

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

**平成 27 年度～令和元年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」  
研究成果報告書概要**

- 1 学校法人名 千葉工業大学    2 大学名 千葉工業大学
- 3 研究組織名 耐熱金属・複合材料の強度評価研究グループ
- 4 プロジェクト所在地 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
- 5 研究プロジェクト名 エネルギー・航空運輸機器の安全性向上に資する高精度マルチスケール損傷評価体系の構築
- 6 研究観点 研究拠点を形成する研究

## 7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
緒方隆志	工学部	教授

8 プロジェクト参加研究者数 10 名

- 9 該当審査区分 理工・情報    生物・医歯    人文・社会

## 10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
緒方 隆志	機械工(機械サイエンス)学科 教授	耐熱金属の損傷評価	クリープ試験, 損傷シミュレーション手法の開発
瀧野 日出雄	機械工(機械サイエンス)学科 教授	寿命に及ぼす表面性状の影響	疲労試験, 表面性状の影響解明
原 祥太郎	機械工(機械サイエンス)学科 准教授	耐熱金属の損傷評価	原子シミュレーションによる変形機構の解明
菅 洋志	機械電子創生工(機械サイエンス)学科 准教授	試験・観察手法の高度化	電子顕微鏡内試験技術の開発
仁志 和彦	機械工学科 教授	攪拌装置の性能評価	攪拌試験, 攪拌装置の性能評価法の開発
鈴木 浩治	機械工(機械サイエンス学科) 教授	複合材料の損傷評価	衝撃試験, 損傷評価モデルの開発
長瀬 亮	機械電子創生工(機械サイエンス)学科 教授	損傷監視手法の開発	光ファイバーによる信号計測技術の開発
秋田 剛	機械電子創生工(機械サイエンス)学科 准教授	損傷監視手法の開発	解析におけるデータ同化技術の開発
(共同研究機関等) 金原 勲	金沢工業大学 教授	複合材料の損傷評価	試験手法, 損傷評価モデルの検証
齊藤 博嗣	金沢工業大学 准教授	複合材料の損傷評価	損傷機構の解明

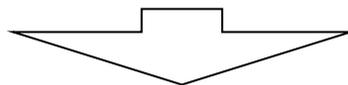
法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## &lt;研究者の変更状況(研究代表者を含む)&gt;

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)



新(2016年度より加入)

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
横浜国立大学 准教授	千葉工業大学 教授	仁志 和彦	攪拌試験, 攪拌装置の 損傷評価法の開発

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## 11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

### (1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

我が国のエネルギー、航空宇宙・運輸関連産業等では設備機器の長期使用による経年化が進行しており、維持管理における安全性の確保や有効活用のための寿命延伸が重要な課題とされている。しかしながら、これらの鍵となる現状の損傷や寿命評価法では、機器で進行する損傷を定量的に評価できないという問題点がある。設備機器の維持管理における安全性を確保し、さらには信頼性のある寿命延伸を実現するためには、より高い精度で定量的に損傷の進行や寿命を予測できる評価体系の構築が必要不可欠である。本研究では、多くの設備機器に使用されている耐熱金属材料(研究テーマ1)と複合材料(研究テーマ2)の両方を対象としている。

研究テーマ1の「耐熱金属材料の損傷劣化機構の解明とマイクロ損傷定量評価法の開発」においては、エネルギー設備機器の経年劣化要因を明らかにし、高温作動する機械に広く用いられているフェライト系合金鋼と発電用ボイラやガスタービン等に使用されているニッケル基合金を対象に、独自のアイデアに基づくマイクロな視点からの損傷劣化機構の解明とそれに基づく力学モデルの開発、これまでの評価法では困難であった損傷過程の定量的予測手法の開発を行うとともに、マクロな観点からの損傷評価法の改良も進め、マルチスケール損傷評価法の開発と検証を行う。

研究テーマ2の「高分子基複合材料のマルチスケール損傷評価手法の開発とその構造ヘルスマニタリングへの応用」においては、複合材料である高分子材料を対象とし、使用環境を考慮した実験・観察に基づく損傷機構の解明と損傷の進行を高い精度で予測できるマルチスケール損傷評価法を開発する。本研究で得られる研究成果は、産業全般にわたる設備機器の維持管理において高精度な損傷・寿命評価を可能とし、現状に比して格段の安全性の向上と適切な寿命延伸による設備コストの抑制に寄与するものである。

### (2) 研究組織

本研究は、材料強度学を専門とする研究員を研究代表者とし、構造力学を専門とする研究員2名、計算力学、機械加工学、計測工学、光工学、流体工学それぞれを専門とする研究員5名、計8名の学内研究者と複合材料を専門とする学外の2名の研究者から構成される。研究代表者は、研究計画の策定、研究の遂行、研究テーマ間の連携推進、研究成果の公表、予算配分等の決定など研究全体のとりまとめを行うとともに、プロジェクト全体会議、成果報告シンポジウムの責任者を務める。研究テーマ1およびテーマ2それぞれに、主担当者を置き、テーマ内での各研究員の役割分担を明確に決め、テーマごとに主担当者が研究の進捗、連携状況を確認しながら研究を遂行している。また、各テーマにおいて、定期的に連絡会、進捗報告会等を実施しながら、情報、研究成果の共有と異なる専門家間の連携強化を図っている。また、年に数回開催する全体会議においては、各テーマの研究計画、進捗状況、研究成果を発表することにより情報を共有するとともに、テーマ間の交流を図っている。本研究には、これまでに大学院18名、RA2名が参加し、若手を積極的に活用しながら、研究成果の創出と外部発表の促進に取り組んできた。

研究支援体制としては、千葉工大の事務部門が担当しており、実験装置等の物品購入手続き、研究費支出状況の把握、出張費等の精算、シンポジウムや成果報告会の広報、準備等を実施し、プロジェクトの円滑な運営に貢献している。

### (3) 研究施設・設備等

プロジェクトにおいて主として活用している設備を以下に示す。

- (1) 「高温強度評価試験設備」: 耐熱金属材料のクリープ試験を実施し、損傷材を作製する(利用時間: 5000 時間/年)
- (2) 「マイクロ組織観察装置」: 損傷材の微視組織を観察する(利用時間: 1000 時間/年)
- (3) 「卓上形疲労・耐久性試験システム」: 複合材料の疲労試験を実施し、損傷過程を調べる(利用時間: 2000 時間/年)

### (4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び\*を付すこと。

#### 【研究テーマ1】

##### 1.1 フェライト系合金鋼のマクロ損傷評価法の開発・改良

(1) 多軸応力下のクリープ破断時間予測法の提案 フェライト系合金鋼の代表鋼種である CrMoV 鍛鋼および改良 9Cr-1Mo 鋼を対象に、切欠き先端半径の異なる種々の丸棒環状切欠き試験片を用いて、クリープ試験を実施した。クリープ破断時間は、切欠きのない平滑試験片に比べ長くなる切欠き強化を示すこと、切欠き試験片では弾性応力集中係数が大きい(切欠き先端半径が小さい)ほど破断時間が長くなるこ

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

とが明らかとなった。環状切欠き試験片の3次元有限要素弾塑性クリーブ解析結果より、弾性応力集中係数が大きいほど、切欠き底表面近傍で最大主応力である軸方向応力が最大となるが、弾性応力集中係数が小さい場合には内部においてそれが大きくなること、負荷応力は軸方向のみの単軸引張負荷であるが、切欠き底最小断面においては周、径方向応力も引張となる、3軸引張応力状態となることが初めて示された。\*1 これにより、軸方向の変形が拘束されることで平滑試験片に比べ環状切欠き試験片の破断時間が長くなることが示唆された。

これまでに実施されてきたような、応力勾配を有する多軸応力状態となる環状切欠き試験片の切欠き底断面の代表応力(最大主応力, Mises 相当応力など)を用いて、平滑試験片のクリーブ破断曲線から予測した環状切欠き試験片のクリーブ破断時間は、実際の破断時間より過度に短時間となった。これより、従来のクリーブ破断時間予測法では、環状切欠き試験片のクリーブ破断時間を予測できないことが明らかとなった。試験片の縦断面や破断面の損傷状態と応力状態との関連についての考察に基づいて、切欠き底最小断面における面積平均損傷概念を用いてクリーブ破断時間を予測する新たな寿命予測法を提案した。同予測法では、切欠き底断面を表面から内部にかけて複数の同心円に分割し、各領域での損傷と面積の積を全領域にわたって加え合わせ、断面積で除すことによって面積平均損傷が定義される。これによって、種々の切欠き半径の環状切欠き試験片のクリーブ破断時間を高精度に予測することができ、本研究で提案した予測法が、高温機器の応力集中部におけるクリーブ条件下のき裂発生寿命の予測に適用できる可能性が示された。\*2

上述した環状切欠き試験片のクリーブ試験を中断することによりクリーブ損傷を与え、切欠き底表面近傍より世界で最小の直径 1mm の丸棒引張型ミニチュア試験片を採取・加工した。これらのミニチュア試験片を対象に、専用のクリーブ試験機を用いて高純度アルゴン雰囲気中でクリーブ試験を実施した。その結果、ミニチュア試験片を用いたクリーブ試験により、環状切欠き試験片のクリーブ損傷を概ね予測できることが明らかとなった。\*3

**(2) 多軸応力下のクリーブ疲労寿命評価法の提案** 代表的フェライト系合金鋼である CrMoV 鍛鋼(蒸気タービンロータ材料)を用いて、引張最大ひずみでの保持時間が異なる数種のクリーブ疲労試験(1 回ごとに最大ひずみで保持のある疲労試験)を寿命(試験片が破損する)に達するまで実施した。その結果、ひずみの保持時間が長くなるほど寿命が低下すること、保持時間が短い場合(10分程度まで)は粒内で破壊し、それより保持時間が長くなる場合には粒界で破壊を生じることなどが明らかとなった。現在、高温機器の設計や寿命評価に用いられている代表的な評価法である“時間消費則(応力を基準として寿命を評価)”と“延性消耗則(ひずみを基準として寿命を評価)”を適用して、本研究のクリーブ疲労条件下の寿命を予測したが、予測された寿命は実際の寿命の2倍以上あるいは1/2倍以下となる場合があり、これらの既存の評価法では寿命を正確に予測することができないことがわかった。一方、研究代表者らが提案する“非線形累積損傷則(疲労損傷とクリーブ損傷の相互作用を考慮した方法)”を適用することにより、実際の寿命を高い精度で予測することができた。\*4 これより、クリーブ疲労損傷を受ける高温機器のき裂発生寿命の予測には、“非線形累積損傷則”が有効に適用できることが確認された。

異なる切欠き先端半径の CrMoV 鍛鋼環状切欠き試験片を用いて、保持のない疲労および60分引張ひずみ保持を有するクリーブ疲労試験を実施した。環状切欠き試験片のクリーブ疲労寿命は、平滑試験片のそれに比べ顕著に低下すること、き裂は切欠き最小断面の表面から発生し、粒界を内部に進展するが、表面からのき裂が長さ1mm程度に成長すると寿命に達することが明らかとなった。環状切欠き試験片の3次元有限要素弾塑性クリーブ解析より、保持中の Mises 相当応力は切欠き底表面で最大となり、内部に向かうにつれて低下することから、き裂の発生・成長と対応していることが示された。従来から行われているように環状切欠き試験片の切欠き底表面での応力やひずみの解析結果に対して、非線形累積損傷則を適用した寿命予測では、実験結果に比べ過度に短寿命を予測する結果となった。一方、新たに提案した面積平均損傷概念に対して、損傷則として非線形累積損傷則を適用することによって環状切欠き試験片のクリーブ疲労寿命を良好に予測することができた。このように、従来の方法では予測することが困難であった応力勾配を有する多軸応力下のクリーブ疲労寿命を本研究で新たに提案した面積平均損傷概念に基づいて精度よく予測できることが明らかとなった。\*5

## 1.2 フェライト系合金鋼のマイクロ損傷評価法の開発

CrMoV 鍛鋼の平滑試験片を用いて、単軸応力下でのクリーブ試験を実施し、損傷状態を本プロジェクトで導入したマイクロ組織観察装置により詳細に観察した。クリーブ破断までの時間の10%程度の時間で粒界上にクリーブ損傷の特徴である球状のボイド(微小空孔)が発生し、時間が経過するにつれてき裂状に遷移して成長を続けることが、観察結果から明らかとなった。この観察結果に基づいてボイド成長機構を考察し、ボイド周りの原子の拡散に加え、結晶粒のクリーブ変形と周りの結晶粒からの拘束を受けてボイドが

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

成長する、ポイド成長速度式を導出した。このポイド成長速度式を用いて、粒界上のポイド発生・成長挙動を予測するポイド成長シミュレーション手法を開発した。本シミュレーション手法を用いて、単軸応力下のポイド発生・成長挙動を定量的に予測できることが検証された。

CrMoV 鍛鋼の平滑試験片を用いて、単軸応力下でのクリープ疲労試験を走査型電子顕微鏡内で実施し、クリープ疲労条件下におけるポイドの発生・成長挙動を明らかにした。クリープ疲労条件下の任意の繰返し数で観察されたポイドの最大長さは、クリープ条件を仮定した場合のシミュレーションによる予測結果を大きく上回り、ポイド成長に繰返し負荷の影響が認められた。そこで、クリープ条件下のポイド成長速度に負荷ひずみ範囲に依存する加速項を乗じたポイド成長速度式を新たに定義した。この成長速度式を用いることによって、クリープ疲労条件下のポイドの成長過程を定量的に予測できることが検証された。\*6

CrMoV 鍛鋼の平滑クリープ試験片に先端半径が異なる 2 種類(先端半径 R=0.5mm と 2.0mm)の環状切欠きを導入し、多軸応力でのクリープ試験を実施した。切欠き部の詳細な観察によって多軸応力状態下のポイドの発生・成長状態を初めて明らかにした。\*1 多軸応力状態となる環状切欠き試験片の最小断面(切欠き部)において、R=0.5 では、切欠き表面近傍で、R=2.0 では試験片中央部でそれぞれポイド個数が最も多くなり、単軸応力状態の場合の 10 倍以上のポイド個数密度となることも確認された。環状切欠き試験片の有限要素応力解析結果より、ポイド個数密度が大きくなる部位は切欠き底断面で軸方向応力が最も大きくなる部位と対応していること、さらに周方向、径方向にも引張応力を生じる 3 軸引張応力状態となること、単軸応力下に比べポイド個数密度が多くなる要因であることが示唆された。上述した単軸応力下に対して有効性が確認できたポイド成長シミュレーション手法を多軸応力となる切欠き試験片のクリープ損傷の予測に適用した。その結果、応力勾配のある多軸応力状態となる R=0.5 および 2.0mm の切欠き底最小断面でのポイド個数密度分布を、定量的に予測できることが明らかとなった。これにより、ポイド成長シミュレーション手法を適用することにより、これまで困難であった多軸応力クリープ条件下でのポイド発生・成長過程を精度よく予測することが可能となった。また、種々の応力条件下のポイド成長シミュレーションを実施することによって、最大主応力と多軸係数(多軸応力の度合を示す数値)から、同部位でのポイド個数密度を予測できる簡便ポイド個数密度予測式を導出した。\*1 同式によって、多軸応力下のポイド個数密度の時間に伴う変化を予測できることを示した。これにより、ポイド成長シミュレーションを実施しなくても、マクロな応力状態から、ポイド個数密度の時間に伴う変化を予測することが可能となった。加えて、オーステナイト系 304 ステンレス鋼の多軸応力下でのポイド発生・成長挙動を明らかにするとともに、軸方向応力とクリープひずみ速度からポイド個数密度を予測する式を導出した。\*7

