

一人一人が意欲的に学び、科学的な見方や考え方を育てる理科授業の工夫

— 6年生「ものの燃え方と空気」の指導を通して —

今井厚志 (安城市立今池小学校)

長沼健 (愛知教育大学 理科教育講座)

(2007年10月31日受理)

Device for Science class to bring up Science view on 6th grade unit "Burn and air"

Atsushi IMAI (Imaie elementary school, Anjyo)

Takeshi NAGANUMA (Department of Science Education, Aichi University of Education)

要約 小学校6年理科「ものの燃え方と空気」の単元で、燃焼の現象を説明する場合、酸素という目に見えないものをどのようにイメージさせるかということで二つの方法の有効性を検証した。一つは一人一人がどのように考え変容していくかを座席表を用いて話し合いの基とし、また変容の記録として活用した。もう一つは個人のイメージを描画法によって、考えを整理させることに有効であった。

Keywords: ものの燃え方と空気, 描画法, 座席表の活用

1 はじめに

6年3組の児童は、活発で明るい雰囲気をもった集団で、日々の授業を前向きに取り組んでいる。理科の授業では、実験・観察を大変楽しみにしており、5年生でのインゲンマメの対照実験や流れる水による地面の浸食作用を調べる実験、水溶液の性質を調べる実験など、どれも現象を楽しみ、意欲的に取り組んできた。

しかし反面、これから行う実験の仮説を考えたり、実験結果から考察をしたりする場面では、意欲が続き、発言も少なくなり、授業が深まらないことが多かった。このことは、知らないことを考える楽しさを味わう経験が少ないためではないかと思われた。そこで、子どもたちの関心の高い体験活動を充実させるとともに、子どもの気づきを取り入れた授業を工夫することで、個々の子どもに考える意欲をもたせ、科学的な見方や考え方を育てたいと考え、本テーマ「一人一人が科学的な見方や考え方を育てる理科授業の工夫～6年生理科『ものの燃え方と空気』の指導を通して～」を設定した。

2 研究の計画と構想

(1) めざす子ども像

意欲的に学び、科学的な見方や考え方の育った子ども像を次のようにとらえた。

- ア 単元を通して意欲を持続し、ものの燃えるしくみを考える子ども
- イ 実験からわかったことを整理したり、新たな疑問を産み出したりする子ども
- ウ 実験結果や考察から事象を関連づけ、新たな気づきや疑問を生み出す子ども

(2) 研究の仮説

めざす子ども像にせまる児童を育成するため、次

のような研究の仮説を設定した。

ア 目的をはっきりさせた実験を重ねることで、子どもは考えながら実験をし、意欲を持続して学習に取り組めるであろう。

イ イメージを表現する場面で、図や文字などを選択して表現する場をつくることで、子どもなりの考えを明確にできるであろう。

ウ 子どもの考えを積極的に取り上げて授業を展開すれば、子どもは問題を自分のものとしてとらえ、考えを深めることができるであろう。

(3) 研究の手だて

先の仮説に対して、以下のような手だてを考えた。

ア 子どもの考えに沿った実験の実践

教科書にある実験を順番に進めていくだけでは、ややもすると子どもの思考に合わなかったり、理解が十分でなかったりすると考え、後述の子どもへの授業感想や授業中の発言等からつかんだ実態をもとに、子どもにとってタイムリーでわかりやすい実験を取り入れていこうと考えた。そうすることで、子どもたちの実験の目的意識がはっきりし、意欲も高まると期待した。

イ 自由表記でのイメージ記入

子どものイメージをとらえるために、本単元では授業感想として文章で書く形をとっているが、子どもが自分のイメージを正確に文章に表せない子どももいる。そこで、図や説明など、自分の表現しやすい形で考えを紙面に表す活動を通して、子どものイメージをつかみ、全体に生かせないかと考えた。

ウ 座席表を用いた全体授業の把握と授業構想

毎時間の授業の最後に授業感想を記入することとした。そしてそれを座席表にして個および、学

級全体の関心や疑問がどこにあるか, またその後の追究をどう組み立てるかを考えることにした。さらに, 必要に応じてその構想の一部を子どもに紹介し, 考えを広げる一助とした。

(4) 抽出児童による手だての有効性の検証

抽出児童として次の2名を挙げ, 手だての有効性を検証する。

ア M子のプロフィール

実験等の作業を意欲的に行い, 楽しんで活動できる。しかし反面, 自分で問題を見つけ, 追究する活動になると気持ちがのらない様子を見せる。文字をていねいに書き, まとめるのが上手である。

