

小学校理科の単元構成に関する一考察

—第5学年「物の溶け方」において—

伊藤 龍太^{*1}・福江 功至^{*2}・佐伯 英人

A Study on the Structure of a Unit of the Elementary School Science:
Regarding "Dissolution of substances" in the 5th grade

ITO Ryuta^{*1}, FUKUE Noriyuki^{*2}, SAIKI Hideto
(Received August 3, 2015)

キーワード：単元構成、小学校、理科、第5学年、物の溶け方

はじめに

小学校理科の第5学年では「物の溶け方」を学習する。その内容を表1に示す（小学校学習指導要領（文部科学省，2008a））。小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008b）では「ここで扱う対象としては，水の温度や溶かす物の違いによって，溶ける量の違いが顕著に観察できるように，水の温度によって溶ける量の変化が大きい物と変化の小さい物を用いることが考えられる」と示されている。

表1 第5学年理科の「物の溶け方」の内容

物を水に溶かし，水の温度や量による溶け方の違いを調べ，物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。

ア 物が水に溶ける量には限度があること。

イ 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。

ウ 物が水に溶けても，水と物を合わせた重さは変わらないこと。

小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）より

2015年度用の小学校理科の教科書を発行した教科書会社は、学校図書、教育出版、啓林館、信州教育出版社、大日本図書、東京書籍の6社である。教科書の単元構成をみると、6社中4社（学校図書、啓林館、大日本図書、東京書籍）が表1のウ、ア、イの順で単元を構成しており、6社中2社（教育出版、信州教育出版社）が表1のア、イ、ウの順で単元を構成している。

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008b）に示されている「水の温度によって溶ける量の変化が大きい物」として、6社中5社（学校図書、教育出版、啓林館、信州教育出版社、大日本図書）がミョウバンを用いており、1社（大日本図書）がホウ酸を用いている。一方、「水の温度によって溶ける量の変化が小さい物」として、6社中6社が食塩を用いている。

表1のイの内容の学習では、6社中6社が「水の温度によって溶ける量の変化が大きい物（ミョウバン、ホウ酸）」と「変化の小さい物（食塩）」を同一の授業時間内に用いて実験させ、結果を考察させるようにしている。この長所は、児童が、ミョウバンと食塩、または、ホウ酸と食塩を直接、比較できる点にある。

*1 平成26年度教育実践総合センター「長期研修教員連携プログラム」研修教員（現在：萩市立明倫小学校教諭）

*2 やまぐち総合教育支援センター研究指導主事（現在：岩国市立玖珂中学校教頭）

1. 研究の目的

食塩は児童にとって身近な物であるが、ミョウバンは児童にとって必ずしも身近な物ではない。そこで、佐々木（2014）は「1次で食塩の溶け方を学習させ、2次でミョウバンの溶け方を学習させる」という単元構成を提案した。提案された単元構成を表2に示す。

表2 佐々木（2014）で提案された単元構成

次	過程	学習活動【形態】	教師の支援	時間数
第1次 食塩とそれを溶かす水	導入	1 水で食塩を溶かして死海の水を作る。【班】	・死海で水に浮いて新聞を読んでいる写真を提示し、食塩水作りに興味をもてるようにする。水で食塩を溶かしてミニトマトを入れ、溶かす前より浮く様子を提示する。	2
		2 食塩が溶ける瞬間を顕微鏡、水柱、お茶パックで観察する。【班】	・「かき混ぜなくても溶けるのか」と問いかけることで、食塩が水に溶ける瞬間を観察しようとする意欲をもてるようにする。 [たくさんの食塩を水に溶かして、死海の水にせまろう]	1
	追究	3 水に食塩を1さじずつ加えて溶かす。【ペア】	・水100mLに9さじ溶けたことと、水1Lに30さじ溶けたことを振り返らせ、水が食塩を溶かす量への疑問をもてるようにする。 ・メスシリンダーの使い方を説明し、水の量を計れるようにする。	1
		4 水を増やした時に食塩が溶ける量を予想して確かめる。【ペア】	・300mLの水を提示してどのくらい食塩を溶かせそうかを問い、水の量と溶ける食塩の量に関心をもてるようにする。	1
		5 死海の水に物を浮かべる。【班】	・死海の水と第1～2時に作った食塩水を提示して比べられるようにする。	1
		6 温めた水が食塩を溶かす量を調べる。【班】	・これまでの実験で水の温度を変えず、水の量をかえてきたことを確認し、温めると溶けると考えている児童の発言を取り上げて温度と溶ける食塩の量との関係に関心をもてるようにする。	1
	まとめ	7 食塩水を加熱して食塩を取り出す。【班】	・温めても食塩を溶かす量があまり増えなかった食塩水を提示し、さらに温度を上げたら溶ける量や食塩の様子はどうなるかについて考えをもてるようにする。	1
		8 温度や水の量と溶けた量の関係をまとめる。【全体】	・これまでの実験で使った食塩水を提示し、ほこりなど溶けていない物をろ過で取り除けることを説明する。	
第2次 ミョウバンとそれを溶かす水	導入	9 ミョウバンの形を観察したり、水に溶かしたりする。【班】	・食塩とミョウバンの顕微鏡映像や大きな結晶を紹介し、児童が形の違いに気づけるようにする。 [ミョウバンは食塩と同じような溶け方をするのだろうか]	1
		10 水にミョウバンを1さじずつ加えて溶かす。【ペア】	・ペットボトルに取った100mLの水に大きじ1ばいのミョウバンを溶かし、ミョウバンが水に溶けること、食塩より溶けにくいことに児童が気づけるようにする。	
	追究	11 温めた水がミョウバンを溶かす量を調べる。【班】	・20℃・40℃・60℃と温度を変え、ミョウバンが溶ける量の変化をとらえられるようにする。 ・冷めたミョウバン水の様子を観察させ、溶けたままであることが確認できるようにする。	1
		12 ミョウバン水を冷やした時に出てくるか調べる。【班・個】	・前時に用いたミョウバン水を提示し、再結晶しているミョウバンに気づけるようにする。顕微鏡で形を確認しミョウバンととらえられるようにする。	1
まとめ	13 もののとけ方についてまとめる。【全体】	・ミョウバンの大きな結晶や数珠つなぎの結晶を示してどうやって作ったかを考えさせる。	1	

