

平成27～29年度チャレンジふくしま「ロボット産業革命の地」創出事業

電気防獣柵漏電検出・通報装置と 自走式電気防獣柵除草ロボットの開発

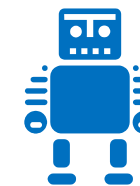


福島県ハイテクプラザ プロジェクト研究科

○菅野 雄大、吉田英一、三浦勝吏

福島県農業総合センター 企画経営部

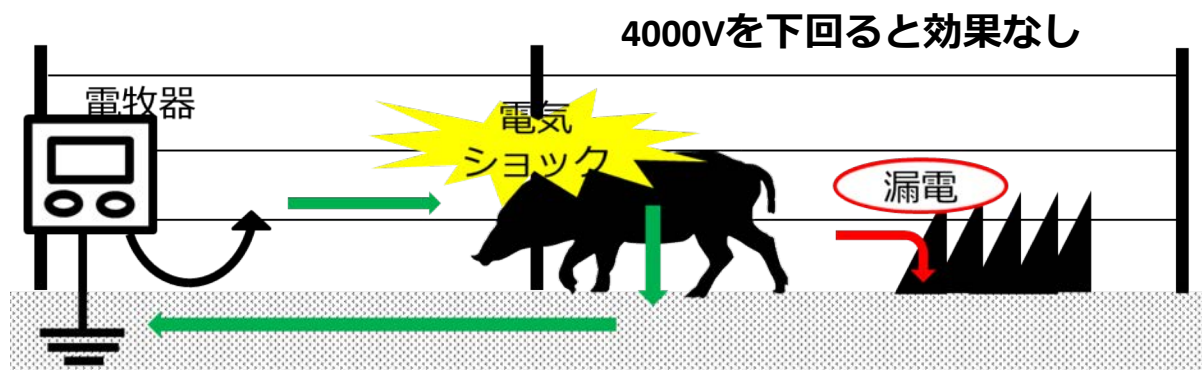
河原田友美、宮和佳子



- ・ 東日本大震災以降、イノシシ等による農作物被害が急増
- ・ 獣害対策として電気柵を設置する田畑が増加

電気柵の特徴

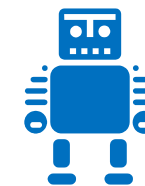
- ・ 5kV~10kVの電圧
- ・ 1秒間に1回パルス電圧がかかる
- ・ 地面から20cm程度の高さに設置
(イノシシの場合)



