

訪問日 2022年8月10日

東京大学 大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 岸本 史直 助教

研究題名：高選択的 CO₂ 転換を実現する天然粘土由来の高機能触媒開発

2022年8月10日、岸本先生にオンラインインタビューでお話を伺いました(図1)

岸本先生の研究の中心に位置しているものは何ですか

今回助成していただいている研究は、二酸化炭素を有用な炭化水素に転換する固体触媒を開発するものですが、私の研究の中心はこの「固体触媒」の研究開発になります。「固体触媒」というのは化学工業の心臓部だと思っていただければ良いかと思います。石油からプラスチックを作る過程では多段階の化学反応プロセスがあるのですが、それぞれのプロセスでは触媒が反応を引き起こすことで生成物ができていくわけです。

昨今、カーボンニュートラルに向けて積極的に取り組んでいかなければならない時代になっていますが、化学工業でカーボンニュートラルを達成していくためには、触媒開発は必要不可欠な技術です。今日ご説明する研究の反応は、二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)を反応させてメタン(CH₄)を生成するものですが、CO₂とH₂を混ぜて放っておいてもCH₄にはなってくれるわけではありません。そこには反応を起こすための適切な触媒が必要です。

また、触媒には「選択性」というのが重要な性質です。CO₂とH₂の反応の生成物はCH₄だけでなく、一酸化炭素や炭素がつながった化合物などいろいろな物質ができてしまう可能性があります。このような中でCH₄だけをどうやって「選択的」に生成できるか、というのがこれからの触媒開発の上で最も重要なことになります。

CO₂を転換する反応で難しい点は何ですか

CO₂は大気中のどこにでもあるものですが、その濃度は非常に薄くて0.04%程度しかありません。比較的濃い工場排ガスでも3~15%程度で、純ガスに比べかなり薄い濃度でしか存在していません。濃度が薄いということは、他の成分に邪魔されて反応しづらいという問題があります。CO₂を濃縮する装置にかけて高濃度ガスを反応に使うという方法も取られていますが、濃縮するにはエネルギーを消費しますので、希薄なCO₂をそのまま反応できることが望まれます。

この研究では、この希薄なCO₂を反応させるための材料として、天然の「粘土」を使って触媒開発をしていくのがキーポイントになります。

天然の「粘土」が触媒になるのですか

「粘土」は多層構造をしています。酸化物などを支柱としてその層間距離を制御すると非常に狭い空間を作り出すことができます。反応に程良い層間距離は2nm程度で、その空間に目的に合った金属粒子を挿入することによって選択性の高い反応場を形成することができます(図2左)。日本では非常に質の良い粘土が産出されるということもありますので、天然材料を使ってCO₂を変換するグリーンなプロセスを作っていきたいというのがこの研究のねらいです。

どのような実験結果が出ていますか

この粘土を使った触媒は、CO₂濃度を0.5%まで落としても高濃度のときと同じように反応し、メタンに

転換してくれることがわかりました。一方、同じ程度の空孔サイズを持ったナノポーラスシリカ（図2右）では濃度を薄くすると転換速度がどんどん落ちていってしまいます。おそらく「粘土」自体がCO₂を吸着しやすい性質を持っていて、薄い濃度でも次々とCO₂を捕まえて反応速度が落ちない触媒として優れた性能を発揮するのだと考えています。まだ、低濃度の限界は見えていないので、今後は大気濃度での転換反応をトライしてみたいと思っています。

研究の中で、面白さを感じられる場面とはどのようなときですか

それは、予想しなかった結果が出たときですね。今回お話している「粘土」の話がまさにそれで、まさかこんなに薄い濃度のところまで活性を発揮するとは予想外の結果でした。助成申請では粘土の層間と選択性の関係を中心に考えていたのですが、今回の低濃度でも高活性となる結果の方が遥かにインパクトが大きいので、現在はこちらの方向に軌道修正して取り組んでいるところです。

今後の研究ではどのような方向を志向されて行かれるのでしょうか

研究を社会的に考えるとやはりカーボンニュートラルに向かうことは重要だと考えていますが、大学の研究者としてより大切なのは、徹底的に基礎を積み上げていく研究を進めることだと思っています。これは学部4年の指導教官から、「華々しくなく基礎を徹底的に追及する」ということを教えていただいてから貫いていることです。

大気からのダイレクトなCO₂転換反応ができれば大きなインパクトですね。期待しています。

聞き手：矢崎財団 池田



図1 岸本先生

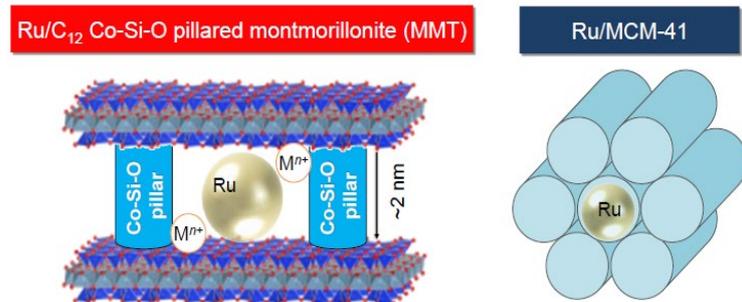


図2 粘土を利用した新触媒(左)とメソポーラスシリカ触媒(右)