

第IV章 研究成果をもとに改善した授業プランの提案

1 授業実践の改善点

授業実践の考察から、表 4.1 に 34 つの課題を挙げた。

表 4.1 授業実践の考察からの課題点

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">●児童の誤概念を変容させる指導方法についてさらに検討する。●単元全体において、粒子の保存性の概念獲得を図る単元構成を検討する。 |
|--|

これらの課題点の改善を図るため、改善した授業プランを提案する。

2 誤概念を変容させる指導方法について

プレアンケートでは、児童は粒子の保存性の概念に関して、誤概念を持っている児童が多数見られた。また全国的な統計を見ても、目に見えない「溶ける」現象を理解することは、児童たちにとって容易でないことが推察される。本研究においても、概念獲得及び概念変容をもたらす授業づくりを、児童の気付きに注目して取り組んできた。だが、ポストテストの結果を見ても、約 20%の児童が考えを深めることができていることが分かった。

これらのことから、より段階的な指導を計画することが必要となってくる。ここでは溶けたものが水の中に存在する現象について、誤概念を変容させる指導方法について検討する。

(1) 「粒子」に視点を向けさせる。

例として、第 5 時「色のついたものを水に溶かすと」を取り上げる。この時間には、コーヒーシュガーを水に溶かすと、コーヒーシュガーの色のついた水になることを用いて、「色がつくからコーヒーシュガーの粒は水の中に存在するのではないかと考えられるようにした。しかし、誤概念を持った児童たちは「色がつく＝水の中に存在する」という考えには至らなかったと推察できる。ただし、ここでの活動は、単にコーヒーシュガーを水に溶かすとどのようになるかを予想させて検証を行い、視点を定めずに観察と考察を行わせたため、児童の考えが深まらなかったと考えることができる。改善点として、コーヒーシュガーを水に溶かすとどのようになるかについて、溶液全体に視点を持たせることと、粒の色に注目を持たせて予想及び検証、観察、考察の活動を行わせる。このように児童に対して明確に視点を与えることで「粒の色がつく→粒は消える→粒は本当に消えたのか」といった疑問が持てるようにする。そして、この疑問は、自分の誤概念を見直す一つの要因になり、粒子の保存性の概念が一般性を有していることに気づくことができると考える。

授業実践においては、第 1 次「溶けたものはどこに」のテーマで単元を進めていった。だが、単に溶けることについて何の視点も無く学習していただければ、粒子の保存性の概念は獲得できないと考える。溶けるということは、粒が目に見えなくなる程小さくなることと考えることもできる。そこで、粒に注目させることで、粒を水に入れる、粒がモヤモヤと消えていく、粒がなくなり透明になるというように、現象を段階的に観察することができる。この現象の段階を、粒子の保存性の概念を用いて考えれば、粒を水に入れる、粒がモヤモヤと見えなくなっていく、粒が目に見えなくなり透明になるというように様子

を表すことができるようになる。また、「溶けたもの」という言葉は、「溶ける」現象が起こった物質を示し、「溶ける」現象について表面的なイメージしか持っていない児童に対しては、実感し難いと考える。これを溶ける粒に注目させることができれば、「溶ける」現象が粒子になることを理解しやすいのではないかと考える。具体的な改善プランとしては、様々な活動において、粒と粒子に視点を向けさせるために、予想や観察、考察する視点を指示することが挙げられる。また、「溶けたものほどこに」というテーマを「粒はどこに」というテーマに変えて単元を進めることにより、粒と粒子に視点が向き、より児童が溶けることに関してや、粒子の保存性に関して理解が深まるように考える。

(2)粒を視点に入れた指導方法の改善プラン

図 4.2 に粒子を視点に入れた指導方法の改善プランを示す。

粒はどこへ？	
<ul style="list-style-type: none"> ●溶けるとはどのようなことか、粒はどこにいったのかを順を追って科学的に検証していく。 ●概念変容モデルの方法に基づいて、 <ul style="list-style-type: none"> ①児童たちの誤概念やプリコンセプションに直面させ、明白に意識化させる。 ②誤概念やプリコンセプションに対して、科学的概念はより一般性を有していることを気付かせる。 	
	↓
指導方略	
第2時 「溶ける様子を観察しよう」	「概念変容モデル①」 粒が消えていく。
第4時 「溶けていないものを取り出そう」	「概念変容モデル①」 溶けたものは濾紙を通過するから、やはり溶けた粒は消えたのかも。つまり粒も消えたのかも。
第5時 「色のついたものを溶かすと」	「概念変容モデル②」 粒の色がついたから、溶けた粒が消えたわけではないのかもしれない。粒は目に見えないだけなのかも。
第6時 「溶けたものの重さは」	「概念変容モデル②」 重さはそのまま増えるから、溶けた粒は消えたのではないのかもしれない。水の中にあるのだろう。 「橋渡し方略」 アンカー：水の中に沈んだものは重さが保存される。 ブリッジ：水の中に浮いたものも重さは保存される。 ゴール：水に溶けた粒も重さは保存される。
第7時 「溶けたものは取り出すことはできる」	「概念変容モデル②」 溶けた粒は取り出すことができるから、水の中にある。 「協同的な学習・相互教授」 ①グループにおいて、取り出す方法を話合って決定する。 ②役割を決め、実験を円滑に行う。 ③結果・考察を意見を出し合ってまとめる。

図 4.1 粒子を視点に入れた指導方法の改善プラン

3 単元全体における粒子の保存性の概念獲得を図る単元構成

本研究の授業実践においては、粒子の保存性の概念の基礎的な理解を図ることを目的に設定した第2時、第5時、第6時、第7時に焦点を当てて考察・分析してきた。また、第1時から第7時においては学習指導要領の内容と重ねて、粒子の保存性の概念獲得を図る指導方法を取り入れて単元を進めた。しかし、第8時から第11時の内容については、第1時から第7時までの内容を基礎にして単元を進めたものの、学習指導要領の内容を授業において扱うことしかししておらず、単元全体における粒子の保存性の概念獲得を図った単元構成を考えるには至っていない。ここでは、単元全体における学習指導要領の内容と重ねて、粒子の保存性の概念獲得を図った単元構成について検討した。

(1)本研究での授業実践における第8時から第11時の改善プランの検討

まず第8時「いくらでも溶けるの」について、この時間のねらいは「一定量の水に対して、ものが溶ける量には限りがあることを理解する」である。これは、ある一定量の水に対して、溶けるものの量も一定であり、一定量を超えると溶けきれないという現象を理解することである。これを粒子の保存性の概念を用いて考えると、一定量の水に対して、溶質の粒が目に見えない程小さい粒になる量は一定であり、一定量を超えると溶質の粒は目に見える状態のまま存在するということになる。これらの現象を、単に検証させるだけでなく、粒子の保存性の概念を取り入れ、粒に着目して理解させることで児童の考えは深まるのではないかと考える。具体的な第8時の改善プランとしては、一定量の水に対して、ものが溶ける量には限りがあることを検証し、それらを詳しく観察させて、水溶液中の状態について粒に視点を置いてスケッチさせる活動を取り入れる。そのようにすることで、水の中での溶けたものに注目できるようになる。このように活動を設定することで、粒子の保存性の概念を深めるとともに、ねらいを達成することができるのではないかと考える。

第9時「もっとたくさんとかすには」について、この時間のねらいの一つは「ものが水に溶ける量を、水の温度や水の量と関係づけて考えることができる」である。これは、ものが溶ける量は水の量に伴って変わるということと、ものが溶ける量は、水の温度に伴って変わるという現象である。これを粒子の保存性の概念を用いて考えると、水の量によって目に見えない程小さい粒になる量は変わるということと、水の温度によって目に見えない程小さい粒になる量は変わるということになる。これらの現象についても、単に検証させるだけでなく、粒子の保存性の概念と重ねて現象を見ることで、理解が深まるのではないかと考える。具体的な第9時の改善プランとしては、溶質に食塩やミョウバンを用いて、溶け残りがある溶液中で、水の量を増やした時と温度を高くした時に、粒が消えていく様子を観察し、もう一方のねらいである「水の温度や量を変えて溶け方の規則性を調べて記録し、グラフ等にまとめることができる」に則して、粒の量を記録し、グラフにまとめることができるようにする、ここでは特に、溶けたものの水の中での様子をイメージしながら、検証してデータをまとめることができるようにする。

第 10 時「溶けたものを取り出すことはできる part2」について、この時間のねらいは、「水溶液の溶解度の性質を利用して、水にとけているものを取り出せることを理解する」である。この現象は、第 9 時の溶ける量は水の温度に伴って変わることと関連する。これは、例として、溶質にミョウバン等の温度による溶解度差が大きい物質を使用して、水溶液の温度が高い時にミョウバンを飽和点近くまで溶かし、温度を下げることで、ミョウバンは飽和量が激減するため粒として析出する現象である。ここでは、粒子の保存性の概念を用いることで、これらの現象の理解が容易になると考える。それは、粒子の保存性の概念である溶けたものは水の中に目に見えない小さい粒で存在することを理解していれば、第 9 時の溶ける量は温度に伴って変わることと重ねて、温度が高い時は溶けているので目には見えないが、温度が下がることにより目に見える粒になることが、実感を通して現象を観察することができるからである。第 10 時の具体的な改善プランとしては、粒子の保存性の概念と、水の温度に伴って溶ける量が変わることを十分に復習した上で、上記に例とした現象を観察し、水の中の粒に視点を定めてスケッチする活動を行う。そのような活動を通して、児童がこの時間のねらいを達成できるようにする。

第 11 時「結晶をつくろう」について、この時間のねらいは、「水溶液を冷やしてミョウバンの結晶を作ること、理解してきた知識を活用できることに興味をもつ」である。この時間は、第 10 時の現象を通してものづくりを行うことで、科学的に理解してきたことを児童たちの興味に沿って活用できる場として設定した。授業実践においても、「結晶づくり」が面白かったという感想を大半の児童が述べていた。具体的な改善プランとしては、なぜミョウバンの結晶ができるかについての現象の理解を図って、ものづくりに取り組ませたい。そのためにも、ものづくりの前に現象の復習を行い、ものづくりを通して、実感を伴って現象の理解を図る。

(2) 単元構想の改善プラン

ここでは、第 8 時から第 11 時の改善プランや、第 IV 章の 2 節で取り上げた粒を視点に入れた指導方法の改善プランを組み込んだ単元指導計画と単元構想について検討する。表の 4.2 に単元指導計画の改善プランを、図 4.2 に単元構想の改善プランを示す。

表 4.2 から、単元指導計画の改善点は、授業実践では第 5 時に取り扱った「色のついたものを溶かすと」を改善プランでは第 7 時に繰り下げ、授業実践で第 6 時と第 7 時であった時間をそれぞれ繰り上げた。図 4.2 から、単元構想の改点は、児童の視点を粒に向かせる指示を行うこと、各過程での、誤概念を持った児童の認知の過程を想定したこと、第 8 時から第 11 時までの指導のイメージを構想したこと等が挙げられる。加えて、「色のついたものを溶かすと」の時間を第 7 時に繰り下げた。これは、第 1 次と第 2 次のつながりを意識したためであり、また、「色のついたものを溶かすと」の内容は、粒子の保存性の概念である、水の中にとけたものが存在することについて、ある程度理解をもっている方が、この時間の活動が円滑に進むと考えたためでもある。

