

# 自然事象を見つめ直し、 知識をつなげて、価値を見いだす問題解決学習

## I 研究の方向性

### 1 主題設定の理由

昨今の予測困難な社会に対して、理科教育では、見いだした問題を観察や実験を通して科学的に解決するだけでなく、学んだことを自然の事物・現象や日常生活と関連付けて考えていく中で、より現実的な諸問題を科学的な根拠をもとに解決しようとする問題解決能力の育成が必要不可欠です。現在、インターネット等を用いれば、簡単に「正解」が手に入れられるようになりました。端末を用いれば、直接自然と向き合わなくても、理科の学習内容を簡単に知ることができるでしょう。ただ、問題解決の過程を経ないで手に入れる「正解」は、単なる言語的な知識として止まる場合が多いものです。こうした現状がある今だからこそ、問題解決の過程を通して新たな事実を得ることに止まらず、児童自身が価値の創造に挑むべきだと考えます。

令和4年度に行われた全国学力・学習状況調査の報告書（令和4年8月 文部科学省国立教育政策研究所）では、「自然の事物・現象に働きかけて得た事実について、自分や他者の気づきを基に分析して解釈し、問題を見いだすことができるようにする」ことや「実験・観察などで得た結果について分析して、解釈し、より妥当な考えをつくり出すことができるようにする」ことを課題として挙げています。本校の児童の実態と比較したとき、前研究で「自分事の問題解決」実現を目指してきたことから、問題を見いだす力をはじめ各過程で働かせる問題解決の力については、一定以上の成果が認められました。一方で、「自分や他者の考えを捉えて、それを基に分析し解釈すること」については改善の余地があると考えます。そこで、本校理科では、研究主題を「自然事象を見つめ直し、知識をつなげて、価値を見いだす問題解決学習」と設定しました。

自然事象を見つめ直す	事象との出会いの場面や追究場面において、自分や他者の考えを捉え、自身の考えを変化させながら何度も事象に向き合うこと。
知識をつなげる	問題解決の過程を通して学習前にもっている断片的な知識を補い、より強固な概念を獲得すること。
価値を見いだす	自然の巧さや美しさを感じることを通して、自然事象の価値や科学の価値に気づき、自然観を豊かにすること。

日々の理科学習において、ものや人と存分に関わり思考を深める問題解決の過程を通して、これまで見えていかなかったことが見えてくる学びを実現することが、児童の資質能力を育むことにつながります。自らの疑問を追究する中で、他者の考えを意識し、それらを自分なりに捉え直す場面を授業の中に生み出すことを通して、価値を見いだす児童の育成を目指します。

### 2 目指す「新たな価値を創り出す」児童の姿

理科における「子供が創り出す『価値』」を以下のように押さえました。

① 自ら問いをもって、探究することの価値	自然事象を見つめ直すことを通して、自らの問いをもち、問題解決を繰り返す。
② 人と関わり、協働して探究することの価値	他者の予想や結果を捉えて自分と比較し、考えを変化させてより妥当な考えを導く。
③ 探究する中で得た内容知や方法知の価値	見方・考え方を働かせたり、働かせたことを自覚したりすることを通して、理科の有用性を見いだす。

