

平成15年度～平成16年度成果報告書

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構委託

革新的部材産業創出プログラム
マイクロ分析・生産システムプロジェクト

平成15年度～平成16年度成果報告書

平成17年3月

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託先 マイクロ化学プロセス技術研究組合

目 次

まえがき	1
第 1 章 成果の概要	
1-1. マイクロ化学プラント技術開発	
1-1-1. マイクロ単位操作 (和文、英文)	1-1
1-1-2. 生産プロセス化研究 (和文、英文)	1-5
1-2. マイクロチップ技術開発	
1-2-1. マイクロチップ微小空間内のマイクロ化学の研究 (和文、英文)	1-8
1-2-2. マイクロチップ上のマイクロ化学プロセスの研究 (和文、英文)	1-10
1-2-3. マイクロチップデバイスシステム技術の研究 (和文、英文)	1-15
1-3. マイクロ化学プロセス技術の体系化	
1-3-1. 知識融合のための構造化研究 (和文、英文)	1-18
1-3-2. 再委託研究 (和文、英文)	1-19
第 2 章 本 論	
2-1. 平成 15 年度の成果	
2-1-1. マイクロ化学プラント技術開発	
2-1-1-1. 京都大学共同研究-1	2-1
2-1-1-2. 京都大学共同研究-2	2-22
2-1-1-3. 大阪府立大学共同研究	2-67
2-1-1-4. 京都集中研究所	
(a) 無機金属塩微粒子合成用マイクロリアクタープロセス	2-76
(b) 触媒的還元・縮合反応用マイクロリアクタープロセスの開発	2-81
(c) マイクロ空間を用いた高機能性高分子粒子の製造	2-86
(d) マイクロ化学プロセスを用いたフタロシアニンの効率的製造方法の開発 ..	2-91
(e) ハイブリッド微粒子合成用マイクロリアクタープロセス	2-97
(f) 光化学反応用マイクロリアクタープロセス	2-103
(g) 酸化反応マイクロリアクターの開発	2-109
(h) マイクロリアクターを用いた触媒的酸化反応プロセス技術の開発	2-113
(i) 有機金属反応用マイクロリアクタープロセスの開発	2-118
(j) 不安定中間体制御マイクロ化学プロセス開発	2-122
(k) マイクロ化学プラントによる高分子重合技術の研究開発	2-127
(l) ラジカル重合用マイクロリアクターの開発	2-133
(m) 有機リチウム反応用マイクロ化学プロセス技術の開発	2-139

2-1-1-5. 再委託研究

- (a) マイクロリアクターを用いた電解還元によるポリシランの合成…………… 2-145
- (b) 有機合成用モジュール型マイクロリアクターの開発と連続多段階反応の超効率化研究…………… 2-153
- (c) レーザー化学反応における反応機構に関する研究…………… 2-160
- (d) 光熱異性化技術の研究開発…………… 2-167
- (e) 機能性マイクロチャネルの開発…………… 2-172
- (f) 吸着分離操作を行うマイクロ分離機の開発…………… 2-178
- (g) 高分子担持型有機金属触媒反応の研究…………… 2-181
- (h) 単位操作の集積化法に関する研究…………… 2-187
- (i) 吸収型分離器の開発…………… 2-195
- (j) 配位重合用フロー系マイクロミキサーの開発…………… 2-202

2-1-2. マイクロチップ技術開発

2-1-2-1. マイクロチップ微小空間内のマイクロ化学の研究

- (a) ミクロ単位操作の整備と設計支援システムの開発…………… 2-206
- (b) マイクロチップ内ミクロ界面現象の解明研究…………… 2-211
- (c) マイクロチップデバイス、システムのデータベース構築…………… 2-214
- (d) ミクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発…………… 2-219
- (e) 交差型マイクロチャンネルによるエマルジョン生成に関する研究開発…………… 2-227

2-1-2-2. マイクロチップ上のマイクロ化学プロセスの研究

- (a) 膜分離の研究…………… 2-233
- (b) 細胞内タンパク質分析チップの研究…………… 2-240
- (c) HPLCの研究…………… 2-245
- (d) 多段合成技術の研究…………… 2-250
- (e) 光学活性化化合物の合成研究…………… 2-254
- (f) オンチップ型熱レンズ顕微鏡…………… 2-260
- (g) 既存装置とのインターフェースの研究…………… 2-263
- (h) 分析標準の整合性の研究…………… 2-269
- (i) FIAの研究…………… 2-278
- (j) 血液成分分析のミクロ化の研究…………… 2-283
- (k) 環境免疫分析の研究…………… 2-288
- (l) マルチ分析プロセスの研究…………… 2-294
- (m) 環境粒子計測の研究…………… 2-299
- (n) 生体由来物質解析の研究…………… 2-308

2-1-2-3. マイクロチップデバイスシステム技術研究

- (a) ポンプの研究…………… 2-313
- (b) バルブの研究…………… 2-319
- (c) マイクロコネクタの研究…………… 2-324
- (d) 熱及びフローセンサーの研究…………… 2-327
- (e) 圧力センサーの研究…………… 2-330
- (f) システム化技術の研究…………… 2-335
- (g) 材料生産技術の研究（プラスチック）…………… 2-340
- (h) 材料生産技術の研究（ガラス）…………… 2-346

