

# ICTを活用した牛のモニタリングシステムの 開発に関する研究

研究代表者名 : THI THI ZIN (宮崎大学)

研究分担者 : 小林 郁雄、椎屋 和久、PYKE TIN、堀井 洋一郎 (宮崎大学)  
濱 裕光 (大阪市立大学)

研究開発期間 : フェーズ I : 平成29年度

フェーズ II : 平成30年度～平成31年度(予定)

This work is supported in part by **SCOPE: Strategic Information and Communications R&D Promotion Program** under Grant No. 172310006.



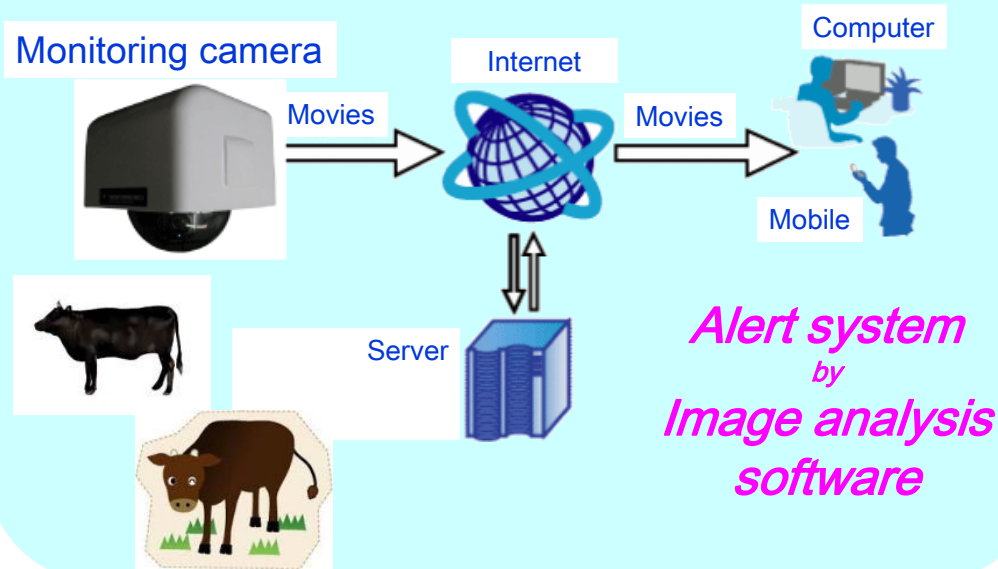
人の監視・見守りの分野で開発された  
非接触・非侵襲センサ情報のアルゴリ  
ズム解析を独自の手法で応用



生産者の負担を大幅に軽減しながら家  
畜の異常を24時間監視できるシステム  
を開発



## The system which we are developing

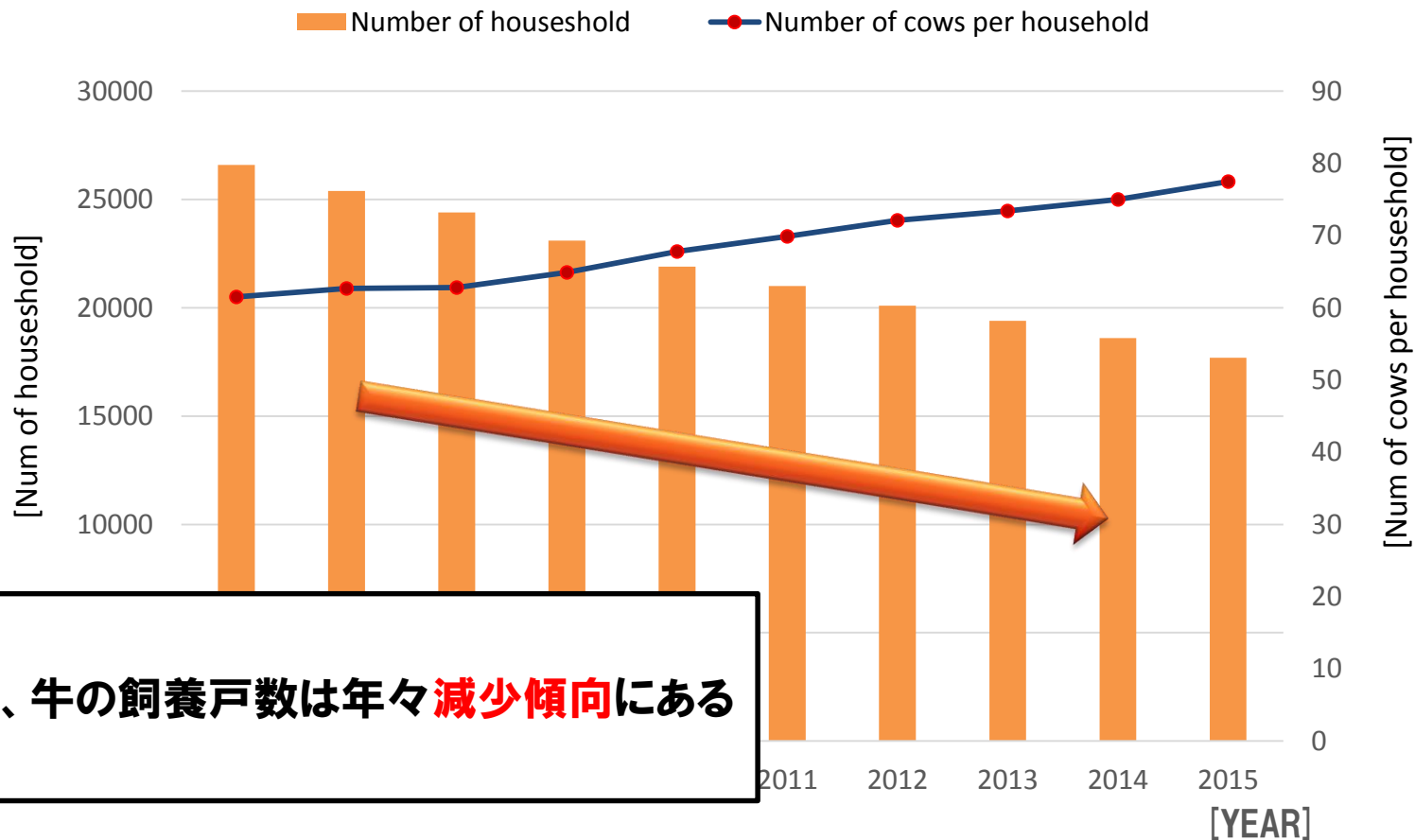


牛の行動を撮影したカメラ映像を中心に用いて解析し、その行動パターンから

- 牛の発情徴候を自動的に検知
- 分娩の様子を時間経過に沿って見守り、異常がないかを判断

必要に応じて介助タイミングを知らせる、牛の監視・見守りシステムの構築に必要な要素技術の開発を目指す。

# 背景

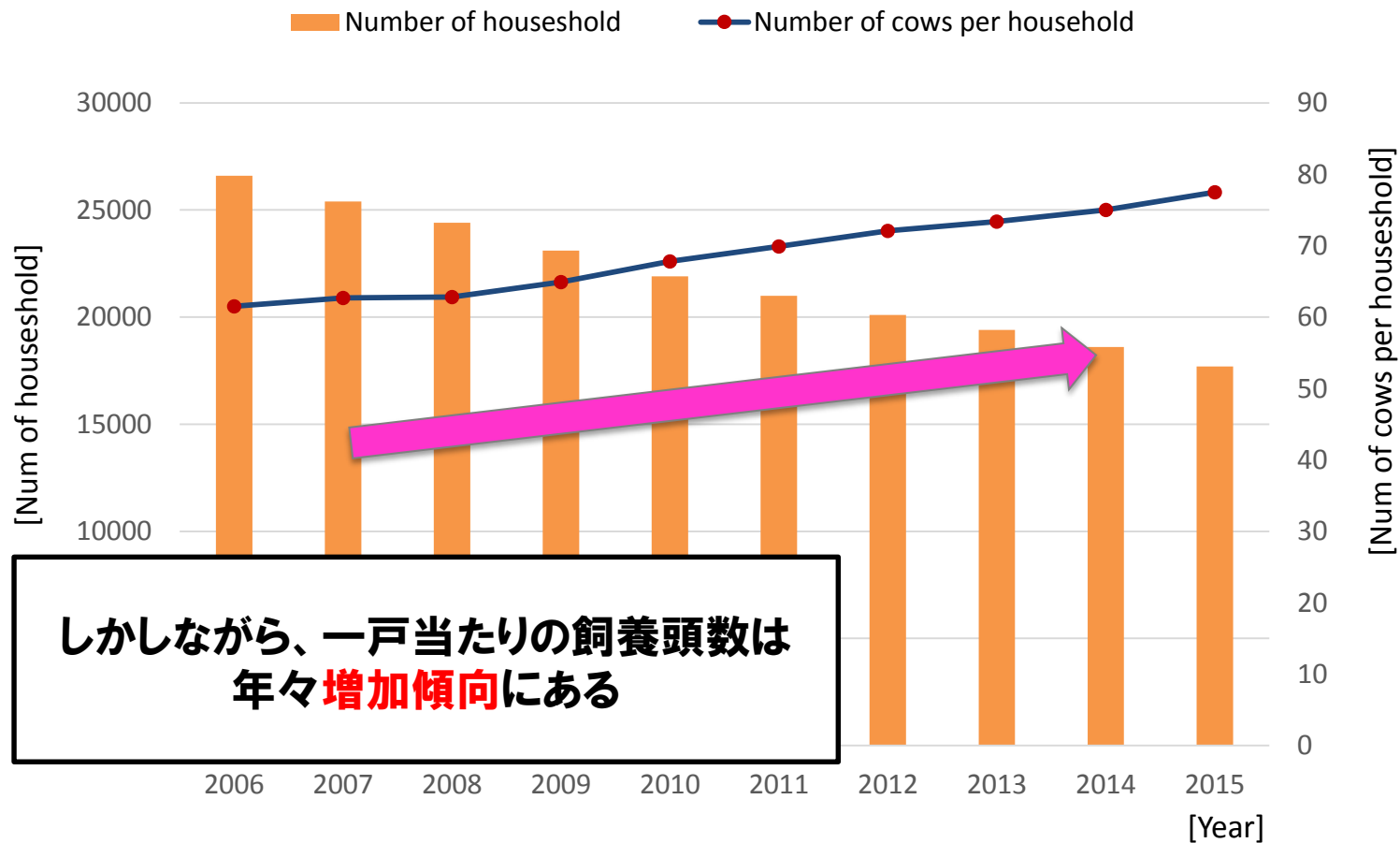


畜産統計 (2016年3月27日現在)

「出典」

[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/pdf/tikusan\\_15.pdf](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/pdf/tikusan_15.pdf)

