

# ソーシャル・インクルメンテーションズ・オブ・ロボット

研究代表者 高西 淳夫  
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

## 1. 研究課題

近年、ロボット技術の研究開発は様々な視点から進められているが、開発された技術が実際に社会で使用されるには大きな隔たりがある。技術面では、これまでの実務機能のみを追及したロボットでは社会実装後にメンテナンスが出来ず維持が出来ない、廃棄時の環境負荷が大きい、現場の作業者がロボットを使いこなせないといった問題があるため、機能・メンテナンス性・廃棄性の全てを高水準で実現する設計方法や一般運用に必要な簡便な操作方法の確立が必要である。実装面では、ロボット技術が社会実装された事例が未だ少なく分野が限定的であるため、ニーズや前提知識もそれぞれ異なるさまざまな分野に社会実装するために必要な、現場に即した導入・運用方法といった社会実装方法の体系化が進んでいない。

そこで本プロジェクトでは、複数の形でロボットの製品化および実際の運用による社会実装を行い、社会実装に向けたロボット技術開発・ロボット技術を社会実装するための実装方法論について研究を行う。

## 2. 主な研究成果

初年度である 2019 年度は、すでに製品化され社会実装されているロボットの運用実態を調査し、これまでに行っていたロボット実用化研究を進めるとともに、各分野の企業などと協力して様々な分野でのロボット社会実装案件を立ち上げた。2 年目である 2020 年度は、実装技術として、ロボットの直感的な操縦方法の開発を行った。2021 年度からは、これまでに立ち上げた社会実装プロジェクトを進めるとともに、さらに社会実装案件を立ち上げプロジェクトを加速させている。

企業との社会実装として、農業支援ロボットの開発を行った。人類の喫緊の課題として、地球温暖化やエネルギー・食料問題が懸念されている。これらを解決するアプローチとして、広大な砂漠環境での太陽光発電に加え、過酷環境でも実施可能な複数の作物を同時に育てる農法をロボットにより大規模に実施するプロジェクトを開始した。近年、農業支援ロボットの開発は広がりを見せているが、まだ単一種を対象とした一般的な農業の支援ロボットしか開発されていない。開発した農業支援ロボットは、広大な畝を走行し、農地での植え、雑草剪定、収穫の基本タスクをすべて実現することが可能である(図 1)。

今年度は、実際の農地での実用化に向けた実地試験として、長野県御代田町の農家での実験を行うとともに、実現すべき課題として雑草の自動処理があることから、深層学習により雑草を判別し雑草を抜き取るハードウェア及びソフトウェアを開発した(図 2)。さらなる研究として、ロボットが自動で雑草剪定や収穫を行うため、環境の密生具合や植物種を自動で認識する機能の開発を進めている。

加えて、スポーツ分野でのロボットの活用など新しい社会実装プロジェクトについて、複数の企業との協議を進めている。



図1 開発した農業支援ロボット



図2 自律的な雑草認識による自動除草作業

### 3. 共同研究者

大谷 拓也（総合研究機構 ヒューマノイド研究所・招聘研究員）  
石井 裕之（創造理工学部・総合機械工学科・教授）  
山川 宏（早稲田大学 名誉教授）  
石田 健蔵（次世代ロボット研究機構・招聘研究員）  
黒木 義博（理工学術院総合研究所・招聘研究員）  
林 憲玉（理工学術院総合研究所・招聘研究員）  
春日 秀之（理工学術院総合研究所・研究院次席研究員）  
小椋 優（理工学術院総合研究所・非常勤講師）  
菅原 雄介（理工学術院総合研究所・招聘研究員）  
橋本 健二（大学院情報生産システム研究科・教授）

