

令和元年6月4日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2014～2018

課題番号：26220201

研究課題名(和文) 時間栄養学を視点とした機能性食品成分の探索と応用研究

研究課題名(英文) Basic and applied studies of chrononutrition based on development of functional foods and nutrients

研究代表者

柴田 重信 (shibata, shigenobu)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10162629

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 92,800,000円

研究成果の概要(和文)：機能性食品成分で時計の位相に影響するノビレチン、オルニチン、ネムノキ、フェルラ酸や漢方を同定できた。朝食によるリセットの仕組みをインスリン系以外に、タンパク質食で動くIGF-1系を発見した。これは、夕食より朝食のタンパク質摂取が、骨格筋保持に重要であるという発見と相まって、朝食におけるタンパク質の重要性を強く意義付けた。また、某区の小中学生約1万人の調査で、朝食のタンパク質摂取量と、勉強好き、体力、早起きに正の相関が見られ、朝食タンパク質の重要性を示唆した。また、腸内細菌・便秘等、24時間血糖コントロールに朝食のキクイモ・イヌリン摂取が効果的であることをマウスおよびヒトの研究で明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先に述べた機能性食品の知財は共同特許を出願できた。期間中に体内時計がノーベル医学・生理学賞になったことと、時間栄養科学学会という学会を立ち上げたことから、時間栄養学の考え方の浸透が進み社会的貢献を行えた。また、研究成果は早稲田大学で2回プレス発表を行い、Nature review誌の依頼寄稿も受けることができた。朝食におけるタンパク質の意義については、NHKの番組でも3度取り上げられた。また、朝食タンパクの有用性としては、「毎朝これ1本」という、魚由来タンパク質製品の発売に貢献した。ヒトを対象としたイヌリン・菊芋の時間栄養学的研究は、レシピカードや書籍の出版を含め研究成果の普及中である。

研究成果の概要(英文)：We could identify nobiletin, ornithine, cypress and Chinese medicine that affect the phase of the peripheral clock. The intellectual property of the functional food mentioned above acquired the joint patents. In addition to the insulin system, we have discovered the IGF-1 system, which runs on a protein diet. Coupled with the above finding, protein intake for breakfast rather than dinner is more important for skeletal muscle retention. In addition, intake of Jerusalem artichoke and inulin at breakfast was effective for 24-hour blood glucose control, intestinal bacteria and constipation. The chrono-nutrition research has been carried out until the publication of recipe cards and books. We have set up a society called "Chrono-nutrition Science Study Group" and made a social contribution. Also, the research results were press-announced twice at Waseda University, the significance of protein for breakfast was also taken up three times in NHK programs.

研究分野：時間生物学、応用健康科学、食生活科学

キーワード：体内時計 時間栄養学 時間運動学 機能性食品 メタボリックシンドローム 腸内細菌 健康科学
介入試験

1. 研究開始当初の背景

(1) 体内時計遺伝子発現について。

1997年に哺乳動物の体内時計遺伝子*Per1, Clock*が発見され時計の24時間発振の分子機構の解明が進んだ。一連の研究からわかったことは、時計遺伝子の発現リズムは視交差上核(主時計)に強力に発現されるのみならず、大脳皮質、海馬、線条体などの脳部位(脳時計)さらに末梢臓器の肝臓、膵臓、脂肪、骨格筋など(末梢時計)にも強く発現することがわかった。すなわち、視交差上核以外に発現している時計遺伝子はその下流遺伝子をリズム性に調節し、それぞれの臓器・組織特異的な働きを示していると考えられる。体内時計は周期、位相、振幅の構成要素がある。夜型人間は周期が長く、位相が後退気味であり、高齢者は周期が短く位相が前進気味で振幅が小さくなる。シフトワーク時は、位相が乱れ振幅が小さくなる。従って、食品成分が周期、位相、振幅に影響及ぼすことを発見すれば、体内時計調整の機能性食品の開発が可能となる。

(2) 体内時計と食・栄養の相互作用。

時間生物学の発展により、体内時計と薬の関係(時間薬理)がクローズアップされ、薬の飲むタイミングと薬効の関係が明らかになり、臨床応用されてきた。一方で、体内時計と食・栄養の関係は最近注目を浴びてきた。食習慣や栄養が体内時計の位相、振幅、周期に与える可能性を調べる学問(体内時計作用栄養学)と、体内時計が栄養の吸収・代謝・排泄に与える影響を調べる学問(時間栄養学)に2大別できた。

