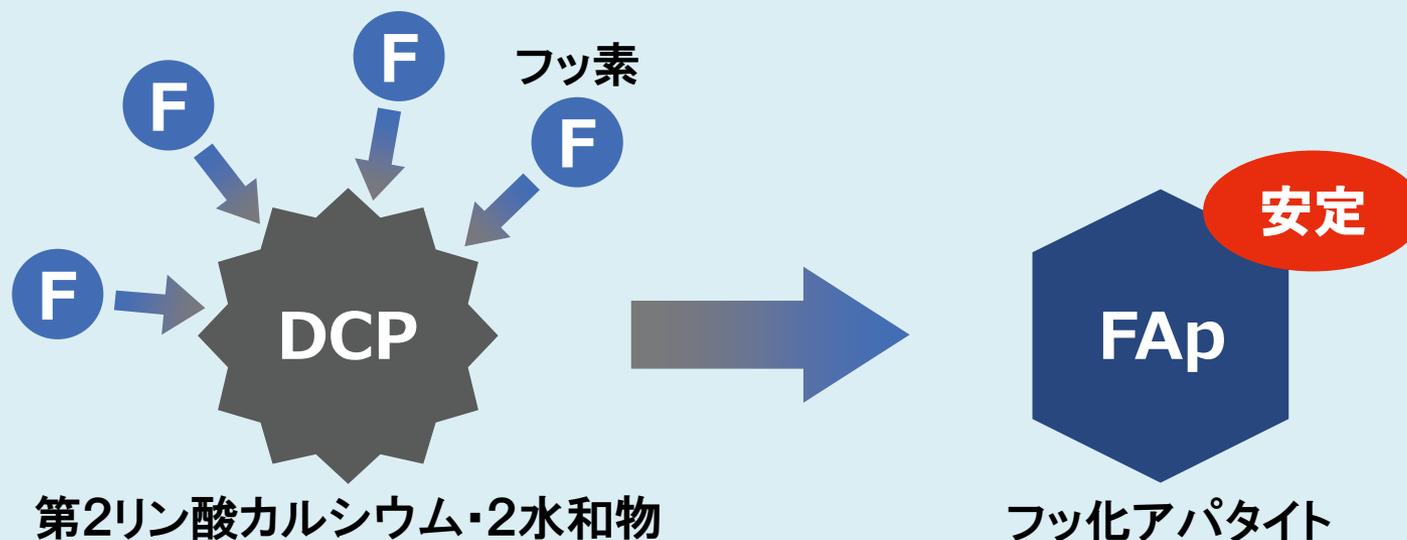


富山高等専門学校との  
DCP(第2リン酸カルシウム)の  
有効利用に関する共同研究

DCPは水に溶出したフッ素と反応し、  
安定なフッ化アパタイト(FAp)を生成する



土壌、排水中のフッ素固定化剤として利用可能

フッ素：環境省より第二種特定有害物質に指定、規制対象

2015年～2018年

富山高等専門学校 袋布 昌幹 教授、豊嶋 剛司 准教授との共同研究によりDCP高付加価値化を目指した。

## 研究目的

DCPによる土壌、排水中のフッ化物イオン固定化

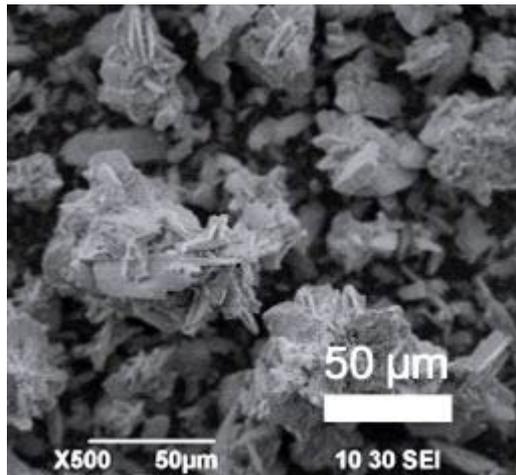
## 研究内容

- ① 当社／他社DCP 粉体としての差異
- ② 粉体として優れた性状の定量化
- ③ 粉体として優れた性状のDCP合成方法

## ① 当社／他社DCP 粉体としての差異

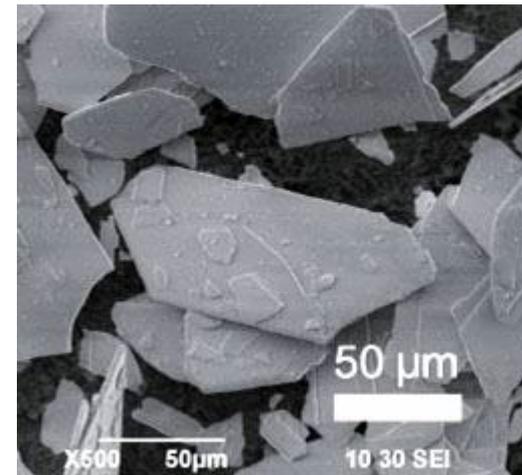
SEM観察：当社品と他社品DCPでは粒子形状が大きく異なる

### 当社品



微細な板が幾層にも重なった形状  
(花卉状)

### 他社品



1値枚の平たい板のような形状  
(平板状)

## 花卉状の粒子形状が粉体として優れる理由と予想

注) SEM: 走査電子顕微鏡

## ② 粉体として優れた性状の定量化

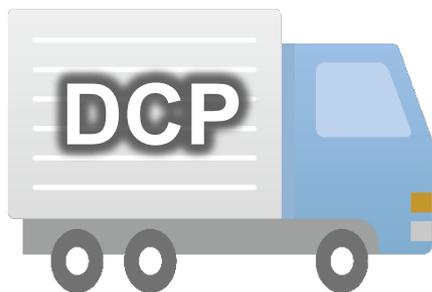
富山高等専門学校 豊嶋 准教授と共著にて論文発表  
(2018) Improving the properties of dicalcium phosphate dihydrate (DCPD) powder by changing the morphology, Journal of the Ceramic Society of Japan

