

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 20 日現在

機関番号：44519

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13027

研究課題名(和文)アントシアニン色素が自然界で受ける化学反応を活用する環境配慮型フルカラー染色

研究課題名(英文) Environment-Friendly Full-Colour Dyeing by Utilising Chemical Reactions of Anthocyanins

研究代表者

松原 孝典 (MATSUBARA, Takanori)

産業技術短期大学・その他部局等・講師

研究者番号：40735536

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：地球環境や生物を守るため、石油由来の染料や重金属を含む化学物質を大量消費する現在の染色法を、持続可能な天然物を用いる染色法に転換してはどうだろうか。そこで私たちは、色鮮やかなアントシアニン色素が安定となる金属イオン・酸化剤・ポリフェノールとの相互作用を染色に活用し、低温染色、鮮やかな色で染色、色調幅の拡大により、環境配慮型フルカラー染色を目指した。ムラサキイモ色素を中心に、絹布の染色を検討した結果、アントシアニン単独の染色結果に対し、色調幅を広げることができ、低温(30℃)で十分な濃さに染色することができた。複数種の天然物を組み合わせることで、フルカラー染色の可能性を見出すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

天然物を用いた染色では、金属イオンと組み合わせた金属媒染法が一般的であるが、本研究により、酸化染色法や、アントシアニンのコピグメンテーションを活用する染色法の有用性が見出された。コピグメンテーションを利用した染色法の特長は、元の鮮やかな色調を維持し、染色性を高めることであり、金属媒染法や酸化染色法で得られる鈍い色に、鮮やかな色を加えることができる。また、現状の石油由来の染料による染色法に対し、持続可能な天然原料を用いた染色法の可能性を拡げることができた。

研究成果の概要(英文)：In dyeing industry, the colouration of fibre without synthetic dyes and a low energy and water consumption are desired for our earth and the organism living there. We would like to propose new concept for dyeing by using natural resource. The copigmentation, oxidation, and metal chelation of anthocyanins were applied to dye silk fabric. Copigmentation is a complex formation based on a non-covalently-bonds between anthocyanins and colourless polyphenols. They were designed two step treatment. First is dyeing process with anthocyanins and second is reaction process by using an appropriate material. They are polyphenols for the copigmentation dyeing, sodium periodate for the oxidation dyeing, and Al(III), Cu(II), Fe(II) compound for the metal mordanting dyeing, respectively. The results show that the dyeability was higher than the dyeing without utilising their reactions and the wide various colours were obtained.

研究分野：繊維材料の染色機能加工

キーワード：天然物 アントシアニン 酸化反応 コピグメンテーション 染色 絹 白髪染め ヘアカラーリング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ファストファッションの流行から、染色が及ぼす地球環境や生産者への負荷は極めて大きくなった。合成染料や重金属を含む化学物質が河川や海を汚染し、地球環境やそこに住む生物に悪影響を与えている。河川の BOD や COD の増加、生息生物の成長阻害、食物連鎖への影響、化学物質の生物蓄積、突然変異などが起こるとされる。私たち人類にも影響を与える。例えば、バングラデシュの繊維関連工場と田畑が近接している地域では、その地域に住む人々が、皮膚病・下痢・食中毒などの病気が他地域より多く発症し、ひどい場合には、呼吸器に関わる病症も見られたと 2019 年に報告されている。染色工場労働者の高負荷の問題もあり、天然染料を用いる染色法を提案する。

天然染料を用いる染色は、天然染料のみでは染色できないケースが多く、金属化合物との錯体形成反応に基づく金属媒染法で行われる場合が大半である(一部、藍染め、紅花染めのような金属化合物を使わない手法もある)。この方法では、染色温度を 90 °C のような高温にする必要があり、染色可能な色は鈍い黄色～褐色がほとんどとなる。天然物を用いる染色法は、(i) 低温で濃色に染色、(ii) 鮮やかな色に染色、(iii) 色調幅が課題である。

