

## コージェネレーション温室栽培施設自動管理システムの開発

野口 貴大<sup>†</sup> 三上 雅之<sup>†</sup> 紫合 治<sup>†</sup> 井藤 俊行<sup>††</sup> 松本 二郎<sup>†</sup>

<sup>†</sup>東京電機大学情報環境学部 <sup>††</sup>京葉プラントエンジニアリング(株) <sup>†</sup>京葉ガス(株)

### 1 はじめに

コージェネレーションシステムとは、燃料(ガス)を用いて発電すると同時に、その際に発生する排熱を暖房などの用途に有効利用する省エネルギーシステムである(図 1)。施設園芸においては、ボイラーにより農作物の培地温度を一定以上に保つ用途に利用される。また、エンジン排ガス中の二酸化炭素を農作物の光合成に利用できるという副次的な利点もある。しかし、必要な加熱量は気象条件により変動するため、適切な稼働制御を手動で行うことは難しく、効率が悪い。

本研究では、インターネットから取得した翌日早朝の最低気温などの気象情報と、施設内の各種センサから取得した温室内の温度を基に、作物の発育に最適な状態を維持するために必要な加熱量を求め、ボイラーの稼働を自動制御するシステムを開発した。

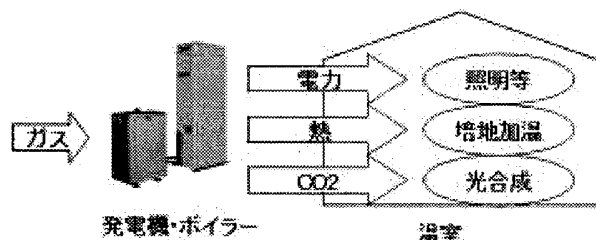


図 1. コージェネレーションシステム

### 2 要件

満たすべき主な要件は以下の点である。

- Web 上から気象情報(主に温度)を取得。

Automatic Management System for Greenhouse Culture  
using Gas Cogeneration Power

Takahiro Noguchi\*, Masayuki Mikami\*, Osamu Shigo\*,

Toshiyuki Ito\*\* and Jiro Matsumoto\*\*\*

\*School of Information Environment, Tokyo Denki University

\*\*Keiyo Plant Engineering \*\*\*Keiyo Gas

- ボイラーの稼働制御を自動で行う(緊急用に手動制御も可)。
- システムの監視、制御用パラメータの変更などの Web 化。

### 3 システムの構成

#### 3.1 全体構成

温室にボイラーなどの制御対象とセンサがあり、それらは中継回路に接続されている。事務所にはサーバがあり、無線 LAN 経由で温室の機器と Web にアクセスできる(図 2)。

サーバ上には本自動化システムの主要な処理のエントリーポイントになるクライアントソフトウェアが常駐しており、これのタイマー機構により、以下の定期的処理を実行する。

- センサ値の取得と DB への記録
- ボイラーなどの設備の制御
- 気象情報の取得と DB への記録

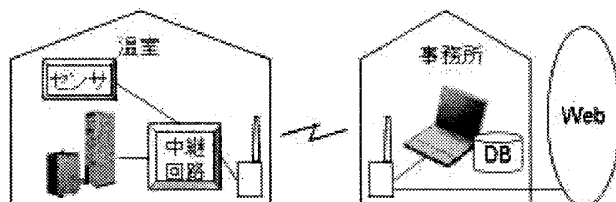


図 2. システム構成

#### 3.2 センサ値の取得と設備制御インターフェース

温室内センサからの温度・ボイラー出力・ガス流量・発電量・CO2 濃度等の値の取得と、ボイラー・ポンプ・弁の開閉の制御を、温室から離れた位置に設置したサーバが間接的に行う。温室内の機器類とサーバとは直接接続できないため、中継するインターフェースを用意する必要がある。これには PICNIC(PIC Network Interface Card) [1]と、専用に作成した中継回路を組み合わせて用いた。

