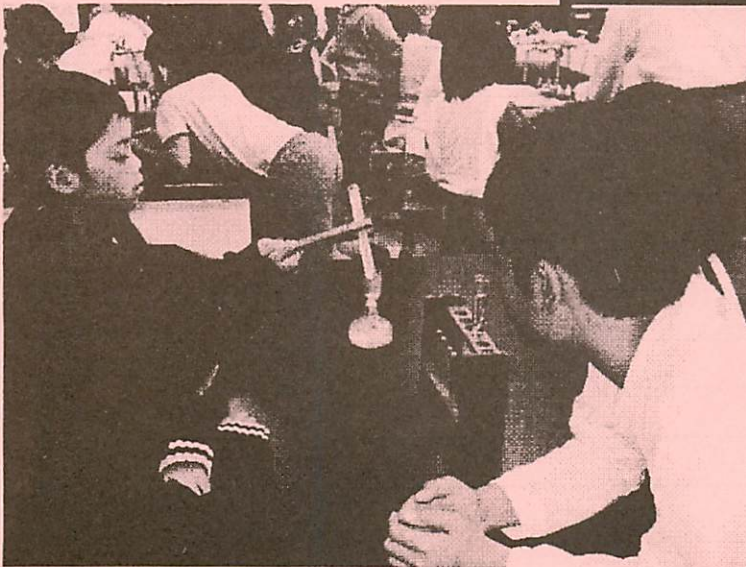


<小学校 理科>

科学的な思考力を高める 指導の工夫

～ 第4学年「ものあたたまりかた」の学習を通して ～



浦添市立浦城小学校

大城 良道

目 次

I	テーマ設定理由	1
II	目指す児童像	1
III	研究の目標	1
IV	研究仮説	1
1	基本仮説	1
2	作業仮説	1
V	研究構想図	2
VI	研究内容	3
1	「思考を高める場」と「科学的な思考力」について	3
2	教材の選定について	4
3	「話し合うワークシート」について	5
VII	授業実践	7
1	単元名	7
2	単元の目標	7
3	単元について	7
4	教材の関連	8
5	指導計画と配当時間	9
6	本時の指導	11
VIII	研究の考察	14
1	作業仮説(1)の検証	14
2	作業仮説(2)の検証	15
3	作業仮説(3)の検証	17
IX	研究の成果と課題	18
1	成果	18
2	課題	19
	おわりに	19
	主な引用文献・参考文献	19

科学的な思考力を高める指導の工夫

～第4学年「ものあたたまりかた」の学習を通して～

浦添市立浦城小学校 大城良道

【要約】

「思考を高める場」の設定と教材の選定や実験方法の工夫および「話し合うワークシート」の作成により、科学的な思考力を高めることができるであろうと考え、仮説授業と検証を試みた。その結果、「サーモテープ」等が、分かりやすい教材であることや「思考する場」の設定が効果のあることが検証された。

キーワード □思考を高める場 □教材の選定や実験方法の工夫 □話し合うワークシート

I テーマ設定理由

近年、児童は科学知識を十分理解しないまま受け入れたり、塾などで得た知識を洞察しないまま受け入れているような傾向があるように思える。

したがって、自然の現象に対し「なぜ～なのだろうか」と疑問を持つ機会が少なく、思考する場をもつことが少なくなったように感じる。

本校児童は日々の授業において発表する児童が多いが、理科の授業では次のような印象を受ける。
・実験操作は積極的に取り組んでいるが、予想を立てる段階では筋道をたてた考えや意見が少ない。
・教師からの質問に対し、すぐに答えを求め、より深く考えようとしないう傾向がみられる。

理科教育では、児童が自ら自然の事物、現象に疑問をいただき、それを解決する力を獲得する態度を養うことが必要と思われる。そのためには、自然科学を教えるという立場ではなく、児童が自ら思考し、その過程で新しい科学概念を作り出していく過程を重視する必要がある、科学的な思考力を高める指導の工夫が大切だと考える。

そこで、授業においてグループによる話し合いを持つことにより、主観的だった個人の意見が互いに検討することを通じてより論理的に筋道の通ったより客観性のある考えへと高まるであろうと考える。そのため、グループによる話し合いの時間を「思考を高める場」として設定したい。

