

令和元年6月15日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04846

研究課題名(和文) ムダの生態学：種内競争による形質進化が多種共存に及ぼす影響の解明

研究課題名(英文) Ecology of Adaptation Load: The Effect of Adaptation to Interspecific Competition to Multi-Species Coexistence

研究代表者

近藤 倫生 (Kondoh, Michio)

東北大学・生命科学研究科・教授

研究者番号：30388160

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：進化生態学の中心課題である、性選択・配偶者競争に関わる諸形質、社会性・協力行動、性の進化等の、同種個体間関係に関わる諸形質の進化が生物群集に及ぼす影響を明らかにするため、レビュー・理論・実証の3側面から研究を進めた。理論研究の結果、種内の性選択・性的対立などが駆動する適応進化が個体群の自己抑制を高めたり、種間競争を弱めたりすることで、多種共存を促進する可能性が示唆された。過去に報告された研究のうちいくつかは、この特殊な例として理解可能である。また、マメゾウムシ実験系やカダヤシ-グッピー相互作用系の実証研究からも、このような種内関係に関する適応形質が種間関係や群集動態に影響することが実証された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

種多様性を維持する多種共存機構を明らかにしようとしてきた群集生態学と、生物の行動や形質を理解しようとする進化・行動生態学の間には分野間のギャップがあった。本研究を推進することで、種内関係に関わる適応進化が、種間関係や個体群・群集動態にまで波及しうること、さらには多種共存を促進する原動力になりうることが予測された。これにより、これまで隔たっていたこれら異分野を融合する道筋が明らかになった。また、様々な形質を持った多様な生物が共存する理由として、種内競争の進化は結果的に種レベルの競争能力を低下させたり、多数者不利の状況を作ることを予測する「ムダの進化」という新しい概念を提出することに成功した。

研究成果の概要(英文)：For better understanding of how evolution of traits related to interspecific interactions, such as sexual selection, mate competition, social or cooperative behavior, sexual reproduction, affected community dynamics and structure, we took three approaches based on review, theoretical and empirical research. Our theory suggests that adaptation driven by interspecific mate competition or sexual conflict may enhance multi-species coexistence by strengthening self-regulation intensities of populations or weakening interspecific competition. Indeed, some earlier reports can be viewed as special cases of our more general theory. Empirical studies using bean beetles or fish also gave evidence that traits linked to intraspecific relationship affect interspecific interactions and community dynamics,

研究分野：生態学

キーワード：生態学 種間競争 多種共存 時系列解析 種間相互作用 群集動態

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

1. 研究開始当初の背景

群集生態学においては、種間相互作用が個体群動態を駆動するとの基本的なアイデアの元、競争や捕食・被食、相利関係等の種間関係が、群集動態や多種共存に及ぼす影響が研究されてきた。また、最近になると、種間相互作用を改変する形質(たとえば資源利用効率や餌選択、対捕食者防御など)の適応進化・可塑性が、群集動態に及ぼす影響について理解が進んだ。しかし、これは進化・行動生態学と群集生態学の融合という視点から見るとこの進展には大きくかけている部分があるというべきだろう。なぜなら、種間相互作用に直接関わるこれらの行動は、進化・行動生態学の対象としてきた形質の一部でしかないからである。実際、歴史的に進化・行動生態学の中心課題であった、性選択・配偶者競争に関わる諸形質、社会性・協利行動、性の進化などの、同種個体間に関わる諸形質の進化が生物群集に及ぼす影響については、その全体像の把握や統一的理解がほとんど進んでいない。

2. 研究の目的

本研究では、レビュー・理論・実証の3つのサブテーマを通して、種内関係に関わる多様な形質の進化が生物群集の動態や構造決定に及ぼす影響を統一的に明らかにすることを目的としている。

3. 研究の方法

研究目的達成のために、(1)種内関係に関わる形質と個体群～群集レベルで生じる特徴の間の関連性に関する過去の研究のレビュー、(2)進化動態・群集動態の両方を考慮した数理モデルを利用した理論研究、(3)実験系を利用した仮説の実証的テストを効果的に組み合わせる。(1)レビューでは、形質の特徴(効率化形質か分け前形質か)と個体群～群集レベルの特徴(個体群成長や多種排除の傾向、競争強度等)に傾向が存在することを明らかにする。(2)数理モデルにより、レビューによって得られた傾向が生じる機構の候補をつくり、さらに、(3)実証実験により、数理モデルから得られる理論予測をテストする。

