

果てしなく広い“微粒子の世界”に挑む

～実際の製造・評価事例とプロセス技術～

# 各種微粒子調製方法と製品応用

発刊 2007年1月・体裁 B5判 732頁 定価93,500円(税込(消費税10%))

## ◎20社以上の企業がノウハウ・技術を一挙公開！

日本ペイント/日本ゼオン/富士ゼロックス/三菱化学/コニカミノルタビジネステクノロジーズ  
豊田中央研究所/花王/ライオン/TDK/王子製紙/触媒化成/旭サナック/三菱マテリアル/KRI  
ピアレックス・テクノロジーズ/東京応化/東ソー・シリカ/マグナビート/コスメテクノ/ファーマポリテックetc

- 微粒子調製方法を完全に網羅！液相：乳化・懸濁・ラジカル・エマルジョン重合・ゾルゲル法  
沈殿法・マイクロ波加熱法・逆ミセル法など
  - 乾式粉碎から湿式粉碎、ありとあらゆる微粒子調製法を詳細に解説！
  - ビーズミル・各種ミルによる微粒子調製からスケールアップ、運転条件を紹介！
  - 最適な分散手法とその安定化メカニズム
  - 微粒子の粒度分布・形状・表面状態・最密充填構造・・・色々な角度からの評価方法を詳説！
- ★一線の研究者達が最新の成果をまとめあげた一冊！

- 鈴木清/埜村 守(福井大学大学院)
- 松崎英男(東亜合成(株))
- 今野幹男(東北大学大学院)
- 田中真人(新潟大学)
- 安田昌弘(大阪府立大学大学院)
- 鈴木久男(静岡大学)
- 奥山喜久夫/矢吹彰広(広島大学大学院)
- 加藤俊作/近田 司((財)かがわ産業支援財団)
- 脇幸吉(富士写真フイルム(株))
- 阿尻雅文 大原 智(東北大学)
- 中山勉(アイメックス(株))
- 石井利博(アシザワ・ファインテック(株))
- 院去貢(寿工業(株))
- 堀史説/岩瀬彰宏(大阪府立大学大学院)
- 森安信彦(プライミクス(株))
- 小石真純(東京理科大学)
- 空閑良壽(室蘭工業大学)
- 猪ノ木雅裕((株)ホソカワ粉体技術研究所)
- 江間秋彦(日清エンジニアリング(株))
- 長谷川政裕(山形大学)

- 吉田英人(広島大学大学院)
- 伊藤光弘(太平洋セメント(株))
- 伊藤均((株)セイシン企業)
- 高尾泰正((独)産業技術総合研究所)
- 堀田裕司((独)産業技術総合研究所)
- 大村康(吉田機械興業(株))
- 郷司春憲(日本ペイント(株))
- 岸本琢治(日本ゼオン(株))
- 石山孝雄(富士ゼロックス(株))
- 関根勇一(三菱化学(株))
- 伊藤昇(コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株))
- 月ヶ瀬あずさ((株)豊田中央研)
- 堀田肇(花王(株))
- 佐藤正則(ライオン(株))
- 丸山哲/栗原雅人(TDK(株))
- 石垣隆正((独)物質材料研究機構)
- 荒井康宏(王子製紙(株))
- 吉留博雄(触媒化成工業(株))
- 伊藤春揮(旭サナック(株))
- 林年治(三菱マテリアル(株))
- 樋口章二((株)KRI)

- 北村透(ピアレックス・テクノロジーズ(株))
  - 内河喜代司(東京応化工業(株))
  - 塩田英司(東ソー・シリカ(株))
  - 王景明/畑英之(マグナビート(株))
  - 黒田章裕((株)コスメテクノ)
  - 植村俊信((有)ファーマポリテック)
  - 大島広行(東京理科大学)
  - 溝口大剛(大日本塗料(株))
  - 松崎悟(大日精化工業(株))
  - 坂井悦郎(東京工業大学)
  - 鈴木茂(日本アエロジル(株))
  - 鈴木道隆(兵庫県立大学大学院)
- (執筆者一覧・敬称略)

