

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H04010

研究課題名(和文) 脂肪由来幹細胞の分化を制御する運動療法の新しい分子機構：細胞内アミノ酸代謝の役割

研究課題名(英文) Possible mechanism underlying exercise training-mediated the differentiation of adipose-derived stem cells: roles of intracellular amino acid metabolism

研究代表者

井澤 鉄也 (Izawa, Tetsuya)

同志社大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：70147495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：アミノ酸を介したシグナル伝達系に着目し、運動トレーニング(TR)が影響する脂肪由来幹細胞(ADSC)の分化制御機構を明らかにした。TRはPPARタンパク質発現の低下を伴ってADSCの脂肪分化を抑制した。この時、L-ロイシンに対するSestrin2やmTORC1のタンパク質発現がTRによって変化していた。しかし、このTRに対する応答は皮下脂肪組織と内臓脂肪組織のADSCで異なっていた。特に皮下脂肪組織由来のADSCから分化させた脂肪細胞において、分岐鎖アミノ酸の分解経路のdown-regulationがエンリッチメントされていることがバイオインフォマティクス解析によって明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脂肪組織の成熟脂肪細胞は一定の割合で細胞死を起こし、脂肪由来幹細胞が新しい脂肪細胞を補充することで、脂肪組織を構成する細胞の質や状態(cellularity)を維持する。そのため、脂肪由来幹細胞の分化機構に与える過栄養や運動の効果を明白にすることは、この分野の研究に大きなブレイクスルーをもたらす。本研究は、運動療法による脂肪由来幹細胞の脂肪分化能の制御機構はアミノ酸の修飾を受けている可能性を強く示唆し、肥満の運動療法の背景にある分子機構の解明を大きく前進させるものである。加えて、本研究はアミノ酸に着目した新しい運動療法の構築に重要な学術的知見を提供し、その社会的意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：This study clarified the mechanism of exercise training (TR)-induced change in the differentiation ability of adipose-derived stem cells (ADSCs) to adipocytes by investigating amino acid-mediated signal transduction. TR inhibited adipogenic differentiation of ADSCs with reduced expression of PPAR protein. TR also affected L-leucine-induced changes in the protein expression of Sestrin2 and mTORC1. However, these responses to TR differed between subcutaneous and visceral adipose tissue ADSCs. In particular, bioinformatics analysis revealed that the down-regulation of branched-chain amino acid degradation pathways was enriched in adipocytes differentiated from ADSCs derived from subcutaneous adipose tissue. The findings obtained in this study would be extremely significant in constructing new exercise therapy for obesity, focusing on the effects of amino acids.

研究分野：スポーツ生化学

キーワード：脂肪由来幹細胞 adipogenesis アミノ酸 運動トレーニング 高脂肪食

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脂肪組織の成熟脂肪細胞は一定の割合で細胞死を起し、脂肪由来幹細胞が新しい脂肪細胞を補充することで、脂肪組織を構成する細胞の質や状態 (cellularity) を維持する。しかし、脂肪由来幹細胞の脂肪細胞分化能に異常をきたすと、正常な機能をもった脂肪細胞が補充されなくなり、脂肪組織の cellularity 破綻による脂肪組織の恒常性が損なわれると考えられ始めた。そのため、脂肪由来幹細胞の分化機構に与える過栄養や運動の影響を明白にすることは、この分野の研究に大きなブレイクスルーをもたらす。しかしながら、脂肪由来幹細胞の分化機構に与える過栄養や運動の影響について、その分子基盤はよく分かっていない。

脂肪由来幹細胞の分化調節機構には未知の領域が多く残されている。一方、ES 細胞などの幹細胞では、その分化が細胞内アミノ酸代謝の包括的な変動、すなわちアミノ酸代謝のリプログラミングに大きな影響を受けることが分かっている。たとえば、アミノ酸の枯渇は ES 細胞の多能性異常や細胞死につながり、L-グルタミン酸が ES 細胞の多能性を維持する。さらに、アミノ酸は分化調節因子としても重要な mTOR (mammalian target of rapamycin) を刺激し、下流にあるオートファジーや低酸素誘導因子発現などが変化する。

### 2. 研究の目的

以上の学術的背景を踏まえ、本研究では、運動トレーニングが影響する脂肪由来幹細胞の分化制御機構におけるアミノ酸を介したシグナル伝達系を明らかにすることを目的として、一連の研究を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1) 実験動物ならびに高脂肪食摂取・運動トレーニングの方法

