

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：51303

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02401

研究課題名（和文）深層学習と電磁波レーダによるインフラ内部構造3次元可視化と造影補修剤の開発

研究課題名（英文）3D Visualization of Internal Structure for Infrastructure Using Deep Learning and Electromagnetic Radar and Development of Contrast Repair Agent

研究代表者

園田 潤（Jun, Sonoda）

仙台高等専門学校・総合工学科・教授

研究者番号：30290696

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：近年、地震や豪雨などの自然災害、また道路や橋梁など社会インフラ老朽化による被害が増加しており、空洞や亀裂など地中やコンクリートの異常箇所を迅速・高精度に検出することが求められている。数百M～数GHz帯の電波を用いる電磁波レーダは、内部の物体の有無は検出できるが、これまで材質・大きさ・形状などの高度な推定や可視化はできていなかった。本研究では、人工知能技術の深層学習を用いて、レーダ画像から内部構造を逆推定し、空洞や亀裂のような異常箇所を3次元可視化する革新的な電磁波レーダを開発する。また検査点検における異常箇所の全貌把握と確実な補修、さらに補修履歴が残るような電磁波レーダ用造影補修剤を開発する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、地中やコンクリート内の3次元マップを作成でき、内部の物体の材質や大きさとその位置を3次元かつ高精度に把握可能となる。これよりインフラ内部の異常箇所の危険度定量化や寿命予測も可能になり、限られたコストの中で事故を未然に防ぐ効果的な対策工事が可能になる。

研究成果の概要（英文）：In recent years, the number of natural disasters such as earthquakes, torrential rains, and damage caused by aging social infrastructure such as roads and bridges has been increasing, requiring rapid and highly accurate detection of abnormalities in the ground and concrete. Electromagnetic radar, which uses radio waves in the several hundred to several GHz band, can detect the presence of objects inside. However, it has to be able to estimate or visualize the material, size, and shape to a high degree. In this study, we have developed an innovative electromagnetic radar that uses deep learning, an artificial intelligence technology, to reverse-estimate the internal structure from radar images and visualize abnormal locations, such as cavities and cracks, in three dimensions. We have also developed a contrast repair agent for electromagnetic wave radar that can provide a complete picture of anomalous areas during inspection and inspection, ensure repairs, and maintain repair histories.

研究分野：安全工学

キーワード：地中レーダ 深層学習 3次元可視化 レーダ画像処理 FDTDシミュレーション インフラ点検 災害捜索

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

近年、地震、台風、火山噴火など大規模自然災害が増加傾向にあると言われており、地盤や河川堤防などの安全診断・防災対策、さらには発災後の迅速かつ効率的な捜索や救助が必要である。また、高度成長期以降に整備したインフラが急速に老朽化しており社会問題になっている。2023年には建設後50年以上経過する施設の割合が道路橋で43%、トンネル34%、河川管理施設43%となることを見込まれており(国土交通省2016)。高効率で高精度な点検手法の開発は喫緊の課題である。地中やコンクリートの内部を非破壊で検査する技術に電磁波レーダがある。電磁波レーダは入射した数百MHzから数GHz帯の電波の反射波から内部を可視化するもので、1990年頃から埋設管や遺跡探査などの目的で研究されている(J. L. Davisら1989他)。

また、東日本大震災ではいまだ2531名が行方不明であり(R1. 9. 10警察庁発表)、現在も警察などが捜索を続けているが、人手による人海戦術であり工学的手法が必要である。これまでにがれき中の人体検出(Z. Zhangら2013他)や、厚労省による硫黄島の遺骨収集で電磁波レーダが使用されているが、がれきや石など不均質中からの物体検出が課題であった。インフラ点検においても道路空洞用の車載地中レーダも市販されているが、異常箇所の判定は人による目視であり、1kmあたり2日間程度を要することや精度にも問題であった。レーダ画像から3次元で内部推定ができれば、捜索だけでなくインフラ点検などの内部推定問題に適用できる。

