News ニュースレター
第64号
令和５年 11 月
（公財）かがわ産業支援財団 地域共同研究部

新しい時代に向けたチャレンジを応援します！

香川県産業技術センター所長　濵田　敏弘　氏

香川県産業技術センターは、県内企業の技術分野の支援を行う公設試験研究機関であり、年間 700 社程度の県内企業に技術相談や依頼試験分析、施設利用等で利用頂いています。**（図１、図２）**

産業技術センターでは、先端技術などに対する企業の関心や取組状況を調べるために、当センターを利用いただいている県内企業を対象に今年６月から７月にかけてアンケート調査を行いました。その調査を集計したところ、関心のある技術分野として、**図３**に示す通り、IoT や AI、ロボット関連技術が最も多く、次いで脱炭素技術という結果となりました。また、工業分野ではデジタル技術を活用したものづくり技術や材料・製品等評価技術が、食品分野では地域食品活用分野が若干高く、それ以外の分野においてもまんべんなく一定の関心を寄せていることが分かりました。さらに、各技術分野に関心のある企業に対して取組状況を伺ったところ、IoT・AI・ロボットと脱炭素技術については、半分近くの企業が取り組みを始めている一方で、３割程度の企業では情報収集の段階にとどまっていることも分かりました。この２つの技術分野以外でも、アンケート結果からは濃淡の差はありますが、取組みを始めている企業と、躊躇している企業が存在していました。当センターでは、取り組み中の企業の支援から、はじめの一歩の支援まで新しい時代に向けたチャレンジに広く技術的な支援を実施したいと考えています。以下では、関心の高かった上記２つの技術関連分野と食品関連分野に対する産業技術センターの取組状況について紹介します。（裏面に続く）

図１　産業技術センターの外観

図２　技術支援の取組み

まず、IoT・AI・ロボット分野については、普及・啓発から技術開発までの様々なフェーズにある企業に対して支援を続けており、手探りの方には IoT・AI 相談窓口により、情報収集や新技術の獲得では研究会により、さらに、具体的な課題を解決するためには研究開発の受託などによりサポートする体制を整えています。

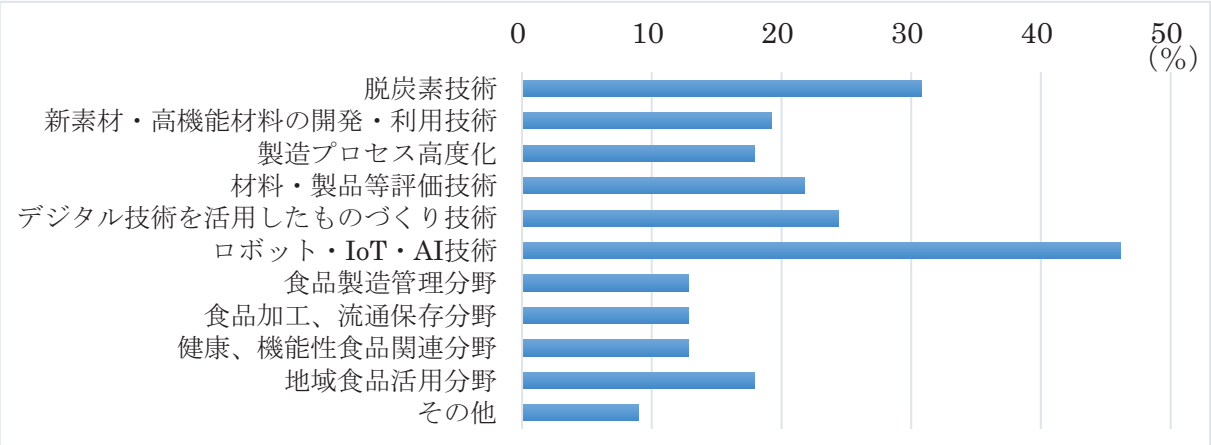

図３　関心のある技術分野（令和５年　産業技術センター　アンケート結果）

また、脱炭素技術では、関連技術のセミナー開催による啓蒙活動とともに、三次元積層造形技術などによる製造プロセスの高度化支援や、生分解性素材やバイオ由来素材などの新しい素材や高機能材料の開発・活用技術などの研究開発支援を通じて、技術支援を実施しているところです。

さらに、県内に多くの企業が存在する食品分野については、平成 27 年度から開始された機能性表示食品制度に対応した製品化の支援や、希少糖を用いた新しい地域食品の開発支援をはじめ、外部講師を招聘した新商品開発セミナー等による企業人材育成などを実施しており、大学や民間企業との有機的な連携によって様々な商品化が図られているところです。一方、発酵食品研究所では、国際的に信頼性の高い化学分析体制をいち早く構築し、県産オリーブオイルのブランド力を強化することで、将来的に起こり得る産地間競争に備えています。また、オリーブオイルのみならず関連商品の開発にも積極的に取り組んでおり、オリーブから分離した酵母による日本酒は、県産品コンクールにおいても優秀な評価を得ております。

産業技術センターは、これからもものづくりのパートナーとして、県内企業の技術的なチャレンジを支援し、産業振興の一助となるように努めてまいりますので、お気軽にご相談ください。

令和５年度の組織体制と職員

（令和５年４月１日）

【組　織】

理事長── 事務局長── 参与（兼）
地域共同研究部長

- 参与（兼）── 事務補助（１名）
  研究管理課長
- 参事(兼)研究開発課長 ── 主席研究員（２名）
  （兼）総括研究員
- 研究アドバイザー（１名）
- 事業化支援アドバイザー（２名）

【職　員】

所　属	職　名	氏　名	備　考
地域共同研究部	参与（兼）部長	末澤　保彦	
研究管理課	参与（兼）課長	西川　敏博	
	事務補助	岡本　恭子	
研究開発課	参事（兼）課長 （兼）総括研究員	中原　理栄	
	主席研究員	中西　　勉	
	主席研究員	朝日　信吉	
	研究アドバイザー	太田　泰弘	
	事業化支援アドバイザー	久保　善美	
	事業化支援アドバイザー	関谷　敬三	

研究紹介

超臨界技術によるプラスチック材料への機能性付与に関する研究（Ⅴ）

ー　51 %セルロース混合ポリエチレンの強度と色彩に及ぼす混練条件の影響　ー

主席研究員　中西　勉

天然物がプラスチックよりも多く含まれる複合材料は，材料表示を当該天然物とすることができることから，地元企業では SDGs 達成可能な商品としての開発を検討している．企業からの要望を受け，高強度でかつ物性値のバラツキが少ない，51 %のアセチル化セルロース粉末を混合したポリエチレン材料の作製に取り組んだ．複合材料の曲げ弾性率は，原料ポリエチレンに比べて 2 倍に高まったが，降伏応力が低下した．電子顕微鏡による微細構造観察の結果，降伏応力の低下は粉末とポリエチレンの密着性の低下によるものと推測された．そこで，密着性を高めるため相容化剤の添加効果を確認した．相容化剤を 1 %添加した結果，原料ポリエチレンと比べて複合材料の曲げ弾性率は 2. 6 倍，降伏応力は 1.5 倍高まった．曲げ弾性率と降伏応力のバラツキは，粉末の混合率増加に伴って増えたが，相容化剤の添加によって減少した．また，原料ポリエチレンと複合材料の色差は，粉末の混合率増加に伴って増えたが，原料セルロースよりもアセチル化セルロースを混合した方が，色差は減少した．色差のバラツキは，粉末の混合率増加に伴って減少し，相容化剤の添加によってさらに減少した．従って，相容化剤の添加が，複合材料の品質向上に寄与していることが示唆された．

1　緒言

香川県には，食品や化成品等の梱包に用いるプラスチックフィルムの製造企業が多数ある．これらの企業においては，強度や断熱性等が優れた高機能フィルム製品の開発が進められているが，それとともに，プラスチック製品の廃棄等による環境への負荷を低減するため，プラスチックの使用量削減も進められている．それらの課題解決のためには，表面を親油性に改質したセルロースナノファイバー（以下 CNF と略）を補強材としてプラスチックと均一に混合して，元のプラスチックの物性を改変するとともに，プラスチックの使用量を削減することが効果的である．

