

# 全方位カメラを用いた 複数人食事動作同時認識

電気通信大学 寺内 健人  
柳井 啓司

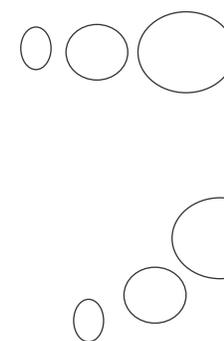
## 食事管理

- 健康志向の高まりとともに食事管理の重要性は高まっている
- 取った食事や摂取カロリー量を記録することで自らの食生活を把握
- スマートフォンを用いて**画像認識により食事記録を作成**



## 画像認識による食事認識

- 画像認識を用いた食事認識手法は1人分の食事のみ, もしくは摂食動作を記録するものが存在
- 複数人分同時に食事認識することはできない
- 食卓全てを記録するには手間がかかってしまう



面倒…

## 全方位カメラ

- 近年VRの普及, 低価格化などから全方位カメラは身近に
- リアルタイムに全方位の映像を取得可能



<https://www.insta360.com/jp/product/insta360-onex2>

## 本研究の目的

- 全方位カメラとスマートフォンを用いた食事管理アプリ
- リアルタイムに食卓全体のカロリー量, 食べた量が分かるシステムの構築



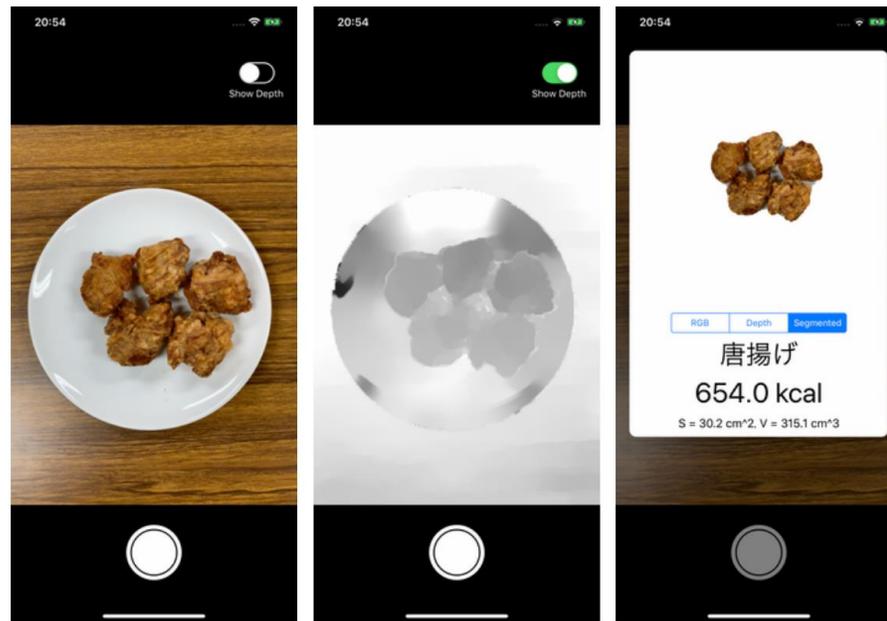
**食卓全体の食事認識システムを実現**

# 関連研究

# 食事認識アプリ

## カロリー量推定アプリDepthCalorieCam

- 安蒜ら(2019)の研究
- 食事を撮影することで体積を推定
- 高精度の食事のカロリー量推定を実現



## 食事動作認識アプリGrillCam

- 岡元ら(2013)の研究
- 卓上にスマートフォンを設置し、映り込んだ食事動作を認識
- 摂取カロリーを記録するシステム

**どちらも1人分の食事しか認識していない**

全方位カメラを用いることで、食卓全体の食事認識を実現する



# 全方位物体認識

一般的な物体認識方法のいくつかの適用法が存在

- 正距円筒図法の画像に直接アノテーションした

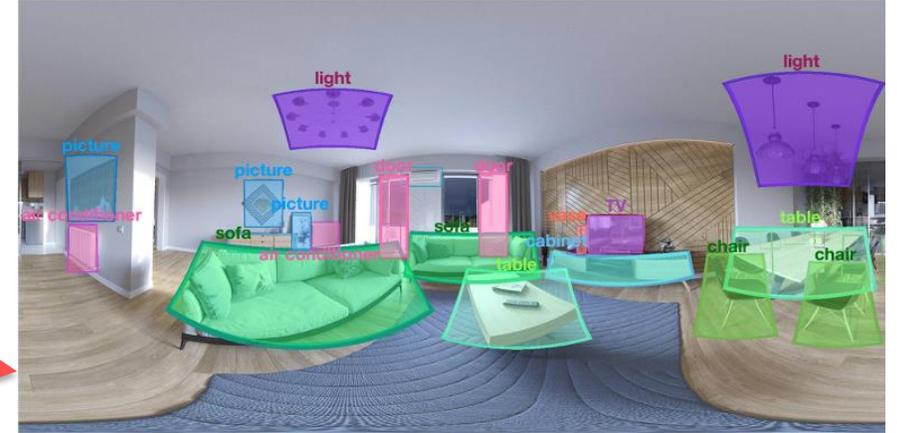
もので学習

- 学習は一般的な画像を用いて行い, 推論時に

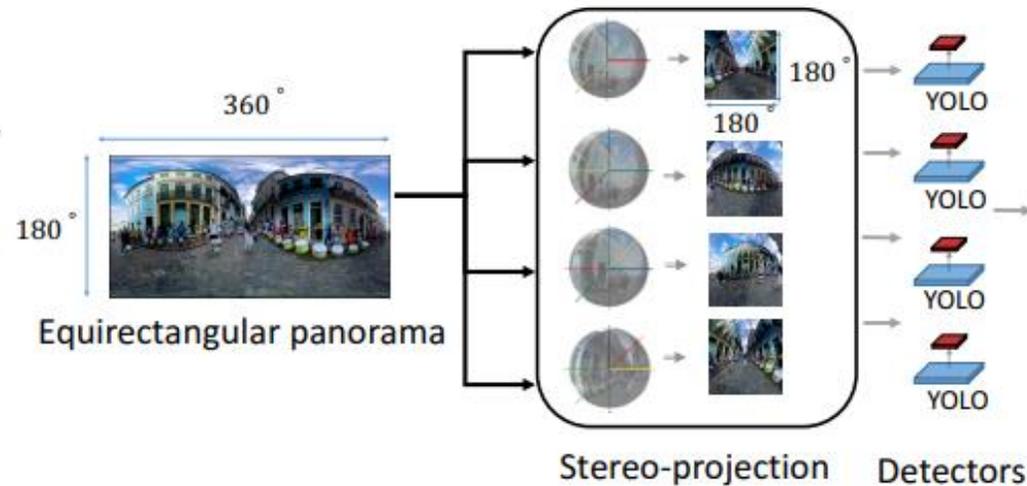
正距円筒図法の画像を補正

我々の研究では...

推論時に平面投影を用いて  
正距円筒図法の画像を補正



Chou et al, 360-Indoor: Towards Learning Real-World Objects in 360° Indoor Equirectangular Images



Yang et al, Object Detection in Equirectangular Panorama

# 提案手法

## 提案手法概要

- 全方位カメラ，スマートフォンを用いて食卓全体の人物ごとの摂取カロリー量推定を行う「CalorieCam360」を提案
- 深層学習モデルは全てAppleのVisionフレームワークで完結するようにCoreMLモデルに変換して実装

