



— 未来の農業はもっと賢く —

# Smart Gathering

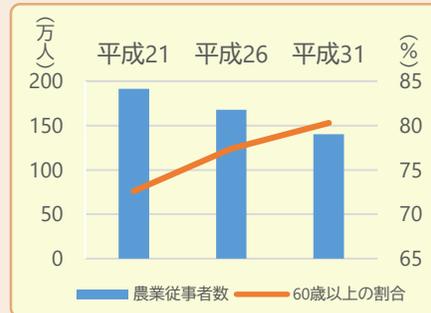
対象者 キクラゲ生産者

自由部門  
登録番号：20008

## 現在の農業の問題点

- ・ 農業の知識がないため**新規参入が難しい**
- ・ 農業従事者の**高齢化**

➡ **農業従事者の減少**



農業従事者数の推移 ※1

解決

## スマート農業

- ・ AIやロボットといった先端技術を活用した農業従事者のサポート

**作業の自動化・負担軽減が可能！**

### スマート農業の導入例



スマート農業 × 農薬散布



スマート農業 × ぶどう収穫

**スマート農業を活用した農業従事者をサポートするシステムが普及！**

# はじめに

## キクラゲについて

このシステムでは、キクラゲ生産者にご協力いただいています。



### アラゲキクラゲ

- ・食用として最も一般的なキクラゲ
- ・形は千差万別であり、密集して生える



キクラゲ生産者との打ち合わせの様子



このキクラゲは収穫できるの…？



正面と側面から生える



### 栽培手段 菌床

- ・中にキクラゲの胞子が詰まった白い長方形の苗床
- ・正面と側面の切り口からキクラゲが生える

### キクラゲ生産者の声

- ・収穫には、時間・手間・労力がかかってしまう
- ・十分に成長しているキクラゲかどうかを判断するには経験と知識が必要になる

そこで、**スマート農業** × **キクラゲ** をテーマとした

キクラゲの自動収穫システム

を提案します！

# 概要



## 収穫の経験・知識が不要



AIが自動的に判断し収穫を行うため、キクラゲが十分に成長しているのか、どのように収穫するのかなどの経験や知識を必要としません。

新規参入しやすい

農業従事者の増加につながる

## 生産者の負担軽減



キクラゲの栽培開始から収穫までを行う必要がなくなるため、生産者の負担を大幅に軽減することができます。

## 生産量の増加



時間のかかる作業を自動化することで、生産規模を上げることができます。

生産能力の向上

収入の増加につながる



はキクラゲ生産者をサポートします！

# 機能

キクラゲの収穫を効率的に行う。

## 左右移動

菌床のある場所まで移動して、1台で複数個の菌床からキクラゲを収穫できます。

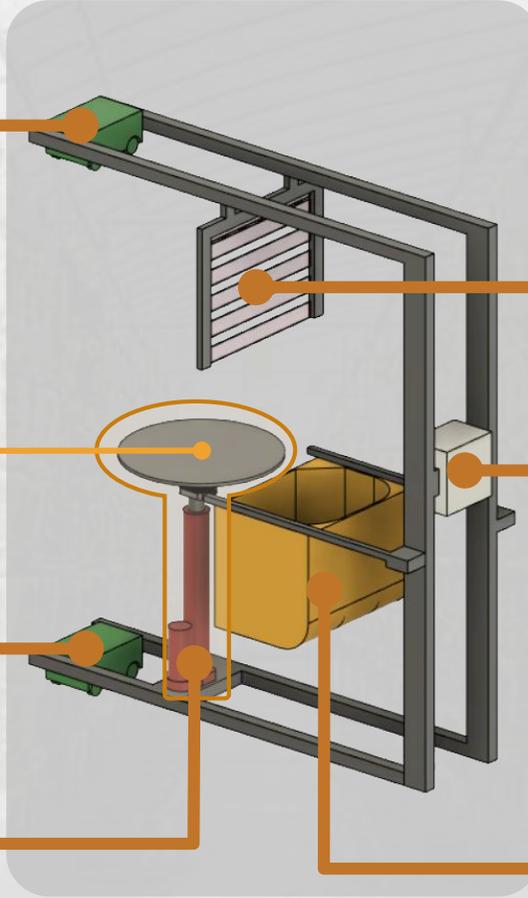


回転台の上に菌床を乗せて収穫します。



## 回転台

菌床を持ち上げて回転することで、側面に生えているキクラゲの成長度合いを確認することができます。



システムのイメージ図

## キクラゲの採取

見ている面のキクラゲが収穫可能と判断された場合、ゴムを取り付けた収穫器具まで菌床を押し上げ、引っ掛けて菌床からキクラゲを引き抜きます。

## 写真撮影と収穫判断

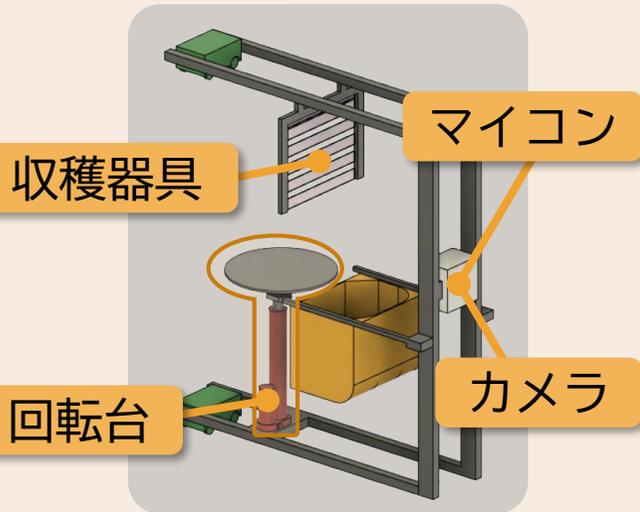
一定の位置からカメラで写真が撮影でき、マイコンからコンピュータに転送して画像認識による収穫判断が行える。

