

統合環境制御装置の開発

農業技術センター

[背景・ねらい]

県内の先進的農家では光合成を促進することなどを目的に、ハウス内の温度、湿度、炭酸ガス濃度を制御する栽培方法が行われている。この栽培方法では、その日の気象状況により、温度、湿度、炭酸ガス濃度を制御する装置の設定値を自動的に調整する統合環境制御が効率的であるが、既存の装置では刻々と変化する気象状況に応じて設定条件を変更することは不可能である。また、オランダで開発された統合環境制御装置では細かい制御が可能であるが、高価であり導入が進んでいない。そこで、気象状況に対応してハウス内を栽培する作物に適した温度、湿度、炭酸ガス濃度に統合的に制御することが可能で安価な環境制御装置の開発を行う。

なお、これまでは温度、湿度、炭酸ガス濃度のハウス内環境をそれぞれ単体の制御機器で管理していた。

[新技術の内容・特徴]

温度、湿度、炭酸ガス等の環境要因のうち、設定された数値から優先的に制御する項目をコントローラーが判断し、ハウス内に装備されている複数の環境制御機器を連動して操作し、ハウス内を栽培する作物に適した環境に維持することができる統合環境制御装置を開発した。

1. 県内で先進的に環境制御を行っている生産者にハウス設備状況および統合環境制御に必要な機能などをアンケート調査し、統合環境制御装置の仕様を決定した(表1, 2)。
2. 統合環境制御装置は、センサー(温度、湿度、地温、炭酸ガス濃度、日射量、天窓開度等)、温度・湿度・炭酸ガスコントローラー、市販のパーソナルコンピューター(以下、PC)で構成される。PCは、測定データを表示・記録する環境モニターの役割および制御機器の作動設定を行う。コントローラーは、PCにより設定されたハウス内環境を維持するために、センサーからの測定データを基に制御機器への作動指令をリアルタイムで行う(図1)。
3. 環境モニターロガーは、温度、湿度、炭酸ガス濃度、日射量などの測定データをリアルタイムで表示するメイン画面、1分毎の測定値をグラフ化するグラフ画面、各気象データの日平均、栽培期間中の平均が表示されるテーブル画面、1分毎の気象データを数字で表示するデータ画面から構成される(図2)。
4. 従来型センサーと環境モニターの測定値を比較した差は、温度で0.5~0.8℃、相対湿度で2.9~6.2%、地温で0.1~0.5℃、日射量で0.5~11.9w/m²であり、測定値の平均差はほぼ誤差範囲内で、センサーからの信号が正確に送信、表示されていることを確認した(表3)。
5. 温度マイクロコントローラー(以下、温度MC)は、時刻による6段階の設定が可能であり、加温機、天窓、内張りカーテンなどを統合的に制御してハウス内温度を維持する(図3, 4)。
6. 湿度マイクロコントローラー(以下、湿度MC)は、時刻による2段階の設定が可能であり、細霧装置、天窓などを統合的に制御してハウス内湿度を維持する(図5, 6)。
7. 炭酸ガスマイクロコントローラー(以下、炭酸ガスMC)は、6段階の炭酸ガス濃度設定が可

能であり、日出、日入り時刻を基準とした設定および時刻での設定が行える。また、日射の強弱、天窓開度の割合により炭酸ガス濃度の設定値を自動的に補正する(図7,8)。

8. 温湿度プログラマブルロジックコントローラー(以下、温湿度PLC)は、時刻での6段階の設定が行える(図9-12)。

[留意点]

