

21	西尾	西尾市立一色西部小学校	マキ アイリ
			牧 愛李
分科会番号 5a		分科会名 理科教育（小学校）	

研究主題

関わり合いながら学びを深める子の育成 － 6年生理科「物の燃え方と空気」の実践を通して －

1 主題設定の理由

自分らしさを発揮しながら多様な他者と協働していくためには、自分の考えを堂々と語り、他の考えを柔軟に取り入れていく力を伸ばす必要がある。本学級の児童は、どの教科でも多くの児童が考えを発言するなど意欲的に活動することができる。しかし、自分の考えを伝えることはできるものの、互いの考えを比較したり関連付けたりしながら考えを深める姿は十分とは言えず、意見を発表するだけに終始してしまう場面が多く見られた。また、理科が好きという児童は多いが、知識のある子や塾で学んで知っている子が答えを教えてくれる教科、実験をするのが楽しい教科と捉えている児童も少なくない。

そこで、今まで当たり前だと思っていて何となく見ていた現象の見方を変えてみたり、その仕組みを考えてみたりすると新たな発見が生まれることに気付くことができれば、自分の知らないことや分からないことを追究していくことが理科のおもしろさだと実感するだろう。そのような経験を通して、他者と関わり合いながら自ら探究する児童を育てたいと考え、本主題を設定した。

2 研究の方法

(1) 目指す子ども像

主題の実現に向けて、目指す子ども像を次のように設定した。

- ・友達との関わりを通して、考えを深めることができる子ども
- ・自ら問いをもち、探究し続ける中で、理科を学ぶ楽しさを感じることができる子ども

(2) 研究の仮説と手立て

研究の仮説を次のように立て、本実践を進めていくこととした。

【仮説1】

単元の導入で不思議な事象に出会わせ、その教材を軸とした問題解決的な単元計画を用意すれば、「何としても解決したい」という思いをもち、探究し続ける中で、理科を学ぶ楽しさを感じることができるだろう。

- ・手立て①：これまでの経験ではすぐに説明できない事象との出会い
- ・手立て②：児童の思考に沿った問題解決的な単元の構想を計画する

【仮説2】

予想や考察をする際に、事象をモデル化したり、発問の工夫をしたりすれば、共通の土台で考えを伝えることができ「伝えたい」「聴きたい」という思いをもち、考えを深めることができるだろう。

- ・手立て③：事象をモデル化する
- ・手立て④：「伝えたい」「聴きたい」を引き出す発問の工夫

(3) 単元構想 「消えたろうそくの謎にせまれ～物の燃え方と空気～」単元構想図 (10 時間完了)

