



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 2 年 11 月 25 日

岡 山 大 学

報道解禁：令和2年11月26日（木）午後6時（新聞は27日朝刊より）

AIが見抜く「柿」の内情～「人工的なプロ」から学ぶ果実選びのコツ

◆発表のポイント

- ・ カキ果実の写真から果実の内部障害を高精度に見抜く AI 技術を開発しました。
- ・ AI による内部障害の判定率は、カキ選果の熟練者の精度を超えるものでした。
- ・ AI が「何を見て果実の内部を見抜いたのか？」を可視化し、「人には気付くことが難しい内部障害の指標や予兆」も明らかできるようになりました。

果実の「内情」— 種の個数・糖度・病害・いつ軟らかくなるか？などの性質— は、その果実の商品価値を決める重要な要素です。しかし、これらを果実の外見のみから見抜くのは難しく、何十年と経験を積んだ選果の熟練者でも容易ではありません。岡山大学大学院環境生命科学研究科（農）赤木剛士准教授は、このたび、九州大学・京都大学・岐阜県農業技術センターの共同研究者とともに、今がシーズン真っ盛りの「柿」に AI 技術である深層学習（ディープラーニング）を適用することで、ごく普通の写真 1 枚から果実の内部障害を見抜く技術を開発しました。さらに、AI の診断理由となった画像中の特徴を可視化することで、人には気付くのが難しい内部障害の指標や予兆を早期に明らかにできる可能性を示しました。これらは、写真 1 枚から良質な柿の選別を簡易に行う事が出来る技術実装につながるだけでなく、果実における生理現象を非破壊的に予測し、その特徴部分に焦点をあてて解析できる研究技術にも直結します。

本研究で開発された技術は現在、柿の「種の数」や「早期の果実軟化」の予測、また、柿以外の果実や作物の DNA 配列にも適用の可能性が探索されています。本研究成果は、*Plant and Cell Physiology* 誌のオンラインアドバンス版に日本時間 11 月 26 日 18:00 に掲載され、同誌 2020 年 11 月号に掲載される予定です。

◆研究者からのひとこと

私たちの研究室では柿やキウイフルーツなどを使って、果実や花の品質に関わるさまざまな研究を行っています。主に、「作物の性決定」・「果実の形状や成熟機構の多様性」・「作物のゲノム進化」などを研究していますが、AI 研究もさまざまな可能性を探索しており、画像からの診断・予測だけでなく、作物のゲノム配列への適用も試みています。興味がありましたらぜひ覗いてみてください。



赤木准教授



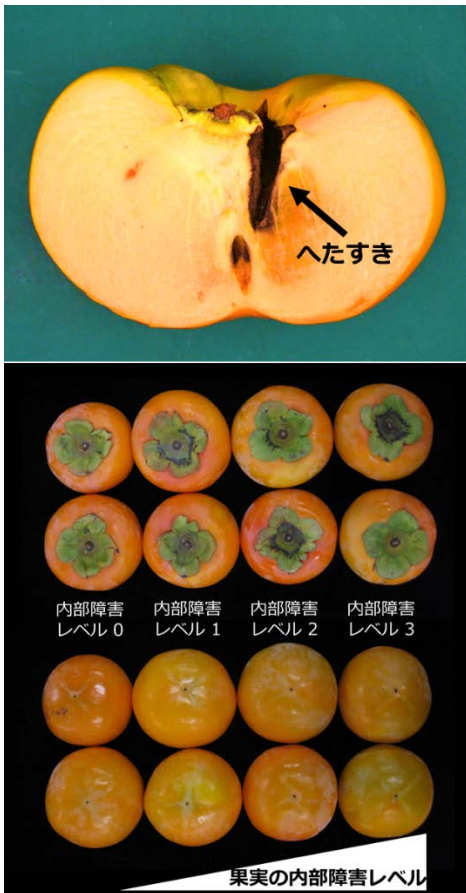
PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