# 背景



しかしながら、一戸当たりの飼養頭数は  
年々**増加傾向**にある

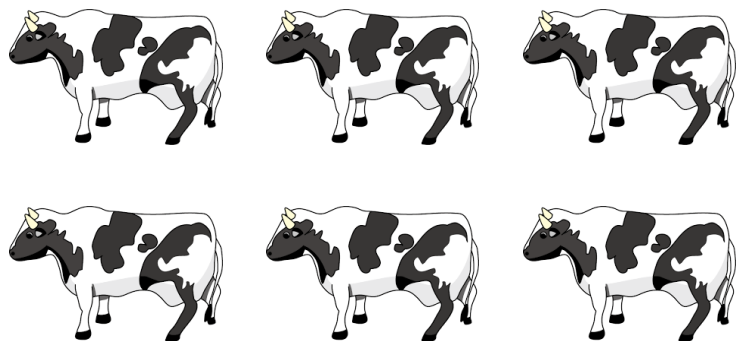
畜産統計 (2016年3月27日現在)

「出典」

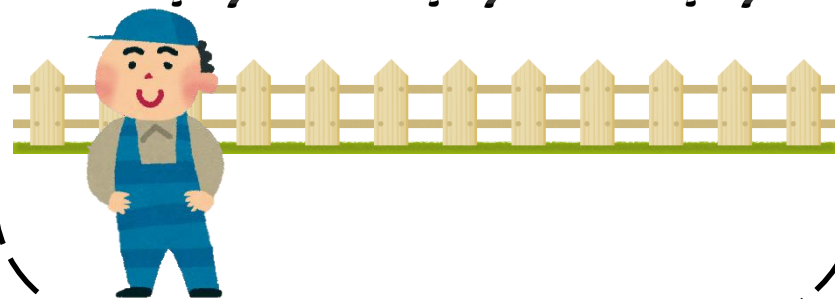
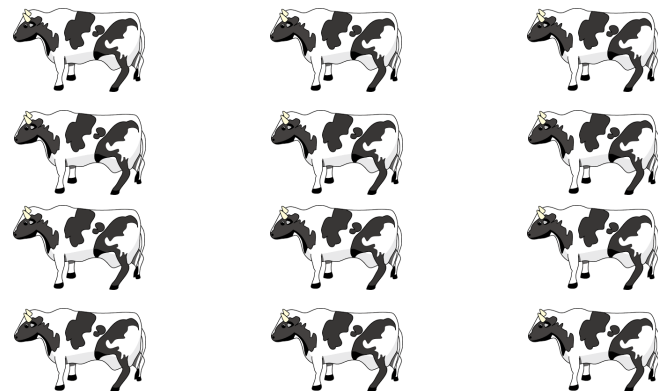
[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/pdf/tikusan\\_15.pdf](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/pdf/tikusan_15.pdf)

# 背景

過去



現在



畜産農家の負担は増加してきている

# 画像処理技術と非接触センサを用いた 牛の監視・見守りシステムの構築

## 牛の発情検知

測域センサからのイメージ



ビデオからのイメージ



発情検知箇所



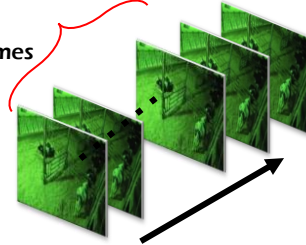
## 分娩イメージ

- ・牛の尻尾が上がっているか
- ・牛が立っているか座っているか
- ・子牛を出産したかどうか
- ・親牛が子牛を舐めているかどうか



ビデオからのイメージ

image frames



## 特徴

- 牛ごとに計測器をつける  
必要がない  
(牛のストレス軽減)
- カメラでの監視が24時  
間可能

## 個体識別イメージ



前景画像



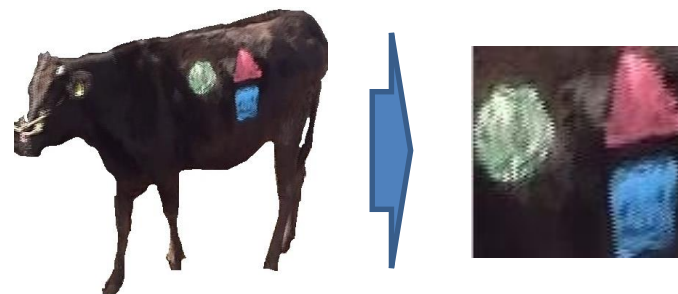
マーク画像



## 発情行動



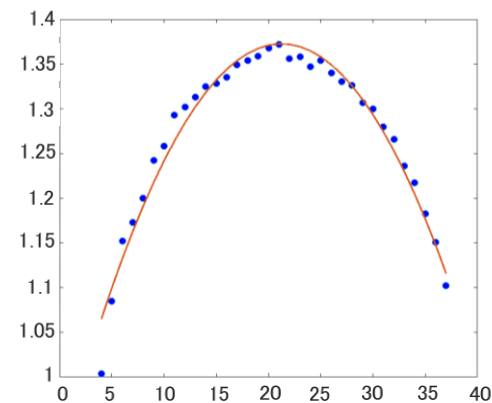
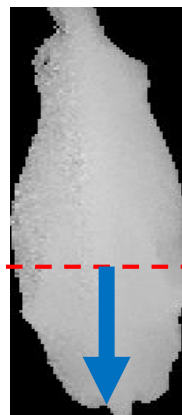
## 個体識別



## 分娩行動



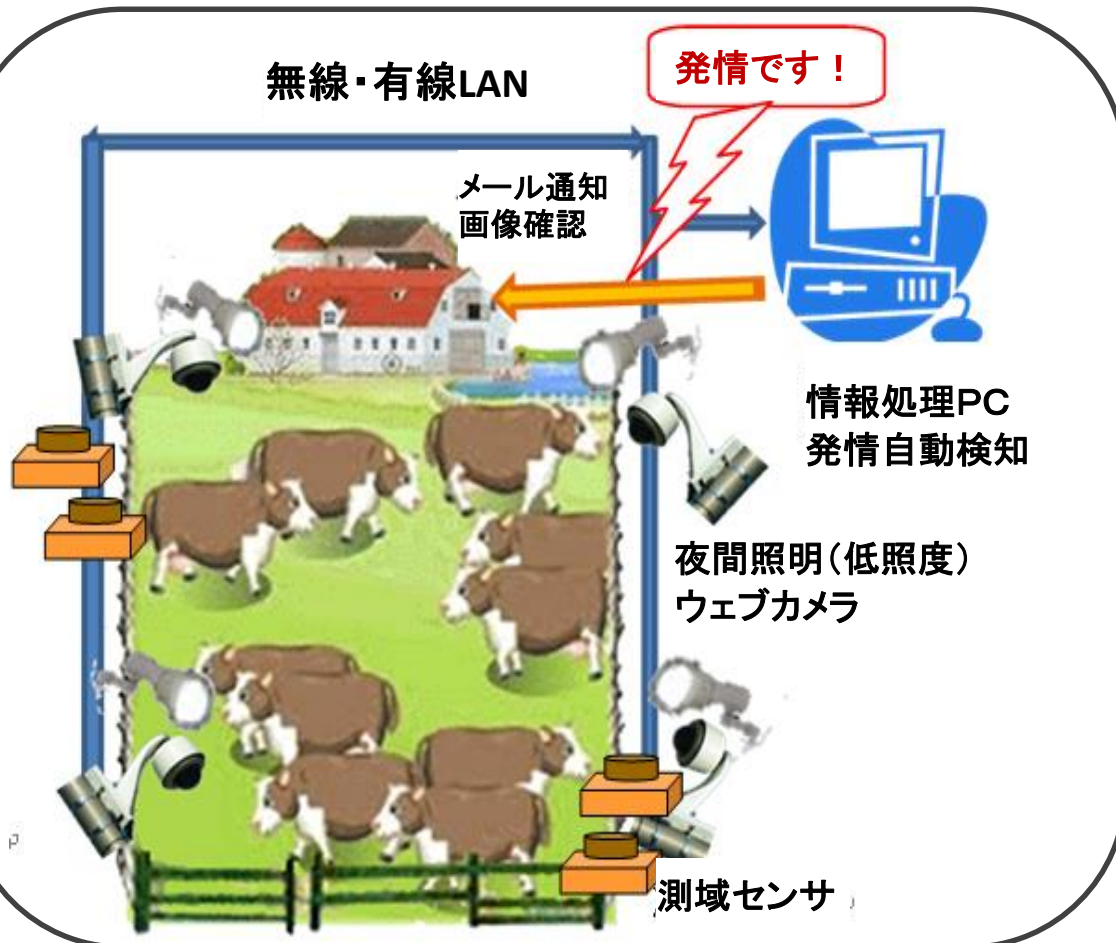
## BCS測定



# 発情行動の検知

## 要素技術

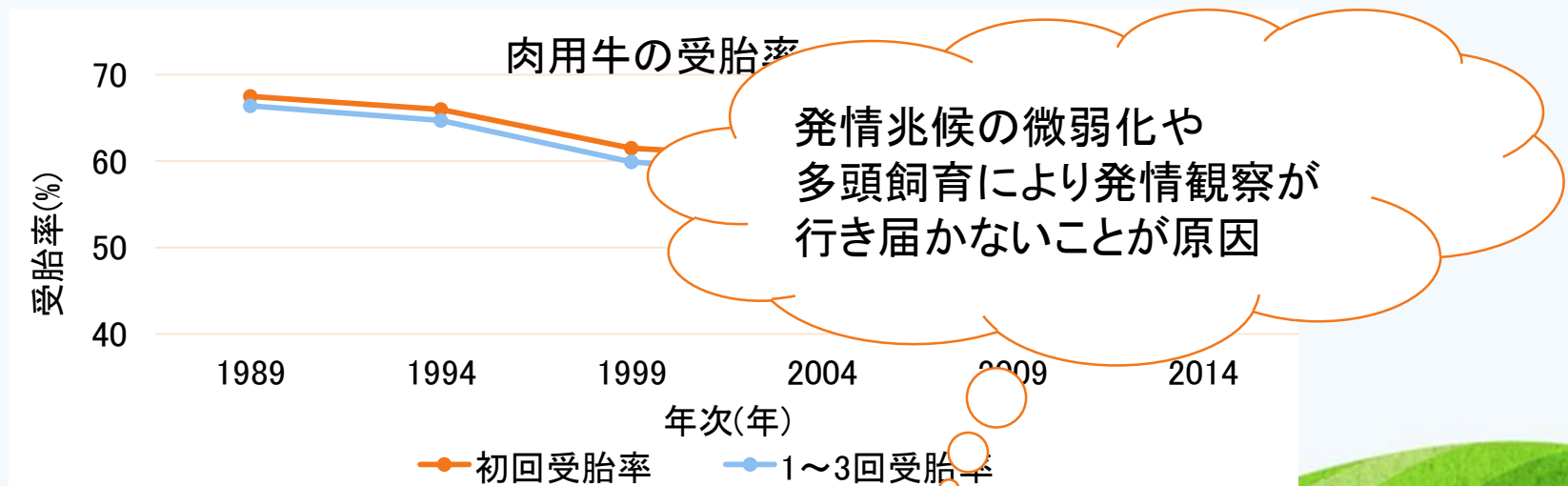
- ① 測域センサーを用いた発情検知
- ② 画像処理を用いた発情検知





# 研究背景

- 農業の分野においても情報通信技術による牛などの家畜の見守りシステムが注目される
- 牛の発情期の検知は出産を管理するために非常に重要
- 発見することで人工授精をするタイミングを見極める
- 発情の検知率は年々減少傾向にある



