

令和 4 年 9 月 13 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04065

研究課題名(和文)筋量・体力と真に関連するマイオカインの同定と心血管代謝リスク因子との因果関係解明

研究課題名(英文) Assessing causal relationship of skeletal muscle- and fitness-related myokines with cardiometabolic risk factors

研究代表者

谷澤 薫平 (Tanisawa, Kumpei)

早稲田大学・スポーツ科学大学院・専任講師

研究者番号：50771812

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、骨格筋量・体力と関連するマイオカインと心血管代謝リスク因子との因果関係を推定するため、939名の中高齢男女を対象とした横断研究およびメンデルランダム化解析を行った。その結果、本研究で分析したマイオカインX、YおよびZの安静空腹時の血清濃度は、骨格筋量の指標である骨格筋指数と負に関連すること、また、これらの血清濃度が高いほど心血管代謝リスクが高いことが明らかになった。さらに、ゲノムワイド関連解析によりこれらのマイオカイン濃度と関連する一塩基多型を探索し、それらを用いたメンデルランダム化解析を行った結果、マイオカインXおよびZといくつかの心血管代謝リスク因子との因果関係が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

運動の多岐に渡る恩恵を媒介する因子として、骨格筋から分泌されるマイオカインが注目を集めている。しかし、マイオカインの効果を報告した研究のほとんどは細胞・動物レベルの研究であり、ヒトにおけるエビデンスが不足している。したがって、ヒトを対象とした研究により血清マイオカイン濃度と心血管代謝リスク因子の関連についてエビデンスを提供することは、学術的・社会的に意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In the present study, we assessed causal relationships between serum levels of skeletal-muscle- and fitness-related myokines and cardiometabolic risk factors using a Mendelian randomization analysis in 939 middle-aged and elderly men and women. We revealed that fasting serum levels of myokines X, Y, Z that were analyzed in the present study, were negatively correlated with skeletal mass index, and that higher serum levels of these myokines were associated with higher cardiometabolic risks. Furthermore, we explored single nucleotide polymorphisms (SNPs) associated with these myokine levels using a genome-wide association study and performed Mendelian randomization analyses using the SNPs that were associated with serum myokine levels. The Mendelian randomization analyses suggested the causal relationships of myokines X and Z with several cardiometabolic risk factors.

研究分野：運動生理・生化学、スポーツ遺伝学

キーワード：マイオカイン 心血管代謝リスク 骨格筋量 体力 ゲノムワイド関連解析 メンデルランダム化解析

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

習慣的な運動により、全身持久力や筋力などの体力や、骨格筋量を高く保つことが、冠動脈疾患や2型糖尿病をはじめとする心血管代謝疾患の予防において重要であることは周知の事実となりつつあるが、そのメカニズムには不明な点が多く残されている。しかし近年、マイオカインと呼ばれるホルモン様の物質が骨格筋から分泌されることが明らかとなり (Pedersen & Febbraio. 2012)、心血管代謝疾患の予防をはじめとして、運動の様々な恩恵を媒介する因子として注目を集めている。

運動は骨格筋や心臓、脂肪組織のみならず、脳や腸をはじめとするあらゆる臓器に影響を及ぼすことが報告されていることから (Hillman et al. 2008; Cook et al. 2016)、骨格筋から分泌され全身に作用するマイオカインが、運動の多岐に渡る恩恵を媒介すると考えるのは合理的である。しかし、マイオカインの効果を報告した研究のほとんどは細胞・動物レベルの研究であり、ヒトにおいては小規模の研究しか行われていない。そのため、マイオカインが本当に骨格筋量や体力と関連するかどうか、また、インスリン抵抗性や血中脂質などの心血管代謝リスク因子や疾患発症に関連するかどうかについて十分なエビデンスが得られていないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、1000人規模の横断研究により、1)骨格筋量・体力と関連するマイオカインを明らかにすること、2)骨格筋量・体力に関連するマイオカインの血清濃度は、心血管代謝リスク因子の予測因子かどうかを明らかにすること、3)骨格筋量・体力に関連するマイオカインの血清濃度を規定する一塩基多型 (SNP) をゲノムワイド関連解析により同定し、それらを操作変数としたメンデルランダム化解析により、2)で得られた関連の因果関係を推定することである。当初は縦断研究により、5年間の骨格筋量・体力の変化が血清マイオカイン濃度の変化と関連するかどうかを検討する予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大により縦断データの取得ができなかったため、1)~3)のみを実施した。

