設置時の所感、被験者の方が望むニーズ、地震災害時にリフレクタを使用したいか等を問うている。なお、ヒアリング調査結果の詳細は、5章において記述することとし、次章では、被験者の方々が設置したリフレクタの視認性の可否を確認する。

#### 4. リフレクタ設置実験の観測結果

表-1 に示しているように、4名の被験者に対して各形状のリフレクタを自宅付近に設置していただいた。ASNARO-2による観測の結果を図-3に示す。なお、図-3中に示している「設置前・SAR画像」は同じくASNARO-2によって観測された画像であり、観測日時は

2020年7月7日17時ごろであり、設置場所にはリフレクタは設置していない。したがって、設置前後におけるリフレクタの影響が把握できる。また、図中において被験者No.2の方に設置いただいたリフレクタの観測結果が示されていないことに関しては、リフレクタの設置箇所が観測範囲から外れた箇所に設置しており、観測ができなかったためである。したがって、本稿では被験者No.1, 3, 4の方に設置していただいたリフレクタの観測結果(4, 6角形リフレクタ)を用いる。図-3より、4, 6角形リフレクタにおいて、設置後で視認性が確認できる。4角形リフレクタにおいては、明らかな設置後の反応がうかがえるが6角形リフレクタにおいては、やや微弱な反応であると言える。しかし、リフレクタ設置時において設置箇所の緯度・経度情報の取得を行っており、設置箇所の位置同定は行っているため6角形リフレクタにおいても、後方散乱係数による反応を示したと言える。

以上より、金沢市内における設置実験において、4, 6角形のリフレクタについては、視認性が確認できたと言える。

#### 5. 後期高齢者へのヒアリング調査結果

本章では、4名の被験者を対象に行ったヒアリング調査の結果を示す。前章では、被験者No.2のリフレクタが観測範囲外であり、リフレクタの視認性の確認を行うことはできなかった。しかし、ヒアリング調査では被験

