

カーボンニュートラルのためのグリーン燃料と化学品

Green Fuels and Chemicals for Carbon Neutrality

室井 高城 著

- **カーボンニュートラルの実現に向けて知るべきグリーン燃料、グリーン化学品の最新技術を網羅！**
- **第6次エネルギー基本計画の推進に向け動く日本、国外の最新技術まで！**
- **エネルギーキャリア、カーボンフリーメタンやSAF、微細藻類など、海外からの再エネ輸入・燃料自製への転換に向けての必要知識！**
- **バイオマス、CO₂から微生物由来までのグリーン化学品をまとめる！**
- **広範な二酸化炭素有効利用技術をわかりやすく整理し紹介・解説！**

＜発行要項＞

- 発行：2022年8月2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・238頁
- 編集・発行：(株)シーエムシー・リサーチ
- ISBN 978-4-910581-24-8

＝ 刊行にあたって ＝

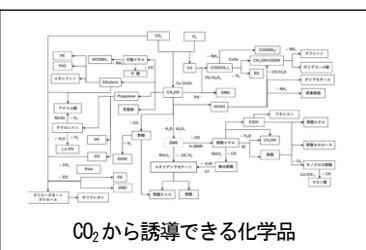
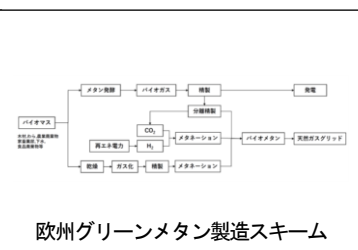
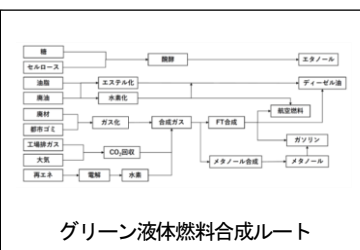
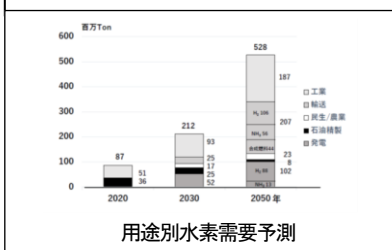
約50年前の1971年の世界のCO₂の排出量は141億トンであった。2000年には231億トンに増加し、2019年には336億トンになってしまった。CO₂の排出量は、50年間で2.4倍にも増加し、更に増加を続けている。この数年間、地球温暖化による熱波や大洪水など異常気象現象が世界各地で頻繁に起こっている。温暖化ガスであるCO₂の発生量を2050年までには実質ゼロにしなければ人類だけでなく地球上のあらゆる生命体の生存が危うくなる恐れがある。CCS(CO₂の地下貯留)や化石資源を使わない原子力発電によるCO₂削減対策は、地震の多い日本では、地政学上困難である。バイオマスも豊富にない。日本がCO₂を削減するには、可能な限り太陽光や風力による再生可能エネルギーを導入し、CCUによりCO₂をリサイクルして燃料や化学品を製造することである。幸いなことに、世界では太陽光発電コストが急速に安価になりつつあり、アルカリ電解だけでなく、固体高分子型(PEM)や固体酸化物形(SOEC)による電解水素の製造が工業化し始めた。メタンの熱分解によるターコイズ水素も工業化されつつある。欧州では、ロシアのウクライナ侵襲により、ロシアに依存しないエネルギーの自給が加速されている。

日本の推進するエネルギー対策のための第6次エネルギー基本計画には、太陽光や、風力を用いた再生可能エネルギーを従来の倍以上大幅に導入することが示されている。再生可能エネルギーは不安定であるため、大量の余剰エネルギーが生じる。安価な再生可能エネルギーや余剰エネルギーを水素に転換し、CO₂と反応させることによって、カーボンフリーのメタンや航空燃料等の液体燃料、そして化学品原料を製造することができる。石油化学の象徴でもある化石資源のナフサを用いた熱分解によるエチレンセンターはCO₂と再エネ水素を原料とした新たな化学センターに変貌することが予想される。プラスチックは化石資源ではなく、リサイクルとバイオマスやCO₂から製造されることになる。国内で不足するエネルギーは、海外の再生可能エネルギーをアンモニアやMCHなどのエネルギーキャリアを用いて輸入することになる。日本はエネルギーや化学品原料である化石資源を海外から輸入して高度成長してきた。しかし、これからのエネルギーや化学品原料は自ら日本又は海外で製造しなければならない。燃料や化学品を自製するという今までに体験したことのない変換を成し遂げなければならない。

