新しい農業のあり方を考える
空調・熱エネルギーとIT農業の融合

～千葉大学におけるトマト栽培、環境制御と今後の課題～

平成26年1月18日

岩谷産業株式会社

Iwatani

岩谷産業について

１．　岩谷産業のご紹介

２．千葉大学におけるトマト栽培と環境制御実証実験

３．温室の見える化

４．儲かる農業への転換のために

５．勝てる農業を確立するために

Iwatani

1. 岩谷産業について

総合エネルギー	産業ガス・機械	マテリアル	自然産業
エネルギー	事業展開	セラミックス	食品
生活	商品一覧 ・産業ガス ・ガス設備 ・溶材 ・機械	金属	農業
調理器具	国内ガス供給拠点	化学品	畜産
	海外拠点	電子材料	

中央研究所（兵庫県尼崎市）

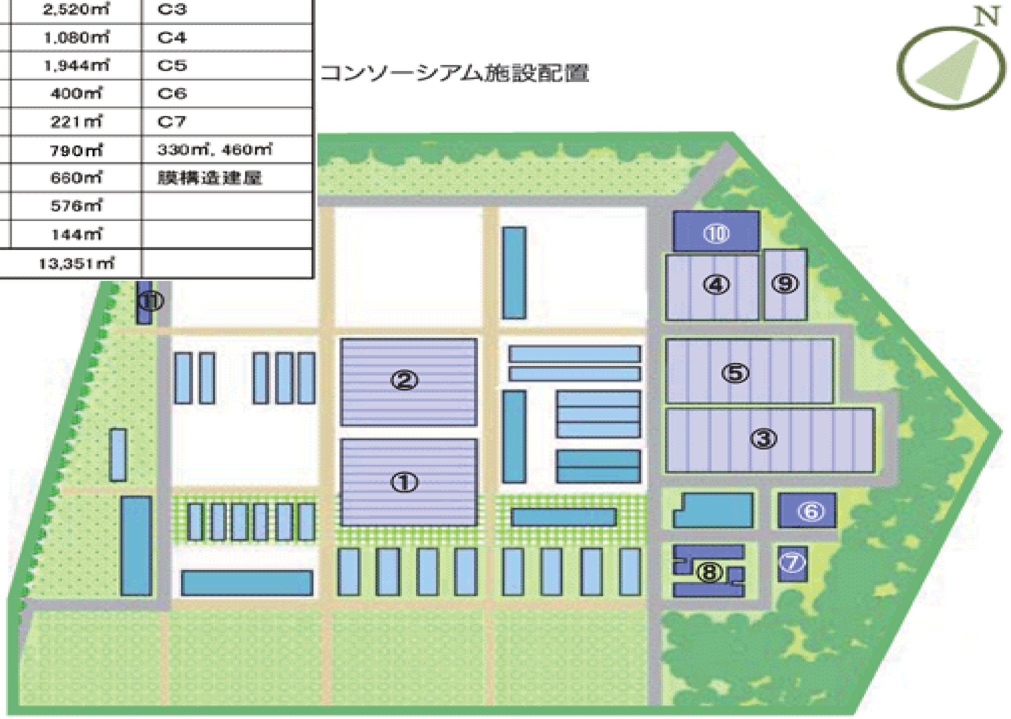
お客さまとの共同研究・開発に応える、多機能・多目的な実験環境を提供

Iwatani

農林水産省 植物工場
実証・展示・研修事業 千葉大学拠点

番号	施設	面積(概数)	備考
①	太陽光利用型植物工場	2,376㎡	C1
②	太陽光利用型植物工場	2,430㎡	C2
③	太陽光利用型植物工場	2,520㎡	C3
④	太陽光利用型植物工場	1,080㎡	C4
⑤	太陽光利用型植物工場	1,944㎡	C5
⑥	人工光型植物工場	400㎡	C6
⑦	人工光型植物工場	221㎡	C7
⑧	研修施設	790㎡	330㎡, 460㎡
⑨	選果・出荷施設	660㎡	膜構造建屋
⑩	育苗施設	576㎡	
⑪	廃棄物処理施設	144㎡	
合計		13,351㎡	

