従来の定説を覆す新規な FT 合成触媒

～コバルト含有量の大幅削減に成功～

富山大学大学院理工学研究部の椿 範立教授と天津大学の李 新剛教授、田野講師の研究グループは、Fischer-Tropsch（FT）合成の定説をひっくり返し、コバルトの使用量を大幅に削減できるカプセル型 FT 合成触媒を開発しました。

既存の FT 触媒において、「径が 20～30nm 程度の大きな」コバルト（Co）ナノ粒子から軽油などが合成されるため、コバルトの消費量が増大し、FT 合成触媒、FT 合成プラントのコストが高騰しています。本研究グループは、従来の FT 合成触媒の基本定説を覆し、シリカ層に覆われたコバルト系カプセル触媒において、「大きな粒子の 1/10 程度の小さな」コバルトナノ粒子で軽油などを合成できることを新たに見いだしました。従来の担持型 FT 商業触媒ではコバルト含有量が重量比で 30～40%ですが、今回の発見により 5～10%以下まで削減することが可能です。

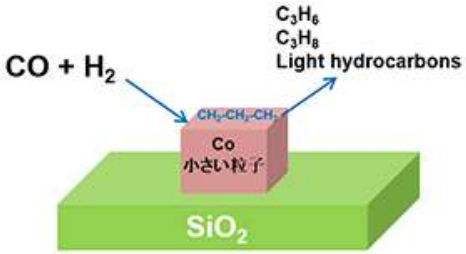

図1
従来の触媒

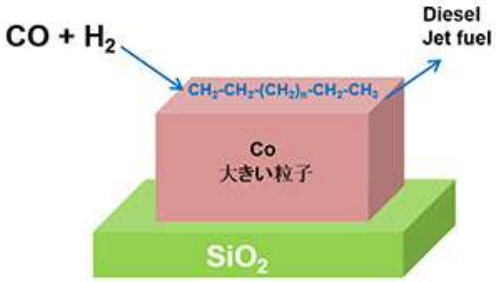

図2
従来の触媒

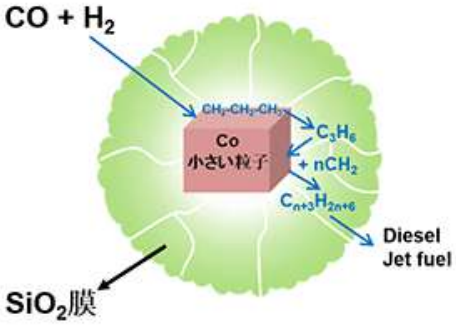

図3
今回のカプセル型触媒

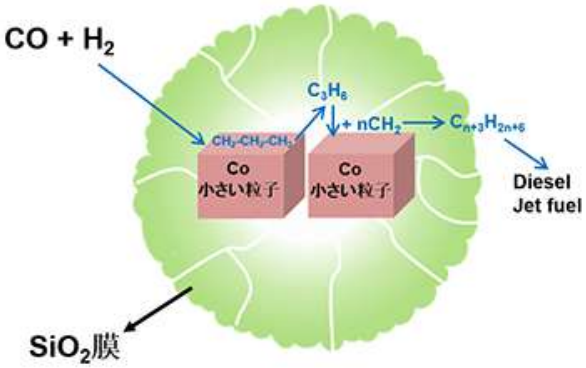

図4
今回のカプセル型触媒

従来の商業触媒はシリカ（SiO_2）に担持されたコバルト（Co）粒子サイズが小さいと、LPG など軽質炭化水素になる（図１）。担持されたコバルト粒子サイズが大きくなると、金属表面の炭素連鎖が伸び、軽油など液体炭化水素燃料になる（図２）。シリカ多孔質膜に覆われた小さなコバルト粒子表面では、軽質炭化水素生成しても再度触媒金属表面に吸着し、炭素連鎖を伸ばし、軽油などまで成長する（図３）。あるいは近隣の小さなコバルト粒子表面へ再吸着し、液体燃料になる（図４）。

FT 合成は合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）から軽油など石油代替燃料および化学品を合成する触媒反応です。合成ガスは天然ガス（シェールガス、メタンハイドレートを含む)、バイオマス、石炭、可燃性ゴミから簡単に製造できるため、FT 合成反応は産業上インパクトの大きな触媒反応の１つです。しかしながら、１日当たり 3 万バーレルの合成燃料を製造できる反応塔一基あたりコバルト触媒使用量が 500 トンにもおよび、触媒は１～２年で交換する必要があるため、軽油などを生産する巨大 FT 合成プラントでは、電気自動車の登場に伴う価格高騰中のコバルトの使用量の大幅な削減が求められています。

新規 FT 合成触媒として商業プラントに投入し、さらに、FT 合成と類似している二酸化炭素（CO2）と水素からの液体燃料の合成への応用を目指します。

本研究成果は、2018 年 8 月 14 日 10 時（英国時間）に英国科学誌「Nature Communications」のオンライン速報版で公開されます。

日文发布全文 https://www.jst.go.jp/pr/announce/20180814/index.html