

令和 2 年度

北近畿地域連携機構研究助成（地域研究プロジェクト）

## 研究成果報告書

研究課題名：機械学習型人工知能を用いた農作物の選別システムの構築  
研究代表者（申請者）：神谷 達夫  
共同研究者：（研究協力者）山田 篤  
研究経費：100,000 円

### 研究成果の概要：

昨年度は、ディープラーニングを用いた画像認識による万願寺とうがらしとクリの画像による選別を試みた。今年度は、これらに加え、本年度はエダマメの実験もこれに加えた。また、万願寺とうがらしについては、市販製品を調査した。

実験の結果、昨年度同様、簡単なソフトウェアで農作物の外形を判断できることを示すことができた。ただし、判別率の向上や農作物を移動させる手段については、更に検討が必要である。

### 1. 研究開始当初の背景

本研究は、福知山地域における農業の IT 化を促すため、安価な装置でも農業に資する技術を実現できることを示し、地域の農業、産業を活性化することを目指している。さらに、本研究は研究成果を地元企業による製品化に結び付けることも目指している。

農業においては、農作物選別にかかる労力が大きく、人手に頼っていた農作物の選別の自動化が低コストで実現できれば、農業の競争力を向上させることができる。したがって、本研究では、農作物の等級判別を安価に実現することを考えた[1]。

本研究では、製品原価を 50 万円程度にすることを目標としている。昨年度は試作機を製作し、福知山産業フェア（2019/10/20・21）と京都ビジネスフェア（2020/2/13）にて展示した。

### 2. 研究の目的

本研究では、農作物の画像データを機械学習により選別するシステムを検討し、製品化に繋げるための基礎技術の開発を目的としている。また、本研究ではディープラーニングをはじめとした機械学習を用いることにより、製品価格を劇的に下げることを目指している。

さらに、枝豆の判別に関する基礎実験を予定している。枝豆は京都府農林水産技術センターから提供を受け、京都府農林水産技術センターとの共同研究により対象とする作物を増やすことも今年度の目標である。

### 3. 研究の方法

実際に装置を製作した場合のコストダウンを想定し、撮影には安価な書画撮影用カメラ 2 台と小型コンピュータ(Raspberry Pi3)を用いた (図 1)。カメラは小型コンピュータから制御され、撮影した画像は小型コンピュータ内のマイクロ SD カードに格納される。撮影操作は、小型コンピュータに接続されたマウスとキーボードを用いて行う。カメラは、小型コンピュータと USB で接続されている。カメラからのデータは、小型コンピュータに接続されたマイクロ SD カード上に保存する[2]。撮影用のプログラムには、Python 言語にて記述している。ディープラーニングには、Keras と TensorFlow を用いている。

