

イオン性液体・常温溶融塩の最新応用Ⅱ

— 多彩な機能が生み出す新材料・新製法 —

2011年9月発行

定価55,000円（消費税込み）

住ベリサーチの調査研究レポート

住ベリサーチ株式会社

技術調査部

〒140-0002 品川区東品川2-5-8

天王洲パークサイドビル16F

TEL 03-5462-7051

FAX 03-5462-7040

目 次

	頁
緒 言	1
第 1 章 イオン性液体の概要及び市場動向	2
1. 1 イオン性液体の概要	2
1. 2 イオン性液体の市場及び開発企業	3
参考文献	3
第 2 章 イオン性液体組成物の製造及び処理方法	4
2. 1 イオン性液体の合成	4
2. 2 イオン性液体組成物	6
2. 2. 1 低い凝固点を有する常温熔融塩の製造方法	6
2. 2. 2 低粘度の疎水性イオン性液体組成物	7
2. 3 イオン性液体の高分子化・ゲル化	7
2. 3. 1 安全性、環境適応性に優れた重合性基含有イオン性液体	7
2. 3. 2 イオン性液体の機能を有する共重合体	8
2. 3. 3 帯電防止能の持続性に優れた表面機能性材料	9
2. 3. 4 イオン性液体のゲル化に用いる有機化合物	10
2. 4 イオン性液体の精製及び分解	11
2. 4. 1 イオン性液体中の有色不純物の除去・精製方法	11
2. 4. 2 イオン性液体中のハロゲン系不純物の除去・精製方法	12
2. 4. 3 常温熔融塩中のアルカリ金属及びハロゲンの除去・精製方法	13
2. 4. 4 イオン性液体中の水分の除去・精製方法	14
2. 4. 5 イオン性液体の分解処理方法	15
参考文献	16
第 3 章 有機化学反応へのイオン性液体の応用	17
3. 1 オレフィン化合物の反応におけるイオン性液体の機能と役割	17
3. 1. 1 リサイクル性に優れたオレフィンメタセシス触媒を用いたオレフィン反応	17
3. 1. 2 効率的な水添脱ハロゲン化反応	18
3. 2 芳香族化合物の反応におけるイオン性液体の機能と役割	20

3. 2. 1	芳香族炭化水素のアルキル化反応	20
3. 2. 2	アニリン系化合物の環アルキル化反応	21
3. 2. 3	芳香族化合物のアセチレンカップリング反応	22
3. 3	ハロゲン系化合物の合成におけるイオン性液体の機能と役割	23
3. 3. 1	含フッ素エーテル化合物の高収率の合成方法	23
3. 3. 2	環境適応性の高いハロゲン置換芳香族化合物の合成方法	25
3. 4	有機酸及びエステル合成におけるイオン性液体の機能と役割	27
3. 4. 1	高収率のグリコール酸合成方法	27
3. 4. 2	環境負荷の少ないカルボン酸エステル合成方法	28
3. 5	カルボニル化合物及びカーボネートの合成におけるイオン性液体の機能と役割	29
3. 5. 1	触媒効率の高いカルボニル化合物の合成方法	29
3. 5. 2	オレフィンからのカーボネートなどの合成方法	30
3. 6	有機窒素化合物の合成におけるイオン性液体の機能と役割	32
3. 6. 1	高収率の3-ヒドロキシグルタロニトリル合成方法	32
3. 6. 2	エチレンアミンの効率的な合成方法	33
3. 6. 3	ジフェニルアミン化合物のアルキル化方法	34
3. 7	複素環式化合物の合成におけるイオン性液体の機能と役割	34
3. 7. 1	アジド-アルキン付加環化反応触媒によるトリアゾール化合物の合成	34
3. 7. 2	環状エーテルの合成方法	35
	参考文献	36
第4章	高分子材料へのイオン性液体の応用	37
4. 1	重合反応におけるイオン性液体の機能と役割	37
4. 1. 1	環状オレフィン付加重合体の製造方法	37
4. 1. 2	芳香族ポリアミンの合成方法	39
4. 1. 3	基材表面のグラフト化・ブロック化重合反応	40
4. 1. 4	収率の高い芳香族ポリイミド合成方法	41
4. 1. 5	簡便なポリアミド・ポリエステル解重合方法	42
4. 1. 6	高粘度ポリアルファオレフィンの合成方法	43
4. 2	各種樹脂組成物におけるイオン性液体の機能と役割	44
4. 2. 1	成形性の優れたポリベンゾオキサジン系樹脂組成物	44
4. 2. 2	潤滑特性の優れた樹脂組成物	45
4. 2. 3	防汚性の優れた樹脂組成物	46
4. 2. 4	ポリロタキサン含有ポリマーブレンドの調製方法	48