(単元の総時間数：12時間)

佐々木（2014）で提案された単元構成は、前述した6社の教科書に示された単元構成とは異なるものである。この単元構成の長所は、2次で児童がミョウバンの溶け方を予想する場面などにおいて、1次で学習し

た食塩の溶け方を参考に考えられる点にある。本研究の目的の1つは、佐々木（2014）を参考にして単元構成を作成し、提案することである。目的の2つめは、提案した授業を実践し、児童の興味と理解の程度を調べ、その有効性について議論することである。

2. 単元構成

佐々木（2014）を参考にして作成した単元構成を表3に示す。表3の単元構成は「1次で食塩を教材として表1のウ、ア、イの順で学習させ、その後、2次でミョウバンを教材として表1のウ、ア、イの順で学習させる。さらに、3次でパフォーマンス課題を提示し、1次と2次で学習したことをもとに実験方法を考えさせ、実験を通して課題を解かせる」というものである。授業①、授業②、授業③、授業⑥、授業⑨は1時間（45分間）、授業④、授業⑤、授業⑦、授業⑧は2時間続き（45分間×2）の授業である。

表3 単元構成

次	授業	主な学習活動	時間数
1	授業①	・食塩が水に溶けるようすを観察し、気付いたことをもとに話し合う。 ・水に溶けてみえなくなった食塩のようすを想像し、食塩水のようすをイメージ図に描く。	1
	授業②	・授業①で描いたイメージ図を使い、水に溶けてみえなくなった食塩のゆくえについて話し合う。 ・食塩を水に溶かす前後の重さについて予想し、実験をして調べ、結果をもとに話し合う。	1
	授業③	・食塩が水に溶ける量に限りがあるかを予想し、実験をして調べ、結果をもとに話し合う。 ・水に溶ける食塩の量を増やす方法を考える。水の量を増した場合、水の温度を上げた場合、それぞれどのようになるかを予想する。次時に各学習班で水の量を増やす方法、水の温度を上げる方法のどちらを調べるのかを話し合っして選択する。	1
	授業④	・水の量と食塩の溶ける量の関係調べる実験方法、または、水の温度と食塩の溶ける量の関係調べる実験方法を考え、実験をしてそれぞれ調べ、結果をもとに話し合う。	2
	授業⑤	・溶け残った食塩を取り出す方法を考え、実験（ろ過）をして調べ、結果をもとに話し合う。 ・ろ過した液が食塩水であるかを予想し、実験をして調べ、結果をもとに話し合う。	2
2	授業⑥	・ミョウバンを水に溶かす前後の重さについて予想し、演示実験の結果をもとに話し合う。 ・ミョウバンが水に溶ける量に限りがあるかを予想し、実験をして調べ、結果をもとに話し合う。	1
	授業⑦	・水に溶けるミョウバンの量を増やす方法を考える。水の量を増した場合、水の温度を上げた場合、それぞれどのようになるかを予想する。授業④で水の量を増やす方法で調べた学習班は水の温度を上げる方法で調べ、また、水の温度を上げる方法で調べた学習班は水の量を増やす方法で調べる。各学習班で実験方法を考え、実験をしてそれぞれ調べ、結果をもとに話し合う。	2
	授業⑧	・溶け残ったミョウバンを取り出す方法を考え、実験（ろ過）をして調べ、結果をもとに話し合う。 ・ろ過した液がミョウバンの水溶液であるかを予想し、実験をして調べ、結果をもとに話し合う。	2
3	授業⑨	・1次と2次で学習したことをもとに3種類の液（食塩水、ミョウバンの水溶液、水）をみ分ける方法を考え、実験をして調べ、結果をもとに話し合う。	1

