

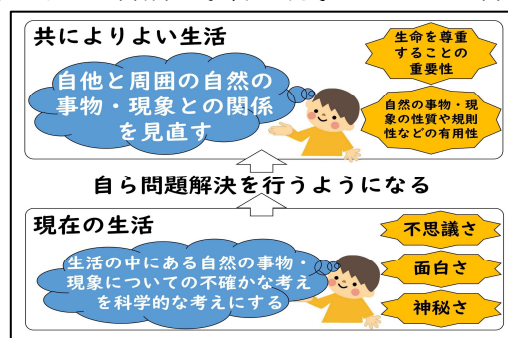
理 科

理 科 部 井上 俊介 吉田 和気 関口 雄基
研究協力者 益田 裕充

Ⅰ 理科における真正な学びについて

生活の中にある自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを基にした問題を科学的に解決する学び

本校では、「共によりよい生活を創造する子ども」の育成を目指している。「共によりよい生活を創造する子ども」を育成するためには、理科を学ぶ本質的な意義である「自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにすること」が欠かせない。問題解決の過程を通して、自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにすることができた子どもは、現在の生活の中にある自然の事物・現象に対する不思議さや面白さ、神秘さを感じて、自ら問題解決を行うようになる。そして、生命を尊重することの重要性や自然の事物・現象の性質や規則性などの有用性に気付き、自他と周囲の自然環境との関係を見直すことになる。この営みは、**＜図Ⅰ 理科を学ぶ本質的な意義と「共によりよい生活を創造する子ども」との関係＞**



本校理科では、この意義を基に、理科における真正な学びを「**生活の中にある自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを基にした問題を科学的に解決する学び**」とした。理科の学習では、まず、生活の中にある自然の事物・現象に働きかけた共通の体験を基に、理科の学習を通して達成したい単元のめあてを設定する。次に、単元のめあての達成に向けて、自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを基にした問題を見いだす。そして、問題に対する自他の予想や仮説を確かめようと、観察、実験などを行い、その結果を基に考察をし、科学的な結論を導いていく。このような学びを通して、理科における真正な学びが実現されるとともに、理科を学ぶ本質的な意義に迫ることができると考えた。また、理科における真正な学びは、現在の自分の生活の中にある自然の事物・現象に対する不思議さや面白さ、神秘さを感じることで、自ら問題解決を行いたいという思いを高める学びでもある。

これらのことから、理科における真正な学びを通して、「共によりよい生活を創造する子ども」を育成することとした。

2 研究の方向

昨年度、観察、実験後の「考察をし、妥当な結論を導く」場面において、次のような課題となる姿が見られた。課題となる姿が見られた子どもは、理科における真正な学びに迫ることが難しかった。そこで、課題となる姿の要因を、次のように分析した。

課題となる姿	その姿の要因
「考察をし、妥当な結論を導く」場面において、自分の班の観察、実験の結果や自分の予想が正しいときの結果のみに着目した考察を記述している姿	・見通しをもって観察、実験などを行うことで、不確かな考えを科学的な考えにすることへの思いが足りない (「目標への情熱」の発揮が不十分) ・自分の考えは確かな考えだと早合点してしまう (「粘り強さ」の発揮が不十分)

この分析から、理科における真正な学びに迫るためには、子どもが自他の不確かな考えを科学的にすることに必要感をもち、粘り強く問題解決を行えるようにする必要があると考えられる。

そこで、本年次は、「共によりよい生活を創造する子ども」の育成を目指し、「観察、実験を行い、結果を表現する」「考察をし、妥当な結論を導く」場面において、「目標への情熱」や「粘り強さ」を発揮する姿がさらに現れるように、研究を進めていくこととした。