センサ出力の DA 変換やボイラーへの制御信号パターンへの入力など、温室内設備のデータリンク層以下の処理はこの中継回路が担当する。

また、温室とサーバ間にはある程度距離があるため、PICNIC をイーサネットコンバータ(無線子機)に接続し、サーバ側に設置したアクセスポイントと無線通信させることで対応した。

### 3.3 気象情報の取得

気象情報の取得には、地域ごとに天気模様や最高・最低気温などの気象情報を、RSS フィードとして配信しているサービス[2]を利用する。

RSS の解析には PEAR(PHP Extension and Application Repository)ライブラリの XML/RSS クラスを活用する。このクラスのコンストラクタに RSS の URL を引数として渡し、構文解析メソッドを実行すると、RSS の内容を連想配列として取得できる。そこから必要な情報を正規表現で抜き出し、データベースへ記録する。

## 4 システムの運用

### 4.1 温室設備の自動制御

毎日正午にその日のボイラー稼働時間を次のような近似式により求める。

$$\text{稼働時間(分)} = \text{基準稼働時間(分)} * \exp(-1 * \text{稼働時間係数} * \text{最低気温}(\text{°C}))$$

稼働停止時刻は翌日 0 時で固定である。よって稼働開始時刻はそこから稼働時間を引いた時刻になる。開始時刻になると、サーバからボイラーへ温度指定付きで稼働開始命令を出力し、停止時刻になれば停止命令を出力する。

ボイラーの稼働によって得られる熱量は、蓄熱槽(温水タンク)に蓄えられる。培地温度が一定値以下に低下すると、ポンプと配管の弁を制御し、温水を培地へ循環させる。この制御もサーバからの制御により行う。

なお、基準稼働時間や稼働時間係数などの最適な値は固定ではなく、運用環境により変動する。この問題には、過去のセンサ値の統計を利用して、運用中に自動で最適化する機能により対応した。

### 4.2 ユーザ向け管理インタフェース

ユーザ向けの管理インタフェースを Web アプリケーションとして構築した。センサから取得した培地温度や CO2 濃度などのデータを表形式の一覧と動的なグラフで表示する(図 3)。このグラフ表示にはオープンソースのコンポーネント Open Flash Chart を利用した[3]。自動制御に必要なパラメータの調整と手で稼働制御設定を行うインタフェースも設けた。

フォームデータの送信などには Ajax による非同期通信を利用し、画面遷移を伴わない操作を可能とした。

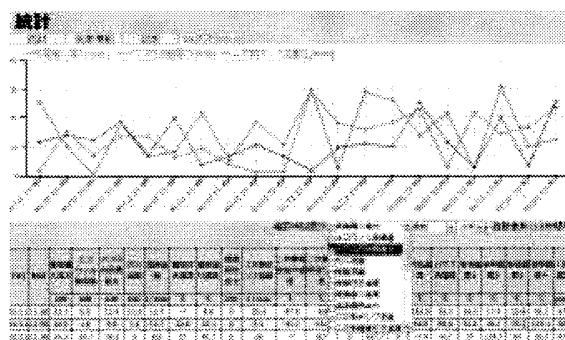


図 3.ユーザ向け管理インタフェース

## 5 おわりに

農場の設備と PC との通信を可能とするインタフェースと、気象情報とセンサ値を取得し、設備を自動制御するシステムを開発した。また、エンドユーザ向けにシステム管理 Web アプリケーションを開発し、運用の便宜を図った。

今後は運用試験を通して、農場設備との通信の安定化と自動制御アルゴリズムの改良をしていく予定である。

## 参考文献

- [1] TriState - PICNIC  
<http://www.tristate.ne.jp/picnic.htm>
- [2] ひとくち予報 in Feed (株式会社 WeatherMap)  
[http://www.weathermap.co.jp/hitokuchi\\_rss/](http://www.weathermap.co.jp/hitokuchi_rss/)
- [3] Open Flash Chart  
<http://teethgrinder.co.uk/open-flash-chart/>