

潜熱蓄熱材を活用した、高密度蓄熱技術の開発

東邦ガス株式会社 技術研究所

ここに記載された内容は、資料作成時点のものであり、今後予告することなしに変更されることもあります。
また、過去の実績に関する数値等は、将来の結果をお約束するものではありません。
この資料の著作権は東邦ガス株式会社に属し、無断の複写・転載・利用を禁じます。

- 国内では年間1兆kWh（消費エネルギーのおよそ50%）もの未利用熱の大部分が廃棄。
- 排熱の有効利用技術として断熱・遮熱・蓄熱が注目されており、その市場規模は約7,178億円（2016年実績(株)富士経済調査結果）
- 当社は、コージェネ等からの排熱利用を想定し、40～110℃の温度帯を対象とした潜熱蓄熱材を開発。

蓄熱材料	代表的な材料	利用温度	特徴
顕熱蓄熱材	コンクリート 冷温水	**～**℃	○物質を加熱・冷却する際の「顕熱」を利用する。 ○様々な温度帯で幅広く使用されている。
潜熱蓄熱材 (PCM)	氷 酢酸Na（無機塩類） パラフィン（有機物） エリスリトール（糖類）	40～110℃	○物質が融解・凝固する時の「潜熱」を利用する。 ○融解・凝固というシンプルな現象を利用しているため、蓄熱装置の構成がシンプルで設置スペース低減効果が大きく、コストも安い。
化学蓄熱材	$\text{Co(OH)}_2 \leftrightarrow \text{CoO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg(OH)}_2 \leftrightarrow \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$	200～250℃	○物質が化学反応する際の「反応熱」の出入りを利用する。 ○化学反応を利用しているため蓄熱密度が高い。

潜熱蓄熱材 (Phase Change Materials)

潜熱蓄熱材とは...

- 固体 \leftrightarrow 液体の相変化に伴って出入りする熱（潜熱）を蓄え、有効利用することができる材料。
- 少ない体積で大量の熱を蓄えることが可能。

