

地下水熱ヒートポンプを利用した しいたけ栽培システム

第2回 太陽と地球のエネルギープラットフォーム

2017.01.14

 **ENEX株式会社**

地下水熱ヒートポンプを利用した しいたけ栽培システム

会社案内

ENEX (株)実証試験場 システム概要

導入事例紹介

web 監視システムのご紹介

しいたけハウスにおける S A 搭載循環扇の活用について



会社案内



ENergy & EXchange

地下水熱は最も身近でクリーンな自然エネルギーと言われております。地下水熱を効率よく活用するヒートポンプ空調機は、ランニングコストやCO₂排出量を考えても、これからの時代にマッチした空調システムであり、自信をもってお勧めできる商品です。

ヒートポンプ
システム部門

241

地下水熱ヒートポンプ空調機納入実績
241台(平成26年9月まで)

雪国・秋田にとって冬の雪対策は生活に関わる問題です。ENE Xのご提案する消雪システムは地域の資源である地下水を利用し、雪かきの重労働から解放された快適な冬を目指します。

消雪
システム部門

35

消雪システム工事実績
年間25~35件

菌床しいたけの全国的産地である秋田。この雪国での周年栽培を可能にしているのが地下水熱を利用したヒートポンプシステムです。こちらは自社の実証試験場を兼ねております。

しいたけ
生産部門

菌床しいたけ出荷量
年間24t

24

設立以降の受賞歴

2010年6月
ENE X株式会社設立

2011年2月
環境省後援『ストップ温暖化大賞』
低炭素杯において審査員特別賞を受賞

2011年9月
秋田県『環境大賞(知事表彰)』において
地球温暖化防止部門の大賞受賞

2012年2月
『低炭素杯2012』において
節電対策貢献活動賞を受賞

2015年12月
環境省『平成27年度地球温暖化防止活動
環境大臣表彰(対策活動実践・普及部門)』
を受彰

2013年9月
秋田県美郷町 旧 六郷東根小学校の
空き校舎の利活用開始

2015年10月
仙台営業所設立

地下水熱ヒートポンプ[°]（地中熱対応可）について



地下水熱ヒートポンプ エアコンタイプ

地下水の熱を利用し、農業用ハウス内の空気を冷やしたり暖めたりできます。



地下水熱ヒートポンプ 冷温水タイプ

地下水の熱を利用し、農業用ハウス内に冷水や温水を供給できます。

業務協力体制について

東北電力株式会社

- 農業電化に関する情報共有

東芝キャリア株式会社

- 機器の提供
- 技術提携 (東芝キャリア(株)仙台支社)

東芝コンシューマーマーケティング株式会社

- 東芝キャリア社製品に関するメンテナンス

積水化学工業株式会社

- プロジェクト開発・提案・営業
- 地中熱システムのノウハウの提供

ENEX株式会社

- システム化・パッケージ化のソリューション
- 組込・自動制御・ICT化
- IOT・M2M 技術の提供

有限会社バスコン

- 研究
- 開発

協業契約による
熱ソリューション
プロジェクトチーム

積水アクアシステム株式会社

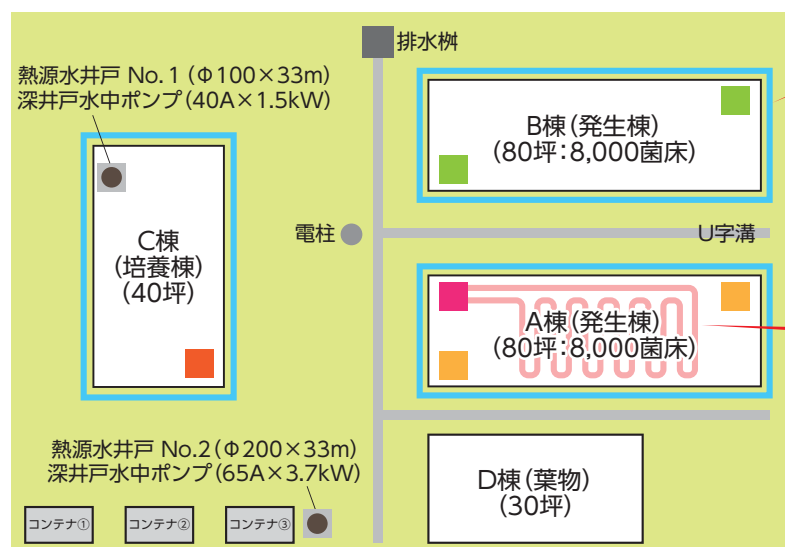
- エンジニアリング・メンテナンス
- 全国展開への拠点

ENEX(株)実証試験場 システム概要

ENEX (株) 実証試験場概要

- 施設規模…対象：A棟 坪数／80坪、棚数／46棚、8,000菌床（ハウス1棟）
- 栽培対象…菌床しいたけ（完熟菌床・無培養菌床の組み合わせ）
- 導入機器…地下水熱ヒートポンプ10HP（冷温水機タイプ）×1台
地下水熱ヒートポンプ5HP（冷暖房機タイプ）×2台
- 施設概要…菌床しいたけ栽培 実証試験場
- 取組内容…地下水熱を利用したヒートポンプにより、菌床しいたけや生り物（果樹など）、葉物を栽培した場合に及ぼす効果や影響についての実証試験に取り組んでいる。
- 目的…地域の生産者が燃料の高騰で冬期間の暖房費に困っているため、地域資源でもある地下水の熱をヒートポンプに活用して化石燃料から電気（高効率使用）へのエネルギー転換の見本となる実証試験をすること。

見取図



消雪パイプ(全ハウス外周に設置)

