

対話を活性化させ思考を促す理科学習指導

藤 崎 博 隆 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

Educational guidance of science class to activate dialogue and encourage thinking

FUJISAKI Hirotaka

キーワード：対話、プロジェクト学習、思考の可視化

1 はじめに

平成20年版学習指導要領では「知識基盤社会」における持続可能な発展を見据えつつ、「理数教育の充実」を、その改訂の大きなポイントとして示していた。そして、平成27年8月の教育課程企画特別部会の論点整理(案)では、今後の理科教育の方向性を示している。そこでは、これまでの考え方を継承しつつ、「各学校段階を通して、実社会との関わりを意識した探究的な活動の充実を図っていく」ことを求めている。また、探究的な活動によって育成すべき資質・能力を育むためには「課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び(いわゆる「アクティブラーニング」)」が必要であると述べている。

小学校理科では、児童が既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を、観察、実験などによる事実を基にした問題解決の活動を通して、少しずつ科学的なものに変容させていくことをねらっている。科学的とは、実証性、再現性、客観性であることが条件としてあげられ、これらの条件を他者とのかかわりの中で検討する手続きが必要となってくる。したがって、この他者とのかかわりの中で主体的・協働的に問題を解決していく子どもの姿を具体化し、その子ども像に迫るための理科授業を充実させる研究を行うことが必要であると考えた。

2 目指す授業像

子どもは、新たな自然事象に出会った際に、驚いたり感動したりすることで疑問を持ち、その疑問を解決するための行動をおこそうとする存在であると考えられる。問題を解決していく過程を経ることで自然に対する見方や考え方を構築していくこ

とができる。また、その過程を経ていくことで自然に対する感じ方や考え方を育むことができると考える。

このような、科学的な見方や考え方を構築する問題解決の過程において、子どもは、常に図1にあるように、自然や他者との対話を基に、自分との対話において思考し、表現するというサイクルを繰り返していると考えられる。この「対話」のサイクルを通して、一人一人が考えを表現するためには、事実や情報を整理する思考が重要になる。そのためには、比較や関係付けを基盤とした思考

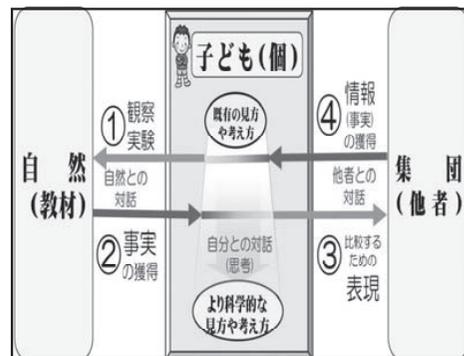


図1 理科学習で子どもが繰り返し行う対話

【自然との対話とは】

子どもが自分の考えを基に、観点をもって自然事象に対して働きかけ(①)、事実を獲得する(②)というやりとり。

【他者との対話とは】

子どもが事実を基にした考えを他者と比較するために可視化し(③)、自分の考えを広げたり、深めたりするために情報を獲得する(④)というやりとり。

【自分との対話とは】

自分の考えを批判的に見つめ、自然から獲得した事実や他者から獲得した情報を基に、考えを修正する自分とのやりとり。

の型を身に付けさせることが大切になる。さらに、学び合いの場を設定し、「対話」における事実や情報のやりとりをより活性化させる。対話が活性化することで、互いの仮説をより批判的に検証するようになるとともに、一人一人の考えがさらに科学的な見方や考え方へと高められると考える。

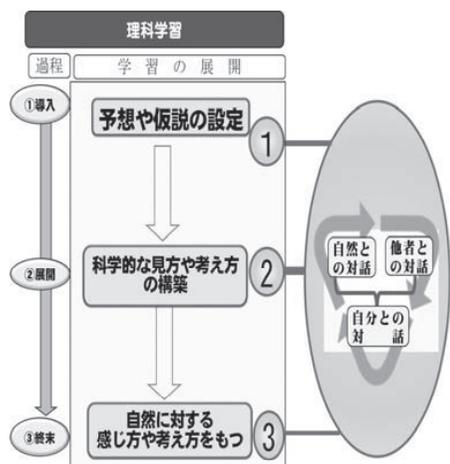


図2 理科学習において考えを表現する三つの場

理科の学習において、一人一人が考えをもつ場が図2に示すように三つある。それは、「予想や仮説を設定」する場、予想や仮説を批判的に振り返り、「科学的な見方や考え方の構築」をする場、そして、自然に対して新たなとらえ方やかわり方を考える「自然に対する感じ方や考え方をもち」場の三つである。この3つの場で子どもが、対話を通して思考、表現し、問題を解決していく様相を目指す授業像として設定する。

