

ロボット技術を活用した農作業の自動化・効率化システムの開発*

箱崎 義英**、堀田 昌宏****、園田 哲也***、千田 麗誉**、高橋 強**

生産年齢人口の減少に伴う担い手不足解消のためにロボット技術や IoT による生産性の改善が様々な分野で求められている。農林水産省ではスマート農業を提言し、農機具メーカーはロボット農機に関する技術開発を推進している。また、岩手県では農業振興策としてタマネギの育苗技術開発・大規模化・高収益化への取り組みが進められている。本研究では、ハウス内での育苗工程にスポットを当て、タマネギの増産に向けてロボット技術を活用した装置の開発を行った。

キーワード：ロボット技術、播種、育苗、タマネギ

High-efficiency automation system for agriculture using robot technology

**YOSHIHIDE Hakozaki, MASAHIRO Hotta, TETSUYA Sonoda,
YOSHITAKA Chida, and KYO Takahashi**

To solve the problem of labor shortage due to the decreasing production-age population in Japan, productivity improvement using robot technology and the Internet of Things has been gaining great demand in various fields. Accordingly, the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan has proposed development of smart agriculture, and agricultural machinery manufacturers have been developing robot technology for agricultural machinery. Furthermore, in Iwate Prefecture, as part of the agriculture promotion plan, the scale and profit of onion cultivation are being increased by developing the seedling raising technology. In this study, the authors focus on the seedling raising process adopted in house and further develop a robot-technology-based device that can increase the scale of onion production.

key words : Robot technology, Seedling, Raising seedlings, Onion

1 はじめに

岩手県は広い県土と変化にとんだ気象を活かし、さまざまな農産物を生産している。その生産量は全国上位にランクされ、全国有数の食料供給基地としての役割を担っている。しかし、岩手県のみならず全国でも少子高齢化や生産年齢人口の減少などによる一次産業衰退の課題をかかえ、国・県はスマート農業を提唱し、ロボット技術や ICT (Information and Communication Technology) による生産性の向上や省力化、自動化、効率化を進めている¹⁾。

財務相の諮問機関である財政制度等審議会では、農業の生産性向上策として、生産が消費を上回る米から収益性の高い野菜に転換するよう提言している。また、国立研究法人農業・食品産業技術総合研究機構（通称：農研機構）では、国産加工・業務用タマネギの7～8月の端境期出荷を可能にする春まき栽培技術の確立を目指して、「東北・北陸地域における新作物型開発によるタマネギの

端境期生産体系の確立」の研究を行い、収益増加に向けた新たな経営品目の導入を推進している²⁾。

本研究では、タマネギの生産における播種から育苗の工程にスポットを当て、ロボット技術を活用した農作業の自動化、効率化のため装置を開発した。

2 自動播種ロボットの技術開発

2-1 播種ロボットの概要

作物の高品質化による収益性向上のためには、丈夫で均一な品質の苗を育てることが重要であり、セルトレイを用いた専用ハウスでの育苗が行われている。セルトレイへの播種作業は、重労働・長時間労働であるために専用自動播種機を使用している。しかし、既存の自動播種機は、耕地面積が5ha以上の大規模経営向けの大型装置であり、複数名の作業人員を要し、かつ高価である。このため1,2名で作業する中小規模経営農家において購入は困難であり導入されていない。

* 平成 28 年度、平成 29 年度 技術シーズ創生研究事業（プロジェクトステージ）

** 電子情報技術部

*** 機能表面技術部

**** 素形材技術部

従来の自動播種機は、機械装置で扱いやすいようにするために、図1に示すような不定形なタマネギの種子を丸粒状に成形したコート種子を利用する必要がある。コート種子は裸種子に比べ寿命が短く、高価である。また、セルトレイには農水省規格もあるが専用のセルトレイを利用しなければならず、生産コストの低減に課題がある。