## キクラゲの収集

機械につり下げられた袋によって、落とされたキクラゲが手軽に集められます。

# システム概要

## 収穫機



## 菌床棚



① 菌床まで移動

⑤ 画像



⑥ 画像

無線通信

## サーバ機

成長度判別器

⑦ 成長度の判別と収穫判断

マイコン

⑧ 判断結果

判断結果が**収穫可能**

⑨ 収穫命令・収穫

収穫器具 キクラゲを引き抜く

1つの菌床につき

①～②の後、  
③～⑨を3回繰り返す

終了後

① 次の菌床  
まで移動

正面・側面分

# 成長度判別と精度向上の手法



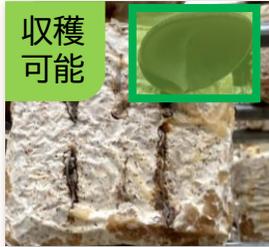
その他の事象を参照して、信頼度として付加し成長度判別の精度を向上させる。

## 成長度判別器

画像認識により、各キクラゲの成長度合いを3段階で判別する。

成長度合いの段階

収穫不可 → 収穫間近 → 収穫可能



キクラゲが複数の場合

収穫可能が2/3以上なら収穫する

収穫判断結果

### 経過日数の確認

信頼度の影響：高

経過日数を参照し、収穫可能判断の極端な誤認識を検出する。

経過日数 → 数日 → 1週間 → 2週間～  
不適正 ← → 適正



### 占有領域の確認

信頼度の影響：低

