

令和7年度

第72回静岡県工業技術研究所 研究発表会

要 旨 集

令和8年3月6日(金)

静岡県工業技術研究所

プログラム

A会場（視聴覚室）

午前の部 ※各科の紹介は5分、研究発表は12分、IoT推進ラボ入居企業発表は3分

				ページ		
9:10~9:15		開会挨拶	研究調整官	増井 裕久		
9:15~10:00 ユニバーサルデザイン分野						
A1	ユニバーサルデザイン科の紹介（5分）		ユニバーサルデザイン科	増井 裕久		
A2	移乗・移動一体型介護機器の人間工学評価 ー介護職員の筋負担低減を評価するー			易 強		1
A3	移乗・移動一体型介護機器の人間工学評価 ー機器のサポートによる立ち上がり動作を重心軌跡から評価するー			嶋谷 慶雄		2
A4	デザインマッチング事業の紹介			辻 真衣子	3	
10:00~10:05 休憩						
10:05~10:50 工芸分野						
A5	工芸科ってこういうトコ！ ー工芸科が挑む家具・木材の品質判定ー（5分）		工芸科	油上 保		
A6	県産広葉樹活用技術の開発（Ⅰ） ー試作ゼロに挑む！コンピュータシミュレーションが磨く設計力ー			船井 孝		4
A7	県産広葉樹活用技術の開発（Ⅱ） ー県産広葉樹で“外れない”接着力-実力を徹底検証！ー			前田 研司		5
A8	県産広葉樹活用技術の開発（Ⅲ） ー強度で勝つ家具づくり-県産広葉樹のポテンシャル解明ー			村松 重緒		6
11:00~12:00 ポスターセッション・設備見学						

午後の部

13:00~13:45 照明音響分野						
A9	照明音響科の紹介（5分）		照明音響科	木野 直樹		
A10	半透明光学部品の「明るさむら」を数値化 ー透過率・ヘーズの理解と実務で使える測定ノウハウー			豊田 敏裕		7
A11	光学部品形状を高精度に測定 ー測定精度サブμmを実現する測定条件のキモー			柳原 亘		8
A12	音声認識技術を用いた車内・室内音場の評価 ー音の響きを評価するAIの新しい物差しー			竹居 翼		9
13:45~13:50 休憩						
13:50~15:20 機械電子分野/IoT推進ラボ入居企業						
A13	機械電子科の紹介（5分）		機械電子科	山下 清光		
A14	安価×簡単な画像処理AIによる生産状況の見える化 ーAI・IoT内製化支援の事例紹介ー			横井 功毅		10
A15	IoTでよく用いられる温湿度センサーは信頼できるか			望月 紀寿		11
A16	3Dスキャナを用いた未知形状の寸法測定とCAD化事例紹介			佐藤 弘啓		12
A17	工場レイアウト変更・生産率向上支援のための簡易版デジタルツイン構築 ー三次元点群データとパッケージ化ー			久保田 大介		13
14:45~各3分	A18	サーボプレスを使用した、圧入管理システムのIoT		株式会社アイエイアイ		
	A19	現場オンプレAIの実装例 ～ 音声認識×IoTによる現場最適化		RFアンテナ株式会社		
	A20	LoRaWANセンサーデバイス & ECHONET Lite通信モジュールのご紹介	株式会社イデア			
	A21	自動制御機器メーカーSMCよりロボット関連製品のご紹介	SMC株式会社			
	A22	基盤モデルによるロボットシステムの変化	TechShare株式会社			
	A23	稼働管理システム、簡易Webシステムの紹介	株式会社朋電舎			
15:30~16:30 ポスターセッション・設備見学						

プログラム

B会場（講堂）

午前の部 ※各科の紹介は5分、研究発表は12分				ページ	
9:10~9:15 開会挨拶		研究統括官	真野 毅		
9:15~10:00 化学材料分野					
B1	化学材料科の紹介（5分）	化学材料科	真野 毅		
B2	異物分析 承ります！ －樹脂中異物や付着物等の相談から分析までの流れを紹介－		結城 茜		14
B3	熱分析で探る有機材料の挙動：セルロース複合樹脂開発への応用		田中 翔悟		15
B4	自動車用部品へのCNFの活用 －赤外分光分析による製品中のCNF評価－		野澤 遼	16	
10:00~10:05 休憩					
10:05~10:40 金属材料分野					
B5	金属材料科の紹介（5分）	金属材料科	岩澤 秀		
B6	アルミ casting材の簡便な延性評価試験方法の提案		増田 諒一		17
B7	直流電解エッチング法によるアルミ casting材料及び各種めっき材料の耐食性評価		吉岡 正行	18	
11:00~12:00 ポスターセッション・設備見学					

午後の部				ページ	
13:00~14:10 食品分野					
B8	食品科の紹介（5分）	食品科	渡瀬 隆也		
B9	未利用の茶葉を食品素材として活用するための微生物制御技術開発		堀池 隼雄		19
B10	静岡県の特産品アップサイクルへの挑戦 －乾燥・粉砕加工や成分・食感評価による食材の魅力向上－		山本 佳奈恵		20
B11	超高速液体クロマトグラフ質量分析計の使用事例紹介 －特定成分分析からメタボロームまで－		長房 秀幸		21
B12	香り成分からみた生米麴と乾燥米麴の比較と食品応用		石橋 佳奈		22
B13	豆乳を原料とした高品質ホイップクリームの開発		松野 正幸		23
14:10~14:15 休憩					
14:15~15:15 環境エネルギー分野					
B14	環境エネルギー科の事業紹介（5分）	環境 エネルギー科	岡本 哲志		
B15	貴社のメタン発酵導入効果を評価します！ －メタン発酵事業化支援研究の成果紹介－		室伏 敬太	24	
B16	燃料電池の高出力化を目的とした竹活性炭の細孔構造の制御		菊池 圭祐	25	
B17	発電機能を持つ薄膜電極材料の作製及び性能評価 －アルコール濃度センサーへの活用－		井口 大輔	26	
B18	環境エネルギー科で保有する分析機器の紹介 －工業材料に含まれる微量元素の定量分析から分かること－		藁科 孝太	27	
15:30~16:30 ポスターセッション・設備見学					

設備見学

午前の部 11:00~12:00 / 午後の部 15:30~16:30

公開設備	分野	場所	ページ
凍結真空乾燥装置	食品	開放試験室 2	28
超高速液体クロマトグラフ四重極飛行時間型質量分析計	食品	共同研究室 2	29
分光透過率・ヘーズ計	照明音響	1-8	30
高精度自由曲面測定機	照明音響	1-8	31
変角分光測色装置	照明音響	1-8	32
変角光度測定装置	照明音響	1-8	33
筋電測定システム	ユニバーサルデザイン	2-10	34
圧力分布測定装置	ユニバーサルデザイン	2-10	35
レーザー加工機・UV プリンタ等	ユニバーサルデザイン	2-10	36
ICP 発光分光分析装置	環境エネルギー	3-5	37
イオンクロマトグラフ	環境エネルギー	3-5	38
回転電極システム	環境エネルギー	3-5	39
メタン発酵連続試験装置	環境エネルギー	3-5	40
フーリエ変換赤外分光分析装置	化学材料	3-6	41
全有機体炭素計・全窒素計等	環境エネルギー	3-9	42
熱分析装置	化学材料	3-12	43
箱型圧縮試験機	工芸	5	44
音響透過損失・残響室法吸音率測定システム	照明音響	9	45
ハンディ型 3D スキャナー	機械電子	13	46
VR ゴーグル	機械電子	13	47
AI・IoT 推進ラボ展示企業	機械電子	15	48
低温除湿乾燥機	食品	16	49
元素分析付き走査型電子顕微鏡	金属材料	17	50
精密万能試験機	金属材料	17	51
油圧式万能材料試験機	金属材料	19	52
電気油圧式疲労試験機	金属材料	19	53
家具試験機	工芸	23	54-59

移乗・移動一体型介護機器の人間工学評価
－介護職員の筋負担低減を評価する－

ユニバーサルデザイン科 上席研究員 易 強

1 目的

高齢社会が進み、介護職員不足が深刻化している。介護現場では、特に移乗や移動の介助作業は身体的負担が大きく時間がかかる。移乗に特化した身体的負担を軽減する機器は市販されているが、移動の際に使う車椅子などと組み合わせた作業は手間と時間がかかる。本研究では、これに対処するために、移乗・移動一体型介助支援機器を新たに開発し、介護職員の負担軽減、介護の生産性向上、被介護者の自立支援の有効性について、人間工学による評価技術で検証する。

2 方法

移乗・移動一体型介助支援機器を試作した（図1）。

被介護者をベッドから移動機器（車椅子か試作機）に移乗する際の介護者の筋負担を筋電図計測する（被介護者側の筋発揮力の結果は別途報告する）：

- ・計測機器：ワイヤレス筋電計 MQ-AIR2（（株）キッセイコムテック製）
- ・計測部位：上腕二頭筋、三角筋、脊柱起立筋、大腿直筋
- ・評価項目：作業時間、筋電位積分値、筋電位最大値
- ・移乗方式：①人力+車椅子②移乗機+車椅子③試作機
- ・実験協力者：介護者役5人(平均:31才) 被介護者役5人(平均:71才)
- ・研究倫理：本研究はジヤトコ株式会社との共同研究、常葉大学健康科学部の協力を得て実施し、各参加機関が研究倫理審査委員会の承認を得て実施した。

3 結果と考察

3つの移乗方式における筋負担の比較では、すべての測定部位において、試作機操作時の筋電位の積分値と最大値が最も小さかった（図2は脊柱起立筋）。試作機による移乗作業時間は、「移乗機+車椅子」より大幅短縮し、「人力+車椅子」と同程度だった。



図1 開発した試作機
(出典元：ジヤトコ株式会社)

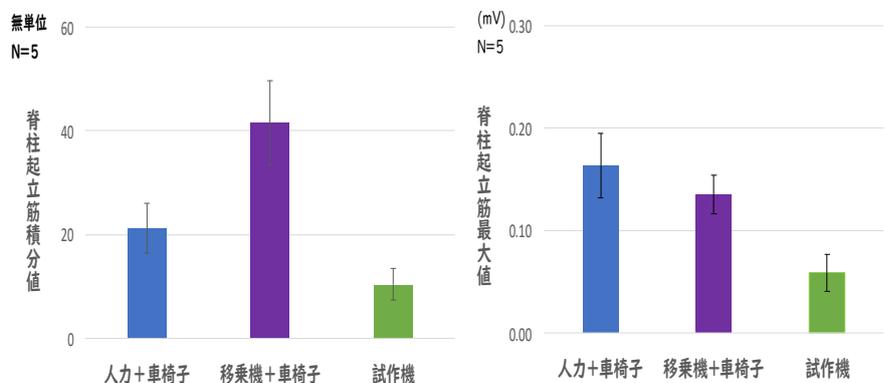


図2 筋負担評価結果
脊柱起立筋の場合（左：積分値 右：最大値）

高齢者の移乗・移動介助を支援する機器の開発
—機器のサポートによる立ち上がり動作を重心軌跡から評価する—

ユニバーサルデザイン科 上席研究員 嶋谷 慶雄

1 目的

介護現場では、ベッド-車椅子-トイレの移乗介助作業は、身体的負担が大きく時間がかかる。そこで、県内企業と共同で介助支援機器を新たに開発している。機器の利用者は介助が必要であるが、まだ自分で「立ち上がりたい」と意識する方を想定している。

そのため、この機器は電動アクチュエータで立ち座り動作をサポートするが、利用者の残存筋力を積極的に使わせるよう設計している。これによって、介助されながら筋力や身体能力の低下を予防する。

そこで、この機器を使用した立ち座り動作の重心の軌跡を計測・解析する。

2 方法

試作した介助支援機器を使用した立ち座り動作について、モーションキャプチャシステムを使用して、被験者の動作時の三次元座標データの計測を行った。

取得した三次元座標データを基に、被験者の重心の軌跡を解析した。

3 結果と考察

健康な高齢者を被験者とし、トイレの立ち座り動作を計測・解析した。被験者の重心の軌跡（赤線）を図1に示す。

今回試作した介助支援機器使用時の立ち上がり動作は、機器が被験者の体をサポートし、機器と一緒に前傾させた後に伸身させて立位にさせる。座る動作は後下方向へ円弧状に屈身させて座位にさせる。