★書籍申込書 FAX : 03-5740-8766、または、→<https://johokiko.co.jp/publishing/BC070103.php>

- (書籍申し込み要領)
- ◎右記記入の上、FAXでお申込を承ります。  
FAX:03-5740-8766まで!
  - ◎お申込書を確認次第、書籍、請求書および振込要領をお送りいたします。
  - ◎未発刊の書籍をお申込の場合、申込書を確認次第、受領書をお送りいたします。  
発刊時に弊社より書籍、請求書および振込要領をご送付いたします(送料は弊社負担)
  - ◎お支払いは請求日翌月末日までに、銀行振込にてお願いいたします。原則として領収証の発行はいたしません。
  - ◎振り込み手数料はご負担ください。
  - ★<http://www.johokiko.co.jp/>  
の申込みフォームからも承ります!

書籍名 HP [BC070103] <b>微粒子調整 書籍</b>	冊数	住所〒
会社名	TEL	FAX
所属部課・役職等	申込者名	
E-MAIL	上司役職・氏名	
今後ご希望の案内方法にレ印を記入下さい(複数回答可) <input type="checkbox"/> e-mail <input type="checkbox"/> FAX <input type="checkbox"/> 郵送 <input type="checkbox"/> 不要		

ご連絡頂いた、個人情報は弊社商品の受付・運用・商品発送・アフターサービスのため利用致します。今後のご案内希望の方には、その目的でも使用致します。  
今後のサービス向上のため「個人情報の取扱に関する契約」を締結した外部委託先へ、個人情報を委託する場合があります。個人情報に関するお問合せ先policy@johokiko.co.jp



# 構成及び内容

## 第1章 液相からの微粒子調製

### ～微粒子の各種調製法とその特性及び長所・短所

#### 第1節 乳化重合

乳化重合の基礎/均相重合との比較/様々な不均一系ラジカル重合/懸濁重合法/ミニエマルジョン重合法/分散重合法/乳化重合法/マイクロエマルジョン重合法/各種不均一系ラジカル重合での粒子径分布の支配的因子/乳化重合の長所/乳化重合の短所/乳化重合の機構/系の状態の推移/モノマー濃度と粒子数/各種微粒子における乳化重合の条件設定/粒子数が重要な理由/水への溶解度が比較的低いモノマーについて/臨界ミセル濃度CMCとその濃度以上、以下での挙動/臨界ミセル濃度の重要性とその測定方法/発生粒子数を表す式の導出/スチレンの乳化重合へのモデルの適用/水への溶解度が比較的高いモノマーについて/酢酸ビニルの乳化重合へのモデルの適用/種々のモノマーについて凝集の起こる場合/重合速度の予測と制御/共重合/粒子内モノマー濃度/マクロモノマーを用いた高分子微粒子の合成/微粒子分散系ラジカル重合反応による高分子微粒子の合成/微粒子分散系ラジカル重合反応に利用されるマクロモノマー/高温ラジカル重合法マクロモノマー/高温ラジカル重合法マクロモノマーを用いた乳化重合反応/高温ラジカル重合法マクロモノマーを用いた分散重合反応

#### 第2節 ソープフリー乳化重合

高純度高単分散粒子合成としての特徴/粒子生成機構と支配因子の影響/粒子生成機構/生成粒子数について/重合速度と分子量について/ミクロン単分散粒子合成の新しい手法/表面電位による粒径制御法/モノマー追加による簡単な粒子成長反応法/単分散性複合粒子合成への応用

#### 第3節 懸濁重合

懸濁重合法の特徴/重合反応器/重合反応メカニズムと反応速度/懸濁重合における粒径制御/機能性微粒子調製への応用

#### 第4節 乳化・懸濁重合による高分子微粒子の特性とその合成法

高分子微粒子の特性/乳化重合や懸濁重合で得られる高分子微粒子の特性/乳化重合や懸濁重合で得られる粒子の形状および粒径分布/粒径および粒径分布の測定/粒子の表面特性/粒子の表面特性の評価/粒子基材の特性(分子量分布、密度、細孔分布など)/高分子微粒子の合成法と応用/乳化重合および懸濁重合単分散高分子微粒子を合成する方法/分散重合に関する既往の研究/スチレンの分散重合について/分散重合の反応機構について

