

ディビジョン番号	12
ディビジョン名	触媒化学

大項目	4. 資源エネルギー
中項目	4-1. 資源エネルギー、石油精製、改質
小項目	4-1-1. 資源変換

概要（200字以内）

地球温暖化および石油資源の枯渇に伴う石油代替エネルギーの開発は益々重要な分野であり、よりパワフルな触媒および触媒反応プロセスが求められている。バイオマス、石炭、天然ガス、資源性ゴミなどから合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）を経由して多彩なエネルギー製品および化学品を合成できる。触媒の性能向上、プロセスの柔軟性、資源の確保、製品の多様化およびクリーン化が今後の課題である。

図1 C₁化学の流れ

現状と最前線

(1) フィッシャー・トロプシュ合成 (FT 合成)

FT 合成が、合成ガスから軽油およびガソリンなど炭化水素を作る反応である。発見されてから約 70 年を経た現在、注目を集めている理由はエネルギーと環境両面にある。天然ガス資源の開発によって石炭原料の場合より経済性が高いプロセスとなることと、および FT 合成から得られる燃料油は硫黄分や芳香族類を含まないため、環境汚染の少ないクリーンな性状をしていることである。燃料電池の燃料としても最適候補である。

$$nCO + 2nH_2 = (CH_2)_n + nH_2O \quad \text{Co, Ru, Fe, Ni 触媒}$$

長期的には石油資源の枯渇、当面の問題としては環境対策として、天然ガスの FT 合成を経由する液体燃料化や製油所の重質残油のガス化によるクリーン燃料の製造が重要である。将来バイオマスなどからの FT 合成も可能である。このため、FT 合成を経由するクリーン燃料の製造技術がさらに発展し、より幅広く実用化されることを期待している。各社の技術競争、特許紛争だけではなく、天然ガス資源の確保、販売ルートと市場を巡る競争も一層熾烈であろう。

(2) メタノール合成

メタノールは化学品の製造原料、メチルtertブチルエーテルの原料として世界で年間約3000万トン消費されており、最近では燃料電池の燃料としても期待されている。現在メタノールは銅系触媒を主流とする固体触媒を用いて合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）から製造されているが(523–573 K, 5–10 MPa, Cu-Zn 触媒), この反応は激しい発熱反応であるため、転化率に平衡制限がある。典型的な高温高压での生産条件ではCO ワンパス平衡転化率は20%前後であり、効率が極めて低い。反応温度が473K以下になると、速度論的に不利になり、Cu-Zn触媒の反応活性がほとんどゼロに近い。この限界を打ち破る一つの手段として、平衡転化率が高い低温液相メタノール合成が期待されている。しかし従来の低温メタノール合成方法ではNaOCH₃, KOCH₃, NaH など強い塩基が使われており、合成ガスに含まれる微量水分と炭酸ガスに定量的に被毒され、実用化まで出来なかった。最近アルコール系触媒的な溶媒にCu-Zn-O系触媒を共存させ、水分と炭酸ガスを含む合成ガスが一括して低温でメタノールに転換される技術が確立された(R. Yang, Y. Fu, Y. Zhang, N. Tsubaki, J. Catal., 228(2004)23)。

(3) ジメチルエーテル (DME) 合成

DMEはLPGと類似する性質を持つ、生分解の特性、容易に液化する特徴もあり、LPG代替品、発電燃料、水素キャリアーとして広く使われるが、もっと重要なのはDMEが合成軽油として使えることである。構造的にC-C結合がないので、トラックの排ガスでは黒煙が少なく、大変クリーンである。DMEの合成はメタノールを作ってから分子間脱水させる間接法と合成ガスから一段で直接合成する方法が二分する。直接合成方法は日本発の新技术で、平衡最大転化率が間接法より高く、しかも石炭のガス化から得られたH₂/CO=1の合成ガスがそのまま無駄なく使われる。現在100ton/day規模の実証工場までスケールアップされている。

(4) バイオマスのガス化

触媒系、無触媒系ともに盛んに行われるが、炭酸ガスを実質的に出さない。しかし、バイオマスのガス化で副生するタールの対策は未解決である。分散型エネルギーの固有の問題であるコスト高もネックであり、環境クリーンによる税金面の優遇が望まれる。

将来予測と方向性

・5年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) 天然ガスからのフィッシャー・トロプシュ合成 (クリーンな合成軽油の製造)
- (2) MTG 合成、MTO 合成 (メタノールからのガソリン、オレフィン製造)
- (3) DME (ジメチルエーテル) 合成

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) 低温低圧メタノール合成
- (2) バイオマスからの合理的な合成ガス製造プロセス

キーワード

石油代替エネルギー、合成ガス、C1 化学、バイオマス、天然ガス

(執筆者: 椿 範立)