

第22回日本加速器学会年会  
加速器土木・ビームダイナミクス



# 大型加速器からの排熱回収と 地域内循環利用に向けた取組み

2025年8月7日

東日本機電開発株式会社

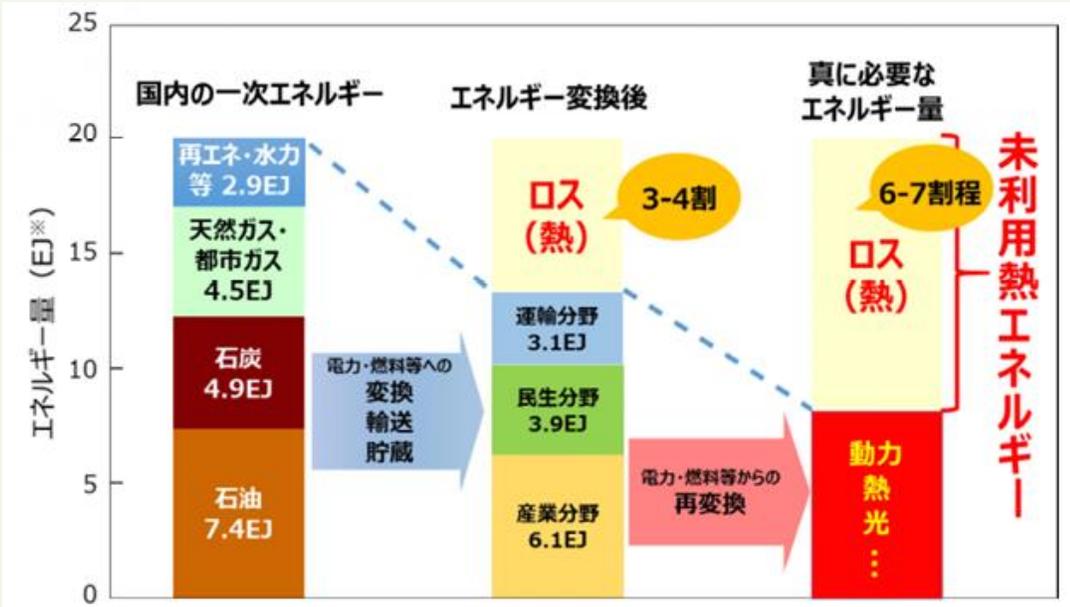
代表取締役 水戸谷剛

# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想



地域資源を有効活用することで地域内自給を目指し、地域企業の仕事と雇用を増やし  
 地域や住民が主体となって持続可能で質の高い暮らし、社会を総合的に実現する

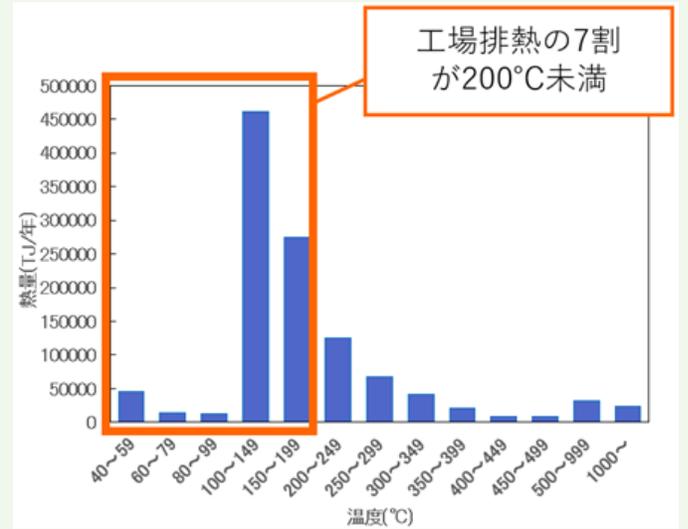
エネルギーシフト



※EJ=10<sup>18</sup> ジュール  
 出典：資源エネルギー庁 平成30年度 (2018年度) エネルギー需給実績 (確報) を基にNEDO作成

日本における一次エネルギー供給から最終消費に至るエネルギーフロー

我が国のエネルギーバランス



R.2年岩手県世帯数 492,014世帯  
 世帯のエネルギー支出 1,476億円  
 産業部門が倍として 2,952億円  
 年間で約4,428億円の支出  
 7割以上外部流出 約3,100億円/年

# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想



## 「グリーンILC」コンセプト

- ① 地域から供給されるクリーンなエネルギーを活用する
- ② エネルギー消費を最小限にする徹底的な効率化
- ③ 排熱を回収し、地域の産業に活用する



革新的吸着材

ハスクレイ外観(産総研)

