

	コノ シスケ
氏 名	今野 真輔
本籍（国籍）	宮城県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 827 号
学位授与年月日	令和 4 年 9 月 2 6 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 地域環境創生学専攻
学位論文題目	人工知能を使用した黒毛和種子牛の健康管理技術に関する研究 (The study of health management technique of Japanese black calf using artificial intelligence)
学位審査委員	主査 山形大学教授 片平 光彦 副査 山形大学教授 堀口 健一 副査 弘前大学教授 張 樹槐 副査 岩手大学准教授 出口 善隆

論 文 の 内 容 の 要 旨

肉用牛生産業界は従事者の高齢化と後継者不足により、肉用牛の飼養戸数は減少し、1戸数あたりの飼養頭数が増加している。繁殖雌牛の頭数は飼養戸数の動向に従い減少したため、平成 24 年から平成 28 年まで子牛価格が急激に上昇した。価格変動はここ数年が高止まりの傾向にあり、肉用牛生産農家の経営を圧迫している。また、飼養規模は拡大しているため、家畜 1 頭 1 頭の健康管理が難しくなっている。子牛は成牛と比較して、体調を崩しやすいため飼育管理面で注意が必要である。子牛の病気が重症化した場合は発育停滞や死亡などを招くこともあり、畜産経営に大きな影響を与える。それを防ぐには機微の変化を早期に発見することが重要である。牛の健康管理技術に関してはウェアラブルセンサーを使用した技術が先行して検討されている。しかし、センサーの利用は導入コストや家畜に対するストレスの懸念、装脱着時に管理者に危険が及ぶ可能性が指摘されており、非接触で非侵襲の家畜個体管理システムが望まれている。画像解析や画像認識を使用した家畜のモニタリング技術としては、家畜の摂食行動の検出・分類やボディーコンディションスコアの分類、跛行の検出がある。しかし、物体検出技術を使用してウシの体調指標から健康状態を把握する報告は少ない状況にある。本研究では体調不良の家畜個体を早期発見することで畜産経営を安定化させること、家畜観察作業を補助することで家畜管理者の作業負担を軽減すること、体調を判断する指標を明確化することで家畜管理者の技能習得を容易にすることを目的とし、人工知能を活用した黒毛和種子牛の健康管理技術を検討した。

本研究では主に 4 種類の試験を実施した。初めにアイマークレコーダー（ナックイメーজেテクノロジー、EMR9）を使用して家畜管理者の注視特性を分析することで、家畜管理者が黒毛和種子牛の健康を把握するうえで重視している体調指標を調査した。ベテラン家畜管理者は牛の状態に応じた観察を行っており、子牛の顔や行動に着目していた。また、午前最初に観察する際は全体の把握に努め、糞やヒーターの点灯といったポイントも漏れなく素早く確認してい

た。

次いで、家畜管理者の注視特性を参考に子牛の顔、行動、糞に着目して、深層学習で作成した物体検出アルゴリズム YOLOv4 の AI モデルを使用して体調指標の判別や行動分類ができるかを検討した。子牛の顔については、体温が高い状態、鼻汁の有無、目ヤニの有無から体調指標を判別できるか検討した。また、Score-CAM を使用した判断根拠の可視化により、画像から最終層で AI モデルが着目しているポイントを確認した。その結果、人が観察したときに判別のしにくい体温が高い状態の顔は判別が難しかったが、鼻汁の有無や目ヤニの有無は見た目ですぐ判別がつくため、高い精度での判別が可能であった。

行動では、深層学習による物体検出 AI モデルを適用して子牛行動を分類し、健康を維持させるために必要となる寒冷対策の条件を調査した。子牛の起立状態と横臥状態を分類し、横臥状態の子牛の位置を出力することで、子牛の横臥時間を推定した。この方法を使用して、子牛がカーボンヒーターの下で横臥する時間を推定し、牛舎内の気温や外気温との関係性を調査した。その結果、カーボンヒーターで横臥する時間の割合と気温（牛舎内気温や外気温）の間には高い相関関係があり、牛舎内気温や外気温が下がるとカーボンヒーターの下で横臥する割合が増加する傾向にあった。横臥位置の解析結果から、外気温の日平均気温が 3℃以下、牛舎内の日平均気温が 8℃以下となるときに、寒冷対策の検討が必要であった。

