

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H03294

研究課題名（和文）先進超音波計測と計算力学を融合させた新たなFRP非破壊診断システムの開発

研究課題名（英文）Development of new non-destructive diagnostic system that combines advanced ultrasonic measurement and computational mechanics

研究代表者

齋藤 隆泰（Saitoh, Takahiro）

群馬大学・大学院理工学府・准教授

研究者番号：00535114

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、FRPを対象とした新しい非破壊評価手法の開発を目的とする研究を行った。非破壊評価手法として、超音波法に着目した。FRPは異方性材料であるため、FRP中の超音波は等方に伝搬しない。そのため、非破壊検査員がFRP中の超音波を理解することは難しく、この点が検査の妨げになっている。そこで、本研究では、超音波シミュレーションを用いて、複雑なFRP中の超音波伝搬を可視化し、検査に応用する方法を検討した。また、レーザー超音波やアレイ探傷法等の先進超音波計測を用いたFRPに対する基礎的な非破壊検査法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、鋼やコンクリートに次ぐ材料として、繊維強化プラスチック（FRP）に注目が集まっている。FRPは鋼の数倍の引張強度を持つ等の優れた性質を示す一方、力学的に複雑な性質を示す異方性材料として知られている。そのため、これまでの材料に対する様々な指針をFRPに適用することは難しい。本研究では、FRPに対する維持管理を目的に、FRP中の欠陥を評価するための新しい非破壊評価法を確立するための研究を行った。先進超音波計測や計算力学を用いて、複雑なFRPに対する非破壊評価手法の様々な基礎を構築した。

研究成果の概要（英文）：We conducted a research on the development of a new ultrasonic non-destructive evaluation method for FRP. We focused on the ultrasonic testing (UT) in this research. In general, the ultrasonic waves in FRP does not propagate isotropically because FRP has anisotropic property. Therefore, it is difficult for UT inspectors to understand the ultrasonic wave propagation behavior and this characteristic sometimes causes reduced accuracy to FRP inspection. To overcome the difficulty, we visualized complex ultrasonic wave propagation behavior in FRP using some simulation techniques, and utilized the visualization for UT for FRP. In addition, we developed basic non-destructive testing methods for FRP using advanced ultrasonic measurement methods such as laser ultrasonic waves and ultrasonic array transducers.

研究分野：非破壊評価、応用力学、計算力学、構造工学

キーワード：炭素繊維強化プラスチック 異方性 弾性定数 先進超音波計測 時間反転法 波動解析 逆解析 非破壊評価

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、繊維強化プラスチック(FRP: Fiber Reinforced Plastics)に注目が集まっている。これまでに、航空宇宙、建築、医療機器に至る様々な分野への応用が検討・実現されてきた。土木分野でも FRP を用いた橋梁や水門が建設され、非破壊検査分野でも先進材料に関するシンポジウムが立ち上がる等、今後の大きな展開が予想されている。一般的に、例えば炭素を用いた FRP (CFRP) は、プリプレグと呼ばれる炭素繊維を用いて作られるシートを任意の角度で積層して成形されるが、その構造上、引張には強いが層間剥離が生じやすい。また、溶接等はできないため部材同士の接着等が求められるが、層間剥離や接着不良は複数箇所でも不連続に発生するため、わずかな欠陥の発生から短時間で重大事故を引き起こす危険性も指摘されている。FRP は軽量で高強度であるが、**強異方性**の性質を示す。よって、鋼やコンクリートと全く異なる性質を示すことから、FRP が様々な現場で普及し主要部材の 1 つとして利用されるには、その性質を定量的に理解し、安全性を確保する維持管理手法を検討しておくかねばならない。

一方、インフラ構造物や原子力機器等の安全性確保に必須な点検・診断技術の筆頭として、現場で最も広く利用されている詳細検査法は**超音波非破壊評価法**(以下従来法と呼ぶ)である。従来法の欠陥検出メカニズムは、探触子と呼ばれる機器から材料に超音波を入射させ、媒質と欠陥間の音響インピーダンスの差が原因で発生する欠陥からの散乱波(受信波形)を計測することで欠陥の有無等を推定する単純なものであり、市販の機器では同時に音速等の情報も表示される。しかし、従来法の機器では当然、異方性は考慮されていない。よって、受信波形を参照してもどのような伝搬経路で散乱波を受信したか不明であり、音速表示も意味をなさない。したがって、これらの欠点を克服した鋼材ともコンクリートとも異なる性質を持つ **FRP に対する先進的な検査手法の確立が必要**である。

2. 研究の目的

非破壊診断ではレーザー超音波試験のように非接触で広範囲を比較的短時間で診断する需要や、従来法のように欠陥の存在が疑わしい箇所を詳細に検査する需要、そして予めセンサを配置しておく常時モニタリング検査の需要も存在する。以上 3 つの需要を考慮して、本研究では次の A)-E) のテーマを実施し、最終的に異方性の影響を視覚的に判断しながら検査する visualized 点検手法(visualized NDT)の基礎を開発することを目的に研究を実施する。