従来の親水性 CNF は，TEMPO (2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl radical)を触媒にして希 NaOH 水溶液中でセルロース骨格の C6 位の 1 級ヒドロキシ基を選択的にカルボキシ基に変換する方法 [1]，天然セルロース繊維を懸濁した水を二つのチャンバーから高圧で噴出して衝突させる水中カウンターコリジョン法（ACC 法）[2]などによって親水性 CNF が水中に分散した状態で得られていた．これらをプラスチックの補強材として使用するには水分を除去する必要がある．一方，親油性 CNF の製造技術として，湿式ディスクミルによって竹繊維を機械的に解砕した後にアセチル化あるいはオクタノイル化する方法 [3]など，多くの技術が開発されている．これらの方法では，親油化 CNF は有機溶媒等の反応溶媒中に分散された状態で得られるため，プラスチックの補強材として使用するには CNF 素材の形状を保持した状態で反応溶媒を除去することが必要である．また，あらかじめアセチル化して乾燥したクラフトパルプをプラスチックと溶融混練することによってプラスチックに CNF を分散する方法（京都プロセス [4]）が開発されているが，この方法で用いるアセチル化は液相反応であり，アセチル化したパルプをプラスチックに混練する前に反応溶媒の除去が必要である．

当財団では，上記課題の解決方法として，乾燥状態でかつ結晶性を有するマイクロメートルサイズのセルロース粉末（以下 CMF と略）を用い，既に実用例があり処理が容易なアセチル化反応を選定した．その際，触媒としてピリジン等の有機溶媒を使用せず，アセチル基供与体の無水酢酸の使用量を削減するとともに，反応後のセルロース素材の乾燥等の後処理を最小限に抑えるために，気相雰囲気でのアセチル化反応を行ってきた．そして，プラスチック等の高強度化のために結晶性を保持することが必要なアセチル化度（DS 値が 1.0 程度[5]）を目標として研究を行ってきた．

令和 2 年度の報告[6]において，小型の反応装置（反応槽容積 180 mL）を用いて無水酢酸（mL）とセルロース粉末（g）の混合比＝28 mL／2.8 g，反応温度 160 ℃，反応時間 2 h，圧力 20 MPa の超臨界 CO_2 の存在下において，目標とするアセチル化度（DS 値が 1.0 程度）のセルロース粉末を得ることができた．無水酢酸の使用量が 14 mL 以上の条件では，超臨界 CO_2 の添加によってアセチル化の促進効果を認め，目的とするアセチル化度の CMF を得ることができたが，アセチル化したセルロース粉末が褐色化し，プラスチックに混合してフィルム状にした際に，変色の面で商品の品質に影響を及ぼす可能性も考えられた．

令和 3 年度の報告[7]において，アセチル化反応のスケールアップ，及びアセチル化セルロース粉末（以下 AcCMF と略）を混合したポリエチレン（以下 PE と略）の品質評価（変色の有無，及び強度）を行った．大型の反応装置（反応槽容積 3.2 L）を用いて実験した結果，アセチル基供与体の無水酢酸の蒸気と超臨界 CO_2 条件下で CMF のアセチル化が可能であった．そして，AcCMF を 10 %混合した PE は，厚みが 0.1～0.2 mm の範囲でヤング率（引張試験で得られる弾性率）が高くなった．しかし，0.2 mm 以上の厚みのものは AcCMF の混合によって強度はほとんど増加しなかった．これは，AcCMF と PE との密着性が悪かったためと考えられた．しかし，AcCMF の混合による PE の変色については抑えることができた．

前報[8]において，AcCMF を混合した PE の強度をさらに高めることを目的として，AcCMF と PE との親和性向上のための最適な混練とアセチル化の条件を調べ，その条件で AcCMF の混合率を 30 %に増加したときの強度と色の変化を評価した．AcCMF と PE の混合材料の引張試験を行い，令和3年度の報告[7]で用いた混練条件よりも強度が大きくなる混練条件を明らかにした．さらに，AcCMF を 30 %混合した PE は，原料 PE そのものに比べて曲げ弾性率が 1.4 倍，降伏応力が 1.1 倍に高まり，原料 PE との色差も小さかった．一方，AcCMF の混合率が高いほど曲げ弾性率のバラツキが大きかった．地元企業への調査結果から，顧客へのアピールポイントとして，①高品質で物性のバラツキが少ない製造技術，②SDGs 達成を目的としてプラスチック製品の使用量削減を可能にする環境負荷低減型の技術も求められている．

そこで，本研究では地元企業の要望を踏まえ，材料表示の変更を可能にするため，AcCMF の混合率を 30 %から 51 %に増加して，高強度でかつ物性値のバラツキが少ない AcCMF 混合 PE の作製に取り組んだ．その結果，AcCMF 51 %混合 PE の曲げ弾性率は，原料 PE に比べて 2 倍に高まったが，降伏応力が原料 PE と比べて低下した．電子顕微鏡による微細構造観察の結果，降伏応力の低下は AcCMF と PE との密着性の低下によるものと推測された．AcCMF と PE の密着性を高めるため相容化剤の添加効果を検討した．相容化剤を 1 %添加した結果，原料 PE と比べて複合材料の曲げ弾性率は 2.6 倍，降伏応力は 1.5 倍高まった．曲げ弾性率と降伏応力のバラツキは，CMF あるいは AcCMF の混合率増加に伴って増えたが，相容化剤の添加によってバラツキが減少した．また，原料 PE と複合材料の色差は，CMF あるいは AcCMF の混合率増加に伴って増え，CMF よりも AcCMF を混合した方が，原料 PE との色差は小さかった．色差のバラツキは，CMF あるいは AcCMF の混合率増加に伴って減少し，相容化剤の添加によってさらに減少したので，それらの結果について報告する．

２　実験

２．１　試料

セルロース粉末（CMF）として結晶性セルロース粉末（（株）伏見製薬所製，Comprecel S101 型），反応溶媒として無水酢酸（富士フィルム和光純薬（株）製，純度 99.9 %），及び二酸化炭素（中四国エア・ウォータ（株）製，純度 99.9 %），ポリエチレンとして低密度ポリエチレン（日生化学（株）提供，融点 123 ℃），相容化剤として酸変性ポリオレフィン樹脂（三洋化成工業（株）製，ユーメックス 1010 型）を用いた．

２．２　実験方法

２．２．１　セルロース粉末のアセチル化

最適な混練条件において強度が最大となる AcCMF の DS 値は 0.5～0.6[8]であったことから，この条件で反応相容積が 3.2 L の実験装置[7]を用いて CMF のアセチル化を行った．実験手順として，まず初めに CMF 50 g を充てんした試料カゴを反応槽上部に固定し，無水酢酸 500 mL を反応槽下部に添加してから昇温するとともに超臨界 CO_2 を充てんした．そして，DS 値が 0.5～0.6 になる条件[8]として温度 170 ℃，圧力 5.5 MPa に達してから 3 h 反応させ，反応後，室温まで冷却した．室温付近まで冷却した試料を送風乾燥機で 50 ℃，24 h 乾燥させ，供試試料とした．

２．２．２　アセチル化度の評価

アセチル化度（DS 値）は，グルコース単位のアセチル基の置換数として，既報[7]に示した中和滴定法により求めた．測定の結果，未処理の CMF の DS 値が 0.2 となった．一方，FT-IR による測定では，アセチル化由来の C=O の赤外吸収（1,750 cm^{-1}～1,735 cm^{-1} に極大を示す吸収）が認められなかった．なお，本実験で用いた CMF は木材パルプを原料にしており，不純物としてヘミセルロースが含まれている．ヘミセルロースには，酸性を示すカルボキシ基等がわずかに置換されているため，中和滴定によってカルボキシ基等の置換数が DS 値として上積みされる．従って，未処理の CMF の DS 値 0.2 はアセチル基由来ではなく，ヘミセルロース由来の値と考えられた．そこで，AcCMF の DS 値を，中和滴定で得られた値からブランク値として 0.2 を差し引いて求めると，0.5 であった．