糞は深層学習による物体検出 AI モデルで水分状態を推定し、糞スコアを分類できるか検討を行った。糞の形状は糞水分が高くなると液状となるため矩形に占める糞の割合が高くなり、縦横比は 2 つの変曲点を持つ特性を有した。家畜管理者による糞スコア判定と糞水分間に高い相関関係があった。また、家畜管理者は糞を 4 段階で分類していた。物体検出 AI モデルによる分類では、3 段階および 4 段階で分類するモデルが 5 段階および 6 段階で分類するモデルより F 値が有意に高くなったことから、深層学習を使用した物体検出 AI モデルで糞スコアを分類する場合、3 段階または 4 段階での分類が有効であると考えられた。

4 種類の試験の結果から、深層学習による物体検出 AI モデルは子牛の鼻汁や目ヤニの有無の判別、子牛行動の解析、子牛の糞スコア分類に適用できることを明らかにした。これらの技術は大規模飼養の生産現場を中心に適用することで、子牛の体調把握にかかる時間を削減することが可能であり、家畜管理の省力化に寄与するものである。

論文審査の結果の要旨

肉用牛生産業界は従事者の高齢化と後継者不足で 1 戸数あたりの飼養頭数が増加しているため、家畜 1 頭ごとの健康管理が難しくなっている。特に子牛は成牛と比較して体調を崩しやすいため、重症化した場合に発育停滞や死亡などで畜産経営に大きな影響を与える。それを防ぐには機微の変化を早期に発見することが重要である。本研究は体調不良個体の早期発見による畜産経営の安定化、体調判断指標を明確にして家畜管理者の技能習得を容易にすることを目的に、人工知能を活用した黒毛和種子牛の健康管理技術を検討した。

1. アイマークレコーダーを使用した家畜管理者の注視特性では、ベテラン家畜管理者の場合、子牛の顔や行動に着目するが、午前の観察時では個体全体の把握に努め、糞やヒーターの点灯といったポイントを漏れなく素早く確認していた。
2. 体調指標の判別では子牛の顔、行動、糞に着目して、深層学習で作成した物体検出アルゴリズム YOLOv4 を使用して分類できるかを検討した。その結果、人の観察で判別しにくい高

体温状態の顔は判別が難しかったが、鼻汁の有無や目ヤニの有無は高い精度で判別できた。

3. 子牛の行動については、深層学習による物体検出 AI モデルで子牛の起立状態と横臥状態を分類して横臥時間を推定した。その結果、カーボンヒーターで横臥する時間の割合と気温との間には高い相関関係があり、牛舎内気温や外気温が下がるとカーボンヒーターの下で横臥する割合が増加する傾向にあった。牛舎の寒冷対策は、外気温の日平均気温が 3°C 以下、牛舎内日平均気温が 8°C 以下の条件で実施する必要があった。

4. 体調変化の指標である糞に関し、深層学習による物体検出 AI モデルで糞スコアを分類できるか検討した。物体検出 AI モデルによる分類では、3 段階および 4 段階で糞水分を分類するモデルが 5 段階および 6 段階で分類するモデルより F 値が有意に高くなった。深層学習を使用した物体検出 AI モデルで糞スコアを分類するには、3 段階または 4 段階での分類が有効といえる。

以上の研究は、深層学習による物体検出 AI モデルは子牛の鼻汁や目ヤニの有無の判別、子牛行動の解析、子牛の糞スコア分類に適用できることを明らかにした。これらの技術は大規模飼養の生産現場を中心に適用することで、子牛の体調把握にかかる時間を削減することが可能であり、家畜管理の省力化に寄与するものである。本技術は今後農業界の進展に大きく寄与すると見込まれているスマート農業に関する技術研究であるため、研究者のみならず農業事業者が利用できる基礎的知見として極めて価値が高いといえる。

以上より、本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

今野真輔，堀口健一，片平光彦（2022）

深層学習を使用した黒毛和種育成牛の糞水分推定と糞スコア分類の可能性
農作業研究（掲載証明付）