## グリーンILCによるエコ社会の形成



# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想



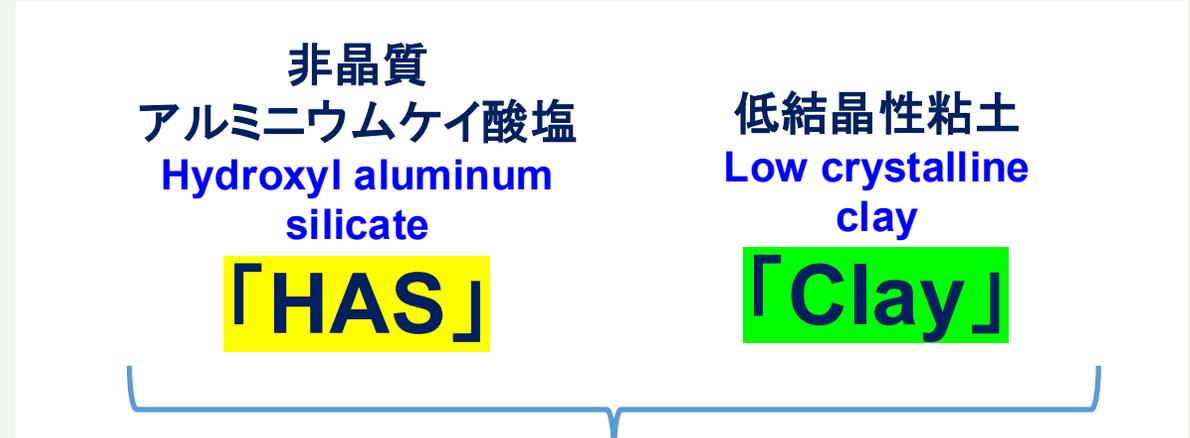
## 「ハスクレイ®」とは？



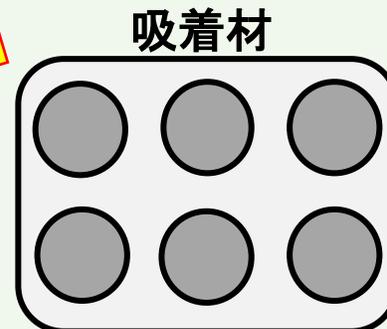
写真提供：産業技術総合研究所

**革新的吸着材「ハスクレイ®」**

開発：産業技術総合研究所



複合体  
**HASClay**



ナノサイズの細孔

**表面積：500m<sup>2</sup>/g**

# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想

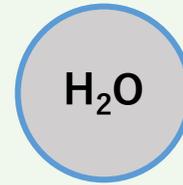


## 「ハスクレイ®」とは？

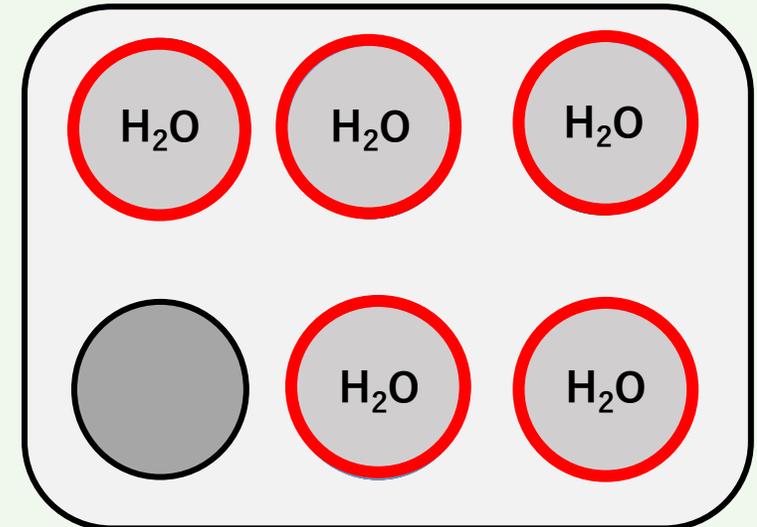
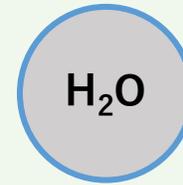