体内時計作用栄養学。脳時計や末梢時計は毎日の食餌でリセットできることが分かった。さらに朝夕の2食実験で、絶食を長く取って食べた餌でリセットされやすい(朝食効果)ことが分かった。「早寝早起き朝ごはん」のうち、生体リズムを整えるには「早起きと朝ごはん」が重要なファクターになることを説明できる。食事による同調のシグナルの一部はインスリン分泌によると考えている。しかしながら、三大栄養素のうち、タンパク質、脂質の体内時計リセットの役割は不明である。一方、化合物ライブラリーを用いた研究は米国を中心に行われているが食品成分群、薬膳に使われる生薬、天然物化合物については十分にはスクリーニングされていない。

時間栄養学。時計遺伝子変異マウスを用いたマイクロアレイによる遺伝子発現プロファイル調べた研究によると、約10-15%の遺伝子が、特にエネルギー代謝に関わる遺伝子が時計の制御下にあることが分かった。すなわち、糖(SGLT1, Glut2/5など)、アミノ酸・ペプチド(Pept1など)、脂質(Fbtp1, MTPなど)の取り込みが体内時計に支配され、時刻依存的な取り込み増大が起こる。

2. 研究の目的

(1) **体内時計に作用する食品成分のスクリーニング。** *Per2::luciferase*による時計遺伝子モニター細胞、インビボ時計遺伝子モニターマウスなどを駆使し、食品成分、トクホなどの時計位相、周期、振幅に対する作用をスクリーニングし、有効成分を同定する。予備研究から、フラボノイド類、数種のアミノ酸、DHA/EPAなどの脂肪酸なども候補として取り上げる。

(2) **時間栄養学による機能性食品の開発。**機能性食品を朝食と夕食に与えた場合の作用の差異を明らかにする。特にオリゴ糖、カテキン、フラボノイド、DHA/EPAの抗肥満、抗コレステロール効果を朝・夕の摂取で比較し、適切な摂取時刻を見出す。シフトワークモデルマウス、時計遺伝子変異マウスを用いて、体内時計の不調による生活習慣病の予防が出来る食事の摂取パターン(食事回数、間隔、食事量比、内容)を見出す。

(3) **ヒトの食生活パターンと体内時計との関係解明。**ヒトの髭を4時間間隔で5-8本集め、毛包細胞からmRNA抽出し、時計遺伝子の発現パターンで、個人の体内時計のプロファイルを見出すことに成功した。そこで、(1)で見出された食品を与え、ヒトの時計の位相と振幅にどのように作用するかを明らかにする。リズムが乱れた人(シフトワーク、極端な夜型、海外旅行者、うつ病)を対象に(2)で見出された食パターンや機能性食品が有効か否かを髭のリズムで検証する。

3. 研究の方法

細胞研究では、大きく2つの研究を行っている。*Per2::luc* マウスの胎児線維芽細胞を用いて、生物発光リズムを指標にして、漢方薬、生薬、機能性食品成分等の体内時計に対する作用を、振幅、周期、リズムの強さについて調べる。また、光や食事成分を一過性に与えると体内時計がリセットされるので、これらの成分も類似した作用があるか否かについて、途中滴下実験を行っている。この場合、朝の光が位相前進、夜の光が後退させるので、食成分も位相前進・

後退を指標に評価する。

マウス研究は、多岐に渡って研究を行う。Per2::Luc マウスのインビボイメージングによる、末梢臓器のリズムの位相や振幅に対する、各種成分の効果を、実際に与えて調べる。時計が動くときには、Per1,Per2,Rev-erb 遺伝子発現が一過性に变化するので、これらの变化を、脳、末梢各臓器で調べる。また、高脂肪食、高糖食によるメタボリックシンドローム・腸内細菌叢不調が、機能性成分の朝・夕いずれの投与で予防できるか否かを調べる。同様に、後肢懸垂のサルコペニアモデル、卵巣切除の骨粗しょう症モデル、慢性ストレスの不眠症モデルマウスなどを用意し、これらの予防効果が朝夕のいずれで顕著であるかを調べる。さらに、時計遺伝子変異マウス、シフトワークマウス、社会的時差ボケマウスなど、時計の変調を戻す食品成分を、行動学・生化学・分子生物学的に明らかにする。ヒトの研究も、体内時計作用栄養学の視点と、時間栄養学の視点で、研究を行っている。例えば、オルニチンや牛乳成分の朝摂取が体内時計をリセットできるか髣時計遺伝子・唾液メラトニンで調べる。あるいは、朝夕のいずれのタンパク質摂取が筋肥大をもたらすか生体成分測定で、朝夕の水溶性食物繊維のいずれが腸内細菌・認知・睡眠に有効かを、糞便の細菌叢・有機酸、質問紙等で調べる。

