

## 表現力と思考力の向上を目指した 理科学習指導に関する実証的研究

理科教育研究チーム

【要旨】 「学んだことを適切な言葉で表現し、他者に伝えることができる子どもの育成」を目的とし、理科における子どもの表現力と思考力を高めるための学習指導方法を研究した。言語及び図・表を用いた表現力の向上を図るため、単元指導において、子どもたちが意欲的に学習活動に取り組むことができる問題解決的な学習の場面を設定し、場面ごとに「ワークシート」、「グループ学習」、「言葉つなぎカード」といった手だてによる支援を行った。

ここでは、第6学年「水よう液の性質」において実施した検証授業をふまえ、表現力と思考力を高めるための単元指導モデルや手だてなど指導方法を提示する。

【キーワード】 理科教育，科学的な思考力，科学的な表現力，単元指導モデル，定型文，ワークシート，水よう液の性質

### チームメンバー

和歌山県教育センター学びの丘研修員

紀の川市立安楽川小学校 教諭 大堀 和美  
湯浅町立山田小学校 教諭 若宮 秀朋

和歌山県教育センター学びの丘

研究開発課長 亀井 晴史 研究開発課 指導主事 福田 修武 ○  
研究開発課 指導主事 中村 和稔 専門研修課 指導主事 森 裕  
研究開発課 指導主事 林 寿和 ○印…チーフ

### 研究協力者

紀の川市教育委員会

総括指導主事 中西 啓子

紀の川市立安楽川小学校

教諭 松尾 研也

紀の川市立中貴志小学校

教諭 中川 義英

紀の川市立西貴志小学校

教諭 神保 明彦

湯浅町教育委員会

指導主事 愛須 一弘

湯浅町立湯浅小学校

教諭 辻本 敦子

湯浅町立山田小学校

教諭 小川久仁子

湯浅町立田栖川小学校

教諭 永岡 寛也

湯浅町立田村小学校

教諭 脇村 史哉

湯浅町立湯浅中学校

教諭 植田 和成

## 【目次】

1	主題設定の理由	1
2	本研究における表現力・思考力のとらえ方	1
	(1) 思考力について	
	(2) 表現力について	
	(3) 表現力と思考力の関連について	
	(4) 「予想」「計画」「考察」の過程の重視	
3	研究の方法	2
	(1) 表現力と思考力を高める単元指導モデル	
	(2) 表現力と思考力を高めるための手だて	
	ア 単元指導内容の工夫	
	イ 「言語化」・「イメージ化」を支援するワークシート	
	ウ グループ学習の活用	
	エ 「言葉つなぎカード」による知識・理解の整理	
4	検証授業の概要及び結果	5
	(1) 各時間の概要	
	(2) アンケート結果	
5	考察	11
	(1) 「言語化」・「イメージ化」を支援するワークシート	
	ア ワークシートにおける表現の分析	
	イ 科学的な表現力と科学的な思考力の関連	
	ウ ワークシート等による支援の評価とまとめ	
	(2) グループ学習の活用	
	ア グループ学習と科学的な思考力の関連	
	イ グループ学習の評価とまとめ	
	(3) 「言葉つなぎカード」の評価とまとめ	
	(4) 単元「水よう液の性質」指導計画の改善	
6	研究のまとめ	17
	(1) 表現力と思考力を高める指導のポイントと単元指導モデル	
	(2) おわりに	

## 1 主題設定の理由

平成19年及び20年度全国学力・学習状況調査によって、子どもたちの知識・技能を活用する能力、いわゆる「活用力」に課題のあることが明らかになった。本県は、小学校・中学校ともに、主に「活用」に関するB問題の平均正答率や無解答率等において、全国調査結果と比較して深刻な状況にある。思考力・判断力・表現力等が深く関わる「活用力」を育てるには、国語科や算数科だけでなく全ての教科において、これらの力を高める授業改善が必要である。

平成20年3月28日に公示された小学校学習指導要領の理科では、改訂のポイントとして、科学的な思考力・表現力の育成の観点から観察・実験の結果を整理し考察する学習活動等の充実があげられている。思考力や表現力を育成するうえで、理科教育が果たすべき役割は極めて大きい。増加する授業時数を活用して、子どもたちがじっくりと考え互いに表現し合う場面を、従来より多く設定して指導を行うことが求められる。そこで、本研究では標記主題を設定し、「学んだことを適切な言葉で表現し、他者に伝えることができる子どもの育成」を目指す（図1）。今回、小学校理科において、子どもの表現力と思考力を高めることを目指す学習指導方法について研究を行った。

知識・理解に関する内容は、学習する順序等の系統性が明確である。これに比べて、思考力や表現力に関しては、学習を行うまでに、子どもがどんな学び方や考え方を身に付けているかについてあまり意識されてこなかった。思考力や表現力を効果的に育成するには、本来、単元指導計画や年間指導計画等に位置付けたり、あるいは各教科を通した学校全体での継続的な取組を行ったりすることが不可欠である。具体的な指導計画を作成する際には、子どもたちの状況に応じて各単元を基本単位とするのが望ましい。ここでは、第6学年「水よう液の性質」における指導モデルを提示するとともに、この単元の指導を検証することを通して、表現力と思考力を育てるという観点から小学校理科の指導計画を作成するうえでの指針を明らかにすることを試みた。

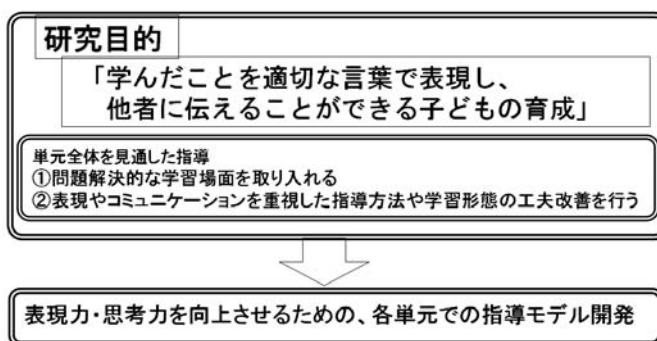


図1 本研究の目的

## 2 本研究における表現力・思考力のとらえ方

### (1) 思考力について

本研究は理科学習指導を主題としているため、以後に述べる「思考力」は、評価の観点のひとつである「科学的な思考力」と同意である。国立教育政策研究所（2002）では、科学的な思考を「自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって、観察、実験等を行うとともに、事象を実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する」としている。本研究ではこれに基づくものとする。

### (2) 表現力について

本研究における「表現力」は、理科の学習内容に関わる表現力、すなわち「科学的な表現力」を意味している。教科に特化しない一般的な「表現力」に関する研究は数多いが、理科における表現力に関する先行研究は少ない（例えば、森本(2007)、永田ら(2004)等）。ここでは、「思考した内容を、言葉・図・グラフ等を用いて他者に伝える能力」を「科学的な表現力」とする。また、その構成要素を言語によるものと非言語によるものに大別し、それぞれ「言語化による表現」及び「イメージ化による表現」とする。

- ①言語化による表現・・・科学的な思考を、まず「話し言葉」で、最終的には「書き言葉」で表すこと。
- ②イメージ化による表現・・・抽象的な概念を、具体的な図やグラフに置き換えて表すこと。

(3) 表現力と思考力の関連について

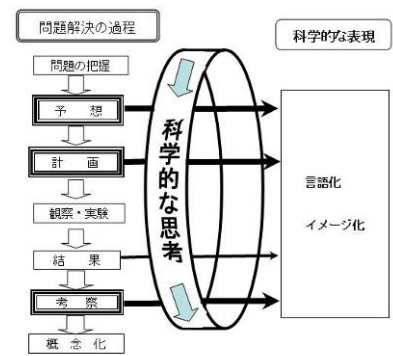
学習内容を理解したつもりでいても、いざ言葉で表現しようとするとき他者にわかりやすく伝えることが困難な場合がある。学んだことを他者にわかりやすく伝えるには、学習内容をもう一度振り返って思考する必要がある。学んだことを表現することは子どもが思考することであり、思考力と表現力には密接な関係がある。

子どもたちが「わかったこと」を他者に伝えるためには、根拠を示して論理的に表現することが必要である。実際の授業で指導した結果を評価する場合は、子どもたちが表現した内容によることが一般的である。そこで、本研究においては、「科学的な表現力」を高めることで「科学的な思考力」も高まるという仮説を設定し、表現力の向上に焦点化した指導方法を研究していく。この仮説については、検証授業で検証を行う。

(4) 「予想」「計画」「考察」の過程の重視

理科における問題解決の過程は、「問題の把握」「予想」「計画」「観察・実験」「結果」「考察」「概念化」の過程に区分できる（千葉県総合教育センター、2008）。各過程において、子どもが自分で考え、「言語化」や「イメージ化」して表現することが科学的知識を得ることにつながり、この一連の流れから科学的な思考を高めることができるとされる（図2）。

ここでは、「予想」「計画」「考察」の過程をとりわけ重視する。学習課題の意味を明確に理解するためには「予想」「計画」過程における表現活動が、また、問題解決の過程をまとめるためには「考察」過程における表現活動が、それぞれ必要と考えるからである。



千葉県総合教育センター(2008)を参考

図2 表現と思考のかかわり

3 研究の方法

(1) 表現力と思考力を高める単元指導モデル

永田ら(2004)は、「論理的な表現力を育成しながら、実感のある理解を促す理科授業」における教師の手だてとして、子どもの表現を導き出す手だて、子どもの表現を価値付ける手だて、子どもを必然性のある観察・実験へと方向付ける手だてをあげており、これらの手だてを繰り返すことによって実感のある理解を促していくとしている。これらの手だてのうち表現力の育成に関わると考えられるものは、以下のとおりである。

