

九州に育つ動植物由来の天然染料
—STEAM 教育の染色教材開発のための基礎資料—

都甲 由紀子

Natural Dye Derived from Flora and Fauna in Kyushu, Japan
—Teaching Materials on the Basics of Natural Dyeing for STEAM Education—

TOGO, Yukiko

大分大学教育学部研究紀要 第43巻第1号

2021年9月 別刷

Reprinted From

RESEARCH BULLETIN OF THE

FACULTY OF EDUCATION

OITA UNIVERSITY

Vol. 43, No. 1, September 2021

OITA, JAPAN

九州に育つ動植物由来の天然染料 —STEAM 教育の染色教材開発のための基礎資料—

都 甲 由 紀 子*

【要 旨】 九州には天然染料として使用された歴史のある動植物が生育している。染色には科学や芸術文化の背景がある。大分大学被服学研究室では、文部科学省が推進している STEAM 教育の充実に向けて各種天然染料の染色性研究や教材開発をしている。基礎資料として、九州に育つ動植物由来の各種天然染料の特徴と教材としての活用事例を紹介する。被服学研究室において研究成果が得られた染料である貝紫、藍、ウメノキゴケ、紫根、茜、紅花、サフラン、櫨、黄檗、玉ねぎの皮、葛の原料となる動植物の部位や特徴、主成分の化学構造、染色性に関する研究内容、染料の歴史的背景を中心に解説した。今後は生活科学、家政学、家庭科教育を基盤とし、STEAM 教育の A はリベラルアーツの概念で捉え、天然染料が筑紫嶋とも呼ばれる九州の歴史にも関係していることを示し、九州に育つ天然染料の染色教材を開発する。これまでの研究や実践への活用をふまえて、染色教材の開発や実践への活用についてのあり方を検討したい。

【キーワード】 天然染料 貝紫 紫根 STEAM 教育 九州 筑紫嶋

I はじめに

九州には天然染料になる動植物が生育している。現代はほぼ合成染料一辺倒の時代であり、一般的に染料となる動植物を見分ける必要のない生活を送っているが、九州には歴史的に長い間染料として使用されてきた動植物を見ることができる。染色は衣服の製造における一工程といえるが、繊維を糸にし、糸を布にし、布を縫製する工程を経れば染色はしなくても衣服の形になる。しかし、美しい色の鳥などの動物への憧れや、好きな色を纏いたいという願望から、人類は色のついた衣服を着るために染料となる天然物を探し、染色の技術を開発してきた。奈良時代の 7~8 世紀に描かれた高松塚古墳の壁画には、鮮やかな色の衣服を着た人物が描かれている。この時代にすでに染色された色鮮やかな衣服を纏うことができたと見て取れる。

染色のための材料を天然物の中から見出し、染色の技術を手にしていたことも窺える。1000 年以上の月日が流れた今日、化学繊維、合成染料が開発され、一部の高貴な人々だけでなく、一般の人々も色鮮やかな衣服を纏える時代となった。義務教育の中で染色が取り上げられるこ

令和 3 年 6 月 17 日受理

*とごう・ゆきこ 大分大学教育学部生活・技術教育講座（被服学）

とはほとんどなく、染色にまつわる芸術文化と科学技術が人類の歴史とともに発展してきたことを意識する機会もほとんどない。

筆者は 2010 年に大分大学に着任して以来、大分大学被服学研究室の学生たちとともに天然染料による染色ワークショップを実施し、科学技術にまつわる背景を伝えつつ、参加者とともに染色の実習をする機会を作ってきた。ひらめき☆ときめきサイエンスプログラム¹⁾、大分大学 Jr.サイエンス事業²⁻⁴⁾や子どもサイエンス、ベップ・アート・マンス⁵⁻⁶⁾の企画として染色実習を実施し、染色教材や教育プログラムを開発してきた。九州で身近にある天然染料だけでなく、コチニール・ラックといった日本には生息しないが食用色素になるカイガラムシ由来の染料を用いた染色実習教材⁷⁻⁸⁾も開発した。媒染剤として別府産湯の花を用いたこともあった⁹⁾。色の美しさと科学のおもしろさを組み合わせた教育実践を提案してきたので、昨今は提案した教材の STEAM 教育への応用が学校現場から求められている。STEAM 教育とは、Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics の 5 つの要素を持つ教育理念として知られている。当初は STEM 教育として総合的な科学技術教育、理数・工学系教育として提案されていた¹⁰⁾が、これに Arts の頭文字 A が後から加わったものが STEAM 教育である¹¹⁾。文部科学省も教育再生実行会議の提言として初等中等教育段階において STEAM 教育を推進すると明言している¹²⁾。染色のワークショップには、染織芸術や文化・歴史の背景もあり、創作の側面もある。被服学研究室の染色教材開発においては、S・T・E・A・M のそれぞれの要素を分類し、それらの接点を探りながら教科横断的な教材開発を続けているところである。

II 染色教材開発における問題の所在

染色の自然科学に関する基礎研究は、天然染料となる動植物の生態は生物学に、色と光の関係や染料の繊維に対する物理吸着の機構は物理学に、色素物質の性質や化学構造同定は化学に通じている。鉱物染料も存在し、地学とも関連がある。さらに、工学の応用化学や家政学の被服整理学の分野の研究者によって合成染料の合成、染料の繊維への吸着機構解明、染着量の定量、染色結果の色評価などが行われてきた。染織芸術や文化については芸術学の工芸だけでなく家政学の服飾美学分野の研究対象であり、家政学においては文理融合の実践的総合科学としての染色研究が行われ、基礎研究に基づいて学校現場で活用できる染色教材も開発され、教育実践、授業実践の報告がなされてきたことは、すでに別稿¹³⁻¹⁴⁾にも記したとおりである。

身近な生活の中で色のあるものを目にする機会は多いが、色のついた繊維製品が染色工程を経たものであることは日常生活の中では意識しにくい。さらには基礎科学や工学、家政学の学術研究の成果が応用されて染色工程の技術が確立されたことを知る機会はほとんどない。一般には大量生産された服を購入して着る生活をする時代であり、伝統染織に触れる機会も少ない。義務教育段階の学習指導要領に染色実習は含まれないので、学校教育の中では必ずしも染色を経験しないのが現状である。しかし、総合的な学問の研究対象である染色は、児童生徒に身近な事象を緒として知的好奇心を持たせる総合的な学習対象にもなりうると考え、これまで染色実習と科学の理論や染織文化を組み合わせる形で教材開発や教育実践研究を進めてきた。

