

令和 3 年 6 月 6 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02766

研究課題名(和文) 東南アジア地域の乳牛における暑熱ストレス耐性の遺伝学的背景の探索

研究課題名(英文) Study on the genetic background of heat stress tolerance in dairy cattle in Southeast Asia

研究代表者

大蔵 聡 (Ohkura, Satoshi)

名古屋大学・生命農学研究科・教授

研究者番号：20263163

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、東南アジア地域で飼育されている乳用牛について、生理学的および遺伝学的解析により暑熱ストレスに強いウシの特徴を見出し、それらのウシが暑熱ストレス耐性を有するメカニズムを解明することを目的とした。カンボジア国内の農場で飼育されている乳用牛を対象として、ホルター型心電計を用いた心拍変動解析法により、心拍変動の周波数成分パラメータを用いて暑熱ストレス耐性を有する個体を選抜できることを明らかにした。また、それらの乳用牛を対象として、次世代シーケンサーを利用したGRAS-Di解析を行い、暑熱ストレス耐性をもたらす候補遺伝子の網羅的多型解析を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において確立した、心拍変動解析による自律神経機能の変化に着目してウシの暑熱ストレス反応を評価する手法は、暑熱環境下にあるウシの暑熱ストレスへの適応度の差を判別するツールとして活用できる。今後、心拍変動の周波数成分パラメータを用いて暑熱ストレス耐性を有する乳用牛を選抜し、それらのウシを用いて、暑熱ストレス耐性の遺伝的背景や暑熱耐性の分子メカニズムの解明が進めば、世界的に期待されている「乳量が多くかつ暑熱ストレス耐性の高い乳用牛」への改良に資する基盤的知見を得ることが可能になる。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to identify the characteristics of heat stress tolerance by physiological and genetic analysis and to elucidate the mechanism of heat tolerance in dairy cattle raised in Southeast Asia. Using a Holter-type electrocardiograph to analyze heart rate variability in dairy cattle raised on farms in Cambodia, the frequency domain indices of heart rate variability were found to be used to select individuals with heat tolerance. We also conducted GRAS-Di analysis with next-generation sequencing on these dairy cows to conduct a comprehensive polymorphism analysis of candidate genes that confer heat stress tolerance.

研究分野：家畜繁殖学

キーワード：応用動物 獣医学 畜産学 神経科学 ストレス ウシ 暑熱 心拍変動

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) わが国の乳用牛では、1970年代には平均305日乳量が1頭あたり6,000kg前後であったものが、近年には9,000kgを超えるまで改良が進んでいる。日本の乳生産は、その多くを乳用種であるホルスタイン種に依存している。ホルスタイン種は北ヨーロッパ原産であり、ヨーロッパに比べ高温多湿な日本の気候に適した品種とは必ずしも言えない。実際、本州以南では、最も暑い7~8月の乳量は15~20%程度低下することが知られている。また、夏季の気候に伴う暑熱ストレスは、繁殖機能の低下による受胎率の低下や分娩間隔の延長をもたらし、生産性の著しい低下を招く。今後、温暖化がさらに進行することが予測されており、わが国の生乳生産性を維持するためには、暑熱ストレスに強い乳用牛の作出が期待されている。

(2) 経済発展に伴う生活レベルの向上により、東南アジアを含むさまざまな国で牛乳の需要が高まっていることから、暑熱ストレスに耐性のある乳用牛は世界的にも期待されている。東南アジアの国々は熱帯に位置しており、ホルスタイン種の純粋種を飼育して十分な乳生産を得ることは困難である。一方、東南アジアにはさまざまな在来種のウシが存在し、それらは暑さには強いが、乳量は少ないのが一般的である(引用文献)。少ない乳量を補うため、ホルスタイン種と在来種の交雑による乳用牛の作出が行われているが、その効果は限定的であり、日本のホルスタイン種のような十分な乳量を確保するには至っていない。

(3) これまでに研究代表者らのグループは、家畜の繁殖機能におよぼす種々のストレスの影響を検討し、ストレスに起因する情報が脳の生殖機能制御中枢の活動を抑制することを見出してきた(引用文献 および)。一連の研究を通じて、ストレスの作用機序の解明によりストレスへの対処を考えることの重要性もさることながら、家畜そのものにストレス耐性が必要であることを発想するに至った。そこで、畜産物生産に影響をおよぼすストレスの中でも、影響がより深刻さを増している暑熱ストレスに着目し、本研究課題を着想するに至った。上述の通り、乳量が多くかつ暑熱ストレスに強いウシの育種改良は日本だけでなく世界的にも期待されている。暑熱ストレスを低減するために、わが国では乳用牛の栄養管理や飼育管理技術について研究が進められ、また、東南アジア諸国ではホルスタイン種と在来種との交配によるウシ個体の改善が試みられてきた。しかし、いずれも根本的な解決には至っておらず、遺伝学的に暑熱に強い形質を利用した新たなアプローチによって暑熱ストレスを克服する必要がある。

