

就実大学教育学部初等教育学科
平成30年度

卒業研究

題 目

豊かなイメージを育む理科教材の開発

－第5学年『物のとけかた』を通して－

学籍番号 5115041

氏 名 大藤 奈々

指導教員 福井 広和

目次

第1章 序論

1. 動機
2. 背景
3. 研究仮説

第2章 文献調査

1. 学習指導要領における位置づけ
 - (1) 物の溶け方に関する教育
 - (2) 学習指導要領における目標
2. 教科書における粒子概念の表記・内容
 - (1) 単元の構成と実験内容
 - ①学習内容、②単元構成、③実験内容、④溶かす物質
 - (2) 粒子分野の単元におけるイメージ化を用いた教授法
 - ①矢印型、②粒子型、③イラスト型、④児童描画型
3. 粒子概念育成に関する先行研究

第3章 教材開発

1. 素朴概念調査
2. 調査結果
3. 調査結果にもとづくアンケート内容の改善
4. 素材（食塩の種類）研究
5. 蒸発乾固の追試
6. 蒸発乾固の追試改善

第4章 授業実践

1. 事前調査
2. 授業実践

(1)事前準備

- ①実験を円滑に行うための工夫
- ②イメージ化を全体に取り入れる工夫

(2)授業の実際

実践 1

実践 2

(3)授業結果

- ①予想図について
- ②児童の感想
- ③結晶について
- ④発見メモについて
- ⑤模造紙ビーカー図について

3. 授業実践の考察

第5章 改善案

- 1.教材の改善
- 2.学習指導案の改善
- 3. おわりに

【引用・参考文献】

1 章 序論

1. 動機

私がこの研究に取り組もうと思った理由は、理科の学習において目に見えないことでイメージすることが難しい事象は、目に見える形にすることで理解しやすくなるのではないかと考えたからである。この考えは2つの体験がもととなっている。

1つ目は私自身が受けてきた理科教育の体験によるものだ。小学生の頃は理科が好きだった。植物や虫の成長、天気などの学習を通して普段自分が目にする身の回りの事象について知ることができ、素朴な疑問や謎が解決する楽しく興味深い時間だった。様々な知識と出会う中で自然に対する見方・考え方が変わったことを家族に話すのが大好きだった。

しかし、中学生になると幾つかの分野で苦手意識を持つようになった。

「身の回りの物質」や「物質の成り立ち」の単元である。物質の構造や化学反応について想像をすることが難しかったからだ。いくら考えてもイメージできず、テストのために無理やり覚えて点をとるようになっていった。いつしか私の中で理科は自分で見て感じる教科ではなく、暗記科目になっていった。高校では理系のコースに進んだ。生物の時間では観察や解剖で実際に確かめることができたが、やはり化学の時間は未知の世界に迷いこんだようであった。ひたすら化学式や、よく分からない反応を覚えて自分を納得させるようになった。そんな中で1つだけ鮮明に覚えている内容がある。炭酸水素ナトリウムの反応だ。カルメ焼きを作る実験を通して知識と体験が一体になり、 2NaHCO_3 (重曹) \rightarrow Na_2CO_3 (炭酸ナトリウム) + H_2O (水) + CO_2 (二酸化炭素) という化学反応の意味を具体的にイメージすることができたからである。

2つ目は大学で児童を対象としたワークショップを開いた時のことだ。空気砲のコーナーで「なぜ箱を叩くと物が倒れるのか」という子どもの疑問に対して、空気の働きで倒れることを肌に空気を当てて説明した。空気は目には見えないものだけれど、体で実感させることで伝えることができるのだなと感じた。

これらの経験から具体的なイメージをもちにくいことで、その事象に対する苦手意識をもってしまう児童がいるのではないだろうかと考えた。それは「想像しにくい物なのだから仕方がない」で片付けてはいけないことだと思う。一見、見えないものであっても何らかの形で目に見え、感じさせることができるのではないだろうか。そうすることで得るものがあるのではないだろうかと考え、「目に見えないもの」に焦点をあてて研究を進めていこうと思ったのである。本研究では、日常生活と関わりがあるが、目には見えない現象である第5学年「物の溶け方」の単元を題材として教材開発をしていこうと思う。

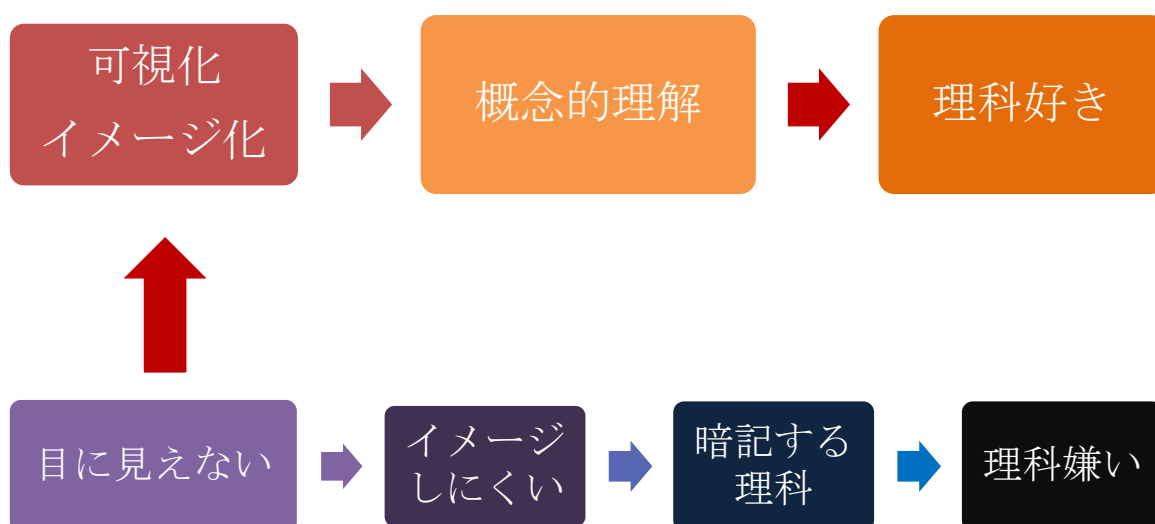


図1. イメージ化による理科好きの育成

2. 背景

目に見えない事象を理解することは難しい。しかし、何らかの方法で可視化することにより何か得るものがあるのではないだろうか。例えば、吉川・石川・加藤・竹村の『見えない粒子の世界をみんなで演じて理解する方法の提案』において、次のように述べられている¹⁾。

小学校、中学校の理科で学ぶ現象もその多くは、見えない小さな粒子の振る舞いによって現れる。この見えない小さな粒子の存在をイメージ出来ることが、現象の理解へとつながると考えられる。

また、同論文で次のようにも述べられている。

「なぜそうなるのか？」という問いに対し、目に見えない粒子の動きを想像して考える必要があり、理科を学ぶ子どもたちにとっては、その事象を目に見えない小さな出来事と結びつけて考えることは非常に難しいと言える。理科を教える教員であっても正しいイメージで「粒子」により現象を理解することは非常に難しいと言える。

このように目にみえない事象を想像することは難しいことではあるが、目に見えない事象は小学校から中学校を通じて理科で扱うものであり、それらの事象を次に学ぶ事象と結びつけることで理解しやすくなることが指摘されている。だからこそ、小学校のうちに粒子の存在をイメージ出来るよう基礎を固めておく必要があり、そうすることで中学校の理科での現象に対する理解度も上がっていくのではないかと考える。

しかし一方で「理科を教える教員であっても正しいイメージで粒子により現象を理解することは非常に難しい」とも指摘されており、小学校の段階から1つ1つ目に見えない事象を理解させることの重要性があると考えられる。

多田尚平は『原子の存在を意識づける化学変化と原子・分子の単元展開』において次のように述べている²⁾。

中学校進学を機に、理科の学習内容が体験的で分かりやすく楽しくて面白い工作や観察・実験を中心とした内容から、科学的な思考力が求められる学習内容へと変わることが具体的操作期の末期から形式的操作期の初期にある子どもたちにとって大きなハードルとなり、「理科嫌い」が生まれる原因になっていると考えてきた。

小学校から中学校に進学する際に理科の内容も少しずつ変わってくる。前述したように、楽しく面白い体験的な理科から高度で抽象的な内容が増えていく。この内容の高度化・抽象化が理科嫌いの原因となることを防ぐために、まず小学校段階で中学校の学びにつながる基礎的な概念をしっかりと定着させていく必要があるのではないだろうか。同論文では次のように述べている。

モデルで表すと、目に見えない原子をありありとイメージできるので、原子をモデルで表すのは大変有効だといえる。

見ることのできない原子をモデルにより可視化することでイメージがつかめることから、可視化する活動には、見ることのできない時よりも高い学習効果が期待できると考えられる。さらに岡崎・今村は『児童のイメージを生かした理科授業の展開－見えない事象を捉えるための工夫』において、次のように述べている³⁾。

理科では、学習対象となる自然事象が直接観察できない場合も多くあり、頭の中のイメージを媒介としなければ事象の理解が難しくなる。

頭の中のイメージとつなげていくことで、理解につながるという指摘である。目の事象を自分の中のイメージや経験とつなげていくことで、分かりにくい事象の原理的理解への手助けとなる。同論文では第5学年の「天気の変化」(授業Ⅰ)と「もののとけ方」(授業Ⅱ)、第4学年の「温度とかさの変化を調べよう」(授業Ⅲ)の単元において、児童のイメージを生かした4つの指導方策を提案している。授業Ⅰでは①友だちの考えの受容のためのイメージ化、授業Ⅱでは②描画を用いた自然事象の表現、授業Ⅲでは③予想場面における児童のイメージの表出ならびに④事象間の関係のイメージ化を指導方策として取り入れた。そして、それぞれの単元で授業実践し、その結果から次のように報告している。

研究及び実践の結果から目に見えない事象を捉えるためにはイメージを活用することが一つの有効な方策であることが分かった。

子どもの中にある既存のイメージを用いることが目に見えない事象を理解するための有効な方法であるということである。これまで見えない事象を可視化することの有効性について考えてきたが、既存のイメージを活用するという新たな示唆を得ることができた。

本研究では、目に見えない事象を可視化することに加え、児童自身が有するイメージを活用することを取り入れ、2つの方略を組み合わせることでより深い学びを実現する授業を求め、そのための教材開発をしていこうと考える。また、小学校から中学校を通してつながっている粒子概念についての理解を深めるため、第5学年「物の溶け方」を題材として研究を進めていく。

3. 研究仮説

前項では、目に見えない事象は想像しにくく理解が難しいが、中学校での学習につながる内容であることから、何らかの方法で可視化し理解させることが必要であると述べた。また、児童自身の有するイメージを活用することが理解力向上に対して有効だということを述べた。そこで本研究では、第5学年「物の溶け方」の単元を対象として、目に見えない粒子を理解させる教材開発について調べていこうと思う。研究仮説は以下の通りである。

1. 理科授業において、豊かなイメージを育むことでより深い学びを実現することができる。
2. 第5学年「物の溶け方」の単元において、物が水に溶ける現象を可視化したり、児童自身の有するイメージを活用して表現させたりすることで、水溶液の性質についての深い理解に到達することができる。

日常生活において直接目で見るのが難しいことでも道具を使用すると詳細に観察でき、そのものの性質が分かり易くなることがある。しかし、粒子概念で扱う対象は微視的であるため実際に目で見ることはできない。そこで、イメージ化により理解を助ける教材開発が必要不可欠であると考えた。微視的な粒子を日常につなげながら可視化することで理解可能な教材の研究を進めていきたい。

第2章 予備調査・教材研究

1. 学習指導要領における位置づけ

(1) 物の溶け方に関する教育

平成29年度公示の小学校学習指導要領解説理科編⁴⁾において、理科は「A物質・エネルギー」と「B生命・地球」の2つに区分されている。本研究で題材とする、「物の溶け方」は、「A物質・エネルギー」である。その中でも、「重さの保存」「物が水に溶ける量の限度」「物が水に溶ける量の変化」が学習内容とされている。改訂により、現行で中学校第一学年の学習内容とされていた「溶けている物の均一性」が、本単元の内容に含まれるようになった。小学三年「物と重さ」において、物の形が変わっても、重さは変わらない粒子の保存性を学習している。その延長として、「物の溶け方」が学習される。そして、その後中学1年の「水溶液」の単元、また、中学2年の「化学変化」「化学変化と物質の質量」の単元、そして中学3年の「水溶液とイオン」の単元につながっている。

このことにより、中学校でいくつかの単元にわたり連携され学習するので、小学校の段階から粒子の保存性に関する概念を定着させることが重要だとわかる。小学校第三学年「物と重さ」では可視化できる物体を扱う。しかし、第五学年「物の溶け方」においては可視化できない物の質量について学習する。その後中学で学習する単元は、いずれも可視化することができない質量についての内容である。このように本単元では、目に見ることができない質量についての初めての学習であるため、理解が難しいと想像する。よって、児童の理解を深めるためにより工夫した教材支援が必要ではないだろうか考える。

(2) 学習指導要領における目標

平成 29 年度 3 月発行小学校学習指導要領解説理科編⁴⁾では、第 5 学年「物の溶け方」の目標を次のように示している。

物の溶け方について、溶ける量や様子に着目しての温度や量などの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。

(イ) 物が水に溶ける量には、限度があること。

(ウ) 物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。

また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

イ 物の溶け方について追究する中で、物の溶け方の規則性についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

物の溶け方についての学習では、溶ける量や様子に着目して、水の温度や量などの条件を制御しながら調べる。そして活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けさせることを目標としている。また、物の溶け方の規則性について予想や仮説をもとに問題解決の方法を主体的に発想し、表現することも目標としている。このように、ただ知識を理解するだけではなく、目に見ることができない溶けた物に関する事象を、予想や仮説をもとに理解することも学習していくうえで大切にしていきたいポイントであるのではないかと考える。

2. 教科書における粒子概念の表記・内容

教科書での取り扱い事例

小学校学習指導要領の目標を受け、これまでの理科教科書で「物の溶け方」の内容をどのように扱ってきたのか、また粒子分野の単元においてどのようなイメージ化がなされてきたかを、以下の 53 冊について調査した。

【調査対象】

『昭和 49 年度新訂新しい理科 6 下』東京書籍
『昭和 49 年度新訂新しい理科 5 上』東京書籍
『昭和 49 年度新訂新しい理科 5 下』東京書籍
『昭和 49 年度新訂新しい理科 4 下』東京書籍
『昭和 49 年度新訂新しい理科 3』東京書籍
『昭和 51 年度新訂新しい理科 6 下』東京書籍
『昭和 51 年度新訂新しい理科 5 上』東京書籍
『昭和 51 年度新訂新しい理科 5 下』東京書籍
『昭和 51 年度新訂新しい理科 4 下』東京書籍
『昭和 51 年度新訂新しい理科 3』東京書籍
『昭和 54 年度新訂新しい理科 6 上』東京書籍
『昭和 54 年度新訂新しい理科 6 下』東京書籍
『昭和 54 年度新訂新しい理科 5 下』東京書籍
『昭和 54 年度新訂新しい理科 4 上』東京書籍
『昭和 61 年度新訂新しい理科 6 上』東京書籍
『昭和 61 年度新訂新しい理科 6 下』東京書籍
『昭和 61 年度新訂新しい理科 5 下』東京書籍
『昭和 61 年度新訂新しい理科 4 上』東京書籍
『昭和 61 年度新訂新しい理科 4 下』東京書籍
『昭和 63 年度新訂新しい理科 6 上』東京書籍
『昭和 63 年度新訂新しい理科 6 下』東京書籍
『昭和 63 年度新訂新しい理科 5 下』東京書籍
『昭和 63 年度新訂新しい理科 4 上』東京書籍
『平成 4 年度新編新しい理科 6 上』東京書籍
『平成 4 年度新編新しい理科 5 下』東京書籍
『平成 4 年度新編新しい理科 4 下』東京書籍
『平成 4 年度新編新しい理科 3』東京書籍
『平成 8 年度新編新しい理科 6 上』東京書籍
『平成 8 年度新編新しい理科 6 下』東京書籍
『平成 8 年度新編新しい理科 5 下』東京書籍
『平成 8 年度新編新しい理科 4 下』東京書籍
『平成 8 年度新編新しい理科 3』東京書籍
『平成 12 年度新編新しい理科 6 上』東京書籍
『平成 12 年度新編新しい理科 6 下』東京書籍

『平成 12 年度新編新しい理科 5 下』東京書籍
『平成 12 年度新編新しい理科 4 下』東京書籍
『平成 12 年度新編新しい理科 3』東京書籍
『平成 14 年度新編新しい理科 6 上』東京書籍
『平成 14 年度新編新しい理科 6 下』東京書籍
『平成 14 年度新編新しい理科 5 下』東京書籍
『平成 14 年度新編新しい理科 4 下』東京書籍
『平成 17 年度新編新しい理科 6 上』東京書籍
『平成 17 年度新編新しい理科 6 下』東京書籍
『平成 17 年度新編新しい理科 5 下』東京書籍
『平成 17 年度新編新しい理科 4 下』東京書籍
『平成 23 年度新編新しい理科 6』東京書籍
『平成 23 年度新編新しい理科 5』東京書籍
『平成 23 年度新編新しい理科 4』東京書籍
『平成 23 年度新編新しい理科 3』東京書籍
『平成 27 年度新編新しい理科 6』東京書籍
『平成 27 年度新編新しい理科 5』東京書籍
『平成 27 年度新編新しい理科 4』東京書籍
『平成 27 年度新編新しい理科 3』東京書籍

【調査内容】

- ・単元の構成と実験内容
- ・粒子分野の単元におけるイメージ化を用いた教授法

今回研究で取り扱う単元である、「物のとけ方」についての過去の単元構成や実験内容について調べた。目に見えない事象であり、物のとけ方に関して重要事項である、「溶解度」「質量保存の法則」「物質の取り出し」について色分けをした。また、新学習指導要領において、従来中学一年生の学習内容であったが今回「物のとけ方」の単元に教授内容として含まれることになった「溶けている物の均一性」についても色分けの対象とした。

 : 溶解度に関する内容  : 質量保存の法則に関する内容
 : 物質の取り出しに関する内容  : 溶けている物の均一性

表 1. 単元内容の構成

| 出版 年度 | 問いかけ | 実験内容 |
|-------------------|--|---|
| 昭 和 49 年 | <p>4 学年</p> <p>食塩</p> <p>・食塩はいくらでも水にとけるだろうか。とける量にかぎりあるだろうか。</p> <p>・とけきれないで、のこっている食塩をとかすには、どうすればよいだろうか。</p> <p>・同じ体積の水にとけている食塩の量のちがい(食塩水のこさ)はどうしたらわかるだろうか。</p> <p>・食塩水から、食塩をとり出すには、どうすればよいだろうか。</p> <p>・じょうはつ皿にのこった食塩をもっと熱すると、どうなるだろうか。</p> <p>・食塩とでんぷんのまじったものから、食塩やでんぷんのせいしつを使って食塩だけを取り出すには、どうしたらよいだろうか。</p> | <p>① 50 cm³の水に重さの違う食塩を入れよくかきまぜて、とかす。</p> <p>② ビーカーを熱する。</p> <p>③ 少しずつ水を加える。</p> <p>④ 食塩水の味を調べる。</p> <p>⑤ 食塩水の重さを調べる。(同じ体積の水ともくらべる)</p> <p>⑥ スライドガラスの上におとし、かわかす。</p> <p>⑦ 食塩水を蒸発皿に入れて熱し、出てきた水蒸気の水の入った試験管に当てて冷やす。</p> <p>⑧ 食塩水を蒸発皿に入れて熱する。</p> <p>⑨ 蒸発皿に残った食塩を続けて熱する。</p> <p>⑩ 水に入れ、食塩水とでんぷんに分ける。食塩水をろ過する。</p> |
| 昭 和 51 年 | <p>4 学年</p> <p>食塩水のこさと重さ</p> <p>・どちらがこいか見分けるにはどんな方法があるだろうか。</p> <p>・こさのちがう食塩水を熱して、水をじょうはつさせると、のこる食塩の量にちがいがあるのだろうか。</p> <p>・食塩水からとり出した食塩は、もとの食塩と同じだろうか。</p> | <p>① ・濃さのちがう食塩水を熱する。その際でてきた湯気にガラス板をあて、ついた水の味を調べる。</p> <p>② 食塩水からとり出した食塩と元の食塩を虫眼鏡で観察する。</p> |

| | | |
|------------------------|---|---|
| | <p>・食塩水のこさがちがうと、それぞれ新しくとかすことのできる食塩の量はちがうだろうか。</p> <p>・食塩水はこさによって重さがちがうのだろうか。</p> <p>・うすい食塩水の中にこい食塩水を入れると、なぜこい食塩水が下にしずむのだろうか。</p> <p>・こい食塩水とうすい食塩水にじゃがいもを入れたら右の写真のようになった。どうしてだろうか。</p> <p>・水にうく物は、同じ体積の水よりも軽く、水にしずむ物は同じ体積の水よりも重いのだろうか。</p> | <p>③ ・濃さの違う食塩水に同じ量の食塩を入れる。 ・ 50 cm³の水に溶けなくなるまで食塩(20 g ずつ)を溶かす。</p> <p>④ ビーカー・水の入ったビーカー・食塩を 5 g 溶かした食塩水・食塩を 10 g 溶かした食塩水の重さをそれぞれ上皿天秤で調べる。</p> <p>⑤ うすい食塩水と濃い食塩水がそれぞれ入ったプラスチックの入れ物を、うすい食塩水・濃い食塩水の中に入れる。</p> <p>⑥ 同体積のじゃがいも・濃い食塩水・うすい食塩水の重さを比べる。</p> <p>⑦ 水と同じ体積の木・ろうそく・鉄のそれぞれの重さを水の重さと比べる。</p> |
| <p>昭和 54 年</p> | <p>4 学年 もののとけかた</p> <p>・目ぐすりやうがいぐすりなどに使われるほうさんは、せっけんやインスタントコーヒーのように、水にとけるのだろうか。</p> <p>・ほうさんはすこしも水にはとけないのだろうか。</p> <p>・水にとけないでビーカーの底にしずんでいるほうさんを、全部とかすことはできないだろうか。</p> <p>・もっと多くの量のほうさんをとかすには、もっと水の温度を上げればよいのだろうか。</p> | <p>① ・ホウ酸の粒の形や色を調べる。 ・ホウ酸を水にまぜる。</p> <p>② ・少量のホウ酸を水にまぜる。</p> <p>③ ビーカーを熱してあたためる。</p> <p>④ ・同じ量(100 cm³)の水にそれぞれ 2 杯・3 杯ホウ酸を溶かし、温度を測りながら、それぞれを熱し溶けるまで溶かす。 ・3 杯のホウ酸を溶かしたビーカーにもう少しホウ酸を加える。</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>・ほうさんが、とけきれなくなっ て出てきたあとの水の中には、ま だほうさんがとけているだろ うか。</p> <p>5 学年</p> <p>食塩水のこさと重さ</p> <p>・食塩水を蒸発させると何が残 るだろうか</p> <p>・水にとける食塩の量は決まっ ているのだろうか</p> <p>・食塩水の濃さが違うと新しく とかすことのできる食塩の量は ちがうのだろうか</p> <p>・こさの違う食塩水は同じ体積 ならば重さがちがうだろうか。</p> <p>・うすい食塩水に濃い食塩水を いれるとどうなるだろうか。</p> | <p>⑤ ホウ酸がでてきているビ ーカーをさらに冷やす。</p> <p>① 食塩水を金属のスプーン に取り加熱する。</p> <p>② 濃さの違う食塩水を蒸発 皿に入れ加熱し、ガラス板 をあてる。</p> <p>③ 食塩を水にとかしていく</p> <p>④ 濃さの違う 2 つの食塩水に 食塩をとかす。</p> <p>⑤ ・上皿てんびんで重さを測 定する。(違う濃さの 2 つ の食塩水・とかす前と溶か した後の溶液)</p> <p>⑥ ・プラスチックにうすい食 塩水を入れ蓋をして、濃い 食塩水に浮かべる。</p> |
|--|---|--|

