

---

---

# あたらしい 農業技術

---

---

No.677

## 3D画像による 搾乳牛の体重自動計測技術

令和3年度

# 要 旨

## 1 技術、情報の内容及び特徴

### (1) 牛の体重計測の必要性

乳牛は1日に30リットルもの牛乳を生産しており、その生産過程で多くのエネルギーを消費しています。このため、栄養の過不足が体重に反映されやすく、体重を計測することで牛の健康状態を把握することが可能となります。

### (2) 既存の体重計測法の欠点

牛の体重計は市販されていますが、高価であることや、大柄な牛を体重計に乗せるなければならないことなどから普及していません。また、体重計を用いずに牛の体重を推定する推定尺が市販されていますが、推定値の精度が低いことが問題です。

### (3) 3D画像から搾乳牛の体重を推定するAIを開発

本研究では、撮影した3D画像から搾乳牛の体重を高精度で推測可能なAIを開発しました。本AIを利用することで、精緻な個体管理と疾病の予防や早期治療が可能となります。

## 2 技術、情報の適用効果

### (1) 企業と共同で、搾乳牛の体重を推定するスマートフォンアプリを開発

開発した製品が普及することで簡単に正確な体重計測が可能となり、より精緻な個体管理と疾病の予防や早期治療が可能となります。

## 3 適用範囲

- (1) 全国の酪農場
- (2) 大動物臨床獣医師
- (3) 乳牛を飼養している大学などの研究機関
- (4) 飼料会社、農業協同組合

## 4 普及上の留意点

体重は個体管理に重要な項目ですが、それだけでは個体管理はできません。牛の見た目や採食量、触知等の管理項目に体重を取り入れることで、より精緻な個体管理が可能となります。

## 目 次

はじめに	1
1 体重計測について	2
(1) 牛の体重計測	2
2 3D画像を用いた体重推定技術の検討	2
(1) 目的	2
(2) 技術開発の方法	2
(3) AIの精度	4
3 まとめ	4
4 おわりに	4
参考文献	5

## はじめに

牛の体重は、個体の健康を管理する上で重要な要素です。乳牛は1日に30リットルもの牛乳を生産しており、その生産過程で多くのエネルギーを消費します。また、分娩を経なければ牛乳は作られないため、効率的に牛乳を搾るためには1年に1回分娩をさせる必要があります。妊娠期間は胎児を育てるためにも多くのエネルギーを消費しますが、分娩前に体重が減少しすぎると、周産期疾患（※1）の発症率が高くなる<sup>1)</sup>とされています。

また、乳牛は泌乳ステージによって個別飼育と群飼育が入れ替わります。分娩前後や疾病の発症時は個別飼育となり、この時期の体重計測は牛の栄養状態を把握する上でとても重要です。また、群飼育の時期でも牛の健康を確認するという点から、定期的な体重計測が必要となります。

このように体重計測はとても重要ですが、ほとんどの農家には牛衡機（図1、牛の体重計）がありません。そのため、乳牛の栄養状態を把握するために、体型をスコア化するBCS（Body Condition Score）が活用されています。これは牛の肋骨や骨盤付近の肉の付き方や骨の出っ張り具合を評価するもので、簡便であることが最大の利点です。BCSで太りすぎと判定された乳牛は受胎率が低下する<sup>2)</sup>との報告もあり、多くの農場ではBCSを体重計測の代わりとして用いることで、個体管理を行ってきました。しかし、BCSは主観性が強く測定者により評価に差が出てしまうため、正確性に欠けるといふ欠点があります。

そこで、乳牛の体重を簡単・安全に計測する方法の1つとして、3D画像（※2）を用いた体重計測技術を開発したので報告します。



図1 牛衡機（牛用体重計）

## 1 体重計測について

### (1) 牛の体重計測

牛では体重計測に代わる体重推定の方法として、体重推定尺やBCSが用いられてきました。

#### ア 体重推定尺

牛衡機に頼らずに体重を推測する1つの方法として、体重推定尺というものが開発されました。これは牛の胸囲を測定して体重を推測するもので、巻き尺のような形状をしており、価格も体重計に比べてとても安価であるという利点があります。しかし、得られる体重の推定値はおおまかなものであること、一頭ごと推定尺で測定するのは手間がかかることと、測定の際に牛の足の近くでしゃがまなければならないことから、牛が動いた際に測定者が怪我をする恐れがあるといった欠点があります。

