

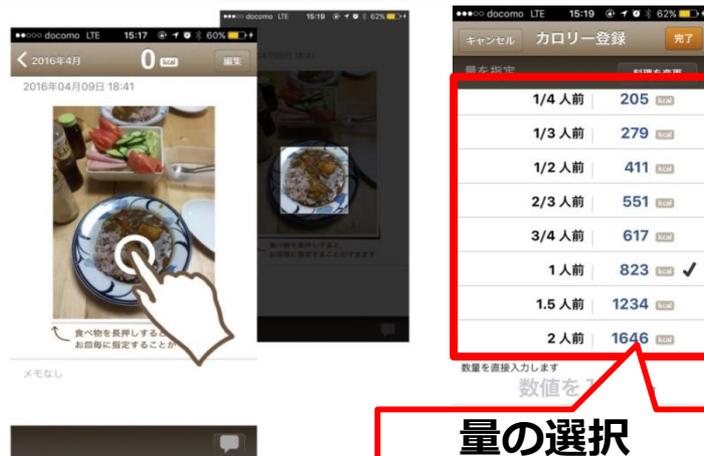
米飯画像の実寸推定に基づく 面積を考慮したカロリー量推定

會下拓実 柳井啓司

電気通信大学大学院 情報理工学研究科 情報学専攻

研究背景

Foodlog



量の選択

料理をクローズアップ, 料理認識
料理の量を**手入力選択**

カロナビ



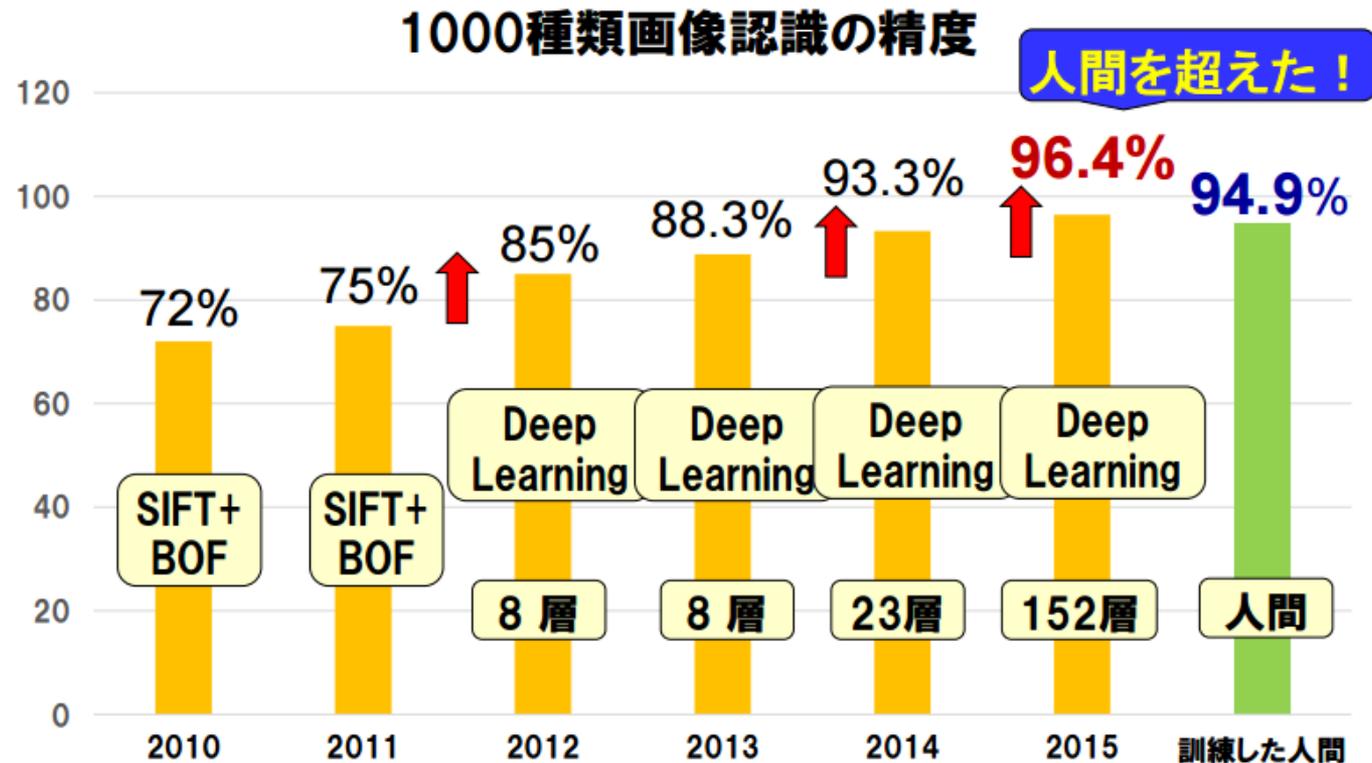
栄養士による料理画像からの
カロリー量推定
有料サービス

料理画像からのカロリー量推定は未解決の問題

引用: <http://app.foodlog.jp> ・ <https://www.qualia.tokyo/wp-content/static/lp1/>

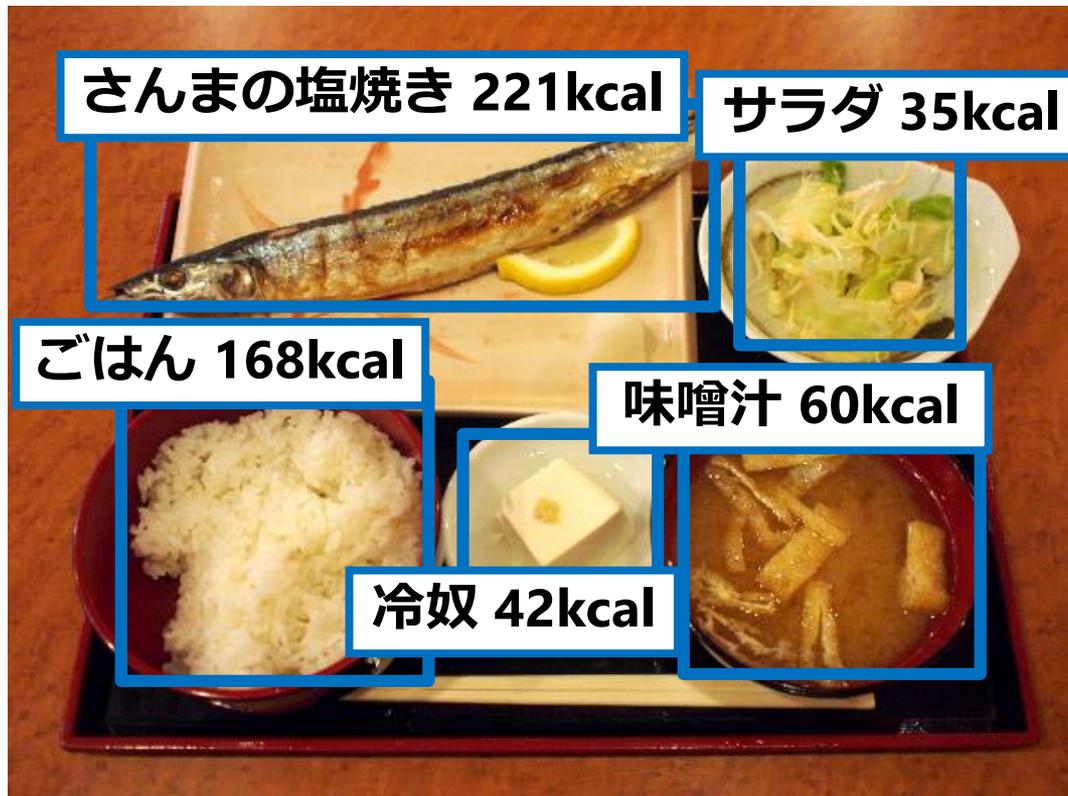
研究背景

Deep learningによる画像認識精度の向上



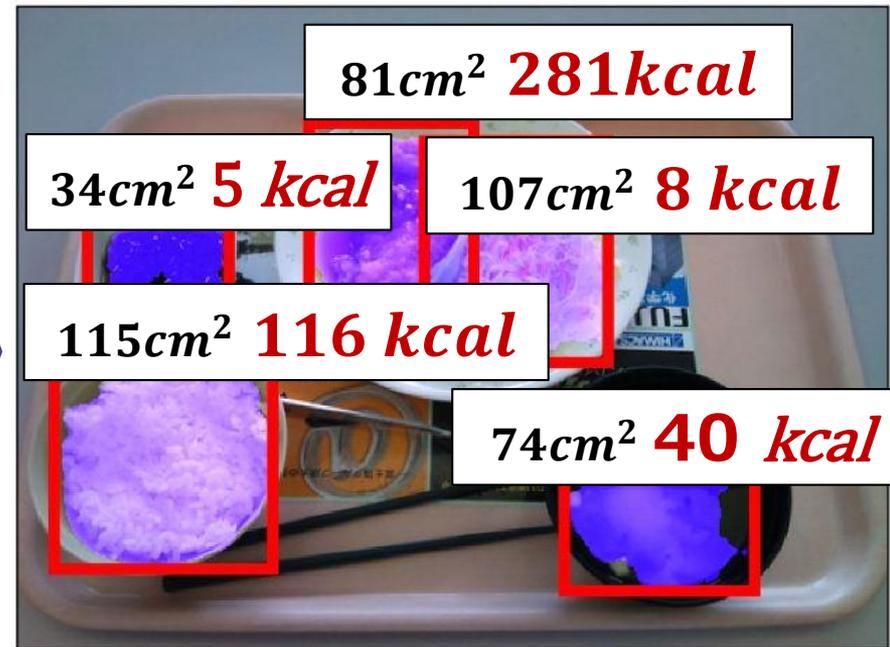
研究目的

料理写真からの全自動カロリー量推定



研究概要

米飯画像の実寸に基づく面積を考慮したカロリー量



研究概要

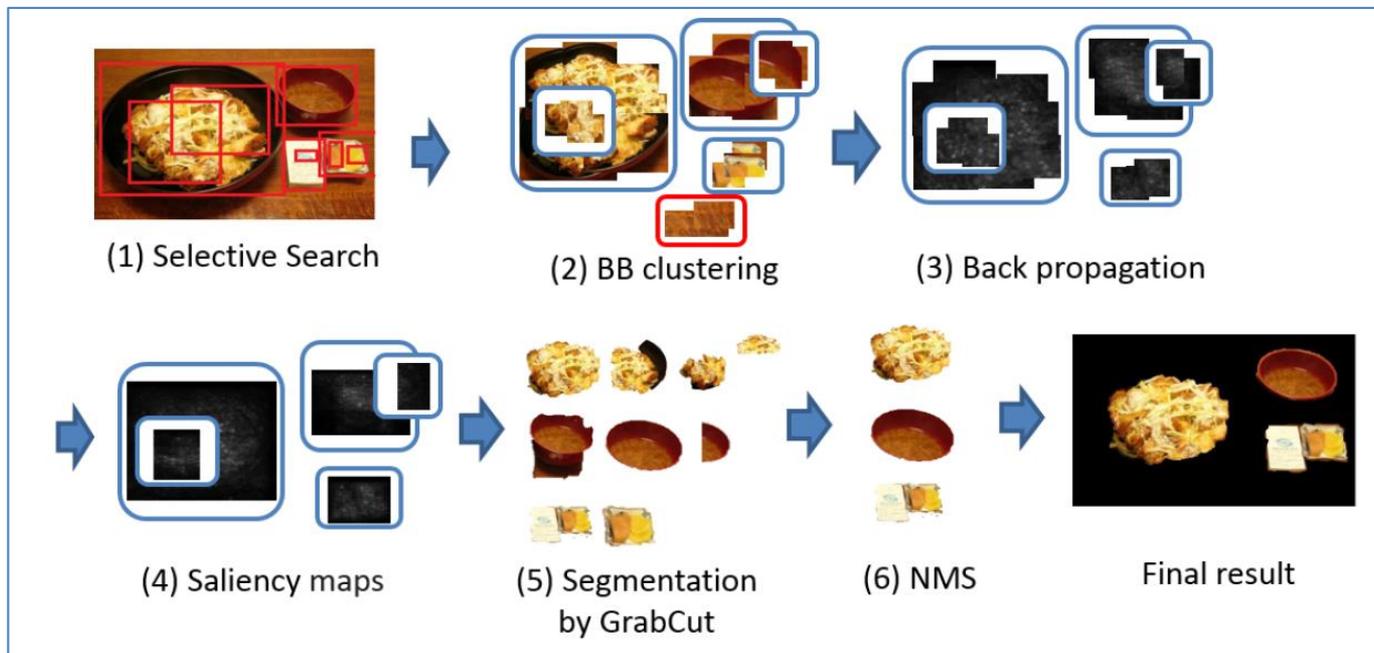