課題

- ・ 柵線に雑草が触れると漏電して電圧が低下し、4000Vを下回ると効果がなくなる。
- ・ 震災の影響で自宅から避難しており、定期的な管理ができない

目的



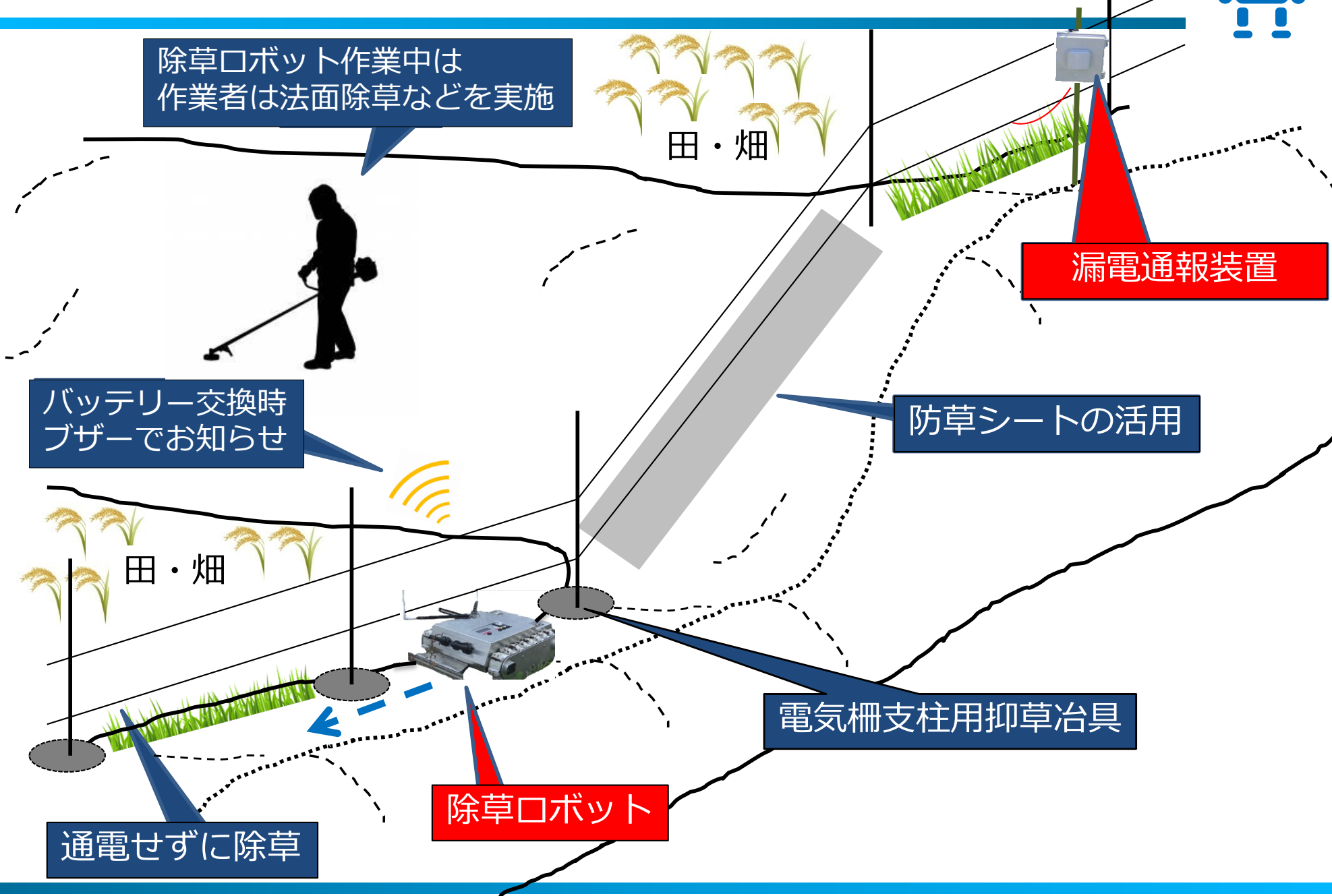
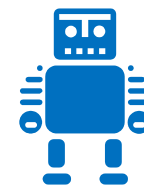
- 農地に設置した電気柵の漏電・電圧低下を検知し、早急に対応する
- 電気柵下の雑草を刈り取り、雑草による漏電を防ぐ



**電気柵の漏電を検出し、遠隔地の営農者に通知する
漏電検出・通報装置を開発**

**電気柵下の雑草を刈る自走式除草ロボットを開発
(営農者の負担軽減)**

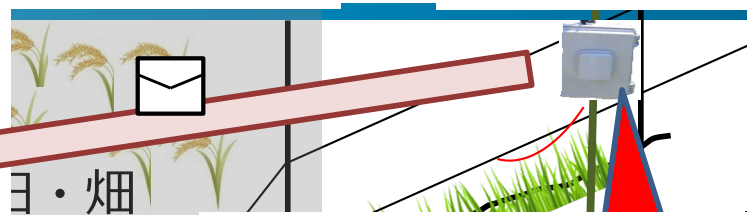
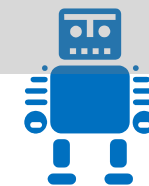
漏電通報装置と除草ロボットの使用イメージ



漏電通報装置と除草ロボットの活用イメージ

漏電時営農者にメールで通報

漏電検出!



