

## 研究論文

## 農業用センサネットワーク制御管理システムの開発

浅井 徹<sup>\*1</sup>、松生秀正<sup>\*2</sup>、志知昭宏<sup>\*3</sup>

## Development of Sensor Network Control Management System for Agriculture

Tohru ASAI<sup>\*1</sup>, Hidemasa MATSUO<sup>\*2</sup> and Akihiro SHICHI<sup>\*3</sup>Industrial Technology Division, AITEC<sup>\*1\*2</sup>, Aichi Agricultural Research Center<sup>\*3</sup>

シリアル信号をイーサネット信号に変換する機能と無線 LAN 機能をあわせ持つ WiPort (LANTRONIX 社製) を活用し、施設園芸をターゲットとしたセンサデータの収集と栽培管理機器の制御を行うハードウェア機器及びこれと LAN 接続型ネットワークカメラ (Panasonic 社製 BB-HCM581) を組み合わせて一元的に管理を行えるソフトウェアを開発し、トマト栽培を行っている温室にて実証実験を行った。

その結果、複数種類のセンサデータの同時収集と栽培管理機器の動作制御を遠隔で行えることを確認した。設定時間や収集データに基づいた栽培管理機器の制御機能も実装したことで、データ収集と制御を一元的に管理できるシステムを安価に構築することができた。

## 1. はじめに

農作物の生育は、温度をはじめとした環境要因に影響を受けやすいため、その情報の定期的な収集及び管理は非常に重要である。特に、施設園芸は農作物の生育状況を細かくチェックし、温度、灌水、液肥等の調整を行う必要があるため、管理コストは非常に大きなものとなる。また、農業従事者の減少や従事者の高齢化の問題をはじめ、近年の原油価格や農業用資材価格の高騰といった農業を取り巻く環境は一層厳しくなっている。このような状況において、収益力をあげるために、施設園芸農業の高度化や労働作業の低減による低コストで安定的な生産技術の確立が求められている。

そこで本研究では、施設園芸をターゲットとして同時多点で効率的に環境情報を収集するとともに、栽培管理機器の制御を行えるセンサネットワークの構築を目標とした。

このようなデータ収集システムは既存ではあるが、多点観測データに基づいた制御や、様々な機器を統合的に管理できるシステムはほとんどなく、導入コストも高い。今回、市販品を活用したハードウェアを製作することで、安価ながらも、一つのシステムの中で計測と制御を可能とし、収集したデータに基づいた自動制御も可能とするシステムの構築を行った。

## 2. 実験方法

## 2.1 システム全体の構成

遠隔による「データ収集」「制御操作」「監視」「自動

制御」を可能とするため、下記の5項目の機能を有する図1に示すシステム構成とした。

- 1) 各種センサからのデータ取得、及びパソコンへの通信
- 2) パソコンから制御信号発信による栽培管理機器の制御
- 3) ネットワークカメラを使った温室の様子撮影、及び撮影画像の転送
- 4) 収集したデータ、画像の蓄積
- 5) 1) と 2) の機能を使い、時間及びデータに基づいた栽培管理機器の制御プログラム処理

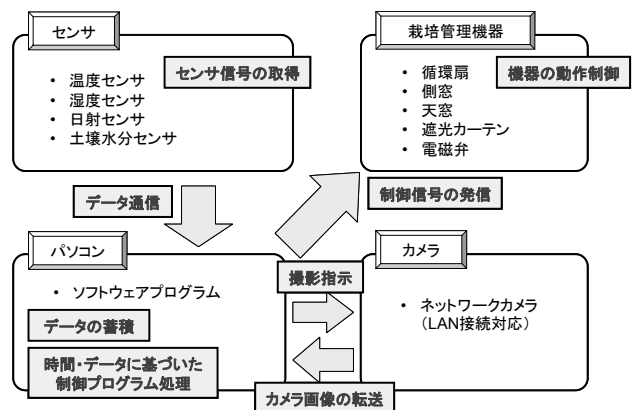


図1 開発システムの構成概要

パソコンと各機器の間は、データおよび制御信号を通信するために LAN で接続した。特に温室内では無線 LAN を採用することにより配線を少なくでき、その敷設

\*1 工業技術部 機械電子室 \*2 工業技術部 機械電子室 (現工業技術部 応用技術室) \*3 愛知県農業総合試験場 園芸研究部

コストを削減でき、また設置場所を選ぶことなく自由にレイアウトできる利点もある。前年度の研究<sup>1)</sup>において、シリアル信号をイーサネット信号に変換する機能と無線 LAN 機能をあわせ持つ WiPort (LANTRONIX 社製) を活用した温度データの収集を行う機器を製作しており、これを活用、機能拡張することによりシステムを構築することとした。

