

2022/01/31 修士論文発表会

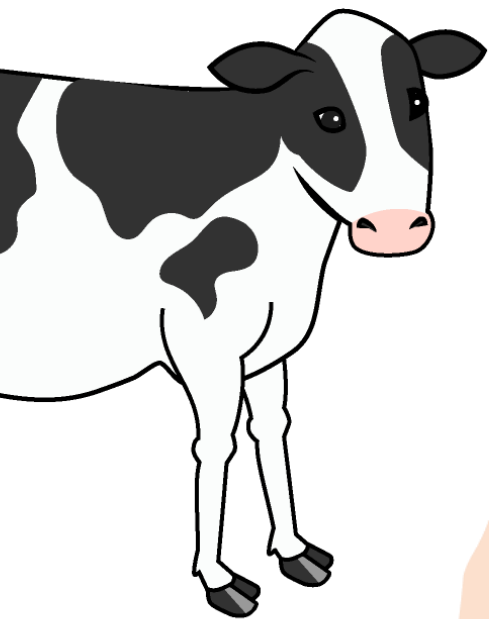
# CowFindAR : 牛顔個体識別を用いたモバイル端末向け 管理情報提示システム

宮崎大学 大学院 工学研究科 工学専攻  
機械・情報系コース 情報システム工学分野

T2003258 兒玉光平

指導教員：椋木雅之

# 研究概要



AR

深層学習



物体検出



CowFindAR

# 研究背景

- ◆ 畜産農業従事者の間では、牛白血病など感染症の病原体を持つ牛個体の管理が問題となっている



# Farmnote Cloud<sub>[1]</sub>

## ◆ 牛群管理システム

手作業で入力

The screenshot shows a web form for entering individual identification numbers. The title is "画像 アップロード 個体識別番号入力". The form includes the following fields:

- 個体識別番号\*: 1234560000
- 耳標番号: 6000
- 名前: 太郎
- 耳標カラー: 黄色

文字情報のみで出力

The screenshot shows a list of cows and their details. The table has two columns: "送" (Send) and "個体の内容" (Content of the individual). The data is as follows:

送	個体の内容
2頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	乳用子牛   25
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	初乳牛   5
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	初乳牛(分娩期)   1
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	搾乳牛   35
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	初乳牛   13
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	肉用子牛   50
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	肥育牛(雌)   1
1頭 - サポートさんが人工授精を実施しました。	肥育牛(雄)   1

