

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 24 日現在

機関番号：17401

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21485

研究課題名（和文）健康長寿の向上を企図したバイオミメティックDDSの創製とサルコペニア治療への応用

研究課題名（英文）Development of Biomimetic DDS to improve healthy longevity and its application to the treatment for sarcopenia

研究代表者

丸山 徹（Maruyama, Toru）

熊本大学・大学院生命科学研究部（薬）・教授

研究者番号：90423657

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：HSAダイマー-筋萎縮阻害因子融合体のpDNAを作製し、酵母で培養後、各種クロマト法により精製した。その後、イソアミル亜硝酸によりS-ニトロソ化体を調製した。融合体のマウスにおける体内動態を検証したところ、筋萎縮阻害因子単独時に比べて、血中滞留性が大幅に延長し、標的組織である筋肉への分布が顕著に亢進していた。融合体の薬理効果を病態モデル動物で評価したところ、対照群に比べて、体重及び骨格筋重量の減少が有意に抑制されており、筋力や筋持久力が回復していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は廃用症候群の予防など他の疾患治療へも応用可能である。例えば、癌に代表される消耗性疾患の場合、カヘキシアと呼ばれる骨格筋萎縮を呈し、QOLの低下はもとより予後を悪化させる。カヘキシアは高頻度でサルコペニアを合併するため、本融合体の開発はカヘキシア対策にも有望である。加えて、宇宙空間では、重力の低下に伴い、筋萎縮や筋力低下が生じやすくなり、5～11日間の滞在で約20%程度の筋肉が減少する。そのため、近い将来に実現する宇宙時代では、この筋肉萎縮・筋力消失への対策も切望されているが、サルコペニア治療薬の開発はこれら宇宙科学への貢献も期待できる。

研究成果の概要（英文）：pDNA fused with HSA dimer and muscle atrophy inhibitor was prepared, and then the fusion protein was expressed in yeast, and purified by several chromatographic methods. Then, an S-nitroso compound was prepared with isoamyl nitrite. We examined the pharmacokinetics of the fusion protein in mice and found that the retention in blood significantly increased and the muscle distribution was significantly enhanced compared with the muscular atrophy inhibitor alone. We also evaluated the pharmacological effect of the fusion protein against muscle atrophy model animals and found that the decrease in body weight and skeletal muscle weight was significantly suppressed, and the muscle strength and muscular endurance were recovered compared with the saline group.

研究分野：医療薬学

キーワード：サルコペニア 健康寿命 ミオスタチン アルブミン ドラッグデリバリーシステム

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会を迎え、高齢者も生き生きと活躍できる健康長寿社会の実現が切望されている。そのためには、健康寿命の延伸が必須であるが、中でも、全身性の骨格筋量及び骨格筋力の低下を特徴とする“サルコペニア”の克服が重要となってくる。サルコペニアを呈すると、医療・介護といった社会保障コストが増加することから、増え続ける社会保障費を抑制するためには、本疾患に対する緊急かつ抜本的な対策が求められている。サルコペニア治療薬として“筋萎縮阻害因子”が有望視されているものの、未だ実用化には至っていない。

2. 研究の目的

本研究では、冬眠中の熊は長期臥位であっても筋萎縮や筋力低下を生じない点に着目し、熊の冬眠に備わった筋萎縮阻害因子の持続的な筋組織供給による抗サルコペニア機構を模倣したバイオミメティックな薬物送達システム(DDS)の開発を試みる。筋萎縮阻害因子としては、冬眠中に増加し、筋保護/修復効果に優れる1 チオレドキシニン、2 筋萎縮因子ミオスタチンの阻害剤である sActRIIB、3 グレリンの3種類を選択する。ただし、これらの筋萎縮阻害因子を投与しても、血中滞留性が乏しく、筋組織への移行性にも優れていないため、冬眠中に観察される損傷筋肉への効率的かつ持続的な供給システムを模倣することはできない。

