

## 『次世代建築へ向けた 脱炭素指向ファサードの開発』

ものづくり研究開発センター 氷見 清和  
(現：商工労働部商工企画課 主幹)

### CONTENTS

#### 表紙

01 次世代建築へ向けた脱炭素指向ファサードの開発

#### 研究紹介

- 02 もみ殻のアルカリ分解による樹脂原料製造方法の検討
- 03 摩擦攪拌インクリメンタルフォーミングによる逆張出し成形
- 04 スポーツ用衝撃吸収パッドに関する研究
- 05 コロナウィルス感染予防対策品としてのマスク評価方法の検討
- 06 動画を用いた振動解析の簡易化

#### お知らせ

- 07 国際会議レポート  
ICC2022+1 に参加して  
JSPMIC2023 に参加して
- 08 受賞者・表彰者の紹介

**技**術情報誌135号(2024年3月発行)をお届けします。

表紙は、企業との共同研究等により製品開発を支援した事例を紹介します。

「研究紹介」(p.2-6)では、令和4年度の研究成果を5件紹介します。

「お知らせ」(p.7-8)では、今年度の国際会議の出張報告2件と、当センター研究職員の受賞者・表彰者のご紹介をさせていただきます。



脱炭素指向ファサード



脱炭素指向ファサードを実装したビル  
(2023年東京都神田神保町の新築ビル)

当センターによる研究開発のサポートによって、高岡銅器の(株)瀬尾製作所(高岡市)は同社が培ってきた金属加工技術を用いた「脱炭素指向ファサード」を(株)日建設計と共同で開発しました。

脱炭素社会を目指し、主に大都市圏にて大多数を占める中小規模の既設、新築を問わないビルへの設置を想定したファサード(建築物の正面デザイン・外装)であり、製造時の二酸化炭素を大きく削減した上で、現代社会が求める環境性能の確保、向上を目的とした新しい形のファサードとなっています。

## 研究紹介

## もみ殻のアルカリ分解による樹脂原料製造方法の検討

ものづくり研究開発センター ものづくり基盤技術課 研究員 出村 奈々海

## 1. はじめに

地球温暖化の防止など環境問題の解決に貢献するため、バイオマス資源の原料としての利用が進められています。富山県は米どころで、収穫の際にもみ殻が多く発生していますが、その工業的な利用方法はまだ確立されていません。

本研究では、もみ殻の前処理および種々のアルカリ試薬によるアルカリ分解を行い、樹脂原料として利用可能なバニリン等の低分子芳香族化合物の生成法について検討を行いました。

## 2. 実験方法

もみ殻はコシヒカリ（富山県産）を用い、アルカリ試薬は木粉の分解で既報<sup>1)</sup>のあるBu<sub>4</sub>NOHを用いて検討を行いました。PFA製ねじ口試験管にもみ殻とアルカリ溶液を加えて空気下で加熱攪拌し、もみ殻を分解しました。

## 3. 結果・考察

アルカリ分解後、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いて確認できた生成物を図1に示します。もみ殻の分解後、複数の低分子有機化合物が生成することがわかりました。

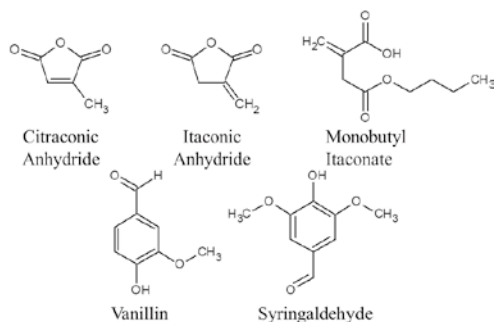


図1 アルカリ分解による生成物

得られた芳香族化合物のうち、主生成物のバニリンを目的物とした結果を表1に示します。収率はもみ殻中のリグニン量を基に算出しました。アルカリ試薬としてBu<sub>4</sub>NOH (1.25 mol/L) を用い48時間、120℃で加熱分解を行った時にバニリンが最も高い収率で得られました。アルカリ試薬の濃度を高くしても収率は向上しなかったため、アルカリ濃度は反応に影響していませんことがわかりました。また、アルカリ試薬を変えると収率が大きく低下したため、もみ殻のリグニン分解には

