

小学校における粒子概念の形成について（２）

ードラゴンフルーツを用いた染色実験を通してー

錦 織 寿 [鹿児島大学教育学系（理科教育）] 横 山 健 一 [鹿児島大学教育学部附属小学校]
上 崎 博 輝 [鹿児島大学教育学部附属小学校] 鮫 島 圭 介 [鹿児島大学教育学部附属小学校]
久 保 博 之 [鹿児島県教育委員会大島教育事務所] 瀬 戸 房 子 [鹿児島大学教育学系（家政教育）]
土 田 理 [鹿児島大学教育学系（理科教育）]

Formation of the particle model of matter in elementary school (2): A dye experiment using the pericarps of dragon fruit

NISHIKORI Hisashi, YOKOYAMA Kenichi, KAMISAKI Hiroki, SAMESHIMA Keisuke, KUBO Hiroyuki, SETO Fusako and TSUCHIDA Satoshi

キーワード：粒子概念、小学校、理科、染色実験、ドラゴンフルーツ

1. はじめに

小学校理科の授業における粒子モデルの利用は、目視できない構成粒子の微視的な挙動を理解するうえで有益であるとともに、中学校理科における粒子概念の獲得への接続という観点からも非常に重要である。鹿児島県でも早くから粒子概念の育成による正確な自然現象の理解に取り組んでおり、鹿児島学習定着度調査でも「視覚的に実感しにくい現象をモデルで説明する問題」として取り上げられている。近年の状況としては、小学校における調査では粒子概念に関連する設問の通過率は上昇傾向にあるが、中学校における同分野での通過率は連動して上昇しておらず、小中の接続に一層の工夫が求められている。

当研究室では、一昨年度から鹿児島大学教育学部附属小学校理科部と共同して南方系特有の植物であるドラゴンフルーツの皮を用いた染色実験を行なっている。南北に400Kmと広く多様な環境を有する鹿児島県の地域特性を生かした教材を用いることで県特有の植生に親しみを持つとともに、粒子モデル図の作成を通して植物に含まれる色素の移動を表現することで粒子概念と科学の基礎概念の形成に寄与できるのではないかと期待した。

2. 方法

鹿児島大学教育学部附属小学校において、理科部の教諭の協力のもと第6学年4クラスと複式学級（5・6学年）1クラスを対象に授業を行った。実験内容は平成29年度の実験と同じものを行い、考察時に前回にはなかった粒子概念の基本要素を新たに提示して回答内容に変化が現れるか注目した。以下に実験の概要と新たに行った試みについて示す。（実験手順と実験後に行うアンケート

の内容は参考文献「小学校における粒子概念の形成について(1)」に準拠した。))

授業対象：附属小学校第6学年4クラス、複式学級(5・6学年)の6年生

授業期間：平成31年3月6日～3月8日(1日目の染色実験の実施日)

【1日目】

- ①鹿児島県の位置と地理的な特色を説明した後、ドラゴンフルーツの紹介を行った。その後、水溶液の性質の単元で学習する酸性・中性・アルカリ性について復習し、染色実験の手順の概要を説明した。
- ②予め細かく切断したドラゴンフルーツの皮を電子天秤で計り取り、水に浸して攪拌した後、水切りネットを用いて色素の溶液を搾り取った。
- ③色素溶液を計り取ったビーカーにビタミンC(アスコルビン酸)を加え、pH試験紙で液性を確認した後、羊毛布(ウール)を浸して日光の当たらない場所で静置した。

【2日目】

- ④ビーカーから羊毛布(ウール)を取り出し、水道水で洗った後、自然乾燥させた。
- ⑤染色前と染色後、また液性の違いによる繊維の染色結果を確認するとともに、色素の水への溶出と繊維への染色の過程を、粒子モデルを用いたワークシートの記入を通して振り返った。
- ⑥最後に、染色実験全体についてのアンケートを記入した。

平成29年度に行った実験では、ワークシートの記入に関しては色の成分を粒として考える事以外に特に指示はせず自由記入に近い状態で行ったが、平成30年度では過去の単元で行った実験を想起させるとともに、原子の性質の概念である“粒子はなくなったり、新しくできたりはしない”を想定した“色の成分(粒)の数は変わりません”という文を粒の性質として付記し、更に色の濃さは粒(色素)の集まり具合でも表すことができることも加えた。

