

植物工場内環境の最適化

農業機械システム工学研究室 @ 愛媛大学 農学部 食料生産学科

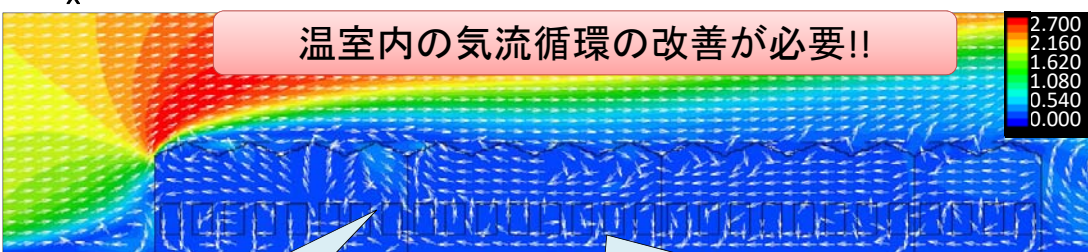
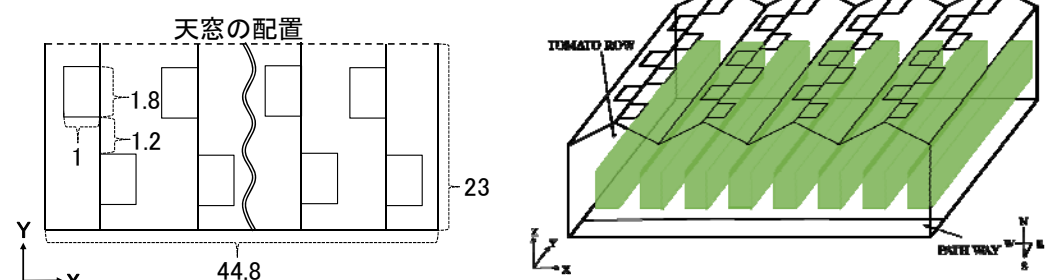
太陽光植物工場では農産物の効率的な生産の為、夏場の換気や冬場の温湯管暖房など様々な環境制御を行っている

夏場対策(換気の促進)

効果的な光合成には
気流風速
0.5m/s必要

強制換気 効果が局部的・適切な配置やコスト的問題

天窓換気 外気流入の促進
効果的な気流循環



水平方向の流れ

栽培エリアの風速が著しく低い

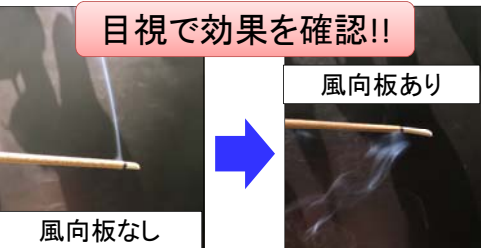
従来型構造の風速(m/s)と風向

風向板を設置した時の風速(m/s)と風向

計測点	東側		西側	
	④	風向	①	風向
3.2m	0.746	→	0.348	→
1.7m	0.272		0.172	
1.0m	0.244	→	0.184	→
0.35m	0.142	→	0.210	→

計測点	東側		西側	
	④	風向	①	風向
3.2m	0.462	↓	0.700	↓
1.7m	0.634	↓	0.708	↓
1.0m	0.454		0.446	↓
0.35m	0.296		0.420	↓