Bu<sub>4</sub>NOHが適していると考えられます。

表1 反応条件の検討

	アルカリ	濃度 (mol/L)	時間 (h)	温度 (°C)	収率 (wt%)
1	Bu <sub>4</sub> NOH	1.25	24	120	18.2
2	Bu <sub>4</sub> NOH	1.25	48	120	23.4
3	Bu <sub>4</sub> NOH	1.25	72	120	22.7
4	Bu <sub>4</sub> NOH	1.25	24	100	17.7
5	Bu <sub>4</sub> NOH	1.54	24	120	18.3
6	NaOH	1.25	24	120	9.4
7	Bu <sub>4</sub> NOH+NaOH	4.75	24	120	12.3

次に、1回の分解では未分解であった多量体をさらに分解することで収率が向上するのではないかと考え、2段階分解を検討しました。結果を表2に示します。1段階目で酸、アルカリ、水熱の3条件を検討しましたが、収率の向上は見られませんでした。これは1段階目でリグニンが変性することで分解物としてバニリンが生成しなくなったものと考えています。また、もみ殻から酢酸やブタノールを用いて抽出したリグニンを用いた時も同様に、リグニンの変性からバニリンの収率が低下することがわかりました。

表2 2段階分解の検討

	1段階	2段階	収率 (wt%)
1	HCl (0.8mol/L)	Bu <sub>4</sub> NOH (1.25mol/L)	9.9
2	NaOH (0.8mol/L)	NaOH (1.25mol/L)	15.6
3	H <sub>2</sub> O	Bu <sub>4</sub> NOH (1.25mol/L)	14.4

## 4. おわりに

もみ殻をアルカリ溶液中で加熱することによってリグニンの分解が進行し、低分子芳香族化合物が得られました。反応条件の最適化を行ったところ、1.25mol/L Bu<sub>4</sub>NOH溶液を用い48時間、120℃で加熱する条件で主生成物であるバニリンの収率がリグニン基準約23%と最も高く得られました。酸等による抽出リグニンのアルカリ分解ではバニリン生成の効率は低下しました。

今後は得られた分解生成物を原料としたバイオマス樹脂の合成を検討していく予定です。

## 参考文献

- 1) M. Maeda, T. Hosoya, K. Yoshioka, H. Miyafuji, H. Ohno, T. Yamada, J. Wood Sci., 2018, 64, 810-815.

## 研究紹介

## 摩擦攪拌インクリメンタルフォーミングによる逆張出し成形

ものづくり研究開発センター 機能素材加工課 研究員 酒井 康祐

## 1. はじめに

薄板金属のダイレス加工において、ツールを高速回転させて押し付けながら成形する摩擦攪拌インクリメンタルフォーミングが開発されています。この成形方法は、通常凹形状に成形され、成形部は攪拌によって改質されます。本研究では凸形状への成形を試みました。



図2 成形したA5052

## 2. 凸形状成形機構

凸に張出した形状に成形するため、ツールの反対側にパンチを設置しブランクホルダをガイドに沿わせて上下に動く構造にすることでツールをブランクに押し付けながら、パンチに沿った形状に成形を行う機構を作製しました (図1)。