柵線の電圧値を一定間隔監視

漏電通報装置

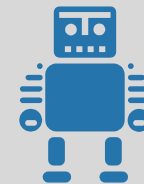
防草シートの活用

電気柵支柱用抑草治具

除草ロボット

通電せずに除草

漏電通報装置と除草ロボットの使用イメージ



除草ロボット作業中
作業者は法面除草など



田・畑

漏電通報装置

除草ロボットを農地に持ち込む

バッテリー交換時
ブザーでお知らせ

防草シート
の活用

田・畑

比較的平坦な場所の電気柵下約50cm幅の除草を行う

通電せずに除草

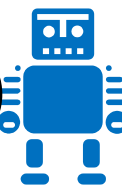
除草ロボット



漏電検出・通報装置の開発



漏電通報装置概要：電圧測定部（漏電検出）



漏電通報装置



①分圧回路

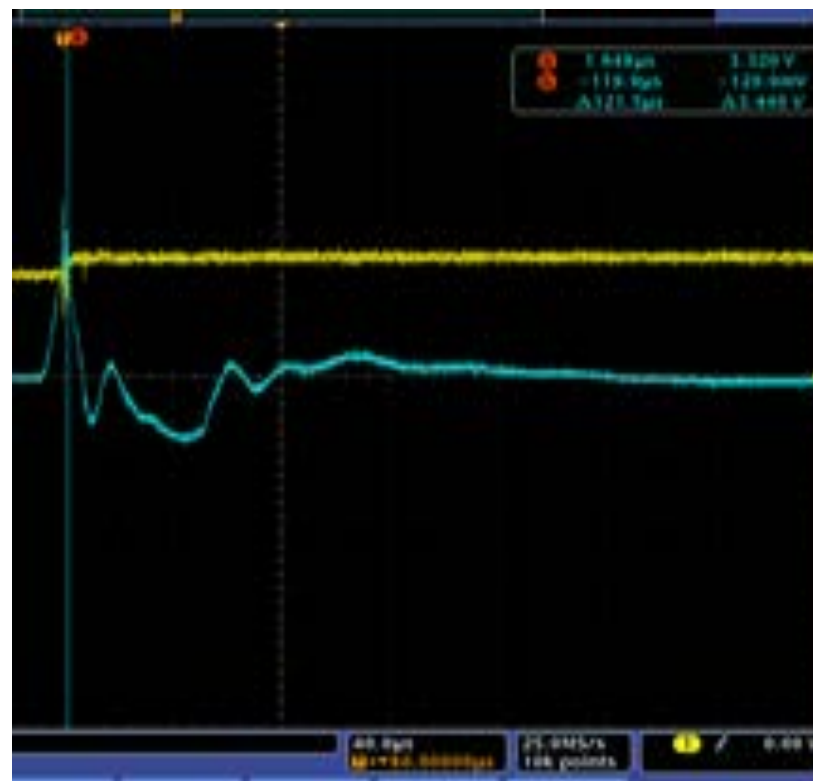
- ・ 10000 V のパルス電圧を 5 V のパルス電圧に変換する

②ピークホールド回路

- ・ 入力信号のピーク電圧を保持して出力する

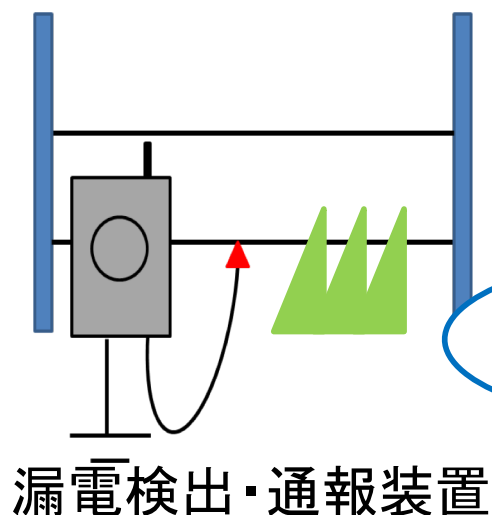
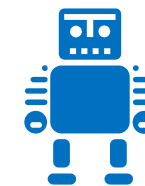
③マイコン (Arduino)