固体状態



蓄熱

加熱

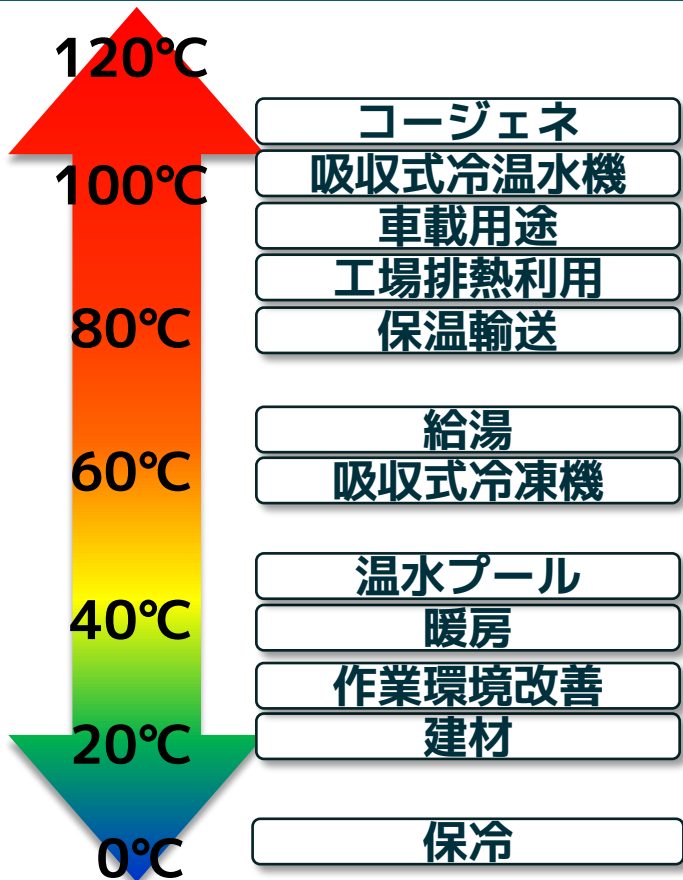
冷却

放熱

液体状態

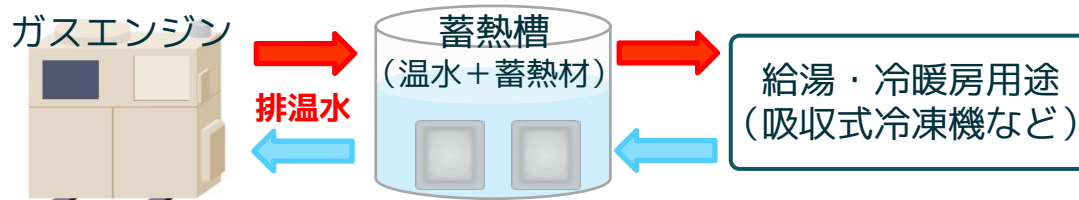


潜熱蓄熱材の多彩な用途



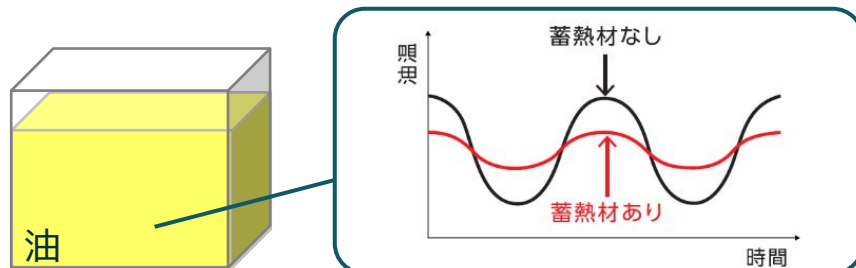
用途例1 給湯・冷暖房用途

- ・ 廃熱の時間差利用
- ・ 蓄熱槽の小型化

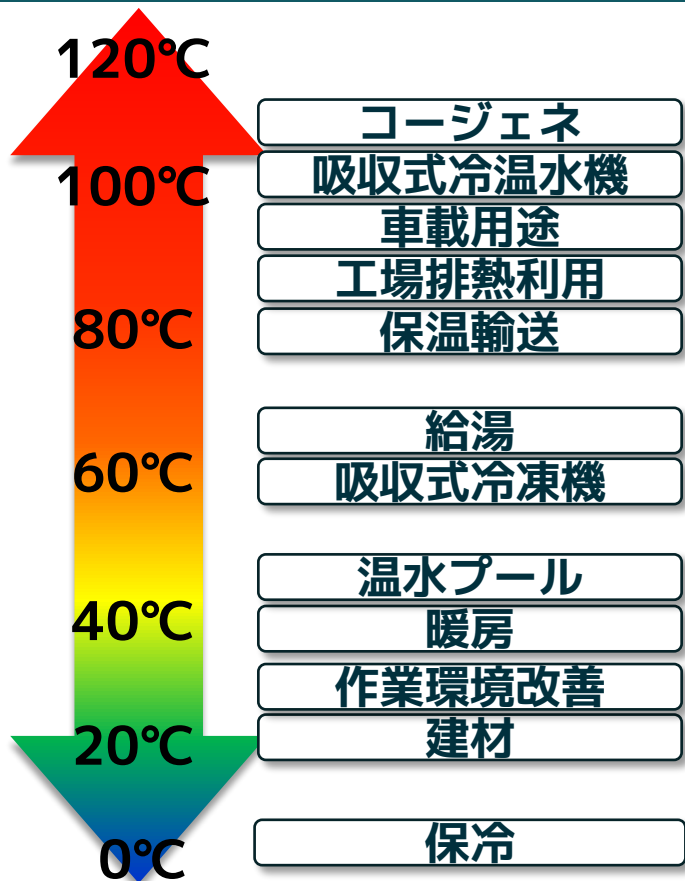


用途例2 工場排熱利用等の産業用途

- ・ 温度変化（加温エネルギー）の平準化



潜熱蓄熱材の多彩な用途



用途例3 保温輸送

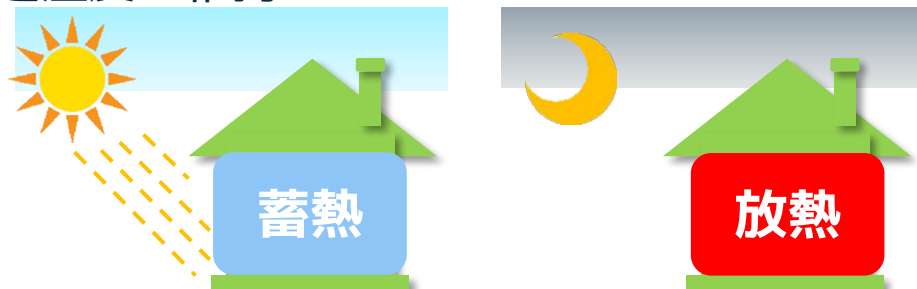
- ・ 食品保温による安全とおいしさの提供

当社開発品を活用したアレルギー対応給食配食容器を株式会社AIHO様と共同開発。
2021年8月に販売開始。



用途例4 建築材料

- ・ 快適温度の維持



当社独自の潜熱蓄熱材

○当社では従来品の約2倍の蓄熱性能を有する潜熱蓄熱材を独自開発。



※ $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$ での蓄熱量の比較

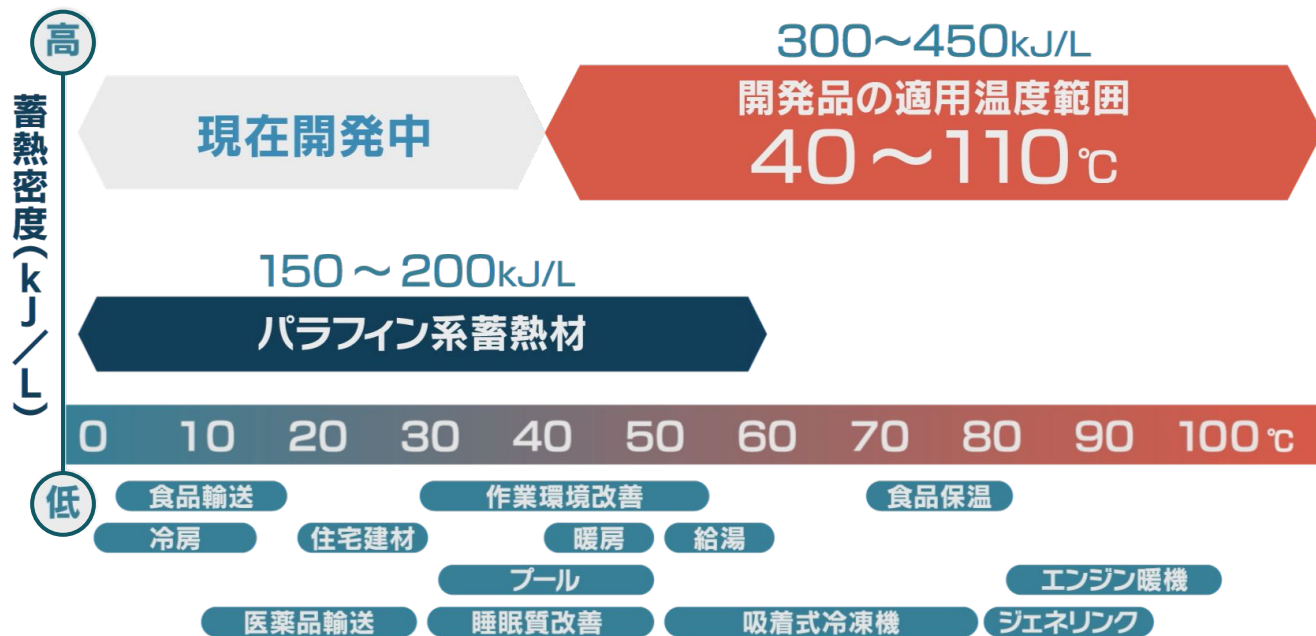
当社独自の潜熱蓄熱材

○不燃性の食品添加物などで構成されており、安全性も高く取り扱いも容易



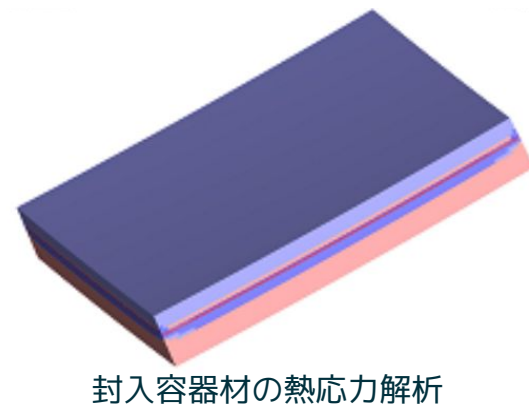
温度バリエーションの拡大