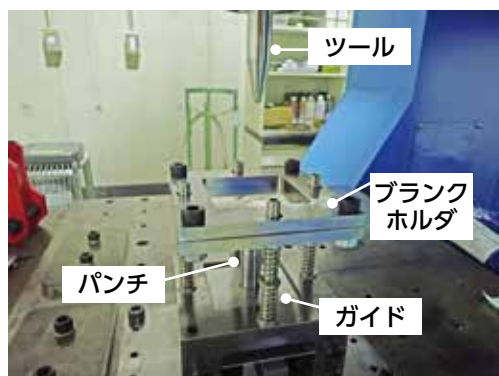


図1 凸形状成形機構を備えた治具

## 3. 成形方法

厚さ1 mmのA5052合金板を用い、成形条件はツール回転数を2000 rpm、送り速度を100 mm/min、1行程当たりの成形高さを0.5 mmとして四角錐台形に成形し、傾斜角（張出し方向と側面がなす角）と成形高さを変化させ成形限界を調査しました。

## 4. 成形結果と特性

図2に成形したA5052、図3に成形高さとの傾斜角の成形限界の関係を示します。傾斜角が小さい、すなわちより急峻な成形ほど成形可能な高さは小さい結果となりました。傾斜角が小さい成形ほど板厚が薄くなる形状であり破断しやすいためと考えられます。

成形部の断面を観察すると、表面から約0.2 mmの深さまで攪拌されていました。硬さを測定

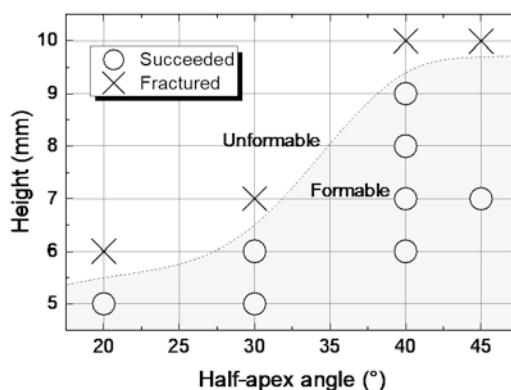


図3 成形高さとの傾斜角の関係

すると表面から0.2 mmまでの位置では硬さが大きく上昇していました (図4)。さらに攪拌部の結晶粒径は平均粒径が0.6  $\mu\text{m}$ となっており母材の18  $\mu\text{m}$ と比べ微細化されていたことから攪拌により結晶粒が微細化されその結果硬さが上昇したと考えられます。

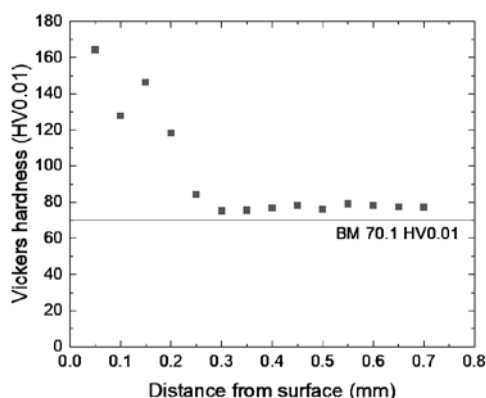


図4 攪拌部表面からのビッカース硬さ

## 5. おわりに

本研究では凸形状に張出した成形を行い成形部の特性を評価しました。その結果、成形部は硬さが上昇し、改質される面が凸形状に外側へ張出す成形が可能であることが確認されました。

## 研究紹介

## スポーツ用衝撃吸収パッドに関する研究

生活工学研究所 生活科学課 副主幹研究員 牧村 めぐみ

## 1. はじめに

スポーツウェアには、競技種目によって必要な個所に衝撃吸収パッドが設置されています。プレイヤーの身体保護を考慮した安全安心なスポーツウェアを実現するために、市販ウェアの動的な負荷特性を比較しました。

