

令和元年6月17日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K12773

研究課題名(和文) 苛立ちの神経回路

研究課題名(英文) Neural circuit of frustration aggression

研究代表者

高橋 阿貴 (Takahashi, Aki)

筑波大学・人間系・准教授

研究者番号：30581764

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、攻撃行動を昂進させる神経メカニズムとして、脳内セロトニンの神経核である背側縫線核(DRN)に着目して解析を行った。社会的挑発と呼ばれる、別の雄マウスの存在が見えるが直接攻撃できない状態に置かれると、雄マウスの興奮が高まり、その直後の攻撃行動が増加する。本研究ではDRNにおける興奮性の神経伝達物質の入力が過剰な攻撃行動に関わることを明らかとし、その神経回路をより詳細に解析することで、「苛立ち」に関わる神経回路の一部が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間社会において暴力は大きな問題となっているが、この暴力行為の引き金となる主な原因に、欲求不満などによる「苛立ち」がある。ヒトにおける数少ない苛立ちの脳研究からは、動物研究で攻撃行動に関わることを示されている脳部位の一部が、苛立ちによっても活性化されることが報告されているが、その空間解像度は高いとは言えない。本研究はマウスを用いて、このような苛立ちに関わる神経回路を詳細に解明することを目指したものであり、その結果、セロトニン神経系を含む神経回路の関与が明らかになってきた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we studied neural circuit that is involved in an escalation of aggressive behavior induced by social instigation. Social instigation is a procedure that animals can see, smell, and hear the existence of other male but he cannot directly attack the opponent due to the partition. This procedure induces psychological excitation and causes an escalation of aggressive behavior of the male mouse in the following social encounter. We found that the dorsal raphe nucleus, which contains largest number of serotonin neurons in the brain, are involved in this escalation of aggressive behavior. Especially, excitatory glutamate input in the dorsal raphe nucleus determines the level of aggressive behavior in the male mice.

研究分野：行動神経科学

キーワード：苛立ち 攻撃行動 マウス 背側縫線核

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人間社会において暴力は大きな問題となっているが、この暴力行為の引き金となる主な原因に、欲求不満などによる苛立ちがある。これまで、動物を用いた攻撃性研究では、実際の身体的運動としての攻撃行動と、内的状態を切り分けることはできなかった。本研究では、欲求不満が引き起こされる場面において活性が上がり、その活性の程度によって攻撃行動の強度を変化させる領域こそが「苛立ち」に関わる脳領域であると定義し、「苛立ち」に関わる神経回路を明らかにすることを目指した。

研究代表者はこれまで、攻撃行動が過剰になる神経メカニズムとして、脳内セロトニン神経系の神経核である背側縫線核に着目して解析を行ってきており、その結果、背側縫線核における興奮性のグルタミン酸入力が増加することが明らかとなった。そこで本研究では、背側縫線核のグルタミン酸入力に関わる神経回路が「苛立ち」状態とどのような関係を持つかについて解析を行った。

2. 研究の目的

本研究では、「苛立ち」に関わる神経回路を明らかにするために、「苛立ち」を生み出す行動テストの開発を試みた。そして、「苛立ち」状態において活性化される神経回路を明らかにするために、c-Fos を用いた探索的解析と光遺伝学を用いた実験的操作を行った。また、性ホルモンや遺伝的要因が、「苛立ち」にどのように関与するかについても、検討を試みた。

3. 研究の方法

(1) 「苛立ち」を生み出す行動テストを開発するために、欲求不満状態が「苛立ち」を生じさせるという frustration aggression の知見に則り検討を行った。ゴールボックスにおいて報酬が得られるランウェイテストを用い、報酬を得られたあとに観察される攻撃行動と、報酬がなかった場合に観察される攻撃行動に変化がみられるかを観察した。

(2) 「苛立ち」により活性化される脳領域を明らかにするために、「苛立ち」を生じさせる場面として、社会的挑発を用いた。網ケージの中に入れた雄(挑発個体)を居住者のホームケージに入れることで、居住者マウスの興奮が高まり、その後の攻撃行動が昂進することが知られている。この場面において活性化される脳領域を、c-Fos 発現解析によって検討するとともに、背側縫線核のグルタミン酸入力が増加するかどうかを検討した。また、光遺伝学的手法を用いて、社会的挑発によって活性化される脳領域の活性化を行い、攻撃行動がどのように変化するかを検討した。