(4) 近年、次世代シーケンス技術の進歩により、遺伝子解析のスピードは飛躍的に高まった。ヒトでは、千人規模の患者の全ゲノム配列をすべて解読することが可能になり、遺伝子多型から予測される疾患原因遺伝子が数多く同定されている。ウシにおいても数百個体を対象とした遺伝子多型解析により、乳量や暑熱ストレス耐性に関連することが示唆される遺伝子が報告されている(引用文献 および)。これまで、候補となる遺伝子多型は複数報告されているが、どの遺伝子がどのようなメカニズムで暑熱ストレス耐性をもたらすのか、また、繁殖成績や栄養・代謝状態などの生理学的指標との関連などについては明らかとなっていない。

2. 研究の目的

(1) 上記の背景およびこれまでの研究成果に基づき、本研究では東南アジア地域で飼育されているウシについて生理学的および遺伝学的解析を行い、それらのウシが暑熱ストレス耐性を有するメカニズムを解明することを目的とした。具体的には、東南アジア地域で飼育されている乳用牛における暑熱ストレス耐性の評価方法を確立すること、および、それらのウシから採取したゲノムDNAサンプルを用いて網羅的遺伝子多型解析を行い、東南アジア地域の乳用牛の暑熱ストレスへの適応度と比較することにより暑熱ストレス耐性に関与する原因遺伝子を同定し、東南アジア地域のウシが暑熱ストレス耐性を保持するメカニズムを解明することをめざした。

(2) 暑熱ストレス耐性の評価法として、心拍変動解析法をフィールド調査に適用した。心拍変動解析法は、動物の自律神経機能のバランスを計測できる解析法である。心拍変動解析法では、携帯型のホルター型心電計を用いて長時間持続的に記録した心電図(ホルター心電図)から、心拍間隔を算出して心拍変動の時系列データを得ることにより、ウシへのストレス負荷の評価が可能となる解析手法である(引用文献 および)。ストレスの評価はコルチゾールなどの内分泌学的指標や動物の行動変化などが通常用いられているが、採血に伴う侵襲ストレスを考慮しなくてはならない点や長時間の観察記録の必要性など難点が多い。本研究では、ホルター心電図の簡便な解析により、侵襲性を考慮することなくストレス評価が可能である心拍変動解析法をフィールド調査に導入し、ウシの暑熱ストレス耐性の評価を行う点に大きな特色がある。

3. 研究の方法

(1) カンボジアにおける乳用牛の生理学的データの解析

名古屋大学カンボジアサテライトキャンパス内実験農場にて飼養されているカンボジア由来およびタイ由来の乳用牛(在来種とホルスタイン種の交雑種)を調査対象として、ホルター型心電計を用いた心拍変動解析により自律神経機能の評価と暑熱ストレスとの相関を調べた。ウシに装着したホルター型心電計を用いて心電図を連続記録し、心拍変動を解析した。ウシを牛舎内(日陰あり)、日陰のない放飼場(直射日光下)および牛舎内(日陰あり)に経日的に移動し、この間に得られた心電図から、一定時間毎の心拍数および一定時間内の心拍間隔(R-R間隔)を算出するとともに、パワースペクトラム解析により心拍変動の時間成分パラメータ(平均R-R間隔、R-R間隔の標準偏差および変動係数)と周波数成分パラメータ(低周波(LF)成分、高周波(HF)成分およびLF/HF比)を算出した。また、各日のウシの飼育環境の環境温度、相対湿度およびウシの直腸温度を経時的に記録した。

(2) タイおよびフィリピンにおける乳用牛の生理学的データの解析

タイ・ナコーンパトム県近郊農家で飼養されている乳用牛およびフィリピン・フィリピン大学ロスバニョス校酪農農場において飼養されている乳用牛を調査対象として、(1)と同様にホルター型心電計を用いた心拍変動解析により自律神経機能の評価と暑熱ストレスとの相関を調査し、比較検討を行うためのデータ収集を計画した。

