令和元年度
福岡県リサイクル総合研究事業化センター成果発表会

研究テーマ

紙おむつ再生ポリマーの活用による吸水シート開発研究会

研究代表者　エスエス産業株式会社
共同研究者　トータルケア・システム株式会社
公立大学法人福岡女子大学　高分子材料学研究室

CONTENTS

1. 研究の概要と課題
2. 研究の背景と初年度の問題点
3. 吸水ポリマーの吸水力の再生について
4. 吸水力向上に向けた検証（化学的検証）
5. 吸水力向上に向けた検証（物理的）
6. 吸水土のうの製品化に向けた試算と課題
7. 吸水土のうのまとめと今後の展望

研究の概要と課題

使用済み紙おむつより回収される再生吸水ポリマーを活用して「リサイクル吸水土のう」を低コストで開発・商品化する。
用途としては、市街地等ではゲリラ豪雨時にすぐには土のうを準備できないため吸水シートで水の流入・浸水を防ぐ土嚢用として、また工事現場やグラウンドの排水用、建物内部での漏水対策としてなど多方面で使用出来るものの研究開発。

1.（課題A）使用済紙おむつより回収された吸水ポリマーの吸水力の検証

⇒化学的・物理的製造方法の検証

今期は昨年度の試作品の吸水力向上に重点を置いて研究

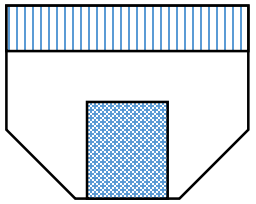
2.（課題B）商品化に向けた費用の概算の算出

⇒薬品処理・乾燥・解砕・外袋・縫製・運送・産廃等の経費組立

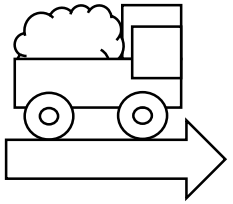
他社との差別化ポイントは「価格」に重点を置くため費用を抑える

【研究の背景】

現在のリサイクル工場



使用済み
紙おむつ



リサイクル
工場へ

水洗後、以下の成分に分離

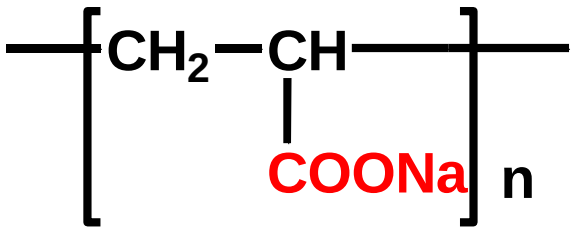
①パルプ：シート状に加工 ⇒ 有効利用（マテリアルリサイクル）
建築資材用途に再商品化

