

蓄エネルギー

研究開発課題名： 環境水分を利用する高サイクル高エネルギー密度酸化物蓄熱材料

研究開発代表者： 岡本 範彦 東北大学金属材料研究所 准教授

共同研究機関： 日本原子力研究開発機構



目的：

層状構造二酸化マンガンの層間に大気中の水分子が出入りする反応(水インターカレーション反応)に伴う吸発熱現象を利用した環境調和型蓄熱材料の蓄熱エネルギー密度向上および蓄熱温度範囲拡張を目指す。

研究概要：

・**取り組む課題** カリウムイオンを層間に内包する層状二酸化マンガンは、層状構造を維持したまま水分子が層間に挿入・脱離する水インターカレーション機構によって、速い反応速度、優れた蓄放熱サイクル性、比較的高い蓄熱エネルギー密度(>1,000 MJ/m³)、および低温廃熱の再利用に適した蓄熱温度(100-140℃)を示す。結晶子サイズや層間イオンの種類や濃度を最適化し、収納できる水の量を引き上げることで高蓄熱エネルギー密度化やハイドレート・デハイドレート転移温度(蓄熱温度)の制御を行う。現状、酸化物粉末を用いた基礎研究を行っているが、実用化に向けてバルク体としても優れた吸放水特性を最大限発揮させることが課題である。

・**カーボンニュートラル貢献へのシナリオ** 本蓄熱技術は、未利用廃熱の6割以上を占める100-200℃の低品位廃熱を蓄熱し(回収)、製造業などで放熱させ補助加熱源とする(再利用)ことが可能である。日本国内で排出される未利用排ガス熱量は約743 PJ/年(2019年)と推定され、日本のエネルギー総消費量13,453 PJ(2017年)の約6%に相当する。この未利用排ガス熱量全量を蓄熱できたとすると、1 TOE(石油換算トン) = 42 GJ, 蓄放熱効率73%として、1,291万TOEのエネルギー消費を節約し、1,291万TOE × (44/12) = 4,735万トンの二酸化炭素の排出削減が見込める試算になる。

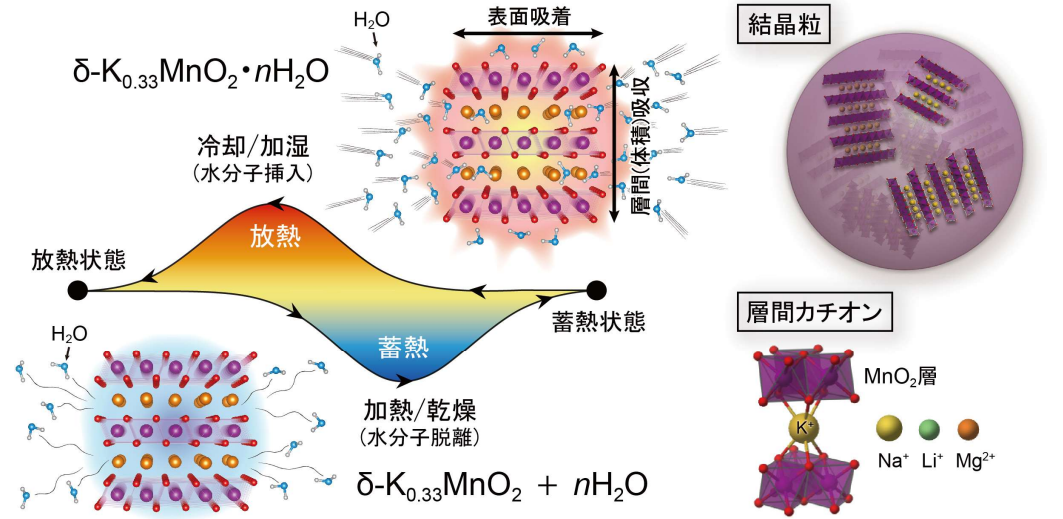


図. 環境水分の挿入・脱離に伴う発熱・吸熱を利用したカチオンMを内包する層状二酸化マンガンの蓄熱材料応用へ向けた設計指針。

Energy Storage

R&D Project Title : Development of Heat Storage Oxide Materials Utilizing Environmental Moisture

Project Leader : Norihiko L. OKAMOTO
Associate Professor, Institute for Materials Research, Tohoku University

R&D Team : Japan Atomic Energy Agency



Summary :

We aim to improve the heat-storage energy density and extend the heat-charge temperature range of layered manganese dioxide, which is an environmentally friendly heat storage material using the endothermic and exothermic phenomena associated with the (de-)intercalation of water molecules in the atmosphere. Layered manganese dioxide, which encapsulates potassium ions in the interlayer, exhibits a fast reaction rate, excellent heat storage and release cycles, a relatively high thermal energy density ($>1,000 \text{ MJ/m}^3$), and a heat storage temperature ($100\text{-}140^\circ\text{C}$) suitable for recycling low-temperature waste heat. We will improve the heat-storage energy density and control the hydrate-dehydrate transition temperature (heat charge temperature) by optimizing the crystallite size and the type and concentration of interlayer ions. The challenge is to maximize the excellent water absorption and desorption properties of the bulk material for practical use. With this heat storage technology, the low-grade waste heat ($100\text{-}200^\circ\text{C}$), accounting for more than 60% of unused waste heat, can be recovered and reused as an auxiliary heating source in the manufacturing industry. If all unused exhaust gas emitted in Japan were stored and assuming a heat storage/release efficiency of 73%, it is expected to reduce carbon dioxide emissions by 47.35 million tons per year.

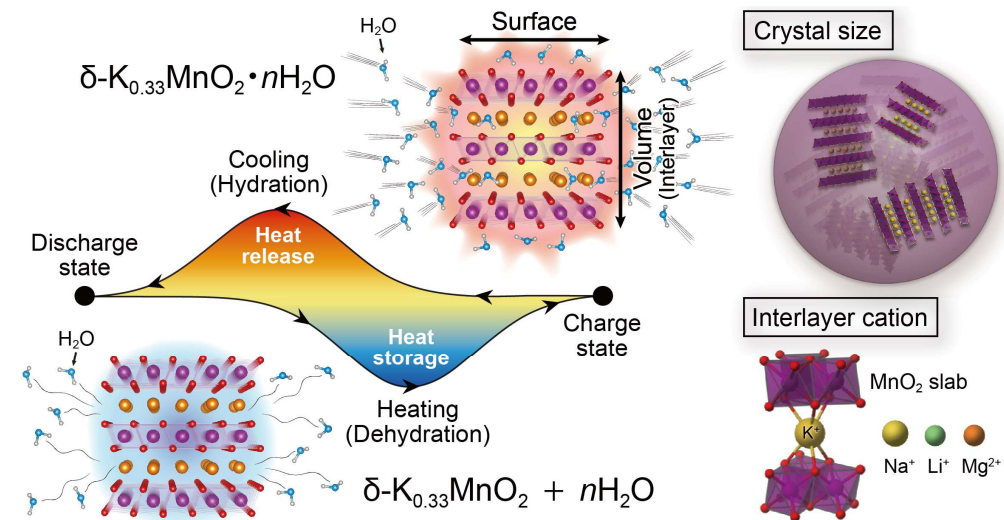


Figure. Design guidelines for the application of layered manganese dioxide as a heat storage material utilizing exo/endothemic reactions by absorption/desorption of the environmental moisture.