(3) カンボジアのウシの遺伝学的データの収集と解析

名古屋大学カンボジアサテライトキャンパス内実験農場にて飼養されているカンボジア由来およびタイ由来の乳用牛、およびカンボジア・プノンベン近郊の農家で飼養されている乳用牛を対象として、暑熱ストレス耐性をもたらす候補遺伝子の網羅的多型解析を行った。ウシの毛根よりゲノムDNAを抽出した後、これを名古屋大学に持ち帰り、次世代シーケンサーを利用したGRAS-Di解析を実施した。

4. 研究成果

(1) カンボジアにおける乳用牛の生理学的データの解析

名古屋大学カンボジアサテライトキャンパス内実験農場で飼養されているカンボジア由来およびタイ由来の乳用牛を対象として、ホルター型心電計を用いた心拍変動解析により、ウシに負荷される暑熱ストレスの評価を行った。また、飼育環境の環境温度、相対湿度および直腸温度の変化を計測した。直射日光に曝露されている暑熱環境下では、環境温度、温度-湿度指数およびウシの直腸温度が有意に上昇し、直射日光の曝露によりウシには暑熱ストレスが負荷されていることが確認できた(図1)。また、心拍変動解析により自律神経機能の評価と暑熱ストレスとの相関を検討したところ、心拍変動の周波数成分パラメータ(LF/HF比およびHF成分)を指標とすることにより、暑熱ストレス負荷環境下では、交感神経系活性が上昇し、かつ、副交感神経系活性が低下する個体と、これらのパラメータが明確に変動しない個体の2群に分けることができた(図2)。前者は暑熱ストレスに対してストレス反応を示した群、後者は暑熱ストレスに対してストレス反応を示さない耐性個体の群と考えられた。これらの結果から、ホルター心電図記録による心拍変動解析法により、心拍変動の周波数成分パラメータを用いて暑熱ストレス耐性を有する個体を選抜できることが明らかとなった。さらに、名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター東郷フィールドにおいて飼養している黒毛和種ウシを用いて、心拍変動解析による暑熱ストレス耐性の評価を並行して実施し、本手法の再現性が確認できた。暑熱環境下にあるウシのストレス反応やストレスへの適応度の差を、心拍変動解析による自律神経機能の変化に着目して解析した知見はこれまでなく、ウシの暑熱ストレス耐性を判別するツールとして活用できると考えている。