**革新的吸着材「ハスクレイ®」**

開発：産業技術総合研究所



細孔内に水分子が吸着すると



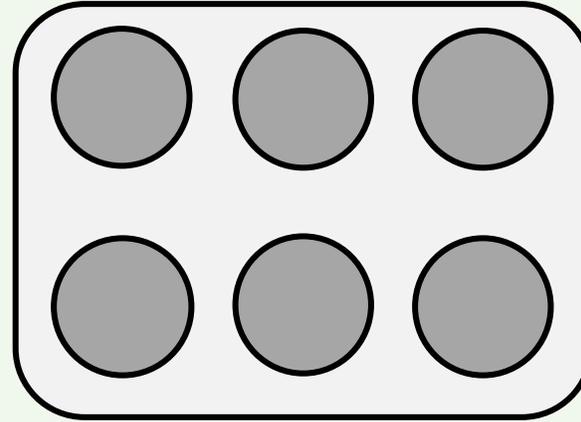
**発熱する！**

# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想

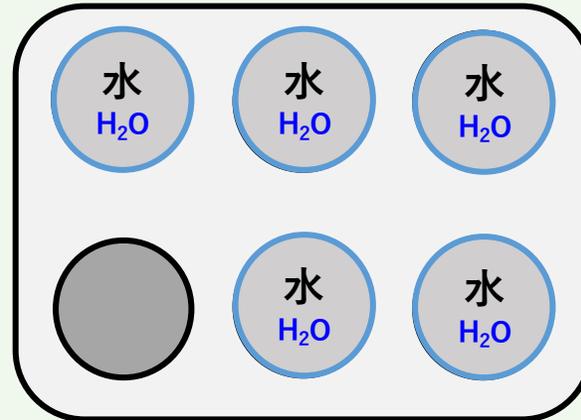


## 「ハスクレイ®」の蓄熱・放熱メカニズム

放熱プロセス



蓄熱プロセス

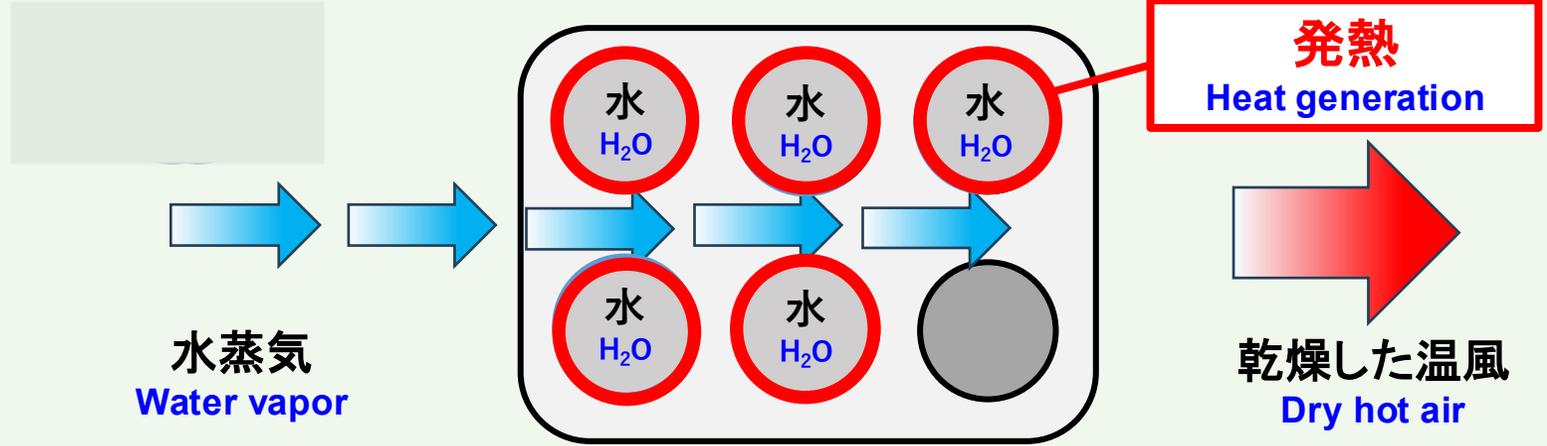


# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想

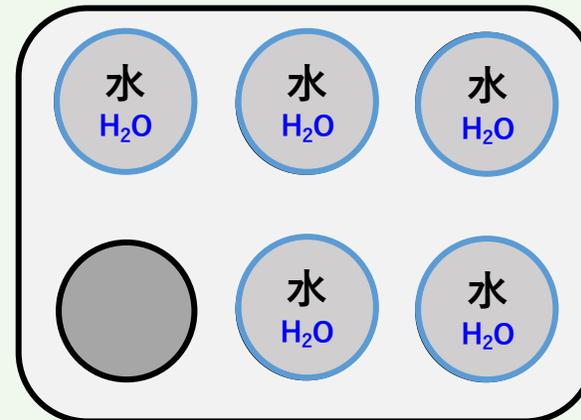


## 「ハスクレイ®」の蓄熱・放熱メカニズム

### 放熱プロセス



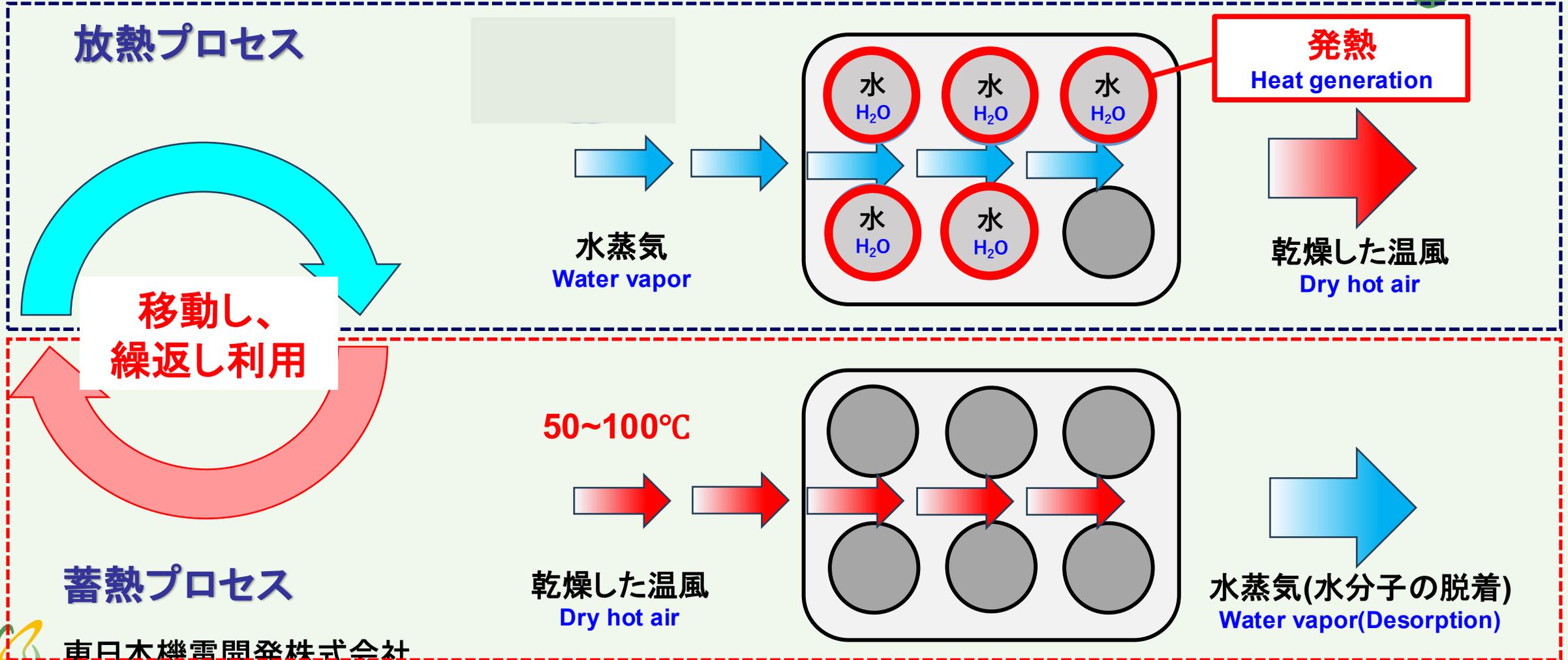
### 蓄熱プロセス



# 目指す姿：地域未利用熱エネルギー循環構想



## 「ハスクレイ®」の蓄熱・放熱メカニズム





# これまでの実績 (既報)



## 実証試験-概要-

### 蓄熱工程: 温泉

温泉水の熱を活用し、ハスクレイを蓄熱(乾燥)させる。

図: 蓄熱装置



図: 蓄熱施設全景

### 放熱工程: イチゴハウス

ハスクレイを放熱させ、夜間の暖房に活用。

右図: 放熱装置



内部

放熱後 回収  
再び蓄熱

図: イチゴハウス

蓄熱後 配送



図: イチゴハウス



吸着式蓄熱材「ハスクレイ」  
出典: 産業技術総合研究所



ハスクレイ専用コンテナ



農業用温室の暖房

蓄熱サイト -- 放熱サイト: 距離 約12 km / 輸送時間 20分(車で移動)

未利用の低温排熱回収

保管、離れた場所に移動

回収熱の利用

再移動 繰り返し利用

蓄熱サイト:  
つなぎ温泉  
60°C排熱



放熱サイト:  
農業ハウス

107日間で約680 l の灯油を節約  
(1日当たり6.36 l、▲46.8%)

# 事業化に向けた実証試験へ



今後の実証試験(次のステップ)

1対1の実証から「面的実証」へ

実証目的に適う実証エリアを探索

～2024年5月

- エリア選択
- ‘ついで輸送’方法の検討

2024年7月～9月

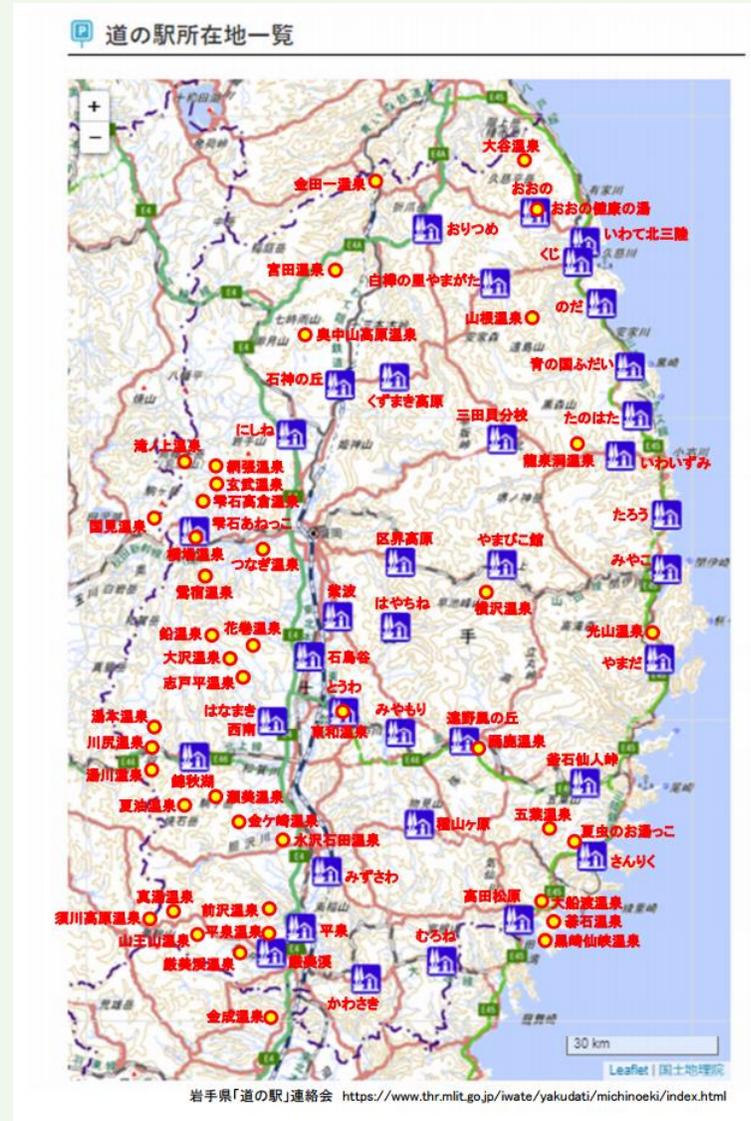
- 実証用資材手配、設備の製作

2024年11月～2025年3月

- 面的実証の実施

2025年4月～

- 面的実証の評価
- 付加価値対価の課金方法



## 【事業化に向けた課題】

- 排熱源
  - 熱利用
  - 移動・搬送
- } 主体的関与
- 需給管理  
分布、変動への対応
  - エネルギー価値(対価)  
計測、課金、市場適合