イ T男のプロフィール

指示されたことを聞き, 取り組む姿勢はあるが, グループでの実験では友達がリードするのを見ていることが多い。文章を書くことをあまり好まない。

(5) 単元の目標

単元の目標を次のように設定した。

ア ものが燃えるしくみに関心や疑問をもち, 意欲を持続させて追究しようとする。

イ ものが燃える現象を観察したり調べたりする中で, 燃えるものの様子や気体の量を関連づけて, 燃焼のしくみを予想できる。

ウ 目的をはっきりさせて, 安全に留意して実験できる。

エ 植物体が燃えるときは, 空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることが分かる。

(6) 指導計画

指導計画を下に示す。(資料1) その後子ども

ちの実態に応じて内容を変更していくこととした。

資料1: 指導計画

第1時…集気びんの中のろうそくの炎を観察しよう (実験)
第2時…ふたをしたとき, びんの中の炎がなぜ消えるかを考えよう (実験・話し合い)
第3時…底を切り取ったびんでろうそくの炎の燃える様子を調べよう (実験)
第4時…二酸化マンガンと過酸化水素水で酸素を発生させてみよう (実験)
第5時…これまでの学びをまとめよう
第6時…石灰水を使って二酸化炭素があるか調べよう (実験)
第7時…単元のまとめをしよう

3 研究の経過

(1) 集気びんの中のろうそくの炎を観察しよう

授業の導入部分なので, 子どもたちに自由に実験をさせることとした。火のついたろうそくを集気びんに入れ, ふたをして炎の様子を観察した。びんを観察していると, だんだんと炎が小さくなり, 最後には消えてしまった。しばらくすると, 炎が消えそうになったときにふたを開けて, 炎がもとに戻るかを調べる班が現れた。



資料2: 燃焼実験

この授業後に感想を書かしてみると, 資料3のようになった。感想全体から判断すると, ふたをする

資料3: ものの燃え方と空気 「集気びんの中のろうそくの炎を観察したときの様子」

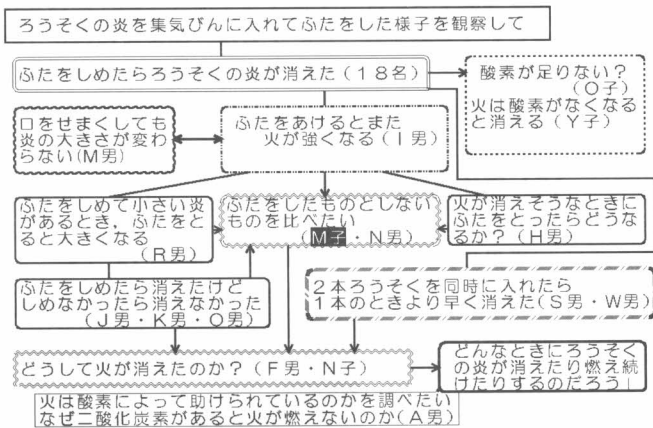
39 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	16 どうして火が消えたのか, ふたをしなくて調べたい。	34 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	11 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	29 (M子) ふたをしめたらろうそくの炎は消えなかった。	6 (無回答)	24 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	1 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。初めるとまだ火が燃え続ける。
21 どうして火が消えたのか。	17 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	35 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。どうして火が消えたのか。	12 ふたをしめたらろうそくの炎が小さくなり, 最後には消えてしまった。	30 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	7 ふたをしめたらろうそくの炎が小さくなり, 最後には消えてしまった。	25 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	2 空気を封鎖して(ふたをしめたら)火が燃えなくなる。
22 (欠席)	18 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	36 火を強くして同じく燃えさせる。	13 2本ろうそくを同時に入れたら, 1本のときより早く消えた。	31 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	8 ふたをしめたらろうそくの炎が小さくなり, 最後には消えてしまった。	26 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	3 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。ふたをあげたまま火を消した。炎が燃え続ける。
23 火は酸素によって助けられているのかを調べたい。なぜ酸素が必要だと火が燃え続けるのか。	19 ふたをしめたらろうそくの炎が小さくなり, 最後には消えてしまった。	37 ふたをしめたらろうそくの炎が小さくなり, 最後には消えてしまった。	14 (無回答)	32 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	9 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	27 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	4 口をせまくしても火の大きさは変わらない。
	20 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	38 火は酸素がなくなると消える。	15 2本ろうそくを同時に入れたら, 1本のときより早く消えた。	33 2本ろうそくを入れたら, 1つずつろうそくが消えた。	10 ふたをしめたらろうそくの炎が消えた。	28 火が消えてしまったのは, たぶん酸素が足りなかったから。	5 (T男) ふたをしめたらろうそくの炎が燃え続ける。

