

令和 6 年 5 月 16 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20638

研究課題名（和文）天然タンパク質資源の有効活用を目指した機能性マイクロ粒子捕集素材の開発

研究課題名（英文）Development of functional micro-particle capturing materials aimed at effectively utilizing natural protein resources

研究代表者

野瀬 健（Nose, Takeru）

九州大学・基幹教育院・教授

研究者番号：10301334

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、マイクロプラスチックの環境汚染が問題となる中、それらを捕捉する新素材を開発することを目指した。調製される素材は、現在利用されていない天然由来タンパク質の活用を目指し、タンパク質を感温性ペプチドを用いて架橋することで網目構造を形成し粒子サイズや物質の性質に対応した網目構造を構築することで、粒子の捕集・脱着能を持った人工網モデル素材を調製した。また、架橋のためのさまざまな感温性ペプチドアナログを調製し、高機能なペプチドを見出した。これらの結果より、マイクロプラスチック粒子や有害化学物質を除去可能な素材の開発への道筋が開かれた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的な意義としては、機能性ペプチド分子、ここでは温度応答性ペプチドをタグとして天然タンパク質に結合させることにより、そのペプチドの機能をタンパク質に付与し、機能の発揮が可能となる事例を示したことであり、また、社会的な意義としては、未利用未活用のタンパク質など、さまざまなタンパク質に機能性ペプチドタグを結合させることで、簡便にその機能を持った新素材、しかも環境にやさしいタンパク質製のアミノ酸のみからなるバイオ素材の調製が可能となるなど、循環型環境調和型社会の形成に寄与する新しい機能性素材の作成例を本研究において示すことができたということである。

研究成果の概要（英文）：In this study, with the problem of microplastic pollution in the environment, we aimed to develop a new biomaterial to capture them. The material was designed to utilize currently unused natural proteins, forming a network structure by cross-linking proteins with thermosensitive peptides. By adjusting the mesh structure according to particle size and material properties, an artificial mesh model material was prepared with the ability to capture and release particles. Various thermosensitive peptide analogs for cross-linking were prepared, and high-functioning peptides were identified. These results have paved the way for developing materials capable of removing microplastic particles and harmful chemicals.

研究分野：ペプチド科学

キーワード：天然タンパク質 ペプチド 循環型社会 環境調和型素材 未利用資源活用

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

新しいバイオ素材の1つとして注目されている化学合成したエラスチン由来ペプチド(ELP)は優れた凝集性を持つものの、高コストが問題となっていた。そこで、廃棄される生物由来タンパク質を活用し、ELPでタンパク質間を架橋することにより温度に応じて形を変える網目状素材の作成を構想した。豚や魚の組織からエラスチンやコラーゲンを含むタンパク質原料を大量に調製する技術を活用することで、資源の有効利用と低コスト化に貢献し、マイクロプラスチックの回収環境適応性バイオ素材としての応用を目指すこととした。

### 2. 研究の目的

本研究では、天然由来タンパク質を原料とし感温性ペプチドで架橋することで、マイクロプラスチックの捕集素材の開発を目指した。エラスチンやエラスチン由来ペプチド(ELP)は温度に応じて凝集し、コアセルベートを形成する。この特性を利用し、ELPでタンパク質を架橋することでマイクロプラスチックに対応した網目構造を作り出し、温度依存的に捕集・脱着が可能な素材を生成することとした。これにより、マイクロプラスチックや有害物質を除去することが可能な、天然アミノ酸で作られた安全なバイオ素材の開発を目指した。

### 3. 研究の方法

温度に応答して凝集性を発揮する弾性タンパク質・エラスチンの内部アミノ酸配列(Val-Pro-Gly-Val-Gly) $n$ を元に我々が見出した、より低濃度で、かつ、より低分子鎖長で自己凝集能を示すELP・(Phe-Pro-Gly-Val-Gly) $n$ (以下、FPGVGと略す)を母体として、より高機能なELPリンカーを開発した。これを用いて天然のエラスチンや天然由来のタンパク質に対して分子架橋を行い、温度依存的に構造を変化させる網目構造の構築を行った。特に、本研究では、マイクロプラスチック粒子の捕捉に最適な網目構造を有するマイクロ粒子捕集素材の調製をめざした。

