

MATERIALS and PROCESSING



Materials and Processing
Division Newsletter June 2024

NO.67



日本機械学会
機械材料・材料加工部門ニュースレター

部門長の挨拶



第 102 期部門長

松本 良
(大阪大学)

この度、第 102 期日本機械学会機械材料・材料加工 (M&P) 部門の部門長を拝命いたしました。赤坂大樹副部門長 (東京工業大学)、坂井建宣部門幹事 (埼玉大学) をはじめ、部門運営委員の皆様、各技術委員会・広報委員会の委員の皆様、そして学会事務局・近藤愛美様にご協力を仰ぎながら、部門運営・活動に取り組む所存です。部門、学会の活性化および会員の皆様へのサービス向上に努めますので、皆様からのご指導、ご協力、何卒、よろしくお願い申し上げます。

2023 年 5 月の新型コロナウイルス感染症の 5 類感染症移行後、初めての新年度を迎えました。各種行事や部門の運営について、コロナ禍以前の従来の方式とコロナ禍で培った非常時の方式を織り交ぜた方式が、2023 年度までの試行・移行期間を経て、2024 年度は定着へ向かうものと予想されます。コロナ禍中のオンライン中心の運営方式では、交流や協議が制限され、多角的な議論を要する事案、例えば、部門や行事の将来計画を十分に協議できない状態が続いていましたが、2024 年度は解消できることを期待するとともに解消することに努めたいと思っています。そのためには委員の皆様はじめ多くの会員の皆様が集う機会を設けることが重要と考えていますので、現在、準備中の 2024 年度の主な講演会について以下に記します。

まず 9/8 (日) ~ 11 (水) に愛媛大学にて開催予定の 2024 年度年次大会は、第一技術委員会を中心に多数の特別企画やオーガナイズドセッション (OS) を準備いただいております。また部門同好会も開催し、2023 年度部門賞・部門一般表彰の授賞式を執り行う予定です。11/1 (金) ~ 3 (日) には第 31 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P 2024) を富山大学にて開催予定であり、第二技術委員会を中心とした実行委員会に準備いただいております。こちらは 2023 年度の材料力学 (M&M) 部門とのコロケーション (同会期・同会場) 開催に引き続き、2024 年度は M&M 部門との合同 OS を準備中です。両部門が関係する研究・開発テーマについて、互いの学術領域との情報共有・交換できる絶好の機会であり、M&M 部門で活動されている方々との交流も可能です。一方、国際会議に目を向けますと、12/5 (木) ~ 7 (土) に 7

th Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP 2024) をインド工科大学 (IIT) マドラス校 (インド・チェンナイ) にて開催予定であり、第二技術委員会内に設置された組織委員会に準備いただいております。ASMP はアジア各国を中心とする機械材料、材料加工、特性評価等の各分野の研究者・技術者が集い、講演発表を通じて、国際交流の場となることを意図した国際会議です。また第 3 回 (ASMP 2012) 以来の IIT マドラス校での開催であり、研究環境、街並み等の 12 年前からの変化や、インドの現在の活気を肌で感じることができる絶好の機会となることが予想されます。これらの講演会が会員同士の交流、情報交換や講演発表の有益な機会となるべく、部門運営委員会一丸となって準備する所存ですので、皆様のカレンダーにこれらの講演会日程を書き込んでいただけましたら幸いです。特に M&P 2024 および ASMP 2024 での講演発表は各種表彰の対象予定ですので、若手会員や学生会員の皆様の積極的なご参加をお待ちしております。

さて、2023 年度に学会本部に提出した本部門の重点活動項目の中に、「産業界への貢献」、「大学と企業との交流の推進」があります。これらは応用・実用研究領域も含む本部門の特長でもあり、これまで以上に強化したい点でもあります。前述の M&P 2024 では、企業所属会員が開発されたあるいは開発中の新技術、新装置等をご紹介いただける新技術開発フォーラムのセッションを設ける予定です (もちろん一般セッションでの講演発表も歓迎いたします)。また第八技術委員会を中心にご準備いただきます M&P サロンの多くは企業所属の技術者・研究者から技術・研究話題をご提供いただき、産学連携のきっかけ作りを目指しています。同じく第八技術委員会を中心にご準備いただきます講習会は産業界でのニーズを考慮したテーマ設定ですので、社内の若手教育、中堅技術者・研究者のリスクリングにご活用いただけることを期待しています。このように企業、大学、学会ともにウィン・ウィン・ウインの関係を構築できるよう部門運営を進めてまいります。

同じく重点活動項目の中に「部門間交流」があります。これは前述の M&P 2024 での M&M 部門との合同 OS のほかに、本部門、計算力学部門の 2 部門合同から始まった講習会があります。2024 年度からは M&M 部門も加わり、3 部門合同 (2024 年度は本部門が幹事部門) の講習会「機械材料・材料加工のシミュレーション・計測と力学 (第 4 回)」を 6/18 (火) にオンラインで開催予定ですので、奮ってご参加ください。このような部門間交流を通じて、部門外に本部門のプレゼンスを示すと同時に、部門内に新風を吹き込む所存です。

以上、部門行事紹介の色が濃くなりましたが、人口減少に起因する会員減少の波が押し寄せる中、本部門のさらなる活性化のためには、より多くの会員の皆様に部門行事に参画・参加いただくことが最重要と考えています。多くの会員の皆様に部門運営・活動に関心を持っていただけるよう全力投球しますので、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

部門長退任の挨拶



第 101 期部門長

佐々木 元
(広島大学)

松本良第 101 期副部門長、山崎泰広部門幹事をはじめ、部門委員会・各種技術委員会の皆様、そして機械材料・材料加工部門の活動にご参加、ご協力いただいた皆様のおかげで、大過なくなんとか無事に務めを終えることが出来ました。ご協力、ご支援に心より感謝申し上げます。

昨年度より、新部門制の本実施がスタートし、特に、部門間の交流を活発にする仕組みづくりが求められるようになりました。当部門においても他部門との積極的な交流を促進する為に様々な活動を行ってきました。特に 2023 年度 M&P 講演会は、M&M との कोरोケーションとして 2023 年 9 月 27-29 日に筑波大学で開催したことは部門として大きな試

みでした。M&M 側との合同委員会を立ち上げながら、試行錯誤の中で、何とか無事、大会を成功させることができました。一方で、 कोरोケーションによる実のある実績を得るための課題も見えてきております。M&M 側とは、今後の कोरोケーション活動の活性化の為のワーキングを立ち上げ、今後の交流方針、計画について話し合っていく事としました。また、講習会では、他部門との共催も企画しており、今後、M&M のみならず、様々な部門との共催事業を実施していく流れが出てきています。

一方、世の中の活動を一変させたコロナ禍も落ち着きを取り戻し、昨年度は、多くの行事で対面形式を採用したり、懇親会を行ったりとほぼコロナ前の活動ができるようになりました。また、コロナ禍で利用した WEB 会議システムを種々の会議や、講習会・講演会などに利用し、多忙な皆様の活動支援も可能になりました。ただ、コロナ禍前には、盛大に行っていた拡大運営委員会後の、懇親会には、出席いただける方の人数が少なくなり、自由闊達な意見交換ができなくなっていることは少々、残念でもあり、今後の課題でもあると思います。また、コロナ禍で中断していた歴代部門長懇談会を 3 月初旬に 4 年ぶりに開催することが出来、歴代部門長より今後の活動に反映できるようなご意見を多数伺うことができたことは、有益であったと感謝しております。

私自身は、今後、部門を支える側として日本機械学会および機械材料・材料加工部門の発展に陰ながら尽力し、世の中の進歩に貢献していこうと考えております。変わらぬご指導、ご鞭撻の度、よろしく願いたします。

第 102 期部門代議員

北海道地区

加藤 博之 (北海道大学)

東北地区

千葉 翔悟 (株式会社斉藤光学製作所)

関東地区

大橋 隆弘 (国士舘大学)

梶川 翔平 (電気通信大学)

梶野 智史 (産業技術総合研究所)

久保田正広 (日本大学)

小林 重昭 (足利大学)

坂井 建宣 (埼玉大学)

瀧澤 英男 (日本工業大学)

半谷 禎彦 (群馬大学)

柳迫 徹郎 (工学院大学)

山崎 泰広 (千葉大学)

山田 浩之 (防衛大学校)

吉原正一郎 (芝浦工業大学)

東海地区

木村 康裕 (名古屋大学)

佐藤 尚 (名古屋工業大学)

仲井 朝美 (岐阜大学)

西田 政弘 (名古屋工業大学)

秦 誠一 (名古屋大学)

北陸信越地区

佐々木朋裕 (新潟大学)

増田 健一 (富山大学)

関西地区

大谷 章夫 (京都工芸繊維大学)