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| <p>昭 和 63 年</p> | <p>4 学年</p> <p>もののとけかた</p> <p>・食塩とホウ酸は、水に同じよ うにとけるだろうか。</p> <p>・とけないでビーカーの底にし ずんでいるホウ酸を全部とかす にはどうすればよいだろうか。</p> <p>・水の温度をもっと上げると、 ホウ酸のとける量はふえるだ ろうか。</p> <p>・ホウ酸のつぶは、水の温度が 下がると、出てくるのだろうか。 また、もういちどあたためると、 どうなるのだろうか。</p> | <p>① 食塩とホウ酸のつぶの色 や形を虫眼鏡で調べる。</p> <p>② 一定の量の水にホウ酸と 食塩をそれぞれとけるま でとかす。</p> <p>③ 熱しながら底に沈んでい るホウ酸をかき混ぜる。と けた後火を消しもう 1 杯 溶かしてみる。</p> <p>④ 熱しながらホウ酸を 1 杯 ずつ溶かす。(40℃・60℃ の際に記録する)</p> <p>⑤ ・ホウ酸がしずんでいるビ ーカーの水をもう一度あ たためた後、つめたい水に 入れてひやす。</p> |
|-----------------------------|---|---|

| | | |
|--------|--|--|
| | <p>・ホウ酸のつぶが出たあとの水には、もうホウ酸はとけていないのだろうか。</p> <p>・水面と底とで、塩からさはちがうだろうか。</p> <p>5 学年</p> <p>食塩水のこさと重さ</p> <p>・どちらの食塩水に、食塩がたくさんとけているかを知るには、どんな方法があるだろうか。</p> <p>・うすい食塩水とこい食塩水にもっと食塩をとかすと、とける量にちがいはでてくるだろうか。</p> <p>・うすい食塩水とこい食塩水では、同じ体積でも重さがちがうのではないだろうか。</p> <p>・食塩水の重さは、水の重さと、とけている食塩の重さを合わせたものだろうか。</p> | <p>・つめたい水を入れた試験管をホウ酸のとけている水に入れる。</p> <p>⑥ ・ホウ酸のつぶが出たあとの水をろ過する。 ・ろ紙を通った水を熱したり、冷やしたりする。</p> <p>⑦ 食紅を水にとかして、様子を見る。2～3 日おいておき味を確かめる。</p> <p>① ・食塩水を熱する ・自然に蒸発させる。</p> <p>② こさの違う食塩水(50 cm³)に 20 g ずつ溶けなくなるまで入れ、溶けた量を調べる。</p> <p>③ 上皿天秤で重さを調べる。</p> <p>④ 上皿天秤で重さを測定する。(水と食塩と、食塩水の重さ)</p> |
| 平成 4 年 | <p>5 学年</p> <p>もののとけかた</p> <p>・なぜホウ酸がでてきたのかな？</p> <p>・ホウ酸のとけかたは水の温度でちがうか。</p> <p>・水にとけたホウ酸を全部とり出せるのか。</p> <p>・ろ紙でこした液にはもうホウ酸はとけていないのだろうか。 ・氷水で冷やしたあとの液には、まだホウ酸がとけているのだろうか。</p> | <p>① ホウ酸を溶かしたものをあたためた後に冷やす。</p> <p>② 温度を上げながら一杯ずつ溶かしていく。(元の水溶液・30℃・50℃)食塩も同様に溶かす。</p> <p>③ ・ろ過をして、その後の液の温度を下げる。 ・液の水を蒸発させる。</p> <p>④ ホウ酸が出てきたホウ酸水をろ過して、その液を氷水で冷やす。</p> |

| | | |
|-------|--|---|
| | <p>・ホウ酸のとける量は水の体積によって決まっているか。</p> <p>・食塩もホウ酸のようなとけかたをするのだろうか。</p> <p>・とけたものの重さは、どうなるのだろうか。</p> | <p>⑤ 水の体積が違うものにそれぞれ一杯ずつ溶かしていく。</p> <p>⑥ ・2・5の実験を食塩を用いて行う。 ・食塩水を冷やす。 ・食塩水を蒸発させる。</p> <p>⑦ 上皿天秤で重さを測定する。(水と食塩と、食塩水の重さ)</p> |
| 平成8年 | <p>5 学年 もののとけかた</p> <p>・食塩水のひみつをさぐろう</p> <p>・食塩は水にどのくらいとけるのだろうか</p> <p>・水にとけた食塩はとりだすことができるのだろうか</p> <p>・食塩の重さは水にとけるとどうなるだろうか</p> <p>・ものによってとけかたはちがうだろうか</p> <p>・とけ残ったホウ酸を水の量をふやさないとかすことはできないだろうか</p> | <p>① ガーゼに食塩を入れビーカーの中でとける様子を観察する。</p> <p>② 水の量を2倍に増やしてとかす。</p> <p>③ 食塩水を蒸発させる。</p> <p>④ で、重さを測定する。</p> <p>⑤ 2～4の実験をホウ酸を用いて行う。</p> <p>⑥ 温度を変えてとかす。</p> |
| 平成12年 | <p>5 学年 もののとけかた</p> <p>・食塩のつぶを水に入れるとどうなるだろうか。</p> <p>・食塩は水にどれくらいとけるのだろうか。</p> <p>・水にとけた食塩は、とり出すことができるのだろうか。</p> | <p>① 虫眼鏡で観察する。</p> <p>② ・2～3粒ずつ水の中に入れる。 ・食塩をティーバッグに入れて水中につるす。 ・食塩を一杯いれてかきまぜる。</p> <p>③ 50 cm³の水に一杯ずつ食塩を溶かす。(水の量を2倍にする。)</p> <p>④ 食塩水を熱して蒸発させる。(自然に蒸発させる)</p> |

| | | |
|-----------|--|--|
| | <p>・食塩の重さは、水にとけると、どうなるのだろうか。</p> <p>・ホウ酸も、食塩と同じようなとけかたをするのだろうか。</p> <p>・とけ残ったホウ酸を、水の量をふやさないで、とかすことはできないだろうか。</p> <p>・出ていたホウ酸は、温度を上げると、またとけるのか。</p> <p>・ホウ酸をとり出したあとの液には、まだホウ酸がとけているか。また、その液を冷やすと、ホウ酸が出てくると考えられるか。</p> | <p>⑤ 台ばかりや、電子てんびんで、重さを測定する。(水と食塩と、食塩水の重さ)</p> <p>⑥ 1・3～5の実験をホウ酸を用いて行う。</p> <p>⑦ 温度を上げながら一杯ずつ溶かしていく。(元の水溶液・30℃・50℃)食塩も同様に溶かす。</p> <p>⑧ ホウ酸がでてきたホウ酸水を湯につけて、かきまぜる。</p> <p>⑨ ホウ酸が出てきたホウ酸水をろ過して、その液を氷水で冷やす。</p> |
| 平成 17年 | <p>5 学年</p> <p><u>もののとけかた</u></p> <p>・食塩の粒を観察する</p> <p>・食塩が水に溶ける様子を観察する。</p> <p>・食塩は水にどれくらい溶けるのだろうか。</p> <p>・食塩の重さは水に溶けるとどうなるのだろうか。</p> <p>・水の温度を上げると食塩の溶ける量は多くなるのだろうか。</p> <p>・ホウ酸も食塩と同じようなとけかたをするのだろうか。</p> <p>・ホウ酸が出てきたあとの液には、ホウ酸はとけているのだろうか。</p> | <p>① ・虫眼鏡で観察する</p> <p>② ・ティーバッグに食塩を入れペットボトルの中で溶ける様子を観察する</p> <p>③ ビーカーの中で溶かす食塩水を蒸発させる</p> <p>④ 台ばかりや、電子てんびんで、重さを測定する。(水と食塩と、食塩水の重さ)</p> <p>⑤ 温度を上げて溶かす。(元の水溶液・30℃・50℃)</p> <p>⑥ 1～6の実験をホウ酸を用いて行う。</p> <p>⑦ ろ過をして、ホウ酸を取り除く。ろ過後の液を冷やす。</p> |
| 平成 23年 | <p>5 学年</p> <p><u>物のとけ方</u></p> <p>・食塩の形を観察してみましよう。どんな形をしているでしょうか。また、この食塩のつぶを水にいれると、どうなるでしょうか。</p> | <p>① 食塩の粒を虫眼鏡で観察する。水の中に食塩の粒をいれたときの様子を観察する。</p> <p>② 食塩(砂糖・砂)をさじ一杯いれて混ぜる。</p> |

| | | |
|-------|---|--|
| | <p>・食塩は水にとけると、重さが変わるのだろうか。</p> <p>・食塩は水にどれくらいとけるのだろうか。</p> <p>・水の量をふやしたり、水の温度を上げたりすると、水にとける食塩の量は、どうなるのだろうか。</p> <p>・食塩水から、とけている食塩をとり出すことができるのだろうか。</p> <p>・ホウ酸は水にとかすと、食塩と同じようなとけ方をするのだろうか。</p> <p>・ホウ酸水の温度をさらに下げると、ホウ酸をとり出すことができるのだろうか。</p> | <p>③ 台ばかりや、電子てんびんで、重さを測定する。(水と食塩と、食塩水の重さ)</p> <p>④ 50mlの水に一杯ずつ溶けなくなるまで溶かしていく。</p> <p>⑤ ・100ml・150mlの水それぞれに一杯ずつ溶かす。(水の量を変える) ・30℃と50℃の水50mlに一杯ずつ溶かす。(温度を変える)</p> <p>⑥ 食塩水を蒸発皿に入れ熱する。(自然に蒸発させる)</p> <p>⑦ 1～6の実験をホウ酸を用いて行う。</p> <p>⑧ ホウ酸がでてきたホウ酸水をろ過した後、氷水で冷やす。</p> |
| 平成27年 | <p>5 学年</p> <p>物のとけ方</p> <p>・食塩が水に溶ける様子を観察する</p> <p>・物は水に溶けるとなくなってしまふのだろうか。</p> <p>・物が水に溶け量には限りがあるのだろうか。</p> <p>・水の量を増やすと、物が水に溶ける量はどうなるのだろうか。</p> <p>・水の温度を上げると、物が水に溶ける量はどうなるのだろうか。</p> <p>・水の温度をさらに上げると、物が水に溶ける量はどうなるのだろうか。</p> <p>・水溶液を冷やすと溶けているものを取り出すことができるのだろうか。</p> <p>・水溶液の水を蒸発させても、溶けているものを取り出すことはできるのだろうか。</p> | <p>①粒を虫眼鏡で観察し、溶けた様子を調べる(コーヒーシュガー・食塩・小麦粉)</p> <p>② 測りを用いて水と食塩水を測定す</p> <p>③ 少しずつ溶かし、食塩とミョウバンの溶ける量を比べる。</p> <p>④ 水の量の違う二つに食塩とミョウバンを溶かす。</p> <p>⑤ 水の温度の違う二つに食塩とミョウバンを溶かす。</p> <p>⑥ 60℃の水に溶ける量を調べる。</p> <p>⑦ ミョウバンと食塩の水溶液をろ過し冷やす。</p> <p>⑧ 蒸発皿に入れ加熱する。</p> |

【考察】教科書における粒子概念の表記・内容

歴代教科書の記述の有無を内容別に整理すると表 2 のようになる。

表 2. 歴代教科書の内容

| | 溶解度 | 質量保存の法則 | 物質の取り出し | 均一性 |
|---------|-----|---------|---------|-----|
| 昭和 49 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 昭和 51 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 昭和 54 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 昭和 63 年 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 平成 4 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 平成 8 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 平成 12 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 平成 17 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 平成 23 年 | ○ | ○ | ○ | × |
| 平成 27 年 | ○ | ○ | ○ | × |

(1) 単元の構成と実験内容

① 学習内容

表 2 から分かるように、溶解度・質量保存の法則・物質の取り出しに関してはどの年度でも扱われている。均一性に関しては、中学校で扱われていた内容であるがために、ほとんどの年度で扱われていない。しかし、昭和 63 年度では扱われている。そこでは、食紅を使った可視的な教授法がなされているので、今回の学習指導要領改訂により教授内容となった均一性の教授の際、ヒントになるのではないかと考えられる。

② 単元構成

表 1 より、昭和期の教科書では、食塩水の濃さと関連づけられていたことがわかる。昭和 49 年には濃さと関連した単元はなかったが、昭和 51 年以降見られるようになった。もののとけかたに関する単元と関連して 2 単元に渡り内容の全てが教授されていた。そうすることで、数量的ではなく実感的に食塩水の食塩の量を理解することができていたのではないだろうかと考えた。

③ 実験内容

表 2 の内容に加え物の浮き沈みなどの内容も記載されていた。しかし平成の教科書では濃さと関連させる単元はなくなっている。上記に挙げたような違いはあるものの、実験内容に関してはどの年度も似ていることがわかる。時代に伴い、実験道具は変化しているが、実験はどれも数量的であった。

「物質の取り出し」では、ミョウバンの結晶や食塩が実際に出てきて目に見えるため実感できる。それに比べると、「溶解度」や「質量保存の法則」に関しては「目に見えない」という言葉はよく見られるにも関わらず、それに対応するような実験はあまりない。重さや溶けた量を記録し、数量的に理解させているため概念理解にまで至っていないと感じた。この先で粒子分野の学習を進めていくうえで、つなげられなくなるのではないかと懸念した。

④ 溶かす物質

単元で使用されていた物質をまとめると次表のようになる。よく使われている物質には色をつけている。()の物質は問いに対するメインの実験ではなく研究やコラムなどに掲載されていた実験で使用されていた。

表 3 溶かす物質

| | |
|----------|--|
| 昭和 45 年 | 食塩・でんぷん |
| 昭和 51 年 | 食塩・(ミョウバン) |
| 昭和 54 年 | 食塩・ホウ酸・(ミョウバン)・(硫酸銅)・ (チオ硫酸ナトリウム)・石鹼・インスタ ントコーヒー |
| 昭和 63 年 | 食塩・ホウ酸・食紅・(ミョウバン) |
| 平成 4 年度 | 食塩・ホウ酸・(ミョウバン) |
| 平成 8 年度 | 食塩・ホウ酸 |
| 平成 12 年度 | 食塩・ホウ酸 (ミョウバン) |
| 平成 17 年度 | 食塩・ホウ酸 |
| 平成 23 年度 | 食塩・ホウ酸・砂糖・砂 |
| 平成 27 年度 | 食塩・ミョウバン・コーヒーシュガー・ 小麦粉 |

表 3 より、食塩とホウ酸がとて多く使われている。ミョウバンは、結晶づくりでのみ使われることが多かったが、平成 27 年度からホウ酸の代わりに使われるようになってきている。ホウ酸は病院などでも使われているものであるが、取り扱いに注意が必要である。それに比べミョウバンは害がないため気軽に扱うことができるからではないだろうか。また、食塩やホウ酸以外にもより身近な物質である、せっけんやインスタントコーヒー、小麦粉などが導入やコラムなどで使用されていたこともわかる。

(2) 粒子分野の単元におけるイメージ化を用いた教授法

イメージ化を用いた教授法として、教科書では図やイラストを用いた表現が取り入れられている。今回 H49～H27 の教科書の粒子分野計の単元について調べた。記載されているイメージ化のための図やイラストを 4 つに分類した。

① 矢印型

矢印を用いて、目に見えない空気の動きやあたたまりかたなどを表す方法。

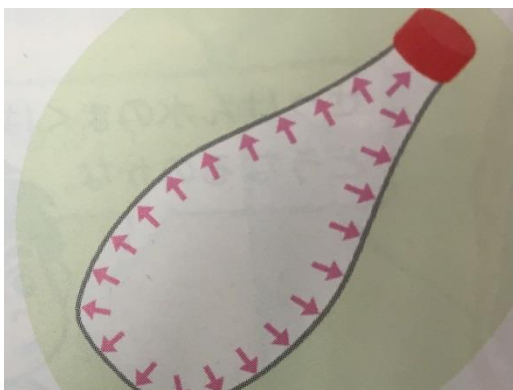


図 2 (H23 物の体積と温度)

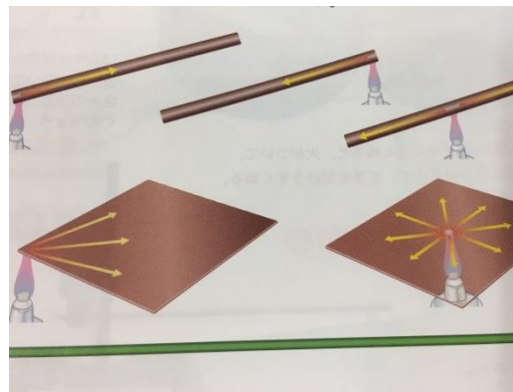


図 3 (H23 金属のあたたまり方)

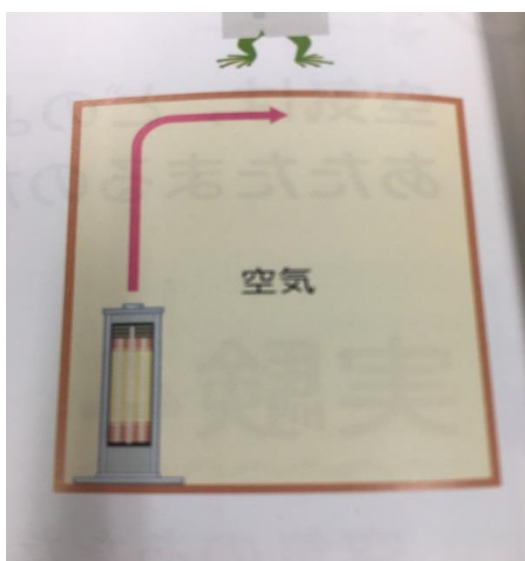


図 4(H27 空気のあたたまり方)



図 5(H27 水のあたたまり方)

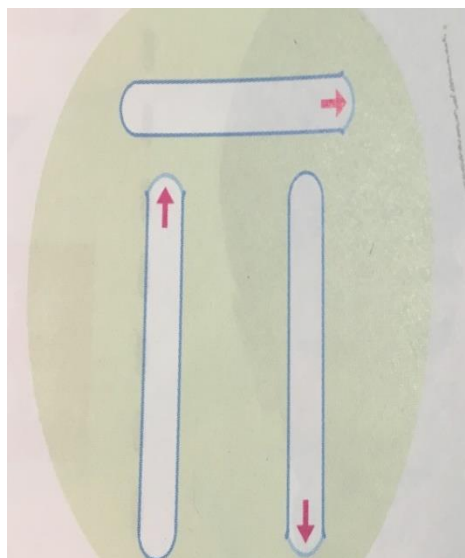
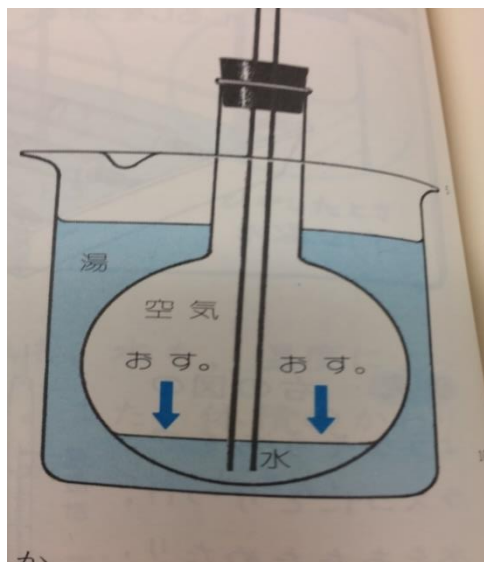


図 6(H51 温度と空気や水の体積) 図 7(H23 とじこめた 空気と水)

この矢印型は実験結果をまとめる場面でも使われている。矢印を書くことで分かりやすく、一目で表すことができている。児童とともに簡単に確認しながら書くことができる利点もある。ここに記載している年度だけに限らず、「物のあたたまり方」や「物の体積と温度」の單元においては矢印型が用いられている。