A) FRP に対する弾性波動伝搬シミュレーターの開発と高度化

FRP の性質を考慮した高速・高精度シミュレーターを開発する。

B) FRP に対する新たな非接触弾性定数推定法の開発

FRP の音響異方性は FRP の動的弾性定数により決定される。ここでは、FRP に特化した新たな非接触動的弾性定数推定法を開発する。

C) FRP に対する非線形超音波法の定量化

FRP 中の微小なき裂や層間剥離等に対して非線形超音波法が有効であることを数値シミュレーションと計測実験の両面から検討し、定量化を図る。

D) FRP に対する新たな欠陥形状再構成手法の開発

検査の最終目的は欠陥の位置や大きさを特定することである。FRP 中の欠陥に対する新たな欠陥形状再構成手法を開発する。

E) FRP に対する AE 法の開発

コンクリート構造物等のモニタリング検査で利用されている AE (アコースティックエミッション) 法を FRP に拡張する方法を計測実験とシミュレーションの両面から検討する。なお、以下では、上記 A)-E) の項目毎に、研究の方法や研究成果を記述する。

3. 研究の方法

本節では、2. で述べた A)-E) の項目毎について、研究方法を説明する。

A) FRP に対する弾性波動伝搬シミュレーターの開発と高度化

FRP 中の弾性波(超音波は固体中で弾性波の性質を示す)は異方性の性質を示すため、異方性の影響を考慮した弾性波動伝搬シミュレーターの開発は必須である。超音波シミュレーションでは、対象となる欠陥が超音波伝搬距離に比べて十分小さい場合が多いため、無限領域や半無限領域を扱う場合と、比較的小さい試験体を対象とした有限領域を扱う場合に分けられる。対して、数値シミュレーション手法も、様々な特性を持っていることは言うまでもない。そこで、本研究では、無限領域や半無限領域を扱うための数値解析手法として、時間領域境界要素法を選定する。また、有限領域を対象とする場合は、時間領域差分法(FDE)または動弾性有限積分法(EFIT)、有限要素法(FEM)、粒子法(MPS)を選定する。それぞれの選定手法を用いて FRP の音響異方性を考慮した場合の定式化を施し、後の B)-E) に対する数値シミュレーション手法を開発する。

B) FRP に対する新たな非接触弾性定数推定法の開発

FRP の積層が単純な場合、静的な弾性定数は積層仮定の情報があれば解析的に求められる。しかし動的弾性定数は静的なそれと異なること、そのため基本的には超音波試験を行い弾性波速度から動的弾性定数を求める必要があること、現場で常に FRP の弾性定数が既知であるかは不

明であること、異方性はFRPの任意な積層方法に依存すること等を考えれば、異方性弾性定数を正しく推定する方法を開発する必要がある。これまでの研究をreviewすると、異方性弾性定数の推定には、主軸に対して45度傾いた面での垂直探傷等が必要となり、材料の切断や水浸試験等を行う必要があるが、経済性や現場での応用を考えると実用的でない。そこで、本研究ではレーザー超音波可視化試験(LUVT)を用いてFRP表面の波動伝搬を可視化・画像処理(エッジ処理)し、複数のスナップショットとそれらの時間差から異方性弾性波動速度を割り出し、Christoffel方程式から異方性弾性定数を推定する方法を開発する。

C) FRP に対する非線形超音波法の定量化

FRP に対するき裂や層間剥離等を早期に検出するために非線形超音波法の適用を検討する。ここでは発生機構が概ね明らかになっている高調波を用いた非線形超音波法に焦点を当てる。例えば、一方向繊維強化されたFRP中の弾性波は、複雑な波面形状で伝搬する。波動速度は方向依存性を持つため非線形超音波の感度も方向依存性を持つと思われる。そこで、シミュレーションで予め複数の積層構造を持つFRPに対する非線形超音波シミュレーションを実施することで、FRPに対する非線形超音波法の有効性について検討する。

D) FRP に対する新たな欠陥形状再構成手法の開発

FRPは異方性を示すため、通常のトモグラフィ理論や開口合成法を用いると欠陥像に大きな誤差を生じる。そのため異方性弾性波動論を用いた欠陥形状再構成手法の開発が不可欠である。ここでは、Born近似やKirchhoff近似に基づく逆散乱解析手法をFRP用に拡張する。また、実際の計測実験波形に対して開発した逆散乱解析手法を適用し、開発手法の有効性等について検討する。

E) FRP に対する AE 法の開発

コンクリート構造物等で用いられてきたAE法は、破壊により生じる弾性波を複数のセンサで受信し、受信波形の振幅値等から構造物の破壊状況を推定する方法として古くから行われてきた。しかしこれまでの土木構造物で用いられてきた鋼材やコンクリートは等方性の性質を示すため、FRPにそのまま適用できない。センサの設置法や破壊源の推定方法等多くの課題が残されている。そこで本研究では、A)で開発した弾性波動伝搬シミュレーターを駆使して、異方性の影響を考慮したAEセンサの適切な配置方法について検討する。その後、異方性弾性波動論を駆使したトモグラフィによる破壊源推定方法を検討する。

4. 研究成果

本節では、3節で述べたA)-E)に対する研究成果について項目毎にその概要を説明する。最後に、本研究を総括し、今後の研究展望について述べる。なお、以下で示す解析結果の詳細は適宜、申請者による文献を参照されたい。

A) FRP に対する弾性波動伝搬シミュレーターの開発と高度化

ここでは、境界要素法、動弾性有限積分法、有限要素法、粒子法に対する異方性弾性波動シミュレーターの開発を行った。それぞれの一例について紹介しておく。

イ) 時間領域境界要素法

著者らがこれまで開発を続けてきた演算子積分時間領域境界要素法の異方性弾性波動問題に対するコードの高度化、遠方場近似の導入による高速計算、大規模問題に対するハイブリッド並列化を達成した。図1は、一方向CFRP中の多数のクラック群による純面外波の多重散乱解析結果の一例を示している。全未知数は655360である。かつては、これほどの未知数の異方性弾性波動解析を実行すること自体できなかった。依然として、時間領域境界要素法を用いた異方性弾性波動解析の負荷は大きいものの、着実に大規模問題も解析が可能になってきた。なお、本高速化にあたり、京都大学学術情報メディアセンターによるプログラム高度化支援事業の支援も受けた。

