

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02230

研究課題名（和文）スマート超音波非破壊評価の構築と展開

研究課題名（英文）Build and development of smart ultrasonic nondestructive evaluation

研究代表者

廣瀬 壮一（HIROSE, SOHICHI）

東京工業大学・環境・社会理工学院・教授

研究者番号：00156712

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、数値シミュレーションと計測を組合せによって超音波イメージング法を改良し、それによって得られた画像データを用いてAIを利用した効率的超音波非破壊評価システムを構築したものである。そのために、超音波シミュレーションのための新たな数値モデルの開発、超音波イメージング手法の改良、計測データとシミュレーションデータを用いた深層学習による非破壊評価の構築を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

構造物の安全性を確保するために非破壊検査は重要な役割を果たしているが、昨今熟練検査員の不足が懸念されており、このため効率的な非破壊評価システムの構築が急務となっている。AIの利用はその解決策として有望視されているが、効率的で精度の高い評価のためには大量の画像データを必要とする。そこで、本研究では、計測データとそれを補間する数値シミュレーションデータを用いてAIの持つ課題を解決し、効率的超音波非破壊評価システムを構築したものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, ultrasonic imaging methods were improved by combining numerical simulation and measurement, and an efficient ultrasonic nondestructive evaluation system using AI was constructed using the resulting image data. For this purpose, the following three items have been developed: development of new mathematical models for ultrasonic simulation, improvement of ultrasonic imaging methods, and construction of nondestructive evaluation by deep learning using the measured and simulated data.

研究分野：応用力学

キーワード：超音波非破壊評価 超音波イメージング 時間反転法 粒子フィルタ法 MUSIC スパース推定法 深層学習 シミュレーション

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

最近、深層学習に代表される AI の応用が脚光を浴びている。非破壊検査の分野においてはまだ実用の域には達していないものの、医療における X 線検査と類似性のある X 線透過試験では先行して研究が進められている。今後、超音波探傷試験においても AI の利用は急速に進展するものと考えられる。

最近の超音波非破壊検査では、フェーズドアレイ探傷に代表されるように多チャンネル・多点計測が容易となったことから多様な計測方法が可能となり、一度に多くの波形データを取得することが可能となっている。一方、深層学習では多層ニューラルネットワークを学習させるために多量のデータを必要とすることがよく知られている。したがって、超音波探傷試験においても深層学習などによる AI の利用のための下地は整いつつある。しかし、インフラ構造物を検査の対象とした場合、対象物が多様であることを考慮するとすべての構造物に対して大量の計測データを揃えることは難しく、多量のデータが取得できるからといって、むやみに計測を行うことは賢明とは言えない。何ら工夫もなく大量のデータに AI を適用しても効率的な検査にはつながらないのである。そこで、超音波イメージングを軸とした超音波探傷手法自体を数値シミュレーションと計測の組合せにより最適化し、探傷精度の向上に大きく寄与する因子を明らかにした後に、AI を適用すべきであると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では、様々な非破壊検査手法の内、X 線検査と並んで内部きずを検出できる超音波法を対象とする。本研究の目的は、数値シミュレーションと計測を組合せによって超音波イメージングを軸とした超音波探傷手法の最適化を実施し、AI を利用した効率的超音波非破壊評価システムを構築することにある。具体的には、以下の 3 段階のステップをとる。第一のステップは、超音波シミュレーションのための新たな数理モデルの開発である。AI には大量の画像データが必要であるが、そのすべてを計測から得ることは非効率的である。そこで計測データを補足するために数理モデルに基づく超音波シミュレーションデータを用いる。第二のステップは、多点計測データを用いた各種超音波イメージング法に関して最適化や改良を検討し、それぞれの手法の重要因子を抽出して精度の高いきず画像を構成することである。まず、数値シミュレーションデータを用いることによってイメージングにおける最適化や改良点を明らかにして、その後、計測データを用いた実用的な課題に適用する。第三のステップは、深層学習などによる AI を適用した非破壊評価システムの構築と検証である。数値シミュレーションと計測の両方による超音波画像を入力データとして、効率の高いニューラルネットワークを構築してスマート非破壊評価システムのプロトタイプとする。

## 3. 研究の方法

### 3. 1 数理モデルの開発

超音波シミュレーションのための新しい数理モデルとして、基本解近似解法、DtN 境界条件を考慮した解法及び調和バランス-境界要素法を開発する。

基本解近似解法は、対象とする問題の基本解の重ね合わせによって近似解を表現するメッシュフリー型の数値シミュレーション手法であり、本研究では異方性材料中の波動散乱問題を解析する。DtN 境界条件を考慮した解法は、遠方場における変位と表面力の陽な関係を導出して無限まで続く弾性体を有限領域で打ち切って解析する手法で、本研究では境界要素法と有限要素法の両者に DtN 境界条件を導入して弾性板におけるガイド波の散乱問題を解析する。調和バランス-境界要素法は、連続入射波に対する非線形共振現象の定常解を求める解法であり、本研究では閉口き裂による超音波の散乱に注目した非線形超音波解析を実施する。

### 3. 2 超音波イメージング手法

従来からの超音波イメージング手法である全波形サンプリング処理や線形化逆解析に加えて、時間反転法、粒子フィルタ法、MUSIC 法及びスパース推定法の各種イメージング手法を改良し、実用的な課題に拡張する。超音波イメージング手法による画像化の精度向上は次のステップである AI の運用による効率的な非破壊評価システムの構築に欠かせない要素である。

### 3. 3 AI の適用による非破壊評価システムの構築と検証

計測データとしてレーザ超音波可視化試験(LUVT)による実画像データを用い、それを補完するデータとして数値解析によるシミュレーションデータを用いて、ニューラルネットワークからなる深層学習に適用して内部きずの有無、位置及び大きさの推定並びに CFRP 補強の剥離検出能を検証する。単なる汎用ニューラルネットワークの適用にとどまらず、問題に応じた各モジュールの構成を再検討することにより効率の良いネットワークを構築する。