米飯画像の実寸に基づく面積を考慮したカロリー量推定

- **料理領域分割**
 - 大規模食事画像データセットの構築とCNN学習
- **米飯画像からの実寸推定**
 - 大きさが一定である米飯粒から実寸を推定
- **実面積からのカロリー量推定**
 - カロリー量と面積の回帰曲線 [岡元ら 2016]を使用

関連研究：料理領域分割

CNNから得られる顕著性マップに基づく領域分割 [下田ら 2015]

- セグメンテーションマスクが不要
- 各候補領域から得られる顕著性マップを用いる

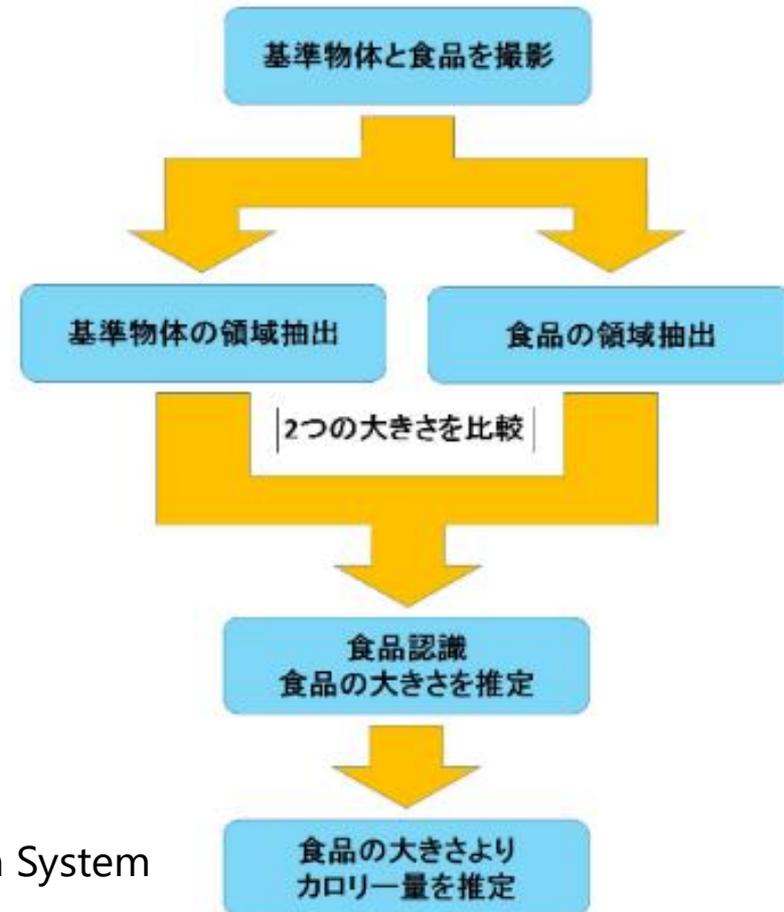


W. Shimoda and K. Yanai. CNN-based food image segmentation without pixel-wise annotation. In *Proc. of IAPR International Conference on Image Analysis and Processing*, 2015.

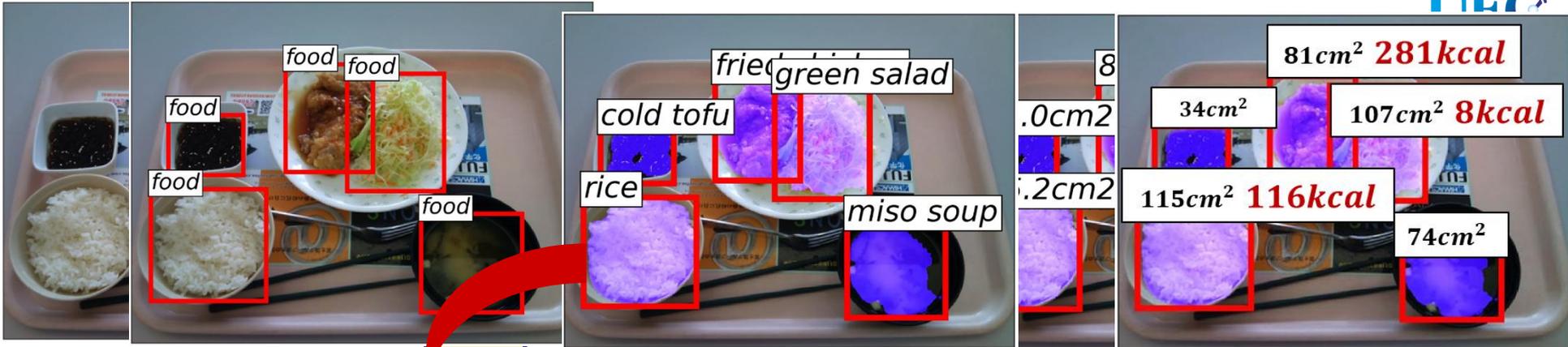
関連研究：面積を考慮したカロリー量推定

面積を考慮したカロリー量推定 [岡元ら 2016]