（単元の総時間数：13時間）

3. 授業実践

3-1 研究の対象

授業は山口県の公立A小学校の5年A組（男子：15名、女子：14名）で実践した。単元の実施時期は2014年10月14日～11月4日であった。学習班は8つ（4人班：5つ、3人班：3つ）である。

3-2 授業実践のようす

3-2-1 授業①

食塩2gを葉包紙にとり、各学習班に配付して観察させた。このとき、児童から食塩は料理するときに使うといった話が出た。その後、学習班ごとに、炭酸用のペットボトル（容量：2000mL）に水2000mLを入れさせ、その水に1粒の食塩を入れさせて、粒が水の中で溶けるようすを観察させた。また、ビーカー（容量：300mL）に水300mLを入れさせ、その中に食塩10gを入れたティーバッグを浸けさせ、食塩が水に溶けるようすを観察させた。この2つの実験を観察して気付いたことを学級全体に発表させたところ、前者の実験では食塩の粒が水の中を落ちて行く間にみえなくなったことが発表された。また、後者の実験ではティーバッグからもやもやしたものが水の中に広がったこと、ティーバッグの中の食塩が無くなったことが発表された。そこで、このとき、物が水に溶けた透明な液を水溶液ということ、食塩が水に溶けた液を食塩水ということなど、水溶液に関する用語について説明した。その後、水に溶けてみえなくなった食塩のようすを想像させ、食塩水のようすをイメージ図に描かせた。なお、授業①の出席者数は27名であった。

3-2-2 授業②

授業①で児童が描いたイメージ図を黒板に貼り、食塩のゆくえ（食塩がどうなっていると思うのか）について学級全体で話し合わせた。児童の描いたイメージ図には、水の中で食塩がどのように存在しているのか（水の中における食塩の状態）という点において考えに違いがみられた。また、表現方法もさまざまであった。しかし、すべての児童（出席者27名）が、水の中で食塩はみえないが、存在していると考えていた。

蓋付き容器（容量：140mL）に水50gを入れたもの、また、食塩10gをのせた葉包紙を電子てんびんの上に置いた状態をみせ、その後の実験の手順（①食塩を蓋付き容器の中の水に入れる。②容器に蓋をして食塩を溶かす。③食塩水が入った蓋付き容器と葉包紙を電子てんびんの上に置く）を説明した。学習課題「食塩を水に溶かす前後で重さはどうなるか」を提示し、児童に予想させ、学級全体に発表させた。6名の児童が重くなると予想した。その理由は水を含むと物は重くなるからであった。13名の児童が重さは変わらないと予想した。その理由は食塩が水の中に存在しているからであった。7名の児童が軽くなると予想した。その理由は食塩が水に溶けてみえなくなるからであった。この他、1名の児童は予想ができないという状態であった。児童に電子てんびんの使い方を説明した後、各学習班で実験をさせた。実験の結果は、8つの学習班中、7つの学習班で実験前後の重さが変化せず、同じ重さであり、1つの学習班で実験前よりも実験後の方が重くなった。学級全体で話し合わせたところ、この話し合いの過程で、実験後の方が重くなった学習班において電子てんびんの使い方に誤りがあったことが分かった。そのため、児童は、食塩を水に溶かす前後で重さは変わらないと解釈した。

3-2-3 授業③

ビーカー（容量：200mL）に水50mLを入れ、その水に食塩10gを入れてガラス棒を使って攪拌し、水に食塩が溶けるようすを演示実験をして観察させた。食塩の粒は30秒ほどでみえなくなった。学習課題「食塩が水にとける量には限りがあるか」を提示し、児童に予想させ、学級全体に発表させた。すべての児童（出席者28名）が、食塩が水に溶ける量には限りがあると予想した。その理由は、紅茶やコーヒーに砂糖を入れるようすなどをこれまでみたり、経験したりする中で、そのように感じたからであった。メスシリンダーやスポイトの使い方を説明した後、学習班ごとに水50mLに食塩10gを入れさせ、食塩水をつくらせた。この食塩水に食塩を1gずつ入れさせて（追加投入させて）調べさせた。各学習班の結果は8つの学習班中、6つの学習班で8g追加すると（水50mLに食塩18gを入れると）溶け残り、2つの学習班で9g追加すると（水50mLに食塩19gを入れると）溶け残った。このことから、児童は食塩が水に溶ける量には限りがあると解釈した。このとき、50mLの水におおよそ食塩17gが溶けることを確認した。

