

魚介類の鮮度判定用画像解析アプリ

岩手大学 農学部 食料生産環境学科

準教授 袁 春紅

岩手大学 理工学部 システム創成工学科

助教 盧 忻

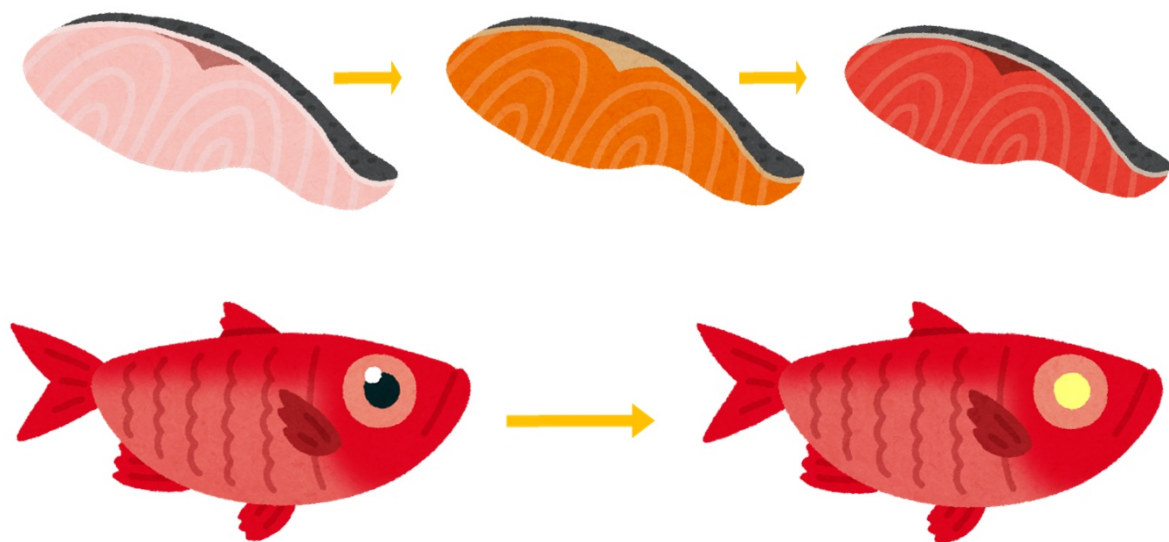
令和5年3月14日

背景

- 近年,より高鮮度かつ高品質な魚介類が求められている.
- しかし,魚介類は死後変化が大きく,鮮度低下も早いため,高鮮度の商品を提供できる体制を構築するためには鮮度保持の良否を判定する技術が必要である.
- この技術の社会実装化により,産地・消費地の卸売市場や輸送中の魚介類商品の鮮度を簡便に判定することが可能になり,水産物のブランド化・高品質化に貢献することができると考えられる.
- さらに,漁業従事者の所得向上,水産資源管理,新たな販路開拓など,水産への支援ができるようになる.

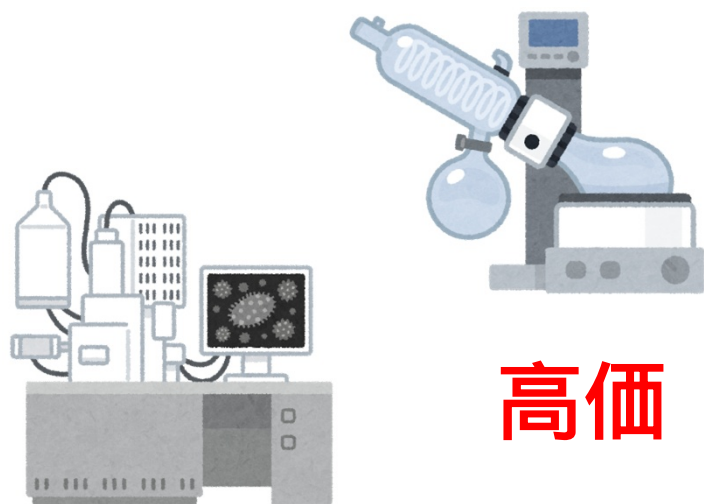
官能評価法

- 魚介類の外観，匂いや色の変化から総合的な判断が必要
- 個人差が大きい



化学成分の分析法

- ATP関連化合物の組成(K値), 揮発性塩基窒素(VBN), pH値, 筋肉色素など
- 専門の分析技術が必要
- 測定また分析にも時間がかかり, 短時間での判定が難しい
- 装置が高価なため市場や店, 家庭などに設置することが困難

