

平成30年度 環境研究総合推進費 研究成果発表会
研究課題番号)3J173002

容器リサイクル樹脂を利用した WPC用表面処理木粉の開発

2019年3月14日

場所: 芝浦工業大学 豊洲キャンパス
交流棟501教室



トクラス株式会社
大峠 慎二

トクラス株式会社 概要



会社名 トクラス株式会社

本社所在地 静岡県浜松市西区西山町1370番地

資本金 11億2204万円

沿革
1991年(平成3年) 10月1日 ヤマハリビングテック 株式会社設立
1992年(平成4年) 4月1日 事業開始
2013年(平成25年) 10月1日 トクラス株式会社に商号変更

従業員 669名(平成30年4月1日現在)

事業内容 住宅設備機器の製造販売、
独自のデザイン・設計・生産力を活かしたトータルな住空間提案企業を目指す。

主要商品
キッチン
バスルーム
洗面化粧台

トクラスプロダクツ株式会社
所在地: 静岡県浜松市西区西山町1370番地
事業内容: システムキッチン、システムバスルーム、洗面化粧台の生産・加工

株式会社ジョイエルホーム
所在地: 静岡県浜松市中区高林二丁目5番26号
事業内容: 新築、増改築、エクステリア

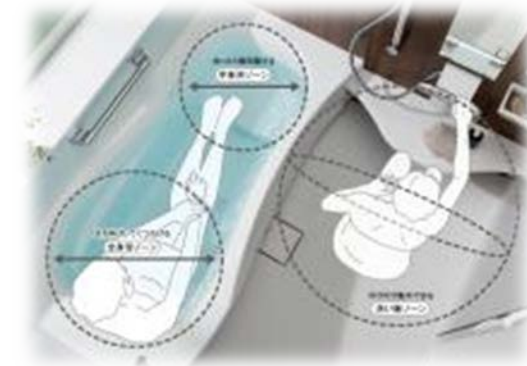
寧波托客樂思家居科技有限公司
所在地: 中国 浙江省 寧波市
事業内容: 中国におけるキッチン関連部材の販売



トクラス(株)本社

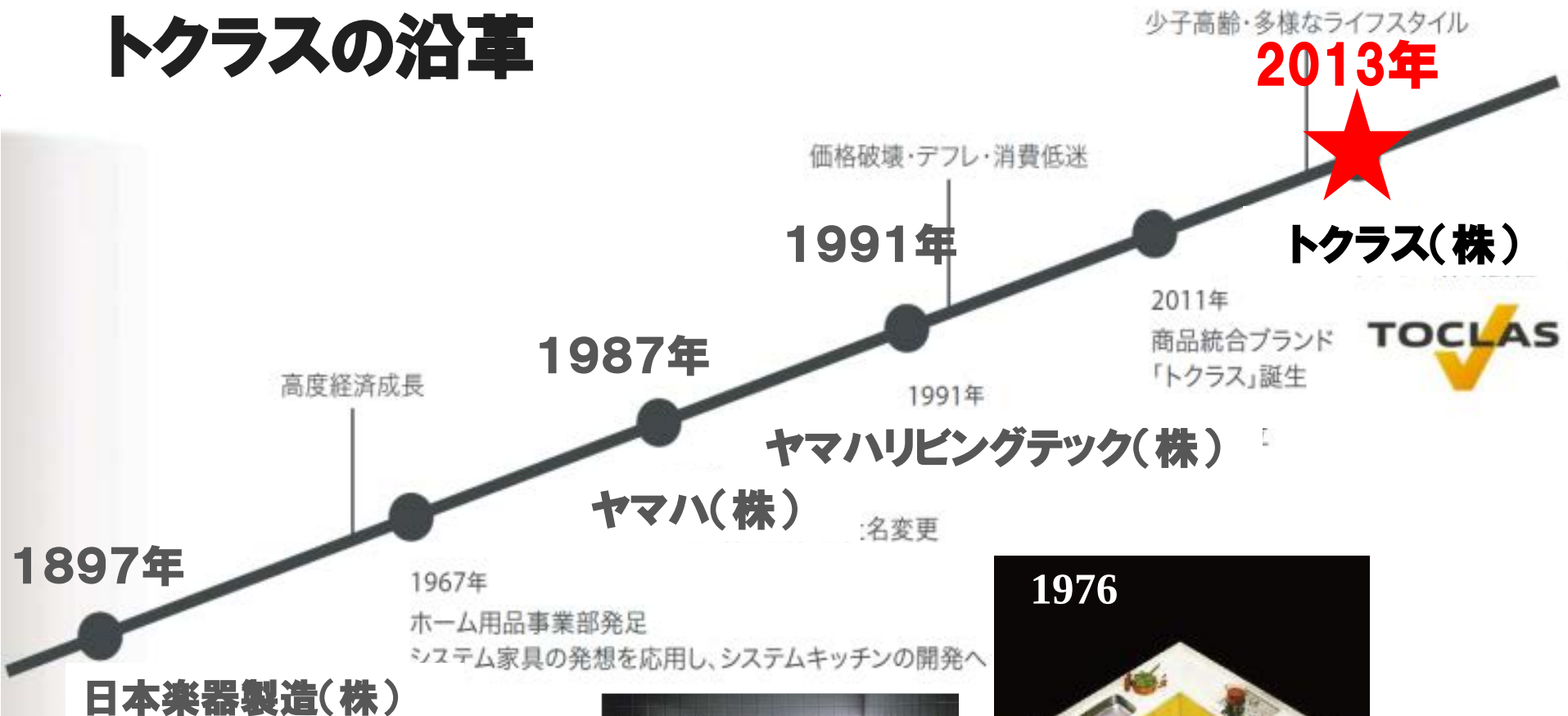


国産初の「人造大理石カウンターキッチン」
発売から、40周年を迎えました。



新発想3Dエルゴデザインで
広々・くつろぎの浴室空間を提供。

トクラスの沿革



トクラス(株)における新規事業



トクラス株式会社は2013年10月1日より、
ヤマハリビングテック株式会社から社名を変更いたしました。

✓ TOCLAS
ずっと、こころに届くもの。



新規事業

WPC事業

浄水器事業



既存事業(住宅設備事業)

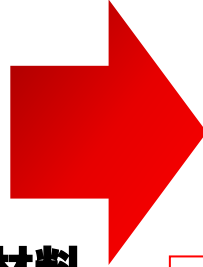


ウッドプラスチックとは？

ウッド プラスチック

木とプラスチックからできた材料

ほとんどの人が知らないけど、
・・・・・・・・見たことあるはず！！



Wood Plastic Composite(s)



略称:WPC(混練型WPC)

ウッドプラスチックとは？

木粉と熱可塑性プラスチックをプラスチックが溶ける温度で混合し、プラスチックのように押出成形や射出成型など成形して得られた素材

実用例



この写真すべてが
ウッドプラスチック製品

木質感は要求されるが、耐久性も必要とされる部位への展開

ほとんどがエクステリア用途

ウッドプラスチックの市場規模

世界的には一般的な素材！！

<北米>

- ・1980年代より実用化、90年代後半より、環境問題(プラスチックのリサイクル、CCA対策)で需要拡大

市場規模予想(2012年)