と消えたという気づきと、ふたをしめなければ消えないという考えがあったので、第2時の課題を「どんなときにろうそくの炎が消えたり燃えたりするのか」とした。これは、M子の「ふたをしたものとしなもの比べたい。」という思いも含めた展開となった。

(2) どんなときにろうそくの炎が消えたり燃えたりするのか

ろうそくの炎がつくとき、消えるときの条件を実験によって考える授業とした。集気びんは底を切り取ったものを使い、持ち上げられるようなものにした。授業の最初に授業感想をまとめた資料(資料4)を

資料4：ものの燃え方と空気 「第1時の授業から」



学級全体に提示し、友達がどのような疑問や気づきをもったかを紹介してから実験に入った。この表を分析してみると、ろうそくの炎がついたり消えたりする条件や、酸素の存在等についてふれられていることがわかった。子どもたちの考えを軸にして授業を進めるヒントを得ることができた。

はじめは第1時と同じように上のふたを開閉するだけであったが、集気びんを持ち上げて実験する班が現れ、下をあけるとずっと燃え続けることを見つけた。その様子を見ていたとなりの班をはじめ、ほとんどの班が同じ実験をした。その後の授業感想(資料5)を下に示す。ここでは炎が燃え続ける操作についての感想だけでなく、「酸素」「空気」というキーワードが出された。これは資料4を子どもたちに提示したことで、考えを深めた子どもが示している。

また大きい集気びんと小さいものとは、ろうそくの燃焼時間に違いがあることに気づいた記述もあったので、ろうそく燃焼中の空気の流れを確認する実験を行うことにした。ろうそくの燃焼についてM子は「空気がなくなって火が消える」と予想しており、T男は、ふたの操作の記述のみに終わっている。T男にとっては、前時と比較するとまだ思考の進歩が見られなかった。(酸素・二酸化炭素についてはあえて触れなかった。)

資料5：ものの燃え方と空気 「どんなときにろうそくの炎が消えたり燃えたりするのか」

39 ろうそくのまわりで手をたいて空気が送ったら、黒い煙が出てきた。火が消えるときはゆっくり消える。炎が燃え続けるときは大きくなる。	16 ふたを開いたら炎が消えた。酸素とふたを開けた状況と逆の状況に炎が燃え続けた。	34 ふたをとって集気びんをかき混ぜたりすると火の大きさが変わる。	11 ふたを開けて集気びんをかき混ぜたりすると、ふたを開けたままより長く燃えたり消えたりした。	29 全部ふたをするとうすぐ火が消える。半分だけだと火の境目は変わらな。隙間から空気が入ると、空気がなくなると火が消える。	6 10秒ふたをしめておくとうすぐ火が消える。ふたを7秒であけると火は消えそうになり、5秒くらいして火はささっと消えていく。	24 空気がなくなると消える。ふたを開けたら空気が上にある。	1 空気がなくなると消える。二酸化炭素がなくなると火が弱くなる。
21 なぜ消えそうになったのに、ふたを開けるとまた大きく燃えたのか?	17 ふたをしめたら炎が消える。やっぱり酸素は関係あるのか?	35 びんにふたをして、火が小さくなったとき、ふたをとったら変わらず火が燃え続けた。消えたのは、空気が入らなくなったからだと聞く。	12 下をあけるとふたを閉めると早く消える。半分だとちよっと長く燃える。	30 ふたをしめて底を上げたら、ふたを少し開けると火が燃え続ける。ふたを閉めると早く消える。	7 ふたをしてそのままだとすぐに炎が消える。半分あけたときはええ、ふたを戻したら炎が燃え続けた。	(欠席)	2 二酸化炭素がびんの中で密封されて、すぐに火が弱まったけど、すぐにあけたら元に戻った。
(欠席)	18 ふたをしめると、火が強くなり、あけると元に戻る。	36 ふたを少しあけてやったら火が消えそうになったから、すぐにふたを開いたら火は消えた。少しでも開いたら酸素が少なくなるのか?	13 小さい方のびんは、1-1秒で消えた。大きい方の炎が長く燃え続けた。	31 上をしめて下をあけたら2-2秒で消えた。上のふたを半分あけたら、上の実験より早く火が消えた。	8 ふたを半分あけたら消えなかつたら、すぐに閉めた。	26 ふたをしめたら右側で火が消えた。火が消えそうになってふたをとったら消えなくなつた。	3 しめると火が消える。酸素・二酸化炭素があると消えなくなつた。
23 酸素がなければ火は燃えない。火は燃えるときは二酸化炭素を出す。二酸化炭素では火は燃えない。	19 火が消えるときは、しばらくふたを開けておくと、火が燃え続ける。半分以上ふたを閉めると、火は燃えなくなる。	37 ふたを少しあけて火が消えかけた。ふたを開いたら火がまたついての繰り返しをして、最後は火は燃えていた。酸素がうまく吸収できなくなつた。	14 (無回答)	32 大きいびんと小さいびんを比べて、小さい方が早く消えた。	9 消え始めるとふたをとったらろうそくが消えなかつた。半分しめても消えなかつた。	27 ふたをしめるときに火が消えて、ふたをしていないときは火が消えない。	4 口をすぐせまくすれば消えていく。火が消える直前でふたをとったらまた燃え始めた。
20 酸素がないと火は燃えない。ふたをあけると酸素が入ると火が燃える。	20 酸素がないと火は燃えない。ふたをあけると酸素が入ると火が燃える。	38 空気を送ると炎が少なくなると、空気が送ると大きくなるのか?	15 ろうそく2本でやったら4秒で消えた。1本の場合は18秒で消えた。ふたをしめると火が消える。しないときと長持ちする。	33 大きい集気びんと小さい集気びんを比べて、大きい方が早く消えた。	10 ふたをしめて集気びんを持ち上げて、下をあけたら長く燃えた。ふたを半分あけて下をあけたら消えなかつた。火はどうしたら燃えるのか?	28 ふたをするとき必ず消える。ふたを半分あけたらそのまま、消える瞬間にふたを閉めると火がつく。	5 ふたをしめたら火が消える。ふたをちよっと浮かせても火が消えた。

