

ナノ空間材料ハンドブック

ナノ多孔性材料、ナノ層状物質等が切り開く新たな応用展開

■発行 2016年2月 ■体裁 B5判 548頁 ■定価 本体52,500円+税 ■ISBN 978-4-86043-433-5

監修者 有賀克彦／国立研究開発法人物質・材料研究機構

編集委員 徐 強／国立研究開発法人産業技術総合研究所、神戸大学
木村辰雄／国立研究開発法人産業技術総合研究所

窪田好浩／横浜国立大学
山内悠輔／国立研究開発法人物質・材料研究機構

執筆者(執筆順)

有賀克彦	国立研究開発法人物質・材料研究機構	吉武英昭	横浜国立大学	塩谷光彦	東京大学	小池夏萌	東京大学	松本泰道	熊本大学
山内悠輔	国立研究開発法人物質・材料研究機構	前川佳史	(株)豊田中央研究所	田代省平	東京大学	黒田義之	早稲田大学	杉本 渉	信州大学
木村辰雄	国立研究開発法人産業技術総合研究所	稲垣伸二	(株)豊田中央研究所	窪田好浩	横浜国立大学	内田さやか	東京大学	望月 大	信州大学
松本明彦	豊橋技術科学大学	野村淳子	東京工業大学	稲垣悦史	横浜国立大学	笹井 亮	島根大学	作田裕介	日本電子(株)
中島清隆	北海道大学	西山憲和	大阪大学	津野地直	広島大学	富永 亮	山口大学	朝比奈俊輔	日本電子(株)
福岡 淳	北海道大学	田中俊輔	関西大学	佐野庸治	広島大学	鈴木康孝	山口大学	須賀三雄	日本電子(株)
森 浩亮	大阪大学	堀毛悟史	京都大学	脇原 徹	東京大学	川俣 純	山口大学	阪本康弘	国立研究開発法人科学技術振興機構、大阪大学
山下弘巳	大阪大学	古川修平	京都大学	吉岡真人	東京工業大学	伊田進太郎	九州大学	吉田 要	一般財団法人ファインセラミックスセンター
原 賢二	東京工科大学	北川 進	京都大学	横井俊之	東京工業大学	井出裕介	国立研究開発法人物質・材料研究機構	佐々木優吉	一般財団法人ファインセラミックスセンター
大丸 啓	広島大学	田中耕一	関西大学	徐 榮	中国華東師範大学	中戸晃之	九州工業大学	池田卓史	国立研究開発法人産業技術総合研究所
片桐清文	広島大学	高坂 亘	東北大学	重富圭一	中国華東師範大学	宮元展義	福岡工業大学	吉田将之	マイクロトラック・ベル(株)
岡本昌樹	東京工業大学	宮坂 等	東北大学	矢部智宏	早稲田大学	佐々木高義	国立研究開発法人物質・材料研究機構	遠藤 明	国立研究開発法人産業技術総合研究所
呉 嘉文	台湾国立台湾大学	貞清正彰	九州大学	斎藤 晃	早稲田大学	長田 実	国立研究開発法人物質・材料研究機構		
白井宏明	北海道大学	北川 宏	京都大学	堀内 泰	早稲田大学	谷口貴章	国立研究開発法人物質・材料研究機構		
米澤 徹	北海道大学	徐 強	国立研究開発法人産業技術総合研究所、神戸大学	西原洋知	東北大学	速水真也	熊本大学		
		猪熊泰英	東京大学	京谷 隆	東北大学				
		藤田 誠	東京大学	Watcharop Chakittisilp	東京大学				

目次

◆序論 ナノ空間に何が期待できるか

- ……(有賀克彦、山内悠輔／国立研究開発法人物質・材料研究機構)
1. ナノというのはどのくらいすごいのか
 2. ナノ空間で起こること
 3. ナノ空間科学・ナノ空間材料への期待

◆第1章 メソ多孔体類

1節 総論

- ……(木村辰雄／国立研究開発法人産業技術総合研究所)
1. はじめに
 2. 界面活性剤を利用したメソ多孔体の合成
 3. メソ多孔体の構造分析
 4. メソ多孔体の形態制御
 5. メソポーラスシリカを利用した主な応用研究
 6. おわりに