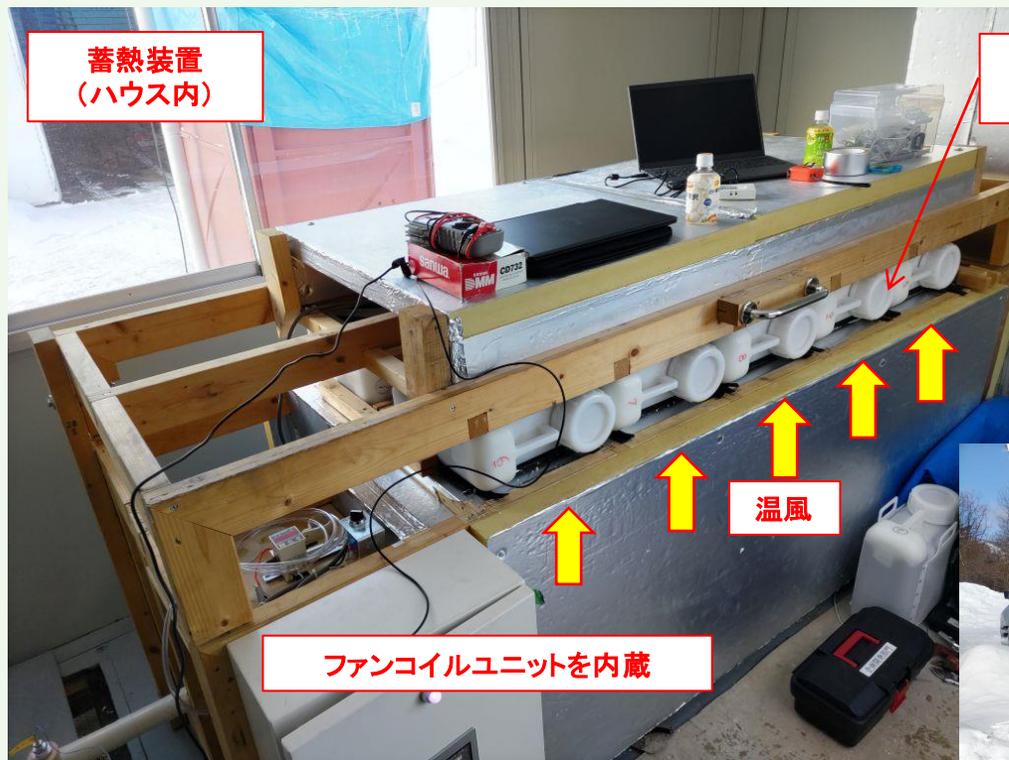


# 面的実証試験へ



## 面的実証試験①（奥中山地区）

500kg/hの蒸気ボイラー排熱



ハスクレイコンテナ  
10個

蓄熱装置  
(ハウス内)

