

島津サイエンス東日本主催 オンラインセミナー  
『バッテリーウィークWebinar2023』

液体、ゲルそして粉末まで、  
万物を混ぜる「カクハンター」とその実施例

(株)写真化学 プロダクトカンパニー  
坂田徹也

Ver. June ,2023

1. 会社紹介
2. 技術説明
3. 攪拌事例のご紹介
4. 製品のご紹介
5. サービスのご案内





- 社名 株式会社 写真化学
- 創業 明治初年 会社設立は1934年（昭和9年）
- 事業所 本社 京都市  
拠点 京都、東京、大阪、名古屋、**滋賀（草津市）**
- 代表者 代表取締役社長 西村 仁志
- 社員数 220名
- 主な事業内容

## **プロダクトカンパニー**

攪拌脱泡装置・各種製造機器・システムの開発・設計・製造・販売

## **メディアカンパニー**

販売促進に関するトータルサポート：印刷、グラフィックデザイン、WEB、映像、スペースデザイン等  
業務支援システム開発、衛星画像・ARナビシステム関連事業

## **ヘルスケア事業本部**

感染対策・看護業務支援製品の輸入・企画ならびに販売

## **プリンテッドエレクトロニクス**

オフセット印刷方式による電子デバイス向け高精度印刷システム開発



公転自転攪拌脱泡装置  
**Kakuhunter**

**混ぜる**  
攪拌脱泡

**造る**  
3D造形



高精細光造形装置

各種製造機器・システム開発

お客様の未来をカタチに

 **SHASHIN KAGAKU**  
PRODUCT COMPANY

**測る**  
検査・計測



精密自動測長機

**流す**  
ファクトリー  
オートメーション



組立自動化設備

**分ける**  
粉体

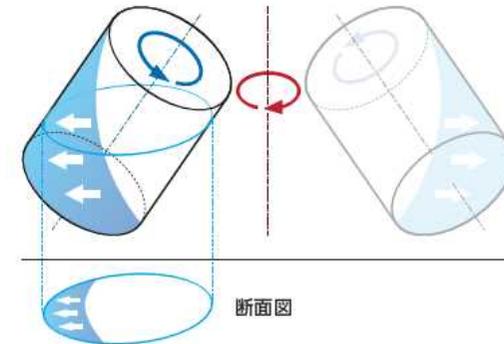


粉体プラント



ハイプレック分級機

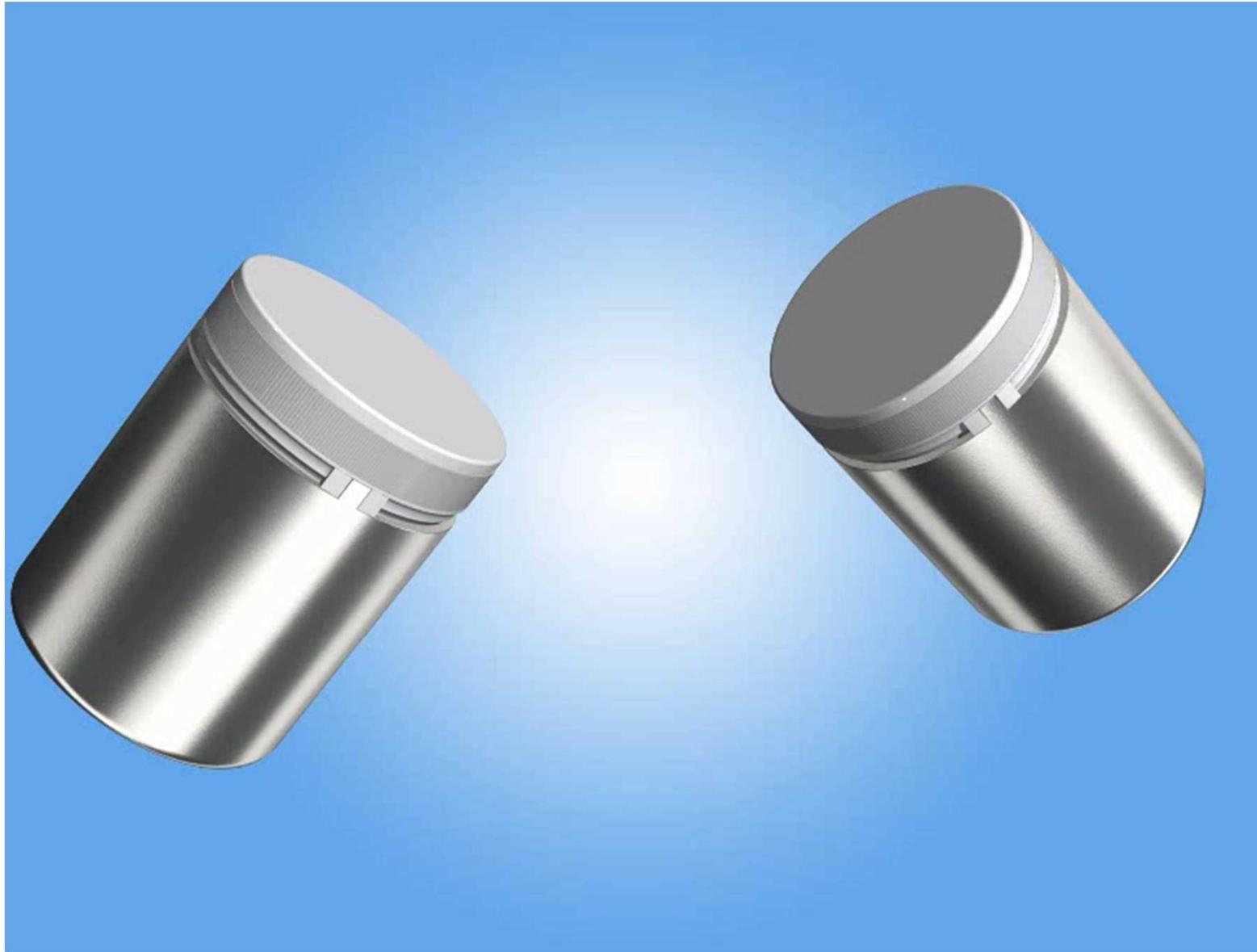
1. 会社紹介
- 2. 技術説明**
3. 攪拌事例のご紹介
4. 製品のご紹介
5. サービスのご案内



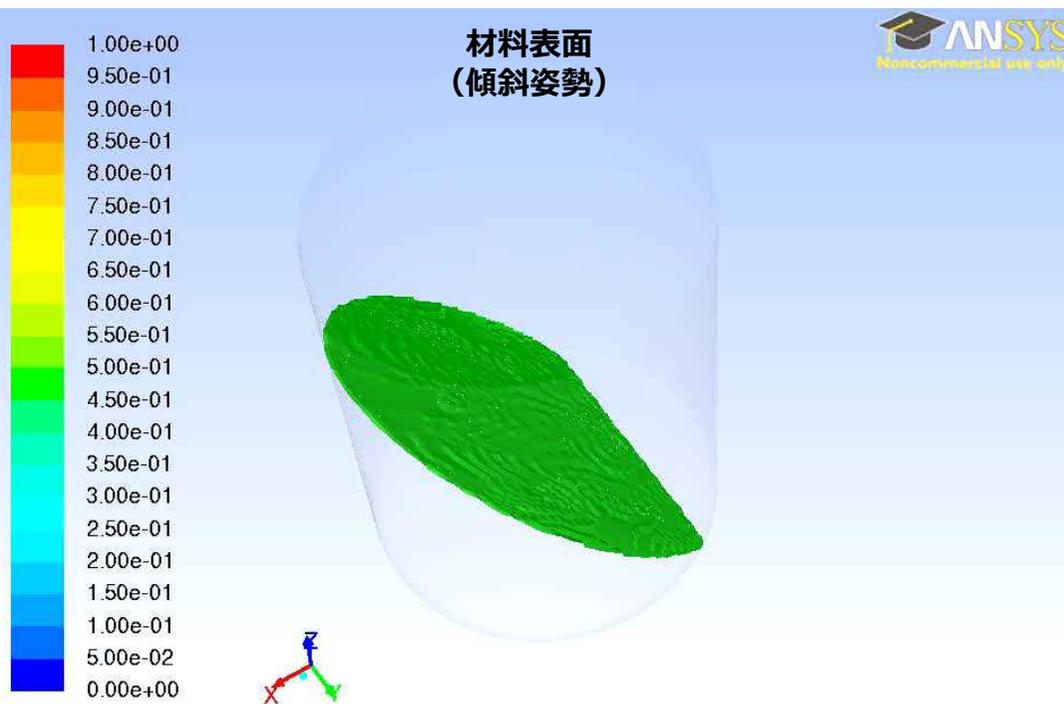
公転の遠心力により材料を容器の側壁に押し当て、自転により容器側壁と材料との間にせん断力を生じさせて攪拌します。