本研究では、上述した臨床応用における課題を克服する手段として、血中滞留性に富み、筋組織への移行性も高い上、安定かつ生体適合性に優れたヒト血清アルブミン(HSA)ダイマーに、血管拡張作用による血流改善及び筋組織内圧低下により損傷筋肉部位へのHSA移行性を亢進する一酸化窒素(NO)を搭載したS-ニトロソ化HSAダイマー(SNO-HSAダイマー)をDDS担体として用い、申請者が確立したアルブミン融合技術を駆使して、上述した筋萎縮阻害因子とSNO-HSAダイマーを遺伝子レベルで接合した遺伝子組換え型融合体を設計する(SNO-HSAダイマー-筋萎縮阻害因子融合体)。本ハイブリッド融合体は、バイオミメティックDDSとして、筋萎縮阻害因子の体内動態を最適化し、治療標的部位である損傷筋肉組織へ効率的かつ持続的に供給する結果、優れた筋萎縮抑制・筋力維持作用を発揮することが期待される。

3. 研究の方法

昨年度に作製したSNO-HSAダイマー-筋萎縮阻害因子融合体を¹¹¹Inあるいは¹²⁵Iで放射標識する。次いで、それらを健常ラット及び尾懸垂法で作製した廃用性筋萎縮モデルラットに静脈内投与し、血中及び臓器中の放射活性を経時的にモニタリングする。得られた結果を解析して、SNO-HSAダイマー融合体の体内動態(血中滞留性、臓器分布(特に、筋肉、肝臓、腎臓))を評価し、融合体の絞り込みを行う。選別された融合体の薬理効果をin vivoで検証すべく、筋萎縮モデル動物(坐骨神経切除マウス、廃用性筋萎縮モデルラット、慢性腎不全誘発筋萎縮マウス)に週1回あるいは週2回静脈内投与し、筋萎縮抑制効果を解析する。

4. 研究成果

昨年度に作製したSNO-HSAダイマー-筋萎縮阻害因子融合体のうち、予備的検討で最も筋萎縮改善効果が高かった解離型のチオレドキシニン・グレリン二重ヘテロSNO化融合体に関して、マウスにおける体内動態及び筋萎縮モデルマウスを用いた検討を実施した。その結果、融合体では、筋萎縮阻害因子単独時に比べて、血中滞留性が約11倍延長していた。また、その際の血中濃度推移はHSA単独の場合と類似していた。次に、臓器分布を評価したところ、融合体では、筋萎縮阻害因子単独時に比べて、筋肉と肝臓への分布は顕著に増加し、逆に、腎臓への移行性は有意に減少していた。また、この融合体の臓器分布パターンはHSA単独時と類似していた。従って、HSAと融合化することで、筋萎縮阻害因子の体内動態はHSAに依存するようになることが判明した。さらに、融合体化で観察された筋組織移行性の向上は、HSAの主たる代謝部位が筋組織であることから裏付けられた。従って、今回作製した融合体は筋萎縮阻害因子の筋肉デリバリーシステムになりうると判断した。そこで、融合体の薬理効果を病態モデル動物で評価したところ、融合体を投与すると、コントロール群(生理食塩水、HSA単独、筋萎縮阻害因子単独)に比べて、体重及び骨格筋重量の減少が有意に抑制されていた。その際、病理学的所見(筋障害、速筋/遅筋移行性)を評価したところ、融合体投与群でのみ筋組織障害の改善が認められた。また、筋力・筋持久力(小動物用ドレッドミルによる走力試験と小動物握力メータによる握力試験)を解析したところ、病態群で低下していた筋力や筋持久力は融合体投与群でのみ回復していた。その際、病態形成因子と考えられている血中及び筋肉中の筋萎縮因子・マイオカイン(ミオスタチン、

アトロギン、IL-6、IGF-1)産生量を ELISA 及び Western Blot により測定したところ、病態群で増加していたいずれの因子も融合体投与群で減少していた。興味深いことに、これらの変動は、筋重量や筋力・筋持久力の変化と有意に相関していた。これらの結果から、融合体は当初の狙い通りに、病態時に活性化している筋萎縮因子の機能を持続的に阻害したためと推察される。最後に、病態群で亢進していた酸化ストレス、炎症反応、ユビキチンリガーゼ活性と、逆に低下していたミトコンドリア機能を評価したところ、それらの変動は融合体投与群で改善していた。以上の結果から、チオレドキシン・グレリン二重ヘテロ SNO 化融合体は一次性及び二次性筋萎縮病態のいずれに対しても病態改善効果を発揮することが明らかとなった。今後、投与量や投与間隔の最適化は必要となるものの、今回作製した融合体は、本邦で今後顕著化することが懸念されているサルコペニアに対する治療薬として機能することが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 20件）