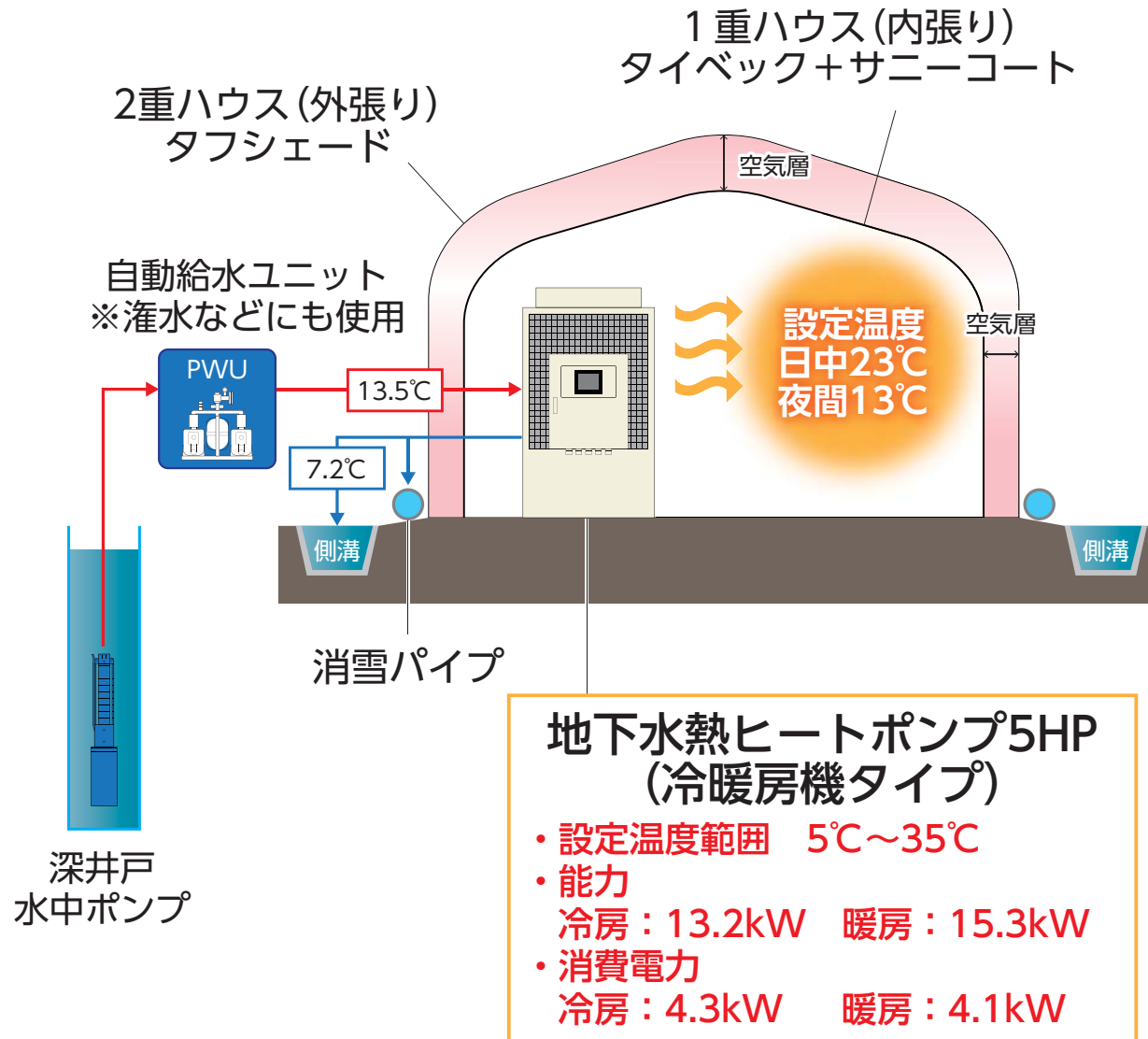
地下水熱ヒートポンプで
熱交換された排水を
再利用した消雪設備

床暖房放熱管

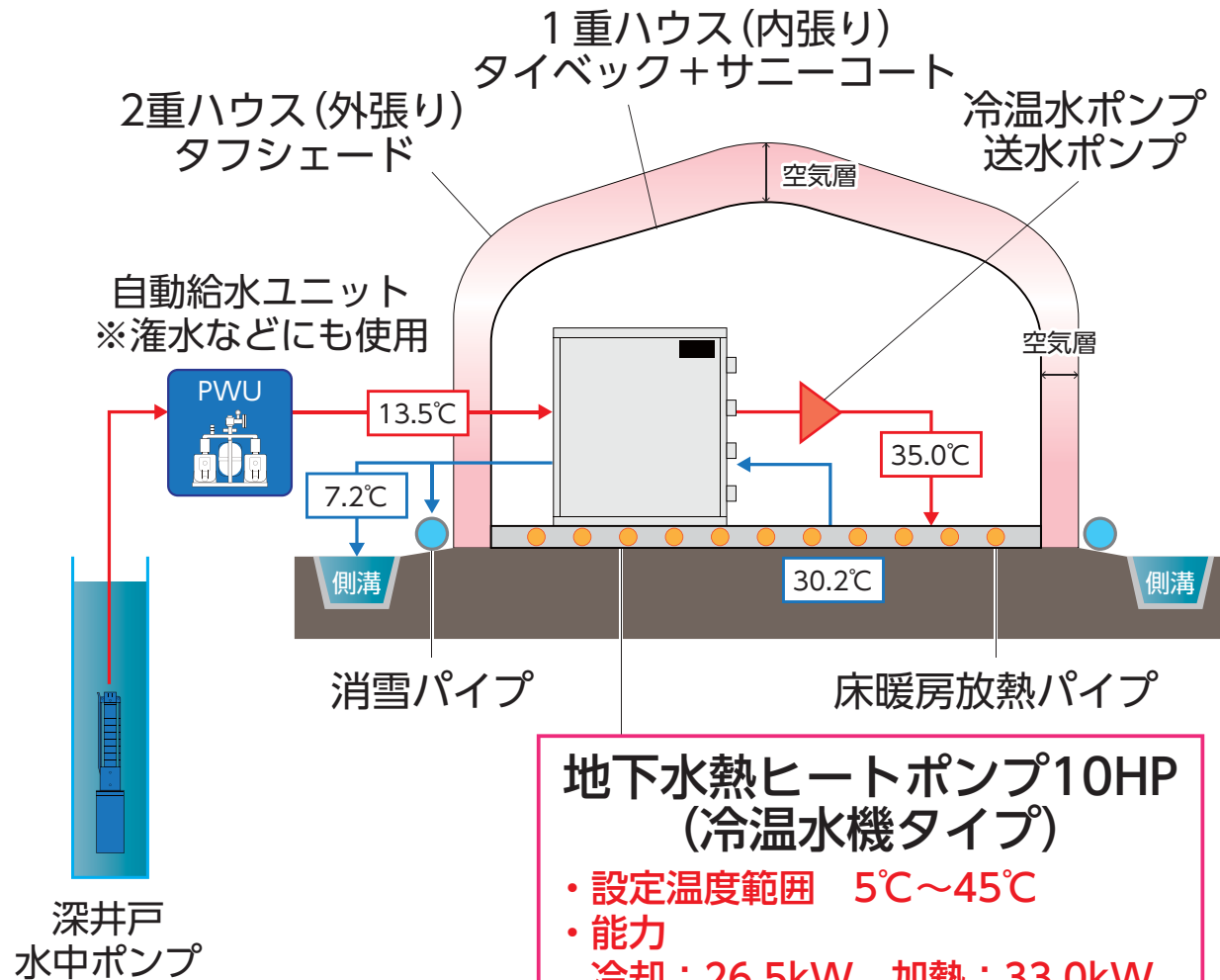
- = 地下水熱ヒートポンプ 10HP (冷暖房機タイプ)
- = 地下水熱ヒートポンプ 8 HP (冷暖房機タイプ)
- = 地下水熱ヒートポンプ 5 HP (冷暖房機タイプ)
- = 地下水熱ヒートポンプ 10HP (冷温水機タイプ)

