

触媒からみる二酸化炭素削減対策 2019

～メタン、CO₂、水素戦略～

Strategy of Carbon Dioxide Reduction on Catalysts 2019

- ▶ ご好評の2017年9月発行「触媒からみるメタン戦略・二酸化炭素戦略」を全面見直し、情報更新・大幅加筆！
- ▶ 二酸化炭素削減対策の視点より、メタン、CO₂、水素戦略を提案！
- ▶ メタン利用の工業技術および研究の現状を広範に紹介・解説！
- ▶ 二酸化炭素の回収技術、工業的な利用技術などを広範に紹介・解説！
- ▶ CO₂フリー水素の製造、利用技術を大幅加筆！

＜発行要項＞

- 発行：2019年1月31日発行
- 著者：室井 高城
- 定価：冊子版 99,000円(税込)
セット(冊子+CD) 110,000円(税込)
- 体裁：A4判・並製・213頁
- 編集・発行：(株)シーエムシー・リサーチ
- ISBN 978-4-904482-57-5

＝ 刊行にあたって ＝

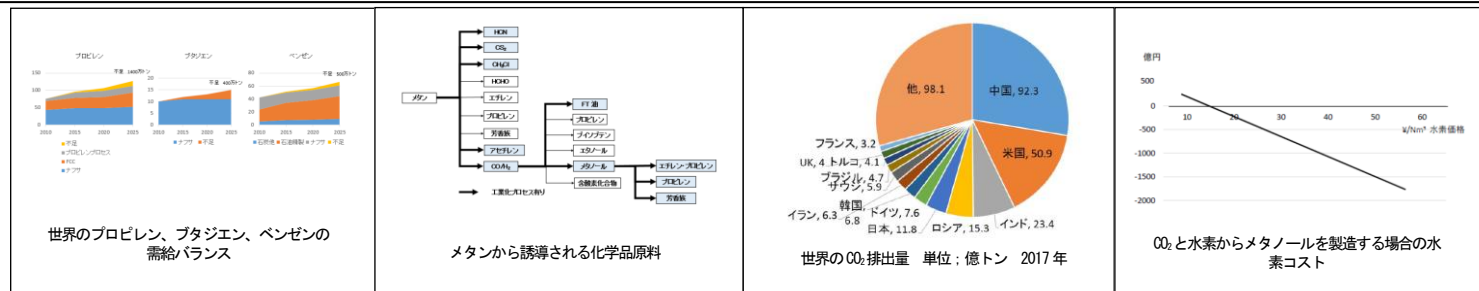
世界各地で頻繁に起こり始めている異常気象現象は、地球温暖化が原因と考えられている。地球温暖化の人類にもたらす脅威は現実のものとなりつつある。2015年のCOP21(パリ協定)では、世界のほとんどの国が集まり、すべての締約国は、地球の温度上昇を産業革命前から2℃上昇より下方に抑え(2℃目標)、さらに1.5℃上昇まで抑えるよう努力することに合意した。日本は、CO₂の排出量を2030年には2013年比26.0%減にする中期目標を掲げている。さらに日本を含む世界の主要排出国は、長期目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すことに合意している。

一方、先進国のエネルギー需要は、省エネルギーにより僅かに減少してはいるが、新興国の経済発展は著しく、エネルギーの需要は急速に増加し、石油の需要は増加している。安価な石炭の需要もなくなる。CO₂を削減するには、CO₂を発生する化石資源は使わずに残さなければならない。しかし、そのためには再生可能エネルギーが安価に多量に供給されなければならない。バイオマスは資源的に多くなく、エネルギーとして大量に用いると自然破壊につながる恐れがある。太陽電池が一部普及し始めたが、現状では、安価に多量に供給できる状況にはない。CO₂を地下に埋設貯蔵するCCSは、量的に制限があることと本当に安全か疑問である。その中で唯一、可能で実際の解決策は、CO₂の排出量の少ない天然ガス(メタン)の利用である。幸いなことに天然ガスは、米国のシェールガスだけでなく世界的に埋蔵され、石油の数倍はあることが確認されている。いずれ今世紀後半か22世紀までには水素社会の到来を実現しなければならない。エネルギーとしては、再生可能エネルギーの供給が可能になる前に、まず、安価でCO₂の排出量の少ない天然ガスを用いなければならない。また、化学品原料としてもCO₂排出量の少ない天然ガスを用いなければならない。更に、二酸化炭素をCCSで削減するのではなく、CCUによって再利用しなければならない。来るべきCO₂フリーの世界を目指してCO₂の有効利用を図るには、CO₂の還元剤としての水素の製造が必須である。そのためには下記の3つの技術開発を急がなければならない。