・火が消えそうなきにふたを開けると火がもともどる
 ・上のふたをしめて下をあけたら長持ちした
 ・下のふたを半分開けて下をあけたらすぐに燃えた
 ・酸素・空気との関係の指摘
 ・大きい集気びんより小さいのより長持ちした

(3) 空気の動きを見てみよう

線香の煙を使って, ろうそくの燃焼の際に空気がどう動くかを調べる実験を行った。集気びんの外に線香の火をおくと, 中へ吸い上げられ, 上から出ていく様子が観察され, 子どもたちから驚きの声が上がった。(資料6)

資料6: 煙で空気の流れを見る



(写真あり)

この授業後の子どもたちの感想を見てみると, 大半の子どもが「煙が中へ入って出ていく」という煙の動きについての記述をしていた。またわずか4名が, 空気の流れに関わる気づきをしたのみであった。全体的には, 線香の煙の動きと空気の供給が, イメージとしてつながっていないと判断したので, 第4時に話し合いの場を設定することにした。

(4) 空気の流れるろうそくの炎の関係を考えよう

集気びんとろうそく, 線香のモデル図を板書し, 煙の流れがどのようになっているかを確認し, 空気が入れ替わっているという事実を学級で共有した。その後, ろうそくの燃焼時に空気がどんなはたらきをするかを予想し合った。その中で「空気がろうそくに近づいていること」と「空気が入れ替わっていること」という意見が大半を占めた。

授業の最後に, 空気の中に酸素という気体がある

ことを紹介した。集気びんに酸素スプレーを集め, ろうそくの炎や線香の火を入れる演示実験をした。線香の火が明るくなり, ぽっと炎がついたときは驚きの反応があり, その現象に大いに興味をもったようであった。授業感想は下の資料7のようであった。

M子は, 演示実験の様子を観察し, 酸素をかけたときの炎の大きさの変化に気づくことができた。ここではその変化を「炎の質」ととらえている。T男はその変化とともに, 二酸化炭素を炎に加えてみるという考えをもった。この段階では, 授業で二酸化炭素にまだふれていないが, 酸素と異質なものと比較したいという考えをもつことができた。

次の授業は, 過酸化水素水と二酸化マンガンを酸素を発生させ, その中でろうそくの炎の変化を見るという実験を行った。T男は, 授業後に再び「酸素があるところに違う物質を入れたらどうなるか」と考えた。前時の疑問を自分の問題として頭に残っているようであった。

(5) 気体検知管を使った気体の濃度測定から燃焼を考えよう

T男の疑問に関連させて, 燃焼前後の酸素・二酸化炭素の気体の量を測定する実験を行うこととした。気体検知管を用いて

資料8: 実験のようす



(写真あり)

