

建設技術展2025関東(C-Xross2025)

国土交通省 関東地方整備局主催「建設技術フォーラム」



不要な植物のみを検出・識別して除去可能な 選択的除草ロボットシステム開発の技術研究



作物列除草ロボット 走行実験



シロツメクサ引き抜きロボット 除草実験



日時: 2025.11.19(水) 16:10-16:30



場所: サンシャインシティ 3F 展示ホールC ステージA

中村 明生, 釜道 紀浩

info-nakamura@is.fr.dendai.ac.jp<http://www.is.fr.dendai.ac.jp/>



技術概要



■ 概要: 道路交通環境および安全な生活環境の確保に重要な役割を果たす 植樹帯の維持管理のための、**選択的除草ロボット**の開発

- 深層学習を利用した画像認識技術で、不要な植物を検出・識別
- 個別かつ適切な除去を可能とする除草用マニピュレータ及びエンドエフェクタを開発し、**試作ロボットシステム**を構築

■ 用途

- 除草作業の**省力化・効率化**
- 堤防, 国営公園や公的施設周辺といった**適用範囲**, 雑草のみならず, 灌木, 竹木の伐採, 剪定といった**適用対象も拡張可能**

■ 従来技術・競合技術との比較

- 一様に植物を刈り取るのではなく、**不要な植物のみを認識し、選択的に除草**を実施
- IoT・ロボット技術を利用し、**環境負荷を小さく**



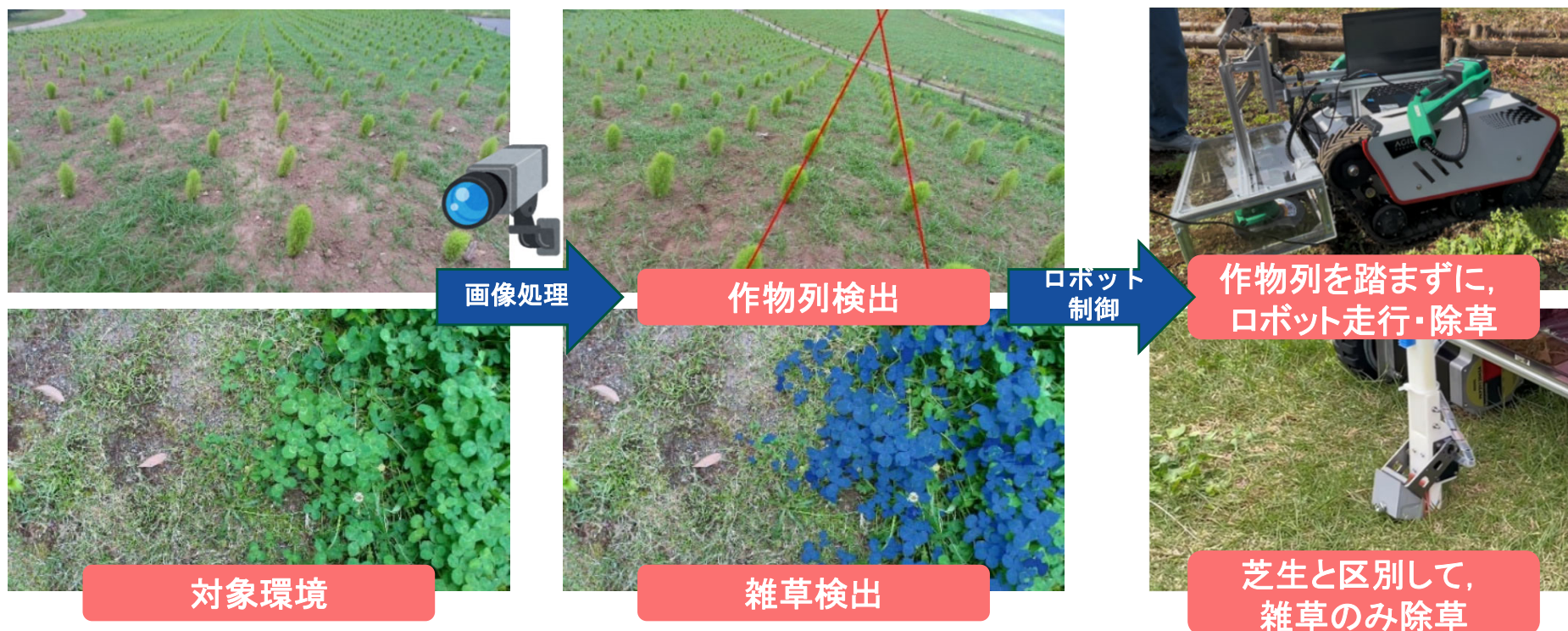


■ 国土交通省 関東地方整備局 受託研究

□ 令和5年度「技術(シーズ)マッチング」に関する公募

テーマ⑧: 周辺環境へ影響なく樹木, 竹木, 雑草の発生, 成長の抑制や駆除を図る技術研究
「R*不要な植物のみを検出・識別して除去可能な選択的除草ロボットシステム開発の技術研究」

- ≫ 2024(令和6)12月-2027(令和9)年3月の約3ヵ年計画
- ≫ 研究代表者: 中村 明生 (東京電機大学)
研究分担者: 釜道 紀浩 (東京電機大学)





研究背景 (1/4)



■ 除草ロボットシステムの研究開発

□ スマート農業やフィールドロボット分野

- 人間の作業者により選択的に除草を行うことは作業負荷大
- 労働力不足から、今後の維持管理のコスト増大は無視できない
- 除草剤の散布は土壌や芝生への悪影響が懸念され、環境負荷大
- 一様に除草を行う除草ロボットや芝刈り機は開発例あり
 - ◆ 現場に導入されつつある.
 - ◆ しかし、作物などの保持すべき対象も除去してしまうため、適用できる環境が限定

■ 本研究: 画像認識技術とロボット制御技術を融合

□ 選択的除草ロボットシステム開発の技術研究を推進

- 良好な道路交通環境の整備や沿道における良好な生活環境の確保.
- 主として植樹帯を対象とすることを推定.
→ 国営公園. 現地調査, 及び関係者との打ち合わせに基づき,
2つのサブPJTを設定して研究を実施.



研究背景 (2/4)



■ 現地調査に基づき対象環境，課題を設定

□ 国営ひたち海浜公園

- 2024.07.01(月) 13:15-16:00

□ 国立昭和記念公園

- 2024.07.08(月) 13:00-16:00

□ 国立アルプスあづみの公園

- 2024.07.29(月) 13:40-16:00
- 2024.07.30(火) 09:30-12:00



■ サブPJT 設定

□ サブPJT1. 花修景畑除草

□ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)



研究背景 (3/4)



■ サブPJT1. 花修景畑除草

- 目的: ユーザニーズに基づく課題解決
- 課題: 傾斜地を含む大規模花畑で,
条間・株間の雑草除去
 - 項目1: ロボットの設計・開発 (ハードウェア)
 - ◆ 移動台車 踏破性能確認
 - » 車輪型
 - » クローラ型 実地・条間移動
 - ◆ エンドエフェクタ (除草機構)
 - » 検討・試作
 - 項目2: 植物検出・識別手法 (ソフトウェア)
 - ◆ ロボット走行路算出のための, 植物列認識
 - 項目3: 実証実験・評価



国営ひたち海浜公園
みはらしの丘



国営昭和記念公園
花の丘



研究背景 (4/4)



■ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)

□ 目的: エンドエフェクタチャレンジ

□ 課題: 人手では対応しきれない
芝生地の特定雑草除去

- 項目1: ロボットの設計・開発 (ハードウェア)
 - ◆ 移動台車設計
 - ◆ エンドエフェクタ (除草機構)
 - » 検討・試作
- 項目2: 植物検出・識別手法 (ソフトウェア)
 - ◆ 芝生・雑草の領域判別
 - ◆ シロツメクサ個別検出
- 項目3: 実証実験・評価