## 4. 研究成果

### 4. 1 数理モデルの開発

**基本解近似解法**：異方性材料の面外波動散乱問題に基本解近似解法を適用し、その有効性を検証した。基本解の重ね合わせの際の重み係数は、境界条件に基づく連立 1 次方程式を解くことで決定した。解析結果から、異方性の影響がそれ程強くない材料に対しては、基本解近似解法は解の収束性に優れることが確認された。一方で、異方性の影響が強い材料に対しては、基本解近似解法は解の収束性が低下することが確認された。

**DtN 境界条件を考慮した解法**：ガイド波の散乱問題において遠方での散乱波がガイド波のモードの重ね合わせで表現できることに注目して、弾性板の遠方場における変位と表面力の関係を導出した。これによって無限弾性板を有限領域で打ち切った際の仮想境界における境界条件を陽に与えられ、境界要素法のみならず有限要素法を用いてもガイド波の散乱問題を容易に解析することが可能となった。解析例として 2 次元 2 層弾性体板のガイド波の反射・透過係数を求めた。

**調和バランス-境界要素法**：非線形動的問題である閉口き裂による散乱問題に調和バランス-境界要素法を適用し、サブハーモニック共振の発生を確認した。非線形方程式の求解法に数値連続変形法(NCM)を用いた際の効率的な計算手法について詳細に検討した。

#### 4. 2 超音波イメージング手法

**線形化逆解析**：Born 近似及び Kirchhoff 近似に基づく線形化逆解析は弾性体における空洞やき裂の画像化に多く用いられてきた。本研究では、粘弾性体中の領域型及び境界型きずに対して散乱波からのきず形状の再構成を試みた。いくつかの数値解析例によって手法の有効性を確認した。

**時間反転法**：時間反転法は波動の集束状況を可視化して欠陥評価を行う手法であるが、時間反転させた波動の集束位置をいかに定量的に評価するかという点に課題があった。本研究ではこれまでの定性的な評価に代えてトポロジー感度を欠陥検出指標に用いることによって定量的評価を可能とした。欠陥検出指標にトポロジー感度手法を取り入れた時間反転法を 2 次元問題から 3 次元問題に拡張するとともに、薄板の表面き裂の検出に適用して精度のよい結果を得るとともに、T 継手のような多重反射や回折波が混在する部材の超音波探傷にも有効であることが示された。

**粒子フィルタ法**：欠陥の幾何学パラメータを粒子の状態量として、多数の粒子の確率分布を追跡して欠陥形状の推定する粒子フィルタ手法を開発した。その結果、単一のパルスエコー信号のみを用いてアルミニウム試験片における欠陥の形状の特定に成功した。ただし、手法の適用においては用いる粒子の個数と計算時間のバランスが重要であることがわかった。次に、水中にある任意形状の被検体にある内部欠陥の画像化に粒子フィルタ法と全波形サンプリング処理手法の組合せ手法を適用した。第一段階で被検体の外形（水-固体の界面形状）を推定し、第二段階で推定した界面での超音波の屈折を考慮して伝搬経路を計算することにより内部欠陥のイメージングを行った。第一段階において界面形状を近似曲線で表現する際の曲線パラメータの最適化に粒子フィルタ法を用いた。溶接余盛のような任意形状の外形を持つ被検体の内部きずに対して画像化を行い、本手法によって欠陥イメージング精度が向上することを確認した。

**MUSIC 法**：MUSIC 法は送受信された散乱波形データの位相情報からなる相関行列を作成し、その null 空間を利用することで散乱源位置を推定する手法である。これまで点波源の推定に多く適用されていたが、本研究では空洞などの有限の大きさを持つ欠陥へ適用範囲を拡張した。また、欠陥イメージの分解能が用いる超音波の周波数に依存することを明らかとし、複数周波数を使った複数周波数法をリニアアレイ探触子による計測データに適用して、単一の周波数の場合に比べて解像度の高い画像を得ることに成功し、その有効性を実証した。

**スパース推定法**：スパース推定法は大部分がゼロである未知数を持つ悪条件の方程式を最適化手法によって解く方法で、先行研究では散乱波から点波源の推定への応用に限定されていたが、本研究ではき裂や空洞面上での等価モーメントテンソルを未知数とする散乱波の表現を用いることによってき裂及び空洞形状の推定を可能とした。物体力による点波源のみならず、等価モーメントテンソルを求めることによって、き裂面の方向と変位不連続を推定できることを示している。また、スパース推定法は MUSIC 法と同様に単一の周波数を持つ入射波による散乱振幅からき裂や空洞の境界形状の推定ができるが、適切なパラメータの選定が重要であることを明らかにした。

#### 4. 3 AI の適用による非破壊評価システムの構築と検証

ニューラルネットワークによる深層学習への入力データとして、レーザ超音波可視化試験(LUVT)による実画像データと数値解析によるシミュレーションデータを準備し、物体内部のきずの有無、位置及び大きさの推定並びに CFRP 補強の剝離検出を行った。レーザ超音波可視化試験(LUVT)では、試験片表面の弾性波伝搬場を可視化した画像データを保存した。シミュレーションでは時間領域境界要素法を用いて LUVT に対応した波動場を数値的に作成した。

ニューラルネットワークの構造を検討するため、対象とする LUVT 画像解析問題と一般物体検出問題を比較した。その上で、一般物体検出のための最新モデルに装備されている各モジュールが本研究で対象とする LUVT 画像解析問題において必要性を有するか詳細に吟味してネットワークを構成し直した。SUS304 平板の実計測データと数値実験データを用いた予測性能比較より、構成し直したニューラルネットワークモデルは、一般物体検出モデルより、予測精度が高く計算時間も高速であることが実証された。

