

令和4年度
静岡県工業技術研究所 研究発表会
要 旨 集

令和5年3月9日(木)、10日(金)

静岡県工業技術研究所

沼津工業技術支援センター
浜松工業技術支援センター

令和4年度 静岡県工業技術研究所 研究発表会 時間割

【1日目】令和5年3月9日(木)

No.	時間	発表	担当	問合せ先	ページ
	9:30 ~ 9:35	所長挨拶			
1-1	9:35 ~ 9:50	海洋由来微生物を活用した食品開発① —乳酸菌を用いた発酵ハバネロソースの開発—	工業技術研究所 食品科 堀池隼雄	sk-svokuhin@pref.shizuoka.lg.jp	1
1-2	9:50 ~ 10:05	海洋由来微生物を活用した食品開発② —チーズや発酵甘酒等を事例とした発酵食品の開発スキーム—	工業技術研究所 食品科 袴田雅俊	sk-svokuhin@pref.shizuoka.lg.jp	3
1-3	10:05 ~ 10:20	海洋由来微生物を活用した食品開発③ —生胚系清酒用微生物の選抜—	沼津工業技術支援センター バイオ科 横澤 賢	nk-bio@pref.shizuoka.lg.jp	5
1-4	10:20 ~ 10:35	海洋由来微生物を活用した食品開発④ —選抜株による生胚系酒母の試作—	沼津工業技術支援センター バイオ科 勝山 聡	nk-bio@pref.shizuoka.lg.jp	6
1-5	10:35 ~ 10:50	県内酒造業界へのWEB会議システムを活用した支援について	沼津工業技術支援センター バイオ科 鈴木雅博	nk-bio@pref.shizuoka.lg.jp	7
10:50 ~ 11:00 休憩(10分)					
1-6	11:00 ~ 11:15	ゲノム編集で乳酸菌のGABA生産能を向上できるか?	沼津工業技術支援センター バイオ科 高木啓詞	nk-bio@pref.shizuoka.lg.jp	8
1-7	11:15 ~ 11:30	“凍結融解技術”を用いた豆乳エマルジョン制御の可能性	工業技術研究所 食品科 松野正幸	sk-svokuhin@pref.shizuoka.lg.jp	9
1-8	11:30 ~ 11:45	水産物由来コラーゲンペプチド投与のマウス腸管IgA産出促進作用	工業技術研究所 食品科 長房秀幸	sk-svokuhin@pref.shizuoka.lg.jp	10
1-9	11:45 ~ 12:00	静岡発ドライマンナンを用いた培養肉の開発に関する基礎的検討	工業技術研究所 食品科 長房秀幸	sk-svokuhin@pref.shizuoka.lg.jp	11
12:00 ~ 13:00 昼休憩(1時間)					
1-10	13:00 ~ 13:15	熱間鍛造後の金属組織の予測技術の開発	沼津工業技術支援センター 機械電子科 是永宗祐	nk-kd@pref.shizuoka.lg.jp	12
1-11	13:15 ~ 13:30	二軸引張試験等の導入による高精度プレス成形シミュレーションの実施	沼津工業技術支援センター 機械電子科 船井 孝	nk-kd@pref.shizuoka.lg.jp	13
1-12	13:30 ~ 13:45	工業技術研究所のIoT導入支援について —静岡県IoT推進ラボ第四期の紹介—	工業技術研究所 機械電子科 赤堀 篤	sk-kd@pref.shizuoka.lg.jp	14
1-13	13:45 ~ 14:00	IoT大学連携講座による導入支援	工業技術研究所 機械電子科 岩崎清斗	sk-kd@pref.shizuoka.lg.jp	15
1-14	14:00 ~ 14:15	数理最適化による生産計画の自動作成	工業技術研究所 機械電子科 松下五樹	sk-kd@pref.shizuoka.lg.jp	16
14:15 ~ 14:30 休憩(15分)					
1-15	14:30 ~ 14:45	模擬食品廃棄物を原料とした微生物発酵による水素生産の試み —水素発酵装置の構築と水素ガス発生量の「見える化」—	工業技術研究所 環境エネルギー科 井口大輔	sk-kankyoku@pref.shizuoka.lg.jp	17
1-16	14:45 ~ 15:00	微細気泡散気方式を利用した省スペース型排水処理装置の開発	工業技術研究所 環境エネルギー科 岡本哲志	sk-kankyoku@pref.shizuoka.lg.jp	18

【2日目】令和5年3月10日(金)

No.	時間	発表	担当	問合せ先	ページ
2-1	9:30 ~ 9:35	コミュニケーションライティングの実用化に向けた映像投影技術の開発	工業技術研究所 照明音響科 豊田敏裕	sk-ls@pref.shizuoka.lg.jp	19
2-2	9:35 ~ 9:50	精密で微細な光学部品の量産技術に関するフィジビリティスタディ —光造形×精密電気鍍造による金型試作—	工業技術研究所 照明音響科 豊田敏裕	sk-ls@pref.shizuoka.lg.jp	20
2-3	9:50 ~ 10:05	非接触形状測定機における傾斜面の粗さ測定性能について —光干渉計と共焦点顕微鏡の測定誤差の評価—	工業技術研究所 照明音響科 柳原 亘	sk-ls@pref.shizuoka.lg.jp	21
2-4	10:05 ~ 10:20	光干渉計測定機による傾斜面の形状測定 —傾斜基準面を用いた角度測定範囲の拡張—	浜松工業技術支援センター 光科 中野雅晴	hk-hikari@pref.shizuoka.lg.jp	22
2-5	10:20 ~ 10:35	マイクロプリズムアレイの形状誤差が投影像に与える影響	浜松工業技術支援センター 光科 志智 亘	hk-hikari@pref.shizuoka.lg.jp	23
2-6	10:35 ~ 10:50	物体表面凹凸の違いが反射特性に与える影響	工業技術研究所 照明音響科 田代知範	sk-ls@pref.shizuoka.lg.jp	24
10:50 ~ 11:00 休憩(10分)					
2-7	11:00 ~ 11:15	新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の高効率成形技術の確立	浜松工業技術支援センター 繊維高分子材料科 鈴木重好	h-seni@pref.shizuoka.lg.jp	25
2-8	11:15 ~ 11:30	金属材料の機器の紹介 —強度試験と破断面観察—	工業技術研究所 金属材料科 鈴木洋光	sk-kinzoku@pref.shizuoka.lg.jp	27
2-9	11:30 ~ 11:45	バイオマスプラスチックへのめっき技術の開発	工業技術研究所 金属材料科 田中宏樹	sk-kinzoku@pref.shizuoka.lg.jp	28
2-10	11:45 ~ 12:00	半溶融成形アルミニウム合金を用いた摩擦攪拌接合継手の特性	工業技術研究所 金属材料科 岩澤 秀	sk-kinzoku@pref.shizuoka.lg.jp	29
12:00 ~ 13:00 昼休憩(1時間)					
2-11	13:00 ~ 13:15	セルロースナノファイバーを用いた自動車用湿式摩擦材の開発	工業技術研究所 化学材料科 菅野尚子	sk-kagaku@pref.shizuoka.lg.jp	30
2-12	13:15 ~ 13:30	フラッシュ法による樹脂発泡体の熱伝導率測定の検討	工業技術研究所 化学材料科 望月智文	sk-kagaku@pref.shizuoka.lg.jp	31
2-13	13:30 ~ 13:45	セルロース繊維を強化材としたリサイクル樹脂複合材の開発	工業技術研究所 化学材料科 小泉雄輔	sk-kagaku@pref.shizuoka.lg.jp	32
2-14	13:45 ~ 14:00	プラスチック成形品における異材混入による物性への影響	工業技術研究所 化学材料科 野澤 遼	sk-kagaku@pref.shizuoka.lg.jp	33
2-15	14:00 ~ 14:15	2軸押出混練によるポリプロピレンの劣化について	工業技術研究所 化学材料科 望月智文	sk-kagaku@pref.shizuoka.lg.jp	34
14:15 ~ 14:30 休憩(15分)					
2-16	14:30 ~ 14:45	介護サービスの質の向上を目指したトイレ介助機器の開発に向けた調査	工業技術研究所 ユニバーサルデザイン科 易 強	sk-ud@pref.shizuoka.lg.jp	35
2-17	14:45 ~ 15:00	居住空間での木製品の木材の変色要因の検討(2)	工業技術研究所 工芸科 村松重緒	sk-kougei@pref.shizuoka.lg.jp	36
2-18	15:00 ~ 15:15	県産材の屋外使用に向けた防蟻・防蟻処理技術の開発	工業技術研究所 工芸科 菊池圭祐	sk-kougei@pref.shizuoka.lg.jp	37

※発表のタイトル、順番は変更となる可能性があります。

1 日 目

令和 5 年 3 月 9 日 (木)

海洋由来微生物を活用した食品開発① —乳酸菌を用いた発酵ハバネロソースの開発—

工業技術研究所

食品科

○堀池隼雄 袴田雅俊

鳥居食品株式会社

鳥居大資

1 目的

静岡県は、駿河湾等の海洋資源を活用した産業振興についての提言「マリンバイオ産業振興ビジョン」を推進している。R1年度より、県5研究所が共同で、海産物・海水等から微生物を分離・同定・ライブラリー化し、それらを用いた様々な発酵食品の開発を行っている。工業技術研究所では、ハバネロを用いた乳酸発酵辛味調味料（以下、発酵ハバネロソース）を開発し、商品化を目指している。現在、国内で製造される唐辛子を用いた調味料のほとんどは発酵が行われていないが、メキシコ・タバスコ州の唐辛子から作る本場のタバスコ（Tabasco®）は、最長で3年間の発酵が行われる。そこで、県が保有する海洋由来の独自の乳酸菌を用いて発酵ハバネロソースを開発し、国産唐辛子ソースとの差別化を図ることとした。雑菌汚染や風味劣化を抑制するため、発酵ハバネロソースは低温かつNaCl存在下での製造を想定している。本発表では、工業化を見据えて、これらの条件下でも良好に増殖可能な乳酸菌株を選抜し、発酵ハバネロソースの製造に最適な発酵条件を検討したので報告する。

2 方法

（1）発酵ハバネロソース製造に用いる乳酸菌株の選抜

県で収集した海産物や海洋深層水を分離源とし、同定された乳酸菌23株を候補として選抜を行った。各菌株を、MRS液体培地及びNaClを7.5%添加したMRS液体培地に接種し、耐低温試験では10℃、耐塩性試験では30℃で3日間培養した。乳酸菌の増殖の指標として濁度（OD600）を可視光度計C07500（WPA製）を用いて測定した。

（2）低温下におけるハバネロソースの発酵条件検討

商品化を共同で目指す食品メーカーでは、ハバネロを自家栽培しているため、これを原料としてペースト化した。このペーストに、（1）で選抜した乳酸菌（Is117株）を0.1%添加し、10℃及び15℃にて発酵を行い、pHの経時的変化を測定した。

（3）低温かつNaCl存在下におけるハバネロソースの発酵条件検討

（2）と同様に作製したハバネロペーストに、1～3%のNaClを添加したのち、Is117株を0.1%添加し、10℃及び15℃にて発酵を行い、pHの経時的変化を測定した。なお、一般的なタバスコのNaCl濃度は1.7%である。

3 結果と考察

（1）発酵ハバネロソース製造に用いる乳酸菌株の選抜

濁度（OD600）の値が大きいほど増殖能が強いと判断した。耐塩性試験において十分良好な増殖が見られた菌株のうち、耐低温性試験で最も良好な増殖が見られた乳酸菌Is117株を選抜した（図1）。

（2）低温下におけるハバネロソースの発酵条件検討

無塩ハバネロペーストを、Is117株を用いて10℃及び15℃で発酵した結果、10℃ではおよそ10日、15℃ではおよそ4日の発酵期間で良好にpHが低下した(図2)。このことから、Is117株は、10℃または15℃の低温下での発酵ハバネロソース製造に利用可能であると考えられた。また、Is117株の発酵によるpH低下の下限値はおよそ3.5であった。

(3) 低温かつNaCl存在下におけるハバネロソースの発酵条件検討

次に、低温かつNaCl存在下での発酵を検討した。乳酸菌無添加の群に比べ、Is117株を添加した群では、いずれのNaCl濃度及び温度においてもpH低下が良好であった(図3)。このことから、Is117株は10℃または15℃の低温かつ0~3%のNaCl存在下での製造に利用可能であり、特に、15℃、0~3%NaCl添加の条件で良好に発酵が進むことがわかった。15℃、3%NaCl添加の条件で1週間発酵したハバネロペーストを試食した結果、乳酸菌無添加群はハバネロ由来の青臭さや辛みを強く感じたが、Is117を添加して発酵した群では青臭さが減り、辛みがまろやかになった。このことから、Is117を用いて発酵したハバネロソースは、国産唐辛子ソースとの差別化が可能であると考えられた。

検討の結果、乳酸菌Is117株を用いて、15℃、NaCl 0~3%添加の条件で1週間発酵を行う条件が製造に適していると考えられた。今後は、この条件をもとに、食品メーカーの製造設備において試験製造を行い、現場での製造条件を確定する予定である。

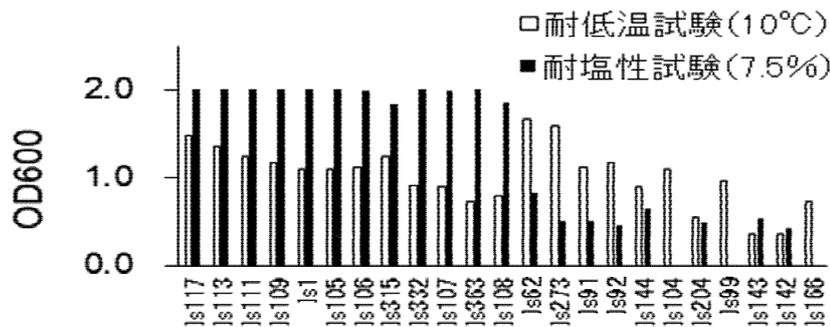


図1 製造に用いる乳酸菌の選抜

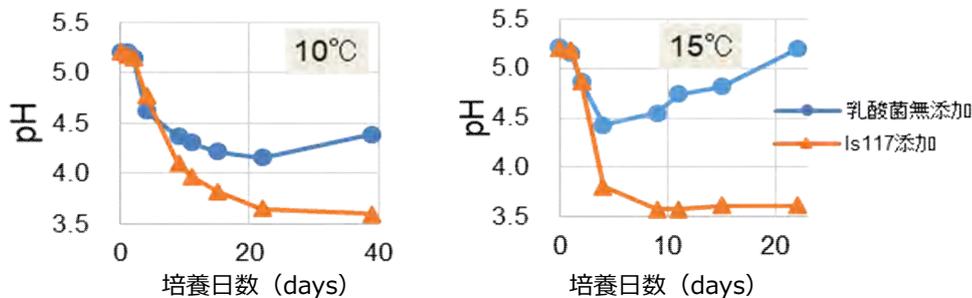


図2 低温下での無塩発酵ハバネロソースのpH変化

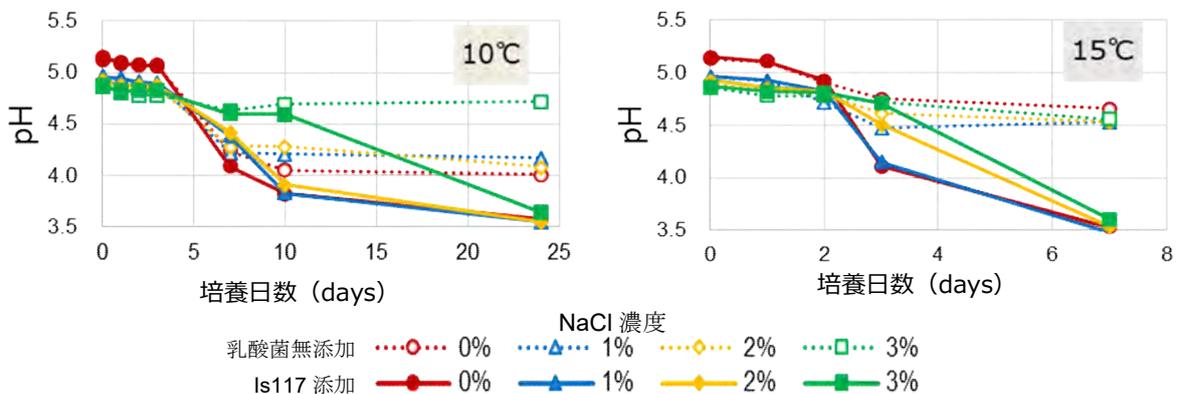


図3 低温かつNaCl存在下での発酵ハバネロソースのpH変化

海洋由来微生物を活用した食品開発② —チーズや発酵甘酒等を事例とした発酵食品の開発スキーム—

工業技術研究所

食品科 ○袴田雅俊 堀池隼雄 松野正幸

1 はじめに

静岡県ではマリンバイオ産業振興の一環として、令和元年度より、海洋試料から微生物を収集し、発酵食品の開発に取り組んできた。本発表では、これまでに実施したチーズ、発酵甘酒、発酵ハバネロソースの開発を事例として、海洋由来の乳酸菌を利用した発酵食品開発手法について紹介する。