1. 県内企業の(有)イチカワとの共同研究により開発された統合環境制御装置(商品名:アネシス)は、当初MCで製作していたが、プログラムがより更新しやすいPLCへのシステム変更したことにより、装備できるセンサーの数や種類が増え機能が拡張される。
2. PLCを搭載した最新機種(アネシスQ2600)は、コントローラー、日射センサー、電流電圧交換ユニット、強制通風ユニット(温度・湿度・炭酸ガスセンサー)で構成され、予定価格2,106千円となる。MC版アネシスとして開発された環境モニターロガー、炭酸ガスMCは、それぞれ単体で市販されており、環境モニター(温湿度センサー、炭酸ガスセンサー、日射センサー込み)は21万円、炭酸ガスMC(天窓開度センサーを含む)は、21万円である(図13)。
3. 最新機種の初期装備では入力12chあり、温度(ハウス内外、地温)、湿度、炭酸ガス濃度、日射、風向、風速等電流電圧出力センサーが装備できる。また出力は16chあり、天窓、加温機、ヒートポンプ(冷暖房)、炭酸ガス発生装置、かん水装置、内張りカーテン、細霧装置、除湿機、換気扇、循環扇等を制御できる。
4. 温度、湿度PLCは、時刻による最大6段階まで設定が可能であり、日出、日入り時刻を基準とした設定も導入予定である。なお、湿度は、飽差、相対湿度での設定が行える。
5. 平成29年10月末時点での開発状況および価格である。

[評価]

ハウス内の温度、湿度、炭酸ガス濃度を統合的に管理でき、環境制御の精度が高まることから増収が期待できる。また、気象状況に応じて自動的に設置値を補正するため、環境制御装置の調整に係る労力の削減になる。

[具体的データ]

表1 アンケート調査の質問事項(2015)

表2 アンケートの回答により決定した統合環境制御機の仕様(2015)

質問事項	項目	仕様
1. 耕種概要	温度	ハウス内温度の6段階制御
2. ハウス設備の導入状況		温度設定値の画面表示
3. 厳寒期における温度・湿度管理方法	湿度	変温の緩やかな上昇、および下降
4. 厳寒期における炭酸ガス施用方法		天窓の開閉による湿度制御
5. 日射コントロールの方法	炭酸ガス濃度	ハウス内湿度の6段階制御
6. 統合環境制御に必要な機能		湿度設定値の画面表示
7. 温度、湿度、炭酸ガスなど統合環境制御の優先順位	炭酸ガス濃度	天窓の開閉による湿度制御
8. 統合環境制御導入の問題点		ハウス内炭酸ガス濃度の6段階制御
		炭酸ガス濃度設定値の画面表示
		天窓開度による炭酸ガス濃度の補正
		日射量による炭酸ガス濃度の補正