２．２．３　混練実験

AcCMF（DS 値＝0.5）あるいは CMF の混合率が，PE に対して 51 %になる割合で小容量加熱混練機（（株）トーシン製，TDR100-3 型，香川県産業技術センター所有）に投入し，設定温度を 180 ℃，回転数を 80 rpm，混練時間を 40 min として混練サンプルを作製した．各条件は，PE に対して AcCMF10 %を混練した複合材料の強度が最も大きくなる条件[8]を用いた．相容化剤の添加率は，AcCMF あるいは CMF と PE を合わせた重量に対して，1 %，2 %，5 %とした．

２．２．４　試験片の作製

プレス板の温度を 180 ℃に設定した小型熱プレス機（アズワン（株）製，H300-15 型）に設置した金型（アズワン（株）製，JIS K 7171 型）に混練サンプルを投入後プレスして，厚みが 4 mm，幅が 10 mm，長さが 76 mm の3点曲げ試験用試験片試験片を作製した．

２．２．５　強度試験

卓上型精密万能試験機（（株）島津製作所製，AUTOGRAPH AGS-X 500N 型）を用い，既報[8]に準じて，ロードセル容量 500 N，荷重速度 15 mm/min，支点間距離 64 mm の条件で，3点曲げ試験用試験を行った（**図１**）．試験の結果，JIS 規格（JIS K 7171）に基づいて得た応力歪曲線（**図２**）から，曲げ弾性率と試験片の降伏点における応力（降伏応力）を求めて比較した．

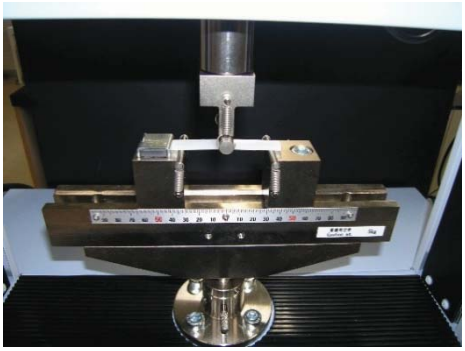

図１　試験片の３点曲げ試験

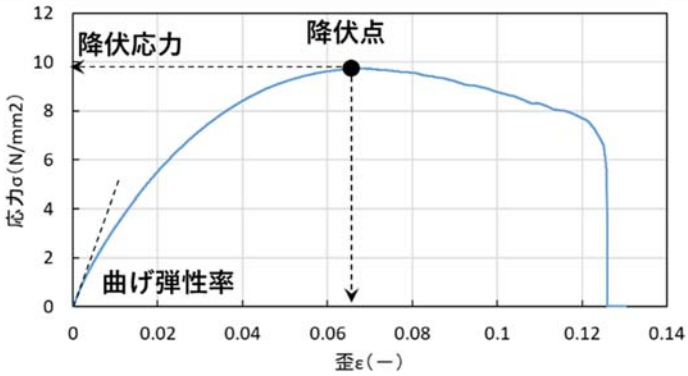

図２　評価方法

２．２．６　アセチル化セルロース粉末及び混合材料の色の評価

分光色彩計（日本電色工業（株）製，SD7000 型）を用いて，JIS 規格（JIS Z 8781-4）で定められている色空間（L*：明度，a*：赤～緑，b*：黄～青）の各指標（L*，a*，b*）を求め，各指標の値から ΔE*ab を計算して評価した．ΔE*ab は，異なる試料の色差を数値化したものであり，値が大きいほど差が大きいことを示している．

３　実験結果と考察

３．１　曲げ弾性率と降伏応力

３．１．１　混練条件の影響

AcCMF あるいは CMF（両方を含めて説明する場合に単に粉末と略）51 %の複合材料の曲げ弾性率と降伏応力の関係を，粉末 30 %複合材料のデータ [8]とともに**図３**に示した．また，降伏応力の平均値を**図４**に，曲げ弾性率の平均値を**図５**に示した．

相容化剤を添加せずに粉末混合率を増やした場合，混合率 51 %の複合材料の曲げ弾性率は，混合率 30 %複合材料に比べてわずかに増加したが，混合率 51 %複合材料の降伏応力は，混合率 30 %複合材料よりも減少した．降伏応力が減少したのは，粉末混合率増加に伴ってポリエチレンと粉末の界面の隙間が増えたことによって，材料の塑性変形の起点が増加したためと考えられた．