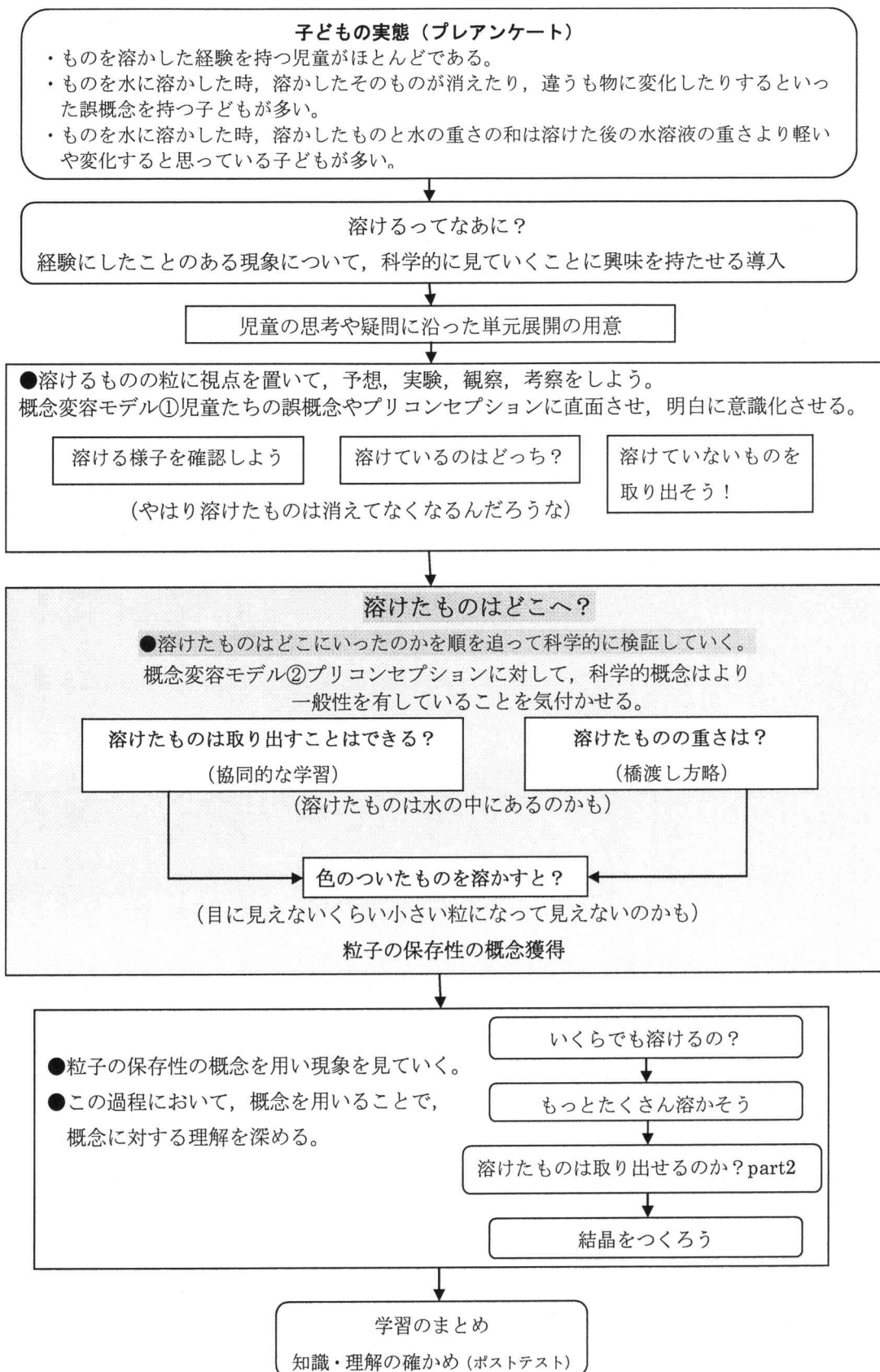


図 4.2 単元構想の改善プラン

表 4.2 単元指導計画の改善プラン
単元指導計画（全 14 時間）

段階	学習課題及び子どもの活動	評価規準
導入 「溶けるってなに？」	●第1時 溶けるって何？ (1時間)	関①ものが水に溶ける様子に興味をもち、ものが溶ける規則性を調べようとする。
	●第2時 溶ける様子を観察しよう。 (1時間)	思①ものの溶け方や溶けたものの粒のゆくえなどの溶けることについての規則性について予想することができる。
第1次 溶けたものの粒はどこへ	●第3時 溶けているのはどっち？ (1時間)	技①電子天秤を用いて、溶質の重さ、メスシリンダーを用いて溶媒の容量を量ることができる。
	●第4時 溶けていないものを取り出そう (1時間) ろ過の仕方	技②ろ過をすることで、水に溶けていないものを取り出すことができる。
	●第5時 溶けたものの重さは？ (1時間)	知①物が水に溶けても、水とものを合せた重さは変わらないことを理解する。
	●第6時 溶けたものを取り出すことができる？ (2時間)	思②溶けたものを取り出す方法を考え、班で協力して実験計画を立て、見通しをもって実験を進めることができる。 知②水溶液を蒸発させることで、溶けたものを取り出せることを理解する。
第2次 もっとたくさんとかそう	●第7時 色のついたものをとかすと？ (1時間)	思③水溶液中での粒の存在の仕方について、図や言葉にすることで、予想することができる。
	●第8時 いくらでも溶けるの？ (1時間)	知③一定量の水に対して、ものが溶ける量には限りがあることを理解する。
第3次 結晶をつくらう	●第9時 もっとたくさんとかすには？ (2時間)	技③水の温度や量を変えて溶け方の規則性を調べて記録し、グラフ等にまとめることができる。 思④ものが水に溶ける量を、水の温度や水の量と関係づけて考えることができる。
	●第10時 溶けたものを取り出すことはできる part2？ (1時間)	知④水溶液の溶解度の性質を利用して、水にとけているものを取り出せることを理解する。
まとめ	●第11時 結晶をつくらう (1時間)	関②水溶液を冷やし結晶を作ることで、理解してきた知識を活用できることに興味をもつ。
	●溶けることについてまとめよう (1時間)	まとめ ・水溶液の定義と重さ（質量保存） ・ものが水に溶ける量には、水の量や温度と関係していること ・溶けたものは取り出せること（再結晶）

第V章 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

表 5.1 研究の成果

- (1)指導方略として概念変容モデルを用いることで、誤概念を有する児童の概念を変容することが一定程度できた。
- (2)「粒子の保存性の概念」について児童らの認知の過程を示すことができた。
- (3)「粒子の保存性の概念獲得」を目指した授業改善プランを提案することができた。

(1)は、第Ⅲ章「児童の気づきを大切にしたい授業づくり」の考察から推察することができる。

(2)は、第Ⅲ章 1 節「児童の実態」、3 節「授業実践」において質的な分析ができたことから言うことができる。

(3)は、第Ⅲ章から得られた課題点をもとに、第Ⅳ章の「研究成果をもとにした授業改善プラン」において提案することができた。

2 今後の課題

研究の課題として、表 5.2 に示す 3 つの課題が挙げられる。

表 5.2 研究の課題

- (1)概念獲得に向けて、指導方略の検討
- (2)提案した授業プランの検証
- (3)児童に自信を持たせる授業づくりの検討

(1)は、今回は指導方法として主に概念変容モデルを取り入れて授業実践をすすめた。だが、他にも有効な指導方法を考えることができる。また、各時間に適した指導方法や指導方法が存在することが考えられるため、これらについて検討していく。

(2)は、提案した授業プランの検証は行っていないため、今後授業プランを実践に移し、検証していくことが求められる。その検証をもとに更なる改善を加えて、よりよい授業プランを提案していきたい。

(3)は、本研究のプレアンケートにおいて、理科学習に対して自信がない児童が全国的に多いことが分かった。今回の実践では取り扱うことはできなかったが、これは今後の理科教育の発展に大きく関わる問題である。きめ細かな指導を行い、知識を習得させることはもとより、学習の仕方や科学的に物事を見ることのできる指導の在り方について検討していきたい。

おわりに

本研究を遂行するにあたり、多くの方々にご支援とご協力をいただきました。この場を借りて、心より感謝申し上げます。

修学指導教員である坂口隆康先生には、研究を遂行する際の基本的な姿勢や研究の内容、研究方法について懇切丁寧に教えていただきました。実践研究ともあって、現場を知り尽くされている坂口先生のご指導は非常に細かな点までも心配りされていて、実践をスムーズに進めることができました。心から感謝申し上げます。

連携協力校である高砂市立高砂小学校の先生方には、本当にお世話になりました。先生方に温かい励ましの言葉やアドバイスをいただけたおかげで本研究を無事終えることができました。実践研究にあたり、研究の場を提供して下さった北洋子先生、山本秀樹先生には、様々なアドバイスをいただき、何から何まで親切にさせていただいて、実践に取り組みやすい雰囲気づくりをしていただきました。心より感謝申し上げます。松尾光明校長先生には、理科教育に関わるアドバイスや、実験の方法等専門的な知識を親切に教えていただきました。深く感謝しております。松本昌弘先生には、メンターとして実践計画を練っていただき、また教育者としての基本的な姿勢についてご指導いただきました。心より感謝申し上げます。

連携協力校と大学との連携にご助力頂いた教職大学院研究・連携推進センターの高松先生には、貴重な実践の場との橋渡しをしていただき、安心して実践研究に取り組むことができました。心より感謝申し上げます。

同じ小学校の教師を目指すコースの仲間たちにも、様々な面でご支援やご協力をいただきました。同じ目標に向かい切磋琢磨してきたことは、非常に良い経験になったように思います。

多くの方のご支援ご協力のもと、大学院生活3年間の集大成として、本論文を書き上げることができました。これからも、理科教育の充実、広くは子どもたちの未来のために尽力をつくしていきたいと思えます。

もうすぐ、教壇に立ち、教職生活をスタートさせることになりましたが、不安と期待で胸がいっぱいです。教員として子どもたちの成長していく姿を見届けたいです。教職生活は、楽しいことばかりでなく、苦しいことも多くあることと思えます。ですが、いつ何時も「初心忘れるべからず」、そして「心小胆大」の心で職務を全うしたいと思います。