#### 第5節 液相法

1.ゾル-ゲル法による微粒子調製とその応用/金属アルコキシド法によるムライトナノ粒子の調製とセラミックス多孔体への応用/ナノコーティングによるナノハイブリッド粒子の調製/2.沈殿析出法による粒子の合成/共沈法/均一沈殿法/加水分解法/酸化加水分解法/ゾル-ゲル法/マイクロ波加熱法/in-situ表面改質法/水熱合成法/超臨界水熱合成法/液相還元法/ホットソープ法/逆ミセル法/3.マイクロ波加熱法/原理と基礎/加熱原理/マイクロ波効果/マイクロ波反応装置/マイクロ波加熱法によるナノ粒子の製造の現状/金属・金属合金ナノ粒子の合成/酸化物微粒子の合成/硫化物ナノ粒子の製造/マイクロ波法によるナノ粒子製造/各種フェライトの合成/Fe-Ptの合成/ZnOの合成/Ti化合物の合成/4.逆ミセル法/逆ミセル法とは/歴史/合成例(文献)/特徴/逆ミセル法の各種条件依存性/界面活性剤種および濃度/有機溶剤種/金属塩の種類および濃度/反応剤の種類および濃度/W/O([H<sub>2</sub>O]/[界面活性剤])依存性/その他の条件依存性/5.超臨界水熱合成法/研究の背景/無機ナノ粒子合成/流通型超臨界水熱合成装置/ハイブリッドナノ粒子合成/今後の展開

#### 第6節 液相微粒子調製におけるスケールアップ

乳化重合法/懸濁重合法/液中乾燥法/強制乳化法/溶融ポリマー乳化法/ポリマー溶液乳化法/その他/強制乳化に有効な機械力/安定な乳化微粒子を調製する方法/粒子の安定性/乳化粒子の粘弾性に与える影響/調製装置のスケールアップ/液相微粒子の調製に使用できる攪拌羽根および装置/低速攪拌機/アンカー型/バドル型/ブラネター/ミキサー/高速高せん断ミキサー/ホモミキサー/ディスパー/ミキサー/ウルトラスピードミキサー/コロイドミル/高圧ホモジナイザー/膜液化装置/超音波装置/連続式乳化/分散装置/冷却プロセスのスケールアップ/強制乳化による微粒子調製プロセスのスケールアップ/ホモミキサーを使用する場合のスケールアップ/乳化系における粒子径および粒度分布の重要性/粒子径および粒度分布の制御/せん断力および粒子径のコントロール/粒度分布のコントロール/ホモミキサーを使用する場合の粒子径および粒度分布制御の計算式/スケールアップをうまく行ポイント/ナノ粒子の調製/ナノエマルジョンの調製/処方例と調製方法/脂肪乳剤

## 第2章 ビーズミルをはじめとした微粒子調製と分散技術

### 第1節 ビーズミルによる微粒子調製と分散粉砕技術

超微粒子の製造方法/ビーズミル/開発の歴史/粉砕・解砕・分散/粒子/ビーズミル分散粉砕の基本要素/ビーズミルによる超微粒子化粉砕原理と性能要因/体積粉砕と表面粉砕粉砕原理/性能要因/低速運転/高速運転/ディスク形状/周速と粉砕性能/材料粒子の硬さとディスク周速/ミルに於ける分散/凝集メカニズムとその制御/ビーズミルによる粉砕分散/サマシロン/ナノメートル領域での壁サマシロン領域での凝集/推定原因/凝集はなぜ起こるのか?/凝集の制御/ミル内滞留時間の短縮/粒子に与えるエネルギー/使用ビーズ/摩擦とコンタミネーション/粉砕室部材の摩擦/ディスクやピン、アーム、ローターの摩擦/ビーズ分離部粉砕室容器(ベッセル)/ビーズの摩擦/硬い破砕による摩擦/溶媒と摩擦/溶媒によるディスク摩擦/溶媒の選定/溶媒と摩擦/粉砕性能の関係/ジルコニアと熱水/摩擦とコンタミネーション/スケールアップ/小型機によるテスト/遠心効果/ゾル/サンドグラインダーのスケールアップ/望ましいスケールアップのステップ/スケールアップと保証