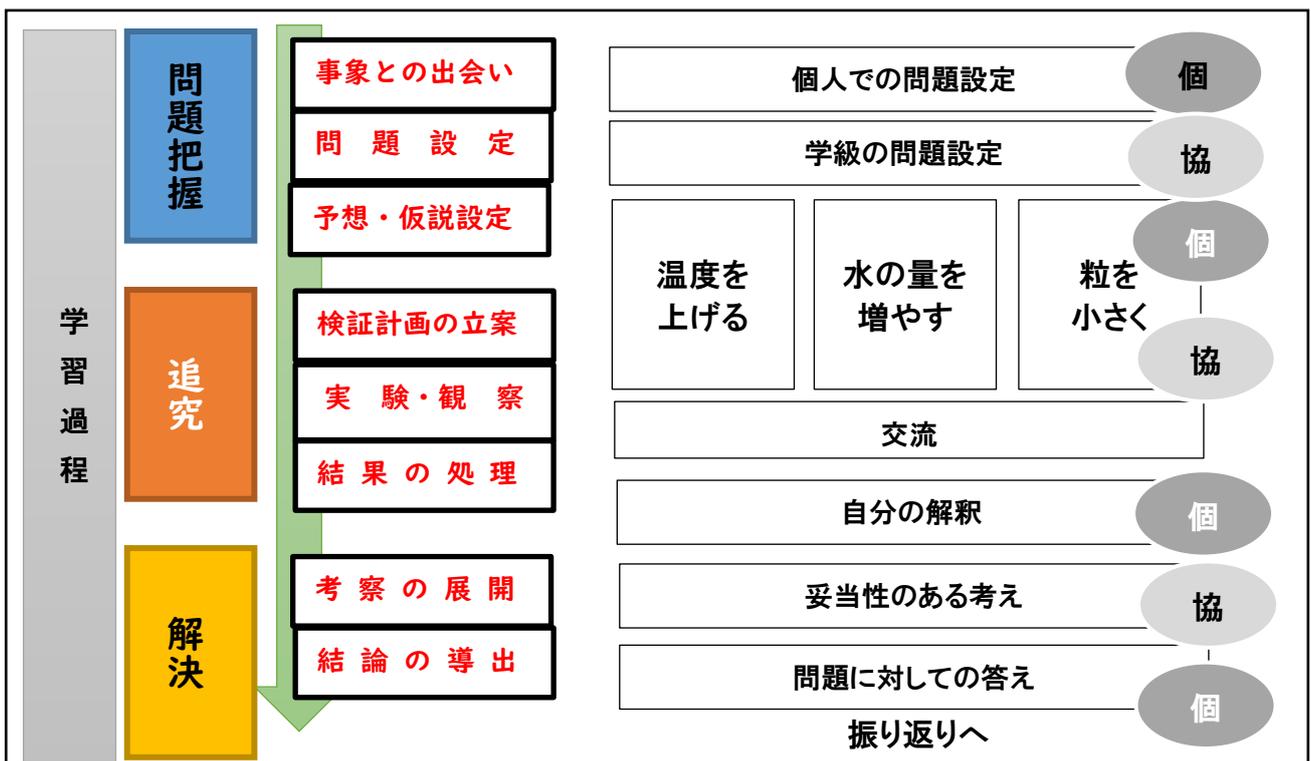
## II 研究内容の具体

### 1 「探究型の学び」のイメージ

「自分事の問題解決」を目指してきた理科の授業研究では、これまで個に応じた指導方法を拡充してきました。これを「個別最適な学び」と言い換えると、それは学びに協働性をもたせるための手段として捉えることができます。そこで、本校理科では、「探究型の学びのイメージ」を以下のように設定しました。自分とは異なる考えも受け止め、自分自身の考えを見つめ直すことで、科学的な追究が実現できると考えました。



[実践例：5年「もののとけ方」]



## 2 「個別最適な学び」と「協働的な学び」を実現する授業デザイン

理科の問題解決学習では、その過程の中に科学的に追究する場面が存在します。実証性・再現性・客観性が伴った科学的な追究であるためには、個別最適な学びであっても他者との接点が欠かせません。児童は、自分で判断し学びを進める（学習の個性化）ことでより多様な考えを広げ、結果として他者に働きかける必要感をもちます。このように、理科においては「個別最適な学び」のみで完結する場面はなく、「個別最適な学び」を経ることで協働的に学ぶことの意義を高めることが必要です。「個別最適な学び」と「協働的な学び」を1単位時間の中に組み合わせて用いることで、児童が理科の見方・考え方を働かせたり、働かせたことを自覚したりする機会を生み出しました。

本校理科では、「個別最適な学び」と「協働的な学び」を以下のように押さえ、資質・能力を高めることを目指しました。

◆理科における「個別最適な学び」 個人が事象に働きかけることを通して、疑問に感じたことから問題意識を醸成し、その問題意識に沿うように問題解決を進める。
◆理科における「協働的な学び」 疑問や予想、実験結果や考察を共有し、互いに表現し合うことで他者の見方・考え方に触れ、自分の概念を再構築する。

### 《学びに主体性をもたせる事象との出会いの工夫》

理科の問題設定場面では、学習内容に沿った個の問題意識の醸成が必要です。個人が生み出す疑問が学習問題のゴールとつながるような事象の提示を工夫しました。また、実際の授業では、児童の反応によって適切な問い返しを行うことも大切だと考えます。問題設定場面では、以下の例のような形で単元の内容に合わせた手立てを用います。

