

# 災害時要配慮者の 存在位置・ニーズ把握システムの提案 —通信環境が途絶した 大規模地震災害発生後を想定した検討—

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 融合研究域融合科学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: fujii@se.kanazawa-u.ac.jp (Corresponding Author)

<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-j@staff.kanazawa-u.ac.jp

南海トラフ地震の災害規模は、東日本大震災以上に甚大になることが予想されている。多くの被災者が発生する中で、身体機能・認知機能が健常者より劣る災害時要配慮者への支援体制の確立が求められている。大規模広域的な地震災害においては通信環境の途絶が予想され、要配慮者を含む被災者の存在位置及びニーズの発信が困難になる。これまでに筆者らは SAR 画像および SAR 衛星が観測可能な複数種のリフレクタから通信環境の途絶を想定した要配慮者の存在位置・ニーズ発信ツールを開発してきた。本研究では、南海トラフ地震により強い揺れが想定される地域にてリフレクタの設置可能域を把握することを目的とする。本分析を通して、筆者らが開発を行っているリフレクタツールの適用範囲を明らかにし、ツールとしての適用可能性の検討を行うことができた。

**Key Words:** SAR images, reflector, vulnerable people, nanka megathrust earthquake, location and needs

## 1. 本研究の背景と目的

### (1) 本研究の背景

近年、我が国で頻発する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。災害時要配慮者は、主に高齢者、障がい者、乳幼児、妊婦、外国人等が挙げられるが、我が国の超高齢社会を鑑みると、傾向として高齢者の人的被害が顕著である。要配慮者は健常者と比較した際、瞬発的な判断能力、身体能力が乏しいため、突発的に発生する地震災害には対応が困難となるケースが多い。したがって、災害時要配慮者においては、地震災害の発生直後から長期間にわたり第三者による支援が求められ、迅速な対応が必要となる。

上記の問題を踏まえて、近年では迅速な災害対応のため、発災後の正確な地域の状況、被災者ニーズの収集が

可能なシステムの構築が求められている<sup>1)</sup>。通信機器が使用可能な規模の地震災害時を想定した際には、スマートフォン、SNSなどを用いた被災者の情報発信手法の開発が盛んに行われている<sup>2,3)</sup>。これらの手法は情報の発信、収集が比較的容易であり、利便性が高い。一方で、南海トラフ地震をはじめとする、将来起こり得る大規模地震災害時においては、通信の仲介を担う基地局が被災し、通信環境が広域的かつ長期的に途絶する可能性は十分に考えられる。

したがって、通信環境が使用できない規模の地震災害時における被災者の存在位置・ニーズを被災地外へ発信する手法の構築も必要不可欠な課題である。その中で、健常者と比較した際、第三者の支援が必要となる要配慮者においては、存在位置・ニーズ把握を被災地外へ発信する必要性が高いと言える。

(2) 本研究の目的

これまでに筆者らは、災害時要配慮者を含む被災者の発災後における存在位置・ニーズ把握手法の提案を行っている。通信環境の途絶時を想定した検討<sup>4)5)6)</sup>であり、SAR 衛星により観測された SAR 画像、および SAR 衛星が観測可能な複数種類のリフレクタを用いて、存在位置・ニーズ把握を実施している。

SAR 衛星にて観測が可能であり、反射強度を示す後方散乱係数（以下、 $\sigma_0$ とする。）の異なる複数のリフレクタを開発（図-1）し、これらを用いて発災後の存在位置・ニーズを把握する（以下、これらのリフレクタをそれぞれ4角形リフレクタ、6角形リフレクタ、9角形リフレクタと呼ぶ。）リフレクタはアルミで構成されており、仕切りの枚数によってその形状を変化させている。存在位置・ニーズの把握のためのプロセスとしては、図-2に示した通り、発災後に要配慮者がリフレクタを設置

