

科学的な思考力・表現力を育成するための指導と評価の工夫 — 能動的自己評価を生かした個に応じた指導の充実を通して —

三次市立安田小学校 古川 浩紀

研究の要約

本研究は、能動的自己評価を生かした個に応じた指導と評価を工夫することにより、科学的な思考力・表現力が育成できるか考察したものである。文献研究から、科学的な思考力・表現力を育成するためには、児童の実態把握を図った上で、主体的な問題解決の活動となるよう児童実態に応じた指導と評価を行うことが大切だと分かった。そこで、第5学年「電流の働き」の単元で、特に予想場面と考察場面において指導を充実させることや、児童が自らの問題解決のための自己評価を行いながら学習する実践を行った。その結果、児童は主体的な問題解決の活動が行えるようになり、科学的な根拠に基づいた予想や仮説を立てたり、考察文が書けたりするようになった。このことから、能動的自己評価を生かした個に応じた指導と評価を繰り返し行うことは、科学的な思考力・表現力を育成することに有効であることが明らかになった。

キーワード：科学的な思考力・表現力 能動的自己評価 主体的な問題解決の活動

I 主題設定の理由

中央教育審議会答申「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」（平成20年1月、以下「答申」とする。）の理科の改善の基本方針において、科学的な思考力・表現力の育成を図ることが示されている。小学校学習指導要領解説理科編（平成20年、以下「解説理科編」とする。）では、「予想や仮説を立てて観察、実験を行うだけではなく、その結果について考察を行う学習活動を充実させることにより、科学的な思考力や表現力の育成を図ることが大切である。」¹⁾と示されている。また、主体的な問題解決の活動を進めるために、児童が問題解決に対する見通しを明確に意識し、児童自らが問題解決を行うことができる状況をつくることが必要であると示されている。

しかし、平成24年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書によると、「観察・実験の結果を整理し考察すること」「実験結果を基に自分の考えを改善して、その理由を記述すること」に課題があると分析されている。所属校の結果においても同様の課題があった。このことから、個々の児童が主体的な問題解決の活動ができる状況をつくる必要があり、そのために予想や仮説を言語化し、実験結果と照らし合わせながら考察できるよう指導と評価を行うことが大切であると考える。

そこで、第5学年「電流の働き」の単元で、能動的自己評価（Active Self-Evaluation、以下「A S E」とする。）の手法を生かしたワークシートを開発し使用することで、主体的な問題解決の活動を充実させる。「A S E」とは、解決できしたこと、解決できなかつたこと、新たな課題の設定などを児童自ら改善していく自己評価である。特に、予想や仮説を立てる場面、結果を考察する場面において指導と評価を行うことで、主体的な問題解決の活動が充実されると考えられる。このように、児童の能動的自己評価を参考にしながら個に応じた指導を繰り返すことにより、児童の科学的な思考力・表現力が育成されると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 科学的な思考力・表現力について

(1) 科学的な思考力・表現力とは

磯崎哲夫（2003）は、「科学的思考とは、科学的知識の獲得や問題解決の過程において適用される思考のことをさす。」²⁾と述べている。

村山哲哉（2013）は科学的思考力について、「客観的な根拠に基づいて、多様な視点から思考し、判断し、実行することができる力」³⁾と述べている。

高橋博代ら（2011）は、「表現とは、思考に導か

れて最終的に表出する思考の所産であり、言葉や図などで表わすことができるものである。」⁴⁾と述べている。

角屋重樹（2009）は、「理科の表現活動は、仮説のもとに実験結果を得るために活動と得られた結果を仮説や目的に対して的確に表出する活動から成立する。」⁵⁾と述べている。

つまり、科学的な思考力とは、問題解決の過程において客観的な根拠に基づき多様な視点から思考、判断する力であり、科学的な表現力とは、仮説の基に調べ、その結果を仮説と照らし合わせながら、言葉や図などで的確に表出できる力であると考えられる。思考したことを表出するために表現することは不可欠であるので、思考力と表現力は一体的なものと捉えられる。そこで本研究では、科学的な思考力・表現力を一体的なものとして扱うこととする。

（2）科学的な思考力・表現力を育成するためには

「答申」には、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動などを充実するよう示されている。

角屋（2009）は、「子どもの科学的な思考力を育成するためには、子どもが自然事象に関して自分で目標を設定し、既存の体系と意味づけたり、関係づけたりして、新しい意味の体系を構築していくという操作が必要になる。」⁶⁾と述べている。さらに、表現力の育成は、子供がまず仮説の基で実験を行い、その結果を仮説や目的の基に的確に整理する力を育成することが大切だと述べている。