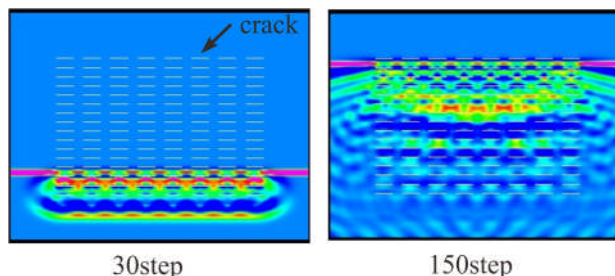


図1: 演算子積分時間領域境界要素法による純面外波のクラック群による多重散乱解析。

ロ) 動弾性有限積分法

A)で実施した中で最も計算不可が少ない手法が動弾性有限積分法である。動弾性有限積分法に対しては、OpenMP-MPIを用いたハイブリッド並列化を施すことで、計算時間を低減させることに成功した。この計算は、主にB)で行われた異方性弾性定数の推定法結果の妥当性を検証するための数値計算に用いた。

ハ) 有限要素法

一般的に、動弾性有限要素法では、異方性主軸が幾何座標軸と一致しない場合の波動問題を特別な工夫を施すことなく解析することはできない。このことは、時間領域境界要素法や粒子法を用いた場合でも同様である。ここで、異方性主軸が幾何座標軸と一致しない問題に対応するための有限要素法を作成した。その結果の一例を図2に示す。

図2は、L字型CFRP中の弾性波動伝搬を可視化した結果を示している。入射波は、先進超音波計測であるアレイ探触子を模擬して作成している。このL字型CFRPは一方向CFRPを屈曲させて作られているため、異方性主軸も屈曲している。しかし、図2で示すとおり、本有限要素法解析は安定に計算できていることがわかる。L字型CFRP中の相間剥離による散乱波等もしっかりと確認することができる。この場合、入射波や散乱波の伝搬方向は、繊維方向に強く影響を受ける。そのため、層間剥離に向けてアレイ探触子から波動を入射したとしても、入射波や散乱波自体がL字の端部に向けて伝搬するため、正しく探傷を実施できない可能性がある点は興味深い。

二) 粒子法

一般的に、動弾性有限積分法や有限要素法では、き裂を数学的に厳密にモデル化することができない。そのため、これらの手法を用いてき裂による弾性波動散乱解析を実施する場合、き裂をスリットとして計算する等の近似モデルが用いられることが多い。しかしながら、最新の超音波法である非線形超音波法では、き裂面の繰り返し打撃により高調波が発生するため、スリットのモデル化では高調波を再現するために特別な工夫が必要となる。そこで、本研究では、古典的にき裂の解析が分子動力学法で行われていることに着目し、粒子法を用いた弾性波動解析手法の開発を行い、非線形超音波シミュレーションへと応用した。図3はその一例を示している。入射波の伝搬と共に、その影響を受けて中央のき裂が開閉口していることがわかる。このき裂の開閉口により、非線形超音波の一種である高調波が発生するため、閉じたき裂を検出することが可能となる。なお、粒子法の計算も、境界要素法と同様、比較的計算時間がかかる。そのため、OpenMPとMPIを用いたハイブリッド並列化を施すことで、大規模な問題も解析できるように工夫した。

B) FRPに対する新たな非接触弾性定数推定法の開発

先に述べたように、FRPに限らず、従来の弾性定数推定法は材料を切り出す等、手間がかかる。また、非接触で実施することも難しい。そこで、本研究ではLUVTを用いた新しい弾性定数推定法を開発した。通常、LUVTでは、図4下段で示すように、適当な時間間隔毎の試験体表面における超音波伝搬を可視化することができる。そこで、本研究ではこの利点を活かし、いくつかの時間ステップ画像と、それら画像中の波動伝搬の様子から、FRP中の疑似縦波や疑似横波等の波動速度を画像解析で求め、FRPに対するChristoffel方程式を満足するような弾性定数を推定することに成功した。図4の上段は、推定した弾性定数をA)で開発した動弾性有限積分法の入力として与えた場合のシミュレーション結果の一例を示している。図4より、LUVT計測で得られた波動伝搬の様子とシミュレーションによる波動伝播の様子の傾向は概ね一致していることがわかる。予めセンサーを試験体に取り付けておけば、本手法はレーザーを用いるため非接触で実施できる。超音波伝搬を直接可視化しているため、試験体を切断する必要もなく、画期的な提案であると言える。

C) FRPに対する非線形超音波法の定量化

非線形超音波法で利用される非線形超音波は、高調波と分調波のどちらかである。高調波は、研究代表者らの既往の研究等により発生メカニズムは概ね明らかとなっているが、分調波は明らかではない。そこで、本研究では、まず分調