そのためにはグリーン燃料とグリーン化学品製造の国内外の最新技術を知り、日本のカーボンニュートラル実現に必要な技術の開発を急がなければならない。

そのためにこの拙著が何らかのお役に立てることができればこの上ない幸せである。

室井 高城



注文書		メルマガ会員登録	登録済み / 登録希望
品名	カーボンニュートラルのためのグリーン燃料と化学品	価格	冊子版：90,000円(税込99,000円) 冊子+CD:100,000円(税込110,000円)
会社名		TEL	
部課名		FAX	
お名前		E-mail	
住所	〒		

お申込み・お問合せ
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: https://cmcre.com E-mail: re@cmcre.com

*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。

第 I 章 カーボンニュートラル水素

1. グリーン水素
 - 1.1 水素製造
 - 1.2 水素の色分け
 - 1.3 グリーン水素の定義
2. IEA の Net Zero 報告書
 - 2.1 水素生産量
 - 2.2 2050 年の水素占有率
 - 2.3 2050 年の水素需要
 - 2.4 2050 年の水素コスト
3. 再エネ電力
 - 3.1 第 6 次エネルギー基本計画
 - 3.2 世界の太陽光発電コスト
 - 3.2.1 2050 年世界の太陽光発電コスト
 - 3.2.2 Carbon Tracker の再エネコスト比較
 - 3.2.3 日本の再生エネルギー価格
4. 水素コスト
 - 4.1 電解水素価格
 - 4.2 IEA の水素コスト予測
 - 4.3 電解水素コスト予測
5. 水素製造
 - 5.1 電解技術
 - 5.1.1 電解特性
 - 5.1.2 電解槽金属使用量
 - 5.2 アルカリ電解
 - 5.2.1 アルカリ電解装置
 - 5.2.2 アルカリ電解効率
 - 5.2.3 アルカリ電解水素製造規模
 - 5.2.4 アルカリ電解プロジェクト
 - 5.3 固体高分子水電解 (PEM)
 - 5.3.1 PEM 電極
 - 5.3.2 PM 削減電極
 - 5.3.3 PEM による高圧水素の製造
 - 5.3.4 PEM 製造各社
 - 5.4 固体酸化物形電解 (SOEC)
 - 5.4.1 HELMETH プロジェクト
 - 5.4.2 第三世代の SOEC
 - 5.4.3 Haldor Topsoe
 - 5.4.4 Sunfire
 - 5.4.5 SOEC 製造各社
 - 5.5 共電解
6. 水素プロジェクト
 - 6.1 世界の水素プロジェクト
 - 6.1.1 欧州のグリーン水素プロジェクト
 - 6.1.2 中国のグリーン水素プロジェクト
 - 6.1.3 中東のグリーン水素プロジェクト
 - 6.1.4 豪州のグリーン水素プロジェクト
 - 6.2 日本のグリーン水素プロジェクト
7. ターコイズ水素
 - 7.1 メタンの熱分解
 - 7.1.1 ターコイズ水素の意味
 - 7.1.2 メタンの熱分解反応
 - 7.1.3 メタン分解に必要なエネルギー
 - 7.2 ターコイズ水素開発状況
 - 7.2.1 熱分解法
 - 7.2.2 プラズマによるメタン分解
 - 7.2.3 接触分解によるメタン分解
 - 7.3 国内のターコイズ水素開発状況
 - 7.3.1 NEDO 先導研究
 - 7.3.2 産総研, 京都大学, IHI
 - 7.3.3 岐阜大, 伊原工業
 - 7.3.4 RITE
 - 7.3.5 戸田工業-エア・ウォーター
 - 7.3.6 マイクロウェーブ法(旭川高専)
8. 水素の貯蔵・輸送
 - 8.1 水素キャリア
 - 8.2 有機ハイドライド
 - 8.2.1 メチルシクロヘキサン(MCH)
 - 8.2.2 Direct MCHTM
 - 8.2.3 ジベンジルトルエン
 - 8.3 水素輸送キャリアとしてのメタノール
 - 8.4 アンモニア
 - 8.4.1 水素キャリアとしてのアンモニア
 - 8.4.2 高活性アンモニア合成触媒
 - 8.4.3 コンバクトアンモニア合成装置
 - 8.4.4 アンモニアの電解合成
 - 8.4.5 Haldor Topsoe による電解法
 - 8.4.6 グリーンアンモニアコンソーシアム
 - 8.5 液体水素
 - 8.5.1 川崎重工
 - 8.5.2 国際水素エネルギーサプライチェーン(SC)構築実証事業
 - 8.6 水素製造コストと輸送コスト