**発情発見率 : 約70%から約50%に減少!**

# 研究背景

詳しい原因

牛の発情時間帯

発情間隔は  
21日に1回！

1回の時間は  
12時間  
特徴的な行動は  
6時間後

■ 昼間

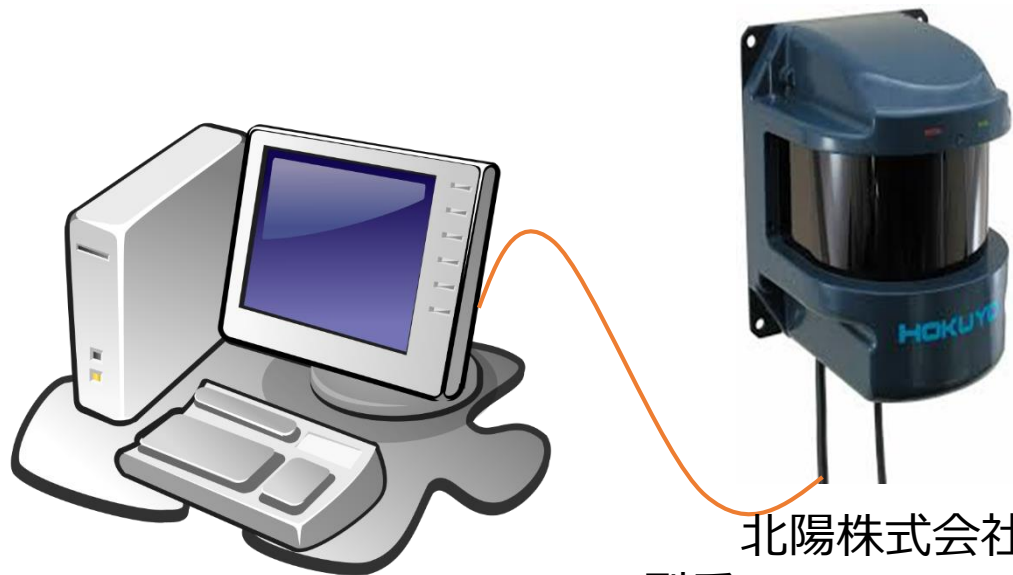
■ 夜間

タイミングを逃すと…

21日後を待たなければならない

# 測域センサを用いた発情行動検知システム

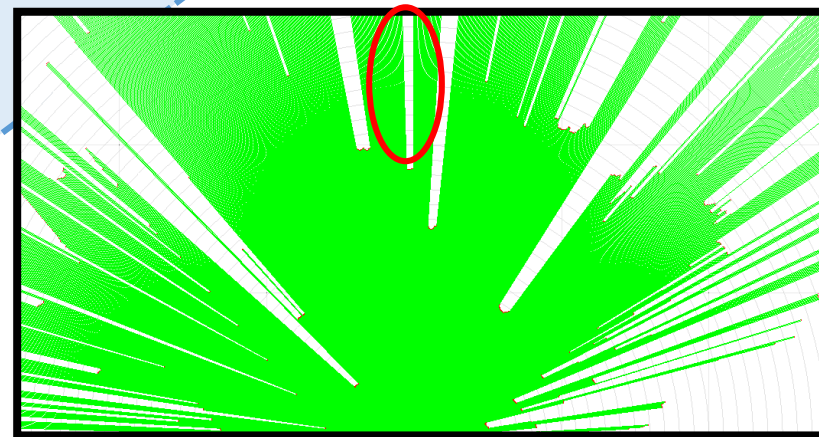
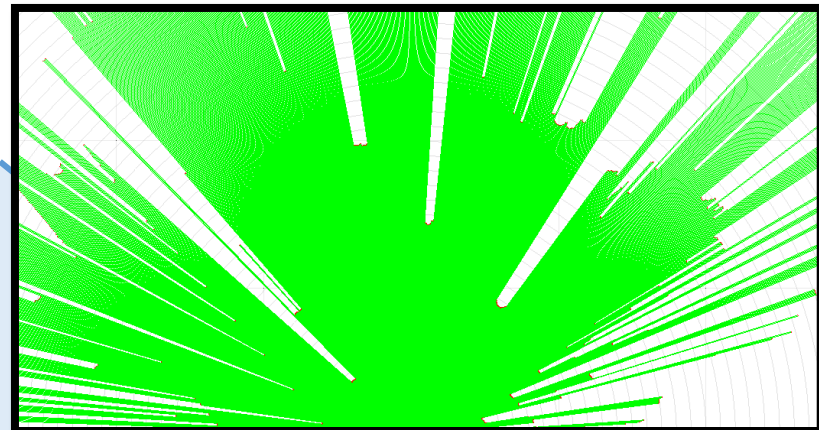
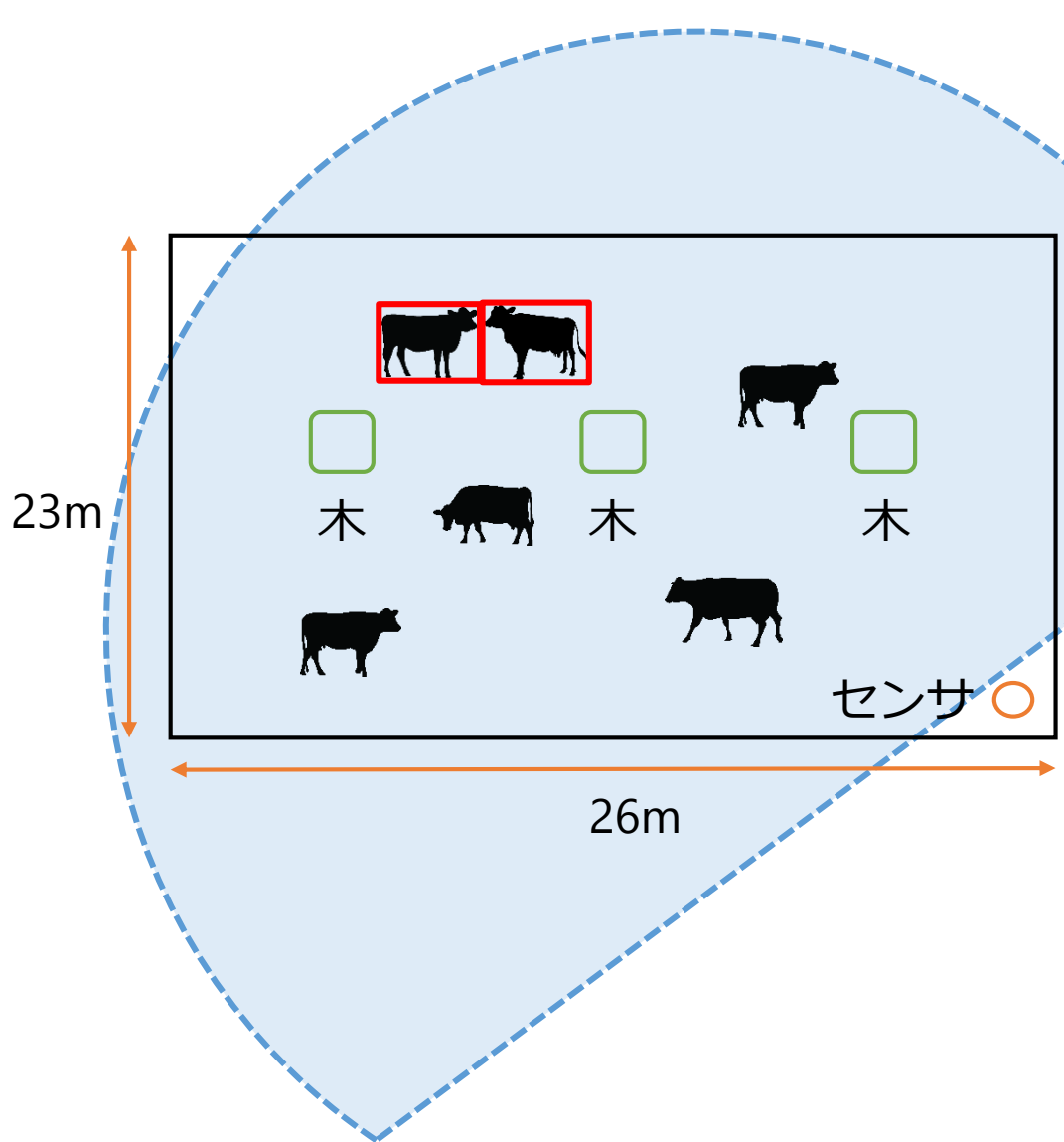
## 測域センサ



