

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り、分離回収においては分離素材の選定が重要である。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、研究開発項目の一つとして「CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立」がある。その一環として、本研究では、昨年度に引き続き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、素材の性能評価試験を実施した。

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、昨年度考案された試験方法をもとに2-amino-2-methyl-1-propanol (AMP) と Piperazine (PZ) の混合水溶液による各素材特性の測定試験を実施した。各試験の再現性および目標の達成状況を表1に示す。

表1 再現性試験結果(AMP+PZ 混合水溶液)

	再現性 %		達成状況
	結果 (温度)	目標値	
気液平衡	3.2 (120 °C)	5	◎
	4.4 (40 °C)		◎
密度	0.19 (30–60 °C)		◎
比熱	0.43 (40 °C)	10	◎
反応熱	7.1 (40 °C)		◎

低温域(40 °C)における測定方法および高温域(120 °C)における気液平衡の測定方法を確立できた一方で、高温域(120 °C)におけるMonoethanolamine (MEA) の比熱、反応熱測定では、他研究機関の測定結果との乖離が見られ測定方法の確立に至らなかった。次年度は高温域における純水の比熱の測定方法を確立し、同様の方法を用いて高温域におけるMEA水溶液およびAMP+PZ水溶液の比熱、反応熱測定方法を確立させる。

(2) 小スケールでの評価に適した分離性能評価法の確立

CO₂圧入やポンプなどの各種補器類に要する消費動力の計算方法および計算に必要な物理量を確立した。昨年度実施された試験より低分圧のCO₂を含むガスからの分離性能評価を実施したところ、他プラントより再生熱量を過大評価した。残存課題の解消に向け、次年度は試験

装置の改良による他プラント結果の再現および適切な評価方法の確立を目指す。

(3) 加速劣化試験法の開発

小規模加速劣化試験装置を用い、劣化非加速の運転・劣化加速の運転1回目(以下、加速1)・劣化加速の運転2回目(以下、加速2)をそれぞれ811時間ずつ実施した。劣化因子として、酸素濃度、高温とその滞留時間、接液部から溶出する金属イオンの濃度および排ガスの夾雑成分(NO_xなど)濃度が挙げられる。まず、加速1運転では酸素濃度、高温とその滞留時間を組み込んだ。加速2運転では、加速1の運転条件に対して液流量を増やし、アミン吸収液の単位時間当たりの酸素暴露回数を増加させることで、酸素濃度の劣化効果の増大を図った。各運転における組成を分析した結果、非加速と比較して加速劣化では劣化生成物の蓄積速度が増加した。また、素材特性においては、揮発によるアミン消費の影響が顕在化した一部を除いて、非加速と加速の劣化液の試験結果に有意な差が確認された。以上より、劣化因子の添加による吸収液の加速劣化効果を確認した。来年度は、アミンの揮発を防ぐだけでなく、劣化因子の1つであるNO_xを導入し、加速運転に取り組む。

(4) 標準評価法のデータ活用シミュレーション技術開発

昨年度までに考案されたモデル仮定をベースに改良を実施し、化学吸収法シミュレーションモデル(簡易評価モデル)を構築した。既存のモデル仮定に則って構築された簡易評価モデルの再生熱量の予測精度向上のため、モデル仮定の改良を実施した。具体的には、吸収塔における吸収液の液特性を全て温度・ローディングの変数として定義し、再生塔において気液平衡が成立する位置が液ガス比の変更に依存して塔内で連続的に変化すると仮定した。これらの諸変更により文献値と比較した再生熱量の相対誤差は±5%に収まり、簡易評価モデルの予測精度が向上した。また、任意のプロセス条件においても適切にCO₂分離回収性能を評価可能であると確認された。加えて、簡易評価モデルにプロセス操業費の計算機能を実装した。本計算では吸収液再生に要する熱コスト、それぞれ送液用ポンプとガス圧縮用コンプレッサーの動力に要する電力コストを対象とした。次年度は更なる予測精度の向上とロバスト性の改善を目指す。