

科学的な思考力・表現力を高める理科学習

—「整理・整頓カード」の活用と、他と話し合う活動を通して—

津島市立神守中学校 近藤 陽介

津島市立西小学校 服部 竜哉

1 はじめに

2011年度、小学校で新学習指導要領が完全実施となった。理科では、「観察・実験の結果を整理し、考察する学習活動」や「科学的な概念をもとに考えたり、説明したりする学習活動」が重視されるべき課題とされ、科学的な思考力、判断力、表現力の育成、言語活動の充実が改定のポイントとして挙げられている。

本校の児童の様子を見ても、実験結果からの考察や学習内容をまとめ、表現する活動などで、自ら考え、整理することが苦手である。言語での表現が筋道立ててできない児童が多いという実態が見られる。6年生「物の燃え方と空気」の単元で、「集気瓶の中でろうそくを燃やし続ける方法を調べる」ということについて、いくつかの条件のもとで実験を行い、「燃え続ける」「消える」などの結果を記録することはできたものの、すべて結果から考えられることを記述する課題では、条件の違いと結果とを結び付けてとらえられていない児童が多く見られた。また、「太陽と月の形」の単元において、学習の最後にこれまでに学習した内容を自分で整理し、文章でまとめる活動を行った。その結果、説明に必要な語句が抜けていたり、意味の分かりにくい文章表現であったりと不十分な記述の児童が4割程度いることがわかった。原因としては、これまでの学習形態では、学習で得られた実験結果や、知識、生活体験などの情報が、頭の中だけでは整理しにくい状態であることや、言葉で事象を説明したり、複数の学習内容をまとめて表現したりする経験が不足し、どのような表現がよいのかが理解できていないことが考えられる。

以上のことから、小單元ごとに学習内容を自分の言葉や図でまとめて表現する活動と、表現された内容をもとに話し合い、他の表現の触れる活動を通して、科学的思考力・表現力を高めようと考えた実践を、6年生「大地のつくりと変化」の単元で行った。

2 研究の概要

(1) 目指す児童の姿

科学的な思考力・表現力を高めることにおいて、目指す児童の姿を次のように設定した。

調べた事象について、得た知識・自分の考えをもとに、
文章や図でまとめることができる児童

実践において、次の3つの姿が見られたとき、目指す児童の姿が具現化されたと考える。

児童の姿① 事象について積極的に調べ、なぜその結果になったかを考えようとする。

児童の姿② 自らの考えや、学習内容が他に伝わりやすく表現できる。

児童の姿③ 学習内容を適切に整理し、原因と結果を踏まえてまとめることができる。

(2) 研究の仮説

1. 視覚化のしやすい教材を積極的に取り入れて学習を進めていけば、実験結果や学習内容をより明確につかむことができ、考察やまとめの活動に取り組みやすくなるだろう。
2. 互いに自分の考えを他に説明し合う機会や、自分の表現についての評価を知る機会を取り入れていけば、学習内容をより整理して捉えることができ、より他に分かりやすい言語表現の方法を身に付けることができるだろう。
3. 「考察」「話し合い」「まとめ」の活動を繰り返す単元構成で、実験結果や自らの考察、他の意見を参考にしながら「まとめ」の活動に取り組めば、より理解を深めた表現活動ができるようになるだろう。

(3) 研究の手だて

手だて① 視覚化のしやすい教材の活用

- ・より結果を認識しやすく、観察に適した教材・教具を取り入れていく。材料を工夫した地層モデル、変化する火山モデル、本物のポーリング資料を用いた実験を行う。

手だて② 話し合い活動による思考の整理

- ・考察をグループ内で発表させ、他の児童が自分の考えの見直しをする時間を確保する。
- ・その後のまとめに活かせるように、参考になる他の児童の文章を追記する時間を確保する。
- ・児童の記述に対して、十分な点、不足している点について教師が評価をすることで、表現の仕方について学べる場を確保する。