また、児童が強い興味・関心を持ち、意欲的に取り組むためには、教材の選定や実験方法の工夫をする必要がある。

さらに、筋道をたてて考えが容易になるように

グループで話し合いをさせるためのワークシート等の作成と、そのシートを考察することにより児童へのよりよい評価ができるであろうと考える。

以上のことを研究し実践することで、個々の児童が筋道をたてた考え方をし、つまり、科学的思考力を高めることができるのではないかと考え本テーマを設定した。

II 目指す子供像

筋道をたてて考え、問題解決するなかで科学的思考力を高めることができる子

III 研究の目標

科学的思考力を高める「思考を高める場」の設定と教材の選定や実験方法の工夫および、「話し合うワークシート」の作成

IV 研究仮説

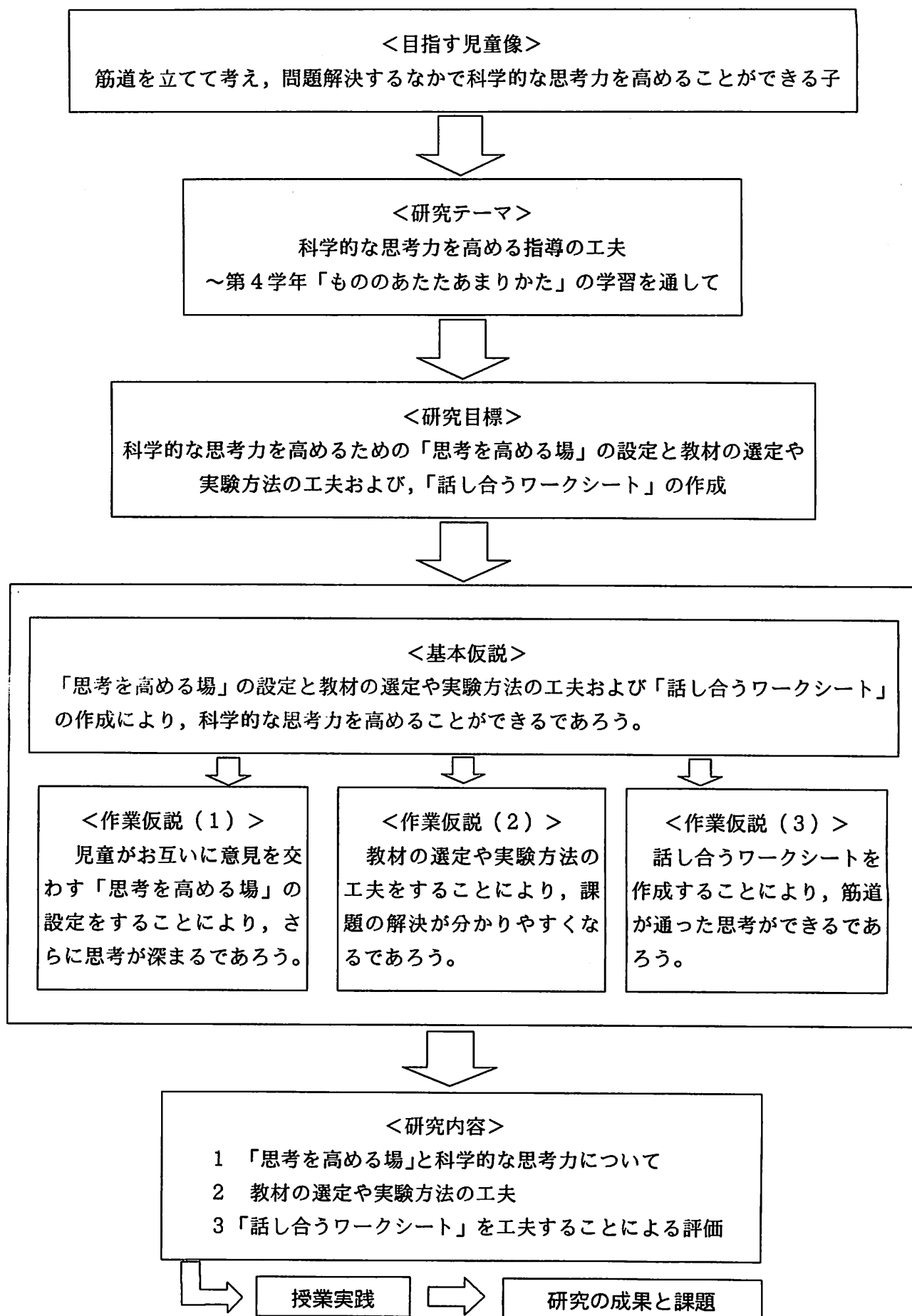
1 基本仮説

「思考を高める場」の設定と教材の選定や実験方法の工夫および、「話し合うワークシート」の作成により、科学的思考力を高めることができるであろう。

2 作業仮説

- (1)児童が互いに意見を交わす「思考を高める場」の設定をすることにより、さらに思考が深まるであろう。
- (2)教材の選定や実験方法の工夫をすることにより、課題の解決が分かりやすくなるであろう。
- (3)「定型文」を取り入れた「話し合うワークシート」の作成により、筋道の通った思考ができるであろう。

V 研究構想図



VI 研究内容

1 「思考を高める場」と科学的思考力について

(1) 「科学的な見方・考え方」へ

1940年（昭和15年）までは、理科教育の姿勢が「自然科学の原理・法則」を学ばせるのに模型、実験、言語による解説などによって理解させていく指導法であった。これは後に「言語中心的」と批判されている。

1941年、改正により「理数科・理科」となって「自然から直接学ぶ」ことを重視した。

これ以後、その追求を前進させる「見方、考え方」の重要性が明らかとなったのである。

平成2年の学習指導要領の改新の中で「見方・考え方」は次のように取り上げられている。

「自然に親しみ・・・科学的な見方や考え方を養う」となる。そして、「理論的追求」

の仕方として「実験」「観察」の活動が強調されている。

(2) 科学的な見方・考え方の育成について

「科学的」とは実証性や再現性、客観性などの条件を満たしたものである。（図1参照）

人間の考えた仮説は、実験、観察などを通して、その妥当性を検討する必要がある。このように実験、観察などによって仮説を検討できるという条件が実証性である。また、同じ条件下では必ず同じ結果が得られるという条件が必要となり、この条件が再現性ということになる。

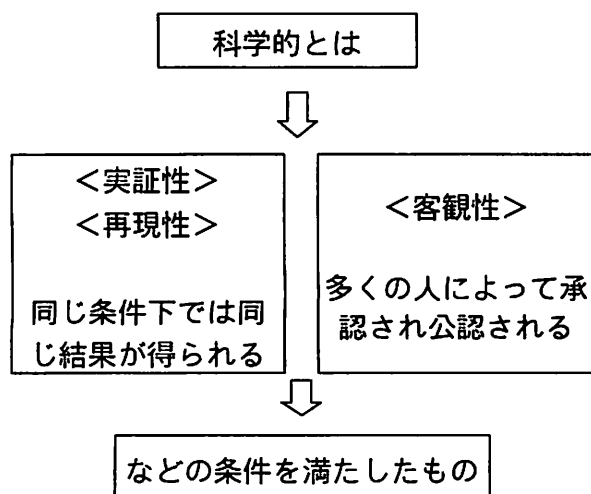


図1 科学的とは

科学的な見方・考え方の育成とは、素朴な見方や考え方を、実験、観察などの問題解決の活を通して、科学的なものに変容させていく営みである。（図2参照）

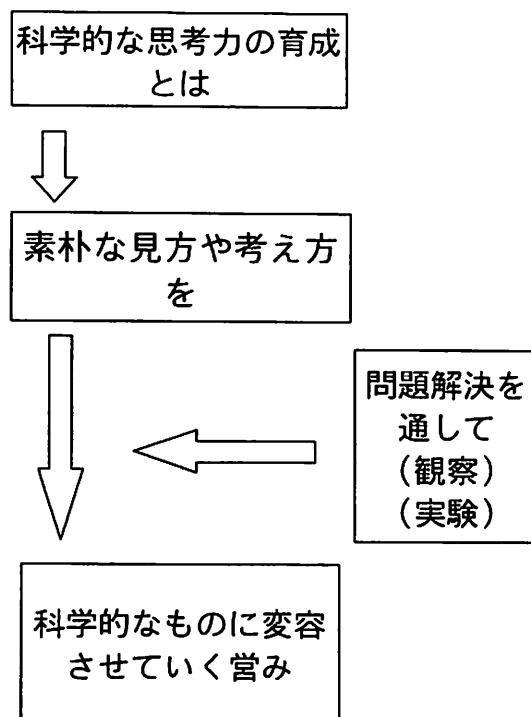


図2 科学的な見方・考え方の育成

(3) 自ら考える力の育成の必要性

本校の児童は、少数ながら塾に通っている。そして、理科的な知識はすでに授業前に学習している。しかし、なぜそのような考えたかを問うと教科書に書いてあるから、塾で習ったからと答える。つまり、実験の結果から自ら推論して得たものではない。

これからの社会を考えたとき、知識を教え込むことになりがちであった教育を転換し、児童自ら考える力を育成することは重要なことである。

そのためには筋道をたてて考える「科学的な見方・考え方」ができることが重要と思われる。

(4) 思考を高める場

科学的な思考力を高めていくためには自分自身の考えだけでなく他人との意見の交換等も大切である。お互いの意見を検討することにより客観性が生まれ、よりよいものになっ

ていくと考えられる。

そこで、グループで話し合いながら筋道を立てて実験結果を予想あるいは、まとめていく「思考を高める場」を設定した。「思考を高める場」を通した授業作りは必要であり、大切な部分といえるだろう。

2 教材の選定について

(1) 教材の特性

教材については、大正8年から昭和16年にかけて大きな転換がみられ理科は書物で学ぶのではなく、自然から学ぶものだという考えが普及した。

自然のままでは教材となりにくいので、いろいろ教師が手を加えて、具体的な形を持った素材に作っていく必要がある。

ただし、あまり手を加えすぎたものは、児童が考える余地がなくなり、また、現象が起こる要因が多すぎると探求することができにくくなることも起こってくる。そして、教材は児童の心身の発達に適したものが選ばなければならない。

(2) 教材研究の要点

児童が意欲的に学習に取り組み、活動を発展的に継続するには、強い興味・関心が前提となる。そのためには、教材・教具やその提示のありかを検討する必要がある。

その要点として、生活経験の中で実際に経験をしているもの、児童の心身の発達に適した事象であること、興味・関心を誘発し、児童の学習意欲を持たせるものであることなどがあげられる。

(3) 教材の選定について

ここで取り扱う単位「もののあたたまりかた」は金属・水・空気のそれぞれの温まり方について学習するが、その実験方法・装置は私の調べた範囲では図3のように24種類もある。それを、事前に予備操作を行いどれが効果的かを選定したい。

金 属	銅 棒	サ ー モ テ ー プ	①銅棒のところどころにサーモテープを張る
			②棒全体にサーモテープを張る
		ロ ウ	③ロウを銅棒に塗る
		④つまようじを立てる	
			⑤パウダーキャンドル
銅 板	示 温 シ ー ト	⑥示温テープを銅板全体に張る	
		⑦示温テープをところどころに張る	
		⑧感熱紙を銅板に貼る	
		⑨ロウを銅板全体に塗る	
水	試 験 管		⑩サーモテープを入れる
			⑪おがくずを試験管に入れる
			⑫メダカを試験管に入れる
		⑬試験管を手でもって温める	
	ビ ー カ ー		⑭複数の温度計を入れる
			⑮スポイトでインクを入れる
			⑯食紅を濾紙で包み底に置く
水		⑰温めた食紅水を底に置く	