森本信也（2009）は、「理科学習に主体的に臨む態度は問題解決の体験から形成される。」⁷⁾と述べている。また、子供による問題の見いだし、見通しをもった観察、実験につながり、彼ら主導による問題解決を生み出し、思考力・判断力・表現力を結実させると述べている。

つまり、児童自らが仮説を設定して観察・実験を行い、その結果から既存の体系と意味付けたり、関係付けたりすることから考察を行うよう指導することが大切であると考える。さらに、見通しをもった観察、実験を行わせ、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動を充実させることにより主体的な問題解決の活動を生み出し、科学的な思考力・表現力が育成されるものと考える。

（3）主体的な問題解決の活動になるためには

「解説理科編」には、「主体的な問題解決の活動

とは、児童自らが自然の事物・現象に興味・関心をもち、問題を見いだし、問題解決の一連の過程を経験することである。」⁸⁾と示されている。小学校理科の観察、実験の手引き（平成23年）には、問題解決の過程が示されている。さらに、「予想や仮説をもつ場面」と「観察、実験の結果から何が言えるのかを考察しまとめていく場面」の観察、実験の前後の学習活動の位置付けを明確にすることが重要であると示されている。問題解決の過程を図1に示す。

しかし「解説理科編」には、これまでの理科の学習では、問題解決は重視されてきたが、その過程だけが形式化され、教師の指示に従う活動になり、本来の意味での主体的な問題解決の活動にならない場合があったことが示されている。

つまり、児童の主体的な問題解決の活動になるようになるには、自ら問題を見いだし、予想や仮説をもつて実験を行い、結果から考察しまとめる学習となるようになることが大切である。

そして、児童が教師の指示に従う受動的な学習活動から、児童自らが問題解決を行おうとする能動的な学習活動へと授業を改善する必要がある。

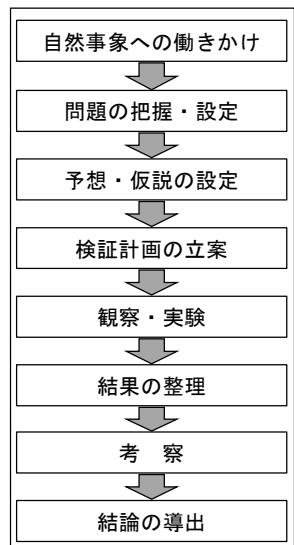


図1 問題解決の過程

2 指導と評価について

（1）個に応じた指導

小学校学習指導要領解説総則編（平成20年）には、個に応じた指導の充実について、教師は個々の児童の特性等を十分理解し、それに応じた指導を行うことが必要であると示されている。また、児童が主体的に学習を進められるようになるために、学習内容のみならず学習方法への注意を促し、それぞれの児童が自分にふさわしい学習方法を模索するような態度を育てる必要があると示されている。

全国へき地教育研究連盟（平成12年）は、「児童一人一人が自分の考えや思いなどに基づいて、新しい課題を見いだし、自ら考えたり、判断したり、試みたり、表現したりして創意工夫しながら解決していくことができるよう、個に応じた学習活動が大切にされる必要がある。」⁹⁾と述べている。また、個を生かすためには、自ら学ぶ意欲や主体的な学習

の仕方を身に付けさせることができるとも述べている。さらに、少人数学級においては、個人としての思考過程を大切にしながら、自力による課題解決を進めたり、表現方法を工夫したりすることによって、個を生かしていくことができると言っている。

このように、指導者はまず児童の特性を十分把握した上で、主体的な学習となるように個に応じた指導を繰り返し行う必要があると考える。

(2) 指導と評価の一体化

評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校理科】（平成23年、以下「参考資料」とする。）では、評価方法の工夫改善について、評価の場面や児童の発達段階に応じて、児童の学習の状況を的確に評価できる方法を選択することや、児童による自己評価や児童同士の相互評価を工夫することが考えられると示されている。そして、その評価を指導に生かす必要があり、その後の学習指導の改善を図ることが重要であると示されている。

本研究では、科学的な思考力・表現力の育成を目指し、指導と評価の工夫を行う。評価には、児童自身による自己評価と、教師がその児童の変容を見取る形成的評価などがある。児童が主体的な学習活動を行っていく上で、自分自身をモニタリングしながら行う自己評価は有効であると考える。同時に、教師は児童の学びの姿に応じて適切な指導を行い、児童の変容を見取ることで形成的評価を行うことになる。そして、その評価を更に次の指導へと生かすことが大切である。

つまり、教師が指導の過程や評価方法を常に見直し、指導と評価を一体のものとして捉え、効果的な指導と評価が行えるよう工夫することが重要であると考える。そのために、指導者はどの場面で、どのような指導と評価を行うのかを明確にした授業展開を計画する必要があると考える。

