

研究室名
16-4-10 進化脳科学研究室
最近の研究課題とその取り組みの概要
進化脳科学研究室では、昆虫が進化の過程で獲得した行動とそれに関わる脳機能を明らかにすることを目的に研究を進めている。我々が進める研究は昆虫の社会行動、およびその基盤となる感覚情報の受容過程と脳内での処理過程の解明である。前者では、2022 年度に来日した Walter Farina 教授（JSPS 外国人招聘研究員、ブエノスアイレス大学教授）との共同実験を進め、ミツバチの尻振りダンス音を用いた報酬条件付けにより、学習が生じることが分かった。また 2023 年度はこれらを検証する実験をおこなった。また進化における真社会性の発達の起源を調べるため、低次真社会性昆虫であるクロマルハナバチを用い、採餌選択における学習の効果を調べた。高次真社会性昆虫であるミツバチと比較した結果、マルハナバチはミツバチに比べ、異なる感覚モデリティ間での優先順位に厳格な階層性がないことが分かった。 後者の昆虫の感覚系の研究では、ワモンゴキブリをモデルにして、匂い情報の受容過程から脳内での処理過程、嗅覚行動の発現過程について網羅的に研究を進めている。近年では、ゴキブリの性フェロモンの受容体を明らかにし、その受容体遺伝子の発現阻害個体を用いて、ゴキブリの性行動を制御する神経機構を明らかにした。現在、ゴキブリの嗅覚受容体や湿度受容体など、多様な受容体の機能の解析とそれらが受容する情報の脳内処理機構の解析を続けている。 2023 年度からは昆虫の「脳腸相関」にも着目し、昆虫の行動や脳機能に腸内細菌が及ぼす影響を解明することを新たなテーマとして掲げて研究を開始した。将来行動実験を行うために、2023 年度には、ミツバチの社会行動の一つである「栄養交換」行動を実験室内で解析するための観察系を構築した。また、ミツバチの社会行動において重要な分泌腺である下咽頭腺に対して腸内細菌がいかなる影響を及ぼすかを解明する目的で、羽化後のミツバチを用いて、下咽頭腺で顕著に発現する遺伝子 major royal protein 2(mrjp2)の発現レベルと腸内細菌の存在量の関係を経時的に定量解析し、mrjp2 発現レベルと腸内細菌の存在量に相関関係が見られる期間を明らかにした。 キーワード：昆虫・脳・社会性・進化・学習・尻振りダンス・次世代シーケンシング・嗅覚・湿度感覚・受容体・脳腸相関・腸内細菌
研究室の構成員
藍 浩之（准教授）・博士（理学） 渡邊 英博（助教）・博士（生命科学） 末次 翔太（助教）・博士（理学）
2023 年度の大学院生および卒論生の研究テーマ
博士課程前期大学院生：1 名 ワモンゴキブリ湿度受容体の同定 学士・卒業論文生：6 名

ミツバチの尻振りダンス音を用いた報酬条件付け個体の触角運動解析 クロマルハナバチの採餌選択行動～嗜好性と学習効果～ ワモンゴキブリの温度受容機構の解析 ワモンゴキブリの過剰脱皮が起こる条件 ミツバチ栄養交換行動を定量的に解析するための行動観察系の構築 セイヨウミツバチの下咽頭腺における <i>mr.jp2</i> の発現と腸内細菌量の関係の解析
教員の担当科目
藍 浩之：(学部) 地球圏科学入門演習、薬学生物学入門、生物科学 II、神経生物学、マクロの生物科学、生物科学実験 II、生物学実験、卒業論文 (大学院) 地球圏科学特修講義 I,II、適応機能生物学講究 I,II、適応機能生物学実験、適応機能生物学特論 II 渡邊 英博：(学部) 生物学実験、生物科学実験 II、卒業論文 末次 翔太：(学部) 生物学実験、生物科学実験 II、卒業論文
教員の所属学会
藍 浩之：日本動物学会、日本比較生理生化学会、国際神経行動学会、日本応用動物昆虫学会 渡邊 英博：日本動物学会、日本比較生理生化学会、国際神経行動学会 末次 翔太：日本動物学会、日本分子生物学会、日本ゲノム微生物学会、日本応用動物昆虫学会、日本微生物生態学会
最近 5 年間の学術論文
すべて査読有 <u>Suenami S</u>, Sato M, Miyazaki R. (2024). Gustatory Responsiveness of Honey Bees Colonized with a Defined or Conventional Gut Microbiota. <i>Microbes and Environments</i> 39, ME23081. doi: 10.1264/jsme2.ME23081 <u>Watanabe H</u>, and Tateishi, K. (2023). Parallel olfactory processing in a hemimetabolous insect. <i>Current Opinions in Insect Science</i> 59, 101097. 10.1016/j.cois.2023.101097. <u>Watanabe H</u>, Ogata S, Nodomi N, Tateishi K, Nishino H, Matsubara R, Ozaki M, Yokohari F (2023): Cuticular hydrocarbon reception by sensory neurons in basiconic sensilla of the Japanese carpenter ant. <i>Frontiers in Cellular Neuroscience</i> 17, 1084803. doi: 10.3389/fncel.2023.1084803 <u>Suenami S</u>, Koto A, Miyazaki R. (2023) Basic Structures of Gut Bacterial Communities in Eusocial Insects. <i>Insects</i> 14, 444. doi: 10.3390/insects14050444 <u>Ai H</u> and Farina W (2023): In search of behavioral and brain processes involved in honey bee dance communication. <i>Frontiers in Behavioral Neuroscience</i> 17, 1140657. <u>藍 浩之</u>, 高橋 伸弥 (2023). 動物の個性発現を計測・解析する. 細胞, 55 巻 8 号. 立石 康介, <u>渡邊 英博</u> (2022) : 昆虫の嗅覚受容機構を直接探る電気生理学手法：単一感覚子記録法. <i>比較生理生化学</i> 39 (3), 150-159. doi: 10.3330/hikakuseiriseika.39.150 Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Mizunami M, <u>Watanabe H</u> (2022): Silencing the odorant receptor