3. 研究の方法

【対象者】

対象者は早稲田大学の卒業生コホート (WASEDA' S Health Study) に参加した40歳以上の男女1388名とした。最終的に、データ整備とマイオカイン分析が完了した男女939名を対象として解析を行った。

【骨格筋量と全身持久力の評価】

骨格筋量を評価するため、二重エネルギーX線吸収測定法 (DXA) により四肢除脂肪軟組織量を測定し、骨格筋指数 (四肢除脂肪軟組織量/身長²) を求めた。また、全身持久力を評価するため、自転車エルゴメーターを用いた漸増運動負荷試験を行い、最大酸素摂取量を測定した。

【心血管代謝リスク因子の測定】

心血管代謝リスク因子として、収縮期・拡張期血圧、中性脂肪、HDLコレステロール、LDLコレステロールおよびインスリンの血清濃度、血漿グルコース濃度およびヘモグロビンA1cを測定した。

【SNPジェノタイピングとインピュテーション】

対象者の血液から抽出したDNAを用いて、Infinium HumanCoreExome BeadChipによる網羅的なジェノタイピングを行い、約55万個のSNPの遺伝型データを取得した。遺伝型データのクオリティコントロールは、遺伝統計解析ソフトPLINKを用いて行った。SNP call rateが98%未満のサンプル、遺伝型データの主成分分析の結果、日本人のクラスターから大きく外れたサンプル、1%以上のサンプルにおいて遺伝型に欠損があるSNP、遺伝型の頻度がハーディ・ワインベルグ平衡から逸脱しているSNP、マイナーアレル頻度が5%未満のSNPを除外した。

クオリティコントロールを通過したサンプルについて、ソフトウェアBeagle5.4を用いたプレフェージングと、1000人ゲノムプロジェクトをリファレンスパネルとした遺伝型データのインピュテーションを行い、SNP情報を補完した。インピュテーションのクオリティが低いSNP ($R^2 < 0.7$) を除外し、最終的に5,096,965個のSNPが解析対象となった。

【血中マイオカイン濃度の測定】

まず、本研究で解析するマイオカインを選定するため文献を精査した。その後、先行研究において糖代謝や脂質代謝との関連が示唆されており、かつ運動により血中濃度が変動することが報告されているマイオカインを3つ選定した (X、Y、Zとする)。安静・空腹条件の採血後に、 -80°C で3~7年冷凍保存していた血清を用いて、マイオカインX、YおよびZの濃度をELISA法により分析した。

【ゲノムワイド関連解析】

年齢と性別を調整因子とした線形混合モデル(ゲノム解析パッケージGCTAのfastGWAを使用)により、SNPと血清マイオカイン濃度の関連を解析した。ゲノムワイド関連解析における有意水準は 5.0×10^{-8} とした。

【メンデルランダム化解析】

血清マイオカイン濃度に関連するSNPを操作変数、心血管代謝リスク因子をアウトカムとしたメンデルランダム化解析を行った。具体的には、血清マイオカイン濃度に関連する複数のSNPを用いて、それらの曝露因子(血清マイオカイン濃度)およびアウトカム(心血管代謝リスク因子)との関連の強さと方向性、さらにはそれらの複合的な影響から、遺伝的に予測されるマイオカイン濃度の増加と心血管代謝リスク因子との関連を示すことにより、因果関係を推定した。ゲノムワイド関連解析において $P < 5.0 \times 10^{-8}$ を満たすSNPが少ないことが予想されたため、SNPの選出基準は $P < 1.0 \times 10^{-5}$ とした。また、血清マイオカイン濃度と心血管代謝リスク因子の逆の因果関係を検討するため、心血管代謝リスク因子を操作変数、血清マイオカイン濃度をアウトカムとしたメンデルランダム化解析も行った。

4. 研究成果

【骨格筋指数および最大酸素摂取量と血清マイオカイン濃度の関連】

年齢、性別およびBMIで調整した偏相関分析の結果、3つのマイオカインX、YおよびZの血清濃度と骨格筋指数との間に有意な負の相関が認められた(マイオカインX: $r = -0.132$, $P < 0.001$; マイオカインY: $r = -0.085$, $P = 0.010$; マイオカインZ: $r = -0.105$, $P = 0.001$)。また、マイオカインXと最大酸素摂取量との間に有意な負の相関が認められた($r = -0.130$, $P < 0.001$)。マイオカインYおよびZと最大酸素摂取量との間に有意な相関は認められなかった。