②プラスチック類 ： 塊状に

③高吸水性樹脂 ： Ca塩に
（パルプとの分離を容易
にするため）

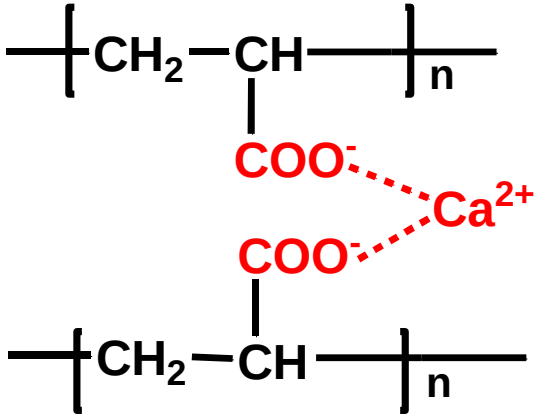
固形燃料(サーマルリサイクル)
有料（工場負担）で排出

○現在の高吸水性樹脂の分離・回収方法



ポリアクリル酸ナトリウム架橋体

塩化カルシウム
（$CaCl_2$）



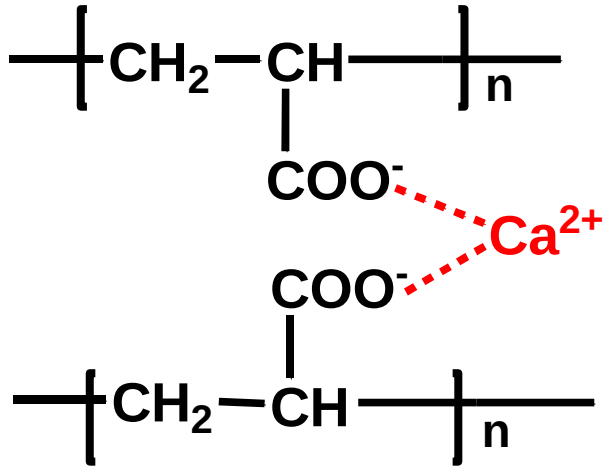
ポリアクリル酸カルシウム架橋体（廃SAP）

Na塩をCa塩に置換することに
よってゲルが収縮して沈殿
（パルプと分離）

回収されたポリマーに
吸水性はほぼない

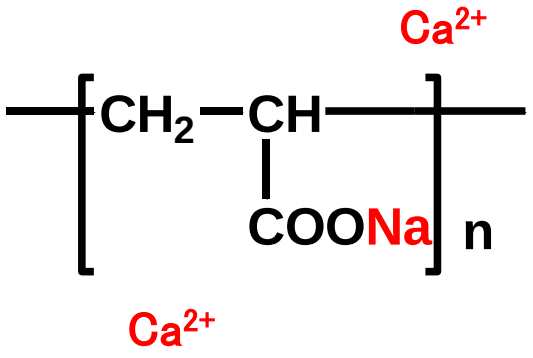
使用済み紙おむつから分離、回収された高吸水性樹脂の吸水性再生

トータルケア社の当初の再生方法は廃SAPに固形の炭酸ナトリウムを添加するだけのシンプルな方法である。しかし、この方法ではCaを除去する工程が無いため、吸水性に限界があった。



