

# 家庭用冷蔵庫を活用した物質の状態変化に関する実験・観察法 ～身近な自然を用いた小学校生活科指導法～

久保 幸貴・坂本 昌弥

## Experimental method for changing the state of matter using a home refrigerator

KUBO Kouki・SAKAMOTO Masaya

### 【要約】

「生きる力」を育成するために、小学校生活科では中学年で学習する理科との接続を意識しつつ、児童の生活圏にある教材を活用した教育法の積み上げが急務である。本研究では、冷蔵・冷凍庫を活用し、物質の状態変化を体感させる生活科指導法についての事例を提示した。これは①楽しい、②家庭で繰り返し実施できる授業法の提示であり、児童が実験を身近に感じるために、実験に必要な器具と試料は、一般家庭で容易に準備できるもので構成した。

【キーワード】 小学校学習指導要領、生活科教育、理科教育、接続、科学的思考力

### 1. 研究の背景と目的

平成29年に告示された学習指導要領(文部科学省, 2018a)は、これまで以上に児童・生徒の「生きる力」の育成に向け、「主体的・対話的で深い学び」をより具現化する方針へ改訂された。具体的には、カリキュラム全体を通して目指す資質・能力を、ア「何を理解しているか、何ができるか(生きて働く「知識・技能」の習得)」、イ「理解していること・できることをどう使うか(未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成)」、ウ「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養)」の三つの柱として整理し、教育活動全般をこの三つの柱の具現化に向かってマネジメントすることを求めている。これに伴い、低学年時に実施される生活科の教育目標や教育内容についても、この三つの柱に基づく再整理が図られ、各学校・教師は、生活科の授業において「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けたアクティブ・ラーニングの視点に立った改善を推進しなければならないことになった。特に「何ができるようになるのか」「どの

ように学ぶか」「何を学ぶか」「何が身に付いたか」

「実施するために何が必要か」といった具体的教育目標と成果が重視され、これらを具現化する確実性の高いカリキュラムマネジメントの構築が学校及び教師に求められている。

これまで生活科は、児童の生活圏を学習の対象・場とし、さまざまな教科との接続を意識しつつ、具体的な活動や体験の中での気づきを得ながら、将来の自立への基礎・基盤を養うことをねらいとしてきた。2017年の学習指導要領改訂(文部科学省, 2018b)では、これに加え、児童の気づきの質を高めるため、言語活動や観察・実験、問題解決的な学習行動等を教育活動の中へより積極的に取り入れ、小学校中学年のカリキュラムとの接続を意識しつつ、「(1) 活動や体験の過程において、自分自身、身近な人々、社会及び自然の特徴やよさ、それらの関わり等に気付くとともに、生活上必要な習慣や技能を身に付けるようにする。(2) 身近な人々、社会及び自然を自分との関わりで捉え、自分自身や自分の生活について考え、表現することができるようにする。(3) 身近な人々、社会及び自然に自ら働きかけ、意欲や自信をもって学んだり生活を豊かにしたりしようとする

態度を養う。」という3点の教育目標が設定された。現在、この教育目標を具現化するため、「何ができるようになるのか」「どのように学ぶか」「何を学ぶか」「何が身に付いたか」「実施するために何が必要か」を重視したカリキュラムマネジメントの構築とその教育成果が学校及び教師に求められている。

以上の事由を踏まえ、本研究では、児童の身近な生活空間に存在する家庭用冷蔵庫・冷凍室を活用し、「ものの凍り方」に関する実験・観察をおこない、生活科教育方法における「何ができるようになるのか」「どのように学ぶか」「何を学ぶか」「何が身に付いたか」「実施するために何が必要か」を児童の生活圏で求めることができるような実践をおこない、学習指導要領にある教育目標への接近を図った。

## 2. 教科理科との接続

生活科と理科の接続を考える際、生活科での児童の「思い」「願い」「気付き」が、理科での「科学的な思考」にどのように展開されていくのか、さらには、そのきっかけや条件は何かについて、いまだ十分な知見が蓄積されていないことは、先行研究によって指摘されている(稲田, 2019)。しかし実践的研究として、児童自らが生活空間等に存在する身近な自然や技能・機器を活用して興味・関心を持ちつつ分析的に試し、見通し、工夫し、表現するような活動を積極的に取り入れることによって、将来的に理科を学んでいくための基盤を形成しようとする挑戦的試みが数多くなされている(例えば、園部, 1991)。また実験・観察を繰り返しおこなうことによって、科学が楽しいと思う感覚を児童に定着させる(坂本・久保, 2020) ことこそが、理科を学ぶ上でのもっとも基本的な原初の動機づけとなるが、同様に生活科においても「遊び」を取り入れた楽しい授業の試みが積極的になされている(例えば、鶴ヶ谷・日比野, 2016)。おそらく児童の日常生活の中で、「遊び」「楽しい」といった活動や思いの上に立った自発的な科学的行動や思考が繰り返されることこそが、生活科と理科の最も理想的な接続となるであろう。そこには児童自らによる自発的で主体的な学びが存在し、さまざまな主体的疑問や論理的行動が生じるであろう。「理科離れ」を食い止めるために、理科が将来必要なものになること、学ぶことでどういったアドバ

