

環境研究総合推進費補助金 平成29年度終了課題成果報告会

容器リサイクル樹脂特性を利用した酸変性樹脂の開発

(3K 153010)

研究代表者：(岐阜大学 応用生物科学部) 寺本 好邦

研究分担者：(化薬アクゾ^(株)) 須永裕太, (静岡大学農学研究科) 青木憲治, 鈴木滋彦,
小島陽一, 小堀光, (トクラス^(株)) 大峠慎二, 江間友幸, 岡本真樹



化薬アクゾ株式会社
Kayaku Akzo Corporation



研究実施機関 平成27～29年度

予算額	平成27年度：	39,061千円
	平成28年度：	37,108千円
	平成29年度：	56,500千円
	計	132,669千円

環境研究総合推進費補助金 平成29年度終了課題成果報告会

容器リサイクル樹脂特性を利用した酸変性樹脂の開発

(3K 153010)

研究代表者：(岐阜大学 応用生物科学部) 寺本 好邦

研究分担者：(化薬アクゾ^(株)) 須永裕太, (静岡大学農学研究科) 青木憲治, 鈴木滋彦,
小島陽一, 小堀光, (トクラス^(株)) 大峠慎二, 江間友幸, 岡本真樹



化薬アクゾ株式会社
Kayaku Akzo Corporation



研究実施機関 平成27～29年度

容器リサイクル（容リ）樹脂をフィラー充填プラスチック複合材料の相容化剤に変換(10倍の価値にアップグレード)し、産業利用できる生産システムを構築する。

プレゼンの内容

- 研究開発の背景と目的
- 研究体制
- 本研究により得られた主な成果（科学的意義・産業上の意義）
- 「国民との科学・技術対話」の実績

研究開発の背景と目的

容器リサイクル（容リ）樹脂の利用

⇒ パレット, 擬木, プラスチック板等

マテリアルリサイクルでは,
福岡大 八尾滋先生の物理再生
(3K143013) が興味深い

素材製品単価
100~200円/kg

高付加価値化によるアップグレードリサイクルを目指す

ポイント: 容リ樹脂の「欠点となるような特徴」を活かす

ポリプロピレン(PP)とポリエチレン(PE)の混在

低分子量化したのもも混在

雑多な色の樹脂が含まれる

PPには無いPEの耐衝撃性向上効果

流動性向上で改質は容易に

数%程度の添加剤用途であれば問題ない