時	学習活動と予想される児童の反応	教師支援
1	ろうそくの燃える様子を観察する ・よく見ると火の色が場所によってちがうね。 ・時間がたつとろうそくのろうが短くなったよ。	・火を見る経験の少ない児童も燃焼について興味をもてるようにするために、ろうそくを見る時間を十分にとる。
2	二酸化炭素が入ったバケツを火のついたろうそくに入れると消えるマジックを見せる ・先生は何を入れたのかな。 ・空気だと思うけど成分がちがうのかな。 ・先生が入れた気体に何か秘密がありそう。 ・先生が入れた秘密の空気について知りたい！	・気体の性質について目を向けられるようにするために、二酸化炭素を入れると火が消える現象を見せる。 ・調べる気体を焦点化するために空気中に含まれる気体のうちのどれかだと伝える。
空気にかくされた秘密は何だろう。		
3	火が消えた原因について考える ・気体は、空気に含まれる窒素、酸素、二酸化炭素のどれかだね。	・児童が主体的に問題解決ができるようにするために、予想した気体について調べる方法を考えて個人追究する。 ・自分の考えを検討するために、個人追究して考えたことを基に意見交流する。 ・粒子概念を育むために、毎回の授業の振り返りでモデル図をかくように指示する。
4	火を消す気体の性質について意見交流をする ・酸素で満たした集気びんに入れたら激しく燃えたよ。 ・先生が入れた秘密の空気は「二酸化炭素」だと思う。 ・二酸化炭素で満たした集気びんに火のついたろうそくを入れたら、火が消えたよ。 ・窒素で満たした集気びんに入れても火が消えたよ。 ・先生が入れた秘密の空気は「窒素」なのかな。	
5	予想した気体を水槽に入れて実験する ・窒素を上から入れてもろうそくの火は消えないよ。 ・二酸化炭素を入れたら火が消えたよ。 ・二酸化炭素は火を消す性質があるね。 酸素 50%+二酸化炭素 50%の空気の中でろうそくは燃えるのか予想する	・今まで学んだことを整理するために、わかったことをモデル図や文でまとめるように指示する。 ・二酸化炭素の性質から酸素の性質へと目を向けさせるために、割合を変えた気体中でろうそくの燃え方についての課題を提示する。
6	酸素 50%+二酸化炭素 50%の空気の中でろうそくは燃えるのか考える (本時) ・二酸化炭素は火を消すから 50%もあれば火が消えると思う。 ・空気中の二酸化炭素より多いから火は消えると思う。 ・酸素が空気中よりも多いから燃えるのかな。 ・酸素の中にろうそくを入れたときに激しく燃えたから燃える。	・今までの実験結果や考えを活用して話し合いをさせるために、対立する課題を提示する。 ・燃焼の仕組みについてより妥当な考えをつくりだすために、実験結果をモデル図でかくよう指示する。
7	閉じ込められた瓶の中でろうそくの火が消えたのはなぜか予想する ・空気中の酸素がなくなったのかな。 ・二酸化炭素がふえたから火が消えたと思う。 ・酸素が二酸化炭素に変わったのかな。	・新たな課題に目を向けさせるために「どうして最後に火は消えたの？」と問う。 ・気体の性質から物が燃える現象に目を向けさせるために、燃焼の前後で瓶の中の空気の様子を考えさせる。 ・粒子概念を育むために、酸素が二酸化炭素に変化する仕組みを図と言葉で説明するよう指示する。 ・瓶の中の空気の様子を視覚化しやすくするために、手元で動かせる粒子モデルを用意しておく。
8	仮説を基に実験をする ・石灰水を入れたら白く濁ったよ。 ・重さを測ったら変わらなかったよ。 ・気体検知管を使ったら酸素が減って二酸化炭素が増えていたよ。	
9	実験結果を考察する ・気体検知管を使ったら酸素が減って二酸化炭素が増えていたから、酸素が使われて二酸化炭素になった。 ・酸素はなくなったのではなく、二酸化炭素に変化した。 ・ろうそくのろうと酸素が減っていたからろうと酸素がくっついて二酸化炭素になったと思う。 ・酸素は全部ではなく、一部だけ使われる。	
10	水中花火やロケットの燃える仕組みを考える ・水の中でも酸素があれば花火はできるよ。 ・宇宙には酸素がないけど、燃料の中に酸素が含まれているみたいだよ。	・「知らないことに気付く」ことに価値を見出すことができるように、物が燃える仕組みの追究を広げる現象を提示する。

資料 1 単元構想図

3 研究の実際と考察

(1) ろうそくに謎の気体をかけると消えるマジックを見る児童たち（手立て①②）

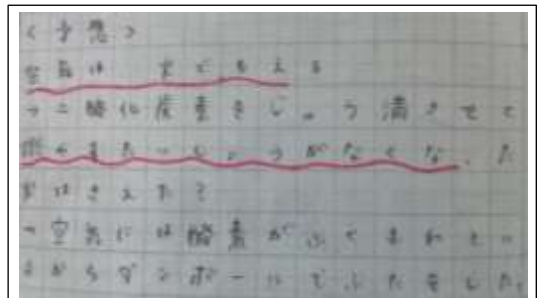
ろうそくに火をつけると燃えることは、今までの経験や知識で児童は知っている。しかし、自分で火をつけて燃やす経験が少ない児童がとて多かったので第1時にろうそくに火をつけてじっくり観察した。児童Aは、「ろうそくの火をよく見ると上の方と下の方で色がちがう」「燃えている面は平らではなく、左がかたむいていた」と、ノートに書きながらろうそくを燃やすことに興味をもって観察していた。自分で火をつけて燃やす経験をしたことで、燃えるという現象や火に焦点を絞って単元に入ることができた。また、一人一人の経験の土台を揃えてから次の事象へと出会うことができた。