昨今、染色を専門とする研究者を含まない研究グループが「科学的思考力を育む色の探求学習」と称して染色の内容を含む教育実践研究を報告している。「地域の色・自分の色」実行委員会 (<https://o-iro.jp>) の委員による小学校 3 年生、4 年生対象の授業実践¹⁵⁻¹⁶⁾は 2 編とも著者

に染色研究の実績のある者がおらず、染色の基礎資料や染色教材開発に関する先行研究が存在するにもかかわらず、出典に記されていない。これら 2 編に記載されている染色実践は、著者らのオリジナルの研究・教材アイディアによるものであるかのような内容となっている^{注*)}。さらに、「色」についての解説として「色」には光や可視光線の他に、色をともなつて示される物質、色材等や人の生活文化と結びついた多様な意味が含まれる¹⁶⁾と記述しているが、すでに別稿¹³⁾でも論じたとおり「色」を色材と同義で用いることには、国語辞典における「色」の定義上も、色を科学的に理解する上でも問題がある。当該の授業は色を定義することなく、光によって見える色と色素の物質を科学的に区別せずに行われていることが推察されるにもかかわらず、「科学的思考力を育む」授業としていることに疑問を持つ。上述の報告^{15・16)}の共著者が代表者の科研費基盤研究 (B) JSPS21H00868 が 2021 年度に採択されている。既に色や染色に関する基礎資料に基づかない授業実践を発表している研究者が、今後、染色を STEAM 教育の教材と称して提案する可能性があることに、危惧を覚える。教育内容に専門性のない者が「モデルカリキュラム」を提案し、基礎研究が反映されない教育実践が行われる可能性も大いに懸念される。

本報では、これまで大分大学被服学研究室の学生が実践した授業やワークショップで使用した、九州に育つ天然染料について、その原料主成分の化学構造、染色性、歴史的背景とこれまでの研究成果や教育実践の実績を中心に紹介し、STEAM 教育の染色教材開発のための基礎資料として示し、STEAM 教育としての染色教材開発のあり方を検討して、今後の展望についての示唆を得たい。さらに、染色に関する教材開発および実践への活用についての手法として、具体的に提案したい。

Ⅲ 各種染料の特徴と教材としての活用例

Ⅲ-1 貝紫

貝紫とは、アッキガイ科の巻貝の内臓、鰓下腺（パープル腺）からとれる染料である。九州近海にはアカニシ(*Rapana venosa*)、イボニシ(*Thais clavigera*)、レイシ(*Reishia bronni*)が生息している。アカニシは人の手の握り拳くらいの大きさのものもあるが、イボニシやレイシは小さな貝である。貝紫の色素は 6, 6'-ジブロモインジゴである。藍の色素インジゴに臭素が 2 つついた化学構造で建染め染料である (表 1)。綿、麻、絹、毛のいずれにもよく染着する。鰓下腺を取り出した直後に黄色のままの染料を布地に直接擦り付けて摺染ができる。また、鰓下腺を日光に当てて紫色にした後、ハイドロサルファイトナトリウムなどの還元剤により還元して黄色にして染色し、酸化させて紫にする方法でも染色できる。この際、還元中に染色液に紫外線を照射すると色素の臭素が外れてインジゴになり、染色結果が青くなる。大分県中津干潟にもアカニシが生息し、中津では漁業者により食用に捕獲されて販売されており、2017 年から NPO 法人「水辺に遊ぶ会」のメンバーと被服学研究室で中津のアカニシによる貝紫染色研究をして、中津干潟アカデミアにおいてその成果を発表している¹⁷⁾。2019 年の中津干潟アカデミアでは、被服学研究室の入不二路子が「貝紫の歴史～アカニシ染色の地域教材開発を目指して～」をテーマに発表した。

フェニキア人が貝紫染めを始めたと言われ、西洋では帝王のみが身につけられる色であるとして帝王紫ともいう。カエサルやクレオパトラが愛したともいわれる。吉岡常雄は世界の帝王

紫染織調査研究の成果を「帝王紫探訪」(紫紅社)¹⁸⁾に記している。中南米にも貝紫染織の文化が見られる。日本では正倉院に保管されている染織品などに貝紫染のものは見出されていないが、佐賀県の吉野ヶ里遺跡から弥生時代の貝紫染と考えられる布片が発見され、日本の歴史にも加わった。吉野ヶ里歴史公園の展示室には、長年貝紫研究に携わっている活水女子大学の寺田貴子¹⁹⁾による貝紫再現染色糸が展示されており、時折有明海で獲れるアカニシによる貝紫染色のワークショップが開催されている。中津においては NPO 法人「水辺に遊ぶ会」の一般向け帝王紫ワークショップもこれまで 3 回開催され、好評であった²⁰⁾。このワークショップは直接染色で実施しているが、還元染色によるワークショップも試行している。

Ⅲ-2 藍

藍は、葉に青い色素を持つ植物の総称であり、日本ではタデ科の蓼藍(*Polygonum tinctorium*)か、キツネノマゴ科の琉球藍(*Strobilanthes cusia*)が用いられる²¹⁾。徳島県が蓼藍から作る藍染料「すくも」の産地として有名である。大分にも藍を栽培している染織家や染色愛好家がいる。色素はインジゴ(表 1)である。貝紫同様、建染染料である。葉を擦り付けて染める摺染、と発酵建てが伝統的には行われてきたが、亜鉛、ハイドロサルファイトナトリウムなどの化学建てによる染め方も行われる。セルロース繊維によく染まる。

世界で最も古い藍染は、2009 年にペルーで見つかった 6000 年前の青い縞柄の綿織物という論文²²⁾が 2016 年に発表された。日本には、5 世紀ごろ大陸から渡来した技術者により、藍染の技術がもたらされたと言われる。ジャパンプルーのルーツである。藍に重ねて後述する茜や紅花で染めた二藍は、紫根染色の紫色に似せた「似紫」とも呼ばれた。

2020 年度、小学校の総合的な学習の時間において、藍、茜、玉ねぎの皮の 3 色で風呂敷の染色実習をする授業を実施した¹⁴⁾。それぞれの染料を重ねて染めることができるようにし、染色結果の色の多様性につながるように染色実習を設計した。

