

# 「ナノ空間材料ハンドブック」 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

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

### 第1節 総論 木村辰雄

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

### 第2節 吸着現象とメソ多孔体の利用技術 松本明彦

1. はじめに
2. 吸着と多孔体
3. 物理吸着と化学吸着
4. 固体-吸着質間の相互作用
  - 4.1 非特異的相互作用および反発相互作用
  - 4.2 特異的相互作用
5. メソ多孔体の吸着等温線
6. まとめ

### 第3節 メソ多孔性酸塩基触媒 中島清隆、福岡淳

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
  - 3.1 メソポーラスシリカへのスルホ基導入
  - 3.2 アルキルスルホ基を導入したメソポーラスシリカの合成
  - 3.3 ベンゼンスルホ基を導入したメソポーラスシリカ
  - 3.4 化学修飾によるメソポーラス有機シリカへのベンゼンスルホ基の導入
4. メソポーラス固体塩基触媒
  - 4.1 界面活性剤を含むメソポーラスシリカ前駆物質の固体塩基性質
  - 4.2 アミンを固定したメソポーラスシリカの合成
5. おわりに

### 第4節 異種ユニット導入と触媒作用 森 浩亮, 山下 弘巳

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 TiO<sub>2</sub> 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/SiO<sub>2</sub>@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

### 第5節 規則性メソ多孔体を活用した担持金属触媒 原 賢二

1. 担持金属触媒における規則性メソ多孔体の利用
  - 1.1 担持金属触媒

- 1.2 担持金属触媒における担体の表面積の効果
- 1.3 規則性メソ多孔体上の担持金属触媒
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

- 2.1 メソポーラスシリカ担持白金触媒による PROX 反応
- 2.2 メソポーラスシリカ担持白金触媒によるエチレンの酸化的除去反応
- 2.3 メソ細孔材料に担持した金属触媒による CO 選択メタン化反応
- 2.4 メソ細孔材料に担持した金属触媒による FT 合成反応
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

### 第6節 粒子（触媒成分）との複合化 犬丸 啓, 片桐 清文

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. SrTiO<sub>3</sub> 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

### 第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

1. 緒言
2. 中空メソポーラスシリカ
  - 2.1 中空メソポーラスシリカノ合成
  - 2.2 薬物徐放容器としての利用
  - 2.3 ミクロ反応容器としての利用
3. 鈴型メソポーラスシリカ
  - 3.1 鈴型メソポーラスシリカの合成
  - 3.2 ミクロ反応容器としての利用
4. まとめ

### 第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、白井宏明、米澤 徹

1. 緒言
2. 粒径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. 今後の展開

### 第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

1. はじめに
2. 吸着サイトの高密度化による効果
  - 2.1 有機分子吸着選択性の発現
  - 2.2 非晶質表面での吸着相の形成と相転移
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
  - 4.1 分子インプリント法による芳香族位置異性体の吸着選択性の向上
  - 4.2 グラフト法による遷移金属錯体シランの固定
5. まとめ

### 第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

1. はじめに
2. メソポーラス有機シリカの種類と構造
  - 2.1 表面修飾型と骨格導入型
  - 2.2 構造
3. PMOの高機能化
  - 3.1 有機シラン原料の機能設計
  - 3.2 骨格有機基の化学修飾
4. PMOの応用
  - 4.1 金属錯体の固定化担体
  - 4.2 固体有機分子触媒
  - 4.3 光捕集アンテナ機能
  - 4.4 固体分子系光触媒
  - 4.5 多色発光材料
  - 4.6 光電変換素子
5. 今後の展望

### 第11節 非シリカ系酸化物、結晶と応用 野村淳子

1. 非シリカ系酸化物
  - 1.1 はじめに
  - 1.2 遷移金属酸化物メソ多孔体の合成
2. 結晶と応用
  - 2.1 はじめに
  - 2.2 メソ多孔構造を維持した結晶化手法
    - 2.2.1 炭素充填法
    - 2.2.2 シリカコーティング
  - 2.3 結晶化前後での物性変化と触媒反応特性の変化
    - 2.3.1 メソポーラス酸化ニオブ上での過酸化水素によるシクロヘキサンの酸化触媒反応の選択性変化
    - 2.3.2 水分解用光触媒活性の向上
3. 今後の展望