手だて③ 記述のための単元計画とワークシートの工夫

- ・単元で、「考察」「話し合い」「まとめ」の活動をくり返させ、記述の時間を確保する。
- ・事象の流れを図と文章で表現する「整理・整頓カード」というワークシートを作成し、実験結果・考察・まとめが同じ紙面で書けるようにする。
- ・「何が（何が原因で）」「何を」「どのように」「どうした」の記述の徹底をさせるため、添付カードを活用する。

(4) 検証の方法

「整理・整頓カード」における記述内容から、それぞれの段階での児童の思考力、表現力を以下の観点で記録し、単元の学習が進むごとにどのように変化したか比較することで思考力・表現力が高まったかを検証する。

○検証のための視点

- ・主語・述語を使って、事象に対する説明を適切に表現することができたか。
- ・課題に対して、実験結果から導き出した結論を自分の言葉で記述することができたか。
- ・事象の一連のつながりを、必要な言葉を使って、図や文章でまとめることができたか。

(5) 単元計画

・単元名 6年 「大地のつくりと変化」(12時間完了)

時	学習課題	学習内容	研究の手だて
1	がけに縞模様が見られるのはなぜかを考える。	地層は礫・砂・泥などが重なってできていることを知る。	地層モデル (手だて1) 地層の写真 (手だて1)

2, 3, 4	礫・砂・泥などがどのように積み重なって地層ができるのかを考える。	礫・砂・泥などが流れる水のはたらきによって運ばれ、重いものから積もることを推論する。	地層モデル（手だて①） 話し合い活動（手だて②） 整理・整頓カード(手だて③)
5	火山のはたらきによって地層はどのようにできるのかを考える。	火山灰や溶岩が堆積し、地層ができることを推論する。	火山モデル(手だて①) ワークシート
6, 7, 8	私たちが住む大地はどのようにしてできたのかを考える。	津島の大地は流れる水のはたらきでできていることを推論する。	ボーリング資料（手だて①） 話し合い活動（手だて②） 整理・整頓カード(手だて③)
9, 10	東海三県で、地震や火山の噴火によって変化したところがあるかを調べる。	東海三県に存在する地層・断層などを調べ、知る。	インターネット ワークシート
11, 12	大地の変化と災害についてまとめる。	崖などに縞模様が見られる理由と地震や火山噴火で起こる大地の変化をまとめる。	これまでの整理・整頓カード

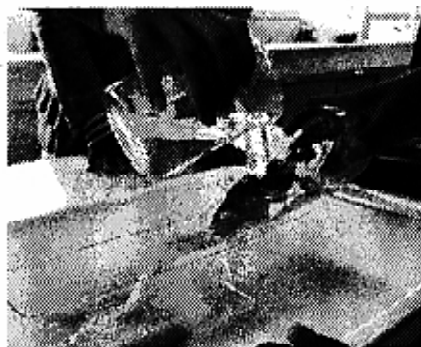
3 研究実践

(1) 流れる水のはたらきによる地層のできかた (2, 3, 4/12 時間)

A. 視覚化のしやすい教材の活用

あ「礫・砂・泥などがどのように重なって地層ができるのか」という課題において、地層モデルをつくる実験を行った。児童の意欲を高め、実験結果、考察などの記述に取り組みやすくすることをねらい、結果が一目瞭然で視覚化がしやすい材料を用いて実験を行った。実験装置

は、アクリルケース内、ペットボトルを切って作った樋を用意した。本来ならば実際の礫・砂・泥を使うのだが、層の境界が確認しにくくなるため、礫、砂、泥に見立てた金属粒、川砂、片栗粉を用いた。これらを体積比で 1:5:8 の割合で混



【写真1 実験装置の様子】



【写真2 完成した地層】

ぜたものを樋に置き、水をかけながらアクリルケース内に流しこんでいった(写真1)。その結果、金属粒が一番下に沈み、その上に川砂、一番上にゆっくりと片栗粉がつもることが確認できた。この操作を繰り返すことで、実際の砂泥互層のような、境界が色で明確に分かれている地層をつくることができた(写真2)。色の違いがはっきりとしているため、児童は驚きの声を上げて実験に取り組んでいた。また、結果の記述においても、すぐに書き始められる児童が多く、図を用いた記述を比較的短時間で仕上げる児童が見られた。