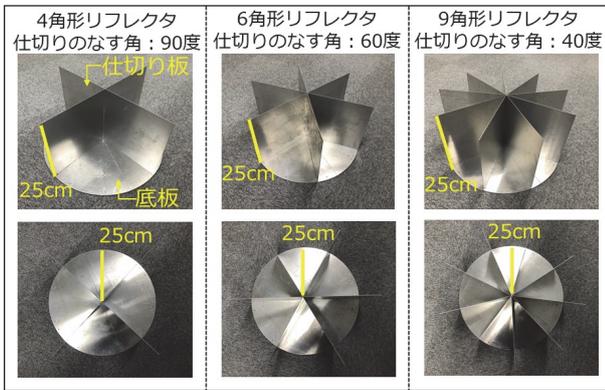


図-1 筆者らが提案する存在位置・ニーズ把握ツール

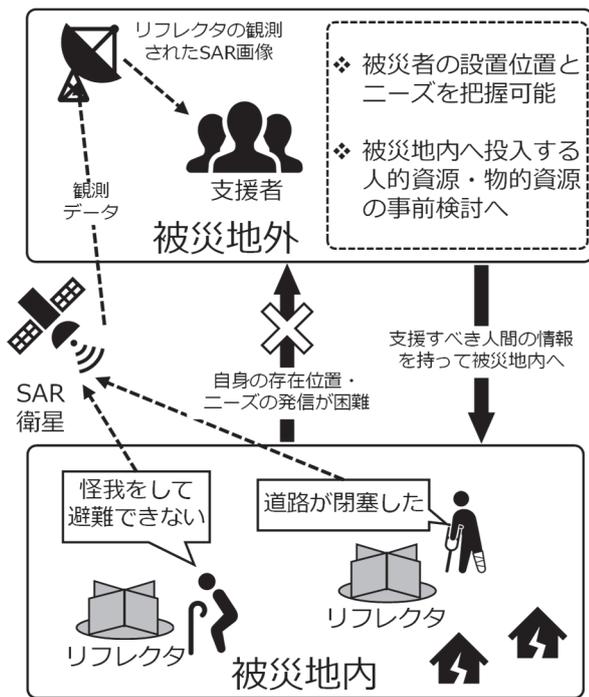


図-2 存在位置・ニーズ把握のためのアイデア

し、SAR 衛星が地表面およびリフレクタの観測を行う。以上より被災者が設置したリフレクタの位置（被災者の位置）が特定できる。そしてニーズの把握には、リフレクタ中央にある仕切りの枚数が異なる点を利用する。ニーズの差を $\sigma_0$ の差としてあらかじめ決定しておき、発災後ニーズに沿った形状のリフレクタを被災者は設置する。以上より、リフレクタの設置によって被災者の存在位置、 $\sigma_0$ の差からニーズを識別することができる。なお、筆者らのこれまでの取り組みなどの関しては、各参考文献を参考されたい<sup>4)5)6)</sup>。

被災者がリフレクタを設置したのち、SAR 衛星が観測を行うという手段を用いているため、SAR 衛星が観測可能な箇所にリフレクタを設置する必要性が生じる。したがって、森林面、水域面、レーダーシャドウが発生する構造物周辺等、リフレクタを設置したとしても観測されない箇所を適切に把握し、観測可能箇所の特定を行うことが必要となる。本研究では、上記の課題に対して、南海トラフ地震にて強い揺れが想定される都道府県を対象としたリフレクタ設置可能箇所の特定を行うことを目的とする。そして、筆者らが開発を行ってきたリフレクタツールに関して観測可能箇所という観点から、その適用可能性の検討を行う。なお、分析対象とする地域、およびリフレクタの観測可能域の算出方法などについては後述する。

2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

(1) 既往研究の整理

本研究は地震災害時における SAR 画像とリフレクタを活用した情報発信手法の検討を実施しており、筆者らが確認を行ったところ、同手法を用いた類似する研究は存在しなかった。したがって、本章では、以下の点に着目し、既往研究の整理を行う。

- ・ 地震災害時において SAR 衛星を活用した研究。
- ・ 災害時における情報発信手法の提案を行った研究。

SAR 衛星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>7)</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>8)</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。また、SAR 衛星を用いて地震災害時の地すべりの状況を把握する研究も膨大な蓄積があり、例えば、佐藤ら<sup>9)</sup>、Li et al.<sup>10)</sup>の研究がある。

また、災害時における情報発信手法の提案を行った研究としては、例えば、鄭ら<sup>11)</sup>、蛭田ら<sup>12)</sup>、Stuart et al.<sup>13)</sup>の研究がある。鄭らは住民が収集した災害情報を防災拠点の職員がシステムに入力する流れによって住民間に情報

共有を行う形になっている。また、蛭田らはスマートフォンを用いて災害情報の共有を行う形式をとっており、通信インフラ・サーバを必要とせず避難所内にて利用ができる。Stuart et al. は Twitter から取得される災害情報をもとに位置情報を付与したうえで共有するシステムである。

## (2) 本研究の位置付け

SAR 画像は地表面の状態が精緻に把握できることから、発災後の建物被害状況把握、地すべり後の状況把握に多数利用がなされていることがわかる。本研究では、リフレクタが持つ  $\sigma_0$  の差からニーズを把握するために SAR 衛星を使用しており、SAR 衛星の使用用途の観点から既往研究と比較した際に差が見られる。また、災害時の情報収集・情報共有に関する研究に関しては、携帯電話、Twitter 等、多様なツールを用いて発信、収集が実施されていることがわかる。多くのツールが被災地内の状況を発信、共有する手法であるが、通信環境に大きく左右される。本研究では通信環境に一切依存せず、被災地外へ情報を発信できる点において、他ツールとは差異が見られる。

