

就実大学教育学部初等教育学科

令和2年度

卒業研究

題目

小学校理科における数学的な活動の研究

－アメリカの理科を用いた日本の理科の改善－

学籍番号 5117021

氏名 角田 朋樹

指導教員 福井 広和

目次

第1章 序論

1. 問題の所在
2. 背景
3. 研究仮説

第2章 文献研究

1. 学習指導要領における位置づけ
2. 教科書での取り扱い
 - (1) 単元の構成と実験内容
 - (2) アメリカの教科書研究

第3章 教材開発

1. 他の教科書調べ
 2. 教科書の追試
- 【改善案による教材開発】

第4章 授業実践

1. 調査目的
2. 調査対象
3. 調査方法
4. 調査内容
5. 調査結果

第5章 改善案

1. ベン図の改善
2. 学習指導案の改善
3. おわりに

【引用・参考文献】

第1章 序論

1. 問題の所在

日本の児童・生徒の理科の学力は、TIMSS や PISA などの国際調査において常にトップクラスである。しかし、一般成人の理科の理解度は1991年の科学技術庁（現在の文部科学省）の調査では14か国中13位、2001年に18歳から69歳までの男女3000人を対象に行った「科学技術の理解度と関心度」に関する調査結果では19か国中14位であった。これらの結果から日本の科学教育は、子どもの高い学力とは対照的に成人の理解度が極めて低いことが分かる。では、どうして大人の科学技術の理解度はこのように低くなってしまったのか、児童・生徒時代の理科教育に何か問題があるのだろうか。この疑問こそが本研究で明らかにしたい問題の所在である。

この問題を考えるに際し、日本の理科教育と米国の理科教育との違いについて比較する手法を考えた。米国では科学の授業内容の一つとして「探求しての科学」という児童が各分野の特性を調べる経験から概念や用語を獲得すると学習方法や「サイエンス・トーク」と言われる教室で輪になって座り、子どもたちが自分の経験や集めたデータについて語り、思考を深め、結論を導き出す授業形式など日本であまり行われていない児童主体の授業があるそうである。こうした他国の教育方法を分析することで現在の日本の理科教育を見直すことができるのではと考えた。

本研究で特に着目したいのが「数量の扱い」である。米国の理科教育では低学年から数量的な扱いを取り入れていると聞く。日本の理科教育では発達段階の初期に数量を扱わせることは非常識であるが、そこから日本の理科教育を見直し、科学の理解度の高い成人を育てていきたい。

2. 背景

現在の日本の理科教育では数量的な扱いが少ないというのは本当なのだろうか。宮本は「小学校理科における児童の探索能力に関する研究：数量化に着目して」において次のように述べている。¹⁾

小学校において、自然事象への感性や二元論的な扱い（重い・軽い・大きい・小さい）を重要視するあまり、定性的な面が強調されていることに問題があるのではないかと考えられる。実際に、小学校学習指導要領解説理科編の内容を見ると、定性的な扱いばかりで数量的な扱いをする内容は一部分だけである。

また、同論文において、次のように述べている。¹⁾

イギリス、アメリカの科学カリキュラムと日本の理科学習指導要領の数量的（定量的）、定性的な扱いを比較することにした。その結果、イギリスやアメリカでは数量的（定量的）、定性的な扱いがカリキュラムの中に記述されていることや、日本の小学校高学年に当たる年齢から数量的（定量的）な扱いが系統的になっていることが明らかになった。

また、関口は「アメリカの小学校理科教科書における『数学的な活動』の特徴」において、次のように述べている。²⁾

小学校段階から数量的な扱いに関するトレーニングを詰むことで、中学校から理科嫌いになる問題や、数量的な取扱いに課題を抱えている問題への解決策になると考えた。

つまり、日本の小学校では二元論的扱いを重視するあまり、数量的な扱いに児童が慣れておらず、中学生から始まる数量的な学習で苦手意識を持つ生徒が増えてしまうのではないだろうか。

3. 研究仮説

前項では、現在の日本の小学校での理科授業で二元論的な扱いを重視するあまり数量的な扱いに児童が慣れていないため、中学生から始まる数量的な学習に苦手意識を持つ生徒が増えてしまうのではないかと述べた。そこで本研究では、第5学年「もののとけ方」の単元を対象としてグラフ化や計算を取り入れた数量的な学習を取り入れることで、理科に対しての苦手意識を少なくさせる授業の在り方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、早い時期からグラフや計算を取り入れ、計算問題への苦手意識を取り除くことで、中学生から始まる数量的な学習でも児童が進んで取り組めるようになる。
2. 「もののとけ方」の単元において、計算問題を多用し計算に慣れさせることで、児童の苦手な計算分野への理解度を向上させることができる。

小学校理科の中でも特に難しい計算問題がある「もののとけ方」で計算に慣れることができれば、後の数量的な学習でも児童が苦手意識を持つことが少なくなり、意欲的に取り組めるのではないかと考える。しかし、計算問題を解くだけでは理科的意欲は上がらないのではないかと考える。そこで、計算問題を多く取り入れているアメリカの理科教科書と日本の教科書を比較し、どのような手立てを授業に取り入れれば、従来の日本の理科教育になかったグラフや計算を用いた新しい授業が展開できるか検討していきたい。

第 2 章 文献研究

1. 学習指導要領における位置づけ

平成 29 年度公示の小学校指導要領解説理科編において、理科教育の内容は「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、「もののとけ方」の単元は「A 物質・エネルギー」に入ってくる。「物の溶け方」の目標は以下の通りである。

物の溶け方について、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活動を通して、次の事項を身に着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及する中で、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。

このことより、物の溶け方には水に溶けた物の重さを測るために計算問題を取り入れていることが分かる。また、小学校で学習する「物の溶け方」は中学校で学習する「物の溶け方」の導入部分であり、計算問題が多く出題されている。ここで計算問題に慣れることができれば、中学、高校での難しい計算問題に取り組む抵抗感が少なくなるのではないかと考える。そのためにもより良い教材支援が必要であると考えます。

2. 教科書での取り扱い

小学校学習指導要領の目標を受け、これまでの文部科学省検定教科書（東京書籍）において物の溶け方の内容をどのように扱ってきたのか、また、計算問題はどれくらいあったのか以下の10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4下』東京書籍
『昭和61年度新訂新しい理科4下』東京書籍
『昭和64年度新訂新しい理科4下』東京書籍
『平成4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5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14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5下』東京書籍
『平成23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5』東京書籍

【調査内容】

- ・単元の構成と実験内容
- ・水溶液の単元における数量化を用いた教授法

今回研究で取り扱う単元である、「物の溶け方」についての過去の単元構成や実験内容、グラフや表などをどのくらい用いられていたのかについて調べてみた。物の溶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ていく。また、これまでの教科書の中にはどれくらい表やグラフ、計算問題などの数量的な扱いを出していたのかを調べるため、「グラフから読み取る内容」と「計算が教科書に表記されている」部分についても色分けの対象として調べていく。

	: 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
	: グラフから読み取る内容
	: 計算が表記されている内容

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年</p> <p>食塩</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩は、いくらでも水にとけるだろうか。とける量には、かぎりがあるだろうか。 ・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>食塩水の重さとこさ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩水は透き通っており、見分けがつかない。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。 ・食塩水から、食塩を取り出すには、どうすればよいのだろうか。 ・三つのビーカーに、同じ量の塩を水に入れて食塩水を作った。（水の量はそれぞれ違う）食塩水のこさの順を調べよう。 ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 50 cm³の水をビーカーに入れ、その水に 5 g、10 g、15 g、20 g の食塩を入れ、よくかき混ぜてとがす。 ② ビーカーを熱し、残った塩が溶けるかを調べる ③ 少しずつ水を足していき、溶けるかを調べる。 ④ 食塩水の味を調べる。 ⑤ 食塩水の重さをてんびんを使って調べる。 ⑥ それぞれの液と同じ体積の水との重さをはかり、その差を比べる。 ⑦ 食塩水を蒸発皿に入れて熱する。 ⑧ 蒸発皿に残った食塩を続けて熱する。 ⑨ 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 52年</p>	<p>4年</p> <p>食塩水のこさと重さ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・こさの違う食塩水があり、どちらが濃いかを見分ける方法を見つけよう。 ・濃さの違う食塩水を熱して、水を蒸発させると、残る食塩の量に違いはあるのだろうか。 ・食塩水から取り出した食塩、もとの食塩と同じだろうか。 ・こさの違う食塩水を熱して、水を蒸発させると、残る食塩の量に違いがあるのだろうか。 ・食塩水から取り出した食塩は、もとの食塩と同じだろうか。 ・食塩水の濃さが違うと、それぞれ新しく溶かすことのできる食塩の量は違うだろうか。 ・食塩水は、濃さによって重さが違うのだろうか。 ・実験の結果から分かったことをまとめよう。 ・水に浮くものは、同じ体積の水より軽く、水に沈むものは、同じ体積の水より重いのだろうか。 ・分かったことをまとめよう。 <p>ほうさん</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ほうさんは、少しも水に溶けないのだろうか。 ・水に沈んでいるほうさんを、溶かすことはできないだろうか。 ・湯の温度を上げるとほう酸はさらに溶けるのだろうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ①食塩水を熱し、出てくる食塩の量を比べてみる。 ②ガラス板をかざし、湯気の中に食塩が含まれているか確かめる。 ③濃さの違う食塩水を2つ用意し、それぞれに同じ量の食塩を入れ、どれだけ溶けるのかを調べる。 ④水に溶ける食塩の量に限りはあるのか調べる。 ⑤食塩水の重さをてんびんを用いて調べる。 ⑥木、ろうそく、鉄などの重さと、その物と同じ体積の水の重さとを比べる。 <ul style="list-style-type: none"> ① 同じ量のほう酸と粉石けんを水に入れて、溶け方を調べる。 ② 少量のほう酸を水に入れて、溶けるかを調べる。 ③ 水を温めるとほう酸が溶けるのか調べる。
-------------------	--	---