平成 23 年 2 月

林 和己

引用・参考文献

- 国立教育政策研究所『特定の課題に関する調査（理科）』, 2007
- 国立教育政策研究所『平成15年度教育課程実施状況調査, 教科別分析と改善点（小学校理科）』, 2005
- 鶴岡義彦『科学を学ぶ価値を考える』理科の教育 vol.58 No686 pp14-16, 2009
- Bailey,L.H. (宇佐美寛訳)『自然学習の思想』明治図書, 1972
- 森竹高裕『実感を伴って粒子概念を獲得する授業』, 2009
- 藤崎聡美, 村上裕『「見えないけれど存在する」を実感できる教材』科教研報 vol.25,No1
- 菊池洋一, 武井隆明, 三田正巳, 高橋治, 村上裕『粒子概念の位置づけと物質学習カリキュラム』理科教育学研究 vol.49 No.1,pp35-51, 2008
- 森本信也, 渡辺素乃子, 太田川哲, 八嶋真理子『協同的な理科の教授・学習課程に関する基礎的研究』横浜国立大学教育人間科学部紀要 I 教育科学 pp.163-183, 1998,
- 高垣マユミ, 中島朋紀『理科授業の協同学習における発話事例の解釈的分析』教育心理学研究, 第52巻第4号,pp472-484, 2004
- 高垣マユミ『授業デザインの最前線』北大路書房, 2005
- 板倉聖宣『仮説実験授業』仮説社, 1974
- 森本信也『構成主義的理科学習論の教授論的展開に関する考察』横浜国立大学教育人間科学部紀要 I 教育科学 pp.45-66, 2003
- 川村康文『構成主義的理科学習論に基づいた物理授業』物理教育第46巻第5号, 1998
- 大野栄三『構成主義という用語の意味と理科教育』日本物理学会誌 vol.63,No.5, 2008
- 久保田賢一『構成主義パラダイムと学習環境デザイン』, 2008
- 湯澤正通『認知心理学から理科学習への提言』北大路書房, 1998
- Shawn M.Glynn, Russell H.Yeany, Bruce K.Britton (武村重和訳)『理科学習の心理学』東洋館出版社, 1993
- 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』東京書籍, 2008
- 文部科学省『小学校学習指導要領 平成20年3月告示』東京書籍, 2008
- 文部科学省『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）』, 2009
- 新興出版社啓林館『わくわく理科5下』, 2004

附記資料

1	アンケート用紙	・・・1
2	アンケート集計結果	・・・3
3	単元指導計画と単元構想	・・・8
4	授業実践に使用したワークシート	・・・17
5	粒子概念の系統図とイメージ図	・・・25
6	授業実践での発話記録	・・・26
7	ワークシートへの児童の記述	・・・28

理科のアンケート 10/28 名前 _____

	そうである	どちらかといえばそうである	どちらかといえばそうでない	そうでない
・理科が好きである。				
・理科を学習することに自信がある。				
・理科は自分たちの生活に関わることが多いと思う。				
・理科は自分のこれからの生活で生かせると思う。				
・理科は、国語・算数・理科・社会の中では、○番目に大切な教科であると思う。	1	2	3	4
・ものを溶かした経験がある。				
・ものを溶かしたらそのもの自体は残っていないと思う。				
・ものを溶かしても重さは増えないと思う。				
・電子てんびんを使ったことがある。				
・カセットコンロ（ガスバーナー）を使ったことがある。				

●溶かしてみたいと思うものを書きましょう。

①とけたものは一体どこにいったのでしょうか？

②「なぜそのようにいえるのか理由を書きましょう。」

③食塩をとかした水溶液の重さは、溶かす前と比べてどうなるでしょうか？
次の4つから1つを選びなさい。

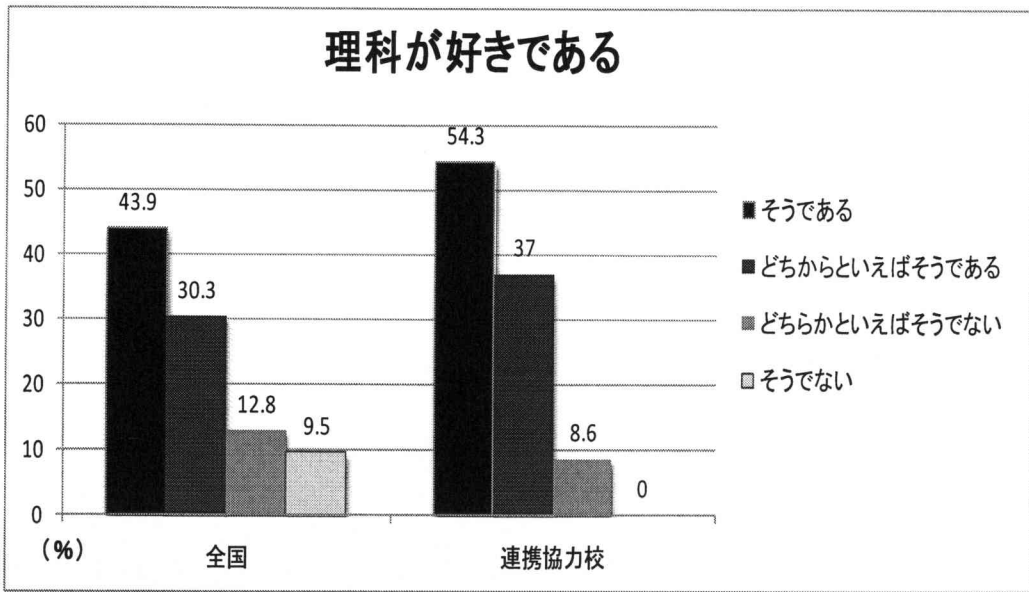
ア.水の重さと同じ

イ.食塩と水を合わせた重さより軽くなる

ウ.食塩と水を合わせた重さと同じになる

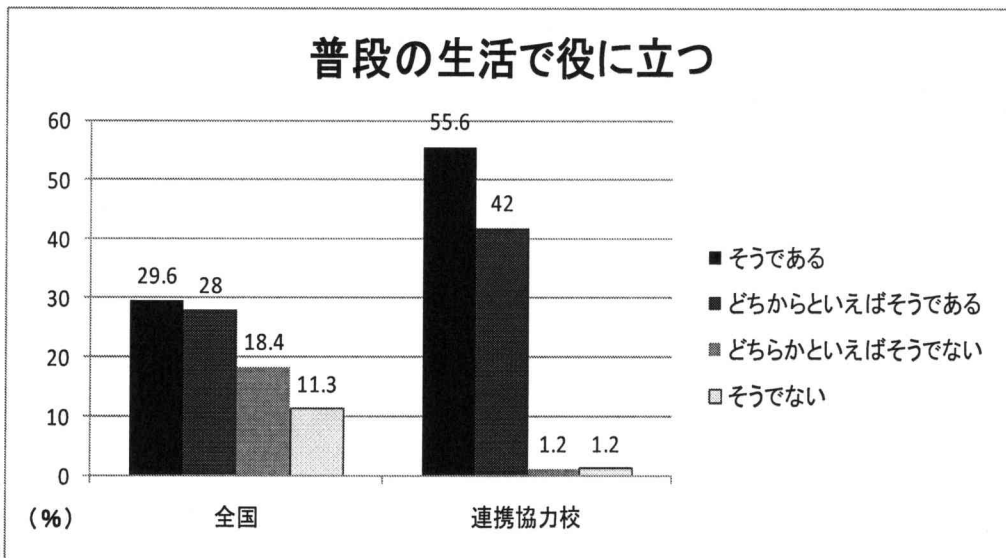
エ.食塩と水を合わせた重さより重くなる

④先生の理科の授業で、一番印象に残っている場面はどこですか？できる限りくわしく書いてください。



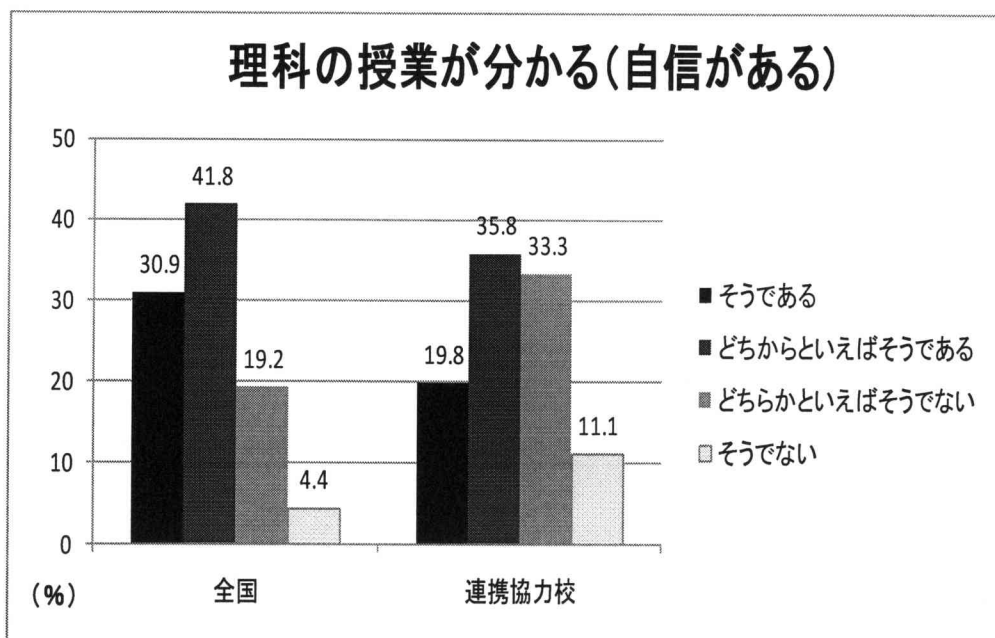
2-1 「理科が好きであるか」について

(国立教育政策研究所「平成 15 年度小中学校教育過程実施状況調査」を参考に作成)