実験動物は Wistar 系雄性ラットを用いた。実験動物は対照群 (C 群)、高脂肪食摂取群 (HC 群)、普通食摂取の運動トレーニング群 (TR 群)、高脂肪食摂取の運動トレーニング群 (HT 群) に分けた。高脂肪食摂取群は高脂肪食 (60kcal% 脂肪含有量) を 9 週間摂取させた。また、TR 群と HT 群のラットは 9 週間の持久的走運動 (トレッドミル運動) を行った。このトレーニングプロトコルは体脂肪量の減少、心臓肥大、骨格筋呼吸酵素活性に有意な増加をもたらすものである (Kato H, et al., *Int Mol Sci*, 21, 6920, 2020; Kato H, et al., *J Cell Physiol*, 234, 1452-1460, 2019)。最終トレーニング終了 48 時間後に、麻酔下にて脱血し、開腹後、精巣上体脂肪組織および鼠蹊部皮下脂肪組織を採取し、成熟脂肪細胞と間質細胞群を回収した。TR 群と HT 群の対照となる C 群と HC 群のラットは、運動トレーニングを課したラットと同じ週齢の時点で同様の処置を施した。

#### (2) 脂肪由来幹細胞の脂肪細胞分化

9 週間の介入後、L-ロイシン含有または不含培地で鼠蹊部脂肪組織および精巣上体脂肪組織の脂肪由来幹細胞を脂肪細胞に分化させた (以下、それぞれの分化脂肪細胞を鼠蹊部分化脂肪細胞、精巣上体分化脂肪細胞と称す)。間質細胞群から調整した脂肪由来幹細胞の脂肪細胞への分化は、筆者らの方法 (Sakurai T, et al., *Acta Physiol*, 200, 325-338, 2010; Osawa S, et al., *Int Mol Sci*, 22, 966, 2021) により行った。

#### (3) mRNA ならびにタンパク質発現

得られた鼠蹊部分化脂肪細胞と精巣上体分化脂肪細胞の mRNA ならびにタンパク質発現は、それぞれ定法に従い Real-time-PCR 法とウエスタンブロット法によって測定した。

#### (4) バイオインフォマティクス解析

鼠蹊部分化脂肪細胞と精巣上体分化脂肪細胞のマイクロアレイ解析、RNA-seq 解析ならびに 2 次元電気泳動によるプロテオミクス解析を行った。マイクロアレイの結果は DAVID (The Database for Annotation, Visualization and Integrated Discovery, <https://david.ncifcrf.gov/>), RNA-seq の結果は iDEP (integrated Differential Expression and Pathway analysis, <http://bioinformatics.sdstate.edu/idep96/>) を用いて解析した。

#### 4. 研究成果

(1) 分化脂肪細胞における様々なタンパク質発現に及ぼすL-ロイシンの影響

9週間の介入後、L-ロイシン含有または不含培地で分化させた鼠蹊部分化脂肪細胞および精巣上体分化脂肪細胞の amino acid sensor/amino acid transporter (*Sestrin2*/*LAT1*), 様々な細胞内タンパク質の発現変化を検討した(図1). 鼠蹊部分化脂肪細胞の *Sestrin2* タンパク質発現量は、L-ロイシン添加によってTR群で低下した. 一方、TR群の精巣上体分化脂肪細胞では、*Sestrin2* タンパク質発現量は、L-ロイシン添加によって増加するとともに、アミノ酸トランスポーターである *Slc7a5* および *Slc3a2* の mRNA 発現量も有意に増加していた. この結果はTR群の精巣上体分化脂肪細胞で分岐鎖アミノ酸の細胞内濃度が有意に高いことと一致する.

また、TR群の両分化脂肪細胞のリン酸化 mTORC1 タンパク質発現量は、L-ロイシン不含培地で低下する傾向にあったが、L-ロイシン添加で対照群と同等のレベルにまで回復することが分かった.

(2) 分化脂肪細胞におけるマイクロアレイ解析

細胞内シグナル伝達経路の全体像を把握するため、マイクロアレイ(図2-①, ②)ならびに

RNA-seq(図2-③)による網羅的解析を行った. PCA解析の結果、通常食摂取のTR群とC群では明らかに異なるクラスターに分類され、発現プロファイルが異なっていた. しかし、高脂肪食摂取群のHC群とHT群では顕著なクラスターの違いが観察されなかった(図2-①).

