

120～250℃の排熱をリサイクル できる化学蓄熱材

京都大学大学院工学研究科材料工学専攻

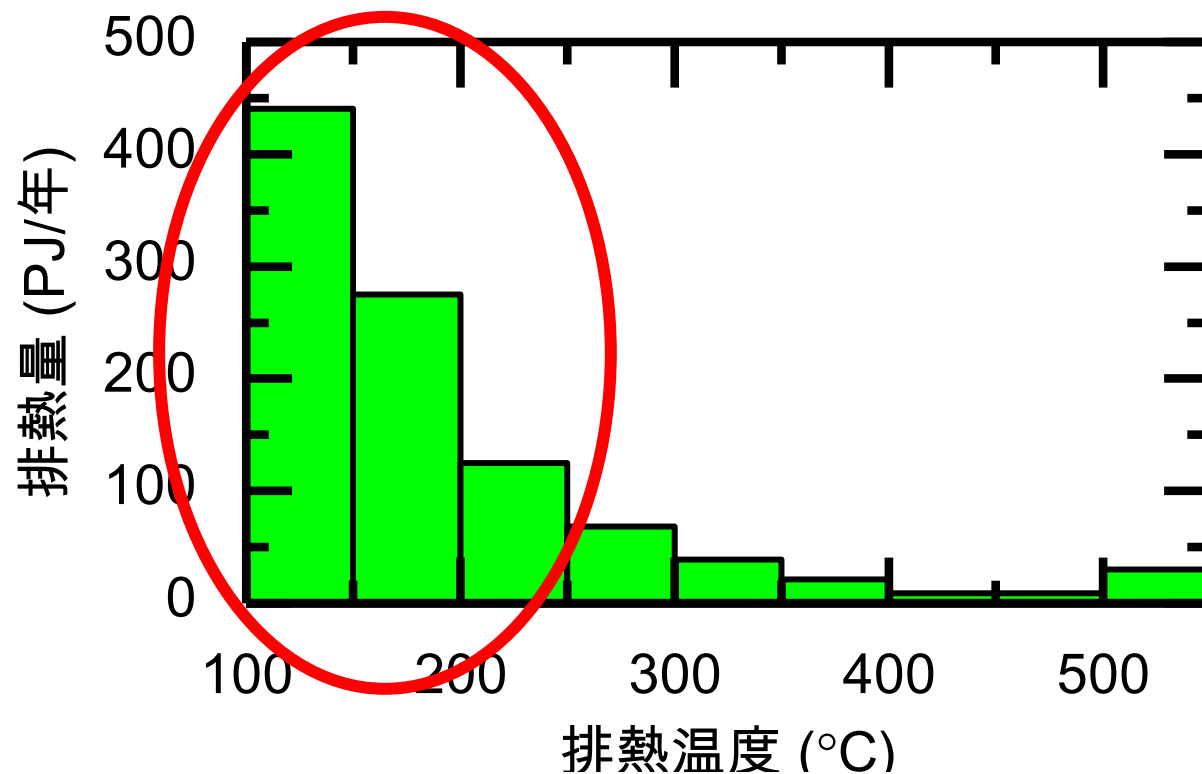
助教 畑田 直行

教授 宇田 哲也

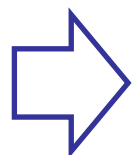
化学蓄熱材開発の背景

工場排熱の温度と排熱量

(「工場群の排熱実態調査」, 省エネルギーセンター, 平成12年度)



工場等では**100-250°Cの余剰排熱**が多量に発生。



排熱を蓄え、熱が必要な場所・時において有効利用すれば、化石燃料の使用量が削減できる可能性。

化学蓄熱の原理

化学反応による吸熱・発熱を利用した蓄熱技術。高蓄熱密度・長期蓄熱可能などの利点がある。

従来の反応系の例: MgO / H₂O 系

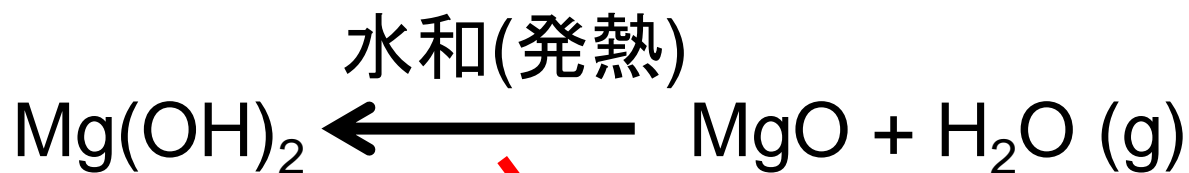
(参考文献: 劉 醇一, J. Soc. Inorg. Mater. Jpn. 20 (2013) 55.)

