

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

## 研究進捗状況報告書の概要

### 1 研究プロジェクト

学校法人名	千葉工業大学	大学名	千葉工業大学
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		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

### 2 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。設備機器の維持管理において安全性を確保し、さらには信頼性のある寿命延伸を実現するためには、より定量的で高精度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onitoringへの応用」では、高分子基複合材料を対象とし、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精度に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。

### 3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

【研究テーマ1】フェライト系合金鋼を対象に、平滑材および環状切り欠き材を用いて、クリープならびにクリープ疲労試験を計画通り実施した。クリープ疲労条件下のマクロ損傷評価法として、既存の評価法に比べ、新たな評価法である非線形累積損傷則によって寿命を精度よく評価できることを確認した。単軸および多軸応力下のマイクロなクリープ損傷(ポイドの発生・成長)の進行過程を走査型電子顕微鏡により明らかにした。報告者らの提案するポイド成長シミュレーション手法によって、単軸および多軸応力下のポイドの発生・成長を予測できることが検証された。これにより、これまで困難であった実際の機器のクリープ損傷の進行に伴うポイドの発生・成長過程を定量的に予測することが可能となった。また、ニッケル基合金ならびに改良 9Cr 鋼溶接部を対象にクリープ試験を実施し、ポイドの発生・成長過程を明らかにした。現在、これらのマイクロ損傷評価法について検討を行っている。

【研究テーマ2】航空機構造材料として欠かせないCFRP積層材の低速衝撃損傷問題・衝撃後圧縮残留強度(CAD)問題を中心に据え、さらに個別損傷問題としてCFRP積層材のトランスバースクラック問題および層間はく離問題を適宜織り交ぜながら、CFRP積層材の損傷機構の解明と損傷の発生・進行を高精度に予測できるマルチスケール損傷評価法に関して、超音波探傷を重用する既存体系の更新を目指した。また、全く新しい高分子基複合材料の成形手法として付加製造(additive manufacturing, AM)、いわゆる3Dプリンタを用いた連続炭素繊維強化熱可塑性樹脂(連続CFRTP)に着目した。FDM型3Dプリンタにて成形された連続CFRTP積層造形材の機械的特性を把握した。さらにAM成形の利点を活かして、各種ひずみ・損傷モニタリングセンサを3Dプリンティング埋め込みし、その検出精度の検証や検出信号の活用方法の予備的な検討までを実施した。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

**平成 27年度選定「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」  
研究進捗状況報告書**

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	機械電子創成工(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	機械電子創成工(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	機械電子創成工(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

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

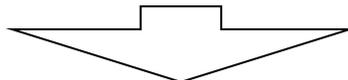
斉藤 博嗣	金沢工業大学 准教授	複合材料の損傷評価	損傷機構の解明
-------	------------	-----------	---------

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

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 研究進捗状況(※ 5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劣化が進行しており、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onitoring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、出張費等の清算、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) 進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び\*を付すこと。

< 現在までの進捗状況及び達成度 >

#### 【研究テーマ1】

研究テーマ1では、計画通り1, 2年度は主としてフェライト系合金鋼であるCrMoV鋼のマクロ損傷評価法の改良、マイクロ損傷評価法の開発に取り組み、3年度から計画していたNi基合金の同様な研究に加え、

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

外部評価委員の指摘を踏まえて、改良 9Cr 鋼溶接部のクリープ(時間とともに変形が進む現象)損傷評価法に関する研究も計画を前倒して進めている。これまでに得られた主要な成果を以下に要約する。

### 1.1 フェライト系合金鋼のマクロ損傷評価法の改良

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が異なる数種のクリープ疲労試験(1 回ごとにひずみを保持する疲労試験)を寿命(試験片の破損)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疲労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、本研究のクリープ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かった。一方、研究代表者らが提案する“非線形累積損傷則(損傷メカニズムを考慮した方法)”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。\*1これより、クリープ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、本項目における目標が達成された。

