

福岡県リサイクル総合研究事業化センター

木質バイオマスを母材とする成型材料の開発 研究会

九州工業大学 生命体工学研究科
グリーンマテリアル研究センター

准教授 安藤義人

大石産業株式会社
(株) 明菱

本研究の概要（研究期間 2020.4-2022.2）



セルロースを母材とする
汎用樹脂代替材料

課題

従来の樹脂複合材は樹脂が主役でセルロースは添加材どまりであり、リサイクル性、分解性はほとんどない。

リサイクル
材を活用



提案内容

木質バイオマス/セルロースを母材とする成型可能でリサイクル性・生分解性を持つ材料の開発

母材
古紙の離解繊維
(大石産業(株)提供)



糊材
再生ポリ乳酸など



アドバイザー：(株) 明菱

生分解性樹脂ペレット
(木質バイオマス+生分解性樹脂)



再生可能？

再生ポリ乳酸



溶融混練

CNF生産技術、
事業に期待

Win&Win

CNF樹脂複合材技
術、製品に期待



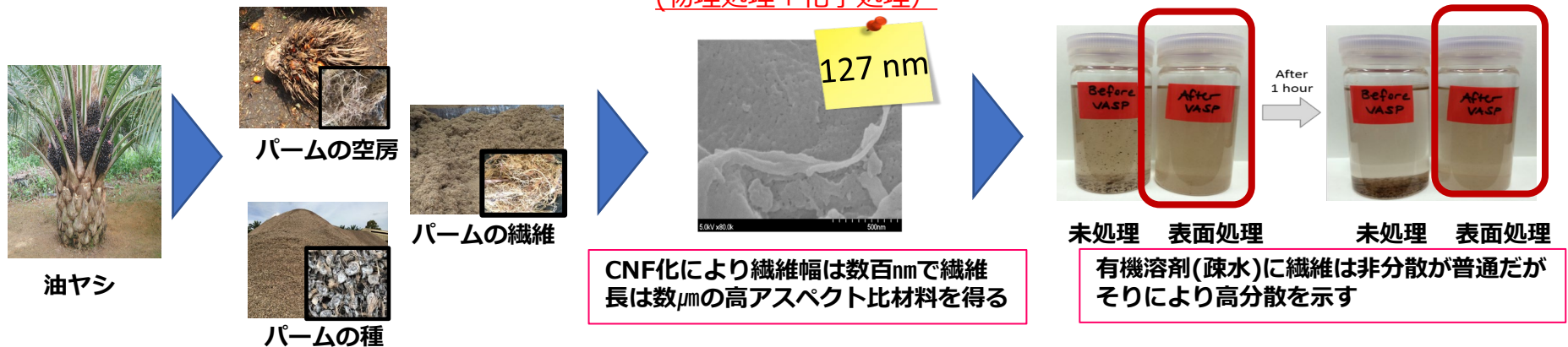
技術背景 木質バイオマスを活用した樹脂複合材料(安藤研究室)

バイオマスからナノファイバーの生産

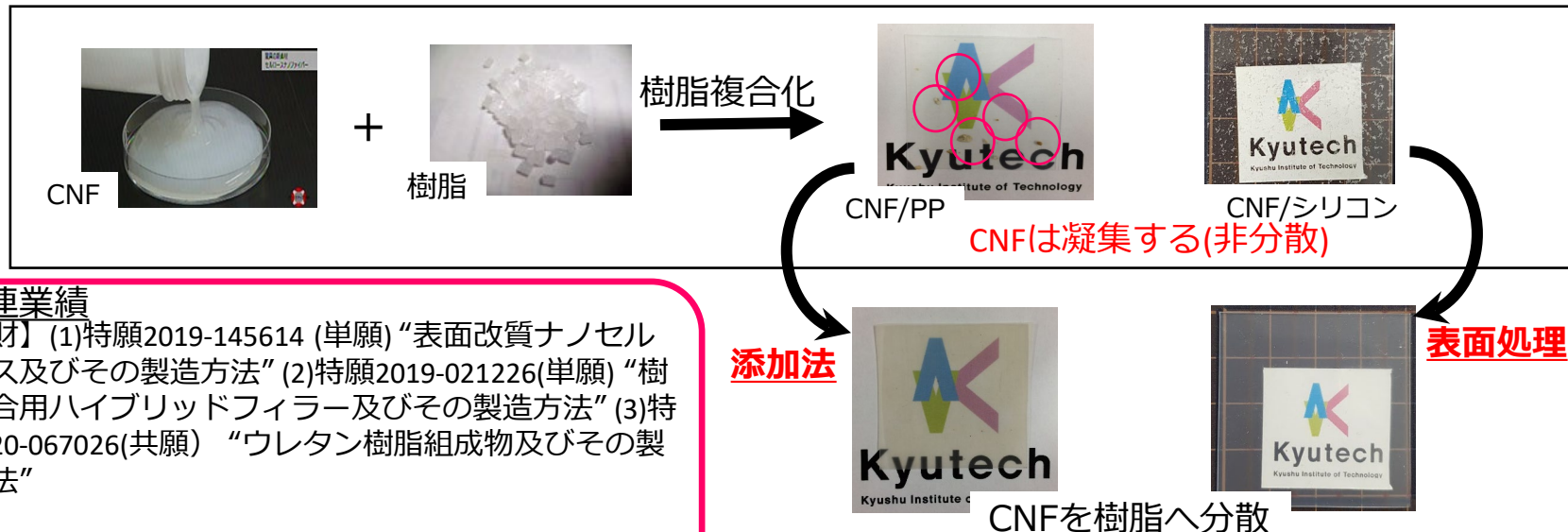
粗パームオイル1tあたり2tの固形廃棄物が排出

メカノケミカル法
(物理処理+化学処理)

ナノ繊維の表面被覆(気相重合法)



