

研究室名
18-4-10 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
<p>進化脳科学研究室では、昆虫が進化の過程で獲得した様々な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。実験手法は、RFID と画像処理技術を用いたバイオリギング、蜂蜜、花粉団子 DNA を用いたメタバーコーディング、解剖学的実験、組織学的実験、神経生理学的実験である。社会性昆虫ミツバチの採餌行動を調べる研究では、RFID と Raspberry Pi camera を用いたバイオリギング技術をミツバチの行動観察に使い、ミツバチの尻振りダンス追従に関わる感覚入力の時期的変化を明らかにすることができた。また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ことを明らかにした。また、異なる自然環境の巣箱から採取した蜂蜜や花粉団子に含まれる DNA をメタバーコーディングすることにより採餌植物の同定を行い、ミツバチの採餌環境を調べるとともに、開花状況の現地調査も行った。昆虫の嗅覚系の研究では、ワモンゴキブリの嗅覚系をモデルにして、嗅覚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、オスのゴキブリ成虫に見られる性フェロモンの受容過程、処理過程が成長に伴い、どのように発達しているかを明らかにした。加えて、分子生物学的手法と神経生理学的手法を組み合わせることにより、ワモンゴキブリの嗅覚受容体を網羅的に解析している。この研究により、ワモンゴキブリの性フェロモン受容機構や湿度受容機構の解明を目指している。このようなゴキブリでの嗅覚情報処理機構の研究をもとに、ゴキブリの近縁関係にあるゴキブリや社会性昆虫のシロアリ、原始昆虫であるマダラシミの嗅覚系の解析も行っている。</p> <p>キーワード：昆虫・脳・嗅覚・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</p>
研究室の構成員
<p>藍 浩之（准教授）・博士（理学） 渡邊 英博（助教）・博士（生命科学）</p>
2020 年度の大学院生および卒論生の研究テーマ
<p>博士課程後期大学院生：1 名 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</p> <p>博士課程前期大学院生：3 名 ミツバチの尻振りダンスへの追従における両側触角入力の役割 ミツバチの尻振りダンスを用いた推定蜜源分布の可視化と空間分析 DNA メタバーコーディングを用いた福岡都市圏のミツバチ採餌植物の多角的比較</p> <p>卒論生：5 名 ミツバチの尻振りダンス追従に関わる感覚入力の時期的変化</p>

マルハナバチの前大脳後方背側領域における GABA 免疫陽性細胞体の空間分布の
カースト間比較と種間比較

DNA メタバーコーディングを用いた那珂川市におけるミツバチの蜜源植物の年間
比較と地域間比較

DNA メタバーコーディングを用いたミツバチの花粉源植物の地域間比較と蜜源植
物との比較

ミツバチの尻振りダンスベクトルマップから推定した福岡大学周辺の採餌場所の
開花調査

教員の担当科目

藍 浩之：(学部) 神経生物学、マクロの生物科学、地球圏科学特別講義C、
薬学生物学入門、生物科学実験Ⅱ、生物学実験、卒業論文
渡邊 英博：(学部) 生物学実験、生物科学実験Ⅱ

教員の所属学会

藍 浩之、渡邊 英博（ともに）：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

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: 38/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.

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*. *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*. *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スエンジニアリング—ダンスコミュニケーションに関わる神経機構—. 昆虫と自然 北隆館 (東京) 53, 35-40.
- Ai H, Kai K, Kumaraswamy A, Ikeno H, Wachtler T (2017). Interneurons in the honeybee primary auditory center responding to waggle dance-like vibration pulses. *The Journal of Neuroscience*, 37 (44), 10624-10635.
- 高橋伸弥、橋本浩二、前田佐嘉志、鶴田直之、藍 浩之 (2017): ミツバチコロニーの巣内行動観察システムの開発—RFID センサと画像処理を併用したコミュニケーション行動の自動検出—. 人工知能学会論文誌 32 巻 4 号、pp1-11。
- Watanabe H, Nishino H, Mizunami M, Yokohari, F. (2017) Two parallel olfactory pathways for processing general odors in a cockroach. *Frontiers in Neural Circuits* 11: 32. doi: 10.3389/fncir.2017.00032
- Carle T, Watanabe H, Yamawaki Y, Yokohari F. (2017) Organization of the antennal lobes in the praying mantis (*Tenodera aridifolia*) *Journal of Comparative Neurology* 525: 1685-1706. doi: 10.1002/cne.24159
- Takanashi N, Katoh K, Watanabe H, Nakayama Y, Iwasaki M, Mizunami M, Nishino H. (2017) Complete identification of four giant interneurons supplying mushroom body calyces in the cockroach *Periplaneta americana*. *Journal of Comparative Neurology* 525: 204-230. doi: 10.1002/cne.24108
- 横張文男、渡邊英博 (2017) 「社会性昆虫クロオオアリの巣仲間認識機構の解明に向けて」 昆虫と自然 52: 36-39.
- Yamashita T, Haupt SS, Ikeno H, Ai H (2016). Walking patterns induced by learned odors in the honeybee, *Apis mellifera* L. *Journal of Experimental Biology*, 219, 12-16.
- Nishino H, Watanabe H, Kamimura I, Yokohari F, Mizunami M. (2015) Coarse topographic organization of pheromone-sensitive afferents from different antennal surfaces in the American cockroach. *Neuroscience Letters* 595: 35-40. doi: 10.1016/j.neulet.2015.04.006

西野浩史、渡邊英博 (2015) 「振動・聴覚受容器のかたちとはたらき」 昆虫と自然
50: 4-8.

