

ロボットとAI/IoTを利用したスマート家畜ふん尿処理システムの開発

〔研究グループ〕

農研機構(農機研、北農研、九沖農研、農情研)、
(株)システムフォレスト、ARAV(株)、三桜電気工業
(株)、山形東亜DKK(株)、宮崎県畜試、熊本県農セ、
沖縄県畜セ、千葉県畜産セ、愛知工科大学、【普及
機関】合志バイオX、(株)鶴見製作所

〔研究総括者〕

農研機構 畜産研
田中 章浩

〔研究期間〕

令和4年度～令和6年度(3年間)

1 研究の目的・終了時の達成目標

- ・ふんを処理する堆肥化と尿を処理する排水処理をスマート化(＝完全自動化)
 - ① 堆肥化での切り返し作業をスマート化する堆肥化ロボットを開発
 - ② 排水処理をスマート化するBODバイオセンサやAI凝集センサを開発
 - ③ 施設の見回りなどを省力化するIoT遠隔監視システムを開発
- ・上記の技術開発により家畜ふん尿処理に要する労働時間を70%削減

2 研究の主要な成果(開発した技術)

- ① 堆肥化ロボットの開発
 - ・既存のホイールローダーにロボット化装置を後付けし、遠隔操作型の堆肥化ロボットを開発。
さらに、このロボットをベースに、自律的に堆肥の切り返しを行うロボット制御の基盤技術を開発。
- ② スマート排水処理技術の開発
 - ・市販済みBOD監視システム(水質汚濁の指標であるBODを測定し、曝気量を自動制御する装置)の測定精度を向上させ、さらに遠隔操作機能を追加した改良型システムを開発。
 - ・排水処理における固液分離プロセスを、AI画像認識を活用した新型センサーにより自動化するシステムを開発。従来は目視で調整していた凝集剤の投入量を、自動制御により最適化。
 - ・曝気槽の汚泥量を自動で制御する安価な装置を開発し、R7年に市販化した。
- ③ 家畜ふん尿処理施設のIoT遠隔監視システムの開発
 - ・スマートフォンにより堆肥化施設と排水処理施設を同一プラットフォームで一元監視可能な、家畜ふん尿処理施設の見回り作業を省力化するIoT遠隔監視システムを開発し、R7年に市販化した。

公表した主な特許・論文

- ① Yokoyama, H. et al, Deep learning-based flocculation sensor for automatic control of flocculant dose in sludge dewatering processes during wastewater treatment, Water Research, 260, 121890, (2024), IF = 11.4
- ② 特願2025- 88939 センサー及び液体浄化システム(国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・山形東亜DKK株式会社)

3 成果の実用化に向けた今後の展開方向

- ① 遠隔操作型の堆肥化ロボット(ホイールローダーに後付け型)は社会実装が可能なレベルまで開発した。市販化に向け、販売網を整備する。
自律型堆肥化ロボットは基礎技術を完成できた。精度や安全性向上のための研究開発を継続する。
- ② 改良型BOD監視システムは、R7年に耐久試験を行い令和8年度に市販化予定。
AI凝集センサはメーカーと共同研究により操作性と耐久性を改良し、令和8年度以降の市販化を目指す。

ロボットとAI/IoTを利用したスマート家畜ふん尿処理システムの開発

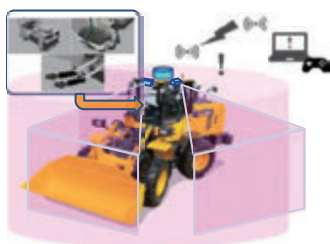
1 研究の目的・終了時の達成目標

ふんを処理する堆肥化と尿を処理する排水処理をAIによりスマート化(=完全自動化)して、家畜ふん尿処理に要する労働時間を70%削減

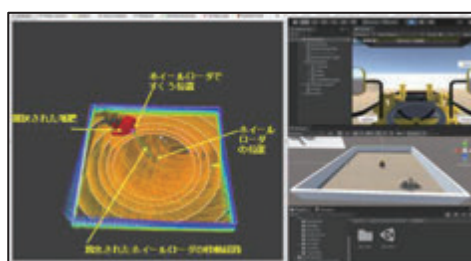
2 研究の主要な成果(開発した技術)

① 堆肥化ロボットの開発

既存のホイールローダーにロボット化装置を後付して、遠隔操作型の堆肥化ロボットを開発。さらに、遠隔操作型ロボをベースにして、自律的に堆肥の切り返しを行うロボットの基礎技術を開発。切り返し作業の70%を自動化した。



自律型ロボットの自己位置推定の概念図

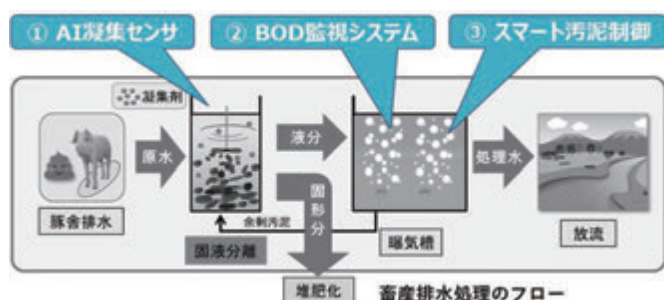


自律駆動シミュレータ



自律のテスト走行(実機)

② スマート排水処理技術の開発



① 排水の固液分離における凝集剤の投入量を自動制御する技術。

② 水汚れの指標であるBODを迅速測定して曝気量を自動制御する装置に検出感度の改良やWEBからの遠隔操作機能などを追加した改良型BOD監視システム。曝気に要する消費電力を削減できる。

③ 曝気槽の中の汚泥量を適正に維持するスマート制御装置。排水処理では最もニーズが高い技術である。

③ 家畜ふん尿処理施設のIoT遠隔監視システムの開発



堆肥化施設:

発酵温度、温度閾値による発酵状態判定

排水処理施設:

カメラ画像(曝気槽、制御盤など)、汚泥量、膜圧などの可視化

3 成果の実用化に向けた今後の展開方向

- ・ 遠隔操作型の堆肥化ロボット(ホイールローダーへの後付け型)は社会実装可能なレベルまでの開発が完了し、販売網が整備され次第、市販化可能となる見通し。
- ・ 自律駆動型の堆肥化ロボットは基礎技術の開発が完了しており、今後は精度の向上や安全性向上に向けた開発を引き続き行う。
- ・ 改良型BOD監視システムとAI凝集センサは、R8年度以降に市販化予定。