実機で長期間使用されたフェライト系合金鋼の強度変化を調べるため、火力発電所において 30 万時間以上使用された CrMoV 鋳鋼製蒸気弁を対象に、硬さおよびシャルピー衝撃試験を実施した。その結果、高温下で長期間使用されることにより、炭化物の粗大化や転位の回復などの組織変化を生じ、顕著な軟化を呈するものの、衝撃特性は低下しておらず、これまで危惧されていた機器の破壊に影響を及ぼすような脆化は生じていないことが明らかとなった。\*2これらに加えて、CrMoV 鍛鋼の表面状態が疲労損傷に及ぼす影響に関する研究にも取り組んでおり、これまでに表面粗さ値が大きくなるほど疲労寿命が低下することなどが明らかになっている。

フェライト系合金の損傷評価法の検討を進める中で、副次的な成果として、丸棒引張型試験片で世界でも最小の直径 1mm の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た。CrMoV 鍛鋼から同ミニチュア試験片を作製し、アルゴンガス中でクリープ試験を実施することにより、標準サイズ試験片と同等の結果が得られること、クリープ損傷を受けた材料からミニチュア試験片を切出して、試験をすることによって、クリープ損傷の程度を判定できることを示した。\*3さらに、フェライト系合金鋼である改良 9Cr 鋼溶接部の狭小領域である溶接金属や熱影響部から採取したミニチュア試験片を用いて、これまでに得られていなかったこれらの部位のクリープ変形特性を明らかにした。\*4これにより、高温機器溶接部の有限要素法による応力解析の精度を向上させることが可能となった。

### 1.2 フェライト系合金鋼のミ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プ試験を実施し、損傷状態を新たに導入したミクロ組織観察装置により詳細に観察した。破断までの時間の 10%程度の時間で粒界上にクリープ損傷の特徴である球状のポイド(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明らかとなった。観察結果に基づいてポイド成長機構を考察し、ポイド周りの原子の拡散に加え、結晶粒のクリープ変形と周りの結晶粒からの拘束を受けてポイドが成長することを考慮した、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、ポイドの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予測できることが検証された。\*5

CrMoV 鍛鋼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)の傷(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。\*6多軸応力状態となる切欠き試験片の最小断面(切欠き部)において、R=0.5mm では、切欠き表面近傍で、R=2.0mm 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明らかとなった。切欠き試験片の有限要素応力解析結果より、これは同部位で試験片の軸方向応力が最も大きくなるとともに、周方向、

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

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、その要因として示唆された。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切欠き試験片で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  $2.0\text{mm}$  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。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。\*6(別紙 1 参照)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。本項目については、当初の計画がほぼ達成されたと判断する。

よりミクロな現象の解明に資するため、透過型電子顕微鏡での観察試料作製法として、吸引プラズマ法を応用したエッチング技術によって、電子線透過膜の高速な製作技術を開発した。また、画像計測による膜厚計測とガス分圧制御により、エッチングの精度を  $100\text{nm}$  程度まで精緻化することができた。\*7

### 1.3 Ni 基超合金のクリープ損傷過程の解明

将来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観察および結晶の方位を調べるための電子線散乱パターン(EBSD)計測を実施した。その結果、結晶粒界上をポイドが発生・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、結晶間の方位差は、クリープ損傷の進行とともに大きくなる傾向にあることから、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。本項目については、当初の計画通りに進捗している。

現象解明の基礎研究として、Ni 基合金のクリープ変形機構を明らかにするため、分子動力学(原子や分子の運動を計算する学問)を用いた高温変形解析を実施した。Ni 基合金におけるクロム(Cr)や鉄(Fe)元素の拡散を高温引張条件下でシミュレーションした結果、低応力側では粒界拡散が変形の支配的機構であり、母相材料内における添加元素の拡散特性と変形特性が強く関連することが明らかとなった。

### 【研究テーマ2】

これまでの進捗状況と得られた主要な成果を以下に要約する。

#### 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。\*10 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、研究後半の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

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

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。\*11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。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。\*11

- (1) 静的引張試験について、90° 層応力カーヒズミ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

