

Chapter II 物の溶け方

1 単元のねらい

物の溶け方について興味・関心をもって追究する活動を通して、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、物の溶け方の規則性についての見方や考え方をもちることができるようにする。

2 単元の内容

物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。

ア 物が水に溶ける量には限度があること。

イ 物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

ウ 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。

本内容は、第3学年「物と重さ」の学習を踏まえて、「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「粒子の保存性」に関わるものであり、第6学年「水溶液の性質」につながるものである。学習内容は以下のとおりである。

- ・一定温度で、一定量の水に物を少しずつ溶かしていくと、次第に物が溶け残るようになることや、さらにその水溶液に水を加えると溶け残った物が溶けることなどを調べ、物が一定量の水に溶ける量には限度があることを捉えるようにする。
- ・水の温度を一定にして、水の量を増やして物の溶ける量の変化を調べ、水の量が増えると溶ける量も増えることを捉えるようにする。また、水溶液の水を蒸発させると、溶けていた物が出てくることなどを捉えるようにする。さらに、一定量の水を加熱して物の溶ける量の変化を調べ、水の温度が上昇すると、溶ける量も増えることを捉えるようにする。その際、高い温度で物を溶かした水溶液を冷やすと、溶けた物が出てくることも併せて捉えるようにする。
- ・溶かす前の物の重さに水の重さを加えた全体の重さと、溶かした後の水溶液の重さを測定し、物を溶かす前と後でその重さは変わらないことを捉えるようにする。

本単元の指導に当たっては、子どもが事象に夢中になって実験を進めるために、「溶け残りを溶かしたい」「溶ける量の限度を明らかにしたい」という子どもの目標を基点とした学習展開が望ましい。変える条件と変えない条件を制御したり、定量的に実験をしたりするなど、事象への計画的な働き掛けを引き出していくことが大切である。

3 評価規準の設定例

自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> ・物を水に溶かし、物が溶ける量や水の量と温度を変えたときの現象に興味・関心をもち、自ら物の溶け方の規則性を調べようとしている。 ・物が水に溶けるときの規則性を適用し、身の回りの現象を見直そうとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物の溶け方とその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画し、表現している。 ・物が溶ける量を、水の温度や水の量と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物の溶け方の違いを調べる工夫をし、ろ過器具や加熱器具などを適切に操作し、安全で計画的に実験をしている。 ・物の溶け方の規則性を調べ、その過程や結果を定量的に記録している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物が水に溶ける量には限度があることを理解している。 ・物が水に溶ける量は水の量や温度、溶ける物によって違うことや、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができることを理解している。 ・物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないことを理解している。

4 単元における観察、実験の位置付け

学 習 活 動	備 考
<p>○少量の食塩を水に入れ、溶ける様子を観察する活動</p> <p>※小さじとすり切り棒、ガラス棒、メスシリンダーの使い方の学習</p> <p>食塩を水に入れて溶かそう。</p> <p>↓</p> <p>【実験①】 食塩が水に溶ける量を調べる</p> <p>↓</p> <p>溶ける量には限度があり、どんなにかき混ぜても溶け残る。</p>	<p>○食塩を水に溶かすと透明になって粒が見えなくなる様子から、「溶ける」現象を共有する。</p> <p>●溶かしきるために、ガラス棒で食塩をつぶすとピーカーが破損する恐れがあるので、すり鉢等でつぶしてから溶かすことも考えられる。</p> <p>○食塩を溶かしきるための見通しをもてるようにするために、溶かした経験や溶かし方についての考えを引き出して次時へつなげる。</p>
<p>水の量を増やしたら食塩の溶け残りを溶かせるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験②】 水の量を変えて溶ける量の限度の変化を調べる</p> <p>↓</p> <p>水の量を倍にすると、食塩の溶ける量の限度も倍になる。</p>	<p>○溶け残りを溶かしたいという思いを高めるために、前時に溶け残った食塩水を使うことも考えられる。</p> <p>○水の量と溶ける限度量の関係を見いだすために、表やグラフを使って記録する方法も考えられる。</p>
<p>溶かす水を温めたら食塩の溶け残りを溶かせるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験③】 温度を変えて溶ける量の限度の変化を調べる</p> <p>↓</p> <p>溶かす水の温度を上げても食塩の溶ける量の限度はあまり増えない</p>	<p>●実験の効率化を図るために、実験用ガスコンロの使用も考えられる。その場合、目標温度の5度程度手前で火を消すようにし、発砲ポリスチレンの容器で保温しながらかき混ぜるようにする。</p>
<p>ミョウバンも食塩と同じような溶け方をするのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験④】 ミョウバンが水に溶ける量の限度を調べる</p> <p>↓</p> <p>ミョウバンは食塩よりも溶ける量の限度が低い。</p>	<p>○食塩の溶け方を手掛かりに、ミョウバンの物の溶け方にも当てはまるのかどうか、見た目や溶かした様子などを基に考えることで、解明の期待を高める。</p>
<p>水の量を増やしたら、ミョウバンの溶ける量の限度も上がるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑤】 水の量を変えて、溶ける量の限度の変化を調べる</p> <p>↓</p> <p>水の量が倍になると、ミョウバンの溶ける量の限度も倍になる。</p>	<p>○溶け残りを溶かしたいという思いを高めるために、前時に溶け残ったミョウバン水を使うことも考えられる。</p> <p>○水の量と溶ける限度量の関係を見いだすために、表やグラフを使って記録する方法も考えられる。</p>

