

「メタンと二酸化炭素 ～ その触媒的化学変換技術の現状と展望 ～」 目次

第1部：今何を成すべきで、何を成さざるべきか

座談会「メタンと二酸化炭素」

伊原 賢, 室井高城, 瀬戸山亨, 関根 泰, 上田 渉

第2部 メタンの触媒的化学変換技術の現状

～ 新しい化学工業体系を提示できるか ～

第1章 酸化的メタン転換反応の触媒システム

第1節 メタノール合成

第1項 メタン酸化菌とC1バイオエコノミー 由里本博也, 阪井康能

- 1 はじめに
- 2 C1微生物とC1バイオエコノミー
- 3 MMOの諸性質と構造生化学
- 4 新規メタン酸化生体触媒・細胞触媒の創製
- 5 おわりに

第2項 外部添加因子による金属酵素の反応空間制御とガス状アルカン水酸化 荘司長三, 有安真也, 愛場雄一郎

- 1 はじめに
- 2 シトクロム P450BM3 と基質誤認識システム
- 3 デコイ分子の改良
- 4 高压反応装置開発
- 5 デコイ分子進化法
- 6 まとめ

第3項 後周期遷移金属錯体を触媒とする不活性アルカンの酸化反応 伊東 忍

- 1 はじめに
- 2 実験および結果と考察
 - 2.1 NiII (TPA) 触媒を用いた m-CPBA によるアルカンの水酸化反応
 - 2.2 他のNiII 錯体の触媒活性
 - 2.3 酸化活性種に関する考察
 - (1) アロイルオキシラジカル (ArC(O)O \cdot)
 - (2) ニッケル(II) -オキシラジカル ((L)NiII-O \cdot)
 - (3) 3-クロロフェニルラジカル (Ar \cdot)
 - 2.4 ニッケル-オキシラジカル活性種の確認
- 3 おわりに

第4項 メタン酸化におよぼす多核銅の効果 小寺政人

- 1 はじめに
- 2 pMMOによるメタン酸化におよぼす多核銅の効果
- 3 銅イオン交換ゼオライトのメタン酸化活性種としての二核銅- μ -オキシラジカル
- 4 銅錯体触媒によるメタン酸化におよぼす多核銅の効果

第5項 担持金属錯体触媒によるメタン過酸化水素酸化 山田泰之

- 1 金属錯体型メタン酸化触媒
- 2 固体表面に担持した金属錯体型メタン酸化触媒
- 3 μ -ニトリド架橋鉄ポルフィノイド二量体のメタン酸化触媒活性のコントロール
- 4 グラファイト担持型 μ -ニトリド架橋鉄フタロシアニ

ン二量体による触媒的メタン酸化反応

- 5 おわりに

第6項 メタンからメタノールへの直接酸化に有効なCuゼオライト触媒の探索 大山順也

- 1 はじめに
- 2 各種Cuゼオライトの触媒性能
- 3 反応物濃度依存性
- 4 同位体実験
- 5 Cuゼオライト触媒のその場観察
- 6 おわりに

第7項 酸化白金によるメタンからメタノールへの低温選択酸化 高垣 敦, 辻 雄太, 吉澤一成

第2節 ホルムアルデヒド合成

第1項 担持ポリオキシメタレート触媒を用いたメタンの酸素酸化反応 矢部智宏, 山口和也

- 1 はじめに
- 2 ポリオキシメタレートを前駆体とした触媒を用いたメタンの酸素酸化反応
- 3 Fe $^{2+}$ を前駆体として用いた触媒を用いたメタン酸素酸化活性と耐久性
- 4 担持鉄酸化物サブナノクラスター触媒の活性点構造
- 5 おわりに

第2項 金属リン酸塩触媒によるメタンからホルムアルデヒドへの直接酸化 鎌田慶吾

- 1 はじめに
- 2 触媒の合成とキャラクタリゼーション
- 3 メタンからホルムアルデヒドへの直接酸化
- 4 まとめ

第3項 PdとRu複合酸化物上の酸素移動によるメタンからホルムアルデヒドへの部分酸化 黎 暁紅, 阪東恭子

- 1 はじめに
- 2 触媒調製と触媒構造の特性
- 3 NO/O $_2$ を酸化剤とするメタンの選択的酸化
- 4 O $_2$ を酸化剤とするメタンの選択的酸化
- 5 まとめ

