

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：17301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540073

研究課題名(和文)高精細デジタル画像処理による有精卵の雌雄識別技術の実現・検証に関する研究

研究課題名(英文) Study about realization and inspection of a fertilized egg by high-definition digital image processing

研究代表者

野崎 剛一 (NOZAKI, Koichi)

長崎大学・ICT基盤センター・教授

研究者番号：00124834

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：鶏卵の輪郭を観察すると卵の左右に差が生じていることが観察される。鶏卵の左右回転方向が雌雄に大きく関与しているという仮説を立てた。卵の歪み計測で卵の捩れを検出するために、卵の全輪郭を捉える3台のカメラ構成による計測システムを考案した。卵の捻れ方向を解析すると、卵の歪みや傾きは、振り子の強制振動と同じリミットサイクルと酷似している。この特性は、卵の回転方向が雌雄で逆、つまりメス卵は右に回転し、オス卵は左に回転しているものと想定される。

3面撮影のプロトタイプシステムの構築と検証を行い、実現すれば、採卵鶏種のオスひな殺処分問題の解決につながり、鶏卵を孵化前に食料、ワクチン開発の需要に使える道が開ける。

研究成果の概要(英文)：Observing outline of an egg, there are some differences in the left and right side of the egg. The direction of rotation of left and right of the egg set up the hypothesis which participates in the male and female big. The measurement system by three cameras composition to catch the whole lines of the egg was contrived to detect a twist of egg by distortion measurement of egg. I resemble the same limit cycle as the compulsion vibration the distortion of the egg and the slope analyze one for how to be twisted, and by which they are a pendulum of the egg closely. The direction of rotation of the egg is reverse by the male and female in other words, female egg revolves to the right, and this special quality assumes that male egg is revolving to the left.

If we have constructed the three directions prototype photography system, We can get a solution of the problem of male chicken killed, and before eggs hatch we can find the way of using eggs in demand of food and vaccine development.

研究分野：複合領域

キーワード：鶏卵 雌雄識別 デジタル画像処理

1. 研究開始当初の背景

卵の形による雌雄識別の課題については、1977年(昭和52年)に提案された特許に、卵の4頂点の決め方、雌雄の識別など計測と鑑定手法が公開されている。そして、雌雄の識別基準が親鳥ごとに異なることや識別基準が一定の日時で反転する(クラッチ)現象があることが報告され、クラッチを使う特許が特開平01-055131 雌雄種卵鑑別分離方法で提案されている。しかし、この方法では、親鳥ごとに識別方法が異なることやクラッチ現象などのために技術確立は不可能である。近年では、平成20年11月11日の日本経済新聞39面[九州経済A]の「鶏卵の雌雄判別装置 オンガエンジ開発 外見分析、3秒で」の記事や平成21年2月4日の朝日新聞夕刊「卵の雌雄がわかる機械つくるぞ ねじれがヒントなんだ」などで、鶏卵の雌雄判別に関する研究開発状況が報道された。しかし、その技術は残念ながら未検証で実現可能か否かも不明の状態である。本研究申請者は、前述の朝日新聞記事でとりあげられた研究者から研究推進・技術相談を受け、これまで、宮崎大学農学部や養鶏業アミューズ株式会社の協力を得て、デジタル画像処理による雌雄鑑別技術の研究を継続している。そして、この数年間、鶏卵の形状を立体的に解析して、卵の形の歪みを検出し、そのデータによる雌雄鑑別法が見つけられそうであった。

2. 研究の目的

にわとりは、その有精卵が孵化して生まれたヒナ(ひよこ)の段階で雌雄鑑別される。にわとりのヒナの雌雄鑑別とは、生まれたばかりのヒナ(ひよこ)の性別を識別することである。にわとりは、商業的には雌雄の別によって異なる目的で飼育されるが、「ひよこ」の段階での雌雄の区別は困難である。そのため、いくつかの鑑別方法が発達し、総排泄口による雌雄鑑別(肛門鑑

別法)や羽毛による雌雄鑑別(羽毛鑑別・羽性鑑別)が行われている。にわとりが産卵した直後の有精卵を雌雄識別する技術はない。日本では、「ひよこ」の性別の区別について初生雛鑑別師という資格まで存在する。本申請は、デジタル画像処理による精密計測技術で「有精卵の雌雄が分かる機械」の実現、検証を行うことを目的とする世界初の研究である。

