

令和 4 年 5 月 16 日現在

機関番号：30122

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K00872

研究課題名（和文） 3脂肪酸のヒト褐色脂肪に対する作用とその抗メタボ効果

研究課題名（英文）Effects of omega-3 fatty acids on human brown adipose tissue

研究代表者

松下 真美（Matsushita, Mami）

天使大学・看護栄養学部・講師

研究者番号：60517316

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）： 3脂肪酸が褐色脂肪組織（BAT）を介した全身のエネルギー消費に与える影響を検討した。 3脂肪酸を多く含む高脂肪食、単純な高脂肪食、 3脂肪酸サプリメントをそれぞれ別な日に摂取した後、呼気分析によるエネルギー消費量の測定を行った。BAT高活性者の方がエネルギー消費量は高くなっているが、有意な差はなかった。脂肪の消化・吸収時間を考慮した検討が必要である。BAT低活性者での 3脂肪酸サプリメント6週間継続摂取試験では、摂取後の寒冷誘導熱産生が有意に上昇し、除脂肪量の増加も見られた。これらことから、 3脂肪酸を一定量定期的に摂取すると褐色脂肪活性を高められる可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトの褐色脂肪はエネルギー消費や体脂肪量の調節に寄与する、褐色脂肪の機能低下が肥満を誘発する、寒冷馴化や香辛料などの食品成分摂取によって褐色脂肪が活性化・増量し肥満が軽減する、グルコースの恒常性やHbA1cに影響を与えるなどの事実を明らかにし、褐色脂肪をターゲットとした新たな肥満・メタボ対策をこれまでに提示してきた。本研究ではマウスで報告のあった 3脂肪酸に焦点を当て調査を行い、ヒトでも同様の効果を得ることができた。日本人の食事摂取基準では 3脂肪酸の目安量が示されているが、肥満・メタボ対策としても毎日摂取することの重要性を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：The effect of 3 fatty acids on whole-body energy expenditure via brown adipose tissue (BAT) was examined. Energy expenditure was measured after consumption of a high-fat diet high in 3 fatty acids, a simple high-fat diet, and an 3 fatty acid supplement on different days. Energy expenditure was higher in the BAT hyperactive subjects, but not significantly so. Consideration of fat digestion and absorption time needs to be considered. In a 6-week continuous intake study of 3 fatty acid supplements in BAT low activators, there was a significant increase in cold-induced thermogenesis after intake and an increase in lean body mass. Based on these findings, it is possible that a constant intake of 3 fatty acids on a regular basis can increase brown fat activity.

研究分野：基礎栄養学

キーワード：褐色脂肪 3脂肪酸 肥満・メタボ

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肥満とそれに起因するメタボリックシンドローム(以下メタボ)の対策は国家的課題であるが、最近そのターゲットの一つとして褐色脂肪組織(以下褐色脂肪)が注目されている。ヒトの褐色脂肪は、成人では痕跡程度しか認められず、生理的役割はほとんどないというのが従来の定説であったが、我々は癌の画像診断法として汎用されている FDG-PET/CT を用いて、成人にも褐色脂肪が高頻度に存在することを世界に先駆けて明らかにした。さらに、成人褐色脂肪は、①寒冷刺激や食事摂取により活性化され代謝性エネルギー消費に寄与する、②肥満、特に加齢に伴う体脂肪蓄積が褐色脂肪の活性低下・減少に起因する、③褐色脂肪を再活性化・増量すればエネルギー消費が増え肥満が軽減する、④体脂肪とは独立して全身の糖代謝やリポタンパク質の調節にも寄与することなどを明らかにしてきた。このように、ヒト褐色脂肪はエネルギー消費や体脂肪、糖やリポタンパク質代謝など、肥満・メタボに関わる機能の調節に関与している。肥満・メタボと言えば食事が大きく関係してくるが、ヒト褐色脂肪と食事との関係については不明な点が多い。我々は、ヒト褐色脂肪が食事摂取に伴う熱産生(食事誘導熱産生、DIT)に一部寄与すること、カプサイシンなどの香辛料成分が褐色脂肪を活性化・増量し、体脂肪を減らすことなどを報告してきたが、通常の食事の主成分である炭水化物・タンパク質・脂質の量や質がどのように影響を及ぼすのかについては、未解明のままである。