### 求められる性状

#### 輸送時

i 流動性

ii かさ密度



### 想定される使用環境

工場

鉱山、トンネル掘削



排水

跡地

掘削土

排水処理

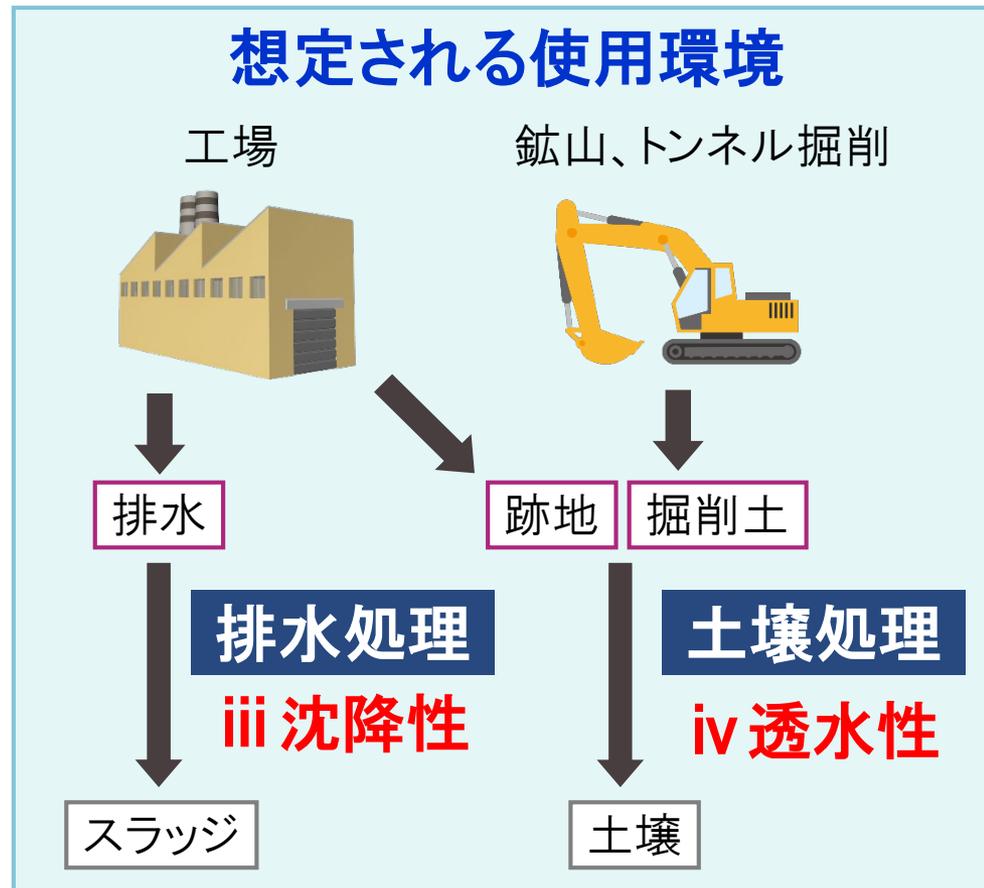
土壌処理

iii 沈降性

iv 透水性

スラッジ

土壌



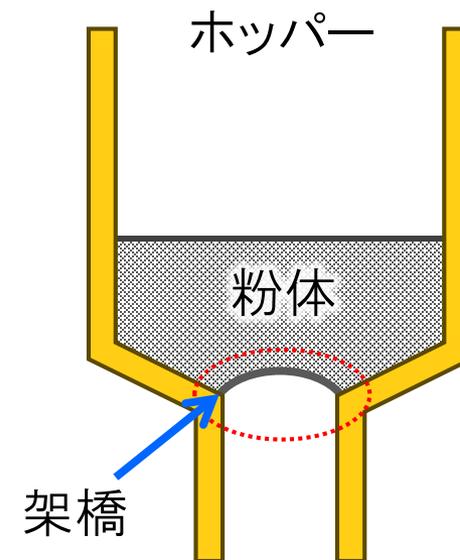
## ② 粉体として優れた性状の定量化

### i 流動性

流動性が低いとホッパーで架橋を形成し排出性が悪いため、バイブレーターなど対策が必要

#### 方法

Carrの流動性指数：  
粉体の流動性を総合的に評価した数値



流動性指数	流動性の程度	架橋防止対策
90～100	最も良好	不必要
80～89	良好	不必要
70～79	かなり良好	バイブレーターが必要な場合がある
60～69	普通	限界点、架橋あり
40～59	あまり良くない	必要
20～39	不良	強力な対策が必要
0～19	非常に悪い	特別な装置と技術が必要