【血清マイオカイン濃度と心血管代謝リスク因子の関連】

年齢、性別およびBMIで調整した偏相関分析の結果、マイオカインXと収縮期血圧($r = 0.102$, $P = 0.002$)、拡張期血圧($r = 0.147$, $P < 0.001$)および血清中性脂肪濃度($r = 0.294$, $P < 0.001$)との間に有意な正の相関が認められた。一方、マイオカインXと血清LDLコレステロール濃度との間に有意な負の相関が認められた($r = -0.083$, $P = 0.012$)。また、マイオカインYと収縮期血圧($r = 0.101$, $P = 0.002$)、拡張期血圧($r = 0.093$, $P = 0.004$)、血清LDLコレステロール濃度($r = 0.068$, $P = 0.038$)、血漿グルコース濃度($r = 0.073$, $P = 0.025$)およびヘモグロビンA1C($r = 0.072$, $P = 0.028$)との間に有意な正の相関が認められた。さらに、マイオカインZと血漿グルコース濃度($r = 0.078$, $P = 0.017$)およびヘモグロビンA1C($r = 0.120$, $P < 0.001$)との間に有意な正の相関が認められた。

【ゲノムワイド関連解析の結果】

ゲノムワイド関連解析により、5,096,965個のSNPとマイオカインX、YおよびZの血清濃度との関連を解析し、これらのマイオカイン濃度を規定する遺伝子座を探索した。マイオカインXについては、ゲノムワイド関連解析の有意水準($P < 5.0 \times 10^{-8}$)を満たす遺伝子座が1個(図1A)、マイオカインZについては、有意水準を満たす遺伝子座が11個同定された(図1C)。マイオカインYについては、有意水準を満たす遺伝子座は同定されなかった(図1B)。

【メンデルランダム化解析の結果】

11個のSNPを用いて遺伝的に予測されるマイオカインXの血清濃度の増加は、収縮期血圧、拡張期血圧および血清中性脂肪濃度の増加と有意に関連していた(図2A、B、C)。一方、遺伝的に予測される収縮期血圧、拡張期血圧および血清中性脂肪濃度の増加もマイオカインXの血清濃度の増加に関連していたため、両方向の因果関係が示唆された。48個のSNPを用いて遺伝的に予測されるマイオカインZの血清濃度の増加は、ヘモグロビンA1Cの増加と有意に関連した(図2D)。遺伝的に予測されるヘモグロビンA1c濃度はマイオカインZとは関連しなかった。マイオカインYについては、操作変数に用いるSNP数が少なかったため、解析を行わなかった。

【結論】

以上の結果より、骨格筋指数が低いほどマイオカインX、YおよびZの安静空腹時の血清濃度が高いこと、また、これらの血清濃度が高いほど心血管代謝リスクが高いことが明らかになった。さらに、メンデルランダム化解析の結果、マイオカインXおよびZと、いくつかの心血管代謝リスク因子との因果関係が示唆された。メンデルランダム化解析において、遺伝的に予測されるマイオカインの血清濃度と心血管代謝リスク因子の関連の向きは、実際の血清濃度と心血管代謝リスク因子の関連の向きと一致していた。また、動物実験により、これら3つのマイオカインは健康に有益な影響をもたらすことが報告されている。これらを考慮すると、骨格筋量が少ない者において、インスリン抵抗性やレプチン抵抗性のように「マイオカイン抵抗性」が生じ、マイオカインの恩恵を受けにくくなるため、心血管代謝リスクが高まるのかもしれない。しかし、本研究で認められたマイオカインX、Y、Zと心血管代謝リスク因子の関連はいずれも弱く、心血管代謝リスクに対するこれらのマイオカインの貢献度は低いと考えられる。

