



ハスクレイ

盛岡中央高等学校

中野 陽葉里

シュヴァムボルン 吾文

工藤 ほのか

目次

- 1.この実験に至った背景
- 2.ハスクレイとは
- 3.除湿能力の利用
- 4.まとめ



この研究に至った背景

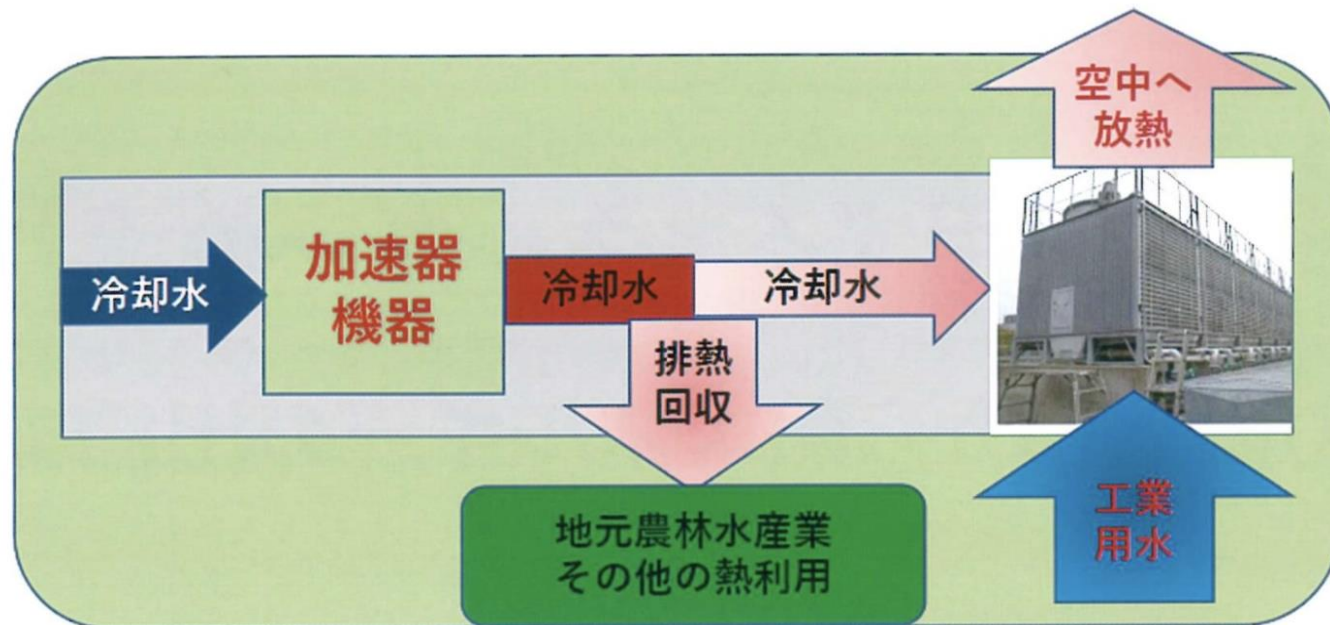
グリーンILC



カーボンニュートラルの実現



ILCの排熱状況



東北ILC事業推進センター ウェブサイトより

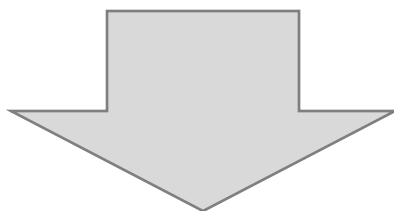
- ・ 常時運転コージェネ(CGS)からの排熱：高品位 (> 数百℃)
- ・ 空調用冷温水発生装置からの排熱：高品位 (> 数百℃)
- ・ 加速器機器からの排熱 (温排水)：低品位 (~65℃)

温度が低い熱をハスクレイで有効活用

本研究の背景・目的

【ハスクレイの現状】

- ILCの廃熱利用として注目を集めている
- ハスクレイ自体の認知度が低い



ハスクレイを利用して、エコ社会へ！

ハスクレイとは

ハスクレイとは

ハスクレイ

⇒ **いつでもどこでも熱を取り出せる物質！**



ハスクレイ造粒体

産業技術総合研究所ウェブサイトより

【主な原料】

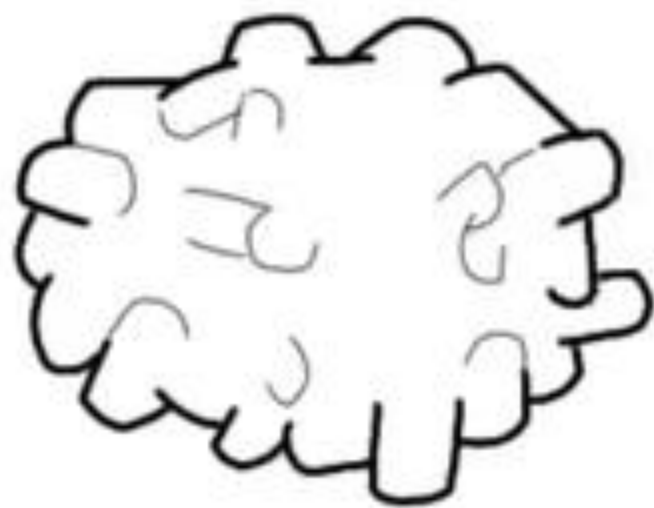
- 非晶質アルミニウムケイ酸塩
- 低結晶性粘土

【特徴】

- 乾燥することで蓄熱し、水分を吸収することで発熱
- 80℃～120℃の**低温でも再生が可能**
- 熱エネルギーを**長期保存可能**

＼水を含んだハスクレイ／



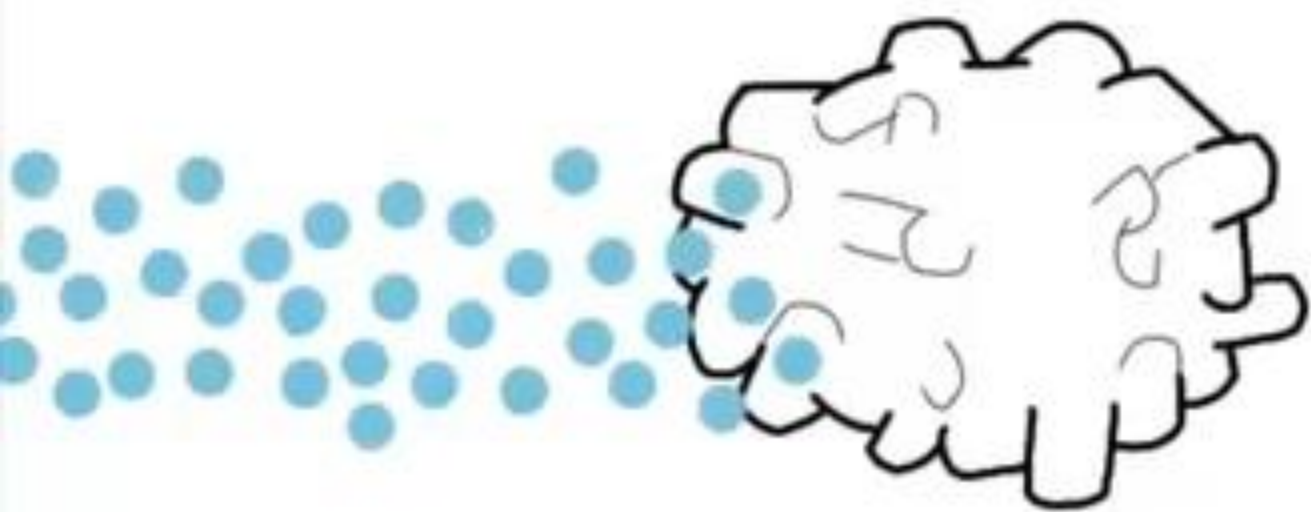




＼乾燥したハスクレイ／



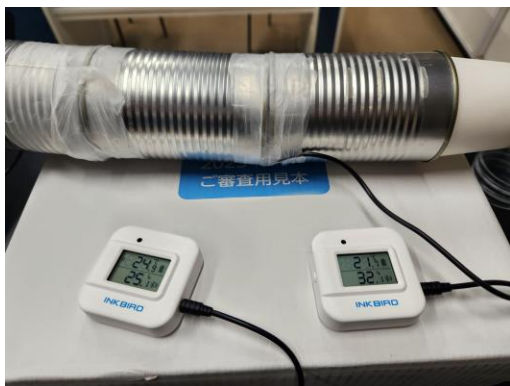
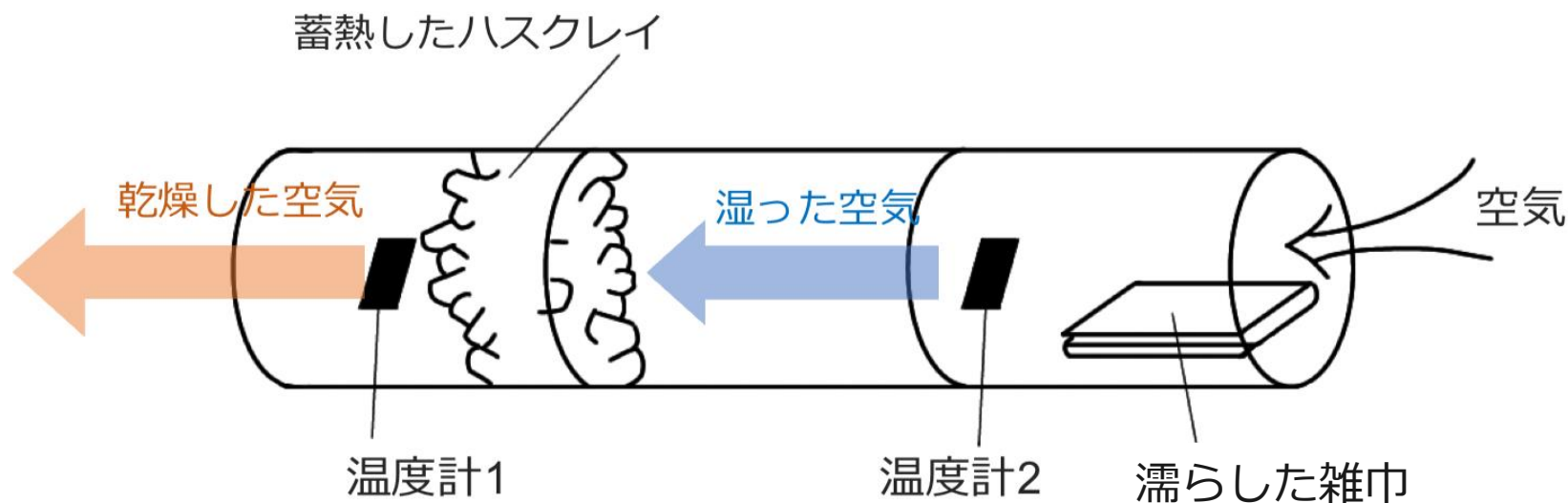