## 2.1 低速衝突による評価

自作したハンマー式の衝撃負荷装置により衝撃吸収材18種の衝撃吸収性能を比較した結果を図1に示します。

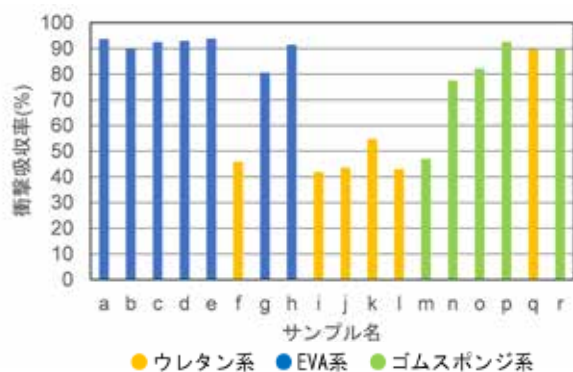


図1 低速衝突時の衝撃吸収性の比較

衝撃吸収性能には大きな差異がみられ、試験した18種のサンプルのうち衝撃吸収率（対blank）が90%以上のものが約半数ありましたが、その他は40%程度の吸収率でした。

## 2.2 高速衝突による評価

高速度で各種ボールを発射できる衝撃力負荷装置（米国ADC製：エアキャノン）とロードセル（キスラー製：9081A）を用いて、2.1の低速衝突試験で比較的衝撃吸収率が高かった7種のサンプルを対象として、実戦速度を想定した高速域における衝撃吸収性能を調べた結果を図2に示します。

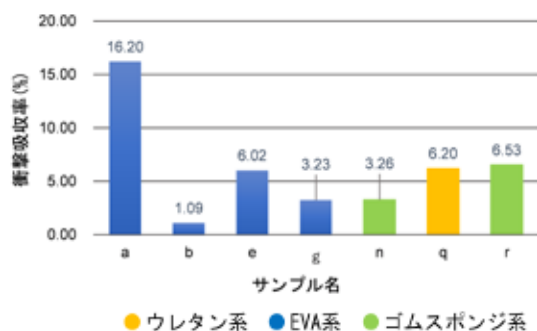


図2 高速衝突時の衝撃吸収性の比較

今回の実験では、衝突体の接触面積が比較的小さく、高速域で正面からの衝突という限定的な条件下ではありますが、予想よりも衝撃力の吸収効果が小さいことが明らかになり、素材や形状に改善の余地があることが示唆されました。

## 2.3 剛性による衝撃吸収性の比較

強度試験機（インストロジャパン製）を用いて圧縮試験を行い、荷重変位曲線から各サンプルの剛性を算出し、実験から得られた剛性と2.1の低速衝突試験の衝撃吸収率を比較した結果を図3に示します。

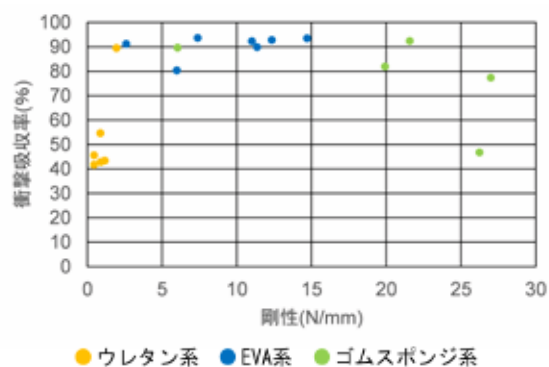


図3 剛性による衝撃吸収性の比較

今回の低速での衝突条件においては3N/mm程度以上の剛性を備えれば概ね良好な吸収性能を発揮しますが、それ以下では吸収性が急減しました。また、剛性が高い領域においても吸収率が低下する傾向がみられました。市販ウェアに装着されている衝撃吸収材の特性は、競技種目による速度と衝突体の質量により分類することができることから、本研究の手法により衝突条件を考慮した材料物性の最適な範囲を求めることができました。