ポリアクリル酸カルシウム架橋体（廃SAP）

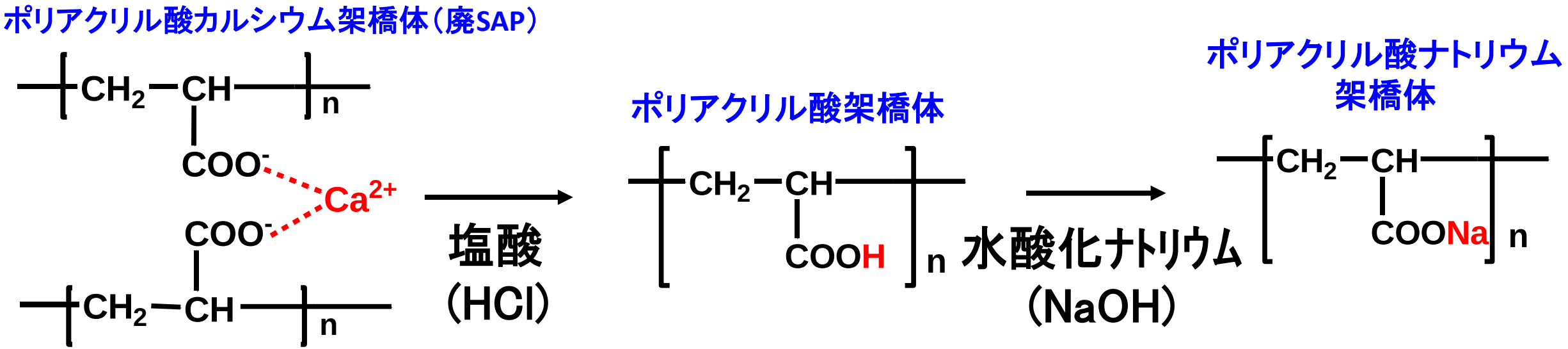
炭酸ナトリウム
（Na2CO3）



ポリアクリル酸ナトリウム
架橋体

使用済み紙おむつから分離、回収された高吸水性樹脂の吸水性再生

初年度はラボでの基礎検討として、ポリアクリル酸のCa塩にHCl処理を経由してからNa塩化処理を行うことによる、吸水性再生の試みを実施した。



初年度の検討としては塩酸処理をすることにより、吸水力の阻害要因となるCaを除去することで吸水力を向上させた。ラボでの試験では150倍の吸水力を発揮したが、実際の土のう袋に入れた試験では30分で12倍程度にしか膨らまなかった。→この原因は？