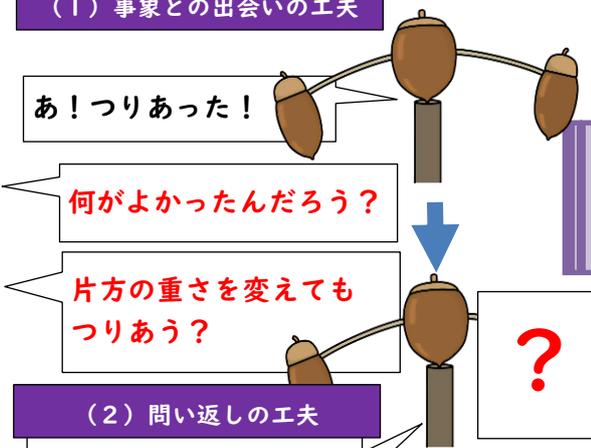
[実践例（問題設定場面）：6年「てこ」]

手立て	具体
(1) 事象との出会いの工夫	つり合いの取れるやじろべえを作成する活動を通して「つり合う条件」を発見させる。
(2) 意図的な問い返しの工夫	単元で求められる量的・関係的な見方を働かせる問い返しをする。

○個別最適な学びの例  
～理科の見方・考え方を働かせる～

【6年 てこ】事象との出会い

(1) 事象との出会いの工夫



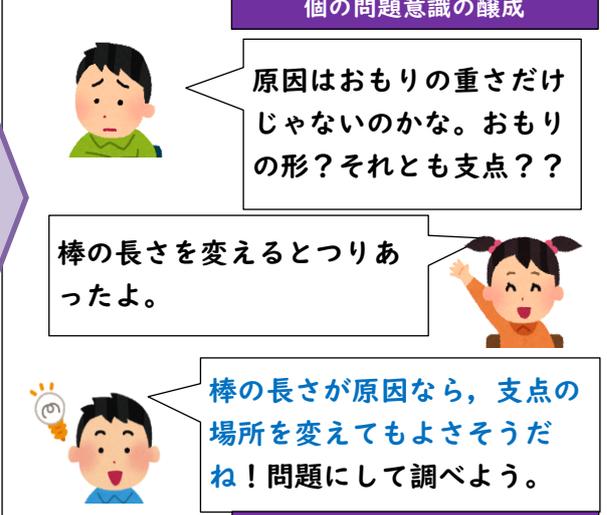
(2) 問い返しの工夫

さっきつりあったのは、何が原因だろう??

○協働的な学びの例  
～働かせた見方・考え方を自覚する～

【6年 てこ】問題づくり

個の問題意識の醸成



学級の問題設定

《他者の考えに触れより妥当な考えを導く交流場面の工夫》

設定した問題の答えを導く考察・結論場面では、個々の願いに応じた実験結果を照らし合わせ、事象を多面的に捉えることを通して考えを変化させることが必要です。この場合、結果の提示の仕方を工夫することや交流場面で意図的な問い返しをすることで学びの協働性が高まると考えました。

手立て	具体
(1) 個の問題意識に沿った実験計画の立案	つり合いの取れるやじろべえを作成する活動を通して「つり合う条件」を発見させる。
(2) 結果の提示の仕方の工夫	単元で求められる量的・関係的な見方を働かせる問い返しをする。
(3) 意図的な問い返しの工夫	単元で求められる量的・関係的な見方を働かせる問い返しをする。

[実践例 (考察・結論場面): 5年「もののとけ方」]

○個別最適な学びの例  
～理科の見方・考え方を働かせる～

粒の大きさを変えても、溶けるのが早くなるだけで量は変わらない【事実】

水の量を増やしたときは、溶ける量が増えたね【事実】

食塩は、温度を高くしても溶ける量は変わらなかったよ【事実】

(1) 個の問題意識に沿った実験計画の工夫

(2) 結果の提示の仕方の工夫

○協働的な学びの例  
～働かせた見方・考え方を自覚する～

ミョウバンは温度を高くすると、溶ける量が増えると言える！！

食塩は温度を高くしても、溶ける量が変わらないと言える！！

どんな違いがあるだろう？

(3) 意図的な問い返しの工夫

ものによって、こんなに性質がちがうんだ…

3 子供が新たな価値を創り出すための振り返りの工夫

子供が新たな価値を創り出すために振り返りシートを用いて以下の2点について振り返りを行います。振り返りの場面は、1単位時間の終末部に設定しました。

《振り返りの視点》
① 他者の考えと比較したことや自分の考えの変化について
② 問題解決を通してわかったことや新たな疑問について

[実践例 (振り返り): 5年「もののとけ方」]

私は最初、ただものが見えなくね、  
ているだけだと思、ていたけど、  
とけるものが分解して小さくな  
り、目には見えないうぼたになっ  
ていることがわかった。また、水  
の中にとけすものは存在し、水  
の中に重さものさるということ  
が今日の結果からわかった。

“もの”とけず”こと  
自分なりに考えたい good!!