染色実験の結果はいずれの年も全ての班で計画通り進行したことから、粒子モデル図とアンケートについては全て分析対象として有効であると考えられる。

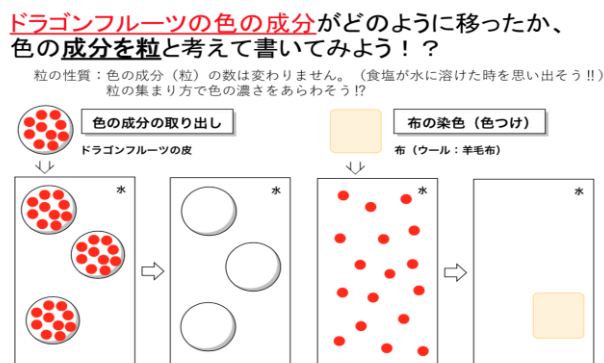


図1 ワークシート(粒子モデル図)

平成30年度のシートには、原子の性質について説明文を加えた。

3. 結果と考察

実験二日目の最後に行ったアンケートの結果を、一昨年度の結果とともに以下に示す。設問1（ドラゴンフルーツを見たことがありますか？）については、図2に示すように2018年度はドラゴンフルーツの認知度は前年度と比較して若干低下していた。市内のレストランや店舗等で見たことがあると回答した児童もいれば、奄美大島や沖縄、東南アジアなどへの旅行先で見たとの回答もあったが、興味深い事に学校で見たとの回答が一定数あった。学校の授業または給食等でドラゴンフルーツが取り上げられていたとすれば全ての児童が見たことがあるはずであるが、2018年度のアンケートで4割近くの児童が見たことがないと回答している。この結果から、ドラゴンフルーツの見た目はかなり独特であるはずだが、いかに意識されていなかったかが想像できる。熱帯地方特有の植生を県内有する鹿児島県の地理的環境を理解する上で、改めて理科の授業で取り扱うことの意義は大きいと思われる。設問2（ビタミンC（アスコルビン酸）を知っていましたか？）については図3のように実施年度による違いは全くと言ってよいほどなかった。知っていた経緯は清涼飲料水のラベルや食品の成分表など身近なものから知識を得た児童も多かったが、この設問でも家庭科の授業と回答した児童が一定数おり、他教科の内容を補完する意味でも取り上げる意義があったと考えられる。設問1、設問2について2017年度の結果と比較すると、ドラゴンフルーツの認知度に若干差があったが、ほぼ同じ水準であった。それ故、小学校6年生に至るまでの経験としては、異なる学年ではあるがほぼ同じ経緯をたどっているとみなすことができる。