B. 「整理・整頓カード」と話し合い活動

地層のでき方の小単位を通して、課題に対する予想、実験の結果、考察、そして小単元のまとめまでを一枚のワークシートに記入できる「整理・整頓カード」を活用した(図1)。

実験の「考察」を記入した後、グループ内でそれぞれの意見を発表し、「話し合い」によって、他の表現の良い所を参考に自分の表現を見直す。その上で課題についての「まとめ」を行うことでより理解を深めたまとめができるようになることをねらいとした。方法については、記述の際に、「何が(何が原因で)」「何を」「どのように」「どうした」の添付カードを黒板に貼り、具体的な記述を徹底させた(ただし、すべての記述を必ず使わなければならないというものではない)。記述後に黒板の添付カードを見て、必要な表現が抜けていないかを確認する児童が増えた。児童は「考察」まで記述した後、4人グループで「話し合い」を行った(写真3)。話し合い進め方は以下の通りである。

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| ① 考察を発表する。 | ② 質問・反論などがあれば発言する。 |
| ③ 参考になる考え方・文章表現・図を赤鉛筆でメモする。 | |

話し合い活動では、考察の時点で理解が不十分であった児童も、考えられていた児童も、他の考えに耳を傾けていた。その結果、考察では十分な表現ができなかった児童が、他の考えや表現を参考に図と文を関連付けて「まとめ」が書けるようになった。また、考察を書いていた児童も、自分とは違う発想を書き込み、他の意見を参考にした上で「まとめ」の記述をすることができた。

(2) 火山のはたらきによる地層 (5/12時間)

A. 視覚化のしやすい教材の活用

「火山のはたらきによる地層はどのようにできるのか」という課題に対して、火山が噴火し、火山灰が大地に積もって地層ができるという事象を捉えやすくするために、火山灰のような粉が実際に吹き出す演示実験を行った。実験装置は、紙粘土で造形した火山モデル(火口にスチール缶を切ったものが入れている)、ライター、使用薬品は二クロム酸アンモニウムである。二クロム酸アンモニウムは一部が加熱されると、発熱を伴いながら

気体の窒素と酸化クロムに分解される。火花を散らしながら酸化クロムが次々に噴出していく

Figure 1 is a worksheet titled "大地のつくりと変化" (Formation and Change of the Earth). It is divided into several sections:

- 結果・考察 (Results and Reflections):** A large rectangular box for writing.
- 話し合い後のメモ (Notes after discussion):** A smaller rectangular box below the first one.
- まとめ (Summary):** A box at the bottom for the final summary.

There are also smaller boxes at the top for "名前" (Name) and "学年" (Grade), and a section for "考察" (Reflections) with a grid for "何を" (What), "どのように" (How), and "どうした" (What happened).

【図1 整理・整頓カード】



【写真3 話し合い活動】



【写真4 火山の噴火実験】

様が、火山の噴火のように見える実験である。ライターで火をつけると火花が散り、緑色の灰が火口から飛び散る様子が見られた。そして、火口から灰がなだれ落ちて積もる様子(写真4)や、数メートル先の地面に灰が積もっていることから灰が風に流され飛んでいく様子が確認できた。噴火後の灰に触れたある児童は、「軽い！灰が軽いから遠くまで飛ばされて積もるね」とつぶやいていた。また、児童の記述では、多くの児童は火山灰が降り積もることで地層ができるということや、火山からの距離や方角による降り積もり方の違いに気付くことができていた。

(3) ボーリング資料を使った地下構造調べ (6, 7, 8/12 時間)

A. 視覚化のしやすい教材の活用

「私たちが住む津島の大地はどのようにしてできたのか」という課題に対して、地下にどのような岩石が存在し、どの様にしてできたのかを考えさせていった。地下の地層が、水のはたらきでできた地層なのか、火山のはたらきでできた地層なのかを考えさせやすくするために、学校建設時に調査で掘られたボーリング資料を用いて観察を行った(写真5)。児童は、資料ごと砂の粒の大きさや、色の違いなどを観察しながら、「地下27mの層には化石が入っているよ」とか、「この礫、角が取れて丸まっているよね」など、意欲的に課題に取り組むことができた。自ら観察でつかんだ事実から、どのようにしてこの土地ができたかを考えながら、考察をすることができていた。