約110万t/年

<欧州>

- ・自動車等を中心に90年代より実用化、00年代後半からエクステリア分野で拡大

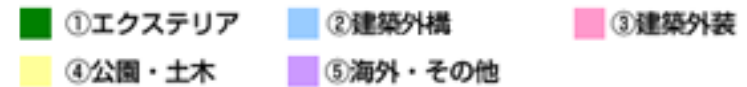
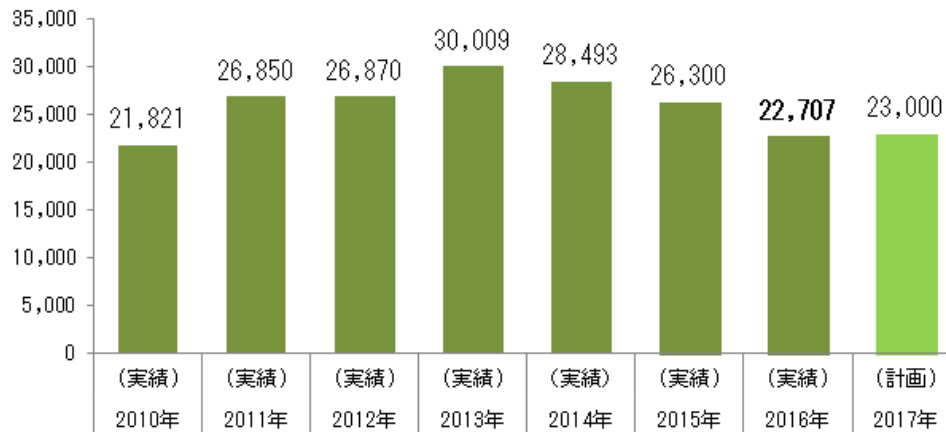
26万t/年

<中国>

- ・北京五輪、上海万博頃より、環境素材の拡大目的に国家プロジェクトとして拡大

90万t/年

日本の市場



●生産量 (木材・プラスチック再生複合材普及部会会員企業集計値)

実質3～5万トン規模の市場と推測

※非会員メーカーが増加(正会員の出荷量が減少)