注) 調査対象農家: 14戸

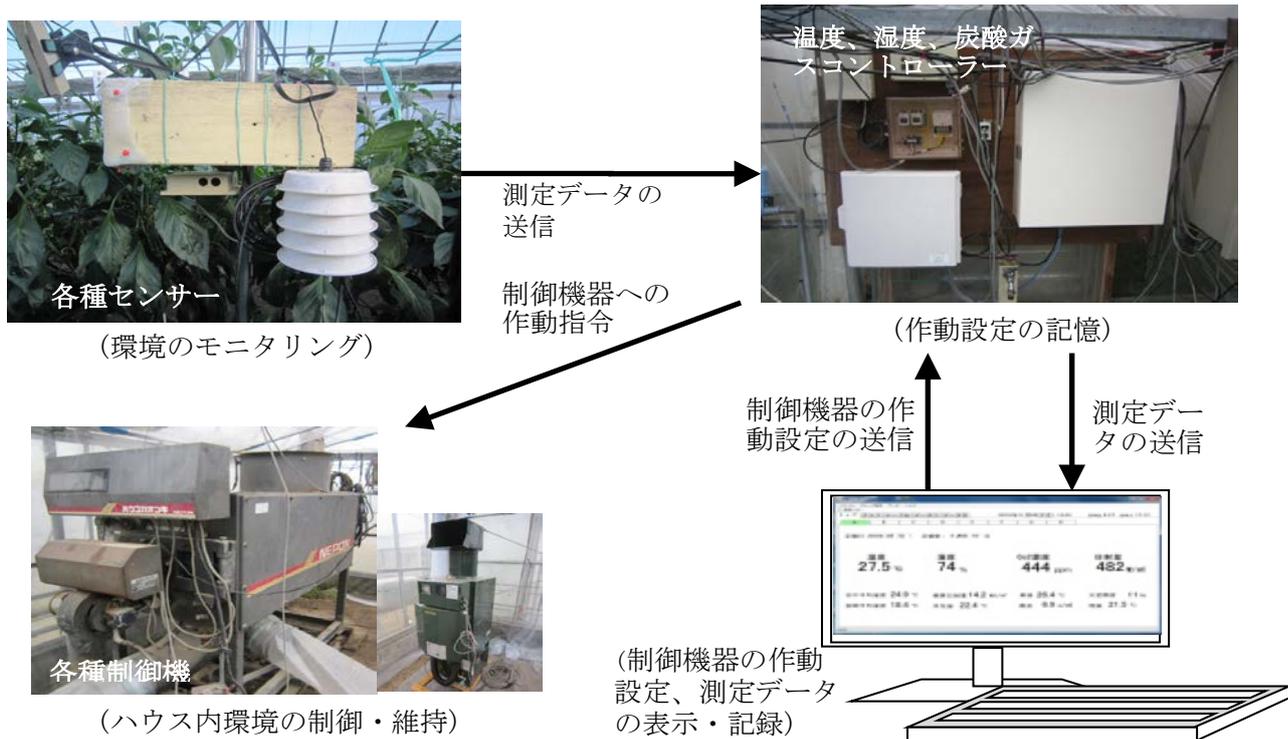


図1 統合環境制御装置の概要(2015-2017)

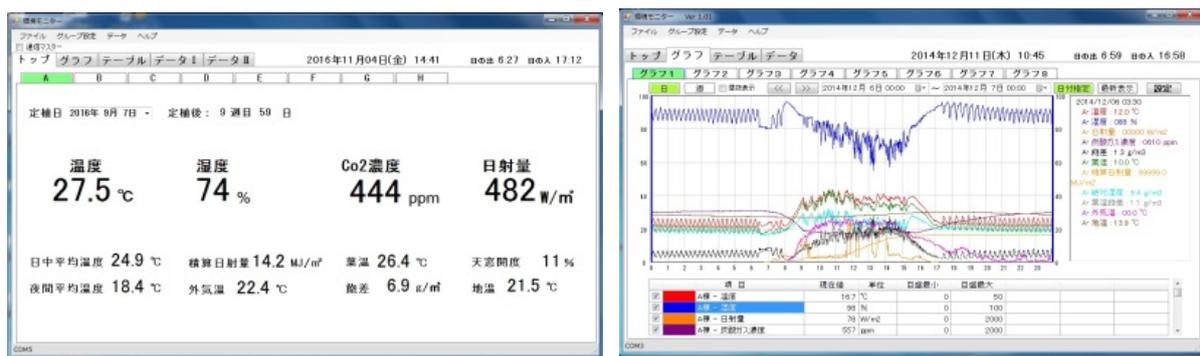


図2 環境モニター画面(2015)
注)左;メイン画面、右;グラフ画面

表3 センサーの測定値差(2015)

		11/7~11	12/10~14	1/10~14	2/10~14	3/10~14	備考(従来型センサー、測定精度)
気 温(°C)	従来型センサー	17.1	14.1	14.4	16.4	17.0	T型熱電対
	環境モニター	17.9	14.7	14.9	17.0	17.6	-40°C以上133°C未満±1.0°C
地 温(°C)	従来型センサー	18.6	14.5	14.3	15.3	16.3	T型熱電対
	環境モニター	18.3	14.4	14.0	15.0	15.8	-40°C以上133°C未満±1.0°C
相対湿度(%)	従来型センサー	84.6	83.6	82.3	75.8	75.1	湿度変換機(型式:TA50H)
	環境モニター	87.5	89.3	88.5	79.9	78.9	±{3.0+(0.03×センサー部温度-25)}
日射量(W/m²)	従来型センサー	77.5	94.3	99.6	-	-	小型セル日射センサー(型式:IKS-37)
	環境モニター	89.4	95.4	100.1	-	-	±10%以内

注1) 日射量は、日の出から日の入りまでの平均値。

2) 従来型センサーは、営農システム担当での環境測定に使用しているセンサーとした。



図3 温度MCの設定画面(2016)

