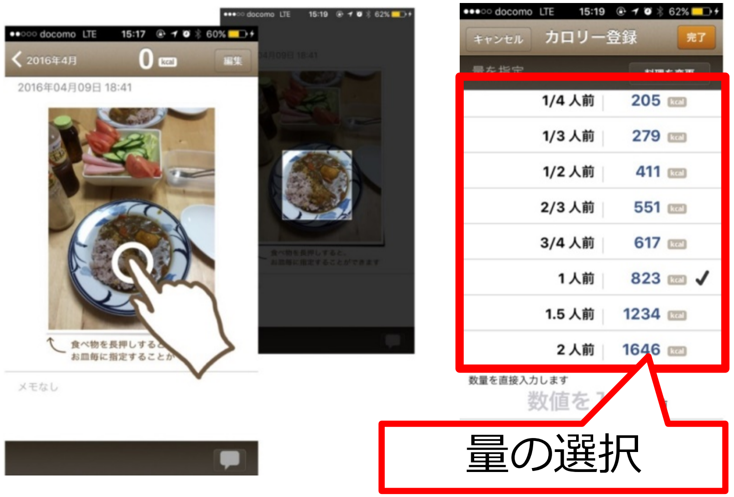
AR DeepCalorieCam: AR表示型食事カロリー量推定システム

丹野 良介　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

背景：食事画像カロリー量推定

Foodlog



料理をクロップ
料理の種類や量を手入力選択

カロナビ

栄養士による食事画像からの
カロリー量推定
有料サービス

食事画像からのカロリー量推定は未解決の問題

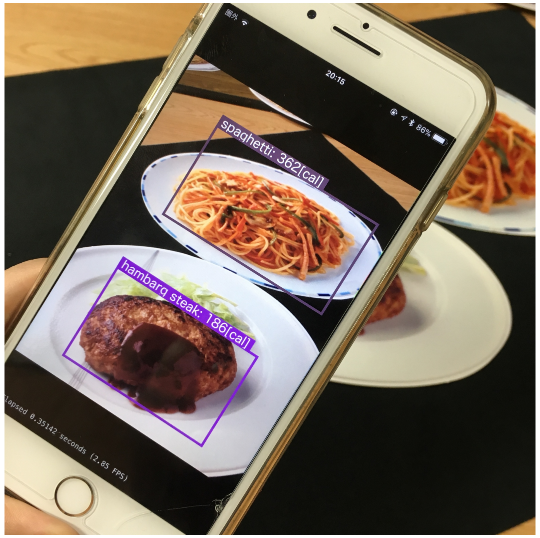
背景：複数品目に対する食事画像認識

複数品目を認識することで
少ない手間で記録することが可能

研究目的

料理写真からの
自動カロリー量推定システム

with AR
(拡張現実)



[with 検出]

[with AR表示]

[with 食事面積計量]

Multi-task CNN

面積比率

研究目的

料理写真からの
自動カロリー量推定システム

手法1：食品の面積や体積の推定を介さずに食事画像から直接カロリー量を推定

手法2：推定された食事カテゴリと食品の面積や体積の情報からカロリー量を推定

研究目的

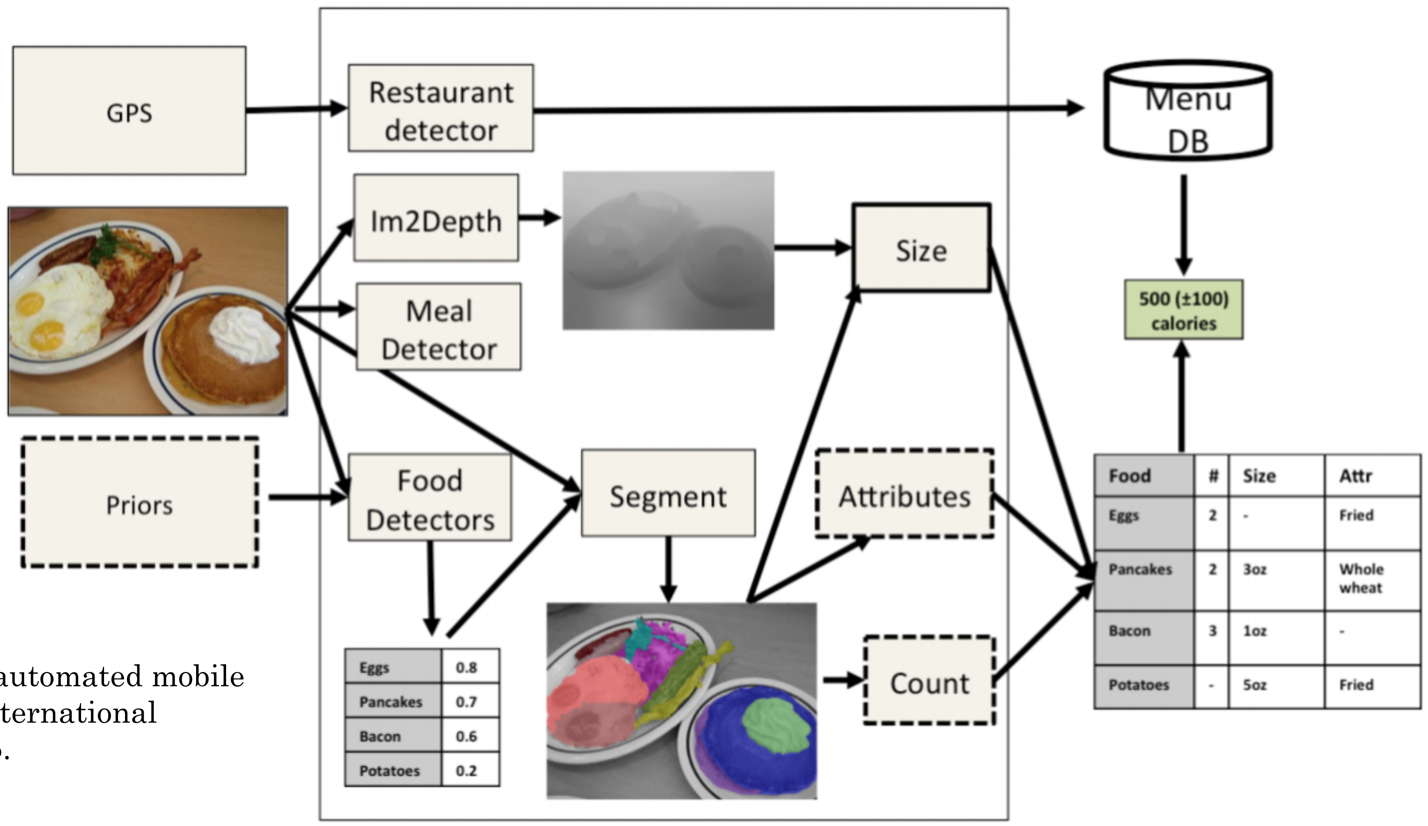
料理写真からの
自動カロリー量推定システム

手法1：食品の面積や体積の推定を介さずに食事画像から直接カロリー量を推定

手法2：推定された食事カテゴリと食品の面積や体積の情報からカロリー量を推定

関連研究：カロリー量推定

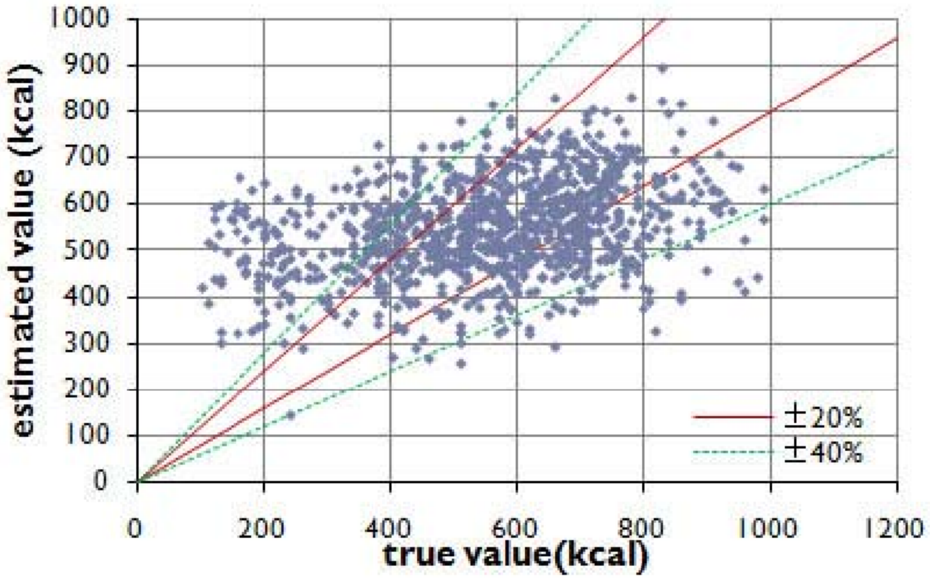
- Im2Calories [Myersら 2015]
  - CNNによるクラス分類, セグメンテーション, 深度推定
  - 食材情報とボリュームからカロリー量を推定



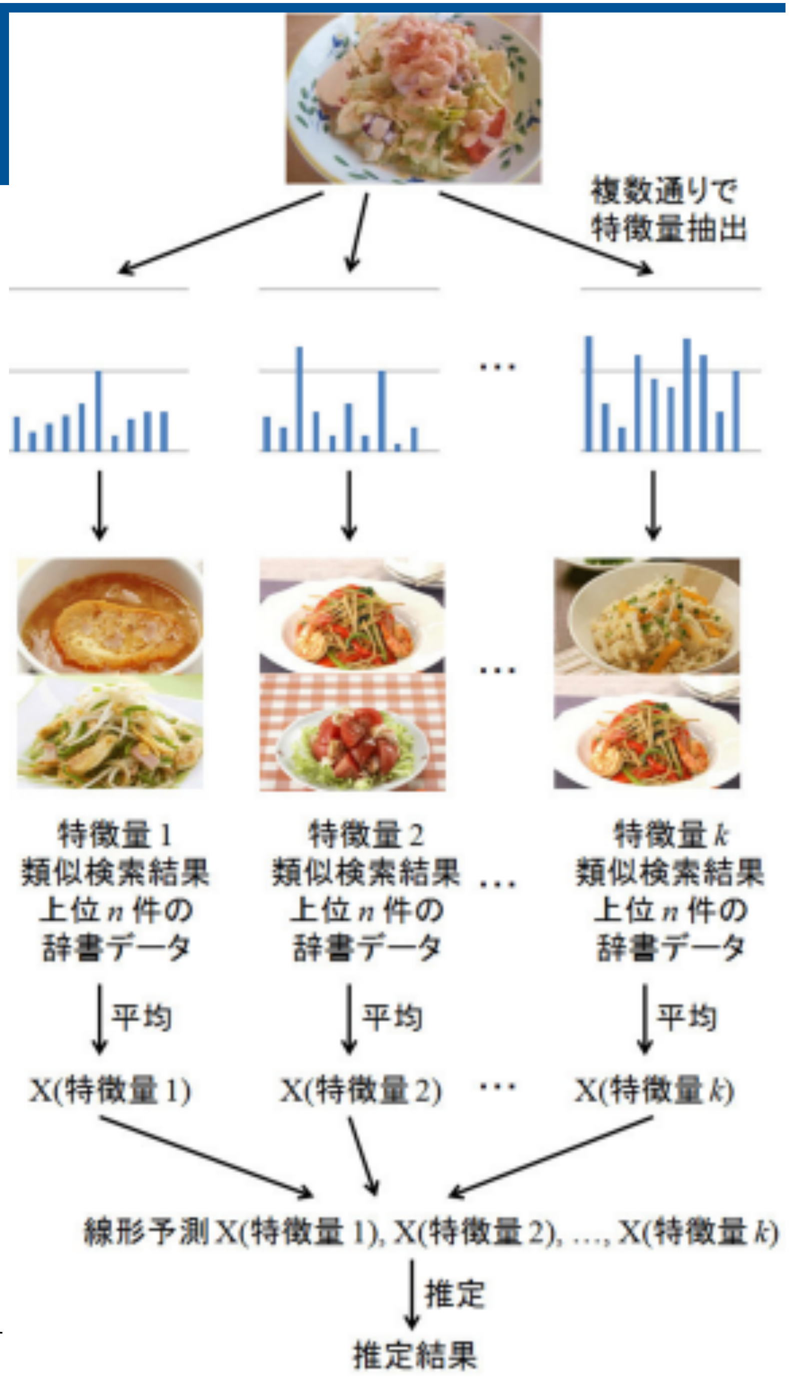
Myers et al. Im2calories: towards an automated mobile vision food diary. In Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision, 2015.