	槽	⑩フィルムケースを使う
		⑪着色した湯と冷水を混ぜる
空 気	電 熱 器	⑫らせん状の紙をかざす
		⑬線香の煙で風向きを見る
	ピ ー カ ー	⑭煙をピーカーに入れる
		⑮ドライアイスの煙を使う
		⑯ポリ袋で熱気球を作る

図3 教材の選定

3 「話し合うワークシート」について

(1) 話し合い活動

学習の予想を立てる過程や学習内容をまとめる過程で、ワークシートをもとに話し合いをする場として「思考を高める場」を設定する。

ワークシートに自分の考えを記入し、グループで話し合い、その結果を全体の話し合いの場で発表し合うことで自分の考えを、友達のいろいろな考えと照らし合わせたり、教師の意見を取り入れたりして見直しすることができるようにする。

また、自己評価として自分の考えを見直して、自らの思考過程を振り返り、より深く考えられるようにする。その際、教師は個々の児童の思考過程を把握し、順序だてた考え方をすることができるような支援をする。

(2) ワークシートの意義

児童一人ひとりの個性を生かし、その能力に応じて学習する方法の1つとして、ワークシートの記述の仕方や利用の方法の工夫が取り上げられる。

望ましいワークシートは、児童自身が、自らの思考の過程を振り返ることのできるものであることが必要であると考えられる。

そして、個々の児童がとらえたこと、感じたこと、思ったことなどをもとにグループで深めていくことが重要である。

ワークシートに記録することが、単に指導者が板書したことを移し替えることであったり、学習の結果としての成果だけを記録するものであっては、十分にその機能を果たせられない。

学習者である児童一人ひとりの事象のとらえ方、考え方を明確にするための記録でなければならないし、その記録は、自己の立場から、他の児童の見方や考え方をとらえたり、理解したり、違いを認め合うことを可能にする形式にしたい。

そして、自らの考えや、とらえ方を強化したり、修正したり、補ったりすることができるものであることが望まれる。

このことは、さらに、「話し合うワークシート」の新しい機能を生むことになる。それは、個々の児童の思考過程における速度の違いを調節する役割である。

見たことを直感的に把握し、発表できる者もいるし、考え判断し、発表するのに時間を要する者もいる。

このような個人差を埋めて、集団の場で同時に考えるための機能をはたすものとしてのワークシートの位置づけは重要である。これは個人の思考や行動を確保し、保証するものともなる。

(3) ワークシート学習の流れ

ワークシートにそって学習を進めることで授業の流れが把握しやすい。まず、導入では学習課題を確認し、展開においては探求の手順が分かり、まとめにおいてはワークシートの記録をもとに話し合わせ、評価ではシートの記録から毎時間の学習状況がつかめ、学習の評価をする。また、定型文を取り入れることにより、まとめたことへの支援となる。さらに、学習活動や話し合い活動も行動目標にそって評価しやすい。

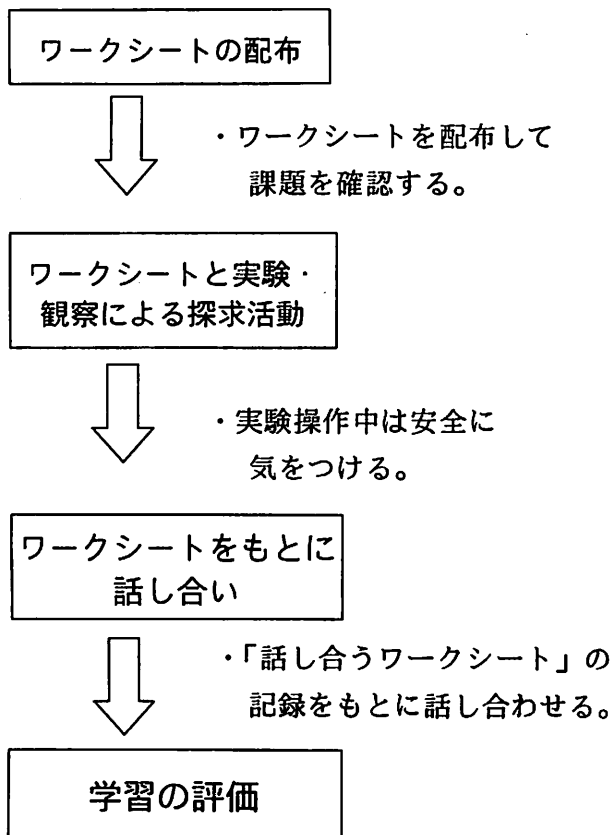


図4 ワークシート学習の流れ

(4) 「定型文」を用いた思考力の育成

①「定型文」とは

児童が考察を書くときの傾向として実験結果を見たままに書くだけや、感想を書くにとどまっていることが多い。そこで、本単元の学習の中で予想を立てたり、実験・観察の考察を、「定型文」を用いた記述とを取り入れることにより、児童の科学的な思考力を高められるようにした。

「定型文」とは、小学校では日常的に学習の場面で用いられる「話型」のことである。児童は自分の意見を述べるときに「〇〇なので△△です。または、〇〇から△△と考えました。」というように根拠を明確にして発表する指導を受けている。

「定型文」を用いた授業実践でも「書きやすい、まとめやすい」、「考えがまとまりやすい」などの報告がある。これは、理科おける事象の因果関係を考える上でもこの手法は有効であると考え、導入してみた。

場面	定型文の例
仮説	～は、～と思う (結果の予想) (推論)
仮説の根拠	～は、～のでそう考えた。 (仮説) (仮説の根拠)
結果	～したら、～になった。 (実験操作) (実験結果)
考察	～と考えたのは、～からです。 (自分の結論)(導かれた根拠)

図5 「定型文」の例

②「定型文」を用いた実践例から

「定型文」を用いた理科の指導について、豊見城中学校の実践事例を以下に示す。

いままでの生徒の考察は、実験結果を見たままを書くだけにとどまっていたり、感想をかくにとどまっている。

そこで、『「結果」から「結論」だと考えられる。なぜなら「理由」だからである。』という「定型文」の様式にそって書かせることにした。

その結果、「定型文があると、考察が考えやすい。」に対し「よくあてはまる」、「すこし、あてはまる」の合計が75%となり「定型文を使うことにより、これまでよりも深く考えるようになった。」の集計結果は「よくあてはまる」と「すこし、あてはまる」で、79%となっている。

この事例から、「定型文」を用いることで考察が書きやすい、まとめやすいと答えた生徒が多いこと、生徒の考察に深まりがみられたことなどが認められた。このことから、「定型文」を用いて考察をする方法は思考を育てる授業の工夫・改善に役立つと考えられる。

そこで、定型文を「書き方のヒント」とし

てワークシートにのせ、児童の考えをまとめる支援としたい。

(5) 「話し合うワークシート」の作成の留意点

① 記述文

課題、発問、指示、注意、まとめなどの記述文は、簡潔で分かりやすいものであることが必要である。児童が一気に読め、すぐに理解できる文章であることが大切である。

② 児童の実態

児童の生活経験や持っている知識からくる個々の考えを確認し、児童の実態に応じた課題にする。

③ 共通理解

児童の性格経験や知識に個人差があると考えられるので、課題提示において基本的な事項を共通理解しておき、「話し合う学習」につなげる。

Ⅶ 授業実践

1 単元名 「ものあたたまりかた」

2 単元の目標

- (1) 金属、水及び空気などは温められると体積が増え、冷やすと体積が減ることをとらえる。
- (2) 金属を温めると、熱せられた部分から順に遠くに温まっていくが、水や空気は熱せられた部分の移動によって全体が温まることをとらえる。
- (3) 物には熱に対する性質の違いがあるという見方や考え方を持つようにする。