### 第2節 微粒子調製におけるビーズ・運転条件最適な設定法

ビーズミルの原理・運転方法/粉砕・分散効率に影響を与える因子/ビーズ径とセパレータの関係/運転方法/バス方式/循環方式/ビーズミルからのコンタミネーションの制御/ビーズミルでの粉砕・分散の実施例

### 第3節 超微小ビーズ対応ミルの最適な使用方法とそのメリット

ナノ分散を実現した超微小ビーズ対応ミルの開発経緯/凝集ナノ粒子の製法とナノ分散の必要性/超微小ビーズ対応ミルの機構/超微小ビーズ使用を可能としたビーズ分散方式/遠心分散方式の効果/運転性/性能面/最適な分散エネルギーの設定の実現/到達粒子径の微小化、分散速度の上昇/製品温度、製品への不純物の減少/超微小ビーズ対応ミルの分散性能と運転状態/0.015mmビーズによる酸化チタン分散/有機顔料の分散/超微小ビーズ対応ミルのナノ分散における考察

### 第4節 超音波還元法による微粒子調製

超音波照射還元法/キャビテーション現象/還元反応/微粒子形成/微粒子創成/作成した微粒子の特性

### 第5節 薄膜旋回型高速ミキサーにおける微粒子調製

薄膜旋回方式とは/攪拌部の構造/分散機構/既存の攪拌機との相違点/既存の攪拌機の限界を越えた高速攪拌が可能/均等なエネルギー投入が可能/分散事例/微細分散/分散安定性の向上/流動性の制御/分散が短時間で可能/粒子にダメージを与えない分散/その他

### 第6節 粒子製造法による分散状態と界面化学的評価

粒子製造法/粉体としての粒子に関する基礎的事項/粒子分散の基礎的事項/凝集と分散の現象/粒子分散の考え方/分散と界面化学的評価/マイクロ分散における界面構築の考え方と設計/顔料の分散性評価

## 第3章 粉砕 第1節 粉砕のメカニズムと原理/粉砕メカニズム/単一粒子粉砕/粉砕の課題

乾式粉砕と湿式粉砕粉砕性事象/粉砕抵抗と粉砕能/粉砕効率/粉砕助剤/粉砕速度論/新しい粉砕研究の紹介

### 第2節 乾式微粉砕機の選定とスケールアップ/乾式微粉砕機の種類/ボールミル

高速回転式ミル/ジェットミル/多機能型粉砕機/乾式微粉砕機の選定/スケールアップ/高速回転式ミルのスケールアップ/実績結果

### 第3節 目的の粒径・粒度分布を得るための粉砕分級操作/粉砕/粉砕の概要

気流式粉砕機-スーパージェットミル(SJ)の特徴/機械式粉砕機-スーパーローター(SR)およびブレードミル(BM)の特徴/分級の概要/分級/精密空気分級機-ターボクラシファイア(TC)の特徴/粉砕分級カップリング

### 第4節 粉砕助剤/微粉砕プロセスにおける粉砕助剤/超微粉砕プロセスへの粉砕助剤の適用

乾式粉砕における助剤分子の挙動/分級における数値シミュレーション/ブローダウン方式サイクロン流れ場の計算結果/粒子軌跡の様子/ブローダウンの有無による部分分離効率の相違/サイクロンの捕集箱入口に設置した円錐体の効果

### 第5節 分級プロセス/分級性能の評価法/部分分離効率による評価/ニュートン効率による評価

分級における数値シミュレーション/ブローダウン方式サイクロン流れ場の計算結果/粒子軌跡の様子/ブローダウンの有無による部分分離効率の相違/サイクロンの捕集箱入口に設置した円錐体の効果