コンソーシアム施設配置



出所：NPO植物工場研究会ホームページ

２．千葉大学におけるトマト栽培と環境制御実証実験

コンソーシアムの概要説明

コンソーシアム・サブコンソーシアム名称

トマト長期多段栽培コンソーシアム　・スプレイシステムハウス

実証試験目標

長期多段の密植栽培による高品質トマトの多収生産の実証

施設の規模

施設寸法　：　間口　9m×6連棟（54m）

施設面積　：　24a

コンソーシアムメンバー

- コンソーシアムオーガナイザ　：　千葉大学　丸尾准教授
- コンソーシアムリーダー　：　イワタニアグリグリーン株式会社

　サブリーダー　：　岩谷産業株式会社

カネコ種苗株式会社

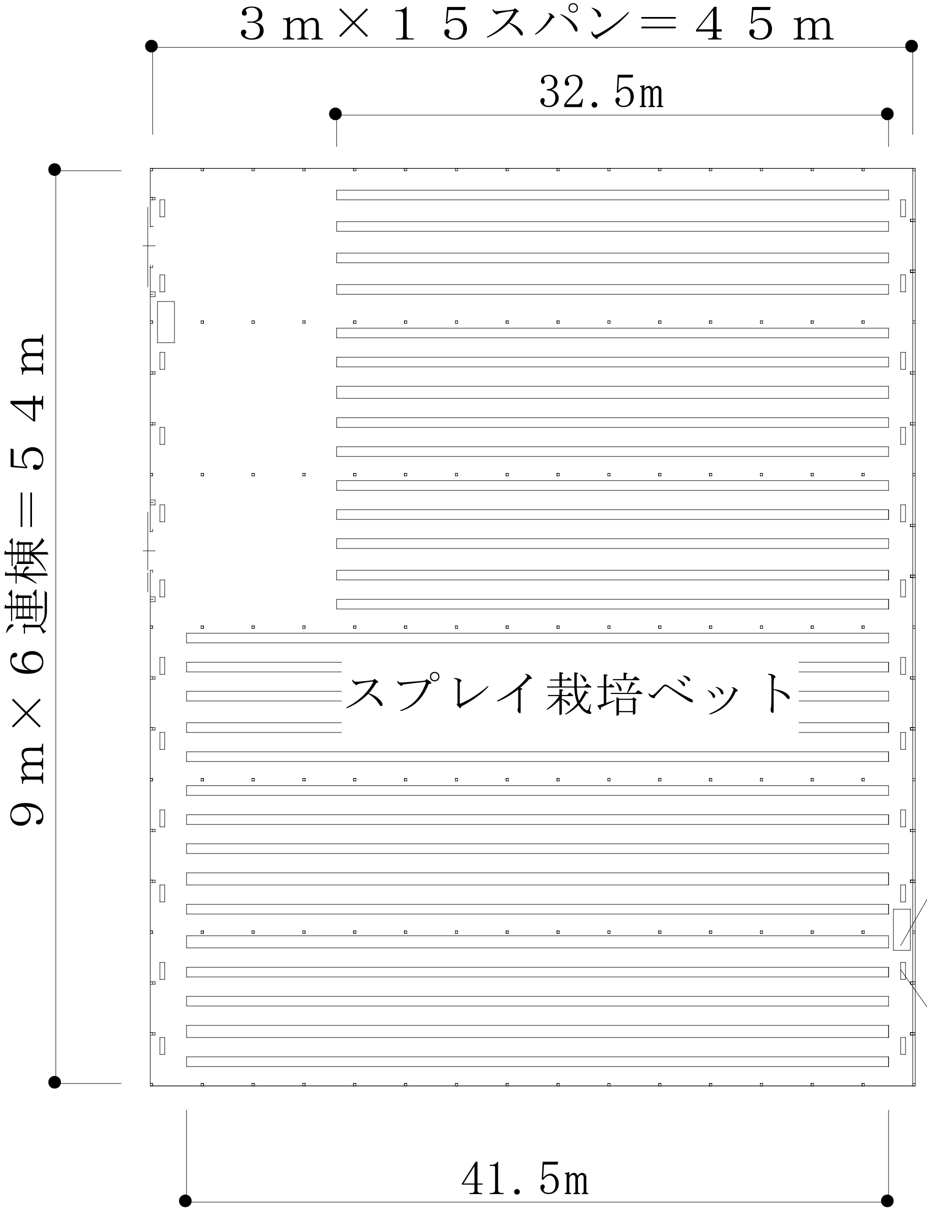
スプレーポニックによるトマト栽培施設設計

三菱電機株式会社
三菱電機プラントエンジニアリング株式会社

電気式ヒートポンによる空調システム設計

温室ハウス仕様のご説明

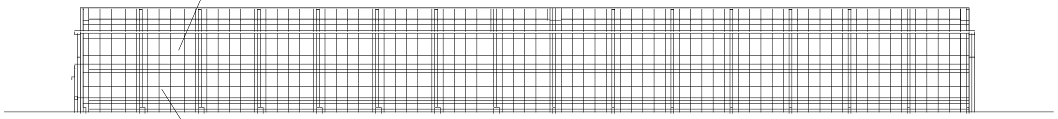
Iwatani Agri Green

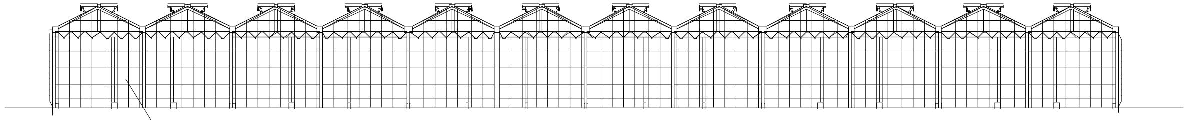


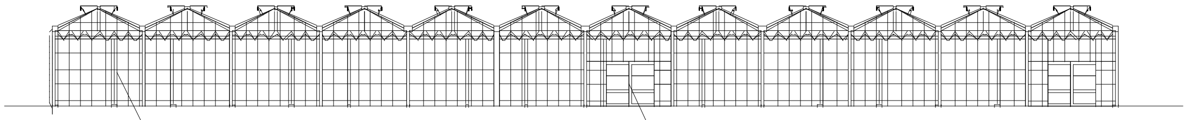
間口　９ｍ　６連棟　５４ｍ

奥行　３ｍ　１５スパン　４５ｍ

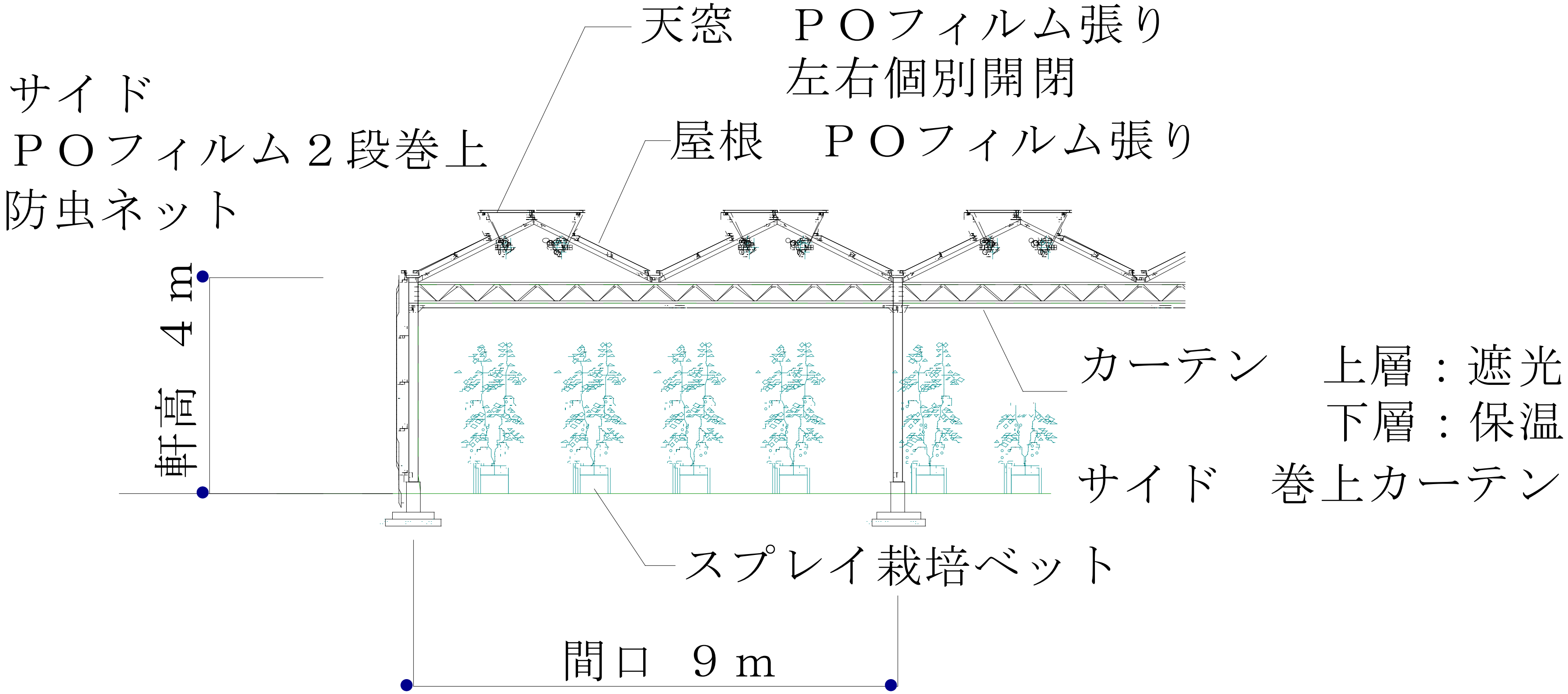
床面積　２，４３０㎡


屋根　ＰＯフィルム張り
サイド　ＰＯフィルム２段自動巻上


妻　ＰＯフィルム２段自動巻上

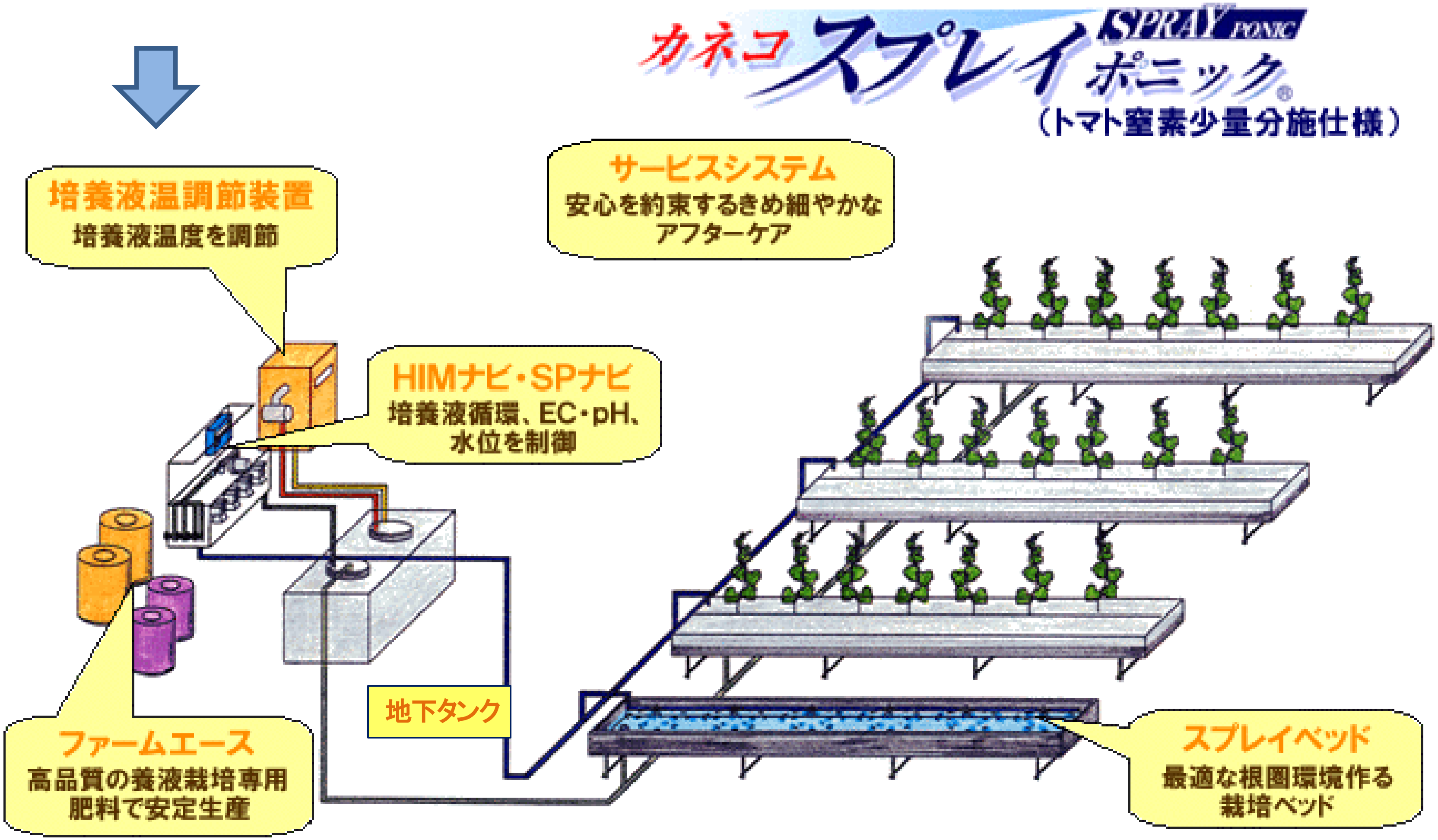

出入口　巾２．４ｍ　高さ２．３ｍ