そこで、通常食摂取群においてKEGG pathway解析によりC群とTR群の比較を行ったところ(図2-③)、PPAR $\gamma$ のシグナル伝達経路のdown-regulationがエンリッチメントされており、この結果はTRによる脂肪由来幹細胞の脂肪分化能の低下と一致する. さらに、鼠蹊部分化脂肪細胞では、分岐鎖アミノ酸の分解経路のdown-regulationがエンリッチメントされていた.

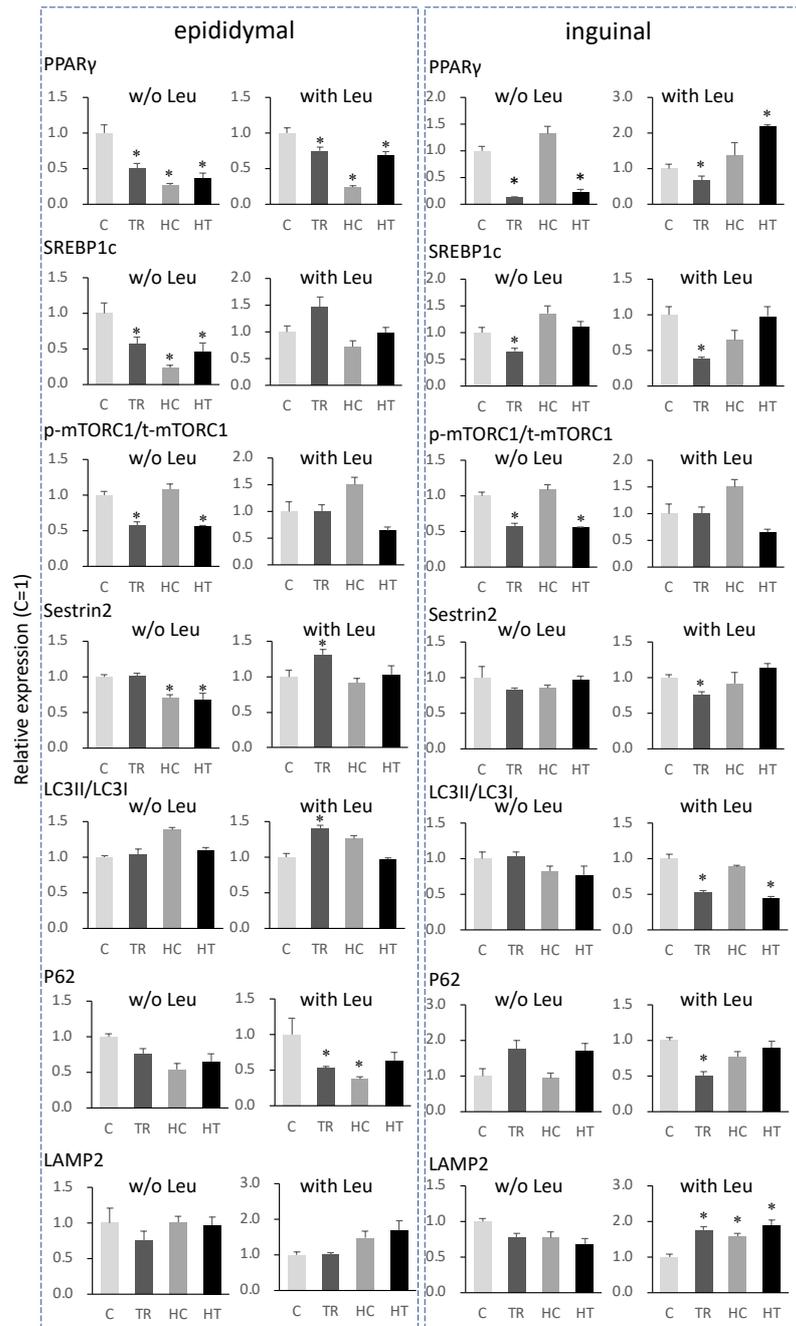


図1. 分化脂肪細胞のタンパク質発現に及ぼすL-ロイシンの影響. w/o Leu: Leu 不含培地, C:対照群, TR: 普通食摂取の運動トレーニング群, HC: 高脂肪食摂取群, HT: 脂肪食摂取の運動トレーニング群. \*, p<0.05 or less, vs. C.

