

研究室名
17-4-10 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、免疫組織学的研究により、ミツバチで同定された距離符号化ニューロン DL-Int-1 がミツバチ近縁種のマルハナバチにも存在する可能性が示唆された。さらにマルハナバチの脳内ニューロペプチド F 関連遺伝子が社会性に関連するのかを定量 PCR で調べた結果、集団飼育との関連性はなく、飢餓状態と関連して発現量が増えることが分かった。また、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予定している。 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、受容体遺伝子の発現阻害個体を用いて、中枢神経からの電気生理実験や行動実験を行うことで、ゴキブリの性行動がどのような神経機構によって制御されているのかが明らかになった。加えて、2022 年度はゴキブリの湿度受容体を明らかにした。ゴキブリの湿度受容体の機能を解析することで、昆虫がどのように外界の湿度変化を認識しているか、世界で初めて明らかにしつつある。 キーワード：昆虫・脳・社会性・進化・コミュニケーション・バイオリギング・次世代シーケンシング・嗅覚・湿度感覚・受容体
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）
2022 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 クロマルハナバチの前大脳後方背側領域における抗 GABA 免疫陽性細胞体の空間分布 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 卒論生：5 名 クロマルハナバチ神経ペプチド F 関連遺伝子の発現量の多角的解析 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応答解析 過剰脱皮個体を用いたキノコ体層構造の観察 ワモンゴキブリ性フェロモン受容体の発現様式

ワモンゴキブリの二種類の性フェロモンの異なる行動学的役割
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
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、日本動物行動学会 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
最近5年間の学術論文
すべて査読有 <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 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. <i>iScience</i> 25, 104272. doi: 10.1016/j.isci.2022.104272. Taniguchi R, Nishino H, <u>Watanabe H</u>, Yamamoto S, Iba Y (2021): Reconstructing the ecology of a Cretaceous cockroach: destructive and high-resolution imaging of its micro sensory organs. <i>The Science of Nature</i> 108, 45. doi: 10.1007/s00114-021-01755-9. Ezaki K, Yamashita T, Carle T, <u>Watanabe H</u>, Yokohari F, Yamawaki Y (2021): Aldehyde-specific responses of olfactory sensory neurons in the praying mantis. <i>Scientific Reports</i> 11, 1856. doi: 10.1038/s41598-021-81359-5 <u>Ai H</u>, Takahashi S (2021): The Lifelog Monitoring System for Honeybees: RFID and Camera Recordings in an Observation Hive. <i>Journal of Robotics and Mechatronics</i> 30 (3), 475-465 (2021), doi: 10.20965/jrm.2021. p0457. Couto A, Arnold G, <u>Ai H</u>, Sandoz JC (2021): Interspecific variation of antennal lobe composition among four hornet species. <i>Scientific Reports</i> 11, 20883. doi: https://doi.org/10.1038/s41598-021-00280-z Tateishi K, Nishimura Y, Sakuma M, Yokohari F, <u>Watanabe H</u> (2020): Sensory neurons that respond to sex and aggregation pheromones in the nymphal cockroach. <i>Scientific Reports</i> 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
- 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, 10.3390/insects10100336.
- Watanabe H, Koike Y, Tateishi K, Domae M, Nishino H, Yokohari F (2018): Two types of sensory proliferation patterns underlie the formation of spatially tuned olfactory receptive fields in the cockroach *Periplaneta americana*. *The Journal of Comparative Neurology* 526: 2683-2705. doi: 10.1002/cne.24524
- Ai H, Kumaraswamy A, Kohashi T, Ikeno H, Wachtler T (2018): Inhibitory pathways for processing the temporal structure of sensory signals in the insect brain. *Frontiers in Psychology* 9, article 1517, doi: 10.3389/fpsyg.2018.01517.
- Ikeno H, Kumaraswamy A, Kai K, Wachtler T, Ai H (2018): A segmentation scheme for complex neuronal arbors and application to vibration sensitive neurons in the honeybee brain. *Frontiers in Neuroinformatics* 12, article 61, doi: 10.3389/fninf.2018.00061.
- Kumaraswamy A, Kai K, Ai H, Ikeno H, Wachtler T (2018): Spatial registration of neuron morphologies based on maximization of volume overlap. *BMC Bioinformatics*, 19, 2018, 1-16, doi: 10.1186/s12859-018-2136-z.
- 高橋伸弥、藍 浩之 (2018): ミツバチコロニーにおける巣内行動観察システムとコミュニケーション行動の検出. システム制御情報学会誌 62, 490-495.
- 池野 英利、藍 浩之 (2018): ミツバチ脳のリバーズエンジニアリングーダンスコミュニケーションに関わる神経機構ー. 昆虫と自然 北隆館 (東京) 53, 35-40.