発熱・吸湿能力の検証

実験日の温度は20.4℃
湿度は31.8%

湿った空気をハスクレイに送り、温度・湿度変化を記録

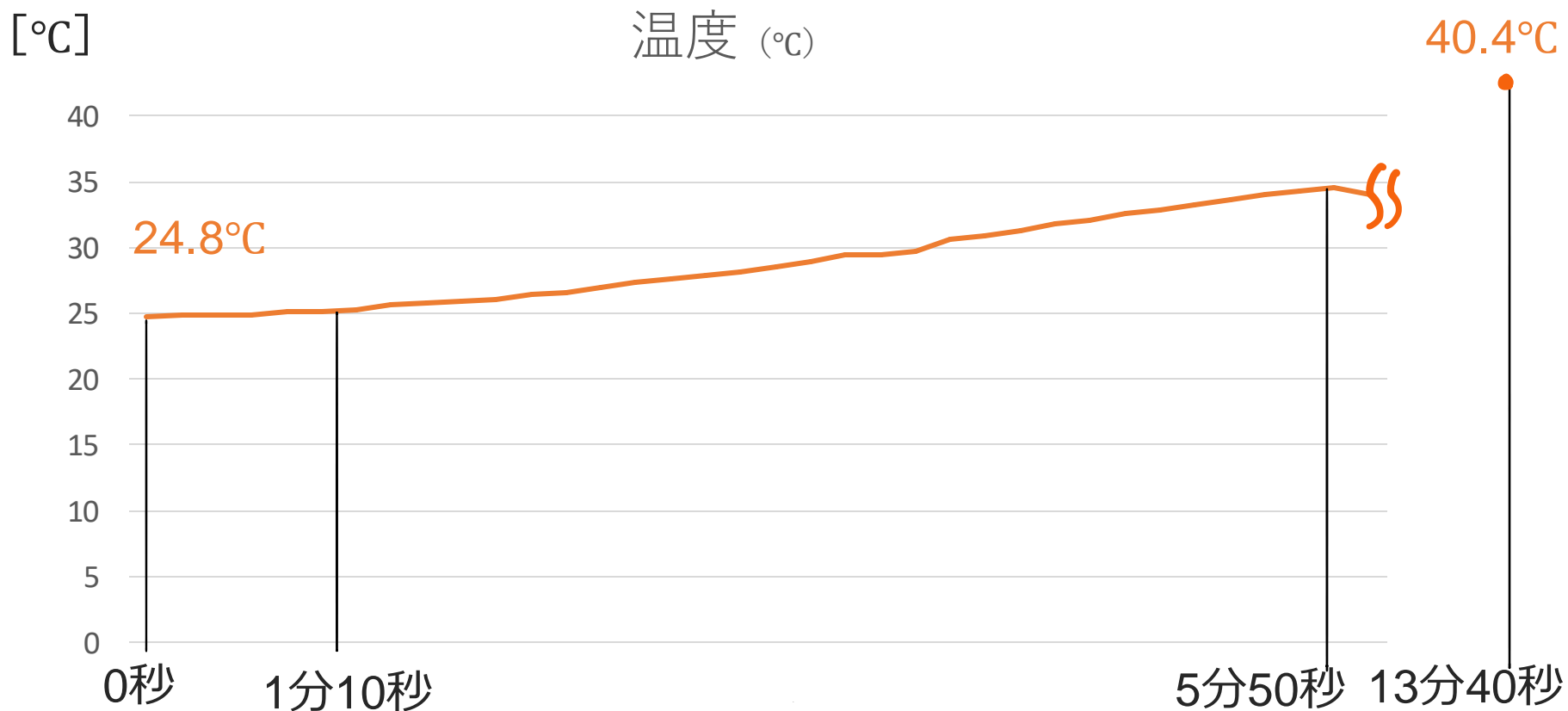


※ 232.6 g のハスクレイを80度で蓄熱

発熱能力の評価

実験日の温度は20.4℃
湿度は31.8%

ハスクレイ通過後の温度を計測

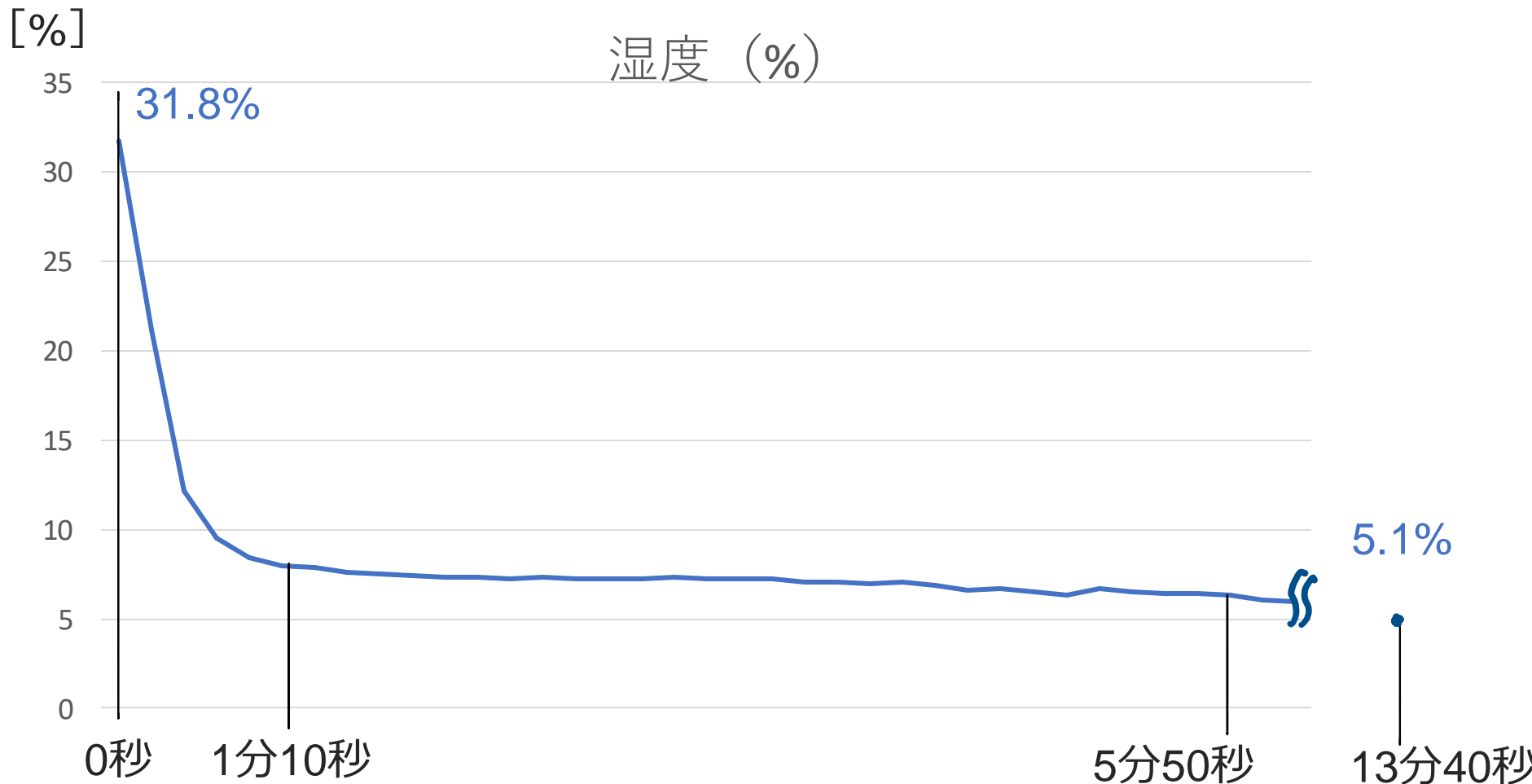


15.6°C増 → 発熱能力を発揮

除湿能力の評価

実験日の温度は20.4℃
湿度は31.8%

ハスクレイ通過後の温度を計測



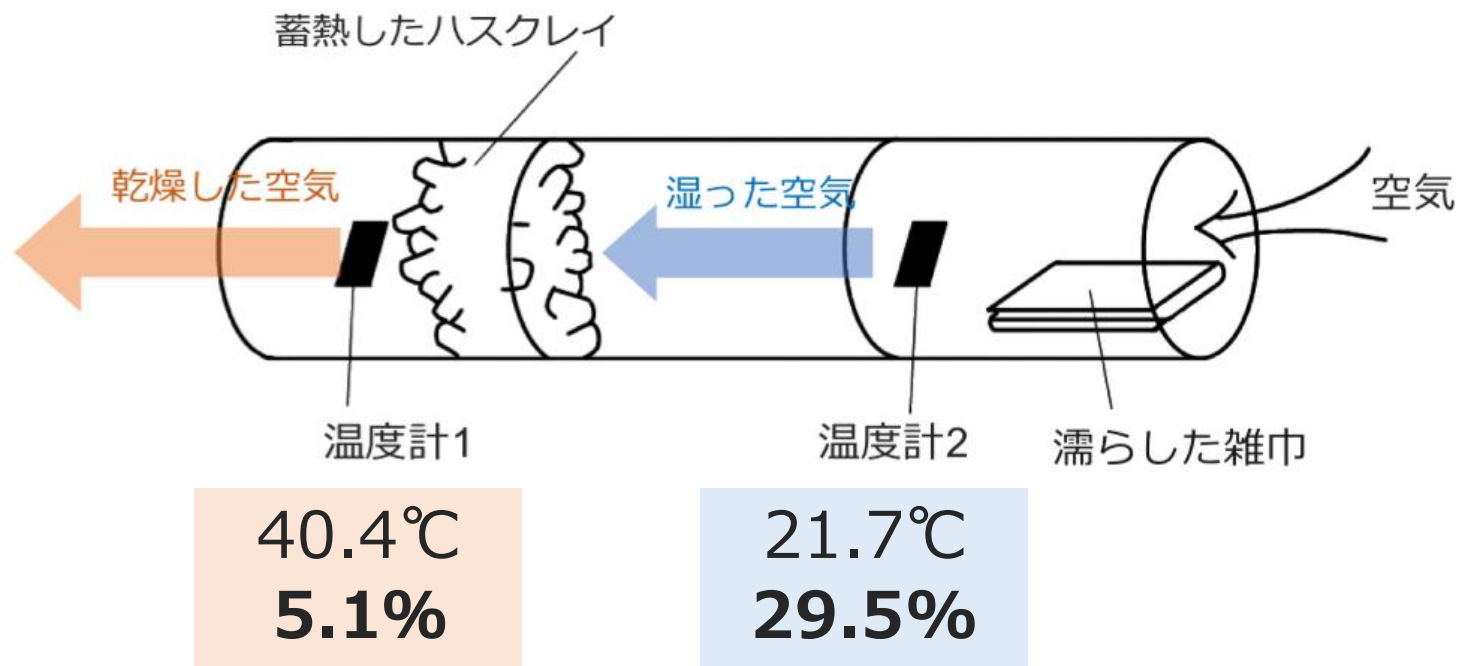
26.7ポイント減 → 除湿能力を発揮

除湿・発熱能力の評価

実験日の温度は**20.4℃**