② 粒子型

目に見えない粒子をイラストとして描く方法。色を変えたり、点線と実線を用いるなどして事象の変化を分かりやすく理解することができるようにしている。

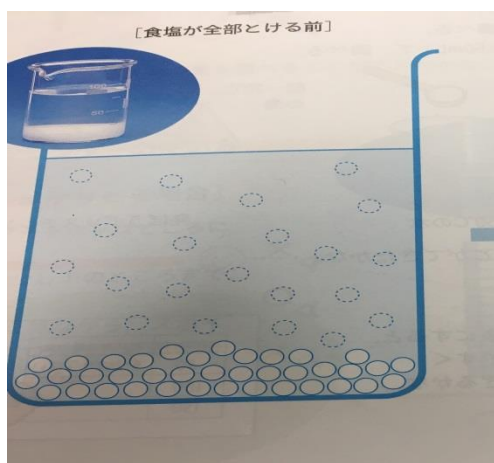


図 8(H23 物のとけかた)

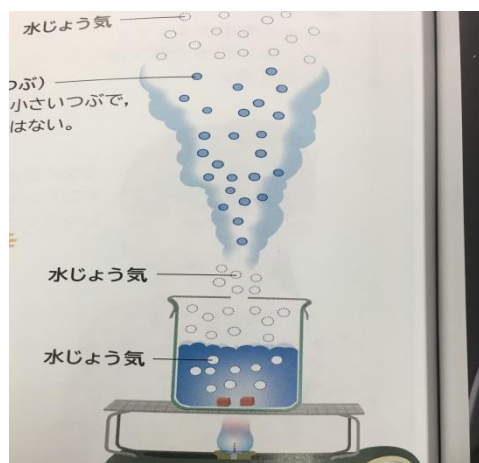


図 9(H27 水のすがたと温度)

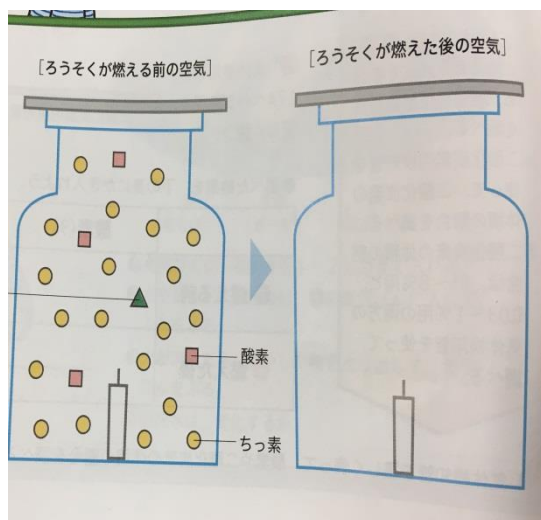


図 10(H23 物の燃え方と空気)

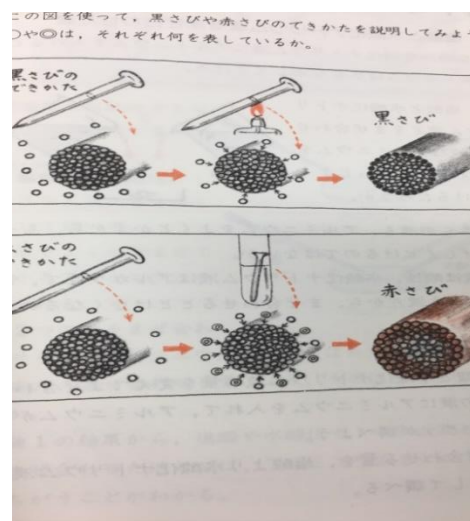


図 11(H51 金属の変化)

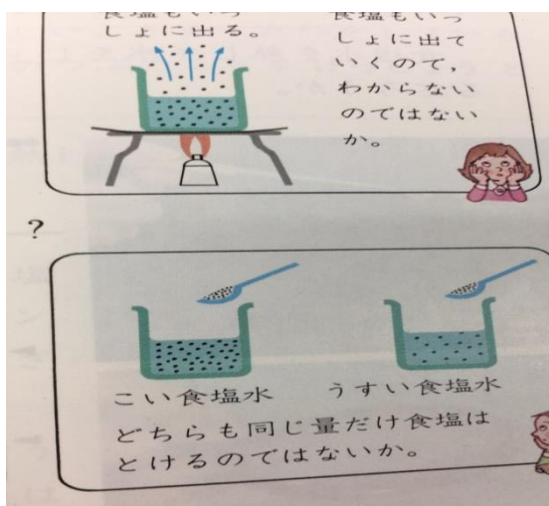


図 12(S54 食塩水の濃さと重さ)



図 13 (S51 酸素と二酸化炭素)

物質の現象を粒子のふるまいとしてイメージし、粒子概念を持たせることが今後の学習にとっても重要となってくる。しかし、実際には粒子を見ることはできず、実験結果である変化から想像することしかできない。そのため粒子型の図を用いることによって実体的な理解を深めることができ、児童のイメージも広がるのではないかと考える。

③ イラスト型

児童に親しみやすいようなイラストを用いて事象を表している方法。擬人化やキャラクター化が見られる。

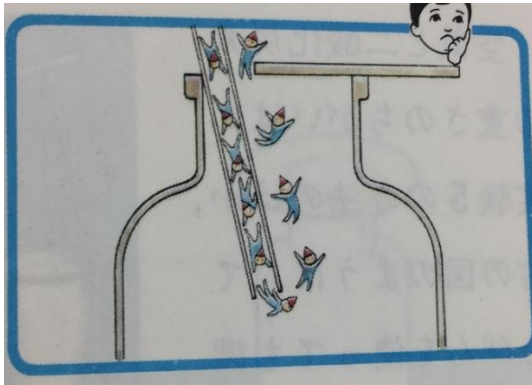


図 14(S51 酸素と二酸化炭素)

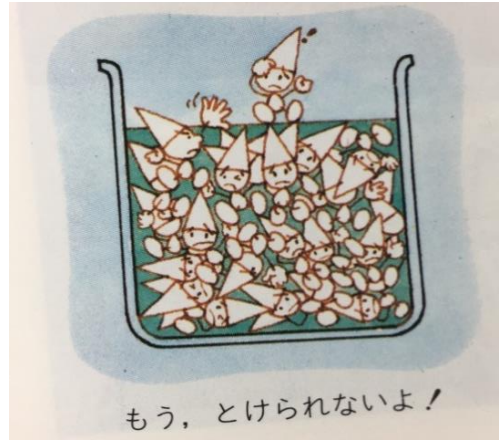


図 15(S54 食塩水の濃さと重さ)

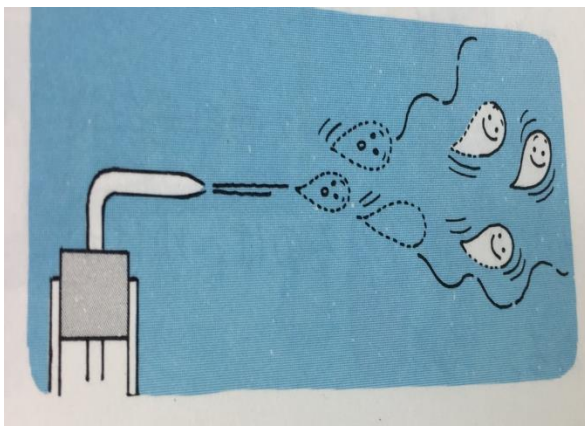


図 16 (S51 空気と水)

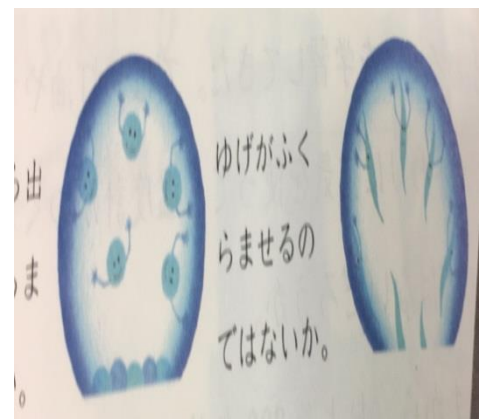


図 17 (S61 空気と水)



図 18 (S54 ものの燃え方)



図 19 (H63 酸素と二酸化炭素)

イラスト型は昭和期の教科書に数多く記載されていた。事象を児童に親しみやすい形で表すことにより、「なぜそうなるのか？」という疑問に対する解答や概念理解につながりやすくなると考える。より児童を引き付けることができると感じた。

④ 児童描画型

児童が予想や実験の際に実際に描いたようなイラスト例を載せたり、児童が書き込むことができるような枠を提示する方法。教師による説明目的ではなく、児童が主体となって見通しや考えをもてるようにする。

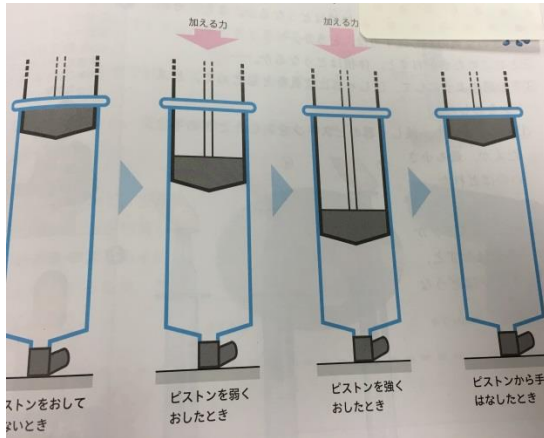


図 20(H23 とじこめた空気と水)

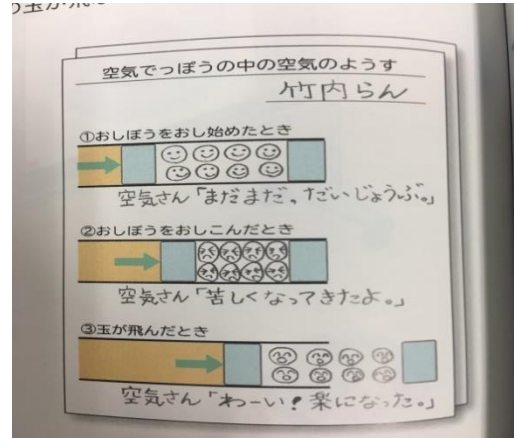


図 21(H27 とじこめた空気と水)

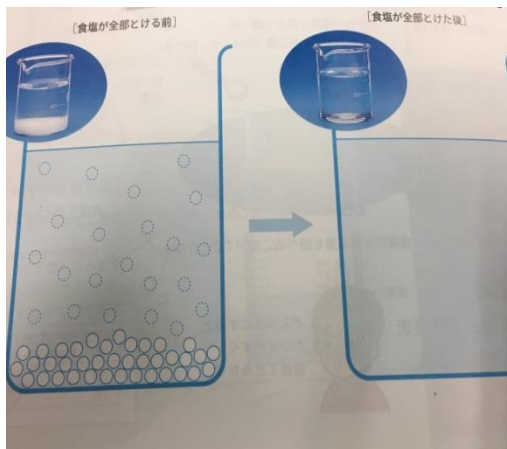


図 22(H23 もののとけ方)

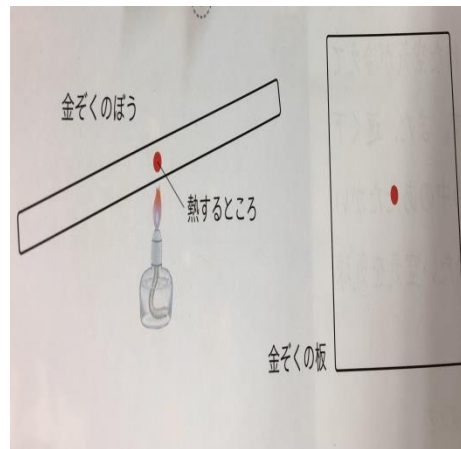


図 23(H23 もののあたたまり方)

指示なく描くことは難しいが、例を出したり、書き込めるスペースを作ることで児童がイメージしやすくなると考える。表現方法を指定する場合と指定せずに自由に発想させる場合がある。児童のイメージを理解し、概念形成をする際につなげることもできるため、教師側からしても、有効な概念調査の方法ではないかと考えた。

3. 粒子概念育成に関する先行研究

教科書を調査した結果、「物のとけ方」単元における具体的な実験方法やイメージ図の取り入れの確定的な案が見つからなかった。そのため、「物のとけ方」単元について研究している4つの論文を調べた。

① 武藤憲（2007）理科好きの子を育てる指導の工夫

～みんなで目に見えない仕組みに迫る授業を通して～⁵⁾

この論文では、児童が進んで実験や観察を重ねるなかで事象に対する豊かなイメージを育成している学校での実践を報告している。そこでは目には見えない自然のしくみにまで迫ることで、「わかった・できた」という達成感を持つことのできる授業を目指している。そのために「物の溶けかた」単元の導入時に行われている食塩が溶ける様子の観察実験において、透明パイプと通常の食塩と比べて結晶が大きいクリスタル塩を使用することで、じっくりと観察できる場を設けた。その結果これまでと違うイメージをもつようになり、さらにイメージ図を描く活動を行うことで新たな考えを引き出している。そして、それらを利用することで単元全体の教授内容ともつなげて理解することができている。

この論文より、イメージを持たせるには教材開発も重要なポイントになってくることが分かった。よりじっくりと事象を観察することが大切である。またイメージ図を実験前ではなく、実験後に描くことにより、実験で観察した事象のより詳しいイメージを持つことにつながるということが分かった。描いたイメージ図を一つの事象に限定せず、単元全体を通して使うこともアイデアの一つとして取り入れていきたい。クリスタル塩という物質について初めて知ったが、食塩をクリスタル塩という物質に変えることで本当に違いがあり、じっくりと観察することができるのか疑問に思ったため、教材開発において追試を試してみようと思う。

② 山下・小野寺(2008)小学校 5.6 年生の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果⁶⁾

この論文では粒子モデルを用いて 5 年『もののとけ方』を学んだ児童が、6 年『水よう液の性質』の一部でも粒子モデルで溶解について学ぶ効果を検討している。2 単元を通しモデルを用いて学習する一貫モデル群、『もののとけ方』のみ粒子モデルを用いて学習する 5 年モデル群、粒子モデルを使わず学習する通常モデル群という 3 つのモデル群を比較している。その結果、事前段階では質量保存の理解について有意な差はなかったが、容器がへこむ理由については通常授業群より一貫モデル群や 5 年モデル群の方がよく説明できるようになっていた。学習指導要領では「言語活動の充実」が謳われているが、自分の考えたことを自らの言葉で説明することは言語活動の充実につながるのではないかと考える。その言語活動を活発なものにするためには事象の理解が不可欠である。モデル化による事象理解の向上が本当に効果的であるのか検証したい。

この論文では、粒子モデルを一部でのみ使用するのではなく、単元を通して使用することはもちろん、同じ粒子分野の単元を通して系統的に用いることが効果的であると述べられている。その具体的な効用として単に事象を理解してテストで役立つ知識を身につけることができるだけでなく、事象について説明する力がつくことがわかった。粒子モデル等のモデルを単元を通して用いることの効果について追試し、その効果を検証してみたいと思った。

一方でどのような粒子モデルを使うことが適切であるのかについては詳細に触れられていない樽、粒子モデルを類型化と各粒子モデルの特性やその効用についても明らかにしていきたいと思う。

③ 織田・甲斐・森藤(2017)小学校理科における溶解概念の構成に関する実践的研究～概念生態系のアイデアを援用して～⁷⁾

この論文では不可視的な内容を含む「溶解概念」を適切に構成可能であると思われる授業を構想・実践し、授業の中での子どもの概念や概念生態系の変化をモニタリングしている。溶解後の水溶液中の様子を表現させると、下方概念・上方概念・全体概念・その他、の大きく4種類の概念に分類できた。その後、実験前後では概念がどのように変わるかを調べている。まずブラウンシュガーを用いた溶解実験後には、「下方概念が最も適切である」と考える児童が減少し、「全体概念が最も適切である」と考える児童は増加した。しかし、上方概念やその他の概念を適用している児童には変化は見られず、全体概念の容認率に至っては変わらない。ビーカーを9つに区切り、それぞれの場所からスポイトで食塩水を取り蒸発させるという蒸発乾固の実験後には、全体概念の適用率・容認率ともに大半を占めており、概念生態系の肯定的な変化により有効であったといえる。しかし、学習から二か月後下方概念に対する適用率・容認率ともに増加する傾向が見られたため、科学的に適切な全体概念を定着させ、科学的に不適切な下方概念を淘汰することは困難であったと述べている。

この論文より、児童の概念を適切なものへと変化させていくためにはまず実験が必要だと分かった。そして同時に実験だけでなく、より印象に残りやすいイメージ図を組み合わせることで効果がでるのではないかと考えた。概念表現の機会を一度で終わらすのではなく、それを用いて単元全体で正しいものへと形成していくことが大切であると感じた。

追試では、この論文で行った食塩水の蒸発乾固の実験で正しい結果が導かれるのか、さらに溶解に関する概念調査について行いたいと思う。

④ 野呂泰仁(2014)「物の溶け方」の学習において、科学的な思考力や表現力を育てる指導法の研究～イメージ図のモデル化を通して～⁸⁾

この論文では、科学的な思考力や表現力を育てるために「物の溶け方」の学習において、いくつかの問いに対し予想と考察の段階でイメージ図を使って表現させたり話し合いをさせたりすることを通してイメージ図がモデル化されていくようにしている。その結果、多くの児童がモデル化されたイメージ図を描き、物が溶ける現象を様々な考えで筋道立てて説明することができるようになり、科学的な思考力や表現力が高まった。また、全国学力・学習状況調査等の問題ではイメージ図を使わなかった統制群よりイメージ図を使って学習した実験群の方がより高い正答率を示した。また、食塩とミョウバンを並列に扱い比較できる単元構成ではなく、「食塩→ミョウバン→いろいろなもの」のように学習内容を3回螺旋状に繰り返すスパイラルな単元構成であったことも効果的であったとされる要因としてあげられている。

この論文より、単元を通してイメージ図を使用することの有効性が明らかになった。さらに予想段階での児童の漠然とした考えのイメージ図を考察段階で筋道を立てた考えを表現するモデル図へと高めていくことがより効果的な学びにつながるということが分かった。そこで2教科書における表記・内容において述べたイメージ図の分類における児童描画型のみを用いるだけでなく、イメージ図のモデル化を児童ができるようになるようなイメージ図を考察時に組み合わせていくことを視野に入れていきたい。そのために、どの組み合わせが児童の科学的な理解において有効であるかを調べていきたいと思う。

第3章 教材開発

第2章では、学習指導要領・教科書・先行研究についての予備調査を行った。その中で、織田らによる『小学校理科における溶解概念の構成に関する実践的研究～概念生態系のアイデアを援用して～⁷⁾』において行われていた「単元を通して実験と組み合わせながらイメージ図を用い、児童の容認率や適用率を変化させ理解を深める」教授方法に視点を当て教材開発を進めていくことにする。

1. 素朴概念の調査

まず、児童の「物の溶け方」に対する素朴概念にはどのようなものがあるのかを把握するために質問紙調査を行った。対象は香川県 K 小学校の5年生27名である。調査時期は「物のとけ方」単元の学習前である。アンケート実施の翌月に授業が行われたので、学習時に近い素朴概念を調査することができたと考えられる。

質問内容は大きく3つに分類できる。①溶けることに関する日常生活での経験について、②「物のとけ方」単元における学習内容について、③今回の研究で着目しているイメージ図について、である。素朴概念の把握だけではなく、どの内容について概念形成が必要になってくるかを知ることがも目的としている。それぞれの項目について知ることにより、導入からまとめまで、単元を通して授業を構成する際に参考にすることができるのではないかと考えた。

次頁が実際に作成し、対象の児童に配布して調査を行ったアンケート用紙である。



☆理科アンケート☆ 番

これはテストではありません。わからない時は「わからない」と書いてください。

1. 今までに物をとかしたことはありますか？（はい・いいえ）
2. とかしたことがある人はどんな物をとかしましたか？

3. 100gの熱い紅茶に、砂糖はどれくらいとけるとおもいますか？

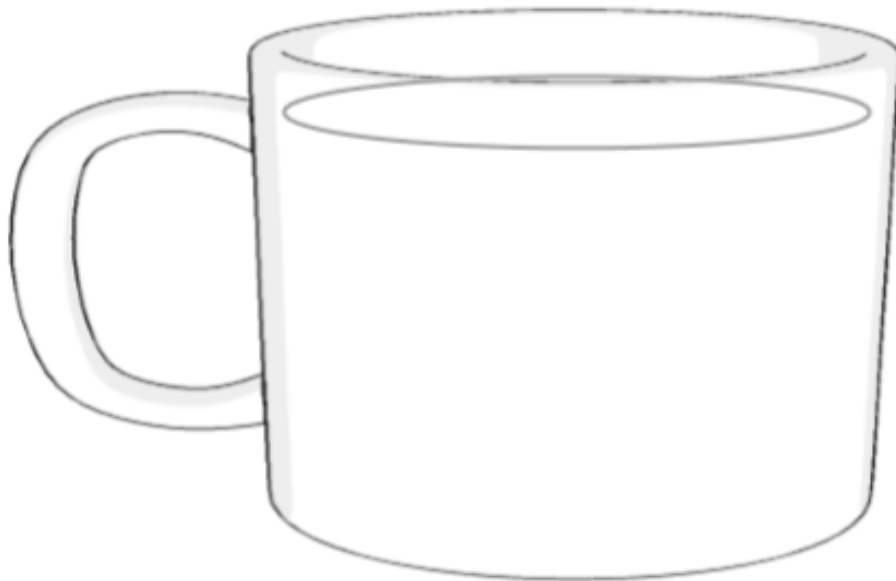
①20g ②40g ③60g ④100g ⑤100gより多い

4. 100gの紅茶に砂糖を20gとかしたら、重さはどうなるでしょう。

①100g ②110g ③120g ④120gより重い

5. 熱い紅茶に砂糖がとけて目に見えなくなりました。

紅茶の中で砂糖がどうなっているか、絵をかいてみましょう。



※
これでアンケートは終わりです。ありがとうございました。

2. 素朴概念の調査結果

アンケートのそれぞれの質問項目に関する結果は以下の通りである。

【各項目の回答数】

1) 今まで物をとがしたことがありますか

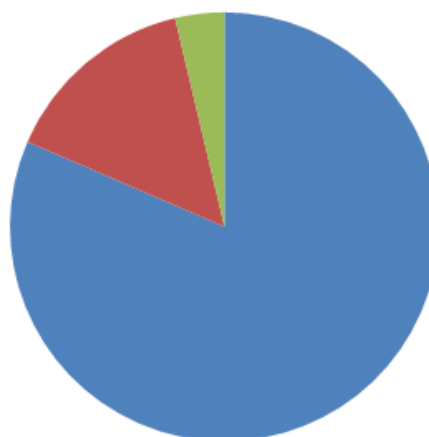


図 24. 物を溶かした経験

多くの児童が物を溶かした経験をもつことが分かった。いいえ、分からないと返答した5名の児童には、学習前に何らかの体験的活動が必要だと考える。

2) とがしたことがある人はどのようなものをとがしましたか。

- ・チョコレート・フルーチェのもと・バター・マシュマロ・粉ゼラチン
- ・みかん ・水あめ ・砂糖 ・塩 ・氷
- ・コンソメ ・味噌 ・ココア ・スープの素 ・コーヒーの粉
- ・ミルクの粉 ・プラスチック ・鉛筆の芯