3 研究内容

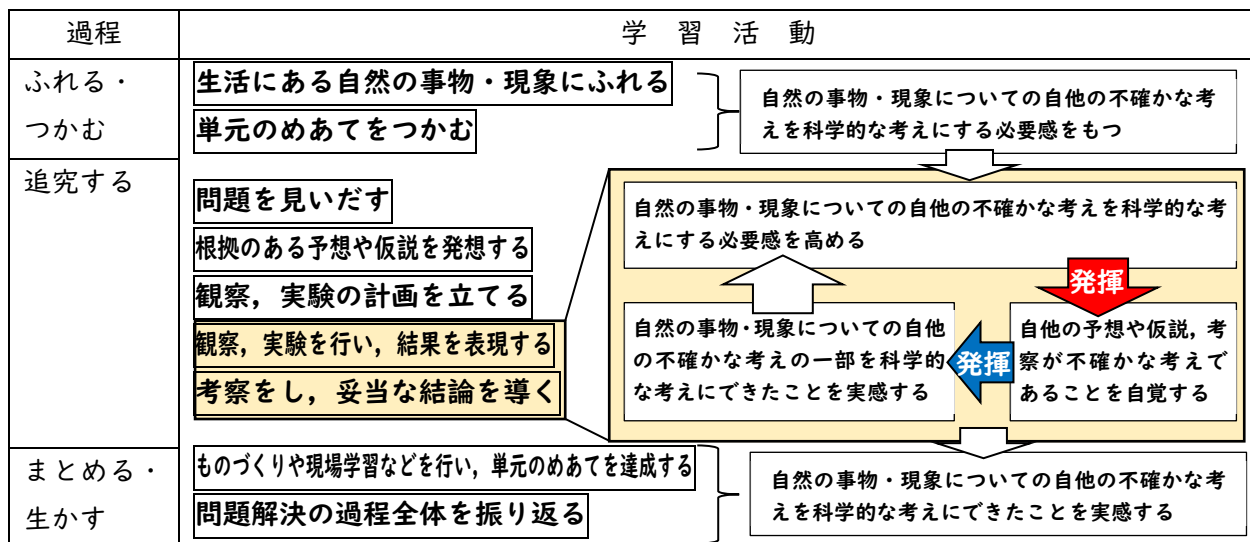
(1) 「目標への情熱」と「粘り強さ」が発揮された姿

本校理科の問題解決の過程における子どもの目標は、「自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにすること」である。この目標に向けて、2つの場面別に、「目標への情熱」や「粘り強さ」が発揮された姿を以下のように捉えた。

姿 場面	【「目標への情熱」が発揮された姿】 <u>自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにすることに向けて、以下の姿として現れる</u>	【「粘り強さ」が発揮された姿】 自分の考えが不確かであると自覚した際に、以下の姿として現れる
観察、実験を行い、結果を表現する	自然の事物・現象から目をはなさなかったり、笑顔になったり、顔を近付けたりする	目を見開いたり、眉間にしわを寄せたりしながら、観察、実験を繰り返し行う
考察をし、妥当な結論を導く	自分の考察を黙々と記述したり、自他の予想の正否を自分から友達に話しかけたりする	観察、実験の結果を見直したり、友達の考察を尋ねたりする

(2) 学びのプロセス

本校理科では、「観察、実験を行い、結果を表現する」「考察をし、妥当な結論を導く」場面において、「目標への情熱[↑]」と「粘り強さ[↑]」を発揮できる学びのプロセスを、以下のように捉えている。



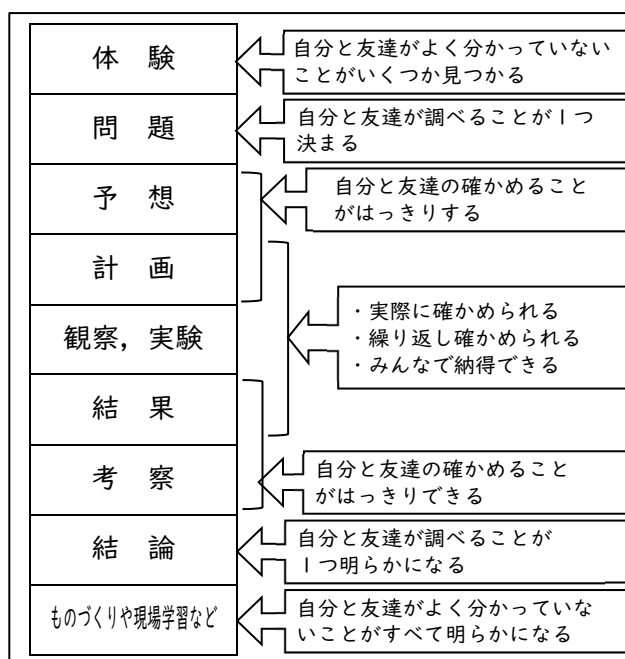
＜図2 本校理科の「目標への情熱」と「粘り強さ」を発揮できる学びのプロセス＞

子どもが、「自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにすること」に向かって学習していくためには、理科の問題解決の過程において、自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにする必要感を持続することと、見通しをもって観察、実験を行うことで、自他の予想や仮説を確かめているという自覚をすることが大切になる。このように、「目標への情熱」と「粘り強さ」を発揮できる学びのプロセスを生み出すため、真正な学びのデザインを行う。