第 II 章 グリーンメタン

1. グリーンメタン
2. 欧州の動向
 - 2.1 欧州のバイオメタン
 - 2.2 欧州の天然ガスグリッド
 - 2.3 欧州バイオガス
 - 2.4 欧州バイオガス導入の理由
 - 2.5 EU エネルギー指令
 - 2.6 欧州バイオガスとバイオメタン目標
3. グリーンメタンの製法
 - 3.1 発酵法によるグリーンメタンの製造

- 3.2 バイオメタン原料
- 3.3 バイオメタンの製法
4. CO₂ と水素からメタン合成
 - 4.1 発熱反応
 - 4.2 平衡反応
 - 4.3 メタネーション反応の特徴
 - 4.4 Ru/Al₂O₃ によるメタン化反応
5. メタネーション触媒
6. メタネーションプロセス
7. 欧州のグリーンメタンプラント
 - 7.1 Audi e-gas plant
 - 7.2 発酵法によるグリーンメタンの製造
 - 7.2.1 Electrochaes 社
 - 7.2.2 MicrobEnergy 社
8. グリーンメタンプロジェクト
 - 8.1 欧州のプロジェクト
 - 8.1.1 HELMETH プロジェクト
 - 8.1.2 Jupiter1000 プロジェクト
 - 8.1.3 STORE&GO プロジェクト
 - 8.1.4 GAYA プロジェクト
 - 8.1.5 Hycanais プロジェクト
 - 8.2 日本のプロジェクト
 - 8.2.1 越路原試験プラント
 - 8.2.2 小田原 エックス都市
 - 8.2.3 東京ガス
 - 8.2.4 大阪ガス
9. グリーンメタン触媒の開発
 - 9.1 日立造船
 - 9.1.1 Ni/ZrO₂ 触媒
 - 9.1.2 プレート型構造体触媒
 - 9.2 IHI
 - 9.3 グリーンメタン合成触媒開発動向
 - 9.3.1 複合酸化物担体
 - 9.3.2 クラリアント触媒
 - 9.3.3 東芝
 - 9.3.4 膜による水分離
 - 9.3.5 バイオマスからメタン
10. グリーンメタン製造プロセスの開発
 - 10.1 Haldor Topsoe 社の SOEC によるメタンの倍増プロセス
 - 10.2 二元機能材料(DMF)による CO₂ の回収とメタン化
 - 10.3 静岡大学
11. Power to Gas によるメタンコスト
12. グリーン LPG
 - 12.1 CO から LPG の合成
 - 12.1.1 ハイブリッド触媒
 - 12.1.2 コアシェル触媒
 - 12.2 CO₂ から LPG の合成
 - 12.3 グリーン LPG 研究会
 - 12.3.1 日本 LPG 協会
 - 12.3.2 グリーン LPG 推進協議会提案プロセス