なにかの液体に溶かすという経験が多い中、火などを通して融かすという経験をしている児童もいた。混ぜることを解けると捉えている回答もあった。料理などの日常生活の中での経験による物質が多くをしめており、学習前の児童は、「とがす」ことに対して多様な概念をもっている

ことがわかった。

3) 100 g の熱い紅茶に砂糖はどれくらいとけるとおもいますか？

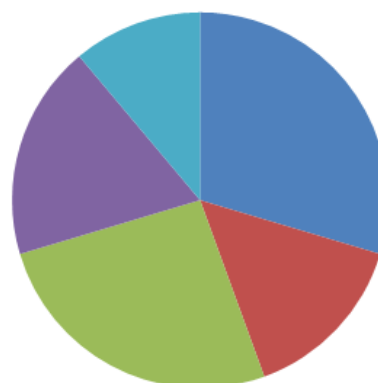
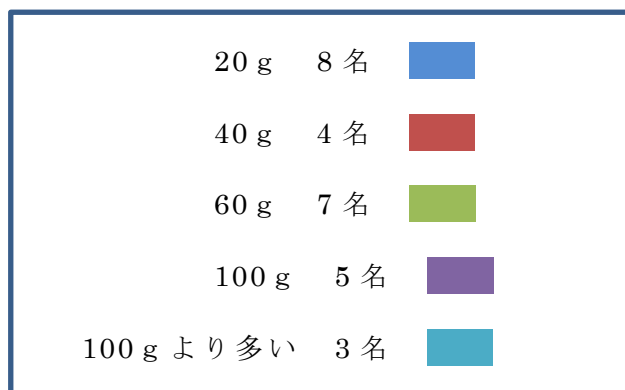


図 25. 溶解度概念

児童の回答は同じようなばらつきがみられた。溶解度に関する正しい知識は未習のためないが、溶けることに限度があるといった概念をもつ児童が多いことがわかった。

4) 100 g の紅茶に砂糖を 20 g とかしたら重さはどうなるでしょう？

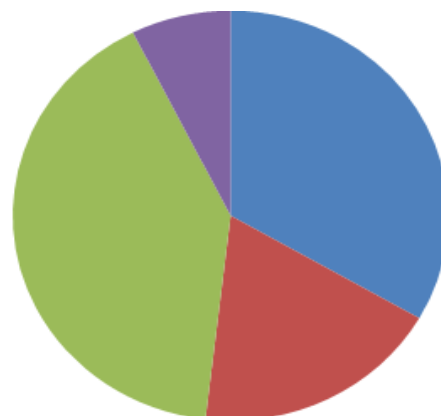


図 26 質量保存概念

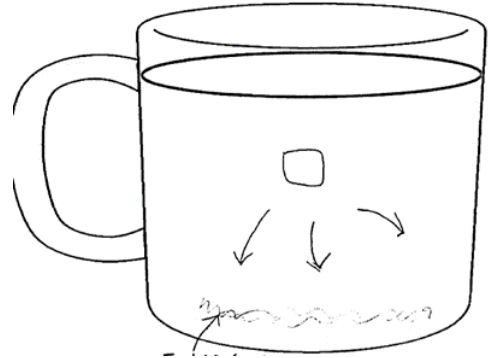
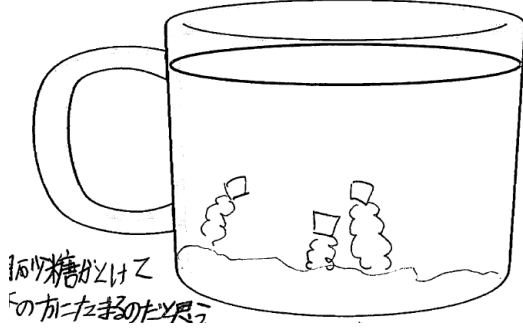
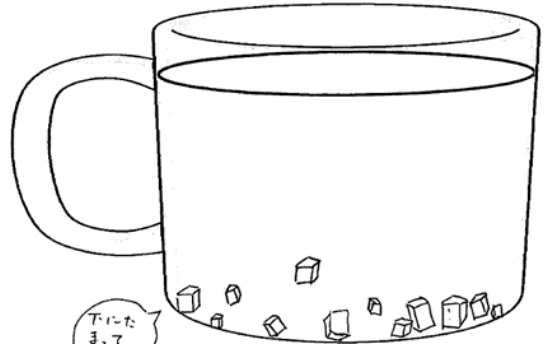
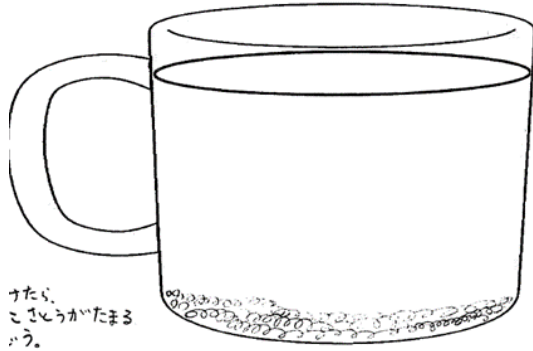
質量保存の概念をもっている児童が何人かみられた。また、100 g と 110 g と答えた児童が多いことから、溶けることにより物質がなくなるという概念が多いことが分かった。しかし溶媒と溶質の質量の合計より重くなると答えた児童もいるため、各概念から質量保存の法則の理解をより深めることができるような、実験や教材が

必要であると考えられる。

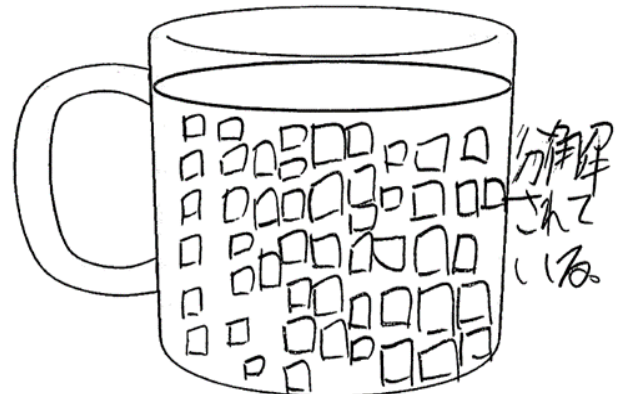
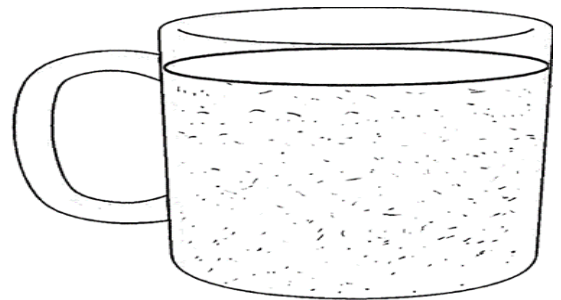
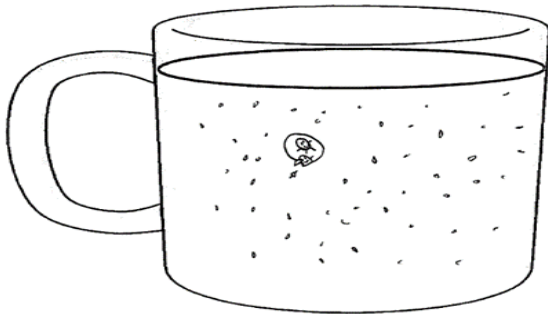
【図による回答】

5) 紅茶の中で砂糖がどうなっているか絵でかいてみましょう。

①下に沈む 21名



②均一に広がる 5名



【記述による回答】

①下に沈む 21名

- ・とけたら下に砂糖がたまると思う。
- ・重くなって下でたまる。まぜたら浮かぶと思う。
- ・目には見えないけどとけていない。
- ・下に細かくおちてたまる。そして時間がたつととけてなくなる。
- ・下からまぜると上にあまいものがくる。
- ・下におちる。

②均一に広がる 5名

- ・砂糖がとけると小さい砂糖がとけていく。
- ・分解されている。

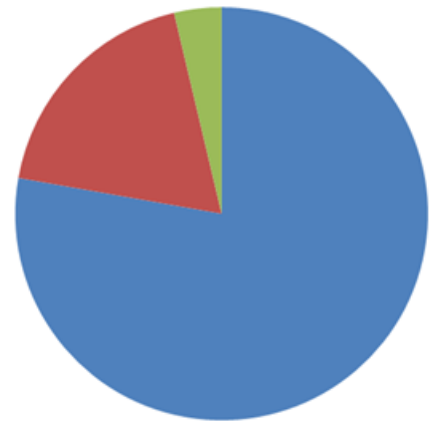


図 27 均一性概念

大きく 2 つの概念に分類することができた。児童の素朴概念として、日常生活からの経験に結びつけて「下に沈む」という考えが多かった。一方で「下にたまるけれど混ぜると上に広がる」という考えも見られた。これは飲み物に砂糖を溶かす実体験でのイメージが反映したものであり、問題提示時の説明不足によるものだと考えられる。

児童のイメージ図における表現方法は多種多様であった。粒子で表現している児童、キャラクター化している児童、線で表している児童など同じ概念でも違った表し方が存在した。こうした多様なイメージをどう活かし、正しい概念へと導いていくかが課題として明らかになった。

3. 調査結果にもとづくアンケート内容の改善

アンケート結果をもとにアンケートについての改善を行う。

■ 1・2「物を溶かす経験」の項目

様々な経験が解答として挙げられた。溶かす以外にも火などを用いて融かすという経験もみられた。単元で扱う溶けることとは意味が違うが、児童の「物をとく」という概念について知ることを目的としているため、定義をはっきりとせず自由記入させる形はこのままでよいと考える。

■ 3「溶解度概念」の項目

今回砂糖に関する質問項目にした。児童の中には溶かすことのできる量に限りはないという考えを持つ児童も多くいるだろう。しかし、砂糖の溶解度の正解は選択肢の項目の中で一番量が多いものであるため、その選択肢を選んだ児童がどのような意図をもって選んだのかが分からなかった。そのため、砂糖以外にも塩についての質問項目を設けることにより児童の概念がより明確に分かるだろうと考える。

■ 4「質量保存の概念」の項目

10gごとに選択肢を設けたことは効果的であったと考える。選択肢を選んだ理由は様々であるだろう。理由まではっきりと持っている児童がいた場合を想定し、理由を書く欄を設けることでより詳しい概念を知ることができるのではないだろうか。しかし強制的ではなく、書くことのできる人だけ書くように声かけをしたい。

■ 5「イメージ図」の項目

この項目ではまず質問文から見直す必要があると考えた。アンケートを実施した際「どういうことですか？」と質問があった。どういう状況のことかをもう少し詳しく記述したい。また、アンケート結果より、人的な動きを加えた際のカップの中のイメージ図を書いていた児童が見ら

れた。その原因として、容器の形をカップにしたことや、紅茶のイラストを入れたこと、また砂糖で統一して質問したことにより、日常生活における紅茶の中に砂糖を溶かすという経験との結びつきが強くなってしまったと考える。そのためビーカーなどに容器の形を変え、日常生活に関する経験介入してこないようにしたい。そうすることでもう少し様々なイメージ図の概念がでてくるのではないかと考える。

■資料 2.改定後のアンケート

☆理科アンケート☆ _____ 番

これはええよではありません。わからない時は「わからない」と書いてください。†

1. 今までに物をとかしたことはありますか？ (はい ・ いいえ)

2. とかしたことがある人はどんな物をとかしましたか？

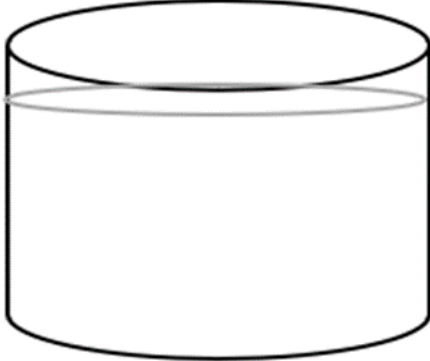
3. 100gの水に、食塩しょくえんはどれくらいとけるとおもいますか？†

①10g ②20g ③30g ④40g ⑤40gより多い

4. 100gの水に食塩しょくえんを 20g とかしたら、重さかさはどうなるでしょう。なぜ
そう考えたのか理由が書ける人は書きましょう。†

①100g ②110g ③120g ④120gより重い†

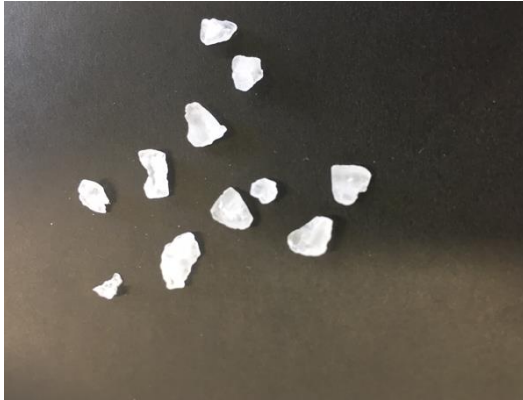
5. 水みづに食塩しょくえんがとけて目に見えなくなりました。†
水みづの中で食塩しょくえんがどうなっているか、予想して絵をかいてみましょう。



†
これでアンケートは終わりです。ありがとうございました。†

4. 素材（食塩の種類）研究

武藤の論文においてでてきたクリスタル塩と一般的に実験で使われている食塩を比べた。クリスタル塩は食塩に比べ、一粒が大きい。透明度において比べると食塩の方が透明度が高い。また粒の形は、食塩は比較的規則性があるように見えるが、クリスタル塩は不規則である。

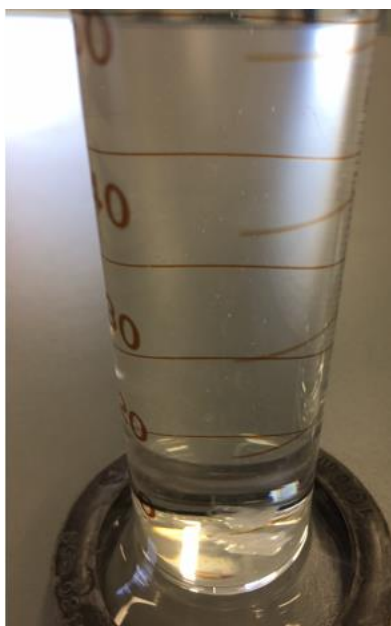


写真① クリスタル塩

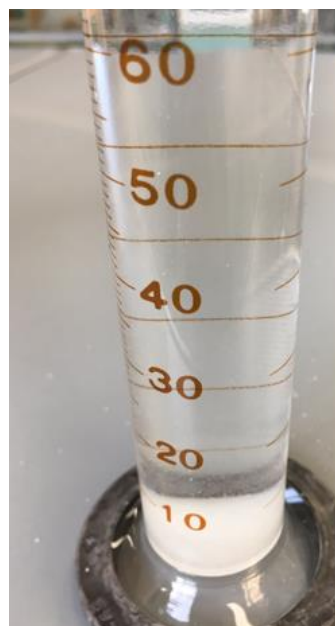


写真② 食塩

二種類の塩を水の中に溶かした。観察しやすいようメスシリンダーを使用した。クリスタル塩を溶かした場合、シュリーレン現象が起こっている様子をはっきり見ることができた。粒の大きさが大きいので一個体が溶けている様子が観察しやすい。溶けるスピードはゆっくりであった。一方食塩を溶かした場合は、もやもやして濁っている様子がみられた。しかし、クリスタル塩のようにじっくりと溶ける様子を観察することはできない。また溶けるスピードは比較的速かった。このことからシュリーレン現象の観察実験においてはクリスタル塩が有効であると分かった。武藤の論文ではシュリーレン現象の観察実験においてのみクリスタル塩が使用されていたが、他の実験においてもクリスタル塩を使用し、食塩と比べて有効であるかを調べていこうと考えた。



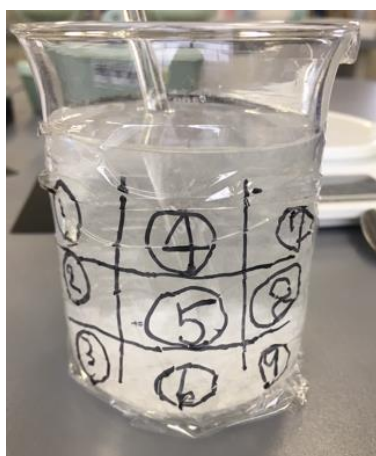
写真③ クリスタル塩



写真④ 食塩

5. 蒸発乾固の追試

織田・甲斐・森藤の論文において行われていた蒸発乾固の追試をした。この実験は「溶けている物の均一性」を理解させることを目的としている。ビーカーを9つに区切り、それぞれの場所からスポイトで同量の食塩水を取り、蒸発乾固させる。そうすることで溶けた状態では目に見えない食塩を、結晶化することにより可視化させることができる。区切りが分かるよう、ラップに番号を書いた。(写真⑤・⑥)



写真⑤



写真⑥

番号が分かるように番号札を作り、その上に置くようにした。クリスタル塩・食塩ともに同量取り出し、同じ場所(実験室の机の上)で数日間自然蒸発をさせた。

○自然蒸発前

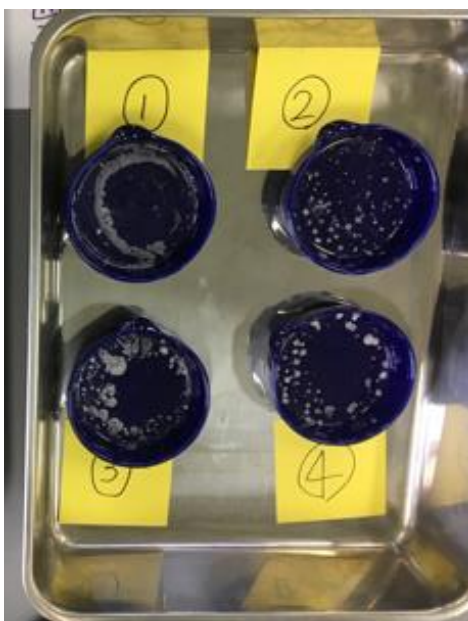


写真⑦



写真⑧

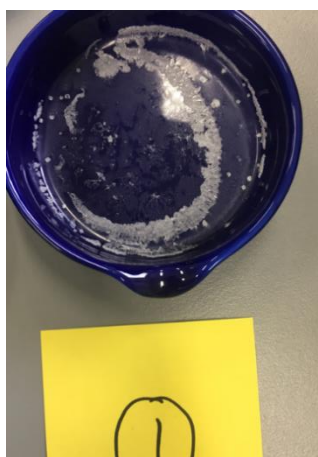
○自然蒸発後(2日後)の実験結果 <クリスタル塩>



写真⑨



写真⑩



写真⑪



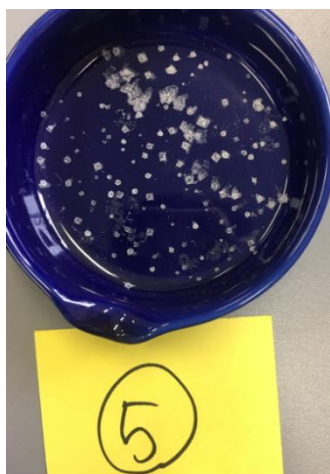
写真⑫



写真⑬



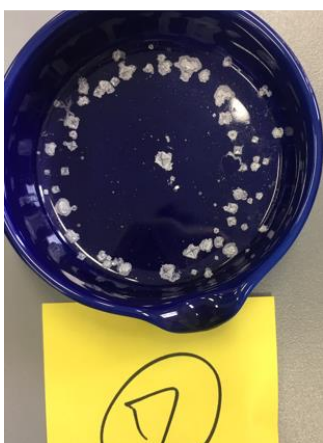
写真⑭



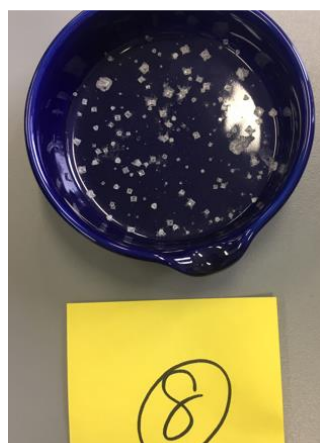
写真⑮



写真⑯



写真⑰



写真⑱



写真⑲

全体的に結晶ができていた。結晶の大きさは小さめである。正方形の形の綺麗な結晶ができていたが、中には①のように他のものとは違い、帯状になっていた。

○自然蒸発後(2日後)の実験結果 <食塩>



写真⑱



写真⑳

クリスタル塩に比べ結晶ができるまでの時間がかかることがわかった。結晶ができているところ(写真⑱)もあれば、結晶になる途中の段階であり白色にまだなっていないところ(写真㉑)もみられた。