日付	確認印
1/5	

【①自分の考えの変化について】  
「水に溶ける」の概念が他人の考えに触れることによって変化させていることがわかる。

【②問題解決を通してわかったこと】  
実験結果からより妥当な考えを導き出したことがわかる。

### III 実践事例

## 6年生実践 『水溶液』

実践のテーマ：自己が判断し学び進めることを通して、  
他者に働きかけ、より妥当な考えをつくり出す学習

### 1 研究授業のねらい

本単元の学習では、事前調査の結果から水溶液の酸性、中性、アルカリ性について知識をもっている児童が多くいることがわかりました。児童の実態を踏まえ、単元の学習が事前の知識量に左右されない、個に応じた指導計画となるよう計画しました。また、解決の過程では、他者の予想や結果を捉えられるような工夫をすることで学びに協働性をもたせました。このように個に応じた指導と他者との対話を経時的に組み合わせることで問題解決の充実を図りました。

### 2 単元の指導計画（13時間扱い）

次	時	◇主な学習活動 ・ 予想される児童の反応	主な水溶液	評価規準
1次	①	◇水溶液の中に溶けているものを取り出してみる。	□食塩水 □炭酸水	態① 【観察・ノート】
	②	◇気付いたことや疑問から問題を設定する。 問題：水溶液には、気体が溶けているものがあるのだろうか		
	③	◇設定した問題について予想する。 ◇実験計画を立てる		思① 【観察・ノート】
	④ (本時)	◇炭酸飲料について調べる。 ◇二酸化炭素が水に溶けるか調べる。 ◇考察し、結論を導く。 水溶液には、気体が溶けたものがある。	□強炭酸水	知① 【観察・ノート】 思② 【観察・ノート】
2次	⑤	◇塩酸とアンモニア水の比較から問題を設定する。 問題：塩酸とアンモニア水には違いがあるのだろうか。 ◇設定した問題について予想する。 ◇実験計画を立てる	□塩酸 □アンモニア水	思① 【観察・ノート】
	⑥ ⑦	◇リトマス紙やBTB溶液を使って、水溶液の違いを調べる。 ◇考察し、結論を導く。 塩酸とアンモニア水にはリトマス紙の色を変化させる性質の違いがある。(酸性・アルカリ性)	□リトマス紙 □BTB溶液	知④ 【観察・ノート】
	⑧	◇酸性やアルカリ性の水溶液について身近なものに当てはめて考える。	□洗剤 □レモン水	知② 【観察・ノート】
3次	⑨	◇金属を溶かす水溶液についての問題を設定する。 問題：水溶液には、金属を変化させるものがあるのだろうか ◇金属を溶かす水溶液を調べる実験計画を立てる。		思① 【観察・ノート】
	⑩	◇金属を入れて変化を調べる。 ◇考察し、結論を導く。 酸性の水溶液には、金属を溶かす性質がある。	□塩酸 □鉄	知③ 【観察・ノート】
	⑪	◇溶けた金属を取り出し、問題を設定する。 問題：取り出したものは金属と同じ性質をもつのだろうか ◇取り出したものは金属なのか予想する。 ◇金属であるかを調べる実験計画を立てる。		思① 【観察・ノート】
	⑫	◇取り出したものが金属であるかを調べる。 ◇考察し、結論を導く。 取り出した物質は、違う性質をもつものに変化している。		思② 【観察・ノート】
4次	⑬	◇これまでに扱った水溶液の性質について考える。	□食塩水 □炭酸水 □塩酸 □アンモニア水	態② 【観察・ノート】

