



日本 IFTToMM 会議 NEWS

No. 41 2025 年 9 月

Cutting-edge Research

日本 IFTToMM 会議では会員間の研究紹介や国際会議情報の交換のため、NEWS を再開することとしました。この Cutting-edge Research では、日本 IFTToMM 会議実行委員会が選んだ優れた研究を行っている若手会員が、最先端の研究成果を解説します。

種植え・雑草処理・収穫が可能な農業ロボットの開発

大谷拓也
芝浦工業大学システム理工学部
機械制御システム学科

1. はじめに

気候変動は人類の喫緊の課題であり、農業にも深刻な影響を及ぼしている。さらに、農業従事者の減少により、農業方式の見直しが求められている。我々は、従来の農法が適用できない土地であっても、段階的に生態系を構築し緑化しながら食料生産を行うことができる協生農法® (Synecoculture™)[1]の実現を目指し、対応する農業ロボットを開発している。

本ロボットは、ソーラーパネル下における協生農法の遠隔実施・自動化を可能にするものであり、混生・密生した農地環境での移動、種植え、雑草剪定、収穫を行える。本稿では、このロボットの構成と実現した機能について紹介する。

2. 農業ロボット SynRobo

協生農法では、生育時期や速度が異なる複数種の植物を同一の土地に混在させて栽培するため、通年で多様な作業が必要となる。一般に複数の作業を行うロボットは、それぞれの作業機能を内蔵するため大型化しやすい。

そこで我々は、作業内容に応じてツールを換装可能とする構造を採用し、ツール単位で機能を集約することで、ロボット本体の汎用性と運用効率を高めた。この方式により、新しい作業が必要になった場合も、作業ツールの追加のみで対応できる。また、一般農法にも適用可能であり、同一ロボットが複数作業を行えるため、実働時間の向上が期待できる。

開発している農業ロボット SynRobo を図 1 に示す[2]。ロボットの基本構造として前後左右方向に移動しつつ伸縮する作業アームを備え、作業ごとに雑草剪定用の剪定機構、収穫物

の把持と切断の両方を行う収穫用機構、種植え機構を開発した。

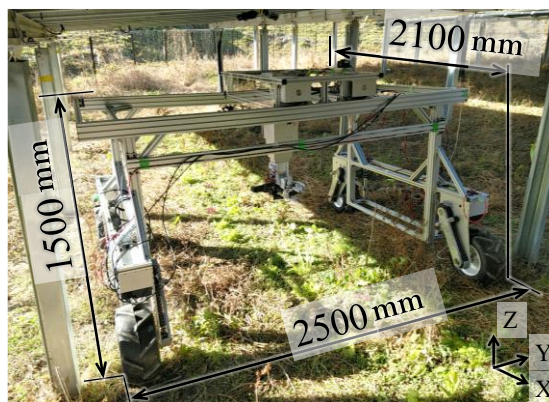
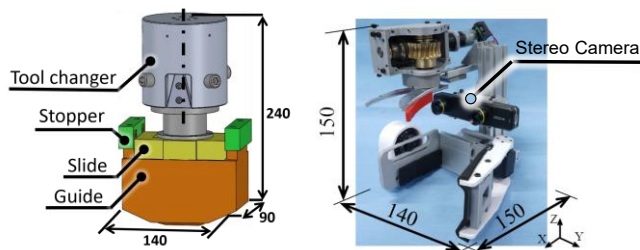


図 1 様々な農作業が可能な農業ロボット SynRobo



(a) 種植えツール

(b) 剪定・収穫ツール

図 2 様々な作業ツール

3. 種植え・雑草処理・収穫の実現

種植えでは、植物の種類ごとに形状や大きさの違う種子を同じ機構で扱うため、1 粒ずつの種子を事前に土でコーティングした“種子団子”を植える方式を提案している。種植えツールは、種子団子を複数個格納し、畝に押し込むことによって内部のピン構造が畝に穴を開け、ツールを引き上げる際に穴に種子団子が排出される[3] (図 2(a))。