Ⅲ-3 ウメノキゴケ

地衣類の一種であるウメノキゴケ(*Parmelia tinctorum*)は梅、松、栗、桜などの木の幹や枝の表面に生える。「コケ(苔)」の蘚苔類とは別に分類される植物である。緑色がかかった薄い灰色をしており、成長が二酸化硫黄により阻害される。硫黄酸化物による大気汚染がある地域ではウメノキゴケは見られない。レカノール酸(表 1)という色素を有し、樹皮から剥がしてすべて染料として用いられる²³⁾。都市近くに自生するウメノキゴケはレカノール酸の含有が少なくなるという報告もある²⁴⁾。このレカノール酸はリトマスゴケのアゾリトミンと類似の化合物であり、酸塩基指示薬としての性質を持つ²⁵⁻²⁶⁾。

地衣類染色の研究は、Karen Diadick Casselman の LICHEN DYES²⁷⁾に詳しい。日本では寺村²⁸⁾の地衣類染色研究にウメノキゴケによる染色法が発表されている。アンモニア抽出液により無媒染でも紫紅色に染まることを報告した。田辺²⁹⁾はウメノキゴケの金属媒染による染色結果を報告している。重クロム酸カリウム、硫酸銅、硫酸第一鉄、塩化第一錫、カリウムミョウバンにより媒染し、染色堅牢度を無媒染と比較している。媒染染色をすると色調は変わるが無媒染に比べ耐光堅牢度、洗濯堅牢度ともに良好な結果を得た。西洋では、貝紫の色を補強するため、地衣類で重ねて染めていた記録があり、寺田³⁰⁾が貝紫と地衣類を用いた古式重ね染めの検証を発表している。

春木³¹⁾は、大分大学構内のウメノキゴケによる羊毛への染色性について、抽出時間と染色布の色変化の関係を調べた。研究成果を応用し、市川、春木ら³²⁾によりベップ・アート・マンス 2013 においてウメノキゴケ・紫根・サフラン染色羊毛フェルトワークショップを開催した。

Ⅲ-4 紫根

紫根はムラサキ科の植物である紫草(*Lithospermum erythrorhizon* Siebold & Zuccarini)の根である。5~6 月にかけて小さな白い花をつけ、根から紫色の染料がとれる。現在、環境省のレッドデータブックで絶滅危惧 IB 種に指定されている。大分県竹田市志土知地区において紫草が栽培されている。色素はシコニンである(表 2)。佐賀県出身の化学者、黒田チカが構造決定をした³³⁾。日本で女性初の帝国大学への入学生であり、女性化学者のパイオニアといえる。口紅の色素として用いられることもあり、漢方薬の軟膏の成分にもなる。椿灰により媒染染色する。シコニンが水よりエタノールに溶解しやすいため、エタノール抽出してカリウムミョウバン媒染によっても染色できるが、染色結果は椿灰媒染とは色味が異なり赤みを帯びる。佐藤³⁴⁾が紫根抽出色素による絹への染色温度依存性及び湯の花媒染効果を調べ、久保山³⁵⁾が紫根染色における別府産湯の花媒染濃度の染色性への影響を調べた。丸田³⁶⁾は綿・麻に対するタンニン酸・酢酸アルミニウムでの紫根による染色の研究をした。これらの研究成果は、ISEND2011(フランス)において発表した³⁷⁾。研究成果をふまえ、ベップ・アート・マンス 2011 にて紫根、インド茜、葛による別府の湯の花媒染で絹ストールを染めるワークショップを実施した⁵⁾。

万葉集には紫草を詠んだ歌が 17 種ある³⁸⁾。冠位十二階最高位の濃紫はこの染料で染めたものである。東大寺に伝えられる奈良時代の文書「豊後正税帳」の天平 9 年(737 年)の項に、紫根が租税として納められた記録がある³⁹⁾。竹田市志土知地区は紫土地であったと言われ、「紫神社」が鎮座している。同じ時代に紫草栽培がなされ、太宰府を通じて奈良の都に染料・薬の租税として届けられた。一旦は途絶えたが、20 年ほど前に同じ地域で紫草栽培を復活させ、続けられている。2020 年秋は COVID-19 の影響で中止されたが、毎年 11 月にこの地域で紫根染交流会が開催されている。

Ⅲ-5 茜

アカネ科の茜の根からは赤い染料が取れる。語源は「赤根」であろう。日本茜(*Rubia akane Nakai*)、インド茜(*Rubia munjista Roxb.*)、西洋茜(*Rubia tinctorum* L.)など、異なる種類の植物であるが、根に赤い色素を有している。日本茜は大分大学の構内にも雑草の間に生えており、9 月ごろ小さな白い花を咲かせ、11 月ごろ黒い実をつける。この根を細かく切断・粉碎し、染料にする。茜の色素成分はアリザリン、プルプリン、プソイドプルプリン、ムンジスチンである⁴⁰⁾。西洋茜はアリザリン、東洋の茜はプルプリン(表 2)を主な赤色素成分とする⁴¹⁾。灰汁媒染で赤紫色、アルミニウム媒染で緋色、アルカリとアルミニウムの併用で赤色を染める。絹、羊毛、木綿によく染着する。麻生⁴²⁾は、天然染料の抽出と別府産湯の花媒染による染色性においてインドアカネを用いて実験した。ベップ・アート・マンス等⁵⁾においてインドアカネを用いた染色ワークショップを開催し、ひらめき☆ときめきサイエンスプログラムにおいては、日本茜を使った染色をした実績がある。茜とラックの赤の染料研究について、日仏合同フォーラムにおいて“Red in Japan and Red in Bhutan”と題して講演した⁴³⁾。

赤に戦意を高める効果が期待されたものと思われるが、西洋では兵士の軍服、日本でも武将

の鎧兜や陣羽織などに使用された。日本は 1853 年にペリーが浦賀に来て開国した後、船の印に必要となり島津斉彬らが幕府に日の丸を掲げるよう建議し、日の丸の赤を染める染料としても利用された。現在の福岡県飯塚市山口茜屋地区に茜染めの技術の伝わる地域があり、日の丸を染めるよう依頼したという⁴⁴⁾。1991 年、茜屋地区に筑前茜染之碑が建立された。

Ⅲ-6 紅花

紅花(*Carthamus tinctorius*)はキク科の越年草であり、花卉から黄色と赤の色素を含む。割合としてはわずかししか含まれない赤色色素が紅の染料や化粧品として用いられる。中国の染料という意味の「呉藍」が「くれない」の語源である。山形が紅花の産地として有名である。