## 2.2 計測・制御用ハードウェアの作成

センサデータ収集に関しては、前年度製作したハードウェア機器をもとに、温度センサ以外に湿度センサ、日射センサ、土壌水分センサに対応した機器を製作した。本ハードウェアは主に WiPort と A/D コンバータと PIC マイコンから構成されている (図 2)。温度及び日射、土壌水分センサはアナログ電圧で出力されるため、A/D コンバータでデジタル信号に変換し PIC マイコンに入力する。また、湿度センサはデジタルデータで出力されるため、直接 PIC マイコンに入力する。入力されたデジタルデータは PIC マイコンにてシリアル信号への変換を行い、WiPort のシリアルポートへと入る。アナログ電圧で出力されるセンサは最大 8 チャンネル、デジタル電圧で出力されるセンサは最大 3 チャンネルまで対応が可能である。今年度の製作した機器を図 3 に示す。

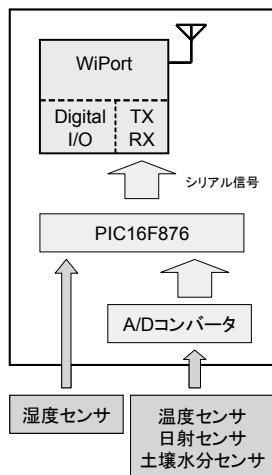


図 2 センサ計測ハードウェアの回路構成

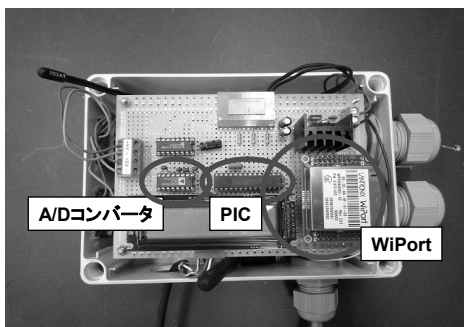


図 3 センサ計測ハードウェア概観

一方、栽培管理機器の動作制御にあたっては、WiPort のデジタル入出力ポートを介したリレー動作で行うこととした。ハードウェアの回路構成は図 4 のように非常に簡易な構成となっている。1 つのデジタル入出力ポートから直接 1 つのリレーをドライブできるので、WiPort の全デジタル入出力 11 ポートを制御出力にあてることができる。製作した機器を図 5 に示す。

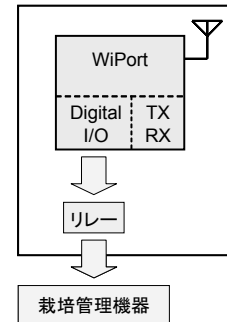


図 4 栽培管理機器制御用ハードウェアの回路構成

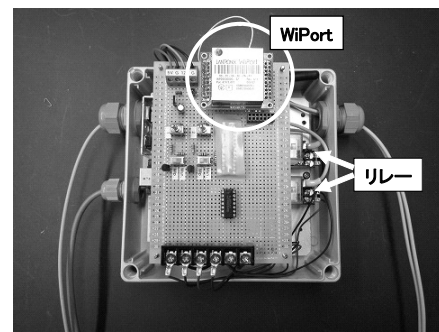


図 5 栽培管理機器用制御用ハードウェア概観

今回、センサデータ収集と栽培管理機器の動作制御で使用する WiPort のポートは異なるため、1 つのユニットの中でデータ収集と動作制御の機能を同時に搭載することも可能である。

## 2.3 ソフトウェアの開発

LAN 上にあるパソコンから製作したハードウェア機器に対してデータ収集及び栽培管理機器の制御を行うための統合管理ソフトウェアも、前年度に作成した WindowsXP 上にて動作するプログラムに下記の機能を付加させて拡張を行った。

- 1) タイマー機能による定期的な栽培管理機器の制御
- 2) 収集されたデータに基づいた栽培管理機器の制御  
具体的には、栽培管理機器の一つである側窓を、指定する時間に開閉する機能と、南側に設置された温度センサの高さ 3m と 1m の温度差によって循環扇を ON/OFF する機能を持たせた。