- ※1 ◆子どもの表現を導き出す手立て
    - ①意欲を喚起し、追究活動へつなげる「中心的な問い」の設定
    - ②場の工夫（自然事象と触れる、話し合い、情報交換等）
    - ③イメージ図や自由記述形式のレポート等による表現方法の工夫
  - ◆子どもの表現を価値付ける手立て
    - ④子どもの発言や行動の分析、イメージ図や自由記述レポート等の表現物の分析
    - ⑤教師の言葉掛け、子どもの表現物へのコメント、見本となる表現物の提示
    - ⑥場の工夫（話し合い、情報交換など）
- ※○数字は筆者が記入

今回、表現力と思考力を高めるために、『単元指導内容の工夫』、『「言語化」・「イメージ化」を支援するワークシート』、『グループ学習の活用』、『「言葉つなぎカード」による知識・理解の整理』の4つの手だてで主題へのアプローチを行った。それぞれの手だてについては、次項で述べる。4つの手だては、上の①～⑥の「導き出す手だて」及び「価値付ける手だて」と、次のように対応している。

- ・「単元指導内容」・・・①
- ・「言葉つなぎカード」, 「ワークシート」・・・③, ④, ⑤
- ・「グループ学習」・・・②, ⑥

図3は、本研究における単元指導モデルの概念図である。

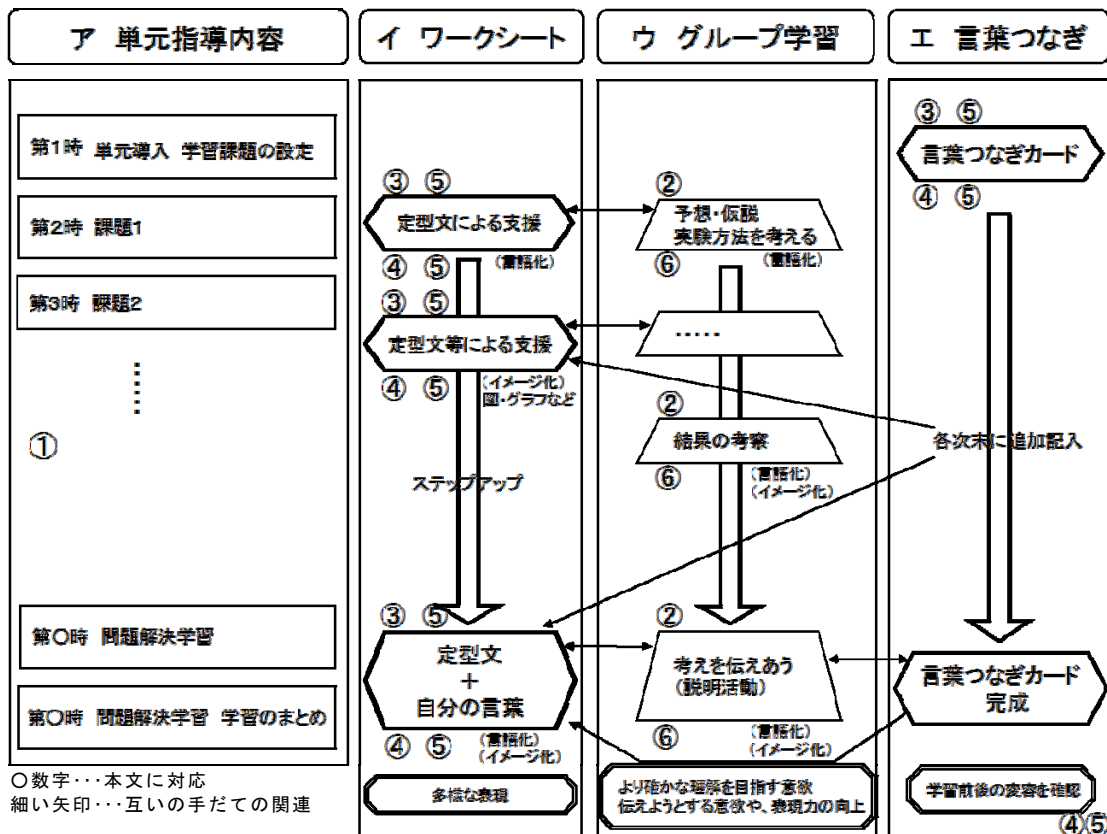


図3 単元指導モデルの概念図

## (2) 表現力と思考力を高めるための手だて

### ア 単元指導内容の工夫

問題解決的な学習の場面は、子どもたちが自分の考えを文字で書いて表し、その内容を他の子どもに伝えることによって、表現力とともに思考力を高めることができる絶好の機会である。単元指導においては、基本的な表現方法をトレーニングする機会を重ねたうえで、問題解決的な学習の場面を設定することが重要である。今回は、各次ごと及び単元末に問題解決的な学習の場面を設定した。

題材や教材の設定にあたっては、まず、学習の内容そのものが魅力的で意外性があり、子どもたちが意欲的に取り組む価値を見い出せるかを考慮した。また、既習内容や表現方法を活用できるように配慮した。理科や他教科で学習した内容等を把握し、それらが活用されたかどうかを評価の対象とするようにした。

なお、問題解決的な学習の各場面における「言語化」「イメージ化」と「教師の子どもへのアプローチ」については、千代田区立番町小学校（2007）における「理科における言語活動」を参考にした。

イ 「言語化」・「イメージ化」を支援するワークシート

本研究においては、表現力の構成要素を「言語化」「イメージ化」に大別している。子どもの表現の多くは「言語化」によってなされ、「イメージ化」はその表現を補う手段、あるいは表現の効果を高める手段として用いられる。

学習指導においては、特に「言語化」に関して表現力向上の手だてを講じながら、場面に応じて「イメージ化」を促す指導も行った。「イメージ化」を要する場面としては、実験方法を考える場面や結果から考察する場面が考えられる。これらの指導を繰り返すことによって、子ども自らが場面に応じて「言語化」や「イメージ化」のいずれか、あるいは両方で、考えを表現する力を向上させると考えた。

子どもたちのこれらの表現を導き出す手だてとして、ワークシートを用いた支援を行った。

「言語化」に関しては、授業で用いるワークシートにおいて、「予想」「結果」「考察」の部分に次の定型文例を示した。

予想「○○○になるだろう。なぜなら○○○だから」  
 結果「○○○した結果、○○○になった。(ならなかった。)」  
 考察「○○○した結果、○○○になったので、○○○とわかった。なぜなら○○○だからである。」

これによって、理科における基本的な言語化による表現方法の定着を図った。この定型文については、学習の段階に応じて省略し、子ども自身で考えて書くことができるようにした。また、ラミネート加工した「考えカード」(図4)を用意し、必要な場面で子どもが参照できるようにした。

「イメージ化」に関しては、指導内容に応じて、「計画(実験計画)」「結果」「考察」のうち、いずれかを記述する場面で図や表の表現方法を指導した。ワークシートにおけるこれらの欄を薄い方眼にすることで、子どもが図やグラフ等を表現しやすくなるよう配慮した。

ワークシートは、子どもの表現を価値付ける手だて(永田ら, 2004)としても重要である。教師が子どもに言葉掛けを行い、子どもの表現を価値付けた。また、ワークシートを教室に掲示し、子どもが互いに表現方法を学び合う教材として活用した。他の子どもの考えと自分の考えとの相違を確認しながら、優れた表現方法を参考にしたり、他の子どもに自分の考えが伝わるように書く意欲を高めたりできると考える。なお、後述するグループ学習を進める際にも、ワークシートを活用させた。

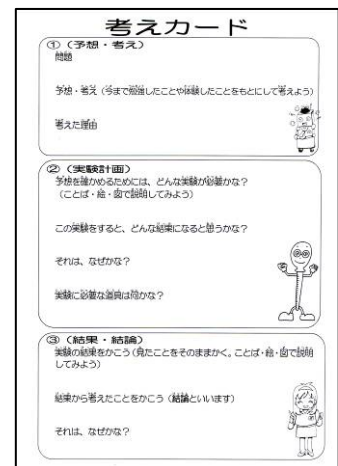


図4 考えカード

ウ グループ学習の活用

予想を立てて実験方法を考える場面や、観察・実験の結果を考察する場面で、コミュニケーションを重視し、3～5名によるグループ学習の場面を設定した。

グループ学習により、教え合い学び合う中で学習内容の理解が深まり、不十分な知識を充実したものに高めていくことができる。また、個人で考えたことをグループで話し合うことにより、発表の機会が増え、グル

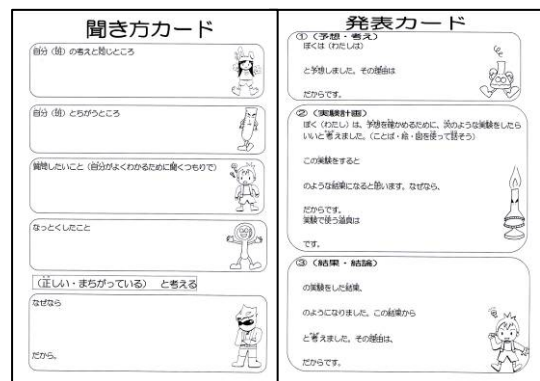


図5 聞き方カード・発表カード

ープメンバーの知識を合わせたものが自分の知識として確かなものになるとともに相手にわかるように伝える工夫がうまれる。相手にわかりやすく伝えようとすることで、表現力や思考力の向上につながるのである。森田(2004)は、このような学習活動を「説明活動」と呼んでいる。説明活動では、図やグラフ等の「イメージ化」による表現を取り入れるよう指導及び支援を行った。