- ・ 電圧値を読み取り、漏電しているかどうか判断する



電気柵のパルス電圧波形

漏電通報装置概要：通信部（漏電通報）



Arduinoが漏電を判断

30分ごとに
電圧を測定



サーバー

漏電検出！

クラウドに
電圧をアップ



スマホから装置の
電圧が確認可能！



●●●● SoftBank 4G 18:04 100%

<受信 (1)>

差出人: rouden@sv4.webcrow-ph...
宛先: [redacted] > 開す

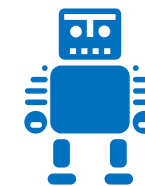
notice!
2017年10月13日 10:24

電圧が下がっています。
電気機の状態を確認してください。

現在の電圧は2500Vです。

漏電時メールで通知

漏電通報装置



漏電通報装置

- 30分ごとに電圧値をクラウドに記録し、設定電圧を下回った場合、メールで通報する漏電通報装置を開発

(H29年度)

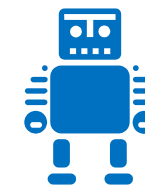
- 5段階の通報電圧値を設定できる機能を実装
(4000V、4500V、5000V、5500V、6000V)
- 連続して漏電した場合、通報メールの送信間隔が徐々に伸びる機能を実装
- 長期間（1か月以上）の連続動作を確認
- 約6か月間の連続動作可能（理論値）

除草ロボットの開発



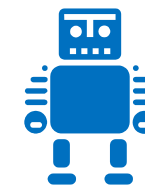
漏電

今回開発する除草ロボットに必要な機能

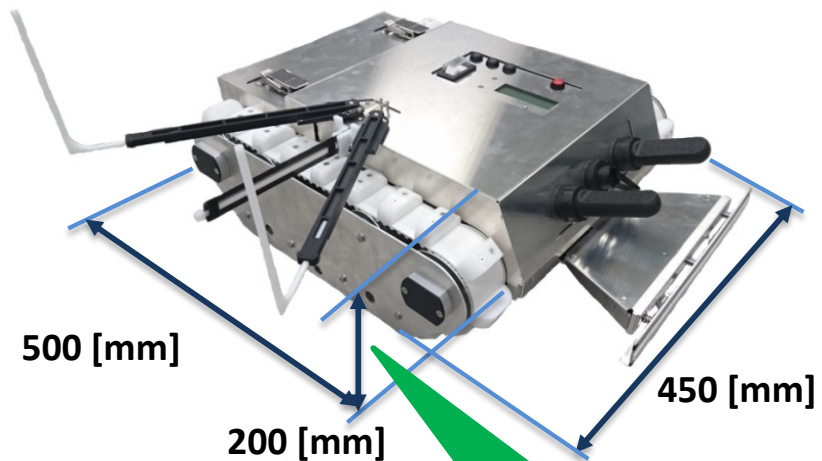


- あぜ道での走破性、傾斜15度以内の登坂性能
 - クローラ型
 - 4輪駆動モータ
- 電気柵線に沿った走行
 - 角度センサによる柵線とロボットの角度計測
- 電気柵の支柱検出と回避走行
 - バンパースイッチによる支柱検出
 - 支柱検知センサによる支柱回避
- 電気柵下の除草
 - 除草モータ
 - チップソーやナイロンコード等の刈刃が装着可