関連研究：カロリー量推定

- 食事画像から**直接推定**
- **局所特徴量(surf, color hist)**を利用
- 高精度の推定はできず



東大 相澤・山崎研 宮崎ら 2011 Image-based Calorie Content Estimation for Dietary Assessment, Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities, 2011



研究目的

料理写真からの
自動カロリー量推定システム

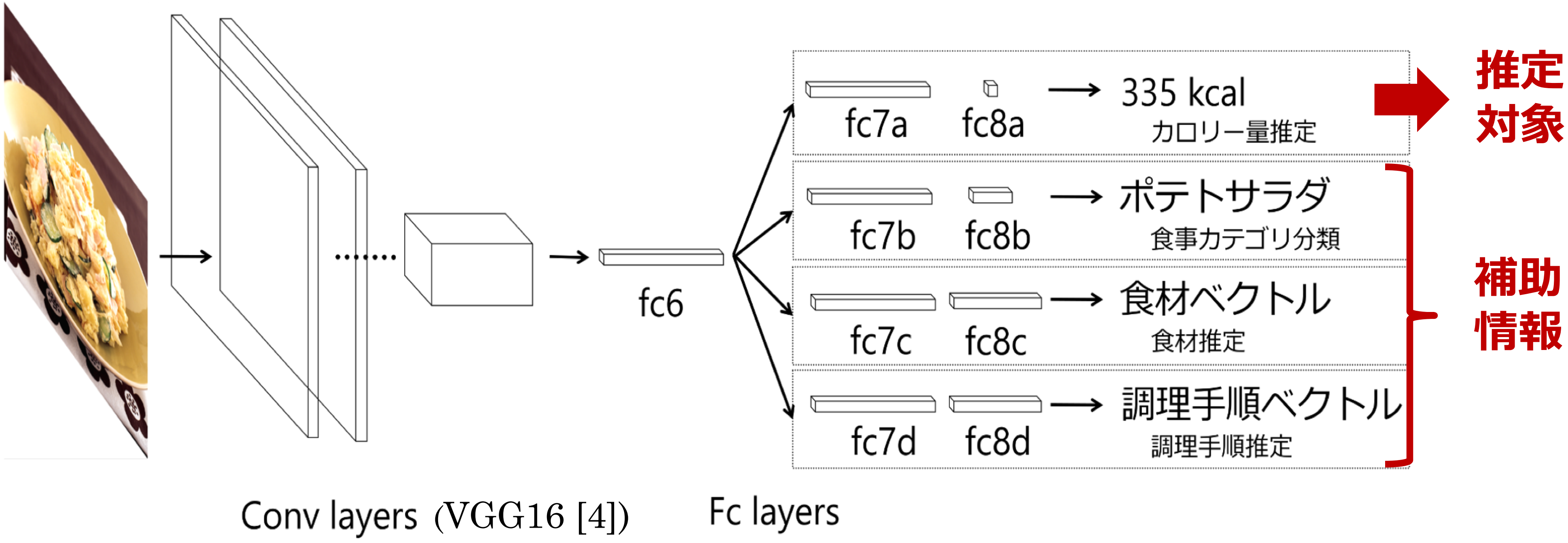
手法1：食品の面積や体積の推定を介さずに食事画像から直接カロリー量を推定

➡ **補助情報を用いたマルチタスク推定**

手法2：推定された食事カテゴリと食品の面積や体積の情報からカロリー量を推定

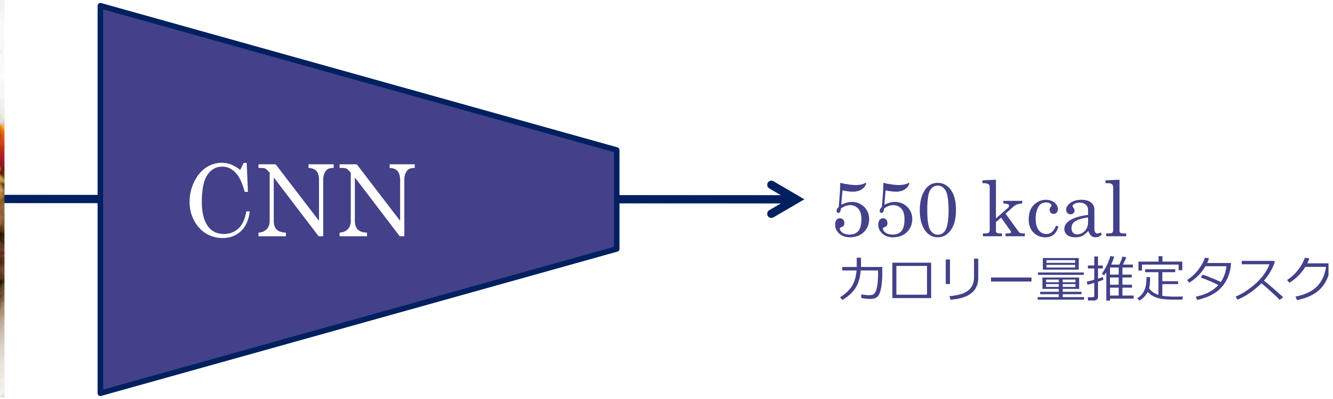
手法概要：補助情報を用いたマルチタスク推定

- カロリー，食事カテゴリ，食材，調理手順のマルチタスク学習



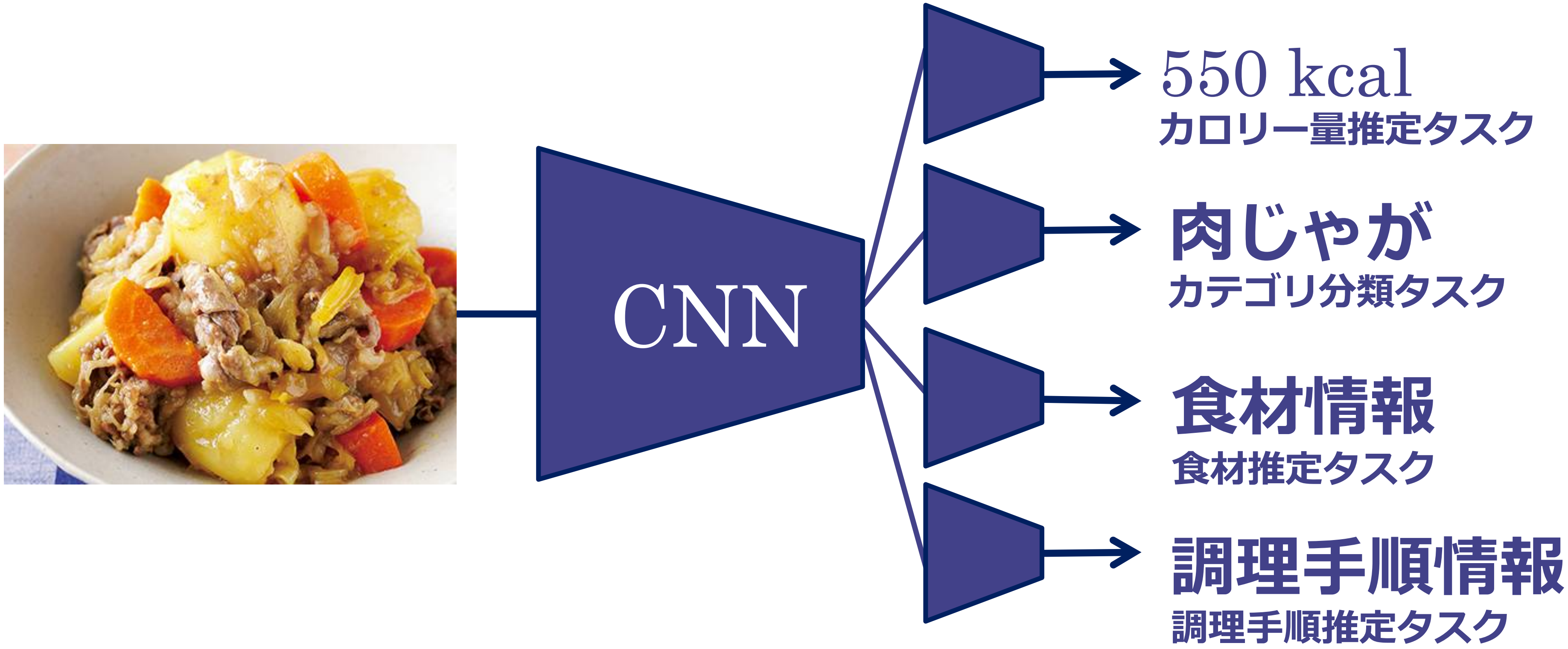
相乗効果によりカロリー量推定の精度向上が期待できる

手法：Multi-task CNNによるカロリー量推定



シングルタスクでのカロリー量推定

手法：Multi-task CNNによるカロリー量推定



マルチタスクでのカロリー量推定

実験：カロリー量情報付きデータセットの構築

AJINOMOTO. Park

E・レシピ

kikkoman おいしい記憶をつくりたい。

レタスクラブニュース

みんなのきょうの料理 NHKエデュケーショナル

今日のレシピが必ず決まる！ オレンジページnet

約 83,000 レシピを収集

食事画像

調理時間 30分 エネルギー 310kcal
塩分1.1g　野菜摂取量7g

カロリー量

エネルギー 310kcal

食材情報

生さけ	4切れ (260g)
じゃがいも・小	3個
ブロッコリー	1/4個
レモン・輪切り	4枚
パセリ・みじん切り	適量
小麦粉	適量
A「AJINOMOTO 胚芽の恵みコーン油」	大さじ1

調理手順情報

(1)さけは「コンソメ」をふって両面になじませ、小麦粉をまぶす。

(2)フライパンにAを熱し、(1)のさけの両面を中火で色よく焼き、弱火にしてフタをし、約3分蒸し焼きにする。

(3)じゃがいもは皮をむいて3等分にし、水に10分ほどさらして水気をきる。鍋に入れ、ヒタヒタの水を加えて火にかけ、煮立ったら弱火にし、フタをしてやわらかくなるまで約10分ゆで、ザルに上げる。

