

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：32645

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04061

研究課題名(和文) 栄養, 運動, 寒冷介入による褐色・白色脂肪活性化を介した生活習慣病リスク低減の検証

研究課題名(英文) Study on reduction of risk factors for life-style related diseases through activating brown and white adipose tissue by nutrition, exercise, and cold exposure

研究代表者

浜岡 隆文 (Hamaoka, Takafumi)

東京医科大学・医学部・主任教授

研究者番号：70266518

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)：褐色脂肪組織に関連するエネルギー消費の増加は肥満予防に有用とされる。本研究では、1) 時間分解近赤外分光法を用いた褐色脂肪組織密度(鎖骨上窩のヘモグロビン濃度)と血中アミノ酸濃度(特に分岐鎖アミノ酸濃度)が男女とも関連し、加えて、男性では血中男性ホルモンが関連した。2) 腹部皮下脂肪のヘモグロビン濃度は、白色脂肪の血管密度を反映し、その値は生活習慣病のリスクである全身の体脂肪や内臓脂肪面積と負の相関を示した。3) 全身7種類の筋力トレーニングを冬期に週2回、10週間行くと、BAT密度は変化しなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

褐色脂肪と白色脂肪の代謝活性の評価法が確立すれば、褐色脂肪や白色脂肪の活性化をもたらす介入をヒトにおいて網羅的に検索できると考えられる。本研究では、時間分解近赤外分光法を用いれば、非侵襲的に褐色脂肪と白色脂肪の代謝活性が評価できることを示し、血中の代謝産物(アミノ酸や男性ホルモン)が褐色脂肪組織密度に深く関連することを確認した。なお、褐色脂肪組織密度を増加させる筋力トレーニングについては、今後とも検討を続ける。これらの成果は、代替医療を含めた幅広い生活習慣病予防・治療策の確立に貢献できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Increasing brown adipose tissue (BAT) activity may aid in combatting obesity by increasing energy expenditure. We found 1) that certain lipids and amino acids in plasma showed unique correlations with BAT density (BAT-d) depending on sex and season. BAT-d showed a specific correlation with plasma androgens in men in the winter, 2) that a significant correlation existed between subcutaneous fat microvascular density in abdomen and whole body and visceral adiposity regarded as risk factors for developing life-style related diseases, and 3) that the subjects who performed seven whole-body strength training twice a week for 10 weeks during the winter showed no increase in BAT-d.

研究分野：スポーツ医学、生活習慣病予防、エネルギー代謝

キーワード：褐色脂肪組織 血液代謝産物測定 白色脂肪組織 筋力トレーニング 分岐鎖アミノ酸

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

非活動性熱産生を担う褐色脂肪組織(以下、褐色脂肪)はヒト成人にも存在し、寒冷誘発性熱産生、食事誘発性熱産生の増加に関連し、糖代謝やインスリン感受性を増加させる(Lee et al., Diabetes 2014)。現在、ヒト褐色脂肪の検出には<sup>18</sup>F-fluorodeoxy glucose (FDG) - PET/CTが用いられるが(Saito et al., Diabetes 2009)、高価、被曝、2時間の寒冷負荷が必要、などの欠点がある。したがって、介入前後の評価は困難であったが、組織総ヘモグロビン(T-Hb)を定量化できる時間分解近赤外分光法(TRS)装置の利用により褐色脂肪密度の評価が可能となった(Nirengi et al., Obesity 2015)。一般に、褐色脂肪は冬に活性化し、同年代でもその活性・量には個人差がある。しかし、日常生活レベルで褐色脂肪の量・活性を左右する要因の詳細は明らかでない。褐色脂肪密度の違いは代謝と関連する可能性が高いので、網羅的測定が可能なメタボローム解析を用いて今回、その関連をみる。