世界に比べると

まだまだ市場規模は小さい

本事業の背景

ウッドプラスチック

※木粉を熱可塑性樹脂のフィラーとして利用したプラスチック製品



容器リサイクル樹脂

ウッドプラスチック用の
樹脂原料として活用

トクラスにて、
環境研究総合事業として実施・・・**実用化**

代替用途の位置付けが強い

容リ樹脂の課題を逆手に取った
アップグレード利用

容器リサイクル樹脂量の**酸変性樹脂化**

エクステリア製品



平成30年度にJIS A5741 認証の
リサイクル材使用率60%以上は
グリーン購入法の特定調達品目と
して指定された。

汎用プラスチック製品



自動車部品等、
汎用プラスチック
製品への利用例

実績のある用途

⇒国内5万t/年、海外500万t/年以上

コスト競争・・・廃材利用等材料での対応は限界

ダイレクト成形による製造コスト削減
※コンパウンド工程レス

ダイレクト成形が実現する**表面処理木粉**

今後発展する用途

⇒フィラー充填プラスチック代替「100万t/年

汎用性・・・産業構造に適合した製品展開

コンパウンド業界の参入が不可欠
※木粉もタルク、ガラス繊維等と同等の扱い

コンパウンド業界向けの**表面処理木粉**

表面処理木粉

に活用がきる

ターゲットは同じ

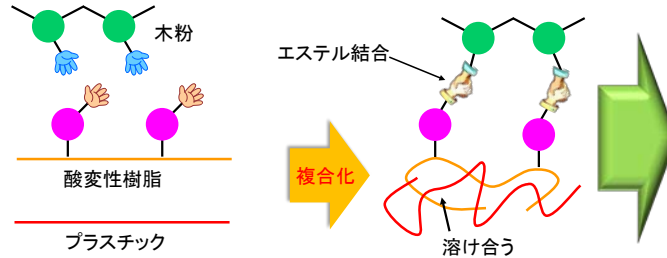
= **出口側のニーズ**がある

本事業提案: 容器リサイクル樹脂を利用したWPC用表面処理木粉の開発

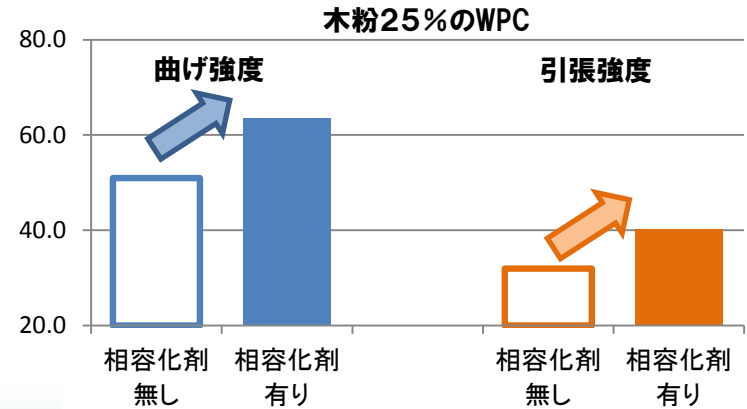
本事業の概要

WPCにおける相容化の重要性

**WPCは
マレイン酸変性樹脂
を利用する**



マレイン酸変性樹脂が親水性の木粉と疎水性のプラスチックの橋渡しとなり、双方が相容化する



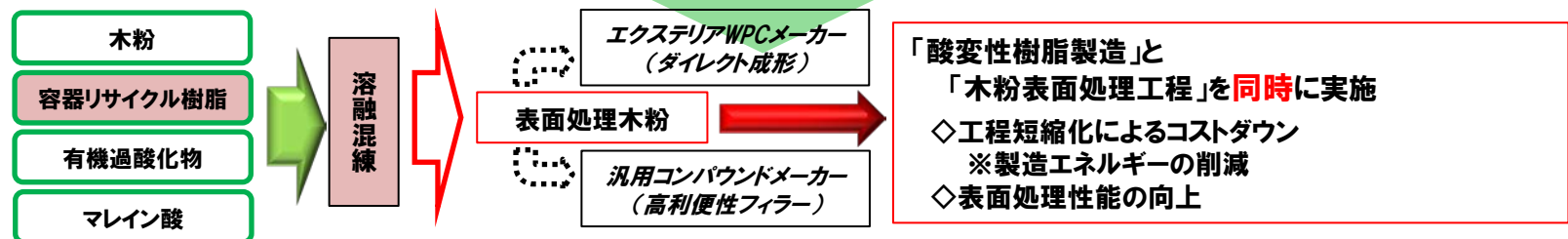
表面処理工程フロー

通常の表面処理木粉の製法



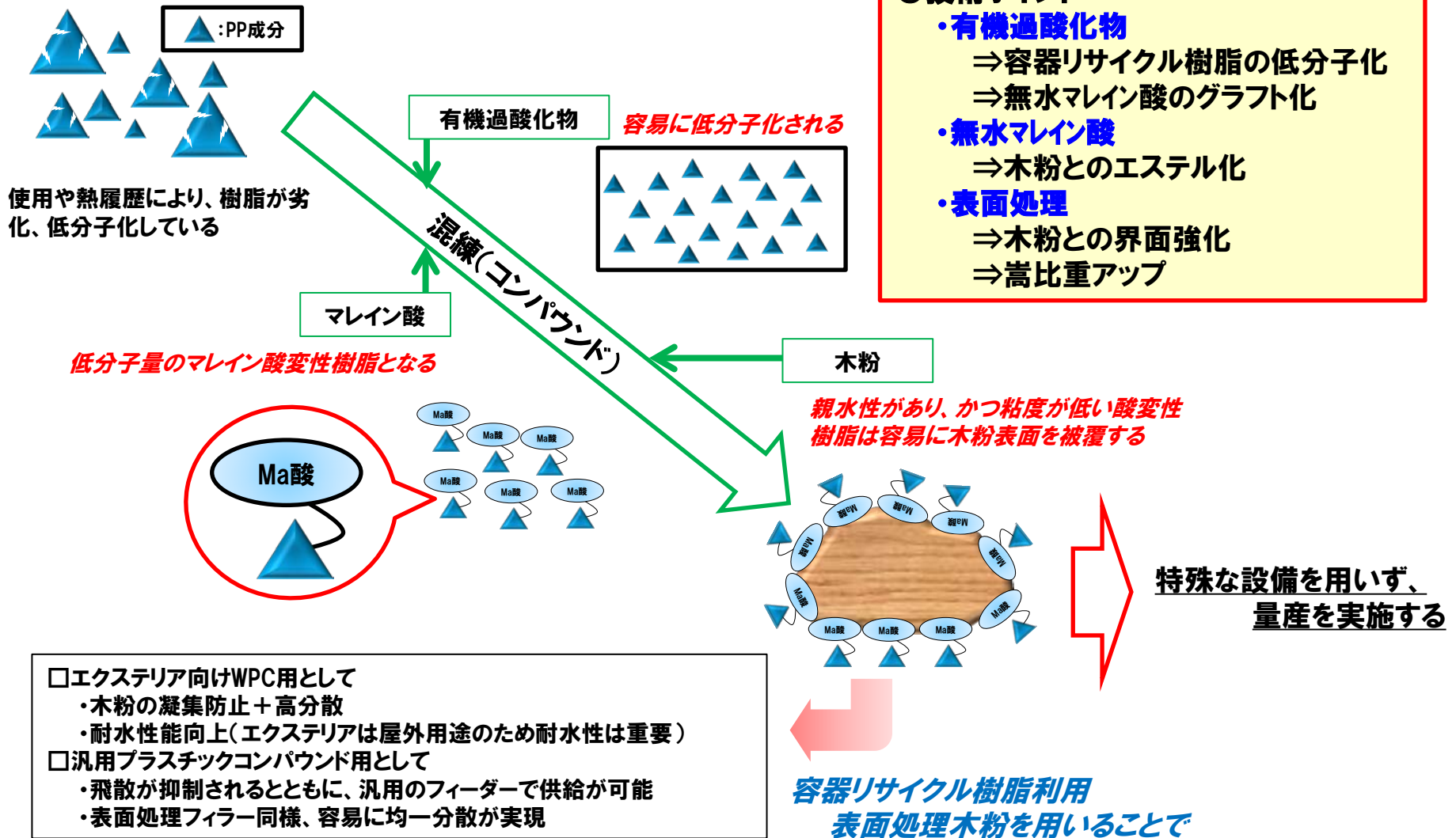
本事業における 表面処理木粉の製法

容器リサイクル樹脂の活用 とリアクティブプロセス技術の確立



本事業の技術ポイント

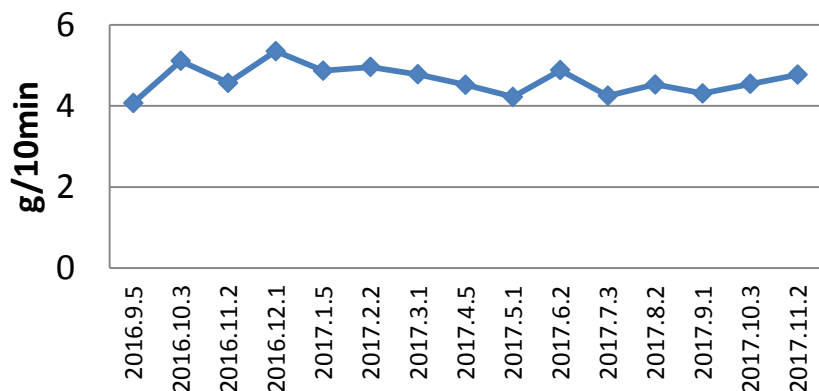
容器リサイクル樹脂の特性を生かした活用(環境研究総合推進費3K153010の応用)