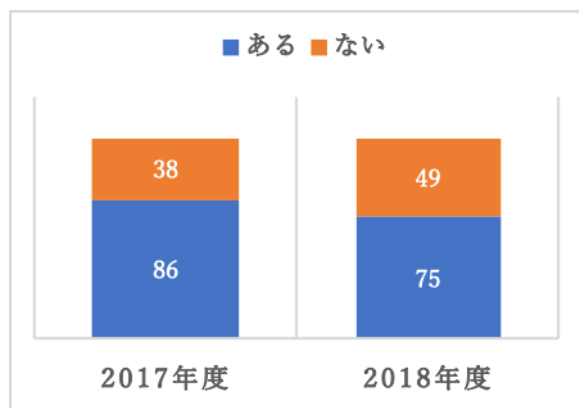


図2 アンケート結果:設問1

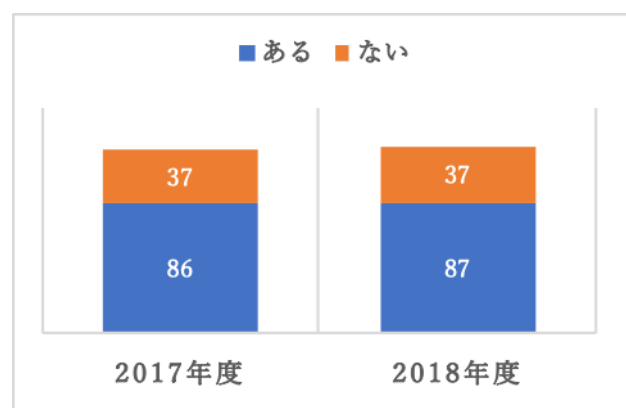


図3 アンケート結果:設問2

ドラゴンフルーツを見たことがありますか。

ビタミンC(アスコルビン酸)を知っていましたか。

設問3（染色実験は難しかったですか？）については、全体の傾向として2018年度は“難しかった”と“少し難しかった”を合わせた回答数は少し増加した。実験操作は大きめの容器で混ぜたり溶かしたりなど単純な操作の組み合わせであり、操作そのものへの難易度は低いものの、色素の溶出とビタミンCの溶解、色素溶液を取り分けた後の液性のチェックと繊維を浸す操作など、小学校理科の授業としては長時間連続して実験操作を続けたため、そこに困難さを感じたとの回答が多く見られた。2018年度の授業でもクラスによる実験操作の受け止め方に差が生じていたが、2017年度ほど大きくはなかった。学年全体の傾向も含めて、クラス間でどのような理由で受け止め方に差が

出ているのか、今後検証を行いたい。

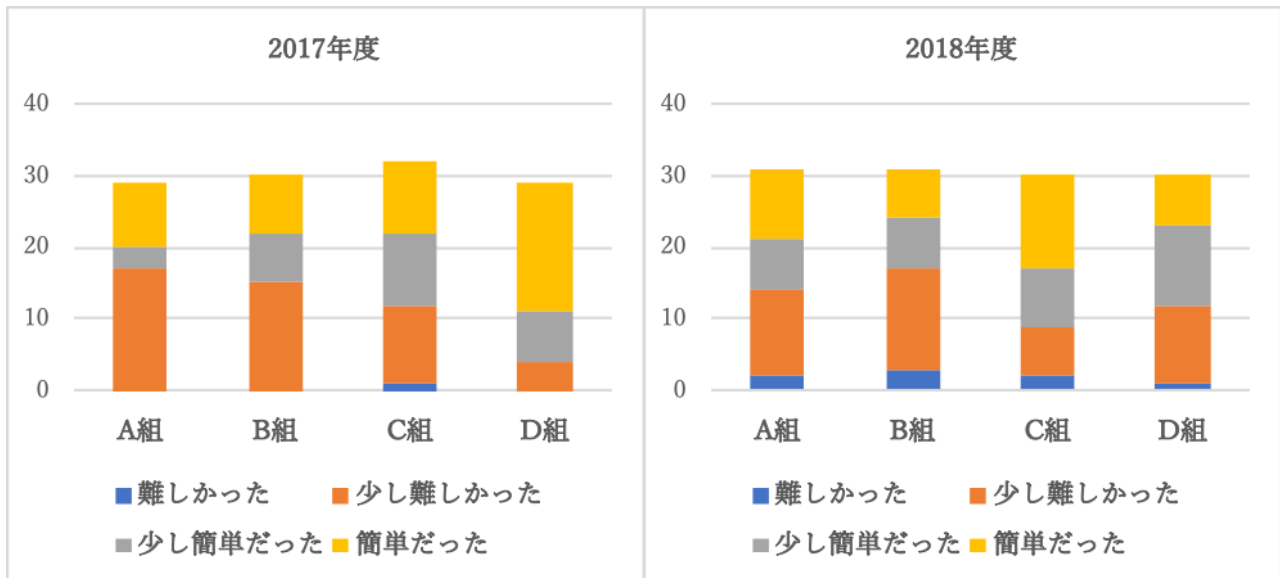


図4 アンケート結果:設問3 染色実験は難しかったですか。

設問4 (染色実験は楽しかったですか?)の結果を図5に示す。この質問についても、大きな傾向としては2017年度と2018年度に違いは見られなかった。設問3で実験操作に難しい印象を回答している児童についても、実験そのものは楽しいと回答しており、授業の進行としては大きな問題はなかったと考えている。ただ、2018年度は“少し楽しかった”“楽しくなかった”と回答している児童が少し増加しており、個別の状況も含めて詳細を検証したい。