ナノファイバーによる樹脂複合材料

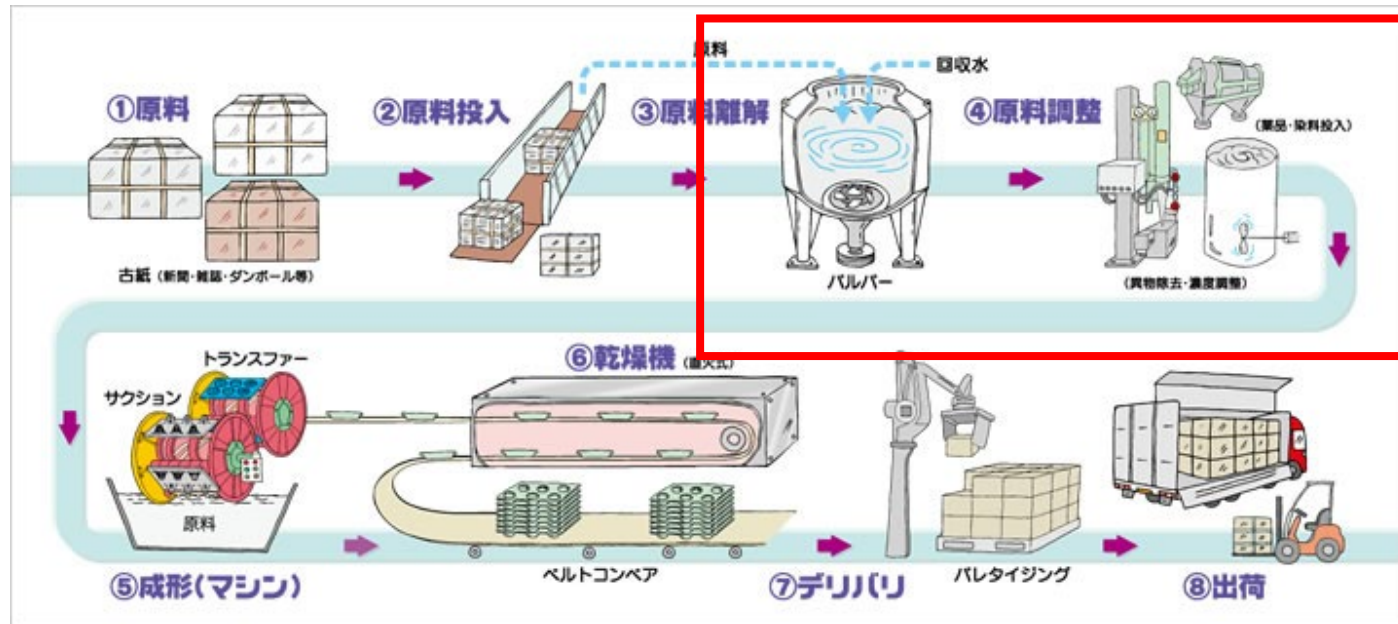


関連業績

【知財】(1)特願2019-145614 (単願) “表面改質ナノセルロース及びその製造方法” (2)特願2019-021226(単願) “樹脂混合用ハイブリッドフィラー及びその製造方法” (3)特願2020-067026(共願) “ウレタン樹脂組成物及びその製造方法”

【論文】英文学術論文 31報(査読有)、海外成書 1 冊

提案の特長



本提案の特長

- ・既存システムで1次解繊が終わっている。
- ・原料離解あるいは調整工程、さらにはスラッジから繊維を採取できる。
- ・古紙の種類で異なる性質のCNFが獲得できるかもしれない。

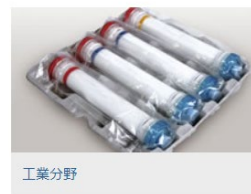
本事業の利点

- ・原料が既存の回収システム、作業工程を利用できる。
→事業化へのコスト負担が少ない。
- ・主体製品からの派製品としてCNFの作成が可能
→事業の母体に負担なく、新しい事業展開が可能

研究会メンバー紹介 大石産業(株)



パルプモールドの活用分野／Use of field



大石産業のパルプモールドの特徴／Characteristic

- (1) 古紙を主原料にしています。
- (2) 通気性に富み、鶏卵や青果物の鮮度保持に効果があります。
- (3) 複雑な立体成形が可能で、工業製品においても高い緩衝性を発揮します。