研究課題の核心をなす学術的な「問い」は、電磁波レーダで得られる地中レーダ画像から材質・大きさ・位置などの内部構造を推定し、さらに3次元で可視化することである。これまでキルヒホッフ・マイグレーションなど多くの手法が研究されているが(X. Fengら2004, N. Smithら2016他)、反射波を強調することで物体の有無を検出するもので、レーダ画像から物体の材質や大きさを推定し可視化する研究はされていなかった。材質や大きさを含めた3次元可視化ができれば、インフラ点検では空洞か水の有無や大きさで危険度の定量判定ができ、不明者捜索では木や石が多い中から特定の物体だけを探索するため迅速な捜索が可能になるなど、安全安心社会の高度化に貢献できる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、近年注目されている人工知能技術の深層学習を適用し、電磁波レーダ画像から内部物体の材質や大きさなどを推定し、地中を3次元で可視化することである。深層学習では学習に大量の正解付き教師データが必要であるが、電磁波レーダでは材質や大きさの異なる物体を設置し数多く実験することは困難であるため、学習用教師データを用意できない問題があった。本研究では、これまでに開発している電磁波レーダを高速・高精度にシミュレーションするプログラムにより、学習に必要な様々な材質や大きさのレーダ画像を大量生成することで学習を可能にする。また、構造内部の異常箇所の全体把握や3次元可視化の高精度化を目的に開発する電磁波レーダ用造影補修剤についても、コンクリートX線診断用の造影剤は開発されているが、電磁波レーダ用には存在せず、新たに電磁波レーダ用の造影剤かつ補修剤として使用できるものである。

## 3. 研究の方法

本報告では研究期間中の研究成果のうち、地中レーダの観測画像から地中を3次元で推定するひとつの手法である、地中レーダの複数測線から生成される水平断面Cスキャンからの物体の形状および材質推定と、電磁波レーダ用の補修造影剤について述べる。

### 3.1 GANを用いた地中レーダ画像からの3次元モデル推定

地中レーダは入射した数百MHz帯の電波の反射波から非破壊に地中を推定する技術であり、近年問題になっている道路空洞など社会インフラ点検等に有効である。しかし、レーダ画像から内部を推定する問題があり、様々な手法が研究されているが、画像判読が必要であった。我々は深層学習による自動識別・可視化を研究しており、時間領域の電磁波シミュレーション手法であるFDTD(Finite-Difference Time-Domain)法で生成した大量の地中レーダ画像を学習することにより、地中物体の材質や大きさを推定できることを示している。これまでは垂直断面であるBスキャンによる2次元での識別・可視化であったが、ここでは敵対的生成ネットワークGAN(Generative Adversarial Networks)を用いた水平断面であるCスキャンの識別・可視化による3次元モデル推定について示す。

GANは図1のように入力  $x$  から  $G$  (Generator)で偽画像  $G(x)$  を生成し、 $D$  (Discriminator)で真の画像  $y$  が生成した画像  $G(x)$ かを判定する。 $G$  による生成と  $D$  の識別精度を複数回学習し、高精度な画像を生成する。我々はGANの原理を用いて、地中レーダの垂直断面に相当する  $B$  スキャンから地中物体の材質や形状の可視化が可能であることを示している。複数測線の  $B$  スキャンから生成される水平断面図である  $C$  スキャンについても同様に可視化できれば、3次元での地中物体の可視化が可能になる。しかし、学習に使用する  $C$  スキャンを複数枚生成することは  $B$  スキャン以上に困難な問題である。本研究では、GPUで高速化したFDTD法を用いて膨大な時間を要する複数測線の  $B$  スキャンから  $C$  スキャンの学習用画像を生成し、GANで学習させることで、垂直・水平断面による3次元可視化を検討する。