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

Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Li Y, Tsuruta N, Ai H: 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 (2019).

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, 2019 年 9 月 1 日~2 日, 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., Trusuta, N (2018): How the honeybees learn waggle dance? *International Union for the study of social insects 2018*, Guarujá, Brazil.
(招待講演)

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

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

Wachtler T, Kumaraswamy A, Kai K, Ikeno H, Ai H (2017). Interneurons in the primary auditory center of the honeybee brain responsive to air vibration pulses as elicited during waggle dance communication. *Society for Neuroscience 2017*, Washington DC, USA, Nov. 2017.

Watanabe H. Response profiles of sensory neurons in basiconic sensilla to cuticle hydrocarbons, key semiochemicals for nestmate discrimination in Japanese carpenter ant

- Camponotus japonicus*. ISCE/APACE Kyoto. 2017年8月23-27日
- Koga H, Watanabe H, Nishino H, Hojo M, Omura W, Takanashi T, Yokohari F. Interspecies and intercaste comparisons of antennal lobe constitution in seven species of termites. ISCE/APACE Kyoto. 2017年8月23-27日
- Tateishi K, Watanabe H, Tanaka M, Nishimura Y, Sakuma M, Yokohari F. Identification of sex and aggregation pheromone-receptive sensilla in nymphal cockroaches. ISCE/APACE Kyoto. 2017年8月23-27日
- Ai H, Kai K, Kumaraswamy A, Ikeno H, Wachtler T (2016). Honeybee interneurons responsive to the pulsed vibration produced by waggle dance. *12th International Congress of Neuroethology*, Montevideo, Uruguay, April 2016. (招待講演)
- Ai H, Kai K, Kumaraswamy A, Rautenberg P, Wachtler T, Ikeno (2016): Putative neural circuits of the primary auditory center processing in the pulsed vibration produced by waggle dance of honeybee. The 22nd International Congress of Zoology (招待講演), 2016年11月14日~19日, Okinawa.
- Ai H, Matake T, Hagio H, Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Trusuta N (2016): Lifetime observation of the honeybee behaviors related with waggle dance by using RFIDs and high resolution camera modules. The 22nd International Congress of Zoology, 2016年11月14日~19日, Okinawa.
- Takahashi S, Hashimoto K, Maeda S, Trusuta N, Ai H (2016): Development of automatic monitoring system of honeybee behaviors using RFID reader and imaging processing. The 22nd International Congress of Zoology, 2016年11月14日~19日, Okinawa.
- Ikeno H, Kumaraswamy A, Kai K, Ai H, Rautenberg P, Wachtler T (2016): Morphological comparisons in a vibration sensitive interneuron in the dorsal lobe of the brain among honeybees of different ages. International Conference on Brain Informatics & Health, 2016年10月13日~16日, Omaha, Nebraska, USA.
- Ikeno H, Kumaraswamy A, Kai K, Ai H, Rautenberg P, Wachtler T (2016): A method for evaluation of neural structure based on reconstruction and application to an interneuron in the honey bee brain. INCF Congress 2016, 2016年9月3日~4日, Reading, UK.
- Ai H, Kai K, Watanabe H, Itoh T, Kumaraswamy A, Rautenberg P, Wachtler T, Ikeno H (2016): Honeybee neurons responsive to the pulsed vibration produced by waggle dance. 4th INCF Japan Node International Workshop Advances in Neuroinformatics 2016 and 14th INCF Nodes Workshop. 2016年5月28日~5月29日. Saitama.
- Ai H, Kai K, Watanabe H, Itoh T, Kumaraswamy A, Rautenberg P, Wachtler T, Ikeno H (2016): Honeybee interneurons responsive to the pulsed vibration produced by waggle dance. *12th International Congress of Neuroethology 2016, Uruguay, Concurrent Participant Symposium A*, March 30 to April 3 (招待講演) .
- Koga H, Watanabe H, Nishino H, Hojo M, Omura W, Takuma W Takanashi T, Yokohari F. Similarity and variability of glomerular organizations of the antennal lobes in seven species

of termites. International Congress of Zoology, Okinawa 2016年11月14-19日

Ogata S, Watanabe H, Ozaki M, Mastubara R, Yokohari F. Responses of receptor cells in antennal sensilla to CHCs, key substances for nestmate discrimination in Japanese carpenter ant *Camponotus japonicas*. International Congress of Zoology, Okinawa 2016年11月14-19日

Watanabe H, Nishio H, Mizunami M, Yokohari F. Two parallel coding strategies to process general odor in the basal insects. International Congress of Zoology, Okinawa 2016年11月14-19日