2. 研究の目的

魚油に特徴的な ω 3脂肪酸のメタボ(動脈硬化、脂質代謝異常など)予防効果とその作用メカニズムについては広く知られているが、 ω 3脂肪酸が褐色脂肪を活性化するという全く新しい作用がマウスで報告された。本研究では、ヒト褐色脂肪に対する食事脂肪の影響、特に ω 3脂肪酸の急性及び慢性効果について、褐色脂肪活性の分かっている健常被験者と肥満者を対象に検討し、 ω 3脂肪酸の肥満・メタボ予防効果に関する新たなメカニズムを明らかにし、その適用拡大を目指すこととした。

3. 研究の方法

1) 褐色脂肪(BAT)高活性者と低活性者での ω 3脂肪酸含有高脂肪食摂取時のDITの比較

2時間の寒冷刺激後FDG-PET/CTを行った被験者18名のSUVmax値を用いて褐色脂肪活性を中央値(3.293)で高活性者(4.032~35.256)と低活性者(0.316~2.252)に分けた。 ω 3多価不飽和脂肪酸を主体とした高脂肪試験食(ω 3FA食、PFC比11:67:22)を摂取してから、120分に渡って呼気中の酸素と二酸化炭素濃度を測定し、DITを算出した。クロスオーバー試験として、飽和脂肪酸を主体とした高脂肪試験食(SFA食、PFC比11:67:22)を摂取してからも同様に行った。摂取前後の血液採取も行った。

2) BAT高活性者と低活性者での ω 3脂肪酸サプリメント単回摂取時熱産生の比較

2時間の寒冷刺激後FDG-PET/CTを行った被験者13名のSUVmax値を用いて褐色脂肪活性を中央値(4.032)で高活性者(4.032~16.581)と低活性者(0.418~2.851)に分けた。 ω 3多価不飽和脂肪酸であるEPA1935mg+DHA645mgを含むサプリメント(60kcal、PFC比14:86:0)を摂取してから、120分に渡って呼気中の酸素と二酸化炭素濃度を測定し、エネルギー消費量の変化から摂取後の熱産生量を算出し、BAT高活性者と低活性者と比較を行った。

3) BAT低活性者での ω 3脂肪酸サプリメント長期摂取前後の寒冷誘導熱産生(CIT)の比較

2時間の寒冷刺激後FDG-PET/CTを行った被験者のうちSUVmax値4以下の低活性者を対象(n=5)とした。 ω 3多価不飽和脂肪酸であるEPA1935mg+DHA645mgを含むサプリメントを毎朝6週間摂取した。摂取前後に、室温27°Cで安静時代謝測定を行い、その後室温19°Cで2時間の寒冷刺激後に安静時代謝を測定し、CITを算出した。体組成測定、摂取前後の血中脂肪酸測定も行った。

4. 研究成果

1) BAT高活性者、低活性者いずれも、SFA食、 ω 3FA食のどちらを摂取しても摂取30分以降に少なくとも100kcal/日以上のエネルギー消費の上昇が認められた。SFA食では、摂取30分後のDITが高活性者で有意に高かったが、 ω 3FA食においては有意な差は認められなかった(図1、2)。120分間のDIT曲線下面積(AUC)では、有意な差は認められなかった(図3)。また、血中のグルコース、インスリン、遊離脂肪酸などについても測定、解析を行ったが、特に有意な差は認められなかった。既報(会田ら、肥満研究2011)では、通常の食事をした時のエネルギー消費の上昇は、BAT高活性者の方が有意に高いと報告されているため、その影響を避けるために試験食に含まれる糖質量を極力少なくした。消化・

吸収は糖質、たんぱく質、脂質の順に時間がかかり、 ω 3 脂肪酸が腸管内のレセプターなどを介して作用するならば、摂取した食事の脂質が消化されて、 ω 3 脂肪酸が作用するまでにもう少し時間を要する可能性がある。