本研究後半の柱となるサブテーマである、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にも着手した。まずは 3D プリンタ(Mark Two)により連続 CF/PA6I-PA6T 複合材を成形し、その機械的特性を評価した。\*12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。

- (1) 一方向 0° 積層材に対する応力カーヒズミ線図は、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ティ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 熱可塑複合材とナイロン単体と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、そのような層間のはく離がほとんど生じないことがその大きな理由であり、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)をマイクロドロッ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。

### <特に優れた研究成果>

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駆けて成功した。これらの結果をとりまとめて投稿した論文(13 - 10)が、独創性、学術性を評価され平成 29 年度の

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

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。

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。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、損傷評価をできる可能性が広がった。

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とその妥当性と適用限界に関する検討を実施してきことは既存研究例の少ないオリジナルな研究成果であると考えられる。

#### <問題点とその克服方法>

・多軸応力場でのボイド発生・成長過程は明らかになったが、クリープおよびクリープ疲労条件下の巨視き裂が発生するまでの寿命評価法が明らかになっていない。

(克服方法) 切欠き部の応力・ひずみ状態の解析結果と実験で得られた寿命との関係を考察し、これまで提案されている手法の適用性、改良方法等を明らかにする。

・通用 CFRP 積層材の損傷評価に関して、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。

(克服方法) 供試体に対する超音波探傷と研磨断面の光学顕微鏡観察を実施する。

#### <研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。)>

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強度評価法は、本プロジェクトにおいて今後データの蓄積を図り、高温機器のクリープ損傷評価への適用が可能な準非破壊評価法としての実用化を目指す。

#### <今後の研究方針>

これまでのところほぼ計画通り進捗しているため、今後も研究者間の交流・情報交換を積極的に行い、ニッケル基合金ならびに改良 9Cr 鋼溶接継手のマイクロ・マクロ損傷評価法の開発、ならびに通常および熱可塑 CFRTP 積層材の損傷評価法と構造ヘルスマonitoring法の開発を目指す。

#### <今後期待される研究成果>

・ニッケル基合金のクリープ疲労条件下におけるマイクロ損傷進行過程を明らかにし、それに基づいて損傷評価法が開発され、従来に比べ損傷の評価精度が向上する。

・改良 9Cr 鋼溶接継手のクリープ条件下のボイド発生・成長予測への、ボイド成長シミュレーション手法の適用性が明らかとなり、実機ボイラ溶接配管溶接部の損傷進行の定量的な評価が可能になる。

・高分子基複合材料の X 線 CT を用いた新しい損傷評価手法が提案され、超音波探傷など既存の非破壊検査との組み合わせにより、損傷評価の精度や信頼性が向上する。

・光ファイバセンサなどによる構造ヘルスマonitoringと 3D プリント成形との組み合わせにより、既存の構造ヘルスマonitoring技術のポテンシャルをさらに引き出した新技術の可能性を示す。

#### <自己評価の実施結果及び対応状況>

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 佐野教授を内部評価委員とする内部評価を実施した。評価委員より、進捗状況、成果の達成度等については適切である旨の評価がなされた。一方、研究者間のさらなる連携が推奨されたことを受け、積極的な共同推進を促し、共同でのポスター発表等を実施している。

#### <外部(第三者)評価の実施結果及び対応状況>

本研究分野に精通した酒井信介教授(東大(3年目から三枝利紀氏(北海道電力)に交代)、小林謙一教授(千葉大)、末益 博志(上智大)、熊澤 寿氏(航空宇宙研究開発機構)の 4 名を外部評価員とし、3 回の外部評価委員会を開催した。評価委員からは、研究は計画に沿って順調に進捗し、価値のある研究成果が得られつつあると評価された。また、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、今後より一層密な情報交換の場を設けていくこととしたい。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。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

