

平成 30 年度

## 北近畿地域連携センター研究助成（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安価な農作物の選別システムの構築

研究代表者（申請者）：山田 篤

共同研究者：（研究協力者）神谷 達夫

研究経費：227,000 円

#### 研究成果の概要：

農業の IT 化の実効性を示すため、簡易な装置で農業への IT 応用が可能であることを示す実験を実施した。実験では、万願寺とうがらしとクリの画像による選別を試みた。実験の結果、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、学生のための PBL（Problem Based Learning 問題解決型学習/Project Based Learning 課題解決型学習）教材として使用できることが分かった。

また、判別率を向上させるためには学生らが解決できそうなレベルでの課題があり、この課題解決は、さらに進んだ PBL 教材として用いることができると考えられる。

#### 1. 研究開始当初の背景

近年、AI 関連技術の急速な発展により、AI ブームと言われるような状況となっている。これまでも何度か AI ブームはあったが、今回の AI ブームのこれまでの違いは、AI の専門家以外への技術の普及が急速に進んでいることである。これは、以前より高性能なコンピュータが安価に広く普及していることと、AI の利用技術が広く公開されたためである。

Google が開発した TensorFlow ライブラリは、ソースコードが無償で公開されている上、今回の AI ブームの根幹となっている「機械学習」は、プログラミングによって問題解決するのではなく、データを与えると問題解決の手段が得られるため、データさえあれば実現が比較的容易である[1]。このようなデータ駆動型の AI 技術は現在広く普及する段階に至っており、その技術を利用するだけであれば、大学初年次の学生でも十分可能である。

一方、地方都市及びその周辺には農家が多く、PBL のためのフィールドワークを受け入れてくれる農家が多く確保できる。よって、地方都市において PBL のためのフィールドワークに農業は適している。

また、地方都市や農村地域などの経済基盤は主に農作物の生産活動であり、地域再生を可能にするための研究は喫緊の課題である[2]。農業には労働環境・作業内容が「きつい

(Kitsui)」「汚い (Kitanai)」「危険 (Kiken)」であることを意味する 3K というイメージがあり、若者の就労が進んでいない。この解決策の 1 つが、スマート農業である[3]。スマート農業により、農業の工業化が進めば、農業に希望を持つことができ、次世代の農業従事者の育成[4]が可能かもしれない。

スマート農業推進のためには、ICT 関連技術、特に AI 関連技術が重要である。AI 関連技術は、その影響・効果が大きいのに比して上記で述べたように導入が比較的容易であり、スマート農業で利用される ICT 関連技術の中心となると思われる。

## 2. 研究の目的

本研究では、学生らの PBL 教材として、機械学習により農作物の等級を判定する「AI 等級判別システムの構築」を試みることを目的としている。

## 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[1]。

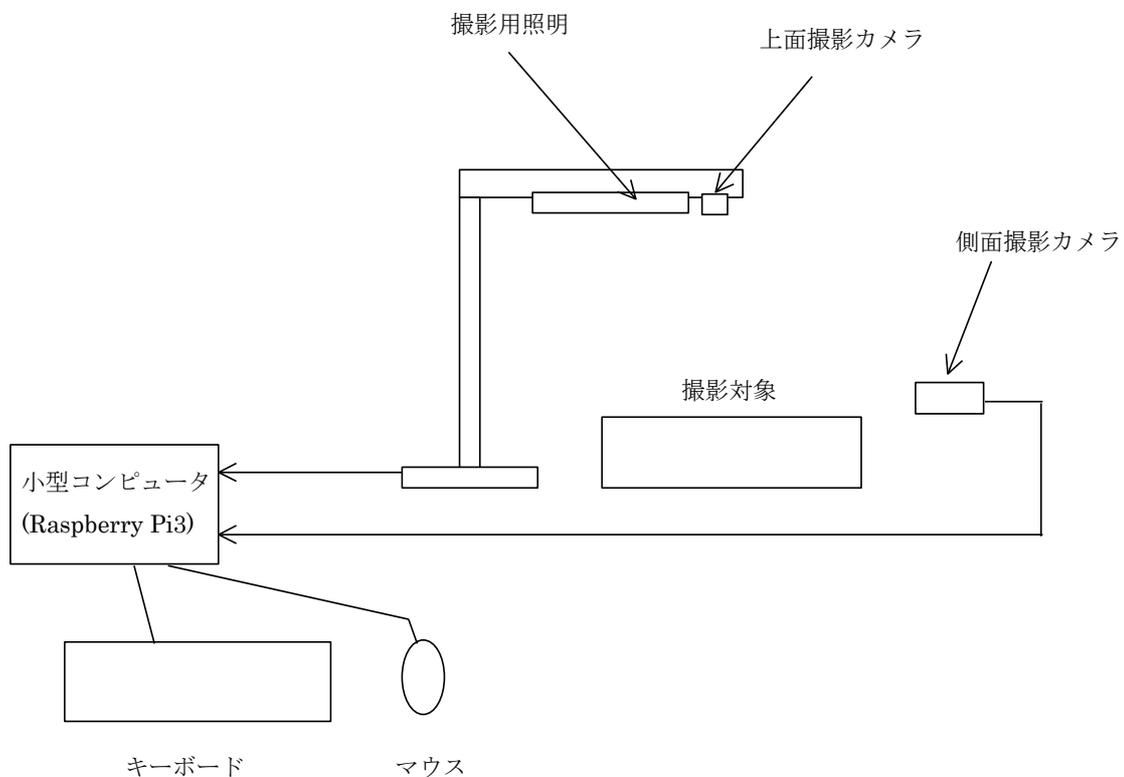


図 1 実験装置の構成[1]