そこで、私たちは天然物の酸化反応に着目し、茶などに含まれるカテキン類と酸化剤(過ヨウ素酸ナトリウム)の 2 段階処理の染色法(酸化染色法)を試みた。その結果、酸化染色法が低温(30 °C)で濃色に染色できることを見出し、(i) を解決する手法を得た。この方法は、絹・羊毛・ヒト毛髪・綿・レーヨン・ナイロンなどの汎用性の高い繊維を染色できる。

2. 研究の目的

天然物を用いて、上記(ii) 鮮やかな色に染色と(iii) 色調幅を解決するため、ムラサキイモのような野菜などの植物に含まれ、赤～紫～青と色鮮やかなアントシアニン色素に着目した。アントシアニン色素自身は、洗浄や光による色落ちが大きい。現状では金属媒染法による染色法でしか色落ちの少ない染色ができず、得られる色は鈍い色である。一方、アントシアニン色素は、自身とそれに似た構造の天然物との間で自発的な - スタッキングによる相互作用で起こるコピグメンテーションにより、植物中で安定に存在する。本研究では、アントシアニン色素のコピグメンテーションを染色に有効活用し、金属媒染法や酸化染色法と組み合わせ、上記(i)(ii)(iii)を解決し、「地球や生物にやさしい天然フルカラー低温染色法の開発」を目指した。

アントシアニン色素は、イモ類でその含有量が多いこと、廃材利用の観点から、イモの皮から取り出すこととした。本研究では、次の 3 点を試みた。

1. 絹布に対して、アントシアニン色素のコピグメンテーションを利用する染色法と金属媒染法や酸化染色法の検討
2. アントシアニン色素をイモの皮から抽出する方法の検討と得られた色素の染色試験
3. 染色法の応用可能性を拡げることが目的に、他の繊維として白髪に対する染色試験

3. 研究の方法

(1) アントシアニン色素を用いた絹布の染色

ムラサキイモ色素(グリコ栄養食品)を用いて絹布(色染社、絹羽二重、4 cm × 4 cm)を次の 4 手法によってそれぞれ染色した。

通常法: 絹布 1 枚を 1.5 % ムラサキイモ色素水溶液(pH = 2.9) 20 mL に浸漬し、40 分間振とうしながら処理した。

金属媒染法: 通常法ののち、10 mM 媒染剤水溶液 20 mL に浸漬し、40 分間処理した。カリウムミョウバン(KAl(SO₄)₂)・硫酸銅(II)(CuSO₄)・乳酸鉄(II)の 3 種類の媒染剤を用いた。

酸化法: 通常法ののち、10 mM 過ヨウ素酸ナトリウム(NaIO₄)水溶液 20 mL に浸漬し、40 分間処理した。

コピグメンテーション法: 通常法ののち、天然ポリフェノール溶液(田中直染料店花びら染発色剤 C を蒸留水で 5 倍希釈) 20 mL に浸漬し、40 分間処理した。

染色処理の後に、0.3 wt% マルセル石鹼水溶液 100 mL で 20 分間の洗浄と蒸留水 200 mL で 15 分間の洗浄を 2 回おこなった。以上の処理は全て 30 °C でおこなった。その後、室温下で一昼夜自然乾燥して、染色した絹布を得た。絹布表面の色は、コニカミノルタ分光測色計 CM-2600d で測定した。

(2) 尼いも外皮由来色素抽出と絹布の染色

2017 年秋に尼崎市内で収穫された尼いもの外皮から、酸性エタノール水溶液を用いて色素抽出した。色素抽出液は、減圧下で濃縮し、吸湿性を抑えるためデキストリンを加えて、尼いも色素抽出物粉末を得た。尼いもは、兵庫県尼崎市の特産品であるが、ヒルガオ科サツマイモ属(*Ipomoea batatas* L.) に分類される。その外皮は、アントシアニン由来の赤紫色を呈する。似たサツマイモの品種であるアヤムラサキの場合、シアニジンやペオニジンを骨格とするアシル化アントシアニンが含まれるとされる。

