

講演番号：BO9

題目：Ni/CeO₂触媒上での二酸化炭素のオートメタン化反応ー 室温雰囲気下の新たなCO₂変換ルートー

発表者：(静岡大学) 福原長寿, 鈴木雄詞, 渡部 綾, (Mahidol Univ.) Ratchahat Sakhon

(天野工業技術研究所) 須藤雅夫

<講演での発表内容>

温室効果ガスであるCO₂の削減とその有効利用は、世界の大きな関心事である。今回我々が発見した二酸化炭素の処理技術は、まだ世界では報告例がない、新しくかつ革新的にCO₂をCH₄に物質変換する技術、すなわち二酸化炭素を利用してメタン資源を製造することができる技術である。

具体的には次の通りである。現在、産業プロセスから排出されるCO₂と、再生可能エネルギー（風力や太陽エネルギー）による水の電気分解で製造するグリーン水素から、メタン化反応(CO₂+4H₂→CH₄+2H₂O, 大きな発熱反応)でメタンや水を製造することが、環境調和型のCO₂処理技術として注目されている(PtG技術)。しかし、このメタン化反応を作動させるためには、適切な触媒材料と約300~400°Cの熱エネルギーが必要であった。そのため、作動温度をなるべく低温側にシフトすることを目的に、世界の多くの研究者が低温化のための最適な触媒材料開発に従事してきた。我々の研究グループも温度200~300°Cで比較的高い機能性を実現するNi/CeO₂触媒の開発に成功し、その実用化を見据えたシステム開発を検討している。ところが今回の研究実施において、メタン化反応の原料ガス中(CO₂+4H₂)に酸素ガスを数vol%ほど共存させることで、Ni/CeO₂触媒上のメタン化反応の作動温度が大きく低温側に移動することが明らかとなった。そして、100°C以下でも効率的にCO₂をCH₄に変換し、最終的には電気炉による外部からの熱エネルギーの供給をカットした状態、すなわち電気炉加熱なしの室温雰囲気下でも選択的かつ大量にCH₄が製造できることが明らかとなった(図1はその様子)。定常運転において外部供給電力が不要であることは、反応システムのランニングコストを大幅に削減する技術であり、なによりもCO₂を効率的にかつ大量にCH₄に資源化できる点が魅力である。

この現象は、酸素ガスと原料水素ガスによる燃焼反応とメタン化反応による発熱エネルギーの寄与が大きく、室温雰囲気下での熱自立反応を実現している。そして、世界ではまだだれも発見していない新物質変換ルートであることから、我々はこの反応ルートをオートメタネーション(Auto-methanation)と名付け、学術誌(Chemistry Letters, 48, 2019)に報告した。

原料ガス中に酸素ガスが数vol%共存する状況は、産業プロセスから排出するガス成分としてよくある。例えば、石炭火力発電やLNG火力発電設備からの排出ガス成分は、CO₂:O₂:N₂=7~13:4~6:65~77vol% (その他に水蒸気やSO_x, NO_x)である。今回発見したオートメタネーション技術を使うことで、水蒸気やSO_x, NO_xを取り除いた後の排出ガスを、再生可能エネルギーからのグリーン水素で経済的に効率よくメタンに変換することができる。現在CCS(Carbon Capture and Storage)技術の一つとしてアミン溶液によるCO₂の吸収と濃縮技術(その後に貯留)が検討されているが、この技術とはまったく別の観点からアプローチした産業排出CO₂ガスの有効処理を実現する技術になる。

本内容は5月28日(火)から開催される石油学会第62回年会で発表される。

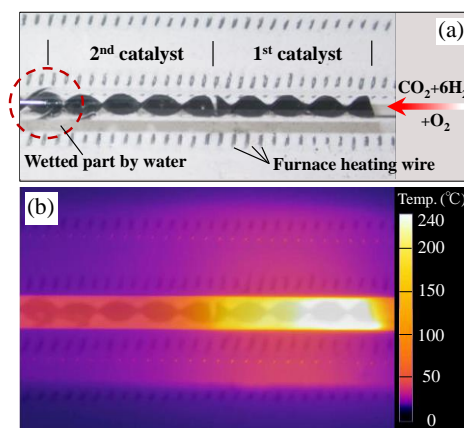


図1 室温下でのオートメタネーションのショット(a)とそのときの温度分布(b)