本研究では, 容リ樹脂の特徴を活かすために,
「容リ樹脂からの相容化剤の開発」に取り組んだ

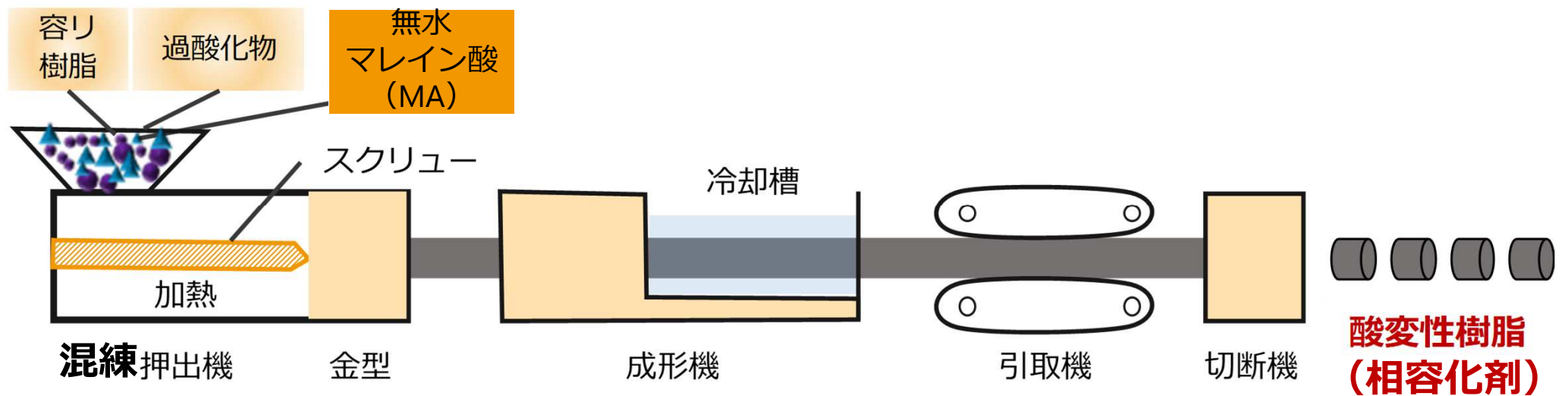
製品単価
1000円/kg以上

アップグレード

酸変性樹脂は半分以上が輸入製品

→ 国内資源（容リ樹脂）から新たな環境産業を興せる

技術的ポイント

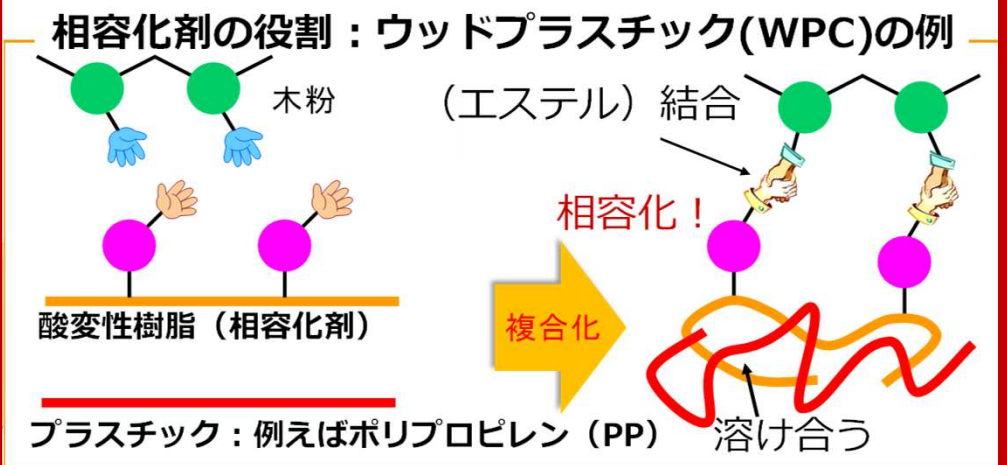


成型



フィラー，樹脂と
コンパウンド

複合材



相容化剤の用途は幅広い

研究実施体制

各機関のスキルを有機的にリンク

機関	機関のスキル
岐阜大学 (全体を統括)	• 高分子複合化とセルロース改質に精通
化薬アクゾ	• 有機過酸化物メーカー；新規事業として酸変性ポリオレフィン樹脂を世界に売り出し中（分子量制御，高効率な酸変性）
静岡大学 (岐阜大学と連合大学院)	• 木質系複合材料の力学物性評価技術
トクラス	• ウッドプラ用のコンパウンドメーカー；複合材の界面制御技術 • 容リ樹脂を原料としたウッドプラの実用化経験

<具体的な研究課題>

- **容リ樹脂の酸変性条件の確立**（化薬アクゾ，岐阜大）
- **複合材の相容性確保**（トクラス，静岡大，岐阜大）
- **産業利用できる生産システムの構築**（化薬アクゾ，トクラス）

環境研究総合推進費補助金 平成29年度終了課題成果報告会

容器リサイクル樹脂特性を利用した酸変性樹脂の開発

(3K 153010)

研究代表者：(岐阜大学 応用生物科学部) 寺本 好邦

研究分担者：(化薬アクゾ^(株)) 須永裕太, (静岡大学農学研究科) 青木憲治, 鈴木滋彦,
小島陽一, 小堀光, (トクラス^(株)) 大峠慎二, 江間友幸, 岡本真樹



化薬アクゾ株式会社
Kayaku Akzo Corporation



研究実施機関 平成27～29年度

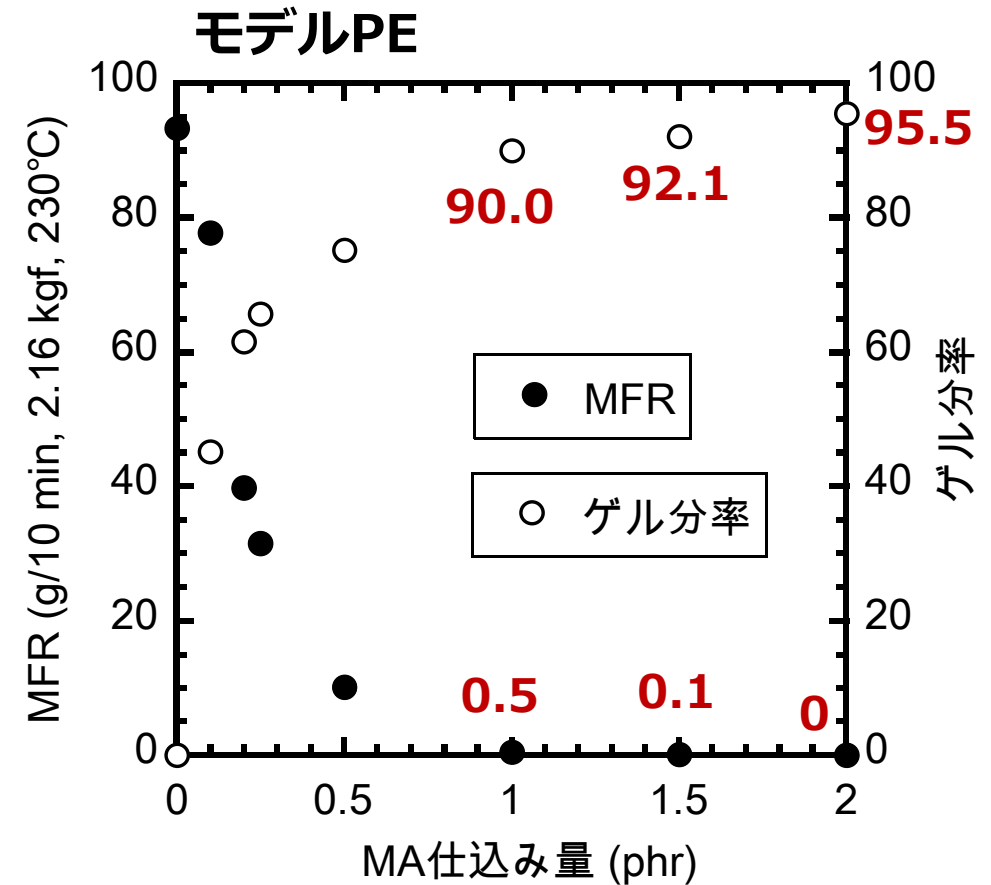
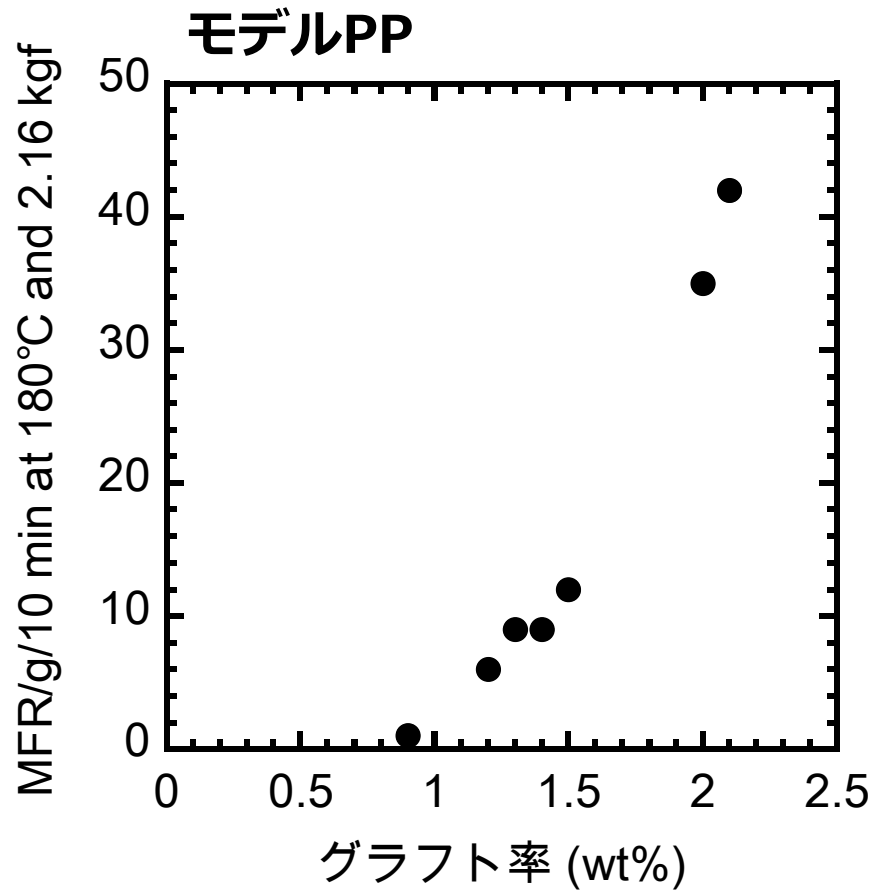
容器リサイクル（容リ）樹脂をフィラー充填プラスチック複合材料の相容化剤に変換(10倍の価値にアップグレード)し, 産業利用できる生産システムを構築する。