1) 天然ガスの利用 (CO₂排出量の抑制)、2) CO₂の利用 (CCU)、3) 安価なCO₂フリーの水素の製造

絵に描いた餅のような技術ではなく現状の工業触媒技術の観点から実現可能な最新の技術開発動向をまとめた。次世代につながる技術が開発されることを願ってやまない。

室井 高城



注文書		メルマガ 会員登録	登録済み / 登録希望	お申込み・お問合せ
品名	触媒からみる二酸化炭素削減対策 2019	価格	冊子版 90,000円(税込99,000円) 冊子+CD 100,000円(税込110,000円) ※メルマガ会員は定価の10%OFF	
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をお願いします。

構成および内容

第I編 エネルギー・化学原料戦略

第1章 エネルギー資源原料の変化

1. 多様化するエネルギー資源
2. 世界のエネルギー需要予測
3. 日本のガソリン需要量とナフサ生産量
4. 石油資源
- 4.1 オイルピーク 4.2 米国の石油の供給
5. 石炭資源
- 5.1 世界の石炭資源 5.2 中国の石炭化学
6. 天然ガス 6.1 シェールガス 6.2 シェールガスの世界の確認埋蔵量
7. 世界の天然ガス資源 7.1 天然ガス埋蔵量
- 7.2 メタンハイドレード
8. 再生可能エネルギー 8.1 米国再生可能エネルギー見直し 8.2 再生可能エネルギー価格

第2章 シェールガス革命

1. 米国のシェールガス 2. 天然ガス価格
3. シェールガスの輸入
4. 北米回帰
- 4.1 メタノール 4.2 アンモニア
5. 天然ガス原料エチレン価格
6. 米国のエチレンプラント
- 6.1 新規エチレンプラント
- 6.2 輸出されるエチレン誘導体
7. 不足するプロピレン、ブタジエン、芳香族
- 7.1 エタングラッカーとナフサグラッカーとの違い
- 7.2 プロピレン、ブタジエン、芳香族の需給バランス

参考文献

第II編 メタン戦略

第1章 メタンの利用

1. メタンケミストリー
- 1.1 CO₂発生量 1.2 メタン原料化学品
- 1.3 メタンの直接利用
2. メタンの活性化
- 2.1 メタンの活性化触媒
- 2.2 標準生成自由エネルギー 2.3 標準生成熱
- 2.4 メタンのベンゼン、ナフタレン平衡値
3. メタンから芳香族の合成反応

第2章 メタンから化学品の製造

1. メタンから燃料油 2. メタンの脱水素二量化
3. メタンの酸化二量化(OCM)
- 3.1 OCM触媒 3.2 イラン石油研究所
- 3.3 BHP プロセス 3.4 ナノファイバー触媒によるOCM
- 3.5 電場中でのOCM 3.6 OCMパイロットプラント
- 3.7 選択CO酸化による分離
4. メタンからプロピレンの合成
- 4.1 ハロゲン化メタン経由
- 4.2 メタンのNO酸化によるプロピレン
- 4.3 メタンとエチレンからプロピレン
5. メタンの脱水素環化
- 5.1 メタンからベンゼンの合成
- 5.2 メタンからエチレン、ベンゼン、ナフタレン
6. メタンから酢酸の合成
- 6.1 メタンの酸素酸化による酢酸の合成
- 6.2 メタンの硫酸酸化による酢酸の合成
- 6.3 メタンの酸化カルボニル化による酢酸
- 6.4 メタンとCO₂から酢酸の合成
7. メタンからアセチレンの製造
- 7.1 部分酸化によるアセチレン
- 7.2 アセチレンケミストリー
- 7.3 メタンとアセチレンからイソブテン
- 7.4 メタンとCO₂、アセチレンから酢酸ビニルの合成

第3章 メタンからメタノールの直接合成

1. メタンの直接酸化によるメタノール
2. CuOx/Zeoliteによるメタン酸化
3. メタンの硫酸酸化によるメタノール
4. メタンの過酸化水素酸化によるメタノール
5. メタンのN₂O酸化によるメタノール
6. メタンのNO酸化によるメタノール合成
7. メタンの硫酸酸化によるメタノールと酢酸
8. 計算科学によるCu/AEIゼオライト
9. メタンの無触媒酸化によるメタノール合成
10. ホルムアルデヒドからメタノールの合成
11. メタン酸化によるホルムアルデヒドの合成
- 11.1 金属酸化物によるメタンからホルムアルデヒド
- 11.2 12-モリブド珪酸(SiO₂)によるホルムアルデヒド
- 11.3 メタンのダイヤモンド担体によるメタン酸化