#### タンパク質溶液の調製

ブタ大動脈、および、マグロ動脈球から、我々の開発した熱アルカリを用いる同時抽出法によりそれらを可溶化し、エラスチン(Elastin: E)とコラーゲン(Collagen: C)を含むタンパク質溶液(ECタンパク質溶液)を調製し、その効率的な調製方法や抽出物の性質解析を実施した。

#### リンカーペプチドの開発と調製

リンカーペプチドとしては、FPGVGを母体としてのペプチド鎖長やアミノ酸残基をさまざまに変化させたアナログ(5~20アミノ酸残基)を調製し、架橋反応や機能発揮に効率的なリンカーの調製を進めた。なお、このリンカーは、別途、汎用的温度応答性タンパク質架橋剤としての利用も検討した。合成したペプチドの凝集温度特性、溶解性を解析し、以後の粒子の吸着、および、脱着温度の検討に用いた。

#### リンカーペプチドによる架橋反応

ECタンパク質溶液に対して、合成したリンカーペプチドを用いて、タンパク質の架橋反応を行った。架橋条件を種々検討し、最適な網目構造をもつ架橋素材が形成されるかを検討した。

#### 架橋体の性状観察

合成した架橋体について温度依存的コアセルベーション能を温度可変セルホルダー付分光光度計による濁度法で、コアセルベートの粒子径を動的光散乱測定装置(DLS)、コアセルベートの形状観察を蛍光顕微鏡するなど、物性情報の収集を行った。

#### プラスチック粒子結合性の解析

各種サイズの蛍光ポリエチレン粒子を水中に懸濁し、これに架橋素材を加え温度を上昇させることで、自己凝集を起こさせた。ゲル化した凝集体を系から沈降・除去し、ゲルと結合している粒子の数を、溶液に残存している蛍光ポリエチレン粒子数をセルカウンターで計測することで算出した。その後、ゲルを低温にして素材の凝集構造を変化させ、蛍光ポリエチレン粒子が分離されるかを調べた。

関連して、プラスチックの原料として用いられる化学物質・ビスフェノールA(BPA)の水溶液に架橋素材を添加し、温度上昇に伴う自己集合・沈降により溶液中からのBPA除去が行えるかについて、超高速液体クロマトグラフィーを用いた定量分析により検討した。

### 4. 研究成果

#### (1)タンパク質溶液の調製

ブタ大動脈およびマグロ動脈球を素材として、タンパク質溶液の調製を行った。従前、動物組織から特定のタンパク質素材を単離するため、様々な調製法が用いられてきた。我々の開発し

た熱アルカリを用いる抽出法を応用し、タンパク質精製を妨害する脱脂処理を行った生体組織を可溶化することで、可溶化組織液からエラスチン(Elastin: E)やコラーゲン(Collagen: C)など、様々な成分を含むタンパク質溶液(EC タンパク質溶液)を調製した。この処理において、従前は、図1-左のような不溶性の溶け残りが生じ、廃棄されていたが、素材質量に対する抽出試薬の量比を変化させ、最適条件を見出すことで図1-右のように溶液全体を可溶化し、その利用効率を高めることに成功した。これにより、EC タンパク質溶液中のタンパク質収量を約145%まで増加させることができた。

