

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 28 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K15039

研究課題名(和文) 栄養バランス変化への適応能力を支える全身性シグナリングの解明

研究課題名(英文) Interspecies comparative analyses of distinct carbohydrate-responsive systems among *Drosophila* species

研究代表者

服部 佑佳子 (Hattori, Yukako)

京都大学・生命科学研究科・助教

研究者番号：50646768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：動物には様々な物を食べる広食性種と、特定の物のみを食べる狭食性種が存在します。私たちヒトを含む広食性種が、どのようにして多様な食物に適応しているかについては不明な点が多く残されています。そこで、食性が異なるショウジョウバエの近縁5種に着目し、遺伝子発現及び代謝産物の網羅的解析によって、異なる栄養バランス(タンパク質と炭水化物の比率)への適応能力と生体応答を比較しました。その結果、広食性種は、餌の炭水化物の比率に応じて遺伝子発現や代謝を制御する機構の働きにより異なる栄養バランスに柔軟に適応できるのに対し、狭食性種ではこのような機構が機能せず、高炭水化物条件下で成長できないことを見出しました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、遺伝的に近縁ながら食性の異なる広食性種と狭食性種の間で、炭水化物応答制御機構の働きや異なる栄養バランスへの適応能力が違ふことを明らかにしました。私たちヒトにおいても、肥満や糖尿病などの罹りやすさが人種や個体間で異なることが知られています。また、本研究で用いたショウジョウバエとヒトの間では、組織やホルモンなどの制御因子の多くが共通しています。今後、本研究での成果や種間比較解析のアプローチを応用することで、個体間、そしてショウジョウバエ以外の生物種間においても、栄養やその他の環境因子に対する適応や生体応答の違いを生み出すメカニズムの研究が広く進むことが期待されます。

研究成果の概要(英文)：During evolution, organisms have acquired variable feeding habits. Some species are nutritional generalists that adapt to various food resources, while others are specialists, feeding on specific resources. However, much remains to be discovered regarding how generalists adapt to diversified diets. We found that larvae of the generalists, *D. melanogaster* and *D. simulans* developed on three diets with different nutrient balances, whereas specialist *D. sechellia* and *D. elegans* could not develop on carbohydrate-rich diets. The generalist *D. melanogaster* downregulated the expression of diverse metabolic genes systemically by TGF- $\beta$ /Activin signaling, maintained metabolic homeostasis and successfully adapted to the diets. In contrast, the specialist *D. sechellia* expressed those metabolic genes at higher levels and accumulated various metabolites on the carbohydrate-rich diet, culminating in reduced adaptation.

研究分野：発生生物学

キーワード：栄養 適応 成長 代謝 マルチオミクス 全身性シグナリング

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

栄養は、生物の成長や生命の維持にとって不可欠です。進化の過程で、動物は周囲の多様な栄養環境と相互作用しながら、種ごとに異なる多様な食性を獲得してきました。この食性の幅の違いから、大きく分けて二種類の動物が存在します。様々な物を食べることのできる広食性種 (generalist) と、特定の物だけを食べて生きる狭食性種 (specialist) です。これまで、狭食性種が特定の食物を好んだり、食物に含まれる毒に耐性を持ったりする仕組みについては、研究が比較的進められてきました。一方で、ヒトを含めた広食性種がどのようにして様々な栄養環境に柔軟にตอบสนองし、適応を実現しているかについては不明な点が多く残されています。

### 2. 研究の目的

分子生物学において普遍的な生命現象の研究に用いられてきたモデル生物であるキロショウジョウバエは、自然界では全世界の人家近くに生息し、様々な発酵した果物や野菜を食べる広食性種です (図1上段を参照)。実験室においても、様々な栄養条件下で柔軟に成長できることが先行研究から報告されています。一方で、その近縁種には限られた地域で特定の発酵した植物や果実だけを食べる狭食性種も存在します。例えば、セイシェルショウジョウバエはインド洋のセイシェル諸島にのみ生息し、ノニ (ヤエヤマアオキ) の果実だけを餌とする狭食性種であることが知られています (図1上段を参照)。本研究では、このように自然界での食性が異なるショウジョウバエの近縁種間で、栄養に対する適応能力や生体応答の比較解析を行うことにより、広食性種が多様な栄養環境に適応できるメカニズムの解明を目指しました。

