

児童・生徒の科学的記述力を育成するための 学習指導法開発 (4)

阿部直人*・兼重幸弘**・福山聡恵**・横倉康浩*・小石紀博**
火宮一功*・衣笠高広***・小林博典***・山口悦司****・中山 迅***

Development of Science Teaching Methods for Fostering Students' Scientific Descriptive Power (4)

Naoto ABE*, Yukihiro KANESHIGE**, Satoe FUKUYAMA**,
Yasuhiro YOKOKURA*, Norihiro KOISHI**, Ikkou HINOMIYA*,
Takahiro KINUGASA**, Hironori KOBAYASHI**,
Etsuji YAMAGUCHI****, and Hayashi NAKAYAMA***

I はじめに

グローバル化し高度に複雑化した現代社会を生きていくために必要な力として、OECDがPISAを行い分析と提唱をしているように、リーディング・リテラシー、数学的リテラシー、科学的リテラシーは継続した学習の基礎となる力としてその育成が求められている。一方、我が国の児童・生徒においては、思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題があるという分析がなされている。このことは、平成20年公示の中学校学習指導要領の改訂の要点(1)改訂に当たっての基本的な考え方 科学的な思考力、表現力の育成を図ることにも色濃く反映されている。

本研究では、2006年度（隈元・福松・中山・猿田，2006a，2006b；隈元・福松・岡田・中山・山口・小石・兼重，2007），2007年度（隈元・小石・兼重・横倉・火宮・山口・中山，2008），2008年度（兼重・横倉・小石・火宮・阿部・山元・衣笠・小林・山口・中山，2009）に引き続き、宮崎大学教育文化学部附属小学校，附属中学校，教育文化学部，教育学研究科と連携しながら、児童・生徒が自らの言葉で科学的な記述を行うことができる力を育成する学習指導法に取り組んでいる。今年度は、小中学校の各学年において、それぞれの発達の段階に応じた科学的記述力育成のための指導法の開発を中心に取り組む。

本論文では、板書やノートの実例に基づいて、小学校と中学校それぞれの学習指導法を報告する。

*宮崎大学教育文化学部附属中学校，**宮崎大学教育文化学部附属小学校，

*** 宮崎大学大学院教育学研究科，**** 宮崎大学教育文化学部

II 宮崎大学教育文化学部附属小学校の実践事例

1. 研究の視点

今年度から新学習指導要領が理科においては、先行実施された。このことは、現在の児童の実態として、これまでの各諸調査にみられるように思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式に課題があるとされていることなどが考えられる。小学校理科においては、これらを解決していくために、「板書の工夫」や「ノート指導」等を含めた「かく活動」の充実を図ってきた。また、理科学習は問題解決的な学習の流れが必須であることから、教師と児童がともに問題解決的な学習の流れを身に付け学習にあたる「単元構成の在り方」についても研究を深めてきた。昨年度の取り組みとしては、「思考力・判断力・表現力の育成」を主眼として、観察・実験の結果を整理して結論と明確に区別して記述する学習活動を小学校の発達の段階を踏まえて行ってきた。

そこで本年度は、これまでの研究で行ってきた「単元構成の在り方」「板書の工夫」や「ノート指導」等を含めた「かく活動」などの実践を踏まえ、充実させていくとともに、「思考力・判断力・表現力の育成」を主眼として、観察・実験の結果を整理して結論と明確に区別して記述する学習活動、所謂、「科学的記述力」の深化を図ることに重点をおいて研究していくこととした。その研究内容として、下に示す2点である。

- (1) 子どもの疑問からつながる学習問題の在り方
- (2) 科学的な概念を使用した説明活動

2. 子どもの疑問からつながる学習問題の在り方

理科の授業の根底には、問題解決的な学習の流れが常に意識されないといけない。それにはまず、子どもが自然事象に対して、問題意識をしっかりとつことが必要である。さらに言えば、問題意識をもたせるために教師は、子どものもつ素朴な見方・考え方を見抜き、知識とのずれを生じさせるような事象の提示を行うことが重要である。また、その事象提示から子どもの疑問を教師の発問等で解決可能な学習問題、すなわち学習問題の焦点化を図ることが大切である。そうすることで、子どもは学習に対して見通しをもって追究していく態度をもつことができるのである(図1)。