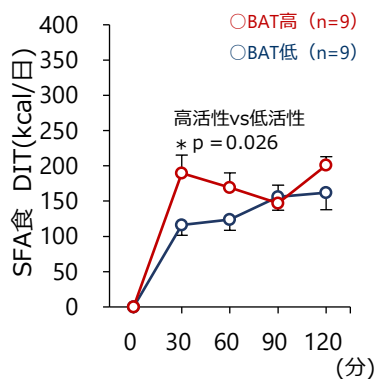


図 1. SFA 食摂取時の DIT 変化

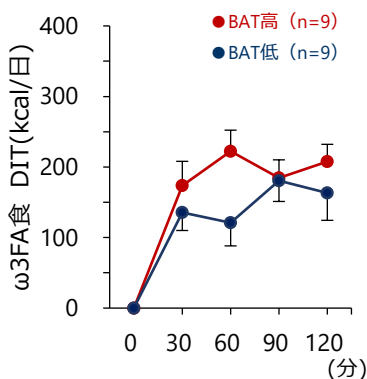


図 2. ω 3FA 食摂取時の DIT 変化

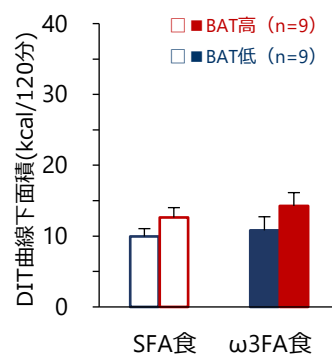


図 3. 摂取 2 時間の DIT-AUC

- 2) ω 3 脂肪酸サプリメントの単回摂取では、BAT 高活性者、低活性者いずれも摂取 30 分以降にエネルギー消費の上昇が認められた (図 4、5)。BAT 高活性者の方が、低活性者よりも熱産生量は多いが、有意な差は認められなかった (図 6)。この熱産生は、食事の結果と併せてみると、サプリメントには糖質が含まれておらず、内因性の糖質つまりグリコーゲンの影響も考えられるが、下記に示す長期摂取の結果から ω 3 脂肪酸の影響も否定はできない。

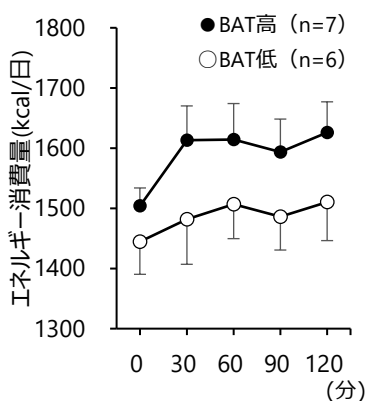


図 4. エネルギー消費量の変化

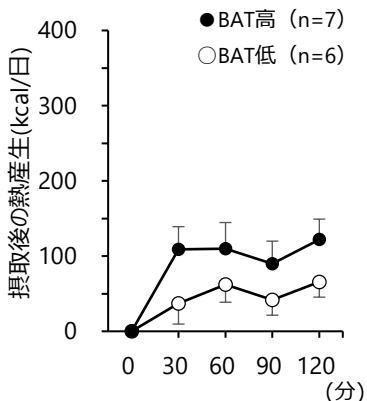


図 5. 摂取後の熱産生の変化

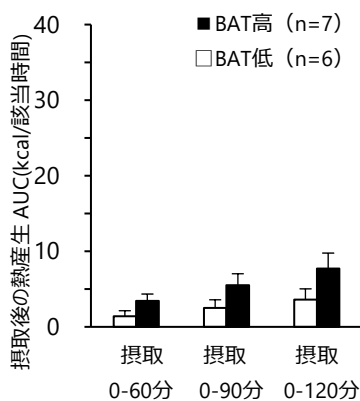


図 6. 摂取後の熱産生 AUC

- 3) 褐色脂肪低活性への ω 3 脂肪酸サプリメント 6 週間長期摂取試験では、摂取後の CIT が摂取前よりも有意に高くなり、褐色脂肪の活性が高くなった可能性が示唆された (図 7)。また、摂取前後の体組成の変化として、除脂肪量の有意な増加が認められた (表 1)。ウイスマー社の検査キットによる血中脂肪酸測定では、サプリメント摂取後に血中 ω 3 脂肪酸の増加が認められた。 ω 3 脂肪酸には褐色脂肪を活性化させる効果があることが考えられる。本試験では、コントロールとして ω 3 脂肪酸が含まれていないサプリメントでの試験を同じ被験者で行うことができなかった。また、肥満者やメタボリックシンドローム該当者での試験も行うことができなかった。