北陽株式会社  
型番:UXM-30LXH-EWA  
測定範囲:約30m,0°~190°



# ● データ取得



→エクセルデータに変換



# 実験場所



## 住吉フィールド

横：約26m

縦：約23m

繁殖母牛：約60頭

子牛：約70頭

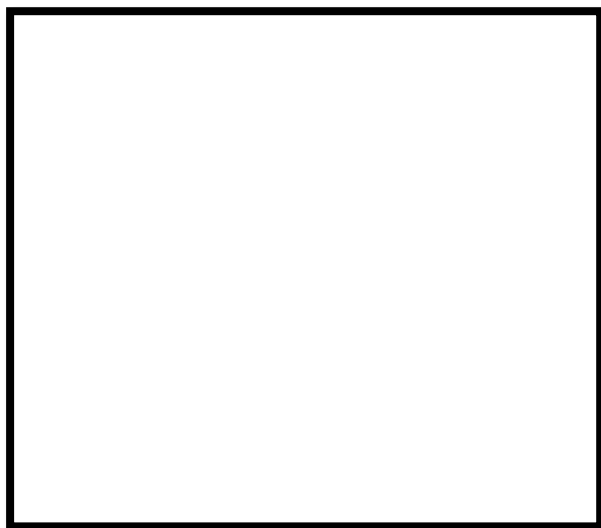
昼：放牧

夜：繁殖牛舎



# ・実験及び結果

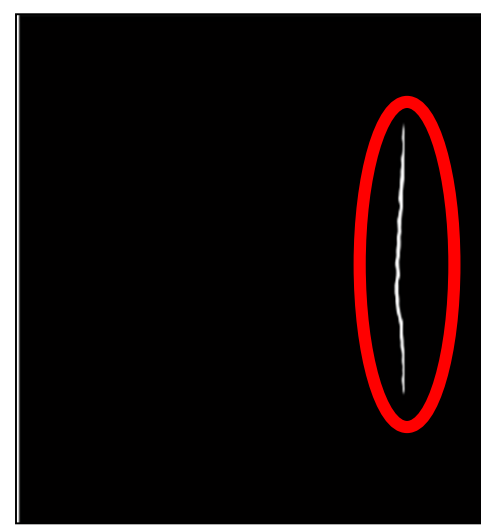
2016/1/20のデータ フレーム番号:2 マウンティング



カメラからの動画像



センサデータ

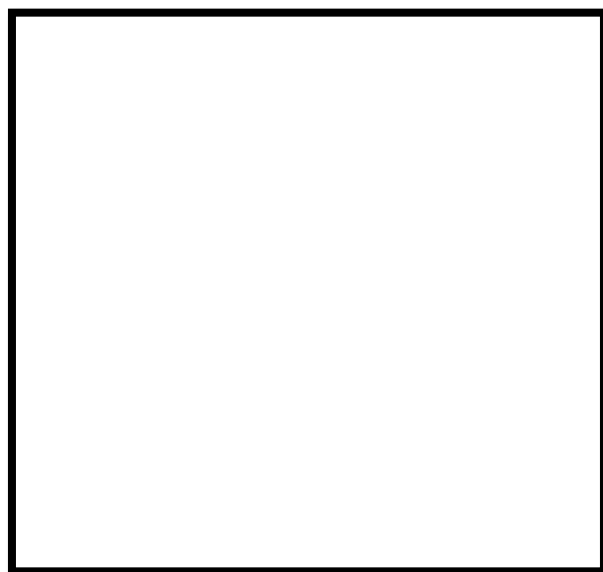


結果画像

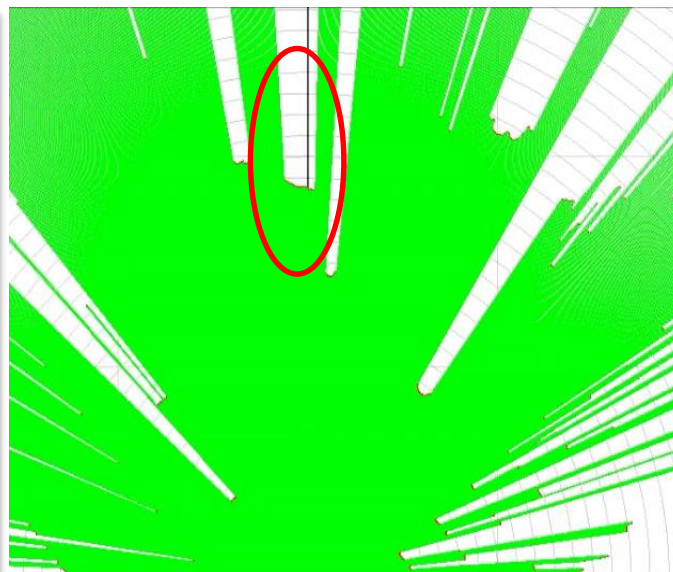
正しく発情の検知が行えた

# ・実験及び結果

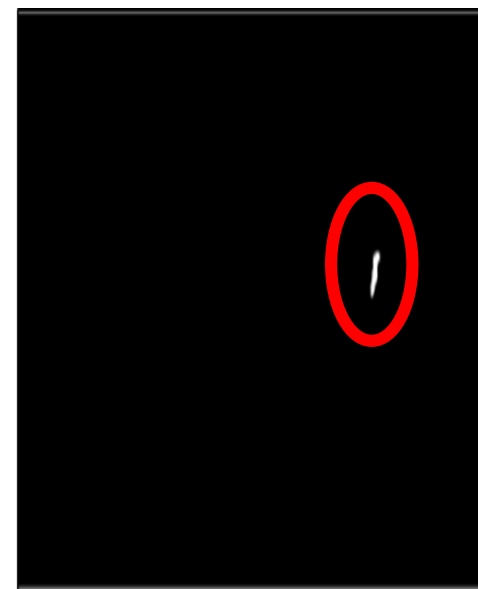
2016/01/20のデータ フレーム番号:45 スタンディング



カメラからの動画像



センサデータ

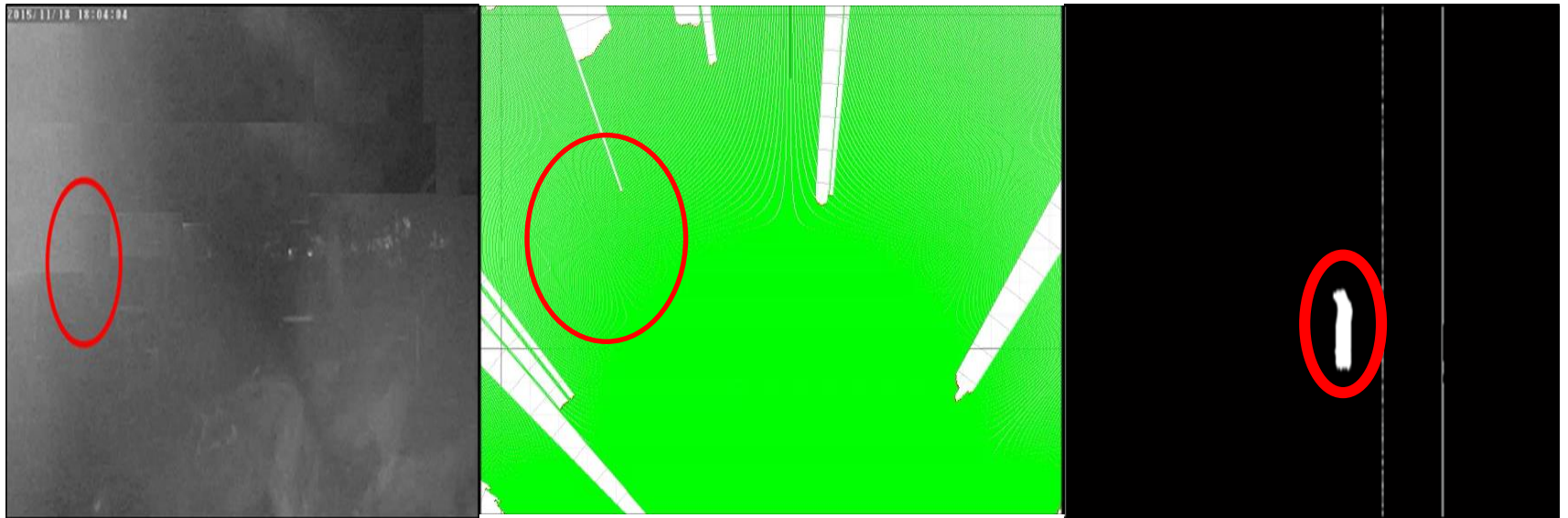


結果画像

正しく発情の検知が行えた

# ・実験及び結果

2015/11/18 夜間 スタンディング検知



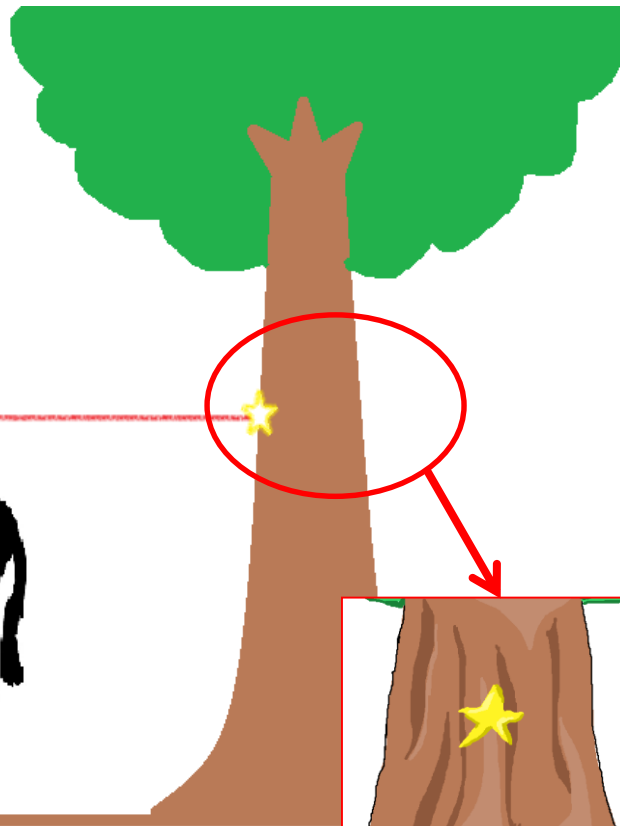
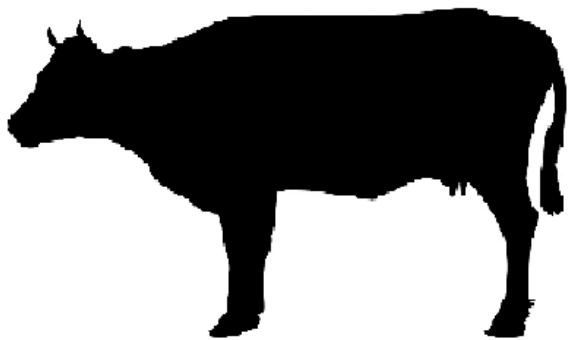
夜間でもスタンディング検知可能！！