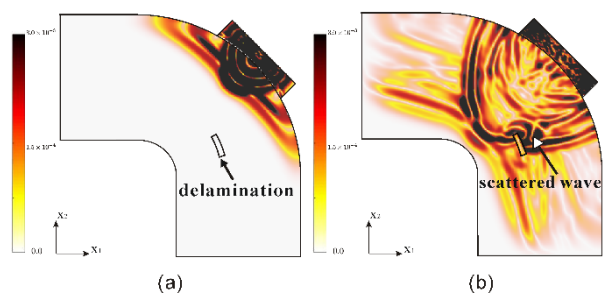


図2：有限要素法を用いたL字型CFRP中の層間剥離による弾性波動散乱解析(a),(b)は異なる時刻の結果。

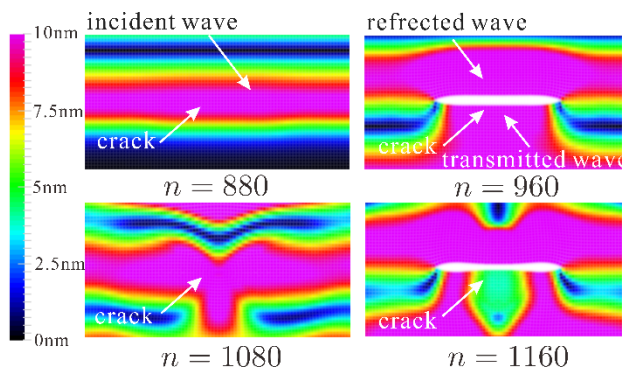


図3 粒子法を用いた非線形超音波法のシミュレーション(様々な時刻におけるき裂周辺の変位場)。

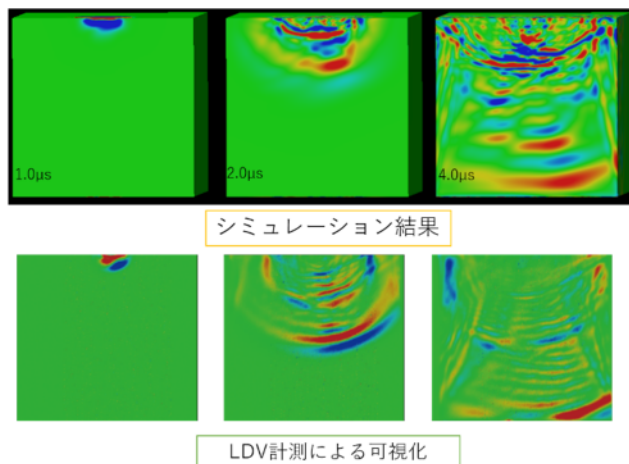


図4：積層構造を考慮したCFRP中の超音波伝搬解析結果(上段)シミュレーション結果(下段)LUVTによる可視化結果。

波の発生メカニズムをA)で作成した時間領域境界要素法を用いて解明する研究を行った。得られた結果より、分調波は、高調波と異なり、き裂の形状における固有振動と関連していることが明らかとなった。一方、高調波については、この時間領域境界要素法と4節A)の二)で説明した粒子法による高調波シミュレーションを行った。一般的にFRPは繊維による散乱減衰効果で、超音波の振幅は遠方で大きく減衰する。そのため、群速度曲線から、取得したい実体波の波動速度を推定し、波動伝搬が顕著な方向にアレイ素子を配列することが望ましい結果を得た。また、垂直入射の場合、垂直方向が異方性主軸であれば異方性の影響を受けないため、等方性の場合と同様に高調波を検出できることを明らかにした。

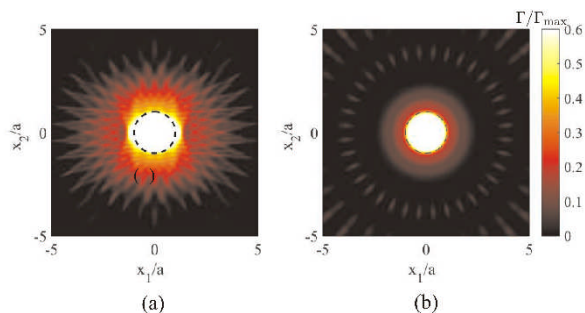


図5 空洞に対する逆散乱解析結果(a)CFRP(b)等方性材料の場合。

D)FRP に対する新たな欠陥形状再構成手法の開発

3節D)で説明したように、FRP に対する Born 近似や Kirchhoff 近似にもとづいた逆散乱解析手法を開発した。例えば Born 近似にもとづいた逆散乱解析手法による空洞欠陥の再構成結果の一例を図5に示す。ただし、図5(b)に比較のため、等方性材料中の同サイズの空洞に対する再構成結果を示している。また、ここではピッチキャッチ法を想定し、空洞の周囲72点から超音波を送信することで得られた受信波形を用いて逆散乱解析を実行している。図5より、FRP 中の空洞に対する再構成結果の精度は若干劣るものの、概ね空洞を精度良く再構成することができた。また Kirchhoff 近似を用いて、FRP 中のき裂を再構成することも行った。その場合も図5と同様に、FRP 中のき裂に対する再構成結果は、等方性の場合に比べて劣るものの、概ね正しくき裂を再構成することができた。

E)FRP に対する AE 法の開発

AE (アコースティックエミッション) では、A)で開発した場合と異なり、破壊に伴う異方性弾性波動のシミュレーションを行う必要がある。そこで、本研究では、まず FRP 中の AE シミュレーションを行う時間領域境界要素法を開発した。結果の一例を図6に示す。図6は penny-shaped き裂の破壊が進んだ場合の CFRP 中のき裂周辺の弾性波動場を示している。本解析は3次元解析であるため、図6のように断面によって異なる波動伝搬挙動を示していることがわかる。図6上段より、繊維方向を水平にもつ異方性面では、下段の等方性面に比べて繊維方向に速くAEが伝搬していることがわかる。