倉嶋 寛貴 (川崎重工業株式会社)

田邊 大貴 (神戸市立工業高等専門学校)

和田 明浩 (大阪産業大学)

中国四国支部

杉尾健次郎 (広島大学)

高橋 学 (愛媛大学)

九州地区

廣田 健治 (福岡工業大学)

森田 繁樹 (佐賀大学)

第 102 期部門委員

部門長

松本 良 (大阪大学)

副部門長

赤坂 大樹 (東京工業大学)

部門幹事

坂井 建宣 (埼玉大学)

運営委員

井原 郁夫 (長岡技術科学大学)

伊與田宗慶 (大阪工業大学)

上田 政人 (日本大学)

大石 正樹 (株式会社佐藤鉄工所)

大竹 尚登 (東京工業大学)

大津 雅亮 (福井大学)

荻原 慎二 (東京理科大学)

加藤 博之 (北海道大学)

岸本 哲 (東京理科大学)

岸本 喜直 (東京都市大学)

坂口 雅人 (岐阜大学)

櫻井 淳平 (名古屋大学)

佐々木 元 (広島大学)

佐藤 知広 (関西大学)

品川 一成 (九州大学)

清水 和紀 (三協立山株式会社)

張 楠 (長岡技術科学大学)

燈明 泰成 (東北大学)

野老山貴行 (名古屋大学)

中尾 航 (横浜国立大学)

中谷 隼人 (大阪公立大学)

秦 誠一 (名古屋大学)

平田 祐樹 (東京工業大学)

船塚 達也 (富山大学)

松崎 亮介 (東京理科大学)

宮下 幸雄 (長岡技術科学大学)

安井 利明 (豊橋技術科学大学)

柳迫 徹郎 (工学院大学)

山崎 泰広 (千葉大学)

若山 修一 (東京都立大学)

委員会

総務委員会

委員長 松本 良 (大阪大学)
副委員長 赤坂 大樹 (東京工業大学)

広報委員会

委員長 梶川 翔平 (電気通信大学)
副委員長 山崎 泰広 (千葉大学)

第一技術委員会 (年次大会)

委員長 高橋 学 (愛媛大学)
副委員長 加藤 博之 (北海道大学)

第二技術委員会 (M&P 関係)

委員長 増田 健一 (富山大学)
副委員長 佐藤 知広 (関西大学)

第三技術委員会 (表彰関係)

委員長 小林 訓史 (東京都立大学)
副委員長 宮下 幸雄 (長岡技術科学大学)

第四技術委員会 (国際交流関係)

委員長 細井 厚志 (早稲田大学)
副委員長 櫻井 淳平 (名古屋大学)

第五技術委員会 (分科会・研究会関係)

委員長 青野 祐子 (東京工業大学)
副委員長 燈明 泰成 (東北大学)

第六技術委員会 (将来計画関係)

委員長 荒尾与史彦 (早稲田大学)
副委員長 中谷 隼人 (大阪公立大学)

第七技術委員会 (Journal 関係)

委員長 山田 浩之 (防衛大学校)
副委員長 岸本 喜直 (東京都市大学)

第八技術委員会 (企画・産学交流関係)

委員長 梶野 智史 (産業技術総合研究所)
副委員長 平田 祐樹 (東京工業大学)

第 31 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P 2024) 開催のお知らせ

第 2 技術委員会 (M&P 担当)

委員長 増田健一 (富山大学)

2024 年 11 月 1 日 (金) ~ 3 日 (日) の日程で、機械材料・材料加工部門主催の第 31 回機械材料・材料加工部門技術講演会 (M&P 2024) を富山大学・五福キャンパスにて対面形式で開催いたします。前回の材料力学部門 (M&M) とのコロナセッション開催で得られた繋がりを活かし、今回も M&M との合同セッションを予定しています。コロナ禍以前の活発な活動に近づけるべく、技術講演会、新技術開発フォーラム、若手ポスターシンポジウムに加えエクスカッションを実施する準備を進めております。これらの詳細は本ウェブサイトにて、逐次、情報発信いたします。多くのご参加をお待ちしております。

詳細は下記 M&P 2024 のウェブサイトにて、お知らせいたします。

<https://jsmempd.com/conference/mpdconf/2024/>

申し込み等締切日程 (予定)

2024 年 7 月 12 日 講演申込締切
2024 年 8 月 30 日 予稿集原稿締切

連絡先

実行委員長: 増田 健一 (富山大学)
E-mail: masuda@engu-toyamaac.jp



富山大近くから見える立山連峰

幹事: 船塚 達也 (富山大学)

E-mail: funazuka@engu-toyamaac.jp

The 7th Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP 2024) 開催のお知らせ

ASMP 2024 General Chair 宮下幸雄 (長岡技術科学大学)

2024 年 12 月 5 日 (木) ~ 7 日 (土) の 3 日間の日程で、第 7 回機械材料・材料加工技術に関するアジアシンポジウム (The 7th Asian Symposium on Materials and Processing, ASMP 2024) を、インド・チェンナイにありますインド工科大学マドラス校 (IIT マドラス) で開催いたします。このシンポジウムは、タイ・バンコク (2006 年)、マレーシア・ペナン (2009 年)、インド・チェンナイ (2012 年)、インドネシア・ロンボク (2015 年)、タイ・バンコク (2018 年)、マレーシア・クアラルンプール (2022 年、オンライン開催) に続く第 7 回目のシンポジウムです。ASMP はこれまでに、機械材料、加工、評価の各分野の研究者や技術者に国際交流の場を提供してまいりました。ASMP 2024 でも、研究ネットワーク構築、国際共同研究の推進などを目指し、先端の材料、加工、評価技術に関する情報交換や活発な議論が行われることを期待しています。チェンナイは「インドのデトロイト」とも呼ばれる自動車産業を中心とした産業都市であり、日本企業も多く進出しています。また、IIT マドラスはインドのトップクラスの工学系大学であり、シミュレーションやプロセスモニタリングなど IoT 技術を取り入れた最先端のものづくりを産学連携で進めております。2022 年に日印国交樹立 70 周年を迎えたインドと日本の両国にとっ

て、日本機械学会機械材料・材料加工部門がインドで国際シンポジウムを開催することは、今後ますます重要となる科学技術での両国の国際協力をより強固にすると考えます。多くの学生、技術者、研究者の皆様にはシンポジウムへのご参加をお願いいたします。なお、チェンナイ近郊には、世界遺産「マハーバリプラムの建造物群」もあり、歴史や豊かな自然を感じることもできます。ぜひ、この機会に、多くの方々にインド・チェンナイに足をお運びいただきたいと思います。

General Chair:

R. Gnanamoorthy, IIT マドラス

M. Kamaraj, IIT マドラス

宮下幸雄, 長岡技術科学大学

Symposium Secretary:

Samiksha Moharana, IIT マドラス

張楠 (Nan Zhang), 長岡技術科学大学

テーマ:

- Advanced Materials

- Metals, Ceramics, Polymers and Composites

- Smart Materials and Structures, Functional Materials

- Surface Engineering, Thin Films and Coatings – Adhesion and Interface, Welding and Bonding
- Powder Metallurgy
- Sustainable Materials
- Advanced Manufacturing
- Additive Manufacturing
- Nanofabrication and Nano/Micro/Meso-Manufacturing Processes
- Materials Processing Forming, Casting and Machining
- Sustainable Manufacturing
- Processing and properties
- Micro and Nano Technology in Materials and Processing
- Mechanical Properties, Fracture and Reliability
- Dynamic Behavior of Materials and Structures
- Materials Characterization and Measurement Techniques
- Non-Destructive Testing and • Evaluations, Monitoring and Sensing Technology
- Sustainable Material- Processing Characterization and Properties
- Modeling, Analysis and Simulation in Materials and Processing

主な日程 (予定)

アブストラクト締切: 2024年8月30日 (金)

参加登録締切 (早期):

2024年10月30日 (水)

参加登録締切 (通常):