3 能動的自己評価（A S E）について

(1) 能動的自己評価と受動的自己評価

授業の終末場面で、児童に対し本時のねらいが達成できたか、理解が図れたかなどを把握するために自己評価を行う場合がある。これまで、その自己評価の内容は視点のはつきりしない自由記述式であったり、指導者が設定した判断基準の選択肢から選択させたりすることがあった。

松本勝信（2010）は、従来の自己評価は、評価主体者である教師から捉えにくい情意面での評価に重きを置くことで、教師から与えられた選択肢から選

択させるような受け身的な自己評価になり、これは受動的自己評価と呼ぶべきものであると述べている。一方、学習課題に対して児童自ら用いた考え方や方法での取組で、どこまで課題を解決することができ、何が未解決で残っているかという自らの問題解決の改善のための自己評価が、能動的自己評価（A S E）であると述べている。この「A S E」は、問題解決に対する自己判断力や自己診断力を育成することにつながるとも述べている。松本が提唱している「A S E」の基本項目を次に示す。

1. 学習課題（めあて）の設定
2. 課題解決の予想と方法の設定
3. 実行結果の記録
4. 解決できたことの考察
5. 解決できずに残っていることの考察
6. 上記 5 の未解決の解決策
7. 上記 4, 5, 6に基づいた次の課題の設定

山本佳代（2003）は、この「A S E」のカードの中に「心」という観点を追加し、自分の心の揺れ動きを記入することで問題意識の醸成の様子や自己肯定感の高まりも見ることができると言っている。

つまり、児童がこれまでの受動的自己評価でなく能動的自己評価を行うことにより、主体的な学習活動が図られるものと考える。

そこで本研究では、「A S E」を生かして考察場面後の自己評価において、「予想通り解決したこと」「予想と違い解決できなかったこと」「未解決の解決策」「新たな疑問」を記述させることで、自ら問題解決の改善を行わせる。

(2) 「A S E」を生かしたワークシートの開発

松原道男（2009）は、科学的な思考を評価する際には、「例えば、事象に対する子どもの予想や理由などの文字や描画による表現があげられる。また、観察、実験の結果などから、自分の考えと一致した結果（確証）であったか、自分の考えと違った結果（反証）であったかから、考えを深めたり、修正したりした発表や記述などの表現活動が評価の対象となる。」¹⁰⁾と述べている。また「参考資料」には、観察、実験に入る前と終わった後の二つの場面で評価規準を設定し、児童の「科学的な思考・表現」の学習状況を評価することが考えられると示してある。

つまり、児童の「科学的な思考・表現」を評価する場合には、予想場面と考察場面において児童が思

考し表現した文章や図、表、発言などから行うこと
が適切であると考える。また、考察後に記述する自
己評価から、児童の学習状況を把握し、指導と評価
に生かすことができると考えられる。

そこで、次の三つの点を意識したワークシートを作成した。

- 問題解決の過程がわかる流れにする
 - 「A S E」を生かした自己評価の記述欄を設ける
 - 予想の場面と自己評価の場面に心情を書き入れる
吹き出しを取り入れる（予想では自信度を含む。）

そのワークシートを、次に図2として示す。なお、ワークシート中の番号は、児童の主な学習の流れを表し、後に示す図3の授業モデルと関連するものである。

The screenshot shows the 'Kiken' application interface. At the top, there are buttons for 'ホーム' (Home), '書類' (Document), '天気記録' (Weather Log), and '年次名' (Yearly Name). To the right is a search bar with '年次名' and a '検索' (Search) button, which is highlighted with a red circle labeled ⑥.

The main area contains several sections:

- 問題** (Problem): A box containing a question mark icon, labeled ①.
- 予想** (Hypothesis): A box containing a hypothesis icon, labeled ②.
- 条件** (Conditions): A table with two columns: '変える条件' (Changeable Condition) and '変えない条件' (Unchangeable Condition). It includes a question mark icon, labeled ③.
- 実験方法・計画** (Experiment Method・Plan): A box containing a test tube icon, labeled ④.
- 結果** (Result): A large empty box, labeled ⑤.
- 考案** (Invention): A large empty box, labeled ⑥.
- 結論** (Conclusion): A large empty box, labeled ⑦.

At the bottom center is a large blue speech bubble containing the text '自己評価欄' (Self-evaluation column), which is highlighted with a red box. The speech bubble also contains '予想通り解決したこと' (Solved as expected) and '予想と違ひ解決できなかったこと' (Did not solve as expected). Below the speech bubble are two smaller boxes: '新たな疑問' (New questions) and 'どうすれば解決できそうか' (How to solve it). A hand icon with a pencil is pointing towards the bottom right of the screen, labeled ⑨.