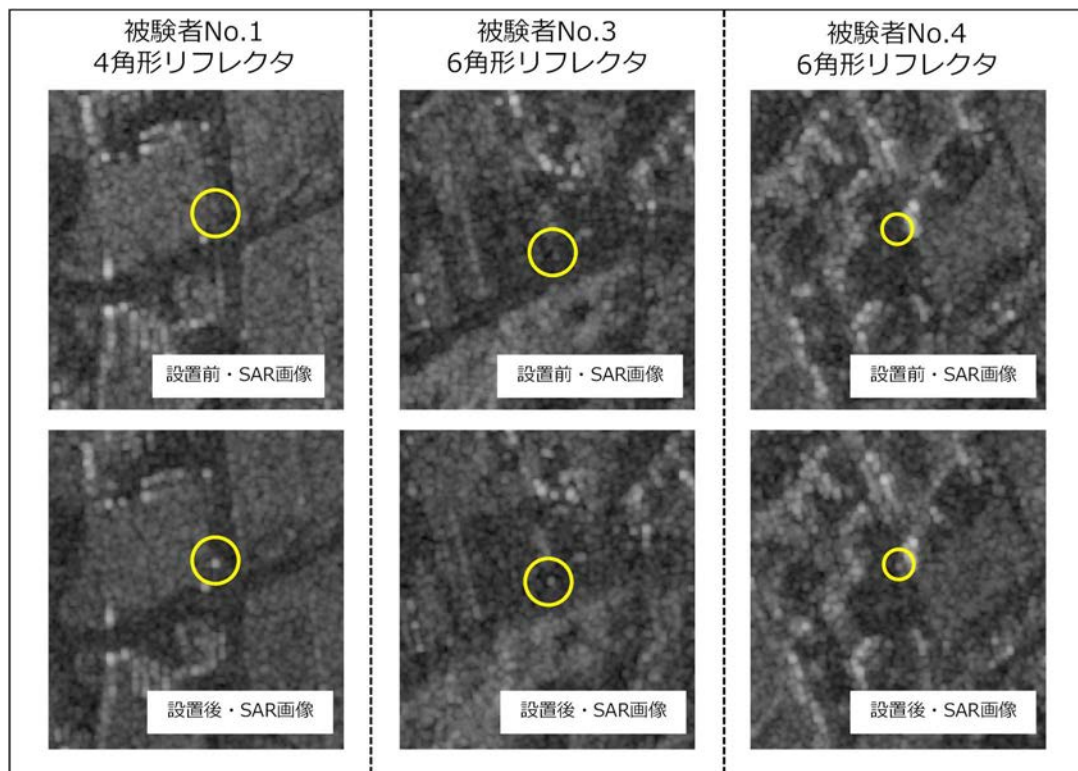


図-3 ASNARO-2によるリフレクタの観測結果

表-3 存在位置・ニーズ把握ツールの所感に関するヒアリング調査結果

被験者No.	設置 リフレクタ	性別	年齢	要支援 要介護状態	設置の容易さ わずらわしさなど	被験者の方が 欲しいニーズの種類	地震災害時、このような キットがあれば使いたいと思うか？
1	4角形	男	77	なし	設置は簡単であり、 作成も簡単であった	自分には必要ないが、近隣に住む足が悪い 方、 透析を必要とする方にあると良いと思う	すごくいいと思う。 各家庭だけでなく公民館に置いてほしい。
2	9角形	男	83	要支援1	もっと簡単な組み立て方法が良い。 小さい、重くないから運べそう。 設置は非常に容易。	歩けないから避難できない	助けが来るならば、ぜひ使用したい。
3	6角形	女	78	要支援2	作成はできるが、持つのはギリギリ	歩けないから避難できない	軽量化、作成が楽になれば使いたいと思う
4	6角形	女	77	要介護1	これで助けてもらえるならば、 煩わしくないし設置も簡単である。 ただ、少し重い。	歩けなかったら、 避難所まで連れて行ってほしい。 その他、身の回りの支援を望む。	少し重いので、軽量化が必要であるが、 いざというときに、家に置いておきたい。

者 No.2 に対して、地震災害に対する意識、設置時の所感などを把握することができ、貴重なサンプルであるため、ヒアリング調査結果は示すこととする。本研究で実施したヒアリング調査は大きく、個人属性、地震災害に対する意識、リフレクタ設置実験を通したキットの意見を問うている。表-2に示すようなすべての設問項目に関する把握、および考察は紙面の都合上難しいため、本稿ではリフレクタ設置実験を通したキットの意見の設問項目に着目して、被験者の考えを把握する。

はじめに、リフレクタの設置を終えた後の設置の容易さ、わずらわしさの項目に関しては、設置が容易であるという意見が被験者No.1, 2, 4の方から得られた。またリフレクタはアルミでできており、それぞれのリフレクタは約 3kg である。被験者 No.3, 4 の方は、「重い」という意見があり、対して被験者 No.2 の方からは、「重くない」という意見があった。比較的年齢の若い健常者であれば、3kg は片手で持ち運べる重量であるが、後期高齢者は 3kg でさえも重いと感じる方が存在することが確認された。

次に、被験者が望むニーズに関しては、被験者 No.2, 3, 4 の方は「歩けないから避難ができない」というニーズを望んでいることが確認された。今回の被験者はすべて後期高齢者で構成されており、やはり 75 歳以上を超えると身体的に衰えていくことを表しており、地震災害時には、避難を行いたくても行えない後期高齢者が地域内に確実に存在することが示唆された。

最後に、筆者らがこれまでに提案を行ってきた被災者の存在位置・ニーズ把握ツールを実際に使用したいか、という設問に関しては、4 名からは前向きな意見が多くみられた。被験者 No.1, 2 の方に関しては、「ぜひ使いたい」という意見が得られた。対して被験者 No.3, 4 の方については、軽量化を行う必要があるが使用したいという意見が得られた。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、筆者らが開発した 4, 6, 9 角形のリフレクタ（被災者の存在位置・ニーズ把握ツール）に基づき、4 名の被験者を対象としてリフレクタの設置実験、およびヒアリング調査を実施した。金沢市内におけるリフレクタの設置実験から、4, 6 角形リフレクタの視認性は市内でも確認できた。また、ヒアリング調査を経て、本ツールに関して、問題点と評価点が得られた。問題点としては、ツールの重量が約 3kg では少々重い点である。身体的に衰えていく後期高齢者の使用を考えると、軽量化は必須であると考ええる。また評価点としては、被験者が本ツールを使用したいという点である。災害時要配慮者として区分される後期高齢者は、大規模な地震災害を想定した際には、各々が身体的不安を抱えていることが明らかとなり、実際の意見として本ツールの有用性を市民から把握できたことは大きな成果であると考ええる。