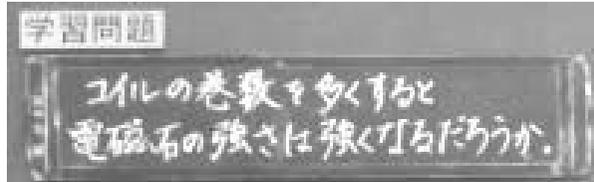
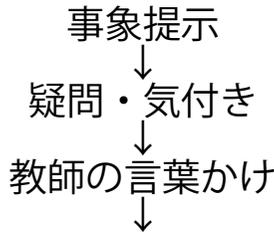
3. 科学的な概念を使用した説明活動

- (1) 発達の段階を踏まえたキーワードの提示

学習問題を焦点化し、問題解決的な学習の流れに沿って授業を構築していった中で、それだけでは、十分に学習内容が身に付いたとは言い難い場合があることが分かった。また、課題となっている子どもの記述力の育成という観点からも、理科における言語活動の充実を図るといふことと密接にかかわりがあると捉えている。そこで、昨年度から、キーワードを使用して文章化し、説明する活動を取り入れ、学習内容の定着を図るとともに記述力の育成にも取り組んできた(図2, 図3)。

- (2) 獲得した知識の活用を図る事象の提示

昨年度から取り組んできている科学的な説明活動は、子どもの学習の定着と記述力育成とい



学習問題のチェックポイント

- ・ 解決可能・二者択一的：調べることが明確な問いになっているか。
- ・ 学習指導要領の学習内容：子どもが身に付けるべき学習内容が組み込まれているか。
- ・ 各学年の問題解決の資質・能力：問題解決の資質・能力の育成が図れるものとなっているか。
- ・ 追究の見通し：子どもが見通しをもって追究していくことができるものとなっているか。

半分くらい入っている空気が温められると上へのぼっていく。

- ・ 空気は温めると体積(かさ)がふえる。
→ ひかせばへこむ(体積が減る)はず
- ・ 空気は温めると上へあがる。
- ・ 温めると体積がふえ軽くなって上へあがる。
- ・ 空気は温めれば温めればほど体積がふえる。

学習問題

空気の温度が変化すると体積が変化するのだろうか。

確かめる前の考え

変化する

方法

試験管の口の向きを変えなげら

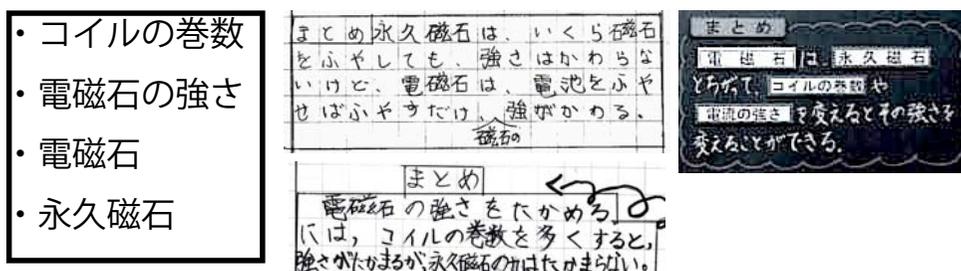
- ・ 温めたとき(お湯にくるむ)
- ・ 氷水でひやしたとき(ビールぶくろに入れる)の様子を観察する

事象に対する子どもの予想や疑問・気付き

学習問題の焦点化：
注目すること、調べていくこと

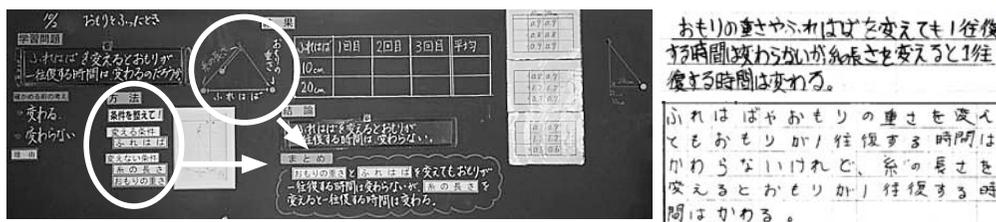
【教師の言葉かけ】
注目することはなんですか？
これから調べていくことはなんですか？