– 基準カードと同時に撮影



K. Okamoto and K. Yanai. An Automatic Calorie Estimation System of Food Images on a Smartphone, MADiMa, 2016



提案手法概要

3. 実面積からのカロリー量推定

1. 料理領域分割

料理と米飯を撮影

料理検出

料理領域分割

料理クラス分類

料理領域情報

2. 米飯画像からの実寸推定

米飯

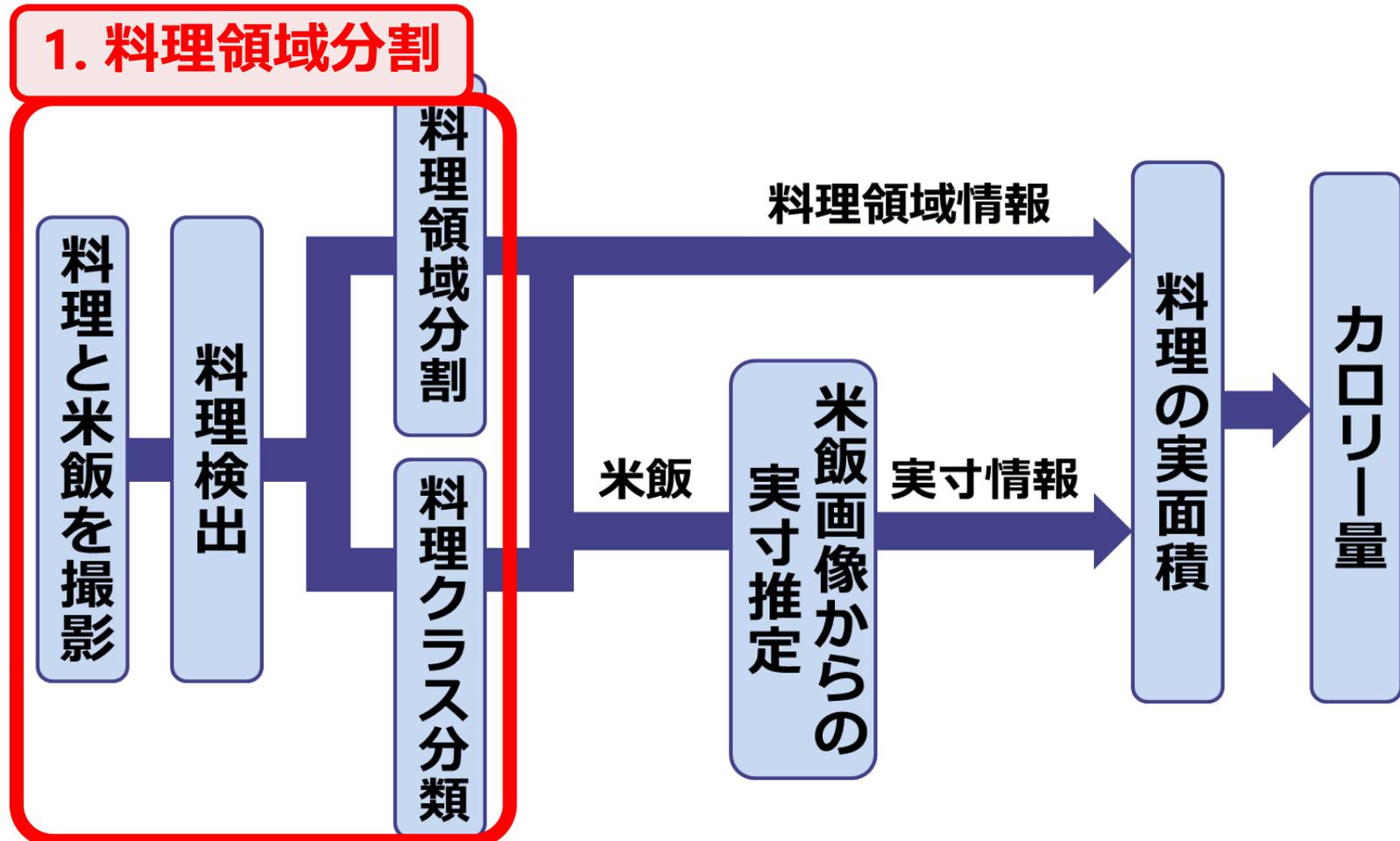
米飯画像からの
実寸推定

実寸情報

料理の実面積

カロリー量

1. 料理領域分割



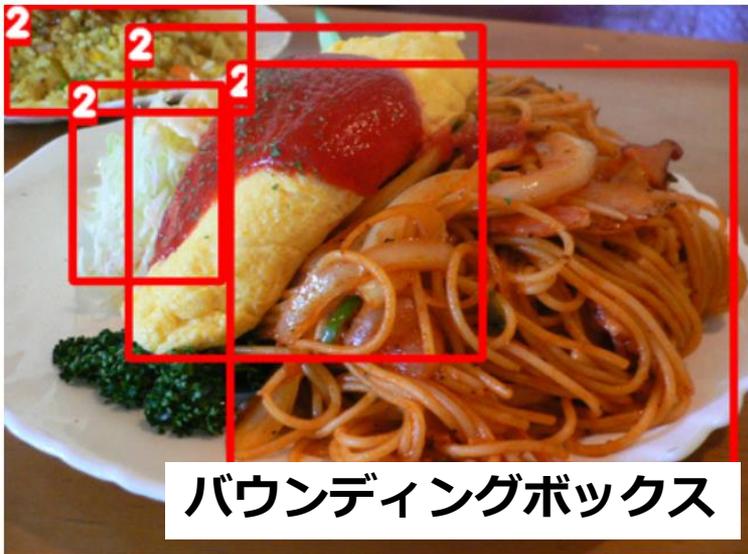
1. 料理領域分割：概要

- **大規模食事画像データセットの構築**
 - 人手による**バウンディングボックス**の付与
 - GrabCutを用いた**セグメンテーションマスク**の付与
- **CNNによる料理検出・領域分割**
 - 料理カテゴリを無視した**料理検出・領域分割**

1. 料理領域分割：データセット構築

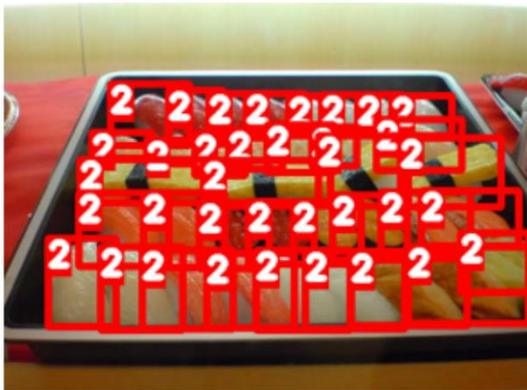
UEC Food Seg データセットの構築

- 既存の**UEC Food-100**にアノテーションを追加
- **バウンディングボックス**, **セグメンテーションマスク**
- 実験ではアノテーション済みの**5000枚**を学習に使用.



1. 料理領域分割：データセット構築

UEC Food Seg データセットの構築



人手でのバウンディングボックスの付与
すべての料理
インスタンスを考慮



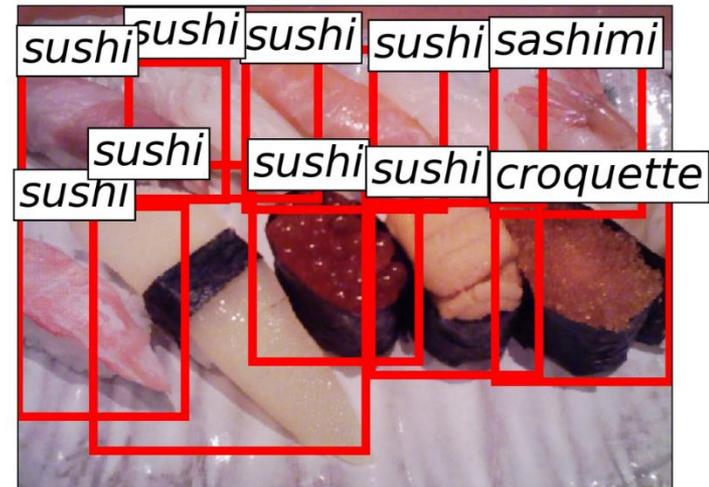
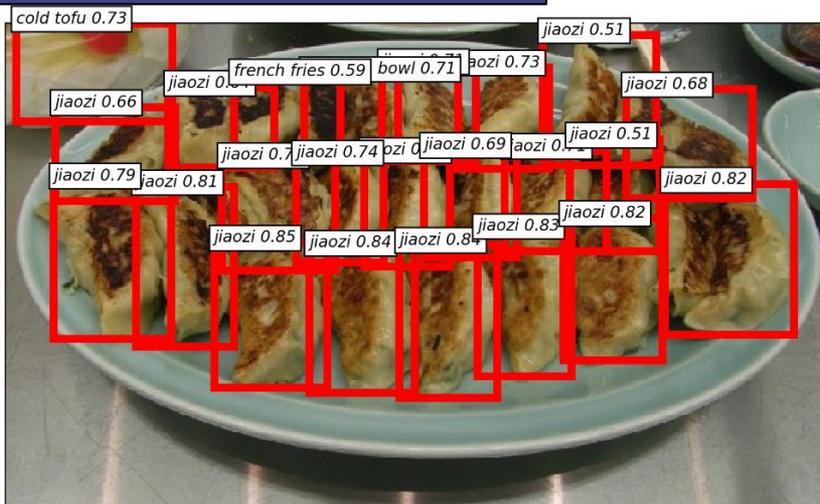
セグメンテーションマスクの付与
GrabCutにより自動的に
人手による修正 (今後)