<p>昭和 61年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・溶けないでビーカーの底に沈んでいるホウ酸を全部溶かすには、どうすればよいだろうか。 ・水の温度を上げると、ホウ酸の溶ける量は増えるのだろうか。 ・実験をして気づいたことをまとめよう ・ホウ酸の粒は、水の温度が下がると、出てくるのだろうか。また、もう一度温めると、どうなるのだろうか。 ・ホウ酸の粒が出た後の水には、もうホウ酸は溶けていないのだろうか。 ・ホウ酸水と水があり、ホウ酸は溶けているため分からない。ホウ酸水を見つけるためには、どのような方法があるだろうか。 	<ol style="list-style-type: none"> ①食塩やホウ酸を水に溶かし、どちらが水によく溶けるのかを調べる。 ②水の温度を上げて、ホウ酸が溶けるかを調べる。 ③ホウ酸をたくさん水に溶かしてみる ④ホウ酸の溶けている水の温度を変えて、ホウ酸の溶け方を調べる。 ⑤ホウ酸の粒を取り出した後の水には、ホウ酸が溶けていないか装置を用いて調べる。
<p>昭和 64年</p>	<p>食塩水のこさと重さ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同じ体積の水に、食塩を少し入れたものと、たくさん入れたものを用意し、どちらの食塩水に食塩がたくさん溶けているのかを知るには、どんな方法があるのだろうか。 ・食塩水を蒸発させて、残る食塩の量を比べてみよう。 ・うすい食塩水と濃い食塩水に、さらに食塩を溶かすと、食塩の溶ける量に違いは出てくるのだろうか。 ・うすい食塩水と濃い食塩水では、同じ体積でも重さが違うのでは、ないだろうか。 ・食塩水の重さは、水の重さと、溶けている食塩の重さを合わせた物だろうか。 	<ol style="list-style-type: none"> ①食塩水を蒸発させ、残る食塩の量を調べる。 ②食塩を追加し、うすい方は濃い方よりも多く溶けるのではないか調べる。 ③てんびんを用いて重さをはかる。 ④水に少しずつ食塩をとかしていき、物が浮かぶのかを調べる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果で分かったことをまとめよう。 ・食塩を溶かして、水に沈んでいる物を浮かせてみよう。 ・まとめてみよう 	
平成 4年	<p>5年</p> <p>もののとけかた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・お湯にホウ酸を入れ、観察し、しばらくすると、どうしてホウ酸の粒が見えるのだろうか。 ・ホウ酸は、水の温度によって溶ける量が違うのだろうか。 ・ろ紙でこした液には、もうホウ酸は溶けていないのだろうか。 ・ホウ酸は水の温度が高くなると、たくさん溶けるようになる。ホウ酸の温度が下げると溶けていたホウ酸が出てくるわけを考えよう。(グラフから) ・ホウ酸水の温度を下げると溶けていたホウ酸が出てくるわけを考えよう。 ・氷水で冷やした後の液には、まだホウ酸が溶けているのだろうか。溶けているとすれば、どうしたらとり出せるのだろうか。 ・ホウ酸の溶ける量は水の体積によって決まっているか。 ・食塩もホウ酸のような溶け方をするのだろうか。 ・ホウ酸や食塩は、水に溶けると粒が見えなくなるが、溶けた物の重さはどうなるのだろうか。 ・まとめをしよう 	<ol style="list-style-type: none"> ①お湯にホウ酸を溶かしてしばらく観察する。そして、ホウ酸水を温めたり冷やしたりしてみる。 ②水の温度を変えて、ホウ酸がどれくらい溶けるかを調べる。 ③ろかを行い、ホウ酸水からホウ酸を取り出してみる。 ④ろ紙でこした液の温度を下げて、ホウ酸が出てくるかを調べる。 ⑤ろ紙でこした液の水を蒸発させて、ホウ酸が出てくるかを調べる。 ⑥同じ温度で体積の違う水を用意し、溶けるホウ酸の量を調べる。 ⑦以下の4通りの実験方法を用意し、グループごとに調べることを決め、実験して食塩の溶け方をまとめる。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 100 cm³の水にどれくらい溶けるか、また、200 cm³の水にはどれくらい溶けるか。 2. 水の温度を上げると、溶ける食塩の量はどうなるか。 3. 食塩水を冷やすと、食塩の粒が出てくるか。 4. 食塩水を蒸発させると、食塩の粒が出てくるか。 ⑧てんびんを用いて、ホウ酸や食塩が水に溶けた時、液全体の重さがどうなるかを調べる。

<p>平成 8年</p>	<p>5年 もののとけかた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩水は見たところ水のようにだが、食塩水について疑問に思ったことを話そう。 ・食塩は水にどれくらい解けるのだろうか。 ・水に溶けた食塩は、取り出すことができるのだろうか。 ・食塩は、水に溶けると粒が見えなくなる。食塩の重さは水に溶けるとどうなるのだろうか。 ・結果を整理して、食塩の溶け方について、話し合いまとめてみよう。 ・ホウ酸も食塩と同じような溶け方をするのだろうか。 ・溶け残ったホウ酸を、水の量を増やさずに溶かすことはできないだろうか。 ・グラフを見て考えよう。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 水に溶ける食塩の量を調べる。 ② 食塩水を蒸発させて、食塩が出てくるかどうかを調べる。 ③ はかりを使って、食塩が水に溶けたとき、食塩水の重さがどうなるのかを調べる。 ④ 体積の異なる水を用意し、ホウ酸の溶ける量を調べる。 ⑤ 食塩で確かめたのと同様に、ホウ酸もホウ酸の入った水溶液を蒸発させると、ホウ酸が出てくるのか確かめたり、水にホウ酸を溶かす前と、溶かした後の全体の重さを調べる。 ⑥ 水の温度を上げると、ホウ酸が多く溶けるようになるか調べる。また、食塩についても同じようにして調べ、溶ける量を比べる。 ⑦ ホウ酸をろか装置を使って取り出し、取り出した後の液にはまだホウ酸が残っているのかを調べる。
<p>平成 12年</p>	<p>5年 もののとけかた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩を2、3粒水に落とすと食塩の粒はどうなるだろうか。 ・食塩は、水にどれくらいとけるのだろうか。 ・食塩水を蒸発させて、食塩が出てくるかどうか調べよう。 ・食塩が水に溶けたとき、食塩水の重さがどうなるか、調べよう。 ・実験で分かったことを、初めに自分で予想したことと比べて分かったことをまとめる。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 水に溶ける食塩の量を調べる。 ② 食塩水を蒸発させて、食塩が出てくるかどうかを調べる。 ③ はかりを使って、食塩が水に溶けたとき、食塩水の重さがどうなるのかを調べる。 ④ 体積の異なる水を用意し、ホウ酸の溶ける量を調べる。 ⑤ 食塩で確かめたのと同様に、ホウ酸もホウ酸の入った水溶液を蒸発させると、ホウ酸が出てくるのか確かめたり、水にホウ酸を溶かす前と、溶かした後の全体の重さを調べる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ホウ酸も食塩と同じような溶け方をするのだろうか。食塩で調べたことを、ホウ酸についても同じようにして調べ、結果を比べよう。 ・溶け残ったホウ酸を、水の量を増やさずに、溶かすことはできないだろうか。 ・グラフを見て、考えよう。 ・まとめをしよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥水の温度を上げると、ホウ酸が多く溶けるようになるか調べる。また、食塩についても同じようにして調べ、溶ける量を比べる。 ⑦ホウ酸をろか装置を使って取り出し、取り出した後の液にはまだホウ酸が残っているのかを調べる。
平成 14年	<p>5年 もののとけかた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩の粒を、虫眼鏡で観察してみよう。 ・食塩を水に入れると、食塩の粒はどうなるだろうか。 ・食塩は水にいくらでも溶けるのだろうか。溶ける食塩の量を調べよう。 ・食塩を蒸発させて、溶けている食塩がどうなるかを調べよう。 ・食塩の重さは、水に溶けると、どうなるのだろうか。 ・実験で分かったことと、初めに自分が予想したことを比べて、食塩のとけかたについて、まとめよう。 ・ホウ酸も、食塩と同じような溶け方をするのだろうか。 ・溶け残ったホウ酸を、水の量を増やさずに、溶かすことはできないだろうか。 ・出てきたホウ酸は、ホウ酸水の温度を上げたり、冷やしたりすると、どうなるだろうか。 ・グラフを見て、考えよう。 ・まとめをしよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ①食塩の粒を虫眼鏡を使って観察する。 ②水に溶ける食塩の量を調べる。 ③食塩水を蒸発させて、食塩が出てくるかどうかを調べる。 ④はかりを使って、食塩が水に溶けたとき、食塩水の重さがどうなるのかを調べる。 ⑤体積の異なる水を用意し、ホウ酸の溶ける量を調べる。 ⑥食塩で確かめたのと同様に、ホウ酸もホウ酸の入った水溶液を蒸発させると、ホウ酸が出てくるのか確かめたり、水にホウ酸を溶かす前と、溶かした後の全体の重さを調べる。 ⑦水の温度を上げると、ホウ酸が多く溶けるようになるか調べる。また、食塩についても同じようにして調べ、溶ける量を比べる。 ⑧ホウ酸をろか装置を使って取り出し、取り出した後の液にはまだホウ酸が残っているのかを調べる。

<p>平成 17年</p>	<p>5年 もののとけかた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩の粒を虫眼鏡で観察しよう。 ・食塩の粒を水に入れると、食塩の粒はどうなるだろうか ・水に、さじ1杯の塩を入れて溶かし、食塩の溶け方について、不思議に思うことや、調べてみたいことを話し合おう。 ・食塩は、水にどれくらい溶けるのだろうか。 ・食塩水を蒸発させると、溶けている食塩はどうなるか、調べよう。 ・食塩の重さは、水に溶けると、どうなるのだろうか。 ・実験で分かったことをまとめよう。 ・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。 ・ホウ酸も、塩と同じような溶け方をするのだろうか。 ・ホウ酸が出てきた後の液には、ホウ酸は溶けているのだろうか。 ・グラフを見て、考えよう。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 食塩の粒を虫眼鏡を使って観察する。 ② 食塩の粒を水に入れる。 ③ 水に溶ける食塩の量を調べる。 ④ 食塩水を蒸発させて、食塩が出てくるかどうかを調べる。 ⑤ はかりを使って、食塩が水に溶けたとき、食塩水の重さはどうなるのかを調べる。 ⑥ 水の温度を上げると、食塩が多く溶けるようになるのか調べる。 ⑦ 食塩で確かめたのと同様に、ホウ酸もホウ酸の入った水溶液を蒸発させると、ホウ酸が出てくるのか確かめたり、水にホウ酸を溶かす前と、溶かした後の全体の重さを調べる。 ⑧ 水の温度を上げると、ホウ酸が多く溶けるようになるか調べる。また、食塩についても同じようにして調べ、溶ける量を比べる。 ⑨ ホウ酸をろか装置を使って取り出し、取り出した後の液にはまだホウ酸が残っているのかを調べる。
<p>平成 23年</p>	<p>5年 もののとけかた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩の形を観察してみましよう。また、この食塩の粒を水に入れると、どうなるでしょう。 ・食塩は水に溶けると、重さが変わるのだろうか。 ・食塩は水にどれくらい溶けるのだろうか。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 食塩を、さじで1杯とって、水の中に入れると、食塩の粒はどうなるだろうか。 ② はかりを使って、食塩水の重さをはかる。 ③ 50mlの水に、食塩がすりきり1杯の食塩が何杯まで溶けるかを調べる。