(3) 真正な学びのデザイン

①理科を学ぶ本質的な意義に迫る学び

理科における真正な学びの実現に向けて、各単元の最初に、理科を学ぶよさを子どもと一緒に考える機会を設定する。話し合う際には、問題解決の過程における大切なこととして、観察、実験の目的を知ること、予想が正しいときの結果を想定すること、問題に正対した結論を導くことの3点を伝えた上で、それらのよさを共有する。観察、実験を行うことは、自他の予想を実証性、再現性、客観性に照らして確かめられるよさがあり、予想が正しいときの結果を想定することは、観察、実験の結果で自他の予想の正否をすぐに判断できるよさがある。問題に正対した結論を導くことは、自他の不確かな考えが科学的な考えになったことを自覚できるよさがある。

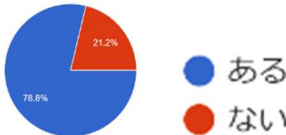


<図3 本校理科を学ぶよさを捉える図の例>

②当事者意識のある学び

理科における真正な学びの実現に向けて、学習前に、学習支援アプリのアンケート機能を用いて子どもの不確かな考えを引き出し、それらを表出できるような共通の体験を設定する。分析する際には、学習後に子どもが獲得する知識・技能に照らして、学習前後の子どもの不確かな考えと科学的な考えを明らかにしていく。

【具体例 6年「燃焼の仕組み」】

Q1.燃焼をじっくり見たことは？  ● ある ● ない	Q2.燃焼について、不思議だと思うことは何ですか ・燃える仕組みを知りたい Q3.燃焼について知っていることを教えてください ・空気（酸素）が必要で、空気がなくなると消える
【分析】多くの子どもは、燃焼をよく見た経験が少なく、燃焼に空気が必要であると知っており、一部の子どもには、酸素などの空気の組成に関わる知識をもっている	
【不確かな考え】燃焼は空気（または酸素）が必要で、燃焼前後で空気（または酸素）がなくなる 【科学的な考え】燃焼は空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができる現象で、燃焼前後で空気中の酸素と二酸化炭素の割合が変わる	

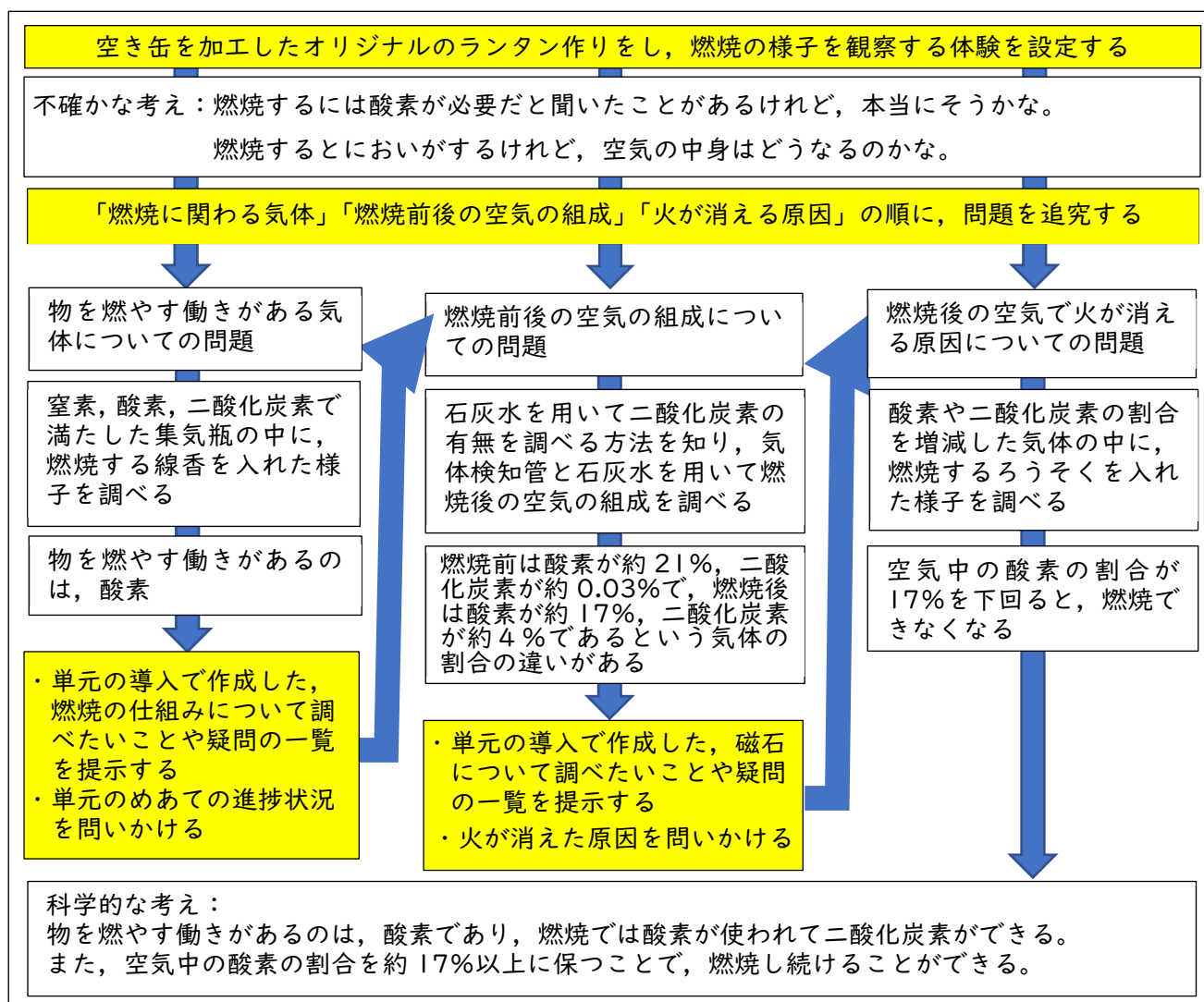
<図4 6年「燃焼の仕組み」についての一人一人の考えを引き出すアンケート結果と分析>