染色は、絹布（色染社、絹羽二重、4 cm × 4 cm）を、15% 尼いも抽出物溶液 20 mL を用いて 50 °C で 40 分間振とうしながら染色処理した。その後、10 mM カリウムミョウバン水溶液、10 mM 硫酸銅(II)水溶液、10 mM 乳酸鉄(II)水溶液、10 mM NaIO₄ 水溶液、天然ポリフェノール溶液（原積）のいずれかの溶液で 30 °C で 40 分間処理した。その後、蒸留水 200 mL を用いて 30 °C で 15 分間の洗浄を 2 回おこない、自然乾燥を経て染色物を得た。

(3) アントシアニン色素を用いた白髪の色

ムラサキイモ色素（グリコ栄養食品）を用いて、化学処理を受けていない白髪（ビューラックス）を、絹布の染色と同様に、次の 4 手法で染色した。

通常法：0.8 g の白髪を所定温度に設定した 1.5% ムラサキイモ色素水溶液 100 mL に浸漬し、40 分間振とうしながら処理した。このとき、添加剤として、所定濃度のベンジルアルコール（BA）とチオグリコール酸アンモニウム（ATG）を加えた。

金属媒染法：通常法ののち、10 mM 乳酸鉄(II)水溶液 100 mL に浸漬し、40 分間処理した。

酸化法：通常法ののち、10 mM NaIO₄ 水溶液 100 mL に浸漬し、40 分間処理した。

コピグメンテーション法：通常法ののち、天然ポリフェノール溶液（5 倍希釈）100 mL に浸漬し、40 分間処理した。

染色処理後、洗浄、乾燥を経て染色毛髪を得た。洗髪や熱による色落ちの程度を調べる試験では、次の洗髪および熱処理をそれぞれ繰り返し行い、毛髪の色の変化を測定した。洗髪処理は、洗浄剤の処理を 30 °C で 20 分間を 1 回、蒸留水の処理を 30 °C で 15 分間を 2 回行い、自然乾燥させた。熱処理では、蒸留水の処理を 40 °C で 10 分間行ったのちに 90 °C で 15 分間乾燥させた。毛髪表面の色は、コニカミノルタ社分光測色計 CM-2600d で測定した。

4. 研究成果

(1) アントシアニン色素を用いた絹布の染色

アントシアニン色素成分分析と総ポリフェノール量の分析

染色に用いたムラサキイモ色素に含まれるアントシアニン色素の化学構造、天然ポリフェノールに含まれる総ポリフェノール量をそれぞれ調べた。染色に用いた赤紫色のムラサキイモ色素の成分分析は、先行研究を参考に、0.01% の色素を含む 0.01% 塩酸メタノール溶液の吸収スペクトル測定によりおこなった。スペクトルの波形や特定波長の吸光度の比から、ムラサキイモ色素の成分は、「シアニジン」や「ペオニジン」を骨格に持ち、桂皮酸類や安息香酸類が結合しているとわかった。配糖体の結合部位は 3 位と 5 位である（シアニジンあるいはペオニジンの 3-ソホロシド-5-グリコシド、図 1）。この結果は、HPLC でムラサキイモ色素の成分分析をおこなった他の研究者の結果と同様であった。

また、用いた天然ポリフェノールの総ポリフェノール量を、フォーリンチオカルト試薬を用いる比色法で測定した。その結果、没食子酸換算で 150 g/L であることがわかった。実験で用いた 5 倍希釈溶液の総ポリフェノール量は 30 g/L となる。