## 3. おわりに

スポーツウェア用の衝撃吸収パッドの機能性向上を目的に、市販ウェアの動的な負荷特性を比較しました。その結果、各種吸収材の負荷質量による差異や速度依存性を把握するとともに、競技に最適な素材や形状の指針を得ました。これらの結果をもとに、身体同士が衝突するような質量が大きい動的負荷やスライディング動作を再現した摩擦衝突などを考慮した試験方法を検討し、競技ごとの衝撃吸収パッドの最適化を目指します。

## 研究紹介

## コロナウイルス感染予防対策品としてのマスク評価方法の検討

生活工学研究所 生活科学課 主任研究員 浦上 晃

## 1. はじめに

新型コロナウイルス感染が拡大し、人と接する場面のみならず生活全般においてマスクの使用が求められたことから、県内を含む多くの企業が新たにマスク製品の開発、製造に乗り出し、その評価方法について相談がありました。一方で、既存のマスク評価試験法（JIS規格）はあくまで材料としての生地特性評価であり、製品としてのマスクの構造や装着状態の差異を考慮していません。そこで本研究では、工業系の公設試験研究機関で実施できる製品としてのマスクの評価方法について検討しました。

## 2. マスクの飛沫遮蔽性評価

作製した飛沫遮蔽性評価装置を図1に示します。人のくしゃみ、咳、唾を想定し、マネキンヘッドの口部分の内側からスプレーガンを用いて染料液を噴射し、紙に付着した飛沫について、数値的評価を行いました。画像処理にはフリーソフトImageJを使用し、面積計算から飛沫粒径を算出、飛沫数をカウントしました。

計測例として、マネキンにウレタンマスクを装着して実験した結果を図2に示します。飛沫の粒径分布が計測できており、本評価装置により、マスクの種類による飛沫遮蔽性能の数値的比較（粒径分布の差異の計測）が可能となりました。

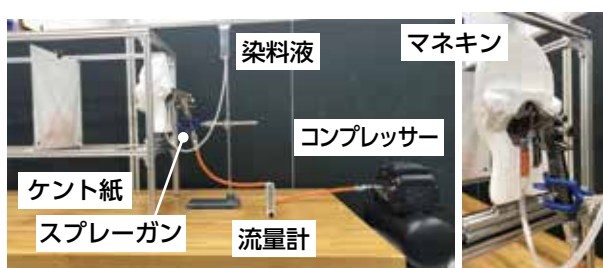


図1 飛沫遮蔽性評価装置

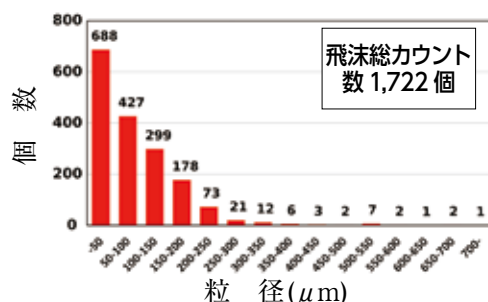


図2 粒径分布測定結果（ウレタンマスク着用時）

## 3. マスクからの漏洩飛沫観察

マネキンに装着したマスクからの漏洩飛沫（純水を使用）を観察する機構を作製しました。飛沫を明瞭に撮影するため、気流などの流れ場へレーザをシート状に照射することで流れ場断面が可視化できる気流可視化装置（カトウ光研(株) PIV Laser G200）を使用しました。マネキンの垂直方向の中心線上断面に正面からレーザを照射し、マネキン（及び装着したマスク）から飛沫が噴射（漏洩）する様子を高速カメラ（(株)フォトロン FASTCAM Mini AX100）で横から撮影しました。

マスク無しの場合の撮影画像を図3左に示します。高速カメラのみで撮影する場合、噴射する飛沫を捉えるためのライトの調整等が非常に困難でしたが、気流可視化装置を使用することにより飛沫の明瞭な撮影が容易に可能になりました。マスクを装着しての実験でも、図3右に示すとおり、ウレタンマスクではマスク生地から漏洩する飛沫をはっきりと撮影することができました。