### 3 本時の学習

#### (1) 本時の目標

水溶液には、気体が溶けているものもあることを理解し、水に二酸化炭素が溶けることで炭酸水という水溶液ができることを自分の言葉で表現することができる。

#### (2) 本時の展開（13 時間扱いの 4 時間目）

研究視点 1

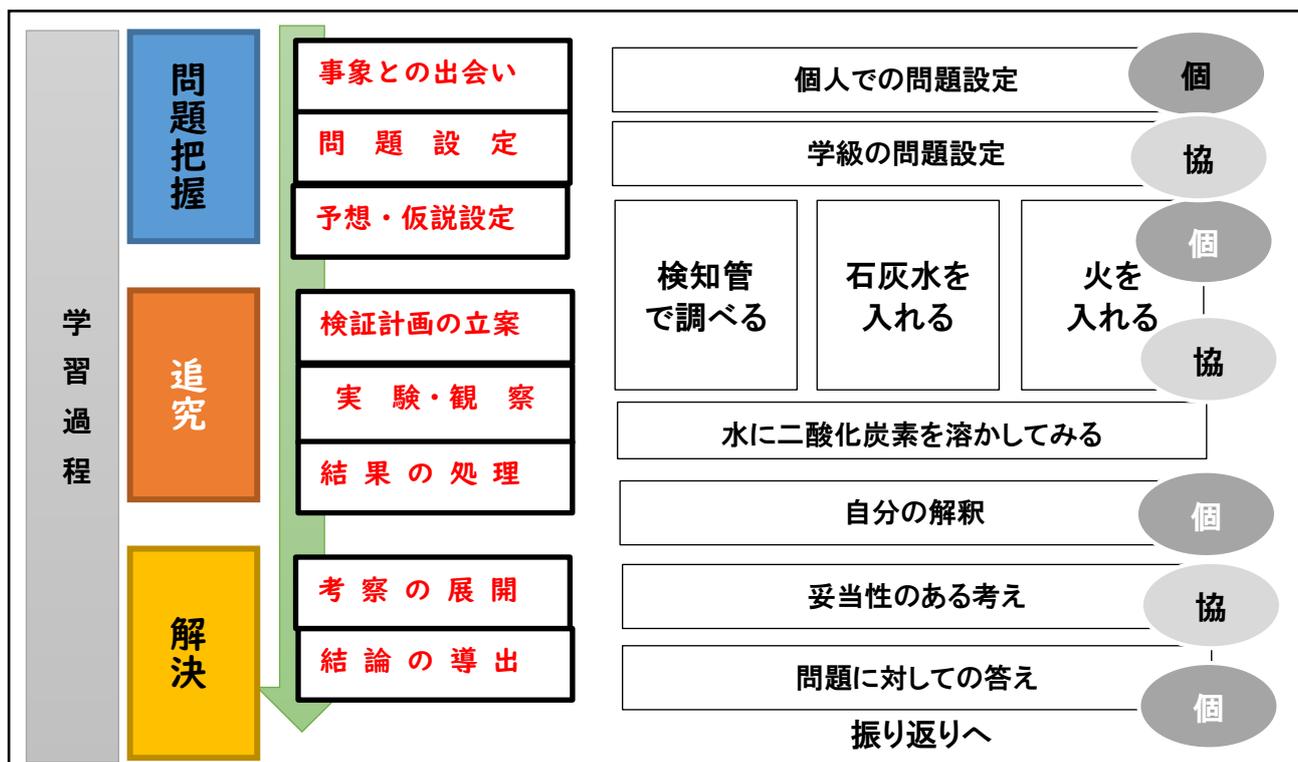
◇学習活動 ・ 予想される児童の姿	研究との関わり・留意点						
<p>1 前時までの学習を振り返る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>前時まで 「水溶液には、気体が溶けているものがあるのだろうか」という問題を設定し、炭酸水から取り出した気体が二酸化炭素なのかを調べる実験計画を立てた。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・食塩水では、溶けているものがとり出せた。</li> <li>・炭酸水では、あわを集めることで気体の種類を調べられると思う。</li> <li>・予想では、「二酸化炭素が溶けている」という意見が出たね。</li> </ul> <p>2 実験方法について確認する。</p> <p>(1) 溶けているものを取り出す方法</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #ffff00; padding: 2px;">①炭酸水から気体を集める。</td> <td style="padding: 2px;">水上置換法を用いる。</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00; padding: 2px;">②二酸化炭素であるかを調べる。</td> <td style="padding: 2px;">① 気体検知管 ② 石灰水 ③ ろうそくの火を入れる</td> </tr> </table> <p>(2) 二酸化炭素を水に溶かしてみる方法</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0; padding: 2px;">①ペットボトルに半分くらいの水と二酸化炭素を入れる。</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0; padding: 2px;">②ペットボトルを振ることで水と気体を混ぜる。</td> </tr> </table> <p>3 実験を行い、結果を記入する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・A の飲料から出たあわは石灰水を白く濁らせた。</li> <li>・B の飲料から出たあわは石灰水を白く濁らせた。</li> <li>・ペットボトルの中で二酸化炭素と水を混ぜるとペットボトルが勢いよくへこんだ。</li> </ul> <p>4 結果を交流する。