風速計+線香の煙の流れで確認

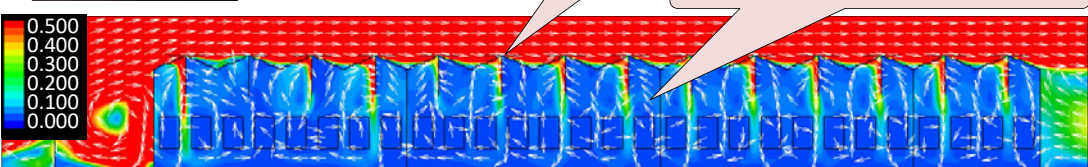


天窓付近の風速は高いが栽培ベツ内は低い

流入した外気は風向板により、栽培エリア内まで流れた

鉛直下方向の流れ

栽培エリアの風速が上昇

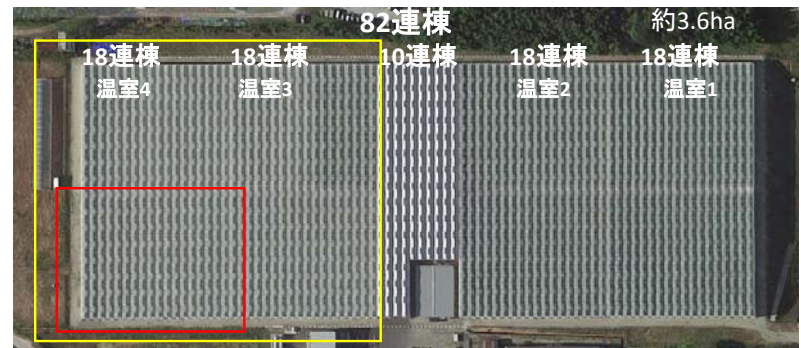
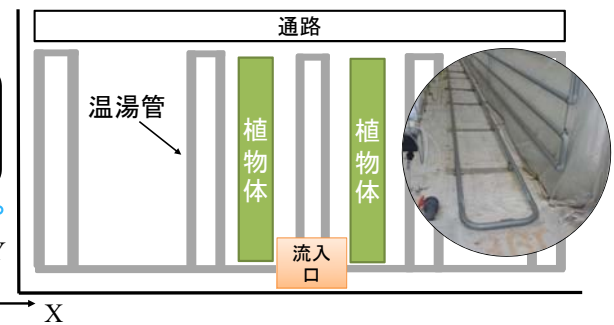


冬場対策(暖房の効率化)

放熱管暖房

鋼鉄管に湯を流し、管から放出される熱で暖房

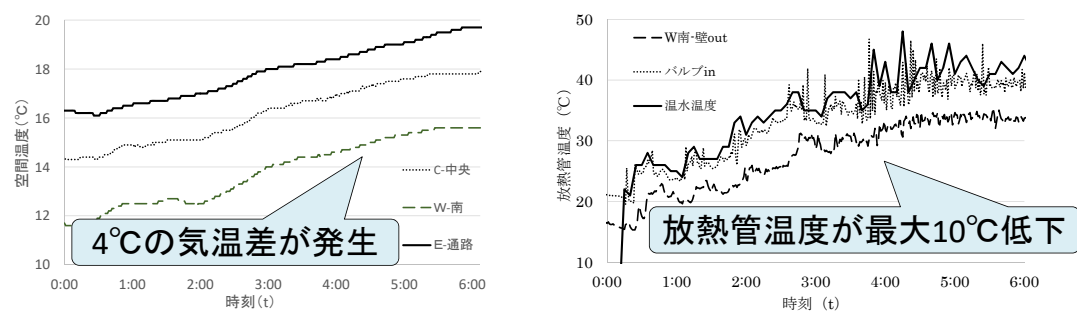
暖房費を節約したい...



解析領域

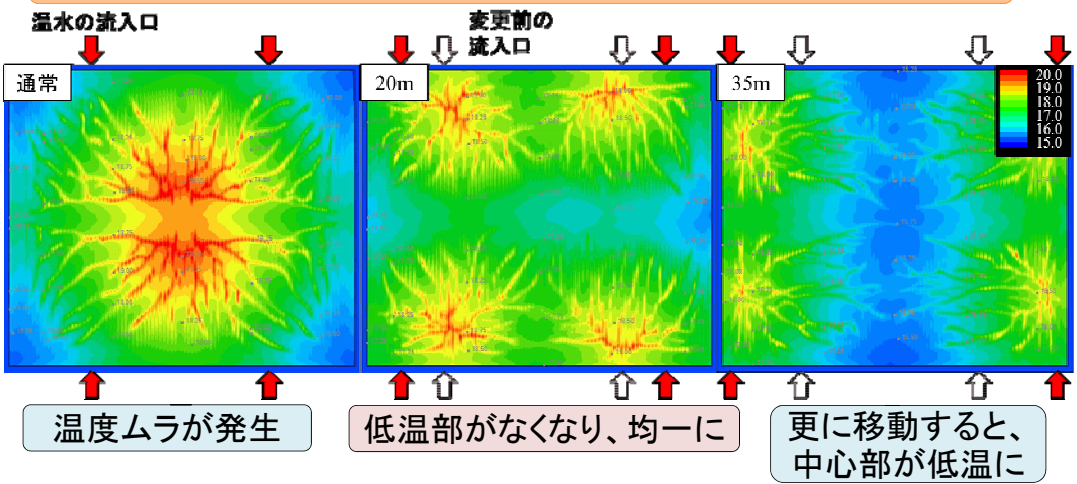
計測領域

解析条件
外気: 4°C
室内: 14°C



放熱管の温度分布が気温差に影響!