4. 2. 5	レーザー彫刻用樹脂組成物	49
4. 3	架橋性樹脂組成物におけるイオン性液体の機能と役割	51
4. 3. 1	作業性の優れた硬化性樹脂組成物	51
4. 3. 2	帯電防止性能の優れた活性エネルギー線硬化型樹脂組成物	52
4. 3. 3	防汚性の優れた縮合硬化型オルガノポリシロキサン組成物	54
4. 3. 4	マイクロ波硬化性を有する樹脂組成物	55
4. 3. 5	透明性・導電性の優れた樹脂組成物	57
4. 3. 6	イオン性液体封入性の優れたエポキシ樹脂組成物	57
4. 4	高分子ゲルにおけるイオン性液体の機能と役割	59
4. 4. 1	高導電性ゲル状組成物	59
4. 4. 2	高透明性ゲル組成物	60
4. 4. 3	電磁波抑制能を有するゲル状組成物	61
4. 4. 4	物理的刺激に応答する非水系高分子ゲル	63
4. 5	有機・無機ハイブリッド高分子材料におけるイオン性液体の機能と役割	64
4. 5. 1	高強度有機無機複合ゲル	64
4. 5. 2	有機・無機ハイブリッド高分子イオン性化合物	66
4. 5. 3	多孔性の有機・無機ハイブリッド材料	68
4. 5. 4	三次元規則配列性を有するコロイド粒子分散体	69
4. 5. 5	無機物の高充填が可能な樹脂組成物	71
4. 6	高分子微粒子におけるイオン性液体の機能と役割	72
4. 6. 1	発光性のポリマー微粒子	72
4. 6. 2	導電性高分子ナノ粒子	74
4. 6. 3	イオン性液体包接化合物粒子の製造方法	75
参考文献		76
第5章	樹脂製品へのイオン性液体の応用	77
5. 1	粘着剤におけるイオン性液体の機能と役割	77
5. 1. 1	被着体汚染性の低減された粘着剤組成物	77
5. 1. 2	剥離帯電防止性の改良	78
5. 1. 3	耐衝撃性・耐候性の向上	79
5. 1. 4	粘着・剥離特性の優れた粘着剤組成物	80
5. 1. 5	塗工作業性の優れた帯電防止性粘着剤組成物	81
5. 1. 6	電気剥離性を有する粘着剤組成物	83
5. 1. 7	偏光板用粘着剤組成物	84

5. 2	接着剤におけるイオン性液体の機能と役割	85
5. 2. 1	透明性の優れた帯電防止性接着剤	85
5. 2. 2	通電剥離性を有する接着剤	86
5. 3	塗料におけるイオン性液体の機能と役割	87
5. 3. 1	導電性塗料組成物	87
5. 3. 2	水生生物の付着防止性に優れた水中防汚塗料	88
5. 3. 3	透明導電性塗料組成物	89
5. 4	帯電防止性樹脂におけるイオン性液体の機能と役割	90
5. 4. 1	反応型帯電防止性樹脂組成物	90
5. 4. 2	耐水性の向上	91
5. 4. 3	透明性の改良	93
5. 4. 4	耐汚染性の向上	94
5. 4. 5	光学用帯電防止性樹脂組成物	96
5. 4. 6	耐摩耗性に優れた帯電防止性エポキシ樹脂組成物	97
5. 4. 7	性能の長期安定性に優れる帯電防止性ポリウレタン	98
5. 4. 8	帯電防止性ハードコート用アクリレート系樹脂組成物	99
5. 4. 9	高導電性ハードコート用シリコン系樹脂組成物	101
5. 4. 10	電子線レジスト被覆用帯電防止樹脂組成物	103
5. 4. 11	透明ハードコート用帯電防止性樹脂組成物	104
5. 5	導電性樹脂組成物におけるイオン性液体の機能と役割	105
5. 5. 1	カーボンナノチューブ分散性の優れた導電性樹脂組成物	105
5. 5. 2	成形性の優れた電磁波シールド用ゴム弾性材料	106
5. 5. 3	耐熱性の優れた導電性樹脂組成物	108
5. 5. 4	溶液状の導電性高分子組成物	109
5. 5. 5	電気伝導度の高い導電性高分子材料	110
5. 5. 6	成膜性の優れた導電性高分子組成物	111
5. 5. 7	機械特性の優れた導電性高分子複合膜	112
5. 5. 8	透明性の優れた導電性樹脂膜用組成物	113
5. 6	樹脂フィルム・シートにおけるイオン性液体の機能と役割	114
5. 6. 1	近赤外線吸収性粘着シート	114
5. 6. 2	帯電防止機能を有する反射防止フィルム	115
5. 6. 3	塗膜強度の優れた透明導電性フィルム	116
5. 6. 4	塵埃付着防止性の優れた熱可塑性樹脂シート	117
5. 6. 5	防汚性の優れた塗膜形成用樹脂組成物	118
5. 6. 6	半導電性フッ素樹脂被膜形成用塗料	119

