

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：13302

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15002

研究課題名（和文）リモートセンシングによる災害時の意思決定の高度化に関する研究

研究課題名（英文）Research on Advanced Decision Making in Disasters Using Remote Sensing

研究代表者

郷右近 英臣（Gokon, Hideomi）

北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授

研究者番号：10757777

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、災害時にリモートセンシングにより得られた広域被害情報を地方自治体の災害対応業務に活用し、その意思決定を高度化する方法を明らかにすることを目的とする。そのために、(1) 災害時の地方自治体の意思決定分析、(2) リモートセンシングによる被害把握手法の高度化、(3) リモートセンシングが貢献し得る地方自治体の災害時意思決定リストの調査、(4) リモートセンシング技術を生かした、地方自治体の新たな意思決定手法の検討、の4つの課題に取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

災害発生直後、情報通信手段の途絶や道路網の遮断により、被災地が孤立する状況（情報空白期）は、災害対応に関わる意思決定の全てにおいて障害となる。本課題の解決には、リモートセンシング技術が有効である。これまでも、人工衛星や航空機、無人航空機などによる観測技術の発展を背景に、建物やインフラ構造物、道路などの広域の被害を短時間で把握する手法について、学術的な検討が行われてきた。しかし、災害リモートセンシング研究により得られた知見を現場でいかにして活用していくかの方法論については、学術的な検討が十分に行われていない。本研究では、この部分の課題解決に取り組んだ。

研究成果の概要（英文）：This study aims to clarify how to utilize the wide-area damage information obtained by remote sensing in disaster response operations of local governments and to enhance their decision-making. For this purpose, the following subprojects were addressed. (1) Decision-making analysis of local governments during disasters, (2) Improvement of damage assessment methods using remote sensing, (3) Investigation of decision-making lists of local governments during disasters to which remote sensing can contribute, (4) Study of new decision-making methods for local governments utilizing remote sensing technology

研究分野：知識科学

キーワード：リモートセンシング 意思決定 防災 広域被害把握 災害対応業務

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2011年東北地方太平洋沖地震津波や平成30年7月豪雨、令和元年台風第19号のような広域自然災害が発生すると、被害は広域におよぶ。また、情報通信手段の途絶や道路網の遮断により、どこでどのような被害が発生しているかわからない状況に陥る(情報空白期)。この情報空白期は、災害対応に関わる意思決定の全てにおいて障害となる。情報通信手段が途絶している状況において、広域の被災状況を把握するためには、人工衛星や航空機、ヘリコプターを基盤としたリモートセンシング技術が極めて有効である。これまでも、人工衛星や航空機、無人航空機などによる観測技術の発展を背景に、建物やインフラ構造物、道路などの広域の被害を短時間で把握する手法について、学術的な検討が行われてきた。近年は、ディープラーニングを始めとする機械学習の応用が進み、衛星画像や空撮画像による広域被害の推定精度は大きく向上してきている。しかし、災害リモートセンシング研究により得られた知見を現場でいかにして活用していくかの方法論については、学術的な検討が十分に行われていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、災害時にリモートセンシングにより得られた広域被害情報を地方自治体の災害対応業務に活用し、その意思決定を高度化する方法を明らかにすることを目的とする。そのために以下の小課題に取り組んだ。

1. 災害時の地方自治体の意思決定分析
2. リモートセンシングによる被害把握手法の高度化
3. リモートセンシングが貢献し得る地方自治体の災害時意思決定リストの調査
4. リモートセンシング技術を生かした、地方自治体の新たな意思決定手法の検討

### 3. 研究の方法

初年度は、リモートセンシングによる被害把握技術の高度化に取り組んだ。具体的には、(1) 2018年北海道胆振東部地震や令和元年台風19号で発生した土砂災害域を抽出する手法の高度化と(2) 空中ドローンにより撮影した地表の人間を抽出する手法の高度化に取り組んだ。(1)では、被災前後の土砂災害域を撮影したALOS-2/PALSAR-2の変化抽出により得られたデータとその地域特有の空間情報データから得られる情報を説明変数、土砂災害域の被災地を従属変数として機械学習を適用し、有効なモデルが何かについて検討を行った。(2)では、空撮により撮影した人のデータに、機械学習を適用し、人を抽出し、その位置をマッピングする方法について、検討を行った。

2年目は、地方自治体の災害時の意思決定に必要な情報が何かということと、リモートセンシングデータをその意思決定に有効活用するためには、どのような形式で情報を提供するのが良いかということについて、社会調査を通じて検討を行った。具体的には、研究代表者の研究機関が所属する地方自治体の危機対策課への聞き取りを通じて、通常の広域自然災害で様々な意思決定の工程について社会調査を行い、初年度に得られた被害情報の地図データが活用できる工程について分析を行なった。3年目は、初年度と2年目の研究成果を統合し、リモートセンシングを活用した、災害時の意思決定モデルを新しく構築した。

### 4. 研究成果

各年度の成果を以下に列挙する。

#### (初年度)

当初の計画では、初年度には以下の課題に取り組むことになっていた。

- (1-1) リモートセンシングによる土砂災害域手法の高度化
- (1-2) 空中ドローンによる人抽出手法の高度化

(1-1)では、2018年北海道胆振東部地震被災地を対象とし、北海道胆振東部地震の被災地を撮影したALOS-2/PALSAR-2データにより生成した特徴量を利用し、ランダムフォレストにより土砂災害域を検出するモデルを構築した(総合精度:78%)。また、関連する課題として、2018年西日本豪雨災害の被災地を対象とし、ALOS-2/PALSAR-2データにより浸水した建物域を検出するモデルを構築した(総合精度:97.8%)。局所最適解に陥らないようにすることで、従来