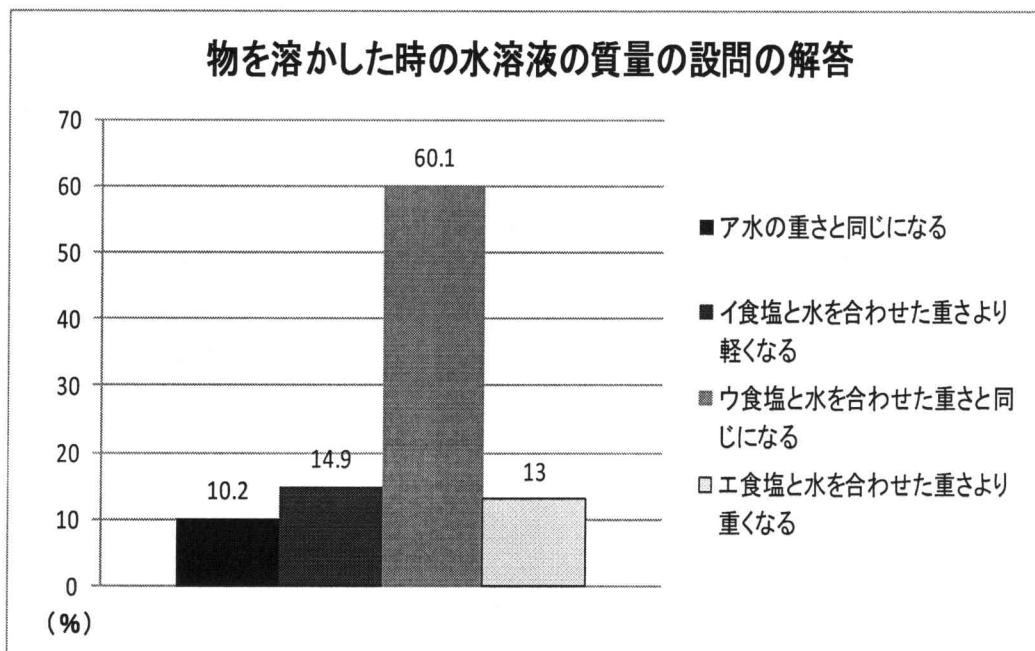


2-2 「普段の生活で役に立つか」について

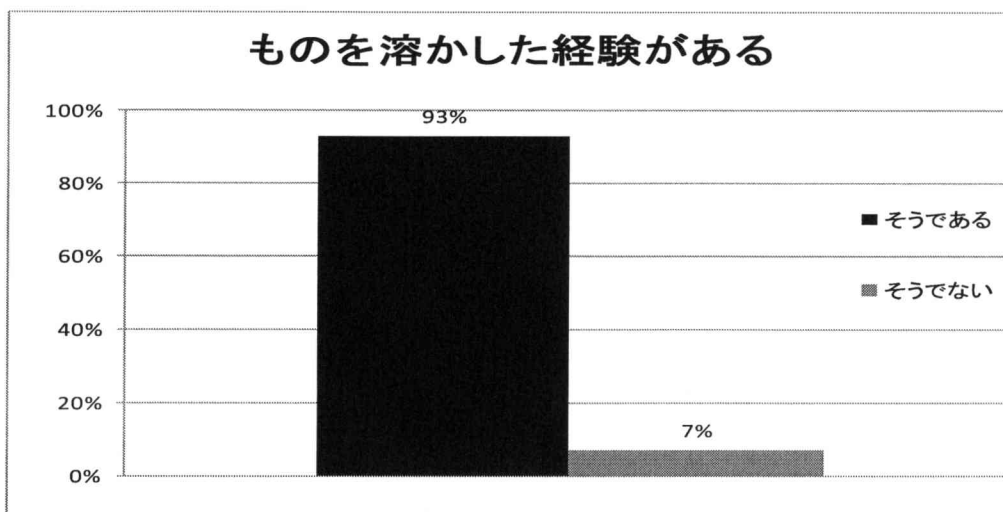
(国立教育政策研究所「平成 15 年度小中学校教育過程実施状況調査」を参考に作成)



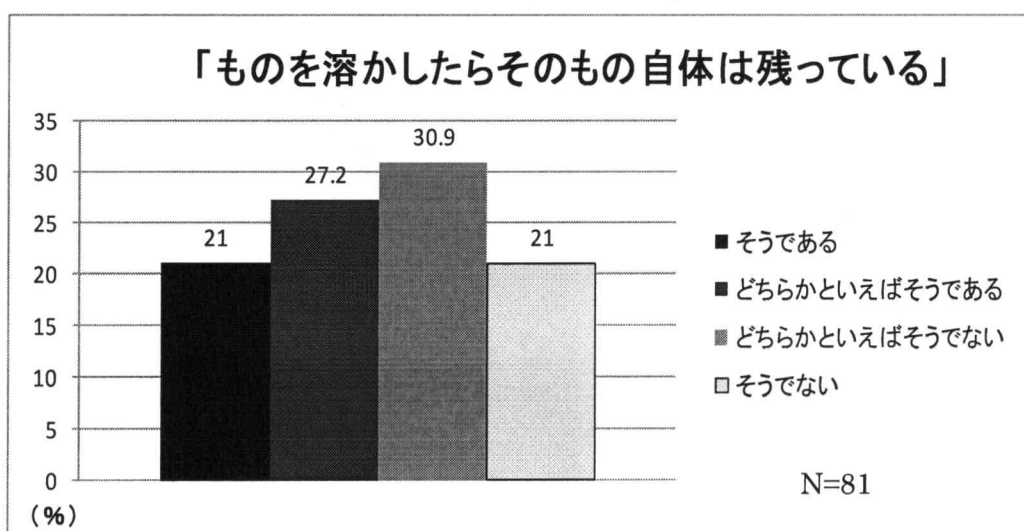
2-3 「理科の授業が分かる (自信がある)」について
 (国立教育政策研究所「平成 15 年度小中学校教育過程実施状況調査」を参考に作成)



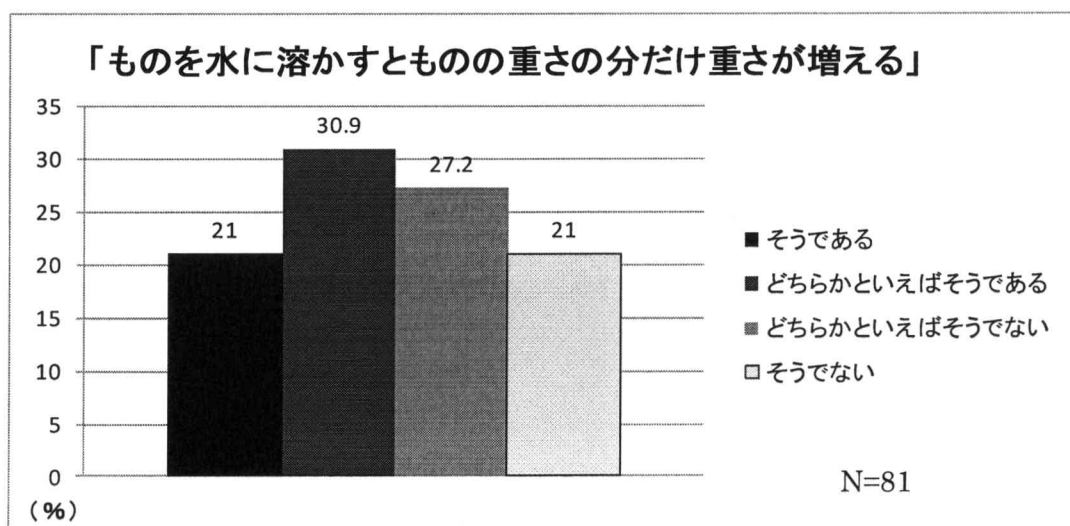
2-4 「食塩を水に溶かした時の食塩水の質量を問う設問の解答」
 (国立教育政策研究所, 平成 17 年特定課題調査を参考に作成)