### 4. 研究業績

#### 4.1 学術論文

- 金丸 光希, 津野 太希, 峯下 弘毅, 大谷 拓也, 川上 泰雄, 林 憲玉, 高西 淳夫, 脚弾性を活用した 2 足走行ロボットののための高出力発揮・トルク計測可能な剛性可変機構の開発, 日本ロボット学会誌, 2025, 43 巻, 3 号, p. 334-337, <https://doi.org/10.7210/jrsj.43.334>
- 津野 太希, 金丸 光希, 峯下 弘毅, 大谷 拓也, 川上 泰雄, 林 憲玉, 高西 淳夫, 脚弾性を活用した 2 足走行ロボットののための軽量・高出力発揮可能な脚機構の開発, 日本ロボット学会誌, 2025, 43 巻, 2 号, p. 230-233, <https://doi.org/10.7210/jrsj.43.230>
- 前田 菜夏香, 土井 瑛人, 政谷 巧樹, 田中 大雅, 青竹 峻太郎, 船橋 真俊, 三木 浩, 大谷 拓也, 高西 淳夫, 協生農法環境における農作業支援ロボットの開発-第 9 報: パラレルコンベックス駆動による高伸縮比アーム-, 日本ロボット学会誌, 2025, 43 巻, 1 号, p. 116-119, [doi.org/10.7210/jrsj.43.116](https://doi.org/10.7210/jrsj.43.116)
- 土井 瑛人, 前田 菜夏香, 田中 大雅, 政谷 巧樹, 青竹 峻太郎, 船橋 真俊, 三木 浩, 大谷 拓也, 高西 淳夫, 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, 2024, 42 巻, 10 号, p. 1031-1034, [doi.org/10.7210/jrsj.42.1031](https://doi.org/10.7210/jrsj.42.1031)
- Zhao, Wentao, Otani, Takuya, Soma, Sugiyama, Kento, Mitani, Masaya, Koki, Takanishi, Atsuo, Aotake, Shuntaro, Funabashi, Masatoshi, Ohya, Jun, "Locating the Fruit to Be Harvested and Estimating Cut Positions from RGBD Images Acquired by a Camera Moved along Fixed Paths Using a Mask-R-CNN Based Method," 2024 33rd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN), pp. 2189-2196.
- Y. Shen *et al.*, "Development of a Bilateral Control Teleoperation System for Bipedal Humanoid Robot Utilizing Foot Sole Haptics Feedback \*," 2024 *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2024, pp. 12170-12175.
- Otani T, Kondo T, Itoh A, Sugiyama S, Ohta H, Takanishi A. Forced oscillation control with a wearable reaction wheel to assist human periodic arm swing. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 2024;21(5). doi:10.1177/17298806241278912
- Otani T, Nakamura M, Kimura K, Takanishi A. Optimizing link-length fitting between an

operator and a robot with compensation for habitual movements. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2024;21(5). doi:10.1177/17298806241279612

- T. Otani, Y. Kuroiwa, A. Takanishi, “Plantar Haptic Display to Estimate the Position of the Projected Center of Gravity of a Humanoid,” International Journal of Humanoid Robotics, Vol. 21, No. 06, 2024.

#### 4.2 総説・著書

#### 4.3 招待講演

- Atsuo Takanishi, “Bipedal Walking Robot Developments in The Early Days, 1960s to 1980s, in Japan”, 40th Anniversary of the IEEE Conference on Robotics & Automation (ICRA@40), Rotterdam, Netherlands, September 23, 2024 \*Distinguished Talk

#### 4.4 受賞・表彰

#### 4.5 学会および社会的活動

高西淳夫, 社団法人ワークロイドユーザーズ協会, 会長

高西淳夫, 日本咀嚼学会, 理事 (至: 2024 年 12 月 31 日)

高西淳夫, 日本咀嚼学会, 監事 (自: 2025 年 01 月 01 日)

### 5. 研究活動の課題と展望

農作業支援ロボットの自律動作など機能向上を目指すとともに, 共同研究先企業と共同で事業化に向けた資金獲得, 実用化に向けた長期運用試験を進めていく。また, ロボットのための高機能樹脂材料の活用やロボット操縦システムの開発など, 他にも実用化に向けた共同研究を進めていく。