グループ学習では、子どもたちに司会・記録・発表の役割を分担させた。単元を通じて何度か役割を交代させ、メンバーの力が最も発揮できるように子どもたちに役割を決定させた。自分の考えを伝えるのが苦手な子どもには、話し方のスキルを記入した「発表カード」等を活用させた。また、「聞き方カード」(図5)により、自分と他の子どもの考えの相違を感じることに意識を向けるような支援を行った。

#### エ 「言葉つなぎカード」による知識・理解の整理

今回用いた「言葉つなぎカード」の手法は、森本(2007)をもとに、概念地図法(福岡, 2007)やカルタ(諸葛, 2007)を参考にしたものである。「子どもが知識としてすでにもっている言葉と学習で学んだ言葉に関連付けさせて、子ども独自の方法により身に付けた知識体系を表現させる」(福岡, 2007)という概念地図法の目的を踏まえながら、理科の学習で活用することを考慮して、ここでは次のように使用した。

- ①単元の導入：学習の中心となるキーワードについて関連する言葉(概念ラベル)を考えさせ、概念ラベルどうしを結ぶ結合語(リンクワード)を記入させる。  
 ※ 概念ラベルを結ぶ線に矢印を加えることで、概念地図法における上位概念、下位概念を意識させる。
- ②各次末：概念ラベルやリンクワードを付け足す。
- ③単元末：再度、「言葉つなぎカード」に記入させる。

図6は、「言葉つなぎカード」の記入例である。「炭酸水」や「二酸化炭素」等の楕円で囲んだそれぞれの言葉が概念ラベル、概念ラベルどうしを結ぶ矢印に沿って記入されている「とける」や「白くにごる」等の言葉がリンクワードである。また、「水よう液」「炭酸水」「二酸化炭素」「石灰水」のように、3つ以上の概念ラベルが閉じたつながりになっているものをネットワークと呼ぶ。

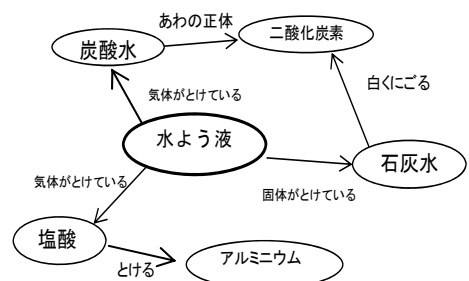


図6 言葉つなぎカードの記入例

「言葉つなぎカード」に記入する活動を繰り返すことを通して、子どもは新しく学んだことと既習内容を結びつけ、「わかった」と実感できるとともに自分の表現力についての変容を認識できると考えた。そこで、単元末の学習した内容を整理する場面で記載内容を整理させ、これで「言葉つなぎカード」の完成とした。また、完成した「言葉つなぎカード」を、後の説明活動で活用させた。

なお、「言葉つなぎカード」への記載内容は、子どもの学習に対する評価資料ではないが、本研究では子どもの表現力の向上との関連を明らかにするために、概念ラベル、リンクワード、ネットワーク数の変化を把握するようにした。

## 4 検証授業の概要及び結果

検証授業は、研修員2名の所属校及び研究協力校の計3学級において、表1に示す計画で実施した。

表 1 検証授業実施校及び検証授業指導計画（全12時間）

		山田小学校（小規模校）	安楽川小学校（中規模校）	田村小学校（小規模校）		
児童数	15名（男子4名，女子11名）		30名（男子17名，女子13名）		12名（男子3名，女子9名）	
グループ数	4（1グループは3～4人）		7（1グループは4～5人）		4（1グループは3人）	
授業者	研修員（第2時～11時） 研究協力者（第1時・第12時）		研修員（第1時～7時，10時，11時） 研究協力者（第8時・第9時・第12時）		研究協力者	
第6学年「水よう液の性質」			検証にかかわる指導のポイント			
次	時間	学習課題	問題解決の過程	ワークシート等 言語化 イメージ化	グループ学習	言葉つなぎカード
単元前						○
第1次 水溶液にとけているものを調べよう 3時間	第1時	薬品の扱い方を知る	予想			●…学習の重点になる項目 ○…学習内容に関連のある項目
			計画			
			結果			
	第2時	炭酸水から出るあわの正体は何だろう	予想	●		発表
			計画	●	○	
			結果	○		
	第3時	ペットボトルに半分くらいまで水を入れた二酸化炭素を入れてふるとどうなるだろう	予想	○		発表
			計画			
			結果	○	● 図	
第2次 金属をとかず水溶液について調べよう 4時間	第4時	金属を変化させる雨と同じはたらきをする水よう液は金属をとかすのだろうか	予想	○		発表
			計画			
			結果	●	●	
	第5時	水よう液に金属（鉄・アルミニウム）を入れるとどうなるだろうか	予想	○		発表
			計画			
			結果	●	● 表	
	第6時	水よう液にとけて見えなくなったアルミニウムはどこにいったのだろうか	予想	○		発表
			計画	●	●	
			結果	○	○	
	第7時	アルミニウムがとけた水よう液から取り出した物質は，もとのアルミニウムと同じ性質だろうか	予想	○		発表
			計画	●	●	
			結果	○	○	
第3次 水溶液の仲間分けをしよう 3時間	第8時	ムラサキキャベツの汁を使うと，水よう液をいくつかの仲間に分けられるだろうか	予想	○		
			計画			
			結果	●	●	
	第9時	リトマス紙を使うと，水よう液をいくつかの仲間に分けられるだろうか	予想	○		発表
			計画			
			結果	●	●	
	第10時	塩酸と水酸化ナトリウム水よう液をまぜた液にアルミニウムを入れるとどうなるだろうか	予想	●		発表
			計画			
			結果	●	●	
第4次 水溶液を混ぜ合わせよう 2時間	第11時	5つの水よう液の正体をたしかめよう	予想	○		発表
			計画	●	●	
			結果	○	○	
	第12時	「これが水よう液の性質だ！」をテーマに，学習内容をグループでまとめて発表する	予想			○ 整理
			計画			
			結果			
			学習内容のまとめ		説明活動	

各学級の検証授業において得られたデータやアンケート結果等には，3学級による大きな違いは認められなかった。このため，以下の概要については，安楽川小学校で実施した検証授業について述べる。



(1) 各時間の概要

【第1時 薬品等の扱い方を知る】

本時においては、子どもが実験を安全かつスムーズに行えるように、水溶液や実験器具の正しい扱い方を身に付けさせた。また、このことが実験を成功に導くことに気付かせた。さらに、ワークシートの記入方法を指導した。

【第2時「炭酸水から出るあわの正体は何だろう?」】

子どもにとって身近な炭酸飲料は、二酸化炭素が水にとけた水溶液である。本時では、炭酸水を用いて、そこから発生する「あわ」の正体を明らかにさせた。

定型文や「発表カード」等を参考にして、ワークシートに考えを書かせた。ここでは、既習内容や自分の体験をもとに、理由をつけて予想を書くことに重点を置いて指導した。

2. 予想・考え (〇〇〇は、〇〇〇だと予想します。理由は〇〇〇)  
あわの正体は、二酸化炭素だと予想します。  
理由は名前が似ているから

図7 第2時ワークシート記入例

炭酸水という名前から、気体の正体は二酸化炭素であるという予想(図7)が多かったが、理由をつけられない子どもが多かった。

また、グループ学習として、各自が考えた実験方法を発表し合う場面を設定した。子ども自身が実験方法を考えたのは初めてだったので、あらかじめ用意しておいた実験器具を示し、それを用いて実験すればよいことを知らせた。発表カードを活用してグループで発表できたのは、全グループの半数にとどまった。

【第3時「水を入れたペットボトルに二酸化炭素を入れてふるとどうなるだろう?」】

水を入れたペットボトルに二酸化炭素を入れて振ることにより、二酸化炭素が水にとけることを確かめる授業である。本時は、言葉とともに図を用いて実験の結果と考察を表現させることに重点を置いた。

ペットボトルがへこむ様子は視覚的にわかりやすいため、ほとんどの子どもが、図と言葉で結果を表現できた。一方、考察に関しては、図を用いてまとめることができた子どもは少なかった。子ども各自の考察を深めることができなかったため、グループ学習では結果を確認したにとどまり、考察を発表し合うことはできなかった。

授業の終末で、第1次の学習を終えて「言葉つなぎカード」を書かせた。単元の学習を始めるまでに記入した言葉に、本次の学習内容で得た言葉が書き加えられた。この時点では、下に示す科学的な用語等が概念ラベルとして書かれることは少なく、リンクワードを書くことができる子どもも少なかった。

単元「水よう液の性質」において概念ラベル及びリンクワードに想定した科学的な用語等  
○概念ラベル  
金属、ビベット、酸性雨、アルミニウム、鉄、塩酸、食塩水、水酸化ナトリウム水溶液、あわ、実験用コンロ、蒸発皿、別の物質、リトマス紙、酸性、中性、アルカリ性、植物の汁、炭酸水、気体、石灰水、二酸化炭素  
○リンクワード  
とける、変化する、出す、加熱する、混ぜ合わせる、打ち消す、青色になる、赤色になる、変わらない、へこむ

【第4時「金属を変化させる雨と同じはたらきをする水よう液は金属をとくのだろうか?」】

塩酸にアルミニウムを入れて反応させる実験を行い、金属をとく水溶液があることに気付かせる授業である。ここでは実験の結果に重点を置き、前時と同様に言葉とともに図を用いて表現させた。