- 材料物性の調整技術により、**40~110℃台の温度帯**に適用できる蓄熱材を開発。
- お客さまの要望に応じて、**蓄熱材の融点を調整**することが可能。



蓄熱材封入技術の開発

- 潜熱蓄熱材は蓄放熱時に融解・凝固を伴うため、蓄熱材を容器等に封入し作動流体と隔離・縁切りすることが必要。
- 蓄熱材の封入技術として、伝熱速度を確保するための、容器形状や材質の選定、流体・伝熱シミュレーション技術、蓄熱材の充填技術、劣化機構分析、応力解析技術、耐久性評価技術等を蓄積・保有。
- これまでの検討で、**4000回以上の繰返し蓄放熱操作に耐える容器封入技術を複数考案。**

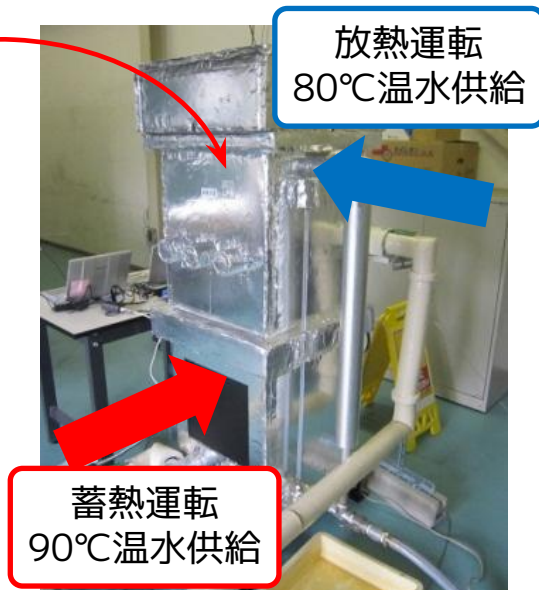


小型蓄熱槽の性能評価

- 当社では、蓄熱パックの適用を想定した小型蓄熱槽を試作。
- ガスエンジン排温水(90℃)から蓄熱後、80℃以上の熱を取り出し、給湯・暖房・ナチュラルチラー(冷房)の駆動熱源として活用することを想定し、蓄放熱試験を実施。**



蓄熱パック



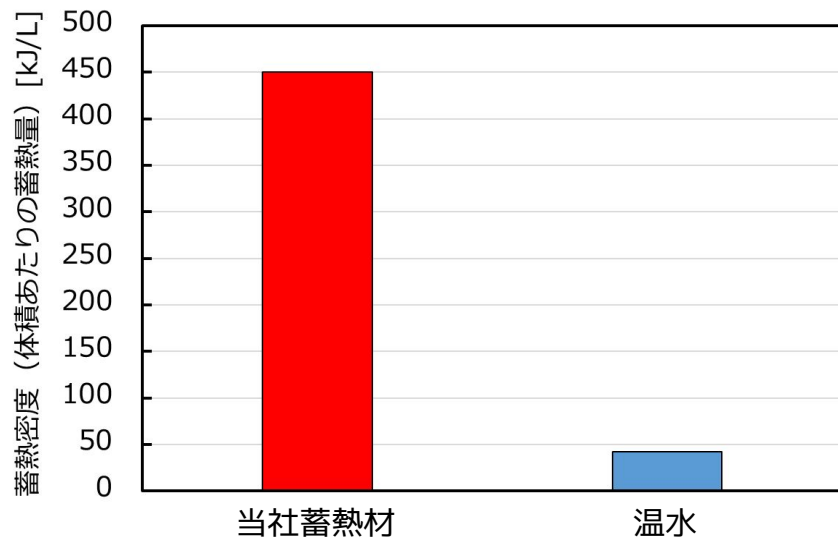
160 L容量蓄熱槽

蓄熱材	90℃仕様品
主成分	ミョウバン
蓄熱温度	約90℃
パック	アルミラミネート袋
蓄熱材封入量	100 g/パック
パック充填枚数	80枚
蓄熱材総重量	8 kg
蓄熱槽容量	160 L
利用可能温度差	10℃ (80℃⇔90℃)
蓄熱運転	電気ヒータで循環温水を80℃から90℃に昇温
放熱運転	冷却水との熱交で循環温水を90℃から80℃に降温
循環温水流量	7.6 L/min