1. 料理領域分割：CNN学習

- モデル：YOLOv2
- データセット：UEC Food Seg
 - 学習画像 5000枚, 評価画像 500枚

YOLOv2での検出結果

Mean Average Precision : 0.80



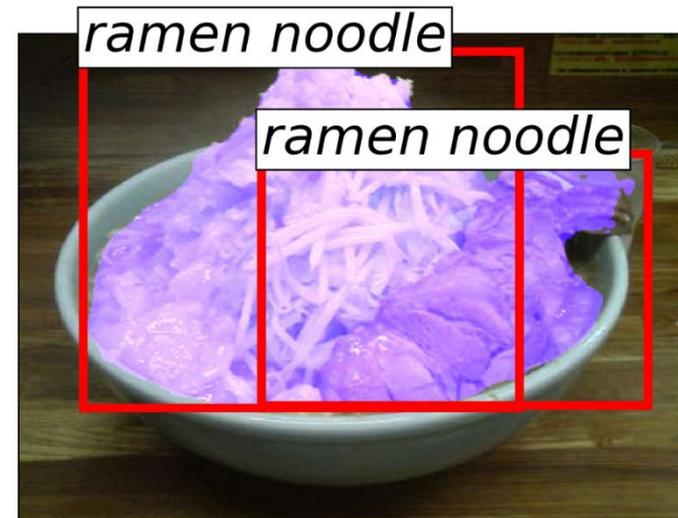
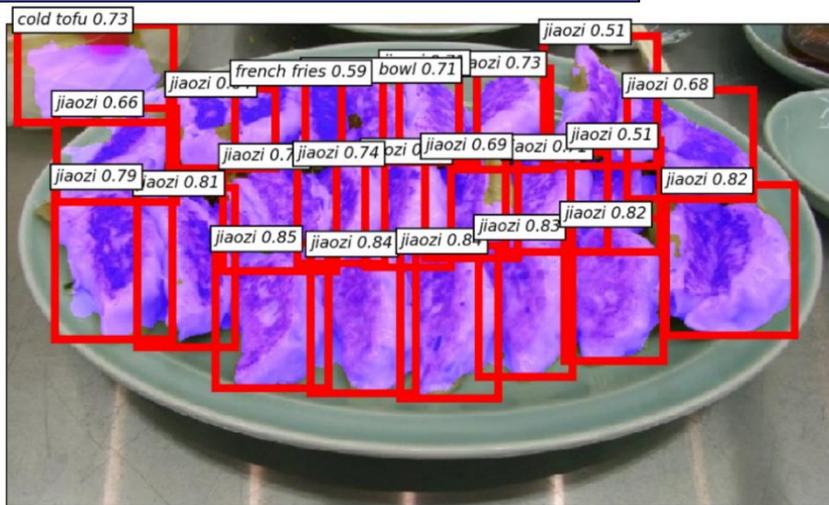
YOLOv2 : J. Redmon, A. Farhadi , YOLO9000: Better, Faster, Stronger, CVPR 2017.

1. 料理領域分割：CNN学習

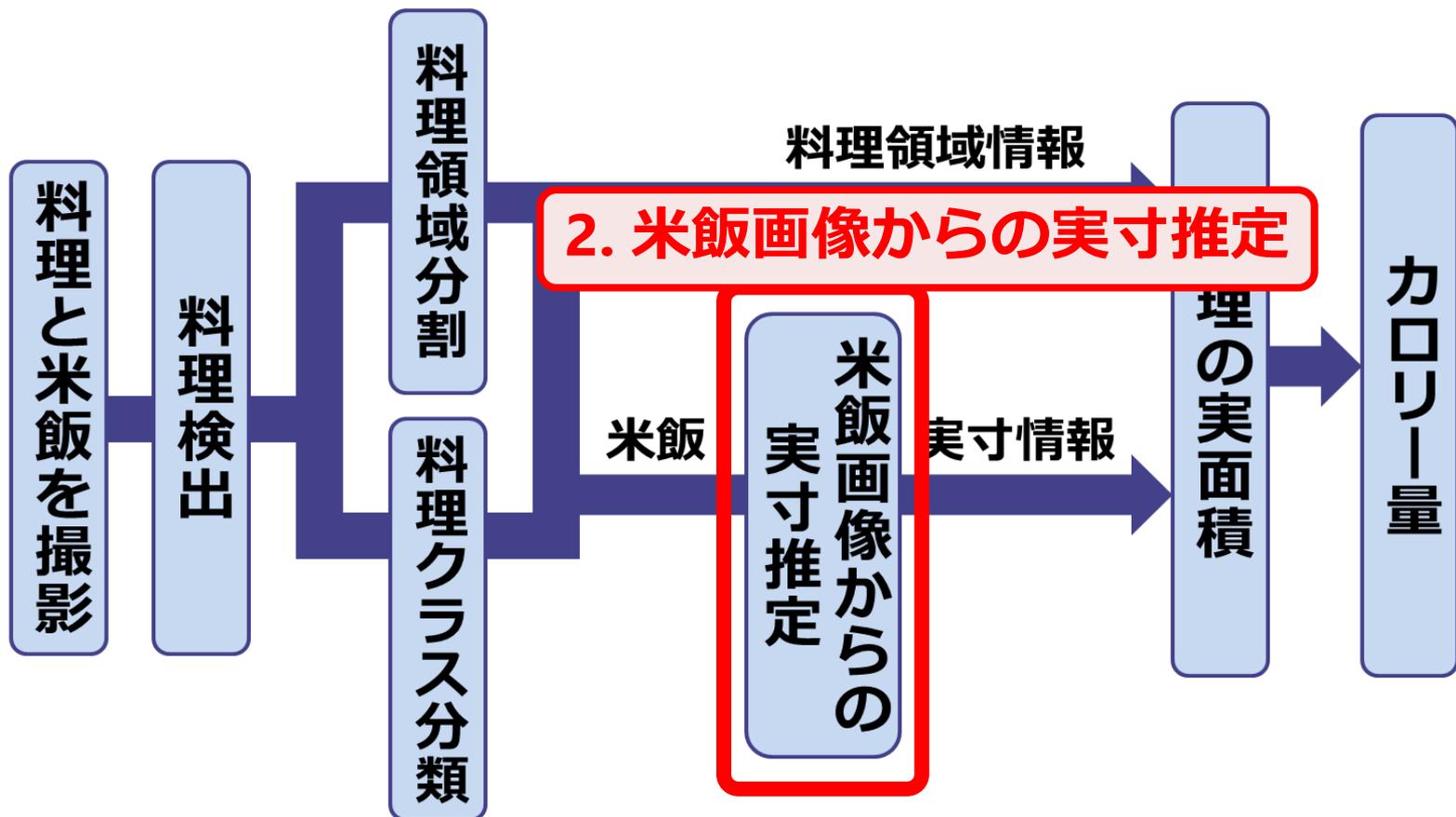
- モデル：**U-Net**
- データセット：**UEC Food Seg**
 - 学習画像 5000枚, 評価画像 500枚

U-Netでの領域分割結果

Intersection over Union : 0.81 (参考値)



2. 米飯画像からの実寸推定



2. 実寸推定：概要

- **米飯画像データセットの構築**
 - **実寸情報**と**セグメンテーションマスク**を付与
- **CNNによる米飯画像からの実寸推定**
 - **大きさが一定である米飯粒を基準**とする
 - 米飯粒が密集する米飯画像から直接推定

2. 実寸推定：データセット構築

• 米飯画像360枚

- 米飯とカメラ間の距離, 盛り付けを変えて撮影

水量 カメラ	少量 180ml/150g	標準 200ml/150g	多量 220ml/150g
COOLPIX AW120 3264x2448			
iPhone8 Plus 4032x3024			