3 単元について

(1) 教材観

「ものあたたまりかた」は小学校理科第4学年の目標の内容B、物質とエネルギー「(2) 金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及

び空気の性質についての考えを持つようにする。

この単元はものの温度のつたわりかたと体積変化、すなわち「ものあたたまりかた」と「温度によるものの体積変化」の2つの内容にわかれている。

それぞれで扱われている学習教材は金属や水、空気であり、これは固体、液体、気体である。

つまり、いろいろな物質をこの3つにまとめ整理してあたたまる現象を取り上げ、体積変化と熱の伝導に迫ろうとしている。

ここでは、金属、水及び空気という物質を取り上げ、それらを温めたり冷やしたりすると体積が変わることや、金属の場合には熱せられた部分から順に温まっていくことや、水や空気は熱せられた部分が移動して温まることに気付かせるのをねらいとしている。

また、熱の伝わり方をとらえさせるためには、水のようにかさが増えた分を視角でとらえさせることと違い、目に見えないので視覚的にとらえられることができるような方法を工夫する必要がある。そこで、よりよい教材の選定や実験方法の工夫をする必要がある。

(2) 児童観

この単元は子供たちにとって興味があり、意欲的に実験に取り組むことが多い。児童は日常生活を通して物を熱するとあたたまることは知っている。自分で湯を沸かしたり、鍋やフライパンなどで食べ物を温めたりしている。

しかし、これまでの授業経験から金属の温まり方と水と空気の温まり方がはつきり違うことを押さえている児童は少ないように感じる。

また、実験の結果を発表することはできるが、そこからいえる結論やその根拠、あるいは、わかったことを相手に説明することが十分でない児童が多い。

(3) 指導観

単元の導入にあたっては児童の身の回りの物のあたたまりかたについて日常生活を通して体験していることを発表をさせる。

つぎに、金属の温まり方を調べる過程では、金属棒の一部をアルコールランプで熱し、塗りつけたロウの溶け方や「示温シート」の色が変わり伝わっていく様子から、金属のあたたまりかたを捉えさせる。また、金属板については2種類を用意し同様の方法で実験させる。

このことから、金属では、熱せられた部分から順にほかのところが温まっていくこと(伝導)を学習させる。

さらに、水の温まり方についても金属と同じように熱せられた部分から順に温まるかを調べる。水の入った試験管の下を熱すると全体が温まるが、上を熱したときは上しか温まらないことから水のあたたまりかたは金属とは違うことを捉えさせる。

温まった水の動きを視覚的に捉えることができるように、サーモテープ、示温シールなどの素材を使って実験を行わせる。このことから、

水は温まると上に移動し、上にあった水は下に移動することから、水全体が次第に温まっていくこと(対流)を捉えさせる。

発展学習として、色を付けた温かい水と冷たい水をスポイトで静かに注ぐという演示実験を行う。

あたたかい水は上方に、冷たい水は下方に移動するという現象を見せることにより「あたためられた水が上へ移動し、上方にある温度の低い水は下方へ移動することによりやがて水全体が温まる」ことを理解させる。

最後に、空気のアたたまり方について調べる。また、線香の煙や紙で作ったらせんを使って温まった空気が上昇していくことを捉えさせる。

「定型文」を取り入れた「話し合うワークシート」を各実験ごとに活用することにより、学習のまとめや筋道を立てた考え方をする支援にする。

実験が終わった後になぜそうなったかを友達に話したり、友達の意見を聞くことにより科学的な思考力を高める「思考を高める場」とする。

4 教材の関連

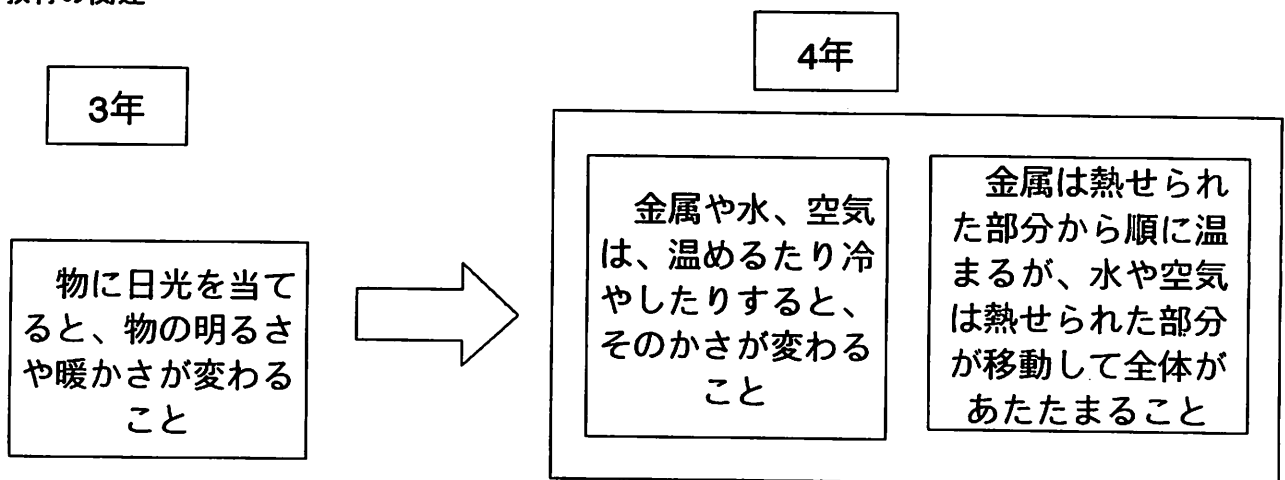


図6 教材の関連図

児童は3年「物質とエネルギー」B(1)イで物に日光を当てると、物の明るさや暖かさがかわることを学習している。それを受け、4年「物

質とエネルギー」B(2)イでは金属は熱せられたところから順に温まるが水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることを学ぶ。

5 指導計画と配当時間

「ものあたたまりかた」(12月中旬から1月中旬)計8時間

第1次

- (1) 身の回りのものの温まりかたを生活経験などから予想する。・・・ 1時間
- (2) 金属棒の一部や金属板を熱して、温まりかたを調べる。・・・ 2時間

第2次

- (3) 水を入れた試験管やビーカーを熱し、水の温まり方を調べる。・・・ 2時間
- (4) 電熱器の上に線香をかざして空気の流れ方を調べる。・・・ 2時間
- (5) 単元のまとめをする。・・・ 1時間

次	時間	児童の活動	指導内容と評価
第1次	1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">金ぞくはどのようにあたたまるか</div> <ul style="list-style-type: none"> ・ものはどのように温まるのか、児童自身の体験から班で話し合い疑問を発表しあう。 ・スプーンやカップをお湯につけて温かくなることを再確認する。 ・金属は熱い物にふれていないところも熱くなることから、金属はどのように温まっていくのかを予想し、ワークシートに書き込む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・日常の具体的な生活場面から思い出させるようにする。 <p>【関心・意・態】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・もの温まりかたに興味を持ち、進んでそれぞれの温まりかたを考えようとする。
	2	<ul style="list-style-type: none"> ・金属の棒や板の一部を熱して、他の部分はどうに温まるのかを調べる。 ・金属は、熱せられたところから熱が伝わって、順に、他のところが温まっていくことをまとめる。 	<p>【作業仮説2】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全に気をつけて実験するようにする。 <p>【技・表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルコールランプを正しく使って金属の温まりかたを調べ、結果を記録することができる。
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">水はどのようにあたたあまるか</div> <ul style="list-style-type: none"> ・水の温まりかたについて、金属のあたたまりかたと比較しながら考え、予想する。【作1】【作2】 ・水の温まりかたについて調べる順序とその方法を確認する。 	<p>【作業仮説1】【作業仮説2】</p> <p>【思考】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水の温まりかたを生活経験をもとにしたリ、金属のあたたまりかたと比較したりして考え、推論することができる。