(4)空鍋を火にかけ、(3)のじゃがいもを戻し入れ、鍋を揺すりながら粉をふかせて塩をふる。

(5)ブロッコリーは小房に分け、塩ゆでにし、ザルに上げ

実験：カロリー量情報付きデータセットの構築

UECFOOD100の食事100カテゴリでラベリング

↓

ノイズ除去

↓

サンプル数100以下の食事カテゴリを除去

↓

食事 15 カテゴリ
合計 4877 枚

実験：カロリー量情報付きデータセットの構築

元のデータ

カロリー量
550 kcal（一人分の値)

食事カテゴリ
スパイシー肉じゃが

食材情報
{じゃがいも, にんじん , …, 牛切り落とし肉}

調理手順情報
牛肉は大きければ半分に切り、オニオンカレーソース大さじ4をからめて下味をつける。じゃがいもは3～4等分に切り、水に約5分間さらす。にんじんは…

→ 550

ラベリング → カテゴリ番号 3 (肉じゃが)

Word2Vec → [0.07838 -0.01535 … 0.00202] (500-d)

Word2Vec → [-0.00599 -0.03586 … 0.01957] (500-d)

教師データ

550

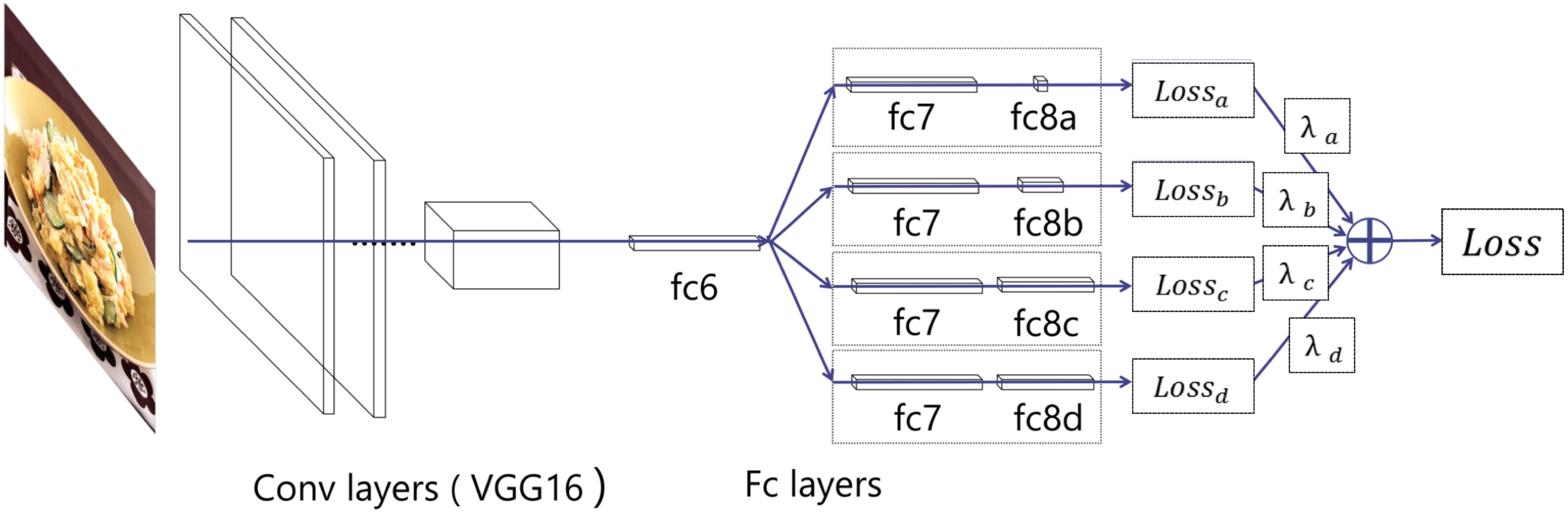
カテゴリ番号 3 (肉じゃが)

[0.07838 -0.01535 … 0.00202] (500-d)

[-0.00599 -0.03586 … 0.01957] (500-d)

実験：CNNの学習

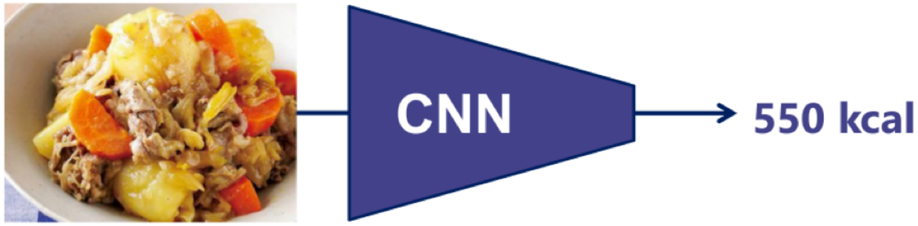
- 作成したデータセットでの実験
  - 学習: 3421枚　評価: 1456枚
  - Kerasで実装