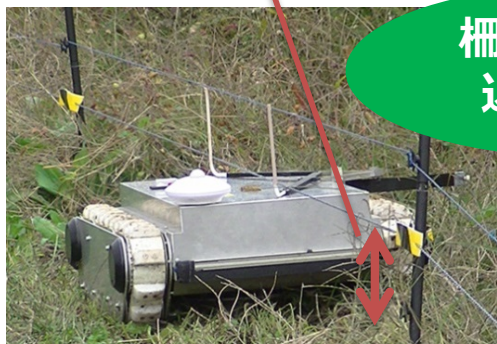
除草ロボット



除草ロボット外観



柵線下に入り
込める高さ

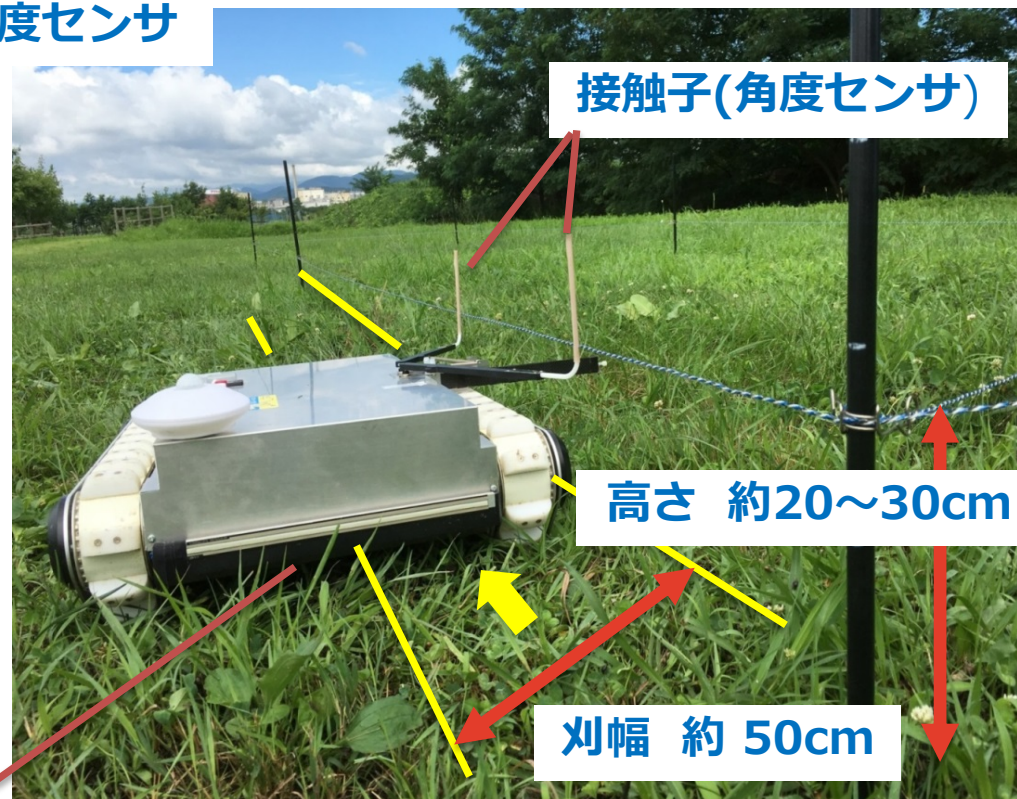


除草カッター（機体の底面）



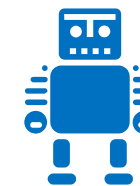
ハードウェア構成