写真㉑

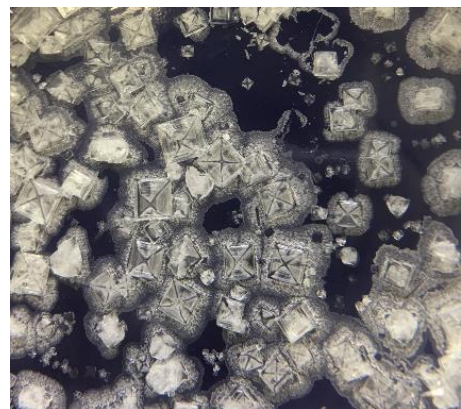


写真㉒

自然蒸発開始から三日経過するとクリスタル塩と同じように均一に結晶が見られた。結晶の大きさもほぼ同じであった。



写真㉓ 自然蒸発 3日後



写真㉔

追試を行い、いくつかの問題点が見つかった。

① 蒸発皿を置く場所

食塩の方が結晶ができるまでの時間が長かった。食塩とクリスタル塩の違いだけではなく、それぞれを置いた場所の日当たり具合による影響があるのではないのかと考えた。また、窓の近くであったため、風の当たり具合が影響した可能性もある。自然蒸発をさせるために蒸発皿を置く場所の環境の条件統制が必要とわかった。

② 所要時間

自然蒸発を行うとなると、1時間の授業中には結果は得られない。自然蒸発により結晶ができる時間が食塩と比べて速いクリスタル塩ですとしても、最低一日は必要となる。そのため一時間で解決する授業展開ができないかを考える必要がある。

③ 結晶の大きさ

綺麗な結晶も中には見られたが、不完全な形が多く、全体的に小さい。また各蒸発皿で結晶の数にも差が見られた。食塩水の全体に食塩はあるということを理解させるためには大きい結晶が均一的にできる方が望ましい。

④ 区分の多さ

食塩水のビーカー内の分け方については、9つという区分では多く、実験をする際に大変であると考えられる。スポイトで採取する際区切りが多いと1つの枠が小さくなるため難しい。そのため授業内において実験に要する時間が長くなる。区分を改善することで時間の短縮化をする必要があると考える。

以上のような①～④のそれぞれの課題に対応して改善策を図り、授業内での実践においてより効果的な方法を見つけていく。

6. 蒸発乾固の追試改善

① 交互に置く

場所による影響の有無を確かめるため、クリスタル塩と食塩それぞれの蒸発皿を交互に並べ自然蒸発させた。(写真⑳)



写真⑳ クリスタル塩水と食塩水を交互に並べた蒸発前



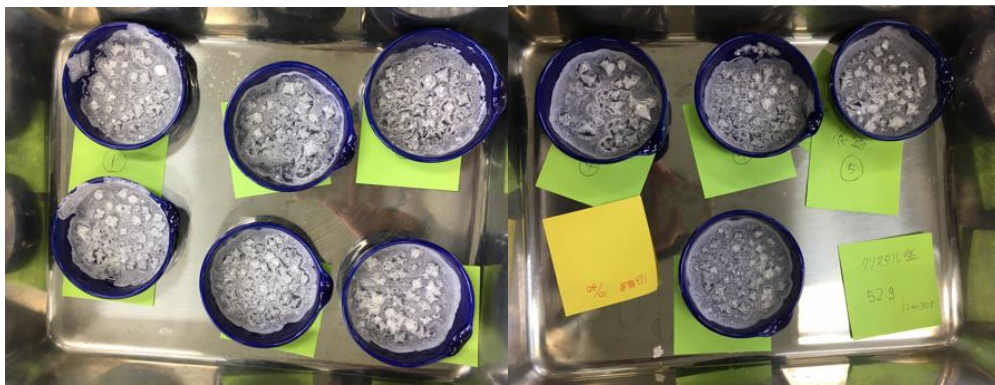
写真㉑ 設置場所

設置場所は、風による影響を受けない場所に置くことにした。(写真㉑) 窓からの日光の当たり具合も同じになる場所である。また窓の下半分には覆いがされているため日光の影響を受けすぎない場所である。

自然蒸発を数日間続けていくと、追試と同じような結果になった。食塩よりクリスタル塩の方が蒸発のペースが速く、蒸発皿全体が白くなっていることが分かる。(写真㉒) このことから、置いた場所の環境は影響していないと分かった。2日経つとクリスタル塩も食塩も同じように結晶ができていた。(写真㉓) また、日当たりがあまりよくない場所でも蒸発結果には影響はでないと考えられる。



写真⑳ クリスタル塩水と食塩水を交互に並べた蒸発 1 日後



写真㉑ クリスタル塩水と食塩水を交互に並べた蒸発 2 日後

㉒ 加熱蒸発

一時間の授業で結果を知ることができるよう、ガスコンロによる加熱蒸発をした。この蒸発法は教科書にも記載されている実験方法である。つまりこの単元を既習した児童はスムーズに実験を行えるのではないかと考える。蒸発させる前までは、追試と同じ実験方法で行う。



写真㉒ 蒸発前



写真㉓ 蒸発中

加熱後少し時間がたつと徐々に食塩が出てきた。しかし、食塩が出てくるスピードが加速していき、一気に食塩が飛び出した。かなり食塩が飛び散り危険であった。そのため元栓を止めることが難しかった。その後の加熱において止めるタイミングを速めてみたが、余熱により反応が進んだため結果はあまり変わらなかった。自然蒸発に比べ、所要時間は短い。しかし、止めるタイミングが難しいうえ、危険を伴うと感じた。また、止めるタイミングがバラバラになってしまうと結果にもバラつきがでてしまった。(写真⑳) 加熱を止めるタイミングが早くなってしまうと薄く膜のような状態になってしまった。(写真㉑) 良いタイミングで止めることができると全体に食塩が出た。(写真㉒) 加熱しすぎると一点に固まってしまった。(写真㉓)

結果にバラつきがでてしまうと均一性の理解にはつながらない。

そのような点を考えると、加熱蒸発は適していないと考える。時間は要してしまうが、自然蒸発が効果的であると考えた。教科書の実験においても馴染みのない分、強い印象を与えられるのではないだろうか。



写真㉑



写真㉒



写真㉓



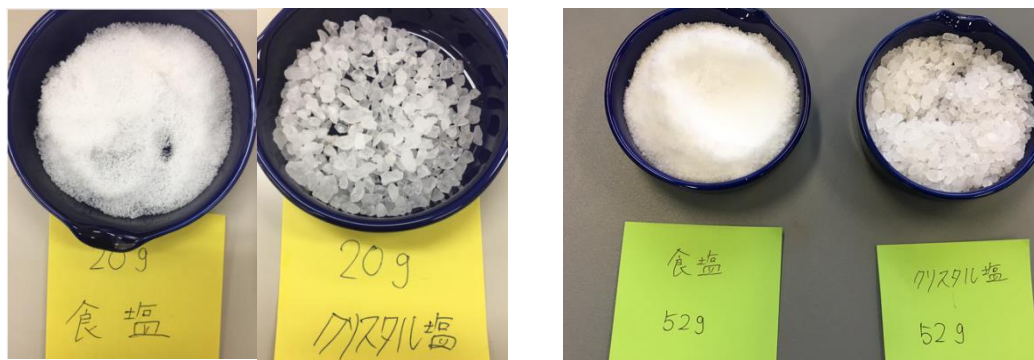
写真㉔

③ 溶かす食塩の増量

追試の結果より、結晶の大きさが小さく、また食塩の種類により差が見られた。溶かす食塩の量を増やすことにより結晶の大きさは変わってくるのかを調べた。追試の際はスプーン 2 杯約 10 g 溶かした。今回は、200m l の水に対して食塩を 20 g 溶かした濃度 20% の食塩水と、食塩を 52 g 溶かした飽和水溶液を自然蒸発させ、比較した。

(1) 濃度 20% の食塩

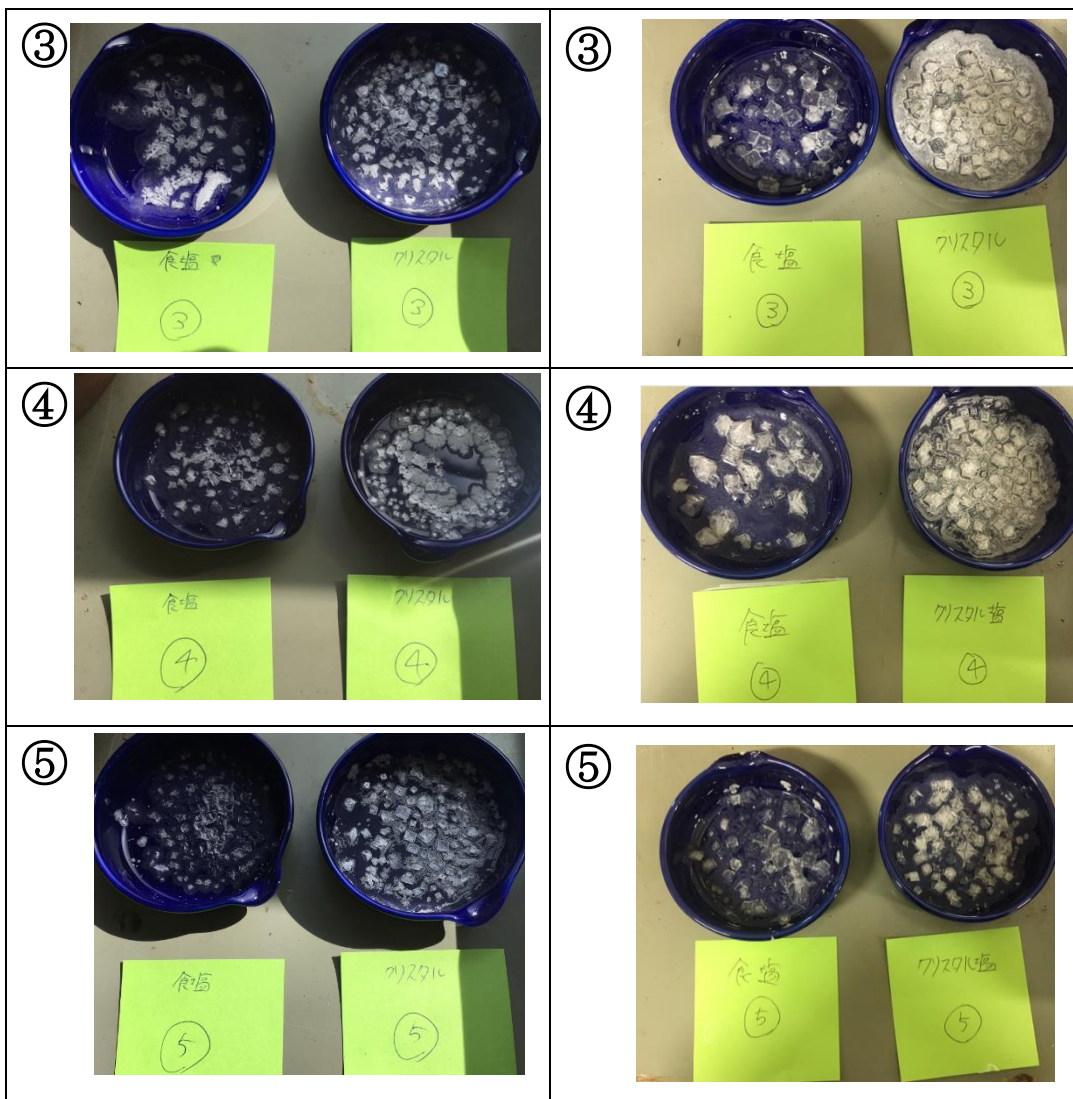
(2) 飽和水溶液の食塩



写真⑤溶かした食塩

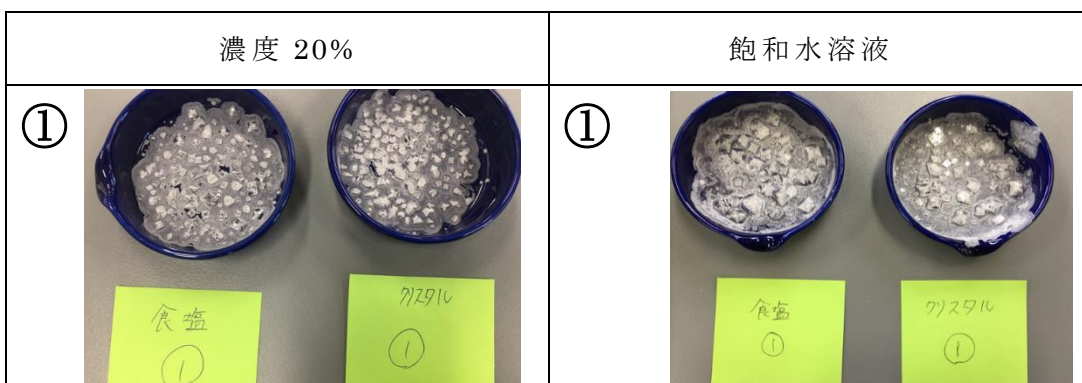
表 4 一日経過後の様子

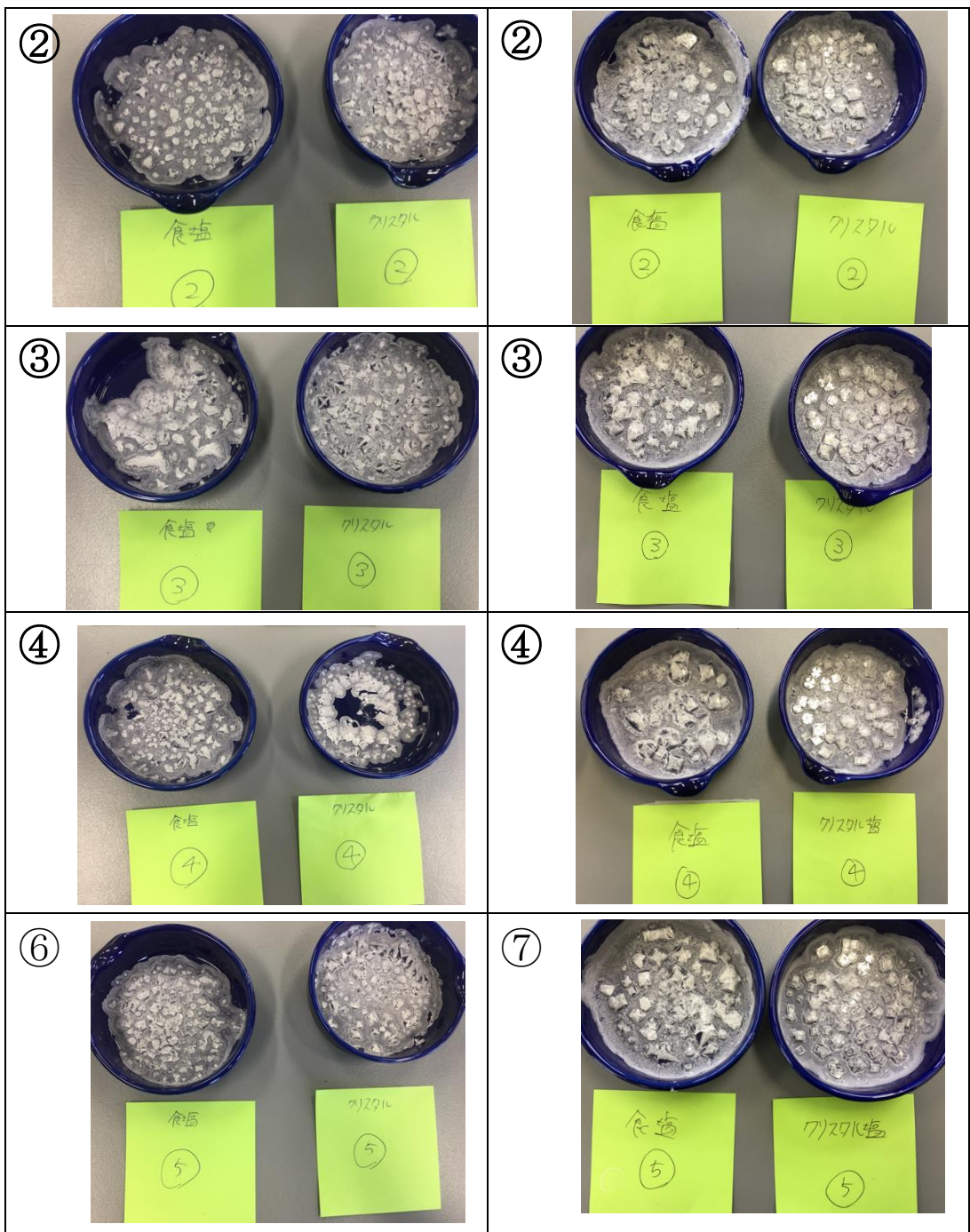
| | 濃度 20% | 飽和水溶液 |
|---|--------|-------|
| ① | | |
| ② | | |



一日経過時点では、どちらの濃度の場合もやはりクリスタル塩の方が結晶の数が多く、全体的に白いことが分かる。しかし飽和水溶液の場合はその差が小さくなっている。クリスタル塩と同じような食塩の大きな結晶がみられる。

表 5 二日経過後の様子





二日経過すると、食塩もクリスタル塩も同じくらい結晶がみられた。追試の時は三日経過時点で同じくらいの状態になったが、それに比べると一日短い。そこから濃度を高くすればするほどクリスタル塩と食塩の蒸発のスピードや結晶のできの差が小さくなると分かった。飽和水溶液では食塩とクリスタル塩の結晶の違いはほとんどなかった。

全体的に並べてみても、食塩とクリスタル塩どちらも均一にどの蒸発皿にも結晶がでていることがわかる。(図 36・37) このことより、手に入りにくいクリスタル塩ではなくても、手に入りやすく単元を学習する際にも使用する食塩で十分な実験ができると分かった。また、飽和水溶液の場合結晶の大きさが大きくとても見やすいため食塩があるということをしかりと理解させることができる。(図 37)

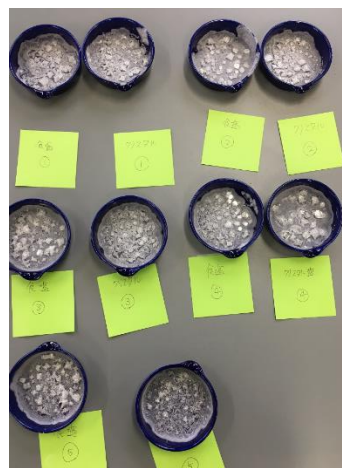
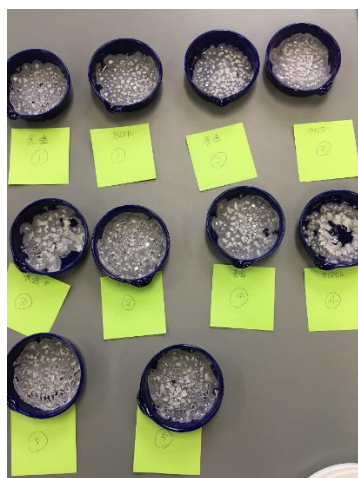


写真 36 20%食塩水の蒸発後

写真 37 飽和水溶液の蒸発後

濃度を濃くすることで、出来る結晶の種類も増えた。全体的に一番多かったのがトレミーと呼ばれる正方形の結晶である。(写真 38) 綺麗なものはいくつもの線が重なっていた。丸い粒の形、樹木状、細長い長方形など様々な形がでてきた。調べるとどの形も塩の結晶の一種であることが分かった。溶かした量が多い分それぞれに何らかの条件が加わって、様々な姿の結晶が表れやすくなったのではないかと考える。



写真 38 トレミー



写真 39 球状



写真 40 樹木状



写真 41 柱状

⑤ 区切りの削減

まず四隅と中央の 5 つに区切ることにした。(写真 42) 5 つに区切り実験を進めていくと、9 つに区切ったときと比べ実験時間が削減された。しかし真ん中と四隅の区切りの形が曖昧であり食塩水を採取する際に難しいと考えた。またワークシートで予想する際にもその区切り方では予想をすることが困難ではないだろうかと考えた。そのような点から 6 つに区切った。(写真 43) 採取、予想ともに区切りがはっきりしており、実験量もほどよくなるので適していると考えた。



写真 44 5 区切り



写真 43 6 区切り

ビーカーに区切りがわかるようにサランラップに書き巻いていた。しかしビーカーのサイズに切ることが難しい。そこで 200ml ビーカーとほぼ同じ長さの紙をまとめる用のものを使用することにした。安価であり、素材もサランラップと比べ丈夫である。サイズが同じであり、よりビーカーに貼り付けることが安易になったので、実験で貼り付ける際には、この作業を児童にさせるようにする。そうすることで教師があらかじめビーカーに貼り付けておくより、ビーカーを 6 つに区切るという意識やイメージをよりもつことができるのではないかと考えた。