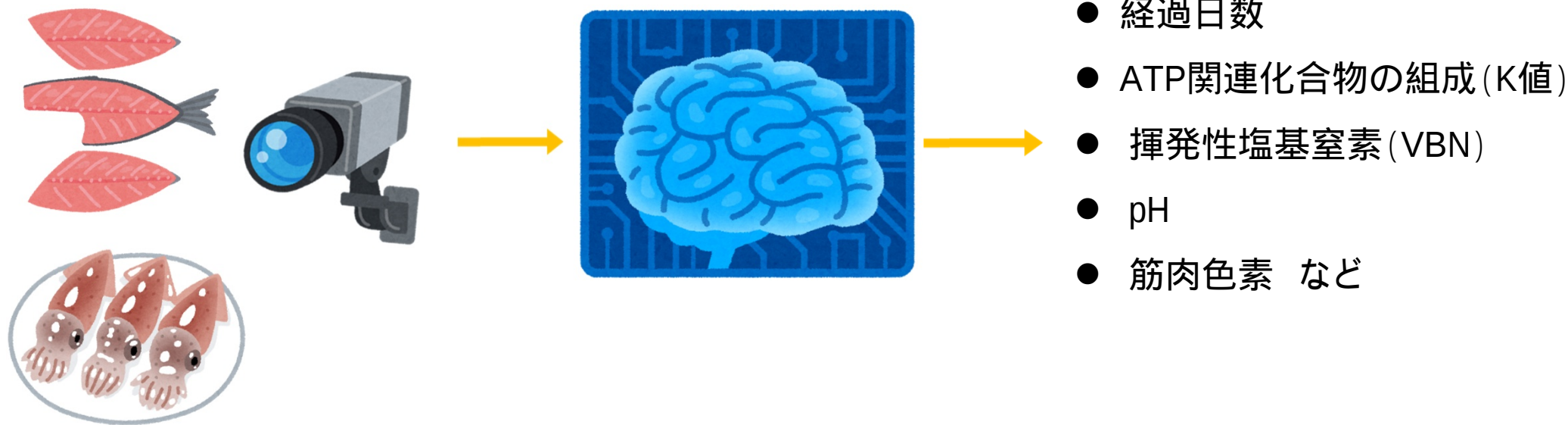


高価



技術の目的

- これらの問題を解決するために、本発明では、**生化学的指標**の結果を関連付けて、**画像分析**による**深層学習**を利用し、**実時間**で正確に魚介類の鮮度を判定する技術を実現することを目的とする。



魚介類の検品業務

水産加工業者が基本的に官能評価で、漁場や漁法によって色合いなどの視覚情報を確認し、勘と経験に基づいて目利きをしている。さらに、先進の水産加工工場は以下の物理的な項目によって鮮度判定も試している。

- 魚介類の肉体またはその浸出液の電気抵抗の低下
- 死後硬直・解硬に伴う肉体の弾性の変化
- 肉体浸出液の粘度低下
- 表面張力の減少
- 眼房液の屈折率の変化
- 筋肉抽出液の流動複屈折の消失

従来技術とその問題点

検品業務に対して、今まで短時間で測定できる、いくつかの鮮度判定技術が研究されているが、実用的な判定技術として展開できていない現状である。例えば：

- 分光学的方法やバイオセンサによる評価法は、高価でセンサの劣化が起るため、汎用性が欠ける。
- インピーダンスによる電気信号分析法は、魚種、部位、温度に影響されやすいなどの問題点がある。
- 他にも画像処理による色調管理法は、色以外の特徴の判別が難しい。