図2 「ASE」を生かしたワークシート

児童は、ワークシートに問題解決の過程が示されることにより、授業展開の流れが理解できるようになると思われる。そして、自己評価の欄に自分が考えた仮説が確証されたか、実験計画が課題解決に有効であったかの自己分析を行い記述する。そうすることで、未解決な課題と新たな課題解決の方法を、次時に設定でき易くなると考える。また、吹き出しの記述から児童の心情の様子や自信度の変化を見取ることにより、それぞれの場面での思考や判断の様子や自己肯定感の高まりが、評価の参考になると思われる。この「A S E」を繰り返し行うことで、児童が自らの考えを絶えず見直し、検討する態度が育成されることから、主体的な問題解決の活動になると考えられる。さらに、予想場面と考察場面でのワークシートの記述を基に、これまで評価しにくいとされてきた児童の科学的な思考力・表現力を評価することができると考えられる。

これらのことと踏まえ、児童が主に思考・表現す

る学習場面において、想定される児童の姿に対する指導例と評価規準例を明記した授業モデルを作成した。次に図3として示す。このモデルのように、指導と評価を一体として捉え、効果的に指導と評価が行える指導計画の工夫が大切である。

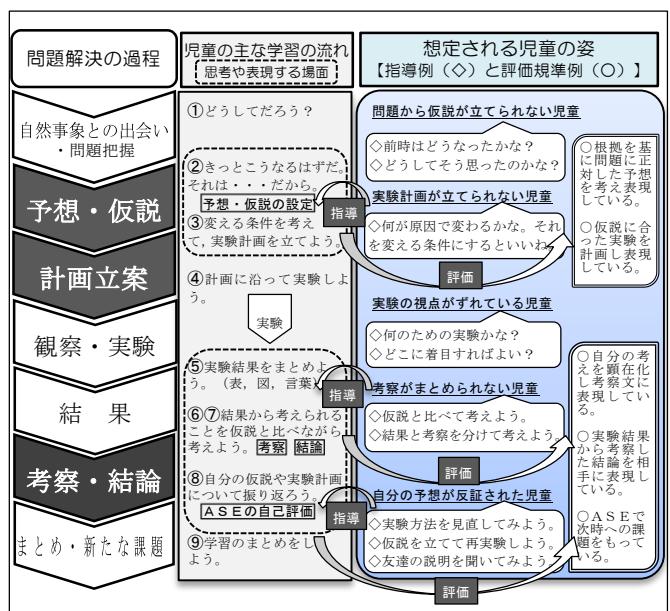


図3 授業モデル

III 仮説の設定と検証の視点と方法

1 研究の仮説

小学校第5学年「電流の働き」において、「A S E」を生かした個に応じた指導と評価を工夫して行えば、児童の科学的な思考力・表現力は育成されるであろう。

2 検証の視点とその方法

検証の視点とその方法を表 1 に示す。

表 1 検証の視点とその方法

検証の視点		検証の方法
1	授業展開の中で、「A S E」を生かした個に応じた指導と評価が行えたか	ワークシート 記述分析 行動観察
2	科学的な思考力・表現力が育成されたか	ワークシート 記述分析 行動観察 コンセプトマップ

3 研究授業について

- 期 間 平成25年12月12日～平成25年12月20日
 - 対 象 所属校第5学年（1学級3人）
 - 単元名 電流の働き

○ 指導計画（全11時間）

次	時	学習活動	評価方法
一	1・2	自分の電磁石を作つてみよう	行動観察 発言
	3・4	電磁石にはどのような性質があるのだろうか	行動観察 ワークシート
二	5	電磁石の力を強くするには、どのような方法があるのだろうか	行動観察 発言
	6	電流を強くすると、電磁石は強くなるだろうか	行動観察 ワークシート
	7	導線を太くすると、電磁石は強くなるだろうか	行動観察 ワークシート
	8	コイルの巻き数を増やすと、電磁石は強くなるだろうか 電磁石についてまとめよう	行動観察 ワークシート
三	9・10	電磁石のはたらきを利用したものを作ろう	行動観察 作品
	11	電磁石を利用したものを説明しよう	発表 コンセプトマップ

IV 研究授業の分析と考察

1 授業展開の中で、「ASE」を生かした個に応じた指導と評価が行えたか

(1) 個の実態把握について

個に応じた指導を行うためには、事前に児童実態を把握する必要がある。そこで、これまでの授業の様子や事前アンケートから分析した児童の特性を踏まえ、それぞれの児童が苦手と感じている学習場面に対して、適切な指導を行うための具体的な手立てを考えた。具体的な手立てを表2に示す。