そして、本研究ではリフレクタを用いたツールに関して観測可能域を把握することを目的としており、筆者らが開発したリフレクタの適用可能性を検討する上で必要な情報であると考えられる。

## 3. リフレクタ観測可能域の算出にあたって

本章では、筆者らが開発を行っている発災後の存在位置。ニーズ把握ツールの観測可能域を算出する上で使用するデータ、および算出手法について述べる。リフレクタ観測可能箇所の算出にあたっては、はじめに 500m メッシュを基本単位とした計算を行う。そして、500m メッシュごとにメッシュ内に含まれる観測不可域の面積を算出し、それ以外の面積を観測可能域と定義する。以上の処理によって、500m メッシュ内に存在する観測可能域の把握を実施する。なお、本分析では ArcGIS を用いて空間演算から算出を実施している。

### (1) 分析対象範囲について

本分析では、1 章 (2) で述べた通り大規模かつ広域的な地震の発生を想定しているため、南海トラフ地震時に強い揺れが想定される都道府県を対象とする。内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会が報告した南海トラフ巨大地震対策について (最終報告)<sup>14)</sup> では、全 5 ケースの推計震度分布を公開している。震度分布を推計する強震断層モデルについては、中央防災会議 (2003 年) で作成されたモデル、2011 年東北地方太平洋沖地震や世界

の巨大地震の特徴などを踏まえて設定された 4 ケースに加えて、経験的手法 (震源からの距離に従い地震の揺れがどの程度減衰するかを示す経験的な式を用いて震度を推計する手法) による推計を実施している。これらのケースの中で、本研究では、中央防災会議による東海地震、東南海・南海地震の検討結果を参考に設定したケースから算出された推計震度分布を用いる。本分析にて用いた推計震度分布を図-3 に示す。東海地方、近畿地方、四国地方にて強い揺れが推計されていることがわかる。

本研究では図-3 に示した推計震度分布に従い、筆者らが開発したリフレクタツールの観測可能域の算出範囲を設定する。分析対象地域に関して推計震度分布に従い、筆者らの間で検討を行った結果、震度 6 弱以上の強い揺れが県内全域にわたって想定された 10 県 (山梨県、静岡県、愛知県、三重県、奈良県、和歌山県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県) を対象としてリフレクタ観測可能域を算出することとする。

### (2) リフレクタの観測可能・不可域について

次に、リフレクタの観測可能域を算出するにあたって、リフレクタ観測可能・不可域の定義を行う。観測可能・不可域については、これまで筆者らは実験フィールドとしている石川県金沢市内各所にリフレクタを設置し、SAR 衛星にて観測を行うことによって実験的に把握を行っている。前述している通りに本分析では 500m メッシュを基本単位として、メッシュ内面積と観測不可域の差分をリフレクタ観測可能域と定義する。したがって、観測不可域を算出することによって、可能域が算出されるという流れである。

#### a) 森林面

本研究では、NEC が運用する ASNARO-2<sup>15)</sup> を用いてリフレクタの観測を行っている。ASNARO-2 は X バンドのレーダーを搭載しており、筆者らが実施しているリフレクタの設置は、分解能 1m 未満で地表が観測できる Spotlight モードにて実験を実施している。X バンド (波

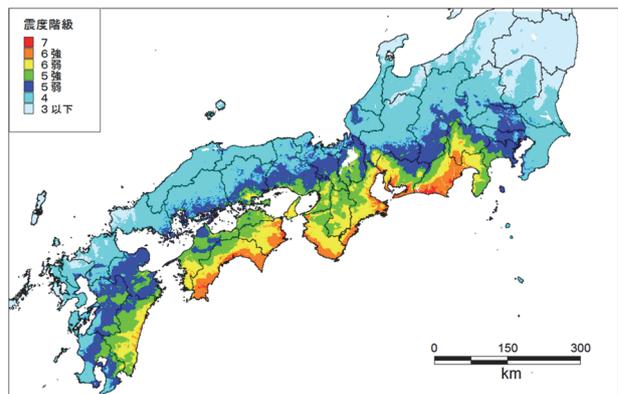


図-3 本研究で使用する南海トラフ地震の推計震度分布<sup>13)</sup>

長 24~37.5mm) は周波数が短く、木の葉、枝、草等でも反射される特性を持つ。樹木の下にリフレクタを設置した場合、樹木の葉、枝等で電波が反射されてしまい、リフレクタが観測されない。以上より、木々が生い茂る森林面ではリフレクタが観測されない可能性が非常に高いと言える。したがって、森林面はリフレクタの観測不可箇所と定義する。