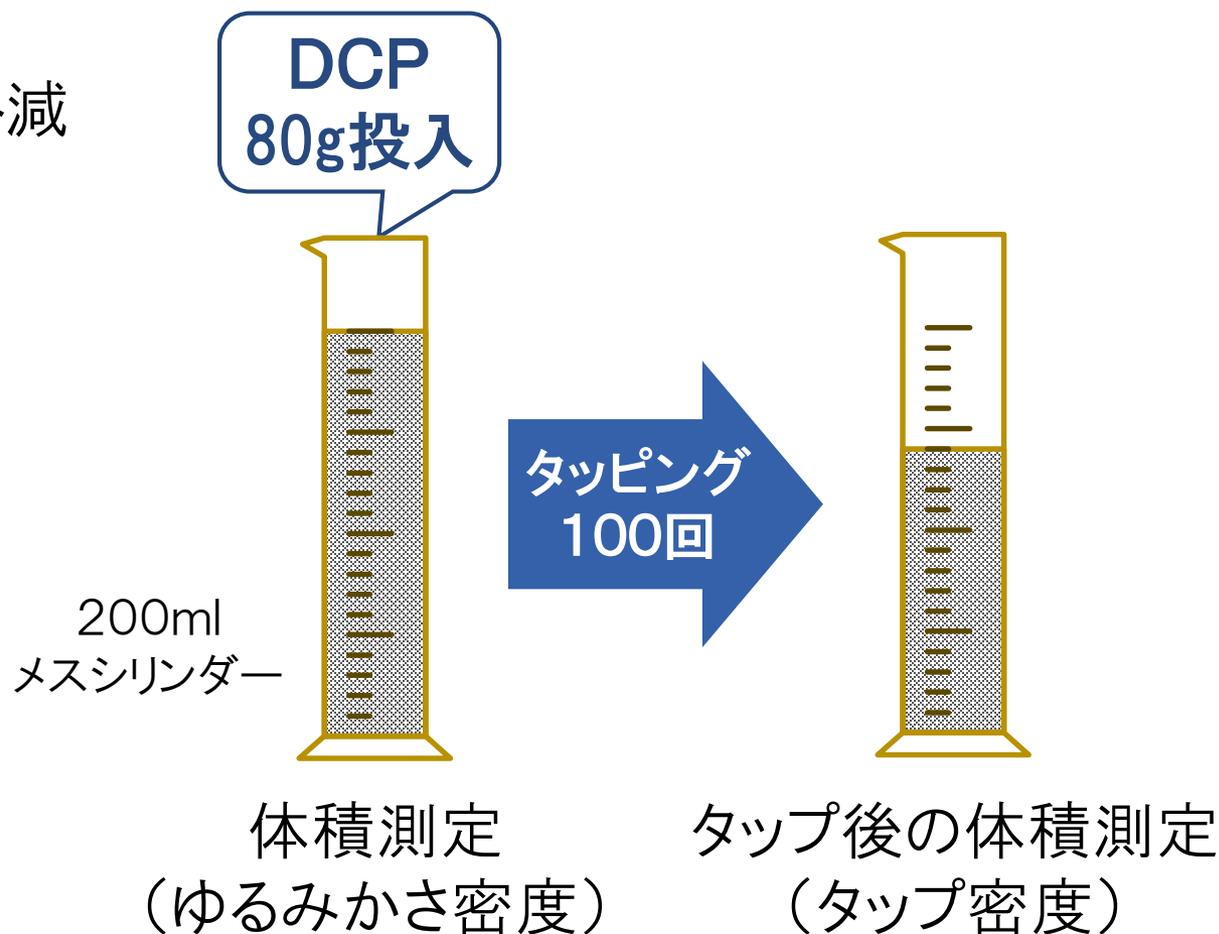
## ② 粉体として優れた性状の定量化

### ii かさ密度

高いほど輸送コスト減

#### 方法

JIS R1628により  
ゆるみかさ密度、  
タップ密度測定



## ② 粉体として優れた性状の定量化

### iii 沈降性

高いほど、排水処理後の排水とDCP(FAP)の分離が容易

#### 方法

JIS A0204により  
沈降性測定

DCPと水を混合したスラリー  
をメスシリンダーに入れ、  
静置沈殿の体積を毎分記録  
し、沈降速度算出



静置



## ② 粉体として優れた性状の定量化

### iv 透水性

高いほど、土壌への混合時にフッ素含有水を通しやすく処理効率が高い

