

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00786

研究課題名(和文) バイオベースマテリアルを用いた光染色と加工による光劣化抑制

研究課題名(英文) Photo-Dyeing and Suppression of Photodamage by Treatment Using Biobased Materials

研究代表者

安永 秀計 (YASUNAGA, Hidekazu)

京都工芸繊維大学・繊維学系・准教授

研究者番号：80241298

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究によって以下のことが明らかになった。  
ベルベリン処理/蛍光発光法によって毛髪の損傷度の評価が可能で、毛髪の化学変化情報が得られる。毛髪の光損傷はメラニン色素消失の脱色毛で進行し易く、高脱色毛ほど損傷が激しくなる。損傷毛髪でもロスマリン酸・クルクミン・(+)-カテキン・L-システインの各水溶液で処理することで、光による劣化の進行を抑制でき、この効果には主に還元性が寄与している。アブラヤシの搾油後の種子殻抽出物で羊毛・絹・綿・麻・ナイロンを染色加工可能。ローズベンガル・メチレンブルー・ビタミンB2を組み合わせた処理後に(+)-カテキン水溶液中で光照射をすると、毛髪が染色される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、バイオベースマテリアルを用いた毛髪の損傷評価評価法・光損傷抑制法・染色加工法・光染色法に関する基礎的知見が得られた。この成果は、作用が強い有害光線から生体・材料・製品を保護する技術や光の新しい活用法の実用化に寄与する。人が日常的に受けている可視光線を緩やかな染毛や染色に利用することは、光エネルギーの新しい有効活用と、化学・電気エネルギーの節約を導くといえる。また本研究を通して、光に関連する生物由来物質固有の特性の一部が明らかにされた。この知見は、このような物質の生体での役割の理解の進展につながると考えられる。

研究成果の概要(英文)： The study has clarified as follows:

1) The degree of hair damage can be estimated by the berberine / fluorescence technique and the fluorescence gives information on the change in hair chemical structures. 2) The photodamage is promoted for decolourised human hair and the damage increases for heavily decolourised one. 3) The further photodamage of hair can be suppressed by bio-reductants such as rosmarinic acid, curcumin, (+)-catechin and L-cysteine. Reducing ability of the bio-reductants contributes to the suppression effect. 4) The extracts from palm kernel shell of oil palm trees dye silk, wool, cotton, ramie and nylon. 5) Hair is dyed by the pretreatment with the combination of visible light photosensitisers such as rose bengal, methylene blue and vitamin B2 and following light irradiation in (+)-catechin aqueous solution.

研究分野：染色科学

キーワード：染色 染毛 バイオベースマテリアル 損傷度評価 光損傷抑制 バイオリダクタント 光染色 機能加工

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

私達が生活を営んでいる地球上において、太陽光は最重要の利用可能なエネルギーであり、視覚情報の伝達手段でもある。しかし、太陽光および人工光に含まれる強い紫外光線 (UV) は生物・材料・製品等を損傷させ、その劣化を進行させる。例えば、人毛や繊維製品は紫外線の照射によって褪色や脆化を起こす。そして、地球上での平均の紫外線強度が特に北半球中緯度地域で年々上昇している。したがって、光損傷からの保護は重要な課題である。

本研究者は、これまでにより安全な染毛法の創製をめざして、生体に含まれる酸化酵素のチロシナーゼを植物から得られる(+)-カテキン (Cat.) に作用させて染料 (カテキノン) を生成させて毛髪を染色する研究を行ない、カテキノンで染色した毛髪色の耐光堅ろう性が極めて高く、可視光線およびUVの長時間照射でもほとんど脱色しないことを明らかにした。そして、Cat.およびポリフェノール化合物等の天然由来物質を原料とするバイオベースマテリアル (BBM) の還元性と自身が酸化重合して安定化する特性が、この耐光性に重要な働きをしていることを見出した。

そこで、毛髪・繊維や多くの材料の光による変褪色や劣化の抑制を、BBMを用いて実現させようと考えた。

一方、染毛に限らず、一般的に繊維などの材料の染色・加工には多量の熱エネルギーと水が使用されていて、世界的に産業における染色・加工量が増加していることから、その軽減はこれからますます解決すべき課題となっている。そのために、本研究者は、材料の劣化の原因となる光を逆に利用してBBMによる処理と組み合わせ、光染色ができないかと考えた。

以上の課題に対して、BBMを用いる有利な点は次の通りである。

安全線の観点では、人体や生物に使用する場合には、より生体への負荷の小さい物質を選択することができる。

合成化学物質にはない特長ある性質をもち、本研究に利用できる。

原料を生み出す生物の生育環境を保全すれば、持続的な原料の供給が可能である。このような背景の下に本研究を開始した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、

