

補助事業番号 2022M-260

補助事業名 2022年度 自然災害時の行方不明者捜索のためのAI自動捜索ロボットの  
開発 補助事業

補助事業者名 仙台高等専門学校 総合工学科 教授 園田 潤

## 1 研究の概要

本研究では、災害時の行方不明者捜索の自動化・省力化を目的に、構造内部を電波で非破壊調査ができる地中レーダを用いて、①人工知能AIによる地中レーダ画像からの物体検出、②高精度衛星測位による自動走行ロボットを組み合わせた、災害捜索用AI地中レーダロボットを研究する。研究期間の2年間で、初年度で雪中のレーダ画像から人体を精度80%程度以上で自動検出するAIの開発、2年目からは雪中を精度10cm程度で自動走行するレーダを開発する。

## 2 研究の目的と背景

近年、大型台風やゲリラ豪雨など自然災害が増加しており、2019年10月の台風19号の大雨による堤防決壊や土石流災害、また2021年7月の伊豆山土砂災害では甚大な被害が出ており行方不明者も発生している。このような豪雨災害の他にも、2014年9月の御嶽山の噴火災害や、2017年3月の那須スキー場での雪崩などでも行方不明者が発生している。このような災害時の行方不明者の捜索活動は、現状では警察や自衛隊による手作業による人海戦術であり、早期発見や2次災害防止の観点から工学的手法による捜索手法が必要である。

土壌やコンクリート内部を非破壊で検出する技術に地中レーダがある。しかし、これまでの地中レーダではレーダ調査で得られる地中断面に相当するレーダ画像から熟練技術者が画像判読で内部を推定していた。また地中レーダは人が牽引するもので自動化が必要であった。この地中レーダの2つの問題点を解決できれば、自動走行するレーダが指定範囲をくまなく捜索し、内部を自動判定することで行方不明者や手がかりを自動検出できる。これにより、人手に寄らない全自動の行方不明者捜索が可能になり、人が入れない場所も24時間体制で捜索できるようになる。

本研究の目的は、現在の地中レーダの2つの課題である「レーダ画像の自動識別」と「レーダの自動走行化」を解決することで、災害時の行方不明者捜索を自動化し早期発見に寄与するロボットを開発することである。ここではまず内部が均質な雪崩事故などによる雪中の行方不明者捜索の自動化を目的に、「地中レーダにより雪中から人体を自動検出するAIの開発」と、「雪崩現場を自動走行するレーダの開発」により、災害時の行方不明者を全自動で捜索するロボットの開発を目指す。

## 3 研究内容

(1)災害捜索用地中レーダロボット実験を実施しました(公益財団法人JKA複数年研究)

<https://www.sendai-nct.ac.jp/s20240208-2/>

令和5年12月17日(日)石巻市尾の崎海岸, 令和6年1月18日(木)名取市閑上海岸, 令和6年1月30日(火)山形県朝日町ASAHI自然観において, 災害捜索用AI搭載地中レーダロボットの走行実験を総合工学科の園田潤教授と学生3名(総合工学科福島萌香さん, 加藤泰人君, 三國裕倫君)で実施しました。

AI搭載地中レーダロボットは, 園田教授が文部科学省の科学研究費補助金・基盤研究(B)令和5年度採択「災害捜索やインフラ点検を刷新する人手不要な3DイメージングAI地中レーダの創出」や, 令和5年度公益財団法人JKA複数年研究「自然災害時の行方不明者捜索のためのAI自動捜索ロボットの開発」で研究しているもので, 災害時の捜索を地中レーダ×AI×ロボットにより人手をかけずに全自動化するものです。

今回実験した地中レーダロボットは, 地中や雪中に埋もれた不明者を自動捜索しようとするもので, 日本の測位衛星「みちびき」のセンチメートル級測位補強サービス(CLAS)により高精度に自動走行するとともに, 地中等の不明者をロボット自動走行により精度10 cm程度で位置特定できるものです。実験では, 現在も東日本大震災の行方不明者捜索が実施されている石巻市尾の崎海岸や名取市閑上海岸の砂浜で, また朝日町では雪崩災害を想定した雪上で走行実験を実施しました。災害捜索用地中レーダロボットが実現できれば, 二次災害の恐れなく迅速な捜索活動が実施でき行方不明者の早期発見が期待できます。

実験の結果, 災害現場に運搬できるように今年度新たに開発した小型軽量の地中レーダロボットでも砂浜や雪上を走行できることや, 地中レーダの反射箇所から地中物体の位置をCLASにより高精度に特定できることが確認できました。この結果は, 2024年3月に広島大学で開催される電子情報通信学会総合大会で発表予定です。

最後に今回の実験では, 大川小学校遺族会関係の皆様, ASAHI自然観の皆様, 地域振興サポート会社 まよひが企画代表 佐藤恒平様ほか多くの方々にご協力等いただきましたこと感謝申し上げます。本研究は公益財団法人JKA研究助成2022年度機械振興補助事業研究補助複数年研究(競輪)の補助を受けて実施しました。