<図5 空き缶を加工したオリジナルのランタン作りを行う共通の体験>

③不確かな考えが科学的な考えに変容することを可視化する単元構想シートの活用

理科における真正な学びの実現に向けて、単元構想シートを作成する。まず、子どもたち一人一人の不確かな考えを基にした問題とそれに正対する結論を具体化する。次に、「獲得すべき知識・技能を理解しやすい」という視点で問題の内容や追究の順序を明らかにしていく。問題の内容を明らかにすることは、子どもたち一人一人の考えの相違点を表出しやすい学びとなる。そして、追究の順序を明らかにすることは、不確かな考えが少しずつ科学的な考えに迫る実感を得やすい学びとなる。以上のことから、不確かな考えが科学的な考えに変容するまでの単元の学びを可視化することは、子どもの不確かな考えを科学的な考えにすることの必要感をもつことを保障した学びを実現できる。また、問題解決のつながりに、「まだ不確かなことは何か」を問いかけることなどの教師の働きかけを書き加える。教師の関わりを具体化することは、子どもの不確かな考えを科学的な考えにすることの必要感を高めることができる。



<図6 6年「燃焼の仕組み」の「単元構想シート」>

また、「観察、実験を行い、結果を表現する」場面において、グループ内でペアを作り、観察、実験を2人1組で行う。自分で実際に操作した観察、実験の結果を得られるようにすることは、自他の予想や仮説を確かめているという目的意識を想起し、子どもの不確かな考えを科学的な考えにすることの必要感を高めることができる。



<図7 ペアで観察、実験を行う子ども>

4 授業実践 3年「磁石の性質」

(1) 単元における学びのデザイン

磁石の性質についての問題を科学的に解決できる資質・能力を育めるようになると考え、次のように単元を構想した。

目標	磁石に引き付けられる物や磁石の極、磁石の磁化に関する問題を科学的に解決できる。	
過程	時間	学習活動
ふれる・つかむ	2	○複数の磁石を用いてマグネットフィッシングをして得た、気付きや疑問を話し合い、単元のめあてをつかむ。
追究する	1	○問題①「どんなものが磁石に引き付けられるのだろうか」を見だし、予想をして、調べる計画を立てる。
	1	○磁石に引き付けられる物と引き付けられない物を調べた学級全体の結果を基に、考察し、結論を導く。
	1	○問題②「磁石同士を近づけるとどうなるのだろうか」を見だし、予想をして、調べる計画を立てる。
	1	○磁石の極同士を近づけたときの磁石の様子を調べ、学級全体の結果を基に、考察し、結論を導く。
	1	○問題③「クリップは磁石になったのだろうか」を見だし、予想をして、調べる計画を立てる。
まとめる・生かす	1	○磁化した鉄の性質を調べ、学級全体の結果を基に、考察し、結論を導く。
	1	○磁石おもちゃを作って、友達と遊ぶ。

本単元において、子どもの「目標への情熱」や「粘り強さ」が発揮された姿の具体は、以下のとおりである。なお、問題①の考察をし、結論を導く場面での授業実践を行ったため、本時に関わる姿を示す。