国営昭和記念公園
日本庭園外観



国営昭和記念公園
日本庭園 雑草繁茂例



研究の目的



■ 目的

- 良好な道路交通環境や生活環境の維持への貢献を念頭に、植樹帯において不要な雑草のみを検出・識別して除去可能な選択的除草ロボットシステムの開発
 - (無人作業可能な)自律除草ロボット実現
 - 深層学習を利用した画像認識技術で、不要な植物を検出・識別
 - 個別かつ適切な除去を可能とする除草用マニピュレータ及びエンドエフェクタを開発し、試作ロボットシステムを構築

■ 実施項目

- サブPJT1. 花修景畑除草
 - 作物列除草ロボットの構築
 - ロボット走行路算出手法の提案
- サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)
 - シロツメクサ引き抜きロボットの構築
 - 雑草領域判別手法, シロツメクサ検出手法の構築



研究の目的



■ 目的

- 良好な道路交通環境や生活環境の維持への貢献を念頭に、植樹帯において不要な雑草のみを検出・識別して除去可能な選択的除草ロボットシステムの開発
 - (無人作業可能な)自律除草ロボット実現
 - 深層学習を利用した画像認識技術で、不要な植物を検出・識別
 - 個別かつ適切な除去を可能とする除草用マニピュレータ及びエンドエフェクタを開発し、試作ロボットシステムを構築

■ 実施項目

- サブPJT1. 花修景畑除草
 - 作物列除草ロボットの構築
 - ロボット走行路算出手法の提案
- サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)
 - シロツメクサ引き抜きロボットの構築
 - 雑草領域判別手法, シロツメクサ検出手法の構築



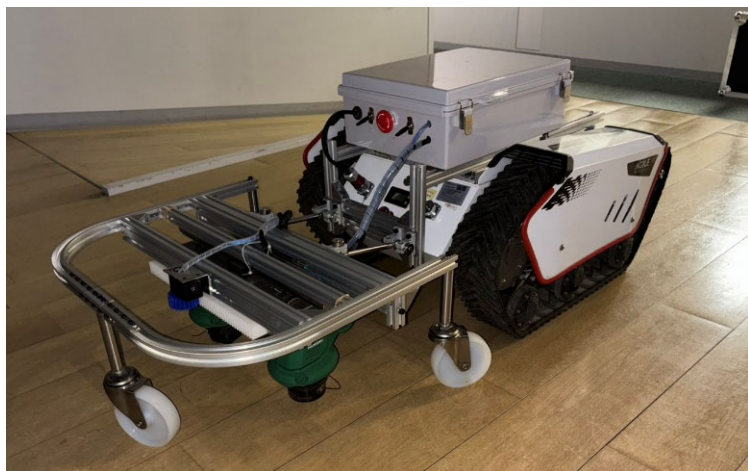
サブPJT1. 花修景畑除草: 概要



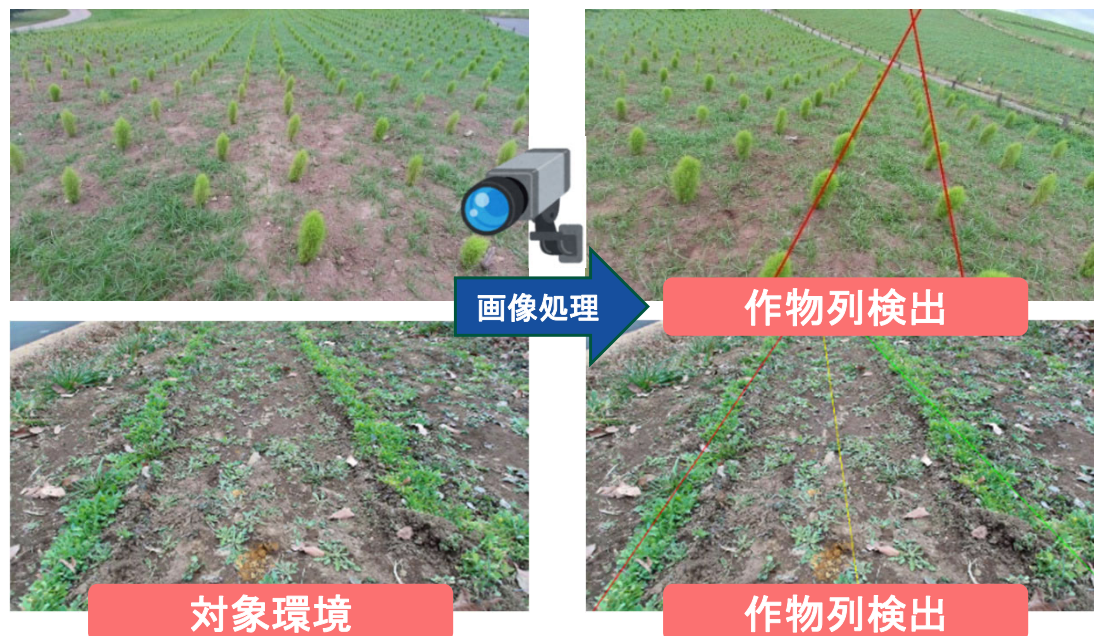
■ サブPJT1. 花修景畑除草: 概要

□ 作物の列間を除草するロボットを構築

- 選択的除草ロボットの設計・開発
 - ◆ 作物列除草ロボット設計・開発
- 深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案
 - ◆ 国営ひたち海浜公園: まばら植栽の場合の作物列検出手法
 - ◆ 国営昭和記念公園: 密植栽の場合の作物列検出手法



サブPJT1. 花修景畑除草
作物列除草ロボット外観



サブPJT1. 花修景畑除草
深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案 概要



サブPJT1. 花修景畑除草: 概要



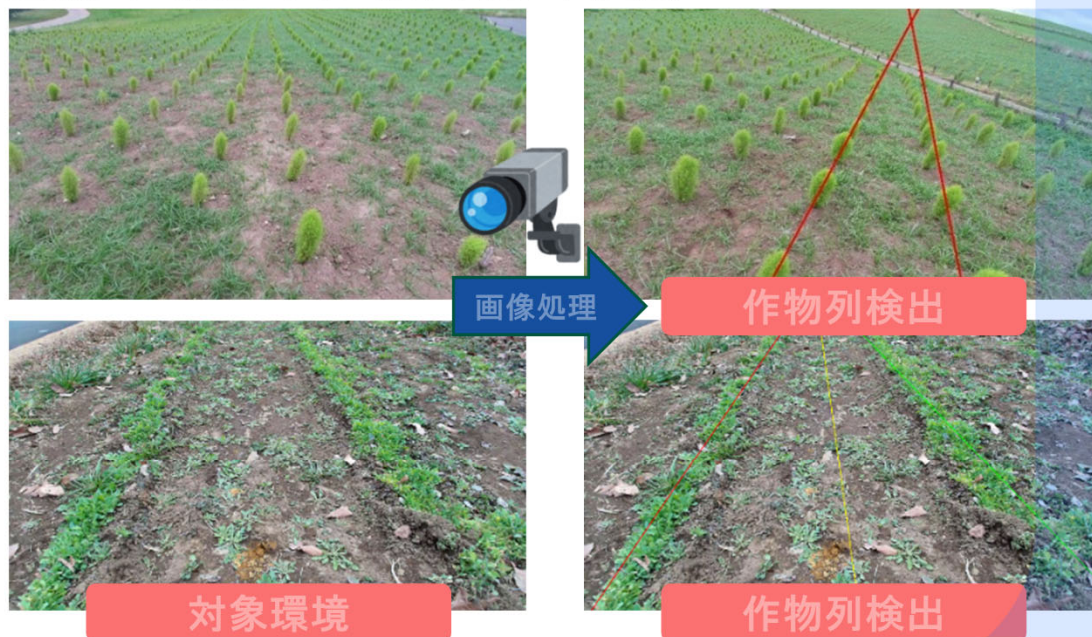
■ サブPJT1. 花修景畑除草: 概要

□ 作物の列間を除草するロボットを構築

- 選択的除草ロボットの設計・開発
 - ◆ 作物列除草ロボット設計・開発
- 深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案
 - ◆ 国営ひたち海浜公園: まばら植栽の場合の作物列検出手法
 - ◆ 国営昭和記念公園: 密植栽の場合の作物列検出手法



サブPJT1. 花修景畑除草
作物列除草ロボット外観



サブPJT1. 花修景畑除草
深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案 概要



サブPJT1. 花修景畑除草: 作物列除草ロボットの設計・開発 (1/2)