蓄熱操作

余剰排熱 (250°C以上)



放熱操作



熱供給 (約100°C)

従来技術とその問題点

実用に適した
反応系の条件

- 安価
- 安全
- 高繰返し耐久性
- 非腐食性
- 蓄熱・放熱温度100~250 °C程度



実用に至る反応系は少ない

現在有望視される反応系には、 $\text{MgO}/\text{H}_2\text{O}$ 系、 $\text{CaO}/\text{H}_2\text{O}$ 系等があるが、いずれも **250 °C以下**の低温排熱の蓄熱が困難。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術で不可能であった、**120~250 °Cの低温排熱を蓄えられる希土類硫酸塩水和物を用いた化学蓄熱材を開発した。**
- 安価で供給過剰の希土類元素 (La, Ce) を原料に利用可能である。
- 100往復の脱水・水和反応を行っても反応活性を維持する。

La₂(SO₄)₃/H₂O系の反応挙動

La₂(SO₄)₃/H₂O系の
熱重量測定結果

試料:
ランタン硫酸塩水和物粉末

昇温時

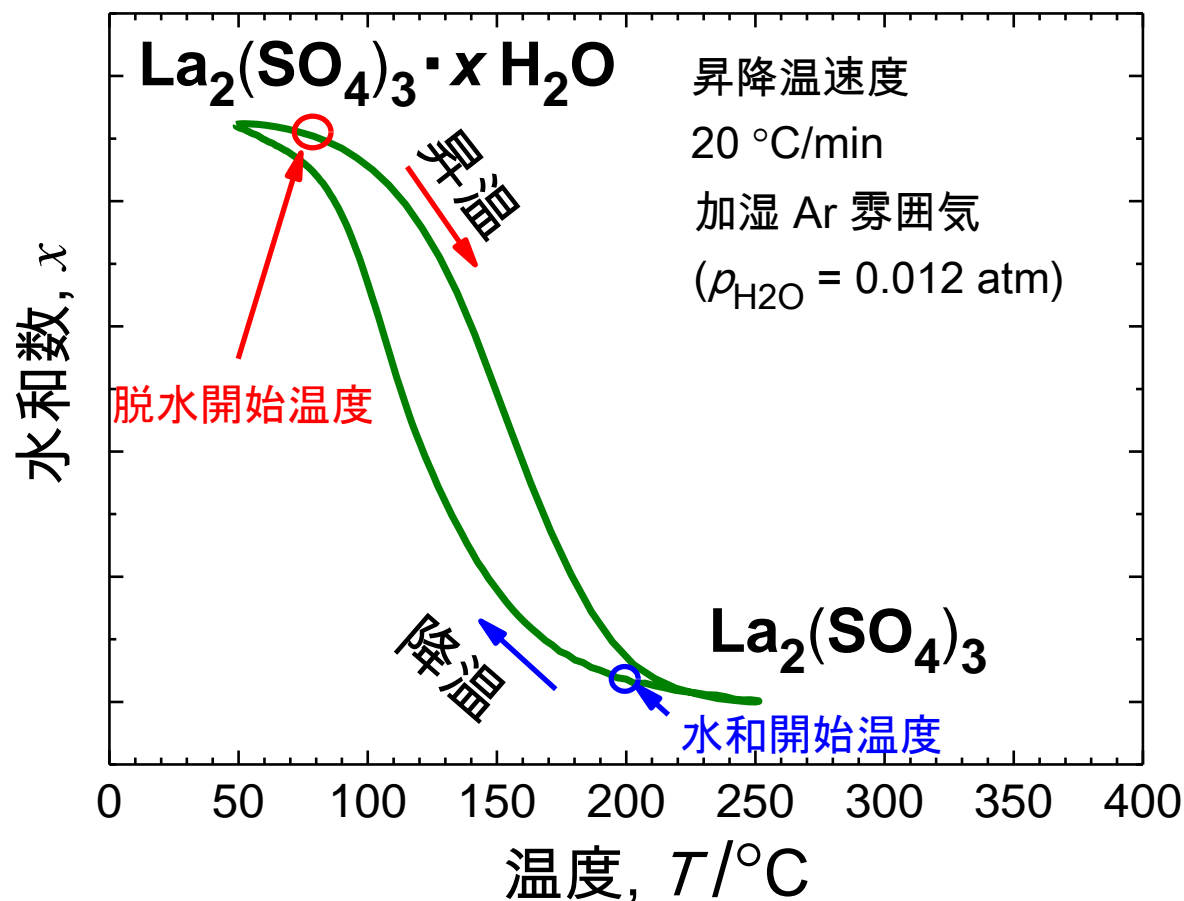