</p> <p>5 考察をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・炭酸飲料から取り出した気体は、石灰水を白く濁らせたことから、どれも二酸化炭素であると言える。</li> <li>・二酸化炭素と水を入れたペットボトルを振るとペットボトルがへこんだことから、気体が水の中に溶けたと言える。</li> </ul> <p>6 結論を導く。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>水溶液には、気体が溶けたものがある。身近な炭酸飲料には、すべて二酸化炭素が溶けている。</p> </div> <p>7 学習を振り返る。</p>	①炭酸水から気体を集める。	水上置換法を用いる。	②二酸化炭素であるかを調べる。	① 気体検知管 ② 石灰水 ③ ろうそくの火を入れる	①ペットボトルに半分くらいの水と二酸化炭素を入れる。	②ペットボトルを振ることで水と気体を混ぜる。	<p>・行う実験について、見通しをもたせるようにする。</p> <p>・前時で出た考えについて取り上げる。</p> <p>◇「個別最適な学び」と「協働的な学び」を実現する授業デザイン <span style="background-color: #800080; color: white; padding: 2px;">研究視点 2</span></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各グループで検討した実験方法を用いる。</li> <li>・他のグループの実験についても方法を把握できるようにする。</li> </ul> <p>① 個の問題意識に沿った実験計画の立案 → 3 つの実験計画を立て同じ問題意識をもつ児童でグループ化する。</p> <p>② 結果の提示の仕方の工夫 → 実験（1）の結果を踏まえた上で本当に二酸化炭素が水に溶けるかどうか試してみる。（多面的に考える）</p> <p>③ 意図的な問い返しの工夫 → 考察場面では、ペットボトルの空間に何が存在しているのか認識させる問い返しを行う。（質的・実体的な見方）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>炭酸水とは、水に二酸化炭素が溶けたものであることを、自分の言葉でまとめることができているか。 【思考・判断・表現】（観察・ノート）</p> </div> <p>◇新たな価値を創る振り返りの工夫 <span style="background-color: #800080; color: white; padding: 2px;">研究視点 3</span></p>
①炭酸水から気体を集める。	水上置換法を用いる。						
②二酸化炭素であるかを調べる。	① 気体検知管 ② 石灰水 ③ ろうそくの火を入れる						
①ペットボトルに半分くらいの水と二酸化炭素を入れる。							
②ペットボトルを振ることで水と気体を混ぜる。							
<p>◇授業の見所・本時で願っている児童の姿 実験結果を主体的に交流し、自分の言葉で解釈する児童の姿。</p>							