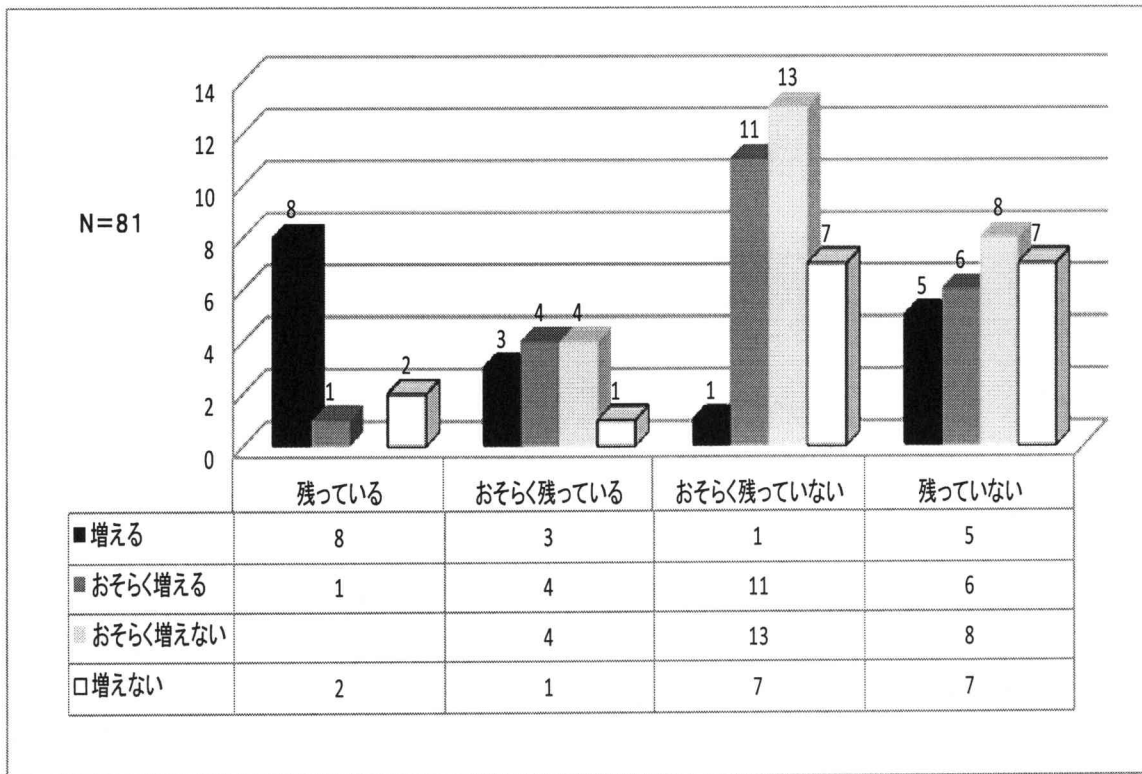
2-5 「ものを溶かした経験がある」について



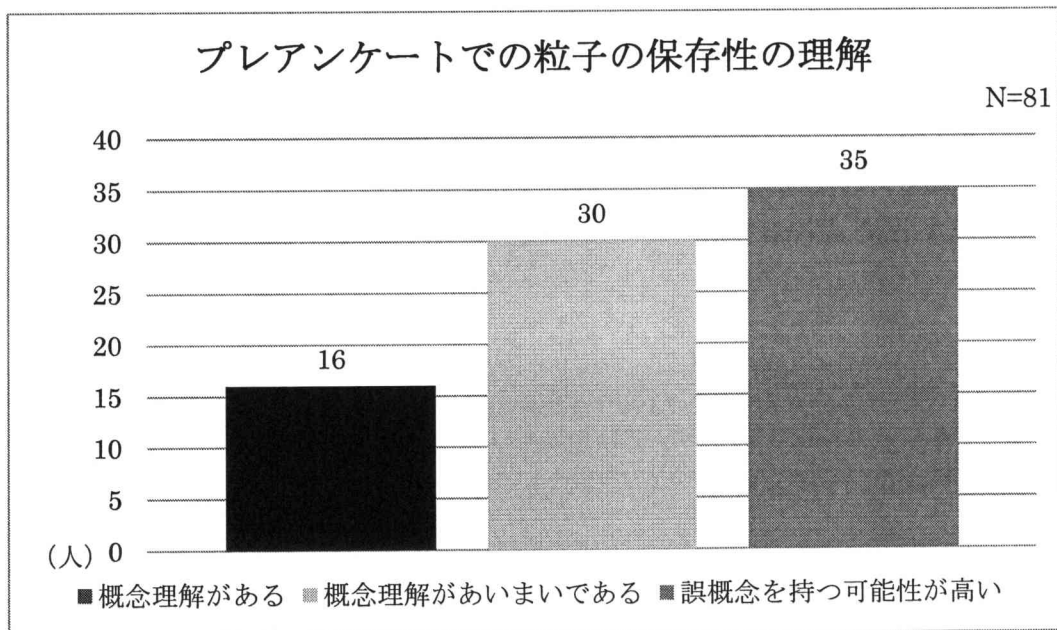
2-6 「ものを溶かしたらそのもの自体は残っている」について



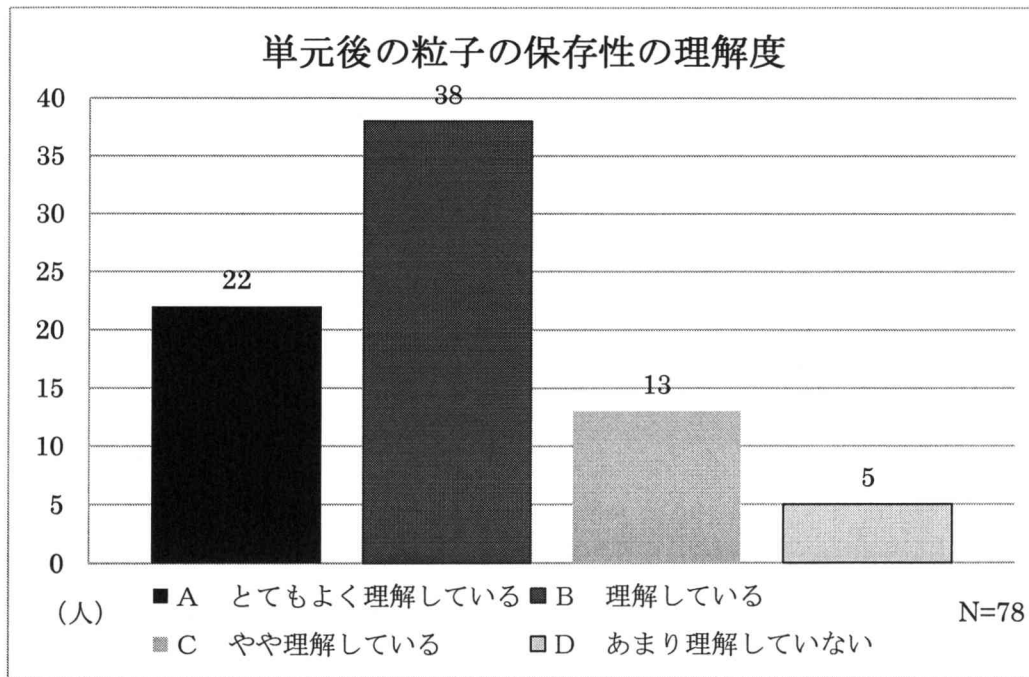
2-7 「ものを水に溶かすとももの重さの分だけ重さが増える」の回答



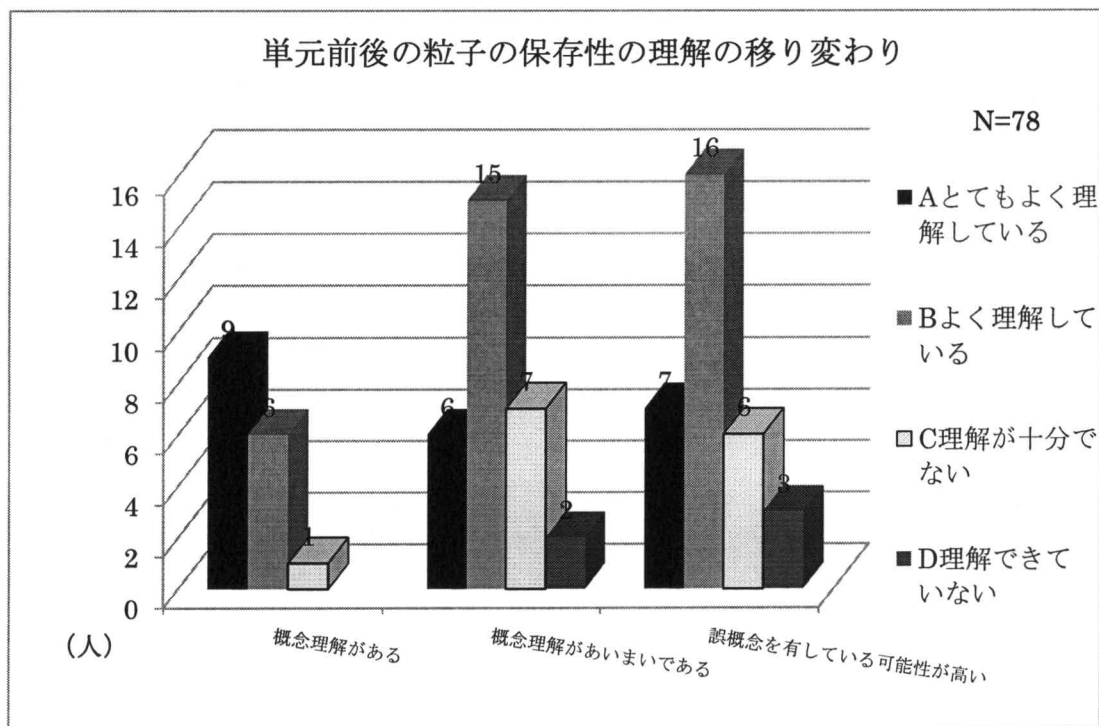
2-8 粒子の保存性の概念の知識・理解を測る設問の回答のクロス分析



2-9 プレアンケートでの粒子の保存性の理解度



2-10 ポストテストでの粒子の保存性の理解度



2-11 単元前後の粒子の保存性の理解の移り変わり

単元指導計画（全 14 時間）

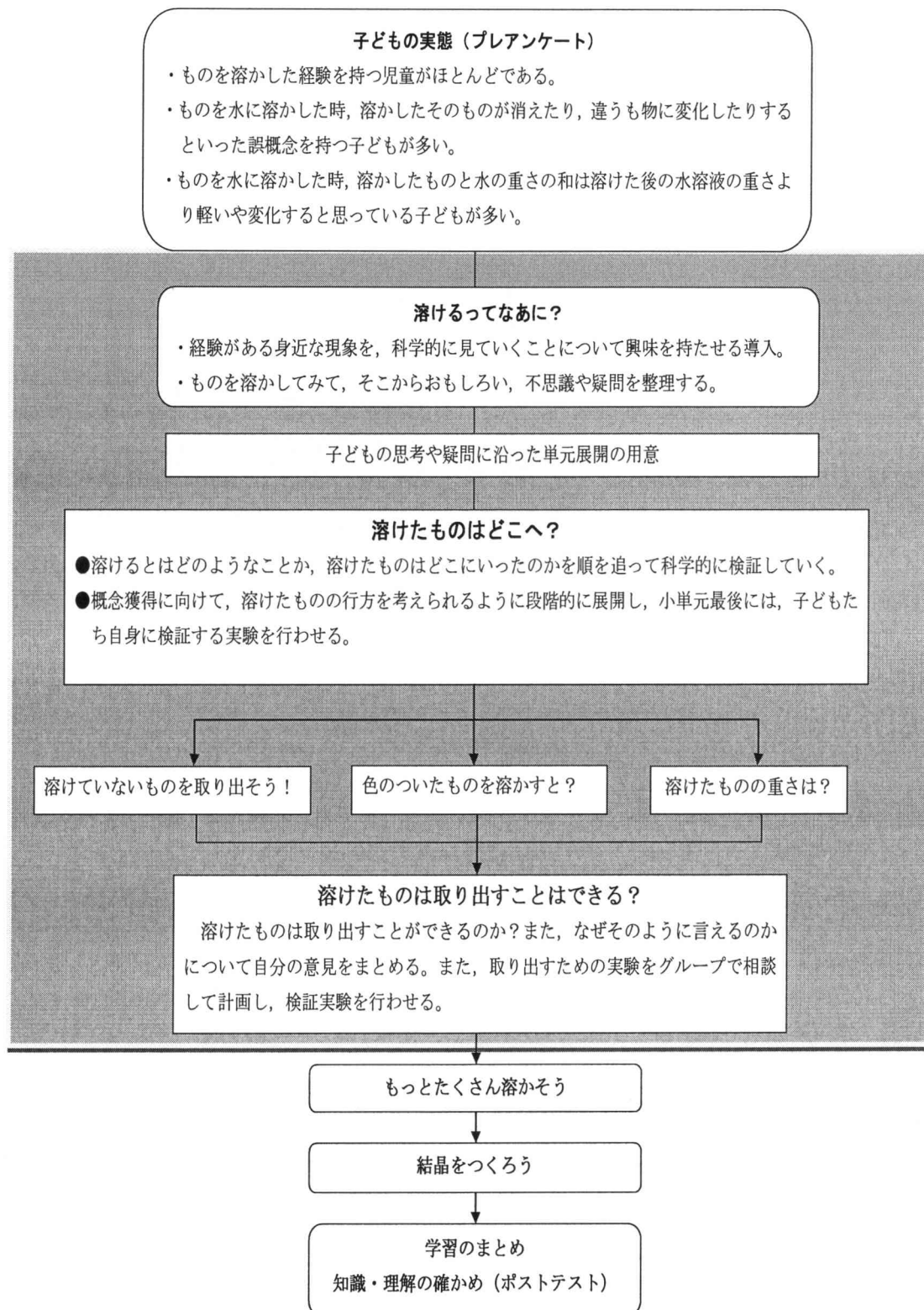
段階	学習課題及び子どもの活動	評価規準
導入 「溶けるってなあに？」	●第1時 溶けるって何？ (1時間)	関①ものが水に溶ける様子に興味をもち、ものが溶ける規則性を調べようとする。
	●第2時 溶ける様子を観察しよう。 (1時間)	思①ものの溶け方や溶けたもののゆくえなどの溶けるについての規則性について予想することができる。
第1次 溶けたものはどこへ	●第3時 溶けているのはどっち？ (1時間)	技①電子天秤を用いて、溶質の重さ、メスシリンダーを用いて溶媒の容量を量ることができる。
	●第4時 溶けていないものを取り出そう (1時間) ろ過の仕方	技②ろ過をすることで、水に溶けていないものを取り出すことができる。
	●第5時 色のついたものをとくす？ (1時間)	思②溶液中での溶質の存在の仕方について、図や言葉にすることで、予想することができる。
	●第6時 溶けたものの重さは？ (1時間)	知①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を理解する。
	●第7時 溶けたものを取り出すことができる？ (2時間)	思③溶けたものを取り出す方法を考え、班で協力して実験計画を立て、見通しをもって実験を進めることができる。 知②水溶液を蒸発させることで、溶けたものが取り出せることを理解する。
第2次 もっとたくさんとかそう	●第8時 いくらでも溶けるの？ (1時間)	知③一定量の水に対して、ものが溶ける量には限りがあることを理解する。
	●第9時 もっとたくさんとかすには？ (2時間)	技③水の温度や量を変えて溶け方の規則性を調べて記録し、グラフ等にまとめることができる。 思④ものが水に溶ける量を、水の温度や水の量と関係づけて考えることができる。
第3次 結晶をつくらう	●第10時 溶けたものを取り出すことはできる part2？ (1時間)	知④水溶液の溶解度の性質を利用して、水にとけているものを取り出せることを理解する。
	●第11時 結晶をつくらう (1時間)	関②水溶液を冷やしてミョウバンの結晶を作ること、理解してきた知識を活用できることに興味をもつ。
まとめ	●溶けることについてまとめよう (1時間)	まとめ ・水溶液の定義と重さ (質量保存) ・ものが水に溶ける量には、水の量や温度と関係していること ・溶けたものは取り出せること (再結晶)