定型文を参考にしてワークシートに予想や結果を記入する学習が3度目となり、子どもはスムーズに取り組めるようになってきた。また、実験計画の場面において、塩酸とアルミニウムの変化の様子や色、におい、熱について着目するように言葉掛けを行ったことで、本時では、ほとんどの子どもが図を使って結果を記入できた(図8)。その後、これをもとにして全てのグループで発表し合うことができた。

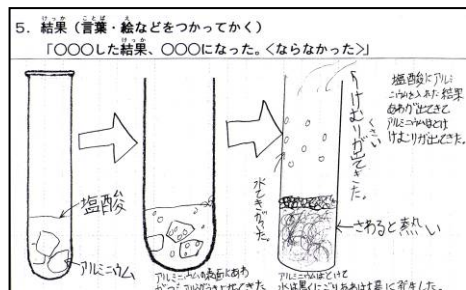
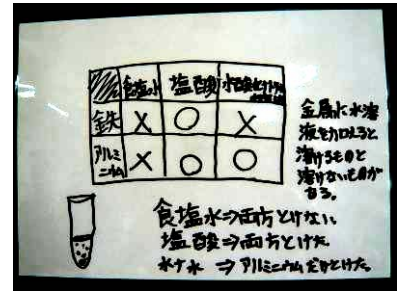


図8 第4時ワークシート記入例

【第5時「金属に水よう液を加えるとどうなるのだろう」】

塩酸、食塩水、水酸化ナトリウム水溶液に、鉄とアルミニウムをそれぞれ入れて反応させる実験を行い、どの水溶液がどの金属をとくすかを確認する授業である。本時では、水溶液3種類と金属2種類の組み合わせによる実験結果をまとめるには、表を用いるとわかりやすいことを確認したうえで、結果をまとめさせ考察を行わせることに重点を置いた。

子どもの多くは、表のかき方を考えてまとめることができた。支援が必要な子ども向けに準備した支援カード（ワークシートに貼る表枠）を用いた子どもは3名であった。本時においても、全てのグループで、結果と考察について表を用いながら発表し合った。授業の終末で、各グループが作った発表用シート（図9）を提示し、どのグループの表がわかりやすいかを確認した。



「水酸化ナトリウム水溶液を省略したもの」  
図9 発表用シート記入例

【第6時「見えなくなったアルミニウムは、どこにいったのだろう」】

塩酸にとけたアルミニウムがどこにいったのかを確認する実験方法を考えさせ、とけたアルミニウムが塩酸の中に存在することに気付かせる授業である。本時は、考えた実験計画をワークシートにまとめることに重点を置いた。

第5学年「もののとけ方」では、食塩水を蒸発させて食塩を取り出す実験を経験している。この学習を生かして実験計画を作成することができたのは、2グループのみであった。子どもが自分たちで実験を計画するのは今回で2回目であったため、はじめのうちは実験を計画できず、話し合いをうまく進められなかったグループが多かった。そこで、そのようなグループには、使用する実験器具等を知らせる支援を行った。これによって、最終的にほとんどの子どもがワークシートに実験計画や結果を書くことができた。

【第7時「取り出した物質は、もとのアルミニウムと同じ性質だろうか」】

本時は、第2次のまとめの時間である。アルミニウムをとかした塩酸を加熱し水を蒸発させて得た物質が、もとのアルミニウムと同じ性質かどうかを考えさせた。ここでは、実験計画の作成と考察に重点を置いた。

今回は、多くの子どもが実験方法を考え、全てのグループで発表を行うことができた。本時の課題が前時の学習と連続しており、既習内容を用いて取り組みやすかったためと考えられる。

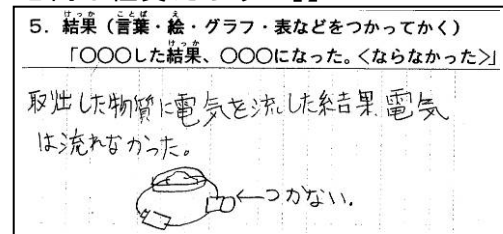


図10 第7時ワークシート記入例

結果と考察に関しては、両方を区別して記入できるようになり、特に結果の部分については、図10のように適切に記述できた子どもが多かった。一方、考察の部分については、根拠を示せない子どもが多く、「根拠を書きましょう」という指示を繰り返す必要があった。

授業の終末で、第2次の学習のまとめとして「言葉つなぎカード」に書き加えさせた。科学的な用語が見られるようになったが、「とける」等リンクワードにつけるべき言葉を概念ラベルに使っている子どもも少なくなかった。また、リンクワードを書けない子どもが多く見られた。

【第8時「水よう液は、いくつの仲間に分けることができるのだろう1」】

ムラサキキャベツの汁の色変化から、水溶液の仲間分けについて確かめる実験を中心とした授業である。ムラサキキャベツの汁は、鮮やかな色に変化するため、子どもにとっては印象に残る実験である。第2次までに学習した図や表を用いて、実験結果を表現させることに重点を置いた。

子どもたちは、ムラサキキャベツの汁の色変化に興味をもって実験に取り組み、ワークシートの方眼を利用して表を作成し、色鉛筆等で色分けをしながら結果をまとめている(図11)。図と表については、子どもによって自分が表現しやすい方を選択していた。ムラサキキャベツの汁の色変化が多様であるため、子どもたちにとっては、水溶液を仲間分けすることが難しかったようである。

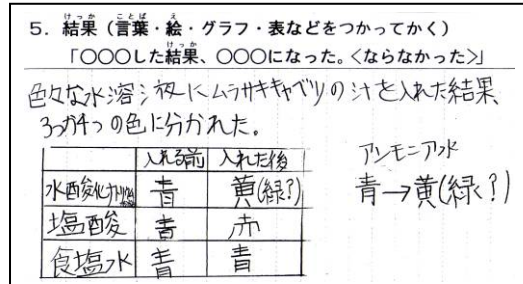


図11 第8時ワークシート記入例

【第9時「水よう液は、いくつの仲間に分けることができるのだろう2」】

リトマス紙を用いることにより、水溶液が3つの仲間(酸性、中性、アルカリ性)に分けられることを確かめる授業である。本時は、図や表を用いて実験結果を表現させることに重点を置いた。

前時でムラサキキャベツの汁が多様に変化したことから、リトマス紙についても、微妙な色の変化を読み取ろうとした子どもがいた。このため、リトマス紙の色の変化については、濃淡は問題ではなく赤か青の変化を読み取ればよいことを知らせた。

リトマス紙の変化を表にかき表し、結果をまとめた子どもが多かった。各自の結果をもとに、全てのグループで発表することができた。

【第10時「塩酸と水酸化ナトリウム水よう液をまぜた液に、アルミニウムを入れるとどうなるだろう」】

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、どちらもアルミニウムをとかす水溶液である。両方を混ぜた液にアルミニウムを入れたときの反応を予想し、実験により確かめる授業である。本時は、理由をつけて予想を書くことに重点を置いて指導した。

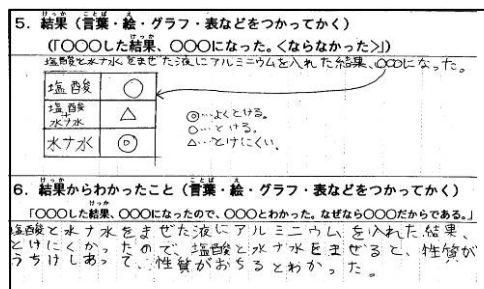


図12 第10時ワークシート記入例

この課題は、既習内容をもとに理由をつけて予想しやすい。ほとんどの子どもは「もっとよくとける」と予想し、理由も記入することができた。また、表を用いて実験中に気付いたことを加えながら結果をまとめたり、定型文から離れて独自に考察を書いたりする例(図12)がいくつか見られた。

授業の終末で、第3次の学習のまとめとして「言葉つなぎカード」に書き加えさせた。前回までに記入した概念ラベルを用いて、新たにネットワークを作る子どもが多くなった。また、リンクワードをつけるよう支援を行った結果、1、2個書けた子どもが増えた。

【第11時「5種類の水よう液の正体をたしかめよう」】

ビーカーに入った5種類の水溶液が何であるかを調べる授業である。まず、水溶液の色とにおいから、それぞれの水溶液を予想したうえで、既習内容を活用して実験方法を考えさせた。その後、実験により5種類の水溶液の正体を確かめさせた。本時は探究的な学習であるため、表現する場面は、予想から考察まで全ての過程に関わっている。

グループで計画作成について話し合う場面では、どのグループも、これまでのワークシートを見直して実験方法や既習内容を確認していた。グループ学習は活発であったが、予想以上に時間を要し、十分に発表を行えたのは3グループのみであった。他のグループは、これらのグループの計画を参考にして自分たちの計画に加えながら実験を行った。

実験後に、結果をまとめる場面では、ほとんどの子どもが表等を用いることができた。しかし、十分な時間をかけることができなかったため、表に水溶液の名称を

書いただけで、実験結果を記述することができなかった子どもが多かった。

授業後に、「言葉つなぎカード」の整理を行った。科学的な用語等を概念ラベルやリンクワードとして記入し、ネットワーク数も増加した子どもが増えた。学習内容に直接関係しなかった概念ラベルを削除した子どももいた。整理し直して完成した「言葉つなぎカード」からは、子どもの学習内容の定着状況を把握することができた。

### 【第12時「これが水よう液の性質だ！」】

「水よう液の性質」についてわかったことをグループでまとめて、学級全体の場で説明活動を行う授業である。図や表等を用いて、伝わりやすい表現を意識させた。理科においてこのような活動を取り入れたのは今回が初めてであった。準備時間が限られているために、学習内容を整理し、わかった内容を子ども自身が表現することを重視した。

