

24	みよし	みよし市立中部小学校	ハラダ ユイ 名前 原 田 祐 衣
分科会番号	5	分科会名	理科教育（小学校）

## ICT 機器を活用した個別最適な学びと協働的な学びの授業づくり ～第4学年理科「ものの温度と体積」の実践を通して～

### 1 主題設定の理由

近年、国際紛争や新型コロナウイルスの感染拡大、相次ぐ自然災害など多くの問題に直面している。これからの世界を生きていく子どもたちは、今までのように与えられたものについて考え、正確に解いていくのではなく、自分自身で課題を見つけ、仲間とともに、主体的に課題解決に向かっていく力が重要である。また、学校においては ICT 環境を最大限に活用して学びの保障を進めることが求められている。こうした現状から、学校における新たな基盤的なツールとなる ICT 機器を最大限に活用しながら、多様な子どもたちの個性に応じて自分自身で学習を進めていく「個別最適な学び」と、子どもたちの多様な考えを共有し、合意形成を図っていく「協働的な学び」が重要であると考えた。

本学級では、理科の授業において多くの児童が生活経験や既習内容を基にした予想を書けるようになった。その反面、根拠となる事象を進んで探していくつも予想を書く児童と、根拠が思い付かずに予想を書くことができない児童の二極化が進んでいた。また、予想は立てることができたが、自分の考えに自信がもてず他者に伝えることができない児童もいた。そこで、書くことが苦手な児童には、言葉以外の表現方法を勧めていく。まず、図やイラストで考えを表現させ、それを言葉につなげていきたい。また、級友の考えを参考にできるように、聴き合う活動を多く取り入れながら授業を進める。科学的に正しいかどうかよりも根拠をもって自分なりの自由な表現ができるように支援したい。他者に伝えることが苦手な児童に、ICT 機器を活用して意見を共有することで少しずつ自信を付けていきたい。本実践では、研究主題に迫るため、児童一人一人が自分のペースを大切にしながら考えを確立し自信をもって表現し、互いの認識や考えの違いを認めながら合意形成を図る授業づくりを目指し実践を積み上げた。

### 2 めざす子ども像

ICT 機器を活用し、自分なりの考えを表現するとともに、協働的に学びを深められる子

### 3 研究の構想

#### (1) 研究の仮説

- ①【仮説1】個別学習において、予想や結果、考察についてタブレットを用いて自由に表現する機会を多く設定することによって、個の考えを確立し表現する力を養うことができるだろう。
- ②【仮説2】ICT 機器を利用し、聴き合ったり仲間のよさを認め合ったりすることによって協働的な学びを深めることができるだろう。

## (2) 研究の手立て

### 【仮説1に対する手立て】

#### 手立て① 体験活動を多く取り入れる

単元導入において、自分なりの根拠をもてるように予想の根拠につながる体験活動を多く取り入れる。

#### 手立て② モデル図による表現

考えをより具体的にするために、モデル図を用いて物質の変化を表現し、説明する機会を設ける。

### 【仮説2に対する手立て】

#### 手立て③ スクリーンを活用した聴き合い活動

互いの認識や考えの違いを認めながら合意形成を図るために、モデル図や考えをスクリーンに投影しながら聴き合う。

#### 手立て④ 級友のカードを見合う

予想や考察の記述やモデル図の表現方法を知るために、級友のカードを見合い、よさを認め合う機会を設ける。

## (3) 抽出見の設定

本実践では、児童Aの変容を中心に手立ての有効性を考察する。児童Aは、理科の観察や実験に意欲的に取り組み、気付いたことや実験結果を記録することができる。しかし、根拠のある予想や仮説を立てること、考察に結び付けることに苦手意識を感じている。よって、予想や考察などを考える際には、予想を支える根拠を書くのに人一倍時間を要し、考えたことにも自信がもてず授業の中で発言することが少ない。これらの実態から、実践後に児童Aが体積の変化と温度の関係について自ら問題を見つけ、既習の事象と関係付けながら自分のペースで根拠を考えていき、班の仲間とともに実験で確かめたり、考えを聴き合ったりする経験を通して、主体的に学んでいく姿を期待したい。

