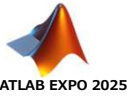


豆腐の凝固過程における粘度予測のための深層学習とレーザ散乱画像の応用

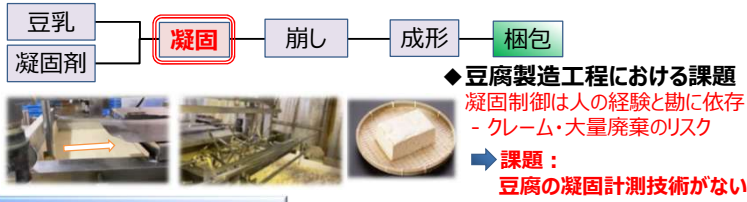
○村井匠¹, 板倉健太², 宮川璃空¹, 工藤颯太³, 村石昂亮³, 斎藤嘉人³

¹新潟大学大学院自然科学研究科, ²ImVisionLabs株式会社, ³新潟大学自然科学系農学部

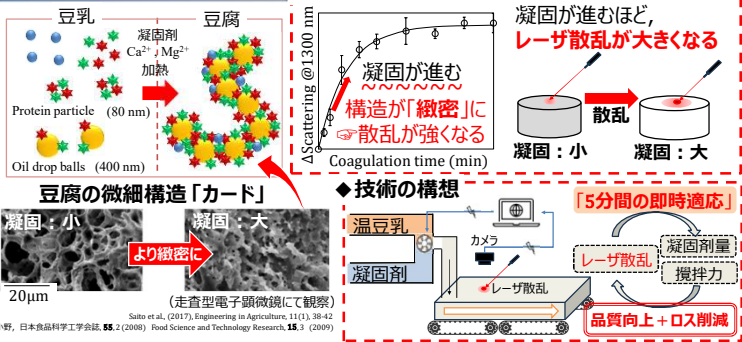


背景

木綿豆腐の製造工程と課題



豆乳の凝固と光散乱

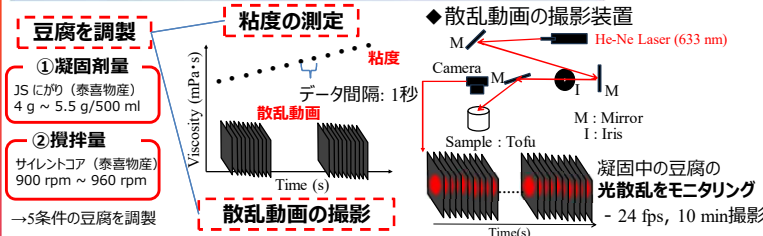


研究目的 光の散乱画像を入力とする豆腐の凝固予測

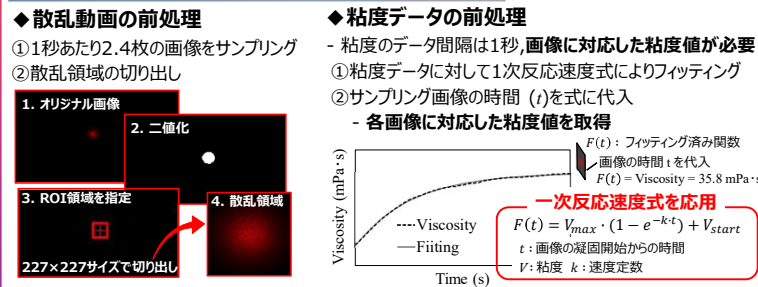
実験: 1. 凝固中の豆腐の「粘度」をモニタリング
2. 凝固中の豆腐のレーザ散乱動画を撮影
→ 散乱画像から豆腐粘度を推定する回帰深層学習モデルを構築

