

令和 3 年 6 月 5 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（特設分野研究）

研究期間：2017～2020

課題番号：17KT0018

研究課題名（和文）被食者 捕食者相互作用を利用した個体成長を支える栄養バランス基盤の構成的理解

研究課題名（英文）Understanding balanced diets for animal growth through a prey-predator interspecies genetic approach

研究代表者

上村 匡（Uemura, Tadashi）

京都大学・生命科学研究科・教授

研究者番号：80213396

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：生物を取り巻く環境要因の中でも栄養、特に栄養成分のバランス（栄養バランス）が個体の成長や器官形成に果たす役割については、不明な点が多い。この課題を克服するために、被食者と捕食者との生物間相互作用に着目し、捕食者としてショウジョウバエの幼虫を、被食者としては幼虫がエサとする微生物を研究対象とした。出芽酵母一遺伝子ノックアウト株のコレクションや自然界において幼虫と共生する微生物叢の中から、摂食した幼虫の蛹化が顕著に遅れる、あるいは全く蛹化できない出芽酵母株や微生物種を得た。マルチオミクス解析により、幼虫の成長に影響を与える栄養成分と、摂食した幼虫の応答を捉えつつある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

若い個体が栄養を摂取して健康な成体となり、次世代を残すことは、ヒトを含む全ての動物種の存続にとって必須の道りである。多種類の栄養成分の量の組み合わせは無限にあり、成長や病態に与える因果関係を体系的に調べるのは容易ではない。ショウジョウバエは、ヒトまで保存された遺伝子機能や臓器間ネットワークを持ち、栄養依存的な生理機能調節における普遍的なメカニズムの理解にも大きく貢献している。本研究で新たに明らかになる栄養成分とそれに対する応答機構が、ヒトの栄養への適応機構の理解につながる事が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Eating “balanced diets” is believed to be one of the most critical environmental determinants for infants to grow into healthy adults. However, a big challenge is to systematically survey the contributions of nutrient compositions to the growth. To overcome this difficulty, we took advantage of a prey-predator combination of microbes and larvae of the fruit fly *Drosophila melanogaster*. The microbes employed are composed of two classes: a single-gene knockout collection of budding yeast *Saccharomyces cerevisiae*, which is one of the major ingredients of laboratory media, and yeast and bacterial strains isolated from symbiotic microbiota in larval natural food sources. We fed larvae with each microbial strain and isolated those that cause growth retardation and/or decreased pupation rate. Using multi-omics approaches of both microbes and larvae, we are characterizing features of the “balanced” nutrient composition in the microbes and responsive mechanisms in larvae driving growth.

研究分野：構成的システム生物学

キーワード：栄養 成長 生物間相互作用 マルチオミクス 共生微生物叢

1. 研究開始当初の背景

幼い個体が栄養を摂取して健康な成体となり、次世代を残すことは、ヒトを含む全ての動物種の存続にとって必須の道りである。しかし、栄養条件、特に栄養成分のバランス（栄養バランス）が個体の成長や器官形成に果たす役割については、不明な点が多い。多種類の栄養成分の量の組み合わせは無限にあり、成長や病態に与える因果関係を体系的に調べるのは容易ではない。自然界において、動物は他の生物を餌として摂食し、成長する。餌となる生物は、摂食者の成長を支える栄養素の供給源となる。そこで上述の課題を克服するために、被食者と捕食者との生物間相互作用に着目し、被食者が含む栄養バランスの多様性と捕食者の応答メカニズムの、双方を検証する構成的アプローチを採用した。

2. 研究の目的

捕食者としてショウジョウバエ（主に *Drosophila melanogaster*）の幼虫を、被食者として幼虫が実験室や自然界で餌とする微生物を研究対象とした。具体的には、ショウジョウバエの実験室餌の材料として用いられる出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) と、野外で幼虫と共生する微生物叢から分離した微生物種を用いた。

近年、出芽酵母に含まれる既知栄養素の精製品を用いたショウジョウバエ用の完全化学合成培地が開発された (Piper et al., *Nat. Methods*, 2014)。しかし、この培地上では出芽酵母を含む餌と比べて幼虫の成長速度が 2 倍程度遅延し、この培地へ出芽酵母の抽出液を添加すると成長速度は大きく改善する。したがって、出芽酵母が供給する栄養素には、幼虫の成長に重要であるにもかかわらず、機能未知の成分が含まれている可能性がある。