妻　ＰＯフィルム２段自動巻上

Iwatani Agri Green



トマト栽培システムのご説明

無培地循環噴霧式・量的施肥制御法・長段密植栽培プラント



ソフト トマトの高品質・多収生産「量的施肥制御法」とは？

窒素少量分施法

量的施肥制御法　従来の管理

窒素等の施用量を制限し、葉面積をコントロールする**新しい栽培方法**

独）農業研究機構野菜茶業研究所・カネコ種苗㈱共同研究

↓

コンパクトな葉で光合成効率の良い個体群
10a当たり3000～4000株の密植栽培

↓

30～40t /10a の収量
果実に日が良く当たり、高品質果が収穫可能

- ソフト　量的施肥制御法
- ソフト　長段密植栽培
- ハード　無培地循環噴霧式

ベッド内の根の状態

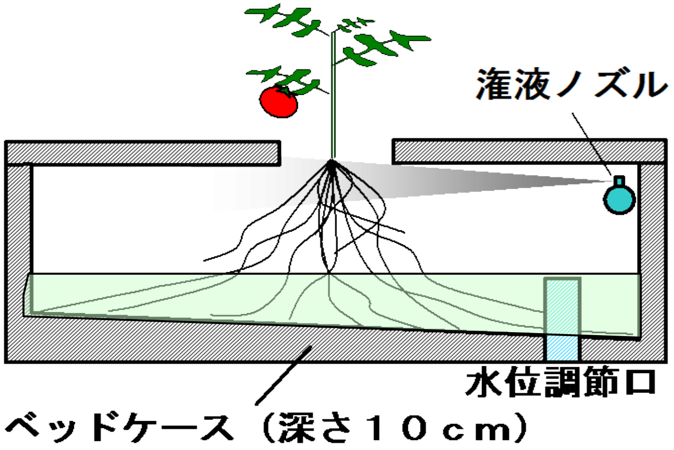
カネコスプレイポニック

窒素少量分施法によるトマトの葉面積制御

過繁茂状態の個体群

好適な葉面積に制御された個体群

ベッド構造



システムの特徴

・すべての株に均一に養液を供給することができる。

・湛液型噴霧水耕方式で培地廃棄の心配がない。

・養液は循環式のため、栽培中の養液廃棄がほとんどない。

・根に充分な酸素を供給し続けるため、根の健全性を保つことができる。

・水中根だけでなく湿気中根も発達し、酸素の吸収が盛んになる。

地下タンク

栽培ベッド

制御機器

SPナビ

HIMナビ

栽培状況

空調システムのご説明

1. 提案設備の概要

- 冬季の［暖房］ 夏季の［夜冷］、の他［除湿］、［送風］運転が可能な高効率電気式ヒートポンプをメイン熱源機とする。
  （通年エネルギー消費効率:APF ４.４）