【写真5 ボーリング資料】

B. 「整理・整頓カード」と話し合い活動

この小單元においても、「整理・整頓カード」を活用し、「考察」「話し合い」「まとめ」の活動に取り組んだ。2回目の使用のため、児童も慣れた様子で取り組むことができていた。自分の力で書く「考察」の段階で、「貝の化石」や「礫の様子」から水のはたらきでできた地層であることに気付く記述をする児童が多く見られた。前回の「整理・整頓カード」よりも、記述が具体的で分かりやすい文章になっている児童が増えていた。また、話し合い活動でも、課題に対する自分の考察をそれぞれが自信をもって主張し、互いの考えの良い点や疑問点についてグループ内で意見を出し合うことができていた。話し合い後には、他の意見をもとに加筆修正をしたまとめを作成することができた。

4 研究の成果と今後の課題

(1) 研究の成果

本研究において、目指す児童像が具現化に対して、3つの手だてが有効であったか検証していく。その中で、児童のワークシートの「考察」「まとめ」の記述内容をA～Cの3段階で評価し、比較を行った。また、比較対象のため、前單元「太陽と月の形」で行った「まとめ」の評価結果も参考とした。それぞれの場面での評価基準については以下に示す。

課題	考察・まとめの記述の内容	評価基準
「月の形が日によって変わって見えるのはなぜか」 【前單元(太陽と月の形)】	ア「月は地球の周りを少しずつ回っている」	3つすべて記述できていたらA
	イ「地球と月と太陽の位置関係が変わる」	1つでも抜けていたらB
	ウ 主語・述語・目的語など	2つ以上抜けていたらC

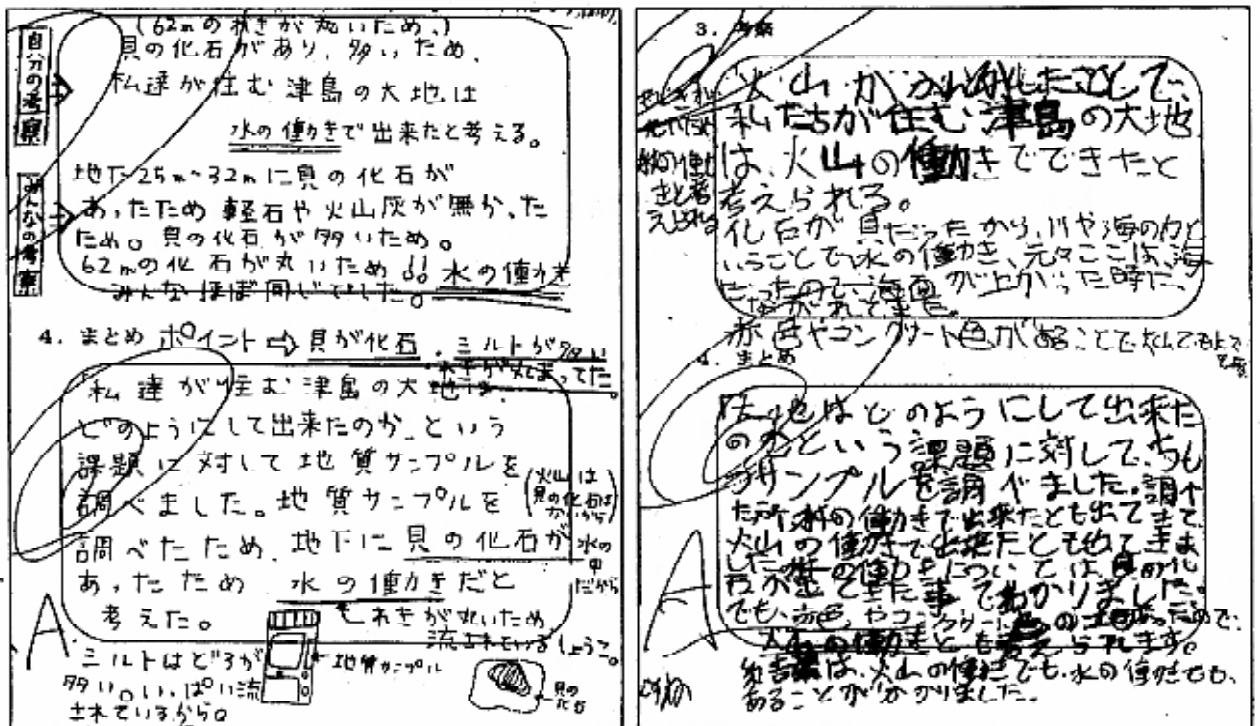
<p>「礫・砂・泥などがどのよう に積み重なって地層が できるのか」</p> <p>【整理・整頓カード①】 (2,3,4/12時間)</p>	<p>ア「地層をつくる実験をしたところ、礫・ 砂・泥の順で積もった」</p> <p>イ「結果から、礫・砂・泥などが流されて 地層ができると考えられる」</p> <p>ウ 主語・述語・目的語など</p>	<p>3つすべて記述できていたらA 1つでも抜けていたらB 2つ以上抜けていたらC</p>
<p>「私たちが住む津島の大地 はどのようにしてでき たのか」</p> <p>【整理・整頓カード②】 (6,7,8/12時間)</p>	<p>ア「ボーリング資料を見て、貝化石が見つか った or 角が丸まっている礫が見つかった」</p> <p>イ「津島の大地は水の働きでできたと考え られる」</p> <p>ウ 主語・述語・目的語など</p>	<p>3つすべて記述できていたらA 1つでも抜けていたらB 2つ以上抜けていたらC</p>