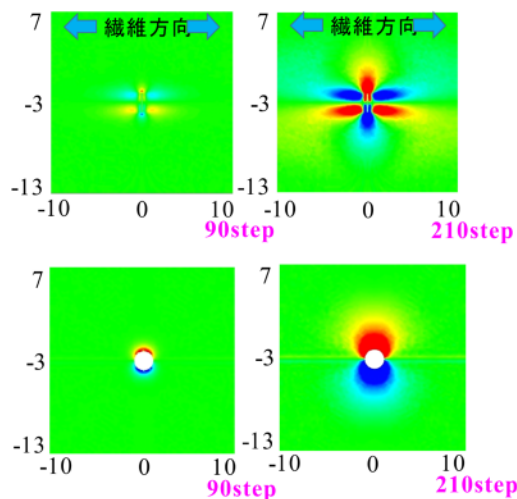


図6 : penny-shaped き裂周辺の AE 波動場 (上段) 異方性面 (下段) 等方性面。

一方、AE では、これら波動を試験体表面で受信することで、その破壊源を推定する必要がある。

ここでは、D)と関連して、逆解析手法を用いて破壊源の推定を試みた。用いた逆解析手法は時間反転法と呼ばれる手法である。時間反転法では、複数の受信点で受信した欠陥からの散乱波の時刻歴波形を、時間に対して反転させて、再び仮想的に試験体内部に入射させることで、それら散乱波の集束位置より、欠陥位置を推定する方法である。通常、時間反転解析では、波動の集束点を可視化された波動から判断するか、クロススペクトルを用いて特定するといった方法が取られる。本研究では、近年、機械工学の分野で大きく発展を遂げているトポロジー最適化における設計指標のトポロジー感度を用いて波動の集束点を決定した。

*研究総括と今後の展望

本研究では、アレイ探触子や LUT 試験等を対象とした非破壊評価に焦点を当てた。その際、可能な限り数値シミュレーションを融合させ、評価に活かす方策をとった。例えば、時間反転法では、受信した欠陥からの散乱波形を時間反転させた後に再び試験体内部に再入射させる必要があるが、実際の試験でのそのような操作は現実的ではない。そこで、実際の試験体と同等の環境を仮想的に作成し、再入射させる方策をとった。この点は、近年注目を集めているデジタルツインと同様である。よって、今後は、本格的にデジタルツイン非破壊評価についての検討が必要となろう。また、その場合 AI を用いて非破壊評価に貢献させることも可能であろう。これらの課題については、申請者による R3 年度からの研究課題で対応する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 斎藤 隆泰, 田代 匡彦, 森川 光, 木本 和志	4. 巻 75
2. 論文標題 トポロジー感度を欠陥検出指標に用いた時間反転法の三次元マトリクスアレイ探傷法への応用	5. 発行年 2019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_41-I_49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.75.2_I_41	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・天野裕維・溝田裕久・斎藤隆泰・木本和志	4. 巻 75
2. 論文標題 Wavefieldデータを利用した数値モデルの構築と時間反転イメージングへの応	5. 発行年 2019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_71-I_81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.75.2_I_71	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 前原佑・斎藤隆泰	4. 巻 19
2. 論文標題 有限要素法を用いた屈曲CFRP中の欠陥に対する3次元順解析および時間反転解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 pp.103-108
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 Nakahata K., Amano Y., Ogi K., Mizukami K., Saitoh T.	4. 巻 176
2. 論文標題 Three-dimensional ultrasonic wave simulation in laminated CFRP using elastic parameters determined from wavefield data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Composites Part B: Engineering	6. 最初と最後の頁 107018-107018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compositesb.2019.107018	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 斎藤隆泰	4. 巻 68
2. 論文標題 音響異方性材料中の超音波伝搬シミュレーション	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 pp.78-83
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 前原佑・斎藤隆泰	4. 巻 31
2. 論文標題 様々なCFRP内部の三次元超音波伝搬シミュレーション	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 pp.49-54
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 24
2. 論文標題 波動解析と時間領域境界要素法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 計算工学	6. 最初と最後の頁 pp.13-16
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 古川陽・斎藤隆泰・廣瀬壮一	4. 巻 24
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材料の波動解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 計算工学	6. 最初と最後の頁 pp.9-12
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 T. Saitoh, A. Mori, K. Ooashi and K. Nakahata	4. 巻 61(3)
2. 論文標題 Development of a new dynamic elastic constant estimation method for FRP and its validation using the FDTD method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Insight- Non-Destructive Testing and Condition Monitoring	6. 最初と最後の頁 162-165
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1784/insi.2019.61.3.162	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 前原佑・斎藤隆泰	4. 巻 18
2. 論文標題 時間反転法を用いたL字型CFRP中の欠陥形状再構成	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 47-52
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 野口豪気・斎藤隆泰	4. 巻 18
2. 論文標題 ペナルティ法を適用したMPS法による高調波励起シミュレーション	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 41-46
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 小野寺貴・斎藤隆泰・古川陽・廣瀬壮一	4. 巻 18
2. 論文標題 CFRP中の層間剥離に対する逆散乱解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 17-22
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 森川光・斎藤隆泰・木本和志	4. 巻 74(2)
2. 論文標題 トポロジー感度を欠陥検出指標に用いた時間反転法の超音波フェーズドアレイ探傷への応用	5. 発行年 2018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 85-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.74.1_85	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 斎藤隆泰・小野寺貴・古川陽・廣瀬壮一	4. 巻 74(2)
2. 論文標題 純面外波を利用した異方性弾性体中のき裂に対する逆散乱解析	5. 発行年 2018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 65-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.74.1_65	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 前原佑・斎藤隆泰	4. 巻 30
2. 論文標題 L字型CFRP中を伝搬する超音波の3次元シミュレーション	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	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 -