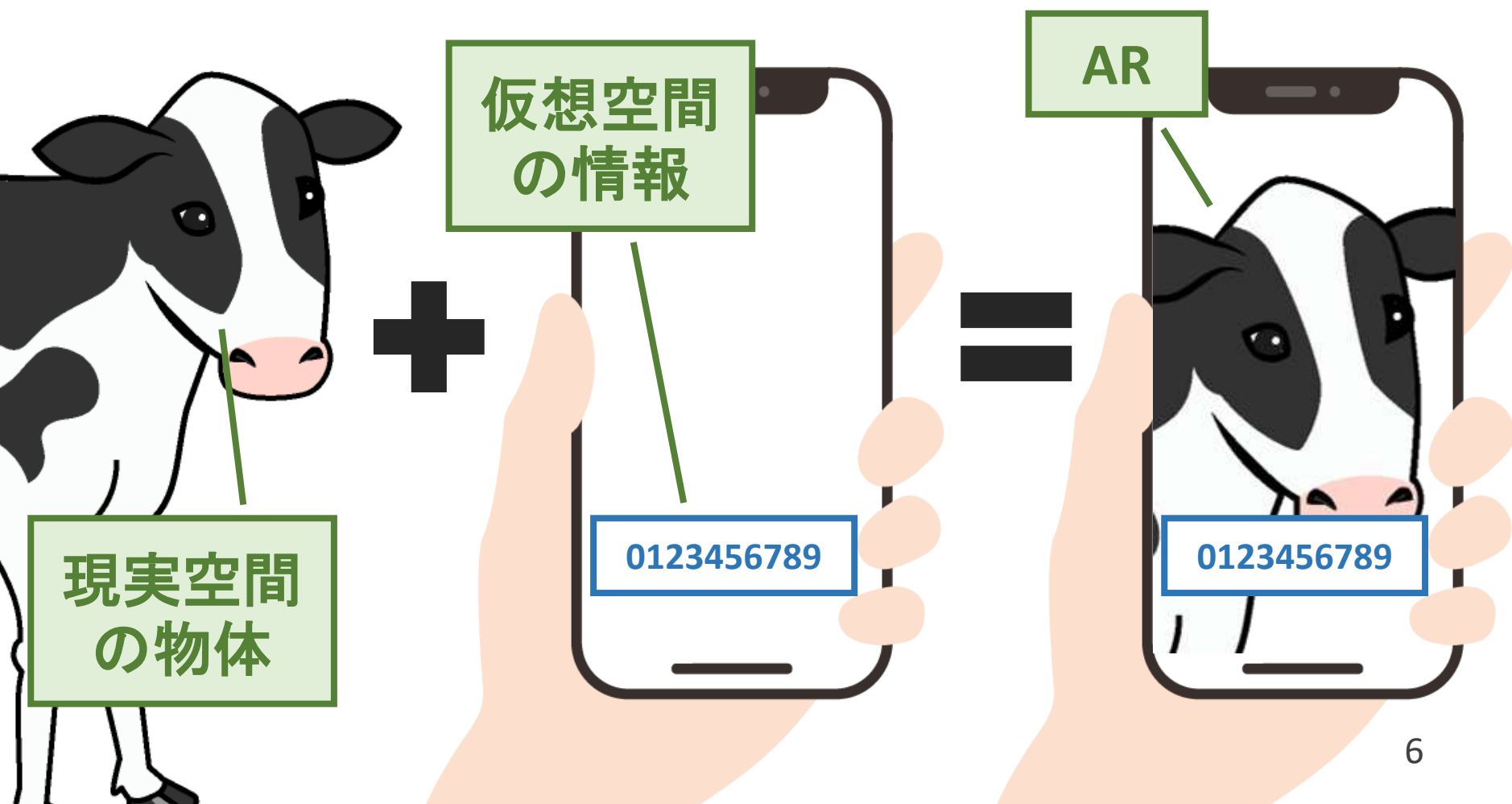
# 入力支援の手法

- ◆ 従来：耳標から識別する
- ◆ 本研究：牛顔から識別する



# ARを用いた情報提示

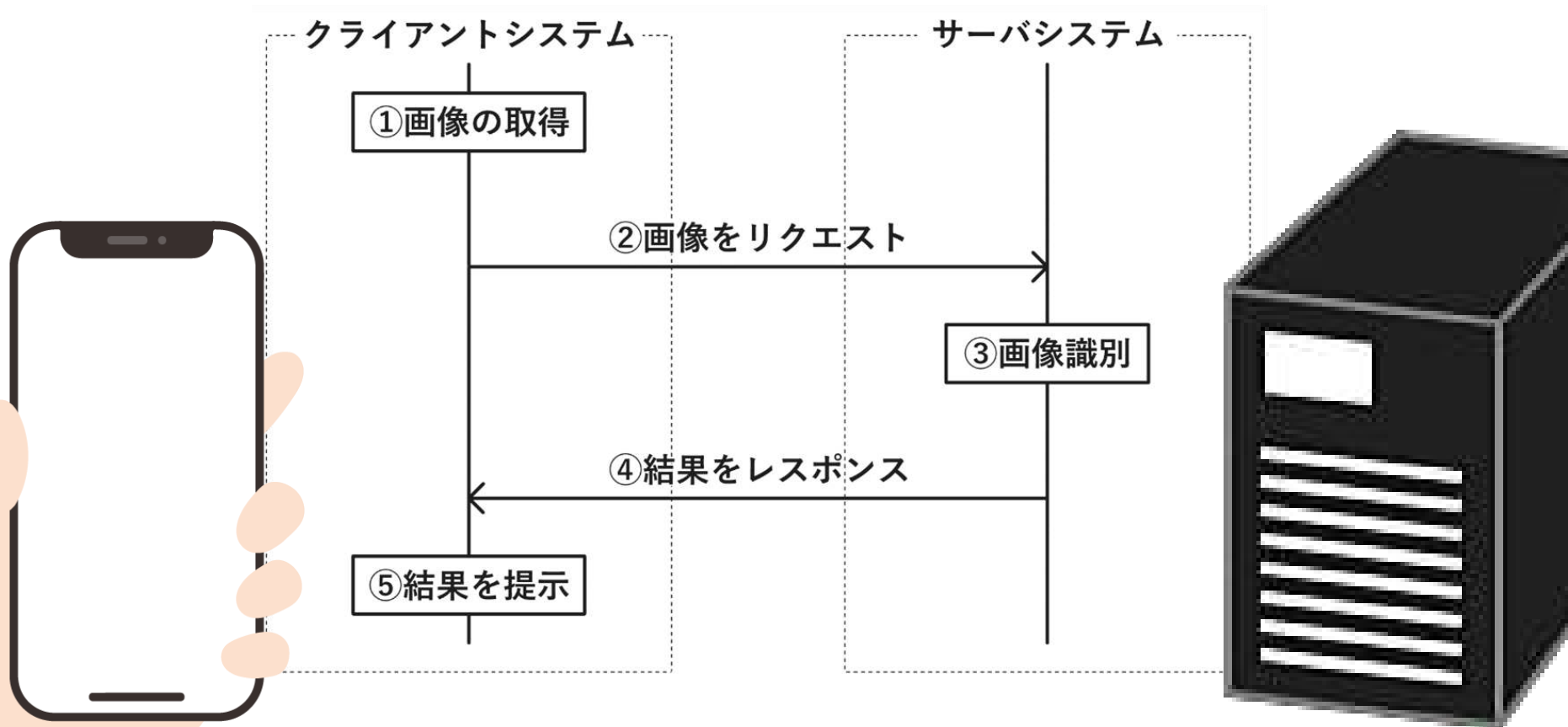
- ◆ ARで直感的に情報提示をサポートする



# 提案手法：CowFindAR

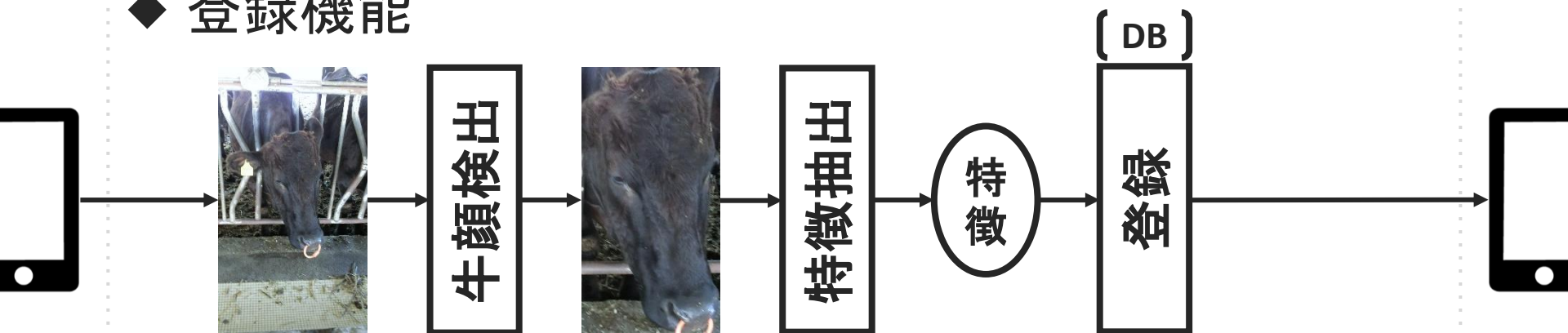
Cow Face individual identification AR

## ◆ 牛個体の管理をサポートするシステム

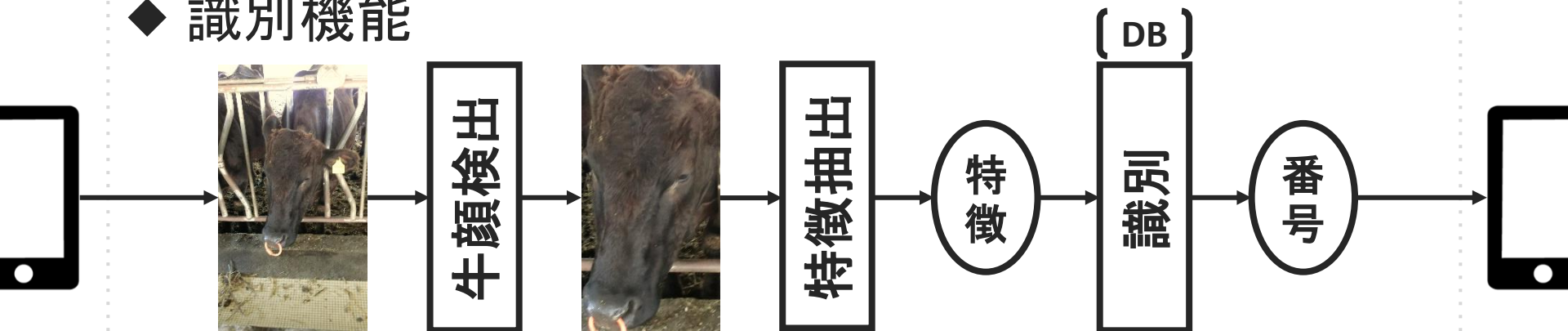


# サーバシステム

## ◆ 登録機能

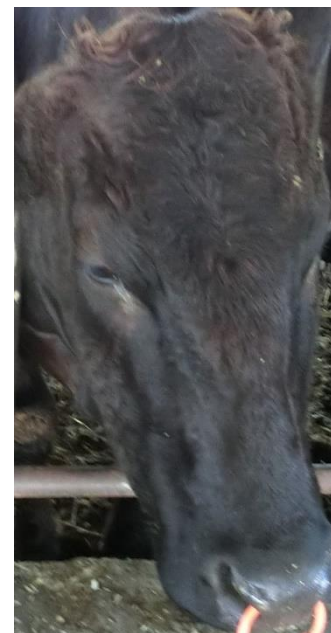