### 1.3 Ni 基超合金のクリープおよびクリープ疲労損傷過程の解明

(1)クリープ条件下の損傷過程と結晶方位差解析 既存火力発電所に比べ蒸気温度・圧力を高めた先進超々臨界圧火力発電所のボイラ配管用候補材料であるニッケル基合金 HR6W を対象に、異なる度合のクリープ損傷を与えた損傷材を作製した。これらの損傷材の走査型電子顕微鏡(SEM)観察および結晶の方位を調べるための電子線後方散乱回折(EBSD)計測を実施した。その結果、結晶粒界上にポイドが発生・成長し、ポイドの最大長さや個数が、損傷の進行とともに増大することが明らかとなった。\*8 このポイドやき裂の最大長さを、上述したようにフェライト系合金鋼に対して有用性が確認されたポイド成長シミュレーション手法によって定量的に予測することができ、Ni 基合金への適用性が検証された。\*9 EBSD で計測された結果より、局所結晶方位差(KAM)および粒内平均方位差(GROD)の平均値は、クリープ損傷の進行とともに大きくなる傾向が得られたことから、結晶方位差を計測することによって、クリープ損傷の進行状況を非破壊的に検出できる可能性が示唆された。また、結晶粒の方位差を考慮した結晶塑性有限要素解析より、結晶方位差の増大がクリープひずみの増大に対応していることが示された。さらに、ガスタービン動翼等に使用されている Ni 基超合金 IN738LC においても、KAM および GROD の平均値がクリープ損傷とともに増大し、これらの結晶方位差によってクリープ損傷を非破壊的に検出できる可能性が示唆された。\*10

(2)クリープ疲労条件下の損傷過程と結晶方位差解析 ニッケル基合金 HR6W を対象に、1 回あたりの引張ひずみ保持時間が 1 時間および 5 時間のクリープ疲労試験を実施し、異なるクリープ疲労損傷を与えた損傷材を作製した。これらの損傷材の SEM 観察および EBSD 計測を実施した。粒界上に発生した擬球状ポイドはき裂状ポイドに遷移して成長を続け、寿命末期には 200 $\mu$ m 程度に達することが観察された。KAM および GROD は、クリープ疲労損傷が大きくなるにともない増大するが、その変化量はクリープ条件下に比べ小さいことがわかった。本試験結果の範囲内では、上述した非線形累積損傷則によってクリープ疲労寿命を予測することができた。\*8

### 1.4 改良 9Cr-1Mo 鋼溶接継手のクリープ損傷評価法の開発

(1) 新材溶接継手のクリープ損傷過程と破断時間予測 超々臨界圧火力発電所の改良 9Cr-1Mo 鋼製配管の溶接部では、母材部に比べクリープ損傷が優先して進行することが報告されており、同溶接部のク

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

リープ損傷評価法の開発・改良が喫緊の課題とされている。MAG 溶接を施した改良 9Cr-1Mo 鋼溶接継手を対象に溶接部各部位(母材, 溶接金属, 熱影響部(HAZ))から直径 1mm 丸棒引張型ミニチュア試験片を採取し, 開発された専用のクリープ試験装置を用いて, アルゴン雰囲気中で温度 650°Cでのクリープ試験を実施した。母材のミニチュア試験片のクリープ曲線は, 標準試験片と同様に遷移, 定常, 加速クリープがみられ, 同一応力下の標準サイズ試験片とミニチュア試験片がほぼ同等の変形挙動を示し, ミニチュア試験片を用いて適切にクリープ試験が実施されたことが確認された。また, クリープ破断時間にもミニチュア試験片と標準試験片との顕著な差異は認められず, 標準サイズ試験片と同等の結果が得られた。同一応力条件下では, 母材および溶接金属から切出したミニチュア試験片は, 同様なクリープ変形を示したが, HAZ から採取したミニチュア試験片は, これらより速くクリープ変形が進行した。ミニチュア試験片を用いたクリープ試験結果から得られた応力と最小クリープひずみ速度の関係は, 母材と溶接金属は同等であったが, HAZはこれらに比べ同一応力での最小クリープひずみ速度が10倍程度速くなることが明らかとなった。これらの結果より, 溶接継手試験片の有限要素クリープ解析に用いる応力とクリープひずみ速度の関係を示す各部位の材料定数を導出した。\*11

次に, 上記溶接継手より, HAZ が試験片平行部の中央に位置し, 両側に母材と溶接金属を含む直径 10mm の標準溶接継手試験片および直径 1mm のミニチュア溶接継手をそれぞれ採取した。これらを用いたクリープ試験結果より, 同一応力においてミニチュア溶接継手試験片が標準溶接継手試験片に比べて短時間で破断することが明らかとなった。このことは, ミニチュア溶接継手試験片を用いたクリープ試験によって, 実機配管溶接部のクリープ損傷評価に用いられる標準溶接継手試験片の破断時間を直接的に予測できないことを意味している。両溶接継手試験片でクリープ破断時間の差異を生じた要因を明らかにするため, 有限要素クリープ解析を実施した。その結果, 標準溶接継手試験片では, 破壊の起点となる HAZ において 3 方向(軸, 半径, 周方向)から引張応力が作用するが, ミニチュア溶接継手試験片では軸方向応力のみが発生することが明らかとなった。\*11 これより, 標準溶接継手試験片では軸方向のクリープ変形が抑制されるのに対し, ミニチュア溶接継手試験片では, 軸方向クリープ変形が容易に進行することにより, 短時間で破断するものと解釈された。

標準溶接継手試験片を用いて任意のクリープ試験時間で試験を中断することにより, 損傷度の異なるクリープ損傷材を作製した。これらの損傷材を走査型電子顕微鏡で観察した結果, 母材と溶接金属ではクリープポイドは観察されなかったが, HAZ では損傷初期にクリープポイドが発生し, 損傷が進行するにつれてポイド個数密度が増加することが確認された。このように溶接継手がクリープ損傷を受けると HAZ でポイドが発生・成長することにより同部位で破断を生じることが示唆された。上述したポイド成長シミュレーション手法を HAZ でのポイド発生・成長の予測に適用した。その結果, HAZ におけるポイド個数密度の損傷に伴う変化を定量的に予測することができ, ポイド成長シミュレーション手法を用いて, 改良 9Cr-1Mo 鋼溶接継手のクリープ損傷の進行を定量的に予測できることが明らかとなった。\*12

**(2) 溶接部のクリープ強度に及ぼす長期使用の影響** 長期間使用された溶接部のクリープ損傷評価を精度よく行うため, 火力発電所において約 8 万時間使用されたボイラ管台溶接部を対象に溶接部のクリープ強度に及ぼす長期使用の影響を調べた。微視組織観察からは, 対象溶接継手各部位の使用中に受けたクリープ損傷は軽微であることが示された。溶接部各部位より直径 1mm のミニチュア試験片を採取して, アルゴン雰囲気中でクリープ試験を実施した。その結果, 母材および HAZ から採取した試験片は, 新材の応力と最小クリープひずみ速度の関係と同等であり, 長期使用による劣化は認められなかったが, 溶接金属では同一応力の最小クリープひずみ速度が 10 倍以上速く, 長期使用により顕著にクリープ変形抵抗が低下することが明らかになった。\*13,\*14 これは, 溶接金属においてクリープ強度の向上に寄与していた微細炭化物や高密度の転位組織が, 高温での長期使用中に炭化物の粗大化および転位密度の低下を生じたことによるものと推察された。これらの試験結果より, 長期使用溶接部の母材, HAZ, 溶接金属の応力と最小クリープひずみ速度の関係を定式化した。

対象溶接部から採取した標準溶接継手試験片およびミニチュア溶接継手試験片を用いたクリープ試験結果より, 最も高応力(90MPa)の標準溶接継手が溶接金属で破断したことを除き, すべての溶接継手試験片は HAZ で破断し, 新材同様にミニチュア溶接継手試験片は標準溶接継手試験片に比べ短時間で破断した。長期使用による溶接金属のクリープ特性の変化を考慮した溶接継手試験片の有限要素クリープ解析を実施した結果, ミニチュア溶接継手試験片は HAZ のクリープひずみが限界値に達して破断し, 標準試験片では低応力側では HAZ でクリープひずみが限界値に達するが, 高応力側では溶接金属の変形が優

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

先し、同部位でクリープひずみが限界値に達して破断したものと推察された。\*13、\*14 さらに、長期使用 2.25Cr 鋼溶接継手各部位からミニチュア試験片を採取してクリープ試験を実施した結果、母材および細粒 HAZ のクリープ特性は新材と同様であったが、溶接金属ならびに粗粒 HAZ では顕著なクリープ特性の低下を示すことが明らかとなった。\*15

(3) ミニチュア溶接継手試験片を用いたクリープ損傷評価法の提案 上述したように新材および長期使用材において、ミニチュア溶接継手試験片は標準溶接継手試験片に比べ同一応力でのクリープ破断時間が短時間となり、ミニチュア溶接継手試験片を用いたクリープ試験によって実機配管溶接部のクリープ損傷を適切に評価できないことが明らかとなった。そこで、実機配管溶接部から採取可能なミニチュア溶接継手試験片を用いたクリープ損傷評価法、即ちミニチュア溶接継手試験片のクリープ試験によって標準溶接継手試験片のクリープ破断時間を予測する方法を検討した。ミニチュア溶接継手試験片の平行部(5mm)の母材(1.5mm)、HAZ(2mm)、溶接金属(1.5mm)の長さ標準試験片でのクリープ特性取得が可能な母材および溶接金属のクリープ特性が既知のときに、1本のミニチュア溶接継手試験片のクリープ試験結果から HAZ のクリープ特性を取得する式を導出した。同式より得られた HAZ のクリープ特性は、HAZ より採取したミニチュア試験片を用いて得られるクリープ特性とほぼ一致することを確認した。次に、標準溶接継手試験片の有限要素クリープ解析結果から、この HAZ のクリープ特性から標準溶接継手内の HAZ のクリープひずみ速度を予測する式を導出した。さらに、標準溶接継手の HAZ のクリープひずみ速度から破断時間を予測する式を導出した。これらの式を用いて、ミニチュア溶接継手試験片のクリープ試験結果より、HAZ のクリープ特性を求め、これを用いて標準溶接継手試験片の破断時間を予測した結果、実際の破断時間と良好に一致することが確認された。\*14 これらのことより、実機配管溶接部から1本のミニチュア溶接継手試験片を採取し、クリープ試験を実施することによって、同部位の標準溶接継手試験片の破断時間が予測できる、即ち実機配管溶接部のクリープ損傷を精度よく予測できる可能性が示された。

## 【研究テーマ2】

### 2.1 通常 CFRP 積層材の低速衝撃損傷問題

航空機構造材料として欠かせない炭素繊維強化熱硬化樹脂(CFRP)の一方積層材、クロスプライ積層材および擬似等方積層材の以上3種類の積層材およびそれらの中央層間にダンピングシートを挟んだ制振 CFRP 積層材を成形した。そして3段階の低速・低エネルギー落錘衝撃を与えた際に発生・進展する多形態損傷をマルチスケールな視点から観察しそのメカニズムを解明することを試みた。特に、損傷の導入前後にマイクロフォーカス X 線 CT 撮像を各供試体に対して取得しておき、それら衝撃導入前後の CT 像から供試体部および衝撃損傷部を抽出して比較するというリバースエンジニアリング的発想を損傷評価に取り入れ、新たな損傷評価法の模索を行った。\*16 結果、以下のような成果を得た。

(1) 一方積層、クロスプライおよび擬似等方積層の CFRP 積層板および制振/耐衝撃損傷型 CFRP 積層板に低速衝撃損傷を導入し、さらにマイクロフォーカス X 線 CT 撮像を取得した。

(2) 損傷量を定量的に示すことのできる可能性のあるものとして「損傷表面積  $\Delta S$ 」を本研究にて提案し、衝撃吸収エネルギーとの間に正の相関が存在する可能性を示した。

(3) CT 撮像観察結果から直接生成したイメージベース FEM メッシュをもとにした損傷 CFRP 積層材の固有振動モード解析を実施し、モード形状変化(表面のモード最大ひずみ値)がある種の損傷指標となりうる可能性の一端を示した。

さらに、構造ヘルスマニタリングへの応用への展開をにらみ、インパルスハンマ加振実験モーダル解析を本供試体に適用し、衝撃前後での周波数応答関数およびモード形状の差から衝撃損傷の度合いを非破壊検査することも検討した結果、以下のような成果を得た。

(1) SACMA 規格に沿った 32 プライ擬似等方 CFRP 積層板を新規に成形し、低速衝撃損傷を導入した。

損傷導入の前後の供試体のマイクロフォーカス X 線 CT 撮像を取得し、それらにリバースエンジニアリング的手法を適用して衝撃損傷の度合いを可視化することに成功した。

(2) SACMA 規格に沿った 32 プライ擬似等方 CFRP 積層板の損傷導入前後でのインパルスハンマ加振実験モーダル解析により計測した周波数応答関数を重ねて表示した。衝撃損傷を有すると主に曲げ剛性

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

の低下および内部摩擦の増加により、周波数応答関数におけるピーク(固有振動数)は低周波数側にシフトするとともに、山のピークがなだらかになることがわかった。また、その変化の程度は高周波側になればなるほど著しくなることがわかった。これらの変化を調べることにより、CFRP 積層複合材料の低速衝撃損傷やその他の損傷を非破壊で検出できる可能性が示された。

## 2.2 通常 CFRP 積層材の個別損傷問題

個々の破壊モードを検討する目的で、直交対称 CFRP 積層材短冊試験片を準備し、トランスバースクラック(母材樹脂部中の強化繊維に沿った貫通亀裂)破壊靱性値を実験的に取得した。さらに、モード I DCB 試験およびモード II ENF 試験の層間破壊靱性値を実験的に取得した。\*17 直交対称 CFRP 積層材の引張試験では、トランスバースクラックに起因するアコースティックエミッション(AE)データも取得した。

\*18 その結果、以下のような成果を得た。

(1)静的引張試験について、90° 層応力-ひずみ線図中にニーポイントと呼ばれる応力がわずかに急落する点を確認することができた。これは、最初のニーポイントの発生点と AE カウントの検出開始点がほぼ等しいことから、層内樹脂割れ損傷や繊維破断の発生によるものだと考えられる。

(2)与損傷試験については、各積層構成の試験片における 90° 層応力と層内樹脂割れ密度(き裂密度)の関係を示した。90° 層の応力に対して低いき裂密度ではき裂密度の増加率が高く、高いき裂密度になるほど増加率が下がることがわかった。これは、損傷の発生開始直後は損傷の発生による積層材の応力伝達に変化が生じ、連鎖的に層内樹脂割れ損傷が発生するのに対し、き裂密度が高くなるにつれてそれが飽和状態に収束するからだと考えられる。

(3)有限要素法(FEM)解析によるき裂進展法により 90° 層のひずみエネルギー解放率を求めた。各積層構成ともばらつきはあるものの、層内樹脂割れに関する破壊靱性値に相当するものを得た。その結果、90° 層の割合が多い積層構成に見られる傾向として、層内樹脂割れ密度の増加とともに増加傾向にあったひずみエネルギー解放率が、ある点から減少傾向になることがわかった。各積層構成においてひずみエネルギー解放率の平均値を求めると、0° 層の割合が少なく、90° 層の割合が多いものほど平均値が高い結果となった。

## 2.3 熱可塑 CFRTP 積層材の機械的特性評価・低速衝撃損傷問題・個別損傷問題

FDM 型3Dプリンタ(Markforged 社 Mark Two)による連続炭素繊維強化アモルファスナイロン(連続 CF/PA6I-PA6T)熱可塑複合材の研究を実施した。具体的には 3D プリンタ(Mark Two)により連続 CF/PA6I-PA6T 複合材を成形し、その機械的特性、低速衝撃損傷特性および個別損傷としてモード I 層間はく離破壊靱性を評価した。\*19 積層構成は一方向積層(UD)材とした。また、DCB モード I 層間破壊靱性試験片の 3D プリンタ直接成形の試みから、3D プリンタを用いたシート状センサ(箔ひずみゲージや PVDF 圧電フィルムセンサ)の直接埋め込みとそれによる構造ヘルスマニタリングに関する基礎検討までを実施した。\*20