80~200 °Cで脱水反応が進行

降温時

同温度域で水和反応が進行

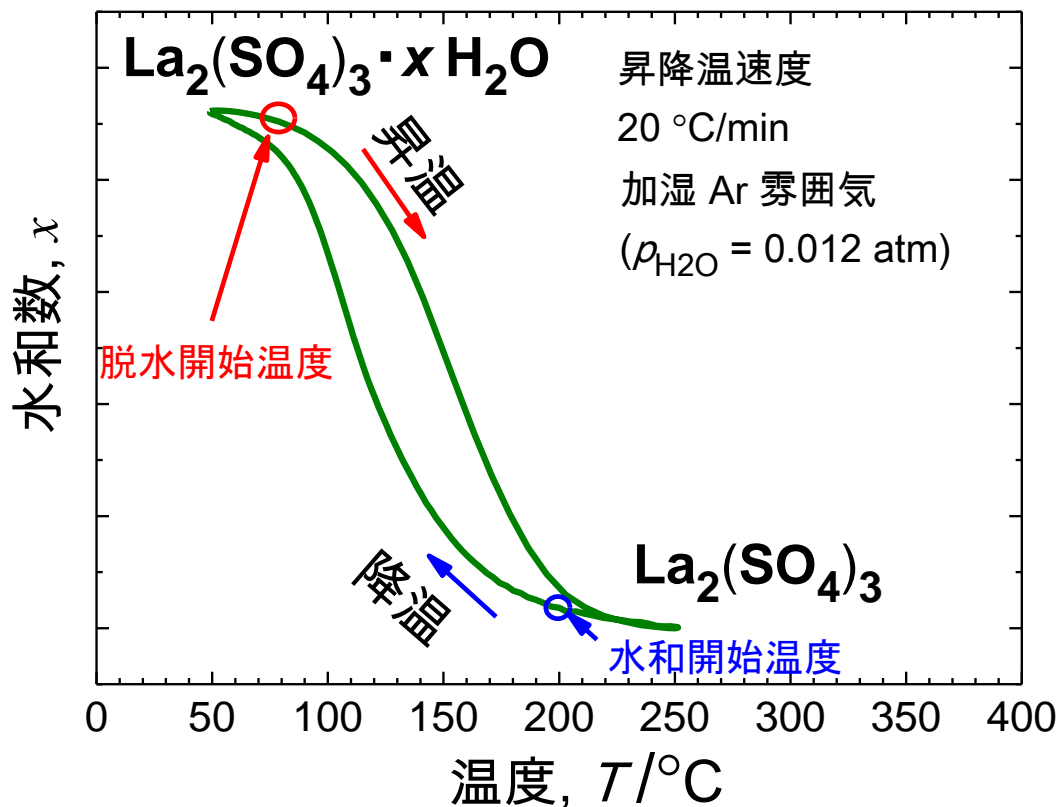


実用に求められる温度域で脱水(吸熱)・水和(発熱)反応が可逆的に進行する。

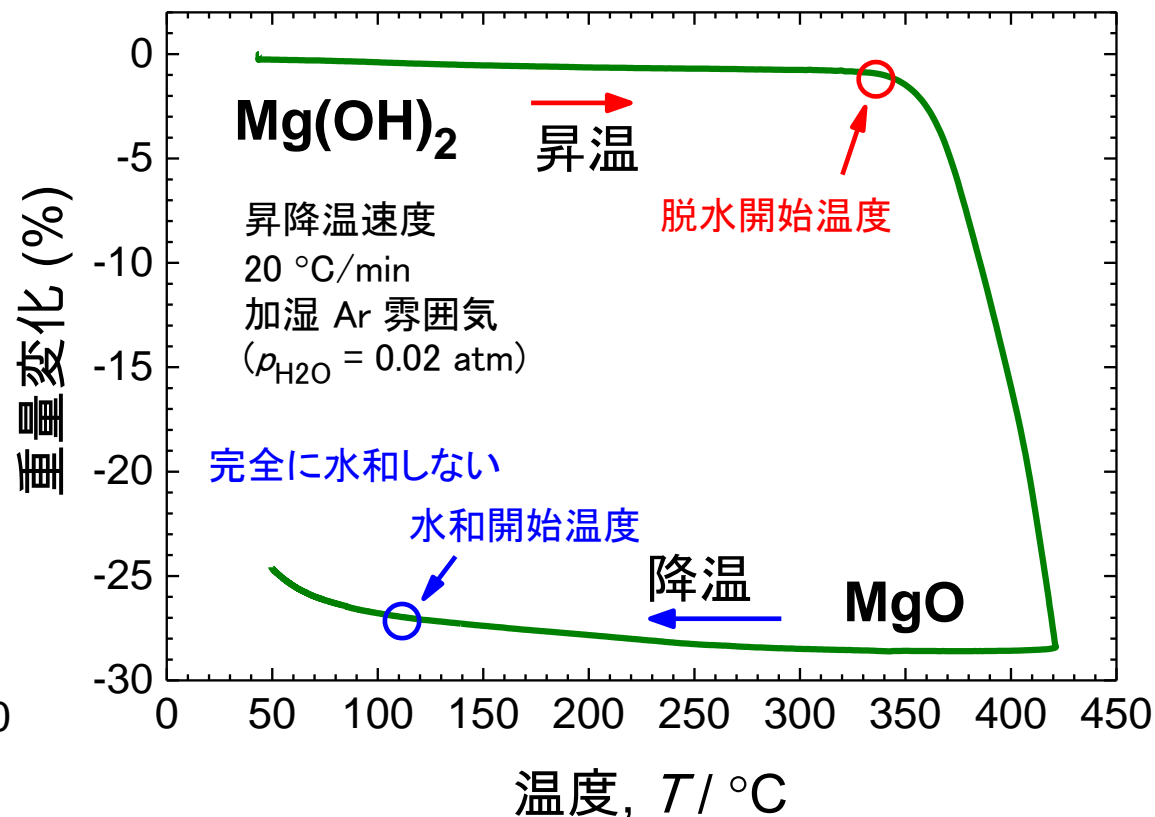


他の反応系との比較

La₂(SO₄)₃/H₂O系



MgO/H₂O系

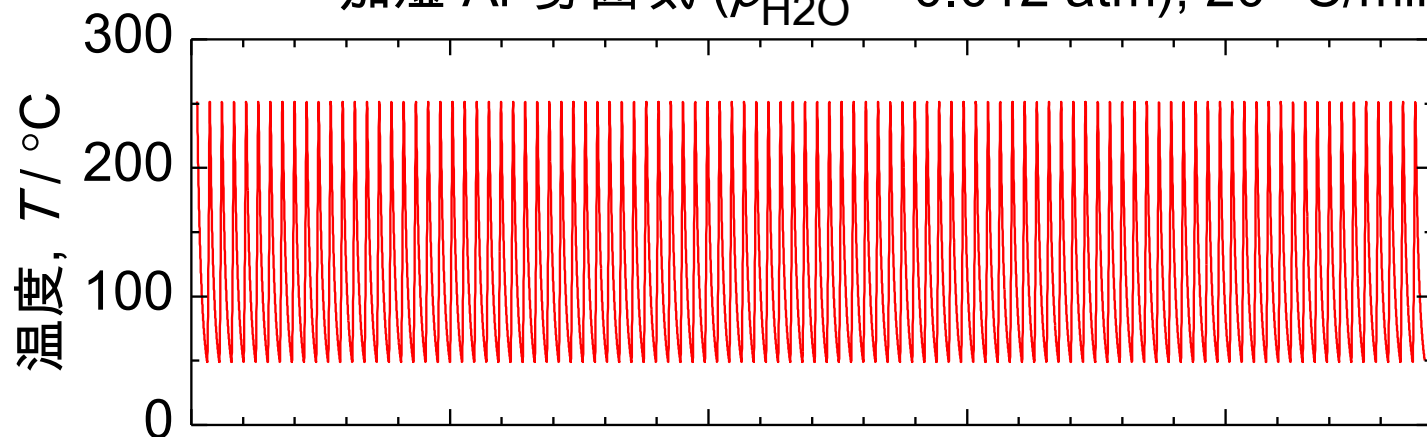
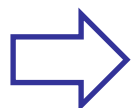