### 第12節 有機鋳型法によるメソポーラスカーボンの合成 田中俊輔、西山憲和

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)

### 第1節 総論 堀毛悟史

1. はじめに
2. MOFの特徴
  - 2.1 細孔構造、細孔表面積
  - 2.2 熱安定性
  - 2.3 化学安定性
  - 2.4 代表的なMOFと最近の注目すべき多孔性材料
3. MOFの合成
  - 3.1 バルク試料
  - 3.2 固溶化、階層化、ナノ粒子化
  - 3.3 欠陥
4. 化学機能
  - 4.1 ガス吸着、分離、放出
  - 4.2 不均一触媒能
  - 4.3 高分子合成
5. 物理機能
  - 5.1 電子伝導
  - 5.2 イオン伝導
  - 5.3 その他

6. 材料特性
  - 6.1 力学特性
  - 6.2 相転移
7. おわりに

### 第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

1. はじめに
2. マクロ構造体の合成戦略
  - 2.1 マクロ構造テンプレート (ハードテンプレート)
  - 2.2 分子テンプレート (ソフトテンプレート)
  - 2.3 蒸発やゲル化による反応の空間的拘束法
  - 2.4 固液界面における反応 (犠牲反応)
  - 2.5 液液界面における反応
  - 2.6 トップダウンプロセッシング
3. ゼロ次元構造体
  - 3.1 ハードテンプレートによるコンポジット材料創製
  - 3.2 界面を利用したマイクロファブリケーションによる中空構造体創製
4. 一次元構造体
  - 4.1 エレクトロスピンニング法によるPCP/MOFファイバー合成
  - 4.2 電場によるナノ結晶の一次元集積化
5. 二次元構造体
  - 5.1 ハードテンプレート
  - 5.2 蒸発法によるパターンニング
  - 5.3 犠牲テンプレートによる膜化
  - 5.4 PCP/MOF結晶の集積化
  - 5.5 PCP/MOF結晶の剥離
6. 三次元構造体
  - 6.1 ソフトテンプレートによる階層的空間材料創製
  - 6.2 犠牲テンプレート法 (配位レプリケーション法)による階層的空間材料創製
7. おわりに

### 第3節 ホモキラル多孔性金属有機構造体 田中耕一

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
  - 2.1 触媒活性な配位不飽和金属サイトを含むホモキラルMOFの合成と不斉触媒反応
  - 2.2 ホモキラルMOFの合成後修飾による触媒活性なホモキラルMOFの合成と不斉触媒反応
  - 2.3 キラルな金属錯体をビルディングブロックに用いるホモキラルMOFの合成と不斉触媒反応
  - 2.4 キラルテンプレートをを用いるホモキラルMOFの合成と不斉触媒反応
  - 2.5 有機触媒サイトを持つホモキラルMOFの合成と不斉触媒反応
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

### 第4節 酸化還元活性MOF—選択的ガス吸着と物性制御— 高坂 亘, 宮坂 等

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
  - 2.1 格子中への配位不飽和金属サイトの導入
  - 2.2 配位不飽和金属サイトでの電荷移動による小分子安定化
  - 2.3 配位と同期した構造変化に基づく選択的CO吸着