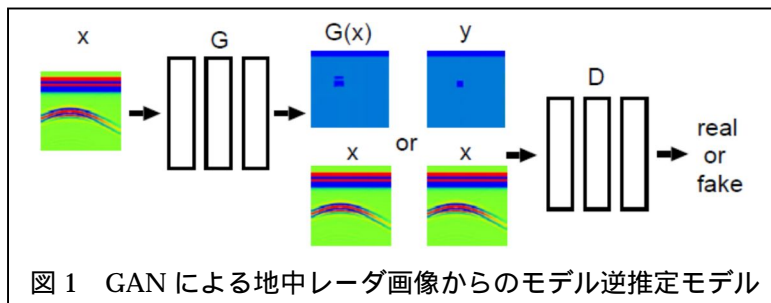


図1 GANによる地中レーダ画像からのモデル逆推定モデル

### 3.2 電磁波レーダを用いた空洞亀裂検出における補修造影剤

電磁波レーダは入射した数百MHz～数GHz帯の電波の反射波から非破壊に内部を推定する技術であり、近年問題になっている道路空洞やコンクリート亀裂など社会インフラ点検に有効である。特に、空洞や亀裂は重大な事故に繋がるもので、早期発見と補修が求められている。このような空洞や亀裂は、周囲の土壌やコンクリートの比誘電率との差が大きいほど検出されやすいため、より比誘電率差を大きくする造影剤が有効である。このような造影剤について、X線用は存在するが、X線では撮影フィルムが必要なことなど制限が多いため、取り扱いが容易な電磁波レーダ用が有効である。本研究では、補修も可能な電磁波レーダ用造影剤を研究開発する。

土壌やコンクリートの補修剤として、エアモルタルやセメントベントナイト等が用いられている。このような補修剤は、空洞や亀裂に注入するため流動性が必要で水と混ぜて生成され、図2に示すように初期状態は液体であるが、時間経過とともに凝固し固体になる。ここでは、既存の補修材のひとつであるエアモルタルについて、複素比誘電率の周波数特性や時間特性について述べ、補修造影剤を開発する基礎特性を得る。



図2 土壌やコンクリートの補修剤として使用されるエアモルタル

## 4. 研究成果

### 4.1 FDTD法によるCスキャン画像生成とGANによる地中物体可視化

図3にFDTD法で生成した10cm間隔11測線のCスキャン例を示す。図3上段は地中物体の大きさによるものであり、左から深さ20cmの5×5×5cm、10×10×10cm、20×20×20cmである。下段は深さによるものであり、左から大きさ10×10×10cmの深さ20cm、30cm、40cmである。ここでは、実用上有効な空洞と金属について、84480枚の11測線Bスキャンから7680枚のCスキャンを生成し、学習と検証に8:2で使用する。図4にCスキャンから地中物体を可視化した例を示す。図4上段は大きさ10×10×5cmの空洞が深さ30cm、下段は大きさ20×15×20cmの金属が深さ20cmにある場合で、左から入力、正解、推定、正解と推定の差分であり白が一致で黒が不一致を意味する。図4より良好に可視化できていることが確認できる。図4の差分画像からピクセル単位の類似度を定量評価した結果、正解との一致度は空洞で80.1%、金属で77.9%であった。

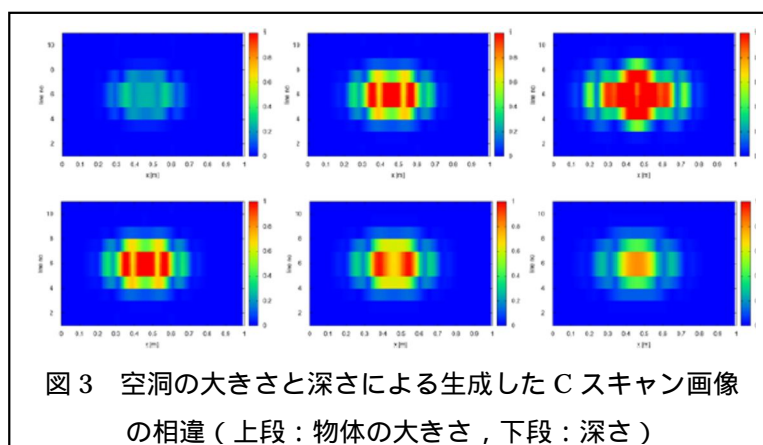
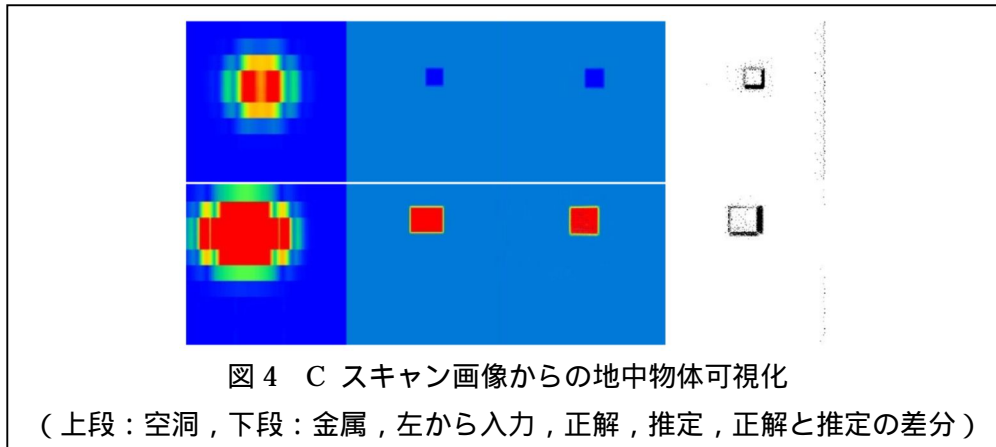