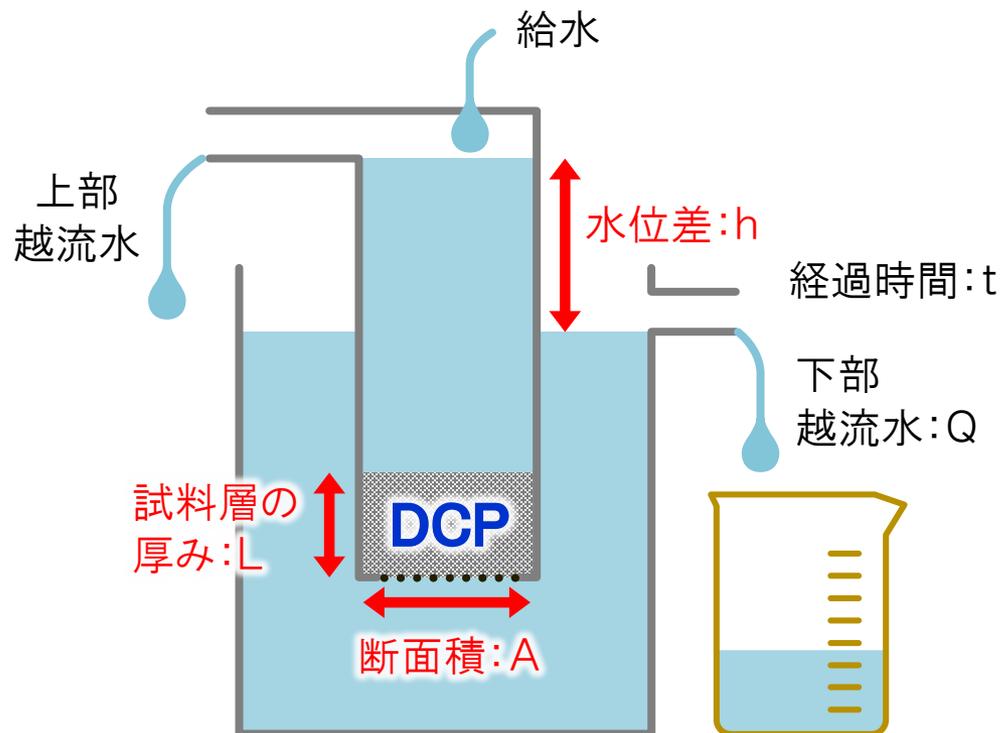
#### 方法

JIS A1218により  
透水性測定

透水係数

$$Kt = L \cdot Q / (h \cdot A \cdot t)$$

高いほど水をよく通す



## ② 粉体として優れた性状の定量化

### 結果

i ~ iv 全項目で当社品の優位性を数値で確認 → 定量化成功

	当社品	他社品
i 流動性 (Carrの流動性指数)	81	62
ii ゆるみかさ密度 / タップ密度 (g/ml)	0.619 / 0.845	0.470 / 0.803
iii 沈降速度 (ml/s)	1.04	0.84
iv 透水係数 ( $\mu\text{m/s}$ )	2.22	2.03