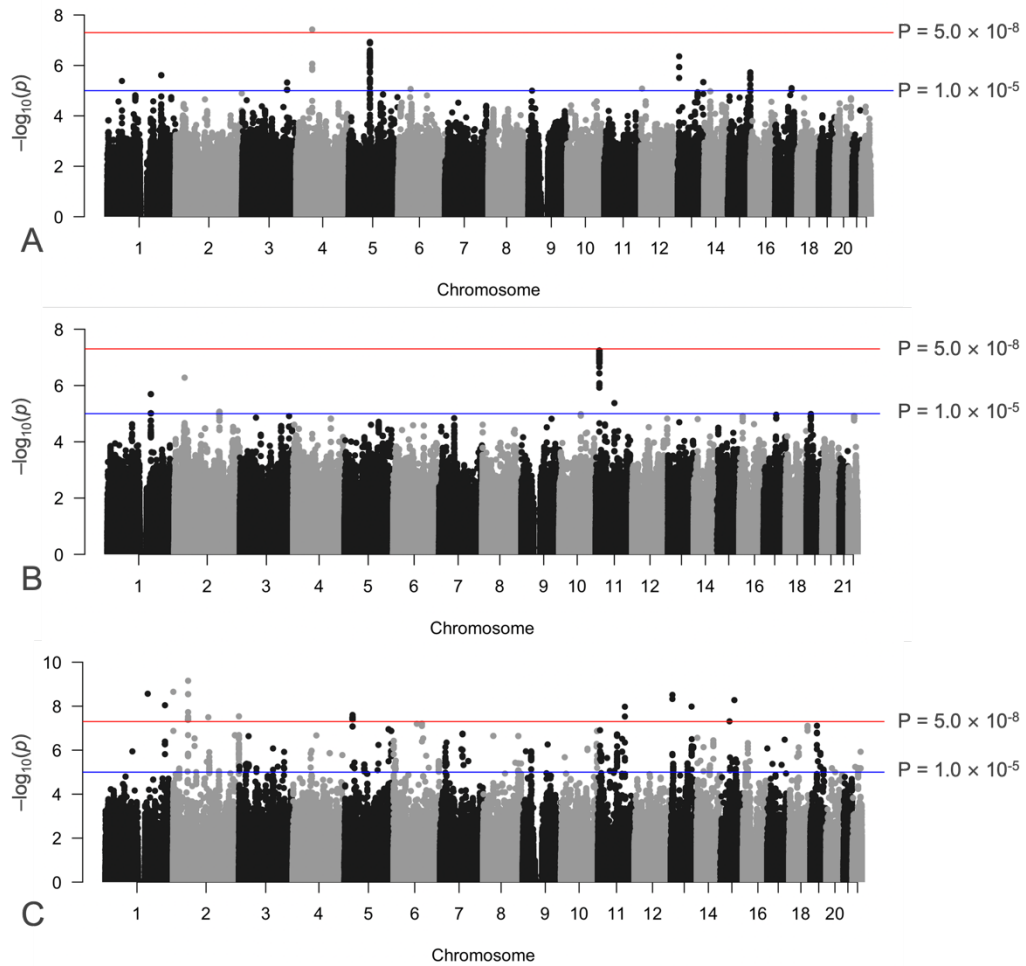


図 1. SNP とマイオカインの関連を示すマンハッタンプロット

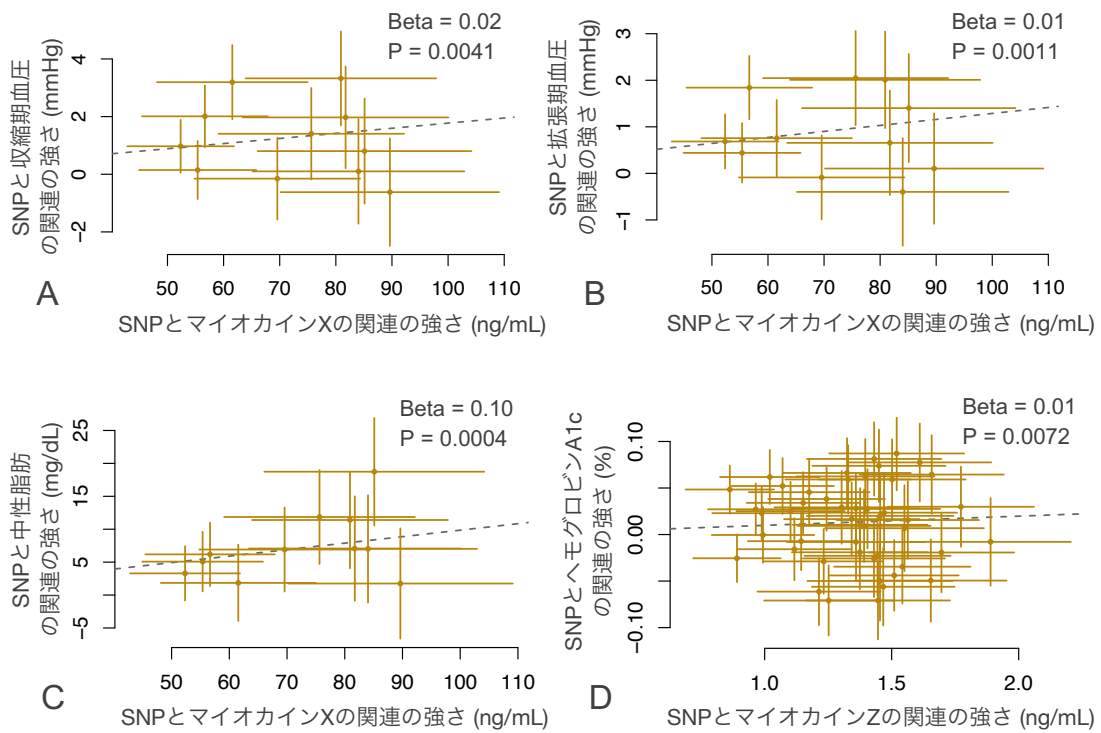


図 2. メンデルランダム化解析の結果

(マーカー：各 SNP と曝露因子およびアウトカムとの関連の強さ、実線：95%信頼区間)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 24件）