4. 研究成果

(1) 「苛立ち」を生み出す行動テストとして、欲求不満による攻撃行動テストの実験系を開発を試みた。報酬が通常もらえることを学習した場面において、報酬が得られないことによる欲求不満状態を作り、その際の攻撃行動がどのように変化するかを検討した。しかしながら、報酬の有無に関係なく、報酬と連合されたテスト場面におかれることによって、動物の興奮が高まり、攻撃行動が昂進するという、想定とは異なる結果が得られた。本結果は、報酬系(期待)と攻撃行動という新たな研究テーマにつながるものとなった。

(2) 本研究では、攻撃行動を昂進させる神経メカニズムとして、脳内セロトニンの神経核である背側縫線核に着目して解析を行った。社会的挑発と呼ばれる、別の雄マウスの存在が見えるが直接攻撃できない状態に置かれると、雄マウスの興奮が高まり、その直後の攻撃行動が増加する。背側縫線核におけるグルタミン酸の放出を測定したところ、攻撃行動中だけではなく、社会的挑発の最中にもグルタミン酸の増加がみられることが明らかとなった(Takahashi et al 2015 J Neurosci)。この結果から、社会的挑発によって、攻撃行動(身体的運動)を発現する前の段階(内的状態)から、攻撃行動に関わる背側縫線核のグルタミン酸入力が既に増加しており、その結果マウスの攻撃行動が過剰になったということが明らかとなった。そこで、本研究ではこのグルタミン酸入力の増加に関わる神経回路の探索を行った。c-Fos 発現解析や、光遺伝学的手法、そして薬理遺伝学的手法などを用いることによって、「苛立ち」に関わる神経回路の一端が明らかになってきた。引き続き現在、更なる証明段階の実験を行っているところである。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 18 件)

1. Aleyasin H, Flanigan ME, Golden SA, Takahashi A, Menard C, Pfau ML, Multer J, Pina J, McCabe KA, Bhatti N, Hodes GE, Heshmati M, Neve RL, Nestler EJ, Heller EA, Russo SJ (2018)

Cell-Type-Specific Role of FosB in Nucleus Accumbens In Modulating Intermale Aggression. *The Journal of Neuroscience*. 38(26):5913-5924. (査読あり)

2. [Takahashi A](#), Flanigan ME, McEwen BS, Russo SJ (2018) Aggression, social stress and the immune system in humans and animal models. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 12:56. (査読あり)

3. Heshmati M, Aleyasin H, Menard C, Christoffel DJ, Flanigan ME, Pfau ML, Goff PH, Hodes GE, Lepack A, Bicks L, [Takahashi A](#), Chandra R, Turecki G, Lobo MK, Maze I, Golden SA, Russo SJ (2018) Cell-type specific role for nucleus accumbens neuroligin-2 in depression and stress susceptibility. *Proceedings of the National Academy of Sciences U S A*. 115(5):1111-1116. (査読あり)

4. Golden SA, [Takahashi A](#). (2018) Combinatorial Psycho-Pharmacological Approaches for the Treatment of Abnormal Aggression. *Neuropsychopharmacology*. 43(2):233-234. (査読なし)

5. Menard C, Pfau ML, Hodes GE, Kana V, Wang VX, Bouchard S, [Takahashi A](#), Flanigan ME, Aleyasin H, LeClair KB, Janssen WG, Labonté B, Parise EM, Lorsch ZS, Golden SA, Heshmati M, Tamminga C, Turecki G, Campbell M, Fayad ZA, Tang CY, Merad M, Russo SJ. (2017) Social stress induces neurovascular pathology promoting depression. *Nature Neuroscience*. 20, 1752-1760. (査読あり)

6. [Takahashi A](#), Chung J, Zhang S, Zhang H, Grossman Y, Aleyasin H, Flanigan ME, Pfau ML, Menard C, Dumitriu D, Hodes GE, McEwen BS, Nestler EJ, Han MH, Russo SJ (2017) Establishment of a repeated social defeat stress model in female mice. *Scientific Reports*. 7(1):12838. (査読あり)