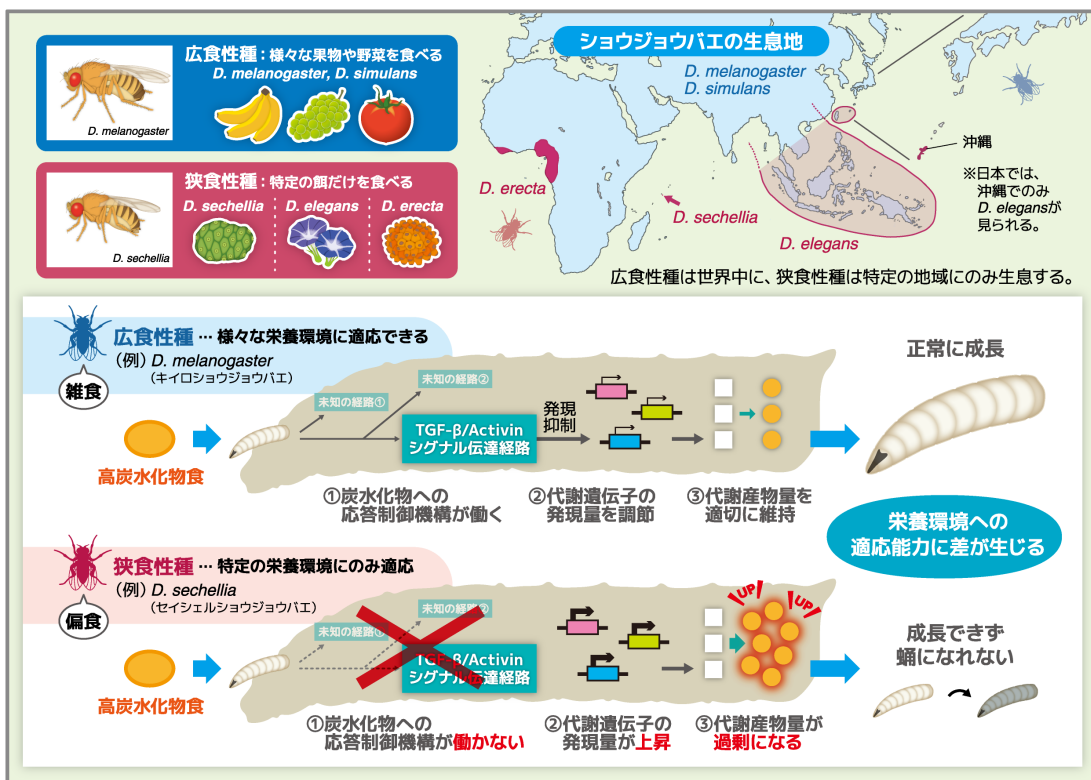


図1. 広食性種キロショウジョウバエの炭水化物応答機構は、狭食性種セイシェルショウジョウバエでは機能しておらず、栄養環境への適応能力に差が生じる。

### 3. 研究の方法

本研究では、キロショウジョウバエを含む広食性2種と、自然界では特定の果実や花のみを食べる狭食性3種 (図1上段を参照) を用いて、異なる栄養環境に対する幼虫期の適応能力が種間でどのように異なるかを調べました。栄養環境の違いを捉える上で着目したのが、タンパク質 (Protein) と炭水化物 (Carbohydrate) の比率 (P:C ratio) で栄養バランスを変化させる方法です。これまでに、食餌中の P:C ratio の違いが、昆虫から哺乳類の寿命や生殖能力などに大きな影響を与えることが示されています。例えば、キロショウジョウバエやマウスの寿命は、どちらも炭水化物の比率が高い食餌条件下で長くなることが報告されています。