角度センサ



約1時間の連続除草走行が可能

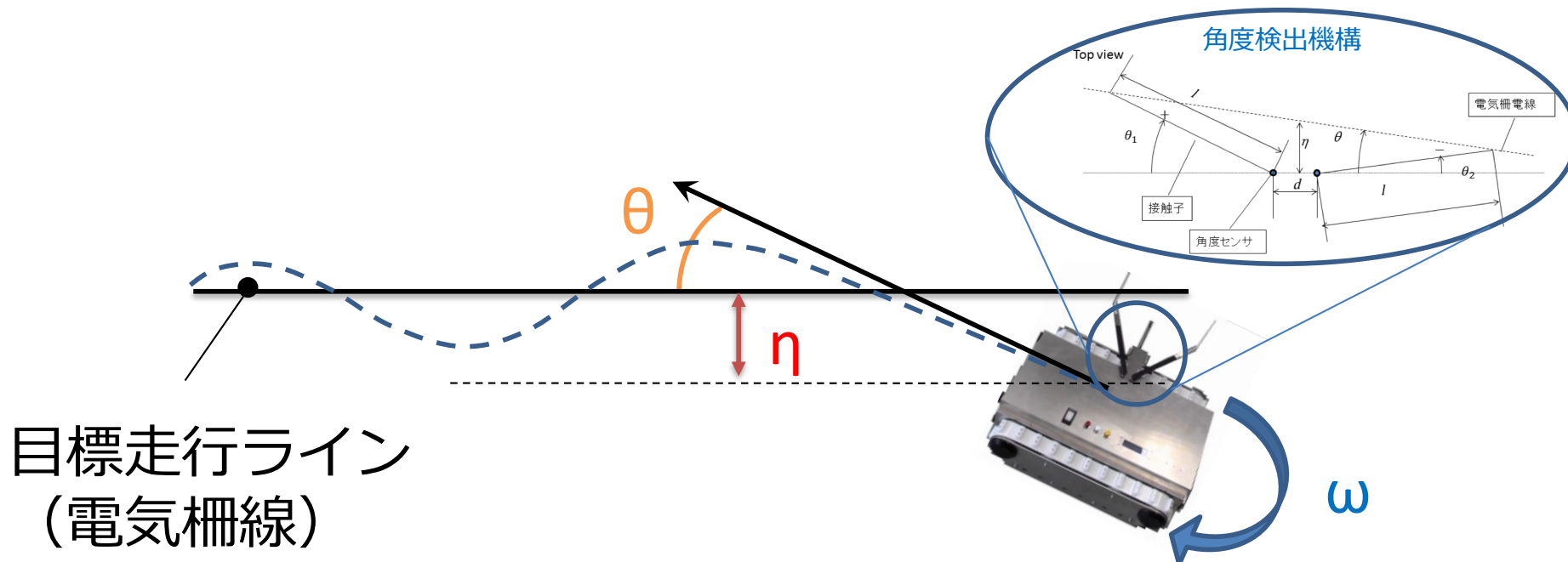
制御則（電気柵線に沿った走行）



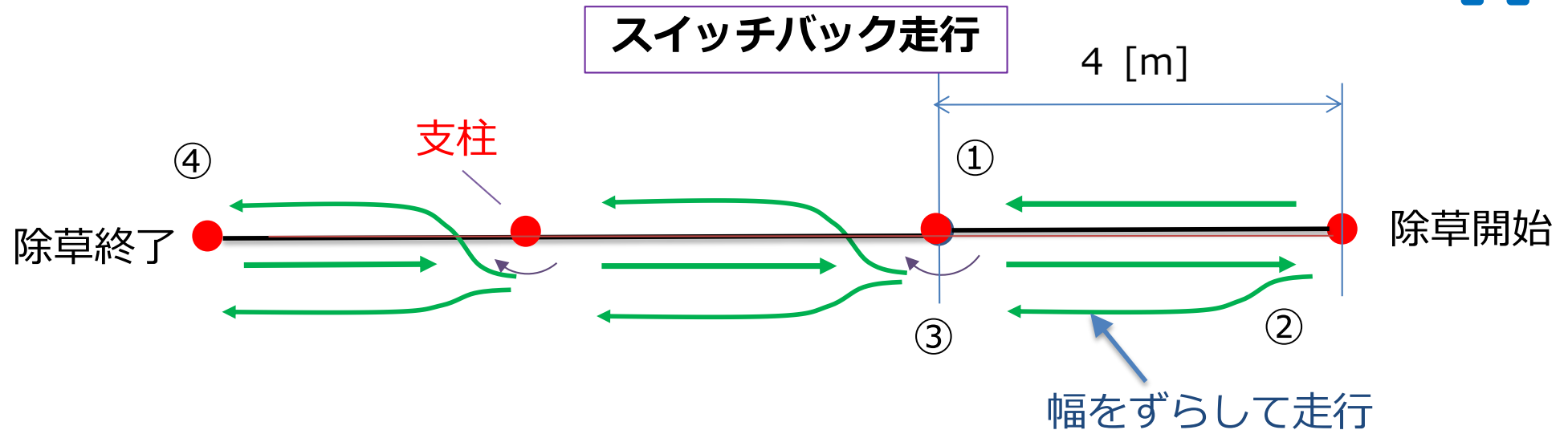
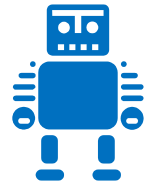
角速度、角度、オフセット量を各々目標値に近づける