## (4) 単元の構想 (11時間完了)

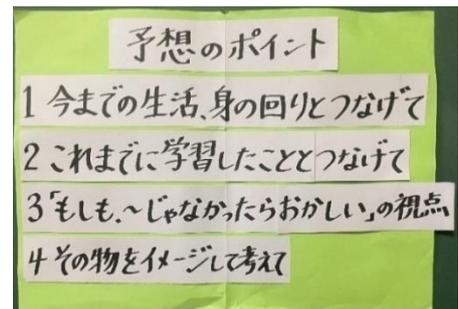
段階	時間	主な学習活動
つかむ	1 - 2	<b>ペットボトルの様子から考えたことを伝え合おう</b> ○空のペットボトルを湯や氷水に入れて気付いたことを話し合う
深める①	3 - 4	<b>【実験1 (空気)】</b> <b>空気の温度の変化と体積の変化の関係を調べよう</b> ○せっけんの膜をはった試験管を温めたり冷やしたりして調べる
	5 - 6	<b>空気の体積はどの向きにも膨らむのだろうか</b> ○既習内容や生活経験を基に予想し実験して確かめる
深める②	7 - 8	<b>【実験2 (水)】</b> <b>水の温度の変化と体積の変化の関係を調べよう</b> ○水を入れた試験管を温めたり、冷やしたりして調べる
深める③	8 - 9	<b>【実験3 (金属)】</b> <b>金属の温度の変化と体積の変化の関係を調べよう</b> ○金属の玉を冷やしたり熱したりして、輪に通るかを調べる
いかす	10	<b>温度計のひみつを考えよう</b> ○温度計の液が変化することについて自分なりの根拠をもって予想する
確かめる	11	<b>学習で学んだことをふりかえろう</b> ○問題演習 ○生活に生かしたいことや単元の学習で心に残ったことを振り返る

## 4 実践

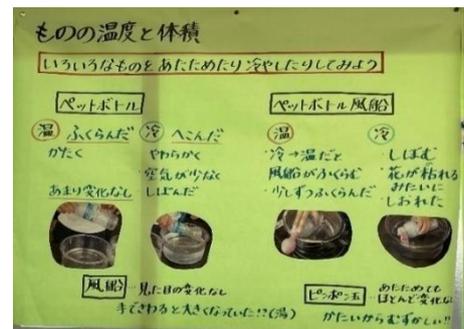
### (1) 手立て① 体験活動を多く取り入れる

既習の「電池のはたらき」や「雨水のゆくえ」では、生活経験や既習の内容を根拠にして予想を立てるため「予想のポイント」を提示し、書くように促していた。〈資料1〉しかし、本単元「ものの温度と体積」では、日常生活で空気の体積や水、金属の体積を体験することがないため、生活経験や既習の内容から根拠を考えるのは難しいのではないかと考えた。

そこで、単元第1・2時では、ペットボトルをはじめ、さまざまな道具を使って、お湯で温めたり氷水で冷やしたりする活動を取り入れ、空気の体積の変化を多く経験させようと考えた。今回は、教科書の例にあるペットボトルに加えて、ペットボトルキャップ部分に風船を付けたペットボトル風船、膨らませた風船、ピンポン玉の4種類を試した。ペットボトルの実験のみでも、空気の膨らみやへこみの様子を観察できた班がほとんどだったが、ペットボトル風船でも試すことで、風船が徐々に膨らむ様子やしぼんでいく様子が分かりやすかったという声が多かった。〈資料2〉



〈資料1 予想のポイント〉



〈資料2 第1・2時の学びの足あと〉

空気の温度が変わると体積は、

変わる

だって、(予想のポイントを使って書く) と思います。

ペットボトルの実験でも、温めたらふくらんで、冷やしたらへこんでいたから、せっけんのまくも空気が温まったら膨らんで、冷やしたらまくはわれると思う。

〈資料3 児童Aの書いた予想カード〉

また、児童Aは、この体験を根拠として、空気の温度が変わると体積が変わると予想していた。〈資料3〉のように、ペットボトルや風船などの体験から空気が温まると膜が膨らむという根拠をもつことができた。しかし、空気を冷やした場合には、せっけんの膜は割れると予想していた。机間巡視の際に、「冷やしたペットボトルのときには、へこんでいたよね。どうして膜が割れると思うのか。」と尋ねると返答に悩んでいた。冷やされた空気につ