2

・水を入れた試験管の上や下のほうを熱して、水の温まりかたを調べる。【作2】

【作業仮説2】

・対流しながら全体が温まっていく様子をとらえさせるように支援する。

・水は、上のほうを温めても下のほうが温まらないことから、水は温められると上のほうが動いていくのかに疑問を持ち試験管に水とおがくずやサーモテープを入れて、下のほうから熱して水の温まりかたを調べる。【作2】

【作業仮説2】

【技・表】

・水の温まりかたについて、調べる順序や実験の方法を確認し、結果を調べ、結果を記録することができる。

・赤色をつけた温水と青色の冷水をビベットでビーカー静かに入れると温かい水が上に冷たい水が下に移動することから温かい水が軽く、冷たい水は重いことに気付かせる。

【作業仮説2】

・温かい水が上に行くことから温かい水は冷たい水より相対的に軽いことに気付かせるようにする。

【作2】

・水は熱せられた部分が上へ、上にある水は下へ移動する。やがて、全体があたたまることとまとめる。【作1】【作2】

【作業仮説1】【作業仮説2】

空気はどのようにあたたまるか

2

・空気の温まりかたについて、金属や水のあたたまりかたと比較しながら考え、予想する。【作1】【作2】

・温められた水の動きから空気の場合も調べてみたいという意欲を持たせる。

【作業仮説1】【作業仮説2】

・電熱器に線香の煙やらせん状の紙を近づけて、空気の温まりかたを調べる。【作2】

【作業仮説2】【思考】

・水や空気の温まりかたは金属とは異なることを考えることができる。

金属や水、空気のあたたまりかたについてまとめる

1

・金属や水、空気の温まりかたをまとめる。

【思考】

・エアコンの吹き出し口は、冷房の時は上向きに、暖房の時は下向きにするわけを取り上

水や空気の温まりかたは金属とは異なることを、温められた水や空気が移動することと関係づけて考えることができる。

	げグループで発表し合い、ワークシートに書き込む。【作1】【作2】	【作業仮説1】【作業仮説2】
--	----------------------------------	----------------

6 本時の指導 (4・5/8)

(1) 目標

・水は熱せられた部分が上へ移動し温度の低い水は下へ動く。水は動きながら、全体があたたまることをまとめる。

(2) 授業仮説

・自分で予想を立て、さらにグループで話し合うことにより、筋道の通った考えができる「思考を高める場」を設定することで科学的な思考力を高めることができるであろう。
・事前に選定した実験方法・装置を使うことにより児童への興味関心を高めさせ、学習

内容の理解が高められるであろう。

・「定型文」を取り入れた話し合うワークシートの活用により、個々の考え方を高め合うことができるであろう。

(3) 準備する物

試験管 (10)・試験管立て (10)・サーモテープ (10)・試験管ばさみ (10)・アルコールランプ (10)・おがくず・葉さじ・赤と青インク・マッチ・ライター・ろうきん・燃えさし入れ・1リットルビーカー (3)・500ミリリットルビーカー (10)

(4) 展開

学習活動 (【 】活動 ◇思考例)	教師の手だて・評価の観点
<p>1 【前時の復習】</p> <p>1 分 ・金属のあたたまりかたについて学習したことの復習をする。</p>	
<div data-bbox="359 1442 1226 1541" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>水は、どのようにあたたまるのだろうか。</p> </div> <p>9 分</p> <p>2 【予想を立てる】</p> <p>・水のあたたまりかたについて、個々の児童の予想を立てワークシートに記入する。</p> <p>3 【話し合い】</p> <p>・個々の児童の予想を寄せ合ってグループで話し合いをし、ワークシートにまとめる。</p> <p>◇金属と同じようにあたたまるかもしれない。 ◇水は広がるので全体的に同時にあたたかくなると思う。</p> <p>4 【実験】</p> <p>・試験管に水とサーモテープを入れて熱し、水が</p>	<p><作業仮説3></p> <p><作業仮説1> <作業仮説3></p> <p>・机間指導をする。 ・できるだけ、色々な考えを発表してもらおう。</p>

<p>15分</p>	<p>どのようにあたたまるかを調べる。</p> <p>①各グループごとに実験器具を取りに来る。</p> <p>②試験管の下を熱し、サーモテープの色の変化を見る。サーモテープの上のほうに色が見られたらやめる。さらに、2～3分待ってから手でさわってみる。</p> <p>◇あれ、下を熱したのに下より上のほうがあたたかいよ。</p> <p>◇サーモテープは色が変わるので分かりやすい。</p> <p>③試験管の上を熱し、サーモテープの色の変化を見る。サーモテープの上のほうに色が見られたらやめる。さらに、2～3分後に手でさわってみる。</p> <p>◇上のほうだけあたたかくなるね。</p> <p>◇下からあたたかくなると思ったけど違った。</p> <p>④結果を班で話し合いワークシートに記録する。</p> <p>5【話し合い】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・この実験から分かったことをワークシートの「自分の考え」に書く。 ・さらに、グループで話し合い、「グループで話し合った考え」に記入し、発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サーモテープは 50 度ぐらいで色が変わることを説明しておく。 ・さわって調べる時は、指先で軽く触ってみて、やけどに注意する。 ・加熱後はガラス自体が熱くなっているので、しばらく待つ必要がある。 ・試験管に余熱が残るので、別の試験管を使う。 <p>評価：技能表現</p> <p>水のあたたまりかたについて、調べる順序や実験の方法を知り、結果を記録することができる。</p> <p><作業仮説3> <作業仮説1></p>
<p>10分</p>	<p>◇この結果から下をあたためると上があたたまり、上をあたためても下はあたたまらない。</p>	<p>評価：科学的な思考</p> <p>水はあたためられると上に動いていくのではないかと推論することができる。</p>
<p>10分</p>	<div data-bbox="299 1675 1204 1771" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>あたためられた水は、上のほうに移動して行くのだろうか</p> </div> <p>6【予想を立てる】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あたためられた水の移動について、個々の児童の予想をワークシートに記入する。 <p>7【話し合い】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個々の児童の予想を寄せ合ってグループで話し合いをし、ワークシートにまとめる。 	<p><作業仮説3></p> <p><作業仮説1> <作業仮説3></p> <ul style="list-style-type: none"> ・机間指導をする。

	<p>◇だぶん、上に移動してたまると思う。</p> <p>◇水のあたたまりかたは金ぞくとは違うようだ。</p>	
10	学習が早めに進んでいたら、ここで休憩時間をとる。	
20分	<p>8【実験】</p> <p>・試験管に、おがくずと水を入れ、下のほうをあたたためて、おがくずの動きを見る。</p> <p>①各グループごとに実験器具を取りに来る。</p> <p>②実験を行い、結果をワークシートに記入する。</p> <p>9【結果の確認】</p> <p>・実験の結果を発表する。</p> <p>◇おがくずが上に動いていった。</p> <p>◇あたたかい水は上に行くんだ。</p> <p>◇上に行った後、下に落ちてくるのもあるよ。</p> <p>・実験の結果を教師が補助説明する。</p>	<p>・おがくずは教師が適量入れる。多すぎると水の循環が分かりづらい。</p> <p>・試験管の口を人に向けたり、試験管をのぞかないように指示する。</p> <p>・机間指導をする。</p> <p>・おがくずは上に移動するだけでなく、下に移動するのにもあることに留意させる。</p>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>あたたかい水は上にいき、温度の低い水は下に動くことを別の実験で確かめましょう。</p> </div>	
15分	<p>10【実験】</p> <p>・水の入ったビーカーに赤と青に色づけした温水と冷水をスポイトでしずかにいれる。</p> <p>①各グループごとに実験器具を取りに来る。</p> <p>②実験を行い、赤く色づけされたあたたかい水は上に、青く色づけされた冷たい水は下方に移動していくことを確かめる。</p> <p>11【話し合い】</p> <p>・この実験から分かったことをワークシートの「自分の考え」に書く。</p> <p>・さらに、グループで話し合い、「グループで話し合った考え」に記入し、発表する。</p>	<p><作業仮説2></p> <p>・スポイトでしずかにいれる。勢いがあると水と混ざってしまう。</p> <p>・金属とちがいの水の場合は対流であるに気づかせる。</p> <p><作業仮説1></p> <p><作業仮説3></p>