### 4. 研究成果

そこで、同一カロリーで栄養バランスの異なる3種類の実験餌 (炭水化物の比率が高い餌、炭水化物とタンパク質の比率が中間程度の餌、タンパク質の比率が高い餌) を作製し、各種の幼虫

を孵化直後からこれらの餌で飼育して、幼虫の成長を比較しました。その結果、広食性種の幼虫はどの実験餌においても正常に成長できるのに対し、狭食性種はいずれも炭水化物の比率が高い餌では蛹にまで発生できないことを見出しました。特に、狭食性種のセイシエルショウジョウバエとカザリショウジョウバエは、餌中の炭水化物の比率が高くなるにつれて、蛹までの発生率が顕著に低下する傾向を示しました（図2を参照）。そこで、種間の適応能力の違いとそれぞれの種の食性との関係を知るために、これらの近縁5種の幼虫が自然界で食べている餌の栄養成分を比較しました。その結果、広食性のキイロショウジョウバエが野外で食べる餌には高炭水化物食（リンゴやバナナなど）から低炭水化物食（トマトやズッキーニなど）まで幅がある一方、狭食性種セイシエルショウジョウバエの餌であるノニの果実やカザリショウジョウバエの餌であるアサガオなどの花は、どちらも低炭水化物食であることがわかりました。

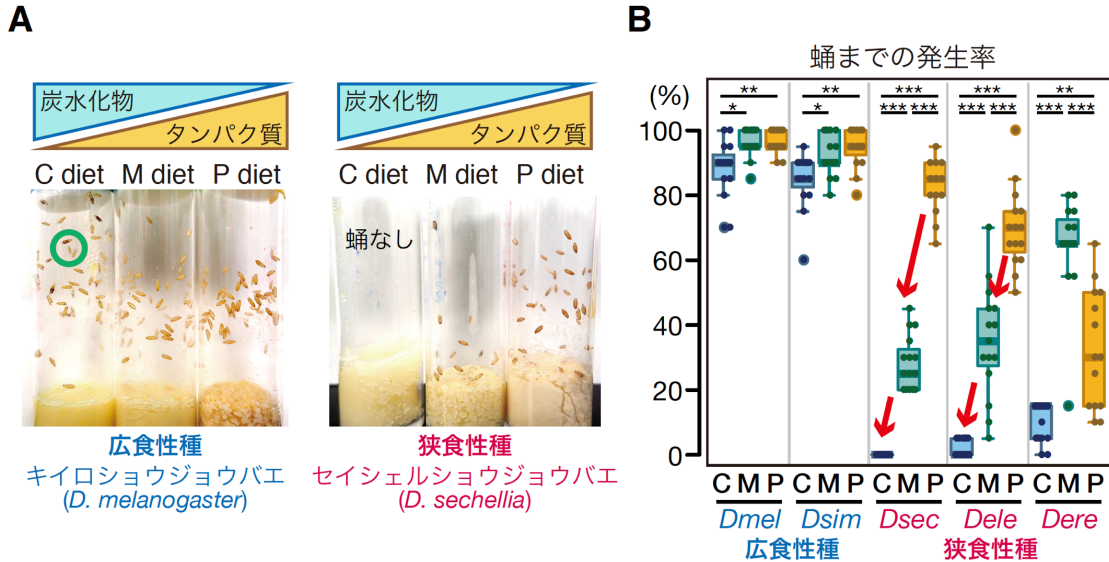


図2. 栄養バランスの異なる実験餌に対するショウジョウバエ近縁5種の適応能力の比較

(A) 栄養バランス（炭水化物とタンパク質の比率）が異なる三種類の実験餌で育てた、広食性種のキイロショウジョウバエと狭食性種のセイシエルショウジョウバエ。広食性種キイロショウジョウバエは、どの餌条件でも蛹（緑色の丸）にまで発生できるが（左）、狭食性種セイシエルショウジョウバエは炭水化物の比率が高い餌（図中“C diet”）で成長できない（右）。C diet: 炭水化物の比率が高い餌、M diet: 炭水化物とタンパク質の比率が中間程度の餌、P diet: タンパク質の比率が高い餌。