### (再掲)

i 流動性

Carrの流動性指数

流動性指数	流動性の程度	架橋防止対策	
80~89	良好	不必要	← 当社品
60~69	普通	限界点、架橋あり	← 他社品

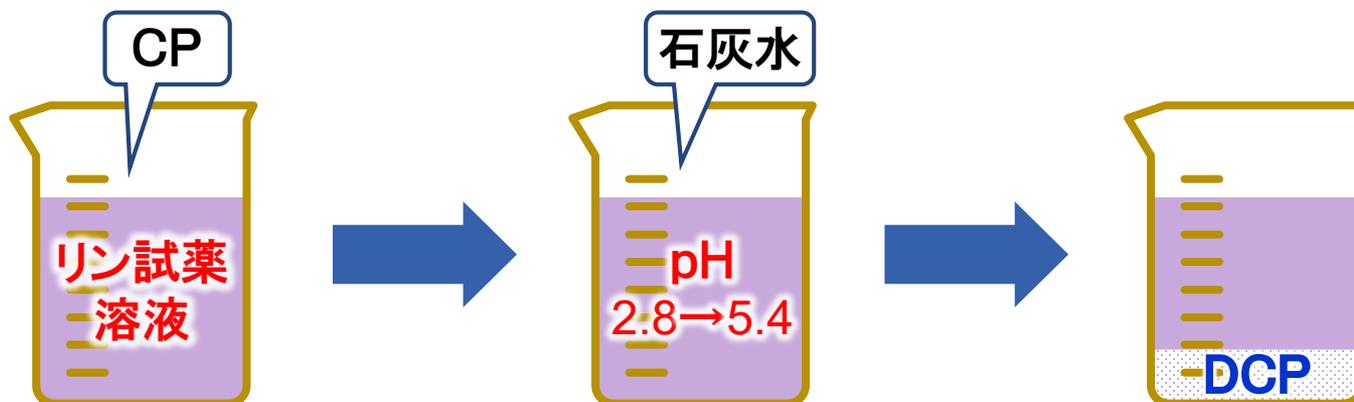
## ③ 優れた性状のDCP合成方法の検討

なぜ当社品は花弁状粒子となるのか？[検証]

- 一般的な他社DCP : リン鉱石由来のほぼ純粋なリンより製造
- 当社DCP : 牛骨を脱灰したMCP液より合成  
MCP液にはコラーゲンが溶出(1300ppm)  
→花弁状DCP合成の要因？