	<ul style="list-style-type: none"> ・水の量を増やしたり、水の温度を上げたりすると、水に溶ける食塩の量は、どうなるのだろうか。 ・実験の結果をまとめよう。 ・食塩水から、とけている食塩を取り出すことができるのだろうか。 ・ホウ酸は水にとかすと、食塩と同じような溶け方をするのだろうか。 ・ホウ酸水の温度をさらに下げると、ホウ酸を取り出すことができるのだろうか。 ・グラフをもとに、考えよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ④水の量を変えて、食塩がどれくらい溶けるのかを調べる。 ⑤食塩水を蒸発させて食塩を取り出せるか調べる。 ⑥ホウ酸を使って、食塩と同じようにして、調べる。 ⑦ホウ酸が出てきた液を冷やす。 ⑧ろ過した液を氷水で冷やす。
平成27年	<p>5年</p> <p><u>物のとけ方</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩が水に溶ける様子を観察して、気づいたことを話し合おう。 ・物が水に溶けると、溶けた物の重さはどうなるか、考えましょう。 ・物が水に溶ける量には、限りがあるのだろうか。 ・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。 ・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。 ・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。 ・実験の結果をもとに、水の温度と物が溶ける量には、どのような関係があるか考えよう。 ・水溶液を冷やすと溶けている物を取り出すことができるのだろうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ①食塩をティーバックの中に入れて、水につけて観察する。 ②はかりを用いて、食塩を溶かす前と溶かした後の重さをはかり、くらべる。 ③50mlの水に、食塩とミョウバンが溶ける量を調べる。 ④水の量を変えて、物が水に溶ける量を調べる。 ⑤水の温度を変えて、物が水に溶ける量を調べる。 ⑥60℃の水に、食塩とミョウバンがどれくらい溶けるかを調べる。 ⑦水溶液を冷やして、溶けている物を取り出すことができるか調べる。 ⑧水溶液の水を蒸発させて、溶けている物を取り出すことができるかを調べる。

・水溶液の水を蒸発させても、溶けている物を取り出すことができるのだろうか。	
---------------------------------------	--

【 考察 】 教科書における粒子概念の表記・内容

歴代教科書の内容を整理すると表 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	グラフから読み取る	計算が表記されている
昭和 49 年	○	○	○	×	○
昭和 52 年	○	○	○	×	○
昭和 61 年	○	○	○	×	×
昭和 64 年	○	○	○	×	○
平成 4 年	○	○	○	○	×
平成 8 年	○	○	○	○	×
平成 12 年	○	○	○	○	×
平成 14 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・物質の取り出しはどの年代でも扱われていることが分かった。しかしながらも、数量的な扱いにおいては、表やグラフにまとめてみることや教科書に載っている

グラフから考えを読み取るといったような、まとめなどにのみ使われており、計算問題が表記されていたのは昭和のみで、平成ではほとんど使われていないことが分かった。また、新学習指導要領で理科においては、観察・実験結果に基づいてグラフ作成やその読み取りなどによって、探求スキルの導入が大切なのではないかと、グラフ化に関する指導を進めていることもあり、平成から導入されているということも分かった。これらのことから、現在の理科では、グラフから読み取るというように、読み取りを行う問題があり、規則性を理解させやすいとは思いますが、児童が真に規則性に気付くということができていないのではないかと考えた。実験を行い自分でグラフにまとめ、そこから本当にその規則性があったのかを確かめるといったような、予想→実験→記録・まとめ→もう一度実験というような活動が必要なのではないかと考える。

② 単元構成

表 2 の内容に加え、昭和の教科書では、「もののとけかた」という単元ではなく、食塩水の重さや濃さを調べるといったように、食塩水の濃さと関連付けられていたことが分かる。加えて表 3 よりでんぷんを溶かすといった内容も昭和 49 年しか出ておらず、それ以降の教科書には載っていなかったことも分かった。また、食塩とホウ酸が主に使われており、食塩とホウ酸のどちらも同じような実験をしており、そうすることで食塩とホウ酸の違いがよく分かるようになっている。数量的な扱い（表、グラフ、計算問題）においては、ほとんど使われておらず、まとめにいくらか出てきているのみで、数量的ではなく実感的に「もののとけかた」について理解していたのではないかと考えた。

③ 実験内容

表 2 から、教授内容は多少の違いはあれ、ほとんど同じであった。しかし、平成の教科書では濃さと関連させる単元は載っていなかった。実験内容や、使用している実験器具などの違いは、年々変わってきてはいるが、まとめには、表やグラフから読み取ることは行われていた。

そこで、年代ごとにどのような物質が使われているのか表にまとめてみることにした。

表 3. 溶かす物質

昭和 49 年	食塩・でんぷん
昭和 52 年	食塩・ホウ酸
昭和 61 年	食塩・ホウ酸
昭和 64 年	食塩
平成 4 年	食塩・ホウ酸
平成 8 年	食塩・ホウ酸
平成 12 年	食塩・ホウ酸
平成 14 年	食塩・ホウ酸
平成 17 年	食塩・ホウ酸
平成 23 年	食塩・ホウ酸・砂糖（コーヒースユガー）・砂
平成 27 年	食塩・ミョウバン・砂糖（コーヒースユガー）小麦粉

表 3 より、食塩はどの年代にも使用されており、ホウ酸もほぼどの年代にも使われていることがわかった。ほかにも、「やってみよう」といった研究やコラムなどでは、ミョウバンを結晶づくりとしておこなっていることが多かったが、平成 27 年では、ホウ酸の代わりにミョウバンが使われていた。これらのことから、実験にはでんぷんやホウ酸なども使い、そこから数量的な思考を取り入れると、児童が実感的のみの理解ではなく、数量的に理科としての理解が培えるのではないかと考える。

(2) アメリカの教科書研究

日本の教科書を調べ、これまでの「もののとけかた」について内容を確認することができた。続いて、アメリカの教科書について Person 社の Scott Foresman Science を用いて、日本の内容とどういった点が異なっているのかを調べていく。ただし、調べた教科書では「もののとけかた」の単元はなかったため、グラフや表などの数量的な扱いがどのくらい使われているのかについて調べた。また、Person 社の Scott Foresman Science には Math in Science という理科の中に数学的な思考を用いて考えていくコーナーがあったため、本研究ではそのコーナーをもとに集計していき、数量的な扱いがどれほどされているのかを調べていく。また、数量的な活動に緑色を付けていく。

【調査対象】

『Person 社 Scott Foresman Science grade 2』

『Person 社 Scott Foresman Science grade 4』

【調査内容】

- ・ Math in Science における数量的活動

表 1. Chapter ごとの Math in Science における活動

Grade2

チャプター	Math in Science における活動
Chapter 1	・ 葉っぱの図面を持ち帰り、家族に学んだことを話す。
Chapter 2	・ 真を見て、骨のある動物と骨のない動物の 2 グループに分ける。 ・ 動物の数を比較するグラフを作成する。

Chapter 3	・表を見て動物の成長する速さを調べる。
Chapter 4	・毛虫から蝶になるにはどれくらいの期間かかるのかを調べる。
Chapter 5	・グラフを読み取り、缶がどれくらいリサイクルされているのかを調べる。
Chapter 6	・図を見て、質問に答える。
Chapter 7	・棒グラフを作成し、葉の長さを比べる。
Chapter 8	・定規を使用し、カップ内の体積を調べる。 自宅でも調べる。
Chapter 9	・影の長さを時間を変えて測定し、表にまとめる。
Chapter 10	・坂の傾斜を高くするとおもちゃの車はより長い距離を進むことができる。
Chapter 11	・音の大きさが分かる棒グラフを読み取り、質問に答える。
Chapter 12	・星が軌道にのるまでの表から読み取り、質問に答える。
Chapter 13	・学校で使われているテクノロジーを調べる。

Grade4

チャプター	Math in Science における活動
Chapter 1	・植物や昆虫などの対称線の数を調べる。
Chapter 2	・グラフを使用して、質問に答える。近所で 5 種類の植物を見つけ、成長する最短をリストにまとめる。
Chapter 3	・折れ線グラフを読み取り、質問に答える。
Chapter 4	・グラフを読み取り、質問に答える。
Chapter 5	・各文を完成させるのに適切な言葉を選ぶ。
Chapter 6	・折れ線グラフを使用して質問に答える。 また、テレビ、新聞などから最高気温や最低気温を比較するための棒グラフを作成する。
Chapter 7	・表を見て質問に答える。
Chapter 8	・表を使用して質問に答える。
Chapter 9	・表をみて質問に答える

Chapter 10	・表を見て、質問に答える。
Chapter 11	・数直線や表を見て質問に答える。
Chapter 12	・温度計についての質問に答える。
Chapter 13	・電荷について適切な言葉を選ぶ。
Chapter 14	・表を見て質問に答える。
Chapter 15	・距離 = 平均速度 × 時間の公式を用いて質問の計算を行う。
Chapter 16	・質問から分かることを表にまとめる。
Chapter 17	・表から分かることを答える。
Chapter 18	・表を利用して、星の直径の中央値などを調べる。
Chapter 19	・マップ上では 5 cm だが、実際は何 m なのかを調べる。

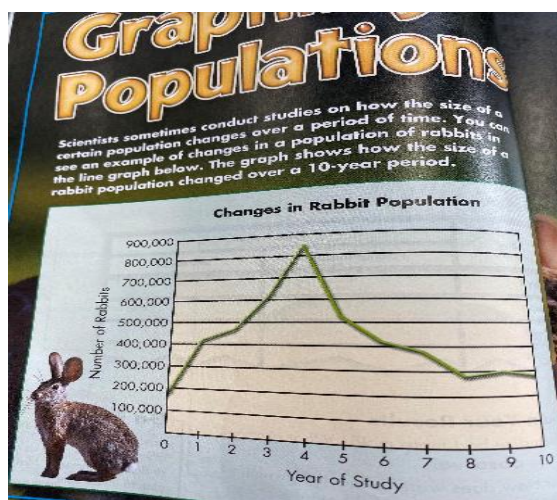


写真 1 Math in science 4
におけるグラフ写真

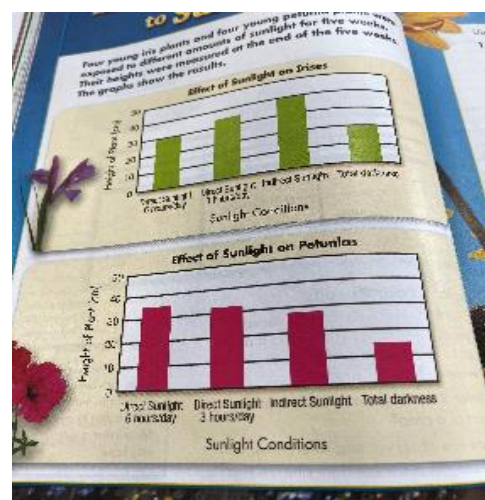


写真 2 Math in science 4
におけるグラフ写真

【調査結果】

表 1 および写真 1. 2 より、Person 社版 Scott Foresman Science における Math in Science では、低学年からグラフを作成したり、グラフから読み取る活動を多く取り入れたりしていることが明らかになった。チャプターの構成においては写真 3.4 より、写真が大きく使われていた