2 方法

以下（1）から（5）の手順により、地域に由来する乳酸菌を活用した発酵食品を開発する研究を実施した。

（1）乳酸菌の分離と同定

乳酸菌は自然界に広く分布しており、地域の農林水産資源から取得できる。本研究では、CaCO₃ 添加 MRS 寒天培地を用いて、海水および海産物から微生物を培養し、透明なハローを生じたコロニーを単離した。県環境衛生科学研究所にて DNA 解析により属種を同定した。

（2）開発する発酵食品に適した乳酸菌の選抜

開発する発酵食品ごとに乳酸菌に求められる特性が表のとおり異なることから、おののに適した菌株の選抜が必要となる。選抜のための各培養条件での pH の低下や濁度の増加を指標として、適した乳酸菌の選抜を行った。

表 開発した発酵食品で求められる乳酸菌の性質と選抜条件

開発商品	共同開発企業	乳酸菌の特性	選抜条件
①フレッシュチーズ	うしづまチーズ工場(株)	ガスを出さず、乳の pH を下げる	ガス産生がなく pH を 4.5 まで下げる
②発酵甘酒	高嶋酒造(株)	アルコール存在下で増殖しない	濁度 0.15 以下に増殖が抑えられる
③発酵ハバネロソース	鳥居食品(株)	低温、塩分存在下で増殖する	pH3.5 まで下げる

（3）選抜乳酸菌による発酵食品の試作と評価

方法（2）では、候補となる乳酸菌が複数存在する。開発したフレッシュチーズ、発酵甘酒、発酵ハバネロソースについても、製造に用いる乳酸菌株を決定するため、発酵食品を実験室にて試作して乳酸菌の働きを確認するとともに、発酵食品の味や香りを評価した。

（4）発酵条件の最適化と製造現場での試作試験

製造に使用する乳酸菌株の選抜後、製造現場を考慮して発酵条件を最適化し、生産のための試作を行う。本研究では、各企業で乳酸菌を使いやすくするため、食品素材で培養した乳酸菌を凍結真空乾燥したものを製造に使用することとした。

（5）乳酸菌取得のための新たな取り組み

食品に適した株を選抜後、その特徴をもつ菌株を特定の試料から分離することを検討した。今回は発酵甘酒中の成分をUHPLC-TOFMSで分析し、その特徴成分をもとに県東部の海水から同類の乳酸菌を探索した。

3 結果と考察

(1) 乳酸菌の分離と同定

100種類を超える海洋由来試料から600株を単離した。乳酸菌株としては、*Lactiplantibacillus plantarum*、*Lactococcus lactis*、*Leuconostoc mesenteroides*等の食経験のある種類が得られた。

分離した菌株は(一財)マリンオープンイノベーション機構が管理するデータベースBISHOPの微生物ライブラリーに登録され、希望者が利用できる体制となっている。

(2) 開発する発酵食品に適した乳酸菌の選抜

- ① チーズ用乳酸菌の選抜では、乳酸により短時間で乳タンパク質を凝固させるため、乳のpHをよく下げる株を探索し、4株を選抜した。
- ② 甘酒では日本酒製造に影響が出ないように、アルコール存在下で増殖しない株を選抜した。乳酸菌81株について調べたところ、13株で増殖が抑制された。
- ③ 以下、発酵ハバネロソースについては、前演題を参照のこと。

(3) 選抜乳酸菌による試作と評価

- ① 選抜した乳酸菌4株を用いてチーズを試作し、いずれの乳酸菌を使用しても酸凝固チーズを作ることができた。繰り返し試作試験を行い、香味や発酵の安定性を考慮してIn17株(*Lactococcus lactis*)が最も酸凝固チーズに向いている株と判断した。
- ② 選抜した13株を用いて発酵甘酒を試作し、雑味がなくpHが最も低下して乳酸菌飲料らしさが付与できるIs105株とIs117株(両株ともに*Lactiplantibacillus plantarum*)を選抜した。

(4) 発酵条件の最適化と製造現場での試作試験

今後現場で製造していくために、凍結真空乾燥した乳酸菌粉末を用いた製造条件を確立し、現場での試験製造を実施した。共同研究企業のうしづまチーズ工場(株)では、In17株を用いた酸凝固チーズの販売を開始した(図1)。高嶋酒造(株)でも発酵甘酒の試作を実施し、規模が大きくなっても問題なく製造できることを確認できた(図2)。

(5) 乳酸菌取得のための新たな取り組み

発酵甘酒の商品のストーリー性を考慮し、企業近くの海水から乳酸菌を探索した。UHPLC-TOFMSで成分を分析したところ、Is105株およびIs117株で甘酒を発酵すると、発酵中に著しく増加する成分Aと、著しく減少する成分Bを見出した。この指標をもとに新たに乳酸菌を探索し、Is332株(*Lactiplantibacillus plantarum*)を得ることができたことから、甘酒製造にはこのIs332株を使用することとした。



図1 うしづまチーズ工場(株)にて試作したシラス由来乳酸菌を用いた酸凝固チーズ



図2 高嶋酒造(株)にて試作した乳酸菌発酵甘酒

海洋由来微生物を活用した食品の開発③ —生酏系清酒用微生物の選抜—

沼津工業技術支援センター

バイオ科 ○横澤 賢 勝山 聡 鈴木雅博

1 目的

本県では、マリンバイオ産業振興ビジョン（2019年2月）の提言に基づき、本県の特徴的な場の力である「海洋」を活用した新たな産業創出に取り組んでいる。また、その一環として、海洋由来微生物を活用した各種発酵食品の開発を行っている。そこで本研究では、海洋由来微生物を用いた生酏系清酒の開発を目的として、最適乳酸菌および酵母の分離と選抜を行ったので報告する。

2 方法

(1) 生酏系清酒用乳酸菌の分離及び選抜

海洋試料（魚介類等、県水産・海洋技術研究所提供）を麹汁培地に添加し、30℃で培養後、沈殿や濁りが見られた試料から乳酸菌を分離した。これらの株についてグルコース 20% 耐性、アルコール 10% 感受性、乳酸生成能を評価した。その中で、上記の耐性および感受性を持ち、かつ乳酸濃度が 4000ppm 以上の株を選抜した。

(2) 生酏系清酒用酵母の分離及び選抜

(1) と同様の試料を海水成分含有の YPD 培地に添加し、30℃で7日間培養した。沈殿や濁りが見られた試料について既報¹⁾と同様に、段階的な集積培養を行い、分離株を取得した。その後、既報¹⁾と同様に総米 200g 小仕込み試験を行い、醪の重量減少を測定した。さらに、得られた製成酒について国税庁所定分析法によりアルコール度、日本酒度、酸度、アミノ酸度を分析し、最適酵母を選抜した。

3 結果と考察

乳酸菌は 171 株分離され、方法の (1) で示した最適乳酸菌の条件を満たす株は 74 株だった。また、酵母は 15 株分離され、そのうち 11 株について小仕込み試験を行った。NMY-9～11 は他の酵母より良好なアルコール生成を示した (図)。この中で、アルコール度数が最も高く、かつ酸度が最も低かった NMY-10 を最適酵母として選抜した (表)。

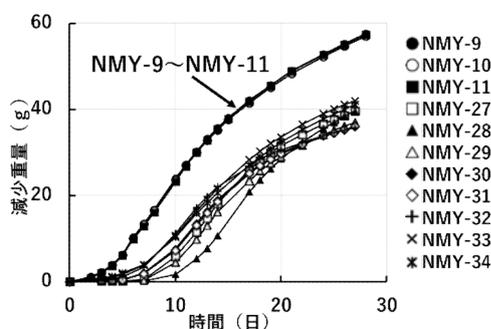


図 醪重量減少の経時変化

表 NMY-9～11 の製成酒成分

	アルコール度数	日本酒度	酸度	アミノ酸度
NMY-9	17.0	-9.0	3.0	2.2
NMY-10	17.6	-8.0	2.8	2.0
NMY-11	17.0	-6.5	2.9	2.0

1) 勝山聡 他：自然界から新たな香味を有する清酒醸造用酵母の開発（第1報）．静岡県工業技術研究所研究報告，第7号，49-53（2015）．

海洋由来微生物を活用した食品開発④ —選抜株による生酏系酒母の試作—

沼津工業技術支援センター

バイオ科 ○勝山 聡 横澤 賢 鈴木雅博

1 目的

本県では、マリンバイオ産業振興ビジョン（2019年2月）の提言に基づき、本県の特徴的な場の力である「海洋」を活用した新たな産業創出に取り組んでいる。また、その一環として、海洋由来微生物を活用した各種発酵食品の開発を行っている。そこで本研究では、海洋由来微生物を活用した新たな香味の生酏系清酒の開発を目的に、本県沿岸の海洋資源から分離・選抜した乳酸菌及び酵母の特性を評価するとともに、ベンチスケールにて生酏系酒母を試作したので報告する。

2 方法

(1) 米・米麴培地による特性評価

供試菌株として、分離源等が異なる選抜乳酸菌4属種13株及び選抜酵母シラス由来 *Saccharomyces cerevisiae* NMY-10 を用いた。また、乳酸菌対照株として *Leuconostoc mesenteroides* NBRC102481 及び *Lactobacillus sakei* NBRC15893 を用いた。仕込み配合を表1に、仕込み方法を表2に示す。発酵期間中、継時的に培養上清の乳酸濃度をHPLCにて、アルコール分を簡易アルコール分析計にて測定した。また、アルコール分が9%以上に達した時（培養終了時）の培養液を滅菌水で10倍希釈し、これを10 ppm シクロヘキシミド含有MRS寒天培地に100 μ L 塗布した。これを30°Cにて数日間培養し、乳酸菌様コロニーの検出を確認した。

(2) ベンチスケールにおける生酏系酒母の試作

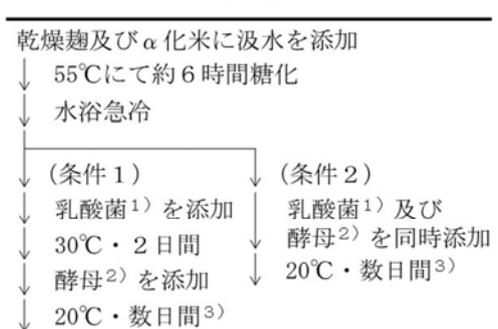
仕込み配合を表1に示す。また、仕込み方法は表2の条件1と同様に行った。発酵期間中、酒母のアルコール分を簡易アルコール分析計にて、ボーメ及び酸度、アミノ酸度を国税庁所定分析法にて分析した。

表1 仕込み配合

	米・米麴 培地	試作 酒母
総米	60 g	1 kg
乾燥麴 ¹⁾	18 g	0.3 g
α 化米 ²⁾	42 g	0.7 g
汲水 ³⁾	96 mL	1.6 L
原料米補填水 ³⁾	18.5 mL	306 mL

1) 徳島製麴製 1-60、2) 徳島製麴製 AA-60
3) オートクレーブ滅菌した水道水を使用

表2 仕込み方法



1) MRS液体培地にて30°C・24時間前培養した
2) YPD液体培地にて30°C・48時間前培養した
3) アルコール分が9%以上に達するまでとした

3 結果と考察

米・米麴培地による特性評価において、条件1及び2ともに選抜乳酸菌株を用いた試験区のほとんどが乳酸菌対照株を用いた試験区と比較して同等以上の良好な乳酸生成を示した。また、選抜乳酸菌13株のうち、条件1では3株の試験区で、条件2では5株の試験区で培養終了時に乳酸菌様コロニーが検出されなかった。そのため、これらは清酒醪中での再増殖や他の醪への混入リスクが低く、醸造安全性の高い乳酸菌株と考えられた。当日は、これら選抜株を用いたベンチスケール生酏系酒母の成分等についても報告する。

県内酒造業界への WEB 会議システムを活用した支援について

沼津工業技術支援センター
バイオ科 ○鈴木雅博

1 はじめに

バイオ科では、清酒醸造用酵母等の醸造用微生物の開発や新たな清酒醸造法の開発などの研究業務に加えて、夏季酒造研修（講義及び実習）の開催や貯蔵清酒に対する出荷管理官能評価会（呑み切り）を通じて、県内酒造業界の更なる発展に向けて支援を行っている。

従来、これらの支援業務は対面式にて行っていたが、令和3年度からは新型コロナウイルス感染症の影響を考慮し、Web 会議システムを活用した新たな様式にて実施している。

本発表では、今年度に行った支援業務の事例について、開催方法やその内容について紹介する。

2 支援業務事例

(1) 夏季酒造研修

当センターは、静岡県酒造組合及び静岡県杜氏研究会と共催で、本県の酒造りのレベルアップと後継者の育成を目的とし、例年、各酒造場での本格的な仕込みに入る前の夏季に酒造研修（講義及び実習）を開催している。

令和2年度及び3年度は、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、開催を見送っていたが、今年度はWeb 会議システムを活用し、非対面式にて実施した。

今年度は、県内杜氏を講師に招いた各酒造場の酒造りの紹介に関する講演や、他県公設試職員を講師に招いた他県における酒造りや業界支援業務に関する講演を企画した。また、実習では、利き酒技術の習得を目指し、名古屋国税局鑑定官や当センター職員を講師として、利き酒のテストやトレーニング方法の紹介を行った。



図 令和4年度夏季酒造研修の様子

(2) 貯蔵清酒に対する出荷管理官能評価会（呑み切り）

当センターは、静岡県酒造組合からの要請を受け、例年8月下旬から9月中旬に、県内の各酒造場にて昨年度以前に醸造された貯蔵清酒に対する出荷管理官能評価会を対面式にて実施しているが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、令和3年度と4年度はWeb 会議システムを活用した非対面式による評価会を希望する酒造場に対して個別に実施した。評価会は、各酒造場から評価を希望する貯蔵清酒を事前に集め、センター職員が熟度を主軸に、その他香味バランスや特徴について評価を実施し、後日、各酒造場にオンラインで個別にフィードバックするという形式にて行った。

ゲノム編集で乳酸菌の GABA 生産能を向上できるか？

沼津工業技術支援センター
バイオ科 ○高木啓詞

1 目的

微生物を用いた有用物質の生産技術は、化学合成と比較して省エネルギーかつ低コストでの物質生産が可能である一方、その物質生産速度が遅いことが実用化のハードルになっていた。近年、ゲノム解析やゲノム編集などの技術革新により、微生物の物質生産能を向上できるようになり、「バイオモノづくり」が実用化されつつある。本研究では、バイオモノづくりのモデルケースとして、ゲノム編集を用いて乳酸菌の γ -アミノ酪酸 (GABA) 生産能を向上させることを目指した。

2 方法

本研究では、乳酸菌ゲノム上の GABA 合成を担うグルタミン酸脱炭酸酵素 (GAD) 遺伝子に変異を導入することで、GABA 生産能の向上を目指した。まずは、GAD の酵素活性を向上させる変異を、データベースの配列情報と酵素の立体構造シミュレーションを活用することで推定した。次に、遺伝子組換え大腸菌を用いて、推定した変異導入酵素を作製し、活性等を評価した。最後に、活性が向上する変異を乳酸菌のゲノム上に導入する方法として、CRISPR-Cas 9 システムの利用を検討した (図)。