農地の管理において、定期的な雑草処理は重要な作業である。一般的な農地においても、雑草の繁茂や畝の乾燥を防ぐため畝をビニルシートで覆い播種箇所のみ穴を開けて栽培される。そのため、育っている作物の近傍には雑草が生える可能性があり、近接・あるいは重なっている雑草を識別し、作物を傷つけないよう取り除く必要がある。これを実現するため、深層学習による画像内物体認識の中でも、場所ごとの識別が高精度に実施できるセマンティックセグメンテーションの技術を用いた。実際の農地画像の中の作物および雑草をラベリングしたデータを元に学習を行い、実際の農地におい

て98%程度の精度で識別できることを確認した(図3)。認識した雑草位置情報を元に、自動除草アルゴリズムを開発し、実際の農地での検証を進めている(図4)。



(a) 農地俯瞰画像 (b) 画像認識結果

図3 パクチー畑における作物(赤)と雑草(緑)認識



図4 パクチー畑における自動除草

収穫においては、目標に近接して他の植物が密生しているため、ロボットが障害物に接触して収穫物の品質を低下させてはならない。そこで、障害物を傷つけないように払いのけて、短時間で作業対象に接近する動作の自動生成手法を提案した[4]。障害物除去を伴う収穫動作を生成するために、収穫を行うメインアームと障害物を除去するサブアームの動作を生成する。まず、ロボットシステムは収穫目標の周囲の障害物を3次元点群情報から検出する。次に、収穫ツールがサブアームで障害物を取り除きながら目標に到達する軌道を最適化計算により生成する。そして、収穫ツールが収穫対象を把持・切断できる位置に接近し、収穫を行う(図5)。

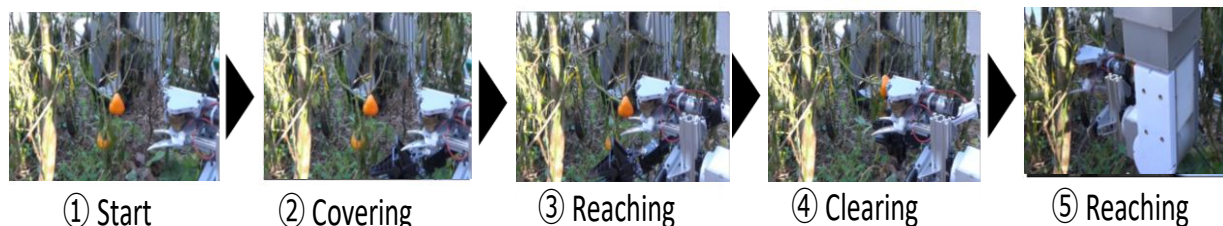


図5 農地での障害物払いのけと収穫の自動作業

4. 今後の展望

本稿では、密生環境における種植え・雑草剪定・収穫を自動で行う農業ロボットを紹介した。密生環境でも作業可能であることから、一般農法においても作物間の距離を狭め、収量向上への貢献が期待される。現在、通常の畑での実証も開始しており、さらなる改良と実用化を進めていく。

謝辞 本研究は、サステナジー株式会社との共同研究である。また、早稲田大学 高西淳夫教授をはじめ、すべての関係者各位に深く感謝の意を表する。協生農法®は(株)桜自然塾の登録商標です。Synecoculture™はソニーグループ(株)の商標です。

参考文献

- [1] K. Ohta et al.: “Secondary metabolite differences between naturally grown and conventional coarse green tea,” *Agriculture*, vol. 10, no. 12, p. 632 (2020).
- [2] T. Otani et al.: “Agricultural robot under solar panels for sowing, pruning, and harvesting in a synecoculture environment,” *Agriculture*, vol. 13, no. 1, p. 18, (2023).
- [3] 土井ら、” 協生農法環境における農作業支援ロボットの開発 (第8報: アーム先端部で交換可能な複数種対応の種植え機構および種子団子製造機の開発) ”、日本ロボット学会誌、42巻10号、p. 1031-1034 (2024)
- [4] 大谷ら、” 農地植物の3次元認識と障害物払いのけ動作生成によるロボット自動収穫 ”、第24回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2G3-05 (2023)



大谷拓也

早稲田大学先進理工学研究科 博士(工学)を取得。その後、同大学の助手、助教、研究院講師を経て、現在は芝浦工業大学システム理工学部機械制御システム学科にて准教授。2015年日本IFTOMM会議 Young Investigator Fund Best Paper Award などを受賞。