明菱グループ

株式会社明菱

各種プラントの解体・洗浄・メンテナンス
プラスチック原料の製造・加工および販売
プラスチックのリサイクル



株式会社明菱コンパウンド

プラスチック原料の複合加工、着色

株式会社明菱樹脂

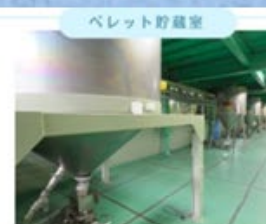
各種プラスチック原料の加工、販売
廃プラスチックのリサイクル

株式会社明菱物流

コンビナート構内の作業請負(包装、充填)
樹脂原料の運搬



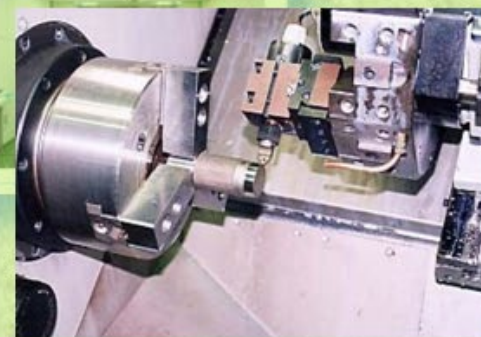
原料仕込室



ペレット貯蔵室



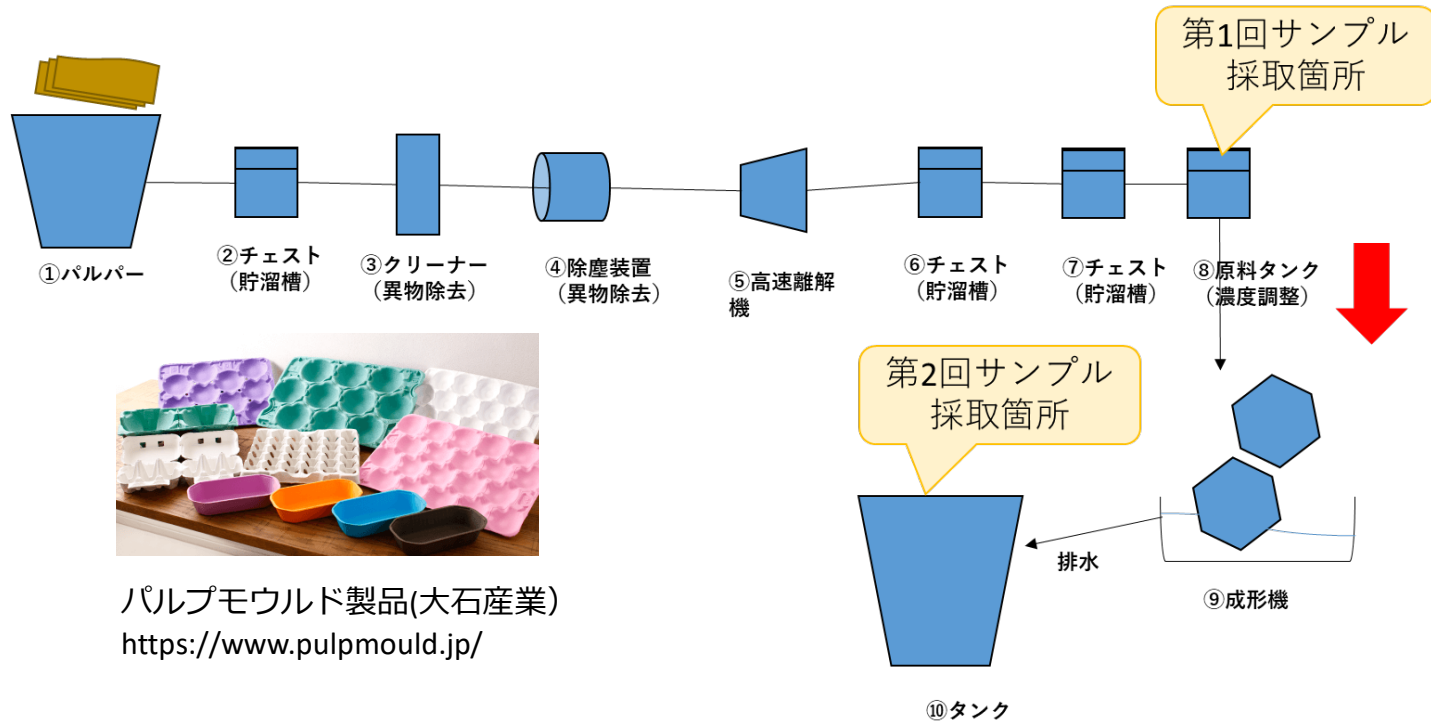
FM倉庫内



オリオ精機株式会社

産業用ロボット部品加工、産業用機械部品加工
切削加工技術開発原料の複合加工

古紙の再生工程の把握

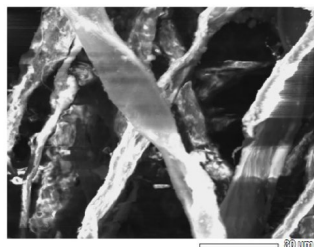


- ・ 上白紙1 上白+NBKP 採取箇所：⑧原料タンク（濃度調整）
※トマトトレ製造用のためピンクの染料が含まれる。
- ・ ダンボール1 ダンボール 採取箇所：⑧原料タンク（濃度調整）
- ・ 上白紙2 上白+NBKP 採取箇所：⑩タンク
※トマトトレ製造用のためピンクの染料が含まれる。
- ・ 段ボール2 ダンボール 採取箇所：⑩タンク

離解古紙繊維の評価

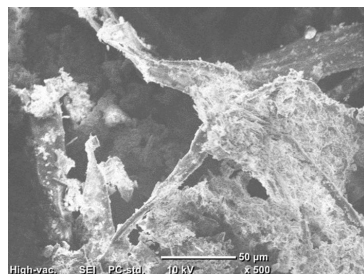
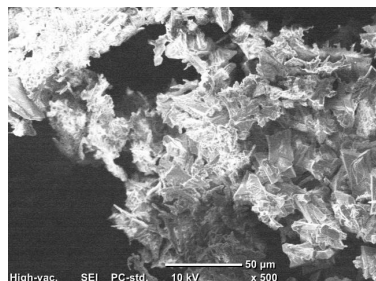
外観

・ 上白紙由来

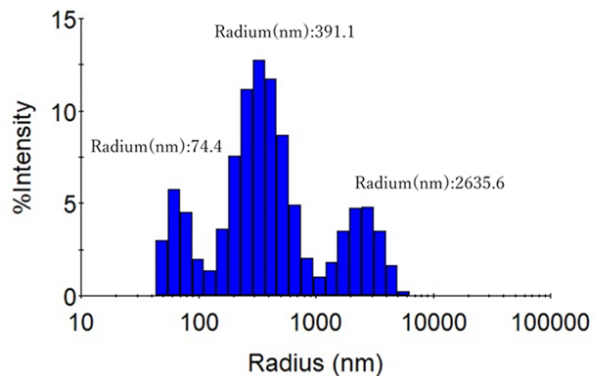


タイトル	IMG1
装置	JSM-6000
加速電圧	15.00 kV
倍率	x 1,000
測定日時	2020/07/14
画像数	512 x 384

原料タンク SEM(x1000)

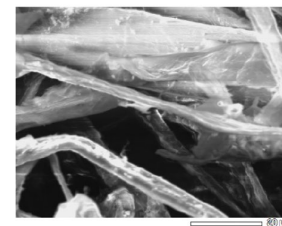


最終タンク SEM(x500)



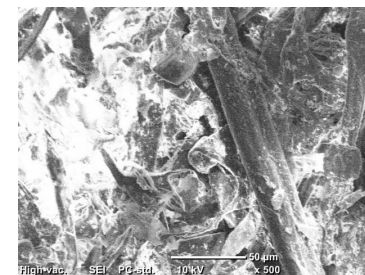
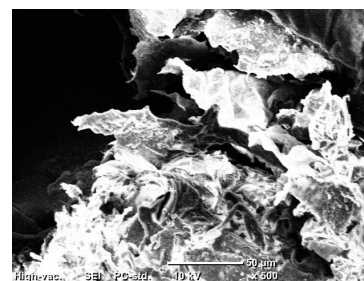
上白紙 原料タンク

・ ダンボール由来

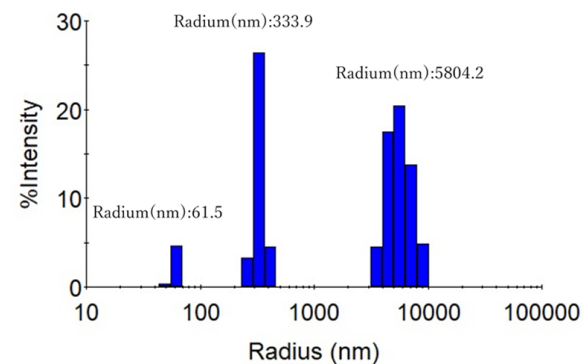


タイトル	IMG1
装置	JSM-6000
加速電圧	15.00 kV
倍率	x 1,000
測定日時	2020/07/14
画像数	512 x 384

原料タンク SEM(x1000)

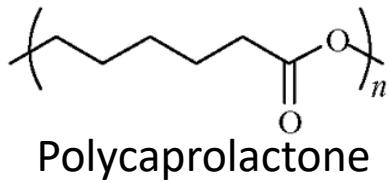


最終タンク SEM(x500)