【1】紫外線を含む光による材料の損傷・劣化の抑制の実現とその機構を明らかにすること

【2】BBMを用いた光染色の実現

である。染色・加工の対象は、まず毛髪・繊維材料とした。

まず【1】に関しては、バイオリダクタント (BR) による処理加工とその効果の評価を行なう。そして、特に毛髪 (人体の頭髪) の損傷の抑制法の開発と効果の評価の前に、未だ標準法が確立していない毛髪損傷度の、簡便・安全・迅速な評価法を検討する。その際に蛍光性のBBMを用い、光を利用した毛髪損傷度評価法を検討する。そして、毛髪の光損傷の抑制効果のあるBRと処理加工法を見つけ出し、効果の発現機構を調べる。さらに、繊維材料への適用を検討する。

次に【2】に関しては、光増感作用を示す物質で前処理した毛髪に、染料前駆体BBMを作用させながら光照射して染色性を評価する。そして、染色機構を調べる。

### 3. 研究の方法

#### 【1】

(1) 黒色人毛を系統的に化学酸化して、損傷度の異なる毛髪試料を作製し、これをベルベリン処理した後に評価用の低強度の UV 照射下で蛍光発光挙動を観測した。得られた発光画像の解析から発光強度値や分布データを抽出し、これと酸化処理条件・IR 測定結果・引張試験結果・蛍光スペクトル測定結果・吸着量測定結果等との相関を調べて、毛髪損傷度が評価できるかどうかを調べた。

また、蛍光スペクトルの解析によって毛髪損傷に伴うケラチンの化学的変化情報を取得するとともに、顕微蛍光観測システムによって毛髪へのベルベリンの浸透拡散後の吸着分布を調べた。

(2) 化学酸化して作製した系統的に損傷度の異なる毛髪試料に太陽光シミュレーター装置で光を照射し、その劣化の進行を追跡した。光照射された試料の破断応力値・ヤング率・表面形状の変化・官能基の化学変化を測定観測した。

(3) ロスマリン酸・クルクミン・Cat・L-システイン等の BBM をスクリーニングして毛髪の光損傷抑制効果を評価し、有効な物質を選出した。

(4) 有効な BR の毛髪への吸着性・吸着状態での光吸収特性・還元性・非還元物質との比較等を調べ、光損傷抑制効果の機構の解明を試みた。

(5) 搾油後のアブラヤシ廃棄物からの抽出物が染色と光損傷抑制処理の同時加工に利用可能かどうかを調べるため、まず各繊維試料の染色条件と染色性の関係を調べた。

#### 【2】

(1) 光増感剤であるローズベンガル (RB)・メチレンブルー (MB)・ビタミン B<sub>2</sub> (VB<sub>2</sub>) 水溶液をそれぞれ組み合わせて毛髪を処理し、染料前駆体である Cat. を組み合わせて乾燥状態 (ドライ系) と湿潤状態 (ウェット系) で太陽光シミュレーター装置を用いて毛髪に光照射し、染色条件と染色性の関係を調べた。そして、染色毛髪の洗髪・耐光堅ろう度試験を実施した。

(2) 毛髪への RB・MB・VB<sub>2</sub> の吸着性を測定し、光照射下での光増感剤の変化と Cat. 水溶液中で光増感剤処理毛髪に光照射したときの水溶液中の酸素消費挙動を追跡し、発色機構を考察した。

### 4. 研究成果

#### 【1】

(1) 系統的に酸化によって損傷させた毛髪の ATRFT-IR 測定を行なったところ、処理時の過酸化水素濃度  $C_{H_2O_2}$  が高くなるにつれて毛髪中の負電荷のスルホン酸基が増加していくことがわかり、ケラチンのジスルフィド結合の切断と酸化の進行によるものと考えられた。次にベルベリン処理した損傷毛髪の蛍光発光を観察した結果、処理時の  $C_{H_2O_2}$  と毛髪中のスルホン酸基量  $Q_{S=O}$  の増加に対して毛髪の発光強度最大値  $I_{max}$  が上昇することを見出した。また、毛髪からの発光色は  $C_{H_2O_2}$  と  $Q_{S=O}$  増加によって緑から黄緑を得て黄に変化することも明らかになった。そこで、ベルベリン処理した毛髪の蛍光発光スペクトルを波長 365 nm の励起光を照射して測定したところ、発光スペクトルで得られる信号の極大吸収波長は  $C_{H_2O_2}$  と  $Q_{S=O}$  の増加に伴い長波長側にシフトする結果が得られた。これによりベルベリン