ハウス構造&設備システムフロー

①地下水熱を利用したヒートポンプの温風でハウス内の空気を暖める



②地下水熱を利用したヒートポンプの温水で床暖房



地下水熱ヒートポンプ10HP (冷温水機タイプ)

- 設定温度範囲 5°C~45°C
- 能力
冷却：26.5kW 加熱：33.0kW
- 消費電力
6.5kW (冷却・加熱)

導入事例紹介

横手市大森町きのこセンター利用組合 (秋田県横手市大森町)

- 施設規模…A棟 45坪×4室
B棟 45坪×2室+25坪×2室
C棟 45坪×4室

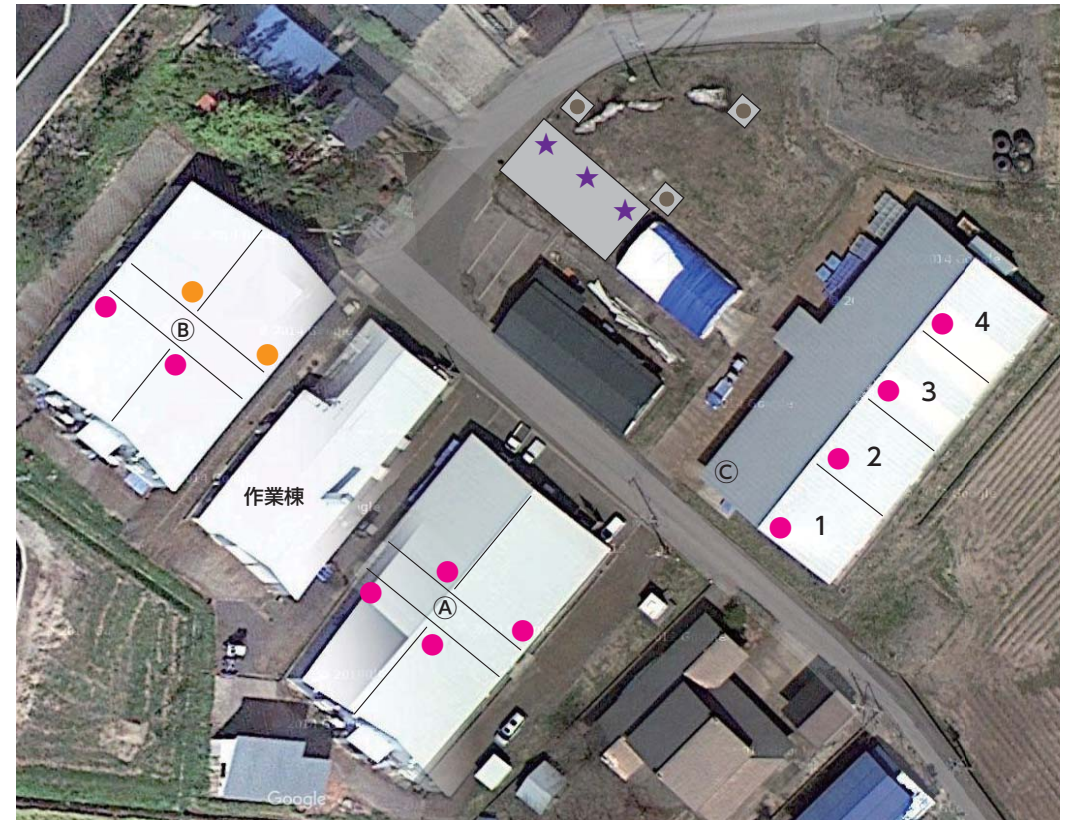
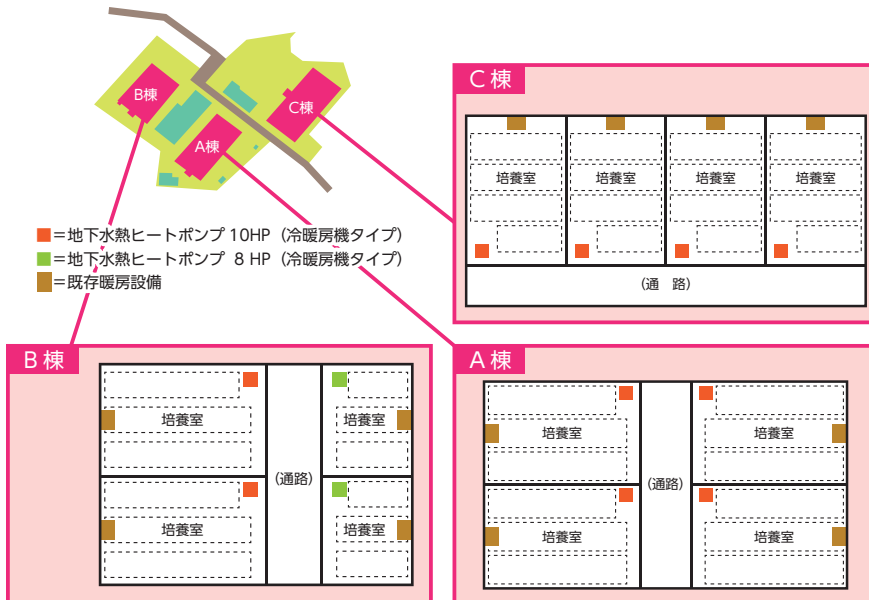
- 栽培対象…菌床しいたけ (培養のみ)

●導入機器

- A棟 地下水熱ヒートポンプ10HP (冷暖房機タイプ) × 4台
- B棟 地下水熱ヒートポンプ10HP (冷暖房機タイプ) × 2台
地下水熱ヒートポンプ8HP (冷暖房機タイプ) × 2台
- C棟 地下水熱ヒートポンプ10HP (冷暖房機タイプ) × 4台

●施設概要

[配置図]