上白紙 原料タンク

樹脂との混練



PCL30g+繊維
1h 100°C



100°C20MPa
5min
cool down 30°C



PCLと繊維の混合樹脂



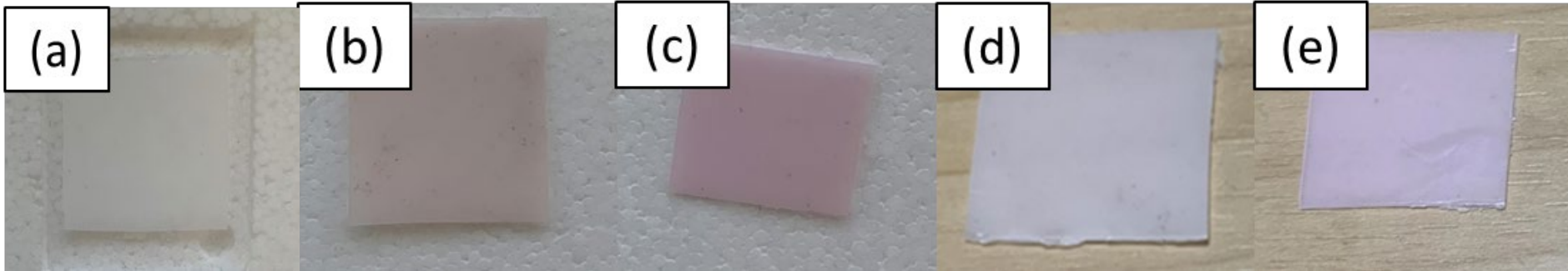
ダンベル型試験片の作成



初期試料長30mm
試験速度10mm/min

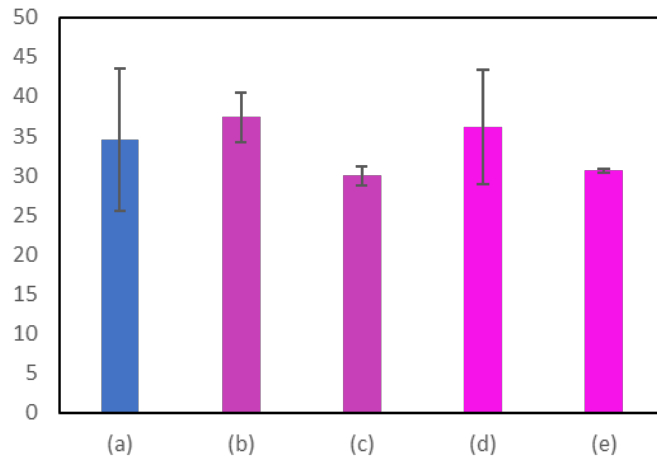
再生紙を利用した複合材

上白紙由来繊維とのPCL複合材

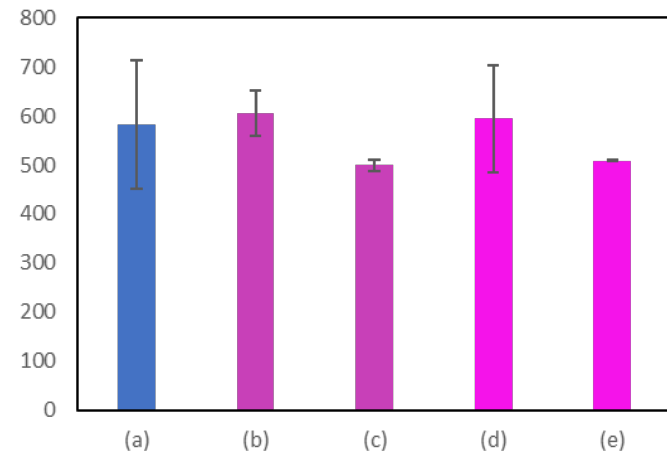


PCLと上白紙1,2を混錬した樹脂 (a) PCL (b) PCL- 1wt%上白紙1 (c) PCL-2wt%上白紙1 (d) PCL- 1wt%上白紙2 (e) PCL- 2wt%上白紙2

応力 (N/mm²)



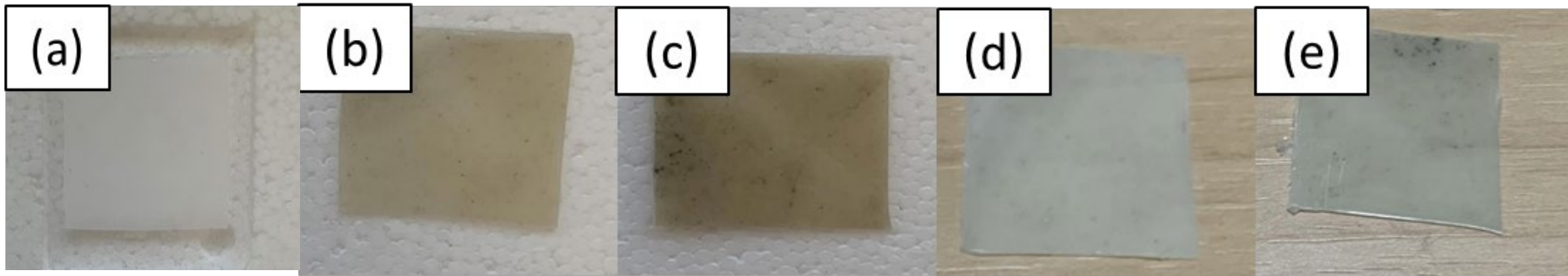
伸度 (%)



PCLと上白紙1,2を混錬した樹脂の引張応力と伸度 (a) PCL (b) PCL- 1wt%上白紙1 (c) PCL-2wt%上白紙1 (d) PCL- 1wt%上白紙2 (e) PCL- 2wt%上白紙2

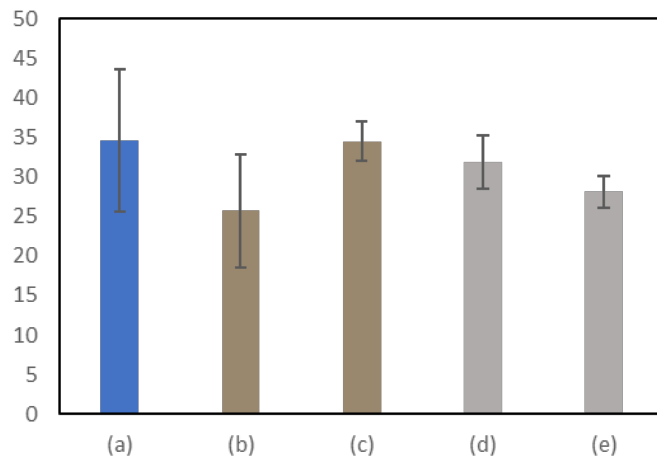
再生紙を利用した複合材

段ボール由来繊維とのPCL複合材

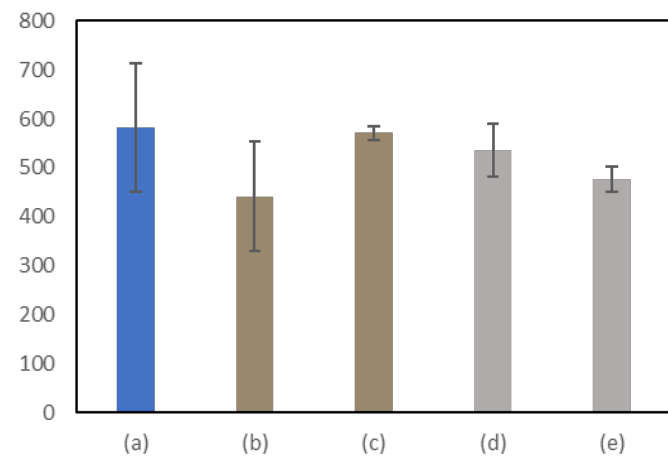


PCLと段ボール1,2を混練した樹脂(a)PCL (b) PCL- 1wt%段ボール1(c) PCL-2wt%段ボール1 (d) PCL- 1wt%段ボール2(e) PCL- 2wt%段ボール2

応力 (N/mm²)