10分	12【まとめをする】	
	<ul style="list-style-type: none"> ・まとめとして、豆プリント問題をやる。 ・配られた正解豆プリントを見て、自己評価する。 ・ワークシートの「はんせい」に反省を記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・机間指導する。

(5) 評価

・水のあたたまりかたについて、調べる順序や実験の方法を知り、結果を記録することができる。

Ⅷ 研究の考察

1. 作業仮説(1)の検証

児童がお互いに意見を交わす「思考を高める場」を設定をすることにより、さらに、思考が深まるであろう。

(1) 手だて

児童自ら考える力を育成するためには、筋道を立てて考えることができるようになることが重要なことであると思われる。

また、相手との意見の交換も大切である。お互いの意見を検討することにより客観性が生まれ、考えがよりよいものになっていくと考えられる。

そこで、班で話し合いながら筋道を立てて実験結果の予想やまとめをしていく「思考を高める場」を設定した。それにより、科学的思考力を高められると考えた。

(2) 結果

「思考を高める場」として、班で話し合いを持たせた。「班の話し合いで自分の意見を言ったり、相手の意見を聞くことができましたか」というアンケート項目で金属、水、空気のそれぞれの授業後に3回行った。

「よくできる」と「できる」を合わせると81.7%になる。「すこしできる」が減った分「よくできた」が増え、「すこしできない」と「できない」児童は8.3%減っている。

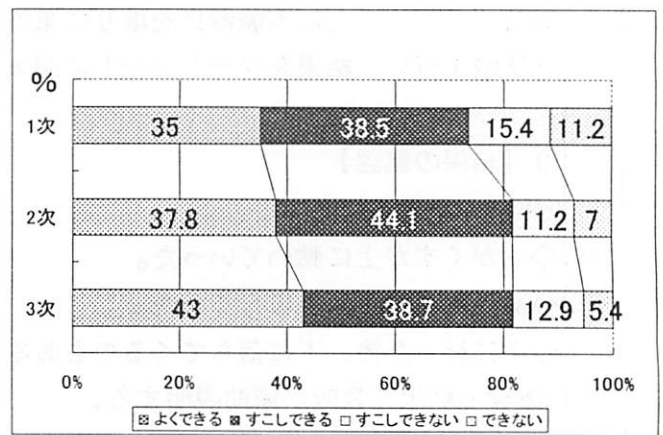


図7 「思考を高める場」の設定の効果

(3) 考察

「すこしできる」が減り「よくできた」が増えていることは、「少しできる」児童が「よくできた」に変わったと見ることができる。つまり、話し合いに対し少し積極的だった児童がより積極的になったと考えられる。また、「よくできる」児童が全体の約四分の一から半分ほどに増えていることから半分近くの児童がより積極的に話し合いに参加したことになる。

さらに、「すこしできない」と「できない」と答えた児童は約10%減っている。これは、班での話し合いができるようになったことと考える。

また、単元の終わりのアンケートで「グループでいっしょにそうだんするのが好き、グループでいっしょにそうだんしたら、その問題がとけるかもしれない。」や「予想したのを、友達に発表するのがすき。」と答えた子がいる。

このことから「思考を高める場」を設けたことは思考を深めるために効果があったと思われる。

2. 作業仮説(2)の検証

教材の選定や実験方法の工夫をすることにより、より課題の解決が分かりやすくなるであろう。

(1) 手だて

ここで取り扱う単元「もののあたたまりかた」は金属・水・空気のそれぞれの温まり方について学習するが、その実験方法・装置は私の調べた範囲で25種類もある。児童の興味・関心を誘発し、よりよく学習課題の解決方法が見つかるかを念頭に教材の選定をした。

ここでは、金属の学習では「示温シート」、水の学習では「サーモテープ」、空気の学習には「うずまき状の紙」を授業に導入した。毎時間の終わりに「示温シート」はわかりやすかったですかなどとアンケートをとり、それがどの程度の効果があったかを検証した。

(2) 結果

①「示温シート」の効果

「示温シート」は温度が高くなると色が変わるので、金属の熱の伝わり方が視覚的に捉えることができる。

授業中でも児童の「色が変わっていく～」とか「早い、早い」と驚きの声が聞こえた。この様子から「示温シート」が分かりやすい教材という感触を得たが、アンケート結果でも97.1%とかなり高い割合がでている。

