

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H03102

研究課題名（和文）家畜における問題行動の分子機構の解明と制御

研究課題名（英文）Understanding and regulating of molecular mechanism of problem behaviors in domesticated animals

研究代表者

新村 毅（Shimmura, Tsuyoshi）

東京農工大学・（連合）農学研究科（研究院）・教授

研究者番号：50707023

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、共喰いの分子基盤を明らかにすると共に（実験1・2）、ロボットを用いてヒナの行動を操るシステムを開発することである（実験3）。実験1では、軍鶏の全ゲノムシーケンス情報の集団ゲノム解析により、攻撃行動のパターンを制御する遺伝基盤の探索を行った。実験2では、羽毛つつきの頻度を羽毛スコアにより評価する方法を用いて、商業用ニワトリ集団において羽毛つつきの頻度が異なる集団を発見し、実験1と同様に羽毛つつきを制御する遺伝基盤の探索を行った。実験3では、母子行動の模倣に重要な要素を搭載したロボットを開発し、ニワトリの雛に提示したところ、行動や増体重の変化が生じることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

共喰いは、生産現場においても長年大きな課題であったものの、解決がなされていない課題であった。本研究は、その問題行動を遺伝学に加えて、環境要因により複合的・統合的な制御を試みたものであり、その社会的意義は一定の意義があったものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study was to clarify the molecular basis of cannibalism (Experiments 1 and 2) and to develop a robot-based system to manipulate chick behavior (Experiment 3). In Experiment 1, a population genome analysis of the whole genome sequencing information of military chickens was used to search for the genetic basis that controls the pattern of aggressive behavior. In Experiment 2, the frequency of feather pecking was evaluated using feather scores to find populations of commercial chickens that differ in the frequency of feather pecking, and a search for the genetic basis controlling feather pecking was conducted as in Experiment 1. In Experiment 3, we developed a robot equipped with elements important for imitating mother-offspring behavior and presented it to chickens, suggesting that changes in behavior and weight gain occur.

研究分野：システム行動生物学

キーワード：ニワトリ 行動 遺伝 ロボット

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

21世紀以降、家畜福祉（アニマルウェルフェア）はグローバルスタンダードとなり、ニワトリ用のケージ飼育が世界的に禁止となり、広い空間に数千羽以上を放し飼いにする管理方法への移行が始まっている。しかしながら、そこではニワトリ同士の共喰いが多発するため、この問題行動の制御が世界的な課題となっている。

2. 研究の目的

本研究では、我が国が有する貴重なニワトリリソースと、次世代シーケンサーを軸とした技術を用いて、共喰いの制御遺伝子を抽出すると共に（実験1・2）、鳥類に備わる「刷り込み」という習性を利用したヒナと母鶏模倣型ロボットとのインタラクション技術により、ヒナの行動を操るシステムを開発する（実験3）。

3. 研究の方法

実験1・2で用いる集団遺伝学は、全ゲノム解析技術の革新により大きな発展を遂げている手法である。我が国では、各都道府県に家畜試験場が設置されており、そこでは独立して多様な品種が系統維持されてきた。したがって、日本の貴重なニワトリリソースを利用する本研究は、ユニークな研究となる。また、全ゲノムを用いた解析の場合、偽陽性の候補遺伝子が多数抽出されるリスクが付随するが、本研究では、多様な品種の計100個体以上の全ゲノム情報を用いた多段階のスクリーニングにより候補遺伝子を抽出する。

実験3では、我が国が得意とする機械工学と動物行動学を融合させ、ロボットによりヒナの行動を操るシステムを開発する。鳥類には、孵化直後の動くものを母親と認識する「刷り込み」という習性が存在する。本研究では、この技術を基盤とし、最小で最適な動き・音声を搭載したロボットを開発する。

4. 研究成果

実験1では、軍鶏の全ゲノムシーケンス情報の集団ゲノム解析により、攻撃行動のパターンを制御する遺伝基盤の探索を行った。まず、攻撃パターンが異なる集団の行動テストを行い、対面相手や性別に関わらず、攻撃型は攻撃型の防御型は防御型の攻撃パターンを示すことが明らかとなり、この攻撃パターンが遺伝的に支配されている可能性が示唆された（図1）。この集団を用いて、全ゲノム情報の集団解析、RNA-seqなどにより、攻撃パターンを制御している遺伝基盤の一端を明らかにした。

