

第 1 章 DME 導入の意義 1

- | | | | |
|-------------------------------|---|-------------------|----|
| 1.1 DME とは | 2 | 1.3 DME の導入普及予測 | 15 |
| 1.2 今後のエネルギー・環境情勢と DME の特徴と役割 | 4 | 1.4 DME 導入に向けての課題 | 20 |
| | | 引用・参考文献 | 28 |

第 2 章 DME の物性 29

- | | | | |
|-------------------|----|-------------------------------|----|
| 2.1 総論— DME 物性の概要 | 30 | 2.3.3 蒸気圧 | 42 |
| 2.2 DME の基本物性 | 31 | 2.3.4 気体の P - V - T 関係 | 44 |
| 2.2.1 分子式・構造式・分子量 | 31 | 2.3.5 水への溶解度・ハイドレート | 44 |
| 2.2.2 沸点・融点 | 31 | 2.3.6 気液平衡 | 46 |
| 2.2.3 臨界定数 | 34 | 2.4 熱物性 | 53 |
| 2.2.4 誘電率・導電率 | 34 | 2.4.1 熱容量・比熱 | 53 |
| 2.2.5 密度・比重 | 36 | 2.4.2 蒸発潜熱・融解潜熱 | 53 |
| 2.2.6 膨張率・圧縮率 | 37 | 2.4.3 生成エンタルピー・生成 Gibbs エネルギー | 55 |
| 2.2.7 粘度 | 38 | 2.4.4 熱伝導率 | 55 |
| 2.2.8 表面張力 | 39 | 引用・参考文献 | 56 |
| 2.3 相平衡 | 40 | | |
| 2.3.1 概論 | 40 | | |
| 2.3.2 状態方程式 | 40 | | |

第 3 章 DME の燃焼特性と改質物性 59

- | | | | |
|---------------------------|----|---------------|-----|
| 3.1 総論— DME の燃焼特性と改質特性の概要 | 60 | 3.2.5 予混合火炎 | 79 |
| 3.2 DME の燃焼特性 | 62 | 3.2.6 拡散火炎 | 82 |
| 3.2.1 基礎的燃焼計算 | 62 | 3.2.7 噴霧と着火特性 | 86 |
| 3.2.2 着火 | 66 | 3.3 DME の改質特性 | 93 |
| 3.2.3 燃焼反応機構 | 69 | 3.3.1 水蒸気改質 | 93 |
| 3.2.4 火炎伝搬と可燃限界 | 74 | 3.3.2 部分酸化 | 97 |
| | | 引用・参考文献 | 100 |

第4章

DMEの製造

103

4.1 総論—DME製造の概要 ……	104	4.2.6 廃プラスチックを原料とした合成 ガス製造技術	131
4.1.1 DME合成の基礎	104	4.3 DMEの合成反応 ……	136
4.1.2 間接合成技術の開発動向	105	4.3.1 反応と触媒	136
4.1.3 直接合成技術の開発動向	106	4.3.2 反応器形式	140
4.1.4 DME製造事業化への動き	107	4.3.3 製造プロセス開発の経緯	141
4.1.5 多様な原料からのDME製造	108	4.4 直接合成技術 ……	148
4.2 合成ガスの製造技術 ……	109	4.4.1 JFEプロセス	148
4.2.1 概論	109	4.4.2 エアプロダクツプロセス	155
4.2.2 天然ガスを原料とした合成ガス 製造技術	110	4.5 間接合成技術 ……	158
4.2.3 石炭を原料とした合成ガス製造 技術	120	4.5.1 MGCプロセス	158
4.2.4 コークス炉ガスを原料とした 合成ガス製造技術	124	4.5.2 TEC(東洋エンジニアリング) プロセス	163
4.2.5 バイオマスを原料とした合成ガス 製造技術	126	4.5.3 ルルギプロセス	168
		4.5.4 トプソプロセス	171
		引用・参考文献 ……	176