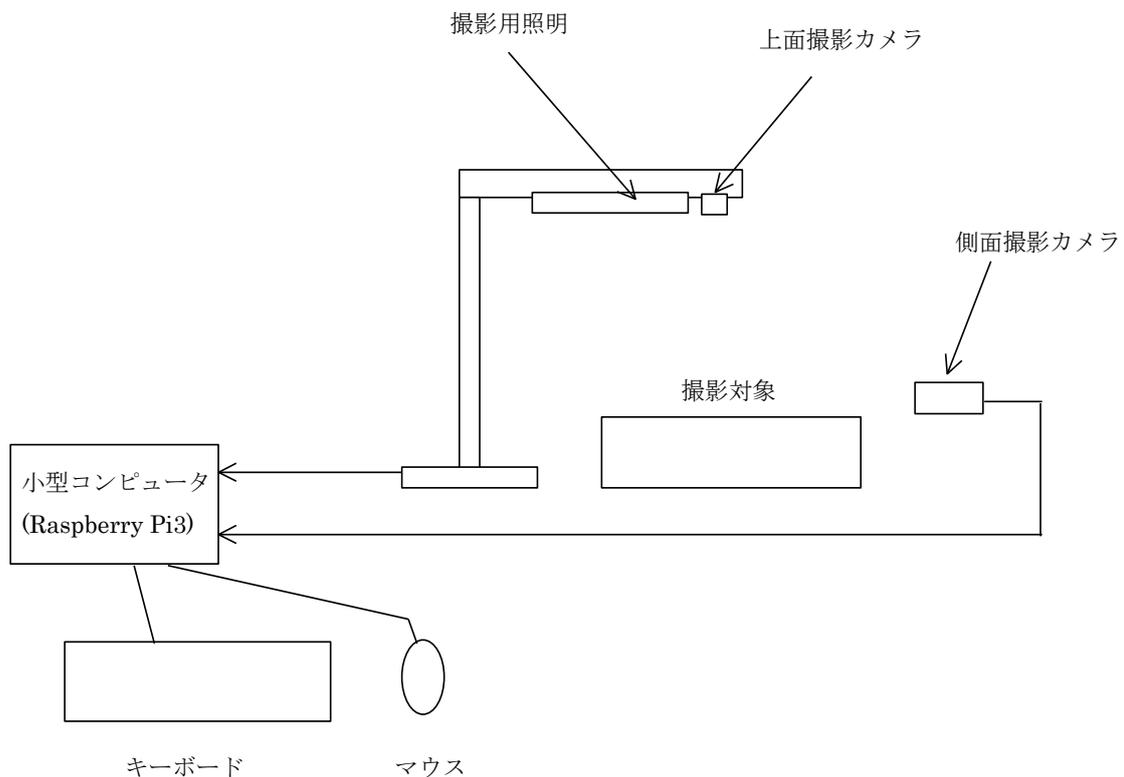


図 1 実験装置の構成[2]

### 4. 研究成果と今後の課題

#### 4. 1 研究成果

##### 4. 1. 1 エダマメの判別実験

秀、優、良、可、不可の 5 値で判別すると、90%から 97%の判別成功率を得ることができた。ただし、サンプルには可の階級が含まれなかった。

使用したサンプルは、秀が 371、優が 220、良が 141、不可が 489 の合計 1221 サンプルであった。

万願寺とうがらしでは、判別する階級を増やすと判別成功率が低下した[2]が、エダマメの場合は、階級を増やした方が判別成功率が向上した。これは、万願寺とうがらしの秀、優の区別が曖昧であるためと考えられる。

今回の実験では、手動によるチューニングは全く実施しておらず、万願寺とうがらしの実験[2]に使用したプログラムと基本的には同一である(処理するファイル名や、階級を与えるファイル形式のみが変更されている)。