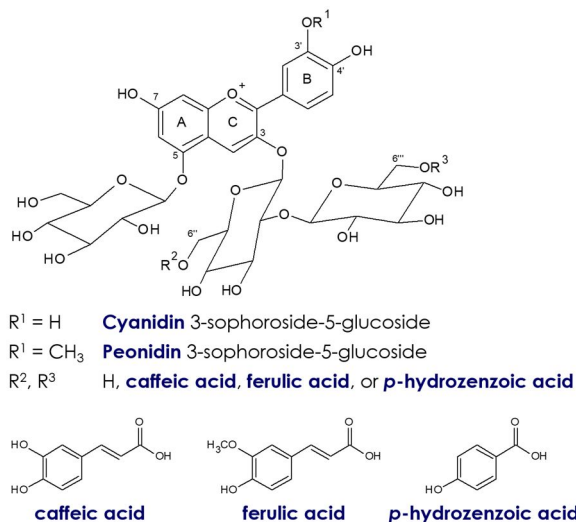


図 1 吸収スペクトル測定結果と先行研究から予想される使用したムラサキイモ色素に含まれるアントシアニンの化学構造。

ムラサキイモ色素と天然ポリフェノール・酸化剤・媒染剤の溶液変化

ムラサキイモ色素と化学変化を起こす、天然ポリフェノール・NaIO₄・カリウムミョウバン・硫酸銅(II)・乳酸鉄(II)をそれぞれ加えたときの溶液の変化を調べた。染色試験時の濃度で混合すると、いずれも濃い紫色から変化は観察できなかった。天然ポリフェノールや NaIO₄ を加えたときには、溶液が懸濁し、水との親和性に変化が見られた。天然ポリフェノール添加では天然ポリフェノールの成分との相互作用、NaIO₄ 添加では酸化反応がそれぞれ起こったことを示すシグナルと考えられる。

ムラサキイモ色素と天然ポリフェノール・酸化剤・媒染剤の組み合わせによる絹布の染色

白色の絹布に対して、色素と天然ポリフェノールなどの処理剤の処理の順番を検討した。その結果、処理の順番と染色方法で幅広い色に染色できることがわかった。図 2 は、染色結果の色度図を示し、赤-緑色度を示す a* 値（正の値で赤色の程度、負の値で緑色の程度を示す）が -1 ~ +17 の範囲で、黄-青色度を示す b* 値（正の値で黄色の程度、負の値で青色の程度を示す）が -14 ~ +23 の範囲をとることがわかる。1 つの色素から幅広い色調に染色可能であることを見出した。

染色性の観点でみると、事前にムラサキイモ色素で処理した後に各処理剤で後処理する染色法で、より濃く染色できた(表1)。ムラサキイモ色素のみで染色する通常法では紫色に、金属媒染法では、カリウムミョウバン処理 (Al^{3+}) および硫酸銅(II)処理 (Cu^{2+}) で青紫、乳酸鉄(II)処理 (Fe^{2+}) で黒色、酸化法 ($NaIO_4$) では茶色に、コピグメンテーション法 (CP法) では通常法より濃い紫色に、それぞれ染色された。

同様の実験をバラ由来色素でも行った結果、 a^* 値が $-4 \sim +11$ の範囲で、 b^* 値が $0 \sim +45$ の範囲をとることがわかった。複数の色素と本研究の3つの染色法を組み合わせることで、より幅広い色調に染色可能と予想できる。

アントシアニンは、pHによって化学構造が変化し、色が変化する。そこで、色素処理時のpHを変化させて染色試験をおこなった。通常法とコピグメンテーション法では、pH 4.5~6.4で染色性が高く、コピグメンテーション法がより濃い色となる。酸化法では、pHの増加につれて青みのある茶色となり、pH 7.0で最も濃い色が得られる。乳酸鉄(II)による金属媒染法では、pHの増加とともに黒色から青みのある黒色に染色される。このpHの影響には、色素分子と絹繊維表面の電荷、アントシアニンと処理剤の反応性が関わっている。