7. Horii Y, Nagasawa T, Sakakibara H, [Takahashi A](#), Tanave A, Matsumoto Y, Nagayama H, Yoshimi K, Yasuda MT, Shimoi K, [Koide T](#). (2017) Hierarchy in the home cage affects behaviour and gene expression in group-housed C57BL/6 male mice. *Scientific Reports*. 7(1):6991. (査読あり)

8. Flanigan M, Aleyasin H, [Takahashi A](#), Golden SA, Russo SJ. (2017) An emerging role for the lateral habenula in aggressive behavior. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 162:79-86. (査読あり)

9. Arakawa T, Tanave A, [Takahashi A](#), Kakihara S, [Koide T](#), Tsuchiya T. (2017) Automated Estimation of Mouse Social Behaviors Based on a Hidden Markov Model. *Methods in Molecular Biology*. 1552:185-197. doi: 10.1007/978-1-4939-6753-7_14. (査読なし)

10. 高橋阿貴 (2017) 過剰な攻撃行動の神経生物学 動物行動神経科学の視点から 臨床精神医学 46(9):1077-1082. (査読なし)

11. Okabe S, Tsuneoka Y, [Takahashi A](#), Ooyama R, Watarai A, Maeda S, Honda Y, Nagasawa M, Mogi K, Nishimori K, Kuroda M, [Koide T](#), Kikusui T. (2017) Pup exposure facilitates retrieving behavior via the oxytocin neural system in female mice. *Psychoneuroendocrinology*. 79:20-30. (査読あり)

12. Golden SA, Aleyasin H, Heins R, Flanigan M, Heshmati M, [Takahashi A](#), Russo SJ, Shaham Y. (2017) Persistent conditioned place preference to aggression experience in adult male sexually-experienced CD-1 mice. *Genes Brain, & Behavior*. 16(1):44-55. (査読あり)

13. Hirata H, [Takahashi A](#), Shimoda Y, Koide T. (2016) Caspr3-Deficient Mice Exhibit Low Motor Learning during the Early Phase of the Accelerated Rotarod Task. *PLOS ONE*. 11(1):e0147887. (査読あり)

14. Hodes GE, Pfau ML, Purushothaman I, Ahn HF, Golden SA, Christoffel DJ, Magida J, Brancato A, [Takahashi A](#), Flanigan ME, Ménard C, Aleyasin H, Koo JW, Lorsch ZS, Feng J, Heshmati M, Wang M, Turecki G, Neve R, Zhang B, Shen L, Nestler EJ, Russo SJ. (2015) Sex Differences in Nucleus Accumbens Transcriptome Profiles Associated with Susceptibility versus Resilience to Subchronic Variable Stress. *The Journal of Neuroscience*. 35(50):16362-76 (査読あり)

15. [Takahashi A](#), Sugimoto H, Kato S, Shiroishi T, Koide T. (2015) Mapping of Genetic Factors That Elicit Intermale Aggressive Behavior on Mouse Chromosome 15: Intruder Effects and the Complex Genetic Basis. *PLOS ONE*. 21;10(9):e0137764. (査読あり)

16. Newman EL, Smith KS, [Takahashi A](#), Chu A, Hwa LS, Chen Y, DeBold JF, Rudolph U, Miczek KA. (2015) α 2-containing GABA(A) receptors: a requirement for midazolam-escalated aggression and social approach in mice. *Psychopharmacology (Berl)*. 2015 Dec;232(23):4359-69. (査読あり)

17. Miczek KA, [Takahashi A](#), Gobrogge KL, Hwa LS, de Almeida RM. (2015) Escalated Aggression in Animal Models: Shedding New Light on Mesocorticolimbic Circuits. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2015 Jun 1;3:90-95. (査読あり)

18. Takahashi A, Lee RX, Iwasato T, Itohara S, Arima H, Bettler B, Miczek KA, Koide T. (2015) Glutamate input in the dorsal raphe nucleus as a determinant of escalated aggression in male mice. *The Journal of Neuroscience*. 2015 Apr 22;35(16):6452-63. (査読あり)

