

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： メタンによる直接メチル化触媒技術の創出
2. 研究代表者名及び主たる共同研究者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

片田 直伸 （鳥取大学大学院工学研究科 教授）

主たる共同研究者

脇原 徹 （東京大学大学院工学系研究科 教授）

奥村 和 （工学院大学先進工学部 教授）

尾澤 伸樹 （東北大学未来科学技術共同研究センター 特任准教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A 優れている

○総合評価コメント：

本研究課題は、メタンを化学品合成プロセスにおける増炭剤として広く利用できる革新的ゼオライト触媒の開発を目的とし、具体的にはメタンによるベンゼンのメチル化をターゲット反応に設定し、高効率に進行させる構成元素配置制御型ゼオライト触媒を創製するものである。研究開始当初に見出されていた本反応に活性な Co 担持 MFI 型ゼオライトの触媒活性点と反応場を詳細解析し、ゼオライト内の開いた空間に突き出して存在する Co²⁺種が高い脱水素能を示し、同時に強い Lewis 酸性を示し、また狭いイオン交換サイトに発現するゼオライト骨格の電子受容性がこの酸性をさらに高めるため、高いメチル化選択性の触媒活性を示すと結論された。この活性点構造論を基に、新しく ZSM-11 (MEL) ゼオライトに担持した Co がより高い活性を示すことを見出している。このようにして得られたゼオライト触媒を用いて反応条件の詳細な検討を実施し、75%レベルのメタン基準反応選択性を達成し、反応条件の最適化を進めた。触媒活性安定化や反応速度の向上を達成したものの、平衡到達までのレベルには至らず、高度な構造に基づいてのみ成立する活性点発生がこの限界を産んでおり、活性点密度を上げるより進んだ触媒構造設計の重要性を認識させるに至った。

以上のように、メタンによるメチル化の詳細な反応機構の解析を進め、ゼオライト合成技術、解析技術、量子化学計算を駆使し、触媒活性点の微細構造の重要性、触媒表面の吸着種の挙動、遷移金属種の特性が反応速度に及ぼす影響を明らかにし、より性能の高い触媒や効果的な触媒反応条件を見出したことは高く評価する。これらの研究成果から、メタン活性化に必要な触媒機能はゼオライトの結晶構造化学に依拠するところ大であることは明白であり、活性金属イオンが存在する空間構造の高次化や電子状態変化をもたらす新しいゼオライト科学の進展を促す契機となると判断する。