

触媒からみるメタン戦略・二酸化炭素戦略

I メタン戦略

第1章 エネルギー資源原料の変化

- 1.1 世界のエネルギー動向
 - 1.1.1 多様化するエネルギー資源
 - 1.1.2 世界のエネルギー需要予測
 - 1.1.3 日本のガソリン需要量とナフサ生産量
- 1.2 石油資源
 - 1.2.1 オイルピーク
 - 1.2.2 米国の石油の供給
- 1.3 石炭資源
 - 1.3.1 世界の石炭資源
 - 1.3.2 中国の石炭化学
- 1.4 天然ガス
 - 1.4.1 シェールガス
 - 1.4.2 シェールガスの世界の確認埋蔵量
 - 1.4.3 世界の天然ガス資源
 - 1.4.4 メタンハイドレード
- 1.5 再生可能エネルギー
 - 1.5.1 米国再生可能エネルギー見通し
 - 1.5.2 再生可能エネルギー価格

第2章 シェールガス革命

- 2.1 米国のシェールガス
- 2.2 天然ガス価格
- 2.3 シェールガスの輸入
- 2.4 北米回帰
 - 2.4.1 メタノール
 - 2.4.2 アンモニア
- 2.5 天然ガス原料エチレン価格
- 2.6 米国のエチレンプラント
 - 2.6.1 新規エチレンプラント
 - 2.6.2 輸出されるエチレン誘導体
- 2.7 不足するプロピレン、ブタジエン、芳香族
 - 2.7.1 エタングラッカーとナフサグラッカーとの違い
 - 2.7.2 プロピレン、ブタジエン、芳香族の需給バランス

第3章 中国のエチレンプラント

第4章 メタンの利用

- 4.1 メタンケミストリー
 - 4.1.1 CO₂発生
 - 4.1.2 メタン原料化学品
- 4.2 メタンの直接利用
- 4.3 メタンの活性化
 - 4.3.1 メタンの活性化触媒
 - 4.3.2 標準生成自由エネルギー
 - 4.3.3 標準生成熱
 - 4.3.4 メタンのベンゼン、ナフタレン平衡値
 - 4.3.5 メタンから芳香族の合成反応
- 4.4 メタンから燃料油
- 4.5 メタンからエタン、エチレン
 - 4.5.1 メタンの脱水素二量化
 - 4.5.2 メタンの酸化二量化(OCM)
 - 4.5.2.1 OCM 触媒
 - 4.5.2.2 イラン石油研究所
 - 4.5.2.3 BHP プロセス
 - 4.5.2.4 ナノファイバー触媒による OCM
 - 4.5.2.5 電場中での OCM
 - 4.5.2.6 OCM バイロットプラント
 - 4.5.2.7 選択 CO 酸化による分離
- 4.6 メタンからプロピレンの合成
 - 4.6.1 ハロゲン化メタン経由
 - 4.6.2 メタンの NO 酸化によるメタノール
 - 4.6.3 メタンとエチレンからプロピレン
- 4.7 メタンからベンゼンの合成
- 4.8 メタンからエチレン、ベンゼン、ナフタレン
- 4.9 メタン酸化によるメタノールの合成
 - 4.9.1 メタンの直接酸化
 - 4.9.2 CuOx/Zeolite によるメタン酸化
 - 4.9.3 メタンの硫酸酸化によるメタノール
 - 4.9.4 メタンの過酸化水素酸化によるメタノール
 - 4.9.5 メタンの N₂O 酸化によるメタノール
 - 4.9.6 メタンの NO 酸化によるメタノール合成
 - 4.9.7 メタンの硫酸酸化によるメタノールと酢酸
 - 4.9.8 計算科学による Cu/AEI ゼオライト
- 4.10 メタンから酢酸の合成
 - 4.10.1 メタン酸化による酢酸の合成
 - 4.10.2 メタンの硫酸酸化による酢酸の合成
 - 4.10.3 メタンの酸化カルボニル化による酢酸
 - 4.10.4 メタンと CO₂ から酢酸の合成
- 4.11 ホルムアルデヒドからメタノールの合成
- 4.12 メタン酸化によるホルムアルデヒドの合成
 - 4.12.1 金属酸化物によるメタンからホルムアルデヒド
 - 4.12.2 12-モリブド珪酸/SiO₂ によるホルムアルデヒド
 - 4.12.3 メタンのダイヤモンド担体による CO₂ 選択酸化

