

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

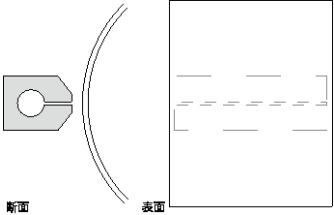
講義内容と評価方法

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

課題 (2013.6.19)

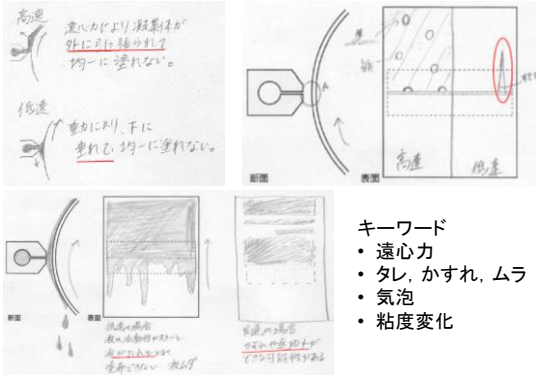
学籍番号 _____ 氏名 _____

○ スロットダイコートにおいて、ロール回転速度を高速もしくは低速で操作したときに生じる望ましくない現象について絵を描いて説明しなさい。



塗り方入門3

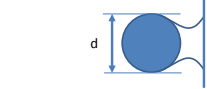
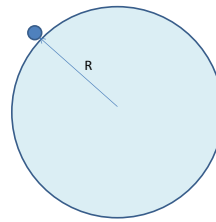
受講者の予想



✗ 遠心力の効果

遠心力で飛び散る...との回答多数

本当に飛び散るのか？



$$\frac{\pi d^3}{6} \rho R \omega^2 = \pi d \sigma (\text{界面張力})$$

R=10cm, d=1mm, 液体は水とすると
ω=4000rpm 塗布速度: 150km/h

R=50cm, d=1mm, 液体は水とすると
ω=1800rpm 塗布速度: 335km/h

⇒ 遠心力で飛び散る可能性は低い

気液界面の安定性



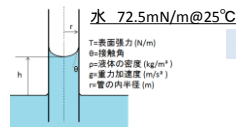
二つの風船の総表面積を減らすような挙動が見られる

界面積は少ない方が安定

界面積を減らすのに必要なエネルギー
= 界面張力 [J/m²] = [N/m]

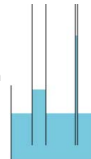
界面張力の大きさ

接触界面の長さ × 界面張力 = 界面に働く力

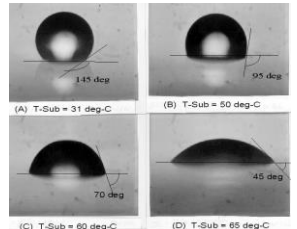


$$\pi r^2 \rho g h = 2 \pi r T \cos \theta$$

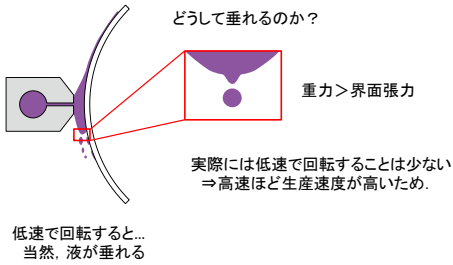
接触角=5° なら...
h=1.5mm@r=1cm
h=1.5cm@r=1mm
h=1.5m@r=0.01mm



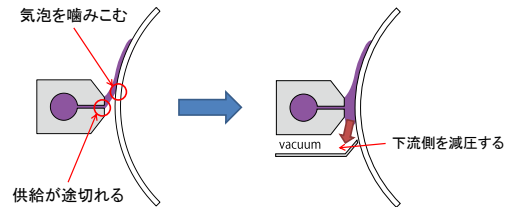
接触角



塗布における界面張力の重要性



気液界面の安定化



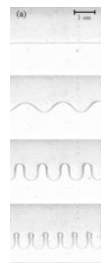
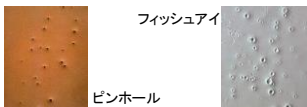
高速塗布時のトラブル

「塗布とは、基材上の空気を塗料で置き換える操作である」



高速な塗布

- 塗料と空気の置き換えが間に合わない
⇒ 塗膜中に空気が残存する
- 塗料の動きが早過ぎる
⇒ 塗膜面が均一にならない



Lopez&Rosen(2002)

気泡同伴

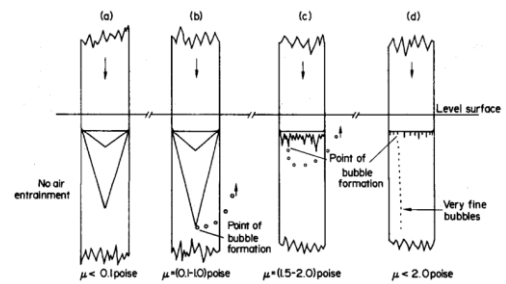
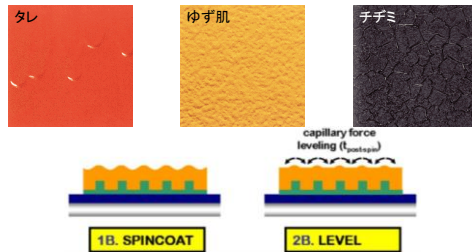


Fig. 3. The nature of air entrainment as a function of fluid viscosity.

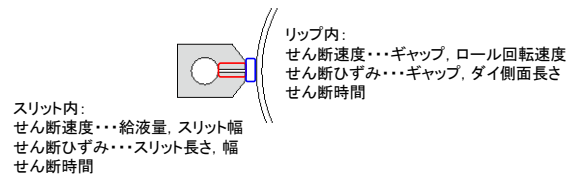
Burley&Kennedy,CES(1976)

塗布欠陥



塗布時に形成される凹凸はレベリングで回復することがある
 ⇒ 界面張力と粘弾性によって支配される
 多くの塗布欠陥は、乾燥過程において形成・固定化される

スリットとリップ内の粘度変化



スリット内のせん断が支配的
 (出てからはあまり凝集体破壊はない)

リップ部の滞留時間は短い
 (その間に急激な再凝集, 粘度増加は少ない)

本日のまとめ

塗布操作は、基材上の空気を液体に置き換える操作である

このため、液中への気泡の取り込みや気液界面が不安定になる

気液界面の不安定性には、液体の粘弾性のみならず界面張力が影響する

塗布欠陥は、乾燥工程において発現・固定化される