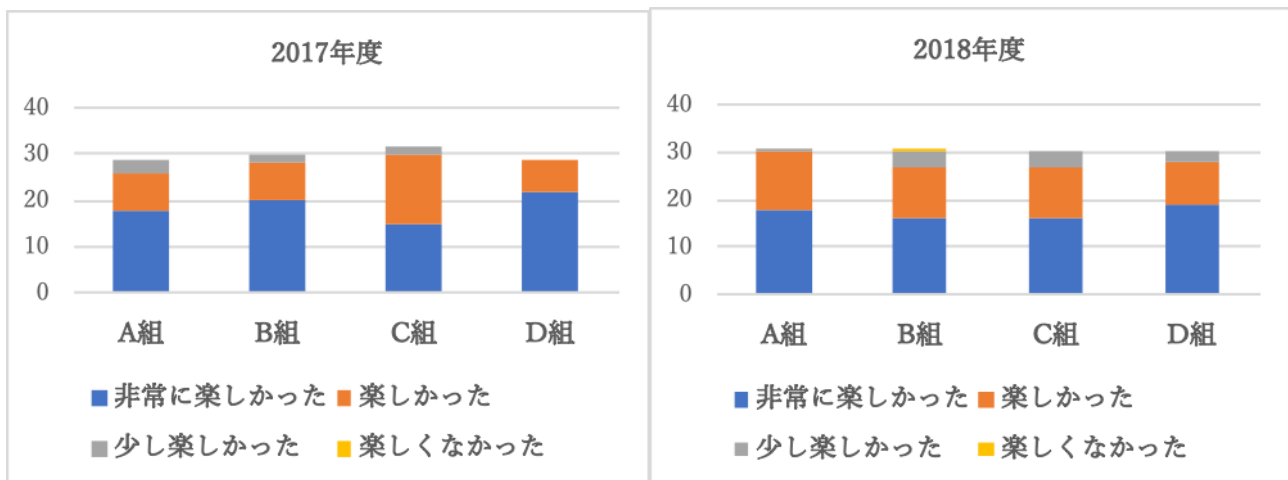


図5 アンケート結果:設問4 染色実験は楽しかったですか。

粒子モデル図を用いた染色実験の振り返りについては、2018年度に加えた“粒の性質”についての説明文と過去に授業で行った食塩の溶解の実験についての振り返りにより、2017年度と比較してどの程度正確なモデルを書く児童が増えるか注目した。記入された粒子(粒)の数について1~2個の差はほぼ同数とみなして確認したところ、正確な図を記入した児童の人数は2017年度:123人中22人から2018年度:117人中43人に増加した。正確なモデル図を作成した児童のクラスごとの

割合は A 組 29%, B 組 32%, C 組 48%, D 組 39%であった。若干の偏りが見られるが、特徴的なモデル図を複数散見できたことから、実験を行った班により類似のモデル図を作成することでクラスごとの偏りが現れたと考えられる。

2017 年度のモデル図作成においては特に指示を与えなかったため自由記述に近い状況であり多様な図が見られたが、2018 年度では図 6 に見られるように説明文の影響からか粒の数に意識して作成された図が増加していた。今回の結果から、過去に行った授業を振り返るとともに粒の性質を改めて説明することで、容易に正確なモデル図を作成する児童を増加できると考えられる。