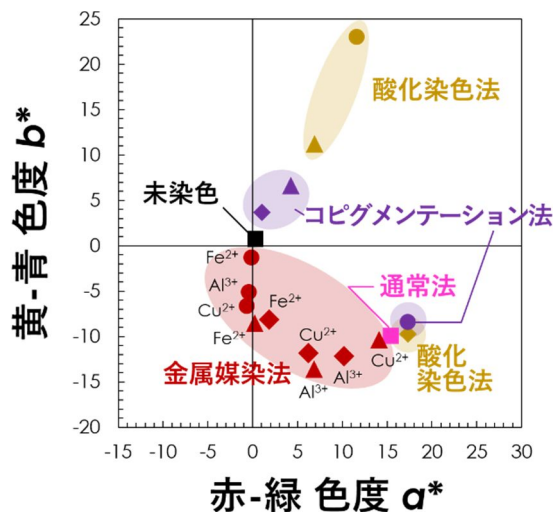


図2 ムラサキイモ色素による絹布の染色結果。
 ■：未染色、■：ムラサキイモ色素処理のみ、
 ◆▲●：金属媒染法、◆▲●：酸化法、◆▲●：
 コピグメンテーション法(◆：前処理、▲：同時
 処理、●：後処理)。

表1 ムラサキイモ色素による絹布の染色結果(後処理)

染色法	未染色	通常法	金属媒染法			酸化法	CP法
処理剤	-	なし	Al^{3+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}	$NaIO_4$	天然 ポリフェノール
写真							
		紫色	青紫	青紫	黒色	茶色	紫色

(2) 尼いも外皮由来色素抽出と絹布の染色

尼いも外皮由来の色素抽出法の検討

尼いも外皮から得たピンク色の抽出物粉末を pH=3.0 に調整したクエン酸緩衝液に 2.5% を溶解させた溶液の吸収スペクトルは、521 nm に極大吸収波長をもつことがわかった。色価は 1.43 と、粉末量に対して色は薄い。吸収スペクトルは、アントシアニンのそれと似ており、尼いも抽出物の色素成分はアントシアニンであると予想される。

さらに濃色に染色するため、色素抽出時の色素量を高める必要があった。そこで、抽出溶媒などの抽出条件を見直し、可視分光法により抽出量の高い条件を検討した。酸には、酢酸・塩酸・ギ酸、アルコールには、メタノールとエタノールを検討した。その結果、水・塩酸・メタノールの組み合わせで最も色素抽出量が高いと分かった。

尼いも外皮由来の色素を用いた絹布の染色

表2に、尼いも抽出物で絹布を染色した結果を示す。ムラサキイモ色素と比べて色素が薄く、全体的に薄い色に染色された。カリウムミョウバン処理 (Al^{3+}) あるいは、硫酸銅(II)処理 (Cu^{2+}) で薄いベージュ、乳酸鉄(II)処理 (Fe^{2+}) でグレー、酸化法 ($NaIO_4$) では茶色、コピグメンテーション法 (CP法) では薄いピンク、にそれぞれ染色された(表2)。

サツマイモには、アントシアニン以外に、クロロゲン酸の構造をもつポリフェノールが含まれることが知られている。クロロゲン酸は、カテコール構造をもつカフェ酸の配糖体である。ムラサキイモ色素やカテコール構造をもつ(+)-カテキンを用いた絹布の染色結果と比べると、尼いも色素中のアントシアニン色素とクロロゲン酸の両者が混合した色調に染色されたといえる。

表2 尼いも外皮抽出色素による絹布の染色結果(後処理)

染色法	未染色	金属媒染法			酸化法	CP法
処理剤	-	Al^{3+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}	$NaIO_4$	天然 ポリフェノール
写真						
		薄い ベージュ	薄い ベージュ	グレー	茶色	薄い ピンク

(3) アントシアニン色素を用いた白髪の色染

応用可能性を考えると、様々な繊維を染色できることが望ましい。そこで、絹繊維と同様にタンパク繊維であるが、比較的染色が難しいヒトの毛髪の色染方法を検討した。

絹布の染色と同様に、白髪を 30 °C でムラサキイモ色素処理を 40 分間おこなったが、ほとんど染色されなかった。処理温度を 50 °C まで高くしても、染色性の向上は見られなかった。