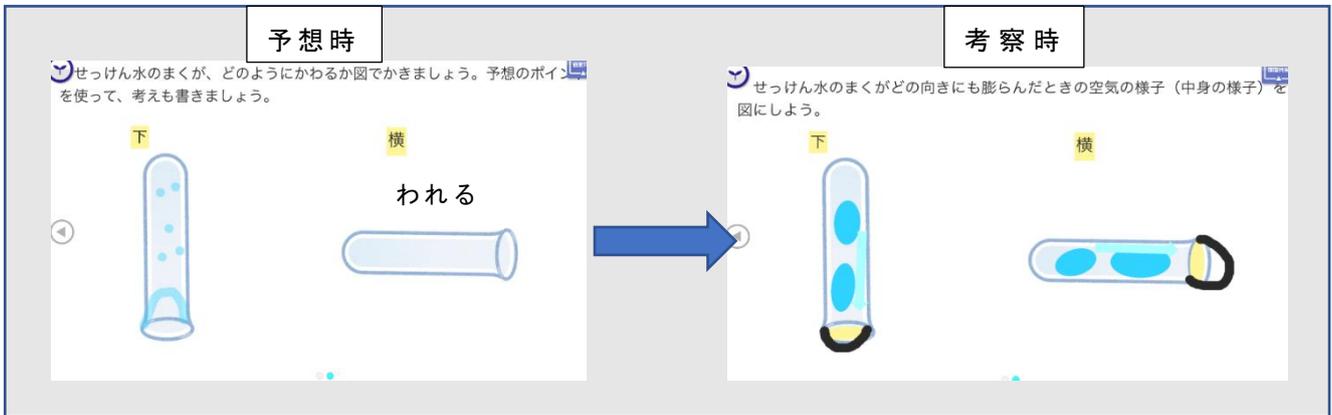
いては、体積の変化によってせっけんの膜がどうなるかまで具体的な考えがもてておらず、イメージで割れそうと予想していた。その後、実験を通してせっけんの膜は、冷やされたときには、膜は割れずにへこむように下がることを知った。このように、児童Aは、一部予想したこととは違った結果になっていたが、導入において、ものを温めたり冷やしたりした体験を根拠に「空気の体積が変わる」と予想を立てることができた。

### (2) 手立て② モデル図による表現

自分の考えを具体的なものにするため、予想や考察の際に試験管の中の空気の様子をモデル図に表現した。実験1から空気の体積が変化することを踏まえ、第5時では、「せっけんの膜はどの向きにもふくらむのだろうか」という課題について考えた。児童Aは、「試験管を横向きにしたら割れて、下向きにしたら膜が内側にへこむ」という予想を立てた。学習

を踏まえ、試験管の口が上向きの際に上向きに膨らんだから、試験管の口を下向きに向けても上向きにへこむという根拠をもった。また、横向きにしたときには、上と下の中間なので、膜は割れてなくなると考えた。

しかし、実験を通して自分の予想とは違って膜がどの向きにも膨らむことを知った。その後、考察では空気は「どの向きでも膨らむ」ことを捉え、モデル図にもその空気の様子を表現していた。〈資料4〉



〈資料4 第5時の児童Aのモデル図の変容〉

児童Aは、実験時に、自分の思っていた結果ではなく、横向きにも下向きにも膜が膨らんだ様子を見て、とても驚いた様子だった。〈資料5〉考察では、予想とは違った結果だったが、この実験を通して「空気は、温まると体積が大きくなる」ことを再確認し、モデル図には、膜を膨らませて書き、試験管の中身の粒の体積も膨らんで表現し「体積はどの向きにも大きくなる」ことを捉えることができていた。〈資料6〉

第5時(実験)

T: 空気がどの向きにもふくらむのか確かめよう。→(各班で実験を始める)