りグラフを作成したりと日本の教科書とは大きく異なった内容であった。チャプターも 10 以上あり、ページ数も 600 を超えるなど、日本では考えられない構成であった。大きく異なるのはやはり、チャプターごとに数学的な思考を用いて考える内容が用意されており、二元論的な扱い、したがってどれくらいの大きさなのか、どれくらいの長さなのか、どれくらいの頻度で起きているのかなど、児童が自ら考え、自分で整理し、自分の中でしっかりとした理解ができているからこそ科学の高い理解度をアメリカは誇っているのではないかと考える。したがって、これから行っていく教材開発では、表を児童が作成すること、そこからどのようなことが学べたのかを共有すること、終わりにはグラフを読み取り質問に答えていくなどの「探求しての科学」を取り入れていきたいと考えた。そうすることで、これまでの日本の理科のような実感的な理解だけではなく、数量的な理解によって、より深い理解につながるのではないかと考える。したがって計算問題を取り入れることと、グラフを児童が作成し、そこから考えることが出来るような教材を開発していきたい。



写真 3 Math in science 4
における写真

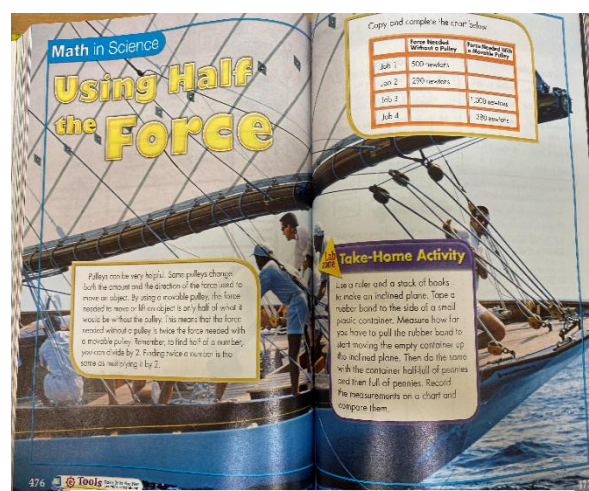


写真 4 Math in science 4
における写真

第3章 教材開発

第2章では日本の理科教科書とアメリカの理科教科書の違いを調べた。本章ではアメリカの教科書に載っているグラフィックオーガナイザーを日本の授業に取り入れて、数量的な活動を児童が主体的に行えるような教材開発を行っていく。

1. 他の教科書調べ

第2章では東京書籍について調べたが、平成27年度啓林館理科5年(写真5)を調べてみると、グラフを多く扱っていることや計算問題も載っていたことから、数量的な内容が取り扱われていたことが分かった。同じ文部科学省の検定教科書でありながら、学習活動の方法がこれほどまでに違うのかと驚いた。そこで、啓林館の教科書に載っている実験を追試し、数量的な活動が学習の中でどの様に位置づけられているか調べ、現行の日本の理科教科書で数量的な活動がどこまで行われているのかを明らかにしたい。そこから

米国の教科書の記述内容と比較することで、発達段階に於いて最適な数量的活動の在り方を調べていく。

写真5 啓林館5年生別冊→
わくわく理科プラス p.34
『もののとけ方』における
グラフや計算問題の扱い例

① 10℃の水50mLに食塩を溶かすだけと溶かした水よう液をつくり、10℃の水50mLを加えました。食塩は、さらに何gとけるでしょうか。次の□の中のグラフから、必要な数を読み取り、答えましょう。(計算式もかきましょう)

グラフ1 水の温度とものどける量
(水の量は50mL)

水の温度	とける食塩の量 (g)
10℃	20
30℃	25
40℃	35

グラフ2 ものどけ方の量
(水の温度は10℃)

水の量 (mL)	とける食塩の量 (g)
50mL	20
100mL	40

(1) この問題は、グラフ1と2のどちらを使って解けばよいでしょうか。

(2) 50mLの水にとける食塩は、何gでしょうか。グラフから読み取りましょう。
 g

(3) 50mLの水を加えたあとの水の量は、何mLでしょうか。また、その水の量にとける食塩の量は、何gでしょうか。
水 mL 食塩 g

(4) 50mLの水を加えた水よう液に、食塩は、さらに何gとけるでしょうか。
水 mL 食塩 g

2. 教科書の追試

①啓林館 平成 27 年度 理科 5 年

教科書に記載されている「ものが水にとける量」の実験を追試して、計算問題やグラフの作成が小学校 5 年生の児童に可能かどうか検証する。

実験 1 水を 50ml に食塩 10 g を溶かすことができるか

・準備物

・ビーカー (100ml) ・ガラス棒 ・食塩 ・電子てんびん
・薬包紙 ・薬さじ

・実験方法

- ① ビーカーに水を 50ml 入れる。
- ② 食塩を溶かす前の全体の重さをはかる。
- ③ 食塩 10 g をビーカーに入れ、ガラス棒を使ってかき混ぜ溶かす。
- ④ 食塩を水に溶かしてから、再び全体の重さをはかり、②と比べる。

・実験の様子及び結果

写真 5 より、全体の重さをはかると、118.9 g あった。そしてビーカーの中に食塩を入れガラス棒を使って溶かしてみた。完全に食塩が溶けた後に全体の重さを再びはかってみると写真 6 より、118.9 g で溶かす前と変わらなかった。



写真 6 実験前の全体の重さ

【考察】

- ・ 実際に食塩を溶かしてみることで実際に物が水に溶ける様子を観察することが出来る。
- ・ 10gの食塩を溶かすことで食塩の量の多さに気付くことができ、もっと溶けるのではないかというような考えを持つことが出来るのではないかと考える。
- ・ この実験だけでは計算問題やグラフを作成することは難しい。

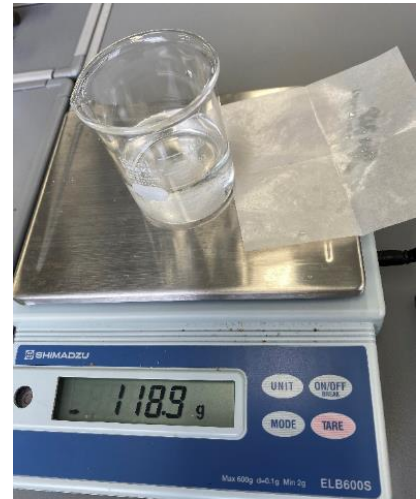


写真 7 実験後の全体の重さ

実験 2 水を 50ml に食塩とミョウバンはどれくらい溶かすことができるか

・ 準備物

- ・ 食塩
- ・ ミョウバン
- ・ 電子てんびん
- ・ 薬包紙
- ・ 薬さじ
- ・ ガラス棒
- ・ ビーカー (100ml) 2つ

・ 実験方法

- ① 実験 1 で作った、水 50ml に食塩 10g を溶かした水溶液に 1g ずつ食塩を入れてよくかき混ぜ、食塩が溶け残るまで繰り返す。
- ② 水 50ml にミョウバンを 1g ずつ入れてよくかき混ぜ、ミョウバンが溶け残るまで繰り返す。
- ③ 実験結果を表に記録し、棒グラフを描く。

東京書籍の教科書ではさじですり切り何杯分の食塩が溶けるかという実験方法を取り、グラフ化もさせていない。これに対し啓林館の教科書では何gの食塩か計量させ、グラフに描くよう指示が記載されている。

・実験の様子及び結果

食塩の水溶液は予め 10 g 溶かしていたもののため、そこから 1 g ずつ溶かしていった。ミョウバンは水 50ml に 1 g ずつ溶かしていった。

実験結果は以下の表 1 のようになった。

この結果を児童が行うのと同じようにグラフ化したものが写真 2 である。

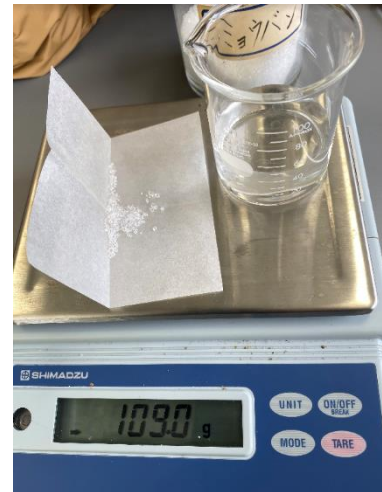


写真 7 ミョウバンの実験

表 1. 実験結果

水 50m l に対して溶けた食塩の量	15 g
水 50m l に対して溶けたミョウバンの量	4 g

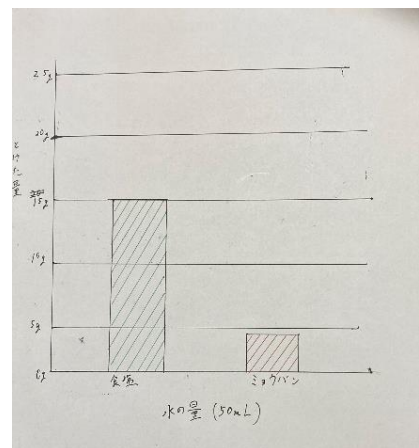


写真 8 実験結果のグラフ

【考察】

- ・グラフを作図する活動があると、数量的な活動に慣れることができ、児童が数量的な活動に慣れるのではないかと感じた。
- ・食塩は比較的簡単に溶かすことが出来たが、ミョウバンは 4 g 溶かすのに常温だと 40 分ほどかかった。そのため 45 分間の授業で実験してグラフを児童に描かせるのは不可能であることが分かった。
- ・この教科書ではグラフを描く課題が載っているがワークシートは記載されておらず、低位の児童にとってはノートにグラフの枠を描くだけでも大変だと感じた。時間短縮と描画技能の個人差に対応するためにワークシートを与える必要があると考える。

実験 3 60℃のお湯 50m l に食塩とミョウバンはどれくらい溶かす
ことができるか

・ 準備物

・ 食塩 ・ ミョウバン ・ 電子てんびん ・ 薬包紙 ・ 薬さじ
・ ガラス棒 ・ ビーカー (100ml) ・ 温度計 ・ 保温スターラー

・ 実験方法

- ① 水 50m l をビーカーに入れ、温度をはかる。この水にミョウバンが溶ける量を、実験 2 と同じようにして調べる。
- ② ① で作った液の入ったビーカーを保温スターラーで温め、中の温度を 60℃ で一定にし、溶け残りが出るまでミョウバンが溶けた量を調べる。
- ③ 食塩も①と②同様に調べる。
- ④ 溶けた量を表に記入し、棒グラフを書く。