鎖骨上窩の褐色脂肪は全身の褐色脂肪量を反映するが、全身でも多くとも300mL程度である。一方、適切な刺激があれば白色脂肪組織(以下、白色脂肪)も熱産生機能を獲得する(褐色化)ことが動物モデルで報告された(Wu et al., Cell 2012)。ヒトでも外気温低下や局所寒冷刺激を行うと、TRP-交感神経系を介して刺激部のみならず非刺激部の皮下脂肪内の褐色脂肪マーカーが増加し、*in vitro*での酸素消費も2倍程度増加する(Kern et al., J Clin Endocrinol Metab 2014; Finlin et al., JCI Insight 2018)。しかし、皮下脂肪内の褐色脂肪マーカーの測定には生検にて*in vitro*で行う必要があり、ヒトの測定には限界がある。そこで、我々は動脈血流遮断中のTRSにより測定した脱酸素化Hbの増加率から、皮下脂肪の酸素消費量を*in vivo*において非侵襲的に測定する方法を提案する。

一方、筋力トレーニングはmeteorin様物質(マイオカインの一種)により、褐色脂肪を介した熱産生を増加させる可能性がある(Rao et al. Cell 2014)。しかし、筋力トレーニングによる除脂肪体重当たりの安静時代謝増加が、褐色脂肪に起因するかは不明である。

### 2. 研究の目的

本研究では(1)幅広い年代において、褐色脂肪密度を測定し、その個人差に関する遺伝・環境要因を検討し、白色脂肪の活性化を非侵襲的に測定する方法を検討した、(2)健常者および肥満者において、運動の介入により褐色脂肪および白色脂肪が活性化するか、その増加が代謝産物の変化につながるか否かを検討することを目的とした。学術的独自性は、PET/CTを用いることなく、これまで測定できなかった*in vivo*での皮下脂肪の酸素消費量を測定する点に創造性がある。

### 3. 研究の方法

(1)テーマ1:白色脂肪活性化の測定法確立と幅広い年齢層男女の褐色脂肪密度と代謝産物との関連

#### 対象

健常男女(延べ364名)を対象として、冬に横断的測定を行った。

#### 体組成の計測

身長、体重およびインピーダンス法を用いて体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重を測定した。

#### 褐色脂肪密度および白色脂肪代謝の測定方法

TRS装置(浜松ホトニクス製)(送受光間距離3cm)にて、鎖骨上窩(褐色脂肪)、三角筋部(コントロール部位)、腹部(皮下脂肪層)のT-Hbを測定した。白色脂肪代謝の測定は、送受光間距離1cmを用いた。

#### 血液検査

空腹採血により、血液を抗体法や液体クロマトグラフィーまたはキャピラリー・電気泳動質量分析装置にて測定を行う。データをクラスタリング解析し、褐色脂肪密度との関連を検討した。

(2)テーマ2:健常者の運動介入による褐色脂肪および白色脂肪活性化の検証

#### 対象

30代から50代の健常男女50名を対象として、介入時の測定を血液検査以外は4週間ごとに行った。測定はテーマ1と同様であった。

#### 筋力トレーニング(食事調査により、食事摂取量が変化しないことを確認する)

6-7種類の大筋群の筋力トレーニングを8-10RM(repetition maximum)強度にて、週2回、10週間行った(Ruas et al., Cell, 2012)。

### 4. 研究成果

(1)テーマ1

測定した健常男女140名(平均年齢39歳、体脂肪率25.4%、内臓脂肪面積50.4 cm<sup>2</sup>、褐色脂肪密度66.0 μM)を対象としたロジスティック回帰分析の結果、腹部白色脂肪のT-Hbは、体脂肪率と内臓脂肪面積と負の有意な相関を示した( $p = 0.005$  and  $p = 0.043$ , respectively)。こ

の結果は、腹部白色脂肪の T-Hb は、白色脂肪の血管密度を反映し、その値は生活習慣病のリスクである全身の体脂肪や内臓脂肪面積と負の相関関係があることを示唆するものである。