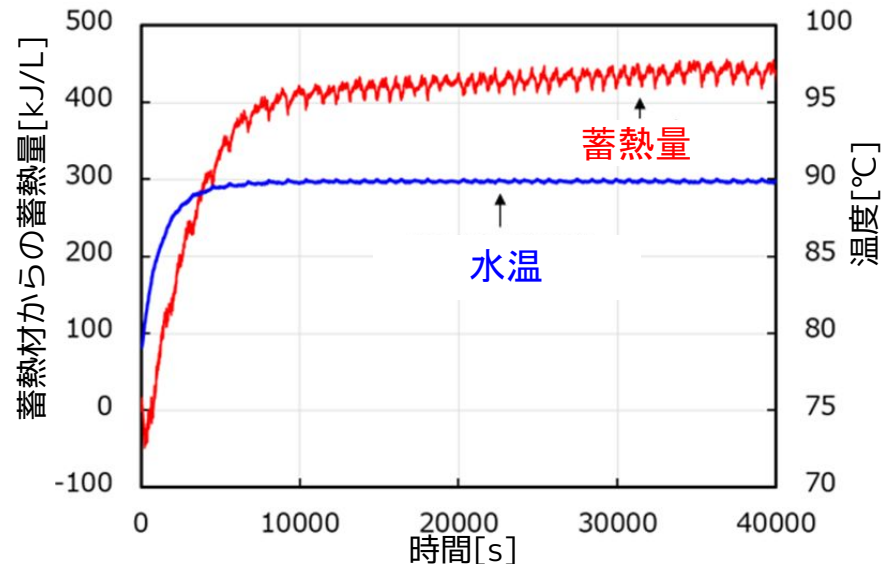
小型蓄熱槽の性能評価

- 蓄熱材がガスエンジン排熱温度帯(約90°C)で蓄熱し、80°C以上の温度帯で放熱することを確認。
- 蓄熱材の蓄熱量・放熱量は400kJ/L以上となり、**温水の10倍の蓄熱密度を有し、温水槽のサイズダウンに活用**できることを実証。