①手だて1 視覚化のしやすい教材の活用

視覚化のしやすい教材として、地層モデルづくり、火山噴火、ボーリング資料の観察を取り入れた。児童の反応では、目の前で明確にみられる変化や、自分なりの発見に対して驚きや喜びの声を素直にあげている姿が見られた。「整理・整頓カード」の記述では、地層では礫・砂・泥の堆積する順序やその境界を、火山噴火では火山灰の積もる様子や堆積する場所を、ボーリング資料では礫の様子や化石が含まれていることを、実験結果だけでなく、考察やまとめにおいても多くの児童が記述することができていた。視覚化されやすい実験、観察結果の得られる教材は、考察やまとめに取り組む手助けとなったことが推察される。これらのことから、手だて①によって目指す児童の姿①に近づくことができたと考えられる。

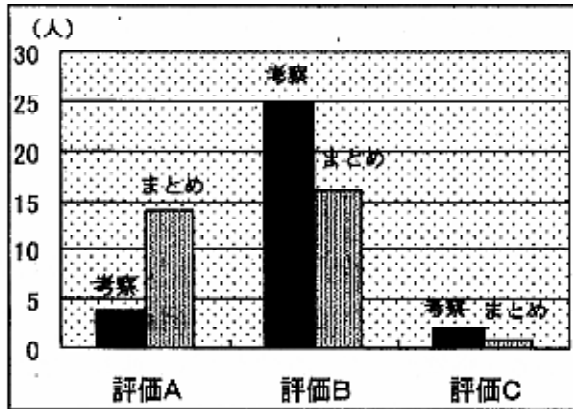
②手だて2 「話し合い活動」による思考の整理 「考察」と「まとめ」の比較

「整理・整頓カード」において、児童は各実験・観察後に記述する「考察」を自力で記述し、その後グループ内で発表し合った。他の児童の参考になる考え方や表現、図などをメモし、その上で、最後の「まとめ」を記述していった。図2は「整理・整頓カード」の例である。