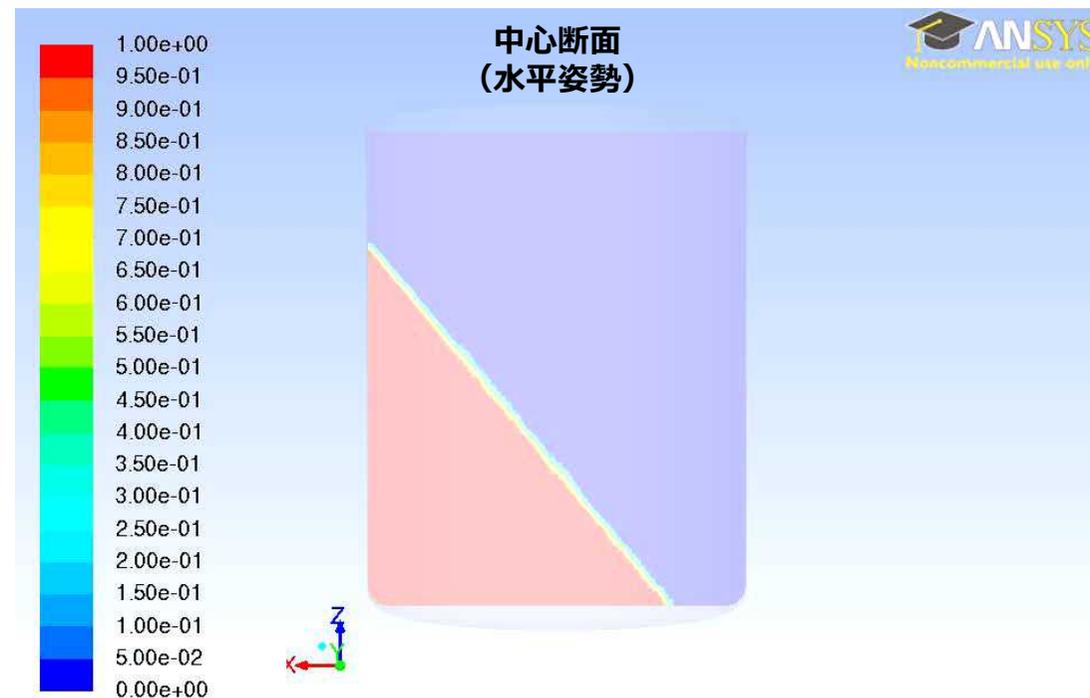
## 公転・自転方式の攪拌メカニズム（アニメーション）



自転に公転の遠心力をプラスすることで材料を容器の側壁に押し当て、  
自転作用により容器側壁と材料との間でせん断力を発生させて攪拌します。  
また、低粘度の材料は渦によっても攪拌されます。



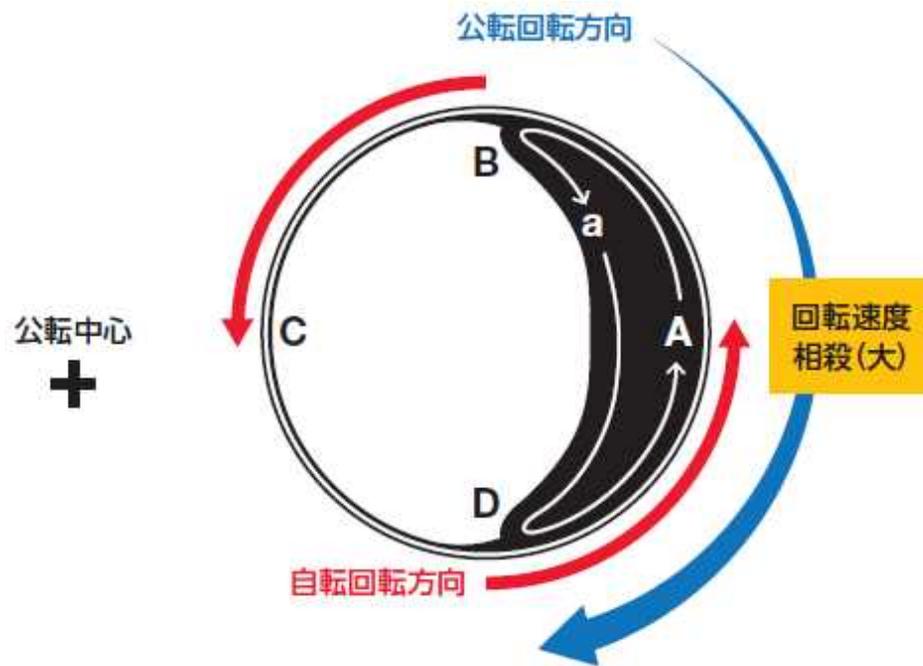
Contours of Volume fraction (silicon) (Time=5.0000e-05) Mar 24, 2013  
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, vof, lam, transient)



Contours of Volume fraction (silicon) (Time=5.0000e-05) Mar 24, 2013  
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, vof, lam, transient)

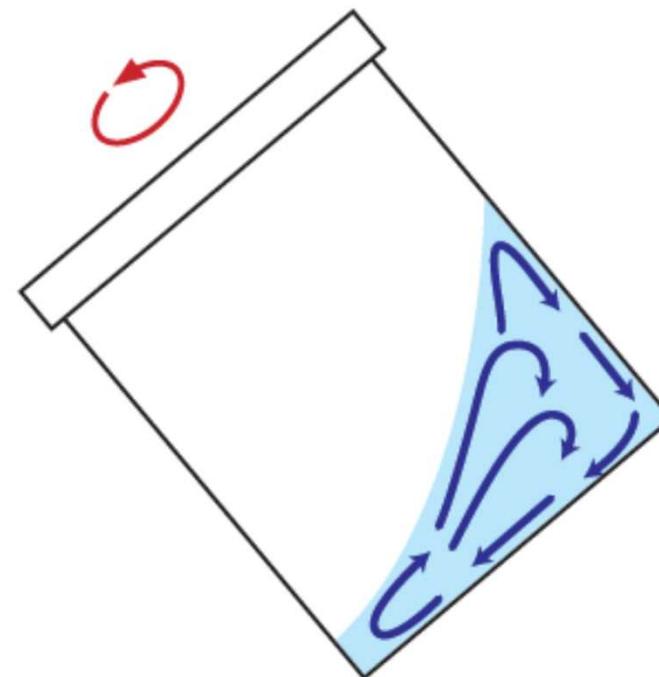
資料  
立命館大学工学部 機械工学科  
教授・工学博士 大上芳文 様

# 公転と自転の相互作用について … 公転と自転が反対の回転方向



材料が入ったカップの任意断面  
※材料の性質や量、公転自転の回転速度によって異なる

A点から連れ回る材料はa点に戻されることで、**自転の渦**が発生します。



カップ傾きによる材料の上下対流

カップが公転中心に傾いていることで、**上下対流**が発生します。

公転と自転を反対方向に回転させることにより、**公転の遠心力と自転の渦の相互作用**が容器側壁との間に**高いせん断力**を発生させるため、**攪拌に有効**であると考えられます。