1. 著者名 斎藤隆泰	4. 巻 68(2)
2. 論文標題 音響異方性材料中の超音波伝搬シミュレーション	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 78-83
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 T. Saitoh, T. Onodera, A. Furukawa and S. Hirose	4. 巻 9
2. 論文標題 2-D inverse scattering analysis using pure SH wave for delamination in carbon fiber reinforced plastic	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of the 9th international conference on computational methods	6. 最初と最後の頁 706-713
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Kimoto, K. Nakahata and T. Saitoh	4. 巻 vol.72
2. 論文標題 An elastodynamic computational time-reversal method for shape reconstruction of traction-free scatterers	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 wave motion	6. 最初と最後の頁 pp.23-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wavemoti.2016.12.007	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 斎藤隆泰・稲垣祐生・下田瑞斗	4. 巻 vol.66, No.2
2. 論文標題 異方性弾性体中の欠陥に対する2次元逆散乱解析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 pp.84-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11396/jjsndi.66.84	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 T. Saitoh and A. Mori	4. 巻 vol.1
2. 論文標題 Development of new elastic constant estimation method using the laser ultrasonic visualization testing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Civil, Architecture and Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 pp.669-674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1201/9781315116259-118	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 T. Saitoh, T. Maruyama and A. Furukawa	4. 巻 vol.1
2. 論文標題 Simulation of nonlinear ultrasonic waves in anisotropic materials using convolution quadrature time-domain boundary element method	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Civil, Architecture and Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 pp.451-456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1201/9781315116259-76	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 溝上尚弥・中畑和之・黄木景二・堤三佳・森亜也華・斎藤隆泰	4. 巻 vol.73, No.2
2. 論文標題 レーザーキャンによる音響異方性を有するCFRP中の超音波の可視化と弾性スティフネスの推定	5. 発行年 2017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 pp.115-124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.73.1_115	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 野口豪気・斎藤隆泰	4. 巻 vol.17
2. 論文標題 MPS法を用いた非線形超音波法における高調波の励起シミュレーション	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 pp.13-18
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 稲垣祐生・斎藤隆泰・古川陽・廣瀬壮一	4. 巻 vol.17
2. 論文標題 一方向炭素繊維強化CFRP中の欠陥に対する逆散乱解析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 計算数理工学論文集	6. 最初と最後の頁 pp.7-12
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 中畑和之・黄木景二・斎藤隆泰	4. 巻 vol.29, No.4
2. 論文標題 炭素繊維強化樹脂中を伝搬する超音波の可視化計測とシミュレーション	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 pp.69-74
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.30, No.2
2. 論文標題 逆散乱解析法を用いたオーステナイト系鋼材中の欠陥形状再構成	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 pp.85-89
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 -
2. 論文標題 時間領域境界要素法と超音波非破壊評価法への応用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講義録2045, RIMS共同研究(公開型), スペクトル・散乱理論とその周辺	6. 最初と最後の頁 pp.21-37
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・大芦健太・森亜也華・藤縄和宏	4. 巻 vol.22
2. 論文標題 CFRP積層厚板に対する弾性定数の推定とEFITによる検証	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第22回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 pp.4
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 森川光・藤縄和宏・市川諒・斎藤隆泰	4. 巻 vol.22
2. 論文標題 2次元弾性波動問題に対する演算子積分時間領域境界要素法・イメージベース有限要素法結合解法の開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第22回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 pp.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 野口豪気・斎藤隆泰	4. 巻 -
2. 論文標題 MPS法を用いた非線形超音波法における高調波の励起シミュレーション	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 先進的非破壊評価合同シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 pp.3-4
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 溝上尚弥・中畑和之・黄木景二・堤三佳・森亜也華・斎藤隆泰	4. 巻 vol.64
2. 論文標題 レーザー超音波法を用いたCFRP中の波動場の可視化と数理モデルの構築	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第64回理論応用力学講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
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 前原佑・斎藤隆泰・今井済・佐藤明良	4. 巻 vol.25
2. 論文標題 有限要素法を用いたL字型CFRP中の三次元超音波伝搬シミュレーション	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第25回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 pp.133-134
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61件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 深層学習とレーザー超音波可視化試験による自動非破壊評価システムの試み
3. 学会等名 令和元年度非破壊検査総合シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 波動問題における様々な逆解析-古典的問題から深層学習の応用まで
3. 学会等名 モノづくりにおける逆解析適用懇話会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Application of various forward and inverse scattering techniques to non-destructive testing