### 第6節 粉砕回路/連続粉砕と回分式粉砕/開回路粉砕と閉回路粉砕/閉回路粉砕と循環率

閉回路粉砕特性の考え方/連続粉砕の制御/閉回路粉砕における分級効率の影響/分級機内臓型粉砕機/粉砕回路と粒度分布

### 第7節 乾式粉砕法による微粒子化技術と最近の応用事例/粉砕の定義と粉砕機の分類

粉砕の定義と粉砕機の分類/各種粉砕機による粉砕データと粉砕限界粒径について/解砕(かいさい)の概念/粉砕の目的と、目的に応じた機種選定/乾式粉砕と湿式粉砕(液中粉砕)/ボールミル・遊星ミルによる微粉砕/ボールミル(転動ボールミル)振動ミルと遊星ボールミル/振動ボールミルと遊星ミルの粉砕速度の比較ならびに粉砕限界粒径/組み合わせ粉砕で粉砕限界粒径を推進する繰り返し粉砕媒体攪拌ミルによる粉砕の現状と、ボールミル粉砕のシミュレーション/ジェットミルによる粉砕/ジェットミルの形態分類と特長/ジェットミルの用途の変遷/シングルトラックジェットミルの構造と粉砕原理/STJミルの生成粒度を左右する主なパラメーター/ジェットミル内部の固気混相気流静圧を測る/固気混相気流の静圧測定/その1:粒度の推定/固気混相気流の静圧測定/その2:粉砕の難易性の評価/ジェットミルのホールドアップ/ジェットミル内部の気流の速度/ジェットミルで発生する吹き返しについて/高背圧系供給フィーダーによる粉砕/ジェットミルのスケールアップ/大型ジェットミルプラント/乾燥と分散の複合操作/材料粒子の構造を破壊せずに乾燥/分散する気流乾燥機/FJDの構造ならびにプラント構成/原料水分の調整/プラスチックの粉砕と冷凍粉砕について/精密な粉砕のためにコントロールすべき粉体物性と評価項目/粒度分布測定の注意と比表面積測定の重要性/粒子の形状と評価/かさ密度とタッピング密度/とび粉の評価/コンタミネーションと成分分析/メンテナンス・トラブル対策/耐摩耗について/耐付着について/ジェットミルの騒音と対策について/材料の粉塵爆発と危険性評価