3-1 授業実践の単元指導計画

単元指導計画（全 14 時間）

段階	学習課題及び子どもの活動	評価規準
導入 「溶けるってなに？」	●第1時 溶けるって何？ (1時間)	関①ものが水に溶ける様子に興味をもち、ものが溶ける規則性を調べようとする。
	●第2時 溶ける様子を観察しよう。 (1時間)	思①ものの溶け方や溶けたものの粒のゆくえなどの溶けることについての規則性について予想することができる。
第1次 溶けたものの粒はどこへ	●第3時 溶けているのはどっち？ (1時間)	技①電子天秤を用いて、溶質の重さ、メスシリンダーを用いて溶媒の容量を量ることができる。
	●第4時 溶けていないものを取り出そう (1時間) ろ過の仕方	技②ろ過をすることで、水に溶けていないものを取り出すことができる。
	●第5時 溶けたものの重さは？ (1時間)	知①物が水に溶けても、水とものを合せた重さは変わらないことを理解する。
	●第6時 溶けたものを取り出すことができる？ (2時間)	思②溶けたものを取り出す方法を考え、班で協力して実験計画を立て、見通しをもって実験を進めることができる。 知②水溶液を蒸発させることで、溶けたものが取り出せることを理解する。
第2次 もっとたくさんとかそう	●第7時 色のついたものをとかすと？ (1時間)	思③水溶液中での粒の存在の仕方について、図や言葉にすることで、予想することができる。
	●第8時 いくらでも溶けるの？ (1時間)	知③一定量の水に対して、ものが溶ける量には限りがあることを理解する。
第3次 結晶をつくらう	●第9時 もっとたくさんとかすには？ (2時間)	技③水の温度や量を変えて溶け方の規則性を調べて記録し、グラフ等にまとめることができる。 思④ものが水に溶ける量を、水の温度や水の量と関係づけて考えることができる。
	●第10時 溶けたものを取り出すことはできる part2？ (1時間)	知④水溶液の溶解度の性質を利用して、水にとけているものを取り出せることを理解する。
まとめ	●第11時 結晶をつくらう (1時間)	関②水溶液を冷やしミョウバンの結晶をすることで、理解してきた知識を活用することに興味をもつ。
	●溶けることについてまとめよう (1時間)	まとめ ・水溶液の定義と重さ（質量保存） ・ものが水に溶ける量には、水の量や温度と関係していること ・溶けたものは取り出せること（再結晶）

3-2 改善プランで提案した単元指導計画



3-3 授業実践の単元構想

子どもの実態（プレアンケート）

- ものを溶かした経験を持つ児童がほとんどである。
- ものを水に溶かした時、溶かしたそのものが消えたり、違うも物に変化したりするといった誤概念を持つ子どもが多い。
- ものを水に溶かした時、溶かしたものと水の重さの和は溶けた後の水溶液の重さより軽いや変化すると思っている子どもが多い。

溶けるってなあに？
 経験にしたことのある現象について、科学的に見ていくことに興味を持たせる導入

児童の思考や疑問に沿った単元展開の用意

●溶けるものの粒に視点を置いて、予想、実験、観察、考察をしよう。
 概念変容モデル①児童たちの誤概念やプリコンセプションに直面させ、明白に意識化させる。

溶ける様子を確認しよう

溶けているのはどっち？

溶けていないものを取り出そう！

(やはり溶けたものは消えてなくなるんだろうな)

溶けたものはどこへ？

●溶けたものはどこにいったのかを順を追って科学的に検証していく。
 概念変容モデル②プリコンセプションに対して、科学的概念はより一般性を有していることを気付かせる。

溶けたものは取り出すことはできる？
(協同的な学習)

溶けたものの重さは？
(橋渡し方略)

(溶けたものは水の中にあるのかも)

色のついたものを溶かすと？

(目に見えないくらい小さい粒になって見えないのかも)

粒子の保存性の概念獲得

●粒子の保存性の概念を用い現象を見ていく。
 ●この過程において、概念を用いることで、概念に対する理解を深める。

いくらでも溶けるの？
 ↓
 もっとたくさん溶かそう
 ↓
 溶けたものは取り出せるのか？ part2
 ↓
 結晶をつくらう

学習のまとめ
 知識・理解の確かめ (ポストテスト)

3-4 改善プランで提案した単元構想

溶けたものはどこへ？

- 溶けるとはどのようなことか，溶けたものはどこにいったのかを順を追って科学的に検証していく。
- 概念変容モデルの方法に基づいて，
 - ①児童たちの誤概念やプリコンセプションに直面させ，明白に意識化させる。
 - ②誤概念やプリコンセプションに対して，科学的概念はより一般性を有していることを気付かせる。



	指導方略
第2時 「溶ける様子を観察しよう」	「概念変容モデル①」 溶けたものが消えていく。
第4時 「溶けていないものを取り出そう」	「概念変容モデル①」 溶けたものは濾紙を通過するから，溶けたものは消えたのかも。
第5時 「色のついたものを溶かすと」	「概念変容モデル②」 色がついたから，消えたわけでないのかもしれない。水の中に小さい粒であるのかもしれない。
第6時 「溶けたものの重さは」	「概念変容モデル②」 重さはそのまま増えるから，消えたのではないのかもしれない。水の中にあるのだろう。 「橋渡し方略」 アンカー：水の中に沈んだものは重さが保存される。 ブリッジ：水の中に浮いたものも重さは保存される。 ゴール：水に溶けたものも重さは保存される。
第7時 「溶けたものは取り出すことはできる」	「概念変容モデル②」 溶けたものは取り出すことができるから，水の中にある。 「協同的な学習・相互教授」 ①班において，取り出す方法を話合って決定する。 ②実験手順・必要なものを話合って決める。 ③役割を決め，実験を円滑に行う。

3-5 授業実践での指導方法

粒はどこへ？

- 溶けるとはどのようなことか、粒はどこにいったのかを順を追って科学的に検証していく。
- 概念変容モデルの方法に基づいて、
 - ① 児童たちの誤概念やプリコンセプションに直面させ、明白に意識化させる。
 - ② 誤概念やプリコンセプションに対して、科学的概念はより一般性を有していることを気付かせる。

	指導方略
第2時 「溶ける様子を観察しよう」	「概念変容モデル①」 粒が消えていく。
第4時 「溶けていないものを取り出そう」	「概念変容モデル①」 溶けたものは濾紙を通過するから、やはり溶けた粒は消えたのかも。つまり粒も消えたのかも。
第5時 「色のついたものを溶かすと」	「概念変容モデル②」 粒の色がついたから、溶けた粒が消えたわけではないのかもしれない。粒は目に見えないだけなのかも。
第6時 「溶けたものの重さは」	「概念変容モデル②」 重さはそのまま増えるから、溶けた粒は消えたのではないのかもしれない。水の中にあるのだろう。 「橋渡し方略」 アンカー：水の中に沈んだものは重さが保存される。 ブリッジ：水の中に浮いたものも重さは保存される。 ゴール：水に溶けた粒も重さは保存される。
第7時 「溶けたものは取り出すことはできる」	「概念変容モデル②」 溶けた粒は取り出すことができるから、水の中にある。 「協同的な学習・相互教授」 ① グループにおいて、取り出す方法を話合って決定する。 ② 役割を決め、実験を円滑に行う。 ③ 結果・考察を意見を出し合ってまとめる。

3-6 改善プランで提案した指導方法

活動内容	教師の視点（足場づくり）
1.砂糖を容器に入れ、溶ける様子を観察し、溶ける様子がどういった感じであるかを想像して、自分の考えを書く。	○生活での溶かす経験について想起させるために、砂糖水を作る時の話等をする。
2.グループで、活動する際の注意点とルールを確認する。	○特にグループで活動する意味として、人数が多いからではなく、仲間と色々な考えを共有でき、役割分担をすること、知恵を出し合うことでよく理解でき、活動がスムーズに行くためであることを伝える。
3.グループで、砂糖を溶かす操作を行い、観察させる。	○ここでも、容器の中に砂糖を入れた瞬間について記述させる。また、溶けていく砂糖の様子を言葉で表現させる。
4.溶けていく砂糖の様子を発表する。 ・溶けて透明になる。 ・色は濁らない。 ・混ぜたら溶けてなくなる。	○様子を形・色で分類して、整理する。

3-7 第2時「溶ける様子を観察しよう」の指導計画

活動内容	教師の視点（足場づくり）
1.「透明，有色透明」とは，どんなことかについて考え，その条件について全体で確認する。	○生活の中での透明のものをあげさせ，有色透明のものについても，透明といえることを確認する。
2.コーヒーシュガーを水に入れるとどうなるかについて自分の考えを書く。	○視点として色，形に着目させる。
3.全体で発表し，意見交流をする。	○考えがでない児童に対して，人の意見を参考にするように促す。
4.検証実験を行う。	○イメージできない児童に対し，よくイメージできている児童を参考にさせるために黒板にイメージを描いてもらう。
5.コーヒーシュガーが溶液中でどのような状態で存在するか，想像してスケッチする。	○味噌汁を例に挙げて考えさせる。
追加実験 「コーヒーシュガーを溶かした水溶液を何日も置いておくと？」について，考えを発表させる。	○ココアは時間が過ぎると，下に溜まるという例を挙げ，溶けたものはどうなるかについて，予想させる。

3-8 第5時「色のついたものを溶かすと」の指導計画

活動内容	教師の視点（足場づくり）
<p>1.前時までの復習として、溶けるとはどんなことか、溶けたものはどこにいったのかを確認する。</p> <p>・水の中、目に見えないだけ</p>	<p>○児童の考えに対して、本当にそうなのだろうか？根拠をつくりだせるよう簡単に答えを言わない。</p>
<p>2.食塩 10 g を水 100 g に溶かすと、水溶液の重さは何 g になるかを予想し理由も考える。</p>	<p>○黒板に図を示し、状況をイメージしやすいようにする。</p>
<p>3.予想と理由を発表する。</p>	<p>○考えがでない児童に対して、人の意見を参考にするように促す。</p>
<p>4. 10 g の分銅を 100 g の水に入れると、全体の重さは何 g になるかを予想し、検証する。</p>	<p>○教師が演示実験し、状況を分かりやすくするために、拡大投影機を用いる。</p>
<p>5.片栗粉 10 g を水 100 g に入れると、全体の重さは何 g になるか予想し検証する。</p>	<p>○片栗粉は水の中で浮くことに気付かせる。</p>
<p>6.再度、食塩 10 g を水 100 g に溶かすと、水溶液の重さは何 g になるかを予想し考えの変わった児童は、理由を発表する。</p>	<p>○考えが変わった児童に対して、なぜ考えが変わったのかを発表させる。</p>
<p>7.検証実験を行う。</p>	