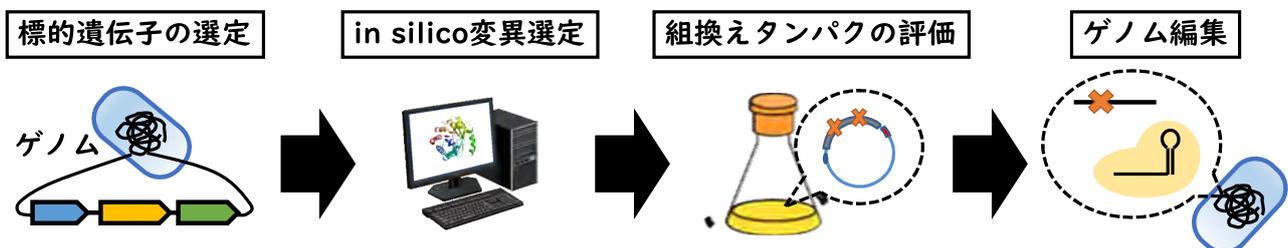


図 本研究の流れ

3 結果と考察

データベースの GAD 配列情報の解析から、4 種の変異を候補に選定した。これらの変異について立体構造予測と安定性予測を行ったところ、2 種の変異が GAD を安定化すると推定された。実際に、4 種の変異を導入した GAD を作製したところ、構造を安定化させると推定された 2 種の変異において、酵素活性と熱安定性が向上していた。つまり、配列情報と立体構造シミュレーションの評価が、変異の選定に有用であることが示唆された。次に、活性等が向上した 2 種の変異を乳酸菌のゲノム上に導入するための gRNA を設計し、ターゲット部位の DNA を切断できることを確認した。現在、設計した gRNA と Cas 9 タンパク質、ドナー DNA を乳酸菌に導入する条件検討を進めている。

“凍結融解技術”を用いた豆乳エマルジョン制御の可能性

工業技術研究所

食品科

○松野正幸

静岡県立大学食品栄養科学部 村上和弥 下山田真

実践女子大学生生活科学部

守田和弘

1 目的

大豆はSDGsの観点から、動物性食品に代わる食品としての評価が日々高まっている。中でも豆乳は、日本を含めた東・東南アジア圏で近年消費量が伸びている。豆乳はタンパク質と脂質からなるエマルジョンで構成されており、その挙動が加工時の物性に大きく影響するため、様々な研究がなされてきた。我々は、非加熱豆乳（生豆乳）を凍結した後融解することで、タンパク質が簡易に分画される現象に着目し、新しい物性を有する豆乳食品開発の可能性を探っている。本研究では、生豆乳のpH及びNaCl濃度条件を変えた場合の凍結融解によるタンパク質の分画可否について考察し、豆乳エマルジョン制御を目指す。

2 方法

大豆（国産フクユタカ）を25g秤量し、蒸留水を75g加えて一晚浸水させた。吸水した大豆に7倍加水してブレンダーにより粉碎後、搾汁して生豆乳を調製した。これに1M NaOHまたはHClを添加したpH調整群（pH 4.5～10.7）及びNaCl水溶液（6.1M）を添加したNaCl添加群（NaCl濃度～0.67M）を調整した。レーザ回折式粒度分布測定装置により、各条件における豆乳エマルジョンの粒子径を、電気泳動光散乱装置によりゼータ電位を測定した。続いて、各群を-30℃で7日間凍結した後融解し、3000×gで10分間遠心分離することで上層と下層を分離した。

3 結果と考察

pH調整群の平均粒子径及びゼータ電位の測定結果を表に示す。pH 4.3ではタンパク質の凝集が起きている。一方pH 10.7では、微小なエマルジョン粒子が支配的となった。平均粒子径及びゼータ電位の測定結果から、酸性ではエマルジョンが不安定化してタンパク質の凝集を引き起こし、アルカリ性では逆に安定化してエマルジョンが微細状態で保持されたと考えられる。

凍結融解後のpH調整群外観を図に示す。pH 5.8～6.7の条件下では上下層を分離できた。一方、pH 5.4以下の酸性では下層の沈殿がまとまらず、pH 7.1以上のアルカリ性では層が分離しなかった。NaCl添加群の結果及び分画上層・下層の特徴を各々活かした新規食品については、当日説明する。

表 pH調整群の平均粒子径・ゼータ電位

pH	平均粒子径 (μm)	ゼータ電位 (mV)
4.3	40	-6.8
6.7	0.91	-27
10.7	0.25	-38

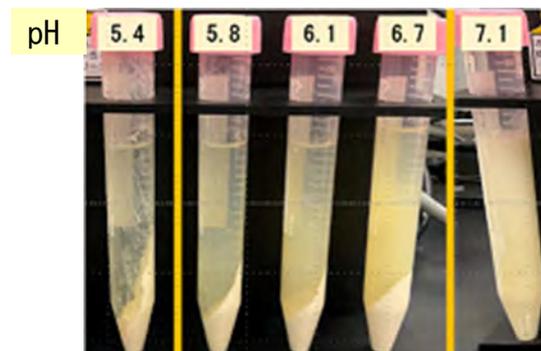


図 生豆乳（pH調整群）凍結融解後の外観

水産物由来コラーゲンペプチド投与のマウス腸管 IgA 産生促進作用

工業技術研究所

食品科 ○長房秀幸

水産・海洋技術研究所

開発加工科 二村和視

1 目的

変化に富んだ海岸線を持ち、豊かな漁場を持つ静岡県において、水産加工業は主要産業の一つであり、水産物は重要な食資源であるが、加工工程で多量に廃棄される未利用部位の処理が課題となっている。水産未利用部位のひとつである魚の皮や軟骨から抽出されるペプチドは関節炎抑制作用をはじめとする様々な機能性を持つことが知られている。しかしながら、これらのペプチドは皮膚や軟骨への効果が示されているものの、アミノ酸に分解された後に小腸から吸収され、大腸までは到達しないと考えられているため、腸内細菌叢や腸管免疫への影響を調べた研究はほとんどない。工業技術研究所では、ある魚類の未利用軟骨部位抽出物に関する研究を実施しており、この材料が腸内細菌叢を調整しうることを昨年度報告した。投与条件を変えた複数の投与試験を実施し、より詳細な検討を行ったため報告する。

2 方法

抽出物の成分分析として、HPLC によるアミノ酸分析と水分計による水分量の測定を行った。in vivo 機能性試験としてマウスへの投与試験を2つ実施した。投与試験①は食餌中に0.5%の抽出物を、投与試験②は1%の抽出物、サケ鼻軟骨由来コラーゲンペプチド、抽出物と組成を同じくしたアミノ酸をそれぞれ添加し、いずれも4週間飼育後に解剖して、体重及び臓器重量を測定した。ELISA 法で腸内容物、糞便、脾臓、小腸、大腸及び血清中のIgA 濃度、HPLC-BTB 法で腸内容物中の有機酸濃度を測定した。また、投与試験②については、AccQ・Tag Ultra (Waters) を用いて小腸内容物及び糞便中のアミノ酸濃度を測定した。

3 結果と考察

成分分析の結果、抽出物はアミノ酸を多く含むことが分かり、ヒドロキシプロリンも含有していたため、コラーゲンペプチドを含む可能性が高いことが示唆された。マウスにおいては、濃度によらず抽出物の4週間投与によって糞便中のIgA 濃度が増加したことから、腸管免疫改善作用を持つ可能性が示された。一方、0.5%投与、1%投与ともに有機酸濃度の増加は確認されなかった。小腸内容物及び糞便中のアミノ酸分析の結果、小腸内容物のアミノ酸濃度に大きな変化は無かったが、糞便では抽出物群及びサケ鼻軟骨由来コラーゲンペプチド群でのみヒドロキシプロリンが検出され、これらの投与が大腸まで影響を及ぼすことが明らかになった。

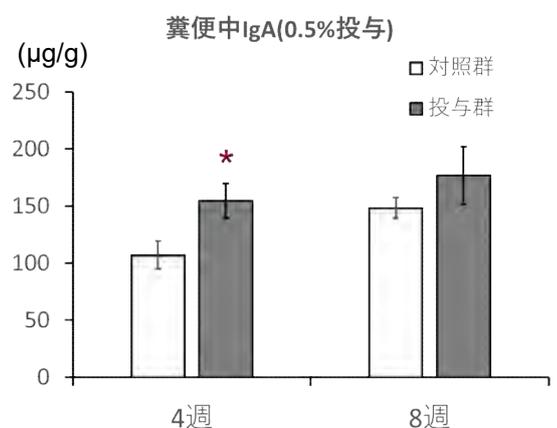


図 抽出物投与(0.5%)によるマウス糞便中IgA濃度の変化
※8週投与は昨年度の結果

静岡発ドライマンナンを用いた培養肉の開発に関する基礎的検討

工業技術研究所

食品科

○長房秀幸

畜産技術研究所中小家畜研究センター

養豚・養鶏科

進士遥奈

1 目的

SDGs に関する意識の高まりと、世界人口の増加に伴う食肉需要の増加によるタンパク質不足への懸念から、いわゆる「代替タンパク質」が注目を浴びている。特に、従来の肉を再現する「培養肉」が注目を集めている。しかし培養肉の実用化には量産にかかる高いコストと肉の食感の再現が課題である。この対策として足場材料を用いる方法が研究されている。

本研究では、県が県内企業と共同で開発し特許を所有する新規ドライマンナンを、細胞培養時の足場材料とする活用を試みた。ドライマンナンは一般的な乾燥こんにやくと比較して水や油脂の吸収速度が高く、高弾力という特長を持った多孔質体である(図1)。本発表では、ドライマンナン-細胞複合体を作製するための基礎的な検討結果について報告する。



図1 ドライマンナン

2 方法

鶏(駿河シャモ)10日胚を解剖し、大腿骨付近の筋肉を回収後にコラゲナーゼ処理により細胞を分散させた。(1)ドライマンナン-細胞複合体の作製ではこの細胞をそのまま用いた。(2)ドライマンナン-筋芽細胞複合体の作製では、この細胞をシャーレへの接着性を利用した分離方法により筋芽細胞を単離して用いた。

どちらもシャーレに滅菌したドライマンナンと細胞を投入し、接着状況を顕微鏡により確認しながら1週間以上培養した。接着した様子が確認できた後、ドライマンナンを洗浄しパラフィン包埋後に切片を作製し、HE染色によって細胞を染色してドライマンナン内部の状態を含めた細胞の接着・増殖状況を確認した。

3 結果と考察

(1) ドライマンナン-細胞複合体の作製

線維芽細胞を含む細胞をドライマンナンと培養した結果、培養21日後で細胞がドライマンナンに接着している様子が観察され、ドライマンナン-細胞複合体の作製に成功したと判断した。また、培養50日後ではより細胞塊が大きくなり、肉眼での観察が可能であった(図2)。

(2) ドライマンナン-筋芽細胞複合体の作製

筋芽細胞をドライマンナンと培養した結果、細胞の接着が確認できず、ドライマンナン-筋芽細胞複合体は作製できなかった。ドライマンナンの表面処理等が必要と考えられた。



図2 ドライマンナン-細胞複合体(矢印:細胞塊)

熱間鍛造後の金属組織の予測技術の開発

沼津工業技術支援センター

機械電子科 ○是永宗祐 本多正計

1 目的

熱間鍛造は金属製品を製造するための主要な加工方法のひとつである。高い信頼性が求められる製品においては、製品形状を得ること以外に、機械的特性に影響を及ぼす金属組織を適切な状態に制御する技術も重要となる。そのため、鍛造条件の探索に多くの試作や実験が必要となり、開発コストの増大を招いている。鍛造条件から加工後の金属組織を予測することができれば、試作に要するコストの大幅な削減が期待できる。そこで本発表では、Prasad らが提唱しているパワー分散効率 η ¹⁾ と呼ばれる指標と有限要素法 (FEM) による鍛造シミュレーションを併用し、簡易的に金属組織を予測する手法を紹介する。

2 パワー分散効率を用いた熱間鍛造後の金属組織の予測

パワー分散効率 η は、動的再結晶が支配的となる加工条件を定性的に予測する手法として活用されてきた¹⁾。動的再結晶により結晶粒が微細化されれば、機械的特性の向上が期待される。 η は加工時に動的再結晶等の金属組織変化に用いられた仕事率 J とその最大値 J_{\max} の比であり、ひずみ速度感受性指数 m を用いて以下の式で表せる。

$$\eta = J / J_{\max} = 2m / (m + 1)$$

η を温度、ひずみ、ひずみ速度の関数としてプロットしたものを Power dissipation map と呼ぶ。本研究では、温度とひずみ速度を変化させた各種条件でチタン合金 (Ti-6Al-4V ELI) の高温圧縮試験を実施し、得られた真応力-真ひずみ曲線を解析することによって m を求め、 η の値を算出した。これにより得られたチタン合金の Power dissipation map を図に示す²⁾。動的再結晶が支配的となる η の値は、材料の積層欠陥エネルギーに依存し、チタン合金では 0.4~0.5 程度とされている¹⁾。したがって、Power dissipation map 上で η が 0.4~0.5 となる領域を特定することにより、動的再結晶が支配的となる加工条件の範囲を予測することができる。

さらに、FEM が出力する温度、ひずみ、ひずみ速度の計算結果を受け取り、 η の値を計算させる独自のサブルーチンを作成し、シミュレータに実装した。これにより、 η の結果をポストプロセッサで表示する (シミュレーションソフト上で η の値を確認する) ことが可能となった。

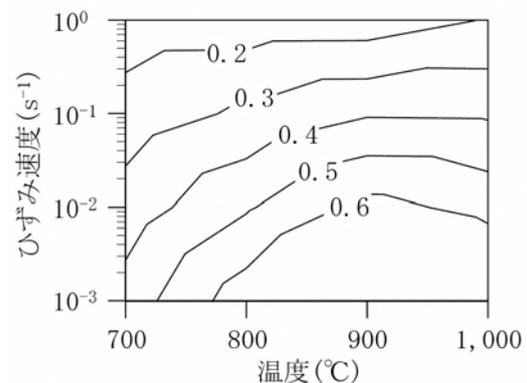


図 チタン合金の Power dissipation map

参考文献

- 1) Y. V. R. K. Prasad, T. Seshacharyulu : Int. Mater. Rev., 43, 6, pp.243-258 (1998).
- 2) 是永宗祐 他 : 型技術, 35, 12, pp.108-109 (2020).