一方、自然界においてショウジョウバエは、共生真菌、特に子囊菌酵母（以下、共生酵母と記す）や、共生細菌によって発酵した果物を餌としている。これら共生微生物は、未発酵の果物に含まれない、あるいは、微量にしか含まれない栄養成分の供給源として、幼虫の成長に必須の役割を担っている (Strigini and Leulier, *Dev Comp. Immunol.*, 2016)。しかし、共生微生物が幼虫の成長を支える分子機構には、不明な点が多い。

以上のように、餌となる出芽酵母や共生微生物中の栄養バランスがどのように変化すれば、幼虫の成長がどのように影響されるのか、そして、それは幼虫の側でどのような応答が起きたためかを解析し、成体に向けて劇的に身体の容積が増す成長期を支える栄養バランスと、その作用の分子基盤を解明する。

3. 研究の方法

(1) 上述したように、ショウジョウバエの実験室餌には出芽酵母（乾燥酵母）が使われており、糖やコーンミールと混ぜて調理される。まず実験室餌中の乾燥酵母の量の変動が、組織の形態形成や幼虫の成長にどのような影響を与えるかを調べた。

(2) 並行して、出芽酵母ゲノム上の 5,153 の非必須遺伝子のそれぞれをノックアウトした株 (KO 株) のコレクションを利用した。このコレクションの約 3 分の 1 の株では、含まれるアミノ酸の量が互いに異なることが報告されており (Mülleder et al., *Cell* 2016)、ビタミンなどのアミノ酸以外の成分についても種類と量が互いに異なっている可能性が考えられた。そこで、各々の KO 株を栄養「アンバランス食」の候補として幼虫に摂食させて、KO コレクションの親株を摂食したコントロールの幼虫と比べて、成長速度や蛹への発生率（蛹化率）が変化する KO 株を分離した (図 1)。手法としては、出芽酵母用合成培地上で単一の株を培養し、そこに無菌化した胚を分注した (図 1)。孵化した幼虫は培地と生きた出芽酵母の両方を食べて成長する。出芽酵母用合成培地だけでは、幼虫は蛹にまで発生することなく死ぬ。従って、この実験系での幼虫の成長は、出芽酵母に大きく依存する。出芽酵母株からの代謝産物の抽出においては、乳鉢・乳棒による液体窒素下での粉碎のほか、ビーズ粉碎装置を用いた条件を検討し、後者により乳鉢・乳棒と同等の抽出効果が得られることを見出した。抽出した代謝産物を、液体クロマトグラフィー質量分析法やキャピラリー電気泳動質量分析を用いて解析した。

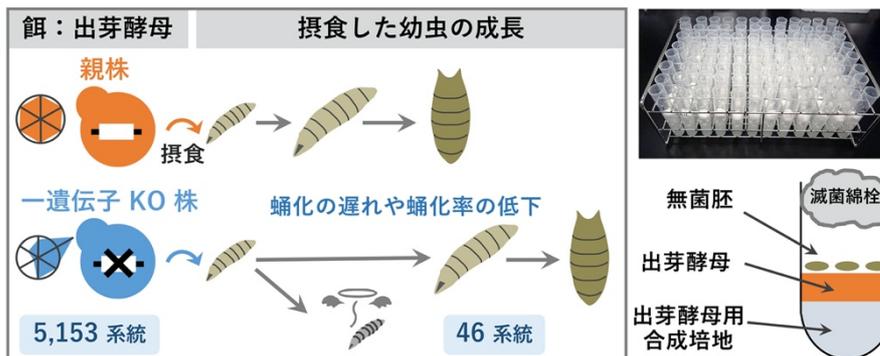


図 1 ショウジョウバエの幼虫の成長に影響を与える出芽酵母一遺伝子 KO 株の分離

(3) 自然界でショウジョウバエと共生する微生物を採取するために、野外にバナナを入れたトラップを仕掛けた。そして発酵した餌から真菌 Internal transcribed spacer 領域あるいは細菌 16S rRNA 遺伝子を増幅した後、高速シーケンサーを用いて共生微生物叢の構成を調べた。また、微生物叢を構成するどの種が栄養素供給源としての役割を果たすのかを調べるために、まず野外餌から多数の共生酵母種と細菌種を単離し、rRNA 領域の塩基配列による種同定を行った。次に、各々の微生物種をバナナ培地上で培養した後、出芽酵母 KO 株のコレクションをスクリーニングした方法を改変して、幼虫の成長速度や蛹化率へ与える影響を調べた。複数の共生酵母種について核酸の抽出条件を検討し、ゲノム DNA の塩基配列の決定や RNA-seq 解析を行った。