ワークシートや「言葉つなぎカード」を振り返りながら、模造紙に説明する内容を図や表を用いてまとめ、各グループ3分程度の発表を行った。しかしながら、発表された内容に対して、質問したり、自分の考えを述べたりといった活発な意見交流には至らなかった。

## (2) アンケート結果

次の7項目についてのアンケートを検証授業前後で実施した。

質問1 理科が楽しい	質問2 わかったことを自分の言葉で書く
質問3 わかったことを図でかく	質問4 わかったことを友達に説明する
質問5 予想を立てる	質問6 実験計画を考える
質問7 考察できる	

検証授業前後のアンケート結果を図13に示す。

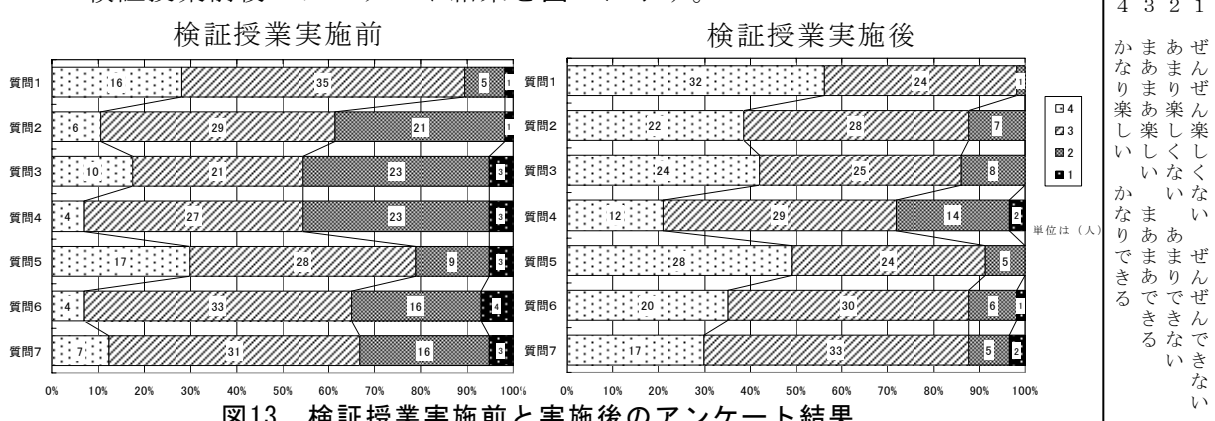


図13 検証授業実施前と実施後のアンケート結果

このアンケート結果からは、検証授業により6項目について子どもの自己評価が大きく向上していることがうかがえる。質問2・3は検証授業で表現力として重点を置いて指導した「言語化」と「イメージ化」についてであり、3学級ともに多数の子どもが「かなりできる」「まあまあできる」と自己変容を感じていることがわかる。また、質問5・6・7からは、問題解決的な学習の一連のプロセスにおいて、子どもが思考できるようになったと考えることができる。質問4について、他の質問に比べて自己評価の向上をあまり見ることができないのは、検証授業でグループ学習の時間を十分確保することができず、発表する経験を十分に重ねられなかったことに原因があると考えられる。

これらは子どもの自己評価ではあるが、このアンケート結果からは、子どもの表現力と思考力を向上させるうえで、検証授業で用いた4つの手だてが有効であったと考えられる。



## 5 考察

表現力と思考力を高めるための本研究における4つの手だてのうち、単元指導内容の工夫を除く3つの手だてについて考察し、単元指導計画の改善点を示す。なお、単元指導内容の工夫についての考察は、他の手だての項において関連する部分で述べる。

### (1) 「言語化」・「イメージ化」を支援するワークシート

#### ア ワークシートにおける表現の分析

子どもがワークシートに記入する欄は「予想」「計画」「結果」「考察」の4つであり、予想は言語化による表現を、他は言語化とイメージ化による表現を基本とした。ただし、実験計画については、子どもの負担や授業展開を考慮して、あらかじめワークシートに提示するが多かった。

ここでは、第2時～第11時の計10時間において、子どもがワークシートに表現した内容について、科学的な思考に関連のある次の3つの観点から評価を行った。

「予想に理由をつける」	} . . . . . 言語化に関する観点
「根拠を述べて考察する」	
「図に説明をつけて実験計画や結果、考察を補足する」	・ ・ ・ ・ ・ イメージ化に関する観点

検証授業を実施した3学級の57名について、それぞれの観点において、適切だと判断できるものを1、不十分なもの（未記入を含む）を0として合計得点を算出し、これを子どもの表現力ととらえた（表2）。なお、イメージ化の重要な要素である「表の活用」については、検証授業では、子どもの状態に応じて表枠を記入した支援カードを活用したため、全ての子どもの同一の条件で評価することは難しいと判断し、表2の得点には含めなかった。

表2 ワークシートにおける表現力を得点化した結果

29点満点（第4時は考察なし） 平均値11.0，中央値11

得点（点）	8以下	9～13	14以上
人数（人）	19	19	19
区分	下位群	中位群	上位群

ワークシートに定型文を示したことで、短時間で子どもが自分の考えを表現することができた。「書き方がわからない」という子どもでも、定型文を参考にして考えることができたのであろう。ただし、表2で示したように、第2時～第11時、計10時間におけるワークシートへの記述状況を3つの観点で評価した結果では、合計29点（第4時は考察なし）に対して、平均値は11.0であり合計得点の50%に達していない。全てのワークシートに、授業時間内に文や図・表を適切に記入するのは難しく、1つないし2つの欄に重点を置くのが適切であると考えられる。

毎授業時間中にワークシートに、問題解決の各過程について言語化して表現できた子どもの割合と、ワークシートにイメージ化を用いて適切に記入できていた子どもの割合を表3に示す。

予想に関しては、第2時では定型文を用いても自分の考えを言語化できる子どもは半数に満たなかったが、繰り返し経験することにより、徐々に既習内容を用いて理由をつけることができるようになった。また、第10時の課題は、子どもにとって既習内容を用いて理由をつけて予想しやすい内容であった。このような課題においては、図を用いる

表3 毎時間における言語化・イメージ化を用いて表現できた児童の割合（%）

次	時	言語化 問題解決の過程				イメージ化 手段	
		予想	計画	結果	考察	図	表
1	2	49.1	49.1	89.1	50.9	25.5	3.6
	3	52.7		83.6	41.8	20.0	3.6
2	4	51.8		85.7		62.5	0.0
	5	50.9		63.2	10.5	35.1	43.9
	6	67.9	83.9	96.4	19.6	30.4	1.8
3	7	73.7	82.5	91.2	50.9	42.1	0.0
	8	19.3		29.8	5.3	28.1	43.9
	9	26.3		28.1	29.8	14.0	64.9
4	10	89.5		50.9	14.0	50.9	38.6
	11	56.4	92.7	47.3	27.3	18.2	52.7

よう働きかければさらに学習効果を高められたと考えられる。第8時と第9時で予想を記述できた子どもが少ないのは、たくさんの水溶液の性質を調べる課題において理由付けることが難しかったことが原因と考えられる。

実験計画に関しては、検証授業で子どもが実験計画を作成したのは4回であった。第2時をのぞき、ワークシートに言語化による表現ができた子どもは多かった。しかし、イメージ化による表現ができた子どもは多くなかった。本来、実験計画は、イメージ化を用いて表現しやすい場面である。実験計画を立てるには、実験器具や実験計画に関する知識が要求される。また、経験の積み重ねや十分な時間確保も必要である。今回の検証授業では、実験計画に関する知識や経験が少ない状態で、実験計画に取り組ませた点に課題があった。実験計画作成に取り組ませるには、単元指導計画の各次末や単元末を中心に限定して、子どもが無理なく計画できる課題であるかを十分に考慮する必要がある。

結果については、定型文を示したことや、ワークシート記入欄を方眼にしたことによる効果が最もはっきりと表れた。第7時までは、多くの子どもが言語化によって適切に表現でき、また、図・表を用いたイメージ化による表現も多く見られた。第8時以後では、言語化による表現はできていないが、代わって図や表を用いたイメージ化によって表現できた子どもが多かった。いろいろな種類の水溶液を扱う課題においては、言語化とイメージ化のうちどちらか、あるいは両方を用いる等、多様な表現が見られた。学習課題の特性に応じて、子どもから表現を導き出すとともに、その表現を価値付けようとする教師の姿勢が必要である。

今回の検証授業を通して、子どもにとって表の作成が難易度の高い課題であることを再確認できた。それまでも表を用いて表現したにもかかわらず、第11時における複数の実験結果を表にまとめられない子どもが多かった。表に関しては、作成方法について丁寧に指導する場面を、単元指導計画に位置付けるとともに、読取り方や使い方を繰り返し指導する必要がある。

考察については、定型文を提示することで、「考察は結果からわかったことを書く」ことを子どもに意識付けることになり、結果と考察を区別して言語化させることができた。ただ、根拠を示して適切に表現する点では課題が残った。考察は結果と比べると、定型文で表現しきれないことがある。また、学習の最後の場面になることで、記入の時間が足りなくなったこともあった。これらのことが、言語化によって考察を表現できた子どもの割合が低くなっている原因として考えられる。考察の場面では、十分な時間を確保するとともに、課題や予想に対応した考察を書くように繰り返して言葉掛けを行うことが大切である。