5. 6. 7	剥離特性の優れた包装材用積層テープ	120
5. 7	高分子薄膜におけるイオン性液体の機能と役割	121
5. 7. 1	オレフィンの選択促進輸送用分離膜	121
5. 7. 2	炭酸ガス透過性の良好な炭酸ガス用選択分離膜	123
第6章	生体高分子利用技術へのイオン性液体の応用	125
6. 1	セルロースなどの多糖類におけるイオン性液体の機能と役割	125
6. 1. 1	光学フィルム用セルロース組成物	125
6. 1. 2	光学用セルロースエステルフィルム	127
6. 1. 3	セルロース繊維の製造方法	128
6. 1. 4	無色透明溶液が得られるセルロースの溶解方法	128
6. 1. 5	成形用セルロース溶液の調製	129
6. 1. 6	多糖ゲルの迅速安定な製造方法	130
6. 2	セルロース反応におけるイオン性液体の機能と役割	131
6. 2. 1	安価なグルコース抽出方法	131
6. 2. 2	単糖類の効率的な製造方法	132
6. 2. 3	オリゴ糖類の効率的な製造方法	133
6. 2. 4	セルロース含有材料からアルコール類を製造する方法	134
6. 2. 5	高純度アルキルエーテル化セルロースの製造方法	136
6. 2. 6	多糖類を用いた高吸水性ポリマーの製造方法	137
6. 2. 7	アンヒドロ糖の高収率の製造方法	138
6. 2. 8	多糖類ナノファイバーの効率的な製造方法	139
6. 3	セルロース系バイオマス利用技術におけるイオン性液体の機能と役割	140
6. 3. 1	セルロースとリグニンの効率的な分離方法	140
6. 3. 2	バイオマスからバイオポリマーを分離抽出する方法	142
6. 4	セルロース系ハイブリッド材料におけるイオン性液体の機能と役割	144
6. 4. 1	セルロース・高分子イオン性液体ハイブリッド材料の製造方法	144
6. 4. 2	セルロース・樹脂複合体の製造方法	145
6. 5	タンパク質、酵素及び核酸の利用技術におけるイオン性液体の機能と役割	146
6. 5. 1	光学選択性に優れた安定化酵素の製造方法	146
6. 5. 2	立体選択性に優れた酵素の製造方法	146
6. 5. 3	桂皮酸誘導体の酵素合成法	147
6. 5. 4	生物学的サンプルからタンパク質を抽出する方法	148
6. 5. 5	核酸含有溶液の調製方法	149

参考文献	149
第7章 医薬品・医療材料へのイオン性液体の応用	150
7.1 医薬品分野におけるイオン性液体の利用技術	150
7.1.1 生体関連化合物からなるイオン性液体	150
7.1.2 高い抗菌活性を示すイオン性液体化合物	151
7.1.3 抗菌剤の製造方法	152
7.2 外用剤・医用材料分野におけるイオン性液体の利用技術	153
7.2.1 医療用コーティング剤	153
7.2.2 経皮吸収性に優れた外用剤	154
7.2.3 創傷ケアに使用するゲル形成繊維の溶解方法	155
7.2.4 薬物の経皮吸収性を高めた外用剤	156
第8章 無機材料へのイオン性液体の応用	157
8.1 無機ゲル組成物におけるイオン性液体の機能と役割	157
8.1.1 導電性ゲル状組成物	157
8.1.2 放熱性の優れたゲル状組成物	158
8.1.3 環境適応性に優れたゲル状組成物	159
8.2 無機コンポジット材料におけるイオン性液体の機能と役割	161
8.2.1 シリカ・イオン性液体コンポジット粒子	161
8.2.2 イオン性液体・ナノ細孔構造複合体	162
8.2.3 イオン性液体内包カプセル	162
8.3 無機微粒子の製造におけるイオン性液体の機能と役割	164
8.3.1 ナノ粒子の製造方法	164
8.3.2 金属微粒子担持体の製造方法	165
8.3.3 分散性に優れた単層カーボンナノチューブの製造方法	167
8.4 無機薄膜におけるイオン性液体の機能と役割	169
8.4.1 耐熱性の優れた粘土薄膜	169
8.4.2 均質なカーボンナノチューブ薄膜の製造方法	169
8.5 電磁波抑制材料におけるイオン性液体の機能と役割	171
8.5.1 成形性の優れた電磁波抑制材料	171
8.5.2 難燃性の優れたゲル状電磁波シールド材料	172
第9章 機械関連材料へのイオン性液体の応用	174