一方で、リフレクタ設置実験の被験者数の増加、およびヒアリング調査のサンプル数増加は必須である。今後も継続的に設置実験及びヒアリング調査を行っていく予定である。また、本稿では、9 角形のリフレクタの視認性が確認できなかったため、被験者設置実験と並行し、市内における 9 角形リフレクタの視認性の確認を行う必要がある。

今後の課題としては、本稿ではリフレクタの視認性の確認を行ったのみにとどまっているが、リフレクタ設置前後における後方散乱係数の比較、波形の確認などを行う。また、実際の災害時を想定した際には、被災者はどこにリフレクタを設置したのか事前に把握することはできない。本稿では、設置位置の事前確認を行った後にリフレクタの視認性を確認したが、発災前後の SAR 画像の比較（リフレクタの設置前後）により、リフレクタ設置位置の自動検出を行う仕組みを開発する。

## 参考文献

- 1) 内閣府：熊本地震の対応に関する総評，<http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/h28kumamoto/pdf/shiryoy01.pdf>, 2020年6月10日閲覧.
- 2) 北海道庁：北海道胆振東部地震災害検証委員会，<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/300906/kennsy-ouiinkai03/15shiryoy4.pdf>, 2020年6月10日閲覧.
- 3) 内閣府：熊本地震を踏まえた応急対策・生活支援策の在り方について（報告書），<http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/h28kumamoto/pdf/h281220hombun.pdf>, 2020年6月10日閲覧.
- 4) 大佛俊泰, 沖拓弥：リアルタイム災害情報収集・共有・活用システムの開発, 日本建築学会計画系論文集, Vol.82, No.739, pp.2451-2459, 2017.
- 5) 蛭田瑞生, 鶴岡行御, 多田好克：災害情報共有システムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告書, 2012-DPS-151, No.2, pp.1-4, 2012.
- 6) 鄭炳表, 座間信作, 滝澤修, 遠藤真, 柴山明寛：携帯電話を用いた災害時の情報収集システムの開発, 日本地震工学会論文集, Vo.9, No.2, p. 2\_102-2\_112, 2009.
- 7) 杉井完治, 関沢愛, 岡部弘志, 遠藤真, 座間信作, 新井場公德：震災直後期における消防機関による実効性のある災害情報収集体制構築の必要性, 地域安全学会論文集, No.10, pp.89-96, 2008.
- 8) 森崎裕磨, 藤生慎, 古田竜一, 酒井貴史, 長木雄大, 高山純一, 塩崎由人：人工衛星 SAR 画像を用いた災害時要配慮者が発するニーズ把握手法の提案, 第 60 回土木計画学研究発表会・秋大会, 概要集 (CD-ROM) .
- 9) 反射体および識別システム：特願 2020-128207, 特許出願中.
- 10) 三浦弘之, 翠川 三郎, 松岡 昌志：撮影方向の異なる高分解能 SAR 画像を用いた建物被害の検出精度の向上に関する研究, 日本地震工学会論文集, Vol. 15, No.7, p.7\_390-7\_403, 2015.
- 11) 支倉 一磨, 郷右近 英臣, 越村 俊一, 目黒 公郎：L-band 合成開口レーダによる津波被災地の建物被害解析区画決定手法の検討, 地域安全学会論文集, Vol. 29, p.47-52, 2016.
- 12) 高橋 徹, 臼井 敏夫, 藤島 豊久, 大木 真人, 佐野 博昭, 小定 弘和：簡易リフレクターによる ALOS-2 の教育活用, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 36, No.4, p.360-366, 2016.
- 13) 鈴木浩之：地球観測衛星を利用した市民参加型地上絵制作プログラムの開発に関する研究, 金沢美術工芸大学 紀要, No.60, 2016.

(?????)  
(?????)

## BASIC STUDY ON EFFECTIVENESS OF A TOOL FOR UNDERSTANDING VULNERABLE PEOPLE'S LOCATION AND NEEDS

Yuma MORISAKI, Makoto FUJIIU, Ryoichi FURUTA and Junichi TAKAYAMA

In Japan, large-scale earthquake disasters frequently occur. When a large-scale earthquake disaster occurs, it becomes difficult to collect the victim's needs, and at the same time the realization of detailed support for the victims also becomes difficult. Especially, vulnerable people, for example elderly person, sick person, pregnant, it is necessary to quickly grasp the location information and needs. And efficient system is needed about quick and detailed assistance from third party to vulnerable people. In this research, we propose a method of understanding various vulnerable people's needs and location information using satellite SAR images. In this research, we asked four elderly people to install the developed reflector, and examined the feeling of the installation and the disaster awareness.