

# 目 次

ま え が き ..... i

## I 有機薄膜の構造と機能

### 1 膜透過現象に関連する理論

**A 非平衡の熱力学と現象論的方程式** ..... 妹尾 学...1

1 基本的な考え方 ..... 1	4 構造モデル ..... 6
2 中性溶質の膜透過 ..... 3	5 能動輸送 ..... 8
3 イオン性溶質の膜透過 ..... 5	文 献 ..... 10

**B 荷電膜の透過現象** ..... 花井哲也...11

1 荷電膜とイオン透過の特徴 ..... 11	4.2 高濃度の電解質水溶液に浸された荷電膜の系 ..... 15
2 荷電膜相内のイオン濃度——Donnan 平衡現象 ..... 12	拡散現象 16 / イオン選択透過現象 16
3 Donnan 平衡現象による電位差 ..... 13	5 荷電膜の理論式とその結果の図示 ..... 16
4 荷電膜の選択透過性の説明 ..... 14	5.1 荷電膜のイオン拡散透過の式 ..... 16
4.1 低濃度の電解質水溶液に浸された荷電膜の系 ..... 14	5.2 荷電膜のイオン輸率の式 ..... 18
拡散現象 14 / イオン選択透過現象 15	文 献 ..... 19

**C 一般拡散式および溶解拡散説による透過式** ..... 小谷 壽...20

1 フィックの第一法則 ..... 20	6 溶解度係数, 透過係数 ..... 25
2 フィックの第二法則 ..... 20	7 フィック型透過 ..... 26
3 拡散の推進力 ..... 22	8 フィック型吸収・脱着 ..... 28
4 拡散係数 ..... 23	文 献 ..... 28
5 溶解拡散説 ..... 25	

### 2 人工膜の製造と機能

**A 非対称膜と複合膜** ..... 栗原 優...30

1 膜の構造の定義 ..... 30	2 各種膜分離法膜とその膜形態 ..... 31
非対称膜 31 / 複合膜 31	3 膜形態の分類 ..... 32

3.1 非対称膜	32	乾湿式製膜法	34 / 液面製膜法	34
3.2 複合膜形態の分類	32	/ 溶液塗布法	34 / モノマー溶液重	
4 超薄膜化技術	33	合法	34 / 界面重合, 反応法	35 /
4.1 薄膜化の意義	33	プラズマ重合法	37	
4.2 超薄膜化技術とその限界	33	文 献		38
<b>B 合成ポリペプチド膜</b>		林 寿郎, 中島章夫		39
1 ブロック共重合体の合成と膜の高次構造	39	4 膜の力学的性質		45
2 ミクロ不均一相構造の形成	42	5 膜の水透過性		46
3 膜の動的弾性率とミクロ相構造との相関	44	6 膜の表面特性		47
		文 献		48
<b>C マイクロカプセル</b>		近藤 保		51
1 調製法	51	2 溶質透過性		54
1.1 相分離法	52	3 分子識別能		57
1.2 界面沈殿法	53	文 献		58
1.3 界面重合法	53			
<b>D 界面膜</b>		竹中 亨		60
1 単分子膜	60	b) 赤外分光法		65
1.1 展開単分子膜 (不溶性単分子膜)	60	透過法	65 / ATR 法	66 / 鏡面
1.2 吸着単分子膜 (可溶性単分子膜)	62	反射法	67 / 表面電磁波法	67 / そ
1.3 単分子膜のキャラクタリゼーション	62	他の方法	68	
2 累積膜	64	c) ラマン分光法		68
2.1 累積膜の作製	64	多重鏡面反射法	68 / 光導波路法	68
2.2 累積膜の構造	65	2.3 累積膜の機能		69
a) X線・電子線回折および電子顕微鏡法	65	文 献		70
<b>3 生体膜の形態と機能</b>				
<b>A 生体膜とは</b>		藤井達三		73
1 生体膜の成分と組成	73	4 生体膜の機能		79
2 生体膜の構造	75	文 献		80
3 生体膜と細胞骨格との相互作用	77			
<b>B 電子顕微鏡でみた生体膜の微細構造</b>		山田英智		81
1 膜の構造を観察するための電顕法	81	3 吸収上皮細胞の細胞膜		83
2 生体膜がもつ共通の形態学的特徴	82	4 視細胞外節円板膜		86