判別に使用した画像は、エダマメを上面から撮影した画像であり、グレースケール画像としている。

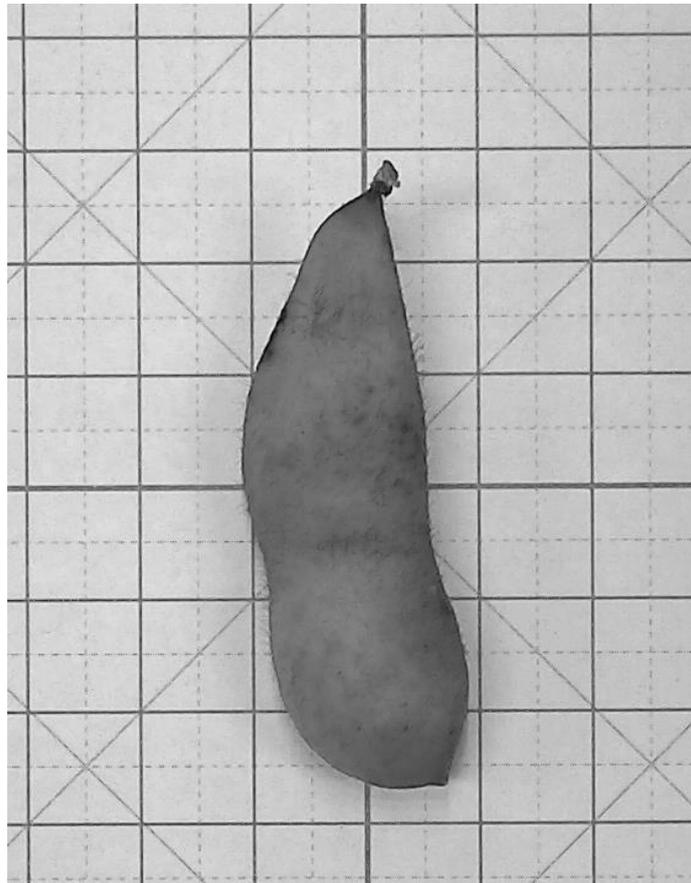


図 2 判別に使用したエダマメの画像

#### 4. 1. 2 エダマメ判別実験の考察

今回の実験では、エダマメに向けた特別なチューニングは一切行っておらず、基本的な **Keras** と **TensorFlow** の使い方のみで実現している。それにも関わらず、90%を超える判別成功率を得た。このことは、判別システム構築の工数を大幅に減らすことができる可能性を示している。判別システム構築の工数の削減は、判別システム自体の低廉化につながると考えられ、実用化に期待できる。

今回は、モデルの作成でエポック数を 300 に設定しており、300 で概ねモデルの作成が完成している(図 3)。エポック数は、モデル作成時の反復を終了するまでの指標を示している。**Keras** では、モデル作成時にエポック数という指標に試行が達するまでニューラルネットワークの学習が進む。

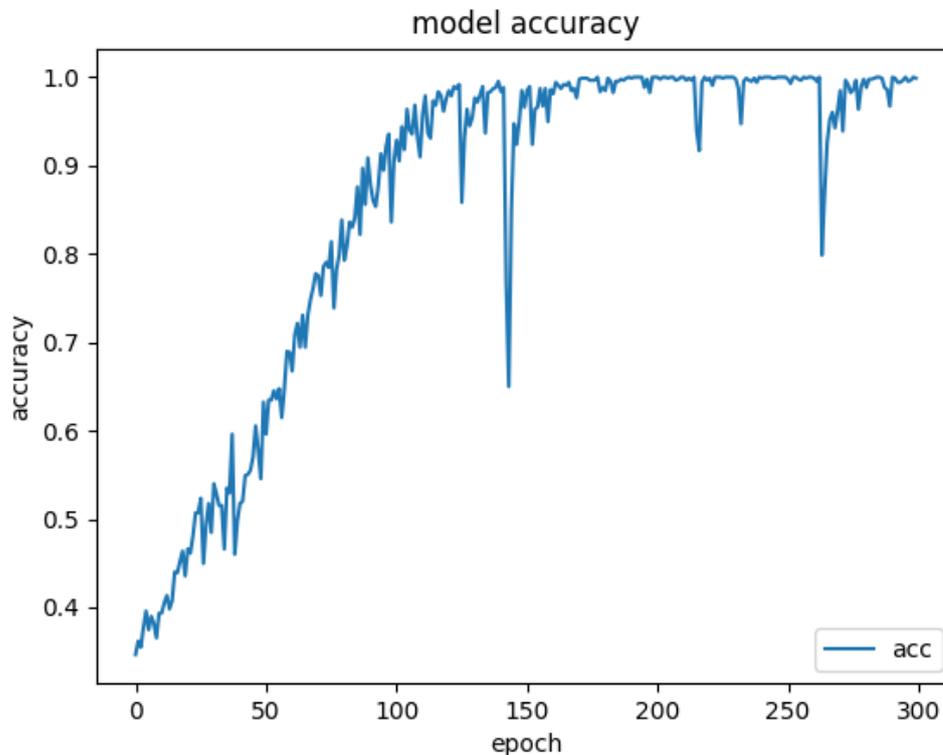


図 3 ニューラルネットワーク学習の進み方の例

#### 4. 1. 3 開発中の製品の調査

2020年8月3日に京都府農林水産技術センターにおいて、システック株式会社によって開発中の万願寺とうがらしの選別機の動作実演があり、この装置を調査した。

この装置は、万願寺とうがらしの等級を選別するもので、ベルトコンベアに載せた万願寺とうがらしを画像処理により選別するものであった(図 4)。画像処理は、画像中にある作物の部分の外形を判断するもので、外形のパラメータを設定することによって等級を判別する。外形から大きさと折れ曲がりの角度を設定できるようになっている(図 5)。したがって、この装置では、虫食いの状況や変色に関しては判定できない。

現在、本研究で開発している装置も同様の問題を持っており、外形だけの判別で農家や農協がどの程度労力を削減できるか難しい。また、この装置では、農作物の供給が手動であり、自動供給するためには、さらに数百万円程度の追加が必要となる。