1. 著者名 Wang D, Sawada SS, Tabata H, Kawakami R, Ito T, Tanisawa K, Higuchi M, Ishii K, Oka K, Suzuki K, Sakamoto S	4. 巻 22(1)
2. 論文標題 The combination of cardiorespiratory fitness and muscular fitness, and prevalence of diabetes mellitus in middle-aged and older men: WASEDA'S Health Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BMC Public Health	6. 最初と最後の頁 626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12889-022-12971-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 Watanabe D, Murakami H, Gando Y, Kawakami R, Tanisawa K, Ohno H, Konishi K, Sasaki A, Morishita A, Miyatake N, Miyachi M	4. 巻 9
2. 論文標題 Association Between Temporal Changes in Diet Quality and Concurrent Changes in Dietary Intake, Body Mass Index, and Physical Activity Among Japanese Adults: A Longitudinal Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Front Nutr	6. 最初と最後の頁 753127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnut.2022.753127	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 Tanisawa K, Ito T, Kawakami R, Usui C, Kawamura T, Suzuki K, Sakamoto S, Ishii K, Muraoka I, Oka K, Higuchi M	4. 巻 9
2. 論文標題 Association Between Dietary Patterns and Different Metabolic Phenotypes in Japanese Adults: WASEDA'S Health Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Front Nutr	6. 最初と最後の頁 779967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnut.2022.779967	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 Triplette J, Gando Y, Murakami H, Kawakami R, Tanisawa K, Ohno H, Konishi K, Tanimoto M, Tanaka N, Kawano H, Yamamoto K, Morishita A, Iemitsu M, Sanada K, Miyatake N, Miyachi M	4. 巻 13(1)
2. 論文標題 Effect of a 1-year intervention comprising brief counselling sessions and low-dose physical activity recommendations in Japanese adults, and retention of the effect at 2 years: a randomized trial	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Sports Sci Med Rehabil	6. 最初と最後の頁 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13102-021-00360-7	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 Kawakami R, Miyachi M, Tanisawa K, Ito T, Usui C, Midorikawa T, Torii S, Ishii K, Suzuki K, Sakamoto S, Higuchi M, Muraoka I, Oka K	4. 巻 40(11)
2. 論文標題 Development and validation of a simple anthropometric equation to predict appendicular skeletal muscle mass	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clin Nutr	6. 最初と最後の頁 5523-5530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clnu.2021.09.032	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 Ash GI, Stults-Kolehmainen M, Busa MA, ...Tanisawa K, ...Gerstein MB (他43名)	4. 巻 51(11)
2. 論文標題 Establishing a Global Standard for Wearable Devices in Sport and Exercise Medicine: Perspectives from Academic and Industry Stakeholders	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports Med	6. 最初と最後の頁 2237-2250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40279-021-01543-5	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 Tanisawa K, Ito T, Kawakami R, Usui C, Kawamura T, Suzuki K, Sakamoto S, Ishii K, Muraoka I, Oka K, Higuchi M	4. 巻 127
2. 論文標題 Association between alcohol dietary pattern and prevalence of dyslipidaemia: WASEDA'S Health Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Br J Nutr	6. 最初と最後の頁 1712-1722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0007114521002671	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 Muniz-Pardos B, Angeloudis K, Guppy FM, Keramitsoglou I, Sutehall S, Bosch A, Tanisawa K, Hosokawa Y, Ash GI, Schobersberger W, Grundstein AJ, Casa DJ, Morrissey MC, Yamasawa F, Zelenkova I, Racinais S, Pitsiladis Y	4. 巻 61(8)
2. 論文標題 Wearable and telemedicine innovations for Olympic events and elite sport	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Sports Med Phys Fitness	6. 最初と最後の頁 1061-1072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23736/S0022-4707.21.12752-5	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 Kawamura T, Tanisawa K, Kawakami R, Usui C, Ito T, Tabata H, Nakamura N, Kurosawa S, Choi W, Ma S, Radak Z, Sawada SS, Suzuki K, Ishii K, Sakamoto S, Oka K, Higuchi M, Muraoka I	4. 巻 2021