(B) ショウジョウバエの近縁5種について各実験餌における蛹までの発生率を定量化した結果。狭食性種のセイシエルショウジョウバエ（図中“Dsec”）とカザリショウジョウバエ（図中“Dele”）は、餌の炭水化物比率が高くなるにつれて、発生率が低下する（赤矢印）。狭食性種のエレクタショウジョウバエ（図中“Dere”）は、広食性種及び上記の狭食性二種とは異なり、炭水化物とタンパク質の比率が中間程度の餌（M diet）で最も発生率が高く、炭水化物比率が高い餌（C diet）とタンパク質比率の高い餌（P diet）において発生率が低下した。青色の箱ひげ図は C diet を、緑色の箱ひげ図は M diet を、そして黄色の箱ひげ図は P diet を各種の幼虫に与えた結果を示す。Dmel: *D. melanogaster*（キイロショウジョウバエ）、Dsim: *D. simulans*（オナジショウジョウバエ）、Dsec: *D. sechellia*（セイシエルショウジョウバエ）、Dele: *D. elegans*（カザリショウジョウバエ）、Dere: *D. erecta*（エレクタショウジョウバエ）。

以上の結果から、自然界で低炭水化物食のみを食べる狭食性種では、食餌中の炭水化物の比率の増加に適切に応答するメカニズムが働いていないのではないかと考えました。そこで、広食性種のキイロショウジョウバエにおいて、摂取した炭水化物に応答して脂肪組織から分泌されるタンパク質・TGF- $\beta$ /Activin と、その下流で制御されるシグナル伝達経路に着目しました。キイロショウジョウバエにおける Activin ファミリーの一つである Dawdle 遺伝子の変異体は、狭食性種のセイシエルショウジョウバエやカザリショウジョウバエと同様に、実験餌中の炭水化物比率の増加に伴い蛹までの発生率の低下を示しました。さらに、次世代シーケンサーを用いて遺伝子発現をゲノム規模で解析する RNA-seq 解析や、ガスクロマトグラフィー質量分析法を用いて多数の代謝産物量を一度に比較分析するメタボローム解析によって、遺伝子発現および代謝産物の網羅的比較を行いました。その結果、狭食性種セイシエルショウジョウバエでは、TGF- $\beta$ /Activin シグナル伝達経路を含む、摂取した炭水化物への応答を制御する仕組み（炭水化物応答制御機構）に異常がある可能性が示唆されました。広食性種の野生型は、炭水化物応答制

御機構を介して、筋肉や腸、脂肪組織など、全身の各組織において 200 以上もの様々な代謝酵素遺伝子の発現量を調節し、異なる餌条件下でも代謝の恒常性を維持できるのに対し、狭食性種セイシェルショウジョウバエと広食性種キイロショウジョウバエの Dawdle の変異体ではこのような制御が働かず、高炭水化物条件下で代謝酵素遺伝子群の発現上昇と多数の代謝産物量の増加を示すことがわかりました (図 1 下段を参照)。

本研究の結果から、遺伝的に近縁ながら自然界での食性が異なるショウジョウバエの種間で、栄養バランスの異なる餌に対する適応能力や、遺伝子発現量および代謝産物量の制御に違いがあることを見出しました (Watanabe et al., *Cell Reports*, 2019)。そして、これらの種間の違いは、TGF- $\beta$ /Activin シグナル伝達経路を含む炭水化物応答制御機構が広食性種では機能しているのに対して、自然界で低炭水化物食のみを食べる狭食性種では、進化の過程でこの機構が失われ機能していないために生じた可能性が強く示唆されました。