資料7: ものの燃え方と空気 「空気の流れるろうそくの炎の関係」

39 新しい空気も必要 ということがあった。 煙が空気をすっ たり燃え続けたり…	16 酸素が入っている びんへ火をつけた 線香は, 半分くらい 燃え続けたりするが, 燃え止まったりする。	34 炎は酸素が必要だ とわかった。空気の 流れは線香の煙で調 べることができる とわかった。	11 酸素はろうそくの 炎を燃やして, ろうそ くは空気中にある酸 素で燃える。これか らば炎と酸素と二酸 化炭素の関係を探 べたい。	29 酸素をろうそくの 炎にかけることで 燃え続ける。たぶん 炎には酸素が必要だ と思う。	6 びんの中に酸素を入 れて, その中に線香 を入れた。線香に火が ついた。すごいと思 った。	24 ろうそくが燃える ためには酸素が必 要。酸素が入った集 気びんに線香を入 れたら, 線香に火が ついた。	1 線香に1回火をつ けたら, マッチがい なくなる。
21 酸素がないと火が つかないということ と, 火は新しい空気 が必要だということ がわかった。	17 ろうそくの炎が長 く燃え続けるには空 気が必要。	35 酸素がなければ火 がつかないことがわ かりました。酸素の 量は少ないと燃え ませんでした。新しい空 気が必要だとわかり ました。	12 酸素がないと炎も 人間と同じで生きて いけない。二酸化炭 素は少なくなると消 える。酸素をすっ と入れたら炎がど うなるかな?	30 ろうそくの炎は新 しい空気が入ると燃 え続けた。酸素を集 気びんの中に入れて みると, 炎の明るさ がなくなり, 線香に 火がつかない。	7 酸素を集気びんの中 に閉じこめて, ろうそ くが燃え続けると, 炎 がなくなり, 線香に 火がつかない。炎 は酸素を燃やしている と燃える。	25 酸素を入れると線 香の燃え方が変わ る。燃え方が強 くなる。	2 (無回答)
22 空気とろうそくの 関係がよくわかった。	18 火がついていると きに線香の煙を入れ ると, そのまじりか ら火が消えてから 上へ上がった。	36 新しい空気が入 ると, ろうそくの 炎が燃え止まらな い。新しい空気と 酸素の関係をもっ とよく知りたい。	13 紙に酸素を入れて 炎をつけてどうな るか。酸素はそんな にすごいものだと 思いませんでした。	31 新しい空気が必要 と, 酸素を入れてみ ると, 燃え方が強 くなる。二酸化炭素 をどうなるのかな?	8 線香に酸素をつけ ると, 線香の先に火 がついた。	26 O ₂ をびんの中 に入れて, 線香を入 れたら, 燃え方が 強くなる。燃え 方が強くなる。	3 線香を酸素に入れ ると, 燃え方が強 くなる。
23 H ₂ があることによ り線香に再び火がつ いた。新しい空気 が入ると燃え続け る。	19 酸素という空気が 多いほど燃え方が 大きい。	37 酸素を入れたら, 線香の先に火が ついた。	14 炎が空気を吸 う。	32 空気がないと炎は 燃えない? 酸素が 燃えている?	9 酸素と線香を閉じ たビーカーに入れて 燃やした。新しい空 気が必要。	27 ずっと酸素を入 れておくのと燃や すのとどちらが いいかな?	4 線香を1回火をつ けたら, マッチは 燃え止まらな い。
	20 ろうそくは空気が ないと燃え続けま せん。空気がないと 燃え続けます。酸素 が入ると燃え方が 強くなる。	38 酸素の多いと燃 える。炎の熱が増 える。うらやまを 燃やしたら, 同じ ように炎の熱は増 えるかな?	15 びんの中に酸素 を入れて, その中に 線香の先端部分を 入れて, 線香の 先に火がつかない。	33 なぜ酸素は人間 が呼吸するだけで 燃やさない? 酸素 の方が火が つかないかな?	10 新しい空気がない と燃え続けられない (酸素)	28 酸素をろうそく にかけると, 燃 やさない。燃や す。それと線香 には火がつく。	5 酸素を入れたら 燃え方が強くなる。 二酸化炭素を入 れたら燃え方が 弱くなる。

「(燃焼には) 新しい空気が必要」という記述
 「(燃焼には) 酸素が必要」「酸素を入れてみると明るさが増したり燃えたりする」「酸素を入れると, 線香に火がついた」という記述
 「酸素はろうそくの炎を燃やして」の記述
 「ずっと酸素を入れて続けると, 炎はどうなるかな?」「酸素を入れたらびんへ火をつけた線香は半分くらい燃え続けたりする?」「炎は酸素が火が強くなるかな?」