冬と夏に褐色脂肪密度に関連する血漿脂質代謝物質の検索を行った健常男女 46 名(21~55 歳, 平均体脂肪率 23.3%, 内臓脂肪面積 45.7 cm<sup>2</sup>) の検討の結果, 褐色脂肪組織密は, 夏に phosphatidylethanolamine と diacylglycerol が相関し, 冬に androgens が男性のみで相関した。ロジスティック回帰分析の結果, 褐色脂肪組織密は男性で androgens, 女性では 内臓脂肪面積と関連した。健常男女 173 名(平均年齢 38 歳)の安静空腹時の測定において, T-Hb の高低 ( >74 microM, <74 microM) を従属変数, 各血中アミノ酸濃度を独立変数としたロジスティック回帰分析の結果, 男女とも各血中アミノ酸濃度が T-Hb の高低に有意に関連していた。血中アミノ酸濃度に体組成を加えた独立変数では, 関連が強くなった。以上の結果から, 血中アミノ酸濃度および体組成の測定により, ある程度ヒト褐色脂肪密度を予想することができることが示された。

## (2) テーマ 2

解析済みの健常男性 18 名(平均年齢 38 歳)のデータにおいて, 筋力トレーニングによる褐色脂肪密度と血液代謝産物の変化を検討した(トレーニング群(N = 9), または筋力トレーニングを行わない対照群(N = 9))。トレーニングの有無による T-Hb の差異は見られなかった(p = .180)。今回用いた筋力トレーニングでは, 褐色脂肪密度を増加できなかったが, 褐色脂肪の変化量と血中分岐鎖アミノ酸の変化量の関連について現在検討中である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Kuroiwa Miyuki, Hamaoka-Fuse Sayuri, Sugimoto Masahiro, Kurosawa Yuko, Aita Yasuko, Tomita Atsumi, Anjo Mikiko, Tanaka Riki, Endo Tasuki, Kime Ryotaro, Hamaoka Takafumi	4. 巻 10
2. 論文標題 Correlation of Plasma Amino Acid and Anthropometric Profiles with Brown Adipose Tissue Density in Humans	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Medicine	6. 最初と最後の頁 2339 ~ 2339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcm10112339	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 Kuroiwa Miyuki, Hamaoka Fuse Sayuri, Amagasa Shiho, Kime Ryotaro, Endo Tasuki, Tanaka Riki, Kurosawa Yuko, Hamaoka Takafumi	4. 巻 8
2. 論文標題 Impact of brown adipose tissue vascular density on body adiposity in healthy Japanese infants and children	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Obesity Science & Practice	6. 最初と最後の頁 190 ~ 198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/osp4.559	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 KUROSAWA YUKO, NIRENGI SHINSUKE, TABATA IZUMI, ISAKA TADAO, CLARK JOSEPH F., HAMAOKA TAKAFUMI	4. 巻 54
2. 論文標題 Effects of Prolonged Sitting with or without Elastic Garments on Limb Volume, Arterial Blood Flow, and Muscle Oxygenation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medicine and Science in Sports and Exercise	6. 最初と最後の頁 399 ~ 407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002822	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 該当する
1. 著者名 Goto Masahiro, Yamashina Yoshihiro, Takada Akihiro, Kikuchi Yui, Hamaoka Takafumi, Terada Shigeru	4. 巻 34
2. 論文標題 The use of a cold pack during resistance exercises is effective for reducing intramuscular oxygenation and increasing myoelectric activity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 335 ~ 340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.34.335	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 Fujie Shumpei, Hasegawa Natsuki, Horii Naoki, Uchida Masataka, Sanada Kiyoshi, Hamaoka Takafumi, Padilla Jaime, Martinez Lemus Luis A., Maeda Seiji, Iemitsu Motoyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Aerobic Exercise Restores Aging Associated Reductions in Arterial Adropin Levels and Improves Adropin Induced Nitric Oxide Dependent Vasorelaxation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Heart Association	6. 最初と最後の頁 e020641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1161/JAHA.120.020641	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 該当する