(1)一方向 0° 積層材に対する応力-ひずみ線図は、ほぼ直線的で、最終破断部付近で試験片肩部付近でのスプリットング破壊による影響で乱れが生じ、その後極限応力(引張強さ)に達したところで脆性破断することがわかった。3本の試験片の引張強さの平均値が 755MPa、標準偏差が 38.1MPa、引張弾性率の平均値が 73.4GPa、標準偏差が 1.55GPa となった。オートクレーブ成形など既存の CFRP 積層複合材料と比べて機械的特性で劣ると思われていた FDM 型 3D プリンタ成形であったが、本結果からは構造材料として十分な剛性・強度が得られることがわかった。

(2)3D プリンタ成形一方向強化 CF/PA6I-PA6T 熱可塑複合材のとナイロン単体の比較のためアイゾット衝撃試験を、フラットワイズ(積層面に垂直な衝撃)とエッジワイズ(積層面に平行な衝撃)の 2 ケースを実施した。その結果、ナイロン単体に比べて、本熱可塑複合材の衝撃値はフラットワイズで 30%、エッジワイズでは 120%程度の増加を示した。これは繊維強化複合材の場合には衝撃破断の際に繊維の樹脂母材からの引き抜けや繊維破断によるエネルギー消費が生じるためである。また、エッジワイズの方がフラットワイズに比べて衝撃値が大きくなったのは、フラットワイズの場合には、靱性の低い積層層間のはく離が生じるのに対し、エッジワイズの場合には、そのような層間はく離がほとんど生じないことがその大きな理由で

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

あり、破断後の試験片の SEM 観察からも確認することができた。

(3) 本熱可塑複合材供試体の強化繊維 (CF) と母材樹脂 (PA6I-PA6T) との間の界面せん断強度 (interfacial shear strength, ISS) をマイクロドロプレット試験により求めた。本試料に対する ISS の平均値は 82.2MPa、標準偏差が 5.0MPa となり、界面接合強度としては十分な高さであることがわかった。

(4) 熱溶解積層造形 FDM 型の付加製造装置、いわゆる 3D プリントにより成形された繊維体積含有率 30% の連続炭素繊維強化アモルファスナイロン積層複合材の DCB 試験によるモード I 層間破壊靱性評価を実施した。また、き裂先端近傍における本 CFRTP 積層複合材料の層間き裂状損傷の静的進展挙動を X 線 CT 撮像および SEM により観察し、本 CFRTP 積層材の層間靱性発現機構について考察した。その結果、DCB 試験結果より、き裂進展過程におけるモード I 層間破壊靱性値  $GIR=2.07[kJ/m^2]$  を得た。また試験片毎のばらつきがみられた。一方き裂先端部付近の X 線 CT 撮像観察より、試験片中には多数のボイドが成形時に生じていることが分かった。また主き裂面上のはく離き裂に加え、隣接する他層間においても副次的なはく離き裂が誘起されつつ層間のはく離が進展していくことが分かった。さらにき裂面上の SEM 観察結果より、繊維破断や繊維と樹脂のはく離が観察された。また樹脂がフィブリル状に引き延ばされた破面が観察され、延性的な破壊が発生し、結果として高い層間破壊靱性を示したということが分かった。

(5) FDM 型 3D プリントを使用して成形した連続 CFRTP 疑似等方積層材へ低速面外衝撃損傷を与え、その耐衝撃特性を評価するとともに、X 線 CT および光学顕微鏡によりその損傷状態を詳しく観察した。さらに、衝撃後圧縮 (Compression after impact: CAI) 強度試験も実施し、その残留圧縮強度を評価した。その結果、落錘衝撃試験により得られた衝撃吸収エネルギーは平均 14195J/mm で、それは衝撃吸収率に換算すると平均 80.9% であった。なお、変動率は 2.34% であった。一方、CAI 強度は 81.3MPa、健全材圧縮強度は 130MPa となり、CAI 強度は健全材圧縮強度と比較し、約 37% 低くなった。また、衝撃後圧縮弾性率は 21.8GPa、健全材圧縮弾性率は 20.4GPa となり、両者にほぼ有意な差が今回みられなかった。X 線 CT 観察では、衝撃前供試体に 3D プリント成形特有の初期ボイドが確認された。また、衝撃後の CT および低倍率 DOM 観察結果より、衝撃負荷面から裏側面に向けて裾野を広げるような層間のはく離の分布に加え、中立面付近に面外せん断応力により増長された大きな層間のはく離が確認できた。引張の曲げ応力の作用する裏表面付近の off-axis 層内に横断面線から 45° ほどの傾斜でトランスバースクラック損傷を低倍率および高倍率 DOM により確認でき、さらに曲げ荷重を分担していた 90° 層が引張側最外層から順次の繊維破断していった痕跡も確認された。特にトランスバースクラックの形成について、3D プリント特有の初期ボイドおよび樹脂リッチ部塑性変形が繊維/母材デボンディングの伝播機構よりも優先的に生じていることが示唆される観察結果となった。最後に CAI 後では圧痕部を中心としたブルーミング圧壊を確認できた。

#### <優れた成果が上がった点>

1. 代表的な耐熱鋼である CrMoV 鍛鋼を対象に、クリープ条件下でのボイドの発生・成長に及ぼす多軸応力の影響を初めて明らかにするとともに、研究代表者が提案したボイド成長シミュレーション手法を用いて、多軸応力下でのボイド個数密度分布の損傷に伴う変化を定量的に予測することに他に先駆けて成功した。これらの結果をとりまとめた投稿した論文 (13 - 10) の独創性、学術性が評価され平成 29 年度の日本機械学会賞 (論文) を受賞した。本成果を高温機器のクリープ損傷評価に適用することにより、評価精度の格段の向上が期待できる。また、オーステナイト系ステンレス鋼に対しても、これまでに明らかにされていない多軸応力下のボイド発生・成長挙動を定量的に明らかにし、応力解析で得られた軸方向応力とクリープひずみ速度からボイド個数密度の時間に伴う変化を予測する手法を考案した。本成果を学会で発表し、日本機械学会若手講演フェロー賞を受賞した。

2. CrMoV 鍛鋼環状切欠き試験片を用いたクリープ疲労試験結果と 3 次元有限要素弾塑性解析結果に基づいて、新たなクリープ疲労寿命評価法として損傷面積比概念に基づく手法を提案し、同手法によって従来の手法では予測することが困難であった応力勾配を有する多軸応力下のクリープ疲労寿命を精度よく

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

予測することが可能となった。

3. これまでで最小の直径 1mm の丸棒引張型ミニチュア試験片を用いたクリープ強度評価法を開発し、同試験片を用いて、改良 9Cr 鋼溶接部の標準試験片が採取できない、溶接金属や熱影響部など狭小領域のクリープ特性を明らかにした。さらに、溶接部から採取した 1 本のミニチュア溶接継手試験片によってクリープ損傷を評価できる新たな手法を提案した。これにより、高温機器溶接部の応力解析の精度が向上するとともに、実際の高温機器から採取したミニチュア試験片を用いて、損傷を評価できる可能性が広がった。

4. 回転攪拌装置の起動時の過大トルク発生メカニズムを明らかにした研究成果が化学工学会優秀論文賞を受賞した。また、吸引プラズマを用いた省プロセスでの材料エッチング法を提示した研究成果が日本表面真空学会の第 43 回真空技術賞を受賞した。

5. 通常 CFRP 積層材の低速衝撃損傷評価および個別損傷評価に関して、マイクロフォーカス X 線 CT と CT からの形状抽出を活用したリバースエンジニアリング的損傷量評価手法の提案を行い、その妥当性と適用限界に関する検討を実施した。これらは、既存研究例の少ないオリジナルな研究成果と考えられる。

6. FDM 型 3D プリントにて成形された CFRTP 積層材の低速衝撃損傷評価および衝撃後圧縮強度評価、モード I 層間は離破壊靱性評価を実施した報告は、オリジナル性の高い研究成果である。

#### <課題となった点>

1. 改良 9Cr-1Mo 鋼溶接部では、長期間の使用に伴う組織変化によって溶接金属のクリープ変形抵抗が顕著に低下することが明らかになった。このようなクリープ変形特性の変化を有限要素クリープ解析にどのように取り込むか、ということが今後の課題である。

2. 通常 CFRP 積層材の損傷評価に関しては、供試体損傷部に対する既存の非破壊検査法と、本研究で提案している X 線 CT による損傷観察結果との比較が未実施である。

#### <自己評価の実施結果と対応状況>

過去の本支援事業経験者である機械サイエンス学科 本保元次郎教授およびプロジェクト研究等の経験豊富な機械サイエンス学科 佐野正利教授を内部評価委員とする内部評価を 2 年目および 4 年目終了時に実施した。2 年目終了時に評価委員より、研究者間のさらなる連携が推奨されたことに対応した結果、4 年目終了時には、学術誌への論文投稿や学会発表、担当者間の協働が積極的に進められており、適切な研究成果があがっていること、走査型電子顕微鏡の観察精度の向上や光ファイバーによるモニタリング手法の開発など要素技術開発についても連携して研究を進めていることが評価された。プロジェクト推進者としては、予算の有効活用により研究目標を概ね達成することができ、既存手法に比べ評価精度が高いマルチスケールでの損傷評価を可能とする研究成果が得られたと考える。

#### <外部(第三者)評価の実施結果と対応状況>

本研究分野に精通した酒井信介教授(東大)(2 年目まで)、三枝利紀氏(北海道電力)(3 年目以降酒井信介教授と交代)、小林謙一教授(千葉大)、末益博志教授(上智大)、熊澤寿氏(宇宙航空研究開発機構)の 4 名を外部評価員とし、4 回の外部評価委員会を開催した。プロジェクト立ち上げ当初に実施した委員会で、研究テーマ 1 と 2 との交流の有効性が指摘されたことから、適宜情報交換を行いながら研究を遂行した。2018 年 2 月に実施した中間評価では、適切に外部発表がなされ、概ね計画通り研究が進捗しており、今後も計画通り進めることが推奨された。2020 年 2 月に実施した終了評価においては、一部の研究項目については計画からの遅れがあり、実験データに対する掘り下げた考察が必要であるとの指摘があったが、全体的にはわが国の喫緊の課題に取り組み研究成果を積極的に外部発表しており、研究成果が予算規模に対して極めて良好であること、非常にコストパフォーマンスの高いプロジェクトであったことが評価された。

#### <研究期間終了後の展望>

本プロジェクトにおいては、これまでに損傷・寿命評価精度に問題のあった既存手法の評価精度を改善するとともに、新たにミクロな損傷を定量的に評価できる手法を提案し、その妥当性を検証した。今後は、これらの手法を火力発電所高温機器の損傷評価や余寿命評価に反映させることにより、高温機器の運用・保守信頼性の向上に寄与したい。また、さらなる評価精度の向上に向けた新たな課題に対しては、今後の研究の深化により解決していく所存である。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

### <研究成果の副次的効果>

本研究では、マイクロ損傷の進行を定量的に評価できる“ボイド成長シミュレーション手法”が複雑な多軸応力場に適用できることが明らかとなった。本手法を高温機器の応力解析と組み合わせることで、これまで評価できなかった高温機器におけるボイドの発生・成長を定量的に予測することが可能である。また、本手法と高温機器の非破壊検査による損傷状態の観察結果とを組み合わせることで、余寿命評価精度を格段に向上させることが期待できる。

新たに開発したミニチュア試験片を用いたクリープ試験法は、標準サイズの試験片が採取できない高温機器からの試験片の採取と試験に基づく損傷評価を可能とした。本手法は、高温機器の準非破壊損傷評価法として適用できる可能性が高い。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 耐熱金属材料      (2) クリープ損傷      (3) クリープ疲労損傷  
 (4) 損傷シミュレーション      (5) 寿命評価      (6) CFRP 積層材  
 (7) CFRTP      (8) 低速衝撃損傷評価

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況. 印刷中も含む。)

上記, 11(4)に記載した研究成果に対応するものには\*を付すこと。

### <雑誌論文>

#### 【研究テーマ1】

- 「改良 9Cr-1Mo 鋼周溶接継手管の内圧クリープ破断に及ぼす軸引張力の影響」, 緒方隆志, 三枝利紀, 酒井裕史, 日本機械学会論文集 Vol.81, No.827, DOI: 10.1299/transjsme.15-00021(2015).
- 「30万時間超使用後の CrMoV 鋳鋼製タービン蒸気弁の脆化評価」, 緒方隆志, 荒川大輔, 松村栄郎, 西田秀高, 材料, Vol.65, No.7, pp.525-531(2016).
- “Development of simple fabrication meth of SiO<sub>2</sub> diaphragm using inward plasma etching”, R. Kanou, H. Suga et al., Journal of the Vacuum Society of Japan 60, pp.148-152(2016).
- "An Accurate Method to Determine the Through-plane Electrical Conductivity and to Study Transport Properties in Film Samples", Qingshuo Wei, Hiroshi Suga, Ichitaka Ikeda, Masakazu Mukaida, Kazuhiro Kirihara, Yasuhisa Naitoh, and Takao Ishida, Organic Electronics 38, pp.264-270 (2016).
- "Highly stable, extremely high-temperature, nonvolatile memory based on resistance-switching in polycrystalline Pt-nanogaps", Hiroshi Suga, Hiroya Suzuki, Yuma Shinomura, Shota Kashiwabara, Kazuhito Tsukagoshi, Tetsuo Shimizu, and Yasuhisa Naitoh, Scientific Reports 6, 34961 (2016).
- 「電子顕微鏡用マニピュレータを使ったナノ微粒子測定」, クリーンテクノロジー」, 菅洋志, 26, pp.41-45 (2016).
- “Torque and Horizontal Load on an Agitating Shaft in an Eccentric Mixer with a MAXBLEND Impeller in a Turbulent State”, Nishi, K., K. Sonoda, R. Misumi and M. Kaminoyama, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 49, No. 12, pp.973-978 (2016).
- “Starting Torque of Vertical Paddle Impellers”, Nishi, K., Y. Bando, R. Misumi and M. Kaminoyama, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 50, No. 9, pp.677-683 (2017).
- “Investigation of Torque and Horizontal Load on a Paddle Impeller in Eccentric Mixing”, Tanabe, H., K. Nishi, R. Misumi and M. Kaminoyama, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 51, No. 3, pp.197-202 (2018).
- 「CrMoV 鍛鋼環状切欠き試験片のボイド成長シミュレーションに基づくクリープ損傷評価」\*1, 緒方隆志, 池田直人, 日本機械学会論文集, Vol.82, No.844, JSME-D-16-00259 (2017).
- 「CrMoV 鍛鋼のクリープボイド成長に及ぼす繰返し負荷の影響」\*6, 緒方隆志, 材料, Vol.66, No.1, pp.43-50(2017).
- 「ミニチュア試験片を用いた改良 9Cr 鋼溶接部のクリープ強度特性評価」\*11, 緒方隆志, 知脇圭祐, 材料, Vol.66, No.2, pp.93-100(2017).
- Effect of powder morphology on the microstructural characteristics of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3</sub> cathode: A Kinetic Monte Carlo investigation”, Z. Yan, S. Hara and N. Shikazono, Int. J. Hydro. Energy, 42, 12601-12614(2017).
- “Prediction of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3</sub> cathode microstructures during sintering: Kinetic Monte Carlo (KMC) simulations calibrated by artificial neural networks”, Z. Yan, Y. Kim, S. Hara and N. Shikazono, J. Power Sources, 346, pp.103-112 (2017).