大きさの目安として、キクラゲの面積と撮影画像全体の占有比率を参照する。

キクラゲの面積の求め方



検出により切り出した画像

2値画像

しきい値を設定し、キクラゲとそれ以外の領域を大まかに分割する。

占有比率 → ~15% → 15~30% → 30%～  
不適正 ← → 適正



# 実現方法 (収穫判断システム)



実写真



CG画像



## 成長度判別器の作成

物体検出アルゴリズムYOLO v4を利用し、成長度を学習させる。

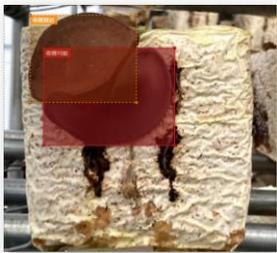


## 収穫判断システムの作成

カメラでキクラゲを撮影し成長度判別器に入力することで、現在の成長度合いをもとに収穫判断を決定する。



アノテーション



成長度のタグづけ

撮影・アノテーション



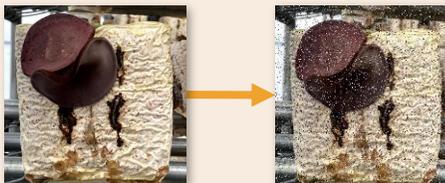
3DモデルをCG空間にランダム配置・撮影

実写真 + CG画像  
データセット



増幅

## Data Augmentation 後のデータセット



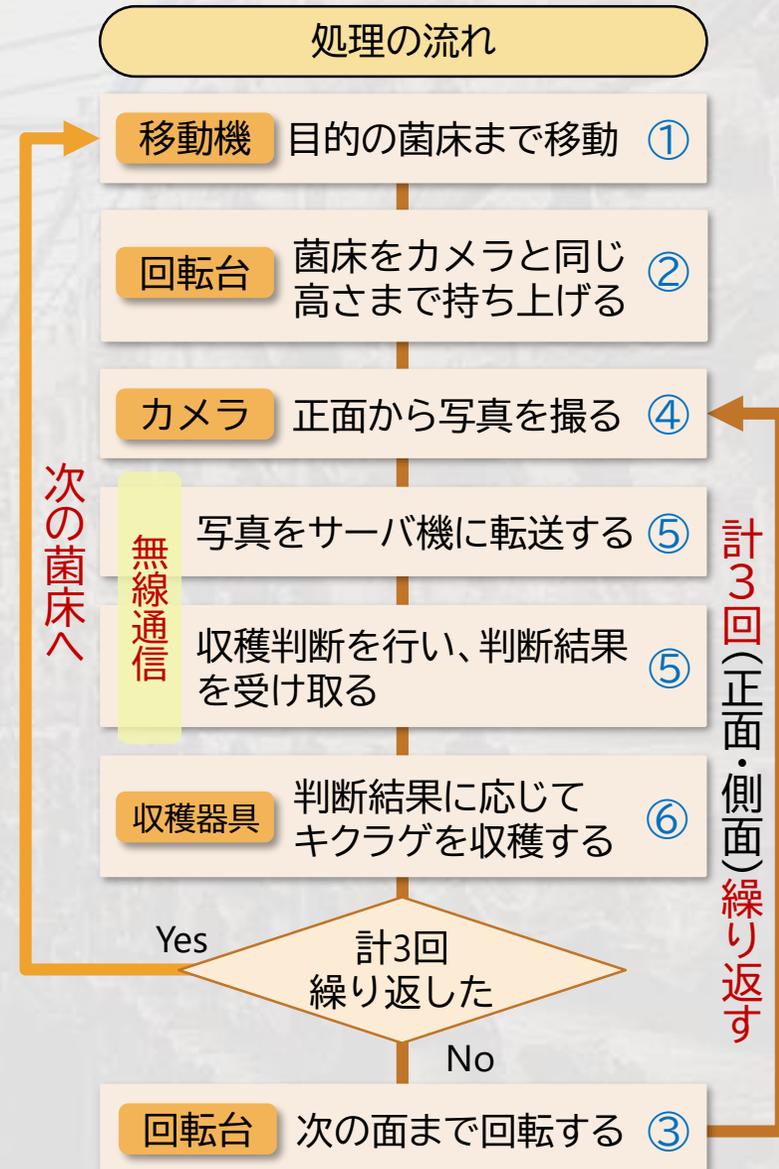
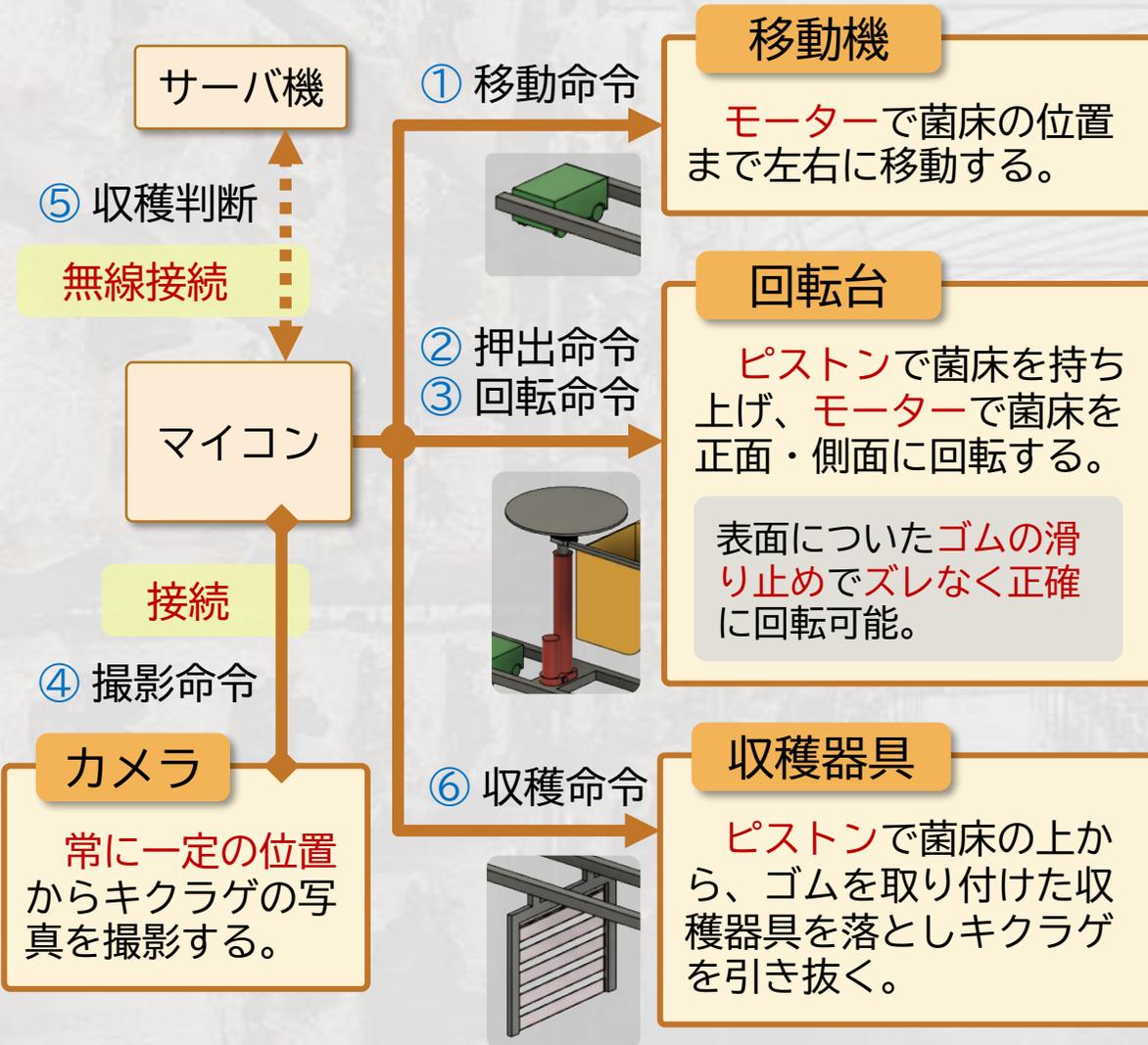
ごま塩ノイズ付加の例