湿度は**31.8%**

【結果】

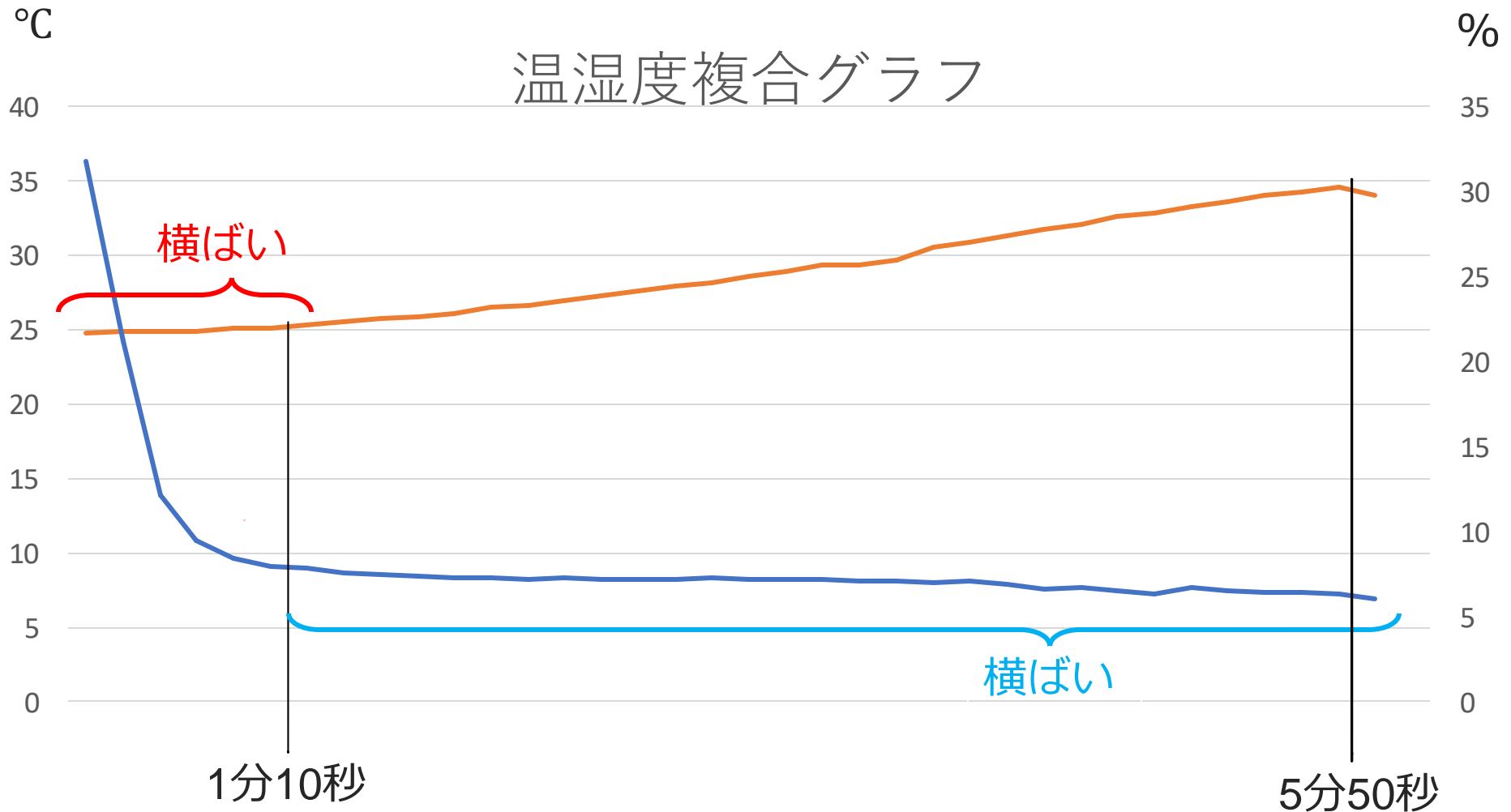
- ハスクレイが空気中の水分を取り込んだことで除湿した
- 少量のハスクレイでも、空気を温めることができた



除湿・発熱能力の評価

実験日の温度は20.4℃
湿度は31.8%

- 除湿作用が発揮されてから温度上昇が始まった



工場の排熱を利用

蓄熱サイト：
日野自動車羽村工場



- ①天然ガスCGSの排ガスから熱回収
- ②CGSのジャケット温水から熱回収

潜熱温度：80～100℃

蓄熱



蓄熱槽



トラック熱供給

放熱サイト①：
羽村市スイミングセンター

放熱



温水/乾燥空気供給
湿潤空気から乾燥空気を製造・供給し
ボイラ燃料の消費量を削減

放熱サイト②：
日野自動車羽村工場

放熱



空調設備(産業空調)