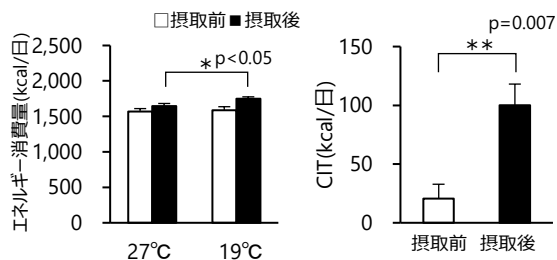


図 7. 寒冷暴露前後のエネルギー消費量と CIT の変化

表 1. 摂取前後の体組成の変化

		摂取前(n=5)	摂取後(n=5)
年齢	歳	24.4 ± 0.5	24.4 ± 0.5
体重	kg	62.9 ± 3.0	63.3 ± 3.3
BMI		21.5 ± 0.8	21.5 ± 1.0
体脂肪率	%	17.6 ± 2.0	16.7 ± 2.0
除脂肪量	kg	51.7 ± 2.0	52.6 ± 2.0 *

摂取前 vs 摂取後: * p<0.05

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Matsushita Mami, Nirengi Shinsuke, Hibi Masanobu, Wakabayashi Hitoshi, Lee Sang-il, Domichi Masayuki, Sakane Naoki, Saito Masayuki	4. 巻 45
2. 論文標題 Diurnal variations of brown fat thermogenesis and fat oxidation in humans	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Obesity	6. 最初と最後の頁 2499 ~ 2505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41366-021-00927-x	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 YONESHIRO Takeshi, MATSUSHITA Mami, SUGITA Jun, AITA Sayuri, KAMEYA Toshimitsu, SUGIE Hiroki, SAITO Masayuki	4. 巻 67
2. 論文標題 Prolonged Treatment with Grains of Paradise (Aframomum melegueta) Extract Recruits Adaptive Thermogenesis and Reduces Body Fat in Humans with Low Brown Fat Activity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Nutritional Science and Vitaminology	6. 最初と最後の頁 99 ~ 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3177/jnsv.67.99	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 Saito Masayuki, Matsushita Mami, Yoneshiro Takeshi, Okamatsu-Ogura Yuko	4. 巻 11
2. 論文標題 Brown Adipose Tissue, Diet-Induced Thermogenesis, and Thermogenic Food Ingredients: From Mice to Men	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Endocrinology	6. 最初と最後の頁 222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fendo.2020.00222	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 Hamaoka Takafumi, Nirengi Shinsuke, Fuse Sayuri, Amagasa Shiho, Kime Ryotaro, Kuroiwa Miyuki, Endo Tasuki, Sakane Naoki, Matsushita Mami, Saito Masayuki, Yoneshiro Takeshi, Kurosawa Yuko	4. 巻 11
2. 論文標題 Near-Infrared Time-Resolved Spectroscopy for Assessing Brown Adipose Tissue Density in Humans: A Review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Endocrinology	6. 最初と最後の頁 261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fendo.2020.00261	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 Wakabayashi Hitoshi, Matsumoto Kentaro, Kobori Yusuke, Ebara Tasuku, Matsushita Mami, Kameya Toshimitsu, Maeda Takafumi, Saito Masayuki	4. 巻 120
2. 論文標題 Multiorgan contribution to non-shivering and shivering thermogenesis and vascular responses during gradual cold exposure in humans	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 2737 ~ 2747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-020-04496-1	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 Nirengi Shinsuke, Fuse Sayuri, Amagasa Shiho, Homma Toshiyuki, Kime Ryotaro, Kuroiwa Miyuki, Endo Tasuki, Sakane Naoki, Matsushita Mami, Saito Masayuki, Kurosawa Yuko, Hamaoka Takafumi	4. 巻 20
2. 論文標題 Applicability of Supraclavicular Oxygenated and Total Hemoglobin Evaluated by Near-Infrared Time-Resolved Spectroscopy as Indicators of Brown Adipose Tissue Density in Humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 2214 ~ 2214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms20092214	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 Yoneshiro T, Wang Q, Tajima K, Matsushita M, Maki H, Igarashi K, Dai Z, White P J, McGarrah R W, Ilkayeva O R, Deleze Y, Oguri Y, Kuroda M, Ikeda K, Li H, Ueno A, Ohishi M, Ishikawa T, Kim K, Chen Y, Sponton C H, Pradhan R N, Majd H, Greiner V J, Yoneshiro M, Brown Z, Chondronikola M, Takahashi H, Goto T, et al	4. 巻 572
2. 論文標題 BCAA catabolism in brown fat controls energy homeostasis through SLC25A44	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 614 ~ 619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1503-x	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 Nirengi Shinsuke, Wakabayashi Hitoshi, Matsushita Mami, Domichi Masayuki, Suzuki Shinichi, Sukino Shin, Suganuma Akiko, Kawaguchi Yaeko, Hashimoto Takeshi, Saito Masayuki, Sakane Naoki	4. 巻 14
2. 論文標題 An optimal condition for the evaluation of human brown adipose tissue by infrared thermography	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0220574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0220574	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 Okamatsu-Ogura Yuko, Matsushita Mami, Bariuan Jussiaea Valente, Nagaya Kazuki, Tsubota Ayumi, Saito Masayuki	4. 巻 9
2. 論文標題 Association of circulating exosomal miR-122 levels with BAT activity in healthy humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-49754-1	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 Fuse Sayuri, Nirengi Shinsuke, Amagasa Shiho, Homma Toshiyuki, Kime Ryotaro, Endo Tasuki, Sakane Naoki, Matsushita Mami, Saito Masayuki, Yoneshiro Takeshi, Kurosawa Yuko, Hamaoka Takafumi	4. 巻 23
2. 論文標題 Brown adipose tissue density measured by near-infrared time-resolved spectroscopy in Japanese, across a wide age range	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Biomedical Optics	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.JBO.23.6.065002	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 Yoneshiro Takeshi, Matsushita Mami, Saito Masayuki	4. 巻 251
2. 論文標題 Translational Aspects of Brown Fat Activation by Food-Derived Stimulants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Handbook of Experimental Pharmacology	6. 最初と最後の頁 359 ~ 379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/164_2018_159	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 Yoneshiro Takeshi, Matsushita Mami, Hibi Masanobu, Tone Hiroshi, Takeshita Masao, Yasunaga Koichi, Katsuragi Yoshihisa, Kameya Toshimitsu, Sugie Hiroki, Saito Masayuki	4. 巻 105
2. 論文標題 Tea catechin and caffeine activate brown adipose tissue and increase cold-induced thermogenic capacity in humans	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 American Journal of Clinical Nutrition	6. 最初と最後の頁 873 ~ 881
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3945/ajcn.116.144972	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35件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件）