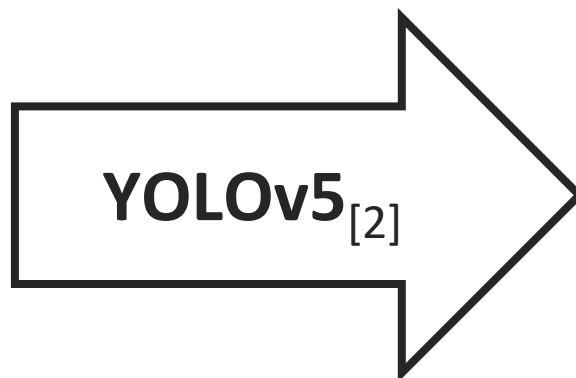
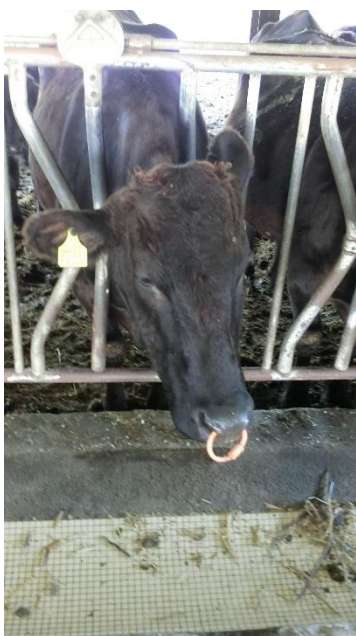


## ◆ 識別機能





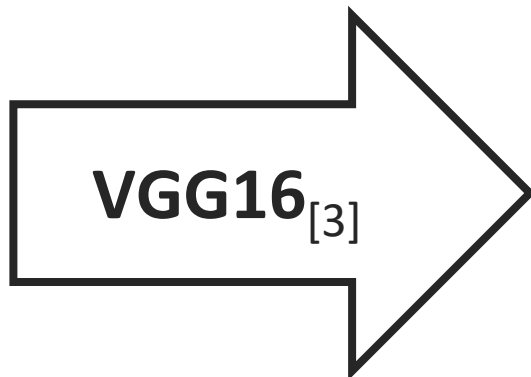
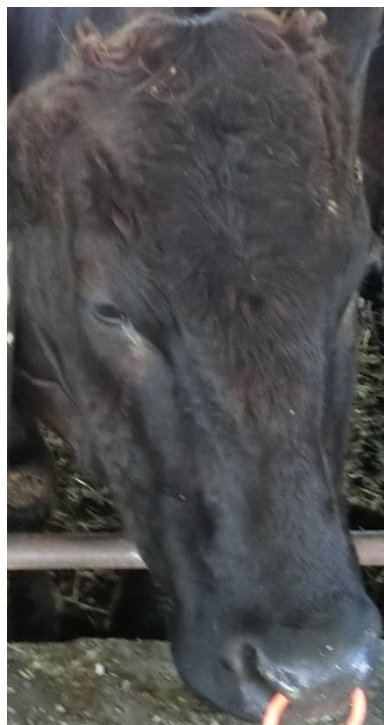
# 牛顔検出・切り出し



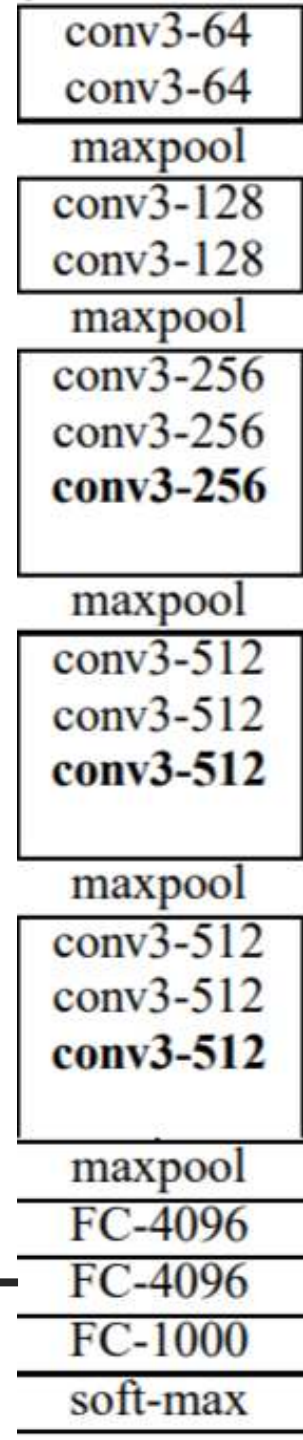
座標

- ◆ オリジナルデータセットで牛顔検出用の学習済みモデルを作成
  - 牛全体と牛顔を含む約**6000**枚のデータセット

# 特徴抽出



特徴

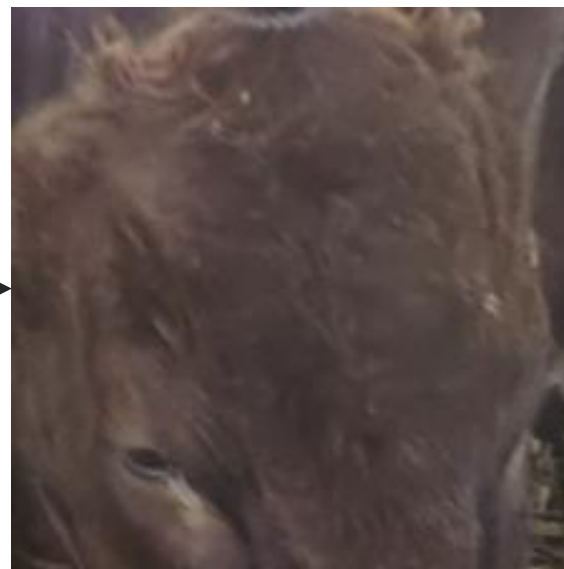
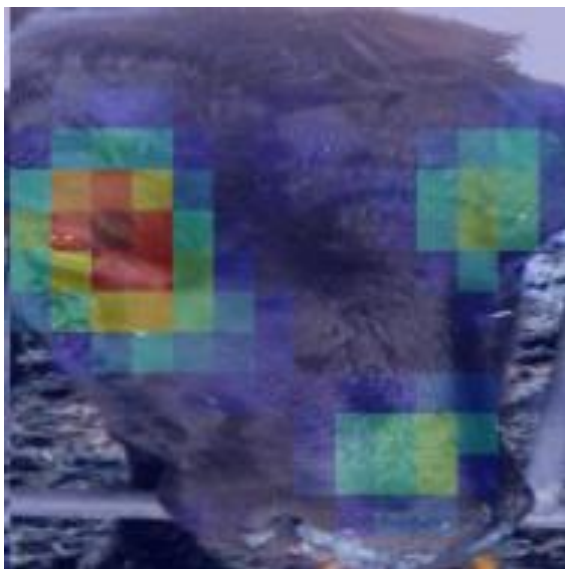