3 対話を活性化させる学習指導の具体化

(1) 単元の一部型プロジェクト学習の設定

理科学習において、子どもは多くの事実や情報を獲得したり、それまでに獲得した既存知識をもち出したりして、それらをつなげて解決を考えていく。したがって、理科学習においては既存知識につなげて考えるための新たな事実や情報を獲得していくことが必要になる。特に導入部において、子どもが自分事として解決したくなるような問題意識をもつ

ことで、自然や他者との対話が活性化すると考えた。そこで、自然事象との直接的なかわりを通して見出した複数の自然のきまり同士を関係付け、新たな考えをつくったり、その過程において問題意識を連続・発展させたりしていくプロジェクト学習の具体化に取り組んできた。これまでに取り組んできた様々な単元におけるプロジェクト学習の実践の結果、子どもの自然に対する感じ方や考え方が表出する場合としない場合があった。それぞれの要因を検討したところ、自然に対する感じ方や考え方が表出しない場合は、単元が進むにつれて子どもの追究意欲が継続しなくなる傾向があることが分かった。一方、自然に対する感じ方や考え方が表出する場合は、多くの子どもが共通して獲得している経験や情報に基づいて解釈できる教材が使われていた。また、単元の一部でプロジェクト学習を行った際には、子ども達の追究意欲が継続している場合が多かった。そこで、これまでのプロジェクト学習の実践を基に、単元一部設定型のプロジェクト学習において重要と考えられる要素を表1のように考えた。

表1 単元一部設定型プロジェクト学習の要素

	プロジェクト学習の要素
①	多くの子どもが共通して獲得している経験や情報に基づき、子どもにとって身近な、自分事としてとらえることができる場面設定や状況設定を行った上で問題を設定すること。
②	単元導入時に行う一部設定型のプロジェクト学習では、その後の追究への見通しをもつための情報を獲得することができるようにすること。
③	単元の中盤や終末時に行う一部設定型のプロジェクト学習では、単元内で見出した自然のきまりが、解決のための見通しとして活用できることを子ども自身が具体的に思い描くことができるようにすること。

(2) 対話を活性化させる教材

これまで、プロジェクト学習において必要な教材の要素として、①身近にあり、多様な

活動ができること、②既有知識とずれが生じること、③繰り返し観察、実験できることの三つを明らかにしてきた。ところが、これまでの実践の中で単元によっては、教材の三つの要素を含みながら子どもの追究意欲が減退する場面があった。実践を通した子どもの姿から、プロジェクト解決の意欲を持続させることで対話を活性化させるためには、図5のような教材の要素が重要であると考えた。それは、藤崎(2014)で見出した「驚き・感動す

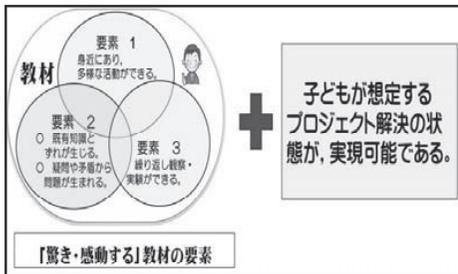


図3 プロジェクト学習で用いる教材の要素

る」教材の要素を含んだ上で、子ども自身が想定しているプロジェクト解決の状態を実現できる教材であるという要素である。そのような要素を含むためには、教材を使用する上で表2の2点が重要であると考える。

表2 対話を活性化させる教材使用のポイント

	教材使用のポイント
①	子どもの「このプロジェクトが解決したら、こんなことがわかり(でき)そうだ。このようなものを作るはずだ。」という思いを把握しておくこと。
②	技能的に困難な状況を伴わずに子どもが思いを実現するためには、子どもの発達段階に合った技能で取り組めるものづくりや、一人では観察、実験することができなくても、友達と協力することで解決が実現できるといった視点で教材を考えること

(3) 思考過程の認知を促す働き掛け

考えを比べて差異点や共通点を明確にしたリ、他者の意見や考えと自分の考えとを関係付けたりしながら、対話の中で自らの考えを更新していくためには、一人一人の考えを可視化させ、その考えを他者と共に共有させる