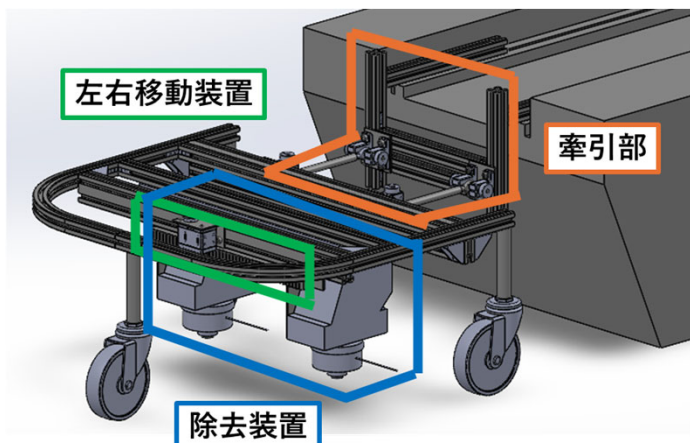
■ サブPJT1. 花修景畑除草: 作物列除草ロボット

□ 除草機構開発: 左右移動装置, 除去装置から構成

- 移動プラットフォーム
 - ◆ BUNKER MINI 2.0
- 左右移動装置
 - ◆ ラック&ピニオン機構で刈払機を横方向に移動
- 除去装置
 - ◆ ナイロンコード式草刈り機を搭載
- 牽引部
 - ◆ 除草機構を分離, 後方で牽引
 - ◆ 上下動と自由度を追加

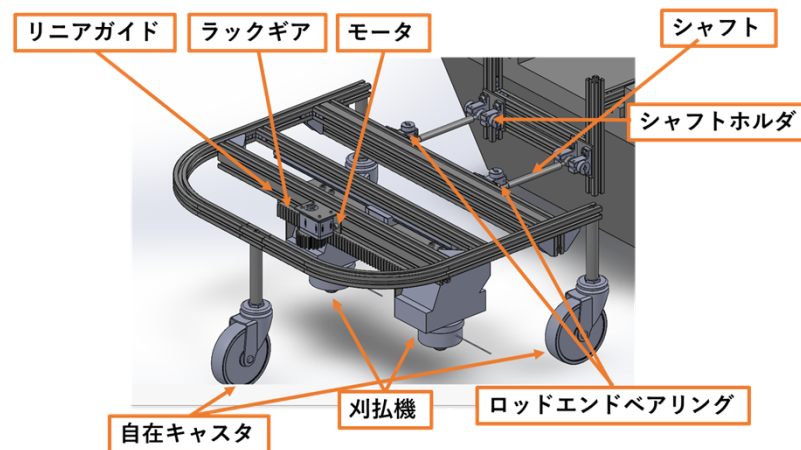


BUNKER MINI 2.0



除草機構

除草機構概要



除草機構の部品構成



サブPJT1. 花修景畑除草: 作物列除草ロボットの設計・開発 (2/2)



■ サブPJT1. 花修景畑除草: 作物列除草ロボット

□ 除草ロボット試作機を製作

● 除草手順

1. 列間を走行, モータを回転させナイロンコードで列間の雑草を切断
2. 株間の出現時に走行停止, 左右移動機構で刈払機を横へ移動
3. 刈払機で株間の雑草を切断, 完了後初期位置へ移動
4. 列間走行終了まで手順2・4を繰り返し実行
5. 列間の走行終了とともにモータの回転を停止
6. 隣の列間へ移動



製作した除草ロボット試作機の外観



サブPJT1. 花修景畑除草: 概要



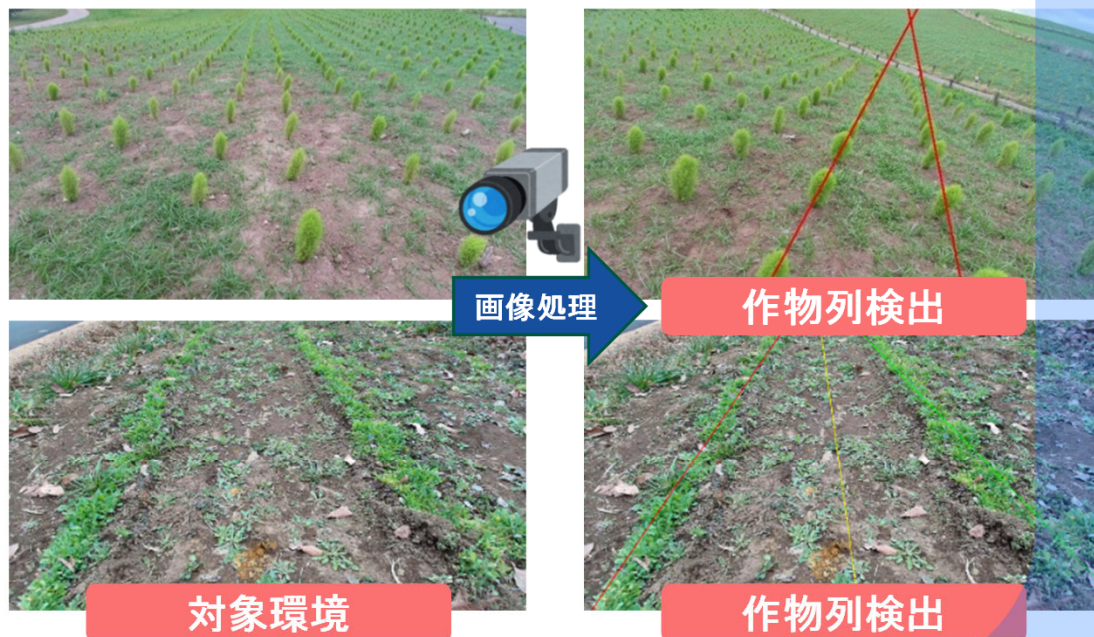
■ サブPJT1. 花修景畑除草: 概要

□ 作物の列間を除草するロボットを構築

- 選択的除草ロボットの設計・開発
 - ◆ 作物列除草ロボット設計・開発
- 深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案
 - ◆ 国営ひたち海浜公園: まばら植栽の場合の作物列検出手法
 - ◆ 国営昭和記念公園: 密植栽の場合の作物列検出手法



サブPJT1. 花修景畑除草
作物列除草ロボット外観



サブPJT1. 花修景畑除草
深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案 概要



サブPJT1. 花修景畑除草: 植物検出・識別手法: 背景 (1/4)



■ 植栽列の種類

□ まばら植栽

- 植物が一方方向に大きく間隔をあけて植えられている列
 - ◆ 例: 国営ひたち海浜公園: コキア列



国営ひたち海浜公園: コキア列

□ 中庸植栽

- 植物が一方方向に小間隔で植えられている列
 - ◆ 例: ハウス農園: 小松菜列



ハウス農園: 小松菜列

□ 密植栽

- 植物が一方方向に密に植えられている列
 - ◆ 例: 国営昭和記念公園: ポピー列



国営昭和記念公園: ポピー列

□ 既存手法の多くは中庸植栽が前提



サブPJT1. 花修景畑除草: 植物検出・識別手法: 背景 (2/4)