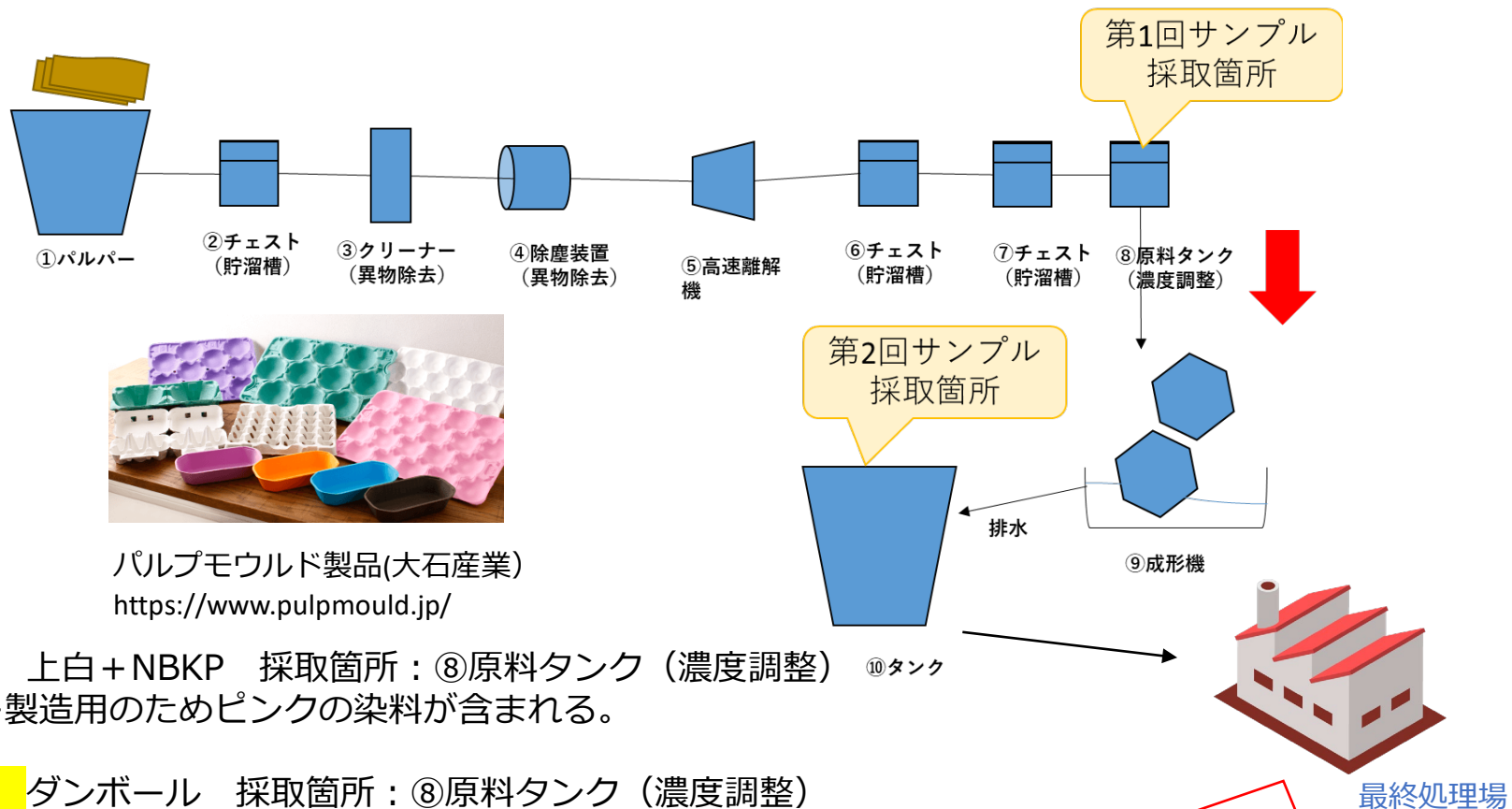


伸度 (%)



PCLと段ボール1,2を樹脂の引張応力と伸度 (a) PCL (b) PCL- 1wt%段ボール1(c) PCL-2wt%段ボール1 (d) PCL- 1wt%段ボール2(e) PCL- 2wt%段ボール2

古紙の再生工程の把握



パルプモールド製品(大石産業)
<https://www.pulpmould.jp/>

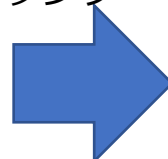
・ 上白紙1 上白+NBKP 採取箇所：⑧原料タンク (濃度調整)
※トマトトレイ製造用のためピンクの染料が含まれる。

・ ダンボール1 ダンボール 採取箇所：⑧原料タンク (濃度調整)