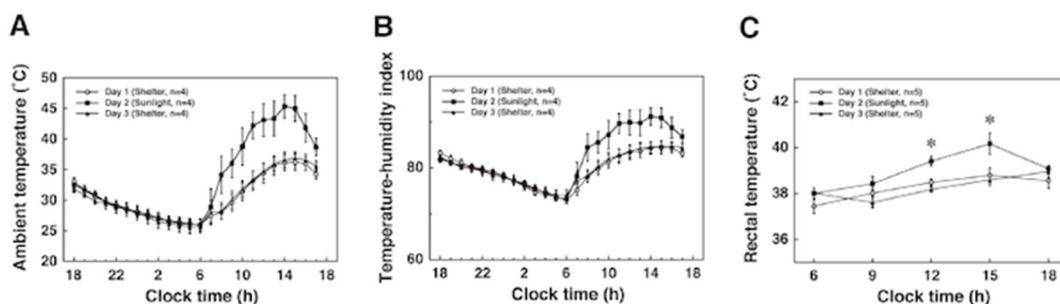


図1. 実験期間中の気温(A)と温湿度指数(B)の変化および実験期間中の日中(06:00-18:00hr)のウシの直腸温(C)の変化。

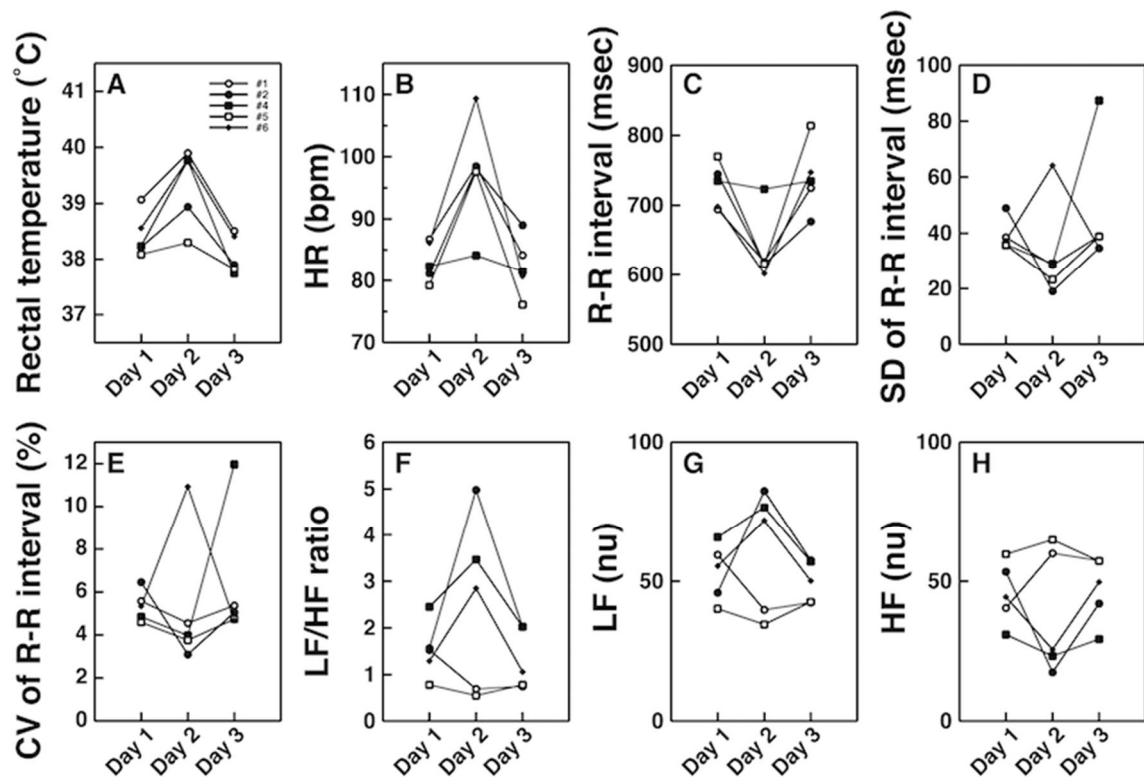


図2. 実験期間中の直腸温(A)、心拍数(B)、心拍変動の時間成分パラメータ(C-E)および周波数成分パラメータ(F-H)の個体ごとの変化の推移。

(2) タイおよびフィリピンにおける乳用牛の生理学的データの解析

タイおよびフィリピンの暑熱環境下で飼養されている乳牛を対象として、ホルター型心電計を用いた心拍変動解析により、ウシに負荷される暑熱ストレスの評価を実施することを準備していたが、新型コロナウイルス感染症まん延の影響、また、フィリピンにおける調査は対象農場におけるウシ伝染病の発生による全頭処分という不測の事態により実施できずに研究期間が終了した。今後、現地研究協力者の協力を得てデータの取得を試みたい。

(3) カンボジアのウシの遺伝学的データの収集と解析

カンボジア国内の農場で飼養されている乳用牛（一部は心拍変動解析法を用いて暑熱ストレスへの適応度の違いを判別した個体）を対象として、次世代シーケンサーを利用した GRAS-Di 解析による網羅的遺伝子多型解析を実施した。カンボジア国内のウシから採取した毛根よりゲノム DNA 試料を採取して GRAS-Di 解析を行い、現在、暑熱ストレス耐性をもたらす候補遺伝子の網羅的多型解析を継続している。当初はタイおよびフィリピンにおいて研究に供試できる乳用牛も対象にして同様の解析を行うことを準備していたが、新型コロナウイルス感染症まん延の影響、また、フィリピンにおける調査は対象農場におけるウシ伝染病の発生による全頭処分という不測の事態により実施できずに研究期間が終了した。今後、現地研究協力者の協力を得てデータの取得を試みたい。

< 引用文献 >

- Moran J. *Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics*. CSIRO Publishing, 2005.
- Ohkura S, Ichimaru T, Itoh F, Matsuyama S, Okamura H. Further evidence for the role of glucose as a metabolic regulator of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator activity in goats. *Endocrinology* 145: 3239-3246, 2004.
- 大蔵 聡, 岡村裕昭. シバヤギの繁殖機能調節因子としての代謝関連物質の作用. *獣医畜産新報* 60: 463-467, 2007.
- Dikmen S, Cole JB, Null DJ, Hansen PJ. Genome-wide association mapping for identification of quantitative trait loci for rectal temperature during heat stress in Holstein cattle. *PLoS One* 8: e69202, 2013.
- Daetwyler HD, Capitan A, Pausch H, Stothard P, van Binsbergen R, Brondum RF, Liao X, Djari A, Rodriguez SC, Grohs C, Esquerre D, Bouchez O, Rossignol MN, Klopp C, Rocha D, Fritz S, Eggen A, Bowman PJ, Coote D, Chamberlain AJ, Anderson C, VanTassell CP, Hulsege I, Goddard ME, Guldbbrandtsen B, Lund MS, Veerkamp RF, Boichard DA, Fries R, Hayes BJ. Whole-genome