1. 著者名 Imafuku T, Watanabe H, Oniki K, Yoshida A, Kato H, Nakano T, Tokumaru K, Fujita I, Arimura N, Maeda H, Sakamoto Y, Kondo N, Morita A, Saruwatari J, Tanaka M, Matsushita K, Wada T, Fukagawa M, Otagiri M, Fitzgerald ML, Jinnouchi H, Maruyama T.	4. 巻 26
2. 論文標題 Cysteinylated albumin as a potential biomarker for the progression of kidney disease in patients with type 2 diabetes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Diabetes Care	6. 最初と最後の頁 dc203003.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2337/dc20-3003.	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 Hiroshi Watanabe*,#, Rui Fujimura*, Yuto Hiramoto*, Ryota Murata, Kento Nishida, Jing Bi, Tadashi Imafuku, Hisakazu Komori, Hitoshi Maeda, Ayumi Mukunoki, Toru Takeo, Naomi Nakagata, Motoko Tanaka, Kazutaka Matsushita, Masafumi Fukagawa, Toru Maruyama# *equal contribution; #equal correspondence	4. 巻 12;11(1)
2. 論文標題 An acute phase protein alfa1-acid glycoprotein mitigates AKI and its progression to CKD through its anti-inflammatory action	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 7953
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-87217-8.	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 -

1. 著者名 Naoki Hirakawa, Yu Ishima, Ryo Kinoshita, Ryuto Nakano, Victor Tuan Giam Chuang, Hidenori Ando, Taro Shimizu, Keiichiro Okuhira, Toru Maruyama, Masaki Otagiri, Tatsuhiko Ishida	4. 巻 268
2. 論文標題 Reduction-responsive and multi-drug deliverable albumin nanoparticles: an antitumor drug to Abraxane_ against human pancreatic tumor-bearing mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Bio Materials	6. 最初と最後の頁 4302_4309
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acsabm.1c00110	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 Miwa Goto, Kazuo Azuma, Hidetoshi Arima, Shinichiro Kaneko, Taishi Higashi, Keiichi Motoyama, Akihiro Michihara, Takae Shimizu, Daisuke Kadowaki, Toru Maruyama, Masaki Otagiri, Daisuke Iohara, Fumitoshi Hirayama, Makoto Anraku	4. 巻 1;268
2. 論文標題 Sacran, a sulfated polysaccharide, suppresses the absorption of lipids and modulates the intestinal flora in non-alcoholic steatohepatitis model rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Life Sci	6. 最初と最後の頁 118991
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.lfs.2020.118991.	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 Takaya Abe, Mitsutaka Onoda, Tomohiko Matsuura, Jun Sugimura, Wataru Obara, Nariyuki Sasaki, Tetsuo Kato, Kenta Tatsumi, Toru Maruyama	4. 巻 25(1)
2. 論文標題 Evaluation of a new measurement method of indoxyl sulfate in hemodialysis patients	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ther Apher Dial	6. 最初と最後の頁 44-49.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1744-9987.13500.	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 Tadashi Imafuku, Motoko Tanaka, Koki Tokunaga, Shigeyuki Miyamura, Hiromasa Kato, Shoma Tanaka, Takehiro Nakano, Kenshiro Hirata, Daisuke Kadowaki, Hitoshi Maeda, Kazutaka Matsushita, Masaki Otagiri, Hirotsuka Komaba, Masafumi Fukagawa, Hiroshi Watanabe, Toru Maruyama	4. 巻 43(10):
2. 論文標題 Effect of cinacalcet on the redox status of albumin in secondary hyperparathyroidism patients receiving hemodialysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biol Pharm Bull	6. 最初と最後の頁 1583-1590.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/bpb.b20-00472.	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 Koji Nishi, Keiki Sakurama, Hiroshi Watanabe, Toru Maruyama, Keishi Yamasaki, Masaki Otagiri	4. 巻 44(3)
2. 論文標題 Effects of uremic toxins on the binding of aripiprazole to human serum albumin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biol Pharm Bull	6. 最初と最後の頁 437-441.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/bpb.b20-00929.	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 Miwa Goto, Daisuke Iohara, Akihiro Michihara, Shinsuke Ifuku, Kazuo Azuma, Daisuke Kadowaki, Toru Maruyama, Masaki Otagiri, Fumitoshi Hirayama, Makoto Anraku	4. 巻 1;164:
2. 論文標題 Effects of surface-deacetylated chitin nanofibers on non-alcoholic steatohepatitis model rats and their gut microbiota	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int J Biol Macromol	6. 最初と最後の頁 659-666.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijbiomac.2020.07.184.	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 Yu Ishima, Toru Maruyama, Masaki Otagiri, Tatsuhiro Ishida	4. 巻 68(7):
2. 論文標題 Drug delivery system for refractory cancer therapy via an endogenous albumin transport system	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem Pharm Bull (Tokyo)	6. 最初と最後の頁 583-588.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c20-00026.	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 Kento Nishida*, Hiroshi Watanabe*,#, Masako Miyahisa, Yuto Hiramoto, Hiroto Nosaki, Rui Fujimura, Hitoshi Maeda, Masaki Otagiri, Toru Maruyama# *equal contribution; #equal correspondence	4. 巻 26;10(1):
2. 論文標題 Systemic and sustained thio redoxin analogue prevents acute kidney injury and its-associated distant organ damage in renal ischemia reperfusion injury mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 20635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-75025-5.	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 -