そこで，プラスチック母材と補強材などの添加物との相互作用を高める効果がある相容化剤を添加したときの曲げ弾性率と降伏応力の変化を調べた．

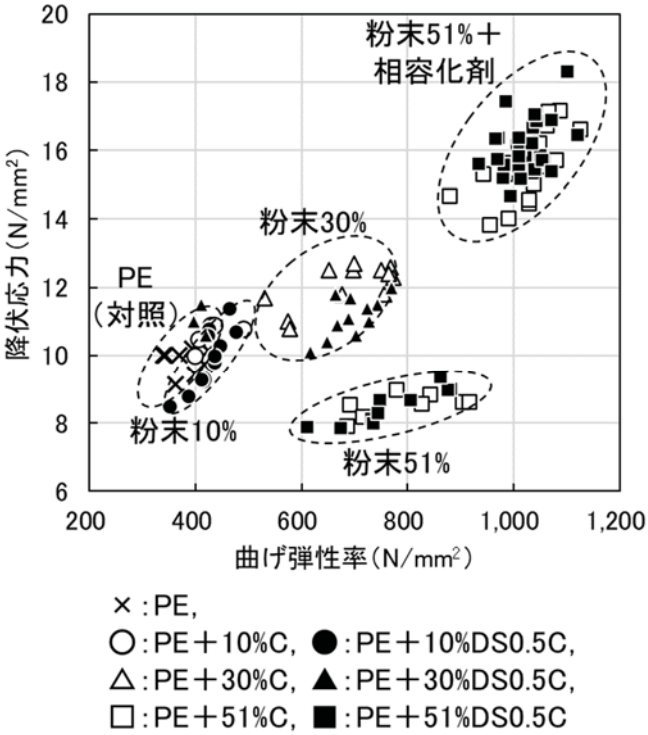

図３　曲げ弾性率と降伏応力の関係（全データ）

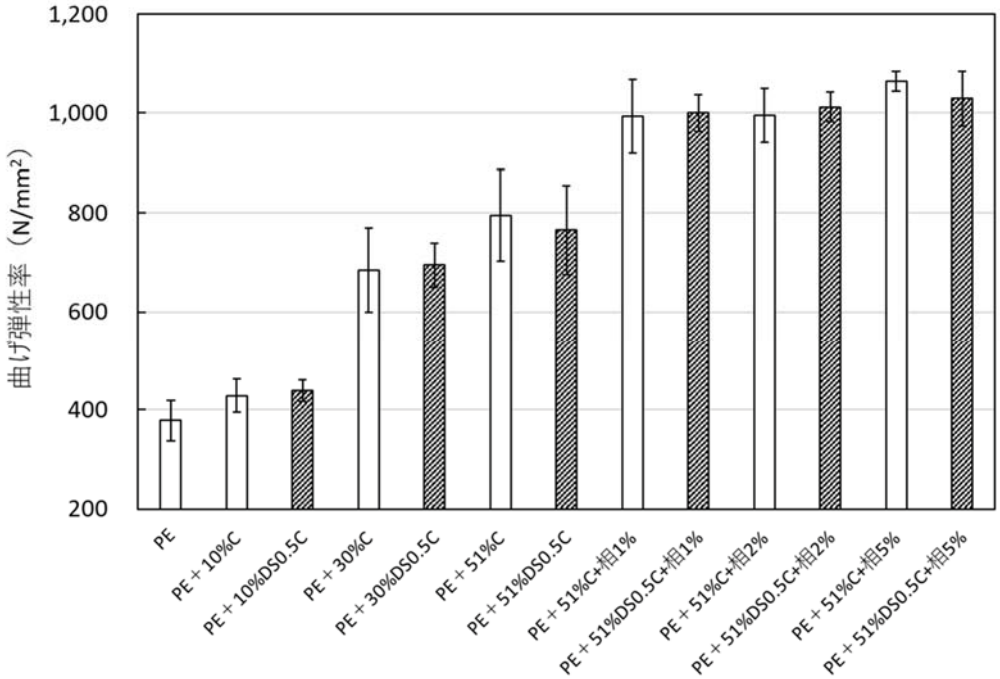

図４　曲げ弾性率に及ぼす混練条件の影響（平均）

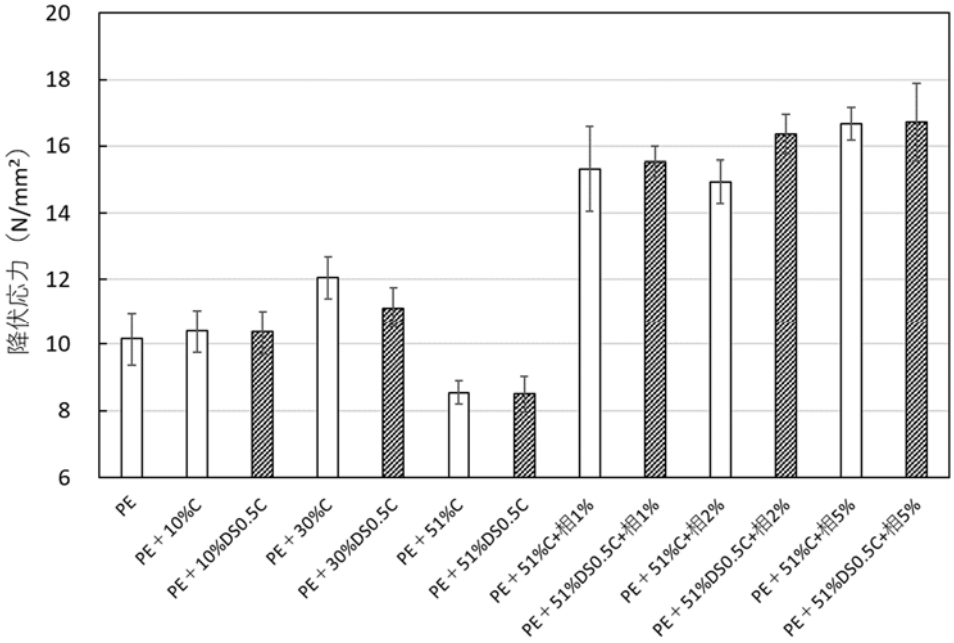

図５　降伏応力に及ぼす混練条件の影響（平均）

相容化剤を 1 %添加した場合，曲げ弾性率と降伏応力の両方の値が，混合率 30 %よりも 51 %の複合材料の値が大きく，かつ，CMF よりも AcCMF を混合した複合材料の値が大きい傾向を示した．そして，原料 PE と比べて曲げ弾性率は 2.6 倍に，降伏応力は 1.5 倍に増加した．これは，相容化剤の添加によってポリエチレンと粉末との密着性が高まったためと考えられた．また，相容化剤の添加率を 1 %，2 %，5 %と増加させると，曲げ弾性率と降伏応力は増加したが，増加率はわずかであった．

３．１．２　バラツキ

バラツキは，測定値の標準偏差を測定値の平均値で除した値（CV 値）とし，複合材料の強度（曲げ弾性率，及び降伏応力）のバラツキに及ぼす相容化剤の効果を検討した．曲げ弾性率の CV 値を**図６**に，降伏応力の CV 値を**図７**に示した．粉末 51 %混合複合材料について，曲げ弾性率と降伏応力はいずれも，相容化剤を添加することによってバラツキが小さくなった．バラツキ減少の程度は，曲げ弾性率の方が大きかった．

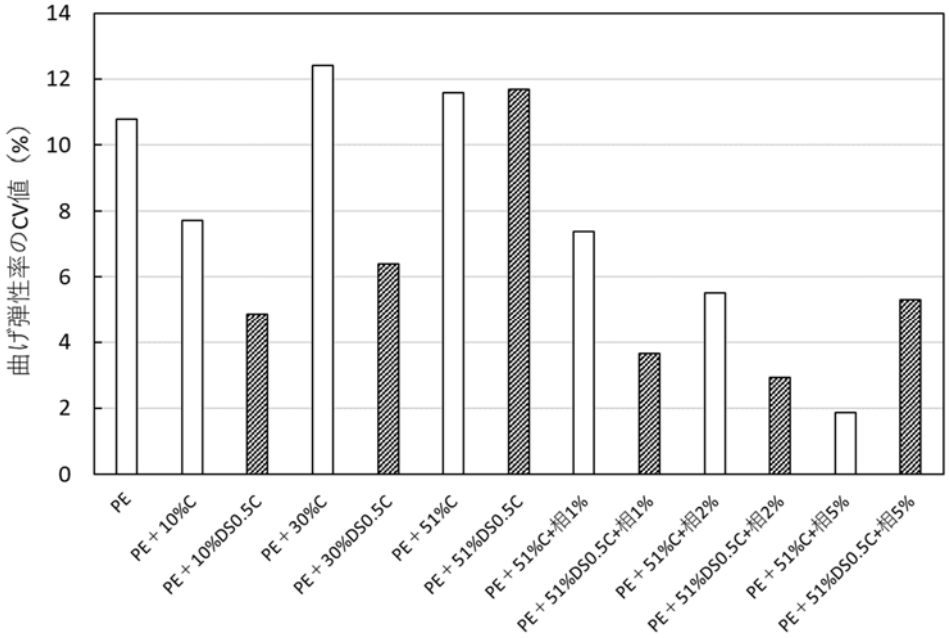

図６　曲げ弾性率の CV 値

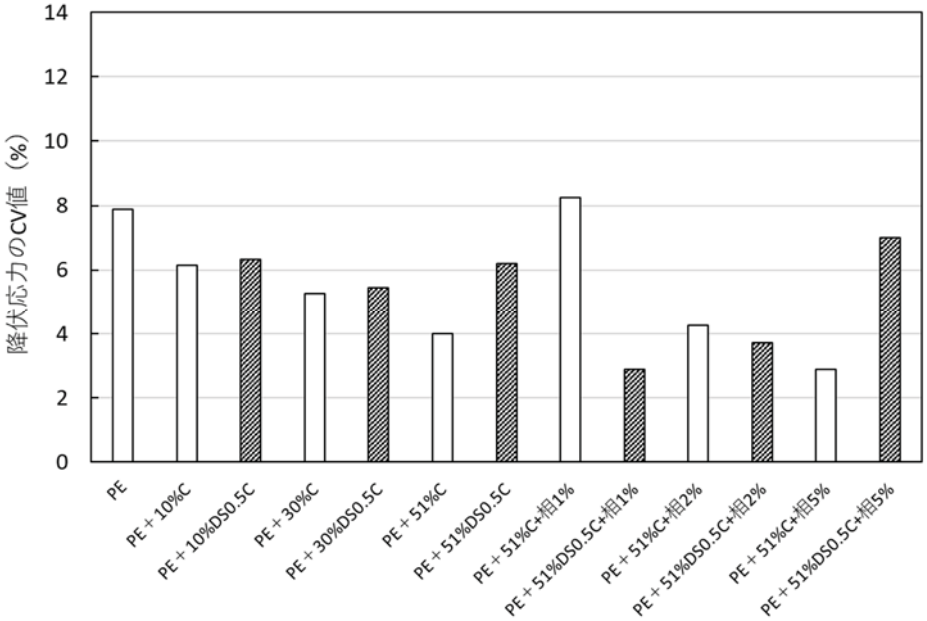

図７　降伏応力の CV 値

３．２　色差（ΔE*ab）

３．２．１　混練条件の影響

粉末 51 %の複合材料の色の変化を，粉末 30 %複合材料のデータ[8]とともに**図８**に示した．粉末の混合率上昇に伴って，JIS 規格（JIS Z 8781-4）で定められている色空間（L*：明度，a*：赤～緑，b*：黄～青）の各指標（L*，a*，b*）の値が，PE のみの値より大きい値になった．このことから，セルロース粉末の混合率を増やすほど，赤味，及び黄味が強くなる傾向を示した．また，赤味と黄味の増加の割合は，CMF を混合するよりも AcCMF を混合する方が小さかった．

また，粉末 51 %混合 PE について，相容化剤の添加による色の変化は顕著でなかった．

次に，各指標（L*，a*，b*）の値から ΔE*ab を計算し，**図９**に示した．ΔE*ab は，粉末の混合率上昇に伴って増加した．また，ΔE*ab は，CMF を混合するよりも AcCMF を混合する方が小さい値であった．