#### イ 科学的な表現力と科学的な思考力の関連

図14は、検証授業を実施した3学級の57名について、検証授業実施前（1学期末）と検証授業後の結果を比較したものである。各校で実施した単元末評価問題の結果のうち、科学的な思考に関する問題の到達度によって、子どもを、A群（十分満足できる（到達度80%以上）・B群（おおむね満足できる（到達度60%以上80%未満）・C群（努力を要する（到達度60%未満））に区分した。

検証授業前後の評価問題が同一でないために一概に結論付けることはできないが、検証授業実施後にA群の子どもがやや増加している。

また、先に表2に示したように、ワークシートにおける表現力に関する得点によ

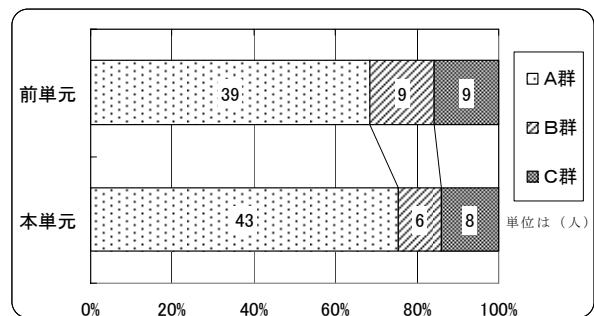


図14 検証授業前後の単元末評価問題結果の変容

って、14ポイント以上を上位群、13～9ポイントを中位群、8ポイント以下を下位群とし、上で述べたA群・B群・C群とのクロス分析（図15）を行った。表現力の上位に属する子どもは、1名を除いて全て科学的な思考に関してA群に属する。なお、この1名は、前単元の単元末評価問題では高得点を得ていた。

表現力の向上を図る手だてを用いることによって、学んだことを適切な表現で記述できる子どもが増え、また、そのような子どもほど思考力が向上したと言える。一方、表現力が下位群の子どもについては、半数がB群とC群を占めている。

これらのことから、本研究において設定した「科学的な表現力」を高めることが「科学的な思考力」を高めることにつながると考えられる。

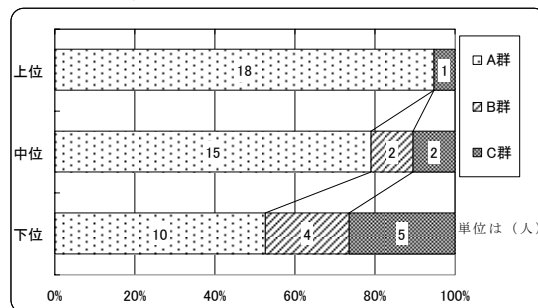


図15 ワークシートの得点と単元末評価問題結果のクロス分析

#### ウ ワークシート等による支援の評価とまとめ

湯浅町と紀の川市の研究協力者からは、「言語化」・「イメージ化」を支援するワークシートに対して、「問題解決的な学習をすすめる際に、次に何を指導すればよいかを明確にできた」と好評であった。また、これまでの考察で述べてきたことと一致する感想を得た。

なお、検証授業では、子どもたちの書く意欲を高める手だてとして、ワークシートのうち数枚を教室に掲示するようにした。自分のワークシートが掲示された子どもは、評価されたことが励みになって、さらに図・表を積極的に利用したり、思考過程がわかるように表現のまとめ方を工夫したりする姿が見られた。また、理科室に早めに来て掲示されたワークシートを眺める姿が、回数を重ねる毎に多数見られるようになった。

ワークシート等による支援について、以下にポイントを整理する。

- 定型文を示すことで、予想・結果・考察についての言語化による表現力を高めることができる。
- ワークシートの欄を薄い方眼にすると、子どもが図・表をかきやすい。
- 単元や学習内容の特性に応じて、そこで重視すべき問題解決の過程と表現力を把握したうえで、ワークシートを活用する。
- 指導計画作成にあたっては、単元前半で、学習内容ごとに、問題解決の過程の中で重点的に指導するポイントを絞り、各次末や単元末で、ワークシートの全ての欄に、子どもが自力で記入する力を高められるよう配慮する。
- 結果や考察等に図・表をかく場合には、言葉を付け加えて記入させる。
- 表については、作成方法とともに読取り方や使い方についても、丁寧に指導する場面が必要である。
- 実験計画作成は、子どもにとって難度の高い課題である。実験計画作成に取り組ませる課題は、各次末や単元末に設定するとともに、子どもが無理なく計画できる課題であるかを十分に考慮する必要がある。
- 子どもの書く意欲を高めるうえで、ワークシートの教室掲示が有効である。

## (2) グループ学習の活用

### ア グループ学習と科学的な思考力の関連

検証授業を実施した2学級（山田小学校と安楽川小学校）のグループについて、実験計画及び考察におけるグループ学習場面の観察により、次の○と△の2群に分類した。

- ・・・意見を出し合いながら話し合いをすすめる、発表用シートに図・表を用いて考えをまとめて説明活動ができたグループ（7グループ29名）
- △・・・話し合いが深まらず、考えをまとめることができなかつたり、十分な説明活動ができなかつたりしたグループ（4グループ16名）

図16は、これら2群に属する子どもについて、今回のようなグループ学習を実施しなかった前单元における单元末評価問題の、科学的な思考に関する結果を示したものである。ここでのA群等は、本項（1）イで述べたものと同じである。両グループの間には、やや差が認められる程度である。一方、図17は、検証授業を実施した本单元における单元末評価問題の、科学的な思考に関する結果を示したものである。両グループの子どもの間には明らかに差が見られる。

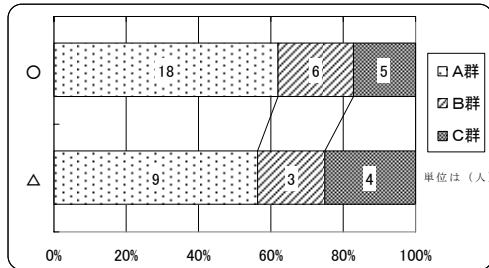


図16 前单元における单元末評価問題結果の関連

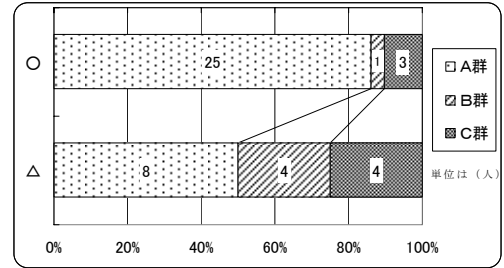


図17 本单元におけるグループ学習と单元末評価問題結果の関連

話し合いや説明活動をうまく行えたグループの子どもは、そうでなかったグループの子どもに比べて、单元末評価問題の科学的な思考に関する結果が高い傾向にある。このことから、検証授業におけるグループ学習の正否が、单元末評価問題の科学的な思考に関する結果に大きく影響していることは明らかである。本研究では、「発表カード」等、表現活動を支援するカードを作成し全員に配付した。カードを何度も繰り返し読んで、自分の計画を他の子どもに伝えるように説明できるようになった子どももおり、話し合いをスムーズに進めることが多かった。また、教師が言葉掛け等の支援を行うことで、話し合いはスムーズに進んだグループも多かった。

#### イ グループ学習の評価とまとめ

問題解決の過程のうち、「計画」「結果」「考察」の場面で取り入れたグループ学習の概況と評価を述べる。

実験を計画する場面は、グループ学習に適した場面である。グループ学習を行うことによって、個別に支援が必要な子どもは、グループ学習により実験計画の立て方を学ぶことができた。この子どもたちのアンケート結果からは、学習に参加したことにより満足感が高まり、自分も表現や思考ができるようになったという自己肯定感の向上が見て取れた。このような成果を得られた背景には、グループ学習で、司会・記録・発表の役割分担を設定したことも大きかったと言える。また、第11時には、実験計画が時間内にまとまらなかったグループが、他のグループの発表を聞くことにより、自分のグループの実験計画に取り入れて実験する姿が見られた。このように、実験を計画する場面でグループの考えを発表することにより、支援が必要な子どもや、話し合いの時間が不足したグループも、考え方を学ぶ機会を得ることができた。

結果の場面においては、表を作成することで、意見を出し合いながら考えることができた。前述のように、表の作成は子どもにとって難しい課題である。自分で考えることができる子どもは、他の子どもに説明することで、よりわかりやすい表の作成を意識することができた。一方、支援が必要な子どもにとっては、グループで考えた表を自分のワークシートに記入しながら、表のかき方を学ぶことができた。



さらに、単元末に行った説明活動によって、どのような表の種類や項目が最もわかりやすいかを確認できた。

考察の場面で、得られた結果と既習内容を総合して考える活動は、定型文を参考にしても簡単ではない。今回は、この場面ではグループ学習を十分に行えなかった。適切に根拠を示して考えを公表できた子どもから、その方法を学ぶ経験を積み重ねるといふ面から、考察の場面でのグループ学習は重要だと考えられる。

単元末に設定した説明活動は、グループ学習で身に付けた「話す」・「聞く」技術を活用する場面であった。グループの考えをまとめるときには、子ども各自のワークシートや教室に掲示したワークシート記入例等を参考にして、図・表を用いたイメージ化を中心に表現させるよう指導した。今後、保護者、地域の人、他学年の子どもを対象として説明活動を行えば、学んだことをわかりやすく伝える意欲をさらに高めることができると考えられる。