蓄熱槽



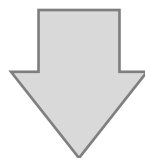
工場内モータ輸送

ハスクレイによるCO2削減

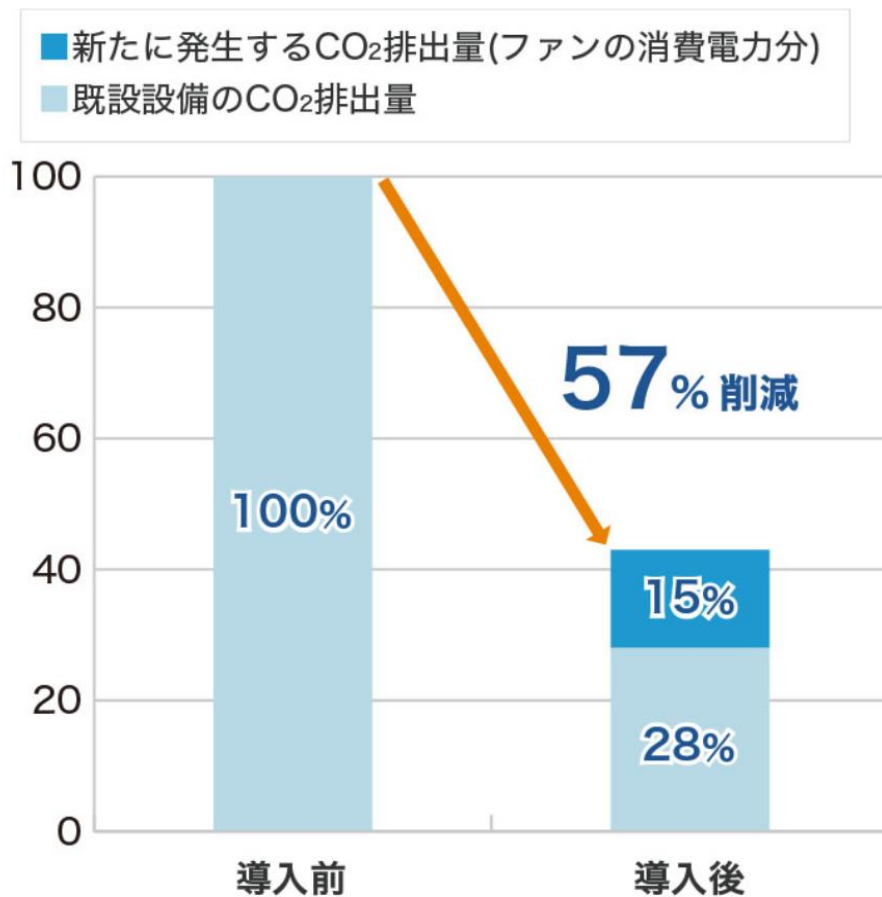
工場の排熱でハスクレイを蓄熱



工場内の空調設備（加温・除湿）
にハスクレイを利用



放熱一回あたり二酸化炭素が
57%削減



高砂熱学より

【実験】

除湿能力の利用

岩手県の森林資源



岩手県の約8割が森林

木材利用時、木質バイオマス
(ごみとして捨てられる木くずや
樹皮など)を大量に生じる

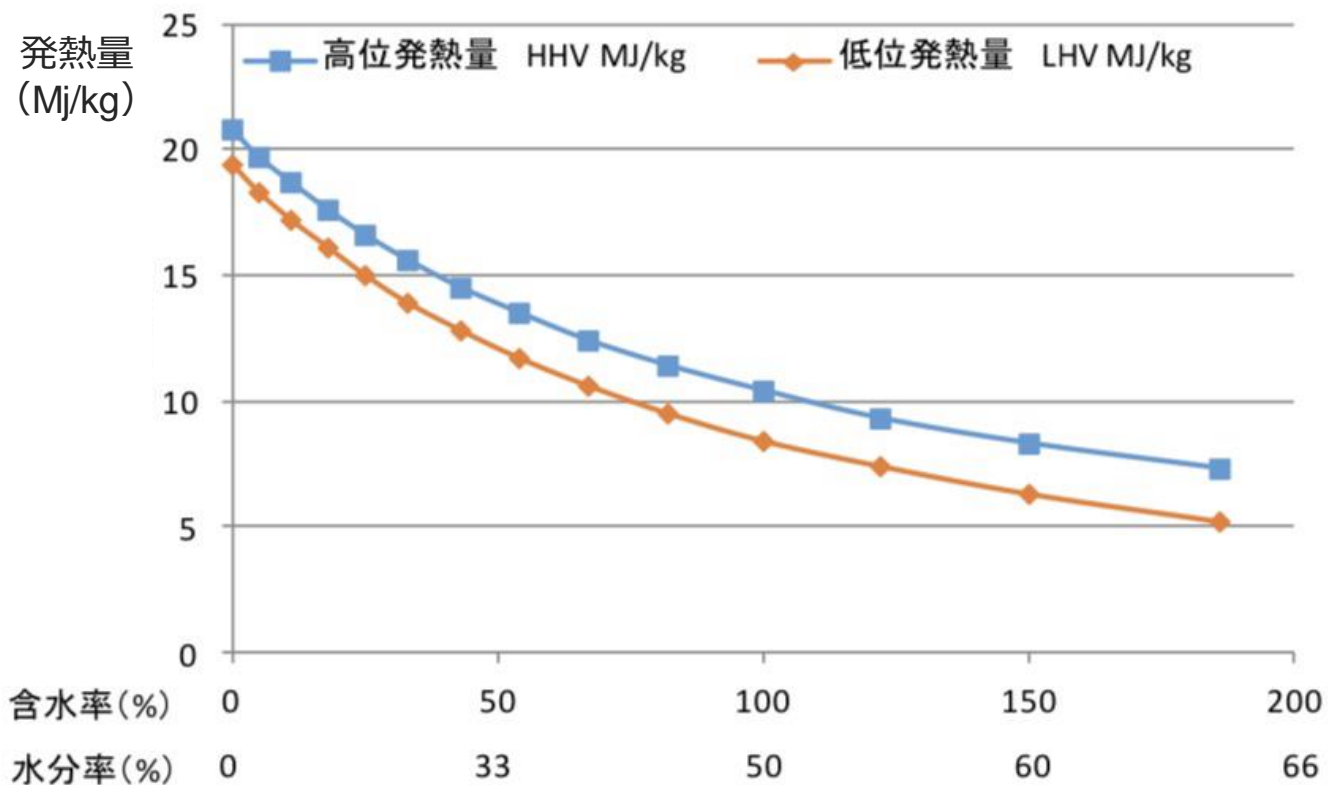
木質バイオマスを利用するメリット

- 木質バイオマス暖房関連の地域
雇用効果は石油暖房の10倍
- 地域内でお金が循環
- 林業の振興

木質バイオマスでエコ社会へ！

発熱量と含水量の関係

木材水分率及び含水率と高位および低位発熱量の関係



(株式会社森のエネルギー研究所)

ハスクレイを利用して薪の水分量を減らそう

ハスクレイによる木質ペレットの乾燥

【実験方法】

① 木質ペレットを濡らす。

木質ペレット 95 g + 水 5 g (合計100 g)

② 木質ペレットを乾燥させる。

ハスクレイあり→ハスクレイ100 g と①を袋に入れ乾燥
ハスクレイなし→①を自然乾燥

③ 木質ペレットの質量を計測する。

10時間後と24時間後にそれぞれ計測

↓ ハスクレイあり



↓ ハスクレイなし



【ハスクレイ】

- 薪ストーブの上で乾燥
- 時間 2時間 30分
- 温度 50℃～150℃



ハスクレイによる木質ペレットの乾燥

※実験を行った場所の平均温度は13.9℃、平均湿度は65.3%

【実験の様子】

自然乾燥

0分後



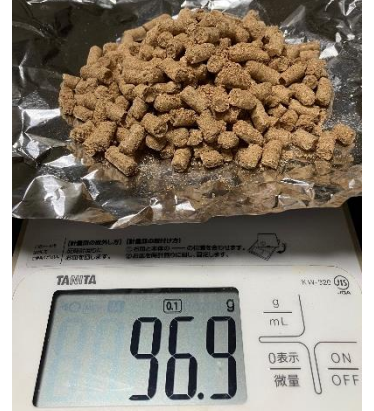
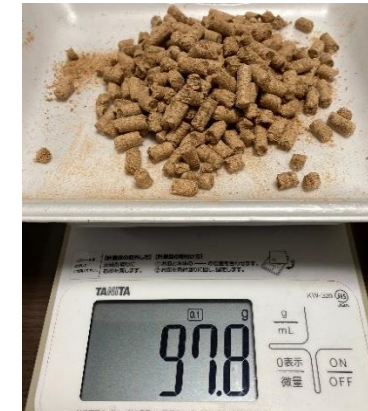
10時間後



24時間後



ハスクレイあり



同様の実験を5回繰り返した

ハスクレイによる木質ペレットの乾燥

【実験結果】

自然乾燥

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
10時間後	99.4 g	99.5 g	99.6 g	99.4 g	99.4 g	99.46 g
24時間後	99.1 g	99.3 g	99.5 g	99.3 g	99.2 g	99.28 g

ハスクレイあり

蓄熱温度 °C	50~100	50~100	80~120	80~120	80~150
10時間後	98.3 g	98.2 g	98.0 g	97.9 g	97.8 g
24時間後	97.5 g	97.3 g	97.2 g	97.1 g	96.9 g

ハスクレイあり - 自然乾燥

蓄熱温度 °C	50~100	80~120	80~150
10時間後	-1.21 g	-1.51 g	-1.66 g
24時間後	-1.88 g	-2.13 g	-2.38 g

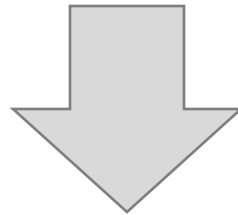
**ハスクレイありの方が
乾燥した**

ハスクレイによる木質ペレットの乾燥

【結果と考察】



- 自然乾燥よりハスクレイを用いた方が、木質ペレットがよく乾燥した
- 蓄熱温度が高すぎる（約190 度以上）とハスクレイが炭化してしまい本来の除湿作用を発揮できない



**ハスクレイを薪ストーブで蓄熱させ、
焚き付けや焚き木の乾燥に利用すると便利！**

まとめ

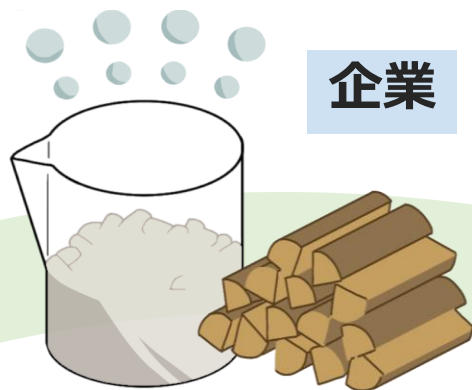
まとめ

ILC



排熱でハスクレイ蓄熱

企業



ハスクレイで薪乾燥

家庭



家庭内で
ハスクレイ利用

エコ社会へ

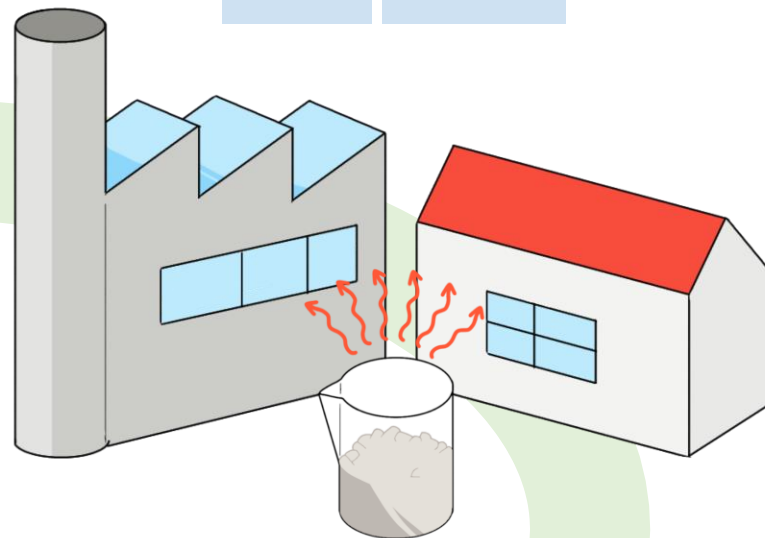
まとめ

企業 家庭

ILC



排熱でハスクレイ蓄熱



ハスクレイを暖房に用いる

エコ社会へ

謝辞

本研究にあたり、ご協力及びご助言をいただきました、
産業技術総合研究所の鈴木正哉様及び研究室の皆様
また、ハスクレイをご提供してくださいました
石原産業株式会社の皆様に
感謝申し上げます