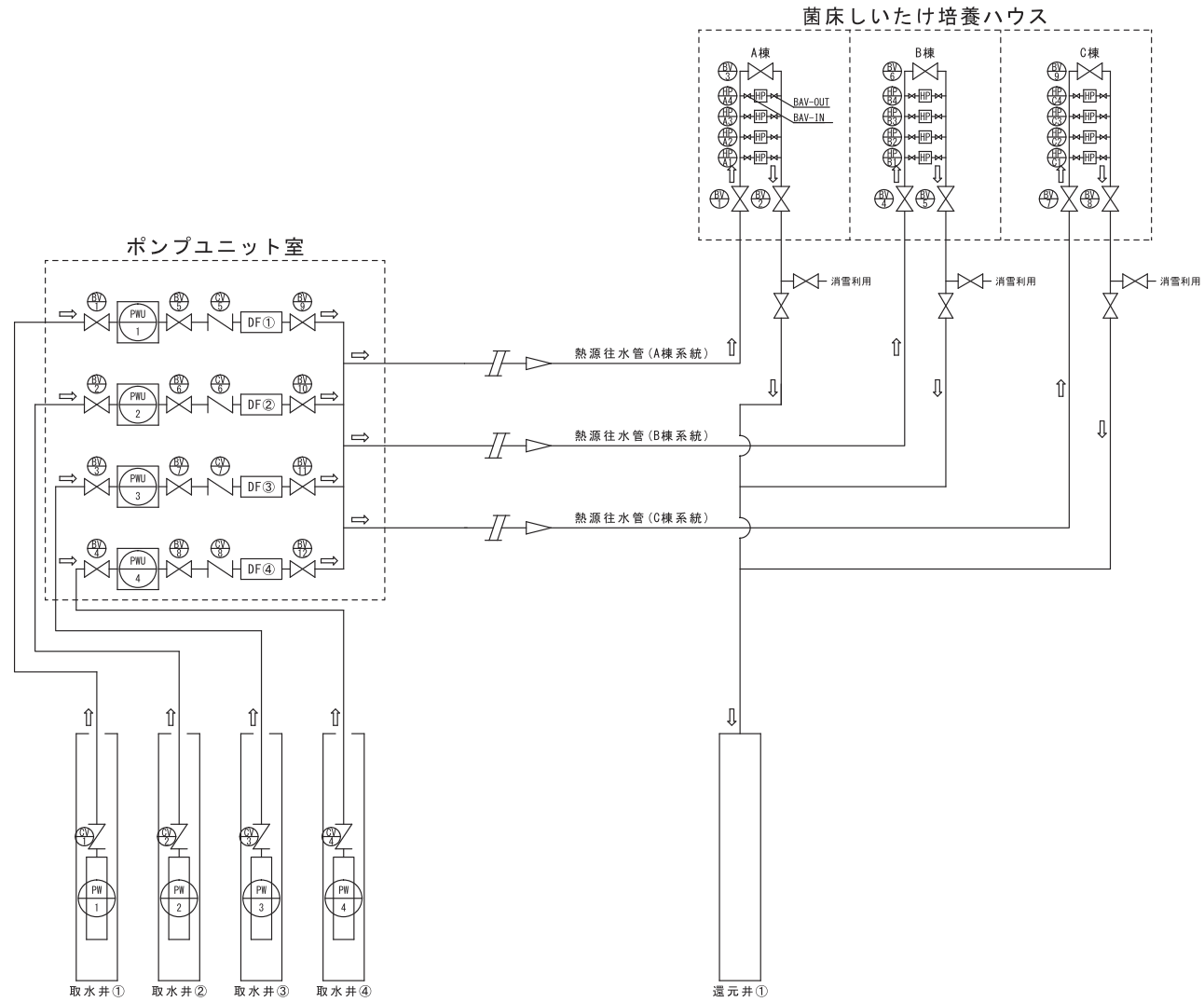


- A~C … ハウス (棟)
- ★ … ポンプユニット
- … 井戸 (水中ポンプ)

- … 地下水熱ヒートポンプ冷暖房機タイプ (8馬力)
- … 地下水熱ヒートポンプ冷暖房機タイプ (10馬力)


横手市大森町きのこセンター利用組合

大森菌床しいたけ培養センター
地下水熱ヒートポンプシステムフロー



横手市大森町きのこセンター利用組合

大森培養センターランニングコスト比較

項目	地下水熱ヒートポンプ導入前				地下水熱ヒートポンプ導入後				
	燃料使用量	燃料費	使用電力量	電気料金	燃料使用量	燃料費	使用電力量	井戸ポンプ電力使用量	電気料金
	(L)	(円)	(kWh)	(円)	(L)	(円)	(kWh)	(kWh)	(円)
6月	0	0	71,559	1,126,508	0	0	62,928	2,730	1,184,465
7月	0	0	82,962	1,319,233	0	0	68,158	4,096	1,315,929
8月	0	0	96,609	1,547,063	0	0	1,011,052	3,871	1,901,519
9月	230	20,810	89,148	1,455,173	0	0	66,352	4,668	1,325,762
10月	810	73,287	66,955	1,240,842	0	0	30,783	2,850	695,174
11月	4,140	382,459	48,581	902,302	0	0	29,649	2,798	667,560
12月	8,105	733,319	43,103	817,297	900	76,758	36,849	4,367	786,825
1月	9,180	830,572	40,894	755,520	160	12,593	41,090	6,956	826,965
2月	5,440	492,190	45,863	850,242	500	32,221	38,743	6,034	817,476
3月	6,581	607,960	51,077	944,811	200	13,888	29,266	6,234	680,063
4月	1,560	144,443	70,669	1,254,288	0	0	35,643	6,069	781,083
5月	0	0	57,941	1,057,368	0	0	29,999	4,921	679,886
合計	36,046	3,285,040	765,361	13,270,647	1,760	135,460	1,480,512	55,594	11,662,707
ランニングコスト合計	16,555,687				11,798,167				
差額	<div style="text-align: center;">  <p>ランニングコスト 4,757,520円 の削減</p> </div>								