技術の原理

1日目



4日目



実は、画像系列において魚介類肉体の物理的な変化を表す**特徴(色、テクスチャ、形状など)**がたくさんある。例えば、下記の文献に「ヤリイカは、72時間後には呈色が薄くなり、白化の進行が見られた。」と書かれた。

吉岡武也、木下康宣 (2008) 『生鮮イカの鮮度保持メカニズムとビジネス展開』, 日本水産学会誌 74(2) pp. 251-252

しかし、**すべての画像特徴**を利用し、**高精度・高品質の鮮度判定**ができる先行技術がない。

認識装置の構成

画像と生化学的指標データベースの構築

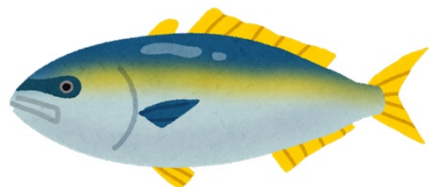


深層学習手法による判定モデルの学習



判定モデルに基づく魚介類鮮度の推定

画像と生化学的指標データベースの構築



ブリ



色温度を7段階に分ける

- 色温度を7段階に分ける
- 切り身1枚につき360°/32の角度で回転させる
- 計6枚の切り身を採取する
- 漁獲日を1日目のデータとして経過日数別に振り分け、合計7日分のデータ

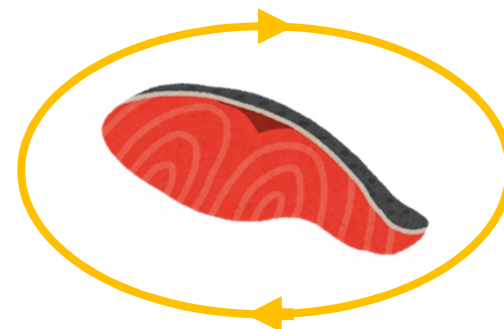
深層学習のために、画像データの視覚情報を顕在化する

3300K

5600K

- 合計18,620枚画像データを撮った

360°/32の角度で回転させる



画像と生化学的指標データベースの構築



イカ

- 色温度を7段階に分ける
- イカ1杯につき360°/32の角度で回転させる
- 計3個体のヤリイカを採取する
- 漁獲日を1日目のデータとして経過日数別に振り分け、合計4日分のデータ
- 合計5,040枚画像データを撮った



マグロ

- 色温度を7段階に分ける
- 切り身1枚につき360°/32の角度で回転させる
- 計4枚の切り身を採取する
- 漁獲日を1日目のデータとして経過半日数別に振り分け、合計4.5日分のデータ
- 合計8,064枚画像データを撮った

ブリ画像の例

3300K

5600K

1日目



...

...

...



2日目



...

...

...



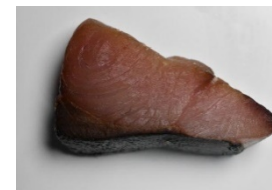
3日目



...

...

...



4日目



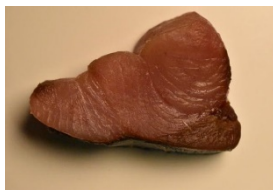
...

...

...



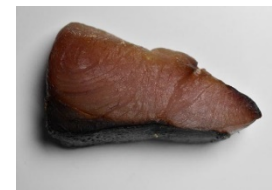
5日目



...

...

...



生化学的指標

画像データの作成と同時に、生化学指標の計測を行う。

- ATP関連化合物の組成(K値)*
- 揮発性塩基窒素(VBN)*
- pH値
- 筋肉色素*

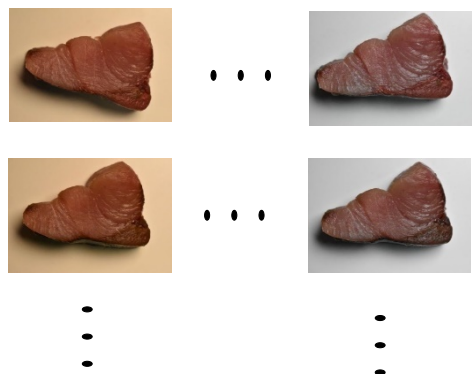
注： K値とは、魚類の筋肉中でATPは、 $ATP \rightarrow ADP \rightarrow AMP \rightarrow IMP \rightarrow HxR \rightarrow Hx$ と逐次酵素的に分解が進む。その際IMPおよびHxRの分解速度が比較的遅いことから、筋肉中に残存するHxR+Hx量から鮮度を推定できるとし、 $\{(HxR+Hx) / (ATP+ADP+AMP+IMP+HxR+Hx)\} \times 100$ (%)で表される鮮度指標とする。

