

# も く じ

まえがき

- 1 有機資源 ————— 1
  - 1.1 石油 ———— 2
  - 1.2 石炭 ———— 8
  - 1.3 天然ガス ———— 13
  - 1.4 バイオマス ———— 16
  - 1.5 その他 ———— 18
  
- 2 有機プロセス工業の要求条件と構成 ————— 19
  - 2.1 有機プロセス工業と設備の特徴 ———— 20
  - 2.2 有機化学プロセス技術の変遷とその原因 ———— 21
    - 2.2.1 エネルギー供給の変遷と有機工業プロセスの変遷 21/2.2.2 酢酸製造プロセスの変遷 22
  - 2.3 代表的単位操作と特徴 ———— 26
    - 2.3.1 工業プロセスの構成 26/2.3.2 工業触媒の特徴と取り扱い 28/2.3.3 反応器 31/2.3.4 分離プロセス 34
  - 2.4 石炭からの液体燃料を合成するトータルシステム ———— 41
    - 2.4.1 フィッシャー・トロプシュ合成とは 41/2.4.2 SASOL 石炭液化工場 42
  
- 3 低級オレフィン類の製造 ————— 51
  - 3.1 炭化水素の熱分解反応 ———— 52
  - 3.2 熱分解プロセス ———— 56
    - 3.2.1 分解反応工程 56/3.2.2 生成物急冷工程 58/3.2.3 分離精製工程 59
  - 3.3 エチレン ———— 60
    - 3.3.1 フィッシャー・トロプシュ合成 61/3.3.2 エタノールの脱水 61/3.3.3

プロピレンの不均化 61

3.4 プロピレン —— 62

3.4.1 石油の接触分解 62

3.5 ブテン類 —— 63

3.6 ブタジエン —— 65

3.6.1 C<sub>4</sub>留分からの分離 65/3.6.2 脱水素 67/3.6.3 その他の製造法 69

## 4 芳香族類の製造 —— 71

4.1 接触改質反応 —— 73

4.1.1 アルキルシクロヘキサンの脱水素 74/4.1.2 アルキルシクロペンタンの異性化 74/4.1.3 パラフィンの環化脱水素 75

4.2 接触改質プロセス —— 75

4.2.1 接触改質触媒 77/4.2.2 芳香族炭化水素の分離 78

4.3 その他の芳香族炭化水素製造法 —— 80

4.3.1 ナフサ熱分解 80/4.3.2 コークスガス, コールタール 81/4.3.3 低級パラフィンの転化 81

4.4 芳香族間相互の転化反応 —— 83

4.4.1 脱アルキル 83/4.4.2 不均化・トランスアルキル化 84/4.4.3 異性化 86

4.5 ベンゼン —— 88

4.6 トルエン —— 89

4.7 キシレン —— 90

4.7.1 *p*-キシレン 90/4.7.2 その他のキシレン異性体 92

## 5 炭化水素単量体 —— 93

5.1 イソプレン —— 94

5.1.1 ナフサ分解 C<sub>5</sub>留分からの分離 94/5.1.2 イソペンテンの脱水素 95/5.1.3 イソブテン法 96/5.1.4 プロピレン二量化法 97/5.1.5 その他 98

5.2 スチレン —— 98

5.2.1 エチルベンゼンの合成 98/5.2.2 エチルベンゼンの脱水素 100

5.3 その他——103

5.3.1  $\alpha$ -メチルスチレン 103/5.3.2 メチルスチレン 103/5.3.3 ジビニルベンゼン 104

6 脂肪族オレフィンの化学工業——105

6.1 ハロゲン化物——106

6.1.1 塩化ビニル 108/6.1.2 塩化ビニリデン 113/6.1.3 フッ化ビニル, テトラフルオロエチレン 114/6.1.4 塩化アリル 115

6.2 酢酸ビニル——117

6.3 エチレンオキシド/プロピレンオキシド——120

6.3.1 エチレンオキシド/エチレングリコール 120/6.3.2 プロピレンオキシド/プロピレングリコール 123

6.4 脂肪族アルコール類——126

6.4.1 エタノール 126/6.4.2 2-プロパノール, 2-ブタノール 128/6.4.3 シクロヘキサノール 130/6.4.4 オキソアルコール 132

6.5 アルデヒドおよびケトン類の合成——133

6.5.1 アセトアルデヒドおよびアセトン 133/6.5.2 オキソアルデヒド 135

6.6 飽和および不飽和カルボン酸——139

6.6.1 酢酸 140/6.6.2 アクリル酸/アクリル酸エステル 142/6.6.3 メタクリル酸エステル 144

6.7 ニトリル類——147

6.7.1 アクリロニトリル, メタクリロニトリル 148/6.7.2 アジポニトリル, ヘキサメチレンジアミン 151

6.8 アリルアルコールとエピクロロヒドリン——152

6.8.1 塩化アリル法アリルアルコール, エピクロロヒドリン 152/6.8.2 酢酸アリル法アリルアルコール, エピクロロヒドリン合成 153

6.9 1,4-ブタンジオール——154

6.9.1 アセチレン-ホルムアルデヒド法 155/6.9.2 ブタジエン法 155/6.9.3 無水マレイン酸法 1,4-ブタンジオール合成 157

## 7 芳香族炭化水素の化学工業 ————— 159

### 7.1 フェノール合成 ————— 161

7.1.1 クメン法フェノール 162/7.1.2 トルエン酸化法 165/7.1.3 その他のフェノール合成法 166/7.1.4 フェノール誘導體 168

### 7.2 芳香族カルボン酸とそのエステルの合成 ————— 170

7.2.1 *p*-キシレン法テレフタル酸合成 170/7.2.2 *p*-キシレン酸化法テレフタル酸 171/7.2.3 その他のテレフタル酸合成法 173/7.2.4 ジメチルテレフタレート 174/7.2.5 トルエンカルボニル化法テレフタル酸 176/7.2.6 2,6-ナフタレンジカルボン酸 176

### 7.3 カルボン酸無水物 ————— 178

7.3.1 無水フタル酸 178

### 7.4 その他の芳香族カルボン酸の合成 ————— 181

### 7.5 ナフテン炭化水素を原料とする低分子化合物の合成 ————— 181

7.5.1 シクロヘキサン法シクロヘキサノン, シクロヘキサノール 182/7.5.2 アジピン酸 183/7.5.3 シクロヘキセン水和法シクロヘキサノール 184/7.5.4 シクロヘキサノン法  $\epsilon$ -カプロラクタム 184/7.5.5 光ニトロソ化法  $\epsilon$ -カプロラクタム 186

### 7.6 芳香族アミンおよびその誘導體の合成 ————— 188

7.6.1 アニリン 188/7.6.2 ジイソシアナート 188

## 8 低級パラフィン, 合成ガス, 二酸化炭素の化学工業 ————— 191

### 8.1 合成ガスの製造 ————— 192

8.1.1 石炭のガス化 192/8.1.2 天然ガスの改質 195

### 8.2 C<sub>1</sub>化学システム ————— 197

8.3 メタノール ————— 198

8.4 ホルムアルデヒド ————— 204

8.5 酢酸および無水酢酸 ————— 206

8.5.1 メタノール法酢酸 206/8.5.2 無水酢酸 210/8.5.3 一酸化炭素の酸化カップリング生成物 211

8.6 低級パラフィンからの低分子化合物の合成 ————— 213

8.6.1 無水マレイン酸 214/8.6.2 その他の低級パラフィンの酸化反応物

217/8.6.3 クロロメタン類の合成 220

8.7 尿素合成——222

参考図書——225

索引——226