第4項 Cu系複合酸化物触媒を用いたメタンからホルムアルデヒドへの酸素による酸化 竹中 壮

- 1 はじめに
- 2 Cu酸化物を活性成分とする触媒
- 3 Cu-V複合酸化物の触媒作用
- 4 Cu-Mo複合酸化物の触媒作用
- 5 Cu系複合酸化物触媒の特徴
- 6 おわりに

第3節 酸化カップリング, リフォーミング

第1項 メカノケミカル法による結晶性メタロシリケート合成と低温メタン酸化カップリング用触媒への応用 村松 淳司, 大須賀遼太, 藪下瑞帆

- 1 はじめに
- 2 結晶性メタロシリケートとその合成法
- 3 メカノケミカル法を用いたメタロシリケート合成
- 4 [Al, Fe] -MFI の合成とジメチルエーテル転換反応への応用
- 5 [Ga] -MFI を用いた酸化的メタン改質反応
- 6 Pd/ [Ce] -MFI による酸化的メタンカップリング反応
- 7 放射光計測による構造解明に向けて
- 8 おわりに

第2項 結晶性シリケート触媒によるメタン酸化カップリング 松本知大, 本橋輝樹

- 1 はじめに
- 2 結晶性リチウムシリケート Li₂CaSiO₄ の OCM 触媒活性
- 3 金属元素複合による創発的高活性化
- 4 各触媒の塩基性と結晶構造の特徴
- 5 おわりに

第3項 アルカリ塩触媒を用いたメタン酸化カップリング 高鍋和広

第4項 メタンの酸化的改質に有効なゼオライト担持金属および金属酸化物触媒の設計 小林広和, 横井俊之, 福岡 淳

- 1 はじめに
- 2 Rh 触媒の粒子制御
- 3 微量 Rh 添加 Co 触媒の開発
- 4 Ni の微粒子化
- 5 Re を用いた別反応経路の開拓
- 6 おわりに

第5項 メタン部分酸化用ゼオライト系触媒の設計 横井俊之

- 1 はじめに
- 2 Fe 含有 MFI 型ゼオライトによる液相メタン酸化反応
- 3 Ni 担持 CHA 型メタロケイ酸塩触媒による気相メタン酸化反応
 - 3.1 骨格組成の影響
 - 3.2 導入方法の影響
- 4 おわりに

第2章 非酸化的メタン転換反応の触媒システム

第1節 メタンカップリング反応

第1項 インジウム金属液体触媒によるメタン脱水素カップリング 山中一郎

- 1 はじめに
- 2 メタン脱水素カップリング反応の実施
- 3 In/SiO₂ 触媒によるメタン脱水素カップリング反応
- 4 インジウム触媒の作用機構
- 5 反応スキーム
- 6 おわりに

第2項 担持金属触媒を用いたメタンの脱水素的カップリング反応 荻原仁志

- 1 はじめに
- 2 メタンの無触媒的活性化
- 3 メタンの分解とカップリングによる水素と C₂ 炭化水素の製造

- 4 担持 Pt 触媒によるメタンの脱水素カップリング
- 5 まとめ

第3項 メタンカップリング反応 (合金触媒) 蒲池高志, 阿部英樹, 井口翔之

- 1 はじめに
- 2 MgPt (101) 面上でのメタンカップリング反応の DFT 計算
- 3 MgPt 合金の合成および構造解析
- 4 MgPt 合金の反応性評価
- 5 おわりに

第2節 根留触媒 (Rooted Catalysts) による乾式メタン転換 (Dry Reforming of Methane : DRM) 阿部英樹, 橋本綾子

