

日本—中国 国際共同研究「環境・エネルギー分野」 2019年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	循環型社会実現に向けた二酸化炭素最適分離回収・利用システムの構築
研究課題名（英文）	Key technology for efficient CO2 capture and utilization
日本側研究代表者氏名	菅蔗 寂樹
所属・役職	東京大学・准教授
研究期間	2019年 4月 1日 ～ 2022年 3月 31日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
菅蔗 寂樹	東京大学大学院 総合文化研究科 准教授	二酸化炭素分離回収・利用プロセスの最適設計
成田 大樹	東京大学大学院 総合文化研究科 准教授	エネルギー環境・経済評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

ゴミ焼却炉や火力発電所から排出されるガス中に含まれる比較的低濃度二酸化炭素から二酸化炭素を分離回収するために適した新規プロセスの設計に向けた基礎検討を実施する。具体的には、中国側が提案する微細藻類により化学物質に転換するための原料となる二酸化炭素を効率よく取り出すために適した二酸化炭素分離回収プロセスの設計を実験とシミュレーションにて行う。また、種々の二酸化炭素利用技術の条件（有用物質への転換、二酸化炭素付加農業、冷媒用ドライアイス）を調査する。

3. 日本側研究チームの実施概要

CO₂ 分離技術として主に吸収分離、吸着分離、膜分離、深冷分離の 4 種類の技術がある。これまで、膜分離を除く、吸収分離、吸着分離、深冷分離の 3 技術についてはデータの蓄積があったことから、今年度は膜分離技術に注目して、実験とシミュレーションの両面から基礎データ（分離度や透過度）の導出を行った。

ここで得られた膜分離性能と実験状況（プロセス運転条件）をプロセスシミュレーターに反映し、大規模な CO₂ 分離を実施した際の所要動力や必要な膜面積などの導出を行った。結果として、膜分離技術では高濃度の CO₂ を取り出す際には、多段にする必要があり、また、原料ガス中に含まれる CO₂ の回収率が非常に低くなることが分かった。そのため、所要動力は見かけ上少ないが、高濃度の CO₂ を取り出す場合には向いていないことを確認した。

本研究では得られた CO₂ を微細藻類に吸収させることが、第一の目標である。微細藻類の生育に適した CO₂ 濃度は 15%以下（多くは 5%~10%）と比較的低濃度である。また、窒素および水蒸気が供給ガスに含まれていても問題とはならない。しかしながら、酸性ガスは微細藻類の生育を阻害することから、除去が必要となる。中国側と協議して、一つの方法として、これらの酸性ガスをアンモニアと反応させ、除去しアンモニア塩として微細藻類に供給することで、植物生育の肥料となる窒素分の供給とする方法を案出した。

提案する CO₂ 分離・利用技術に必要な条件と他の CO₂ 利用技術の運転条件を調査した。同時に、上記の 4 種類の分離技術を用い、これらの CO₂ 利用技術の条件を導入した際のプロセスのフローをプロセスシミュレーター上に再現し、それらのプロセスのヒートインテグレーションの可能性について検討を実施した。具体的には深冷分離技術では、気-液の相変化を用いる場合と、気-固の相変化を用いる場合があるが、気-固の相変化を用いると製品が固体となることから、大規模なヒートインテグレーションは難しいことがわかった。しかしながら、ドライアイスを経直接的に製品として取り出すことができることからドライアイスが必要とする場合には、有用な技術であると考えられる。

以上の各研究を今年度は実施した。