・ 実験の様子及び結果

写真 9 より SRS316HA を用いてビーカーの中の温度を一定に保ちながらミョウバンと食塩を溶かしていった。

実験結果は表 2 のようになった。

表 2 . 60℃のお湯 50m l に溶ける量

	常温	60℃
ミョウバン	4 g	26 g
食塩	15 g	15 g



写真 9 保温スターラー

【考察】

・実験 2 と同様にグラフを書かせる活動ができるため、数量的な活動に慣れさせることが出来るのではないかと考える。しかし、温度を一定に保つため保温スターラーを用いたが、ビーカーを置く部分が非常に熱くなるため児童にとって安全に実験ができるものが必要だと感じた。

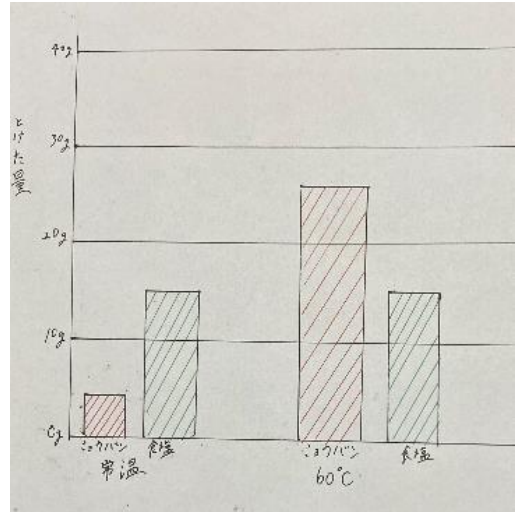


写真 10 実験のグラフ

- ・温度を一定に保つのは調節に時間がかかり、児童のみで行うのは難しいと考えた。教師一人で指導するための手立ての必要性を感じた。
- ・比較をするグラフを用いることで、食塩とミョウバンの温度による溶解度の違いが一目瞭然に分かると感じた。
- ・食塩とミョウバンの溶解度の違いを比較しまとめる祭に、ベン図などの思考ツールが有効ではないかと感じた。

実験 4 ろ過した液を蒸発させたり、氷水で冷やしたりすると粒が取り出せるか調べる。

・準備物

- ・実験 3 で出来た食塩水とミョウバンの水溶液をろ過した液
- ・実験用ガスコンロ ・ビーカー ・スポイト ・水
- ・ガラス棒 ・蒸発皿 ・ボウル ・ろ過装置 ・漏斗 ・ろ紙

・実験方法

- ① 実験 3 で作った食塩水とミョウバンの水溶液をろ過し、液体と溶け残った個体を分ける。
- ② ①で作った食塩水とミョウバンの水溶液をガスコンロで蒸発させ、粒を取り出せるかを調べる。
- ③ ①で作った食塩水とミョウバンの水溶液を氷水で冷やし、粒を取り出せるかを調べる。
- ④ 結果をまとめる。

・実験の様子及び結果

写真 11 より、実験 3 で作った食塩水とミョウバンの水溶液をろ過していき、水溶液と個体に分けていく。そして、ろ過した食塩水とミョウバンの水溶液を入れ、蒸発させていく。また、ろ過した食塩水とミョウバンの水溶液を氷水が入った容器に入れ、冷やしていく。

実験結果は以下の表 3 のようになった。



写真 11 ろ過の実験

表 3. 実験結果

	ミョウバン	食塩
ろ過した液を蒸発させると	粒を取り出せた。	粒を取り出せた。
ろ過した液を氷水で冷やすと	粒を取り出せた。	粒を取り出せなかった。

【考察】

- ・粒が取り出せることから、溶けて消えたものが本当に水の中にあったということを視覚的に理解することができる。
- ・表にまとめる作業があるため、児童同士でなぜこうなるのかを話し合わせる活動を行うことができる。
- ・食塩とミョウバンの違いについて考えることから、思考ツール（グラフィックオーガナイザー）を使用して、考えることが可能であるということが分かった。

【追試を終えての改善点】

- ・溶かす時間が多くかかることから、計算問題やグラフや表の作成などの数量的な活動の時間を確保することが難しいため、早く溶かすことができるための実験材料の開発。
- ・計算問題と表やグラフを取り入れたワークシートの開発。
- ・棒グラフや表の作成だけではなく、実験にあう思考ツールを用いて、児童が視覚的に分かりやすく理解できる教材の開発。

「ものの溶け方」の実験を行ってみて、計算問題や表やグラフにまとめるといったような、数量的な活動を行うことは可能であることが分かった。しかし、実験を通していくつかの改善点も見つかった。数量的な活動を取り入れることは時間がかかってしまうため、実験を行う時間や、児童同士で話し合う時間が少なくなってしまうことから、簡単に分かりやすいワークシートを開発し、児童が主体的で対話的に行える時間を多く取り入れることができるような授業を行っていきたい。

【改善案による教材開発】

啓林館の教科書に載っている実験を行ってみて、次の3点から教材を開発していきたいと考えた。

- ① 溶かす時間が多くかかることから、計算問題やグラフや表の作成などの数量的な活動の時間を確保することが難しいため、早く溶かすことができるための実験材料の開発。
- ② 計算問題と表やグラフを取り入れたワークシートの開発。
- ③ 棒グラフや表の作成だけではなく、実験にあう思考ツールを用いて、児童が視覚的に分かりやすく理解できる教材の開発。

まずは、①の早く食塩やミョウバンを攪拌する方法についての教材を開発していく。

攪拌を早く行うための方法を調べていくうちにプロテインシェイカーが有効的に使用できるのではないかと考えた。プロテインシェイカーの中には、「ブレンダーボール」と呼ばれるボールを入れることによって、泡立て器そのもののかき混ぜることが可能であるということが調べていくうちに分かった。そこで、アルミ針金を使いブレンダーボールのように形を整え攪拌に使うことにした。アルミ針金は安価であり、色々な形に作り替えることが出来ることから、これを使用しようと考えた。(写真 12)



写真 12 アルミ針金

アルミ針金を適当な大きさにカットし、カットしたものを丸くしてボール状にしていく。この時、ボールの中に空気が通るように隙間を開けておくことを心掛ける。(写真 13)

ボールが完成したら、実際にプロテインシェイカーに入れてシェイクし、食塩やミョウバンが溶けきるまでの時間を測定した。



写真 13 アルミ針金をブレンダーボールに

プロテインシェイカーに自作したブレンダーボールを入れシェイクすることで攪拌してみた。すると、食塩においては、あまり時間に違いはなかったが、ミョウバンにおいては 1g 溶かすのに 10 分ほどかかっていたものが 5 分ほどで溶かしきることが出来た。これによりミョウバンを溶かすには、ガラス棒を使っでの攪拌よりブレンダーボールを入れたプロテインシェイカーの方が格段に効率的であることが確かめられた。食塩は、もともとミョウバンよりも短時間で溶かすことができていたので大きな差は表れなかった。さらに、プロテインシェイカーは 1 度に大量の食塩やミョウバンを溶かすことができたため、攪拌の時間短縮になるのではないかと考える。



写真 14 プロテインシェイカーの実験

食塩やミョウバンを早く溶かす方法については考えることができた。

次は計算問題やグラフと表、そして思考ツール「グラフィックオーガナイザー」を取り入れたワークシートの作成を行っていききたい。

計算問題については、写真 15

啓林館別冊に掲載されていた問題を使用していききたいと考える。

グラフから読み取り計算を行って答えを出すというような問題が別冊には載っていたため、これをワークシートに載せて、計算問題として児童に解いていってもらいたいと考える。

次は、自分でグラフを作成するワークシートを考えていききたい。追試を行う中で、グラフを作成できそうな実験は、実験 2 と実験 3 であり、食塩とミョウバンの違いに

ついてまとめる際に使用されていた。したがって、児童にグラフや表を作成してもらう場面は実験 2 と実験 3 で行いたいと考える。また、2つのものの共通部分と異なる部分を視覚的に分かりやすくするものとして、ベン図という思考ツールが使えるのではないかと考える。そこで、それらをもとにワークシートを作っていく。グラフを児童に書いてもらい、そこから児童らが話し合い、自分の考えを書くところも用意しておきたい。思考ツールを書くところは広く取り、大きく見やすいというのを目標にしていききたい。

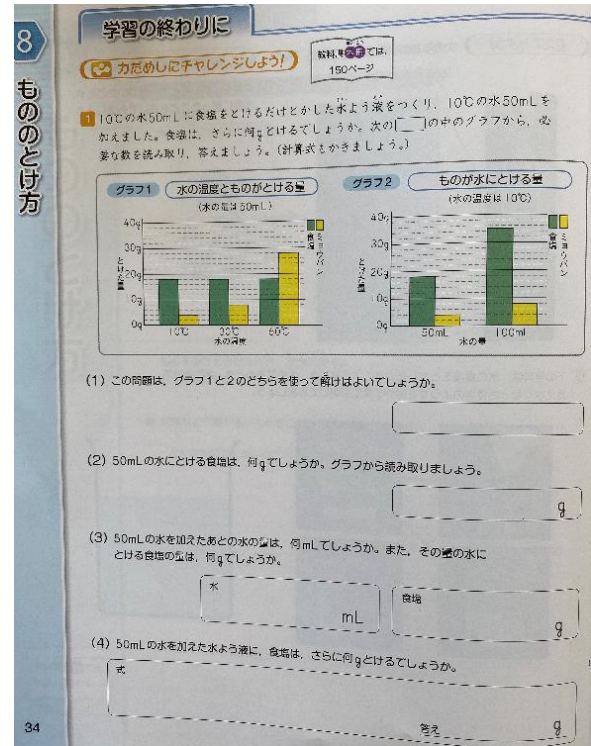


写真 15 啓林館別冊にある
計算問題

実験に用いるワークシートを作成した。(写真 16・17) それぞれにグラフを描かせ視覚的に食塩とミョウバンの違いについて理解することが出来るようにする。そして、それをもとに児童たちが話し合えるような時間を多くとり、児童が主体的に考える時間を作りたいと考えた。

実験 2 は簡単な実験であるので、食塩やミョウバンの攪拌の仕方や棒グラフに描く活動に慣れさせるために使っていきたいと考える。

実験 3 は温度を変えて食塩とミョウバンを溶かせ、常温の時と何か違いがあるのかを調べていく。ワークシートでは 60℃のお湯ということで熱い水だとどうなるのかを調べるものだが、氷水すなわち、冷たい水で攪拌するとどうなるのかということを見学が気づくことが出来るようにしたい。そのために、実験 3 のワークシートの 60℃の部分を氷水にしたワークシートも用意しておき、見学の気づきに合わせた実験できるように支援を行いたい。