#### イ BCS

BCSは、牛の太り具合を判定することで、牛の栄養状態を見極める方法です。「Body Condition」は「体脂肪の蓄積状態」を意味し、「Body Condition Score」とは「体脂肪の蓄積状態を数値化」したもので、視診や触診により判定します。乳牛であれば、泌乳ステージに応じた体脂肪の蓄積を捉えることで、各ステージでの適切な飼養管理を検討することができ、結果として疾病の少ない健康な牛群管理を行うことができます<sup>3)</sup>。しかし、BCSは測定者の主観的な判断により数値を決定するものであり、客観性と正確性を欠くという欠点があります。

## 2 3D画像を用いた体重推定技術の検討

### (1) 目的

従来法よりも、乳牛の体重が簡単に正確に計測できる技術の開発を目指しました。

### (2) 技術開発の方法

#### ア 牛体の撮影

静岡県畜産技術研究所で飼育するホルスタイン種搾乳牛を供試牛として用いました。まず、牛衡機で体重を計測します。その後、3D画像を撮影できるカメラで搾乳牛の撮影を行い、深度情報を含む3D画像を取得します。

#### イ 体重推定AIの開発

アで得られた3D画像(図2)から自動で乳牛の体重推定を行うAI(人工知能、※3)を作成します。今回の3D画像は白黒の濃淡でカメラとの距離を表していません。

本稿で3D画像と呼んでいるものは、正式には疑似3D画像と呼ばれるものであり、

2D（※4）画像にカメラと対象との距離情報が追加されたものです。疑似3D画像は本来の3次元グラフィックス画像よりもデータ容量が小さいため、処理が容易であり、解析用パソコンを必要としません。また、複数方向からの撮影をしなくても画像取得が可能となります。

普通のカメラで撮影した2D画像でも牛の体高を推定する方法<sup>3)</sup>は、既に開発されています。しかし、この方法では計測基準（牛の背と同等の高さの枠）が必要となり、さらに、撮影に当たっては計測基準と牛の位置、カメラとの距離が厳密に定められているため、決まった1方向から撮影した場合しか体高の計測ができず、実際の農場での実用化は難しいと考えられます。

一方、疑似3D画像からは、2D画像からは得られない距離情報を得ることができますが、この距離情報から牛の表面積や体積を割り出し、体重推定に活用できるのではないかと考えました。加えて、近年では疑似3D画像を撮影できる媒体（3Dカメラ）が安価で、多くの種類が販売されています。このような背景から、本研究では3Dカメラを撮影媒体として採用しました。

撮影された3D画像には牛以外に、保定者、柵、地面などの背景が入り込んでいるため、これらを除外して牛体情報のみを抽出（図3）し、抽出された3D画像を用いて、体重推定を行います。

体重推定には「深層学習」という方法を用いました。深層学習とは、大量のデータから規則性や関連性を見つけ出し、結果を推定する方法です。牛体情報のみを抽出した画像と、牛衡機で計測した体重の2つのデータを用いて深層学習を行い、「この画像の時の牛の体重は〇〇kg」だと推定するAI（人工知能、※4）を作成しました。

深層学習にて乳牛の体重を推定するAIを作成しましたが、データ数が少ないと、体重の推定値が的外れな値を示してしまいます。そのため、今回は2万枚を超える3D画像と体重の数値データを用いてAIの精度を高めました。

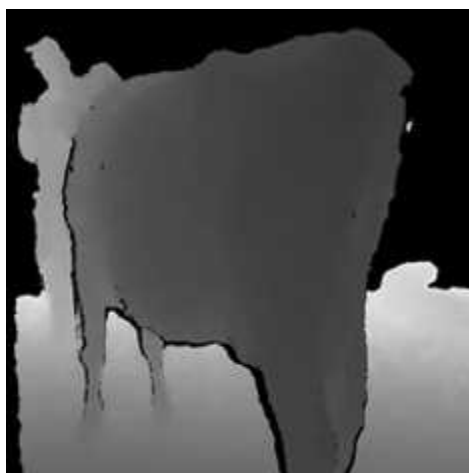


図2 3D写真

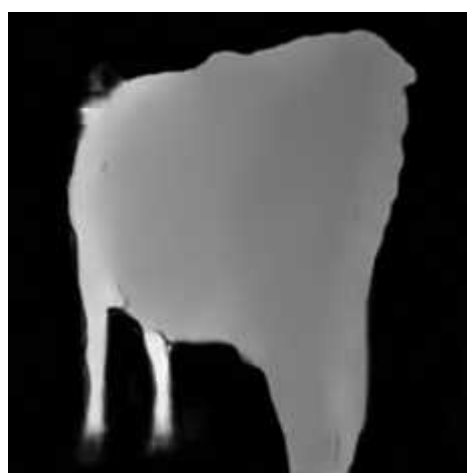


図3 3D写真（背景削除後）

### (3) AIの精度

体重 512kg～924kg の牛の 3D 画像データ延べ 22,000 枚について、完成した AI で得られた推定値と牛衡機で計測した体重を比較したところ、誤差±25kg に 76.5%、誤差±50kg に 95.9%、誤差±75kg に 99.3%という結果が得られました(図4)。このことから、AIの絶対誤差は2.6%となり、これは既に市販されている豚の体重推定装置と同等以上の精度となります。