ンテージがあるのかをどれだけ児童に言って聞かせたところで理科離れを食い止める効果は期待できない。将来にわたって理科への興味・関心を喚起するためには、身近な生活空間の中で、繰り返し科学は楽しいものだという気持ちを持たせることこそが最も必要なことなのである。

## 3. 教材開発の目的

以上の事由から生活科を用いる教材は、「学校でしか扱わない特殊なもの」ではなく、「身近に存在して繰り返し触れ合うことのできるもの」であることが重視される。特に理科への接続を意識しつつおこなう生活科の学習行為で重要視すべき点のひとつは、「帰宅した児童が、自宅で学習内容を再現できる、さらには自分で実験に手を加えてさらに進んだ内容の実験・観察がおこなえる」ことが好ましい。児童が授業内容に興味を持ったとしても、それが自分では到底まねのできないような器具や技術を要するものであるならば、自ら行動して興味を深めていく段階へ行くことが困難となるためである。

本研究では、理科との接続を意識しつつ、日常生活の中で繰り返し学習行為をおこなえる生活科教材として「家庭で児童が実施できる冷蔵庫を用いた観察・実験」をおこなった。児童は、日常生活の中で温度変化による物質の状態変化をよく目にする。中でも液体が固体になる状態変化は、嗜好品に多く見られることから児童が興味を持つものであり、そしてこの現象は冷蔵庫および冷凍室によって容易に再現できる。ここで水だけでなく、実験・観察の対象をさまざまな液体(液体調味料・飲料等)とすることで、低学年の児童でも多様な観察・実験を主体的に体験することが期待できる。冷蔵庫・冷凍室と調味料および飲料は多くの家庭で常備されており、準備に手間がかからない。また火や薬品、刃物を必要としないため安全性が高く、冷たさ、香り、味、硬さなどの五感に直接訴える要素が多いため、興味をひきやすく、印象に残りやすい利点がある。

本論文ではこの教材を用いて実際に実施することができる実験例を挙げ、その手順と実験結果、そして注意点等を述べる。

#### 4. 実験に用いる機材・試料

(1) 冷蔵庫：冷蔵庫は一般的に市販されている冷凍室付きの冷蔵庫を用いる。一般家庭の冷蔵庫の冷蔵室の温度はおおむね標準で3～6℃程度、冷凍室で-20℃～-18℃程度である(例えば、Panasonic, 2021)。本研究で用いた冷蔵庫(TOSHIBA GR-M14T)の場合は、冷蔵室温度は約5℃、冷凍室温度は約-20℃であった。注意すべき点として、冷蔵・冷凍室内で試料を冷却する際、ともに室内温度は常に均一ではないことがあげられる。このため例えば児童が実験・観察のテーマを「冷凍室の中に入れた様々な液体調味料や飲料が、どのような順番で凍るのか」と設定した場合、室内での試料の位置やドアの開閉による温度変化の影響を強く受けるため、その都度順番は前後することがあり、実験結果の再現性は低い。そのため冷凍庫内における凍る順番の観察・実験は適切であるとは言えない。一方で多くの冷蔵庫には冷蔵室と冷凍室という2種類の温度の異なる貯蔵室があるため、これを用いれば常温(25℃前後)、冷蔵室程度の低温(3℃～6℃)、冷凍室程度の低温(-20℃～-18℃以下)という段階的に異なる温度状態を用いた実験・観察が可能である。

(2) 製氷皿：一般に冷蔵庫に付属していることが多い製氷皿は、冷凍室を使った実験を行う際に有用である。製氷皿には液体を入れるための区画が多数に小分けされているので様々な液体を並べて、その凍り方を観察するのに適している。