プレゼンの内容

- 研究開発の背景と目的
- 研究体制
- **本研究により得られた主な成果**（科学的意義・産業上の意義）
- 「国民との科学・技術対話」の実績

主な成果：科学的意義

1. 酸変性挙動の明確化
2. 熱分析でセルロースと酸変性樹脂の相互作用の程度の指標を確立
3. フィラーと酸変性樹脂の結合を分光学的に初めて検出

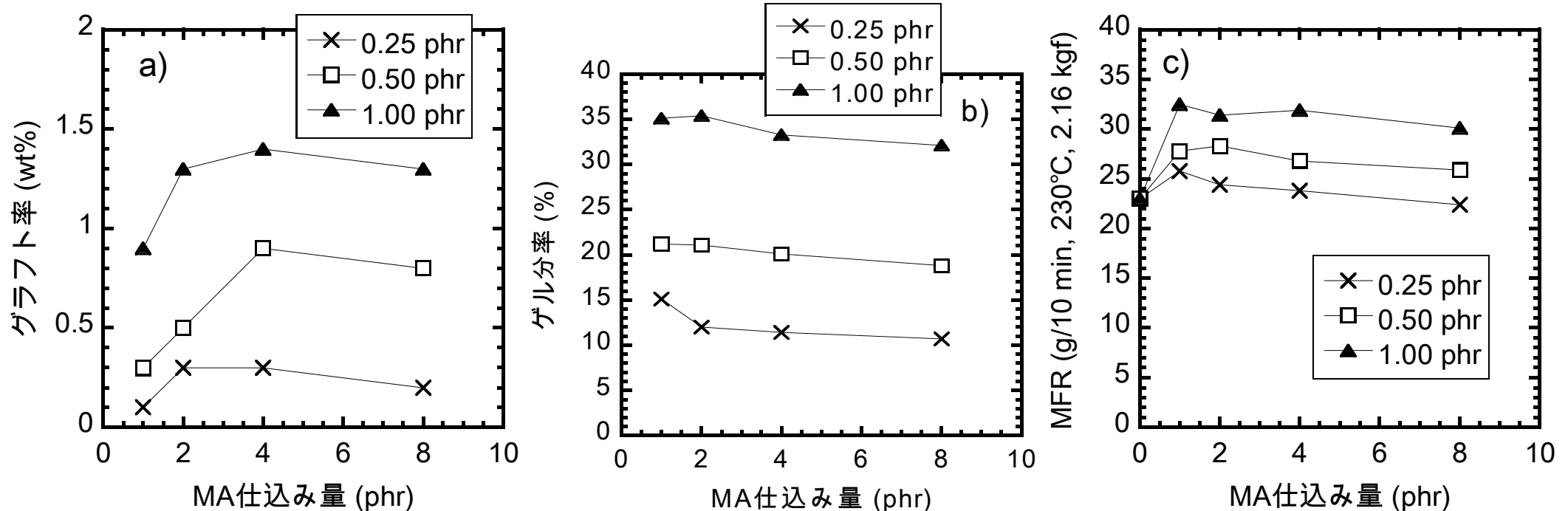


- モデル系で酸変性条件，グラフト率，および流動性の関係を把握できた

主な成果：科学的意義

1. 酸変性挙動の明確化
2. 熱分析でセルロースと酸変性樹脂の相互作用の程度の指標を確立