注： VBNとは、アンモニア、トリメチルアミン等のことで、これらの物質は魚肉の鮮度低下に伴って、細菌や酵素の作用により増加することから、初期腐敗の指標として用いられる。

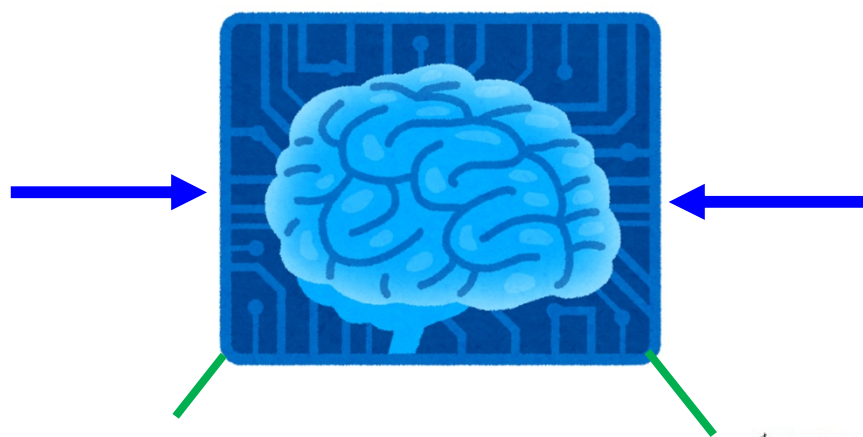
注： 筋肉色素とは、ミオグロビンのことで、鉄を含む色素タンパク質。

深層学習手法による判定モデルの学習

深層学習手法による
ResNet もしくは DenseNetモデルを学習



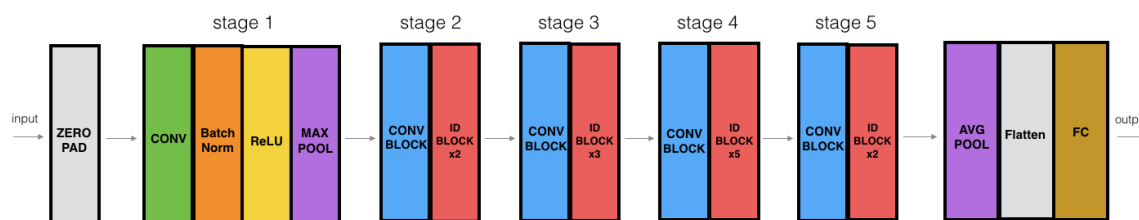
すべての画像特徴



- 経過日数
- ATP関連化合物の組成 (K値)
- 揮発性塩基窒素 (VBN)
- pH
- 筋肉色素 など

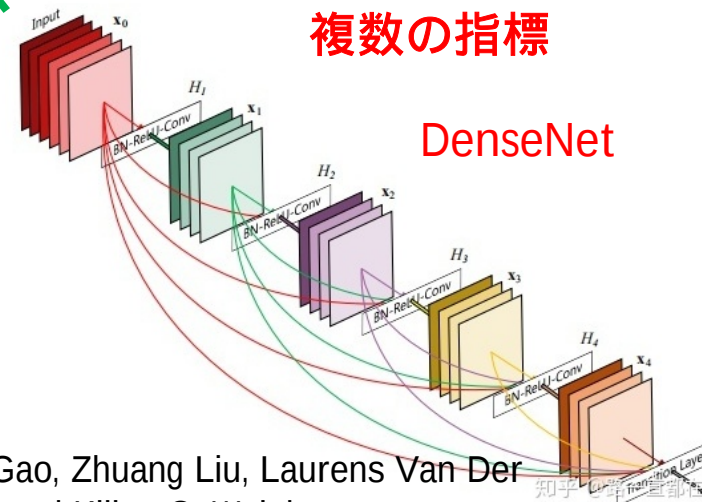