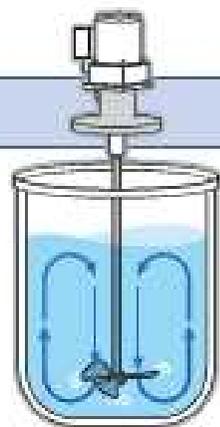
## 攪拌

他方式の課題

### プロペラ式

【特徴とデメリット】

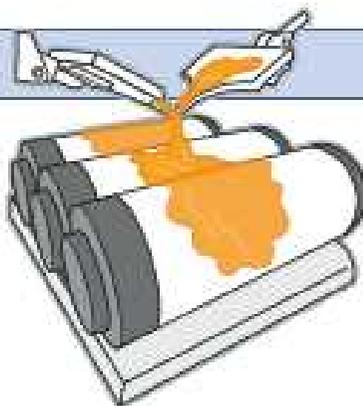
- 攪拌に時間がかかる。
- プロペラと材料が接触するため、材料にロスが生じる。
- プロペラで組成がせん断されるため、材料に傷がつく。
- 精密攪拌ができない。
- 洗浄の必要がある。
- 脱泡ができない。



### 3本ロール式

【特徴とデメリット】

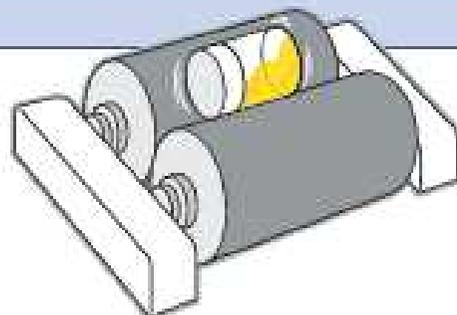
- 攪拌に時間がかかる。
- ロールと材料が接触するため、材料にロスが生じる。
- 低粘度材料には適さない。
- 洗浄の必要がある。
- ロールに巻き込まれる危険性がある。



### ローラー式

【特徴とデメリット】

- 攪拌に時間がかかる。
- 攪拌時に気泡の発生や、材料の作りおきによる分離や沈降の可能性がある。
- 高粘度材料には適さない。



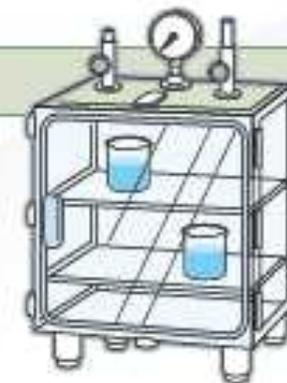
## 脱泡

他方式の課題

### 真空脱泡装置

【特徴とデメリット】

- 攪拌ができない。
- 液面が上がるため、吹きこぼれる。
- 高粘度材料は時間がかかり、底部の脱泡はむずかしい。
- 精密脱泡に時間がかかり、作業効率が悪い。
- 揮発して容量が減る。
- 材料により組成が変化することがある。



### 遠心分離機

【特徴とデメリット】

- 攪拌ができない。
- 比重差のある材料の場合、分離してしまう。
- 高粘度材料は微細な泡が残る。
- 処理量が少ない。



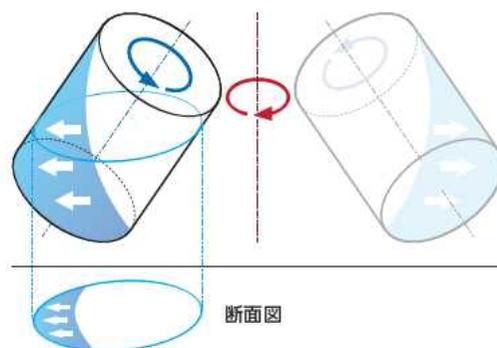
## その他の方式

- プラネタリーミキサー
- ビーズミル（分散機）

## ▶ 他の攪拌方式との比較

方式	公自転式 (カクハンター)	プロペラ式	3本ロール式	ローラー式
攪拌時間	◎ 短時間	○ 比較的短時間	△ 長時間	△ 長時間
材料粘度	◎ 低～高粘度	○ 低～中粘度	○ 中～高粘度	○ 低～中粘度
脱泡	◎ 遠心脱泡+真空	× 不可	△ 効果あり	× 不可
異物混入	◎ 容器	△ 羽/容器	△ ロール	◎ 容器
材料変更時の手間	◎ 洗浄不要	× 羽とタンクの洗浄が必要	× ロール洗浄が必要	◎ 洗浄不要
発熱	△ 発熱あり*	△ 発熱あり	△ 発熱あり	○ 発熱少ない
処理量	△ 容器容量に依存	◎ 大量処理可能	△ 連続処理可能	◎ 大量処理可能

※回転数の設定により抑制可能



公転の遠心力により材料を容器の側壁に押し当て、自転により容器側壁と材料との間にせん断力を生じさせて攪拌します。

攪拌・脱泡の性能は、

- ・公転と自転の回転数と比率
- ・ステップの組み合わせ
- ・容器の形状など

「材料の仕上がり状態」が大きく異なります。



一般的なモデルでは、

公転に対する自転の回転比率が固定されており、公転回転数を調整するだけでは、混ざらない、ダマが発生する、温度上昇を抑えられないなどの課題がありました。

これに対し、カクハンターは

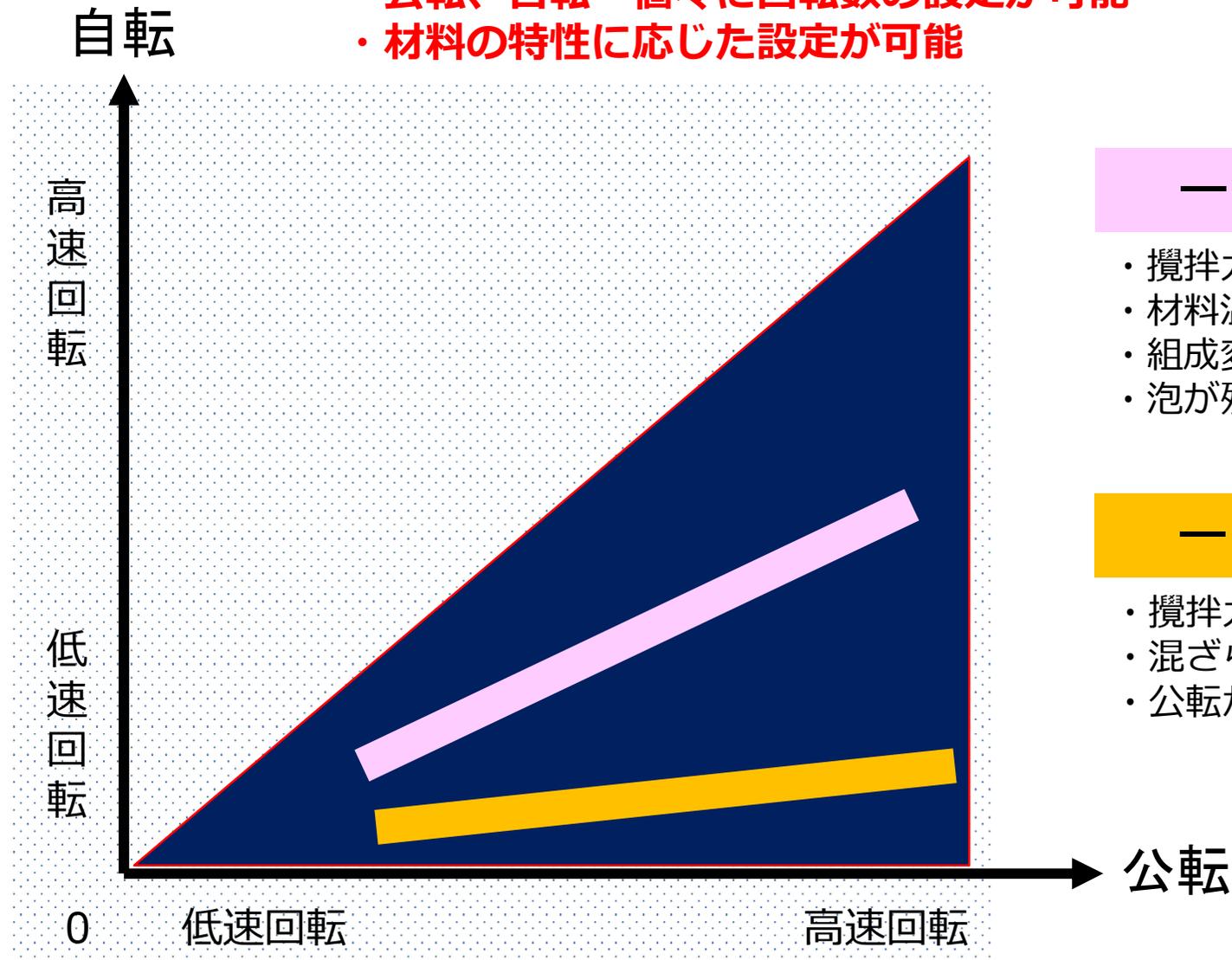
**公転9段階、自転10段階と 広い運転範囲を設けており (組み合わせ最大90通り)**