C1: (試験管を横向きにしてあたためながら) 膜がちょっと膨らんできた。

A: え、うそ! 膨らんでないよ。

C1: ほら、膜が少しずつ出てるよ。

A: え、本当だ。横向きでも膨らんでるじゃん。

〈資料5 班活動の記録〉

問題 まくはどの向きにもふくらむだろうか。

結果 試験管のまくはどの向きも、ふくらむ

考察 つまり、(自分の予想や生活のこととつなげて書く) 予想と違っていました。横にしても膨らみました。つまり、どの向きも膨らみます。

〈資料6 児童Aの考察〉

### (3) 手立て③スクリーンを活用した聴き合い活動

手立て③を行うにあたって、理科室の前方に ICT カートとスクリーンを設置し、予想や考察の聴き合いでは、オクリンクのカードをスクリーンに投影し、言葉と図の両方を用いて考えを交流した。予想や考察の聴き合いでは、発言児童は前に出てきて投影された図を指し示しながら考えを発表した。〈資料7〉児童の中には、予想で考えていることを言葉にするのが難しい児童もいた。その場合には、モデル図のみで空気や水、金属の様子を表してもよいことを伝えた。また、言葉で考えを表現できる児童には、モデル図に表すことで、物質がどのように変化しているかという考え



〈資料7 理科室での聴き合いの様子〉

を具体化し、整理することができた。このように個に合った方法で表現し、自分の考えを自由に発言できるような場を設定し、いつでも考えを共有できるようにした。発表児童の描いたモデル図を見ることで、考えを述べるだけの聴き合いに比べ、より級友の考えに関心をもっている姿が見られた。また、「〇〇さんの考えと似ていて」「〇〇さんとは、ちょっと違って」といったように関わりをもちながら発言することができた。さらに、「膜が膨らむ」という同じ予想を立てていても、モデル図の表現を見ることにより他者との共通点や差異点などを見つけ、級友の考えに関連付けて発言する児童も多く、合意形成を図る上で効果的であったと感じた。〈資料 8〉

第 5 時（予想の聴き合い）

T：空気がどの向きにもふくらむのか予想を聴き合いましょう。

C1：（図を指し示して）試験管を下向きにすると、空気は上に行くから膜は上向きにへこむと思う。

C2：C1 とちょっと違って、どの向きにも膨らむと思う。だって、（図を指し示して）試験管を下に向けると空気が下に集まって下向きに膨らむし、横に向けたときは、横向きに集まって膜が膨らむと思う。

C3：C2 と同じで、どの向きにも膨らむと思う。だけど、空気が集まっているというよりは、前の実験で試験管の膜は上向きにとても膨らんだでしょ。だから向きを変えても同じだと思う。

C4：みんなと同じで、ぼくもどの向きにも膨らむと思う。だけど理由はちょっと違って、（図を指し示して）前の実験でもこんな感じで空気を冷やしたときに空気のつぶも小さくなって膜がへこんだでしょ。だから、温めたときもこうやって膨らむから体積が絶対大きくなってるのははずだから膜もどの向きでも膨らむと思う。

～中略～

C5：C2 と C3 と一緒に、どの向きにも膨らむと思う。（図を指し示して）だって、前の実験で膜が上に向かって膨らむってことは、空気の体積自体がどの向きにも大きくなってることが分かったでしょ。だから空気を温めると、上だけでなく試験管がどの向きになっても膜は膨らむと思う。

#### 〈資料 8 モデル図を用いた予想の聴き合いの記録〉

#### （4）手立て④級友のカードを見合う

第 5 時の空気の実験を終えた後、第 6 時では、オクリンクの提出ボックスを全児童が見合うことができるように公開し、予想や考察の書き方、モデル図の描き方を共有した。また、



