

ガラスキャピラリーを利用したリアクター設計

(千葉大学工学部共生応用化学科) ○高橋 亮治・佐藤 智司・袖澤 利昭

我々は、小型携行可能な気相触媒リアクターとして、内径 0.1mm のキャピラリー内壁に金属ナノ微粒子を高分散担持したシリカゲル層を形成したリアクターを作製し、触媒反応活性を示すことを実証した。

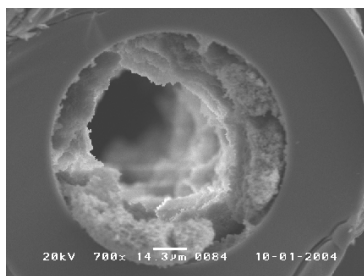
固体触媒を用いた気相触媒反応は、化学工業の中心として大規模に進められてきた。近年のニーズの多様化により、触媒反応をより小スケールで、極限としては携行可能な規模で、必要なときに必要なだけ進行させる触媒リアクターの開発が求められている。医薬品の少量生産に、ガラス基盤に反応流路を刻み、貼り合わせて作製されるマイクロリアクターに注目が集まっており、こうした手法を採用した、燃料電池用水素製造のためのメタノール改質マイクロリアクターも試作されている。一方で少量のガスを高精度に取り扱う技術としてガスクロマトグラフィーがあり、ガラスキャピラリーカラムが成分分離用として広く利用されている。気相触媒反応プロセスでは、分岐の組み合わせによる複雑な流路設計は必ずしも必要ではなく、キャピラリー内部に触媒反応器を設計できれば、小型のリアクターが作製できると考えられる。

我々はこうした考えから、本カラムリアクターの作製を進めた。キャピラリー内壁への均質なシリカゲル層の形成は、ケイ素アルコキッドを用いたゾルゲル法を利用した。溶液状態にした原料をキャピラリー内部に導入し、内壁に均一にシリカゲルが沈着し、また添加した金属イオンが高分散されるよう反応条件を制御した。その後の熱処理により、シリカゲル細孔構造を制御し、また金属種を還元してナノ微粒子をシリカゲル細孔内に高分散させた。

同様に作製した、金属微粒子を担持していないシリカ層を有するカラムについて、ガスクロマトグラフィーを用いて評価したところ、低級炭化水素混合物の分離定量が可能であり、シリカゲルの細孔構造などの制御により分離特性が制御できた。

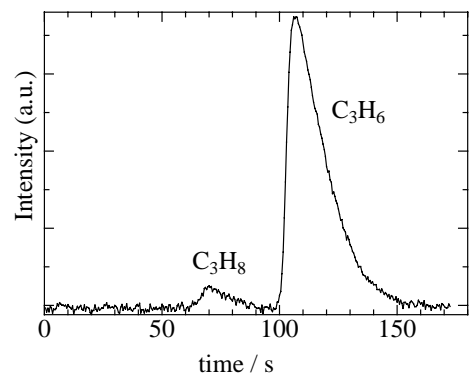
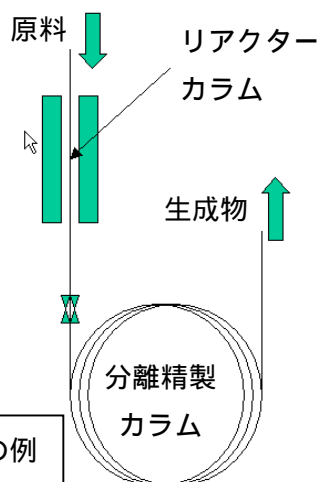
触媒活性種として銅を担持した Cu/SiO_2 キャピラリーカラムを作製し、プロピレンの水素化反応を行ったところ、プロパンの生成が認められ触媒活性を確認できた。また、反应用触媒カラムと分離カラムを接続することで、触媒反応とガス分離を連続して進めることができ、反応から精製にいたる合成プロセスをキャピラリーだけで構築できる可能性が示された。

キャピラリー型マイクロリアクターは、リアクターの延長が容易なため、速度の遅い反応でも十分に進めることが可能であり、副生物を抑えた低温条件での反応にも有効である。今後は担持成分の検討によって、様々な用途への展開が期待される。なお本研究は NEDO 産業技術研究助成事業の助成 (04A25503c) を受けて進められた。



カラムリアクター断面

構築した反応システムの例



反応結果のクロマトグラム