吸水力の向上に向けた検証

1.化学的検証

①廃SAPの吸水力を復元させるためのCaとNaの置換方法の改善

②薬品添加量の検討

③乾燥温度における吸水力への影響の調査

2.物理的検証

④吸水ポリマーの粒度と吸水力の因果関係の検証

3.実証試験

⑤ミニサンプルの作成と再現性の確認

1．化学的検証

①CaとNaの置換方法の改善　NaOH⇒Na2CO3に変更

【仮説】

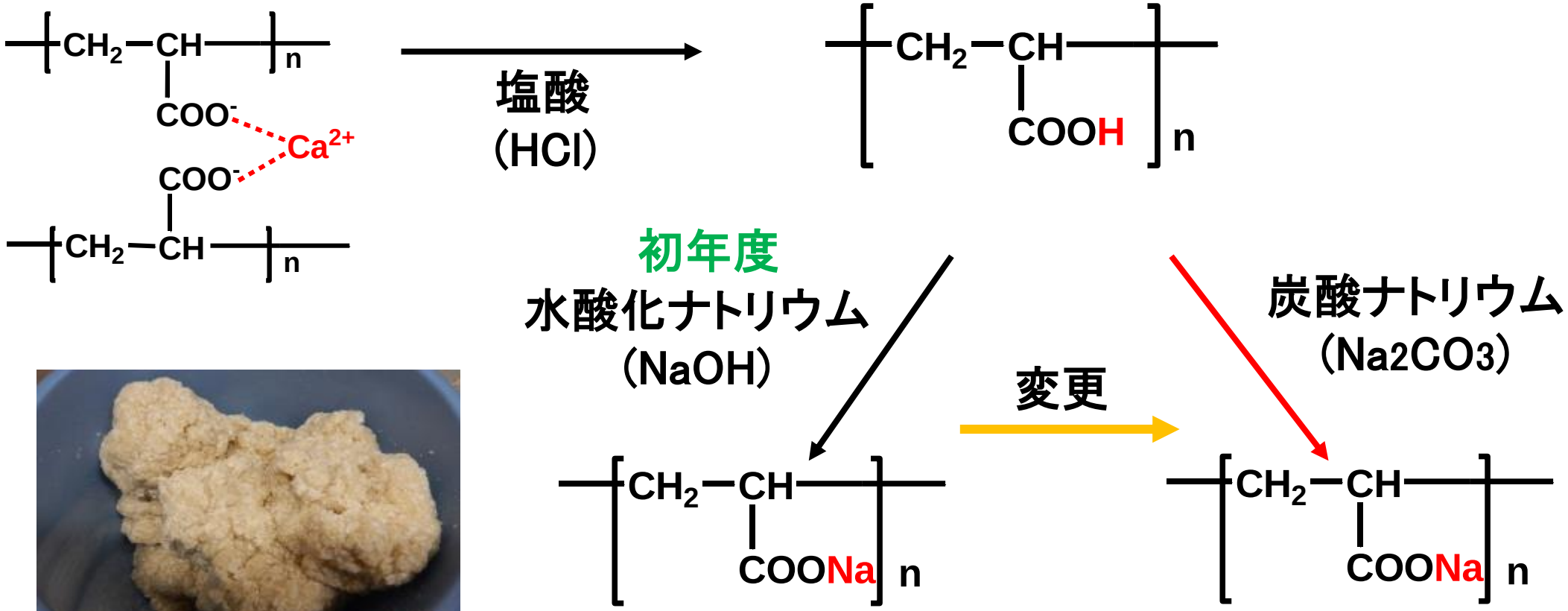


写真1　NaOHを添加したもの　鳥もち状

1．化学的検証

①CaとNaの置換方法の改善　NaOH⇒Na2CO3に変更

【結果】

・反応後はフレーク状であった

・吸水倍率135倍

図2　Na_2OH_3を添加したもの　フレーク状

	NaOH処理	Na2CO3処理
5分後	9倍	32倍
10分後	11倍	84倍
15分後	12倍	115倍
20分後	12倍	130倍
30分後	12倍	135倍