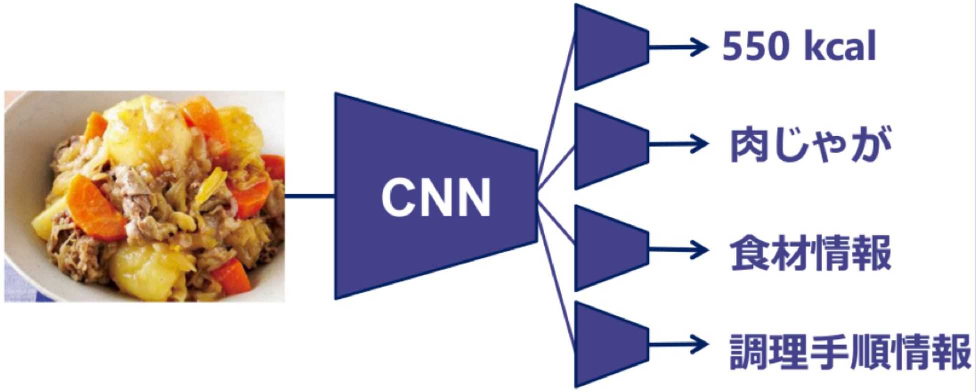
http://chainer.org/

実験：Multi-task CNNによるカロリー量推定

（シングルタスクとの比較）



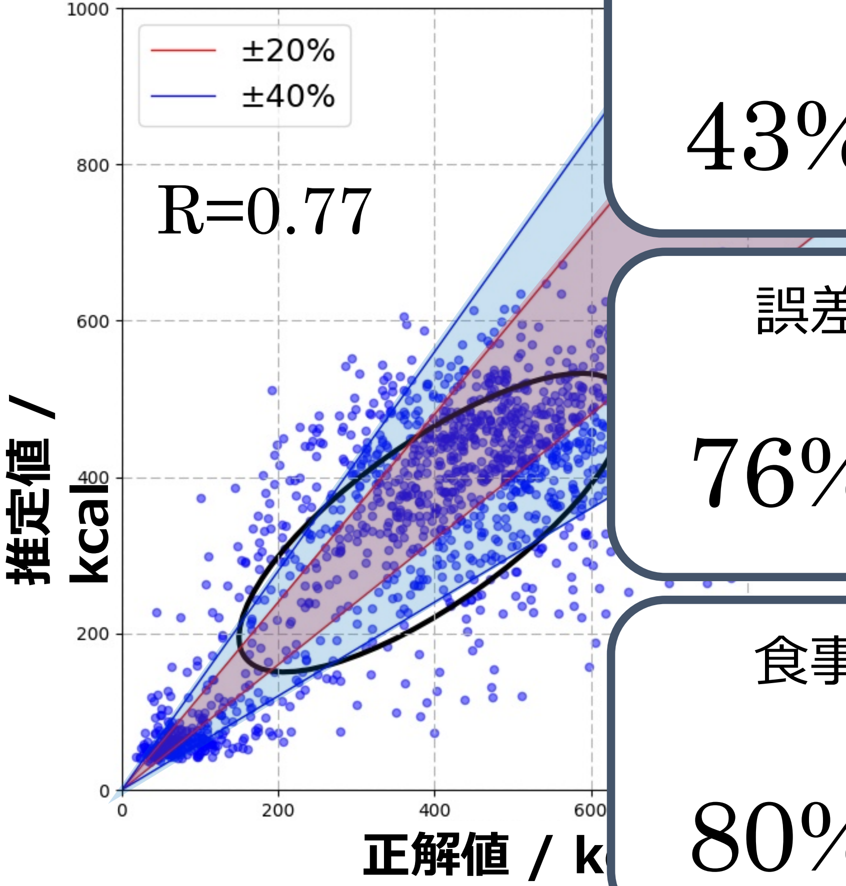
シングルタスクでのカロリー量推定



マルチタスクでのカロリー量推定

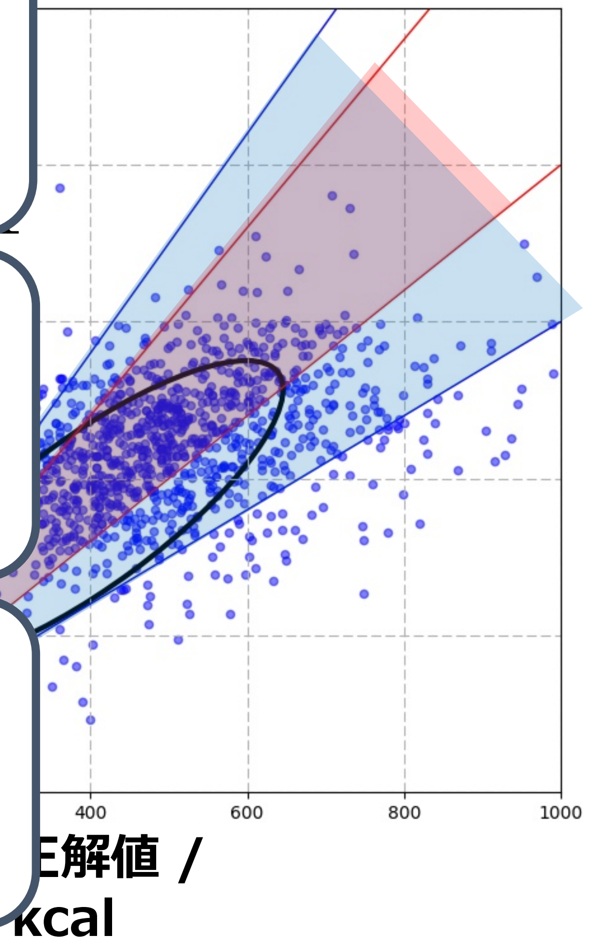
実験：Multi-task CNNによるカロリー量推定

（シングルタスクとの比較）



シングルタスクでのカロリー量推定

マルチタスクでのカロリー量推定



誤差20%以内の割合

43% → 50%

誤差40%以内の割合

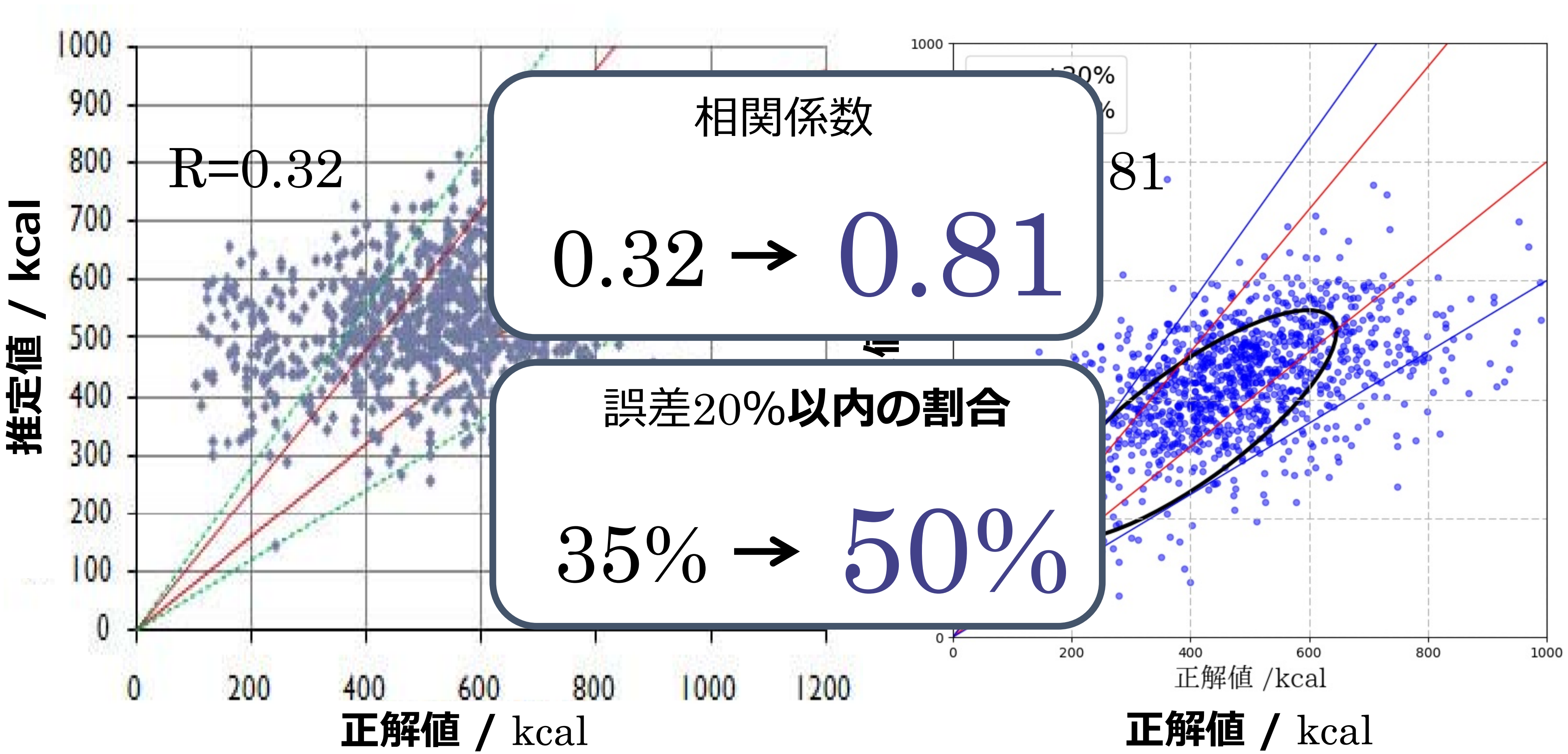
76% → 80%

食事カテゴリ分類

80% → 85%

実験：Multi-task CNNによるカロリー量推定

（既存手法との比較）



低レベル特徴量による
カロリー量推定 (宮崎ら,2011)

Multi-task CNNによる
カロリー量推定 (Ours)

実験：カロリー量推定の成功例

推定値	315 kcal 肉じゃが	419 kcal スパゲッティ	85 kcal 味噌汁	493 kcal ピラフ
正解値	315 kcal 肉じゃが	429 kcal スパゲッティ	89 kcal 味噌汁	527 kcal ピラフ
誤差	0 kcal	-10 kcal	-4 kcal	-34 kcal

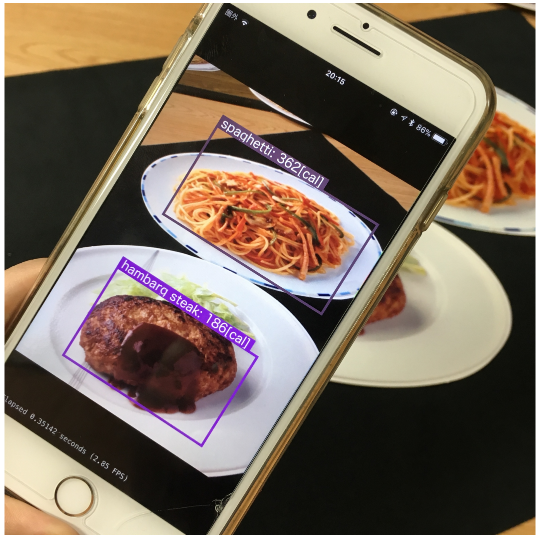
実験：カロリー量推定の失敗例

推定値	323 kcal 肉じゃが	553 kcal チャーハン	330 kcal ハンバーグ	58 kcal 味噌汁
正解値	670 kcal シチュー	838 kcal オムライス	148 kcal ハンバーグ	115 kcal 味噌汁
誤差	-347 kcal	-285 kcal	182 kcal	-57 kcal

アプリケーション

料理写真からの
自動カロリー量推定システム

with AR
(拡張現実)



[with 検出]

[with AR表示]

[with 食事面積計量]

Multi-task CNN

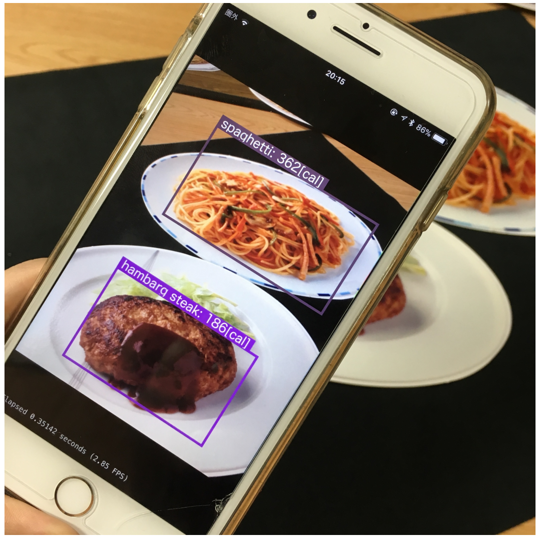
面積比率

DeepCalorieCam **AR DeepCalorieCam** **AR DeepCalorieCam V2**

アプリケーション

with AR
(拡張現実)

料理写真からの
自動カロリー量推定システム



[with 検出]

[with AR表示]

[with 食事面積計量]

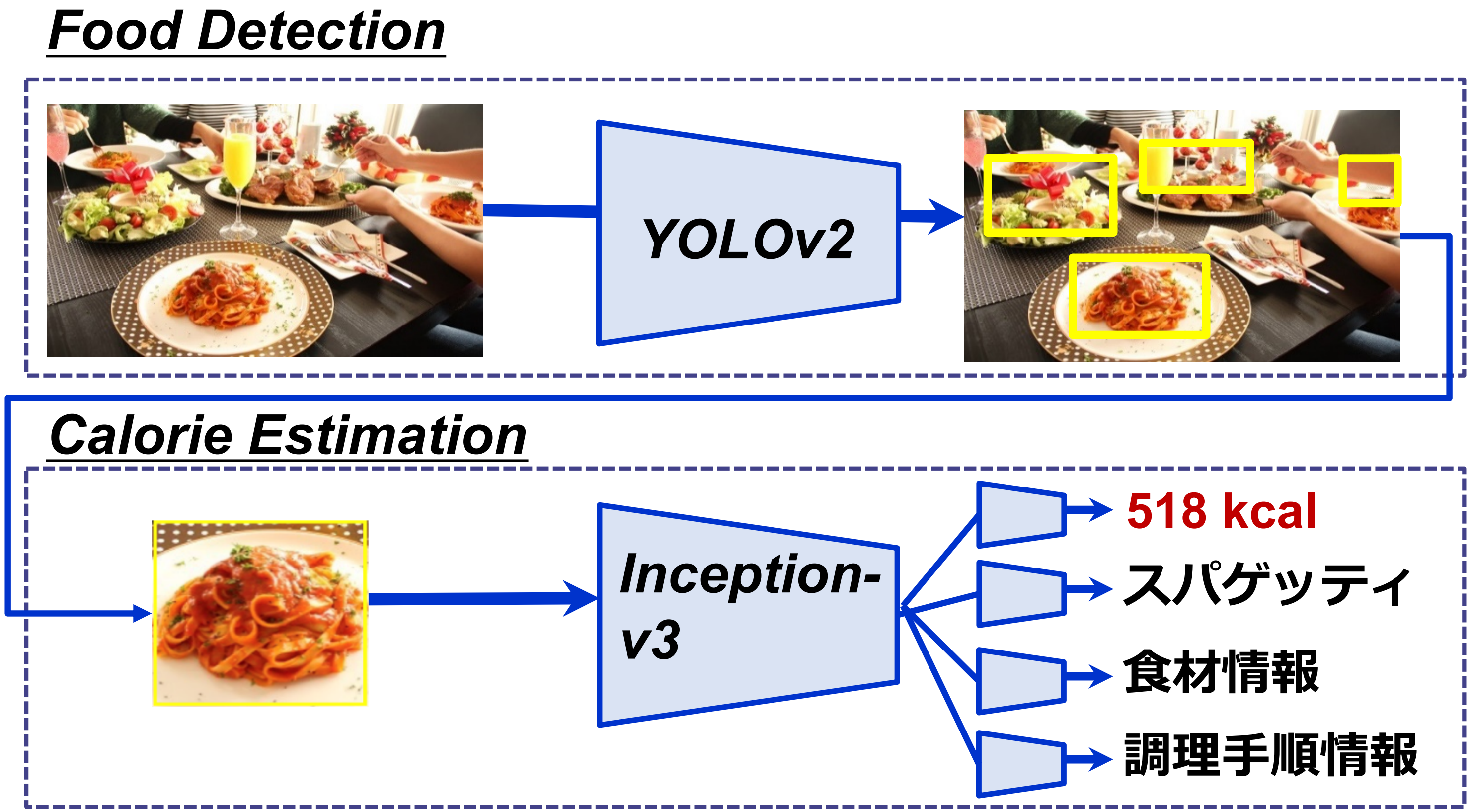
Multi-task CNN

面積比率

DeepCalorieCam **AR DeepCalorieCam** **AR DeepCalorieCam V2**

モバイル実装：複数料理写真からのカロリー量推定

- 食事検出＋カロリー推定 (処理フロー)
  1. YOLOv2で食事検出
  2. 検出された各食事領域のバウンディングボックス情報から画像をクロップ
  3. クロップした各食事画像をカロリー値を推定するCNNの入力とする