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

3.1 酸化還元活性構築素子を用いる

3.2 TCNQ を構築素子に用いた集積体における選択的 O<sub>2</sub>, NO 吸着

3.3 水車型 Ru 二核 (II, II) 錯体を構築素子とする集積体の選択的 NO 吸着

4. ガス吸着を振動とするホスト骨格の物性制御

4.1 物性制御を目指した多孔性格子の設計

4.2 ゲートオープン型吸着に同期した誘電応答

4.3 NO 雰囲気下における交流電気伝導度の増大

5. 結語

**第5節 プロトン伝導性配位高分子 貞清正彰, 北川宏**

1. はじめに

1.1 プロトン伝導体とプロトン伝導機構

1.2 プロトン伝導度の測定

2. プロトン伝導性配位高分子

2.1 プロトン伝導性配位高分子の設計

2.2 シュウ酸架橋配位高分子のプロトン伝導性

2.3 さまざまな酸性基の導入とプロトン伝導性

2.4 配位子欠損の導入による高プロトン伝導性

3. 非水型プロトン伝導性配位高分子

**第6節 金属ナノ粒子@配位高分子複合体 徐強**

1. はじめに

2. 金属ナノ粒子@MOF 複合体の合成

2.1 液相浸潤法

2.2 気相浸潤法

2.3 鋳型合成法

3. 金属ナノ粒子@MOF 複合体の応用

3.1 水素貯蔵への応用

3.2 不均一系触媒への応用

3.3 センシングへの応用

4. おわりに

**第7節 結晶スポンジ法 猪熊泰英, 藤田 誠**

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: 細孔性結晶中のホスト-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. 結晶スポンジ法の応用

5.1 LC-SCD 法

5.2 絶対立体配置の決定

5.3 合成化学における生成物の構造決定

6. 将来展望

**第8節 環状化合物からなる多孔性物質 塩谷光彦, 田代省平**

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結晶

4. おわりに

**第3章 ゼオライト類**

**第1節 総論 窪田好浩**

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

**第2節 SDA を用いた新しいゼオライトの合成 稲垣怜**

**史, 窪田好浩**

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. 小細孔ゼオライト合成のための SDA

5. 最近のトピック

**第3節 ゼオライト水熱転換法 津野地 直, 佐野庸治**

1. はじめに

2. FAU-\*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

**第4節 粉碎・再結晶化法によるゼオライト微細粒子の調製 脇原 徹**

1. 要旨

2. 緒言

3. 粉碎・再結晶化法

4. 粉碎・再結晶化法を行うための必要条件

5. 粉碎・再結晶化法の具体例

6. 粉碎・再結晶化法の新展開

6.1 高速再結晶化法の開発

6.2 組成・耐久性制御の可能性

7. まとめ

**第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**

1. はじめに

2. 金属ユニット導入ゼオライトの合成

2.1 水熱合成法

2.2 フッ化物法

2.3 ドライゲルコンバージョン法 (DGC 法)

2.4 ポスト合成法

3. 金属ユニット導入ゼオライトの構造解析

3.1 NMR による分析

3.2 IR および UV-vis による分析

3.3 XRD による分析

4. 注目されている金属ユニット導入ゼオライト

4.1 Ti ユニット導入 MFI 型ゼオライト

4.2 Ti ユニット導入 MWW 型、IEZ-MWW 型ゼオライト

4.3 Ti ユニット導入 MSE 型ゼオライト

4.4 Al あるいは Ga ユニット導入 CHA 型ゼオライト

4.5 Al ユニット導入 CON 型ゼオライト

4.6 Sn ユニット導入 \*BEA 型ゼオライト

5. おわりに

**第6節 層状ゼオライトの創製と構造修飾 呉 鵬, 徐 樂**

1. はじめに

2. 層状ゼオライトの合成

2.1 通常水熱合成

2.2 特殊鋳型剤による新規合成

2.3 ゲルマノシリケートの加水分解による層状ゼオライトのポスト合成

3. 層状ゼオライトの後処理による構造修飾

3.1 層状ゼオライトの層間膨張

3.2 層状ゼオライトの層間剥離とピラール

- 3.3 層状ゼオライトの部分的な層間剥離
- 3.4 層状ゼオライトの層間拡張
- 3.5 層状ゼオライトを後処理によるほかのトポロジーへの転換

4. おわりに

#### 第7節 バイオマス 富重圭一

- 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
  - 3.1 糖類の合成や変換に関するもの
  - 3.2 バイオオイルに関するもの
  - 3.3 炭素-酸素結合の水素化分解反応に関するもの