【副次的効果】

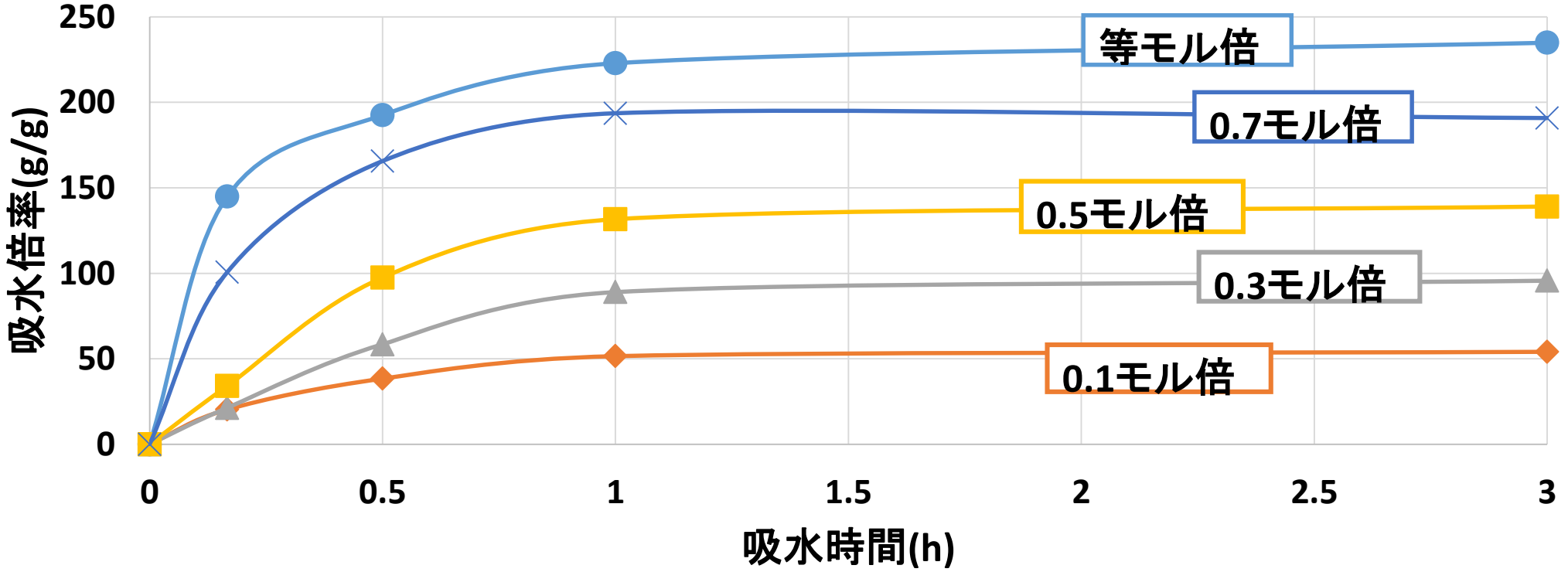
〈安全性〉劇物であるNaOH水溶液（濃度５％以上）の使用を避けることが可能

〈作業性〉水分量を低い状態に保つことによって、脱水・乾燥の労力低減

〈採算性〉使用化学薬品のコストダウン。

1．化学的検証

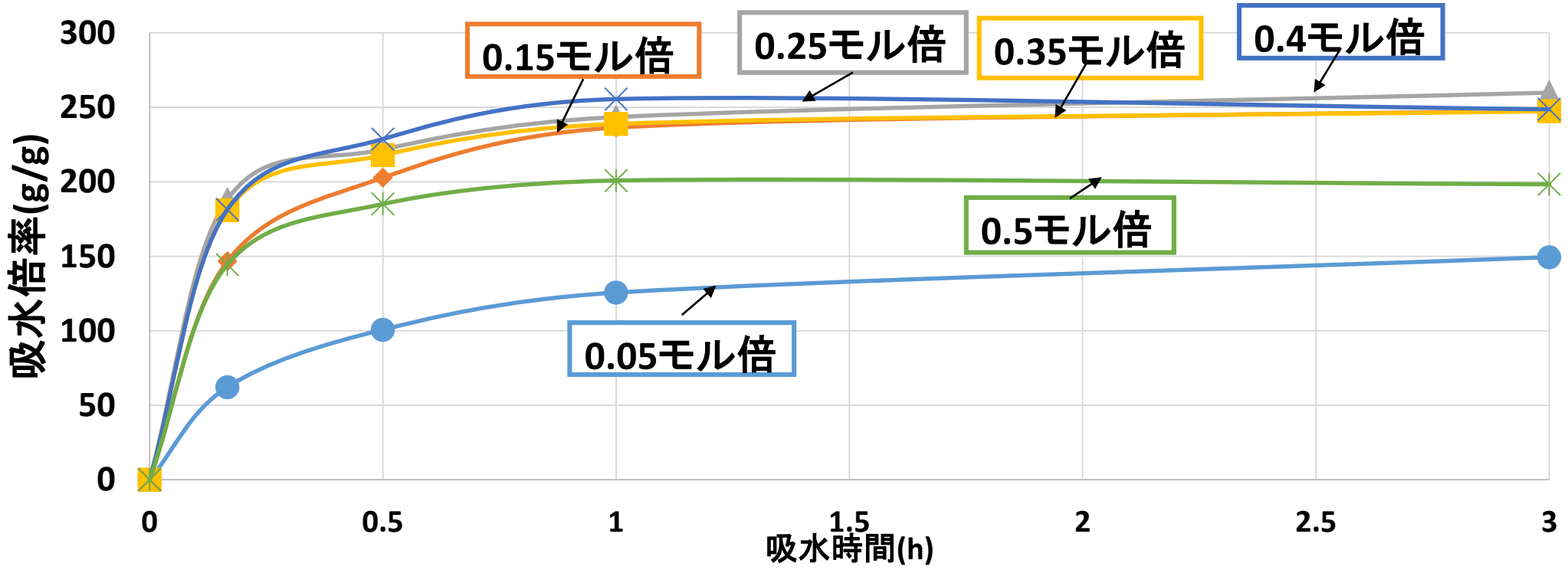
②薬品添加量の検討 （塩酸）



- 塩酸添加量を低減するとその量に応じて吸水性能が低下
- 塩酸を等モル加えた時に最も吸水 ⇨ 塩酸は等モル倍から削減不可

1．化学的検証

②薬品添加量の検討（炭酸ナトリウム）

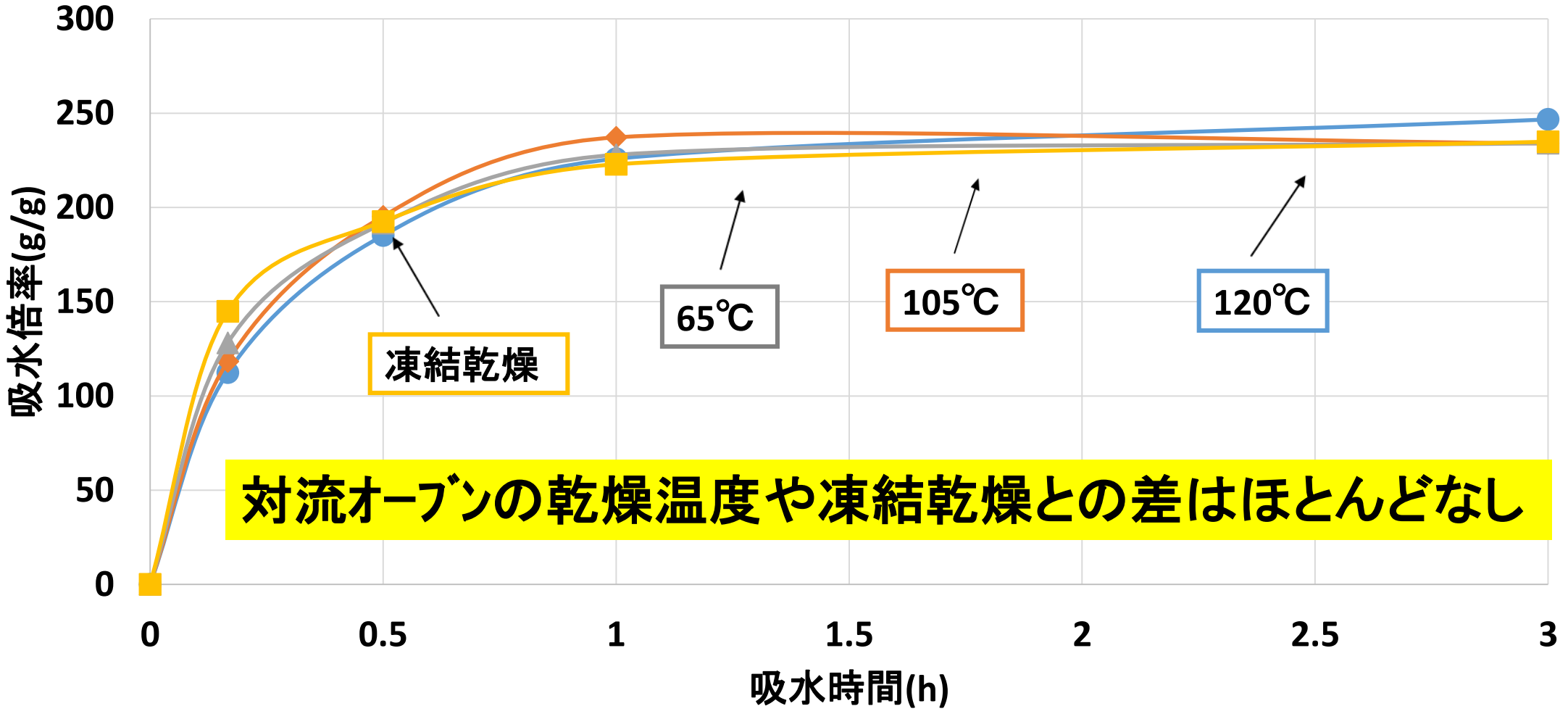


- 0.15モル倍から0.4モル倍で同等レベルの吸水性能
- 0.05モル倍になると他より低吸水

⇨ 炭酸ナトリウムは0.15モル倍まで削減可能

1．化学的検証

③乾燥方法及び温度における吸水力への影響



対流オーブンの乾燥温度や凍結乾燥との差はほとんどなし

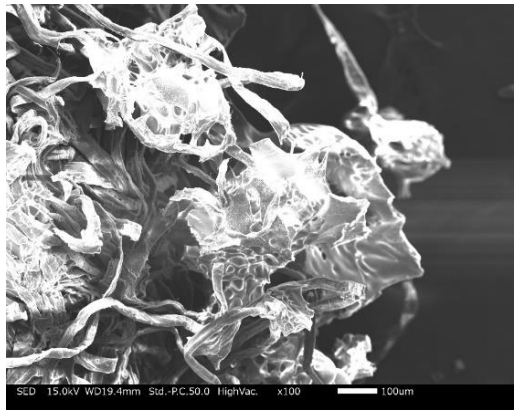
1．化学的検証