CFRP-コンクリート複合構造における未接着部分の非破壊検査に深層学習を適用した。CFRP とコンクリートを接着させた試験体を複数作成し、LUVT 試験を行い、深層学習を用いて、未接着部分の検出を自動的に行った。深層学習の結果より、CFRP 試験片の厚さが薄く、かつ適切に学習させれば接着の有無を判定できることがわかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計50件（うち査読付論文 33件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 25件）

1. 著者名 Supawat Wongthongsiri, Sohichi Hirose	4. 巻 Vol. 2022
2. 論文標題 Scattering Analysis and Detection of Layered Plate Debonding Using Guided SH Waves with Boundary Element Method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Shock and Vibration	6. 最初と最後の頁 8799555
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2022/8799555	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 廣瀬 壮一	4. 巻 70巻
2. 論文標題 非破壊検査をとりまく最近の動向 - NDE4.0を見据えて -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 溶接技術	6. 最初と最後の頁 41 ~ 44
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 斎藤隆泰, 笹岡真次, 廣瀬 壮一	4. 巻 3巻
2. 論文標題 固体中の欠陥位置および大きさ推定のための深層学習ベース2次元逆散乱解析	5. 発行年 2022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 935 ~ 944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.3.J2_935	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 齋藤 泰彦, 林 恭平, 丸山 泰蔵, 中畑 和之, 廣瀬 壮一	4. 巻 3巻
2. 論文標題 粒子フィルタを併用したアダプティブFSAP方式の精度向上の試み	5. 発行年 2022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 682 ~ 692
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.3.J2_682	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 Chen Yang, Peng Li, Xueli Zhao, Bin Wang, Dianzi Liu, Zhenghua Qian, Boris Zaitsev, Iren Kuznetsova and Sohichi Hirose	4. 巻 Vol. 144
2. 論文標題 An analytical and meshless modeling for vibration analysis of an infinite quartz resonator with non-circular electrodes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Engineering Analysis with Boundary Elements	6. 最初と最後の頁 33 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.enganabound.2022.08.002	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 該当する

1. 著者名 古川陽, 松村耕佑, 斎藤隆泰, 廣瀬壮一	4. 巻 79巻
2. 論文標題 異方性材料の面外波動問題に対する基本解近似解法の適用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 22-15024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.22-15024	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 廣瀬壮一	4. 巻 2023-1巻
2. 論文標題 スパース推定による波源同定	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 計算数理工学レビュー	6. 最初と最後の頁 33 ~ 41
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 斎藤隆泰	4. 巻 Vol.27(11)
2. 論文標題 コンクリート補強面の欠陥に対する人工知能非破壊検査	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 検査技術	6. 最初と最後の頁 63 ~ 69
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 斎藤隆泰	4. 巻 Vol.28(1)
2. 論文標題 弾性波動場の深層学習と非破壊評価への応用-Grad-CAMを用いたAIによる弾性波の追跡-	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 検査技術	6. 最初と最後の頁 1~7
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 中島未耶, 斎藤隆泰, 加藤毅	4. 巻 3巻
2. 論文標題 レーザー超音波可視化試験における欠陥検出のための深層CNN構造の検討	5. 発行年 2022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 916~924
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.3.J2_916	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 木本和志, 斎藤隆泰	4. 巻 vol.79(15)
2. 論文標題 き裂による散乱波の反響環境下での時間反転集束	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集 A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 22-15007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.22-15007	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 川崎藍流, 小野寺慧, 丸山泰蔵, 高橋学, 勝田順一, 中畑和之	4. 巻 69A
2. 論文標題 局所振動による超音波の振幅変化を利用した疲労き裂の非破壊検出の試み	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 617~624
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/structcivil.69A.617	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 三木 陽大, 丸山 泰蔵, 中畑 和之	4. 巻 79 巻
2. 論文標題 有限積分法による光音響波の発生および伝搬シミュレーションとその実験的検証	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 22-15004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.22-15004	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 中畑和之	4. 巻 65巻7号
2. 論文標題 道路維持管理のDX -非破壊検査データの共有と活用-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 高速道路と自動車	6. 最初と最後の頁 5~8
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 松尾太聖, 丸山泰蔵, 中畑和之	4. 巻 22巻
2. 論文標題 複数周波数MUSIC法を用いた超音波イメージングの実験的検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 163~169
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 斎藤隆泰, 加藤毅, 廣瀬壮一	4. 巻 70巻
2. 論文標題 時間領域境界要素法で求めた散乱波動場の深層学習と欠陥種別の判定の試み	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 272~279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11396/jjsndi.70.272	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 齋藤隆泰, 田代匡彦, 木本和志	4. 巻 77巻
2. 論文標題 トポロジー感度を欠陥検出指標に用いた3次元動弾性時間反転解析による欠陥形状再構成	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集 A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 1_69 ~ 1_79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.77.2_1_69	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 T. Saitoh, A. Ishiguro	4. 巻 80巻
2. 論文標題 Surface crack detection in a thin plate using time reversal analysis of SH guided waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int. J. Structural Engineering and Mechanics	6. 最初と最後の頁 243 ~ 251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12989/sem.2021.80.3.243	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 齋藤隆泰, 竹田晴彦, 廣瀬壮一	4. 巻 2巻
2. 論文標題 深層学習とレーザ超音波可視化試験を用いたCFRP-コンクリート構造の未接着部分の検出	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 241 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.2.J2_241	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 齋藤隆泰	4. 巻 2174
2. 論文標題 Application of various forward and inverse scattering techniques to non-destructive testing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 93 ~ 107
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 斎藤隆泰, 豊田哲志	4. 巻 33巻
2. 論文標題 トポロジー感度を用いた板内部の欠陥に対する逆散乱解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 25 ~ 30
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 中畑和之, 武藤健太, 橋爪謙治, 大平克己	4. 巻 71巻
2. 論文標題 低周波アレイ探触子を用いたアスファルト舗装内部の超音波映像化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 95 ~ 102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11396/jjsndi.71.95	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 Kosuke Kanda, Taizo Maruyama	4. 巻 234-235
2. 論文標題 Theoretical analysis of the dispersion of Lamb waves forming a wave packet of finite-bandwidth using the method of multiple scales	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Solids and Structures	6. 最初と最後の頁 111268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijsoIstr.2021.111268	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 Taizo Maruyama	4. 巻 210-211
2. 論文標題 Harmonic balance-boundary element and continuation methods for steady-state wave scattering by interior and surface-breaking cracks with contact acoustic nonlinearity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Solids and Structures	6. 最初と最後の頁 310 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijsoIstr.2020.11.007	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 丸山泰蔵, 中畑和之	4. 巻 77巻
2. 論文標題 閉口き裂による3次元散乱問題に対する調和バランス-境界要素法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集 A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 I_137 ~ I_143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.77.2_I_137	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 中畑和之, 都築幸乃, 牧田陽行, 林 恭平, 丸山泰蔵	4. 巻 2巻
2. 論文標題 機械学習による界面補間を援用した二層体に対するアレイ超音波イメージング	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 466 ~ 478
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.2.J2_466	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 Masaki Nagai, Shan Lin, Kazuyuki Nakahata	4. 巻 143巻
2. 論文標題 Ultrasonic wave propagation analysis in cast stainless steel with solidification grain structure predicted by cellular automaton finite element approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Pressure Vessel Technology, Transactions of the ASME	6. 最初と最後の頁 51503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1115/1.4050076	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 Kazuyuki Nakahata, Taizo Maruyama, Sohichi Hirose	4. 巻 40巻
2. 論文標題 Application of a particle filter to flaw identification for ultrasonic nondestructive evaluation: assimilation of simulated and measured data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Nondestructive Evaluation	6. 最初と最後の頁 34 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10921-021-00765-x	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 中畑和之	4. 巻 70巻
2. 論文標題 AIの時代にこそ波動理論の活用を!	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 372 ~ 378
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 中畑和之, 武藤健太	4. 巻 26巻
2. 論文標題 アレイセンサを用いたコンクリート/アスファルトの超音波・電磁波イメージング	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 検査技術	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
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 中畑和之	4. 巻 46巻
2. 論文標題 非破壊検査におけるDXの動向 - NDE4.0とデータ相互運用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本鋼構造協会 JSSC会誌	6. 最初と最後の頁 14 ~ 15
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 Supawat Wongthongsiri, Sohichi HIROSE and Bin Wang	4. 巻 9巻
2. 論文標題 BEM analysis of Lamb wave scattering by layered plate debonding	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of JSCE	6. 最初と最後の頁 51 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/journalofjsce.9.1_51	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 該当する