# 画像処理を 用いた発情検知



# 実験環境

地面に平行に設置

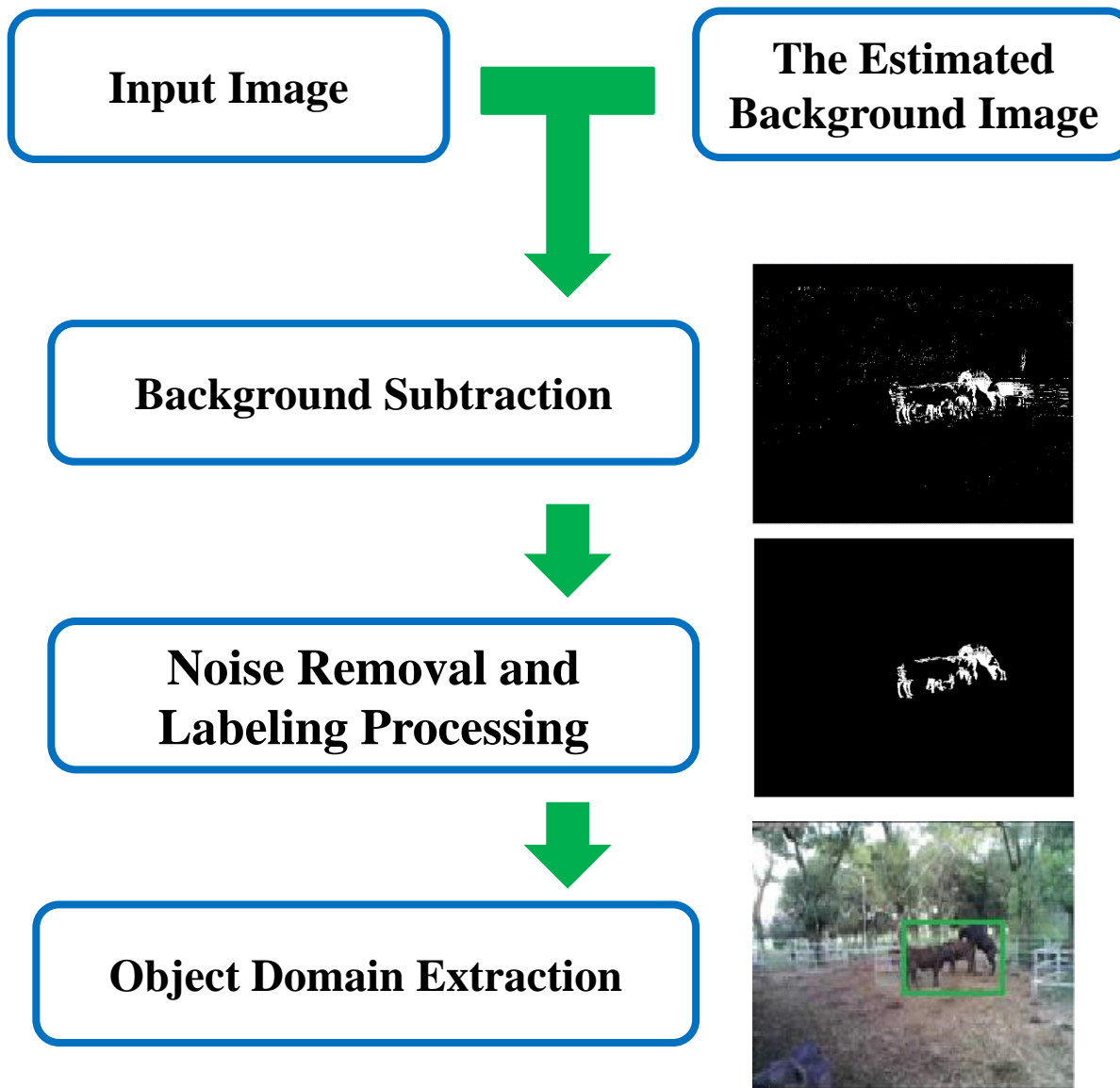


牛より少し高い

目印をカメラの中央に設置



# 物体領域抽出

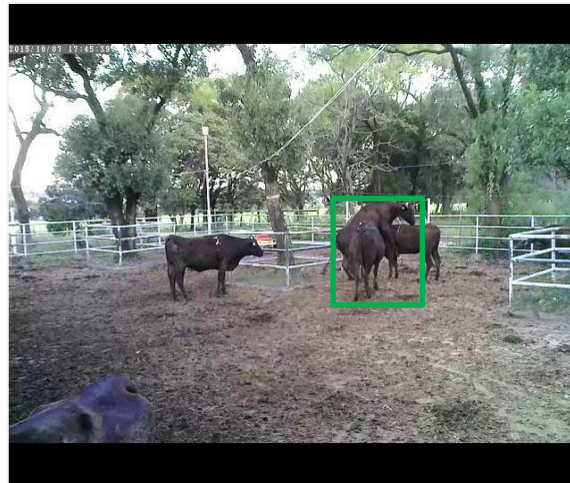


# 検知方法

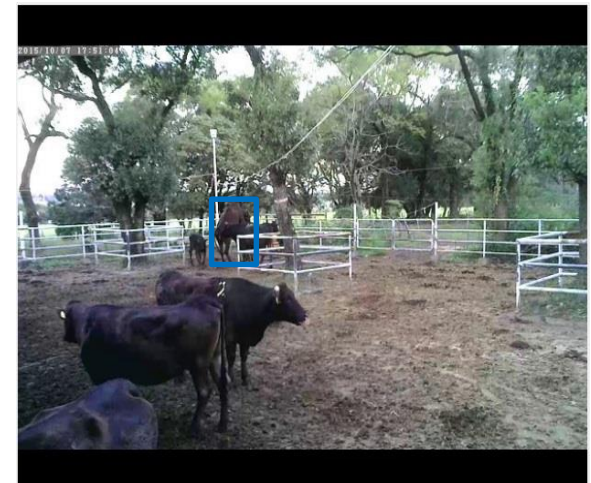
- 抽出された牛の候補領域から、3つの領域に分けて自動検知した。



Near Case

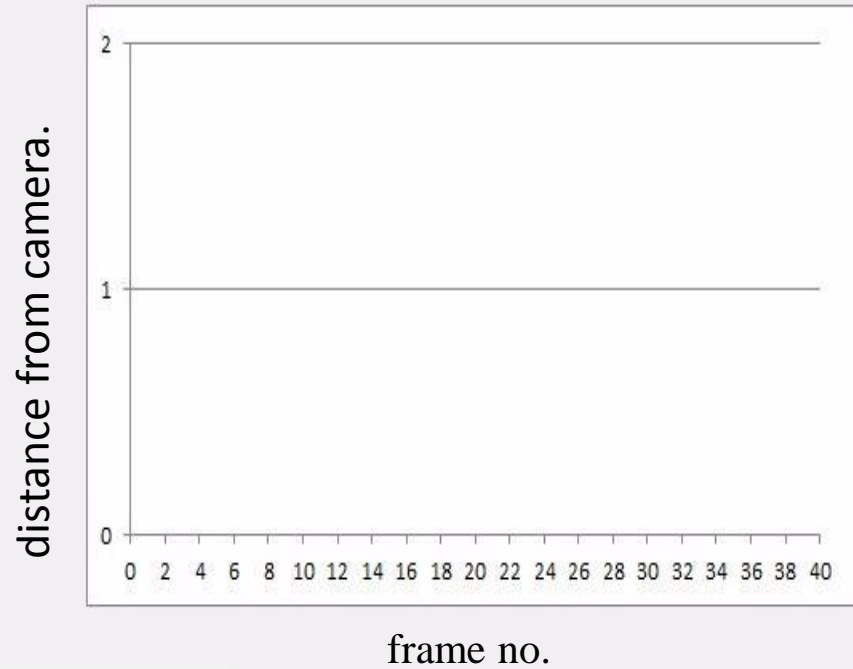
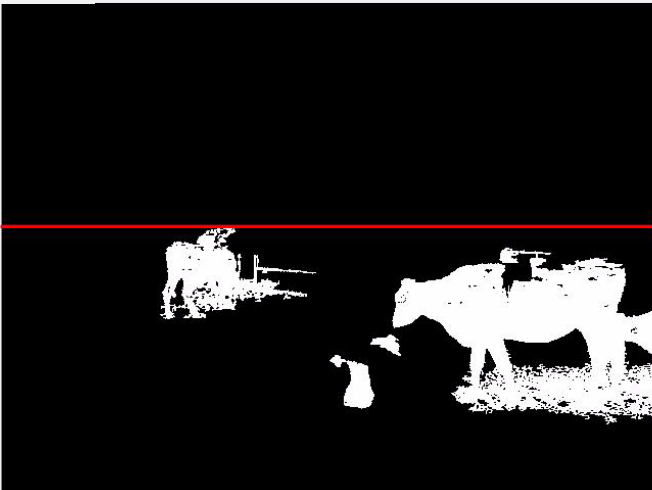


Middle Case



Far Case

# 実験結果



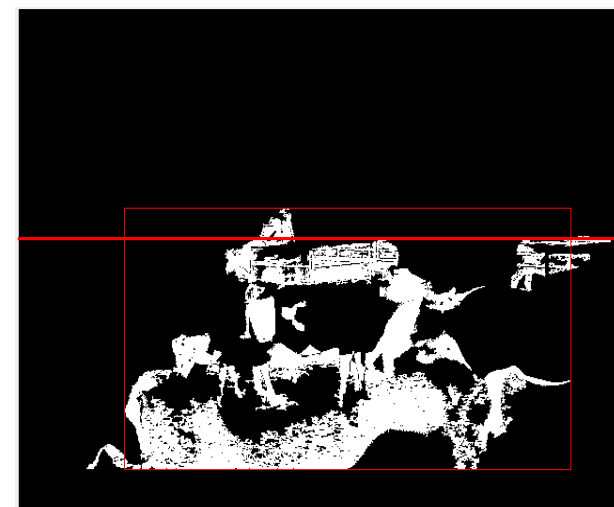
Not Estrus Behavior : Red Plot

Middle Case : Green Plot

# 実験結果



False Result 1



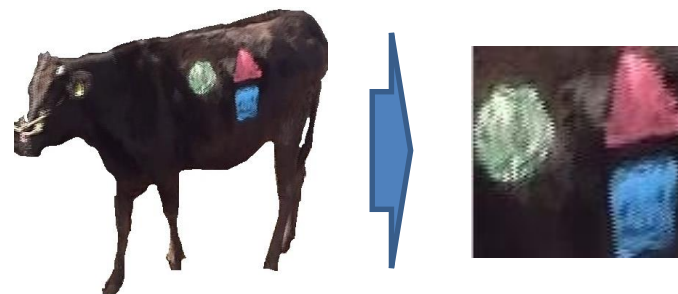
False Result 2



## 発情行動



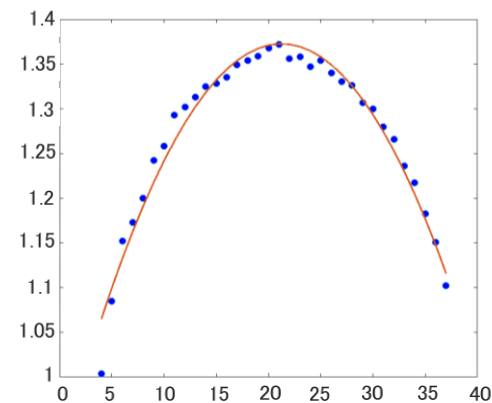
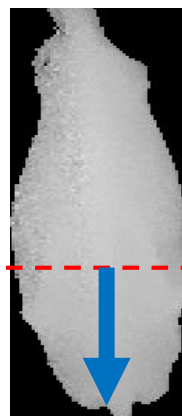
## 個体識別



## 分娩行動

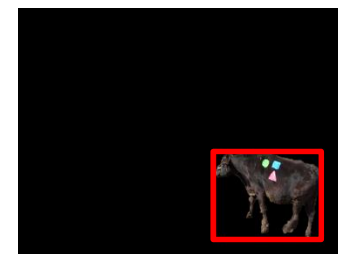
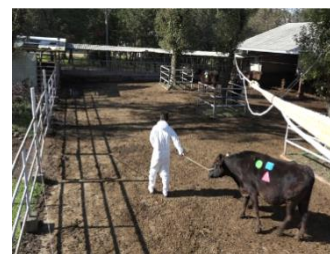
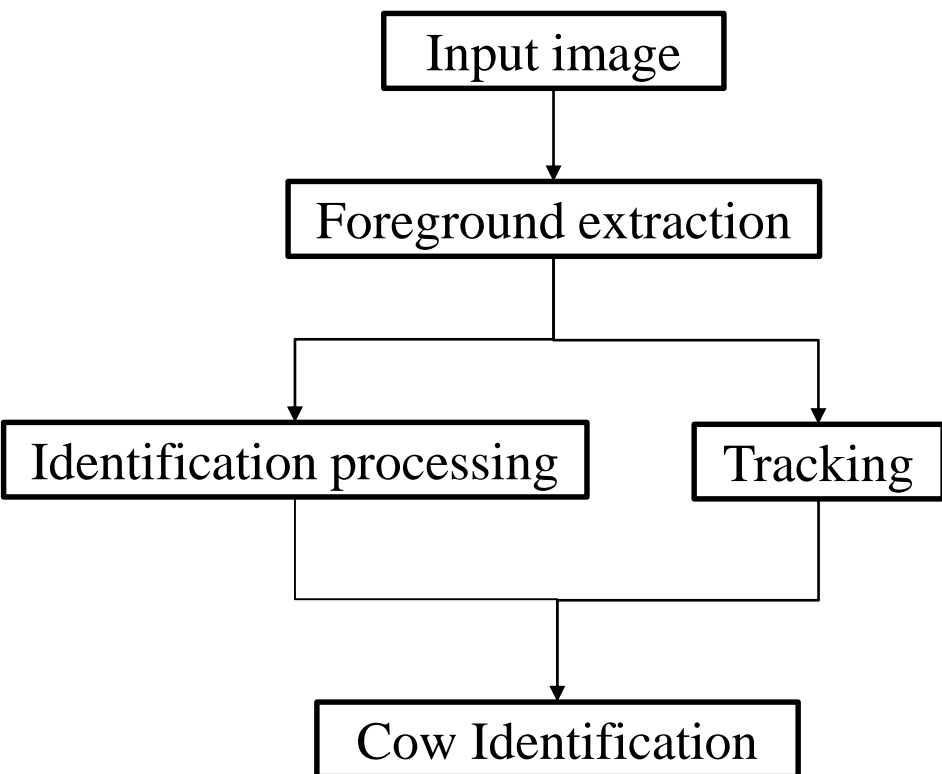