そこで、学習課題「もっとたくさんの食塩を溶かすには、どうしたらよいか」を提示し、児童に実験方法を考えさせ、学級全体に発表させた。児童からは、水に溶ける食塩の量を増やすには、水の量を増やすとよいという考え、また、水の温度を上げるとよいという考えが出された。その理由は、前述の理由と同じ（紅茶やコーヒーに砂糖を入れるようすなどをこれまでみたり、経験したりする中で、そのように感じたから）であった。そこで、次の時間は各学習班で、水の量を増やす方法、また、水の温度を上げる方法のいずれかを選択して実験することを伝えた。学習班ごとに実験方法を選択させたところ、8つの学習班中、3つの学

習班が、水の量を増やす方法を選択した。一方、5つの学習班が、水の温度を上げる方法を選択した。

3-2-4 授業④

水50mLの温度を測定し、20℃であることを確認した。水の量を増やす方法として、水の量を10mLずつ加えて増やし、食塩が溶ける限界の量を調べるように指示した。また、水の温度を上げる方法として、水の温度を10℃ずつ上昇させ、食塩が溶ける限界の量を調べるように指示した。このとき、水の温度を上げる方法として湯煎を紹介した。湯煎の道具として、発砲スチロールの容器を2つ重ねたもの（容器と容器の間に気泡緩衝材を挟んだもの）を示し、この道具にお湯（80℃程度）を入れることを伝えた。このお湯の中に、食塩を溶かす水が入っているビーカー（容量：200mL）を入れ、ビーカー内に入れた温度計をみながら、ビーカーを出し入れして、水の温度を調整することを説明した。その後、学習班ごとに実験の手順を考えさせ、話し合わせた。この話し合いをする際、検証計画ボード（実験方法、実験の結果などを書かせるホワイトボード）とアイテムカード（実験器具の模式図を紙に描き、この紙の裏面に磁石を付けて検証計画ボード上に貼れるようにしたもの）を使わせた。検証計画ボードとアイテムカードを使って実験の手順を話し合っているようすを図1に示す。このとき、すべての学習班（8つの学習班）が、検証計画ボードに変える条件を書いていた。一方、変えない条件については、3つの学習班が検証計画ボードに書いていたが、5つの学習班が書いていなかった。そこで、変えない条件が書かれているものと書かれていないものとをみせ、両者を比較させて学級全体で話し合わせた（図2）。その後、各学習班で検証計画ボードを加筆・修正する時間をとったところ、すべての学習班（8つの学習班）の検証計画ボードに、変えない条件の記述がみられた。



図1 検証計画ボードとアイテムカードを使って実験の手順を話し合っているようす



図2 検証計画ボードに書かれている内容を比較させているようす

水の量を増やす方法で調べる学習班には、当初、水50mL、60mL、70mL、80mL、90mL、100mLに溶けた食塩の量を調べさせる予定であった。しかし、授業時間の関係で、水70mL、80mL、90mLについては実験を省略させた。実験の結果を図3に示す。一方、水の温度を上げる方法で調べる学習班には、当初の予定どおり、水の温度20℃、30℃、40℃、50℃、60℃に溶けた食塩の量を調べさせた。実験の結果を図4に示す。この図3と図4をもとに学級全体で話し合ったところ、児童は、水に溶ける食塩の量は水の量を増やせば増える。しかし、水に溶ける食塩の量は水の温度を上げて変化しないと解釈した。なお、授業④の出席者数は28名であった。

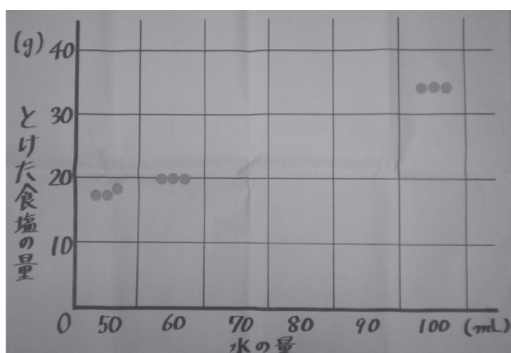


図3 水の量を増やして実験した結果
(●：水に溶けた食塩の量)

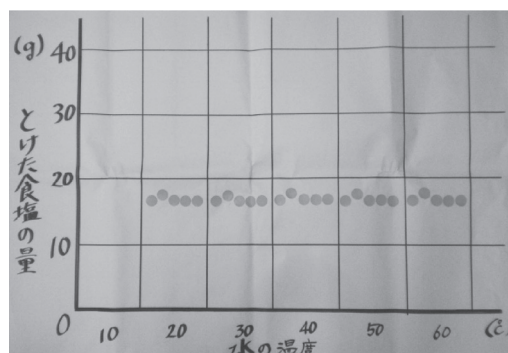


図4 水の温度を上げて実験した結果
(●：水に溶けた食塩の量)