二軸引張試験等の導入による高精度プレス成形シミュレーションの実施

沼津工業技術支援センター

機械電子科 ○船井 孝 是永宗祐 稲葉彩乃

本多正計

株式会社富士テクニカ宮津 久保田信 金子大和

1 目的

環境問題への関心の高まりから、ガソリン車から電気自動車（EV）への転換が図られている。反面、EV は1回の充電で走れる航続距離が短く、これを伸ばすための車体の軽量化が必須となる。そのため、自動車外板部品へのアルミ材の導入がこれまで以上に要求されている。自動車外板の製造に使用されるプレス金型の設計にはプレス成形シミュレーションが活用される。しかしながら、異方性が強いアルミ材はシミュレーションによる成形後の形状予測精度が悪いため、金型設計へのシミュレーションの導入が困難であった。

本研究では、エンジンフードのインナーに使用するアルミ材に対し、一般に行われる単軸引張試験と近年 ISO、JIS 化された二軸引張試験を実施した。また、得られた試験結果に基づいて導出した降伏曲面等を導入したプレス成形シミュレーションを実施し、成形後の形状予測精度を評価した。

2 方法

エンジンフードのインナーに使用されるアルミ材の材料試験として、単軸及び二軸引張試験を実施した。単軸引張試験は材料の圧延方向に対して0、45、90度方向、二軸引張試験は0、90度方向に1対1の引張比で実施した(図1)。

続いて横軸を圧延方向に対して0度、縦軸を90度方向とした空間にプロットされた材料試験結果(図2のプロット)に基づき、BBC2005の降伏曲面を導出した(図2の実線)。本研究で実施した単軸引張試験結果と図2の降伏曲面を導入したプレス成形シミュレーションを実施し、成形後の予測形状と実成形品形状を比較した。

3 結果と考察

シミュレーションによる成形後の形状予測精度を評価するために、予測形状と実成形品形状の差が1mm以下となる領域の割合を「一致率」と定義してこれを評価した。本研究で実施した単軸引張試験結果と図2の降伏曲面を導入したプレス成形シミュレーションの一致率を評価したところ、90.5%という結果を得た。使用するアルミ材と共に提供される材料特性値を使ったシミュレーションの一致率は71.2%程度であるため、本研究で実施した材料試験結果を導入することで、一致率が飛躍的に向上することを確認した。

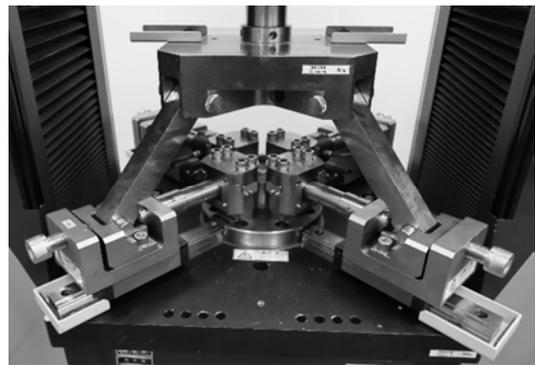


図1 二軸引張試験

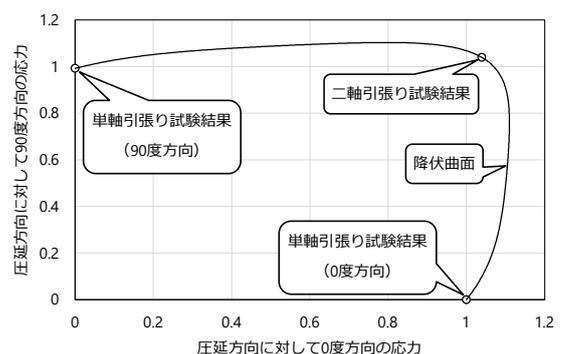


図2 材料試験結果と降伏曲面

工業技術研究所の IoT 導入支援について —静岡県 IoT 推進ラボ第四期の紹介—

工業技術研究所

機械電子科 ○赤堀 篤 望月紀寿 望月建治
大澤洋文 岩崎清斗 松下五樹

1 はじめに

静岡県 IoT 推進ラボは、令和元年度に県内の中小企業への IoT 導入支援拠点として工業技術研究所に開設された。令和 4 年 11 月に第四期を迎え、第三期に拡充した、沼津、浜松の工業技術支援センターのサテライトラボを含め、静岡 8 社、浜松 4 社、沼津 3 社の最新の IoT 技術を紹介する体制となっている。

また、令和 2 年度から開始した IoT 大学連携講座は、静岡大学や静岡県 IoT 導入推進コンソーシアムとの連携により、座学⇒実習⇒現場実装⇒成果発表までを伴走型で支援することで、現場への IoT 導入を体験できる内容となっている。

表 展示概要

2 施設の概要

(1) 展示体験室

新たに静岡に養鱒 IoT、AI 応用事例、浜松にエアライン制御のブースが加わったほか、引き続き、工作機械の見える化や AR 技術、有線・無線の通信デバイス、IoT 導入事例を体験できる。

インターネット接続により、どの会場からでも他会場の展示内容を遠隔で見学でき、平日の午前 9 時から午後 5 時まで、研究員が展示内容を説明している。

展示内容は、毎年更新し、来年度も公募する予定である。

	企業名	内容
静岡	県水産振興課 RF アンテナ(株)	養鱒場の環境モニタリング LPWA を活用したデータ通信
	東朋テクノロジー(株)	産業用有線・無線伝送装置
	碌々産業(株)	工作機械のリアルタイム遠隔監視
	(株)ニュートラル	AI による需要予測、在庫最適化、予知保全
	(株)アイエイアイ	電動サーボアクチュエータ本体及び制御システム
	(株)朋電舎	稼働管理、遠隔監視システム
沼津	(株)特電 (株)村田製作所	協働ロボットショールームの紹介 簡易 IT ツール活用事例、
	(株)エッチ・ケー・エス	幼稚園送迎バスの安全対策ほか
	芝浦機械(株)	工作機械見える化、MR 技術の展示
	(株)アイティエス	FA ソフトウェアと導入事例
浜松	ナルテック(株)	LPWA を用いた稼働情報の通信システム
	(株)新冷熱技研	冷凍、冷蔵庫の遠隔監視システム
	SMC(株)	空圧機器用の遠隔監視、制御
松	(株)ゴートソリューション	浜北区の金型工場とのリアル通信
	(株)デンソーウェア	統合型管理システム(プログラムレス仕様)

(2) IoT 研修室

研修室は、ワークショップ形式の実習に活用している。なお、IoT 大学連携講座については、次の発表で詳細に報告する。

当研究所は、引き続き中小企業への IoT 導入支援に関する実習を静岡、浜松、沼津で開催するほか、静岡県 IoT 導入推進コンソーシアムと協力して、ベンダーや SIer とのマッチング、助成事業の紹介なども行っていく。開催の案内を当研究所や静岡県産業振興財団のホームページで告知するので、多くの皆様の参加を期待している。



図 実習の様子

IoT 大学連携講座による導入支援

工業技術研究所

機械電子科

○岩崎清斗 赤堀 篤 望月紀寿

望月建治 大澤洋文 松下五樹

1 目的

静岡県では、県内中小企業への IoT 導入を支援するため、令和 2 年度から、IoT 大学連携講座を開催している。この講座は、静岡大学情報学部 峰野博史教授の監修により、座学⇒実習⇒現場実装⇒成果発表会を体験することで、実際の現場への IoT 導入を体験することができる。本稿では、実際に IoT 導入に至った支援事例について紹介する。

2 方法

IoT 技術に関する講演を静岡大学、実習及び現場実装を工業技術研究所と静岡県 IoT 導入推進コンソーシアム（事務局：静岡県産業振興財団）のアドバイザーが行う、約 2 ヶ月半の講座である。実習用機材には、教育用途として開発されたシングルボードコンピュータの

「Raspberry Pi」、センサ類との接続が容易な

「Grove Base Hat」、プログラミングには「Node-RED」

を用いることで、初心者でも簡単に機器の制御やデータ処理が可能となるようにカリキュラムを用意した（図 1）。実習後は、機材を持ち帰り、実際の現場で抱える課題を解決するための IoT 実装に取り組み、効果を検証した。



図 1 実習に用いる機材

3 結果と考察

講座は、これまでに 7 回開催し、延べ 56 社中 36 社が生産機器の稼働状況や工場内の温湿度監視等を実現した。導入事例の一部を表及び図 2 に示す。今後は、IoT 導入事例を広く情報共有することで、導入検討する企業への IoT 推進、収集したデータを活用した効率化などにつながる取り組みを進める。

表 IoT 導入事例の一例（令和 4 年度実施）

主たる業種	困りごと	方法	結果
自動二、四輪部品等の製造販売	加工機の稼働状況監視	PLC から信号取得（図 2）	遠隔監視や稼働率を分析
葉物野菜の生産販売	ミスト発生装置の死活監視	装置の記憶領域にアクセス	温室内の温湿度を遠隔監視
醤油の製造販売	発酵工程の遠隔監視	麹室に温度センサを設置	異常発生時に通知

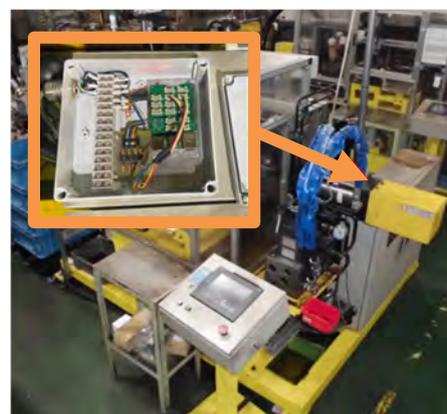


図 2 加工機からの信号取得の様子

数理最適化による生産計画の自動作成

工業技術研究所

機械電子科 ○松下五樹 岩崎清斗 赤堀 篤
愛工業株式会社 織田直樹 荒津有希

1 目的

生産計画は生産効率やコストに直結するため重要な要素である。しかしながら、設備や人、生産資源の配分を考慮する計画作成は複雑で、プログラムに落とし込むことが難しく、多くの場合は担当者の経験に頼り、長時間を掛けて作成されている。また、生産計画の作成においては、納期に間に合わせるという必須条件だけでなく、作業量や消耗品の消費量を減らす等の様々な要件を出来る限り満たすことが求められる。そこで本研究では、複数個の目的関数での最適化を行う多目的最適化の枠組みを活用し、数理最適化の手法を用いてプラスチック射出成形工程における生産計画の自動作成の効果を検証した。

2 方法

生産工程を数理モデルに落とし込んだ後、複数の評価項目を目的関数として設定し最適化を試みた。探索手法としては、遺伝的アルゴリズムを多目的最適化に拡張した DRMOGA (Divided Range Multi-Objective Genetic Algorithm) ¹⁾ や線形計画法を使用した。

3 結果と考察

設定した目的関数の一部を表に示す。いずれの項目も、値が小さいほど望ましい生産計画となる。DRMOGA で探索を行った際の目的関数の変化を図に示す。各目的関数において、ある程度の値の幅を持って多様性を持ちながらも、世代数を重ねるにつれて値が減少する傾向が見られ、より良い解が生成されていることが分かる。

表 設定した目的関数の例

目的関数	評価内容
在庫量	期間中に発生する在庫量の総計
段替え回数合計	期間中の成形部品変更回数の合計値
段替え回数最大	1日の成形部品変更回数の最大値
在庫ショート合計	納期に間に合わない部品の総量
先行日数超過合計	成形後の作業を考慮した場合の在庫ショート

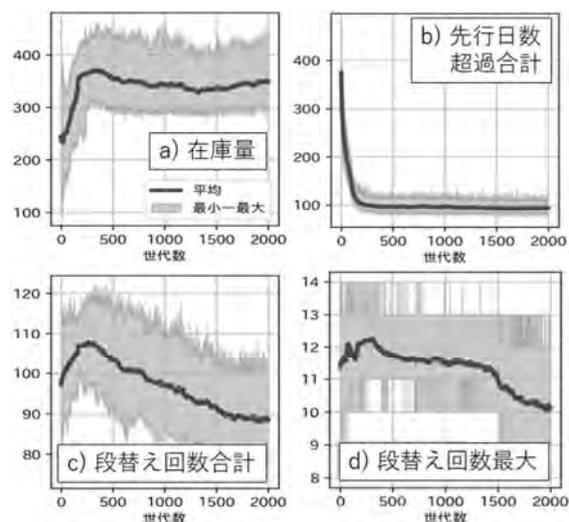


図 DRMOGA における各目的関数の推移

1) 廣安知之, 三木光範, 渡邊真也: 領域分割型多目的遺伝的アルゴリズム, 情報処理学会論文誌, 41(2002), 79-89

模擬食品廃棄物を原料とした微生物発酵による水素生産の試み —水素発酵装置の構築と水素ガス発生量の「見える化」—

工業技術研究所

環境エネルギー科 ○井口大輔 室伏敬太 鈴木光彰
機械電子科 岩崎清斗

株式会社エコアドバンス 河合秀樹 黒田 昇
静岡大学グリーン科学技術研究所 木村浩之

1 目的

カーボンニュートラルの達成に向けて、再生可能エネルギーの導入が求められている。水素は、二酸化炭素を排出しない次世代のエネルギーとして期待されており、現在は主に改質法や電解法によって製造されている。

当研究所ではこれまでに、嫌気性微生物に食品廃棄物を分解させて、メタンを主成分とするバイオガスを回収するメタン発酵技術の蓄積を行ってきた。新たにメタン発酵の発酵条件を検討し、反応中間体として発生する水素を主成分とするバイオガスを生産させることを目的として、水素発酵技術の研究開発に取り組んだ。さらに水素発酵装置構築の一環として、バイオガスの発生量を詳細かつ簡易に記録・リモート監視できるデータ収集システムの構築を行ったので報告する。

2 方法

過去のメタン発酵研究と同様に、筒形フラスコ、攪拌機等を用いて、実験室規模の水素発酵装置を構築した。さらに、バイオガス発生量を記録するための流量計及び簡易コンピュータ Raspberry Pi を用いて、バイオガス発生量のデータ蓄積ができるようにシステムを構築した (図)。

水素発酵槽内の温度を 45°C に維持するように加温制御を行い、模擬食品廃棄物 (おからパウダー) を長期連続的に投入した。発生したバイオガスは、ガスクロマトグラフで成分分析を行い、発生量を構築したシステムでモニタリングした。

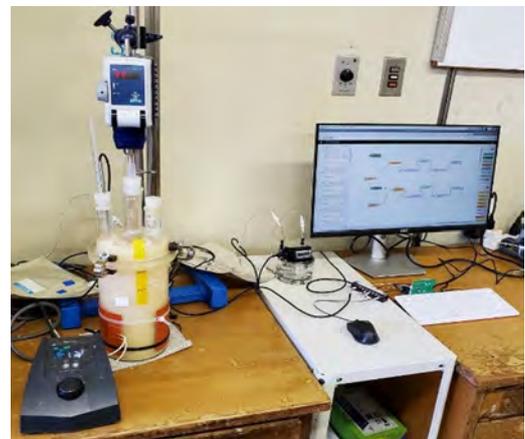


図 構築した水素発酵装置

3 結果と考察

発酵液の pH を 6.0 以下の弱酸性に保った状態で模擬食品廃棄物を長期連続的に投入したところ、発生したバイオガスの主成分は水素及び二酸化炭素であることが確認された。また、構築したデータ収集システムによって、模擬食品廃棄物投入後のガス発生速度の変化を含む、詳細なバイオガス発生量のデータ蓄積が可能になった。収集したデータは、最適なバイオガス発生を維持するための食品廃棄物の投入条件決定への活用が期待される。

今後は水素ガス発生量を高める発酵条件の検討や、バイオガス発生量以外の項目のデータ収集へのシステム改良に取り組む計画である。

微細気泡散気方式を利用した省スペース型排水処理装置の開発

工業技術研究所

環境エネルギー科 ○岡本哲志 油上 保

1 目的

排水処理は食品メーカーを中心に企業の生産活動に必要な不可欠な技術であり、微生物が排水を浄化する活性汚泥処理が行われているが、低コスト化・装置のコンパクト化が課題となっている。本研究では、微細気泡散気装置で間欠曝気を行うことで、排水中の有機性汚濁物質（炭素・窒素）を単一槽で同時に除去する新たな処理方式を提案した。具体的には、県内企業に設置したパイロットプラントで処理実験を行うことで新たな処理方式を実証することを目的とした。



● 沈殿槽（マイクロ方式）
● 曝気槽（マイクロ方式）
● 沈殿槽（通常方式）
● 曝気槽（通常方式）
● 原水槽

図1 実験設備

2 方法

県内食品メーカーに2基のパイロットプラント（図1）を設置し、酸素溶解効率の異なる2種類の散気管（微細気泡散気（マイクロ）方式、通常方式）で同一の排水に対し活性汚泥処理を行った（図2）。原水は、同社から発生する排水を基準に3倍（以下、排水負荷3倍という）を限度に調整した。排水処理性能の目標として、「所定の処理水質

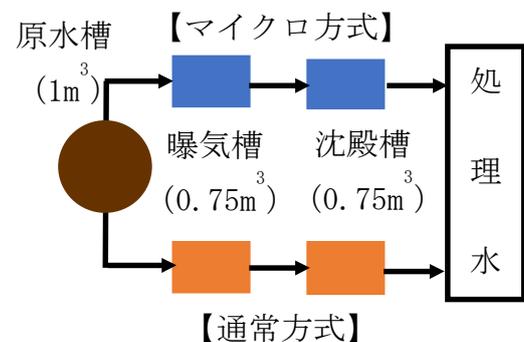


図2 実験設備の配置

（有機性汚濁物質除去率：95%以上（炭素）、90%以上（窒素））の処理水を得るのに必要な曝気量において、マイクロ方式を通常方式の1/3に収めること」を設定した。

3 結果と考察

排水負荷3倍の条件での処理結果（マイクロ方式のみ）を図3に示した。定常期（20日間）の水質は両方式とも上記目標の水質を達成した（TOC（全有機体炭素）除去率98%（マイクロ方式）、99%（通常方式）、T-N（全窒素）除去率95%（両方式））。さらに、定常期におけるマイクロ方式の累積曝気量は通常方式の1/3以下であった。また、この累積曝気量の違いは、両方式の酸素溶解効率と関連があると考えられた。