理科ワークシート

年 組 名 前

実験 2

水 50ml に、食塩とミョウバンがそれぞれ何グラム溶けるのか調べてみよう。

グラフ

結果

食塩	g
ミョウバン	g

写真 16 ワークシート①

実験 3

60℃のお湯に食塩とミョウバンが何グラムとけるのか調べよう。

グラフ

結果

食塩	g
ミョウバン	g

写真 17 ワークシート②

食塩とミョウバンの溶け方の違いをまとめるワークシートでは、思考ツールのベン図を用いた。(写真 17) ベン図を用いた理由としては、食塩とミョウバンの二つの情報を視覚的に整理し、共通点や相違点などの関連を見出しやすくするためである。また、ベン図の活動を行うことによって、本研究のテーマである数量的な活動を取り入れることにつながるため、ベン図を用いたワークシートを作成した。この活動を通して、児童が視覚的に食塩とミョウバンの共通点と相違点について理解することを期待したい。

写真 18 のワークシートには感想を書いてもらう欄に加えて、今後何か溶かしてみたいものはないかを尋ね、そこでたくさんのことを書いてもらえれば、今回の実験に興味を持ってもらえたということが分かるため、ここに自由に書いてもらう反面、児童らの反応についてもしっかり観察していきたいと考える。

これらの教材を用いて、授業実践を行っていききたい。

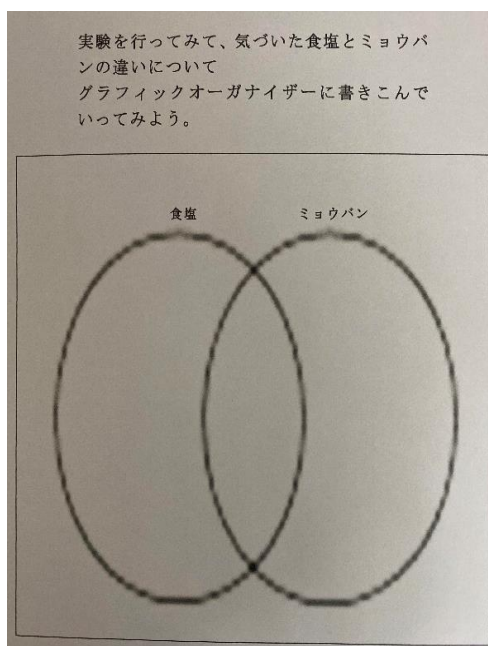


写真 17 ワークシート③

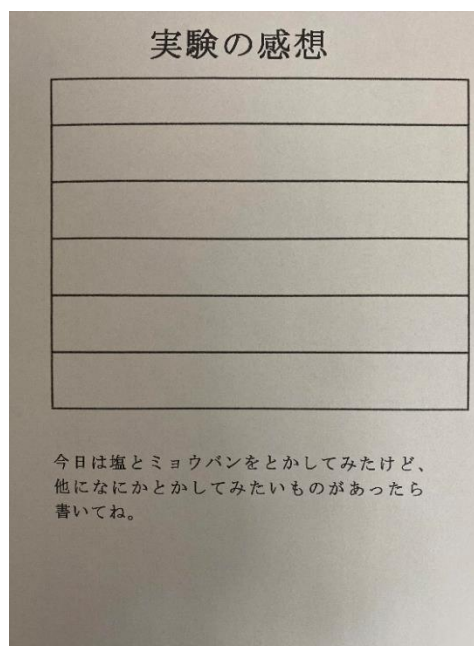


写真 18 ワークシート④

第4章 授業実践

1. 調査目的

数量的活動であるベン図を使うことによって、食塩とミョウバンの違いについて児童の言葉でまとめ、この活動が今後教育現場において使っていけるのか調査するために行う。

2. 調査対象 岡山県 K 市 A 小学校 31 名

3. 調査方法

授業実践を行う前に、まず児童が算数と理科がどの程度好きか事前アンケートによって調査する。

授業は A 小学校の教師に行っていただき、前章で作成したベン図のワークシートを用いて、児童にベン図が有効的に使っていけるかを調査する。授業の終わりには、実験やベン図に記入する活動を通してどのようなことを感じたか授業後アンケートを行い記録し、その結果から、ベン図に対する児童の実感の把握と、理科における数学的な活動の導入が、今後実際の小学校現場において適切に使用していけるかを分析し、検証していく。

4. 調査内容

【事前アンケート】

- (1)算数はどのくらい得意か
- (2)理科はどのくらい得意か
- (3)理科の実験で印象に残った活動ベスト3とその理由

【授業後アンケート】

- (1) ベン図は分かりやすかったか。
- (2) 今後授業の中でベン図を使っていききたいか。
- (3) ベン図を使ってみて感じたことの振り返り。(自由記述)

5. 調査結果

①. 事前調査

- (1) 算数はどのくらい得意か

表 4 事前アンケート結果

度合	人数
0～1	0人
1～2	1人
2～3	3人
3～4	2人
4～5	5人
5～6	3人
6～7	8人
7～8	3人
8～9	0人
9～10	6人
合計	31人

表 4 の結果から算数の得意具合においてばらつきがあり、得意な児童と苦手を感じている児童がおり、得意でも苦手でもないという意見が一番多く書かれていたことが分かる。小学生段階では算数に対して苦手意識を持っている児童は少ないため、数学的な活動を取り入れていくことは可能であると考えられる。

(2)理科はどのくらい得意か

表 5 事前アンケート結果

度合	人数
0～1	0人
1～2	0人
2～3	0人
3～4	0人
4～5	5人
5～6	3人
6～7	9人
7～8	7人
8～9	3人
9～10	4人
合計	31人

表 5 の結果から理科の得意具合においては算数と違い、得意であると感じている意見が多く出ていた。理由を見てみると実験が楽しいからという意見が多数を占めており、実験があることによって理科が好きという意見が見られた。対して算数は計算が苦手だからという意見や応用問題が分からないという意見が多くあり、算数に対しての苦手意識をもつ児童がいるということが分かった。

(3)理科の実験で印象に残った活動ベスト3とその理由

この質問において児童の回答を見てみると、「虫眼鏡で紙を燃やす実験」や「空気でっぼう」「流れる水のはたらき」などの実験がほとんどであった。この結果から、児童にとって印象に残っている実験は体験的な実験がほとんどであり、楽しいと感じるものが印象に残りやすいということ

が分かった。このことから、数学的な活動を行ってみても児童の印象に残らないということや、難しいという意見が出るのではないかと予測する。そういったことから、実際にベン図を用いた数量的活動を行い、児童に有効に使用することができるのか検証していきたい。

②. 授業結果

ベン図を用いた授業においては、5時の授業で使用するため、5時の授業をA小学校の教師に協力していただき、授業を行っていただいた。ベン図を用いて食塩とミョウバンの攪拌の違いと共通点についてまとめた。まとめた結果は以下の写真19の通りである。

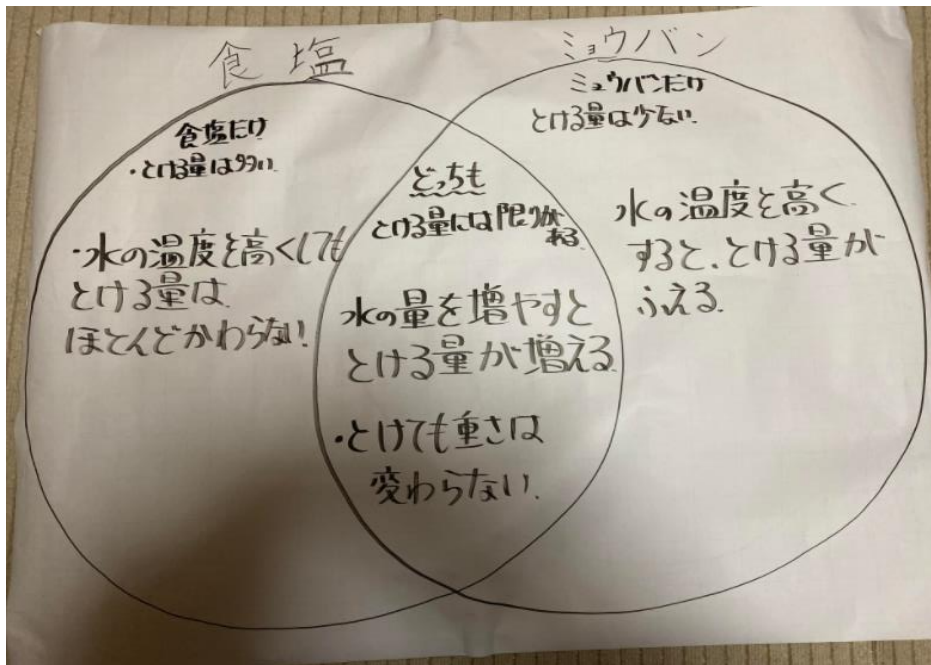


写真 19 ベン図

ベン図を用いて食塩とミョウバンの攪拌における違いと共通点についてまとめた。再結晶においてはまだ実験ができていなかったため、攪拌におけるまとめのみベン図を使用した。使い方が分かるか児童に質問をしていただいたところ、初めてベン図を見た児童が多く、使い方が

分かる児童は少なかった。しかし、使い方を A 小学校の教師にお願いし、説明をしてもらいながらまとめていくと、大半の児童が使い方を理解し、まとめていくことができた。

③. 授業後調査

ベン図を用いて食塩とミョウバンの違いについてまとめることができたが、児童がベン図についてどのような感想をもったか見ていきたい。

(1)ベン図は分かりやすかったか。

表 6 授業後アンケート

度合	人数
0～1	1人
1～2	0人
2～3	0人
3～4	1人
4～5	0人
5～6	8人
6～7	3人
7～8	3人
8～9	6人
9～10	7人
合計	29人

表 6 の結果を見てみると、分かりにくかったという意見もあったが、大半の児童が分かりやすかったと回答していることが分かる。

(2) 今後授業の中でベン図を使っていききたいか。

表 7 授業後アンケート

度合	人数
0～1	1人
1～2	0人
2～3	2人
3～4	1人
4～5	2人
5～6	4人
6～7	3人
7～8	4人
8～9	7人
9～10	5人
合計	29人

表 7 の結果を見てみると、ベン図は分かりやすかったものの、今後使
っていききたいかというところでもどちらでも構わないというような意見もあるこ
とが分かった。

(3) ベン図を使ってみて感じたことの振り返り。(自由記述)

- ・分かりやすかったです。色をつければもっといいと思います。こ
れからもつかってもっとなりたいです。しかくもいいと思う。
- ・ぱっと見てちがいや同じところがよく分かった。
- ・もうちょっと字を書けるようにしてコンパクトにしてほしいで
す。