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>

<p>【研究テーマ1】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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).</li> <li>2) 「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」*2, 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).</li> <li>3) “Development of simple fabrication meth of SiO<sub>2</sub> diaphragm using inward plasma etching” *7, R. Kanou, <u>H. Suga</u> et al., Journal of the Vacuum Society of Japan 60, pp.148-152(2016).</li> <li>4) "An Accurate Method to Determine the Through-plane Electrical Conductivity and to Study Transport Properties in Film Samples", Qingshuo Wei, <u>Hiroshi Suga</u>, Ichitaka Ikeda, Masakazu Mukaida, Kazuhiro Kirihara, Yasuhisa Naitoh, and Takao Ishida, Organic Electronics 38, pp.264-270 (2016).</li> <li>5) "Highly stable, extremely high-temperature, nonvolatile memory based on resistance-switching in polycrystalline Pt-nanogaps", <u>Hiroshi Suga</u>, Hiroya Suzuki, Yuma Shinomura, Shota Kashiwabara, Kazuhito Tsukagoshi, Tetsuo Shimizu, and Yasuhisa Naitoh, Scientific Reports 6, 34961 (2016).</li> <li>6) 「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).</li> <li>7) “Torque and Horizontal Load on an Agitating Shaft in an Eccentric Mixer with a MAXBLEND Impeller in a Turbulent State”, <u>Nishi, K.</u>, K. Sonoda, R. Misumi and M. Kaminoyama, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 49, No. 12, pp.973-978 (2016).</li> <li>8) “Starting Torque of Vertical Paddle Impellers”, <u>Nishi, K.</u>, Y. Bando, R. Misumi and M. Kaminoyama, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 50, No. 9, pp.677-683 (2017).</li> <li>9) “Investigation of Torque and Horizontal Load on a Paddle Impeller in Eccentric Mixing”, Tanabe, H., <u>K. Nishi</u>, R. Misumi and M. Kaminoyama, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 51, No. 3, pp.197-202 (2018).</li> <li>10) 「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」*6, 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).</li> <li>11) 「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」*5, 緒方隆志, 材料, Vol.66, No.1, pp.43-50(2017).</li> <li>12) 「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」*4, 緒方隆志, 知脇圭祐, 材料, Vol.66, No.2, pp.93-100(2017).</li> <li>13) “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, <u>S. Hara</u> and N. Shikazono, Int. J. Hydro. Energy, 42, 12601-12614(2017).</li> <li>14) “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, <u>S. Hara</u> and N. Shikazono, J. Power Sources, 346, pp.103-112 (2017).</li> <li>15) “Investigation of Microstructural Change of Nickel-Yttria Stabilized Zirconia Anode during Oxidation and Reduction Based on Three Dimensional Reconstruction”, T. Shimura, Z. Jiao, <u>S. Hara</u> and N. Shikazono, J. Electrochem. Soc., 164(2), F, pp.147-153 (2017).</li> <li>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).</li> <li>17) “Homogeneity and representativeness analyses of solid oxide fuel cell cathode microstructures”, Z. Yan, <u>S. Hara</u> and N. Shikazono, Int. J. Hydro. Energy, 42, 30166-30178 (2017).</li> </ol>
--

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 18) "Damage-free polymer surface modification employing inward-type plasma"\*7, 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」\*7, 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」, \*4, 緒方隆志, 渡邊章人, 材料, Vol.67, No.6 (2018).(印刷中)
- 24) “Eccentric Mixing with MR203 and MR205 Impeller in a Laminar State”, Nishi, K., S. Saito and Y. Kudo, J. Chem. Eng. Japan (2018)(印刷中)
- 25) "Pt nanogap electrode fabrication by two-layer lift-off UV-NIL and nanowire breakdown", Kyohei Hashiguchi, Kenta Suzuki, Hiroshi Hiroshima, Hiroshi Suga, Transactions on nanotechnology(2018).(投稿中)
- 26) 「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, 日本機械工学論文集 (2018)(投稿中)

#### 【研究テーマ 2】

- 27) 「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」, 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).
- 28) “Residual flexural strength after impact for textile carbon fiber reinforced polycarbonate laminates”, H. Ozaki, H. Saito, M. Nakada, Y. Miyano, Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol.34, No.10, pp.830-838 (2015).
- 29) 「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).
- 30) “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).
- 31) 「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).
- 32) 「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」, 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, (2018)(印刷中).
- 33) 「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, (2018)(印刷中).

