

## 第4学年2組

## 理科学習指導案

授業日 平成27年9月30日(月) 授業B

授業者 附属新潟小学校 教諭 竹内 義雄  
会場 理科室

### 1 単元名 水の三つの姿

### 2 本単元の価値

本単元は、学習指導要領の第4学年の2内容のA物質・エネルギーに、次のように示されている。

#### (2) 金属、水、空気と温度

金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 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。

ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。また、水が氷になると体積が増えること。

本単元は、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子のもつエネルギー」にかかわるものであり、中学校第1分野「(2)ウ状態変化」の学習につながるものである。水分子が強固に結合して氷になり、結合がゆるくなると水になり、ほとんど結合しなくなった状態で水蒸気となる。それぞれの結合を決定しているものは温度である。温度が水分子の運動を決め、温度の上昇により、これらの分子の結合が変化する。

本単元では、4年生で育成する問題解決能力である「事象の変化の要因を関係付けて考える」力を養うために「水の状態と温度」を関係付けて考える単元である。子どもは、生活経験から「冷やすと氷になる」と「温めると沸騰する」などの状態変化そのものについては知っている。しかし、何度で凝固し、沸騰するのか。水の状態では、どのくらい温度変化が起こるか、沸騰に際してなぜ泡立つか。凝固後の温度変化はどうなるか。など温度の変化に伴い、状態がどのように変化するかについては、正確に理解しているわけではない。そのため、温度を正確に測りながら変化を観察することは、科学的に調べる力をために大切な学習である。

また、小学校では、この単元のみが状態変化を扱う。温度によって水の姿(状態)が氷、水蒸気へと変化することは子どもにとっては身近なことである。身近なことだけに、科学的にその変化を調べることは意味がある。水の状態変化は、摂氏温度の基準となっている。0℃が凝固点で、100℃が沸点なのは基準であるからである。この温度と水の状態を同時に観察しながら測定することがこの単元では求められる。さらに、理科の学習では、変化を確認するために数値を表にまとめ、グラフにする。こうして、変化を数値化し、グラフ化することで視覚的に状態を表して、考えることが本単元の大切な内容である。変化をグラフ化する力を高めるためにも大切な学習である。

論理的に予想して、科学的に結論付けることを学ぶことは理科の学習の大切な役割である。本単元は、前述の通り無自覚の既知である。つまり、生活から遠くかけ離れた内容ではない。そのため、生活経験やこれまでの学習経験・知識(既有)を根拠に予想することができる。つまり、論理的に予想させることに適している。さらに、二つの要因(温度と水の状態)を観察することやグラフ化して検討することを通して、予想と結果を比較しながら考えることにも適している。

このように、本単元は、子どもに状態変化を学ばせるとともに、科学的に調べ、検討させ、結論付けさせることを学ばせることに適している。

### 3 本単元で目指す姿と「中核的な学習内容」「学びをつなぐ力」

#### (1) 目指す姿

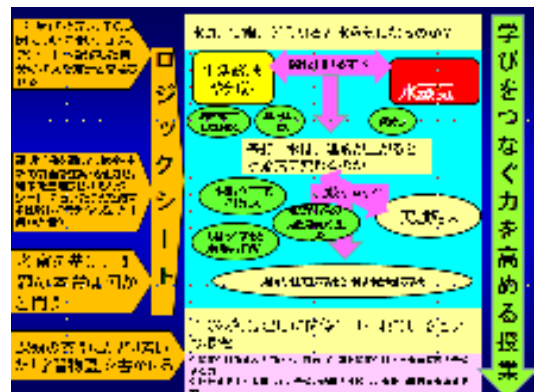
これまでの経験や学びを基に、温度によって水の状態が変化すると予想立て、温度の変化によって水の状態が変化することをデータを基に結論付ける姿

#### (2) 「中核的な知識や技能」

水の状態は温度に関係付けられているという概念

#### (3) 「学びをつなぐ力」

- 関係付けるすべを用いて、これまでの経験や知識と関係付けて水の状態が変化するが温度にあり、どの程度の温度で変化するかを予想する力



- 比較するすべを用いて、予想と結果を比較して水の状態が変化する原因が、データを基に考察し温度だと結論付ける力

#### 4 指導計画 全7時間 (21Q)

単元カード参照

#### 5 指導の構想

子どもは、水が温度によって変化することをなんとなく知っている。これまでも前単元では、自然での蒸発を学んでいる。こうした水は状態変化することを知っている子ども(C0)に次の働き掛けを行う。

