

エコ温室栽培システムの動作アニメーション

岡 翼†, 依田 知之†, 紫合 治†, 松本 二郎‡, 井藤 俊行‡

東京電機大学情報環境学部† 京葉ガス株式会社‡

1. はじめに

最近, 温室栽培におけるエネルギーコストを抑えるために, エコ温室栽培システム[1]が用いられ始めた. しかし, 時間/温度による各装置の動作は複雑で, 温室制御機器全体の動作の把握は簡単ではない.

そこで, エコ温室栽培システムの全体動作説明のために, システム全体の各装置の動作, 室温や室内 CO₂ 濃度等の, 1 日の動きの様子を, 季節/天候毎にアニメーション描画するシステムを開発したので報告する.

2. エコ温室栽培システム

エコ温室栽培システムは, ガスエンジン発電機により温室内部への電力供給を行い, 植物に照明を当て, 成長を促進させる. そのときのエンジン排熱を, 養液の加温に利用する. また, 排ガスとして発生した CO₂ を植物の光合成に利用するなど, エネルギー効率の良いシステムである.

しかし, 照明電力の供給は夕方と明け方で, 熱の利用は深夜の温度が低くなった時, 光合成による CO₂ の利用は午前中である等, 温室制御機器全体の動作の把握は簡単ではない. そこで, 動作の把握を容易にするために, 本システムを開発した.

図 1 に, エコ栽培システムの装置を示す.

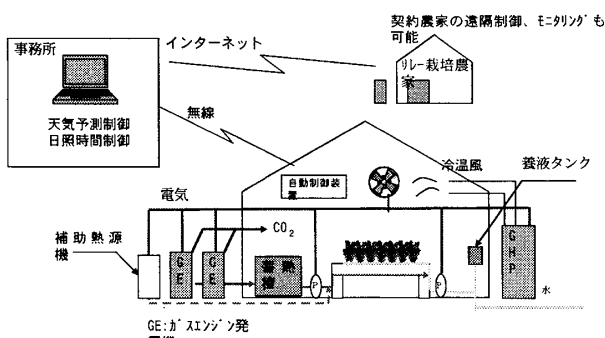


図 1. エコ温室栽培システム

3. 環境計測

3.1 室温の算出

温室内温度は, 外気温と日射量から以下の式で算出されている.

$$T_i = 0.391 + 1.054 \cdot T_o + 3.064 \cdot E_s$$

T_i : 室温, T_o : 外気温, E_s : 日射量

また, 窓の開閉に伴う室温の変化は, 次の式で算出されている.

- 窓が開くとき

$$T_i = T_2 + (T_1 - T_2) \cdot \text{Exp}(-2t)$$

T_1 : 設定温度, T_2 : 5 分後の外気温

- 窓が閉まる時

$$T_i = T_1 + (T_3 - T_1) \cdot \text{Exp}(t/3)$$

T_1 : 設定温度, T_3 : 20 分後の温度

3.2 培地温度

培地温度は, 温室内温度をもとにして以下の式で求められている.

$$\Delta t = Q / 4.184 / 1000 / 60 / (0.12 \cdot x / 1000)$$

$$Q = [(bt - ht) \cdot 1.5 + \{(bt + 273.15)^4 - (ht + 273.15)^4\} \cdot 0.0000000567051 \cdot 0.5] \cdot 0.6 \cdot x + \{(bt - ht) \cdot 1.5\} \cdot (0.24 + x)$$

bt : 培地温度, ht : ハウス内温度, x : 培地の幅

また, 培地温度が低下しすぎないように, 一定温度以下になったら養液を入れ替えるようになっている.

3.3 CO₂ 濃度

CO₂ 濃度は, ガスエンジン発電機の運転中は毎時 160ppm 増加している. また, 植物の光合成で毎時 130ppm 減少している.

なお, これらの式や数値は, 実測データをもとにしたもので, より精度を上げるために, さらに実測を重ねる必要がある.