3-2-5 授業⑤

授業④で使用した溶け残りのある食塩水を児童にみせ、学習課題「溶け残っている食塩を取り出すにはどうしたらよいか」を提示し、実験方法について各学習班で話し合わせ、考えを学級全体で発表させた。すべての学習班（8つの学習班）が、ろ紙を使ってろ過すると溶け残った食塩を取り出すことができると考えた。その理由は、第5学年「動物の誕生」で、メダカの食べ物を調べたとき、池の水をろ過して小さな生き物を観察することができたからであった。ろ過の留意点について説明した後、学習班ごとに検証計画ボードとアイテムカードを使わせて、実験の手順を考えさせ、話し合わせた。ろ過をした結果、すべての学習班のろ紙上に粒（ろ物）がみられた。また、ろ過した液（ろ液）は、無色透明であり、溶け残っている食塩がないことを確認した。児童は、ろ過した液に溶け残りがなくなったことから、ろ紙上の粒を溶け残っていた食塩と解釈し、ろ過すると溶け残った食塩を取り出すことができると考えた。

そこで、学習課題「ろ過した液に食塩は溶けているか（ろ過した液は食塩水だろうか）」を提示し、児童に予想させ、学級全体に発表させた。すべての児童（出席者27名）が、ろ過した液には食塩が溶けていると予想した。その理由は、ろ過をして取り出した食塩の量が溶かした食塩の量よりも少ないからであった。ろ過した液から食塩を取り出す方法について各学習班で話し合わせ、考えを学級全体に発表させた。児童が考えた実験方法は、ろ過した液を加熱して水を蒸発させる方法、また、ろ過した液の温度を下げる方法の2つであった。そこで、図4（授業④の実験の結果）を提示し、再度、実験方法について学級全体で話し合わせた。話し合いの結果、児童は、ろ過した液の温度を下げてでも食塩が水に溶けている量は変わらないと予想し、水を蒸発させる方法で実験することを選択した。蒸発皿やガスコンロといった使用する道具について、また、加熱に関する留意点について説明した後、学習班ごとに検証計画ボードとアイテムカードを使わせて、実験の手順を考えさせ、話し合わせた。蒸発乾固の実験をした結果、すべての学習班の蒸発皿上に白い粒が出てきた。児童は、出てきた粒が食塩と同じ白色をしていること、また、食塩以外のものを水に溶かしていないことから、蒸発皿上の白い粒を食塩と解釈し、ろ過した液には食塩が溶けていたと考えた。

3-2-6 授業⑥

ミョウバン3gを葉包紙上にとり、各学習班に配付して観察させた。すべての児童（出席者25名）が、これまでにミョウバンをみたり、使ったりしたことはなく、ミョウバンはよく知らないものであった。そこで、漬物をつくるときにミョウバンが使われていることなどについて説明した。

ビーカー（容量：200mL）に水50mLを入れ、その水にミョウバン3gを入れてガラス棒を使って攪拌し、水にミョウバンが溶けるようすを演示実験をして観察させた。ミョウバンの粒は1分30秒ほどで見えなくなった。学習課題「ミョウバンを水に溶かす前後で重さはどうなるか」を提示し、児童に予想させ、学級全体に発表させた。すべての児童が、ミョウバンを水に溶かしても、重さは変わらないと予想した。その理由は、食塩を水に溶かしても、重さは変わらなかったからであった。電子てんびんを使って演示実験を行い、実験前後の重さが変化せず、同じ重さであることを確認させた。児童は、ミョウバンを水に溶かしても、食塩と同じように重さは変わらないと解釈した。

次に、学習課題「ミョウバンが水にとける量には限りがあるか」を提示し、児童に予想させ、学級全体に発表させた。すべての児童が、ミョウバンが水に溶ける量には限りがあると予想した。その理由は、食塩が溶ける量に限りがあったからであった。各学習班で水50mLにミョウバン3gを入れさせ、ミョウバンの水溶液をつくらせた。このミョウバンの水溶液にミョウバンを1gずつ入れさせて（追加投入させて）調べさせた。各学習班の結果は8つの学習班中、2つの学習班で2g追加すると（水50mLにミョウバン5gを入れると）溶け残り、6つの学習班で3g追加すると（水50mLにミョウバン6gを入れると）溶け残った。このことから、児童はミョウバンが水に溶ける量には限りがあると解釈した。このとき、50mLの水におおよそミョウバン5gが溶けることを確認した。さらに、授業③で50mLの水におおよそ食塩17gが溶けたことを確認させ、同じ量（50mL）の水に溶ける食塩の量とミョウバンの量について考えさせた。この時点での児童の解釈は、ミョウバンは食塩ほど水に溶けないであった。

3-2-7 授業⑦

授業⑥の溶け残りのあるミョウバンの水溶液をみせて、学習課題「もっとたくさんのミョウバンを溶かすには、どうしたらよいか」を提示し、児童に実験方法を考えさせ、学級全体に発表させた。このとき、児童