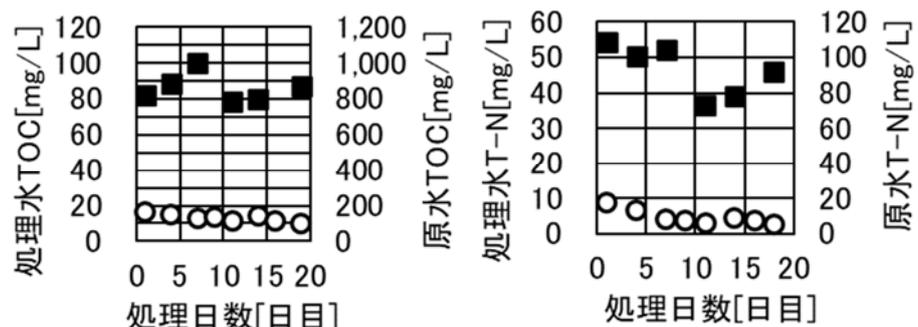


図3 原水及び処理水（マイクロ方式）の TOC（左）・T-N（右）

2日目

令和5年3月10日（金）

コミュニケーションライティングの実用化に向けた映像投影技術の開発

工業技術研究所

照明音響科 ○豊田敏裕 柳原 亘 田代知範
竹居 翼 木野直樹

浜松工業技術支援センター

光科 志智 亘 中野雅晴

1 背景

CASE の実現に欠かせない次世代車載照明の新しい機能の1つである「コミュニケーションライティングシステム (CLS)」は、車両から路面にピクトグラムを投影することで自動車と歩行者がコミュニケーションを図る手段として期待されている。欧州を中心に法規化の動きもあり、数年以内には公道での使用開始も見込まれている。

工業技術研究所では、令和3年度から県内車載照明産業の次世代化を支援することを目的とし、コミュニケーションライティングシステムに焦点を当てた研究を進めている。

2 技術課題

本プロジェクトでは、マイクロプリズムアレイ (MPA) と呼ばれる、数 $10\mu\text{m}$ 四方の微小な直角プリズムの集合体を核とする映像投影技術の開発に取り組んでいる。MPA は、光学系の小型化と高効率化の2点で従来技術に対する優位性が期待できる。しかしながら、一般的な切削加工 (除去加工) では、MPA のような直線的で不連続なエッジを多数有する金型を正確に加工することが難しいという課題がある。

3 研究内容

微細化・複雑化する光学部品の形状や表面粗さを評価する技術や、映像の投影先となる路面等の反射特性をオンサイトで測定する技術を蓄積している。

さらに、MPA を技術実証の対象とし、表面処理技術のアドオンによる切削加工金型の高品質化や、光造形と精密電気鋳造を組み合わせた超精密・超微細形状に対応する切削レス金型加工技術 (付加製造) による金型の次世代化にも取り組んでいる。

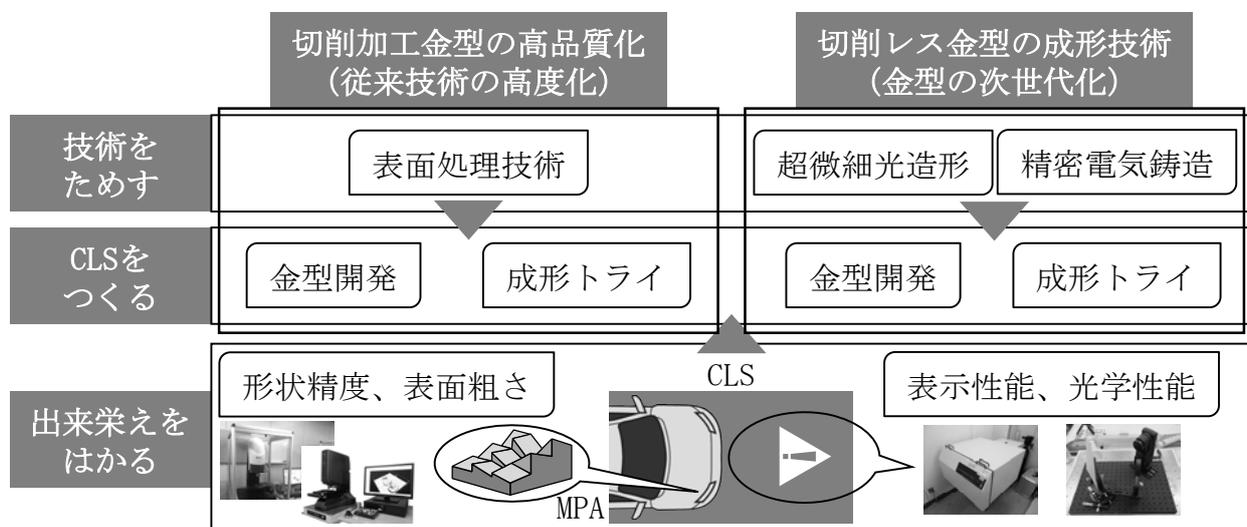


図 プロジェクトのスキーム

精密で微細な光学部品の量産技術に関するフィジビリティスタディ
—光造形×精密電気鋳造による金型試作—

工業技術研究所

照明音響科 ○豊田敏裕 柳原 亘
浜松工業技術支援センター

光科 志智 亘 中野雅晴

1 目的

EV化、自動運転化などに伴い多機能化が進む車載光学機器のダウンサイジングは喫緊の課題であり、光学部品の小型化と微細化が求められている。しかしながら、金型の切削加工には、エンドミルに由来する加工能力の限界がある。本研究では、光造形と精密電気鋳造の組み合わせによる、小型で微細な形状に対応する金型の実現可能性を実証する。

2 方法

(1) 光造形によるマスターピースの作製

フットプリントが横 0.1mm、縦 0.1mm、傾斜角を $0^\circ \sim 15^\circ$ (高さ 0.0mm~0.038mm) の範囲でランダムに変化させた直角プリズム群をアレイ状 (縦 20 個×横 20 個) に配置したマイクロプリズムアレイを対象とした。

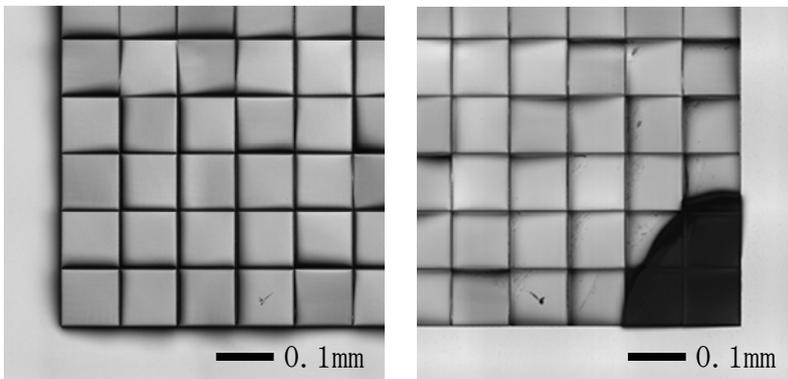
マスターピースは、フェムト秒レーザー光造形装置及びUV硬化ハイブリッドポリマーを用いて、プラズマ処理された基板 (光学ガラス製) の中央に造形した。ハッチ距離は $0.5 \mu\text{m}$ 、スライス厚さは $0.2 \mu\text{m}$ とした。

(2) 精密電気鋳造による金型の試作

ポリイミドテープを用いてマスターピースを基板ごと治具に固定した状態でニッケル浴に供し、直径約 300mm の金型中央にマスターピースの形状を転写した。

3 結果と考察

マスターピース (図 1 (ア)) の形状は凹凸が反転した状態で金型 (図 1 (イ)) に転写された。金型上のプリズム面の表面粗さはマスターピースのそれと同程度であった (図 2)。一方で、電気鋳造後にマスターピースを離型する際に金型上にその一部が残存した (図 1 (イ) 右下)。マスターピースの繰り返し利用するためには、抜き勾配を設けることや基板とマスターピースの密着性を高める表面処理を行うことが有効な手段であると考えられる。



(ア) マスターピース (イ) 電鋳金型
図 1 顕微鏡写真 (一部拡大)

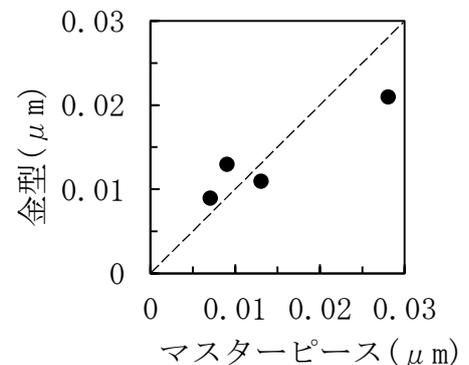


図 2 表面粗さ Sa

非接触形状測定機における傾斜面の粗さ測定性能について —光干渉計と共焦点顕微鏡の測定誤差の評価—

工業技術研究所

照明音響科 ○柳原 亘 豊田敏裕

浜松工業技術支援センター

光科

中野雅晴

1 目的

光干渉計と共焦点顕微鏡は、非接触かつ高分解能であり、金型や樹脂製品の粗さ測定に利用されている。測定面は測定光学系に対して水平に設置することが推奨されているが、粗さ測定値に対する測定面の傾きの影響は明らかではない。本研究では、両測定機における、傾斜した測定面に対する粗さ測定値への影響を測定誤差として評価する。

2 方法

傾き角度を調整できるゴニオステージ上に周期的な断面波形で構成されている粗さ標準片を設置し、0～15度（5度刻み）に傾けた際の標準片の表面粗さを測定した（図1）。粗さパラメーターはRa（凹凸の高さの平均）、RSm（凹凸の幅の平均）、 $R\Delta q$ （凹凸の傾斜角度の平均）を対象とした。測定誤差は、実測結果と基準値の差分を、基準値とのパーセント比で表した。なお、基準値は、触針式粗さ計を用いて水平の姿勢で測定した。

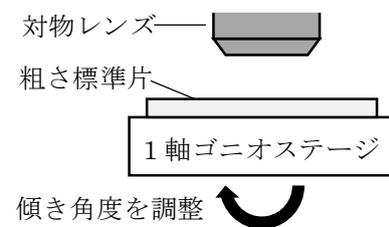
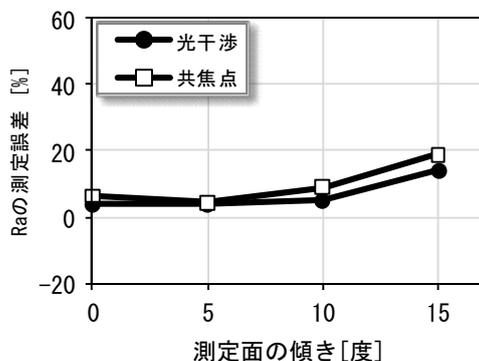
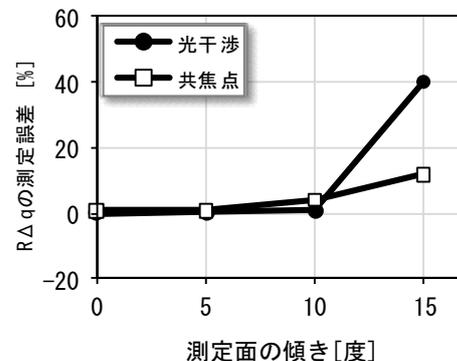


図1 測定時の試料姿勢

3 結果と考察

Raは、光干渉計の方が測定面の傾きの影響を受けにくいことがわかった（図2）。これは、測定ノイズが少なく高さ方向の測定分解能が高いためと考えられる。 $R\Delta q$ は、測定面の傾き角度が10度までは両測定機の誤差は同程度であった（図3）。傾き角度15度で光干渉計での測定誤差が大きくなったことは、対物レンズのNA（光の取り込みやすさを表す尺度）に起因して測定データのS/Nが低下したためと考えられる。また、RSmの測定誤差は、測定面の傾きの影響が少なかった。

図2 Raの測定誤差（基準値：0.46 μm ）図3 $R\Delta q$ の測定誤差（基準値：4度）

光干渉式測定機による傾斜面の形状測定 —傾斜基準面を用いた角度測定範囲の拡張—

浜松工業技術支援センター

光科

○中野雅晴

工業技術研究所

照明音響科

柳原 亘 豊田敏裕

1 目的

加工した金属や樹脂の形状を非接触で測定する手段として、光干渉法による三次元形状計測がある。光干渉式測定機は、ナノメートルオーダーの高さ測定が可能のため、鏡面に近い加工面の評価に向いており、金型等の形状評価に用いられている。一方で、勾配が大きい形状の測定では、十分な光量が測定機に戻らないため、測定誤差が増加する課題がある。そこで、本研究では、傾斜基準面を用いることで、光干渉式測定機で傾きが大きい傾斜面の形状を高精度に測定する技術を開発した。

2 方法

角度が既知の傾斜基準面を参照平面として、評価対象を傾けた姿勢で形状を測定した（図1）。次に、得られた形状データを基準面の傾斜角で座標回転させて、評価対象の形状とした。本方法では、急勾配の面を水平姿勢に近い状態で測定することにより、評価対象から十分な反射光量が得られ、さらに評価対象の傾き姿勢制御で発生する機械誤差が影響しないことから測定誤差を小さくすることができる。また、傾斜基準面の角度だけ見かけの測定範囲がシフトするため、測定できる最大傾斜角が実質大きくなる。

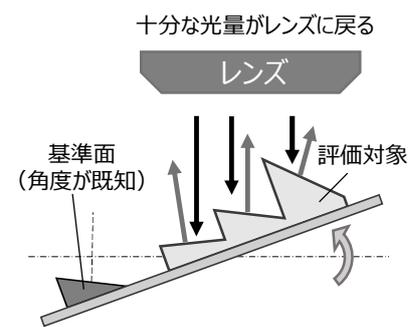


図1 測定法の概略図

基礎検討として、視野が広く、評価対象を傾けても物理的に干渉しない20倍対物レンズを使って本方法の有効性を検証した。検証用の試料として、傾斜角が異なる直角プリズム群で構成されたプリズムアレイを用いた。プリズム群の一部（4種類）を傾斜基準面として使い、その他のプリズムの傾斜角を測定した。傾斜角の値付けには、測定面の傾きに対して堅牢な測定ができる共焦点顕微鏡を用いた。

3 結果と考察

傾斜基準面を用いた傾斜角測定の精度を、水平姿勢の測定と比較した（図2）。水平姿勢の測定では15度以下であった測定範囲を、傾斜基準面を使うことで49度まで拡張できた。測定誤差は約±1度以内であった。特に、傾斜角が36度以下では水平姿勢と同等の精度であり、本手法が傾斜面の形状を高精度に測定する方法として有効であることが確認された。

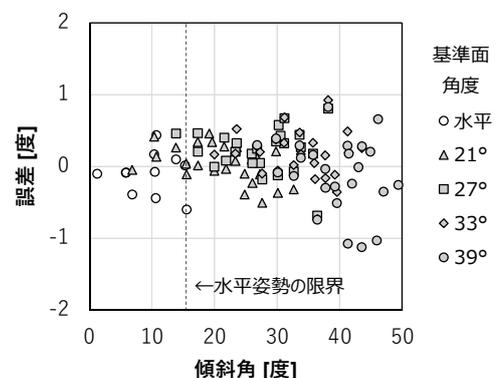


図2 測定精度の評価

マイクロプリズムアレイの形状誤差が投影像に与える影響

浜松工業技術支援センター

光科 ○志智 亘 中野雅晴

工業技術研究所

照明音響科

豊田敏裕

1 目的

マイクロプリズムアレイ (MPA) は微細な直角プリズム群が2次元アレイ状に配置されており、それらの傾斜角度とその方位を個別に変えることで光の進行方向を変化させ、前方のスクリーンに図形を投影する。このような MPA を作製する際に生じる成形誤差による傾斜角度のばらつきは、投影像の品質を悪化させる要因となる。本発表では MPA の成形誤差が投影像に与える影響について報告する。

2 方法

国連欧州経済委員会 (UN/ECE) が整備を検討している、自動車の運転支援に関する路面投影機能を参考に、10m 離れたスクリーン上に幅 2m のピクトグラムを投影する MPA の形状モデルを設計した。MPA は、一辺 0.1mm の直角プリズムが縦方向に 100 列、横方向に 100 列の計 10,000 個で構成した。MPA の成形誤差は、事前に最適化設計した直角プリズム群の傾斜角度に標準偏差 1.6 度の正規分布に従うばらつきを加算することで再現した。投影像は光学シミュレーションソフトウェアを用いて予測した。