この機器を使用した立ち座り動作は、重心の軌跡（図1）と動作時の筋電図波形（図2）から、機器に体を全て委ねない体勢を取って、機器にサポートされながら、利用者の筋肉に負荷を掛けて積極的に使う体勢と重心の軌跡を取ることが分かった。



図1 立ち座り時の重心の軌跡

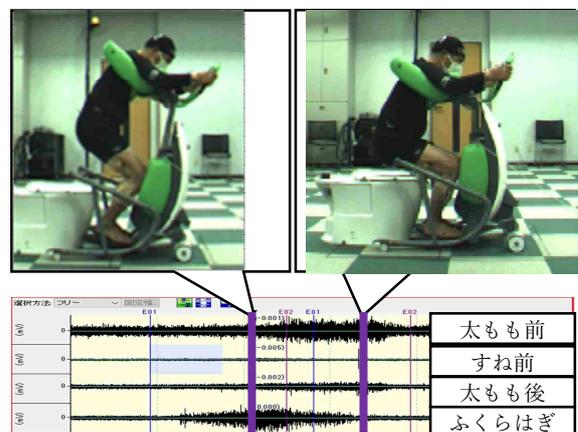


図2 筋電図波形

左. 立ち上がり時、右. 着座時

デザインマッチング事業の紹介

ユニバーサルデザイン科 研究員 辻 真衣子

1 目的

静岡県では、本事業を通じて企業とデザイナーの出会いの場を提供し、協業の機会を創出することで(図1)、デザイン思考を取り入れた製品・サービスづくりの促進や県内企業のブランドイメージ向上を目指している。

2 方法

1日で4名のデザイナーに相談が出来る集合型の相談会「定期デザインマッチング会」及び1対1でデザイナーへ相談ができる「個別相談会」を実施した。「定期デザインマッチング会」に参加し、より具体的な相談を希望する企業に対しては「個別相談会」による支援を行った。県内を拠点にグラフィック、プロダクト、WEB、プロデュースの各分野で活躍するデザイナーが参加した。

3 結果と考察

本年度は20社が参加し、商品パッケージ・製品カタログ・工業製品の外観デザイン・自社技術を活用した製品開発のアイデア出し・販売促進などの相談があった。参加企業からは「(受注生産がメインのため)社内にデザイン担当の部署がない中で、製品化に向けたプロセスやコスト面の情報収集ができた」「自社ブランドの立ち上げから商品PRまでの流れがイメージできた」といった声が多く、好評だった。

本事業の相談会は、デザイン業務の外注先を見つけるためだけでなく、自社の強みや可能性を改めて見つめ直す機会としても有効であることが分かった。実際、当初は制作業務の依頼を想定していた企業が、デザイナーとの対話を通じて、製品やサービスに関する課題を定義し直すことに意義を見いだすケースが見られた。これは、デザイン思考のフレームワークの一つである「ダブルダイヤモンド・モデル」(図2)に示されるように、デザイナーの制作業務の前段には「★何(どのような課題)を解決するか」を考えるプロセスが存在することとも関連している。以上のことから、企業とデザイナーの協業の機会を創出することは、企業が直面する課題を明確にするためにも有効であるといえる。

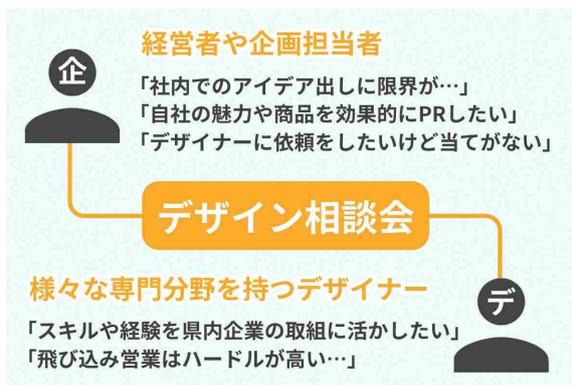


図1 デザイン相談会

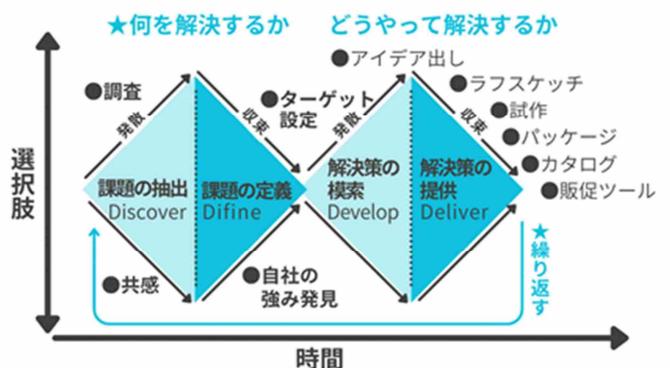


図2 ダブルダイヤモンド・モデル

県産広葉樹活用技術の開発（I）

―試作ゼロに挑む！コンピュータシミュレーションが磨く設計力―

工芸科 上席研究員 船井 孝

1 目的

木製家具出荷額は、全国・静岡県共に平成3年以降急激に減少している。2020年工業統計調査からは、他産地はすでにニーズの高い脚物家具に注力しており、特に岐阜県は曲木という高度な生産技術による高付加価値化に成功している。静岡県もこれに負けない差別化技術確立し、付加価値が高い高価格帯の脚物家具の生産に力を入れる必要がある。本研究では、昨年度までにCAE構造解析による県産広葉樹の強度評価技術である「家具強度シミュレーション」を構築した。そこで今年度は、構築したシミュレーション技術を活用することで、JIS S1203: 1998の強度試験で破損しない強度を有する脚物家具を、試作レスで設計する取り組みを行った。

2 方法

「軽量な家具」を目標として新規に設計された脚物家具を対象とした「家具強度シミュレーション」による強度評価を実施した。評価対象は図1に示す様に二分の一モデルとし、切断面に対称条件、後脚の底面に上下及び前後方向の拘束、前脚底面に上下方向の拘束を定義し、座面に650 N、背もたれに280 Nを負荷した（二分の一モデルを使用するため、負荷する荷重はJISで定義された値の二分の一となる）。強度評価は、昨年度の結果に対して安全率7を考慮して実施した。評価結果に基づき、強度不足部と過剰強度部のそれぞれ補強と軽量化を実施した。

3 結果と考察

「家具強度シミュレーション」による評価結果を図2に示す。赤く表示された部位に破損の可能性があるが、そうでない部位には十分な強度があることを意味する。そのため、後脚の上部、笠木、側幕板の後脚との接合部周辺の板厚を向上させ、前脚、前・後幕板、側幕板中心部を薄肉化した。このように、「家具強度シミュレーション」結果に基づいた補強と軽量化を行うことで、JIS S1203: 1998の試験で破損しないことが期待できる脚物家具の設計を試作レスで実施できた（図3）。

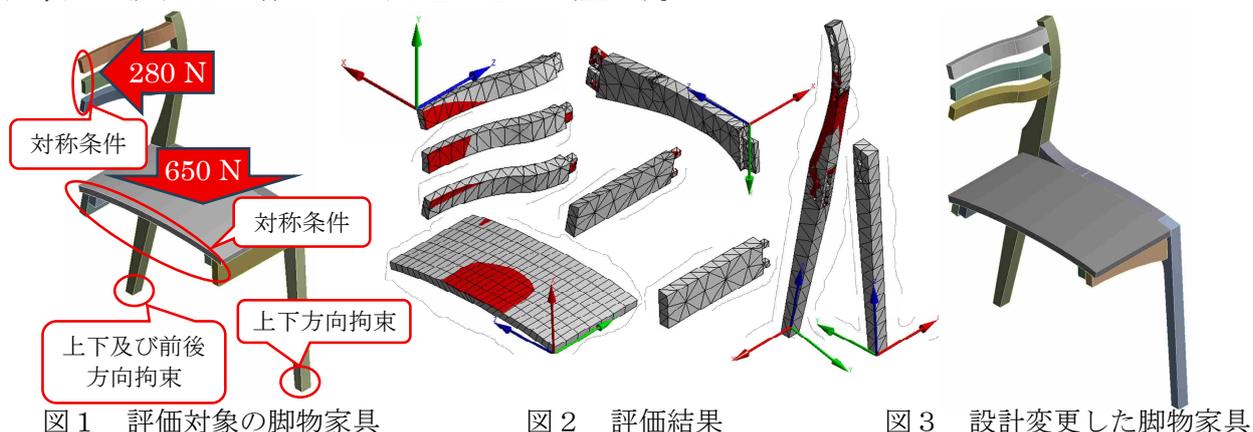


図1 評価対象の脚物家具

図2 評価結果

図3 設計変更した脚物家具

県産広葉樹活用技術の開発（Ⅱ）
－県産広葉樹で“外れない”接着力-実力を徹底検証－

工芸科 主任研究員 前田 研司

1 目的

木製家具の設計に CAE 構造解析を活用する事例はなく、導入により静岡県独自の技術となるとともに、県内の未利用広葉樹の活用において他産地との差別化も期待できる。

脚物家具の強度評価に CAE を用いるためには、構成する木材だけでなく接着剤の強度データも必要であるため、本研究では静岡県産広葉樹と実際に現場で使用されている接着剤を対象に引張りせん断試験とクロスラップ試験を実施した。

2 方法

県産広葉樹「カシ」、「シデ」、「クス」について、以下の接着剤、「酢酸ビニル樹脂（以下、EPVAc）」（TV-2RL（株）オーシカ製）、「水性高分子イソシアネート（以下、API）」

（D-4320（株）オーシカ製）を対象に、図に示す引張りせん断試験を JIS K 6851:1994、クロスラップ試験は ASTM D 1344 を参考に試験を行った。なお、試験片数はそれぞれ N=8、N=12 とし、試験は温度 20℃・湿度 65% の環境下で行った。また、塗布量は順に 300g/m²、250g/m² とし、圧縮圧は 1.4MPa とした。



図 各試験の様子
 （左 引張りせん断 右 クロスラップ）

3 結果と考察

表に引張りせん断試験及びクロスラップ試験の結果を示す。引張りせん断強度は、いずれの樹種も API が高く、一方で、クロスラップ接着強度においてはクスをのぞき、EPVAc が高い強度となる傾向を示した。これは、せん断応力と垂直応力（クロスラップ）では接着強度が最大となる時の弾性率が異なるためと考えられる。弾性率と温度は密接な関係があるため、今後は温度を変えた条件における各強度について検討を行う。

表 引張りせん断試験及びクロスラップ試験の結果

樹種	接着剤	引張りせん断強度 [MPa]	標準偏差	クロスラップ接着強度 [MPa]	標準偏差
カシ	EPVAc	10.802	1.309	5.673	0.631
	API	13.927	1.684	3.516	0.272
シデ	EPVAc	9.211	0.584	5.425	0.881
	API	10.455	1.604	4.073	0.528
クス	EPVAc	6.811	0.661	2.602	0.435
	API	7.198	1.153	2.688	0.350

県産広葉樹活用技術の開発（Ⅲ）
 —強度で勝つ家具づくり—ポテンシャル解明—

工芸科 上席研究員 村松 重緒

1 目的

令和6年度～7年度にかけ他産地との差別化技術の確立を目指し、CAE 構造解析（家具強度シミュレーション※）と県産広葉樹を活用した家具づくりに関する研究に取り組んだ。①家具強度シミュレーションのために必要な木材の異方性（繊維方向、半径方向、接線方向）に依存する強度データの取得、②家具強度シミュレーションの実用性を評価する目的で、同シミュレーションで設計変更・試作したいすの家具強度試験を行った。
 ※ A6 県産広葉樹活用技術の開発（Ⅰ）にて報告

