

未来の創り手に求められる資質・能力を育成する授業に関する研究
－第４学年「物の体積と温度」での実践を通して－

鹿児島市立谷山小学校
教諭 豊 重 順 一

1 単元の概要

(1) 単元名 「物の体積と温度」（全 7 時間）

(2) 単元について

本内容は、基本的な概念の「粒子」のうちの「粒子のもつエネルギー」に関わるものである。金属、水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの、それらの体積の変化を調べる。これらの活動を通して、温度の変化と金属、水及び空気の温まり方や体積の変化とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについて理解を図り、金属、水及び空気の性質についての見方や考え方をもちつことができるようにすることがねらいである。

児童は、前単元において、閉じ込めた空気を圧すと体積が小さくなるが、水は空気と違って圧しても体積が変わらないことを理解している。本内容では、空気、水及び金属を温めたり冷やしたりしたときの体積の変化に着目して、金属、水及び空気の温度変化に伴う体積の変化を調べる。これらの活動を通して、金属、水及び空気の性質について、既習の内容や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想し表現するとともに金属、水及び空気は温度によって体積が変わることを捉えさせる。また、学校周辺の市電やＪＲの鉄道のレールの伸縮や電線の垂れ具合について取り上げることで、日常生活との関連を図る。

(3) 児童の実態（調査人数40人、質問紙法）

ア 興味や関心について

本学級の児童は、空気や水の性質に関して、閉じ込めた空気を圧すと体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなることや、水は押し縮められないことを学習している。二学期初めに行ったアンケート調査の結果、「理科の学習が好き」と答えた児童は68%おり、理科学習への興味・関心はやや高いことが分かる。ただし、32%の児童は、「覚えられない」や「難しい」といった理由で苦手としている。普段、課題をみんなで話し合って考えることが好きな児童が多いので、協力して活動することを通して、児童の理解を深めていきたい。

イ 本単元の内容について

内容	質問事項	回答及び割合
水	暑い車内にペットボトルを置きっぱなしにしていると、ペットボトルはどうなるか。	・容器がふくらむ(0%) ・お湯になる(55%) ・水が蒸発して減る(3.5%) ・その他(41.5%)
空気	へこんだピンポン玉を元に戻すにはどんな方法があるか。	・手で圧す(7%) ・空気を入れる(12.5%) ・冷たいところにおく(10%) ・無回答(70.5%)
金属	鉄や銅などの金属は、温められると変化するだろうか。また、そのような変化を見たことがあるか。	・とける(60%) ・わからない(30%) ・その他(10%)

温度によるペットボトルの変化を見たり、へこんだピンポン玉を温めて戻したりという経験が少ない。そこで、前単元の既習事項や身近な生活場面と関連付けて学習を進めることによって、課題をもち、予想を立て、実験結果から考察を行い、金属、水及び空気の性質の違いを見いだしていきたい。