本研究では、遺伝的に近縁ながら食性の異なる広食性種と狭食性種の間で、炭水化物応答制御機構の働きや異なる栄養バランスへの適応能力が違うことを明らかにしました。私たちヒトにおいても、肥満や糖尿病などの罹りやすさが人種や個体間で異なることが知られています。また、本研究で用いたショウジョウバエとヒトの間では、組織やホルモンなどの制御因子の多くが共通しています。今後、本研究での成果や種間比較解析のアプローチを応用することで、個体間、そしてショウジョウバエ以外の生物種間においても、栄養やその他の環境因子に対する適応や生体応答の違いを生み出すメカニズムの研究が広く進むことが期待されます。

また、本研究では、食餌中の栄養バランスの違いが、成長段階にある幼虫期の個体に与える影響に注目し研究を進めてきました。一方で、成長期に摂取した栄養バランスの違いが、成虫にまで発生し加齢していく後期ライフステージにおいても、個体の健康状態に違いを生み出す可能性は十分に考えられます。今後は、本研究で得られた知見を基盤として、成熟した個体の寿命や運動機能、生殖能力などにも着目し、栄養環境の違いが動物の一生に与える影響を様々な角度から調べていく予定です。

一方で、現時点では、高炭水化物食に適応できない狭食性種が、炭水化物応答制御機構のどの段階に異常や変異を持つかについて明らかにできていません。その候補には、今回着目した TGF- $\beta$ /Activin シグナル伝達経路やその上流因子に加え、炭水化物応答制御機構として働く未同定の因子やシグナル伝達経路など、複数の可能性が考えられます。今後、キイロショウジョウバエ以外の近縁種においても、様々な遺伝子組み換えシステムを利用することが可能となれば、高炭水化物食に適応できない狭食性種の原因究明と、広食性種の適応能力を支える遺伝子ネットワークの解明に近付くと期待しています。

Kaori Watanabe, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura\*, and [Yukako Hattori](#)\*†.

Interspecies Comparative Analyses Reveal Distinct Carbohydrate-Responsive Systems among *Drosophila* Species.

*Cell Reports*, 28(10) 2594-2607 (2019).

\*corresponding authors, †lead contact.

F1000Prime 推薦論文に選出.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kanaoka Yasutetsu, Skibbe Henrik, Hayashi Yusaku, Uemura Tadashi, Hattori Yukako	4. 巻 24
2. 論文標題 DeTerm: Software for automatic detection of neuronal dendritic branch terminals via an artificial neural network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Genes to Cells	6. 最初と最後の頁 464 ~ 472
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12700	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Kaori, Kanaoka Yasutetsu, Mizutani Shoko, Uchiyama Hironobu, Yajima Shunsuke, Watada Masayoshi, Uemura Tadashi, Hattori Yukako	4. 巻 28
2. 論文標題 Interspecies Comparative Analyses Reveal Distinct Carbohydrate-Responsive Systems among Drosophila Species	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 2594 ~ 2607.e7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2019.08.030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 渡辺佳織, 上村 匡, 服部佑佳子	4. 巻 38
2. 論文標題 種間の栄養環境への適応能力の差を生む炭水化物応答機構	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 471-474
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計32件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 18件）