温風

ファンコイルユニットを内蔵



排出蒸気を温水  
タンクへ導入

温水タンク  
140L

冷水戻

温水往

菌床滅菌設備からの排熱回収実験  
令和7年2月18日実施

高い効率で熱回収することが出来た！

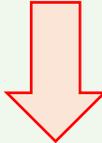
# 面的実証試験へ



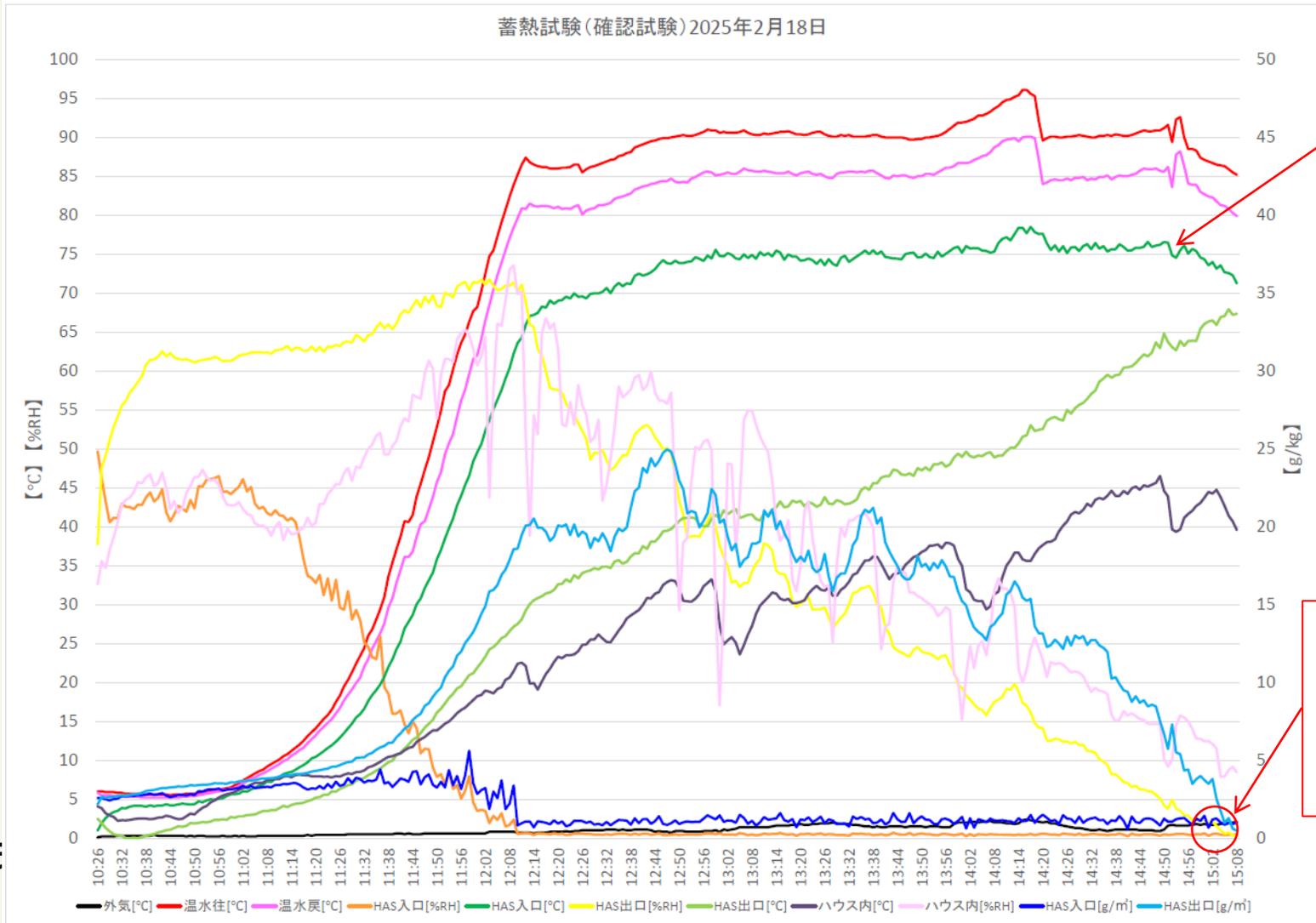
## 面的実証試験①（奥中山地区）

**蓄熱時間の短縮**  
 ・今回: 3~4時間と推定  
 ・つなぎ温泉: 約12時間

**水分脱着率の向上**  
 (重量測定による)  
 ・今回: 約21%  
 ・つなぎ温泉: 約14%



**熱源としての期待: 大**



**ハスクレイ入口温度**  
 温風温度: 75°C  
**つなぎ温泉の場合**  
 温風温度: 40°C

**ハスクレイ出口湿度**  
 相対湿度: 0.4%RH  
 絶対湿度: 0.47g/m³  
**つなぎ温泉の場合**  
 相対湿度: 5%RH  
 絶対湿度: 2~4g/m³

# 面的実証試験へ



## 面的実証試験①（奥中山地区）

## ハスクレイ重量測定記録

コンテナNo.	蓄熱前[kg]	蓄熱後[kg]	水分脱着量[kg]	水分脱着率[%]
1	6.432	5.212	-1.220	-19.0%
2	6.116	5.126	-0.990	-16.2%
3	6.208	4.844	-1.364	-22.0%
4	6.252	4.818	-1.434	-22.9%
5	6.346	4.948	-1.398	-22.0%
6	6.384	5.042	-1.342	-21.0%
7	6.296	4.958	-1.338	-21.3%
8	6.350	4.914	-1.436	-22.6%
9	6.278	4.922	-1.356	-21.6%
10	6.620	5.202	-1.418	-21.4%
<b>全体合計</b>	<b>63.282</b>	<b>49.986</b>	<b>-13.296</b>	<b>-21.0%</b>



# 面的実証試験へ



## 面的実証試験①（奥中山地区）

### 蓄熱したハスクレイを用いたアスパラ栽培ハウスにおける放熱試験



#### <SM様ハウス>

- ・畝：幅1.2m、全長15m、高さ0.6m
- ・トンネル空間容積：11m<sup>3</sup>
- ・既設暖房：電気ヒーター(600W)



#### <SS様ハウス>

- ・畝：幅1.2m、全長26m、高さ0.6m
- ・トンネル空間容積：18.7m<sup>3</sup>
- ・既設暖房：温湯配管(灯油式)

#### <放熱試験>

気温が下がる夜間において、放熱装置を稼働し、トンネル内の温度・湿度を計測し、凍結防止の可能性や熱量の過不足について考察する

**農家さんに操作してもらう！**

# 面的実証試験へ



## 面的実証試験① (奥)



ハスクレイコンテナ

ブロワ

スイッチBOX

ポリトンネル栽培ハウスにおける放熱試験

ハウス>  
幅1.2m、全長15m、高さ0.6m  
内部空間容積: 11m<sup>3</sup>  
暖房: 電気ヒーター(600W)

**放熱能力、方法とも改良が必要!**

ハウス>  
幅1.2m、全長26m、高さ0.6m  
内部空間容積: 18.7m<sup>3</sup>  
暖房: 温湯配管(灯油式)

試験期間中、夜間において、放熱装置を稼働し、ト  
温度・湿度を計測し、凍結防止の可能  
性や熱量の過不足について考察する  
農家さんに操作してもらう!

<期待できること>  
・厳寒期の凍害防止  
・湿気(結露)の防止  
・暖房費用の削減

# 面的実証試験へ



## 面的実証試験① (奥中山地区)

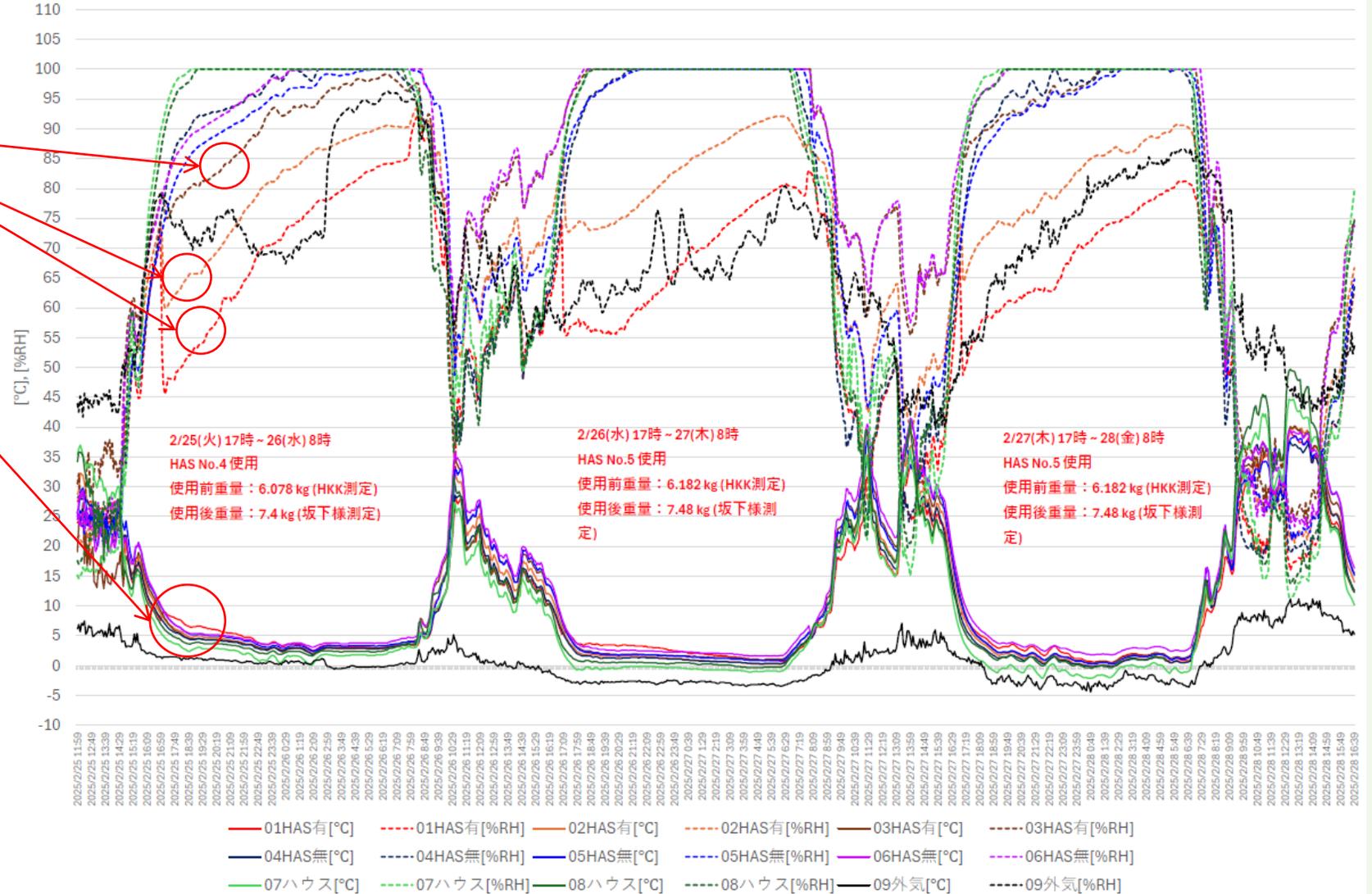
ハスクレイを使ったトンネルは湿度の低下が見られることから、水分を吸着し、放熱していると考えられる  
約1.5kgの重量増加(21%増)より、蓄熱した熱量は使い切っていると考えられる