図 1 問題解決的な学習に生かす学習問題の焦点化の工夫



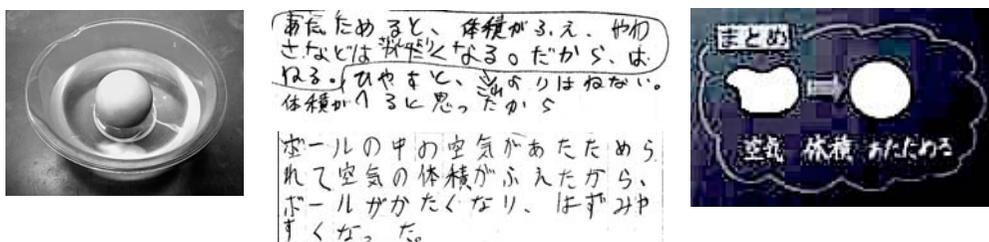
キーワードの提示 → 子どものノート → 学級全体の科学的説明

図2 キーワードを活用した科学的な説明活動の例



板書や学習の足あとからキーワードを探す → 子どものノート

図3 板書や学習の足あとからキーワードを活用した科学的な説明活動の例



新たな事象の提示 → 子どものノート → 図示した科学的説明の板書

図4 獲得した知識を活用した科学的な説明活動の例

う点からは大きな成果が挙げられた。しかし、子どもが獲得した知識を日常生活に生かすと考えたとき、本当にそれが達成されているかという点で今一步である。本来は、この日常生活に生きて働く力が身に付いてこそ、科学的記述力の育成が図られたと言える。そこで、今年度は、子どもが身近に感じられる事象を提示し、獲得した知識を活用して説明する学習活動を位置付けることとした(図4)。

III 宮崎大学教育文化学部附属中学校の実践事例

1. 多様な意見が持てるようなテーマの工夫・開発

学習内容が身近に関係しているテーマを設定し、生徒の学習意欲を高め、多様な意見が持てる授業を「化学変化とエネルギー」において実践した。

まず、化学カイロの発熱を調べる実験を行った。この時は、単純に鉄粉・活性炭・食塩水を混ぜ合わせるものであり、温度も約80 近くまで上昇する (図5)。

考察では、ほとんどの生徒が温度の上昇と熱エネルギーの関係について自分の言葉を用いて説明はできていたが、多様な意見までには広がっていなかった。そこで、この内容を日常社会の生活に組み込むために、『この化学カイロの温度を、実際に使われているカイロの60 近くに調節するためにはどうしたらよいか。』とテーマを設定した。このことで、化学変化などの理科の学習で得た知識や、日常経験を活用し、学級の友達とコミュニケーションを図りながら学びを深め、科学的に追求する場面が見られた。この時、生徒から出てきた主な意見は、次のようなものであった。

- ・混ぜ合わせた材料の量に関係があるのではないだろうか。例えば、活性炭の量を少なくする。もしくは、食塩水の量を少なくする。または、食塩水の濃度を低くする。
- ・実際のカイロの中身と、自分たちの班で作った化学カイロの中身を比べたときに、自分たちの班の方がドロドロしていたので、加える食塩水の量を少なくすればよいのではないか。
- ・酸化するとき熱が発生するのだから、反応する酸素の量を減らす工夫をしたらよいのではないか。

これらの意見をもとに、班で実験の内容を考えたところ、次のような仮説と方法がでた。

- ・仮説1：活性炭の量が温度上昇に関係している。
- ・方法1：活性炭の量を1g, 5g, 10g, と変えて実験する。
- ・仮説2：食塩水の濃度が温度上昇に関係している。
- ・方法2：食塩水の濃度を10%, 40%, 70%と変えて実験する。