学び合いが大切であると考える。

また、比較や関係付けを行いながら子どもが能動的に思考する力を発揮できるようにするためには、その発揮が問題の解決につながったことの喜びを味わわせるとともに、その考え方を発揮したことを認知させるための働き掛けが重要だと考える。

具体的には、子どもの考えの変容を教師が振り返らせるために、例えば、「この考えは、どの事実からどのように考えたのかな。」など思考の過程を問うようにする。また、「だと、どんなことをしたからそのような考えをもてたのかな。」などと問い、他者のどのようなかかわりが自分の考えを明確にしたり、変容させたりしたのか、子どもたち自身の認知を促すようにする。

このようにして、教師が働き掛ける際に、子どもの考えの根拠になる事実や思考過程が可視化されていることによって思考過程を認知を促しやすくなると考える。なぜなら、思考過程が可視化されることで、教師は「どの事実を根拠に」「どのように」思考しているのかを把握し、思考の過程を振り返らせ、価値付けることができるからである。図4は、第4学年「ものの温まりかた」でピーカーに入った水の温まり方について事実と考えを記述したボードの例である。



図4 班の事実と考えを可視化したボードの例

(4) 実践(第6学年「物の燃え方」)

ここでは、第6学年「物の燃え方」において学習指導の具体化を図り、図5のように本時の展開を考えた。ここでは、第1・2時のプロジェクト学習の実践内容を報告する。

(5) 実践の結果

ア 問題設定【第1時】

ここでは、エアコンの風が吹いている中

本 時 (1・2/7時)

(1) 目 標

燃え続けている物と空気との関係について、空気の通り道を線香の煙の動きで調べる活動を通して、物が燃える際には、新しい空気が入り、燃える物の近くの空気が外に出る必要があることを推論して説明することができる。

(2) 本時の展開に当たって

ろうそくが燃え続け際には、空気の流れが必要であることをとらえさせるために、まず、繰り返し予想を検証できるペットボトルを教材として用いて、「見通す」過程で、燃え続けるために空気の出口が必要かどうかという立場を明確にさせ、その根拠を問う。次に、「調べる」過程で、結果を分類させ、「なぜ、同じ穴の数なのに結果が異なるのかな。」と問い。新たな問題意識である空気の通り道の存在を調べることに必然性をもたせるための学び合いの場を設定する。

(3) 実際

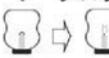
過程	主な学習活動	時間 (分)	教師の具体的な働きかけ
つかむ	1 プロジェクトを確認する。  ペットボトルに慣れぬめたらろうそくの火を燃え続けさせる方法を班で協力して見つけなさい	5	<ul style="list-style-type: none"> ○ 空気の変化と燃焼の関係に問題を焦点化し、他者と協力しながら追究させるために、ペットボトル内のろうそくの火を燃え続けさせるプロジェクトを設定し、2人一組で活動させる。 ○ 穴をあける位置と数の根拠を基に予想を分類するために、「なぜそこに穴をあけるの。」と燃え続けることに空気の動きを関係付けさせる発問をする。 ○ 実験の事実の共有を図りやすくするために、燃え続けたペットボトルと燃え続けなかったペットボトルを机上で分類させる。
	2 学習問題を立てる。 ペットボトル内でろうそくを燃やし続けるにはどうしたらよいのだろうか。		
見通す	3 予想する。 【穴を1つ】 中の空気がなくなるから空気を入れる穴を開ければいいと思うよ。 【穴を2つ】 空気の入りと燃えた後の空気が出る出口がないと燃え続かないと思うよ。	10	<ul style="list-style-type: none"> ○ 問題意識を連続・発展させるために、燃え続けたペットボトルの穴の位置の共通点と他のペットボトルを比較させ、「どうして、上と下に穴をあけたペットボトルだけ燃え続けたのかな。」と問う。 ○ ろうそくが燃え続けるための穴の位置に明確な根拠をもたせ、調べる方法に必然性をもたせるために、「穴の位置と空気との関係についてこれまでの学習で説明できないかな。」と問う。 ○ ペットボトルの中の空気が外の空気と入れ替わっていることをとらえさせるために、穴の外の煙が吸い込まれるか、上の穴から煙が出てくるかということを観点として比較しながら観察させる。 ○ きまりを見だし、プロジェクトを解決できたことを実感させるために、消灯した教室でろうそくにペットボトルをかぶせる体験をさせる。 ○ 問題意識を連続させながら、他者とともにきまりを見出したことを実感させ、次時への意欲を高めるために、板書を基に本時の各過程での学びを振り返らせる。
	4 ろうそくを燃やし続ける穴の位置を調べる。 【燃え続けた】  【燃え続けなかった】  穴が上と下の2つ開いている時だけ燃え続けたのはどうだろうか。		
調べる	温められた空気の動きを確かめた時のように線香の煙の動きで調べれば、いいと思うよ。 4年生で学習した温められた空気の動きと関係があると思うよ。上に出る穴があるから下の入口から新しい空気が入るのだからと思うよ。 【既習内容を根拠にした予想】	57	
	5 穴の位置の違いによる空気の流れを調べる。  【①：上と下2つ穴】  【②：①以外の位置の穴】 煙の動き		
吟味する	燃え続けたペットボトルは、下から上に空気が流れ抜けているね。 線香の煙が穴から吸い込まれて上から出ていった。 線香の煙は吸い込まれなかった。		
	6 考えをまとめる。 ペットボトルの上部と下部に穴を開けると空気の通り道ができて、燃え続ける。 ペットボトルをかぶせてもろうそくを燃やし続けることができるね。	8	
まとめる	7 物の燃え方について感じたことについて考える。 空気が外とつながっていて、入れ替わり続けることで物は燃え続けることができるんだね。人の呼吸と同じだよ。 空気が出ていかないと燃え続かない、ということは、ペットボトルの中と外で空気に気があるのかな。	10	
	振り返り・生かす		