3. 学会等名 京都大学数理解析研究所, 共同研究(公開型), 偏微分方程式による逆問題解析とその周辺（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Saitoh, T. Onodera, Y. Suzuki and Y. Ito
2. 発表標題 Large-scale elastic wave propagation in anisotropic materials using parallelized convolution quadrature time-domain boundary element method
3. 学会等名 APCOM2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Maehara and T. Saitoh
2. 発表標題 Reconstruction of delamination in L-shaped unidirectional CFRP using 3-D time-reversal method
3. 学会等名 APCOM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Saitoh, M. Tashiro and S. Hirose
2. 発表標題 Inverse scattering based on topology sensitivity for defect detection using convolution quadrature time-domain BEM for 3-D elastodynamics
3. 学会等名 ICOME2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田代匡彦・森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 二次元弾性波動問題におけるトポロジー感度法を用いた欠陥形状再構成
3. 学会等名 平成31年度土木学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石黒明日海・金子龍之介・斎藤隆泰
2. 発表標題 有限要素法を用いたCFRP平板に対する分散曲線の導出
3. 学会等名 平成31年度土木学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石黒明日海・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度と時間反転法を用いたき裂の検出
3. 学会等名 土木学会関東支部 第47回技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前原佑・斎藤隆泰
2. 発表標題 L字型CFRP中の層間剥離に対する3次元時間反転解析
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田代匡彦・森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 超音波マトリクスアレイ探触子の利用を想定したトポロジー感度法による散乱体決定解析
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前原佑・斎藤隆泰
2. 発表標題 時間反転法を用いたL字型CFRP中の欠陥に対する三次元逆散乱解析
3. 学会等名 第22回応用力学シンポジウム・第65回理論応用力学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中畑和之・天野裕維・溝田裕久・斎藤隆泰・木本和志
2. 発表標題 Wavefield データを利用した数値モデルの構築と時間反転イメージングへの応用
3. 学会等名 第22回応用力学シンポジウム・第65回理論応用力学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田代匡彦・森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度を欠陥検出指標に用いた時間反転法の三次元マトリクスアレイ探傷法への応用
3. 学会等名 第22回応用力学シンポジウム・第65回理論応用力学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野寺貴・斎藤隆泰
2. 発表標題 並列化された演算子積分時間領域境界要素法を用いた異方性弾性体中のき裂群に対する2次元大規模多重散乱解析
3. 学会等名 日本機械学会2019年茨城講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田代匡彦・斎藤隆泰
2. 発表標題 3次元トポロジー感度法を用いたマトリクスアレイ探触子による複数散乱体決定解析
3. 学会等名 日本機械学会2019年茨城講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石黒明日海・田代匡彦・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度と二次元時間反転法を用いた欠陥の推定
3. 学会等名 2019年度非破壊検査協会秋季講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田代匡彦・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度を用いた三次元等方弾性体中の欠陥検出手法の開発
3. 学会等名 第27回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Linearized inverse scattering analysis for defect in anisotropic materials
3. 学会等名 The 9th International conference on inverse problems and related topics (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー最適化による2次元等方性材料中の欠陥形状再構成
3. 学会等名 第26回超音波による非破壊評価シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 時間反転法とトポロジー感度を用いた欠陥形状再構成手法の開発
3. 学会等名 平成30年度非破壊検査協会秋季講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前原佑・斎藤隆泰
2. 発表標題 様々なCFRP中を伝搬する超音波の3次元有限要素法解析
3. 学会等名 平成30年度第1回超音波部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 リニアアレイ探触子の利用を想定したトポロジー感度法による散乱体決定の2次元解析
3. 学会等名 第23回計算工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大芦健太・斎藤隆泰
2. 発表標題 横等方性材料の弾性定数推定法の開発と有限要素法による検証
3. 学会等名 土木学会関東支部 第46回技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 袁翰里歩・斎藤隆泰
2. 発表標題 非線形逆散乱解析を組み合わせた欠陥形状再構成
3. 学会等名 土木学会関東支部 第46回技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 時間反転法を用いたトポロジ感度による3次元散乱体決定解析
3. 学会等名 土木学会関東支部 第46回技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前原佑・斎藤隆泰
2. 発表標題 時間反転波を用いたL字型CFRP中の欠陥検出方法の検討
3. 学会等名 土木学会関東支部 第46回技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野寺貴・高田真耶・斎藤隆泰
2. 発表標題 超音波斜角SH波探傷試験データを用いた等方性材料中の欠陥に対する線形化逆散乱解析
3. 学会等名 土木学会関東支部 第46回技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰・木本和志
2. 発表標題 トポロジ-感度を欠陥検出指標に用いた時間反転法の超音波フェーズドアレイ探傷への応用
3. 学会等名 第21回応用力学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 斎藤隆泰・小野寺貴・古川陽・廣瀬壮一
2. 発表標題 純面外波を利用した異方性弾性体中のき裂に対する逆散乱解析
3. 学会等名 第21回応用力学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金子龍之介・斎藤隆泰
2. 発表標題 CFRP板に対する分散曲線導出のための数値解析と超音波非破壊評価への応用に関する研究
3. 学会等名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤司・斎藤隆泰
2. 発表標題 演算子積分時間領域境界要素法を用いたオーステナイト系鋼材中のき裂群に対するSH波の大規模多重散乱解析
3. 学会等名 平成30年度土木学会全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前原佑・斎藤隆泰・今井済・佐藤明良
2. 発表標題 減衰を考慮したL字型一方向CFRP中の超音波伝搬シミュレーション
3. 学会等名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野口豪気・斎藤隆泰
2. 発表標題 MPS法を用いたき裂面の滑動を考慮した非線形超音波シミュレーション
3. 学会等名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小野寺貴・斎藤隆泰
2. 発表標題 CFRP中の層間剥離に対する面外波動を用いた順解析および逆散乱解析
3. 学会等名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大芦健太・前原佑・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擬似等方性積層板に対する弾性定数の推定と有限要素法による検証
3. 学会等名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度法の超音波フェーズドアレイ探傷への応用
3. 学会等名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Maehara and T. Saitoh