1. 著者名 Mohammad Abdullah-Al-Shoeb, Kenta Sasaki, Saori Kikutani, Nanami Namba, Keiichi Ueno, Yuki Kondo, Hitoshi Maeda, Toru Maruyama, Tetsumi Irie, Yoichi Ishitsuka	4. 巻 9;9(10):
2. 論文標題 The late-stage protective effect of Mito-TEMPO against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mouse and three-dimensional cell culture models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Antioxidants (Basel)	6. 最初と最後の頁 965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/antiox9100965.	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 Keishi Yamasaki, Keiki Sakurama, Koji Nishi, Hiroshi Watanabe, Toru Maruyama, Hakaru Seo, Masaki Otagiri, Kazuaki Taguchi	4. 巻 109(9):
2. 論文標題 Characterization of the Interaction of Daptomycin With Site II on Human Serum Albumin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Pharm Sci	6. 最初と最後の頁 2919-2924.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.xphs.2020.06.011.	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 Shoma Tanaka*, Hiroshi Watanabe*#, Takehiro Nakano, Tadashi Imafuku, Hiromasa Kato, Kai Tokumaru, Nanaka Arimura, Yuki Enoki, Hitoshi Maeda, Motoko Tanaka, Kazutaka Matsushita, Masafumi Fukagawa, Toru Maruyama# *equal contribution; #equal correspondence	4. 巻 5;12(8):
2. 論文標題 Indoxyl sulfate contributes to adipose tissue inflammation through the activation of NADPH oxidase	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Toxins (Basel)	6. 最初と最後の頁 502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/toxins12080502.	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 Hiroshi Watanabe*#, Masako Miyahisa*, Mayuko Chikamatsu*, Kento Nishida, Yuki Minayoshi, Mei Takano, Shota Ichimizu, Yoshihiro Kobashigawa, Hiroshi Morioka, Hitoshi Maeda, Toru Maruyama# *equal contribution; #equal correspondence	4. 巻 10;324:
2. 論文標題 Development of a long acting FGF21 analogue-albumin fusion protein and its anti-diabetic effects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Control Release	6. 最初と最後の頁 522-531.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jconrel.2020.05.036.	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 Hiroshi Watanabe*#, Jing Bi *, Ryota Murata *, Rui Fujimura , Kento Nishida, Tadashi Imafuku, Yuka Nakamura, Hitoshi Maeda, Ayumi Mukunoki, Toru Takeo, Naomi Nakagata , Yuki Kurauchi, Hiroshi Katsuki , Motoko Tanaka, Kazutaka Matsushita , Masafumi Fukagawa, Toru Maruyama# *equal contribution; #equal correspondence	4. 巻 10
2. 論文標題 A synthetic retinoic acid receptor agonist Am80 ameliorates renal fibrosis via inducing the production of alpha-1-acid glycoprotein	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 11424
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-68337-z.	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 Imafuku T, Watanabe H, Satoh T, Matsuzaka T, Inazumi T, Kato H, Tanaka S, Nakamura Y, Nakano T, Tokumaru K, Maeda H, Mukunoki A, Takeo T, Nakagata N, Tanaka M, Matsushita K, Tsuchiya S, Sugimoto Y, Shimano H, Fukagawa M, Maruyama T.	4. 巻 1(8)