試料および実験方法

実験: レーザ散乱画像の撮影と粘度の測定



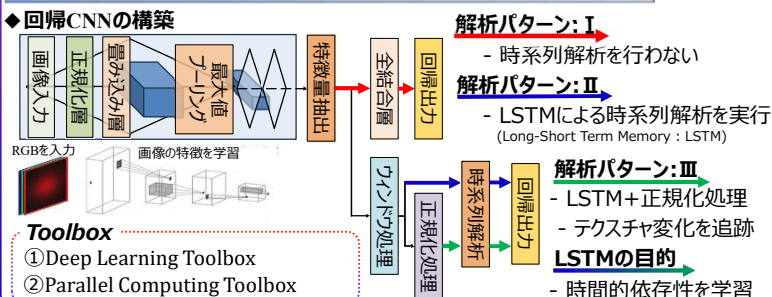
散乱動画および粘度データの前処理



Toolbox
① Image Processing Toolbox
- 画像処理, 解析, 可視化

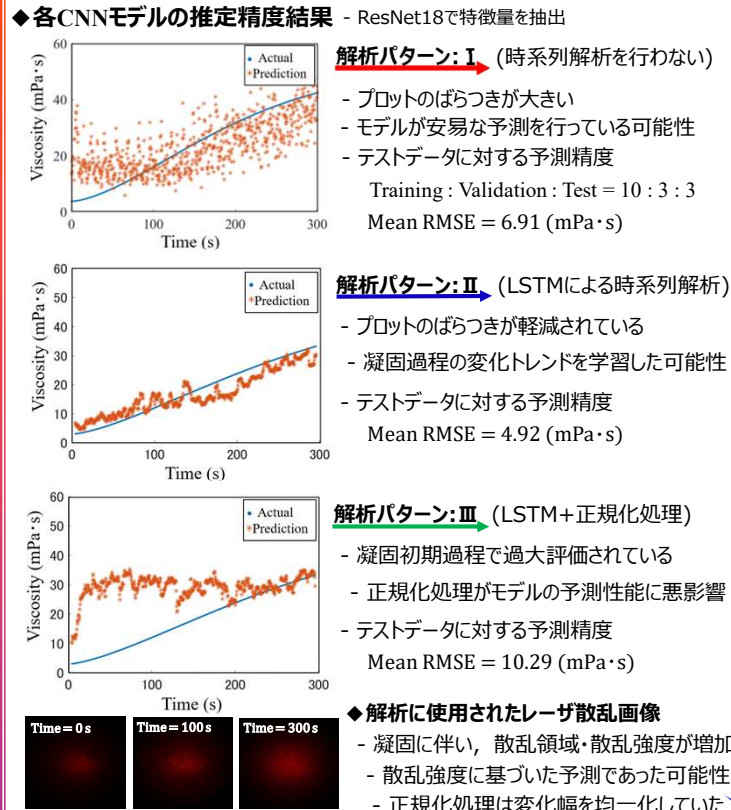
MATLAB application
① Curve Fitting Toolbox
- 粘度データへのフィッティング

畳み込みニューラルネットワーク (CNN) の構築

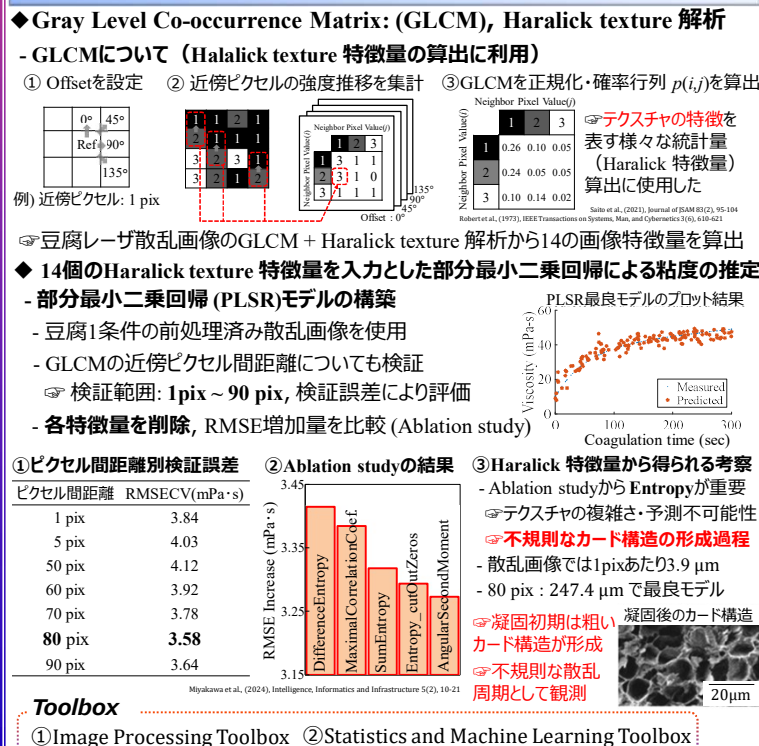


結果および考察

CNN回帰モデルによる豆腐粘度の推定結果



追加検証: 画像のテクスチャ特徴量の取得と回帰モデルの構築



結論

CNN回帰モデル
- 3 mPa·s 程度の誤差で凝固中の豆腐粘度を推定
⇒ 凝固初期のカード構造形成がレーザ散乱周期に現れ, 推定に寄与した可能性

レーザ散乱画像による豆腐の凝固モニタリングの可能性
今後の展望
- 豆腐調製条件を増やす ⇒ より堅牢なモデルの構築が可能, 解析アプローチのさらなる探索
- 外乱光状況下での検証 ⇒ 製造工場での運用を想定, CCDカメラの使用, ハレーションの除去

(謝辞) 本研究は不二たん白質研究振興財団, 科研費(23K14044), ならびに泰喜物産株式会社からの試料提供を受けたものです。厚く御礼申し上げます。