- ・ 色がついてある方がわかりやすいと思った。
- ・ 食塩とミョウバンとのちがいはっきりさは、きょうつかった図を見てやると、分かりやすくなる。
- ・ (ベン図の共通点の部分) のすきまがかきにくいから しかくのほうがかきやすい。
- ・ みやすい、わかりやすい、せいりできやすい、理科の図で、一番見やすかったです。
- ・ むずかしくもないしわかりやすくない。
- ・ ちょっとだけわかりやすかった。
- ・ ノートに書いたことを、神にまとめるのはいいと思う。 色があったら分かりやすいと思う。はじめてみたら、どう使うのか分からなかった。
- ・ まとめやすいし、わかりやすかったです。
- ・ しっかりと使いこなせるようになったら、説明もそえて、図を使えるようになりたいと思った。
- ・ わかりにくい。今後もつかいたくない。
- ・ つかいやすい。あの形をちがう形にもできるので楽しくまとめられそう。
- ・ 便利なのでこれから使いたいと思いました。(ベン図の○の部分) □にしたらいいと思いました。
- ・ はじめてこの図を使ったけど今後も使いこなせそうと思った。
- ・ つかいやすかった。
- ・ まとめやすいけど、ちょっとふくぎつだから、改良した方がいい。
- ・ もっとかきたかった。

- ・スペースが分かれていて、よかったし、図をとておくふうしていたのですごいと思った。
- ・とても分かりやすい。分担してできている。つかいこなせそうなきがする。よく分かる。
- ・もし、しょうらいつかうとしたら、仕事に使ってみたいと思いました。あと、わかれていたのがとても、まとめやすかったです。
- ・わかりやすく、かんたんで、いつでも使えていいと思いました。でも初めてなので少しだけむずかしかったけど使っていったら使えそうな気がしました。
- ・しろくろなのでもう少し色があったらまとめやすいと思います。

※児童がワークシートに書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。

※（ ）を使い、児童の書いてある文章だけでは伝わりにくいところに補足を行っている。

※改善してほしい意見に青い下線を引いている。

児童の振り返りを見てみると、ほとんどの児童が「分かりやすかった」という意見を述べていたことが分かった。しかし、自由記述の欄に児童が書いてあったが、「初めて見た」という理由や、「色をつけることや四角にしたらいいと思う」などの理由から、少し分かりにくかったという感想を児童がもったということが授業後アンケートから分かった。今後ベン図を使っていきたいかという質問に対して、練習をしていけば今後使っていけそう。という意見が多数出てきたため、数量的な活動を理科の中に取り入れていくことは可能であると感じた。

第5章 改善案

教材開発・授業結果・調査を通して、理科の授業の中に数学的な活動を取り入れていくにあたってどのような改善が必要であるか明らかになった。

1. ベン図の改善

まず、ベン図についてである。児童の意見としては、分かりやすいという回答が得られたのにも関わらず、全員が授業後アンケートにおいて10段階の評価で10にしなかった理由を考えていきたい。前章でまとめた児童の振り返りを見てみると、初めて見た形であるため、分かりづかったという意見が多く出ていた。また、色を付けることや四角にすることで分かりやすくなるだろうという意見が見られた。そのことを踏まえたベン図を作成していきたい。

まとめたことを踏まえてベン図を作成してみた。まず色を食塩はオレンジ、ミョウバンを青色にし、どちらにもあてはまるものを緑色に塗ってみた。形を丸から四角にし、児童が書きやすいようにした。また、授業で用いたワークシートが大きく、もう少しコンパクト

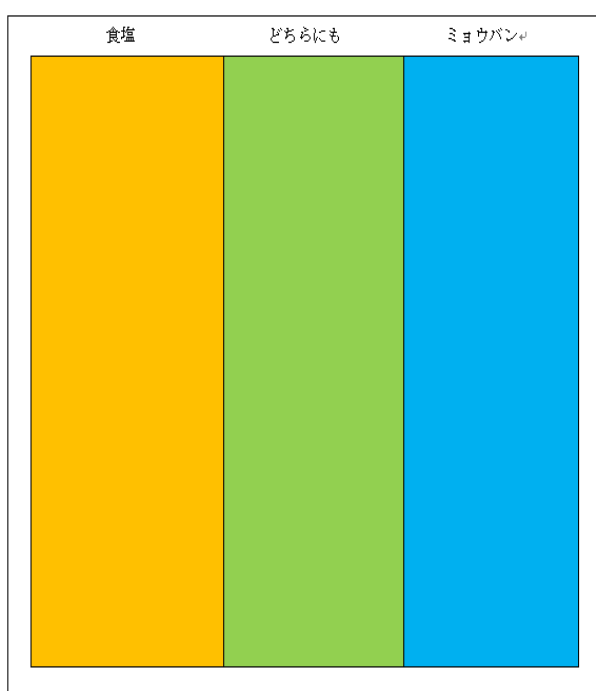


図1 ベン図改善案

トにしてほしいという意見があったため、大きさを小さく改良した。

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。

- ・条件制御を学習指導案に取り入れる。
- ・ベン図を取り入れたまとめの時間を大切にすること。

学習指導案を見ていただいた際に条件制御を入れることを教えていただき、それを取り入れた学習指導案を作成していきたい。また、攪拌を行う際はプロテインシェイカーとビーカーの2つを使用すると、条件の制御ができず児童が混乱してしまうため、今回はビーカーを用いた攪拌の指導案を作成していく。

授業案は一次1時から二次3時（5時間）分のもので作成している。本来であれば再結晶の実験を行った後にもベン図を用いて、食塩とミョウバンの違いと共通点についてまとめる予定であったが、時間の関係上攪拌の違いと共通点のみをまとめたため、児童からワークシートが大きすぎるということやノートがもったいないという意見が出てしまったのではないかと考える。しかし、今回のベン図の授業を通して、理科に数学的な活動を取り入れていくことは可能であるということが検証できたため、学習指導案の方にもベン図を用いた数学的活動を取り入れることにしていく。

ベン図について使ってみた感想を児童同士が話し合う時間を設けることで、今後使っていきたいか、使っていくとすればどのようなことを改善すれば使っていけるのかを話し、理科の授業の中で使っていけるようにするための手立てを考える時間を大切にしていきたいと考えた。今後も話し合いをする時間を多く取り、児童の考えを聞く場面を作りたい。

1. 単元名 もののとけ方

2. 本時案 (第一次 第一時)

目標	食塩を水に入れ、食塩が溶ける様子を観察して、気づいたことを話し合い、水溶液について知る。	
学習活動	指導上の留意点	準備物
<p>1. 食塩が水に溶けていく様子を観察する</p> <p>○ コーヒーパックに食塩をいれ、ビーカーにつけて食塩が溶けていく様子を観察する。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水に食塩が溶けていく様子を観察しよう</p> <p>2. 水溶液という言葉を知る</p> <p>○ 物が水に溶けて透明になったものを水溶液ということを学ぶ。</p> <p>3. 食塩を攪拌する</p> <p>① 水の入ったビーカーに食塩を小さじ一杯分入れて、食塩を実際に水に攪拌していく様子を観察する。</p> <p>② ビーカーの底に食塩の粒が残ったら、ガラス棒を使ってかき混ぜ攪拌する。</p> <p>4. 水の中に溶けた食塩がどうなったか予想する</p> <p>○ 水に入れたはずの食塩が消えてなくなったが、どこに行ったのか、残っているのかを予想する。</p> <p>5. 食塩を水に溶かす前後で全体の重さは変わるのか予想する</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ものが水にとけて、どうめいになった液を水よう液という。</p>	<p>思った通りに書くようにする。</p> <p>・ 水の量を 400ml に統一し、溶かすものだけを変えて実験を行う。</p> <p>・ コーヒーパックに入れた食塩の粒を落とし溶けていく様子を観察するようにする。</p> <p>・ コーヒーシュガーと片栗粉も溶かし、どういう分け方ができるかを質問する。</p> <p>・ 色がついていても、透明な液は水溶液であるということも分かるようにする。</p> <p>・ コーヒーに砂糖を溶かしたのも水溶液である。というように日常で見えるものと関連付けて説明を行う。</p> <p>・ 一度に多くの食塩を入れないように食塩の量を調節する。</p> <p>・ 溶け残りが出ないようにガラス棒を使い、残った食塩を溶かして様子を観察する。</p> <p>・ 児童が早くかき混ぜすぎないように、机間指導を行い、速さに注目しないようにする。</p> <p>・ 食塩を児童が口に入れないように注意する。</p> <p>・ 水の中に溶けてしまった食塩はどこに行ったのか、児童が疑問を持つようにする。</p> <p>・ 班の中で話し合い、食塩が水の中でどのように溶けたのか、予想できるようにする。</p> <p>・ 重さに注目をし、予想を確かめるための方法を班で話し合いながら考える。</p> <p>・ 班で話し合い、重さは変わるのか変わらないのか意見を出した後に、発表を行う。</p>	<p>・ コーヒーパック</p> <p>・ 食塩</p> <p>・ コーヒーシュガー</p> <p>・ 片栗粉</p> <p>・ 食塩</p> <p>・ ビーカー</p> <p>・ 小さじ</p> <p>・ ガラス棒</p> <p>・ ぞうきん</p>

資料 1 第一次 1 時指導案

1. 単元名 もののとけ方
 2. 本時案 (第一次 第二時)

目 標	食塩は水に溶けると重さがどうなるかを調べ、溶かしても重さが変わらないことを知る。	
学習活動	指導上の留意点	準備物
<p>1. 前時の予想を振り返る</p> <p>○ 前時での班ごとの考えを記録しておき、改めて確認する。</p> <p style="text-align: center;">水にとける前と後で重さが変わるのか確かめよう</p> <p>2. 電子てんびんを使い、実験前と実験後の重さをはかり、全体の変化を表にまとめる</p> <p>○ 電子てんびんの使い方を確認し、実際に電子てんびんを使って実験を行う。</p> <p>① 小さじ一杯の食塩の重さと、ビーカーに水を入れた物の重さをはかる。</p> <p>② 水の中に食塩を入れ、食塩を溶かす。</p> <p>③ 食塩を水に溶かした後の重さをはかる。</p> <p>3. 結果を班ごとに発表する</p> <p>○ ホワイトボードに溶かす前の重さと溶かした後の重さが分かるように書き、黒板に貼り、発表する。</p> <p>4. 溶けた後の重さに注目し、食塩が水に溶ける量に限界があるのかを予想する</p> <p>5. 溶ける限度を調べるときの注意点を全員で確認する</p> <p style="text-align: center;">食塩を水にとかすとき、全体の重さは、とかす前後で変わらない</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 前時の班ごとの意見をノートに残しておき、再度確認することができるようにする。 • 電子てんびんの使い方を確認する。 • 実験の結果を表にまとめて視覚的に結果が分かるようにする。 • 前時で行った水の量などは変えずに、食塩の重さをはかってから攪拌を行うようにする。 • ビーカーを使うときは班になり、攪拌を行うことが出来ない児童が出ないように、時間を決めて交代で攪拌できるようにする。 • 実験を行う前に、食塩を水に溶かす前と溶かした後の重さを記録するように指示しておくようにする。 • ホワイトボードを使い、班の意見が黒板に貼れるようにする。 • 実験の結果を全員で比較したときに、溶かした食塩の量が違うことに気付くことが出来るようにする。 • 班ごとにどれくらい食塩が溶けるのかを話し合う。 • 溶かす食塩の量と食塩を溶かす水の量を決めるようにする。 • 食塩を溶かす量を決めておくこと、また食塩を溶かす水の量を決めておくようにする。 	<p>食塩 小さじ 葉包紙 電子てんびん ホワイトボード</p>