2. 論文標題 Advanced oxidation protein products contribute to renal tubulopathy via perturbation of renal fatty acids	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Kidney360	6. 最初と最後の頁 781-796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34067/KID.0000772019	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 Ryota Tanaka, Tadashi Imafuku, Yosuke Suzuki, Kento Nishida, Kotaro Matsusaka, Toshitaka Shin, Yuhki Sato, Yu Ishima, Hiroshi Watanabe, Hiromitsu Mimata, Toru Maruyama, Hiroki Itoh	4. 巻 81
2. 論文標題 Changes in redox state of albumin before and after kidney transplantation in patients with end-stage renal disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clin Biochem	6. 最初と最後の頁 20-26.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clinbiochem.2020.04.010.	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 Masaki Fukunaga, Daisuke Kadowaki, Mika Mori, Satomi Hagiwara, Yuki Narita, Junji Saruwatari, Ryota Tanaka, Hiroshi Watanabe, Keishi Yamasaki, Kazuaki Taguchi, Hiroki Ito, Toru Maruyama, Masaki Otagiri, Sumio Hirata	4. 巻 12;15(6)
2. 論文標題 In vivo evaluation of drug dialyzability in a rat model of hemodialysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0233925.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0233925.	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 Kentaro Oniki, Hirofumi Nohara, Ryunosuke Nakashima, Yui Obata, Narumi Muto, Yuki Sakamoto, Keiko Ueno-Shuto, Tadashi Imafuku, Yu Ishima 5, Hiroshi Watanabe, Toru Maruyama, Koji Otake, Yasuhiro Ogata, Mary Ann Suico, Hirofumi Kai, Tsuyoshi Shuto, Junji Saruwatari	4. 巻 6;10(1)
2. 論文標題 The DsbA-L gene is associated with respiratory function of the elderly via its adiponectin multimeric or antioxidant properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 5973
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-62872-5.	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 -

1. 著者名 Rui Fujimura*, Hiroshi Watanabe*,#, Kento Nishida, Yukio Fujiwara, Tomoaki Koga T, Jing Bi, Tadashi Imafuku, Kazuki Kobayashi, Hisakazu Komori, Masako Miyahisa, Hitoshi Maeda, Motoko Tanaka, Kazutaka Matsushita, Takashi Wada, Masafumi Fukagawa, Toru Maruyama T# *equal contribution and #equal corresponding author	4. 巻 1(5)
2. 論文標題 alfa1-acid glycoprotein attenuates adriamycin-induced nephropathy via CD163 expressing macrophages induction.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Kidney360	6. 最初と最後の頁 343-353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34067/KID.0000782019	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1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 丸山徹
2. 発表標題 物質共生マテリアルであるアルブミンを基盤としたバイオミメティックな機能分子設計
3. 学会等名 日本薬剤学会 第36年会（招待講演）
4. 発表年 2021年～2022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	渡邊 博志 (Watanabe Hiroshi) (70398220)	熊本大学・大学院生命科学研究部(薬)・准教授 (17401)	
研究分担者	前田 仁志 (Maeda Hitoshi) (80791483)	熊本大学・大学院生命科学研究部(薬)・助教 (17401)	

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