図8は色が変わっていく様子を示した写真である。アルコールランプで熱した所から扇状に熱がつたわっていくことが色の变化で分かる。

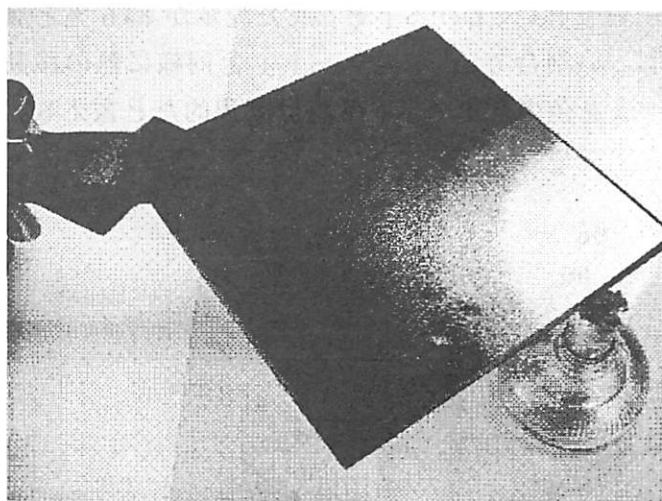


図8 示温シート

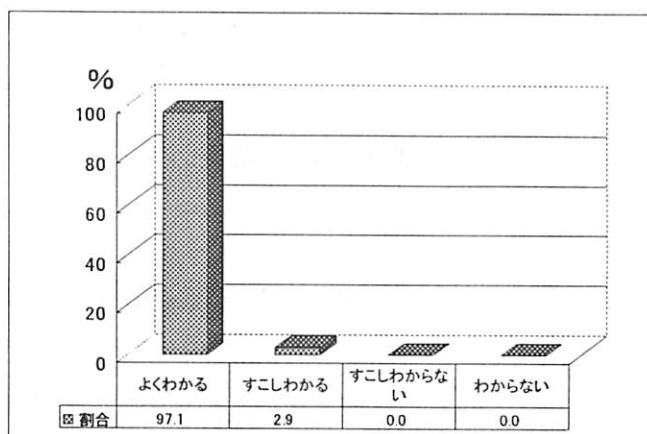


図9 「示温シート」の効果

②「サーモテープ」の効果

「サーモテープ」も温度が高くなると色が変わる性質を持つテープで、それを水の入った試験管に入れて熱すると熱の伝わり方を色の違いで捉えることができる。

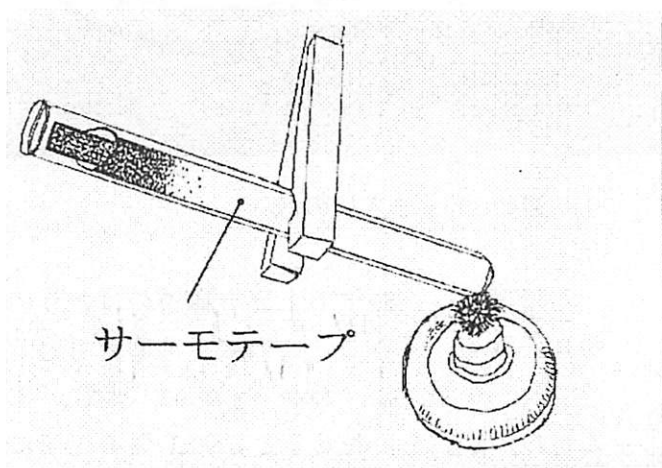


図10 サーモテープ

「よくわかる」と答えた児童が 84.6 % と高い割合で、「示温シート」と同様に熱の移動を色の変化で示す教材は効果的だと言える。

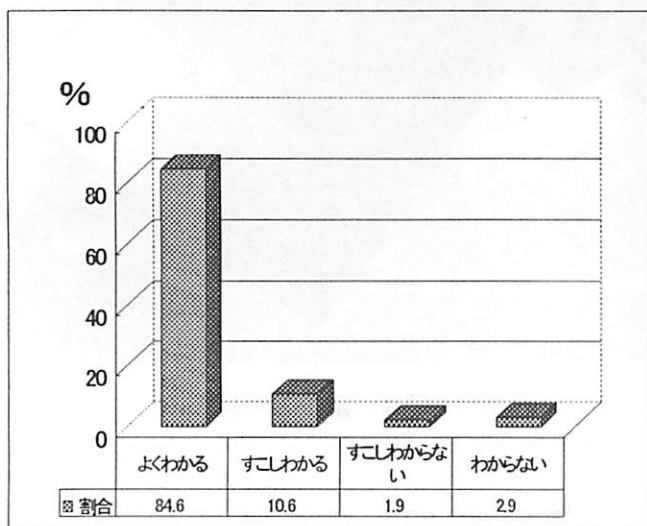


図11 「サーモテープ」の効果

③ 「うずまき状の紙」

「うずまき状の紙」とは、紙をうずまき状に切ったものである。電熱器の上に置くと熱せられた空気が上昇し、紙がくるくると回るしくみである。

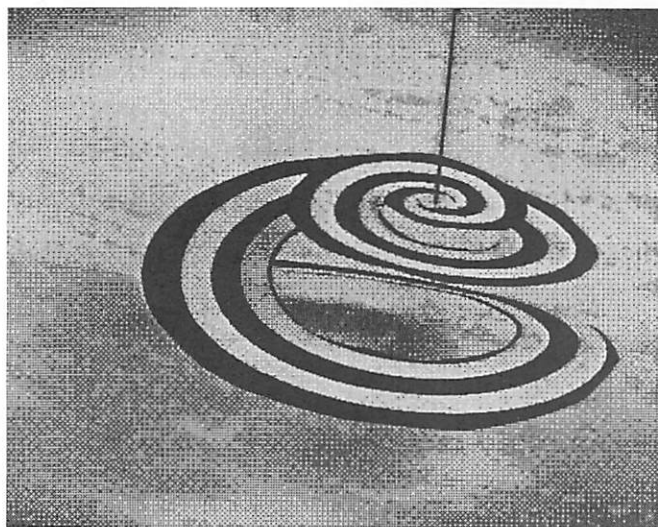


図12 うずまき状の紙

本授業では、熱気の上昇を線香のけむりの動きで見せ、さらに、この紙を補助教材として扱ってみた。「よくわかる」が 62.1 % で、「すこしわかる」を合わせると、90.3 % の児童に効果があった。

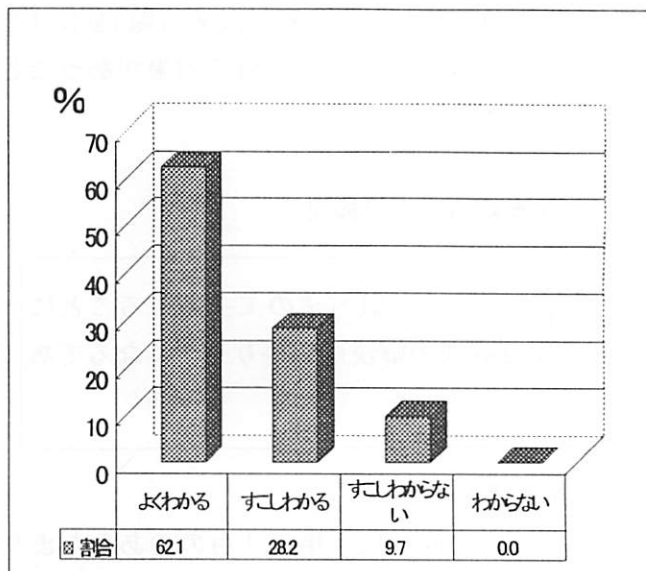


図13 「うずまき状の紙」の効果

(3) 考察

金属や水の熱の伝わり方は視角的に捉えることができない。そこで、「示温シート」や「サーモテープ」のような熱に反応して色が変わる素材の教材は目で見て変化が分かるのでかなり、効果的だと言えよう。

それは「よくわかる」が、「示温シート」が 97.1 %、「サーモテープ」が 84.6 % と高い割合を示していることがからも分かる。

金属の熱の伝わり方の教材を教科書では、銅板にろうを塗る方法を用いているが、ろうが溶けているかどうかを判断する時に、見る角度によっては分かりにくいことがある。そこで、温度の変化を色の変化にして、目で見て分かる素材の教材の選定は学習課題に対し有効と言えよう。

また、「うずまき状の紙」は「よくわかる」と「すこしわかる」を合わせ、90.3 % になっていることから温かい空気は上に行くことを示す教材として良いと言えよう。

特に線香のけむりと併用して授業に取り入れたことにより、さらに、理解が深まる効果をもたらすと考える。教材の選定や実験方法の工夫をすることにより、課題の解決が分かりやすくなった。

3, 作業仮説 (3) の検証

「話し合うワークシート」を作成・活用することにより、児童の思考が深まり、より筋道の通ったものになるであろう。

①「話し合うワークシート」

学習課題の予想を立てたり、まとめる過程で図 14 のようなワークシートをもとに話し合いをする場として「思考を高める場」を設定した。さらに、思考を高めるための話し合いができるようなワークシートを作成した。(図 14 参照)