が吸着しているサイトにおいて、ベルベリンと相互作用する官能基がより極性の高いものに変化していていることが示唆される。また、毛髪損傷の進行とともにベルベリン吸着量  $n_{ad}$  が増加し、毛髪内部に吸着していくことが示された。以上より、ベルベリンを用いた方法によって毛髪損傷度の評価が可能であることがわかり、また毛髪内部の化学変化に関する情報が得られることが示唆された<sup>1), 2), 3), 4), 5)</sup>。

(2)毛髪損傷はメラニン色素が失われた脱色毛で黒色毛より進行し、脱色の程度が高いほど光照射で損傷が激しくなることがわかった。そして、化学酸化と光照射では、毛髪中で生じる官能基の変化が異なることが示された。

そして、脱色が進行して損傷した毛髪をロスマリン酸・クルクミン・Cat・L-システインの各水溶液で処理することで、光による劣化の進行を抑制できることが見出され、このようなBRが毛髪を光損傷から保護することがわかった。光を吸収するが還元性をもたない合成染料では毛髪損傷を効果的に抑制できない結果が得られ、また毛髪に吸着した各BRの光吸収量は毛髪全体に照射される光量のごく一部であることから、ロスマリン酸・クルクミン・Cat・L-システインの光損傷抑制効果には、主に還元性が寄与していると結論づけられた。各BRの毛髪吸着量・還元能は異なり、いずれもL-システイン  $\ll$  Cat. = クルクミン  $<$  ロスマリン酸順に大きくなる。しかしながら、本研究で用いたこの4種ではほぼ同様の光損傷抑制効果を示す。これは、ごく少量の吸着でも効果を発揮することを示唆する。一方、実際には毛髪は日常的に洗髪されたり、ドライヤー等で加熱されるなどの影響を受けるので、実用のためには光損傷抑制効果の持続性の評価が必須である<sup>6), 7), 8), 9), 10), 11), 12), 13)</sup>。

(3)毛髪損傷はメラニン色素が失われた脱色毛でより進行することを明らかにしたので、染毛と光損傷抑制加工を同時に実施できる系が望ましい。しかし、それが可能なBBMはCat.やカテキン類で、チャから得ようとする飲用分野の原料供給への影響と高コストが課題となる。そこで、廃棄されている天然材料からの染色加工剤を検討し、世界最大の植物油原料であるアブラヤシの搾油後の廃棄物の利用を研究した。その抽出物の染色性・吸着性を調べ、各部位の内、種子殻抽出物が人毛に近いタンパク質繊維である羊毛を始め、絹・綿・麻・ナイロンを染めることがわかった<sup>14), 15)</sup>。また、染色繊維の洗濯・耐光堅ろう度は高い。さらに、アブラヤシ種子殻抽出物の色素は洗濯するにしたがって色が濃くなるという、褪色する通常とは異なる興味深い挙動を示した。この抽出物はカテキン類やピロガロール化合物などを豊富に含み、還元性も示すので、染色条件によって還元活性を有したまま吸着していることが示された。次段階で種子殻抽出物の染毛性を検討する。

## 【2】

(1)ローズベンガル(RB)・メチレンブルー(MB)・ビタミンB<sub>2</sub>(VB<sub>2</sub>)の各水溶液でそれぞれ処理した毛髪にCat.水溶液中で光照射をすると、RB処理系では試料のピンク色が光照射時間とともに褪色していくのと並行して茶色に染色され、MB処理系とVB<sub>2</sub>処理系ではそれぞれ青色と黄色が褪色して茶色、RB+MB処理系では紫色から茶色、RB+MB+VB<sub>2</sub>処理系では橙色から茶色にそれぞれ染色されることを見出した。最も光学濃度の高い色になるのはRB+MB+VB<sub>2</sub>処理系で、それぞれ光吸収波長領域の異なる光増感剤を組み合わせると、より効果的に染色されることが明らかになった。そして、この方法で染色された毛髪の耐光・洗濯堅ろう度がじゅうぶん高いことがわかった。染料は光照射下Cat.の酸化で生成していて、3種混合系処理毛髪への光照射が最大の酸素消費を示し、染料生成反応