## BCS測定





# 提案手法



Foreground extraction

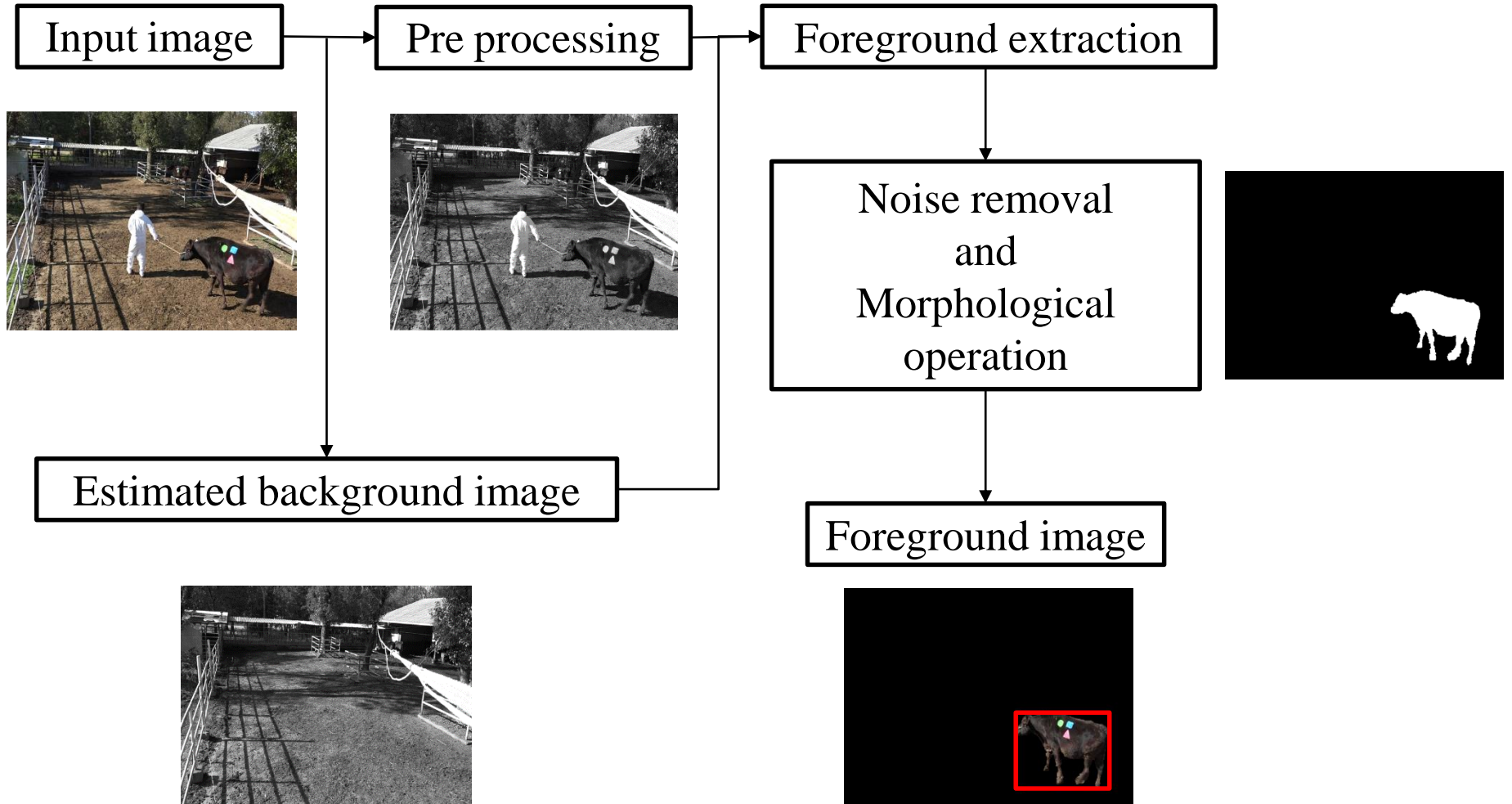


Identification processing

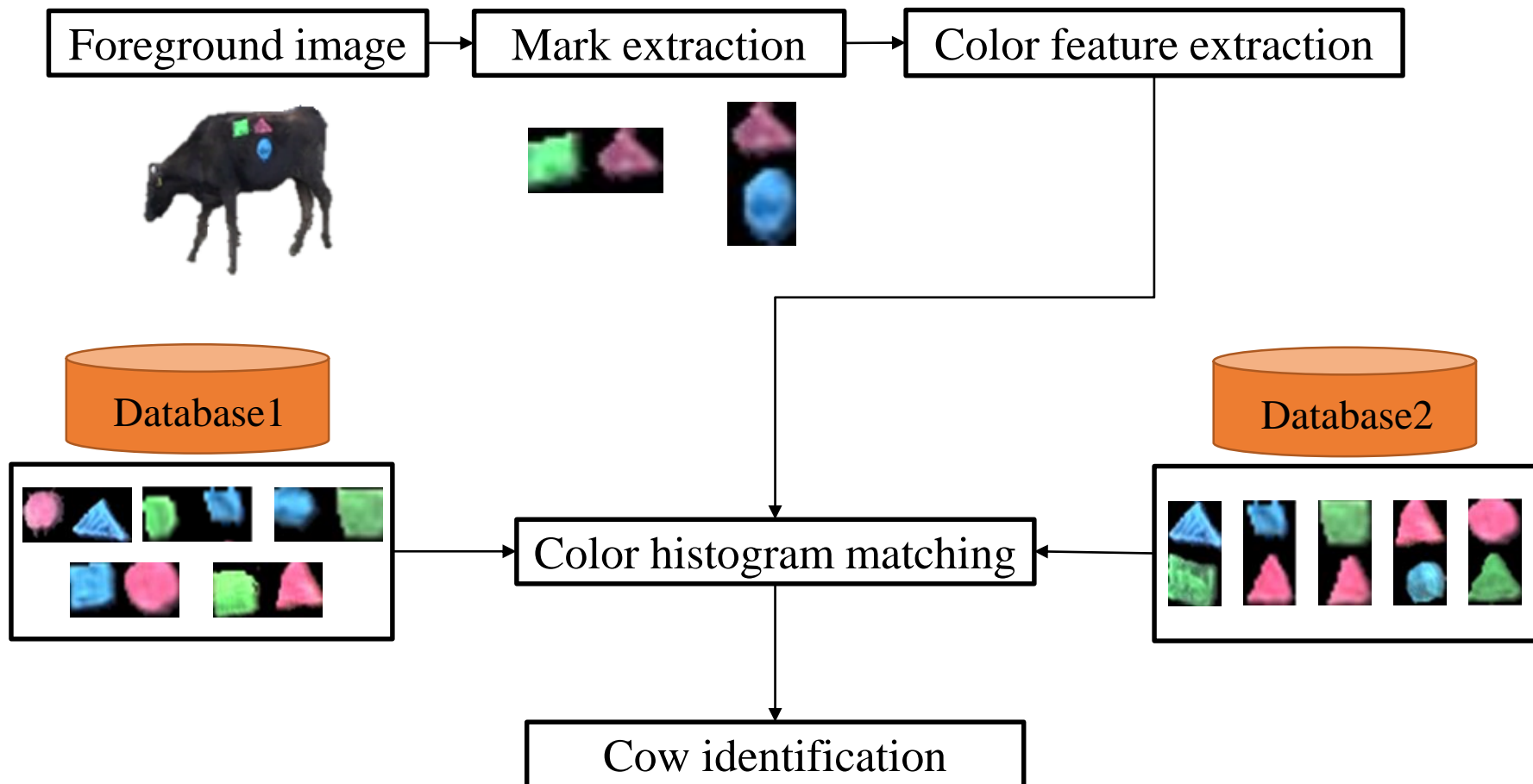


Tracking

# 物体領域抽出

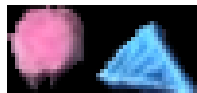


# 識別処理

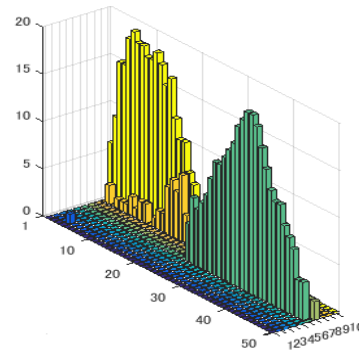


# マッチング

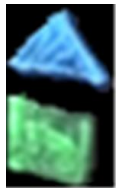
Database 1



$d_1$



$d_1$ 、 $d_2$ はデータベースとクエリ画像のヒストグラムのユークリッド距離



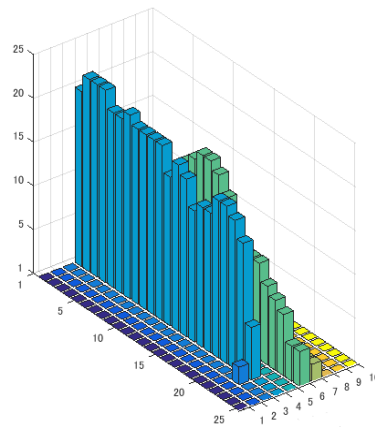
$d_2$

$(d_1 + d_2) / 2$

Similarity value

Ranking

Database 2



# 識別方法



比較画像番号	パターン
1~30	pattern1
31~60	pattern2
61~90	pattern3
91~120	pattern4
121~150	pattern5

ランキング	比較番号	類似度
1	3	50.40
2	4	51.06
3	5	53.99
4	6	59.38
5	7	62.17
6	8	75.48
7	22	77.91
8	23	78.71
9	19	79.01
10	18	79.85
11	25	79.88
12	24	80.44
13	21	80.87
14	20	81.37
15	27	82.63
16	2	82.69
17	9	83.05
18	118	83.11
19	110	88.85
20	119	90.04