5 膀胱粘膜上皮細胞の円板状小胞の膜	88	文献	92
--------------------	----	----	----

## II 物質の分離

1 気体混合物、液体混合物の分離膜	仲川 勤, 山田純男	93
1 気体混合物の分離膜		93
1.1 溶解-拡散の膜の気体透過式		93
1.2 溶解度支配型と拡散支配型		94
a) 溶解度支配型		94
b) 拡散支配型		96
1.3 実用化されている気体分離膜とその特徴		98
a) シリコンゴム膜		98
b) ポリ(4-メチルペンテン-1)膜		101
c) ポリ(2,6-ジメチル酸化フェニレン)膜		102
d) 多成分膜		102
2 液体混合物の分離膜		103
2.1 有機液体分離膜の分類		103
2.2 有機液体分離膜の現状		104
a) 市販膜あるいは他の用途の分離膜の流用		104
b) 新規重合膜		105
c) 共重合膜		106
d) 放射線グラフト膜		106
e) 高分子反応膜		106
f) 表面処理膜		107
g) ブレンド膜		107
h) 抽出剤を配合した膜		107
i) 輸送担体を付与した膜		107
文献		108
2 苛性ソーダ製造用含フッ素イオン交換膜	三宅晴久, 山辺正顕	110
1 イオン交換膜食塩電解の原理		110
2 イオン交換膜に要求される特性		111
3 ポリマー合成・製膜		111
4 膜の電気化学的特性を支配する因子		112
4.1 電流効率		112
4.2 電気伝導度		114
5 膜の最適設計とゼロ・ギャップ電解システム		114
文献		115
3 キャリヤーを含む膜		
A 固定キャリヤー	清水剛夫	117
1 固定キャリヤー		117
2 キャリヤーとその固定		119
3 固定キャリヤー膜		121
文献		123
B 移動キャリヤー	古崎新太郎, 小島紀徳	125
1 担体輸送の原理と機能		125
2 担体の種類		127
a) 分子状透過物質に対する担体		127
b) イオン性透過物質を並流輸送する担体		127
c) イオン性透過物質を向流輸送する担体		128
3 膜の構成——研究例と工業的応用の可能性		129
a) 固体膜担持型		130
概要 130 / 研究例 130 / 工業的応用の可能性 130		
b) 乳化型液体膜		131
概要 131 / 液滴径 132 / 物質移動		

解析のモデル 132 / 二重エマルジョンの安定性 133 / エマルジョンの分離 133 / 担体を含有する乳化型液体

膜の研究例 133  
 文 献 .....134

### III 物質の識別

#### 1 有機薄膜によるイオン種の識別 .....庄野利之...137

- |     |                              |                                   |
|-----|------------------------------|-----------------------------------|
| 1   | イオン選択性電極による分析法 .....138      | 識別).....139                       |
| 2   | イオン電極の選択性を支配するパラメーター.....138 | 3.2 官能基を固定化した膜(カチオン種の識別).....141  |
| 3   | 有機薄膜を用いたイオン選択性電極の実例 .....139 | 3.3 ニュートラルキャリアーを感応素子とする膜 .....143 |
| 3.1 | 官能基を固定化した膜(アニオンの             | 文 献 .....147                      |

#### 2 生体関連物質による識別性をもった膜

##### A 酵素を含む膜 .....相澤益男...148

- |   |                    |                                  |
|---|--------------------|----------------------------------|
| 1 | 分子識別する酵素膜 .....148 | 5 酵素の分子識別と化学増幅機能 .....152        |
| 2 | 発光する酵素膜 .....149   | 6 バイオアフィニティーの差を利用した分子識別 .....154 |
| 3 | 酵素センサー .....149    | 文 献 .....155                     |
| 4 | 酵素を識別する膜 .....152  |                                  |

##### B 微生物を含む膜 .....軽部征夫...156

- |     |                     |                                 |
|-----|---------------------|---------------------------------|
| 1   | 微生物の固定化方法 .....156  | センサー .....158                   |
| 2   | 微生物センサーの原理 .....157 | 3.2 微生物膜の呼吸活性を測定するセンサー .....159 |
| 3   | 微生物センサーの応用 .....158 | 文 献 .....163                    |
| 3.1 | 微生物菌体中の単一酵素を利用する    |                                 |

### IV 物質生産とエネルギー変換

#### 1 メンブランリアクター .....前田英勝...165

- |   |                           |                                   |
|---|---------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 酵素固定化膜型リアクター.....165      | 4 機能性薄膜を有するマイクロカプセル化酵素触媒 .....171 |
| 2 | 補酵素・酵素固定化膜型リアクター .....167 | 文 献 .....172                      |
| 3 | 微生物固定化膜型リアクター .....169    |                                   |

## 2 エネルギー変換膜

<b>A 光エネルギーの化学エネルギーへの変換</b> .....	藤嶋 昭	174
1 変換法による分類 .....		174
2 膜系を用いた変換 .....		175
2.1 分離膜 .....		175
2.2 2分子膜 .....		176
3 有機半導体電極 .....		176
4 修飾電極による化学エネルギー生 成 .....		177
5 クロロフィル電極によるエネルギー 変換 .....		177
6 金属電極上の感光性有機薄膜の挙 動 .....		178
7 半導体電極上の感光性有機薄膜の 挙動 .....		179
8 光半導体電極の保護膜としての有 機薄膜 .....		179
9 半導体光触媒系への表面被覆 .....		180
文 献 .....		181
<b>B 光エネルギーの電気エネルギーへの変換</b> .....	金子正夫	183
1 光電変換機能の発現と設計 .....		183
2 半導体としての有機薄膜 .....		184
3 増感機能膜 .....		186
4 液接合型無機半導体の安定化膜 .....		186
5 高分子薄膜の光化学反応に基づく 光電変換 .....		187
6 その他 .....		188
文 献 .....		189
<b>C 化学エネルギーの力学エネルギーへの変換</b> .....	長田義仁	191
1 イオンの生成または交換による変 換系 .....		192
2 酸化還元反応による変換系 .....		193
3 相転移あるいは秩序-無秩序転移に よる変換系 .....		193
4 立体構造変化による変換系 .....		193
5 高分子集合現象による変換系 .....		195
文 献 .....		197