紅花の赤色色素成分はカルタミン（カーサミン、表 2）である。黒田チカの学位論文のテーマはこの構造決定であった。山崎によれば、色素は熱に弱く、染液を 40℃ 以上にはしない⁴⁵⁾。灰汁によりアルカリ抽出した後、烏梅（梅酢）などの酸を加えて弱酸性にして染色する。黄色色素をほとんど取り除いて染色すると、桃色から真紅色を染めることができる。光にも弱い染料であり露光時間に伴って褪色する⁴⁶⁾。

纏向遺跡（奈良県）から花粉が発掘され、染色のために栽培されていたことが窺える。纏向遺跡と同じ時代と考えられている吉野ヶ里遺跡において、現在、紅花が栽培されており、春に開花している。源氏物語にも登場する「末摘花」は紅花の別名である。

Ⅲ-7 サフラン

サフラン(*Crocus sativus* L.)はアヤメ科の植物であり、花は 6 枚の薄紫の花弁、3 本の雄蕊、3 本の垂れ下がる赤い雌蕊から成る。この雌蕊を乾燥させたものが貴重な香辛料や生薬、染料として利用される。スペイン産、イラン産のものが日本に輸入されているが、国内でも栽培されており、その 8 割以上の生産をしているのが大分県竹田市である。

雌蕊には黄色色素のクロシン（表 3）が豊富に含まれており、これによって黄色に着色することができる。クロシンはカロテノイドに分類され、サフランや梔子(クチナシ)の実に含まれているクロセチンの配糖体である。スペインの炊き込み飯のパエリアや魚介料理に欠かせない調味料である。墨田³⁾、市川⁴⁷⁾は竹田産サフランで染色性を調べた。タンパク質繊維、セルロース繊維ともに媒染なしでよく染まった。サフランで綿のバッグを染めるワークショップや、予め羊毛フェルトを染めたものを用いたフェルト作品作りワークショップを実施した。

ギリシャ南東部、エーゲ海のティラ島（サントリーニ島）の南端にあるアクロティリ遺跡には、サフランを収穫する少女たちが描かれた壁画が残っている⁴⁸⁾。紀元前 1500 年ほどのクレタ文明時代の遺跡である。古くから貴重な薬や染料として栽培されていたことがわかる。

Ⅲ-8 檜

檜はウルシ科ウルシ属の樹木である。芯材からフスチンやフィセチン（表 3）という黄色の色素が得られる。「ヤマハゼ」という日本に古くから自生している種類と、「ハゼノキ、リュウキュウハゼ」と呼ばれる種類があり、こちらは 1500-1600 年代に琉球から薩摩に渡来し、檜蝋生産のために増やされた。檜の実の蝋燭の原料となる⁴⁹⁾。その為、「延喜式」の染色に用いられたものは「ヤマハゼ」であると考えられるが、現在は「ハゼノキ」といえば「リュウキュウハゼ」(*Rhus succedanea*)を指すようである。紅葉する植物であり、秋は赤い葉が目立つ。ウル

シ科の植物なので、樹液の成分であるウルシオールによりかぶれることがある。

色素のフスチンやフィセチンは蛍光を発する染料であり、アルミ媒染、錫媒染で茶味の黄色を染める。延喜式の冒頭に記されている染料であり、天皇の御装束、黄櫨染御袍を櫨と蘇芳で重ねて染める。宇佐神宮の宝物館には江戸時代の孝明天皇の黄櫨染御袍が収蔵されている⁵⁰⁾。2018年の繊維学会において、「延喜式に見られる蛍光を呈する天然染料の染色性」と題して、櫨による染色結果も含めて研究発表をした⁵¹⁾。ひらめき☆ときめきサイエンスプログラムの染色実習において、櫨染めも実施している。

Ⅲ-9 黄檗、黄膚（きはだ）

黄檗、黄膚(*Phellodendron amurense*)は各地の山地の斜面や沢筋などに自生するミカン科の落葉高木である。街路樹にも用いられる。高さは15-20 mになるものもあり、樹皮の内皮が鮮やかな黄色をしており、これが黄色の染料になる。雌雄異株である。生薬（整腸薬）としても用いられる。黄檗の色素成分はベルベリン（表4）である。ベルベリンは鮮やかな黄色で苦みがある。漢名を黄檗（おうばく）といい、内皮を煎剤またはエキスにして現在でも健胃、整腸薬として服用される。胃腸薬の百草丸（信州地方）、陀羅尼助（関西地方）、煉熊（山陰地方）には黄檗が配合されている。

カチオン染料（塩基性染料）であり、タンパク質繊維には熱湯抽出液により煮染の無媒染でも黄色に染まるが、タンニン酸による前処理によりセルロース繊維も染まる。被服学研究室では畳の材料であるシチトウイとイグサの染色を試み、染色結果を IFND & WEFT TAIWAN2014 にて発表した⁵²⁾。平安時代、染色方法を記した延喜式縫殿寮雑染用度には藍に重ねて緑を染める染料として記載されており、大分大学 Jr.サイエンスプログラムで絹に黄檗と藍を重ねて緑色にする染色ワークショップを実施した²⁾。

Ⅲ-10 玉ねぎの皮

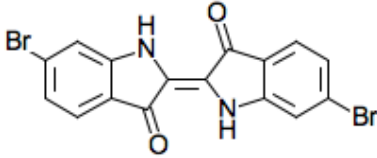
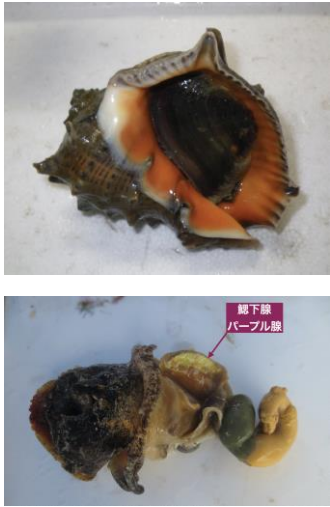
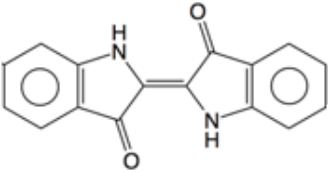
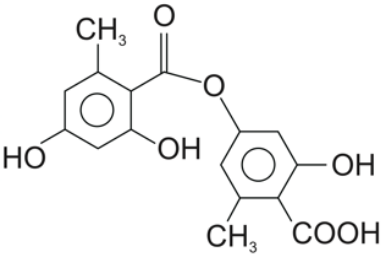
玉ねぎ(*Allium cepa*)は北海道での収穫量が最も多く、北海道産の玉ねぎが有名ではあるが、全国2位は佐賀県である。九州で栽培される玉ねぎは北海道とは異なる品種であり、収穫の時期が異なる。玉ねぎの皮にはケルセチン（表4）という物質があり、黒田チカがこの色素の結晶を取り出すことに成功し、高血圧治療剤として実用化、工業化された。調理時に廃棄する玉ねぎの皮の再利用として染色に供するための染色実験研究が行われ、染色実習が提案されている⁵³⁻⁵⁴⁾。アルミ媒染で黄色～黄土色に染色される。別府市明礬の湯の花で媒染すると、鉄分の影響で濃い黄土色～茶色に染色される。ベップ・アート・マンス 2012 において、タマネギ外皮による湯の花媒染染色ワークショップを実施した⁶⁾。