- co-receptor impairs olfactory reception in a sensillum-specific manner in the cockroach. *iScience* 25, 104272. doi: 10.1016/j.isci.2022.104272.
- Taniguchi R, Nishino H, Watanabe H, Yamamoto S, Iba Y (2021): Reconstructing the ecology of a Cretaceous cockroach: destructive and high-resolution imaging of its micro sensory organs. *The Science of Nature* 108, 45. doi: 10.1007/s00114-021-01755-9.
- Ezaki K, Yamashita T, Carle T, Watanabe H, Yokohari F, Yamawaki Y (2021): Aldehyde-specific responses of olfactory sensory neurons in the praying mantis. *Scientific Reports* 11, 1856. doi: 10.1038/s41598-021-81359-5
- Ai H, Takahashi S (2021): The Lifelog Monitoring System for Honeybees: RFID and Camera Recordings in an Observation Hive. *Journal of Robotics and Mechatronics* 30 (3), 475-465 (2021), doi: 10.20965/jrm.2021. p0457.
- Couto A, Arnold G, Ai H, Sandoz JC (2021): Interspecific variation of antennal lobe composition among four hornet species. *Scientific Reports* 11, 20883. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00280-z>
- Wolter LA, Suenami S, Miyazaki R. (2021) Frischella japonica sp. nov., an anaerobic member of the Orbales in the Gammaproteobacteria, isolated from the gut of the eastern honey bee, *Apis cerana japonica* Fabricius. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 71, 004712. doi: 10.1099/ijsem.0.004712.
- Tateishi K, Nishimura Y, Sakuma M, Yokohari F, Watanabe H (2020): Sensory neurons that respond to sex and aggregation pheromones in the nymphal cockroach. *Scientific Reports* 10, 1995. doi: 10.1038/s41598-020-58816-8.
- Fujiki K, Nagase M, Takaki K, Watanabe H, Yamawaki Y (2020): Three-dimensional atlas of thoracic ganglia in the praying mantis, *Tenodera aridifolia*. *The Journal of Comparative Neurology* 528, 1599-1615. doi: 10.1002/cne.24841
- Ellegaard KM, Suenami S, Miyazaki R, Engel P. (2020) Vast Differences in Strain-Level Diversity in the Gut Microbiota of Two Closely Related Honey Bee Species. *Current Biology*. 30, 2520-2531.e7. doi: 10.1016/j.cub.2020.04.070.
- Kumaraswamy A, Ai H, Kai K, Ikeno H, Wachtler T (2019): Adaptations during Maturation in an Identified Honeybee Interneuron Responsive to Waggle Dance Vibration Signals. *eNeuro* 6, 1-13, doi.org/10.1523/ENEURO.0454-18.2019.
- Ai H, Okada R, Sakura M, Wachtler T, Ikeno H (2019): Neuroethology of the Waggle Dance: How Followers Interact with the Waggle Dancer and Detect Spatial Information. *Insects* 10, 1-16, doi: 10.3390/insects10100336.
- Suenami S, Konishi Nobu M, Miyazaki R. (2019) Community analysis of gut microbiota in hornets, the largest eusocial wasps, *Vespa mandarinia* and *V. simillima*. *Scientific Reports* 9, 9830, doi: 10.1038/s41598-019-46388-1