エコ社会に向けて

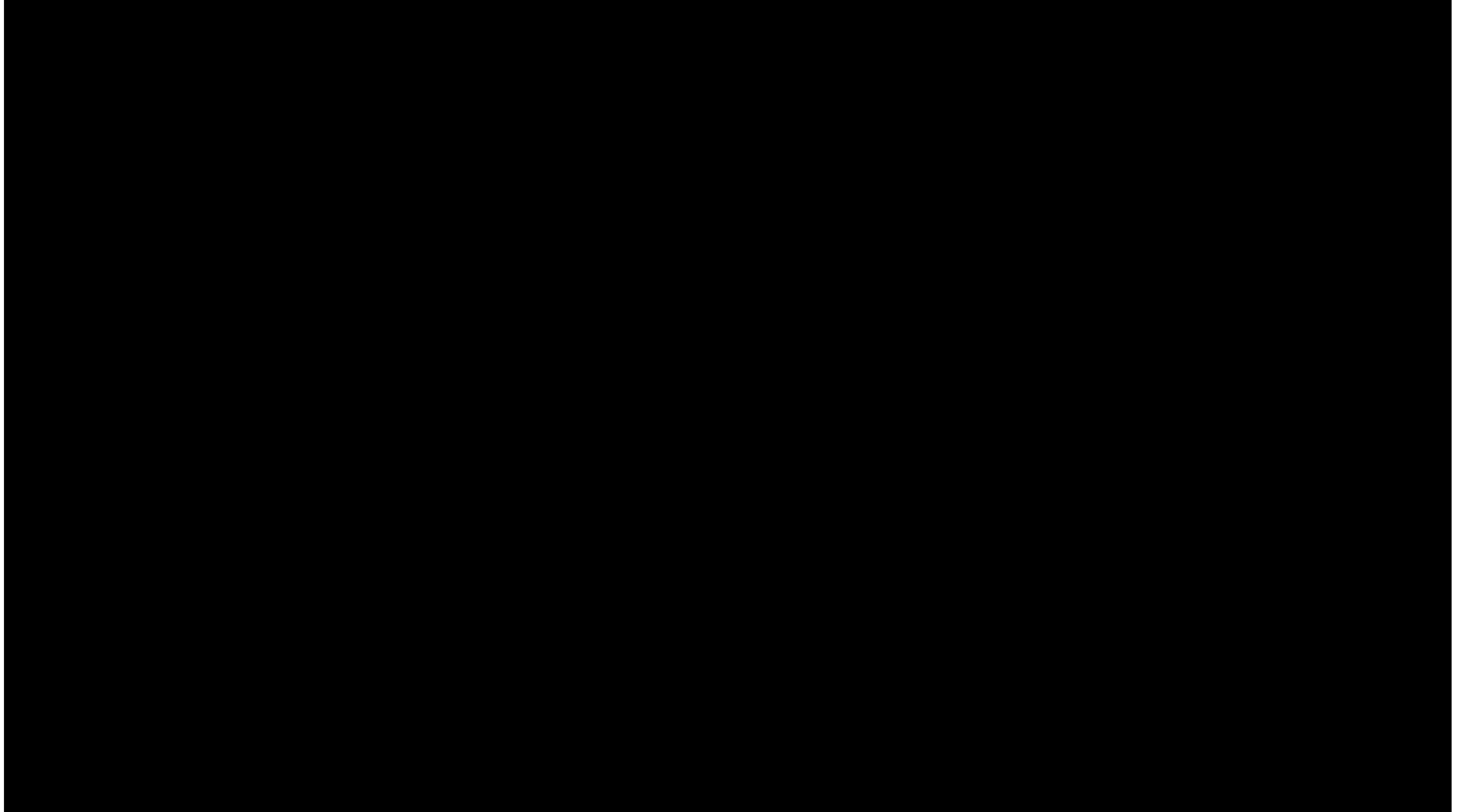
ハスクレイを 家庭で利用

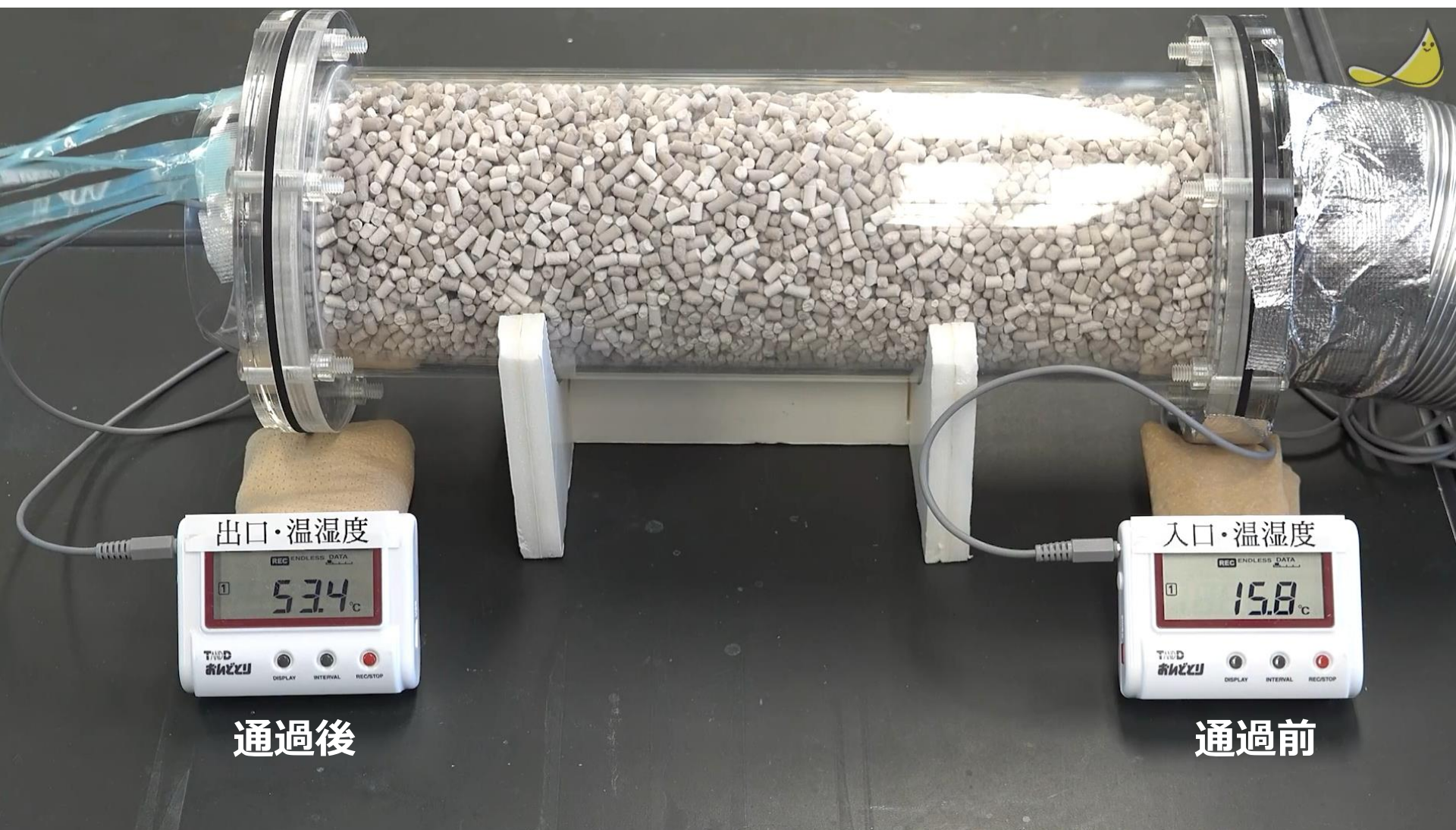
- ・ ILCの排熱で蓄熱したハスクレイで薪を乾燥し販売
(**グリーンILCの取り組みに繋がる**)
→提案した方法で薪ストーブなどに利用

ハスクレイの 認知度の向上と 市場拡大

- ・ ハスクレイの利用方法が拡大
→企業や家庭で利用しやすくなる
→ハスクレイの値段が安くなる

ハスクレイの炭化





かがくチップスより（産業技術総合研究所出演）

ハスクレイとゼオライト



図7 ハスクレイとゼオライトの適用範囲

ハスクレイとゼオライト

潜熱蓄熱PCM・吸着材蓄熱・化学蓄熱の比較

項目	潜熱蓄熱PCM (従来システム)	吸着材蓄熱	化学蓄熱 (研究段階)
蓄熱材 (蓄熱方式)	酢酸ソーダ / エリスリール等 (固液相変化)	ハスクレイ / ゼオライト (水吸脱着)	水酸化マグネシウム等 (化学反応)
蓄熱密度	265kJ/kg / 340kJ/kg	1,000kJ/kg / 500kJ/kg	2,000kJ/kg
蓄熱密度	238kJ/L / 157kJ/L	588kJ/L / 280kJ/L	約1,000kJ/L
利用温度	58°C / 121°C ①空調(暖房)・給湯	80~120°C / 130~200°C ①空調(暖房)・給湯 ②空調(冷房・外調) ③除湿	200~250°C ①空調(暖房)・給湯 ②蒸気
放熱原理 (熱ロス)	融解 (熱ロスあり)	発熱 (熱ロスなし)	発熱 (熱ロスなし)
国内実績	フィールド実証	なし	なし
備考	熱媒油(第4石油類) の使用		

ハスクレイとゼオライト

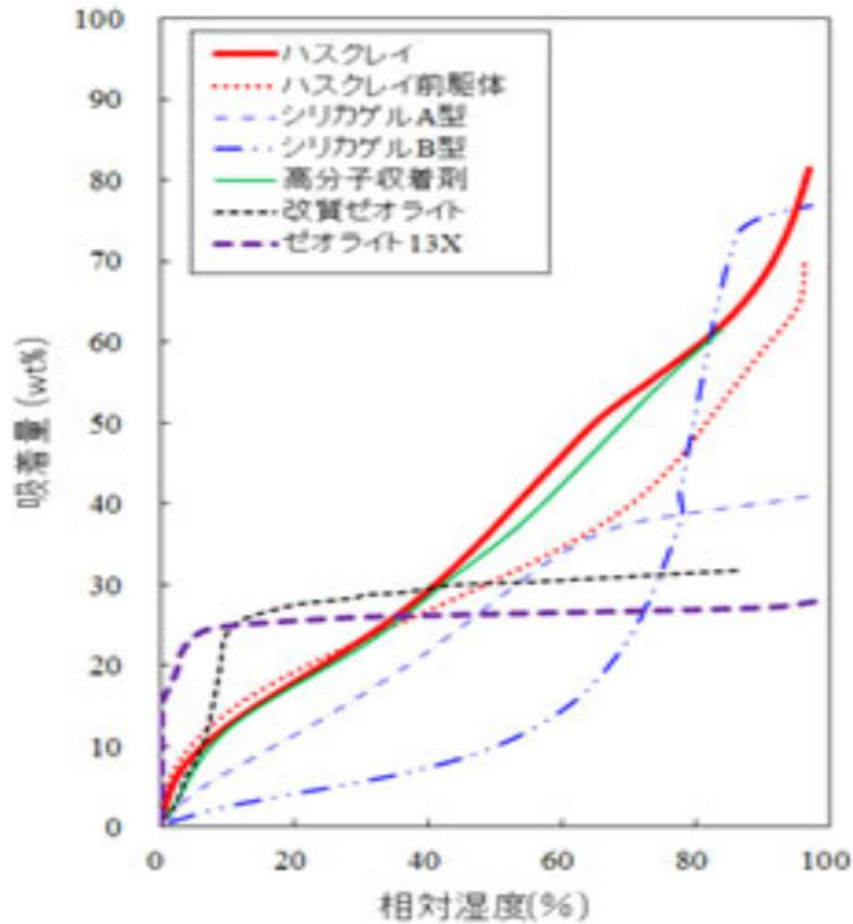
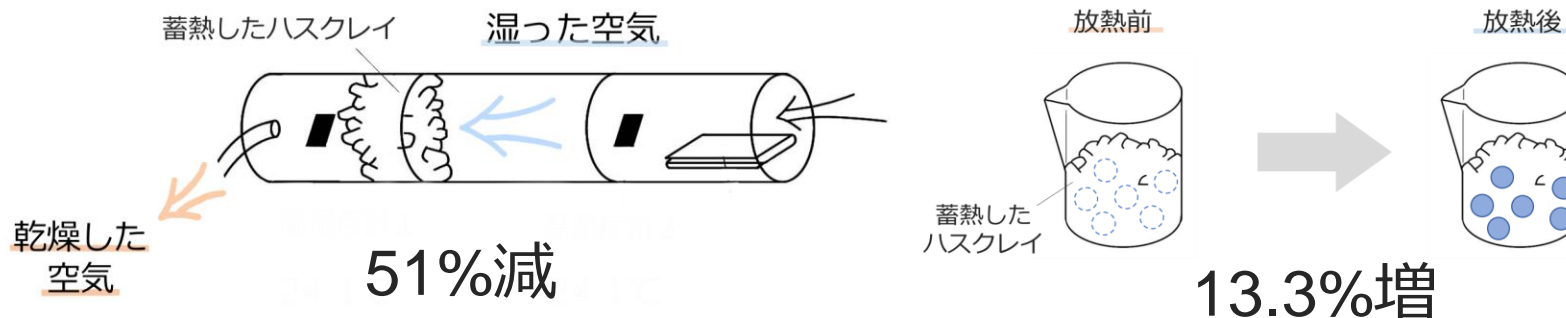