La₂(SO₄)₃/H₂O系のヒステリシスは特異的に小さい。
→ 良好な反応活性を有する。温度ロスが小さい。

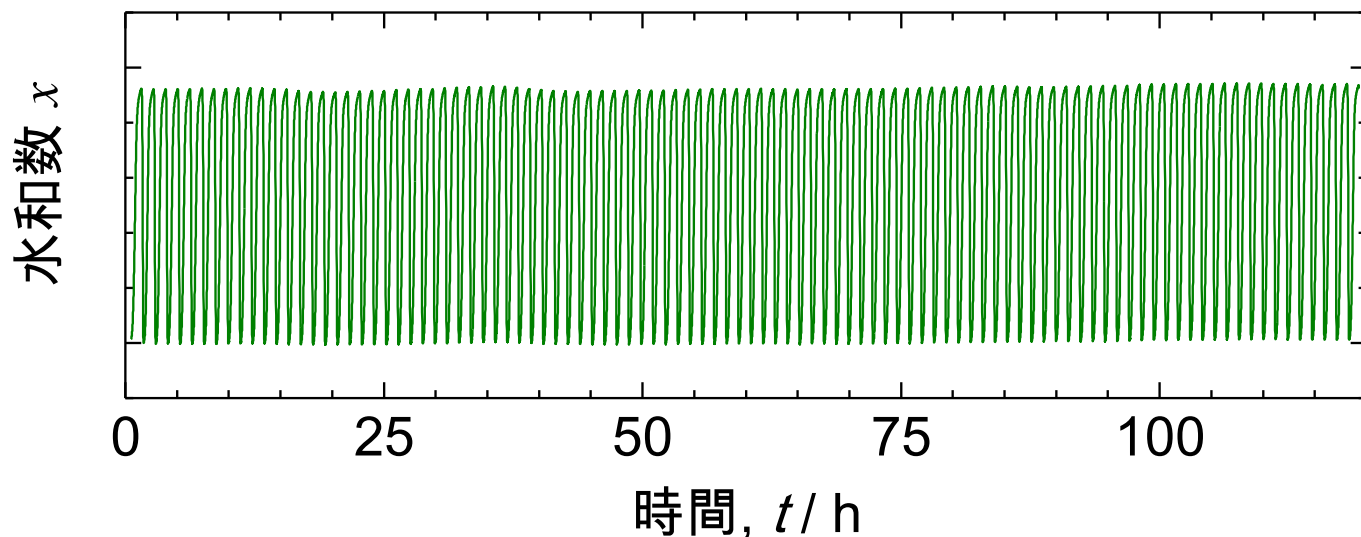
La₂(SO₄)₃/H₂O系の繰返し反応耐久性

加湿 Ar 雰囲気 ($p_{\text{H}_2\text{O}} = 0.012 \text{ atm}$), 20 °C/min

熱重量測定
温度プログラム

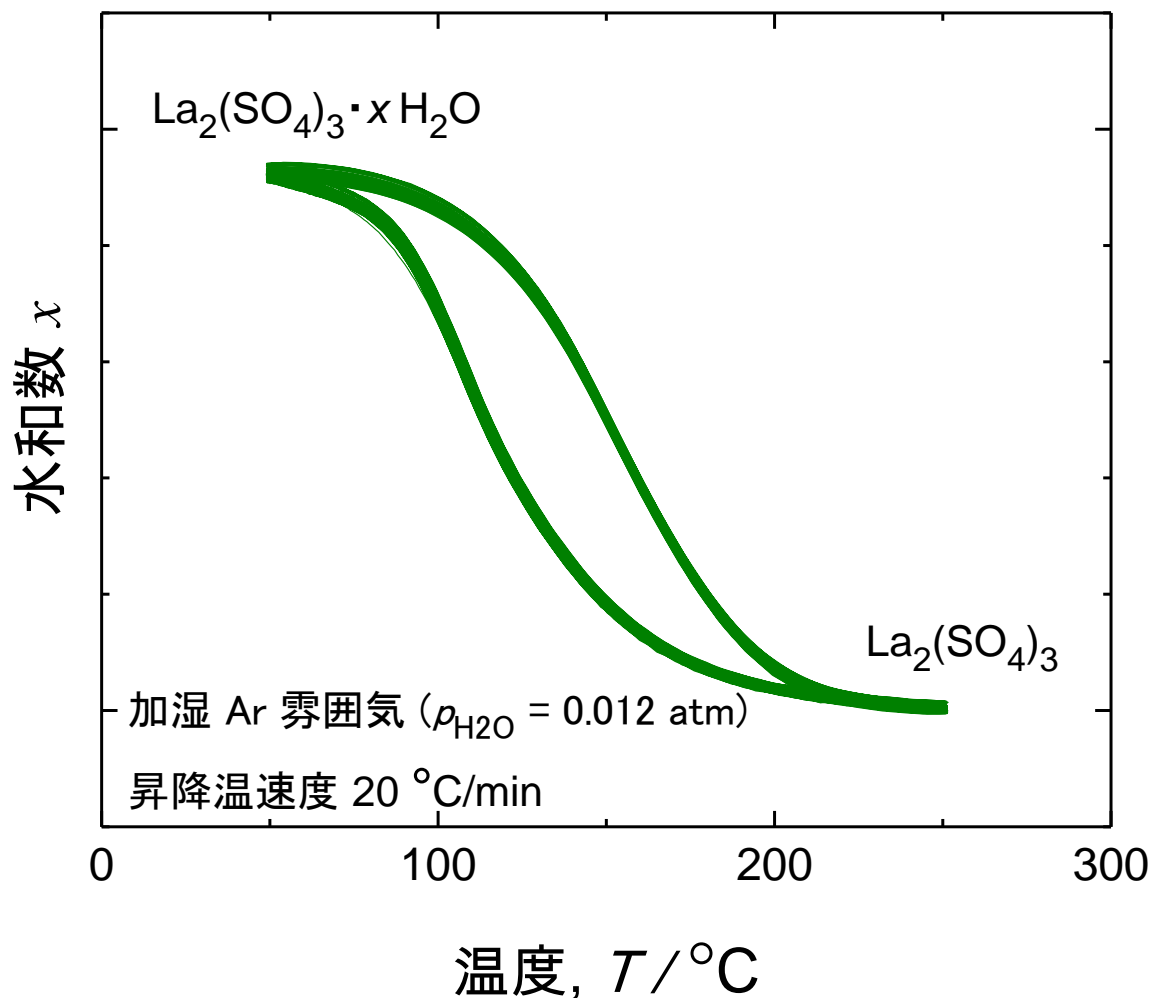