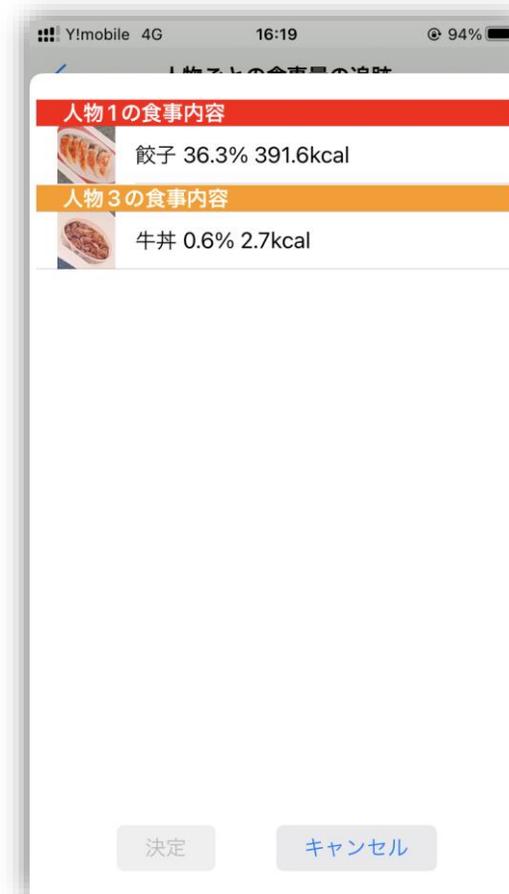
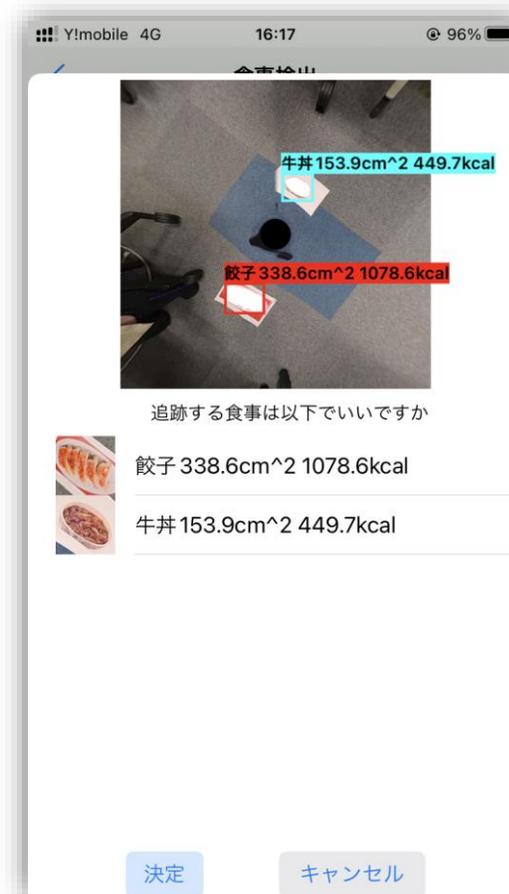
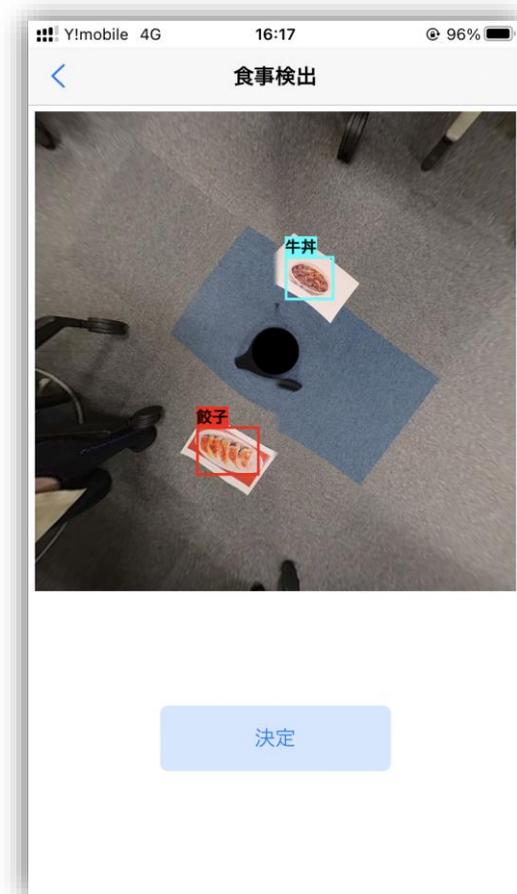
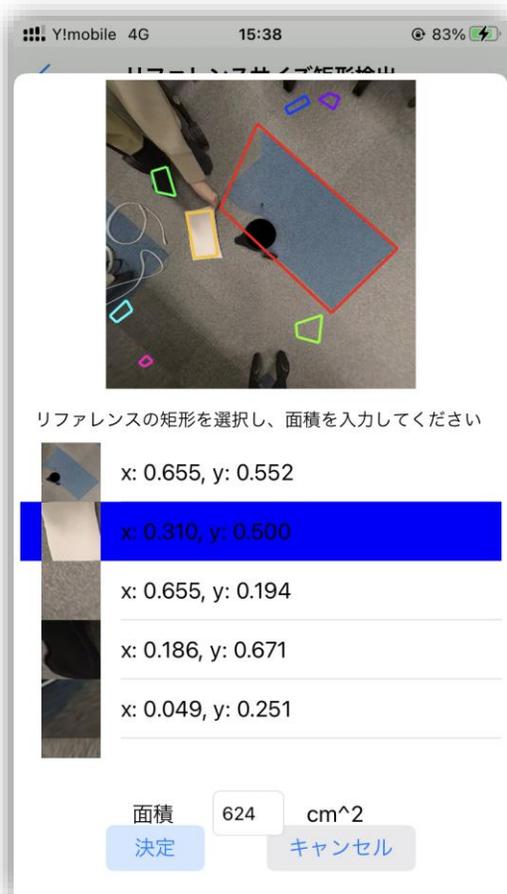


食前



食後

## 提案手法概要



リファレンスサイズ  
決定

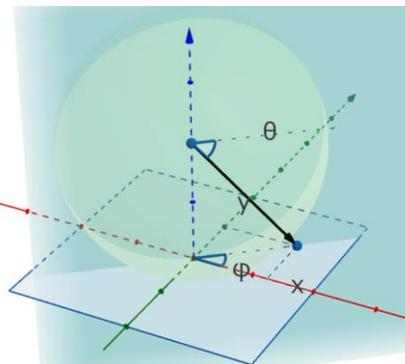
料理物体検出

料理物体の  
カロリー量推定

人物ごとの摂食  
カロリー量推定

## テーブルを対象とした平面投影

投影前画像の下部に写った歪んだテーブル・食事の歪みが補正され, 投影後画像に表示されている



## リファレンスサイズの決定

- 物体の面積を求めるためにカメラに写った物体の実寸が必要となる.
- ユーザーが面積が既知な矩形物体を検出, 面積を入力することで実寸計算
- AppleのVisionフレームワークを用いて矩形検出