公自転の回転比率固定方式での課題を解消し、

さまざまな産業分野において幅広い材料の攪拌脱泡にご利用いただけます。

## Kakuhunter の Coverage (Image Chart)

- ・公転、自転 個々に回転数の設定が可能
- ・材料の特性に応じた設定が可能



### 一般モデル A

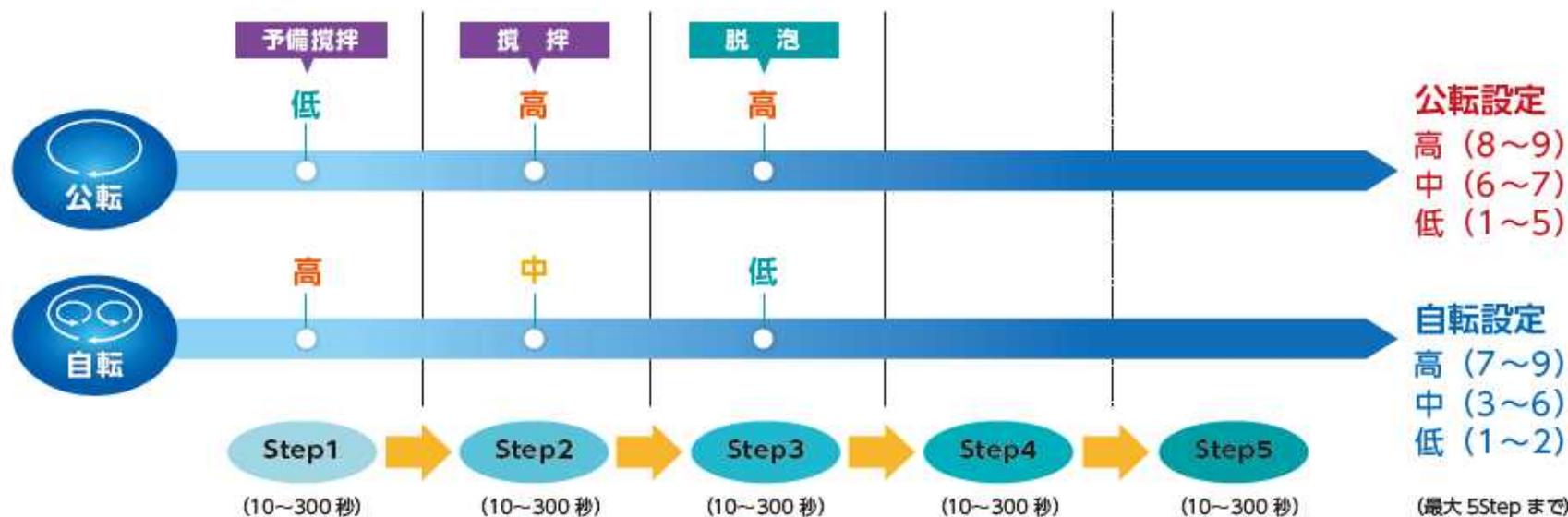
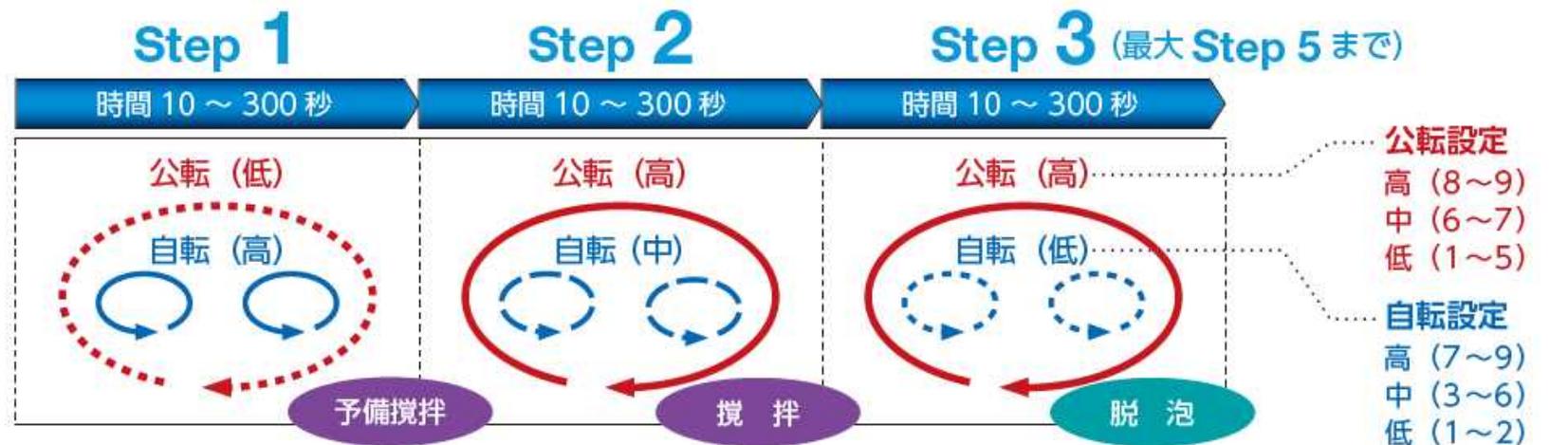
- ・攪拌力 > 脱泡力
- ・材料温度が上昇し易い
- ・組成変化が起こり易い
- ・泡が残る