4. 研究成果

(1) ショウジョウバエ幼虫の感覚神経である Class IV neuron の樹状突起形態が、餌中の乾燥酵母の含有量によって異なることを見出していた。含有量が多い餌で飼育した幼虫に比べて、含有量が少ない餌で飼育した幼虫では、樹状突起末端の数が増加する（突起数増加表現型；Watanabe et al., *Genes Cells*, 2017）。この Class IV neuron の樹状突起末端数計測には、非常に多くの労力を要していたため、機械学習を用いて突起末端を自動で検出・計数するプログラム DeTerm を開発し、多検体について迅速な表現型解析を実現した（引用文献①）。DeTerm を活用することによって、突起数増加表現型を生み出す栄養素やシグナル伝達経路の特定に向けた研究が格段に進進した（投稿準備中）。

また、自然界において食性の異なるショウジョウバエ近縁種に着目し、それぞれの種の幼虫が、同一カロリーでありながら栄養バランスの異なる餌に適応して成長できるかを調べた。その結果、*D. melanogaster* の幼虫は乾燥酵母の量が増えるほど成長が早く、いずれの餌条件でも高率で蛹化するのに対して、*D. erecta* の幼虫は乾燥酵母の量がある量以上になると蛹化率が低下した（引用文献②）。このことは、ショウジョウバエ近縁種の間で、乾燥酵母に含まれる栄養成分に対する適応能力に差があることを示している（引用文献③）。加えて、栄養バランスの異なる餌が成虫期の寿命や生殖に及ぼす影響についても、近縁種間での違いを明らかにした（引用文献④）。

(2) 出芽酵母 KO 株のコレクションから、幼虫の成長速度や蛹化率を低下させる 46 株を分離した（図 1）。これらの 46 株のうち、2 株の増殖は他の株に比べて極端に悪かった。従ってこれらの株を餌として与えた場合には、幼虫を極端な貧栄養環境にさらすことになるので、まずこれらの KO 株をその後の解析対象から外した。また、先行研究により、ステロール代謝経路に属する酵素遺伝子の変異株を幼虫が摂食すると、幼虫の蛹化率は顕著に低下することが示されていた（Bos et al., *Genet. Res. Camb.*, 1976）。これは、幼虫の成長と蛹化が、餌に由来するコレステロールを前駆体として生合成されるホルモン（エクジソン）に依存しているためである。そこで本研究で分離した KO 株が、（ステロール代謝経路に属する遺伝子の KO 株ではなくとも、間接的に）ステロール代謝に異常を示すのかを検討する必要がある。そのため、ステロール成分の網羅的分析系を確立した。さらに、特定のステロールについて良好な定量系を確立した。その結果、親株と比べて顕著にそれらのステロール含量が異なる株が判明した。

残りの KO 株について、摂食した幼虫の表現型に加えて、羽化した成虫の寿命についても検討した結果、2 つの KO 株に着目した。そのうち、ノックアウトされている酵母遺伝子の分子機能が既知である *nat3* KO 株の解析を先行させた。出芽酵母遺伝子 *nat3* の産物は、タンパク質の N 末端アミノ酸にアセチル基を付加する N-terminal acetyltransferase の 1 つである NatB の触媒サブユニットである。タンパク質 N 末端アミノ酸のアセチル化については、基質タンパク質の分解、局在、他のタンパク質との複合体形成などに影響することが提唱されており（Aksnes et al., *Trends Biochem. Sci.* 2016）、*nat3* KO により出芽酵母細胞内の代謝に多面的な影響が生じていることが予想された。実際、親株とそれぞれの KO 株の間で変動していた代謝産物を調べたところ、*nat3* KO 株では複数のアミノ酸などの栄養素が変動していた。また、親株摂食個体と *nat3* KO 株摂食個体間での代謝産物や遺伝子発現の変動についても明らかにした。これらの結果を総合して、*nat3* KO 株を摂食した幼虫の蛹化率の低下と成虫の寿命変化を起こすメカニズムについて仮説を立て、検証している。