3. フィラーと酸変性樹脂の結合を分光学的に初めて検出

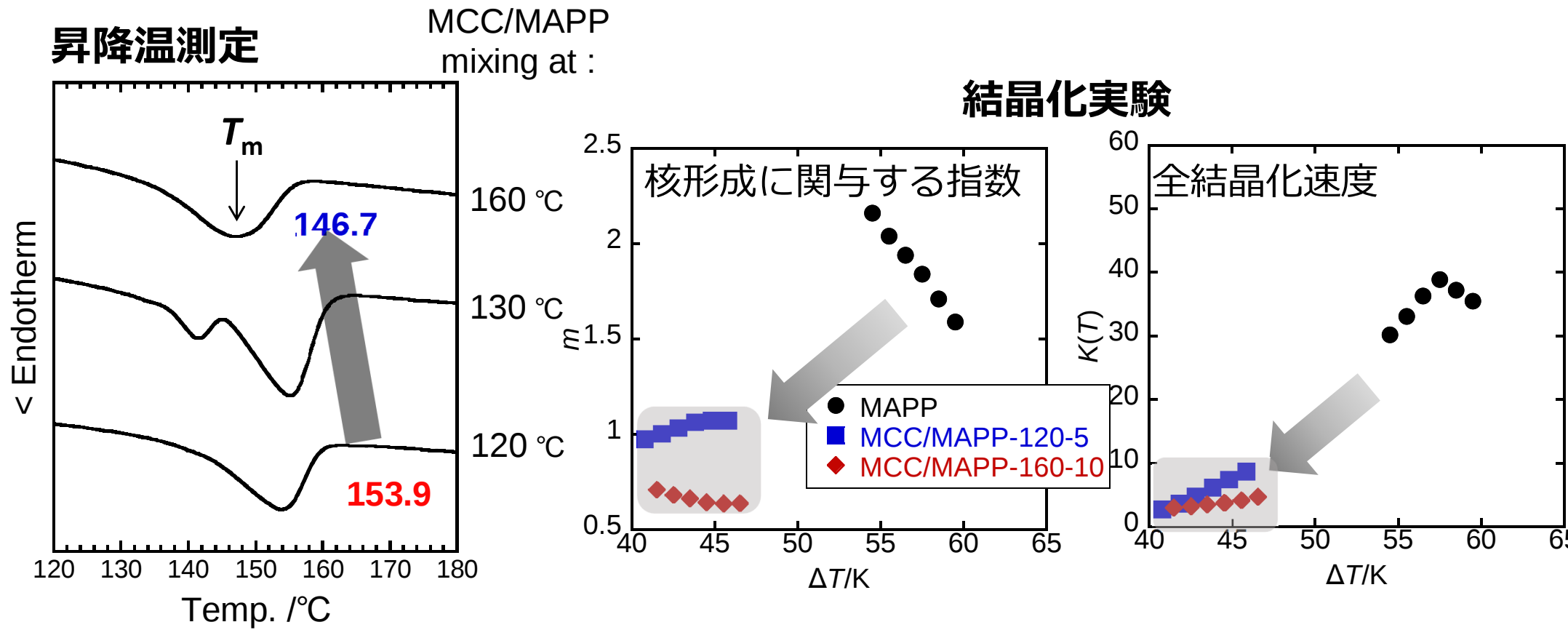
いずれもモデルPP/PEモデル複合系



- モデル系で酸変性条件，グラフト率，および流動性の関係を把握できた
- モデルとなるPP・PE混在系でも酸変性挙動を明確化できた

主な成果：科学的意義

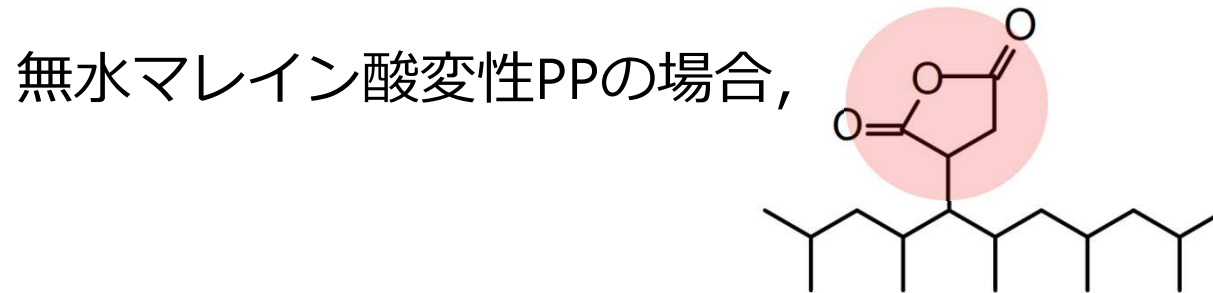
- 1. 酸変性挙動の明確化
- 2. 熱分析でセルロースと酸変性樹脂の相互作用の程度の指標を確立
- 3. フィラーと酸変性樹脂の結合を分光学的に初めて検出