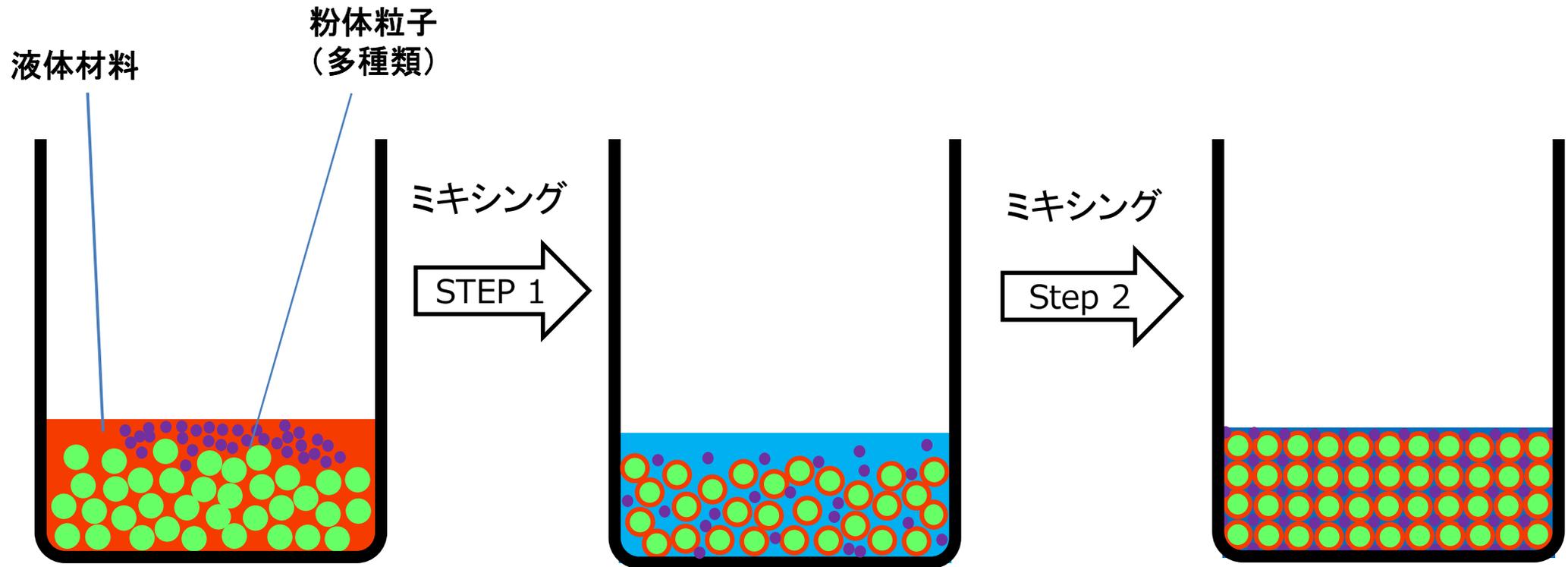
### 一般モデル B

- ・攪拌力 < 脱泡力
- ・混ざらない (攪拌力が弱い)
- ・公転が強く分離が起こる

ステップ運転・・・複数の異なる動作パターンの連続運転。

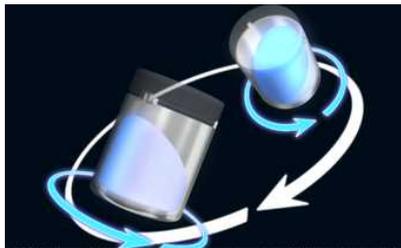
ステップ運転は各機種で設定が可能で、さまざまな攪拌脱泡ニーズにお応えします。





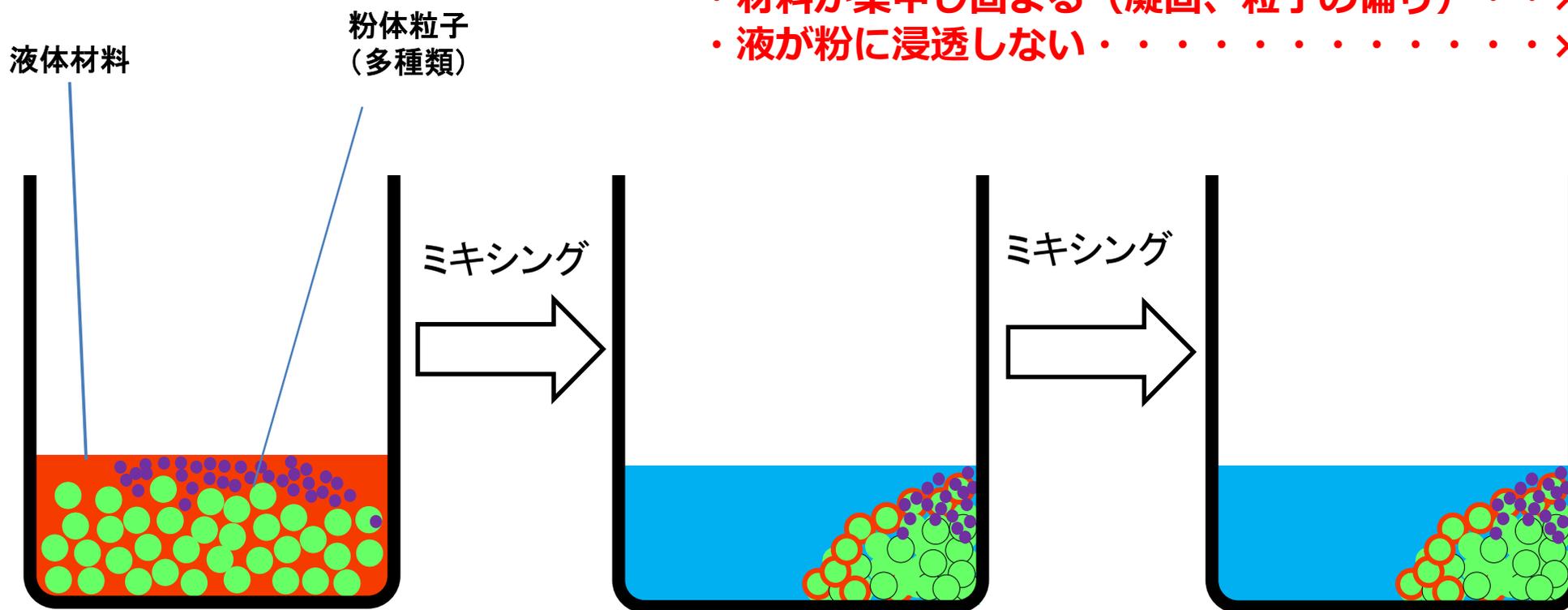
STEP1 = 馴染ませ運転 (粒子表面の濡れ性向上)

STEP2 = 本攪拌運転 (混練・混合・固練り)



公転の遠心力が強すぎる場合は、

- ・ 粉体の凝集、凝固、(ダマ) . . . . . ×
- ・ 材料が集中し固まる (凝固、粒子の偏り) . . . ×
- ・ 液が粉に浸透しない . . . . . ×



一度材料が凝集・凝固してしまつと、ほぐれ難くなります。

公転を低回転で運転する「STEP運転」を行って下さい。

*Kakuhunter* 攪拌脱泡処理映像

攪拌

【材料】 粉体 + 顔料

 SHASHIN KAGAKU  
PRODUCT COMPANY

*Kakuhunter* 攪拌脱泡処理映像

攪拌

【材料】 高粘度樹脂 + 顔料

 SHASHIN KAGAKU  
PRODUCT COMPANY

*Kakuhunter* 攪拌脱泡処理映像

特殊機能

ウェーブモード

【SK-300S II】

 SHASHIN KAGAKU  
PRODUCT COMPANY

- 1.会社紹介
- 2.技術説明
- 3.攪拌事例のご紹介**
- 4.製品のご紹介
- 5.サービスのご案内

## ステップ運転



黒鉛+シリコン+CMC



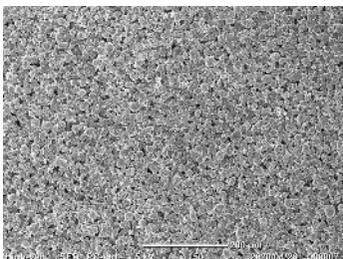
固練り後



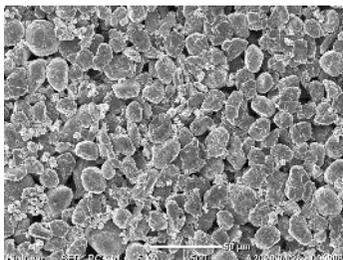
バインダー(SBR)添加



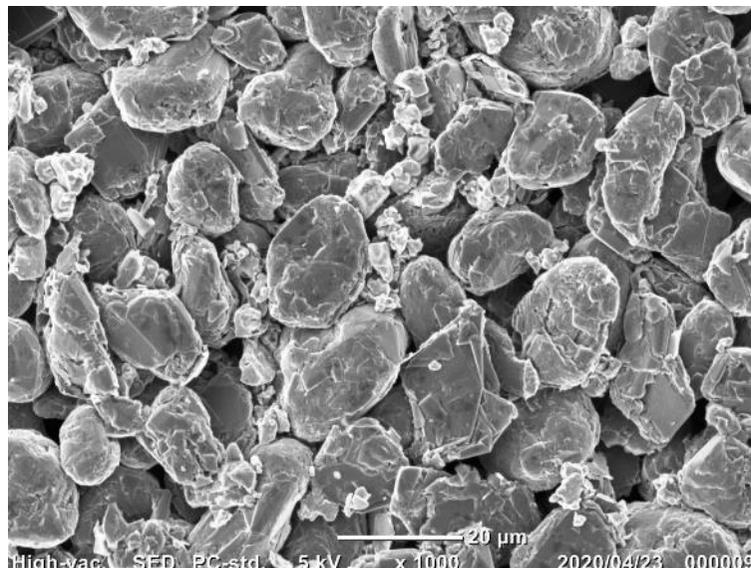
攪拌→希釈



X150



X500



X1,000

### ここがポイント！

- 高容量負極として期待される黒鉛+シリコン活物質の混合に使用。
- 粉体材料(黒鉛+シリコン+CMC)と溶媒(水)を一括投入し固練りすることで、粒子サイズ・硬度が異なるものを短時間で混合、分散、均質化(混練、固練り)
- SEMではミクロンオーダーの硬いシリコン活物質と柔らかい黒鉛が均質に混ざっていることを確認。
- カクハンターの公自転独立制御による最適化で、短時間で確実に分散が可能。
- 条件次第では、固練り工程の強化も可能。