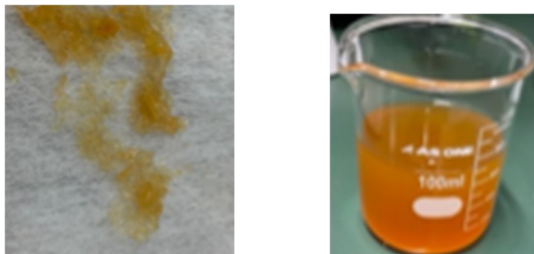


図1 可溶性タンパク質溶液の調製

左：従来法の調製過程で生じたタンパク質不溶性残渣、右：可溶化されたタンパク質溶液

この溶液について、有効成分を分離するための方法の検討、及び、溶液に大量に存在する無機塩の脱塩処理について検討を実施した。得られたEC タンパク質について分子量分布の解析を行ったところ、いずれも幅広い分子量分布を示した。また、アミノ酸分析の結果、エラスチンに特有のアミノ酸であるデスマシン類を含有し、かつコラーゲンに特有のヒドロキシプロリンを含有し、エラスチン及びコラーゲンが含まれているタンパク質成分であることが示された。さらにブタ及びマグロ動脈球由来のいずれの試料もエラスチンが有する温度依存的な温度変化であるコアセルベーション能を有し、バイオ素材の原料として有用であることが示唆された。

## (2) リンカーペプチドによる架橋反応

EC タンパク質溶液は、自己凝集に与える架橋反応の影響を調べるため、まず、一般的な縮合剤試薬を用いて架橋反応を行った。24 時間反応物についてはゲルクロマトグラフィーにおいて早期に溶出される高分子画分に凝集体形成が確認されたが、その他には凝集が見られなかった。一方で、より高い凝集能を獲得するため、エラスチンペプチドを用いたリンカーペプチドによる架橋反応を検討した。リンカーペプチドとして、さまざまなエラスチンペプチドアナログを合成して反法を行ったが、それらの中から、タンパク質鎖間架橋に有用であるウレア型のジカルボン酸型ペプチドを開発することができた(図2)。この他にも、3量体、4量体のエラスチンペプチドからなる多量体アナログを調製し、それらの自己凝集能を濁度法を用いて検討した。その結果、タンパク質との化学結合形成に必要な官能基を持った、単量体結合型、2量体結合型のエラスチンペプチドアナログがタンパク質を架橋するリンカーペプチドとして、有用であることが明らかとなった。

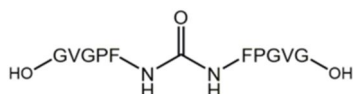


図2 ウレア型リンカーペプチド

## (3) 市販タンパク質への応用

天然由来タンパク質資源を用いてリンカーペプチドによる架橋反応を施し、マイクロ粒子捕集素材の調製を行った。市販の牛血清アルブミン(BSA)に、合成エラスチンペプチドの結合を行い、種々の量比で反応を実施し、クロマトグラフィーによる精製、MALDI-TOF-MS による付加分子数の確認を行った。それらの反応条件の最適化を行い生成物を得た。この方法をもとに、生成物の熱安定性、粒径、顕微鏡による微細構造の観察(図3)を実施した。粒径は、低温では10 nm程度、温度を上げると1 μm程度の粒子サイズまで成長することが確認された。これらにより新規の温度依存的な凝集能をBSA修飾体に確認することができた。また、ペプチドとの反応比率を変えることにより凝集体の再分離条件が変化することが確認された。これにより、温度に応じて集合構造を形成する人工網モデル様タンパク質素材が市販タンパク質を用いて開発可能であることが確認された。