2 方法

①県産広葉樹（カシ・シデ・クス）について、JIS Z 2101²⁰⁰⁹ 木材の試験方法を参考に、材料強度試験（引張試験、圧縮試験、せん断強さ試験）を行った。

②家具職人が設計した脚物家具（いす）を、家具強度シミュレーションによる強度評価を元に設計変更し、県産広葉樹を用いて委託製造したいす（材料：カシ・座面のみクス）を、家具強度試験に供した。同試験は、新家具総合試験機（(株)ボールドウィン製 STARPHA2000）を用い、JIS S 1203¹⁹⁹⁸ 家具—いす及びスツール—強度と耐久性の試験方法 7.2 背もたれの静的強度試験（試験区分3（座面1,300N・背もたれ560N））にて行った。

3 結果と考察

①取得した県産広葉樹（カシ・シデ・クス）の材料強度データによると、カシ、シデはウォルナットやオークと同等以上の引張強さ・せん断強さを示した。

②初期設計の家具強度シミュレーション結果（安全率：7）を図1に、試験後の試作したいすを図2に示す（丸で囲った部分は初期設計から改善が施された箇所）。

図1にて、赤く表示された部分（笠木・背貫・背柱）は、強度的に弱いためデザインに影響を与えない範囲で補強を行い、青く囲った部分（前後幕板・前後脚下部）は十分な強度があるため軽量化した。図2のとおり、強度不足が想定され補強した箇所も含め、家具強度試験後に使用上、支障のあるゆるみ・破損等の欠陥は認められなかった。

家具強度シミュレーションの利用により、初期デザインの長所・短所の把握と設計改善が行え、試作を行うことなく設計改良の検証と結果の根拠が得られた。

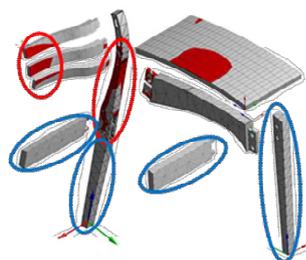


図1 強度シミュレーション結果
 （初期設計・安全率：7）



図2 試作いす（強度試験後）
 初期設計からの変更箇所

半透明光学部品の「明るさむら」を数値化 —透過率・ヘーズの理解と実務で使える測定ノウハウ—

照明音響科 上席研究員 豊田 敏裕

1 目的

半透明材料は、照明器具の配光制御や、工業製品の意匠性を高める質感制御などに広く用いられている。その性能や特徴は、透過率やヘーズ（曇り価）として、測定規格（JIS K 7361-1:1997、JIS K 7136 等）に基づき定量的に評価される。一方で、開発の現場では、測定規格の要件を満たす大きさの試料を準備できない場合がある。そこで本研究では、市販の測定装置による、小サンプルの透過率及びヘーズの測定可能性を検証した。

2 方法

測定には、分光透過率・ヘーズ計（楸村上色彩技術研究所製 HSP-150VIR）を使用した。マスクを用いて測定径を規定の 14 mm より小さく（10 mm、7 mm、5 mm）調整し、小サンプル測定を模擬した。測定試料は、ND フィルター 3 種類とヘーズ標準板 4 種類の有無およびそれらの組み合わせによる 20 種類とした。測定値は 1 試料あたり 50 回測定の平均値とした。マスクなしの測定値を基準に、測定径を小さくした影響を評価した。

3 結果と考察

透過率の測定においては、測定径を小さくする影響は軽微であった（図 1）。測定規格には準拠しないが、マスクを併用することで小サンプルの透過率を測定できることが分かった。なお、測定値の標準偏差が測定径に反比例した。小サンプル同士のわずかな透過率の差の評価においてはこれに留意する必要がある。

一方、測定径を小さくすると、光拡散性の高い試料のヘーズを過小評価した（図 2）。これは、測定装置の構造に起因すると考えられる。測定径を小さくしたヘーズ測定の有用性は、試料の光拡散性に依存することが分かった。

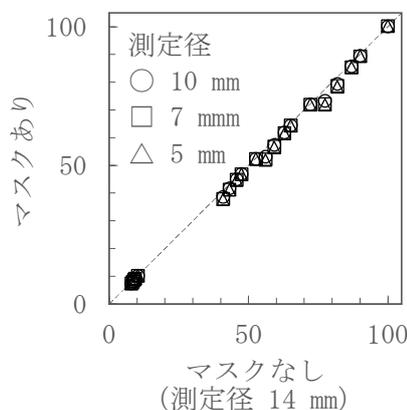


図 1 測定値（透過率）

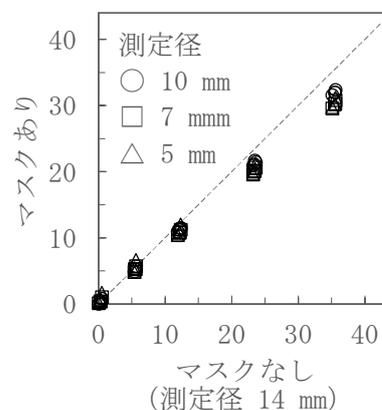


図 2 測定値（ヘーズ）

光学部品形状を高精度に測定 —測定精度サブ μm を実現する測定条件のキモ—

照明音響科 上席研究員 柳原 亘

1 目的

当研究所が所有する高精度自由曲面測定機（以下 UA3P）は、光学レンズや回折格子等の微細構造といった光学部品の形状を高精度に測定することができる装置である。本装置を使用する品質管理の現場では、様々な表面性状の部品に対して、その形状に応じた測定子（スタイラス）を選択し、必要最小限の走査速度で効率的に測定しなければならない。そのためには、測定条件によって変化する測定精度の情報が必要となる。そこで、光学部品の表面性状を模擬した試料に対して、スタイラス形状と走査速度が測定精度に与える影響を検証した。

2 方法

表面を鏡面切削した金型（図1）について、UA3Pを用いて表面を軸方向に5mmの長さで倣い測定し、測定波形からRMS（二乗平均平方根、高さ方向の振れの大きさを表す）を算出した。金型の表面は切削加工による走査痕があり、痕に対して垂直方向と平行方向で測定した。スタイラスは、セラミック製とダイヤモンド製を選択した（図2）。走査速度は0.1mm/s～2.0mm/sの範囲とした。

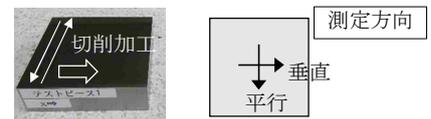


図1 測定試料（金型）

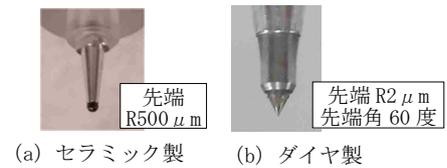


図2 測定スタイラス

3 結果と考察

加工走査痕に対して垂直方向と平行方向の断面曲線を図3に示す。平行方向の断面は、凹凸の周期が小さく、ダイヤモンド製スタイラスで測定した際に走査速度が大きくなると、RMSが大きくなる（測定精度が下がる）傾向となった（図4）。セラミック製スタイラスは、本測定条件では測定精度に影響しなかった。ダイヤモンド製スタイラスは先端が微小であり、凹凸の周期が小さい断面も正確に倣い易いが、走査速度が大きくなると共振が発生し、その結果ノイズが増えて測定精度が下がると考えられる。本測定結果より、ダイヤモンド製スタイラスは1.0mm/s以下の走査速度での測定が妥当であると考えられる。

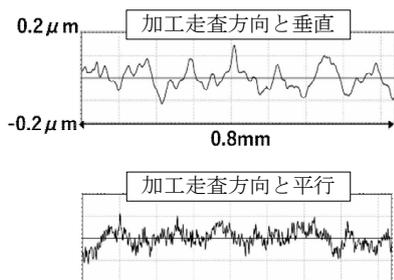
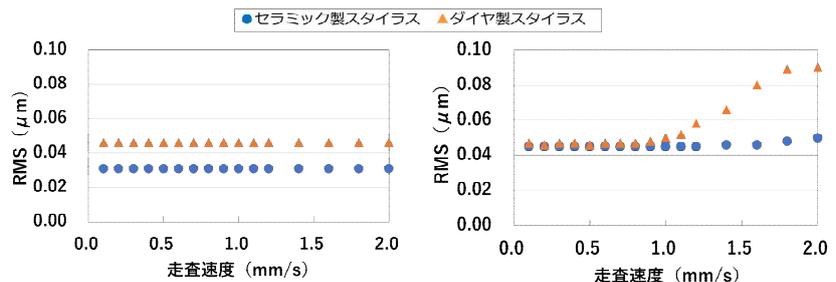


図3 測定断面曲線



(a) 金型（加工走査方向と垂直） (b) 金型（加工走査方向と平行）

図4 測定精度の結果

音声認識技術を用いた車内・室内音場の評価
 ー音の響きを測る AI の新しい物差しー

照明音響科 上席研究員 竹居 翼

1 目的

自動車内や建物室内を静かにするには、天井や床からの反射音による“響き”の抑制が重要である。その響きを抑えるための材料や製品の性能評価として、工業技術研究所では吸音率試験を実施している。吸音率は、材料固有の吸音性能を表すが、実際の音場に及ぼす影響を十分に表現することはできない。そこで、材料の音場に及ぼす影響を表現する新しい物差しを探る。

2 方法

音声認識 AI による誤り率を用いて、音場の評価を試みた。結果の再現性を確保するために、使用する認識モデル等の条件は固定し、ローカルのコンピュータ上に評価システムを構築した (図 1)。

本評価では、響きのない音声データ (全 1000 個) と、残響室に設置した自動車内装 (天井、床材等) を実測した音場データ (全 31 種類) を用い、音声認識 AI の誤り率を求めて吸音率と比較した。

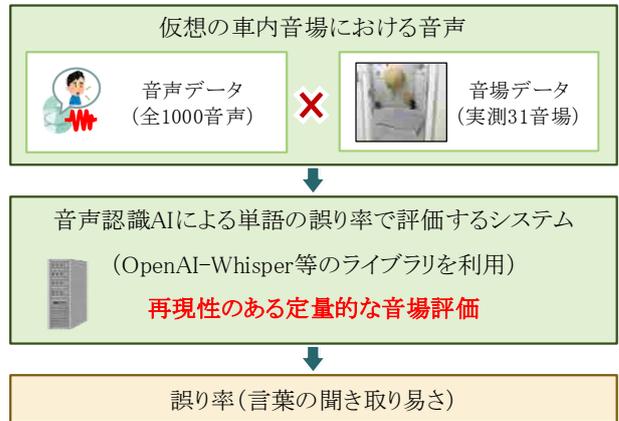


図 1 誤り率による評価の流れ

3 結果と考察

誤り率と吸音率の関係を調べた結果、吸音率が高いほど誤り率は低くなる傾向があり、両者には相関が認められた (図 2)。一方で、吸音率が同程度でも誤り率に差がある結果も得られた。そこで、音場を表現する指標の一つである明瞭度を用いて、吸音率 0.5 ~ 0.6 の範囲で誤り率との関係を調べたところ、明瞭度と誤り率の間に相関が見られた (図 3)。これにより、従来の吸音率だけでは区別できなかった音場を、音声認識 AI の誤り率を用いることで区別できる可能性が示唆された。

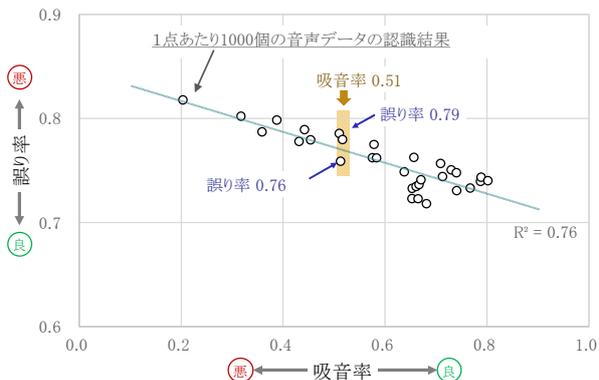


図 2 吸音率と誤り率

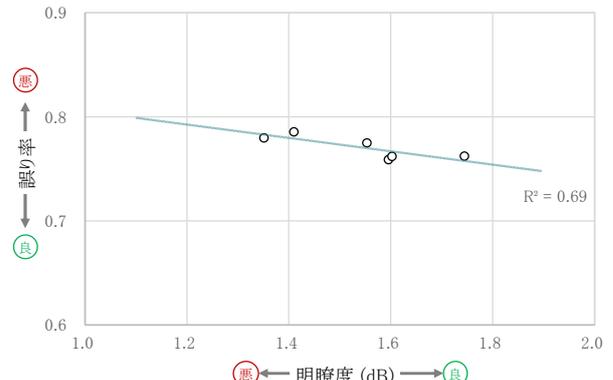


図 3 明瞭度と誤り率 (吸音率 0.5~0.6)