- 高効率な超小型空調機を併用設置して、省マネー、省エネルギー、ＣＯ2削減効果を更に高める。

- 熱源機を多数台分散配置して、リスク分散と施設内の温度分布の均一性を図る。

2. 機器表

系統	区分	設置場所	形式	型名	台数	能力 [kw]		消費電力 [kw]		呼称
						暖房	冷房	暖房	冷房	
PAC-1～4	室外機	地上	栽培ハウス向専用H/P	PUZN-ERP160KA	4	16	14	3.65	3.99	6HP
	室内機	ハウス内	床置き型	PSZN-RP160GA3	4			0.35	0.35	
RAC-1～24	室外機	地上	小型H/P [ルームエアコン]	MUZ-SV289	24	2.8	2.8	0.52	0.635	1HP
	室内機	ハウス内	壁掛型	MSZ-SV289	24					
		合計			28	131.2	123.2	28.48	32.60	

3. 機器仕様表

送風機関係

系統	セット型名	APF	室内機風量	機外静圧	到達距離 0.25m/s	風向調節		送風機		呼称
						上下	左右	定格	FAN	
PAC-1 ～4	PSZN-ERP160GB	4.4	35 m3/分	0 Pa	16.9 m	手動	切替&スイング	0.12 kw	シロッコ ×1	6HP
RAC-1 ～24	MSZ-SV289	5.0	10 m3/分	0 Pa	8 m	手動/自動	切替&スイング	0.04 kw	ラインフロー ×1	1HP

引用：三菱電機2009年夏号カタログ

Ⅳ. システムイメージ

農事用H/P：6Hp
床置型室内機
冷媒配管
農事用H/Pコントローラ
室外機
小型空調機
壁掛型室内機
M-NET用 I/F
冷媒配管
個別ワイヤレス
リモコン
システム
コントローラ
室外機