- ・放熱装置付近は、ハスクレイ不使用トンネルより+2~3℃高い。
- ・放熱効果は約5時間と推定



厳寒時(気温-15~-20℃)において、ハスクレイコンテナ1個では凍害を完全に防ぐことが難しい  
今後、ハスクレイの増量等を検討

坂下様\_ハスクレイ使用\_2025年2月25日 12時 ~ 28日 15時



# 面的実証試験へ



## 面的実証試験① (奥中山地区)

2/21(金)~22(土)

<電気ヒーター>

運転時間:10時間

ヒーター出力:600[W]

使用電力量:6[kWh]

電力料金単価:30[V/kWh]

電気料金:180[V/day]

↓ 1/25

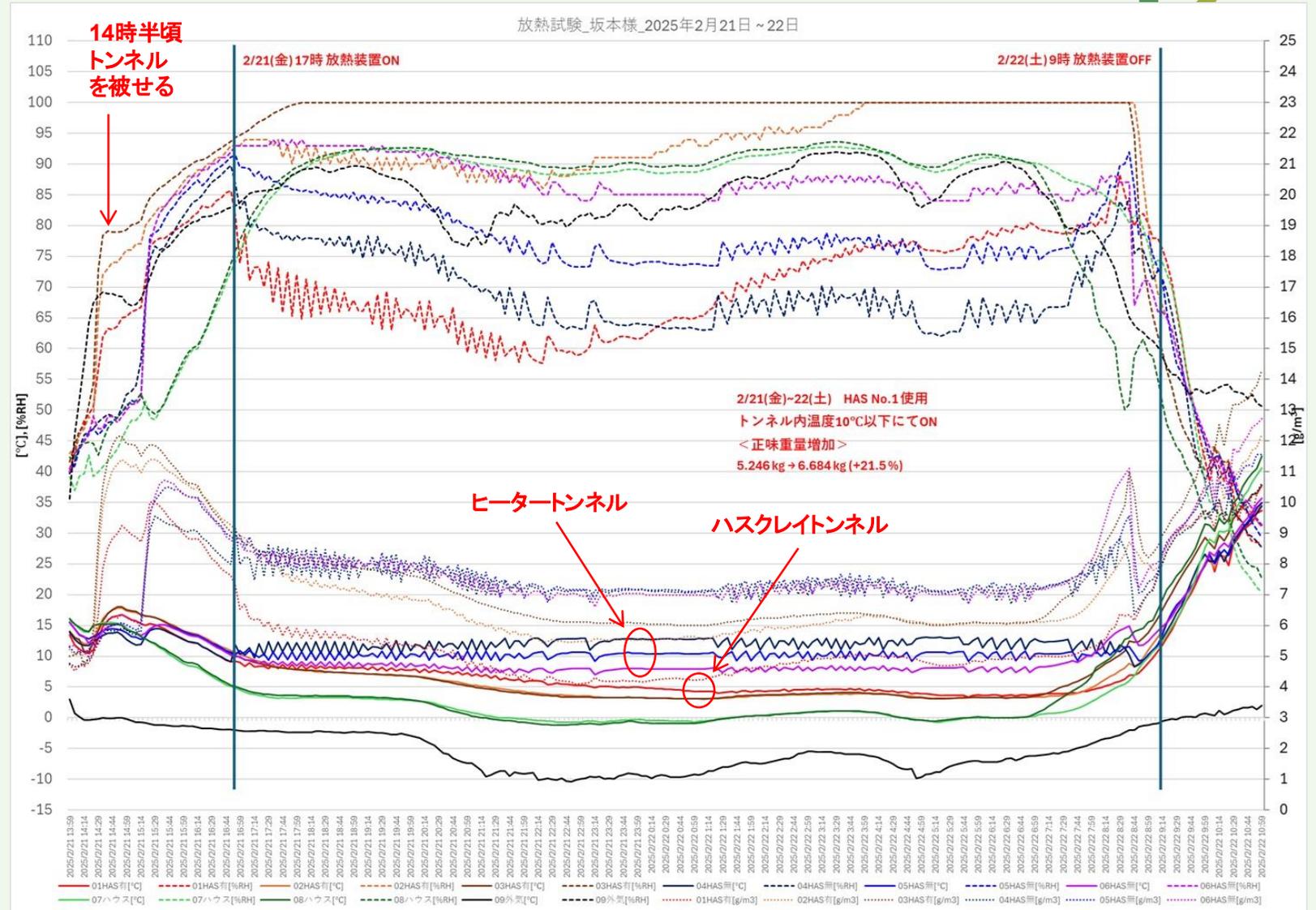
<ハスクレイ放熱装置>

運転時間:10時間

ブロワ出力:24[W]

使用電力量:0.024[kWh]

電気料金:7.2[V/day]



# 面的実証試験へ



## 面的実証試験①（奥中山地区）

## ハスクレイ重量測定記録

コンテナ No.	蓄熱前 [kg]	蓄熱後 [kg]	脱着量 [kg]	脱着率 [%]	放熱試験	試験前 [kg]	放熱後 [kg]	吸着量 [kg]	吸着率 [%]
1	6.432	5.212	-1.220	-19.0%	S M氏	5.246	6.684	1.438	21.5%
2	6.116	5.126	-0.990	-16.2%	S M氏	5.156	6.590	1.434	21.8%
3	6.208	4.844	-1.364	-22.0%	S M氏	4.874	6.358	1.484	23.3%
4	6.252	4.818	-1.434	-22.9%	S S氏	4.850	6.358	1.508	23.7%
5	6.346	4.948	-1.398	-22.0%	S S氏	5.230	6.498	1.268	19.5%
6	6.384	5.042	-1.342	-21.0%	S S氏	5.068	6.566	1.498	22.8%
7	6.296	4.958	-1.338	-21.3%	S M氏	5.004	6.242	1.238	19.8%
8	6.350	4.914	-1.436	-22.6%	S M氏	4.962	6.270	1.308	20.9%

# 面的実証試験へ



## 面的実証試験①（奥中山地区）

### ◆蓄熱試験

#### <成果>

- ・本蓄熱システムは**熱源として想定以上に期待できる**ことが分かった

#### <課題>

- ・試験の自動化(蓄熱開始、終了、水抜きetc.)