1. 著者名 竹田 晴彦, 斎藤 隆泰, 廣瀬 壮一	4. 巻 77巻
2. 論文標題 粘弾性体中の領域型および境界型欠陥に対する2次元線形化逆散乱解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 1_47~1_57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.77.2_1_47	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 竹田 晴彦, 斎藤 隆泰, 古川 陽, 廣瀬 壮一	4. 巻 21巻
2. 論文標題 2次元純面外異方性・粘弾性波動問題における演算子積分時間領域境界要素法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 02-211218
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 斎藤 隆泰, 古川 陽, 廣瀬 壮一	4. 巻 21巻
2. 論文標題 演算子積分時間領域境界要素法を用いた様々な異方性弾性体中の空洞による3次元弾性波動散乱解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 14-211218
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 竹田 晴彦, 斎藤 隆泰, 廣瀬 壮一	4. 巻 21巻
2. 論文標題 等方弾性体・粘弾性体中の空洞に対する線形化Born逆散乱解析の適用性の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 15-211218
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 廣瀬壮一	4. 巻 34巻
2. 論文標題 スパースモデリングに基づく波源同定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 超音波テクノ	6. 最初と最後の頁 69～73
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 H. Takeda, T. Saitoh and S. Hirose	4. 巻 vol.217
2. 論文標題 3-D forward and inverse scattering analyses for cavity in viscoelastic media using convolution quadrature time-domain boundary element method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Civil Engineering	6. 最初と最後の頁 41～58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-8185-1_4	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 T. Saitoh, Y. Suzuki, T. Maruyama, A. Furukawa, S. Hirose, D. Kumar, D. Singh and S. K. Tomar	4. 巻 vol.21
2. 論文標題 Development of elastodynamic finite integration technique for two-dimensional micropolar elastodynamics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of JASCOME	6. 最初と最後の頁 1～8
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 該当する