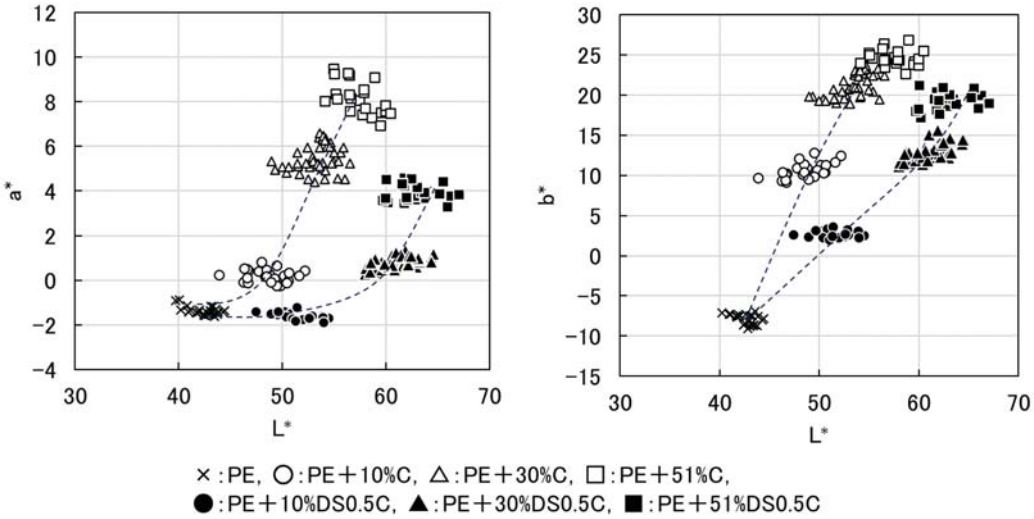

図８　粉末混合 PE の色の変化

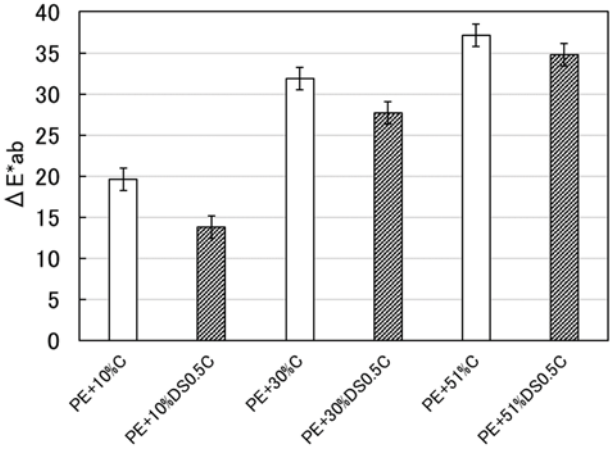

図９　色差（ΔE*ab）に及ぼす混練条件の影響

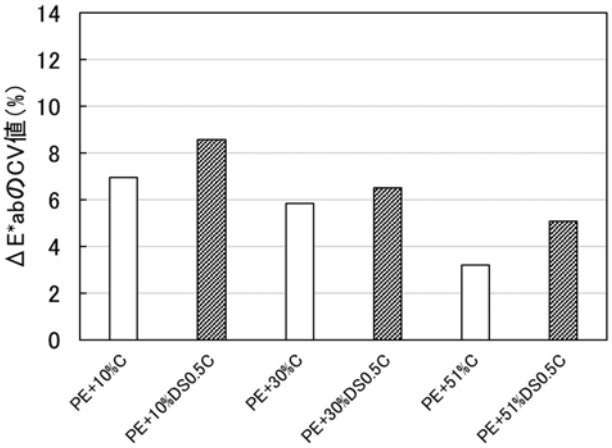

図 10　色差（ΔE*ab）の CV 値

３．２．２　バラツキ

色差（ΔE*ab）の CV 値を**図 10** に示した．CV 値は，粉末の混合率上昇に伴って減少し，CMF を混合するよりも AcCMF を混合する方が CV 値は大きかった．

また，粉末 51 %混合 PE について，相容化剤の添加によって CV 値は小さくなったが，その変化は顕著でなかった．

３．３　総合評価

本研究の結果，AcCMF を 51 %，相容化剤として酸変性ポリオレフィン樹脂を 1 %，2 %，5 %添加した，高強度で色差が少ないポリエチレン複合材を作製することができた．そして，相容化剤を混合した複合材は，相容化剤を混合しない複合材よりも，曲げ弾性率や降伏応力，並びに色差等の物性値のバラツキが小さかった．従って，相容化剤の添加が，複合材料の品質向上に寄与していることが示唆された．セルロース等のバイオマス由来の素材を重量基準で 50 %以上混合したプラスチック商品の材料表示は，セルロース（資源有効利用促進法，容器包装リサイクル法）とすることができ．これは企業における環境対策のアピールにつながることから関連する企業において目標の一つとなっている．企業からはポリプロピレン等の他のプラスチック素材に天然物を 51 %以上混合することの要望もあるので，今後，ポリプロピレンについても検討を行っていく．

４　結言

プラスチックの使用量削減による材料表示変更を目的として，AcCMF の混合率を 51 %にして，高強度でかつ物性値のバラツキが少ない AcCMF 混合 PE の作製を検討した結果，次の知見が得られた．

1.AcCMF 51 %混合 PE の曲げ弾性率は，原料 PE に比べて 2 倍に高まったが，降伏応力が原料 PE と比べて低下した．電子顕微鏡による微細構造観察の結果，降伏応力の低下は AcCMF と PE との密着性の低下によるものと推測された．

2.AcCMF と PE の密着性を高めるため相容化剤の添加効果を確認した．相容化剤を 1 %添加した結果，原料 PE と比べて複合材料の曲げ弾性率は 2.6 倍，降伏応力は 1.5 倍に高まった．

3.曲げ弾性率と降伏応力のバラツキは，CMF あるいは AcCMF の混合率増加に伴って増えたが，相容化剤の添加によってバラツキは減少した．

4.原料 PE と複合材料の色差は，CMF あるいは AcCMF の混合率上昇に伴って増加したが，CMF よりも AcCMF を混合した方が，原料 PE との色差は小さかった．

5.色差のバラツキは，CMF あるいは AcCMF の混合率上昇に伴って減少し，相容化剤の添加によってさらに減少した．

今後，本研究結果を踏まえ，ポリエチレンに次いで市場での販売量の多いポリプロピレンについて材料表示の変更が可能な AcCMF の混合率 51 %を目標として，物性値のバラツキが少なく，高強度な AcCMF 混合複合材料作製に取り組む予定である．

謝辞

本研究に係るセルロース素材のアセチル化と評価方法等に関してご指導頂いた国立研究開発法人産業技術総合研究所中国センター機能化学研究部門セルロース材料グループ長　遠藤貴士氏，セルロース粉末とポリエチレンの溶融混練とその強度試験に関してご指導頂いた香川県産業技術センター材料技術部門主席研究員　宇高英二氏に感謝の意を表します．

参考文献

1）磯貝明，“TEMPO 酸化セルロースシングルナノファイバー複合材料”，日本ゴム協会誌，**85**（12），26-31（2012）.

2）近藤哲男，“水中カウンターコリジョン法によるセルロースナノファイバーの作製”，日本ゴム協会誌，**85**（12），38-43（2012）.

3）花ケ崎裕洋，小島洋治，遠藤貴士，“化学修飾した竹由来リグノ CNF の物性評価”，広島県立総合技術研究所西部工業技術センター研究報告，**60**，4-7（2017）.

4）NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構），国立大学法人京都大学，地方独立行政法人京都市産業技術研究所，“高性能ナノ繊維で強化した樹脂複合材料と高効率製造プロセスを開発―京都大学内で一貫製造用テストプラントが稼働開始―”，NEDO ニュースリリース（2016 年 3 月 23 日）.

5）仙波健，“セルロースナノファイバーを用いた高性能複合材料の開発”，日本塑性加工学会会報誌，**1**，16-19（2018）.

6）中西勉，“超臨界技術によるプラスチック材料への機能性付与に関する研究（Ⅱ）－親油性セルロース素材の開発－”，公益財団法人かがわ産業支援財団地域共同研究部年報，39-48（2021）.