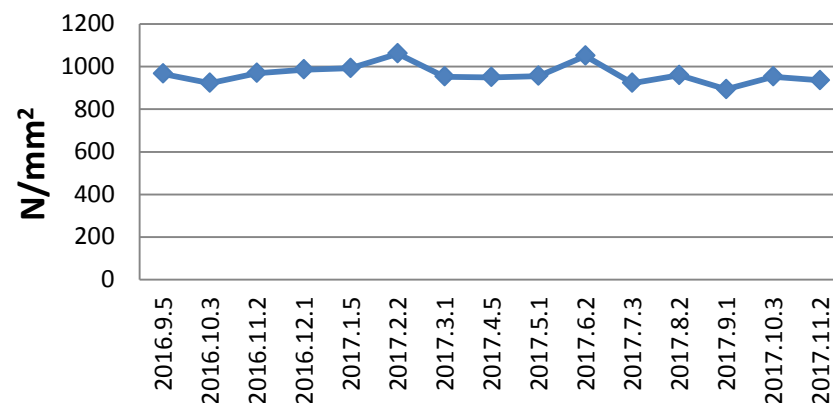
容器包装リサイクル樹脂材料の安定性評価

容器包装リサイクル樹脂の性能調査

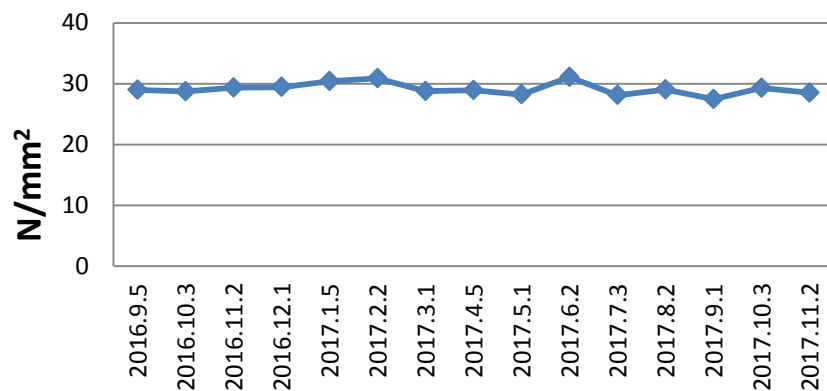
MFR



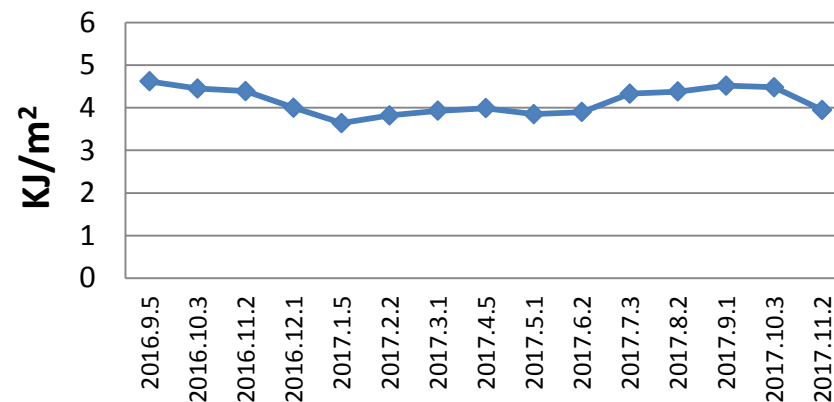
曲げ弾性率



曲げ強度



アイゾット衝撃値



**PPリッチタイプの容器包装リサイクル樹脂(広島リサイクルセンター製)は光学選別していることから、家庭ごみからの廃材ではあるが、物性が安定している。
(工業利用には十分利用できる、品質のバラつき範囲と考える)**

表面処理方法の検討 評価手順

① 配合



木粉



容器リサイクル樹脂

有機
過酸化物

無水
マレイン酸

② 表面処理

完了温度190℃に固定



高速攪拌によるせん断発熱により、樹脂の溶融と分散を同時に実施

嵩比重

表面処理状態

④ 配合(希釈) ⑤ コンパウンド



表面処理木粉
+



バージン樹脂



2軸押出機

吐出量計測

⑤ 射出成型 (試験片作成)



⑥ 評価

曲げ試験

引張試験

その他

有機過酸化物の必要性

● 樹脂粘度による表面処理状態への影響



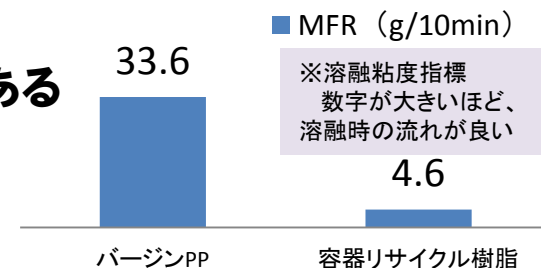
バージンPP利用(木粉80%)



容器リサイクル樹脂
の未溶融物が残る

容器リサイクル樹脂利用(木粉80%)

バージン樹脂(MFR:30g/min)においては表面処理が可能であるが、容器包装リサイクル樹脂は今回使用したPPに対し高粘度の為、未溶融の粒が発生、表面処理が十分とは言えない。



有機過酸化物による、容器包装リサイクル樹脂の低粘度化(低分子化)が必要

有機過酸化化物による容器リサイクル樹脂の低粘度化

有機過酸化化物添加による粘度低減効果の確認

ラボプラストミル



【混練条件】

・温度190℃

・スクリー

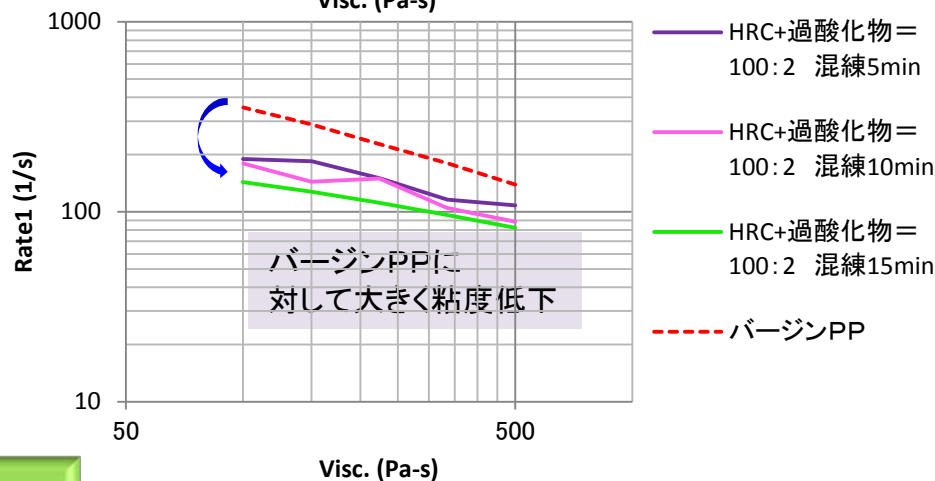
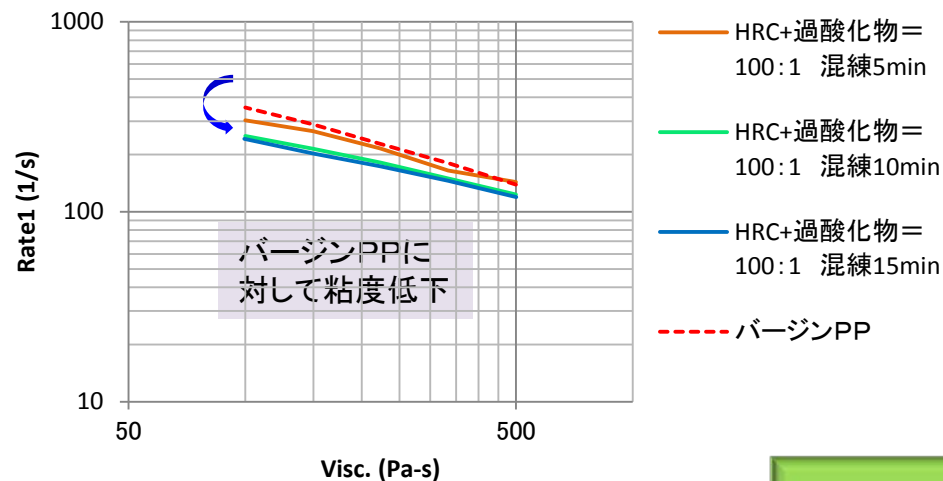
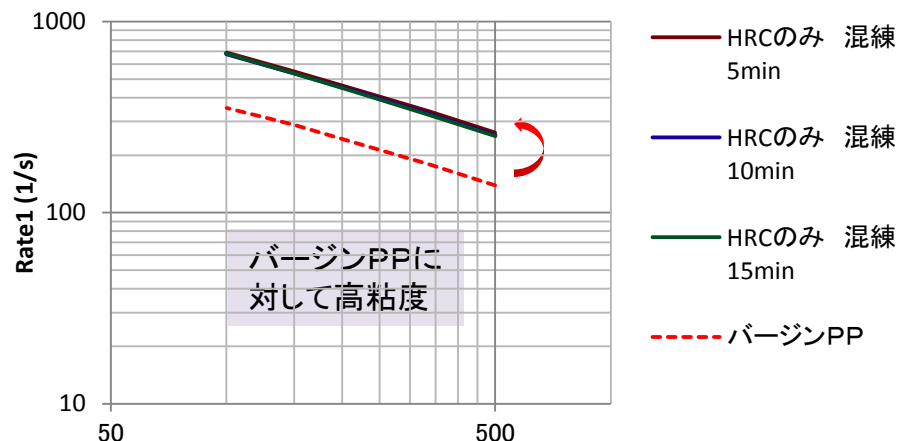
回転速度30 rpm