2. 論文標題 Determinants of Resting Oxidative Stress in Middle-Aged and Elderly Men and Women: WASEDA'S Health Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Oxid Med Cell Longev	6. 最初と最後の頁 5566880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2021/5566880	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 Watanabe D, Murakami H, Ohno H, Tanisawa K, Konishi K, Todoroki-Mori K, Tsunematsu Y, Sato M, Ogata Y, Miyoshi N, Kubota N, Kunisawa J, Wakabayashi K, Kubota T, Watanabe K, Miyachi M	4. 巻 21(1)
2. 論文標題 Stool pattern is associated with not only the prevalence of tumorigenic bacteria isolated from fecal matter but also plasma and fecal fatty acids in healthy Japanese adults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Microbiol	6. 最初と最後の頁 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12866-021-02255-6	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 Park J, Kato K, Murakami H, Hosomi K, Tanisawa K, Nakagata T, Ohno H, Konishi K, Kawashima H, Chen YA, Mohsen A, Xiao JZ, Odamaki T, Kunisawa J, Mizuguchi K, Miyachi M	4. 巻 21(1)
2. 論文標題 Comprehensive analysis of gut microbiota of a healthy population and covariates affecting microbial variation in two large Japanese cohorts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Microbiol	6. 最初と最後の頁 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12866-021-02215-0	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 Muniz-Pardos B, Angeloudis K, Guppy FM, Tanisawa K, Hosokawa Y, Ash G, Schobersberger W, Grundstein A, Bargoria V, Lwande GO, Ombaka JH, Ergen E, Yamasawa F, Racinais S, Casa DJ, Pitsiladis YP	4. 巻 55(23)
2. 論文標題 Potential use of new cooling technologies during Tokyo 2020 Olympics and associated ethical dilemmas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Br J Sports Med	6. 最初と最後の頁 1315-1316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bjsports-2021-104014	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 Muniz-Pardos B, Angeloudis K, Guppy FM, Tanisawa K, Hosokawa Y, Ash GI, Schobersberger W, Grundstein AJ, Yamasawa F, Racinais S, Casa DJ, Pitsiladis YP	4. 巻 7(2)
2. 論文標題 Ethical dilemmas and validity issues related to the use of new cooling technologies and early recognition of exertional heat illness in sport	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMJ Open Sport Exerc Med	6. 最初と最後の頁 e001041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bmjsem-2021-001041	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 Hamilton BR, Lima G, Barrett J et al.	4. 巻 51(7)
2. 論文標題 Integrating Transwomen and Female Athletes with Differences of Sex Development (DSD) into Elite Competition: The FIMS 2021 Consensus Statement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports Med	6. 最初と最後の頁 1401-1415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40279-021-01451-8	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 Miyamoto-Mikami E, Kumagai H, Tanisawa K, Taga Y, Hirata K, Kikuchi N, Kamiya N, Kawakami R, Midorikawa T, Kawamura T, Kakigi R, Natsume T, Zempo H, Suzuki K, Kohmura Y, Mizuno K, Torii S, Sakamoto S, Oka K, Higuchi M, Naito H, Miyamoto N, Fuku N.	4. 巻 53(9)
2. 論文標題 Female Athletes Genetically Susceptible to Fatigue Fracture Are Resistant to Muscle Injury: Potential Role of COL1A1 Variant	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Med Sci Sports Exerc	6. 最初と最後の頁 1855-1864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002658	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 Chen YA, Park J, Natsume-Kitatani Y, Kawashima H, Mohsen A, Hosomi K, Tanisawa K, Ohno H, Konishi K, Murakami H, Miyachi M, Kunisawa J, Mizuguchi K	4. 巻 15(12)
2. 論文標題 MANTA, an integrative database and analysis platform that relates microbiome and phenotypic data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0243609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0243609	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 Usui C, Kawakami R, Tanisawa K, Ito T, Tabata H, Iizuka S, Kawamura T, Midorikawa T, Sawada SS, Torii S, Sakamoto S, Suzuki K, Ishii K, Oka K, Muraoka I, Higuchi M	4. 巻 15(10)