#### 第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

- 1. はじめに
- 2. MTG・MTO・DTO
- 3. Fischer-Tropsch 合成 (FTS)
- 4. MTB
- 5. おわりに

#### 第9節 ゼオライト鑄型炭素の合成、特徴、応用 西原洋知, 京谷 隆

- 1. はじめに
  - 1.1 鑄型炭素化法
  - 1.2 鑄型炭素化法の歴史
- 2. ZTC の合成
  - 2.1 ゼオライトの選択
  - 2.2 ゼオライトへの炭素の充填
- 3. ZTC の特徴
  - 3.1 分子構造
  - 3.2 規則性メソポーラスカーボン (OMC) との比較
  - 3.3 機械的な柔軟性
- 4. ZTC の応用
  - 4.1 水素貯蔵
  - 4.2 電気二重層キャパシタ
- 5. おわりに

### 第4章 その他のナノ空間材料

#### 第1節 多孔性有機シリカハイブリッド材料 Watcharop CHAIKITTISILP, 小池夏萌

- 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
  - 5.1 ドラッグデリバリー
  - 5.2 触媒
  - 5.3 低誘電率材料
- 6. おわりに

#### 第2節 コロイド鑄型、マクロポーラス多孔体 黒田義之

- 1. はじめに
- 2. コロイド鑄型法による特異なナノ空間材料の調製
  - 2.1 形態制御されたナノ粒子を合成するための反応場
  - 2.2 コロイド結晶の劈開による二次元鑄型
  - 2.3 非対称構造の形成
- 3. コロイド鑄型法で得られるナノ空間材料の応用例

- 3.1 ゼオライトナノ粒子およびゼオライト分離膜
- 3.2 蓄電デバイス用電極
  - 3.2.1 3DOM 構造を利用した高速放電リチウムイオン電池

3.2.2 ザクロ構造シリコンアノード電極

4. おわりに

#### 第3節 イオン結晶の階層的構築 内田さやか

- 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. イオン結晶の階層的構築
- 4. 今後の展望

#### 第4節 カーボン材料 (ゼオライト転写以外) 有賀克彦

- 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

#### 第5節 層状物質を利用した検知センサーの開発 笹井亮

- 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

#### 第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

- 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素子としての利用
- 5. 波長変換能を有する無機ナノシート-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-有機化合物ハイブリッド材料
- 7. おわりに

#### 第7節 層状化合物・ナノシート光触媒 伊田進太郎

- 1. はじめに
- 2. ナノシート光触媒
  - 2.1 Rh-ドーブ Ca<sub>2</sub>Nb<sub>3</sub>O<sub>10</sub> ナノシート光触媒
  - 2.2 N-ドーブ AE<sub>2</sub>M<sub>3</sub>O<sub>10</sub> (AE:Ca, Sr, Ba, M:Nb, Ta) ナノシート光触媒
  - 2.3 Tb<sup>3+</sup>-ドーブ Ca<sub>2</sub>Ta<sub>3</sub>O<sub>10</sub> ナノシート光触媒
  - 2.4 p型半導体ナノシート膜の作製と光電気化学的水素生成
- 3. ナノシート pn 接合
- 4. 光触媒反応中心の直接観察

#### 第8節 層状物質-光触媒反応促進剤- 井出裕介

- 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

#### 第9節 ナノシート液晶と異方性ゲル 中戸晃之, 宮元展義

- 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
  - 3.1 液晶相の構造—ネマティック相とラメラ相
  - 3.2 ラメラ相の階層構造
4. ナノシート液晶の配向制御による異方性空間
  - 4.1 外場印加による液晶の配向制御
  - 4.2 電場配向
  - 4.3 電場印加の制御によるマルチスケール空間の構築
5. ナノシート液晶-高分子複合化による異方性ゲル
6. おわりに