キャピラリーレオメーター



【測定条件】

・温度180℃



ラボプラストミルによる、事前テストの結果、樹脂に対して過酸化化物1wt%以上の添加、5min以上の処理が必要と判断

低粘度化による表面処理状態と処理時間の短縮効果

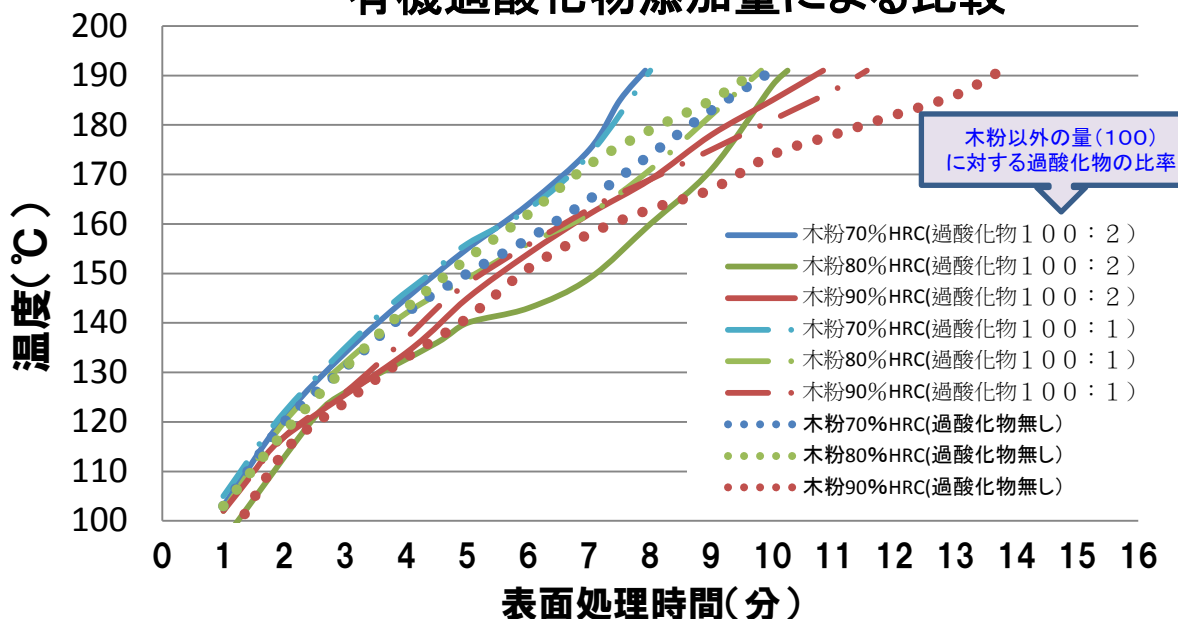
● 有機過酸化物を利用した場合の表面処理状態



容器リサイクル樹脂＋有機過酸化物
「木粉80%HRC(過酸化物100:1)」

● 高速ミキサーにおける表面処理時間と材料温度

有機過酸化物添加量による比較



- ・有機過酸化物利用により容器リサイクル樹脂が均一に木粉表面を被覆
- ・有機過酸化物の添加により、表面処理時間が短縮。
- ・有機過酸化物の量による表面処理時間の差は小さい。

容器リサイクル樹脂による表面処理に、有機過酸化物の添加は必須と考える

表面処理による嵩比重アップ効果について



木粉処理により嵩比重約2倍にアップ
(ハンドリング性の向上、輸送コストの削減)

押出コンパウンド用
に配合(木粉25%)



処理木粉を樹脂ペレットで希釈しても嵩比
重が高く、押出スクリーンへの食い込みアッ
プにつながる。(生産性アップ)