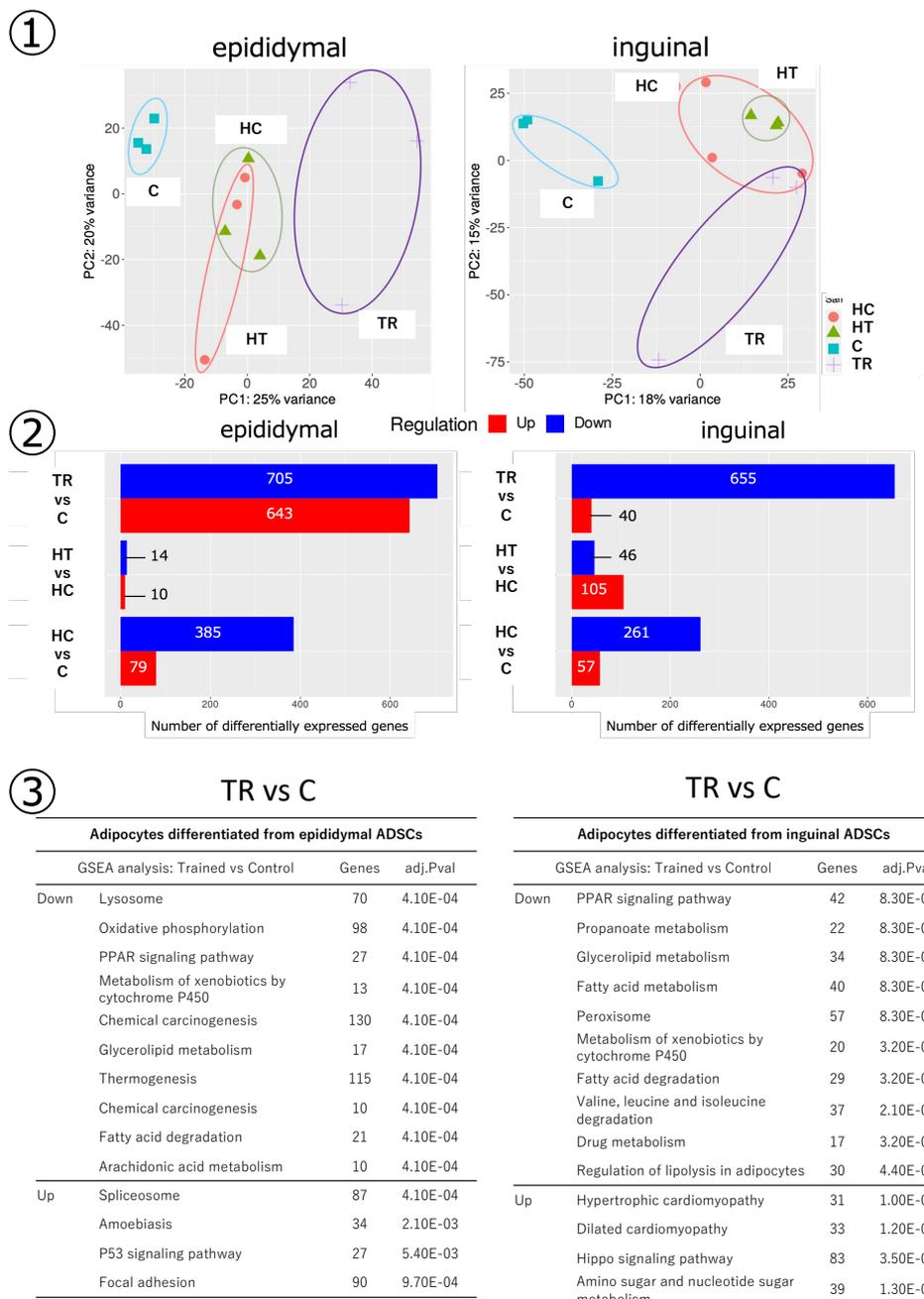


図2. 分化脂肪細胞のマイクロアレイ解析 (①, ②) および RNA-seq の KEGG 解析結果 (③).

