

令和 6 年 4 月 1 日現在

機関番号：34506

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02534

研究課題名（和文）C.エレガンスの低温耐性・馴化における神経-腸-精子-筋を含む組織回路の演算機構

研究課題名（英文）Operational mechanism of tissue circuits including nerve-gut-sperm-muscle in cold tolerance and acclimation in *C. elegans*.

研究代表者

久原 篤 (Kuhara, Atsushi)

甲南大学・理工学部・教授

研究者番号：00402412

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）： 温度馴化に関わる新規の組織の同定や、新たな関連分子の同定が課題であった。そこで、シンプルな実験動物*C. elegans*の温度馴化をつかい、神経とその下流の組織ネットワークに至る温度情報の処理システムを解析することを目的とした解析を行った。哺乳類において記憶を司る転写因子であるCREBが頭部の温度受容ニューロンASJと介在ニューロンRMGで機能することが示唆された。CREBの下流で頭部のニューロンから分泌される神経ペプチドが腸内脂肪の蓄積を変化させ個体の温度馴化を変化させることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

*C. elegans*が環境温度の変化に対応し、腸の脂質含量を調節する機構を持つことが明らかになった。冬眠する哺乳類の中には秋に脂肪を蓄えて冬に備えるものもあり、周囲の温度情報が与える生体の脂質の貯蔵と燃焼への影響は、*C. elegans*から高等動物まで保存されている可能性がある。よって、本研究で示した脳腸連関のモデルが高等動物における温度応答メカニズムを理解する上で有用なモデルとなる可能性が考えられる。（令和4年7月27日 甲南大学プレスリリースを改変引用）

研究成果の概要（英文）： To analyze the processing system of temperature information in the neural and downstream tissue networks in temperature acclimation and identify the new molecules and novel tissues networks, we used the temperature acclimation of *C. elegans*. We found that CREB, a transcription factor for memory in mammals, functions in the thermosensory neurons ASJ and interneurons RMG in the head, and that neuropeptides secreted by neurons in the head downstream of CREB alter the accumulation of intestinal fat, which in turn alters temperature acclimation in the individual.

研究分野：生物学

キーワード： *C. elegans* 温度馴化 線虫 神経回路 カルシウムイメージング

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

環境温度の変化は動物の生死に直結するため、温度の感覚や応答に関わる脳神経系と組織ネットワークの仕組みを解き明かすことは重要である。動物個体の環境応答は、脳神経系を基軸とした組織ネットワークの情報処理によって制御されている。一方で、ネットワークを構成する細胞数が膨大になるほど、その情報処理の機構の全貌解明には多大な時間を要する。そこで、シンプルなモデル動物である線虫 *C. elegans* の温度馴化現象を解析モデルとして、温度環境適応の組織ネットワークの分子と生理的な動態を、明らかにすることが望まれるという背景であった。

### 2. 研究の目的

温度受容ニューロンが温度を受容し、インスリンを介して下流の神経回路や腸に働きかけ、腸が精子に情報を伝達し、精子が ASJ 温度受容ニューロンをフィードバック制御することで低温耐性が制御されることは見つかってきたが、その一方で、数時間で新し温度になれる温度馴化に関わる分子と組織について、神経以外の組織については未知の点が多かった。そのため、温度馴化に関わる新規の組織の同定や、新たな関連分子の同定が課題であった。そこで、シンプルな実験動物 *C. elegans* の温度馴化をつかい、神経とその下流の組織ネットワークに至る温度情報の処理システムを解析することを目的とした。

### 3. 研究の方法

解析に使う組織ネットワークとして、頭部の温度受容ニューロンと低温耐性に関わる腸などを含む組織ネットワークをつかい、分子遺伝学とカルシウムイメージング法を組み合わせる方法を用いた。