<p>温めてもミョウバンの溶ける量の限度は変わらないのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑥】 温度を変えて、溶ける量の限度の変化を調べる</p> <p>↓</p> <p>溶かす水の温度を上げると、ミョウバンが溶ける量の限度が大きく増える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○温度を上げることへの期待を高めるために、食塩を溶かした時に少し溶ける量の限度が上がった経験を引き出す。 ○温度と溶ける限度量の関係を際立たせるために、表やグラフを使って記録することも考えられる。
<p>温度を下げると溶けていたミョウバンが出てくるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>※ろ過の方法についての学習</p> <p>↓</p> <p>【実験⑦】 ろ過したミョウバン水の温度を下げて、溶ける量の限度の変化を調べる</p> <p>↓</p> <p>温度を下げると、ミョウバンの溶ける量の限度が下がり、溶けていられなくなったミョウバンは水中に出てくる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○温度を上げて限度まで溶かした（溶け残った）ミョウバン水をろ過し、溶かした量だけ出てくるのかという視点をもって実験できるように教師が関わるとよい。
<p>蒸発させて水の量を減らしても、溶けていた食塩やミョウバンが出てくるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑧】 食塩水とミョウバン水を蒸発させて、溶ける量の限度の変化を調べる</p> <p>↓</p> <p>蒸発させて量を減らすと、食塩やミョウバンの溶ける量の限度が下がり、溶けていられなくなった食塩やミョウバンが水中に出てくる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●熱しているときは、液などが飛び散ることがあるので、のぞき込まないようにする。 ●水分を全て蒸発させるまで熱すると、激しく飛び散る恐れがあるため、液が減ってきたら熱するのをやめるよう指導する。 ○溶かした物が水溶液の中に全てあるのかという意識を高めるために、取り出した総量を視覚で捉えられるようにする。
<p>溶かした食塩やミョウバンは、水溶液の中に全てあるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>※電子天秤の使い方の学習</p> <p>↓</p> <p>【実験⑨】 食塩とミョウバンについて、水に溶かす前と後で重さを調べる</p> <p>↓</p> <p>食塩やミョウバンを水に溶かすとき、全体の重さは、溶かす前と後では変わらない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○溶けて見えなくなった物の重さについての見方や考え方をもてるようにするために、前時までの経験を引き出す。

●…安全に関わる事柄

《加熱実験時の注意》～突沸（とっぴつ）について～

新品のビーカーなどのガラス器具は、内側の表面が平滑なため突沸（急な沸騰）が起こりやすいので、新品のまま使用しないよう気を付ける。初めて使用前には、洗浄ブラシなどで洗うとよい。洗ったところに細かな傷が付き、そこから気泡が発生しやすくなることから、突沸が起こりにくくなる。

5 本單元における観察、実験例

溶かす水を温めたら食塩の溶け残りを溶かせるのだろうか。

【実験】温度を変えて溶ける量の限度の変化を調べる

(1) 観察、実験前の指導の手だて

前時までの、どんなにかき混ぜても食塩を溶かすことができなかつたという経験から、溶け残りを溶かしたという思いが高まった状態で本時に入るとよい。食塩の溶け残りをすべて溶かすための工夫について見通しをもつために、これまでの生活経験（温かいお湯にスープの粉を溶かす等）から温めたときの溶け方についての考えを引き出す。