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 15) "Investigation of Microstructural Change of Nickel-Yttria Stabilized Zirconia Anode during Oxidation and Reduction Based on Three Dimensional Reconstruction", T. Shimura, Z. Jiao, S. Hara and N. Shikazono, *J. Electrochem. Soc.*, 164(2), F, pp.147-153 (2017).
- 16) 「直径1mm丸棒引張型ミニチュア試験片を用いたCrMoV鍛鋼のクリープ損傷評価」\*3, 緒方隆志, 池田直人, *材料*, Vol.66, No.10, pp.738-745(2017).
- 17) "Homogeneity and representativeness analyses of solid oxide fuel cell cathode microstructures", Z. Yan, S. Hara and N. Shikazono, *Int. J. Hydro. Energy*, 42, 30166-30178 (2017).
- 18) "Damage-free polymer surface modification employing inward-type plasma", Ryo Kanou, Hiroshi Suga, Hideyuki Utsumi, Satoshi Takahashi, Yuuya Shirayama, Norhimichi Watanabe, Stephane Petit, Tetsuo Shimizu, *Japanese Journal of Applied Physics* **56**, 086201 (2017).
- 19) 「吸引プラズマエッチング法を用いたSiO<sub>2</sub>ダイアフラム構造作製技術の開発」, 狩野 諒, 菅 洋志, 新堀 俊一郎, 高橋 賢, 久保 利隆, 安藤 淳, 清水 哲夫, 宮脇 淳, *Journal of the Vacuum Society of Japan* **60**, pp.148-152 (2017).
- 20) 「金属材料における拡散支配型変形プロセスに関する原子スケール解析の進展」-Diffusive Molecular Dynamics 法の紹介-, 原 祥太郎, *アンサンブル*, 19, (2017) 165-170
- 21) "Sample-size-dependent surface dislocation nucleation in nanoscale crystals", \*Q. J. Li, B. Xin, S. Hara, J. Li and E. Ma, *Acta Mater.*, 145, pp.19-29 (2018).
- 22) "Towards a realistic prediction of sintering of solid oxide fuel cell electrodes: from tomography to discrete element and kinetic Monte Carlo simulations", Z. Yan, S. Hara and N. Shikazono, *Scripta Mater.*, 146, pp.31-35 (2018).
- 23) 「長期使用改良 9Cr-1Mo 鋼溶接部のクリープ強度特性評価」\*13, 緒方隆志, 渡邊章人, *材料*, Vol.67, No.6, pp.632-638 (2018).
- 24) 「多軸応力勾配を有するCrMoV鍛鋼環状切欠き試験片のクリープ疲労寿命評価」\*5, 緒方隆志, 池田早希, 小松崎悟, *日本機械学会論文集*, Vol.84, No.867, DOI:10.1299/transjsme.18-00236(2018).
- 25) "Eccentric Mixing with MR203 and MR205 Impeller in a Laminar State", Nishi, K., S. Saito and Y. Kudo, *J. Chem. Eng. Japan*, Vol. 44, 135-141 (2018)
- 26) "Pt nanogap electrode fabrication by two-layer lift-off UV-NIL and nanowire breakdown", Kyohei Hashiguchi, Kenta Suzuki, Hiroshi Hiroshima, Hiroshi Suga, *IEEE Transactions on Nanotechnology*, vol. 17, pp. 1094-109 (2018).
- 27) "Evaluation of Nanoimprinting Multilayer Lift-off Process using Spin-on-glass for Nanogap Electrode Array", Kyohei Hashiguchi, Kenta Suzuki, Hiroshi Hiroshima, Yasuhisa Naitoh, and Hiroshi Suga, *Journal of Photopolymer Science and Technology*, vol. 31, pp. 227-282 (2018).
- 28) "Thermal robustness evaluation of nonvolatile memory using Pt nanogaps", Yasuhisa Naitoh, Hiroshi Suga, Takuya Abe, Kazuki Otsu, Yukiya Umeta, Touro Sumiya, Hisashi Shima, Kazuhito Tsukagoshi, and Hiroyuki Akinaga, *Appl. Phys. Express*, vol. 11, 085202 (2018).
- 29) 「邪魔板付き攪拌槽における大型 2 枚パドル翼のトルクおよびラジアル荷重」, 仁志和彦, 渡邊隼, 川谷佑来, *化学工学論文集*, Vol. 44, 285-291 (2018).
- 30) 「長期使用改良 9Cr 鋼溶接部のミニチュア試験片を用いたクリープ強度特性評価」\*14, 山崎洋輝, 緒方隆志, *材料*, Vol.68, No.2, pp.91-98(2019).
- 31) 「Ni 基合金 HR6W のクリープおよびクリープ疲労条件下の損傷過程とEBSD 方位差測定」\*8, 宮本健太, 緒方隆志, *材料*, Vol.68, No.8, pp. (2019).
- 32) 「SUS304 鋼複数環状切欠き試験片のクリープ損傷に伴うボイド個数密度の変化」\*7, 越川樹, 緒方隆志, *材料*, Vol.68, No.9, pp.665-672(2019).
- 33) 「クリープ負荷を受ける改良 9Cr-1Mo 鋼環状切欠き試験片の損傷分布と破断時間予測法」\*2, 山田勝貴, 緒方隆志, *日本機械学会論文集*, Vol.85, No.878, DOI:10.1299/transjsme.18-00428(2019).
- 34) "Microstructure anisotropy of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3-δ</sub> film on rigid Gd<sub>0.1</sub>Ce<sub>0.9</sub>O<sub>1.95</sub> substrate during constrained sintering", Z. Yan, S. Hara, N. Shikazono, W. Negishi and A. Kajihara, *J. Euro. Ceram. Soc.*, 39, 4850-4863 (2019).
- 35) "Modeling of solid oxide fuel cell (SOFC) electrodes from fabrication to operation: Microstructure optimization via artificial neural networks and multi-objective genetic algorithms", Z. Yan, A. He, S. Hara and N. Shikazono, *Energy Conversion and Management*, 198, 111916 (2019).
- 36) "Modeling of solid oxide fuel cell (SOFC) electrodes from fabrication to operation: Correlations between microstructures and electrochemical performances", Z. Yan, A. He, S. Hara and N. Shikazono, *Energy Conversion and Management*, 190, 1-13 (2019).
- 37) "Velocity oscillation of two blades wide paddle impeller in baffled vessel", Nishi, K., S. Watanabe, T. Inaba and T. Yuasa, *Chem. Eng. Japan*, 43, 3, 335-340 (2019)
- 38) "Starting Torque of Several Impellers", Nishi, K., Y. Kudo, T. Kaneko, R. Misumi and M. Kaminoyama, *Chem. Eng. Sci.*, (2019)(投稿中)
- 39) "Starting Torque of Two Disk Turbines", Nishi, K., Y. Kudo, Kaneko T. Kaneko, *Chem. Eng. Japan*, (2019)

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

(投稿中)

- 40) 「ミニチュア試験片を用いた長期使用 2.25Cr-1Mo 鋼ボイラ溶接部のクリープ強度評価」\*15, 垣越隆伸, 緒方隆志, 材料, Vol.69, No. .pp. (2020).(印刷中)
- 41) “Facet-edge nanogap electrodes formed via feedback electromigration assisted by alternative voltage operation,” Suga, Hiroshi; Suzuki, Hiroya; Otsu, Kazuki; Abe, Takuya; Umeta, Yukiya; Tsukagoshi, Kazuhito; Sumiya, Touru; Shima, Hisashi; Akinaga, Hiroyuki; Naitoh, Yasuhisa, *ACS Applied Nano Materials*, (2020) (投稿中)
- 42) “Eccentric Mixing of Pseudoplastic Fluid with MR203 and MR205 Impeller in a Laminar State”, Nishi, K., S. Saito and T. Ito, *J. Chem. Eng. Japan*, (2020)(投稿中)

【研究テーマ 2】

- 43) 「CF/PA6 積層板における熱融着を利用した衝撃損傷修復と圧縮強度の回復」\*16, 金崎真人, 内城千翔, 田中基嗣, 斉藤博嗣, 西川雅章, 北條正樹, 金原勲, 日本複合材料学会誌, Vol.41, No.1, pp.33-44 (2015).
- 44) “Residual flexural strength after impact for textile carbon fiber reinforced polycarbonate laminates”\*16, H. Ozaki, H. Saito, M. Nakada, Y. Miyano, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Vol.34, No.10, pp.830-838 (2015).
- 45) 「ケナフ繊維でつくられたボード素材について」, 鈴木浩治, 荒井進, 紙パルプ技術タイムス, Vol.59 No.2 (2016).
- 46) “An adaptive estimation of nonlinear structural deformations by using the ensemble Kalman filter”, Takeshi Akita, Ryoji Takaki, Nozomu Kogiso, *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol. 14, No. ists30, (2016).
- 47) 「グリーンコンポジットの3Dプリンタ付加製造について」, 鈴木浩治, 紙パルプ技術タイムス, Vol.60 No.4, pp.25-27, (2017).
- 48) 「CFRP 積層板の 0° /45° 層間におけるモード I 静的層間破壊じん性の評価」\*17, 古澤佳樹, 斉藤博嗣, 田中基嗣, 金崎真人, 金原勲, 日本複合材料学会誌, Vol.44, No.4, pp. 115-122. (2018)..
- 49) 「単繊維純せん断試験に基づく CF/PC 界面引張強度に関する実験的評価」, 山田湧太, 佐藤優成, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本複合材料学会誌, Vol.44, No.5, pp. 159-165 (2018).
- 50) 「CFRP 積層板の 0° /45° 層間におけるモード II 静的層間破壊じん性の評価」\*17, 古澤佳樹, 杉本大輝, 斉藤博嗣, 田中基嗣, 金崎真人, 金原勲, 日本複合材料学会誌, 44(5), (2018), 195-202.
- 51) 「修正 Cruciform 試験に基づく CF/PC 界面引張強度の実験的評価」, 山田湧太, 高橋建斗, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本複合材料学会誌, 44(6), 227-233(2018).
- 52) “Effects of Repair Temperature and Duration in Thermal Fusion Bonding on Interlaminar Shear Strength of Delaminated CF/PA6 Laminates”, T. Ueda, T. Matsumoto, M. Kanasaki, H. Saito, K. Uzawa, I. Kimpara, *Advanced Experimental Mechanics*, 3, pp. 147-151(2018).
- 53) 「繊維断面を基準とするデジタル画像相関法による CF/EP 直交積層板のメゾスケールき裂進展挙動の実験的評価」\*18, 佐藤優成, 西田圭希, 木邑遼太郎, 新村航平, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本複合材料学会誌, 44(6), pp. 234-241(2018).
- 54) 「アンサンブルカルマンフィルタを用いた片持ちはりの逐次データ同化実験」, 秋田剛, 航空宇宙技術, Vol.18, pp. 101-107 (2019).
- 55) 「アンサンブルカルマンフィルタを用いた要素剛性の逐次推定と損傷同定への適用」, 秋田剛, JCOSAR 2019 論文集(A 論文), Vol.9, pp. 494-499 (2019).
- 56) 「Cruciform 試験法を用いたピッチ系炭素繊維／樹脂界面引張強度の実験的評価」, 松井 仁, 佐藤優成, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本複合材料学会誌, 46(3), (2020), 掲載予定.
- 57) “Evaluation of Mode I interlaminar fracture toughness in asymmetric interlayer in CFRP laminates”\*17, H. Saito, R. Kikuchi, I. Kimpara, *Advanced Composite Materials*, , (2019), Published online: 19 Sep 2019.
- 58) “FDM3D プリンタによるトポロジー最適化コア層を有するサンドイッチ構造の一体成形と評価” , 鈴木浩治, CAE のあるものづくり, Vol.31, pp.1-5, (2020.2).
- 59) 「拡張カルマンフィルタを用いた面計測に基づく平面応力モデルの逐次データ同化と損傷同定への適用」, 秋田剛, 日本計算工学会論文集(投稿中)

<図書>

--

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## <学会発表>

### 【研究テーマ 1】

- 1) “Creep rupture life prediction of Grade 91 circumferential welded tube under combined internal pressure with axial load.”, Takashi Ogata, Toshiki Mitsueda, Hiroshi Sakai, Proceedings of the ASME 2016 Pressure Vessels and Piping Conference, Vancouver(2016.7).
- 2) “Investigation of Torque and Horizontal Load on a Paddle Impeller in Eccentric Mixing”, 5th Asian Conference on Mixing, Tanabe, H., K. Nishi, R. Misumi and M. Kaminoyama, Tendo, Yamagata, JAPAN(2016.8).
- 3) 「9CrMAG 鋼溶接継手のクリープ強度評価」\*11, 知脇圭祐, 緒方隆志, 日本機械学会 2016 年度年次大会, 九州大学(2016.9).
- 4) 白金ナノギャップ電極における遷移時間の温度依存性”, 鈴木博也, 菅洋志, 塚越一仁, 清水哲夫, 内藤泰久, 応用物理学会 第 77 回応用物理秋季学術講演会(2016.9).
- 5) 「ものづくり教材としての電子顕微鏡 1」池田一貴, 菅洋志, 大野輝昭, 応用物理学会 第 77 回応用物理秋季学術講演会(2016.9).
- 6) 「吸引プラズマによる Si 基板上 SiO<sub>2</sub> ダイアフラム製作の試み」, 狩野諒, 菅洋志, 新堀俊一郎, 高橋賢, 宮脇淳, 久保利隆, 安藤淳, 清水哲夫, 応用物理学会 第 77 回応用物理秋季学術講演会, 13a-B9-3(2016.9).
- 7) 「ジルコニア表面でのカチオン析出と拡散に関する原子スケール解析」, 原祥太郎, 日本機械学会第 29 回計算力学講演会(2016.9).
- 8) “CUTTING CHARACTERISTICS IN TURNING OF Cr-Mo-V FORGED STEEL,” 31st American Society for Precision Engineering (ASPE) Annual Meeting, Hideo Takino, Masashi Ota, and Atsushi Yamanaka, Portland, OR, USA(2016.10).
- 9) 「吸引プラズマエッチング法を用いた SiO<sub>2</sub> ダイアフラム構造作製技術の開発」, 狩野諒, 菅洋志, 新堀俊一郎, 高橋賢, 久保利隆, 安藤淳, 清水哲夫, 宮脇淳, 真空学会連合講演会(2016.11).
- 10) 「電子顕微鏡観察下における Ni 合金ワイヤーの引張試験 装置の開発」, 天神 皓, 高橋 賢, 新堀 俊一郎, 菅 洋志, 真空学会連合講演会(2016.11).
- 11) 「CrMoV 鍛鋼環状切欠き試験片のクリープ強度に及ぼす繰返し負荷の影響」, 池田早希, 緒方隆志, 日本機械学会 第 23 期関東支部講演会, 東京理科大学(2017.3).
- 12) 「ミニチュア試験片を用いた長期使用改良 9Cr-1Mo 鋼溶接部のクリープ強度評価」\*13, 渡邊章人, 緒方隆志, 日本機械学会 第 23 期関東支部講演会, 東京理科大学(2017.3).
- 13) 「SUS304 鋼のクリープ条件下における損傷定量評価」, 越川樹, 緒方隆志, 日本機械学会 第 56 回学生員卒業研究発表会, 東京理科大学(2017.3).
- 14) 「CrMoV 鍛鋼環状切欠き試験片のクリープ破断特性」, 小松崎悟, 緒方隆志, 日本機械学会 第 56 回学生員卒業研究発表会, 東京理科大学(2017.3).
- 15) 「クリープ損傷を受けた Ni 基合金 HR6W の結晶方位解析」, 宮本健太, 緒方隆志, 日本機械学会 第 56 回学生員卒業研究発表会, 東京理科大学(2017.3).
- 16) 「ミニチュア試験片を用いた長期使用改良 9Cr-1Mo 鋼ボイラ溶接部のクリープ強度評価」, 山崎洋輝, 緒方隆志, 日本機械学会 第 56 回学生員卒業研究発表会, 東京理科大学(2017.3).
- 17) 「改良 9Cr-1Mo 鋼のクリープ損傷に及ぼす多軸応力の影響」, 山田勝貴, 緒方隆志, 日本機械学会 第 56 回学生員卒業研究発表会, 東京理科大学(2017.3).
- 18) 「CrMoV 鋼における疲労強度と加工面性状の関係」, チャン・バン・タン, 緒方隆志, 瀧野日出雄, 千葉県加工技術研究会 第 19 回大学等委員による研究事例発表会(2017.3).
- 19) 「耐熱金属材料における疲労強度と加工面性状との関係」, チャン・バン・タン, 瀧野日出雄, 緒方隆志, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会(2017.3).
- 20) "Buffer gas effect on the silicon etch rate in the CF<sub>4</sub> inward plasma", Ryo Kanou, Hiroshi Suga, Shun'ichiro Shimbori, Satoshi Takahashi, Tositaka Kubo, Atsushi Ando, Testuo Shimizu and Jun Miyawaki, ISPlasma2017 (9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials), Nagoya(2017.3).
- 21) 「化学気相研磨法を用いた簡便なタングステン探針の製作技術」, 金子 和雅, 菅 洋志, 大野 輝昭, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会(2017.3.).
- 22) 「タービンロータ材のクリープ損傷評価へのミニチュア試験片の適用」\*3, 緒方隆志, 池田直人, 日本材料学会 2017 年度学術講演会 名城大学(2017.5).
- 23) 金属中のボイド成長に関する原子スケールシミュレーション, 原祥太郎, 日本材料学会マルチスケール材料力学シンポジウム, 名城大学, (2017.5)
- 24) 「ワンチップマイコンを利用した SEM の制御系の開発」, 池田一貴, 菅洋志, 大野輝昭, 日本電子顕微鏡学会第 73 回学術講演会, 札幌(2017.6).