表2 個に応じた手立て

	児童a	児童b	児童c
予想場面の手立て	・発言やつぶやきを学級内に広められるようにする ・既習事項や生活経験からの根拠を基に予想させる	・友達の意見を聞いて考えてもよいことを話し、自分の考えをもたせる ・発表は自分の言葉で最後まで言い切らせる	・自分の考えを積極的に学級内に広められるようにする ・既習事項や生活経験からの根拠を基に予想させる
実験場面の手立て	・個別指導で肯定的評価を行い、自信をもたせながら実験させる	・個別指導で肯定的評価を行い、自信をもたせる ・友達と関わらせながら学習させる	・実験の目的や条件制御した意味を確認しながら実験させる
考察場面の手立て	・文例を参考にして考察文を書かせる ・結果と考察を分けて考えさせる	・文例を参考にまとめてよいことを話し、考察文を書かせる ・発表は自分の言葉で最後まで言い切らせる	・結果と考察を分けて考えさせ、根拠を明確にして文章に書かせる

実際の学習展開において、予想場面、実験場面、考察場面を意識して指導と評価を行った。また、文章へ表すことが苦手と感じている児童に合わせて、記述のヒントとなる吹き出しや説明を追加したワークシートを数種類作成し、児童自ら選択できるようにした。

次の図4は、3時間目に行った電磁石の極を確かめる学習での授業記録の一部である。なお、児童bの発言を太字で、発言に対する具体的な指導や評価を下線で示した。

T: 磁石と電磁石では、どんなところに違いがあるかな？
c: たぶん、磁石にはN、Sがあるけど電磁石ではないと思います。
b: 同じです。
a: そうそう、僕もそう思います。
T: どうして、そう思うの？
a: だって書いてないし、なんとなく。
b: よく分からない。
c: 確かめてないけど、極は分かれてないと思う・・・。
T: どうやったら、そのことを確かめられるかな？
c: 近づけてみる・・・。
a: 方位磁針は？
b: そうかあ。
T: じゃあ、自分たちで実験方法を考えよう。 (実験終了後)
a: 分かりました。やっぱり極はあります。
c: 私も同じです。
b: 私もです。
T: どうしてそうなったのかを、詳しく説明してくれる。
b: えっと、方位磁針を近づけると針が動いたからです。
T: どちらが何極？いい感じで言っているから、もう少し詳しく説明できる？
b: こちらに方位磁針を近づけたらSの方がつきました。だからこちら側はN極です。逆の方に近づけると今度はNの方がつきました。だからこちら側はS極です。
c: そうそう、よく分かる。うまく言えたね。
a: うんそうだね。
T: そうですね。よく分かる説明でしたね。
b: (嬉しそう)

図4 授業記録の一部

これまで児童bは、自分の考えに自信がなく発表で論理的な説明をすることが苦手であった。そこで、友達と関わり合わせる中で肯定的評価を行い、少しずつ自分の考えに自信をもたせる指導を行った。発表では、自分の言葉で最後まで言い切らせるよう指導した。すると、少しずつ根拠のある説明ができるようになり、友達からの肯定的評価ももらうことで、更に自信をもつことができた。次時の学習では、できるだけ自分の考えを発表しようと意欲的に発言する態度が見られるようになった。

このように、事前に児童の特性を把握し指導と評価に生かしたことで、児童の自己肯定感が高まったと考える。

(2) 主体的な問題解決の活動について

児童が問題解決の過程に沿った学習ができるように、題字を記したマグネットシートを貼って構造的な板書をしたり、ワークシートを工夫したりした。ワークシートと板書とを統一させることにより、児童は学習の流れが理解できるようになった。また、

学習が進むにつれて教師が指示をしなくても、リーダーを中心にして学習を進行する姿も見られるようになった。

図5は、電磁石には極があるかという学習後の、児童cの自己評価の記述である。

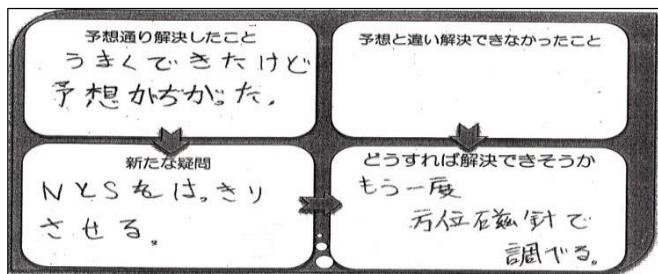


図5 児童cの自己評価の記述

児童cは、予想場面では電磁石には極がないと考えていた。しかし、電磁石同士を近づけたり、水に浮かべたりした実験を行った結果、自分の考えが反証された。そこで、実験方法を見直し、極を明確にさせるために方位磁針を使って再実験をしたいと考えた。次時の学習の予想場面では、指示がなくても自分なりの根拠をもって予想を記述することができた。このことから、次時の学習に向け実験の目的と方法が明確になったと考えられる。