安価×簡単な画像処理 AI による生産状況の見える化 —AI・IoT 内製化支援の事例紹介—

機械電子科 主任研究員 横井 功毅

1 目的

静岡県では製造業の生産性向上を目指して、AI・IoT 導入支援に注力している。その一環として、シングルボードコンピュータを使用した AI・IoT の内製化を支援する IoT 大学連携講座を開催している。近年の技術進歩により、セミナーで使用する安価な機器でも画像処理 AI の実装が容易になった。本発表はその事例を 2 つ紹介する。

2 方法

2.1 AI-OCR による生産モニターからの情報抽出（事例 1）

設備の生産モニターをラズベリーパイ 5 に接続したカメラで撮影した。その画像に対して AI-OCR を活用してデータの抽出を行い、生産状況の分析・可視化を実現した(図 1)。

2.2 物体検出 AI による設備動作の確認（事例 2）

プレス機の稼働部に黄色の円形磁石を貼った。設備の稼働部をラズベリーパイ 5 に接続したカメラで撮影して、マークの動きを物体検出 AI で確認(図 2)することで、リアルタイムで生産数カウントを行った。

3 結果と考察

3.1 事例 1

誤認識したデータも存在したが、概ね正しいデータを抽出できた。物理的に外光の影響を抑える、または、前の数字と大きく異なるとき記録しない等の後処理を加えることで、精度が向上できると考えられる。PLC は保証の関係で自社改造が難しいため、別システムでデータ抽出を実現するメリットは大きい。

3.2 事例 2

マークがカメラの撮影範囲に出入りする回数を計上することでリアルタイムのカウントを実現した。たまに範囲内のマークを見落として、誤ってカウントすることがあった。これは、複数回同じ判定が続いたときに判定を確定する等、後処理を加えることで解消された。本システムは今後簡単に IoT 体験をできるツールとして期待できる。

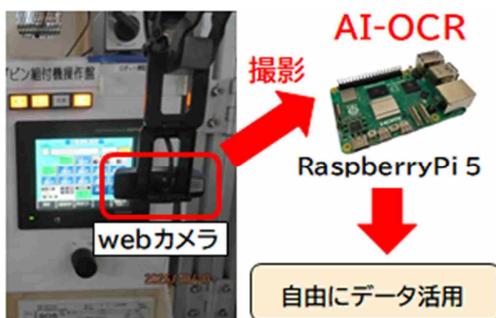


図 1 生産モニター画像からのデータ抽出



図 2 物体検出による生産カウント

IoT でよく用いられる温湿度センサーは信頼できるか

機械電子科 上席研究員 望月 紀寿

1 目的

SBC (シングルボードコンピュータ) に温湿度センサーを接続することにより、IoT による環境測定が行われている。複数の温湿度センサーを使用して複数の場所を測定した場合に、センサー間で測定値にばらつきがあると測定結果の解釈が困難になる。センサー間のばらつきを確認するため、温湿度センサーの出力と試験槽内の温湿度を測定し、試験槽内の温湿度とセンサーの出力を比較した。

2 方法

恒温恒湿槽の試験槽内に温湿度計のプローブと温湿度センサーを静置し (図 1)、温湿度センサーは Raspberry Pi 3B+ に接続した。測定に使用した温湿度センサーは、ASAIR AM2302 と Sensirion SHT31-DIS との 2 種類で、それぞれ同時期に入手した 4 個を使用した。恒温恒湿槽を設定する温湿度は、温湿度センサーで測定される温湿度の範囲と温湿度計の使用範囲から、①10°C 20%rh、②25°C 20%rh、③25°C 40%rh、④25°C 60%rh、⑤25°C 80%rh、⑥40°C 80%rh の 6 条件とした。温湿度計を読みながら恒温恒湿槽を設定し、数値が安定してから温湿度計の指示値と温湿度センサーの出力を記録した。

3 結果と考察

測定の結果のうち、SHT31-DIS の温度を図 2 に、AM2302 の湿度を図 3 に示す。温度は、いずれの温湿度センサーも、ばらつき (最大値と最小値の差) は 0.2°C であった。湿度は、AM2302 が 2%rh、SHT31-DIS は 60%rh 以下で 0.5%rh、80%rh で 1%rh というばらつきであった。これから、温湿度センサーの出力にばらつきは少なく、信頼できると考える。

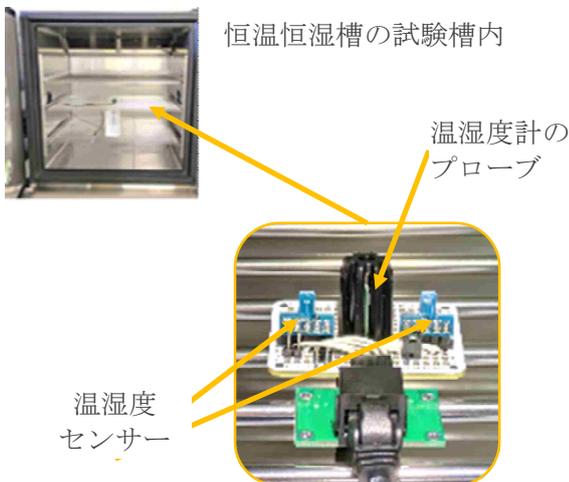


図 1 温湿度センサーと温湿度計



図 2 温度の測定結果 (SHT31-DIS)

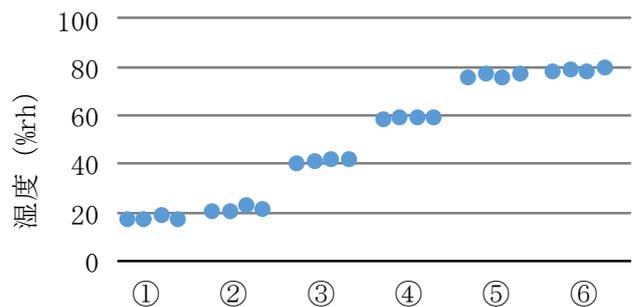


図 3 湿度の測定結果 (AM2302)

3D スキャナを用いた未知形状の寸法測定と CAD 化事例紹介

機械電子科 研究員 佐藤 弘啓

1 目的

製造現場では、図面が存在しない部品や自由曲面を有する複雑形状に対して、寸法測定や再製作が困難となる課題がある。特に、古い設備の部品や図面情報の少ない既存部品では、図面不足や形状の複雑さにより、設計データの作成や整合性確認が難しい場合が多い。本報では、3D スキャナを用いて実物から形状データを取得し、寸法測定および CAD 化を行った事例を紹介し、その有効性を示すことを目的とした。

2 方法

カメラ式およびレーザースキャン式の 3D スキャナを用いて対象物を測定し、点群データを取得した。取得した点群データをポリゴン化した後、解析ソフトウェアを用いて原点座標設定、寸法解析、曲面生成などの処理を行った。事例①では試作品のペットボトルオープナーを対象に曲面形状の寸法測定を実施した。事例②では図面情報の少ない機械構成部品を対象に、点群データから曲面生成を行い、CAD モデルを作成した。

3 結果と考察

(1) 事例① 寸法測定

既製品のペットボトルオープナーを 3D スキャンし、歯曲面形状について寸法解析を実施した。従来のノギスやマイクロメータでは測定が困難であった自由曲面形状について、点群データから断面を作成し、歯先円直径や歯形角度などの寸法を取得することができた(図 1)。この寸法結果から、設計検討や製品開発に有効であることが確認された。また、今後は同様の測定に対して、測定から結果までの対応時間短縮を図る。

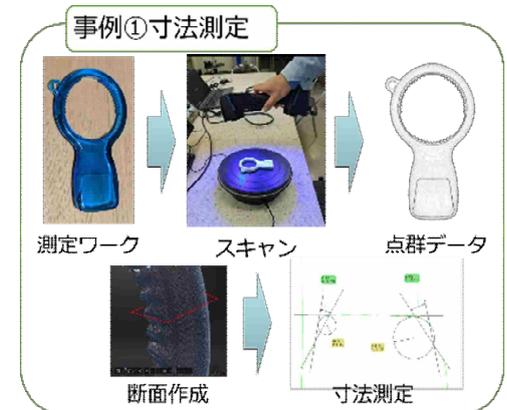


図 1 未知形状の寸法測定事

(2) 事例② CAD 化

図面情報が少ない既存部品を対象に 3D スキャンを実施し、取得した点群データから曲面生成を行い、CAD モデルを作成した(図 2)。前処理として穴埋めや点群間引きを行い、その後曲面作成およびポリゴンとの誤差評価を実施した。その結果、複雑形状であっても実物から CAD データを作成でき、再製作リードタイム低減、製品ラインナップ拡充に有効であることを確認した。今後は同様の CAD 化に対して、小型部品や複雑形状部品の CAD 化にも対応し、製造現場における生産支援や設計支援の幅を広げていく。

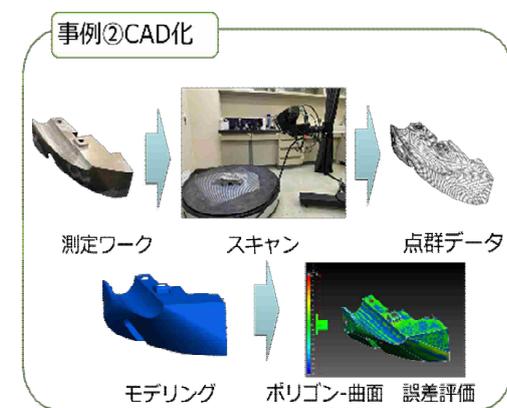


図 2 CAD 化事例

工場レイアウト変更・生産率向上支援のための簡易版デジタルツイン構築
 -三次元点群データとパッケージ化-

機械電子科 主任研究員 久保田 大介

1 目的

令和4～6年度新成長戦略研究で三次元点群データを活用した中小企業版デジタルツイン(フルセット版)を構築した。フルセット版はゲームエンジンや生産シミュレータを活用した生産情報や設備状態の表示、生産効率検討シミュレーションなどの機能があり、運用には専門知識や作業工数が多く必要で導入・維持する際の作業者の負荷が高い。そこで、作業者の負荷低減とそれに伴う普及率向上を目的に、導入・維持を簡易的に実施できる簡易版デジタルツイン(サブセット版)を構築する。

2 方法

サブセット版はフルセット版に実装のシミュレーション機能を業種に合わせて選択・小分け実装する(図1)。この時、ゲームエンジンや生産シミュレータを使用すると作業者負荷の低減が不可能であるため、それらを使用せずに同等の結果が得られる代替え機能案を提案・検証して織り込む。また、通常業務作業と乖離した作業の場合も同様に作業者負荷に繋がるため、代替え機能は現状と類似した操作・作業で完結させる。

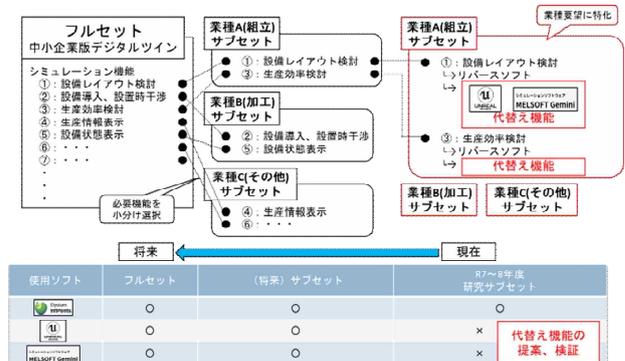


図1 サブセット版構築イメージ

3 結果と考察

サブセットの内容：8社4業種(令和8年1月時点)にサブセット実装機能ヒアリングを実施し、表1のような業種ごとに要望する機能が異なる結果が得られた。この結果と企業打合せからの情報精査により、下記3業種の必要サブセットを考察した。