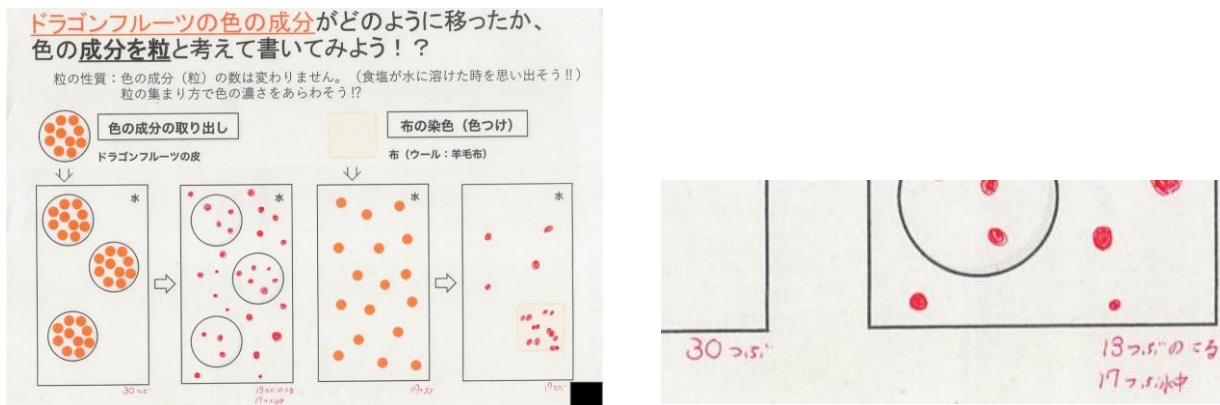


図 6 粒子モデル図-1（右は拡大図）

しかしながら、説明文と授業の振り返りにより正確な図を作成した児童が倍増したとは言え、学年全体としては 63%の児童は正確なモデル図を作成できていない。図 7 の正確に作成された児童のモデル図とあわせて、図 8 と図 9 に多く見られた不正確なモデル図を示す。図 8 の色の成分の取り出しの図では、ドラゴンフルーツの皮から溶出し水全体に拡散しているはずの色素の粒（赤丸，児童の記入では鉛筆による白抜き丸）が、ドラゴンフルーツの皮を表す大きな丸の表面に吸着しているような図が描かれている。また、布の染色の図では、水中に残っている色素の成分（粒）も布の周囲に集まっている様子が描かれていた。これらの図は、水溶液中の溶質の均一性という要素が意識されていないためと考えられる。図 9 のモデル図は、色の成分の取り出しの図においてドラゴンフルーツの皮を表す大きな丸から全ての成分が水に溶出したことを表す状況が示されている。同様に布の染色においては水溶液中の全ての色素成分が布に移動した様子が示されている。観察内容の中で印象深かった点を強調して表現されたものと考えられるが、実際の様子は実験開始時に比べれば色は薄くなっているもののドラゴンフルーツの皮に色素の成分が残っていることと染色後に水溶液が無色透明になっていないことも確認可能であることから、正確なモデル図とは言い難い。

モデル図を作成した実験二日目は、クラスの授業日程により実験一日目との間の日数に差がでている。また、クラス担当の先生も異なるため、授業の様子を確認するとともに説明文の内容が十分理解できていたかも含めて今後検証を行いたい。

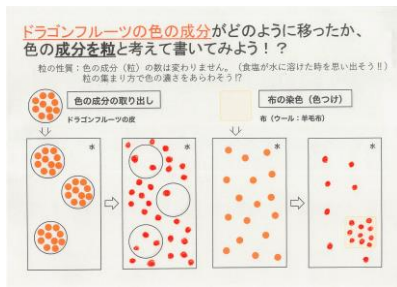


図7 粒子モデル図-2

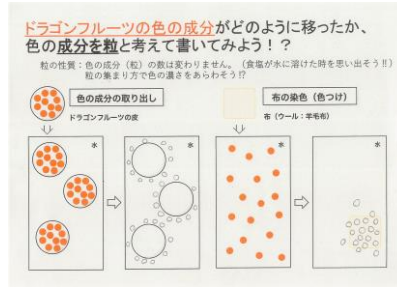


図8 粒子モデル図-3

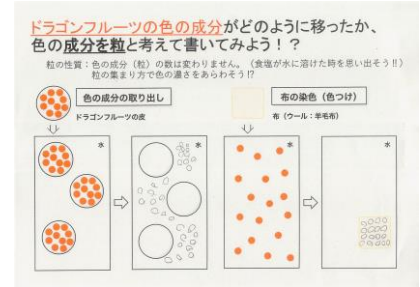


図9 粒子モデル図-4

2017年度と2018年度の授業を通して、短い説明文を加えることで粒子の性質に注意を払い、正確なモデル図の作成へ導くことが可能になることが分かった。また、第六学年の卒業直前の時期でも水溶液の基本的な性質について、取り扱う内容が教科書から離れると意識が及ばなくなる状況が見て取れた。そのため、粒子の性質のみでなく溶液の均一性などの小学校課程で学習する内容と組み合わせ、異なる題材を用いて複数回モデル図の作成を行うことで、より正確な科学領域における観察力と認識を獲得できるとプログラムの作成が期待できる。今後、附属小学校と協力して4～6年生を通して粒子概念の形成を可能にするカリキュラムの検討を行うとともに、染色実験についてもより魅力的な実験となるよう工夫を行いたい。