姿	【「目標への情熱」が発揮された姿】 <u>自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにすることに向けて、以下の姿として表れる</u>	【「粘り強さ」が発揮された姿】 自他の考えが不確かであると自覚した際に、以下の姿として表れる
場面		
観察、実験を行う	クリップや空き缶などの物体に磁石を近づけたときの様子から目をはなさなかったり、笑顔になったり、顔を近づけたりする	目を見開いたり、眉間にしわを寄せたりしながら、物体に磁石を近づけたときの様子を繰り返し調べている
考察をし、結論を導く	自分の考察を黙々と記述したり、自他の予想の正否を自分から友達に話しかけたりする	物体に棒磁石を近づけたときの一覧を見直したり、友達の考えを尋ねたりする

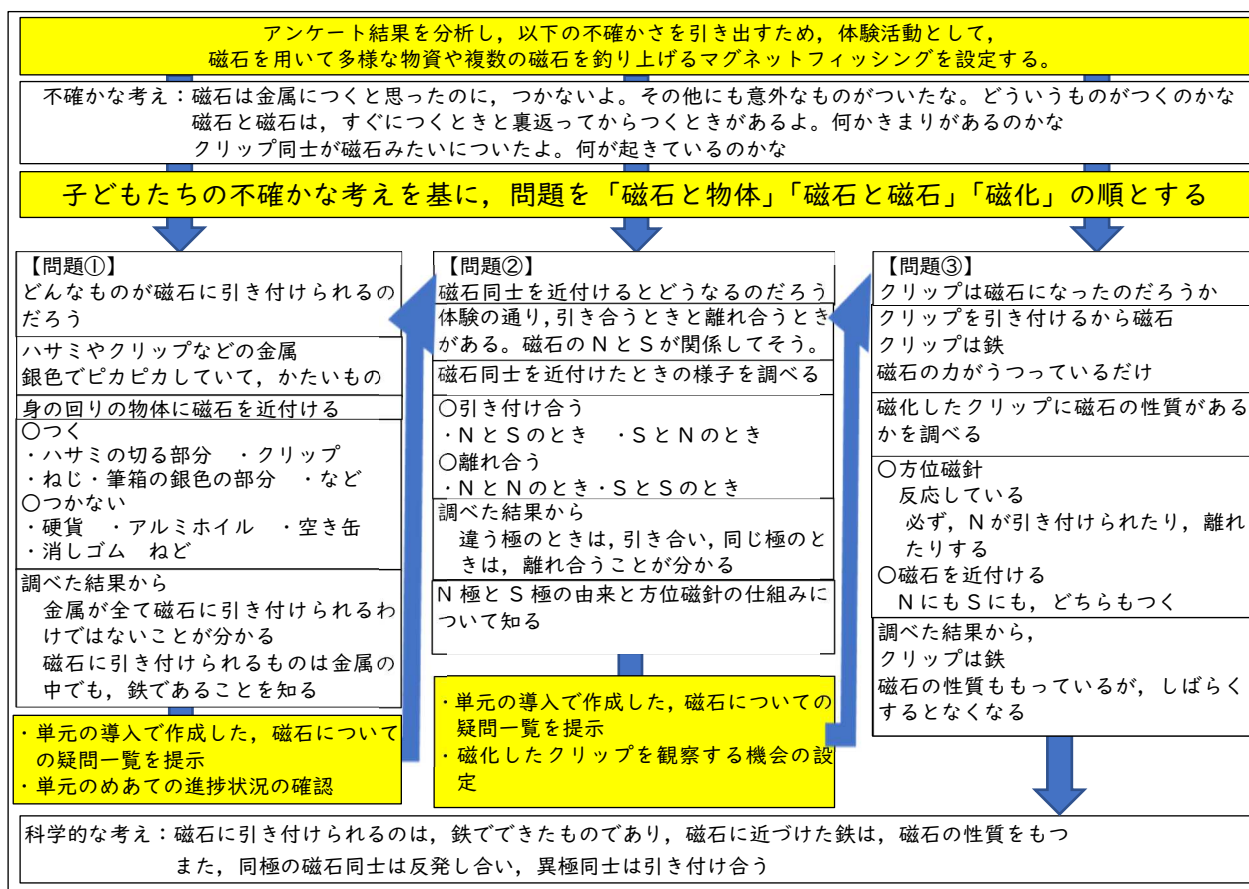
なお、本単元において、子どもが「目標への情熱」と「粘り強さ」を発揮できるように、学びのプロセスを想定し、学びのデザインを次のように具体化して行った。