空気中の酸素・二酸化炭素の量を測定しておき、集気びんの中でろうそくを燃焼させて炎が消えた後の酸素・二酸化炭素を測定する。実験後にそのデータを比較し、考察をする取り組みである。(資料8)

実験の結果は、

資料9：実験結果

8つのグループの平均をとってみると、右のようになった。(資料9)

	酸素	二酸化炭素
燃焼前	21%	0.1%
燃焼後	17%	3%

上の結果から、考えられることを記入するよう指示し、授業感想を書いた。子どもたちの考えは下の資料10のようであった。

この感想を見てみると、4つの観点に大きく分けられた。一つ目は、「気体検知管のデータの変化から、酸素が減少し、二酸化炭素が増える」こと。二つ目は、「燃焼によって酸素が減り、二酸化炭素が増える」こと。三つ目は、空気中の酸素・二酸化炭素と比較をして増減を考えたこと、そして四つ目は、「炎が消えても酸素が残っている」ことである。

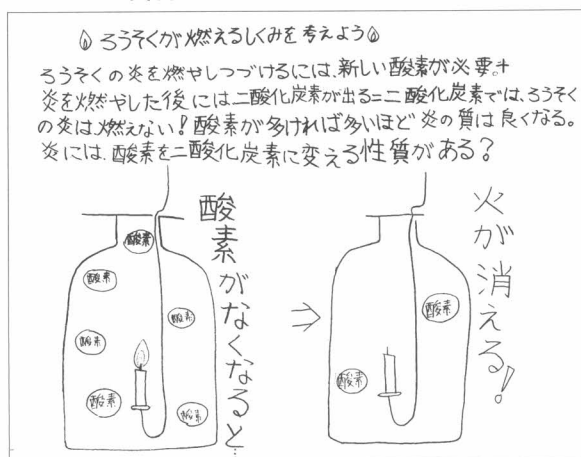
M子をはじめ、大半は燃焼によって酸素が減少し、二酸化炭素が増えることに気づいた。そして特に燃焼によって二酸化炭素が発生していると予想している。T男は、空気中の酸素・二酸化炭素の量を比較し、酸素と二酸化炭素の増減を両方ともとらえている。おさえとしてはもう一步であるが、燃焼による2つの気体の交換にかかわる気づきができていることがわかった。

一方Y子はもう一步深く考えており、「びんの中の酸素は17%もあるのに、炎が消えてしまった。」という気づきを述べた。この段階では、ほとんどの子どもたちは、気体の増減を事実としてつかんでいるが、燃焼によって酸素が使用されることや、酸素が残っていても炎が続かないことについては理解があいまいだろうと判断した。そこで、これまでの学びから、燃焼について一人一人がどのようなプロセスになっているかを整理することにした。