- ◆ 牛顔切り出し画像から4096次元の特徴ベクトルを取得

特徴

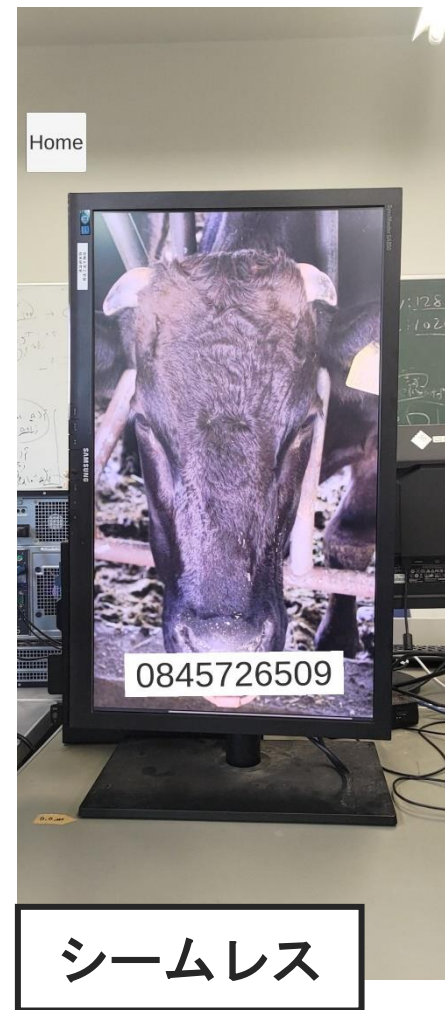
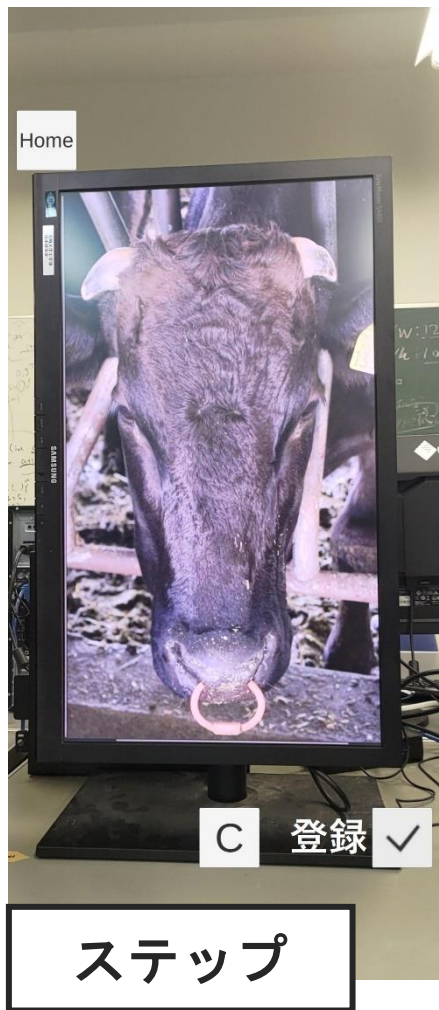
# 特徴抽出

- ◆ VGG16への入力は $224 \times 224 \times 3$
- ◆ VGG16は赤い部分に注目
  - 高宗の研究<sub>[4]</sub>の、ヒートマップによる分析より
- ◆ 画像の上半分のみを切り取ってリサイズする



# クライアントシステム

- ◆ ステップモード
  - 登録/識別機能を使える
- ◆ シームレスモード
  - 識別機能をARで使える



# シームレスモード

- ◆ 自動的に識別リクエスト
- ◆ 牛顔の下部に個体識別番号
- ◆ 仮想空間に「**画像平面**」を定義

ver.0.2

## CowFindAR

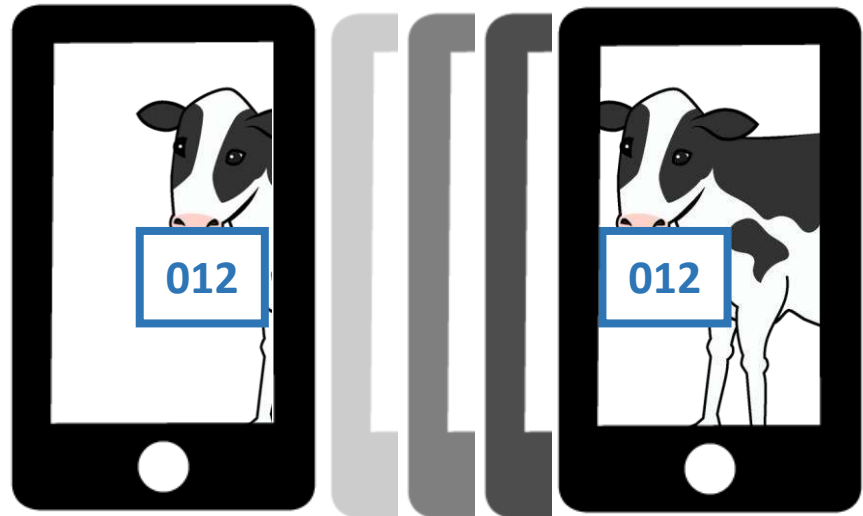
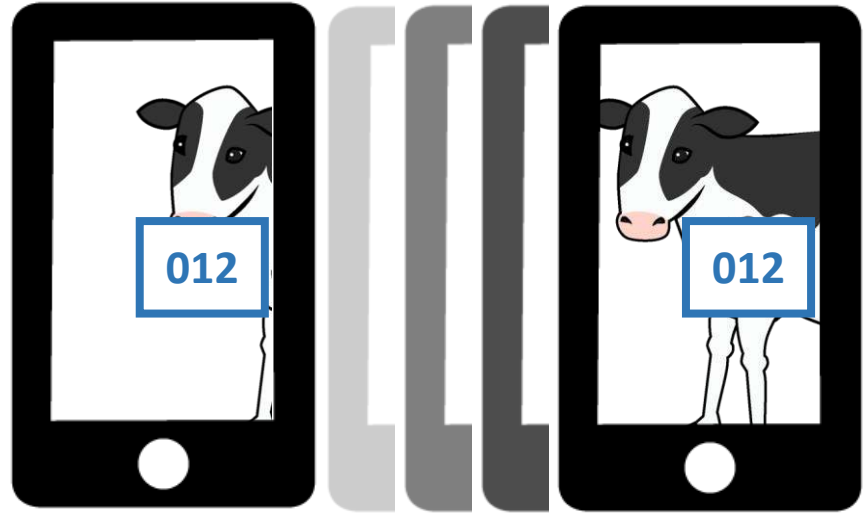
牛顔個体識別 &  
管理情報提示システム