参考文献

第 III 章 グリーン液体燃料

1. はじめに
2. グリーン液体燃料の合成
3. グリーンメタノール
 - 3.1 グリーンメタノール製造ルート
 - 3.2 メタノール合成
 - 3.3 メタノール合成における CO と CO₂ の違い
 - 3.4 CO₂ によるメタノール合成触媒
 - 3.4.1 RITE 開発触媒
 - 3.4.2 In₂O₃/ZrO₂ 触媒
 - 3.4.3 Au/In₂O₃-ZrO₂
 - 3.5 メタノール合成反応器
 - 3.5.1 膜分離によるメタノール合成
 - 3.5.2 ゼオライト膜と掃引ガスシステム
 - 3.5.3 内部凝縮型反応器によるメタノール合成
 - 3.6 CO₂ からメタノール合成プラント
 - 3.6.1 ベンチ試験結果
 - 3.6.2 メタノール合成実証パイロットプラント
 - 3.7 CO₂ を用いたメタノール合成プロセス
 - 3.7.1 余剰水素と CO₂ によるメタノール増産プロセス
 - 3.7.2 Carbon Recycling International 社 (CRI)
 - 3.7.3 CRI の中国における商業プラント
 - 3.7.4 CRI 技術展開プロジェクト
 - 3.7.5 Enerkem 社
 - 3.7.6 bse Engineering
 - 3.7.7 European Energy 社
 - 3.7.8 Haru Oni プロジェクト
 - 3.7.9 苫小牧カーボンリサイクル実証試験
 - 3.7.10 三菱ガス化学
 - 3.7.11 電気菌によるメタノールの合成
 - 3.7.12 大気中の CO₂ からメタノールの合成
 - 3.8 低温メタノール合成
 - 3.8.1 親水性溶媒の利用
 - 3.8.2 有機水和物との反応による方法
 - 3.8.3 液相均一系によるメタノール合成
 - 3.8.4 Ir 錯体による低温メタノール合成
 - 3.8.5 CO₂ からギ酸エステル經由

- メタノールの合成
- 3.9 CO₂ から合成するメタノールコスト
- 3.10 バイオメタノール
 - 3.10.1 グリセロールからバイオメタノール
 - 3.10.2 グリセロールの水素化分解
 - 3.10.3 パルプ廃液からバイオメタノール
4. バイオエタノール
5. バイオディーゼル油
 - 5.1 ディーゼル油
 - 5.2 EU 各国のバイオディーゼル生産能力(現行+計画)と生産量
 - 5.3 エステル交換バイオディーゼル油 (FAME)
 - 5.4 水素化バイオディーゼル(HVO)
 - 5.4.1 食用油脂と脂肪酸
 - 5.4.2 油脂の水素化
 - 5.4.3 油脂の水素化処理によるバイオディーゼル油の製造
 - 5.4.4 水素化処理
 - 5.5 Neste Oil による水素化バイオディーゼルの工業化
 - 5.5.1 工業化プラント
 - 5.5.2 廃油からディーゼル油
 - 5.5.3 Neste Oil NextBTL プロセス
 - 5.6 HVO の併産 (co-processing)
6. グリーンブタノール
 - 6.1 ブタノール
 - 6.2 イソブタノール
 - 6.2.1 Gevo 社
 - 6.2.2 アウディ(Audi)
 - 6.3 REWOFUEL
 - 6.4 Butamax Advanced Biofuels
7. 合成燃料
 - 7.1 合成燃料工業化プロセス
 - 7.2 FT (Fischer Tropsch) 合成
 - 7.2.1 FT 合成反応
 - 7.2.2 Sasol プロセス
 - 7.2.3 Shell プロセス
 - 7.2.4 FT 合成アップグレーディング(水素化分解・異性化)
 - 7.3 開発されている FT プロセス
 - 7.4 CO₂ と水素による FT 合成
 - 7.5 工業化触媒
 - 7.5.1 FT 触媒
 - 7.5.2 Sasol 触媒
 - 7.5.3 Shell 触媒
 - 7.5.4 FT 合成触媒反応条件
 - 7.6 日本 GTL 技術
 - 7.7 小型 FT 合成装置
 - 7.7.1 小型装置
 - 7.8 選択 FT 合成プロセス
 - 7.9 TIGAS プロセス
 - 7.10 世界の e-fuel プロジェクト
 - 7.10.1 Nordic Blue Crude
 - 7.10.2 コペルニクスプロジェクト
 - 7.10.3 アウディの e-fuel 計画
 - 7.10.4 カーボンエンジニアリング
 - 7.10.5 Haru Oni プロジェクト
 - 7.10.6 Prometheus Fuels 社
 - 7.11 日本の e-fuel プロジェクト
 - 7.12 CO₂ 原料液体燃料コスト
8. 航空燃料
 - 8.1 航空機からの CO₂ 排出量
 - 8.2 CORSIA (国際航空カーボンオフセットと削減計画)
 - 8.3 SAF (Sustainable Aviation Fuel) の需要予測
 - 8.4 SAF 製法
 - 8.5 油脂の水素化によるバイオ燃料
 - 8.5.1 開発されているプロセス
 - 8.5.2 現在のバイオ燃料コスト
 - 8.6 ATJ (アルコールからジェット燃料)
 - 8.6.1 LanzaJet
 - 8.6.2 ORNL (Oak Ridge National Laboratory)
 - 8.7 バイオマスガス化と FT 合成による液体燃料
 - 8.7.1 Bioftfuel
 - 8.7.2 COMSYN プロジェクト
 - 8.7.3 Red Rock Biofuel
 - 8.7.4 BETO (DOE Bioenergy Technologies Office) プロジェクト
 - 8.7.5 ワールド・エナジー
 - 8.7.6 W2C ロッテルダムプロジェクト
 - 8.7.7 Fulcrum BioEnergy 社
 9. 国内動向
 - 9.1 バイオジェット燃料
 - 9.1.1 NEDO プロジェクト
 - 9.1.2 微細藻類
 - 9.1.3 IHI
 - 9.1.4 ユーグレナ
 - 9.1.5 ガス化・FT 合成
 - 9.1.6 廃棄物から SAF
 - 9.1.7 ATJ(エタノールから SAF)
 - 9.1.8 ENEOS
 - 9.2 船舶燃料
 - 9.2.1 船舶代替燃料
 - 9.2.2 船舶メタン燃料
 - 9.2.3 船舶アンモニア燃料
 - 9.2.4 船舶メタノール燃料