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 25) 「ボイド成長シミュレーションによるSUS304鋼のクリープ損傷評価」, 越川樹, 緒方隆志, 日本材料学会 若手研究発表会 京都(2017.7)
- 26) 「CrMoV 鍛鋼のクリープ疲労寿命に及ぼす切欠き形状の影響」, 小松崎悟, 緒方隆志, 日本材料学会 若手研究発表会 京都(2017.7)
- 27) 「加速化分子動力学法の開発と活性化パラメータの定量化」, 原祥太郎, ワークショップ:レアイベントの計算科学, 静岡, (2017.8) (招待講演).
- 28) 化学工学会東京大会 2017, 齋藤重徳, 仁志和彦, 層流域における大型翼偏心攪拌の動力・混合特性, 東京(2017.8).
- 29) 「CrMoV 鍛鋼環状切欠き材のクリープ疲労条件下の寿命特性」, 池田早希, 緒方隆志, 日本機械学会 2017 年度年次大会 埼玉大学(2017.9).
- 30) 「長期使用改良 9Cr-1Mo 鋼配管溶接部のクリープ損傷評価」\*13, 渡邊章人, 緒方隆志, 日本機械学会 2017 年度年次大会 埼玉大学(2017.9.)
- 31) 「化学気相研磨法を用いた簡便なタングステン微細探針の作製法」, 小椋英里花, 石毛大智, 金子和雅, 菅洋志, 2017 年度精密工学会秋季大会学術講演会, 大阪大学(2017.9).
- 32) 「走査型電子顕微鏡用インパクト駆動機構アクチュエータの開発」, 助川啓太, 立野 真伍, 菅 洋志, 栗原依里, 白山裕也, 2017 年度精密工学会秋季大会, 大阪(2017.9).
- 33) 「電界破断法による Au ナノギャップ電極の結晶性改善」, 鈴木博也, 菅洋志, 角谷透, 内藤泰久, 塚越一仁, 第 78 回 応用物理学会 秋季学術講演会, 福岡(2017.9).
- 34) 「簡便なタングステン探針作成法とそのメカニズム」, 石毛大智, 小椋英里花, 金子和雅, 菅洋志, 第 78 回 応用物理学会秋季学術講演会, 福岡(2017.9).
- 35) 「ものづくり教材としての電子顕微鏡 2」, 池田一貴, 菅洋志, 大野輝昭, 第 78 回 応用物理学会秋季学術講演会, 福岡(2017.9).
- 36) 「ナノギャップ電極のアレイ化に向けたスピンオンガラスを用いた UV ナノインプリント-多層リフトオフプロセスの評価」, 橋口恭平, 鈴木健太, 廣島洋, 菅洋志, 第 78 回 応用物理学会秋季学術講演会, 福岡(2017.9).
- 37) “Pt Nanogap Electrode Fabricated by Two Layer Lift-off UV-NIL and Nanowire- breakdown Process”, Kyohei Hashiguchi, Kenta Suzuki, Hiroshi Hiroshima, Hiroshi Suga, IEEE NMDC 2017, Singapore(2017.10).
- 38) 「長期使用改良 9Cr-1Mo 鋼ボイラ溶接部のミニチュア試験片によるクリープ強度評価」\*14, 山崎洋輝, 緒方隆志, 日本機械学会 2017M&M 材料力学カンファレンス 北海道大学(2017.11).
- 39) 「改良 9Cr-1Mo 鋼環状切欠き試験片のクリープ損傷評価」\*1, 山田勝貴, 緒方隆志, 日本機械学会 2017M&M 材料力学カンファレンス 北海道大学(2017.11).
- 40) “Computational Analysis on Defect Behavior near Surface and Grain Boundaries in Metallic Systems Using Long-Time Atomistic Simulations”, S. Hara, 2017 MRS Fall Meeting, Boston USA(2017.11).
- 41) 「SUS304 鋼のクリープボイド発生・生長に及ぼす多軸応力の影響」, 越川樹, 緒方隆志, 日本機械学会 第 24 期関東支部講演会, 電気通信学(2018.3).
- 42) 「CrMoV 鍛鋼環状切欠き材のクリープ疲労寿命特性」, 小松崎悟, 池田早希, 緒方隆志, 日本機械学会 第 24 期関東支部講演会, 電気通信大学(2018.3).
- 43) 「Ni 基合金 HR6W のクリープ損傷過程における結晶方位解析」\*8, 宮本健太, 緒方隆志, 日本機械学会 第 24 期関東支部講演会, 電気通信大学(2018.3).
- 44) 「ミニチュア試験片による長期使用改良 9Cr-1Mo 鋼管台溶接部のクリープ損傷評価」\*14, 山崎洋輝, 緒方隆志, 日本機械学会 第 24 期関東支部講演会, 電気通信大学(2018.3).
- 45) 「改良 9Cr-1Mo 鋼環状切欠き試験片のクリープ損傷と応力状態の関係」\*1, 山田勝貴, 緒方隆志, 第 24 期関東支部講演会, 電気通信大学(2018.3).
- 46) 「長期使用 2.25Cr 鋼ボイラ管寄せ溶接部のクリープ強度評価」, 垣越隆伸, 緒方隆志, 日本機械学会 第 57 回学生員卒業研究発表会, 電気通信大学(2018.3).
- 47) 化学工学会第 83 年会, 渡邊隼, 川谷佑来, 稲葉達也, 仁志和彦, 邪魔板付き攪拌槽における大型 2 枚パドル翼のラジアル荷重, 大阪(2018.3).
- 48) 化学工学会第 83 年会, 齋藤重徳, 仁志和彦, 層流域における大型翼偏心攪拌の動力および混合特性, 大阪(2018.3).
- 49) 「分子動力学法によるクロム炭化物を含む鉄の変形シミュレーション」, 辻村寿貴, 原祥太郎, 日本材料学会 第 3 回マルチスケール材料力学シンポジウム, (2018.5).
- 50) “Relationship between Fatigue Strength and Surface Characteristics for Machined Parts of Heat-resistant Alloy of Cr-Mo-V steel,” Proc. 18th International Conference of European Society of Precision Engineering and Nanotechnology (EUSPEN), Thang Van Tran, Hideo Takino, and Takashi Ogata, Venice Italy, (2018, 6).
- 51) Creep strength Evaluation of A new and A used grade 91 welded joints by using a miniature specimen”, Takashi Ogata, ASME Pressure Vessel and Piping Conference (2018.7).

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 52) 「種々の切欠き形状を有する改良 9Cr-1Mo 鋼環状切欠き試験片のクリープ損傷評価」\*2, 山田勝貴, 緒方隆志, 日本機械学会 2018 年度年次大会, 関西大学(2018.9).
- 53) 「CrMoV 鍛鋼環状切欠き試験片のクリープ疲労寿命評価法」\*5, 小松崎悟, 緒方隆志, 日本機械学会 2018 年度年次大会, 関西大学(2018.9).
- 54) 「改良 9Cr-1Mo 鋼ボイラ溶接部のクリープ強度特性に及ぼす長期使用の影響」\*14, 山崎洋輝, 緒方隆志, 日本機械学会 平成 2018 年度年次大会, 関西大学(2018.9).
- 55) 「圧電インパクト駆動機構アクチュエータにおける摩擦部の検討と微小変位発生」, 助川 啓太, 工藤 綾子, 菅洋志, 栗原依里, 岩瀬 千克, 作間直史, 白山 裕也, 2018 年度精密工学会秋季大会学術講演会, 1P(B)34, 函館(2018.9).
- 56) 「酸化タングステンの昇華を利用したナノ探針作製法」, 小椋英里花, 石毛大智, 菅洋志, 2018 年度精密工学会秋季大会学術講演会, 2A(B)85, 函館(2018.9).
- 57) 「クリープ変形過程の走査型電子顕微鏡その場観察技術」, 石毛大智, 池田一貴, 菅洋志, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PA6-5, 名古屋(2018.9).
- 58) 「垂直パドル翼の起動トルク」, 仁志和彦, 坂東佑真, 三角隆太, 上ノ山周, 化学工学会第 50 回秋季大会, FF206 (2018.9)
- 59) 「疑塑性流体の層流域における大型翼を用いた偏心攪拌の動力および混合特性」, 齋藤重徳, 飯島達也, 工藤佑希也, 伊藤樹, 仁志和彦, 化学工学会第 50 回秋季大会, FF221 (2018.9)
- 60) 「大型 2 枚パドル翼攪拌における流動状態とトルクおよびラジアル荷重」, 渡邊隼, 川谷佑来, 湯浅穂史, 稲葉達也, 仁志和彦, 化学工学会第 50 回秋季大会, FF308 (2018.9)
- 61) “Starting Torque of Several Impellers”, Nishi, K., S. Watanabe, Y. Kudo, Y. Bando, R. Misumi, M. Kaminoyama, 16th European Conference on Mixing (ECOM16), No. 117, Toulouse, France (2018.9).
- 62) “Vacancy segregation analysis near grain boundaries in metallic systems by long-time atomistic simulations”, S. Hara, the 9th Multiscale Materials Modeling (MMM) conference, Osaka, (2018.10).
- 63) 「エレクトロマイグレーション法によるシングルドメイン金ナノギャップ電極の作製」鈴木博也, 菅洋志, 角谷透, 島久, 内藤泰久, 2018 年日本表面真空学会講演会, 1Ca09, 神戸(2018.11).
- 64) 「吸引プラズマエッチング法を用いた SiO<sub>2</sub> ダイアフラム構造作製技術の開発」, 狩野諒, 菅洋志, 新堀俊一郎, 高橋賢, 久保利隆, 安藤淳, 清水哲夫, 宮脇淳, 2018 年日本表面真空学会講演会, 1Ca09, 神戸(2018.11).
- 65) “TOOL WEAR AND CHIP FORMATION IN TURNING OF HEAT-RESISTANT ALLOY OF Cr-Mo-V FORGED STEEL,” Proc. 33rd American Society for Precision Engineering (ASPE) Annual Meeting, You Kawamura and Hideo Takino, Las Vegas, NV, USA (2018.11).
- 66) 「多軸応力勾配を有する CrMoV 鍛鋼のクリープ疲労寿命評価法」, 小松崎悟, 緒方隆志, 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 S1511002 2018 年度 若手研究者シンポジウム 千葉工業大学(2019.2).
- 67) 「Ni 基合金 HR6W のクリープ疲労損傷過程における結晶方位差解析」\*8, 宮本健太, 緒方隆志, 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 S1511002 2018 年度 若手研究者シンポジウム 千葉工業大学(2019.2).
- 68) 「長期使用 2.25Cr ボイラ溶接部のミニチュア試験片によるクリープ強度評価」, 垣越隆伸, 緒方隆志, 日本機械学会 第 25 期関東支部講演会, 千葉工業大学(2019.3).
- 69) 「SUS304 鋼環状切欠き試験片を用いた応力集中部のクリープ損傷評価」\*7, 越川樹, 緒方隆志, 日本機械学会 第 25 期関東支部講演会, 千葉工業大学(2019.3).
- 70) 「2.25Cr 鋼環状切欠き試験片のクリープ損傷評価」, 笹本優希, 緒方隆志, 日本機械学会 第 58 回学生員卒業研究発表会, 千葉工業大学(2019.3).
- 71) 「改良 9Cr-1Mo 鋼環状切欠き試験片のクリープ疲労寿命特性」, 上山友大, 緒方隆志, 日本機械学会 第 58 回学生員卒業研究発表会, 千葉工業大学(2019.3).
- 72) 「Ni 基超合金 IN738 のクリープ損傷観察と結晶方位計測」\*10, 橋野正太郎, 緒方隆志, 日本機械学会 第 58 回学生員卒業研究発表会, 千葉工業大学(2019.3).
- 73) 「MD 法による高温 Al 結晶粒界の三重点近傍への空孔凝集シミュレーション」, 高野叶多, 原祥太郎, 小林謙一, 山崎泰広, 日本機械学会関東支部講演会(2019.3).
- 74) 「化学気相研磨法による高効率なタングステン探針の作製技術」, 小椋英里花, 磯部裕也, 菅洋志, 2019 年度日本機械学会 関東支部 第 25 期講演会, 18D15, 千葉(2019.3).
- 75) 「スパッタ/反応性イオンエッチングによるマイクロ 流路底面へのナノ構造形成法」, 鈴木聡, 鈴木健太, 廣島洋, 菅洋志, 日本機械学会 関東支部 第 25 期講演会, 18D14, 千葉(2019.3).
- 76) "Resistance Switching Effect in Fullerene Nanowire", Yukiya Umetsu, Zheng Shushu, Hiroshi Suga, Kazuhito Tsukagoshi, MANA international symposium "Toward Perceptive Nanomaterials, Devices and Systems", Tsukuba, Japan, March 04-06(2019).
- 77) 「高温 Al 粒界におけるクリープ変形素過程の原子シミュレーション」, 原祥太郎, 伊藤亮太, 高野叶多, 小

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

林謙一, 山崎泰広, 日本材料学会第 4 回マルチスケール材料力学シンポジウム(2019.5)

78) 「耐熱合金 CrMoV 鍛鋼における疲労強度と表面性状との関係」, 2019 年度砥粒加工学会学術講演会, チャン・バン・タン, 瀧野日出雄, 緒方隆志, 埼玉大学(2019.8)

79) 「耐熱合金鋼 SUS304 における疲労強度と表面性状との関係」, 2019 年度砥粒加工学会学術講演会, 瀧野日出雄, 緒方隆志, 埼玉大学 (2019.8).