(3) 液体調味料入れ(ボトルを押して調味料を出すタイプ)：ボトルを押して調味料を出すタイプの調味料入れは、ゼリー状物質が温度変化することによって生じる粘度変化を体感することに役立つ。粘度が高ければゼリー状物質を先端のノズルから押し出すのに、より大きな力がいるようになるため、体感的にゼリー状物質の粘度を理解することができる。

(4) 液体調味料及び飲料：本研究では、試料として液状の調味料や飲料を用いた。本研究では、物質の状態変化に対する児童の好奇心を育むことを研究目的としたため、次の試料を用いた。水、炭酸水、10%濃度食塩水、飽和食塩水、10%濃度砂糖水、飽和砂糖水、しょうゆ、穀物酢、コーヒー、牛乳、なたね油、オリーブオイル、発泡酒、ウィスキー、はちみつ。

#### 5. 実験1 (冷凍室で完全に固体とならないもの)

(1) 機材・試料：冷凍室付き冷蔵庫、調味料、飲料等、製氷皿2ケ、ラップ。

(2) 実験の概要：実験1では、製氷皿に入れたさまざまな試料を冷凍室へ並べて、そのすべてを冷凍室(-20℃)程度の温度まで冷却することで、様々な液体試料の温度による状態変化を同時に観測することができる。この実験では液体の時間経過での変化は追わずに、長時間放置することによって全体を十分に冷却させ、変化が落ち着いた状態を観察するものとする。これは先述したように冷凍室内は温度が不均質であるため、製氷皿上で生じる液体の状態変化の速度が不安定であるためである。この実験で最も顕著に観察できる現象は、それぞれの液体の凝固点の違いである。児童は、まず冷凍室から取り出した時点で「凍っているもの」と「凍っていないもの」に分けられることに気づく。そしてそれから凍っているものでも「すぐに融け切ってしまうもの」と「なかなか融け切らないもの」の違いにも意識を向けることができる。この簡単な実験は試料の凝固という物性に相違点が存在することを児童に印象付ける効果がある。そしてなにより、普段は水でできた氷以外は見る機会を持たないであろう子どもたちには新鮮で興味をそそる実験となるであろう。

(3) 実験事例：本研究では、実験試料として、水、炭酸水、10%食塩水、飽和食塩水、10%砂糖水、飽和砂糖水、しょうゆ、穀物酢、コーヒー、牛乳、なたね油、オリーブオイル、発泡酒、ウィスキー、はちみつを用いた。これらを製氷皿にそれぞれ約10mLずつ入れ、冷凍室に一晩放置してその結果(表1及び図1)をまとめた。本実験では、途中経過を確認するために定期的に冷凍室から出し、各液体の状態を確認する作業も併せて行ったため、備考欄に特徴的な変化などを示す。特徴的な変化の見られなかったもの、冷凍室で一晩放置するまでに見た目の特徴的な変化が確認できなかったものは空欄になっている。

本研究では、液体窒素を用いた冷凍実験も実施したが、そこでは炭酸水とビールは表面が膨らんで状態で凍った。これは溶媒が固化してしまい、溶けきれなくなった二酸化炭素が気化して氷の表面を押し上げたものと思われるが、急速な冷凍ではない本実

表1 実験結果

試料	冷凍室に一晩放置後	途中経過	図1 画像番号
水	いわゆる普通の氷になる		10
炭酸水	普通の氷と同様の見た目になる		9
10%食塩水	見た目は普通の氷と同じものができるが、普通の氷よりも融ける速度が速い		7
飽和食塩水	冷凍室では凍らなかった		11
10%濃糖水	見た目は普通の氷と同じものができるが普通の氷よりも融ける速度が速い		8
飽和砂糖水	冷凍室では凍らない。底に半固形状のどろどろしたものがたまった液体になる。		12
しょうゆ	黒い液体の中に氷上のシャリシャリしたものが混ざった状態。		5
穀物酢	凍る		6
コーヒー	凍る		3
牛乳	凍る		4
なたね油	ラード状の柔らかい固形物になる	すこし白濁して、若干粘度が上がっていく	1
オリーブオイル	なたね油よりも固い固形物になる	白濁して粘度が高くなっていく	2
発泡酒（アルコール分5.5%）	凍る		13
ウィスキー（アルコール分40%）	シャーベット状になる		14
はちみつ	凍らず非常に粘性が高くなる。ペンの背などで押すとその形がしばらく残る。		15