4. おわりに

本研究は鹿兒島大学教育学部附属小学校との共同研究として行った。小学校理科の単元に染色は含まれていないため単元「水溶液の性質」の一環として染色実験を導入し、授業としてはビタミンC（アスコルビン酸）を加えた酸性の水溶液にした場合と中性の水溶液との比較として授業を行った。附属小学校には、「鹿兒島の自然に親しみ、学びの価値を実感する鹿大附小プラン2019」の連携プロジェクトとして実施していただき、良好な協力体制のもの実施できたと考えている。2018年度の授業を受けた児童の感想として、代表的なものを以下にあげる。(図10は実験の様子である)

- ・ドラゴンフルーツの生態を知れた。 ・ドラゴンフルーツの色を絞り出すところが楽しかった。
- ・きれいに染まった布を見て、達成感がわきました。 ・全て楽しかった。
- ・結果が分からないから楽しかった。 ・普段しないことができた。
- ・自分の知識を使えたから楽しかった。 ・草木染めは初めてで楽しかった。
- ・不思議に思ったことが何回もあり、楽しかった。
- ・ドラゴンフルーツの皮から搾り取った液がネバネバしていた。



図10 染色実験の様子

全体的に楽しかったとの感想が多かったが、少数ながら次にあげるように実験にあまり関心を持つ事ができなかつたり、実験の長さや作業内容から興味が薄れたことを示す感想もあった。

- ・実験が長く疲れた。
- ・何をしているのかよく分からなかった。
- ・同じ作業の繰り返しだった。

この授業を通してドラゴンフルーツなどの天然の植物の利用した染色実験に興味を持つ児童や、アルカリ性やビタミンC以外の成分を利用した酸性溶液の利用など条件を変えて実験したい、また羊毛布（ウール）以外の繊維を染めてみたいとの意見が多く出た。小学校の理科の授業では、授業時間の関係で結果がすぐに分かる実験が多く行われているが、少し長い手順の作業を行って結果が出るまで時間のかかる実験の経験は少ないため、結果を予想したり疑問をもつことに時間的余裕があったことも良い方向に作用したのではないかと考えられる。今後は、本研究で得られた結果をもとに、小学校課程の間にできるだけ正確な粒子概念が形成できるよう系統立てたプログラムを検討するとともに、身の回りの自然により興味を持てるよう新たな鹿児島県特有の教材を開発したい。

5. 附記

本論文は、令和元年度（第69回）日本理科教育学会全国大会（令和元年9月22日、23日、静岡大学）において発表した内容を加筆・修正したものである。

6. 参考文献

- (1) 文部科学省（2017）小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編，株式会社東洋館出版社
- (2) 文部科学省（2017）中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編，学校図書株式会社
- (3) 鹿児島県教育委員会 平成27年度鹿児島県学習定着度調査結果報告

- (4) 鹿児島県教育委員会 平成28年度鹿児島学習定着度調査結果報告
- (5) 鹿児島県教育委員会 平成29年度鹿児島学習定着度調査結果報告
- (6) 鹿児島県総合教育センター, 粒子概念の育成を目指した「化学変化と原子, 分子」の指導, 指導資料理科第242号, 2004,5
- (7) 山口晃弘 (2017) 「粒子」に関わる様々な「見方・考え方」について. 理科の教育, No.784, Vol.66, (11), pp.13-16
- (8) 坂本有希 (2017) 粒子概念を思考ツールとして活用することと資質・能力の育成. 理科の教育, No.784, Vol.66, (11), pp.29-31
- (9) 露木和男 (2017) 子どもにとっての「地域教材」の意味. 理科の教育, No.774, Vol.66, (01), pp.12-15
- (10) 錦織寿, 田中健一, 佛淵のぞみ, 瀬戸房子 (2013) ドラゴンフルーツを用いた羊毛布の染色についての研究. 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編), No.64, pp.17-23
- (11) 錦織寿, 藺島美香, 瀬戸房子 (2018) ドラゴンフルーツの果皮を用いた染色法の開発 (4) アスコルビン酸の添加効果について, 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編), No.70, pp.7-14
- (12) 錦織寿, 瀬戸房子, 土田理 (2018) 小学校における粒子概念の形成について (1) -ドラゴンフルーツを用いた染色実験を通して-. 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要, No.28, pp.19-26
- (13) 鹿児島大学教育学部附属小学校 (2018) 鹿児島の自然に親しみ, 学びの価値を実感する鹿大附小プラン2019, 2018年度 ソニー子ども科学教育プログラム 主題: 科学が好きな子どもを育てる - 「なぜ」を大切に感性・創造性・主体性の育成-