

カーボンリサイクル・二酸化炭素分離回収に関する包括的研究	
題目	CO ₂ 分離素材の標準評価法の策定に関する研究
著者	早稲田大学 中垣隆雄

1. 研究概要

温暖化対策として CO₂ 分離回収・貯留技術の導入が急務であるが、分離回収においては分離素材の選定が重要である。そこで、経済産業省主導のグリーンイノベーション基金事業では、「CO₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立」が研究開発項目の一つとして立ち上げられた。その一環として、本研究では、最も一般的な CO₂ 分離回収方法である化学吸収法における分離素材の標準評価共通基盤確立に向け、評価法の素案作成や装置導入準備を進めた。

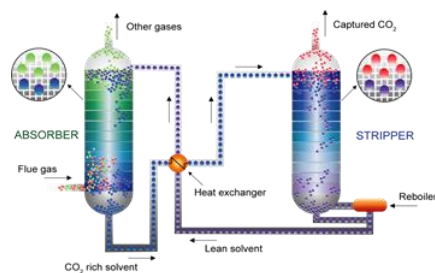


図 1 化学吸収法の概略図

2. 研究成果と次年度の研究計画

(1) 素材特性評価法の構築

吸収液の重要な素材特性（密度、反応熱、比熱、気液平衡）の標準的な試験方法・条件の開発に向け、各試験方法および試験条件の素案を考案した。密度と気液平衡については試験に必要な装置導入を完了し、試験方法および試験条件の素案を作成した。反応熱と比熱については、加圧下の反応熱量計を用いて測定予定であり、装置の詳細設計、試験方法の立案を経て、熱量計本体の発注を完了した。次年度は、実際に各試験を実施し、標準評価法の素案を修正する。

(2) 小スケールでの評価に適した分離性能評価法の確立
文献調査により、吸収法による CO₂ 分離回収システムの評価に関する情報を収集し、標準吸収液、試験条件、及び評価項目を決定した。標準吸収液は Monoethanolamine (MEA) 水溶液および 2-amino-2-methyl-1-propanol (AMP) と Piperazine (PZ) のブレンド水溶液の 2 種類とした。試験条件について、吸収塔と再生塔各部の流体温度、CO₂ 回収率の設定値を決定し、液ガス比を操作条件とすることとした。評価項目は、再生熱量とその内訳（液昇温熱、蒸発潜熱、CO₂ 解離熱）、再生熱量起因の電力ロスおよび補機（ポンプ・圧縮機）動力とした。次年度は、実際に標準吸収液を用いた分離性能評価試験を実施し、標準評価法の素案を修正する。

(3) 加速劣化試験法の開発

まず、連続回収プロセスによる吸収液の耐久性評価試験についての既往研究を調査し、吸収液劣化の加速因子（高温域での液滞留時間増大、NO₂ 添加および被分離ガス酸素濃度の増加）を整理した。また、予備的検討として、被分離ガスの酸素濃度が劣化に及ぼす影響について、連続 CO₂ 分離回収試験装置の継続的運転で評価した。結果として、酸素濃度を一定量（50 vol%）以上に増やしてもアミノロス量に有意な変化はなかったことから、本試験のような短時間（100 時間）の運転においては、酸素濃度増による加速劣化の効果は僅少であると結論付けた。以上の既往研究調査と予備試験を基に、加速劣化試験の試験方法や試験条件の素案を考案するとともに、連続回収試験装置の設計を進めた。次年度は、装置導入を完了し、加速劣化試験に取り組む。

(4) 標準評価法のデータ活用シミュレーション技術開発

本項目では、素材特性データから吸収液の CO₂ 分離回収性能を簡易的に予測可能なシミュレーションモデル（簡易評価モデル）の構築を目指す。まず、文献調査およびプロセスシミュレータの活用により、物質収支やエネルギー収支に関する既存プロセスデータを収集し、シミュレーションで予測すべき性能指標、およびその予測に必要なインプットデータ（基礎特性や運転条件等）を整理した。モデルにおいては、再生熱量と補機動力を予測の対象とした。また、運転条件について、被分離ガスの組成、流量、CO₂ 回収率、液流量、再生塔下部温度を、設備仕様について、吸収塔高さ・塔径、熱交換器の UA 値を、それぞれモデルのユーザが与える与条件とした。次に、上記インプットデータから性能指標を予測する際に用いる仮定や計算式を整理した。吸収塔では、塔内の等温を仮定し、塔内微小区間における気液間 CO₂ 物質移動を考慮した物質収支式の数値積分計算により、吸収液のリーク・リッチ CO₂ ローディングを算出することとした。再生塔では、塔内等圧かつ上部で気液平衡であるという仮定の下、液昇温熱、CO₂ 解離熱、蒸発潜熱の和をリボイラ投入熱量として算出し、CO₂ 回収量で除することで再生熱量を計算することとした。次年度は、実際に簡易評価モデルの構築に取り組む。