7）中西勉，“超臨界技術によるプラスチック材料への機能性付与に関する研究（Ⅲ）－アセチル化セルロース粉末の混合によるポリエチレンフィルムの高強度化－”，公益財団法人かがわ産業支援財団地域共同研究部年報，37-49（2022）.

8）中西勉，“超臨界技術によるプラスチック材料への機能性付与に関する研究（Ⅳ）－セルロース混合ポリエチレンの強度に及ぼす混練条件の影響－”，公益財団法人かがわ産業支援財団地域共同研究部年報，39-47（2023）.

「かがわ機能性食品等開発研究会」第 11 回シンポジウムの開催報告

香川県の食品企業を対象に、総合的な支援を実施することを目的として設立した、「かがわ機能性食品等開発研究会」（平成 25 年７月）の主催により、第 11 回シンポジウムを開催しました。

【日　時】　令和５年９月７日（木）13 時 30 分～16 時 30 分
【場　所】　香川産業頭脳化センター（２階）一般研修室（高松市林町 2217-15）
【主　催】　かがわ機能性食品等開発研究会
【共　催】　公益財団法人かがわ産業支援財団
【後　援】　香川大学、香川短期大学、産業技術総合研究所四国センター
【参加者】　43 名（内訳：県内企業 15 名、支援機関等 16 名、講師５名、事務局７名）

●挨　拶

かがわ機能性食品等開発研究会
田村　啓敏　会長

かがわ産業支援財団
近藤　清志　理事長

●講　演

【演　題】農産物等に存在するカロテノイド類の機能性と代謝
【講　師】国立大学法人　香川大学　農学部　教授　米倉　リナ　氏
【内　容】　カロテノイドは動植物に広く分布している黄～赤の脂溶性色素です。プロビタミン A 活性の他、ラジカル捕捉、一重酸素消去、光吸収の生理活性を持つカロテノイドは、がんや加齢性網膜黄斑変性病、血管系疾患、紫外線による皮膚障害などの予防に効果的であると報告されています。食事で摂取するカロテノイドは約 60 種類ありますが、ヒト血漿で検出されるカロテノイドやその代謝物は約 10-20 に過ぎません。油脂類と比べてカロテノイド類の吸収は非常に低く、研究室ではカロテノイドの消化・吸収に関わる様々な食事因子についての研究を行っており、その内容を紹介いただきました。

香川大学　農学部
米倉　リナ　氏

参加者からは、「香川大学との共同研究について検討したいです。今後の販売につなげていきます」、「カロテノイド類の代謝・吸収に関して、多くの情報を得ることができました」等の意見がありました。

●情報提供１

【演　題】アクティボディ RB（HMPA）及び丸善の機能性表示食品対応素材について

【発表者】丸善製薬株式会社
営業本部　食品営業部　大阪食品営業課　チーフ　湯宮 健　氏

【内　容】　アクティボディ RB は米ぬかを原料とした発酵物であり、関与成分となる HMPA を世界で初めて規格した製品となります。「ポリフェノール効果をどなたでも体感出来るよう開発したアクティボディ RB にて、ポリフェノールの真の力をお届けします」との内容でご講演いただきました。

丸善製薬（株）
湯宮　健　氏

　参加者からは、「フェルラ酸の還元体が有用な機能性を示すことが大変興味深かったです」、「ポリフェノールは苦いイメージだったが、味がしない HMPA は使いやすいと思った」等の意見がありました。

●情報提供２

【演　題】加圧熱水反応・抽出によるオリーブ果実圧搾滓からの総ポリフェノール、ヒドロキシチロソール等の抽出

【発表者】公益財団法人かがわ産業支援財団
地域共同研究部　主席研究員　中西 勉　氏

【内　容】　加圧熱水反応・抽出によるオリーブ果実圧搾滓の総ポリフェノール等の抽出効率及び処理残渣の減容化について検討しました。有機溶剤で抽出する従来法よりも効率的に抽出回収でき、処理残渣も減少したので、その結果について報告しました。

かがわ産業支援財団
中西　勉　氏

　参加者からは、「難しい領域の話ではあったが、講師の分かりやすい説明で初めての内容でしたが、イメージ掴めました」、「面白い技術だと感じました」等の意見がありました。

●事例発表１

【演　題】加圧熱水抽出によるオリーブ剪定葉からのヒドロキシチロソール含有エキスの開発

【発表者】大倉工業株式会社　Ｒ＆Ｄセンター　環境・エネルギー開発部
アグリテック開発課長　加藤 尚士　氏

【内　容】　加圧熱水抽出技術を用い、剪定オリーブ葉などの未利用資源から、有機溶媒を使用せず、機能性成分を抽出する開発事例を紹介いただきました。

大倉工業（株）
加藤　尚士　氏

　参加者からは、「加工から分析、機能性評価まで、貴重なデータを拝見することができ、参考になりました」、「今後の機能性表示食品の可能性を感じました」等の意見がありました。

●事例発表２

【演　題】機能性表示食品『あらん』（ルテイン含有生卵）の開発・販売戦略
【発表者】有限会社 高島産業　代表取締役社長　高嶋 浩司　氏
【内　容】　光による刺激から目を保護するとされる成分「ルテイン」の機能性に着目した鶏卵商品開発販売について紹介いただきました。
　参加者からは、「生鮮食品の機能性表示登録の経緯を知ることができ、参考になりました」、「卵で機能性表示食品がとれることにおどろいた」等の意見がありました。

(有)高島産業
高嶋　浩司　氏

新機能性表示食品開発相談センター
センター支援による機能性表示食品が通算 23 件誕生

地域共同研究部では、平成 27 年６月１日に「新機能性表示食品開発相談センター」を設置し、県内の学術・研究機関とも連携して、機能性表示食品の開発に取り組む県内食品企業等の取り組みを支援（技術相談、研究レビュー・届出書作成等受託）しています。

令和４年度は届出書類作成等支援業務を 14 件（12 社）受託し、７件が届出完了となり、そのうち４件の商品が発売となりました。相談センターが支援した県内企業の機能性表示食品の届出完了が 27 件で、うち 23 件の商品が発売となりました。

令和５年度は届出書類作成等支援業務の契約を４件（４社）受託し、現在支援中です。

（令和５年 11 月 30 日現在）

【新機能性表示食品開発センターが支援した機能性表示商品】
（令和４年度以降、令和５年 11 月 30 日現在）

商品名	あらん （生卵）	「釜揚げいりこ」	パックｄｅ（で） 蒸しパン　プレミアム
事業者名	(有)高島産業	(株)伊吹島 プロジェクト	中野産業（株）
届出日	令和４年４月 21 日	令和４年６月 21 日	令和５年１月 17 日
機能性 関与成分	ルテイン	DHA・EPA	難消化性デキストリン （食物繊維）
表示する 機能性	網膜（黄斑部）色素の増加機能	血中の中性脂肪の低下機能	おなかの調子を整える 食後血糖値の上昇抑制機能
商品写真			
商品名	讃岐もち麦うどん	抑糖番茶	GABA 配合塩ゆで黒豆
事業者名	石丸製麺（株）	(有)今屋老舗	丸金食品（株）
届出日	令和５年１月 31 日	令和５年４月６日	令和５年７月 28 日
機能性関与 成分	大麦由来β-グルカン	エピガロカテキン ガレート（EGCG）	GABA（ギャバ）
表示する 機能性	食後血糖値の上昇抑制機能	食後血糖値の上昇抑制機能	高めの血圧を下げる ストレス（疲労感） 軽減機能
商品写真			

「かがわ冷凍食品研究フォーラム」第 11 回シンポジウムの開催報告

香川県の食品企業を対象に、総合的な支援を実施することを目的として設立した、「かがわ冷凍食品研究フォーラム」（平成 25 年９月）の主催により、第 11 回シンポジウムを開催しました。

【日　時】　令和５年 11 月 14 日（火）13 時 30 分～16 時 00 分
【場　所】　ネクスト香川　３階 大会議室（高松市林町 2217-44）
【主　催】　かがわ冷凍食品研究フォーラム
【共　催】　公益財団法人かがわ産業支援財団
【後　援】　香川短期大学、香川大学、産業技術総合研究所四国センター
【参加者】　48 名（内訳：県内企業 22 名、支援機関等 16 名、講師４名、事務局６名）