4. 研究成果

(1) 体内時計作用栄養学の視点での研究成果

ポリフェノール。 最近、ポリフェノールは、メタボ予防の機能性表示食品などとして広く開発されている。そこで、フラボン、フラバン、フラボノール、イソフラボン、ポリメトキシフラボンの体内時計の位相、周期に対する作用を調べた結果、ノビレチンに周期延長、振幅増大、位相同調作用が見つかった (PLoS ONE, 2017)。したがって極端な朝型で体内時計が衰えている高齢者の食材開発が期待できる。また、4'-デメチルノビレチンはより強力な時計リセット効果を有することを見出した (特許出願、富士産業との共同)。

カフェイン。 ヒトの場合、カフェインは朝から夕方まで摂取し、夜は摂取しない。細胞・マウスを用いて、夜間の摂取が体内時計を乱し、夜型化を助長し、逆に朝の摂取は覚醒させるとともに朝型化させることが分かった (Br. J. Pharmacol. 2015)。翌年ヒトでも夜間の摂取による夜型化が実証された。社会的時差ボケでリズムをよりリセットさせるために有用であることが分かった。

オルニチン。 オルニチンは疲労回復、肝機能改善などを有するアミノ酸として広く開発されている。肝臓の体内時計はコレステロール・アルブミン合成などの時間制御に関わることから、オルニチンが体内時計影響する可能性を調べた結果、オルニチンはインスリン分泌を高め特に肝臓の体内時計をリセットすることが分かった (Scientific Reports, 2016、キリンとの共同研究)。現在、ヒトの体内時計リセット効果が見られることが分かった (Chronobiology International, 2018, 特許出願、キリン(株)との共同)。

漢方薬。 漢方薬や生薬は、臓器特異的というよりは、生体全体の機能を良くすることが目的で使用される場合も多い。そこで、市販されている漢方薬を構成する生薬約40種類を、周期・振幅の観点と位相の観点から調べた。その結果、猪苓、柴胡は体内時計の位相に影響を及ぼす可能性が見出された (Nutrition Research, revised 2017)。一方で、遠志は周期を短縮する効果が見られた。周期を短縮する物質は非常にまれであるので、引き続き、単一候補物質まで分離・同定中である。また、漢方薬でも消化器に作用するものは、大腸の腸内細菌叢に影響を及ぼす可能性を見出した。

ヒトの食事の影響。 マウスの標準食 (AIN-93M) と、ヒト用の標準食、腎臓病食、糖尿病食さらに低炭水化物食を用意し、比較検討した。その結果、マウスの標準食に比較してヒトの食事は炭水化物成分が少な目であり、位相同調効果は弱かったが、この4種類のヒトの食事間の差は少なかったため、ヒトへの機能食品投与の標準食になりうるということが分かった (Chronobiology International, 2019)。また、糖尿病でインスリンが使えない状態の体内時計のリセットに、IGF-1 が代償的な役割を示すこと見出し (Ebiomedicine, 2018)、プレス発表を行った。

食事のタイミングの影響。 食事が末梢組織の体内時計を同調することは良く知られているが、どのような周期の食べ方が同調させるか不明であった。そこで、周期を変えて研究すると、12時間や18時間周期ではダメで、24時間周期に近い食べ方が同調しやすいことが分かった。すなわち朝食は体内時計同調効果が強いとしても、毎日似たような時刻に食べることが同調を強める可能性を示した (Scientific Reports, 2015)。ヒトの食事パターンを考慮した研究は世界でも行われておらず、マウス研究とヒト研究の橋渡しに重要な研究となっている。