次に、単元終了後の「A S E」の項目における児童の振り返りの記述を図6に示す。

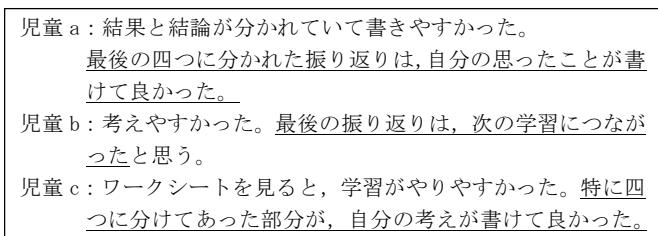


図6 「A S E」の項目における児童の振り返りの記述

この記述から、児童は「A S E」の自己評価を行ったことで、予想と結果とを比べながら振り返ることができたと考えられる。また、「次の学習につながった。」という記述から、次時の学習に対する意欲の向上と、課題意識が明確になったと思われる。

このように、授業展開を問題解決の過程に沿って行うことで学習の流れが整理され、「A S E」の自己評価を行うことにより、次時への課題設定が明確になり、主体的な問題解決の活動になったと考える。

また、単元終了後のその他の振り返りの記述からは、「進んで実験ができた。」「学習の進め方が分

かりやすかった。」「家で復習した。コンセプトマップも作ってみた。」などの記述が見られた。これらの記述から、児童の学習意欲が高まった様子も見取ることができた。

(3) 「A S E」を生かした個に応じた指導と評価が行えたか

児童は、考察を交流し結論を導いた後で自分の予想と実験結果とを比べ、予想や計画は妥当だったか、予想と違った場合はなぜ予想通りにならなかったかを「A S E」を取り入れた自己評価欄に記述した。

電磁石を強くするためコイルの巻き数を変えて実験を行った学習後の、児童bの自己評価の記述を図7に示す。

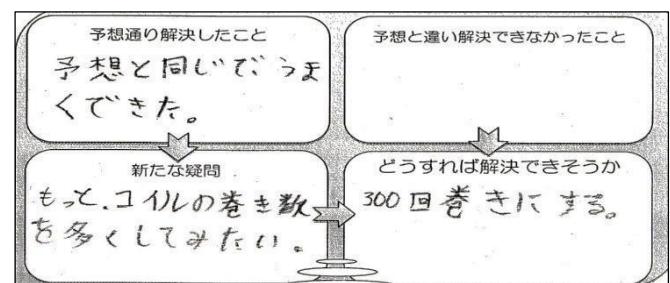


図7 児童bの自己評価の記述

児童bは、コイルの巻き数を多くすれば電磁石の強さは強くなると予想していた。実験の結果から、児童bの考えは確証された。そこで、新たな疑問はないかと問うと、「もっと強くしてみたい。」と答え、「200回巻きより多い300回巻きでしたい。」と記述していた。この自己評価の記述から、児童bは今日の学習を再確認するために再実験したいと考えていることが見取れた。

同じ時間の、児童aの自己評価の記述を次の図8に示す。

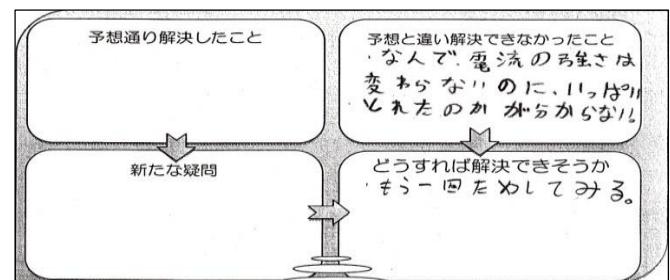


図8 児童aの自己評価の記述

児童aは、この学習の予想場面で「コイルの巻き数を変えても電磁石の強さは変わらない。」と強い自信をもっていた。しかし、実験の結果から児童a

の考えは反証された。児童の自己評価の記述から、納得していない様子が見られた。どうして納得していないか問うと、「100回巻きと200回巻きだけでは、よく分からない。他の巻き数でも試してみたい。」と答えた。そこで、児童aのつぶやきと児童bも再実験したいと考えていることを学級に広め、授業後半に300回巻きのコイルと、50回巻きのコイルを含めて再実験した。実験の結果、コイルの巻き数が多い電磁石ほどクリップが多くついた。この時児童bは、「やっぱり結論と同じだ。」と答え、児童aは、「分かった。コイルの巻き数が多いほど電磁石の力は強くなるんだ。」と答えた。納得いくまで実験を行わせた結果、実感を伴った理解につながったと考える。