#### <図書>

なし

#### <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」\*4, 知脇圭祐, 緒方隆志, 日本機械学会 2016 年度年次大会,

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 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」\*7, 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」\*7, 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」\*4, 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」\*8, 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」\*4, 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).
  - 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

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

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」, 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」\*7, 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」\*4, 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」, 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 鋼のクリープポイド発生・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」\*4, 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」, 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).

## 【研究テーマ 2】

- 49) 「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).
- 50) 「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).
- 51) “Impact damage observations of CFRP composite laminates by using X-ray computed tomography”, Kohji Suzuki, 18th International Conference on Composite Structures (ICCS18), # 8887, Lisbon, (2015.6).
- 52) 「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).
- 53) 「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,

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 2 pages, (2015.9).
- 54) \* 「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」, 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).
- 55) 「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」 \* 10, 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).
- 56) “Improvement in interfacial bonding between carbon fibers and polypropylene matrix by atmospheric pressure plasma treatment”, M. Tanaka, N. Osawa, T. Kitagawa, M. Kanasaki, H. Saito, S. Osawa, The 14th Japanese-European Symposium on Composite Materials, Kanazawa, Japan (2015.9).
- 57) 「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」, 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).
- 58) “Adaptive ensemble Kalman filter estimation of nonlinear structural systems with unknown noise covariance”, Takeshi Akita, Ryoji Takaki, Nozomu Kogiso, The 26th International Conference on Adaptive Structures and Technologies, Kobe, JAPAN (2015.10).
- 59) 「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).
- 60) 「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).
- 61) “Low-velocity impact damage identifications of CFRP laminates by using topology optimization technique”, Kohji Suzuki, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition (JISSE14), #123, 2 pages, Kanazawa, (2015.12).
- 62) “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).
- 63) “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).
- 64) “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).
- 65) “Evaluation of propagation process and failure mode of impact-induced damage in CFRP laminates”, H. Saito, Y. Koichi, I. Kimpara, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition, Kanazawa, Japan(2015.12).
- 66) 「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」, 古澤佳樹, 斉藤博嗣, 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).
- 67) 「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).
- 68) 「密度配置試行 FEM 数値解析と実験モ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).
- 69) 「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).
- 70) 「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).
- 71) 「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).
- 72) 「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).
- 73) 「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).
- 74) 「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」, 斉藤博嗣, 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).
- 75) “A study on the ensemble Kalman filter noise settings for nonlinear sequential structural system

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

identification”, Takeshi Akita, Ryoji Takaki, Nozomu Kogiso, 12th World Congress on Computational Mechanics, Seoul, KOREA (2016.).

76) “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).

77) 「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).

78) 「CFRP 積層板の衝撃損傷時の破壊モードに関する一考察」, 斉藤博嗣, 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).

79) 「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).

80) 「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).

81) 「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).

82) 「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).

83) 「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」, ○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).

84) 「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」, 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).

85) 「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).

86) 「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」, 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).

87) “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).

88) 「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).

89) 「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).

90) 「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).

91) 「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, 鈴岡拓也, 第 32 回宇宙構造・材料シンポジウム, (2016.12).

92) 「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」, 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).

93) 「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」, 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).

94) 「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).

95) 「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」, 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).

96) 「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).

97) 「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).