2. 実寸推定：データセット構築

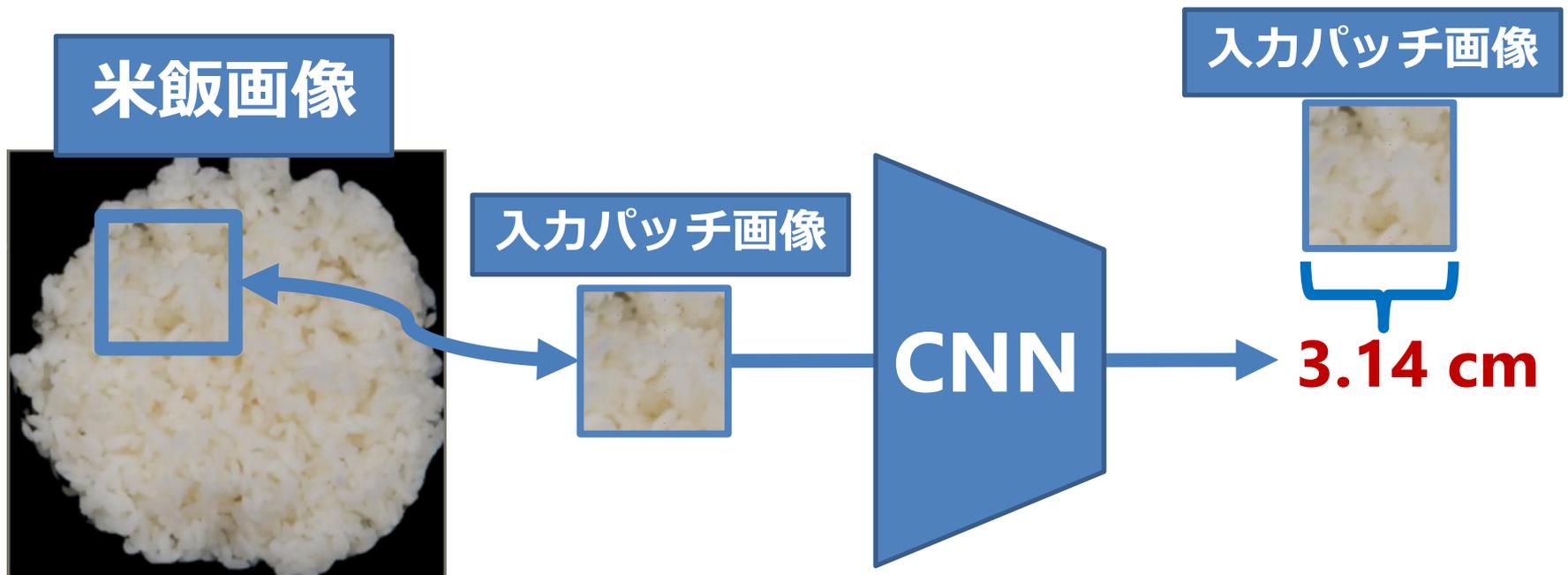
実寸情報 と セグメンテーションマスクを付与

- 1ピクセルあたりの実寸情報
- 背景除去のためのセグメンテーションマスク



2. 実寸推定：CNN学習

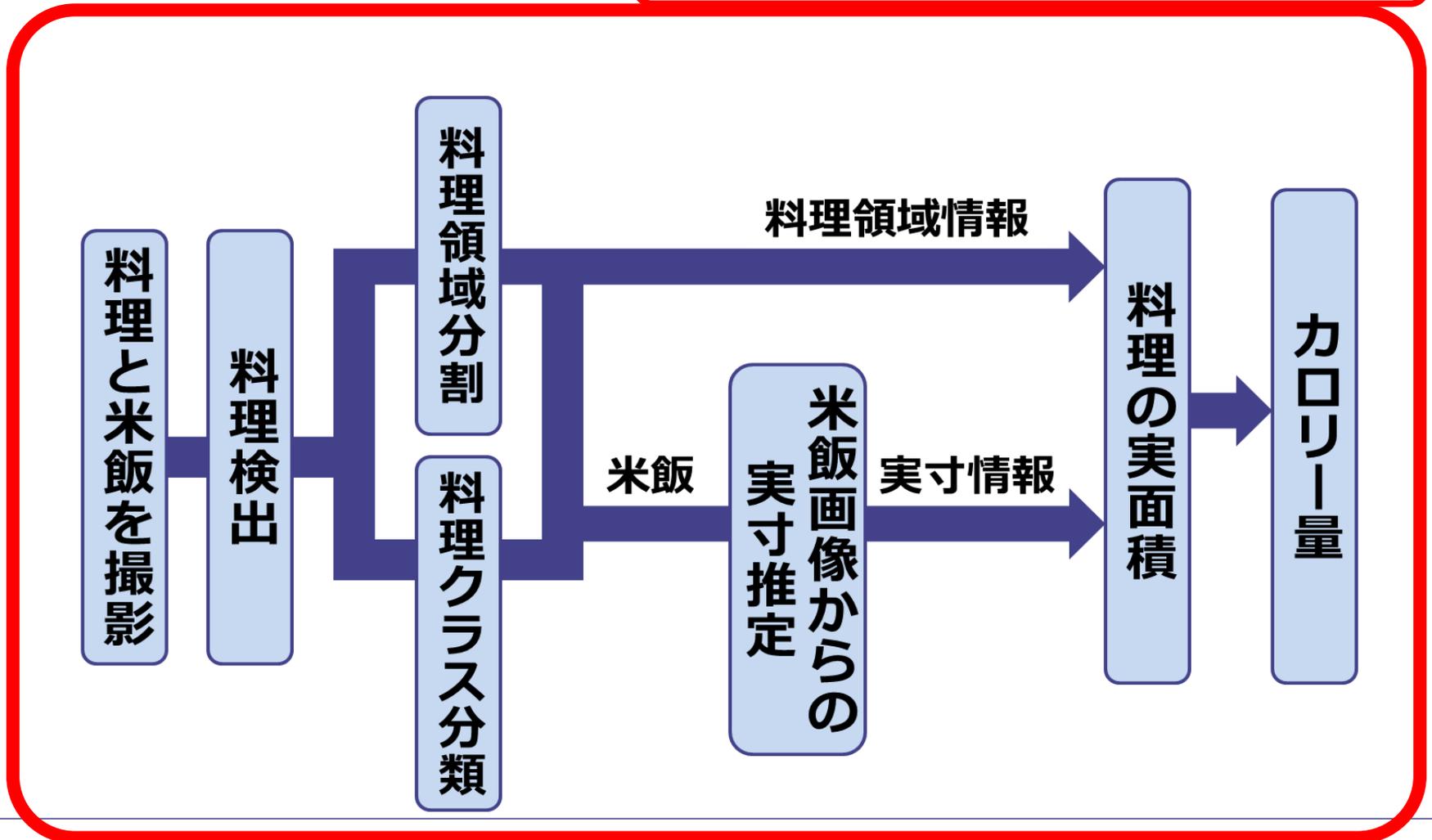
米飯画像からの実寸推定



大きさが一定である米飯粒を基準とした実寸推定

3. 実面積からのカロリー量推定

3. 実面積からのカロリー量推定



3. カロリー量推定：概要

- **各料理の実面積を推定**
 - 料理領域分割結果と実寸情報から算出
- **実面積からのカロリー量推定**
 - **カロリー量と面積の回帰曲線 [岡元ら 2016]**

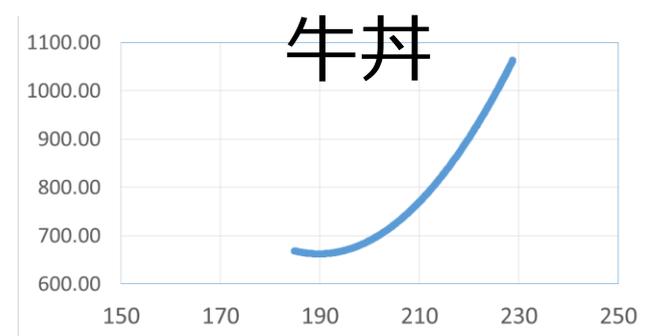
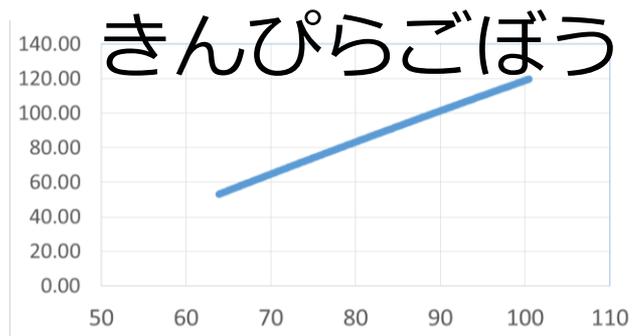
3. カロリー量推定