蓄熱材の蓄放熱量比較結果



蓄熱材の蓄熱量および水温実測結果

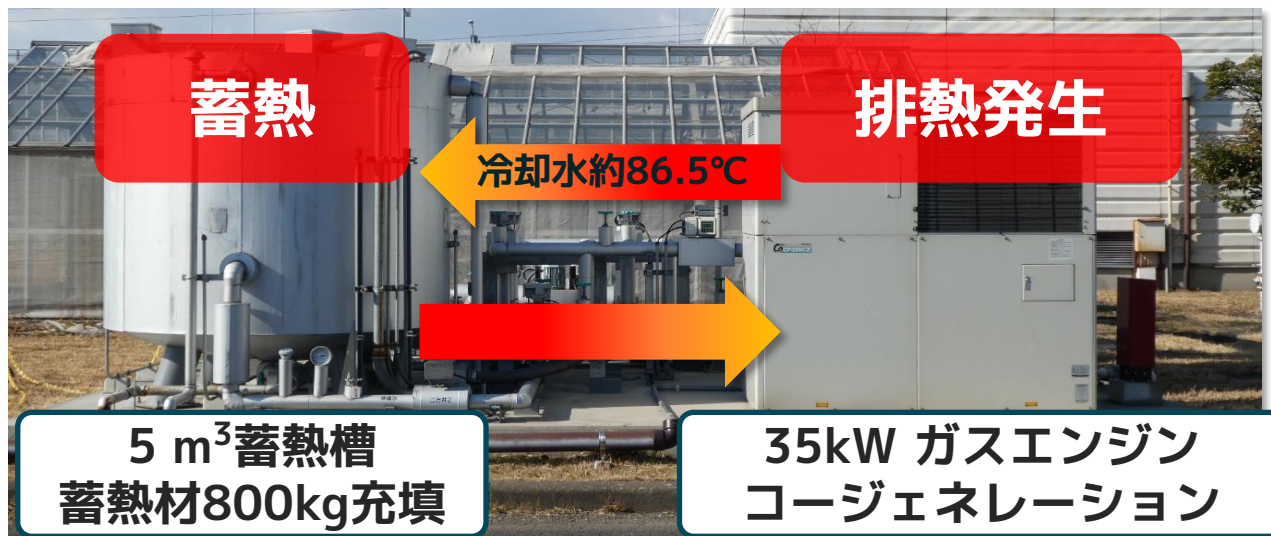


ガスエンジンCGS排熱利用の実証

- 蓄熱槽サイズをスケールアップし、ガスエンジン実機と接続した蓄熱システムを試作。

槽容積5m³、蓄熱材(86℃仕様品)充填量200g×4000パック=800kg

- ガスエンジン排熱を蓄熱槽に蓄えて夜間静置した後、翌朝の給湯・冷暖房需要のピーク時間帯に熱を取り出す運用を想定。



ガスエンジンCGS排熱利用の実証

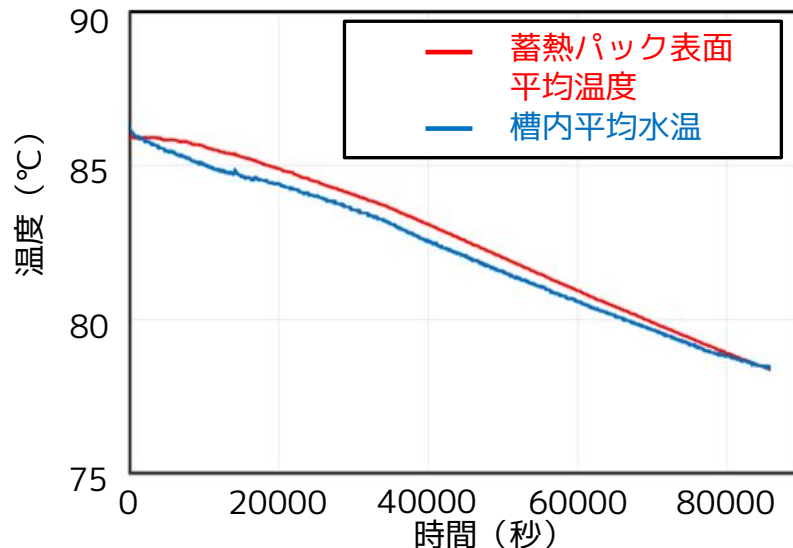
- 蓄熱材（86℃仕様品）の体積あたりの蓄熱量（蓄熱密度）は、約380kJ/Lを達成。
- 蓄熱運転完了後、**槽内水温が約17時間80℃以上を維持することを確認。夜間熱を蓄え、翌朝80℃以上で熱を取り出せることを実証。**

蓄熱運転時の蓄熱量

蓄熱材	86℃仕様品
主成分	ミョウバン
昇温条件	槽内平均水温11℃⇒86.5℃
蓄熱量総量	1530 MJ
温水・網籠蓄熱分	1200 MJ
蓄熱材蓄熱量	330 MJ
潜熱蓄熱分（※）	183 MJ
蓄熱材体積	0.482 m ³
蓄熱材蓄熱密度	380 kJ/L

※蓄熱材が蓄えた熱のうち、固体から液体への相変化に伴い蓄えた熱量。

蓄熱完了後の槽内温度推移



ガスエンジンCGS排熱利用の実証

- コージェネ排熱の時間差利用による排熱利用率向上を目的として、当社技術研究所の実稼働設備として導入済み。実運用を通じた評価を継続中。

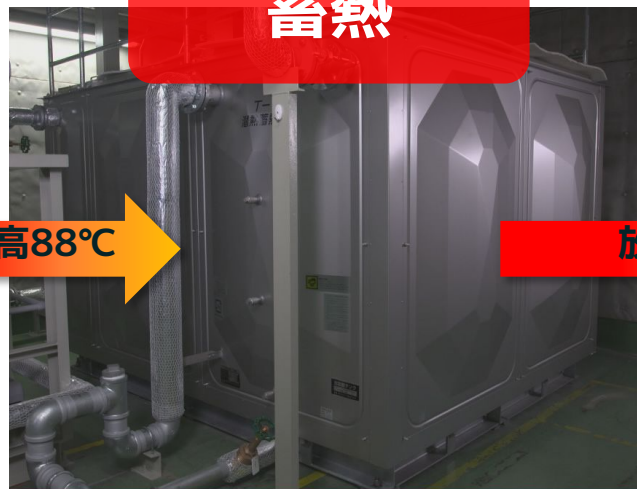
排熱発生



450kW ガスエンジン
コージェネレーション

冷却水 最高88℃

蓄熱



潜熱蓄熱槽
(78℃仕様品蓄熱材を充填)

放熱

時間差利用



ジェネリンク
(廃熱投入型ナチュラルチラー)