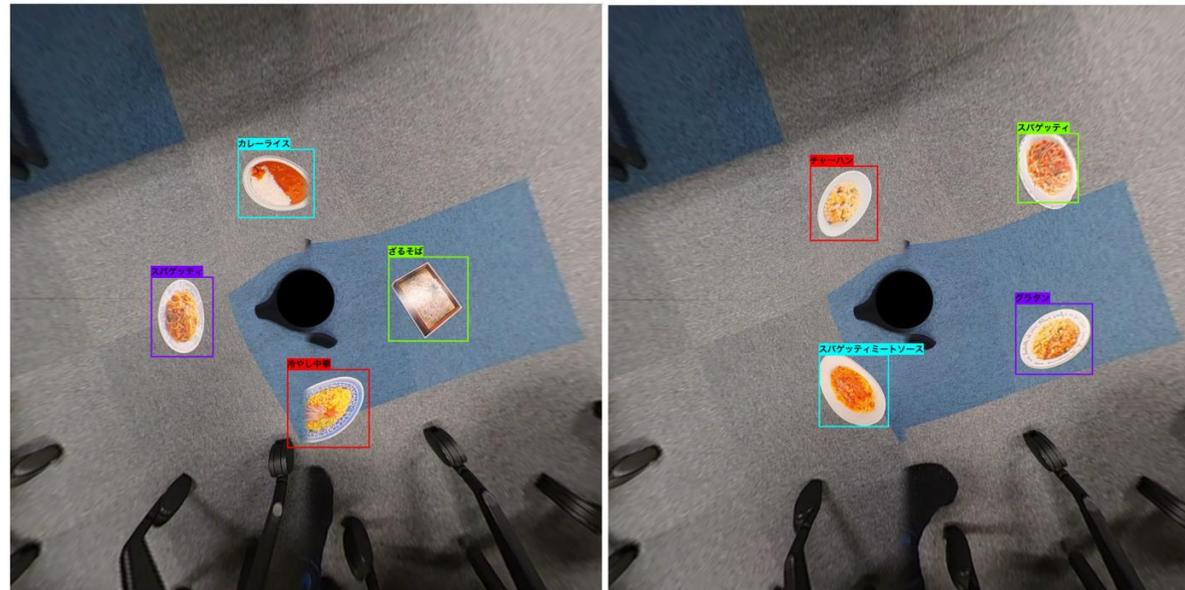
矩形の面積が分かる物体を置き、検出できていることを確認する

検出に用いた矩形物体を選択する

矩形物体の面積を入力する

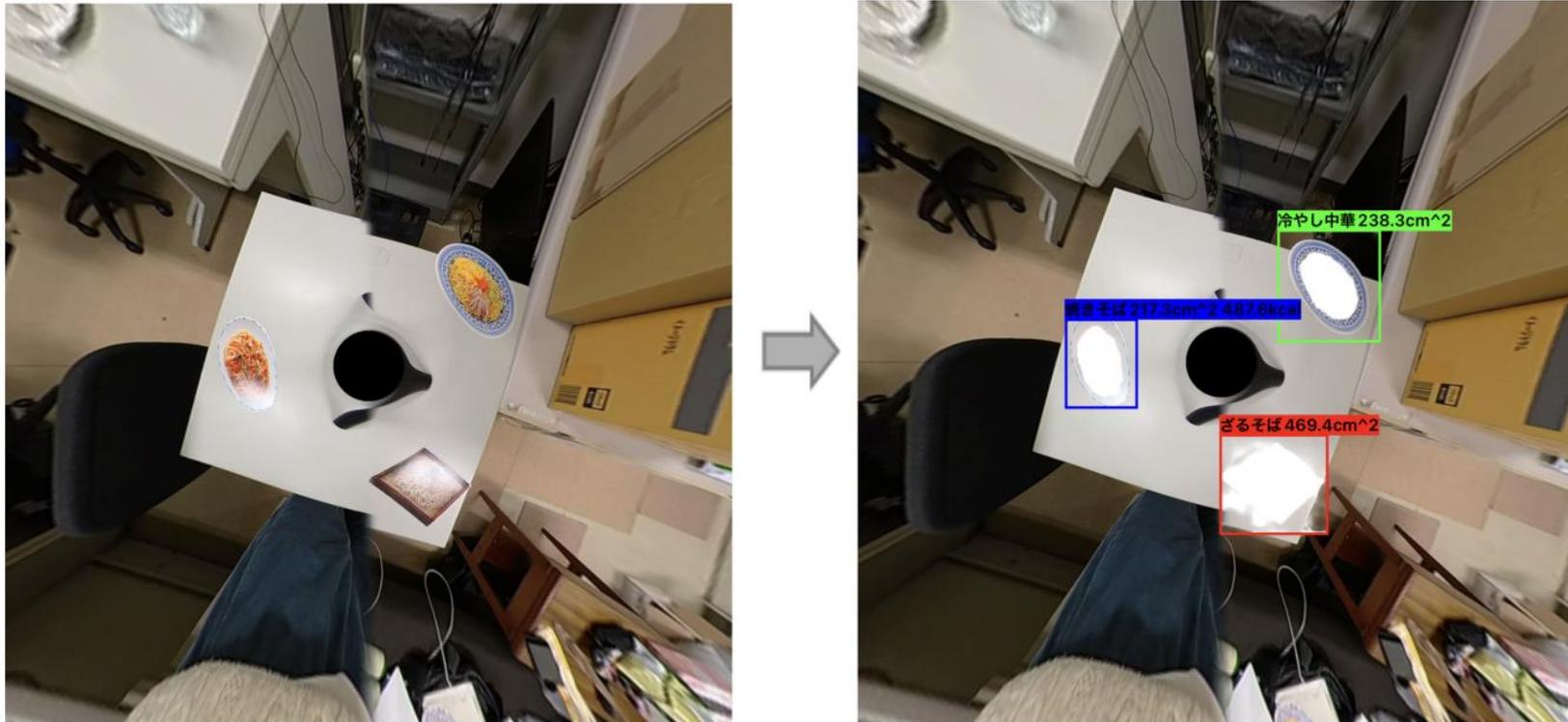
## 料理物体検出

- UEC-FOOD100で学習したYOLO v7を用いて検出, 100カテゴリの料理について検出する.
- 小さい物体の検出に対応するため, 学習において画像スケールを0.04~0.3倍に, 料理が全方位から写るため-180°~180°に回転させるデータ拡張をする.
- 学習は640x640, 推論時は1280x1280の解像度の画像に対して検出



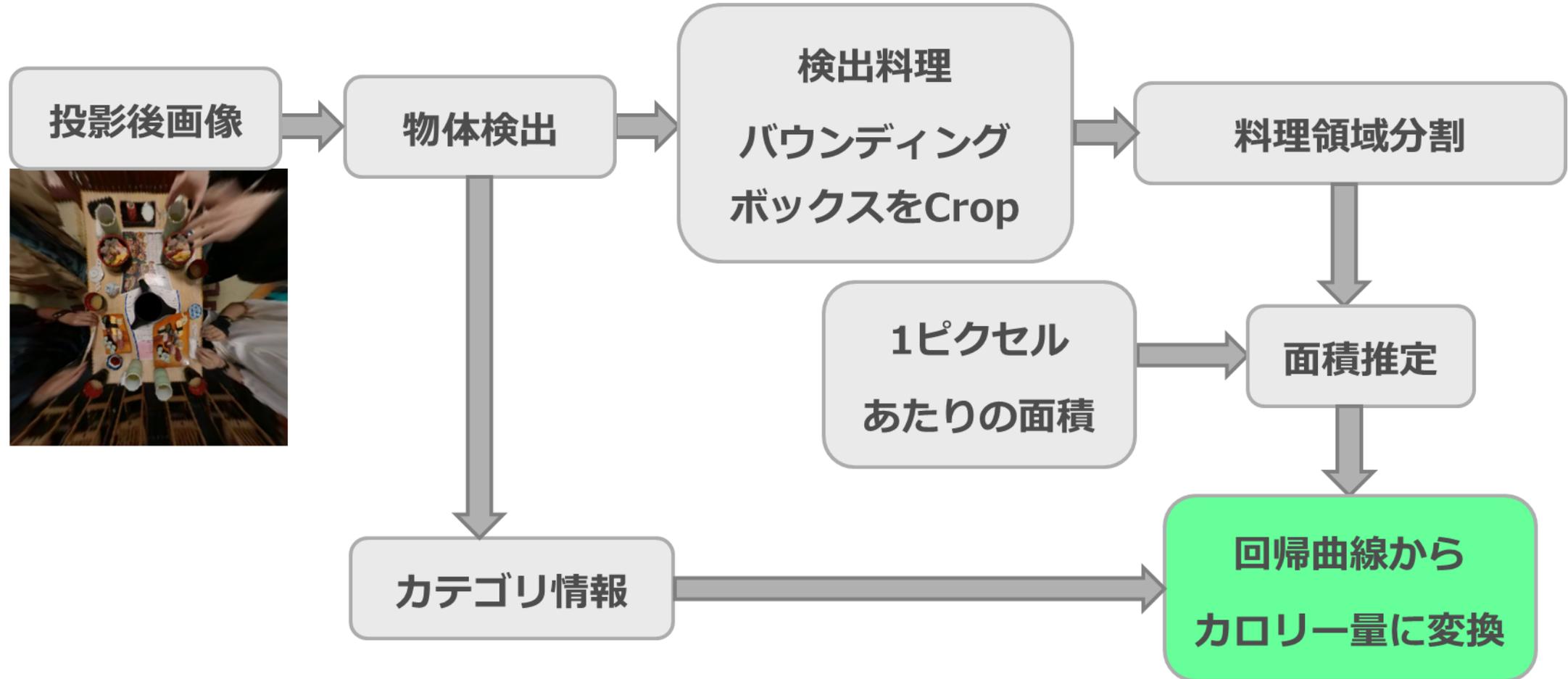
## 料理領域分割

- 検出バウンディングボックスを切り抜いて領域分割し，料理のピクセル数を求め，ピクセル数から面積を計算
- Deeplab v3+をUEC-FoodPIXCompleteで学習したモデルを用いる



# 食事カロリー量推定の流れ

- 食事領域分割で求めた面積から回帰曲線を用いてカロリー量を求める



## 食事カロリー量推定を行うカテゴリ

- 丹野らが求めた回帰曲線を用いてカロリー量推定を行う
- カロリー量推定を行うカテゴリは15カテゴリ, 他の85カテゴリは行わない

UEC-FOOD100 におけるインデックス	カテゴリ名
0	ごはん
25	焼きそば
28	たこ焼き
31	コロッケ
41	餃子
50	酢豚
54	唐揚げ
55	とんかつ
58	肉じゃが
64	焼き鳥
70	春巻き
74	筑前煮
78	エビチリ
86	サラダ
91	牛丼
92	きんぴら
97	フライドポテト

Ryosuke Tanno, Takumi Ege, and Keiji Yanai. Ar deepcaloriecam v2: Food calorie estimation with cnn and ar-based actual size estimation. In Proc. of ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, 2018.