2-1-3. マイクロ化学プロセス技術の体系化

- 2-1-3-1. 東京工業大学共同研究…………… 2-348
- 2-1-3-2. 東京工業大学集中研究所…………… 2-355
- 2-1-3-3. 再委託研究
 - (a) マイクロ空間内の流体解析・生業技術研究に基づくマイクロ機構設計論の体系化研究…………… 2-376
 - (b) 集積化マイクロデバイス構築のためのユニット操作論の体系化研究…………… 2-380
 - (c) 高度マイクロ化学プロセスプラットフォームの材料加工技術研究に基づくマイクロ材料加工論の体系化研究…………… 2-385
 - (d) 多目的マイクロ化学プロセスのシステム設計研究に基づくマイクロプロセス制御・システム論の体系化研究…………… 2-408
 - (e) マイクロ空間内のセンシング技術研究に基づくマイクロ計測論の体系化研究…………… 2-418
 - (f) 触媒反応研究に基づくマイクロ化学反応論の体系化研究…………… 2-423

2-2. 平成16年度の成果

2-2-1. マイクロ化学プラント技術開発

- 2-2-1-1. 京都大学共同研究－1…………… 2-432
- 2-2-1-2. 京都大学共同研究－2…………… 2-453
- 2-2-1-3. 大阪府立大学共同研究…………… 2-503
- 2-2-1-4. 京都集中研究所
 - (a) 無機金属微粒子合成用マイクロリアクタープロセス…………… 2-515
 - (b) 触媒的還元・縮合反応用マイクロリアクタープロセスの開発…………… 2-524
 - (c) 銅フタロシアニンの効率的製造を目的とした生産化マイクロ化学プロセスの開発…………… 2-534
 - (d) 酸化反応マイクロリアクターの開発…………… 2-543

(e) 触媒的酸化反应用マイクロリアクタープロセス技術の開発	2-548
(f) 有機金属反应用マイクロリアクタープロセスの開発	2-552
(g) 不安定中間体制御マイクロ化学プロセス開発	2-557
(h) マイクロ化学プラントによる高分子重合技術の研究開発	2-564
(i) ラジカル重合用マイクロリアクターの開発	2-571
(j) 有機リチウム反应用マイクロ化学プロセス技術の開発	2-579

2-2-1-5. 再委託研究

(a) 電解反応のマイクロ基本特性と機能性物質の合成研究	2-588
(b) 有機合成用モジュール型マイクロリアクターの開発と連続多段階反応の超効率化研究	2-596
(c) レーザー化学反応における反応機構に関する研究	2-597
(d) 光熱異性化技術の研究開発	2-608
(e) 機能性マイクロチャネルの開発	2-613
(f) 吸着分離操作を行うマイクロ分離機の開発	2-621
(g) 高分子担持型有機金属触媒反応の研究	2-625
(h) 単位操作の集積化法に関する研究	2-627
(i) 吸収型分離器の開発	2-638
(j) 配位重合用フロー系マイクロミキサーの開発	2-649

2-2-2. マイクロチップ技術開発

2-2-2-1. マイクロチップ微小空間内のマイクロ化学の研究

(a) ミクロ単位操作の整備と設計支援システムの開発	2-653
(b) マイクロチップ内ミクロ界面現象の解明研究	2-657
(c) マイクロチップデバイス、システムのデータベース構築	2-660
(d) ミクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発	2-662
(e) 交差型マイクロチャンネルによるエマルジョン生成に関する研究開発	2-669

2-2-2-2. マイクロチップ上のマイクロ化学プロセスの研究

(a) 膜分離の研究	2-675
(b) 細胞内タンパク質分析チップの研究	2-680
(c) HPLCの研究	2-685
(d) 多段合成技術の研究	2-690
(e) 光学活性化化合物の合成研究	2-696
(f) オンチップ型熱レンズ顕微鏡の研究	2-701
(g) 既存装置とのインターフェースの研究	2-704
(h) 標準化の整合性の研究	2-710

(i) FIAの研究	2-717
(j) 血液成分分析のマイクロ化の研究	2-722
(k) 環境免疫分析の研究	2-727
(l) マルチ分析プロセスの研究	2-732
(m) 環境粒子計測の研究	2-737
(n) 生体由来物質解析の研究	2-744

2-2-2-3. マイクロチップデバイスシステム技術研究

(a) ポンプの研究	2-752
(b) バルブの研究	2-758
(c) マイクロコネクタの開発研究	2-763
(d) 熱及びフローセンサーの研究	2-767
(e) 圧力センサーの研究	2-769
(f) システム化技術の研究	2-775
(g) 材料生産技術の研究 (ガラス)	2-780

2-2-3. マイクロ化学プロセス技術の体系化

2-2-3-1. 東京工業大学共同研究	2-784
2-2-3-2. 東京工業大学集中研究所	2-792
2-2-3-3. 再委託研究	
(a) マイクロ空間内の流体解析・制御技術研究に基づくマイクロ機構設計論の体系化研究	2-820
(b) 集積化マイクロデバイス構築のためのユニット操作論の体系化研究	2-824
(c) 高度マイクロ化学プロセスプラットフォームの材料加工技術研究に基づくマイクロ材料加工論の体系化研究	2-828
(d) 多目的マイクロ化学プロセスのシステム設計研究に基づくマイクロプロセス制御・システム論の体系化研究	2-833
(e) マイクロ空間内のセンシング技術研究に基づくマイクロ計測論の体系化研究	2-836
(f) 触媒反応研究に基づくマイクロ化学反応論の体系化研究	2-841

第3章 研究発表、特許等の状況

3-1. 研究発表・講演の状況	3-1
3-2. 特許の状況	3-77
3-3. プレス発表等 (成果普及の努力)	3-82