- ・組立業：工程レイアウトや作業手順の見直しによる生産効率向上を図るための「工程や手作業中心のサブセット」。
- ・加工業：設備導入後に容易にレイアウト変更不可のため、設備の初期配置や設置後の設備動作見直しによる生産効率向上を図るための「設備情報中心のサブセット」。
- ・食品や医療関係企業：コンタミや気温、湿度管理、製品品質管理を行うための「環境、品質情報中心のサブセット」。

表1 実装機能ヒアリング結果

実装内容要望	業種			
	製品組立①	製品組立②	加工①	食品
Total(最終組み立て品)の生産数	○	○	○	○
Totalの生産ロット数	○	○	○	○
Totalの作業時間	○	○	○	○
工程毎の生産台数(個数)	○	○	○	○
工程毎のTT	○	○	○	○
工程毎のCT	○	○	○	○
チョコ停時間	○	○	○	○
チョコ停内容	○	○	○	○
工程毎の作業内容(標準作業種)	○	○	○	○
各工程の実作業時間	○	○	○	○
各工程での品質確認データ	○	○	○	○
品質管理工程での履歴、データ	○	○	○	○
各工程で使用する治具・工具情報	○	○	○	○
設備情報(機械図面、電気図面など)	○	○	○	○
消耗部品、加工工具情報	○	○	○	○
作業時温度、湿度	○	○	○	○
コンタミ浮遊量情報	○	○	○	○
食材、調味料などの情報	○	○	○	○
	工程 手作業中心		設備 中心	環境 中心

現在、モデル企業と協力して業種毎にサブセット構築とゲームエンジンや生産シミュレータ不使用の代替え機能提案・検証実施中。モデル企業でのサブセット成功事例を示すことで同業他社や他拠点への横展開・中小企業への普及向上が期待できる。

異物分析 承ります！

—樹脂中異物や付着物等の相談から分析までの流れを紹介—

化学材料科 上席研究員 結城 茜

1 はじめに

生産現場における製品の不良や不具合が起これば、製品の回収や再生産が発生し大きな損失となる。そのため早期の原因究明が求められ、当科にも異物相談が寄せられている。本発表では異物分析の流れを紹介するので、相談の際に参考にさせていただきたい。

2 異物分析の流れ

異物分析フローを図1に示す。まずは①聞き取りにより異物が確認された状況、混入した製品情報、製造方法、製造環境、保管状況などを確認する。つぎに②顕微鏡などによる観察。①②の情報から異物の成分が有機物か無機物かを推測し、依頼者と分析方法を相談する。異物が有機物と推測される場合、赤外分光分析法を選択し、図2の装置で分析する。赤外線の波長域は、分子結合の変角や振動エネルギーに相当するため、得られた吸収スペクトルから異物の分子構造や構成化合物の推定ができる。一方、無機物と推測される場合、蛍光X線分析法を選択し、図3の装置で分析する。X線の波長域は電子軌道の遷移エネルギーに相当するため、異物にX線を照射して、発生した蛍光X線から異物を構成する、主に金属元素の組成を推定することができる。図3の装置では最小φ20μmの面積で異物のポイント分析ができ、元素マッピング機能を用いることで異物の元素の分布状態を可視化することもできる。

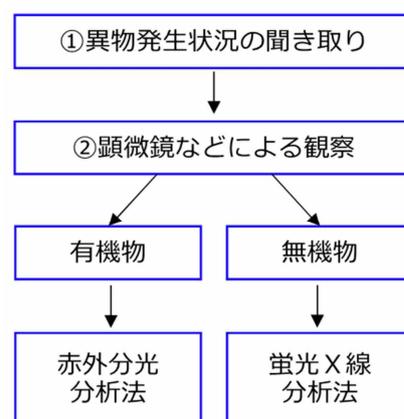


図1 異物分析フロー



図2 フーリエ変換赤外分光分析装置、分析結果例
(公益財団法人 JKA 機械振興補助事業導入機器)
(透明なフィルム状異物：ポリエチレンと推察)

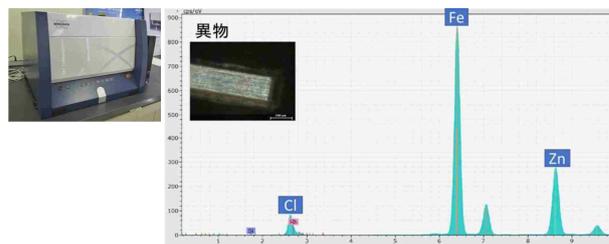


図3 微小部蛍光X線分析装置、分析結果例
(光沢異物：亜鉛、鉄、塩素を含むと推察)

3 まとめ

異物が何であるか推察できれば、異物発生状況などの情報から異物候補物質を相談者とともに想定し、異物候補物質と異物の分析結果を照合することで、異物の原因究明につなげられる可能性がある。異物でお困りの際は是非とも当科にご相談いただきたい。

熱分析で探る有機材料の挙動：セルロース複合樹脂開発への応用

化学材料科 上席研究員 田中 翔悟

1 目的

熱分析では、試料を炉内で加熱していくと同時に、温度と試料の物理的变化を測定する。主な熱分析装置には、試料に対する熱の出入りを精密に測定する①示差走査熱量計 (DSC)、試料の重量変化と熱の出入りを同時に測定する②熱重量/示差熱同時測定装置 (TG/DTA)、試料の寸法変化を測定する③熱機械測定装置 (TMA) があり、それぞれの機能に応じて材料開発やトラブル対策に活用されている。今回は、熱分析の応用事例として TG/DTA 測定をセルロース複合樹脂の開発に応用した事例を紹介する。

環境負荷低減のため、樹脂に木質パルプ等の自然由来の強化材 (フィラー) を複合化することによる石油由来材料の使用量削減が試みられている。樹脂にフィラーを複合化する場合、2 軸混練押出機を用いた加熱溶融混練が一般的だが、自然由来材料は無機系の強化材に比べて耐熱性が低く、安全に混練するには熱的安定性を慎重に評価する必要がある。PP/セルロース複合材の混練条件を検討するにあたり、混練する材料が加熱時にどのような挙動を示すのかを事前に把握するため、TG/DTA 測定を行った。

2 方法

TG/DTA 測定はネッチ・ジャパン (株) STA-2500 により行った。試料はポリプロピレン樹脂 (PP)、微細化セルロース、分散剤の 3 種とし、各 5mg を採取して深皿アルミニウム容器に入れ、昇温速度 10°C/min で 30°C から 350°C までの昇温測定を行った。測定雰囲気は窒素、空気 (窒素 80%、酸素 20%) の 2 種 (流量 200ml/min) とし、窒素雰囲気では測定前に真空置換を行い残留酸素を除去した。

3 結果と考察

PP の測定結果を図に示す。PP は窒素中では 350°C までほとんど重量変化がなかったが、空気中では 230°C 付近から急激な重量減少が観測され、示差熱では発熱反応を示していることから、酸化分解が起きていることが推察された。微細化セルロースは窒素中、空気中ともに 250°C 付近から重量減少が観測され、空気中の方がやや低温側で重量減少が開始していた。分散剤は空気中では 210°C 付近から急激な重量減少が生じており、空気中で溶融混練する際は微細化セルロースだけでなく樹脂や分散剤の酸化分解に配慮する必要があることがわかった。

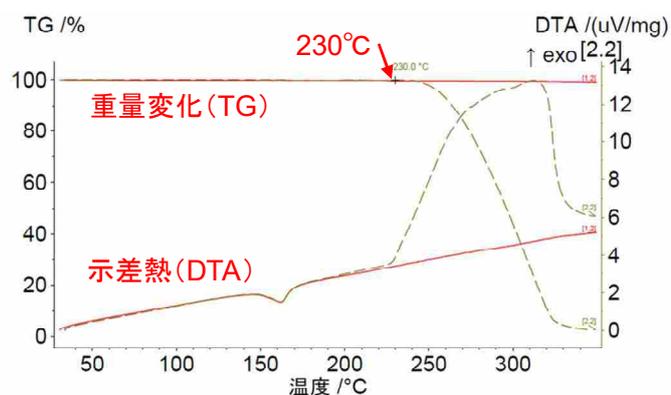


図 PP の TG/DTA 測定結果

(実線：窒素雰囲気、点線：空気雰囲気)

自動車用部品への CNF の活用 — 赤外分光分析による製品中の CNF 評価 —

化学材料科 主任研究員 野澤 遼

1 目的

湿式摩擦材は自動車のクラッチなどに使用される樹脂製品であり、動力伝達を司る役割をしている（図 1）。湿式摩擦材に特定の CNF を微量配合することで、従来技術では両立が困難であったせん断強度と摩擦性能の双方が向上することを報告しているが、この摩擦材の量産化に向けては性能保証の観点から、湿式摩擦材中の CNF を定量する手法が不可欠である。本発表では、赤外分光分析により摩擦材中の CNF 量を簡便に評価する手法を開発した。



図 1 製品形状の摩擦材
出典：NSK ワーナー(株)HP

2 方法

CNF 量が既知の摩擦材を濃度を変えて作製¹し、フーリエ変換赤外分光光度計（積分球を使用した拡散反射法）で各サンプル 20 回ずつ測定した。得られたスペクトルを処理した後に、検量線作成用と妥当性検討用にスペクトルを分割し、部分最小二乗法（PLS）により検量線モデルを作製し、評価した。なお、検量線モデルを作成する摩擦材では、量産時に使用される配合剤が含有した系で評価した。

3 結果と考察

摩擦材の積層枚数がスペクトルに与える影響を評価するため、裁断した摩擦材の積層枚数を変えて測定を行った。その結果、2枚以上重ねてもスペクトルに大きな変化がないことが分かった（図 2）ため、検量線モデル作成用の測定試料は2枚の摩擦材を重ねたものとした。得られた近赤外スペクトルから、PLSにより検量線モデルを作成し、妥当性検討用スペクトルにより精度検証した結果、実際に投入した CNF 量を近赤外分光分析から非常に精度よく推定できることが分かった（図 3）。本研究により、量産化の課題であった摩擦材中の CNF 量を配合剤存在下においても精度よく推定できた。本手法は CNF を配合した摩擦材の品質保証など実用化工程で活用できる。

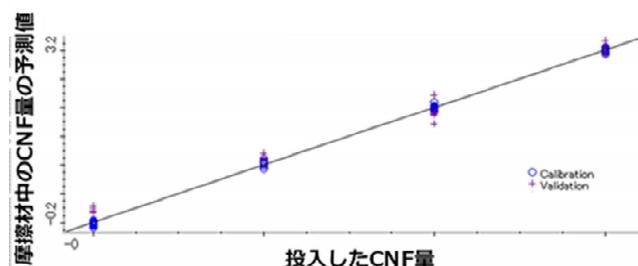
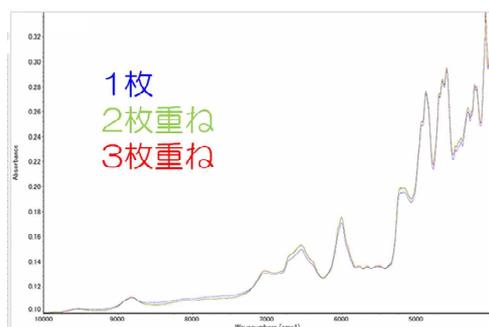


図 2 摩擦材の積層枚数がスペクトルに与える影響 図 3 摩擦材中の CNF を定量する検量線モデル
引用文献 1：野澤遼 他、セルロース学会第 31 回年次大会 ポスター発表

アルミ 鋳造材の簡便な延性評価試験の提案

金属材料科 研究員 増田 諒一

1 目的

自動車の大型部品を一体成形する「ギガキャスト」等、技術の発展により従来展伸材が使われていた箇所に鋳造材が使われるようになり、鋳造材はこれまで以上に多様な性能が求められている。自動車部品においては、特に「折れずに曲がる」性能が重要で、鋳造材の「延性評価」は欠かせなくなっている。