2. 発表標題 3-D Simulation of Ultrasonic Wave Propagation with Attenuation in L-Shaped Unidirectional CFRP
3. 学会等名 5th International symposium of Gunma university medical innovation and 9th International conference on advanced micro-device engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Morikawa and T. Saitoh
2. 発表標題 Time-reversal method using topological sensitivity for the shape reconstruction of defects in elastic solid
3. 学会等名 The 5th Asian symposium on materials and processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Saitoh and Y. Maehara
2. 発表標題 Analysis of elastic wave scattering by defect in L-shaped CFRP and defect identification using time-reversal method
3. 学会等名 The 5th Asian symposium on materials and processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Saitoh, T. Onodera, A. Furukawa and S. Hirose
2. 発表標題 2-D inverse scattering analysis using pure SH wave for delamination in carbon fiber reinforced plastic
3. 学会等名 The 9th international conference on computational methods (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Saitoh, K. Ooashi and K. Nakahata
2. 発表標題 Development of new dynamic elastic constant estimation method for FRP and its validation using FDTD method
3. 学会等名 12th European Conference on Non-Destructive Testing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Onodera, T. Saitoh and S. Hirose
2. 発表標題 2-D inverse scattering analysis for a defect in FRP
3. 学会等名 The Sixth Japan-US NDT Symposium Emerging NDE Capabilities for a Safer World (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 溝上尚弥・中畑和之・黄木景二・堤三佳・森亜也華・斎藤隆泰
2. 発表標題 レーザーキャンによる音響異方性を有するCFRP中の超音波の可視化と弾性スティフネスの推定
3. 学会等名 第 20 回応用力学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野口豪気・斎藤隆泰
2. 発表標題 MPS法を用いた非線形超音波法における高調波の励起シミュレーション
3. 学会等名 計算数理工学シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 稲垣祐生・斎藤隆泰・古川陽・廣瀬壮一
2. 発表標題 一方向炭素繊維強化CFRP中の欠陥に対する逆散乱解析
3. 学会等名 計算数理工学シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Saitoh, Y. Inagaki, A. Furukawa and S. Hirose
2. 発表標題 2-D inverse scattering analysis for a defect in authentic stainless steels
3. 学会等名 The 8th International conference on computational methods (ICCM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斎藤隆泰
2. 発表標題 非均質・異方性材料中を伝搬する弾性波動解析手法の開発と非破壊検査への応用
3. 学会等名 JHPCN：学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 第10回 シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大芦健太・斎藤隆泰
2. 発表標題 時間反転法を用いたFRP中の欠陥形状再構成に関する研究
3. 学会等名 平成29年度土木学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野口豪気・斎藤隆泰
2. 発表標題 MPS法を用いた異方性材料中の2次元弾性波動解析
3. 学会等名 平成29年度土木学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斎藤隆泰・今井済・山添智・佐藤明良
2. 発表標題 屈曲CFRP構造内部の層間剥離による超音波散乱シミュレーション,平成29年度土木学会全国大会
3. 学会等名 平成29年度土木学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 溝上尚弥・中畑和之・斎藤隆泰
2. 発表標題 レーザー超音波法による超音波伝搬の可視化と弾性定数推定の試み
3. 学会等名 平成29年度土木学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森川光・斎藤隆泰
2. 発表標題 トポロジー感度を用いた2次元等方性材料中の欠陥形状再構成に関する研究
3. 学会等名 第45回土木学会関東支部技術発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大芦健太・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疑似等方性積層CFRP板に対する動的な弾性定数の推定
3. 学会等名 第45回土木学会関東支部技術発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小野寺貴・斎藤隆泰
2. 発表標題 演算子積分時間領域境界要素法を用いたき裂による2次元面外波動散乱解析および逆散乱解析
3. 学会等名 第45回土木学会関東支部技術発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野口豪気・斎藤隆泰
2. 発表標題 ペナルティ法で表現したき裂開閉口に伴う非線形超音波シミュレーション
3. 学会等名 第45回土木学会関東支部技術発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲垣祐生・斎藤隆泰・古川陽・廣瀬壮一
2. 発表標題 3次元異方性弾性波動問題における疑似縦波の遠方場近似
3. 学会等名 第45回土木学会関東支部技術発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Forward and inverse scattering analyses for anisotropic elastodynamics and their application to ultrasonic nondestructive testing
3. 学会等名 波動・振動・流れの制御と逆問題 -理論と数値計算- (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Forward and inverse analysis methods for ultrasonic non-destructive evaluation
3. 学会等名 Korea-Japan Joint Workshop (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 Defect shape reconstruction using various inverse scattering methods
3. 学会等名 京都大学RIMS研究集会, 偏微分方程式に対する逆問題の数学解析とその周辺 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Saitoh
2. 発表標題 音響異方性材料中の欠陥に対する順解析・および逆解析
3. 学会等名 計算力学フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究代表者のHP https://civil.ees.st.gunma-u.ac.jp/~applmech/index.html

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	中畑 和之 (Nakahata Kazuyuki) (20380256)	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・教授 (16301)	

	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
連携研究者	廣瀬 壮一 (Hirose Sohichi) (00156712)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授 (12608)	
連携研究者	鈴木 啓悟 (Suzuki Keigo) (40546339)	福井大学・学術研究院工学系部門・准教授 (13401)	

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
連携研究者	丸山 泰蔵 (Maruyama Taizo) (90778177)	愛媛大学・理工学研究科（工学系）・講師 (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