均一な苗を育てるためには培土の量も均一にする必要があるが、培土をセルトレイ上方から落下供給するため培土の量は不均一である。

そこで本研究では、安価な裸種子や農水省規格の汎用セルトレイを利用し、培土の定量供給を可能とする播種ロボットを試作開発した。



裸種子 コート種子
図1 種子 (タマネギ) のタイプ

2-2 播種機能

種子ピックアップ用の板をスライドさせ不整形種子や扁平種子など裸種子を搬送しながら必要な個数を個別に取り出す手法である。図2に示すように、ピックアッ

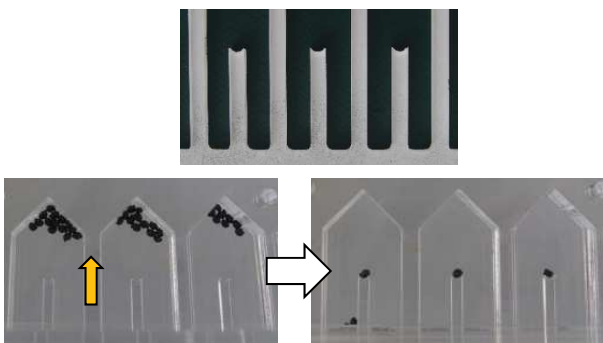


図2 裸種子のピックアップ原理

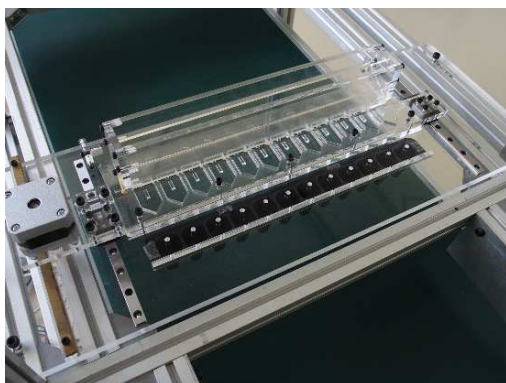


図3 播種機能試作機

プ用の板は種子を保持するための窪みを設けた特徴ある形状をしており、種子を保持し、必要個数分のみ取り出すことが可能である。図3に試作した播種機能試作機を示す。

2-3 培土供給機能

培土の定量供給のため、図4に示すように汎用セルトレイのセルサイズに対応するプレス治具を用いる。培土供給は、培土供給ホッパーよりプレス治具に培土が供給され、培土はプレス治具により圧縮し型締めされピストンが上下することでセルトレイに鎮圧されながら供給される。プレスによる型締めからピストンによる供給の流れを図5に示す。