毛髪に対する物質の浸透拡散では、表面のキューティクル細胞間を経路とするとされている。用いたムラサキイモ色素のアントシアニンの分子サイズは、その経路に対して相対的に大きく、40 分という時間では内部に浸透拡散しづらかったためと考えられた。そこで、浸透拡散経路を化学的に処理し、浸透促進剤を添加することで染色の可能性を探った。毛髪内部のタンパク主鎖間の橋掛け構造をつくるジスルフィド結合を切断する還元剤であるチオグリコール酸アンモニウム(ATG)と、毛髪などのケラチン繊維の染色において浸透促進剤として多用されるベンジルアルコール(BA)を添加剤として試した。温度や添加剤の処理のタイミングなどを検討した。ムラサキイモ色素処理時(50 °C)にATGとBAを加えることで、十分な染色性を得た(図3)。

毛髪の色染においては、洗髪や熱に対する色落ちの程度が消費性能として重要である。それらを調査した結果、洗髪に対する色落ちは、市販の酸化染毛剤と同程度であり、熱による色落ちはほとんどないということがわかった。

その他、温度・時間・pHといった処理条件や、天然ポリフェノールの種類を変えることで染色性に变化があることを発見した。特に、天然ポリフェノールについてであるが、必ずしも、アントシアニン色素とコピグメンテーションを引き起こしやすい物質で染色性が高いわけではなく、アントシアニン・ポリフェノール・毛髪の3者の相性で染色性が決まる。



図3 ムラサキイモ色素処理時にチオグリコール酸アンモニウムとベンジルアルコールを添加し、それぞれ後処理をおこない染色された毛髪。

(4) まとめ

色鮮やかなアントシアニン色素が植物などで安定に存在できる化学変化を活用して、天然染料による染色で課題であった (i) 低温で濃色に染色、(ii) 鮮やかな色に染色、(iii) 色調幅をクリアし、「地球や生物にやさしい天然フルカラー低温染色法の開発」を目指した。金属媒染法としてよく知られている天然染料の染色手法に加え、酸化反応やコピグメンテーションについて活用を試みた。酸化反応は鈍い色ではあるが、金属媒染法とは異なる色調に染色でき、コピグメンテーションは元の色素の色で濃く染色することができる。それらの3つの手法で全体として色調幅は広がった。目指したフルカラー染色には色調が不足しているが、アントシアニン色素の種類や他の天然色素との組み合わせでフルカラーに近づけると予想している。今後は、コピグメンテーションによる濃染のメカニズムや、白髪染めにおける添加剤の効果についても継続して調査していく。