図5 第6学年「物の燃え方」の学習指導案

でゆれながら燃えているろうそくをしばらく観察させた。ろうそくがゆれていたこと



図6 ろうそくの炎を観察し、自分と対話する子ども

から「風をさえぎりたいでしょ。これをかぶせてみたらどう？」と図6のように、燃えているろうそくにペットボトルをかぶせた後の様子を観察させた。「先生、ろうそくは消えるよ。当たり前だよ。」と発言すること子どもたちに対して、「本当に消えるかどうかみんな試してみようよ。」とペットボトルを渡したところ、ろうそくの火をじっと観察する様子が見られた。ペットボトルを下キャップにはめずに上げ下げしながら炎の様子を観察する子どももいた。ここで、「ろうそくの火をどうしたい？」と問うと、「ろうそくを燃やし続けたい。」「ペットボトルに穴を開けたい。」という発言をする子どもが多く見られた。ペットボトルに穴を開ける理由を聞くと、ろうそくを燃え続けさせるためだと答えた。この一連のやりとりによって、「ペットボトルの中でろうそくを燃やし続けるにはどうすればよいだろうか。」というプロジェクトの問題が設定された。

イ ろうそくが燃え続けた事実から共通点を見出す活動【第1時】

設定されたプロジェクトの問題を解決するために、子ども達は、それぞれの予想を基に、ペットボトルに穴を開けて燃え続けるかどうか確かめる活動を行った。その際に、子どもとの対話で確認したことが二つある。それは、「1分間ろうそくの火が消えなかったら燃え続けたということにする。」ということと、燃え続けなかった際の穴の位置の事実もしっかりと記録しておくということである。このような結果の判断基準と事実を比較する際の視点を与えたことによって、「よし。まだ燃えているぞ。」「消

えそうだけど炎がゆれながらまた大きい炎になって燃え続けているよ。」とじっくりと観察する姿が見られた。

子どもたちは、何度も繰り返し実験しながら、ろうそくが燃え続けた時と燃え続けなかった時のペットボトルの穴の位置をワークシートに書き込み、黒板に張った。

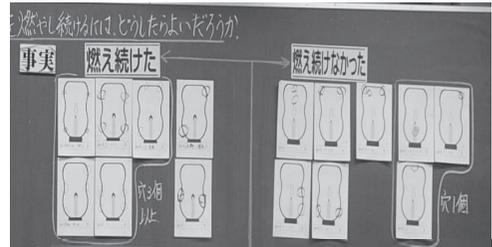


図7 可視化された子どもの事実を整理した板書

同じ結果の事実の場合は、張らないようにした。そして、全ての実験が終わり、事実を吟味する過程において、張られた結果の事実を「穴の数」「穴の位置」を観点として整理しながら図7のように張り替えていくと、次のようなやりとりがあった。