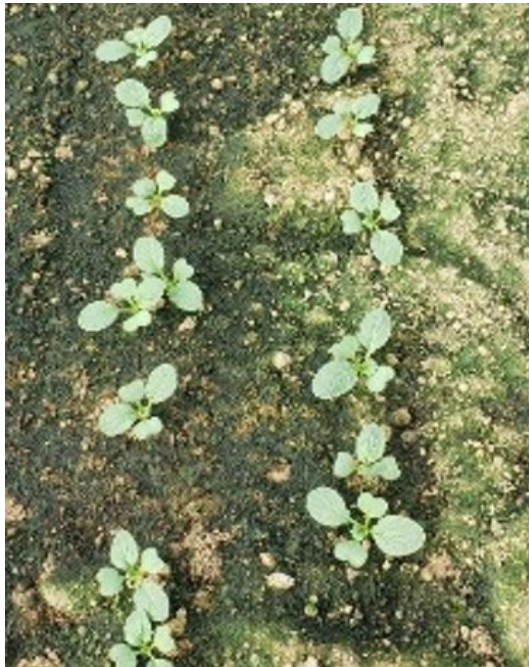


■ 中庸植栽: 既存手法

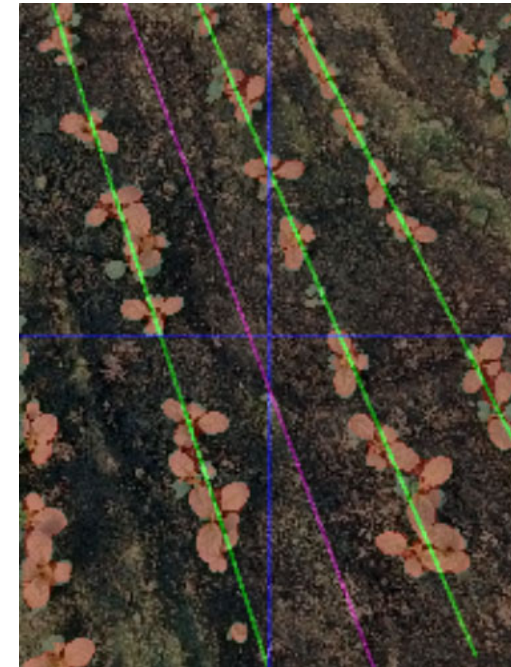
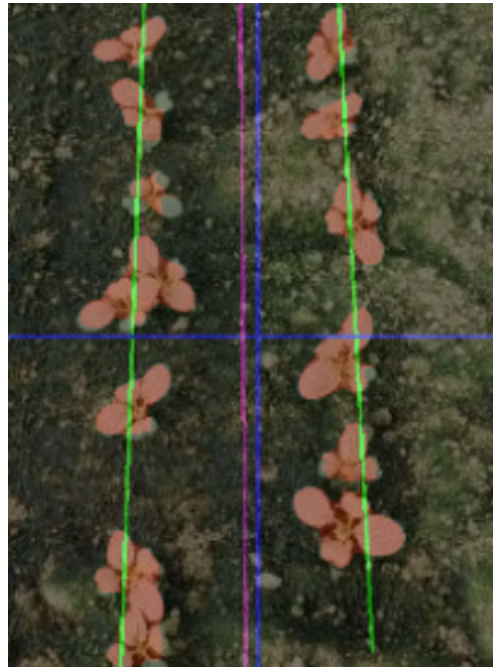
□ 植物が一方向に小間隔で植えられている列

- 例: ハウス農園: 小松菜列
- 既存手法で列検出可能

中庸植栽



ハウス農園: 小松菜列



ハウス農園: 小松菜列 作物列検出例



サブPJT1. 花修景畑除草: 植物検出・識別手法: 背景 (3/4)



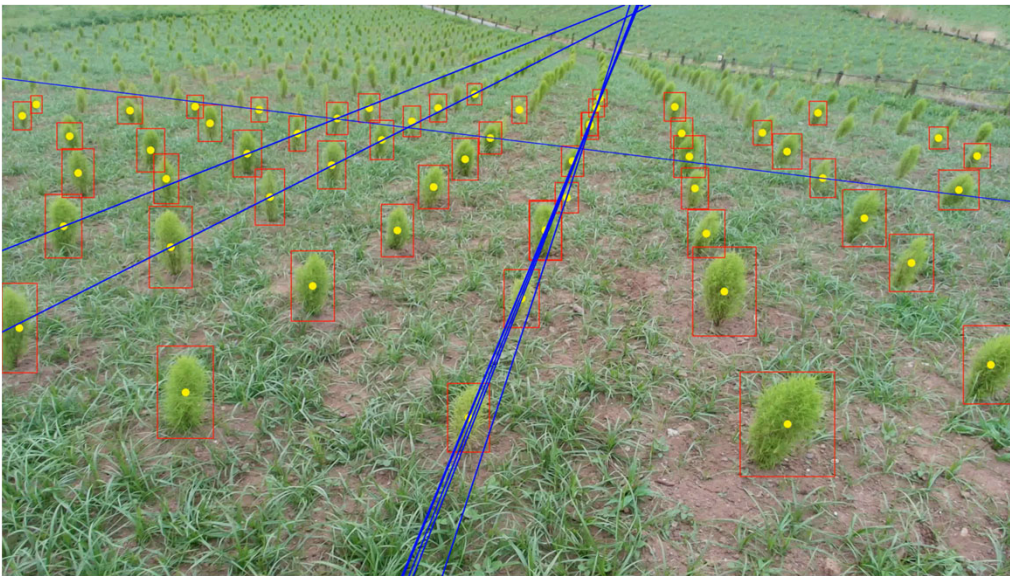
■ 既存手法による問題点

□ 中庸植栽以外では列検出が困難

- 国営ひたち海浜公園: コキア列
 - ◆ 株間, 条間が広いため作物列候補が膨大に発生
- 国営昭和記念公園: ポピー列
 - ◆ 列間に繁茂した雑草によるノイズにより作物列が不安定化

まばら植栽

密植栽



国営ひたち海浜公園: コキア列
従来手法適用結果



国営昭和記念公園: ポピー列
従来手法適用結果



サブPJT1. 花修景畑除草: 植物検出・識別手法: 背景 (4/4)



■ 植栽列の種類

□ まばら植栽

- 植物が一方方向に大きく間隔をあけて植えられている列
 - ◆ 例: 国営ひたち海浜公園: コキア列



国営ひたち海浜公園: コキア列

□ 中庸植栽

- 植物が一方方向に小間隔で植えられている列
 - ◆ 例: ハウス農園: 小松菜列



ハウス農園: 小松菜列

□ 密植栽

- 植物が一方方向に密に植えられている列
 - ◆ 例: 国営昭和記念公園: ポピー列



国営昭和記念公園: ポピー列

まばら植栽, 密植栽
を対象とした列検出手法を提案



サブPJT1. 花修景畑除草:

植物検出・識別手法: 列検出手法 (まばら植栽) (1/2)