##### 働き掛け1

**沸騰しているが100℃になっていない様子を提示し、その原因について問い、ロジックシートへ記録した自分の考えを友達と交流させる。**

課題である水の状態を変化させるのは何かを追究することを理解させ、問いをもたせるための働き掛けである。

**85℃で沸騰している状態(「対象」)**を提示して、温度計を伏せた状態でこれが何度になっているかを問う。子どもは既有的の情報として100℃で沸騰すると考えている。そのため、100℃になっていると予想する。ここでその湯の温度が85℃であることを示す。子どもは、ここで既有的と現実にズレを感じる。そこで、なぜ100℃ではないのに沸騰しているかと問う。子どもは、これまでの経験や考えを想起させながら、100℃以下で沸騰している理由に付いて考える。しかし、思考を言語化できない子どももいる。そこで、ロジックシートを渡し、似たような経験・学びや関係ありそうな経験・学びを書き出させる。そして、なぜ**100℃以下なのに沸騰している(「対象」)**のか、その原因は何かについて予想させ、書き出させる。考えを書き出させることで、お互いの考えが言葉になるため、交流が可能となる。ここで交流を指示する。交流を通して、自分の考えに自信をもったり、不十分な点や不明確な点を見つけ修正したりする。こうして**100℃以下なのに沸騰している(「対象」)**の原因について予想し、ロジックシートを通して、言語化できた子どもに本学習での課題を設定する発問をする。すると子どもは、無自覚の既知であった沸点を課題にしようとする。

##### 働き掛け2

**説明活動を通して、観察・実験の計画を立案・修正させる。そして水が沸騰する実験を整理させ、ロジックシートに書いた予想と結果とを比較して考えられることは何かと問う。**

実験を通して得た情報を基に、課題に対応する情報は何かを判断させ、そこから考えられることを書き出させるための働き掛けである。

はじめに、どんな予想をしたかを問う。子どもは、沸騰している場所が100℃ではないか、また、沸点そのものが違うのではないかと考え、答える。さらに、それぞれの経験にはばらつきがあるため、予想にもばらつきが生まれる。どの予想が正しいかどうかを確かめるために実験計画を立てるよう指示をする。子どもは、沸点を調べる方法を考える。また、ここで、ロジックシートに書かれた実験方法を検討する。検討を終えた子どもに、他のグループではどのような実験方法をするかを交流で説明し合わせる。ここでも、子どもは、自分の考えに自信をもったり、修正を加えたりする。

確定した実験を指示し、実験結果をロジックシートと黒板に記録させる。実験結果が他のグループと違う場合、どうして違うのか、観察や実験の手法に問題があるか、それとも他のグループに問題があるかを検討する。出てきた情報の中で正しいものとそうでないものを検討することが出来る。ここで子どもは、ロジックシートに書かれた予想やと出てきた結果とを比較している。そこで、結果から考えられることは何かを問う。子どもは、予想と結果を基に、考察をし、得られた情報の中から必要な情報を判断することができる。

##### 働き掛け3

**ロジックシートに記載した考察を基に、水が沸騰する原因(結論)は何がいいかと問う。**

課題の結論にたどり着き、中核的な知識や技能を獲得させる働き掛けである。

考察を基に、課題の答え(結論)は何がいいかと問う。すると、子どもは、課題の答えにたどり着くためにこれまでの経験や学び・予想・結果・考察を比較しながら答えとなるものが何かと考える。子どもの考えが収束できるように必要に応じて課題の答えを虫食いとして空欄を埋める端的な言葉を要求する。こうすることで、子どもは、課題の答えにたどり着く。すると、これまでの経験や学び・

予想・結果・考察と比較しながら考えることで、課題の答えとして気付いたことが課題以外の内容にも適用できるものがあることに気付く。この子どもが気付いた他の内容にも適用できることに気付いた学習内容が、子どもの創り出した中核的な学習内容である。また、ここで、新たな疑問について問う。学習の中で気付いたことを考えさせるためである。こうすることで、子どもはこの学習について詳細に振り返る。