(2) 観察、実験について

【主な準備物】食塩、湯（60℃）、200mLのビーカー、メスシリンダー（100mL用）、スポイト、小さじ、すり切り棒、発砲ポリスチレンの容器（即席麺）、ガラス棒、温度計、バット、ぞうきん、軍手
※実験用ガスコンロの使用も考えられる。その場合は、目標温度の5℃程度手前（加熱時は、スタンドに温度計を設置して温度を測るようにする。）で火を消し、発砲ポリスチレンの容器で保温しながらかき混ぜるように指導する。

【実験の手順】

- ① 50mLの水に食塩を溶ける量の限度まで溶かす。（溶け残りができる）
- ② 溶け残った食塩水を温める。
- ③（溶け残りがなくなれば）さらに食塩を溶かして、限度を確認する。

【実験の結果】温度を上げると、溶け残っていた食塩が溶けた。

もう1杯の食塩はほとんど溶けなかつた。

※溶け残りが多い場合は、温度を上げて溶け残ることがある。

【安全上の注意】

湯でやけどをする恐れがあるため、以下の点に注意する。

- ・60℃の湯を事前に準備し、ポットなどの保温器具に入れておく。
- ・容器内の湯が冷めた場合は、教師が差し湯をするとうよい。
- ・かき混ぜた衝撃等で容器が倒れた時のために、湯の受け皿となるバットの上で行う。
- ・実験用ガスコンロを使う場合は、火を止めてガスコンロからビーカーを下ろして（軍手着用）からかき混ぜる。

【指導のポイント】

温めると溶ける量が増えるという見通しをもつ子どもが多いと想定される。そのため、溶ける量の限度があまり変わらないという事実は子どもがなかなか納得しにくく、「もっと高い温度で温めれば」という見通しをもつことが考えられる。その場合は実験用ガスコンロの使用が想定されるので、安全指導を適切に行い、80℃まで温度を上げる実験に取り掛かる。（90℃以上は沸騰による危険が伴うため行わない）すると、ビーカーの底にたまっていた食塩は溶けずに、蒸発により水量が減少するため、溶け残りが増える事象と出合う。この事象から、温度を上げて溶ける限度量はほとんど増えず、水量の減少によって食塩の析出が起こったのではないかという考察を引き出したい。そうすることで、溶かす水の温度を高くしてミョウバンを溶かす実験の際には、60℃以上に加熱することと水量の減少を結び付ける考えが生まれる。



発砲ポリスチレン容器は安定性の高いものにする。

(3) 観察、実験後の指導の手だて

この実験の結果からの考察では、子どもによって見解が異なる場合が考えられる。見通しより溶ける量が少なかった子どもは「溶ける量はあまり増えなかつた」と捉え、一方では、「少し溶ける量が増えた」と捉える。どちらも根拠のある考察であることから、多数派を採用するようなまとめ方ではなく、実験班ごとの結論とするとうよい。

食塩は温度を上げて溶ける量の限度はあまり増えない。（少しだけ増える）

Ⅲ 振り子の運動

1 単元のねらい

振り子の運動の規則性について興味・関心をもって追究する活動を通して、振り子の運動の規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、振り子の運動の規則性についての見方や考え方もつことができるようにする。

2 単元の内容

おもりを使い、おもりの重さや糸の長さなどを変えて振り子の動く様子を調べ、振り子の運動の規則性についての考えをもつことができるようにする。

ア 糸につるしたおもりが1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、糸の長さによって変わる。

本内容は、第3学年「A(2)風やゴムの働き」の学習を踏まえて、「エネルギー」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「エネルギーの見方」に関わるものである。

本単元では、振り子の周期を合わせるという目標をもつことによって、子どもが主体的に追究する姿を生む。まず、1往復1秒の振り子を作ることを目標に活動し、変化の要因となりそうな条件に気づき、それを変化させるとよいという見通しをもつ。また、結果の妥当性を検討することを通して、10往復10秒の振り子作りへと目標が高まる。次に、10往復10秒の振り子時計をつくることを目標に活動する中で、周期に最も影響を与えそうな条件に着目し、それを変化させる実験を重ねることで、振り子の長さが最も周期に影響するのではないかという見通しをもつ。さらに、10往復20秒の振り子を作るという目標に向かう過程では、重さや振れ幅はいくら変化させても、振り子の周期を大きく変えることはできないという見方や考え方がつくられる。さらに、それまでの活動を生かし、振り子の周期を様々に変えた振り子を作ることを目標に活動する。糸を更に長くすることで10往復30秒の振り子を作ることができるのではないかと、周期を少しずつ変えた振り子を同時に動かすとどうなるのか、などの見通しをもった活動を通して、振り子の長さを変えることで、周期は思い通りに変えることができるのだという見方や考え方がつくられる。