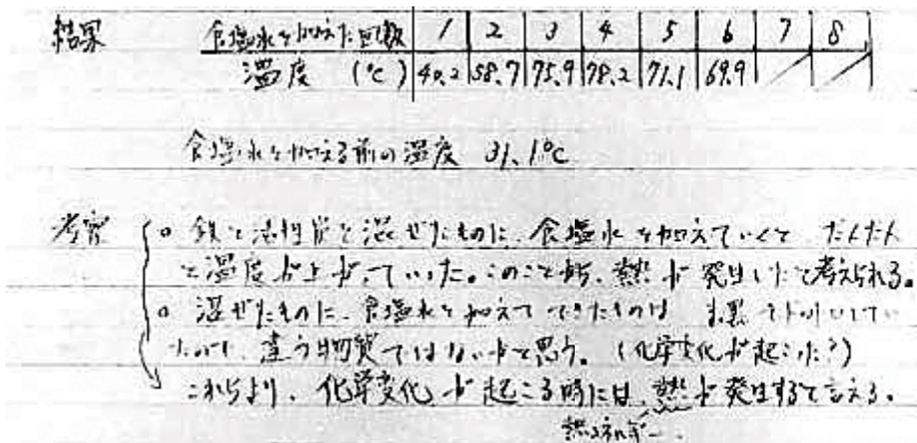


図5 生徒の考察

- ・仮説3：加える食塩水の量が関係している。
- ・方法3：飽和食塩水を加える量を変えて、1分間の温度上昇を調べる。

このように、学習したことをもとに、日常生活に組み込まれたテーマを設定することで、多様な意見が取り出せることがわかる。

2. 言語活動の基礎を固めることができる題材と指導の工夫

言語活動の基礎を固めるためには、言語活動を行いやすい題材を入学当初から導入し、しっかりと言語活動のルールを身につけさせていくことが大切である。

言語活動を意識した題材で授業を進めていくことは、本校理科で行う「テーマ」「目的」「材料」「方法」「結果」「考察」の流れを確実に身につけるためにも有効であると考えられる。

(1) 植物の体のつくり

生徒に、まず、どの植物の体のつくりが最も有利であるかの話し合いをさせた。その後、植物の体の形（ロゼット型）の利点・不利な点について資料や実物から考えさせた。

教科書などには全く答えがないことを授業の題材にすることで、班全体でより考えを深めることができた（図6）。

(2) 葉のはたらき

題材としては非常にオーソドックスな気孔の実験である。しかし、実験BとCでの考察やAとBでの考察を2回行うことで頭の中が整理され、より明確な考察を導くことができる。

授業の中で多く実践したのは、個人の考察を考えさせた後、班で考察をもう一度練り直し、よりよい考察を作り直すことを狙いとするためである。その後発表をさせ、生徒を称賛する場を設けることで、自信をつけさせていった。