1. 著者名 Fuse Sayuri, Sugimoto Masahiro, Kurosawa Yuko, Kuroiwa Miyuki, Aita Yasuko, Tomita Atsumi, Yamaguchi Eri, Tanaka Riki, Endo Tasuki, Kime Ryotaro, Hamaoka Takafumi	4. 巻 44
2. 論文標題 Relationships between plasma lipidomic profiles and brown adipose tissue density in humans	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Obesity	6. 最初と最後の頁 1387 ~ 1396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41366-020-0558-y	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 Tanaka Riki, Fuse Sayuri, Kuroiwa Miyuki, Amagasa Shiho, Endo Tasuki, Ando Akira, Kime Ryotaro, Kurosawa Yuko, Hamaoka Takafumi	4. 巻 17
2. 論文標題 Vigorous-Intensity Physical Activities Are Associated with High Brown Adipose Tissue Density in Humans	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 2796 ~ 2796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17082796	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 e-collection
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 該当する

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 該当する

1. 著者名 Kuroiwa Miyuki, Fuse Sayuri, Amagasa Shiho, Kime Ryotaro, Endo Tasuki, Kurosawa Yuko, Hamaoka Takafumi	4. 巻 9
2. 論文標題 Relationship of Total Hemoglobin in Subcutaneous Adipose Tissue with Whole-Body and Visceral Adiposity in Humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 2442 ~ 2442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9122442	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, McCully Kevin K.	4. 巻 69
2. 論文標題 Review of early development of near-infrared spectroscopy and recent advancement of studies on muscle oxygenation and oxidative metabolism	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 799 ~ 811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-019-00697-2	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 該当する

