

新潟大学 工学部 工学科

准教授 郷右近 展之

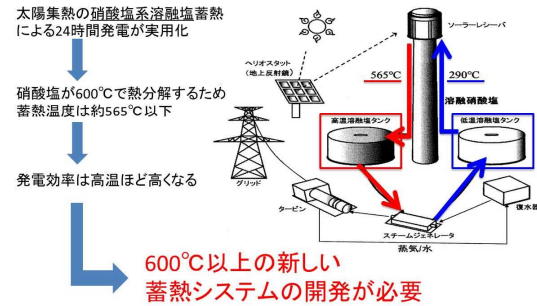
500°C以上の変動高温熱利用のため金属系潜熱蓄熱材料と蓄熱システムの開発 Thermal storage material/system operating at above 500°C for high-temperature renewable energy

【キーワード】	太陽熱利用	蓄熱システム	潜熱蓄熱	化学蓄熱	太陽熱発電
---------	-------	--------	------	------	-------

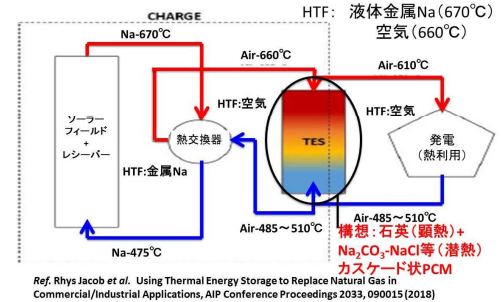
■背景・目的

- 太陽日射を集光して得られる太陽集熱は海外のサンベルト地域で～1500°Cに達し、太陽熱発電として実用化されている。日本でも1200°C程度の高温熱(宮崎BD)が得られ、太陽熱発電/高温熱利用が期待できる。
- 高温太陽熱利用の問題点は、日射変動による不安定性や夜間利用できないことであり、安価で高エネルギー密度の蓄熱技術が求められている。
- 従来技術は合成油や硝酸系溶融塩による液体や固体による顕熱蓄熱、あるいは、CaやMg酸化物/水酸化物等を利用した化学蓄熱であり、発電温度の高温化や高蓄熱密度化に対応できない。
- 金属系潜熱蓄熱では、太陽熱発電における実用化を目指して、高熱伝導性の潜熱蓄熱システムの構築を進めている。
- 化学蓄熱では、高蓄熱容量を有する金属酸化物のレドックス反応を採用した、500°C以上で利用可能な高温作動型の化学蓄熱システムの構築/実用化を目指す開発を行っている。

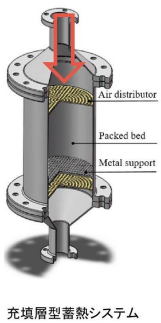
硝酸系溶融塩を用いた顕熱蓄熱による太陽熱発電システム (Gemaspolar, Spain)



600°C以上の新規太陽熱発電(熱利用)システムの概略図 (Adelaide, Australia)



金属PCMのカプセル化による潜熱蓄熱体の開発



文献
A. Faik, 他: 「Mg-Zn-Al alloys as phase change materials for thermal energy storage」, 2014
E. Risseño, 他: 「Mg-Zn-Al eutectic alloys as phase change material for latent heat thermal energy storage」, 2015
N. Gokon, 他: 「Cyclic thermal storage/discharge performances of a hypereutectic Cu-Si alloy under vacuum for solar thermochemical process」, 2016
N. Gokon, 他: 「Thermal storage/discharge performances of Cu-Si alloy for solar thermochemical process」, 2017

- 高温潜熱PCM
 - 金属・合金系
 - 高密度蓄熱
 - 熱の入出力のみで作動
- カプセル
 - 耐熱・腐食性に優れる
 - 高伝熱・蓄熱密度

■概要・詳細

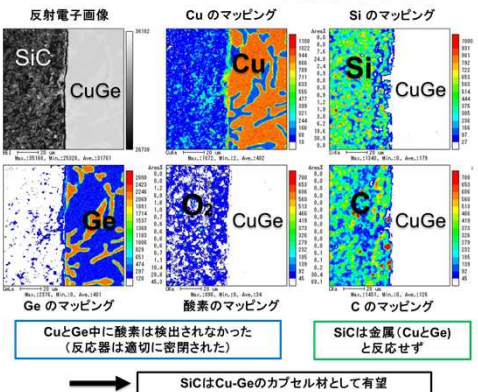
金属系潜熱蓄熱

- 本技術では、高熱伝導性金属のAlやCu等と、負の熱膨張率を有するSiやGeを組み合わせることで、融解(蓄熱)/凝固(放熱)による相変化時の体積変化を大幅に低減。これによりセラミックカプセル化することで潜熱蓄熱体として利用。(Al-Si合金, Cu-Ge合金など)
- 熱媒体の候補は低コストの高温空気や高い熱容量を有する塩化物系溶融塩、カプセル材料候補は高熱伝導性のSiCや高耐腐食性のAl₂O₃など。

[本研究内容における競争的資金の獲得と活用状況]