# 人物ごとの摂取カロリー量推定の流れ

- 人物検出にはAppleのVisionフレームワークの骨格検出を用いる

投影前画像



人物検出

人物と食事の対応付け

投影後画像



料理領域分割

前フレームと  
領域サイズ比較

減少量を  
摂取量とする

食事ごと、人物ごと  
に摂取量を記録

摂取量，料理ごとのカロリー量から  
人物ごとのカロリー量推定

## 人物と料理の対応付け

- 各料理に対し正距円筒図法の距離で最も近い手首、肘の人物を対応付け



# 実験

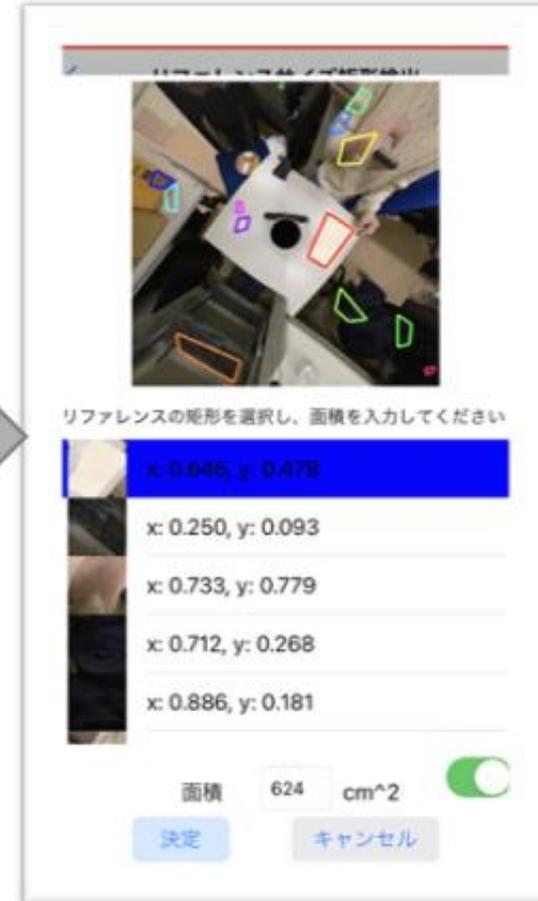
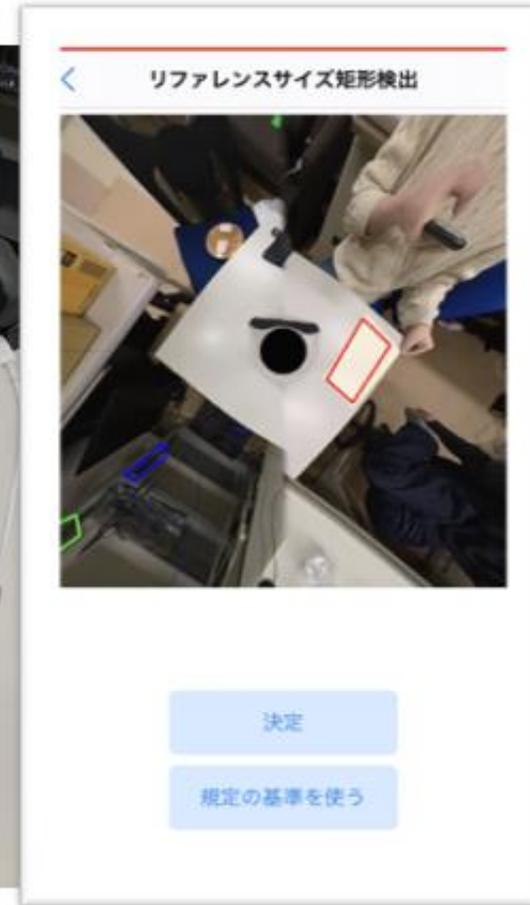
# 使用例：リファレンスサイズの決定



(a)



(b)



(c)

# 使用例：食事前



(a)

(b)