一般に鋳造製品は複雑な形状を有し、部材各所で鋳造時の凝固条件が異なる。このため、異なる部材は異なる金属組織、異なる物性を有している。よって、実製品の物性評価には、部材を各所・多数を切り出して試験することが必要なため、試験片加工・試験の手間が少ない簡便な評価試験が求められている。

本研究では、アルミ 鋳造材の簡便な延性評価試験として曲げ試験を提案し、当該方法の妥当性を検証した。

2 方法

3点曲げ試験を実施した(図1)。供試材はAC4CHのF材及びT6材、ADC12-F材の3種とした。試験片は厚さ3mm×幅15mmの短冊状で、支点間距離を100mmとした。評価には、材料力学モデルで算出した曲げ応力・ひずみを使った。曲げ応力・ひずみは、実験で得られた荷重・変位を使って、それぞれ下記のように与えられる。

$$\text{曲げ応力} : \sigma = (3L / 2wd^2) \cdot P$$

$$\text{曲げひずみ} : \varepsilon = (6h / L^2) \cdot \delta$$

最大ひずみ(≒延性)、0.2%耐力、最大応力を評価し、材料力学モデルの妥当性を検証した。

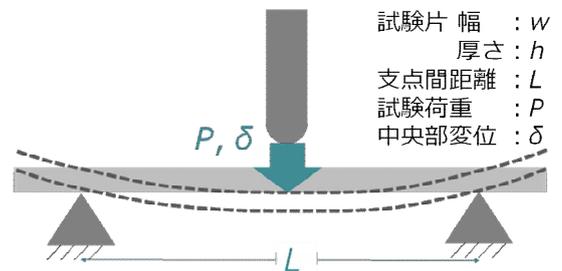


図1 曲げ試験概略図

3 結果と考察

最大ひずみ、最大応力、0.2%耐力それぞれについて、横軸に文献値(※)、縦軸に実測値を取って示す(図2)。各物性値の大小の相対評価は出来たものの、定量評価は難しいことが分かった。これは、材料力学モデルを使った解析の限界で、塑性変形開始後の非線形挙動の解析ができていないことを意味する。今後、ひずみゲージを使った実測や、非線形モデルでの解析を実施し、塑性変形の挙動解析を行う。

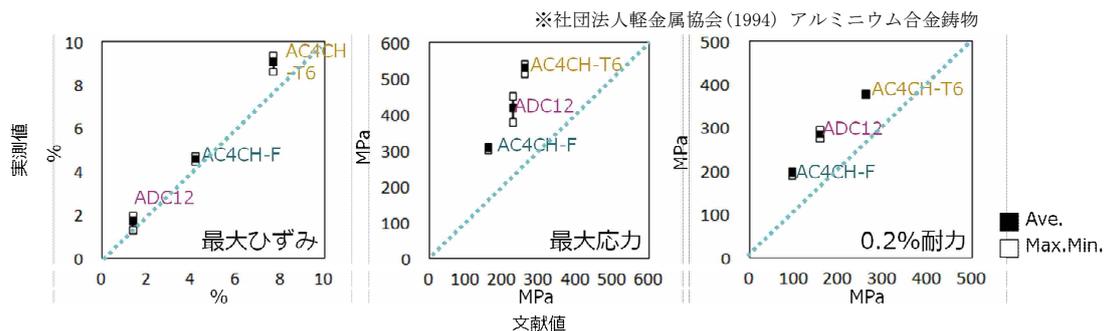


図2 各種物性値の評価

直流電解腐食(エッチング)試験による金属及びめっき材料の耐食性評価方法

金属材料科 上席研究員 吉岡 正行

1 目的

輸送用機器の軽量化に向けアルミ鋳造材料の利活用が進むと必然的にリサイクル品の需要が増加するが、リサイクルによって不純物の含有率は高まる傾向にあり、それらは強度、耐食性等の性能に大きく影響するとされている。しかし強度評価に関する研究と比較し、不純物と耐食性の関係についての研究は少ない。本研究では簡便で再現性に優れた耐食性評価方法として「直流電解腐食(エッチング)」試験の有用性について検証した。

2 方法

2.1 試料

優れた鋳造性、高い強度・靱性、耐食性を有する AC4CH 材(鋳造用 Al-Si-Mg 系合金: 40mm×36mm×t:5mm) に、Cu(銅)を 0.0、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0% 添加したものについて、鋳造(半熔融成形)、切断、鏡面研磨を施し、テストピースとした。

2.2 試験(平行平板型直流定電位負荷方式による直流電解エッチング)

装置 ……直流電源

電解液 ……3.5%NaCl(aq) ※海水相当

設定電圧…5V、試験時間…60秒

3 結果と考察

直流電解エッチング試験前後の金属顕微鏡像(撮影倍率: 200倍)を図に示す。「半熔融成形法」によるアルミ鋳造材料の金属組織はいわゆる「海-島構造」を呈するが、その「海」に相当する部分は「共晶」と呼ばれる Si(ケイ素)を多く含む部分、そして「島」に相当する丸みを帯びた白い部分は「 α 相(α -Al)」と呼ばれる Al リッチな部分である。

直流電解腐食(エッチング)によって成分元素の溶出が進行するエリア(写真で「黒く見える」部分)は、Cuの含有率が高まるに従い、「 α 相<共晶」から「 α 相>共晶」に変化することが分かった。これは、Alよりもイオン化傾向が低いCuのほとんどが共晶部分に存在することで、相対的にAlの腐食が優位になるためと考えられる。

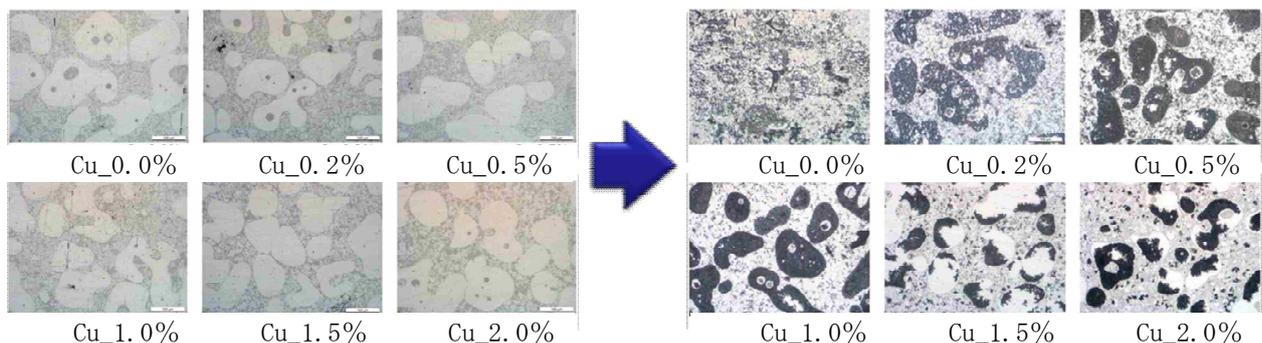


図 直流電解エッチング前(左側)→後(右側)の金属顕微鏡像の比較(撮影倍率: 200倍)

未利用の茶葉を食品素材として活用するための微生物制御技術開発

食品科 主任研究員 堀池 隼雄

1 目的

県の茶産出額の低下を背景として、刈り落とし茶葉などの未利用の茶葉を高付加価値化する技術の開発が求められている。中でも、今後更に増加が期待される輸出向けの粉末茶や、食品加工原料としての活用においては衛生管理の徹底が求められる。本研究では、一般生菌数： 10^4 CFU/g 以下を目標値として、未利用茶葉の衛生度を高める洗浄法の開発を目的として検討を行った。

2 方法

静岡県農林技術研究所茶業研究センターにて採取した生茶葉を試料とした。洗浄には連続式のブランチング冷却槽 2B+3B（細田工業(株)製）を用いた。本装置は、それぞれが区切られた5つの槽が連続して並ぶ洗浄装置である。摘採した生葉を装置に投入し、2槽目の洗浄時間を1、5、10分に変化させて、水道水または次亜塩素酸ナトリウム水溶液（有効塩素濃度 60 mg/L）で洗浄を行った（図1）。1槽及び3～5槽目においては、水道水によるすすぎを行った。その後、生葉を脱水及び除水後、サンプリングし、微生物試験を行った。

3 結果と考察

次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いて生茶葉を洗浄した結果、10分間の洗浄で一般生菌数が約 7.3×10^4 CFU/g まで低減されたが、目標値以下には低減されなかった（図2、赤線は目標値を示す）。そこで、生茶葉中に多い細菌の種類（属）について推定を行ったので併せて報告する。今後、次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いて目標値以下に一般生菌数を低減させるためには、濃度や時間等の条件をさらに検討する必要がある。



図1 生茶葉洗浄の様子

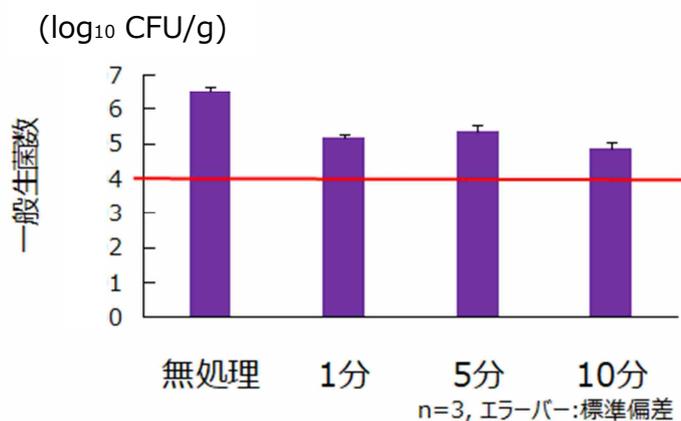


図2 次亜塩素酸ナトリウム水溶液による洗浄効果

静岡県の特産品アップサイクルへの挑戦
 —乾燥・粉碎加工や成分・食感評価による食材の魅力向上—

食品科 上席研究員 山本 佳奈恵

1 はじめに

本県は「439 品目の多彩な農林畜水産物」、「食料品等付加価値額 全国 1 位」といった食品・ウェルネス産業分野の大きなポテンシャルを有している。

県では未利用食材に着目し、この分野の研究開発と事業化・異業種連携を進める場として令和 7 年 9 月、工業技術研究所内に「未利用食材活用トライアル拠点」を開設した。

①技術相談、②加工・試作支援、③品質・特性評価支援、④事業化支援の支援メニューを用意し、未利用食材を活用したアップサイクルを進めることにより、事業者収益の改善や、環境負荷を低減する取り組みを支援している。

2 今年度の工業技術研究所での取り組み

下記の取り組み事例とともに試作・評価に活躍した装置(下図)を紹介する。

【米麴と県内未利用野菜を使用した調味料が食材に与える影響の評価】

隠し味として完熟野菜を加えた調味料へ漬け込まれた食品は、うまみに関連する各種成分が多く含まれ、食感は柔らかくなることが明らかになった。

【長期保存可能な未利用肉の商品開発】

味付け工程と乾燥工程を工夫することによって、通常は硬くて食用に適さない肉にフリーズドライ食品特有の食感を付与した。

【オカラを活用した新商品の豆臭評価】

オカラ由来の不快臭の原因となる成分の構造情報を収集し、調合する原材料によって不快臭が軽減されることが明らかになった。

【茶樹の未利用部位抽出物の網羅的成分解析】

茶樹の未利用部位から通常流通している飲用茶にはない有用成分を探索した。

【過年度在庫煎茶の粉末化に向けた特性把握】

成分の差を明らかにし、慢性的に不足している抹茶原料の代替品としての可能性を検討した。

<LC-MS>



<クリープメータ>



<GC-MS>



<フリーズドライヤ>



図 試作・評価に活躍した装置の一例

3 まとめ

引き続き、食品科の技術・知見を総動員し、関係団体等とも協力して食産業におけるアップサイクルを推進していくので、是非、当研究所の機器、拠点の 4 つの支援メニューを活用いただきたい。