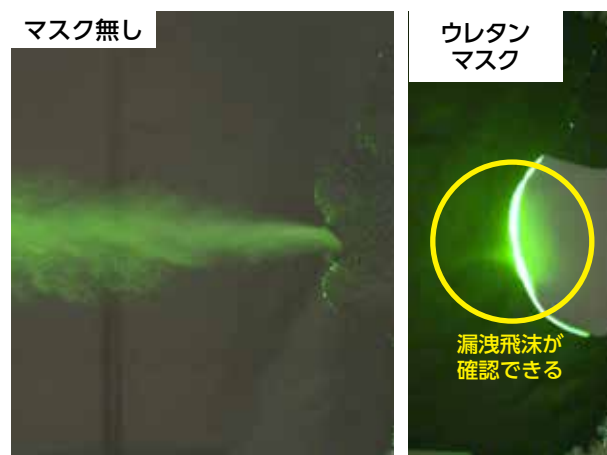


図3 気流可視化装置を用いた飛沫撮影

## 4. おわりに

マネキンヘッド、スプレーガン等で構成した飛沫遮蔽性評価装置を作製し、マスクの種類による遮蔽性能の客観的、数値的比較が可能になりました。また、気流可視化装置と高速カメラを使用することにより、マネキンに着用したマスクからの漏洩飛沫が容易に撮影可能になりました。本研究のマスク評価につきましては、お気軽にご相談下さい。

※本研究は、産業技術連携推進会議 ナノテクノロジ・材料部会 繊維分科会との共同研究において実施しました。

## 研究紹介

## 動画を用いた振動解析の簡易化

機械電子研究所 機械情報システム課 副主幹研究員 釣谷 浩之

## 1. はじめに

製品開発の際には、振動が製品に及ぼす影響を把握するために、振動解析が広く行われています。一般に振動計測には、加速度センサーが用いられますが、センサーを取付けた場所しか計測ができません、センサーの取付けが困難な場合がある、センサーの取付けによって振動特性が変化する場合があります、などの問題があります。一方、デジタル画像相関法という手法を使うことで、撮影した動画から振動を計測することが可能です。ただ、高い周波数の振動を計測・解析するためには、高速カメラなど高価で取回しが容易ではない装置を用いる必要があり、動画による振動計測・振動解析の普及を妨げています。この研究では、Prony法とよばれる計算方法を用いて、通常のデジタルカメラやスマホのカメラなどで、より手軽に振動計測・振動解析を実現しようとするものです。

## 2. 実験方法

図1のように、縦115mm×横160mm×厚さ1.2mmの電子基板をスペーサーで6mmほど浮かせて4隅をネジで固定したもので実験を行いました。振動試験機を使って、10Hz～190Hzの間のいくつかの周波数で振動させ、デジタルカメラで動画を撮影しました。撮影した動画からデジタル画像相関法により変位を計測し、Prony法を用いて振動パラメータを求めました。

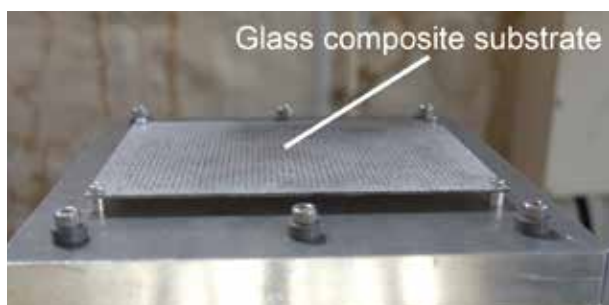
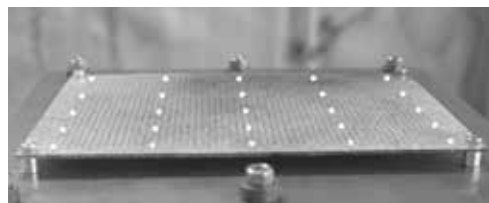