### ◆放熱試験

#### <成果>

- ・**放熱と湿気除去の効果がある**ことが分かった
- ・厳寒期を除けば、ハスクレイの使用により**凍害を防ぎ、電気料金の節約が可能**と考える
- ・ハウス内に温度勾配があることが分かった(入口の方が温度が高い)

#### <課題>

- ・ハスクレイの放熱能力を効率良く使う運転方法の確立  
→単純にハスクレイを増やすだけではなく、ハスクレイ稼働時間の調整、トンネルからの熱漏れや放熱装置の風漏れが無いのか、ハウス内環境による影響の把握 etc.



# 面的実証試験へ



## 面的実証試験②（西和賀地区）

株式会社近藤設備様と協力

地域資源（雪氷・温泉）活用



### <本事業で想定する温泉熱利用の仕組み>

温泉熱利用の可能性を拡大する温泉熱輸送先行事業（ハスクレイ活用）として、周辺のハウス農業施設に輸送した熱利用を実証運用します。

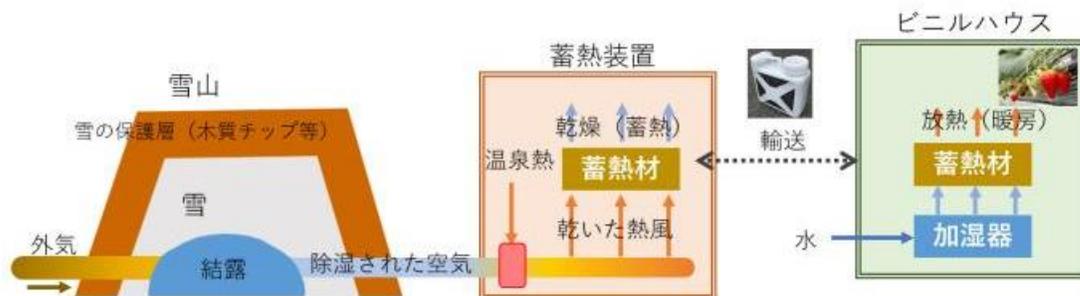
#### ※蓄熱時（温泉熱利用時）

- 空気の温度を下げると空気中に溶け込むことができる水分の量が減るため、空気を冷やすと除湿できる（乾燥した空気ができる）
  - 除湿された空気を温めると乾燥に適した“乾いた暖かい空気”ができる
- この「乾いた暖かい空気」で蓄熱材（ハスクレイ）から水分を蒸発・乾燥させて蓄熱する

#### ※放熱時（近隣ビニルハウス利用時）

- 蓄熱材を近距離（同じ町内）へ輸送
  - ビニルハウス内で水蒸気を加えて蓄熱材（ハスクレイ）から熱を放出しハウス内を暖房
- 暖房が終わった蓄熱材は再び蓄熱槽に運び、蓄熱する

※想定している農業施設：石川農園 ゆり農家(年間灯油1200万使用) 他町内大規模ゆり農家3件  
農産物生産ハウス熱源利用、そば乾燥施設での熱利用（地元農業会社雪国銀河農産との連携）等



# 面的実証試験へ



## 面的実証試験③（大船渡地区）

太平洋セメント株式会社  
 大船渡農業改良普及センター  
 大船渡地域振興センター  
 大船渡市商工港湾課  
 大船渡市市民生活課  
 県ILC推進局  
 岩手大学  
 東日本機電開発株式会社

1/17（金）意見交換会

第13回  
**グリーンILCセミナー**  
 カーボンニュートラルの実現に向けた最新技術の活用

開催日時 **2024/11/8（金）13:30~16:30**  
 会場 **大船渡市魚市場3階多目的ホール** 定員 100名 入場無料  
（大船渡市大船渡町字水沢209）

講演	<p><b>① ILCの最近の動向とグリーンILCについて</b> <span style="float: right; font-size: small;">東北ILC事業推進センター 事務局長 <b>大平 尚 氏</b></span></p> <p><b>② 旋回流誘引型空調による高精度環境の構築について</b> <span style="float: right; font-size: small;">高砂熱学工業株式会社 アドバイザー <b>佐藤 現 氏</b></span></p> <p><b>③ 森林内自律飛行ドローンを活用した森林の付加価値向上に向けた取組について</b> <span style="float: right; font-size: small;">鹿島建設株式会社 技術研究所 主席研究員 <b>山田 順之 氏</b></span></p> <p><b>④ 太平洋セメント株式会社におけるカーボンニュートラルに向けた取組について</b> <span style="float: right; font-size: small;">太平洋セメント株式会社 カーボンニュートラル技術開発部 部長 <b>石田 泰之 氏</b></span></p>	
意見交換	<p><b>会場とのディスカッション</b> <span style="float: right; font-size: small;">KEK 名誉教授 岩手大学/岩手県立大学 客員教授 [ファシリテーター] <b>吉岡 正和 氏</b></span></p>	

申し込み 11/1（金） 締切 お申込み（参加申込書添付先） 岩手県ILC推進局 事業推進課 Email AB0009@pref.iwate.jp FAX 019-629-5339

主催 岩手県 共催 大船渡市 東北ILC事業推進センター 岩手県農林水産部 大船渡市ILC推進協議会 岩手大学 岩手県立大学 後援 大船渡市ILC推進協議会 高エネルギー加速器研究機構(KEK) 東北ILC推進協議会

産業誘致の差別化に!!

膨大なエネルギーあるが低温熱は使い切れない

エネルギー効率化、脱炭素は重要テーマ

年間を通じた稼働 季節変動が無いように

農業以外の産業用途へ

行政のコーディネート機能期待 地域賛同者を募る

部局横断した協力体制

雇用創出に活かしたい

大規模園芸がターゲット

開発要素あるなら 何らかの事業を活用

地域の既存交通は?!

食品加工や木材乾燥に

カーボンクレジット 地産地消クレジット

大船渡市をモデルに 世界に発信!

# 面的実証試験へ



## 面的実証試験③（大船渡地区）

太平洋セメント株式会社  
大船渡農業改良普及センター  
大船渡地域振興センター  
大船渡市商工港湾課  
大船渡市市民生活課  
県ILC推進局  
岩手大学  
東日本機電開発株式会社

1/17（金）意見交換会



「低品位・未利用エネルギー」を「時間・距離の移動」を可能にする技術（ハスクレイ）を鍵として、  
「既存の産業、物流」と連携し、  
「気仙・大船渡地域」における「カーボンニュートラル、脱炭素の先行モデル」として取組み、  
世界に発信できるような取り組みを目指したい！

ビジョンを描こう!!