第5章

用途と利用技術

181

5.1 総論—用途と利用技術の概要 …	182	燃焼器	199
5.1.1 概論	182	5.2.5 既設ボイラーのDME燃料レトロ フィット技術の実証	203
5.1.2 DMEの性状	182	5.2.6 DME化学再生発電システム	208
5.1.3 DME利用の分類	183	5.2.7 小規模分散型発電用および産業用 技術開発具体例	212
5.1.4 燃料用途の特徴	184	5.2.8 産業用重油焚きボイラーのDME 燃料転換	216
5.1.5 化学用途の特徴	184	5.2.9 ディーゼル発電システム	219
5.1.6 主な利用技術開発の特徴・ ポイント	184	5.2.10 ディーゼルエンジンコジェネ レーション	221
5.2 発電用および産業用技術開発 …	187	5.2.11 マイクロガスタービン	224
5.2.1 概論	187	5.3 輸送用技術開発 ……	227
5.2.2 ガスタービンにおけるDME液 噴射燃焼	190	5.3.1 概論	227
5.2.3 燃料グレードDME高効率燃焼 システム	193		
5.2.4 DME焚きガスタービン低NO _x			

5.3.2	ディーゼル機関における DME 燃焼	234	燃焼試験	301	
5.3.3	予混合圧縮自己着火機関における DME 燃焼	244	5.4.5	まとめ	304
5.3.4	DME 燃料供給装置開発	247	5.5	化学用技術開発	305
5.3.5	DME 排気後処理研究 (酸化触媒・NO _x 触媒)	257	5.5.1	化学品(低級オレフィン)製造	305
5.3.6	中型バス・トラック	261	5.5.2	都市ガス製造	312
5.3.7	小型 DME トラックの走行試験	266	5.6	燃料電池用技術開発	315
5.3.8	ハイブリッドバス	273	5.6.1	概論	315
5.3.9	分配型 DME 自動車	277	5.6.2	固体高分子型燃料電池システム	316
5.3.10	中型 DME トラックの実用化 フリート試験	281	5.6.3	小型高効率燃料電池システム	320
5.3.11	大型 DME トラック	287	5.6.4	リン酸型燃料電池システム	323
5.3.12	DME 自動車構造取扱基準	291	5.6.5	DME 直接型燃料電池	326
5.3.13	DME ブレンド燃料	294	5.7	スプレー用技術開発	332
5.4	民生用技術開発	299	5.7.1	DME の現状	332
5.4.1	民生用ガス燃料の概要	299	5.7.2	エアゾール製品	332
5.4.2	LP ガスの需給	300	5.7.3	エアゾール業界での DME 使用 について	332
5.4.3	LP ガス補完燃料としての DME	300	5.7.4	エアゾール製造者の DME 使用 について	334
5.4.4	DME による民生用ガス器具の		引用・参考文献	335	

第 6 章

DME の流通と技術ならびにハンドリング
に伴う機器技術

341

6.1	総論— DME の流通と技術ならびに ハンドリングに伴う機器技術の概要	342	6.4.1	概論	354
6.2	貯蔵技術	344	6.4.2	海上輸送	354
6.2.1	低温貯蔵	344	6.4.3	陸上輸送	358
6.2.2	低温貯蔵設備の付帯設備	345	6.5	容器と充填	365
6.2.3	高圧貯蔵	345	6.5.1	容器	365
6.2.4	球形貯蔵	346	6.5.2	充填設備	366
6.2.5	円筒形貯蔵	348	6.5.3	自動車用燃料充填 DME ステー ション	367
6.3	基地	349	6.6	その他の機器	370
6.3.1	輸入基地	349	6.6.1	ローディングアーム	370
6.3.2	二次基地	352	6.6.2	ポンプ	371
6.4	輸送	354	6.6.3	コンプレッサー	371
			6.6.4	流量計	372

6.6.5 液面計	373	6.7.3 スクリーニング実験	376
6.6.6 ベーパーライザー	373	6.7.4 ゴム O リングの評価実験	381
6.7 シール材	374	6.7.5 DME 実機ラインによる実証試験	385
6.7.1 シール材の種類	374	6.7.6 まとめ	386
6.7.2 LP ガス設備で使用されている シール材	375	引用・参考文献	387