Step Mode

Seamless Mode

How to Use

# 情報配置の違い



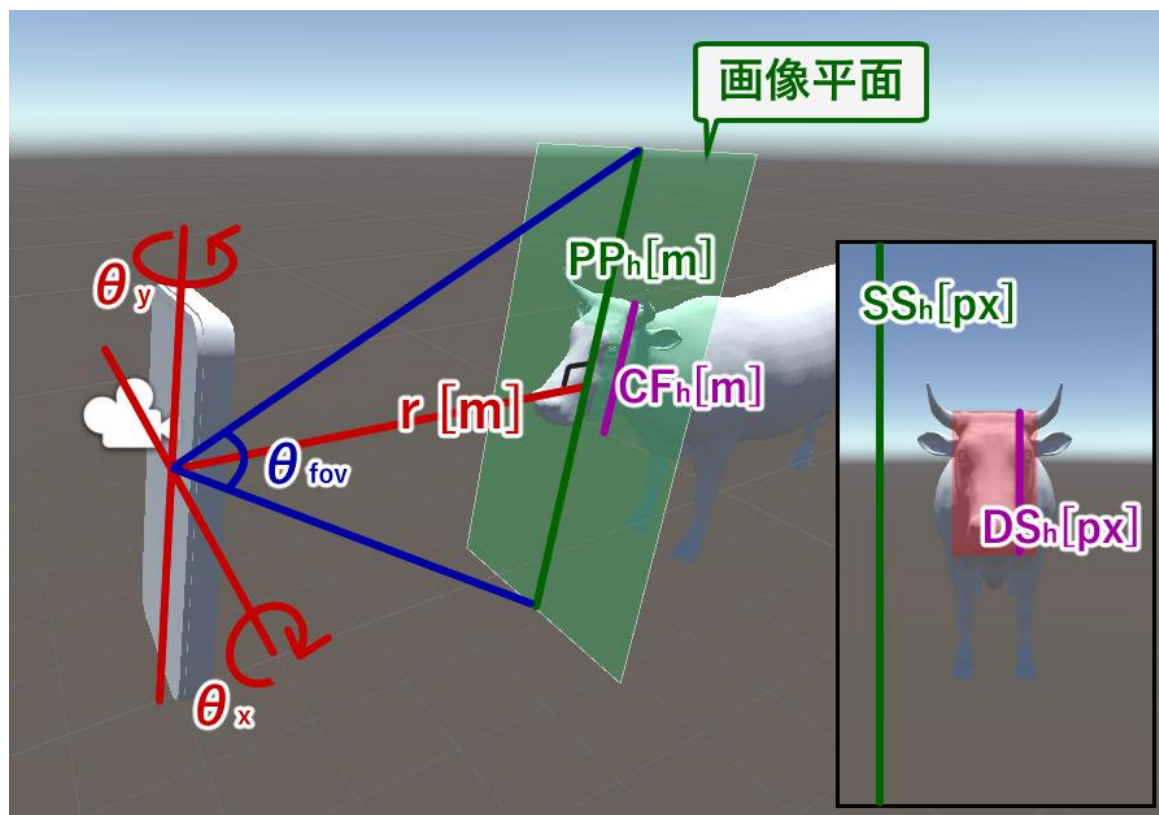


# 画像平面の座標

◆ 「画像平面」  $(r, \theta_x, \theta_y)$

○  $r$  : 未知、 $\theta_x, \theta_y$  : 既知

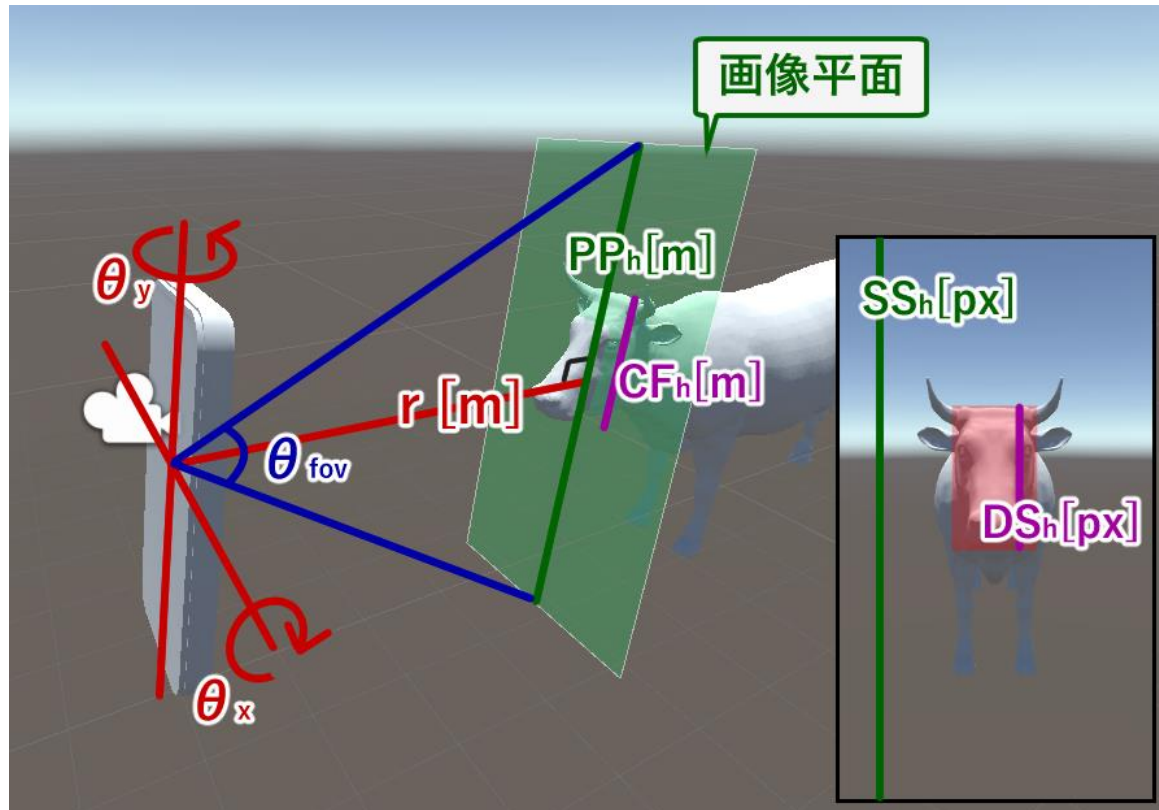
◆  $\theta_{fov}$  :  $60^\circ$



# rの推定

◆  $CF_h : PP_h = DS_h : SS_h$   
現実空間      撮影画像

◆  $CF_h = 0.5m$





# システム性能評価

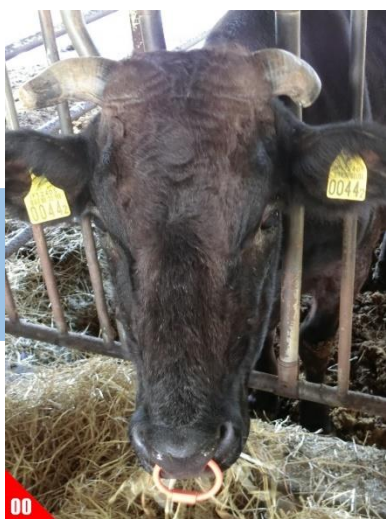
## ◆ サーバシステム

- YOLOv5による牛顔検出性能
- VGG16+SVMによる牛個体識別性能
- レスポンスタイム

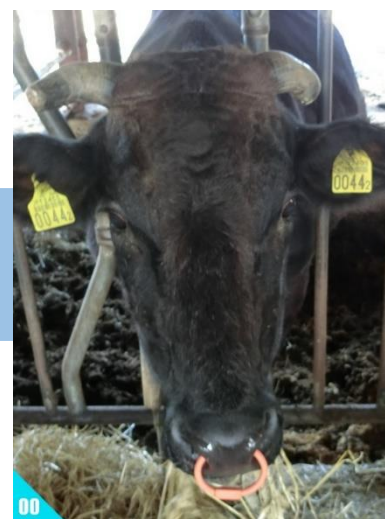
## ◆ クライアントシステム

- ARによる情報提示の位置合わせ性能

# サーバ性能評価：実験手順



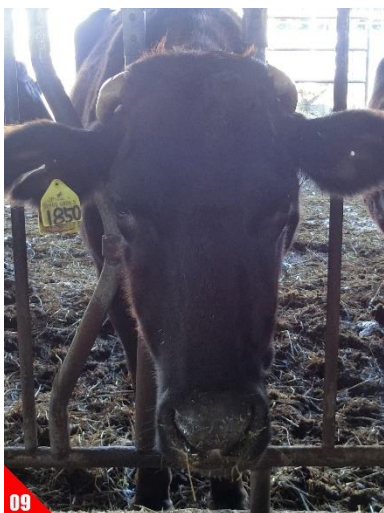
登録用画像：27頭x1枚  
→すべて登録



識別用画像：27頭x1枚  
→すべて識別

# 検出結果・考察

- ◆ 48/54枚が正面からの撮影で検出成功
- ◆ 09と11は別の角度で検出成功
- ◆ 13は検出不可能



- ◆ 牛顔画像が暗くなると検出性能が低下

# 識別結果・考察

- ◆ 提案手法：スマートフォンで牛顔を撮影
- ◆ 比較対象：識別器に牛顔切り出し画像を直接入力

提案手法	識別器へ直接
<b>14</b> /26 (53.8%)	<b>16</b> /26 (61.5%)