近年、情報学分野で著しい進歩を見せている深層学習（AI）ですが、農業や農学研究への適用は遅れており、実用化された例は非常に限られています。一方、作物には画一的な要素を判定材料としない、例えば「嗜好性」のような評価基準や、熟練者にのみ判断可能な「予兆」のようなものが多く存在しています。これらの判断は長年の経験や統合的観察による揺らぎを考慮した「経験知」のようなものを必要としますが、近年における深層学習技術によってその人工的な再現が可能となりつつあります。さらに、従来の AI 技術ではブラックボックスであった「判断理由」も近年の技術開発によって明らかにできるようになってきました。これらの知見を応用して、本研究では、カキ（柿）を題材に、果実の写真を学習させて、「果実の内情」を見抜く AI の構築を目指しました。

<研究成果の内容>



カキ（柿）の果実内における内部障害「へたすき」は、「柿のへた」の下部に大きな黒い裂傷が生じ（第1図上）、商品価値を著しく落とすだけでなく、他の生理障害の発生源となります。しかし、これを果実の外見上から判断するのは非常に難しく（第1図下）、果実を切るかへたを取り除かないと確実に見抜けませんが、へたを取り除いた果実は商品価値を失うため、選果の上で大きな問題となります。

そこで、本研究では、このたび柿の品種である‘富有’の果実画像から、「へたすき」障害を高精度に判定できる深層学習（AI）技術を開発しました。収穫後の柿果実の写真約3,000枚を使って、「へたすき」に特異な画像のパターンを複数の畳み込みニューラルネットワークモデル（注1）を使って探索し（第2図）、85%以上の水準で販売可能な水準の内部障害の無い柿果実を選別することができるようになりました。このAIによるへたすきの予測は柿果実の果頂部側（へたが無い方）の写真1枚から予測を行うことが可能である上、その判定精度は選果に長らく関わった熟練者と同等もしくはそれ以上のものでありました。