b) 水域面

次に、湖沼、河川上ではそもそも人間がリフレクタを設置できない箇所当たる。したがって、湖沼、河川を含む水域面はリフレクタの観測不可(設置不可)箇所と定義する。

c) 建物の周辺

SAR 衛星ではマイクロ波を地表面に斜めに照射するため、フォアショートニング(高い建物や山等が実際の平面位置よりアンテナに近い位置に表示される)、レーダーシャドウ(電磁波の照射源側と反対側の斜面が陰影部となる)などの現象が発生する。したがって SAR 衛星が観測した建物周辺ではリフレクタが観測されない可能性が非常に高い。ASNARO-2 では、衛星の鉛直直下と衛星のレーダー照射報告のなす角度を示すオフナディア角は、観測条件に伴い 15~45° を取る。フォアショートニングによる倒れこみはオフナディア角と対象物(建物)の高さに依存しており、本研究では地表面が平面であると仮定し、簡易的に以下の式(1)を用いて、建物によるリフレクタの観測不可箇所を算出する(図-4)。

$$L = \frac{h}{\tan \alpha} \quad (1)$$

なお、Lは倒れこみ量(m)、hは建物の高さ(m)、αは入射角(deg)を示している。そして、地表面が平面であると仮定しているため、オフナディア角と入射角は等しくなることが知られている<sup>16)</sup>。したがって、オフナディア角と建物高さによって倒れこみ量(m)は算出されることがわかる。

ASNARO-2 ではオフナディア角は 15~45° を取るが、45° の場合にて倒れこみ量が最も大きくなる。本研究では被災者がリフレクタを設置した際、観測可能な箇所を算出することを目的としているため、最も倒れこみ量が大きくなるオフナディア角 45° の場合にて算出を行う。



図-4 建物による倒れこみ可能性箇所の算出イメージ

また、図-4 より、倒れこみ量は ArcGIS によるバッファ処理を用いて算出を実施する。SAR 衛星が地表面を観測する際には、観測方向によって、倒れこみが発生する箇所が異なる。したがって図-4 のように、建物の周辺に円状に倒れこみが発生するわけではない。しかし、被災者がリフレクタを設置する際、観測を行う衛星の進行方向などの情報を持っているとは考えにくいいため、建物の周辺に円状にて建物の影響範囲として把握する。

(3) リフレクタ観測可能域の算出方法と考え方

前節にて述べた森林面、水域面、建物の周辺箇所(バッファ処理で得られた倒れこみ可能性のある箇所)をリフレクタ観測不可域とする。これらに該当する箇所について、分析対象とした 10 県(山梨県、静岡県、愛知県、三重県、奈良県、和歌山県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県)から 500m メッシュ単位で算出を行う。

リフレクタ観測不可域については表-1 に示すデータを用いる。分析対象地域の選定、および想定される計測震度の把握には、前述した通り、内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会が報告した南海トラフ巨大地震対策について(最終報告)のデータを使用した。建物面、水域面の把握には、esri ジャパン ArcGIS Geo Suite 詳細地図 2021<sup>17)</sup> に収録されている目標物・一般家柵ポリゴンデータ、水域面ポリゴンデータを用いる。それぞれ株式会社ゼンリン地図データをもとに作成されている。標物・一般家柵ポリゴンデータは建物ポリゴンに建物の高さ情報が付与されており、それをもとに倒れこみ量を算出する。また、水域面ポリゴンデータは、湖沼、河川面をポリゴンデータとして収録されている。また、森林面の抽出には国土数値情報ダウンロードサービス<sup>18)</sup> が提供する森林地域ポリゴンデータを用いる。国有林、民有林別に情報が記載されており森林面の把握が精緻に可能である。

上記のデータを用いてリフレクタの観測不可域を特定する。その後、e-stat 政府統計の窓口<sup>19)</sup> が提供する 4 次メッシュ(500m メッシュ)データに観測不可域の面積情報を格納する。そして 500m メッシュ面積と観測不可域

表-1 分析に使用したデータの一覧

データの用途	データの取得先
南海トラフ地震の想定計測震度把握	G空間情報センター南海トラフの巨大地震モデル検討会 強震断層モデル(1) データセットA
建物面の抽出	esriジャパン ArcGIS Geo Suite 詳細地図2021 目標物・一般家柵(ポリゴンデータ)
水域面の抽出	esriジャパン ArcGIS Geo Suite 詳細地図2021 水域面(ポリゴンデータ)
森林面の抽出	国土交通省 国土数値情報ダウンロード 森林地域(ポリゴンデータ)
処理1~3の 情報集約	e-stat 政府統計の総合窓口 4次メッシュ(500mメッシュデータ)