参考文献

第Ⅳ章 バイオマスを用いたグリーン化学品

1. バイオマスにより製造されている化学品
2. バイオエタノール
 - 2.1 バイオエタノールの製法
 - 2.1.1 発酵法
 - 2.1.2 クラリアント Sunliquid プロセス
 - 2.1.3 Wood からエタノール
 - 2.1.4 都市ゴミからエタノール
 - 2.1.5 バイオエタノールを用いた化学品
3. バイオエチレン
 - 3.1 バイオエチレンの製法
 - 3.1.1 エタノールの脱水
 - 3.1.2 Braskem プロセス
 - 3.1.3 Humingbird プロセス
 - 3.1.4 ATOL プロセス
 - 3.1.5 都市ゴミからバイオエチレン
 - 3.2 バイオエチレンコスト
4. エチレングリコール (MEG)
 - 4.1 エチレンオキシドの水和
 - 4.2 糖から MEG の製造
 - 4.3 セルロースからエチレングリコール
5. エピクロヒドリン (ECH)
6. バイオプロピレン
 - 6.1 バイオエチレンからプロピレンの製造
 - 6.2 水素化バイオディーゼル油副生プロパンの脱水素グリニャックプロピレン
 - 6.3 バイオナフサの熱分解
 - 6.4 発酵法
7. プロピレングリコール(1,2-プロパンジオール)
 - 7.1 グリセロールからプロピレングリコール(PG)
 - 7.1.1 Cargill 社
 - 7.1.2 GTL Technology 社
 - 7.1.3 Oleon 社
 - 7.1.4 Orlen 社
 - 7.1.5 Missouri-Columbia 大学
 - 7.1.6 乳酸から PG
8. 1,3-プロパンジオール (1,3-PD)
 - 8.1 DuPont Tate & Lyle Bio Products 社
 - 8.2 グリセロールから 1,3-PD
 - 8.2.1 グリセロールの水素化
 - 8.2.2 菌体による 3-ヒドロキシプロピオンアルデヒドの合成
 - 8.2.3 グリセロールから連続合成
9. 1,4-ブタンジオール (1,4-BDO)
10. 乳酸
11. アクリル酸
 - 11.1 グリセロールからアクリル酸
 - 11.2 乳酸からアクリル酸
12. ブタジエン
 - 12.1 エタノールからブタジエン
 - 12.2 横浜ゴム
 - 12.3 日揮
 - 12.4 BioButterfly プロジェクト
13. イソプレン
14. バイオコハク酸
 - 14.1 バイオコハク酸の工業化
 - 14.2 コハク酸誘導体
 - 14.2.1 PBS (ポリブチレンサクシネート)
 - 14.2.2 コハク酸誘導体
15. バイオマスから芳香族の製造
 - 15.1 Anellotech
 - 15.2 Shell IH2 プロセス
 - 15.3 Virent
 - 15.4 Origin Materials
16. 5-ヒドロキシメチルフルフルール (5-HMF)
 - 16.1 5-HMF の合成ルート
 - 16.2 グルコースから 5-HMF