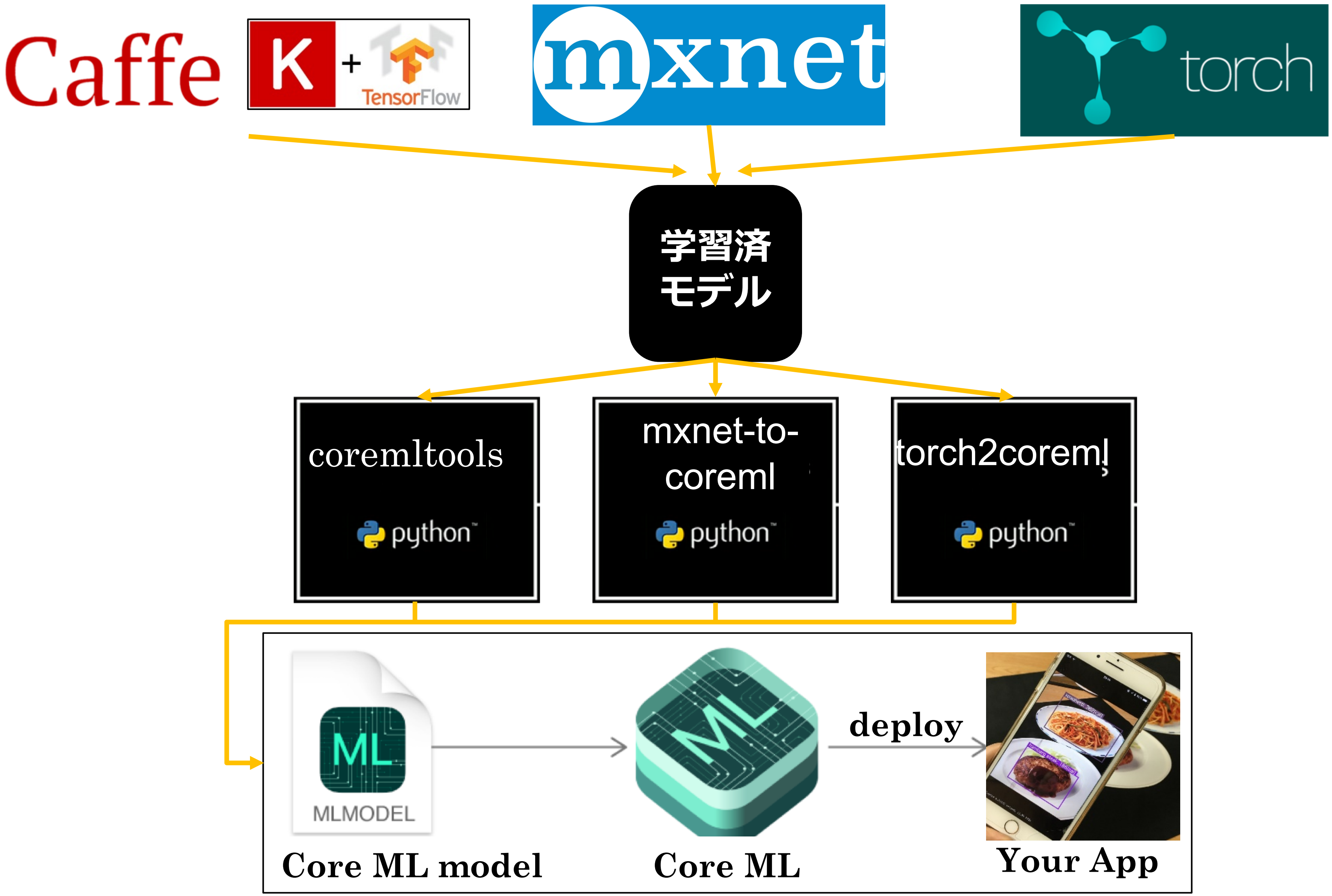


どうやって実装するのか．．．？

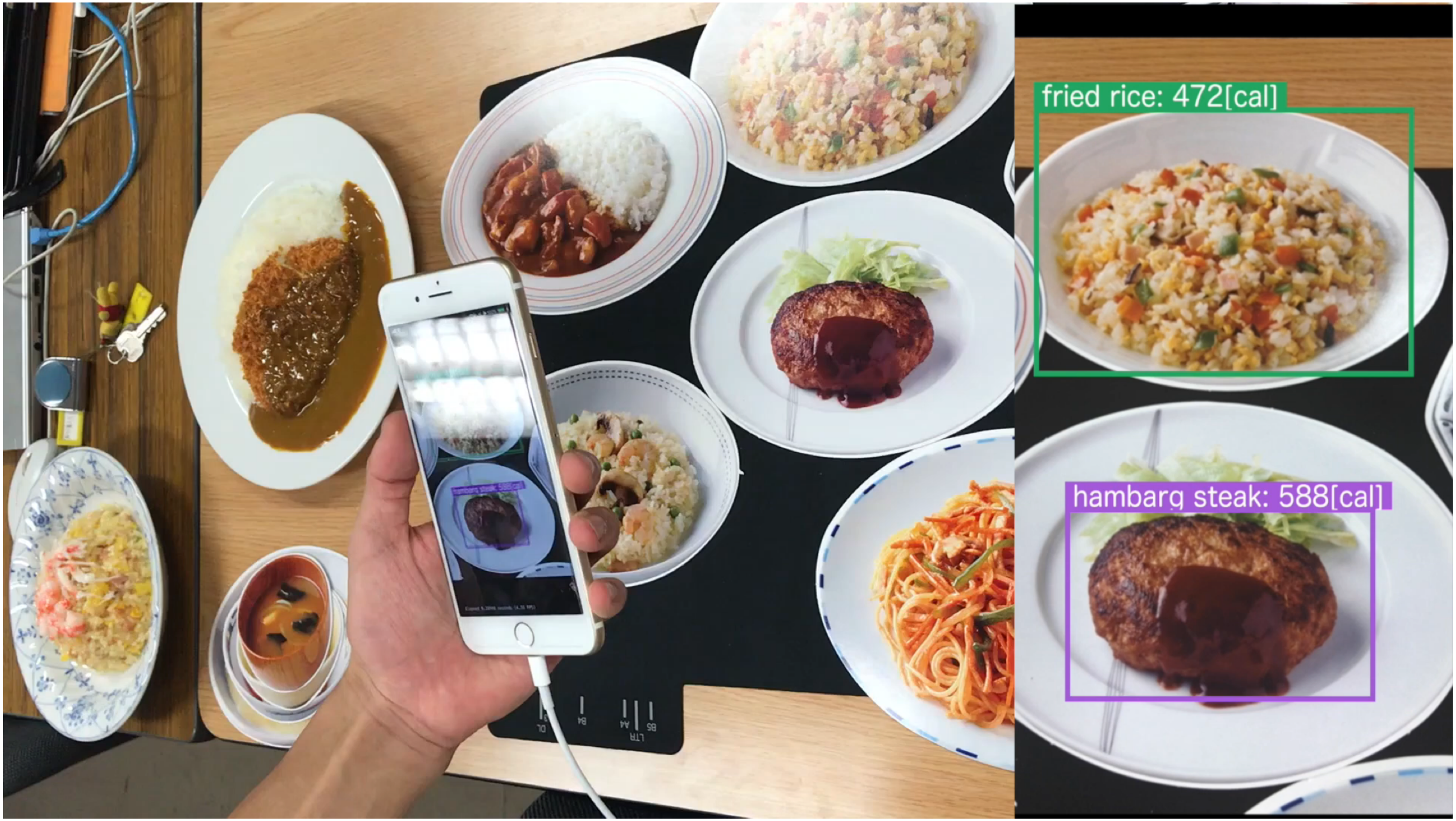
従来(2017年9月)までは…

- Chainer2C(Caffe2C)
  - Chainer/Caffeで学習したネットワークを iOS/Androidで動作可能なC言語コードに**自動変換するモデルコンバータ**
  - オリジナルの順伝搬演算ライブラリとリンク → **高速動作可能**
  - **CPUのみ利用**

CoreMLを用いたiOSアプリ実装フロー



食事検出＋カロリー推定(デモ動画)



MADiMa 2017

Tanno, R., Ege, T. and Yanai, K.: DeepCalorieCam: An iOS App for Dish Detection and Calorie Estimation, Proc. of International Workshop on Multimedia Assisted Dietary Management (MADIMA) (2017)