カロリー量と面積の回帰曲線 [岡元ら 2016] を使用

二次曲線に基づく推定

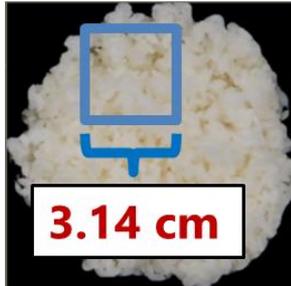
$$cal = a_i * size_{food}^2 + b_i * size_{food} + c_i$$

料理カテゴリ毎に a_i, b_i, c_i を学習

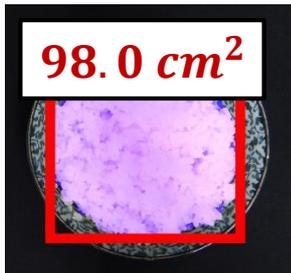


24

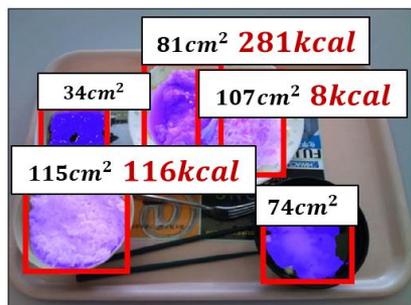
実験



1. 米飯画像からの**実寸推定**

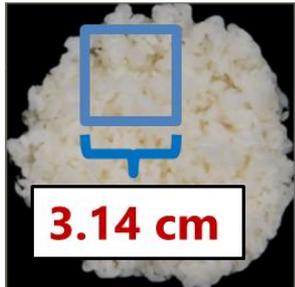


2. 米飯画像からの**実面積推定**



3. 面積を考慮した**カロリー量推定**

1. 米飯画像からの実寸推定



1. 米飯画像からの**実寸推定**



2. 米飯画像からの**実面積推定**



3. 面積を考慮した**カロリー量推定**

1. 米飯画像からの実寸推定

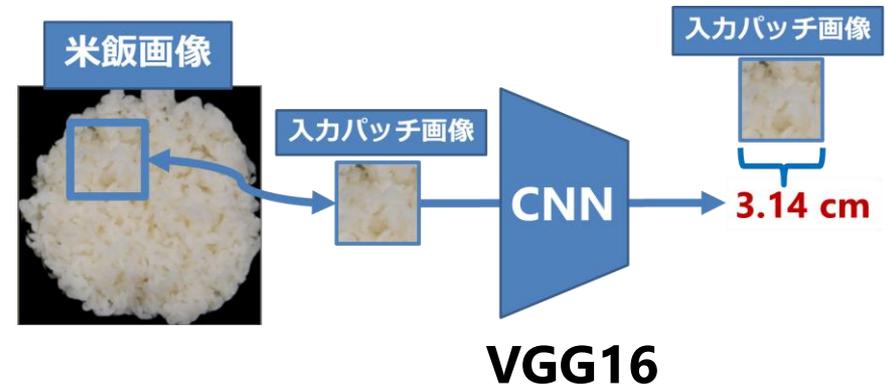
データセット：米飯画像360枚

- データセットを6個に分割し, 1個を評価, 残り5個を学習に使用 (学習画像300枚, 評価画像60枚)

カメラ	水量	少量	標準	多量
COOLPIX AW120 3264x2448		評価用	学習用	220ml/150g
iPhone8 Plus 4032x3024				

学習モデル：VGG16

- ImageNetの学習済みモデル
- 損失関数：2乗和誤差
- 学習率： 10^{-5}
- 最適化手法：MomentumSGD
- バッチサイズ：8

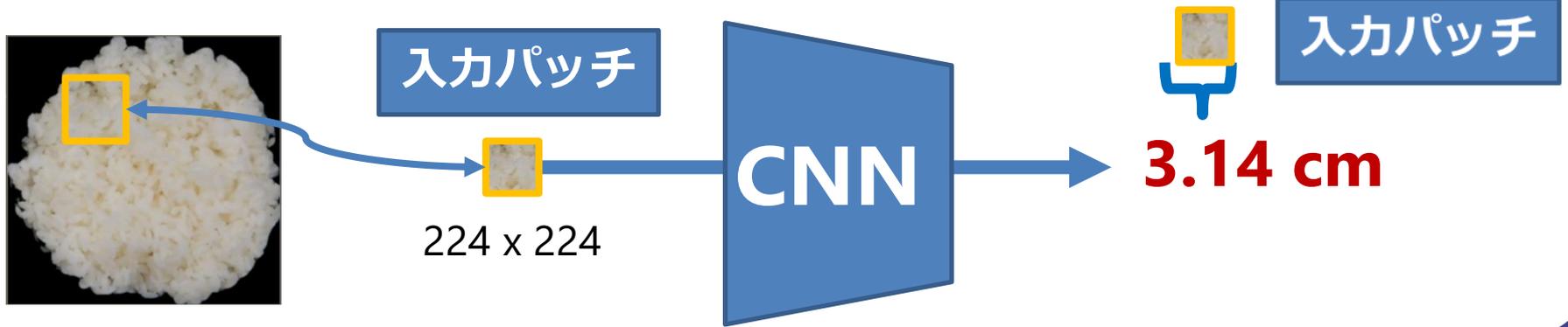


VGG16 : K. Simonyan and A Zisserman. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition.

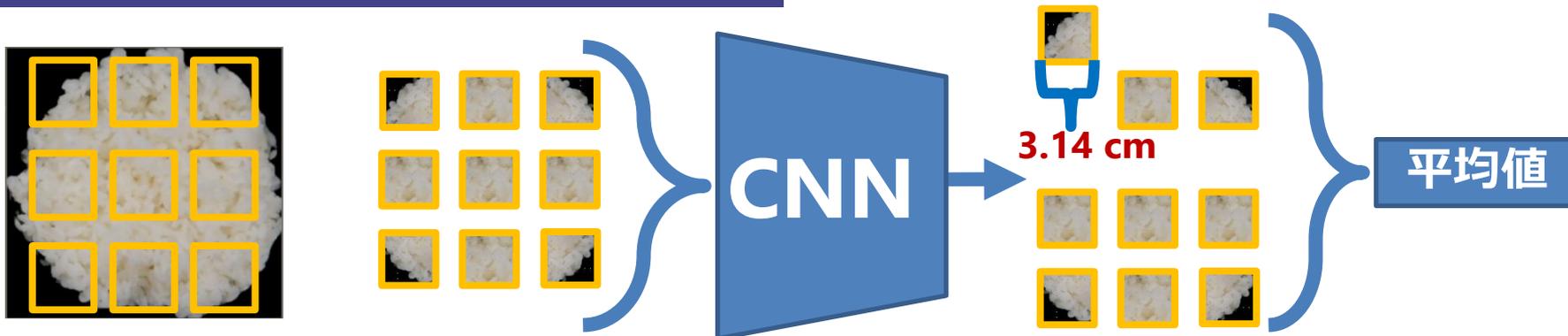
In arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014

1. 米飯画像からの実寸推定

学習時 (ランダムクロップ)



評価時 (グリッドサンプリング)