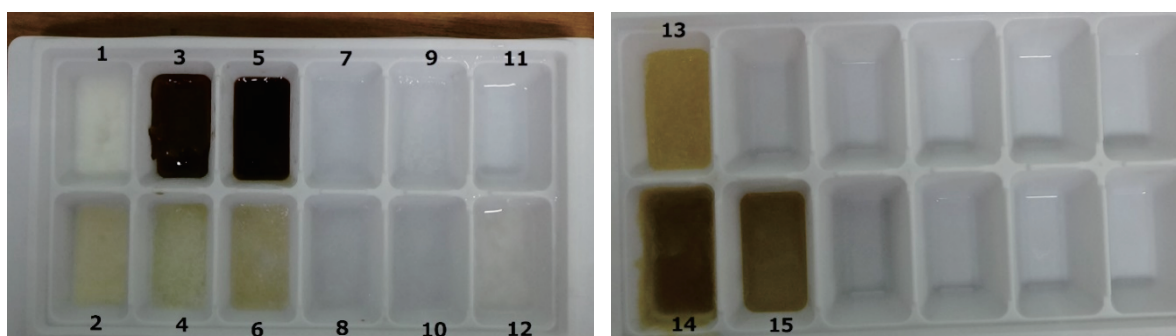


図1 冷凍庫で冷却させた製氷皿上での各種試料の様子（番号は表1と対応）

験においてはその様子は見られなかった。

本実験をすすめるにあたり、実験当初、コーヒーと炭酸水から凍り始めるという結果が得られた。しかし比較のため、冷凍室内で炭酸水、コーヒー、水道水、純水を異なる位置に配置し冷却したところ、凍り始める速度は異なる結果となった。つまり凍る順番は冷凍室の場所の違いの影響が多く、試料の凍る順番に再現性は見られなかった。

(4) 学校における授業デザイン例：本実験を実施するにあたり10時間以上は必要である。このため授業時間である1単位時間（45分）では十分な結果を

得ることができない。この実験を授業に取り入れるには別日に実施される2単位時間が必要となる。ここで便宜的にその1回目の授業を授業1、2回目の授業を授業2とする。まず授業1では、児童にこれからどのような実験を行うのかを説明する。実際にその場に様々な調味料や飲料を用意しておき、それぞれの液体を製氷皿に入れて冷凍室に長時間置いておくとうなるのかを児童に予想してもらおう。製氷皿に入れる液体を選び、そこへ移す活動は児童がおこなうほうが好ましい。それは自分が実験に参加していて、自ら学んでいるという意識につながるため

である。本実験は、冷凍庫内に長時間放置し細かな調整や観察は行わないため、製氷皿に注ぐ液体の量は多少のブレがあってもよい。製氷皿へ移す際、児童には危険等がない限り、五感を用いて試料を理解する行動をさせる。そのうえで冷凍室に入れて冷やしたときにどういった変化が起こるのかを予測してもらうのも効果的だろう。製氷皿は2つ用意し、それぞれに全く同じ配置で同じ液体を注ぐようにする。片方は冷凍室に入れるためのもので、もう片方はそれとの比較のためにラップをかけて冷蔵室の方に入れる。授業1から十分な時間が経過した後に授業2を実施する。授業2では、まずは授業1で行った活動を振り返り、その後冷蔵室に入れておいた製氷皿を取り出し、児童に確認させる。その後、実際に冷凍室内の製氷皿を取り出し、冷蔵庫の製氷皿と配置が対応するように並べ、それぞれの変化を観察させる。融点の低い試料は、冷凍室から出すとすぐに融解するため、手際よく児童に観察させる必要がある。

それぞれの試料について、これも危険性がない限り、臭覚、味覚、視覚、触覚等の感覚を用いて観察することを促す。ただし冷蔵庫から出してすぐ触れると皮膚に付着する場合があるため、この点については事前に注意をしておくなど留意すべきである。

## 6. 実験2

### 水で冷却し、試料を凍らせる

(1) 機材・試料：細かい氷と塩（または15%程度の食塩水を凍らせたもの）、プラスチックコップ、各種液体試料、洗面器・ボウルなどの容器。

(2) 実験の概要：児童の目前で試料が凝固する様子を観察する冷却実験・観察をおこなう。この実験においても実験器具・試料は、家庭で準備できるものとする。試料を入れる容器は、プラスチックコップを用いる。これは透明であるため観察が容易であり、サイズ等を統一しやすい利点がある。氷はできるだけ細かく砕いたものを用いる。これは大きな塊の氷の場合、溶液との接触面積が小さく、冷却効率が悪いためである。氷を入れる容器として洗面器、ボウルなどゆったりとした容器を準備する。コップやビーカーのような口の狭い容器の場合、氷を押しつけて溶液の入ったプラスチックコップを装置に入れることが難しくなるためである。また氷に塩を振