- 1 はじめに
- 2 根留触媒とは
- 3 根留触媒による DRM 駆動

第3章 メタンを利用した有機合成的触媒システム

第1節 メタンによる芳香族メチル化 片田直伸

- 1 メタンを原料の一部とする有用化学物質の製造を目指して
- 2 MFI ゼオライト担持 Co の触媒活性
- 3 α 部位の Co 種の活性
- 4 原子状分散の必要性
- 5 おわりに

第2節 メタンを用いる液相での炭素-炭素結合形成反応 本倉 健

- 1 はじめに
- 2 超強酸によるメタンの増炭反応
- 3 超強酸によるメタンと一酸化炭素からの酢酸合成
- 4 金属触媒と K₂S₂O₈ 酸化剤によるメタンと一酸化炭素からの酢酸合成
- 5 金属触媒による O₂ を酸化剤とするメタンと一酸化炭素からの酢酸合成
- 6 Sc 錯体触媒によるプロピレンのヒドロメチル化反応
- 7 Ag 錯体触媒による ethyl diazoacetate のメチル化反応
- 8 光触媒的 HAT プロセスによる共役オレフィンのメチル化反応
- 9 おわりに

第4章 異種エネルギー負荷型触媒システム

第1節 電圧印加メタン酸化カップリング反応 小河脩平, 関根 泰

- 1 はじめに
- 2 Ce-W-O 系触媒による低温電場 OCM
- 3 CePO₄ ナノロッド触媒による常温電場 OCM
- 4 ペロブスカイト触媒による電場 OCM
- 5 おわりに

第2節 光駆動型メタンカップリング反応 天野史章

- 1 光触媒による常温メタン変換
- 2 水蒸気存在下でのメタンカップリング反応
 - 2.1 メタン分圧依存性
 - 2.2 水蒸気の添加効果

- 2.3 ヒドロキシラジカルの生成
- 3 光駆動型メタンカップリング電極システム
 - 3.1 光電気化学反応の利点と特徴
 - 3.2 メタンの光電解反応
- 4 おわりに

第3節 光触媒を用いたメタンのドライリフォーミング反応の低温化 宮内雅浩

- 1 はじめに
- 2 光触媒による DRM 反応
- 3 反応メカニズム
- 4 更なる高活性化
- 5 おわりに

第4節 錯体触媒による液相光酸化 松本崇弘

- 1 はじめに
- 2 遷移金属錯体による光誘起反応
- 3 酸素を用いる均一系メタン酸化
- 4 均一系ルテニウム錯体による光駆動メタン酸化
- 5 おわりに

第5章 計算科学と触媒インフォマティクス

第1節 メタン選択酸化の計算科学最前線 塩田淑仁, 辻雄太, 吉澤一成

- 1 はじめに
- 2 金属ゼオライトによるメタンの水酸化機構
- 3 遷移金属酸化物表面でのメタン活性化

第2節 触媒インフォマティクスによるメタン酸化触媒の設計 高橋啓介

第3節 ハイスループット実験を基盤とするデータ駆動型触媒開発 谷池俊明, 中野渡淳

- 1 はじめに
- 2 ハイスループット実験
- 3 ハイスループット実験と機械学習
- 4 データ駆動型触媒探索
- 5 おわりに

第3部 二酸化炭素の触媒的変換技術

～ 新しい炭素循環体制を構築するために ～

第1章 再生可能エネルギー+二酸化炭素+水からの化学合成触媒システム

第1節 進み始めた戦略的取り組み

第1項 二酸化炭素からのメタン製造 (メタネーション) 技術に関する動向 高木英行

- 1 はじめに
- 2 メタネーション技術の動向
- 3 メタネーション推進官民協議会

第2項 二酸化炭素からの液体燃料合成—JPEC の戦略 餅田祐輔

- 1 はじめに
- 2 JPEC における二酸化炭素からの液体燃料合成の取り組み

- 3 FT 反応を利用した合成燃料製造
 - 3.1 FT 反応器の開発の歴史
 - 3.2 再エネ由来電力による FT 反応の技術課題
- 4 CO₂ からの合成ガス製造
 - 4.1 逆シフト反応による CO₂ 還元
 - 4.2 再エネ由来電力等を用いた合成ガス製造
- 5 二酸化炭素からの液体燃料合成—JPEC の戦略
 - 5.1 一貫製造プロセスの概念設計
 - 5.2 一貫製造プロセスの技術課題
 - 5.3 一貫製造プロセスによる合成燃料製造コスト
- 6 まとめ