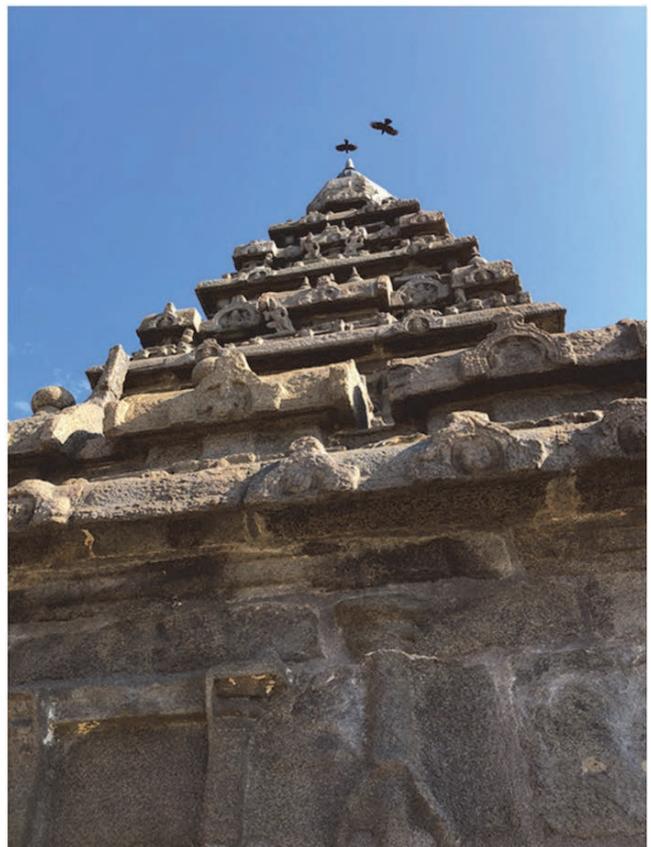
2024年11月10日 (日)

ホームページ: <https://www.asmp2024.com/>

問合せ先

・張楠 (Nan Zhang), 長岡技術科学大学

Email: nanzhang@vosnagaokautac.jp



世界遺産、マハーバリプラム

部門分科会・研究会活動報告

「ナノカーボン複合材料の高性能化に関する研究会」
主査: 川田宏之 (早稲田大学)

本研究会は、ナノカーボン材料の一つであるカーボンナノチューブの高度利用技術に焦点を当てた産官学の参加者で構成されている研究会です。本研究会では、関心あるテーマの一つとして、紡績可能なマルチウォールカーボンナノチューブ (CNT) から、ポスト炭素繊維の代替品の開発があります。また、他のナノカーボン材料の利用可能な技術の探索も研究対象としていて、幅広く活動しております。研究会では、現在 20 名強の会員で活動しています。

2023 年度もコアメンバーとして、静岡大の井上・島村先生のグループ、岡山大の林先生、東北大の山本先生のグループがそれぞれ活動しております。残念ながら全員が一同に会する研究会は開催できませんでしたが、それぞれのグループが、昨年度の成果を上回る結果を挙げていて、今後の成果が期待できます。一方で、全体の方向性として、新たに溶融紡糸法による CNT 糸の成形に着手し、基盤法とは異なる紡糸法に挑戦しています。CNT の溶媒として超酸である CSA (クロロスルホン酸) を用いる手法が最終目標ですが、この紡績法は高純度な CNT を供試材として用いることが可能、また CNT だけに限定されないナノ材料の成形が可能となる点が魅力です。成形に関しては、紡糸の専門である信州大の後藤先生の協力を得ております。

本研究会での最終的な数値目標は高強度炭素繊維の強度 (東レ T 700 相当) と同等となっています。なお、研究会へのご参加等のお問い合わせは、主査の川田宏之 (kawada@waseda.jp) までご連絡下さい。

「高分子基複合材料の成形加工に関する研究会」
主査: 小林訓史 (東京都立大学)

繊維強化プラスチック (FRP) は、製品の力学的特性が成形時の様々なパラメータに依存するため、金属材料と比較して特性のばらつきが生じやすく、取り扱いが難しい材料です。本研究会は、2016 年 7 月に設置され、FRP をはじめとした高分子基複合材料の成形と特性の関係について、成功例などの良い事例だけでなく、失敗例を含めたデータベースの構築を通して、本材料の取り扱いをより容易にするため、検討を重ねてきました。これまでのワークショップにおける議論を通じて、繊維基材への樹脂含浸のしやすさを表す浸透係数の測定についてベンチマーク策定を行い、再現性の高い測定法を構築してきました。今年度より、連続繊維強化熱可塑性樹脂複合材料 (cCFRTP) についても、基材を提供し、各機関にて評価を行うラウンドロビン試験を始めました。また、ワークショップにおける様々な講演を通して、産学の交流を深めています。

昨年度はコロナ禍の状況を鑑みつつ、対面 (ハイブリッド) で 4 回のワークショップを行いました。

第 23 回ワークショップ

(2023 年 3 月 28 日, 島根大学 次世代たたら協創センター)

- 平山尚美 (島根大学)「Fe 基アモルファス合金の微細構造解明にむけた理論研究」
- 森本卓也 (島根大学)「繊維強化ゴムの屈曲疲労」
- 坂口雅人, 荒川陸 (サレジオ高専)「熱間鍛造を用いた TCP/PLA 複合材料スクリュウの力学的特性に及ぼす鍛造条件の影響」
- 中谷隼人 (大阪市立大学)「Permeability 測定について」

- て一大阪市立大学の事例]
- 小林訓史 (東京都立大学)「Permeability 測定について—東京都立大学の事例」
- 宮武典馬 (京都工芸繊維大学)「Permeability 測定について—京都工芸繊維大学の事例」

第 24 回ワークショップ

(2023 年 6 月 10 日, 日本大学 理工学部駿河台校舎)

- 大島草太 (東京都立大学)「CFRP の層内樹脂割れに対する亀裂進展抵抗の評価」
- Mohammad Fikry, 荻原慎二 (東京理科大学)「An extended variational model for stress analysis in composite laminates with ply discontinuity」
- 小林訓史 (東京都立大学)「繊維不連続部を有する UD-CFRP の強度に及ぼすオーバーラップ長さの影響」
- 勝間田紗英, 小笠原俊夫 (東京農工大学)「ドーム・シリンドラ接着型 CFRP 水素タンクにおける継手構造の強度評価」
- 伊村信祐, 中谷隼人 (大阪公立大学)「繊維不連続部周辺の微小損傷蓄積による CFRP 積層板の擬似的延性」
- Mohammad Fikry (東京理科大学)「Permeability 測定について—東京理科大学」
- 宮武典馬 (京都工芸繊維大学)「Permeability 測定について—京都工芸繊維大学の事例」

第 25 回ワークショップ

(2023 年 9 月 7 日, 藤倉コンポジット 原町工場)

- 大谷章夫 (京都工芸繊維大学)「局所加熱をもちいた FRTP 積層板の新規曲げ加工法に関する研究」
- 小山昌志 (明星大学)「CFRP 製フライホイールの VaRTM 法成形に向けた流動解析の基礎検討」
- 上田政人 (日本大学)「キンクバンドの局所化を考慮した一方向 CFRP の圧縮強度予測」
- 上田政人 (日本大学)「3D プリント CFRP における

柔軟設計と高剛性設計」

- 川岸広樹, Mohammad Fikry (東京理科大学)「Permeability 測定について—東京理科大学の事例」
- 大谷章夫 (京都工芸繊維大学)「Permeability 測定について—京都工芸繊維大学の事例」
- 工場見学 (カーボンゴルフシャフトの製造)

第 26 回ワークショップ

(2023 年 12 月 22 日, 宮崎市民プラザ)

- 木之下広幸 (宮崎大学)「廃ガラス繊維強化プラスチックの再利用に関する研究」
- 大谷章夫 (京都工芸繊維大学)「繊維直接投入射出成形を用いた天然繊維含有成形品における繊維分散状態および力学的特性に関する研究」
- 井尻孝政 (東京都立大学)「超音波照射下の水中高速噴流処理を用いた技術による材料表面の高機能化」
- 中谷隼人 (大阪公立大学)「CFRTP 積層板に対するピアスナット取り付けの試み」
- 川岸広樹, Mohammad Fikry (東京理科大学)「Permeability 測定について—東京理科大学の事例」
- 大谷章夫 (京都工芸繊維大学)「Permeability 測定について—京都工芸繊維大学の事例」

本年も 4 回程度のワークショップと第 32 回機械材料・材料加工技術講演会でのオーガナイズドセッション (高分子材料を用いた成形加工) の企画を予定しております。

現在検討している面内浸透係数測定法のベンチマーク策定についてはある程度の結果が得られており、論文の形で発表する準備をしています。また冒頭で述べましたが、企業様のご厚意により、cCFRTP の中間基材をご提供頂き、成形性や特性評価に関する検討も始めております。

次回ワークショップは 6 月、次々回は 9 月に対面での開催を予定しております。ご興味をお持ちの方は小林 (koba@tmuac.jp) まで随時御連絡お願いいたします。

2023 年度部門賞・部門一般表彰の受賞者決定

第 101 期第 3 技術委員会 (表彰関係) 委員長
大津雅亮 (福井大学)

当部門では、機械材料・材料加工関連の学術的・技術的分野の発展あるいは当部門の運営において、多大なる貢献をされたと認められる方々を表彰しています。第 3 技術委員会 (表彰関係) における厳正かつ公正な審査の結果、以下の方々が 2023 年度の受賞候補者として推挙され、部門運営委員会にて受賞が決定されました。授賞式は、本年 9 月に愛媛大学にて開催される 2024 年度年次大会期間中の部門同好会において、受賞者の皆様をお迎えして開催を予定しております。受賞者の皆様、誠におめでとうございます。

