

九州大学×株式会社JCCL×JAXA×東京工業大学 月面探査船内でのCO₂分離・除去のための膜分離装置の設計に成功！

九州大学、株式会社JCCL（本社：福岡市西区）およびJAXAは、このたび東京工業大学と共同で有人圧ローバ等を想定した有人宇宙探査船内でのCO₂分離・除去のための膜分離装置の設計に成功いたしましたので、お知らせいたします。

今回設計されたのは、NASAが提案している月面探査プログラム（アルテミス計画）のためにJAXAが開発中の有人圧ローバ^{（注1）}を想定し、船内の宇宙飛行士の居住空間からCO₂を分離し船外に除去する機能を担うCO₂分離・除去装置です。九州大学大学院工学研究院の星野教授の研究成果をもとに株式会社JCCLで開発された高性能なCO₂選択透過膜（アミン含有ゲル粒子膜^{（注2）}）と減圧蒸気スweep型の膜分離装置^{（注3）}を活用することを想定し、2名の宇宙飛行士が乗車した圧ローバから宇宙飛行士の呼気内に含まれるCO₂を分離し宇宙船外に排出し船内のCO₂濃度を低い濃度に維持するための装置の操作条件の最適化を行いました。検討の結果、宇宙飛行士の活動状態（就寝時間・活動時間・運動時間）に応じて大きく変化するCO₂の発生量に応じてCO₂除去装置内で使用する膜モジュールの数を適切に変化させることでローバ内の有用ガス（窒素や酸素）を失うことなくCO₂の濃度上昇を適切に抑制できることが示されました。さらに、運動状態に応じてCO₂除去装置に導入する空気量を調節することでCO₂除去装置の使用電力を大幅に低減できることが示されました。今後は、有人宇宙船内への実装を想定し、さらに小型化するための研究を継続させます。当該成果は、宇宙探査におけるCO₂分離・除去だけでなく、地球上の大気やオフィスビル内の空気からのCO₂直接回収（Direct Air Capture: DAC）を実現するための基盤技術としての応用が期待されています。

本成果は、JAXA宇宙探査イノベーションハブ事業による九州大学、株式会社JCCL、JAXA、東京工業大学との共同研究の成果であり、2024年9月11日に化学工学会第55回秋季大会にて発表されました。

（注1） 有人圧ローバ

月面で宇宙飛行士が乗り込み、生活しながら、月などの天体表面を、約1か月にわたって探査することができるJAXAが検討中の探査車。無人期間も含め、月面の地質・資源の調査などをより広い範囲で行うことができ、持続的な月探査を目指すアルテミス計画の中で、非常に重要な役割を持つ。

<https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/tech/pressurized-rover/>より引用。

（注2） アミン含有ゲル粒子膜

CO₂と反応するアミンを導入したゲル微粒子を多孔性の支持膜にスプレー塗工することで製造される高性能なCO₂選択透過膜（図1）。空気を模擬した400 ppmのCO₂含有ガスに対しては窒素に対して2,380倍の選択性でCO₂を透過することが報告されている（透過流束1,270 GPU）。

[ACS Appl. Mater. & Interf. 13, 30030-, 2021](#)より引用。

（注3） 減圧蒸気スweep型膜分離装置

CO₂分離膜に、調湿されたCO₂含有ガスを流し、透過側を減圧、蒸気供給することでCO₂を分離・濃縮する装置。透過側に流す減圧蒸気の供給量や相対湿度を自動制御して濃度13%のCO₂を1ヶ月上97%以上に濃縮できる。

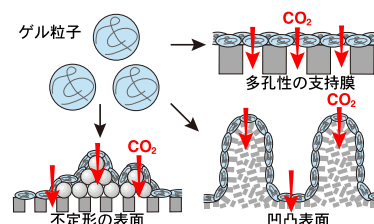


図1 アミン含有ゲルからなるCO₂選択透過膜。

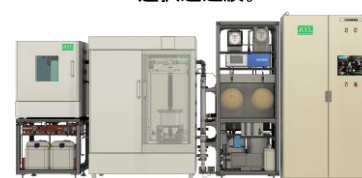


図2 減圧蒸気スweep型のCO₂膜分離装置モデル図。

【お問い合わせ】

大学院工学研究院 教授 星野 友

Mail: hoshino.yu.673@m.kyushu-u.ac.jp

株式会社JCCL 事業開発部 馬場崎

Mail: babasaki.takashi@jccl.co.jp

宇宙航空研究開発機構 山崎千秋

Mail : yamazaki.chiaki@jaxa.jp