Ⅲ-11 葛

葛(*Pueraria lobata*)は大分大学の敷地にも多く生育しているマメ科の蔓性の植物である。葛の根からとれる澱粉、本葛粉で作るのが本来の葛餅であるが、小麦澱粉や片栗粉で代用して作られる場合があることも知られている。葛の根は漢方薬としても用いられるが、葉で緑色に染めることができる。草木染めを提唱した山崎斌の長男、山崎青樹により染色方法が開発された。葛の葉の抽出液で銅媒染すると絹が鮮やかな緑色に染まることから、クロロフィル（表4）が銅クロロフィリンとして安定することによるものと考えられる。被服学研究室では、藍と黄檗

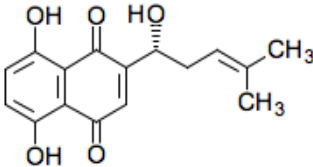
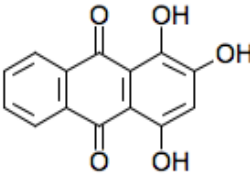
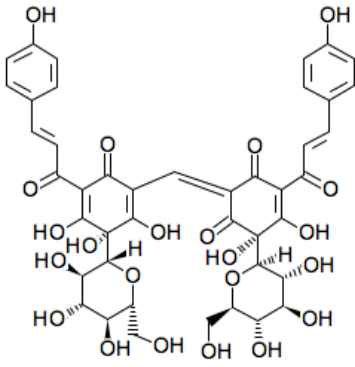
の重ね染めと葛の緑染めの色を比較し、染色実習の基礎資料とした²⁾。京都の *tezomeya*⁵⁵⁾において複数回のワークショップが開催された記録があり、筆者も参加した。ミョウバンと銅による媒染がなされていたが、十時⁵⁶⁾により絹への金属媒染として湯の花を用いた研究がなされ、ベップ・アート・マンス 2012 において染色ワークショップを実施した⁶⁾。

表 1 貝紫，藍，ウメノキゴケの主な色素名と化学構造，染料となる動植物の写真

染料名（部位） 動植物名，学名	主な色素名 化学構造	染料となる動植物の写真
貝紫（鰓下腺） アカニシ <i>Rapana venosa</i>	 C17084 6,6'-ジブロモインジゴ	
藍（葉） 蓼藍 <i>Polygonum tinctorium</i>	 インジゴ	
ウメノキゴケ（全部） ウメノキゴケ <i>Parmelia tinctorum</i>	 レカノール酸	

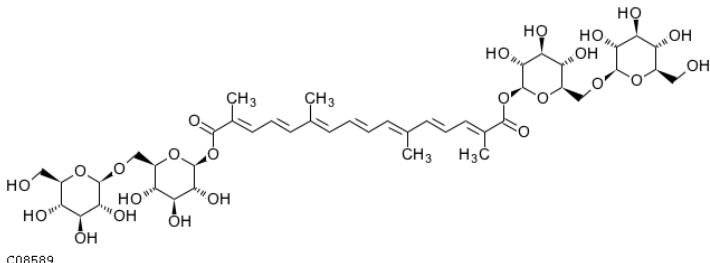
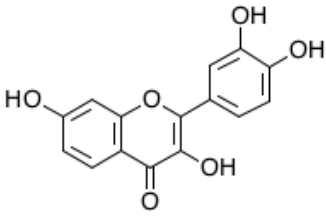
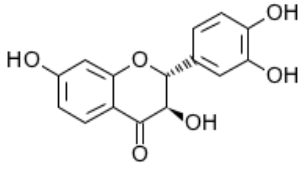
※【化学構造出典】6-6'ジブロムインジゴ：KEGG⁵⁷⁾，インジゴ：衣生活論⁵⁸⁾，レカノール酸：文献²³⁾，【写真】著者撮影

表 2 紫根、茜、紅花の主な色素名と化学構造, 染料となる動植物の写真

染料名 (部位) 動植物名, 学名	主な色素名 化学構造	染料となる動植物の写真
紫根 (根) 紫草 <i>Lithospermum erythrorhizon</i> Siebold & Zuccarini	 C17412 シコニン	 
茜 (根) 日本茜 <i>Rubia akane</i> Nakai	 C10395 プルプリン	  
紅花 (花) 紅花 <i>Carthamus tinctorius</i>	 C16941 カルタミン	

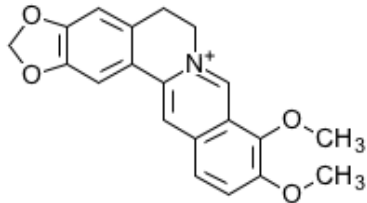
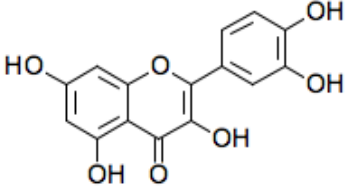
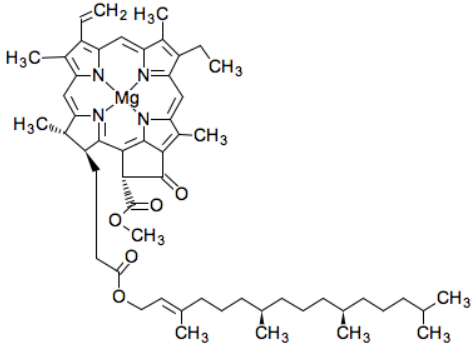
※ 【化学構造出典】すべて KEGG ⁵⁷⁾, 【写真】著者撮影