水和数変化



100往復の脱水・水和反応を行っても水和・脱水容量や反応速度は変化しない

La₂(SO₄)₃/H₂O系の繰返し反応耐久性



100往復の脱水・水和反応を行っても水和・脱水容量や反応速度は変化しない

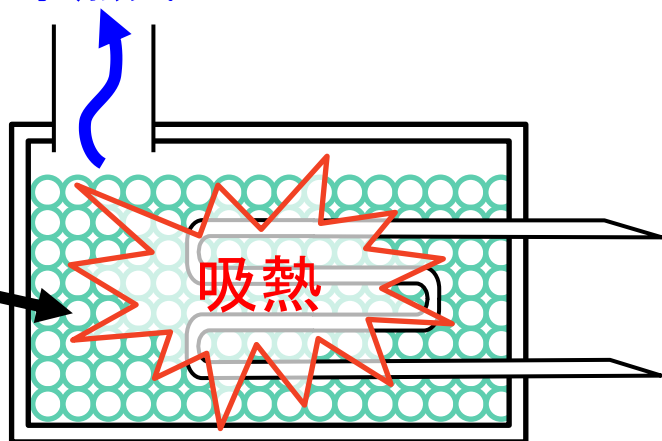
$\text{La}_2(\text{SO}_4)_3/\text{H}_2\text{O}$ 系化学蓄熱材を利用した蓄熱・放熱操作のイメージ