1. 著者名 斎藤隆泰, 石黒明日海, 蓑輪里歩	4. 巻 70巻
2. 論文標題 シミュレーションを活用したデジタルツイン非破壊評価に対する展望	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 59～64
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 田代匡彦, 齋藤隆泰, 木本和志	4. 巻 76巻
2. 論文標題 トポロジー感度を欠陥検出指標に用いた二次元動弾性時間反転解析とリニアアレイ探傷法への応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集 A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 I_15 ~ I_24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.76.2.I_15	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 都築幸乃, 齋藤泰彦, 中畑和之, 袁輪里歩, 齋藤隆泰	4. 巻 1巻
2. 論文標題 畳み込みニューラルネットワークを用いたWavefieldデータからの表面欠陥の自動検出	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AI・データサイエンスシンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 339 ~ 348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.1.J1_339	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 齋藤隆泰, 加藤毅	4. 巻 25巻
2. 論文標題 レーザー超音波可視化試験に対する深層学習	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 検査技術	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
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 A. Ishiguro, T. Saitoh	4. 巻 Vol. 80
2. 論文標題 Surface crack detection in thin plate using time reversal analysis of SH guided waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Structural Engineering and Mechanics	6. 最初と最後の頁 243 ~ 251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12989/sem.2021.80.3.243	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 Ryosuke Takamatsu, Kazunori Fujisawa, Kazuyuki Nakahata, Akira Murakami	4. 巻 Vol.44
2. 論文標題 Shape detection of multiple subsurface cavities by particle filtering with elastic wave propagation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics	6. 最初と最後の頁 2025 ~ 2041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/nag.3117	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 丸山泰蔵	4. 巻 76巻
2. 論文標題 閉口き裂による散乱問題に対する調和バランス-境界要素法へのH行列法の適用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集 A2(応用力学)	6. 最初と最後の頁 I_173 ~ I_181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.76.2_I_173	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 中畑和之, 黄木景二, 永井政貴, 林山	4. 巻 69巻
2. 論文標題 炭素繊維強化樹脂を伝搬する超音波の可視化とそのモデリング	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 材料	6. 最初と最後の頁 586 ~ 592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2472/jsms.69.586	査読の有無 無
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 中畑和之	4. 巻 76巻
2. 論文標題 ガイド波理論のイロハ - 分散関係と伝搬モード -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本音響学会誌	6. 最初と最後の頁 712 ~ 719
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20697/jasj.76.12_712	査読の有無 無
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 中畑和之, 牧田陽行, 林恭平, 上林正和	4. 巻 33巻
2. 論文標題 超音波アレイ探触子の移送によるシームレスな広域イメージング	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 超音波テクノ	6. 最初と最後の頁 1~5
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 中畑和之, 天野裕維, 永井政貴, 林 山	4. 巻 32巻
2. 論文標題 レーザー超音波法による波動可視化検査の特徴 =レーザー照射型と受信型による可視化結果の比較 =	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 超音波テクノ	6. 最初と最後の頁 11~15
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 -