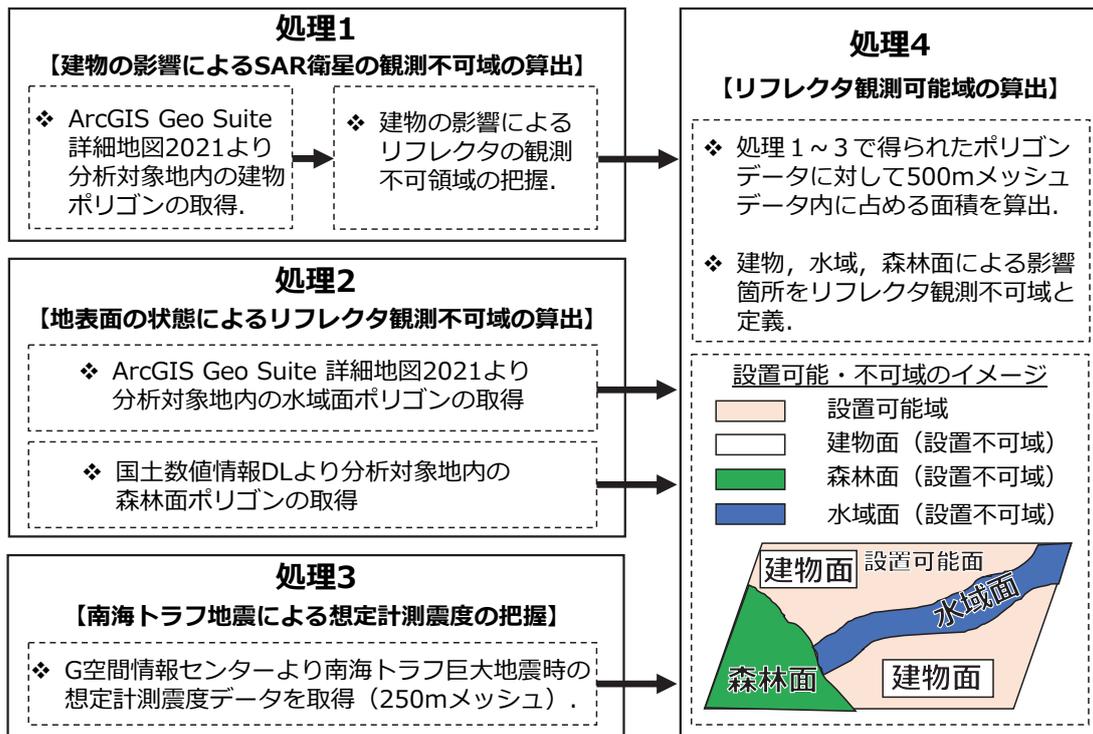


図-5 本研究の分析手順とリフレクタ観測可能域のイメージ

面積の差分をとり、リフレクタ観測可能域を算出する(図-5)。以上の処理を行い、500mメッシュ単位のリフレクタ観測可能域を把握する。

#### 4. リフレクタ設置可能域の算出結果

リフレクタの設置可能域の算出を行った結果を図-6に示す。本分析にて対象とした10県にてリフレクタの設置可能域の算出が実現していることが分かる。図中にて示している赤色が濃いほど500mメッシュ域内の設置可能面積が大きいことを示している。人口が集中している箇所にて設置可能域が大きい傾向が分かる(愛知県名古屋市、静岡県静岡市等)。対象とした10県の面積に占める森林面積、水域面積、建物による倒れこみが発生する可能性のある面積、リフレクタ設置可能面積の割合を図-7に示す。我が国では国土の7割程度が森林面積であることが知られており、各県の面積の大半が森林面積によるリフレクタ観測不可域であった。一方で、リフレクタ設置可能域では各県に差が見られ、愛知県において最も設置可能面積が大きい結果となった(35.0%)。対して、高知県にて設置可能面積が13.6%となり、最も小さい結果となった。以上より、リフレクタ設置可能域の算出から、各県の面積に対して10~25%程度の設置可能域が存在していることが明らかとなった。