表面処理テスト①



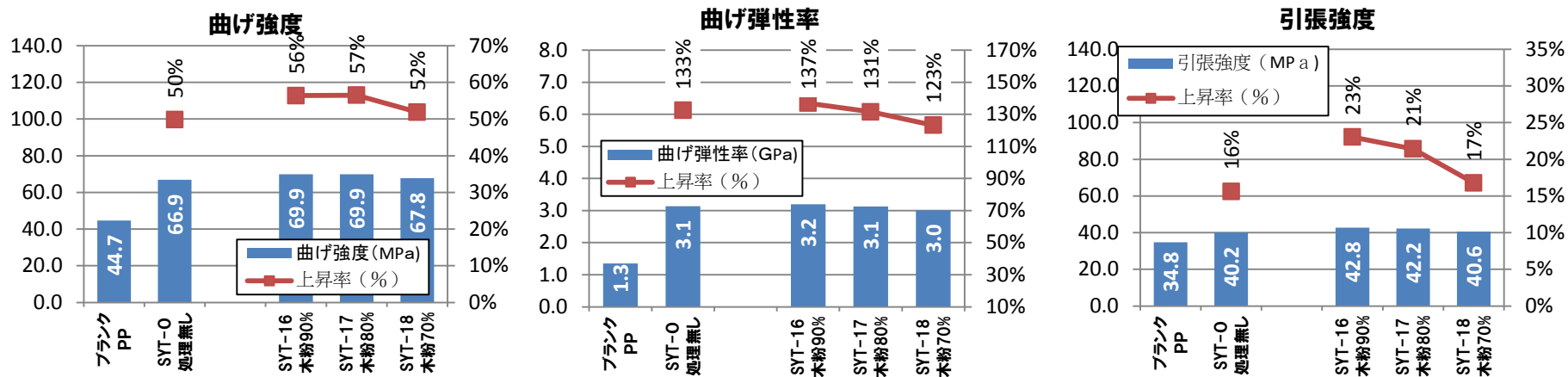
有機過酸化物＋高変性MAPP添加による表面処理テスト

試作番号	配合内容概略	表面処理木粉					コンパウンド					機械特性					
		配合				嵩比重 g/cm ³	配合				φ30mm 小型押出機 吐出量 (全量測定)	曲げ強度		曲げ弾性率		引張強度	
		木粉	HRCPP	高変性MAPP	過酸化物 (ジアルキル系)		木粉	高変性MAPP	表面処理木粉	バージンPP		Mpa	上昇率	Gpa	上昇率	Mpa	上昇率
BM: バージンPP												44.7	0%	1.35	0%	34.8	0%
SYT-0	ブランク 表面処理なし高MAPP	表面処理木粉なし					25%	1%		74%		66.9	50%	3.14	133%	40.2	16%
SYT-16	木粉90%HRCPP 容リ: 過酸化物 ＝約100:2 高MAPP	90.0%	6.2%	3.6%	0.2%	0.18			28%	72%	11.3	69.9	56%	3.20	137%	42.8	23%
SYT-17	木粉80%HRCPP 容リ: 過酸化物 ＝約100:2 高MAPP	80.0%	16.4%	3.2%	0.4%	0.22			31%	69%	12.2	69.9	57%	3.12	131%	42.2	21%
SYT-18	木粉70%HRCPP 容リ: 過酸化物 ＝約100:2 高MAPP	70.0%	26.6%	2.8%	0.6%	0.28			36%	64%	10.7	67.8	52%	3.01	123%	40.6	17%

酸変性処理は行わずに、市販の高変性MAPPを使用し、木粉量の影響を確認した。

※1: MAPPは木粉量に対して100:4で添加

※2: 過酸化物は木粉以外の総量に対して100:2で添加



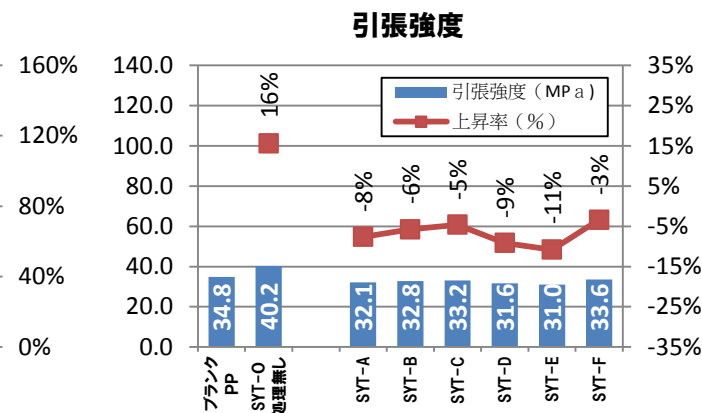
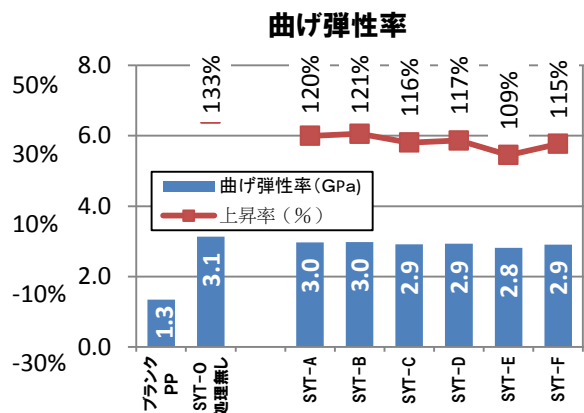
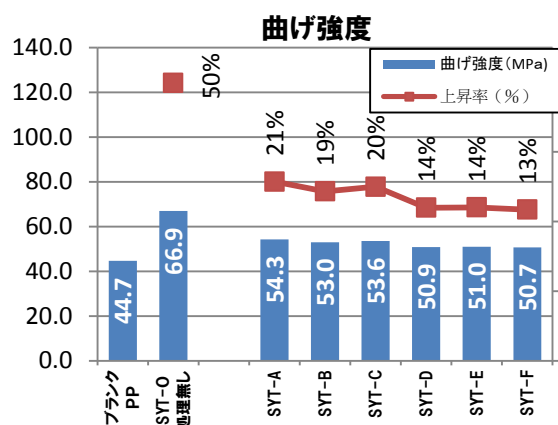
- ・表面処理の樹脂量(容器リサイクル樹脂)の増加とともに強度低下がみられる
- ・表面処理により木粉嵩比重が向上し、吐出量が向上
- ・容器リサイクル樹脂利用表面処理木粉はバージン利用品と同等以上の物性を発現。

表面処理テスト②

有機過酸化物＋無水マレイン酸による表面処理テスト

試作番号	配合内容概略	表面処理木粉				高比重 g/cm ³	コンパウンド				φ30mm 小型押出機 吐出量 (全量測定)	機械特性					
		配合					配合					曲げ強度		曲げ弾性率		引張強度	
		木粉	HRCPP	無水マレイン酸	過酸化物 (ジソルキル系)		木粉	高変性MAPP	表面処理木粉	バージンPP		Mpa	上昇率	Gpa	上昇率	Mpa	上昇率
SYT-0	ブランク 表面処理なし高MAPP	表面処理木粉なし				25%	1%		74%		66.9	50%	3.14	133%	40.2	16%	
SYT-A	木粉90%HRCPP 容リ:過酸化物 =約100:1 無水マレイン酸	90.0%	9.72%	0.18%	0.10%	0.18			28%	72%	11.3	54.3	21%	3.0	120%	32.1	-8%
SYT-B	木粉90%HRCPP 容リ:過酸化物 =約100:2 無水マレイン酸	90.0%	9.62%	0.18%	0.20%	0.18			28%	72%	11.3	53.0	19%	3.0	121%	32.8	-6%
SYT-C	木粉90%HRCPP 容リ:過酸化物 =約100:4 無水マレイン酸0.4%	90.00%	9.42%	0.18%	0.40%	0.20			28%	72%	12.6	53.6	20%	2.9	116%	33.2	-5%
SYT-D	木粉90%HRCPP 容リ:過酸化物 =約100:1 無水マレイン酸0.4%	90.00%	9.50%	0.40%	0.10%	0.19			28%	72%	12.6	50.9	14%	2.9	117%	31.6	-9%
SYT-E	木粉90%HRCPP 容リ:過酸化物 =約100:1 無水マレイン酸0.6%	90.00%	9.30%	0.60%	0.10%	0.21			28%	72%	12.2	51.0	14%	2.8	109%	31.0	-11%
SYT-F	木粉90%HRCPP 容リ:過酸化物 =約100:10 無水マレイン酸1.0%	90.00%	8.00%	1.00%	1.00%	0.23			28%	72%	12.0	50.7	13%	2.9	115%	33.6	-3%

酸変性処理として
無水マレイン酸と有機過酸化物
を木粉、容器リサイクル樹脂と
同時投入を実施。
(木粉量は90%とした。)