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

が促進されるという結果が得られた<sup>16), 17), 18), 19), 20), 21), 22)</sup>。

- 1) 荻原拓己; 安永秀計, *日本繊維機械学会研究発表論文集*, **70**, 106-107 (2017).
- 2) OGIHARA Hiroki; YASUNAGA Hidekazu, *14th Asian Textile Conference*, Paper ID 82 (2017).
- 3) OGIHARA Hiroki; VIKOVÁ Martina; VIK Michal; YASUNAGA Hidekazu, *The 46th Textile Research Symposium*, 36 (2018).
- 4) 荻原拓己; 安永秀計, *第55回染色化学討論会*, 32-33 (2018).
- 5) OGIHARA Hiroki; YASUNAGA Hidekazu, *The 6th International Symposium on Dyeing and Functionalization of Textiles and Polymers* (2018).
- 6) 庄村礼; 安永秀計, *第8回毛髪科学研究発表会* (2017).
- 7) 庄村礼; 安永秀計, *毛髪科学*, **120**, 6-8 (2017).
- 8) SHOMURA Aya; YASUNAGA Hidekazu, *Asia-Africa 10th Seminar & Annual Report Meeting for 'Neo Fiber Technology' Project*, 17 (2017).
- 9) SHOMURA Aya; YASUNAGA Hidekazu, *14th Asian Textile Conference*, Paper ID 83 (2017).
- 10) 安永秀計; 庄村礼; Martina VIKOVÁ; Michal Vik, *繊維学会予稿集*, **73**, 1C06 (2018).
- 11) YASUNAGA Hidekazu; TAKAHASHI Akiko; ITO Kazue; UEDA Masahisa; TANIGUCHI Saina; YANO Asami; SEKI Chinami; OSAKI Hiroshi; KIDA Tomoyasu; SHOMURA Aya; MATSUBARA Takanori, *The Fiber Society's Spring 2018 Conference*, (2018).
- 12) YASUNAGA, Hidekazu; SHOMURA, Aya; VIKOVÁ Martina; VIK Michal, *The 46th Textile Research Symposium*, 8 (2018).
- 13) YASUNAGA, H.; SHOMURA, A., *5th Int. Symp. Adv. Sustainable Polym*, 182 (2019).
- 14) 尾田明香里; 岡久陽子; 小原仁実; 安永秀計, *日本繊維機械学会研究発表論文集*, **72**, 218 (2019).
- 15) Kamthorn Intharapichai; Akari Oda; Yoko Okahisa; Hitomi Ohara; Hidekazu Yasunaga, *J. Fiber Sci. Technol.*, **76**(3), 95-103 (2020).
- 16) 内田晶子; 安永秀計, *日本繊維機械学会研究発表論文集*, **71**, 46-47 (2018).
- 17) UCHIDA Akiko; YASUNAGA Hidekazu, *6th International Symposium on Dyeing and Functionalization of Textiles and Polymers* (2018).
- 18) YASUNAGA Hidekazu; UCHIDA Akiko, *Journal of Textile Engineering*, **64**(6), 145-149 (2018).
- 19) UCHIDA Akiko; YASUNAGA Hidekazu, *The 47th Textile Research Symposium* (2019).
- 20) 内田晶子; 安永秀計, *第56回染色化学討論会*, 2G05 (2019).
- 21) 安永秀計; 内田晶子, *日本繊維機械学会研究発表論文集*, **73**, C1-01 (2020).
- 22) 安永秀計; 内田晶子, *日本繊維機械学会研究発表論文集*, **73**, C1-02 (2020).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 YASUNAGA Hidekazu; UCHIDA Akiko	4. 巻 64(6)
2. 論文標題 Hair Colouring by the Use of Dyestuffs Formed by Oxidation of (+)-Catechin Combined with Photosensitisers Absorbing Visible Light	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Textile Engineering	6. 最初と最後の頁 145-149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4188/jte.64.145">https://doi.org/10.4188/jte.64.145</a>	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 庄村 礼; 安永秀計	4. 巻 120
2. 論文標題 還元作用を示す天然由来物質を用いた毛髪の光劣化の抑制	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 毛髪科学	6. 最初と最後の頁 6-8
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 無
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 Kamthorn Intharapichai; Akari Oda; Yoko Okahisa; Hitomi Ohara; Hidekazu Yasunaga	4. 巻 76(3)
2. 論文標題 Relationships between Dyeing Conditions and Dyeability of Extracts from Oil Palm Tree	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 95-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2115/fiberst.2020-0009	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19件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 内田晶子; 安永秀計
2. 発表標題 可視光吸収増感剤を利用した(+)-カテキンの酸化で生成する染料による毛髪の染色
3. 学会等名 日本繊維機械学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安永秀計; 庄村礼; Martina Vikova'; Michal Vik
2. 発表標題 バイオリダクタントによる毛髪的光劣化の抑制 . 還元性と劣化抑制効果の関係