- ◆ 性能に大差はない
- ◆ 登録枚数を増やすことで性能向上

# レスポンスタイム

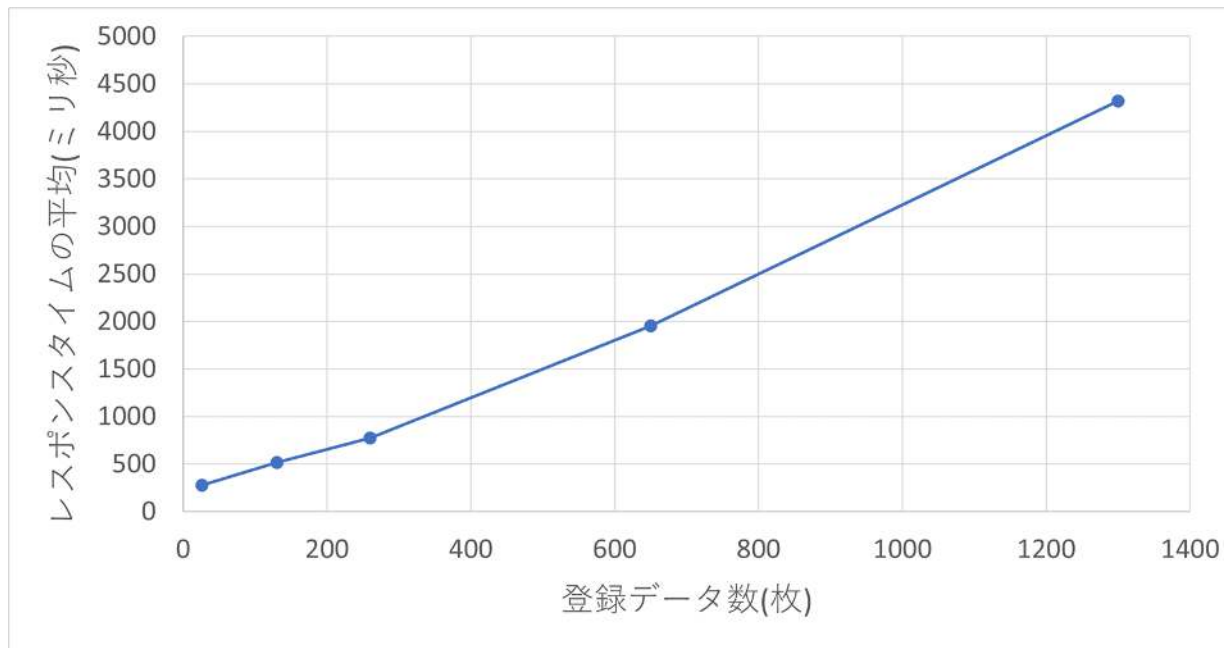
## ◆ 牛顔検出の有無により場合分け

検出あり	検出なし
<b>279</b> ミリ秒	<b>183</b> ミリ秒

## ◆ 26頭で1頭あたり1枚の登録：識別に約100ミリ秒

# レスポンスタイム

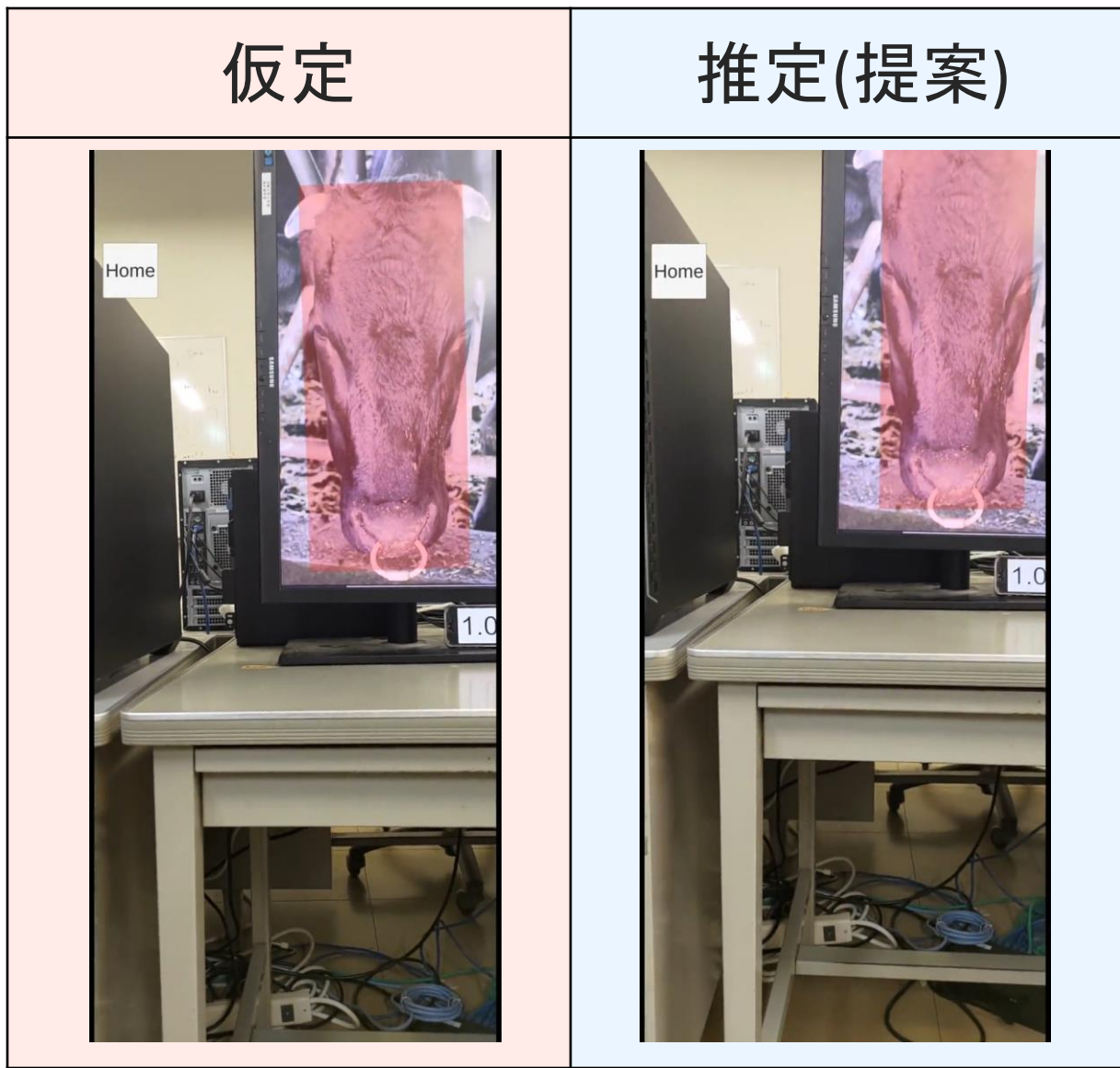
## ◆ 登録枚数の増加に伴うレスポンスタイムの推移



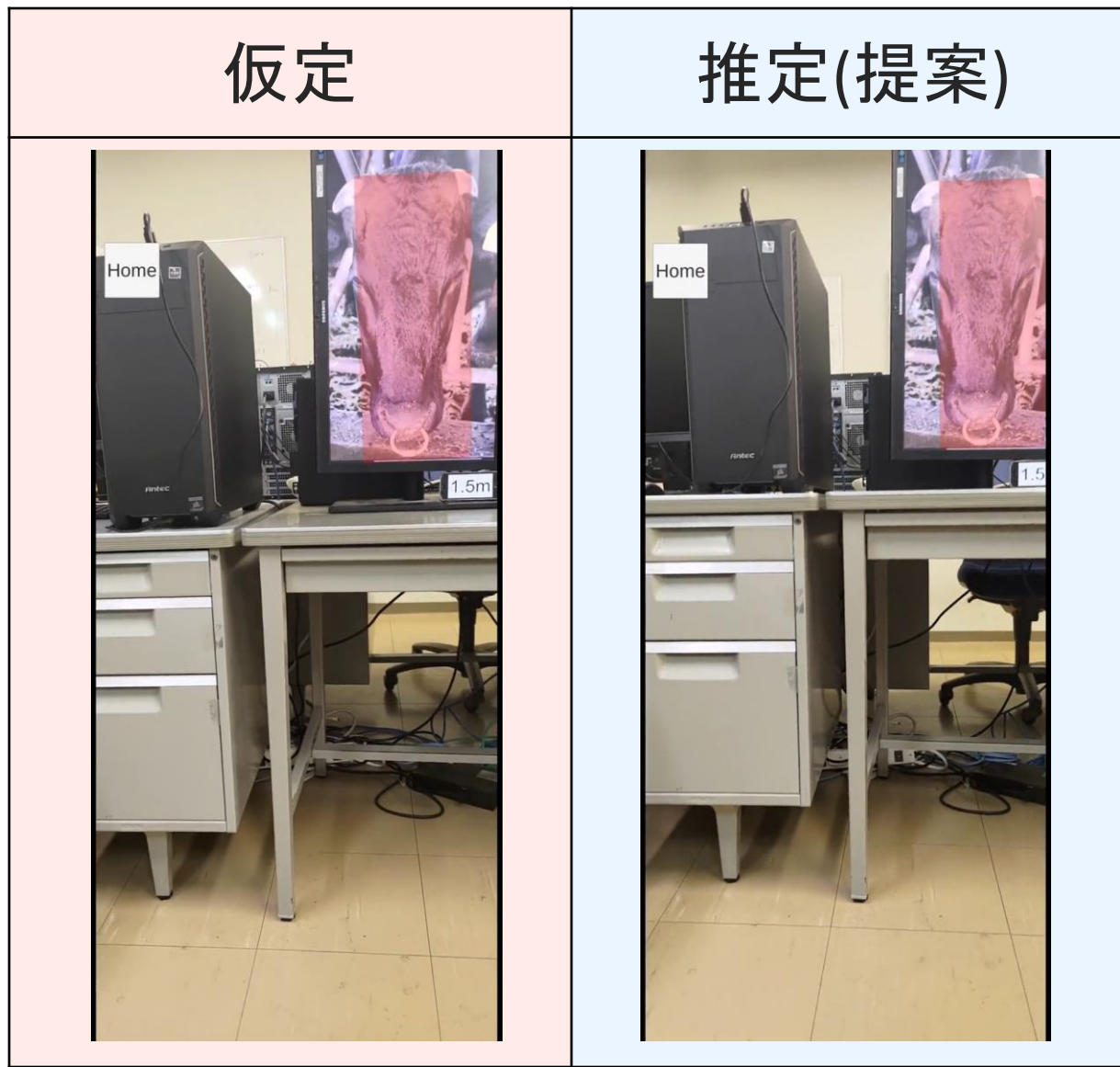
## ◆ 2次関数的に増加する

## ◆ 識別精度と処理速度がトレードオフの関係になる

# 位置合わせ性能( $r=1m$ )



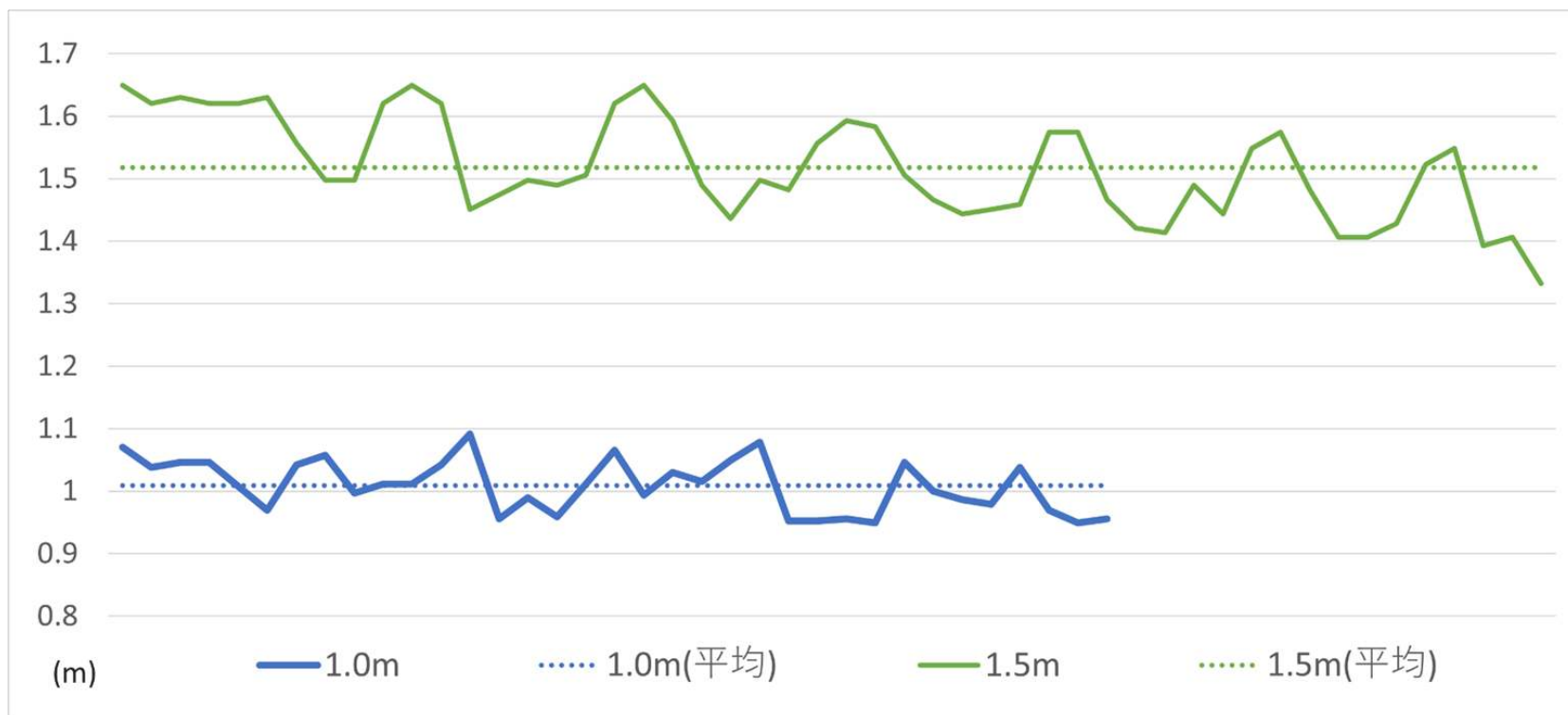