4. 研究成果

種内関係に関わる形質が進化によって変化すると、群集動態や共存種数に影響が及ぶと考えられている。本研究では繁殖や社会性・協利行動などの種内関係に関わる進化形質に着目することで、個体群における形質進化と群集動態の間の関係について以下の成果を得た。

(1) 研究のレビュー 種内関係に関する形質進化が群集動態に及ぼす影響に関する過去の論文をレビューして基本的なアイデアを整理するとともに、種内の性選択・性的対立などが駆動する適応進化が多種共存を促進する数理モデルを解析し、総説を執筆した。種内の個体間相互作用とその進化が、種間関係、ひいては群集レベルの生態学的帰結に及ぼす影響についての理論研究と、「ムダの進化」というコンセプトの普及を目指すべく、国内3学会(日本進化学会・日本動物行動学会・日本生態学会)にて集会企画を開催した。

(2) 理論研究 種内競争に関わる進化形質が種間競争にも影響する場合の進化動態、さらにはそれが競争種共存に及ぼす影響を評価するための数理モデルを構築し、解析した。また、繁殖干渉によって生じる棲み分け・棲み場所の特殊化の生じやすさを論じた理論を提出した。さらにより個別的な課題として、繁殖干渉などに見られる群集動態の正の頻度依存性と環境変動が多種共存に与える影響、変動環境において休眠が進化速度に与える影響を明らかにした理論研究等を実施した。個体レベルの相互作用がもたらす密度効果の種間多様性が群集の複雑性・安定性関係に与える影響を理論予測した。

(3) 実証研究 マメゾウムシ競争実験系を利用することで、この系において生物間相互作用が個体群動態を駆動する仕組みを明らかにした。Empirical Dynamic Modeling と呼ばれる時系列解析手法を利用することで、二種の個体群時系列データから競争と繁殖干渉という2種の種間相互作用が群集動態や競争排除において果たす相対的な役割の評価に成功した。また、成虫個体間の遭遇頻度の変更を通じて繁殖干渉の強度に影響を及ぼすと期待される飼育容器サイズを様々に変えた飼育実験を行い、繁殖干渉が群集動態に及ぼす影響を検出することに成功した。また沖縄でグッピーがカダヤシを排除する仕組みとして、グッピーの雄によるカダヤシの雌に対する一方向的な繁殖干渉に関わることを明らかにした。

5. 主な発表論文等 Tsuji, K・辻和希は辻瑞樹の別表記である

[雑誌論文](計47件)

1. Fujisawa Ryusuke, Ichinose Genki, Dobata Shigeto (2019) Regulatory mechanism predates the evolution of self-organizing capacity in simulated ant-like robots. *Communications Biology* 2: 25. (査読有)
2. Mizumoto N, Dobata S (2019) Adaptive switch to sexually dimorphic movements by partner-seeking termites. *Science Advances*. (査読有)
3. Tsurui Sato Kaori, Sato Yukuto, Kato Emi, Katoh Mitsuhito, Kimura Ryosuke, Tatsuta