このように、児童は「A S E」で学習方法を吟味することにより、自らの問題解決を改善することができた。また、「A S E」の自己評価の記述から児童が思考・判断した様子を把握することにより、その場で指導と評価に生かすことができた。

2 科学的な思考力・表現力が育成されたか

(1) ワークシートの記述から

予想場面では、予想とその根拠を記述するよう指導した。また、その予想の自信度を吹き出しに記述させた。ワークシートの吹き出しに記述した、児童の予想場面での自信度の変化の様子を次の図9に示す。なお、自信度の基準は「あまり自信がない」を1、「なんとなく、たぶん」を2、「少しだけ自信がある」を3、「ぜったい、すごく自信がある」を4とした。

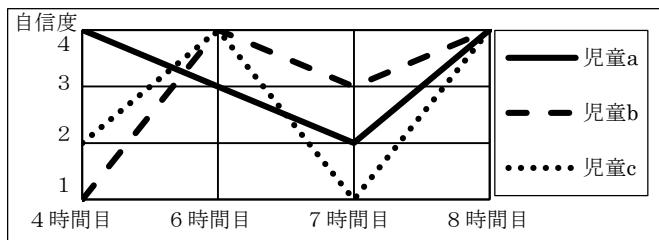


図9 予想場面での児童の自信度の変化

このグラフからは、自信度は全員が7時間目で下がり、8時間目は上がっていることがわかる。7時間目は、エナメル線の太さによって電磁石の強さは強くなるかという学習だった。導線の太さを変えることは、既習事項としての経験がなく理由欄へ明確に記述できなかつたため、全員自信度が下がったと考えられる。8時間目は、これまでの学習を踏まえ自分なりの理由が明確に記述できたため、自信度が

上がっている。つまり、根拠が明確に文章化できたときほど、予想の自信度が高いことが分かった。

このように、根拠をもって予想させる指導を行つたことで、児童はその後の実験場面や考察場面において、見通しをもって学習ができるようになったと考えられる。

考察場面では、実験の結果から自分の予想と比べながら吟味し、思考・判断したことを文章に表すことができるよう指導を行つた。児童aと児童bの4時間目の考察文を、図10に示す。

(児童a)	自分の予想とくらべてSとNに多いと思う た。
(児童b)	予想とくらべて、NとSは、ないと思ってい たけど、NとSがあるかかな?

図10 4時間目の児童aと児童bの考察文

この考察文は、自分の予想と比べているが、実験の結果や考えの根拠となる記述がなく科学的に思考しているとは言い難いものだった。そこで、考察文の記述についての指導を行うとともに、条件制御の記入欄をワークシートに設けたり、実験の結果をグラフ化して傾向を考えたりする指導を行つた。この指導後の8時間目の考察文として、おおむね満足とするB基準例と、事前分析で考察文が苦手と感じていた児童aと児童bの考察文を次の図11に示す。

(B基準例)	【考察】 実験の結果は、100回巻のコイルは7個、200回巻のコイルは10個のクリップがつきました。 私の予想と比べると、巻き数が多いコイルの方が多くついたので同じ結果になりました。 この結果から、100回巻より200回巻のコイルの方がクリップが多くついたので、多くついた方が電磁石の力が強いことになると思います。 【結論】 コイルの巻き数が多いほど、電磁石の力は強くなる。
児童a	実験の結果コイルの巻き数を多くすると電 磁石の方は、強くなりました。これは予想と 同じでした。それは、電流の強さは多く ならないけれど、200の時は9つだから です。だから、コイルの巻き数を多くすると、電 磁石の力は、強くなると思いま。
児童b	結論 コイルの巻き数を増やすと電磁石の力は、強 くなる。