第1図：カキ果実のへたすき障害

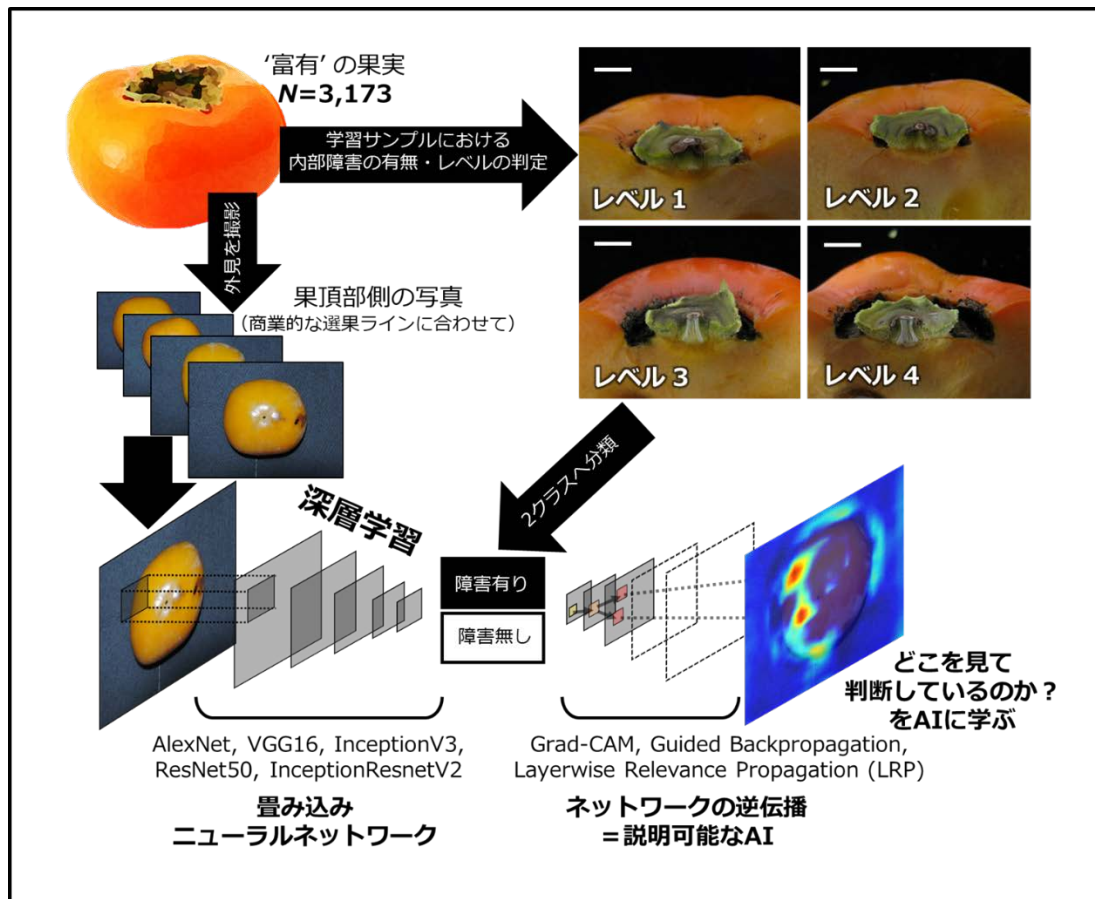
上：顕著なへたすき障害の例

下：障害レベルに応じた果実の外観。人には外観から障害レベルの判断は難しい

さらに、本研究では、畳み込みニューラルネットワークの逆伝播（「説明可能なAI」とでもいうべき技術）によって、各深層学習モデルが「何を見て内部障害の有無を判断しているのか？」という情報を画像中に詳細に可視化し、内部障害に特徴的な画像中の成分を検出しました。その結果、いずれの深層学習モデルも果実周縁部における「色むら」のようなものを判断材料に使っている傾

PRESS RELEASE

向が示唆されました。つまり、これら深層学習モデル (AI) の活用によって、熟練者でも判別の難しい果実内部障害の予測だけでなく、その指標や兆候 (判断のコツ) までを学ぶことが可能であることが示唆されました。



第2図：深層学習によるカキ果実の内部障害予測モデルの構築

カキ果実から写真画像と内部障害の情報を付き合わせて畳み込みニューラルネットワークでの深層学習を行う。

また、ネットワークの逆伝播により「深層学習モデルがどこを見て判断したのか？」という情報も可視化できる。

<社会的な意義>

現在、柿に限らずほとんどの果実作物は、店頭に並ぶまでに多彩な選果 (選抜) 基準が設けられており、その多くが人力作業によって行われていますが、本研究の応用・同様の技術展開により、この選果過程における自動化・省力化が期待でき、人材不足の問題解決にも寄与すると思われます。また、基礎科学的な側面からも、人には気付くことが難しい生理反応の指標や予兆なども、深層学習によってその特徴の可視化が可能となり、対象とする生理反応の初期段階から特徴部分に焦点をあてた解析を可能にする技術にも直結すると期待されます。

■論文情報

論文名：Explainable deep learning reproduce a “professional eye” on the diagnosis of internal disorders



PRESS RELEASE

in persimmon fruit

掲 載 紙 : *Plant and Cell Physiology*

著 者 : Takashi Akagi, Masanori Onishi, Kanae Masuda, Ryohei Kuroki, Kohei Baba, Kouki Takeshita, Tetsuya Suzuki, Takeshi Niikawa, Seiichi Uchida, Takeshi Ise

D O I : <https://doi.org/10.1093/pcp/pcaa111>

■研究資金

本研究は、JST さきがけ「フィールドにおける植物の生命現象の制御に向けた次世代基盤技術の創出」領域における「カキ属をモデルとした環境応答性の性表現多様化機構の解明(JPMJPR15Q1)」、基盤研究(B)「カキの果実形状多様性を制御する全ゲノムワイドモデルの構築」(18H02199)、新学術領域「植物新種誕生の原理」における「植物における性表現の揺らぎを成立させる進化機構(19H04862)」の支援を受けて実施しました。

■補足・用語説明

注1：畳み込みニューラルネットワーク

画像を一定の大きさの枠ごとで特徴を集約する「畳み込み」という処理を含む深層学習系。これにより画像間で目的対象の「特徴」となる部分の位置がずれていても、それを有意な情報として扱うことが可能である。また、画像内の特徴を複合的に繋ぎ合わせた解釈が可能となる。

<お問い合わせ>

岡山大学 大学院環境生命科学研究科（農）
准教授 赤木 剛士
（電話番号）086-251-8337



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。