

目 次

第 1 章 固体触媒とその役割	1
1.1 触媒とは?	1
1.1.1 触媒の定義	1
1.1.2 触媒の定義の変遷	1
1.1.3 平衡と活性化エネルギー	2
1.1.4 触媒の役割	2
1.2 触媒の 4 要素	3
1.2.1 触媒の活性	3
1.2.2 選 択 性	4
1.2.3 耐 久 性	4
1.2.4 環境負荷	5
1.3 触媒の種類とその分類	5
1.3.1 均一系触媒と不均一系触媒	5
1.3.2 触媒物質の形態による分類	5
1.3.3 反応や機能による分類	6
1.4 固体触媒の役割	6
1.4.1 固体触媒の長所と短所	6
1.4.2 固体触媒の用途と将来展望	7
参考文献	9
第 2 章 固体触媒の構造と触媒反応	11
2.1 固体結晶構造と表面構造	11

2.2 固体触媒反応場の構造	12
2.2.1 固体表面欠陥	12
2.2.2 固体表面の電子構造	14
2.2.3 多元金属（合金）触媒	17
2.2.4 固体酸・固体塩基触媒	18
2.2.5 ゼオライトの細孔構造	19
2.2.6 メソ多孔体	20
2.3 固体触媒のキャラクタリゼーション	21
2.3.1 物理・化学吸着法の利用	21
2.3.2 表面分光法の利用	25
2.3.3 表面吸着種の状態の観測	32
参考文献	36

第3章 固体触媒の調製と評価

37

3.1 調製原理	37
3.2 種々の固体触媒調製法	39
3.2.1 担持金属触媒	39
3.2.2 複合酸化物触媒	41
3.2.3 ラネーニッケル触媒とマグネシア触媒	42
3.2.4 ゾル-ゲル法による触媒調製	42
3.2.5 ゼオライトや規則性メソポーラスシリカ	43
3.3 触媒反応特性の評価	44
3.3.1 活性と選択性評価	44
3.3.2 触媒寿命	44
3.4 触媒活性試験	45
3.4.1 連続流通式と閉鎖回分式反応装置	45

3.4.2	反応速度の測定	50
3.4.3	速度データの解析	52
	参考文献	54
第4章	固体触媒反応の素過程と反応速度論	55
4.1	表面での素過程	55
4.1.1	物理吸着と化学吸着	55
4.1.2	活性化吸着	57
4.1.3	表面化学反応	58
4.1.4	表面からの脱離	58
4.2	表面の反応速度論	59
4.2.1	吸着の速度論	59
4.2.2	律速段階と予備平衡	61
4.2.3	ラングミュア・ヒンシェルウッド機構と イーレイ・リディール機構	65
4.3	固体触媒反応機構	67
4.3.1	触媒反応における素反応の組立て	68
4.3.2	反応機構決定法	71
4.3.3	反応機構の実例	75
4.4	固体触媒のデザイン	86
4.4.1	主触媒成分の選定	87
4.4.2	触媒担体の選定	92
4.4.3	二元機能触媒	93
	参考文献	97

第5章 固体触媒の利用	99
5.1 工業触媒	99
5.1.1 選択酸化反応	99
5.1.2 高分子合成	101
5.1.3 化学工業プロセスにおける触媒の役割	102
5.2 エネルギー関連触媒	102
5.2.1 水素製造に関わる触媒技術	102
5.2.2 燃料電池触媒	102
5.2.3 光触媒	103
5.3 環境保全触媒	105
5.3.1 排煙脱硝触媒	105
5.3.2 水素化脱硫触媒	106
5.3.3 水処理触媒	107
5.3.4 自動車触媒	107
5.4 石油代替炭素資源の有効利用触媒	115
5.4.1 水素の製造と C ₁ 化学	115
5.4.2 メタンの転換反応	116
5.4.3 温和な条件下でのメタンの直接化学変換	119
参考文献	124
索引	125

コラム目次

1. シリカ担持 Ru 触媒上に成長林立する長鎖の炭化水素鎖 … 22
2. 逆ミセル法で調製した担持金属微粒子の安定性 …… 40
3. 水素エネルギー社会の実現を目指すナノ空間触媒 …… 46
4. Pt/TiO₂ ナノチューブや Rh/TiO₂ ナノカプセル触媒上での CO-H₂ 反応の活性点構造 …… 88
5. SMSI 状態の Pd 触媒による CO-H₂ 反応中のメタン生成 活性点からメタノール生成活性点への変換プロセス …… 94
6. ナノ構造をもつ NO_x 貯蔵還元自動車触媒 ……110
7. メタノールの液相改質反応における 8~10 族金属触媒に 対する添加物の役割 ……122