■部門賞 (功績賞) 宮下幸雄 (長岡技術科学大学)

■部門賞 (業績賞) 燈明泰成 (東北大学)

■部門賞 (国際賞) 小林訓史 (東京都立大学)

■部門一般表彰 (優秀講演部門)

- 赤坂大樹 (東京工業大学)
「ガラスとシリコン上に形成したアモルファス炭素膜のレーザー照射による接合」(M&P 2023)
- 青木卓哉 (宇宙航空研究開発機構)
「フィルムボイリング法により試作した SiC 繊維強化 SiC 基複合材料の微視組織と力学特性」(M&P 2023)
- 小谷政規 (宇宙航空研究開発機構)
「SiC/SiC 複合材料に対するタルボ・ロー干渉計による損傷検知能力」(M&P 2023)
- 上田政人 (日本大学)
「繊維初期不整角のばらつきを考慮に入れた一方向 CFRP

の圧縮強度予測」(M&P 2023)

■部門一般表彰 (奨励講演論文部門)

- 嶋貴研人 (株式会社 豊田中央研究所)
「館—三浦の多面体によるマルチセル構造を充填したパイプのエネルギー吸収特性評価」(M&P 2023)
- 佐野光哉 (名古屋大学大学院)
「Ga 固溶 Fe ナノ結晶軟磁性合金薄膜の磁歪特性」(M&P 2023)

■部門一般表彰 (新技術開発部門)

- 大石正樹 (株式会社 佐藤鉄工所) (M&P 2023)
「引抜・ロール連続成形による CFRTP 構造部材の高速成形」

■若手優秀講演フェロー賞 (当部門選定)

- 福家稔 (大阪工業大学)
「Fe/Al 異材抵抗スポット溶接における IMC 形成状態に及ぼす外部冷却の影響」(M&P 2023)
- 大野萌佳 (東京理科大学)
「ZrO₂ 系ハイエントロピーセラミックスの熱的特性に及ぼす安定化剤の影響」(M&P 2023)
- 荻谷香楓 (東京都立大学)
「スラリーコーティングを用いた金属バインダジェット積層造形体の高密度化手法の提案」(M&P 2023)

■部門一般表彰 (国際貢献部門)

該当なし

○部門賞（功績賞）：1件



「功績賞を受賞して」

長岡技術科学大学
宮下 幸雄 氏

この度は荣誉ある機械材料・材料加工部門功績賞を賜り光栄に存じます。これまでに学会活動を通じてご指導、ご支援賜りました多くの方々へ心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

機械材料・材料加工部門には、恩師であります武藤陸治先生のご指導により学生の頃から本部門が関連する学会・OS等に参加させていただき、勉強させていただいておりました。そして、服部俊雄先生が設立された機械材料・材料加工部門「締結・接合部のプロセスと信頼性評価研究会」(2002年11月-2005年10月)・機械材料・材料加工部門P-SCD「締結・接合・接着部のCAEモデリング及び評価技術の構築研究分科会」(2006年5月-2009年3月)、RC-D「締結・接合・接着部のCAEモデリング・解析・評価システム構築研究分科会」(2009年4月-2011年4月)では幹事を務めさせていただきました。これらの研究会・分科会活動には、大学関係者だけではなく多くの企業の方々もご参加いただいております。関連する講習会も企画させていただき、学会の意義や産学連携について多く学ばせていただきました。部門の運営に関しては、2007年度に第6技術委員会(将来計画関係)幹事、2008年度に第5技術委員会(分科会・研究会関係)幹事、2009年度および2010年度に広報委員会幹事、2011年度に広報委員会委員長、2012年度に第6技術委員会(将来計画関係)幹事、2013年度に第6技術委員会(将来計画関係)委員長、2014年度に部門幹事および総務委員会幹事、2015年度に第4技術委員会(国際交流関係)委員長を務めさせていただき、またほかに運営委員としても参加させていただいております。この度、功績賞を賜り、これまでの自身の部門活動を振り返りますと、私自身が本部門に勉強させていただき、育てていただいたことばかり思い出されますが、そのような中、微力ながらもお役に立てておりましたことに存じますのは国際交流関係の活動です。とくにASMPに関しては、2012年インド、2015年インドネシア、2018年タイ、2022年マレーシア(オンライン)と企画・運営に参加させていただきました。ASMPは、研究成果を発表して意見交換を行う目的とともに、国際的な研究ネットワークの構築を目指しております。我が国の経済や安全保障の面でも重要性が増すアジア地域の国々の科学技術分野での今後の発展に対しても、本部門の柱であります「機械材料」「材料加工」「特性評価」は重要であり、本部門の影響力と貢献は大きいと考えております。また他の活動としまして、年次大会や部門講演会では、溶接・接合関係のOSを企画させていただいており、毎回多くの方々にご参加いただき盛会となっております。溶接・接合はものづくりに不可欠であり、材料、プロセス、信頼性評価、が関わっていることから、本部門の特徴を活かした産学連携の研究交流の場をご提供できていることと期待しております。これからも本部門活動を通じて学んだことを活かし、学会や部門の発展に微力ながらも貢献したいと考えております。とくに、学生や若手の研究者・技術者の皆様へ、私自身が経験させていただき、「学会が楽しい」と感じていただけるような活動を推進したいと思っております。本部門のますますの発展を祈念いたしますとともに、引き続きご指導賜りますようよろしくお願い申し上げます。

○部門賞（業績賞）：1件



「業績賞を受賞して」

東北大学
燈明 泰成 氏

この度は、荣誉ある日本機械学会機械材料・材料加工部門業績賞を賜り、大変光栄に存じます。関係各位の皆様方、日頃より部門活動においてお世話になっております皆様方に改めて厚く感謝御礼を申し上げます。

私は新しい材料システムを創るために優れた物理的諸特性と幾何学的特徴を有する細線や薄膜といった微細な材料を「つくる」、またこれを使いこなすための研究をしています。例えば細線の力学特性を「しらべる」ことについて、原子拡散現象を利用して作製したAIウイスカの引張強度がバルクのその10倍以上であることを実測しています。またこの研究から派生して、外形寸法に依らない変形能を比較した時、人間の爪が毛髪よりも曲がり易いことを報告しています。微細な材料を「つなぐ」ことについて、直径1 μm 以下(毛髪の直径のおよそ1/100)の細線同士の接触部に直流電流を付与することで同接触部をジュール熱により接合することに成功しています。微細な材料を「つかう」ことについて、アルコールの種類と濃度を識別するためのナノワイヤ溶液センサや、Fe板にAl薄膜を蒸着した薄板型熱発電機を開発し、実用化を目指して研究しています。また材料システムの性能を司る薄層の健全性評価のために、音響共鳴現象を利用した超音波計測法を開発しています。これは音波が薄層を通過する際、音圧透過率・反射率が周波数依存性を示し、両者が共鳴周波数において極値をとる現象であり、これを利用して薄層の音響物性値や膜厚の2次元分布を取得することに成功しています。

上述の様な研究の発表の場として、正に本部門が相応しく、オレゴンでのICM&P 2011に参加させていただきまして以降、国際(ICM&P・ASMP)・国内会議(M&P)に参加させていただいております。高強度な細線は時に加工性を低下させますが、これを改善するためにジュール熱により結晶粒を成長させた成果に対して2015年度部門一般表彰(優秀講演論文部門)を賜りましたことは大変な励みとなりました。

部門活動では2013~2017年度、2023年度に運営委員会委員を務めさせていただき、これまでに第2,5,7,8技術委員会委員を経験させていただきました。バンコクで開催されたASMP 2018ではScientific and Program CommitteeのChairを務めさせていただき、併せて同シンポジウムのMechanical Engineering Journal特集号のEditor in chiefを務めさせていただきました。実行委員長を務めさせていただきましたM&P 2021はコロナ禍のためオンライン開催となりましたが、皆様方の多大なるご支援の下、通常規模の222名の参加者と161件の講演を賜りましたことは感謝の念に堪えません。2022年度より日本機械学会学術誌のSMMカテゴリエディタを務めさせていただいております。アソシエイトエディタ、校閲者としてご協力いただいております皆様方にはこの場をお借りしまして改めて感謝申し上げます。

最後になりますが、今後も微細材料の利活用と評価に関する研究活動に精進しますと共に、部門活動・運営にも協力させていただき、本部門の発展に貢献できるよう、微力ながら努めさせていただきたいと考えております。部門の皆様方におかれましては、今後共ご指導ご鞭撻の程、何卒宜しくお願い申し上げます。