・ 上白紙2 上白+NBKP 採取箇所：⑩タンク
※トマトトレイ製造用のためピンクの染料が含まれる。

・ 段ボール2 ダンボール 採取箇所：⑩タンク

採集量が少ない



十分な量を得られる

廃液の最終処理場から回収される繊維成分（スラッジ）を使用することにした。

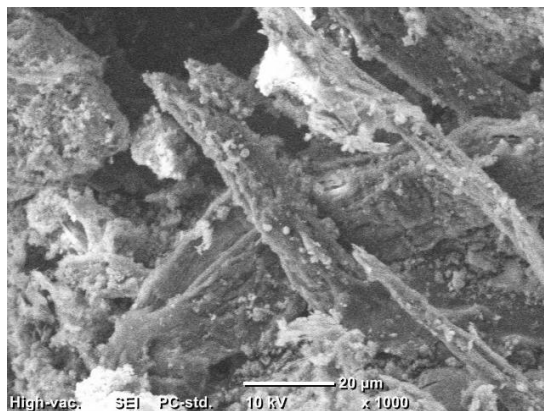
タンク廃液からの繊維回収率は0.21～0.54%

廃液からの繊維回収方法の確立

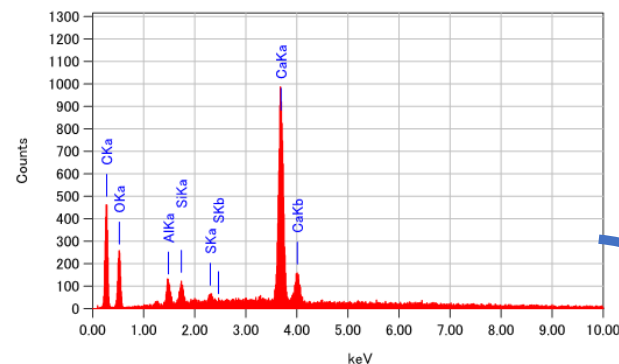
最終処分品の利用



スラッジ : 42.9%~45.7%
 上白紙 : 1.85%
 段ボール : 2.67%



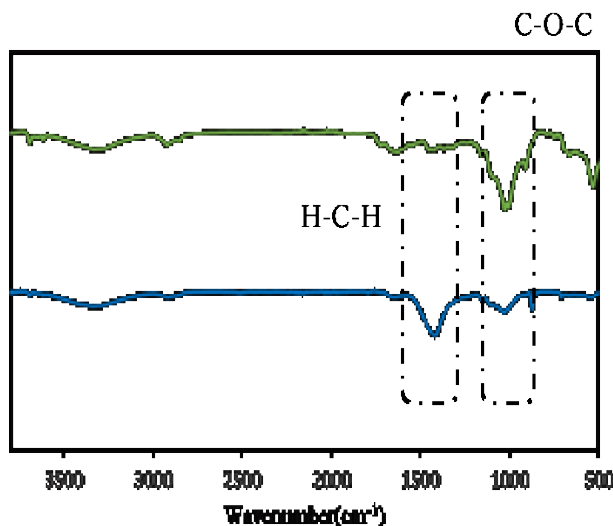
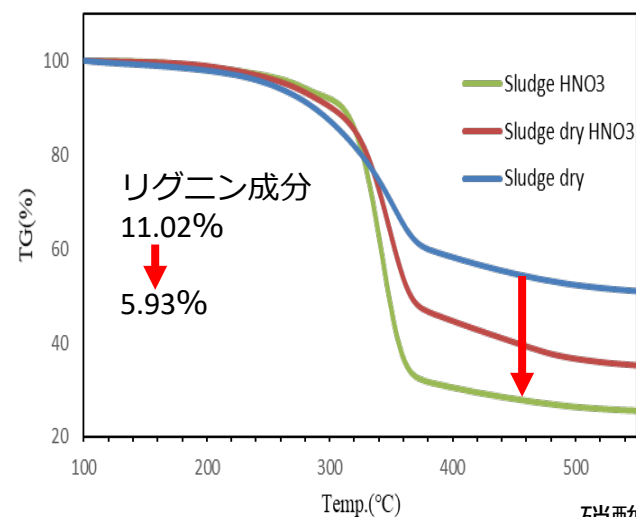
回収したスラッジ



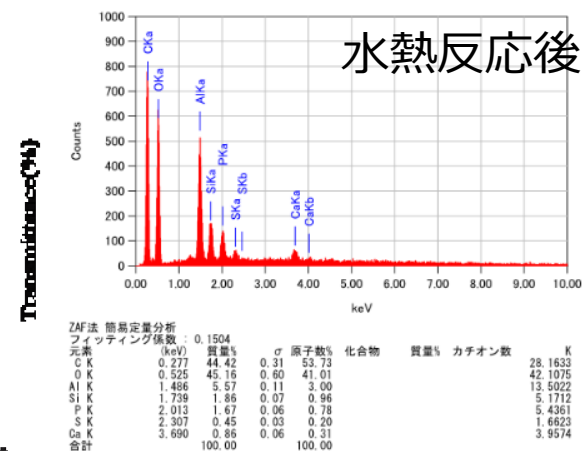
ZAF法 簡易定量分析
 フィッティング係数 : 0.1438

元素	(keV)	質量%	σ	原子数%	化合物	質量%	カチオン数	K
C	0.277	29.44	0.25	42.08				13.6267
O	0.525	41.82	0.86	44.89				13.7387
Al	1.486	1.92	0.09	1.22				2.4151
Si	1.739	1.42	0.08	0.87				2.2608
S	2.307	0.58	0.04	0.31				1.2775
Ca	3.690	24.83	0.28	10.64				66.6811
合計		100.00		100.00				

再生紙工程から排出された廃液から最終工程で搾り取られたサンプル（スラッジ）12.5 g に対して水熱処理を132℃で30分おこなった。処理後、吸引ろ過を行い、蒸留水1Lを使用して洗浄した。その後、75℃で乾燥を行った。

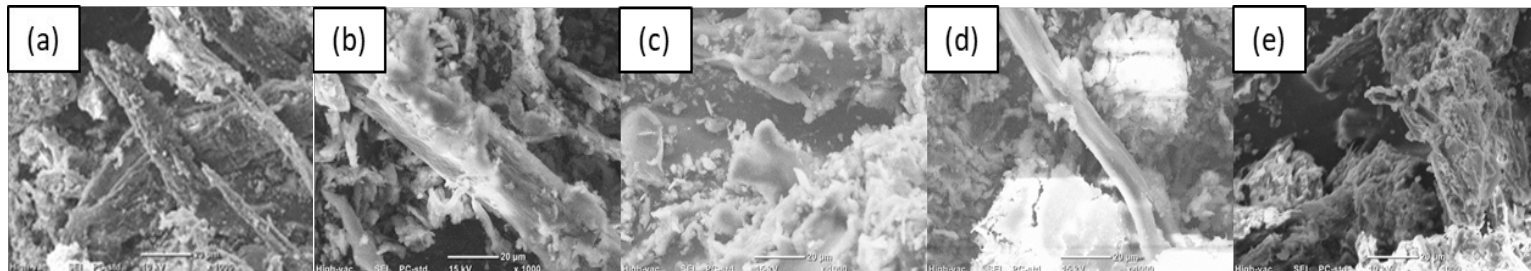


硝酸処理による構造変化 (a) 硝酸処理前 (b) 硝酸処理後

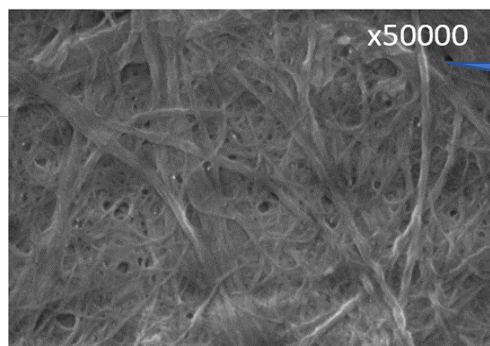


スラッジ繊維のCNF化

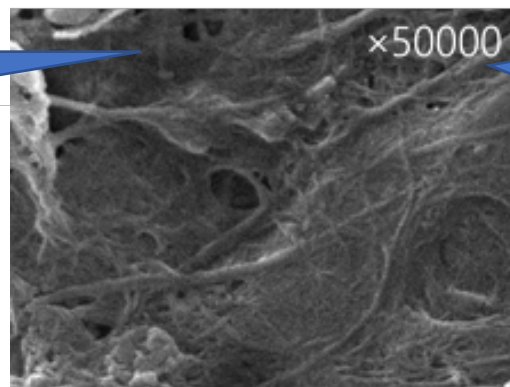
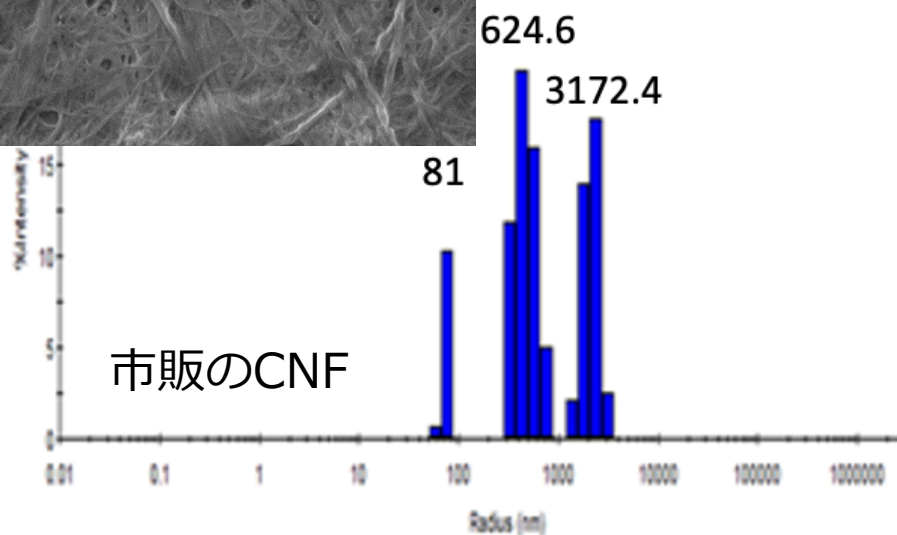
オートクレーブによる洗浄後、湿式粉碎機であるスターバーストを用いて物理的解繊を行なった。