学びのプロセス	学びのデザイン
自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにする必要感をもち ↓ 自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにする必要感を高める 自然の事物・現象についての自他の不確かな考えの一部を科学的な考えにできたことを実感する 発揮 発揮 自他の予想や仮説、考察が不確かな考えであることを自覚する ↓ 自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにできたことを実感する	・単元構想シートを用いて、獲得すべき知識・技能を理解しやすい問題の内容や追究の順序を明らかにする ・「観察・実験を行い、結果を表現する」場面において、グループ内でペアを作り、観察、実験を2人1組で行う

学びのデザインの詳細

①磁石について知っていること	③磁石は目に見えない	分析
・N極とS極がある ・磁石は、金属や銅を引き付ける ・磁石と磁石を近づけると、くっつかないときがある		・①から、磁石に極があることや磁石とものとの関係、磁石同士の関係について、知識をもっている児童が一部いることが分かった。 ・②では、児童とのやりとりから、磁石と引き付けられるものの関係が曖昧であることが伺える。さらに、②では、11名の児童が未回答であった。このことから、生活の中の磁石の存在に着目していない児童も存在することが伺える。 ・③では、少数の児童が、磁石が目に見えない形で利用されている場合があることや、磁力の存在に着目して説明する児童も一部見られたが、大多数の児童は、それらについて着目していないことが伺える。
②身の回りで磁石が利用されているもの ・冷蔵庫、ホワイトボード、黒板 ・筆箱 ・タッチペンの先 ・名前プレート		

＜図8 磁石の性質に関するアンケート結果とその分析＞



＜図9 アンケート結果を基にした、構想シート＞

（2）学びの実際 ※Gは抽出児、Cはその他の子ども、Tは教師、~~~~~は目標への情熱を ~~~~~は粘り強さを発揮した子どもの姿

【本単元における、子どもたちや抽出児Gの学び】

【事前】

アンケートを実施し、その分析（図6）を行った。それを基に、子どもの不確かな考えを想定し、本単元における獲得すべき知識・技能と照らし、問題とその順序を「磁石に引き付けられる物体について」「磁石同士の関係について」「磁化について」と決めた。そして、磁石と物体の関係や磁石同士の関係、磁化に関する不確かな考えを引き出すために、単元の導入の体験活動として、複数の磁石や様々な物体を、磁石を用いて釣り上げるマグネットフィッシングで遊ぶこととした。（単元構想シート（図7））

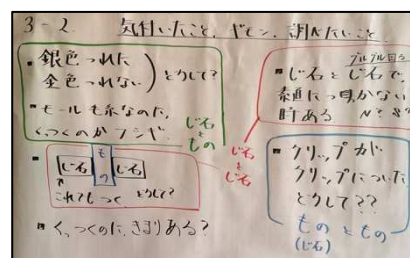
①【ふれる・つかむ】の過程（第1時～第2時）

第1時～2時、子どもたちは、事前アンケートの内容について話し合った。「身の回りで磁石を利用したものは何か」に対して、3分1の児童が未回答であったことに着目し、黒板の掲示物やマグネット等

を差し示しながら、「いっぱいあるよ。」という児童が多数いた。また、黒板自体やホワイトボード、ペンの先を挙げる児童もおり、「それは磁石じゃなくて、磁石につくもの」という意見も飛び交った。さらに「磁石は目に見えない」に、「はい」という回答があることに対して、回答の理由を問かけると、「筆箱みたいに（磁石が）隠れているものがある」や「磁力があるから・・・」と発言している児童が少数いた。アンケートの共有後、マグネットフィッシングで遊んだ。Gは、「このネジはくっつくと思ったけどなあ。塗ってある（磁石が隠れている）からかなあ」や、「ほら、マグネットに近づけると、磁石が面白い動きをするよ」、「ねえクリップとクリップがついたよ。どうしてだろう」と疑問を友達に伝えながら楽しそうに取り組んでいた。その後、気付いたことや疑問について話し合い、「磁石の性質を調べ、磁石遊びに生かう」という単元のめあてを設定した。



<図 10 体験活動の様子>



<図 11 気づきや疑問一覧>

②【追究する】の過程（第3時～第8時）

第3時、前時に話し合った気づきや疑問一覧を見たり、前時に記述した振り返りを読み返したりし、問題「どのようなものが、磁石にくっつくのだろう」を見いだした。Gは、磁石に引き付けられるものとして、黒板やクリップ、テレビ、筆箱の銀色の部分、金属製の定規などの予想を記述していた。また、磁石に引き付けられないものとして、金色や銀色の折り紙などの予想を記述していた。Gの予想は物体名のみであり、物質に着目した記述は見られなかった。その後の話し合いでは、友達の、「銀色のものや固いものなどの金属がつくと思う」という発言に頷き、賛成の意を表していた。その後、体験活動での缶がつかなかったことを引き合いに出し、「でも、空き缶はつかないんだよな。金属だと思うんだけどな。」と、物質に着目して考え、友達に話しかける姿も見られた。Gは、予想を決められず、金属だと思うと曖昧な状態であった。