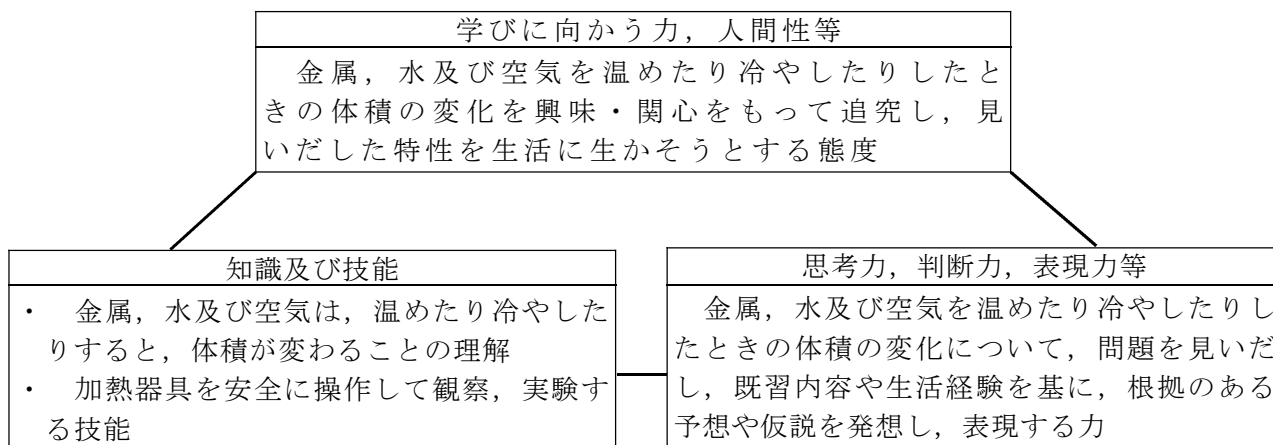
2 単元の目標（※現行学習指導要領下での指導案のため，4観点で記載している。）

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
金属，水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの現象に興味・関心をもち，進んでそれらの性質を調べようとする。	金属，水及び空気の体積変化の様子と温度変化を関係付けて，それらについて予想したり，予想したことを表現したりすることができる。	金属，水及び空気の体積変化の様子を調べ，その過程や結果を記録することができる。	金属，水及び空気は，温めたり冷やしたりすると，その体積が変わることを理解することができる。

3 単元の学習内容のつながり

小4年	中1年	中2年
金属，水，空気と温度 - 温度と体積の変化 - 温まり方の違い - 水の三態変化	状態変化 - 状態変化と熱 - 物質の融点と沸点	化学変化 - 化学変化 - 化学変化における酸化と還元 - 化学変化と熱

4 単元全体で育成したい資質・能力



5 単元の指導計画（7時間配当 本時第1時）

時	主な学習内容	科学的に問題解決する児童の姿	育成したい資質・能力			評価規準
			知識及び技能	思考力，判断力，表現力等	学びに向かう力，人間性等	
1	栓をしたフラスコや試験管を温めて，栓を飛ばしたり，せっけん水をふくらませたりして気付いたことを話し合う。 （本 時）	A－①			○	・ フラスコの栓が飛んだり，せっけん水が膨らんだりする現象に興味・関心をもち，フラスコや試験管の中で起きている現象を進んで調べようとしている。
		B－①	○	○		・ 空気を温めたり冷やしたりしたときの現象から問題を見だし，温度による体積の変化について課題を設定できる。
		D－①		○		・ 温めたときと冷やしたときの関係性について調べる方法を発想し，仮説を立てることができる。
		G－③		○		・ 空気の温度が高くなると，容器の中の体積が大きくなることを説明することができる。

2	閉じこめた空気を温めたり冷やしたりして、気付いたことを基に学習問題をつくる。	B－②	○	○	・ ペットボトルや試験管を温めたり冷やしたりしたときの内の空気の様子を考え、自分の考えを文や絵や図で表したり、友達に伝えたりしている。	
3	空気を温めたり冷やしたりして、体積の変化を調べる実験方法を考える。	D－②		○	・ 空気の体積変化について自分なりの考えをもち、その考えを検証するための実験を考えている。	
4	温度による空気の体積の変化について実験を行い、結果を基に考察を行う。	F－①		○	・ ピストンの動きから、閉じ込められた空気の体積変化を温度と関係付けて考え、自分の考えを文や絵、図で表したり、友達と意見を交流したりしている。	
5	水を温めたり冷やしたりして、体積の変化を調べる。	E－① F－①	○	○	○	・ フラスコの中の水を温めたり冷やしたりしたときの現象に関心をもち、注意深く水の体積変化の様子を実験で確かめ、友達と考えを交流しながら水の性質を調べている。
6	金属を温めたり冷やしたりして、体積の変化を調べる。	F－①		○		・ 金属球を温めたり冷やしたりしたときの現象に関心をもち、注意深く金属の体積変化の様子を実験で確かめ、友達と考えを交流しながら、金属の性質を調べている。
7	空気、水、金属の体積変化と温度との関係について、日常生活で見られる現象を見直し、本単元をまとめる。	G－③	○		○	・ 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わることと、この三つの中で空気の体積変化が最も大きいことを理解している。

6 「判断基準」の設定 (※「判断基準」とは、思考力、判断力、表現力等の育成を意図的に図るために当センターが提唱しているものである。)