図11 8時間目の考察におけるB基準例と児童の考察文

8時間目の考察文では、自分の予想と比べたり、実験の結果から考えたりしている記述が見られるようになり、科学的に思考し表現できたと考えられる。

このように、予想場面で自分なりの根拠をもって表出させたり、条件を制御した実験をさせたり、考察場面で結果から考えられることを論理的な文章で

記述させたりする指導を行ったことにより、科学的な思考力・表現力が向上したと考える。

(2) コンセプトマップから

児童の思考の変化を見取るために、単元の事前と事後にコンセプトマップを記述させた。

児童cの、コンセプトマップの変化を図12に示す。

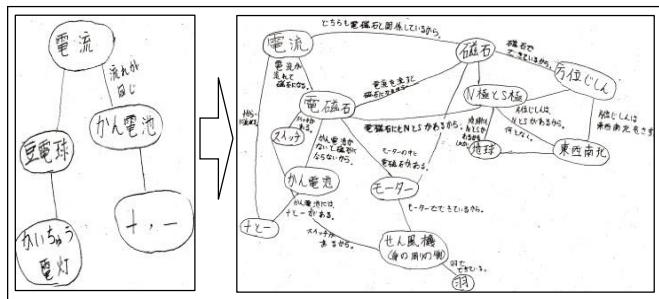


図12 児童cのコンセプトマップの変化

事前マップでは、「電流」という概念ラベルから、第3学年の既習事項を思い出し「豆電球」「乾電池」を記述したものと思われる。しかし、概念ラベル数が少なく、関連する理由も記述できていない。事後マップでは、概念ラベル数が増加し本単元で学習した事項が追加されている。また、「地球」や「扇風機」などに考えが広がっている。それぞれのリンクには、関連する根拠を詳しく記述している。児童cは、電磁石の単元で学習した内容を理解し、日常生活の関連まで考えが広がったと考えられる。事後アンケートでは、事前アンケートと比べ「結果から考察ができる」の項目が向上していた。

他の児童についても同様に、概念ラベル数とリンク数が増加しており、リンクに記述した説明も科学的な根拠が記述できていた。事後アンケートでは、児童aは「考察文にまとめることができる」、児童bは「話し合ったり説明したりすることができる」の項目が向上していた。

これらのことから、予想場面と考察場面において個に応じた指導と評価を行ったことにより、科学的な思考力・表現力が高まったと考えられる。

V 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

小学校第5学年「電流の働き」の単元において、「A S E」を取り入れた自己評価を生かし、個に応じた指導と評価を行った。その結果、児童は主体的な問題解決の活動が行えるようになり、根拠に基づいた予想や仮説を立てて実験を行い、結果から論理

的な考察を考え表現できるようになった。

このことから、能動的自己評価を生かした個に応じた指導と評価を充実させることは、科学的な思考力・表現力の育成に有効であることが分かった。

2 今後の課題

- 児童が自己評価する場面で、能動的自己評価の記述に時間がかかることが課題である。そのためには、授業展開の時間配分を考慮して授業計画を立てる必要がある。
- 予想場面や考察場面において、例文の指導を行ったが、自分の言葉でまとめて記述ができるようになるにはまだ繰り返しの指導が必要である。
- 本研究のワークシートは、汎用性があると思われるが、他の単元での検討が必要である。また、個に応じた指導については多人数での対応に課題が残る。そのためには、例えば授業ごとにグループを限定して評価するなどの工夫が考えられる。

【引用文献】

- 1) 文部科学省(平成20年) : 『小学校学習指導要領解説理科編』大日本図書 p. 68
- 2) 磯崎哲夫(2003) : 『教育用語辞典』ミネルヴァ書房 p. 56
- 3) 村山哲哉(2013) : 『「自分事の問題解決」をめざす理科授業』図書文化 p. 94
- 4) 高橋博代・鈴木啓督・井上創・金坂卓哉・藤田剛志(2011) : 「『表現』に着目した指導による科学的思考力の育成」『理科の教育』NO. 705 東洋館出版社 p. 24
- 5) 角屋重樹(2009) : 『小学校理科教育の特徴』『小学校理科の学ばせ方・教え方事典改訂新装版』教育出版 p. 16
- 6) 角屋重樹(2009) : 前掲書 p. 16
- 7) 森本信也(2009) : 『子どもが意欲的に考察する理科授業小学校5年』東洋館出版社 p. 12
- 8) 文部科学省(平成20年) : 前掲書 p. 72
- 9) 全国へき地教育研究連盟(平成12年) : 『21世紀を拓く教育シリーズIIIへき地・複式・小規模校Q&A』太平印刷 p. 92
- 10) 松原道男(2009) : 「理科教育の方法論(3)問題解決(科学的な思考)」『小学校理科の学ばせ方・教え方事典改訂新装版』教育出版 p. 68

【参考文献】

- 松本勝信(2010) : 『理科教育の「古くて新しい課題」への挑戦—科学的思考力を高める「能動的自己評価(A S E)」』『理科の教育』NO. 692 東洋館出版社
- 文部科学省(平成23年) : 『小学校理科の観察、実験の手引き』