## 第4章 噴霧乾燥法・湿式ジェットミルによる微粒子調製

### 第1節 粉体や液滴を原料とする最近の気相中の調製法例

原料溶液/噴霧/構造形成/補集合成例/窒化アルミ系ファイバー粉体と高放熱封止材料の開発/綿羊毛の粒子モルフォロジー設計と化粧品への応用

### 第2節 湿式ジェットミルによる新展開な微粒子調製

湿式ジェットミルの構造/湿式ジェットミルプロセスで作製したスラリー特性/成形体の特徴/湿式ジェットミルプロセスを行った粒子の表面状態

### 第3節 湿式ジェットミル(ナノマイザー[R])による微粒子化と実例

ナノマイザー[R]の特徴/構造(構成)/処理条件設定/システム/適用分野/微粒子化事例/乳化/分散/粉砕/ナノマイザー[R]破砕の特徴

## 第5章 応用事例 ～企業から学ぶ製品応用事例～

- 日本ペイント(株) ～塗料用顔料～
- 日本ゼオン(株) ～懸濁重合による重合法トナー～
- 富士ゼロックス(株) ～EATナーに於ける乳化・分散制御技術概要～
- 三菱化学(株) ～カーボンブラックの表面処理～
- コニカミノルタビジネステクノロジー(株) ～電子写真現像剤における微粒子技術～
- 豊田中央研究所(株) ～ソープフリーエマルジョン重合法による単分散ポリマー粒子合成における粒子径精密制御～
- 花王(株) ～化粧品用粉体への応用～
- ライオン(株) ～導電性カーボンペーストの特性と応用～
- TDK(株) ～プラズマによる表面改質～
- 王子製紙(株) ～塗工紙～
- 触媒化成工業(株) ～酸化ナノ粒子の機能性塗料への応用～
- 旭サナック(株) ～粉体塗料の動向について～
- 三菱マテリア(株) ～金属・半導体ナノ粒子の配線材料について～
- KRI(株) ～鉄系正極材料微粒子の調製と応用について～
- ピアレックス・テクノロジー(株) ～プラスチック微粒子を使った高性能断熱塗料について～
- 東京応化工業(株) ～顔料分散フォトレジスト～
- マグナビート(株) ～熱応答性磁性ナノ粒子のバイオ分野への応用展開～
- 東ソー・シリカ(株) ～ゲル法シリカの調製と応用～
- (株)コスメテック ～微粒子配合サンスクリーン剤の開発～
- ファーマポリテック(有) ～製剤における微粒子製造～

## 第6章 各種微粒子の特性と取り扱い

- 第1節 ナノ粒子の分散凝集/微粒子分散系のもつ大きな自由エネルギー/粒子間のファンデルワールス引カエネルギー/粒子間のファンデルワールス引カエネルギーとHamaker定数/帯電粒子周囲の電位分布と拡散電気二重層/微粒子間の静電反発エネルギー/微粒子間の全相相互作用のエネルギー
- 第2節 金属ナノ微粒子/金ナノロッドについて/特徴/研究例/合成方法/電気化学的合成法/化学的合成法/光合成法/化学的合成法と光合成法を組み合わせた合成法/テンプレート法/新規合成法の検討/特性/金ナノロッド水分散液/表面処理/応用例/塗料/フィルム/導電材料
- 第3節 有機粉体/顔料と染料の違い(分子構造と結晶性)有機粉体としての有機顔料の色/粒子設計/有機顔料の結晶と粒子形状/顔料の粒子径/有機粉体(有機顔料)の微粒子化に付随する問題点/顔料の分散性/分散(微細化)/分散(微細化)性の顔料凝集性因子/顔料の表面処理(制御)/有機顔料の表面処理剤/ブラウン運動系への顔料の表面制御(処理)/酸・塩基相互作用/顔料表面から脱離しない処理剤としての顔料誘導体/最近の問題点

### 第4節 無機粉体/気固界面現象としての空気中でのハンドリング

液固界面現象/超微粒子のハンドリング

### 第5節 シリカ微粒子/製造法/基本特性/形態/表面状態/物理化学特性

応用特性/レオロジー付与/補強効果/沈降防止/流動性改善/その他/取り扱い/安全性/分散

## 第7章 微粒子の粒度分布、形状、表面状態の評価法/粒子径/幾何学的粒子径

短径/長径/厚さ/フェレー(Feret)径/マーチン(Martin)径/展開半径/幾何学的相当径/面積円相等径/周長円相等径/体積球相等径/表面積球相等径/物理現象相等径/沈降相等径/光散乱相等径/拡散相等径/篩目開き径/粒度分布/積算分布と頻度分布/体積基準分布と個数基準分布/粒度分布式/対数正規分布/ロジック・ラムラー分布/ゴードン・シューマン分布/粒子形状/形状指数と形状係数/代表粒子径の組み合わせによる形状表現/フラクタル次元/展開半径のフーリエ解析

## 第8章 密充填に及ぼす粒度分布、粒子形状、表面状態の影響

規則充填とランダム充填/ユニークセル/ランダム充填/充填状態表現法/空間率と充填率、見かけ密度/粒子充填性に及ぼす粒子径の影響/ローラーの式/粒子充填性に及ぼす粒度分布の影響/ファーマナスの式/その他

・ E M A I L : [direct@johkiko.co.jp](mailto:direct@johkiko.co.jp) 等によるご案内希望の方は

・・・弊社HP (<https://johkiko.co.jp/>) 案内登録にてお受けしております。

★★★書籍の申込書・申込要領等は裏面にございます★★★

(株) 情報機構 TEL:03-5740-8755 FAX:03-5740-8766 〒141-0032 品川区大崎3-6-4 トキワビル3階