### (3) 分化脂肪細胞の2次元電気泳動法によるプロテオミクス解析

さらに、2次元電気泳動によるプロテオーム解析を行った。その結果、精巣上体分化脂肪細胞において、TR群に特徴的に発現するタンパク質が見出された。このタンパク質はTRの影響が未だ報告されていないものであった。

一方、鼠蹊部分化脂肪細胞においては、TR群で特徴的に発現が消失するタンパク質が観察されるとともに、2つのタンパク質の発現増加を新規に見出した。この知見は、脂肪由来幹細胞の分化能制御機構の解明と制御を目指した今後の研究に大きなヒントを与えるものであった。

TRは脂肪由来幹細胞の脂肪分化能を低下させる。本研究において、その背景に分岐鎖アミノ酸、とりわけL-ロイシンとmTORC1やオートファジー系の関与を強く推察させる知見を得た。さらに、本研究を遂行させる過程で、運動によるベージュ脂肪細胞の発現に関わる発生遺伝子の役割や運動実施タイミングの違いによる脂肪細胞の生理応答の相違など、多くの知見を報告した。以上のように、本研究は、脂肪由来幹細胞の分化能の制御、ならびに栄養因子の影響等に注目した新しい運動療法の構築に重要な基盤的知見を提供している。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

|   |                           |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Tsuchiya Yoshifumi, Takakura Hisashi, Osawa Seita, Izawa Tetsuya  | 4. 巻<br>658               |
| 2. 論文標題<br>Impact of high-intensity interval training on tendon related gene expression in rat Achilles tendon                            | 5. 発行年<br>2023年           |
| 3. 雑誌名<br>Biochemical and Biophysical Research Communications   | 6. 最初と最後の頁<br>116 ~ 121   |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.bbrc.2023.03.076  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>-                 |
| 1. 著者名<br>Osawa Seita, Kato Hisashi, Maeda Yuki, Takakura Hisashi, Ogasawara Junetsu, Izawa Tetsuya                                       | 4. 巻<br>22                |
| 2. 論文標題<br>Metabolomic Profiles in Adipocytes Differentiated from Adipose-Derived Stem Cells Following Exercise Training or High-Fat Diet | 5. 発行年<br>2021年           |
| 3. 雑誌名<br>International Journal of Molecular Sciences   | 6. 最初と最後の頁<br>966 ~ 966   |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/ijms22020966  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>-                 |
| 1. 著者名<br>Kato Hisashi, Ario Takuto, Kishida Toshiaki, Tadano Manami, Osawa Seita, Maeda Yuki, Takakura Hisashi, Izawa Tetsuya            | 4. 巻<br>106               |
| 2. 論文標題<br>Homeobox A5 and C10 genes modulate adaptation of brown adipose tissue during exercise training in juvenile rats                | 5. 発行年<br>2021年           |
| 3. 雑誌名<br>Experimental Physiology   | 6. 最初と最後の頁<br>463 ~ 474   |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1113/EP089114  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>-                 |
| 1. 著者名<br>Kato Hisashi, Ogasawara Junetsu, Takakura Hisashi, Shirato Ken, Sakurai Takuya, Kizaki Takako, Izawa Tetsuya                    | 4. 巻<br>21                |
| 2. 論文標題<br>Exercise Training-Enhanced Lipolytic Potency to Catecholamine Depends on the Time of the Day                                   | 5. 発行年<br>2020年           |
| 3. 雑誌名<br>International Journal of Molecular Sciences   | 6. 最初と最後の頁<br>6920 ~ 6920 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/ijms21186920  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>-                 |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Sugiyama Ai、Kato Hisashi、Takakura Hisashi、Osawa Seita、Maeda Yuki、Izawa Tetsuya   | 4. 巻<br>40              |
| 2. 論文標題<br>Effects of physical activity and melatonin on brain derived neurotrophic factor and cytokine expression in the cerebellum of high fat diet fed rats | 5. 発行年<br>2020年         |
| 3. 雑誌名<br>Neuropsychopharmacology Reports  | 6. 最初と最後の頁<br>291 ~ 296 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/npr2.12125   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>見目大悟, 大澤晴太, 加藤久詞, 長谷川響也, 高倉久志, 井澤鉄也 |
| 2. 発表標題<br>脂肪由来間葉系幹細胞のアミノ酸飢餓に対する応答と運動トレーニングの影響 |
| 3. 学会等名<br>第77回日本体力医学会大会                       |
| 4. 発表年<br>2022年                                |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>大澤晴太, 見目大悟, 長谷川響也, 加藤久詞, 高倉久志, 井澤鉄也 |