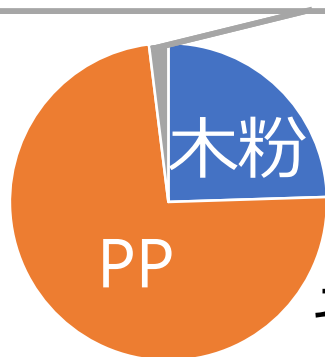
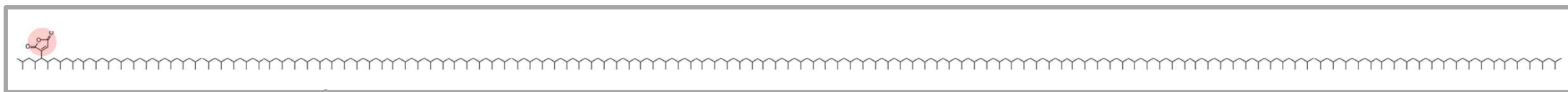
示差走査熱量測定（DSC）を用いた昇降温測定や結晶化挙動解析を行い、酸変性樹脂によるセルロース系フィラーの濡れの程度の簡便な指標を得た。

主な成果：科学的意義

1. 酸変性挙動の明確化
2. 熱分析でセルロースと酸変性樹脂の相互作用の程度の指標を確立
3. **フィラーと酸変性樹脂の結合を分光学的に初めて検出**



こう描くと、酸無水物ユニットがたくさん導入されているように思うが、**2 wt%**という比較的**高い変性率**でも、**プロピレン**繰り返し**ユニット126個**に対して**1個の酸無水物**が導入されているに過ぎない。



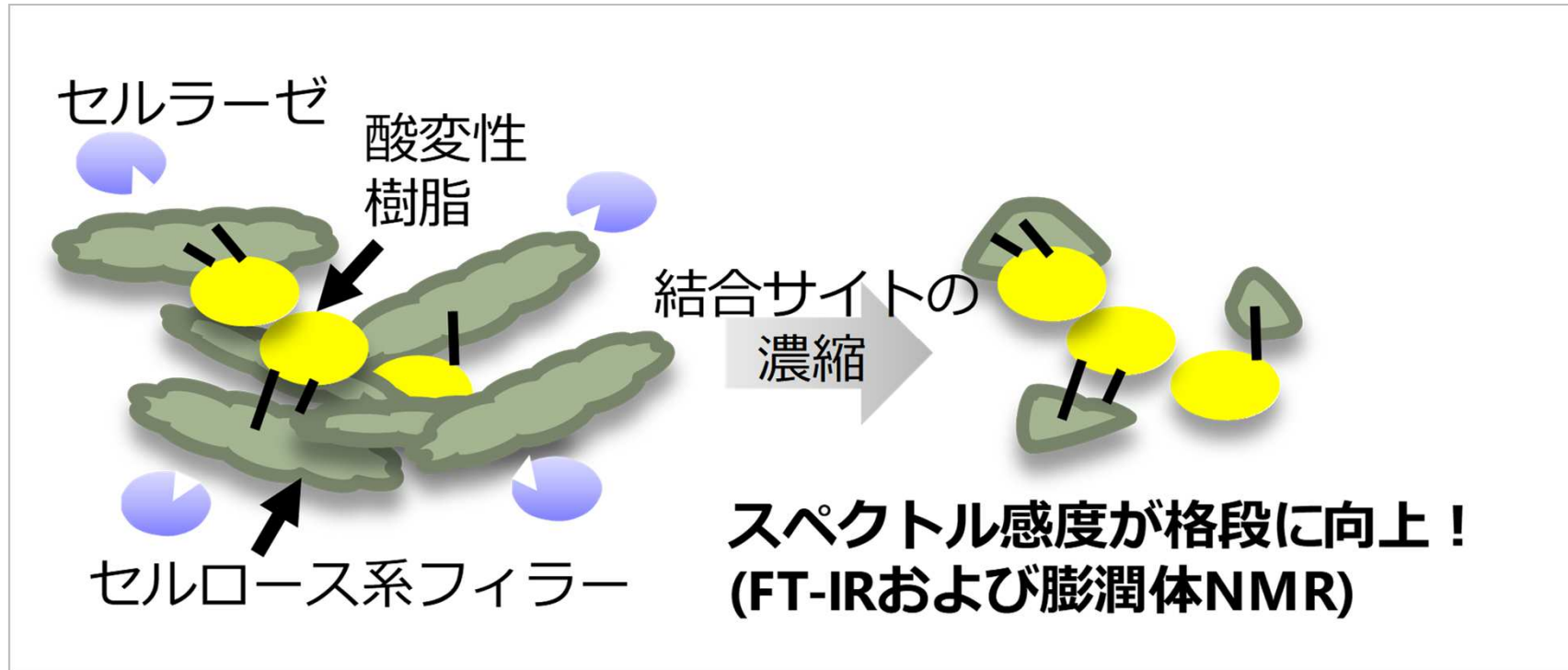
しかも、**一般的なWPCの処方**

(e.g., 木粉25重量部/MAPP2重量部/PP75重量部) だと、**酸無水物ユニットの検出は、ますます困難！**

それでも物性面では一般に大きな効果がある

主な成果：科学的意義

1. 酸変性挙動の明確化
2. 熱分析でセルロースと酸変性樹脂の相互作用の程度の指標を確立
3. **フィラーと酸変性樹脂の結合を分光学的に初めて検出**



- セルロースと酸変性樹脂の複合体を酵素処理してセルロースを抽出し、結合サイトの濃度を増大することによって、赤外吸収と核磁気共鳴を用いて結合を分光学的に検出することに成功した。

Niwa S., Saito Y., Ito M., Ogoe S., Ito H., Sunaga Y., Aoki K., Endo T., Teramoto Y., *Polymer*, **125**, 161–171 (2017).