図1 実験に用いた電子基板

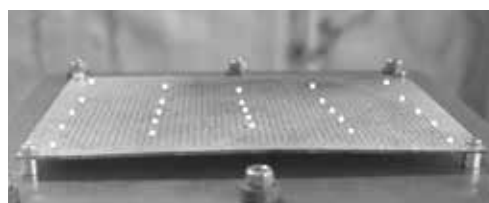
## 3. 実験結果

図2は、振動を計測した結果です。図2(a)に白丸で示した基板上の25点が、1フレーム後、2フレーム後にどう動いたかを、図2(b)(c)に示しています。分かり易くするために実際の5倍の距離で示しています。このように振動形状を実際に計測することが可能となりました。

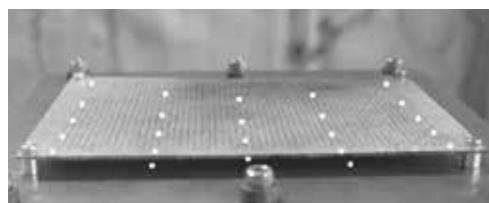
図3は、振動特性の計測結果です。基板上の任意の点での振幅が周波数毎にどう変化するか示しています。110Hz付近に大きなピークがあり、共振点があることが確認できます。



(a) 計測点



(b) 1フレーム後



(c) 2フレーム後

図2 振動形状

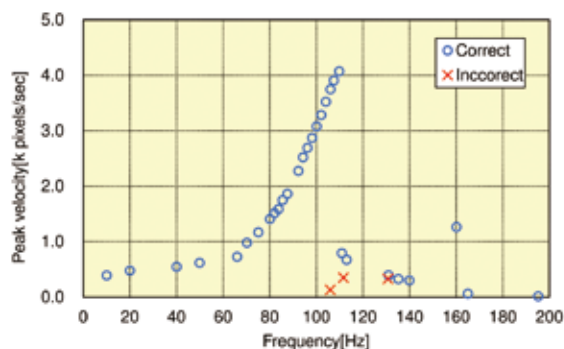


図3 周波数特性

## 4. まとめ

本研究の結果、通常のデジタルカメラで秒間60フレームという通常の動画撮影データからフレームレートよりも高い周波数の振動形状や周波数特性を計測することが可能となりました。これにより、動画による振動計測のハードルを大きく下げることができました。

## 国際会議レポート

## ICC2022+1に参加して

ものづくり研究開発センター ものづくり基盤技術課 主任研究員 川野 優希

## 1. はじめに

2023年9月26日～28日に、広島県の広島国際会議場で開催されました5th International Cellulose Conference (ICC2022+1)に参加いたしました。この会議は、セルロース学会が主催の国際会議でありセルロースの構造やセルロースナノファイバー (CNF)、セルロースナノクリスタル (CNC) に関する研究発表が中心的な国際会議となっています。

## 2. 会議内容

会議では、15名の研究者による特別講演と5会場での110件の口頭発表が実施され、活発な討論が行われました。発表者および参加者は、開催国である日本以外からもCNFやCNCの研究開発が活発なアメリカやカナダ、中国だけでなくアジア圏から欧州まで多くの国から参加されており、セルロース分野の関心の高さが感じられました。

プラスチックに関係する研究発表では、CNFをPBSやPHBHといった生分解樹脂に複合したCNF/生分解性樹脂の複合材料の開発に関する研究やリグノセルロースをギ酸に溶解することでバイオマスフィルムを作製する研究、衣類を代表とする繊維材料を再利用する方法に関する研究などバイオマス材料やリサイクルといった地球環境の保全につながる研究が多くみられました。

## 3. おわりに

セルロース学会主催ということでCNFやCNCに関する研究発表が多く、自身の研究分野の視野を広げることのできる良い機会となりました。今後もCNFの様々な特性に関する研究開発の情報を収集しながら、CNFの用途拡大に関する研究開発に取り組んでいきたいと思います。