●挨　拶

かがわ冷凍食品研究フォーラム
竹安　宏匡　会長

かがわ産業支援財団
近藤　清志　理事長

●講　演

【演　題】冷凍食品におけるトレンドと商品開発手法について
【講　師】ベフロティ株式会社　代表取締役　西川　剛史　氏
【内　容】　調理の時短や簡便性、さらには本格的な味を楽しむことができ、ニーズがさらに高まりつつある冷凍食品。冷凍食品専門店や冷凍自販機など販売方法にも広がりを見せています。冷凍食品専門家である西川　剛史 氏が近年の冷凍食品のトレンドを分析し、今後に求められる冷凍食品のニーズ、可能性についてご講演いただきました。さらに冷凍食品の商品開発について、製造における「ものづくり視点」および「マーケティング視点」からその手法についても解説いただきました。

ベフロティ（株）
西川　剛史　氏

　参加者からは、「冷凍食品業界としてのトレンドを知ることや解決方法から逆算して開発することなど多くの学びがあった」、「氷の誘電損失係数を利用した冷たいレンチンには目からウロコが落ちた。『水分子を～』というマイクロ波の仕組みを知っている人間は

多くとも、それを活かした点が素晴らしいと感じた」、「とても分かりやすく楽しい話だった。商品開発の考え方が分かった」等の意見がありました。

●話題提供

【演　題】オリーブ葉処理がマイワシの冷凍保存に及ぼす効果の検討
【発表者】香川県産業技術センター
食品研究所　主任研究員　松岡　博美　氏
【内　容】　オリーブ葉処理が冷凍保存中のマイワシの脂肪酸含量および香気成分に及ぼす効果を検討した結果、オリーブ葉処理による冷凍保存中の脂肪酸含量の減少低減効果は低かったものの、香気成分においては酸化の程度を遅らせることができる可能性が示唆されたことの御報告がありました。
　参加者からは、「オリーブ葉がイワシの味覚や酸化に良い影響を与えるということが理解できた」、「是非商品化が実現し、県産品の拡販に繋がることを祈念する」等の意見がありました。

香川県
産業技術センター
松岡　博美　氏

●事例発表１

【演　題】B to B ビジネスにおける商品開発について
【発表者】八幡食品株式会社　代表取締役　村山　壯徳　氏
【内　容】　主に中食企業のお客様とともに行うメニュー開発方法や進め方やポイントについて、ご発表いただきました。
　参加者からは、「現場を知る商品開発視点でのマーケティング論で興味深く拝聴した」、「メーカー、問屋、商社、流通などそれぞれの立場から求められることを分かりやすくまとめられていて学びになった」等の意見がありました。

八幡食品(株)
村山　壯徳　氏

●事例発表２

【演　題】冷凍スイーツの美味しさの探求
【発表者】株式会社スミダ・リ・オリジン　代表取締役　住田　俊二　氏
【内　容】　香川県産「おいでまい」を利活用したグルテンフリー冷凍スイーツの美味しさを向上させるフリーズドライ等の技術開発について、ご発表いただきました。
　参加者からは、「グルテンフリーのメリットとして、包装時間の短縮や劣化の抑制があることが分かった。冷凍技術を組み合わせることで効率化や可能性がでてきたことが分かった」、「グルテンフリーやフリーズドライフルーツの開発話など、興味を持った。とにかくやってみる御姿勢に感銘を受けた」等の意見がありました。

(株)ｽﾐﾀﾞ･ﾘ･ｵﾘｼﾞﾝ
住田　俊二　氏

共同開発研究・開発可能性調査研究・受託研究・技術相談要綱

かがわ産業支援財団地域共同研究部では、企業との共同開発研究、開発可能性調査研究、及び受託研究を実施するとともに、関係企業に対して技術相談や技術指導実験を実施していますので、ご相談ください。

令和３年４月１日に、STZ 構想の廃止に伴う STZ 関連事項の削除、内容や負担額等について各要綱を以下のとおり改定しました。

１　共同開発研究

産学官が共同で実施する開発研究であり、原則的に地域共同研究部（RIST かがわ）の設備を優先的に使用することができます。

共同開発研究の内容及び必要経費は次のとおりです。

区分	内容	
研究期間	１～３年程度	
参加企業負担金（消費税等別）	運営管理費	県内企業：100 万円以上／年
		県外企業：200 万円以上／年
研究指導者	研究指導者の選任は財団と企業が協議して決定します。	
研究員	財団の研究員（博士の学位を有するか又はそれと同等の学歴経験を有する者）１名以上を当該プロジェクトの担当者とします。企業からは研究者又は製品開発担当者１名以上をお願いします（常駐は必要としません）。 なお、研究指導者の判断によって適宜客員研究員を委嘱します。	
研究ブース及び実験機器の使用	基礎研究等のため、研究管理棟の実験室・研究室及び実験機器並びに実験棟のテストプラントを使用できます。	
その他	研究開発に必要なテストプラントの改良・修繕費は参加企業の負担となります。	

２　開発可能性調査研究（ＦＳ）

（試作・新商品開発研究を行う場所を提供します！）

企業の皆様方に実験・測定・研究する場所を提供する開発可能性調査研究（ＦＳ）制度があります。

RIST かがわの研究室・実験室や実験棟実験室（1 室）を専用でお使いいただくともに、施設内にある高温高圧流体設備、 マイクロ波反応装置等の実験設備及び分析・測定機器がご利用いただけます。

（1）ＦＳＩ＜研究・実験機器、実験室等を**月５日以内で使用**する調査研究＞

区分	内容	
参加企業負担金（消費税等別）	基本料	50 万円
	技術指導費	特別な技術指導を行った場合に必要な経費
研究指導	研究員は配置しませんが、１時間/日程度の技術指導及び相談に応じます。	
実験機器の使用	①研究棟研究室・実験室、実験棟実験室が専用使用できます。 ②RIST かがわの保有する実験設備・分析機器等が使用できます。 ③実験棟実験室に利用者独自の実験設備を持ち込んで研究することができます。（ただし、③の実験設備の持込は利用日のときだけで常時置くことはできません。） 使用日程については、当地域共同研究部の使用状況を考慮して調整します。	
その他	①基本料には、機器の使用、使用機器の操作指導及び１時間／日程度の技術指導・技術相談を含みます。 ②消耗品費、原材料費は参加企業の負担となります。	

（2）ＦＳⅡ＜研究・実験機器、実験室等を最大**１年間使用**する調査研究＞

区分	内容	
参加企業負担金（消費税等別）	基本料	250 万円
	技術指導費	特別な技術指導を行った場合に必要な経費
研究指導	研究員は配置しませんが、１時間/日程度の技術指導及び相談に応じます。	
実験機器の使用	①研究棟研究室・実験室、実験棟実験室が専用使用できます。 ②RIST かがわの保有する実験設備・分析機器等が使用できます。 ③実験棟実験室に利用者独自の実験設備を持ち込んで研究することができます。	
その他	ＦＳＩに同じ。	