3-9 第6時「溶けたものの重さは」の指導計画

活動内容	教師の視点（足場づくり）
1.前時の復習として、水の中に溶けたものの重さは、保存されることを確かめる。	○重さが保存されることから、水の中に溶けたものがあるのかもしれないということを知るようにする。
2.本時の課題である「溶けたものを取り出すことができるか？」について、取り出すことができるかどうかを予想し、その方法とその理由を考える。	○方法について、考えが浮かばない児童は、他者の意見を参考にして自分の考えを深めるように伝える。
3.方法について自分の考えとその理由を発表する。	○自分たちで実験を計画して行うことを伝え、成功するように方法について、他者の意見を聞くように促す。
4.グループで話し合い、実験方法を決めて、実験計画（手順、必要な道具、注意点）を立てる。	○実験計画について、自主性を尊重したいが、明らかに間違っているものについては指導する。
5.検証実験を行う。	○実験を行う前に、計画書を見て注意点をよく意識させる。
6.結果をワークシートに書き、考察し、全体で発表する。	○失敗したグループについて、フォローするために、なぜ失敗したのかを児童全員に考えさせる。
7 演示実験「ドライヤーで蒸発させて食塩を取り出す」を観察する。	

3-10 第7時「溶けたものを取り出すことはできる」の指導計画

●食塩、味噌汁、ガムは水に溶けるのかな？

・溶ける ・少し溶ける ・溶けない を予想のわくの中に書きましょう。

水に入れるもの	予想	水に入れた時の様子	結果
食塩			
味噌汁			
ガム			

●（理科で）溶けたと判断できるのは、

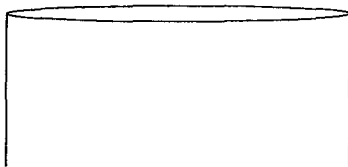
① さとうを水に入れると見た目はどうなるでしょうか？

●自分の考え

●人の意見を聞いて

●実験 さとうのとける様子を確かめましょう。

下の図に、とける様子をスケッチしましょう。



- 方法
- ①容器に水を満タンまで入れる。
 - ②容器上部のアミにさとうを入れる。
 - ③さとうのとける様子を観察して、左の図にスケッチする。
 - ④気づいたことを、結果と分かったことに書く。

●結果

●分かったこと

ワークシート NO.3 「とけているのはどっち？」 11/1 名前 _____

① A、B の 2 種類の白い粉、どちらが溶けるでしょうか？
実験で確かめるにはどのようにしたらよいでしょうか？

●確かめ方

●結果

	A	B
粉の正体		
とけたかどうか		

②溶けていないものを取り出すにはどうすればよいでしょうか？

●方法

●手順

- ①ろうと台の高さを調節する。
- ②ろ紙をろうとに入れて、水を注いでびったりくっつける。
- ③ろうとの先のとがった部分を、ビーカーのふちにくっつける。
- ④液はガラス棒を伝わらせて注ぐ。

ワークシート NO.4 「色のついたものをとくすと？」 11/4 名前 _____

① コーヒーシュガー（茶色）を水にとくすと、どのようなになるでしょうか？

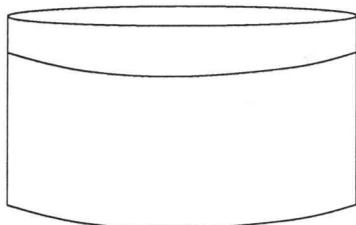
●自分の考え

●人の意見を聞いて

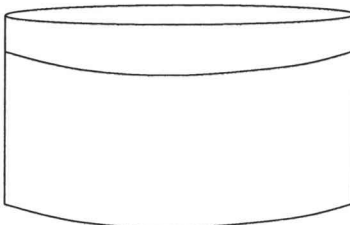
●結果

●コーヒーシュガーがとけた後の様子を図で表しましょう。

・自分の考え



・人の意見聞いて



●まとめ

★追加実験 「 _____ 」

結果

① 水を入れたビーカー100 gに食塩 10 g を入れ、かき混ぜ溶かします。

全体の重さは何 g になりますか？予想して、下の () に○印をつけましょう。

() 100g になる

() 110g より軽くなる

() 110g になる

() 110g より重くなる

●自分の考え

●他人の意見を聞いて

●結果

●分かったこと

① 水にとけた食塩を取り出す方法を考えよう。

●自分の考え

●班での考え（一つにしぼる）

② 実験計画をたてよう。（班で話合って）

●実験に必要なもの

●実験手順

●結果

●他の班の結果を聞いて

●分かったこと

① 食塩は水にいくらでもとけるのでしょうか？確かめてみましょう。

●結果

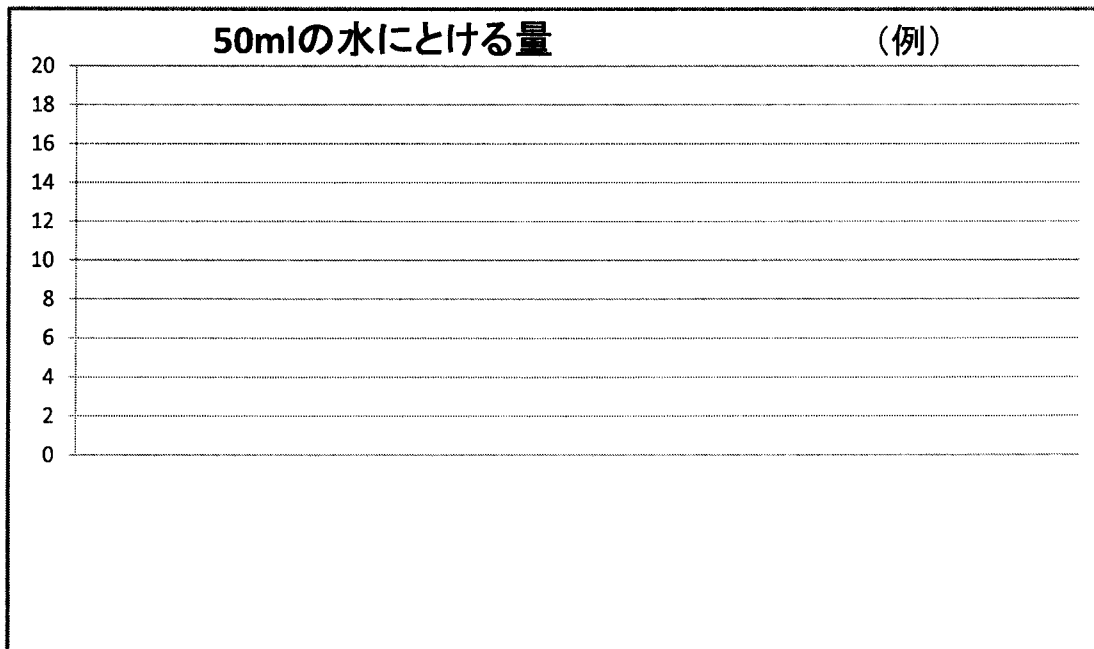
② 食塩とほかのもの（ミョウバン）では、とける量にちがいがあるのでしょうか？

●結果

●結果の表

	食塩	ミョウバン	さとう
50mlの水にとける量 (g)			

●結果のグラフ



●分かったこと

① 食塩やミョウバンのとけのこりをとかすにはどうすればよいでしょう？

●自分の考え

●方法①

●結果

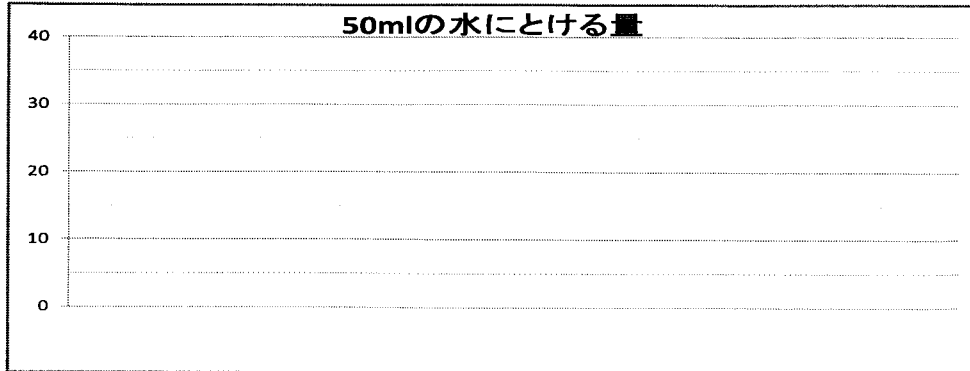
●方法②

●手順

●準備物

●結果

●結果のグラフ



●わかったこと

Blank rounded rectangular box for writing observations.

ワークシート NO.9 「とけたものを取り出すには? part2」 11/25 名前

水にとけたものを取り出す方法には、方法があります。
ですが、実は方法もあるのです。
ですが、これは温度によってとける量が大きく変わるもの（ミョウバン等）でないと使えない方法です。

●方法

- ①温度を高くして、たくさんとかしたミョウバンの水よう液を用意する。
- ②氷水を使って冷やす。

●結果

Blank lines for writing results.

●分かったこと

Blank rounded rectangular box for writing what was learned.

ミョウバンは温度が高いほど水に（ ）とけます。

高い温度でたくさんとけたミョウバンは、水の温度が（ ）と、
とけきれなくなって、結晶になります。

実験 「大きな結晶を作ってみよう！！」（二人一組で行う）

●手順1 ミョウバンのたね結晶をつける

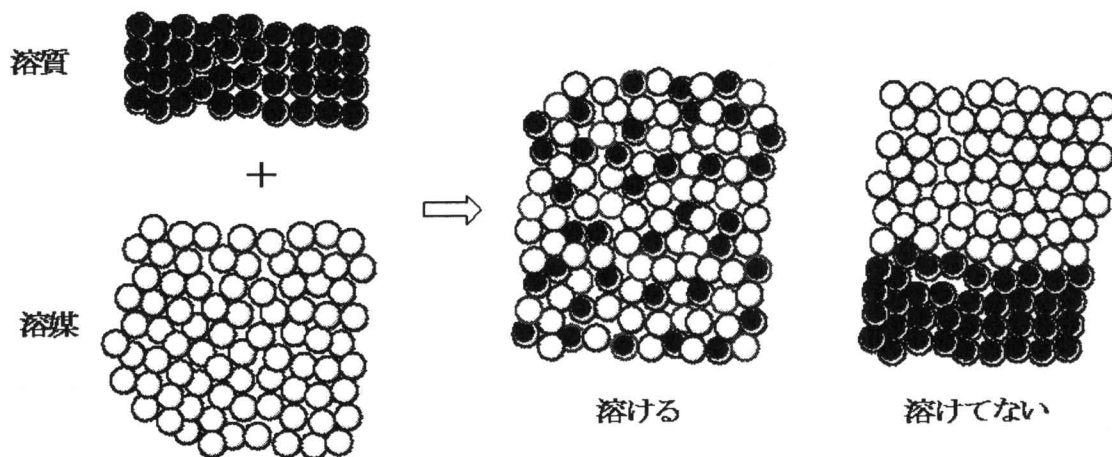
- ① 針金の先をガスコンロで、赤くなるまで加熱する。
- ② 種結晶をピンセットで固定し、熱くなった針金をそっとつきさす。
- ③ プリンカップに針金をつるす。
- ④ プリンカップの自分の針金をつるした方に、名前シールをはる。