超高速液体クロマトグラフ質量分析計の使用事例紹介 —特定成分分析からメタボロームまで—

食品科 主任研究員 長房 秀幸

1 目的

食品、化粧品といった混合物に含まれる成分の分析法として、液体クロマトグラフ (LC) で分離した成分を質量分析計 (MS) で分析する LC/MS は、幅広く普及している。例えば、お茶に含まれるアミノ酸やカテキンといった性質の異なる成分の分析において、LC/MS を使用すれば、一度に定性分析 (成分の推定など) を行うことが可能である。加えて、多くの未知成分を網羅的に検出し、主成分分析を行うことで、サンプルごとの成分組成の特徴を示すことも出来る。工業技術研究所では、新たに Waters 社製の超高速液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-QToF) を導入したので、使用事例を紹介する。

2 方法

カテキン類とテアニンの測定は以下のとおり行った。茶葉粉末サンプルを 250mg 計り取り 50%メタノールを加え、15 分攪拌し得られた抽出液を固形分ごと 100mL にメスアップした。抽出液に等量の 2mM アスコルビン酸溶液を加えて混合した後フィルタ (0.45 μ m) にて濾過して測定試料とし、ACQUITY BEH Shield RP-18 カラムを用いて測定した。マウス血漿のメタボローム解析は後述のとおり行った。水産食品 (海藻類) を投与したマウスから回収した血漿 50 μ L に 150 μ L の冷メタノールを加え、10 秒混合後 -30°C で 1 時間静置した。遠心分離後上清を回収し、75%メタノールで 5 倍希釈後に限外ろ過 (MW 5,000) して測定試料とし、ACQUITY Premier HSS T3 カラムを用いて測定した。いずれの測定も移動相は 0.1%ギ酸水溶液及び 0.1%ギ酸アセトニトリル溶液を使用し、LC-QToF ポジティブイオンモードにて測定した。

3 結果と考察

カテキン類とテアニンは今回の条件で同時に定性することができ、相対強度の比較によってサンプル間の比較を行うことができた (図 1)。マウス血漿のメタボローム解析の主成分分析の結果、投与の有無によって明確に成分が変わらないことが分かった (図 2)。また、投与により一部の腸内細菌由来代謝物が増加することを推定できた (データ示さず)。これらの結果から、茶成分の同時分析やマウス血漿サンプルの測定系を確立することができたと考えられた。

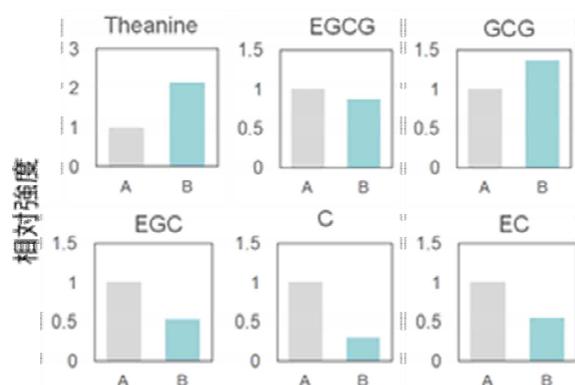


図 1 カテキンとテアニンの同時分析事例

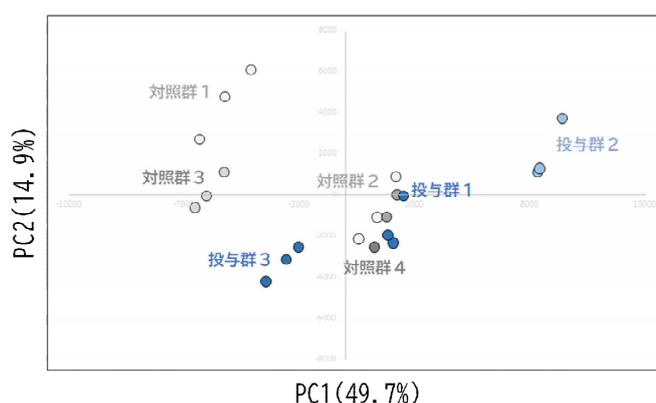


図 2 主成分分析の事例

香気成分からみた生米麴と乾燥米麴の比較と食品応用

食品科 主任研究員 石橋 佳奈

1 目的

米麴は発酵食品に広く利用されており、その香気特性は最終製品の香り形成に影響を及ぼす重要な要素であると考えられている。近年、米麴の製造条件は多様化しているが、条件の異なる米麴の香気組成の違いは十分に整理されていない。特に保存性向上を目的として利用が進む乾燥米麴については、生米麴との香気組成の差異や乾燥工程の影響に関する知見は限られている。そこで本研究では、清水町商工会の依頼に基づき、清水町産生米麴、他地域産生米麴、乾燥米麴の香りの特徴を比較し、その違いを明らかにすることを目的とした。さらに、各米麴甘酒の香りの比較を行い、米麴での香りの違いが甘酒の香りに反映されるかについて検討したので報告する。

2 方法

2.1 試料

本研究では、清水町産生米麴3種(S1_生~S3_生)、他地域産生米麴1種(K1_生)及び、乾燥米麴2種(DK1_乾、DK2_乾)の計6種を試料とした。

2.2 実験方法

香気成分分析にはガスクロマトグラフ質量分析計を用いた。米麴はダイナミックヘッドスペース法、甘酒は固相マイクロ抽出法により測定し、内部標準としてToluene-d8を用いてピーク面積を補正した。

3 結果と考察

図1に各米麴のトータルイオンクロマトグラム(TIC)のピーク面積値を合計した総面積値を示す。生米麴は、乾燥米麴に比べ総面積値が高かった。図2の主成分分析では、生米麴群と乾燥米麴群が異なる領域に分布した。そこで主要香気成分(香気成分ピーク面積値上位5成分)を比較したところ、生米麴は、アルコール・果実様の2-methylpropanol、2-methylbutanol、3-methylbutanolが共通して検出された。一方、乾燥米麴は、共通して青臭いHexanolが検出された。さらに、生米麴と乾燥米麴では主要香気成分の組成が大きく異なっていた。これらの結果から、生米麴と乾燥米麴で、総面積値および香気成分組成に違いが認められた。

甘酒では、使用する生米麴の違いにより総面積値と主要香気成分に差異が認められた。乾燥米麴では、これらの差異がより大きかった。また、米麴の総面積値、香気成分組成は、甘酒にも反映される傾向が認められた。

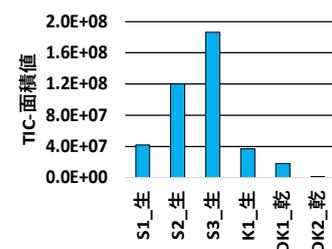


図1 各米麴の香気成分ピーク総面積値比較

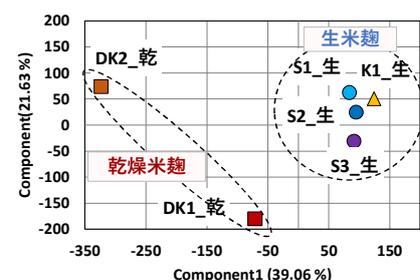


図2 各米麴の香気成分に関する主成分分析結果

豆乳を原料とした高品質ホイップクリームの開発

食品科 上席研究員 松野 正幸

1 目的

「フレイル対策」等に寄与することから、植物性タンパク質を豊富に含む食品が注目されている。特に豆乳は植物性ミルクの代表格であり、ヨーグルトなどの乳代替加工食品が上市されている。しかし、豆乳を主原料とするホイップクリームは、風味や食感に課題が多い。そこで本研究では、生クリームを代替できる食感の豆乳ホイップクリームの開発と、風味の改善につながる豆臭の低減方法について検討した。

2 方法

静岡県農林環境専門職大学及び静岡県立大学の協力を得て、食感を改善した豆乳ホイップクリームを試作した。具体的には、①原料豆乳の種類、②添加成分（油脂、乳化剤、凝固剤）の種類及び量、③加熱・冷却条件、④攪拌条件（攪拌装置、速度、時間ほか）を検討した。試作したサンプルは、蛍光顕微鏡により微細構造を観察した。

また、pH 調整による原料豆乳の豆臭低減を試みた。実験室で調製した非加熱豆乳（生豆乳）及び市販の無調整豆乳にクエン酸または炭酸ナトリウム水溶液（各 1 M）を添加して pH 4.0 または pH 10 に調整、その後速やかに元の pH（約 6.8）に戻した。これらの試料の香气成分を動的ヘッドスペース (DHS)-GC-MS 法により測定し、代表的な豆臭源である hexanal の検出量を比較した。

3 結果と考察

以下の通り、豆臭を低減させた高品質豆乳ホイップクリームの可能性が示唆された。

(1) 食感を改善した豆乳ホイップクリームの開発

様々な条件を検討の末、植物性原料からなる豆乳ホイップクリームの基本製法を確立した。この試作品は下図の通り、粒子径 20 μm 前後の脂質微粒子が分散し、市販の生クリームに類似した構造を有していた。

(2) pH 調整による原料豆乳の豆臭低減

pH 10 に調整した生豆乳では hexanal 検出量が原料よりも低減し、それを pH 6.8 に戻しても hexanal 検出量がほぼ増加しなかった。

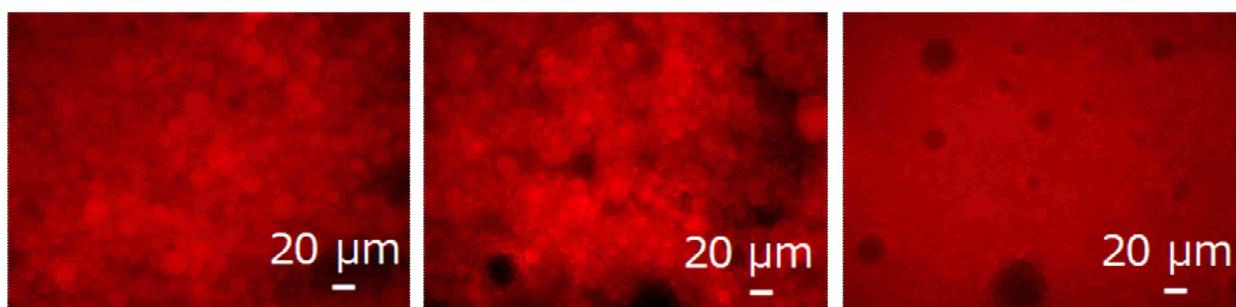


図 蛍光顕微鏡による各ホイップクリームの脂質観察像

(左：試作豆乳ホイップクリーム、中：市販生クリーム、右：市販植物性ホイップクリーム)

貴社のメタン発酵導入効果を評価します！ ーメタン発酵事業化支援研究の成果紹介ー

環境エネルギー科 上席研究員 室伏 敬太

1 目的

メタン発酵とは、食品廃棄物や家畜糞などの有機物を嫌気性微生物に分解させて、可燃性のバイオガスを発生させる廃棄物処理技術である。発電機等を併設してガスを利用することで再生可能エネルギーの創出も可能である。一方、同発酵は廃棄物の種類や投入条件によって効率は大きく異なるため、プラントを建設する際は事前に“自社の廃棄物の発酵効率”を正確に把握することが重要である。

当科では発酵槽容積が2 Lのフラスコ規模から1,000 Lのプラント規模までの試験装置を備えており、廃棄物の発酵効率評価とスケールアップ評価に対応している（図）。本発表では、これまでに実施したメタン発酵事業化支援研究の成果を紹介する。

2 方法

県内食品等製造企業7社の食品廃棄物7種について、フラスコ規模の発酵試験を行い、発酵効率の指標として、廃棄物投入負荷限界（1日で処理可能な廃棄物量）及びバイオガス化率（廃棄物が分解してバイオガスに変換される効率）を評価した。続いて、決定した廃棄物投入限界負荷でプラント規模の発酵試験を行い、スケールアップの可否を評価した。

3 結果と成果の活用

7種の廃棄物のうち、①廃棄シチュー及び⑦ウイスキー蒸留廃液の廃棄物投入負荷限界とバイオガス化率が共に高く、導入効果が大きいことが確認された（表）。当該廃棄物の試験委託元2社については、工場敷地にメタン発酵プラントを建設して、自社による廃棄物処理を実施している。他の廃棄物の試験委託元5社については、プラントの建設を見送ったが、建設の判断材料として試験結果が活用された。