湯浅町と紀の川市の研究協力者からも、グループ学習について上で述べた内容と同様の感想を得た。

グループ学習の活用について、以下にポイントを整理する。

- グループ学習での活動状況が、思考力の高まりに大きく影響する。
- 子どもの実態をふまえてグループを構成する。
- グループ学習を充実させるためには、グループの役割指導が重要である。
- 分かりやすく伝える方法を習得するためには、「発表カード」や「聞き方カード」等の補助教材の活用が有効である。
- グループの考えをまとめるときには、各自のワークシートや教室掲示のワークシート記入例等を参考にして、イメージ化を用いながら表現させる。
- 単元末には、グループ学習で身に付けた「話す」・「聞く」技術を活用する説明活動の場面を設定する。
- グループ学習がスムーズにすすまない時には、既習内容をワークシートで振り返らせたり、分かりやすく伝えるためのイメージ化の方法を提示したりする等、言葉掛けを中心とした支援を行う。

### (3) 「言葉つなぎカード」の評価とまとめ

図18は、検証授業において子どもが作成した「言葉つなぎカード」の例である。回数を重ねるごとに、

概念ラベル、リンクワード、ネットワークの数が増え、子どもが獲得した知識を相互に関連付けているようすを読み取ることができる。なお、概念ラベルを書くことができない子どもには、科学的な用語等を言葉掛けにより提示することで支援を行った。

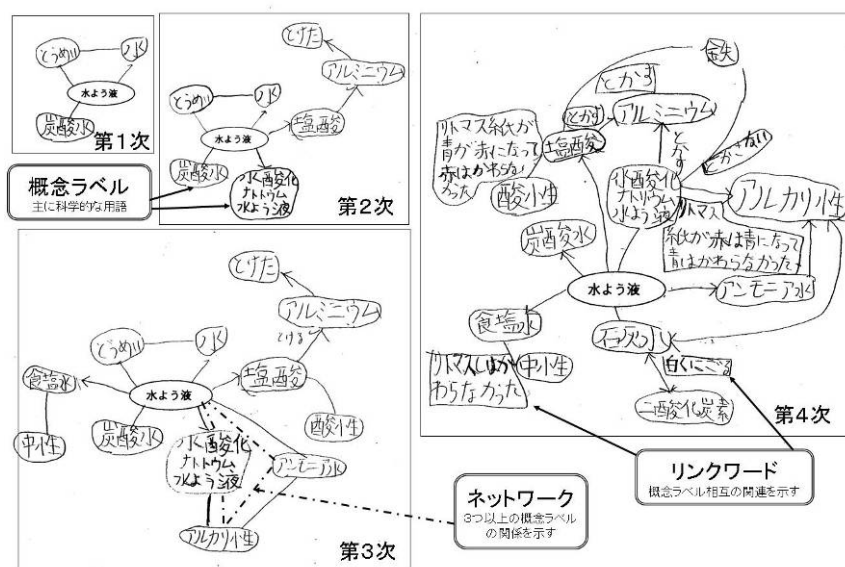


図18 「言葉つなぎカード」の記入例

図19は、図18の例について、概念ラベル、リンクワード、ネットワークの個数の推移を表したグラフである。概念ラベルの数は第3次まで回数とともに直線的に増加しているのに対して、リンクワードやネットワークは単元後半の第4次に急激に増加している。これは、第3次までに記述した内容を振り返らせたことによって、概念ラベルどうしの関係を整理できたためであると考えられる。なお、第4次で概念ラベルの数に変化がなかったのは、それまでに記述した内容を振り返らせたことによって、記述する語句の追加と削除が行われたためである。

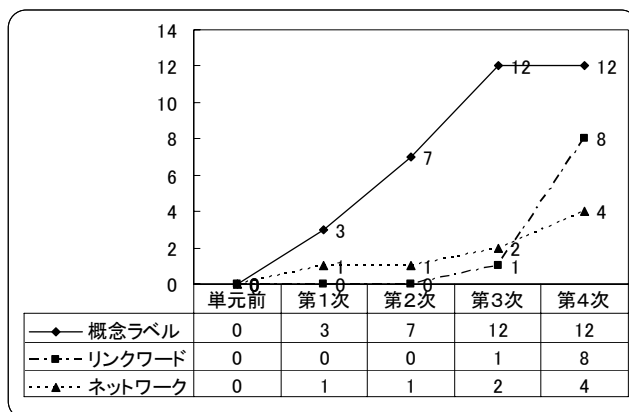


図19 「言葉つなぎカード」記入の推移例

概念ラベル、リンクワード、ネットワークの数と、単元末評価問題の科学的な思考に関する結果との関連をそれぞれ見てみると、ネットワークの多い子どもは、おおむねA群に属しているのに対して、概念ラベル、リンクワード、ネットワークの全ての数が少ない子どもはC群に属する傾向にあった。このことから、単元末に「言葉つなぎカード」を振り返って、概念ラベル、リンクワード、ネットワークを整理することが、思考力を高めるうえで特に重要であると考えられる。

ところで、A群に属する子どもの中にも、リンクワードやネットワーク数の少ない子どもがいたり、B・C群に属する子どもの中に、たくさんの概念ラベルを書く子どもがいたりした。「言葉つなぎカード」は、教師が表現力や思考力を評価する資料とするのではなく、子どもが概念ラベル、リンクワード、ネットワークを書くことで知識を整理するツールとして活用すべきであると言える。

「言葉つなぎカード」を授業で使用した研究協力者からは、「書くことが思考を働かせることにつながり、子どもの発想が豊かになった」や「子どもも教師も楽しみながら学習を深めるうえで有効な手だてである」との感想を得た。また、「言葉つなぎカード」に、「銅像」や「酸性雨」等、既習内容や日常生活との関連を意識しながら概念ラベルを書く子どもがいたことも報告された。日常生活との関連や実感を伴った理解を図ることは、理科における指導上の重要な課題である。これらの課題を解決するうえでも、「言葉つなぎカード」の活用は有効であると考えられる。一方、「言葉つなぎカード」だけでなく、実験に関するワークシートやグループ学習との関連を図りながら活用すべきであるという指摘もあった。

「言葉つなぎカード」の活用について、以下にポイントを整理する。

- 「言葉つなぎカード」は、子どもが表現力・思考力を高めるための、知識・理解の整理ツールとして有効である。
- 子どもは、自分の書いた「言葉つなぎカード」を見直すことにより、学習成果を振り返り、成長を実感することができる。
- 教師は、子どもが書いた「言葉つなぎカード」における記述内容の変化を見ることにより、一人ひとりの学習状況を把握することができる。
- カードに記入する際には、既習内容や日常生活との関連を意識させる。
- 単元前及び各次末に追記させ、単元末には、「言葉つなぎカード」を振り返って整理する活動を行う。これによって、子どもは自分の表現を点検し、獲得した知識を再構築できる。
- ワークシートに考えを記述する場面や、単元まとめの説明活動等で活用する。

#### (4) 単元「水よう液の性質」指導計画の改善

検証授業における、単元指導内容の配列及び「言葉つなぎカード」の活用については適切であったが、配当時間や各時間におけるワークシートやグループ学習の重点を置く部分については、改善を要すると考えられる。これまでの考察をもとに、検証授業の単元指導計画の改善点を表4に示す。

表4 第6学年単元「水よう液の性質」指導計画改善事項

次	時	改善点 (配当時間及び重点を置く部分)
1	1	
	2	「予想」の言語化を重視する(「計画」「結果」「考察」「発表」を省く)
	3	「結果」「考察」の言語化及び図によるイメージ化を重視する(「予想」「計画」を省く)
2	4	
	5	「結果」「考察」の言語化及び表によるイメージ化を重視する(「予想」を省く)
	6	「結果」「考察」の言語化及び図によるイメージ化を重視する(「計画」を省く)
3	7	「計画」でのグループ発表を重視する(「予想」と「考察」を省く)
	8	「結果」の言語化及びイメージ化とグループ発表を重視する(「予想」と「考察」を省く)
	9	「考察」の言語化及びイメージ化とグループ発表を重視する(「予想」を省く)
4	10	「予想」及び「結果」「考察」でのグループ学習を重視する
	11	検証授業計画の第11時を2時間扱いで実施する
	12	「予想」「計画」「結果」「考察」の全ての場面でグループ学習での発表を行う。
	13	

※「次」及び「時」の内容は表1を参照

## 6 研究のまとめ

### (1) 表現力と思考力を高める指導のポイントと単元指導モデル

理科の学習においては、観察・実験の場面を中心に、子どもたちが考えを表現する活動を積み重ねることによって、表現力を高め、科学的に思考する力を獲得させていく。表5は、検証授業

表5 検証授業における表現力の獲得過程

の結果をもとに、子どもたちが言語化とイメージ化を通して表現力を獲得していく過程をまとめたものである。

検証授業では、グラフを用いる場面はなかったが、理科の学習において、表からグラフ

言語化		[知識] 定型文の使い方を知る [模倣] 定型文を用いて考えを書く(話す) [定着] 論理的な文を書く(話す) [発展] 相手に考えを的確に伝えられるように工夫する(話す)	
	図	[模倣] 教科書の図等をかき写す [定着] 教科書の図等を参考に、必要な情報を選択してかく [発展] 相手に考えを的確に伝えられるように工夫してかく	
		表	[知識] 表の読み方と使い方 [模倣] 教科書の表やグラフをかき写す [定着] 実験データを表にまとめる [発展] 読み取りやすい表を工夫してつくる

を作成したりグラフを読み取ったりする力は極めて重要である。例えば、第4学年の単元「もののあたたまり方」では、加熱による温度の変化を表にまとめ、グラフに表す技能を扱う。身に付けさせたい表現力は、単元によって内容が異なる部分がある。そのために、単元指導計画の作成において、知識・理解の内容とともに、その単元で育てたい表現力や思考力を明確にしておく必要がある。

