

2024 年度年次報告書

地球環境と調和する物質変換の基盤科学の創成

2022 年度採択研究代表者

藤井 祥万

東京大学 未来ビジョン研究センター

特任准教授

nm～km のシームレスな接続による先制的 LC 設計評価手法の開発

研究成果の概要

ゼオライトを用いた蓄熱輸送システムのスケールアップ実証や領域内外のライフサイクルアセスメント(LCA)の実施により、技術成熟度(TRL)に応じた新興技術の先制的 LCA の方法論を整理した。対抗技術と比較するためには、LCA は商用レベルまで引き上げたインベントリデータを用いて実施すべきであり、開発中の技術に対しては、シミュレーション等で成熟度を補間する必要がある。例えば TRL4の技術の評価をする場合、TRL4までの実験データは不確実性が低く、確度の高い実験データを用いて評価することができる。ここから商用スケールに引き上げるため、装置のモデリングを実施し、スケールアップにおける不確実性を低減しつつ商用スケールを数値シミュレーションにより設計、フォアグラウンドデータを生成し、LCA に反映させる。一方、プラスコスケールの研究に対しては、モデリングを実施し、商用スケールのデータを予測したとしても不確実性が大きく、上述した手法の LCA を実施することは困難である。そこで Break-even 解析を用いて、対抗技術と環境負荷で等価となる技術指標(収率など)を定量化することで、プラスコレベルの研究に関しても先制的 LCA を実施可能とした。以上の方法論は複数の領域内研究者の Break-even 解析による先制的 LCA を実施することで実証した。

また、先制的 LC 設計評価の方法論において、フォアグラウンドデータを数値解析等で生成する LCA を実施するための最小スケールの実験を、ゼオライトを用いた蓄熱輸送システムの事例を用いて検討した。ここでは数値シミュレーションの手法に着目した。数値シミュレーションにおいて、商用機と同じ境界条件、初期条件を設定可能になる大きさの実験が、先制的 LCA を実施可能な最小スケールであると定義した。これはゼオライト 200 kg を用いたベンチスケールの実証試験に相応する規模である。これよりも小スケールの実験の場合は上述した Break-even 解析による LCA を実施することとなる。

【代表的な原著論文情報】

- 1) S. Fujii, Y. Kanematsu, Y. Kikuchi, Prospective lifecycle design through process modeling of energy recovery from waste plastics, Computer Aided Chemical Engineering, 53 (2024), 2197-2202, <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-28824-1.50367-7>