第4章 膜分離技術

1. 高温耐圧膜 2. 膜分離触媒層
3. 共イオン膜触媒によるMDA

参考文献

第III編 合成ガス戦略

第1章 合成ガス

1. メタンの水蒸気改質
- 1.1 メタンの水蒸気改質プラント
- 1.2 SRとATRの組み合わせ
2. Auto Thermal Reforming (ATR)
- 2.1 ATR (Auto Thermal Reforming)の開発
- 2.2 AATG (Advanced Auto Thermal Gasification Process)
3. 迅速部分酸化による合成ガスの製造
- 3.1 メタンの迅速部分酸化
- 3.2 ConocoPhillips 3.3 千代田化工
4. 改質ガスH₂/CO比 5. 水素分離膜による水素製造

第2章 FT合成

1. FT (フィッシャー・トロプシュ)合成

2. FT合成反応
3. FT合成プロセス
- 3.1 Sasol 3.2 Shell SMDs プロセス
- 3.3 FT合成プロセスの導入 3.4 国内の開発状況
4. 小型FT合成プロセス
- 4.1 FTプラント設備投資 4.2 Compact GTL社
- 4.3 Velocys社
- 4.4 小規模FT合成プラントの実証
- 4.5 小規模FT合成プロセスの応用と開発
5. 選択的燃料油の合成
- 5.1 選択的FT合成 5.2 ZSM-12によるC₅+
- 5.3 Ru/meso-ZSM-5によるC₅-C₁₁
- 5.4 メタノール合成触媒とPd/ZSM-5のタンデム反応器によるC₅-C₁₁
- 5.5 ラネーFeによる選択FT合成
- 5.6 結晶サイズの制御による選択FT合成
6. 合成ガスからLPGの合成

第3章 合成ガスから化学品の合成

1. C₂~C₄オレフィンの合成
- 1.1 ナノFe触媒
- 1.2 炭化コバルト四角形ナノブリズム触媒
- 1.3 CuZn-ZSM-5によるC₂~C₄オレフィンの合成
- 1.4 ZnCr-MSAPO
2. 合成ガスからエチレンの合成
3. 合成ガスからエタノールの合成
- 3.1 Rhによるエタノール合成
- 3.2 古細菌によるCOからエタノールの合成
- 3.3 都市ごみガス化炉ガスからエタノールの合成
4. 合成ガスからp-キシレン
5. エチレングリコール
6. ジメチルカーボネート

参考文献

第IV編 メタノール戦略

第1章 メタノールの利用

1. メタノールから燃料の合成
- 1.1 MTGプロセス
- 1.2 MTGプロセスの実績と計画
2. メタノールからエチレン、プロピレンの合成
- 2.1 メタノールからエチレンプロピレン製造プロセス
- 2.2 DMTG プロセス 2.3 UOP MTOプロセス
- 2.4 MTO反応機構 2.5 中国MTOプラント
3. メタノールからプロピレンの合成
- 3.1 MTPプロセス 3.2 DTPプロセス
- 3.3 流動層プロセス
4. メタノール経由ライトオレフィンコスト
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
6. メタノールからC₃~C₄オレフィン
7. メタノールから芳香族 (MTA)
- 7.1 中国MTAプラント 7.2 バクー大学
- 7.3 中国MTAプラント計画
8. メタノールから化学品の合成
- 8.1 エチレングリコール
- 8.2 酢酸 (1) メタノールのカルボニル化 (2) 酢酸メチル経由酢酸の合成
- 8.3 エタノール (1) TCXプロセス (2) DICPエタノールプロセス (3) 酢酸メチルの水素化分解によるエタノール
- 8.4 酢酸ビニル 8.5 p-キシレン

参考文献

第V編 二酸化炭素戦略

第1章 CO₂の分離回収

1. CO₂削減 2. CO₂発生量と発生源
3. CO₂回収技術とCCSコスト
- 3.1 CO₂回収方法 3.2 CO₂回収コスト
- 3.3 大気中のCO₂捕集コスト 3.4 炭素価格
- 3.5 CCSコスト 3.6 CO₂生成回避コスト
- 3.7 炭素税 (1) 日本の炭素税 (2) 海外の炭素税 (3) 米国の炭素税クレジット

第2章 CCSの現状

1. CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)
2. 世界のCCS 3. 日本でのCCS
4. EOR (Enhanced Oil Recovery)
5. 炭酸ガスハイドレートによる貯蔵
6. CCSの課題 7. CarbFix
8. 気硬性セメント (Non-hydraulic cement)

第3章 CO₂から合成ガスの製造

1. ドライリフォーミング (DRM)
- 1.1 ドライリフォーミング反応
- 1.2 ドライリフォーミング触媒
- 1.3 ドライリフォーミングの実証試験
- 1.4 DRM商業化プラント
- 1.5 SMRとDRMとの組み合わせ
- 1.6 オートサーマルドライリフォーミング
2. CO₂のCOへの還元
- 2.1 シフト反応 2.2 逆シフト反応(RWR)
- 2.3 逆シフト反応触媒