老化とストレス。 機能性食品として、アンチエイジングや抗ストレス作用をターゲットにした機能成分も開発されつつある。実際、老化やストレスが体内時計に異常を引き起こせば、これらの機能性食品は体内時計を正常化させ結果的に健康維持に寄与する可能性がある。老化マウスの体内時計は、中枢時計からの末梢時計への交感神経性の制御が弱くなっていることが判明した。すなわち交感神経を上昇させるような機能性食材が効果的である可能性が指摘される (NPJ aging an mechanism of disease, 2016)。一方、ストレスは末梢、脳のいずれの時計の位相もストレスのタイミングで移動し、かつ睡眠に入る頃の心理・物理のいずれのストレスも、時計遺伝

子の発現を平坦化、魔の時間であることが分かった (Scientific Reports, 2015)。

(2) 時間栄養学

筋肥大とタンパク質やアミノ酸。サルコペニア、ロコモ障害のいずれも骨格筋の委縮や関節機能の不調が現れてくる。そこで、タンパク質やアミノ酸の摂取タイミングで、筋肥大や筋委縮の予防効果が表れる可能性を追求した。朝食にタンパク質含量の多い食事が重要であることが分かった (Cell Reports, revised, 2019)。また、運動によるサルコペニア予防では、朝の運動は夕に比較しサルコペニア予防効果が強いことが分かった (EbioMedicine, 2018)。

ダイゼインと骨体積密度。ロコモ障害やフレイル(虚弱)になると、骨粗しょう症の危険率が高くなり、寝たきりの危険をはらむ。特に女性の場合は閉経後の骨粗鬆症が問題になっており、女性ホルモン製剤や類似するイソフラボンが予防・治療に使用されている。イソフラボンは大豆製品に豊富に含まれるが、過剰摂取も問題視されている。そこで、適切な摂取タイミングが見いだせれば、副作用軽減にも役立つ。卵巣摘出マウスでは骨体積密度が低下し、朝・夕のいずれかにダイゼインを含む餌を与えたところ、朝に比較し夕に予防効果が顕著に表れた。

以上の研究成果を考案すると、牛乳(乳タンパク)、納豆(大豆たんぱく)で筋委縮予防や筋肥大を求めるとすれば朝方により摂取し、牛乳(良質なカルシウム)、納豆(イソフラボン)で骨粗鬆予防や骨密度増大を望むのであれば、夕方の摂取が有効であるといえた。

カフェインの抗肥満作用。カフェインの夕摂取は体内時計を夜型化することを先の「体内時計作用栄養学」の項目で述べた。そこで、「時間栄養学」の視点で朝摂取と夕摂取で抗肥満効果に差が出るか否かについてマウスで調べた。その結果、朝摂取のカフェインやコーヒーには高脂肪食による体重増加の抑制作用や、内臓脂肪肥大の抑制作用が見られた。

イヌリンと大腸・腸内細菌。腸内細菌叢の研究は次世代シークエンサーの有効利用から、画期的に進歩した。また、腸内細菌が生産する短鎖脂肪酸の有用性が指摘されている。さらに腸内細菌とメタボの関係、腸脳連関から腸内細菌と精神疾患が議論されている。一方、プレおよびプロバイオティックスの摂取タイミングの研究は皆無である。セルロースをイヌリンや難消化性デキストリンに置換した AIN-93M 食は腸内細菌を活発にし、酢酸・酪酸・プロピオン酸を増やし、pH を低下させ、自然免疫に重要な IgA を増加させるが、この効果は、朝摂取が夕摂取より、より強力であることが分かった。

(3) ヒトの研究

髭の毛包細胞による体内時計指標。髭を4時間おき6ポイント抜き、毛包細胞の時計遺伝子発現リズムを指標に、朝型と夜型の人による違いや、活動性の違い、肥満率の違い等の相関性を調べた。その結果、活動的であれば Per3 遺伝子の振幅が大きくなることを見出した (Scientific Reports, 2016)。また、社会的時差ボケが大きい人は体内時計のリズム性が非常に悪いことが分かった (Scientific Reports, 2018)。夜食症のヒトの体内時計は個体差がおおきくなるし、睡眠相後退症の人の時計は極端遅れていた (Chronobiology International, 2018)。また、一過性の徹夜では影響弱く、シフトワーク人は体内時計のリズムが弱くなりながら、個体差が大きくなった (Sleep Medicine, 2019)。