次に、リフレクタ設置可能・不可域について、各県別にその地理的特徴の考察を行う。紙面の都合上、本稿で

は特に南海トラフ地震にて強い揺れが想定される高知県のみを対象とする。図-8上部に高知県の市町村名、及び図-8下部にリフレクタの設置可能域を示す。図中上部、下部を比較して考察を行う。やはり、高知市、南国市といった高知県のなかでも都市部にて設置可能域が大きい結果となっている。また、山間部では森林面積の影響によって設置可能面積が小さい結果となっている。一方で山間部においては、設置可能面積が比較的大きい歌唱が点在していることがわかる。例えば、四万十市南西部、大豊町、本山町、土佐町等、山地に囲まれた箇所でもリフレクタを確実に設置可能である箇所が存在していることが確認できる。

以上より、本研究における分析を通して、リフレクタの設置可能域が500mメッシュ単位で明らかになった。また、全体の傾向として人口が集中している地域にて設置可能面積が大きいことが確認された。そして、山間部においては森林面積の影響によって設置不可面積が多く占めている結果となったが、設置可能域も確実に存在しており、中山間部に存在する被災者もリフレクタツールによる存在位置・ニーズ発信が可能であることが明らかになった。

#### 5. まとめと今後の課題

筆者らが開発を行っているリフレクタツールは通信環境が途絶してしまった際に有効なツールであると考えて

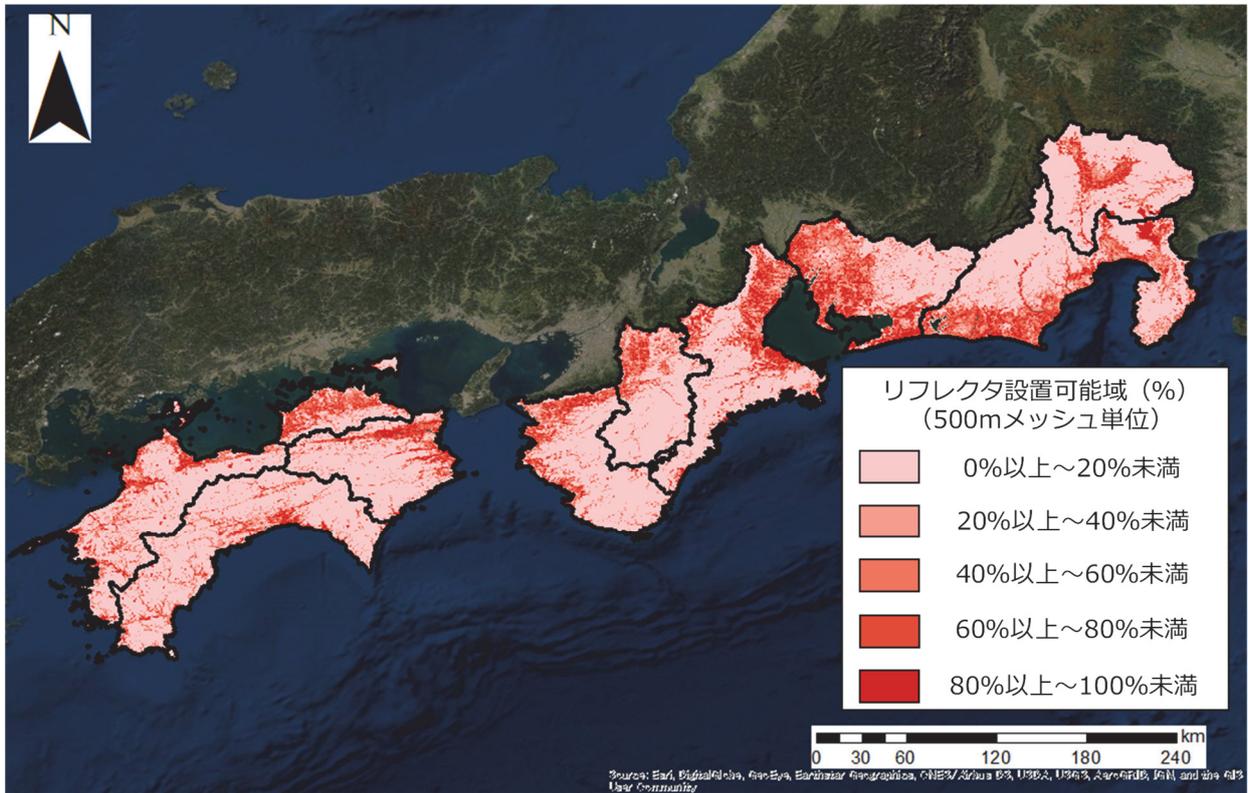


図-6 リフレクタの設置可能箇所 (%) の算出結果

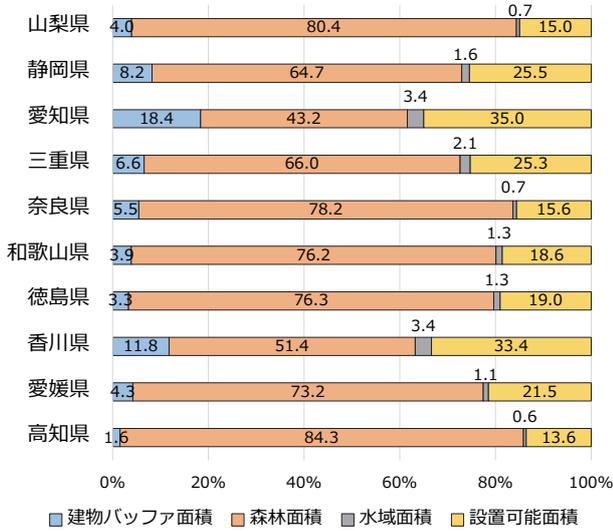


図-7 分析対象 10 県におけるリフレクタ設置可能面積