# 使用例：食事中



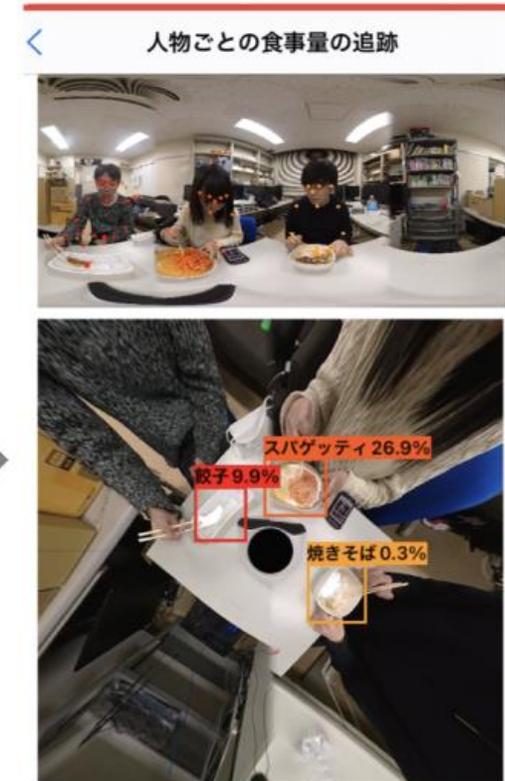
食事結果閲覧

(a)



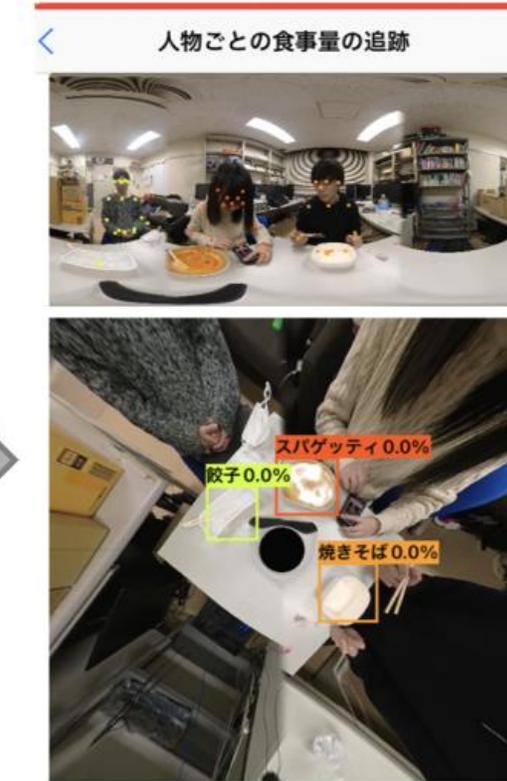
食事結果閲覧

(b)



食事結果閲覧

(c)



食事結果閲覧

(d)