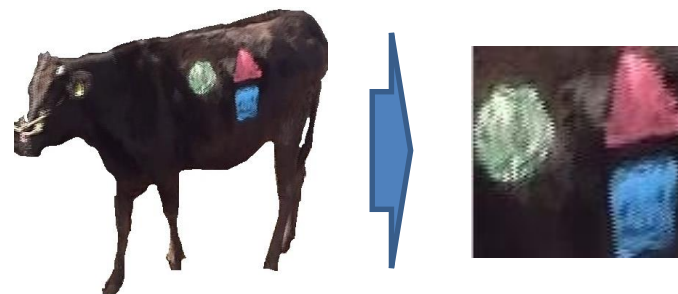
比較番号1~30,つまりpattern1の画像が一番多くランキングしている。  
この場合の識別結果はpattern1とする。  
この識別作業を牛が動いている動画の全フレームに対して行う。



## 発情行動



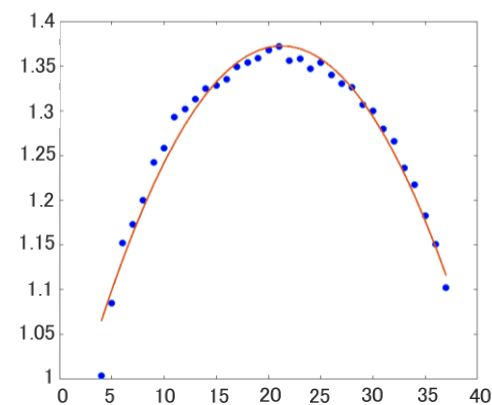
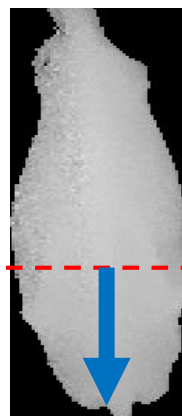
## 個体識別



## 分娩行動



## BCS測定



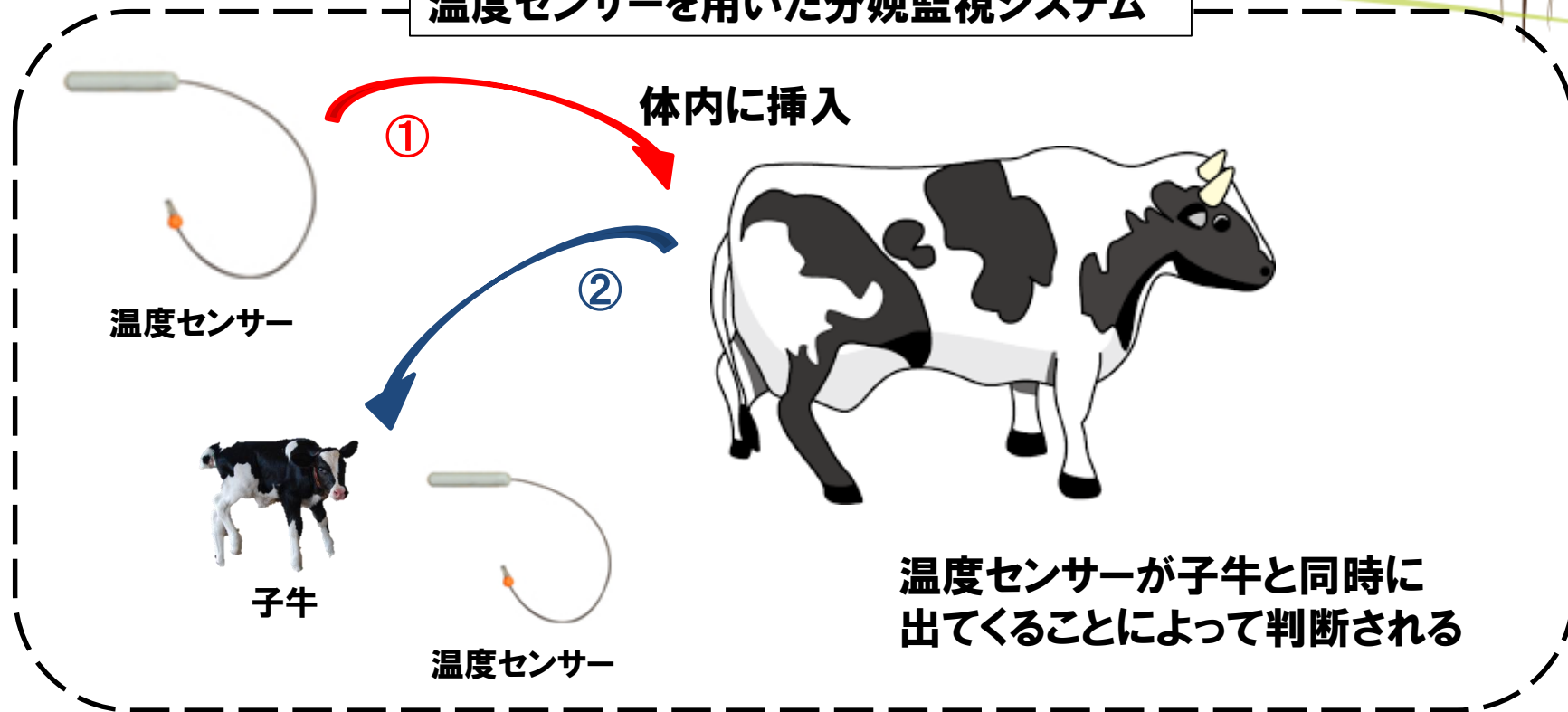


# **牛の分娩監視における 行動解析に関する研究**



# 序論

## 温度センサーを用いた分娩監視システム



**体内に温度センサーがあるため牛に負担が掛かる  
温度センサーが各牛に必要**

# 目的



そこで、ビデオカメラから得られる動画像から画像処理の技術を用いることで牛の分娩行動を検知する

人



牛



研究の目的

**人と牛の両方の負担を減らす**



## 分娩行動

### 行動特徴 (Movement Feature)

移動量



子牛を舐める



立つ・座るを  
繰り返す



### 外観的特徴 (Appearance Feature)

足を伸ばす



尻尾を上げる







## 分娩行動

### 行動特徴 (Movement Feature)

移動量



子牛を舐める



立つ・座るを  
繰り返す



### 外観的特徴 (Appearance Feature)

足を伸ばす



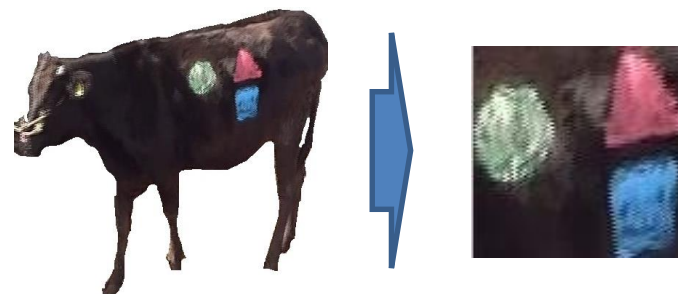
尻尾を上げる



## 発情行動



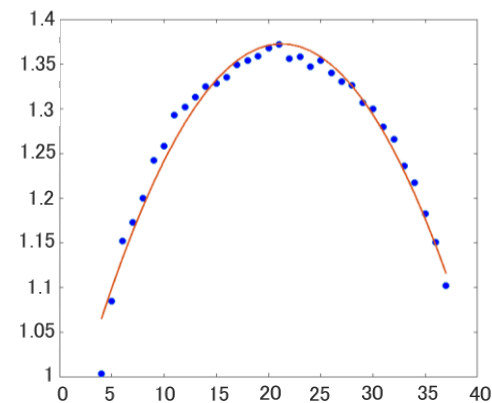
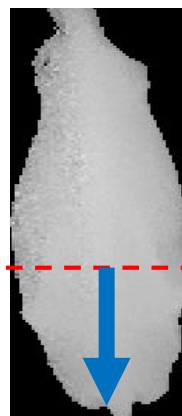
## 個体識別



## 分娩行動



## BCS測定

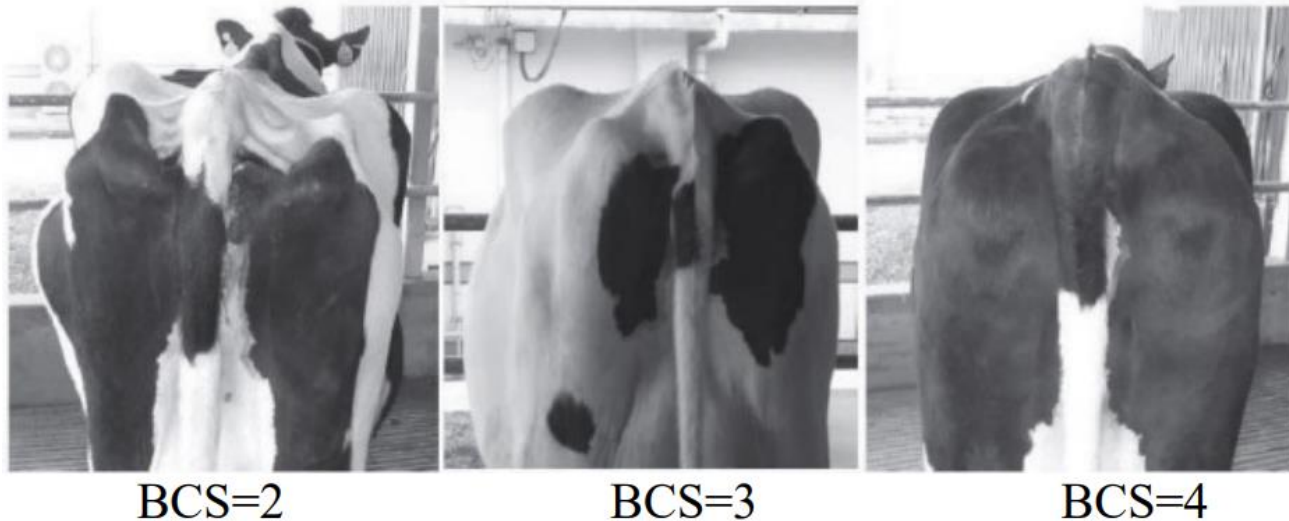


# 3Dカメラを用いた自動BCS評価システム

# BCSについて

多くの酪農家は乳牛の健康管理の指標として、**ボディコンディションスコア(BCS)**を用いている

BCSは家畜の体脂肪蓄積の度合いを表し、1から5の数字で評価される



BCSの変化は一般的な牛の**給餌の量や効率**、**健康状態**を反映する  
⇒定期的なBCS測定を行うことが重要となる

## 問題点

BCSは一頭ずつ専門家の視診や触診によって決定される

- 全個体のBCSを判定するには**多くの時間と労力**を必要とする
- 特に飼養頭数が数千頭クラスの大規模酪農企業では全個体の定期的なBCS診断は**困難を極める**
- 測定者の主観に依存し、評価した値に個人差がある