1. 発表者名 Yasutetsu Kanaoka, Henrik Skibbe, Yusaku Hayashi, Koun Onodera, Ayumi Mure, Yuuki Takahashi, Tadao Usui, Yukako Hattori, and Tadashi Uemura
2. 発表標題 Analysis of nutrient-dependent responses of somatosensory neurons in Drosophila larvae: their underlying mechanisms and adaptive roles.
3. 学会等名 the 52nd annual meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists (JSDB) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部佑佳子
2. 発表標題 個体成長を支える共生微生物の栄養基盤解明に向けて
3. 学会等名 第21回生命科学研究所シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayumi Mure, Yuuki Takahashi, Masayoshi Watada, Toshihiko Katoh, Aina Gotoh, Takane Katayama, Tadashi Uemura, and Yukako Hattori
2. 発表標題 The nutritional basis of Drosophila associated microbes for larval growth
3. 学会等名 26th European Drosophila Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutetsu Kanaoka, Henrik Skibbe, Yusaku Hayashi, Koun Onodera, Ayumi Mure, Yuuki Takahashi, Tadao Usui, Yukako Hattori, and Tadashi Uemura
2. 発表標題 Nutrient-dependent responses of somatosensory neurons in Drosophila larvae: their underlying mechanisms and impacts on physiological functions
3. 学会等名 26th European Drosophila Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yukako Hattori, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Interspecies comparative analyses reveal distinct carbohydrate-responsive systems among Drosophila species
3. 学会等名 26th European Drosophila Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayumi Mure, Yuuki Takahashi, Masayoshi Watada, Toshihiko Katoh, Aina Gotoh, Takane Katayama, Tadashi Uemura, and Yukako Hattori
2. 発表標題 個体成長を支えるショウジョウバエ共生酵母・共生細菌の栄養基盤の解析
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金岡 泰哲、Henrik Skibbe、林 優作、小野寺 孝興、牟禮 あゆみ、高橋 優喜、碓井 理夫、服部 佑佳子、上村 匡
2. 発表標題 感覚神経細胞における栄養応答の分子機構と個体生理機能に果たす役割の追究
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水谷 祥子、古谷 寛治、高橋 優喜、牟禮 あゆみ、服部 佑佳子、上村 匡
2. 発表標題 成長期の栄養履歴の違いがどのようにして寿命の差を生むか
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayumi Mure, Yuuki Takahashi, Masayoshi Watada, Toshihiko Katoh, Aina Gotoh, Takane Katayama, Tadashi Uemura and Yukako Hattori
2. 発表標題 The nutritional basis of Drosophila associated yeasts and bacteria for larval growth
3. 学会等名 Kyoto Biomolecular Mass Spectrometry Society (KBMSS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasutetsu Kanaoka, Henrik Skibbe, Yusaku Hayashi, Koun Onodera, Ayumi Mure, Yuuki Takahashi, Tadao Usui, Yukako Hattori, and Tadashi Uemura
2. 発表標題 Nutrient-dependent responses of somatosensory neurons in <i>Drosophila</i> larvae: their underlying mechanisms and impacts on physiological functions
3. 学会等名 Kyoto Biomolecular Mass Spectrometry Society (KBMSS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura, Yukako Hattori
2. 発表標題 Interspecies comparative analyses reveal distinct carbohydrate-responsive systems among <i>Drosophila</i> species
3. 学会等名 Kyoto Biomolecular Mass Spectrometry Society (KBMSS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水谷 祥子、古谷 寛治、高橋 優喜、牟禮 あゆみ、服部 佑佳子、上村 匡
2. 発表標題 成長期の栄養履歴の違いがどのようにして寿命の差を生むか
3. 学会等名 Kyoto Biomolecular Mass Spectrometry Society (KBMSS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura, Yukako Hattori
2. 発表標題 Interspecies comparative analyses reveal distinct carbohydrate-responsive systems among <i>Drosophila</i> species
3. 学会等名 EMBO   EMBL Symposium "The Organism and its Environment" (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 渡辺 佳織
2. 発表標題 Systemic TGF /Activin signaling underlies distinct dietary responses between generalist and specialist species
3. 学会等名 The 17th International Joint Mini-Symposium on Molecular and Cell Biology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 服部佑佳子
2. 発表標題 ショウジョウバエの成長を支える共生微生物の栄養バランス基盤の解析
3. 学会等名 先進ゲノム支援 拡大班会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金岡 泰哲
2. 発表標題 Analysis of nutrient-dependent responses of somatosensory neurons in Drosophila larvae: their underlying mechanisms and adaptive roles
3. 学会等名 第 3 回京都生体質量分析研究会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牟禮 あゆみ
2. 発表標題 The nutritional basis of Drosophila associated microbes for larval growth
3. 学会等名 The 17th International Student Seminar
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺 佳織
2. 発表標題 頑健な代謝制御機構が支えるショウジョウバエ近縁種群の栄養環境への適応