2節 吸着現象とメソ多孔体の利用技術

- ……(松本明彦／豊橋技術科学大学)
1. はじめに
 2. 吸着とメソ多孔体
 3. 物理吸着と化学吸着
 4. 固体-吸着質間の相互作用
 5. メソ多孔体の吸着等温線
 6. まとめ

3節 メソ多孔性酸塩基触媒

- ……(中島清隆、福岡 淳／北海道大学)
1. はじめに
 2. 表面修飾によるシリカ表面への有機官能基の導入法
 3. メソポーラス固体酸触媒
 4. メソポーラス固体塩基触媒
 5. おわりに

4節 異種ユニット導入と触媒作用

- ……(森 浩亮、山下弘巳／大阪大学)
1. はじめに
 2. シングルサイト光触媒の特異な反応性
 3. ナノ多孔性材料と複合化したTiO₂光触媒
 4. メソ細孔を利用した金属ナノ粒子・ナノロッド触媒の合成
 5. コアシェル型Pd/SiO₂@Ti 含有メソポーラスシリカ触媒
 6. メソポーラスシリカ細孔内に構築したIr錯体
 7. メソポーラスシリカ細孔内に構築したPt錯体
 8. シングルサイト光触媒を組み込んだメソポーラスシリカ薄膜
 9. おわりに

5節 規則性メソ多孔体を活用した担持金属触媒

- ……(原 賢二／東京工科大学)
1. 担持金属触媒における規則性メソ多孔体の利用
 2. 規則性メソ多孔体を活用した担持金属触媒による反応例
 3. 規則性メソ多孔体を活用した担持金属触媒の今後の展望

6節 粒子(触媒成分)との複合化

- ……(大丸 啓、片桐清文／広島大学)
1. はじめに
 2. 酸化チタン粒子をメソポーラスシリカに埋め込んだ新規な複合体の新合成と構造
 3. 酸化チタン粒子-メソポーラスシリカ複合体の分子選択的光触媒機能
 4. SrTiO₃ナノキューブを用いたメソポーラスシリカ複合体

5. おわりに

7節 中空や鈴型に構造を制御したメソポーラスシリカ

- ……(岡本昌樹／東京工業大学)
1. 緒言
 2. 中空メソポーラスシリカ
 3. 鈴型メソポーラスシリカ
 4. まとめ

8節 メソポーラスシリカナノ粒子の構造制御とDDS応用

- ……(呉 嘉文／台湾国立台湾大学、白井宏明、米澤 徹／北海道大学)
1. 緒言
 2. 粒徑に影響を与えるパラメータ
 3. MSNの分散
 4. MSNを用いたナノ粒子
 5. 今後の展望

9節 有機分子や無機イオンの吸着におけるナノ空間構造の効果

- ……(吉武英昭／横浜国立大学)
1. はじめに
 2. 吸着サイトの高密度化による効果
 3. 表面官能基間距離(分布)の測定
 4. ナノ細孔内部の表面曲率の効果
 5. まとめ

10節 メソポーラス有機シリカの機能設計

- ……(前川佳史、稲垣伸二／(株)豊田中央研究所)
1. はじめに
 2. メソポーラス有機シリカの分類と構造
 3. PMOの高機能化
 4. PMOの応用
 5. 今後の展望

11節 非シリカ系酸化物、結晶と応用

- ……(野村淳子／東京工業大学)
1. 非シリカ系酸化物
 2. 結晶と応用
 3. 今後の展望

12節 有機錯型法によるメソポーラスカーボンの合成

- ……(田中俊輔／関西大学、西山憲和／大阪大学)
1. はじめに
 2. メソポーラスカーボンの合成
 3. メソポーラスカーボンの細孔構造制御
 4. メソポーラスカーボンの形態制御
 5. メソポーラスカーボンのEDLC特性
 6. おわりに

◆第2章 金属錯体系(MOF類)

1節 総論

- ……(堀毛悟史／京都大学)
1. はじめに
 2. MOFの特徴
 3. MOFの合成
 4. 化学機能
 5. 物理機能
 6. 材料特性
 7. おわりに

2節 MOFのメソスケール・マクロスケール構造化

- ……(古川修平、北川 進／京都大学)