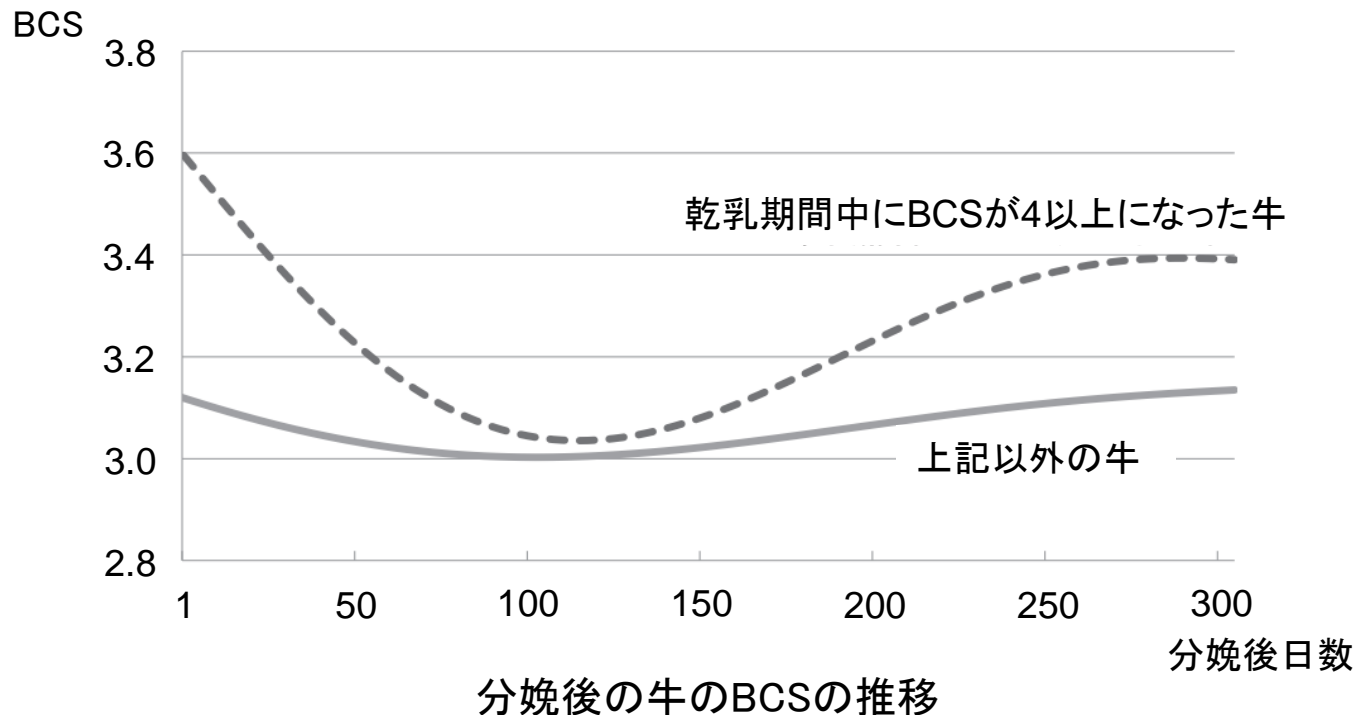


**ICTを応用したBCS自動評価技術が求められる**



# 研究背景

乳牛において乾乳期にBCSの高かった牛は分娩後に急激にBCSが変化し、**様々な周産期病の要因になりうる**



家畜改良事業団

<http://liaj.lin.gr.jp/japanese/kentei/Ins/liaj14009.pdf>

⇒ **定期的な**判定を行いBCSの管理をすることが望ましい

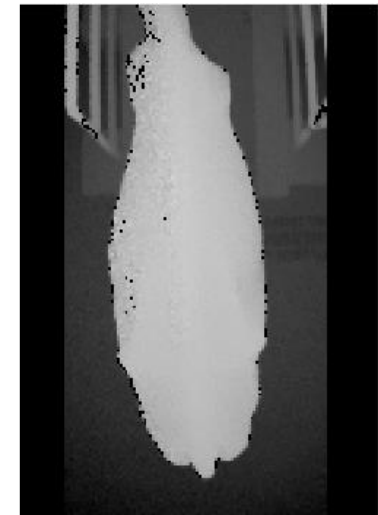
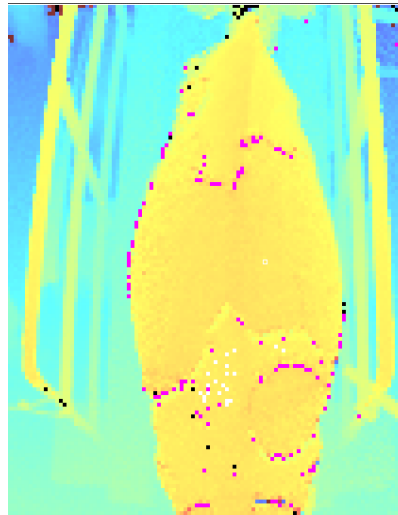
# 研究目的

目的: 定期的に牛のBCS評価を行い、体脂肪蓄積の変化をモニタリングするための非侵襲型の自動BCS評価システムの開発

3Dカメラと画像処理技術を用いて  
牛のBCS測定を行う

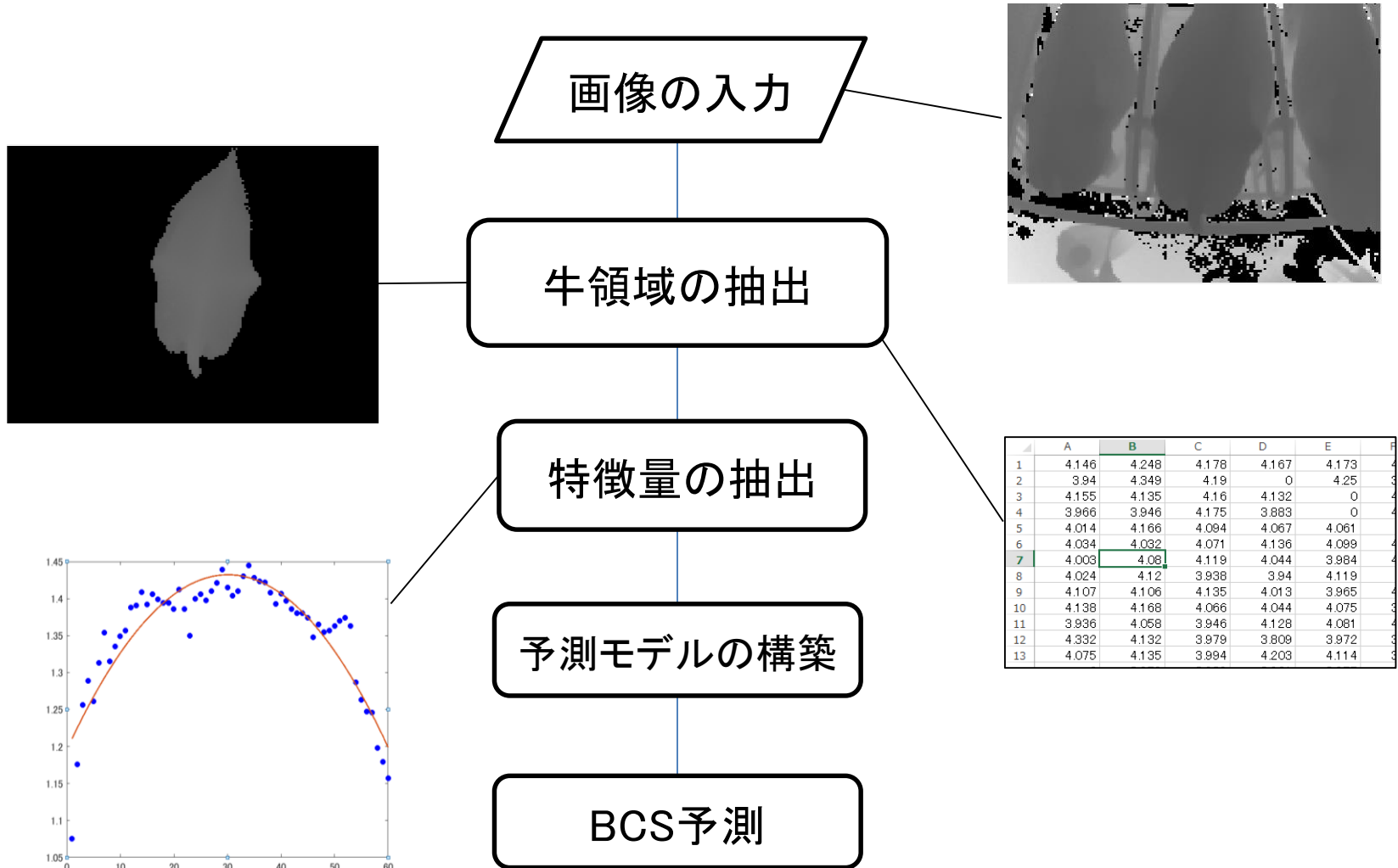


3Dカメラ・・・ToF(Time of flight)の原理を用いてカメラから対象までの距離を測定し、距離画像を得ることができる

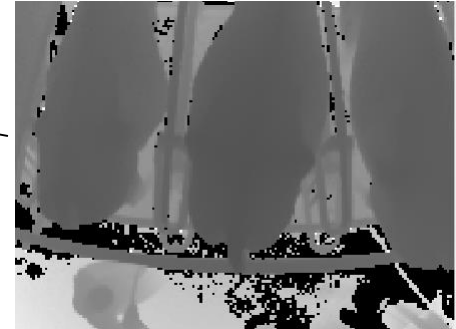


距離画像

# 処理手順



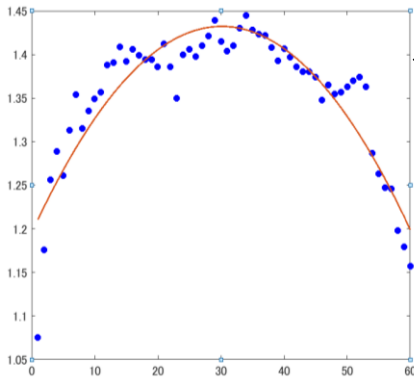
画像の入力



牛領域の抽出



特徴量の抽出



予測モデルの構築

	A	B	C	D	E	F
1	4.146	4.248	4.178	4.167	4.173	4
2	3.94	4.349	4.19	0	4.25	3
3	4.155	4.135	4.16	4.132	0	4
4	3.966	3.946	4.175	3.883	0	4
5	4.014	4.166	4.094	4.067	4.061	4
6	4.034	4.032	4.071	4.136	4.089	4
7	4.003	4.08	4.119	4.044	3.984	4
8	4.024	4.12	3.938	3.94	4.119	4
9	4.107	4.106	4.135	4.013	3.965	4
10	4.138	4.168	4.066	4.044	4.075	3
11	3.936	4.058	3.946	4.128	4.081	4
12	4.332	4.132	3.979	3.809	3.972	3
13	4.075	4.135	3.994	4.203	4.114	3

BCS予測

# まとめ

- 牛の健康管理のために重要なファクターであるBCS(体脂肪の蓄積状態を数値化したもの)の評価方法の開発
- 発情検知や分娩監視の基礎となる非接触個体識別法の開発
- 発情徴候の検知を可能とする見守りシステムの開発、分娩監視に注力して異常事態の発見を可能とする見守りシステムの開発

# Acknowledgment

---

This work is partially supported by

- SCOPE: Strategic Information and Communications R&D Promotion Program (Grant No. 172310006)

農工連携の新しい研究テーマに挑戦するにあたり、ご協力をくださった共同研究者の皆様、メンバーの学生達にも、お礼を申し上げます。