3 結果と考察

図 1 に成形誤差がない場合とある場合の投影像の予測結果を示す。二つの結果を比較すると成形誤差により、上側のブーメラン形状に比べて下側のブーメラン形状がぼけていることがわかる。これは、直角プリズム群の傾斜角度が設計値からずれると、それらが投影するスポット光の位置が光軸に対して放射方向にずれてしまい、全体像がその方向にぼけてしまうことで説明できる (図 2)。したがって、上側のブーメラン形状はぼける方向に沿う形のため、ぼけが目立っていない。これに対して下側のブーメラン形状はぼける方向とほぼ直交しているため、上側とぼけ量が同じであっても成形誤差の影響が目立っている。このように、直角プリズム群の傾斜角度が設計値から外れると、その投影像は一様にはぼ

けず、スクリーン上の光軸が通過する点から放射方向にぼけることが明らかになった。今回得られた知見から、MPA の設計において、成形誤差の考慮が重要であることがわかった。

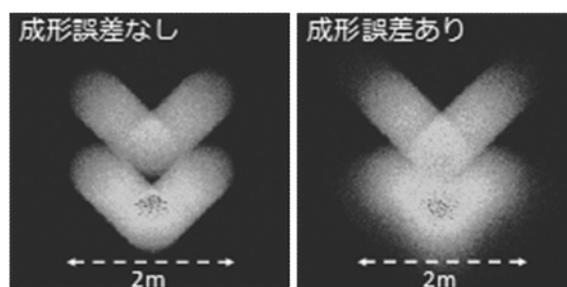


図 1 光学シミュレーションソフトウェアによって得られた投影像の予測結果

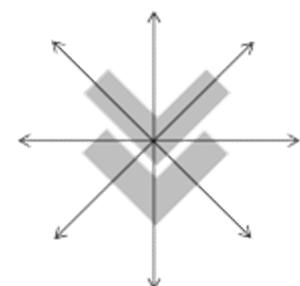


図 2 成形誤差によって投影像がぼける方向

物体表面凹凸の違いが反射特性に与える影響

工業技術研究所

照明音響科 ○田代知範

1 目的

コミュニケーションライティングシステムは、主にアスファルト路面上に光の像を投影する運転支援システムとして期待されている。アスファルト路面は、使用用途や設置する地域に合わせた機能を持たせるために、配合する素材の粒子径を調整している。そのため、アスファルト表面の凹凸の状態は様々で、表面の反射特性及び投影像の見え方に影響を与える。本研究では、光学シミュレーションを使用し、物体表面の凹凸の違いが光の反射特性にどのような影響を与えるのかを調査する。

2 方法

物体表面の凹凸の違いは、3D 作成ソフト Blender のディスプレイメントマッピングを利用して格子状の凹凸モデルを作成した。一片の長さを 2、4、8、10、16、40、50、80、100、200mm に設定し、平面 Flat を加えた計 11 パターンを採用した。凹凸の出現パターンはランダムとし、最大最小高さおよび平均高さは全ての条件で等しくなるよう設定した。

シミュレーションは、光学シミュレーションソフト Lumicept を利用した。凹凸モデルの表面は 20% の拡散反射とした。光源は、直径 50mm の円形ビーム光源を採用し、入射角を 0、45、85 度とした。光度受光器は、半球状に 1 度間隔で配置している。

3 結果と考察

入射光と反射光が同一平面上にある二次元空間で各条件の反射特性を比較する。例として図 1 に Flat と一辺の長さ 8mm の反射特性をそれぞれ示す。シミュレーションでは、凹凸モデルの表面に拡散反射成分のみを設定しているため、入射光が変化しても左右に歪みのない反射特性が示されるはずである。しかし、凹凸モデルの一辺が短くなると、入射光の入射角度に応じて反射特性に歪みが生じることが示された。図 2 は、反射特性の歪みを数値化し凹凸モデルの一辺の長さとの関係を示した結果である。結果より、物体表面の凹凸の違いは反射特性に歪みを生じさせ、入射光の入射角度の違いによって影響が変化することが明らかとなった。自動車照明の場合、85 度を超える入射光になるため、投影像の品質評価には、反射特性の歪みを考慮する必要があると考える。

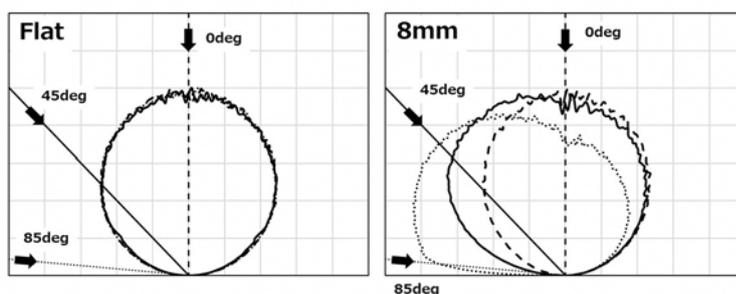


図 1 シミュレーション結果

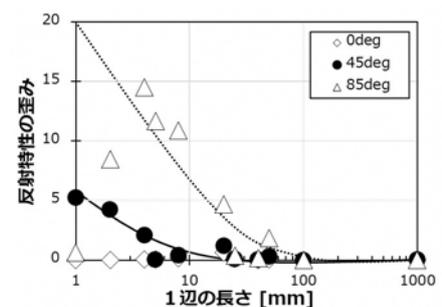


図 2 凹凸と反射特性との関係

新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料（CFRP）の高効率成形技術の確立

浜松工業技術支援センター

繊維高分子材料科 ○鈴木重好 針幸達也 森田達弥 大木結衣

1 目的

近年、自動車業界における環境・燃費規制など、エネルギーを有効に活用する技術が必要とされており、中でも材料の軽量化は多くの産業に共通する課題である。炭素繊維強化複合材料（CFRP）はその解決策の一つといわれており、本研究プロジェクトでは、軽量・高強度を特徴とする CFRP について、熱可塑性樹脂を用いた生産性の高い成形技術を確立することを目的とする。

2 方法

(1) CFRP の基材となる UD テープ製造技術の確立

薄く広げた炭素繊維を上下から樹脂フィルムで挟み、超音波溶着技術を応用して、テープ状の中間基材(UD テープ)を作製する技術を検討した。UD とは、Uni-Direction の略で、UD テープとは一方向に並んだ炭素繊維を樹脂で固めたテープ状材料を意味する(図 1)。

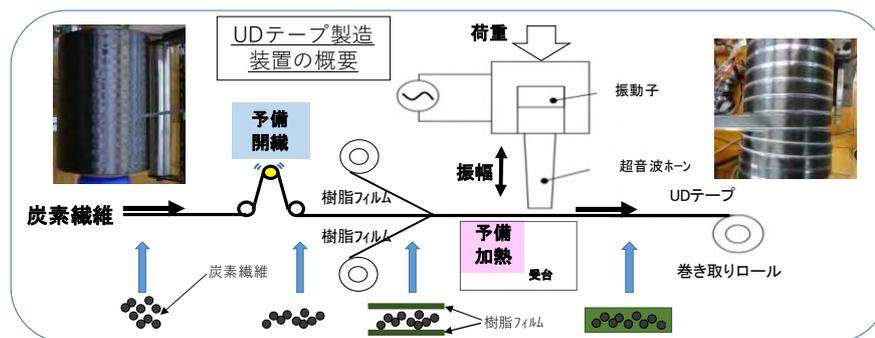


図 1 UD テープ製造装置の概要

(2) チョップド UD テープを用いた成形技術の確立

UD テープを一定長に切断したチョップド UD テープを金型内に投入し成形する技術を確立した。基礎データ収集として、試験用熱プレス機で成形品物性を評価した後、トランスファ成形機を用いた新しい成形技術で成形試験を行った。

(3) 地域企業が提案する部品の開発支援

トランスファ成形による新しい成形技術を用いて、県内企業から提案があったかさ歯車とモーター用構造部材を作製した。

3 結果と考察

(1) CFRP の基材となる UD テープ製造技術の確立

単繊維 12,000 本が束になった 12K 炭素繊維を用いて、送り速度、超音波振幅等の製造条件を検討し、ポイド率 5% 以下、テープ厚さ 100 μm 以下の高品質 UD テープを安定して製造できる最適条件を決定した。さらに 24K、50K 炭素繊維についても、12K と同じ品質の UD テープが作製できる製造条件を確認し、単位時間当たりの生産量を上げることができた(図 2)。

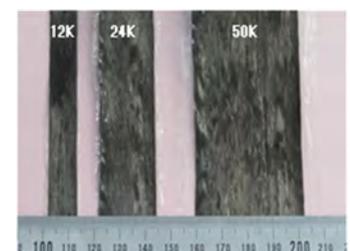


図 2 UD テープ外観(左から 12K, 24K, 50K)

(2) チョップド UD テープを用いた成形技術の確立

チョップド UD テープを、金型に投入し成形する技術を確認するための基礎データ収集として、試験用熱プレス機でテストピースを作製し、成形条件と成形品物性の関係を整理した。その結果、最適成形条件で成形した成形品は曲げ強度 547MPa、シャルピー衝撃値 71kJ/m² となり、曲げ強度を材料の比重で除した比曲げ強度では、アルミダイカストの 2.3 倍の軽量高強度性を示すことがわかった (表、図 3)。

表 チョップド UD テープ熱プレス成形品の物性

試験片	比重 (g/cm ³)	曲げ強度 (MPa)	比曲げ強度 (MPa/(g/cm ³))	シャルピー衝撃値 (kJ/m ²)
開発品	1.47	547	372	71
アルミダイカスト 標準試験片	2.68	421	157	103



図 3 成形品外観

チョップド UD テープを用いて複雑形状製品を短時間で成形する方法として、トランスファ成形について検討した (図 4)。本成形機は UD テープの予備加熱機構や炭素繊維を切断しない大口径ゲートなど、熱可塑性 CFRP 成形に適した改良を加えた設計を行い、令和 3 年度に当センターに導入した。



図 4 トランスファ成形機

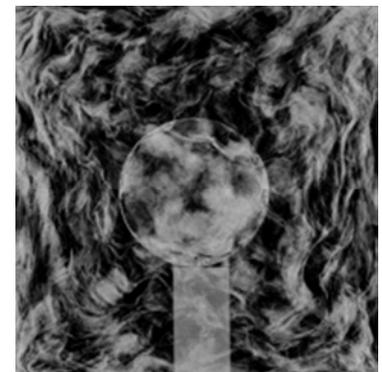


図 5 成形品の X 線透過像

トランスファ成形を用いて、200×200×2mm の平板を成形し、X 線透過像を撮影したところ、ゲートを中心とした同心円状に繊維が配向していることがわかった (図 5)。また、テストピースを切り出して曲げ強度を測定し、500MPa を超えていることを確認した。

(3) 地域企業が提案する部品の開発支援

トランスファ成形を用いて、かさ歯車とモーター用構造部材の成形試験を行った。適当な条件の下では、両部品とも複雑な製品形状に対して細部まで樹脂と炭素繊維がしっかり充填していることを確認した (図 6)。



図 6 トランスファ成形による試作製品 (左：かさ歯車、右：モーター用部材)

金属材料科の機器の紹介 —強度試験と破断面観察—

工業技術研究所

金属材料科 ○鈴木 洋光

1 はじめに

金属材料科では、主に金属材料関連の製造業の技術開発や不良・不具合に関する技術相談などに対して、機器使用や依頼試験を通して支援を行っている。所有している機器としては、引張・圧縮試験機や疲労試験機、硬さ試験機などの強度試験機、走査型電子顕微鏡（SEM）や金属顕微鏡、蛍光エックス線分析装置などの観察・分析装置、複合サイクル試験機や塩水噴霧試験機といった耐食性試験機、これらの試験を実施するための前処理加工機等がある。本発表では、引張試験、疲労試験とその試験で得られる破断面の観察を通して機器の紹介をする。

2 機器紹介

(1) 油圧式万能材料試験機

試料の引張試験や圧縮試験を行う。最大試験力 500kN で、引張試験の場合、丸棒は直径 12~50mm、平板は幅 60mm、厚さ 50mm までチャックすることができる。また、JIS Z 3122 に基づく突合せ溶接継手の曲げ試験を行うことができる。

(2) 電気油圧式疲労試験機

試料に引張・圧縮の荷重や変位を繰り返し負荷を行う。特定の荷重を決まった回数負荷し、破損がないかを見る耐久試験や荷重を変えて試験を行い、特定の回数（ 10^7 回等）で壊れない荷重（疲労強度）を調べる疲労試験などができる。

(3) 走査型電子顕微鏡（SEM）

試料に電子線を照射し、発生した 2 次電子や反射電子を検出して、試料表面の拡大観察を行う。光学顕微鏡では観察できないような高倍率の観察ができ、付属のエネルギー分散型 X 線検出器により元素分析を行うことができる。

3 まとめ

破断面は、材料の特性や負荷応力、使用環境などにより異なり、観察をすることで破壊の状況を知ることができる。しかし、破断面が潰れたり、腐食したりすると観察は困難になるため、使用状況や他の部品の状況なども重要な情報となる。破断の原因を知ることによって改善の手がかりとなるとともに、強度試験等により安全な設計に役立てることができる。



図 1 油圧式万能材料試験機



図 2 電気油圧式疲労試験機



図 3 走査型電子顕微鏡

バイオマスプラスチックへのめっき技術の開発

工業技術研究所

金属材料科 ○田中宏樹 岩澤 秀 大竹正寿
環境衛生科学研究所 望月玲於

1 目的

CO₂ 排出量削減等の環境問題に対応するため、バイオマスプラスチックが利用されており、特に植物由来の糖を原料とするポリ乳酸 (PLA) は、燃焼時に窒素酸化物等の有害物質を排出しないことや剛性や引張強度がポリプロピレン並みに高いことから注目されている。

しかしながら、PLA は耐熱性、耐衝撃性、耐食性、成形性が低いことが知られ、耐熱性や成形性の向上のために、自然由来であるセルロース繊維等と複合化され、様々な用途への活用が期待されている。本研究では、自動車部品や家電筐体等の更なる用途開発のために、PLA セルロース繊維複合材 (PLA/CMF) について、密着強度の高いめっき技術を開発することを目的とした。

2 方法

PLA/CMF に対し、エッチング後にめっき (化学 Ni + 電気 Cu) をした。密着強度の評価は精密万能試験機及び専用治具を用いた 90° の剥離試験により行った。また、めっきの析出性や密着強度に影響を与えるエッチング後の表面粗さ (Sdr: 表面凹凸の面積展開比) 及び濡れ性 (水接触角) を評価した。Sdr は白色光干渉計、水接触角は接触角計測装置で、それぞれ測定した。

3 結果と考察

PLA/CMF にアルカリによるエッチングを実施したところ、NaOH 1 ~ 2 g/L のアルカリ処理で親水性が上昇し、20g/L 以上でさらに上昇した (図 1)。また、NaOH 5 g/L 以上で表面粗さが上昇し、20g/L 以上でさらに上昇した (図 2)。めっき密着強度は NaOH 1 ~ 2 g/L において最も高くなる傾向が見られた (図 3) が、20g/L 以上ではめっき析出後に容易に皮膜が剥離した。これらの結果から、PLA/CMF に対するエッチングは低濃度のアルカリ処理が適切であり、高濃度のアルカリ処理では親水性が向上するものの、樹脂の劣化を伴うことでめっき密着力が保てないことが示唆された。

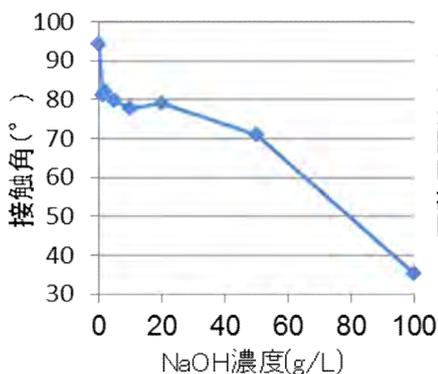


図 1 NaOH 濃度に対する接触角

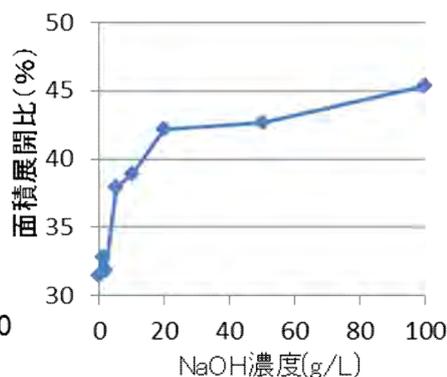


図 2 NaOH 濃度に対する面積展開比 (Sdr)