## 国際会議レポート

## JSPMIC2023に参加して

ものづくり研究開発センター 機能素材加工課 主任研究員 村上 聡

## 1. はじめに

2023年10月16日～18日に、京都府の同志社大学寒梅館にて行われたJSPM International Conference on Powder and Powder Metallurgy 2023 (JSPMIC2023)に参加いたしました。この会議は、粉体・粉末冶金に関する材料技術やプロセス技術の最先端の成果が報告される国際会議となっています。

## 2. 会議概要

会議では、粉体・粉末冶金に関する講演発表95件、ポスター発表37件の計132件の最新の研究が報告され、活発な討論が行われました。4年ぶりに現地対面で開催され、発表での質疑応答以外にも研究者同士が交流している姿も見られました。海外からも多数の研究者が参加し、この研究分野の関心の高さが感じられました。

特にAdditive Manufacturing (3Dプリンターで材料を立体造形する製造方法) 分野の報告は多く、応

用分野の違いからAlやTi合金といった軽金属を扱ったものからCu合金、鉄系、タングステン系材料を扱ったもの等、幅広い材料が用いられ、その機械的特性、電気伝導性、生体適合性、耐食性が評価されました。

また、近年注目を集めているハイエントロピー合金分野では、価格の高いCo (コバルト) を使用しない合金が報告されました。具体的にはCr、Cu、Fe、Ni、Ti純金属粉末に対してメカニカルアロイングを実施し、SPS (放電プラズマ焼結) 装置にて焼結した合金でその機械的特性が詳細に示されました。

## 3. おわりに

本会議に参加し、最新の粉体・粉末冶金の技術を学ぶことができました。これらの知識を県内企業への技術相談、依頼試験、共同研究業務に活かしていくと共に、この分野の更なる発展に寄与できるように積極的に国内・国際学会に参加していきたいと思います。

## 受賞者・表彰者の紹介

## 第39回素形材産業技術表彰 “表彰委員会特別賞”



ものづくり研究開発センター、山岸英樹副主幹研究員がファインネクス株式会社との共同研究により実施した「低温鍛接法によるリチウムイオンバッテリー用Cu/Al複合電極端子の開発」が、一般財団法人素形材センター主催の第39回素形材産業技術賞において“素形材産業技術表彰委員会特別賞”を受賞しました。県が開発、特許を権利化した異種金属接合技術（低温鍛接法）と当該企業の高精度複動金型技術を組み合わせ、リチウムイオンバッテリー用の電極端子として革新的なマルチマテリアル製品を世界に先駆けて開発しました。銅（Cu）とアルミニウム（Al）の異なる金属材料（Cu/Al）をプレス加工により成形と同時に接合したもので、従来製品に対して性能面のみならずコスト的にも圧倒的に優れています。世界で急速に普及が進む電気自動車での活用が強く期待されています。

令和5年度中部公設試験研究機関研究者表彰  
 “中部科学技術センター会長賞 [研究功績者]”  
 令和5年度富山県 “優良職員表彰”



当センター企画管理部、金森直希副主幹研究員が、公益財団法人中部科学技術センター主催の令和5年度中部公設試験研究機関研究者表彰において“中部科学技術センター会長賞 [研究功績者]”を受賞しました。

また、富山県職員表彰規程に基づき令和5年度“優良職員表彰”を受賞いたしました。これらの受賞は、大量のデータ処理・分析によって様々な課題を解決するためのツールとして期待されている「データサイエンス」を駆使して、「若い研究者を育てる会」をはじめとする県内企業との共同研究及び企業人材の育成を実施し、それらの成果が県内企業において、都市部・住宅地への設置を見据えた静音型コイン精米機の製品化、金属切削加工時の工具寿命を自動検出するAIシステムの実用化などとして技術移転・実装された実績が認められたものです。