#### 温度馴化テスト

低温耐性と温度馴化の解析は過去に公表した論文を参考に行った(Ohta et al, *Nature commun*, 2014; Ujisawa et al., *Protocol Exchange*, 2014; Okahata et al., *Journal of Comparative Physiology B*, 2016)。15°Cか25°Cで飼育された *C. elegans* を2°Cのメディカルキャビネット内で特定の時間静置し、低温刺激温度を与える。その後、キャビネットからタッパーを取り出し、15°Cで一晩置き、生存率を顕微鏡下で測定する。飼育温度をシフトさせる際には、目的の温度に設定したインキュベーターに直接移動させる方法を用いた。(18H02484 報告書引用)

#### in vivo カルシウムイメージング

カルシウムイメージング解析は過去に公表した論文を参考に行った(Ohta et al, *Nature commun*, 2014; Sonoda et al, *Cell reports*, 2016; Ujisawa et al., *PLOS ONE*, 2016)。細胞内のカルシウム濃度の相対変化はイエローカメレオン (yellow cameleon 3.60 (YC3.60)) の acceptor/donor (YFP/CFP) 蛍光の比で計算する方法を用いた。(18H02484 報告書引用)

#### 4. 研究成果

温度馴化の解析系をもちいて、個体の温度応答に関わる神経や組織回路の情報処理の新しい制御機構の同定をめざすなかで、哺乳類において記憶を司る転写因子である CREB が頭部の温度受容ニューロン ASJ と介在ニューロン RMG で機能することが示唆された。頭部のニューロンから分泌される神経ペプチド FLP-7 が温度馴化に関わり、その神経ペプチド FLP-7 が腸の神経ペプチド受容体 NPR-22 で受容されることが温度馴化に必須であることが示唆された。また、中性脂肪酸の染色から、上記の変異体において温度依存的な腸の代謝状態が起きることが示唆された。さらに、温度馴化時に温度を数時間変化させたさいの中性脂肪酸の変化と個体の温度馴化の関係を定量化したところ、温度馴化時に温度を数時間変化させた際の中性脂肪酸の変化が実際に起き、個体の温度馴化と関係している可能性が示唆された。過去の低温耐性の解析では、4°C に置かれた線虫では一価不飽和脂肪酸が増加し、温度条件によって脂肪酸組成が変化することが示されていた。そこで、脂肪酸組成を測定したところ、野生型と *crh-1* 変異体の間で脂質組成が異なることがわかった (図 1A, B)。脂肪酸組成は、新しい温度に 3 時間置かれた後の個体、すなわち 15°C から 25°C (3 時間) および 25°C から 15°C (3 時間) の温度変化においてわずかに変化した (図 1A, B)。野生株と *crh-1* 変異体を比較したところ、*crh-1* 変異体のみが 3 時間のシフト後に SFA の顕著な増加と PUFA の減少を示した (図 1A, B)。これらの結果は、CRH-1 が温度変化後の脂肪酸組成の維持に影響していることを示している。また、低温耐性に関わる頭部の筋肉で機能する新たな分子が見つかった。

