

# International Materials, Application & Technologies 2023 (IMAT2023)

大阪大学 大学院工学研究科  
講師 安田 清和  
(2023年度 国際会議等参加助成 AF-2023245-X1)

キーワード: 異種材料接合, 易解体性接合, 生物模倣

## 1. 開催日時

2023年10月16日～10月19日

## 2. 開催場所

Huntington Place, Detroit, Michigan, USA

## 3. 国際会議報告

### 3.1 会議概要

IMAT2023(International Materials, Applications & Technologies 21023)は, 1913年に設立された米国金属協会(American Society of Metals)が後にASM Internationalとして例年主催する権威ある国際会議であり, 金属等の材料加工, 分析, 評価の技術分野の発展, 普及, 啓蒙を目的とした産学官の専門家会議である(図1)。内容としては, 1)テクニカル・プログラム, 2)教育コース・ワークショップ, 3)キーノート・セッション, 4)スペシャル・セッション, 5)ソリューション・センター, 6)パネルディスカッションなどが企画される。

テクニカル・プログラムは, アカデミアと産業界の先端技術の討論・交流を主眼として, 材料・自動車・エネルギー・インフラ関連の産学官が結集し, 主要な成長市場分野におけるさまざまな新興技術に対応する先端材料, アプリケーション, 技術について議論する包括的な技術プログラムを提供することを目的としている。



図1 IMAT2023ホームページ・トップページ  
(<https://www.asminternational.org/imat-2023/> より)

本年のテクニカル・プログラム(表1)の中では, 金属等へのレーザプロセッシングを応用した加工に必要な技術や研究に関連するシンポジウムとして, 先進レーザ熱源を用いた「付加製造(Additive Manufacturing)」と, レーザによる金属等表面への微細表面加工とその固相接合応用として「先進・特殊材料接合(Joining of Advance and Specialty Materials (JASM XXII))」が開催された。筆者は後者のシンポジウムの前半セッションにおいて座長を務めるとともに, 招待講演を受けて自身の発表をした。

表1 IMAT2023 テクニカルプログラムセッション/シンポジウム

- Additive Manufacturing
- Archaeometallurgy and Ancient Metalworking
- Characterization of Materials and Microstructure through Metallography, Image Analysis, and Mechanical Testing - Fundamental and Applied Studies
- Corrosion and Environmental Degradation
- EDFAS (Electronic Device Failure Analysis Society)
- Emerging Technologies
- Failure Analysis
- Joining of Advance and Specialty Materials (JASM XXII)
- Keynotes / Special Sessions / Education Workshops
- Materials Behavior & Characterization
- Materials for Energy & Utilities
- Metals, Ceramics and Composite Materials (raw materials, processing, manufacturing methods, applications, environmental effects)
- Networking
- Perspectives for Emerging Professionals
- Poster Session
- Processing and Applications
- PSDK XVIII: Phase Stability and Diffusion Kinetics
- Sustainable Materials & Processes
- Thermal Spray & Surface Engineering Forum



図2 IMAT2023/HEAT TREAT キーノート講演者  
(<https://www.linkedin.com/company/asm-international/>より)

会期中にハンズオンや実習を含む特徴ある教育コース、学生/新進専門家向けのプログラミング、コンテスト実施、キャリア採用センターの開設、学生旅行・参加補助金なども提供された。今回はコロナ禍以降の最大規模となり、5,000人以上の参加者、400以上の出展、450以上の講演発表の開催となった。米国自動車産業の発祥の地でもあるデトロイトが開催地となり、すそ野の広い自動車・航空・防衛産業、米国連邦機関の研究者・技術者の講演、参加も多くみられた(図2)。