まばら植栽

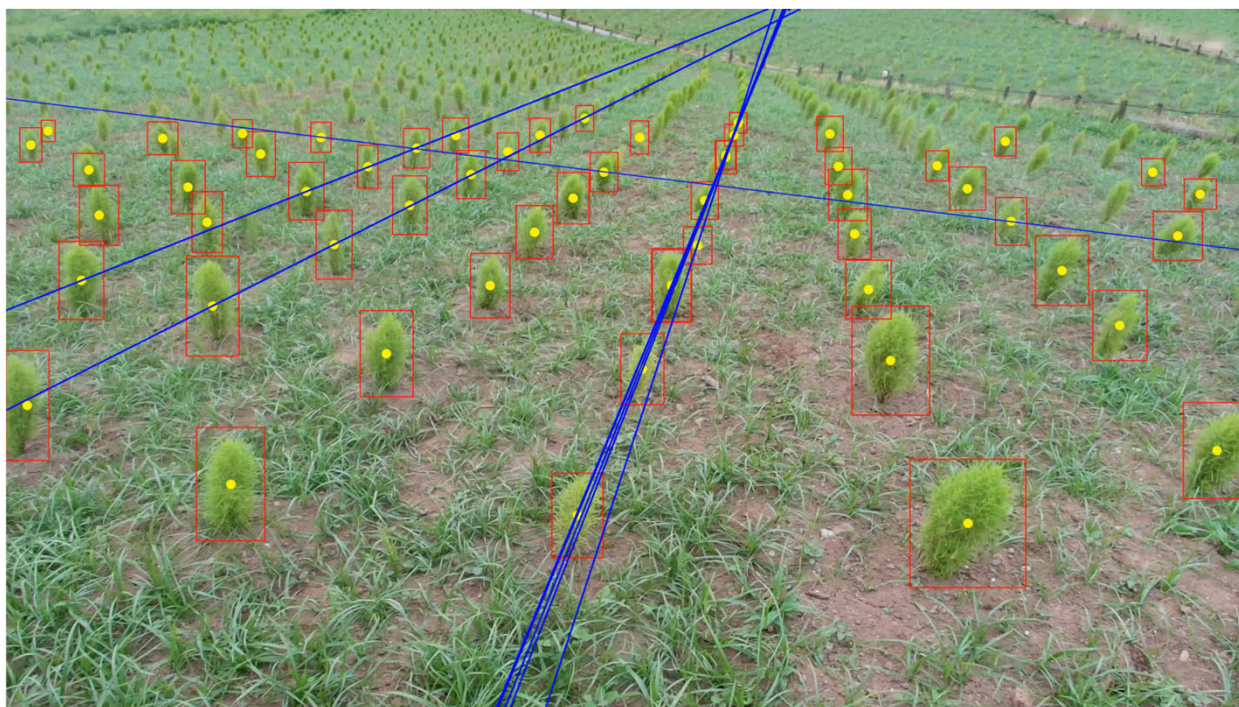


■ まばら植栽を対象としたロボット走行路算出: 既存手法

□ 問題点: 作物列算出が不安定

- 原因: 株間, 条間が広い場合作物列候補が膨大に発生

⇒ まばら植栽においてもロボット走行路を
算出可能な手法を考案する必要性



国営ひたち海浜公園: コキア列
従来手法適用結果



■ まばら植栽を対象としたロボット走行路算出: 提案手法

1. 深層学習による作物検出
2. 除草ロボットが走行するエリアを推定
3. 走行エリア近傍の作物点探索
4. 作物点から最小二乗法による作物列推定
5. 推定作物列より走行路算出



深層学習による作物検出



植物検出・識別手法: 列検出手法 (密植栽) (1/2)

密植栽



■ 密植栽を対象としたロボット走行路算出: 既存手法手法

□ 問題点: 走行経路算出が不安定

- 原因: 列間に繁茂した雑草によるノイズ

⇒ ノイズに頑健な走行路算出手法を考案する必要性



国営昭和記念公園: ポピー一列
従来手法適用結果



植物検出・識別手法: 列検出手法 (密植栽) (2/2)

密植栽



■ 密植栽を対象としたロボット走行路算出: 提案手法

1. 植物と土壌のマスク
2. 植物列のクラスタリング
 1. 左右列クラスタリング
 2. 植物列と除外要素のクラスタリング
3. 細線化处理
4. 直線フィッティング
5. 時系列データを用いた外れ値の補完

ノイズ除去

ノイズへの
頑健性向上



提案手法適応例



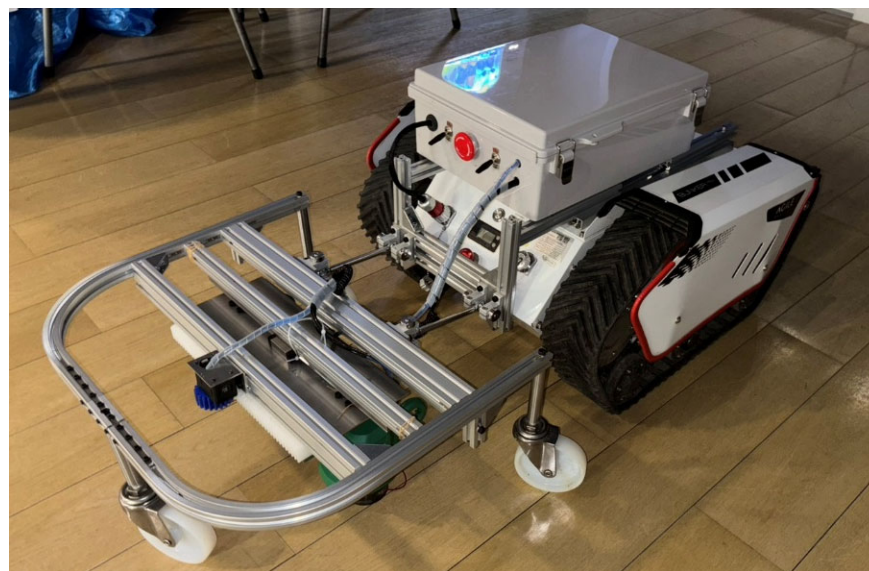
サブPJT1. 花修景畑除草: 実証実験・評価 (1/2)



- サブPJT1. 花修景畑除草: 実証実験・評価
 - 除草ロボット試作機を操縦し走行・除草
 - 検証対象:
 - ◆ 国営昭和記念公園: 花の丘
 - ◆ 平地と傾斜地: 最大傾斜11.4°
 - 除草ロボット
 - ◆ サブPJT1. 花修景畑除草
作物列除草ロボット



実験環境



作物列除草ロボット (再掲)



サブPJT1. 花修景畑除草: 実証実験・評価 (2/2)



■ サブPJT1. 花修景畑除草: 実証実験・評価 (続き)

□ 結果

- 刈払機の左右移動を確認
- 従来と比較: 地面凹凸への対応を確認
 - ◆ 牽引式のため走破性が向上

□ 改善点

- 除草機構の斜面下方向へのずれ
⇒牽引部の自由度を減らし、動きを制限



従来機構 地面に接触した例



斜面の走行例



雑草繁茂箇所の走行例



研究の目的



■ 目的

- 良好な道路交通環境や生活環境の維持への貢献を念頭に、植樹帯において不要な雑草のみを検出・識別して除去可能な選択的除草ロボットシステムの開発
 - (無人作業可能な)自律除草ロボット実現
 - 深層学習を利用した画像認識技術で、不要な植物を検出・識別
 - 個別かつ適切な除去を可能とする除草用マニピュレータ及びエンドエフェクタを開発し、試作ロボットシステムを構築

■ 実施項目

- サブPJT1. 花修景畑除草
 - 作物列除草ロボットの構築
 - ロボット走行路算出手法の提案
- サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)
 - シロツメクサ引き抜きロボットの構築
 - 雑草領域判別手法, シロツメクサ検出手法の構築



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 概要



■ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 概要

□ 芝生に繁茂するシロツメクサを除草するロボットを構築

- 選択的除草ロボットの設計・開発
 - ◆ シロツメクサ引き抜きロボットの設計・開発
- 深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案
 - ◆ 国営昭和記念公園: 芝生・雑草領域判別手法
 - ◆ 国営昭和記念公園: シロツメクサ個別検出手法



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ):
シロツメクサ引き抜きロボット外観



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ):
深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案 概要



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 概要



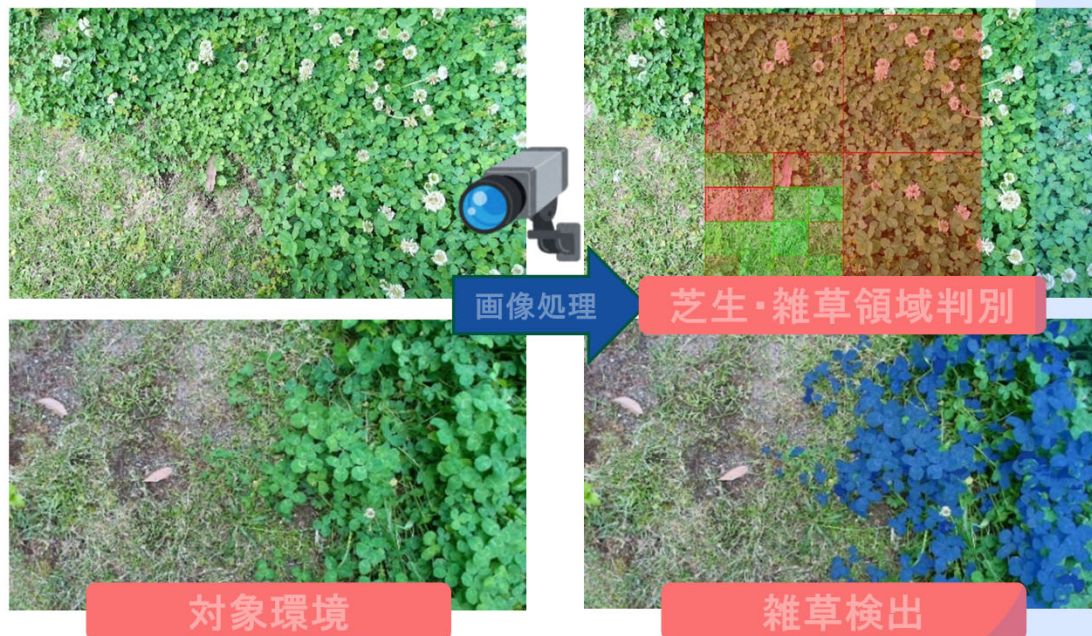
■ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 概要