○部門賞（国際賞）：1件

「国際賞を受賞して」

東京都立大学
小林 訓史 氏

この度は、機械材料・材料加工部門の部門賞（国際賞）をいただき、誠にありがとうございます。本受賞はICM&P 2022への貢献に対するものと理解しております。ICM&P 2022にご協力いただいた部門の皆様、講演者の皆様、参加者の皆様に心より感謝申し上げます。

ICM&P 2023はコロナ明けの最初の部門の対面（ハイブリッド）で行う技術講演会となり、さらにこれまで行ってきたICM&Pとは異なり、当部門の単独開催での国際会議となりました。最初企画の検討を始めたときは、本当に対面できるのか？参加者は集まるのか？外国の方は参加してくれるのか？など、実行委員会内で色々な意見がありました。私自身、毎日国内感染者数のグラフを確認して一喜一憂していました。また、コロナ禍渦中での検討の開始ということもあり、海外での開催が可能であるのか全く見当がつかず、早々に国内開催といたしました。その後も、会場の都合で昼食や飲み物の提供ができず、さらにコロナの第5類への移行が5月であり、それ以前に参加費の決定、参加登録の開始があったため、バンケットについても開催を断念しました。

当初は、講演件数は100件程度集まるかな、と実行委員会内で話していたのですが、蓋を開けてみれば、口頭発表、ポスター発表を併せ238件の講演がありました。非常に感謝しております。ただ一方で、国外からの参加者数が極めて少なく、こちらについては今後の課題かと思っております。

お世話になった方の名前を挙げるときりがないのですが、大会委員長の名古屋大学秦先生にはいろいろと相談に乗っていただきました。また、Executive CommitteeのCo-Chairである、埼玉大学の坂井先生、東京都市大学の岸本先生には実質的な運営のすべてをお願いしました。その他、Organizing Committee, Executive Committee, Program Committee, Scientific Committeeの皆様にも非常に助けられました。感謝しております。

次回ICM&Pは2024年に千葉大学の山崎先生の下、海外（南の島を予定）で行うことを検討しています。今回の経験を生かして、より良い講演会にしていくよう、協力していきたいと思っております。皆様におかれましても、是非御参加のほどよろしく申し上げます。

○部門一般表彰（優秀講演論文部門）：4件

「SiC/SiC 複合材料に対するタルボ・ロー干渉計による損傷検知能力」

宇宙航空研究開発機構
小谷 政規 氏

この度は、2023年度部門一般表彰（優秀講演論文部門）に選出頂きまして、誠にありがとうございます。大変光栄に存じます。本講演論文は、2023年9月に筑波大学で開催された第30回機械材料・材料加工技術講演会（M&P 2023）にて講演させて頂いたものです。あらためまして、当講演会の開催・運営にご尽力頂いた皆さま、本講演論文を審査頂いた委員の皆さま、本研究遂行にご指導とご協力を頂いた方々に厚くお礼申し上げます。以下に本講演論文の概要を紹介させていただきます。

SiC 繊維強化 SiC 基（SiC/SiC）複合材料の航空エンジンへの適用拡大が進められる中で、その製造や整備の現場で用いることが出来る効率の高い非破壊検査手法が求められています。本研究では、その有力候補として X 線タルボ・ロー干渉計に着目し、CMC のモデル試料に精密な力学試験によって段階的に損傷を与える過程に適用して、その検知能力を評価しました。

この手法によると数秒の撮影時間で透過画像が得られ、この一種である小角散乱画像には、試料のヤング率が低下し始めた荷重で引張荷重の負荷方向に垂直に伸びる白い線が出現し、以降荷重の増加に伴ってランダムな位置に増殖する様相が観察出来ました。この白い線の正体を高分解能 X 線 CT による観察とそのデータに対する画像解析を駆使して調べることによって、繊維に垂直方向にはしるマトリックスクラックであり、その増殖はマルチプルフィラクチャーを捉えたものであることを確認しました。またこの白い線は、試料が引張荷重を受けて開口しているクラックのみならず、除荷されて閉口し高分解能 X 線 CT でももはや捉えられないクラックも高確率で識別出来ることが分かりました。以上から、この手法によって、部品検査が通常行われる無負荷の状態でもその材料のヤング率低下を引き起こす損傷を検知し得ることを実証しました。

また、それぞれの画像撮影時の試料の伸びをその画像で識別されたクラック数で除することによって算出された平均クラック開口変位の動向を評価しました。荷重負荷中には、荷重が大きくなるに連れてクラック数が増すと共にクラック開口変位の平均値も直線的に増大することが分かりました。一方で、除荷すると、十分発達したクラックは平均して 1 μm 程度の開口変位を残すことが分かりました。このように、通常は観察等によっても把握が困難な損傷の状態を、平均値ではありますが見積もることが出来ました。

この度の受賞を励みとして、SiC/SiC 複合材料の発展に今後も引き続き微力ながら尽くして参りたいと思いますので、ご指導ご鞭撻のほど、よろしく申し上げます。

「繊維初期不整角のばらつきを考慮に入れた一方向CFRPの圧縮強度予測」



日本大学
上田 政人氏

日本機械学会機械材料・材料加工部門における部門一般表彰（優秀講演論文部門）に選出していただきまして、大変うれしく思っております。この賞は第30回機械材料・材料加工技術講演会にて発表させていただきました講演論文に対するものであり、審査および推薦をしていただきました皆様に厚くお礼を申し上げます。また、本研究成果を得るまでに一緒に研究を進めてくれた学生とご助言を頂きました皆様には、この場をお借りして御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は高強度材料として知られていますが、繊維方向の圧縮強度はその引張強度の半分程度しかありません。繊維方向の引張強度は炭素繊維の引張強度に依存しますが、圧縮強度は母材樹脂の特性と炭素繊維の揺らぎに影響を受けます。炭素繊維に揺らぎがあると、圧縮荷重の増大に伴い母材樹脂にせん断変形が生じて局所的に降伏することにより、炭素繊維を支持する効果が低下します。母材樹脂の降伏領域が拡大していくと、炭素繊維が横方向に倒れて最終破壊が生じます。炭素繊維の揺らぎはCFRPの製造工程で発生しますが、炭素繊維の直径が5 μm 程度と非常に小さいために、完全に抑制することは困難です。

CFRPの繊維方向の圧縮強度は母材樹脂の非線形特性と繊維初期不整角を用いて解析的に算出が可能であることが報告されています。しかしながら、全ての炭素繊維が同一の繊維初期不整角を有していると仮定し、製造工程で生じる繊維初期不整角のばらつき（炭素繊維の揺らぎ）は無視されてきました。一方に炭素繊維を配向するので、繊維初期不整角は0°とすべきですが、このように仮定すると従来手法では非現実的に大きな圧縮強度が算出される問題があり、圧縮強度を正しく予測することは困難でした。繊維初期不整角に1°や2°などの値を入れて計算するのが一般的ですが、力学的な根拠が無い状態での予測となっていました。

そこで本研究では、繊維初期不整角のばらつきを考慮に入れて、CFRPの繊維方向の圧縮応力-圧縮ひずみ線図及び圧縮強度を予測する方法を提案しました。これによって、実験から求めた繊維初期不整角のばらつきを考慮に入れて圧縮強度を解析的に求めることができるようになりました。また、繊維初期不整角の平均値とばらつきとが圧縮強度に与える影響を定量的に示すことができました。

この度の受賞を励みとして、より一層研究に精進し、社会に役立つ成果を出していきたいと考えております。今後とも皆様のご指導・ご鞭撻のほど、何卒よろしくお願い申し上げます。

「フィルムボイリング法により試作したSiC繊維強化SiC基複合材料の微視組織と力学特性」



宇宙航空研究開発機構
青木 卓哉氏

この度は2023年度部門一般表彰（優秀講演論文部門）に選出いただきまして、大変光栄に存じます。本講演論文は、第30回機械材料・材料加工技術講演会（M&P 2023）にて発表させていただいたものとなります。本講演論文を御審査いただきました皆様、本研究の遂行に際し御指導をいただきました皆様に深く御礼申し上げます。以下に本講演論文の概要を紹介させていただきます。

航空機用ターボファンエンジンの軽量化のため、エンジン高温部材に軽量で高耐熱のSiC繊維強化SiCマトリックス複合材料（SiC/SiC）を適用する技術開発が進められています。仏で考案された膜沸騰法（Film boiling法；以下FB法と略記）は、炭素繊維強化炭素複合材料の炭素マトリックスを高速形成するための技術ですが、マトリックス原料を変更することでSiCマトリックスが形成できることが確認されています。FB法によるSiCマトリックス形成は、SiC繊維織物を低分子量ポリカルボシラン等の液体原料に浸漬し、高周波誘導加熱等により繊維織物を1000℃以上の高温に行われます。この時、液体の低分子量ポリカルボシランはSiC繊維織物の外表面で気化し、織物内部に拡散してSiCマトリックスが析出します。FB法によるSiCマトリックスの生成速度はCVI法と比べて速く、20~50倍であることも報告されており、SiC/SiCの短時間製造に繋がる可能性があります。