1. はじめに
2. マクロ構造体の合成戦略
3. ゼロ次元構造体
4. 一次元構造体
5. 二次元構造体
6. 三次元構造体
7. おわりに

3節 ホモキラル多孔性金属有機構造体

- ……(田中耕一／関西大学)
1. はじめに
 2. ホモキラル金属有機構造体を用いた不斉触媒反応
 3. ホモキラル金属有機構造体によるエナンチオ選択的ゲスト吸着
 4. ホモキラル金属有機構造体をキラル固定相に用いたHPLCによる光学異性体分離

4節 酸化還元活性性MOF-選択的ガス吸着と物性制御ー

- ……(高坂 亘、宮坂 等／東北大学)
1. 緒言
 2. 配位不飽和な金属サイトを利用したガス吸着選択性の発現
 3. 酸化還元活性な構築素子からなるPCP/MOFの設計とガス吸着制御
 4. ガス吸着を振動とするホスト骨格の物性制御
 5. 結語

5節 プロトン伝導性配位高分子

- ……(貞清正彰／九州大学、北川 宏／京都大学)
1. はじめに
 2. プロトン伝導性配位高分子
 3. 非水型プロトン伝導性配位高分子

6節 金属ナノ粒子@配位高分子複合体

- ……(徐 強／国立研究開発法人産業技術総合研究所、神戸大学)
1. はじめに
 2. 金属ナノ粒子@MOF複合体の合成
 3. 金属ナノ粒子@MOF複合体の応用
 4. おわりに

7節 結晶スポンジ法

- ……(猪熊泰英、藤田 誠／東京大学)
1. はじめに
 2. 単結晶X線構造解析と細孔性錯体
 3. 結晶スポンジ法の原理: 細孔性錯体中のホスト-ゲスト化学
 4. 結晶スポンジ法を用いた微量化合物の構造解析
 5. 結晶スポンジ法への応用
 6. 将来展望

8節 環状化合物からなる多孔性物質

- ……(塩谷光彦、田代省平／東京大学)
1. 序
 2. 環状ホスト化合物からなる多孔性配位高分子
 3. 環状金属錯体からなる多孔性分子錯体
 4. おわりに

◆第3章 ゼオライト類

1節 総論

- ……(窪田好浩／横浜国立大学)
1. はじめに
 2. ゼオライトの骨格タイプコード
 3. ゼオライトの細孔径

2節 SDAを用いた新しいゼオライトの合成
……《稲垣悦史、窪田好浩／横浜国立大学》
1. ゼオライト骨格とSDAとのホスト-ゲストケミストリー
2. SDAとシリケート種との疎水性相互作用
3. 大孔径ゼオライト合成のためのSDA
4. 細孔ゼオライト合成のためのSDA
5. 最近のトピック
3節 ゼオライト水熱転換法
……《津野地直、佐野庸治／広島大学》
1. はじめに
2. FAU- β BEAゼオライト水熱転換
3. ゼオライト水熱転換におけるOSDAの影響
4. 出発ゼオライトの結晶構造の影響
5. 種結晶存在下でのゼオライト水熱転換
6. OSDAフリーでのゼオライト水熱転換
7. OSDA/種結晶フリーでのゼオライト合成
8. ゼオライト水熱転換過程
9. おわりに
4節 粉砕・再結晶化法によるゼオライト微細粒子の調製
……《脇原 徹／東京大学》
1. 要旨
2. 緒言
3. 粉砕・再結晶化法
4. 粉砕・再結晶化法を行うための必要条件
5. 粉砕・再結晶化法の具体例
6. 粉砕・再結晶化法の新展開
7. まとめ
5節 金属ユニット導入ゼオライトと触媒
……《吉岡真人、横井俊之／東京工業大学》
1. はじめに
2. 金属ユニット導入ゼオライトの合成
3. 金属ユニット導入ゼオライトの構造解析
4. 注目されている金属ユニット導入ゼオライト
5. おわりに
6節 層状ゼオライトの創製と構造修飾
……《呉 徹、徐 榮／中国華東師範大学》
1. はじめに
2. 層状ゼオライトの合成
3. 層状ゼオライトの後処理による構造修飾
4. おわりに
7節 バイオマス
……《富里圭一／東北大学》
1. バイオマス資源とバイオマスリファイナリにおける基礎化学品について
2. バイオマスリファイナリ関連の反応について：石油資源との比較
3. ゼオライトを用いたバイオマス関連基質の触媒反応例
8節 メタン転換・C1化学におけるゼオライト
……《矢部智宏、斎藤 晃、小河脩平、関根 泰／早稲田大学》
1. はじめに
2. MTG・MTO・DTO
3. Fischer-Tropsch合成(FTS)
4. MTB
5. おわりに
9節 ゼオライト鋳型炭素の合成、特徴、応用
……《西原洋知、京谷 隆／東北大学》
1. はじめに
2. ZTCの合成
3. ZTCの特徴
4. ZTCの応用
5. おわりに