3. 学会等名 定量生物学の会第9回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukako Hattori, Kaori Watanabe, Yuuki Takahashi, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Systemic TGF /Activin signaling governs adaptive metabolic responses to nutrient balances of Drosophila species
3. 学会等名 CDB Symposium 2018 “Dynamic Homeostasis: from Development to Aging” (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukako Hattori
2. 発表標題 Systemic signaling for distinct adaptive responses to nutrient balances between generalist and specialist species
3. 学会等名 MRC LMS/Kyoto University SPIRITS Program Workshop, MRC London Institute of Medical Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukako Hattori, Kaori Watanabe, Yuuki Takahashi, Yuki Furumizo, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Systemic signaling for distinct adaptive responses to nutrient balances between generalist and specialist species
3. 学会等名 the 25th European Drosophila Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Systemic signaling for adaptation to nutrient balances in animal growth
2. 発表標題 Yukako Hattori
3. 学会等名 Cell Biology, Developmental Biology, and Systems Biology Course Retreat (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 服部 佑佳子
2. 発表標題 栄養バランス変化への適応能力を支える全身性シグナリング
3. 学会等名 第19回生命科学研究所シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukako Hattori
2. 発表標題 The molecular basis of distinct responses to nutrient balances between generalist and specialist species.
3. 学会等名 日本発生物学会第50回大会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yukako Hattori, Yuuki Takahashi, Yuki Furumizo, Yasutetsu Kanaoka, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Deciphering distinct responses to nutrient balances between generalist and specialist species by comparative multi-omics approaches
3. 学会等名 the 4th Asia-Pacific Drosophila Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukako Hattori, Kaori Watanabe, Yuuki Takahashi, Yuki Furumizo, Yasutetsu Kanaoka, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 The molecular basis of distinct adaptive responses to nutrient balances between generalist and specialist species
3. 学会等名 European Molecular Biology Laboratory Symposia "Metabolism in Time and Space: Emerging Links to Cellular and Developmental Programs" (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukako Hattori, Kaori Watanabe, Yuuki Takahashi, Yuki Furumizo, Yasutetsu Kanaoka, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 The molecular basis of distinct adaptive responses to nutrient balances between generalist and specialist species
3. 学会等名 The 3rd International Insect Hormone Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yukako Hattori, Yuuki Takahashi, Yuki Furumizo, Yasutetsu Kanaoka, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Deciphering regulatory mechanisms of distinct responses to nutrient balances between generalist and specialist species
3. 学会等名 the 25th European Drosophila Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukako Hattori, Kaori Watanabe, Yuuki Takahashi, Yuki Furumizo, Yasutetsu Kanaoka, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 個体成長において栄養バランス変化への適応を支える全身性シグナル経路
3. 学会等名 第40回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukako Hattori, Kaori Watanabe, Yuuki Takahashi, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Systemic TGF /Activin signaling governs adaptive metabolic responses to nutrient balances of Drosophila species
3. 学会等名 京都生体質量分析研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yukako Hattori, Yuuki Takahashi, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Differential TGF /Activin signaling activity underlies distinct adaptive responses to nutrient balances between generalist and specialist Drosophila species
3. 学会等名 the 16th International Student Seminar
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kaori Watanabe, Yukako Hattori, Yuuki Takahashi, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura
2. 発表標題 Deciphering regulatory mechanisms of distinct responses to nutrient balances between generalist and specialist species
3. 学会等名 CDB Symposium 2018 “Dynamic Homeostasis: from Development to Aging” (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----