実験2では、羽毛つつきの頻度を羽毛スコアにより評価する方法を用いて、商業用ニワトリ集団において羽毛つつきの頻度が異なる集団を発見し、表現型解析およびDNA抽出を行い、全ゲノムシーケンスを行った。結果としては、影響力の高い遺伝領域は明らかにならず、羽毛つつきは影響力の大きい多遺伝子により制御されている可能性が示唆された。

実験3では、母子行動の模倣に重要な要素を搭載したロボットを開発し、採卵鶏および肉用鶏の雛に提示したところ、行動や増体重の変化が生じることが示唆された。また、開発したロボットの簡易化を進め、簡易化したロボットによっても母子行動の一部が再現できることを示した。

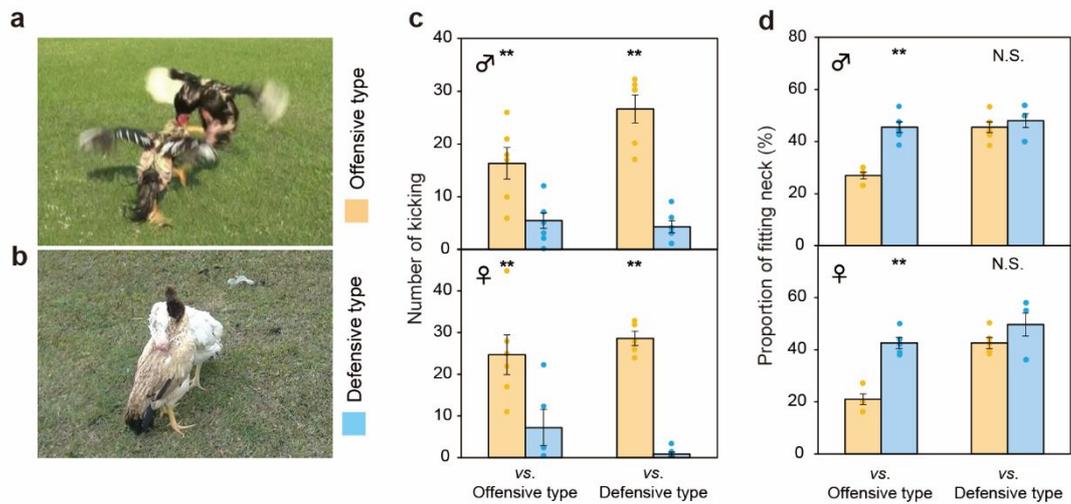


図1 . 攻撃型と防御型の、性別や相手のタイプに依存しない集団特異的な攻撃パターン。(a,b) 攻撃型は互いにジャンプしたり蹴ったりし続けるが(a) 防御型は自分の首を相手の首に回して攻撃を防御し続ける (b)。(c)雌雄共に、攻撃型と防御型のいずれと戦った場合でも、攻撃型は防御型よりも典型的な蹴り行動を多く示した (**P < 0.01, t-検定; 平均 ± SEM, n=5-6)。(d) 防御型は、攻撃型と戦った場合、雌雄共ともに攻撃型よりも首のフィッティングに多くの時間を費やした (**P < 0.01, t-test; mean ± SEM, n=5-6)。N.S.は有意差なしを示す (各 P = 0.473 (オス) P = 0.206 (メス))。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kohno Suzuka, Ogawa Shinichiro, Shimmura Tsuyoshi, Sato Kan, Tokutake Yukako	4. 巻 93
2. 論文標題 Myeloperoxidase expression in diencephalon is potentially associated with fear related behavior in chicks of laying hen	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Animal Science Journal	6. 最初と最後の頁 9594-9603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/asj.13779	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Morris KM, Hindle MM, Boitard S, Burt DW, Danner AF, Eory L, Forrest HL, Gourichon D, Gros J, Hillier L, Jaffredo T, Khoury H, Leterrier C, Loudon A, Mason AS, Meddle SL, Minvielle F, Minx P, Pitel F, Seiler JP, Shimmura T, Tomlinson C, Vignal A, Webster RG, Yoshimura T, Warren WC, Smith J	4. 巻 18
2. 論文標題 The quail genome: insights into social behaviour, seasonal biology and infectious disease response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Biology	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12915-020-0743-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Nakayama T, Okimura K, Shen J, Guh Y, Tamai TK, Shimada A, Minou S, Okushi Y, Shimmura T, Furukawa Y, Kadofusa N, Sato A, Nishimura T, Tanaka M, Nakayama K, Shiina N, Yamamoto N, Loudon AS, Nishiwaki-Ohkawa T, Shinomiya A, Nakane Y, Yoshimura T	4. 巻 117
2. 論文標題 Seasonal changes in NRF2 antioxidant pathway regulates winter depression-like behavior	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 9594 ~ 9603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2000278117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Shimmura Tsuyoshi, Tamura Mai, Ohashi Shosei, Sasaki Asuka, Yamanaka Takamichi, Nakao Nobuhiro, Ihara Kunio, Okamura Shinsaku, Yoshimura Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Cholecystokinin induces crowing in chickens	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-40746-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nakayama Tomoya, Shimmura Tsuyoshi, Shinomiya Ai, Okimura Kousuke, Takehana Yusuke, Furukawa Yuko, Shimo Takayuki, Senga Takumi, Nakatsukasa Mana, Nishimura Toshiya, Tanaka Minoru, Okubo Kataaki, Kamei Yasuhiro, Naruse Kiyoshi, Yoshimura Takashi	4. 巻 3
