

最先端・次世代研究開発支援プログラム  
事後評価書

研究課題名	グリーンイノベーションを加速させる超高性能分離膜による革新的 CO2 回収技術の実現
研究機関・部局・職名	長岡技術科学大学・工学部・准教授
氏名	姫野 修司

## 【研究目的】

グリーンイノベーションを加速させるため、天然ガス採掘時や火力発電所から革新的な省エネルギー技術で CO2 回収・貯留 (CCS) を行うことは世界的な解決課題である。最大課題は、コストの中で最も大きく占める希薄な CO2 と他のガスとの分離の省エネルギー化と効率化である。

CO2 分離法 (吸収法、蒸留法、吸着法、膜分離法) の中で、唯一相変化を伴わない膜分離法が最もエネルギー効率がよく、消費エネルギーを大幅に削減できる。しかし、それを可能にする性能を有する膜の開発に至っておらず、CO2 分離膜は世界中で鋭意開発されている。

基礎研究で高い分離性能が報告されても天然ガス田からの CO2 回収の実用化のためにはモジュール化、システム化が必要になる。さらに、早期実用化のためには、150℃以上、噴出圧力 8.0MPa、重油成分など様々な不純物が混入する天然ガス田で分離プロセスを構築し実証する必要もある。

本研究では高性能を有する CO2 分離膜の創製と、早期実用化のための実際の噴出ガスを用いた CO2 分離回収システムの実装による CO2 回収の早期実用化を目指す。さらに、再生可能エネルギーとして利活用が求められているバイオガスからの CO2 回収技術についても早期実用化の検討を実施する。

## 【総合評価】

<input type="radio"/>	特に優れた成果が得られている
<input type="radio"/>	優れた成果が得られている
<input type="radio"/>	一定の成果が得られている
<input type="radio"/>	十分な成果が得られていない

## 【所見】

## ① 総合所見

ゼオライト膜の高性能化、中型モノリス成形体や円筒状膜等の集積化、天然ガスからの CO2 分離・回収技術の確立のいずれにおいても所期の目的を達成した。

また、バイオガス精製システムの開発、実天然ガスによる連続分離実証実験においては、開発した分離膜の性能を現場において実証することにも成功した。さらに、不純

物により性能低下が起こった場合の洗浄手法にも検討を加え、膜性能の回復を確認するなど、基礎研究から実用化まで視野に入れた優れた成果を上げたと高く評価される。

## ② 目的の達成状況

・ 所期の目的が

(  全て達成された ・  一部達成された ・  達成されなかった )

ゼオライト膜の高性能化では支持体の改善により CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 分離係数 500 以上の未到達レベルの分離性能を達成した。また、中型モノリス成形体や円筒状膜等の集積化などによるモジュール化を行い、実用可能であることを確認した。

さらに、バイオガス精製システムの開発のため、信濃川下流流域下水道長岡浄化センター内で発生する実消化ガスを用いた精製実験を行った結果、DDR 型ゼオライトを 1 段に用いた分離プロセスで CH<sub>4</sub> 濃度 95% 以上かつ CO<sub>2</sub> 濃度 97% を達成した。

天然ガスからの CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の確立においては、エチレンジアミンを使用せずに、極少量のフッ化カリウムを使用することで、CO<sub>2</sub> 透過速度  $5 \times 10^{-7} \text{mol/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 、分離係数 500 を有する環境負荷の少ない DDR 型ゼオライト膜の合成に成功し、天然ガスパラント内に設置した分離精製装置を用い実天然ガスによる連続分離実証実験を行った結果、CO<sub>2</sub> を 7%、その他の炭化水素 93% の未理天然ガスを 7.0MPa で、CO<sub>2</sub> を 85% で回収することに成功した。さらに、天然ガス中の不純物により性能低下が起こった場合、DDR 型ゼオライト膜に対し、加熱処理とエタノールによる洗浄を行うことにより、初期性能まで回復することを明らかにした。

このように、本研究では、所期の目的は十分に達成されたと判断される。

## ③ 研究の成果

・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が

(  ある ・  ない )

・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が

(  創出された ・  創出されなかった )

・ 当初の目的の他に得られた成果が (  ある ・  ない )

ゼオライト膜の高性能化では支持体の改善により CO<sub>2</sub>/ CH<sub>4</sub> 分離係数 500 以上の未到達レベルの分離性能を達成した。また、実消化ガスを用いた精製実験を行った結果、DDR 型ゼオライトを 1 段に用いた分離プロセスで CH<sub>4</sub> 濃度 95% 以上かつ CO<sub>2</sub> 濃度 97% を達成した。

天然ガスからの CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の確立においては、CO<sub>2</sub> 透過速度  $5 \times 10^{-7} \text{mol/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 、分離係数 500 を有する環境負荷の少ない DDR 型ゼオライト膜の合成に成功し、天然ガスパラント内に設置した分離精製装置を用い実天然ガスによる連続分離実証実験を行った結果、CO<sub>2</sub> を 7%、その他の炭化水素 93% の未理天然ガスを 7.0MPa で、CO<sub>2</sub> を 85% で回収することに成功するという、先進的な成果を上げている。

特許等の出願の関連で、数は多いとは言えないもの、十分に論文発表が行われている。また、特許の出願も行われている。

**④ 研究成果の効果**

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が  
( 見込まれる ・ 見込まれない )

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が  
( 見込まれる ・ 見込まれない )

天然ガスからの分離 CO<sub>2</sub> 分離の効率化に寄与するだけでなく、様々なガス膜分離技術に応用可能である。さらに、多様な膜基材へのゼオライト膜の拡張が可能となる技術展開が期待される。

また、天然ガスでの CCS にとどまらず、バイオガスでのメタン濃度の改善を従来用よりも低エネルギーで行うことが可能となるなど、エネルギー対策、地球温暖化対策など多くの効用が期待される。

**⑤ 研究実施マネジメントの状況**

・適切なマネジメントが ( 行われた ・ 行われなかった )

研究計画、実施体制、マネジメント体制、資金の利用、指摘の反映とも妥当であり、研究実施のマネジメントも良くなされていると判断される。