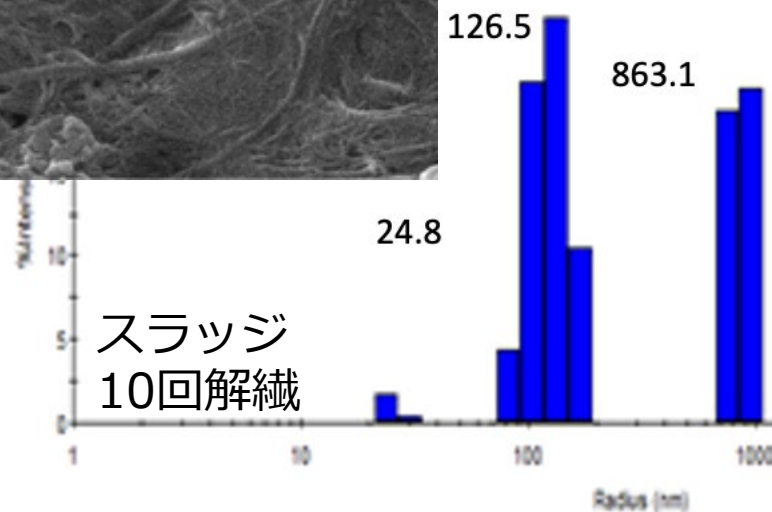
(a) 解繊なし (b) 1回解繊 (c) 2回解繊 (d) 3回解繊 (e) 5回解繊