□ 芝生に繁茂するシロツメクサを除草するロボットを構築

- 選択的除草ロボットの設計・開発
 - ◆ シロツメクサ引き抜きロボットの設計・開発
- 深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案
 - ◆ 国営昭和記念公園: 芝生・雑草領域判別手法
 - ◆ 国営昭和記念公園: シロツメクサ個別検出手法



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ):
シロツメクサ引き抜きロボット外観



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ):
深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案 概要



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): シロツメクサ引き抜きロボットの設計・開発 (1/2)

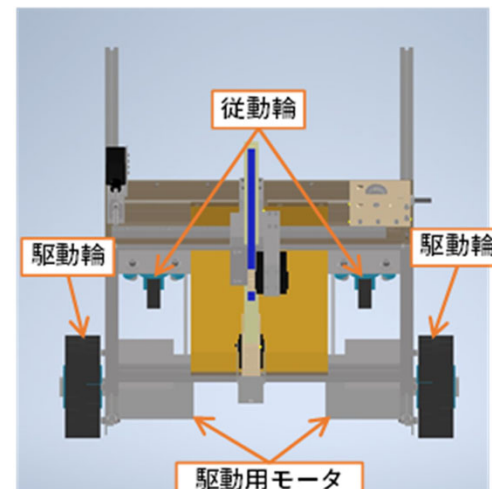
建設技術展2025関東(C-Xross2025)
国土交通省 関東地方整備局主催「建設技術フォーラム」



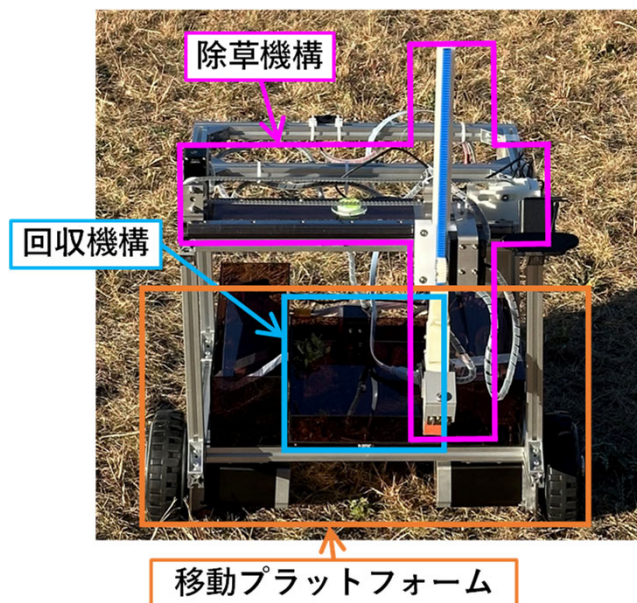
■ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)

□ 除草機構開発: 除草機構, 回収機構から構成

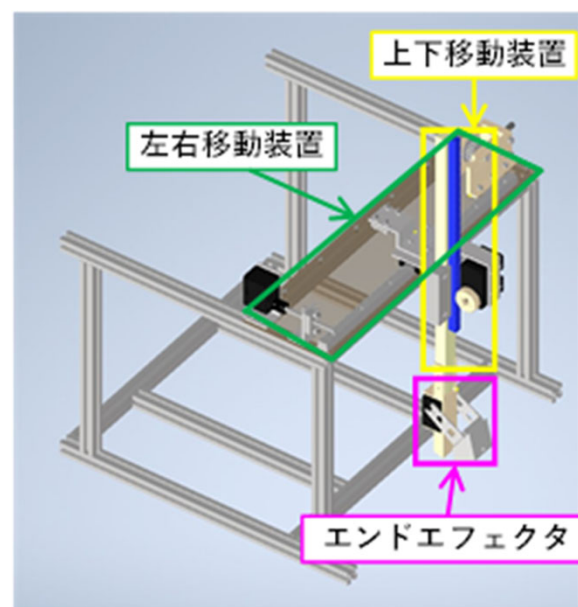
- 移動プラットフォーム
 - ◆ 自作移動プラットフォーム
- 除去機構
 - ◆ エンドエフェクタによる雑草引き抜き
- 回収機構
 - ◆ ラック&ピニオン機構でダストボックスを前後移動



自作移動
プラットフォーム



シロツメクサ引き抜きロボット 概要



シロツメクサ引き抜きロボット 除草機構



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): シロツメクサ引き抜きロボットの設計・開発 (2/2)

建設技術展2025関東(C-Xross2025)
国土交通省 関東地方整備局主催「建設技術フォーラム」



■ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)

□ 除草ロボット試作機を製作

● 除草手順

1. Webカメラで雑草を検出, ロボットとの相対位置を算出
2. 算出した相対位置に基づきロボットを走行,
3. エンドエフェクタを雑草上部に移動
4. エンドエフェクタを降下, アームで雑草を保持
5. 保持した雑草を回収機構で回収, 除草完了



シロツメクサ引き抜きロボット 動作例



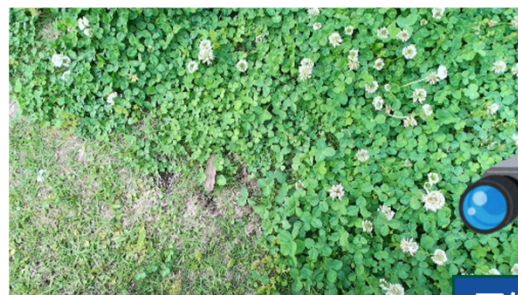
サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 概要



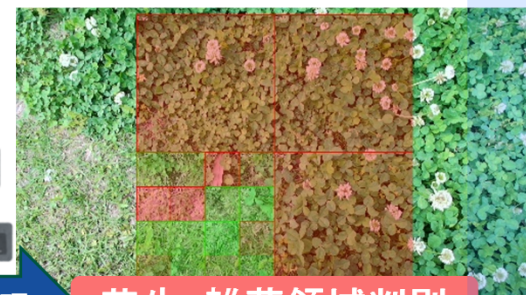
- サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 概要
 - 芝生に繁茂するシロツメクサを除草するロボットを構築
 - 選択的除草ロボットの設計・開発
 - ◆ シロツメクサ引き抜きロボットの設計・開発
 - 深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案
 - ◆ 国営昭和記念公園: 芝生・雑草領域判別手法
 - ◆ 国営昭和記念公園: シロツメクサ個別検出手法



サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ):
シロツメクサ引き抜きロボット外観



画像処理



芝生・雑草領域判別



対象環境



雑草検出

サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ):
深層学習を利用した植物検出・識別手法の提案 概要



サブPJT2. 芝生除草(シロツメクサ): 植物検出・識別手法: 背景



■ サブPJT2. 芝生除草(シロツメクサ): 背景

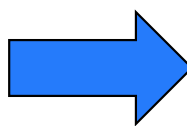
□ 芝生地に雑草が繁茂

- 繁茂しているシロツメクサの領域を判別する手法
 - ◆ 芝生・雑草領域判別手法
- 画像内のシロツメクサの位置を個別に特定する手法
 - ◆ シロツメクサ個別検出手法