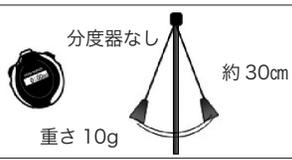
追究の中では、「重いものは速く動く」「強く押せば速く動く」などの経験を基にした見方や考え方を引き出し、振り子の動きの変化に対する見通しをもつことができるようにする。その上で、振り子の動く様子をじっくりと観察し、おもりの重さや振れ幅、糸の長さなどの条件を変えることで振り子の動きがどのように変化するのか、根拠をもった予想ができるようにする。

また、振り子の規則性を捉える活動を通して、子ども自ら条件を制御しながら、計画的に追究する姿をねらう。そのために、実験の結果をノートに記録し蓄積する、グループごとに結果を表し比較することで正確さを追究するなどの場を設定する。事象に粘り強く向き合い、丁寧に働き掛ける態度を育てたい。

3 評価規準の設定例

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> 振り子の運動の変化に興味・関心を持ち、自ら振り子の運動の規則性を調べようとしている。 振り子の運動の規則性を適用してものづくりをしたり、その規則性を利用した物の工夫を見直したりしようとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> 振り子の運動の変化とその要因について予想や仮説を持ち、条件に着目して実験を計画し、表現している。 振り子の運動の変化とその要因を関係付けて考察し、自分の考えを表現している。 	<ul style="list-style-type: none"> 振り子の運動の規則性を調べる工夫をし、それぞれの実験装置を的確に操作し、安全で計画的に実験やものづくりをしている。 振り子の運動の規則性を調べ、その過程や結果を定量的に記録している。 	<ul style="list-style-type: none"> 糸につるしたおもりが1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、糸の長さによって変わることを理解している。

4 単元における観察、実験の位置付け

学 習 活 動	備 考
<p>○振り子時計を作る活動</p> <p>振り子の1往復の時間を1秒に近づけるにはどうしたらよいのだろうか。</p> <p>【実験①】 振れ幅やおもりの重さ、糸の長さを変えながら振り子の往復する時間を計測する</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 20px;"> <p>10 往復 10 秒にして平均を求めたら、1 往復 1 秒と同じことになる。10 往復 10 秒の方が計測しやすい。</p> </div> </div> <p>振れ幅やおもりの重さ、糸の長さを変えると1往復の時間を変えられそう。</p>	<p>○振り子が往復する時間に関わる条件に着目した働き掛けを生むために、重いと速く動く、強く押すと速く動くなど、経験を基にした見通しを引き出す。</p> <p>○振り子時計に近づけるための見通しを引き出すために、振れ幅の安定や平均を使った計測のよさに気付くことができるように関わる。</p>
<p>○10 往復 10 秒の振り子時計を作る活動</p> <p>振り子を10 往復 10 秒に近づけるにはどうしたらよいのだろうか。</p> <p>【実験②】 条件を変えながら振り子の往復する時間を計測し、結果を表にまとめる</p> <p>10 往復 10 秒の振り子時計ができた。振り子の往復する時間には糸の長さが一番関係していそう。</p>	<p>○条件を一つだけ変えてもできそうだという見通しを引き出し、往復の時間に影響を与える要因に目を向けられるようにする。</p>
<p>○10 往復 20 秒の振り子時計を作る活動</p> <p>振れ幅やおもりの重さを変えて10 往復 20 秒に近づけることができるだろうか。</p> <p>【実験③】 条件を変えながら振り子の往復する時間を10 往復 20 秒に近づけて、結果をグラフに整理する</p> <p>10 往復 20 秒の振り子時計ができた。振り子の往復する時間は、糸を長くすると長く、短くすると短くなる。</p>	<p>○10 往復 20 秒の振り子時計作りをしながら、振り子が往復する時間に最も影響を与える要因に迫るために、振れ幅や重さ、長さを計画的に変えながら結果を記録するように促す。</p>
<p>○いろいろな往復時間の振り子をつくる活動</p> <p>振り子のきまりを使っていろいろな振り子を作ろう。</p> <p>【実験④】 糸の長さを変えることで往復する時間を自由に調節し、いろいろな振り子を作る</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>10 往復 30 秒の振り子</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>音楽のリズムに周期を合わせる</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>時間差をつけた振り子</p>  </div> </div> <p>振り子の往復する時間は、糸の長さを変えることで思い通りに調節できる。</p>	<p>○振り子は長さを変えることで往復する時間を思い通りに変えることができるという実感を生むために、子どもの発想を生かした様々な振り子を作る活動を行う。</p>