りかけることで、より低温にすることが可能となる（ニチレイ、2021）。しかしこの時、塩の調整量や氷と塩の混ざり方が不均一になると、温度を制御できない場合があるので注意が必要である。加えて、融けてしまった水が底にたまる場合も温度調整が難しくなる。これを回避する方法として、冷却用水として15%程度の食塩水を用いるとよい。この方法では食塩水にさらに塩を加える必要はなくなる。食塩水は、凝固点降下によって温度が0℃よりも低いため、食塩水が融解する間、0℃より低い温度を保持できる。

(3) 実験事例：実験2では、10%食塩水と15%食塩水とをそれぞれ準備し、上述した実験を実施した。ここでは冷却する試料として、水道水と10%濃度食塩水を用いた。まずプラスチック製の洗面器に小さめに砕いた食塩水を敷き詰め、そこに氷を押しつける形で少量の試料が入ったプラスチックコップを挿入し、よく攪拌しながら冷却し、経過を観察した。常温（20℃程度）から冷却をはじめ、水が凍り始めるまでには約25分程度かかった。10%食塩水は、約20分で0℃を下回り、40分間で-5℃程度まで下がった。実験中冷却装置全体は-13℃～-7℃程度に保たれていた。

また15%食塩水を冷却剤として用いて上記と同様の実験をおこなった。ただし、いくつかの条件変更をおこなった。まず、冷却剤の食塩水を敷き詰める容器を、洗面器からプラスチックコップ1個までしか入らない程度の大きさのタッパー2個へ変更した。これは10%食塩水での実験の時には、洗面器の面積が広いために氷が広がってしまい、プラスチックコップとの接触面積を確保することが難しかったためである。また、試料は、常温ではなく12℃程度まで冷却した状態から開始した。水道水は、実験開始から6分程度でコップの壁面から凍り始め、その後実験終了までの25分間程度まで、水の凝固がコップ壁面及び底面から中心に向かって成長し続けた。（図2）その際中心部分の温度は0～1℃程度であった。10%食塩水は、開始4分程度で0℃を下回り、12分後に全体がシャーベット状に凍り始めた。（図3）凍り始めた時点での温度は-7.9℃であった。凍り始めてから実験終了までの12分間のあいだ10%食塩水は-9.0℃～-7.9℃程度であった。実験中、冷却装置の温度は-16℃～-10℃に保たれていた。この実験2を実施するにあたり、以下のような条件で実施する



方がよい。

1. 冷却装置を低温に保つために15%程度の濃度の食塩水で作った氷を冷却剤として用いる。
2. 冷却の効率を高めるためにタッパー等の大きな容器に冷却剤を敷き詰める。

これらの条件であれば実験を行ったとき、変化が現れるまでの時間が長くなりすぎない。変化のない実験を続けることは児童が飽きてしまう可能性があるため実験時間の調整は重要な観点である。



図2 冷却剤に接している部分から凍った水道水  
(15%食塩水氷で冷却)

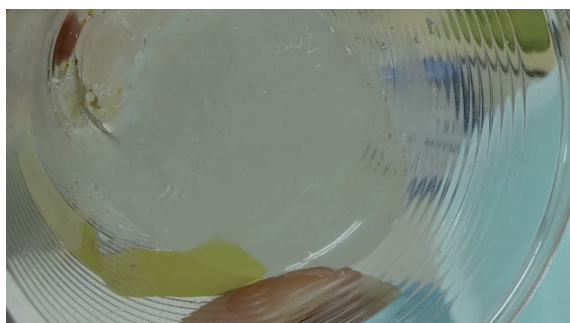


図3 全体がシャーベット状に凍った10%食塩水  
(15%食塩水氷で冷却)

(4) 学校における授業デザイン例：この実験2は実験1と異なり、教室での実施は時間的に余裕がある。そのため実験1の待機時間に実験2を実施するという授業デザインも考えられる。もしくは実験1の結果を観察したのち、温度変化に伴う自然現象への児童の興味が高まっているタイミングで「冷凍室の中でどんなことが起こっていたのか」を目に見える形で実践する実験として位置付けるのも教育的に有効である。

ここでは、冷凍室付き冷蔵庫、各種調味料・飲料等の液体、タッパー複数個、15%食塩氷、プラスチックコップ、割りばしやマドラーなど溶液をかき混ぜるものを準備する。15%食塩水は、実験実施まで