- Haruki, [Tsuji Kazuki](#) (2019) Evidence for frequency dependent selection maintaining polymorphism in the Batesian mimic *Papilio polytes* in multiple islands in the Ryukyus, Japan. *Ecology and Evolution* 2019: 1-12. (査読有)
4. Schreiber Sebastian J., [Yamamichi Masato](#), Strauss Sharon Y. (2019) When rarity has costs: coexistence under positive frequency-dependence and environmental stochasticity. *Ecology*: e02664-e02664. (査読有)
 5. Satake Akiko, [Kawatsu Kazutaka](#), Teshima Kosuke, Kabeya Daisuke, Han Qingmin (2019) Field transcriptome revealed a novel relationship between nitrate transport and flowering in Japanese beech. *Scientific Reports* 9: 4325. (査読有)
 6. [Masato Yamamichi](#), Nelson G. Hairston Jr., Mark Rees, Stephen P. Ellner (2019) Rapid evolution with generation overlap: the double-edged effect of dormancy. (査読有)
 7. Idogawa N, [Dobata S](#) (2018) Colony structure and life history of *Lioponera daikoku* (Formicidae: Dorylinae). *Asian Myrmecology* 10: e010006. (査読有)
 8. Otake Ryoga, [Dobata Shigeto](#) (2018) Copy if dissatisfied, innovate if not: contrasting egg-laying decision making in an insect. *Animal Cognition* 21: 805-812. (査読有)
 9. Win Aye T., Machida Yuto, Miyamoto Yoshihiro, Dobata Shigeto, [Tsuji Kazuki](#) (2018) Seasonal and temporal variations in colony-level foraging activity of a queenless ant, *Diacamma* sp., in Japan. *Journal of Ethology* 36: 277-282. (査読有)
 10. Toju Hirokazu, Peay Kabir G., [Yamamichi Masato](#), Narisawa Kazuhiko, Hiruma Kei, Naito Ken, Fukuda Shinji, Ushio Masayuki, Nakaoka Shinji, Onoda Yusuke, Yoshida Kentaro, Schlaeppli Klaus, Bai Yang, Sugiura Ryo, Ichihashi Yasunori, Minamisawa Kiwamu, Kiers E. Toby (2018) Core microbiomes for sustainable agroecosystems. *Nature Plants* 4: 247-257. (査読有)
 11. [Yamamichi Masato](#), Kazama Takehiro, Tokita Kotaro, Katano Izumi, Doi Hideyuki, Yoshida Takehito, Hairston Nelson G., Urabe Jotaro (2018) A shady phytoplankton paradox: when phytoplankton increases under low light. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285: 20181067. (査読有)
 12. [Yamamichi Masato](#), Klauschies Toni, Miner Brooks E., Velzen Ellen (2018) Modelling inducible defences in predator-prey interactions: assumptions and dynamical consequences of three distinct approaches. *Ecology Letters* 22: 390-404. (査読有)
 13. Ujiyama Shumpei, [Tsuji Kazuki](#) (2018) Controlling invasive ant species: a theoretical strategy for efficient monitoring in the early stage of invasion. *Scientific Reports* 8: 8033. (査読有)
 14. Eyer Pierre Andre, Matsuura Kenji, Vargo Edward L., Kobayashi Kazuya, Yashiro Toshihisa, Suehiro Wataru, Himuro Chihiro, Yokoi Tomoyuki, Guenard Benoit, Dunn Robert R., [Tsuji Kazuki](#) (2018) Inbreeding tolerance as a pre-adapted trait for invasion success in the invasive ant *Brachyponera chinensis*. *Molecular Ecology* 27: 4711-4724. (査読有)
 15. Tsurui-Sato K., Fujimoto S., Deki O., Suzuki T., Tatsuta H., [Tsuji K.](#) (2019) Reproductive interference in live-bearing fish: the male guppy is a potential biological agent for eradicating invasive mosquitofish. *Scientific Reports* 9: 5439. (査読有)
 16. Arima Kurumi, [Kyogoku Daisuke](#), Nakahama Naoyuki, Suetsugu Kenji, Ohtani Masato, Ishii Chiyo, Terauchi Hiroshi, Terauchi Yumiko, Isagi Yuji (2018) Mating pattern of a distylous primrose in a natural population: unilateral outcrossing and asymmetric selfing between sexual morphs. *Evolutionary Ecology* 33: 55-69. (査読有)
 17. [Kawatsu Kazutaka](#), [Kondoh Michio](#) (2018) Density-dependent interspecific interactions and the complexity-stability relationship. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285: 20180698. (査読有)
 18. Satake Akiko, [Kawatsu Kazutaka](#), Chiba Yukako, Kitamura Keiko, Han Qingmin (2018) Synchronized expression of FLOWERING LOCUS T between branches underlies mass flowering in *Fagus crenata*. *Population Ecology* 61: 5-13. (査読有)
 19. Masayuki Ushio, Chih-hao Hsieh, Reiji Masuda, Ethan R Deyle, Hao Ye, Chun-Wei Chang, George Sugihara, [Michio Kondoh](#) (2018) Fluctuating interaction network and time-varying stability of a natural fish community. *Nature* 54: 360-363. (査読有)
 20. Mizumoto N, [Dobata S](#) (2018) The optimal movement patterns for mating encounters with sexually asymmetric detection ranges. *Scientific Reports* 8: 3356. (査読有)
 21. [Kazutaka Kawatsu](#) (2018) Ecological effects of sex differ with trophic positions in a simple food web. *Ecology and Evolution* 8: 1239-1246. (査読有)
 22. [Kazutaka Kawatsu](#), Shigeki Kishi (2018) Identifying critical interactions in complex dynamics between bean beetles. *Oikos* 127: 553-560. (査読有)
 23. Hirokazu Toju, Kabir G. Peay, [Masato Yamamichi](#), Kazuhiko Narisawa, Kei Hiruma, Ken Naito, Shinji Fukuda, Masayuki Ushio, Shinji Nakaoka, Yusuke Onoda, Kentaro Yoshida, Klaus Schlaeppli, Yang Bai, Ryo Sugiura, Yasunori Ichihashi, Kiwamu