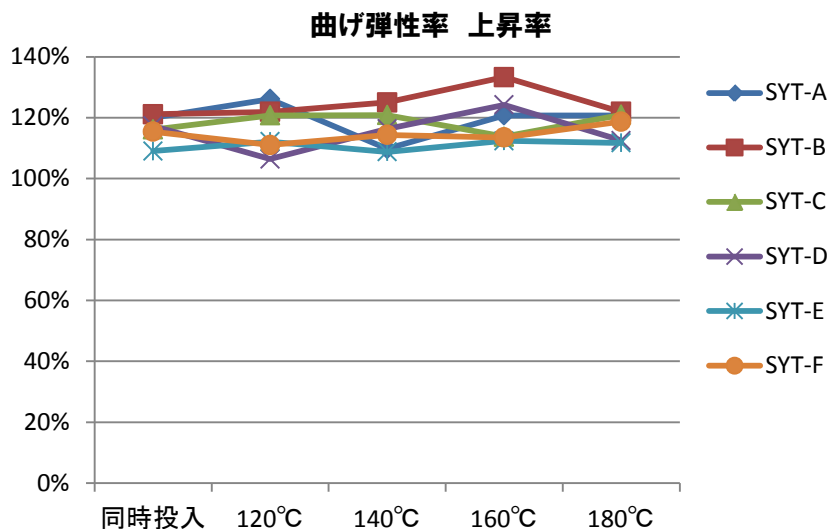
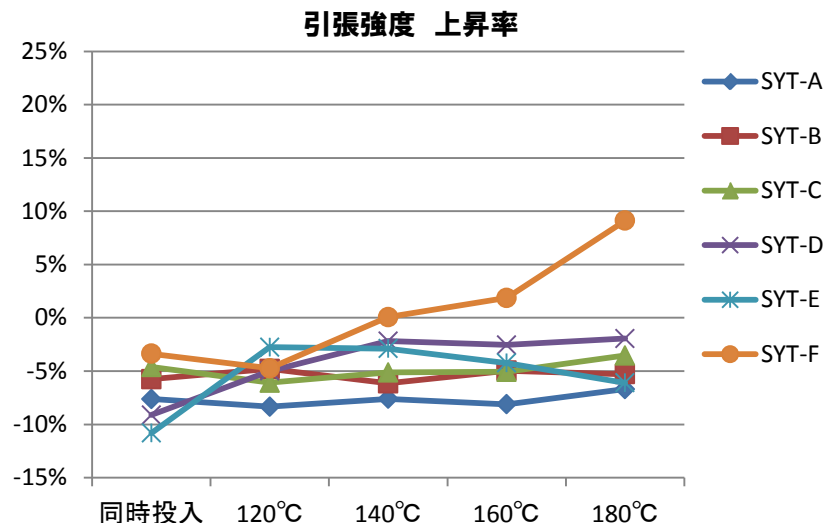
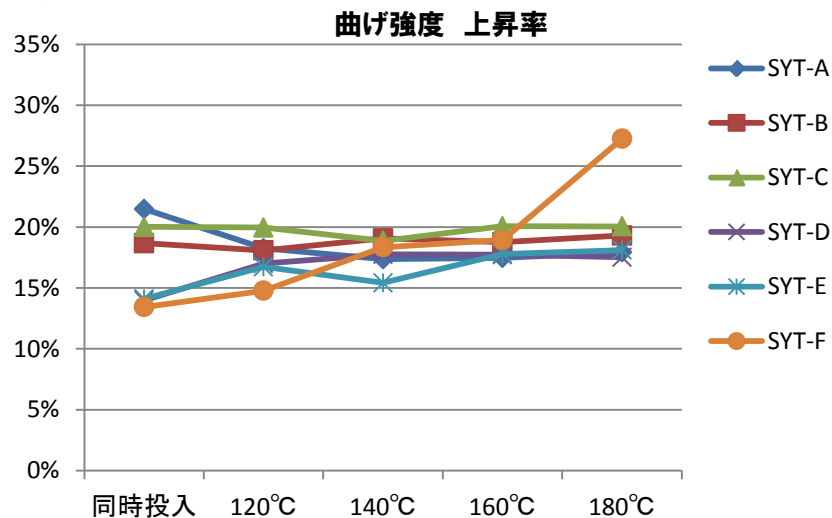


- ・MAPP添加時と比較すると強度が向上していない。
 - ・引張強度においてはBMのバージンと比較し強度低下となった。
- (有機過酸化物と無水マレイン酸の増量効果は確認できた)