〔学会発表〕(計 37 件)

1. Takahashi A, Aleyasin H, Stavarache MA, Flanigan ME, Brancato A et al (2019) Phasic increase of interleukin 1 in the dorsal raphe nucleus affects inter-male aggressive behavior. 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS), 神戸国際会議場, 2019年3月29日(28-31日)

2. 高橋阿貴 (2018) マウスモデルから探る過剰な攻撃性に関わる神経メカニズム. 第161回日本獣医学会学術集会 2018年9月11日(11-13), つくば国際会議場, つくば(シンポジウム, 招待講演)

3. Takahashi A (2018) Prefrontal and subcortical neural mechanisms regulating escalated aggression in mice. 30th APS Annual Convention, May 27 (24-27), 2018, 米国サンフランシスコ(シンポジウム, 招待講演)

4. Takahashi A, Aleyasin H, Stavarache MA, Flanigan ME, Brancato A et al (2018) Individual difference of aggressive behavior and interleukin 1 beta in the dorsal raphe nucleus. *Neuroscience* 2018, 米国サンディエゴ, 2018年11月6日(3-7日)

5. Flanigan M, Aleyasin H, Leclair L, Lucas EK, Matikainen-Ankney BA, Takahashi A, et al (2017) Orexin inputs to GABAergic lateral habenula neurons control aggression valence. *Neuroscience* 2018, 米国サンディエゴ, 2018年11月5日(3-7日)

6. Takahashi A, Aleyasin H, Stavarache MA, Ogawa S, Russo SJ (2018) Modulation of dorsal raphe neuron activity by interleukin 1 beta and inter-male aggression in male mice. 第78回日本動物心理学会大会 東広島 東広島芸術文化ホール「くらら」 2018年8月29日(28-30)

7. 村川 友哲, 佐越 祥子, 高橋 阿貴, 小川, 園子 (2018) 視床下部内側視索前野に局在するエストロゲン受容体発現細胞集団は、発現するエストロゲン受容体のサブタイプによって異なる遠心性投射パターンを示すのか? 第29回日本行動神経内分泌研究会 相模原市 藤野芸術の家 2018年9月5日(5-7)

8. Takahashi A, Aleyasin H, Stavarache MA, Flanigan ME, Brancato A et al (2018) The role of interleukin 1 β in the brain on individual difference of inter-male aggression in the mouse. The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society. 神戸 神戸コンベンションセンター 2018年7月26日(26-29)

9. Sano K, Saito K, Takahashi A, Ogawa S (2018) Developmental changes and sex differences of ultrasonic vocalization in mice during social interactions. The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society. 神戸 神戸コンベンションセンター 2018年7月26日(26-29)

10. Takahashi A (2017) Projections from the dorsal raphe nucleus that is involved in escalation of aggression. The 40th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, July 22 (20-23), 2017, 幕張メッセ, 幕張(シンポジウム, 招待講演)

11. 高橋阿貴 (2017) 過剰な攻撃行動の脳内メカニズム: マウスの背側縫線核の役割シンポジウム “攻撃性の脳内基盤: 基礎と臨床(招待講演) April 8th, 2017, 日本橋ライフサイエンスビル, 東京

12. 高橋阿貴 (2017) 雄間攻撃行動に関わる背側縫線核の役割 第28回JSBN牛窓大会, 岡山県牛窓研修センター・カリヨンハウス, 2017年4月29日(28-30)

13. Takahashi A, Aleyasin H, Flanigan ME, Brancato A, Menard C et al (2017) Neuromodulatory effect of cytokine in the dorsal raphe nucleus and individual difference of aggression. The International Behavioral Neuroscience Society (IBNS) 2017, 広島県 グランドプリンスホテル広島, 2017年6月28日(26-30日)

14. Takahashi A, Aleyasin H, Flanigan ME, Brancato A, Menard C et al (2017) マウスの雄間攻撃行動の個体差おける免疫系の関与 行動2017(日本動物心理学会、日本動物行動学会、応用動物行動学会、日本家畜管理学会、日本行動神経内分泌学研究会の合同大会) 東京大学駒場キャンパス, 2017年8月30日-9月1日