本データは(株)ダイネンマテリアル様にご提供頂きました。

## ステップ運転



導電ペースト  
導電助剤+バインダー



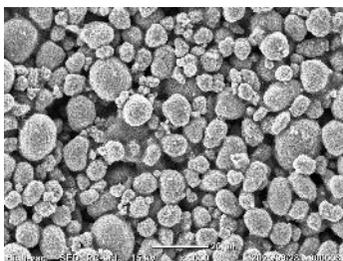
ABペースト+NCM



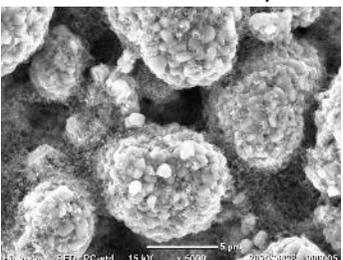
固練り後



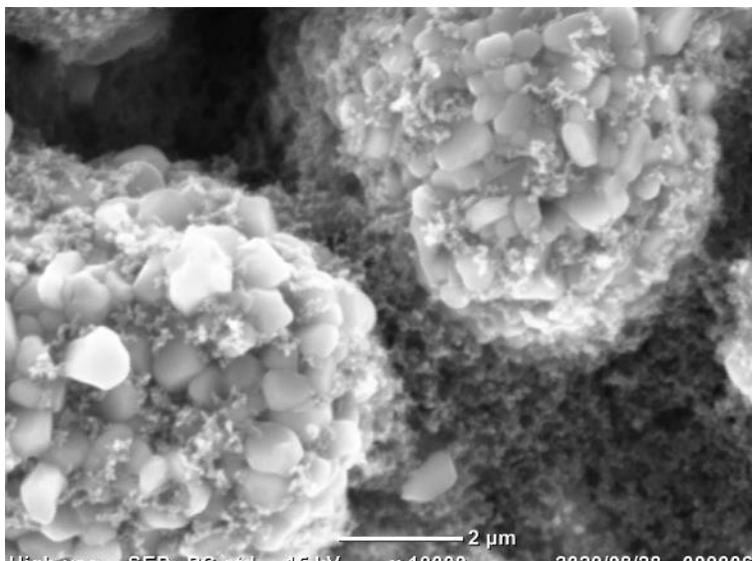
希釈後



X1,000



X5,000



X10,000

### ここがポイント！

- 車載で実績のあるNCM活物質を使用。
- 導電助剤+バインダー(PVDF)+NMPで導電ペーストを短時間で均質に作製。(攪拌⇒混錬)
- ABペースト+活物質は比重が大きく異なるものを均質化し、適度なせん断を掛けながら活物質との絡ませ、導電パスを付与(攪拌⇒混錬、固練り)
- SEMでは綺麗な導電ネットワークが形成されていることを確認。
- カクハンターでは多機能運転(馴染ませ)にてプレウエットにより短時間で均質化可能。
- ドライミキシング法でも混錬可能。

本データは(株)ダイネンマテリアル様にご提供頂きました。

## ステップ運転



ポリマー＋固体電解質



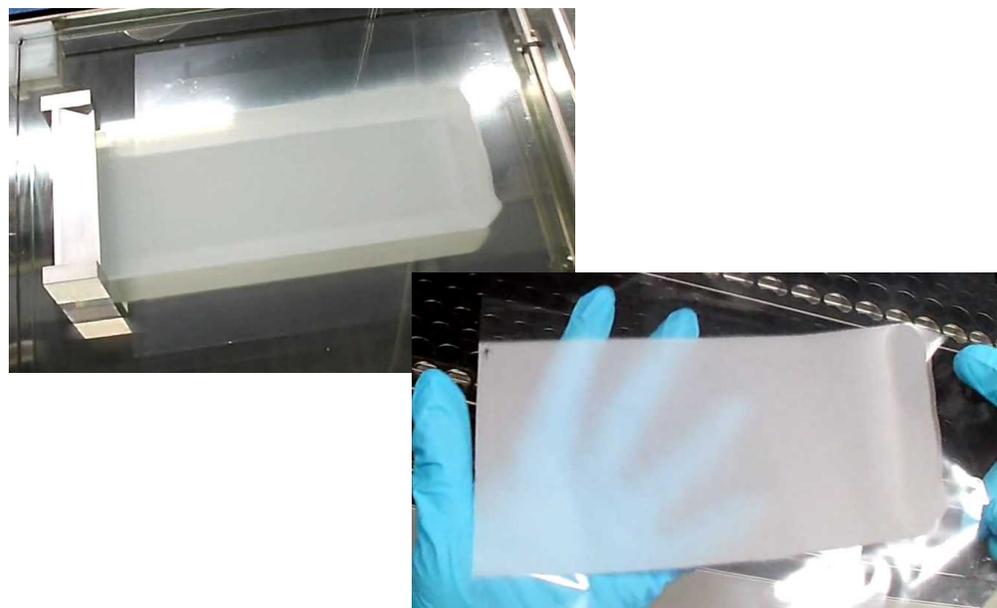
ガム状ペースト



粘稠ペースト



スラリー



本データは(株)ダイネンマテリアル様にご提供頂きました。

### ここがポイント！

- 次世代電池で期待される酸化物系固体電解質スラリーを調製。
- LATP+PEO(ペオ)+アセトニトリルで固体電解質スラリーを粉体混合から出発し短時間に均質化。
- 卓上アプリケーションにて均質な固体電解質膜をシーティングにて形成することが可能。
- カクハンターでは様々なモードを利用して最適な固体電解質スラリーの調製が可能。
- クローズ&粉体混合も混練可能。

焼成材料混合 セラミック+ピッチ 粉体混合



セラミック+ピッチ



粉体混合後

ここがポイント！

条件 ステップ運転

①公転5/自転9x30s ②公転9/自転9x30s

・粉体混合

比重・硬度の異なる材料でも短時間で均質に粉体混合が可能！

・解砕

メディアレスでも短時間で均質に解砕が可能！

凝固黒鉛材料の解砕



凝固黒鉛



解砕前



解砕後

- 1.会社紹介
- 2.技術説明
- 3.攪拌事例のご紹介
- 4.製品のご紹介**
- 5.サービスのご案内

## 攪拌脱泡器 SK-300SII

1カップのシンプル機構で多彩な動作パターンが可能！  
直感的な操作パネルでミスなく最適な処理が行えます。



### ●用途に応じたモード設定

SK-300SIIでは、従来の「攪拌モード/脱泡モード」に加え、新たに中間モードを追加。簡単操作はそのまま、より広範囲の用途や材料に合わせたモード選択が可能になりました。