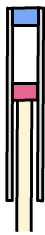
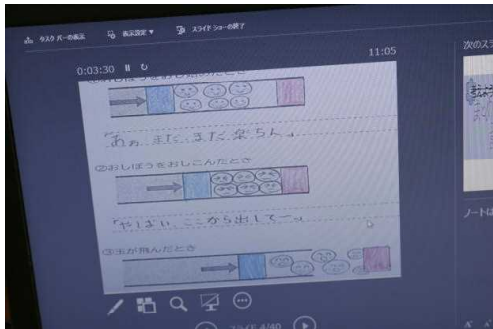
評価規準（科学的な思考・表現）		
空気を温めたときの現象を、元の状態と比較しながら問題を見だし、差異点や共通点を捉え、問題を解決している。		
評価の場面及び評価の対象(思考・判断に基づく表現内容)		
発表の場面，児童の説明場面やノートへの記入で評価する。		
尺度	判断基準	予想される表現例
B	空気は、温度の変化によって、体積が変わることを表現することができる。	空気は、温められると、大きさが変わる。 空気は温められると上に上がる。
A	〔判断基準Bに加えて〕 空気の体積変化の様子と温度を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、結果を基に表現することができる。空気は、温めると体積は大きくなることを理解できる。	
C 状況の児童への補充指導		B 状況の児童への深化指導
前単元で行った空気鉄砲の中と、本時の実験で使用した容器に共通する「空気の体積」について意識させることによって、温度変化と体積変化を関係付けられるようにする。		空気の性質に重点化するように、試験管を横にしたり下にしたりして、温められた空気が容器全体に膨らむことを捉えさせる。

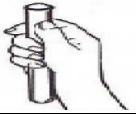
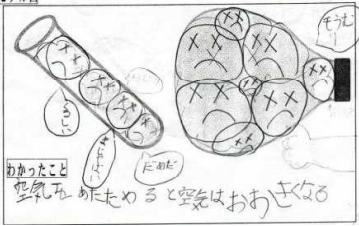
7 検証授業の実際（1／7時間）

(1) 目標

- ア ガラス器具などを安全に操作し、空気の体積の変化を調べることができる。
- イ 空気の体積変化の様子と温度を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現することができる。
- ウ 閉じこめた空気を温める実験に興味をもち、実験を意欲的に行い、温度による空気の体積の変化について、考えることができる。

(2) 本時の実際

過程	時間	学習活動・内容	主体的・対話的で深い学びにつながる学習の工夫
つかむ	5分	1 前単元の復習を行う。 空気鉄砲の実験を行い、空気は力を加えられると体積が変化することを確認する。   2 栓をしたフラスコを温めると、栓が飛ぶ実験を観察する。   3 本時の学習課題を確認する。 温度によって、体積はどのように変わるのだろうか。	・ 力を加えることで、中の空気が縮んで体積が小さくなり、押し返す力が大きくなって、玉が飛んだことを振り返らせた。 【重点化：A—①】 ・ フラスコの中の空気の存在と空気を閉じこめた状態で実験していることを押さえた。 【重点化：B—①】 ・ 力を加えていないのに、どうして栓が飛んだのか問題意識が高まり、温度が関係していることに焦点化することができた。
見通す	5分	4 予想や仮説を考え、グループで話し合い、発表する。 ・ 温められて空気の体積が大きくなる。 ・ 空気は温度によって、伸びたり、膨らんだりする。 ・ 空気鉄砲と同じように、空気が縮む。 ・ 温められた空気が押す。 	【重点化：D—①】 ・ 前単元で考えたモデル図を振り返りながら、ワークシートにフラスコの中の空気の様子をモデル図、または、文で表現させた。  ・ グループごとに予想を話し合った後、発表させ、同じ考えや違う考えがあることを確かめた。

調べる（確かめる）	15分	5 温められた空気は膨らんだり大きくなったりするのを確かめるために、実験する。 ア 試験管の口にせっけん水の膜をはり，試験管を手で軽くにぎって，温める。  イ マヨネーズの空き容器を少しへこませてふたをし，湯に入れて温める。   【アの実験の様子】  【イの実験の様子】	・ 体積の変化が分かるもの，温める材料などを準備し，確認させた。 ・ 熱湯で火傷をしないように，立って実験させた。 ・ アの実験で，試験管をいろいろな角度にして調べることで，膨らんでいることを実感させた。 ・ お湯から出し，しばらくすると，膜や容器が元に戻ることに着目させた。
練り上げる	12分	6 ワークシートに実験の結果を図で記入する。 モデル図  7 複数の実験の結果から本時の課題に対する結論を考える。 ・ 空気は温められると体積が増える。 ・ 空気の体積は温度が上がると大きくなる。	【重点化：G－③】 ・ 児童のモデル図を類型化するために，意図的指名を行った。 ・ 友達の考えと比較しながら，聞くようにする。 ・ 結果を基に，予想との相違点について考えさせた。
まとめる	5分	8 空気の体積と温度について実験結果をまとめる。 空気を温めると，空気の体積が大きくなる。	・ 容器の中の空気を温めたときの様子について，言葉で説明できるように書かせ，発表させた。 ・ 湯から出すと膜がすぐしぼんだり，水に入れると膜が小さくなったりすることも取り上げ，冷やすという観点からも考えさせた。
深める	3分	9 ヘこんで弾まなくなったソフトテニスボールをお湯に入れる補足実験を観察する。（ソフトテニスボールの実験） 	・ 次時に，空気の温度の変化と体積の変化との関係や特徴について考えることを伝えた。 