15. 佐越祥子・武縄聡・高橋阿貴・小川園子 (2017) 視床下部腹内側核エストロゲン受容体陽性神経細胞への特異的な操作が雌マウスの自発的活動量に及ぼす効果 行動2017(日本動物心理学会、日本動物行動学会、応用動物行動学会、日本家畜管理学会、日本行動神経内分泌学研究会の合同大会) 東京大学駒場キャンパス, 2017年8月30日-9月1日

16. Takenawa S, Nakamura S, Takahashi A, Tanaka K, Yamanaka A, Ogawa S (2017) Effects of optogenetic manipulation on dorsal raphe serotonergic neuronal activity increases pup-caring behavior in virgin female mice. 行動2017(日本動物心理学会、日本動物行動学会、応用動物行動学会、日本家畜管理学会、日本行動神経内分泌学研究会の合同大会) 東京大学駒場キャンパス, 2017年8月30日-9月1日

17. 宮坂藍・武縄聡・西野明日香・高橋阿貴・小川園子 (2017) 社会的探索行動場面での雄マウスの内側扁桃体エストロゲン受容体アルファ陽性細胞の神経活動の解析 行動2017(日本動物心理学会、日本動物行動学会、応用動物行動学会、日本家畜管理学会、日本行動神経内分泌学研究会の合同大会) 東京大学駒場キャンパス, 2017年8月30日-9月1日

18. Aleyasin H, Flanigan M, Golden SA, Takahashi A, Pina J et al (2017) Transcription factor Δ FosB regulates aggressive behavior in male mice in a cell-specific manner. *Neuroscience* 2017, 米国ワシ

トン D.C, 2017 年 11 月 12 日 (11-15)

19. Flanigan M, Aleyasin H, Matikainen-Ankney BA, Takahashi A, Calipari ES et al (2017) A novel lateral habenula microcircuit mediating appetitive aggression. Neuroscience 2017, 米国ワシントン D.C, 2017 年 11 月 12 日 (11-15)

20. Heshmati M, Aleyasin H, Menard C, Christoffel DJ, Flanigan M, Pfau ML, Goff PH, Hodes GE, Takahashi A et al (2017) Modulation of neuroligin-2 in the nucleus accumbens alters stress and dominance behaviors. Neuroscience 2017, 米国ワシントン D.C, 2017 年 11 月 12 日 (11-15)

21. Chung JR, Takahashi A, Zhang S, Zhang H, Grossman Y et al (2017) Establishment of a repeated social defeat stress model in female mice. Neuroscience 2017, 米国ワシントン D.C, 2017 年 11 月 12 日 (11-15)

22. Menard C, Pfau ML, Hodes GE, Kana V, Wang VX, Bouchard S, Takahashi A et al (2017) Social stress induces neurovascular pathology promoting depression. Neuroscience 2017, 米国ワシントン D.C, 2017 年 11 月 14 日 (11-15)

23. Takahashi A (2016) Neurobehavioral mechanisms of escalated aggression: the role of the dorsal raphe nucleus and prefrontal cortex in male mice. International Society for Research on Aggression 22nd World Meeting (2016 ISRA) 2016 年 7 月 22 日 (19-23), University of New South Wales, オーストラリア、シドニー

24. Takahashi A (2016) Neurobiology of escalated aggression. (シンポジウム「Integrating neuroscience and mathematics to elucidate mental activities」) AAAS 2016 Annual Meeting. 2016 年 2 月 13 日 (12-14), 米国ワシントン DC

25. Takahashi A, Aleyasin H, Flanigan ME, Brancato A, Menard C et al (2016) The role of central interleukin 1 in aggressive behavior. Neuroscience 2016, 米国サンディエゴ, 2016 年 11 月 12 日 (12-16)

26. Russo RJ, Takahashi A, Zhang H, Zhang S, Grossman Y et al (2016) Establishment of repeated social defeat stress model in female mice. Neuroscience 2016, 米国サンディエゴ, 2016 年 11 月 13 日 (12-16)

27. Aleyasin H, Golden SA, Takahashi A, Flanigan ME, Pfau ML et al (2016) Cell specific role of Δ FosB in aggressive behavior in male mice. Neuroscience 2016, 米国サンディエゴ, 2016 年 11 月 12 日 (12-16)