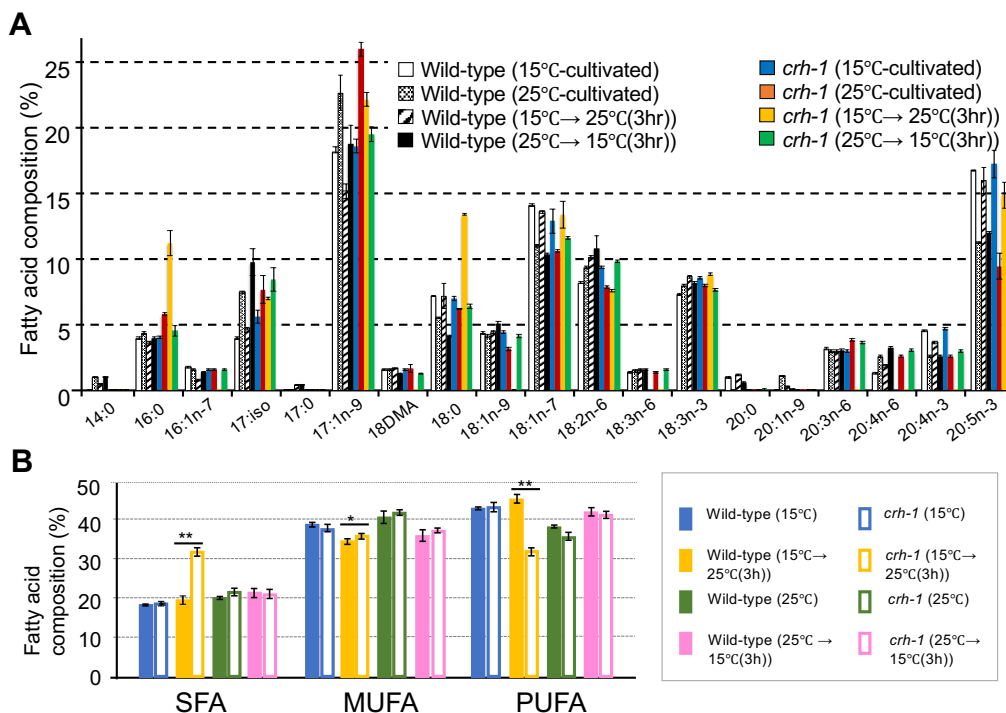


図 1 温度シフト時の野生株と *crh-1* 変異体の脂肪酸組成の解析

(A) 15°C 飼育、25°C 飼育、15°C から 25°C に移して 3 時間飼育、25°C から 15°C に移して 3 時間飼育した時の野生株と *crh-1* 変異体の脂肪酸の鎖長の解析。

(B) 15°C 飼育、25°C 飼育、15°C から 25°C に移して 3 時間飼育、25°C から 15°C に移して 3 時間飼育した時の野生株と *crh-1* 変異体の脂肪酸の飽和脂肪酸 (SFA)、モノ不飽和脂肪酸 (MUFA)、ポリ

不飽和脂肪酸 (PUFA) の割合を示している (個体数  $\geq 3$ 、平均  $\pm$  標準誤差)。統計処理はウェルチの t 検定を用いた ( $*P < 0.05$ ;  $**P < 0.01$ )。図は Motomura et al., *PNAS*, 2022 より引用。図の説明文は本村晴佳 博士学位論文 2024 より引用。

既存の低温耐性に関わる組織と CRH-1 とどのような関係にあるかについて、遺伝学的な関係を調べた (図 2)。ホスファターゼ PP1 である GSP-4 は精子の低温耐性あるいは温度馴化に関与している。*gsp-4* 変異は *crh-1* 変異によって抑圧されたことから、温度馴化に関して、CRH-1 が遺伝学的に GSP-4 の下流にあることが示された (図 2)。次に、15°C から 25°C に数時間シフトする際の温度馴化に重要な因子である *crh-1* 変異と、25°C で生育した後の低温耐性の負の調節因子と正の調節因子とそれぞれ考えられているインスリン受容体 *daf-2* 変異および FOXO 型転写因子 *daf-16* 変異との間の遺伝的エピスタシスを解析した。*crh-1 daf-2* 二重変異体の表現型は、15°C  $\rightarrow$  25°C (5 時間)  $\rightarrow$  2°C のプロトコールにおいて、それぞれの単一変異体の表現型よりも強くなった (図 2)。これは *crh-1* と *daf-2* の間の遺伝的経路が別個であることを示している。しかし、*daf-16; crh-1* 二重変異体の表現型は *crh-1* 変異体の表現型と類似しており、DAF-16 以外の転写因子が DAF-2 の下流で低温耐性に関与していることを明らかにした過去の報告と一致する。これらの結果を総合すると、ASJ を介するインスリンシグナル経路よりも、CREB を介する経路が、温度順応を促進する経路として有意であることが明らかになった。