AR表示版

Tracking LIMITED
Initialization in progress.
◆1 ▲2.73K
Mt 0fps

研究目的

料理写真からの
自動カロリー量推定システム

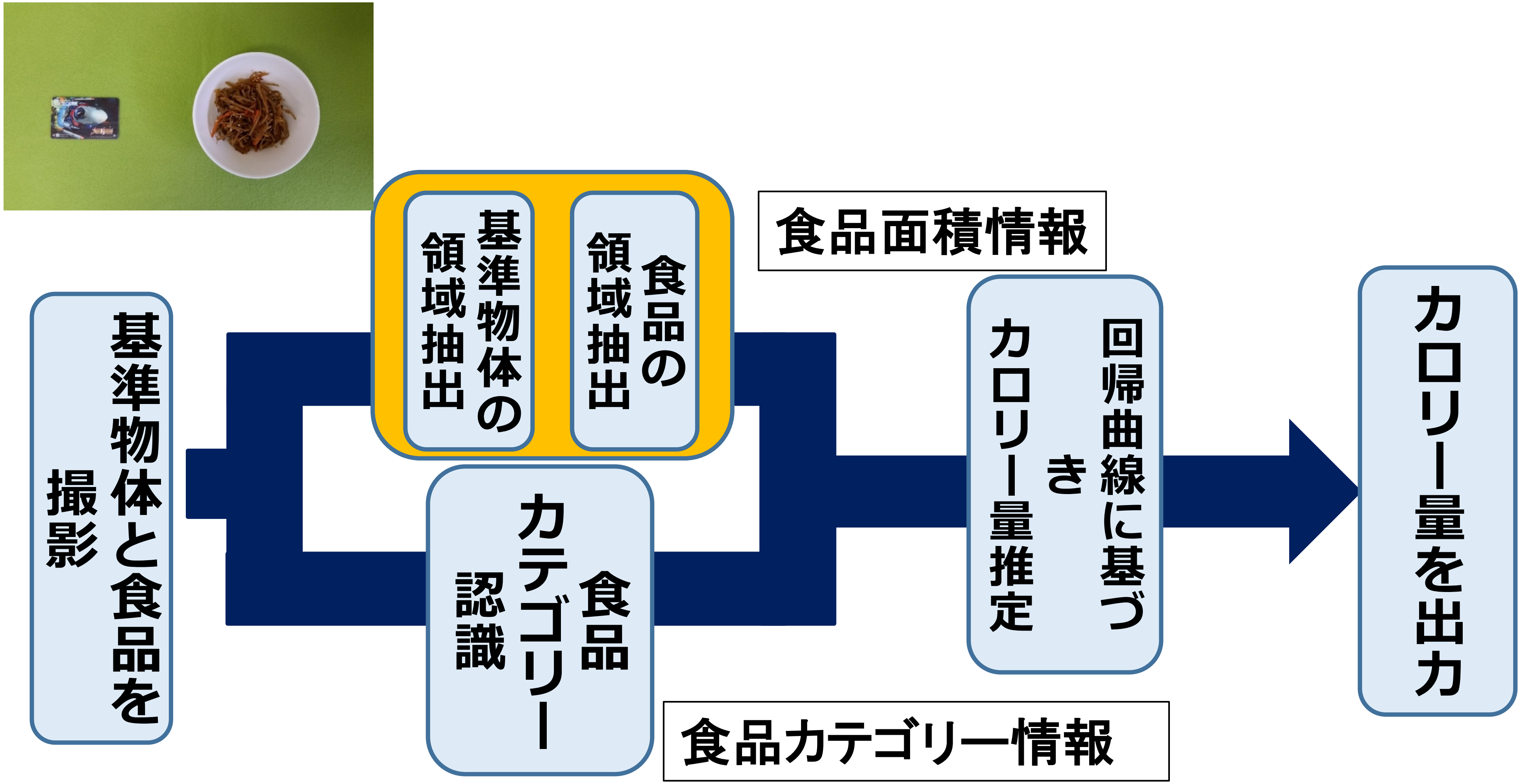
手法1：食品の面積や体積の推定を介さずに食事画像から直接カロリー量を推定

手法2：推定された食事カテゴリと食品の面積や体積の情報からカロリー量を推定

➡ **ARで食品の実面積を直接計測**

従来研究：面積ベースのカロリー量推定

- 処理フロー



食品領域抽出

画像を入力

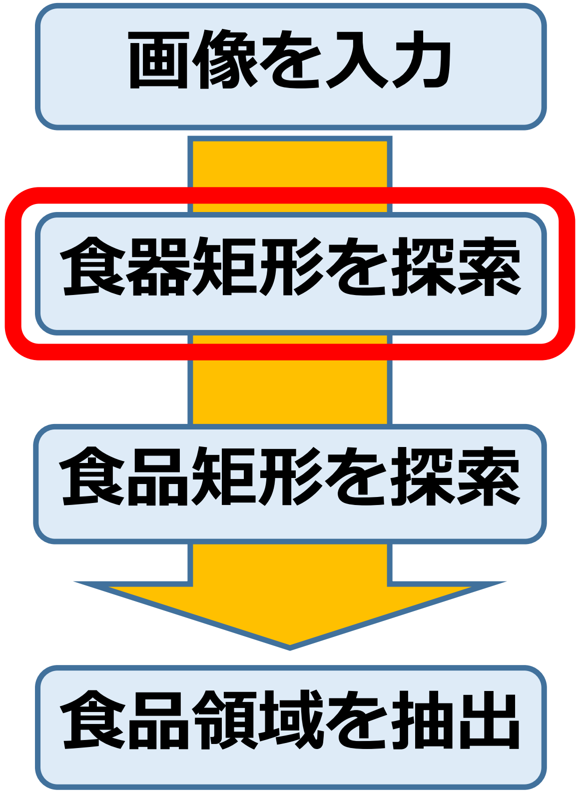
食器矩形を探索

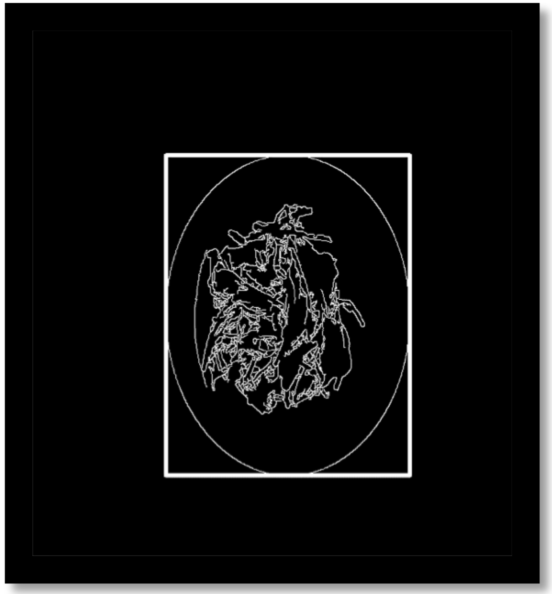
食品矩形を探索

食品領域を抽出

食品領域抽出

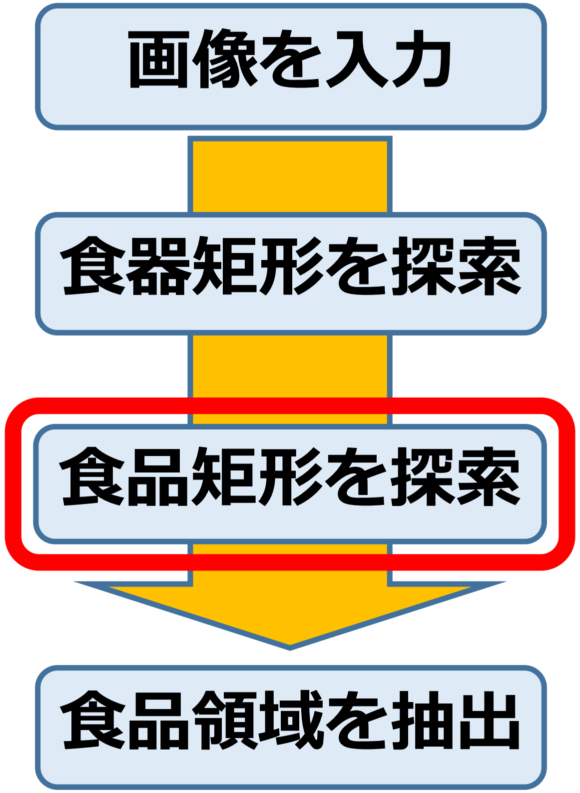
- Canny法でエッジを検出
- 外周を食器矩形として選択

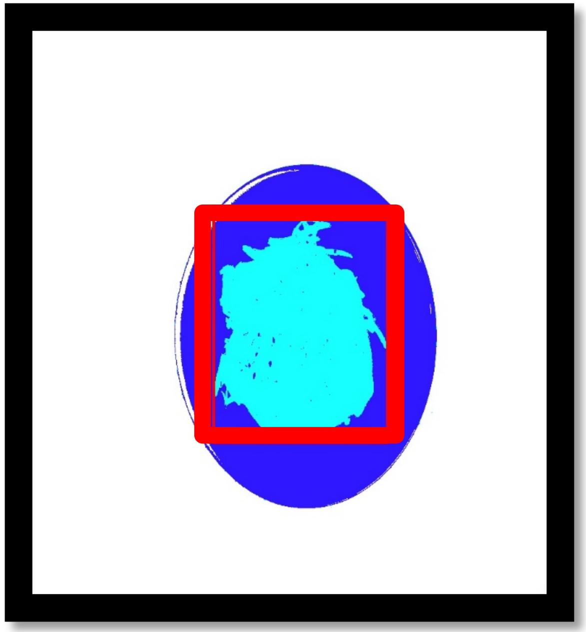




食品領域抽出

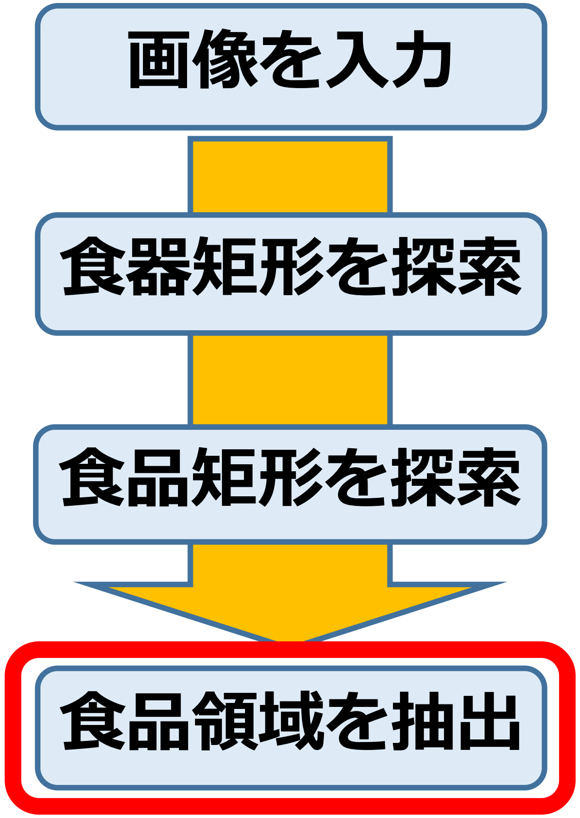
- k-Meansで色情報をクラスタリング
- k=3とし中心から食品, 食器, 背景