(6) ろうそくの燃えるしくみを考えよう

ここまでの実験をまとめ、燃焼のしくみを整理するため、用紙に自分の考えを自由表記で書く活動を行った。M子、T男、Y子の例をそれぞれ資料11、12、13に示す。

資料11：M子のイメージ



資料10：ものの燃え方と空気 「ろうそくの燃える前後の変化を調べる」

39 もちろん空気中の 方が少ないと思った。	16 なぜ空気中の二酸化炭素が、ろうそくを燃やした後に、びんの中の二酸化炭素が増えたのか? 空気中の酸素は、ろうそくを燃やした後に、びんの中の酸素が減ったのか?	34 ろうそくの燃える前は酸素が多く、二酸化炭素が少なかった。	11 炎は酸素を使い、二酸化炭素を作るといことがわかった。	29 M子 燃やした後は酸素は減って二酸化炭素が増える。炎を燃やすと二酸化炭素が出てくる?	6 気体検知管に空気を測る方をさしてびんの中の空気を調べると色が変化してすこかった。	24 ろうそくを燃やす前は酸素の量が多い。ろうそくを燃やした後は二酸化炭素が多い。ろうそくの火は人間のよう酸素を吸って、二酸化炭素を出す。	1 二酸化炭素と空気中の酸素の濃度が変える。
21 なぜ空気中の酸素と二酸化炭素は違うのか?	17 空気中の二酸化炭素より二酸化炭素の方が多くなる。酸素と二酸化炭素の量の差がある。	35 (欠席)	12 酸素や二酸化炭素はどれくらい多いのか、どれくらい少ないのか?	30 酸素は空気中の方が多く、二酸化炭素は少ない。燃やした後は酸素が少なくなった。	7 ろうそくの燃える前よりも後の方が、酸素が残り、二酸化炭素が増えた。炎を燃やすと炎には酸素を燃やしている。	25 気体検知管にはどんな薬品がついているのか?	2 火が消えてから空気を測ったら、火をつける前より減っていた。
22 ろうそくの燃える前後がすこく%の差が大きかった。	18 火をつける前は酸素が多く二酸化炭素が少なかった。火をつけた後は、酸素が減り、二酸化炭素が増えた。	36 酸素はびんの中の二酸化炭素は少ない。燃やした後は、二酸化炭素が増えた。	13 (二酸化炭素が) 0.1%なんであるとは思いませんでした。	31 酸素より二酸化炭素の方が少ない。空気中よりびんの中の二酸化炭素が多い。	8 (無回答)	26 二酸化炭素は0.3%で酸素は21%だった。なぜ二酸化炭素の方が少ないのか?	3 火をつけた方が酸素が少なかった。空気中の二酸化炭素が、びんの中の二酸化炭素が多くなった。
23 二酸化炭素が増えるということは、この実験は地球によく似ている。酸素が減るが、二酸化炭素が増える。	19 空気中の酸素はろうそくを燃やした後に減っている。空気中の二酸化炭素はろうそくを燃やした後に増えていく。	37 酸素は減って、二酸化炭素は増えた。びんの中の酸素は17%もあるのに炎が消えてしまった。酸素・二酸化炭素は何%で炎は燃えるのか。	14 酸素が多い。	32 空気中の酸素が少し残り、逆にびんの中の二酸化炭素が増えている。	9 火をつけると酸素が減るが、二酸化炭素が増える。	27 空気中の酸素とびんの中の酸素では、燃やした後は酸素が残り、二酸化炭素が増える。	4 ガラスが曇りにおられるとは知らなかった。砂みたいなのが色が変わるのが不思議。
	20 空気中の酸素が21%、びんの中が17%。燃やした後に、酸素が少なくなった。	38 酸素は燃やした後の方が少ない。二酸化炭素が増えた。炎は酸素を二酸化炭素に変えているのか?	15 空気中の酸素よりびんの中の酸素の方が少ない。でも空気中の二酸化炭素よりびんの中の二酸化炭素の方が少ない。	33 酸素の方が多。火を消した後に二酸化炭素の方が多。燃やした後は、酸素が少なくなった。	10 燃やした後の方が二酸化炭素が多く、酸素が少なくなっている。	28 燃える前より燃やした後の方が、酸素が残り、二酸化炭素が増える。	5 T男 空気中の酸素とびんの中の酸素では、燃やした後は酸素が残り、二酸化炭素は、びんの中の方が空気中より多い。

・燃焼によって、酸素が使われ、二酸化炭素をつくる
 ・燃焼前後の酸素・二酸化炭素の増減を調べる
 ・空気中の酸素・二酸化炭素と二酸化炭素を比較している
 ・酸素が減っていることに気づいている

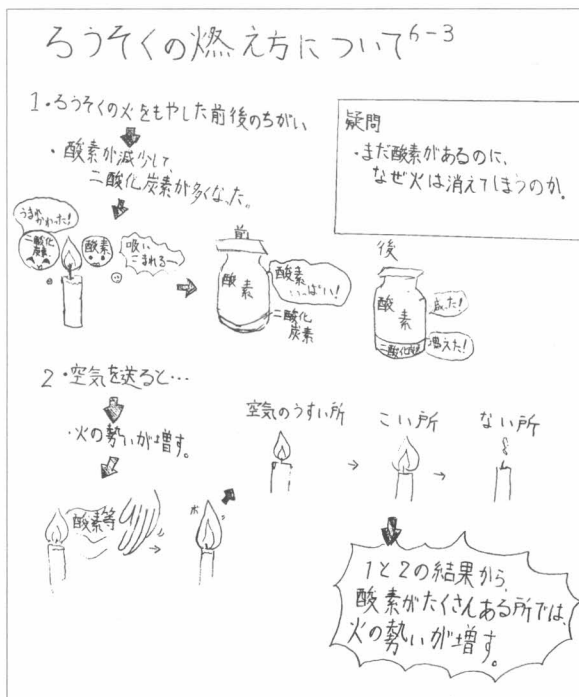
M子は, 集気びんの中の図と文章で表現していた。文章には書かれていないが, 図の中に, 火が消えた後に酸素が残っているというイメージを描くことができた。発言やつぶやきはなかったが, 頭の中に酸素が残っているというイメージをもっていることがわかった。