平成28年度繊維学会年次大会 若手ポスター賞

主な成果：産業上の意義

1. 酸変性容リ樹脂の量産試作（100 kg生産）に**成功**した
2. 酸変性容リ樹脂を使ったコンパウンドの量産（1 t生産）を**実証**した
3. 酸変性容リ樹脂製造は**高収益**との試算結果を得た



二軸押出機により，**容リ樹脂の酸変性が可能**であることを確認した

主な成果：産業上の意義

- 1. 酸変性容リ樹脂の量産試作（100 kg生産）に成功した
- 2. 酸変性容リ樹脂を使ったコンパウンドの量産（1 t生産）を実証した
- 3. 酸変性容リ樹脂製造は高収益との試算結果を得た

No	容リ樹脂			PP	PE	PS	SEBS	MA	過酸化物A	備考
	GLPP 未処理	GLPP #60pass	HRC	IRPC (タイ) 2500H	ノバテック LL UF421	トーヨー スチロール G200C	タフテック H1041	[phr]	[phr]	
①		100						4	1	容器リサイクル樹脂 事前異物除去品
②	100							↓	↓	容器リサイクル樹脂 未処理品（異物除去前）
③			100					↓	↓	容器リサイクル樹脂メーカーの変更
④				70	25	5		↓	↓	容リPP樹脂モデル品
⑤		100					5	↓	↓	耐衝撃性アップ検討（SEBS 5部）
⑥		100					10	↓	↓	耐衝撃性アップ検討（SEBS 10部）
⑦	100							↓	↓	加工温度変更品（C4&A = 185℃品）
参考	100							↓	↓	平成28年度 ラボ試作品

- 複数メーカーの容リ樹脂，異物除去，温度，スクリュー回転速度，etc.を検討した。
- 100 kg/h の生産性を確保可能であった。

主な成果：産業上の意義

1. 酸変性容リ樹脂の量産試作（100 kg生産）に**成功**した
2. 酸変性容リ樹脂を使った**コンパウンドの量産（1 t生産）を実証**した
3. 酸変性容リ樹脂製造は**高収益**との試算結果を得た