1. 発表者名 米代武司、松下真美、斉藤昌之、酒井寿郎
2. 発表標題 褐色脂肪組織における基質選択性と酸素消費量への寄与
3. 学会等名 第27回医用近赤外線分光法研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 会田さゆり、松下真美、米代武司、斉藤昌之
2. 発表標題 ヒト褐色脂肪と食事誘導熱産生：食事組成の影響
3. 学会等名 温熱生理研究会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米代武司、松下真美、梶村真吾、斉藤昌之
2. 発表標題 褐色脂肪は分岐鎖アミノ酸代謝フィルターとしてエネルギー代謝を制御する
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松下真美、斉藤昌之
2. 発表標題 食後熱産生に対する食事脂肪の影響と褐色脂肪の関与
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会 東北大学・仙台市
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 江原佑、三浦愛子、若林育、前田享史、松下真美、亀谷俊満、斉藤昌之、高武直弘
2. 発表標題 グレープフルーツ芳香浴が軽度寒冷曝露時の代謝応答に及ぼす影響
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会 北海道支部第55回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高山浩昭、Swe Mar Oo、御簾博文、斉藤昌之、松下真美、石井清朗、篁俊成
2. 発表標題 抗酸化ヘパトカインセレノプロテインPによるミトコンドリアROS抑制を介した褐色脂肪細胞熱産生傷害
3. 学会等名 第92回内分泌学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Wakabayashia; Kentaro Matsumotoa; Yusuke Koboria; Mami Matsushitab; Toshimitsu Kameyac; Takafumi Maedad; Masayuki Saitoa
2. 発表標題 Human brown adipose tissue and skeletal muscle contribution for resting, non-shivering and shivering thermogenesis during gradual cold exposure
3. 学会等名 2019 International Conference on Environmental Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 斉藤昌之、松下真美、二連木晋輔、坂根直樹、李相逸、若林育
2. 発表標題 ヒト褐色脂肪組織活性の日内変動と病態生理学的意義
3. 学会等名 第6回時間栄養科学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Wakabayashi, Tasuku Ebara, Kentaro Matsumoto, Yusuke Kobori, Takafumi Maeda, Mami Matsushita, Toshimitsu Kameya, Masayuki Saito
2. 発表標題 Relationships between self-identified cold tolerance, physical characteristics and thermoregulatory responses during cold exposure
3. 学会等名 Comfort and Smart Textile International Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 若林育, 松本健太郎, 小堀祐資, 江原佑, 松下真美, 亀谷俊満, 前田享史, 斉藤昌之
2. 発表標題 褐色脂肪組織および骨格筋量が安静時代謝および寒冷誘発性代謝に及ぼす相互作用の検討
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kobori, Kentaro Matsumoto, Hitoshi Wakabayashi, Mami Matsushita, Toshimitsu Kameya, Takafumi Maeda, Masayuki Saito
2. 発表標題 Verification of tissue temperature in supraclavicular fossa for evaluating brown adipose tissue activity
3. 学会等名 14th International Congress of Physiological Anthropology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Matsumoto, Yusuke Kobori, Hitoshi Wakabayashi, Toshimitsu Kameya, Mami Matsushita, Takafumi Maeda, Masayuki Saito
2. 発表標題 Multiple organs coordination for non-shivering and shivering thermogenesis and vasomotor control in cold environment
3. 学会等名 14th International Congress of Physiological Anthropology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tasuku Ebara, Kentaro Matsumoto, Yusuke Kobori, Hitoshi Wakabayashi, Mami Matsushita, Toshimitsu Kameya, Takafumi Maeda, Masayuki Saito