公益財団法人JKA研究助成2022年度機械振興補助事業研究補助複数年研究

<https://hojo.keirin-autorace.or.jp/about/list/kikai/2022/>

科学研究費補助金採択課題概要

<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-23H01650/>

これまでの報道例

<https://www.bosai.yomiuri.co.jp/biz/article/9725>

<https://www.nikkei.com/persons/%e5%9c%92%e7%94%b0%e6%bd%a4>

<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/tbc/386549?display=1>



実験の様子1



実験の様子2



実験の様子3



実験の様子4

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究の地中レーダロボットが実用化されれば、災害時に二次災害の危険がある場所への捜索が可能になり、行方不明者の早期発見や警察・自衛隊等の捜索者の安全を確保した捜索が可能になるほか、これまで人手で実施されていた捜索活動が自動化でき、人口減少社会において有効な手法になりうる。地中レーダは、災害捜索の他にも近年社会問題になっている道路空洞等のインフラ点検にも適用できるものであり、安心・安全社会の高度化の実現にも貢献できるものである。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者は、2011年までは電磁波シミュレーションの高精度化・高速化を研究してきたが、東日本大震災の発生をうけ電磁波技術による捜索手法開発の研究を実施している。この課程で、地中レーダの課題であった①地中レーダ画像の自動識別と②地中レーダの自走化・自動化に関する研究を進めてきたが、今回の研究で実際の災害現場に適用できるように①と②を組み合わせAI地中レーダロボットの開発に取り組んだものである。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

以下に本研究に関する発表論文等のリストを示す。

### ●査読付論文

- [1] Jun Sonoda, Kazusa Nakamichi, A Simple Augmentation Method Using Cutout for Ground Penetrating Radar Image in Deep Learning, IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol.E107-C, No.11, pp.-, Nov. 2024. (in Press).
- [2] 中道一紗, 園田潤, YOLOv7を用いた地中レーダ画像のリアルタイム物体検出, 土木学会AI・データサイエンス論文集, 4(3), 909-914, Nov. 2023.

### ●学会発表

- [1] 福島萌香, 増田楓真, 園田潤, 山内誠, 佐々木匠, 佐藤風雅, 災害搜索のためのCLAS自動走行地中レーダロボットの開発, 電子情報通信学会総合大会, 2024
- [2] 福島萌香, 園田潤, 山内誠, 佐々木匠, 佐藤風雅, 災害不明者搜索のためのGNSS/CLAS自動走行地中レーダロボットの開発, 令和6年東北地区若手研究者研究発表会, 2024
- [3] 中道一紗, 園田潤, YOLOを用いた地中レーダ画像からの埋設物リアルタイム検出, 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクスシンポジウム研究会, 2024
- [4] 園田潤, シミュレーション×AI全自動地中レーダロボット, 国際ロボット展, 2023
- [5] 園田潤, インフラ点検や災害搜索等を自動化するCLAS地中レーダロボット, GPS/GNSSシンポジウム2023(招待講演)
- [6] 園田潤, 災害搜索やインフラ点検のための自動走行地中レーダロボット, 大学見本市 2023～イノベーション・ジャパン, 2023
- [7] 園田潤, 金澤靖, 木本智幸, 渡邊学, 米澤千夏, 郷右近巧, 五十嵐悟, 満留あゆみ, 複合レーダ技術を用いた東日本大震災の行方不明者搜索の統計量とAIやロボットによる新しい搜索手法の開発, 第42回自然災害学会学術講演会, 2023
- [8] 中道一紗, 園田潤, YOLOv7によるレーダ画像の物体検出におけるデータ拡張, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2023
- [9] 木戸勇佑, 増田楓真, 園田潤, 山内誠, 佐々木匠, 佐藤風雅, 災害時の行方不明者搜索のためのGNSS自動走行地中レーダロボットの開発, 学会等名東北地区若手研究者発表会, 2023
- [10] 園田潤, 中道一紗, 深層学習による地中レーダ画像からの物体検出精度向上の検討, 電子情報通信学会エレクトロニクスシミュレーション研究会, 2023
- [11] 中道一紗, 園田潤, 深層学習による地中レーダ画像のリアルタイム自動検出特性, 電子情報通信学会大会講演論文集, 2023

### ●展示会

- [1] 園田潤, シミュレーション×AI全自動地中レーダロボット, 国際ロボット展2023, 東京ビッグサイト, 2023
- [2] 園田潤, 災害搜索やインフラ点検のための自動走行地中レーダロボット, 大学見本市2023～イノベーション・ジャパン, 東京ビッグサイト, 2023

●受賞

- [1] 園田潤, ジャパン・レジリエンス・アワード(強靱化大賞)2024, 準グランプリ二階俊博国土強靱化提唱者賞, 2024
- [2] 園田潤, 防災・減災×サステナブル大賞2024・防災・減災 × SDGs賞, 2024
- [3] 福島萌香, 園田潤, 山内誠, 佐々木匠, 佐藤風雅, 映像メディア学会東北支部優秀賞, 2024
- [4] 木戸勇佑, 増田楓真, 園田潤, 山内誠, 佐々木匠, 佐藤風雅, 映像メディア学会東北支部優秀賞, 2022

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

該当なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 独立行政法人国立高等専門学校機構 仙台高等専門学校 総合工学科  
(ドクリツギョウセイホウジン コクリツコウトウセンモンガッコウキコウ  
センダイコウトウセンモンガッコウ ソウゴウコウガクカ)

住 所: 〒989-3128

宮城県仙台市青葉区愛子中央4丁目16番1号

担 当 者: 教授 園田 潤(ソノダ ジュン)

E - m a i l: [sonoda@sendai-nct.ac.jp](mailto:sonoda@sendai-nct.ac.jp)

U R L: 所属機関(研究室等)HPのトップページのURL

<https://www.sendai-nct.ac.jp/>

<https://www.sendai-nct.ac.jp/s20220517-1/>