蓄熱操作

化学蓄熱材

水和物 → 無水物

水蒸気



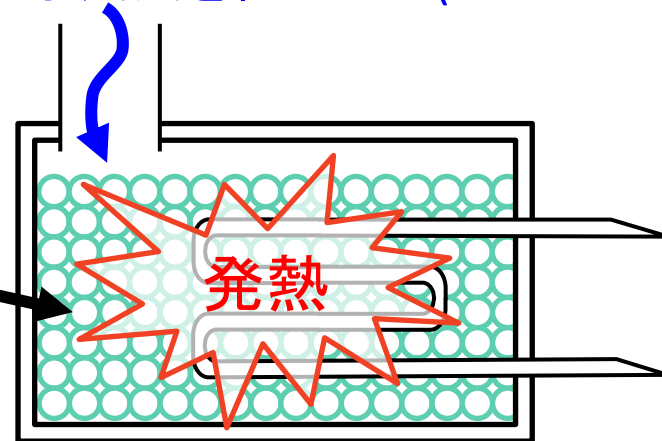
余剰排熱 (120°C以上)

放熱操作

化学蓄熱材

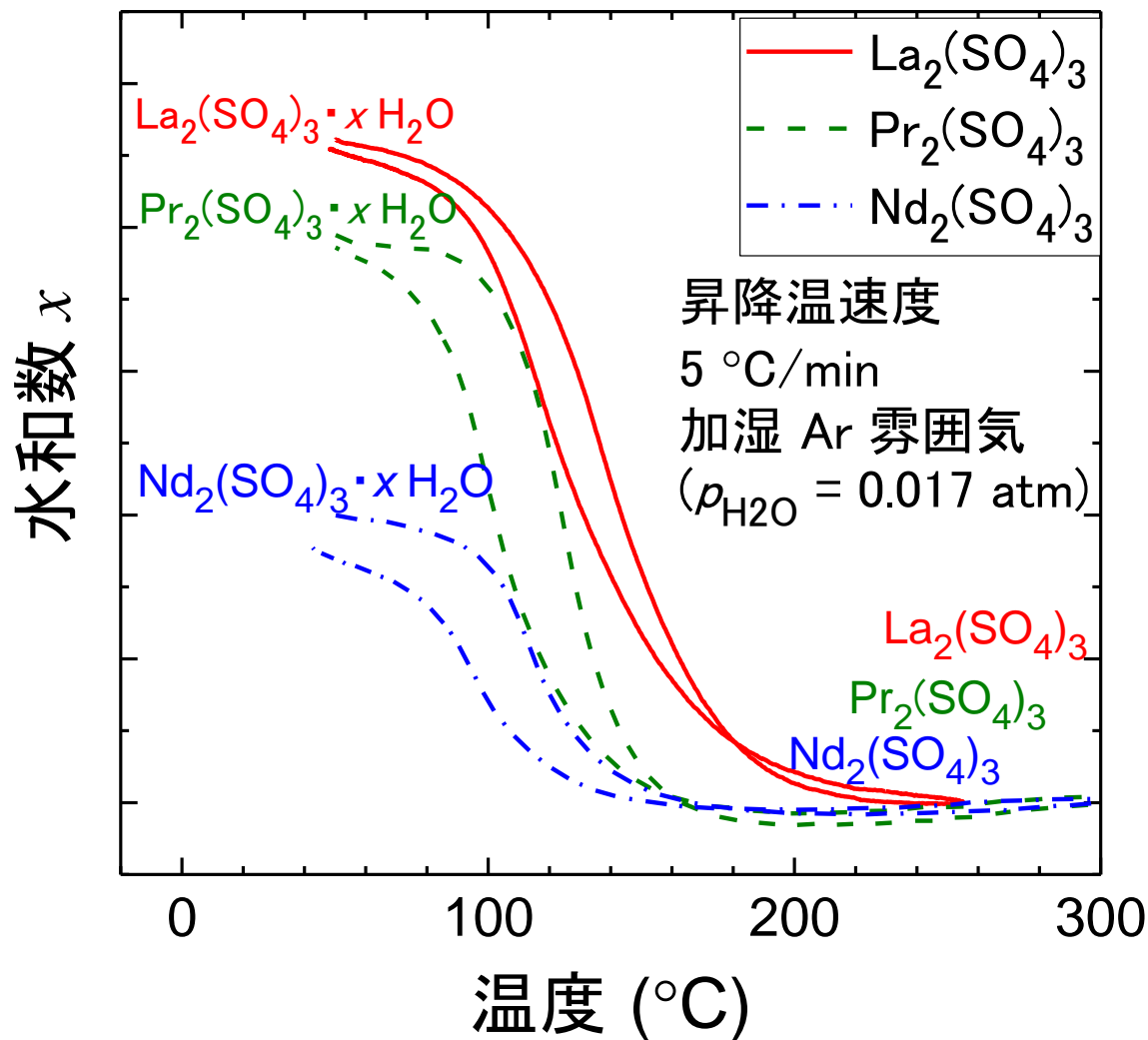
無水物 → 水和物

水蒸気を含むガス(室温 ~ 100°C程度)