図-9 吸着等温線

除湿能力のまとめ

【結果】

- ハスクレイが空気中の水分を取り込んだことで除湿した
- 少量のハスクレイでは周囲を十分に温めることはできなかったが、除湿作用を発揮した



除湿作用を利用しよう！

ハスクレイとは

ハスクレイ = 無機系吸着剤



ハスクレイ造粒体

産業技術総合研究所ウェブサイトより

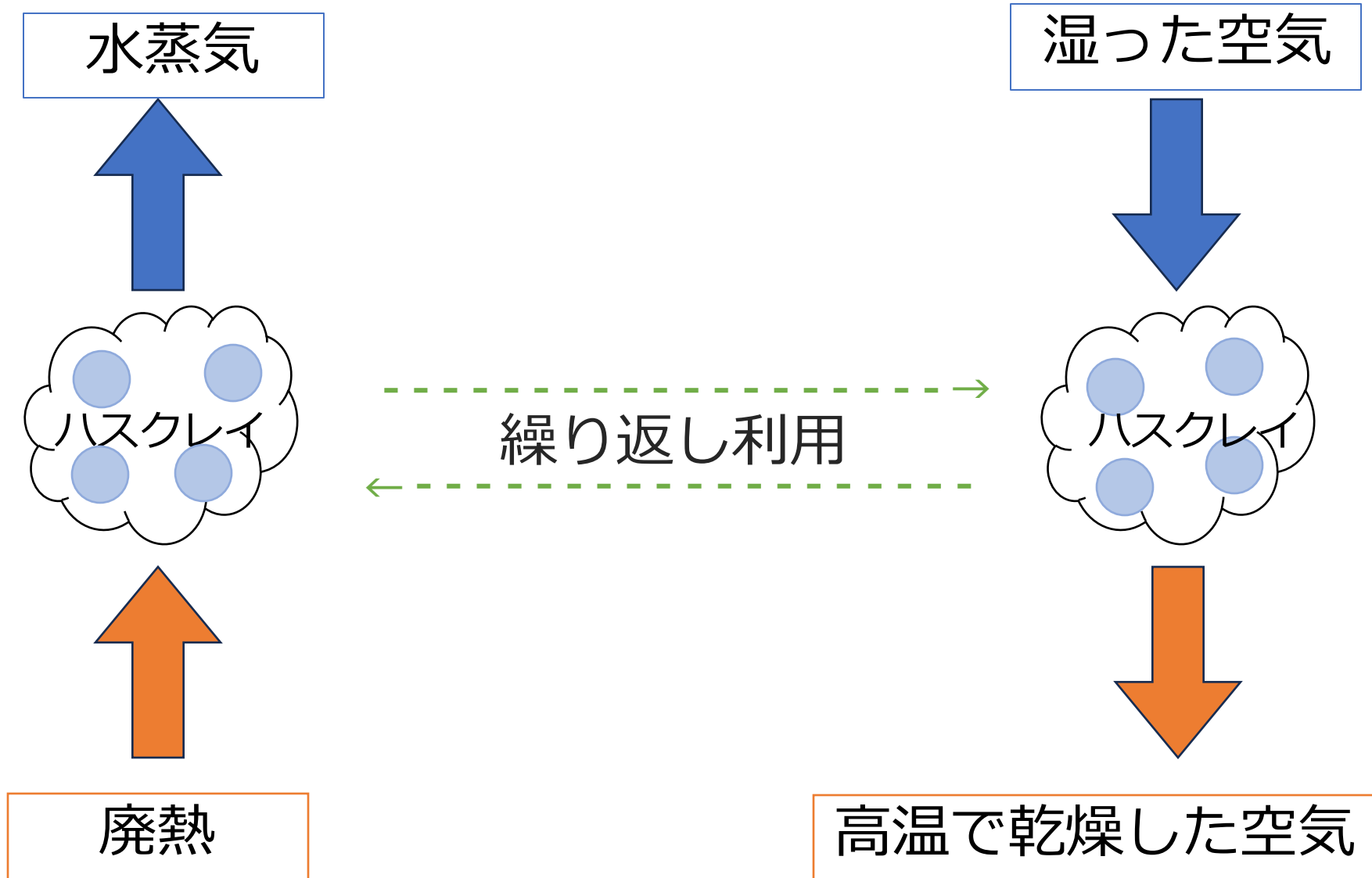
【主な原料】

- 非晶質アルミニウムケイ酸塩
- 低結晶性粘土

【特徴】

- ゼオライトやシリカゲル（A型）の**約3倍**の水蒸気吸着量
- 乾燥することで蓄熱し、水分を吸収することで発熱
- 80℃～120℃の**低温でも再生が可能**
- 熱エネルギーを**長期保存可能**