1. 米飯画像からの実寸推定

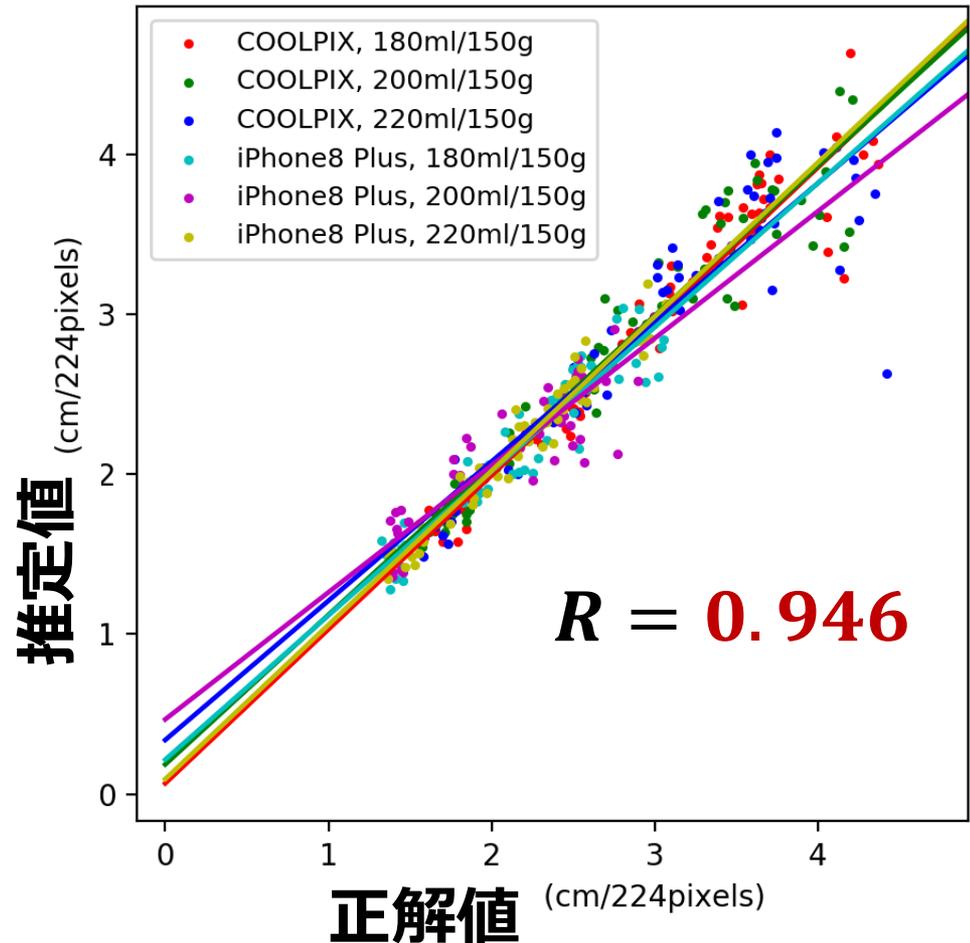
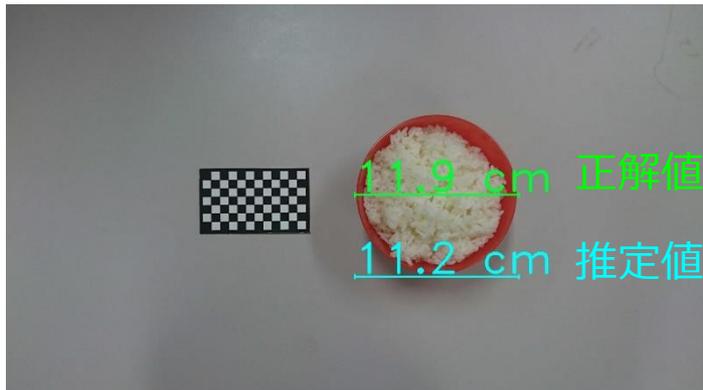
実寸推定結果

224ピクセルあたりの実寸

平均絶対誤差 : **0.145 cm**

平均相対誤差 : **5.548 %**

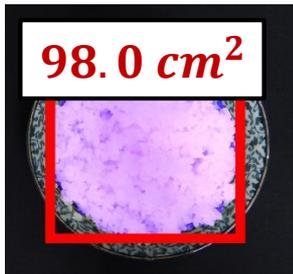
相関係数 : **0.946**



2. 米飯画像からの実面積推定



1. 米飯画像からの実寸推定

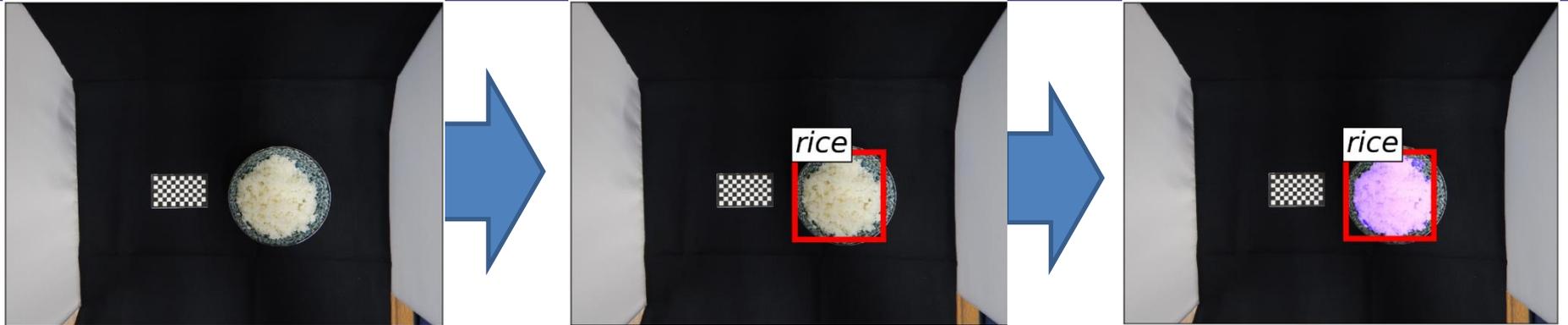


2. 米飯画像からの実面積推定



3. 面積を考慮したカロリー量推定

2. 米飯画像からの実面積推定



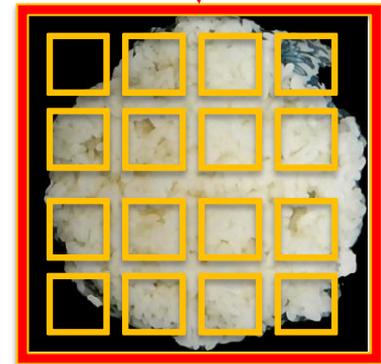
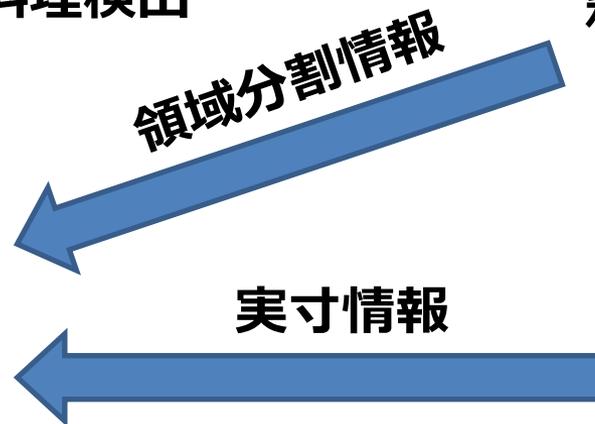
入力画像

料理検出

料理領域分割



米飯の実面積



米飯領域画像

2. 米飯画像からの実面積推定

データセット：米飯画像360枚

- データセットを6個に分割し、1個を評価, 残り5個を学習に使用 (学習画像300枚, 評価画像60枚)

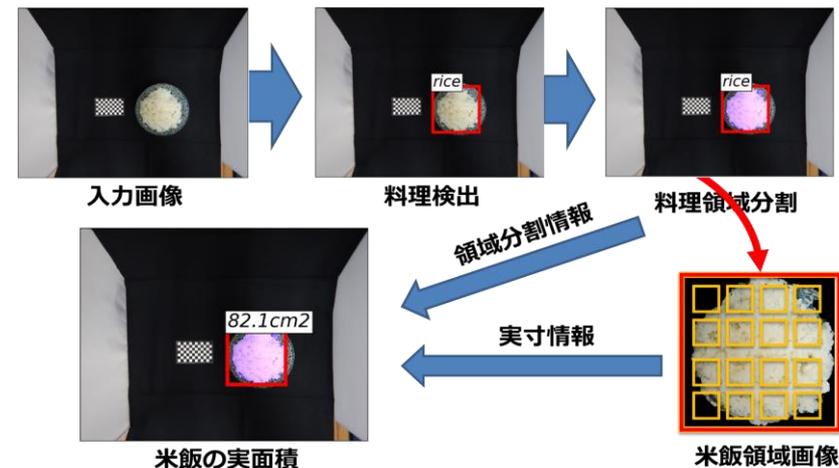
カメラ	水量	少量	標準	多量
COOLPIX AW120 3264x2448		評価用	学習用	220ml/150g
iPhone8 Plus 4032x3024				

料理検出：YOLOv2

領域分割：U-Net / GrabCut

クラス分類モデル：DenseNet161

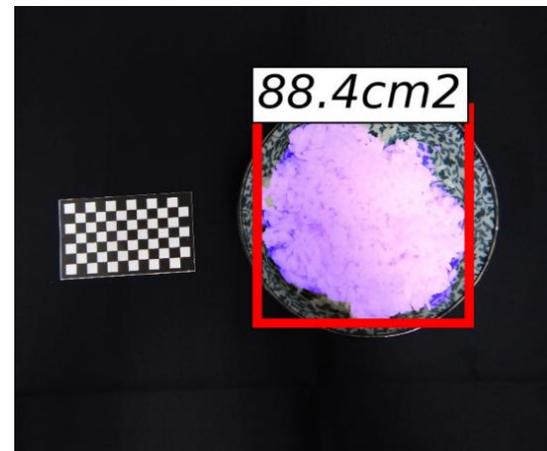
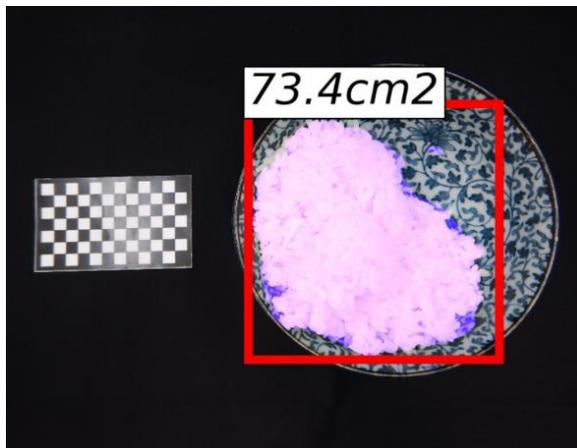
実寸推定：実験1と同様