- Minamisawa, E. Toby Kiers (2018) Core microbiomes for sustainable agroecosystems. *Nature Plants* 4: 247-257. (査読有)
24. Win Aye T., Kinoshita Tetsu, Tsuji Kazuki (2018) The presence of an alternative food source changes the tending behavior of the big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) on *Dysmicoccus brevipes* (Homoptera: Pseudococcidae). *Applied Entomology and Zoology* 53: 253-258. (査読有)
 25. Shimoji Hiroyuki, Kikuchi Tomonori, Ohnishi Hitoshi, Kikuta Noritsugu, Tsuji Kazuki (2018) Social enforcement depending on the stage of colony growth in an ant. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285: 2548. (査読有)
 26. Katoh Mitsuho, Tatsuta Haruki, Tsuji Kazuki (2017) Rapid evolution of a Batesian mimicry trait in a butterfly responding to arrival of a new model. *Scientific Reports* 7: 6369. (査読有)
 27. Gotoh, A., Shigenobu, S., Yamaguchi, K., Kobayashi, S., Ito, F., Tsuji, K. (2017) Transcriptome profiling of the spermatheca identifies genes potentially involved in the long-term sperm storage of ant queens. *Scientific Reports* 7: 5972. (査読有)
 28. Hayashi, M., Hojo, M.K., Nomura, M., Tsuji, K. (2017) Social transmission of information about a mutualist via trophallaxis in ant colonies. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B Series B* 284: 20171367. (査読有)
 29. Gotoh A., Shigenobu S., Yamaguchi K., Kobayashi S., Ito F., Tsuji K. (2017) Transcriptome characterization of male accessory glands in ants to identify molecules involved in their reproductive success. *Insect Molecular Biology* 27: 212-220. (査読有)
 30. 藤澤隆介, 土畑重人 (2017) ロボティクスと昆虫行動学の親和性. *日本ロボット学会誌* 35: 459-462. (査読有)
 31. 水元惟暁, 土畑重人 (2017) 自己組織化から拓く社会性昆虫の生態学. *日本ロボット学会誌* 35: 448-454. (査読有)
 32. Kyogoku, D., Sota, T. (2017) A generalized population dynamics model for reproductive interference with absolute density dependence. *Scientific Reports* 7: 1996. (査読有)
 33. Kyogoku, D., Sota, T. (2017) The evolution of between-species reproductive interference capability under different within-species mating regimes. *Evolution* 71: 2721-2727. (査読有)
 34. Mizumoto N, Abe MS, Dobata S (2017) Optimizing mating encounters by sexually dimorphic movements. *Journal of the Royal Society Interface* 20170086: 1-9. (査読有)
 35. Nagaya N, Mizumoto N, Abe MS, Dobata S, Sato R, Fujisawa R (2017) Anomalous diffusion on the servosphere: a potential tool for detecting inherent organismal movement patterns. *PLoS one* 12: e0177480. (査読有)
 36. Hasegawa E, Mizumoto N, Kobayashi K, Dobata S, Yoshimura J, Watanabe S, Murakami Y, Matsuura K (2017) Nature of collective decision-making by simple yes/no decision units. *Scientific Reports* 7: 14436. (査読有)
 37. Suehiro W, Hyodo F, Tanaka HO, Himuro C, Yokoi T, Dobata S, Gunard B, Dunn RR, Vargo EL, Tsuji K, Matsuura K (2017) Radiocarbon analysis reveals expanded diet breadth associates with the invasion of a predatory ant. *Scientific Reports* 7: 15106. (査読有)
 38. Hirokazu Toju, Masato Yamamichi, Paulo R. Guimaraes Jr, Jens M. Olesen, Akihiko Mougi, Takehito Yoshida, John N. Thompson (2017) Species-rich networks and eco-evolutionary synthesis at the metacommunity level. *Nature Ecology & Evolution* 1: 24. (査読有)
 39. Shimoji, H., Aonuma, H., Miura, T., Tsuji, K., Sasaki, K., Okada, Y. (2017) Queen contact and among-worker interactions dually suppress worker brain dopamine as a potential regulator of reproduction in an ant. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 71: UNSP 35. (査読有)
 40. Fujioka, H., Abe, M. S., Fuchikawa, T., Tsuji, K., Shimada, M., Okada, Y. (2017) Ant circadian rhythms associated with brood care type. *Biology Letters* 13. (査読有)
 41. Murata, N., Tsuji, K., Kikuchi, T. (2017) Social structure and nestmate discrimination in two species of *Brachyponera* ants distributed in Japan. *Entomological Science* 20: 86-95. (査読有)
 42. Gotoh A, Dansho M, Dobata S, Ikeshita Y, Ito F (2017) Social structure of the polygynous ant, *Crematogaster osakensis*. *Insectes Sociaux* 64: 123-131. (査読有)
 43. Masahiro Nakamura, Chih-hao Hsieh, Takeshi Miki, Michio Kondoh (2017) Establishment of an ecological research network involving Taiwan and Japan: developing a better understanding of ecological phenomena unique to East Asia. *Ecological Research* 32: 779-781. (査読有)
 44. I-Ching Chen, Chih-hao Hsieh, Michio Kondoh, Hsing-Juh Lin, Takeshi Miki, Masahiro Nakamura, Takayuki Ohgushi, Jotaro Urabe, Takehito Yoshida (2017) Filling the gaps