複数の指標

ResNet



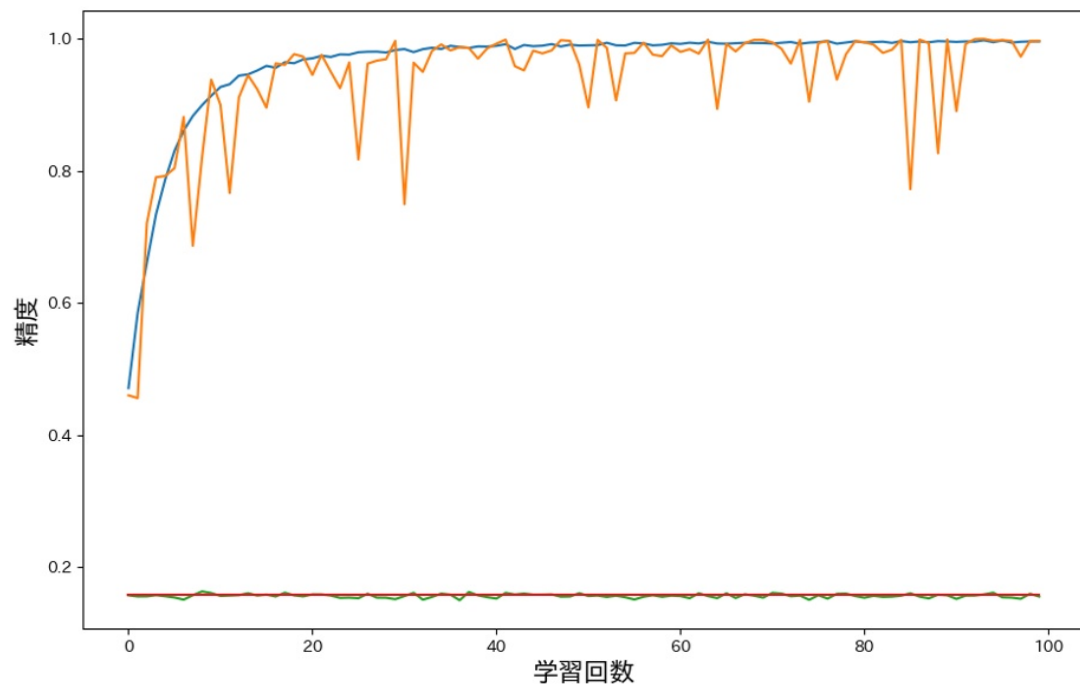
He, Kaiming, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. "Deep residual learning for image recognition." In CVPR, pp. 770-778. 2016.

DenseNet



Huang, Gao, Zhuang Liu, Laurens Van Der Maaten, and Kilian Q. Weinberger. "Densely Connected Convolutional Networks." In CVPR, vol. 1, no. 2, p. 3. 2017.

