

安全かつ負担軽減を目指した 全電動式草刈システムの開発

■研究者のプロフィール

福井工業大学 工学部
機械工学科 教授 博士(学術)

いわの ゆうき
岩野 優樹

TEL : 0776-29-2484

E-mail : iwano@fukui-ut.ac.jp

URL : https://futredb.fukui-ut.ac.jp/html/100000525_ja.html



研究シーズの概要

現在、農地を中心とする草刈りは手作業によって行っているため非常に負担が大きい。また、柵の周囲や足場が高くなっているところ、斜面などは、手作業では刈りにくく、特に負担を要する。そのため、むき出しの刃が障害物に接触し、飛び石やその反力で跳ね上がるキックバックにより、人への刃の接触事故などが毎年報告されている。そこで、筆者は作業者の負担を軽減しつつ安全に作業できる小型の草刈システムを開発してきた。本研究室では、より安全性を重視した「バリカン型」と刈り取り性能を重視した「フレイル型」の二種類の草刈機構を備えた草刈システムを開発している。なお、エンジンを使用した草刈システムが多く開発されている中、本研究では全てバッテリー駆動による開発を実現している。

バリカン型草刈システムの開発

まず、図1にこれまで開発した草刈システムを示す。開発した草刈システムは、「草刈機構」、「移動機構」、「制御部」で構成されている。不整地での移動を考慮し、移動機構としてはクローラ^{*1}を用いている。草刈機構は、図1に示すようにハサミが複数付いたようなバリカン刃を用いて草を刈る。刈払機のように高速に回転することがないため、飛び石の危険もなく、固定刃が若干長く設計されているため、万が一に人に接触しても怪我をすることがほとんどな

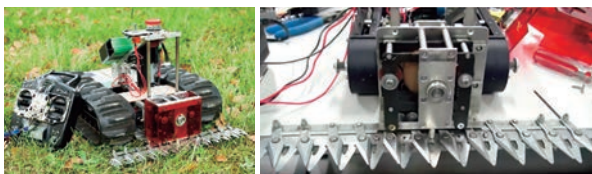


図1 開発しているバリカン型草刈システム

※1 重機が不整地走行するためのトラックベルト。キャタピラー。

く安全である。また直径10mm以上の硬い茎でも切断できるよう機構的な工夫を行っている。

制御は、ラジコンを用いた「手動制御」と無線シリアル通信による「自動制御」で行っている。

人力では作業しづらい狭所の作業性を確認するために足場の狭いフェンス際(幅350mm)で、刈り取り実験を行った結果、図2に示すように作業が可能であることが確認できた。また、記念碑などの傷つけてはならない障害物の際に生えている草の刈り取りにおいても、壁面を傷つけることなく草を刈ることが重要である。本システムは、壁面を傷つけることなく草を刈り取れることが確認できた。



足場の狭い場所の刈り取り 記念碑まわりの草刈り後

図2 狭所や足場の悪い場所、傷つけてはいけない場所での刈り取りの様子

また、刈り取り範囲を指定し、自律的に刈り取りを行った実験結果を図3に示す。図は指定範囲4 m²におけるPCに記録した自己位置座標による推定軌道と目標軌道の比較である。これより概ね目標軌道と推定軌道が一致していることがわかる。ただ、横方向(ロボットが直進する方法)について

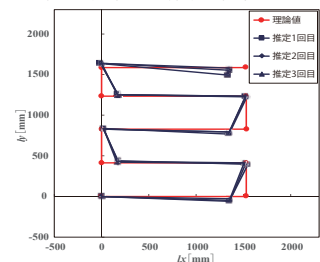


図3 自律的に刈り取りを行った際の目

は、短くなる傾向が見られた。これは、草や地面との接触時のクローラ機構のスリップや、草刈り時の草の抵抗、草刈り後の草の滞留など、実環境における外乱も結果に影響していると考えられる。また、機体方向が進行方向に対して右に遷移するという現象も発生しているため、直進走行性能についてはさらなる制御が必要である。一方、精度という点では1割程度の誤差がでているが、実際の草刈り作業を考えると、人力で刈るべき範囲の8割程度をロボットが自律的に刈り取ってくれることが確認できており、その点では、負担軽減の効果は期待できる。