作成したソフトウェア画面を図 6 に示す。



図6 管理ソフトウェア画面

2.4 実証実験

開発したハードウェア機器及びソフトウェアによるセンサネットワークの実証実験を愛知県農業総合試験場内のトマト栽培温室で行った。概略図を図7に示す。

センサは表1に示すように4種類のセンサを合計21箇所(温度13箇所、湿度6箇所、土壌水分1箇所、日射1箇所)設置した。設置の様子を図8に示す。

表1 実証実験で設置したセンサー一覧

センサの種類	設置箇所、設置数
温度	温室内6箇所の高さ3mと1m (合計12箇所) 温室外1箇所
湿度	温室内6箇所の高さ2m (合計6箇所)
土壌水分	温室内1箇所の土中深さ15cm
日射	温室内1箇所の高さ3m

機器の制御については、循環扇、側窓、天窓、遮光カーテン、電磁弁の5種類の栽培管理機器を対象とし、図9のようにリレーで制御した。

今回開発したプログラムを温室から離れた建物内に据置されたパソコン上で稼働させ、センサデータは5分ごとに収集、カメラ画像は10分ごとに撮影し、それぞれパソコン内に保存した。



図8 温度及び湿度計測の様子

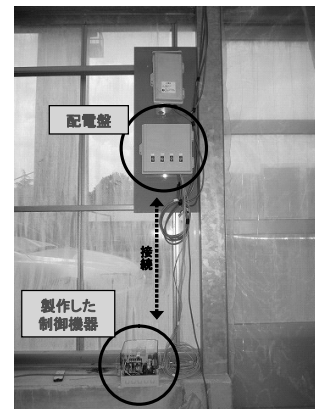


図9 制御機器との接続の様子

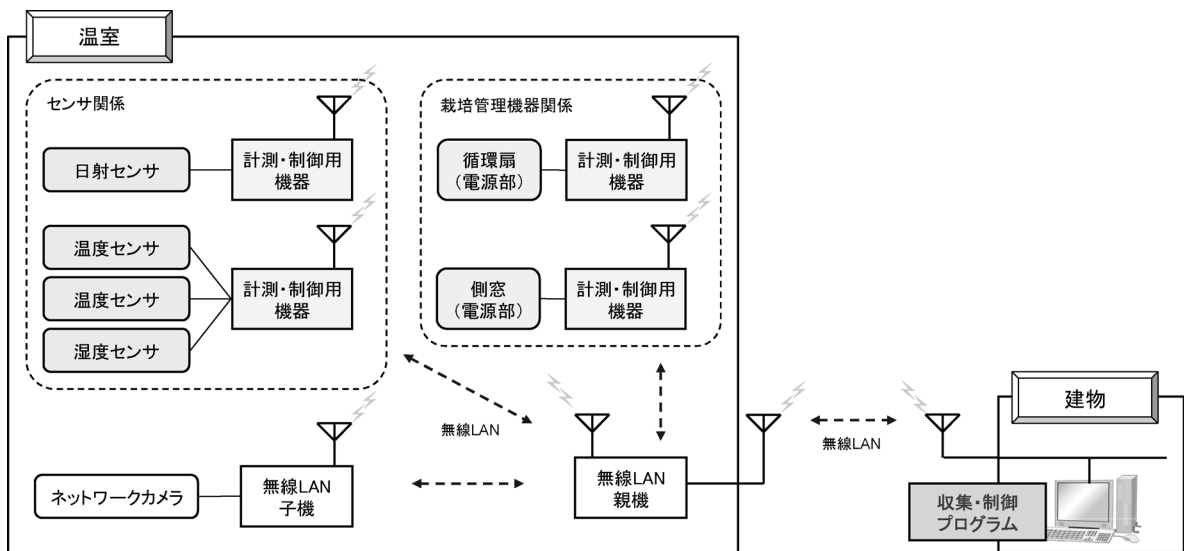


図7 実証実験概略図

### 3. 実験結果及び考察

実証実験の結果、構築したシステムにより温度、湿度、日射量、土壌水分量の各データはパソコン内に保存されており、多地点のセンサデータが遠隔で収集できていることを確認した。収集されたデータのうち、平成 22 年 2 月 21 日から 22 日にかけての各センサ値の変化の様子を 図 10 から 図 13 に示す。日射センサは直射光が当たらないと出力が出ず、雲や温室の梁の影響で影に入ると電圧値が低くなるため、グラフの変動も大きいものとなる。また、土壌水分量について、朝方に落ち込みが見られるのは、毎朝一定の時間に液肥を与えることで、水分量が多くなるためである（今回使用した土壌水分センサは水分量が多くなると、電圧値が低くなる）。