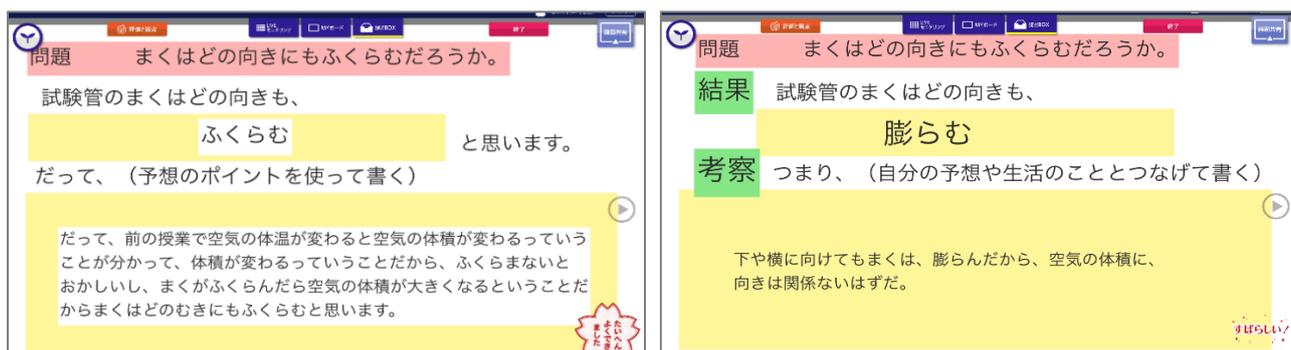
〈資料 9 オクリンク機能のスタンプによる評価〉

児童が提出した予想や考察カードやモデル図カードを教師がオクリンクのスタンプ機能を使って評価し、児童にフィードバックした。スタンプ評価では、「たいへんよくできました」「すばらしい！」

「はっぴょうおねがいます」「みました」の順

に評価した。〈資料 9〉予想の際には、既習内容や生活経験を基にした「予想のポイント」

〈資料 1〉を使って自分の考えが詳しく書いているかを基準に評価したことを伝えた。また考察では、結果からいえることだけでなく自分の予想と比較してどうだったのか、また、生活場面に関係付けて記述している児童のカードを評価した。〈資料 10〉全級友のカードを見ることで、自分の中でイメージしていたことがうまくモデル図や文章に表現できずにいた児童でも、記述の仕方やモデル図の描き方のヒントを得て、自分の考えが整理されたり具体化したりする姿があった。また、振り返りでは「次の実験の予想ではもっと具体的な言葉で予想を書いてみようと思った」、「〇〇さんのモデル図を見て、描き方が分かりやすかったから真似したい」と振り返る児童がいた。このように級友のカードを見合うことで、カード表現の変容や次時に向けて、意欲的に取り組もうとする様子が見られた。



〈資料 10 予想と考察の評価例〉

## 5 研究の成果と課題

### (1) 成果

#### ア 仮説 1 について

個の学びの時間において、児童 A は、予想を人一倍じっくりと考えていて、時には授業時間を過ぎて休み時間に差し掛かっても、自分なりの言葉で表現しようとしてこだわってカードを記入していた。このように予想を自分のペースで個別に考える時間を設け、文や図を用いて表現することによって、自分の考えが確立できたと言える。

また、児童 A は学んだことを踏まえ、自分なりに予想を立てながら学習を進めていったが、最初に実践した二つの空気の実験と水の実験では、自分の予想とは違う結果が得られた。その際に本当だろうかとせっけんの膜や水の表面をじっくりと見つめ直し、やっぱり違ったことを知ると驚きつつも悔しさを見せていた。このように、こだわって考えた予想と結果が違ったからこそその驚きや発見があり、それが粘り強く問題解決をしていく児童 A の姿につながったと考える。

#### イ 仮説 2 について

児童 A は、単元を通して、聴き合いの活動において予想で 1 回、考察で 1 回の計 2 回発言した。何度も進んで発言することはできなかったが、予想も考察も時間をかけて考え抜いた考えだからこそ、自信をもって発言することができた。

また、他の児童の意見を聴くことで、考えが変容していった。水の体積の予想では、事前に「水は体積が変わらない」と予想を立てて発言していたが、聴き合う活動を通して「水も空気と同じように体積が変わるのではないか」とつぶやいていた。最終的に、金属の体積の予想では、「空気や水と同じように体積は金属でも変わるのではないか」と考えが変わっていった。自分で考えた予想を班の仲間とともに確かめ、考えを聴き合うことで、児童 A の考えが個で形成したものからさらに深まり広がったと言える。

### (2) 課題

本実践では、ICT 機器を活用することで、より個別最適な方法で考え、そして協働的に聴き合い、考えを広げ、深めていくことを目指した。しかし、タブレット端末に書くよりもノートに書いたほうが時間を要さないと感じた場面もあった。また、実験後に考察を書く時間が十分に取れずに授業を終えてしまうことや、反対にすぐにカードを書き終えて時間を持って余す児童がいたりもした。今後は、ICT 機器の利点を有効的に取り入れながら、個別最適な学びと協働的な学びの両面から自身の学びを深められるような授業づくりに努めていきたい。