3. 学会等名 繊維学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Yasunaga; Akiko Takahashi; Kazue Ito; Masahisa Ueda; Saina Taniguchi; Asami Yano; Shota Morimoto; Takanori Hagino; Chinami Seki; Aya Shomura; Takanori Matsubara
2. 発表標題 Safer Hair Dyeing by Using Biobased Materials - Techniques, Dyeability and Protection Effect -
3. 学会等名 The Fiber Society 's Spring 2018 Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 YASUNAGA, Hidekazu; SHOMURA, Aya; VIKOVA';, Martina; VIK, Michal
2. 発表標題 Suppression of Hair Photodamage by Using Bio-Reductants
3. 学会等名 Textile Research Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 UCHIDA, Akiko; YASUNAGA, Hidekazu
2. 発表標題 Hair Colouring by Dyestuffs Obtained from Photo-Oxidised (+)-Catechin Using Photosensitisers and Visible Light
3. 学会等名 International Symposium on Dyeing and Functionalization of Textiles and Polymers (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 OGIHARA, Hiroki; YASUNAGA, Hidekazu
2. 発表標題 Study on The Estimation Technique of Oxidised Hair Damage by Using Berberine
3. 学会等名 International Symposium on Dyeing and Functionalization of Textiles and Polymers (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻原拓己; 安永秀計
2. 発表標題 カチオン性蛍光物質を用いた毛髪損傷評価法 . 酸化処理損傷毛髪の蛍光発光性
3. 学会等名 日本繊維機械学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SHOMURA Aya; YASUNAGA Hidekazu
2. 発表標題 Suppression of Hair Photodamage by Using Rosmarinic Acid, Curcumin, (+)-Catechin or L-Cysteine
3. 学会等名 Asian Textile Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻原拓己; 安永秀計
2. 発表標題 カチオン性蛍光物質を用いた毛髪損傷評価法 . 毛髪の損傷の程度と蛍光発光特性の関係
3. 学会等名 染色化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 OGIHARA Hiroki; YASUNAGA Hidekazu
2. 発表標題 Novel Technique Estimating Hair Damage by Using Berberine
3. 学会等名 Asian Textile Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 OGIHARA Hiroki; VIKOVA' Martina; VIK Michal; YASUNAGA Hidekazu
2. 発表標題 Estimation of Hair Damage by Fluorescence from Berberine
3. 学会等名 Textile Research Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庄村礼; 安永秀計
2. 発表標題 還元性を示す天然由来物質を用いた毛髪之光劣化の抑制
3. 学会等名 毛髪科学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SHOMURA Aya; YASUNAGA Hidekazu
2. 発表標題 The Relationships between The Degree of Hair Damage and Suppression Effect on Hair Photodamage by Treating with Bio-Reductants
3. 学会等名 Asia-Africa 10th Seminar & Annual Report Meeting for 'Neo Fiber Technology' Project (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 UCHIDA Akiko; YASUNAGA Hidekazu
2. 発表標題 Relationships between Colouring Condition and Resulting Colour in Hair Colouring by Dyestuffs Obtained from (+)-Catechin Photo-Oxidised with Photosensitisers under Visible Light
3. 学会等名 Textile Research Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田晶子; 安永秀計
2. 発表標題 光増感剤処理と可視光線を利用した(+)-カテキンの酸化で得られる染料 による毛髪の色化における増感剤種と染色性の関係
3. 学会等名 染色化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾田明香里; 岡久陽子; 小原仁実; 安永秀計
2. 発表標題 アブラヤシ種子殻抽出物を用いた染色加工 . 染色条件と染色性の関係
3. 学会等名 日本繊維機械学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 YASUNAGA, H.; SHOMURA, A.
2. 発表標題 Suppression of Hair Photodamage by Treatment with Rosmarinic Acid and Curcumin
3. 学会等名 , Int. Symp. Adv. Sustainable Polym (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田晶子; 安永秀計
2. 発表標題 光を用いた染毛 . 染色性・堅ろう性・課題
3. 学会等名 日本繊維機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田晶子; 安永秀計
2. 発表標題 光を用いた染毛 . 染色機構
3. 学会等名 日本繊維機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 アブラヤシ由来の染色加工材料及びそれを用いた染色加工法	発明者 安永秀計; 小原仁実	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-11997	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究協力者	ヴィック ミヒェール (VIK Michal)		
研究協力者	ヴィコヴァ マルティナ (VIKOVA' Martina)		