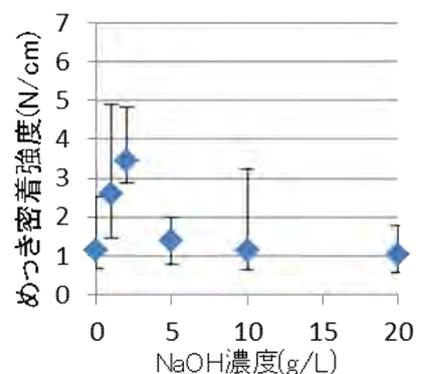


図 3 NaOH 濃度に対するめっき密着強度

半熔融成形アルミニウム合金を用いた摩擦攪拌接合継手の特性

工業技術研究所

金属材料科

○岩澤 秀 鈴木洋光 大竹正寿

株式会社浅沼技研 高橋正詞 山本健介 上久保佳則 杉浦泰夫

1 目的

摩擦攪拌接合 (FSW:Friction Stir Welding) は、熔融接合に比べて、熱歪が低減、難溶接材及び異種材接合が有利などの利点を有することから、アルミニウム鋳造材やダイカスト材の接合方法として期待されている。半熔融成形法は、鋳物の高品質、高強度化を達成させる鋳造プロセスであり、我々の研究グループは、これまで様々な特徴をもつ合金を開発してきた。本研究では、半熔融成形で製造した高強度アルミ合金を用いて作製した FSW 継手の引張特性に及ぼす接合条件及び熱処理の影響について調べたので報告する。

2 方法

供試材は、半熔融成形した Al-7%Si-0.5%Mg-1%Cu 合金の鋳造のまま (F) 材の板材 (150mm×50mm×5mm) とした。M6 ネジ形状のプロープ、ショルダー径 12mm の接合ツールを用いて、傾角 3°、ツール回転速度 1400 及び 2000rpm、接合速度 2.5、5.0 及び 7.5mm/s の条件で接合した。接合後の試料に 185°C×4.5h (T5A)、185°C×2.5h (T5B) 及び 160°C×2.5h (T5C) の T5 処理を施し、継手の組織観察、硬さ分布及び引張特性を調べた。

3 結果

接合断面は、母材 (BM) 組織と異なるオニオンリング状の攪拌組織領域 (SZ+TMAZ) が観察されたが、接合速度を速くすると縮小した (図 1)。一方、硬さ分布 (図 2) は中央の接合面を対称に大きな変化を示した。F 材では熱影響部 HAZ で硬度が低下したが、T5 処理によって母材部及び HAZ の硬さが上昇 (T5A>T5B>T5C) し、HAZ の最軟化領域は接合部に近い TMAZ 直外に移動した。引張強さ (図 3) については、F 材は接合速度の影響はほとんど無かったのに対し、T5 材は、接合速度が速いほど高い引張強さを示し、伸びはやや低下した。母材硬さが高くなる T5 処理をした方が引張強さは高くなり、適切な熱処理 (T5B) をすることで、バランスの良い引張強さと伸びが得られた。

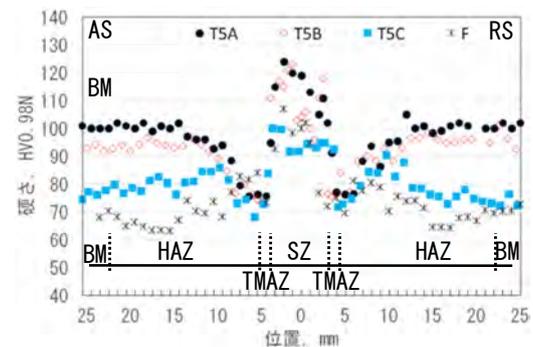


図 2 硬さ分布

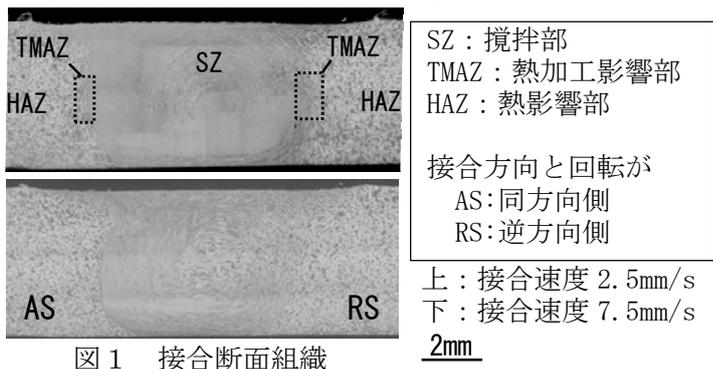


図 1 接合断面組織

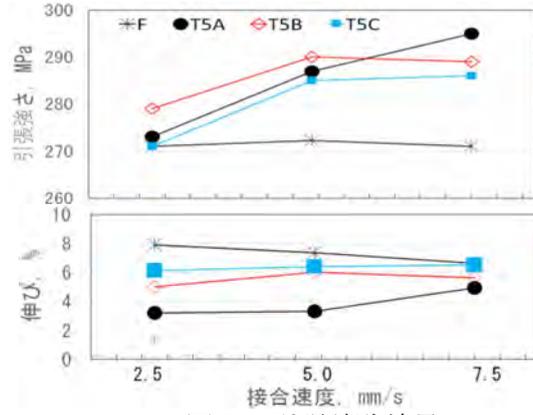


図 3 引張試験結果

セルロースナノファイバーを用いた自動車用湿式摩擦材の開発

工業技術研究所

化学材料科

○菅野尚子

NSK ワーナー株式会社 瀬戸井睦 小林将人 磯 賢一

1 目的

自動車の自動変速機用湿式多板クラッチに用いられる湿式摩擦材は、繊維基材に充填材（摩擦調整材）を混合して抄造したペーパー基材に、結合材である熱硬化性樹脂を含浸させ、硬化させた複合材である。湿式摩擦材に要求される性能としては、耐摺動強度及び摩擦性能があるが、これらはトレードオフの関係にあり、近年の自動車の低燃費化・走行性能の向上による変速範囲の拡大や、エンジンや電動モータの高回転化・高出力化に伴う摩擦材への負荷増大といった条件下では、これらの性能を同時に確保することがますます求められている。そこで我々は、ある種のセルロースナノファイバー（CNF）を適用することにより、耐摺動強度及び摩擦性能双方の向上を実現した自動車用湿式摩擦材を開発した。

2 方法

試験に適用した CNF は、摩砕機解繊の CNF（CNF-A）及び一般的な機械解繊の CNF（CNF-B）とした。当該 CNF を配合したアラミド繊維基材を抄紙し、結合材として熱硬化性樹脂を含浸・硬化させることにより摩擦材 A 及び摩擦材 B を作製し、引張強さ、透気度、せん断強度及び油浸透速度を CNF 無配合の摩擦材 R と比較した。また、摩擦材をプレートに接着した摩擦板のすべり摩擦性能試験を行い、自動車の変速時にジャダーが発生しない指標 $\Delta \mu - V > 0$ （ $\Delta \mu$ ：摩擦係数の微分値、 V ：回転速度、回転速度減少に伴い摩擦係数も低下するの意）を満たすかを確認した。さらに、上記 CNF の繊維長分布測定及び位相差顕微鏡観察を行い、摩擦材における CNF の分布を赤外分光イメージング測定により画像化した。

3 結果と考察

摩擦材 A は、引張強さ、透気度、せん断強度（耐摺動強度の指標）及び油浸透速度の全てにおいて摩擦材 R よりも優れており、引張強さを除き摩擦材 B よりも性能が上回っていた。またすべり摩擦性能では、摩擦材 A は他の 2 試料が満たさなかった低面圧条件を満たすなど、良好な結果であった。このように、摩擦材 A は耐摺動強度及び摩擦性能の両立を実現した。

この理由についていくつかの考察を行った。CNF-A は、繊維の外部フィブリル化が進んでおり（図）、繊維長 0.2mm 以上及び繊維幅 0.2 μm 以上の繊維割合、並びにフィブリル面積比が CNF-B より高い値であった。さらに、摩擦材 A の赤外分光イメージング画像では、CNF がアラミド繊維の近傍に分布していることを確認した。このことから、CNF-A は太くて長いセルロース繊維が適度に存在し、外部フィブリル化が進んだ状態であるために、繊維同士の交絡を形成しつつ繊維間の空間を保持することができ、耐摺動強度及び摩擦性能に寄与したと考えられる。

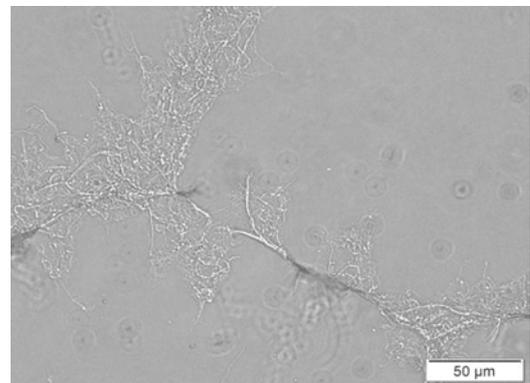


図 CNF-A の位相差顕微鏡観察像

フラッシュ法による樹脂発泡体の熱伝導率測定の検討

工業技術研究所

化学材料科 ○望月智文 野澤 遼 菅野尚子
小泉雄輔 真野 毅

1 目的

近年、省エネルギーの実現や結露防止のため、樹脂発泡体等の高い断熱性を有する材料が求められている。断熱性の評価には、物質中の熱の流れやすさを示す熱伝導率が用いられる。当研究所所有の熱定数測定装置は、フラッシュ法（JIS R 1611 又は JIS H 7801）により熱拡散率を測定するもので、比熱容量と密度を用いた計算で熱伝導率を算出することができる。熱伝導率測定手法の内、フラッシュ法は、mm サイズの試験片で測定可能かつ数秒～数分で測定が完了するため、フィードバックをかけながら改良を行う試作試料の評価には有効な手段と考えられる。フラッシュ法の原理上、緻密な固体材料を測定対象とするため、多孔質で密度が低い発泡材料は測定に不向きとされているが、金属やセラミックスの多孔質材料に適用した事例もある。そこで本発表では、断熱材の一種である樹脂発泡体の熱伝導率測定において、フラッシュ法が適用可能か検討した結果を報告する。

2 方法

ポリプロピレンを主成分とする樹脂発泡体（発泡倍率 3.5 倍、黒色）を、10mm□×厚さ 4mm に加工し、熱定数測定装置（ネッチ・ジャパン(株)製 LFA467）を用いてフラッシュ法による熱拡散率測定を行い、以下の式で示される熱伝導率を算出した。

$$\text{熱伝導率} (\lambda) = \alpha \cdot c \cdot \rho \quad (\alpha : \text{熱拡散率}, c : \text{比熱容量}, \rho : \text{密度})$$

熱伝導率算出に必要な比熱容量については、示差走査熱量計（ネッチ・ジャパン(株)製 DSC214）、密度については、電子天びん（メトラー・トレド(株)製 XRS105+XPR）を用いた水中置換法により測定した。

3 結果と考察

図にフラッシュ法による測定で得た試料の温度上昇曲線を示す。試料温度は、パルス加熱後に上昇し、約 20 秒で最高値を示した後、指数関数的に減少している。これは、大きな熱損失があることを示唆しており、ハーフタイム法により熱拡散率を求める際は、JIS R 1611:2010 付属書 B にあるとおり補正が必要となる。補正する前の熱拡散率より算出した熱伝導率は、0.108 W/(m・K) であるのに対し、補正後は、0.068 W/(m・K) となった。別で測定した熱線法による熱伝導率が 0.074 W/(m・K) であることから、樹脂発泡体のような断熱材でも、熱損失を補正すればフラッシュ法で測定可能であることが分かった。

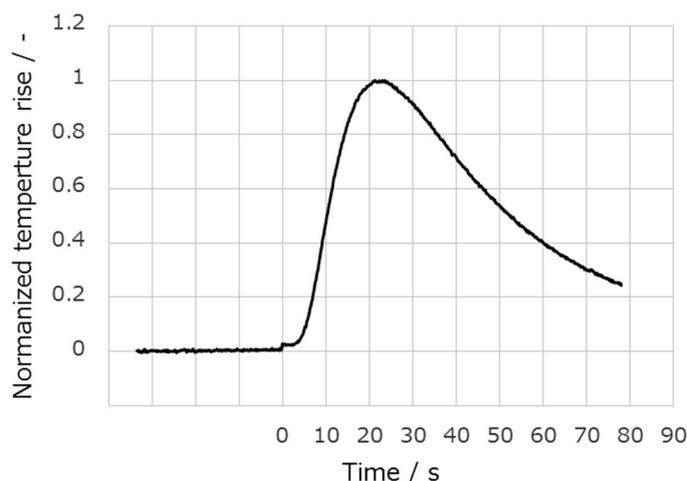


図 測定試料の温度上昇曲線

セルロース繊維を強化材としたリサイクル樹脂複合材の開発

工業技術研究所

化学材料科 ○小泉雄輔 望月智文 菅野尚子

野澤 遼 真野 毅

株式会社グリーンループ

1 背景・目的

2022年4月に施行されたプラスチック新法や、2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略など、プラスチックのリサイクルに対する関心が高まっている。国内では、リサイクルされたプラスチックのうち、再原料化(Material Recycle ; MR)の割合は全体の約24%程度に留まっている。このMRが伸び悩む原因の一つに機械的強度の低下が挙げられる。当研究所はこれまでに、新成長戦略研究などで、自然由来の繊維状物質を含む強化材を樹脂に配合することで機械的強度を上昇させる研究を行ってきた。本研究では、リサイクル樹脂の普及拡大を図るため、この補強効果をリサイクル樹脂に適用して同樹脂の強度上昇を目指す。

2 方法

マテリアルリサイクル樹脂(以下Rと略記)に、セルロース繊維濃度55%の強化材を配合し、セルロース繊維濃度5%および10%のリサイクル樹脂複合材(R-5、R-10と表記)を作製した。得られた複合材から試験片を作製し、引張強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率、シャルピー衝撃強さ(耐衝撃性)などを評価した。またリサイクル樹脂に対する補強効果を確認するため、比較用の試料としてモデル樹脂(以下Mと略記)を作製した。Mに強化材を配合し、セルロース繊維濃度5%および10%のモデル樹脂複合材(M-5、M-10と表記)も作製し、各物性値の変化やセルロース繊維の分散性を比較した。

3 結果と考察

R及びMに強化材を配合した結果、引張強さ、曲げ強さ及び曲げ弾性率が上昇した。これは、両樹脂に対する強化材の補強効果によるものと考えられる。耐衝撃性は、M-5、M-10は上昇したが、R-5、R-10は逆に低下した(図1)。この原因を究明するために、赤外分光分析によるセルロース繊維分布を比較した結果、R-5、R-10のセルロース繊維分散性が、それぞれM-5、M-10より劣っていた(図2)。耐衝撃性の低下はセルロース繊維の分散性の違いによるものと考えられる。

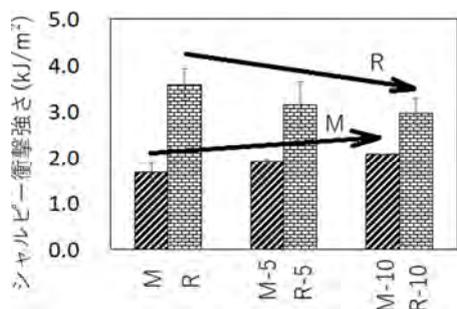


図1 シャルピー衝撃強さ

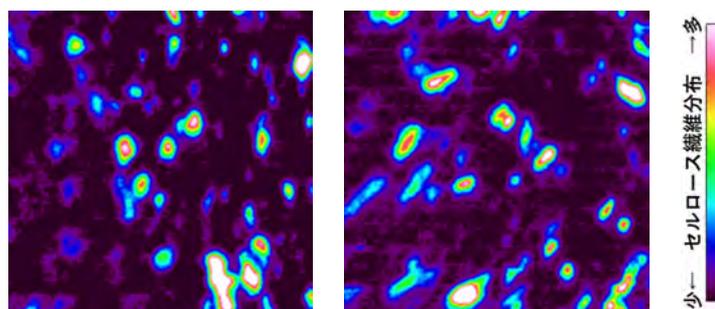


図2 セルロース繊維分布(左: R-10、右: M-10)