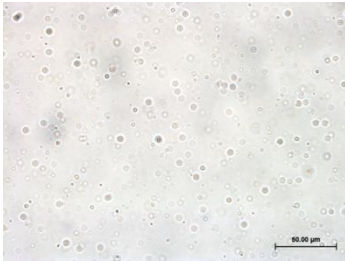


図3 55 における BSA-エラスチン複合体の凝集構造

市販のタンパク質として、パパイン、リゾチームなどを用いて、合成エラスチンペプチドを化学修飾タグとして結合し、生成した複合体の温度依存性、凝集性等の観測を実施した。リゾチーム-エラスチン複合体においてはゲル状構造の形成と凝集体の粒径増大が、パパイン-エラスチン複合体においては、加熱時における、凝集体の粒径増大が確認された。また、長鎖のタンパク質であるケラチンに対して短鎖エラスチンペプチドアナログを付加させることにより、ハイドロゲル様の凝集体が形成されることが判明した。付加反応の段階で反応溶液にフルオレセイン等の蛍光物質を添加すると、形成された凝集体は内部にその蛍光物質を取り込むことが示された。加えて、ケラチンのみで凝集体を形成させた場合と比較して、短鎖エラスチンペプチドを添加した凝集体では温度上昇に伴うフルオレセインの放出速度が増大した。このことから、ケラチンを足場として短鎖エラスチンペプチドを架橋することで、温度応答性のハイドロゲルが得られる可能性が示唆された。

#### (4) プラスチックビーズの吸着試験

BSA とエラスチンペプチドアナログ複合体を用いたマイクロプラスチックビーズの吸着試験においては、複合体の自己凝集能によりマイクロプラスチックビーズが溶液中から複合体の形成する沈殿とともに共沈殿することが確認された(図4)。プラスチックビーズの除去率については、まだ、試験毎にばらつきがあるため、効果的な除去条件の検討が今後の課題として残された。



図4 凝集体とともに沈殿したプラスチックビーズ

また、プラスチックの原料として用いられる化学物質・ビスフェノールA(BPA)は、核内受容体への結合を介して生体に悪影響を与える内分泌攪乱物質として知られている。そこで、この水溶液に BSA-エラスチンペプチドアナログの複合体を添加し、温度上昇に伴う自己集合・沈降により溶液中からの BPA 除去が行えるかを検討した。1 mM の BPA を含む水溶液に複合体を最終濃度 0.058 mM (濃度比, BPA: 複合体 = 17.2:1) で添加し、この水溶液中の BPA の濃度を、溶液の加熱前後で超高速液体クロマトグラフィーにより測定した。その結果、加熱後は複合体の凝集・沈降に伴い BPA が除去可能であることが示されたが、除去率は最大で 50%程度にとどまったことから、さらに高い除去率の達成には ELP の配列等を検討する必要があると考えられた。

#### (6) まとめ

このように、各種タンパク質とエラスチンペプチドの複合体を形成させることで、その機能化が可能となることが示された。一方で、用いたタンパク質の特性により、温度応答性、可逆性、ゲル化能などに様々な違いが生じることから、その用途に合わせてタンパク質、ペプチドの選択が必要となる。プラスチックビーズの除去においては、タンパク質性凝集塊とともに沈殿除去可能であることが示された。一方、付随的にエラスチンペプチドアナログ開発の段階で見出された、BPA などの環境化学物質、カドミウムなどのイオンに対する結合性は非常に意義深いものであったが、それらペプチドを単純にタンパク質に結合させても大きな効果は見られなかった。今後も検討を進め、用途に合わせたタンパク質性素材の開発行う予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Yoshida Kohei, Suyama Keitaro, Matsushita Shin, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 29
2. 論文標題 Development of the efficient preparation method for thermoresponsive elastin like peptides using liquid phase synthesis combined with fragment condensation strategy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Peptide Science	6. 最初と最後の頁 psc.3528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/psc.3528	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 -
1. 著者名 Tatsubo Daiki, Suyama Keitaro, Sakamoto Naoki, Tomohara Keisuke, Taniguchi Suguru, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 62
2. 論文標題 Determining the Sequence Dependency of Self-Assembly of Elastin-Like Peptides Using Short Peptide Analogues with Shuffled Repetitive Sequences	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2559 ~ 2570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.3c00146	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 -
1. 著者名 Suyama Keitaro, Murashima Masayuki, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 24
2. 論文標題 Enhancement of Aggregate Formation Through Aromatic Compound Adsorption in Elastin-like Peptide (FPGVG) <sub>5</sub> Analogs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biomacromolecules	6. 最初と最後の頁 5265 ~ 5276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biomac.3c00779	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 -
1. 著者名 Yoshida Kohei, Suyama Keitaro, Matsushita Shin, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 29(12)
2. 論文標題 Development of the efficient preparation method for thermoresponsive elastin like peptides using liquid phase synthesis combined with fragment condensation strategy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Peptide Science	6. 最初と最後の頁 e3528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/psc.3528	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 -

