

事業成果報告書

日本財団 会長 笹川 陽平 殿

報告日付：2023年5月31日

事業ID：2022014645

事業名：液体CO₂の最適管理技術の開発

団体名：株式会社オメガシミュレーション

事業期間：2022年6月1日～2023年5月31日（初年度）

以下の通り、初年度の事業成果を報告いたします。

1. プロジェクト概要

[課題]

既に実用化されているCCS/CCUS技術の拡大には、高純度なCO₂の分離・回収の効率向上、および、CO₂圧入工程の高効率運転によるコスト低減と安定操業が課題となります。

CO₂に含まれるN₂/CH₄等の水和物相挙動および含水量はよく理解されていないため、実験、相分析、およびCPS EOSモデル(MultiFlash)計算の両方からさらなる調査が必要です。

また、不純物による相挙動特性（液相、ガス相、固体相）の把握とその相領域判定に応じた高効率、低エネルギー及び機器保護運転の改善と言う課題があります。

[期待される成果・効果]

CO₂ 主成分の気体をコンプレッサで、臨界圧力近傍まで昇圧、冷却水との熱交換により液化することにより安定した状態でポンプにより超臨界状態まで昇圧させることができます。コンプレッサの動力を抑えた上で、安定した状態を保つことが可能になります。

また、これらの状態で圧縮、圧入を行う事で、ハイドレートなど流れを阻害せずに、また、装置へのダメージも生じさせない運転が実現でき、その結果、コンプレッサやポンプなどの動力エネルギーを節約してエネルギーコストを削減、機器の高効率な運転につながるという効果が期待されます。

- ・ 機能としては、対象とするプロセスモデルと制御系を模擬するダイナミックシミュレータを開発します。
- ・ 模擬したシミュレータで、安定した状態を保ちつつ、コスト最小となる制御方式を開発することを目標にします。

2. 初年度の事業成果

<水分凍結調査>

- ・ CO₂に含まれるN₂ / CH₄等の不純物による相挙動特性（液相、ガス相、固体相）の把握の為の実験と各種データ収集を実施。このため、100%CO₂中および、95%CO₂/5%N₂の混合ガス中のCO₂相内含水量が直接測定出来るようにするための独自の装置（マイクロ流体システム）/方法を開発しました。
- ・ 本装置を使用し、上記2タイプのCO₂の水分含有量と水和物相境界を調査/測定しました。
- ・ 本調査の結果、「100%CO₂」の水分含有量と水和物相境界、および「95%CO₂/5%N₂混合物」の水和物相境界について、マイクロスケールセルシステムによる測定結果とマルチフラッシュのハイドレート相境界実験データの誤差が小さいことを確認しました。
- ・ 今後も、CO₂に不純物(N₂)を含む場合の複数の条件に於いての水分含有量を、上記の方法を使用し測定する予定です。

<シミュレーションによる圧入状態調査>

- ・ CO₂の最終圧縮工程をCO₂が液相状態で圧縮することで電力消費量を最小になるよう運転します。CO₂圧入ポンプのサクションを液の状態を維持しつつ、圧入時のポンプ吸入圧力が上限/下限を超えず、負荷変更が最短時間で完了となる運転パターンを探索するロジックを開発し、シミュレーション上でテストを実施しました。
- ・ ダイナミックシミュレーション(Visual Modeler)の機能改善を行い、計算処理速度を向上しました。（表1の結果参照下さい）

表1 CPU負荷改善状態

一番重いプロセスの場合の CPU 負荷 (運転状態だけ記載)	
機能改善前	機能改善後
16~22%	2~3%

来年度は、テストシミュレーションモデルをブラッシュアップし、マルチフラッシュを組み込んだシミュレータを開発する計画です。

以上