#### 第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

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

#### 第11節 酸化グラフェン 谷口貴章、速水真也、松本素道

1. はじめに
2. 酸化グラフェン
  - 2.1 酸化グラフェンの構造
  - 2.2 酸化グラフェンの合成法
  - 2.3 酸化グラフェンの還元法
3. ナノ空間材料としての酸化グラフェン
  - 3.1 グラファイト層間化合物
  - 3.2 酸化グラフェン層間でのイオン伝導
4. GOを固体電解質とした電気化学デバイス
  - 4.1 GOを固体電解質とした燃料電池 (GOFC)
  - 4.2 GOを固体電解質とした鉛蓄電池 (GOLB)
  - 4.3 GOを用いたスーパーキャパシタ
5. おわりに

#### 第12節 ナノシートを利用した電気化学応用 望月大, 杉本 涉

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
  - 4.1 スーパーキャパシタ応用
  - 4.2 燃料電池電極触媒応用
  - 4.3 光電気化学応用
5. まとめ

### 第5章 分析

#### 第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

1. はじめに
2. 最新のHRSEM 関連技術
  - 2.1 低電圧HRSEM
  - 2.2 エネルギーフィルタ
  - 2.3 クロスセクションポリッシャー
  - 2.4 特性X線分析
3. ナノ空間材料の観察例
  - 3.1 メソポーラス LTA
  - 3.2 メタルオーガニックフレームワークの細孔観察
  - 3.3 ヨークシェル材の材料別形態観察

- 3.4 クロスセクションポリッシャーによる断面形成
- 3.5 ヨークシェル材の組成分析
- 3.6 軟X線分光器による結合状態分析

#### 4. まとめ

#### 第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

1. はじめに
2. 透過電子顕微鏡法を用いた微細構造解析
  - 2.1 シリカメソ多孔体と微細構造解析
  - 2.2 二元系ナノコロイド結晶の微細構造解析
3. 電子線結晶学を用いた三次元構造解析
  - 3.1 結晶としてのシリカメソ多孔体
  - 3.2 シリカメソ多孔体と電子線結晶学
  - 3.3 新奇規則性多孔質材料の三次元細孔構造
4. 電子線トモグラフィを用いた三次元構造解析
  - 4.1 メソ構造材料と電子線トモグラフィ
  - 4.2 メソ構造材料の三次元構造解析例
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

#### 第3節 電子顕微鏡法によるナノ空間材料の解析 吉田要, 佐々木優吉

1. はじめに
  - 1.1 ゼオライト観察における電子線照射損傷
  - 1.2 収差補正技術
  - 1.3 HRTEM 法と STEM 法の結像原理
2. ゼオライト骨格の高分解能観察
  - 2.1 AC-STEM 法による骨格構造観察
  - 2.2 AC-HRTEM 法による骨格構造観察
3. 細孔内カウンターカチオンの直接観察
  - 3.1 AC-STEM 法によるカチオン観察
  - 3.2 AC-HRTEM 法によるカチオン観察
4. まとめ

#### 第4節 ゼオライトのX線結晶構造解析 池田卓史

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と PXRD のコンビネーション解析
8. おわりに

#### 第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

1. はじめに
2. 次世代型吸着等温線測定装置—BELSORPmax—
3. GCMC 法
4. 活性炭素繊維の極低圧 N<sub>2</sub> 吸着等温線測定による GCMC 法ならびに  $\alpha_s$  法による細孔構造評価
5. メソポーラスゼオライトの N<sub>2</sub> (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
  - 5.1 メソポーラス MFI 型ゼオライト
  - 5.2 メソポーラス FAU 型ゼオライト
6. おわりに

#### 第6節 蒸気吸着 遠藤 明

1. はじめに
2. 蒸気吸着等温線の測定
  - 2.1 定容法における留意点

- 2.2 重量法における吸着等温線の測定と留意点
- 3. 水蒸気吸着
  - 3.1 ゼオライトへの水蒸気吸着
  - 3.2 メソポーラスシリカへの水蒸気吸着
- 4. その他の蒸気吸着
  - 4.1 VOC吸着
  - 4.2 低級アルコールの吸着
  - 4.3 その他の蒸気の吸着
- 5. おわりに

(2016年1月現在。変更の可能性があります)