9. 1	潤滑剤・グリース組成物におけるイオン性液体の機能と役割	174
9. 1. 1	低トルク性能を高めた耐熱性グリース組成物	174
9. 1. 2	潤滑性能の良好な導電性グリース組成物	175
9. 1. 3	電気抵抗値の経時安定性に優れた導電性グリース	176
9. 1. 4	熱安定性に優れた制電性潤滑油組成物	177
9. 1. 5	優れた潤滑性を有する半固体状潤滑剤組成物	178
9. 1. 6	熱安定性に優れた潤滑剤	179
9. 1. 7	高イオン伝導性を有する潤滑剤組成物	180
9. 1. 8	幅広い温度で高い潤滑性能を示す潤滑油	182
9. 1. 9	摩擦係数低減効果の優れた潤滑剤	183
9. 1. 10	粘度安定性に優れた合成潤滑油	184
9. 2	磁性流体におけるイオン性液体の機能と役割	184
9. 2. 1	真空シール性の優れた磁性流体	184
9. 2. 2	耐熱性の優れた磁性流体潤滑剤	186
9. 3	高分子アクチュエータにおけるイオン性液体の機能と役割	187
9. 3. 1	低電圧で駆動する導電性高分子構造体	187
9. 3. 2	非水状態で性能の優れた高分子トランスデューサ	188
9. 3. 3	作動耐久性の良いゲル状アクチュエータ	190
9. 3. 4	信頼性に優れた柔軟アクチュエータ	192
9. 3. 5	空気中で長期作動する導電性高分子アクチュエータ	193
9. 3. 6	低電場で駆動可能な高分子柔軟アクチュエータ	195
	参考文献	196
第10章	電子・光デバイス関連材料へのイオン性液体の応用	197
10. 1	電子デバイス材料におけるイオン性液体の機能と役割	197
10. 1. 1	磁気抵抗効果を有するゲル状組成物	197
10. 1. 2	有機トランジスタ絶縁膜用組成物	198
10. 1. 3	高周波数応答性の優れた電界効果トランジスタ	199
10. 2	光学材料におけるイオン性液体の機能と役割	201
10. 2. 1	高温での発光収率の高い発光性イオン性液体	201
10. 2. 2	調光特性の優れた光学材料用ゲル状組成物	202
10. 2. 3	光応答性イオン性液体	204
10. 2. 4	安定性に優れたエレクトロクロミック素子	206
10. 2. 5	成形性の優れた高透明性光学材料	207

10. 3	画像表示材料におけるイオン性液体の機能と役割	208
10. 3. 1	耐久性の優れた表示素子	208
10. 3. 2	イオン性着色液体を用いた画像表示装置	210
10. 3. 3	強誘電性液晶組成物を用いた表示素子	211
10. 4	画像記録材料におけるイオン性液体の機能と役割	213
10. 4. 1	導電性パターン形成用インクジェット印刷インク	213
10. 4. 2	ロングライフ化された電子写真用トナー	214
10. 4. 3	長期保存性に優れたインクジェット印刷インク	215
10. 4. 4	画像保持の安定性に優れた可逆性感熱記録材料	216
10. 5	センサ材料組成物におけるイオン性液体の機能と役割	217
10. 5. 1	選択検出特性に優れた生体液検査用バイオセンサ	217
10. 5. 2	苦み物質測定用膜センサ	218
10. 5. 3	可撓性を有する透明な変形センサ	219
第11章	電気化学デバイス関連材料へのイオン性液体の応用	222
11. 1	電気化学デバイスに用いるイオン性液体	222
11. 1. 1	高いイオン伝導性を有するイオン性液体	222
11. 1. 2	電位窓の広い常温熔融塩	223
11. 1. 3	電気化学的安定性に優れたイオン性液体	224
11. 1. 4	広い電位範囲で安定なイオン性液体	225
11. 1. 5	高難燃性の電解質	225
11. 2	電気化学デバイスに用いるイオン性液体組成物	227
11. 2. 1	電気化学的安定性に優れたイオン性液体組成物	227
11. 2. 2	電気化学特性の優れた非水電解質	228
11. 2. 3	粘度上昇の抑制された非水電解液	228
11. 2. 4	低温特性に優れる電解液	229
11. 3	高分子ゲル・固体電解質におけるイオン性液体の機能と役割	230
11. 3. 1	イオン伝導性の高いゲル状電解質	230
11. 3. 2	液漏れのないゲル状電解液組成物	232
11. 3. 3	高イオン伝導性の高分子固体電解質	233
11. 3. 4	高イオン伝導性の高分子電解質膜	234
11. 3. 5	イオンチャンネルを形成した高分子固体電解質	236
11. 4	リチウム二次電池関連材料におけるイオン性液体の機能と役割	238
11. 4. 1	難燃性のリチウム二次電池用電解質	238