茶カテキンの摂取タイミングと血糖抑制作用。茶カテキンは、急性投与でも、慢性投与でも、血糖値の抑制効果は夕方施行に見られた (Journal nutritional Biochemistry, revised, 2019)。本介入試験中のコントロールの被験者がクロスオーバーで朝食と夕食をとり、経時的な血液サンプルがあったので、メタボローム解析を行った。その結果、朝食は夕食に比較して、ブドウ糖の代謝系、アミノ酸 尿素代謝系が、強く動くことが分かり、世界お初の発見であった (Nutrition, 2018)。

菊芋、イヌリンの血糖抑制作用、腸内細菌改善作用。イヌリンや菊芋などの水溶性食物繊維を豊富に有する食材は、血糖値の増加を抑制し、腸内細菌の多様性をもたらしことが知られている。そこで、粉末菊芋 5g を朝食時に摂取するか、夕食時に摂取するかを夫々15名の被験者に介入試験した。その結果、朝の摂取は、24時間の血糖値の上昇を抑止し、さらに昼食・夕食の血糖値の上昇を抑制した (セカンドミール効果)。また、便秘指数も朝摂取が改善させ、腸内細菌に対する作用も朝摂取で顕著であった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 10 件)

すべて査読付きである。

Yasuda S, 以下省略 (10人中10番目) Shibata S. Phase resetting of circadian peripheral clocks using human and rodent diets in mouse models of type 2 diabetes and chronic kidney disease. Chronobiol Int. 2019 Apr 16:1-19. doi: 10.1080/07420528.2019.1594245.

Hattamaru M, Tahara Y, 以下省略 (6人) Shibata S, Nakaoka T. The effect of night shift work on the expression of clock genes in beard hair follicle cells. Sleep Med. 2019 Jan 17. pii: S1389-9457(18)30593-8. doi: 10.1016/j.sleep.2019.01.005

Aoyama S, 以下省略 (11人) Shibata S. Day-Night Oscillation of Atrogin1 and Timing-Dependent Preventive Effect of Weight-Bearing on Muscle Atrophy. EBioMedicine. 2018 Nov;37:499-508. doi: 10.1016/j.ebiom.2018.10.057.

Takahashi M, 以下省略 (11人), Shibata S. Chronotype and social jetlag influence human circadian clock gene expression. Sci Rep. 2018 Jul 5;8(1):10152. doi: 10.1038/s41598-018-28616-2.

Ikeda Y, 以下省略 (11人) Shibata S. Glucagon and/or IGF-1 Production Regulates Resetting of the Liver Circadian Clock in Response to a Protein or Amino Acid-only Diet. EBioMedicine. 2018 Feb;28:210-224. doi: 10.1016/j.ebiom.2018.01.012.

Tahara Y, 以下省略 (8人) Shibata S. Gut Microbiota-Derived Short Chain Fatty Acids Induce Circadian Clock Entrainment in Mouse Peripheral Tissue. Sci Rep. 2018 Jan 23;8(1):1395. doi: 10.1038/s41598-018-19836-7.

Haraguchi A, 以下省略 (5人) Shibata S. Night eating model shows time-specific depression-like behavior in the forced swimming test. Sci Rep. 2018 Jan 18;8(1):1081. doi: 10.1038/s41598-018-19433-8.

Shinozaki A, 以下省略 (5人) Shibata S. Potent Effects of Flavonoid Nobiletin on Amplitude, Period, and Phase of the Circadian Clock Rhythm in PER2::LUCIFERASE Mouse Embryonic Fibroblasts. PLoS One. 2017 Feb 2;12(2):e0170904. doi: 10.1371/journal.pone.0170904.

Tahara Y, 以下省略 (10人) Shibata S. Age-related circadian disorganization caused by sympathetic dysfunction in peripheral clock regulation. NPJ Aging Mech Dis. 2017 Jan 5;3:16030. doi: 10.1038/npjamd.

Tahara Y, Shibata S. Circadian rhythms of liver physiology and disease: experimental and clinical evidence. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2016 Apr;13(4):217-26. doi: 10.1038/nrgastro.2016.8. Review.