最近 5 年間の学術著書

藍 浩之：ミツバチの音コミュニケーション。生き物と音の事典、朝倉書店 総ページ数 2 ペ

ージ (2019) 藍 浩之 (2018): 定位～動物の“右向け右”には訳がある～. 動物学の百科事典、丸善 (東京) 10 章 動物の行動、548-549.
最近 5 年間の学術国際会議での発表
<u>Watanabe H</u>, Tateishi K, Watanabe T, Domae M, Nishino H, Mizunami, M. 2023. Functional elucidation of two sex pheromones in the American cockroach; from receptions to behaviors. <i>International Conference for Blattodea Research</i>. Online. Watanabe T, Nishino H, Tateishi K, <u>Watanabe H</u>, Mizunami M. 2023. Transcriptomic and phylogenetic analyses for the periplanone receptor gene family in the antennae of Blattidae cockroaches. <i>International Conference for Blattodea Research</i>. Online. Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Mizunami M, <u>Ai H</u>, <u>Watanabe H</u> (2022): Functional and developmental analyses of the sex pheromone reception system in the American cockroach during the nymphal-adult transition. <i>International congress neuroethology</i>. Lisbon, Portugal. <u>Suenami S.</u>, Wolter L. A., Ellegaard K. M., Engel P., Miyazaki R. (2022): Species-specific traits of gut symbionts <i>Frischella</i> associated with different honey bees. 19th <i>Congress of International Union for the Study of Social Insects</i>. Online Tateishi K, <u>Watanabe H</u> (2021): Postembryonic development of sex pheromone reception in the American cockroach. <i>Insect Olfaction and Taste in 24 Hours Around the Globe</i>. Online. Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Mizunami M, <u>Watanabe H</u> (2021): Functional analysis of odorant receptor co-receptor (ORco) in the antennae of the American cockroach. <i>Insect Olfaction and Taste in 24 Hours Around the Globe</i>. Online. Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Li Y, Tsuruta N, <u>Ai H</u> (2019): Development of behavior monitoring system for honeybees in hive using RFID sensors and image processing. <i>The 16th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering</i>. Wachtler T, Kumaraswamy A, Kai K, Ikeno H, <u>Ai H</u> (2019): Interneurons in the primary auditory center of the honeybee brain responsive to air vibration pulses as elicited during waggle dance communication. <i>Society for Neuroscience 2019</i>, Chicago, USA, Oct, 19-23. Ikeno H, Kumaraswamy A, Wachtler T, Kai K, <u>Ai H</u> (2019): Estimation of possible synaptic connections between neurons responsive to waggle dance vibration signals in the primary mechanosensory center of the honeybee brain. <i>INCF Congress Neuroinformatics 2019</i>, Warsaw, Poland.
最近 5 年間の代表者としての学外資金導入実績
<u>渡邊 英博</u>: 日本学術振興会・基盤研究 (C)「昆虫の湿度受容機構の解明」・代表・360 万円 (直接経費)・2023 年～2026 年度 <u>藍 浩之</u>: 日本学術振興会・科研費・基盤 (C): ミツバチのベクトル統合の神経回路と蜜源ナビゲーションにおける制御機構の解明・310 万円 (直接経費)・2022 年度～2024 年度 <u>藍 浩之</u>: 日本学術振興会 2022 年度外国人招へい研究 (短期): 条件付け手続きを用いた尻振りダンス追従行動の解発因の解明 (フェローシップ ID: S22044) 招聘研究者: Prof. Dr. Walter Farina, University of Buenos Aires 招聘期間: 2022 年 8 月 1 日～9 月 30 日