## 探究型の学びのイメージ

実態調査の結果から、本単元は児童の知識量に差があることがわかりました。そこで本研究では、事前の知識量に左右されない探究型の授業となるよう学習の個性化を図った単元構成を立案しました。

本単元は、「水溶液には気体が溶けているものがある。」「水溶液には、金属を溶かすものがある。」という事実との出会いにより、粒子に対する概念を広げ、理解を深める内容となっています。

限られた時数の中で学びの協働性を最大限に生かすため、個人の問題意識に沿った実験計画を立てることを前提に単元の指導計画を構成しました。このように個別最適な学びと協働的な学びを経時的に組み合わせることで問題解決の充実を図りました。



## 「個別最適な学び」と「協働的な学び」を実現する授業デザイン

《他者の考えに触れ、より妥当な考えを導く交流場面の工夫》

理科の授業において科学的に追究することに価値を見いだすためには、個々の問題意識を高め、その願いに応じて問題解決を進めることや理科の見方・考え方を働かせ、その交流を経て自分の考えを変化させていくことが大切だと考えました。そのための手立てとして、次の3点を重視しました。

手立て	本単元で働かせたい◇見方◆考え方
(1) 個の問題意識に沿った実験計画の立案	◇質的・実体的 ◆多面的に考える
(2) 結果の提示の仕方の工夫	
(3) 交流場面での意図的な問い返し	

考察・結論場面の交流を充実させるためには問題解決の中で個人の追究を成立させることが大切です。本単元では、問題に対する予想を踏まえて個人の問題意識に沿った3つの実験計画を立てました。(個の問題意識に沿った実験計画の立案)

① 気体検知管で調べる	② 石灰水を入れて振る	③ ろうそくの火を入れる
-------------	-------------	--------------

また、「二酸化炭素を(自分で)溶かすことができるのか」という議論を促し、学級全体で意見が割れたことから実際に児童が考えた方法で二酸化炭素を溶かしてみることにしました。実験結果を提示した後に実際に気体を溶かす活動を取り入れることで事象を多面的に捉えられるよう工夫しました。(実験結果の提示の工夫)

考察場面では、ペットボトルの空間に何があったのかを認識できるような発問をしたことで、実験結果とペットボトルがへこむ事象をつなげようとする児童の姿が見られました。(交流場面での意図的な問い返し)

その後、へこんだペットボトルの蓋を開けてみると、身近な炭酸飲料と同じように音がしたことから、児童Aから「ペットボトルがへこんだのは二酸化炭素が水に溶けてもともと存在した空間がなくなったから」という発言がありました。さらに、ペットボトルを開封したときの音が市販の炭酸飲料と比較して弱かったことから、二酸化炭素が溶ける量についての意見が挙がり「大量の二酸化炭素を溶かさないと市販の炭酸飲料のように強い炭酸にはできない」との考えをもちました。こうした交流を経て、一人一人が問題に対する結論を導きました。

僕は、この結果から、炭酸水メーカーは液体に多くの二酸化炭素を吹き込んでいるのだと思いました。僕は、実験をする前は少量の二酸化炭素を溶かしただけで売り物のような炭酸水ができると思っていたのですが、その考えは違い、大量の二酸化炭素を溶かさないと売り物のような炭酸水はできないということが事実でした。

#### 【児童のロイロノートの記述】

## IV 1 年次研究の成果と課題

### 1 研究の成果

- 児童の実態を考慮し、個々の願いに応じた実験を計画したことで、主体的な問題解決となりました。
- 個別の実験結果を交流したことで、児童の関心が他の実験結果に向き、全体の結果からより妥当な考えを導こうとする児童の姿が見られました。
- 振り返りの視点を明確にしたことで、学習前と学習後の自身の変化について自覚したり、新しい知識とのつながりに気付いたりする児童の姿が見られました。

### 2 今後の課題

- 結論の導出場面など、学習の流れの中で個に終始するところがありました。個別最適な学びと協働的な学びをより一体的に捉えて研究を進める必要があります。
- 交流する場面では、教師側の意図的な声掛けによって議論する内容を焦点化したり、見方・考え方を引き出したりすることが大切です。今後は、意図的な問い返しについて、具体的な声掛けを整理する必要があります。

## V 引用・参考文献

- 小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 文部科学省 平成29年6月
- 平成30年度全国学力・学習状況調査の解説資料 国立教育政策研究所 平成30年4月
- 初等教育資料 No. 984 「資質・能力を育成～『見方・考え方』を働かせることを通して～」 東洋館出版社 令和元年9月
- 哲学的教育学入門 O.F. ボルノー（著） 浜田正秀（訳） 玉川大学出版部 昭和48年1月
- 現代解学入門：理解と前理解・文化人間学 F. キュンメル（著） 松田高志（訳） 玉川大学出版部 昭和60年10月
- パフォーマンス評価入門ー「真正の評価」論からの提案 ダイアン・ハート（著） 田中耕治（訳） ミルヴァ書房 平成24年2月
- 小学校理科「問題解決」8つのステップ 村山哲哉 東洋館出版社 平成25年4月
- イラスト図解ですっきりわかる理科 鳴川哲也 山中謙司 寺本貴啓 辻健 東洋館出版社 平成31年2月
- 新訂 一枚ポートフォリオ評価OPPA 堀 哲夫 東洋館出版社 令和元年8月
- 理科の授業を形づくるもの 鳴川哲也 東洋館出版社 令和2年4月