80) 「2.25Cr 鋼ボイラ管寄せ溶接部のクリープ強度に及ぼす長期使用の影響」\*15, 垣越隆伸, 緒方隆志, 日本機械学会 令和元年次大会, 秋田大学(2019.9).

81) 「2.25Cr 鋼環状切欠き試験片のクリープ損傷過程と破断特性」, 笹本優希, 緒方隆志, 日本機械学会 令和元年次大会, 秋田大学(2019.9).

82) “Starting Torque of Two Disk Turbines,” Yukiya KUDO, Takanori KANEKO, Kazuhiko NISHI, 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress (APCCHE 2019), PB379, Sapporo, Japan (2019. 9).

83) 「Pt ナノギャップメモリ素子の高温環境下における劣化現象の解明」, 乙津和希, 菅洋志, 塚越一仁, 内藤泰久, 2019 年日本表面真空学会学術講演会, 1P56, つくば(2019.10).

84) 「蒸着時エレクトロマイグレーション法による 3 端子ナノ電極の形成」, 阿部卓也, 菅洋志, 塚越一仁, 内藤泰久, 2019 年日本表面真空学会学術講演会, 2P54, つくば(2019.10).

85) 「撥水性微細構造を備えたダイレクトメタノール形燃料電池流路の気泡排出機能」, 鈴木聡, 鈴木健太, 菅洋志, 2019 年日本表面真空学会学術講演会, 3Hp06S, つくば(2019.10).

86) “Creep damage assessment of 2.25Cr-1Mo steel welded joint by using a miniature specimen”, Takanobu Kakikoshi and Takashi Ogata, American Society of Mechanical Engineers IMECE2019(2019.11).

87) 「ミクロ解析による固体欠陥モデリングとメゾ解析による燃料電池製造プロセス設計」, 原祥太郎, 東京理科大学先進複合材料・構造 CAE 研究部門セミナー(2019.11).

88) 「2.25Cr-1Mo 鋼のクリープ損傷進展に及ぼす多軸応力の影響」, 笹本優希, 緒方隆志, 日本機械学会 第 26 期関東支部講演会, 早稲田大学(2020.3).

89) 「改良 9Cr-1Mo 鋼環状切欠き試験片のクリープ疲労条件下の応力状態と寿命特性」, 上山友大, 緒方隆志, 日本機械学会 第 26 期関東支部講演会, 早稲田大学(2020.3).

90) 「Ni 基超合金 IN738LC のクリープ強度に及ぼす多軸応力の影響」\*10, 橋野正太郎, 緒方隆志, 日本機械学会 第 26 期関東支部講演会, 早稲田大学(2020.3).

91) 「改良 9Cr 鋼被覆アーク溶接継手のミニチュア試験片を用いたクリープ強度評価」, 根岸亮太郎, 緒方隆志, 日本機械学会 第 59 回学生員卒業研究発表会, 早稲田大学(2020.3).

92) 「改良 CrMoV 鍛鋼のクリープ損傷と破断強度」, 吉岡優, 緒方隆志, 日本機械学会 第 59 回学生員卒業研究発表会, 早稲田大学(2020.3).

**【研究テーマ 2】**

93) 「CFRP 積層板の衝撃によるき裂進展挙動と層間破壊じん性の相関性の評価」, 小市泰大, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本材料学会第 64 期学術講演会, 山形大学(米沢キャンパス) (2015.5).

94) 「天然植物繊維強化プラスチック複合材の X 線 CT 撮像観察」, 鈴木浩治, 日本材料学会第 64 期学術講演会, 山形大学(米沢キャンパス) (2015.5).

95) “Impact damage observations of CFRP composite laminates by using X-ray computed tomography”\*16, Kohji Suzuki, 18th International Conference on Composite Structures (ICCS18), # 8887, Lisbon, (2015.6).

96) 「位相最適化コア層を有するサンドイッチ材の試み」, 高石竜也, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本材料学会複合材料部門委員会 2015 年度 JCOM 若手シンポジウム 講演論文集, #1-2, 2 pages, (2015.9).

97) 「位相最適化されたサンドイッチ構造コア形態の構造強度に関する一考察」, 鈴木浩治, 高石竜也, 塚田護公, 高戸谷健, 日本複合材料学会第 40 回複合材料シンポジウム (JSCM40) 講演論文集, #B2-16, 2 pages, (2015.9).

98) 「衝撃損傷させた CFRP 積層板のマイクロフォーカス X 線 CT 撮像を用いた損傷評価の検討」\*16, 鈴木浩治, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本複合材料学会第 40 回複合材料シンポジウム (JSCM40) 講演論文集, #B2-18, 2 pages, (2015.9).

99) 「構造最適化を用いたサンドイッチ構造中層部形態の検討」, 鈴木浩治, 高戸谷健, [No.15-1] 日本機械学会 2015 年度年次大会講演論文集 [2015.9.13-16, 札幌], #J1010203, 4 pages, (2015.9).

100) “Improvement in interfacial bonding between carbon fibers and polypropylene matrix by atmospheric pressure plasma treatment”, M. Tanaka, N. Osawa, T. Kitagawa, M. Kanesaki, H. Saito, S. Osawa, The 14th Japanese-European Symposium on Composite Materials, Kanazawa, Japan (2015.9).

101) 「CFRP 積層板の面外負荷による内部損傷進展プロセスの実験的評価」\*16, 小市泰大, 斉藤博嗣, 金原勲, 第 1 回材料 WEEK 若手学生研究発表会, 京都テルサ(2015.10).

102) “Adaptive ensemble Kalman filter estimation of nonlinear structural systems with unknown noise

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- covariance”, Takeshi Akita, Ryoji Takaki, Nozomu Kogiso, The 26th International Conference on Adaptive Structures and Technologies, Kobe, JAPAN (2015.10).
- 103) 「積層造形により成形された炭素繊維充填熱可塑樹脂複合材の昇温下での静的力学挙動特性」, 鈴木浩治, 日本機械学会第 23 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2015) [2015.11.14-15 東広島市], #128, 4 pages, (2015.11).
- 104) 「サンドイッチ構造コア層の位相最適化による合理的軽量化とその 3D プリント成形の試み」, 塚田護公, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本材料学会複合材料部門委員会第 7 回自動車用途コンポジットシンポジウム, #PS-035, 2 pages, (2015.11).
- 105) “Low-velocity impact damage identifications of CFRP laminates by using topology optimization technique”\*16, Kohji Suzuki, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition (JISSE14), #123, 2 pages, Kanazawa, (2015.12).
- 106) “Mechanical properties of kenaf-PLA composites manufactured by paper-sheet hot press method”, Kohji Suzuki and Isamu Ohsawa, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition (JISSE14), #120, 3 pages, Kanazawa, (2015.12).
- 107) “On sandwich boards made with kenaf-fibers”, Kohji Suzuki and Susumu Arai, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition (JISSE14), #121, 3 pages, Kanazawa, (2015.12).
- 108) “Investigations on morphology of kenaf bast fibers by using X-ray CT images analysis”, Kohji Suzuki and Miki Miyazaki, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition (JISSE14), #133, 3 pages, Kanazawa, (2015.12).
- 109) “Evaluation of propagation process and failure mode of impact-induced damage in CFRP laminates”\*16, H. Saito, Y. Koichi, I. Kimpara, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition, Kanazawa, Japan(2015.12).
- 110) 「CFRP 積層板の繊維配向角がモード I 静的層間破壊じん性におよぼす影響」\*16, 古澤佳樹, 齊藤博嗣, 金原勲, 日本機械学会北陸信越支部学生会第 45 回学生員卒業研究発表講演会, 信州大学工学部 (2016.3).
- 111) 「位相最適化試行による新たなサンドイッチ型 FRP 軽構造様式の検討」, 鈴木浩治, 高戸谷健, 第 7 回日本複合材料会議(JCCM-7)講演論文集, #1D-12, 4 pages, (2016.3).
- 112) 「密度配置試行 FEM 数値解析と実験モーダル解析による積層材の大域損傷同定の試み」, 鈴木浩治, 第 7 回日本複合材料会議(JCCM-7)講演論文集, #2C-04, 3 pages, (2016.3).
- 113) 「マイクロフォーカス X 線 CT 撮像によるケナフ靱皮繊維体強度分布特性評価の高精度化」, 鈴木浩治, 第 7 回日本複合材料会議(JCCM-7)講演論文集, #3A-13, 3 pages, (2016.3).
- 114) 「熱溶解積層造形用炭素繊維充填熱可塑性樹脂の引張強度の寸法依存性」, 鈴木浩治, 山西壮磨, 日本機械学会 関東支部第 22 期総会・講演会 講演論文集, #GS0412, 2 pages, (2016.3).
- 115) 「位相最適化による集中荷重を受けるサンドイッチ軽構造はりの高剛性化」, 塚田護公, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本機械学会 関東学生会第 55 回学生員卒業研究発表講演会 講演論文集, #411, 2 pages, (2016.3).
- 116) 「位相最適化による高剛性サンドイッチ構造形態の解析的検討」, 高石竜也, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本機械学会 関東学生会第 55 回学生員卒業研究発表講演会 講演論文集, #407, 2 pages, (2016.3).
- 117) 「CFRP 積層材の積層構成最適化による振動減衰特性向上に関する基礎研究」, 鈴木恭平, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本機械学会 関東学生会第 55 回学生員卒業研究発表講演会 講演論文集, #510, 2 pages, (2016.3).
- 118) 「CFRP 積層板のその場観察による面外衝撃時の破壊モードの推移に関する研究」\*16, 齊藤博嗣, 名波新悟, 小市泰大, 金原勲, 日本材料学会第 65 期通常総会・学術講演会, 富山大学五福キャンパス (2016.5.27-29).
- 119) “A study on the ensemble Kalman filter noise settings for nonlinear sequential structural system identification”, Takeshi Akita, Ryoji Takaki, Nozomu Kogiso, 12th World Congress on Computational Mechanics, Seoul, KOREA (2016.).
- 120) “On structural forms observed in topology optimized layered and sandwich-type composite beams”, Kohji Suzuki and Takeshi Takatoya, 17th US-Japan Conference on Composite Materials (US-Japan 2016), #82, 6 pages, (2016.8).
- 121) 「位相最適化による構造部材局所の軽量化の試み」, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本航空宇宙学会構造部門第 58 回構造強度に関する講演会講演論文集, #2B10, 3 pages, (2016.8).
- 122) 「CFRP 積層板の衝撃損傷時の破壊モードに関する一考察」\*16, 齊藤博嗣, 名波新悟, 小市泰大, 山本大地, 金原勲, 2016 年度 JCOM 若手シンポジウム, 海峡メッセ下関(2016.8).
- 123) 「サンドイッチ構造はりのコア層に対する位相最適化と 3D プリントによる成形」, 塚田護公, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本材料学会複合材料部門委員会 2016 年度 JCOM 若手シンポジウム講演論文集, #II-5, 2 pages, (2016.8).
- 124) 「CFRP 積層板のダンピングシート挿入による減衰効果」, 鈴木恭平, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本材料学

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 会複合材料部門委員会 2016 年度 JCOM 若手シンポジウム講演論文集, #IV-14, 2 pages, (2016.8).
- 125) 「FRP 複合材積層構造への位相最適化の適用」, 鈴木浩治, 日本機械学会機械力学・計測制御部門 Dynamics and Design Conference 2016(D&D2016)講演論文集, #149, 5 pages, (2016.8).
- 126) 「制振 CFRP 積層板減衰特性に及ぼす積層構成の影響」, 鈴木恭平, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本機械学会機械力学・計測制御部門 Dynamics and Design Conference 2016(D&D2016)講演論文集, #155, 12 pages, (2016.8).
- 127) 「層内樹脂割れを有する CFRP 直交対称積層はりに対する損傷指標の検討」\*18, ○高石竜矢, 鈴木浩治, [No.16-1] 日本機械学会 2016 年度年次大会講演論文集 [2016.9.11-14, 福岡], J0450204, 1 page, (2016.9).
- 128) 「CFRP 積層板の 0° /45° 層間における静的層間破壊じん性の評価」\*17, 古澤佳樹, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本複合材料学会 第 41 回複合材料シンポジウム, 高知工科大学永国寺キャンパス(2016.9).
- 129) 「位相最適化サンドイッチ構造コア層の 3D プリント成形に関する研究」, ○塚田護公, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本複合材料学会第 41 回複合材料シンポジウム(JSCM41)講演論文集, #1C-03, 2 pages, (2016.9).
- 130) 「Cruciform 試験法に基づく CF/PC に関する界面はく離進展挙動の実験的評価」\*18, 山田湧太, 斉藤博嗣, 金原勲, 第 54 回飛行機シンポジウム, ANA クラウンプラザホテル富山(2016.10).
- 131) “On Additive Manufacturing of Green Composites ( 3D Printing of Green Composites with Poly(Lactic Acid), Kenaf Bast/Core Fibers and CNF )”, Kohji Suzuki, 9th International Conference on Green Composites (ICGC9), S08-03, 4 pages, (2016.11).
- 132) 「天然繊維強化プラスチック複合材の成形と機械的特性に関する研究」, 王媛, 鈴木浩治, 日本材料学会複合材料部門委員会第 8 回自動車用途コンポジットシンポジウム, #PS-29, 2 pages, (2016.11).
- 133) 「トポロジー最適化と 3D プリントによる複合材構造の設計および成形の基礎検討」, 鈴木浩治, 日本機械学会第 2 回日本機械学会イノベーション講演会 (i JSME 2016 : Innovation from JSME 2016), #0006, 2 pages, (2016.11).
- 134) 「繊維強化複合材料への位相最適化の適用」, 鈴木浩治, 日本機械学会第 12 回最適化シンポジウム (OPTIS2016) , #1203, 4 pages, (2016.12).
- 135) 「ひずみ計測を用いた構造パラメータの逐次同定に関する一考察」, 秋田剛, 鈴木拓也, 第 32 回宇宙構造・材料シンポジウム, (2016.12).
- 136) 「モノフィラメントを用いた繊維強化熱可塑性樹脂界面の実験的引張強度評価」, 佐藤優成, 山田湧太, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本機械学会北陸信越支部第 46 回学生員卒業研究発表講演会, 金沢大学角間キャンパス(2017.3).
- 137) 「CFRP 積層板 0° /45° 層間におけるモード II 静的層間破壊じん性の評価」\*17, 古澤佳樹, 杉本大輝, 斉藤博嗣, 金原勲, 第 8 回日本複合材料会議(JCCM-8), 東京大学本郷キャンパス(2017.3).
- 138) 「界面引張特性に基づく CF/PA6 積層板メゾ破壊プロセスに関する考察」, 山田湧太, 佐藤優成, 西田圭希, 斉藤博嗣, 金原勲, 第 8 回日本複合材料会議(JCCM-8), 東京大学本郷キャンパス(2017.3.16).
- 139) 「マイクロフォーカス X 線 CT 撮像による CFRP 直交対称積層材層内樹脂割れ損傷検出の試み」\*18, 高石竜矢, 鈴木浩治, 岡太一樹, 松田卓也, 金原勲, 斉藤博嗣, 第 8 回日本複合材料会議(JCCM-8)講演論文集, #1C-15, 3 pages, (2017.3).
- 140) 「密度配置試行型トポロジー最適設計の繊維強化複合材 3D プリント成形への適用に関する一考察」, 鈴木浩治, 第 8 回日本複合材料会議(JCCM-8)講演論文集, #1B-06, 3 pages, (2017.3).
- 141) 「位相最適化コア層を有するサンドイッチはりの力学特性評価」, 塚田護公, 鈴木浩治, 高戸谷健, 望月朝日, 第 8 回日本複合材料会議(JCCM-8)講演論文集, #2B-02, 4 pages, (2017.3).
- 142) 「熱溶解積層造形によるグリーンコンポジットの成形に関する研究 — 素材特性評価, フィラメント混練成形および吐出単繊維機械的特性評価 —」, 鈴木浩治, 王媛, 小林直弥, 日暮大輔, 日本機械学会関東支部第 23 期総会・講演会 講演論文集, GS1001-07, 2 pages, (2017.3).
- 143) 「実験モード解析と FEM 数値解析による制振 CFRP 積層材材料特性の同定」, 鈴木恭平, 鈴木浩治, 菅谷真登, 高戸谷健, 日本機械学会関東支部第 23 期総会・講演会 講演論文集, GS0202-04, 2 pages, (2017.3).
- 144) 「CFRP/アルミ合金貼り合わせ構造はりの 3 点曲げ試験と FEM 数値解析による接着状態推定」, 馬志鵬, 鈴木浩治, 秋田剛, 日本機械学会関東支部第 23 期総会・講演会 講演論文集, GS0202-05, 2 pages, (2017.3).
- 145) 「繊維強化複合材の積層造形に適したトポロジー最適設計に関する基礎検討」, 鈴木浩治, 日本設計工学会 2017 年度春季大会研究発表講演会, (2017.5).
- 146) “Some suggestions for improvement of the topology optimization for additive manufacturing of fiber reinforced composites”, Kohji Suzuki, The 6th JSME/ASME 2017 International Conference on Materials and Processing (ICM&P2017), Los Angeles, USA (2017.6).
- 147) “Finite element numerical modeling for transverse matrix cracks in CFRP cross-ply laminates\*18”, Kohji