◆第4章 その他のナノ空間材料
1節 多孔性有機シリカハイブリッド材料
……《Watcharop CHAKITTISILP、小池夏明／東京大学》
1. はじめに
2. ミクロ孔を持つ有機シリカ多孔体
3. メソ孔を持つ有機シリカ多孔体
4. 多孔質有機シリカナノ粒子
5. 有機シリカ多孔体の応用
6. おわりに

2節 コロイド鋳型、マクロポラス多孔体
……《黒田義之／早稲田大学》
1. はじめに
2. コロイド鋳型法による特異なナノ空間材料の調製
3. コロイド鋳型法で得られるナノ空間材料の応用例
4. おわりに
3節 イオン結晶の階層構築
……《内田さやか／東京大学》
1. 分子性イオン結晶の特長
2. ポリオキシメタレートアニオンを構成ブロックとしたイオン結晶
3. イオン結晶の階層構築
4. 今後の展望
4節 カーボン材料(ゼオライト転写以外)
……《有賀克彦／国立研究開発法人物質・材料研究機構》
1. はじめに：炭素で規則性ナノ空間を作る
2. デザインされたカーボンナノ空間材料
3. 積層化されたカーボンナノ空間
4. 階層構造を持つカーボンナノ空間
5. 超分子的に作られた多孔性ナノカーボン材料
6. まとめ
5節 層状物質を利用した検知センサーの開発
……《笹井 亮／島根大学》
1. はじめに
2. ガス中の特定物質を検知可能なセンサーの開発
3. 溶液中での検知センサー
4. おわりに
6節 非線形光学材料としての無機ナノシートおよびその関連物質
……《富永 亮、鈴木康孝、川俣 純／山口大学》
1. 非線形分極と非線形光学効果
2. 非線形光学効果とナノシート
3. 半導体ナノシートを利用した多重量子井戸構造の構築とその非線形光学特性
4. グラフェンナノシートの光制限要素としての利用
5. 波長変換能を有する無機ナノシート
ー有機化合物ハイブリッド材料
6. 二光子吸収特性に優れた無機ナノシート
ー有機化合物ハイブリッド材料
7. おわりに
7節 層状化合物・ナノシート光触媒
……《伊田進太郎／九州大学》
1. はじめに
2. ナノシート光触媒
3. ナノシートpn接合
4. 光触媒反応中心の直接観察
8節 層状物質ー光触媒反応促進剤ー
……《井出裕介／国立研究開発法人物質・材料研究機構》
1. はじめに
2. 生成物の分子認識
3. 副生物の分子認識
4. 電荷分離
5. その他
6. おわりに
9節 ナノシート液晶と異方性ゲル
……《中戸晃之／九州工業大学、宮元展義／福岡工業大学》
1. はじめに
2. ナノシート液晶の基本的特徴
3. ナノシート液晶が形成する空間構造
4. ナノシート液晶の配向制御による異方性空間
5. ナノシート液晶ー高分子複合化による異方性ゲル
6. おわりに
10節 ナノシートでつくる新しい空間材料
……《佐々木高義、長田 実／国立研究開発法人物質・材料研究機構》
1. はじめに
2. 酸化物ナノシートの合成
3. ナノシートの集積化によるナノ構造ならびに空間構造の構築
4. ナノシートの誘電機能
5. ナノシートの積木細工で新しい電子デバイス
6. おわりに