第4時、教師が、本時に取り組みたいことを問かけると、「実験して、自分たちの予想を確かめたい」や、「しっかり考察して、結論を出したい」という声が上がった。その後、子どもたちは、様々なものに、磁石を近付け、引き付けられることを調べていった。その際のやりとりは次のとおりである。

「観察・実験を行い、結果を表現する」場面

G：（磁石をクリップに近付けながら）すごっ。くっつくよ。

C：くぎはどうか・・・ねえ見て見て。

G：（顔を磁石に近づけながら）やっぱりついたね。

C：（金属のお皿を持ってきて）これやってみよう。

G：つかないね。

（磁石を凝視し、磁石の極を入れ替えて確かめる）



<図 12 観察、実験を行う G>

この顔を近付け、磁石と物体の様子から目を離すことなく調べるGの姿は、自分の予想を確かめようとする目標への情熱を発揮した姿と言える。また、金属が磁石に引き付けられだろうという予想に反して、物体が磁石に引き付けられない際に、磁石のN極とS極を入れ替えて再度確かめることは、粘り強さを発揮した姿と言える。GとCは、この他にも様々なものに磁石を近付け、その様子を調べた。そして、それらを磁石に引き付けられるものと、引き付けられないものに分け、結果の表にまとめた。その後、結果を基に、考察を行った。考察を話し合う際のやりとりは次のとおりである。

「考察を話し合い、妥当な結論を導く」場面

G: (他の班の結果もじっと見つめた後) 予想は合っていたと思う。他の班と同じところは、ハサミやクリップはついたね。お金はつかないみたい。

C: 私の予想は、ほとんど合っていた。木、金のくぎ、1円玉はつかないことが分かりました。

G: (再度、結果の一覧をじっと見つめながら) でも、どういうものかは、ちょっと分かんないな。

C: くっつくのは、固いものや銀のものでいいかな。どう？

G:



<図 13 G のペアの結果の表>

自分の考察を友達に伝える姿や、他の班の結果も見て、黙々と考察する G の姿は、目標への情熱を発揮した姿であると言える。さらに、話し合いとしては、活発化しなかったものの、自分の考察が出しきれないことを自覚し、再度、結果の一覧を見て、考察を考える姿は、粘り強さを発揮した姿であると考えられる。

その後、学級全体で、磁石に引き付けられるものについて話し合いを行った。その中で、「缶みたいに、銀色でも、つかないものがある」「100円玉もつかない」「重たいものがつく」「それも全部とは言えない」というやり取りをし、金属の中で、磁石に引き付けられるものと、引き付けられないものがあることを見いだした。ここから、磁石に引き付けられるものを鉄とし、結論を導くことができた。

第5時～6時は、気付きや疑問一覧を見たり、自分たちの単元のめあての進捗状況を話し合ったりした。その中で、「まだ、一つの疑問しか解決してないよ」や「磁石同士が面白かったよね。あれ、やりたい」という発言が多くあった。そこで、問題②「磁石同士を近づけるとどうなるのだろうか」を見だし、問題解決を行った。G は、体験活動での出来事を基に、「N と S のときに引き付けられる」と予想した。その後、実際に磁石同士を近づけて、予想の成否を確かめた。そして、考察を話し合う中で、異極同士はくっつかないのではなく、反発し合うことに気付き、「異極は引き付け合い、同極は反発し合う」という結論を導いた。

第7～8時、教師は、気付きや疑問一覧を提示し、解決の進捗状況を聞いた。すると、「クリップ同士がついたことについてもっとやりたい」とつぶやく子もいれば、その発言が腑に落ちていないような表情の子もいた。そこで、クリップの中に磁石を落とし、クリップが磁化される様子を演示した。それを見た G は、「確かに体験のときにやっている子がいたね。どういうこと」と友達に話しかけていた。その後、学級全体で、問題③「クリップは、磁石になったと言ってよいか」を見だし、問題解決を行った。G は、「磁石になったと言ってよい」と予想し、予想を確かめる実験を行った。方位磁針でクリップに極があることや、クリップが他の鉄に付いたことを基に、クリップに、磁石の性質が出てきたと考察した。ただ、時間が経つとクリップが他のものを引き付けられない様子から、「一時的に磁石になるが、その効果は時間が経つとなくなる」と結論を導いた。