市販CNFとの比較



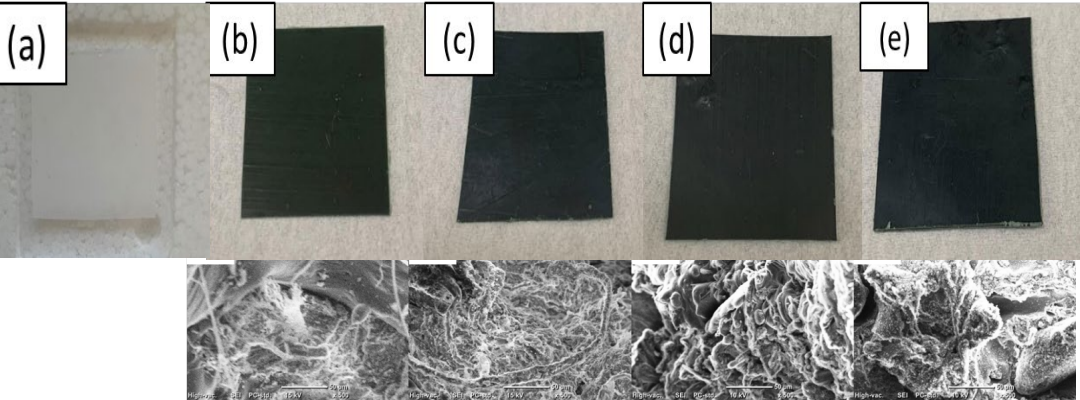
スラッジ 10回解繊



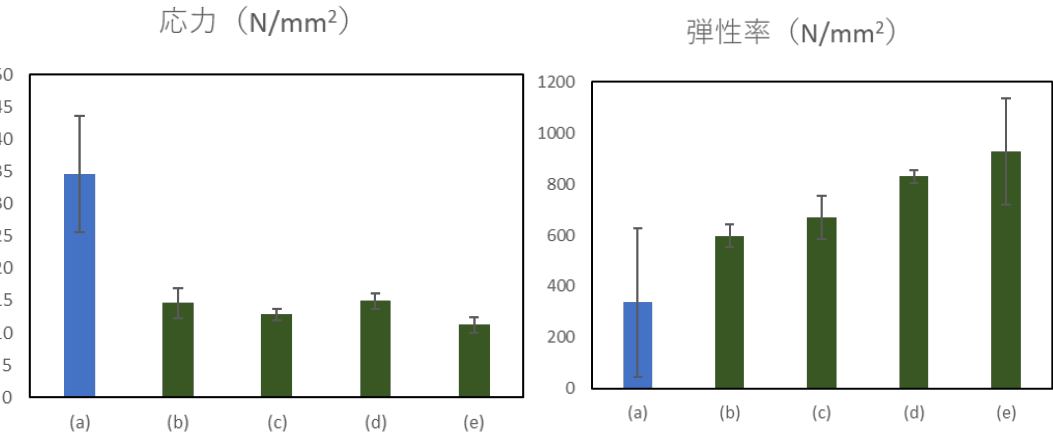
ほぼ同じ
大きさ

スラッジ由来繊維とPCLとの複合材

スラッジ

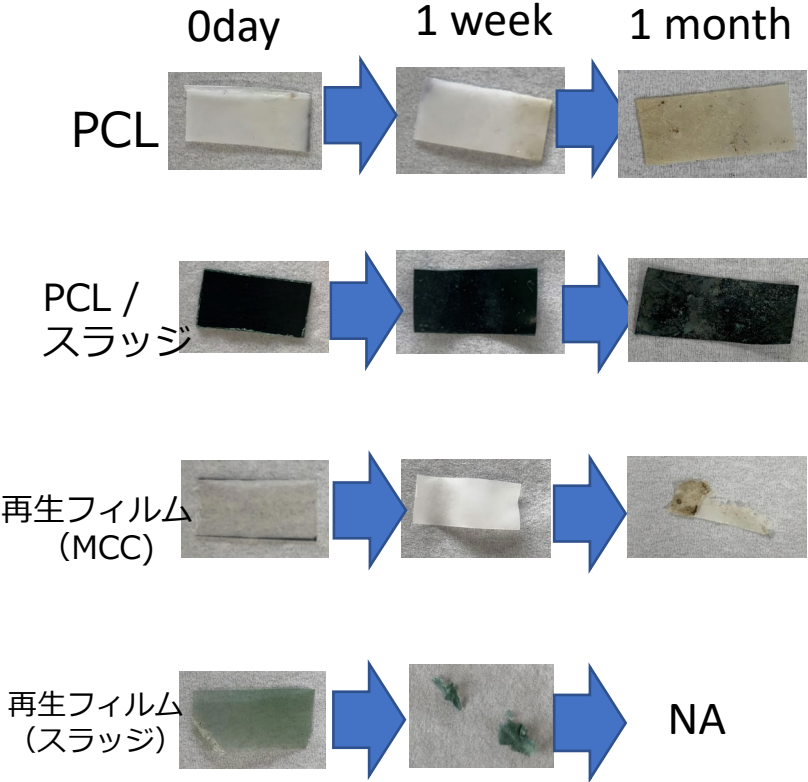


スラッジ(S)とPCLの複合材料・上段：複合フィルム、下段：引張試験破断面 (a) PCL (b) 10wt%S-PCL (c) 20wt%S-PCL (d) 30wt%S-PCL (e) 40wt%S-PCL



樹脂中への分散性は高いが、界面接着性が低い

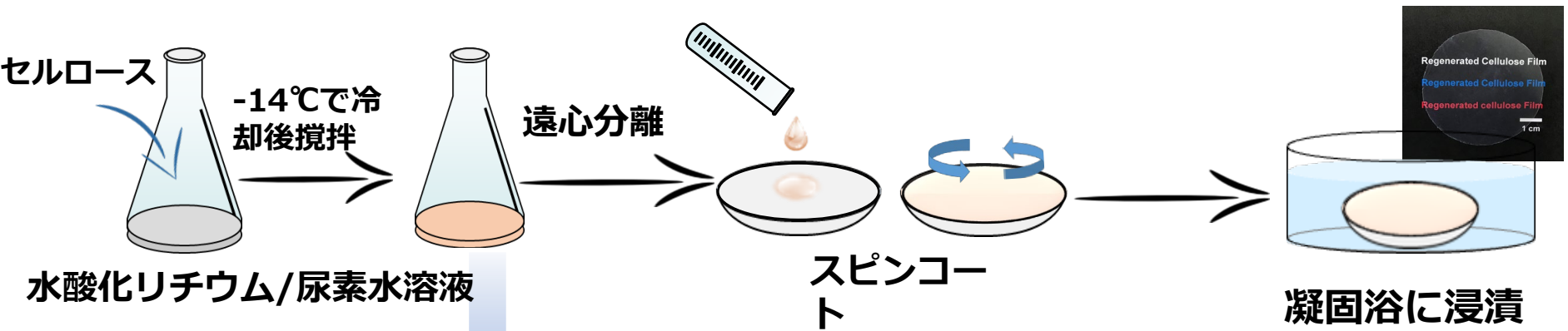
CNF複合材の分解性試験



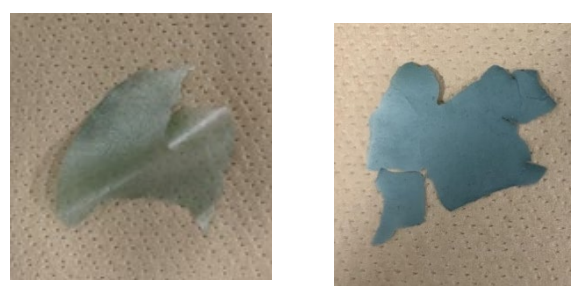
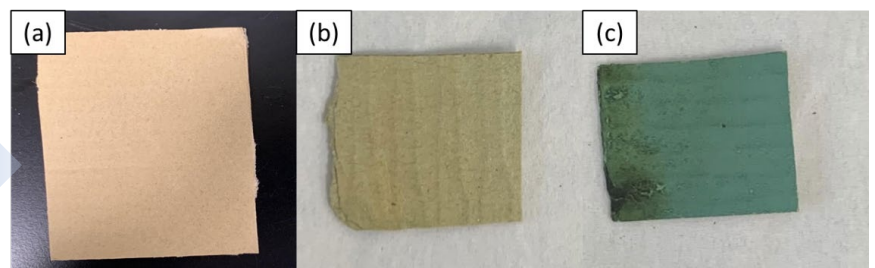
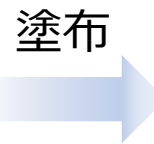
下水汚泥中での重量変化

サンプル	減少率 (%)	
	1 週間	1ヶ月
PCL	3.2	7.82
PCL/ スラッジ	2.6	5.81
再生フィルム (MCC)	9.7	75.47
再生フィルム (スラッジ)	38.5	NA ₁₅

再生セルロースを使用した被覆法の利用

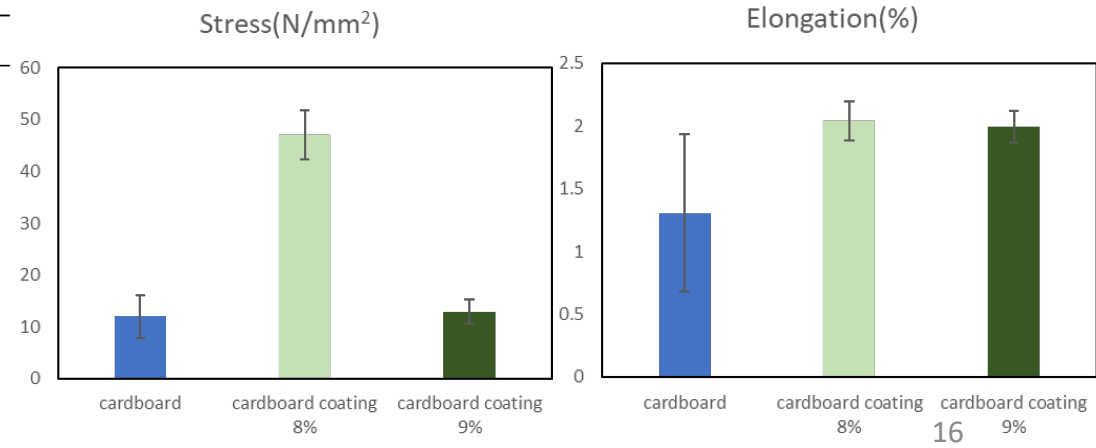


Concentration (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
film	×	×	×	×	×	×	×	○	○



8%

9%



廃液からの古紙繊維の再利用が出来た場合

最終処理場からの古紙繊維廃材の収率は12.4～13.7%
(水熱反応処理済み)

古紙繊維廃材の予想年間回収量 (収率13%)

- | | | |
|----------|---|--------|
| (1) 第一工場 | : | 35 t/年 |
| (2) 第二工場 | : | 10 t/年 |

66tのCO₂を抑制

今後の検討

安価なナノ繊維を拡販するにはセルロースの用途展開が重要となる。

現在、セルロースの活用に向けた研究を実施中