資料12: T男のイメージ



T男は, 酸素が入ってくることで燃え続けること, また酸素が取り込めなくなると, 炎が消えてしまうことを図とともに説明した。酸素が残っていても火が消えるという認識はなかったが, ろうそくの燃焼と酸素の関係をおおむね整理できたようである。

資料13: Y子のイメージ



Y子は疑問として, 「酸素があるのになぜ火が消えるのか」をもっている。図からすると, 燃焼後のようすにその疑問が表現されている。しかし, 下部の図では, 空気の「ない所」で炎が消えたと表現している。あいまいな表現はあるものの, 酸素が残っているというイメージをもっていることがわかった。図や文章で自由に表現するという取り組みにより, 多くの子どもたちが, 自分の考えを楽しんで整理しているように感じられた。

その後のまとめの話し合いで, M子やY子の図を全体に紹介し, 酸素が残っていても, 少なくなればろうそくの炎が消えてしまうことや, 燃焼によって酸素が二酸化炭素にかわっていくことを解説した。M子やY子の記述を取り上げてまとめることで, 2人の学習意欲がさらに高まった。

4 研究の考察

(1) 目的をはっきりさせた実験を重ねることで, 子どもは考えて実験し, 意欲を持続して取り組めたか。

集気びんの中のろうそくが消えたりついたりする条件を考える実験や, 線香の煙を使って空気の動きを調べる実験, 気体検知管を使った気体の酸素・二酸化炭素の濃度測定の実験などは, どれもそれまでの子どもの意見を中心にすえた展開の中で行われた実験であった。授業のはじめに資料4の意見を集約した用紙を提示したり, 具体的に子どもの意見を紹介してから実験に入ったりしたことで, どの班も目的を見失うことなく実験に取り組むことができた。さらに, 発問の仕方を子どもの言葉を使ったものにしたことで, 学習内容の理解に深まりがあった。以上のことから, 仮説アは, 有効であったと考えられる。

(2) イメージを表現する場面で, 図や文字などを選択して表現する場を作ることで, 子どもなりの考えを明確にできたか。

ろうそくの燃焼実験を実験してから, 自分の考えを整理するために, 自由な表記法でまとめる活動を行ったところ, M子, T男, Y子をはじめ, ほとんどの子どもたちが略図と解説文を使って, 自分のイメージを表現することができていた。中には, 目に見えない酸素や二酸化炭素の粒(分子)を描き, 燃焼後も酸素が残っているイメージをもつことができたM子のように, いろんな描き方をして考えを整理できた。さらに, 「酸素が残っている」という考えを全体に広め, 燃焼のプロセスの理解をさらに深めることができた。以上のことから, 仮説イは有効であったと考えられる。

(3) 子どもの考えを積極的に取り上げて授業を展開すれば、子どもは問題を自分のものとしてとらえ、考えを深めることができたか。

今回は座席表を使って子どもたち全体の考えを集約し、関心の方向や疑問がどこにあるかをつかみながら授業を展開した。実際に授業を展開した流れをまとめてみると、下のようになる。(資料14)

資料14：実際の授業の流れ

- 第1時…集気びんの中のろうそくの炎を観察しよう (実験)
- 第2時…どんなときにろうそくの炎が燃えたり消えたりするのか (実験・話し合い)
- 第3時…空気の動きを見てみよう (実験)
- 第4時…空気の流れとろうそくの炎の関係を考えよう (話し合い・演示実験)
- 第5時…過酸化水素水と二酸化マンガンで酸素を発生させよう (実験)
- 第6時…気体検知管を使った気体の濃度測定から、燃焼を考えよう (実験・話し合い)
- 第7時…ろうそくの燃えるしくみを考えよう (個人記入・話し合い)
- 第8時…単元のまとめをしよう

教科書の流れに近い形ではあったが、子どもの考えを集約し、子どもの言葉を活用し、段階をふんで展開していったことで、実験内容の理解や、学びの深まりが座席表の意見からも読み取れる。またその結果、子どもの燃焼についての認識がはっきりしないところを見いだしたことで、個人の用紙まとめや話し合いもタイムリーに展開できた。以上のことから、仮説ウは有効であると考えられる。

5 今後の課題

今後の課題としては、授業中の子どもをつぶやきや話し合いを記録し、授業に生かす取り組みをすることで、さらに個の考えを全体に反映させることが挙げられる。また座席表にある考えをすべて適時に取り出したとはいえない。たくさんの子の考えを生かしながら、今後も子どもの考えに耳を傾け、共に学ぶ姿勢をもって授業を工夫していきたいと考えている。

本論文は、今井が平成19年度安城市教育委員会からの派遣研究生として、長沼教授の指導を受けて実践をまとめたものである。