フレイル型草刈システムの開発



バリカン型草刈機構は十分な刈り取り性能が確認できているが、長く伸びた草を根元から切断するという特性上、刈られた草が長い状態でその場に残留してしまい、ロボット前方に滞留したり、回収が必要となったりする問題がある。そこで、フレイル型(ハンマーナイフ型とも呼ぶ)の草刈機構を備えたシステムも開発した。本機構は、図4右図の赤い部分に示すように、回転軸に刈刃を複数個取り付け、その軸を高速回転させることで草を粉碎する。そのため、刈り取り後に回収不要である点も特徴である。

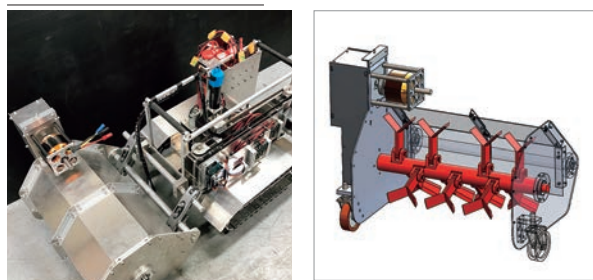


図4 開発しているフレイル型草刈システム

本草刈機構では、市販の刃(株式会社オーレックのHR550用替刃)を自作した軸に取り付けたものを使用する。刃はシステムの大きさに合わせて小型のものを使用し、それを高速回転させることにより草刈能力と大きさを実現する。また、草の刈り幅を広げるほど作業能率が向上する一方、本研究でターゲットとしている、細く狭い通路などでの作業を想定し

システムの幅を500mm程度に抑える必要がある。

本システムでは従来のシステムの刈幅である350mmと同程度の390mmで設計を行うこととした。刈刃のレイアウトは、112度の角度で4組・3組・4組の刃(2枚の刃を背中合わせに取り付けたものを1組とする)が取り付けられており、刃は全部で22枚である。確実な刈り取りを行うため、両端を除くと主軸が一回転する間に、同じ場所を2回以上刃が通過するよう設計している。

バリカン型とフレイル型の草刈システムの刈り取り性能を比較するため、4㎡の範囲の草地を刈り取るのに要する秒数から単位時間あたりの刈り取り面積を算出し評価する。刈り取り経路は、図3でも示したジグザグ状の軌道で行う。刈幅の関係で、フレイル型は旋回を3回行い、バリカン型は旋回を4回行う。なお、一般的な作業員が同範囲の草地を刈り取る時間は約60秒であった。

実験結果を表1に示す。この結果から、刈払機を用いた作業との比較では4㎡の正方形の範囲で、フレイル型の方が早く作業を終えることが可能ことが示された。バリカン型は旋回時に時間を要しており、旋回動作を含まないような場所の作業においてはバリカン型の方がより短時間で草刈りを行うことが可能であると考えられる。田畑の周囲などは細長い畦地が多いため、想定している場所で特に効率よく動作すると考えられる。バリカン型との比較では、フレイル型が刈り取り性能においては全面的に上回り、密集地での優位性を示している。一方で、フレイル型は常に高速回転しているため、バッテリーの持続時間に課題があり、AIを用いた刈り取り場所の密集度判定を行い、密集度に応じた回転数制御を行うことで消費電力を低減するシステムを検討している。

表1 両刈り取り機構の比較実験結果

	フレイル型	バリカン型	人
直進時間[s]	30	40	—
旋回時間[s]	16	32	—
合計時間[s]	46	72	60
刈取能力[㎡/min]	5.2	3.3	4.0

研究キーワード

- ◎ ロボティクス
- ◎ 農業支援
- ◎ カーボンニュートラル
- ◎ AI

産業界へのメッセージ

本研究シーズは、今後地方で顕著にみられる人手不足を解消するために必要な技術である。上記のようにハード面での開発は進んでいるが、商品化するためには研究室レベルの開発ではなく、企業の力が必要不可欠である。現在自律移動に関する研究も進めている。特にAIを用いた環境予測を行い、高精度な位置制御を行うと共に、全電動式の欠点でもある運転時間の長時間化を目指し、消費電力の低減化にも力を入れていく予定である。

利用が見込まれる分野

- ◎ 農業
- ◎ 林業
- ◎ 除雪

産学連携をお考えの方は上記または次の担当部署までお問い合わせください。

◎北陸経済研究所 調査研究部

◎北陸銀行 コンサルティング営業部 地域創生室

米屋 TEL: 076-433-1134

水上 TEL: 076-423-7180