2. 論文標題 Seasonal regulation of the lncRNA LDAIR modulates self-protective behaviours during the breeding season	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Ecology & Evolution	6. 最初と最後の頁 845 ~ 852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41559-019-0866-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakane Yusuke, Shinomiya Ai, Ota Wataru, Ikegami Keisuke, Shimmura Tsuyoshi, Higashi Sho-Ichi, Kamei Yasuhiro, Yoshimura Takashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Action spectrum for photoperiodic control of thyroid-stimulating hormone in Japanese quail (<i>Coturnix japonica</i>)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 845-852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0222106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Morris KM, Hindle MM, Boitard S, Burt DW, Danner AF, Eory L, Forrest HL, Gourichon D, Gros J, Hillier L, Jaffredo T, Khoury H, Leterrier C, Loudon A, Mason AS, Meddle SL, Minvielle F, Minx P, Pitel F, Seiler JP, Shimmura T, Tomlinson C, Vignal A, Webster RG, Yoshimura T, Warren WC, Smith J	4. 巻 18
2. 論文標題 The quail genome: insights into social behaviour, seasonal biology and infectious disease response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Biology	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12915-020-0743-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 One Welfare実現のためのシステム行動生物学
3. 学会等名 第69 回日本実験動物学会総会シンポジウム「産業動物・展示動物のアニマルウェルフェア」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 母鶏模倣型ロボットとのインタラクションによるヒナの行動制御
3. 学会等名 動物の行動と管理学会シンポジウム「動物とコンピューターのインタラクション」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 One Welfare実現のためのシステム行動生物学
3. 学会等名 第27回デジタル進化生物学セミナー(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 One Welfare実現のための人と動物の対話的關係学
3. 学会等名 関東畜産学会シンポジウム「関東圏大学におけるアニマルサイエンス研究」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 家禽の攻撃性の遺伝基盤
3. 学会等名 行動遺伝学研究会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安田広大・山口俊介・福井優百・永田健・塚原直樹・新村毅
2. 発表標題 ロボット工学を用いたプロイラー雑の行動制御
3. 学会等名 動物の行動と管理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駄場優子・新村毅・Ahmed S. Shaker・岡村晋作・木下圭司・水谷誠・後藤達彦・都築政起・吉村崇
2. 発表標題 先天的発声の分子基盤の解明
3. 学会等名 行動遺伝学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 動物とロボットのインタラクションを目指して
3. 学会等名 動物行動学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shimmura T
2. 発表標題 Toward animal computer interaction
3. 学会等名 The 14th International Conference on Environmental Enrichment（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究グループHP https://tsuyoshishimmura.wixsite.com/website-1

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
スウェーデン	ウプサラ大学			
米国	コロンビア大学			