$$\frac{d\omega}{dt} = \kappa_{\omega}(\omega_{\text{ref}} - \omega_d) + \kappa_{\theta}(\theta_{\text{ref}} - \theta_d) + \kappa_{\eta}(\eta_{\text{ref}} - \eta_d)$$

制御係数 κ_{ω} : 角速度 κ_{θ} : 角度 κ_{η} : オフセット

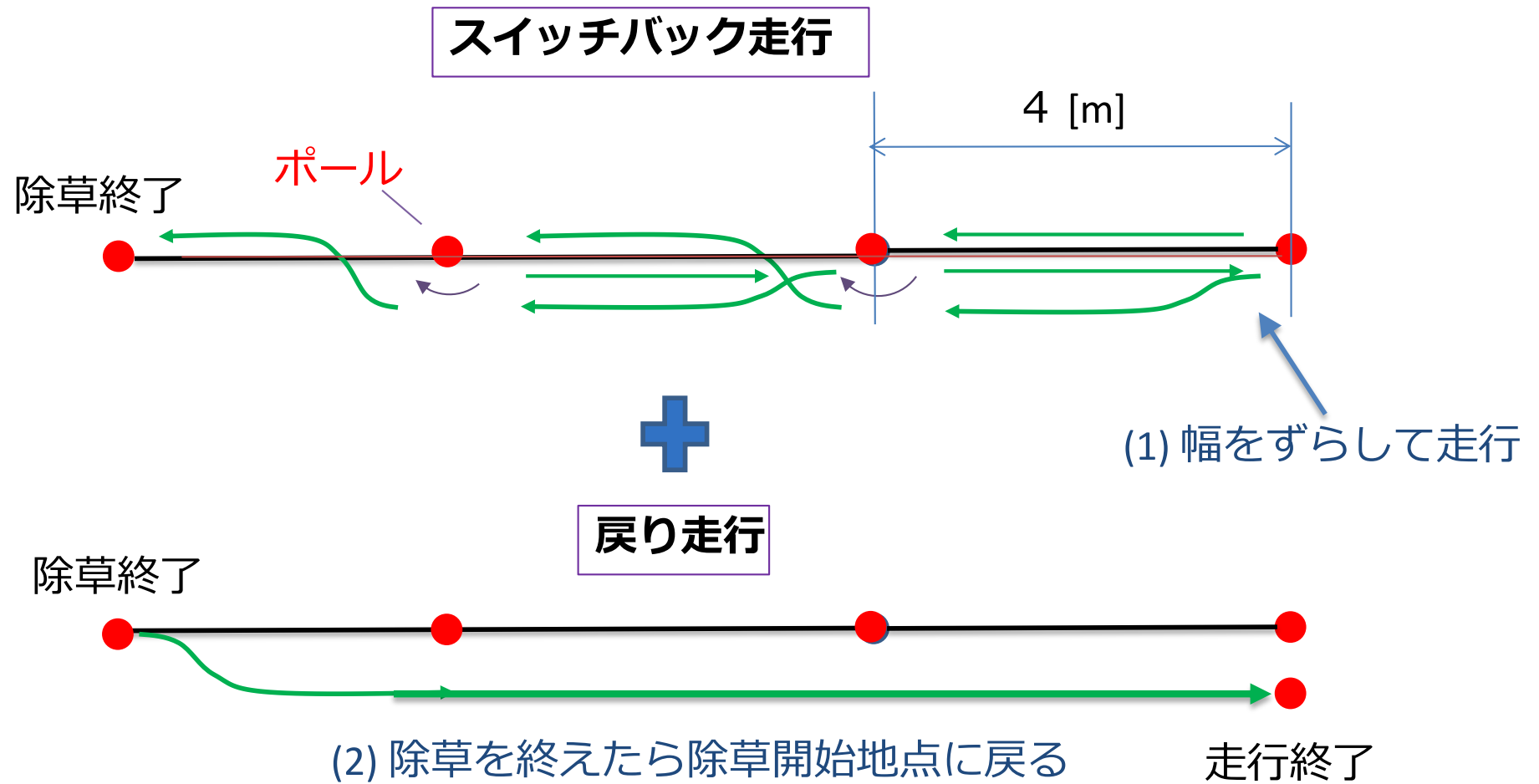
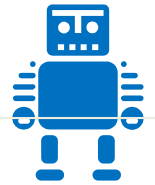