判別階級の登録には、図 5 に示したように手動での設定が必要である。この作業は、機械に対して慣れが必要であり、ディープラーニングを用いた判別のように見本を覚えさせるだけで判別の登録ができることはない。この点はディープラーニング方式の利点となるであろう。



図 4 開発中の選別機の実演

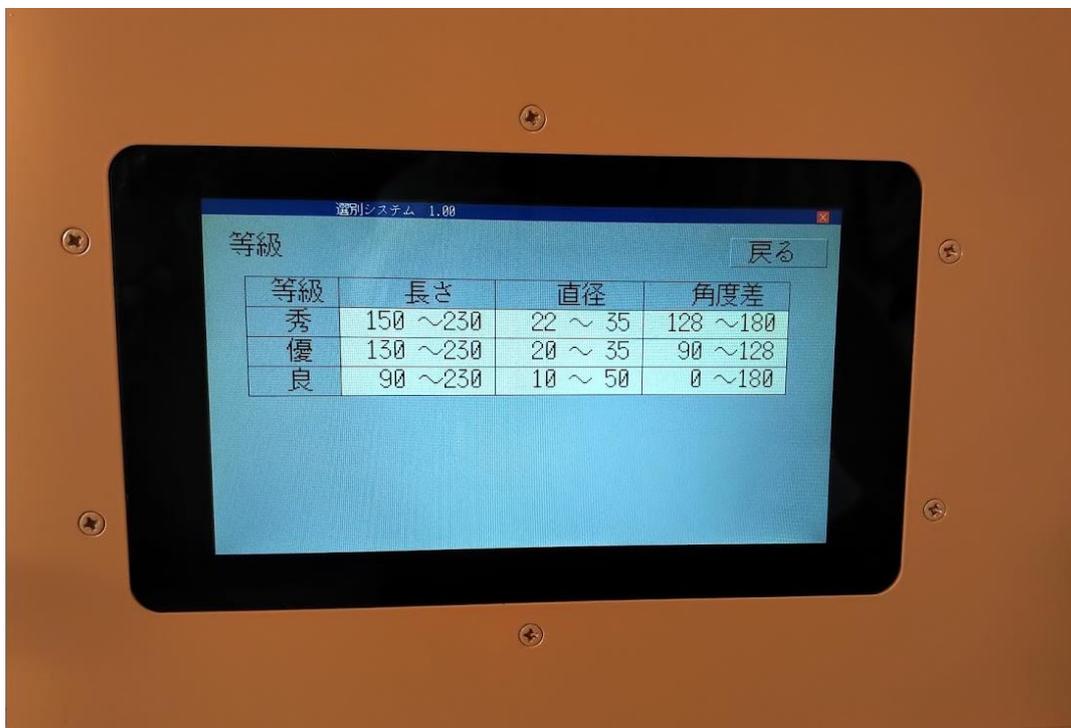


図 5 等級の設定

#### 4. 2 今後の課題

実験の結果、画像が取得できてからの AI の判別能力の向上は以前の研究と同じく実用性を見込めることが分かった。ただ、適切な画像を取得するためには、撮影対象を適切に

動かし、撮影可能な場所に移動させる必要がある。しかし、このためにはそれに応じた機械を作成する必要がある。しかし、このような機械は、農業の収益に対して大きな設備投資を必要とし、実現には困難が伴う。

今後、設備投資の影響を軽減するため、大型化して大規模な設備として運用するのか、逆に小型化して作物の自動的な搬送をあきらめるのかのマーケティング的な判断が必要となる。

#### 5. 主な発表論文等（雑誌論文、学会発表、図書、知的財産権、テレビ出演、新聞掲載、HP公開など）

2021年2月22日 福知山公立大学地域研究プロジェクト成果報告会にて2019年度の成果を報告した。

#### 6. 参考文献

- [1]神谷達夫, 画像処理を用いた農作物選別, 機械学習を中心とした異常検知技術と応用提案 第7章第6節, 株式会社情報機構, pp. 139-150 (2019)
- [2]神谷達夫, 山田篤, 機械学習を用いた農作物の等級判別—農業における PBL の実施に向けた検討—, 福知山公立大学研究紀要, Vol.3, No.1, pp.13-28 (2019)