- C: 燃え続けた方は、穴の数が多いよ。
- T: 燃え続けた方にも燃え続けなかった方にも穴が2つの結果があるよね。穴が2つの結果を比べてみたら何かわかることがあるかな。
- C: 穴の位置が炎の上と下にあるときだけ燃え続けているよ。
- C: あれ、穴の数が多いものも炎の上と下に穴が開いているよ。

このようにして、次の時間に炎が燃え続けた理由を調べる活動を行うことになった。

ウ ろうそくの火が燃え続けた理由を調べる活動【第2時】

前時に明らかにできなかった炎が燃え続けた理由を調べるために、まずは、燃え続けた穴の位置が書かれた紙を用いて予想を立てさせた。その際に、「これまでの学習で説明できないかな？」と問いかけたことで、図8のように、4年生で学習した空気の温まり方の学習を関連させて考えることができた。その結果、「上と下に穴を開け

たときに燃え続けたのは、下から新しい空気が吸い込まれ、温められた空気が、上に



図8 結果の事実を基にこれまでの学習を関係付けながら対話する子ども

移動するからだ。」という予想が立った。そして、「予想を確かめるためには、どんな事実があればよいのだろうか。」と問うと、燃え続ける時の空気の流れを確かめればよいという意見が多かった。ここで、前時の事実を振り返らせ、ろうそくの火が、燃え続けない時には、空気の流れがないという事実の必要性に気付かせることができた。そして、図9のように、実際に線香の煙をペッ

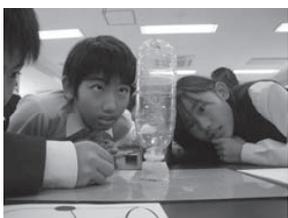


図9 予想を基に対話しながら実験する子ども

トボトルに近づけ、空気の流れの予想を観点として煙の動きを観察することによって燃え続けたことを説明できる事実の獲得につなげることができた。ろうそくの火が燃え続けないペットボトルについて調べる際には、「線香の煙が吸い込まれるはずないよ。」という確信をもって確かめる子たちが多かった。そんな中で「煙が吸い込まれたよ。」と他の班と異なる事実を宣言する班があると、他の班の子たちがすぐに近寄り、「それは、線香をペットボトルの中に入れていたからだよ。」というように、批判的に思考しながら実験の過程を振り返る姿があった。このようにお互いの観察、実験や考えを批判的に振り返ることを通して、科学的な考えを表出する姿につながっていった。

(6) 実践の考察

- 子どもたちは、ろうそくの火を燃やし続けるために、何度も繰り返しペットボトルに穴を開けながら実験を行っていた。このような姿が見られたのは、プロジェクト解決の状態が明確であったことと、ペットボトルという教材が何度も繰り返し試せる物であったからだと考えられる。
- 獲得した事実を比較したり、予想や仮説と獲得した事実を照合したりすることで考えを構築できた実感する子どもが多かった。これは、第2時の終末で「物が燃えることと目に見えない空気の動きをつなげて考えることができたのはどうしてだろう。」と自分たちの学びを振り返らせたことが効果的であったと考える。

5 研究の成果と課題

(1) 成果

本研究におけるプロジェクト学習において多くの子どもが、問題の解決に至るまで意欲が持続したことから、単元一部設定型のプロジェクト学習設定の要素と用いる教材の要素を基にした指導計画作成の視点を明らかにすることができた。

実験結果を可視化したことで、子ども同士の対話が活性化し、教師の働き掛けによって子どもが、思考過程を認知できたことから、子どもの考えを可視化することによる思考過程を認知させる働きかけを具体化できた。

(2) 課題

活発に対話を行いながら探究的に問題を解決する姿をより多く表出させるために、「生命・地球」区分での実践を行う必要がある。

付記

本報告は、鹿兒島大学教育学部附属小学校平成25～27年度研究紀要で発表した研究内容等に基づき、理科教育において研究をさらに発展させ、その研究成果をまとめたものである。

主な参考文献

日本理科教育学会編著 (2012) 今こそ理科の学力

を問う．東洋館出版社

藤崎博隆（2014）対話を活性化させる理科学習
指導，鹿兒島大学教育学部教育実践研究紀要，
No.24, pp.404-414