2. 発表標題 Innovation of mild cold built environment for activating brown adipose tissue
3. 学会等名 14th International Congress of Physiological Anthropology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下真美、二連木晋輔、若林育、坂根直樹、斉藤昌之
2. 発表標題 ヒト褐色脂肪組織の活性は日内変動する
3. 学会等名 第40回日本肥満学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 斉藤昌之、松下真美、米代武司、岡松優子
2. 発表標題 ヒト褐色脂肪組織と生まれ月：エピジェネティック制御の可能性
3. 学会等名 第40回日本肥満学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 若林育、江原佑、松本健太郎、小堀祐資、前田享史、松下真美、亀谷俊満、斉藤昌之
2. 発表標題 寒冷環境における体温調節応答と質問紙による主観的寒冷耐性の関係
3. 学会等名 第43回人間-生活環境系シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 布施沙由理、二連木晋輔、天笠志保、本間俊行、木目良太郎、遠藤祐輝、坂根直樹、松下真美、斉藤昌之、米代武司、黒澤裕子、浜岡隆文
2. 発表標題 近赤外時間分解分光法によって評価した幅広い年代における褐色脂肪組織密度
3. 学会等名 第171回日本体力医学会関東地方会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本健太郎、小堀祐資、若林斉、亀谷俊満、松下真美、斉藤昌之
2. 発表標題 寒冷環境下におけるヒトの非震え代謝に見られる臓器間代謝補償作用に関する研究
3. 学会等名 第20回日本体力医学会北海道地方会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Hamaoka, Shinsuke Nirengi, Sayuri Fuse, Shiho Amagasa, Toshiyuki Homma, Ryotaro Kime, Tasuki Endo, Naoki Sakane, Mami Matsushita, Masayuki Saito, Takeshi Yoneshiro, Yuko Kurosawa
2. 発表標題 Human brown adipose tissue density evaluated by near-infrared time-resolved spectroscopy
3. 学会等名 The Second Britton Chance International Symposium on Metabolic Imaging and Spectroscopy HONORING THE 105th BIRTHDAY OF BRITTON CHANCE (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本健太郎、小堀祐資、若林斉、亀谷俊満、松下真美、斉藤昌之
2. 発表標題 軽度寒冷曝露時の非震え代謝に見られる臓器連関の検討
3. 学会等名 日本生理人類学会第77回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二連木晋輔, 若林斉, 松下真美, 同道正行, 鈴木新一, 橋本健, 鋤納心, 菅沼彰子, 河口八重子, 斉藤昌之, 坂根直樹
2. 発表標題 赤外線サーモグラフィ法を用いた非侵襲的なヒト褐色脂肪組織の評価法の確立
3. 学会等名 温熱生理研究会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡松優子, 松下真美, 長屋一輝, 坪田あゆみ, 斉藤 昌之
2. 発表標題 血中エクソソームmiR-122-5pはヒト褐色脂肪活性を反映するバイオマーカーとなりうる
3. 学会等名 第39回日本肥満学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高山浩昭、Swe Mar Oo、御簾博文、斉藤昌之、松下真美、石井清朗、篁俊成
2. 発表標題 抗酸化ヘパトカインセレノプロテインPによるカテコラミン抵抗性を介した褐色脂肪細胞熱産生障害
3. 学会等名 第39回日本肥満学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二連木晋輔, 若林斉, 松下真美, 同道正行, 鈴木新一, 橋本健, 鋤納心, 菅沼彰子, 河口八重子, 斉藤昌之, 坂根直樹
2. 発表標題 非侵襲的なヒト褐色脂肪組織の評価法の確立
3. 学会等名 第39回日本肥満学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 同道正行, 二連木晋輔, 若林斉, 松下真美, 鈴木新一, 竹下尚男, 河口八重子, 菅沼彰子, 鋤納心, 斉藤昌之, 坂根直樹
2. 発表標題 寒冷曝露による呼気アセトン濃度の変化
3. 学会等名 第39回日本肥満学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本健太郎, 小堀祐資, 若林斉, 亀谷俊満, 松下真美, 前田享史, 斉藤昌之
2. 発表標題 軽度寒冷曝露時の非震え代謝における全身的協関の検討
3. 学会等名 日本生理人類学会第78 回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Matsumoto, Yusuke Kobori, Hitoshi Wakabayashi, Mami Matsushita, Toshimitsu Kameya, Takafumi Maeda, Masayuki Saito