●手順2 ミョウバンをとかす

- ① ビーカー（200ml用）に水 100ml を入れ、ミョウバン 40g を入れる。
- ② ミョウバンがとけきるまで、かき混ぜながら温める。
- ③ とけたら、少しさますために、右のページをする。
- ④ 右のページが終わったらプリンカップに、
たね結晶が浸るようにとけた液を入れる。
- ⑤ ラップをして、先生にの机にもっていく。
- ⑥ 月曜日までそっと置いておく。

概念	物質			
			← 系統	← 関連
下位概念	粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子のもつエネルギー
3年生			(1)物と重さ ・物の形と重さ ・物の体積と重さ	
4年生	(1)空気と水の性質 ・空気の圧縮による体積変化と押し返す力 ・水の圧縮と体積			(1)金属、水、空気と温度 ・金属、水、空気の温度と体積の変化 ・金属、水、空気の温まり方の違い ・水の温度のによる三態変化
5年生			(1)物の溶け方 ・物が水に溶ける量の限度 ・物が水の溶ける量の、水温や水の量による変化 ・物が水に溶けた時の重さ	
6年生	(1)燃焼の仕組み ・植物体の燃焼と酸素、二酸化炭素			
			(1)水溶液の性質 ・酸性、アルカリ性、中性 ・気体が溶けている水溶液 ・金属を変化させる水溶液	

5-1 粒子概念の系統図



5-2 「溶ける」現象の粒子モデル

- C1 どう描いていいか分からんー。
- C2 やっぱり色ついてるし、中にはあるんじゃないかな？
- C3 でもコーヒーシュガーの粒は、見えへんから、消えたから、消えたって書いていいかな？
- C1 文字で書いていいん？
- C2 いやいや色ついてるからさー、消えてないんちゃう。
- C3 でも粒つぶはないやん。あーでも色はあるんやもんなー。
- C2 粒つぶはないけど、水の中にはある感じ・・・
- C3 (もう一度、ビーカーじっくり見て、かき回して観察する)
- C2 でも粒つぶ無いし、色はついてるけど、どう描けばいいんやろ。

6-1 発話記録 (第5時：コーヒーシュガーの様子をグループで考える場面)

A 児の説明

私は、ビーカーの中をものすごく度アップで描きました。

コーヒーシュガーの粒がガラス棒でつぶされてできた小っちゃい粉と、水が「だっだっだっ」てつながってる感じ。それが、全体にいきわたってる感じ。

B 児の説明

水の中にコーヒーシュガーが溶けて、なんかめっちゃ小っちゃい破片がいっぱいある。

6-2 発話記録 (第5時：イメージできた児童、A児とB児の考えを説明する場面)

T : Kさん、Hさんの意見を参考にしたら分かりやすいかもしれないね。

じゃあ、今度は一時間目に水に入れた味噌汁について考えてみよう。

味噌は水の中でどのようになっているか分かるかな？どう描いたらいいでしょう？

C4 : 味噌は下に塊になってます。

C5 : 下にでっかいの描いたらいいと思います。

T : じゃあAさんの描き方を真似して、こう描いたらいいかな。

6-3 発話記録 (第5時：味噌汁の液中についての児童とのやり取りの場面)

- C1 ほんまに取り出せるんかな？
- C2 うーん……。取り出せるんちゃう。どうやってしたらいいんやろ？C3は？
- C3 多分やけど、冷やしたらいいんやと思うけどなー。
- C1 冷やす？なんで？
- C3 いや、冷やすっていうか、コーンポタージュとかも、ほっといたら下にめっちゃたまってくるやん。
- C2 確かに。それいいかも。
- C1 ほんまに冷やすでいいんかなー？
- C3 冷やしたらちょっとくらいでくるさ。

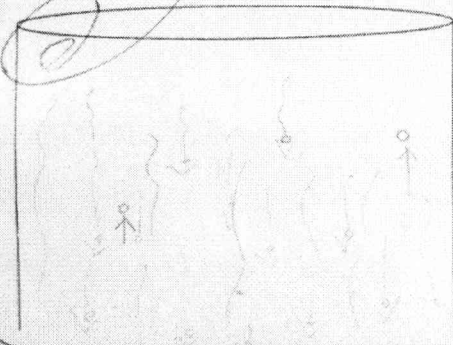
6-4 発話記録（第7時：活動2におけるあるグループ内での発話記録）

- C1 よし、じゃあ蒸発させる方法でやろか。
- C2 手順という道具決めやないかなー。まず最初なんやろ、まず最初。
- C3 最初は、網に乗せるんちゃう。ほんで火をつけて温める。そしたら出てくるの待つ。
- C1 うーんじゃあいる道具は？網、ガスバーナー、食塩水とか？
- C3 あと台とかもいるんちゃう。乗せる台。
- C4 ちょっと書いたん見せて。

6-5 発話記録（第7時：蒸発させる方法をグループで話し合う場面）

●実験 さとうのとける様子を確かみましょう。

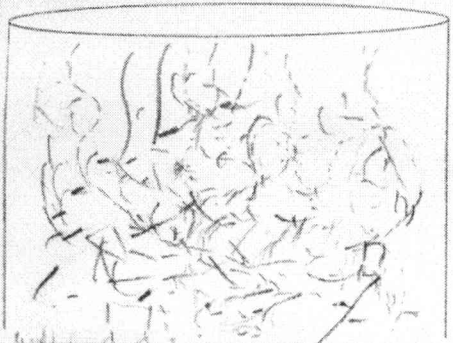
下の図に、とける様子をスケッチしましょう。



- 方法
- ①容器に水を満タンまで入れる。
 - ②容器上部のアミにさとうを入れる。
 - ③さとうのとける様子を観察して、左の図にスケッチする。
 - ④気づいたことを、結果と分かったことに書く。

●実験 さとうのとける様子を確かみましょう。

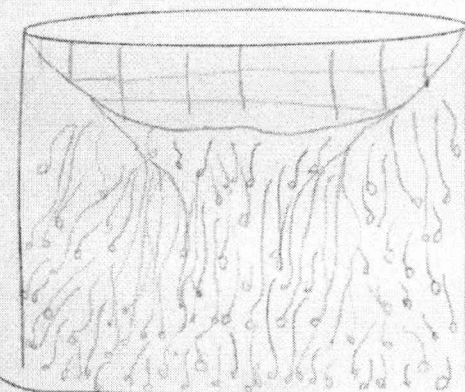
下の図に、とける様子をスケッチしましょう。



- 方法
- ①容器に水を満タンまで入れる。
 - ②容器上部のアミにさとうを入れる。
 - ③さとうのとける様子を観察して、左の図にスケッチする。
 - ④気づいたことを、結果と分かったことに書く。

●実験 さとうのとける様子を確かみましょう。

下の図に、とける様子をスケッチしましょう。

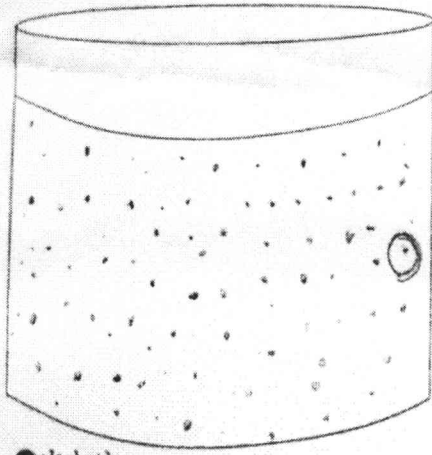


- 方法
- ①容器に水を満タンまで入れる。
 - ②容器上部のアミにさとうを入れる。
 - ③さとうのとける様子を観察して、左の図にスケッチする。
 - ④気づいたことを、結果と分かったことに書く。

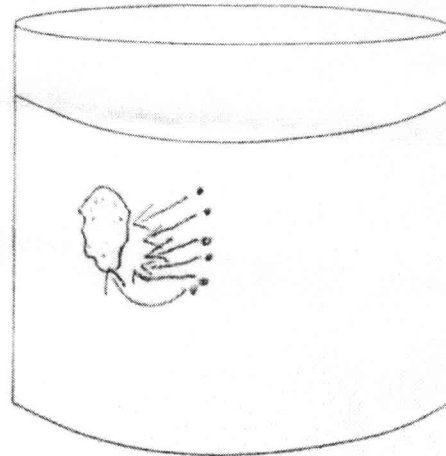
7-1 第2時での溶ける様子を観察した時の児童のスケッチ

● コーヒーシュガーがとけた後の様子を図で表しましょう。

・ 自分の考え

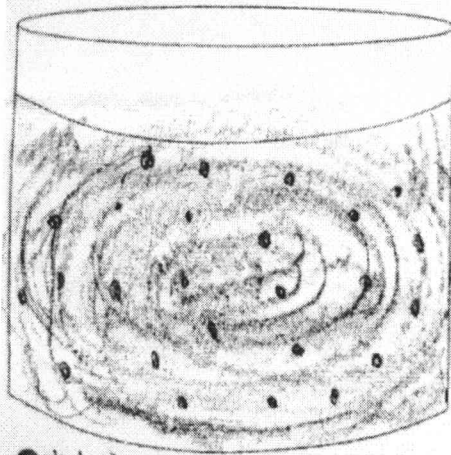


・ 人の意見聞いて

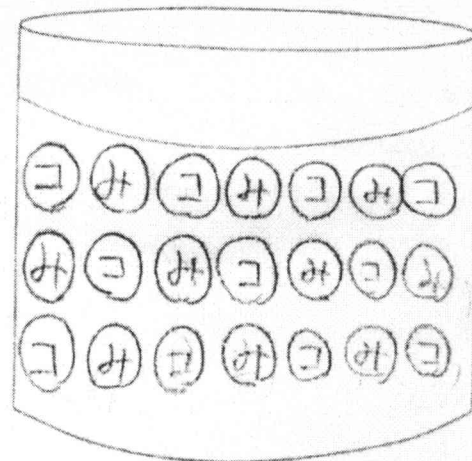


● コーヒーシュガーがとけた後の様子を図で表しましょう。

・ 自分の考え



アッアッアッ
・ 人の意見聞いて



7-2 第5時コーヒーシュガーを溶かした時の水の中の様子の児童のスケッチ

① 水にとけた食塩を取り出す方法を考えよう。

●自分の考え
水を蒸発させて食塩を取り出す。(ろ過できないので...)

●班での考え (一つにしぼる)
水を蒸発させて食塩を取り出す

② 実験計画をたてよう。(班で話合って)

●実験に必要なもの
コンロ、ビーカー、食塩水、あみ(?)、台

●実験手順
①設置する → ②コンロをつける → ③様子を見る → ④片付けをする

7-3 第7時での実験計画のワークシートへの児童の記述