Watanabe H, Koike Y, Nishino H, Yokohari F. Postembryonic development of sex pheromone receptive olfactory sensory neurons in the cockroach. 17th international symposium on olfaction and taste Yokohama, 2016年6月5-9日

Watanabe H, Nishino H, Mizunami M, Yokohari F. Olfactory processing via temporally and spatially segregated parallel pathways in an insect brain. Environmental sensing and animal behavior. Tokyo, 2016年6月10-11日

Kuramaswamy A, Rautenberg P, Kai K, Ai H, Ikeno H, Wachtler T (2015). Evidence for morphological refinement of neurons encoding waggle dance communication signals in the honeybee. 11th Goettingen Meeting of German Neuroscience Society, Goettingen, Germany, March 2015. (招待講演)

Ai H (2015): The parallel systems in the primary auditory center of the honeybee. 11th Goettingen Meeting of the German Neuroscience Society, March 18-21, S31-3 (招待講演) ..

Ai H (2015): Topological organization of vibration-sensitive neurons of honeybee, *Meeting Honeybee Standard Brain*, 16-17, Mar., 2015, Freie Universität Berlin (招待講演) .

Ai H, Kimura Y, Yamashita T, Ikeno H and Haupt SS (2015): Locomotion patterns induced by learned odors in the honeybee (*Apis mellifera* L.). 11th Goettingen Meeting of German Neuroscience Society, Goettingen, Germany, 18-21 March, 2015.

Kai K, Kumaraswamy A, Rautenberg P, Ikeno H, Wachtler T, Ai H(2015): Neural basis of airborne vibratory signal processing of the honeybee *Apis mellifera*. 11th Goettingen Meeting of German Neuroscience Society, Goettingen, Germany, 18-21 March, 2015.

Kuramaswamy A, Rautenberg P, Kai K, Ai H, Ikeno H, Wachtler T (2015): Evidence for morphological refinement of neurons encoding waggle dance communication signals in the honeybee. 11th Goettingen Meeting of German Neuroscience Society, Goettingen, Germany, 18-21 March, 2015.

最近5年間の代表者としての学外資金導入実績

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～2021年

<p>藍 浩之：科学研究費・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</p> <p>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～2018</p> <p>藍 浩之：科学研究費・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・360 万円 (直接経費)・2015 年度～2017 年度</p>
<p>最近 5 年間の代表者としての学内資金導入実績</p>
<p>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</p> <p>藍 浩之：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</p> <p>渡邊 英博：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</p> <p>渡邊 英博：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</p> <p>藍 浩之：福岡大学研究推進部総合科学研究チーム・「RFID と高解像度ビデオ記録を用いたミツバチ行動自動追跡システムの開発」・488 万円・2015 年度～2016 年度</p>
<p>最近 5 年間の学会等学術団体における役職など</p>
<p>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</p> <p>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) 2017 年度日本比較生理生化学会第 39 回大会・庶務幹事</p>
<p>最近 5 年間の一般向け論文と著書、行政報告書など</p>
<p>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</p> <p>藍 浩之：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</p>
<p>最近 5 年間の一般 (非学術) 集会での発表論文</p>
<p>該当なし</p>
<p>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</p>
<p>藍 浩之：ミツバチはキスとダンスで絆を深める。サイエンスカフェ (2020 年 8 月 29 日、福岡市科学館)</p> <p>藍 浩之：ミツバチはキスとダンスで絆を深める。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、つくば国際会議場)</p> <p>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～。第 40 回ミツバチ科学研究会で特別講演。</p> <p>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～現</p>

在)

藍 浩之:第6回ミツバチシンポジウム～ミツバチ研究の目指す豊かな未来～を企画運営、講演。2017年2月21日 福岡大学中央図書館多目的ホール。

藍 浩之:新課程生物基礎・生物における「神経・行動」をどう教えるか?～基礎と体系による整理法～・平成27年度山口県高等学校教育研究会生物教育研究大会「自然をみつめなおす生物教育」で講演(於下関市立下関商業高校)(2015年10月13日)

その他特筆事項

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年4月～2023年3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

Tateishi K(博士課程後期大学院生), Watanabe H, Tanaka M, Nishimura N, Sakuma M, Yokohari F:ポスター発表大会委員長賞受賞 “Antennal sensilla receiving sex and aggregation pheromones on nymphal cockroaches” 日本比較生理生化学会第39回大会、福岡、2017年11月

Koga H(2017年度博士課程前期修了生), Watanabe H, Nishino H, Hojo M, Omura W, Takanashi T, Yokohari F:ポスター発表大会委員長賞受賞 “Comparative study of antennal lobe glomeruli in seven species of termites” 日本比較生理生化学会第39回大会、福岡、2017年11月

Ogata S(2016年度博士課程前期修了生), Watanabe H, Ozaki M, Matsubara R, Yokohari F:ポスター発表大会委員長賞受賞 “A novel device for stimulation with refractory CHCs, key substances for nestmate discrimination on antennal receptor cells of Japanese carpenter ant *Camponotus japonicus*” 日本比較生理生化学会第38回大会、東京、2016年9月