しかしながら、FB法による繊維織物へのSiCマトリックス形成には数多くの課題が残されています。一つは処理温度の選択です。処理温度が高すぎると、繊維織物の外表面でSiCマトリックスが析出、目詰まりするため織物内部でマトリックス形成が進みません。処理温度を低温にすると、織物内部でマトリックスが形成されますが、低分子量ポリカルボシランを原料とする場合には、無機化が不十分なマトリックスが析出します。このため、その後のFB処理中にマトリックスの無機化が進んで体積収縮が起き、マトリックスに無数のクラックを含む多孔質のSiC/SiC複合材料となる課題があります。また、FB処理温度以上に加熱されると、マトリックスの無機化が更に進行してマトリックスクラックが大きく開口するという課題もあります。

本研究では、高温安定性に優れ、かつ緻密なSiCマトリックスをSiC繊維織物に短時間形成するためにFB法の処理手法を改良しました。通常、FB処理は1000℃以上の一定温度で行われます。今回は、繊維織物を短時間で昇温し、目的温度に到達後に速やかに室温近傍まで降温する、昇降温サイクルを繰り返す手法を試みました。室温近傍にまで冷却する理由は、冷却時に繊維織物内部の残存空隙にマトリックス原料液体を充填し、再加熱時に織物内部からのマトリックス形成を狙うことにあります。FB処理の初期では、昇降温サイクルの最高到達温度を1000℃程度に抑えることで織物内部でのマトリックス形成を、FB処理の中盤から後半では、昇降温サイクルの最高到達温度を徐々に高温化し、それまでに析出したマトリックスの無機化を進めました。このような昇降温サイクルを繰り返すFB処理によって短工期でSiC/SiC複合材料を製造する基本技術を確認することができたと考えています。この度の受賞を励みとしまして、より一層研究に精進していく所存です。今後とも皆様のご指導・ご鞭撻のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。

「ガラスとシリコン上に形成したアモルファス炭素膜のレーザー照射による接合」



東京工業大学
赤坂 大樹氏

この度は 2023 年度部門一般表彰（優秀講演論文部門）にご選出頂き、大変光栄に存じます。対象の講演論文は、「ガラスとシリコン上に形成したアモルファス炭素膜のレーザー照射による接合」と題しまして、第 30 回機械材料・材料加工部門技術講演会（M&P 2023）で発表した研究になります。本講演論文を審査頂きました皆様、本研究にご指導・ご協力頂きました皆様に、心より御礼申し上げます。

本講演論文のレーザーを用いてダイヤモンド状炭素膜に代表されるアモルファス炭素膜同士を常温常圧で接合できることを示した点に新規性があります。実はこの接合はアモルファス炭素膜の表面にレーザーを照射して膜の表面形状をディンプル状に変形させる前段の研究の中で過程偶然発見しました。この前段の研究はアモルファス炭素膜の表面をレーザー照射によりディンプル状にすることで、摺動時の相手との接触面積を下げ、摩擦係数等を低減するという研究で、波長 1064 nm のレーザーをデフォーカス条件で照射する事でディンプル形状に変形できる事が分かっていました。このディンプル形状の半径を知るため、ディンプル状に変形した中央付近の断面を走査型電子顕微鏡（SEM）で連続的に観察した際に、レーザー照射点の中心部に幾つかの深い穴がある事が示され、その内壁が滑らかな断面を呈していた事から、もしかすると中心部は溶けている、若しくは分解している可能性があると考えたのが本研究の始まりです。本発表でも連名で、当時、主にディンプル形成を担当していた原田君に「ガラスとアモルファス炭素膜をつけて、Si 基板上のアモルファス炭素膜とくっつけてガラス側からレーザーを照射したら、膜同士が接合されるかもね」という話をし、暫くして、「くっつきました」という報告を受けた際には本当に驚きました。照射領域を連続的に観察した断面 SEM 像から、アモルファス炭素膜同士が接合されている事がはっきりと示されました。非晶質でガラスに近いアモルファス構造の炭素膜とはいえ、これまでは無機炭素材料ですので融点は極めて高く、常温常圧では接合が易々とできるとは考えていなかった為です。同じ条件で作製した膜であれば再現性も良く、接合に至らない照射や膜の構造の条件も幾つか分かってきてはおりますが、現在でも「何でくっつくの？」という質問を頂戴しますが、“なぜくっつくか”という現象の本質・詳細については明らかに出来ていません。今後、この点について明らかとすべく研究を進めてまいりたいと考えております。本受賞を励みとし、より一層研究に邁進してまいります所存です。機械材料・材料加工部門技術講演会等にて本研究を含め、様々な研究成果をこれからも発信してまいりたいと思っておりますが、その際には皆様よりご指導・ご鞭撻を頂戴致したく、お願いを申し上げます。

○部門一般表彰（新技術開発部門）：1 件

「Ga 固溶 Fe ナノ結晶軟磁性合金薄膜の磁歪特性」



名古屋大学
佐野 光哉氏

この度は第 30 回機械材料・材料加工技術講演会（M&P 2023）にて発表致しました「Ga 固溶 Fe ナノ結晶軟磁性合金薄膜の磁歪特性」に対し、部門一般表彰（奨励講演論文部門）を賜りましたことを大変光栄に存じます。本賞にご推薦いただきました委員の皆様、並びに本研究を遂行するにあたりご指導いただきました秦誠一教授、山崎貴大助教をはじめとする関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。以下に、本研究の概要を紹介させていただきます。

磁性材料の特性の一つに、外形の変化により材料の磁化が変化する逆磁歪効果があります。この効果を応用した磁歪式振動ハーベスタは、環境中の振動により発電するデバイスです。IoT センサ応用に向けた小形化の要求を満たすため、デバイスの出力向上が求められており、そのためには磁性材料の磁歪と軟磁気特性の両立が必須となります。しかし、従来の単相材料ではこれらの特性はトレードオフとなるため、本研究ではこれらの特性を両立する複相材料として、ナノ結晶軟磁性磁歪材料の創製を目指しています。

まずナノ結晶磁性材料とは、Fe 基アモルファス前駆体の熱処理により、アモルファス母相中に α -Fe ナノ結晶相を分散析出させた複相材料であり、その構造により高い透磁率を示します。さらに、アモルファス相の正磁歪とナノ結晶相の負磁歪を相殺させることでゼロ磁歪とし、高周波領域での利用においても優れた軟磁気特性を示します。本研究ではこの磁歪の相殺を逆手に取り、添加元素によってナノ結晶相を正磁歪とすることで両相とも正磁歪とし正味磁歪を発現させ、その構造から発現する高透磁率と両立させることで、従来の単相材料では困難であったトレードオフの打破を目指しています。

M&P 2023 の発表では、ナノ結晶材料への添加元素に Ga を選択し、Ga の添加量とナノ結晶材料の磁歪量の関係を報告しました。結果として、Ga 添加量の増加に伴うナノ結晶材料の磁歪量の向上を確認し、これは α -Fe ナノ結晶相が Ga の固溶によって正磁歪化したことに起因すると考察しております。今後はさらなる磁歪量の増加や、ナノ結晶材料の磁歪特性の解明のために、より幅の広い Ga の添加量の材料の作製、評価を実施します。

最後に、この度の受賞を励みとしてより一層精進していく所存です。今後とも皆様のご指導ご鞭撻を賜りたく、謹んでお願い申し上げます。

「館一三浦の多面体によるマルチセル構造を充填したパイプのエネルギー吸収特性評価」



株式会社豊田中央研究所
嶋貫 研人氏

この度は日本機械学会機械材料・材料加工部門における部門一般表彰（奨励講演論文部門）にご選出いただき、大変光栄に存じます。対象となりました講演論文は、2023年9月27日から29日まで開催されました第30回機械材料・材料加工技術講演会（M&P 2023）にて発表させていただいたものです。ご推薦いただきました学会委員の皆様、並びに本研究の遂行にあたりご指導ご協力賜りました皆様に、この場をお借りして深く御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