が考えた実験方法は、水の量を増やす方法、また、水の温度を上げる方法の2つであった。水の量を増した場合、水の温度を上げた場合、それぞれどのようになるかを児童に予想させ、学級全体に発表させた。すべての児童（出席者28名）が、水の量を増やすと、水に溶けるミョウバンの量は増える予想した。一方、12名の児童は、水の温度を上げても、水に溶けるミョウバンの量は変化しないと予想した。その理由は、水に溶ける食塩の量が水の温度を上げて変化しなかったからであった。16名の児童は、水の温度を上げると、水に溶けるミョウバンの量は増える予想した。その理由は、授業⑥でミョウバンは食塩ほど水に溶けず、水に溶ける量に違いがあったからであった。

授業④で水の量を増やす方法で調べた学習班は、この授業⑦では水の温度を上げる方法で調べさせ、また、授業④で水の温度を上げる方法で調べた学習班は、この授業⑦では水の量を増やす方法で調べさせた。そのため、8つの学習班中、5つの学習班が、水の量を増やす方法で調べ、3つの学習班が、水の温度を上げる方法で調べることになった。学習班ごとに検証計画ボードとアイテムカードを使わせて、実験の手順を考えさせ、話し合わせた。水の量を増やす方法で調べる学習班には、水50mL、60mL、100mLに溶けるミョウバンの量を調べさせた。これは、食塩とミョウバンを比較させるためである。実験の結果を図5に示す。一方、水の温度を上げる方法で調べる学習班には、水の温度20℃、30℃、40℃、50℃、60℃に溶けるミョウバンの量を調べさせた。実験の結果を図6に示す。

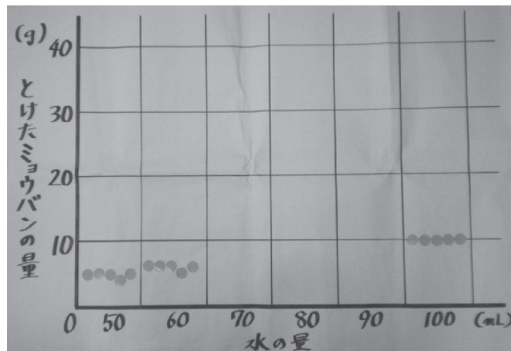


図5 水の量を増やして実験した結果
(●：水に溶けたミョウバンの量)

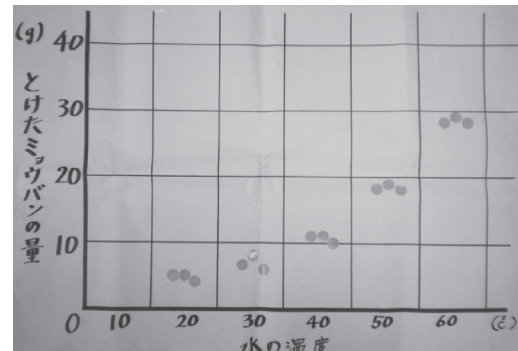


図6 水の温度を上げて実験した結果
(●：水に溶けたミョウバンの量)

この図5と図6をもとに学級全体で話し合ったところ、児童は、水に溶けるミョウバンの量は水の量を増やせば増える。また、水に溶けるミョウバンの量は水の温度を上げればたくさん増えると解釈した。図3と図5を比較させたところ、食塩、ミョウバンともに水の量を2倍にすると溶ける量が2倍になっているので、食塩とミョウバンは水の量による溶け方は同じと解釈した。また、図4と図6を比較させたところ、20℃のときは食塩の方がミョウバンよりも水に溶ける量が多いが、60℃のときはミョウバンの方が食塩よりも水に溶ける量が多くなっているため、食塩とミョウバンでは温度による溶け方が違うと解釈した。

3-2-8 授業⑧

授業⑦の溶け残りのあるミョウバンの水溶液をみせた。児童は、水の量を増やす方法で調べた学習班のミョウバンの溶け残りは、授業⑦の終了時とほとんど変化していないことに気づき、また、水の温度を上げる方法で調べた学習班のミョウバンの溶け残りは、大きな結晶ようになっており、授業⑦の終了時よりも増えていることに気付いた。そこで、学習課題「どうして、水の温度を上げる方法で調べた学習班のミョウバンの溶け残りが増えているのか」を提示し、図5と図6をもとに各学習班で話し合わせ、考えを学級全体に発表させた。児童は、温度が60℃から20℃に下がったので、水50mLにミョウバンは5gしか溶けることができず、23gくらいのミョウバンが溶け残りとなって出てきたと考えた。

次に、学習課題「溶け残っているミョウバンを取り出すにはどうしたらよいか」を提示し、実験方法を各学習班で考えさせ、話し合わせた。8つの学習班中、8つの学習班が、ろ紙を使ってろ過すると溶け残ったミョウバンを取り出すことができると考えた。その理由は、授業⑤で溶け残った食塩をろ過で取り出すことができたからであった。ろ過をさせた結果、すべての学習班のろ紙上に粒（ろ物）がみられた。また、ろ過した液（ろ液）は、無色透明であり、溶け残っているミョウバンがないことを確認した。児童は、ろ過した

