

センサーネットワークを活用した植物工場における自動計画生産システムの研究開発 (122306010)

Scheduling software construction utilizing the sensor network in plant factory

研究代表者

亀岡 孝治 三重大学大学院生物資源学研究科
Takaharu Kameoka Mie University

研究分担者

加藤 雅樹[†] 橋本 雄士[†] 川北 友博^{††} 磯崎 真英^{†††} 小西 信幸^{†††} 鈴木 賢^{††††} 橋本 篤^{†††††}
Masaki Kato[†] Takeshi Hashimoto[†] Tomohiro Kawakita^{††} Masahide Isozaki^{†††}
Nobuyuki Konishi^{†††} Ken Suzuki^{††††} Atsushi Hashimoto^{†††††}
[†](株)構造計画研究所 ^{††}チトセ工業(株) ^{†††}三重県農業研究所 ^{††††}三重紀州地域農改センター
^{†††††}三重大学大学院生物資源学研究科
[†]KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc. ^{††}Chitose Industrial Co., Ltd. ^{†††}Mie Prefecture
Agricultural Research Institute ^{††††}Mie Prefecture Kisyuu Regional Agriculture Extension Center
^{†††††}Mie University

研究期間 平成 24 年度～平成 25 年度

概要

本研究では、農商工の活性化によって地域経済の発展に貢献するために、植物工場に ICT 技術を活用することで、省エネルギー化と同時に、消費者が求める品質から逆算して、一定の品質の作物を安定的に生産する次世代型の植物工場システムを提案する。まずは、提案システムを実現するための基礎課題である最適な栽培スケジュールを自動生成するシステムを確立し、提案システムの有効性と実現可能性を示すことを目的とする。

1. まえがき

本研究は、センサーネットワークを有効活用することで最適な計画生産を自動化できる次世代型植物工場システムの実現方法を検討する。主要な研究テーマと成果目標は、①緻密な環境制御が可能な環境情報収集方法の確立、②高精度な生産期間予測モデルの構築と有効性の検証、③最適栽培スケジュールリングシステムの構築と有効性の検証、④最適栽培スケジュールリングシステムを組み込んだ植物工場システムでの実証実験によるシステムの有効性検証と課題の明確化、の4つである。以下、それぞれの成果目標に対する成果を記載する。

2. 研究開発内容及び成果

2.1. 緻密な環境制御が可能な環境情報収集方法の確立

2.1.1. 無線温湿度・照度センサーの開発

以下、開発した無線温湿度・照度センサーの仕様を示す。

表 1 性能・仕様概要 CWS-30C

項目	仕様
動作周波数範囲	915.9～929.7MHz ARIB 準拠 ※STD-T108
内蔵アンテナ	小形内蔵アンテナ・ループアンテナ
温度測定範囲	-10～0℃±1.0℃、0～+60℃ ±0.5℃ max.
湿度測定範囲	0～100% ±3～8%max
データ通信タイミング	親機から可変可能 1～600sec
電源	リチウムコイン電池
消費電力	動作時：約 70mW／待機時：約 30μW
重量	約 45g
サイズ	52×17×69mm

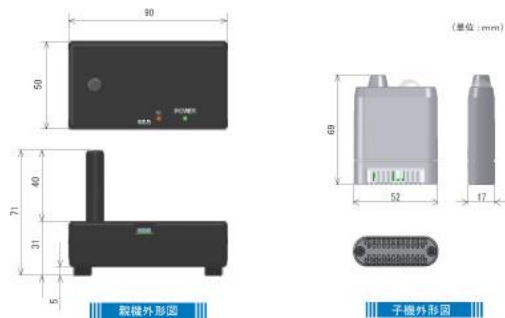


図 1 センサー外形図

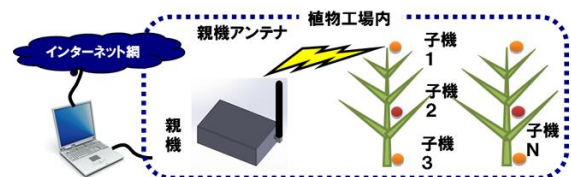


図 2 センサー設置イメージ

2.1.2. 無線温湿度・照度センサーとスケジュールリングシステムをつなぐ環境構築の実施

無線温湿度・照度センサーと植物工場三重実証拠点用にカスタマイズした生育期間予測モデルを組み込んだスケジュールリングシステムをつなぐ以下に示す環境の設計・開発を行った。

2.2. 高精度な生産期間予測モデルの構築と有効性の検証

本研究開発の目的は「植物工場における自動計画生産システムの開発」であることから、この目的に資する、出来るだけ簡易でセンサーネットワークと親和性の高い生育期間予測モデル構築が求められる。そこで、まず、植物工場三重拠点が栽培の参考としている「低段・多段組合せ栽培によるトマトの周年多収生産技術マニュアル、神奈川県農業技術センター、2010」における生育期間予測モデルを以下に示す。一般にトマトの生育は

日射、土壌水分、施肥量などいろいろな環境要因の影響を受けるが、実用上は温度によってその生育スピードが決まることが知られている。そこで、この低段・多段組合せ栽培のモデルでは、図3(a)に示すトマトの主要な生育段階までに要する積算温度を、季節・時期別に計算し、それらを組み合わせて利用されている。このマニュアルをもとに図3(b)に示す植物工場三重拠点が播種計画に用いる「生育期間予測モデル」を構築した。