○　走査型電子顕微鏡（SEM)による観察

凍結乾燥
（ラボで容易）

⇩

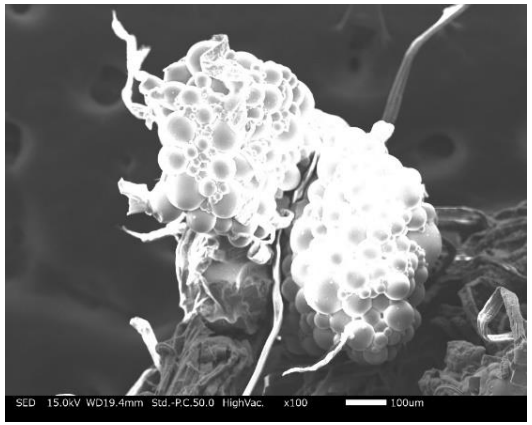
表面が
気泡状



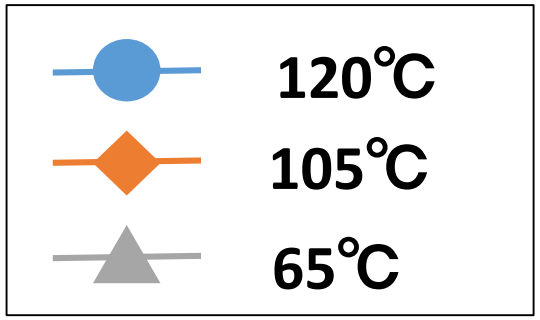
対流オーブン
（量産化が容易）

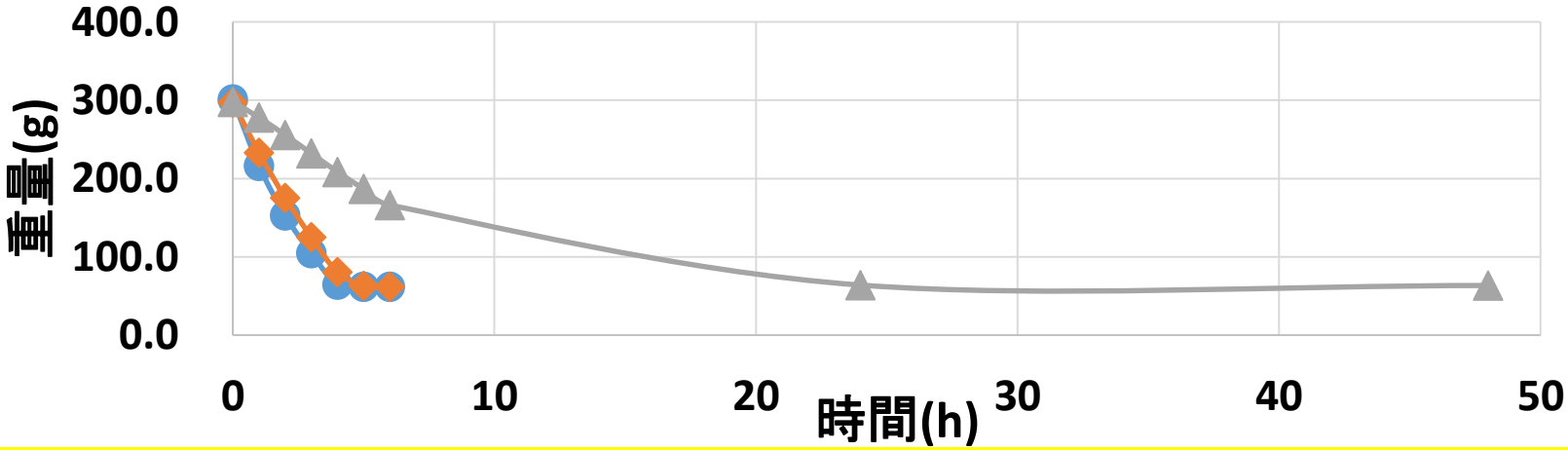
⇩

当初の
球形を維持



○　対流オーブンによる乾燥時の試料の重量変化





乾燥温度による吸水力に変化はないが、乾燥時間を考慮すると105℃～120℃が適していると考えられる。

2. 物理的検証

④吸水ポリマーの粒度と吸水力の因果関係の検証

・吸水性評価　ティーバック法（JIS K 7223に準拠）　サンプル使用量：0.2g

吸水時間	吸水倍率 (g/g)				
分後	1mm	500μ	250μ	100μ	<100μ
10	13.0	48.8	47.7	27.6	10.7
30	36.6	78.7	57.6	45.4	19.2

吸水時間30分まででは250μ～500μ位の大きさの吸水倍率が高い。
土のう袋から流出し、表面をヌルヌルさせる粒度は概ね100μ以下であった。