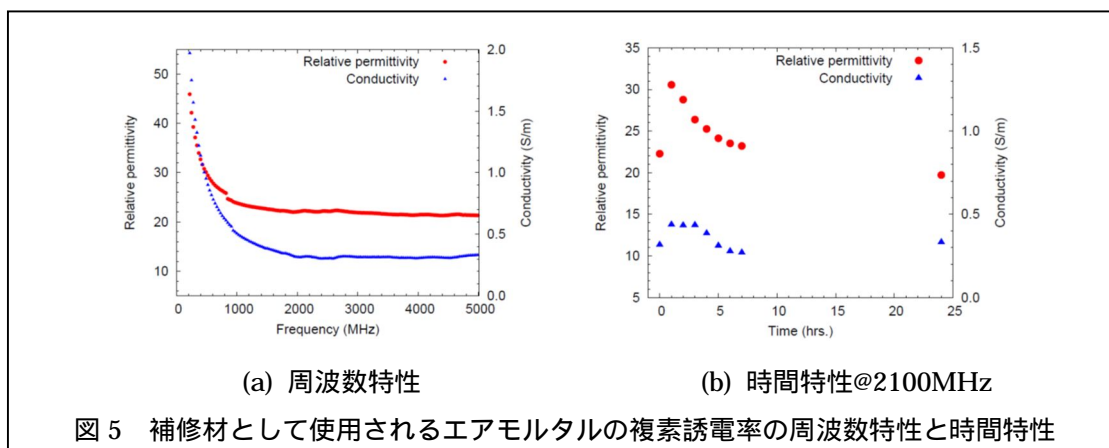
図3 空洞の大きさと深さによる生成したCスキャン画像の相違(上段:物体の大きさ,下段:深さ)



#### 4.2 補修造影剤の複素比誘電率の周波数時間特性と補修造影剤注入前後の地中レーダ画像

まず補修材エアモルタルの複素比誘電率の周波数特性を示す。初期状態は液体で時間とともに凝固し固体になる補修剤の測定に、TDR (Time Domain Reflectometry)法である同軸プローブ反射法を用いる。これは材料に接触させたプローブにより反射係数を測定することで複素比誘電率を算出するもので、ベクトルネットワークアナライザ VNA により周波数特性が得られる。本研究では、補修剤のエアモルタルとしてフィルコンライトを、TDR では VNA に Anritsu MS46121、同軸プローブには KEYCOM DMP-60 を用いる。

図 5 にエアモルタルを生成した直後の複素比誘電率の周波数特性を示す。本研究では、900 MHz 帯と 2100 MHz 帯の電波を用い地中レーダを用いるので、図 5(a) からこの周波数帯では比誘電率は 25.0 程度、導電率が 0.3 S/m 程度である。図 5(b) にエアモルタル生成直後から 48 時間後までの 2100 MHz における複素比誘電率の時間変化を示す。図 5(b) から、生成から 1 時間程度まで比誘電率および導電率が上昇し、その後下降に転じることが分かる。エアモルタルは、セメントと水で練られたモルタルを空気(気泡)と混ぜて生成するもので、生成後は時間経過とともに気泡から空気が抜け誘電率が増加するが、乾燥により水分が抜けるため減少に転じると考えられる。この図 5(b) の複素比誘電率の時間変化を把握しておくことは、地中レーダの使用においてどの時間で実施すれば反射強度が強くなり効果的かなどの判断として重要である。