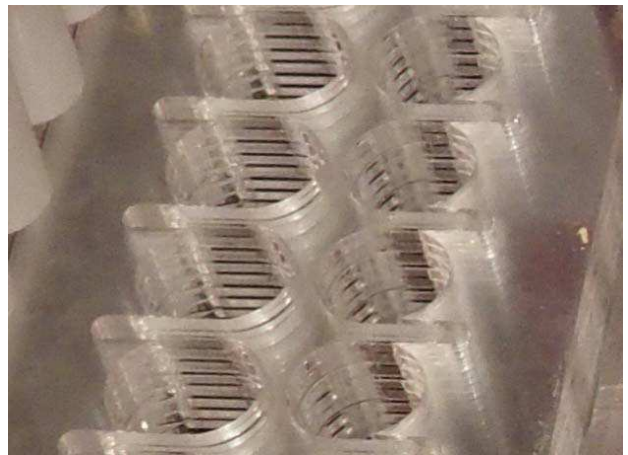


図4 培土プレス治具

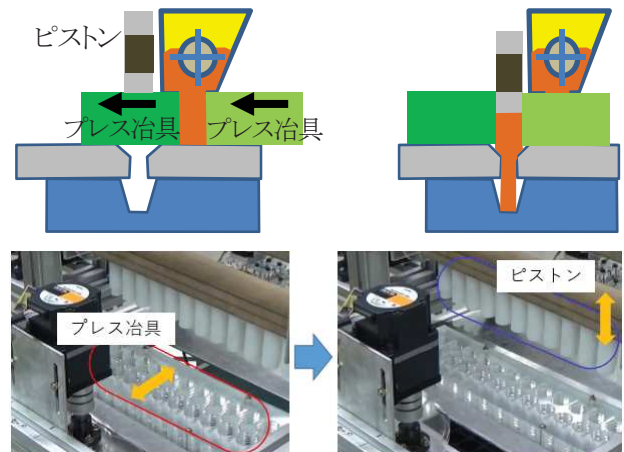


図5 培土供給方法

2-4 灌水機能

セルトレイへの播種後の灌水では、流水による種子のセル外への排出を防ぐため噴霧により行う。図6に灌水装置試作機を示す。



図6 灌水装置試作機

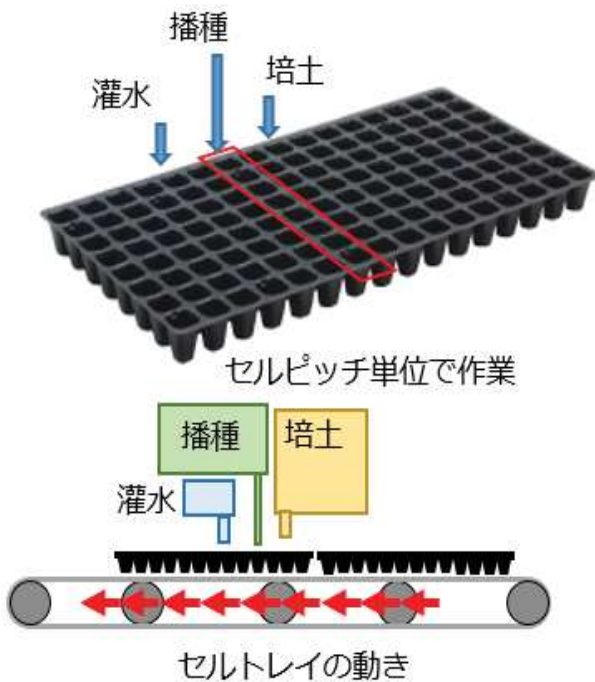


図7 各工程の作業単位

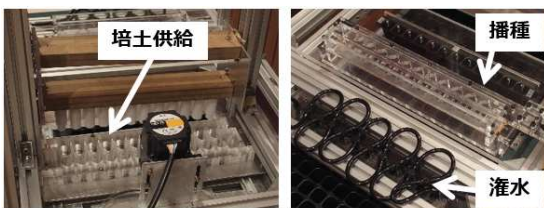


図8 自動播種ロボット試作機

2-5 試作した播種ロボット

従来の自動播種機は、コンベア上のセルトレイを停止させることなく流しながら培土供給、播種、灌水の工程を行っている。各作業がトレイ単位で行っているため、装置全体としてのサイズが大きくなっている。そこで、図7に示すようにセルトレイをセルピッチ単位で間欠動作させ各工程の作業をコンベアの停止時に行うことで装置全体のサイズを小型化することとした。本研究で試作した自動播種ロボットを図8に示す。

3 自動走行ロボットの技術開発

2-1 走行ロボットの概要

農作物の栽培で最も重要とされる育苗工程において、生産性向上の為に自動化と安定した品質の育苗の為に気温・湿度・日照量等の管理にIoTを活用することが望まれている。また、遠隔地において生育状況を確認する方法としてカメラを用いた定点観測もあるが広角画像となるため苗の直近の状況を確認することは困難である。画像による苗の状況確認を的確に行うには、苗の近傍での撮影が必要となる。そのため、遠隔操作により走行ロボットを任意の場所に移動させる必要がある。

そこで、本研究では、育苗工程での巡回型走行ロボットの基本動作に必要な、走行制御、障害物検知、自己位置推定、環境センシングの基本機能を実現するライブラリの構築を行った。

2-2 基本動作ライブラリ

本研究では、図9に示すオカテック株式会社製の走行ロボット MECROBOT により動作確認することとした。走行ロボットは、左右二輪が独立して駆動するものであり両輪の中心を軸にその場で旋回する超信地旋回が可能である。そのため、狭い場所での方向転換が可能で、育苗ハウス内の走行には有効なロボットである。図10にハードウェアの構成を示す。

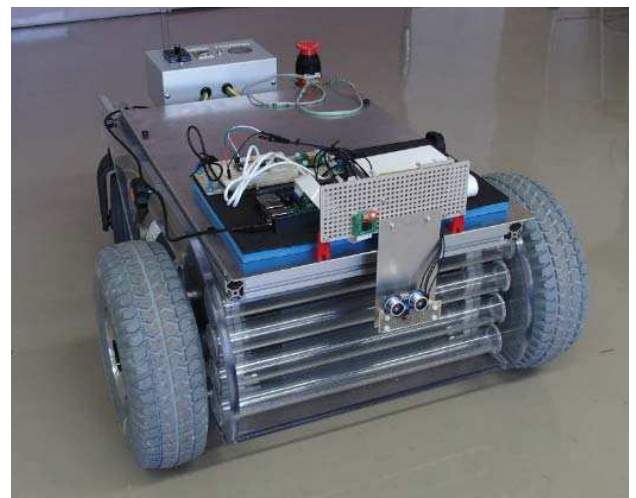


図9 走行ロボット

ロボットにはシングルボードコンピュータの Raspberry Pi 3 を搭載し、走行制御、センサ入出力の指令に利用した。Raspberry Pi と各種センサは I2C (Inter-Integrated Circuit) や SPI (Serial Peripheral Interface) のシリアル通信により入出力が行われており、通信部分をライブラリ化することで各種センサのデータ取り込みを容易にすることが可能となる。