液に溶け残りがなくなったことから、ろ紙上の粒を溶け残っていたミョウバンと解釈し、ろ過すると溶け残ったミョウバンを取り出すことができると考えた。

そこで、学習課題「ろ過した液にミョウバンは溶けているか（ろ過した液はミョウバンの水溶液だろうか）」を提示し、児童に予想させ、学級全体に発表させた。すべての児童（出席者26名）が、ろ過した液にはミョウバンが溶けていると予想した。その理由は、授業⑤でろ過した液に食塩が溶けていたので、ミョウバンの場合も同じと考えたからであった。ろ過した液からミョウバンを取り出す方法について各学習班で話し合わせ、考えた実験方法を学級全体に発表させた。児童が考えた実験方法は、ろ過した液を加熱して水を蒸発させる方法、また、ろ過した液の温度を下げる方法の2つであった。このとき、児童は、食塩とは異なり、ミョウバンの場合、温度を下げると溶けているミョウバンが出てくると考えた。温度を下げる方法として、ろ過した液を入れたビーカーを氷水に入れる方法があることを紹介した。蒸発皿にろ過した液をとってガスコンロで加熱する方法、また、ろ過した液の温度を下げる方法の両方で実験をさせた。水を蒸発させる方法で実験させた結果、すべての学習班の蒸発皿上に白い粒が出てきた。ろ過した液の温度を下げる方法で実験させた結果、すべての学習班で、ろ過した液の中に粒が出てきた。さらに、粒が出てきた時点で、ろ過をすると、すべての学習班で、ろ紙上に粒（ろ物）がみられた。児童は、蒸発皿上の粒がミョウバンと同じ白色をした粒であったこと、また、ミョウバン以外のものを水に溶かしていないことから、出てきた粒をミョウバンと解釈し、ろ過した液にミョウバンは溶けていたと考えた。

3-2-9 授業⑨

3種類の液（A液：食塩水、B液：ミョウバンの水溶液、C液：水）を3本の試験管（容量：25mL）に3分の1ほど入れて各学習班に配付した。このとき、3種類の液が食塩水、ミョウバンの水溶液、水のいずれかであることを伝え、学習課題「3種類の液をみ分けよう」を提示し、一人ひとりに実験方法を考えさせ、ノートに書かせた。その後、学習班ごとに検証計画ボードとアイテムカードを使わせて、実験の手順を考えさせ、話し合わせた。その結果、すべての学習班（8つの学習班）が、「冷却させ、次に蒸発させる」という方法で調べることを決めた。各学習班の考えは「3種類の液を冷却した場合、ミョウバンの水溶液からミョウバンが出てくる。次に、残った2種類の液を蒸発させると食塩水からは食塩が出てくるが、水からは粒が出てこない」というものである。「蒸発させ、次に冷却させる」という方法でも調べられるが、この方法で調べる学習班はなかった。実験の結果、すべての学習班がA液を食塩水、B液をミョウバンの水溶液、C液を水と回答した。この回答は正解であった。なお、授業⑨の出席者数は27名であった。

4. 調査の方法、分析の方法

4-1 質問紙

調査には質問紙法を用いた。調査は各授業（授業①～授業⑨）の終了時に実施した。質問紙では「物が水にとけることについて興味をもちましたか」という教示を行い、5件法で回答を求めた。5件法は「とてもあてはまる、だいたいあてはまる、どちらともいえない、あまりあてはまらない、まったくあてはまらない」とした。得られたデータについては「とてもあてはまる」を5点、「だいたいあてはまる」を4点、「どちらともいえない」を3点、「あまりあてはまらない」を2点、「まったくあてはまらない」を1点として平均値と標準偏差を算出した。また、各授業（授業①～授業⑨）を要因とした1要因分散分析を行った。分散分析を実施するにあたり、Mauchlyの手法を用いて球面性の検定を行った。なお、反復測定を実施するには個人を特定する必要があったため、質問紙に出席番号と名前を記入する欄を設定し、それらを記入させた。

4-2 全国・学力学習状況調査問題

調査には2012年4月17日に実施された全国・学力学習状況調査問題（小学校第6学年理科）の問1の(1)～(4)を用いた（文部科学省，2012）。調査は単元終了時に実施した。5年A組の正解者・不正解者の人数を設問ごとに集計し、正答率を算出した。その後、算出した正答率と全国正答率（文部科学省初等中等教育局学力調査室・国立教育政策研究所教育課程研究センター研究開発部学力調査課，2012）を比較した。

5. 結果と考察

5-1 質問紙

質問紙の質問項目「物が水にとけることについて興味をもちましたか」に対する各授業（授業①～授業⑨）終了時の児童の意識の平均値、標準偏差を表4に示す。各授業の平均値と標準偏差の和が最高得点（5点）を超えており、天井効果がみられた（表4）。分散分析を実施するにあたり、Mauchlyの手法を用いて球面性の検定を行った。その結果、球面性の仮定が成り立たなかった。そのため、自由度の修正は行っていない。前述した分散分析を実施した結果、各授業の主効果はみられなかった（ $F(8, 144)=1.15, n. s.$ ）。各授業の主効果がみられなかったのは、各授業において天井効果がみられたことに起因していると考えられる。これらのことは、各授業で、児童は物が水に溶けることについて興味をもっていたことを示唆している。