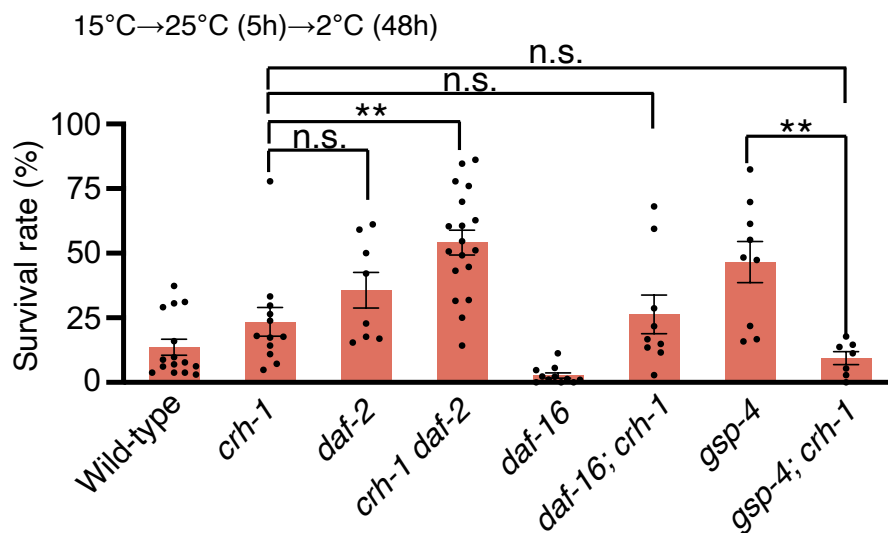


図 2 腸や精子の変異と *crh-1* 変異のエピスタシス解析 腸で低温耐性に関わるインスリン受容体 DAF-2 の変異や精子で低温耐性に関わるプロテインホスファターゼ GSP-4 の変異と、CREB 変異との遺伝学的関係を低温馴化を指標に解析した結果。比較は一元配置分散分析に Tukey-Kramer 検定を加えて行った。アッセイ数は 6 以上。エラーバーは SEM を示す。 $**p < 0.01$ 、 $*p < 0.05$ 。図は Motomura et al., *PNAS*, 2022 より引用。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Motomura Haruka, Ioroi Makoto, Murakami Kazutoshi, Kuhara Atsushi, Ohta Akane	4. 巻 119
2. 論文標題 Head-tail-head neural wiring underlies gut fat storage in <i>Caenorhabditis elegans</i> temperature acclimation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1073/pnas.2203121119	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 OKAHATA Misaki, MOTOMURA Haruka, OHTA Akane, KUHARA Atsushi	4. 巻 98
2. 論文標題 Molecular physiology regulating cold tolerance and acclimation of <i>Caenorhabditis elegans</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the Japan Academy, Series B	6. 最初と最後の頁 126 ~ 139
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2183/pjab.98.009	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 Ohta Akane, Yamashiro Serina, Kuhara Atsushi	4. 巻 194
2. 論文標題 Temperature acclimation: Temperature shift induces system conversion to cold tolerance in <i>C. elegans</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neures.2023.04.005	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 Okahata Misaki, Sawada Natsumi, Nakao Kenji, Ohta Akane, Kuhara Atsushi	4. 巻 14
2. 論文標題 Screening for cold tolerance genes in <i>C. elegans</i> , whose expressions are affected by anticancer drugs camptothecin and leptomycin B	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-024-55794-z	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 Ohnishi Kohei, Sokabe Takaaki, Miura Toru, Tominaga Makoto, Ohta Akane, Kuhara Atsushi	4. 巻 15
2. 論文標題 G protein-coupled receptor-based thermosensation determines temperature acclimatization of <i>Caenorhabditis elegans</i>	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-024-46042-z	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 -