ある物体が衝突などにより衝撃を受ける場面において、衝撃エネルギーを吸収する構造体の荷重-変位特性のコントロールは物体の保護のために重要となります。これまでに、初期ピーク荷重を低減してフラットな荷重特性を実現できる衝撃エネルギー吸収構造として折紙の幾何学を利用した研究があります。例えば、館一三浦の多面体(Tachi-Miura Polyhedron: TMP)は、1) 軸方向、半径方向に折り畳むことができる自由度を持つ、2) 衝突エネルギーを加えたときに初期ピーク荷重が発生しない、3) 折り曲げプレスとスポット溶接で安価に製作が可能であるという特長があるため、自動車衝突時のエネルギー吸収材としての適用可能性が研究されています。著者らは、これまでに、TMPの幾何学に基づいて構造体の見かけのポアソン比が正または負に変化するよう折畳み角を変えて空間充填されたマルチセルを板厚一定で設計した後、3Dプリンターで造形し、衝撃試験によって圧潰することで、TMPの見かけのポアソン比に応じてエネルギー吸収特性が変化することを確認しました。また、見かけのポアソン比が負となるマルチセル構造において、圧縮方向に傾斜的な板厚増加を持つ試験片を衝撃試験で圧潰することで、板厚の薄いレイヤーが局所的な変形をして全体座屈を抑制しながら衝撃エネルギーを吸収可能であることも確認しました。このように、TMPの機械特性を変化させることでエネルギー吸収特性を変化させることができます。

本研究では、このTMPの機械特性の可変性を活用して、既存のエネルギー吸収構造の性能を向上させることを目的としています。そこで、代表的なエネルギー吸収構造のひとつであるパイプにTMPの幾何学に基づくマルチセル構造を充填した試験片を作製し、円筒状のインパクトを用いた衝撃試験によってエネルギー吸収特性を評価しました。結果として、パイプ単体では、変位が進むと壁面の座屈により荷重値が徐々に低下する一方で、見かけのポアソン比が負となるマルチセル構造と組み合わせることで、荷重値の低下を抑制でき、パイプ単体よりも矩形に近い荷重-変位特性が得られることを明らかにしました。さらに、このような効率的なエネルギー吸収特性の実現によるインパクトの侵入量の低減も確認できたことから、TMPの機械特性の可変性を活用して既存のエネルギー吸収構造の性能を向上できる可能性を示すことができました。

最後に、この度の受賞を励みとして、より一層精進していく所存です。今後とも皆様のご指導・ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

○部門一般表彰（新技術開発部門）：1件

「引抜・ロール連続成形によるCFRTP構造部材の高速成形」



佐藤鉄工所
大石 正樹氏

この度は日本機械学会機械材料・材料加工部門における部門一般表彰（新技術開発部門）にご選出いただきましたこと、大変光栄に存じます。対象の講演論文はM&P 2023において講演したものです。本講演論文をご審査いただきました委員の皆様、本研究の遂行に際してご指導、ご協力をいただきました皆様に深く御礼申し上げます。

炭素繊維強化熱可塑性樹脂複合材料（Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics：CFRTP）は高サイクル成形が可能であり、優れた二次加工性とリサイクル性を有します。一方で建築分野では形鋼のような同一断面形状の長尺の汎用構造部材を低コストで製造できる連続成形技術が注目されています。鉄製の重量がある汎用構造部材に代わりCFRTPを汎用構造部材に適用することができれば、軽量化による輸送コストの削減が可能であり、施工時の安全性の向上が考えられます。さらに二次加工可能な特性を生かし、曲げや溶着を組み合わせることにより、現場での施工効率化も期待できます。このような背景があり、鉄製の汎用構造部材をCFRTPに置換するため、CFRTP製の汎用構造部材の生産効率を向上し、製造コストを低減することが求められています。

本賞を授与されました講演は、CFRTPの汎用構造部材の生産効率向上および製造コスト低減を目的として、開発した連続成形法に関する内容です。同一の断面形状を有する長尺の成形品を連続的に成形する方法の一つに引抜成形法があります。CFRTPの引抜成形法は、強化繊維および母材樹脂から構成される中間材料を所定の断面形状を有する金型内で加熱し、樹脂を溶融させます。成形の進行とともに金型テーパー部での樹脂のバックフローにより発生する圧力で強化繊維に樹脂を含浸させた後、冷却して固化して引抜き、成形品を得ます。引抜成形で構造部材のような複雑形状の成形を高速でおこなうと、成形時に部位による内圧の違いが発生し、その結果、含浸不良や繊維の乱れ等の不具合が発生し、成形速度の向上が困難でした。一方、金属の長尺形状部材を成形する方法にロールフォーミングがあります。ロールフォーミングは対になった複数組の成形ロールの間に板を送り込み、漸進的に曲げ加工を加え、目的形状の長尺形状部材を高速で製造することが可能です。そこで、CFRTPの引抜成形とロールフォーミングを組み合わせることで、CFRTPの汎用構造部材の生産効率向上を試みました。引抜成形は成形品の形状を単純形状とし、マルチダイシステムと冷却時にせん断力が作用しない冷却機構を装置に組み込むことによって、従来の約10倍の引抜成形速度である0.5 m/minを実現しました。ロールフォーミング工程では、曲げ加工をおこなうために、材料がヒーターを通過する間に目的の温度まで材料の加熱をおこなう必要があり、短時間に加熱可能な加熱技術等の検討をおこないました。これらの検討を元に、引抜・ロール連続成形装置の開発を実施しました。引抜・ロール連続成形装置は寸法が全長8 m、奥行き1.5 m、高さ1.8 mとコンパクトな設備であり、成形中の消費電力は15 kW程度とプレス工法と比較すると省スペース、省電力化を実現しています。また、これまでに成形検討した形状はL字形状、ハット型形状、Z型形状があります。今後は形状のバリエーションを増やし、成形事例を積み重ねることで、多様な要求ニーズに対しても対応できるように貢献をしていきたい所存です。

最後に、この度の受賞を励みとして一層精進していく所存です。今後とも皆様のご指導ご鞭撻のほどを賜りたく謹んでお願い申し上げます。

○若手優秀講演フェロー賞：3件

「スラリーコーティングを用いた金属バインダジェット積層造形体の高密度化手法の提案」



東京都立大学
荻谷 香槻氏

この度は、2023年度機械材料・材料加工技術講演会にて発表致しました「スラリーコーティングを用いた金属バインダジェット積層造形体の高密度化手法の提案」に対し、第101期日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を賜りましたことを大変光栄に存じます。本賞にご推薦いただきました委員の皆様、並びに本研究を遂行するにあたりご指導いただきました小林訓史教授、長田稔子特任助教をはじめとする関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

付加製造法 (Additive Manufacturing : AM) は金型を使用しない造形法であり、従来の加工方法では困難な複雑形状の製品を製造することが可能です。金属のAM法には様々な方法があり、電子ビームまたはレーザービームで金属を結合させるパウダーベッドフュージョン (Powder Bed Fusion : PBF) 方式やバインダジェット (Binder Jetting : BJT) 方式などが挙げられます。PBF方式はレーザーまたは電子ビームを使用し、金属粉末を選択溶解するため、薄肉鋭利形状の造形が可能です。しかし、造形には高出力のレーザーを使用することに加えて、造形に使用する粉末はコストが高いため、航空宇宙分野や医療分野などに使用が限定されています。

BJT方式では結合剤となるバインダを金属粉末間に浸透させ、バインダを硬化、粉末を結合してグリーン体を形成し、グリーン体を脱脂・焼結することで金属粉末間を結合させ、焼結体を獲得できます。BJT方式は低コストの水アトマイズ粉末が使用可能であることに加えて、設備コストが低いことから高い汎用性が期待されています。

一方BJT方式の焼結体密度は低くなる傾向にあります。これはBJT方式が粉末間にバインダを浸透させ、粉末を結合させるため、造形後に粉末間の空隙が多く発生し、焼結後に空隙が気孔として残存するためです。従来のBJT方式では高温長時間の焼結をすることで焼結体の密度を向上させます。しかし、この方法では結晶粒が粗大化し、結晶粒の粒界が減少するため、結晶粒を微細に保ちながら、気孔を減少させる方法が求められています。

微細結晶粒を有したまま焼結体を高密度化させるため、本研究では低温で予備焼結後、熱間等圧加圧 (Hot Isostatic Pressing : HIP) を行います。HIPは加熱しながら等方的な圧力を加えることで内部気孔を大幅に減少させる方法であり、低温で予備焼結させた焼結体にHIPが適用可能であれば結晶粒が小さいまま気孔が減少し、機械的特性の向上が期待できます。しかし、HIPで減少できる気孔は閉気孔のみであり、外気と接している開気孔があった場合、加圧を用いた高密度化効果を得られません。また、低温焼結体に残存する内部接続した開気孔があった場合、HIPを用いても高密度化しないことが報告されています。そのため、内部接続した開気孔のない低温予備焼結体が求められます。

そこで本研究では予備焼結前に、バインダと微細粉末で作製したスラリーを表面にコーティングする方法に着目しました。微細粉末は低温の予備焼結で緻密化するため、内部接続した開気孔を無くし、HIPで高密度化が期待できます。