おり、被災地外の第三者への情報発信手段である。したがって、本ツールは被災地内に支援者が多数存在している場合にも使用はできるものの、道路途絶、通信環境の途絶リスクの高い中山間地域、孤立可能性のある地域にて適したツールであると考えている。本分析を通して山間部においてもリフレクタ設置可能域が確実に存在していたことから、中山間地域、孤立可能性のある地域においても、本ツールが使用可能であるという示唆を得るこ

とができたと考える。

今後の課題としては、本ツールの効果が大きく発揮されると考えられる孤立可能性のある集落を抽出し、本ツールの設置可能面積、その地域に存在する要配慮者数、南海トラフ地震によって想定される計測震度の把握を行う。そして、本分析では地理特性からリフレクタツールの設置可能域の検討を行ったが、メッシュ内に存在する人口、想定される計測震度と設置可能・不可面積との関係を明らかにしていく。

参考文献

- 1) 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>, 2021年6月15日閲覧。
- 2) 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, Vol.9, No.2, pp. 2\_102-2\_112, 2009.
- 3) 総務省：情報通信白書平成29年度版 第1部 特集 データ主導経済と社会変革, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h29.html>, 2021年6月15日閲覧。
- 4) 森崎裕磨, 藤生慎, 古田竜一, 高山純一：大規模地震災害発生直後における要配慮者の存在位置・ニーズ把握ツールの開発, 土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol. 76, No. 5, pp. 259-266.
- 5) 森崎裕磨, 藤生慎, 古田竜一, 高山純一：大規模地震災害発生直後を想定した要配慮者の存在位置・ニーズ把握ツールの有効性に関する検討, 土木学会論