- 16.3 フルクトースから 5-HMF
 - 16.4 セルロースから 5-HMF
 17. 2,5-ビス (アミノメチル) フラン
 18. 2,5-ビス (アミノメチル) テトラヒドロフラン
 19. 2,5-フランジカルボン酸 (FDCA)
 20. レプリン酸
 21. ヴァレロラクトン (GVL)
 22. フルフラール
 23. テトラヒドロフラン (THF)
 24. ソルビトール
 25. イソソルビド
 26. バイオポリエチレン
 27. バイオポリプロピレン
 28. ポリエチレンフランオエト (PEF)
 29. ポリカーボネート
 30. ポリヒドロキシ酪酸 (PHBH)
 31. ダイニーマ
 32. バイオマス洗剤
 33. バイオナイロン
 - 33.1 1,3-ペンタメチレンジアミン
 - 33.2 ポリアミド 4 (PA4)
 - 33.3 ポリアミド 11 (PA11)
 34. β-フェルラセン
 35. スクロラン
 36. オリゴ糖
- 参考文献

第Ⅴ章 CO₂を用いたグリーン化学品

1. グリーン化学品
2. CO₂から合成される化学品
 - 2.1 CO₂原料基礎化学品
 - 2.2 CO₂から直接合成できる化学品
 - 2.3 CO₂から誘導できる化学品
3. メタノールケミストリー
 - 3.1 CO₂と水素から合成できるメタノール
 - 3.2 メタノールから化学品原料
 - 3.3 メタノールからオレフィンの製造
 - 3.3.1 メタノールから軽質オレフィン製造プロセス
 - 3.3.2 DMTO プロセス
 - 3.3.3 S-MTO プロセス
 - 3.3.4 UOP の MTO プロセス
 - 3.3.5 メタノールからプロピレン
 - 3.3.6 メタノールから C3~C4 オレフィン
 - 3.3.7 メタノールからグリコール酸
 - 3.4 メタノールから芳香族
 - 3.4.1 工業化プロセス
 - 3.4.2 p-キシレン
4. 酢酸からエタノール
 - 4.1 TCX プロセス
 - 4.2 大連化学物理研究所 (DICP)
5. ジメチルエーテル (DME) から化学品
 - 5.1 DME の合成
 - 5.1.1 メタノールから DME
 - 5.1.2 合成ガス (CO/H₂) から DME
 - 5.2 DME から酢酸メチル
 - 5.2.1 酢酸メチルの合成
 - 5.2.2 酢酸メチルから酢酸
 - 5.2.3 酢酸メチルからエタノール
6. エチレングリコール
 - 6.1 宇部興産-ハイケム法
 - 6.2 Eastman-Davy (JM) Process
7. 酢酸ビニル
8. 合成ガスからエチレンの合成
 - 8.1 CO/H₂からエチレンの直接合成