表3 サフラン，櫨の主な色素名と化学構造，染料となる動植物の写真

染料名（部位） 動植物名，学名	主な色素名 化学構造	染料となる動植物の写真
サフラン（雌蕊） サフラン <i>Crocus sativus</i>	 C08589 クロシン	
櫨（芯材） リュウキュウハゼ <i>Rhus succedanea</i>	 C10041 フィセチン  C01378 フスチン	

※【化学構造出典】すべて KEGG ⁵⁷⁾，【写真】著者撮影

表 4 黄檗，玉ねぎの皮，葛の葉の主な色素名と化学構造，染料となる動植物の写真

染料名（部位） 動植物名，学名	主な色素名 化学構造	染料となる動植物の写真
黄檗（樹皮の内皮） 黄檗，黄膚 <i>Phellodendron</i> <i>amurense</i>	 C00757 ベルベリン	 
玉ねぎ（皮） 玉ねぎの皮 <i>Allium cepa</i>	 C00389 ケルセチン	
葛（葉） 葛 <i>Pueraria lobata</i>	 C05306 クロロフィル a	

※【化学構造出典】すべて KEGG ⁵⁷⁾，【写真】著者撮影

Ⅳ 今後の展望—STEAM 教育の教材開発のあり方の検討

これまで開発した教材や教育実践のプログラムに対して手応えを感じており、これらの手法を用いて今後もさらに研究を充実させていきたい。昨今、小学校家庭科の授業や中学校技術・家庭科家庭分野の衣生活の授業、総合的な学習の時間において染色の動画教材を提供することや国内外の学校とのオンラインも含むゲストティーチャーの要請を複数校から受けている。2019 年には、筆者が開発した染色教材を高等学校の STEAM 教育の教材として活用したいという申し出を受けた。スーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されている高校からの依頼であった。2008 年に高崎女子高校において SSH の一環で講義をした際に、「研究者への道と虫由来天然染料の研究～研究室での実験とブータンでの調査～」と題し、染色の科学研究とブータンの染織文化調査を両輪とする染色研究について伝えたことがある⁵⁹⁾。この講義が染色を文理融合の学問として高校生対象に紹介した初めての機会となり、研究の原点となった。

STEAM の A は芸術と捉えられる場合もあるが、提唱者はリベラルアーツという広い意味としており、文部科学省、経済産業省の資料においても「現実社会の問題を創造的に解決する学習を進める上で、あらゆる問いを立てるために、Liberal Arts(A)の考え方に基づいて、自由に考えるための手段を含む美術、音楽、文学、歴史に関わる学習などを取り入れる」と記されている⁶⁰⁻⁶¹⁾。現在、様々な STEAM 教育の教材が提案されており、ブロックのような知的遊具やプログラミング教育、ICT 教育をベースにしたものが多く見受けられる一方で、色彩感覚を取り入れた実践もあるが、染色を取り上げた教材や教育実践は見かけない。しかし、衣服、染織品の染色工程にまつわる科学技術は STEM 教育の教材になり、その人文科学的意義やリベラルアーツとも言える背景も踏まえれば STEAM 教育の教材として提案できる。

当研究室では、これからも生活科学、家政学、家庭科教育を基盤とし、STEAM 教育の A をリベラルアーツという概念で捉え、染色教材を開発していく。染色をするにはまず色素が溶媒に溶解し、繊維に吸着する条件を探る科学が必要であり、色素が吸着する条件を用いてより堅牢に染めるための工学と、それに基づく技術が必要である。数学との接点についても、より意識的に学習内容に取り入れたい。小学生段階であれば、染色時に染料や媒染剤、助剤の濃度計算を取り入れられるし、中学生や高校生なら染色した布の色そのものをタブレット端末の測色アプリで数値化し、 $L^*a^*b^*$ を3次元座標軸上に表現することも併せて教材とすることができる。残浴定量や検量線概念を理解することも可能であろう。高校生以上では色が見える背景である可視光線の波動を説明する三角関数や、色素吸着の物理化学に関して吸着熱の計算や化学平衡での反応速度論の関連で数学が活用できる。いわゆる理系科目と呼ばれる数学や理科に関わりが深い染色を教材としつつ、リベラルアーツにも関連づけた形で創造性を発揮する作品づくりにもつなげ、これからも染色の教材を提案していきたい。

九州は古事記や日本書紀で筑紫嶋と呼ばれ、その時代から島の名前として「紫」の文字が当てられている。特に、古くから権力者に愛された貝紫と紫根の色は美しく、その染色を体験できる場所や機会が身近にあることは贅沢なことであるといえる。この事実も含む内容の教材を開発していきたい。

謝辞

本報をまとめるにあたり、多くの方のご助言をいただきました。染料の調査や染色ワークショップの実施にあたり、JSPS 科研費 25870561、ひらめき☆ときめきサイエンス、大分大学 Jr.サイエンス事業、大分大学教育学部・教職大学院短期プロジェクトの助成を受け、大分大学被服学研究室の卒業生に多くの協力を得ました。関係各位に対し、ここに謝意を表します。

注

＊) 3 年生を対象とした実践¹⁵⁾においては、繊維による染色性の違いや金属媒染による色の変化を扱っており、このような教材は筆者も含む家政学研究者が提案しているが、出典が見当たらない。4 年生を対象とした実践¹⁶⁾において、筆者が提案した緑色の科学教材開発²⁾に類似した実践があり、筆頭著者は監修の役割を担った共著者であるにもかかわらず、出典に掲載がない。