| 2. 発表標題<br>脂肪由来幹細胞の脂肪分化に及ぼす運動および高脂肪食摂取の影響      |
| 3. 学会等名<br>第77回日本体力医学会大会                       |
| 4. 発表年<br>2022年                                |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>加藤久詞, 大澤晴太, 浅原 哲子, 高倉久志, 井澤鉄也                             |
| 2. 発表標題<br>運動トレーニングによって脂肪由来幹細胞から分泌される細胞外小胞が脂肪分化および筋細胞のインスリン感受性に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名<br>第77回日本体力医学会大会   |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>加藤久詞, 大澤晴太, 高倉久志, 井澤鉄也                      |
| 2. 発表標題<br>運動トレーニングによって脂肪由来幹細胞から分泌されるエクソソームが脂肪分化に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名<br>第76回日本体力医学会大会                               |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>大澤晴太, 加藤久詞, 高倉久志, 井澤鉄也  |
| 2. 発表標題<br>脂肪由来幹細胞の分化シグナルに及ぼす運動の影響 |
| 3. 学会等名<br>第76回日本体力医学会大会           |
| 4. 発表年<br>2021年                    |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>加藤久詞, 井澤鉄也               |
| 2. 発表標題<br>運動刺激による褐色脂肪組織の変容         |
| 3. 学会等名<br>第40回日本臨床運動療法学会学術集会(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2021年                     |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>加藤久詞, 井澤鉄也                        |
| 2. 発表標題<br>時間運動学を基盤とした持久的運動トレーニングの最適な実施タイミング |
| 3. 学会等名<br>第29回日本運動生理学会学会大会(招待講演)            |
| 4. 発表年<br>2021年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>大澤晴太, 加藤久詞, 前田優希, 只野愛実, 井澤鉄也                              |
| 2. 発表標題<br>ラット脂肪由来幹細胞の脂肪細胞への分化に及ぼすL-leucineの影響: 高脂肪食摂取および運動トレーニングの影響 |
| 3. 学会等名<br>第74回日本栄養・食糧学会大会   |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>高倉久志, 高橋和也, 須藤みず紀, 安藤創一, 加藤久詞, 大澤晴太, 井澤鉄也           |
| 2. 発表標題<br>持久的運動後に短時間低酸素曝露を行うトレーニングプロトコルが骨格筋有酸素性代謝能力に及ぼす影響について |
| 3. 学会等名<br>第75回日本体力医学会大会                                       |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>高倉久志, 井澤鉄也  |
| 2. 発表標題<br>低酸素環境と運動トレーニングの様々な組み合わせが筋組織での酸素供給系及び利用系に及ぼす影響について |
| 3. 学会等名<br>第28回日本運動生理学会大会                                    |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Hisashi Kato, Tetsuya Izawa  |
| 2. 発表標題<br>The effects of exercise training on differential ability of adipose-derived stem cells |
| 3. 学会等名<br>第126回日本解剖学会総会・全国学術集会 / 第98回日本生理学会大会 合同大会シンポジウム   |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>井澤鉄也                         |
| 2. 発表標題<br>教育講演：脂肪組織の質と量を転換させる運動療法の分子基盤 |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会（招待講演）          |
| 4. 発表年<br>2019年                         |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>加藤久詞，前田優希，大澤晴大，大平充宣，井澤鉄也             |
| 2. 発表標題<br>脂肪由来間葉系幹細胞の脂肪細胞への分化能に及ぼす微小重力および運動の影響 |
| 3. 学会等名<br>第65回日本宇宙航空環境医学会大会（招待講演）              |
| 4. 発表年<br>2019年                                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Kato H, Osawa S, Imai K, Takakura H, Ohira Y and Izawa T.  |
| 2. 発表標題<br>Effect of exercise training on neurogenesis of adipose-derived stem cells isolated from fat-depot in high-fat diet-fed rats. |
| 3. 学会等名<br>Cell Symposia: Exercise Metabolism Conference 2019（国際学会）   |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Takakura H., Watanabe Y, Kato H., Izawa T.  |
| 2. 発表標題<br>Effects of short-term hypoxia exposure after acute exercise on the oxygen delivery and utilization capacity of skeletal muscle. |
| 3. 学会等名<br>Cell symposia: Exercise Metabolism Conference 2019（国際学会）  |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Ohira Y., Ozaki Y., Kato H., Izawa T.  |
| 2. 発表標題<br>Effects of inhibition of reactive oxygen species on the properties of rat soleus muscle during hindlimb suspension.                  |