sequencing of 234 bulls facilitates mapping of monogenic and complex traits in cattle. *Nat. Genet.* 46: 858-865, 2014.

von Borell E, Langbein J, Despres G, Hansen S, Leterrier C, Marchant-Forde J, Marchant-Forde R, Minero M, Mohr E, Prunier A, Valance D, Veissier I. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals -- a review. *Physiol. Behav.* 92: 293-316, 2007.

Yoshida M, Onda K, Wada Y, Kuwahara M. Influence of sickness condition on diurnal rhythms of heart rate and heart rate variability in cows. *J. Vet. Med. Sci.* 77: 375-379, 2015 .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Morita, Y., Ozaki, R., Mukaiyama, A., Sasaki, T., Tatebayashi, R., Morishima, A., Kitagawa, Y., Suzumura, R., Abe, R., Tsukamura, H., Matsuyama, S. and Ohkura, S. | 4. 巻 66 |
| 2. 論文標題 Establishment of long-term chronic recording technique of in vivo ovarian parenchymal temperature in Japanese Black cows | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Reproduction and Development | 6. 最初と最後の頁 271-275 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1262/jrd.2019-097 | 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 Tep, B., Morita, Y., Matsuyama, S., Ohkura, S., Inoue, N., Tsukamura, H., Uenoyama, Y. and Pheng, V. | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Seasonal changes in the reproductive performance in local cows receiving artificial insemination in the Pursat province of Cambodia | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Asian-Australasian Journal of Animal Sciences | 6. 最初と最後の頁 1922-1929 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5713/ajas.19.0893 | 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 Nakamura, S., Miwa, M., Morita, Y., Ohkura, S., Yamamura, T., Wakabayashi, Y. and Matsuyama, S. | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 Neurokinin 3 receptor-selective agonist, senktide, decreases core temperature in Japanese Black cattle | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Domestic Animal Endocrinology | 6. 最初と最後の頁 106522 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.domaniend.2020.106522 | 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 Bun, C., Watanabe, Y., Uenoyama, Y., Inoue, N., Ieda, N., Matsuda, F., Tsukamura, H., Kuwahara, M., Maeda, K.-I., Ohkura, S. and Pheng, V. | 4. 巻 80 |
| 2. 論文標題 Evaluation of heat stress response in crossbred dairy cows under tropical climate by analysis of heart rate variability. | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 The Journal of Veterinary Medical Science | 6. 最初と最後の頁 181 ~ 185 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1292/jvms.17-0368 | 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 |

