

▶ 細孔性金属錯体へのガソリンベーパー吸脱着特性の評価

研究者 ▶ 国際総合科学部 理学系 教授 高見澤聡

地域課題

自動車給油時や大型地下タンクへの荷卸時に大量に大気中に放出されるガソリンベーパーはPM2.5や光化学スモッグの原因物質の一つと考えられている。人口集中度が高い神奈川県では、ガソリンベーパーの回収による大気汚染原因物質低減とガソリン再利用による経済効果が高いとされる地域であり、神奈川県は国ないしは他県に先駆けて独自に対策および施策を検討している。本研究は回収技術の要となる小型化可能な高性能吸着剤開発に寄与するものである。

課題解決の方法

本事業では、これまでに申請者が独自に開拓してきた細孔性金属錯体吸着剤のもつ吸着特性が自動車積載に可能な蒸気吸着剤としての特性を有しているか検討する。（特許取得済み）

ガソリンベーパー（以下蒸気とする）の回収装置の機構として、荷卸し時の蒸気循環法がある。一般には貯蔵・運搬・荷卸し・ガソリンスタンドでの供給・自動車からの透過蒸散などに対応するために吸着回収機構の追加が必須であるため、蒸気吸着部が循環機構に挿入される。大型装置による大量処理においては、回収装置に付属される吸着塔の大きさ形状は如何様でも可能であり、また脱着を促すヒーターや真空ポンプについても、経済的コストを満足するものであればその形状や大きさについては問題とならない。そのため、吸着剤として安価なシリカゲルや活性炭が大量に使用されている。しかし、自動車における蒸気回収装置では実装には形状・サイズの制約を満たす仕様が求められ、絶対的な仕様条件として極端な小型化が求められる。また、温度変化や振動といったタンク内圧の変動を引き起こす因子に常時さらされるため、特別な装置の助けを借りずに持続的に駆動可能な小型の蒸気回収装置が必要となる。大型自動車の多い米国では、大型の活性炭吸着槽をすでに実装している。日本においては大型車への実装は可能であっても、大多数の中小型車に同じ仕様の吸着槽を実装できないため、既存の技術導入では実際的な蒸気排出抑制効果は望めないという問題がある。

一般に多孔質固体としてしられるシリカゲルや活性炭は、低い蒸気濃度から相対的に高い蒸気濃度まで広い蒸気濃度範囲で吸着が進行してしまう。真空ポンプなどによる減圧操作をしない場合には、脱着できる蒸気量は高い蒸気濃度で吸着した蒸気量だけであり、吸着剤本来の吸着能力（全細孔容積）の一部しか回収機能に利用できず、僅かの蒸気の回収能力のために多量の吸着剤が必要になる。そのため原理的に小型化は困難である。適切な蒸気濃度範囲において、吸脱着特性を最大限発揮できる能力をもつ吸着剤を開発できれば、小型化が可能となるものと期待できる。

実施内容

1. 吸着特性—結晶構造変化—結晶相変態の測定／観測およびデータ解析
2. 混合蒸気での吸着特性解析手法および吸着特性最大化手法の考察

ガソリンベーパーの吸着挙動と吸着誘起結晶構造変化（ないしは結晶の外形変態）の観測を申請者が独自に確立した実験手法で行うことで、熱力学的な現象理解と結晶学的な現象理解双方を進め、蒸気吸着スイッチ特性の根源およびその特性制御手法について、指針となり得る機構の解明を試みた。

成果・効果

平成27年3月の中央環境審議会大気・騒音振動部会・微小粒子状物質等専門委員会の中間とりまとめによれば、法規制と自主的取組を組み合わせた現行のVOC排出抑制制度を継続して取り組むとされており、本研究で用いた多孔質固体は新規のガソリンベーパー吸着剤として神奈川県の実装に貢献できる可能性が出てきた。

今後の課題と展開

本研究における多孔質固体では、臨界濃度近傍で吸脱着できる蒸気量が既存の吸着材料に比べて大きい。この特性を車載のガソリンベーパー吸着装置小型化へと結びつけるには、固体の耐熱性・吸脱着の繰返し性等の特性を評価する必要がある。