プラスチック成形品における異材混入による物性への影響

工業技術研究所

化学材料科 ○野澤 遼 菅野尚子

小泉雄輔 真野 毅

1 目的

当科においては、県内のプラスチック成形企業からの異材混入に関する技術相談が、近年増加している。同業界では、ランナーのような製造工程で発生する端材などを粉砕し、再利用することで、低コスト化などの実現を目指しているが、ニート樹脂と比較すると、再利用した原料は、工程内で異材が混入する可能性があり、「異材混入」による物性への影響が課題となっている。本研究では、業界が抱える課題となっている「異材混入」による樹脂成形品の物性への影響について評価、検討したので報告する。

2 方法

意図的に2種類の樹脂原料を混練し、疑似的に異材が混入した樹脂材料を作製し、異材混入による各種物性等への影響を調査した。

(1) 試料の調整

原料としてポリプロピレン (PP; 株プライムポリマー製 J107G (ホモ)) を用い、これに異材を意図したポリスチレン (PS; DIC株製 CR-3500 (GPPS)) を含有した。PS 濃度が0、5%、10%、15%、20%になるように原料をPPとドライブレンドした後に、熔融混練し、PS濃度の異なる5つの試料を作製した。これらの試料を用いて、射出成形により厚さ4mmの試験片をそれぞれ作製した。

(2) 試料の評価

物性は、引張強さ、引張伸び、曲げ強さ、曲げ弾性率、シャルピー衝撃強さの評価を行い、PSの分散性は、赤外分光イメージングを用いた数値的評価を実施した。

3 結果と考察

赤外分光イメージング (図1) から、いずれの試料もPP中にPSが均一に分散していることを確認した。シャルピー衝撃強さについては、PS濃度15%で物性が大幅に低下することが明らかになった (図2)。本結果により、外観では分からない異材が、実成形品に混入することにより、目的とした物性値が発現しない可能性があることが明らかになった。

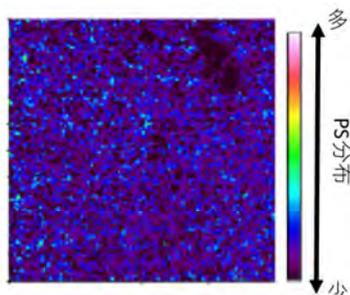


図1 赤外分光イメージング
(PP中のPS濃度5%)

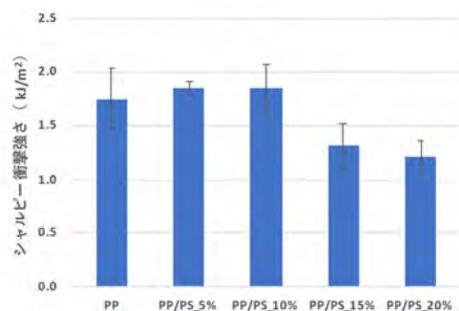


図2 シャルピー衝撃強さの比較

謝辞：本研究は、株式会社グリーンループ（菊川市）の協力により実施した。

2 軸押出混練によるポリプロピレンの劣化について

工業技術研究所

化学材料科 ○望月智文 野澤 遼 小泉雄輔
菅野尚子 真野 毅

1 目的

令和4年4月より「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行されたことを受け、プラスチックのマテリアルリサイクル (MR) がより加速すると予想される。プラスチックは、回収、粉砕、洗浄、分別、品質の調整がされた後、押出混練によりペレット化され、再資源化される。MR ペレットは、一般にバージン材よりも物性が劣るといわれている。これは、分別しきれなかった不純物の影響やプラスチックの劣化に起因する。プラスチックの劣化は、熱劣化や酸化劣化、紫外線劣化等が複合的に作用するが、個々の劣化挙動は明らかになっていないものが多い。そこで、本発表では押出混練に注目し、複数回実施した際のポリプロピレンの劣化挙動を調査した結果を報告する。

2 方法

ポリプロピレン (株プライムポリマー製 J107G、ホモポリマー) を同方向完全噛合型 2 軸混練押出機 (株テクノベル KZW20TW-45MG(-1100)-SKG、スクリー径 20 mm、L/D = 45) を用いて押出成形を行い、ペレットを作製した。これを最大 40 回行い、成形回数毎に試料を作製した。混練条件は、スクリー回転数：200 rpm、成形樹脂の冷却方式：水冷、成形温度：最大 180°C とした。試料の評価は、熱重量示差熱測定 (TG-DTA 測定；ネッチ・ジャパン(株)製 STA2500) と熔融流動性測定 (MFR 測定；株東洋精機製作所製 F-101) を行った。

3 結果

TG-DTA 測定から得られる熱重量曲線の 5% 重量減少温度は、樹脂が低分子化した際に低温度へシフトすることが知られている。図 1 より、測定試料の 5% 重量減少温度は、混練回数が増えるにつれて低下する傾向が見られた。また、図 2 に示す MFR 測定の結果から、MFR 値は増加する傾向が見られた。発表では、赤外分光分析での分析結果及び強度試験の結果も合わせて報告する。

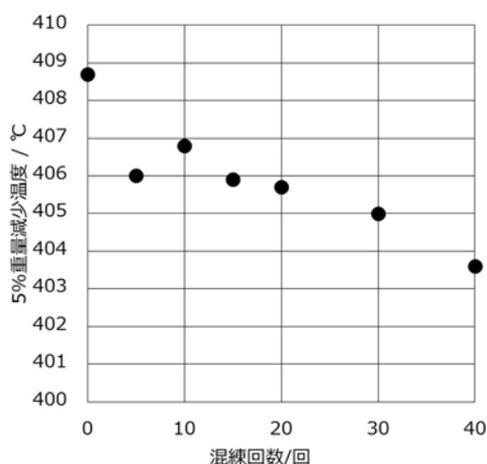


図 1 混練回数と 5% 重量減少温度の関係

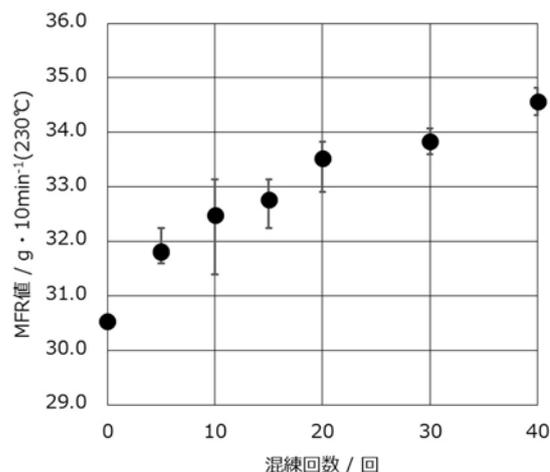


図 2 混練回数と MFR 値の関係

介護サービスの質の向上を目指したトイレ介助機器の開発に向けた調査

工業技術研究所

ユニバーサルデザイン科 ○易 強 長澤 正
常葉大学 金承革 富山ひとみ
有限会社京和工業 安部一祐

1 目的

超高齢少子社会において、介護人材不足が大きな課題の1つであり、介護施設の66%が人手不足と報告されている（R1年介護労働実態調査）。介護人材の不足に対して、厚生労働省は介護分野の生産性向上が重要な解決策として推し進めている。特に、トイレ介助（立ち座り、トイレへの往復、トイレ内の姿勢保持、下着の着脱動作）は、経済産業省の「ロボット技術の介護利用における重点分野」の対象の1つにも選ばれている。本研究では、高齢者施設を利用している要介護高齢者の中で、少し立てる人から数歩だけ歩ける人までをターゲットユーザーとして、「介護の質の向上を目指したトイレ介助機器」を新たに開発するために実施したアンケート調査と現地調査の結果を報告する。

2 方法

(1) アンケート調査

利用者の他に、立場の異なるステークホルダーである介護職員、家族、介護施設管理者、介護施設経営者、福祉機器取扱業者（販売業者）を対象に6種類のアンケートを作成し、調査を行った。

(2) トイレ介助現場の作業分析とヒアリング

ベッドからトイレまで、要介護高齢者を介助する一連の行動を動画撮影し、行動観察記録プログラム OBSERVANT EYE (図) により、個々の作業動作の分析を行った。また、考案した移乗支援機構の試作機により、利用者から意見を聴取した。

3 結果と考察

(1) アンケートでは、介護施設5箇所と福祉機器取扱業者4社から計83件の回答を得た。介護施設入居者(434人)の内、トイレ介助の対象は約65%、更に補助により立てる人は89%であった。介護職員のトイレ介助は1日平均約15回（最大60回）であり、介助者の身体負担は高いことがわかった。

(2) 介護施設2箇所の利用者6人に対してトイレ介助の映像を分析した結果(表)、現状の車いすより、立位に近い姿勢を保てる新しい移動方式に変えた場合、移乗時間は平均で58%低減した。今後は新しい移動方式のトイレ介助機器の提案を行う。



図 OBSERVANT EYE による作業時間記録

表 作業時間分析の結果

	排泄以外のトイレ介助時間	移動時間	移乗時間	新方式で	
				短縮可能な移乗時間	新方式で移乗時間の低減率
平均	428	53	129	74	58%
A施設-1	585	75	176	107	
A施設-2	364	46	87	48	
A施設-3	231	62	37	26	
B施設-1	672	47	256	129	
B施設-2	304	58	127	66	
B施設-3	411	32	90	68	

居住空間での木製品の木材の変色要因の検討（2）

工業技術研究所

工芸科 ○村松重緒、菊池圭祐、田村克浩

1 目的

当科には、以前から木材・木製品・建材などの変色に関する相談が寄せられており、本年度も、ナラ材・木製品塗装品・遊具の変色相談が寄せられている。また、昨今の新型コロナウイルスの影響で、利用頻度が増えた消毒薬による変色の発生も危惧される。

メーカーにとって変色は、商品の交換や修理工事の発生などのコスト面での負担も重いですが、取引先から求められる原因究明の対応にも苦慮している。

本研究は、屋内で考えられる汚染原因と変色の発生について考察し、手板での変色試験、データベース化、機器分析による原因究明の方法を確立することを目的とする。

2 方法

本年度は、身近な薬剤による変色試験、機器分析による情報取得を行った。

①木材の薬剤による変色試験

ナラ、ブナ、ヒノキなど6樹種の手板を用意し、家庭での使用が想定される薬剤（アルコール・消毒液・市販洗剤・アルカリ溶液）を、手板にφ10mmとなるよう滴下して1分後に吸い取り除去し、変色の様子を確認した。

②蛍光X線分析

機器分析の有効性を確認するため、意図的に鉄汚染させたナラ材の汚染部と未汚染部に對し、蛍光X線分析を行った。

3 結果と考察

①-1 洗剤による変色試験

台所用漂白剤（原液）、市販洗剤では、重曹・セスキ・電解水で変色が起こることを確認した。

これらはpHが13以上のものもあり、アルカリ汚染による変色と推察された。

①-2 消毒液による変色試験

消毒用エタノール、クエン酸、弱酸性次亜塩素酸等による変色は確認されなかった。なお、クエン酸のpHは2.0で、残留すると、金属を腐食させたり、木材を酸変色させる可能性がある。

①-3 アルカリ溶液による変色試験

pH調整した水酸化ナトリウム溶液を滴下し、変色するpHの目安を確認した。pH12で変色の痕跡、pH13以上で変色が確認された。

②蛍光X線分析

鉄由来ピークが汚染部からは検出され、未汚染部からは検出されなかった。無機元素由来変色要因の情報取得に、蛍光X線分析が有効であることが確認された。

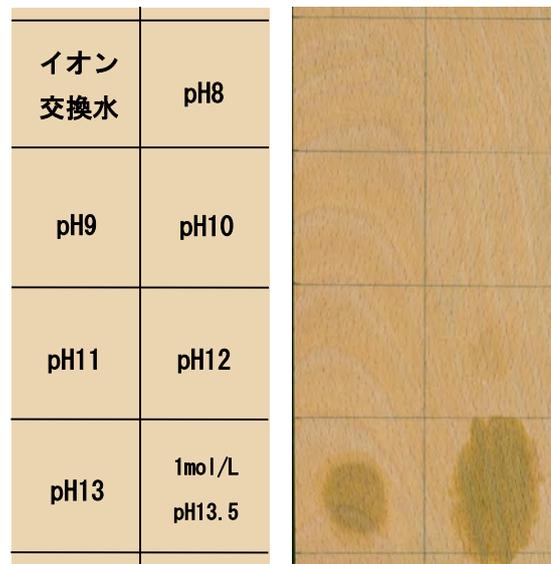


図 アルカリ変色試験結果（ブナ）
（左：滴下区分・右：ブナ手板）

県産材の屋外使用に向けた防腐・防蟻処理技術の開発

工業技術研究所

工芸科

○菊池圭祐 村松重緒 田村克浩

エイ・エフ・エム・ジャパン株式会社 山下典子

1 目的

静岡県は、県産材の使用率向上による“地域産業の活性化”を進めている。木材を使用することは、森林の適正管理や脱炭素化社会にも貢献する。特に、アルミ等金属材料が多用されているエクステリアなどの屋外使用を増加させれば、木材使用拡大につながる。県産材の中心となるスギやヒノキは、そのままでは屋外使用に対する耐久性が低いため木材保存剤（薬剤）を含浸する必要がある。本研究は、木材の事前乾燥や減圧加圧注入が不要な薬剤を用いて、地域で処理可能な防腐・防蟻処理技術を開発することを目的としている。

本発表では、「ホウ酸系薬剤の木材内部への浸透性向上」と「薬剤の溶脱を抑制する技術」について報告する。

2 方法

JIS K 1571「木材保存剤及びその試験方法」に準拠し、試験片（スギ辺材）に薬剤を含浸した。薬剤は、八ホウ酸二ナトリウム四水和物（DOT）を有効成分とした2種類（薬剤A：DOT+ポリエチレングリコール（PEG）、薬剤B：DOTのみ）を用いた。またDOTの溶脱防止を目的として、ナフテン酸銅系薬剤、シリコーンエマルジョン（以下、+Si）、亜鉛酸化物系薬剤（以下、+Zn）を表面に塗付した。試験片をその10倍体積のイオン交換水に5時間浸漬した後、40℃で19時間乾燥させる溶脱操作を10回繰り返した。薬剤の分布状態は、試験片断面のクルクミン呈色試験により確認した。DOTの溶脱状況は、溶脱液のホウ素濃度をICP分析することで評価した。

3 結果と考察

溶脱操作前の呈色試験では、薬剤Bより薬剤Aの方が内部まで浸透している様子が確認され、これは薬剤Aに添加されているPEGの効果と考えられた。しかし、各溶脱液のホウ素濃度測定から、両薬剤ともに1回の溶脱操作でほぼすべてのDOTが溶脱していることが分かった。

溶脱防止処理を行うことで、10回の溶脱操作後においてもDOTを木材内部に残すことができた。特に、+Siと+Znは処理後も木質感が変わらず、10回溶脱操作後も多くのDOTを木材内部に残すことができた（図）。また、+Siと+Znを組み合わせることで耐溶脱性をより高めることもできる。本来、ホウ酸系薬剤は溶脱が避けられないとされるが、本研究により屋外使用の可能性を見出した。

今後は、溶脱操作後の防腐防蟻試験や実使用を想定した野外試験を行うことで県産材の屋外使用の実現につなげていく。

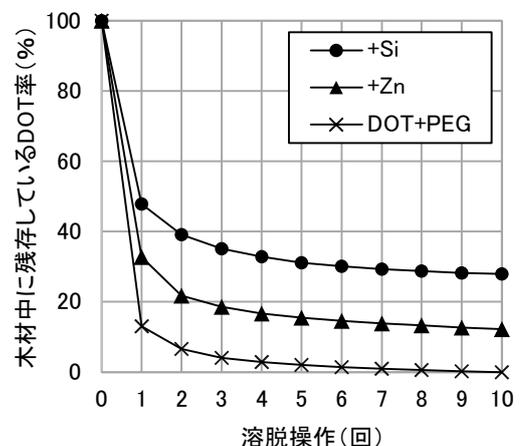


図 溶脱液のホウ素濃度から推定した木材中のDOT残存率

令和4年度 静岡県工業技術研究所 研究発表会要旨集

令和5年3月3日発行

編集・発行 静岡県工業技術研究所
企画調整部

〒421-1298 静岡市葵区牧ヶ谷 2078 番地

電話 (054) 278-3028

FAX (054) 278-3066