**「学びをつなぐ力」の有用性を自覚を促す働き掛け  
水の沸点にたどり着いた「学習物語」を書かせる。**

「学びをつなぐ力」の有用性を自覚させるための働き掛けである。

学習の区切りのたびに、「学習物語」を書かせていく。どんな課題を受け、どのように自分が考えて、どんな情報を集めて答えにたどりついたかを一連の物語のようにして書かせていく。これまでの既有や今学習して分かったことを書き込ませていき、何を学び、何が分からないかを自覚化させていく。

**6 本時の構想 (本時 5/7時間)**

**(1) ねらい**

水が水蒸気になる温度について調べ、水が沸騰するときの温度が100℃であり、水が水蒸気に変化するときの様子をとらえることができる。

**(2) 主張(展開) 3Q (45分)**

- このような子どもに (C0)**
- 水の状態変化は、温度が関係していると考えている。
  - 水は0℃で氷に変化することを理解している。
  - 温度計を扱うことと、温度の変化についてグラフ化することを経験している。

- このように働き掛けると【働き掛け1】**
- これまでの経験から水が水蒸気に相転移したことはないかと問う。
    - ・発問「これまでの経験で沸騰している時は、どんな時でしたか」
  - 沸騰しているが温度計では100℃に達していない様子(「対象」)を示し、水はどうしたら水蒸気になるかと問う。
    - ※温度計では沸点に達していない沸騰する様子を提示する。
    - ※教卓に集めて話をする。
      - ・発問「このように水の中から泡がぼこぼこ出ている状態を沸騰と言いますが、これは何度だと思いますか」
  - ロジックシートを配付し、これまでの経験や今日の予想を基に沸騰している様子なのに、100℃に達していない理由を書き込む。
    - ※各自の席に戻す指示を出し、ロジックシートを配布する。
      - ・発問「水が沸騰するのは100℃だとみんなは思っているのに、どうしてこのお湯は100℃になっていないのでしょうか。自分の考えをロジックシートに書いてください」
      - ・指示「書き込んだ内容を紹介してください」
  - 学習課題を設定する問いを発する。
    - ・発問「それでは、このお湯が85℃なのにどうして沸騰しているのだろう」
    - ・発問「今回の課題は、何にしますか」
    - ・発問「今回の課題は、「沸騰しているところの温度は何度か」でいいですか。いいと思う人は、手を挙げてください」

- このようになり (C1)**
- これまでの経験から水が水蒸気変わる時について想起する。
    - ・やかんに水を入れて火にかけるとビュービューと水蒸気ができてた。
    - ・水槽の水がしばらくすると消えていた。(蒸発と沸騰の違いが分かっていない)
    - ・温度を上げると次第にやかんの中から湯気が出てきた。(原因を予想している感想)
  - 沸騰している状態の水温を予想する。
    - ・ぼこぼこいっているから100℃じゃないかな。
    - ・前の勉強で、温めなくても水が蒸発していたから100℃にはならないかな。
  - ロジックシートに自分の考えを書き込む。紹介する。
    - ・沸騰する温度は100℃じゃなくて85℃が本当なんじゃないかな。

- ・プールでも温かいところと冷たいところがあったから、場所によって温度が違うんじゃないかな。
- ・火が当たっているところからボコボコ泡が出ているから、そこが 100℃ なんじゃないかな。
- ・温度計が壊れているんじゃないかな。

○学習課題を設定する

- ・きっと、火が当たっているところは 100℃ になっているんだけど、水の上の方が 85℃ なんじゃないかな。
- ・「沸騰しているところの温度は何度か」がいいと思います。

※挙手により、課題設定の確認をする。

※つなぐ力① \_\_\_\_\_ のように生活経験やこれまでの知識を基に課題の予想を立てることができたら、つなぐ力を発揮したとする。

— このように働きかけると【働き掛け2-①】 —

○沸騰する温度について問う。

- ・発問「沸騰しているときの温度を確かめるためにはどうしたらいいだろうか」
- ・指示「それでは、どうしてそう考えたかをロジックシートに書いてください」

○実験方法について交流するように指示する。

- ・指示「それではロジックシートに書いた実験方法をグループ以外の人に説明してきてください。説明が終わったら、席に戻りロジックシートに自分の考えが修正するようであれば書き込んでください。内容であれば○を付けてください」

○実験方法に沿って実験することと結果の整理について指示する。

- ・指示「では、グループで相談をして、水が水蒸気になる温度を調べる実験方法についてまとめてください。まとめたグループから実験方法を書き出して黒板に貼ってください」