第3項 ブルー／グリーン水素と CO₂ からの燃料・化学原料製造の革新技術のカーボンニュートラル (CN) への貢献可能性について 瀬戸山 亨

第2節 戦略のための基礎技術

第1項 二酸化炭素の水素還元 里川重夫

- 1 はじめに
- 2 二酸化炭素からのメタン合成
- 3 二酸化炭素からのメタノール合成
- 4 二酸化炭素からの FT 合成
- 5 おわりに

第2項 SOEC, 共電解 八代圭司

- 1 固体酸化物形電解セル (SOEC) による水蒸気電解
- 2 固体酸化物形電解セル (SOEC) による共電解
- 3 SOEC を利用した電解技術と現状
- 4 SOEC での劣化現象
- 5 SOEC 共電解運転時の燃料極における炭素析出

第3項 光触媒による水を電子源 (水素源) とした人工光合成型二酸化炭素還元 山口友一, 工藤昭彦

- 1 はじめに
- 2 半導体光触媒を用いた人工光合成型二酸化炭素還元系
- 3 水を電子源とした光触媒的 CO₂ 還元への留意点
- 4 単一粒子型半導体光触媒粉末を用いた水を電子源とした二酸化炭素還元
 - 4.1 二酸化炭素還元における Ag 助触媒の担持 および炭酸水素塩添加効果
 - 4.2 水を電子源とした二酸化炭素還元による CH₄ 生成における Rh—Ru 複合助触媒担持効果
- 5 水を電子源とした Z スキーム型可視光二酸化炭素還元光触媒系
 - 5.1 粒子間電子伝達を利用した Z スキーム系
 - 5.2 固体電子伝達剤 RGO を用いた Z スキーム系
 - 5.3 金属錯体をイオン電子伝達剤および二酸化炭素還元活性サイトとして用いた Z スキーム系
- 6 まとめ

第4項 二酸化炭素の固体炭素化 福原長寿

- 1 はじめに
- 2 常温作動のメタン化反応
 - 2.1 反応の挙動
 - 2.2 構造体触媒システムによる大量 CO₂ 処理
- 3 合成ガスからの炭素固体化
 - 3.1 ドライ改質反応システム
 - 3.2 メタン化反応システムとの組み合わせ

4 おわりに

第5項 二酸化炭素電気化学的還元 山内美穂

- 1 はじめに
- 2 Cu 電極上での eCO₂R 活性と生成物選択性
- 3 eCO₂R の触媒性能の指標
- 4 Cu 電極上での eCO₂R 選択性
 - 4.1 Cu の特異性
 - 4.2 結晶面
 - 4.3 局所 pH
 - 4.4 元素組成と分布状態
 - 4.5 高選択 CH₄ 合成触媒
- 5 まとめ

第2章 バイオマス (再生可能エネルギー+二酸化炭素+水)からの化学

第1節 C4 化成品製造に関する実証事業 新井 隆, 堤 聖晴

- 1 C4 化成品の化学
- 2 C3 原料から C4 化成品へ

3 実証内容

- 4 本実証事業の経済性・実現性
- 5 まとめ

第2節 固体触媒を利用した高機能性バイオマスポリエステル原料の合成 中島清隆

- 1 はじめに
- 2 セルロースの加水分解
- 3 HMF を経由したグルコースからのフランジカルボン酸合成
- 4 HMF からのフランジカルボン酸合成
- 5 まとめと今後の展望

第3節 バイオマス由来化学品の社会実装 青島敬之

- 1 はじめに
- 2 バイオマス由来化学品
- 3 バイオ PBS (商標: BioPBSTM) の社会実装の事例
- 4 おわりに