5 本單元における観察、実験例

振れ幅やおもりの重さを変えて 10 往復 20 秒に近付けることができるだろうか。

【実験】条件を変えながら振り子の周期を 10 往復 20 秒に近づけて、結果をグラフに整理する

(1) 実験前の指導の手だて

振り子が往復する時間は変えられるという見通しをもち、振り子時計を作るという目標に向かう意欲を喚起しておく。振り子の 1 往復を捉えて計測することの難しさや曖昧さへの気付きから、10 往復の時間を計り、平均を求めることで 1 往復 1 秒の振り子時計に近付ける活動に向かうようにする。ここまでの活動で、10 往復 10 秒を達成するか、かなり迫ることができるが、その段階では、振れ幅、おもりの重さ、糸の長さのいずれか一つの条件だけが要因であるという判断には至らない。そこで、10 往復 20 秒（1 往復 2 秒相当）の振り子時計をつくる活動を通して、振り子の往復する時間に最も影響を与える要因を調べるという目標をもつことができるようにする。

(2) 観察、実験について

【主な準備物】振り子実験装置（支柱、糸、分度器、おもりなど）、ストップウォッチ、予備のおもり、黒板掲示サイズのグラフ用紙、グラフへの打点用の丸シール（1 グループ 30 個程度）

【実験の手順】

- ①振り子の往復する時間に最も影響を与えそうな条件を選び、数値を変えながら 10 往復 20 秒に近付ける。
- ②グループごとに表にまとめた結果を、板書上のグラフ用紙に丸シールを貼って表すことで、変化の傾向を見る。
- ③最初に選んだ条件とは違う条件でも同様に実験し、往復する時間を調べる。

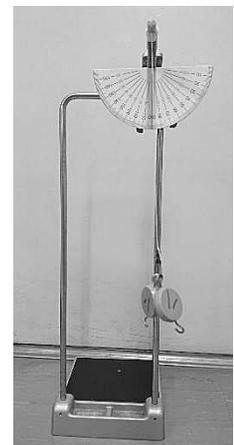
【実験の結果】振り子の往復する時間に最も影響を与え、10 往復 20 秒を達成できる条件は糸の長さである。

【安全上の注意】

- ・糸の長さを調節する際は、はさみ等で切るのではなく、何度も調節できるように余った分は巻き付けておくなどする。
- ・振り子のおもりはほぼ一定の範囲で動くが、観察に夢中になり、顔を近づけ過ぎると目などに当たる可能性があるため、振れ幅を調べる場合には注意する。

【指導のポイント】

- ・往復する時間に最も影響を与えそうな条件から実験を始めるグループもあれば、その逆もある。つまり、「〇〇は影響しないのではないか。」という見通しを検証したいと考える子どももいる。その場合は、グループの考えや見通しをはっきりさせた上で認める。
- ・子どもは、10 往復 20 秒の振り子時計をつくるという目標に向かって活動を行うが、一方で、振り子の往復する時間に最も影響する要因を特定するという目的も持っている。そのため、各グループで出た結果を共有できるように板書上のグラフ用紙に丸シールで打点していくようにする。



(3) 実験後の指導の手だて

板書上に打点したグラフには、各グループの実験結果が位置付いている。しかし、それらの結果が完全に一致するということは考えにくい。振り子の往復する時間に最も影響を与える条件を判断するためには、グラフ上の打点の傾向を見ることが重要となる。点の集合の様子から、数値が大きいとき、小さいとき、振り子の往復する時間がどの程度変化しているのかということをつかえることができるようにする。

10 往復 20 秒の振り子時計ができた。振り子の往復する時間は、糸を長くすると長く、短くすると短くなる。