

資源・材料とエネルギー 電池製造プロセスとレオロジー

工学研究科 応用化学専攻
菰田 悦之

講義内容と評価方法

お話の内容		
1. 電池入門	2回	講義時間90分 ・ 講義 50分 ・ トピックス 20分 ・ 課題 20分
2. ねばねばの科学	3回	
3. 混ぜ方入門	3回	
4. 塗り方入門	3回	
5. 乾かし方入門	3回	

評価方法	
毎回の講義中の課題	60%
全講義終了後のレポート提出	40%

講義資料... (googleでcx11, kobe-uで検索)
<http://www2.kobe-u.ac.jp/~komoda/cx11/>

連続的な操作とは

連続式



⇒途切れることなく流れている
原料を供給し**続ける**と、製品が
排出され**続ける**

回分式(バッチ式)

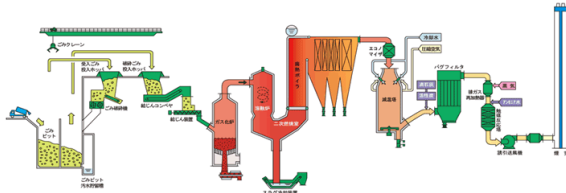


⇒各操作を断続的に繰り返す
原料投入と製品移送を繰り返す

前回の課題について...

連続式操作の例 ～安くたくさんつくる～

浄水設備, 焼却炉, ガソリン, 高分子



受入供給設備 燃焼設備 排ガス冷却設備 排ガス処理設備
www.kobelco-eco.co.jp

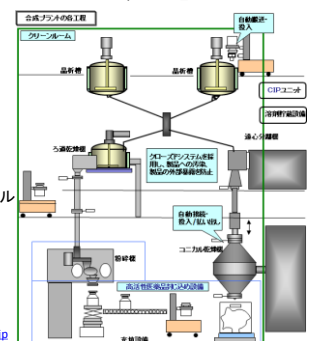
装置が常に動いている。貯留タンクが不要...
反応する割合にはバラツキがある...

製造コストが安い
高度な品質管理は難しい

回分式操作の例 ～高くてもきれいにつくりこむ～

お酒, 食品,
化粧品,
医薬品など

予備タンクが必要
大量生産に向かない
コストアップ
不純物の混入が少ない
多品種少量生産に向く
ファインケミカル



www.hitachi-pt.co.jp

練って、希釈する

(リチウム・キャパシタ・燃料電池・太陽電池などの)
電極製造用スラリーの攪拌脱泡

<http://www.kurabo.co.jp>



(1) 電極材料の固練り
“粘度の高いものの方がせん断力はより強くなる。
そこで対象物の正規配合より液体分を減らし、固練りすることで粉体の凝集をほどこことができる”



(2) 電極材料のペースト化
固練りした材料が正規配合になるよう液体分を投入し、再度攪拌する。液体分の投入を数回に分けて、徐々にペースト化(希釈)することが有効。

(3) 脱泡
ペースト化した際に脱泡できている場合もある

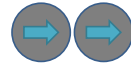
固練りについての再検証

固練り... 固体に練る 固体のように硬い流体を、練って柔らかくする操作

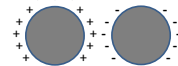
× 圧力をかける。脱水する。

× 団子状の塊を希釈する

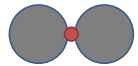
微粒子の凝集体



Van der Waals引力



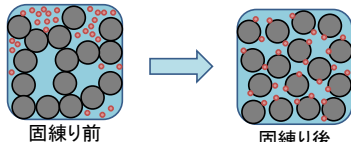
静電引力



液架橋力or
固体架橋力

⇒ 粒子同士が強く凝集したままなので、分散は難しい

レオロジー的視点からの固練り



固練り前

固練り後

前...

粒子ネットワーク形成
粒子間隙部に溶媒

... 固体的
... 固体濃度増加

強い力を加えて
分散を進める

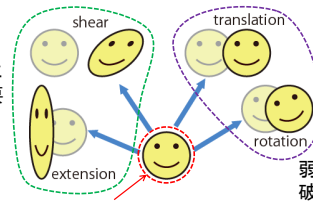
後...

粒子分散性良好

... 粘度低下
... 液体的挙動

希釈についての再検証

強い変形をいかに与えるか？が重要



固練り後の塊

弱い流れでは破壊できない

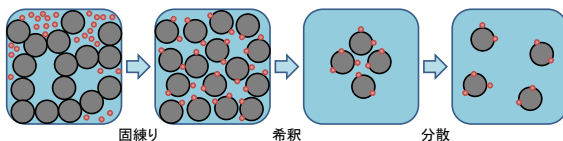
固練りと希釈の再解釈

固練り...