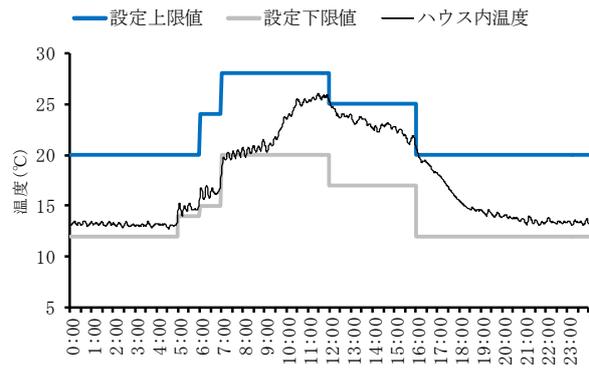


図4 温度MC制御による温度推移(2016)

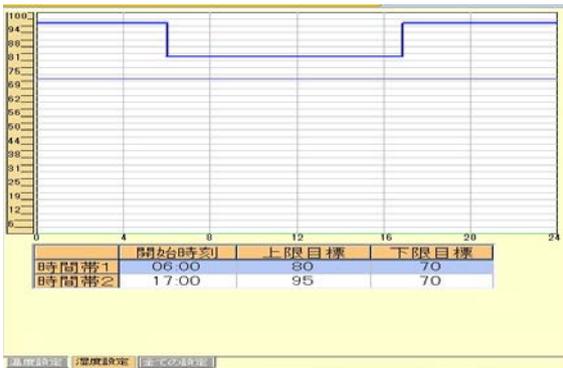


図5 湿度MCの設定画面(2016)

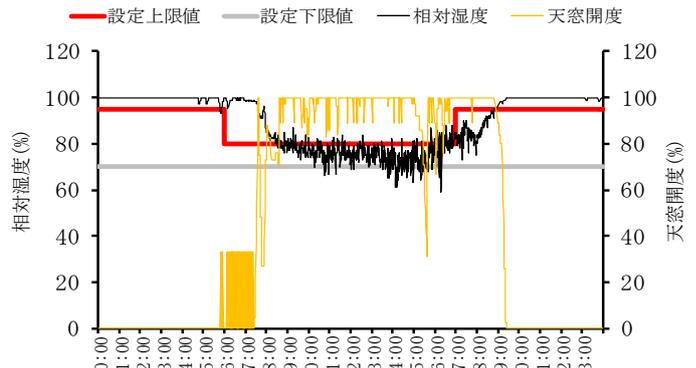


図6 湿度MC制御による湿度の推移(2016)
注) 数値は、4月29日の1分毎の値。



図7 炭酸ガスMCの設定画面(2015)

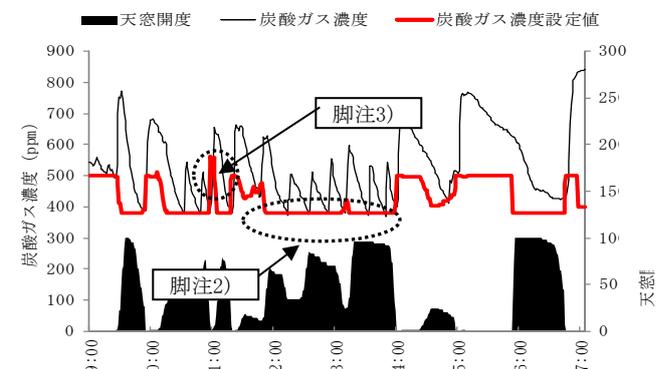


図8 炭酸ガスMC制御による濃度推移(2016)
注1) 数値は、12月5日の1分毎の値。
注2) 天窓開度30%以上で濃度を下げる設定。
注3) 日射量500W/m²以上かつ天窓開度30%未満で濃度を上げる設定。



図9 温度PLCの設定画面(2017)