28. Flanigan M, Aleyasin H, Takahashi A, Calipari ES, Menard M et al (2016) Lateral habenula orexin receptor-2 signaling controls aggression reward. Neuroscience 2016, 米国サンディエゴ, 2016 年 11 月 14 日 (12-16)

29. Heshmati M, Aleyasin H, Menard C, Flanigan ME, Pfau ML, Goff PH, Hodes GE, Takahashi A et al (2016) A cell-type specific role for nucleus accumbens neuroligin-2 in depression and stress susceptibility. Neuroscience 2016, 米国サンディエゴ, 2016 年 11 月 12 日 (12-16)

30. Menard C, Pfau ML, Wang VX, Kana V, Hodes GE, Aleyasin H, Flanigan ME, Takahashi A et al (2016) Role of blood-brain barrier permeability and tight junction protein claudin 5 in vulnerability to social stress and major depressive disorder. Neuroscience 2016, 米国サンディエゴ, 2016 年 11 月 13 日 (12-16)

31. Takahashi A, Sugimoto H, Kato T, Shiroishi T, Koide T. Mapping of genetic factors for intermale aggressive behavior on mouse chromosome 15. Neuroscience 2015. 2015 年 10 月 21 日(17-21) 米国シカゴ

32. Takahashi A, Tanaka KF, Yamanaka A, Koide T (2015) Optogenetic silencing of serotonin neurons on escalated aggression in male mice. 第 120 回 日本解剖学会総会・全国学術集会・第 92 回 日本生理学会大会合同大会 2015 年 3 月 21 日 ~ 23 日 神戸国際会議場・展示場

33. Tanave A, Takahashi A, Sumiyama K, Koide T. (2015) Higher expression of PACAP gene is associated with altered behavioral and prolonged physiological responses to stress in wild-derived MSM mice. 29th International Mammalian Genome Conference. 2015 年 11 月 8 日 ~ 2015 年 11 月 11 日 Yokohama, Japan.

34. 田邊彰, 高橋阿貴, 小出剛 (2015) MSM/Ms マウスの不安様行動関連遺伝子の同定とその機能解析. 第 62 回日本実験動物学会総会 2015 年 5 月 28 日 ~ 30 日 京都テルサ

35. 田邊彰, 高橋阿貴, 隅山健太, 小出剛 (2015) PACAP 遺伝子発現によるストレス関連行動の調節の遺伝学的解析. 第 38 回日本神経科学大会 2015 年 7 月 28 日 ~ 2015 年 7 月 31 日 神戸コンベンションセンター、神戸

36. 堀井康行, 長澤達弘, 田邊彰, 高橋阿貴, 下位香代子, 小出剛 (2015) 雄マウスの集団飼育下における社会的順位が海馬の神経新生に及ぼす影響. 第 38 回日本神経科学大会 2015 年 7 月 28 日 ~ 2015 年 7 月 31 日 神戸コンベンションセンター、神戸

37. 堀井康行, 長澤達弘, 田邊彰, 高橋阿貴, 下位香代子, 小出剛 (2015) 集団飼育下で社会的順位が最下位の雄マウスは、最上位の個体と比べて不安様・うつ様形質を示す. 第 62 回日本実験動物学会総会 2015 年 5 月 28 日 ~ 30 日 京都テルサ

〔産業財産権〕 出願状況（計 0 件）
取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

<https://www.tsukuba.ac.jp/attention-research/p201504220600.html>

<https://www.tsukuba.ac.jp/notes/097/index.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=BNIYaKYZvsM>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：小川園子

ローマ字氏名：OGAWA SONOKO

所属研究機関名：筑波大学

部局名：人間系

職名：教授

研究者番号（8桁）：50396610

研究分担者氏名：小出剛

ローマ字氏名：KOIDE TSUYOSHI

所属研究機関名：国立遺伝学研究所

部局名：遺伝形質研究系

職名：准教授

研究者番号（8桁）：20221955

(2)研究協力者

研究協力者氏名：スコット・ルッソ

ローマ字氏名：Scott J Russo

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、研究者個人に帰属されます。