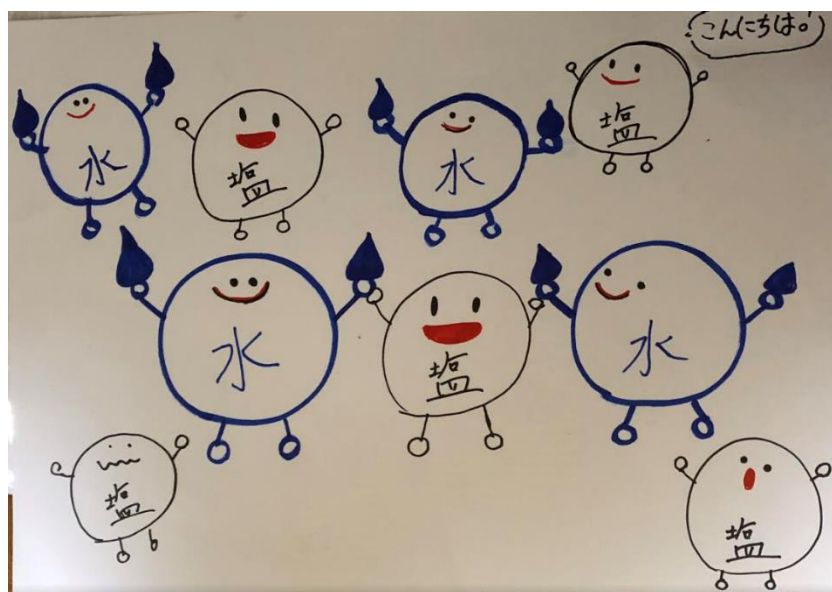
写真 44 使用するラップ

7.イメージ化教材

①紙芝居

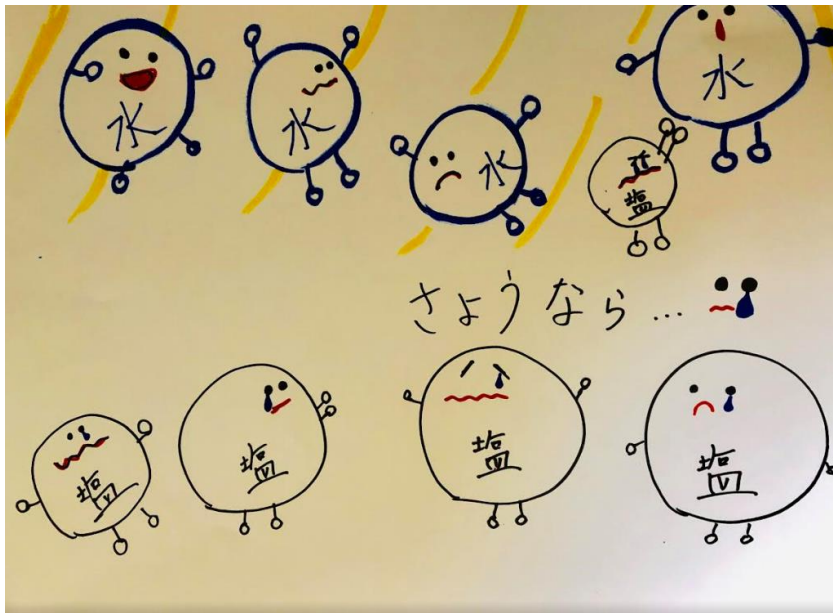
本研究では、食塩水を自然蒸発させて結晶を観察するという実験を行う。その目的は、食塩が溶けた後の水溶液の中には、食塩が均一にひろがっているということを理解できるようにすることである。目に見えなくなった食塩を結晶という形で可視化して理解させる。しかし児童の中には溶かす前の食塩と結晶の形が違うため別物と考える児童も少なくはないだろう。「なぜ結晶がでたら食塩があるということになるの?」という疑問をなくし、結晶があるということは食塩があると結び付けることができるよう結晶ができる仕組みを説明することが必要だと考えた。そこで、第二章 2 (2) 粒子分野の単元におけるイメージ化を用いた教授法を用いて紙芝居を作ることにした。児童がより入り込んで理解できるイラスト型と、粒子概念を理解できるように粒子型を組み合わせた。計 4 枚の紙芝居を作成した。

① 資料 3.食塩と水が混ざり合った様子 (食塩水の様子)



水粒子と食塩の粒子が仲良く混ざり合っていることを伝える。しかし、均一性を伝えるような言葉は使わないように注意する。

③資料 4.水溶液が蒸発していく様子



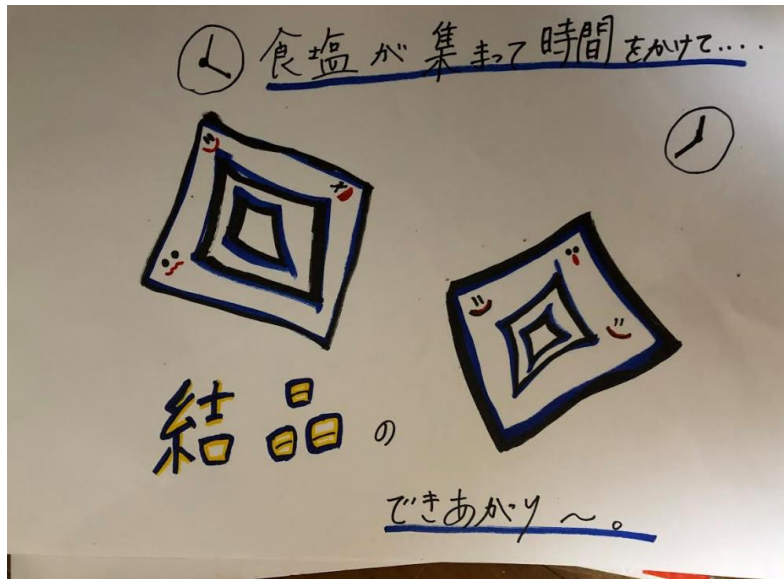
水粒子だけが蒸発により空気中に飛んでいくと伝える。「さようなら。」などとセリフを言うことにより児童が想像しやすいようにする。

③資料 5.結晶ができていく様子



とけた食塩が集まってできているということを伝える。そうすることで結晶を見た時に食塩があるという考えに繋げられるようにする。

④資料 6.結晶ができた様子



姿は違うけれども食塩がもとになっているということを伝える。そのために結晶の部分に顔を描いた。また、時間をかけてできることを伝えるために時計の絵を描くことでなぜ一時間の中で結果が分からないのか見通しを持つことができるようにする。結晶を見たいという意欲に繋げることができたらよいと考える。

② 予想図

第三章 3 において作成したアンケートを事前に行い、その結果（第四章 4 参照）をもとに 4 パターンの考え方を図にした。表現は統一せず、児童の回答をそのまま用いることにした。これらを授業の導入で用いることで予想を立てる場面で効果的ではないかと考える。

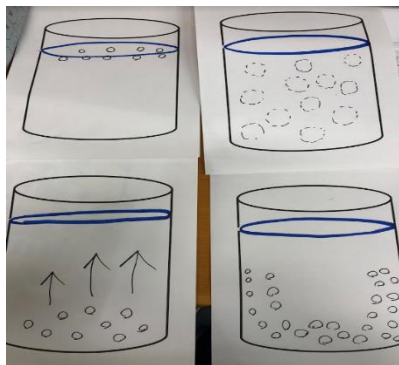


写真 45.予想図

第 4 章 授業実践

前章の実験結果から、食塩を使用した自然蒸発による実験を行う。イメージ化教材と組み合わせることで広がりのある学びができるのではないかと考え、2 時間で完結する授業を実践では行うこととした。

【目的および研究仮説】

第 3 章で製作したイメージ化教材を用いることで児童が興味を持ちよく考えて予想を立てることができるか、改善を行った蒸発乾固の実験を通して可視化することで主体的に理解することができるかを調査する。

【調査対象・時期】

丸亀市立城北小学校 5 年生（1 学級）、男子 15 名、女子 10 名

（アンケート調査のみ 5 年生 48 名に実施）

平成 29 年 11 月 26 日（月）、29 日（木）

※調査を行うにあたり、事前に丸亀市立城北小学校には調査依頼文書（資料 7）を提出した。

【調査内容・方法】

① 事前調査

「物のとけ方に関する概念」についてのアンケートの実施

② 授業実践

第一次第 1 時：ワークシートを用いた予想図作成と蒸発の実験

第二次第 2 時：蒸発乾固後の観察

資料 7.依頼文書

丸亀市立城北小学校
校長 平田 貴久 様

平成 30 年 11 月 21 日

就実大学 初等教育学科
ゼミ担当教員 福井広和

物のとけ方単元における実験についてのお願い

寒さが続いておりますが、校長先生をはじめ、城北小学校の皆様はいかがお過ごしでしょうか。

さて、本学に在学している大藤奈々は、現在、卒業研究で5年生理科「物のとけ方」の単元を題材として研究しております。その中で目に見えない事物を可視化することにより、興味関心を高め、より深い理解につながる教材開発を重ねております。つきましては、ご多用のところ恐縮ですが、下記についてご承諾くださいますよう、お願い申し上げます。なお具体的な手続きにつきましては、今後とも本人と相談しつつ進めさせていただきたくれば幸いです。

記

【依頼事項】

1. 5年生における理科の授業研究

5年生 1 学級において「物のとけ方」の応用的内容である「溶けたものの均一性」の理解を目的とした実験、アンケート調査をさせていただきます。

2. 記録動画・写真の撮影と論文への掲載

実験の様子を写真として記録し、卒業論文に掲載させていただきます。

動画は授業の流れや児童の発言、反応等の記録にのみ用います。

完成した卒業論文は研究のため本学図書館でのみ閲覧可能とします。

【注意事項】

- ・学級運営に支障が出ないよう、十分配慮して行います。
- ・写真等の撮影データは厳重に管理し、研究後には確実に破棄いたします。
- ・児童の顔、名札等は加工し、個人が特定できないようにします。
- ・準備物等は大学で用意いたします。

以上

1. 事前調査

第三章 3 において作成したアンケートを実施した。実施時期は、「物のとけ方」単元学習中の 10 月に行った。溶かすものが見えなくなっても重さは変わらないという質量保存の法則までの範囲は既習済みであった。結果は以下の通りである。

【各項目の回答数】

1) 今まで物をとかしたことがありますか。

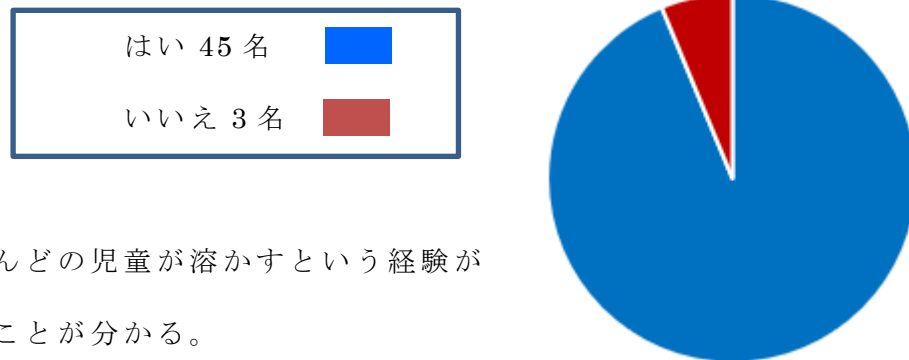


図 28. 溶解経験

2) とかしたことがある人はどのようなものをとかしましたか。

- ・わたあめ
- ・氷
- ・砂糖
- ・薬
- ・レモンティーのもと
- ・片栗粉
- ・チョコレート
- ・塩
- ・ココア
- ・ボンド
- ・茶
- ・ミョウバン
- ・青汁
- ・味噌
- ・コーヒー
- ・ろうそく
- ・抹茶
- ・雪

全体的に日常生活においてより身近なものばかりがあげられた。この中でも多かった回答は、砂糖・塩・ミョウバンである。この単元を学習中であることも影響して実験で使う物質が多くあげられる結果となった。

3) 100 g の水に食塩はどれくらいとけるとおもいますか？

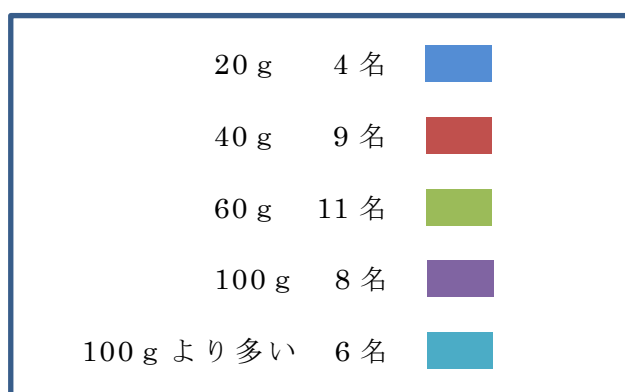


図 29. 溶解度概念

どの選択肢もだいたい同じくらいの人数となった。実験の際あまりどれくらいの高さかということに注目されていないのだろうと考えられる。その結果比較的多く溶けると考えている児童が多数いる。しかし 100 g より多いという児童は 6 人という結果より、食塩の溶解度の正解不正解は問わず、大多数の児童が溶ける限度はあるという概念は持っていると考えられる。

4) 100 g の水に食塩を 20 g とかしたら重さはどうなるでしょう？

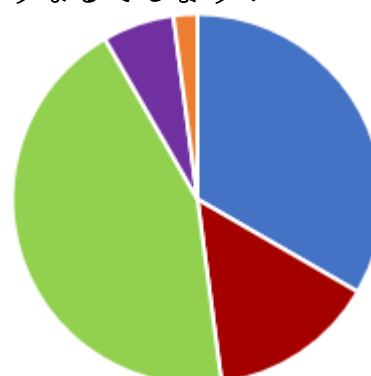
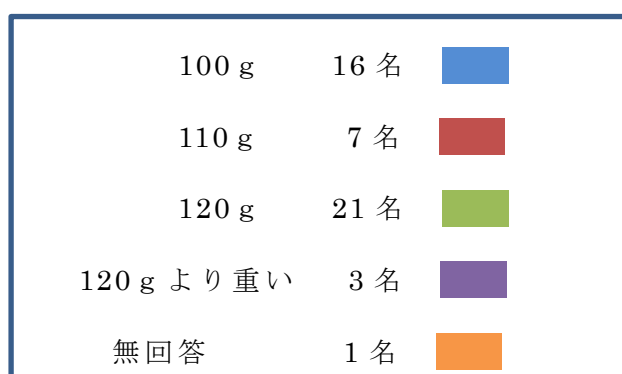


図 30. 質量保存概念

質量保存の法則に関しては既習済みであるが正答率が約半分である。溶けたものはなくなるという固定概念が大変強いということが分かった。そのため理解度を上げるためには、より印象的な実験をすることで興味をひきつけ記憶として残すことが必要になってくると考える。

同じ回答であっても、根拠が違うものもみられた。また固定概念と実験結果が混ざり合っただけで新たな概念がみられるなど、多種多様な意見が出た。

以下は児童がその選択肢を選んだ理由である。

① 100 g

- ・ 塩によって重くならない。
- ・ 物がとけたらなくなったから変わらない。
- ・ 食塩が水になる。
- ・ 形が変わっても重さは変わらない。
- ・ 分からない。

② 110 g

- ・ 水にとかしたら少しへる。
- ・ 塩を入れると水の量が変わるから。
- ・ 水には 100 g あるから食塩もそれだけ(10 g)ある。
- ・ 分からない。

③ 120 g

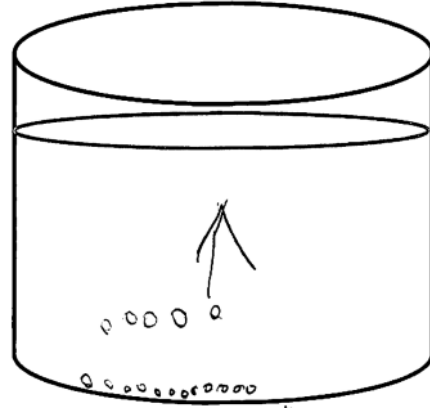
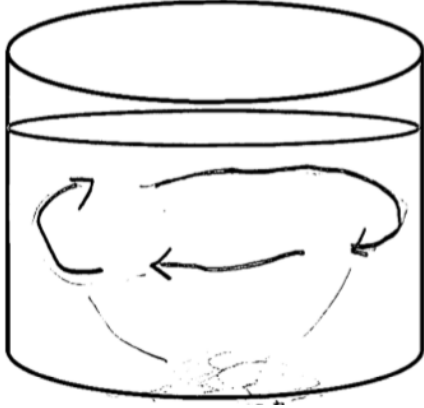
- ・ 水に食塩を入れても食塩は消えない。
- ・ 見えないけど実はあるから。
- ・ 20g とかしたから 20 g 増える。
- ・ 食塩をとかしたら重さがどんどん増えていったから。
- ・ 分からない。

④ 120 g より重い

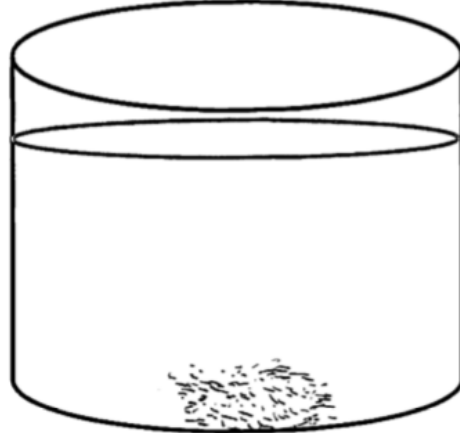
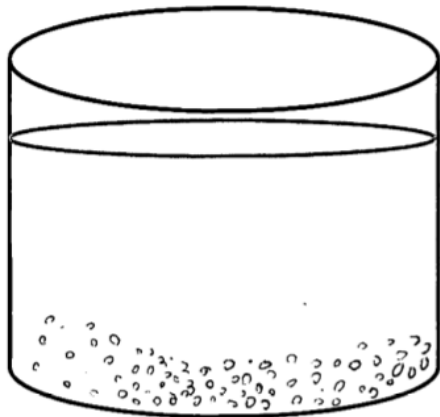
- ・ 前の実験で 150 g になったから。
- ・ たくさん入れるととけないから。
- ・ 分からない。

(5)水に食塩がとけて目に見えなくなりました。水の中で食塩はどうなっているでしょう。

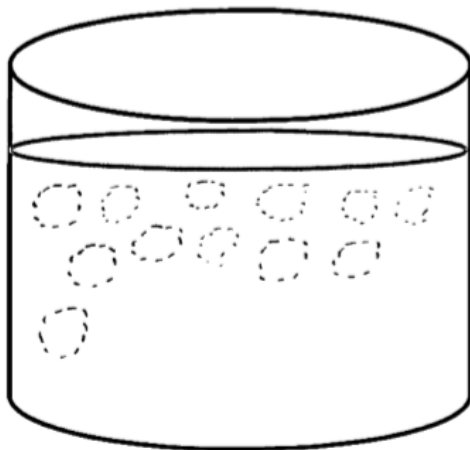
① 下から上へ動く 11名



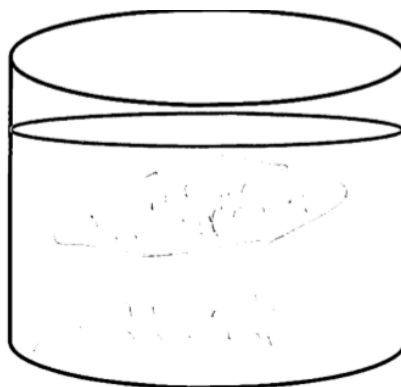
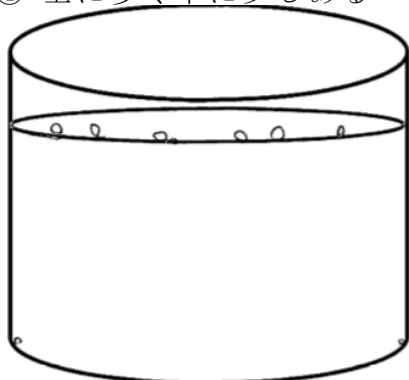
② 下にある 11名



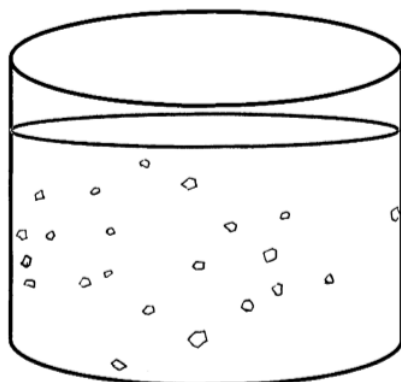
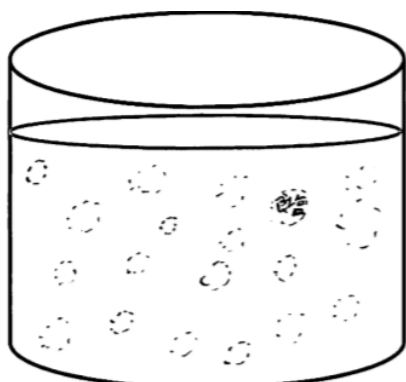
③ 上にある 1名



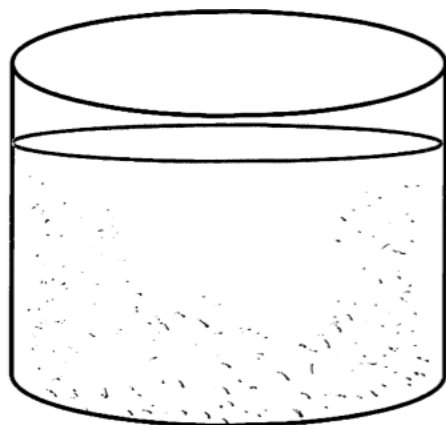
④ 上に多く下に少しある 3名



⑤ 均一に広がっている 21名



⑥ 真ん中以外にある 1名



このように多数の考えがあることが分かった。同じ考えでも表現の仕方が違う。その中でも均一に散らばっているという回答が一番多かった。今回はこの考えをもとに実験の予想を立ててもらおうようにする。考えが多種多様な分、意味のある実験ができるのではないだろうか。この中から代表的な4つを選び、授業の導入において紹介していく。

2. 授業実践

本研究では、「物のとけ方」の単元の応用として食塩の乾固蒸発実験を取り入れた授業を2時間行った。

(1) 事前準備

授業実践で、食塩の乾固蒸発実験とイメージ図を用いた活動を組み合わせて行わせる。この2つを行うにあたって事前に以下の2つのことについて準備を行った。

① 実験を円滑に行うための工夫

今回行う実験では実験器具を多く用い、かつ操作が複雑である。一度お手本を見ただけでは手順を把握できない児童が多くいるのではないかと考える。しかし、溶かす作業から始まり採取する作業までを自分の手で行うことでより実感を持つことができるだろう。よりよい実験にするためにも少しでも分かりやすくなる工夫が必要である。

まず児童全員が協力して行うことができるよう班の中での役割を作ることにした。写真46のように座っている位置で番号をつけ、各番号に用意するものを指示した。そうすることで、数多い実験器具をより効率よく準備することができると考えた。そのうえで、実験の手順を示した、ワークシート(資料8)を班に1枚配布する。実験器具の写真を入れることでより分かりやすいようにした。

またどの番号から採取した食塩水が分からなくなることを防ぐために、蒸発皿を置くパッドに付箋用紙に番号を書き貼り付けた。(写真47)採取後は各数字のところに置いて管理するように指示する。