1. 著者名 Tatsubo Daiki, Suyama Keitaro, Sakamoto Naoki, Tomohara Keisuke, Taniguchi Suguru, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 62
2. 論文標題 Determining the Sequence Dependency of Self-Assembly of Elastin-Like Peptides Using Short Peptide Analogues with Shuffled Repetitive Sequences	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2559 ~ 2570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.3c00146	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 -

1. 著者名 Suyama Keitaro, Murashima Masayuki, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 24
2. 論文標題 Enhancement of Aggregate Formation Through Aromatic Compound Adsorption in Elastin-like Peptide (FPGVG) <sub>5</sub> Analogs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biomacromolecules	6. 最初と最後の頁 5265 ~ 5276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biomac.3c00779	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 -

1. 著者名 Sumiyoshi Shogo, Suyama Keitaro, Tanaka Naoki, Andoh Takumi, Nagata Akihiko, Tomohara Keisuke, Taniguchi Suguru, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 12
2. 論文標題 Development of truncated elastin-like peptide analogues with improved temperature-response and self-assembling properties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-23940-0	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 Tanaka Naoki, Suyama Keitaro, Tomohara Keisuke, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 29
2. 論文標題 Branched short elastin like peptides with temperature responsiveness obtained by EDTA mediated multimerization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Peptide Science	6. 最初と最後の頁 psc.3449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/psc.3449	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 -

1. 著者名 Suyama Keitaro, Shimizu Marin, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 113
2. 論文標題 Flexible customization of the self assembling abilities of short elastin like peptide Fn analogs by substituting N terminal amino acids	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biopolymers	6. 最初と最後の頁 bip.23521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/bip.23521	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 -

1. 著者名 Suyama Keitaro, Masayuki Murashima, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 2022
2. 論文標題 Aromatic compounds scavenging ability of thermoresponsive short elastin-like peptide (FPGVG)n analogs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Peptide Science 2022	6. 最初と最後の頁 25-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 Sumiyoshi Shogo, Suyama Keitaro, Tatsubo Daiki, Tanaka Naoki, Tomohara Keisuke, Taniguchi Suguru, Maeda Iori, Nose Takeru	4. 巻 12
2. 論文標題 Metal ion scavenging activity of elastin-like peptide analogues containing a cadmium ion binding sequence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-05695-w	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 Tanaka, Keitaro Suyama, Keisuke Tomohara, Iori Maeda, Takeru Nose	4. 巻 2022
2. 論文標題 Development of Temperature-responsive Peptides by EDTA-mediated Multimerization of Short (FPGVG)n Chains	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Peptide Science 2021	6. 最初と最後の頁 83-84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -



1. 著者名 Keitaro Suyama, Mika Mawatari, Daiki Tatsubo, Iori Maeda, and Takeru Nose	4. 巻 6(8)
2. 論文標題 Simple Regulation of the Self-Assembling Ability by Multimerization of Elastin-Derived Peptide (FPGVG) <sub>n</sub> Using Nitrilotriacetic Acid as a Building Block	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 5705-5716
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.0c06140	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 Iori Maeda, Suguru Taniguchi, Yumi Moriuchi, Naruhiko Sawa, Asako Inoue, Tomoyuki Usa, Noriko Watanabe, Keitaro Suyama, Takeru Nose	4. 巻 2020
2. 論文標題 Fractionation of water-soluble elastin from pig aorta by coacervation method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Peptide Science 2020	6. 最初と最後の頁 65-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 Keitaro Suyama, Marin Shimizu, Iori Maeda, Takeru Nose	4. 巻 2020
2. 論文標題 Role of Phe residues in elastin-like peptide (FPGVG) <sub>5</sub> on self-assembly properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Peptide Science 2020	6. 最初と最後の頁 59-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計34件(うち招待講演 2件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 巢山慶太郎、村島幹征、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 短鎖エラスチン様ペプチド・(FPGVG) <sub>5</sub> アナログの可逆的自己集合に対する芳香族化合物の影響
3. 学会等名 令和5年度日本生化学会九州支部例会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 宗 玲奈、巢山慶太郎、谷口 卓、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 Phe含有短鎖エラスチン様ペプチドによる化学修飾がもたらすウシ血清アルブミンへの温度応答性
3. 学会等名 令和5年度日本生化学会九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 巢山慶太郎、村島幹征、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 温度応答性エラスチン様ペプチド・(FPGVG)5アナログの環境中に存在する芳香族化合物への結合特性
3. 学会等名 第96回日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Light-induced modification of self-assembly in azobenzene-conjugated short elastin-like peptides
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoki, Tanaka, Keitaro Suyama, Keisuke Tomohara, Takeru Nose
2. 発表標題 Temperature-responsive behavior of branched molecules bearing pentapeptide units of elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub>
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama
2. 発表標題 Investigation of the molecular mechanism involved in the temperature-responsive self-assembly of elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub> analogs and their application in molecular materials
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Regulation of self-assembly ability of short-chain elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub> -azobenzene conjugates by light irradiation
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 多田隈歩実、巢山慶太郎、野瀬 健
2. 発表標題 短鎖エラスチン様ペプチド付加がタンパク質素材の温度応答性自己集合能に与える影響
3. 学会等名 第60回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 巢山慶太郎、吉田耕平、松下 伸、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 繰り返し配列からなる温度応答性エラスチン様ペプチドの可溶性担体とフラグメント縮合による調製
3. 学会等名 第96回日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宗 玲奈、巢山慶太郎、谷口 卓、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 短鎖エラスチン様ペプチドを用いた化学修飾が引き起こすウシ血清アルブミンの温度応答性
3. 学会等名 第96回日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 巢山慶太郎、村島幹征、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 短鎖エラスチン様ペプチド・(FPGVG)5アナログの可逆的自己集合に対する芳香族化合物の影響
3. 学会等名 令和5年度日本生化学会九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宗 玲奈、巢山慶太郎、谷口 卓、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 Phe含有短鎖エラスチン様ペプチドによる化学修飾がもたらすウシ血清アルブミンへの温度応答性
3. 学会等名 令和5年度日本生化学会九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 巢山慶太郎、村島幹征、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 温度応答性エラスチン様ペプチド・(FPGVG)5アナログの環境中に存在する芳香族化合物への結合特性
3. 学会等名 第96回日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Light-induced modification of self-assembly in azobenzene-conjugated short elastin-like peptides
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoki, Tanaka, Keitaro Suyama, Keisuke Tomohara, Takeru Nose
2. 発表標題 Temperature-responsive behavior of branched molecules bearing pentapeptide units of elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub>
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama