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 浜岡隆文
2. 発表標題 アスリートにおける運動耐容能と循環・代謝 (特別講演)
3. 学会等名 第8回新・城西心血管フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 NIRS: Practice and Principle
3. 学会等名 Moxy Summit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Riki Tanaka, Sayuri Fuse, Miyuki Kuroiwa, Masahiro Sugimoto, Yuko Kurosawa, Yasuko Aita, Atsumi Tomita, Mikiko Anjo, Tasuki Endo, Ryotaro Kime, Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 Brown adipose tissue density is inversely correlated with the changes in plasma branched-chain amino acids produced during strength training
3. 学会等名 The conference on Biophotonics in Exercise Science, Sports Medicine, Health Monitoring Technologies, and Wearables, SPIE BiOS (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sayuri Fuse, Miyuki Kuroiwa, Riki Tanaka, Tasuki Endo, Ryotaro Kime, Yuko Kurosawa, Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 Seasonal differences in brown adipose tissue vascular density determined using total hemoglobin concentration in the supraclavicular region among Japanese healthy adults
3. 学会等名 The conference on Biophotonics in Exercise Science, Sports Medicine, Health Monitoring Technologies, and Wearables, SPIE BiOS (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tasuki Endo, Ryotaro Kime, Riki Tanaka, Sayuri Fuse, Miyuki Kuroiwa, Yuko Kurosawa, Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 Greater muscle oxygenation during moderate-intensity constant-work exercise in endurance
3. 学会等名 The conference on Biophotonics in Exercise Science, Sports Medicine, Health Monitoring Technologies, and Wearables, SPIE BiOS (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Miyuki Kuroiwa, Sayuri Fuse, Shiho Amagasa, Riki Tanaka, Tasuki Endo, Ryotaro Kime, Yuko Kurosawa, Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 Brown Adipose Tissue Density, Determined by Total Hemoglobin Concentration in the Supraclavicular Region, is Associated with Body Adiposity in children
3. 学会等名 The conference on Biophotonics in Exercise Science, Sports Medicine, Health Monitoring Technologies, and Wearables, SPIE BiOS (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuko Kurosawa, Shinsuke Nirengi, Izumi Tabata, Tadao Isaka, Joseph F. Clark, and Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 The effects of eight hour constant sitting on tissue oxygenation and blood flow in lower extremity
3. 学会等名 68th American College of Sports Medicine Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyuki Kuroiwa, Sayuri Hamaoka-Fuse, Masahiro Sugimoto, Yuko Kurosawa, Yasuko Aita, Atsumi Tomita, Mikiko Anjo, Riki Tanaka, Tasuki Endo, Ryotaro Kime and Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 A combination of anthropometric parameters and plasma amino acids concentrations could be a reliable biomarker for high and low brown adipose tissue density
3. 学会等名 ObesityWeek 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takafumi Hamaoka
2. 発表標題 Skeletal muscle and brown adipose tissue characteristics determined by near-infrared time-resolved spectroscopy in humans
3. 学会等名 14th ICME International Conference on Complex Medical Engineering (CME 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Kurihara T, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Association between obesity-related genotype score and reduced fat accumulation by aerobic exercise training in healthy young adults
3. 学会等名 The 2020 Yokohama Sport Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中璃己, 布施沙由理, 黒岩美幸, 遠藤祐輝, 木目良太郎, 黒澤裕子, 浜岡隆文
2. 発表標題 鎖骨上窩の褐色脂肪組織密度指標と下肢筋力は関連する
3. 学会等名 第75回日本体力医学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠藤祐輝, 田中璃己, 布施沙由理, 黒岩美幸, 木目良太郎, 黒澤裕子, 浜岡隆文
2. 発表標題 中強度自転車運動中における筋組織血流量の増加が散乱係数変化に及ぼす影響
3. 学会等名 第24回酸素ダイナミクス研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木目良太郎, 遠藤祐輝, 田中璃己, 布施沙由理, 黒岩美幸, 黒澤裕子, 浜岡隆文
2. 発表標題 筋酸素消費量の測定法とその限界
3. 学会等名 第24回酸素ダイナミクス研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Padilla J, Martinez-Lemus LA , Maeda S, Iemitsu M.
2. 発表標題 Time course of improvement in novel nitric oxide-regulated hormones in response to exercise training in middle-aged and older adults
3. 学会等名 ESC Congress 2020(2020.8.29-9.1)The Digital Experience
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hamaoka T, Kuroiwa M, Fuse S, Amagasa S, Kime R, Endo T and Kurosawa Y.
2. 発表標題 "Examination of Metabolic Disease Risk Factors Using Total Hemoglobin and Scattering Coefficient in Subcutaneous White Adipose Tissue "
3. 学会等名 ARTscientific 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hamaoka T, Fuse S, Kuroiwa M, Kime R, Endo T, Tanaka R, Amagasa S, Kurosawa Y
2. 発表標題 Identification of human brown/beige adipose tissue using nearinfrared time-resolved spectroscopy
3. 学会等名 PHOTONICS WEST 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浜岡隆文, 布施沙由理, 黒澤裕子, 黒岩美幸, 田中璃己, 遠藤祐輝, 木目良太郎, 米代武司, 齊藤昌之, 二連木晋輔
2. 発表標題 近赤外時間分解分光法を用いたヒト褐色脂肪組織の評価法
3. 学会等名 第26回医用近赤外線分光法研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京医科大学健康増進スポーツ医学分野  
<http://www.tokyo-med.ac.jp/whocccsm/sportsmed/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
研究分担者	脇 裕典  (waki hironori)  (00466765)	秋田大学・医学系研究科・教授   (11401)	
研究分担者	杉本 昌弘  (sugimoto masahiro)  (30458963)	東京医科大学・医学部・教授   (32645)	
研究分担者	中山 一大  (nakayama kazuhiko)  (90433581)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授   (12601)	

	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
研究協力者	布施 沙由理  (fuse sayuri)		

## 6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	黒岩 美幸  (kuroiwa miyuki)		
研究協力者	米代 武司  (yoneshiro Takeshi)		
研究協力者	田中 璃己  (tanaka riki)		
研究協力者	斉藤 昌之  (saito masayuki)		
研究協力者	黒澤 裕子  (kurosawa yuko)		
研究協力者	遠藤 祐輝  (endo tasuki)		
研究協力者	相田 泰子  (aita yasuko)		
研究協力者	木目 良太郎  (kime ryotaro)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	富田 淳美  (tomita atsumi)		

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