溶媒を加えると粘度は増大するが、固くすることは目的でない。
効率的に固液混合物に力を加えて、粒子ネットワークを破壊する
(⇒ 希薄系では印加エネルギーの多くは流動化に寄与する)

希釈...

粒子ネットワークが破壊された固液混合物を液中で破壊する
(⇒ 固練り混合物を溶液中に懸濁したのではない)



固練り

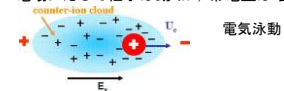
希釈

分散

学生からの提案

電気を流す
電場を印加する

電場に応じて粒子は動くが、帯電量は増えない



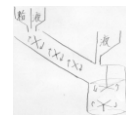
電気泳動

超音波

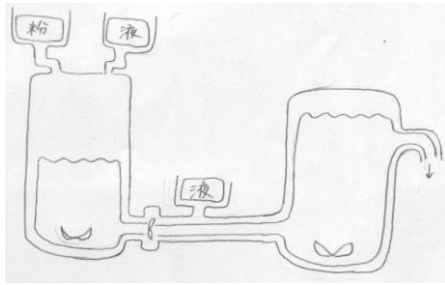
溶媒粘度が低いと振動が伝わらない

沢山の攪拌翼

流動抵抗の増大。コストアップ



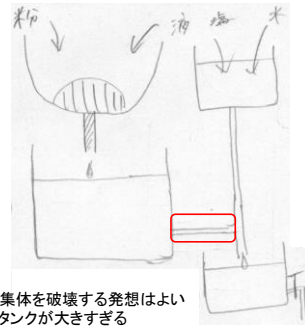
優秀賞1



攪拌装置と液供給が逆 もしくは 液供給のあとに攪拌装置があるとよかった

1204597T 湯浅さん

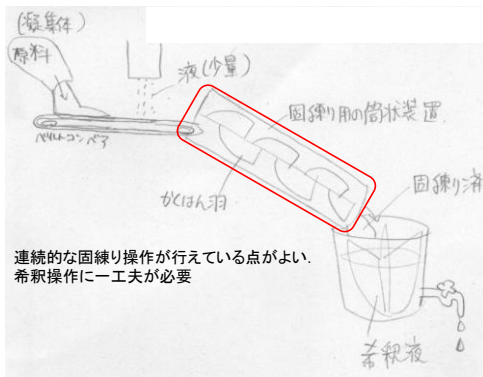
優秀賞2



細い管で凝集体を破壊する発想はよい
固練り後のタンクが大きすぎる
(効率的に凝集体が破壊できない)