配合以外の処理条件
の最適化が必要

表面処理テスト③

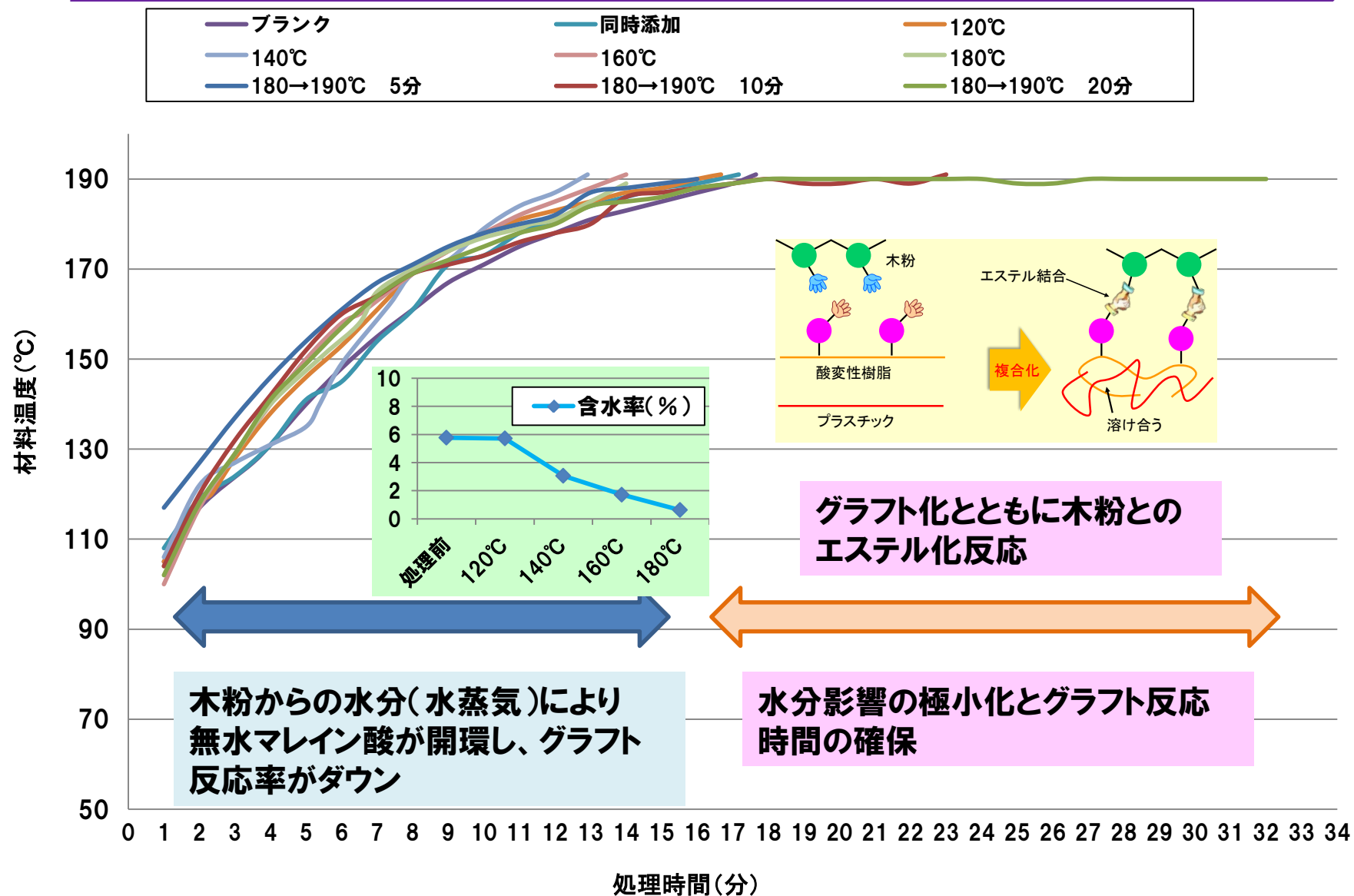
有機過酸化物＋無水マレイン酸投入温度の変更



・マレイン酸量、有機過酸化物量のもっとも多い、SYT-F配合において、投入温度の上昇とともに、曲げ強度、引張強度の向上。180°C投入において最も良い結果が得られた。

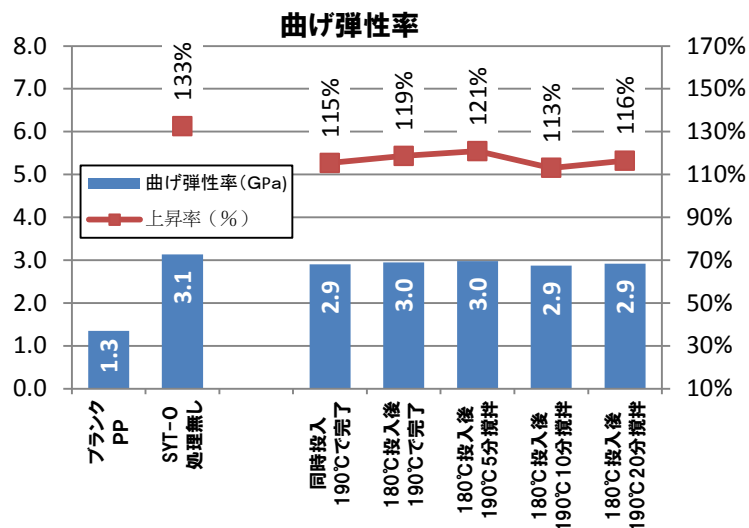
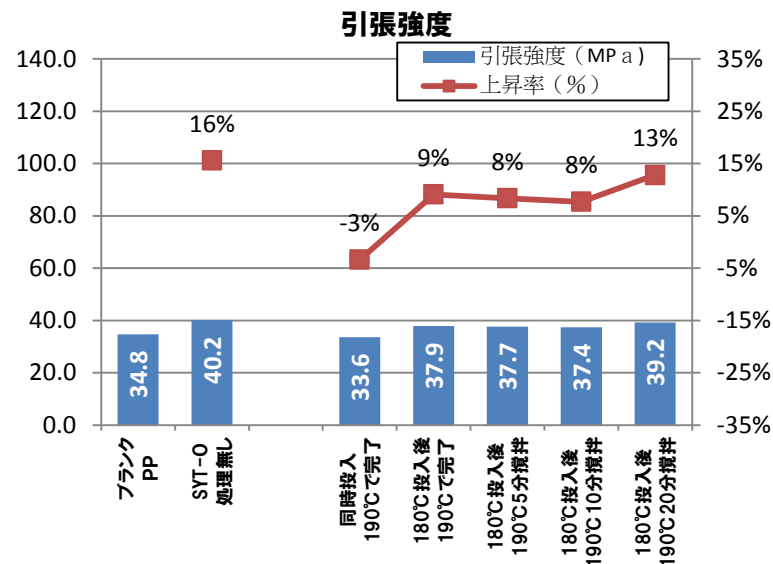
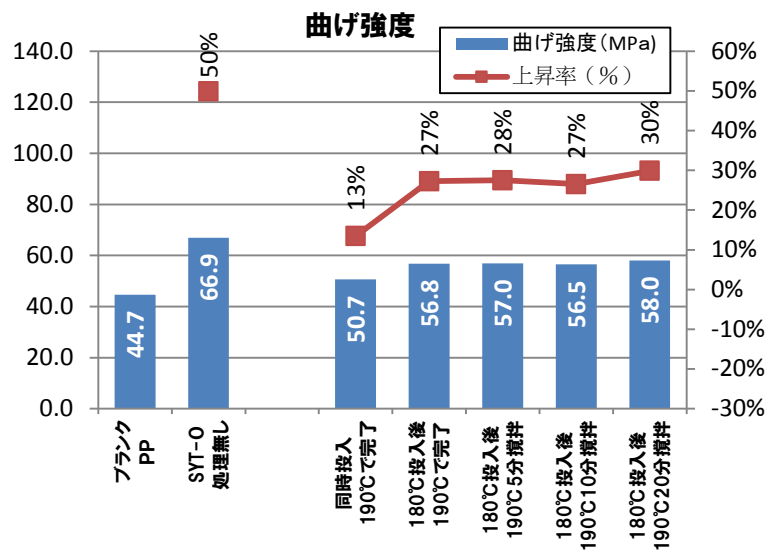
- ①木粉から発生する水分の悪影響
無水マレイン酸の開環(グラフト反応効率の低下)
水分に可溶したマレイン酸の気散
- ②有機過酸化物の反応不足
 - ・反応時間の確保
 - ・最良反応温度帯の利用

処理温度と材料温度



表面処理テスト④

● 処理時間による影響評価(SYT-F 配合)



**反応時間を延長することによって
強度物性を更に上昇させることができた。**

まとめ

● 表面処理による木粉の減容化

・容器リサイクル樹脂に有機過酸化物を利用した表面処理プロセスを利用することで、**嵩高い木粉を減容化が可能となった**。これにより、次工程であるコンパウンドプロセスでの生産性向上や輸送費含めた材料のハンドリングを改善できた。

● 表面処理による機械特性の向上について

・**市販MAPP** + 容器リサイクル樹脂 + 有機過酸化物を利用した表面処理プロセスにおいては、通常プロセスのバージンPP利用品を超える機械特性を発現した。

・**無水マレイン酸** + 容器リサイクル樹脂 + 有機過酸化物を利用したリアクティブプロセスにおいては、通常プロセスのバージンPP利用品は届かないものの、容器リサイクル樹脂添加による引張強度低下をプロセス改良により、強度向上に結び付けることができた。現在、更なる改良に取り組み中である。

以上の結果より、

バージン材料を容器リサイクル樹脂に置き換えるだけでなく、高機能化(強度向上、ハンドリングの改善)に結び付く技術成果を得ることができた。



ご清聴ありがとうございました。