法から精度を改善した点が新しい点となる。

(1-2)では、空中ドローンに既存の人検出のライブラリ(M2DET)を適用することで、撮影画像から人の位置をマッピングする手法を構築し、その実用可能性を検証した。具体的には、ドローンの高度や撮影角度と、人検出の成功・失敗の関係を分析し、空中ドローンから人検出を行う際の撮影限界がどこにあるかを調査した。

(2年目)

2年目の研究実施計画としては、地方自治体の災害時の意思決定に必要な情報が何かということと、リモートセンシングデータの活用方法について検討を行うことを課題として設定した。

その課題を解決すべく、最初にリモートセンシングの地方自治体災害対応業務への活用可能性に関する調査を実施した。具体的には、石川県能美市地域防災計画(一般災害対策編・3章災害応急対策計画)を業務主体・災害対応業務のマトリックスへ分解し、リモートセンシングにより効率化が期待される災害対応業務のタスクを選定することで、各災害対応業務におけるリモートセンシングの利用可能性の割合を計算した。その結果、「気象情報の発表」や「災害情報の収集・伝達」、「救助・救急活動」の業務において、8割以上の業務にリモートセンシングが貢献できる可能性を確認することができた。さらに、3章災害応急対策計画に記載の38項目の業務のうち13項目では、その項目中のタスクの半数以上がリモートセンシングの活用で効率化が図られる可能性があるということがわかった。これらの情報をもとに、リモートセンシングデータの新しい活用方法について検討を行った。また、初年度に取り組んだ「リモートセンシングによる被害把握技術の高度化」に関連する研究として、洪水被災地を対象として建物域における浸水の有無を推定する技術の高度化に取り組んだ。

(3年目)

災害リモートセンシングにより得られた知見を現場で効果的に活かしていくための方法論を構築することを目的に、(3-1)地方自治体の広域災害発生時の意思決定工程の調査、(3-2)これらの意思決定をリモートセンシングで支援する方法論の構築という2つの課題に取り組む計画を立てた。各課題に取り組むことで得られた知見を以下に整理する。

(3-1)については、某地方自治体の地域防災計画および危機管理課への聞き取りを行い、捜索活動の現場で行われる意思決定のフローを作成した。実際の災害時の動きは複雑なので、そのフローがそのまま現場で利用できるとは限らないが、少なくとも事前に、災害発生時の連携についてシミュレーションする材料になりうると考えられる。

(3-2)については、既存の災害対応業務の中で、リモートセンシングが貢献しうるタスクを具体的に抽出し、応用方法について検討を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Gokon Hideomi  | 4. 巻<br>AHFE202         |
| 2. 論文標題<br>Towards an Application of Remote Sensing Technology for Decision Making During Natural Disaster | 5. 発行年<br>2020年         |
| 3. 雑誌名<br>Advances in Intelligent Systems and Computing book series (AISC, volume 1208)                    | 6. 最初と最後の頁<br>271 ~ 277 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/978-3-030-51057-2_38   | 査読の有無<br>無              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）  | 国際共著<br>-               |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Gokon Hideomi, Endo Fuyuki, Koshimura Shunichi                                      | 4. 巻<br>15              |
| 2. 論文標題<br>Detecting Urban Floods with Small and Large Scale Analysis of ALOS-2/PALSAR-2 Data | 5. 発行年<br>2023年         |
| 3. 雑誌名<br>Remote Sensing  | 6. 最初と最後の頁<br>532 ~ 532 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/rs15020532  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）   | 国際共著<br>-               |

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1. 著者名<br>Shimbo Aki, Javed Amna, Gokon Hideomi, Kohda Youji  | 4. 巻<br>62      |
| 2. 論文標題<br>Value creation through third-party certification - Case study of phase-free certification for certifying disaster prevention | 5. 発行年<br>2022年 |
| 3. 雑誌名<br>AHFE (2022) International Conference. AHFE Open Access  | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.54941/ahfe1002557  | 査読の有無<br>無      |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）   | 国際共著<br>-       |

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Hideomi Gokon   |
| 2. 発表標題<br>Towards an Application of Remote Sensing Technology for Decision Making During Natural Disaster |
| 3. 学会等名<br>International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE2020 (国際学会)               |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Hideomi Gokon, Fuyuki Endo, Shunichi Koshimura  |
| 2. 発表標題<br>Towards a Flood Detection for Buildings in Flooded Areas Using Synthetic Aperture Radar |
| 3. 学会等名<br>AOGS2022 (Asia Oceania Geosciences Society) (国際学会)                                      |
| 4. 発表年<br>2022年  |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

|   |
|---|
| 北陸先端科学技術大学院大学研究者総覧<br><a href="https://fp.jaist.ac.jp/public/Default2.aspx?id=704">https://fp.jaist.ac.jp/public/Default2.aspx?id=704</a> |
|---|

|                           |                       |    |
|---------------------------|-----------------------|----|
| 6. 研究組織                   |                       |    |
| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

|         |         |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|