- 4.13 メタンからアセチレンの製造
 - 4.13.1 部分酸化によるアセチレン
 - 4.13.2 アセチレンケミストリー
 - 4.13.3 メタンとアセチレンからイソブテン
 - 4.13.4 メタンと CO₂、アセチレンから酢酸ビニルの合成
- 4.14 メタンから CO₂ を副生しない水素の製造
 - 4.14.1 溶融金属によるメタン分解
 - 4.14.2 メタンの接触分解による水素製造
 - 4.14.3 メタン水蒸気改質と熱分解における水素収率比較

第5章 膜分離技術

- 5.1 高温耐久膜
- 5.2 膜分離触媒層
- 5.3 共イオン膜触媒による MDA

第6章 合成ガス

- 6.1 メタンの水蒸気改質
 - 6.1.1 メタンの水蒸気改質プラント
 - 6.1.2 SR と ATR の組み合わせ
- 6.2 迅速部分酸化による合成ガスの製造
- 6.3 水素分離膜による水素製造
- 6.4 メタンから DME の合成
- 6.5 合成ガスから液体燃料の合成 (GTL)
 - 6.5.1 FT(フィッシャー・トロプシュ) 合成
 - 6.5.2 FT 合成反応
 - 6.5.3 FT 合成プロセス
 - 6.5.3.1 Sasol
 - 6.5.3.2 Shell SMDS プロセス
 - 6.5.3.3 FT 合成プロセスの導入
 - 6.5.3.4 国内の開発状況
 - 6.5.3.5 選択的 FT 合成
 - 6.5.4 小型 FT 合成プロセス
 - 6.5.4.1 FT プラント設備投資
 - 6.5.4.2 Compact GTL 社
 - 6.5.4.3 Velocys 社
 - 6.5.4.4 小規模 FT 合成プラントの実証
 - 6.5.4.5 小規模 FT 合成プロセスの開発
 - 6.5.5 合成ガスから LPG の合成
 - 6.5.6 合成ガスからガソリンの合成

第7章 合成ガスから化学品の合成(新たなC1ケミストリー)

- 7.1 エチレングリコール
- 7.2 ジメチルカーボネート
- 7.3 酢酸の水素化によるエタノールの合成
- 7.4 メタンからエタノールの合成
- 7.5 合成ガスからエタノールの合成
- 7.6 合成ガスから C₂-C₄ パラフィン
- 7.7 合成ガスから C₂-C₄ オレフィン
- 7.8 新たな C1 ケミストリー

第8章 メタノールの利用

- 8.1 メタノールから燃料の合成
 - 8.1.1 MTG プロセス
 - 8.1.2 MTG プロセスの実績と計画
- 8.2 メタノールからエチレン、プロピレンの合成
 - 8.2.1 メタノールからエチレンプロピレン製造プロセス
 - 8.2.2 DMTO プロセス
 - 8.2.3 UOPMTO プロセス
 - 8.2.4 MTO 反応機構
 - 8.2.5 中国 MTO プラント
- 8.3 メタノールからプロピレンの合成
 - 8.3.1 MTP プロセス
 - 8.3.2 DTP プロセス
 - 8.3.3 流動層プロセス
- 8.4 メタノール経由ライトオレフィンコスト
- 8.5 米国シェールガス由来のメタノール利用軽質オレフィン
- 8.6 メタノールから C₂-C₄ オレフィン
- 8.7 メタノールから芳香族(MTA)
 - 8.7.1 中国 MTA プラント
 - 8.7.2 バクー大学
 - 8.7.3 中国 MTA プラント計画
- 8.8 メタノールから化学品の合成
 - 8.8.1 エチレングリコール
 - 8.8.2 メタノールから酢酸ビニル