- 環境省委託事業「H30年度熱を活用した次世代型蓄エネルギー技術実用化推進事業」で一部実施
- 科学研究費助成事業(H28-30) 基盤研究(C)「高熱伝導性蓄熱体を備えたソーラー天然ガス改質反応システムの開発」で一部実施

CuGe40 と SiC の高温反応性



新潟大学工学部化学システム工学プログラム

准教授 郷右近 展之

化学蓄熱

- 本技術では、マンガン酸化物やペロブスカイト酸化物の酸化還元系を利用した高温空気作動型の化学蓄熱システムを開発。化学反応を利用した蓄熱のため、潜熱蓄熱より高エネルギー密度の蓄熱が可能。
- 酸素の出入りを伴う化学反応であるため、低コストの高温空気を熱媒体として利用する高温蓄熱システムが想定される。
- 反応器は充填層型や流動層型蓄熱システムを想定、蓄熱体は2D/3D連続孔をもつハニカムや発泡構造体、流動粒子を想定。

[本研究内容における競争的資金の獲得と活用状況]

- 内田エネルギー科学振興財団 H27研究助成金で実施
- 科学研究費助成事業(H28-30)基盤研究(C)「高熱伝導性蓄熱体を備えたソーラー天然ガス改質反応システムの開発」で一部実施

[論文]

- N. Gokon et. al, Energy Procedia 69 (2015) 1759-1769.
- N. Gokon et. al, Energy 133 (2016) 1099-1108.
- N. Gokon et. al, Energy 171 (2019) 971-980.
- N. Gokon et. al, AIP Conference Proceedings 2126, 210003 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5117752>

○競合研究に対する優位性

- 熔融塩蓄熱と比べて高い熱伝導性(100倍以上)による優れた熱応答性と高い蓄熱密度
- 相変化利用型の蓄熱のため一定温度の熱供給が可能
- 熔融塩による潜熱蓄熱と比べて高密度蓄熱(5倍以上)、化学物質としてエネルギー貯蔵、粒子から3D構造体まで成型可能
- 化学反応利用型の蓄熱のため一定温度の熱供給が可能

○想定される実施例、応用例

- 高温蓄熱を備えた太陽熱発電の24時間運転
- 需要と供給に合わせた高温排熱利用

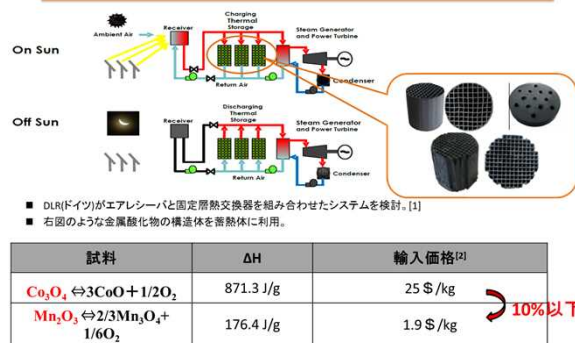
○今後の課題、展望

- PCMカプセル化による潜熱蓄熱システムの構築
- 化学蓄熱用の熱交換器の開発
- 充填層や流動層蓄熱システムの開発

■応用を期待する分野

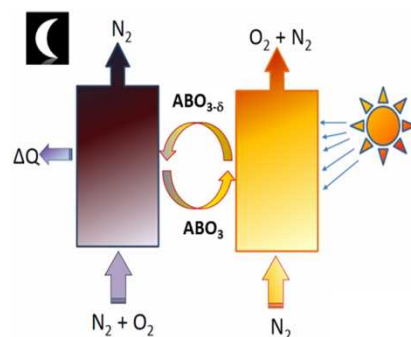
- 太陽熱発電や高温熱利用の分野

エアレシーバと組み合わせた集光太陽熱発電システムの開発例



価格の面では蓄熱量の短所を上回るほどの利点あり

[2]: 鉱物資源マテリアルフォー-2016 9.コバルト(Co), 14.マンガン(Mn)



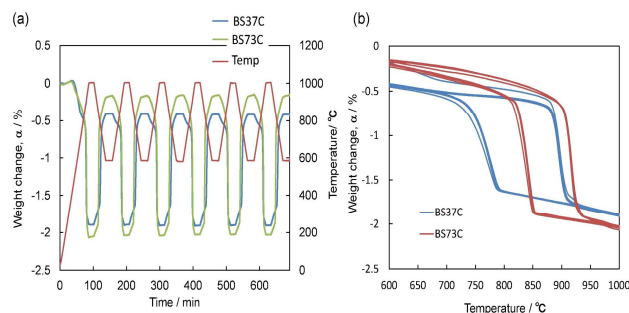
金属酸化物の酸化還元系を利用した化学蓄熱サイクル

従来技術

熱媒として不活性ガス(蓄熱モード)と空気(放熱モード)を利用

本研究

熱媒として空気を利用(不活性ガス不使用)した新規化学蓄熱サイクル(ペロブスカイト酸化物)



ペロブスカイト酸化物(BaSrCoO_3)を利用した化学蓄熱サイクル

本技術の問い合わせ先

新潟大学 地域創生推進機構

TEL: 025-262-7554 FAX: 025-262-7513 E-mail: onestop@adm.niigata-u.ac.jp