(3) 野外でショウジョウバエと共生する微生物叢については、ショウジョウバエが摂食する発酵餌（野外餌）中の構成が、発酵に伴い変化することを明らかにした。また、発酵した野外餌から単離した微生物種を単独で幼虫に与えて、摂食した幼虫が蛹まで成長できる微生物種と、幼虫の蛹化が顕著に遅れる、あるいはほとんど蛹化できない微生物種を得た。加えて、単離した共生酵母種あるいは細菌種を混合して無菌の幼虫に与え、発生率を調べる実験系を構築した。この系を用いて幼虫の成長に適した微生物叢の構成を探索し、幼虫の成長に必要な構成条件を見出した。共生酵母種について行った新規ゲノム配列決定と遺伝子情報整備の結果も参考にして、微生物叢がどのような栄養素を供給し、宿主である幼虫にどのように作用することで成長を支えているか、その分子機構の解明を目指している。加えて、複数の微生物種間の相互作用が、微生物叢形成や宿主への作用に果たす意義についても解析している。

〈引用文献〉

- ① Yasutetsu Kanaoka, Henrik Skibbe, Yusaku Hayashi, *Tadashi Uemura and *Yukako Hattori. DeTerm: Software for automatic detection of neuronal dendritic branch terminals via an artificial neural network. *Genes to Cells*, 24:464-472 (2019)
- ② 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*, 28:2594-2607.e7 (2019)
- ③ *上村匡, 渡辺佳織, 服部佑佳子. モデル生物と非モデル生物との対比で迫る栄養環境への適応機構. 生化学 特集「食・栄養から健康を拓く生化学」 *生化学* 93, 67-76, 2021.
- ④ Masayoshi Watada, Yusaku Hayashi, Kaori Watanabe, Shoko Mizutani, Ayumi Mure, *Yukako Hattori, *Tadashi Uemura. Divergence of *Drosophila* species: Longevity and reproduction under different nutrient balances. *Genes to Cells*. 25, 626-636 (2020).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Watada M, Hayashi Y, Watanabe K, Mizutani S, Mure A, Hattori Y and Uemura T.	4. 巻 25
2. 論文標題 Divergence of Drosophila species: Longevity and reproduction under different nutrient balances	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Genes to Cells	6. 最初と最後の頁 626-636
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/gtc.12798	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 上村匡, 渡辺佳織, 服部佑佳子.	4. 巻 93
2. 論文標題 モデル生物と非モデル生物との対比で迫る栄養環境への適応機構	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生化学	6. 最初と最後の頁 67-76
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14952/SEIKAGAKU.2021.930067	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 -
1. 著者名 渡辺佳織, 上村匡, 服部佑佳子	4. 巻 2月号
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 -
1. 著者名 Kaori Watanabe, Yasutetsu Kanaoka, Shoko Mizutani, Hironobu Uchiyama, Shunsuke Yajima, Masayoshi Watada, Tadashi Uemura, Yukako Hattori	4. 巻 28(10)
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
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 Yasutetsu Kanaoka †, Henrik Skibbe †, Yusaku Hayashi, *Tadashi Uemura and *Yukako Hattori	4. 巻 Jul;24(7)
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 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 -