第4章 CO₂のメタン化

1. 再生可能エネルギーの利用
2. Power to Gas
3. CO₂と水素からメタンの合成
4. CO₂のメタン化触媒
5. Power to Gasによるメタンコスト

第5章 CO₂からメタノールの合成

1. メタノールの合成
2. メタノール合成におけるCOとCO₂の違い

3. CO₂によるメタノール合成触媒
4. メタノール合成反応機構
5. 新規メタノール合成触媒
- 5.1 Au修飾CuZnOx触媒 5.2 I₂O₃/ZrO₂触媒
6. CO₂からのメタノール合成プラント
- 6.1 ベンチ試験結果
- 6.2 メタノール合成実証パイロットプラント 6.3 余剰水素とCO₂によるメタノール増産プロセス
7. 液相懸濁層
- 7.1 親水性溶媒の利用
- 7.2 有機水合物との反応による方法
8. 液相均一系によるメタノール合成
9. CO₂からギ酸エステル経由メタノールの合成
10. CO₂からメタノール合成工業化プラント
11. 大気中CO₂からメタノールの合成
12. 炭素循環

第6章 CO₂を用いた燃料の合成

1. CO₂を用いたFT合成 2. Fe₃O₄/HZSM-5
3. Fe₃O₄/MCM-22 4. I₂O₃/HZSM-5
5. CO₂とメタンからDME
6. CO₂からLPGの合成

第7章 CO₂から化学品の製造

1. CO₂からエタノールの合成
- 1.1 エタノールの平衡収率
- 1.2 Rhによるエタノール合成
- 1.3 FeCuZnKによるエタノール合成
- 1.4 PdCuNPsによるエタノール合成
- 1.5 Fe/カーボンナノチューブによるプロパノールの合成
2. 均一系触媒によるエタノール合成
3. CO₂からC₂~C₄の選択合成
4. CO₂から軽質オレフィン
5. 芳香族の合成
- 5.1 Feナノ触媒
- 5.2 ZnAlOxとHZSM-5混合触媒
6. アリール酸の合成 7. ギ酸
8. 新たなC1ケミストリー

第8章 電解によるCO₂の還元

1. NEDOプロジェクト 2. 3M
3. 東京工業大学
4. 光触媒
- 4.1 光触媒によるCO₂の還元
- 4.2 光触媒によるCO₂からギ酸の合成

第9章 発酵法によるCO₂の資源化

1. 古細菌 2. Lanzatech
3. 都市ごみの利用 4. Algenol Biotech社

第10章 CO₂を用いたポリマーの合成

1. ポリアルケンカーボネート
2. ポリエチレンカーボネート
3. ポリプロピレンカーボネート (PPC)
4. ポリカーボネート
- 4.1 エチレングリコール併産法
- 4.2 フェノール直接法
5. ヒドロキシポリウレタン
6. CO₂とメタノールから炭酸ジメチルの合成
7. CO₂と水素からポリカーボネートの合成
8. CO₂によるHDIの合成

第11章 CO₂を用いた化学品の製造コスト

1. CO₂による化学品製造コスト
2. 前提条件
- 2.1 CO₂使用量 2.2 原料コスト
- 2.3 設備コスト 2.4 間接費他
- 2.5 化学品コスト(市場価格)
3. メタノール製造コスト
- 3.1 CO₂と水素からメタノールを合成する場合
- 3.2 ドライリフォーミングでメタノールを合成する場合
4. 酢酸製造コスト 5. エタノール製造コスト
6. 採算水素コスト

参考文献

第VI編 水素戦略

第1章 水素の製造

1. 水素製造
2. 電解水素
- 2.1 電解水素価格 2.2 アルカリ電解
- 2.3 固体高分子水電解 (PEM)
- 2.4 固体酸化物形電解 (SOEC)
- 2.5 PEM、SOEC電解水素コスト
3. メタン分解による水素製造
- 3.1 メタン分解
- 3.2 溶融金属によるメタン分解
- 3.3 メタンの接触分解による水素製造
- 3.4 鉄鉱石触媒
- 3.5 メタンのプラズマ分解による水素製造
- 3.6 メタンのマイクロウェーブによる水素製造
- 3.7 メタンの水蒸気改質による水素収率との比較
4. 光触媒による水素製造
- 4.1 光触媒 4.2 人工光合成
- 4.3 半導体光触媒

第2章 水素の貯蔵・輸送

1. 有機ヒドライド 2. メチルシクロヘキサン
3. アンモニア 4. 液体水素

参考文献