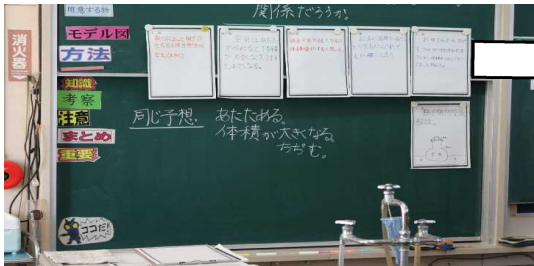
8 成果と課題

(1) 成果

前単元で、閉じ込められた空気や水に力を加えると、空気は押し縮めることができ、体積が小さくなるが、水は体積が変わらないことを学習している。この既習内容と関連付けて考えるような学習を展開することで、以下のような成果があった。

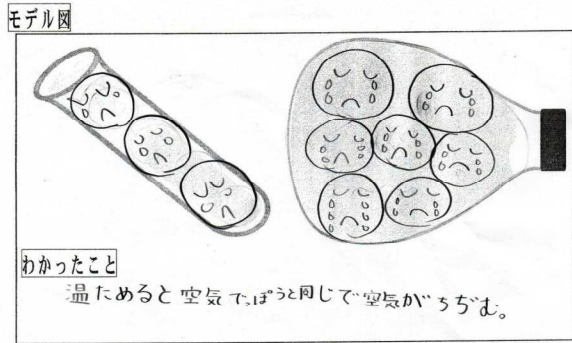
- 前単元の力を加えて玉を飛ばした空気鉄砲と、本単元の熱を加えて栓を飛ばす演示実験を比較させることにより、空気の温度変化と体積の関係について、問題意識をもたせることができた。
- 既習内容と関連付けて、根拠をもった予想や仮説を立てることができた。
- 前単元と同様に、試験管やフラスコ内の空気をモデル図でかかせたことで、まとめでは、空気は温度によって体積が変わることをつかむことができた。

【児童の具体的な変容】



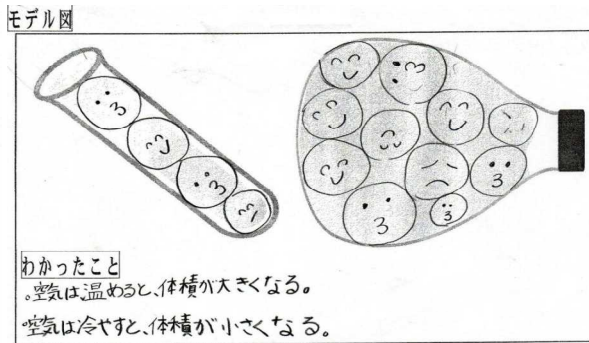
【児童の予想や仮説】

予想
おゆからでるゆげ
でフラスコの中の空気があ
たたまり、体積がちぢんできつ
くなって飛んだ。



【A児の結果と考察】

わかったこと
温めると空気ではぶと同じで空気がうちむ。



【B児の結果と考察】

わかったこと
。空気は温めると、体積が大きくなる。
空気は冷めると、体積が小さくなる。

(2) 課題

- 一単位時間内に、活動する時間とグループで話し合う時間を計画的に設定することが必要である。
- グループ内で予想を検討する際、一部の児童の考えに流れていかないように、記入した各自の考えを類推したり分別したりする活動を取り入れ、考えを類型化させる必要がある。
- 前単元の「空気の性質」と関連させて、学習を計画した。体積変化の小さい水から、体積変化の大きい空気、そして、体積変化のとても小さい金属の順に扱うことで、体積変化の違いを一層深く実感することにつながると思う。

－参考文献－

内山裕之編『板書のかたち 4年生の理科全授業』星の環会2016年
『小学校学習指導要領新旧比較対照表』教育出版2017年