次に実験で確認した空洞にエアモルタルを注入する前後での地中レーダ画像について述べる。ここでは、図 6 に示すような室内モデル実験と実際の道路空洞の充填実験におけるデータを示す。地中レーダとして、室内モデル実験には JRC NJJ-2002100 MHz を、道路空洞の充填実験では GSSI SIR-4000 900 MHz を用いる。室内モデル実験では、市販の穴あきコンクリートブロックにエアモルタルを注入し、注入後の地中レーダ画像 (B スキャン) を取得する。同様に、道路空洞の充填実験でも地中レーダで検出した空洞にエアモルタルを注入し、ここでは長さ 10 m で 30 cm 間隔の 7 測線で地中レーダ探査を実施し、1 測線で得られる B スキャンから 3 次元画像となる深さ毎のスライス画像である C スキャンを得る。図 7 に室内モデル実験のコンクリートブロックにエアモルタルを注入した際の地中レーダ画像を示す。図 7 は、左からエアモルタル注入前、注入 1 時間後、注入 48 時間後である。図 7 の結果から、注入前は空洞が確認できるが、エアモルタル注入 1 時間後には空洞の反射がなくなりエアモルタルの反射波が観測され、48 時間後には乾燥により比誘電率が低下するためエアモルタルの反射波が弱くなることを確認できる。

図 8 に実際の道路空洞にエアモルタルを注入した際の地中レーダ画像を示す。図 8 は、エアモルタル注入前、注入 1 時間後および 2 時間後である。図 8 から、注入前は赤色の空洞からの強い反射が確認できるが、注入 1 時間後にはエアモルタルと地中の比誘電率が同程度になるため空洞の反射が低下し、2 時間後には乾燥によりエアモルタルの比誘電率が低下するため空洞の反射

がやや強くなることが確認できる。このようにエアモルタルを補修材として用いることで、道路空洞の点検現場において空洞への補修材充填が地中レーダで確認でき、補修箇所の確認として有効である。



(a) 室内モデル実験@ 2100 MHz (b) 実際の道路での実験@ 900 MHz

図 6 エアモルタル注入前後による地中レーダ実験

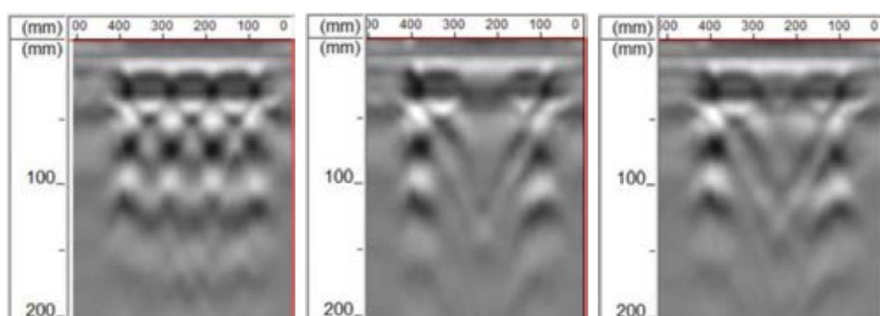
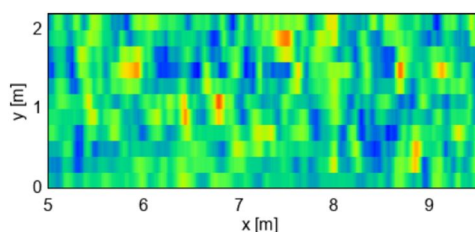
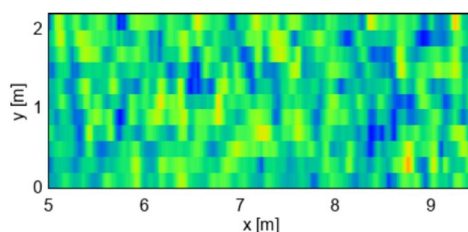