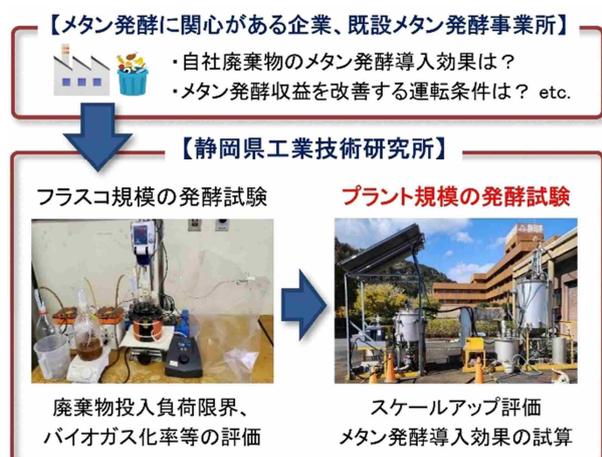


表 各種廃棄物のメタン発酵効率

廃棄物種	廃棄物投入 負荷限界 g-TOC/d・L	バイオガス化率 %
① 廃棄シチュー	1.08	80.9
② 魚血水	0.76	63.8
③ 廃棄豆腐	0.74	84.1
④ 廃棄ゼラチン	0.73	63.2
⑤ マヨネーズ製造排水	0.56	57.9
⑥ 廃棄食肉加工品	0.72	61.1
⑦ ウイスキー蒸留廃液	2.46	86.8

図 当科のメタン発酵試験体制

燃料電池の高出力化を目的とした竹活性炭の細孔構造の制御

環境エネルギー科 上席研究員 菊池 圭祐

1 目的

次世代のエネルギー源として水素が注目されている。燃料電池は、水素の化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換できるため、水素社会実現に欠かせないデバイスである。燃料電池には希少資源の白金が使われており、より少ない白金量で高出力が出せる触媒開発が求められている。本研究では、白金の担体として竹活性炭を利用し、活性炭の細孔構造を制御することで燃料電池の高出力化を達成したので報告する。

2 方法

放置竹林から切り出した竹チップを水蒸気賦活することで竹活性炭（通常 AC）を作製した。また、賦活前に脱灰処理を施した竹活性炭（脱灰 AC）も作製した。脱灰処理により直径 10 nm 弱のメソ孔を形成することが可能となる。作製した活性炭を洗浄・粉砕し、細孔分布測定を行った。粉砕した活性炭に白金ナノ粒子を担持し、得られた触媒をカソードに用いて膜電極接合体（MEA）を作製し、燃料電池セルを組み立てた。電流-電圧（I-V）測定により発電性能を評価し、電位掃引（CV）測定から白金比表面積（ECSA）（白金 1g あたりの表面積）を算出した。比較に、市販触媒の TEC10E50E を用いた。

3 結果と考察

図 1 は作製した竹活性炭の細孔分布である。通常 AC に比べて脱灰 AC は 10 nm 弱のメソ孔が発達していることが確認できる。またこれら活性炭の比表面積は、通常 AC が 1,589 m^2/g 、脱灰 AC が 1,840 m^2/g となり、TEC10E50E の担体として使われているカーボンブラック（数百 m^2/g 程度）より高い値を示した。

I-V 測定の結果、脱灰 AC が最も高い出力を出せることが分かった（図 2）。通常 AC も TEC10E50E より高い性能を発揮した。竹活性炭サンプルの ECSA は TEC10E50E より大きく、担体の比表面積の差が顕著に現れた。脱灰 AC は、高い ECSA とともにガス拡散性に優れたメソ孔を多く有するため、高出力化が達成できたと考えられる。

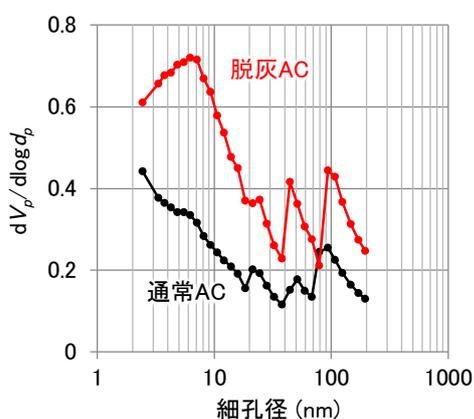


図 1 作製した竹活性炭の細孔分布

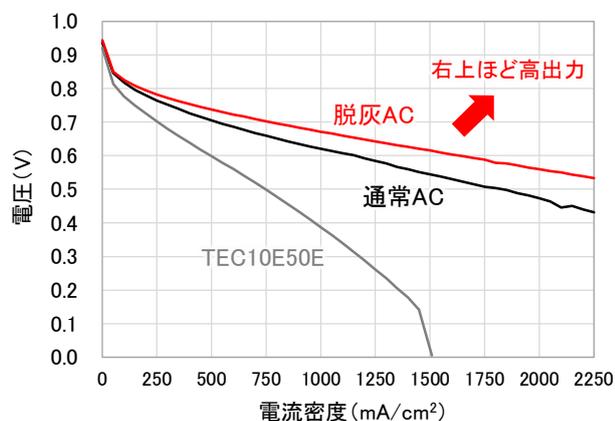


図 2 I-V 測定の結果

発電機能を持つ薄膜電極材料の作製及び性能評価 ーアルコール濃度センサーへの活用ー

環境エネルギー科 主任研究員 井口 大輔

1 目的

燃料電池はエネルギー効率がよく、発電時に水しか排出しないことから、環境に優しい発電技術として注目されている。当科では、燃料電池の心臓部である発電機能を持つ薄膜電極材料（MEA）の作製及び性能評価に取り組んでいる。本発表では、この技術を活用し、アルコール濃度センサーの開発を行っている県内企業への技術支援事例を紹介する。

2 方法

実際の技術支援では、当科が燃料電池性能評価により白金担持量を調整した MEA を県内企業に提供し、同社がアルコール濃度センサーとしての性能を評価した。

最初に当科は、電極触媒として市販の白金炭素触媒標準品を用い、白金担持量の異なる MEA を作製した。この MEA から評価セルを組み立て、燃料電池特性評価装置を用いて電流-電圧（I-V）測定を行い、県内企業に提供する MEA を選抜した。次に同社は、保有するセルにこの MEA を組み込むことでアルコール濃度センサーを試作し、アルコール発電試験装置によりアルコールの検知に伴うピーク電圧を測定した。

3 結果と考察

最初に、当科で作製した白金担持量の異なる MEA の I-V 測定結果を図 1 に示す。白金担持量が多いほど最大電流密度は増加する傾向を示し、全ての試料において電流密度 $1,500\text{mA}/\text{cm}^2$ まで安定した電圧が得られた。そこで、この中から白金担持量が少ない $0.14\text{mg}/\text{cm}^2$ の MEA を選抜し県内企業に提供した。次に、同社が実施したアルコール発電試験結果を図 2 に示す。本図から、MEA がアルコールに反応して発電することが確認された。

今後も本事例のように当科の技術を活用し、燃料電池に関連した県内企業への技術支援を行っていきたいので、装置の利用や共同研究など、お気軽にご相談ください。

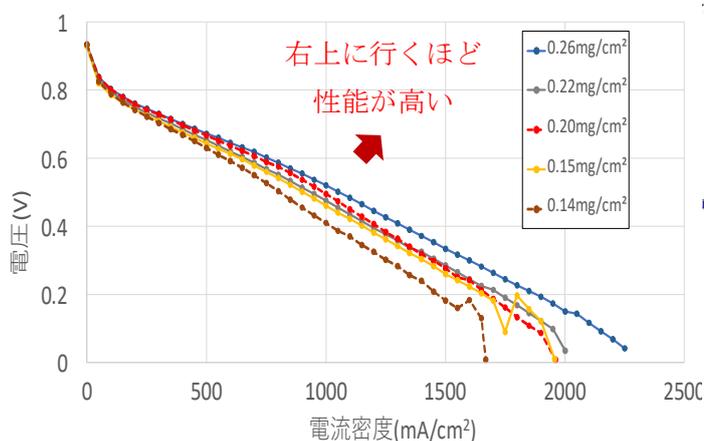


図 1 I-V 測定結果

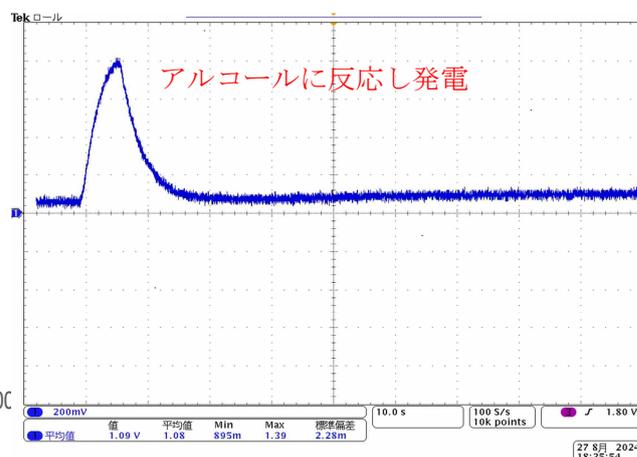


図 2 アルコールの検知に伴う電圧の経時変化

環境エネルギー科で保有する分析機器の紹介 —工業材料に含まれる微量元素の定量分析から分かること—

環境エネルギー科 研究員 藁科 孝太

1 はじめに

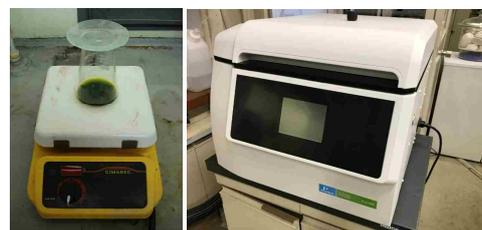
当科では、工業排水等の液体試料を対象とした環境分析用途として、各種定量分析機器を保有している。具体的には、最大 72 元素を同時に定量可能な ICP 発光分光分析装置 (ICP-AES・図 1) をはじめ、同装置では定量できない元素を測定できる、イオンクロマトグラフ (IC) や全有機体炭素・全窒素計 (TOC・TN 計) がある。これらの装置は、固体試料であっても適切な前処理 (酸分解・燃焼・超音波破碎等) を行い液体試料 (水溶液) に変換することで、装置への導入及び元素の定量が可能になる。県内企業からも様々な工業材料 (固体) に対する定量分析ニーズが寄せられており、本発表ではこれらに対応した事例について紹介する (本稿では主要な装置である ICP-AES について発表の要旨を記載する)。



図 1 ICP 発光分光分析装置

2 前処理

ICP-AES 分析で使用する前処理装置を図 2 に示す。図 2 左側の装置は、時計皿をのせたビーカーに試料と酸を添加し、ホットプレート上で加熱することで試料を分解する装置であり、金属材料の前処理に使用される。一方、写真右側の装置は、テフロン製の密閉容器内に試料と酸を添加し、マイクロ波照射で加熱することで試料を分解する装置であり、金属以外の有機材料の前処理に使用される。



開放系
酸分解

マイクロウェーブ
試料前処理システム
(密閉系)

図 2 前処理装置 (酸分解)

3 分析事例

鋼種判定を目的として、アルミニウム材に含まれる微量元素の定量分析結果を表に示す。前処理は開放系酸分解を使用し、JIS H1307 (けい素以外の 6 元素) 及び JIS H1352 (けい素) に従って行った。鋼種として A6061 を対象に評価した結果、主要な 7 元素全てについて供試した試料は A6061 と一致した。なお、ICP-AES 分析では、定量下限値を 1ppm (0.0001%) まで下げることが可能である。

表 アルミニウム材の鋼種判定結果

測定元素	けい素 [%]	鉄 [%]	銅 [%]	マンガン [%]
試料	0.70	0.19	0.35	0.02
A6061	0.40 ~0.80	≤0.70	0.15 ~0.40	≤0.15
測定元素	マグネシウム [%]	クロム [%]	亜鉛 [%]	—
試料	0.99	0.08	0.05	—
A6061	0.80 ~1.2	0.04 ~0.35	≤0.25	—