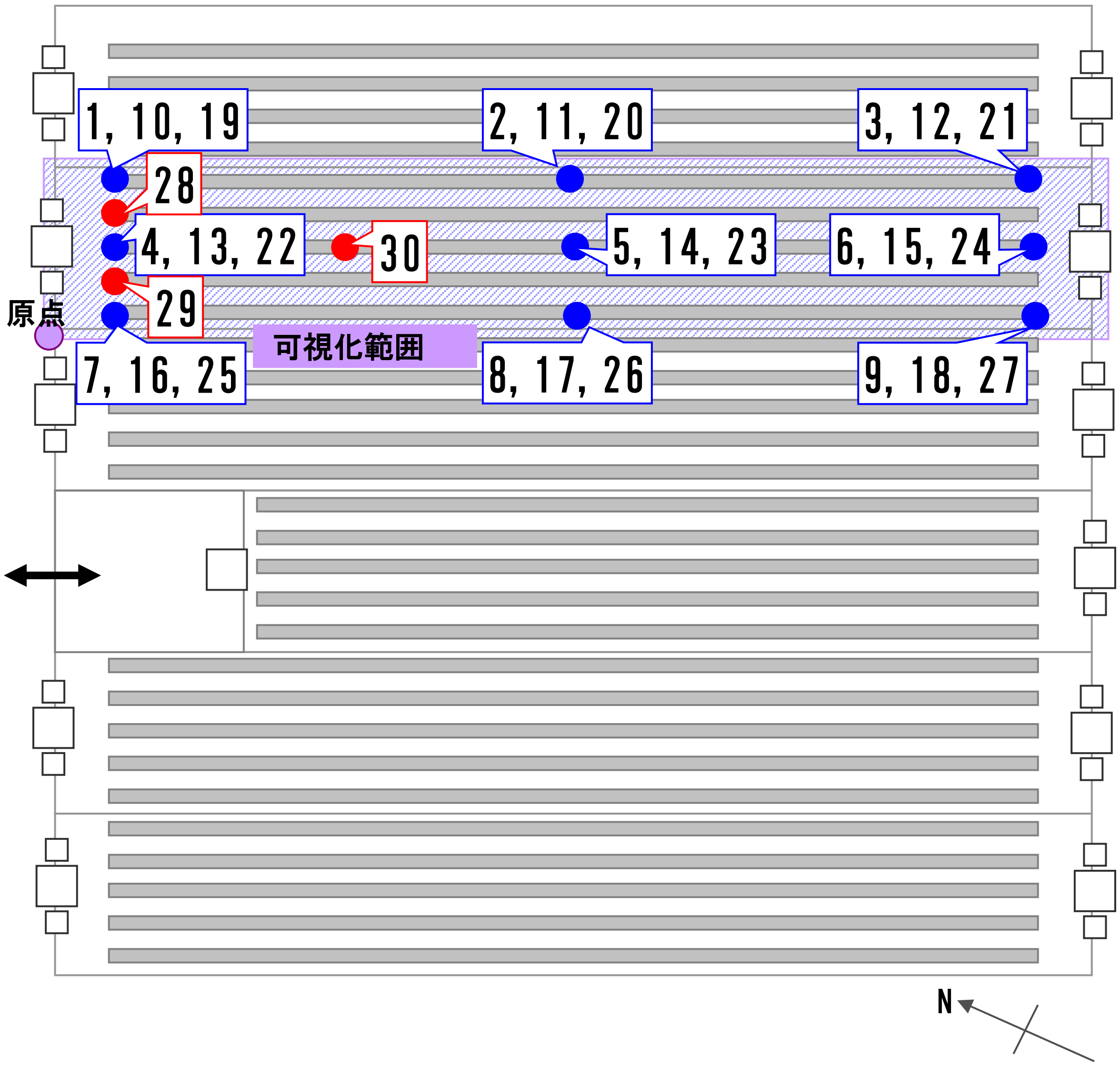
3. 温室の見える化

- 目的
  - ハウス内の温度分布を可視化することで、ハウス内温度制御の効果・
  - 問題点の把握に役立てる
- 方法
  - センサー計測データから室内全体の温度分布を推定・可視化する
  - 温度分布と制御ログデータからHPや循環扇の効果を確認する
- 計測データ
  - 室内気温（30点）
    - 場所：柏の葉キャンパス 2号棟温室（イワタニ様温室）
    - 温湿度センサー：チノー製 無線温度・湿度ロガーMD6000
    - 期間：冷房期　2013年6月8～14日、17～25日
- 制御ログデータ
  - 室内のHPや窓、カーテンのON-OFFログ
    - ログ項目：AC(家庭用)、HP(業務用)、循環扇、遮光カーテン、保温カーテン、天窓、側窓
    - 場所、期間：計測データと同じ

結果

- AC/HP導入によって温室温度を適温に近づけられる一方で、温度ムラが生じてしまう
- 循環扇を用いることで、用いない場合と比べて冷気を中心付近まで運べている様子が見られた
- ACとHPを併用することで、単体での利用に比べ素早く温度調整ができる可能性がある

センサ設置箇所と可視化範囲：6/8～14、6/17～25(冷房)



センサ番号	x [m]	y [m]
1, 10, 19	3. 0	9. 0
2, 11, 20	22. 5	9. 0
3, 12, 21	40. 5	9. 0
4, 13, 22	3. 0	4. 5
5, 14, 23	22. 5	4. 5
6, 15, 24	40. 5	4. 5
7, 16, 25	3. 0	0. 0
8, 17, 26	22. 5	0. 0
9, 18, 27	40. 5	0. 0
28	3. 0	6. 75
29	3. 0	2. 25
30	13. 5	4. 5