11. 4. 2	安全性を高めた二次電池用非水電解液	239
11. 4. 3	高電気伝導性のリチウム二次電池用非水電解液	239
11. 5	燃料電池関連材料におけるイオン性液体の機能と役割	240
11. 5. 1	耐熱性の優れた燃料電池用プロトン伝導体	240
11. 5. 2	安定性に優れた燃料電池用プロトン伝導体	242
11. 5. 3	低湿低温条件下での特性に優れた燃料電池用プロトン伝導体組成物	244
11. 5. 4	水素移動特性の優れた燃料電池用電解質	245
11. 5. 5	イオン伝導特性の優れた燃料電池用導電体	246
11. 5. 6	低温域プロトン伝導特性の優れた燃料電池用電解質膜	248
11. 5. 7	高温域発電性能の優れた燃料電池用触媒電極	249
11. 6	太陽電池関連材料におけるイオン性液体の機能と役割	250
11. 6. 1	高起電力が得られる色素増感太陽電池用電解質組成物	250
11. 6. 2	イオン導電性の優れた色素増感型太陽電池用電解質組成物	251
11. 6. 3	光電変換率の優れたゲル電解質	252
11. 6. 4	非液漏れ特性の優れた光電変換素子用電解質	253
11. 6. 5	耐熱性の優れた色素増感太陽電池用ゲル電解質	255
11. 6. 6	色素増感型太陽電池用電解質の形成に用いる塗工液	256
11. 7	電解コンデンサ関連材料におけるイオン性液体の機能と役割	258
11. 7. 1	高容量の電解コンデンサ素子	258
11. 7. 2	静電容量の大きい固体電解コンデンサ	259
11. 7. 3	高耐電圧のアルミニウム電解コンデンサ	260
11. 7. 4	低インピーダンス特性を有する電解コンデンサ	261
11. 7. 5	耐電圧特性・インピーダンス特性に優れた固体電解コンデンサ	261
11. 8	電気二重層キャパシタ関連材料におけるイオン性液体の機能と役割	263
11. 8. 1	電解液との親和性が良好な電極材	263
11. 8. 2	取扱いの容易なゲル状組成物による電極材	264
11. 8. 3	低温特性に優れた電解液	264
11. 8. 4	寿命性能の優れた電気二重層キャパシタ	266
	参考文献	267
第12章	製造プロセス技術へのイオン性液体の応用	268
12. 1	無機・金属皮膜形成プロセスにおけるイオン性液体の機能と役割	268
12. 1. 1	高い耐食性が得られるアルミめっき方法	268
12. 1. 2	高効率な誘電体皮膜形成方法	269

12. 2	ガス処理・回収プロセスにおけるイオン性液体の機能と役割	270
12. 2. 1	効率的な有害物質含有ガスの処理方法	270
12. 2. 2	ガスの高濃度回収方法	271
12. 3	炭酸ガスの分離・精製プロセスにおけるイオン性液体の機能と役割	273
12. 3. 1	二酸化炭素の選択的分離・精製が可能な吸着剤	273
12. 3. 2	二酸化炭素の濃縮が可能な多層膜	274
12. 4	化学原料の製造プロセスにおけるイオン性液体の機能と役割	276
12. 4. 1	高い反応速度が得られる過酸化水素製造法	276
12. 4. 2	高効率の水素製造方法	277
	参考文献	278
第13章	イオン性液体の機能が特に注目される応用のまとめ	279
結 び		286