に必要な量を作って冷凍室内にストックしておく必要がある。15%食塩水であれば、家庭用冷蔵庫の冷凍室でも凍らせることは可能であるが、凝固点降下が起こっているために凍らせるために、比較的長時間が必要となる。そのため実験を実施する日程に合わせてあらかじめ計画的に用意しておく必要がある。本実験では、冷却する試料に水道水と10%食塩水を準備した。実際の授業では、食塩水ではなく児童の興味のある液体を使用したほうがよい。ただし変化が起こらないと児童が実験を退屈に感じてしまう可能性が高くなるので、2つ程度の試料の冷却実験を同時並行で実験を行い、その一つは比較的短時間で変化を観察できる水道水や10%程度以下の濃度の食塩水などがよい。

実験を始める前に、児童が選んだ液体はどのような変化をするか、より具体的に仮説を立てさせ、観察結果を比較検討させることが重要である。プラスチックコップの中で液体は端から凍っていくのか、表面から凍っていくのか、底から凍っていくのか、また水より早く凍るのか、遅く凍るのか、それとももしかしたら凍らないのか。もちろん凍る、凍らない以外の観点を持っていてもよい。自然現象に思いを巡らせ、予想して、そのうえで試してみることが重要である。

ある程度の時間が経過すると氷が融解し、冷却能力も低下するため、その時点で実験を終了する。その後、児童には先ほど自身が立てた予想と比べて結果はどうだったのかを考える時間をとるのがよいだろう。他のグループが選んだ試料と自分たちのグループが選んだ試料の結果がどう違うのかを比べてみたり、どうしてそうなったのかを児童なりの思考で考えてもらったりするとよい。そういった活動は中学年以降の理科における学習の根幹をなす科学的思考法の最初の一步となるものである。

## 7. 実験3

### 温度によるはちみつの粘性変化

(1) 機材・試料：冷凍室付き冷蔵庫、はちみつ、液体調味料入れ(図4)、簡単な線で書かれた絵(図5)、小さなタッパーなどの容器、割りばしなどのかたくて細長い棒。

(2) 実験の概要：温度変化によって生じる物性の



図4 液体調味料入れ

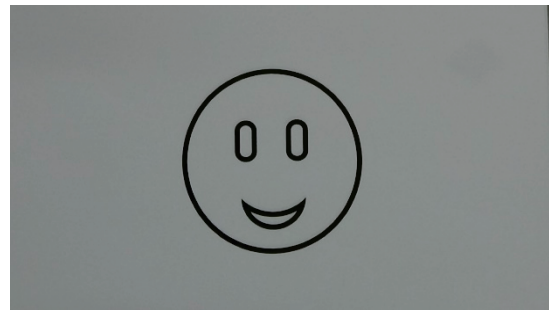


図5 簡単な線で書かれた絵

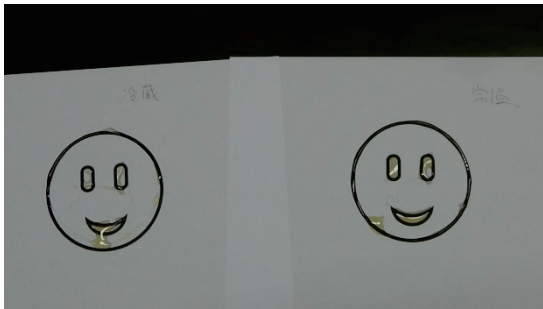


図6 絵の輪郭をはちみつでなぞる

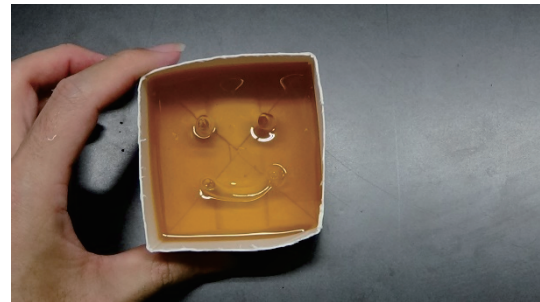


図7 低温のはちみつを牛乳パックに入れ、ボールペンで力を加える

変化は、凝固するか否かのみではない。液体のままその性質の一部が変化していくものもある。冷蔵庫と調味料・飲料を教材にした際に、特に温度による変化が見て取りやすいものとしては、はちみつの粘度を上げることができる。はちみつは、常温でも十分粘度が高いが、これを冷却すると、より一層粘度が高くなる。またはちみつは、家庭用冷凍室（ $-20^{\circ}\text{C}$ 以上）に入れておいても固結しないほど凝固点は低い。冷凍室で冷却したはちみつは、ボールペンの背などで押すと弾力性に富み、押し込んだ形がそのまま残るなど形を変えにくい性質へと変化していく。また、児童の興味を引き出すために五感に働きかけることは生活科教育にはとても重要なことであるが、はちみつは、この点において安全で味覚も確認できるためすぐれた教材になりうる。