### ●バランスナビゲーション機能搭載

バランスエラー検知とナビゲーション機能により簡単にバランス調整が行えます。



### ●SK-300SII独自機構

#### ■中間モード

従来の攪拌モードから自転の回転比率を下げることで、攪拌熱の発生を抑制し、温度上昇に敏感な材料にも対応します。

#### ■ウェーブモード

公転数、自転数に強弱を加えることで、攪拌・分散がよりスムーズに、より効果的になります。



## 待望の量産対応モデルが登場

NEW

SK-4000T

SK-4000TV 真空タイプ

5kg × 2カップ



SK-10000T  
SK-10000TV

10kg × 2カップ

### ■仕様一覧

	SK-4000T	SK-4000TV
タイプ	標準タイプ	真空タイプ
容器	4000ml市販容器またはSUS製標準容器【特注対応可】	
最大容量	5kg(容器含む) × 2カップ【特注対応可】	
公転設定	120～600rpm 9段階設定	
自転設定	0～1.0倍 公転に対し 10段階設定	
設定時間	10～300秒(10秒単位)	
ステップ運転	5ステップ	
メモリーチャンネル	固定チャンネル 10CH ユーザー設定チャンネル 90CH	
電源電圧	三相200～240V 50/60Hz	

# カクハンター ラインナップのご紹介

## 大気圧モデル

## エントリーモデル

## ハイエンドモデル



SK-300SII

カップ容量  
300ml×1カップ



SK-350TII

カップ容量  
400ml×2カップ



SK-400TR

カップ容量  
400ml×2カップ



SK-1100T

カップ容量  
1100ml×2カップ



SK-2000T

カップ容量  
2000ml×2カップ



SK-3000TII

カップ容量  
2000ml×2カップ



SK-4000T

カップ容量  
4000ml×2カップ



SK-10000T

カップ容量  
7000ml×2カップ



処理量

300g

※1カップ当たりの処理量

1kg

2kg

3kg

5kg

10kg

## 真空装置付モデル



SK-300TVS-A

カップ容量  
300ml×2カップ



SK-350TV/TVS

カップ容量  
400ml×2カップ



SK-1100TVII/TVSII

カップ容量  
1100ml×2カップ



### 大気圧モデル

公転自転比セパレートコントロールシステム搭載のスタンダードモデル。

### エントリーモデル

公転数の固定比で自転が追従する、簡単操作のエントリーモデル。

### 真空装置付モデル

真空減圧機能でごく微細な泡の除去が可能で、電子材料に求められる導電性や絶縁性の向上、光学材料の泡による製品の不良率低減、気泡によるシリンジの空打ち防止などの効果が期待できます。

### ハイエンドモデル **NEW**

自転の回転方向はそのままに、公転の回転方向だけを切り替えることができる新機能を備えたモデル。減圧環境では変性する材料でも、大気圧環境で高精度な脱泡が可能です。



SK-4000TV

カップ容量  
4000ml×2カップ



SK-10000TV

カップ容量  
7000ml×2カップ



公自転式攪拌脱泡装置における自社保有技術

『セパレートコントロールシステム』に、新技術『**回転切替機構**』をプラス

NEW 公自転式攪拌脱泡装置  
**SK-400TR**

新技術「**回転切替機構**」を搭載！  
攪拌力1.5倍、脱泡力1.4倍に進化！

**回転切替機構 NEW**

自転の回転方向が逆方向に自動的に切り替わり、攪拌力が増えることで、攪拌力不足で発生していた材料の泡を、真空引きで脱泡させることができます。

**自転の回転数が大アップ**

自転の回転数を増やしたことで、攪拌力が増え、公自転の脱泡力も向上させることができます。攪拌力が増え、脱泡力も向上し、より高品質な材料に対応します。

デモ評価  
受付中!

## 効果的な分野

- 高粘度バインダーに微粉末の攪拌脱泡
- 材料が気化するため真空引きが困難な材料の強力脱泡
- 既存の標準タイプ(非真空型)攪拌脱泡装置では脱泡力が不足する材料
- 1台で多品種の攪拌脱泡に対応 等

中型量産モデルがパワーアップして新登場!!