in ecological studies of socioecological systems. *Ecological Research* 32: 873-885. (査読有)

45. 塚本康太、辻和希 (2016) 沖縄本島に生息する 2 種のホタル:クロイワボタル *Luciola kuroiwa*、オキナワスジボタル *Curtos okinawanus* 成虫の野外における季節消長と日消長. *保全生態学研究* 21: 193-201. (査読有)
46. Akihiko Mougi and Michio Kondoh (2016) Food-web complexity, meta-community complexity and community stability. *Scientific Reports* 6: 24478. (査読有)
47. Michio Kondoh, Akihiko Mougi, Atsushi Ushimaru and Kensuke Nakata (2016) Adaptive movement and food-chain dynamics: towards food-web theory without birth-death processes. *Theoretical Ecology* 9: 15-25. (査読有)

[学会発表](計 121 件)

1. 出岐大空, 鶴井香織, 藤本真悟, 立田 晴記, 辻和希 (2018) グッピーからカダヤシへの繁殖干渉 (1) 個別飼育実験による実証. 第 65 回日本生態学会大会.
2. 鶴井香織, 藤本真悟, 出岐大空, 勝部尚隆, 立田晴記, 辻和希 (2018) グッピーからカダヤシへの繁殖干渉(2)集団飼育実験による実証. 第 65 回日本生態学会大会.
3. 山道真人 (2018) 表現型可塑性の数値モデリング:適応と個体群動態の理解に向けて. 日本進化学会 20 回大会(招待講演).
4. 近藤倫生・山道真人・川津一隆・土畑重人・辻和希・京極大助 (2018) ムダの進化とは何か: 群集生態学と行動生態学をつなぐ 日本進化学会第 20 回大会.
5. 土畑重人・山道真人 (2018) シンポジウム企画:種内関係の適応進化がもたらす多種共存の促進と阻害. 第 20 回日本進化学会大会.
6. 土畑重人 (2018) シンポジウム企画:行動から群集へ:多種共存の促進と阻害に行動生態学的形質が及ぼす効果. 日本動物行動学会第 37 回大会.
7. 山尾僚・小林和也・土畑重人 (2018) 集会企画:生態学的階層を超えて:適応進化から群集動態への展望. 日本生態学会第 66 回全国大会.
8. 山道真人 (2018) 絶滅か、進化か:進化的救助と遺伝的救助. 日本生態学会第 65 回大会(招待講演).
9. 藤本真悟, 鶴井香織, 勝部尚隆, 立田晴記, 辻和希 (2017) グッピーとカダヤシ間における不完全なオスの種認識と種間セクハラ. 2017 日本動物行動学会大会.
10. Masato Yamamichi (2017) Toward an integration of population genetics and eco-evolutionary dynamics. *DynaTrait Meeting 2017*(国際学会).
11. Masato Yamamichi, Nelson G. Hairston Jr., Stephen P. Ellner (2017) Rapid evolution affects how populations respond to environmental fluctuations. 102nd Ecological Society of America Annual Meeting(国際学会)
12. 土畑重人 (2017) 適応度への他者からの影響の統一的理解:血縁選択・性選択から種間の「隣縁選択」へ. 日本生態学会第 64 回全国大会.