資料2 マジックの様子

第2時、燃えるという現象に興味をもった児童たちに、「今からこの火をある方法で消します。」と言ってろうそくの火を消す実験を見せた（手立て①）。具体的には、水槽の中に火のついたろうそくを6本並べて、バケツにためた二酸化炭素を水槽の上から入れた（資料2）。風が吹いたり水をかけたりしたわけではないのに、バケツをひっくり返しただけでろうそくの火が何かにあたって消えたように見えたので、児童たちは驚いた様子で「えー？なんで？」「もう一回見たい」「自分たちでもやりたい」と口々に言っていた。その後、なぜ火が消えたのか予想させると、「バケツにふたをしていたから、気体を入れたと思う」

「火が消えたということは二酸化炭素だと思う」と気体に目を向けて考えている児童が多かった。児童Aは「空気は、火で燃える。二酸化炭素を充滿させて燃やす対象がなくなった？火は消えた？空気には酸素が含まれているから段ボールでふたをした？」とたくさんの疑問をもっていた（資料3）。この実験を見せたことで、物が燃えるためには気体に関係していることに焦点を絞って考えさせることができた。そこで、水槽に入れた何かは気体であること、空気中に含まれる酸素・窒素・二酸化炭素のどれかであることを伝え、空気中に含まれる気体の割合を復習した。児童Aは「水槽に入れた気体は二酸化炭素」と予想していた。



資料3 児童Aが書いた疑問

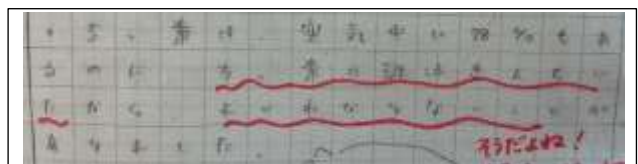
第3時は、それぞれの児童が、前時までに予想した気体を集気びんに集めてろうそくの火を燃やす実験をした。二酸化炭素と予

- T: 窒素、二酸化炭素、酸素の中でろうそくの火はどうなりましたか？
C1: 二酸化炭素を集めた集気びんに入れたら、火はすぐ消えました。
児童A: 二酸化炭素は火を消す力があると思います。
C2: 窒素に入れても、火は一瞬で消えました。
C3: 酸素の中に入れたら火が大きくなりました。
T: 結果をまとめるとどんなことが言えますか？
C4: 二酸化炭素と窒素どちらもろうそくの火は消えます。

資料4 第4時の授業記録

予想していた児童Aは二酸化炭素100%の集気びんに火のついたろうそくを入れた。窒素と予想していた児童は窒素100%、酸素と予想していた児童は酸素100%を集気びんにためて実験を行った。

第4時に実験結果の意見交流をすると、二酸化炭素と窒素のどちらもろうそくの火は消えたということが話題になった（資料4）。自分の実験の結果から「二酸化炭素でろうそくの火は消える。」と考えていた児童Aは、「窒素は、空気中に78%もあるのに、窒素は消えていたから、よくわからないことがありました。」と振り返っていた（資料5）。



資料5 児童Aの振り返り

第5時には、初めに見せた演示実験をバケツの中に入れる気体を二酸化炭素の場合と窒素の場合に変えて行った。児童Aは、今までの実験の結果から「二酸化炭素は、火を消す力がある。酸素は火をより燃やす力がある。窒素は関係していない。」と考察をした(資料6)。

謎の気体が火を消すという事象と出会わせることで、火をつけると燃えるという当たり前の事象の見方が変わった。このことから、手立て①は有効だったと言える。また、児童の思考の流れに沿って単元を計画することで、物が燃えることと気体の性質に目を向けさせることができた。また、気体の性質について調べるという目的をもって実験や考察をすることができた。以上のことから、手立て②は有効だったと言える。