引用・参考文献

- 1) 都甲 由紀子, 朝比奈 はるか, 菊池 多絵, “アジアの染色・刺繍・民族衣装装着体験プログラムの実践報告ーひらめき☆ときめきサイエンスプログラム 2015-2017ー”, 大分大学高等教育開発センター紀要(10), 137-144, 2018.
- 2) 都甲 由紀子, 大石 梨加, 西口 宏泰, 青木 正明, 小川 康, 藤井 弘也, 緑色をテーマとした科学教材の開発: 青と黄色の混色との比較”, 大分大学教育学部研究紀要. 39(1), 77-87, 2017.
- 3) 墨田 友理, 都甲 由紀子, “大分県竹田産サフラン染めと湯の花媒染紫根染めの教育実践” 天然の色・天然染料顔料会議 2012, 3-8, 2013.
- 4) 都甲 由紀子, 久保山 紗貴, 墨田 友理, 十時 綾華, “染色実習をととして生活を支える科学技術を伝える教育実践”, 技術革新と社会変革ー現場基点ー社会技術革新学会誌, 6(1), 30-36, 2013.
- 5) 麻生 未来, 金山 由梨香, 佐藤 絢砂, 丸田 瑠美子, 都甲 由紀子, “ベップ・アート・マンス 2011 染色体験ワークショップ”, 天然の色・天然染料顔料会議 2011, 13-16, 2012.
- 6) 十時 綾華, 久保山 紗貴, 墨田 友理, 都甲 由紀子, “葛の生葉・タマネギ外皮による湯の花媒染染色ワークショップ開催報告”, 天然の色・天然染料顔料会議 2012, 16-18, 2013.
- 7) 都甲 由紀子, “ブータンにおける天然染色ーラック, アカネによる染色”, 大分大学教育学部研究紀要. 33(1), 43-50, 2011.
- 8) 都甲 由紀子, 陶山 由佳, “ブータン王国のラックカイガラムシを題材とした高等学校家庭科の教材開発: ラック染色布, 染色動画と実験を教材とした授業実践の試み”, ブータン学研究, 2, 13-32, 2019.
- 9) Yukiko Togo, "Mordant Dyeing with Yunohana in Beppu city", ISEND WEFT 2012 (International Symposium and Exhibition on Natural Dyes, Kuching, Sarawak, Malaysia, 2012.9.27.
- 10) Yakman, G., "STEM Pedagogical Commons for Contextual Learning: How Fewer Teaching Divisions Can Provide More Relevant Learning Connections", EDCI5774 STEAM Ed Pedagogy, 1-34, Fall 2006.
- 11) Yakman, G., "STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education", 2008.
- 12) 文部科学省, “教育再生実行会議 技術の進展に応じた教育の改革, 新時代に対応した高等学校改革について (第十一次提言)”, 2019.
- 13) 都甲 由紀子, “色をテーマとした動画制作を取り入れたオンライン授業実践: 大分大学教養教育科目「色彩の科学と文化」”, 大分大学高等教育開発センター紀要(13), 54-61, 2021.

- 14) 都甲 由紀子, 佐々木 淑子, 山下 千春, 大西 一豊, 行橋 智彦, “小学校 3 年生の総合的な学習の時間における天然染色教材の開発: 絞り染めのオリジナル風呂敷, オンリーワン・ハンカチの制作”, 大分大学教育実践総合センター紀要, 38, 65-78, 2021.
- 15) 西口 宏泰, 藤井 康子, 原田 久美子, 麻生 良太, “科学的思考力を育む色の探求学習の試み—小学 3 年生を対象としたサイエンスとアートの教科融合型学習の実践—”, 日本科学教育学会研究会研究報告. 34(4), 45-48, 2020.
- 16) 西口 宏泰, 釘宮 基人, 藤井 康子, 麻生 良太, “科学的思考力を育む色の探求学習の試み—小学 4 年生を対象としたサイエンスとアートの教科融合型学習の実践—”, 日本科学教育学会研究会研究報告. 34(2), 45-48, 2019.
- 17) 都甲 由紀子, 足利 由紀子, “大分県中津市に生息するアカニシによる貝紫の染色性: 探究型学習の教材開発に向けた試み”, 大分大学教育学部研究紀要. 40(1), 159-165. 2018.
- 18) 吉岡 常雄, “帝王紫探訪”, 紫紅社, 1983.
- 19) 寺田 貴子, “貝紫染めの歴史と科学”, 第 46 回被服整理学夏季セミナー講演要旨集, 43-49, 2017.
- 20) NPO 法人 水辺に遊ぶ会, “帝王むらさきワークショップ”, 2018.7.25.
<http://mizubenasobukai.org/2018/07/26/teioumurasaki/> (参照 2021.5.28)
- 21) 牛田 智, “藍染めを化学の視点から”, 化学と教育, 64(8), 406-407, 2016.
- 22) Jeffrey C. Splitstoser, Tom D. Dellehay, Jan Wouters, Ana Claro, "Early pre-Hispanic use of indigo blue in Peru", Science Advances, 2(9), 1-4, 2016.
- 23) Alcir Teixeira Gomes, Artur Smania Júnior, Cintia Seidel, Elza de Fátima Albino Smania, Neli Kika Honda, Fenanda Mesquita Roese, Rozanna Marques Muzzi, "ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ORSELLINATES", Brazilian Journal of Microbiology, 34:194-196, 2003.
- 24) 中川 吉弘, 光木 偉勝, 渡辺 弘, “ウメノキゴケの生理的活性に及ぼす大気汚染物質の複合影響” 大気汚染学会誌, 20(1), 40-45, 1985.
- 25) 川辺 千佳代, “ウメノキゴケから“リトマス”をつくる”, The chemical society of Japan, 36(1), 80-83, 1988.
- 26) 重松 聖二, “植物色素の pH による色の変化”, 愛媛県総合教育センター研究紀要, 39-42, 2006.
- 27) Karen Diadick Casselman, "LICHEN DYES", Dover, 2001.
- 28) 寺村 祐子, “地衣類染色法”, ライケン 5 (1), 2-4, 1982.
- 29) 田辺 勝利, “愛媛県産の地衣類による羊毛布の染色”, 愛媛大学教育学部紀要第Ⅲ部, 自然科学.vol.8, 151-157, 1988.
- 30) 寺田 貴子, “貝紫と地衣類を用いた古式重ね染めの検証”, 活水論文集第 52 集, 9~15, 2009.
- 31) 春木 彩, 都甲 由紀子, “ウメノキゴケによる羊毛への染色性~抽出時間と染色布の色変化の関係~”, 天然の色. 天然の色-天然染料顔料会議 2013, 24-28, 2014.
- 32) 市川 咲智子, 春木 彩, 猪木 美由紀, 澤水 夏姫, 林 由花, 三浦 圭太朗, 都甲 由紀子, “ウメノキゴケ・紫根・サフラン染色羊毛フェルトワークショップ開催報告”, 天然の色. 天然の色-天然染料顔料会議 2013, 29-32, 2014.
- 33) 黒田 チカ, “お茶の水女子大学デジタルアーカイブズ, 黒田チカー日本初の女性科学者”, https://www.lib.ocha.ac.jp/archives/researcher/kuroda_chika.html (参照 2021.5.28)
- 34) 佐藤 純砂, 都甲 由紀子, “紫根抽出色素による絹への染色温度依存性及び湯の花媒染効果”, 天然の色-天然染料顔料会議 2011, 3-5, 2012.
- 35) 久保山 紗貴, 都甲 由紀子, “紫根染色における別府産湯の花媒染濃度の染色性への影響”, 天然の色-天然染料顔料会議 2012, 9-11, 2013.
- 36) 丸田 瑠美子, 都甲 由紀子, “綿・麻に対する担任産・酢酸アルミニウムでの紫根による染色”, 天然の色-天然染料顔料会議 2011, 6-8, 2012.
- 37) Yukiko Togo, Fumiyuki Maehara, Yukutoshi Sato, "Cultivation of Murasaki in Taketa city and Mordant Dyeing with Murasaki", ISEND 2011 (International Symposium and Exhibition on Natural Dyes), La Rochelle, France, 2011.4.25.