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

- 98) 「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).
- 99) 「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).
- 100) 「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).
- 101) 「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).
- 102) “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).
- 103) “Finite element numerical modeling for transverse matrix cracks in CFRP cross-ply laminates”, Kohji Suzuki, Hiroshi Saito and Isao Kimpara, The 6th JSME/ASME 2017 International Conference on Materials and Processing (ICM&P2017), Los Angeles, USA (2017.6).
- 104) “A study of evaluation method of mode I static interlaminar fracture toughness in asymmetric CFRP laminates”, Y. Furusawa, H. Saito, I. Kimpara, SEM Annual 2017, Conference & Exposition on Experimental and Applied Mechanics, Hyatt Regency Indianapolis(2017.6).
- 105) “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).
- 106) “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).
- 107) “On a few additional considerations for applying density-type topology optimization to the case of additive manufacturing of fiber reinforced composites”, Kohji Suzuki, 21st International Conference on Composite Materials (ICCM21), Xi'an China (2017.8).
- 108) 「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).
- 109) 「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).
- 110) 「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」, 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).
- 111) 「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).
- 112) 「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).
- 113) 「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 プリンタ成形精度の検討」, 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).
- 114) 「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).
- 115) “A study of evaluation method of Mode I static interlaminar fracture toughness on 0°/45° interlayer in asymmetric CFRP laminates”, 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).
- 116) “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).
- 117) “Mechanical properties of milled carbon fiber reinforced polymeric composites for additive manufacturing applications”, Kohji Suzuki, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

(JISSE15), Tokyo (2017.11).
118) “On 3D printing processing of long kenaf yarn reinforced poly(lactic acid) green composites”, <u>Kohji Suzuki</u> , Keigo Ishizuka and Susumu Arai, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11).
119) “On 3D printing of topology-optimized core layers of sandwich beams and their mechanical properties validations”, Morihiro Tsukada, Kohji Suzuki and Takeshi Takatoya, 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11.28).
120) “Mechanical properties of PLA/CF composite filaments for additive manufacturing applications”, Yuan Wang and <u>Kohji Suzuki</u> , 15th Japan International SAMPE Symposium and Exhibition (JISSE15), Tokyo (2017.11).
121) 「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」, 佐藤優成, 新村航平, 木邑遼太郎, 齊藤博嗣, <u>金原勲</u> , 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).
122) 「位相最適化サンドイッチ構造梁の3Dプリンタ成形とその機械的特性評価」, <u>鈴木浩治</u> , 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).
123) 「短炭素繊維強化ポリ乳酸の3Dプリンタ成形とその機械的特性評価」, <u>鈴木浩治</u> , 〇王媛, 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).
124) 「CFRP 制振積層材の形状最適化による構造設計の試み」, <u>鈴木浩治</u> , <u>鈴木恭平</u> , 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).
125) *「CFRP 直交積層材の層内樹脂割れ損傷の進展挙動観察」, <u>鈴木浩治</u> , 高石竜矢, 籠谷悌規, 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).
126) 「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」*11, <u>鈴木浩治</u> , 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).
127) 「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, <u>鈴木浩治</u> , 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).
128) 「CFRP 複合材の3Dプリンタ成形と機械的特性評価」*12, 森田千尋, <u>鈴木浩治</u> , 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).

#### <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  
ホームページで公開している場合には, URL を記載してください。

##### <既に実施しているもの>

・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/>

・平成27年度 研究成果報告会(千葉工業大学)\*1 <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/>

##### <これから実施する予定のもの>

・平成30年度 31年度研究成果ポスター発表

・研究成果若手シンポジウム(平成31年2月ごろ)

・研究成果最終報告会(平成32年3月ごろ)

#### 14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文, 学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また, 上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには \* を付してください。

・北海道電力との共研

・神戸工業試験場との共研\*4

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

・中国電力との共研

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

<「選定時」に付された留意事項>

なし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

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				
総額	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	27,810	12,011	15,799	0	0	0	
	研究費	38,650	22,043	16,607	0	0	0	
総計	66,460	34,054	32,406	0	0	0	0	

## 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>

(様式1)

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1511002

《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	整備年度	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			
(研究設備)				h			
高温強度評価試験装置	2015	RT-30型	1	6,000	8,856	4,733	私学助成
組織観察装置	2015	TM3030plus	1	1,000	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	2,000	12,960	7,200	私学助成
				h			
				h			
(情報処理関係設備)				h			
				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	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	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 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 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	0		
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 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 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	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	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 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 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	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 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 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		