立石 康介（博士課程後期大学院生）：日本学術振興会・特別研究員奨励費「ワモンゴキブリの成長に注目した性フェロモン受容・処理機構の解明」・代表・150 万円（直接経費）・2021 年～2022 年度
末次 翔太：日本学術振興会・特別研究員奨励費（PD）「腸内細菌によるミツバチ脳機能の制御機構の解明および飼育保全への応用」・代表・400 万円（直接経費）・2020 年度～2022 年度
渡邊 英博：日本学術振興会・基盤研究（C）「不完全変態昆虫の成長に伴う性フェロモン受容・処理経路の発達」・代表・330 万円（直接経費）・2019 年～2022 年度
藍 浩之：日本学術振興会・科研費・基盤（C）：ミツバチの尻振りダンスに符号化された蜜源方向の検出機構・442 万円（直接経費）・2018 年度～2021 年度
最近 5 年間の代表者としての学内資金導入実績
渡邊 英博：福岡大学若手・女性研究基盤構築支援事業・「ワモンゴキブリの IR 型嗅覚受容体の機能解析」、173 万円（研究機関全体）・2023 年度～2024 年度
渡邊 英博：福岡大学研究推進部・領域別研究・「昆虫脳発達チーム」、28.6 万円/年・2020 年度～2023 年度
最近 5 年間の学会等学術団体における役職など
藍 浩之：日本動物学会国際交流委員・2019 年度～現職 日本比較生理生化学会・出版企画委員・2019 年度～現職 日本比較生理生化学会・高校教科書問題検討委員・2013 年度～2018 年度 日本比較生理生化学会・評議員・2016 年度～2018 年、2021 年度 渡邊 英博：日本比較生理生化学会会計幹事（2015 年 1 月～2019 年 12 月） 日本比較生理生化学会評議員（2020 年 1 月～現職） 日本比較生理生化学会将来計画委員（2022 年 1 月～現職） 日本動物学会九州支部庶務幹事（2018 年 7 月～2024 年 6 月）
最近 5 年間の一般向け論文と著書、行政報告書など
藍 浩之：科学研究費補助金（基盤研究 C）：「ミツバチの尻振りダンスに符号化された蜜源方向の検出機構」（課題番号 18K06345）」研究報告書 藍 浩之：科学研究費補助金（基盤研究 C）：「ミツバチの尻振りダンス解読に関わる異種感覚統合神経機構の解明（課題番号 22570079）」研究報告書 末次 翔太、宮崎 亮（2023 年）「社会性昆虫と腸内細菌のクロストーク：真社会性昆虫の腸内細菌叢の構造と機能-特集 微生物の集団性と社会性の創発」、遺伝：生物の科学、77、444-451、エヌ・ティー・エス（東京）、ISBN 978-4-86043-821-0
最近 5 年間の一般（非学術）集会での発表論文
藍 浩之、井上晃輔、弟子丸正伸．花粉 DNA を用いた都市養蜂における採餌植物調査の試み、5 ページ、養蜂産業振興会会報、第 10 号（2023） 藍 浩之：「ミツバチからのメッセージ」を出版。道徳と特別活動 39 巻 No.2, p82-83（2022）文溪堂
最近 5 年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など
藍 浩之：KBC 九州朝日放送「シリタカ！」の「ミツバチが世界救う！」に出演（2024 年 3 月 8 日（金）18:15-19:00） 藍 浩之：NPO 法人博多ミツバチプロジェクト・学術顧問に就任（2023 年 4 月 1 日～現在） 藍 浩之：ミツバチサミット 2023 実行委員（2022 年 4 月 1 日～現在） 藍 浩之：令和 3 年度環境省「農薬の野生ハナバチ類に対するリスク管理手法の確立業務」検討委員。2021 年 12 月 14 日～2023 年 3 月 31 日

藍 浩之：NHKBS プレミアム「ワイルドライフ」の「潜入！足元のにぎやかな世界 知られざる昆虫のコミュニケーション」に出演。2021 年 11 月 22 日放映

藍 浩之：RKB 毎日放送「発掘ゼミ」の「ミツバチの尻振りダンスの謎」に出演。。2021 年 5 月 22 日放映

藍 浩之：「ミツバチはキスとダンスで絆を深める」を講演。サイエンスカフェ（2020 年 8 月 29 日、於福岡市科学館）

藍 浩之：「ミツバチはキスとダンスで絆を深める」を講演。ミツバチサミット 2019 サイエンスカフェで講演（2019 年 12 月 13－15 日、於つくば国際会議場）

末次翔太・福田洸平・宮崎亮「天然のミツバチに対する蛍光細菌の定着能力の解析」というタイトルでポスター発表。ミツバチサミット 2019（2019 年 12 月 13－15 日、つくば国際会議場）

藍 浩之：「ミツバチのダンス言語発達の過程～RFID を用いた羽化後 20 日間の行動観察～」を講演。第 40 回ミツバチ科学研究会（於玉川大学）。

藍 浩之：ミツバチサミット 2019 実行委員(2018 年 10 月 1 日～2019 年 12 月)

その他特筆事項

立石 康介（日本学術振興会特別研究員 DC1）：発表論文大会委員長賞 “Two distinct sex pheromone processing pathways in the American cockroach, from receptions to behaviors.” (Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Domae M, Mizunami M, Watanabe H) 日本比較生理生化学会第 44 回大会、高知、2022 年 11 月

藍澤 優李（博士課程前期大学院生）：発表論文大会委員長賞 “Ionotropic receptors for hygrosensation in the American cockroach.” (Aizawa Y, Tateishi K, Watanabe T, Watanabe H) 日本比較生理生化学会第 44 回大会、高知、2022 年 11 月

立石 康介（博士課程後期大学院生）：日本学術振興会特別研究員 DC2（2021～2022 年度）

Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Mizunami M, Watanabe H：発表論文大会委員長賞 “Sex pheromone receptors in the American cockroach” 日本比較生理生化学会第 43 回大会、札幌（オンライン）、2021 年 12 月

立石 康介（博士課程後期大学院生）：日本比較生理生化学会 原富之賞受賞 “Postembryonic development of sex pheromone reception in the American cockroach” 2020 年前期