- 38) 山崎 青樹, “草木染染料植物図鑑 1 基本の染料植物 120”, 美術出版社, 1985.
- 39) 吉岡 幸雄, “日本の色を歩く”, 平凡社出版, 2007.
- 40) 都甲 由紀子, 駒城 素子, “赤色系の天然染料” 生活工学研究, お茶の水女子大学生生活工学研究会 9 (1), 136-139, 2007.
- 41) 麓 泉, “各種の茜による羊毛布のアルミ媒染染色に関する研究”, 葆光, 31, 41-49, 2020.
- 42) 麻生 未来, 都甲 由紀子, “天然染料の抽出と別府産湯の花媒染による染色性”, 天然の色・天然染料顔料会議 2011, 9-12, 2012.
- 43) Yukiko Togo, “Red in Japan and Red in Bhutan”, France-Japan Joint Forum "Ethno-Poïetics of Colors—from the experience of the tint to the poetics of the shade—”, Musée Georges Labit, Toulouse, France, 2016.10.11.
- 44) 飯塚市歴史資料館, “明治百五十年記念 嘉麻・穂波の幕末維新展 展示品図録”, ひとみ印刷 2018.
- 45) 山崎 青樹, “草木染染料植物図鑑 1 基本の染料植物 120”, 美術出版社, 1985.
- 46) 野田 隆弘, “紅花の染色特性” 岐阜市立女子短期大学紀要, 61, 73-78, 2012.
- 47) 市川 咲智子, 都甲 由紀子, “紫根・サフランにおける羊毛への染色性”, 天然の色・天然染料顔料会議 2013, 17-23, 2014.
- 48) Dominique Cardon, “Natural Dye”, Archetype Books, 2007.
- 49) 矢野 眞由美, “櫨の道”, 松山櫨復活委員会, 2015.
- 50) 宇佐神宮, “平成 27 年第 257 回勅祭記念”, 宇佐神宮, 2015.
- 51) 都甲 由紀子, 吉川 苑子, 後藤 千夏, 原田 友理子, 山崎 和樹, 中島 洋一, 青木 正明, “延喜式に見られる蛍光を呈する天然染料の染色性”, 繊維学会予稿集, 2018.6.6.
- 52) Yukiko Togo, Natsuki Sawamizu, Keitaro Miura, Kanako Koike, Ayaka Nakashima, Hiroaki Hayashi, “Natural Dyed Shichitoui (*Cyperus monophyllus* Vahl) in Kunisaki, Oita, Japan”, IFND & WEFT TAIWAN 2014, 2014.10.13.
- 53) 駒津 順子, 小松 恵美子, 森田 みゆき, “玉ねぎ外皮染色における染色材料の有効利用の提案”, 日本家政学会誌, 65(2), 74-80, 2014.
- 54) 小松 恵美子, 駒津 順子, 森田 みゆき, “天然染料を用いた染色教材の授業実践と染色の技術的な改善”, 北海道教育大学紀要 教育科学編 64(1), 207-214, 2013.
- 55) tezomeya, “公開実験教室「緑染め」の報告”, <https://tezomeya.com/jpblog/2009/06/24/公開実験教室「緑染め」の報告/> (参照 2021.5.28)
- 56) 十時 綾華, 都甲 由紀子, “葛による絹への金属媒染染色”. 天然の色・天然染料顔料会議 2012, 12-15, 2013.
- 57) KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), “COMPOUND Database”, <https://www.genome.jp/kegg/compound/> (参照 2021.5.28)
- 58) 山口 庸子, 生野 晴美, “衣生活論” (株)アイ・ケイコーポレーション, 2019.
- 59) 高崎女子高等学校, “お茶の水女子大学分野別講義”, 2008.12.11.
<http://www.takajo-hs.gsn.ed.jp/SSH/es1/081211.htm> (参照 2021.5.28)
- 60) 文部科学省, “新学習指導要領の趣旨の実現と STEAM 教育について—「総合的な探究の時間」と「理数探究」を中心に—” 2019.10.15. https://www.mext.go.jp/content/1421972_2.pdf (参照 2021.5.28)
- 61) 畑山 未央, 上野 行一, “STEAM 教育における美術と異領域の統合原理の考察(1)”, 日本科学教育学会研究会研究報告, 34(6), 2020.

Natural Dye Derived from Flora and Fauna in Kyushu, Japan

—Teaching Materials on the Basics of Natural Dyeing for STEAM Education—

TOGO, Yukiko

Abstract

In Kyushu, there are flora and fauna that have a history of use as natural dyes. Dyeing has a background in science and traditional culture. The Clothing Science Laboratory of Oita University has been conducting research on the dyeability of various natural dyes and the development of related teaching materials for STEAM education promoted by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). In this article, we introduce various natural dyes derived from plants and animals that grow in Kyushu as basic materials. Primarily, we explain the parts and characteristics of plants and animals used as raw materials, the chemical structures of the main components, the contents of research on dyeability, and the historical background of the dyestuffs that have been studied in the Clothing Science Laboratory. These include Tyrian purple, indigo, Parmeliaceae, lithospermum radix, Japanese madder, safflower, saffron, Japanese wax tree, amur cork, onion skin and kudzu. In the future, we will continue to develop dyeing materials for natural dyes grown in Kyushu, based on life science, home economics, and home economics education, taking STEAM education A as a concept of liberal arts while showing that natural dyes are also related to the history of Kyushu, an area also known as *Tsukushi-no-shima*.

【Key words】 Natural Dye, STEAM Education, Kyushu