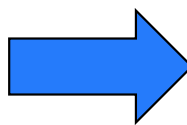


入力画像例

芝生・雑草領域
判別手法



芝生・雑草領域判別例



シロツメクサ
個別検出手法



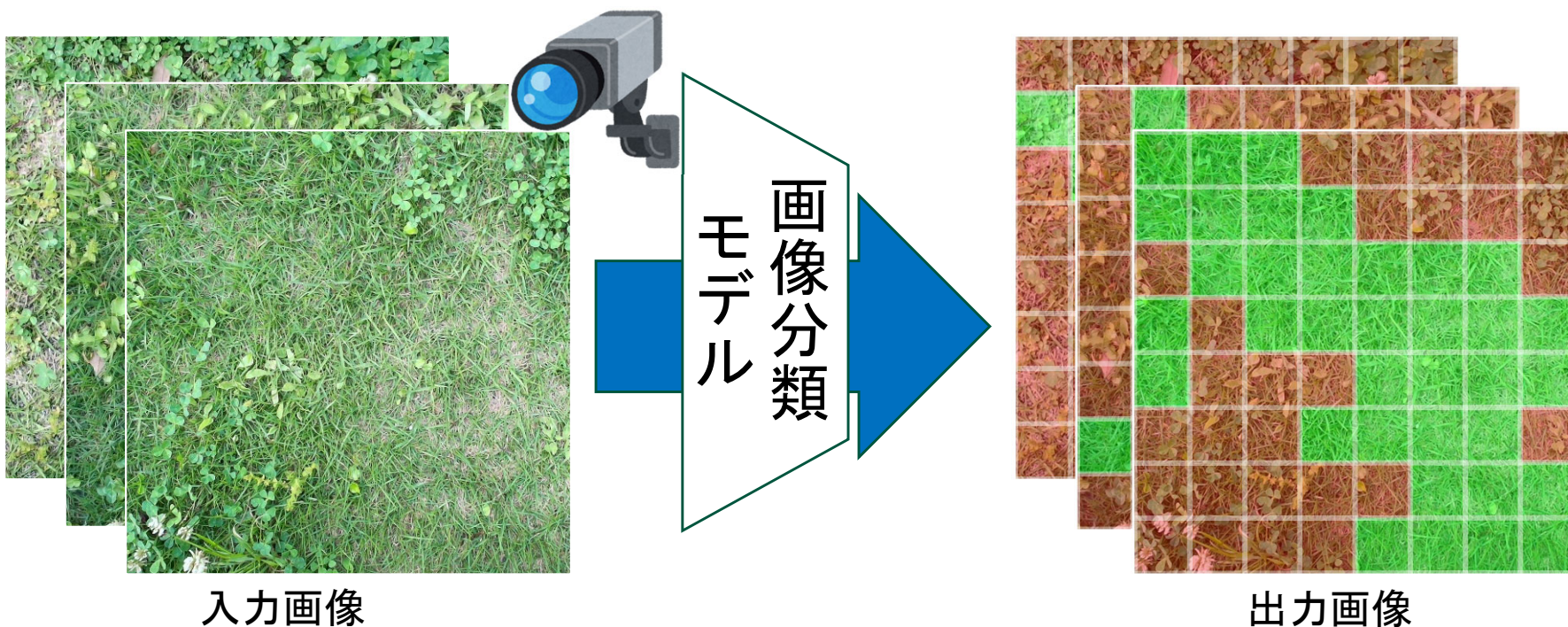
シロツメクサ個別検出例



■ 国営昭和記念公園: 芝生・雑草領域判別手法: 既存手法

□ 画像分類モデルで芝生, 雑草の二値に分類

- 画像をグリッドで分割, 各グリッドで画像分類
- 分類結果に基づき芝生・雑草領域を可視化





■ 国営昭和記念公園: 芝生・雑草領域判別手法: 既存手法(続き)

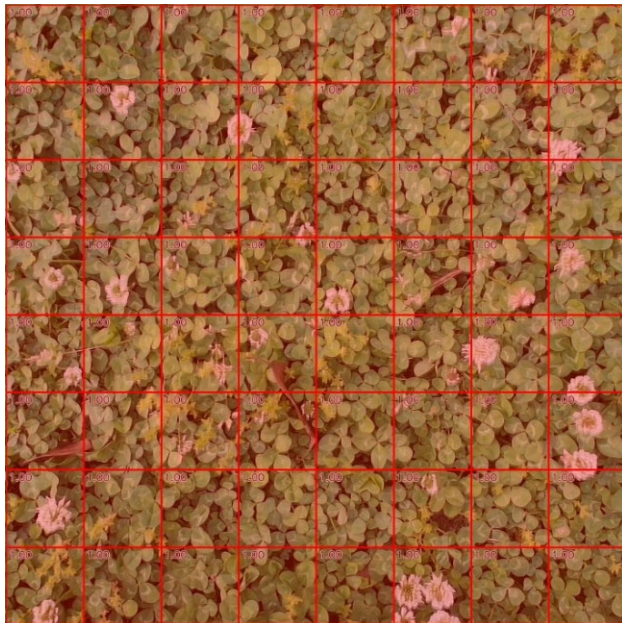
□ 問題点: 各画像の推論回数が常に一定

- 画像内の全てが雑草, 芝生の場合でも計算回数は一定

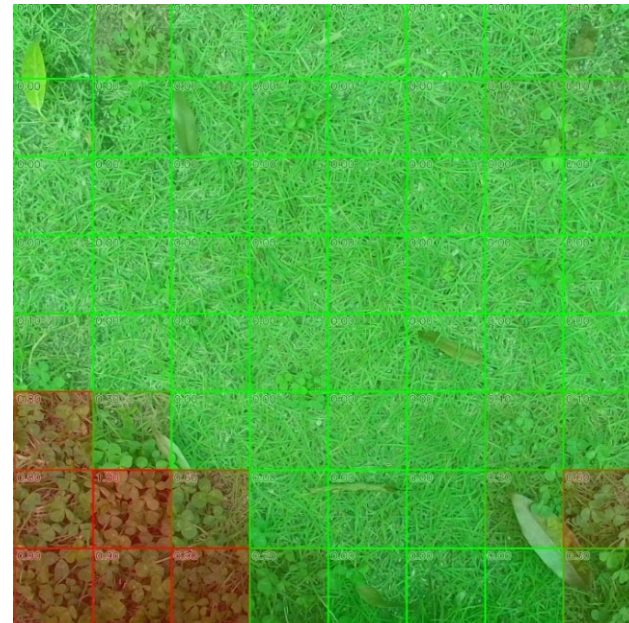
- ◆ グリッド数が 8×8 の場合, 一枚あたり64回の計算が必要

» 芝生・雑草のみの場合は計算数を削減したい

⇒ 芝生・雑草が混合している領域のみ
詳細に判別する手法を考案



従来手法 判別例1

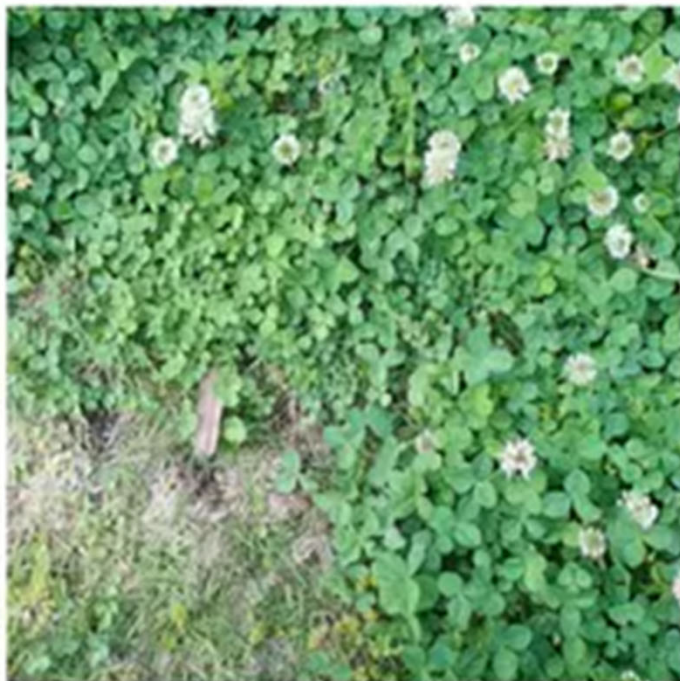


従来手法 判別例2



■ 国営昭和記念公園: 芝生・雑草領域判別手法: 提案手法

1. 広いグリッド(1024 px)で画像分類, 雑草の確率出力
2. 雑草の確率が閾値の範囲内の場合, グリッドを4分割
3. 分割後に再度画像分類, 雑草の確率出力
4. 雑草の確率閾値の範囲内の場合, グリッドを4分割
5. 再度画像分類 グリッドが最小サイズになるまで繰り返す