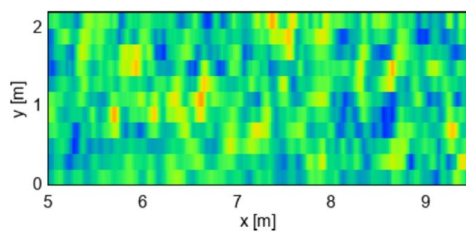
図 7 エアモルタルの注入前後の地中レーダ画像@ 2100 MHz  
(左から注入前, 注入 1 時間後, 注入 48 時間後)



(a) 注入前



(b) 注入 1 時間後



(c) 注入 2 時間後

図 8 エアモルタル注入前後の深さ 60 cm の地中レーダ画像@900 MHz

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 園田潤, 増田楓真	4. 巻 J106-B
2. 論文標題 LiDARを用いた自動走行地中レーダによる屋内埋設	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B	6. 最初と最後の頁 339-341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山本 佳士, 久保 洸太, 藤森 竣平, 園田 潤	4. 巻 79
2. 論文標題 データ同化を用いたコンクリート内部の比誘電率分布推定に関する基礎的検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 22-15018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.22-15018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山本 佳士, 光谷 和剛, 金澤 靖, 徳重 海都, 園田 潤, 木本 智幸	4. 巻 3(J2)
2. 論文標題 準3次元情報を用いたpix2pixによるレーダ画像からの内部欠陥の幾何情報推定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会AI・データサイエンス論文集	6. 最初と最後の頁 1042-1052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.3.J2_1042	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 山本 佳士, 光谷 和剛, 園田 潤, 木本 智幸	4. 巻 2
2. 論文標題 GANおよびFDTD法を用いたレーダ画像からの内部欠陥推定手法の高度化に関する検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AI・データサイエンス論文集	6. 最初と最後の頁 700-711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.2.J2_700	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 園田潤	4. 巻 69
2. 論文標題 AIと自動運転技術によるインフラ内部自動点検ロボット	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JETI	6. 最初と最後の頁 74-77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 園田潤, 木本智幸	4. 巻 J104-C
2. 論文標題 敵対的生成ネットワークを用いた深層学習による地中レーダ画像のモデル逆推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 60-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 園田潤, 國岡達也, 高橋信, 細川寿樹	4. 巻 J104-B
2. 論文標題 TDRによるアスファルト舗装下の比誘電率の長期定点測定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B	6. 最初と最後の頁 414-416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transcomj.2020JBL4006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 光谷 和剛, 山本 佳士, 園田 潤, 木本 智幸	4. 巻 2021
2. 論文標題 レーダ画像およびGANを用いたコンクリート内部欠陥の位置・寸法情報の可視化に関する基礎的検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本計算工学会論文集	6. 最初と最後の頁 20211001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11421/jsces.2021.20211001	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 光谷 和剛, 山本 佳士, 園田 潤, 木本 智幸	4. 巻 2020
2. 論文標題 レーダ画像およびGANを用いたコンクリート内部欠陥の幾何情報推定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会AI・データサイエンス論文集	6. 最初と最後の頁 498-507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.1.J1_498	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