〔学会発表〕 計36件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 上村 匡
2. 発表標題 モデル動物と非モデル動物との対比による栄養バランスへの適応機構の解析
3. 学会等名 新適塾「脳はおもしろい」第30回会合 (公益財団法人 千里ライフサイエンス振興財団) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tadashi Uemura
2. 発表標題 Impacts of nutrition histories in juvenile stages on growth and later life events
3. 学会等名 KEYSTONE SYMPOSIA on Molecular and Cellular Biology “Metabolic Decisions in Development and Disease” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shoko Mizutani, Kanji Furuya, Yuuki Takahashi, Ayumi Mure, Yukako Hattori and Tadashi Uemura
2. 発表標題 Dissecting long-term effects of the nutritional history in juvenile stages on adult lifespan of Drosophila
3. 学会等名 The 43th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (MBSJ2020 Online)
4. 発表年 2020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 The 43th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (MBSJ2020 Online)
4. 発表年 2020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 symbiotic yeasts and bacteria for animal growth
3. 学会等名 The 43th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (MBSJ2020 Online) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasutetsu Kanaoka
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)
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 京都大学第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
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 Kaori Watanabe
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 Yasutetsu Kanaoka
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 牟禮 あゆみ
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金岡泰哲
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水谷祥子
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayumi Mure
2. 発表標題 The nutritional basis of Drosophila associated yeasts and bacteria for larval growth
3. 学会等名 第4回京都生体質量分析研究会シンポジウム (KBMS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasutetsu Kanaoka
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 第4回京都生体質量分析研究会シンポジウム (KBMS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaori Watanabe
2. 発表標題 Interspecies comparative analyses reveal distinct carbohydrate-responsive systems among Drosophila species.
3. 学会等名 第4回京都生体質量分析研究会シンポジウム(KBMSS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水谷祥子
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
2. 発表標題 Interspecies comparative analyses reveal distinct carbohydrate-responsive systems among Drosophila 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 上村 匡
2. 発表標題 頑健な代謝制御システムが支えるショウジョウバエ広食性種の栄養環境への適応
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上村 匡
2. 発表標題 栄養環境が成長期と後期ライフステージに与える影響
3. 学会等名 シンポジウム「生物は加齢とともにどのように変化するのか: 最先端研究から見えてきたもの」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上村 匡
2. 発表標題 Nutri-developmental biology: nutritional adaptability and adipose tissue remodeling
3. 学会等名 FAOPS 2019 Symposium "Inter-tissue communications underlying metabolic and feeding control in living body" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayumi Mure
2. 発表標題 The nutritional basis of Drosophila associated microbes for larval growth.
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ayumi Mure
2. 発表標題 Analysis of microbes in foods of Drosophila melanogaster in the wild as nutrient sources.
3. 学会等名 13th Drosophila Research Conference
4. 発表年 2018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 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 Ayumi Mure
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 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuuki Takahashi
2. 発表標題 A prey (yeast)-predator (fly) interspecies genetic approach to understanding balanced diets for animal growth.
3. 学会等名 the 25th European Drosophila Research Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017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 the 25th European Drosophila Research Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuuki Takahashi
2. 発表標題 A prey (yeast)-predator (fly) interspecies genetic approach to understanding balanced diets for animal growth.
3. 学会等名 MRC LMS/Kyoto University SPIRITS Program Workshop (国際学会)
4. 発表年 2017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 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上村 匡
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 Systemic signaling for adaptation to nutrient balances in animal growth.
3. 学会等名 第40回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 優喜
2. 発表標題 捕食者(ショウジョウバエ)・被食者(酵母)双方の遺伝学を用いた個体成長を支える栄養バランスの追究
3. 学会等名 第40回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上村 匡
2. 発表標題 個体の成長と成熟を司る栄養応答システムの解明新学術創成研究機構
3. 学会等名 革新的統合バイオ研究コア 栄養・代謝研究ワークショップ「生体トランジスタシスを司る栄養応答システムの動作基盤」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadashi Uemura
2. 発表標題 A predator (fly)-prey (yeast) interspecies genetic approach to understanding balanced diets for animal growth.
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 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 Yuuki Takahashi
2. 発表標題 A predator (fly)-prey (yeast) interspecies genetic approach to understanding balanced diets for animal growth.
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 Shoko Mizutani
2. 発表標題 Long-term effects of the nutritional history in juvenile stages on adult lifespan of Drosophila
3. 学会等名 13th Drosophila Research Conference
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>京都大学大学院生命科学研究所 多細胞体構築学講座 上村研究室ホームページ http://www.cellpattern.lif.kyoto-u.ac.jp/</p>
--

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
研究分担者	古谷 寛治 (Furuya Kanji) (90455204)	京都大学・生命科学研究所・講師 (14301)	

	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
連携研究者	服部 佑佳子 (Hattori Yukako) (50646768)	京都大学・生命科学研究所・助教 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------