<コンパウンド>

ラボプラストミル（10M100）



【混練条件】

- 温度190 °C
- スクリュー回転速度30 rpm
- 投入量：400 g
- 樹脂のみ3分混練後，木粉と添加剤を投入し，10分熔融混練

<成型>

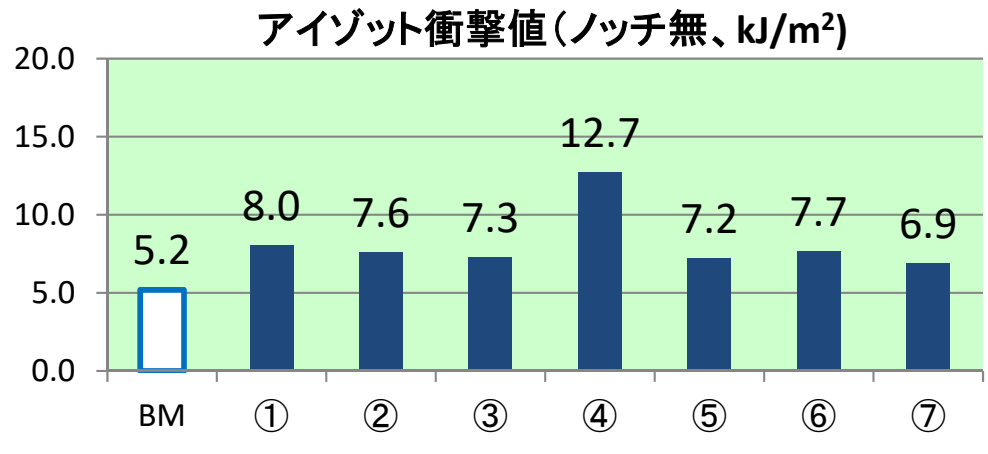
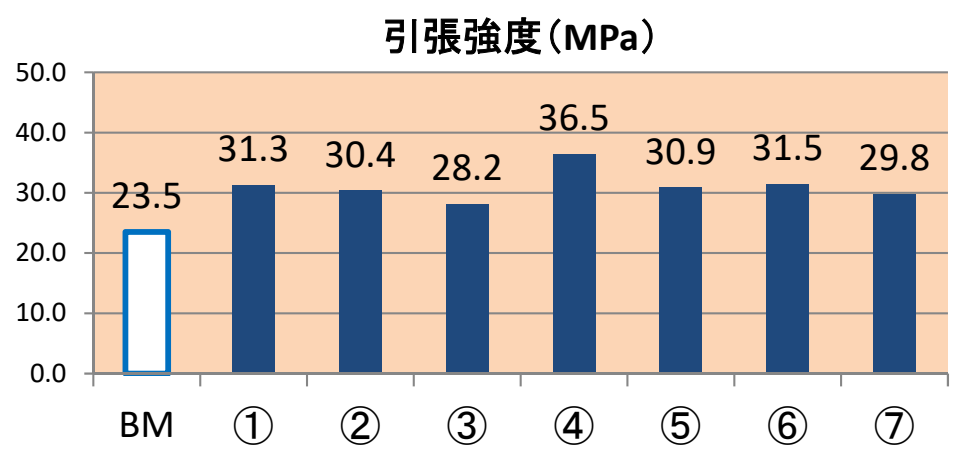
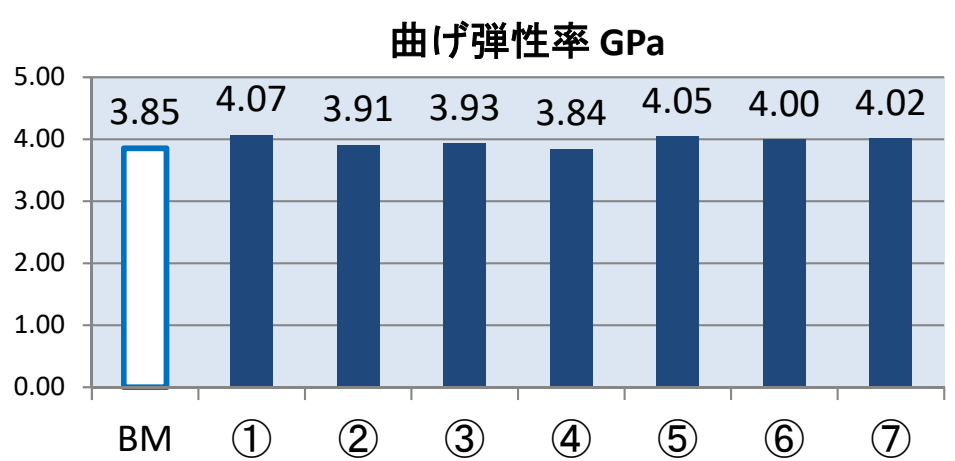
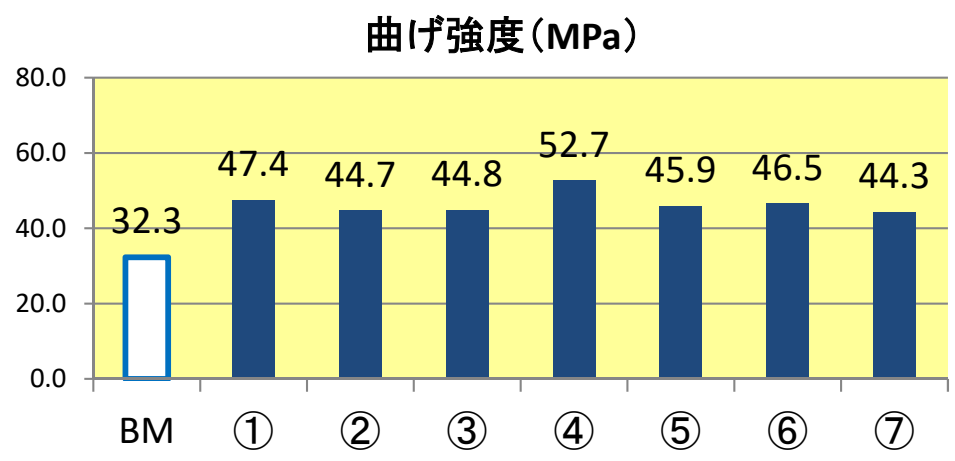
BabyPlast6/10 小型射出成型機



- WPCの既存市場であるウッドデッキを想定した配合で物性テストを実施した。

主な成果：産業上の意義

- 1. 酸変性容リ樹脂の量産試作（100 kg生産）に**成功**した
- 2. 酸変性容リ樹脂を使った**コンパウンドの量産（1 t生産）を実証**した
- 3. 酸変性容リ樹脂製造は**高収益**との試算結果を得た



WPCの機械特性について 酸変性容リ樹脂①を使用した配合は
ブランク試料 (BM) に対し **曲げ強度 1.5 倍, 引張強度 1.3 倍, 衝撃強度 1.5 倍**を達成

主な成果：産業上の意義

1. 酸変性容リ樹脂の量産試作（100 kg生産）に**成功**した
2. 酸変性容リ樹脂を使った**コンパウンドの量産（1 t生産）を実証**した
3. 酸変性容リ樹脂製造は**高収益**との試算結果を得た

＜配合＞ WPCデッキ用配合

木粉：55 % 樹脂 (PP)：43 % 酸変性容リ樹脂①：2 %



吐出量 134 kg/h



WPC コンパウンド 1 t 相当の量産テストを実施し、
安定的（約8時間）に製造できることを確認した。

3. 酸変性容リ樹脂製造は高収益との試算結果を得た

材料費	単価（円/kg）	比率	単価×比率
容器包装リサイクル樹脂	70	100	66.67
無水マレイン酸	200	4	7.62
有機過酸化物	2,000	1	19.05
材料計		105.00	93.33
歩留り/ロス		95%	4.91
材料費合計			98.25

販売単価@1000 円/kgとし、
販売管理費・運賃を除いた段階での
損益分岐点を試算すると
1,500千円月÷(1000円/kg－134円/kg)
＝1,732 kg/月となり収益性は高い。
（体制能力の12 %程度の稼働で黒字）