〔学会発表〕 計112件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 渡邊 彩, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 スパース性を利用した空洞のイメージング
3. 学会等名 第25回土木学会応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川陽, 松村耕佑, 斎藤隆泰, 廣瀬壮一
2. 発表標題 異方性材料の面外波動問題に対する基本解近似解法の適用
3. 学会等名 第25回土木学会応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 斎藤 隆泰, 笹岡 真次, 木本 和志, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 多点計測データに対する深層学習を用いた2次元動弾性逆散乱解析
3. 学会等名 第25回土木学会応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬 壮一
2. 発表標題 非破壊評価と数値シミュレーション - NDE4.0 を見据えて
3. 学会等名 日本非破壊検査協会 2022年度 非破壊検査総合シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬 壮一, Wongthongsiri Supawat, Qin Ruigang
2. 発表標題 ガイド波散乱解析における仮想境界での条件
3. 学会等名 第66回理論応用力学講演会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤 隆泰, 竹田 晴彦, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 粘弾性体中の介在物に対する面外波動を用いた線形化逆散乱解析
3. 学会等名 第66回理論応用力学講演会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sohichi Hirose, Ayumi Wakita, Aya Watanabe, Akira Furukawa, Takahiro Saitoh
2. 発表標題 Inverse Analysis of Wave Sources Based on Sparse Estimation
3. 学会等名 15th World Congress on Computational Mechanics & 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ayumi Wakita, Sohichi Hirose, Aya Watanabe
2. 発表標題 Sparse reconstruction-based ultrasonic imaging for flaw detection
3. 学会等名 7th US-JAPAN NDT Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Supawat WONGTHONGSIRI, Ruigang QIN, Sohichi HIROSE
2. 発表標題 Guided Lamb and SH waves scattering for debonding detection in layered plate using BEM
3. 学会等名 7th US-JAPAN NDT Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬壮一, Qin Ruigang, 中岡准一
2. 発表標題 陽な仮想境界条件を取り入れた板波の散乱解析
3. 学会等名 日本非破壊検査協会2022年度秋季講演大会講演概要集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yang Chen, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 Two-Dimensional Born Approximation Based Quantitative Reconstruction Method in an Anisotropic Plate
3. 学会等名 第30回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 斎藤 隆泰, 笹岡 真次, 川上 真穂, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 3次元波動問題における深層学習ベース逆散乱解析
3. 学会等名 第30回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 非破壊評価とシミュレーション・データサイエンス
3. 学会等名 2022年産総研接着・接合技術コンソーシアム第3回非破壊検査WG (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 波動解析が拓くNDE4.0の実現-社会インフラ構造物への応用を見据えて-
3. 学会等名 京都大学RIMS共同研究(公開型)数値解析が拓く次世代情報社会~エッジから富岳まで~ (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 データサイエンスの応用力学への応用 -順解析から逆解析まで-
3. 学会等名 令和4年度西部地区応用力学フォーラム 「スパコンとデータサイエンスを援用したあたらしい物理エンジン」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 深層学習を用いた異方性弾性体中の欠陥形状再構成
3. 学会等名 最適化シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 笹岡真次, 廣瀬壮一
2. 発表標題 2次元異方性純面外波動問題における深層学習ベース逆散乱解析
3. 学会等名 2022年度非破壊検査秋季講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊田哲志, 斎藤隆泰, 中畑和之
2. 発表標題 レーザー超音波可視化試験と機械学習を用いた新しい弾性定数推定法の開発
3. 学会等名 2022年度非破壊検査秋季講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 豊田哲志, 中畑和之
2. 発表標題 レーザー超音波を用いた一方向CFRPの弾性定数の推定
3. 学会等名 日本機械学会M&M2022材料力学カンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊田哲志, 斎藤隆泰, 加藤毅, 廣瀬壮一
2. 発表標題 LUVTと深層学習を用いた等方性材料中の表面欠陥の自動検出
3. 学会等名 令和4年度土木学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笹岡真次, 斎藤隆泰, 廣瀬壮一
2. 発表標題 2次元波動問題を対象とした深層学習ベース逆散乱解析手法の開発
3. 学会等名 令和4年度土木学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中畑和之, 中村悠人, 丸山泰蔵, 斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー導関数を用いた超音波イメージングの実験的検証
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊田哲志, 斎藤隆泰, 中畑和之
2. 発表標題 機械学習を用いた一方向CFRPに対する新しい弾性定数推定法の開発
3. 学会等名 第66回理論応用力学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 竹田晴彦, 廣瀬壮一
2. 発表標題 粘弾性体中の介在物に対する面外波動を用いた線形化逆散乱解析
3. 学会等名 第66回理論応用力学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Sasaoka, T. Saitoh and S. Hirose
2. 発表標題 Deep-learning based inverse scattering for a defect in 2-D isotropic solids
3. 学会等名 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-XV) and 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-VIII) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Saitoh, A. Furukawa and S. Hirose
2. 発表標題 Convolution quadrature time-domain boundary element method for 2-D pure inplane anisotropic viscoelastodynamics
3. 学会等名 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-XV) and 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-VIII) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木本和志, 斎藤隆泰
2. 発表標題 き裂による散乱波の反響環境下での時間反転集束
3. 学会等名 第25回土木学会応用力学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 笹岡真次, 廣瀬壮一
2. 発表標題 固体中の欠陥位置および大きさ推定のための深層学習ベース2次元逆散乱解析
3. 学会等名 第3回AI・データサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島未椰, 小西裕貴, 斎藤隆泰, 加藤毅
2. 発表標題 深層CNNによるレーザ超音波可視化試験における欠陥検出と位置推定
3. 学会等名 第21回情報科学技術フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島未耶, 斎藤隆泰, 加藤毅
2. 発表標題 レーザー超音波可視化試験における欠陥検出のための深層CNN構造の検討
3. 学会等名 第3回AI・データサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊田哲志, 斎藤隆泰, 木本和志
2. 発表標題 トポロジー感度を用いた薄板中の表面き裂に対する2次元動弾性時間反転解析
3. 学会等名 第27回計算工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島未椰, 斎藤隆泰, 加藤毅
2. 発表標題 LUVT非破壊探傷のためのデータ拡張
3. 学会等名 第15回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島未椰, 塚越勇真, 斎藤隆泰, 加藤毅
2. 発表標題 レーザー超音波可視化検査におけるスタイル変換を用いたデータ拡張手法の検討
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 坂田宙斗, 古川陽
2. 発表標題 MFSによる面外波動解析における半無限領域の取り扱い
3. 学会等名 土木学会北海道支部令和4年度年次技術研究発表会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 非破壊検査のDX ~ NDE4.0 とセンシングデータの利活用~
3. 学会等名 第22回保全セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村蒼嗣, 山内謙汰, 丸山泰蔵, 中畑和之, 林高弘
2. 発表標題 ゲート制御レーザー発振による低周波超音波の発生に関する基礎的検討
3. 学会等名 第30回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中畑和之, 武藤健太, 永井政貴, 林 山
2. 発表標題 光音響法を用いたコンクリート中の波動伝搬の可視化の試み
3. 学会等名 土木学会全国大会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎泰誠, 中畑和之, 大高雅彦, 阿部雄太
2. 発表標題 アレイ型受信プローブの移送による液体中の超音波イメージング
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 廣瀬 悠人, 三木 陽大, 丸山 泰蔵, 中畑 和之
2. 発表標題 超音響イメージングのためのマトリクスアレイプローブの適用に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会2023年度年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 朝日 快佳, 丸山 泰蔵, 中畑 和之