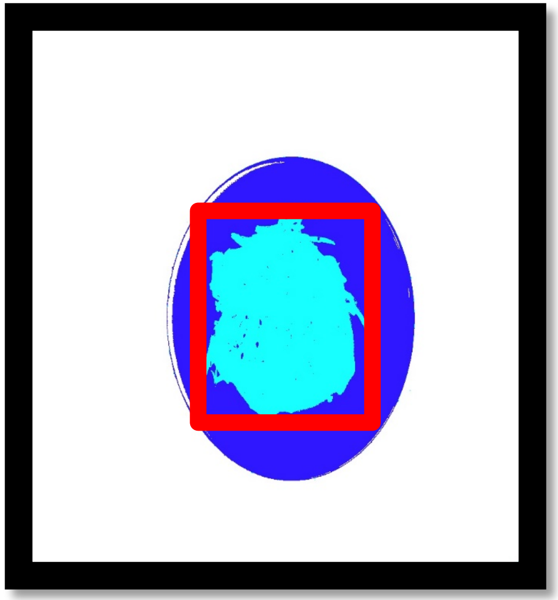




食品領域抽出

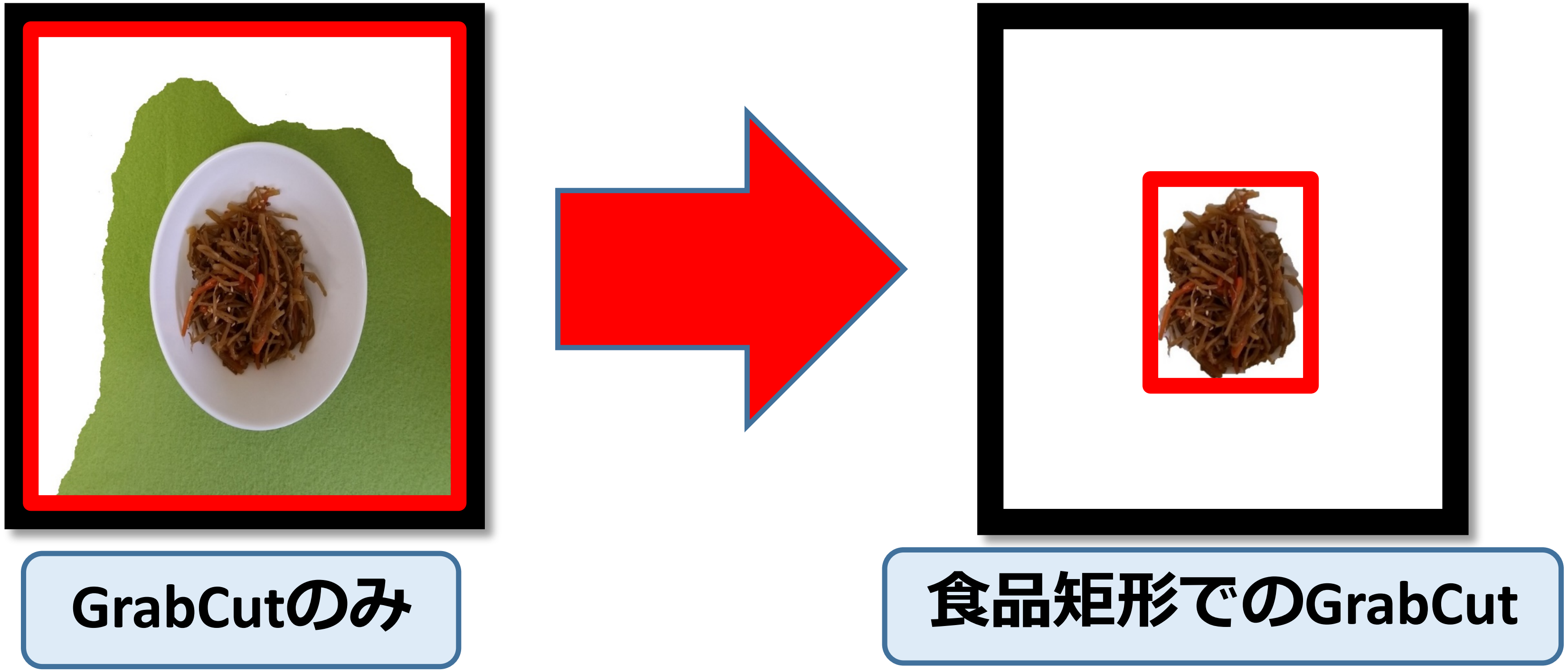
- グラフベースの分割手法GrabCutを用いる
- 矩形を与えることで分割





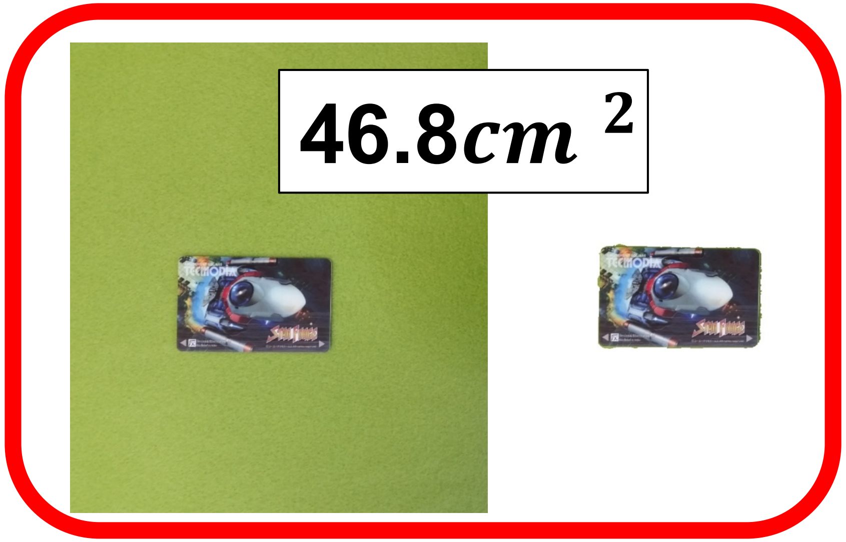
食品領域抽出結果

- 食品矩形を与える事で正確な**食品領域**を抽出



基準物体領域抽出

- 食品領域抽出と同様にGrabCutを用いて抽出
- 面積さえ分かっていれば形状などは関係ない



カロリー量推定

- 食品領域と基準物体領域のピクセル数から比率を求め、比率を基準物体の面積に掛け合わせる

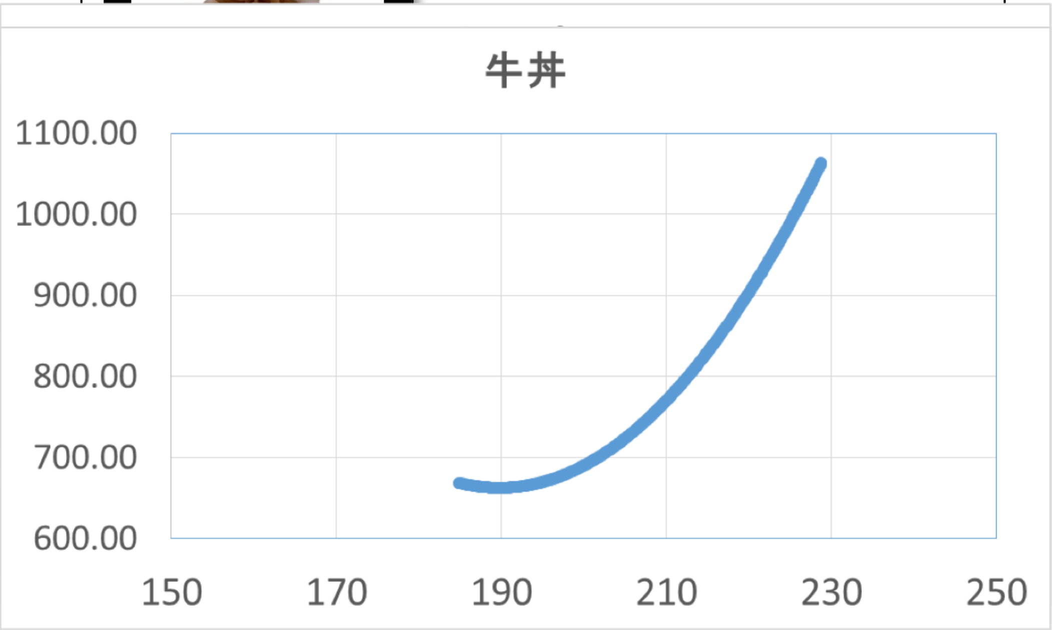
基準物体
ピクセル数：43149
面積：46.8cm^2(既知)

きんぴらごぼう
ピクセル数：68066
面積：?? cm^2

カロリー量推定

基準物体
ピクセル数：4314
面積：46.8cm^2

きんぴらごぼう



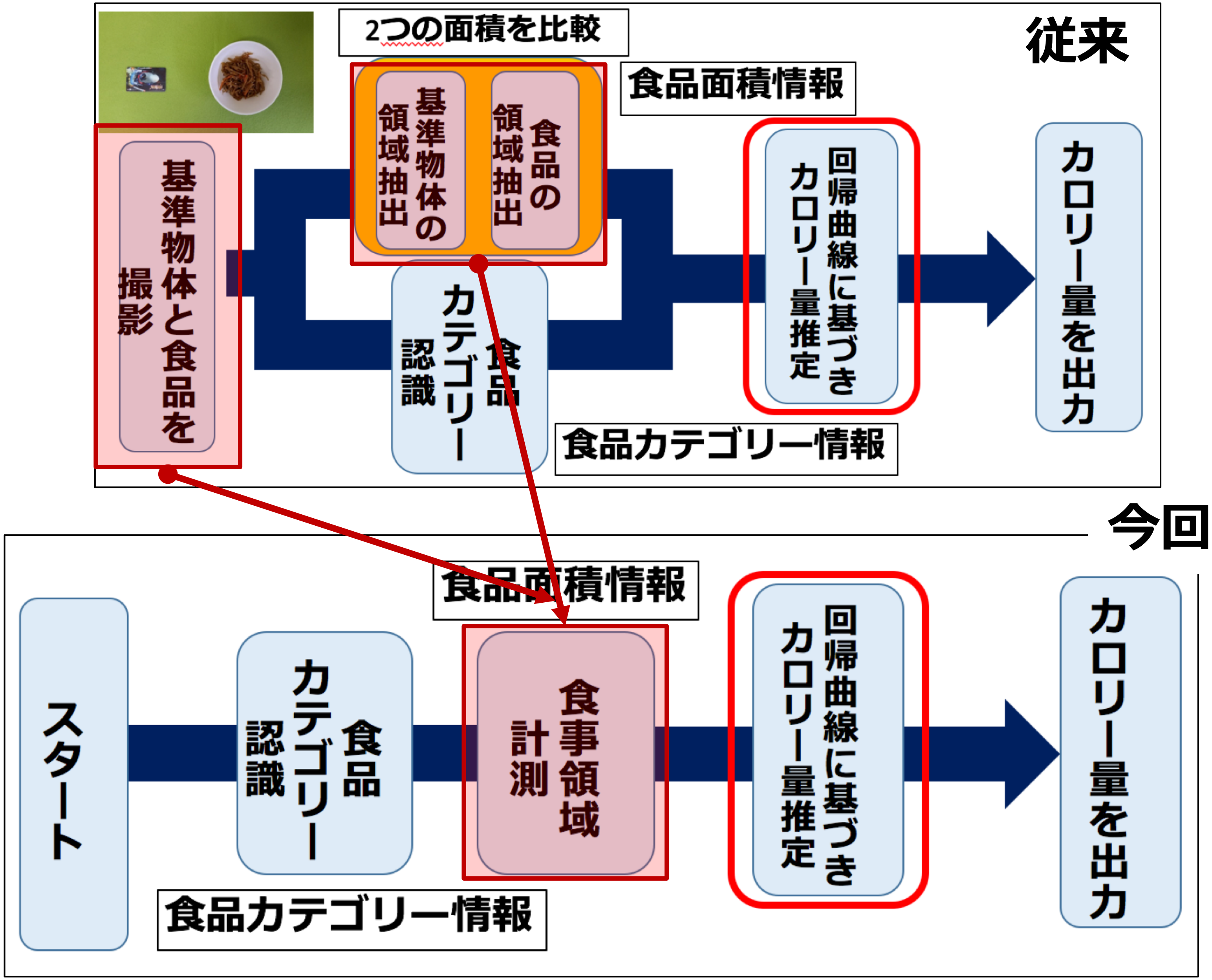
$$F_a = B_a * \frac{F_p}{B_p} ,$$

食品領域の面積：F_a ,ピクセル数

基準物体領域の面積：B_a ,ピクセ

比率：1.577　面積：73.8 cm^2 カロリー量：74.4 kcal

ARを用いると



2つの面積を比較
従来
食品面積情報
基準物体と食品を撮影
基準物体の領域抽出
食品の領域抽出
食品カテゴリー認識
回帰曲線に基づきカロリー量推定
カロリー量を出力
食品カテゴリー情報
今回
スタート
食品カテゴリー認識
食品面積情報
食事領域計測
回帰曲線に基づきカロリー量推定
カロリー量を出力
食品カテゴリー情報