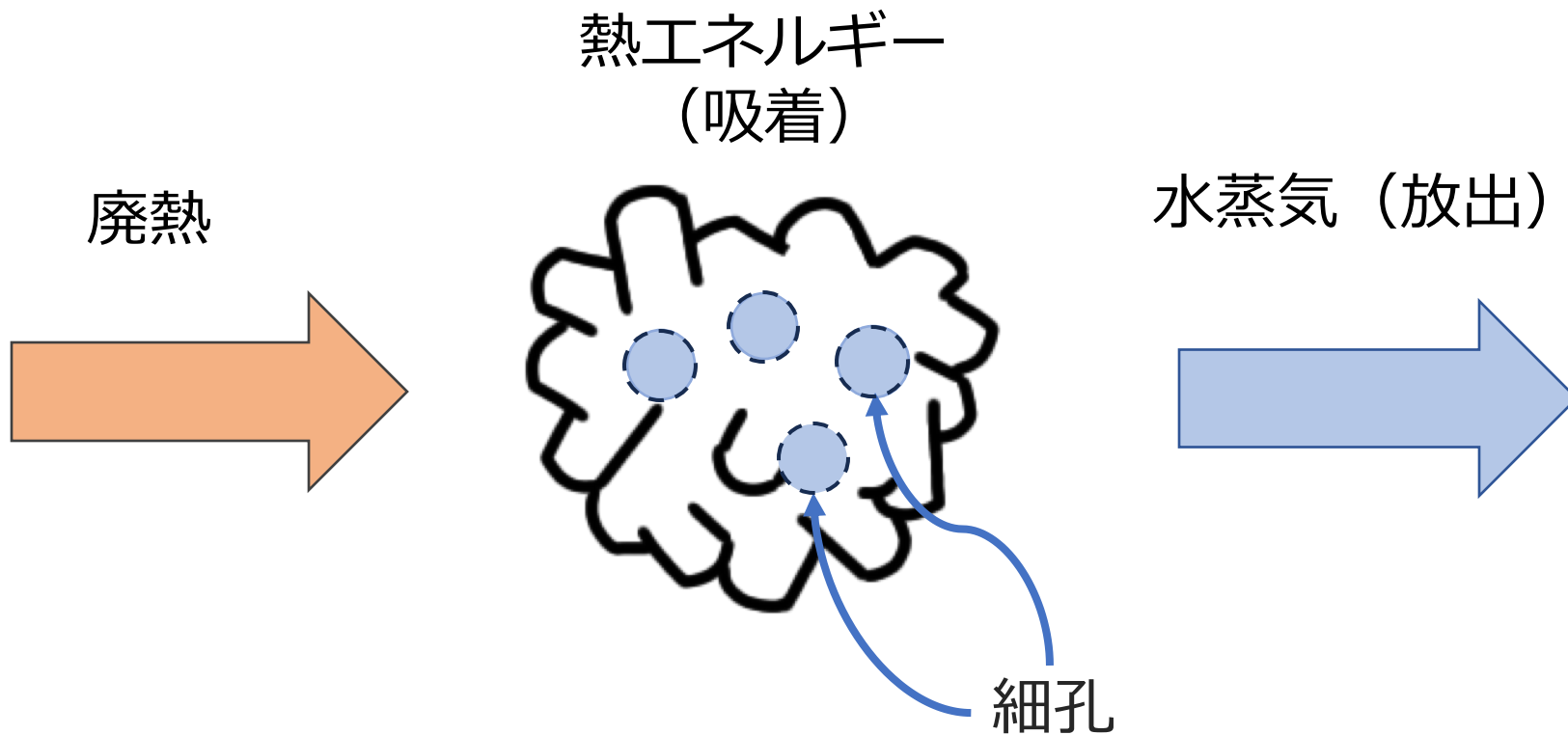
ハスクレイの繰り返し利用



蓄熱の仕組み

微細な細孔構造をもつ

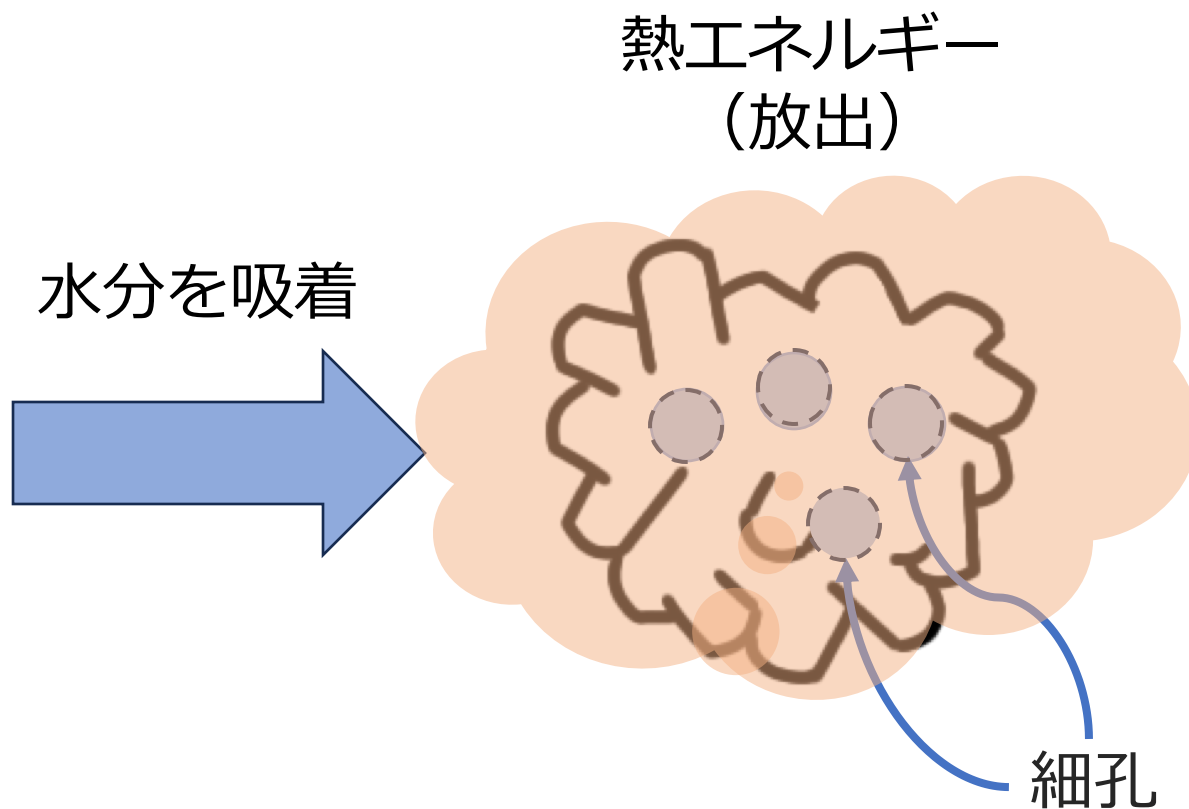
蓄熱：熱により細孔内の水が気化し乾燥する



発熱の仕組み

微細な細孔構造をもつ

発熱：細孔内に水分子が吸着され、凝縮熱によって発熱する



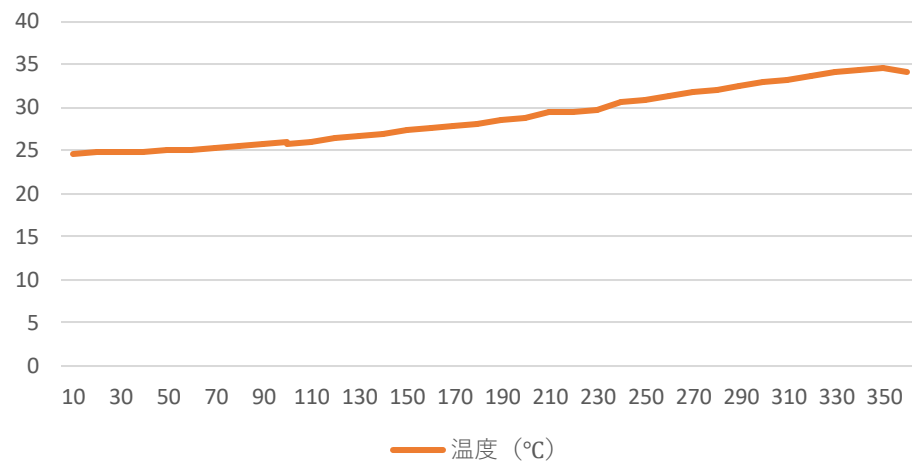
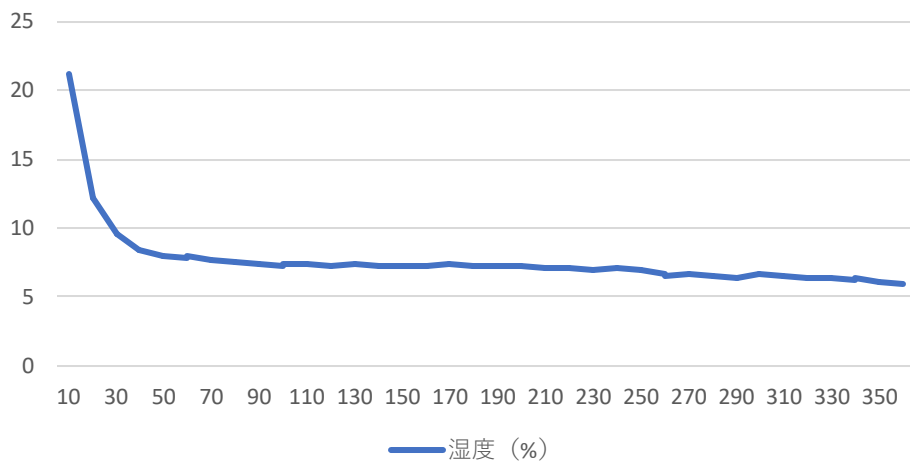
除湿能力の評価

実験日の温度は**20.4℃**
湿度は**31.3%**

湿った空気をハスクレイに送り、温度・湿度変化を記録

湿度 (%)

温度 (℃)

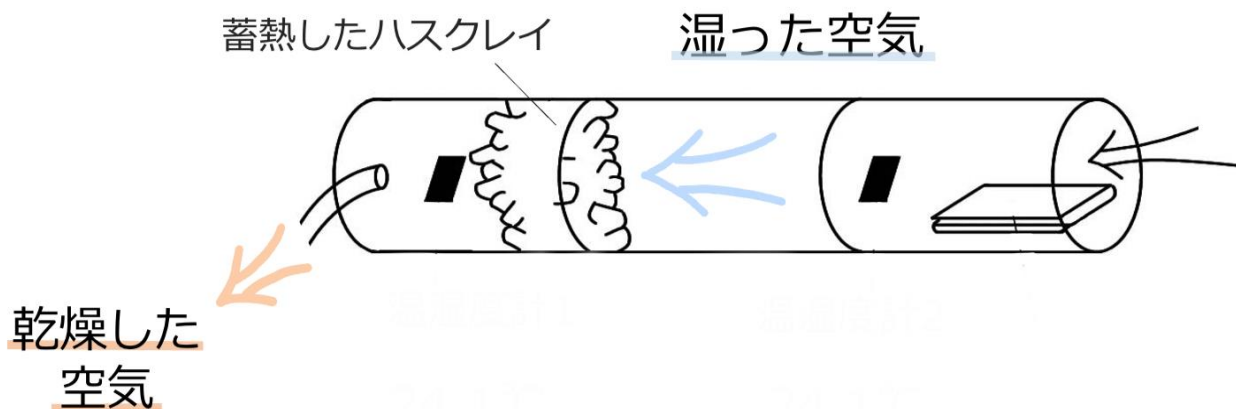


%減 → 除湿作用を発揮

実験

【結果】

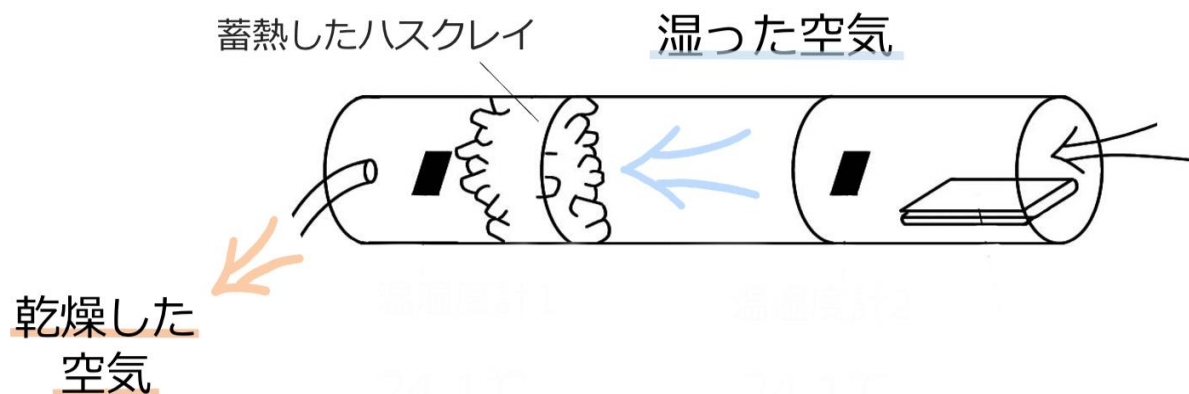
- ハスクレイが空気中の水分を取り込んだことで除湿した
- 少量のハスクレイでも、空気を温めることができた