センサ番号1～27のデータから可視化

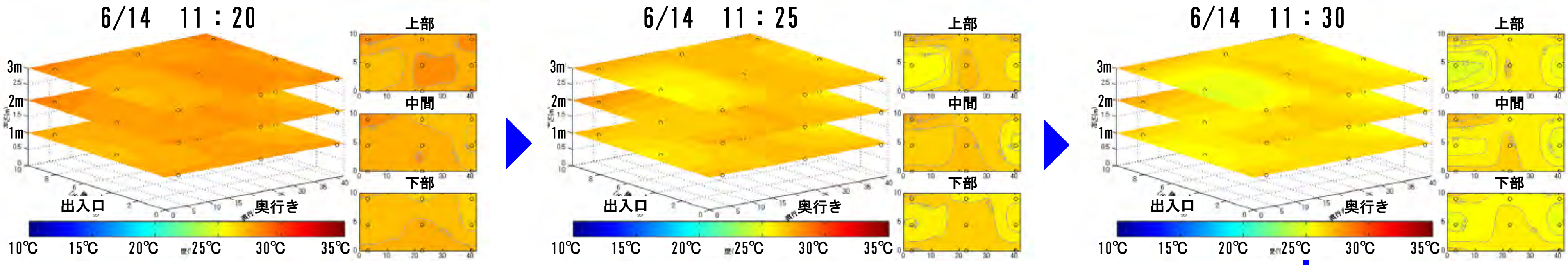
冷房期の制御条件

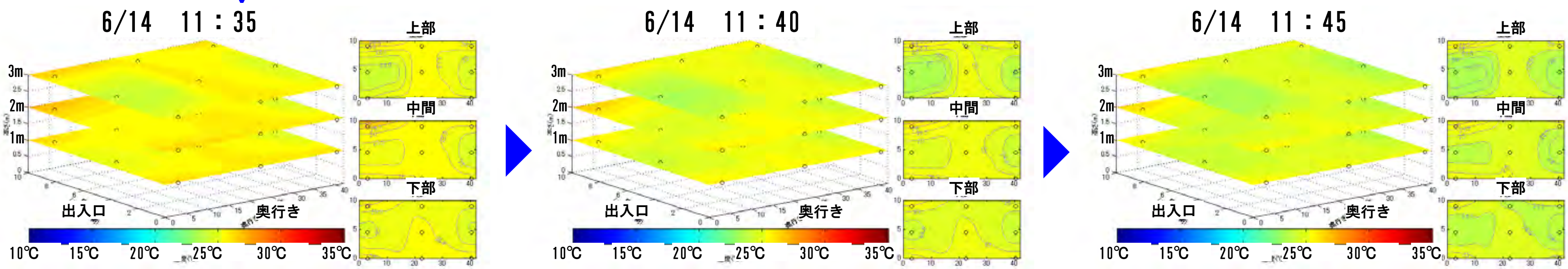
	AC（家庭用）	HP（業務用）	循環扇	遮光カーテン	保温カーテン	天窓	側窓	日時
	ON	ON	ON	閉	閉	閉	閉	6/10 19:00 – 6/12 4:00、6/25 20:00 – 23:00
条件1	ON	ON	ON	開	開	閉	閉	6/12 5:00 – 12:00、6/14 6:00 – 12:00
条件2	ON	ON	OFF	開	開	閉	閉	6/13 9:00 – 12:00、6/19 5:00 – 12:00
	ON	ON	OFF	閉	閉	閉	閉	6/13 19:00 – 6/14 5:00 、6/18 20:00 – 6/19 4:00
	OFF	ON	ON	開	開	閉	閉	6/13 6:00 – 8:00
	OFF	ON	ON	閉	閉	閉	閉	6/12 19:00 – 6/13 5:00 、6/19 20:00 – 6/20 5:00
	OFF	OFF	ON	開	開	開	開	6/8 0:00–10:00 、6/8 15:00 – 6/9 10:00 6/9 15:00 – 6/10 18:00、6/12 13:00 – 18:00 6/14 15:00 – 6/15 7:00、6/15 8:00 – 15:00 6/15 16:00 – 6/17 9:00、6/17 16:00 – 6/18 9:00 6/18 16:00 – 19:00、6/19 13:00 – 19:00 6/20 6:00 – 6/21 5:00
条件3	OFF	OFF	ON	開	開	閉	閉	6/13 13:00 – 18:00
	OFF	OFF	ON	閉	開	閉	開	6/8 11:00–14:00、6/9 11:00–14:00 6/14 13:00 – 14:00、6/17 10:00 – 15:00 6/18 10:00 – 15:00