3. 研究の方法

<平成25年度>

卵(Egg)の位置決めは、卵台を垂直カメラと水平に、もう一台設置したカメラで角度を検出して、サーボで調整したあと3台のカメラ(Right, Center, Left)で、画像を撮影する装置開発から検討を進めた。また、この卵の計測においては、計測卵の設置位置の調整とデジタルカメラから画像処理装置へのデータ転送時間の向上、卵の輪郭抽出プログラム(アルゴリズム)の高速化、卵の形状(長径、短径、ねじりパラメータ等)分析プログラムの開発を進めていった。

<平成26年度>

データ解析、形状分析パラメータの検討を重ね、これまでの計測データを使ったアルゴリズム、輪郭抽出プログラムの改良を行った。以上の研究は、高精細画像処理技術による鶏卵の形状分析、有精卵の孵化、雌雄鑑別(羽毛鑑定)を伴う検証であり、その成果は生命科学の分野で評価される内容であるために、様々な画像処理技術の最新動向の調査や生物学的な分野の研究者および養鶏業者の知見を得ながら研究を進めた。

4. 研究成果

卵の形を輪切りにして、これを卵の頂点から観察すると真円ではなく、僅かに楕円になっている。その楕円の長軸は頭部から尾部に

沿って回転している。卵を水平に置いて任意の角度からの輪郭を観察すると卵の左右の輪郭に差が生じていることが観察される。卵を短径より頭部でバランスさせると、輪郭の差は指数関数的に増大する。輪郭を角度系に置き換えてみて、観察するとサイクル運動の位相（回転方向）が雌雄の識別に大きく関与しているという仮説のもとに、検証と検討を重ねていった。

卵の歪み計測で卵の捻れを検出するには立体的形状の把握が必要である。しかし卵を回転させるようなことは非実用的であるため、卵の全輪郭を捉える3台のカメラ構成による計測システムが必要と考えた。

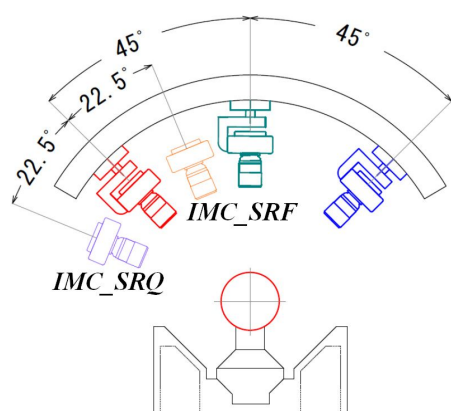


図1 卵置き台と3台のカメラ

小さく安定した卵置き台の試作とカメラ設置角度調整を行い位相差の計算および、さまざまな視点から卵の捻れ方向を解析した。

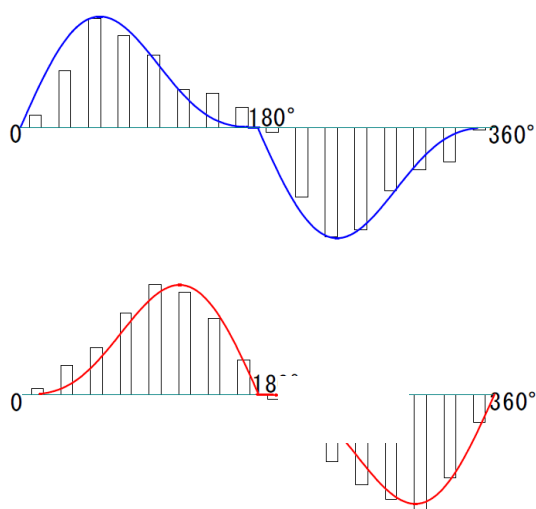


図2 鶏卵の輪郭と輪郭歪み

図2は、卵の長軸を中心に360°右に回転させて撮影した画像による輪郭と輪郭歪みを計測データから検出できた。歪みや卵の傾きは、振り子の強制振動と同じリミットサイクルと近似している。この特性は産卵時に、卵の回転方向が雌雄で逆、つまり、メス卵は右に回転し、オス卵は左に回転していると想定される。