(2) モデル図を使って考える児童たち(手立て③)

単元の初めに、目に見えないものを表した図をモデル図ということを教えた。酸素は○、二酸化炭素は△、窒素は□で書き表すことを学級での共通のルールとした(手立て③)。どの子も「記号で表すと分かりやすいね。」「モデル図を使うと気体の量が目で見てすぐ分かるね。」と言ってノートに書きこんでいた(資料7)。児童Aは、第3時の考察の場面ですぐにモデル図を活用して実験結果を描き表していた(資料8)。集気びんの中の気体の割合をモデル図の記号の数で書き表す児童もいて、思考を深める手助けになっていた。また、実験結果の意見交流では、集気びんの中での気体の変化についてモデル図を使って説明する児童がいた。

モデル図を使って考えることで、燃焼前後の気体の変化をモデル図で説明する児童もいて、考察を深めることができた。そのため、手立て③は有効だったと言える。

(3) 児童Aの疑問をから作った学習課題に取り組む児童たち(手立て④)

児童Aは、水槽に入れた気体を調べるためにモデル図を使って結果をまとめたり、考察を繰り返したりした。第4時の考察では、「二酸化炭素100%のときはすぐに火が消える。窒素100%のときもすぐに火が消える。酸素100%のときは激しく燃える。」ということに気付くことができた。そこから、「どのくらいの割合なら消える?今は100%△だから…」という疑問をもった(資料9)。その疑問を具体的な数値にして学習課題とし、学級全体に「酸素50%、二酸化炭素50%の中であらうそくの火は燃えるのかな?」と投げかけた(手立て④)。今までのように簡単に予想ができたり、すぐに答えが出たりする問いではなかったので児童たちは迷っていた。しかし、選択肢が「燃える」「燃えない」の二択であったこと、児童の疑問から生まれた問題だったことで「知りたい」という意欲につながり、全ての児童がどちらかの選択肢を選び、選んだ理由を書



資料6 児童Aの考察

T: 目に見えないものを表した図をモデル図と言います。

6年1組では酸素を○、二酸化炭素を△、窒素を□とします。

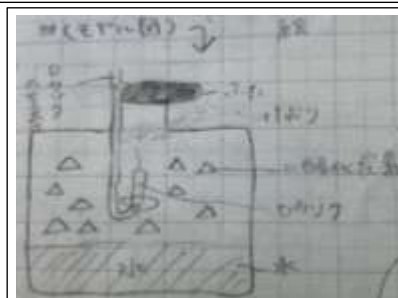
C1: 記号で表すと分かりやすいね。

C2: 空気は窒素が78%だからモデル図にすると□が多いね。

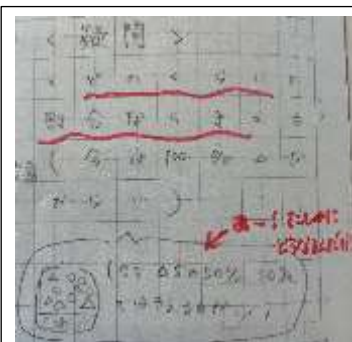
C3: モデル図を使うと気体の量が目で見てすぐ分かるね。

C4: これからの実験で使っていきたいな。

資料7 第3時の授業記録



資料8 児童Aのモデル図



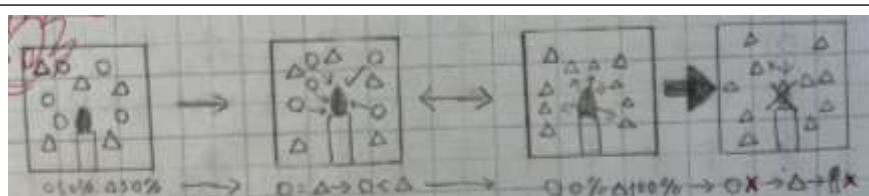
資料9 児童Aのノート

くことができていた。空気中の酸素と二酸化炭素の割合と比べて予想している児童や二酸化炭素には火を消す力があると思って予想している児童など今までの学習と関連させて

理由を書いていた。児童 A は「燃えない (燃えなくなる)」と予想していた。さらに、火が燃えているときの周りの気体の変化をモデル図に書いて説明していた (資料 1 0)。