2. 発表標題 非線形波動解析のためのEFITの適用に関する検討
3. 学会等名 土木学会全国大会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中畑 和之, 中村 悠人, 丸山 泰蔵, 斎藤 隆泰
2. 発表標題 トポロジー導関数を用いた超音波イメージングの実験的検証
3. 学会等名 日本機械学会2023年度年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 非破壊検査のDXと データ活用
3. 学会等名 IP2023 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷平智紀, 小野寺慧, 丸山 泰蔵, 中畑 和之
2. 発表標題 局所欠陥共振の数値モデリングに関する基礎的検討
3. 学会等名 IP2024 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 和田啓志, 丸山 泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 数値モデルを援用した上水道管の漏水位置のガイド波検査の検討
3. 学会等名 IP2025 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松尾太聖, 温品晴貴, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 複数周波数のMUSIC法を用いた超音波イメージングの実験的検討
3. 学会等名 第25回応用力学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤健, 古川陽
2. 発表標題 異方性材料の面外波動場に対するSinc 関数近似
3. 学会等名 土木学会北海道支部令和3年度年次技術研究発表会論文報告集第78号
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Saitoh, K. Kato and S. Hirose
2. 発表標題 Deep-learning for wave propagation images in CFRP and its application to laser ultrasonic non-destructive testing
3. 学会等名 Mechanistic Machine Learning and Digital Twins for Computational Science, Engineering & Technology MMLDT-2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 笹岡真次, 竹田晴彦, 廣瀬壮一
2. 発表標題 2次元面外波動問題における深層学習ベース逆散乱解析
3. 学会等名 第29回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹田晴彦, 福島輝宙, 斎藤隆泰
2. 発表標題 レーザ超音波可視化試験を用いたCFRPの減衰の推定と推定値を用いた波動シミュレーション
3. 学会等名 日本機械学会2021年茨城講演会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 石黒明日海, 木本和志, 中畑和之
2. 発表標題 トポロジー感度とSH板波を用いた薄板表面き裂の逆散乱解析
3. 学会等名 第26回計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 斎藤隆泰, 松原江里, 廣瀬壮一
2. 発表標題 CFRPを対象としたWavefield dataの深層学習と内部欠陥の検出
3. 学会等名 第26回計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笹岡真次, 竹田晴彦, 斎藤隆泰
2. 発表標題 固体中の欠陥検出のための深層学習ベース逆散乱解析
3. 学会等名 土木学会関東支部 第49回技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊田哲史, 斎藤隆泰
2. 発表標題 レーザー超音波可視化試験と機械学習を用いたCFRP板の異方性弾性定数の推定
3. 学会等名 土木学会関東支部 第49回技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福島輝由, 斎藤隆泰
2. 発表標題 Recurrent Neural Networkを用いたCFRP中の欠陥の自動検出方法の検討
3. 学会等名 土木学会関東支部 第49回技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 計算力学やAIを活かしたデジタルツイン非破壊評価に対する展望
3. 学会等名 2022年日本音響学会春季研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Inverse scattering for a cavity in 2-D anisotropic and viscoelastic solids, Practical inverse problems and their prospects
3. 学会等名 九州大学Math for industry研究所（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Forward and inverse scattering analyses for defects in anisotropic and viscoelastic solids, Theory and practice in inverse problems
3. 学会等名 京都大学RIMS研究集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 波動解析と人工知能 -非破壊検査への応用を中心に-
3. 学会等名 京都大学学術情報メディアセンターセミナー「超並列計算の地震・工学設計への応用例とAIを利用する計算力学の展望」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤隆泰
2. 発表標題 NDE4.0へ向けた応用力学・計算力学とデータサイエンス
3. 学会等名 令和3年度土木学会全国大会研究討論会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 有限要素解析を用いた液体充填パイプの ガイド波のモード連続追跡法
3. 学会等名 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山泰蔵, 片桐凜久, 中畑和之, 齋藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度に基づいた超音波イメージングの基礎的検討
3. 学会等名 日本非破壊検査協会秋季講演大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中畑和之, 浜田真克, 丸山泰蔵
2. 発表標題 連続法を用いたガイド波の伝搬モードの追跡解析
3. 学会等名 日本非破壊検査協会秋季講演大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 超音波・電磁波アレイセンサによるコンクリート・アスファルトの非破壊イメージング
3. 学会等名 第7回 あんしん協 勉強会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 有限要素解析を用いた液体充填パイプの ガイド波のモード連続追跡法
3. 学会等名 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小野寺慧, 川崎藍流, 中畑和之
2. 発表標題 非線形振動を利用した閉口き裂の評価に関する基礎的研究
3. 学会等名 土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中畑和之, 丸山泰蔵, 武藤健太, 橋爪謙治
2. 発表標題 超音波アレイ探触子を用いたアスファルト舗装内部の映像化
3. 学会等名 土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 中村蒼嗣, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 膜部材中を伝搬する波動と振動に関する実験的検討
3. 学会等名 日本機械学会 2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松尾太聖, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 複数周波数を用いた MUSIC 法の超音波イメージングへの応用に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会 2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuyuki NAKAHATA, Taizo MARUYAMA
2. 発表標題 A Numerical Continuation Approach to Semi-Analytical Finite Element System for Dispersion Curve Calculation
3. 学会等名 IUTAM Symposium on computational methods for large-scale and complex wave problem (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taizo Maruyama and Kazuyuki Nakahata
2. 発表標題 3-D steady-state wave scattering by a crack with contact acoustic nonlinearity
3. 学会等名 IUTAM Symposium on computational methods for large-scale and complex wave problem (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 四国地区における i-Construction 推進のための産官学の取り組み
3. 学会等名 土木学会四国支部・愛媛大学工学部附属社会基盤 i センシングセンターフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 光超音波技術による工業材料の非破壊センシングへの応用
3. 学会等名 第243回ニューセラミックス懇話会 第 215 回センシング技術応用研究会(合同開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 脇田 歩美, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 スパース性を利用した2次元面外波によるき裂同定
3. 学会等名 第24回土木学会応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹田晴彦, 斎藤隆泰, 廣瀬壮一
2. 発表標題 粘弾性体中の領域型および境界型欠陥に対する2次元線形化逆散乱解析
3. 学会等名 第24回土木学会応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤 隆泰, 竹田 晴彦, 古川 陽, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 二次元純面外異方性・粘弾性波動問題における演算子積分時間領域境界要素
3. 学会等名 第24回土木学会応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xiaoyuan Qiu, Sohichi Hirose, Yoshiaki Yamanaka, Tomoko Emoto, Hiroshi Imai, Shunichiro Ito
2. 発表標題 Seismic Wave Tomography Based on Sparse Modeling for Time-lapse Data
3. 学会等名 物理探査学会第141回学術講演会論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusuke Suzuki, Takahiro Saitoh, Sohichi Hirose
2. 発表標題 Analysis of transient elastic wave scattering by cavity in micropolar elastic solids using 2-D M-EFIT