資料 2 第一次 2 時指導案

1. 単元名 もののとけ方
 2. 本時案 (第二次 第一時)

目標	食塩が水に溶けるときに限界があることを知ることが出来る。	
学習活動	指導上の留意点	準備物
1. 前時の注意点を再確認し、実験の注意点を確認する ○ 前時での班ごとの考えを記録しておき、改めて確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 何に気を付けるべきだったか児童の口から意見が出るようにする。 1度に溶かす食塩の量と水の量を統一するようにする。 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">食塩が水にとける限度はあるのか調べよう</div>		
2. 食塩が水に溶ける限度があるか実験を行う ① メスシリンダーを使い、50mlの水をはかり、ビーカーに入れる。 ② 電子てんびんに薬包紙を乗せ、食塩の量を5gはかり、水の入ったプロテインシェイカーに入れる。 ③ 攪拌を行う。 ④ 溶け残りが出るまで行い、結果を記録する。 ⑤ その時の水の温度をはかる。 3. 結果をまとめ、発表する ○ ノートに結果を書いた後、ホワイトボードに班ごとの結果をまとめて書く。 4. 食塩を多く溶かす方法を考える。 ○ 実験を通して、温度や水の量に気付き、多く溶かすためにはどうするか考える。	<ul style="list-style-type: none"> メスシリンダーを使い、水の量を50mlに統一して、食塩を5gずつ溶かすようにする。 食塩が溶けきったのを確認してから追加の食塩を入れるようにする。 攪拌を行うときに、順番を決めておき、全員が攪拌を行えるようにしておく。 温度をはかっておくことで、この後の温度が関係あるのではないかという疑問につなげるようにする。 結果をノートに書き、後で発表するように指示をしておく。 ホワイトボードを使い、全員で実験結果を確認する。 ノートにも結果を残しておくことで、ノートを見返した時に、結果が分かるようにしておく。 実験で水を使ったことや、プロテインシェイカーを使ったことから、児童が水の量と温度に注目することが出来るようにする。 2つのグループに分かれるように、1班から何班は1グループというようにすることを伝える。 	食塩 スポイト 小さじ ガラス棒 電子てんびん 温度計 <u>ぞうきん</u> ホワイトボード 薬包紙
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">食塩が水にとける量には、限度がある</div>		

1. 単元名 もののとけ方
 2. 本時案 (第二次 第二時)

目 標	食塩が水にとける量には限りがあるのか調べ、まとめる。	
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。 ○ 前時で考えた2通りの方法を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 水の量を増やす班と、水の温度を上げる班に分ける。 次は逆のことをするため、全員2通りの実験を行うことが出来ることを伝える。 	
食塩を水にたくさんとかす方法を確認しよう		
2. 水の量を増やす班と、水の温度を上げる班とに分け、実験を行う 実験A (水の量を増やす) ① メスシリンダーで水を50mlと100mlはかり、ビーカーに入れる。 ② 食塩を5gずつはかり、それぞれに溶かしていく。 ③ 溶け残りが出るまで、攪拌を行う。 ④ 結果を表にまとめる。 実験B (水の温度を上げる) ① メスシリンダーで水を50mlはかり、ビーカーに入れる。 ② カップ麺容器に60℃のお湯を入れ、ビーカーを入れる。 ③ やけどに注意しながらガラス棒を使って、食塩を5gずつ攪拌していく。 ④ 前回の温度のときの結果と、今回の水の温度を上げた時の結果を一つの表にまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 別の実験を行うため、時間を短くするために2つのグループに分けることを伝える。 50mlの水に最初は食塩を攪拌し、その後100mlの水に攪拌するように指示する。 食塩を100mlの水に攪拌するときも、5gに統一し、児童が多く溶かすことが出来ることを実感できるようにする。 結果を一つの表にまとめることで、視覚的に結果が分かるようにする。 水の温度を上げる班の児童に、やけどしないように注意する。 お湯を注ぐときは、教員がすべて行い、児童にやけどの危険が及ばないようにする。 結果を一つの表にまとめることで、視覚的に結果が分かるようにする。 	食塩 メスシリンダー 小さじ ガラス棒 電子てんびん 温度計 スポイト ぞうきん お湯 カップ麺容器 薬包紙 ミヨウバン ビーカー
3. 結果をまとめ、確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 結果をホワイトボードに書き、黒板に貼り、結果を確認する。 	
4. ミヨウバンが水に溶ける限度を調べる ① メスシリンダーで50mlはかり、プロテインシェイカーに入れる。 ② ビーカーにミヨウバンを5グラム入れ攪拌する。	<ul style="list-style-type: none"> ミヨウバンも食塩と同様に、水に溶ける限度があるか調べる。 実験方法は最初の食塩で行ったものであることを伝え、実験方法を素早く確認する。 食塩と同様に水の量を増やすのと、水の温度を上げるとミヨウバンが多く溶けるのか予想をする。 	メスシリンダー 小さじ 薬包紙 ミヨウバン
5. 結果を班ごとに発表する。		
食塩を水にたくさんとかすには、水の量を増やすとよい。水の温度を上げても、食塩が水にとける量はほとんど変わらない		

1. 単元名 もののとけ方
 2. 本時案 (第二次 第三時)

目 標	ミョウバンを多く溶かす方法を確認、食塩との違いを知る。	
学習活動	指導上の留意点	準備物
1. ミョウバンも食塩と同じ結果になるか予想する。 ○ ミョウバンも食塩を多く溶かすための方法を使った実験方法をするとどうなるか予想する。	<ul style="list-style-type: none"> ミョウバンも食塩と同じ結果になるのか児童が疑問を持つようにする。 ミョウバンも食塩と同じ結果になると思うようにし、違いが分かるようにする。 	
ミョウバンが水にとける量を調べ、食塩との結果をまとめよう		
2. 水の量と水の温度を変えてミョウバンを溶かす 実験 A (水の量を増やす) ① メスシリンダーで水を 50ml と 100ml はかり、ビーカーに入れる。 ② ミョウバンを 5g ずつはかり、それぞれに溶かしていく。 ③ 溶け残りが出るまで、攪拌を行う。 ④ 結果を表にまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 食塩を溶かすときに、水の量を増やす班と水の温度を上げた班を交代し、実験を行う。 50ml の水に最初はミョウバンを攪拌し、その後 100ml の水に攪拌するように指示する。 ミョウバンを 100ml の水に攪拌するときも 5g に統一し、児童が多く溶かすことが出来ることを実感できるようにする。 結果を一つの表にまとめることで、視覚的に結果が分かるようにする。 	メスシリンダー 小さじ ガラス棒 電子てんびん 温度計 スポイト ぞうきん 薬包紙
実験 B (水の温度を上げる) ① メスシリンダーで水を 50ml はかり、ビーカーに入れる。 ② カップ麺容器に 60℃のお湯を入れ、ビーカーを入れる。 ③ やけどに注意しながらガラス棒を使って、ミョウバンを 5g ずつ攪拌していく。 ④ 前回の温度のときの結果と、今回の水の温度を上げた時の結果を一つの表にまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 結果を一つの表にまとめることで、視覚的に結果が分かるようにする。 水の温度を上げる班の児童に、やけどしないように注意する。 お湯を注ぐときは、教員がすべてを行い、児童にやけどの危険が及ばないようにする。 結果を一つの表にまとめることで、視覚的に結果が分かるようにする。 ミョウバンの結果をまとめたら、食塩とミョウバンの水に溶けた量を棒グラフにまとめて、一目で違いが分かるようにする。 	お湯 電子てんびん カップ麺容器 薬包紙 ミョウバン ビーカー ぞうきん ガラス棒
3. 食塩とミョウバンの実験結果のグラフを作成し、まとめて発表する。	<ul style="list-style-type: none"> 食塩とミョウバンの棒グラフにそれぞれシールを付け、分かりやすくする。 	ワークシート
4. 発表し、思考ツールに食塩とミョウバンの違いと同じところをまとめる	<ul style="list-style-type: none"> ベン図を用いて、これまで実験してきた食塩とミョウバンの違いと同じところを児童の考えで書くようにする。 	
○ ワークシートを使い、食塩とミョウバンの違いを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 他の人と考えるのではなく、自分で思った通りに食塩とミョウバンの違いを書くように指示する。 	
5. 大きなベン図を用意し、思考ツールを全員でシェアをする。	<ul style="list-style-type: none"> 結果をシェアすることで、一人で考えられない児童へのヒントになるようにする。 	ワークシート
ミョウバンを水にとかすには、水の量を増やしたり、水の温度をあげたりすればよい		

3. おわりに

本研究を通して、小学生段階で理科に数学的活動を取り入れることは有効的であることが分かった。しかし、初めて見る形や図は、分かりにくいという意見が出たため、ベン図や他の思考ツールについては継続的に授業の中で使用し、取り入れていくことが大切であるということも分かった。数学的活動はアンケートにも出ていたように、どちらでもない、どちらかという苦手と感じる児童もおり、小学生段階で数学的活動に慣れることはとても大切なことであると感じた。しかし、児童らも最初は使い方が分からなかったが、使っていくうちに慣れて使っていけそうという考えも持ってもらえたため、これから理科だけではなく、他の教科でも数学的活動を取り入れた授業を行っていくことができるのではないかと考える。

今回は物のとけ方単元を通して教材研究を行ったが、違いや共通点を見つけるといことは他の単元でも使っていけると考え、これから思考ツールについて学び、授業の中に取り入れていけるようにしていきたいと考える。まとめの授業の際にベン図を使うことの良さについて児童と話す機会があり、どの児童も使いやすいと言っていたため、私自身にとっても児童にとっても印象深い活動になったのではないかと考える。

本研究のテーマである理科における数学的な活動の導入は私のこれからの教師人生におけるテーマである。アメリカの理科について研究したが、まだまだすべての教科書について調べられたわけではないため、今後より一層研究し、日本の理科教育の中にも **Math in science** のような項目を入れられるようにしたいと考える。今回学んだことを生かし、日々学び続けていきたいと考える。

【引用・参考文献】

- 1) 宮本 「小学校理科における児童の探索能力に関する研究：数量化に着目して」,p.13,pp.5 から 9 と pp.11 から 16
- 2) 関口 「アメリカの小学校理科教科書における『数学的な活動の特徴』 P 2.pp.19 から 21