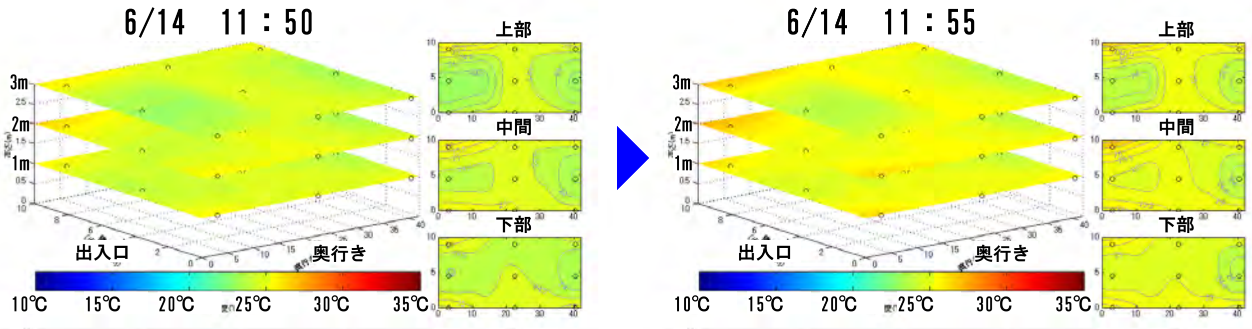
- 条件1と条件3を比較→HPの効果
- 条件1と条件2を比較→循環扇の効果

条件1(AC、HP、循環扇がON)　可視化結

6/14　11:20～11:55（雨天）
外気温26.9℃、日射：258w/㎡



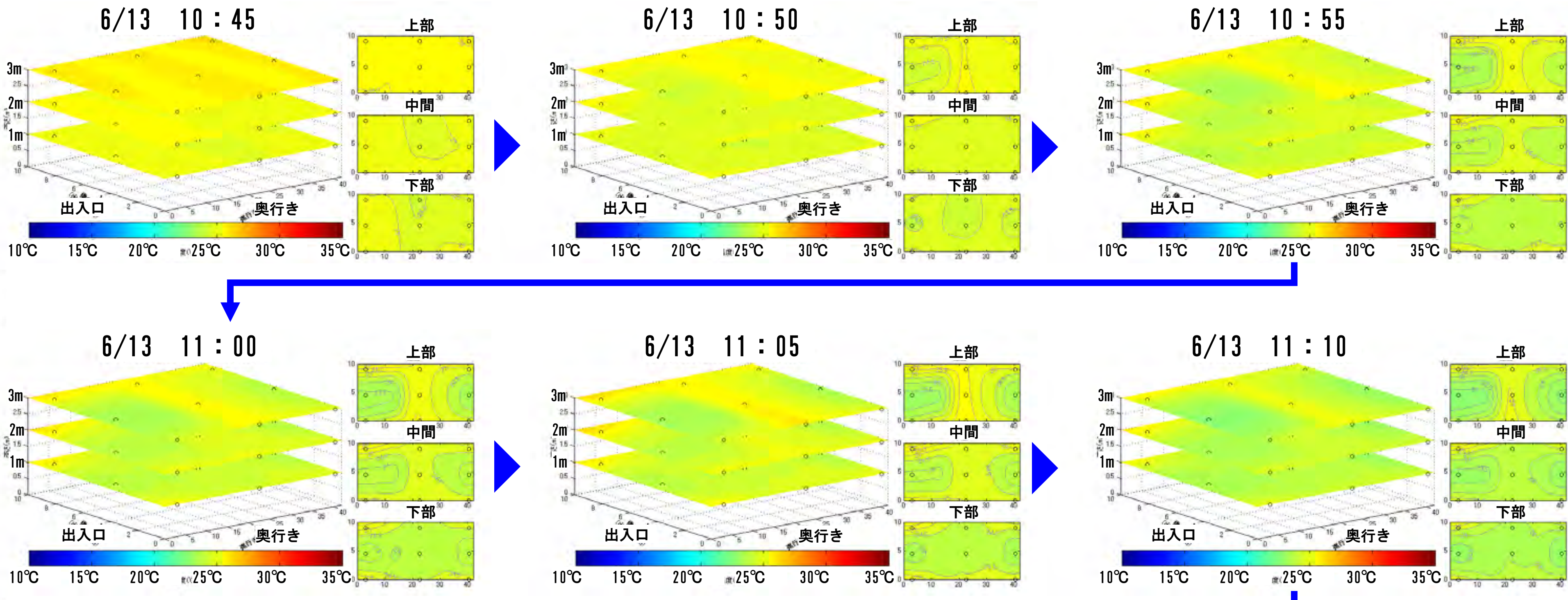


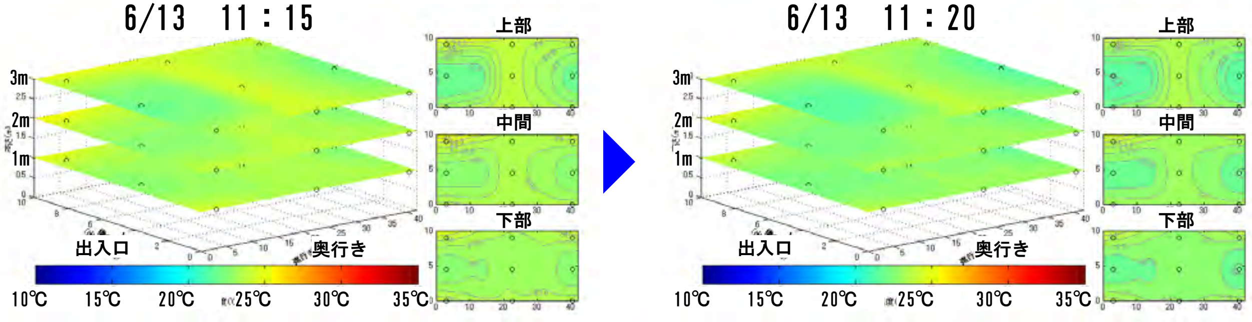


- AC/HPによって温度ムラが発生
- 温度ムラは変わらないまま、
  温室全体の温度が下がっている

条件2(AC、HPがON/循環扇がOFF)　可視化

6/13 10:45～11:20（雨天）
外気温23.1℃、日射：165w/m²

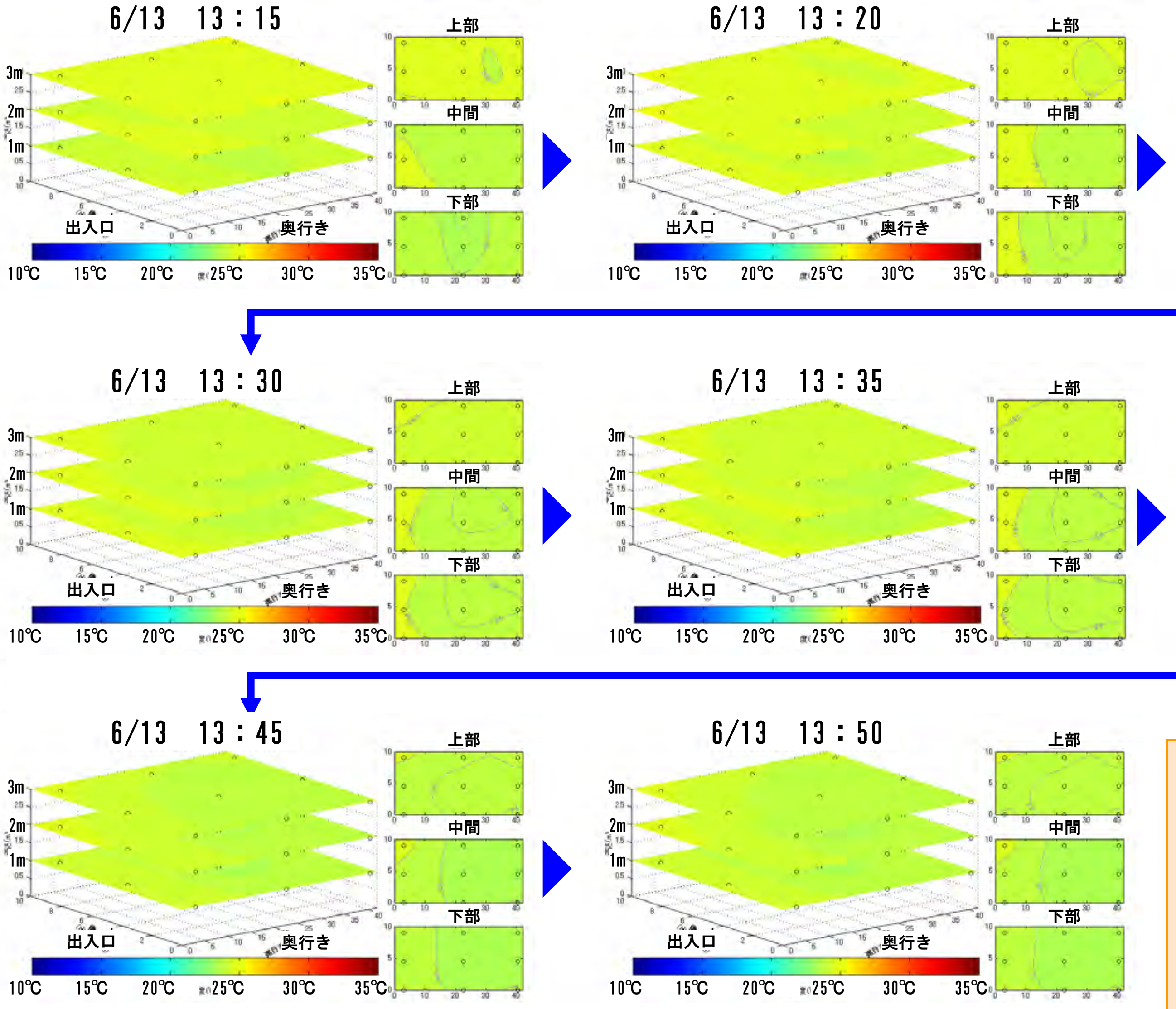




- AC/HPによって温度ムラが発生
- 中心付近の温度があまり下がっていない

条件3(AC、HPがOFF/循環扇がON)　可視

6/13　13:15～13:50
外気温21.9℃、日射：127w/m



- 温度ムラがほとんどない
- 空気が入り口から奥に向かって流れている

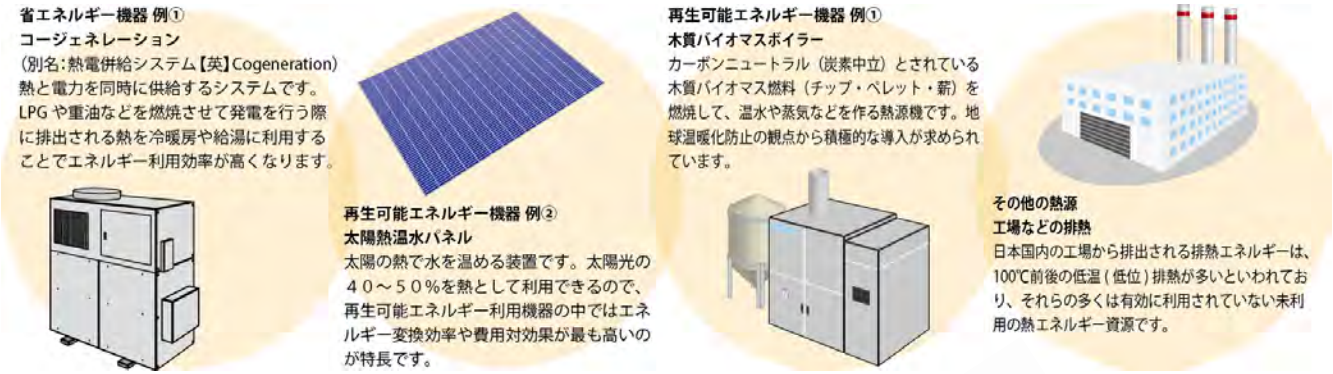