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

- Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Mizunami M, Ai H, Watanabe H (2022): Functional and developmental analyses of the sex pheromone reception system in the American cockroach during the nymphal-adult transition. *International congress neuroethology*. Lisbon, Portugal.
- Tateishi K, Watanabe H (2021): Postembryonic development of sex pheromone reception in the American cockroach. *Insect Olfaction and Taste in 24 Hours Around the Globe*. Online.

Tateishi K, Watanabe T, Nishino H, Mizunami M, Watanabe H (2021): Functional analysis of odorant receptor co-receptor (ORco) in the antennae of the American cockroach. *Insect Olfaction and Taste in 24 Hours Around the Globe*. Online.

Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Li Y, Tsuruta N, Ai H (2019): Development of behavior monitoring system for honeybees in hive using RFID sensors and image processing. *The 16th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering*.

Wachtler T, Kumaraswamy A, Kai K, Ikeno H, Ai H (2019): Interneurons in the primary auditory center of the honeybee brain responsive to air vibration pulses as elicited during waggle dance communication. *Society for Neuroscience 2019*, Chicago, USA, Oct, 19-23.

Ikeno H, Kumaraswamy A, Wachtler T, Kai K, Ai H (2019): Estimation of possible synaptic connections between neurons responsive to waggle dance vibration signals in the primary mechanosensory center of the honeybee brain. *INCF Congress Neuroinformatics 2019*, Warsaw, Poland.

Uenohara Y, Goto K, Tanaka S, Kumaraswamy A, Wachtler T, Kai K, Ai H, Ikeno H (2019): Construction of the honeybee standard brain for primary auditory center. *Advances in Neuroinformatics 2018*, Wako Japan, Dec 2018.

Ai H, Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Tsuruta N (2018): How the honeybees learn waggle dance? *International Union for the study of social insects 2018*, Guarujá, Brazil.

Ai H, Kai K, Kumaraswamy A, Ikeno H, Wachtler T (2018): Stopwatch for measuring the waggle duration: putative encoding mechanism of distance information in the honeybee. *International Union for the study of social insects 2018*, Guarujá, Brazil.

Ikeno H, Uenohara Y, Goto K, Tanaka S, Kumaraswamy A, Wachtler T, Ai H (2018): Construction of standard brain map of honeybee brain region related to vibration stimulus processing. *INCF Congress Neuroinformatics 2018*

最近 5 年間の代表者としての学外資金導入実績

藍 浩之：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

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

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

渡邊 英博：日本学術振興会・科研費・若手研究 (B)「嗅覚情報の並行処理における触角葉局所介在ニューロンの役割」・代表・330 万円 (直接経費)・2016 年度～2018 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～2023 年

<u>藍 浩之</u>：福岡大学研究推進部総合科学研究チーム・「ミツバチの採餌行動を利用した地域環境観測～花と緑のあふれる街づくりにむけて～」・500 万円・2017 年度～2018 年度 <u>渡邊 英博</u>：福岡大学研究推進部・推奨研究プロジェクト・「昆虫脳内情報処理解析チーム」、45.0 万円/年・2016 年～2018 年 <u>渡邊 英博</u>：福岡大学研究推進部・領域別研究・「膜翅目昆虫脳研究チーム」、36.7 万円/年・2016 年～2018 年
最近 5 年間の学会等学術団体における役職など
<u>藍 浩之</u>：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 <u>渡邊 英博</u>：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） 日本動物学会国際交流委員（2015 年 7 月～2018 年 6 月） 日本動物学会九州支部会計幹事（2016 年 7 月～2018 年 6 月） 日本動物学会九州支部庶務幹事（2018 年 7 月～現職）
最近 5 年間の一般向け論文と著書、行政報告書など
<u>藍 浩之</u>：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 <u>藍 浩之</u>：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 <u>藍 浩之</u>：科学研究費補助金（挑戦的萌芽）：「ミツバチの尻振りダンスに符号化されたベクトル情報統合の神経機構（課題番号 15K14569）」研究報告書
最近 5 年間の一般（非学術）集会での発表論文
該当なし
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
<u>藍 浩之</u>：ミツバチサミット 2023 実行委員(2022 年 4 月 1 日～現在) <u>藍 浩之</u>：「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 <u>藍 浩之</u>：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～2022 年 3 月 31 日 <u>藍 浩之</u>：「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。NHK BS プレミアム「ワイルドライフ」。2021 年 11 月 22 日放映 <u>藍 浩之</u>：「ミツバチの尻振りダンスの謎」に出演。RKB 毎日放送「発掘ゼミ」。2021 年 5 月 22 日放映 <u>藍 浩之</u>：「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） <u>藍 浩之</u>：「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） <u>藍 浩之</u>：「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：養蜂環境調査研究推進委員・トウヨウミツバチ協会(2018 年 4 月 1 日～2019 年 3 月)

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