以下の条件下での試算です。

※それぞれ 地下水熱ヒートポンプ導入前…平成25年6月～平成26年5月、地下水熱ヒートポンプ導入後…平成26年6月～平成27年5月を指す。

web監視システムのご紹介

Web 監視システムについての概要

現 地



タッチパネル画面

制御盤・タッチパネル画面

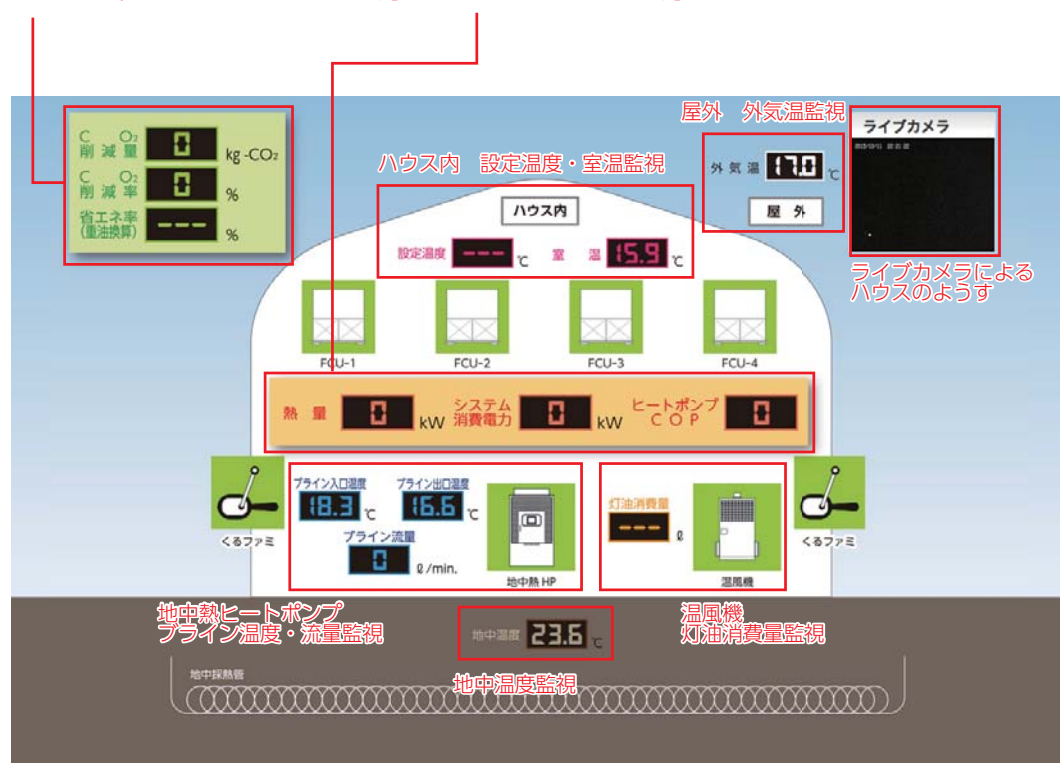
IOT
M2M
技術



任意のデバイス

システム利用による
CO₂削減量・削減率・
省エネ率のリアルタイム表示

システム利用による
熱量・消費電力・ヒートポンプ COP の
リアルタイム表示



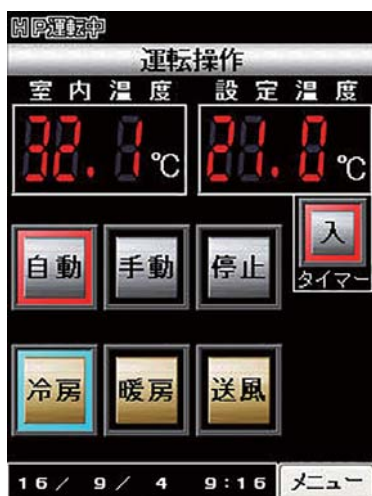
遠隔監視画面

現地制御盤のタッチパネル画面

メニュー画面



運転操作画面



電力量・運転時間画面



流量・水温表示画面



任意のデバイスから見た Web 監視画面



しいたけハウスにおける S A搭載循環扇の活用について

サブサンプリングアーキテクチャ (以下 SA)

例：ルンバ



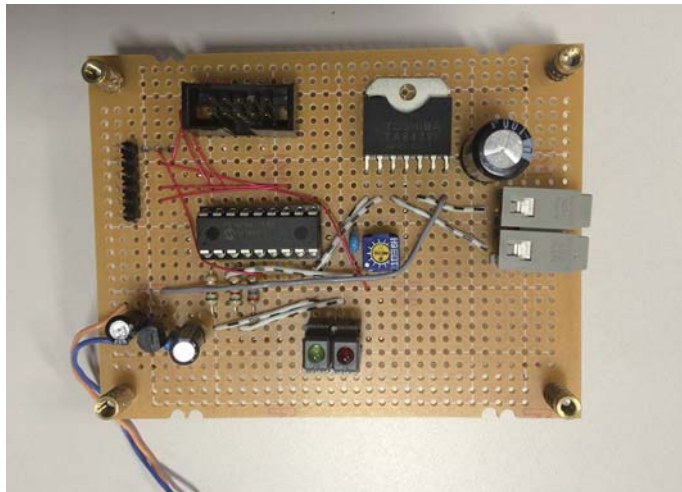
- SA は、複雑な知的振る舞いを多数の「単純」な振る舞いモジュールに分割し、振る舞いのモジュールの階層構造を構築する。

レイヤー 1

レイヤー 2

レイヤー 3

「何かにぶつかったら角度を変える」
等の条件を階層構造にしたもの



- 本事業ではマイコン技術を習得し、SAを組み込む。基盤作成からソフト開発まで一貫して行う。

現在のハウスの問題

循環扇

- ほぼ回りっ放し
- エネルギーのムダ



換気扇

- 人の手がかかる



ハウス内部

- 温度ムラができ生育状況にバラつきができる
- 上下の菌床を入れ替える手間がある



水フィルタ

- 洗浄の手間
(水質条件により変わる)