冷房期：まとめ

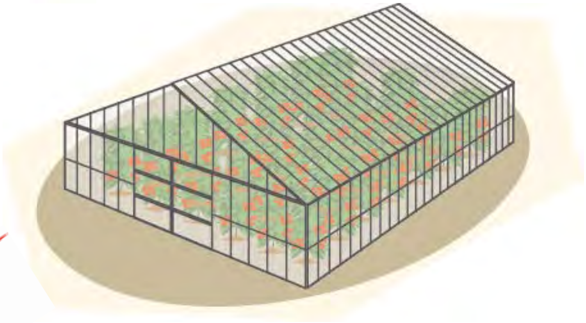
- HPの効果と課題
  - HPによって温室内の気温が適切な温度帯まで下げられている
  - 気温を下げる際に温度ムラが発生している

循環扇の効果と課題

- 循環扇を用いることで、用いないときと比べ中央付近まで冷気をより多く運ぶことができている
  - 条件2で中央付近の温度があまり下がっていないのに対し、条件1では短時間で中央付近の気温が下がっている
  - 条件1において温度が下がりHPが止まった後、すぐに温室内の気温ムラが解消された
- 循環扇を用いても、温度ムラの解消には至っていない

4. 儲かる農業への転換のために　～連携が不可欠①～





○ 熱源供給システムの多様化
○ 環境制御技術の向上
⇒ 省エネルギー～ゼロエネルギー農業

○ 農業と工業など
　異分野の連携が不可欠

Iwatani

5. 勝てる農業を確立するために　～連携が不可欠②～

〇 農業先進国では･･･
わが国と比較して、農家と企業や大学･研究機関に緊密に連携している。
世界で勝てる第一次産業を確立するためには、お互いに保有する知見を積極的に活用する必要がある。

農家

行政

大学･研究機関

〇 産学官の連携が不可欠

Iwatani

ご清聴ありがとうございました。