実験は部分的に失敗しているが、なぜ失敗したのか。本来どうなるべきなのかが、考察に記述されている（図7）。

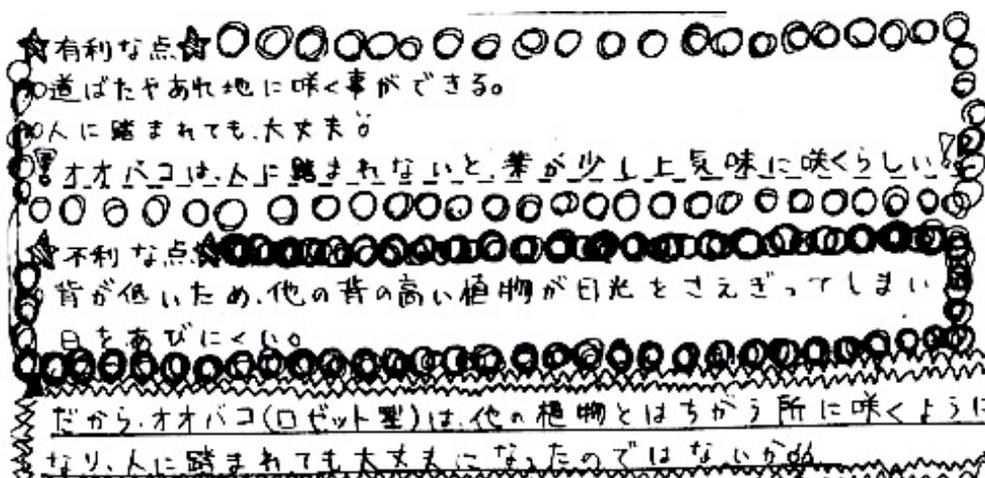


図6 オオバコの考察

テーマ 葉のはたらき
目的 葉の蒸散の場所と蒸散量を明確にする。
材料 ヲシロイ、ワセリン
方法 巨匠をつけた瓶かた。水をはく。

A 何もぬらない
B 茎にワセリン
C 葉にワセリン

結果 A...56mm B...64mm C...20mm D...4mm

考察 水が減ったのは水面が蒸散したのと葉の気孔が蒸散したからが主に理由として挙げられる。しかし、Dから水面からの蒸散はとて少ないことが分かるので「葉の気孔が蒸散した」とは目を向ける。

蒸散とは？
植物が根元から水を吸い上げて葉にある気孔から水分を空気に出すこと。

●AとBを比較
違う点：ワセリンを茎にぬってあるか、ぬっていないか
結果Aは56mm、Bは64mmでBの方が蒸散量が多い。しかし、普通ならばワセリンをぬっていないAの蒸散量が多くなるのはおかしい。今回の実験で見たAとBの葉は若干Aの方が小さいが、たまたまの数字にたまたまの数字が、本当は何もつけていないAが一番蒸散をする。

つわり「気孔は葉の裏にも葉の表にも比べて裏の方が多くある」ということがわかる。

●BとCを比較
違う点：葉の表にワセリンをぬっているか、裏にぬっているか
結果Bは64mm、Cは20mmなので「Bの方が蒸散量が多い。ワセリンをぬっている所からは葉の気孔が蒸散がなくなるので、Bは葉の裏、Aは葉の表から蒸散することがわかる。Bの方が蒸散量が多いことから葉の表より裏の葉の方がたくさん気孔があることがわかる。」

どの試験管でも、水が減る理由は、葉の表と裏から蒸散したのと、茎から蒸散したと考えられる。今日は水が減って茎が水面から出てきてしまっているため、AはBよりも水が減らなかった。もし、茎が水につかっていたら、Bは表にワセリンをぬっていたのだからその分蒸散しなくて、Aのほうが水が減ったのではないかと考えられる。さらに、BとCを比べると、Bのほうが水が減った。これは、葉の表と裏の蒸散量を比べて葉のほうが多いことから、裏にワセリンをぬいたことはあまり水が減らなかったと考えられる。

図7 葉のはたらきの生徒のノート

3. 授業展開の工夫

授業展開の工夫として、気象情報を抽出し、解釈・表現につなげる指導計画を立てた。また、晴れの原因や雨の原因を追究する活動から、課題を発見する授業を展開した(図8)。表現のプロセスにおける工夫として、班での話し合いでは、付箋紙を使用した分類方法を用いた。

授業の考察については、学習過程2の段階で、「前線を伴う高気圧」という意見が出たのは予想外であった。ここで議論をさせてもよかったが、前線に着目して次の観測を行えば解決できる問題と考え、学習指導過程3に進んだ。授業後、話し合いシートと個人の観察記録を見てみると、観察記録の段階で高気圧にある前線という誤った記述がみられた。(この時期は桜前線などの言葉も出てきており、混同してしまったと思われる。)

付箋紙を用いて、班で話し合わせる活動には、班での話し合いの中で、発言力のある生徒ばかりでなく、その他の生徒の意見も班の意見に反映させていくというねらいであったが、班の意見をまとめる段階では結局、発言力のある生徒の意見に引っ張られてしまった例であると考えられる。また、机間指導も話し合いが滞りがちな班を中心に指導をしているので、一見順調に話し合いが進んだ班は、十分な議論がされていない場合があり注意が必要であると感じた。