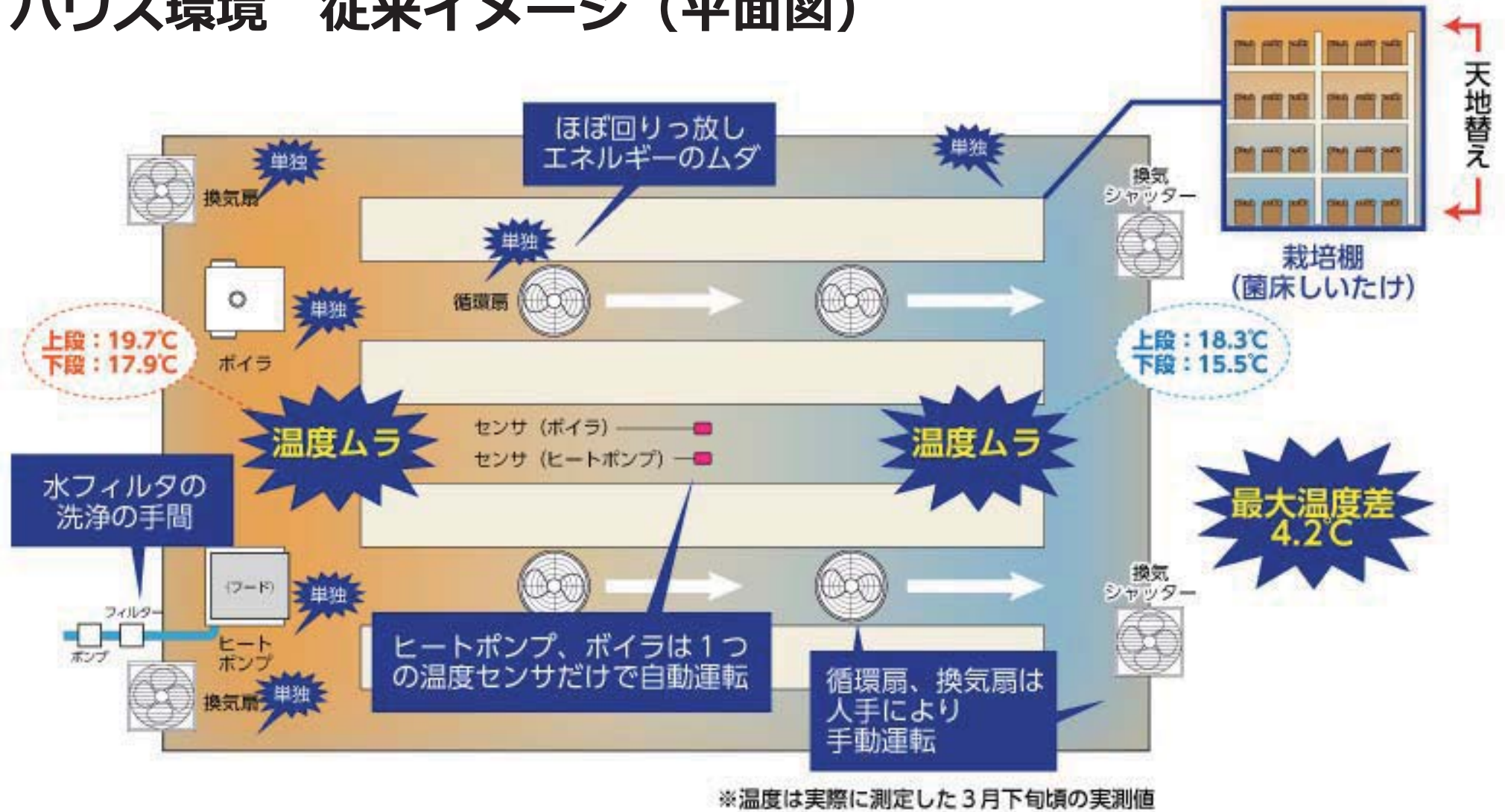
ハウス内の温度ムラによる作物への影響



菌床棚上下の生育状態

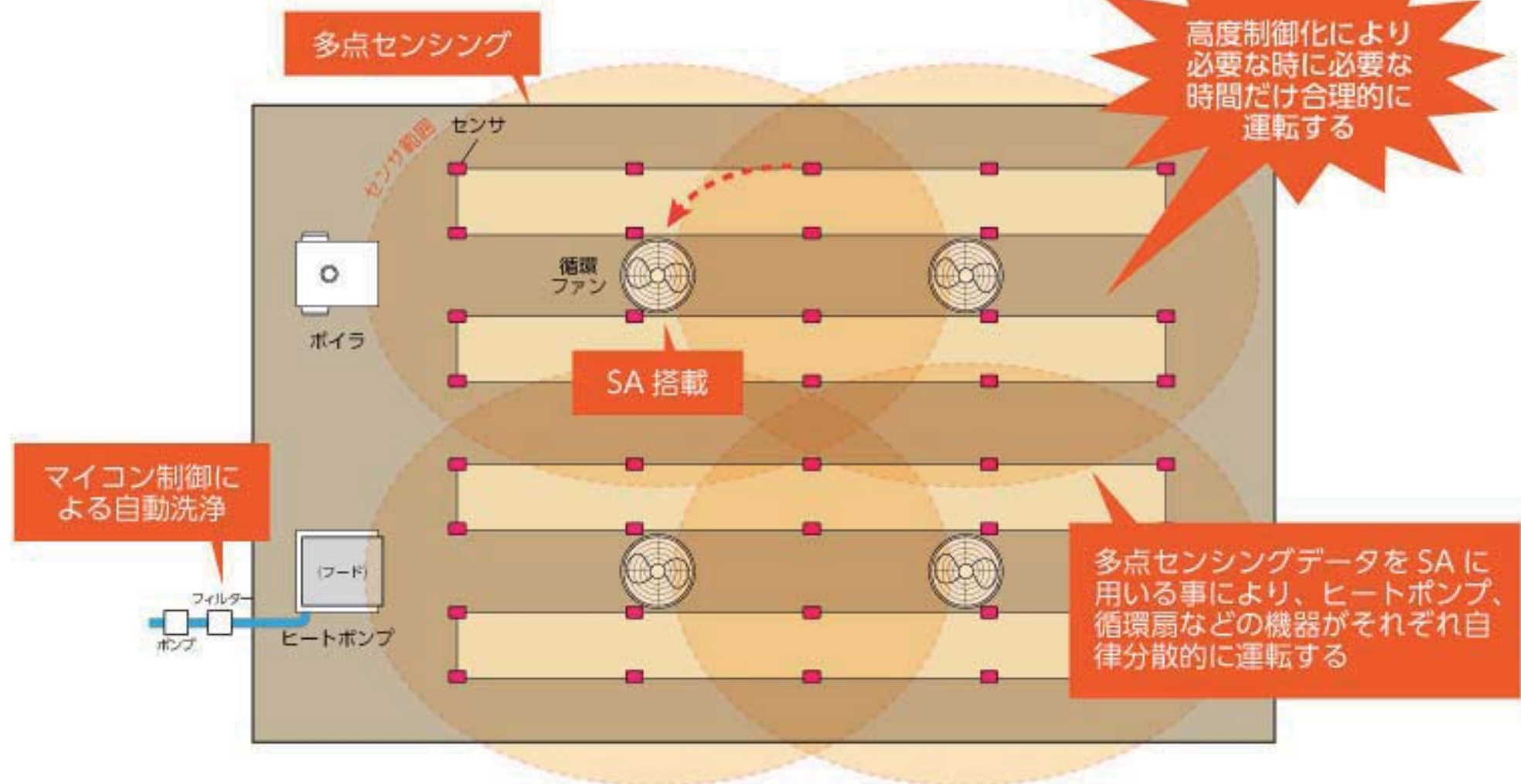


ハウス環境 従来イメージ (平面図)



温度ムラ・生育のムラ → ハウス環境のばらつき

ハウス内 SA 仕様イメージ (平面図)