東日本機電開発株式会社

# 面的実証試験へ



## 面的実証試験③（大船渡地区）

太平洋セメント株式会社  
 大船渡農業改良普及センター  
 大船渡地域振興センター  
 大船渡市商工港湾課  
 大船渡市市民生活課  
 県ILC推進局  
 岩手大学  
 東日本機電開発株式会社

1/17（金）意見交換会

「低品位・未利用エネルギー」を「時間・距離の移動」  
 「既存の産業、物流」と連携し、  
 「気仙・大船渡地域」における「カーボンニュートラル」  
 世界に発信できるような取り組みを目指したい！

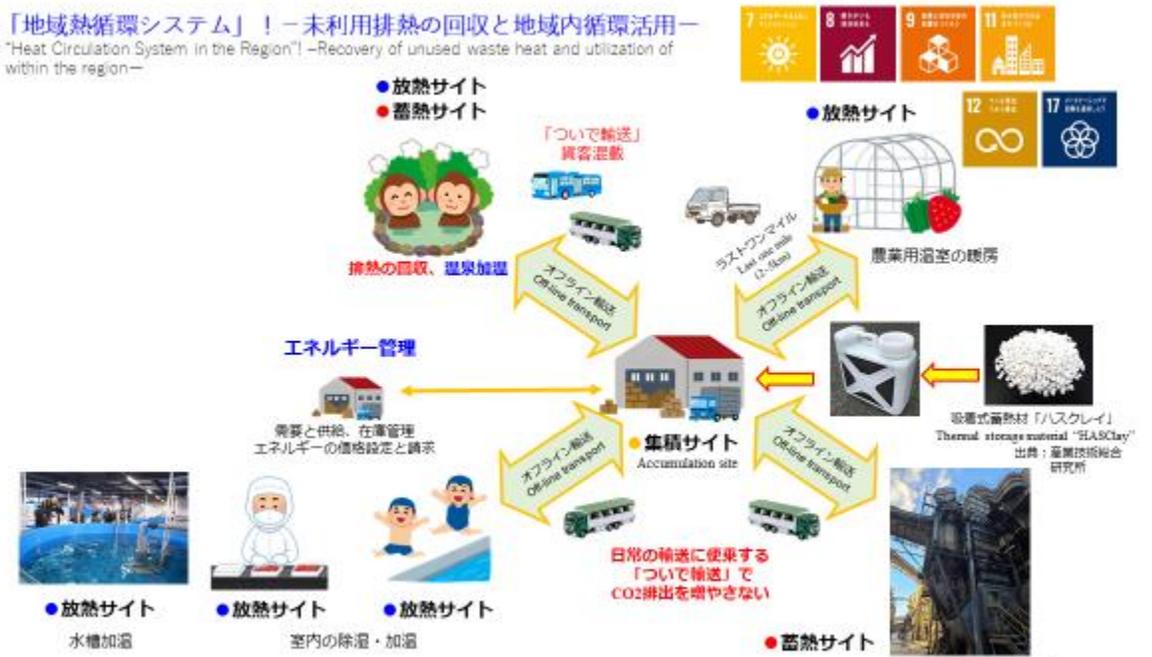
ビジョンを描こう!!

東日本機電開発株式会社



- 排熱回収**  
 工場 太平洋セメント大船渡工場  
 温泉 夏虫のお湯っ子 玉の湯
- 熱利用**  
 公共施設 温水プール（大船渡市Y・Sセンター）  
 農業 松崎地区（いわて銀河農園） 越喜井地区（リアスターファーム、いわて銀河農園） 米崎地区（D-Design Farm、HS Farm）  
 漁業 陸上養殖、種苗施設（松崎門の浜地区、広田地区、臨之沢地区）

目指せ「地域熱循環システム」！ -未利用排熱の回収と地域内循環活用-  
 Aiming for "Heat Circulation System in the Region" -Recovery of unused waste heat and utilization of circulation within the region-



# ILC施設からの廃熱回収検討



## ILC施設からの排熱回収

ILCの運転に必要な電力を 120 [MW] とすると  
1日 (24h) 当たりのエネルギー量は  $1 \times 10^{13}$  [J/day]

排熱回収目標を 20 [%] とすると

回収エネルギーは  $2 \times 10^{12}$  [J/day]

排熱は5カ所のアクセストンネル付近冷却塔から排出

冷却塔1基あたり  $4 \times 10^{11}$  [J/day] の回収が目標

ハスクレイ蓄熱密度 500 [MJ/m<sup>3</sup>] とすれば

⇒必要量は 800 [m<sup>3</sup>] (約 400 [t]) …冷却塔1基あたり

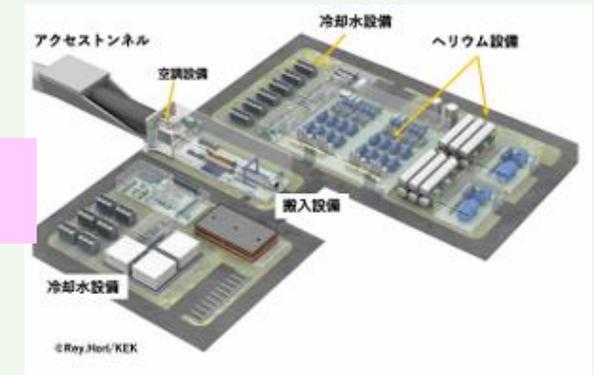
アクセスステーション 密閉水冷冷却塔の前段で熱回収

約 60 [°C] の冷却水 ⇒ 特注空冷冷却塔を設置

約 1日かけてハスクレイに蓄熱 (乾燥) する

ILC 電力 120 [MW]  
( $1 \times 10^{13}$  [J/day])

回収目標: 20 [%]  
( $2 \times 10^{12}$  [J/day])



アクセスステーション(5カ所)

約 60 [°C] の冷却水から熱回収



# 地域熱エネルギー循環構想

7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに 	8 働きがいも 経済成長も 	9 産業と技術革新の 基盤をつくろう 	11 住み続けられる まちづくりを 	12 つくる責任 つかう責任 	17 パートナーシップで 目標を達成しよう 
---------------------------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------------	---------------------------------



【小規模分散】している熱の需給をネットワーク化し、  
多くの人が利用できるシステムを構築！



地域内の資源を見直し、  
地域の中で価値を循環！  
持続可能な地域社会の実現！

●蓄熱サイト  
Thermal storage site



●低品位排熱の回収  
Recovery of Low-grade waste heat  
(50~100°C)

●エネルギー管理  
Energy Management Company



需要と供給、在庫管理  
エネルギーの価格設定と請求



●放熱サイト  
Heat dissipation site

木材の乾燥 室内の除湿、乾燥

●貨客混載  
Consolidation of freight  
and passengers



●オフライン輸送  
Off-line transport



●集積サイト  
Accumulation site



日常の輸送に便乗する  
「ついで輸送」で  
CO2排出を増やさない

●放熱サイト  
Heat dissipation site



●農業用温室の暖房  
For heating of  
agricultural Greenhouse

●ラストワンマイル  
Last one mile  
(1~2km)

●オフライン輸送  
Off-line transport



●吸着式蓄熱材「ハスクレイ」  
Thermal storage material "HASClay"  
出典：産業技術総合  
研究所

●貨客混載  
Consolidation of freight  
and passengers



●蓄熱サイト  
Thermal storage site

●低品位排熱の回収  
Recovery of Low-grade waste heat  
(50~100°C)



ありがとうございました

大阪・関西万博  
TEAM EXPO2025パビリオン  
出展、ステージ発表いたします!!  
9月8日（月）



東日本機電開発株式会社