３　受託研究

企業等の創造的事業活動及び技術革新を支援するため、企業からの委託による開発研究を実施しています。

「基本単価」、「試験材料費」、「装置運転経費（開放機器等の使用料を準用）」及び「間接経費（試験材料費、装置運転経費の 10%）」の合計額（消費税等別）とします。

なお、基本単価は次のとおりです。

区分	基本単価（円／時間）　消費税等別
県内企業	4，800 円
県外企業	9，600 円

4　技術相談及び技術指導実験（アタリ実験）

高温高圧流体技術やマイクロ波技術等に関心のある企業等に対し、技術力の向上や当財団との共同研究に向けた支援を行なうため技術相談を実施しています。

◆　技術相談

技術相談は原則無料とし、必要に応じて技術指導を行います。

◆　技術指導の実施期間

技術相談の実施期間は１ヶ月以内とし、技術相談に伴う実験（いわゆる「アタリ実験」）を実施します。

◆　相談結果の活用

相談結果の活用については、開発可能性調査研究型プロジェクト、共同開発研究型プロジェクト等への展開を含め、双方が別途協議します。

◆　技術指導費

最初の１試料に限り、アタリ試験対応を行います。

アタリ実験に要する経費（基本料＋試験材料費・燃料費）は申込者の負担となります。

基本料は、１試料につき県内企業が２万円　（ただし中小企業は１万円）、県外企業が５万円（ただし、中小企業は３万円）です。（消費税等別）

基本料は次のとおりです。

基本料（１試料当たり、消費税等別）	
県内企業（中小企業）	１万円
県内企業（その他）	２万円
県外企業（中小企業）	３万円
県外企業（その他）	５万円

◆　産業財産権

技術相談によって得られた産業財産権の取扱いについては、双方が別途協議して定めます。

◆開放機器使用料等改定

令和３年４月１日に利用可能な開放機器や使用料金等を改定しました。

◎開放機器の老朽化による測定の精度保証ができないことから、令和５年10月31日をもって、機器開放利用事業を終了しました。ご利用ありがとうございました。

開放機器使用料等一覧表（令和５年 10 月 31 日で終了）

Ⅰ．超臨界・マイクロ波技術開発関係装置（消費税等別）

番号	機器名	用　　途	使用単位	使用料金
1	マイクロウエーブ 高温高圧反応装置	新素材の合成実験	1 時間	2,200 円
2	耐蝕型超臨界 反応試験装置	酸性雰囲気下の高温高圧流体反応	1 時間	900 円
3	高温高圧リアクター装置	高温高圧下での抽出注入実験	1 時間	500 円
4	高温高圧水熱反応装置	有機物質の水熱分解、抽出実験	1 日	8,800 円
5	マイクロ波反応装置	化合物の分解・合成実験	1 時間	1,300 円
6	熱風併用型マイクロ波乾燥装置	素材のマイクロ波乾燥処理	1 時間	900 円
7	高温高圧熱量計	有機物質のガラス転移点、結晶化温度、融点の精密測定	1 日	27,000 円
8	高温高圧熱天秤装置	試料の重量変化(吸脱着)等の計測	1 日	23,000 円
9	その他の開発装置・設備	理事長が認める処理等	理事長が定める単位と額	

Ⅱ．物性測定装置、分析装置等（消費税等別）

番号	機　　器　　名	用　　途	使用単位	使用料金
1	走査電子顕微鏡(SEM)	試料の表面形状分析	1 時間	2,500 円
2	ガスクロマトグラフ 質量分析計(GC-MS)	有機化合物の定性・定量分析	1 時間	1,800 円
3	高速液体クロマトグラフ(ELSD)	食品等成分の定性、定量	1 時間	1,500 円
4	高速液体クロマトグラフ	各種化合物の精密測定	1 時間	1,100 円
5	フーリエ変換赤外分光 光度計(FT-IR)	有機・無機物質の測定	1 時間	1,000 円
6	全有機体炭素計（TOC）	有機炭素量の測定	1 時間	700 円
7	蛍光Ｘ線分析装置	金属元素の非破壊測定	1 時間	600 円
8	マイクロプレートリーダー	食品素材等の酵素阻害活性・抗酸化性・ポリフェノール含有量の測定	1 時間	500 円
9	分光測色計	試料の色の測定	1 時間	200 円
10	その他の装置等	理事長が認める機器等	理事長が定める単位と額	

Ⅲ．処理装置等（消費税等別）

番号	機　　器　　名	用　　途	使用単位	使用料金
1	防爆型乾燥機	有機溶剤・化学薬品等試料の乾燥	1 日	2,000 円
2	恒温器	恒温・恒湿環境における試料の保存	1 日	800 円
3	凍結乾燥機	試料中の水分除去・フリーズドライ	1 時間	400 円
4	冷凍冷蔵庫	試料の冷凍・冷蔵保存	1 日	800 円
5	送風定温乾燥機	試料中の水分除去・高温乾燥	1 時間	200 円
6	冷却遠心分離機	低温条件での試料の固液分離・油水分離	1 時間	500 円
7	フリーザー（－40℃）	試料の冷凍保存	1 日	500 円
8	処理用実験室	サンプル等の試作	半日	1,000 円
9	その他の装置等	理事長が認める機器等	理事長が定める単位と額	

以下の業務については、次表の割合を使用料に乗ずる。

区　　分		割合（%）
県内企業	自社の研究開発・品質管理分析業務	100
	営利目的業務	200
県外企業	自社の研究開発・品質管理分析業務	200
	営利目的業務	400

Ⅳ．機器操作指導（消費税等別）

項目名	内　　容	単位	手数料
機器操作指導料	機器使用者に操作指導を行う	1 時間	4,000 円

消耗品等の経費は含まず、別途請求します。延長料金等については、担当者にご相談ください。

支援業務の実施状況

地域共同研究部では、企業との共同研究、受託研究を実施するとともに、関係企業に対して技術指導実験や技術相談、研究機器の開放、情報提供を実施しました。（令和５年 11 月 30 日現在）

１　研究開発

（１）超臨界炭酸ガス応用技術　「アセチル化マイクロセルロース粉末の高濃度含有プラスチック材料の作成に関する研究」
「加圧熱水抽出等による香川県産農林水産物からの食品成分の抽出利用技術に関する調査研究」

（２）マイクロ波応用技術　「マイクロ波技術による水産加工品の高品質化製品の開発」

２　開発可能性調査研究型プロジェクト（ＦＳ）

（１）再生可能エネルギー普及促進に関する研究開発

３　受託研究

０件

４　技術指導実験

０件

５　技術相談・企業支援

（１）技術シーズ

・高温高圧流体技術　・マイクロ波利用技術　・環境関連技術　・食品開発関連技術
・その他

（２）対象企業

・食品企業　・化学企業　・環境関連企業　・その他

（３）支援内容

・新製品開発　・新技術開発　・製造工程の合理化　・製品品質の向上
・環境問題（排水処理・廃棄物処理・リサイクル）　・成分分析　・その他

６　開放機器利用

県内企業をはじめとした多くの企業に利用していただきましたが、開放機器の老朽化による測定の精度保証ができないことから、令和５年 10 月 31 日をもって、開放機器利用は終了しました。

登　録　特　許　リ　ス　ト

令和５年 11 月 30 日現在で RIST かがわが保有する登録特許は次の５件です。

登録年月日	登録番号	発　明　の　名　称
令和５年 10 月 19 日	特許第 7370123 号	生の植物の特有の機能性成分を増加させるマイクロ波照射方法およびそのための装置
令和５年８月 29 日	特許第 7339714 号	マイクロ波乾燥あるいは熟成乾燥藍葉の製造方法、装置およびその用途
令和３年１月 19 日	特許第 6826397 号	マイクロ波乾燥藍葉、その製造方法およびその用途
平成 30 年４月 27 日	特許第 6329658 号	ゴマ由来原料抽出物およびその利用物品
平成 29 年４月７日	特許第 6120531 号	ゴマ由来の水熱処理抽出物の製造方法

地 域 共 同 研 究 部 の ご 案 内

(公財)かがわ産業支援財団　地域共同研究部では下記事業を行っています。
メール・電話・来所等にて随時お受けしていますので気軽にご相談ください。

A　開発研究：企業との共同研究
　１　共同開発研究型プロジェクト（共同開発研究期間が１～３年程度）
　２　開発可能性調査研究型プロジェクト（FSⅠ：月５日以内、年間 60 日以内、
　３　FSⅡ：実験機器を最大１年間使用）
　４　受託研究
B　研究開発支援事業
　１　未利用資源の活用（機能性成分の抽出、機能性評価等）
　２　技術相談・技術指導
　３　情報提供業務
　４　「かがわ機能性食品等開発研究会」、「かがわ冷凍食品研究フォーラム」の事務局
C　装置・機器の開放（令和５年 10 月 31 日で終了）
D　機能性食品開発支援事業
　１　機能性食品開発の相談
　２　機能性表示食品届出の支援

地域共同研究部　ニュースレター第６４号

令和５年 11 月 30 日

発行／(公財)かがわ産業支援財団　地域共同研究部
〒761-0301　香川県高松市林町 2217 番地 43
TEL：(087)869-3440
FAX：(087)869-3441
E-mail：rist@kagawa-isf.jp