(1) 手だて

「水のあたたまりかた」ワークシート

4 年 組 番 名 前

【き問】 水はどのようにあたたまるのだろうか。

<div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">予想</div> 書き方のヒント	<ul style="list-style-type: none"> ・もしかしたら、〇〇〇〇かもしれない。 ・私は、〇〇〇 (理由) だから、△△△△だと思う。
<< 自分の考え >>	
<< グループで話し合った考え >>	

~~~~~ 途中省略 ~~~~~

図 14 「話し合うワークシート」

#### ②定型文「書き方のヒント」

児童の考察は、感想や実験結果だけを書くことにとどまっていることがある。そこで、定型文の様式(「書き方のヒント」)にそって書かせることにより、考察が書きやすいようにした。ここでは、「書き方のヒント」は考えをまとめるのにやくだちましたかという項目でアンケートをとった。

#### (2) 結果

##### ①アンケート結果より

「グループの話し合いで自分の考えがまとまりましたか」の項目に対し「よくできる」が回を重ねるごとに増え、3 次では 56.3 %で約半数の児童が考えがまとまると答えている。「よくできる」と「できる」を合わせると 85.6 %になる。また、「すこしできない」と「できない」児童は 17.5 %減少している。

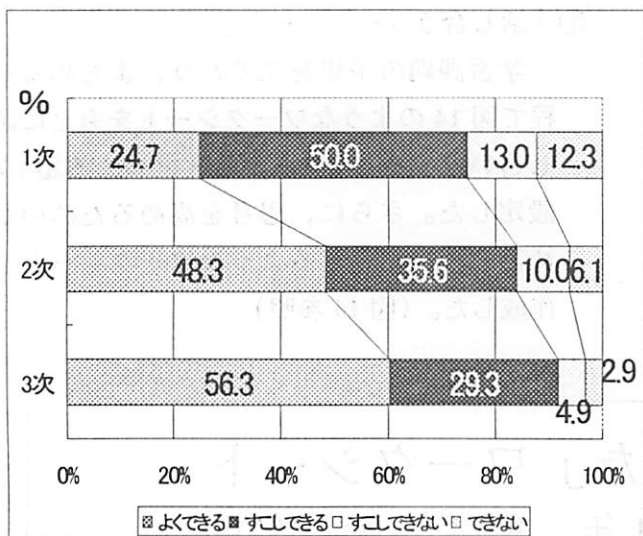


図15 「思考を高める場」の効果

②「定型文」を用いた「書き方のヒント」については「よく役立つ」はほとんど増減はないが、「すこし役立つ」が2回目は1回目より12.5%増えている。また、「役立つない」は12.6%減っている。

第3次は「よく役立つ」と「役立つ」を合わせると98.4%と高い値になっている。

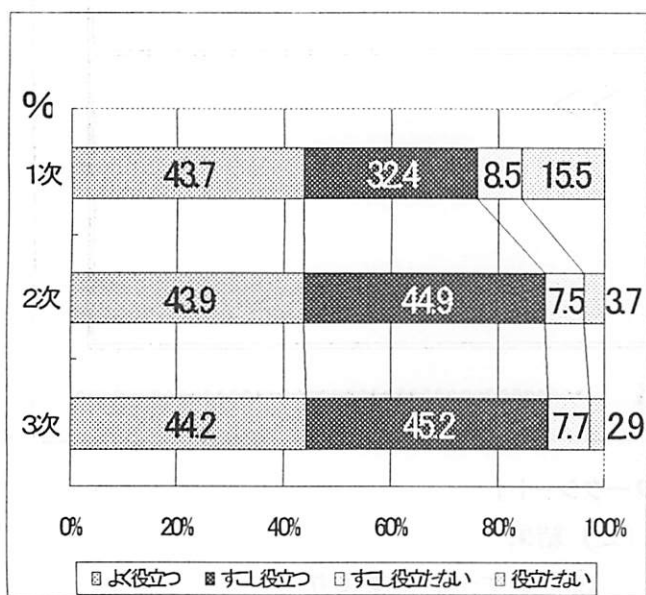


図16 「定型文」の効果

### (3) 考察

「よく役立つ」は微増だが「すこし役立つ」が2回目に増え、3回目までには12.8%増えている。最終的には「よく役立った」と「役立つ」の合計が89.4%になり、

多くの児童にとって「定型文」が考察を書くときの支援になっていることが分かる。それは、「役立たない」が12.6%減っていることから推測される。

つまり、定型文（「書き方のヒント」）は実験・観察の考察をするうえで支援として有効であることになる。改善すべき点として、「書き方のヒント」の例文として一例ずつしか載せていないので児童の意見に符合したものがあまりなかったことが考えられる。ワークシートの紙面に制約があるとはいえ、例文を増やす工夫をすべきものと考えられる。

単元の学習後のアンケートでは「わかったことを発表するのが好き」が7%増え、「分かったことを発表するのが苦手」が3%減っている。また、「そのほかに理科の授業で好きなことや、苦手なことがあったら書いてください」の項目では、「友達に発表するのが好き」が単元学習前にはいないのに対し学習後では、6名に増えている。このことから、話し合いによる「思考を高める場」は効果があると言えよう。

## Ⅸ 研究の成果と課題

### 1 成果

- (1) 話し合いに積極的な児童が四分の一（24.7%）から約半分（56.3%）までに増えたことから、児童がお互いに意見を交わす「思考を高める場」を設定したことは効果があり、思考が深まったと考えられる。
- (2) 「示温シート」や「サーモテープ」のような色が変わる素材の教材は、視覚に訴えるので、教材として有効であり、学習課題の解決が分かりやすい。
- (3) 「話し合うワークシート」を領域別に計3部作成し、授業で活用した。「書き方のヒント」や「自分の考え」などの書き込み欄は文章にしてまとめる力の支援になり、筋道を通った思考ができた。



## 2 課題

- (1) 児童が話し合いを持つことで思考力を高めることを意図した「思考を高める場」を設定したが、話し合う時間をさらに増やす工夫を考えたい。
- (2) 教材の選定や実験方法の工夫をした。今後ともさらに検討し、より良いものを選定していきたい。
- (3) 分かったこと・考えたことを文章で表す力を育成するにはきめ細かい、継続した指導が必要と思われる。

おわりに

「科学的思考力を高める指導の工夫」というテーマで、半年間研究を進めてきた。検証としてのデータをとるため25時間の授業を実践してきた。

いままで、私の理科授業では学習課題について実験前に予想を書かせるが、その場で話し合いをさせることがなかった。今回、「思考を高める場」としてグループで話し合いをさせてみた。その話し合いを通して筋道を立てた根拠のある意見を見聞きする経験をさせたことは、意義があったと考える。

「思考する場」の設定が効果のあることが検証され、今後の授業に生かしていきたいと思う。

教材の選定・予備実験を約25種類行ってみた。

その過程で、学習課題の解決に効果的な素材が見つかったことも有益であった。とくに、「示温シート」や「サーモテープ」などは今後の私の授業に是非取り入れようと考えている。

本研究期間で知った「定型文」は、考えをまとめるための支援方法である。それを、「話し合うワークシート」の中に組み入れた。ワークシートの作成は多くの資料を参考にし、何度か手直しをしなければならず、思っている以上に大変だと分かった。

本研究を進めていくうちに、理科教育の楽しさと同時に重要性を感じました。教師が教材教具を工夫することで、子供たちの目が輝き授業が生きることにも実感した。

また、現場にいるとなかなかできない理論にも触れるいい機会になりました。今回の研修で得た、たくさんの収穫をこれからの授業実践に役立てていきたいと思う。

最後に、研究期間中ご指導くださいました宮城むつみ所長、石川博基係長、比喜清喜指導主事初め、研究所の職員の皆様から感謝申し上げます。また、内間小学校の新城剛先生には適切なアドバイスをいただきありがとうございました。

さらに、半年間一緒に研究をし、いろいろな情報交換をし、充実した有意義な研修をしてきた36期研究員にも感謝申し上げます。

### 主な引用文献・参考文献

- ・小学校学習指導要領解説」理科編 平成11年5月 文部省
- ・「子供の自然認識と指導のあり方 新理科教育用語辞典」 井上尚之 編 初等出版株式会社
- ・科学的な見方・考え方を育てる理科の学習 小学校4年 編者 高野恒雄 降旗勝信 東洋館出版社
- ・科学的な思考力を高めるための「定型文」を取り入れた授業の工夫 那覇地区教育課程研究集会研究報告書 中学校理科部会 平成19年11月
- ・理科授業に生かす「ものづくり」 奥井智久 斉藤 実 編著
- ・初等理科教育 1994年5月号 Vol.28 No.6 初教出版
- ・研究紀要 第18集 学び合う授業作り 平成17年11月 屋良 徹他・菊池 琉球大学教育学部付属中学校 2005年
- ・「楽しく学べる 理科のワークシート」 理科学習の個別化をめざして 栗田 一良 監修 横浜市理科研究サークル 著 東洋館出版社
- ・小学校理科指導資料 指導計画の作成と学習指導 文部省 平成3年3月 大日本図書株式会社