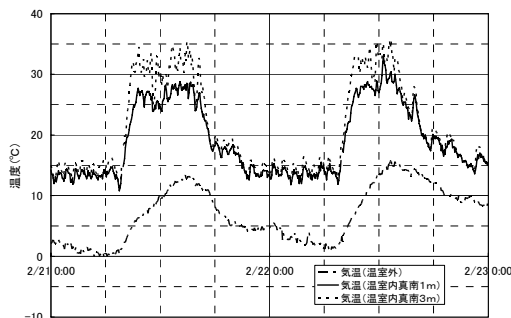


図 10 温度の計測結果

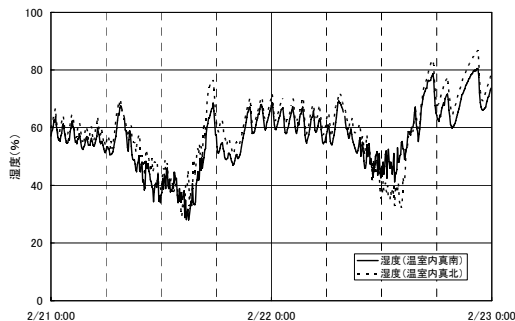


図 11 湿度の計測結果

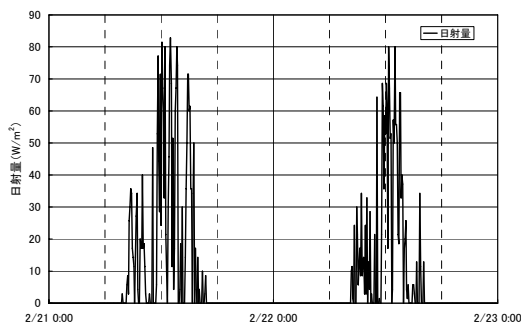


図 12 日射量の計測結果

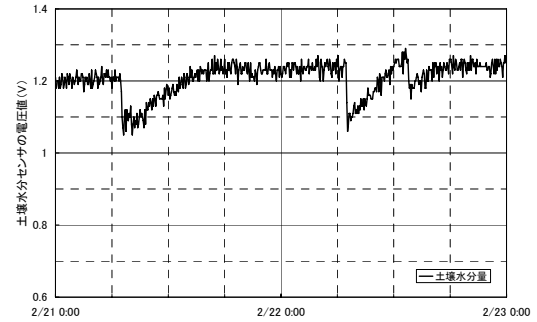


図 13 土壌水分量の計測結果

各栽培管理機器の動作については、ソフトウェア側で ON/OFF のボタンを押すことで、該当機器が動作及び停止することを確認し、さらに指定した時間の側窓の開閉やデータに基づいた動作についても正常に動作することを確認した。

### 4. 結び

施設園芸をターゲットとした、温室内の環境データ収集と栽培管理機器の制御を遠隔で行うシステムの開発を行い、トマト栽培温室で実証実験を行った。その結果、データの収集や栽培管理機器の制御を行えることを確認した。開発したソフトウェア上では、データの収集と機器の制御を行う機能を実装したことにより、1つのシステムの中で計測と制御を同時に行うことが可能となり、データに基づいた遠隔制御が実現した。高性能かつ安価な小型サーバ (WiPort) を活用することで、簡易な回路構成で安価にハードウェアを製作できた。

本開発システムにおいて、側窓の開閉などの制御はあらかじめ決められたプログラムの仕様に依存する。農作物の収量を上げることを考えた場合、栽培作物や栽培地により最適な条件や要素は異なってくるため、プログラムによってあらかじめ固定された制御仕様では対応できない。今後は各環境に合わせた柔軟な制御手法をプログラム上で実現できるかが一つの課題になっていくと思われる。

### 謝辞

本研究は愛知県農林水産部の農工連携研究促進事業の一環として愛知県農業総合試験場、豊橋技術科学大学との共同研究により行われました。本研究の遂行にあたりご協力いただきました愛知県農業総合試験場園芸研究部野菜グループ川嶋主任研究員と、豊橋技術科学大学青野教授に深く感謝いたします。

### 文献

- 1) 浅井、松生: 愛知県産業技術研究所報告, 8, 48 (2009)