引用文献

- B. Lellis, et al, Biotech. Res. Innovation, 3, 275 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
M. Sakamoto, et al., Sustainability, 11, 1951 (2019). <https://doi.org/10.3390/su11071951>
A. K. Mohiuddin, Eur. J. Sustain. Dev. Res., 3, em0083 (2019). <https://doi.org/10.29333/ejosdr/5727>
T. Matsubara, et al., J. Text. Eng., 63, 149 (2017). <https://doi.org/10.4188/jte.63.149>
松原孝典, ひょうご科学技術協会 学術研究助成成果報告書, (2016). <https://hyogosta.jp/wp-content/uploads/2017/05/js28-k22.pdf>
P. Trouillas, et al., Chem. Rev. 116, 4937 (2016). <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00507>
津久井亜紀夫ら, 日本食品科学工学会誌, 46, 148 (1999). <https://doi.org/10.3136/nskkk.46.148>
J. B. Harborne, Biochem. J., 70, 22 (1958). <https://doi.org/10.1042/bj0700022>
Y. Goda, et al., Phytochem., 44, 183 (1997). [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(96\)00533-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(96)00533-X)
V.-D. Truong, et al., J. Agric. Food Chem., 58, 404 (2010). <https://doi.org/10.1021/jf902799a>
J. Xu, et al., Food Chem., 186, 90 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.123>
Technical Committee ISO/TC 34, “Determination of substances characteristic of green and black tea — Part 1: Content of total polyphenols in tea — Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent”, ISO 14502-1:2005, Switzerland (2005).
F. Hayase, H. Kato, J. Nutr. Sci. Vitaminol., 30, 37 (1984). <https://doi.org/10.3177/jnsv.30.37>
C. R. Robbins, “Chemical and Physical Behavior of Human Hair 5th edition”, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2012).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3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 MATSUBARA Takanori、INOUE Hinata、SATO H Asuka	4. 巻 65
2. 論文標題 Application of Oxidation and Copigmentation of Anthocyanins from Purple Sweet Potato to Silk Colouration	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Textile Engineering	6. 最初と最後の頁 73~78
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4188/jte.65.73	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 井上真琴、奥出百華、佐藤萌美、松原孝典	4. 巻 123
2. 論文標題 アントシアニン色素の安定化反応を利用する白髪用ヘアカラーリング	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 毛髪科学	6. 最初と最後の頁 50~53
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 MATSUBARA Takanori; ISE Naoka; WATANABE Katsuki; SAKURAI Chihiro; YASUNAGA Hidekazu	4. 巻 64
2. 論文標題 Hair Colouring by Using Catechins from Green Tea and Chemical Oxidants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Textile Engineering	6. 最初と最後の頁 151-155
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4188/jte.64.151	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 松原孝典; 伊勢直香; 渡邊克樹; 櫻井千寛	4. 巻 121
2. 論文標題 バイオカテコールと化学酸化剤を用いた染毛法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 毛髪科学	6. 最初と最後の頁 66-69
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 松原孝典; 日野真理; 高橋涼; 長瀨沙苗	4. 巻 125
2. 論文標題 天然色素をもちいた白髪染めにおけるポリフェノール後処理効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 毛髪科学	6. 最初と最後の頁 47-49
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 松原孝典; 伊勢直香; 佐藤明日香	4. 巻 54
2. 論文標題 尼崎特産品『尼いも』外皮抽出液による絹布の染色	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 産業技術短期大学誌	6. 最初と最後の頁 101-104
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18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 松原孝典; 岡田海里; 大曲幸喜; 鈴木滉平; 樋本拓也
2. 発表標題 緑茶由来カテキン類を用いたタンニンなめし牛革の染色法
3. 学会等名 日本繊維機械学会第72回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤明日香; 井上ひなた; 松原孝典
2. 発表標題 ムラサキイモ由来アントシアニンを用いた絹布の染色に与える安定化反応の効果
3. 学会等名 日本繊維機械学会第72回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原孝典; 井上ひなた; 佐藤明日香
2. 発表標題 アントシアニン色素の酸化反応やコピグメンテーションを活用する絹布の染色法
3. 学会等名 第56回染色化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾仲真菜; 松原孝典; 小池稔
2. 発表標題 (+)-カテキン - 過ヨウ素酸ナトリウム酸化反応系の色素形成挙動における反応条件の影響
3. 学会等名 高度情報化技術研究会第33回学生発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松原孝典; 日野真理; 高橋涼; 長瀨沙苗
2. 発表標題 天然色素をもちいた白髪染めにおけるポリフェノール後処理効果
3. 学会等名 毛髪科学技術者協会第11回毛髪科学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松原孝典; 伊勢直香; 渡邊克樹; 櫻井千寛; 安永秀計
2. 発表標題 緑茶由来のカテキン類と化学酸化剤をもちいた染毛法
3. 学会等名 日本繊維機械学会第71回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Yasunaga, Akiko Takahashi, Kazue Ito, Masahisa Ueda, Saina Taniguchi, Asami Yano, Chinami Seki, Hiroshi Osaki, T. Kida, 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 Takanori Matsubara, Naoka Ise, Katsuki Watanabe, Chihiro Sakurai, Chinami Seki, Hidekazu Yasunaga
2. 発表標題 Human Hair Colouring by Utilising Chemical Oxidation of Bio-Catechols
3. 学会等名 The 91st Textile Institute World Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Asuka Sato, Hinata Inoue, Takanori Matsubara, Kaori Miura, Kenichi Fujimori
2. 発表標題 Novel Silk Colouration by Utilising Metal Chelation, Oxidation or Copigmentation of Natural Dyes
3. 学会等名 The 91st Textile Institute World Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松原孝典, 伊勢直香, 渡邊克樹, 櫻井千寛, 岡田魁人, 安永秀計
2. 発表標題 天然由来物質の酸化反応を活用する天然繊維の染色
3. 学会等名 第23回日本フードファクター学会 第12回日本ポリフェノール学会 第15回日本カテキン学会 合同学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤萌美, 奥出百華, 井上真琴, 井上ひなた, 佐藤明日香, 松原孝典
2. 発表標題 アントシアニン色素の変色反応を活用する天然繊維の染色
3. 学会等名 第23回日本フードファクター学会 第12回日本ポリフェノール学会 第15回日本カテキン学会 合同学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松原孝典, 伊勢直香, 渡邊克樹, 櫻井千寛, 安永秀計
2. 発表標題 カテキン類の酸化反応を活用する染毛法における酸化剤の検討
3. 学会等名 第55回染色化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上真琴; 奥出百華; 佐藤萌美; 松原孝典
2. 発表標題 ムラサキイモ由来アントシアニン色素を用いた白髪用ヘアカラーリング
3. 学会等名 高度情報化技術研究会 第32回学生発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上真琴; 奥出百華; 佐藤萌美; 松原孝典
2. 発表標題 アントシアニン色素の安定化反応を利用する白髪用ヘアカラーリング
3. 学会等名 第10回 毛髪科学技術者協会 毛髪科学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原孝典・尾仲眞菜・伊勢直香・渡邊克樹・櫻井千寛
2. 発表標題 カテキン類の酸化反応を活用する白髪染めにおける染色性の向上
3. 学会等名 日本繊維機械学会 第73回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takanori Matsubara, Naoka Ise, Katsuki Watanabe, Chihiro Sakurai, Hidekazu Yasunaga
2. 発表標題 Novel Colouring Method for White Human Hair by Utilising Oxidation of Catechins and Bio-Catechols
3. 学会等名 The 31st IFSCC Congress 2020 Yokohama (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Suzu Takahashi, Sanae Nagahama, Masamichi Hino, Takanori Matsubara
2. 発表標題 Effect of Post-Treatment on Dyeability in White Hair Colouring with Natural dyes
3. 学会等名 The 31st IFSCC Congress 2020 Yokohama (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日野真理, 高橋涼, 長濱沙苗, 松原孝典
2. 発表標題 アントシアニン色素を用いた白髪染めにおけるポリフェノール後処理の効果
3. 学会等名 日本繊維機械学会研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