4. 動作アニメーション

4.1 画面構成

画面構成は図 2 のようになっている。画面中央に、温室、画面右に、メッセージ、画面下には、現在時刻、温室内温度が表示されている。

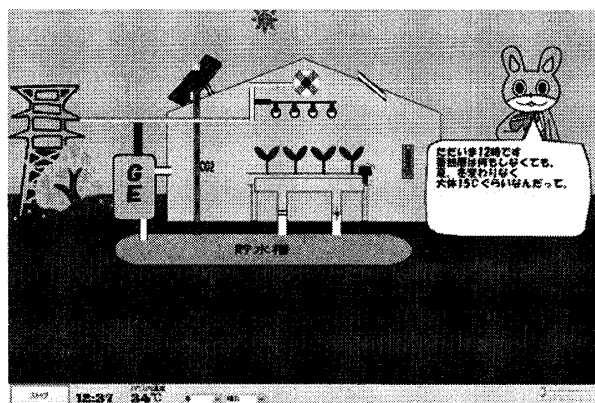


図 2. メイン画面

4.2 背景

時刻に合わせて、空の明るさ、太陽/月の位置の変化を行っている。また、選択した季節/天候にあわせて画面の表示も変化している。

4.3 各装置の動き

各装置は、設定した時間や室温で動作するようになっている。設定時間によって動作するものには、ガスエンジン発電機、照明、養液用ポンプがある。設定時間と日射量によって動作するものに、太陽光温水器がある。室温の変化に応じて動作するものに、室温調整用の窓、温度計がある。各装置は、設定画面により、動作の開始/停止を設定することができる。

図 3 に、動作の開始/停止の設定画面を示す。

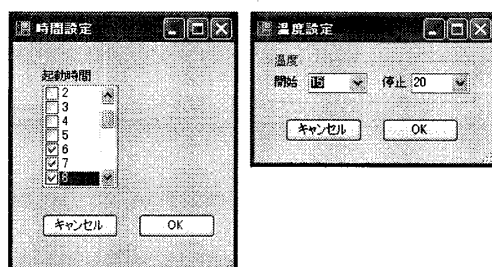


図 3. 設定画面

4.4 グラフ(温度, Co2)

温度計をクリックすることで、外気温、温室内温度、培地温度のグラフを表示する。また、

CO2 濃度のグラフも表示できる。各グラフは、30分ごとの推移を表示することができる。図 4 に、外気温、温室内温度、培地温度のグラフを示す。

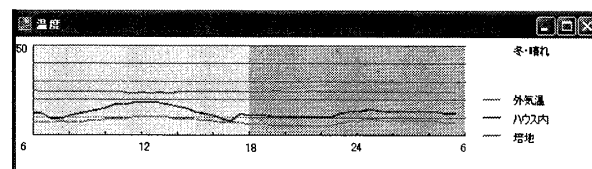


図 4. 温度グラフ

4.5 メッセージ表示

各装置の動作開始/停止時には、メッセージが表示される。また、各装置をクリックすると装置の説明も表示される。

5. システム構成

システムは、アニメーション処理をする部分と、データ部分で構成されている。データ部分には、各装置の状態やフラグのデータや、季節/天候毎の外気温と日射量のデータ、室温や CO2 濃度の計算式等がある。

図 5 に、システムの構成を示す。

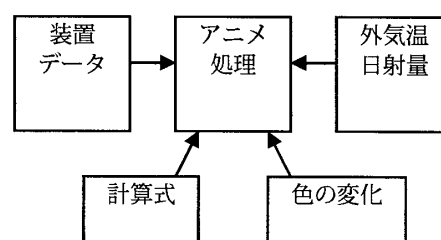


図 5. システム構成

6. おわりに

本システムによってエンドユーザの方々が温室栽培システムの動作の把握とその効果を容易に理解できるようになった。今後の課題として、実際の天気予報データを取り込み、シミュレーションができるようにすることを検討している。また、本システムを温室栽培システムの制御用ユーザーインターフェースとして利用することも考えている。

参考文献

[1] 京葉ガス: [エコウィル] を使ったイチゴ栽培技術の研究, <http://www.keiyogas.co.jp/cont/environment/torikumi03.html>