2. 発表標題 Study on multiple organs coordination for non-shivering thermogenesis and vasomotor control in mild cold environment in human
3. 学会等名 7th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinsuke Nirengi, Hitoshi Wakabayashi, Mami Matsushita, Masayuki Domichi, Shinichi Suzuki, Shin Sukino, Akiko Suganuma, Yaeko Kawaguchi, Takeshi Hashimoto, Masayuki Saito, Naoki Sakane
2. 発表標題 Non-invasive evaluation of human brown adipose tissue using infrared thermography
3. 学会等名 The 12th International Diabetes Federation Western Pacific Region Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Hamaoka, Shinsuke Nirengi, Sayuri Fuse, Shiho Amagasa, Toshiyuki Homma, Ryotaro Kime, Miyuki Kuroiwa, Tasuki Endo, Naoki Sakane, Mami Matsushita, Masayuki Saito, Takeshi Yoneshiro, Yuko Kurosawa
2. 発表標題 Supraclavicular tissue total hemoglobin determined by near-infrared time-resolved spectroscopy as indicators of brown adipose tissue characteristics in humans
3. 学会等名 International Symposium Role of Brown Adipose Tissue in Human Health (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 江原佑、松本健太郎、小堀裕資、若林斉、前田享史、松下真美、斉藤昌之
2. 発表標題 主観的寒冷耐性とヒトの体温調節応答の関係
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会北海道支部第53回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松下真美、米代武司、斉藤昌之
2. 発表標題 ヒト褐色脂肪組織活性と分岐鎖アミノ酸の血中レベルとの関係
3. 学会等名 第71回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斉藤昌之、松下真美、日比壮信、大石幸子、田中茂穂
2. 発表標題 食後の代謝・熱産生応答の日内変動と褐色脂肪組織の関与
3. 学会等名 第4回時間栄養科学研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoshi Nakae, Takeshi Yoneshiro, Mami Matsushita, Kazuko Ishikawa-Takata, Masayuki Saito, Shigeo Tanaka
2. 発表標題 Brown adipose tissue may increase total daily energy expenditure in winter.
3. 学会等名 4th international conference on Recent Advances and Controversies in Measuring Energy Metabolism (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mami Matsushita, Masanobu Hibi, Sachiko Oishi, Takeshi Yoneshiro, Tohru Yamaguchi, Chiyoko Usui, Koichi Yasunaga, Yoshihisa Katsuragi, Kazuo Kubota, Shigeo Tanaka, Masayuki Saito
2. 発表標題 Diurnal variation of postprandial thermogenesis and substrate oxidation in humans: Involvement of brown adipose tissue
3. 学会等名 4th international conference on Recent Advances and Controversies in Measuring Energy Metabolism (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 布施沙由理、二連木晋輔、天笠志保、本間俊行、木目良太郎、遠藤祐輝、坂根直樹、松下真美、斉藤昌之、米代武司、黒澤裕子、浜岡隆文
2. 発表標題 近赤外時間分解分光法によって評価した幅広い年代における褐色脂肪組織密度
3. 学会等名 第171回日本体力医学会関東地方会
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
研究分担者	斉藤 昌之 (Saito Masayuki) (80036441)	北海道大学・獣医学研究院・名誉教授 (10101)	

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