### 方法

リン試薬溶液にコラーゲンペプチドを溶解した系でDCPを合成



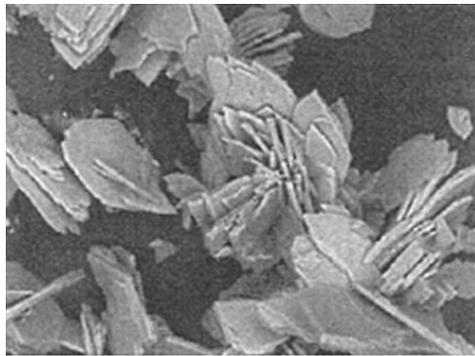
リン試薬溶液に  
コラーゲンペプチド添加

石灰水でpHを  
徐々に上げる

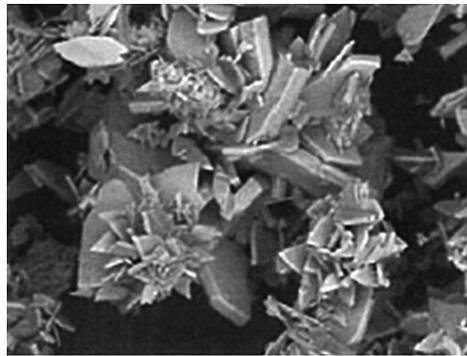
DCPが析出、  
乾燥し、SEMで観察

## 結果

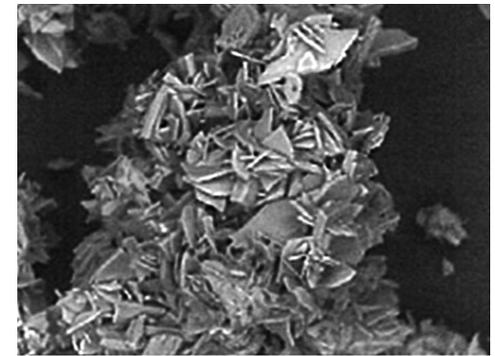
コラーゲンペプチド存在下で合成されたDCP粒子が花卉状に近づいた  
→反応系中のコラーゲンが花卉状粒子合成を促す



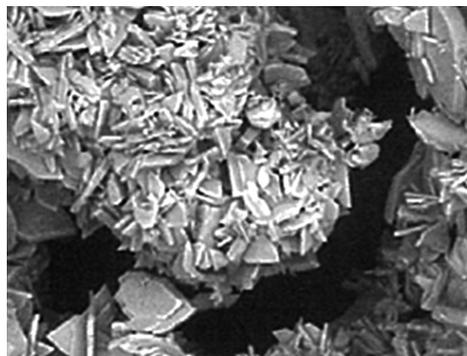
リン試薬 control



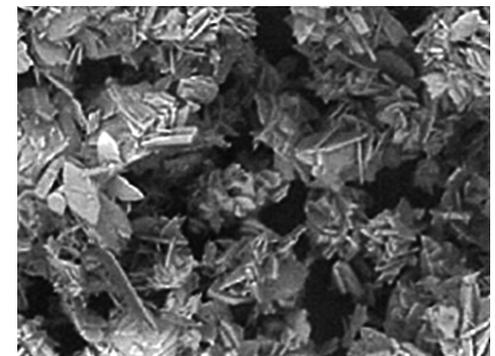
50 ppm



500 ppm

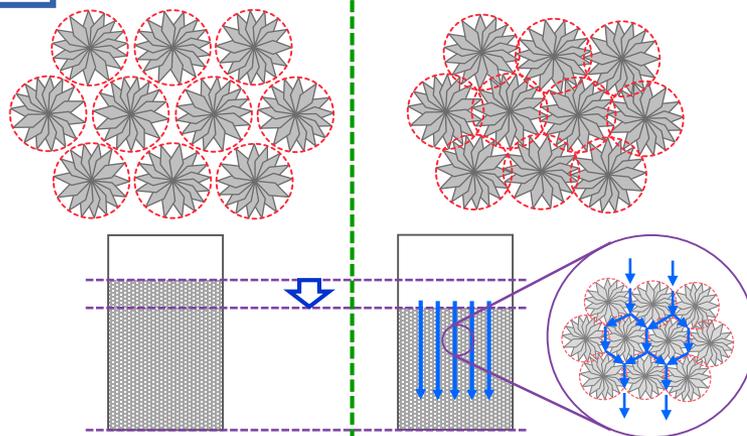


2,500 ppm

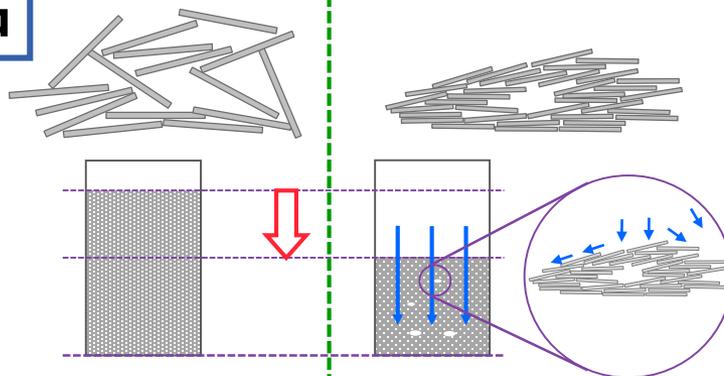


5,000 ppm

## 当社品



## 他社品



## 考察

花弁状粒子は平板状粒子と比べ、

- 球形に近いため流動性、沈降性高い
- 不均一に折り重なることがないためタツプ無しで高密度の充填可能
- 高密度でも粒子間に透水可能な隙間を保つ

高密度でかさばらず、透水性を確保できることが当社品の優位性