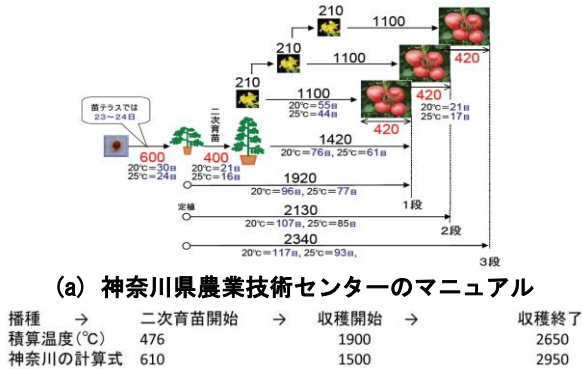


図3 トマトの生育期間予測モデル

2.3 最適栽培スケジューリングシステムの構築と有効性の検証

次に、図3に示す「生育期間予測モデル」を用いて、以下図4に示す「スケジューリングシステムの開発」を行った。特徴として「設備と生育情報を基に自動的に栽培スケジュールを自動作成」「収穫禁止期間、期間収穫目標設定機能を考慮」「管理指示情報、栽培スケジュール、環境情報を一元管理（一画面表示）」などが挙げられる。

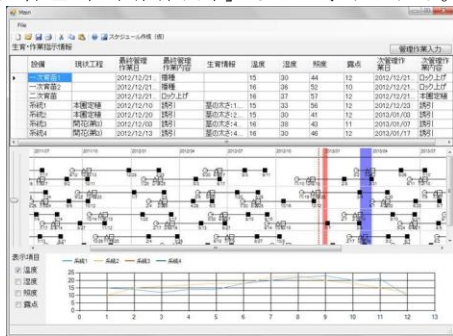


図4 スケジューリングシステム画面

2.4. 最適栽培スケジューリングシステムを組み込んだ植物工場システムでの実証実験によるシステムの有効性の検証と課題の明確化

2.4.1. 生育環境情報の計測と生育調査

また、生育予測モデルの精度向上のために、無線・温湿度照度センサーが収集する環境情報と合わせて生育情報の収集を行い、図5に示すように生育ステージと温湿度・照度センサーとの関係を明らかにした。

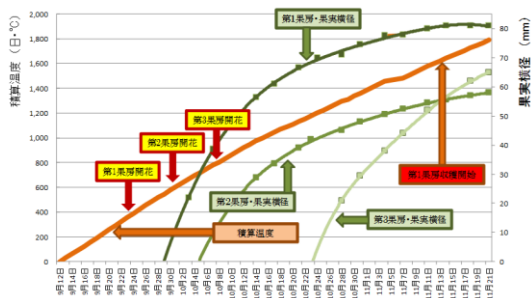


図5 積算温度と生育ステージ

2.4.2. スケジュール品質の評価と改善検討

今回のセンサーによるデータ収集および生育調査により、これまでの既存モデルと実績との比較を行うことが出来た。この結果、年間を通じて見ると既存の積算温度モデルは平均的な値を取っていることが分かり、年間を通じたパラメータで積算温度を定義するとバラつきが大きくなるため、定植日を変数とした積算温度の関数にしたモデルを構築し、スケジューラに反映した。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究の成果により計画生産の礎を作ることが出来た。また品質についてもデータ分析を実施し、今後の研究につなげる成果を上げられている。電力最小化については予算の関係上、今回は手を付けることは出来なかったが、今後研究を継続し不足部分を補完することで、年間を通じて消費者が求める安定品質・安定量・安定価格での野菜の供給が可能になる。また、システムが自動的に情報を収集し生産計画を作成することで、熟練者でなくても安定した生産が可能となり、効率的な農業経営を実現できる。さらには、消費者が求める品質の農産物の安定的な供給と ICT インフラの普及拡大に伴い、六次産業の創出と活性化も見込まれ、農業人口減少の抑制や国内自給率の向上にも貢献できるものと考えている。加えて、津波被災地における農業を復興するにあたり、ICT 利活用モデル事業の立ち上げにも寄与できる。

4. むすび

本研究の実用化のポイントとして、ユーザビリティの向上およびコスト削減に寄与する電力消費量の削減が上げられる。今後の実証の中で改善を進めシステムの普及に努めたい。また、今回の研究で得たノウハウをもとにミニ植物工場ビジネスなどの派生プロジェクトを立ち上げており、新たな価値を生み出していく。

【誌上发表リスト】

- [1] 川北友博. 無線温湿度・照度センサーを用いた新しい植物工場スケジュール管理, 計測と制御, 52(8), 696-701 (2013年8月)
- [2] 亀岡孝治, 堀川恵莉菜, 岩田智之, 橋本篤: トマト育苗プロセスにおける苗の成長計測, 第30回センシングフォーラム, SICE, 183-186 (2013年8月)
- [3] 亀岡孝治・橋本篤: 植物工場における光センシング技術の可能性, 植物工場生産・流通技術の最前線, (株) エネ・ティール・エス, pp. 123-135, (2013年4月)

【申請特許リスト】

- [1] 中西啓文, 川北友博, 中野雅幸, 正垣年啓, センサ装置及び環境モニタシステム, 日本, 申請年月日 平成26年1月30日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.chitose-kk.co.jp/solution/sensor/>