撮影用のプログラムには、学生らに改良させることを考え、習得が比較的容易で AI 関係のライブラリを容易に利用可能な Python 言語を用いた。図 2 は実験風景である。図 2 では万願寺とうがらしが 2 本撮影台の上にあるが、これは撮影条件を決定するための予備撮影時であったため、実際に判別に使う画像では、万願寺とうがらしを 1 本ずつ撮影している。なお、今回は試行実験ということで、撮影対象を撮影台に置く作業は人手で行った[1]。



図 2 実験風景[1]

#### 4. 研究成果と今後の課題

##### 4. 1 研究成果

##### 4. 1. 1 万願寺とうがらしの選別

秀、優、良、それ以外の 4 値で判別すると、65.3%程度の判別率であった。一方、秀、優の組とそれ以外だと判別率は 93~96%と実用に耐える判別率となった(表 1)。これは、秀と優の判別が難しいことに起因していると考えられる[1]。

秀と優以外との判別の容易さを確認するため、秀優の組とそれ以外に分けた 2 値で判別した。この場合の判別率は、93%~96%であった。このことから、大まかな外形の判断に

については、AI 判別が十分実用になることが分かる(表 1)。また、秀優の組と良とそれ以外の 3 値に判別した場合、85%~88%の判別率となり、良とそれ以下のみのデータから良とそれ以下を判別した場合、判別率は 76%程度となった。この判別率の低下の原因は、良より下のランクのサンプルが全体の 1 割程度の 33 サンプルと少なかったため、ニューラルネットワークの学習が進まなかったためであると考えられる。

良未満のとうがらしは出荷されないため、できるだけ良い作物を作るように配慮されていることから良未満のサンプルを入手することは困難であり、これらの入手が課題である [1]。

なお、今回、良未満のサンプルの入手が困難であった主な理由は、ハウス栽培の農家に協力を求めているためで、露地栽培の農家に協力を求めることにより、良未満のサンプル入手の問題に関しては解決するものと思われる。

表 1 判別率の実験結果[1]

分類条件	判別率
(優,秀)それ以外	93~96%
(秀,優)と良とそれ以外	85~88%
秀と優と良とそれ以外	65.3%
良とそれ以下	75.7%

#### 4. 1. 2 クリの選別

実験に用いた装置は、万願寺とうがらしとほぼ同一(図 1)であるが、側面からは撮影しておらず、上面からの撮影のみとなる。図 3 にクリのサイズの差を示す。写真は同一縮尺である。

クリの判別実験では、90%程度の判別率を得ることができた。この実験の結果、簡易な実験でも 90%程度の判別率が得られたことから、外形を用いたクリの大きさ判別に AI 技術を導入することは適していることが分かった。



図 3 クリのサイズの例

左から L,2L,3L,4L である。

#### 4. 1. 3 成果のまとめと考察

今回、AI 技術を用いて万願寺とうがらしとクリの外形の判定を試みた。その結果、十分な判別率が簡単に得られることが分かった。これは、初年次の学生の課題として適当な難易度であると思われる。ただ、実用化のためには、さらなる識別率の向上をはかる必要があり、この部分は PBL として取り組むのに適した課題であると思われる。

#### 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見込めることが分かった。しかし、画像を取得するためには、撮影対象を適切にハンドリングする必要があり、適切なハンドリングのためには、それに応じた機械を作成する必要がある。

機械を作成するには、設備投資が必要となる。したがって、装置を製作するために設備投資と収益のトレードオフを考えることが必要となり、実際に装置を製作するためには技術的な面以外の検討も必要になる。しかし、文献[5]は、キュウリ判別用のベルトコンベア式の機械が紹介されており、これはほぼ 1 人で実現されている。他の機器の設計経験者が 1 人で対処できる程度の課題であれば、初年次の学生でも数人がかりでの課題としては適切な課題の規模であると思われる。また、上記の課題を解決するために試行錯誤することは、学生らに考える機会を提供できるため、農作物の選別は、PBL 課題に適していると考えられる。

また、クリの選別には虫食いの有無も考慮する必要があるが、撮影時に虫食い跡を明確に撮影することが非常に困難であり、今回は虫食いの判別を断念した。虫食いが判断できる程度に詳細な画像を撮影するためには、クリを物理的に移動させながら撮影するような方法を採用する必要があり、この問題解決には時間がかかる。また、それ以外にもクリの実炭そ病の早期発見については、今後研究を進める必要があることも分かった。

上記のように、試行実験によってクリ選別における課題が分かってきた。このような課題は、実際にフィールドに出ることによってしか発見できないものである。さらに、短期間の試行実験により課題を複数見つけられるということは、問題解決することで学ぶという PBL の特性に合致し、学生らの PBL 教材として適していると考えられる[1]。

#### 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）

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)にて報告した。

#### 6. 参考文献

[1]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)

[2]山中守, 青果物価格の季節変動に関する経済分析: 「自然」と「経済」の「葛藤と共

- 生」：地域再生の経済学(X)，尚絅大学研究紀要．A，人文・社会科学編，Vol. 48，pp. 51-70 (2016)
- [3] 渡邊智之，スマート農業のすすめ，産業開発機構株式会社，pp67-86 (2018)
- [4] 吉澤宣之，et. al.，我が国の農業の将来を高専の工学教育で支える-Future of Japan's Agriculture supported by Engineering Education in KOSEN-，大分工業高等専門学校紀要，Vol. 52，pp. 41-51 (2015)
- [5] 小池誠，キュウリ選別コンピュータ，インターフェース，2017年6月号，pp. 23-52 (2017)