表4 質問項目「物が水にとけることについて興味をもちましたか」に対する児童の意識

	授業①	授業②	授業③	授業④	授業⑤	授業⑥	授業⑦	授業⑧	授業⑨
平均値 (標準偏差)	4.42 (0.61)	4.74 (0.45)	4.74 (0.45)	4.63 (0.60)	4.68 (0.58)	4.68 (0.48)	4.68 (0.58)	4.63 (0.50)	4.53 (0.61)
天井効果	●	●	●	●	●	●	●	●	●

N=19

天井効果あり：● 天井効果なし：-

5-2 全国・学力学習状況調査問題

前述した全国・学力学習状況調査問題の問1の(1)～(4)の全国正答率を表5に示す（文部科学省初等中等教育局学力調査室・国立教育政策研究所教育課程研究センター研究開発部学力調査課，2012）。また、5年A組の正解者・不正解者の人数と算出した正答率を表6に示す。

表5 2012年度全国・学力学習状況調査問題の問1の全国正答率

設問		問1(1)	問1(2)	問1(3)	問1(4)
全国正答率 (%)	公・国・私立	85.9	76.3	54.7	65.8
	公立	85.8	76.3	54.4	65.6

表6 2012年度全国・学力学習状況調査問題の問1の5年A組の正解者数、不正解者数、正答率

設問		問1(1)	問1(2)	問1(3)	問1(4)
5年A組	正解者(人)	26	23	16	26
	不正解者(人)	0	3	10	0
	正答率(%)	100	88.5	61.5	100

表5と表6を比較すると全国正答率よりも5年A組の正答率の方が良好な値を示している。全国・学力学習状況調査の調査対象者が第6学年の児童であるため、解釈に留意する必要があるが、単元終了時の5年A組の児童の理解の程度は高いといえる。

おわりに

本研究では、佐々木（2014）を参考にして「1次で食塩を教材として表1のウ、ア、イの順で学習させ、その後、2次でミョウバンを教材として表1のウ、ア、イの順で学習させる。さらに、3次でパフォーマンス課題を提示し、1次と2次で学習したことともに実験方法を考えさせ、実験を通して課題を解かせる」という単元構成を提案した。さらに、この単元構成に従って授業を実践し、児童の興味と理解の程度を調べた。その結果、各授業（授業①～授業⑨）で、児童は物が水に溶けることについて興味をもっていたことが明らかになった。また、2012年4月17日に実施された全国・学力学習状況調査の全国正答率よりも、5年A組の正答率の方が良好な値を示していたことが明らかになった。これらのことから、この単元構成の有効性が児童の興味と理解の程度から示唆されたといえる。

本研究では第5学年の「物の溶け方」の単元構成の工夫改善を行った。今後、他の単元においても単元構成の工夫改善に取り組み、授業を実践して研究する必要がある。

謝辞

本研究にご協力いただきました長野市立篠ノ井西小学校教諭の佐々木直人氏（現在：長野市立東部中学校）に感謝の意を表します。

付記

本研究は、山口大学教育学部とやまぐち総合教育支援センターによる「平成26年度長期研修教員連携支援プログラム」で行った実践研究である。

文献

- 有馬朗人ほか（2015）：『新版たのしい理科5年』，大日本図書
- 石浦章一・鎌田正裕ほか（2015）：『わくわく理科5』，啓林館
- 癸生川武次（2015）：『楽しい理科5年』，信州教育出版社
- 佐々木直人（2014）：「子どもたちが実感を伴いながら理解していく理科の学習 - 第5学年『ものの溶け方』の実践を通して -」『第53回中央夏期講座（夏期全国大会）子どもの「意味理解」を促す理科授業』，44-51.
- 霜田光一・森本信也ほか（2015）：『みんなと学ぶ小学校理科5年』，学校図書
- 毛利衛・黒田玲子ほか（2015）：『新編新しい理科5年』，東京書籍
- 文部科学省（2008a）：『小学校学習指導要領』，文部科学省
- 文部科学省（2008b）：『小学校学習指導要領解説理科編』，大日本図書
- 文部科学省（2012）：「平成24年度全国学力・学習状況調査（小学校第6学年理科）の調査問題1の(1)～(4)」http://www.nier.go.jp/12chousa/12mondai_shou_rika.pdf
- 文部科学省初等中等教育局学力調査室・国立教育政策研究所教育課程研究センター研究開発部学力調査課（2012）：「平成24年度 全国学力・学習状況調査（小学校）集計結果」
http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/05shou_shuukeikekka.htm
- 養老孟司・角屋重樹ほか（2015）：『未来をひらく小学理科5』，教育出版