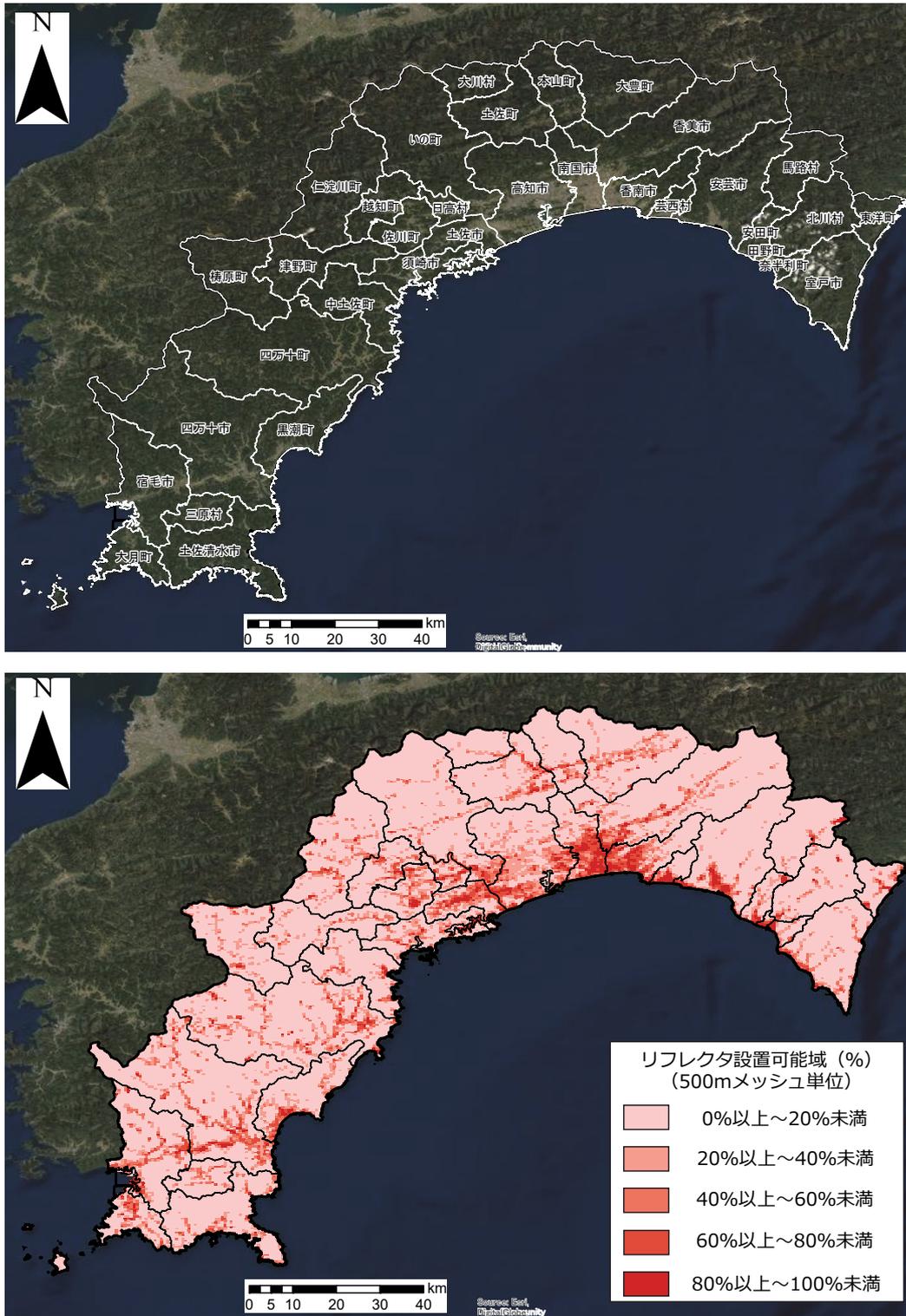


図-8 高知県におけるリフレクタ設置可能域と各市町村名

文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 77, No. 4, pp. 1\_649-1\_658, 2021.

- 6) Yuma Morisaki, Makoto Fujiu, Ryoichi Furuta, Junichi Takayama: Development of a Radar Reflector Kit for Older Adults to Use to Signal Their Location and Needs in a Large-Scale Earthquake Disaster, Remote Sens. 2021, 13(10), 1883.
- 7) 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, pp. 7\_390-7\_403, 2015.

- 8) 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, pp. 47-52, 2016.
- 9) 佐藤浩, 宮原伐折羅, 岡谷隆基, 小荒井衛, 関口辰

- 夫, 八木浩司: SAR 干渉画像で検出した 2011 年東北地方太平洋沖地震に関わる地すべり性地表変動, 日本地すべり学会誌, Vol. 51, No. 2, pp. 41-49, 2014.
- 10) Li, C.; Zhang, G.; Shan, X.; Zhao, D.; Li, Y.; Huang, Z.; Jia, R.; Li, J.; Nie, J. Surface Rupture Kinematics and Co-seismic Slip Distribution during the 2019 Mw7.1 Ridgecrest, California Earthquake Sequence Revealed by SAR and Optical Images. *Remote Sens.* 2020, 12, 3883.
- 11) 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, Vol. 9, No. 2, pp. 2\_102-2\_112, 2009.
- 12) 蛭田瑞生, 鶴岡行雄, 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, MoMuc-2013 (44), pp. 5-8, 2012.
- 13) Stuart E. Middleton, Lee Middleton, Stefano Modafferi: Real-Time Crisis Mapping of Natural Disasters Using Social Media, *IEEE Intelligent System*, Vol. 29, No. 2, pp. 9-17, 2014.
- 14) 内閣府: 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ, [http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg/index.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/index.html), 2021 年 9 月 20 日閲覧.
- 15) JEOSS Japan EO-Sats Service: ASNARO-2, <https://jeoss.co.jp/asnaro2/>, 2021 年 9 月 20 日閲覧.
- 16) リュウ・ウエン, 山崎文雄: 高解像度 SAR 画像の強度と位相情報を用いた高層建物の高さ推定, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 38, No. 2, pp. 149-162, 2018.
- 17) esri ジャパン: ArcGIS Geo Suite 詳細地図, <https://www.esri.com/products/data-content-geosuite-shosai/specifications/spec2021/>, 2021 年 9 月 24 日閲覧.
- 18) 国土交通省: 国土数値情報ダウンロード, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>, 2021 年 9 月 24 日閲覧.

(Received July 1, 2009)

(Accepted November 1, 2009)

## PROPOSAL OF ASCERTAINING LOCATION AND NEEDS SYSTEM FOR VULNERABLE PEOPLE

Yuma MORISAKI, Makoto FUJII, Ryoichi FURUTA and Junichi TAKAYAMA