# 位置合わせ性能評価実験(1.5m)





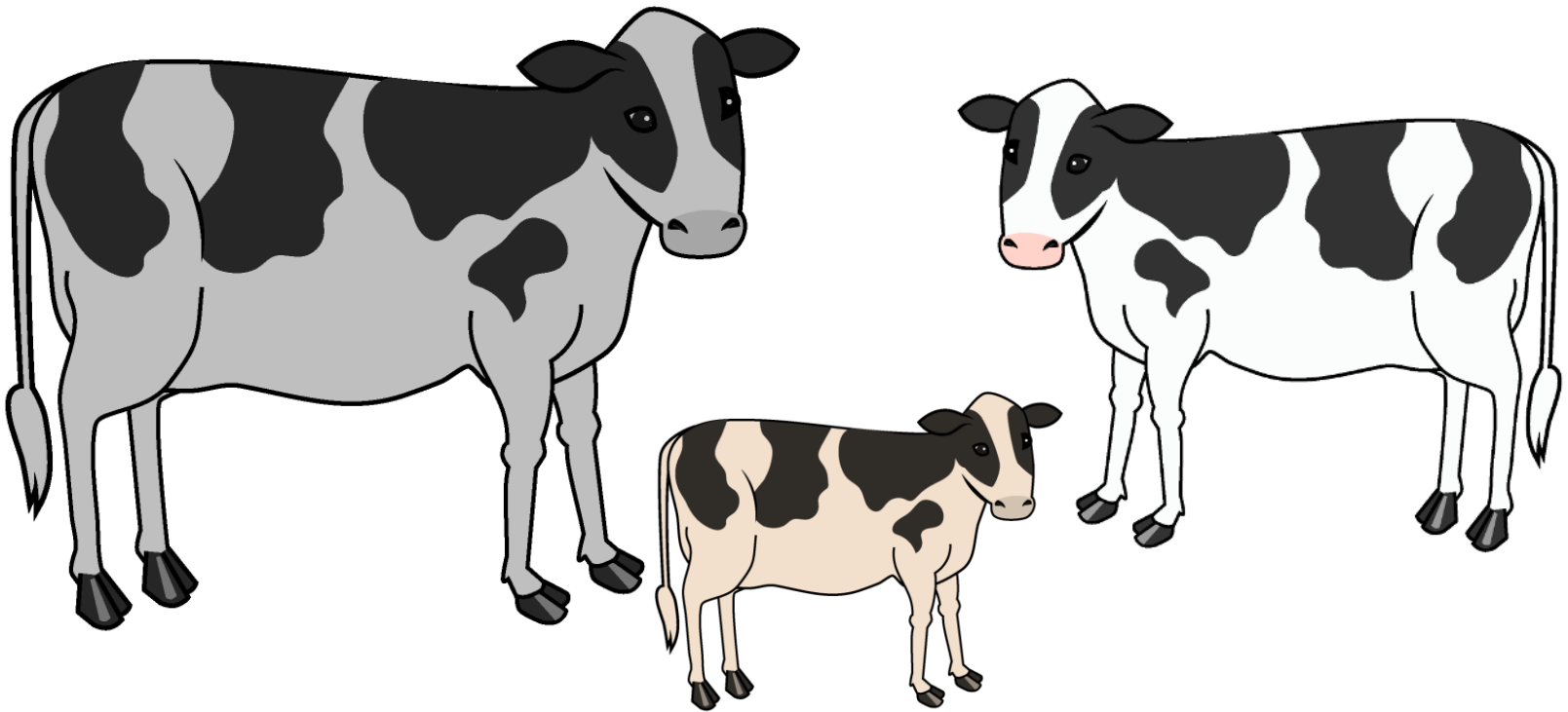
# 位置合わせ結果のグラフ

## ◆ 距離 $r$ の推定結果



# 考察

- ◆ 距離の推定は効果的である
- ◆ 個体差によっては正確な推定ができない可能性



# まとめ

モバイル端末で撮影した牛顔画像から...

- ◆ 深層学習を用いて牛個体を識別
- ◆ ユーザに対するARでの直感的な情報の提示

# 今後の課題

- ◆ 牛専用の特徴ベクトル抽出ネットワークの開発
- ◆ 牛顔とスマートフォンの距離推定精度の向上
- ◆ 登録件数が増えた際の識別処理の高速化
- ◆ 牛以外の畜産動物での利用
- ◆ CowFindARの畜産農業施設での運用

# 参考文献

[1]株式会社ファームノート, “クラウド牛群管理システム「Farmnote Cloud」”, <https://farmnote.jp/cloud/>

[2] Glenn Jocher, “YOLOv5”, <https://github.com/ultralytics/yolov5>

[3] Karen Simonyan, Andrew Zisserman, “Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition”, arXiv:1409.1556, 2014

[4]高宗 伸幸, “牛の正面顔画像による個体識別における転移学習の有効性評価”, 宮崎大学工学部情報システム工学科 卒業論文, 2020