また、1mm以上の粒径の物は吸水力が低いが、廃棄ロス、コストを考慮すると
100μ以上1mm以下が最適と考えられる。

３．実証試験

④ミニサンプルの作成と再現性の確認

（試料）

UV剤入ブラック土のう（打込10x10）　サイズ240x300mm　重量15g

最大容量　３０００cc

再生SAP　１５g（105℃乾燥解砕）

プラ船に水を入れたものに各試料を３検体ずつ土のう袋に入れ、5分ごとの重量を計量。実際に入れる土のうで検証しております。

３．実証試験　ミニサンプルの吸水実験結果

項目	105℃解砕			解砕品	
	重量（g）			重量（g）	吸水倍率
	①	②	③	平均	
5分	601	450	464	505	32.6
10分	1396	1167	1259	1274	83.9
20分	1998	1894	2120	2004	132.6
30分	2014	1992	2164	2056	**136.0**

初年度できた再生SAPは土のう袋に入れると約１２倍程度にしか膨らまなかったが、様々な方法を検証することで約１３６倍まで吸水力を向上させることができた。

製品化への試算と課題

製品組立の試算

10枚パック製品　500袋　1ロット製造にかかる費用

1袋封入量200g/枚　総数5000枚生産

必要SAP量　乾燥時　1000kg

吸水土のう組立試算	費用
土のう袋	10円/枚
ラベル・外装費	10円/枚
薬品処理	11円/枚
脱水・乾燥費用	20円/枚（仮定）
解砕・ふるい分け	50円/枚（設備費のみ）
SAP封入・縫製費用	30円/枚
運送・産廃処理費	20円/枚
合計	**151円/枚**

（今後の課題）

解砕・ふるい分けの試算組立は設備投資が必要になるため、リスクが大きい点が問題と考える。

当面は解砕・ふるい分けの加工委託先でコストが合う所を選定することが課題。

まとめ

紙おむつリサイクル工場から排出された廃SAPの
吸水性の再生方法について検討をした結果、

↓

廃SAPから再生SAPを製造することについては目処がついたが、
商業ベースに乗せるための、脱水・乾燥、解砕・ふるい分け等
の設備投資・又委託先の選定という点で課題が残った。

まずは、脱水・乾燥・解砕・ふるい分けが低コストでできる委託先を見つけていくことが必要となります。

また、新たな用途を開発したり、形状を変えたりとすることにより商品化を検討します。