### 3.2 発表概要

タイトル: 「Ultrasonic Welding of Composites and Surface-structured Metals」

発表概要: 生物由来のナノ・マイクロスケールのユニークな構造を金属表面に形成し、複合材料と金属を接着・接合することで、従来の溶接とは根本的に異なる接合概念の創出が期待される。表面構造化超音波溶着は、マイクロメカニカルなインターロック機構により、ポリマーを含む接合界面の設計自由度が高い。発表では、著者らが当該分野の最新動向を概観し、マルチマテリアルの接着・溶接のための表面構造化の成果を紹介した。

### 3.3 内容解説

樹脂材料と金属材料のハイブリッド構造により、車両の重量を効果的に削減し、二酸化炭素排出量低減を満たすことができる。高比強度、高破壊靱性、優れた耐溶剤性、およびリサイクル性を備えた炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は、信頼性の高い構造強度を備えた車両の軽量化を実現する最も可能性のあるコンポジット材料の1つである。しかし、CFRPと金属材料の間には極端な物性の相違があるため、接合技術研究者にとって大きな課題となっている。一方、深刻なエネルギーの浪費や環境汚染の原因となる懸念のあるマルチマテリアルを多用する使用済先進車両のリサイクル、回収、再利用の効率を低いことを考慮すると、製造プロセスの環境規制や法的規制を踏まえ、製品を分解しやすい設計にすることが求められている。分解しやすく、良好な機械的特性が得られるようにCFRPと金属の接合部を設計することは、製造の初

期段階で考慮する必要がある。

従来の接合方法は異種材料を半永久接合することで接合部の高い機械的強度を追求しているが、製品が寿命に達した際のリサイクルや分解工程が無視されている。従来の接合方法とCFRPの特徴のこの欠点を考慮して、金属表面に付加的に形成された突起構造を介した金属と樹脂の革新的な接合技術が提案されている。

本研究では金属基材として冷間圧延鋼を選択した。そして、選択的レーザ溶融(SLM)法を適用して、鋼材表面上にマイクロメートルサイズの単一の突起を作製し、上記の欠点を克服した。先行研究によれば、突起構造の形状は樹脂と金属の接合部の接合強度に重要な役割を果たしている。最も重要なことは、金属表面の突起形態とサイズを制御することで、リサイクルの観点から樹脂と金属を容易に分離できることである。したがって、ポリマーと金属間の接合プロセスと分解プロセスの両方に有効な微細突起の形成メカニズムを調査し、形態を制御することが重要である。

接合強度の向上や解体性の向上を図るため、積層造形技術により金属表面に微細な突起構造を形成する方法は、設計の自由度が高く、機能の付加にも貢献しやすい。

本研究発表では、まず初めに植物の棘の生物学的構造にヒントを得た棘状(しじょう)突起モデルを提案し、各種形状パラメータと応力分布や最大主応力との関係を有限要素法を用いた構造計算により調査し、分解が容易な高強度異材接合の設計可能性を提示した<sup>1)</sup>。次にこれを実際に形成する端緒として、選択的レーザ溶融法による付加製造技術により、金属板表面に単純な微細突起構造を形成するための加工システムを構築し、球状突起形成加工プロセスの適正条件を探索した<sup>2)</sup>。さらに、垂直加振による超音波接合システムを構築し、今後突起構造の有用性比較のレファレンスとして必要となる炭素繊維強化樹脂(CFRP)と突起構造のない鉄鋼材料との異種材料接合の接合原理の明確化ならびに高能率で環境負荷の低い新規接合プロセス条件を調査した結果を発表した<sup>3)</sup>。

### 謝辞

本国際会議への参加にあたり、公益財団法人天田財団2023年度国際会議参加助成金(助成番号: AF-2023245-X1)の支援をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) K. Yasuda, R. Miura, and T. Wang, Proc. IIW2022 (2022), 117.
- 2) T. Wang, K. Yasuda, and H. Nishikawa, Materials & Design (2022), 220 110873.
- 3) T. Wang, K. Yasuda, and H. Nishikawa, Polymers 14 (23) (2022), 5235.