— このようになり (C2-①) —

○沸騰しているときの水温を確かめるための自分の考えを書き出す。

- ・フラスコに水と温度計を入れて温めながら何度になると水蒸気になるかを調べたらいい。
- ・フラスコに水を入れて温めながらぼこぼこいったら温度を測るといい。

○自分の考えを友達と交流して考えに自信をもったり、変更したいと思ったりしたら変更をする。

- ・温度をフラスコに入れっぱなしにして、温度がどう変わって、水が水蒸気になるかを調べた方がいい。
- ・ただ、温度があがることを調べるだけではなくて、水温計を何本か指して、何度になると確かめた方がいい。

○実験方法を検討し、決まった方法を提示する。

- ・水を入れたフラスコに温度計を入れて温めて、温度を測りながら、水が水蒸気になる様子を調べよう。
  - ・温度が上がる様子を確認するために、水温計を上・中・下と3か所に入れて調べてみよう。
- ※突沸現象を起こしにくくするために沸騰石を入れるように指示する。

----- 本時はここから -----

— このように働きかけると【働き掛け2-②】 —

○本時の課題を確認する。

- ・指示「今回の課題を日直さん話してください」

○実験計画を基に実験し、結果を整理することを指示する。

- ・指示「それでは、実験を始めます。実験の結果を整理して書き出しましょう」
- ・指示「温度を上げていくときに安全に気を付けて実験をしてください」

※温度の上昇に伴うやけどの注意を喚起する。

※お湯が跳ねることも考えられるので、近くで観察する場合は実験用のメガネ、さらに軍手を着用するように話す。

※加熱するところと記録するところを別にして学習するように指示する。

- ・指示「それでは、その考えをネームプレートをよく見ながら、自分と同じ考えの人2人と違う考えの人4人と説明し合ってきてください。8分間でやりきってください」

※制限時間が分かるようにタイマーをセットする。時間内に必ず終わるように指示をする。

- 時間が余った場合は、席に戻って書き直すことを伝える。
- ・指示「6人の人と説明し合うことが終わったら、席に戻り自分の考えを赤ペンで修正したり、自信をもったりしたことをノートに書きこんでください」

### このようになり (C2-②)

- 本時の課題を確認する。
    - ・「沸騰しているところの温度は何度か」が課題です。
  - 実験計画を基に実験をし、結果を整理する
    - ・温度が上がると少しずつ水の様子が変わってくるね。
    - ・60℃くらいから泡がプツプツ見えてきた。
    - ・70℃くらいから泡がどんどん大きくなってきた。
    - ・90℃くらいまでどんどん上がるけど、90～99℃辺りから温度があまり上がらなくなった。
    - ・99℃になると、泡がものすごい出るし、しかも水がどんどん減ってきた。
    - ・よく見ると、フラスコの下の方は99℃だけど、水面に近い方は少し温度が低い。
    - ・泡の出ているところの温度が一番高い。
- ※実験の結果は表にまとめ、折れ線グラフに表す。

### このように働きかけると【働き掛け2-③】

- 他のグループの実験結果について聞きたいことはあるか確認する。
    - ・発問「他のグループの実験結果を見て聞きたいことはありますか」
    - ※実験結果についての疑問については、そのグループの子どもが答える。もしも、実際に見せられることがあれば再現せるようにする。
  - 実験した結果と予想を基に、そこから考えられることは何かと問う
    - ※折れ線グラフやそこまでの観察記録を黒板に掲示する。
    - ・発問「それでは、この実験結果と予想を基に、どんなことが考えられますか。ロジックシートにかき込んでください」
    - ・指示「ロジックシートにかき込んだことを発表してください」
- ※発表したことを黒板に書く