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Tep, B., Morita, Y., Matsuyama, S., Ohkura, S., Inoue, N., Tsukamura, H., Uenoyama, Y. and Pheng, V. |
| 2. 発表標題 Reproductive performance of local cows received artificial insemination in Cambodia: Suppression of calving rate during the hot/dry and wet seasons |
| 3. 学会等名 2nd International Conference on Tropical Animal Science and Production (TASP2019) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大蔵 聡 |
| 2. 発表標題 生殖内分泌の基礎 - GnRH分泌制御の神経内分泌メカニズム - |
| 3. 学会等名 第1回日本生殖発生毒性フォーラム (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ohkura, S. |
| 2. 発表標題 Neuroendocrine control of reproductive functions in domestic ruminants |
| 3. 学会等名 The 2nd International Conference on Mathematics and Natural Sciences (IConMNS) 2019 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中村 翔, 三輪雅史, 森田康広, 山村 崇, 若林嘉浩, 大蔵 聡, 松山秀一 |
| 2. 発表標題 ニューロキニンB受容体作動薬投が夏季のウシ体温に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第112回日本繁殖生物学会大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 松田二子, 大蔵 聡 |
| 2. 発表標題 家畜における繁殖の神経内分泌学 - 基礎的知見と臨床応用の可能性 - |
| 3. 学会等名 (公社)日本畜産学会主催日本家畜臨床学会共催公開シンポジウム「畜産研究の成果を獣医臨床フィールドへ」(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 向山晃永, 尾崎理穂, 館林亮輝, 北川悠梨, 阿部良哉, 鈴木玲香, 松山秀一, 大蔵 聡, 森田康広 |
| 2. 発表標題 夏季におけるウシの排卵不全の原因探索 |
| 3. 学会等名 第40回動物臨床医学会記念年次大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 向山晃永, 館林亮輝, 北川悠梨, 阿部良哉, 鈴木玲香, 松山秀一, 大蔵 聡, 森田康広 |
| 2. 発表標題 暑熱ストレス下におけるウシの排卵不全メカニズムの解明 |
| 3. 学会等名 第113回日本繁殖生物学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森田康広, Tep, B., Pheng, V., 上野山賀久, 大蔵 聡 |
| 2. 発表標題 熱帯地域におけるウシの繁殖性向上を目指して: カンボジアを例に |
| 3. 学会等名 第163回日本獣医学会学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大蔵 聡 |
| 2. 発表標題 私が出会った生殖神経内分泌学 - 農学分野における基礎研究の意義 - 」 |
| 3. 学会等名 第43回日本比較内分泌学会及びシンポジウム (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 向山晃永、佐々木拓弥、尾崎理穂、館林亮輝、北川悠梨、森島 愛、阿部良哉、鈴木玲香、松山秀一、大蔵 聡、森田康広 |
| 2. 発表標題 黒毛和種牛における暑熱環境下での卵胞動態の解析 |
| 3. 学会等名 平成30年度東海畜産学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Bun, C., Watanabe, Y., Ohkura, S., Uenoyama, Y., Inoue, N., Ieda, N., Matsuda, F., Tsukamura, H., Kuwahara, M., Maeda, K.-I. and Pheng, V. |
| 2. 発表標題 Evaluation of heat stress responses by analysis of heart rate variability in crossbred dairy cows under the tropical climate. |
| 3. 学会等名 The 4th World Congress on Reproductive Biology (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Bun, C., Ohkura, S., Uenoyama, Y., Inoue, N., Ieda, N., Matsuda, F., Tsukamura, H., Kuwahara, M., Maeda, K.-I. and Pheng, V. |
| 2. 発表標題 Evaluation of heat stress responses by analysis of heart rate variability in dairy cows under the tropical climate. |
| 3. 学会等名 1st International Conference on Tropical Animal Science and Production (国際学会) |
| 4. 発表年 2016年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 大蔵 聡 | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 インターズー | 5. 総ページ数 351 |
| 3. 書名 視床下部および下垂体ホルモン（「繁殖生物学 改訂版」） | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--|
| 名古屋大学大学院生命農学研究科 動物生産科学研究室 https://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~laps/ |
|--|

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 |
|-------|--|---|----|
| 研究分担者 | 松田 二子 (Matsuda Fuko) (10608855) | 東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・准教授 (12601) | |
| 研究分担者 | P H E N G V u t h a (Pheng Vutha) (70747120) | 名古屋大学・アジアサテライトキャンパス学院(農)・特任准教授 (13901) | |

| | 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 |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 森田 康広 (Morita Yasuhiro) | | |

6. 研究組織 (つづき)

| | 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 |
|-------|---|---|----|
| 研究協力者 | 松山 秀一 (Matsuyama Shuichi) | | |
| 研究協力者 | BUN Chan (Bun Chan) | | |
| 研究協力者 | TEP Bengthay (Tep Bengthay) | | |
| 研究協力者 | 佐々木 拓弥 (Sasaki Takuya) | | |
| 研究協力者 | 向山 晃永 (Mukaiyama Akihisa) | | |
| 連携研究者 | 前多 敬一郎 (Maeda Kei-ichiro) (30181580) | 東京大学・大学院農学生命科学研究科 (農学部)・教授 (12601) | |
| 連携研究者 | 桑原 正貴 (Kawahara Masayoshi) (30205273) | 東京大学・大学院農学生命科学研究科 (農学部)・教授 (12601) | |
| 連携研究者 | 束村 博子 (Tsukamura Hiroko) (00212051) | 名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授 (13901) | |

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 | | | |
|---------|----------------|------------------|--|--|
| カンボジア | 王立農業大学 | 国立動物衛生生産科学研究所 | | |
| タイ | カセサート大学 | | | |
| フィリピン | フィリピン大学ロスバニョス校 | 国立農業水産天然資源研究開発会議 | | |