

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

令和3年度 研究開発年次報告書

令和3年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：加藤 之貴]

[東京工業大学 科学技術創成研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所・教授]

[研究開発課題名：P2H2P 向けケミカルヒートポンプ]

実施期間：令和3年10月1日～令和4年3月31日

§1. 研究開発実施体制

- 研究開発代表者:加藤 之貴 (東京工業大学 科学技術創成研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所、教授)
- 研究項目
 - ・ 酸化カルシウム(CaO)/水系ケミカルヒートポンプ(CHP)向け SiC/CaO 複合蓄熱ブロックの開発
 - ・ 開発材料ブロックの化学蓄熱充填層反応器を用いたケミカルヒートポンプ性能実証(反応性能、熱出力、ヒートポンプ昇温温度を測定)
 - ・ ブロック、充填層について数値計算モデルを構築と開発 CHP の P2H2P に応用した際の低炭素化価値の定量化

§2. 研究開発成果の概要

再生可能エネルギー(再エネ)は出力変動が大きく余剰電力発生時には発電を停止する出力抑制が行われ、再エネの普及の課題となっている。このため大規模な蓄エネルギーが必要である。蓄電池は候補であるが材料の高コスト、海外依存が課題である。そこで再エネ蓄熱発電(Power to heat to Power, P2H2P)を検討した。独自に P2H2P 向けの大規模貯蔵に適した化学蓄熱の機能を有したケミカルヒートポンプを開発した。酸化カルシウム/水系化学蓄熱を用いたパイロット規模の化学蓄熱反応器を製作し、蓄熱・熱出力性能の実証試験を行った。蓄熱材料には伝熱促進及び耐久性向上が期待されたケイ素含浸炭化ケイ素(SiSiC)フォームを用いた、複合蓄熱ブロックを開発した。網目状多孔性構造体の SiSiC への CaO の担持は、多孔性構造体への固体担持の困難さ等の理由からこれまで化学蓄熱分野でなされていなかったが、本研究で開発した CaO スラリーで導入技術により、 $1.0 \text{ MJ L-material}^{-1}$ の高い蓄熱密度を有する複合材料の開発に初めて成功した。さらに、開発した複合材料の蓄熱・熱出力性能を調べるために間接熱交換式化学蓄熱反応器を制作し、脱水・水和反応時の蓄熱・熱出力速度を測定した。熱交換流体には熔融塩を用い、酸化カルシウム/水系化学蓄熱において初めて熔融塩を用いた蓄熱・熱出力実証を行った。先行研究で用いられてきた空気や熱媒油と比較し、高い熱容量および耐熱温度をもつ熔融塩を用いた熱交換を実証した。500℃で蓄熱し最大で 602℃まで昇温しての熱出力を確認し、本反応系では世界最高温度出力のケミカルヒートポンプ運転を実証した。この技術は P2H2P の高性能化に貢献でき再エネ活用普及への貢献が大きいと期待できた。

【代表的な原著論文情報】

該当無し