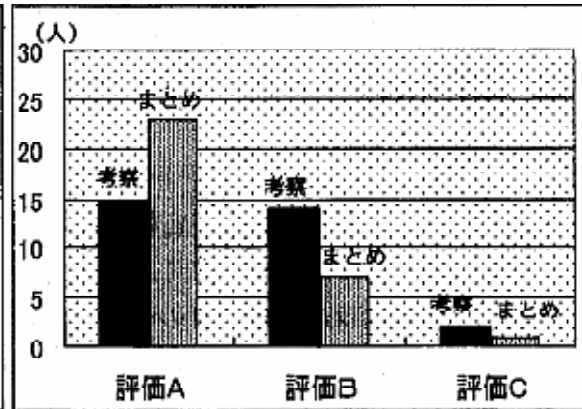


【図2 考察とまとめ】

上段が自力で書いた「考察」、その下に他の意見を聞いて書いた「メモ」、下段が他の児童の発表を参考にして書いた「まとめ」である。考察では、「貝の化石が見つかった」ことだけが理由として挙げられているが、まとめでは、メモに書かれていた「礫がまるまっている」「軽石や火山灰が見られない」といった複数の理由を挙げたうえで結論を記述できている。他の発表を聞いて参考にすることで、事象を詳しくとらえることができ、図を取り入れたり、考えの根拠を書いたり、内容がよくわかる具体的な表現が多く見られるようになった。



【図3 整理整頓カード1回目の評価】

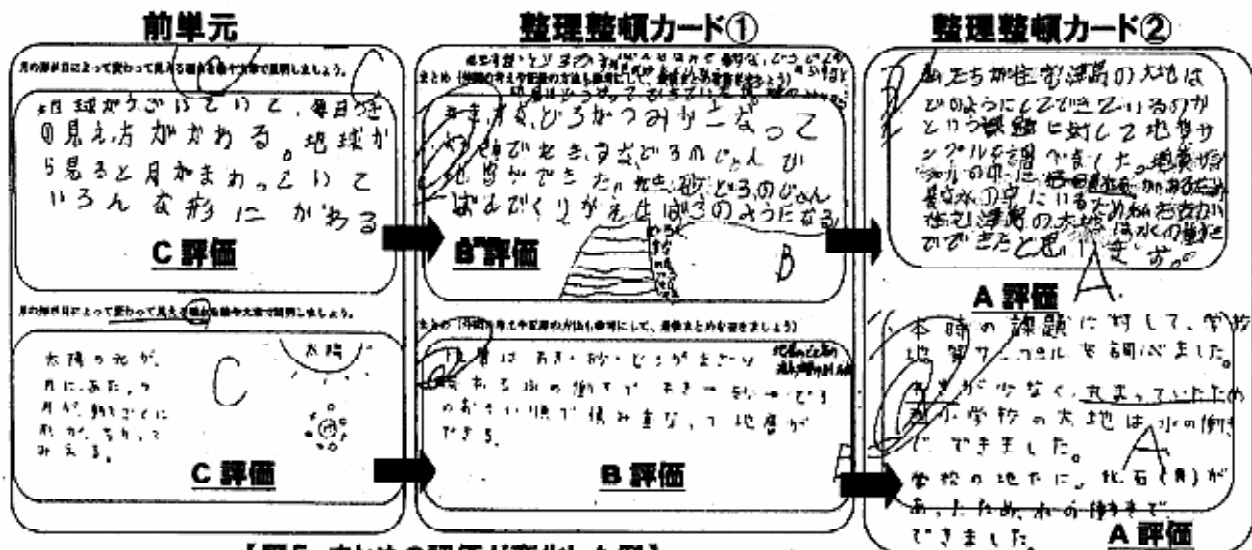


【図4 整理整頓カード2回目の評価】

図3と図4は、それぞれ1回目・2回目の「整理・整頓カード」における「考察」と「まとめ」の評価結果を示している。「考察」よりも「まとめ」でA評価の児童が多いことが読み取れる。A評価は、学習内容を正しく記述することも必要であるが、主語、述語を正しく用い、読み手に伝わりやすい文章表現も必須となっている。このことから、話し合い活動により各自の思考が整理され、より他に伝わりやすい言語表現ができるようになったようだ。また、1回目の「考察」と2回の「考察」を比べると、A評価が4人から15人に増えている。1回目の整理整頓カードを返却し、各自の表現に対して、教師の評価と朱書きによるアドバイスが与えられているため、より適切な文章表現が増えたと考えられる。これらのことから、手だて②は目指す児童の姿②を具現化するために有効であったと考えられる。