リミットサイクルは360°の撮影を行えば、雌雄を容易に視認出来ると思われるが、実用化は経費と処理時間の点で不可能である。しかし、領域区分を適正に行えば、雌雄は可逆的に現れ、その可逆特性から正しく鑑別出来たことが説明できる。以下の表1にこれまで計測したデータを分析した雌雄識別特性を示す。

| Mes No | SEX | PD_BLARL | FLMC0 | XLMC0 | IncSR90 |
|--------|-----|----------|--------|--------|---------|
| W1007 | ♀ | Lead | Right | Right | Left |
| W1008 | ♀ | Lead | Right | Right | Left |
| W1009 | ♀ | Lead | Right | Right | Left |
| W1010 | ♀ | Lead | Right | Right | Left |
| W3501 | ♂ | Lead | Right | Right | Right |
| W3502 | ♂ | Lead | Right | Right | Right |
| W3503 | ♂ | Lead | Right | Right | Right |
| W3516 | ♂ | Lead | Right | Right | Right |
| Mes No | SEX | PD_BLARL | FLMC0 | XLMC0 | IncSR90 |
| W1001 | ♀ | Lead | Left | Left | Right |
| W1002 | ♀ | Lead | Left | Left | Right |
| W1015 | ♀ | Lead | Left | Left | Right |
| W1016 | ♀ | Lead | Left | Left | Right |
| W3508 | ♂ | Lead | Left | Left | Left |
| W3509 | ♂ | Lead | Left | Left | Left |
| W3510 | ♂ | Lead | Left | Left | Left |
| W3511 | ♂ | Lead | Left | Left | Left |
| Mes No | SEX | PD_BLARL | FLMC90 | XLMC90 | IncSR0 |
| W1003 | ♀ | Lag | Right | Right | Right |
| W1004 | ♀ | Lag | Right | Right | Right |
| W1005 | ♀ | Lag | Right | Right | Right |
| W1006 | ♀ | Lag | Right | Right | Right |
| W3512 | ♂ | Lag | Right | Right | Left |
| W3513 | ♂ | Lag | Right | Right | Left |
| W3514 | ♂ | Lag | Right | Right | Left |
| W3515 | ♂ | Lag | Right | Right | Left |
| Mes No | SEX | PD_BLARL | FLMC90 | XLMC90 | IncSR0 |
| W1011 | ♀ | Lag | Left | Left | Left |
| W1012 | ♀ | Lag | Left | Left | Left |
| W1013 | ♀ | Lag | Left | Left | Left |
| W1014 | ♀ | Lag | Left | Left | Left |
| W3504 | ♂ | Lag | Left | Left | Right |
| W3505 | ♂ | Lag | Left | Left | Right |
| W3506 | ♂ | Lag | Left | Left | Right |
| W3507 | ♂ | Lag | Left | Left | Right |

表1 雌雄識別特性

このような可逆特性は45°間隔で撮影した3面の画像を使えば実現出来る。3面撮影は実用化が極めて容易であると思われるので、この撮影プロトタイプシステムの構築と検証に着手したい。

卵の形状による雌雄鑑定が実現すれば、「鶏の雌雄は、産卵直後の形状により識別できる。」ということになり、「鶏の雌雄は、産卵直後ではなく発生が少し進んだ頃に決定する。」という生物学的な学説を否定することになる。そして、雄の有精卵は、食用、ワクチン及び薬品製造用に転用でき、孵化に必要な膨大な電力エネルギーの削減に貢献できることになるなど、得られる成果から創出が期待される新技術・新分野については、ドイツなどで問題となっている採卵鶏種のオスひなの殺処分問題が解決することにつながることや鶏卵を孵化前に食料、ワクチン開発の需要に使える道が開けることにもなる。そして、下記のような多くの新しい展開が想定される。

- (1) 現在、種鶏業者は生まれてきた雄雛を焼却・廃棄処分している。産卵後の雌雄鑑別手法が確立すれば、雄と判定された卵(日本国内で年間約2億個)をワクチン用および食用に転用できる。
- (2) 雄雛の焼却・廃棄に要するエネルギーの節約
- (3) 焼却・廃棄の中止に伴う地球環境保全への貢献(CO₂削減)
- (4) 卵および食用鶏の生産効率化による世界規模でのタンパク食料資源の確保
- (5) 鶏の品種改良研究のコスト・時間の削減と新鑑定理論の他分野への応用展開

5. 主な発表論文等

現時点までの論文、図書等はない。

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 0件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野崎 剛一 (NOZAKI, Koichi)

長崎大学・ICT基盤センター・教授

研究者番号: 00124834