判定モデルの学習とテスト結果



ブリ 精度は 99.7 %

エポック数(学習回数)を100として学習を行った



損失関数の値は 0.0018

判定モデルの学習とテスト結果

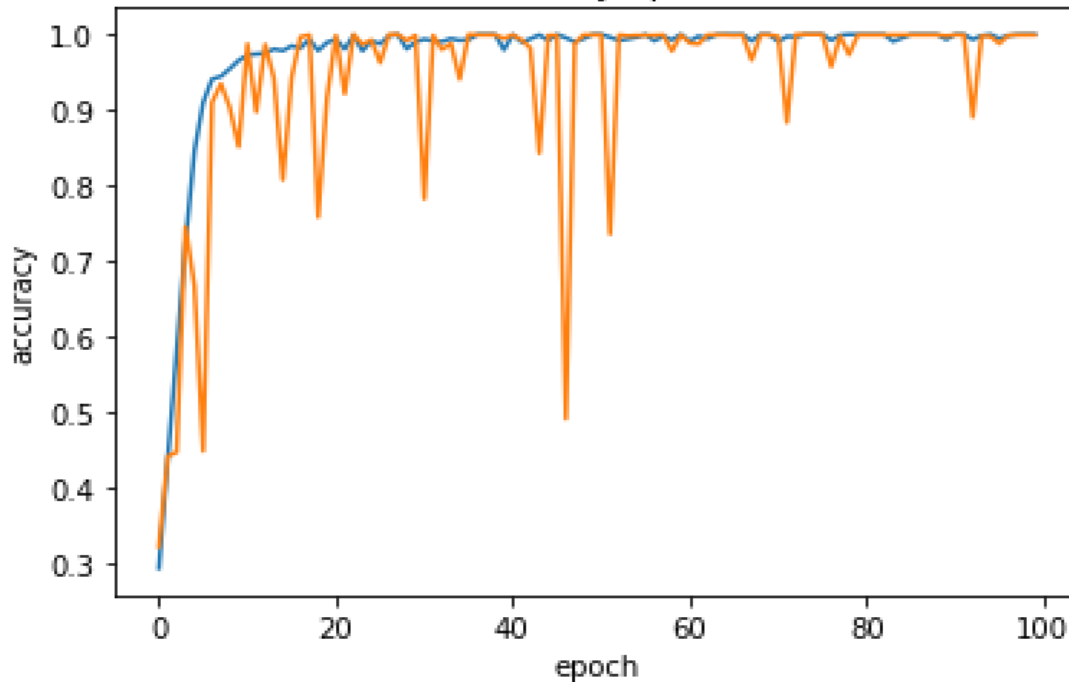
イカ 精度は 100 %



損失関数の値は 0.001以下

エポック数(学習回数)を100として学習を行った

判定モデルの学習とテスト結果



マグロ 精度は 100 %

エポック数(学習回数)を100として学習を行った



損失関数の値は 0.001以下

技術の有効性

- 実際を取得した保存日数の異なるブリ, イカおよびマグロの画像から, **鮮度指標を99%以上の正解率**で判定することに成功した.
- また、訓練データとテストデータの精度差および損失関数の値の差が小さく, **過学習の可能性は低い**と考えた.
- よって, 魚介類の画像データから本発明により**鮮度判定が良好**に行えることが示唆された.

想定される用途

本技術の特徴を生かすためには、魚介類の生産、運輸、販売および消費に利用する。

- 信頼性担保 : 産地・消費地の卸売市場で魚介類商品の鮮度評判など
- 省エネ・コスト削減 : 運輸中に魚介類商品の貯蔵条件の自動調節など*
- 人員不足解消 : 寿司チェーン、スーパーで魚介類商品の自動化点検、
廃棄の削減など
- 売上向上 : 消費者に向ける魚介類商品の鮮度の見分けなど、

注： 鮮度維持の最大のポイントは温度である。鮮度判定装置により凍結しない範囲でより低い温度管理をすることで鮮度が保てる。

実用化に向けた課題

- 現在,画像と生化学的指標データベースや判定モデルが可能なところまで開発済み.
- 今後,さらに多くの実験データを取得し,現場に適用していく場合の条件設定を行っていく.
- 実用化に向けて,スマートフォン,タブレット型端末などのモバイル端末への組み込み技術を確立する必要もある.

企業への期待

- モバイル端末への組み込み技術を持つ，企業との共同研究を希望する．
- また，水産物の養殖業，卸売業，飲食業などの分野への展開を考えている企業には，本技術の導入が有効と思われる．

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 生鮮食品の品質判定方法及びその品質判定システム
- 出願番号 : 特願2022-130851
- 出願人 : 国立大学法人岩手大学
- 発明者 : 袁春紅、盧忻、于克鋒、木村彰男、今野晃市、高木浩一、
萩原義裕、高橋克幸、高野健太、莊司美夏子

お問い合わせ先

岩手大学

研究支援・産学連携センター 知財ユニット

TEL 019-621-6494

FAX 019-604-5036

e-mail iptt@iwate-u.ac.jp