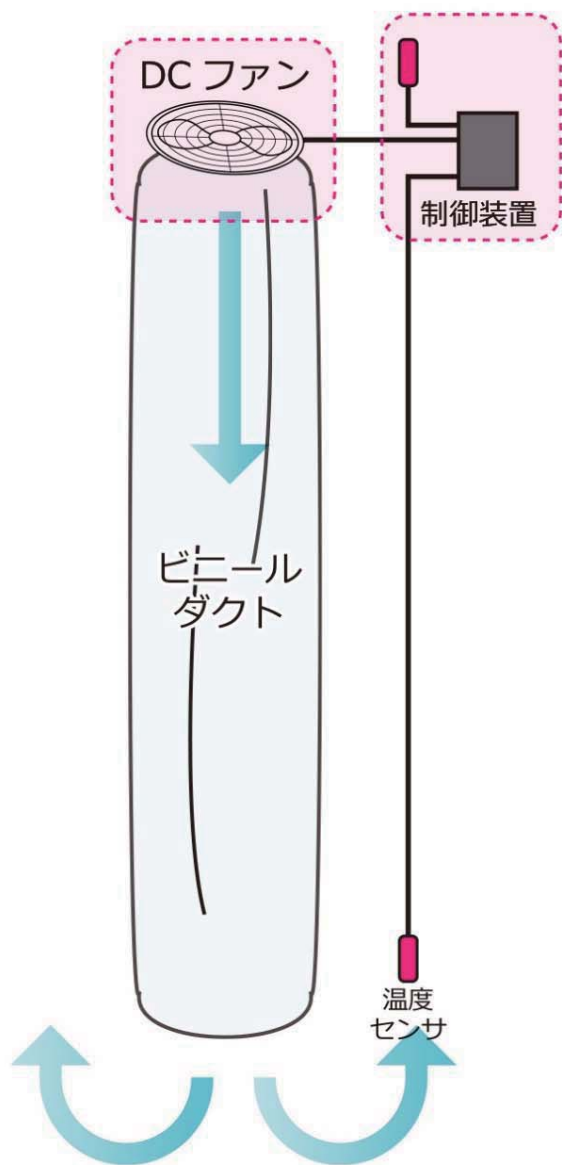
温度ムラの解消 → 生育ムラの解消・生育の安定
省エネルギー化・省力化

SA (サブサンクションアーキテクチャ) 搭載ファン及び制御装置、プログラム

制御装置



DC ファン



温度ムラを解消するための方法として、SAの特性、センサ数、装置のコスト、汎用性、利便性を考慮し、図のような上下の空気を入れ替えるSA搭載ファンを作成しました。

● SA による制御のプログラム例

処理 1 : 温度差 T を測定

- レイヤー-0 ファン停止中かつ温度差 $T \geq 1.8^\circ\text{C}$ の場合、ファン電源を ON かつ時間 $A=1.0\text{min}$ → 処理 2 へ
- レイヤー-1 温度差 $T < 1.2^\circ\text{C}$ の場合、ファン電源を OFF かつ時間 $A=2.0\text{min}$ → 処理 2 へ
- レイヤー-2 温度差 $T < 1.8^\circ\text{C}$ の場合、ファン電源を OFF かつ時間 $A=1.0\text{min}$ → 処理 2 へ
- レイヤー-3 温度差 $T \geq 3.0^\circ\text{C}$ の場合、時間 $A=2.0\text{min}$ → 処理 2 へ
- レイヤー-4 温度差 $T \geq 1.8^\circ\text{C}$ の場合、時間 $A=1.0\text{min}$ → 処理 2 へ