③ 手だて3 「考察」「話し合い」「まとめ」を行う単元構成と「整理・整頓カード」の利用

「まとめ」の記述内容の変化

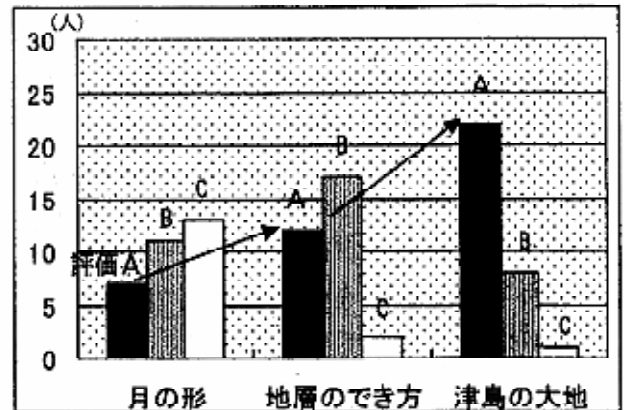


【図5 まとめの評価が変化した例】

本単元の2回の「整理・整頓カード」のまとめ、前単元「太陽と月の形」において行ったまとめとの記述をそれぞれ教師による評価を行った。その記述内容・評価の変化から、児童の表現力の分析を行った。

図5は、記述内容が変化していった児童の「まとめ」の記述である。前単元でも「何が（何が原因で）」「何を」「どのように」「どうした」と記述するように指導してきたが、具体的な観察結果の記述（どのように）や理由（何が原因で）などについての記述がみられなかった。

しかし、整理整頓カードを利用した2回では、それらが見られるようになってきたため、評価も変化してきている。図6は、この3回のまとめの、評価の分布を示したものである。回を追うごとに、A評価の児童が増え、C評価が減ってきたことがわかる。「月の形」においては、学習した内容のもれが最も多かったが、整理整頓カードを利用した2回ではかなり少なくなっている。1枚のワークシート上に実験・観察結果、考察などの情報が見



【図6 まとめの評価と比較】

れる状態になっていることや、話し合いにおけるメモなども追記されていることで、学習内容の全体が把握できるようになったと考えられる。また記述の際に、添付カードを用いて、「何が（何が原因で）」「何を」「どのように」「どうした」と記述を徹底させたことで、それまでの学習内容について見つめなおす機会を与えたため、記述の内容がより具体的になり、原因や結果についても学習内容を整理してまとめることができるようになったと考えられる。

これらの結果から、手だて③、「考察」「話し合い」「まとめ」の活動に整理整頓カードを用いて繰り返し取り組むことで、目指す児童の姿の③に近づけたと考えられる。

以上のことから、本研究で取り組んだ、「整理・整頓カード」を用い、「考察」「話し合い」「まとめ」を繰り返し行うことは、学習内容をより整理して捉え、他に分かりやすい文章で表現をしていくための思考力、表現力を高めるために有効であったことが分かった。

(2) 今後の課題

一方で、実践を進めていく中で、課題点も見つかってきた。「考察」と「まとめ」の評価が変化していない児童（ただしAからAは除く）が、1回目の「整理・整頓カード」では、16人、2回目のそれでは、7人いた。この児童はどちらの記述においても、重要な言葉が書かれておらず文章をうまくつなげられていなかったり、主語などが抜けていて意味のわかりにくい文章のままだったりした。知識や情報を整理できても、それを言葉で表現するための文章構成を身にいていないようである。記述の参考となる例文の提示や文章構成に利用できるテンプレートなどを活用して慣れていくような実践や、理科のみならず他教科においても、横断的、継続的に言語による表現の指導を繰り返していくことも必要であると考えられる。

本研究をこれで終わりとせず、別の単元においても、科学的な思考力・表現力を高めることを念頭に、「整理・整頓カード」を用い、自力で事象について考え、他の考えや表現を積極的に取り入れ、整理し、まとめることのできる授業展開を続け、さらなる向上をめざしていきたい。