○蓄熱槽の設置・接続により、以下の効果を期待。

①温水槽のサイズダウン

- ・同じ熱量を蓄えるために必要な温水槽サイズを低減。
- ・サイズダウンに伴い、表面積も減少するため、放熱ロスも低減可能。

②未利用熱の時間差利用による省エネ

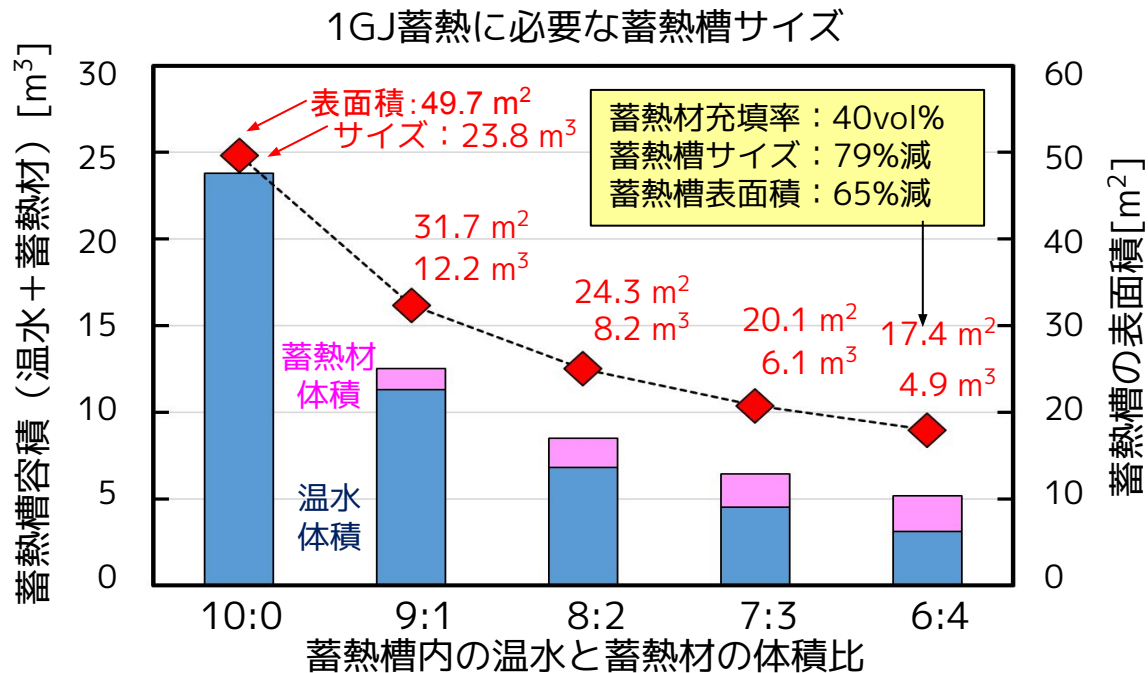
- ・コージェネ等の未利用熱を蓄熱槽に蓄え、必要なタイミングで使用することで、温水槽熱源や空調熱源の燃料消費量を削減。

③未利用熱の時間差利用によるピークカット

- ・コージェネ等の未利用熱を蓄熱槽に蓄え、温水槽の温度維持に蓄熱槽を利用することで、温水槽熱源や空調熱源の電力ピークカットに寄与。

サイズダウン効果の試算

- 温水槽に蓄熱材を充填することによるサイズダウン効果を試算。
- 蓄熱材充填率が40%の場合、**体積は▲79%、表面積は▲65%減。**



※試算条件

蓄熱槽形状：立方体

蓄熱材の潜熱蓄熱量：400 kJ/L

利用可能温度差：10℃

40～60℃仕様品の開発

主成分：酢酸ナトリウム3水和物

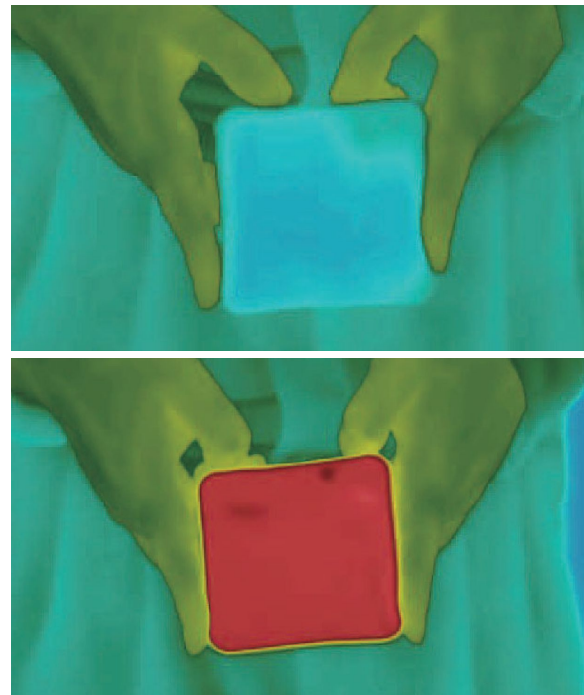
化学式	$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
融点	58℃
密度	1.45 g/cm ³ (20℃)
融解熱	264 J/g (382.8 kJ/L)
用途例	カイロ等