実験の手順



□①ビーカーに水を 200ml 入れる。



□②水の中に食塩を入れ、溶けるまで

混ぜる。



☆班の人全員ができるように交代で

混ぜる。

☆食塩が見えなくなるまで混ぜる。



□③スポイトで食塩水を吸い取る

□④メスシリンダーに食塩水を入れて

5ml はかる。



□⑤じょう発皿に入れ、番号の場所に置く。

☆班の人全員ができるように交代する。

☆全部で 6 皿！



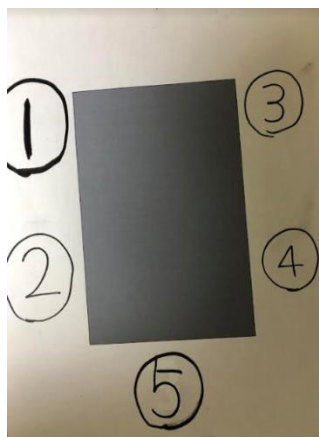


写真 46 座席番号



写真 47 番号付きパッド

② イメージ化を全体に取り入れる工夫

予想の際に限らず授業全体を通して、イメージ化を取り入れるようにする。そうすることで一連の流れを作ることができる。イメージ化はとても印象に残りやすいため効果的であると考えられる。ワークシートと同じビーカー図(図 31)を用意することで児童の意見を共有することができるようにする。共有することで新しい発見をしたり、考え方について考えたりする児童が増え、学びが広がるのではないだろうか。第 3 章で作成した紙芝居や、予想の際のイメージ図の他、結果の際にもイメージ化を利用した活動を行う。模造紙を用意し、特大のビーカーを描き児童全員で中身を完成させてもらう。模造紙のサイズに合わせて結果を書き込む画用紙(写真 48)を人数分用意する。

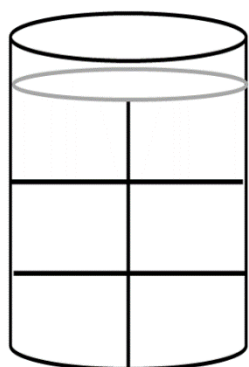


図 31 ビーカー図

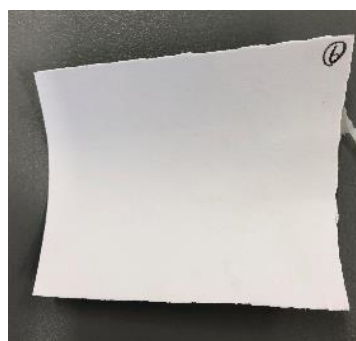


写真 48 画用紙

(2)授業の実際

実践 1

導入部分ではアンケートの話と関連させながら問題の提示を行った。想像がしやすいように、実際にビーカーの中に食塩を溶かしてみせた。その後4つの考えを提示することで考え方は様々であることを理解させ、どれが正しいのかという問題意識を持たせた。「溶けた食塩の場所を予想して調べる実験をしよう」というめあてにしたいという意見が児童から出たので、そのめあてを本時のめあてとした。次に「どうしたら調べることができるか?」と問うことで実験方法について考える機会を設けた。その後、実験を行う前に紙芝居を見せながら話をするので問題と実験内容がつながるようにした。ワークシート(資料8)を配布し、予想を立てさせた。導入で提示した4つの考えはそのまま見えている状態にした。予想を立て終わり次第、次はその予想を6つの区切りの中にあてはめて書き変えさせた。最初の予想では様々な表現法があったので、書き変えの際には粒子型で書くように指示をした。何人かの児童に考えを描いて発表してもらった。実験の手順について手本を見せた後、各班で実験を行った。出来た班から蒸発皿がのったパッドを窓際にもってくるように指示した。付箋に班のメンバーの名前を書き貼り付けてもらった。最後に片付けを行い、ワークシートに今日の気づきや感想を書かせた。



写真 49 紙芝居を見る様子



写真 50 イメージ図共有



写真 50 実験説明

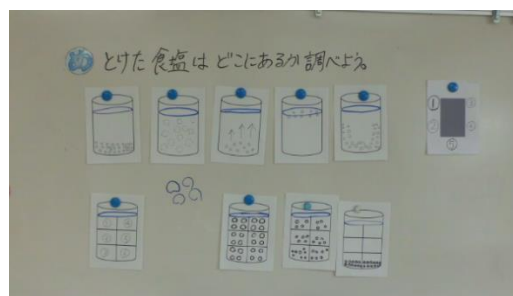


写真 51 板書



写真 52 実験後の配置場所

～授業後の処理～

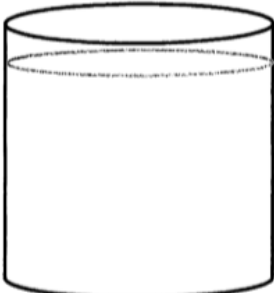
写真 52 のようにして理科室の窓際に並べて置いた。また他の児童が触れないよう注意書きを貼った。また、安全に置くことができているかを確認し、蒸発皿内で結晶の出来る場所に偏りがでないよう、すべての蒸発皿を軽く振り空洞ができないようにした。

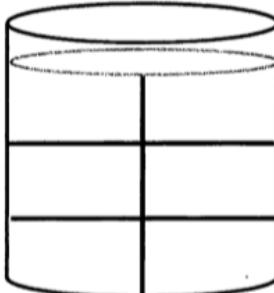
ワークシートは一旦回収した。全てのワークシートに目を通し、児童がどのようなことを考えていたのかを把握し、次の授業に生かすことができるようにした。蒸発皿とバット以外の実験道具は次回使わないため水洗いができているか確認して片付けた。机の上に実験の際にこぼれた食塩が残っていたので回収した。


とけた食塩はどこにいる？①

組 番 _____

1.水の中にとけて見えなくなった食塩はどこにあるかな？
予想をしてみよう。







2.今日の授業の感想や考えたことを書きましょう。

実践 2

結晶が少ししかできていなかったなのでこの時間は考えていた授業内容と少し変更した。少量の薄い小さな結晶しか見ることができなかった。

導入では前回のワークシートの感想をいくつか紹介し、紙芝居をおさらいすることで内容を思い出すことができるようにした。蒸発前の写真を提示することで変化が分かりやすいようにした。思っていたより結晶ができていないことを伝え、「なぜあまり結晶ができなかったのかな？」と発問することで児童がその原因について考えられるようにした。

各班にバットを配布し、虫眼鏡を使って観察をするよう指示した。メモ用紙を配り、観察を通して発見したことを書かせた。その後発見を共有して、違う班の蒸発皿の様子を見る時間を設けた。はっきりとした結晶ができている班のところにたくさんの児童が集まっていた。

観察が終わった後、各班に6枚の小さい画用紙を配布し、①～⑥それぞれの食塩水にはどれくらい食塩があったかを描くよう指示した。「結晶がこれくらいみられたら〇3個分かな？」と問いかけることにより結晶を元の食塩に変換しやすいようにした。全班の画用紙を集めて模造紙に貼ることで一つの大きな食塩水の様子イメージ図を完成させた。今回結晶があまり出なかったが、このような活動をする事で溶けた食塩は全体に広がっているということに気づくことができていた。

その後、教材開発の際に作成した結晶を児童に見せた。児童はとても喜んでおり、大きな結晶に興味津々であった。最後にバットは元の場所に戻して、虫眼鏡を片づけて授業は終わった。

児童は終始積極的に活動に取り組んでおり、興味をもって考えることができていた。



写真 53 観察する様子



写真 54 画用紙を貼り付ける様子

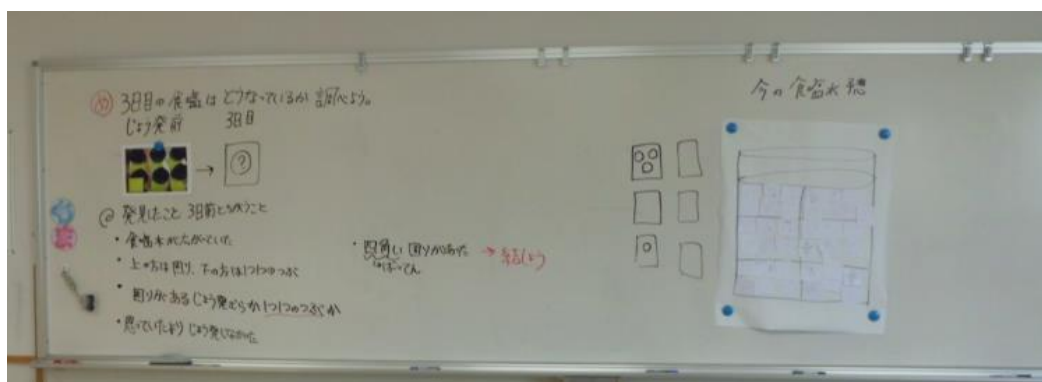


写真 55 板書

～授業後の処理～

発見を書いた紙を回収した。机の上に食塩や結晶がおちていないかを確認して掃除をした。結晶がまだ完全にできていない状態であったので、蒸発皿は片付けず、理科室の中でも日当たりのよい場所(写真 56)に設置した。校長先生にあと 3 週間ほど置かせていただいてもよいかをお願いした。承諾をいただいたので、1 週間ごとに経過をみて観察を続けていくことにした。



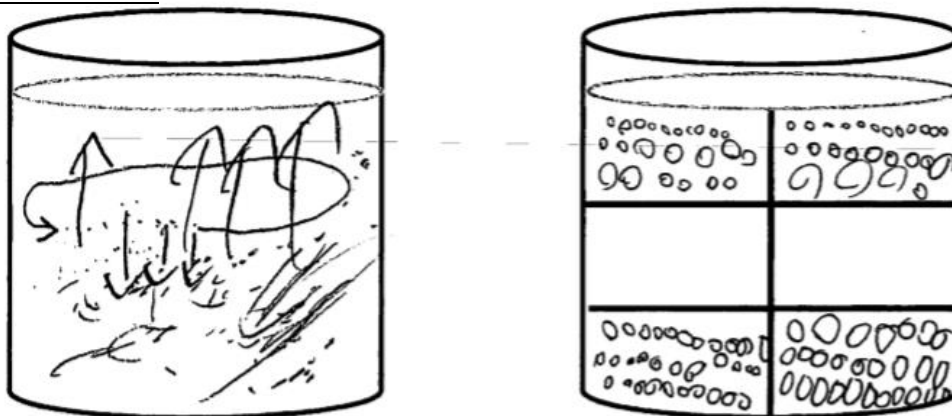
写真 56 設置場所

(3) 授業結果

① 予想図について

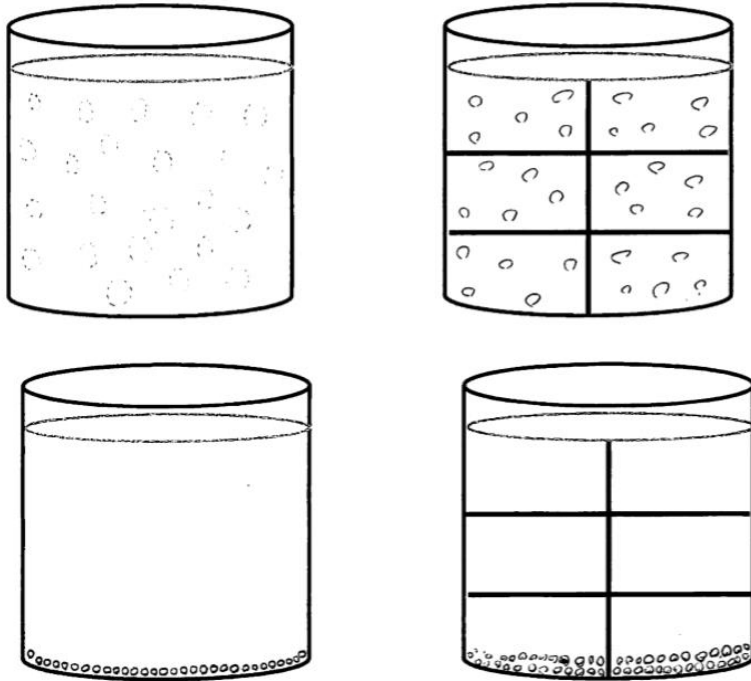
ワークシートに予想を描く活動の結果である。考え方は多種多様であったが、普通のビーカーから、6 つに区切られているビーカーへの書き換え方に大きく 4 つのパターンがみられた。

パターン 1



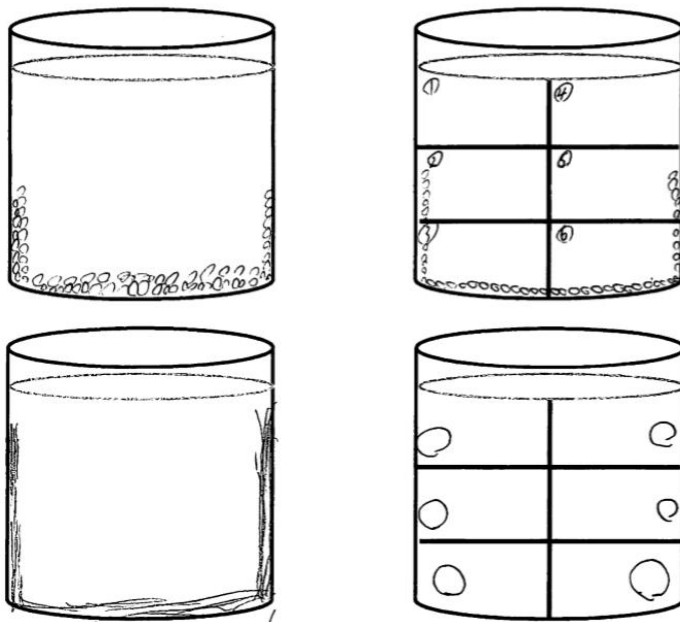
動きを表す予想をしている。書き換えにおいて動きを省いた最終的な状態に変わっていた。この場合書き換えに苦戦する児童がでてくるのではないかと考える。

パターン 2



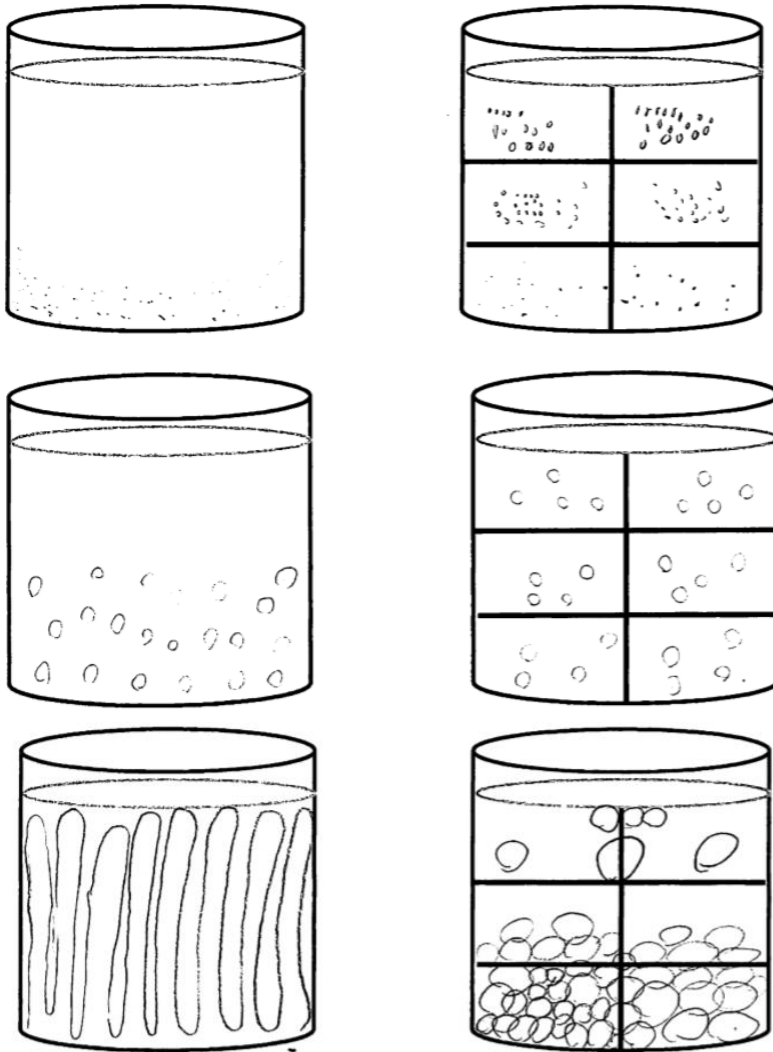
自分の予想と同じように書き変えることができている。

パターン 3



真ん中以外に食塩があると予想している。この場合真ん中と端が同じ区分になるため結果として分からない。書き換えはできてもこの予想の正誤判断がとても難しい。

パターン 4



自分の予想と書き換えが一致していない。何をすればいいのか理解できていないと考える。一度予想したことをもう一度書き変えるといったことで混乱を招いたのではないかと考える。

表現方法を統一させ、実験としての予想を立てることを目的として書き換えの活動を取り入れたが、このように予想の段階で様々なパターンの児童が出てしまった。予想をしっかりと確立するためにも改善が必要である。

②児童の感想

- ・とても複雑でむずかしいところもあったけど、とても楽しかったしとてもいい勉強になりました。木曜日は自分の予想や考えが同じかとても楽しみです。
- ・今日の授業を聞いて、みんな同じ考えだと思っていたらいろんな考えがあってとってもびっくりしたし、上にちょっとだけ食塩がくるよという人もいてとってもいろんな考えがあるんだな—と思いました。2日後にはどんなけっしょうができているかとてもたのしみです。どの考えがあてはまるかもしっかり見ます。
- ・友達の意見を見てみんな全部にあるという人が多かったです。同じ意見の人もいました。
- ・実験をしている時にどんな結果になるんだろうと考えながら同じはんの人と楽しくしました。そして自分とはちがう考えや似ている考えがあってこんな考えもあるんだな—と思いました。木曜日の結果が楽しみです。
- ・自然かんそうをすると食塩がけっしょうとして出てきてすごいなおもいました。
- ・とても楽しかったし授業もよく分かりやすかったです。1日で終わる授業じゃなくてびっくりして次の木曜日の授業が楽しみです。実験も楽しかったです。M君の意見で「あっそれもあつたな〜」と思いました。
- ・今まで食塩はどこにあるのかということは、考えたことはなかったけど、今日この授業で、いろんな人の意見を見て本当はどこにあるのだろう—と思いました。③と⑥に結晶がでると思います。

- ・今日は食塩のとけた後はどこにあるのかをしらべました。じょう発しなかったら結果が分からないので木曜日の結果が楽しみ。
- ・食塩の勉強をしたことはあるけど、3日間おくのは初めてで、実験するのが楽しかったです。
- ・今日じゅうには、結果がわからなかったけど3日後にどこに食塩があるのか楽しみです。いがいと①④にあったらおどろきです。
- ・予想を考えて書いて自分の予想が当たるか分からないけど、自分が思ってたので楽しかった。①②③④⑤⑥に分かれて取る所が苦労したけどがんばりました。予想は私では⑥と⑤がよく取れるのかなと思いました。
- ・今では食塩とかどこにいるかとかぜんぜん知らなくて、どうなっているか分からなかったけど、このとけた食塩はどこにいるのか勉強をしてこんなふうにいるのかとか分かりました。自分でも予想を立てたり、みんなで食塩の見えなくなった時どこにあるかとか実験して、見るとこんなふうにいるのかがくわしく知りました。
- ・ぼくは、まんべんなくなくなって水の中にしおがあると思いましたが、いろいろな考えがあってびっくりしました。3ばんもちがう意見がありどうなるか考えました。ぼくと同じ「まんべんなく」や「上」や「下」の方に食塩があるいけんがあったりしました。むずかしかったけど、きれいにできました。
- ・今日スポイトやメスシリンダーやたくさん道具を使いました。食塩が自然じょう発するところを見てみたいです。予想が当たるといいなと思いました。三日後は、どのようなようすになっているのかとても楽しみです。じゅぎょうはとてもたのしかったです。

- ・食塩をしぜんじょうはつするとどんな形になるのかを考えました。考えたときにミョウバンでもでるのかと思いました。
- ・スポイトで食塩水を5ml入れるのはむずかしかったけど、楽しかった。木曜日に結果がでるのが楽しみです。みんな色々な予想があつてなるほどと思いました。
- ・白色の水の中の下にありました。食塩は2つの水の下です。
- ・けっかはまだだけど予想どうりがいいです。そんなに木よう日までまてれないけどつぎのけっかまでまちます。どんどんきになるようになりました。つぎのじゅぎょうで今回よりグループで協力してがんばります。
- ・今日食塩がどこにあるか調べました。また最初にだいたいどこに食塩があるかを予想しました。ぼくは横と下にあると思うからそうかきました。けっかはまだだけど木曜日にけっかがでるのでまちきれません。
- ・いろいろな予想がでてきて次の実験がより楽しみになりました。どうなるか予想があつているのか気になります。ぼくなりにも思うのが塩はすべてがすっぱいから下から全体に広がっていくと思います。
- ・とてもふくぎつな作業だったけどうまくできました。今まで考えもしなかったやり方で面白いと思いました。新しい事が木よう日のじゅ業で知れたらいいと思いました。
- ・食塩はどこにいるのかの予想をしたとき考えが5つありました。食塩はどこにあるか気になります。他の人の考えを見てちがう考えがけっこうあると思いました。

※児童がワークシートに書いていたとおりに記述してあるため、平仮名が多くなっている。

※児童の意見の中で一部書き間違いのあった言葉があり、そのまま記載すると内容が伝わりにくくなる可能性があるため訂正してある。

このように、感想の多くは、予想について書かれていた。予想を共有することや提示することは有効であると分かった。そうすることで深く考えることを促している。また、考えた結果自分の考えが変わる児童もみられた。(図 32)自分が考えてもいなかったことに共感が芽生え、一方では他の意見の中でもやはり自分の意見がよいと確信をし、同じ意見がでた場合は安心感を感じたりと様々な影響を与える。

感想の中には次回の結果を楽しみにしている意見も多数あり、2 時間で完結の授業も悪くはないと思った。良い具合に児童にフラストレーションを与えることができる。そうすることで印象付けることができ児童の記憶に残すことができるだろう。