第 6 時、「酸素 50%、二酸化炭素 50%の中であろそくの火は燃えるのか?」という学習課題で意見交流を

行った。二項対立にしたので、自分と違う意見の子がどんなことを話すのか聴きたいという意欲が見られた。多くの児童が前時までの学習や、自分なりの考察を入れて活発な意見交流をすることができた (資料 1 1)。



資料 1 0 児童 A が書いた燃焼中の気体の変化のモデル図

T: 酸素 50% 二酸化炭素 50%の空気の中であろそくは燃えるか。燃えないか。についてどう思いますか?

C1: 燃えないと思います。二酸化炭素は消す力強いからです。

C2: 燃えないと思います。

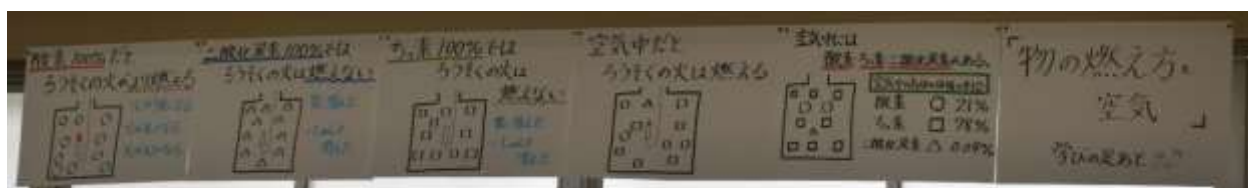
空気中には二酸化炭素は 0.04% しかないのに 50% は多すぎるからです。

C3: 酸素がある限り燃えると思います。

C4: 酸素 100% の中では激しく燃えたから燃えると思います。

児童 A: 酸素は火をより燃やすはたらきがあるから、燃えると思います。でも、燃えれば燃えるほど酸素の割合は少なくなると言うから最後は燃えなくなると思います。

資料 1 1 第 6 時の授業記録



資料 1 2 学びの足跡の掲示

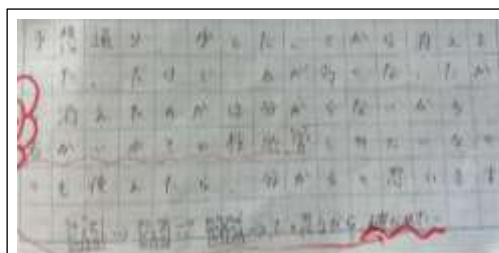
また、教室に前時までの学びの足跡としてモデル図を掲示した (資料 1 2)。資料 1 0 の授業記録のように、空気中の気体の割合や実験の結果を振り返りながら発言をする児童が多く、児童が理由を話すときの根拠になるとともに、共通理解のための土台になっていた。また、発言をするときも燃焼前後の様子をモデル図を使って黒板に描き表したり、ろうそくの火が燃えるための気体の変化や動きを説明したりと児童の「伝えたい」を表現するために役立っていた。

授業の終盤には、実際に酸素 50%、二酸化炭素 50%の気体を作ってその中でろうそくの火がどうなるか演示実験を行った (資料 1 3)。友達の意見を聞いて「確かめたい」と強く思った児童たちは食い入るように実験の様子を見ていた。実験では 40 秒ほど燃え続け



資料 1 3 演示実験の様子

てからろうそくの火は消えた。その結果を見た児童たちは、「なんで 40 秒ぐらい燃えてから火が消えたのだろう?」と疑問に持ち、考察やもっと調べてみたいことを振り返りに書いていた。児童 A は、「予想通り、少したってから消えました。だけど、△ (二酸化炭素) が多くなったから消えたのかは分からないから、石灰水や (気体) 検知管みたいなやつを使えたら分かります。」と振り返っていた (資料 1 4)。