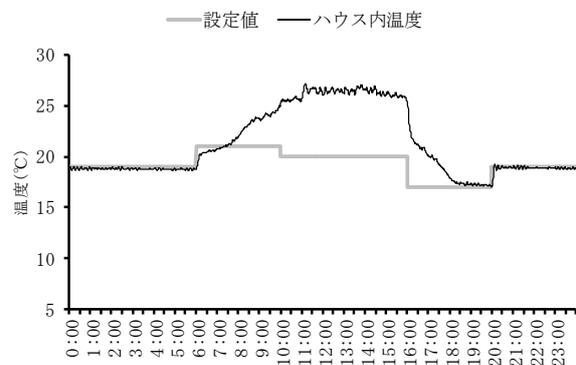


図10 温度PLC制御による温度推移(2017)
注) 数値は、3月の1分毎の平均気温



図11 湿度PLCの設定画面(2017)

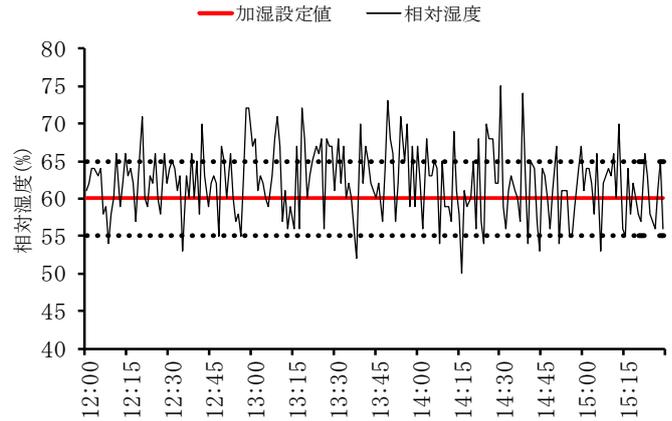


図12 設定による湿度推移(2017)

注1) 数値は、5月18日の1分毎の値。細霧装置が稼動した時間帯の値を抜粋した。
 2) 点線間は、±5%の不感帯

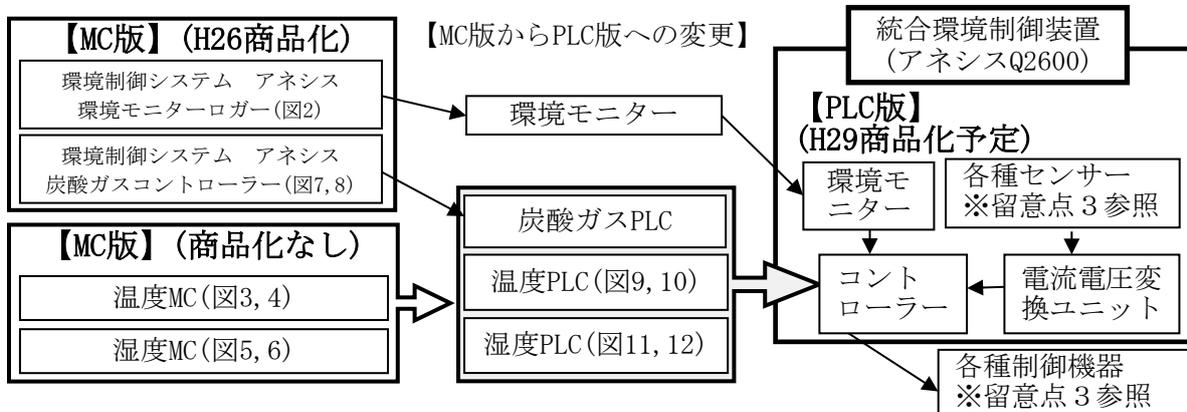


図13 統合環境制御装置の開発経緯(2015-2017)

[その他]

研究課題名：既存型ハウスでの環境制御による促成ナス、キュウリの増収技術の確立(H25~26)
 ハウス内統合環境制御装置の開発(H27~28)
 (有限会社イチカワとの共同研究)

研究期間：平成25~28年度

予算区分：県単、受託(地域研究成果事業化支援事業「施設栽培において作物の能力を引き出す統合環境制御システムの研究開発」)

研究担当：営農システム担当
 分類：普及