2. 論文標題 Visceral fat and cardiorespiratory fitness with prevalence of pre-diabetes/diabetes mellitus among middle-aged and elderly Japanese people: WASEDA'S Health Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 241018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0241018	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 Watanabe D, Murakami H, Ohno H, Tanisawa K, Konishi K, Tsunematsu Y, Sato M, Miyoshi N, Wakabayashi K, Watanabe K, Miyachi M	4. 巻 10(1)
2. 論文標題 Association between dietary intake and the prevalence of tumourigenic bacteria in the gut microbiota of middle-aged Japanese adults	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 15221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-72245-7	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 Kawakami R, Miyachi M, Sawada SS, Torii S, Midorikawa T, Tanisawa K, Ito T, Usui C, Ishii K, Suzuki K, Sakamoto S, Higuchi M, Muraoka I, Oka K	4. 巻 20(10)
2. 論文標題 Cut-offs for calf circumference as a screening tool for low muscle mass: WASEDA'S Health Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geriatr Gerontol Int	6. 最初と最後の頁 943-950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.14025	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 Tanisawa K, Wang G, Seto J, Verdouka I, Twycross-Lewis R, Karanikolou A, Tanaka M, Borjesson M, Di Luigi L, Dohi M, Wolfarth B, Swart J, Bilzon JLJ, Badiieva V, Papadopoulou T, Casasco M, Geistlinger M, Bachl N, Pigozzi F, Pitsiladis Y	4. 巻 54(16)
2. 論文標題 Sport and exercise genomics: the FIMS 2019 consensus statement update	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Br J Sports Med	6. 最初と最後の頁 969-975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bjsports-2019-101532	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 Tanisawa K, Wang G, Seto J, Verdouka I, Twycross-Lewis R, Karanikolou A, Tanaka M, Borjesson M, Di Luigi L, Dohi M, Wolfarth B, Swart J, Bilzon JLJ, Badiieva V, Papadopoulou T, Casasco M, Geistlinger M, Bachl N, Pigozzi F, Pitsiladis Y	4. 巻 54(16)
2. 論文標題 Sport and Exercise Genomics: The FIMS 2019 Consensus Statement Update	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Br J Sports Med	6. 最初と最後の頁 969-975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bjsports-2019-101532	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 Ito T, Tanisawa K, Kawakami R, Usui C, Ishii K, Suzuki K, Sakamoto S, Muraoka I, Oka K, Higuchi M	4. 巻 12(1)
2. 論文標題 Micronutrient Intake Adequacy in Men and Women With a Healthy Japanese Dietary Pattern	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu12010006	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 Sun X, Tanisawa K, Zhang Y, Ito T, Oshima S, Higuchi M, Cao ZB	4. 巻 75(4)
2. 論文標題 Effect of Vitamin D Supplementation on Body Composition and Physical Fitness in Healthy Adults: A Double-Blind, Randomized Controlled Trial	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ann Nutr Metab	6. 最初と最後の頁 231-237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000504873	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 該当する

1. 著者名 Sun X, Tanisawa K, Ito T, Oshima S, Higuchi M, Cao ZB	4. 巻 28(3)
2. 論文標題 Ageing Affects the Association Between Serum 25- Hydroxyvitamin D Concentrations and Cardiorespiratory Fitness in Middle-Aged and Elderly Men	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asia Pac J Clin Nutr	6. 最初と最後の頁 614-620
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6133/apjcn.201909_28(3).0022	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 Kitazoe Y, Kishino H, Tanisawa K, Udaka K, Tanaka M	4. 巻 18(4)
2. 論文標題 Renormalized Basal Metabolic Rate Describes the Human Aging Process and Longevity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Aging Cell	6. 最初と最後の頁 e12968
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ace1.12968	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0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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