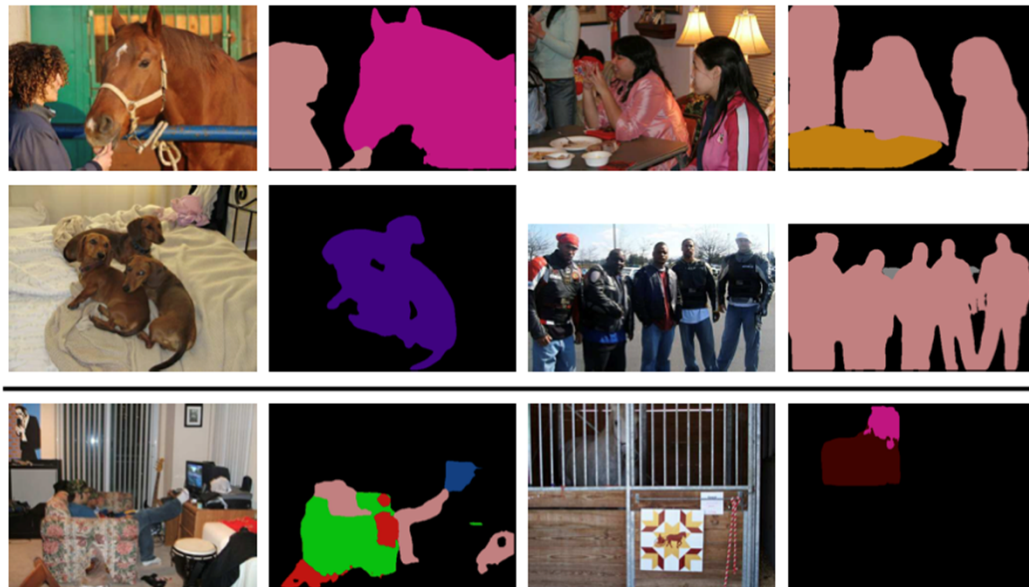
提案手法適応例



サブPJT2.芝生除草(シロツメクサ): 植物検出・識別手法: 個別検出手法 (1/2)



- 国営昭和記念公園: シロツメクサ個別検出手法: 既存手法
 - 問題点: シロツメクサが**密集して繁茂**しており, **アノテーションが困難**
 - アノテーション: 画像内の物体にラベル(ID)と領域情報を付与
 - ◆ 各シロツメクサの境界線が不明瞭, 作業者にも判別が困難
- ⇒ 画像合成による自動アノテーションデータ
構築手法を考案



Pascal VOC 2012によるアノテーション例



想定環境 画像例



サブPJT2.芝生除草(シロツメクサ): 植物検出・識別手法: 個別検出手法 (2/2)



■ 国営昭和記念公園: シロツメクサ個別検出手法: 提案手法

1. 撮影画像内で形状が明確なシロツメクサをトリミング
2. トリミングしたシロツメクサを芝生背景画像に合成
3. 合成時の位置関係からアノテーションデータを生成
4. 合成したデータを深層学習モデルに適応,
シロツメクサ検出モデルを構築
5. 実写の画像に対しシロツメクサ検出モデルを適応,
シロツメクサの位置を検出



シロツメクサ画像例



サブPJT2. 芝生除草(シロツメクサ): 実証実験・評価 (1/2)



- サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 実証実験・評価
 - 除草ロボット試作機と画像処理を連携, 除草実験
 - 実験対象:
 - ◆ 国営昭和記念公園: 日本庭園
 - ◆ 平地と傾斜地: 平地
 - 除草ロボット
 - ◆ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)
シロツメクサ引き抜きロボット



対象環境



シロツメクサ引き抜きロボット



サブPJT2. 芝生除草(シロツメクサ): 実証実験・評価 (2/2)



■ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ): 実証実験・評価 (続き)

□ 結果

- シロツメクサの検出に成功
- 除草ロボットが自動走行, 対象のシロツメクサの除草に成功
⇒ 想定通り動作することを確認

□ 改善点

- 地面のぬかるみにより前進に失敗するが発生
⇒ ロボットの軽量化, 足回り, モータの変更により対応予定



性能検証の様子



シロツメクサ検出例



まとめ (1/3)



■ 概要: 植樹帯の維持管理のための、**選択的除草ロボット**の開発

- 深層学習を利用した画像認識技術で、不要な植物を検出・識別
- 個別かつ適切な除去を可能とする除草用マニピュレータ及びエンドエフェクタを開発し、**試作ロボットシステム**を構築

■ 研究実施内容

□ サブPJT1. 花修景畑除草

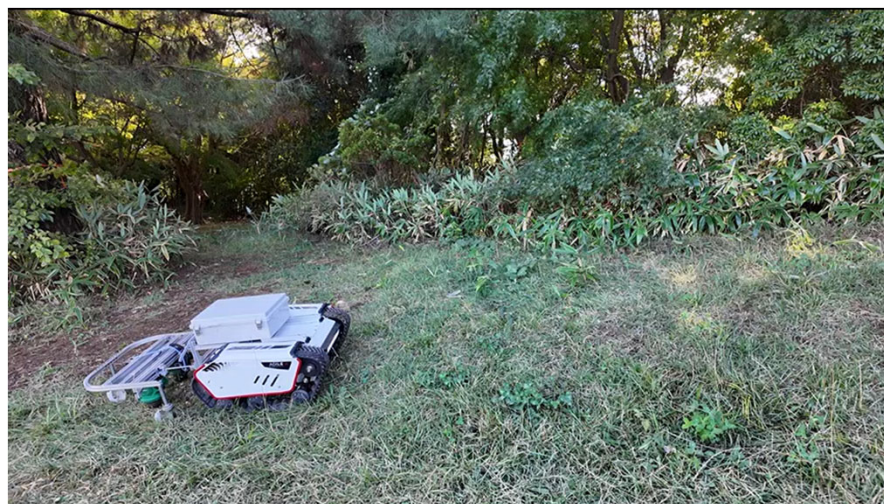
- 作物列除草ロボットの構築
- ロボット走行路算出手法の提案

□ サブPJT2. 芝生除草 (シロツメクサ)

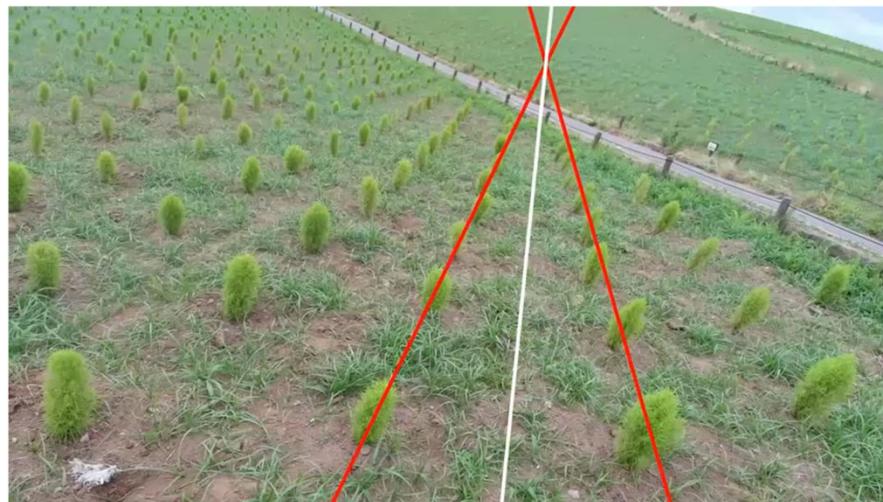
- シロツメクサ引き抜きロボットの構築
- 雑草領域判別手法・シロツメクサ検出手法の構築



■ サブPJT1. 花修景畑除草: 作物の列間除草ロボット



サブPJT1. 花修景畑除草:
列間除草ロボット動作例



まばら植栽 作物列検出手法 検出結果



密植栽 作物列検出手法 検出結果



■ サブPJT2. 芝生除草: 芝生に繁茂するシロツメクサを除草



シロツメクサ引き抜きロボット動作例



芝生・雑草領域判別手法 検出結果



シロツメクサ検出手法 検出結果