最後に、今回の受賞は私にとって大きな励みとなりました。今後も、本テーマに関する研究に取り組みますので皆様のご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いたします。

「ZrO₂系ハイエントロピーセラミックスの熱的特性に及ぼす安定化剤の影響」



東京理科大学
大野 萌佳氏

この度は2023年度機械材料・材料加工技術講演会にて発表致しました「ZrO₂系ハイエントロピーセラミックスの熱的特性に及ぼす安定化剤の影響」に対し、第101期日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を賜りましたことを大変光栄に存じます。本賞にご推薦いただきました委員の皆様、並びに本研究を遂行するにあたりご指導いただきました井上遼准教授、新井優太郎講師をはじめとする関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。以下に、本研究の概要を紹介させていただきます。

ジェットエンジンのタービンブレードはNi基超合金を基材とし、ボンドコート (BC) とトップコート (TC) が成膜されています。BCは酸素が基材に侵入することを防ぎ、基材とTC間の熱膨張係数緩和と密着性を向上させる役割を持っています。TCは遮熱性に優れたイットリア安定化ジルコニア (Ytria Stabilized Zirconia ; 以降YSZ) が用いられています。これらで構成される熱遮断コーティング (Thermal Barrier Coating ; 以降TBC) システムは、年々上昇する使用温度に対し、耐熱限界を迎えようとしており、代替材料が求められています。基材部がNi基超合金からセラミックスの複合材料 (Ceramic matrix composite : CMC) への置き換えが進みつつある昨今、多孔質膜は酸素や水蒸気を遮断することができず問題となり、緻密で低熱伝導率なコーティングが必要とされています。現在TCに用いられているYSZはZrO₂中にY₂O₃が5-8%添加された材料であり、室温では準安定な正方晶と立方晶が混在した構造をとり、1200℃以上で長時間熱処理を行うと、Y不足の正方晶相とY過剰の立方晶に変化します。この正方晶相、立方晶相は冷却時に単斜晶相に相変態するため、およそ5%の体積膨張が生じ、割れ・剥離の要因となってしまいます。1200℃以上の熱処理を施しても非変態の正方晶相および立方晶をもつ新たなTC材料を求め、ドープングが試みられてきたものの限界を迎えつつあるのが現状です。

そこで、YSZの代替となる新たなTCの性質として高温下においても安定した正方晶構造を保ち、低熱伝導率という特性をもつ新材料を創出することを目的と本研究を行いました。方策として、ZrO₂を基本としながら多元素化、すなわちハイエントロピー化することを試み、ZrO₂、HfO₂、Y₂O₃、Ta₂O₅及びCeO₂の5元系酸化物を反応焼成によって作製して原料粉末としました。ZrO₂:HfO₂:Y₂O₃:Ta₂O₅:CeO₂のモル比が①42.5:42.5:3.75:7.5:3.75、②42.5:42.5:5:5:5、③45:45:3.33:3.33:3.33、④38:38:8:8:8、⑤30.5:30.5:13:13:13の5種類の原料粉末の結晶構造と熱的特性を比較しました。

Zr-Hf-Y-Ta-Ce-O系において、安定化剤となるY₂O₃、CeO₂の割合を増加させることで、エントロピーの増大と結晶構造安定化の両立が可能であり、熱伝導と焼結特性から⑤のモル比の試料が緻密な新規遮熱、耐環境コーティング材料として適していることがわかりました。実際にMo及びSUS304基板上へ粒子の溶解を伴わず、原料粉末の材料組成を維持できるAD装置を用いて被膜試験を行ったところ、結晶構造を維持することが可能でした。また、繰り返し同じ条件でコーティングを行うと、厚膜化が可能であると示すことができ、これまで実現できなかった次世代のTC材料を生み出すための第一歩になると考えています。

最後に私事ですが、この度就職を機に本研究に区切りを付けさせていただきました。今後は直接研究に関わることは少なくなりますが、引き続き同様な研究を行う同研究室の活動

を陰ながらご活躍をお祈り申し上げます。この度の受賞を励みに社会人としてより一層邁進していく所存であります。今後とも皆様のご指導、ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

「Fe/Al 異材抵抗スポット溶接における IMC 形成状態に及ぼす外部冷却の影響」



大阪工業大学
福家 稔氏

この度は日本機械学会機械材料・材料加工部門 (M&P 2023) にて発表致しました「Fe/Al 異材抵抗スポット溶接における IMC 形成状態に及ぼす外部冷却の影響」に対し、若手優秀講演フェロー賞を賜りましたこと大変光栄に存じます。本賞にご推薦いただきました委員会の皆様、並びに本研究を遂行するに当たりご指導いただきました伊與田宗慶准教授をはじめとする関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

近年、自動車産業において CO₂ 排出量の削減を目的とした車体軽量化の観点から、アルミニウム合金 (以降 Al 合金) と鋼を組み合わせたハイブリッド構造のボデーについて検討が進められており、Fe/Al 異種材料接合技術の需要が高まっています。生産ラインにおける主な接合法として抵抗スポット溶接が用いられていますが、鋼と Al 合金の接合に適用すると、接合部に生じる温度場に起因した原子拡散により IMC (金属間化合物) が形成されます。中でも、FeAl₂、FeAl₃、Fe₂Al₅ のような Al 原子の割合が大きい IMC (以降 Al_{rich} の IMC) が形成されやすく、Al_{rich} の IMC はすべりが生じにくい結晶構造を有するため、これが厚く形成すると継手強

度が低下することが課題です。そこで本研究では、過去の研究成果から冷却過程に着目し、温度場の制御手法として外部冷却装置を用い、溶接時に外部から接合部の冷却を行うことで、接合部の冷却促進に伴う Al_{rich} の IMC の抑制による継手強度の改善を試みています。外部冷却装置の仕様としては、既存の抵抗スポット溶接の電極に取り付け可能であり、装置に設けたガス吸入口から冷却ガスを流入し、電極周囲から継手に対して冷却ガスを吹き付けることが可能です。

M&P 2023 における発表では、外部冷却装置を用いた Fe/Al 異材抵抗スポット溶接における接合部の冷却促進に及ぼす影響因子に関する検討について報告しました。接合部の冷却促進に及ぼす影響因子を明らかにするにあたり、2 種類の外部冷却装置と 2 種類の冷却ガスを用いました。外部冷却装置については、装置内部構造の有無で 2 種に分類しました。内部構造を有する場合には冷却ガスを被覆に近い形態で噴霧することが可能であり、一方内部構造を有さない場合には冷却ガスをより強く噴霧することが可能です。このように、異なる内部構造を有する外部冷却装置を用いることで、接合部の冷却促進に適した冷却ガスの噴霧形態を明らかにしました。次に、冷却ガスについては、超冷却ガスと Ar ガスを用いました。超冷却ガスとは、エアーコンプレッサーにより圧縮された空気を冷却ユニットにより約 0℃ まで冷却した空気のことであり、冷却ガスの温度が接合部の冷却促進に及ぼす影響を明らかにしました。一方、Ar ガスは先行研究において、溶接部に対して被覆することで、酸化による焼けを抑制可能であることが確認されています。そこで、Ar ガスを適用した際に、焼け防止効果のみならず、接合部の冷却促進に効果的であるかについても検討を行いました。なお、Ar ガスの温度については常温 (15~25℃) を想定しております。結果として、接合部の冷却促進による Al_{rich} の IMC の抑制に対して、冷却ガスを強く噴霧できる内部構造を有した外部冷却装置の適用、および低温度の冷却ガスの適用が効果的であることが明らかとなりました。今後は、冷却条件の改良による接合部に対する冷却効果の向上、並びに Al_{rich} の IMC の抑制による継手強度の改善の可否について検討を進めていく予定です。

最後に、まだ基礎的な段階にある本研究について高く評価していただいたこと、大変光栄に存じます。今回の受賞を励みに、より一層研究に邁進する所存です。今後とも皆様のご指導、ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

編集後記

機械材料・材料加工部門ニュースレター No.67 をお届けいたします。本号を発行するにあたり、松本良部門長をはじめ、ご執筆いただいた方々、発行にご尽力をいただいた皆様に深く御礼を申し上げます。ニュースレターは元より、部門の HP や SNS についても、皆様にとって魅力のあるものにしていきたいと考えておりますので、ご意見・ご要望等がございましたら、広報委員会・梶川 (skajikawa@uecac.jp) までご連絡ください。

発行

発行日 2024 年 6 月 3 日

〒 162-0814 東京都新宿区新小川町 4 番 1 号

KDX 飯田橋スクエア 2 階

一般社団法人 日本機械学会 機械材料・材料加工部門

第 102 期部門長 松本 良

広報委員会委員長 梶川 翔平

Tel.03-4335-7616 Fax.03-4335-7619