また、無線 LAN を中継器として Wi-Fi により Raspberry Pi とパソコン間の通信を行い遠隔操作やセンサデータの集積を行うこととした。Wi-Fi 通信部分をライブラリ化することでパソコンからの走行指令やセンサデータのパソコンへの取り込みを容易に可能とした。

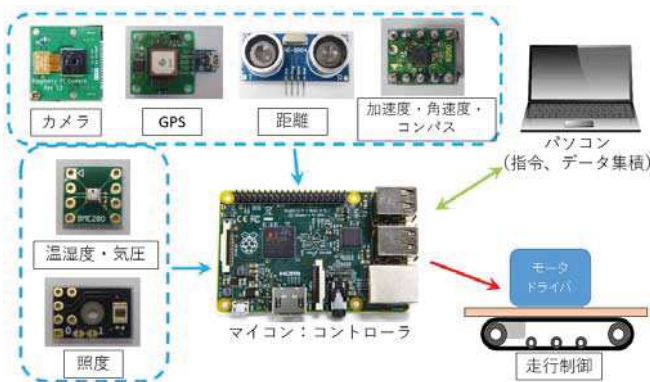


図 10 ハードウェア構成

2-3 障害物検知

走行ロボットの障害物検知では光学式の Lidar (light detection and ranging) をメインに超音波センサ等を併用して行われる。Lidar は、レーザー光を広範囲に照射し高精度に検出可能であるため、不特定多数の人が行き交う場所では有効であるが、超音波センサに比べ非常に高価である。

本研究では、作業も限定される育苗ハウス内を想定していることより対象物の材質や色の影響を受けない安価な超音波センサをメインに検知を行った。超音波センサは送信機により超音波を対象物に発信し、反射波を受信機で受信することにより対象物の有無や、距離を検出するものである。

対象物として農作業で使用する直径 1.5mm の針金から直径 20mm の丸棒の検知の可否について実験を行ったところ、感度調整可能なセンサを用いることで幅 5mm 以上の柱状物体の検知が可能であることが分かった。反射波を利用するため平板等がセンサに対して斜方向に存在する場合には検出が不可能な場合がある。この点については、センサを首振り動作させて検出することにした。また、超音波センサから発信する超音波には広がりがあるため物体同士の隙間の検出が困難である。隙間の検出はロボットの障害物間の通過の可否の判断に必要なことよ

りレーザー距離計を併用することにした。

2-4 超音波センサを用いた自己位置推定

自己位置推定は、GPS やタイヤの回転量を取得するエンコーダ等を併用して行われている。GPS は木の陰や建物の陰では位置情報が取得できない場合もある。そこで、本研究では超音波センサを利用したランドマーク手法による推定を行った。この方法は、超音波送信機をランドマークとして複数設置し、自己位置推定が必要なロボットには超音波受信機を搭載する。

図 11 にランドマーク設置例を示す。ランドマークは推定が必要な範囲内に超音波が送信されるように設置する。ランドマークの位置座標が固定されているので受信機を 360° 回転させることにより、1 回転におけるランドマークの方向が角度として取得でき、座標計算により自己位置が推定することが可能となる。今回、範囲を 10m × 10m として基礎実験を行ったところ 10cm 以内での推定が可能であることが分かった。



図 11 ランドマーク設置例

4 おわりに

本研究では、ロボット技術を活用した農作業の自動化・効率化システムの開発として、自動播種ロボット及び自動走行ロボットの技術開発を行った。自動播種ロボットの開発では、裸種子が利用可能な播種、培土供給、灌水機能を有する自動播種ロボットを試作した。自動走行ロボットの開発では、安定走行、安全対策、環境センシングの基本機能を実現するライブラリの構築を行った。

今後、播種ロボットは企業との共同研究で商品化を目指し、走行ロボットはこれまでの成果を基に新たにナビゲーション技術について研究開発を進めていく。

文 献

- 1) 農林水産省: スマート農業の実現に向けた取組と今後の展開方向について、(2016)
- 2) 農研機構: 東北・北陸地域におけるタマネギの春まき栽培技術 技術解説編、(2016)