- 8.2 微生物によるエチレン合成
 9. エタノール
 - 9.1 エタノールの合成
 - 9.1.1 エタノールの用途
 - 9.1.2 CO₂からエタノール合成平衡収率
 - 9.1.3 合成ガスからエタノールの合成
 - 9.1.4 合成ガスからエタノールの一貫貫貫プロセス
 - 9.1.5 Rh によるエタノール合成
 - 9.1.6 FeCuZnK によるエタノール合成
 - 9.1.7 PdCuNiPs によるエタノール合成
 - 9.2 微生物によるエタノール合成
 - 9.2.1 古生菌によるエタノール合成
 - 9.2.2 藻類による CO₂からエタノールの合成
 10. 軽質オレフィン
 - 10.1 CO から軽質オレフィンの合成
 - 10.1.1 ナノ Fe 触媒
 - 10.1.2 ZnCr-MSAPO 触媒
 - 10.2 CO₂から軽質オレフィンの合成
 - 10.2.1 カルフォルニア大学
 - 10.2.2 大連化学物理研究所
 11. 芳香族の合成
 - 11.1 CO₂から芳香族
 - 11.2 p-キシレン
 - 11.2.1 CO から p-キシレン
 - 11.2.2 CO₂から p-キシレン
 12. 機能化学品の合成
 - 12.1 アクリル酸
 - 12.1.1 CaRLa (Catalysis Research Laboratory)
 - 12.1.2 BASF によるアクリル酸
 - 12.2 ジメチルカーボネート (DMC)
 - 12.2.1 併産法
 - 12.2.2 CO₂とメタノールからの合成
 - 12.2.3 CO とメタノールからの合成
 - 12.3 β-プロピオラクトン
 - 12.4 HDI
 - 12.5 尿素化合物
 13. CO₂からポリマーの合成
 - 13.1 ポリプロピレンカーボネート (PPC)
 - 13.1.1 Novomer 社
 - 13.1.2 ポリアルキレンカーボネートの工業化
 - 13.1.3 Covestro 社
 - 13.1.4 Eonic Technologies 社
 - 13.2 ジフェニルカーボネート
 - 13.2.1 エチレングリコール併産法
 - 13.2.2 フェノールと CO₂からポリカーボネート
 - 13.3 ヒドロキシポリウレタン
 - 13.4 Newlight Technologies
- 参考文献

著者略歴

1968 年 福島高専工業化学科卒、1968 年 住友金属鉱山入社、1969 年 日本エンゲルハルト (株) (現・エヌ・イーケムキャット (株)) に
 出向。50 年 以上 一貫して工業触媒の開発に従事。化学触媒事業部長、事業開発部長、執行役員。2006 年、触媒学会副会長。
 2008 年 アイシーラボ (工業触媒コンサルタント) 設立。BASF ジャパン (株) 主席顧問、日本ガス合成 (株) 執行役員。早稲田大学 招聘研究
 員を歴任。神奈川大学 非常勤講師、2014 年 NEDO 戦略センターフェロー。2019 年 NEDO 戦略センター 客員フェロー。
 主な受賞は触媒学功績賞 2005 年。

【著書】

2003 年「工業貴金属触媒」JETI 社、2008 年「工業触媒の劣化対策と再生、活用ノウハウ」サイエンス テクノロジー 社、
 2010 年「エネルギー触媒技術」監修 サイエンス テクノロジー 社、2013 年「新しいプロピレン製造プロセス」監修 S&T 出版、
 2013 年「工業触媒の最新動向」シーエムシー 出版、2013 年「シェールガス・オイル革命の石油化学への影響」S&T 出版、
 2014 年「シェールガス革命 第二の衝撃」日刊工業新聞社、2017 年「触媒からみるメタン戦略・二酸化炭素戦略」シーエムシー・リサー
 チ、2019 年「触媒からみる二酸化炭素削減対策 2019」シーエムシー・リサーチ、2020 年「触媒からみる二酸化炭素削減対策 2020」シ
 ーエムシー・リサーチ、2021 年「触媒からみる炭素循環 (カーボンリサイクル) 技術 2021」シーエムシー・リサーチ、
 2022 年「カーボンニュートラルを目指す最新の触媒技術」シーエムシー・リサーチ
 ※注 サイエンス テクノロジー 社 発行の 2 冊は、現在 ST 出版 で 販売中