製造原価試算		数量（kg/月）		備考
		14,400		100 kg/h ×8 h ×0.9（稼働率）×21日
		単価	金額	
		円/kg	千円	
変動費	材料費	98.2	1,415	
	電力量	20.0	288	1 kWh/kg 単価20円/kWhで試算
	包装費	6.0	86	紙袋を想定
	その他変動費	9.8	141	材料費の10 %で試算
	小計	134.1	1,931	
固定費	人件費	34.7	500	配置人員 1名 500千円/人
	減価償却費	57.8	833	投資総額 80,000千円/8年/12か月
	修繕費	5.8	83	減価償却費の10 %で試算
	その他固定費	5.8	83	減価償却費の10 %で試算
	小計	104.1	1,500	
合計		238.2	3,430	

国民との科学・技術対話の実績

平成27年度

1. 岐阜新聞で研究内容を紹介：岐阜新聞（2015年6月30日朝刊，研究室から 大学はいま「バイオマスの変換手法開発（応用生物科学部：寺本 好邦 准教授）」）
2. 東邦高等学校（愛知県名古屋市）特進コース1年生に対する特別授業「未来を拓く セルロースを知り，使ってみよう」（平成27年9月3日および12日，岐阜大学，聴講者25名）
3. 岐阜大学フェア2015にて「岐阜大学の環境に関する取り組み」と題したパネル展示にて事業を紹介（平成27年10月30日および31日，岐阜大学，参加者約600人）
4. 岐阜県立岐阜農林高等学校2年生に対する研究紹介（平成27年12月1日，岐阜農林高等学校，聴講者39名）
5. 岐阜県立大垣北高等学校スーパーグローバルハイスクール事業「学部訪問」：1年生に対する研究紹介（平成27年12月22日，岐阜大学，聴講者35名）

平成28年度

1. 第3回ふじのくにCNFフォーラム（主催：静岡県）にて研究紹介（平成28年5月26日、富士市勤労福祉センター（静岡県富士市）、参加者約400名）
2. 岐阜県立岐山高等学校2年生に対する研究紹介（平成28年7月28日、岐阜大学、聴講者39名）
3. 真庭バイオマス人材育成講座における事業成果の講演（平成28年9月5日、真庭バイオマスラボ（岡山県真庭市）、聴講者60名）
4. 東海地域生物系先端技術研究会 平成28年度第2回セミナーにて研究成果の紹介（平成28年11月1日，ウインクあいち（愛知県産業労働センター）（名古屋市），聴講者約70名）
5. 中部産業技術連携推進会議講演会（主催：産総研・産業技術連携推進会議）にて研究成果の紹介（平成28年11月10日，じゅうろくプラザ（岐阜市）），参加者約120名）
6. 第24回フィラーシンポジウム（主催：フィラー研究会）にて事業成果の講演（主催：フィラー研究会、平成28年11月18日、ロワジールホテル豊橋（愛知県豊橋市）、参加者約200名）

国民との科学・技術対話の実績

平成28年度

7. 夢・化学21 高校生のための化学講座（主催：日本化学会）にて「木から生まれる先端材料」と題する講演の中で事業成果の紹介（平成28年12月17日、静岡大学浜松キャンパス（静岡県浜松市）、参加者約100名）
8. 中国地区化学工学懇話会（主催：日本化学工学会）にて「セルロースナノファイバーの産業利用展望」と題する講演の中で事業成果の紹介（平成29年3月21日、産業技術総合研究所中国センター（広島県東広島市）、参加者約50名）

平成29年度

1. 岐阜県産業技術センター新技術講演会（主催：岐阜県）にて研究成果の紹介（平成29年4月20日、岐阜県産業技術センター紙業部（岐阜県美濃市）、聴講者約50名）
2. 第5回高機能プラスチック展（関西）にて研究成果の紹介（平成29年9月29日、インテックス大阪（大阪市）、聴講者約30名）
3. 岐阜大学産学連携フェア2017（主催：岐阜大学）にて研究成果の紹介（平成29年10月20日、岐阜大学サテライトキャンパス、聴講者約80名）
4. 岐阜県立大垣北高等学校スーパーグローバルハイスクール1・2年生の研究室見学・研究紹介（平成29年12月19日、岐阜大学応用生物科学部、参加者約20名）

その他：学会発表での受賞

1. 平成27年度 日本木材学会中部支部大会 優秀発表賞「結晶化挙動調査による混練型WPC用相容化剤のセルロースとの相互作用評価法の確立」2015年10月30日
2. 平成28年度繊維学会年次大会 若手ポスター賞「混練型木材／プラスチック複合体における相容化剤のセルロース修飾効果」2016年6月9日
3. 第67回日本木材学会（福岡大会）ポスター賞「蛍光法によるバイオコンポジット中の相容化剤の可視化」，2017年3月19日

総括

環境研究総合推進費補助金

容器リサイクル樹脂特性を利用した酸変性樹脂の開発

(3K 153010)

研究代表者：(岐阜大学 応用生物科学部) 寺本 好邦

研究分担者：(化薬アクゾ^(株)) 須永裕太, (静岡大学農学研究科) 青木憲治, 鈴木滋彦,
小島陽一, 小堀光, (トクラス^(株)) 大峠慎二, 江間友幸, 岡本真樹



化薬アクゾ株式会社
Kayaku Akzo Corporation



研究実施機関 平成27～29年度

本研究では、容リ樹脂をフィラー充填プラスチック複合材料の相容化剤に変換(10倍の価値にアップグレード)し、産業利用できる生産システムを構築することができた。