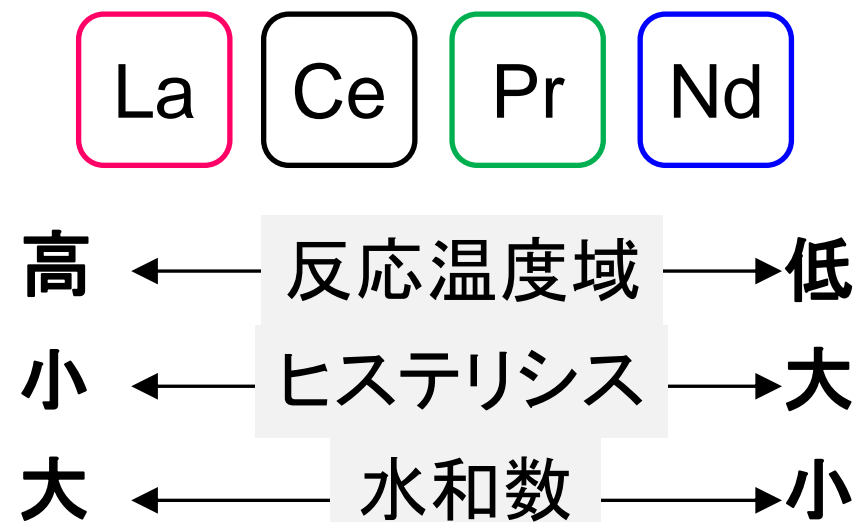


熱供給 (100°C程度)

希土類元素の種類と反応挙動



元素周期表



水和数 (蓄熱可能量) の点で La, Ce が優位

希土類元素の供給状況

- La, Ceは磁石用途として需要の多いNd等の希土類元素とともに産生するが、現在その用途は光学ガラス、ガラス研磨剤等に限定されており、供給過剰であり安価である。
- 需給バランスの悪化を防ぐためにLa、Ceはさらなる有効活用が求められており、蓄熱材として大量使用できればLa、Ceの有効活用に貢献することが出来る。

想定される用途

- 工場、発電所、ごみ焼却場等の余剰排熱を化学蓄熱材を用いて保管・輸送し、 100°C 以下程度の温熱が必要な場所で利用
- 自動車排熱を回収し、暖機・空調等へ利用
- その他、 120°C 以上の余剰熱の発生源と 100°C 以下程度の熱需要の間の熱の受け渡し

実用化に向けた課題

- 現在、蓄熱材の可逆的な脱水・水和反応を確認済みであるが、実用化に向けて蓄放熱の実証を行う必要がある
- 蓄熱材の評価・改良
 - 試料の形状や反応条件が反応速度・耐久性に及ぼす影響の調査
 - 複合化による熱伝導性の向上など
- 蓄熱装置の設計・評価・最適化
 - 用途に合わせた設計と性能評価・最適化を行う必要がある

企業への期待

- 希土類硫酸塩を用いた化学蓄熱材の生産
- 排熱の発生状況、熱需要を踏まえた化学蓄熱材の用途開発
- 蓄熱装置の設計・試作・評価が可能な企業との共同研究を希望
- 余剰排熱の多く発生する企業へは、本蓄熱技術を導入することが燃料使用量節減に有効と思われる

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 希土類金属硫酸塩の水合物、及びその製造方法、並びに化学蓄熱材料
- 出願番号 : 特願2015-241182
- 出願人 : 京都大学
- 発明者 : 畑田直行、宇田哲也

お問い合わせ先(必須)

関西TLO ライセンスアソシエイト
田部 博康 (たべ ひろやす)

TEL 075-753-9150

FAX 075-761-7681

e-mail tabe@kansai-tlo.co.jp