[学会発表] 計26件(うち招待講演 4件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 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
2. 発表標題 複合リモートセンシング技術を用いた東日本大震災の行方不明者捜索と他の災害への展開
3. 学会等名 東日本大震災・原子力災害第1回学術研究集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中道一紗, 園田潤
2. 発表標題 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における物体検出特性
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 増田楓真, 園田潤
2. 発表標題 LiDARを用いた自動走行地中レーダによる屋内埋設管の位置推定
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 木戸勇佑, 増田楓真, 園田潤, 山内誠, 佐々木匠, 佐藤風雅
2. 発表標題 災害時の行方不明者捜索のためのGNSS自動走行地中レーダロボットの開発
3. 学会等名 東北地区若手研究者発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 園田 潤, 崔 青林, 高橋 郁夫, 金澤 靖, 木本 智幸, 齋藤 龍真
2. 発表標題 社会インフラ災害レジリエンス向上のための災害ハザード・リスク情報のインフラ点検補修情報への展開
3. 学会等名 減災情報システム第12回合同研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 園田潤
2. 発表標題 環境災害リモートセンシングにおけるAIやロボットの活用について
3. 学会等名 情報処理学会東海支部講演会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 園田潤, 木本智幸
2. 発表標題 GANを用いた地中レーダ画像からの3次元モデル推定
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイティ大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中道一紗, 園田潤
2. 発表標題 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における物体検出特性
3. 学会等名 電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 増田楓真, 園田潤
2. 発表標題 LiDARを用いた自動走行地中レーダによる屋内自動探査
3. 学会等名 電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 園田潤, 山本佳士, 木本智幸, 金澤靖
2. 発表標題 FDTDシミュレーションと敵対的生成ネットワークを用いた深層学習による電磁波レーダ画像のコンクリート亀裂推定
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 園田潤, 木本智幸, 山本佳士, 金澤靖
2. 発表標題 開催地中レーダによる空洞亀裂検出のための補修造影剤のFDTDシミュレーションによる検討
3. 学会等名 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
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木本智幸, 新野稜, 園田潤
2. 発表標題 深層学習を用いた地中レーダ画像の識別精度向上法
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 園田潤, 國岡達也, 高橋信, 細川寿樹
2. 発表標題 TDRとGPRによるアスファルト舗装下の誘電率の長期定点測定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤, 木本智幸, 金澤靖
2. 発表標題 複合リモートセンシングと深層学習を用いた海洋プラスチックの自動検出
3. 学会等名 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金澤靖, 徳重海都, 園田潤, 山本佳士, 光谷和剛
2. 発表標題 GANを用いた地中レーダ画像の補間による地中情報の3D可視化
3. 学会等名 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木本智幸, 園田潤
2. 発表標題 地中レーダによる埋設物識別においてラベルの無いレーダ画像を有効利用した識別性能の改善
3. 学会等名 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本佳士, 光谷和剛, 園田潤, 木本 智幸
2. 発表標題 レーダ画像および敵対的生成ネットワークを用いたコンクリート内部欠陥の詳細情報の推定
3. 学会等名 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤, 木本智幸, 山本佳士, 金澤靖
2. 発表標題 電磁波レーダを用いた空洞亀裂検出における補修造影剤の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤, 木本智幸, 金澤靖
2. 発表標題 複合リモートセンシングと深層学習による海岸漂着プラスチックの自動検出
3. 学会等名 電気関係学会東北支部連合大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤, 木本智幸, 金澤靖
2. 発表標題 AI と複合リモートセンシングによる海岸漂着プラスチックの自動検出
3. 学会等名 高分子学会討論会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多賀大貴, 木本智幸, 園田潤
2. 発表標題 AIで地中レーダ画像を高精度に識別するための地中レーダや地中媒質の違いに対応する学習画像の生成
3. 学会等名 電子情報通信学会信学技報SANE
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤, 國岡達也, 高橋信, 大西正浩
2. 発表標題 敵対的生成ネットワークを用いた深層学習による地中レーダ画像からの誘電率差の小さい深部埋設物の検出
3. 学会等名 電子情報通信学会信学技報SANE
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 徳重海都, 金澤靖, 園田潤
2. 発表標題 地中レーダ画像の補間のための補間位置指定可能なGANの提案
3. 学会等名 電子情報通信学会信学技報SANE
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤，徳重海都，金澤靖
2. 発表標題 土石流災害現場における深層学習を適用した3次元地中レーダ探査
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 園田潤，金澤靖，水原宝英，木本智幸
2. 発表標題 敵対的生成ネットワークを用いた深層学習による海岸漂着物の識別
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木本智幸，多賀大貴，園田潤
2. 発表標題 深層学習による地中レーダ画像識別において少数の正解ラベルしか得られない場合の識別率向上
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 電磁波レーダ装置および電磁波レーダ装置の学習方法	発明者 園田潤，木本智幸	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-42833	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	木本 智幸  (Kimoto Tomoyuki)  (30259973)	大分工業高等専門学校・電気電子工学科・教授    (57501)	
研究分担者	金澤 靖  (Kanazawa Yasushi)  (50214432)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授    (13904)	
研究分担者	山本 佳士  (Yamamoto Yoshihito)  (70532802)	法政大学・デザイン工学部・教授    (32675)	

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