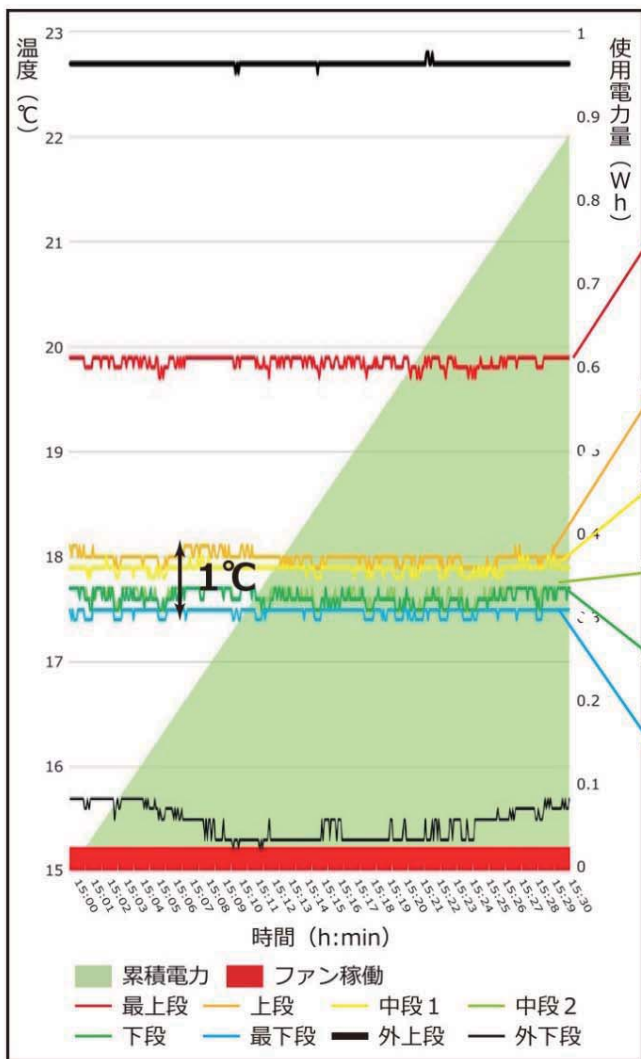
処理 2 : 時間 A の間待つ

→ 処理 1 へ

※目標温度差を 2°C 以下にしたい。1 割の誤差を考え 1.8°C で動作。

室内で行った予備実験

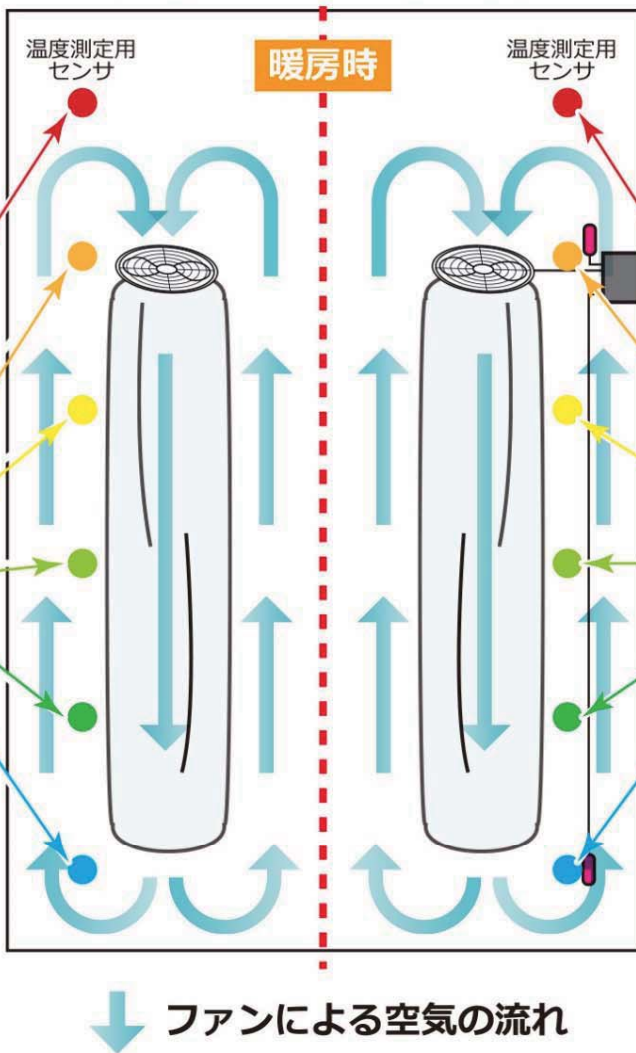
常時運転ファンによる 温度変化と電力量



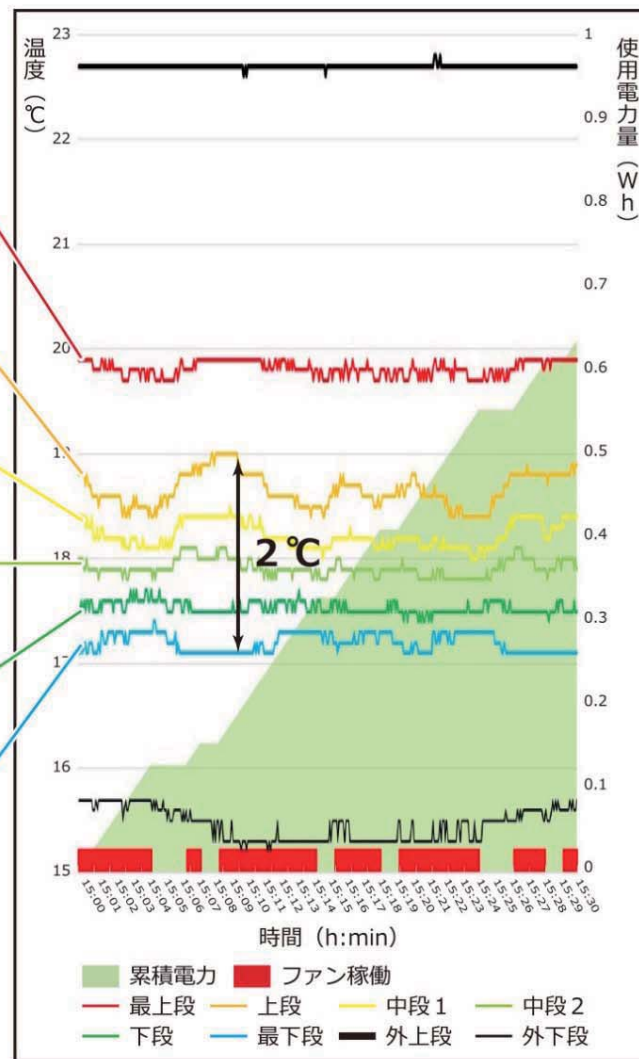
実験室を分割

常時運転

SA 制御運転

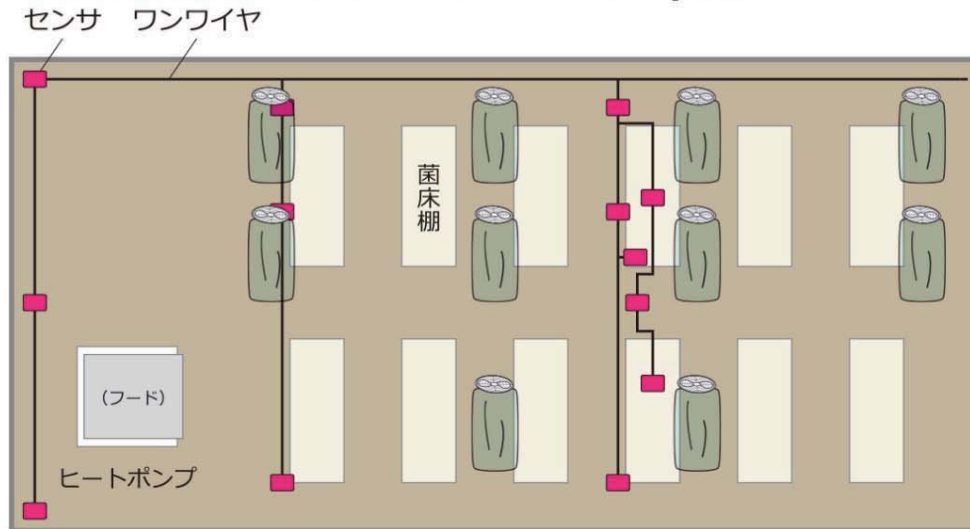


SA 搭載ファンによる 温度変化と電力量



実際のハウスにSA搭載ファンを設置

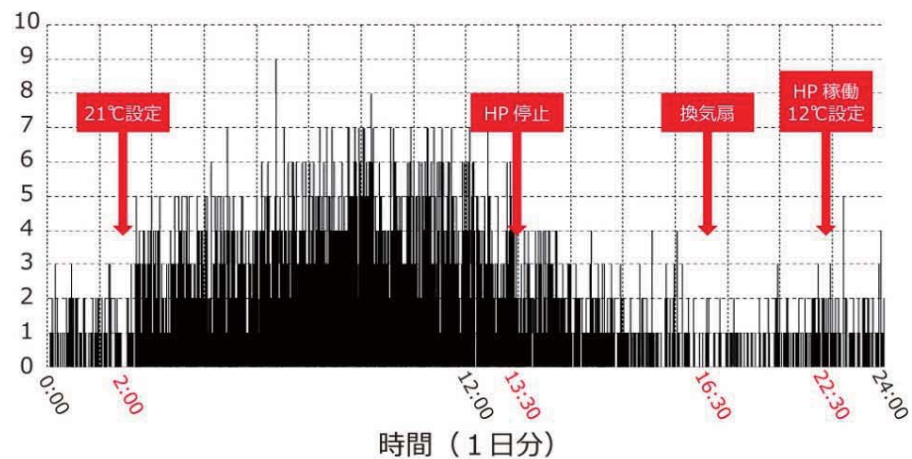
ハウス内平面図 (ハウス全体の 1/3)



ビニールハウス内



ファン動作個数



ENEX

CORPORATION

【仙台営業所】 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町2丁目1番29号
仙台本町ホンマビルディング8階

【本 社】 〒019-1403 秋田県仙北郡美郷町六郷東根字上中村27
【旧 六郷東根小学校を会社として利活用しています】