2. 米飯画像からの実面積推定

実面積推定結果

	GrabCut	U-Net
平均絶対誤差 (cm ²)	14.2	13.3
平均相対誤差 (%)	15.0	13.9
推定値と正解値の相関係数	0.469	0.474



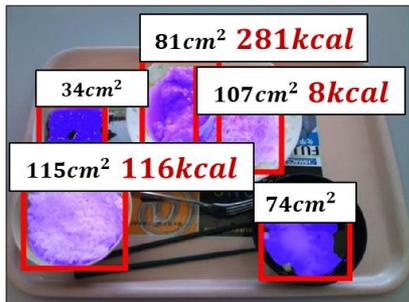
3. 面積を考慮したカロリー量推定



1. 米飯画像からの実寸推定



2. 米飯画像からの実面積推定

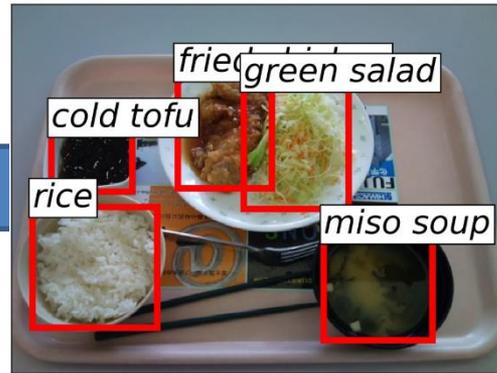


3. 面積を考慮した**カロリー量推定**

3. 面積を考慮したカロリー量推定



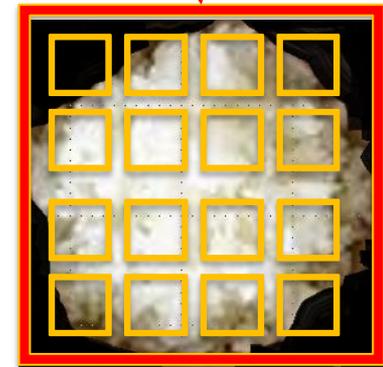
入力画像



料理検出

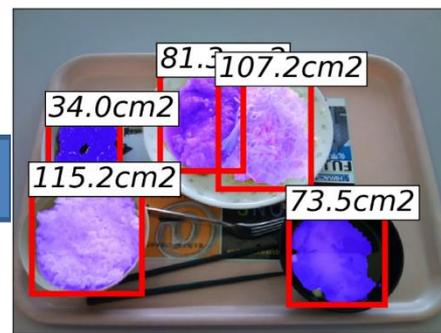


料理領域分割

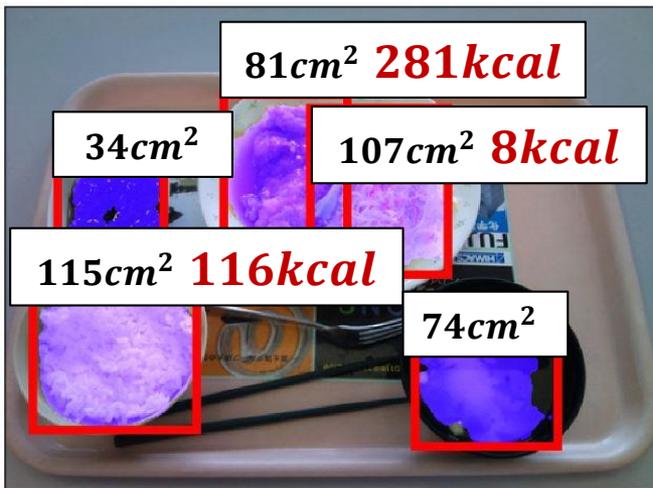


米飯領域画像

実寸情報



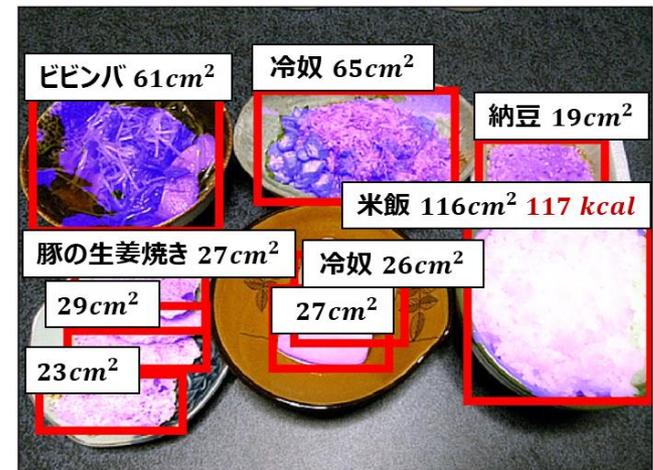
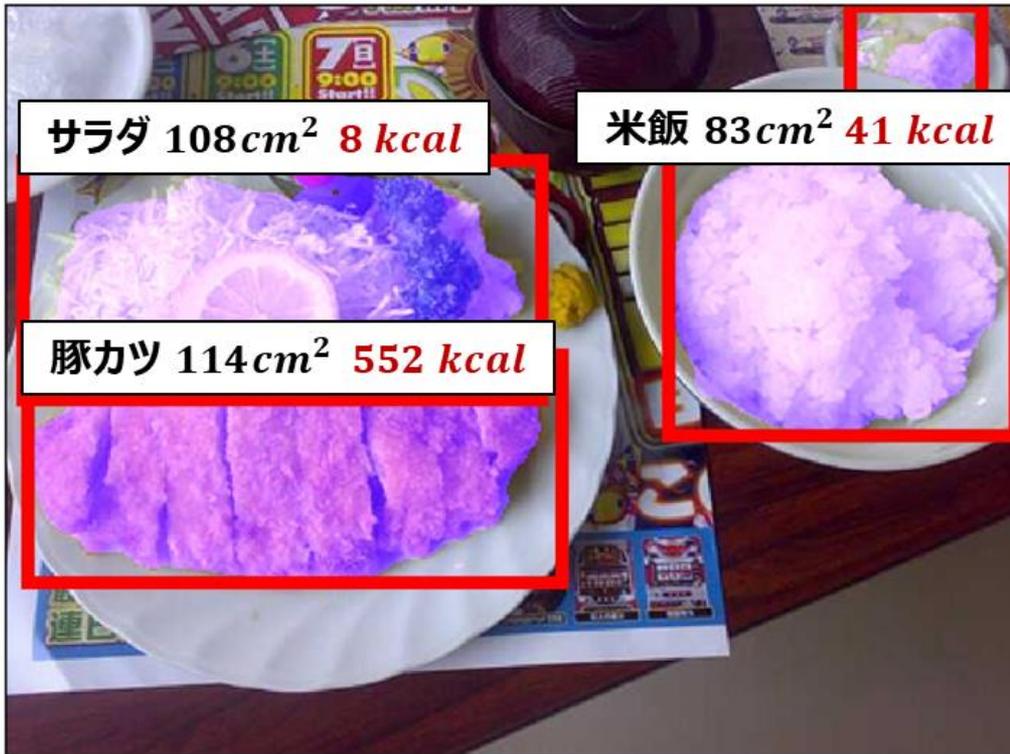
各料理の実面積



各料理のカロリー量

3. 面積を考慮したカロリー量推定

カロリー量推定結果



評価データは現在作成中であり、
完成次第、評価を行う予定である。

まとめ

米飯画像の実寸に基づく面積を考慮したカロリー量推定

- **料理領域分割**
 - 大規模食事画像データセットの構築とCNN学習
- **米飯画像からの実寸推定**
 - 大きさが一定である米飯粒から実寸を推定
- **実面積からのカロリー量推定**
 - カロリー量と面積の回帰曲線 [岡元ら 2016]を使用

今後の課題

「量」を考慮した料理画像からのカロリー量推定

- **カード**などの基準物体や**AR技術**との組み合わせ.
- 食事画像データセットの拡張と新規作成.

実寸推定手法



料理領域・形状推定手法