機械工学科 教員研究内容一覧 http://www.sangitan.ac.jp/sankan/pursuit/machine.html ResearchGate https://www.researchgate.net/profile/Takanori_Matsubara google scholar https://scholar.google.co.jp/citations?user=h6b-V3wAAAAJ&hl=ja

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	安永 秀計 (YASUNAGA Hidekazu) (80241298)	京都工芸繊維大学・繊維学系・准教授 (14303)	
研究協力者	八木 謙一 (YAGI Ken-ichi)	東洋食品工業短期大学・包装食品工学科・教授	
研究協力者	小池 稔 (KOIKE Minoru) (10234668)	産業技術短期大学・ものづくり創造工学科・教授	
研究協力者	佐藤 明日香 (SATO Asuka)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	
研究協力者	井上 ひなた (INOUE Hinata)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	

6. 研究組織（つづき）

	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	伊勢 直香 (ISE Naoka)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	
研究協力者	井上 真琴 (INOUE Makoto)	産業技術短期大学・情報処理工学科・学生	
研究協力者	奥出 百華 (OKUDE Momoka)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	
研究協力者	佐藤 萌美 (SATO Megumi)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	
研究協力者	尾仲 真菜 (ONAKA Mana)	産業技術短期大学・ものづくり創造工学科・学生	
研究協力者	日野 真理 (HINO Masami chi)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	
研究協力者	高橋 涼 (TAKAHASHI Suzu)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	
研究協力者	長濱 沙苗 (NAGAHAMA Sanae)	産業技術短期大学・機械工学科・学生	

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