

# 自律型ビニルハウスのための組み込みコンピュータを用いたセンシングシステムの研究

重住 禎彦<sup>†</sup> 松崎 隆哲<sup>‡</sup>

近畿大学大学院産業理工学研究科<sup>†</sup> 近畿大学産業理工学部<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

今日では、室内水栽培のような植物工場は、高品質の野菜を生産するための主流な方法の一つになりつつある。農林水産省の報告では、室内水栽培などの植物工場を利用した農業は、高品質の野菜を生産するための方法として主流となりつつある。近年の施設園芸では、施設内部に暖房や自動給排水機能を始めとする省力化のための様々な装備を備え、コンピュータの導入によるシステム化が進んでいる[1]。

施設園芸の設備をさらに高度化した施設のことを「植物工場」と呼び、完全制御型や太陽光利用型の植物工場が存在する。それらの植物工場は空調管理や水ポンプを始めとする設備の様々な制御を必要とする。我々は、通常のビニルハウスに植物工場で必要とされる機能を付与することで、低コストで実現可能となる自律型植物工場(自律型ビニルハウス)の構成法について研究している。

本稿では、自律型ビニルハウスのための組み込みコンピュータを用いたセンシングシステムについて述べる。

## 2. 自律型ビニルハウス

図1に一般的なビニルハウスを示す。自律型ビニルハウスは、植物工場のような大規模投資を必要とする設備導入を行うのではなく、低コストシステムによって構成される導入がしやすく農作業の手間を減らすことができるシステムである[2]。自律型ビニルハウスの主な構成は、センサと複数の部品とそれらを制御するための組み込みコンピュータで構成される。

それによって、自律型ビニルハウスは、既存のビニルハウスにこれらのデバイスを取り付けることによって低コストで構成することを目指

している。低コストを実現するために、自律型ビニルハウスでは組み込みコンピュータシステムとして **Raspberry Pi**(ラズベリーパイ)を使用する。**Raspberry Pi** は他の CPU ボードと比較して、以下の利点を持つ。

- 低消費電力で動作可能
- 通信機能インターフェース搭載
- I/O ピンによるセンサの拡張性

これらの利点を利用して本研究では、**Raspberry Pi** は低コストの組み込みコンピュータシステムとして利用する。したがって、自律型ビニルハウスは、通常のビニルハウスに、いくつかのコストを追加することで構築することが可能である。



図1:ビニルハウス(温室)

## 3. Raspberry Pi とは

**Raspberry Pi**[3]とはイギリスのケンブリッジ大学の教授らが設立した慈善団体、**Raspberry Pi Foundation**(ラズベリーパイ財団)が、10~12歳の子供達が気軽にプログラミングに取り組めるように開発されたコンピュータである。図1に **Raspberry Pi** を示す。最近では国や文化、老若男女問わず様々な人達が **Raspberry Pi** を活用している。これは、様々な人が容易に入手できるよう安価な価格で販売されていることにある。



図2:Raspberry Pi(modelB)

Control mechanism of sensing system using embedded computer for autonomous greenhouses.

<sup>†</sup>Yoshihiko Shigezumi,  
Graduate School of Humanity-Oriented Science and Engineering,  
Kinki University

<sup>‡</sup>Takanori Matsuzaki,  
Faculty of Humanity-Oriented Science and Engineering, Kinki  
University

また、Raspberry Pi の CPU には ARM プロセッサが採用されているため、Raspberry Pi の消費電力は 3.5W(一般 PC の約 1/100)程度である。標準機能には GPIO ポートも用意され、基板上には 26 本のヘッダーピンが存在しその端子に接続することで GPIO が利用可能である[4]。

#### 4. センシングシステムについて

図 3 に自律型ビニルハウスのイメージ図を示す。

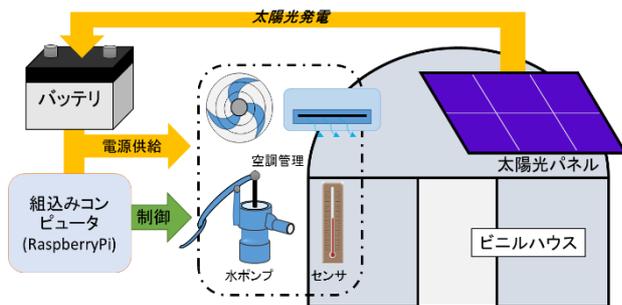


図 3:自律型ビニルハウス

自律型ビニルハウスは組み込みコンピュータによるセンシングシステムを使用している。システム運用の前提条件として、ビニルハウスに電気が用意できないことを想定した。そのため、商用電源なしで装置やシステム動作を行えるようにシステムの電源を太陽光発電とバッテリーを利用している。太陽光発電によって充電されたバッテリーを電源として効率よく利用するために、組み込みシステム(Raspberry Pi)は電力の使用状況を監視し、太陽光発電の制御とシステムの電源管理を行う。バッテリーの充電残量が不足した場合、システムは自律型ビニルハウスに取り付けたデバイスの動作を中止させる制御を行い、バッテリー残量に応じた省電力動作制御を行う。

#### 5. 液体肥料の自動補充システム

自律型ビニルハウス内には水耕栽培を利用している。図 4 に水耕栽培の基本構成を示す。

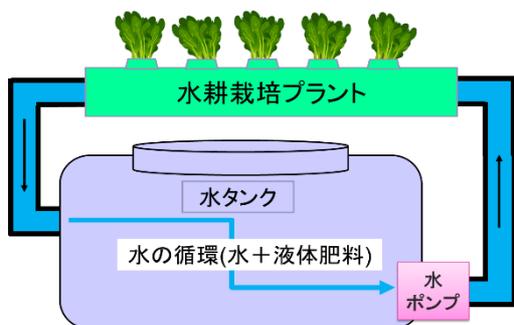


図 4: 水耕栽培の基本構成図

循環する水の中に液体肥料を混ぜ、植物に適した養分濃度を保つことで植物の健やかな発育が可能となるが、日々植物によって循環水内の水と液肥が吸収され、濃度を一定に管理することが難しい。

本研究では自律型ビニルハウスの機能として、液体肥料の自動補充システムを検討した。これは液中の濃度を一定に制御するシステムである。本システムは低コストでの実現を目指している。

#### 6. おわりに

本研究では、自律型ビニルハウス用の組み込みコンピュータを利用したセンシングシステムを検討した。組み込みシステムの自動化応用例として液体肥料の自動補充システムの実装を検討した。

今後は Raspberry Pi による電源制御とシステム構築し、学内にあるビニルハウスを利用したシステム動作のテストを行う計画である。また、本システムを用いたフィールド実験を行う予定である。



図 5:学内ビニルハウス

#### 参考文献

- [1] 農林水産省, "特集 野菜をめぐる新しい動き 植物工場の可能性", 農林水産省, [http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1002/spe1\\_01.html](http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1002/spe1_01.html)
- [2] Yoshihiko Shigezumi, Takanori Matsuzaki: Control mechanism of sensing system using embedded computer for autonomus greenhouses, J.I.S.R.I e-ASIA 2015, 2015 年
- [3] Raspberry Pi, <http://www.raspberrypi.org/>
- [4] Eben Upton Gareth Halfacra : RaspberryPi ユーザーガイド, インプレスジャパン, (2013).