### このようになり (C2-③)

- 他のグループの実験結果から気になることを確認する。
    - ・100℃を超えたチームがいますか本当ですか。
    - ・98℃までしか上がっていないチームがいます。
  - ロジックシートに書いた予想と実験結果を見て考えられることを書く。書いたことを、発表する。
    - ・温度がどんどん上がるのは予想通りだった。
    - ・100℃までいかないのは不思議だ。
    - ・泡がぼこぼこ出て行っているとずいぶん水が減った。だから、水が水蒸気になってフラスコから出て行ったんじゃないかな。
    - ・フラスコの底からボコボコと泡立っているところが一番温度が高かった。だから、泡の出ているところが沸騰しているところで、水面のところは温度が低いのはそこがまだ沸騰していないからだ。
    - ・水が水蒸気になるのは、100℃ではないと思う。100℃にはならなかったから。
    - ・思ったよりも、低い温度の時から泡が出てきた。泡は、フラスコの底の部分から出てきたから。泡は水蒸気なのかもしれない。
    - ・予想だと温度はどんどん上がると考えたけど、温度は100℃辺りになると上がらなくなった。だから、水は100℃以上にはならないんじゃないかな。
- ※つなぐ力② のように予想や実験結果を比較しながら課題の答えを考えることができたなら、つなぐ力を発揮したとする。

### このように働きかけると【働き掛け3】

- 実験結果と考察から考えられることは何かと問う。
  - ・発問「それでは、『沸騰しているところの温度は何度か』の答えについて考えられることはなんですか。ロジックシートにかき込んでみてください」
  - ・指示「ロジックシートにかき込んだことを発表してください」
- 本時の課題の答え（結論）は何かと問う。
  - ・発問「実験結果とみんなの考察から『沸騰しているところの温度は何度か』に適した答

えはなんでしょうか」

○学習活動を通して新たな疑問が出たかを確認して、発表させる。

- ・発問「この実験を通して、新たな疑問が出たらそれもロジックシートにかき込んでください。」
- ・指示「かき込んだ内容があれば発表してください」

### このようになり (C3)

○本時の課題について考えられる答えを書き出す。

・フラスコの火が当たっているところからはボコボコと泡が出ていた。そして、その温度は一番高く99℃以上だった。だから、泡立っているところは沸騰していて、100℃が沸騰する温度だと思う。

・水が、90℃を超えて泡がたくさん出てくると次第にフラスコの中の水が減っていった。それに、100℃にはならなかったけど99℃までは温度が上がった。だから、水が水蒸気になる温度は100℃なんだと思う。

○本時の課題について、適していると思う答えをまとめる。

・85℃で沸騰していたけれど、泡がボコボコしていたところが100℃で、水面の近くはそれほどではなかったのではないか。だから、沸騰するところの温度は100℃って考えていいと思う。

・100℃が水が水蒸気になる温度でいいと思う。

○新たな疑問について発表する

- ・泡は、空気なんだろうか。
- ・どうして水は、99℃とかまでにしかなかったんだろう。

※「中核的な学習内容」.....のように、水の状態が温度に関係があると記述でき、変化する温度が100℃と記述できたらC3とし、中核的な学習内容を獲得した姿とし通過とする。

### 学びをつなぐ力を自覚させる働き掛け

○「学習物語」を書かせる

- ・指示「今日の『学習物語』を書きましょう」

※「学習物語」には、やったこと、結果、分かったこと、考えたことを書かせる。

### 学びをつなぐ力の自覚する (Cn)

○ 学びをつなぐ力を自覚した内容を書く。

・水が温まると水蒸気なるかを確認めた。はじめは、どんどん温度が上がっていくと思っていったけど、水の温度は、100℃にはならなかった。だから、水蒸気になる温度は100℃だと思った。予想をしっかりと立てて、結果から考えるとみんなが納得できるし、私も納得できた。

## 7 検証

### (1) 検証すること

- ① 構想した働き掛けにより、「中核的な学習内容」を創り出すことができたか。
- ② 構想した働き掛けにより、「学びをつなぐ力」を発揮することができたか。
- ③ 構想した働き掛けにより、「学びをつなぐ力」の有用性を自覚することができたか。

### (2) 検証の方法

- ① 働き掛け3を受け、.....のように結果を基に、水の状態変化が温度と関係していることに気付いたかどうかをシートの記述から検証する。
- ②-1 働き掛け1の結果、関係付けるすべを用いて既有を基に.....のように水の沸騰が温度と関係していると予想できたかを発言の様子やシートの記述から検証する。
- ②-2 働き掛け2を受けて、比較するすべを用いて結果を基に水が沸騰するのは100℃だと結論付ける考察ができたかをシートの記述から検証する。
- ③ 学びをつなぐ力の有用性を自覚を促す働き掛けの結果、.....のように根拠を基に予想を立てることや結果を基に結論付けることの良さに気付いていたかをノートの記述から検証する。