言語活動については、学習の導入段階であるため、疑問が多い中、言葉を使っていかなければならなかったため、特に考察2の発表では、授業者が言葉を変換していくケースが多かった。今後単元の学習が進む中で、生徒が科学の言葉を正確に使えるように指導していきたいと考えられる。そのような状況下では、将来に向けて身につけさせたい力の一つとして課題発見力をあげ、今後の疑問点や仮説が数多く出されたのは今後の流れからは有効であった。

学習内容及び活動

教師の支援

1 本時の学習内容を確認する。
・気象情報や気象観測の記録から、晴れや雨になった原因や天気の特徴性を見つけ、次の気象観測計画を立てよう。

○ 学習内容を明確にすることができるように、学習課題や見つける内容を黒板に示す<写真：板書>。



2 考察1として、晴れや雨の原因を考える<写真：前時までのファイルを使用しながら話し合う場面>。

○ 晴れや雨の原因に気付けるように、考察1の導き方の例を示す。

○ 予想される生徒の反応

【晴れの原因】

・高気圧が近づくと（に覆われると）晴れになる

【雨の原因】

・低気圧や前線が近づくと雨やくもりになる



3 考察2として、規則性や仮説、疑問点をあげ、調べるために必要な情報を班でまとめる（課題発見力）<写真：付箋紙を使用しながら、班で情報を収集する場面>。

○ 必要な情報を見つけやすくするために、前時で使用したワークシートを振り返る場を設定する。

○ 多様な意見と比較させるために、途中経過を発表する場を設定する<写真：途中経過や疑問点を班の代表が発表する場面>。

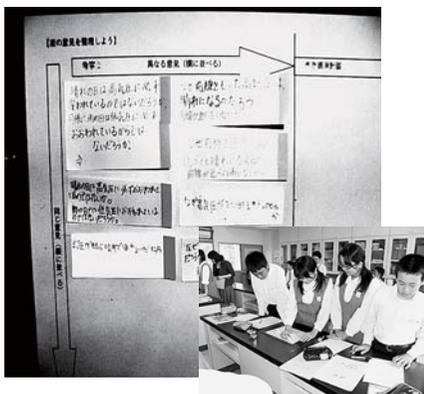


図8 授業展開の工夫

IV おわりに

本研究は、今年度で四年目を数え、中でも、小・中学校の連携を軸に科学的な記述力の育成を図ってきたことは、多大な成果をあげてきたと言える。

小学校では、教師と子どもがともに問題解決的な学習の流れを身に付け、学習を行っていくことが基盤となり授業を構築していった。さらに、教師の言葉かけや板書の工夫、学習形態・場の工夫等、様々な手立てを講じ、問題解決的な学習の基礎を育成してきた。

また、中学校では、小学校で培った問題解決的な学習の流れを基に「結果」から生徒が自分の言葉で論理的に表現して「結論・考察」する活動を取り入れ、科学的記述力の育成を図ってきた。

今後は、本研究の更なる充実を図っていくとともに、実感を伴った理解を図る意味でも博物館等の施設との連携・活用を行っていくことが重要であると考えます。

附記

本研究の一部は、平成21年度宮崎大学教育文化学部・学部附属共同研究補助金の援助を受けている。

引用文献

- 兼重幸弘・横倉康浩・小石紀博・火宮一功・阿部直人・山元善貴・衣笠高広・小林博典・山口悦司・中山迅 (2009. 3) 「児童・生徒の科学的記述力を育成するための学習指導法開発 (3)」『宮崎大学教育文化学部附属教育実践総合センター研究紀要』第17号, pp.67-75.
- 隈元修一・福松東一・岡田能直・中山迅・山口悦司・小石紀博・兼重幸弘 (2007) 「児童・生徒の科学的記述力を育成するための学習指導法開発」『宮崎大学教育文化学部附属教育実践総合センター研究紀要』第15号, pp.67-73.
- 隈元修一・小石紀博・兼重幸弘・横倉康浩・火宮一功・山口悦司・中山迅 (2008) 「児童・生徒の科学的記述力を育成するための学習指導法開発 (2)」『宮崎大学教育文化学部附属教育実践総合センター研究紀要』第16巻, pp.1-10.