第 7 章 安全性 389

7.1 総論—安全性の概要	390	7.3.5 爆発特性	406
7.2 安定性	391	7.4 保安	414
7.2.1 経時安定性	391	7.4.1 リスクアセスメント	414
7.2.2 混触危険性	395	7.4.2 漏洩検知技術	415
7.2.3 金属材料への影響	397	7.4.3 着臭剤の検討	415
7.2.4 ハイドレート	397	7.4.4 消火技術の検討	416
7.3 火災・爆発	399	7.5 生体への影響	417
7.3.1 拡散	399	7.5.1 動物への影響	418
7.3.2 プール火災実験	400	7.5.2 人体への影響	419
7.3.3 外部火災時の安全性	402	引用・参考文献	421
7.3.4 爆発威力	404		

第 8 章 環境特性 423

8.1 総論—環境特性の概要	424	8.3.1 概論	433
8.2 ローカル環境影響	425	8.3.2 DME の環境影響評価の概要 (手法・考え方)	434
8.2.1 DME の大気への放出と光化学 大気反応	425	8.3.3 LCI 分析のケーススタディー	439
8.2.2 土壌環境への影響	428	8.3.4 LIME を用いた環境影響の総合的 評価のケーススタディー	443
8.2.3 DME 燃焼排ガス特性	431	引用・参考文献	447
8.3 地球環境への影響と環境影響評価	433		

第 9 章 経済性と市場 449

9.1 総論—経済性と市場の概要	450	9.1.3 本章の構成	451
9.1.1 はじめに	450	9.1.4 まとめ	451
9.1.2 概論	450	9.2 製造コスト	452

9.2.1 製造コスト試算の条件	452	9.3.3 国内流通	471
9.2.2 原料別製造コスト (試算例)	457	9.4 市場	474
9.2.3 他燃料との価格対比	460	9.4.1 概論	474
9.3 流通コスト	466	9.4.2 国内市場	476
9.3.1 海上輸送	466	9.4.3 中国・インドなどアジア市場	479
9.3.2 一次輸入基地	468	引用・参考文献	483

第10章

国際動向

485

10.1 総論—国際動向の概要	486	10.2.4 ブラジル, ロシヤ, 韓国	496
10.1.1 中国の動き	487	10.3 海外の製造技術の動向	497
10.1.2 自動車向け市場	487	10.3.1 中国	497
10.1.3 民生用 (家庭用) 市場	487	10.3.2 欧米	498
10.1.4 発電用市場	488	10.3.3 ブラジル, ロシヤ, 韓国	499
10.1.5 石化原料用	488	10.4 海外の利用技術の動向	500
10.1.6 今後の課題	488	10.4.1 海外における DME 自動車の開発	500
10.1.7 噴射剤 “DME” の現状	488	10.4.2 民生用	504
10.2 海外の商業化プロジェクト	489	10.4.3 発電	506
10.2.1 中国	489	引用・参考文献	507
10.2.2 イラン	492		
10.2.3 スウェーデン	493		

第11章

DME 関連機関

509

11.1 総論—DME 関連機関の概要	510	11.3 国内関連機関	522
11.2 国際機関	512	11.3.1 政府関係機関	522
11.2.1 IEA の活動	512	11.3.2 地方自治体関係機関	526
11.2.2 IDA (国際 DME 協会)	516	11.3.3 民間機関	527
11.2.3 その他諸国の DME 組織	519	引用・参考文献	529
11.2.4 DME 関連の国際会議・セミナー	520		

第 12 章 品質規格・試験法・関連法規 531

12.1 総論—品質規格・試験法・関連法規の概要	532	12.3.4 ディーゼル自動車燃料としての DME 規格	550
12.2 品質規格	533	12.3.5 その他の DME 試験方法	557
12.2.1 JIS 規格	533	12.4 適用法規の概要	558
12.2.2 国際規格 (ISO)	535	12.4.1 DME の物性	559
12.2.3 タンカーによる海上輸送	535	12.4.2 DME はどの法規の対象になるか	559
12.3 試験方法	536	12.4.3 届出・許可について	559
12.3.1 試験機器全般	536	12.4.4 流通経路における技術基準に 関する適用法規について	562
12.3.2 試料採集方法	536	引用・参考文献	563
12.3.3 民生用使用を前提とした DME 試験方法	537		

付表 565

単位換算表	566	基本物性・特性比較	568
流通・価格に関わる略語	567		

索引	571
----------	-----