〔学会発表〕 計42件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Serina Yamashiro, Satomi Mizuno, Haruka Motomura, Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Lysosomal copper transporter in pharyngeal muscle underlies cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 脳情報動態 国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本村晴佳, 五百蔵誠, 村上一寿, 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 線虫の温度馴化を制御する脳腸連関を司る神経回路の解析
3. 学会等名 関西線虫勉強会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Serina Yamashiro, Satomi Mizuno, Haruka Motomura, Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Amino acid transporter SLC46 in pharyngeal muscle regulates cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 比較生理生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Makoto Ioroi, Kazutoshi Murakami, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Head-tail-head neural circuit controls temperature acclimation via gut fat content in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 比較生理生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本村晴佳, 村上一寿, 五百藏誠, 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 Whole-body circular neural circuits for the brain-gut interaction underlying temperature acclimation
3. 学会等名 遺伝学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Makoto Ioroi, Kazutoshi Murakami, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Whole-body neural circuit regulates intestinal fat storage
3. 学会等名 第60回生物物理学会年会 第18若手招待講演シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Makoto Ioroi, Kazutoshi Murakami, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Whole-body neural circuit regulates intestinal fat storage
3. 学会等名 第60回生物物理学会年会 (同タイトルでポスター発表と招待講演の2つの発表を行った)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Serina Yamashiro, Satomi Mizuno, Haruka Motomura, Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Amino acid transporter SLC46 in pharyngeal muscle regulates cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 第60回生物物理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akane Ohta, Haruka Motomura, Makoto Ioroi, Kazutoshi Murakami and Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Temperature acclimation in <i>C. elegans</i> regulated by brain-gut coupling: from thermosensation to metabolic changes in gut fat
3. 学会等名 The 9th Asia Pacific Worm Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Kazutoshi Murakami, Makoto Ioroi, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Gut fat metabolism via head-tail-head neural circuit regulates temperature acclimation in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 11th International Tunicate Meeting (11ITM) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Serina Yamashiro, Satomi Mizuno, Haruka Motomura, Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Amino acid transporter SLC in pharyngeal muscle required for cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 11th International Tunicate Meeting (11ITM) (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Akane Ohta, Haruka Motomura, Kazutoshi Murakami, Makoto Ioroi, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Intestinal lipid metabolism via whole body circulatory neural circuit regulates temperature acclimation in <i>Caenorhabditis elegans</i>
3. 学会等名 Neuro2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Serina Yamashiro, Satomi Mizuno, Haruka Motomura, Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Amino acid transporter SLC46 expressed in muscle and neurons is involved in cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 Neuro2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山城芹奈, 水野賢美, 本村晴佳, 太田茜, 久原篤
2. 発表標題 線虫 <i>C. elegans</i> の咽頭筋で発現するアミノ酸トランスポーターSLCRによる低温耐性の制御
3. 学会等名 動物学会近畿支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上一寿, 本村晴佳, 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 神経ペプチドを介した脳-腸連関が腸の脂質分解を促し線虫の低温耐性を制御する
3. 学会等名 第2回日本遺伝学会春の分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山城芹奈, 水野賢美, 本村晴佳, 太田茜, 久原篤
2. 発表標題 咽頭筋のアミノ酸トランスポーター-SLCRによる線虫の低温耐性の制御
3. 学会等名 第2回日本遺伝学会春の分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Nervous-gut system coordinates temperature acclimation in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 the TARA international online symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 Molecular-neurogenetics of temperature response in animal
3. 学会等名 日本分子生物学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 Identification of novel temperature receptor isolated from cold tolerance and acclimation of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 日本分子生物学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutoshi Murakami, Haruka Motomura <sup>1</sup> , Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Neural connection and physiological output involved in temperature acclimation of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山城芹奈, 水野賢美, 本村晴佳, 太田茜, 久原篤
2. 発表標題 Analysis of amino acid transporter SLC46 in cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田茜, 本村晴佳, 藤井智子, 五百藏誠, 久原篤
2. 発表標題 "低温馴化に関わる全身周回性の神経回路と腸のAdipocyte triglyceride lipase ATGL-1の活性調節 "
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田茜, 本村晴佳, 藤井智子, 五百藏誠, 久原篤