除草走行経路



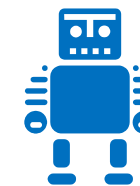
- ① 前方のバンパースイッチで支柱を検知。その後バック走行。
バック走行するのは、走行時ロボットが倒した草を起こし、刈りやすくするため
- ② 後方のバンパースイッチが支柱に当たったら、柵線の左前方に向かって走行。
前方にある支柱を回避するため
- ③ 支柱検知センサに支柱が当たることでロボットが支柱を検知。
- ④ ①～③を繰り返し、除草終了。

除草走行



<除草終了の条件>

設定ポール数に達したら or バッテリー電圧値 3.0 [V] 下回ったら



課題① 電気柵線に沿った走行制御

- 接触子が柵線を外れると、目標走行ラインが分からなくなり、制御不能になってしまう。

(解決)

圃場での走行実験を繰り返して、制御則の係数を調整



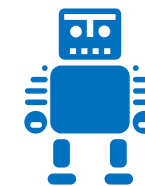
課題② 支柱回避走行

- 狙った経路をたどらず支柱検知センサがうまく当たらない。

(解決)

支柱検知センサが当たるように、ロボットと柵線との距離を一定に保ちながら走行させる。
走行実験で制御則の最適なオフセット値を調整

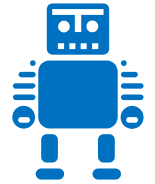
除草走行実験（石筵圃場）



試験条件

走行速度：150 [mm/s]、刈刃：ナイロンコード

走行区間：約20 [m]

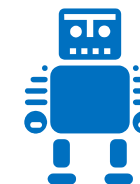


漏電通報装置

- 電気柵の漏電を検出し、メールで通知する漏電通報装置を開発した。
- 実圃場で実証実験を行い、1か月間の連続動作を確認した。

除草ロボット

- 電気柵の電線に沿って走行し、柵下の雑草を除草する除草ロボットを開発した。
- 約1時間の連続除草走行ができた。
- 実圃場で実証実験を行い、柵線に沿った走行と除草ができることを確認した。



漏電通報装置

- 漏電個所の検出（農家の方の意見：漏電個所が知りたい）
- 3G通信が届かないところでは使用不可

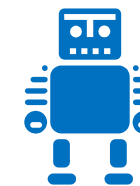
除草ロボット

- 柵線が無い環境での自律走行制御の実現
（農家の方の意見：柵線がないところを刈ってほしい）



GPS等の非接触センサ、AI活用による自律走行の実現

- 今年度よりロボットの自己位置推定手法の開発
ROSやSLAM、各種センサ（LRF、IMU等）について調査中



ご清聴ありがとうございました