



# 液中微粒子分散状態の可逆的制御技術

兵庫県立大学大学院工学研究科 佐藤根 大士

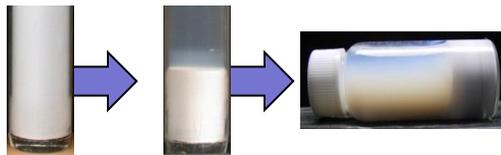
これまでの凝集剤添加法では原則不可能であった、凝集状態と分散状態とを可逆的に制御可能な微粒子凝集技術の開発に成功した。食品、化粧品、水処理プロセスなどの幅広い分野への応用が期待される。

## <制御法その1>

### イオン架橋を利用した可逆的制御技術

#### スラリー状製品共通の問題

粉と媒液の間には、たいていの場合密度差が存在  
粉の方が密度が大きいため、静置すると沈む  
しかも簡単にはもとに戻らない



日焼け止めをちゃんと振らずに使ったら、  
透明な液だけ出てきた経験ありませんか？  
もちろんそれを塗っても効果はありません

#### 先人の知恵に頼る！

目をつけたのが ... 豆腐と豆乳！



豆乳ににがりを加えると豆腐になる  
豆乳と豆腐の粒子濃度はほぼ同じ  
にがりの量でカチカチになったり  
逆に固まらなかったりする

#### コンセプト

うまくやると緩く固まって  
静置時は豆腐⇔振ると豆乳になる!?



粒子表面を豆乳粒子表面と同じ状態にすれば、  
にがりを添加すると同じことが起こるはず！  
静置時は固体(ゲル)、軽い振盪で液体に！  
静置時は『豆腐』なのに使うときは『豆乳』！

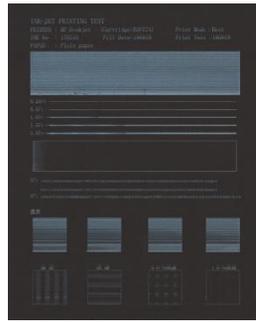
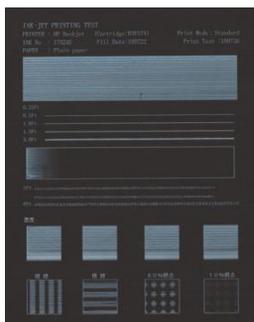
#### 可逆的分散制御に成功！

実際にやってみると... 傾けても流れない！



初期状態 にがりを添加 傾けても流れない！  
しかも可逆的！  
軽く振ったら液状に！  
しかも静置すれば戻る！

#### インクジェットやシート成形まで幅広く応用可能！



調製直後のスラリーを用いた印刷サンプル 40日後のスラリーを用いた印刷サンプル

軽い振盪で印刷や加飾成形も可能

<関連特許・論文> 特開2017-242973粉末分散組成物  
佐藤根ら, 添加イオン種が粒子表面に吸着した高分子電解質のイオン架橋に及ぼす影響,  
粉体工学会誌 56(9), 496-500, 2019

兵庫県立大学大学院工学研究科 佐藤根 大士 satone@eng.u-hyogo.ac.jp  
[https://www.eng.u-hyogo.ac.jp/faculty/kagaku\\_professor/hiroshi\\_satone/index.html](https://www.eng.u-hyogo.ac.jp/faculty/kagaku_professor/hiroshi_satone/index.html)

# ＜もう一つの制御法＞

## 高分子の圧力応答性を利用した可逆的制御技術

水処理、排水からの  
金・銀・レアメタル回収など

沈降堆積時には凝集  
→堆積後に再分散

重力沈降分離



長いと1ヶ月以上要するので  
凝集剤を添加して堆積を促進  
しかし

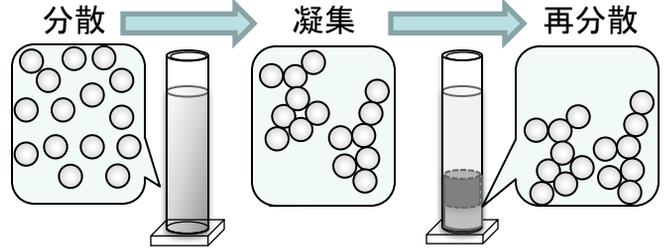
凝集剤を含んだ堆積物は  
含水率が高く、後処理コストが高い

理想的には



重力沈降時

堆積後の後処理時



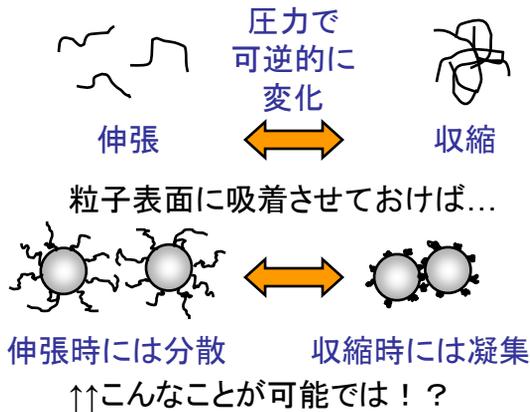
沈降速度の増加

堆積物の密度増加

相反するため、両立は困難

### コンセプト

高分子電解質側鎖の溶解度の  
圧力応答性を利用

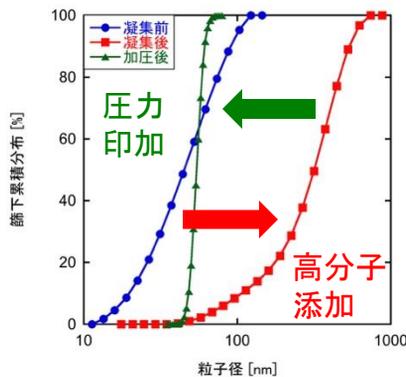


### 圧力制御による 可逆的な凝集に成功！

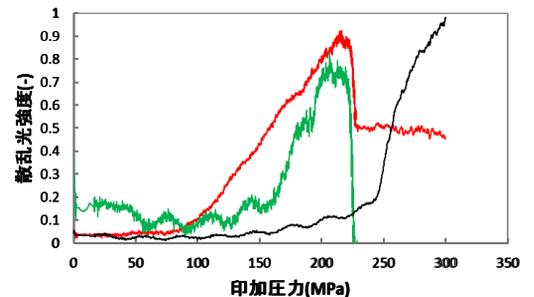


### 凝集・分散を好きなタイミングで変えられる！！！！

スルホン酸系の  
(加圧により分散)  
高分子を使用した  
粒子径の変化



必要圧力は高分子で変えられる



＜関連特許・論文＞特開2016-104466ナノ粒子回収方法

佐藤根ら、高分子側鎖溶解度の圧力依存性を利用した粒子の可逆的分散凝集制御、  
粉体工学誌 54(11), 720-724, 2017

兵庫県立大学大学院工学研究科 佐藤根 大士 satone@eng.u-hyogo.ac.jp

[https://www.eng.u-hyogo.ac.jp/faculty/kagaku\\_professor/hiroshi\\_satone/index.html](https://www.eng.u-hyogo.ac.jp/faculty/kagaku_professor/hiroshi_satone/index.html)