3. 学会等名 The 12th International Conference on Computational Methods (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kun Wang, Sohichi Hirose
2. 発表標題 Optimization of Phased Array Elements for Photoacoustic Application Using Flexible Probe
3. 学会等名 ASME 2021 QNDE, Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 王 焜, 廣瀬 壮一
2. 発表標題 フレキシブルプローブを用いた水浸アレイ素子の最適配置
3. 学会等名 日本非破壊検査協会 2021年度秋季講演大会講演概要集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬壮一
2. 発表標題 スパース推定を用いた超音波によるきずのイメージング
3. 学会等名 第29回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬壮一
2. 発表標題 波動理論と超音波イメージング
3. 学会等名 日本非破壊検査協会 2021年度第3回先進超音波計測に関する萌芽技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小西裕貴, 田島賢哉, 加藤毅, 斎藤隆泰
2. 発表標題 深層畳み込みニューラルネットワークを用いたレーザ超音波可視化試験における欠陥検出と位置推定
3. 学会等名 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤毅,小西裕貴,斎藤隆泰
2. 発表標題 深層学習を用いたレーザー超音波可視化試験における欠陥検出と位置推定
3. 学会等名 第29回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Takeda and T. Saitoh
2. 発表標題 2-D inverse scattering analysis for defect in anisotropic viscoelastic media using convolution quadrature boundary element method
3. 学会等名 The 6th Asian symposium on materials and processing (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Suzuki and T. Saitoh
2. 発表標題 Simulation of elastic waves in micropolar bimetals using 2-D M-EFIT
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Takeda and T. Saitoh
2. 発表標題 Elastodynamic analysis of elastic wave scattering using coupling method of CQBEM and FEM
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Takeda, T. Saitoh and S. Hirose
2. 発表標題 3-D forward and inverse scattering analyses for cavity in viscoelastic media using convolution quadrature time-domain boundary element method
3. 学会等名 The 4th International Conference on Numerical Modelling in Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Suzuki and T. Saitoh and S. Hirose
2. 発表標題 Analysis of transient elastic wave scattering by cavity in micropolar elastic solids using 2-D M-EFIT
3. 学会等名 ICCM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹田晴彦, 齋藤隆泰
2. 発表標題 演算子積分時間領域境界要素法を用いた異方性・粘弾性体中の空洞に対する2次元逆散乱土木学会関東支部 第49回技術研究発表会
3. 学会等名 土木学会関東支部 第49回技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Convolution quadrature based time-domain boundary element method for wave propagation
3. 学会等名 IUTAM Symposium on computational methods for large-scale and complex wave problem (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 非破壊検査のDX ~NDE4.0の概念とアカデミーの貢献~
3. 学会等名 日本音響学会2022年春季研究発表会2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三木陽大, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 動弾性・音響有限積分法によるレーザー超音波法の数値シミュレーション
3. 学会等名 第29回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤健太, 中畑和之, 永井政貴, 林 山
2. 発表標題 光音響法を利用したコンクリート中を伝搬する超音波の可視化
3. 学会等名 第29回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 齋藤泰彦, 林恭平, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 データ同化を利用したアダプティブFSAP の精度向上に関する検討
3. 学会等名 第29回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 溝田裕久, 天野裕維, 中畑和之
2. 発表標題 超音波時間反転解析による異方性材内部の欠陥イメージング
3. 学会等名 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中畑和之
2. 発表標題 工学部附属社会基盤iセンシングセンターによるDX教育の試み
3. 学会等名 第6回四国オープンイノベーションワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧田陽行, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 散乱波の位相情報を利用したアレイ超音波イメージングの試み
3. 学会等名 第28回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 都築幸乃, 牧田陽行, 林恭平, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 機械学習による画像生成アルゴリズムを用いた アダプティブ FSAP 方式の高精度化の試み
3. 学会等名 第28回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 松尾太聖, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 MUSIC 法によるアレイ超音波イメージングの基礎的検討
3. 学会等名 第28回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浜田眞克, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 SAFE を用いた水道管を伝搬するガイド波の分散解析
3. 学会等名 第28回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大川瑞貴, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 粒子フィルタを用いたスリットの長さや傾きの推定
3. 学会等名 第28回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天野裕維, 中畑和之, 永井政貴, 林 山
2. 発表標題 レーザー超音波法を用いた粗大結晶金属の散乱減衰の定量化
3. 学会等名 第28回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤健太, 中畑和之, 橋爪謙治
2. 発表標題 低周波アレイ探触子を用いたアスファルト舗装内部の映像化
3. 学会等名 日本非破壊検査協会 秋季講演大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松尾太聖, 丸山泰蔵, 中畑和之
2. 発表標題 MUSICを用いた超音波非破壊イメージングの基礎的検討
3. 学会等名 土木学会四国支部 第 26 回技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川崎藍流, 丸山泰蔵, 勝田順一, 高橋学, 中畑和之
2. 発表標題 疲労き裂面の接触状態による超音波透過特性に関する基礎的検討
3. 学会等名 土木学会四国支部 第26回技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹田晴彦, 松原江里, 斎藤隆泰
2. 発表標題 レーザー超音波可視化試験を用いたCFRP-コンクリートの未接着部分の検討
3. 学会等名 令和3年度安全・安心な社会を築く先進材料・非破壊計測技術ミニシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石黒明日海, 斎藤隆泰
2. 発表標題 2次元弾性波動場の時間反転解析による薄板表面欠陥の検出
3. 学会等名 日本非破壊検査協会令和2年度超音波部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 袁輪里歩, 斎藤隆泰, 廣瀬壮一
2. 発表標題 超音波伝搬画像の転移学習と非破壊検査への応用
3. 学会等名 日本非破壊検査協会 2020年度秋季講演大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 袁輪里歩, 斎藤隆泰, 廣瀬壮一
2. 発表標題 Wave fieldデータの転移学習による自動非破壊評価システムの開発
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Application of large scale wave analysis and machine learning to ultrasonic nondestructive evaluation, "Challenges on NDE 4.0 in academic side in Japan"
3. 学会等名 2020年度第一回先進超音波計測に関する萌芽技術研究会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬壮一, 高田知廣
2. 発表標題 スパースモデリングによる波源同定に関する研究
3. 学会等名 土木学会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬壮一, 脇田歩美
2. 発表標題 スパースモデリングを用いた波動逆解析によるき裂開口変位の推定
3. 学会等名 電子情報通信学会 信学技報
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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	斎藤 隆泰 (Saitoh Takahiro)  (00535114)	群馬大学・大学院理工学府・准教授  (12301)	
研究分担者	中畑 和之 (Nakahata Kazuyuki)  (20380256)	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・教授  (16301)	
研究分担者	古川 陽 (Furukawa Akira)  (60724614)	北海道大学・工学研究院・准教授  (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	丸山 泰蔵  (Maruyama Taizo)  (90778177)	愛媛大学・理工学研究科（工学系）・准教授     (16301)	

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