

触媒からみるメタン戦略・二酸化炭素戦略

Strategy of Methane and Carbon Dioxide Use on Catalysts

室井 高城 著

- ▶ 課題が山積みのエネルギーおよび環境問題を触媒の観点から解説！
- ▶ メタン戦略・二酸化炭素戦略の基礎となるエネルギー事情も解説！
- ▶ メタン利用の工業技術および研究の現状を広範に紹介！
- ▶ 二酸化炭素の回収技術および利用技術を紹介！
- ▶ 二酸化炭素を原料とした工業技術および研究の現状を広範に解説！

＜発行要項＞

- 発行：2017年9月29日発行
- 定価：冊子版 90,000円＋税
セット(冊子+CD) 100,000円＋税
- 体裁：A4判・並製・178頁
- 編集・発行：(株)シーエムシー・リサーチ
- ISBN 978-4-904482-38-4

＝ 刊行にあたって ＝

21世紀に入ってから世界のエネルギー事情は大きく変化し始めた。石油は乱高下し、安価な石油が大量に供給される時代は終わった。一方、天然ガスはモザンビークに新たに大規模なガス田が見つかり、非在来型では、米国でシェールガスが新たに掘削され始めた。シェールガスは米国だけでなく世界的に埋蔵していることが分かりシェールガス革命と言われる安価な天然ガスの時代が到来し始めた。一方、化石資源の消費が進み、大気中の二酸化炭素濃度が急激に増加し始め地球温暖化が深刻な問題となり始めた。先進国では省エネルギー化が進み、エネルギー需要は若干減少し始めたが、新興国は産業が急速に発展し、エネルギー需要は急激に増加し始めた。モータリゼーションも急速な勢いで進み始めている。化石資源に基づく二酸化炭素削減のため、再生可能エネルギーとして米国ではコーン、ブラジルではサトウキビベースのバイオエタノールが自動車燃料に混合して使用されるようになった。また、太陽電池や風力による電力の普及と開発が進んでいる。燃料電池車も一部、市販されるようになった。

人類は、2050年に向かって完全な再生可能エネルギー社会に向かって着実に進んでいるように見える。しかし、課題は山積みである。バイオマスは資源に限りがあるだけでなく自然破壊につながる恐れがある。二酸化炭素削減対策のCCSは、本当に安全か疑問である。その中で唯一、可能で実際的な解決策は、石炭や石油ではなく天然ガス(メタン)の利用である。いずれ今世紀後半か22世紀までには水素社会が到来する。それまで、そしてその後も化学品原料として使われるのは天然ガスである。天然ガスの利用を進めなければならない。更に、二酸化炭素をCCSするのではなく、CCUによって削減することを考えなければならない。

室井 高城

図表 1.4.3.1 世界の非在来型ガスのポテンシャル分布

4.1 メタンプロセス
4.1.1 CO₂発生量

天然ガス(メタン)、石油、石炭をそれぞれCH₄、C₂H₆、Cとすると酸化発熱量は天然ガスは965.19 kJ/mol、石油は479.35 kJ/mol、石炭は536.43 kJ/molとなり同一発熱量のCO₂の発生量は、天然ガスは右図の通りである。(図表4.1.1)

図表 4.1.1 天然ガスの発熱量とCO₂発生量

天然ガス(メタン)、石油、石炭をそれぞれCH₄、C₂H₆、Cとした場合の酸化発熱量

天然ガス	CH ₄ + 2O ₂ → CO ₂ + 2H ₂ O	-965.19 kJ
石油	C ₂ H ₆ + 3.5O ₂ → 2CO ₂ + 3H ₂ O	-479.35
石炭	C + 1.5O ₂ → CO ₂ + 1.5O ₂	-536.43

それぞれの原料を用いて同一発熱量でのCO₂排出量を計算

燃料	CO ₂ 発生量
天然ガス	0.56
石油	0.79
石炭	1.0

図表 6.1.3 ATRに熱交換器を組み込んだ改質装置

燃料	ATR	Series ATR
CH ₄	6.8	0.4
C ₂ H ₆	6.8	0.4
O ₂ 消費 index	100	82

図表 3.1.1.2 ドライリフォーミングとPOXの組ませ

注文書		メルマガ会員登録の登録	登録済み / 登録希望	お申込み・お問合せ
品名	触媒からみるメタン戦略・二酸化炭素戦略	価格	書籍： 90,000円＋税 書籍+CDセット： 100,000円＋税 ※メルマガ会員は定価の10%OFF	編集発行： (株)シーエムシー・リサーチ 101-0054 東京都千代田区神田錦町 2-7 東和錦町ビル3F TEL：03 (3293) 7053 FAX：03 (3291) 5789 URL: http://www.cmcre.com E-mail: re@cmcre.com
会社名		TEL		
部課名		FAX		
お名前		E-mail		
住所	〒			

*書籍はご注文を受けた翌営業日に納品書・請求書とともに送付します。
*お支払いは請求書指定口座に納品日の翌月末日までに振り込みでお願いします。

構成および内容

第I編 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 エタンクラッカーとナフサクラッカーとの違い
- 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パイロットプラント 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-モリブドリン酸/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
- 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 UOP MTO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

第II編 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