**NEW** 公自転式攪拌脱泡装置  
**SK-1100TVⅢ**

**回転数大幅UPによる強力攪拌**  
従来機との比較で自転回転数2倍を実現

**真空減圧による強力脱泡**  
目に見えない微細な気泡までも脱泡可能

**量産対応**  
最大1kg×2カップの  
処理が可能

**幅広い条件選択**  
90通りの設定から、  
材料に適した条件選択が可能

**簡単操作**  
液晶タッチパネルに  
直感的な操作が可能



www.kakuhunt

**カクハンターが常識を変える!!**  
小型・真空・遠心力400G超の高機能を実現!  
機構をシンプルに低価格で新登場!

**NEW** 公自転式攪拌脱泡装置  
**SK-300SVⅢ**

**自転ギア駆動方式を採用**  
回転安定性の向上による  
高精度な攪拌が可能

**減圧機能を搭載**  
目に見えない微細な  
気泡までも脱泡可能

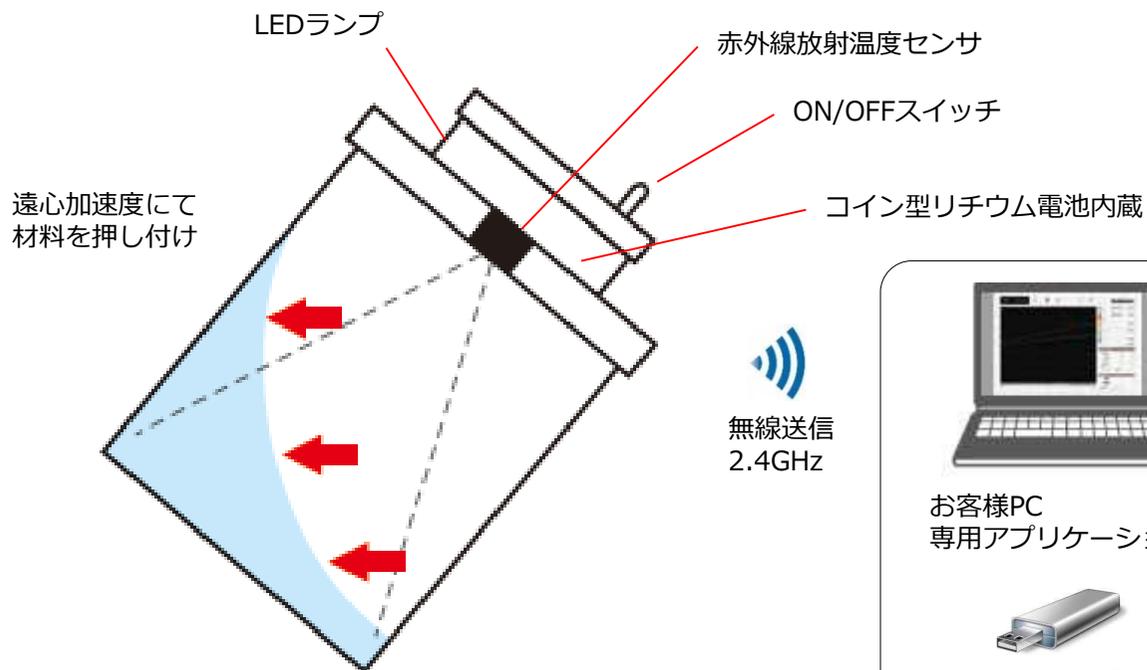
**高速処理** 短時間で低粘度から高粘度まで様々な材料を攪拌脱泡

**高遠心力** 400Gを超える遠心加速度からなる強力攪拌・強力脱泡

**安定駆動** 自転ギア駆動方式により、回転安定性がさらに向上

**簡単操作** 液晶タッチパネルにより直感的な操作が可能

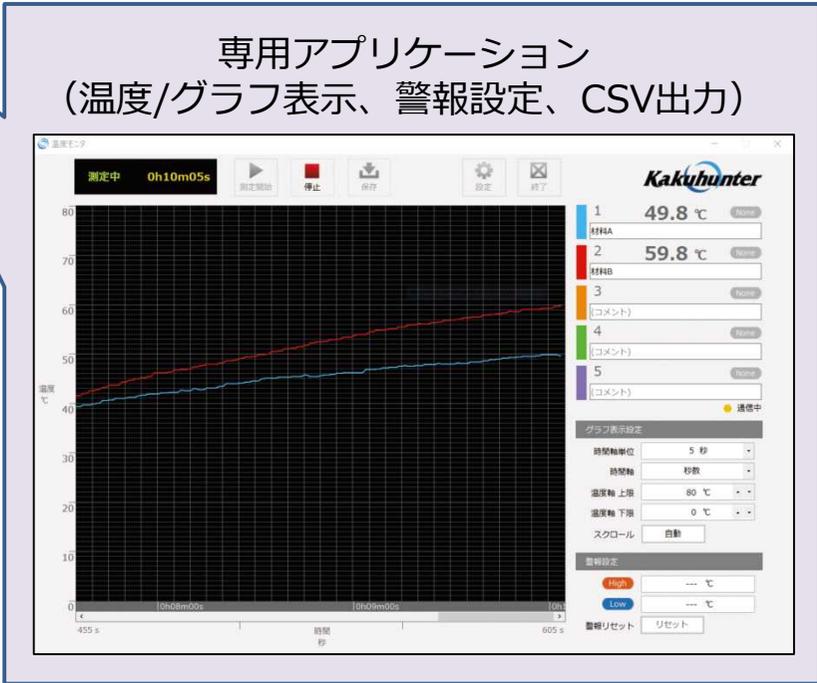




非接触にて材料温度をリアルタイムに測定

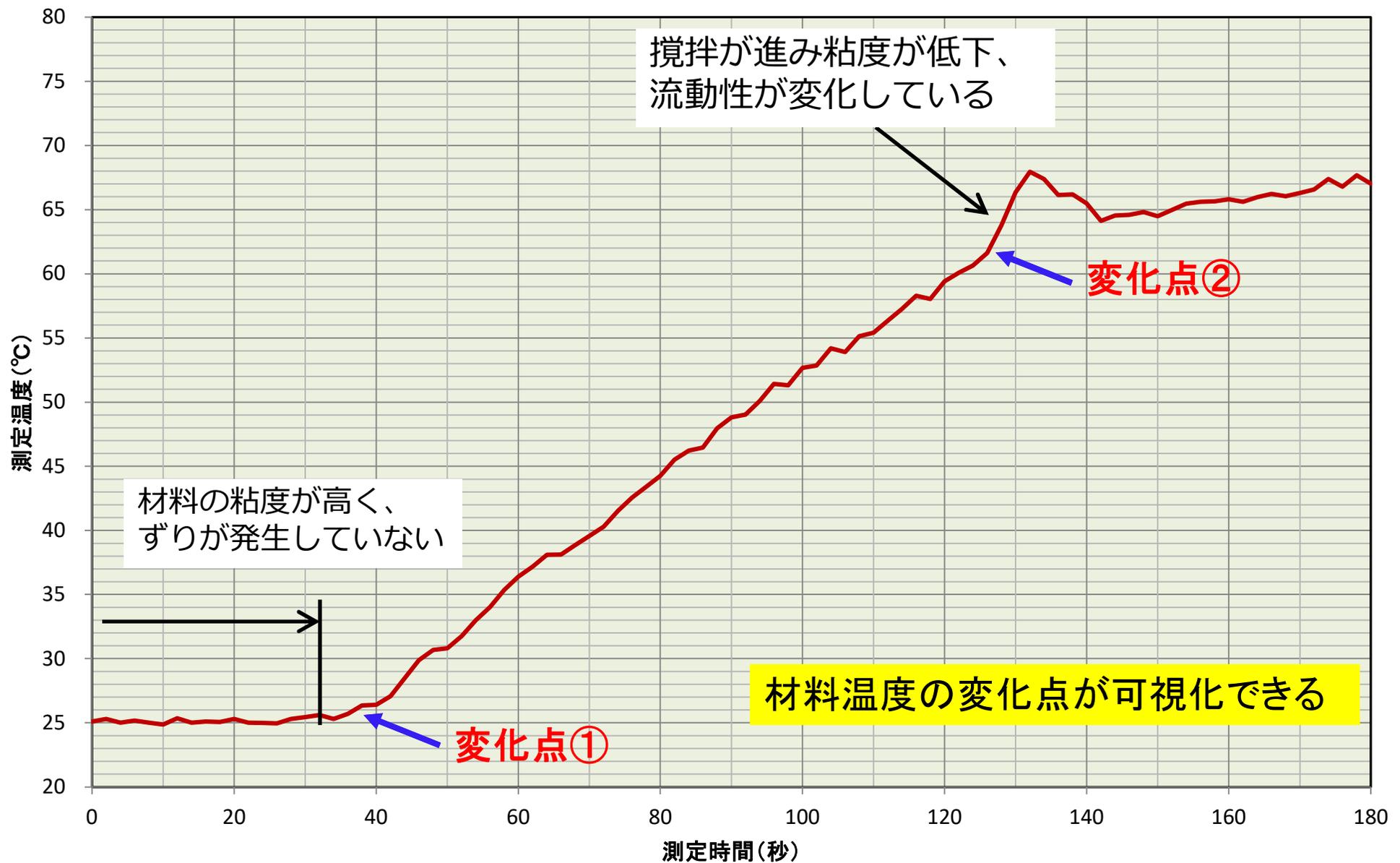


材料温度、材料変性、制御変動などを確認することができます。  
開発プロセス、生産プロセスにて活用されています。



項目	仕様
センサ種別	赤外線放射温度センサ
測定範囲	0 ~ 80 °C
分解能（最少表示）	0.1 °C
電源	コイン型リチウム電池
電池寿命（送信機）	連続 約200時間

SK-350T II 公転9、自転9、時間180秒 シリコンオイル(粘度300,000mm<sup>2</sup>/s) Net100g



- 1.会社紹介
- 2.技術説明
- 3.攪拌事例のご紹介
- 4.製品のご紹介
- 5.サービスのご案内**

## ● 草津事業所 デモルーム



## ● 東京テクニカルセンター デモルーム



### 草津事業所

〒525-0058 滋賀県草津市 野路東七丁目2番10号

TEL : (077) 566-1208

### 東京テクニカルセンター

〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目26番6号 新宿加藤ビル6階

TEL : (03) 5361-6688

## 実機テスト・デモ機貸出

導入をご検討いただいているお客様には、  
 実機によるテストやデモの支援をさせていただいております。  
 お客様の材料が処理でき、要求を満足できる製品であることを  
 ご確認いただいた上で、ご発注いただくことが可能です。

弊社草津事業所内デモルーム／東京テクニカルセンターにてご用意  
 実機テスト、デモ機の種類についてはお問い合わせください。



実機テスト、デモ機貸出は当社ホームページまたは、お電話にてお申し込みください。

### ●ホームページからのお申し込み

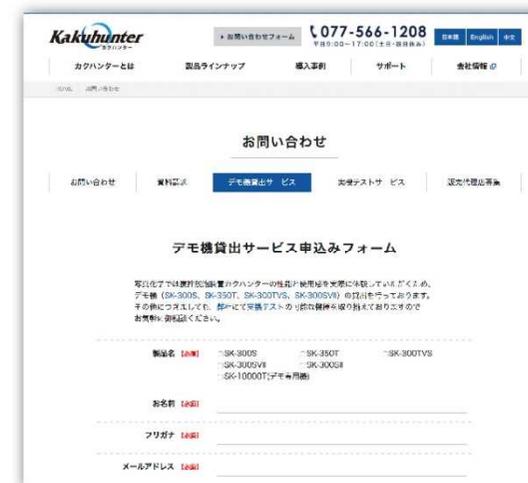
カクハンター 公式サイト お問い合わせフォームよりお申し込み下さい。

**カクハンター**

<http://www.kakuhunter.com/>



その他、カクハンターに関するお問い合わせ・資料請求も  
 受け付けております。ぜひ連絡下さい。



公転自転攪拌脱泡装置

# *Kakuhunter*

カクハンター

\* 本講演のスラリーサンプルは、株式会社ダイネンマテリアル様よりご提供いただきました。

ご協力に厚く御礼申し上げます。

【連絡先】

WEB : <https://www.kakuhunter.com/>

株式会社写真化学

プロダクトカンパニー

TEL : 077-566-1208 (代)