参考文献

II 二酸化炭素戦略

第1章 CO₂ の分離回収

- 1.1 CO₂ 削減
- 1.2 CO₂ 回収技術と CCS コスト
 - 1.2.1 CO₂ 回収コスト
 - 1.2.2 CO₂ 回収コスト
 - 1.2.3 炭素価
 - 1.2.4 CCS コスト
 - 1.2.5 CO₂ 生成回避コスト

第2章 CCS の現状

- 2.1 CCS(Carbon dioxide Capture and Storage)
- 2.2 世界の CCS
- 2.3 日本での CCS
- 2.4 EOR(Enhanced Oil Recovery)
- 2.5 炭酸ガスハイドレートによる貯蔵
- 2.6 CarbFix
- 2.7 CCS の課題

第3章 CO₂ とメタンから合成ガスの製造

- 3.1 ドライリフォーミング
 - 3.1.1 ドライリフォーミング反応
 - 3.1.2 ドライリフォーミング触媒
 - 3.1.3 ドライリフォーミングの実証試験
- 3.2 CO₂ の CO への還元
 - 3.2.1 シフト反応
 - 3.2.2 逆シフト反応
 - 3.2.3 逆シフト反応触媒

第4章 CO₂ のメタン化

- 4.1 再生可能エネルギーの利用
- 4.2 CO₂ と水素からメタンの合成
- 4.3 CO₂ のメタン化触媒
- 4.4 Power to Gas

第5章 CO₂ からメタノール合成

- 5.1 CO₂ からメタノールの合成反応
- 5.2 CO と CO₂ の違い
- 5.3 CO₂ によるメタノール合成触媒
- 5.4 反応機構
- 5.5 新規メタノール合成触媒
 - 5.5.1 Au 修飾 CuZnOx 触媒
 - 5.5.2 In/ZrO₂ 触媒
- 5.6 CO₂ からメタノール合成プラント
 - 5.6.1 ベンチ試験結果
 - 5.6.2 メタノール合成実証パイロットプラント
 - 5.6.3 余剰水素と CO₂ によるメタノール増産プロセス
- 5.7 液相懸濁床
 - 5.7.1 親水性溶媒の利用
 - 5.7.2 有機水合物との反応による方法
- 5.8 液相均一系によるメタノール合成
- 5.9 CO₂ からギ酸エステル経由メタノールの合成
- 5.10 CO₂ からメタノール合成工業化プラント
- 5.11 大気中 CO₂ からメタノールの合成
- 5.12 炭素循環

第6章 CO₂ を用いた燃料の合成

- 6.1 FT 合成
 - 6.1.1 Co 触媒と Fe 触媒
 - 6.1.2 Fe₃O₄/HZSM-5
 - 6.1.3 In₂O₃/HZSM-5
- 6.2 CO₂ とメタンから DME
- 6.3 CO₂ から LPG の合成

第7章 CO₂ から化学品の製造

- 7.1 CO₂ からエタノールの合成
 - 7.1.1 エタノール平衡収率
 - 7.1.2 Rh によるエタノール合成
 - 7.1.3 FeCuZnK によるエタノール合成
 - 7.1.4 均一系触媒によるエタノール合成
 - 7.1.5 Fe/CNT によるエタノール合成
- 7.2 メタンと CO₂ から酢酸の合成
- 7.3 CO₂ と水素から芳香族の合成
- 7.4 CO₂ とエチレンからアクリル酸の合成
- 7.5 CO₂ からギ酸の合成
- 7.6 新たな CO₂ ケミストリー

第8章 発酵法による CO₂ の資源化

第9章 CO₂ を用いたポリマーの合成

- 9.1 ポリアルキレンカーボネート
- 9.2 ポリエチレンカーボネート
- 9.3 ポリプロピレンカーボネート(PPC)
- 9.4 ポリカーボネート
 - 9.4.1 ポリカーボネート(エチレングリコール併産法)
 - 9.4.2 ポリカーボネート(フェノール直接法)
 - 9.4.3 CO₂ とジオールからジメチルカーボネートの合成
 - 9.4.4 CO₂ とジオールからポリカーボネートの合成
- 9.5 CO₂ による HDI の合成

参考文献