1373214S 滝田さん

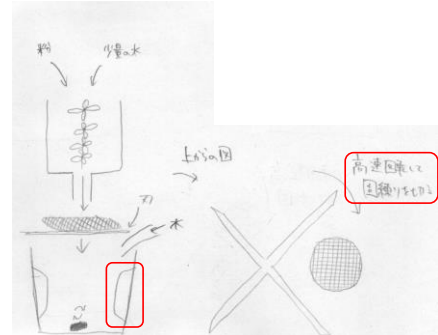
優秀賞3



連続的な固練り操作が行えている点がよく、
希釈操作に一工夫が必要

1353215S 田寺さん

最優秀賞



攪拌翼と壁の距離がもっと近いと効率的に固練りができるはず

1323208S 加賀谷君

電池電極用スラリーを混ぜるために

電極用スラリーの組成

- ・導電材料 … 粒子
- ・分散媒 … 水or有機溶媒
- ・高分子 … 粒子結合剤

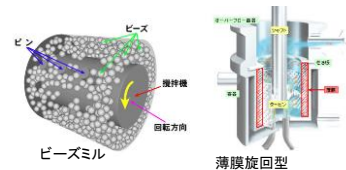
機械的エネルギーを効率的
に利用して粒子分散を行う

⇒効率的にせん断もしくは
伸長変形を与える

⇒粒子の分散安定化
にも寄与する

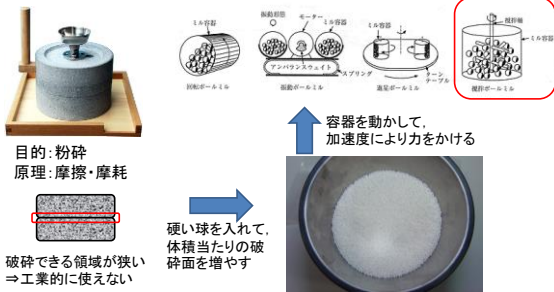
溶媒の電気的性質によって
分散安定性が変化する

混ぜ方入門3



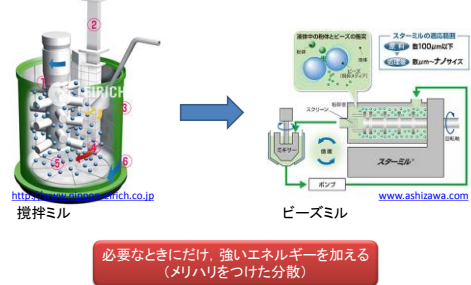
ミルを使った分散

ミル(mill)・・・製粉所(windmill), 粉砕器(coffee mill), 製粉機



湿式ミル分散

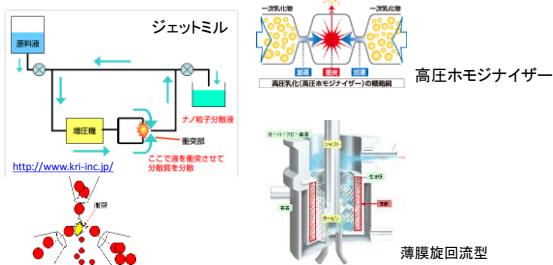
力を加える方法... 容器の動き(乾式) → 液の流れ(湿式)



メディアフリー分散

メディア・・・媒体のこと. 分散操作では分散に使う球のことを指す

メディアフリー……球なし分散。球は抜き取る必要があり手間になり、連続操作ができない



電池電極スラリーを混ぜるには...

これまでは...



- ・多段階の操作は、基本的に連続操作に向かない
- ・固練りの状態に応じて希釈の仕方を調整
- ・スケールアップ(大量生産への転用)が難しい

これからは...



- ・高せん断分散だけに注意すればよい
- ・大量生産時は分散器の数だけ増やせばよい

本日のまとめ

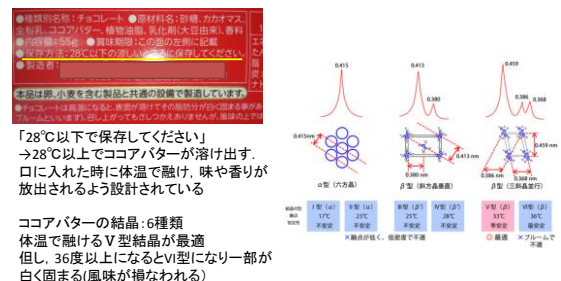
投入したエネルギーを効果的に凝集体破壊に利用する手立てが必要

高濃度化(固練り)はその一つの解ではあるが、装置負荷の大きさ、スケールアップの難しさ、連続プロセスへの適応性が低い。

また、希釈後に投入されるエネルギーの多くは流体の流動化に利用されて、固練り状態の凝集体破壊作用はあまりない

- ・装置が小さい ⇒ 必要な最大動力が小さい
- ⇒ スケールアップが容易(ナンバリングアップと呼ぶ)
- ・空間が小さい ⇒ 流動化に使われるエネルギーが小さい
- ⇒ 連続プロセスに組み込むことが可能

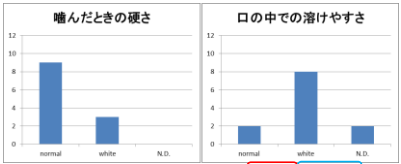
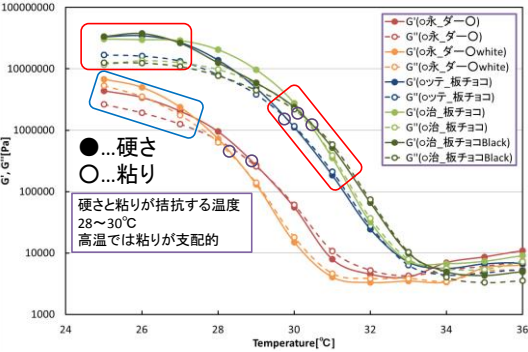
チョコレートのリオロジー



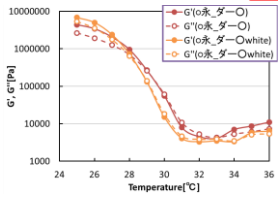
▶ 溶ける前と溶けた時のレオロジー変化を調べよう！

板チョコは低温では硬さが支配的。温度によってあまり変化なし。
28℃以上から急激に柔らかくなる傾向あり。

ソフトチョコは低温から徐々に柔らかくなる



⇒「ダーOwhite」の方が、柔らかく溶けにくい印象



⇒「ダーOwhite」の方が、僅かに硬く 高温では柔らかくなる

課題 (2013.6.5)

学籍番号 _____ 氏名 _____

○ 粒子が分散された液(スラリー)を連続的にロール状の金属箔に1秒間あたり長さ1m、幅10cm、厚さ0.1mmで塗りつけた。どのような装置を設計をすればよいか、図と文章で説明しなさい。

課題 (2013.6.5)

学籍番号 _____ 氏名 _____

○ 粒子が分散された液(スラリー)を連続的にロール状の金属箔に1秒間あたり長さ1m、幅10cm、厚さ0.1mmで塗りつけた。どのような装置を設計をすればよいか、図と文章で説明しなさい。