資料 1 4 児童 A の振り返り

さらに、モデル図を使って集気びんの中の気体変化も予想していて、目の前で起こった事象を確かめたい

という思いをもつことができた。

二項対立になるような発問をすることで、資料1 1のように子どもの思考にずれが生じ、考えを深めることができた。したがって、手立て④は有効だったと言える。

(4) 実験と考察を繰り返し探究していく児童たち

第7時以降、石灰水や気体検知管で気体の量を調べたり、燃焼前後の気体の変化を考察したりして気体の性質について理解を深めていった。児童Aの振り返りには、「最初は実験好きだし楽しそう。と思って楽しくやっていたけど、進んでいくうちにこれはこうだけどこれはこうだからと、どんどんどんどん探究して答えにたどりついたり逆に答えにたどりつかなかったりでもっとこの物の燃え方の課題をやりたいなと終わった瞬間に思いました。」と書いてあり、探究し続けることのおもしろさに気付くことができた。

4 研究の成果と今後の課題

(1) 研究の成果

本研究では、児童が今まで当たり前だと思っていて何となく見ていた現象の見方を変えてみたり、その仕組みを考えてみたりすると新たな発見が生まれることに気付き、自分の知らないことや分からないことを追究していくことが理科のおもしろさだと実感し、他者と関わり合いながら自ら探究できる授業を目指し、仮説をもとに実践をしてきた。本研究で明らかになったことは、次のとおりである。

【仮説1の検証】

- ・手立て①では、今までの経験ではすぐに解決できない事象と出会うことで、事象についての理由や根拠を考え、「解決したい」という気持ちを高めることができたようにした。第2時では、教師が児童の前で実験を行ったときの驚きの声や、「なんでだろう？」と疑問をもって実験を見る姿が見られた。P.3の資料3の児童Aの振り返りにも疑問が多く書かれていた。したがって、手立て①は有効だったと言える。
- ・手立て②では、児童の思考の流れを意識し、問題解決的な単元計画にした。第1時でじっくりとろうそくの火を観察して物が燃えるという現象を全員が経験してから、第2時に目に見えないものでろうそくの火を消すという不思議な事象を扱うことで、目の前で起こったことを解決したいという思いをもつことができた。第3時では、P.3の資料4の授業記録のように気体の性質に焦点を絞って問題解決を進めていくことができた。P.4の資料5の振り返りからも「解決したい」という思いをもたせることができた。したがって、手立て②は有効だったと言える。

【仮説2の検証】

- ・手立て③では、事象をモデル化して考えを整理させた。P.4の資料6の授業記録のように、図を使って考えたことを共有できるので自分の考えを伝えやすいと思わせることができた。また、P.4の資料7の児童Aのモデル図のように事象をモデル化することで新たな疑問が生まれたり、気体の割合に目を向けたりすることができた。したがって、手立て③は有効だったと言える。
- ・手立て④では、「伝えたい」「聴きたい」を引き出す発問を工夫した。P.4の資料8の児童Aの考えから学習課題を作り、二項対立になるような発問をした。P.5の資料10の授業記録のように、自分の意見を伝えたい、相手の考えを聴きたいという思いをもって関わり合いを行うことができた。したがって、手立て④は有効だったと言える。

(2) 今後の課題

第6時の関わり合いでは、教師の出や切り返し発問がうまくできなかったため、終盤に「ろうそくの火は酸素があれば燃えるが酸素が、火にあたるのは確率の問題なのでは？」という論点がずれた内容になってしまった。今回の場合は、関わり合いが停滞し、新しい情報を児童たちは欲している状態だったため、もう少し早く演示実験をするべきだった。

そこで、今後は児童が「伝えたい」「聴きたい」と思えるような発問を考えた上で、関わり合いながら児童の思考はどのように変化するのか、関わり合いが停滞したときの教師の出のタイミングはどうするべきかを考えて授業を考えていきたい。