本研究では、他の教科における表現に関する既習内容については、学級担任や教科担任からの聞き取りによって把握したが、指導計画に明確に位置付けるには至らなかった。学級担任がほとんどの教科の指導を行う小学校の場合には、それぞれの子どもたちが、各教科の学習で表現力を身に付けるために、教科横断的に表現力を高める授業を展開できる。全国学力・学習状況調査の国語科及び算数科の「活用」に関する問題における「活用力」を高める観点からも、特に国語科や算数科との関連を明らかにして単元指導計画を作成する必要がある。

検証授業の結果と反省点を考慮して、理科学習指導において表現力と思考力を高める指導のポイントと単元指導モデルを整理した(表6, 表7)。主に観察・実験を含む学習での展開を想定しているが、他の教科でも応用できると考えられる。

表6 表現力を高める指導のポイント

表中の○数字は、図3及びpp2-3の本文を参照

	項目	授業実践を行ううえでのポイント
内容 単元指導 の工夫 ①	表現力を意識	・表現力を重視することを示すために、アンケートを実施する。
	指導内容の整理	・「教える」場面と「考える」場面を明確にして、単元指導計画を作成する。 ・表現力に関する他教科での学習内容との関係を整理する。 ・「考える場面」には、十分に時間をかける。
	教材等の配列	・単元や各次の最初に、子どもの興味をひく教材や課題を設定する。 ・単元末に、学習内容を活用できる問題解決的な学習を配置する。
ワークシート	定型文等を入れたワークシート ③	・ワークシートに示す文字は少なくし、図も簡略化された模倣しやすいものにする。 ・学習段階により、定型文例を省略したワークシートを選べるようにする。 ・支援が必要な子どもに対しては、空欄補充で取り組めるように補充教材を準備する。 ・定型文によって「結果」「考察」に関しては、比較的容易に記述できるようになる。 ・「予想」は、やや時間を要する。 ・問題解決的な学習以外では、実験や観察等の方法に関しては強いて記述させる必要はない。
	参考シート④	・発表方法や聞き方等をまとめたシート（ラミネート加工）を授業中に参照させることで、「何が」、「何を」等をきちんと示す表現を意識させる。 ・他教科等の学習場面でも共通に活用する。 ・子どもの状況に応じて、教師が子どもの発言に付け加えて適切な表現を知らせる支援を行う。
	ワークシートの活用⑤	・表現方法や考え方が優れたワークシート等を掲示し、参考にさせる。 ・発言内容や記述内容を受け入れ、良い点を積極的に誉める。
グループ学習	グループの構成	・グループの人数は3～5人とし、学力や人間関係を考慮して編成する。 ・できれば、他教科における学習グループと共通の方がよい。 ・支援が必要な子どもがいるグループには、教えるのが得意な子どもを配置する。
	実施時の留意点	・個人学習で考えを書く時間をとり、次にグループ学習を行う。 ・他の子どもの意見や文を表現の参考にして、誰もが主体的に授業に参加させる。 ・子どもどうしで教え合う時間を確保する。 ・グループ内全員が、できることを増やすことで自己肯定感を持たせる。 ・教師は全てのグループの状況に気を配る。 ・話し合いがスムーズに進んでいないグループには、個々の子どもの状況に応じて、直接助言したり資料やメモを与えたりして支援を行う。 ・全体学習として、班の意見をまとめてクラスで発表する時間を確保する。 ・最後に、個人で学習を振り返る時間を確保する。 ・全グループの状態を把握するために、グループへの支援は、短時間で的確に行えるよう工夫する。
	聞き方に関する指導と支援 ②	・子どもたちに、以下の「聞くポイント」を示す。 ①相手の目を見て聞く ②相手は何を伝えたいかを考えながら聞く ③自分の考えと比べながら聞く ④相手の考え方を批判的な思考で聞く ⑤説明が分かりにくいところはないか、考えながら聞く ⑥よりわかりやすく説明する改善点を考えながら聞く
	グループ発表 説明活動 ⑥	・教師の発問を少なくし、子どもどうしの質疑応答を中心に展開する。 ・指名して発言させる場合にも、上の視点を重視する。 ・学習内容を知らない相手を対象とした活動であることを原則とする。 留意点 ①限られた時間で説明できるように、内容や方法を精選させる。 ②学習内容を振り返り整理することで、知識・理解の定着を図る。 ③図、表を含めて学習した表現方法を活用して工夫させる。 ・準備の活動をより重視し、時間を十分に確保する。 ・各教科の特性を生かし、他教科でも同様の実践を重ねる。
カード 言葉つなぎ	・「言葉つなぎカード」の練習として、イラストとイラストをつなげることにより、ネットワークやリンクワード等を意識させる。 ・授業で習った言葉や概念と、日常生活とのつながりを考える。 ・各次末に、個人の学習を振り返る資料として活用する。 ・単元末に記述を整理する機会を設け、その結果を説明活動に活用する。 ・年間を通じて実施する。子どもの実態に応じて、絵や図もかき加えたり、概念を階層別に記入する概念地図法へ発展させたりする等、方法を工夫する。 ・支援を要する子どもには、基本的な概念ラベルを書いた補助カードを提示する。	

表7 単元指導モデル

次	単元指導の展開	学習重点場面							単元指導計画作成のポイント	
		言 葉 つ な ぎ カ ー ド	ワークシート				グループ 学習			
			予 想	計 画	結 果	考 察	計 画	結 果		考 察
1	第1時	○	●							時間毎に、場面や方法（言語化・イメージ化）を絞って指導
	第2時 興味付ける課題				●			●		
	第3時	○				●			●	
2	第4時		●		○				○	課題に応じて、重点を置く場面や方法を選ぶ
	第5時 予想を重視した課題		●			○			○	
	第6時	○		●			●			
3	第7時		○		●				●	徐々に、複数の場面で、言語化とイメージ化を組み合わせた表現に取り組みさせる
	第8時 実験計画を重視した課題		○		●	●			●	
	第9時	○	●	●		○	●		●	
4	第10時 問題解決的な学習		●	●	●	●	●	●	●	全ての場面で多様な表現に取り組みさせる
	第11時 説明活動	●							学習のまとめ	「言葉つなぎカード」を整理し、説明活動に活用

●…学習の重点になる項目      ○…学習内容に関連のある項目

(2) おわりに

今回は、小学校第6学年「水よう液の性質」を題材として、具体的な手だてと単元指導モデルを示した。この方法は第5学年及び第6学年の特に新学習指導要領のA区分の単元には、ほぼそのまま適用できると考えている。また、第4学年でもA区分の単元には、大部分を適用できるであろう。しかし、B区分の生物や天体等の観察を扱う単元においては、別の手だてや単元指導モデルが必要になると予想される。また、理科を初めて学習する小学校第3学年や、中学校理科においては、ここで示した手だてをそのまま使うのではなく、発達段階に応じてアレンジする必要があるであろう。今後、小学校から中学校理科における各単元の特性を見極めるとともに、他教科等との学習内容の関連性を明確にすることも必要である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京工業大学大学院准教授の松田稔樹氏には、分析方法をはじめとした研究手法を中心に、貴重な助言をいただきました。また、研究協力者の方々には、研究全般について終始議論に参加いただくとともに、授業実践に協力いただきました。ここに記して、厚く御礼申し上げます。

<引用文献>

※1 永田賢・吉田俊一・米倉竜司・伊藤司・吉田崇「論理的な表現力を育成しながら、実感のある理解を促す理科授業」『川崎市総合教育センター研究紀要 第18号』p50 (2004)

<参考文献>

- ・武村重和・秋山幹雄『理科重要用語300の基礎知識』明治図書 (2000)
- ・永田賢・吉田俊一・米倉竜司・伊藤司・吉田崇「論理的な表現力を育成しながら、実感のある理解を促す理科授業」『川崎市総合教育センター研究紀要 第18号』pp47-62 (2004)
- ・島田敏明「科学研究で表現力・科学的思考力を高める」『広島県立教育センター研究紀要第31号』pp28-31 (2004)
- ・森田和良『「わかったつもり」に自ら気づく科学的な説明活動』学事出版 (2004)
- ・森田和良『科学的読解力を育てる説明活動のレパトリリー』学事出版 (2006)

- ・福田誠治『競争をやめたら学力世界一』朝日新聞社（2006）
- ・日置光久『「理科」で何を教えるか これからの理科教育論』東洋館出版社（2007）
- ・日置光久・矢野英明『理科でどんな「力」が育つか わかりやすい問題解決論』東洋館出版社（2007）
- ・千代田区立番町小学校『言葉と体験でつくる理科・生活科の授業』東洋館出版社（2007）
- ・森本信也『考え・表現する子どもを育む理科授業』東洋館出版社（2007）
- ・鈴木誠『フィンランドの理科教育』明石書店（2007）
- ・羽村昭彦「高等学校理科教育における科学的な思考力を育成するための指導と評価の工夫」『広島県立教育センター 研究紀要 第34号』pp25-44（2007）
- ・福岡敏行「概念地図法」『理科の教育4月号（通巻657号）』東洋館出版社pp44-47（2007）
- ・文部科学省『OECD生徒の学習到達度調査（PISA2006）について』（2007）
- ・文部科学省『平成19年度全国学力・学習状況調査報告書』（2008）
- ・和歌山県教育委員会『平成19年度和歌山県学力診断テスト実施報告書』（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』（2008）
- ・千葉県総合教育センター『研究報告第366号思考力を高める学習指導法の研究』（2008）
- ・諸葛正弥『フィンランドメソッド実践ドリル』毎日コミュニケーションズ（2008）