温水の流入口を移動させることで、暖房効率を改善させる

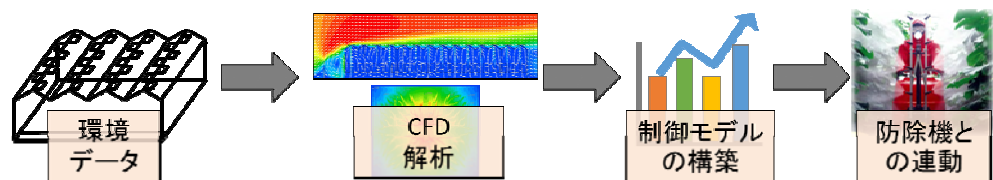


最高温度と最低温度の差

• 通常 3.4°C • 20m移動 1.9°C • 35m移動 2.8°C

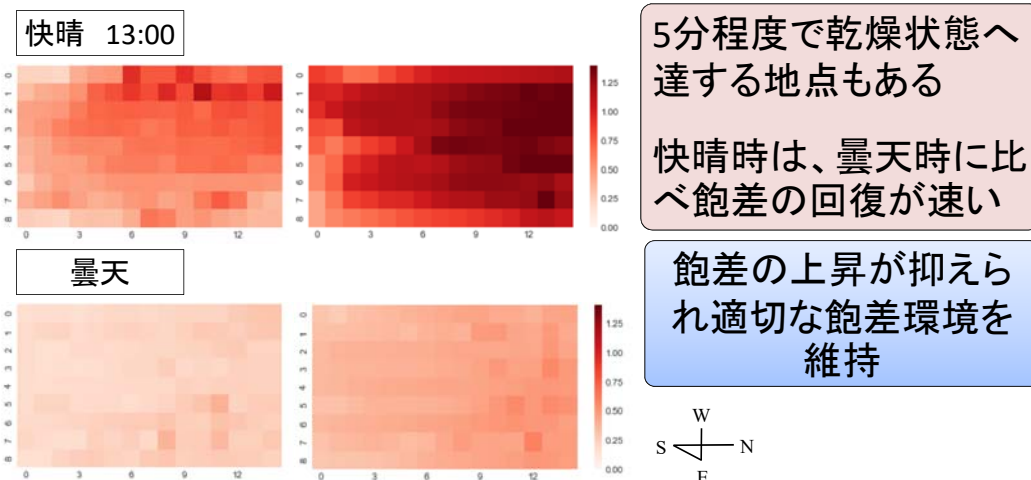
流入口の変更により、均一な温室内環境を実現!

農薬散布タイミングの最適化(飽差管理)



散布後は速やかに換気を行い、元の湿度環境に戻す、飽差回復までの時間の短縮が必要

天窓解放から5分後と8分後の飽差分布(kPa)



水分散布により容易に変化する

30°C/50% 飽差2.1kPa

30°C/100% 飽差0kPa

相対湿度が同じでも飽差は異なる

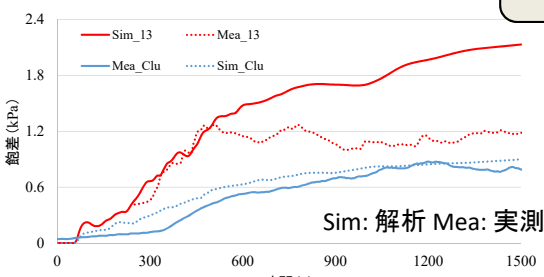
4室(1572m³)に対し
約50Lの水分散布を実施
散布終了後の環境データを分析

Buck(1981)の式

$$e_s(T) = a \exp\left(\frac{bT}{T+c}\right)$$

$e_s(T)$: T°Cの飽和水蒸気圧(kPa) T: 温度(°C)
a: 0.611(kPa) b: 17.502 c: 240.97(°C)

散布前の飽差 13時: 2.2kPa、曇り: 1.2kPa



飽差0.9kPaまでの時間(実測)
13時: 6分40秒

飽差0.9kPaまでの時間(実測)
曇天: 20分

散布後8分で乾燥状態へ
目視では葉面に水滴が付着している
液滴が長時間存在することで灰色かび病の原因となる(手塚ら1983)

飽差は1.0kPaに抑えられる
葉面の水滴が長時間継続するため散布には不適