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- Suzuki, Hiroshi Saito and Isao Kimpara, The 6th JSME/ASME 2017 International Conference on Materials and Processing (ICM&P2017), Los Angeles, USA (2017.6).
- 148) “A study of evaluation method of mode I static interlaminar fracture toughness in asymmetric CFRP laminates”<sup>\*17</sup>, Y. Furusawa, H. Saito, I. Kimpara, SEM Annual 2017, Conference & Exposition on Experimental and Applied Mechanics, Hyatt Regency Indianapolis(2017.6).
- 149) “Failure Processes in Fiber-Reinforced-Thermoplastic Laminates Based on Interfacial Properties Evaluated by Cruciform Test”, Y. Yamada, H. Saito, I. Kimpara, SEM Annual 2017, Conference & Exposition on Experimental and Applied Mechanics, Hyatt Regency Indianapolis(2017.6).
- 150) “Mechanical properties characterizations of composites made from poly(lactic acid) and milled carbon fibers with a melt mixing extruder for additive manufacturing applications”, Yuan Wang, Naoya Kobayashi, Daisuke Higurashi, Keigo Ishizuka, Kohji Suzuki and Masahiro Hosoya, 21st International Conference on Composite Materials (ICCM21), Xi’an China (2017.8).
- 151) 「静的トポロジー最適化 CFRP シェル構造の振動・座屈挙動の検討」, 鈴木浩治, 日本機械学会機械力学・計測制御部門 Dynamics and Design Conference 2017(D&D2017)講演論文集, (2017.8).
- 152) 「柔軟シートを層間に挿入した CFRP 積層材の振動特性評価と素材特性の同定」, 鈴木恭平, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本機械学会機械力学・計測制御部門 Dynamics and Design Conference 2017(D&D2017)講演論文集, (2017.8).
- 153) 「トランスヴァースクラックを有する CFRP 直交対称積層材の中央加振法による機械インピーダンス測定」<sup>\*18</sup>, 高石竜矢, 鈴木浩治, 斉藤博嗣, 金原勲, 日本機械学会機械力学・計測制御部門 Dynamics and Design Conference 2017 (D&D2017) 講演論文集, (2017.8).
- 154) 「繊維強化結晶性熱可塑性樹脂における界面引張特性およびメゾ破壊メカニズムの検討」, 佐藤優成, 山田湧太, 前川尚輝, 新村航平, 斉藤博嗣, 金原勲, 第 42 回複合材料シンポジウム, 東北大学青葉山キャンパス(2017.9).
- 155) 「SIMP 法による付加製造 CFRP 構造の形状最適化についての基礎検討」, 鈴木浩治, 日本機械学会第 30 回計算力学講演会 (CMD2017) 講演論文集, (2017.9).
- 156) 「SIMP 法により形状最適化されたサンドイッチ構造はりの 3D プリント成形精度の検討」, 塚田護公, 鈴木浩治, 高戸谷健, 日本機械学会第 30 回計算力学講演会 (CMD2017) 講演論文集, (2017.9).
- 157) 「アンサンブルカルマンフィルタを用いたひずみ計測による形状推定に関する研究」, 鈴木拓也, 秋田剛, 第 61 回宇宙科学連合講演会, (2017.10.26 新潟市).
- 158) “A study of evaluation method of Mode I static interlaminar fracture toughness on 0° / 45° interlayer in asymmetric CFRP laminates”<sup>\*17</sup>, Y. Furusawa, H. Saito, I. Kimpara, the 12th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (ISEM 2017), The Kanazawa Theater "Kanazawa Kagekiza"(2017.11).
- 159) “Method for characterization of interfacial tensile strength by using of carbon fiber reinforced thermoplastics”, Y. Yamada, H. Saito, I. Kimpara, the 12th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (ISEM 2017), The Kanazawa Theater "Kanazawa Kagekiza"(2017.11).
- 160) “Mechanical properties of milled carbon fiber reinforced polymeric composites for additive manufacturing applications”, Kohji Suzuki, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11).
- 161) “On 3D printing processing of long kenaf yarn reinforced poly(lactic acid) green composites”, Kohji Suzuki, Keigo Ishizuka and Susumu Arai, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11).
- 162) “On 3D printing of topology-optimized core layers of sandwich beams and their mechanical properties validations”, Morihito Tsukada, Kohji Suzuki and Takeshi Takatoya, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11.28).
- 163) “Mechanical properties of PLA/CF composite filaments for additive manufacturing applications”, Yuan Wang and Kohji Suzuki, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11).
- 164) 「デジタル画像関連法に基づく CFRP 積層板におけるき裂進展挙動の実験的検証」<sup>\*18</sup>, 佐藤優成, 新村航平, 木邑遼太郎, 斉藤博嗣, 金原勲, 第 9 回日本複合材料会議(JCCM-9), 同志社大学京田辺キャンパス(2018.2).
- 165) 「位相最適化サンドイッチ構造梁の 3D プリント成形とその機械的特性評価」, 鈴木浩治, 塚田護公, 高戸谷健, 日本機械学会関東支部 第 24 期総会・講演会 講演論文集, (2018.3.17 調布市).
- 166) 「短炭素繊維強化ポリ乳酸の 3D プリント成形とその機械的特性評価」, 鈴木浩治, ○王媛, 日本機械学会関東支部 第 24 期総会・講演会 講演論文集, (2018.3).
- 167) 「CFRP 制振積層材の形状最適化による構造設計の試み」, 鈴木浩治, 鈴木恭平, 高戸谷健, 日本機械学会関東支部 第 24 期総会・講演会 講演論文集, (2018.3).
- 168) 「CFRP 直交積層材の層内樹脂割れ損傷の進展挙動観察」<sup>\*18</sup>, 鈴木浩治, 高石竜矢, 籠谷悌規, 日本

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

機械学会関東支部 第 24 期総会・講演会 講演論文集, (2018.3).

169) 「部分的に非接着部を有する CFRP 積層複合材料の振動特性測定」, 鈴木浩治, 金子洋介, 日本機械学会関東支部 第 24 期総会・講演会 講演論文集, (2018.3).

170) 「層間に柔軟材を挿入した CFRP 積層材の振動減衰特性評価」, 本山広之, 鈴木浩治, 日本機械学会関東学生会第 57 回学生員卒業研究発表講演会論文集, (2018.3).

171) 「CFRP 複合材の 3D プリント成形と機械的特性評価」, 森田千尋, 鈴木浩治, 日本機械学会 関東学生会第 57 回学生員卒業研究発表講演会論文集, (2018.3).

172) 「光ファイバを用いた炭素繊維複合材の AE 波検出に関する検討」, 末永克樹, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告 EMD2018-5, (2018.5).

173) 「Evaluations Of Mechanical Properties And Internal Imperfections Of Short Carbon Fiber Reinforced Composites For Additive Manufacturing Applications」 (Suzuki) ASME MSEC2018 College Station, Texas,(2018.6).

174) 「FDM 型 3D プリント成形された連続炭素繊維強化アモルファスナイロン複合材の機械的特性」\*20(森田・鈴木ら) 材料学会・JCOM 若手シンポ(2018.7).

175) 「3D PRINTING FEED-STOCK FILAMENT PROCESSING AND MECHANICAL PROPERTIES OF MILLED CARBON FIBER REINFORCED POLY(LACTIC ACID) COMPOSITES」 (Suzuki & Wang) ACCM11,(2018.7).

176) “A Study on Finite Element Model Selection in Sequential State Estimation Based on the Ensemble Kalman Filter”, Takeshi Akita, 13th World Congress on Computational Mechanics, New York, USA (2018.7).

177) 「傾斜材料特性平板の固有振動モード解析」(鈴木・Reddy) 機械学会 D&D2018(2018.8).

178) 「CF/PA6I-PA6T 積層材をスキン層とし PA6 コア層を有するサンドイッチ構造固有振動問題の位相最適化」(鈴木) 機械学会 D&D2018(2018.8)

179) 「層間に柔軟インサートを挿入した CFRP 積層材振動特性の実測と FEM 数値解析」(本山・鈴木) 機械学会 D&D2018(2018.8).

180) 「Topology Optimization for Sandwich Structures with Continuous-CF/PA6I-PA6T Laminates as Skin Layers and PA6 or Short-CF/PA6 as a Core Layer」 (Suzuki) SFF2018 8 月 Austin, Texas

181) 「光ファイバセンサを用いたマルチスケール計測とヘルスマニタリングシステムに関する研究(2) ～分岐光線路用損失型光ファイバセンサの設計～」, 松田健太郎, 倉持亮太, 遠藤隆昭, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-20, (2018.8).

182) 「光ファイバを用いた炭素繊維複合材の AE 波検出に関する検討(2)」, 末永克樹, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-21, (2018.8).

183) 「光ファイバセンサを用いたマルチスケール計測とヘルスマニタリングシステムに関する研究(2) ～分岐光線路用損失型光ファイバセンサの設計～」, 松田健太郎, 倉持亮太, 遠藤隆昭, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-20, (2018.8).

184) 「光ファイバを用いた炭素繊維複合材の AE 波検出に関する検討(2)」, 末永克樹, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-21, (2018.8).

185) 「炭素繊維強化ポリマー積層板中の低エネルギー衝撃損傷観察」\*19(鈴木・斉藤・金原・村山) 機械学会年次大会(2018.9).

186) 「3D プリント成形された連続炭素繊維強化アモルファスナイロンのモード I 層間破壊靱性評価」\*19(松田・鈴木ら) 複合材料シンポジウム(2018.9).

187) 「冷却速度が CF/PA6 積層板における層間はく離修復部のせん断強度に与える影響」, 上田隆利, 草開啓太, 金崎真人, 斉藤博嗣, 鶴澤 潔, 金原 勲, 第 43 回複合材料シンポジウム, 富山国際会議場, (2018.9), B2-3-3.

188) 「熱融着を用いた CFRTP 積層板の片面からの修復に関する基礎的検討」, 金崎真人, 谷本真太郎, 桑原裕介, 上田隆利, 斉藤博嗣, 鶴澤 潔, 金原 勲, 第 43 回複合材料シンポジウム, 富山国際会議場, (2018.9), B2-4-1.

189) 「デジタル画像相関法に基づく CFRP 積層板におけるメゾスケール進展挙動に関する検討」\*18, 佐藤優成, 西田圭希, 木邑遼太郎, 新村航平, 斉藤博嗣, 金原 勲, 第 43 回複合材料シンポジウム, 富山国際会議場, (2018.9), B2-4-4.

190) “Experimental Evaluation of Mode II Interlaminar Fracture on Asymmetric Interlaminar in CFRP Laminates”\*17, H. Saito, Y. Furusawa, I. Kimpara, the 13th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (ISEM'13), Kaohsiung, Taiwan, (2018.10), F05115.

191) “Mechanism of repairing of delamination via thermal fusion bonding in CF/PA6 Laminates” \*17, T. Ueda, S. Oi, K. Kusabiraki, M. Kanesaki, H. Saito, K. Uzawa, I. Kimpara, the 13th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (ISEM'13), Kaohsiung, Taiwan, (2018.10), F05095.

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 192) “Meso fracture mechanism in carbon fiber/epoxy cross-ply laminates based on digital image correlation method”, Y. Sato, Y. Nishida, R. Kimura, K. Shimmura, H. Saito, I. Kimpara, the 13th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (ISEM'13), Kaohsiung, Taiwan, (2018.10), F05096.
- 193) “Fundamental Study on Repair of CFRTP Laminates from One Side using Thermal Fusion Bonding”, M. Kanasaki, S. Tanimoto, Y. Kuwahara, T. Ueda, H. Saito, K. Uzawa, I. Kimpara, the 13th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (ISEM'13), Kaohsiung, Taiwan, (2018.10), A09100.
- 194) “An Efficient Finite Element Model Updating Approach Based on the Ensemble Kalman Filter with System Noise Switching Control”, Takeshi Akita, 69th International Astronautical Congress (IAC), Bremen, Germany (2018.10).
- 195) “Pressure and temperature sensing technique using band-pass filter on fiber-end,” Kentaro Matsuda and Ryo Nagase, ICPT2018, (2018.11).
- 196) 「各種 CFRP 積層板の低速衝撃損傷評価への X 線 CT 観察の適用」\*16(彦坂・市川・鈴木・斉藤・金原) 若手研究者シンポジウム(2019.3).
- 197) 「各種 CFRP 積層材の層間破壊靱性評価に関する研究」\*17(松田・青谷・鈴木・斉藤・金原) 若手研究者シンポジウム(2019.3).
- 198) 「3D プリント積層造形された一方向強化 CFRTP 複合材のモード I 破壊靱性」\*19(松田・青谷・鈴木) 複合材料学会 JCCM-10(2019.3).
- 199) 「3D プリント成形 CFRTP 積層材の内部構造観察と高強度化に向けた一考察」(鈴木・彦坂) 機械学会関東支部講演会(2019.3).
- 200) 「3D プリント積層造形された連続炭素繊維強化複合材の層間はく離き裂先端部の観察」\*19(松田・青谷・鈴木) 機械学会関東支部講演会(2019.3).
- 201) 「3D プリント成形 CFRP 積層材中へのひずみゲージ埋め込みによる成形時および使用時のモニタリング」\*20(森田・高橋・鈴木・村山) 機械学会関東支部講演会(2019.3).
- 202) 「難燃性 CFRP 積層板のモード II 層間破壊じん性および破壊メカニズムに与える高じん化微粒子径の影響」\*17, 菊池涼介, 熊野 睦, 斉藤博嗣, 松本隆之, 金原 勲, 日本機械学会北陸信越支部学生会第 48 回学生員卒業研究発表講演会, 富山大学五福キャンパス, (2019.3), PS2-07.
- 203) 「ECT 試験による CFRP 積層板のモード III 層間破壊じん性および破壊メカニズムの実験的評価と考察」, 片山祐樹, 早川良輔, 佐藤優成, 斉藤博嗣, 金原 勲, 日本機械学会北陸信越支部学生会第 48 回学生員卒業研究発表講演会, 富山大学五福キャンパス, (2019.3), PS2-26.
- 204) 「2 次元デジタル画像相関法に基づく CF/PA6 積層板の損傷・進展挙動の実験的評価」, 上田賢三, 佐藤優成, 斉藤博嗣, 金原 勲, 日本機械学会北陸信越支部学生会第 48 回学生員卒業研究発表講演会, 富山大学五福キャンパス, (2019.3), PS2-47.
- 205) 「CF/PA6 積層板における熱融着条件の差異による結晶化度の変化が融着後力学特性に与える影響」, 西尾周一郎, 草開啓太, 大井慎吾, 上田隆利, 斉藤博嗣, 金原 勲, 日本機械学会北陸信越支部学生会第 48 回学生員卒業研究発表講演会, 富山大学五福キャンパス, (2019.3), PS3-14.
- 206) 「Cruciform 試験法に基づく繊維/樹脂界面の引張特性に関する検討」, 松井 仁, 佐藤優成, 斉藤博嗣, 金原 勲, 日本機械学会北陸信越支部学生会第 48 回学生員卒業研究発表講演会, 富山大学五福キャンパス, (2019.3), PS3-23.
- 207) 「光ファイバを用いた炭素繊維複合材の AE 波検出に関する検討(3)」, 末永克樹, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-49, (2019.1).
- 208) 「光ファイバを用いたひずみセンサの試み」, 倉持亮太, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-62, (2019.3).
- 209) 「BOF を用いた超音波振動検出の試み」, 高橋遼, 末永克樹, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2018-64, (2019.3).
- 210) 「画像計測による変位データを用いた有限要素解析モデルのデータ同化に関する一考察」, 秋田剛, 谷村昭彦, 日本機械学会関東支部 第 25 期総会・講演会 講演論文集, (2019.3).
- 211) 「光ファイバセンサを用いたマルチスケール計測とヘルスマニタリングシステムに関する研究(3) ～DWPR を用いた異なる光ファイバセンサの測定の試み～」, 松田健太郎, 倉持亮太, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2019-4, (2019.5).
- 212) 「可変靱性 CFRP 積層板のプライパス最適化設計」(王・鈴木) 機械学会 D&D2019(2019.8).
- 213) 「中央加振法による制振 CFRP 積層はりの減衰特性評価」(本山・鈴木) 機械学会 D&D2019(2019.8).
- 214) 「Preliminary investigations on fiber orientation control of CFRTP laminates using FDM 3D printer」(Morita・Suzuki) 材料学会・JCOM 若手シンポ(2019.8).
- 215) 「Integral molding and evaluation of sandwich structures with topology optimized core layer by FDM 3D