11節 酸化グラフェン
……《谷口貴章／国立研究開発法人物質・材料研究機構、速水真也、松本泰道／熊本大学》
1. はじめに
2. 酸化グラフェン
3. ナノ空間材料としての酸化グラフェン
4. GOを固体電解質とした電気化学デバイス
5. おわりに
12節 ナノシートを利用した電気化学応用
……《望月 大、杉本 渉／信州大学》
1. はじめに
2. 電極材料としてのナノシート
3. ナノシートを使用した電極作製方法
4. 電気化学デバイスへの応用
5. まとめ

◆第5章 分析
1節 最新型FE-SEMによる超高分解能観察と分析
……《作田裕介、朝比奈俊輔、須賀三雄／日本電子(株)》
1. はじめに
2. 最新のHRSEM関連技術
3. ナノ空間材料の観察例
4. まとめ
2節 透過電子顕微鏡法を用いたメソスケール構造解析
……《阪本康弘／国立研究開発法人科学技術振興機構、大阪大学》
1. はじめに
2. 透過電子顕微鏡法を用いた微細構造解析
3. 電子線結晶学を用いた三次元構造解析
4. 電子線トモグラフィを用いた三次元構造解析
5. 球面収差補正走査透過電子顕微鏡法を用いた元素マッピング
6. おわりに
3節 電子顕微鏡法によるナノ空間材料の解析
……《吉田 要、佐々木慶吉／一般財団法人フラインセラムックスセンター》
1. はじめに
2. ゼオライト骨格の高分解能観察
3. 細孔内カウンターカチオンの直接観察
4. まとめ
4節 ゼオライトのX線結晶構造解析
……《池田卓史／国立研究開発法人産業技術総合研究所》
1. はじめに
2. 粉末回折法による構造解析
3. リートベルト解析の進展
4. 非経験的構造解析
5. 固体NMRと粉末X線回折の組合せによる構造決定
6. HR-TEMとPXRDのコンビネーション解析
7. 電子線回折トモグラフィーとPXRDのコンビネーション解析
8. おわりに
5節 ガス吸着によるポーラス材料のキャラクタリゼーション
……《吉田将之／マイクロトラック・ベル(株)》
1. はじめに
2. 次世代型吸着等温線測定装置ーBELSORPmaxー
3. GCMC法
4. 活性炭炭繊維の極低圧N₂吸着等温線測定によるGCMC法ならびに α s法による細孔構造評価
5. メソポーラスゼオライトのN₂(77.4K)、Ar(87.3K)の極低圧吸着等温線によるキャラクタリゼーション
6. おわりに
6節 蒸気吸着
……《遠藤 明／国立研究開発法人産業技術総合研究所》
1. はじめに
2. 蒸気吸着等温線の測定
3. 水蒸気吸着
4. その他の蒸気吸着
5. おわりに

購

入

申

込

書

株式会社

エヌ・ティー・エス行

〒100-0001

東京都千代田区千代田1-1-1

FAX:047-314-0810

年 月 日

「ナノ空間材料ハンドブック」を()部申し込みます。

TEL

FAX

所在地

〒 -

購入希望部 署

氏名

e-mail

氏名

申込担当部 署

氏名

e-mail

氏名

通信欄

NTS担当者

■直接小宛にFAX、郵便またはホームページにてお申し込み下さい。なお、送料は無料です(国内に限ります)。

■お支払い方法

商品到着後、銀行振込、郵便振替、カードにてお支払い下さい(一部カード会社によっては)リボルビングや分割払いがご利用頂けない場合がございます。

■お申し込みお問い合わせ先

(株)エヌ・ティー・エス 営業部

〒272-0023

千葉県市川市南八幡4-3-3 武蔵屋ビル4F

TEL 047-314-0801 FAX 047-314-0810

http://www.nts-book.co.jp

株式会社

エヌ・ティー・エス

◆市川AIセンター

〒272-0023

千葉県市川市南八幡4-3-3 武蔵屋ビル4F

TEL 047-314-0801 FAX 047-314-0810

http://www.nts-book.co.jp

ここに記入いただいた個人情報は、下記目的のために利用されます。

(1)お客様との契約の履行、管理 (2)新規書籍及びセミナーの紹介等、当社の営業内容の紹介 (3)お客様にり有用と思われる当社提携先の書籍・サービス等の紹介、弊社における「個人情報のお取り扱いについて」及び、「個人情報保護方針」については弊社HPをご覧ください。