実験に関しては、今までしたことがないのでおもしろいという意見や楽しかったという意見も見られる。一方で難しかったという意見もあった。

■ 考えの変容について

予想を共有することの有効性を上では述べた。今回は予想を立てる前にアンケートでの予想を提示した。そのことが与える影響がアンケート時の予想と授業内での予想の変容から明らかになった。このように考えが変容した児童が数名いた。予想を立てて共有することはよく行われているが既習前の予想を用いて改めて予想を立てることはとてもよいと感じた。しかし混乱してしまう児童もいるので配慮は必要であるだろう。

・アンケート時と授業時(他の予想を見た後)で
予想が変わったか。



| | | |
|-------|-----|---|
| 変わらない | 16名 |  |
| 変わった | 9名 |  |



図 32. 予想の変容

③結晶について

今回の実践では結晶が思うようにできなかった。教材開発の際に行った実験内容と同じ分量や要領で行った。また約3日蒸発のために期間を設けた。色がとても薄く、食塩水がまだ残っている状態であった。はっきりとした結晶は一斑くらいにしか見られなかった。四角い透明な結晶はよく見ることができた。



写真 57 少量の結晶

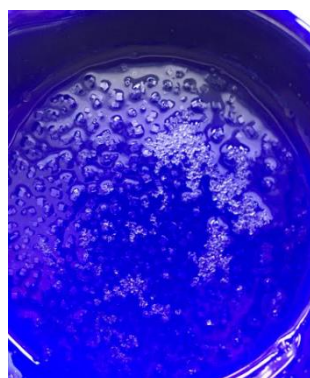


写真 58 四角い粒



写真 59 3日経過

なぜこのような差が出てしまったのだろうか。温度が関係しているのではないだろうかと考えた。今までの実験の際は、暖房が日中つけられていた状態の部屋であった。また時期は夏から秋にかけて行っていた。実験を行った理科室は暖房が授業の際にのみつけられている。また時期も冬であるためとても冷え込みやすくなっている。結晶を用いて理解させる授業であるためとても致命的であった。

④ 発見メモについて

- ・水からダイヤみたいな形になった。きれいに正方形になった。水に、浮かんでいる食塩があった、小さい物もあった。
- ・①～⑥まで食塩水を取って3日おいていたら想像よりちがうけど、底の方が食塩のかたまりがあってびっくりした。まだ水があるけど三日目よりかは食塩水は減っていたから、その食塩水が食塩のかたまりになったんだと思う。
- ・固まりがある。思ったよりじょう発しなかった。
- ・じょう発してとかした食塩が見えるようになった。
- ・だんだん集まっている。前は水てきは見えなかったけど見えるようになっていた。三日前は水だけだったけど水てきのけっしょうができあがっていた。
- ・じょうはつ前はただの水だったけど3日たったら食塩ががらぼってあつまったから3個くらいのようなかたまりがありました。えき体の量も少しだけへっていました。
- ・前までは形も何もえきたいだけに見えたのに3日ごになると、しおのかたちがちょっとだけ見えてました。でも、えきたいがちょっとのこっていました。ちょっとだけえきたいがへりました。
- ・上には、すこしのかたまりしかない。下には一つ一つのつぶがばらまいている。水が広がっていた。小さいつぶがけっしょうみたい。
- ・ひし形のような結しょうに×がついたような形のものがあつた。四角形のような形の結しょうもあつた。思っていたよりじょう発しなかった。上のほうは固まり、下のほうはつぶつぶだった。
- ・けっしょうがでていた。四角いつぶがでていた。
- ・3日後はけっしょうがでていた。まだ食塩がのこっている。

- ・上がない（塩が）じょう発皿は下に小さいつぶがある。塩が上にあるじょう発皿は小さいつぶが見えにくい。四角つぶが見えた。すべてとけると自然蒸発すると思ったけど余り出なくてびっくりしました。
- ・ひしがたでばつができています。ななめにしたらしおのつぶがいて□□がでてきた。
- ・正方形の形をした物や小さなつぶの食塩がじょうはつ皿の中にある。下のほうに正方形の食塩がある。
- ・3日前は塩が出てきていなかったけど今は出てきた。6番には正方形の食塩があり中に×のようがあった。よくみると四角が多かった。食塩水が広がっていた。
- ・ほとんどの食塩がかたまっている。広がっている所もあった。3日前よりちょっとあつまっていた。じょう発前より食塩があつまっていた。
- ・しかく、ダイヤみたいな小さいつぶが下にしずんでいる。上にうかぶわけではなく下にしずんでいた。さいしょはほこりみたいな物がはいつてると思ったが塩だった。4番が1番しょくえんが多い多くのけっしょうができています。
- ・ひし形の形があったり3日前よりしおのつぶがない。ななめにしたらつぶがいっぱいある。丸やしかくがある。
- ・完全にはじょう発していないが表面にかたまり、底に細かなつぶがしずんでいた。また、全ての皿に塩の結しゅうがあった。多くの皿に結しゅうの子どもがいた。

※児童がワークシートに書いていたとおりに記述してあるため、平仮名が多くなっている。

※児童の意見の中で一部書き間違いのあった言葉があり、そのまま記載すると内容が伝わりにくくなる可能性があるため訂正してある。

結晶があまりでていない状態ではあったが、児童は想像を超えた発見をたくさん書いていた。結晶についてを自分なりに表現をしていた。中には、紙芝居の影響を受けて食塩目線で表現している児童もいた。(下線部参照)とても積極的に興味を持って観察できていることがよくわかる。

しかし、思ったより蒸発していないなどの意見もあった。結晶が小さいがために、これが結晶であるというのに気づいていない児童もいた。やはり教科書等に載っている結晶のイメージが強いため、今回の子の結晶は想像と違っていただろう。

⑤模造紙ビーカー図について

数少ない結晶ではあったが、各班の結果を集めると、食塩水のどこに食塩があるかを視覚的に表すことができた。結晶から食塩の形に戻して書いてみるよう指示をした。しかし様々な表現がみられた。結晶の状態で書いている児童、食塩水が残っていたため何もないと解釈する児童など様々であった。完成した図をみて、「食塩はどこにいるのかな？」と発問すると児童から「いろんな所にいる。」というような言葉が出た。

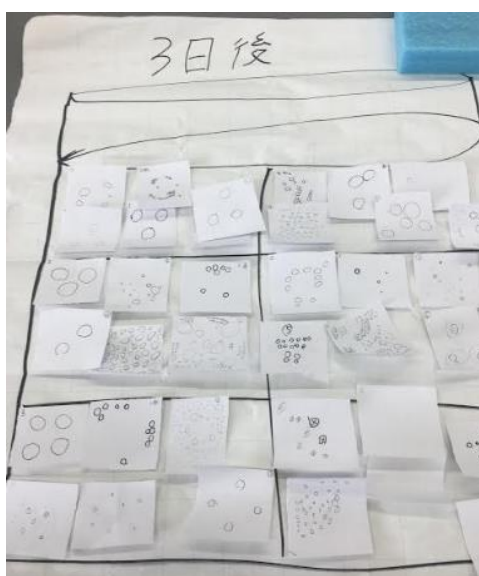


写真 60 完成図

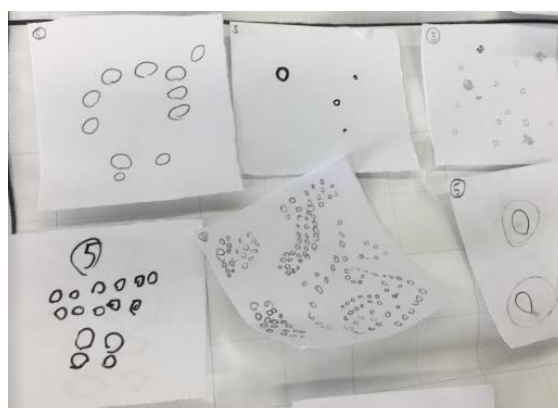


写真 61 様々な表現

3. 授業実践の考察

授業実践・調査を行い、以下の課題がみられた。

- ① 様々なイメージ図への対応ができていない。
- ② 実験が複雑であるため時間がかかる。
- ③ 結晶の出来具合に問題があると、理解度に影響がでてしまう。
- ④ 結晶メインになってしまい問題解決へ導けていない。

イメージ図と実験を組み合わせた授業展開はよい効果を与えることができたと考える。しかし今回結晶をメインにとらえてしまい、目的である「溶けている物の均一性」の理解へ結びつけることがあまりできなかった。一時間目で結果が楽しみであると多くの児童が言っていたにも関わらず、それに対する振り返りができずに、ただ結晶を観察するという授業展開になってしまった。

また、一番の課題は結晶の出来である。温度や湿度などの条件を記録せずに実験を重ねてしまっていたがために、このような事態を予測することができていなかった。結晶があまりできていないと児童が結晶だと認識することができていない。何が原因であるのかを分析する必要がある。それに加えて実験はどんな環境になるかわからないため、もしもの時でも授業を続けることができるような対策も必要であると考えた。

イメージ図では、多種多様な考えが出てきたため、これを参考にどの考えでも対応できるような活動を取り入れることが必要となってくる。イメージ図を取り入れると、子供たちの理解だけでなく、想像力や考える力、また興味・関心・意欲など様々な面で効果的であると分かった。だからこの活動は引き続き取り入れるようにしていきたい。

実験は複雑でありながらも班の人と協力して行うことができていた。しかし一部改善の余地がある。

第5章 改善案

教材開発・授業実践・調査を通して児童の理解度をあげるためにどのような改善が必要であるか明らかになった。

本章ではこれらの結果をもとに教材を見直し、改善を図っていく。

1.教材の改善

まず、結晶についてである。なぜ思うような結晶ができていなかったかについて調査を行った。比較的寒い暖房の影響を受けない場所で実験を行った。しかし、追試と同様に大きな結晶が2日後にできた。細かなデータをすべて取ることができていないため、何が原因で結晶ができていなかったのかは不明なままである。なぜこうなったのかを知ることが今後の課題となる。

実践をした小学校で授業後も引き続き経過観察を行った。3週間後に結晶が綺麗にできていた。(写真62)



(写真 63 三週間後)



(写真 64 四角型の結晶)

結晶の形を観察すると一粒一粒がとても小さく、四角いものがいくつも並んでいた。追試実験の際にはあまり見られなかった結晶の形である。この結晶は比較的長時間かけて結晶になっていくのではないかと考えられる。結晶ができていなかったわけではなく、大量に見えた四角いものは結晶の不完全形であったことが分かった。

このことより、どんな条件が加わりどのような結晶ができたとしても、それを結晶であると認識することができるよう結晶の仲間を集めたシート(資料 9)を作成することにした。そうすることで、児童のイメージと違った形であったとしても結晶だと判別できると考える。また、しっかりと観察をするきっかけにもなるだろう。結晶のことについて知ることのできるのを他の授業の際に使用することも可能である。このシートに使用している写真は、本研究の実験においてみられた結晶の写真を使用している。さらにキャラクター化することで親しみやすくしている。

次にイメージ図への対応についてである。真ん中のみ食塩がないと予想した児童に対して今回の実験では正誤が分からない形となった。そのため採取する部位を増やすことにした。①～⑥に加え、真ん中部分の採取を一つするようにする。作業量も極端に増えることなくできるだろう。それに加えて実験内容に関して改善するところがある。スポイトの使い方が慣れていないがため何度もやり直しをしていた。そのため時間を大幅に要していた。スポイトの使い方を授業内でもう一度確認しておくとともに、目安のとこに色テープを貼ることで視覚的に分かりやすくしておく。スポイトに量を入れすぎた時、ビーカーにもう一度戻していた。そうすることで、せっかく一つの区分を意識して採取したにもかかわらず、混ざってしまうと発言する児童がいた。その対策としてもう一つビーカーを用意して、失敗したものはそこにいれるように指示する。

また、食塩を入れる際こぼれが見られた。飽和水溶液を作るため溶解度分の食塩を使用する。量が多いためスプーンを使用して入れるようにする。細かい改善ではあるが、複雑な実験であるからこそ必要となってくるので気をつけるようにしたい。

結晶の仲間たち

トレミー

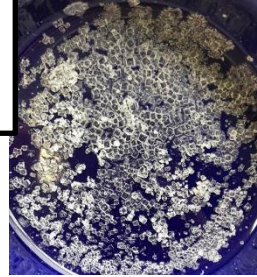


☆☆☆

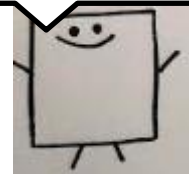
ぼく真ん中に大きな×があるよ。



四角形



ぼくはきれいな四角だよ。



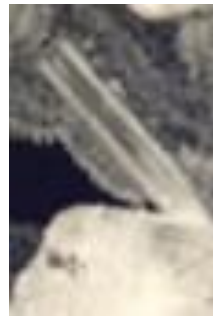
球形



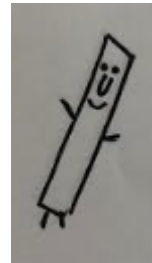
丸くて白いの。



柱状形



細長い長方形だよ。



樹木形

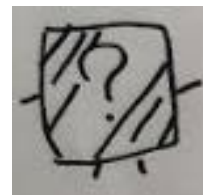


枝のように分かれています。きれいでしょ。



??

新キャラを、みつけてね!



2.学習指導案の改善

次の視点から物のとけ方の学習指導案を改善する。

- ・予想をスムーズに実験の予想として結び付けられるようにする。
- ・結晶がメインで終わることがないように、問題とつなげることができるような活動を取り入れる。

実践では予想を書き換えて実験の予想を立ててもらっていた。しかし、それでは児童の予想をより適切に生かすことができなかつた。そこで最初にしてもらった予想を赤線で6つに区切るようにする。そうすることで、そのまま予想を生かすことができる。

また、結晶の様子を観察した後に、ワークシート(資料10)に蒸発皿の様子を描いてもらうようにする。その後それぞれの蒸発皿の様子を食塩の形に書き換える。そうすることで結晶がメインで終わることなく問題である均一性の理解につなげることができると思う。水溶液の真ん中を採取した蒸発皿の様子はビーカーの絵の真ん中に書き込んでもらうことにする。

資料10 ワークシート

とけた食塩はどこにいる？②

組 番 _____

1. じょう発皿の様子をかいて、それをもとに、とけた食塩の様子を完成させよう。

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

⑦とけた食塩は、

3. 先生に教えたい発見を書きましょう。

4. 今日の授業の感想や分かったことを書きましょう。

1. 単元名 物のとけ方
2. 単元目標 物の溶け方について興味・関心をもって追求する活動を通して、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、物の溶け方の規則性についての見方や考え方をもちつことができるようにする。
3. 本時案（第1次 第1時）

| | | |
|-------------------------|---|--|
| 目 標 | 物の溶けた後の食塩水について興味・関心をもち、自分の予想を立てて実験に取り組むことができる。 | |
| 学習活動 | 指導上の留意点 | 準備物 |
| 1. 本時の課題とめあてをつかむ。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 目に見えなくなったものを調べるということに着目させることで興味をもちつことができるようにする。 ・事前にとったアンケートをもとにいくつかの考えを提示することで様々な考えがあることを知り問題につなげさせる。 ・実物を見せながら問いかけることによりイメージしやすくする。 | |
| 溶けた食塩の場所を予想して調べる実験をしよう。 | | |
| 2. 予想を立てワークシートに記入する。 | <ol style="list-style-type: none"> 2. 「どうしたら調べることができるかな？」と発問することにより既習内容とつなげて考える機会をもたせる。 ・結晶ができる仕組みについてイラストを用いて説明することで実験の意図をより深く理解できるようにする。 ・考えをそのまま提示しておくことにより、予想することが苦手な児童のヒントになるようにする。また、他の児童の考えの変容にもつながると考える。 ・予想したビーカーの図を6つに分けるよう指示することで実験の予想としてそのまま反映することができるようにする。 <p>（予想される児童の反応）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①～⑥の全てに食塩はある ・下側③と⑥にしか食塩はない ・上側①と④には食塩はないが、それ以外は食塩がある | <ul style="list-style-type: none"> ・画用紙 ・ワークシート |
| 3. 実験をする | <ol style="list-style-type: none"> 3. 実験の仕方の手本を見せることでスポイト等の道具の使い方を一緒に確認できるようにする。 ・実験の手順をワークシートに記載してチェックしながら進めることによりスムーズに実験を行うことができるようにする。 ・以下の工夫をすることにより、実験に全員が参加することができるようにする。 <ol style="list-style-type: none"> ① 実験道具の準備・片付けの役割を番号ごとに分担する。 ② 食塩を溶かす作業と食塩水を採取する作業は順番に行うように指示する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・200ml 1 ビーカー ・蒸発皿 ・スポイト ・ガラス棒 ・バット ・食塩 ・5ml メスシリンダー |
| 4. 振り返りをする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・本時の感想をワークシートに書いてもらうことで実験を振り返ることができるようにする。 ・結果が授業内でないため見通しをもつことができない児童がいると予想する。次回の授業のまでの流れについて話をするので見通しをもつことができるようにする。 | |

1. 単元名 物のとけ方
2. 単元目標 物の溶け方について興味・関心をもって追求する活動を通して、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、物の溶け方の規則性についての見方や考え方をもちつことができるようにする。
3. 本時案（第1次 第2時）

| 目 標 | 食塩水が自然蒸発した後の様子を観察して、食塩が溶けたあとの目には見えない均一性を理解することができる。 | |
|---------------------------|---|---|
| 学習活動 | 指導上の留意点 | 準備物 |
| 1. 前時の振り返りをする。 | <ul style="list-style-type: none"> 1. 前時のワークシートに書いた感想を紹介することで内容を思い出すことができるようにする。 ・自然蒸発前の写真を提示することにより興味をもち、蒸発後と比べることができるようにする。 | ・写真 |
| 結しようの観察をして食塩のありかを調べよう。 | | |
| 2. 蒸発皿の中身を観察する。 | <ul style="list-style-type: none"> 2. 虫眼鏡を使うことでより細かな部分まで観察をすることができるようにする。 ・結晶仲間シートを配布することによりどの結晶の形がでも結晶と認識することができるようにする。 ・他の班の実験結果も見て回ることによって様々な結晶の様子を知ることができるようにする。 ・①～⑥までそれぞれの結晶の様子をワークシートに描くことで食塩水の中の食塩の様子を理解させる際に役立つようにする。 ・「どのような結晶があったかな？」と発問することで実験結果を共有し、結晶についての知識をより深めることができるようにする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・虫眼鏡 ・ワークシート ・結晶仲間シート |
| 3. ワークシートに食塩のありかを書き完成させる。 | <ul style="list-style-type: none"> 3. 前時に使った紙芝居を見せることで、結晶の様子から水溶液の中身の様子に描き変えることができるようにする。 ・予想と比べることができるように前時に使用したワークシートを配る。 ・各班6枚の紙を配り①～⑥の食塩の様子を描かせることで班の人と話し合いながら理解を図ることができるようにする。 ・各班の紙を大きな模造紙に貼ることで食塩水の中の様子を印象付けて理解することができるようにする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・紙 ・模造紙 |
| 4. まとめをする。 | <ul style="list-style-type: none"> 4. 出来上がった図を見ながら「食塩はどこにいるかな？」と発問することにより、児童の言葉でまとめることができるようにする。 | |
| 食塩はとけると食塩水全体に広がっている。 | | |
| 5. 振り返りをする。 | <ul style="list-style-type: none"> （予想される児童の反応） ・いろんなところに広がっている。 ・一つの場所に固まっていない。 5. 分かったことや授業を終えての感想を書いてもらうことで、授業内容を振り返ることができるようにする。 ・実験の片付けをするよう指示する。 | |

3. おわりに

本研究を通して、豊かなイメージを育む教材としてイメージ図の活用が有効的であると分かった。イメージ図といっても一様ではないので、目的に合ったパターンを選ぶことが重要である。そうすることで想像力だけでなく、理解力や積極性を高めることができた。目に見えないことだから想像がつかない、分かりにくいという考えになりがちであるが、子供たちは、イメージをしていくうちに、おもしろい、知りたい、見えないからこそ楽しみだなど思っていた。これこそが私の目的であった。

今回は物のとけ方単元を通して教材研究を行なった。この単元における結晶を用いて目には見えない事物を理解させる活動は私自身にとっても児童にとってもとても印象深いものとなった。スポイトで採取すること、自然蒸発をすること、結晶を見ることなど普段の実験であまりしていない活動だからこそ有効的であった。最善を尽くしたはずが、結晶が思ったようにできなかつたという事態が起きてしまった。このことから、どんな細かな条件でも記録をしておく大切さを学んだ。どのような条件で結晶ができるか、できなくなるかは未だ解決できていないので今後の課題である。また、失敗と決めつけるのは良くないことも学んだ。私は結晶が出来ずに様々な活動を制限してしまった。失敗と教師が思っているところから子供は想像を超える発見をした。実際理科は思い通りに結果がでないことが多いと言われている。そういう事態も想定しての教材を準備しておくことが大切であると学んだ。

本研究のテーマである子どもの豊かなイメージを育む教材づくりは私のこれからの教師人生におけるテーマである。他単元でも可視化することの大切さを常に心におきながら今回学んだことを生かし、教材を研究し、日々学び続けていきたいと思う。

【引用・参考文献】

- 1) 吉川・石川・加藤・竹村 (2015) 「見えない粒子の世界をみんなで演じて理解する方法の提案」,名古屋女子大学紀要第 61 号 p.15
- 2) 多田尚平 (2014) 「原子の存在を意識づける化学変化と原子・分子の単元展開」,滋賀大学教育学部附属中学校研究紀要第, p.50,
- 3) 岡崎・今村 (2010) 「児童のイメージを生かした理科授業の展開」,日本科学教育学会研究会研究報告書 NO.1,p41.46
- 4) 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領解説理科編
- ⑤ 5)武藤憲 (2007) 「理科好きの子を育てる指導の工夫」,日本理科教育学会,P230
- 6)山下・小野寺(2008) 「小学校 5.6 年生の溶解の学習に一貫」して粒子モデルを用いた効果」,日本理科教育学会,P142
- 7) 織田・甲斐・森藤(2017) 「小学校理科における溶解概念の構成に関する実践的研究」,福岡教育大学紀要第 66 号,第 6 分冊,P1-8