デモ動画

スタート

↓

食品カテゴリ認識

↓

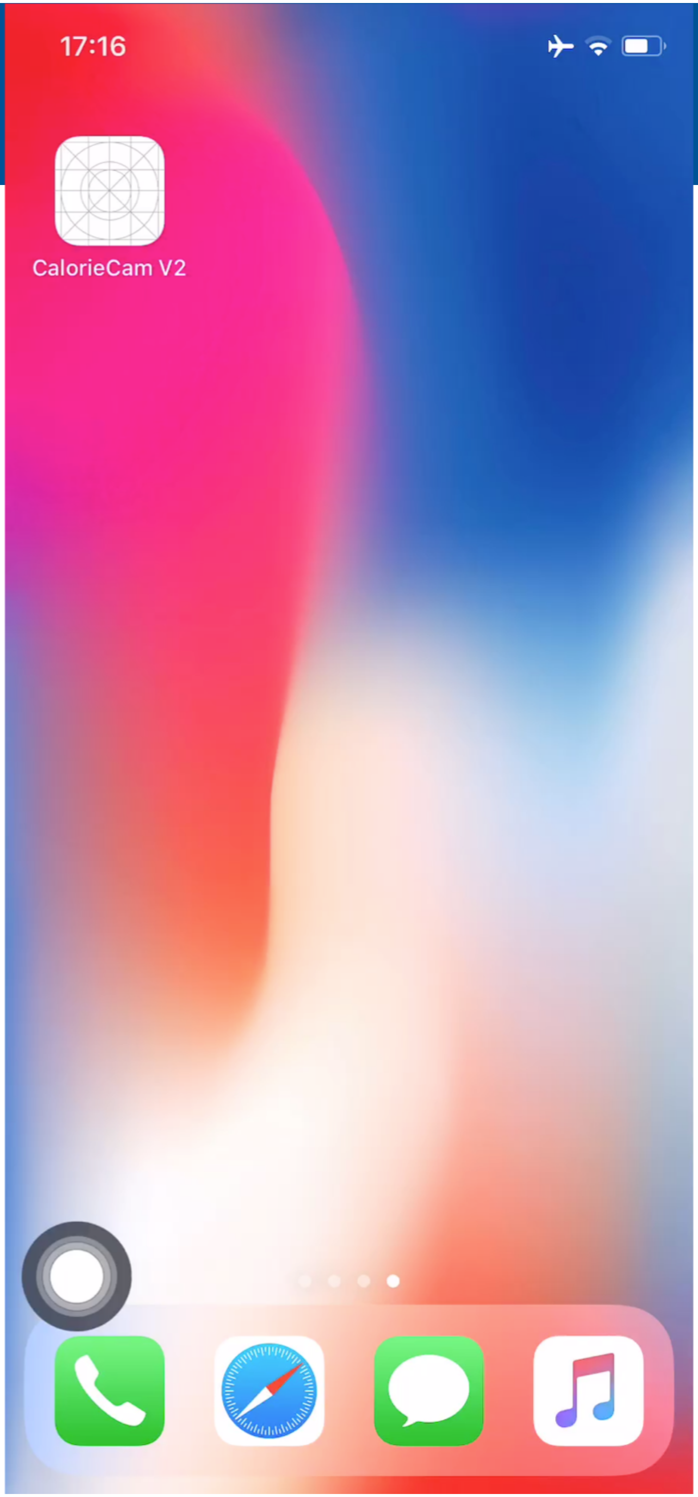
食事領域計測

↓

回帰曲線に基づき
カロリー量推定

↓

カロリー量を
出力

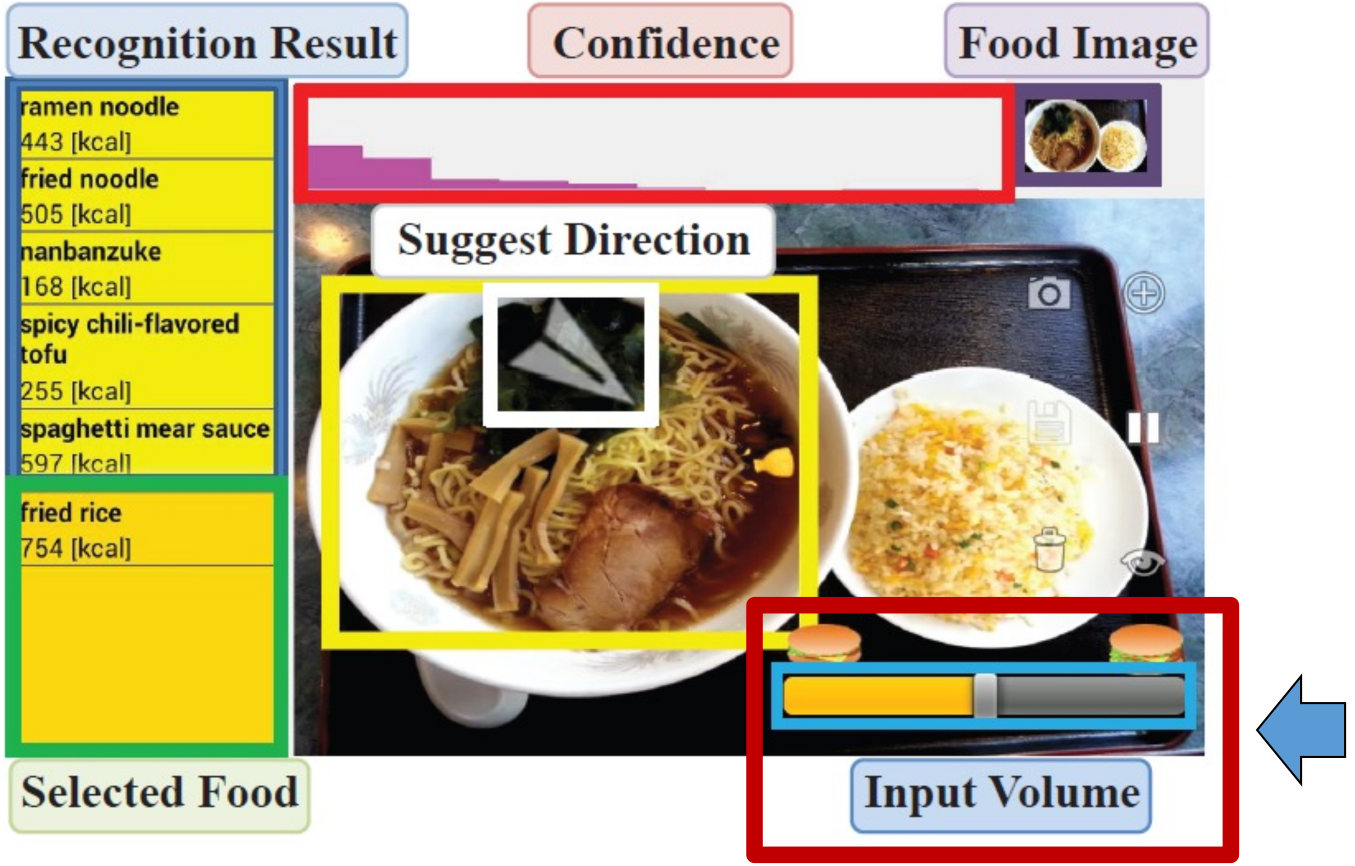


ユーザー評価実験

- 被験者：栄養の知識のない12人(+ARは5名)
- 河野らの提案したFoodCamと面積ベース手法(従来, ARによる実面積計量)の3つでカロリー量を推定してもらう
- 対象食品：牛丼，コロッケ，サラダ

比較対象システム FoodCam (2015 河野ら)

- 食事カテゴリーごと決まった基準カロリー量から0.5~1.5倍する



ここで大きさを選択する

ユーザー評価実験

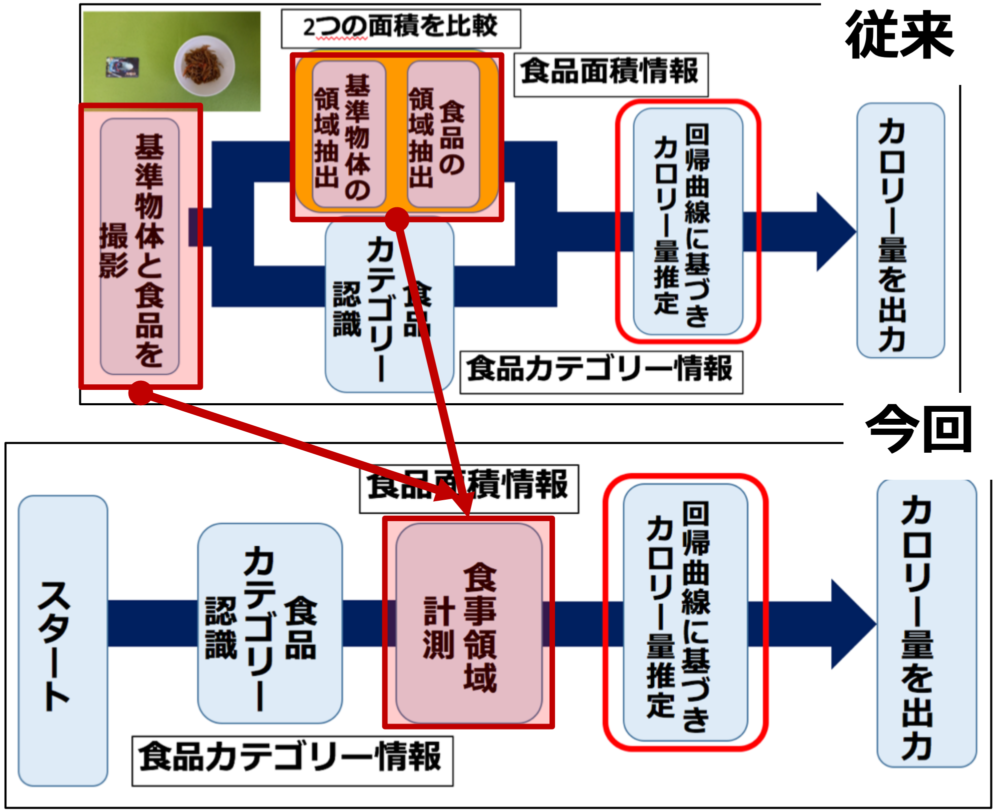
- 標準偏差においては圧倒的に改善することができた
- 知識のない使用者でもブレを少なくすることが出来た

		FoodCam		従来手法		AR版	
食品名	真値	誤差平均	標準偏差	誤差平均	標準偏差	誤差平均	標準偏差
牛丼	962	-53.25	209.79	-242	55.10	-67.14	18.8
コロッケ	552	-242	91.26	-47.08	52.52	-127.0	9.0
サラダ	14	54.83	36.28	4.86	11.87	-0.95	0.16

コントリビューション

- キャリブレーションカード(基準物体)が不要
- 食品領域の実面積を直接計量 -> ブレが少ない

- ARで食品領域の実面積を計量してカロリー量推定に利用
  - 食事認識分野では現場存在しない新しいアイデア



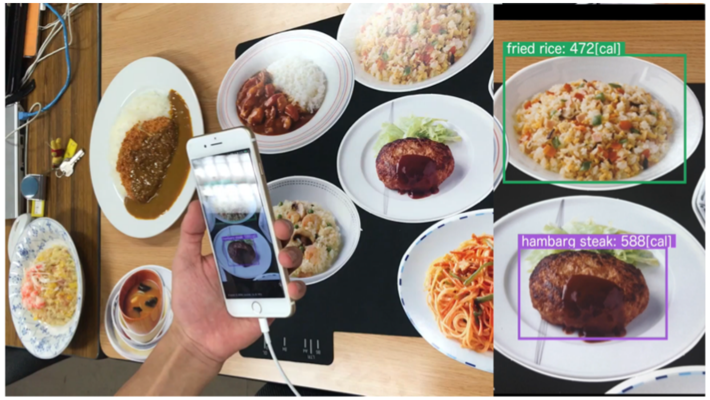
ARによる食品領域計測の現状の問題点

- 不定形の食事についての対応
  - 現状：手間はかかるが食品の周囲をなめるように計測
  - 改善：領域分割と組合せる

- 食品が複数合った場合
  - 現状：
  - 改善：物体検出と組合せる

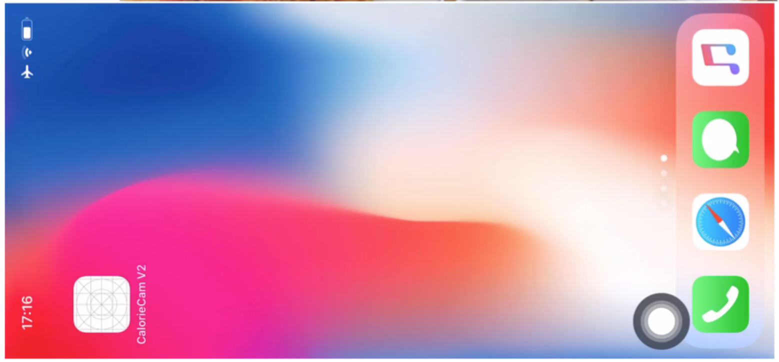
まとめと今後の課題

- 料理写真からの自動カロリー量推定システムの実現



- 手法1：画像から直接推定
  - Multi-task CNNによる高精度推定
- 手法2：面積ベースカロリー推定
  - ARによる食品領域計測によるカロリー推定への応用

- 今後の課題
  - 手法1
  - 現状：検出 -> カロリー推定
  - 改善：食事検出＋カロリー量推定の同時学習
  - 手法2
  - 現状：不定形や複数の場合への対処
  - 改善：領域分割や物体検出と組合せ



インタラクティブセッション2日目