○酢酸ナトリウム系蓄熱材の技術課題

- ・ 過冷却現象の防止
- ・ 融点調整による適用温度域の拡大

○当社保有技術

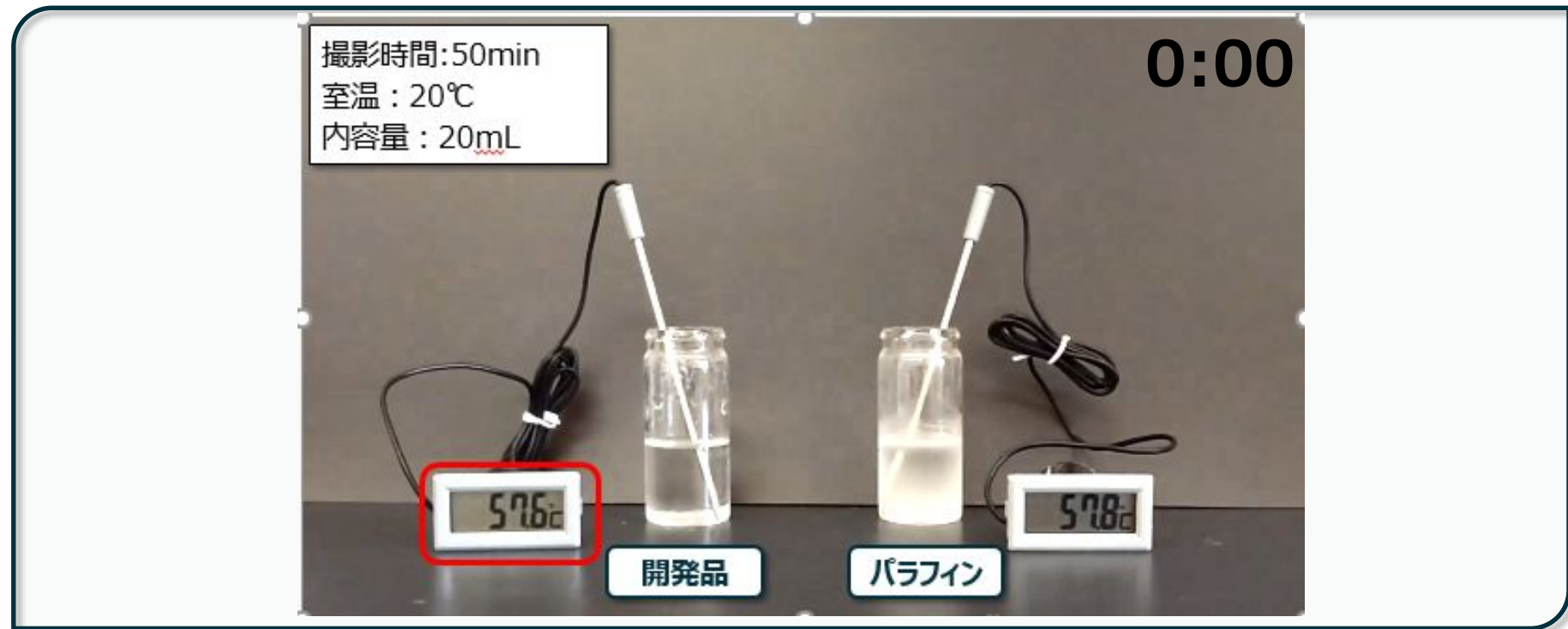
- ・ 添加材による過冷却防止および融点制御



衝撃（内蔵されている金属片の折り曲げなど）により放熱開始

60°C仕様品と従来品との比較

- 開発品（60°C仕様）とパラフィンの保温性能を比較。
- 開発品は蓄熱量が大きく長時間の保温が可能。



60°C仕様品と従来品との比較

- 開発品（60°C仕様）とパラフィンの保温性能を比較。
- 開発品は蓄熱量が大きく長時間の保温が可能。

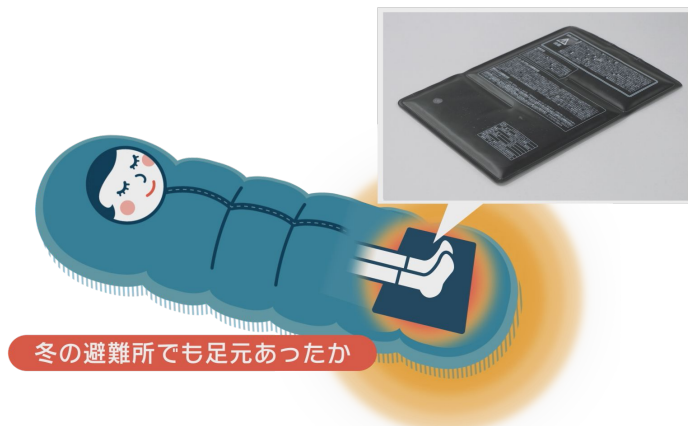
撮影時間:50min
室温:20°C
内容量:20mL

42:40



防寒マット「トランスウォーミンL・マット」

- 被災地の避難所やアウトドアレジャーでは、エネルギー供給がない中で防寒対策が必要。特に、冬季は暖を取ることが難しい状況が想定される。
- そこで、太陽熱を蓄え、足元などを繰り返し温められる蓄熱材入り防寒マットを考案。蓄熱材を用いた当社初のB to C商品として、クラウドファンディングによる試行販売を実施し目標達成（2021年12月～2022年1月）。



防寒マット
縦20cm×横29cm×厚み約1cm（重量 約500g）

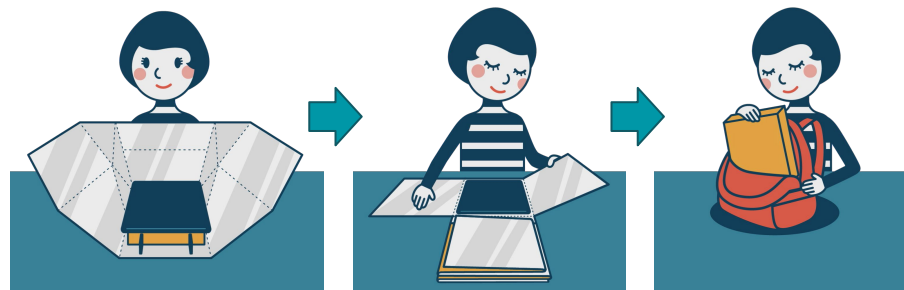
防寒マット「トランスウォーミンL・マット」

○開発品の特徴

- ・ **蓄熱材**：蓄熱促進のため黒色に着色。蓄放熱温度を40～45℃に調整し低温やけど防止。蓄熱後、同封の金属片を任意のタイミングで反り返すことで放熱開始。足元などを約1～2時間温めることが可能。
- ・ **防寒マット**：当社独自の設計・開発。外周を黒色にして蓄熱促進。内部に仕切部を設け、折り畳みを容易にし、蓄熱材の偏りを防止。肌触りの良いマット材質を選定。
- ・ **ソーラーコレクタ**：協和ダンボールとの共同開発品。太陽熱を集熱して防寒マットへの蓄熱を促進。保管・運搬のしやすさを考慮し、箱型に変形しマットを収納可能。