# 使用例：食事後

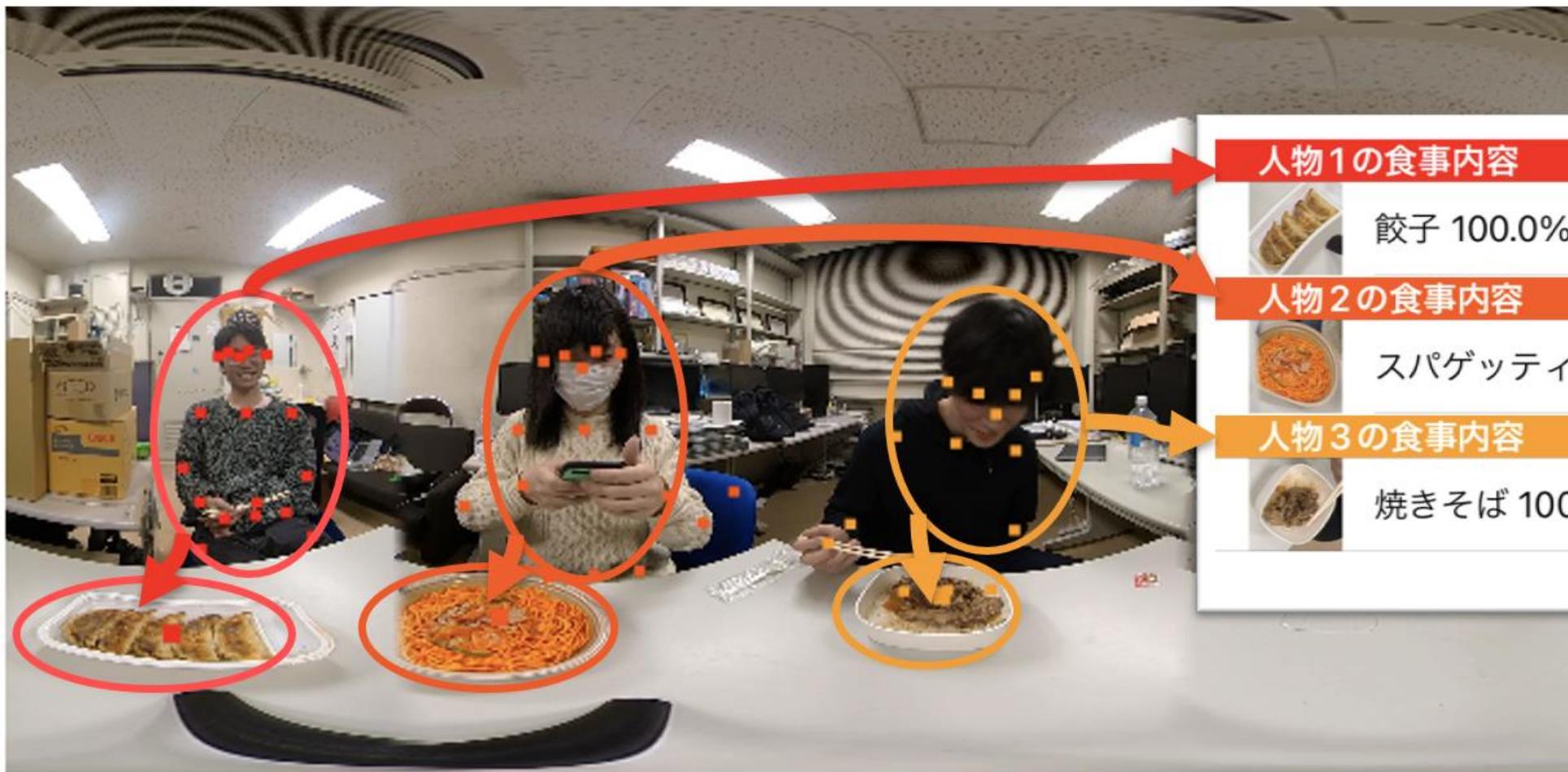


(a)



(b)

# 使用例：食事と人物の対応



## 人物1の食事内容



餃子 100.0% 675.1kcal

## 人物2の食事内容



スパゲッティ 100.0%

## 人物3の食事内容



焼きそば 100.0% 384.0kcal

デモ



決定

規定の基準を使う

## 料理物体検出

麻婆豆腐, 寿司など分かりやすいものはしっかり検出されているが, ごはんなどはあまり検出されなかった.

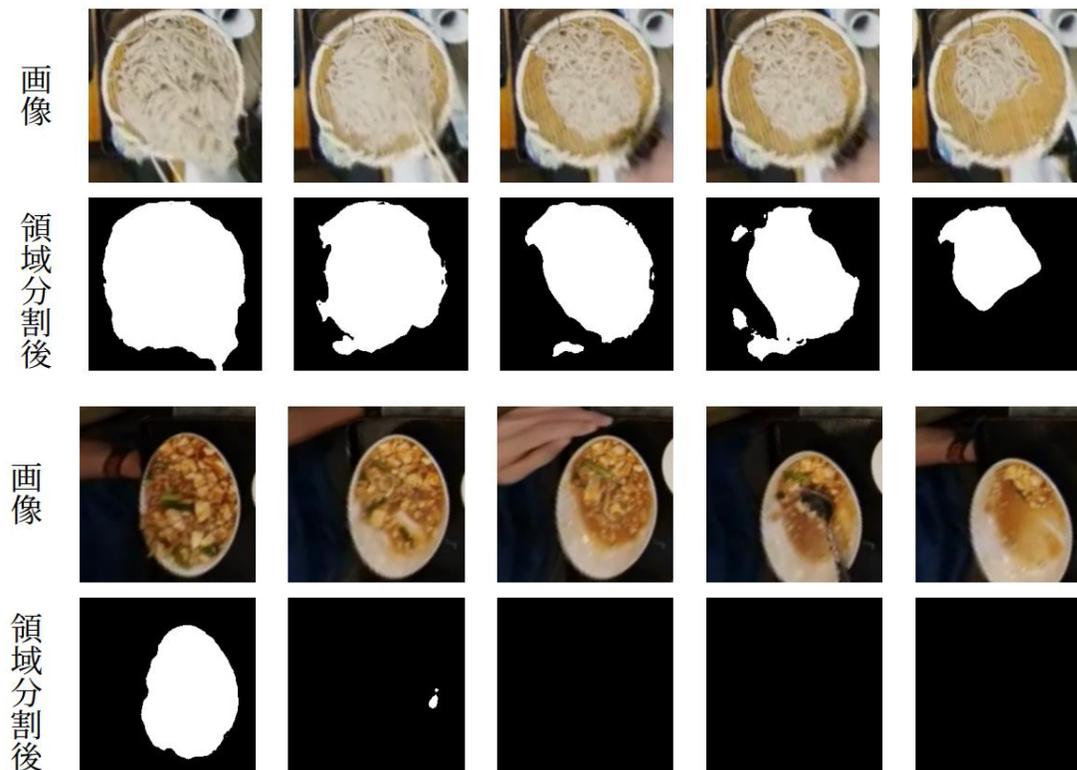


## カロリー量推定誤差

料理名	CalorieCam	提案手法
鶏の唐揚げ	121.2	328.3
コロッケ	29.8	69.1
酢豚	492.9	952.9

ほとんどの測定において提案手法は測定カロリー量が上振れしていた

## 食事途中の料理画像に対する領域分割



カテゴリによっては少し欠けるだけで正しく領域分割できなくなる

# まとめ

- 全方位カメラとスマートフォンを用いた食卓全体の食事認識アプリケーション「CalorieCam360」を提案した
- 実験により、実際にアプリケーションが正しく動作することを示し、同時に改善点も特定した。
- 今後の課題は各段階のモデルの改良、顔検出による人物追跡、物体追跡による料理物体の追跡などの実装による使いやすさの向上など。