2. 発表標題 Head-to-tail neural circuit regulates cold acclimation and lipolysis in <i>Caenorhabditis elegans</i>
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田茜, 本村晴佳, 久原篤
2. 発表標題 Thermosensory signaling in neural circuit underlying cold acclimation of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 生物物理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久原篤
2. 発表標題 動物の低温耐性の研究における今後の発展に向け
3. 学会等名 第74回 甲南大学総合研究所公開講演会、異分野融合研究セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本村晴佳, 村上一寿, 藤井智子, 五百藏誠, 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 Analysis of neural circuit controlling temperature acclimation and changes in fatty acid levels in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 遺伝学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akane Ohta, Yuki Sato, Serina Yamashiro, Sunao Mima, Satomi Mizuno, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 SLC46 and AQR mediates temperature tolerance in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会、第1回 CJK 国際会議(The 1st China-Japan-Korea International Meeting) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutoshi Murakami, Haruka Motomura, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Neural connection and physiological output involved in temperature acclimation of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会、第1回 CJK 国際会議(The 1st China-Japan-Korea International Meeting) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Satoko Fujii, Makoto Irooi, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 A tail interneuron that integrates multiple thermosensory signaling is involved in temperature acclimation of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会、第1回 CJK 国際会議(The 1st China-Japan-Korea International Meeting) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akane Ohta, Yuki Sato, Serina Yamashiro, Sunao Mima, Satomi Mizuno, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Solute Carrier family 46 and aquarius intron-binding spliceosomal factor mediates temperature tolerance
3. 学会等名 23th <i>C. elegans</i> International conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Satoko Fujii, Makoto Irooi, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Whole-body neural circuit influences experience-dependent temperature acclimation
3. 学会等名 23th <i>C. elegans</i> International conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Seiya Kamino, Haruka Motomura, Kazutoshi Murakami, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Search for novel genes for cold tolerance and temperature acclimation of <i>C. elegans</i> using artificial evolution strain and transcriptome analysis
3. 学会等名 分子生物学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山城芹奈, 水野賢美, 本村晴佳, Christopher J. Chang, 太田茜, 久原篤
2. 発表標題 線虫 <i>C. elegans</i> の低温耐性を制御する咽頭筋のリソソーム銅トランスポーター-SLCR
3. 学会等名 動物学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本村晴佳, 村上一寿, 五百藏誠, 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 線虫の温度馴化を制御する全身周回性の神経回路と腸の代謝について
3. 学会等名 遺伝学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山城芹奈, 水野賢美, 本村晴佳, 太田茜, 久原篤
2. 発表標題 モデル生物 線虫 <i>C. elegans</i> から体の温度耐性の仕組みを解明する -筋肉の銅イオンと体の温度耐性の関係-
3. 学会等名 甲南大学先端研究社会実装シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本村晴佳, 村上一寿, 五百藏誠, 久原篤, 太田茜
2. 発表標題 温度順化を制御する神経回路と腸の脂肪代謝経路の解析
3. 学会等名 線虫の未来を創る会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山城芹奈, 水野賢美, 本村晴佳, Christopher J. Chang, 太田茜, 久原篤
2. 発表標題 咽頭筋の銅トランスポーターはC. elegansの低温耐性を制御する
3. 学会等名 線虫の未来を創る会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Seiya Kamino, Haruka Motomura, Kazutoshi Murakami, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Search for novel genes for temperature acclimation and cold tolerance in C. elegans using transcriptome analysis and artificial evolution
3. 学会等名 神経科学学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Haruka Motomura, Makoto Ioroi, Kazutoshi Murakami, Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Neural circuitry in brain-gut coupling regulates temperature acclimation in C.elegans
3. 学会等名 神経科学学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Kuhara, Akane Ohta
2. 発表標題 Temperature sensation and gut fat storage in cold acclimation of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 The 8th Diabetes Research Innovation Symposium 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Serina Yamashiro, Satomi Mizuno, Haruka Motomura, Christopher J. Chang, Akane Ohta, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Lysosomal copper transporter in pharyngeal muscle underlies cold tolerance of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 24th International <i>C. elegans</i> Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akane Ohta, Yuki Sato, Kazuho Isono, Takuma Kajino, Teruaki Taji, Atsushi Kuhara
2. 発表標題 Lipid metabolism-related genes involved in heat tolerance as revealed by transcriptome analysis of EMB-4
3. 学会等名 24th International <i>C. elegans</i> Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山城芹奈, 太田茜, 久原篤	4. 発行年 2023年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 337
3. 書名 温度刺激による生体応答ダイナミクス (p47-55を担当(環境温度ストレスによる生体応答))	

〔産業財産権〕



〔その他〕

久原研究室ホームページ  
http://kuharan.com/index.html

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
米国	UC Berkeley			