| 3. 学会等名<br>The 40th Annual Meeting of the International Society for Gravitational Physiology and Space Life Science and Medicine Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Maeda Y, Kato H, Sugiyama A, Osawa S, Izawa T and Ohira Y.  |
| 2. 発表標題<br>Effects of denervation-related inhibition of antigravity activity during growing period on the properties of hindlimb bones in rats.    |
| 3. 学会等名<br>The 40th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP) and Space Life Science and Medicine Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Osawa S, Kato H, Maeda Y, Takakura H, Ohira Y and Izawa T.  |
| 2. 発表標題<br>Effect of a 9-week exercise training regimen on expression of developmental genes in adipose-derived stem cell of rats.                 |
| 3. 学会等名<br>The 40th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP) and Space Life Science and Medicine Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Hieda, M, Takakura H, Kato H, and Izawa T.                               |
| 2. 発表標題<br>Effect of number of exercise training sessions on eNOS expression.       |
| 3. 学会等名<br>The 24th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>杉山 愛, 加藤 久詞, 高倉 久志, 井澤 鉄也                                     |
| 2. 発表標題<br>脳神経栄養因子 (BDNF) の発現に及ぼす高脂肪食摂取 (HFD) ・運動トレーニング (TR) ・メラトニン投与の影響 |
| 3. 学会等名<br>第27回日本運動生理学会大会  |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>只野愛美, 加藤久詞, 大澤晴太, 前田優希, 高倉久志, 井澤鉄也                    |
| 2. 発表標題<br>褐色脂肪組織のホメオボックスファミリー遺伝子と骨形成タンパク質 (BMP) に及ぼす運動トレーニングの影響 |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会   |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>前田優希, 加藤久詞, 大澤晴太, 只野愛美, 高倉久志, 井澤鉄也         |
| 2. 発表標題<br>脂肪由来間葉系幹細胞の脂肪細胞への分化能に及ぼす運動トレーニングおよび微小重力の影響 |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会                              |
| 4. 発表年<br>2019年                                       |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>大澤晴太, 加藤久詞, 前田優希, 只野愛美, 高倉久志, 井澤鉄也                   |
| 2. 発表標題<br>脂肪由来間葉系幹細胞の脂肪細胞への分化に及ぼすアミノ酸の影響は高脂肪食摂取と運動トレーニングで異なるか? |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>加藤 久詞, 大澤 晴大, 只野 愛美, 前田 優希, 高倉 久志, 井澤鉄也 |
| 2. 発表標題<br>運動トレーニングに伴う体重・体脂肪量調節に及ぼすメラトニンの影響        |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会                           |
| 4. 発表年<br>2019年                                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>高倉久志, 渡邊大和, 須藤みず紀, 安藤創一, 加藤久詞, 大澤晴太, 井澤鉄也 |
| 2. 発表標題<br>一過性運動後の短時間低酸素暴露が骨格筋有酸素性代謝能力に及ぼす影響について     |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会                             |
| 4. 発表年<br>2019年                                      |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>稗田睦子, 高倉久志, 加藤久詞, 井澤鉄也  |
| 2. 発表標題<br>トレーニングの回数はeNOS発現に影響するか? |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会           |
| 4. 発表年<br>2019年                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>櫻井拓也, 白土 健, 加藤 久詞, 石橋義永, 井澤鉄也, 大石修司, 芳賀脩光, 大野秀樹, 木崎節子 |
| 2. 発表標題<br>ベージュ脂肪細胞の分化に伴う遺伝子発現変化の網羅的解析                           |
| 3. 学会等名<br>第74回日本体力医学会大会   |
| 4. 発表年<br>2019年  |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室ホームページ：同志社大学 スポーツ健康科学部 スポーツ生化学研究室 Izawa Laboratory  
https://izawalab.wixsite.com/izawalab

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                           | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)   | 備考 |
|-------|---|---|----|
| 研究分担者 | 小笠原 準悦<br><br>(Ogasawara Junetsu)<br><br>(20415110) | 旭川医科大学・医学部・客員講師<br><br><br><br>(10107)                                |    |
| 研究分担者 | 加藤 久詞<br><br>(Kato Hisashi)<br><br>(30780275)       | 独立行政法人国立病院機構（京都医療センター臨床研究センター）・内分泌代謝高血圧研究部・研究員<br><br><br><br>(84305) |    |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|