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- printer」(Takamura・Suzuki) 材料学会・JCOM 若手シンポ(2019.8).
- 216) 「光ファイバ型ひずみセンサの偏波依存性」, 倉持亮太, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2019-32, (2019.8).
- 217) 「BOF センサを用いた圧力測定精度の向上に関する研究」, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告 EMD2019-33, (2019.8).
- 218) 「光ファイバを用いた炭素繊維複合材の AE 波検出に関する検討(4)」, 末永克樹, 高橋遼, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告 EMD2019-35, (2019.8).
- 219) 「3D プリント成形 CFRTP 積層材のモード I 層間はく離破壊靱性に及ぼす繊維配向角の影響」\*19(松田・村上・鈴木) 複合材料シンポジウム(2019.9).
- 220) 「3D プリント成形された連続 CF/アモルファスナイロンのエネルギー吸収能評価」\*19(彦坂・河本・鈴木) 複合材料シンポジウム(2019.9).
- 221) 「ECT 試験による CFRP 積層板のモード III 層間き裂進展の観察」, 片山祐樹, 齊藤博嗣, 金原 勲, 第 44 回複合材料シンポジウム, 岡山理科大学, (2019.9), A112.
- 222) 「Cruciform 試験法を用いた炭素繊維/樹脂間の界面引張強度の実験的評価」, 松井 仁, 齊藤博嗣, 金原 勲, 第 44 回複合材料シンポジウム, 岡山理科大学, (2019.9), A113.
- 223) 「CF/PA6 積層板の結晶化度が熱融着部の力学特性に与える影響」, 西尾周一郎, 草開啓太, 大井慎吾, 上田隆利, 金崎真人, 齊藤博嗣, 金原 勲, 第 44 回複合材料シンポジウム, 岡山理科大学, (2019.9), A203.
- 224) 「連続 CF アモルファスナイロン積層材の熱溶解積層造形と機械特性評価」(鈴木) 機械学会関東支部山梨講演会(2019.10).
- 225) “Study on Loss Variation Measurement of Branched Fibers,” Kentaro Matsuda, Ryota Kuramochi, Takaaki Endo and Ryo Nagase, ICSJ2019, (2019.11).
- 226) 「画像計測を用いた損傷部材の逐次データ同化に関する検討」, 谷村昭彦, 館脇綾乃, 秋田剛, 第 20 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2019) 講演集, (2019.12).
- 227) 「BOF を用いた炭素繊維複合材の衝撃負荷時における AE 波検出の試み」, 高橋遼, 末永克樹, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告 EMD2019-53, (2020.1).
- 228) 「強化繊維の曲線状配向と含有率変化を考慮した可変剛性複合材の設計手法の提案」(王・鈴木・森田) 機械学会関東支部講演会(2020.3).
- 229) 「位相最適化コア層を有する CFRP サンドイッチ梁の 3D プリント成形の検討」(高村・小林・鈴木) 機械学会関東支部講演会(2020.3).
- 230) 「3D プリント成形連続 CFRTP 疑似等方積層材の低速面外衝撃損傷に関する研究」\*19(彦坂・河本・宮本・鈴木) 複合材料学会 JCCM-11(2020.3).
- 231) 「光ファイバを用いた炭素繊維複合材の AE 波検出に関する検討(5)」, 末永克樹, 高橋遼, 松田健太郎, 長瀬亮, 電子情報通信学会技術研究報告 EMD2019-\*\*, (2020.3).

#### <研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況, インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

- ・平成 27 年度 研究成果報告会(千葉工業大学)\*4 <http://www.it-chiba.ac.jp/iig/result/>
- ・平成 28 年度および 29 年度研究成果ポスター発表
- ・研究成果報告シンポジウム(平成 28 年度 千葉工業大学)
- ・平成 29 年度 研究成果報告会(千葉工業大学)\*9, <http://www.it-chiba.ac.jp/iig/result/>
- ・千葉工業大学ホームページにおける研究成果等の公開  
<http://www.it-chiba.ac.jp/iig/result/>
- ・若手研究者シンポジウム(平成 30 年度 千葉工業大学)  
<http://www.it-chiba.ac.jp/iig/result/>
- ・5か年研究成果報告会(令和元年度 千葉工業大学)\*12

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

<これから実施する予定のもの>

- ・最終年度に得られた研究成果の学術誌への論文投稿, 学会発表等の実施

#### 14 その他の研究成果等

- ・北海道電力との共同研究の実施
- ・神戸工業試験場との共同研究の実施

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## 15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

<「選定時」に付された留意事項>

特になし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

特になし

<「中間評価時」に付された留意事項>

特になし

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

特になし

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## 16 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要)

(千円)

年度・区分	支出額	内 訳						備考
		法人負担	私学助成	共同研究機関負担	受託研究等	寄付金	その他( )	
平成27年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	14,850	6,251	8,599				
	研究費	11,651	6,741	4,910				
平成28年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	12,960	5,760	7,200				
	研究費	12,000	6,672	5,328				
平成29年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	14,999	8,630	6,369				
平成30年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	15,000	8,525	6,475				
令和1年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	10,000	5,595	4,405				
総額	施設	0	0	0	0	0	0	0
	装置	0	0	0	0	0	0	0
	設備	27,810	12,011	15,799	0	0	0	0
	研究費	63,650	36,163	27,487	0	0	0	0
総計	91,460	48,174	43,286	0	0	0	0	

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## 17 施設・装置・設備の整備状況（私学助成を受けたものはすべて記載してください。）

《施設》（私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。）（千円）

施設の名 称	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
津田沼校舎2号館研究室	2008	240mm <sup>2</sup>	8	20	0	0	0

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

\_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

《装置・設備》（私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。）

（千円）

装置・設備の名称	備年度	型 番	台 数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
(研究装置)				h			
				h			
				h			
				h			
				h			
(研究設備)							
高温強度評価試験装置	2015	RT-30型	1	30,000	h 8,856	4,733	私学助成
組織観察装置	2015	TM3030plus	1	5,000	h 5,994	3,866	私学助成
卓上形疲労・耐久性試験システム	2016	Acumen1型	1	10,000	h 12,960	7,200	私学助成
				h			
				h			
(情報処理関係設備)				h			
				h			
				h			
				h			

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## 18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 27 年度【研究テーマ1】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	3,305	実験材料	3,305
光 熱 水 費	0		
通 信 運 搬 費	1	送料	1
印 刷 製 本 費	0		
旅 費 交 通 費	7	国内旅費・奨学厚生費	7
報 酬 ・ 委 託 料	62	委託費・雑費	62
(その他)	236	修繕費	236
計	3,611		3,611
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	0		
教育研究経費支出 計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	1,000	レンズ	1,000
教育研究用機器備品	465	ワークステーションタワー	465
教育研究用機器備品	324	ワークステーションノート	324
教育研究用機器備品	264	ノートパソコン	264
図 書	0		
計	2,053		2,053
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

(千円)

年 度	平成 27 年度【研究テーマ2】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	180	実験材料	180
光 熱 水 費	0		
通 信 運 搬 費	0		
印 刷 製 本 費	0		
旅 費 交 通 費	206	国内旅費	206
報 酬 ・ 委 託 料	402	委託費・雑費	402
(その他)	14	諸会費	14
計	802		802
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	97	実験補助	97
教育研究経費支出 計	97		97
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	2,514	光スペクトルアナライザ	2,514
教育研究用機器備品	410	ワークステーション	410
教育研究用機器備品	1,905	ワークステーション	1,905
教育研究用機器備品	259	高精度変形測定装置	259
図 書	0		
計	5,088		5,088
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

(千円)

年 度	平成 28 年度【研究テーマ1】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	2,398	実験材料	2,398
光 熱 水 費	0		
通 信 運 搬 費	6	送料	6
印 刷 製 本 費	0		
旅 費 交 通 費	348	国内外旅費・奨学厚生費	348
報 酬 ・ 委 託 料	284	出版掲載料・謝金	284
(その他)	174	修繕費	174
計	3,210		3,210
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼務職員)	0		
教 育 研 究 経 費 支 出 計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教 育 研 究 用 機 器 備 品	152	レバーヘッド・アナログミューチェッカー	152
教 育 研 究 用 機 器 備 品	270	デジタル/アナログマイクロスコープ	270
教 育 研 究 用 機 器 備 品	156	ノートパソコン	156
教 育 研 究 用 機 器 備 品	594	EB電源	594
教 育 研 究 用 機 器 備 品	882	研磨装置	882
教 育 研 究 用 機 器 備 品	199	一眼デジカメ	199
教 育 研 究 用 機 器 備 品	291	Panasonicレッツノート	291
教 育 研 究 用 機 器 備 品	152	富士通ノートパソコン	152
教 育 研 究 用 機 器 備 品	152	富士通ノートパソコン	152
図 書	0		
計	2,848		2,848
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

(千円)

年 度	平成 28 年度【研究テーマ2】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	1,166	実験材料	1,166
光 熱 水 費	0		
通 信 運 搬 費	6	送料	6
印 刷 製 本 費	0		
旅 費 交 通 費	870	国内外旅費・奨学厚生費	870
報 酬 ・ 委 託 料	462	機器利用料・謝金	462
(その他)	349	諸会費	349
計	2,853		2,853
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼務職員)	33	実験補助	33
教 育 研 究 経 費 支 出 計	0		
計	33		33
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教 育 研 究 用 機 器 備 品	1,890	ファイバセンシングシステム	1,890
教 育 研 究 用 機 器 備 品	1,166	FRP成形装置一式	1,166
図 書	0		
計	3,056		3,056
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

(千円)

年 度	平成 29 年度【研究テーマ1】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	3,239	実験材料	3,239
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	3	送料	3
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	792	国内外旅費	792
報 酬 ・ 委 託 料	1,509	外注費・謝金	1,509
(その他)	428	賃借料・諸会費	428
計	5,971		5,971
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	0		
教育研究経費支出	0		
計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	486	サタケミキシングトルクメーター	486
教育研究用機器備品	235	ワークステーション	235
教育研究用機器備品	144	Siフォトダイオードアレイ	144
計	865		865
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

(千円)

年 度	平成 29 年度【研究テーマ2】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	2,329	実験材料	2,329
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	8	送料	8
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	936	国内外旅費	936
報 酬 ・ 委 託 料	501	外注費・謝金	501
(その他)	860	賃借料・諸会費	860
計	4,634		4,634
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	48	実験補助	48
教育研究経費支出	0		
計	48		48
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	577	ダイナミック信号集録	577
教育研究用機器備品	176	BTOパソコン(デスク)	176
教育研究用機器備品	169	BTOパソコン(デスク)	169
教育研究用機器備品	323	BTOパソコン(ノート)	323
教育研究用機器備品	226	カシオデジタルカメラ(ブラック)	226
教育研究用機器備品	452	グラフテック 他	452
教育研究用機器備品	1,080	制御BOX	1,080
教育研究用機器備品	224	ミニチュアハンマーアセンブリ&コネクタ	224
教育研究用機器備品	254	デジタル一眼レフカメラ	254
計	3,481		3,481
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

(千円)

年 度	平成 30 年度【研究テーマ1】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	2,575	実験機器・材料等	2,575
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	2	送料・輸送費	2
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	1,305	国内外旅費	1,305
報 酬 ・ 委 託 料	2,465	外注費・ソフト保守料等	2,465
(その他)	1,032	機械借用料・学会参加	1,032
計	7,379		7,379
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	0		
教育研究経費支出 計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	173	モバイルPC	173
教育研究用機器備品	336	アナログ出力モジュール他	336
教育研究用機器備品	211	PHメーターハンディタイプ他	211
教育研究用機器備品	350	開放系低温恒温水循環装置	350
教育研究用機器備品	648	振動攪半機	648
教育研究用機器備品	724	1軸テスラメータ	724
教育研究用機器備品	179	アキシアルプローブ/スタンダードタイプ(軸長/15cm)	179
図 書	0		0
計	2,621		2,621
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

(千円)

年 度	平成 30 年度【研究テーマ2】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	1,278	実験材料等	1,278
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	3	輸送費	3
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	2,183	国内外旅費	2,183
報 酬 ・ 委 託 料	162	外注費	162
(その他)	524	賃借料・諸会費	524
計	4,150		4,150
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	0		
教育研究経費支出 計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	850	バイポーラ電源	850
図 書	0		0
計	850		850
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

(千円)

年 度	令和 1 年度【研究テーマ1】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	2,029	実験材料他	2,029
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	0		0
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	851	国内外旅費	851
報 酬 ・ 委 託 料	853		853
(その他)	701	賃借料・諸会費・修繕費	701
計	4,434		4,434
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	0		
教育研究経費支出	0		
計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	400	マイクロバブルジェネレーター	400
教育研究用機器備品	176	ダイヤフラムポンプ	176
図 書	0		0
計	576		576
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		

(千円)

年 度	平成 1 年度【研究テーマ2】		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	1,771	実験材料他	1,771
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	0		0
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	324	国内外旅費	324
報 酬 ・ 委 託 料	212		212
(その他)	452	賃借料・諸会費	452
計	2,759		2,759
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	0		
教育研究経費支出	0		
計	0		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	260	D/Aコンバータ	260
教育研究用機器備品	275	水中音響トランスデューサ専用アンプ・電源ボックス	275
教育研究用機器備品	339	ワークステーション	339
教育研究用機器備品	693	ワークステーション	693
教育研究用機器備品	261	eX.computer ノートPC	261
教育研究用機器備品	403	デジタル一眼レフカメラ	403
図 書	0		0
計	2,231		2,231
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	0		