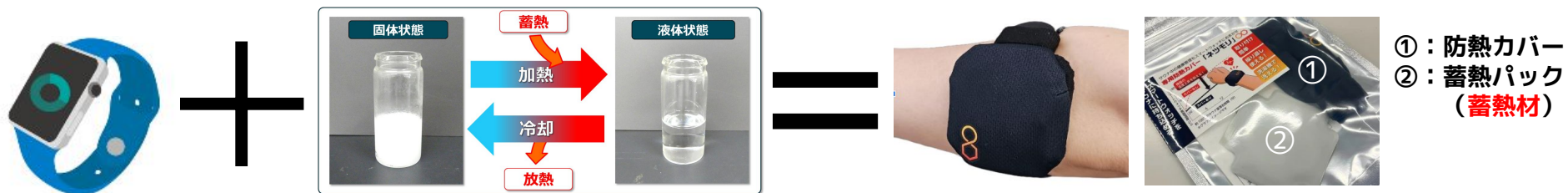


ソーラーコレクタ
箱型（左）・集熱時（右）



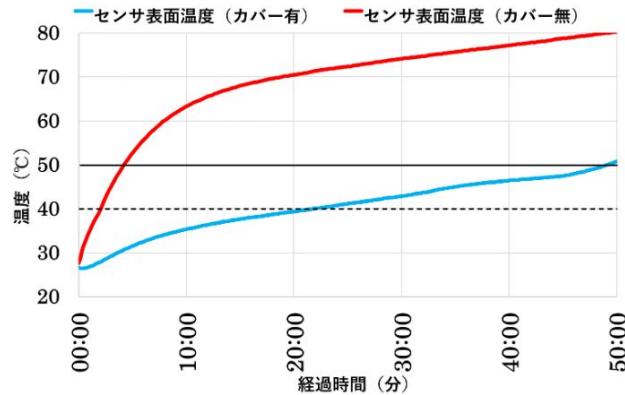
サウナでスマートウォッチが使える防熱カバー「ネツモリ[®]」22

- 近年、「ととのう」が流行語（2021年）になるなど、サウナブームが到来
- 健康管理や安全管理を目的に、スマートウォッチに代表される様々なウェアラブル端末をサウナ室へ持ち込みニーズが高い
- 一方で、スマートウォッチの多くは「サウナ室」のような著しい暑熱環境での使用を想定していない
※リチウムイオン電池の熱暴走や過剰な電力消費、本体故障のリスクあり
- 当社は、蓄熱材による伝熱抑制によりウェアラブル端末故障を予防する防熱カバーを開発（2025年1月下旬より100台限定の先行販売を開始）



サウナでスマートウォッチが使える防熱カバー「ネツモリ[®]」

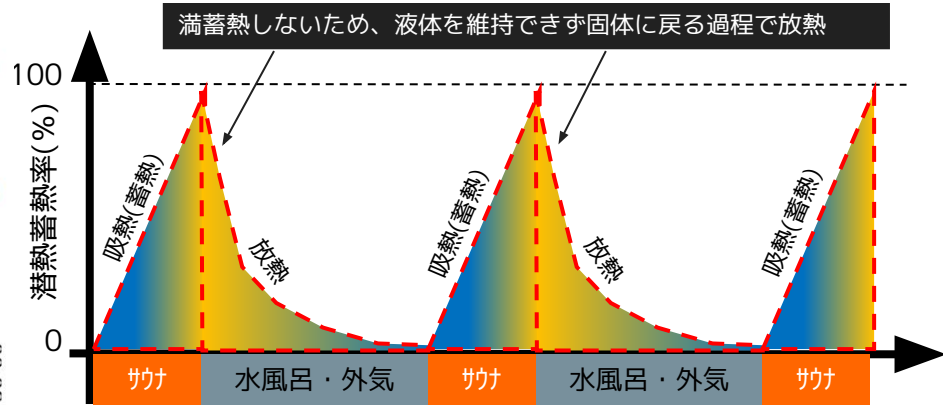
- 防熱カバーを使用することで、100℃のサウナ環境下でセンサ表面温度が最大20分間40℃以下に保てることを確認
- 2024～2025年に複数施設で実証試験を行い、繰り返し利用した際の防熱カバーの耐用性能などの評価を行い、いずれの施設でも心拍センサの故障や動作不良は発生しないことを確認



防熱のイメージ



ウェアラブルセンサ表面温度比較



防熱性能と繰り返し使えるしくみ

- コージェネ排熱などの熱の有効利用によるCO₂排出削減・省エネに向けて、小容量で大量の熱を蓄える**潜熱蓄熱材**の開発を推進。
- 材料物性の調整技術により、開発品の**蓄熱温度帯を40～110℃に拡大**するとともに、**パラフィンの1.5～2倍の蓄熱密度**を達成。
- パック封入した蓄熱材を充填した蓄熱槽を試作し、実証試験を開始。蓄熱槽については、**既存貯湯槽のサイズダウン**、**排熱の回収・時間差利用による省エネ**、**熱源機器の電力ピークカット効果**などを期待。
- 食品保温や人体保温、デバイスなど、開発品の適用温度帯の更なる拡大と用途開拓も推進。

問合せ先

東邦ガス株式会社 技術研究所

ライフ&ビジネスソリューション

寺西 勇太 TEL：080-8667-8244