ごま塩ノイズと左右反転  
によりデータセットを  
4倍に増幅する



# 実現方法（収穫機の制御）

マイコンが**全体のコンポーネントを制御**を行う。



# 類似システムとの比較



## トマト収穫ロボット

- ・距離センサーと深層学習による物体検出
- ・トマトの位置、色、サイズを認識して収穫判断を行い、エンドエフェクタに搭載された刃で収穫する

## 定置型イチゴ収穫ロボット

- ・ステレオ画像処理による赤色果実の検出
- ・アーム先端のカメラ付きエンドエフェクタで着色度や重なり判定を行い、収穫可能なら刃で収穫する
- ・密集した場所は収穫が難しい

成長時の色の变化による違いを重要視した判別手法が多い



## CG画像を含めた深層学習による物体検出

CG画像で様々な形状を学習させることにより、栽培開始から収穫まで色の变化に特徴がなく、形が千差万別なキクラゲを正確に検出できる。

色以外の特徴である数、形、サイズに注目し、正確に収穫判断を行うことが可能。

## 栽培形式に特化した専用ロボット

対象物が密集して生え、収穫位置の特定が困難な場合でも根元から確実に収穫できる。

密集して生えるキクラゲの栽培形式に対して最適な収穫を行うことが可能。

色の变化以外の特徴による判別とキクラゲに特化した収穫方法！

## 1 異なる種類における繊細な収穫

キクラゲの種類による大きさや形が異なる場合において、傷つかないように収穫するのが困難であると思われる。

### 対応法

ゴムや糸など、事前に収穫部分を付け替えることで、対象とするキクラゲに合った収穫ができるようにする。

## 3 菌床回転時の収穫位置の変化

菌床は一般的に長方形であり、回転した際に収穫位置が変化し、正確に収穫できない可能性があると思われる。

### 対応法

あらかじめ菌床回転時の収穫位置の変化を入力しておくことで、回転台または収穫刃を前後に移動させ、自動で調節できるようにする。

## 2 菌床の切り口を誤認識する可能性

菌床にはキクラゲを生やすための切り口があり、キクラゲと間違えて認識する可能性があると思われる。

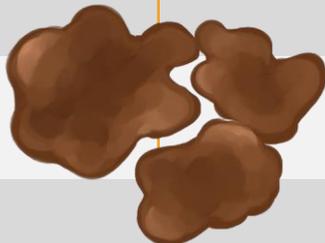
### 対応法

キクラゲの写った画像だけを学習させるのではなく、ネガティブサンプルを追加して学習させることで、キクラゲと切り口の区別をはっきりさせる。



# 開発スケジュール



4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
	アイデア・企画書					
	詳細設計					
		収穫判断システム・収穫機の開発				
					10/8, 9 プロコン 本戦	
					テスト	
						運用・評価

## 開発環境

### 使用機器

Windows 10,  
マイコン

### 言語

Python,  
C#

### ソフトウェア

Visual Studio,  
Unity, Fusion 360

## 実行環境

### 使用機器

Windows 10,  
マイコン