本実験は、温度によってはちみつの粘度が変化することを児童に体感させることを目的とした。はちみつを封入した液体調味料入れ（図4）を用いて、「はちみつを押し出すときに必要な力」を感じ取るにより、はちみつの粘度を理解する教材である。ただし、はちみつを液体調味料入れから押し出すだけの行為は、小学校低学年の児童にとってはつまらなく感じる場合がある。そのため「簡単な絵をはちみつでなぞる」という活動でこの実験をおこなうこ

ととする（図5、図6）。児童は、はちみつの線で絵をなぞるという目的のために液体調味料入れに力をこめ、ノズルからはちみつを押し出そうとするが、その際に必要な力やはちみつが押し出されるまでにかかる時間の違いで、はちみつの粘度の違いを実感することができる。また、冷凍庫で冷やしたはちみつを用いる場合には、異なった方法で粘度を実感することができる。小さめのタッパーや牛乳パックの底を切り離したものにはちみつを入れ、冷凍室で長時間冷やしておくと、凝固はしないが粘度が非常に高い状態になる。この状態のはちみつは、容器を傾けたり逆さまにしたりしても液体として流れる様子は見られない。しかしボールペンなどで押し込んでみると、凝固したものと異なり、その弾力性から力に応じてボールペンの跡が残る（図7）。ここから粘度が高い状態であるということが理解できる。しかしこの低温のはちみつでは、粘度が高すぎて先述した実験のように液体調味料入れに力を加えて絵を描くという活動には向かない。それよりは、割りばしなどを使って逆にこちら側に絵を描いてみるという。はちみつの表面を掘って絵を書き込めるというのはそれだけでも十分なインパクトがある。

(3) 実験事例：実験3は、短時間で実施することができ、また児童が楽しんで行うことができるよう

に設計されている。そして楽しい活動の中に、温度の違いによる粘度の違いを学ぶための要素が含まれているのでその知識を自然と自分の中に取り込むことができる。

本研究では常温のはちみつと、冷蔵庫で3℃程度に冷却したはちみつを用いて簡単な線画(図6、A4に印刷したもの)をなぞり、その描画にかかる時間を測定した。はじめ常温で保存してあったはちみつと冷蔵庫に保存していたはちみつをそれぞれ液体調味料入れに封入し、描画をおこなった。常温のはちみつは31.4秒程度、冷却したはちみつは32.9秒程度要し、ほとんど差がなかった。これは実験の手配に手間取り、冷却したはちみつが長く常温にさらされてしまったことと、液体調味料入れに入れていたはちみつが少量であったことも影響していると思われる。そのため常温のはちみつを液体調味料入れのまま小さめに砕いた氷の中に漬け込み、15分ほど放置してよく冷やしてからすぐに再試行したところ、44.7秒程度要した。同様に氷ではなく冷蔵庫で冷やしたおしよけの実験してみると、こちらも46.4秒程度要した。つまりはちみつを液体調味料入れから押し出す際、冷却したはちみつのほうが粘度が高いという体感が得られた。ただし、そう感じるのは、はちみつを押し出し始める当初のみであり、ノズルからはちみつが出始めると、両者に差があるようには感じられない。また、冷凍室で冷やしたはちみつに対してボールペンの背で絵を描いた(図7)。冷凍室で冷却したはちみつは、弾力性に富み、穴をあけたり線を描いたりするには強く力を掛ける必要があることが体感できる。

(4) 学校における授業デザイン例：この実験3は、事前準備をしっかりとこなせば、短時間で実施することが可能である。そのため先述した実験提案1や実験提案2などと組み合わせて授業を構成することも可能である。例えば、授業1において試料を冷凍室に入れ、待機時間に入ったのちの時間で実験3をおこなうといった授業構成をすることができる。

ここでは、冷凍・冷蔵庫、はちみつ、液体調味料入れ1グループあたり2ヶ、簡単な線で書かれた絵(図5)、小さなタッパーなどの容器、割りばしなどのかたくて細長い棒の準備が必要である。