2. 発表標題 Investigation of the molecular mechanism involved in the temperature-responsive self-assembly of elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub> analogs and their application in molecular materials
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Regulation of self-assembly ability of short-chain elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub> -azobenzene conjugates by light irradiation
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 多田隈歩実、巢山慶太郎、野瀬 健
2. 発表標題 短鎖エラスチン様ペプチド付加がタンパク質素材の温度応答性自己集合能に与える影響
3. 学会等名 第60回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 巢山慶太郎、吉田耕平、松下 伸、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 繰り返し配列からなる温度応答性エラスチン様ペプチドの可溶性担体とフラグメント縮合による調製
3. 学会等名 第96回日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宗 玲奈、巢山慶太郎、谷口 卓、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 短鎖エラスチン様ペプチドを用いた化学修飾が引き起こすウシ血清アルブミンの温度応答性
3. 学会等名 第96回日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akihiko Nagata, Keisuke Tomohara, Keitaro Suyama, Takeru Nose
2. 発表標題 Synthesis of thermoresponsive elastin-like peptide analogs by peptide fragment condensation reaction using papain
3. 学会等名 第60回ペプチド討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Shogo Sumiyoshi, Marin Shimizu, Naoki Tanaka, Keisuke Tomohara, Suguru Taniguchi, Iori Maeda, Takeru Nose.
2. 発表標題 Regulation of reversible self-assembly ability by substitution and deletion of amino acid residues of elastin peptide (FPGVG) <sub>n</sub> analogs
3. 学会等名 日本化学会第103回春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 巢山慶太郎、村島幹征、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 エラスチン様ペプチド・(FPGVG) <sub>5</sub> の温度依存的自己凝集に対する芳香族化合物の影響
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Masayuki Murashima, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Aromatic compounds scavenging ability of thermo-responsive short elastin-like peptide (FPGVG) <sub>n</sub> analogs
3. 学会等名 第59回ペプチド討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 巢山慶太郎、住吉勝伍、田中尚輝、安藤拓海、長田晃彦、友原啓介、谷口 卓、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 温度応答性ペプチド・(FPGVG) <sub>5</sub> の配列短縮による自己集合能の増強
3. 学会等名 令和4年度日本生化学会九州支部例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宗玲奈, 野瀬健
2. 発表標題 Phe含有短鎖型エラスチン様ペプチドの結合によるウシ血清アルブミンへの温度応答性の付与
3. 学会等名 第59回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長田晃彦, 野瀬健
2. 発表標題 パバインを用いた水溶液中でのエラスチン様ポリペプチド (FPGVG) <sub>n</sub> の合成
3. 学会等名 第59回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naoki Tanaka, Keitaro Suyama, Keisuke Tomohara, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Development of Temperature-responsive Peptides by EDTA-mediated Multimerization of Short (FPGVG) <sub>n</sub> Chains
3. 学会等名 第58回ペプチド討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 EDTAを用いた短鎖(FPGVG) <sub>n</sub> 多量体の合成および温度応答性
2. 発表標題 田中尚輝, 野瀬 健
3. 学会等名 第58回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 金属結合性配列を導入した短鎖エラスチン様ペプチドアナログの金属結合性
2. 発表標題 田中尚輝、住吉勝伍、巢山慶太郎、友原啓介、前田衣織、野瀬 健
3. 学会等名 令和 3 年度 日本生化学会九州支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keitaro Suyama, Marin Shimizu, Iori Maeda, Takeru Nose
2. 発表標題 Role of Phe residues in elastin-like peptide (FPGVG) <sub>5</sub> on self-assembly properties
3. 学会等名 第57回ペプチド討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Iori Maeda, Suguru Taniguchi, Yumi Moriuchi, Naruhiko Sawa, Asako Inoue, Tomoyuki Usa, Noriko Watanabe, Keitaro Suyama, Takeru Nose
2. 発表標題 Fractionation of water-soluble elastin from pig aorta by coacervation method
3. 学会等名 第57回ペプチド討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清水真凜、巢山慶太郎、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 エラスチン様ペプチド(FPGVG) <sub>5</sub> のフェニルアラニン残基のチロシン置換が自己集合能と構造変化に及ぼす影響
3. 学会等名 日本化学会九州支部 秋期研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 巢山慶太郎、清水真凜、谷口 卓、前田衣織、野瀬 健
2. 発表標題 温度応答性ペプチド・(FPGVG)5のフェニルアラニン残基置換による自己集合特性への影響
3. 学会等名 令和2年度日本生化学会 九州支部例会
4. 発表年 2020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	前田 衣織 (Maeda Iori)  (50311858)	九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授  (17104)	
研究分担者	友原 啓介 (Tomohara Keisuke)  (40711677)	京都薬科大学・薬学部・講師  (34306)	
研究分担者	巢山 慶太郎 (Suyama Keitaro)  (60707222)	九州大学・基幹教育院・助教  (17102)	

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