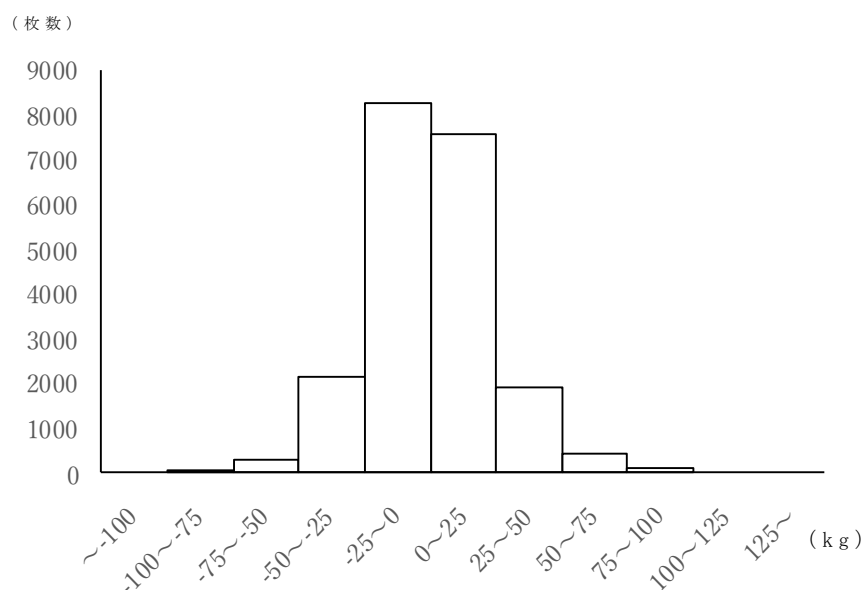


図4 実測値と推定値の誤差

### 3 まとめ

今回、乳牛に触れずに体重を推定する一手法として、3D画像を用いた方法について検討しました。その結果、3D画像を用いて算出された推定体重は実測値と高い相関が認められ、体重計測方法として実用が可能であることがわかりました。

しかし、乳牛で体重を利用した飼育管理についての報告は、分娩前後のものがほとんどであり、搾乳期間における研究は少ないのが現状です。

本技術が製品化されることで、乳牛の体重を容易に計測できるようになります。その結果、現在の飼育管理に体重計測を加えることで、搾乳牛の食欲低下等の疾病を早期発見することが可能となり、さらに、治療後にどの程度採食量が増えたのか、つまり、体の栄養状態がどこまで回復したのかを確認できるようになると考えられます。

### 4 おわりに

体重計測は個体管理手法としてとても重要な要素ですが、高額な機器が必要であるうえに、大柄な乳牛を体重計に乗せなければならない事などから、多くの農場では利用されていませんでした。本技術が普及することにより、簡単に正確な体重計測が可能となり、より精緻な個体管理と疾病の予防や早期治療が可能となると考えられます。

## 参考文献

- 1) 曾布川亜弓、瀬戸隆弘、赤松裕久. 2018. 3D画像を用いた乳牛の体重推定と周産期疾患との関連性. 静岡県畜産技術研究所研究報告 11. 4-6
- 2) S. Abe, M. Uematsu, H. Saitoh, D. Watanabe. 2004. 乳牛のボディコンディションスコアの変化と繁殖成績. 家畜臨床誌 27(2). 46-50
- 3) 口田圭吾、鈴木三義、三好俊三. 1996. ビデオカメラを用いたコンピューター画像解析による牛体尺測定法の開発. 畜産の研究 50 巻 11 号. 1207-1211

## 用語解説

- 1) 周産期疾患  
分娩前後に発生する疾病の総称。主なものとして、分娩異常、子宮捻転、胎盤停滞、産褥熱、産後起立不能症がある。
- 2) 3D画像  
三次元画像。平面上で立体的に見える画像。
- 3) AI  
人間の知的ふるまいの一部をソフトウェア等を用いて再現したもの。
- 4) 2D画像  
平面上に描かれた絵や像の総称であり、本稿では写真画像を表している。

畜産技術研究所酪農科 主任研究員 大村学海