13. Masato Yamamichi (2016) How does rapid evolution alter the theory of population ecology? 第 32 回個体群生態学会大会(招待講演)
14. 山道真人 (2016) 群集の理解における進化の役割. 日本微生物生態学会第 31 回大会(招待講演).
15. 辻和希 (2016) 会進化における群淘汰モデルのご利益:群集との関連上. 京大大学生態学研究センター 公募ワークショップ「進化と生態の階層間相互作用ダイナミクス:生態学のリストラ 3(招待講演)
16. 近藤倫生 (2016) 群集生態学はどこにすすむべきか 複雑さを「受け入れる」アプローチの提案. 京大大学生態学研究センター 公募ワークショップ「進化と生態の階層間相互作用ダイナミクス:生態学のリストラ 3(招待講演)
17. 土畑重人 (2016) 分集団構造下での協力・非協力戦略の共存:感染症モデル近似で実データは説明できるか? 第 32 回個体群生態学会大会
18. 高島瑠伊, 土畑重人 (2016) 低頻度の裏切り変異体の存在が集団の協力的行動を効率化する. 日本動物行動学会第 35 回大会.
19. D. Kyogoku, T. Sota (2016) Sexual selection within a species strengthens interspecific reproductive interference. 16th Congress of the International Society for Behavioral Ecology(国際学会).

[図書](計 3 件)

1. 門脇 浩明, 立木 佑弥 (2019) 遺伝子・多様性・循環の科学. (446 頁) 京都大学学術出版会. [山道 真人 分担執筆]
2. 辻和希 (2017) 生態学者・伊藤嘉昭伝 もっとも基礎的な事がもっとも役に立つ. (412 頁) 海游舎.
3. John C. Moore 他 (2017) Adaptive Food Webs: Stability and Transitions of Real and Model Ecosystems. (402 頁) Cambridge University Press. [M. Kondoh 分担執筆]

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：京極 大助

ローマ字氏名：Kyogoku Daisuke

所属研究機関名：東北大学

部局名：大学院生命科学研究科

職名：JSPS 特別研究員(PD)

研究者番号 (8桁): 00771875

研究分担者氏名：辻 瑞樹

ローマ字氏名：Tsuji Mizuki

所属研究機関名：琉球大学

部局名：農学部

職名：教授

研究者番号 (8桁): 20222135

研究分担者氏名：川津 一隆

ローマ字氏名：Kawatsu Kazutaka

所属研究機関名：東北大学

部局名：大学院生命科学研究科

職名：助教

研究者番号 (8桁): 20747547

研究分担者氏名：土畑 重人

ローマ字氏名：Dobata Shigeto

所属研究機関名：京都大学

部局名：農学研究科

職名：助教

研究者番号 (8桁): 50714995

研究分担者氏名：山中 裕樹

ローマ字氏名：Yamanaka Hiroki

所属研究機関名：龍谷大学

部局名：理工学部

職名：講師

研究者番号 (8桁): 60455227

研究分担者氏名：山道 真人

ローマ字氏名：Yamamichi Masato

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院総合文化研究科

職名：講師

研究者番号 (8桁): 70734804

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。