授業を実施するにあたり、事前準備としてあらかじめ液体調味料入れに入れたはちみつを2ヶ準備し、

片方を常温で、もう片方を冷蔵庫内で冷却しておく。この際、はちみつ入り液体調味料入れは、ノズル部分を下にして冷蔵庫に保管することが望まれる。冷却後は、はちみつの粘度が高くなり、逆さまにしてもすぐにはノズル近くにはちみつが集まってこない可能性があるためである。また液体調味料入れに入れたはちみつの量が少ないと、冷蔵庫から出したはちみつがすぐに常温に戻ってしまうのではちみつの量は多い方がよい。次に児童がはちみつでなぞるために必要な簡単な図柄を用意しておく(図5)。前述したが、冷却したはちみつと常温のはちみつでは、いったんノズルから押し出したのちは、その出方に大差がない。両者の差を明確にするために、複数の絵を準備し、できるだけ多くのデータを取ることが望まれる。

実施にあたり、児童には常温の液体調味料入れにあるはちみつを用いて絵をなぞる遊びをすることを説明し、まずは教師が児童の前で演示をおこなう。その際、常に一定の速さで描くことを確認し、また絵の一画一画をつないで描かないよう指示をする。その後、描いたものを手本として児童に実施させ、教師は1秒ごとに時間を読み上げ、絵を描き終わった児童には挙手をさせることによって時間を計測する。次に冷却したはちみつが入っている液体調味料入れを用いて再び絵を描く。一画一画をつなげて書いてしまうと出にくさが体感しづらいため、絵を描き始める前に「一画一画をつなげない方がきれいな絵が描けるよ」などとそれとなく誘導する。

タッパーもしくは紙パック(図7)等にはちみつを入れ、これを冷凍室で冷蔵したものに絵を描く場合、児童にその粘度や弾力性を体感させる工夫が必要である。はちみつの入った容器を逆さまに持ってみたり描画用の割りばしをさして立てて見せたりするとよい。

## 8. まとめ

本研究では、生活科から理科への接続を意識して、①楽しい、②家庭で繰り返し実施できる授業を3案提示した。児童が実験を身近に感じるようにするために、実験に必要な器具と試料は、一般的な家庭で容易に準備できるものであることが重要である。ここでは「冷凍庫付き冷蔵庫」と「液体調味料・飲



料」を用いた実験を提案した。

これらの実験は、授業においては児童の思いや願いを尊重しつつ、教師が事前に準備を周到に行い、児童の楽しいと思う気持ちを醸成することが必要である。また生活科で実施した学習内容を、自宅に戻って繰り返し実施し、さらに学習内容を自ら拡張・深化させていくような、手軽で興味深い教材であることが求められる。生活科を担当する教師が、最も注力すべきなのは、「実験の内容を科学的に教える」ことだけでなく、「自然現象に興味を持たせる」とことと「この実験は自分でも再現可能なことを意識させる」ことである。児童が最初に理科に対して好意的な感情を持つためには理科で学ぶことが面白くてドキドキ・ワクワクするものであると印象付けることが重要である。

本研究の今後の課題は、児童または将来児童たちに生活科の授業をおこなう教職課程に在籍する学生が本研究で紹介した実験をおこない、その意見を収集し本研究の教材としての完成度を高めることが挙げられる。

## 引用文献

- 稲田結美(2019):小学校における生活科と理科の接続の視点. 日本体育大学大学院教育学研究科紀要, 3, pp.87-98.
- 文部科学省(2018a):小学校学習指導要領(平成29年告示) 平成29年3月告示. 344p. 東洋館出版社, 東京.
- 文部科学省(2018b):小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 生活編 平成29年7月. 139p. 東洋館出版社, 東京.
- ニチレイ(2021):氷の実験〈第4回〉いろいろな液体を凍らせてみよう.(最終閲覧日:2021年5月27日)  
<https://www.nichirei.co.jp/koras/category/ice/004.html>
- 坂本昌弥・久保幸貴(2020):理科教育における楽しい授業に関する考察. VISIO, 50, pp.87-92.
- 園部勝章(1991):生活科の実践. 奈良教育大学教育工学センター研究報告, 14, pp.45-53.
- Panasonic(2021):【冷蔵庫】の庫内の温度はどれくらいなのか.(最終閲覧日:2021年5月28日)  
<https://jpn.faq.panasonic.com/app/answers/>
- 鶴ヶ谷柊子・日比野拓(2016):実験・観察の活動を取り入れた生活科授業:教科内容学模索の取り組み. 埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 15, pp.135-140.