実験

【結果】

- ハスクレイが空気中の水分を取り込んだことで除湿した
- 少量のハスクレイでは周囲を十分に温めることはできなかったが、除湿作用を発揮した

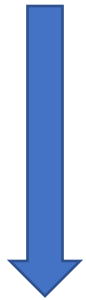


除湿作用を利用しよう！

家庭でのハスクレイ利用例の提案

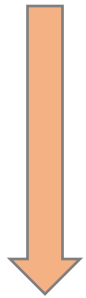
【家庭での利用例】

朝 8時



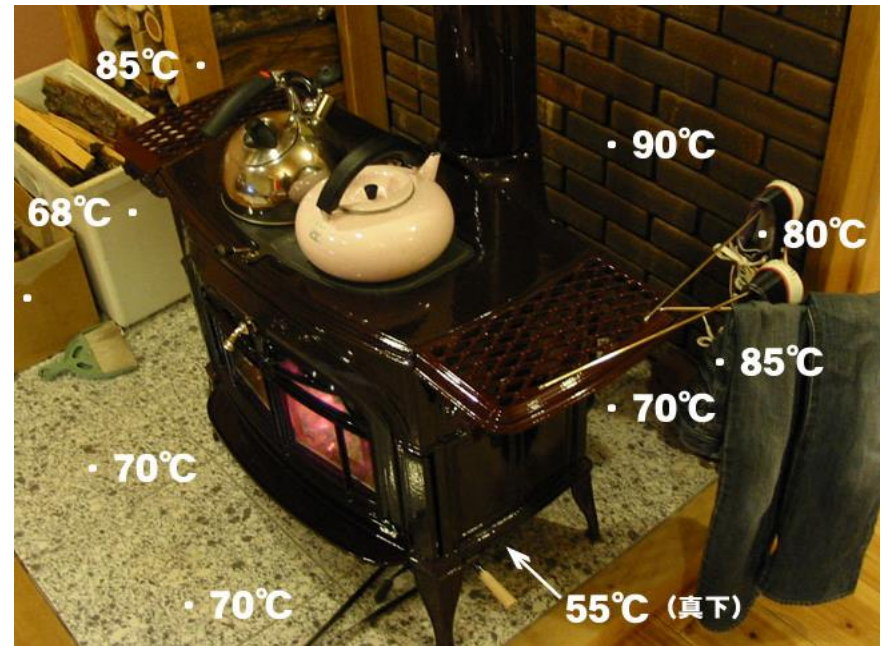
薪ストーブの上で
ハスクレイを
乾燥させる

夜 10時



ハスクレイで
焚き付けや焚き木を
乾燥させる

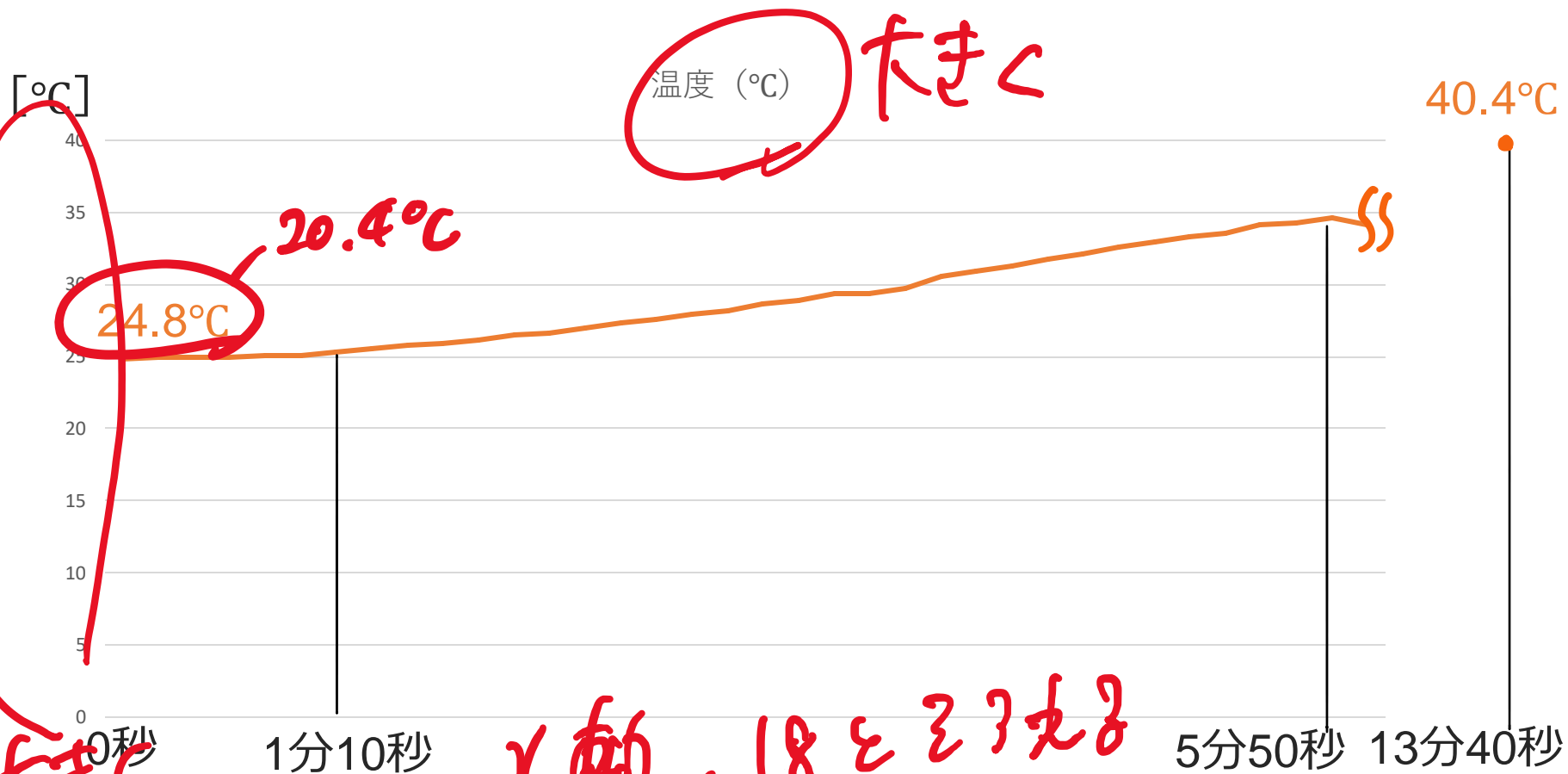
朝 8時



発熱能力の評価

実験日の温度は20.4℃
湿度は31.8%

ハスクレイ通過後の温度を計測

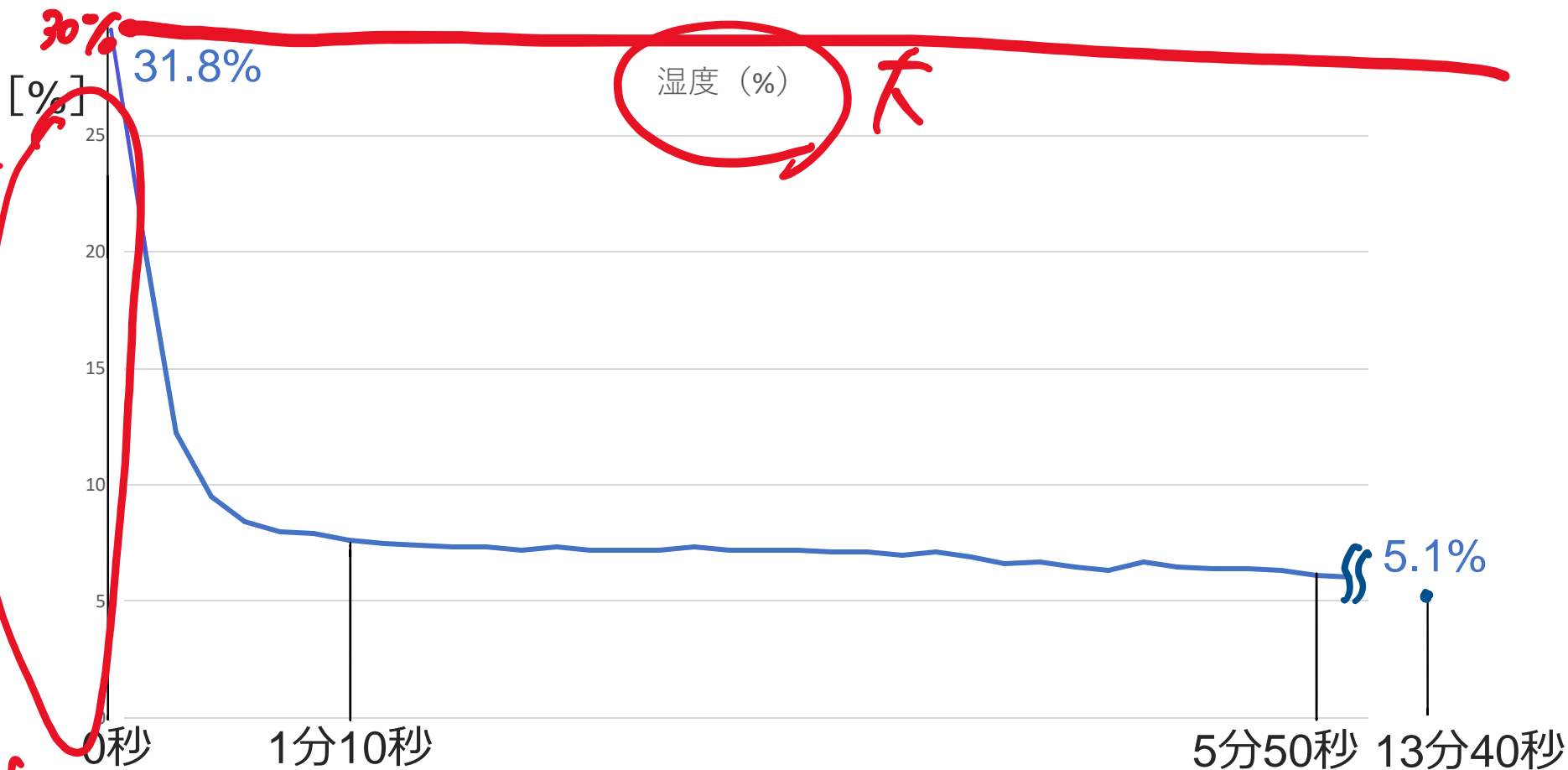


15.6°C増 → 発熱作用を発揮

除湿能力の評価

実験日の温度は20.4℃
湿度は31.8%

ハスクレイ通過後の温度を計測



26.7%減 → 除湿作用を発揮

数 10-30

除湿・発熱能力の評価

実験日の温度は**20.4℃**
湿度は**31.8%**

- 除湿作用が発揮されてから温度上昇が始まった

温湿度グラフ

— 温度 (°C) — 湿度 (%)