〔学会発表〕(計 12 件)

柴田重信「いつ食べよう？体内時計と相談だ！」第7回信州の食を育む県民大会 松本大学 2号館 232 講義室 長野県 2018年11月18日

柴田重信「時間栄養学～マウスから人の健康まで～」第25回日本時間生物学会学術大会 長崎大学坂本キャンパス内 長崎県 2018年10月20-21日

Shigenobu Shibata「Protein rich breakfast is important for peripheral clock and muscle function」ASIAN FORUM ON CHRONOBIOLOGY ABSTRACTS SAPPORO CONVENTIONCENTER HOKKAIDO JULY 12-13, 2018

柴田重信「体内時計の視点から時間について考える」「時間について考える・大会企画シンポジウム」第36回日本生理心理学会大会 北九州アジア太平洋インポートマート 福岡県 2018年5月26日 27日

柴田重信「食事の時間栄養学」第61回日本糖尿病学会年次学術集会 東京フォーラム他 東京都 2018年5月24日 26日

Shigenobu Shibata, Chrono-nutrition and n-3 fatty acids、招待シンポジウム、第90回日本薬理学会年会、長崎、2017年3月15-17日

柴田重信、「脳や末梢臓器の時計遺伝子をターゲットにした時間栄養学的研究」第99回日本栄養・食糧学会関東支部シンポジウム「栄養とメンタルヘルス -栄養と心の健康のかかわり-」、明治大、東京、2017年3月4日

柴田重信「時間栄養学 臨床的観点など」第20回日本病態栄養学会年次学術集会、国立京都国際会館、京都市、2017年1月14日

柴田重信「時間栄養学を視点とした機能性食品の開発と適用」第14回日本機能性食品医学学会総会 順天堂大学、本郷、お茶の水キャンパス、東京 2016年12月10,11日

Shigenobu Shibata 「Chrono-nutrition and chrono-exercise in mouse circadian rhythm」 plenary lecture, The 29th Conference of the International Society for Chronobiology, 24-28 OCT, SUZHOU, CHINA, 2016

柴田重信「栄養学を広く考えよう：時間、運動そして睡眠との関係」第38回日本臨床栄養学会総会、及び第37回日本臨床栄養協会総会、大阪国際会議場、2016年10月7日

Shigenobu Shibata 「CIRCADIAN CLOCKS AND METABOLIC HEALTH」、Symposium, STRASBOURG, FRANCE, 23-24 JUNE, 2016

〔図書〕(計 4 件)

(1) 田原優 柴田重信「4章 体内時計、時間栄養学」宮沢陽夫監修「食品機能性成分の吸収・代謝・作用機序」(総315ページ) CMC出版株式会社、30-36、2018年

(2) 田原優 柴田重信 体内時計健康法(総175ページ) 杏林書院、2017年

(3) 柴田重信、睡眠と摂食エネルギー代謝、睡眠科学、三島和夫(編)化学同人、2016年

(4) 柴田重信「4-4 食事と時計」坪田一男監修「ブルーライトテキストブック」(総ページ数 211 ページ) 金原出版株式会社、132-138、2016 年

〔産業財産権〕

出願状況(計 4 件)

名称:概日リズム変調及びそれに起因する症状の予防又は改善用の内服剤並びに飲食品組成物

発明者:柴田重信(早稲田大学)、草野崇一(富士産業)

権利者:同上

種類:特許

番号:特願 2018- 153937

出願年:2018 年 8 月 20 日

国内外の別: 国内

名称:メラトニンの分泌開始時刻遅延促進用組成物、早期覚醒改善用組成物及び概日リズムの位相前進の改善用組成物

発明者:柴田重信(早稲田大学)、福田隆文(キリン株式会社)

権利者:同上

種類:特許

番号:特願 2018- 74695

出願年:2018 年 3 月 6 日

国内外の別: 国内

名称:時計遺伝子の発現を変化させるための組成物

発明者:渡邊 卓巳(コンビ株式会社)、柴田 重信(早稲田大学)

権利者:同上

種類:特許

番号:特願 2016-196459

出願年:2016 年 10 月 4 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

<https://www.waseda-shibatatas.com/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:田原 優

ローマ字氏名:(TAHARA Yu)

所属研究機関名:早稲田大学

部局名:理工学術院

職名:准教授

研究者番号(8桁): 80707399

(1)研究分担者

研究分担者氏名:高橋 将記

ローマ字氏名:(TAKAHASHI Masaki)

所属研究機関名:早稲田大学

部局名:重点領域研究機構

職名:講師

研究者番号(8桁): 30711189

(1)研究分担者

研究分担者氏名:折原 芳波

ローマ字氏名:(ORIHARA Kanami)

所属研究機関名:早稲田大学

部局名:重点領域研究機構

職名:講師

研究者番号(8桁): 60450623