③「まとめる・生かす」の過程（第9時）

第9時、子どもたちは、明らかにした磁石の性質を用いて、磁石遊びをした。G は、磁石の球を転がして遊ぶ、磁石迷路を行った。その際、磁石に引き付けられるものと引き付けられない物の配置を考えて、難易度を変えた迷路を作り、友達に伝える姿が見られた。また、O 字の磁石を複数と、鉛筆を用い

て、磁石を宙に浮かし、友達に紹介していた。また、N極とS極が関係していることを伝えていた。振り返り際には、磁石の性質がはっきりしたことや身の周りの磁石をもっと見つけたいと記述していた。

これまでの学習を通して、Gは、概ね目標への情熱を発揮することができていたが、粘り強さについては、一部発揮されない場面も見られた。しかしながら、Gは、友達と話し合ったり、全体で、考えを共有したりする中で、不確かな考えを科学的な考えに変容させることができたと考えられる。

単元を通し、多くの子どもたちがマグネットフィッシングでの体験活動により、自分の不確かな考えを自覚し、科学的な考えにする必要感をもてたと言える。さらに、他者との考察のずれを見いだすことで、科学的な考えにする必要感を高めることができていた。このことが、目標への情熱を発揮することに起因したと考えられる。しかし、問題①に対する考察では、「どのようなものが磁石に引き付けられるのだろうか」に対し、特定の物体名のみを記述することで満足し、その素材に着目し、物体同士の共通点を考えることが不十分であった子どもの姿が見られた。これは、想定したプロセスの中の「自分の予想や仮説を確かめていることの自覚」が足りないことが起因していると考えられる。ここで、本実践における「予想や仮説を発想する」場面での子どもたちの姿に目を向けると、予想を物体名として挙げ、そこから、磁石につくものの共通点を考えていくよう促したが、これが子どもたちにとっては、問題に対する予想をもつことと、思考がずれていた可能性が考えられる。共通点を根拠として予想をもてた子どもたちは、考察の段階でも、物体同士の共通点から、問題の内容に適した考察をもつことができていた。このことにより、粘り強さを発揮するプロセスとしては、多くの子どもに対して有効であったが、一部の子どもには、教師の支援も別途必要であり、それらを明らかにしていくことが大切だと考えられる。

5 成果と課題

本校理科における問題解決の過程において、共によりよい生活を創造する子どもの育成に向けて、「目標への情熱」と「粘り強さ」を発揮する姿が現れるための学びのプロセスと、そのプロセスを生み出す学びのデザインについて研究を進めてきた。その結果、次のような成果と課題が明らかになった。

○成果

「観察、実験を行い、結果を表現する」場面で、顔を近づけ、自然の事物・現象から目を離さない姿が見られた。また、自分の予想が正しいときの結果が表れなかった際に、繰り返し調べる姿が見られた。その後、「考察をし、妥当な結論を導く」場面で、観察、実験の結果をじっくり見た後に、黙々と考察を記述する姿が見られた。これらの姿が現れたのは、不確かな考えが科学的な考えに変容することを可視化する単元構想シートの活用により、子どもが、自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを自覚できるような学習活動を設定できたことで、自然の事物・現象についての自他の不確かな考えを科学的な考えにする必要感を高めたからだと言える。

○課題

「考察をし、妥当な結論を導く」場面で、自分の考察を決められない姿が見られた。この姿が現れたのは、「根拠のある予想や仮説を発想する」場面で、他者の予想や仮説を自覚しないまま問題解決を行っていったため、自他の確かめたい予想や仮説が異なるものとなり、自他の考察を話し合う必要性を感じられなかったためである。子どもは、必ずしも教師が想定した自他の不確かな予想や仮説をもつことになるとは限らない。そのため、「根拠のある予想や仮説を発想する」場面で、子どもたちが自他の予想や仮説を共有し、他者意識を高めて問題解決を行っていきけるようにすることが大切であると考えられる。今後は、子どもたちが、他者意識が高まる学びのプロセスを設定したり、授業中の問いかけなどの直接的な教師の関わりを加えたりしていく必要であると考えられる。

【参考文献】

- ・益田裕充【単著】『知性を高め未来を創る理科授業』，上毛新聞社，2019年。
- ・田中保樹・益田裕充・小倉恭彦・後藤文博【編著】『資質・能力を育成する科学的な探究と学習評価（中学校理科）指導と評価の一本化を通して』，東洋館出版社，2021年。
- ・鳴川哲也【編著】『理科の授業を形づくるもの』，東洋館出版社，2020年。