

素朴な概念を科学的に更新する子供を育てる理科学習指導

～学びの足跡をつなぐ活動を通して～

研修教諭 田中 智大
指導教諭 田中 拓哉

1 主題設定の理由

(1) 理科教育の動向から

小学校学習指導要領（平成 29 年告示）理科編の目標では、育成を目指す資質・能力のうち「知識及び技能」として、「自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする」と記載されている。さらに、自然の事物・現象の理解においては、問題解決の過程を通して、自然の事物・現象についてのイメージや素朴な概念などを、既習の内容や生活経験、観察、実験などの結果や結論と意味付けたり、関連付けたりして、妥当性の高いものに更新していくことが重要であることが記載されている。

また、平成 30 年度に実施された全国学力・学習状況調査では、観察、実験の技能の正答率が 71.2%、自然の事物・現象についての知識・理解の正答率が 81.6%であったものが、令和 4 年度に実施された同調査では、知識・技能の正答率が 62.6%と低下している。評価の観点で平成 30 年と令和 4 年で変更があったものの、知識や技能の観点において、正答率の低下が見られ、学習で見いだした知識が定着していないという課題が見られた。

上記のことから、理科教育に求められるのは、学習前にもっている子供の自然についての概念を、問題解決の過程を通して、獲得した知識と関連付けて更新していくことであると言える。ここに、素朴な概念を科学的に更新する子供の育成を目指す本研究の意義を見いだすことができる。

(2) 児童の実態から

4 月に 3、4、5 年生に実施したアンケート調査の結果（資料 1）から、理科の学習はよく分かっていると答えた子供の割合が高いことが分かる。一方で、自分で考えや分かったことを友達に伝えることや、自分で整理してまとめること、これまでの学習と結び付けることは、肯定的な回答をした子供の割合が低くなっている。つまり、見いだした知識をまとめたり、既習の知識と関連付けたりすることに課題が見られる。そこで、理科で学んだことを言葉や図などで整理し、見いだした自然のきまりを既習の知識と関連付けて概念を更新していく子供を目指す本研究は意義深いと考える。

	思う	やや思う	あまり 思わない	思わない
理科の学習内容は 理解できていると思うか	63%	31%	5%	1%
	できる	やや できる	やや できない	できない
分かったことを言葉や図で表し 友達に伝えることができるか	64%	22%	12%	2%
学習した内容を自分で整理して まとめることができるか	62%	26%	12%	0%
学習で分かったことを経験や 既習内容と結び付けているか	56%	33%	10%	1%

資料 1 実態調査結果 (N=129)

(3) これまでの指導の反省から

これまでの私自身の理科学習指導においては、子供たちが理科の学習で新たな自然の事物・現象に出合ったときに、これまでの学習で学んだことを生かして、予想をしたり、解決の方法を発想したりする姿が見られなかった。このことから、次のような指導上の課題があると考えた。

- 単元を通して子供たちが習得した自然の事物・現象についての知識を、他の単元の学習活動で生かしたり、既習の知識と関連付けたりする活動が不十分であった。
- 本時何を学び、学習前とどのように変わったのか、学習を振り返る場の設定が不十分であった。

以上の課題から、子供たちが自然についての既習の知識を明らかにした上で、問題解決の過程を通して、新たに獲得した自然のきまりと結び付けながら、素朴な概念を科学的に更新していくことが重要であると考え、本主題を設定した。

2 主題の意味

(1) 「素朴な概念」とは

自然の事物・現象に対する経験と捉えを基にした子供なりの概念のことである。

自然の事物・現象とは、自分の身の周りにある動植物を含んだ自然界にある事物やそこに生起している現象だけではなく、実験室において見られる事物・現象や、科学や技術の成果として人工的に作られた事物・現象までも含むものである。

自然の事物・現象に対する経験と捉えとは、対象の自然の事物・現象に関してこれまでに経験したことと、その経験と結びついている知識や子どもなりの認識のことである。そのため、実証性・再現性・客観性といった科学的な根拠を伴わない曖昧な捉えや誤って認識している捉えも含まれる。ここでの知識とは、自然の事物・現象から捉えられた自然のきまりのことであり、自然の事物・現象の性質や働き、規則性のことである。

○性質 …事物・現象に本来備わっている他と比べて特に目立つ点。

例えば、電磁石は電流が流れている限り磁力が発生すること。

○働き …事物・現象に本来備わっている機能や作用。

例えば、電磁石に電流を流すと、磁石と同様に鉄を引き付けることができること。

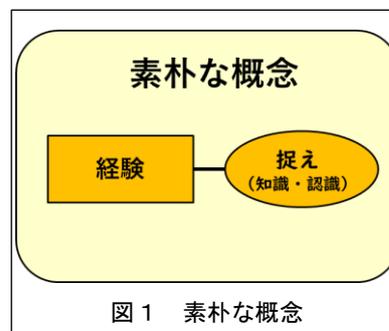
○規則性…事物・現象において一定の傾向や法則の存在。

例えば、電磁石の磁力は、電流の強さに比例すること。

これらの自然のきまりは自然の事物・現象の知識として、子供たちの問題解決の過程で見いだされる。

この経験と捉えを含む子供なりの認識が「素朴な概念」である。

この素朴な概念は、対象となる自然の事物・現象に対して、子供がそれまでに経験してきたことと子供なりの捉えを基に形成されることから、曖昧な捉えを含まれる場合と、誤った捉えが含まれる場合があり、個人差がある。



(2) 「素朴な概念を科学的に更新する」とは

子供たちがもつ素朴な概念に、問題解決によって見いだしたきまりとその追究経験を関連付けて、科学的な概念にしていくことである。

素朴な概念に新たに見いだしたきまりを関連付けるとは、子供たちが問題解決を通じて見いだしたきまりと関連する追究経験を、素朴な概念の中に取り入れて、子供なりの捉えや経験と結び付けることで、素朴な概念を科学的な根拠をもった概念にしていくことである。

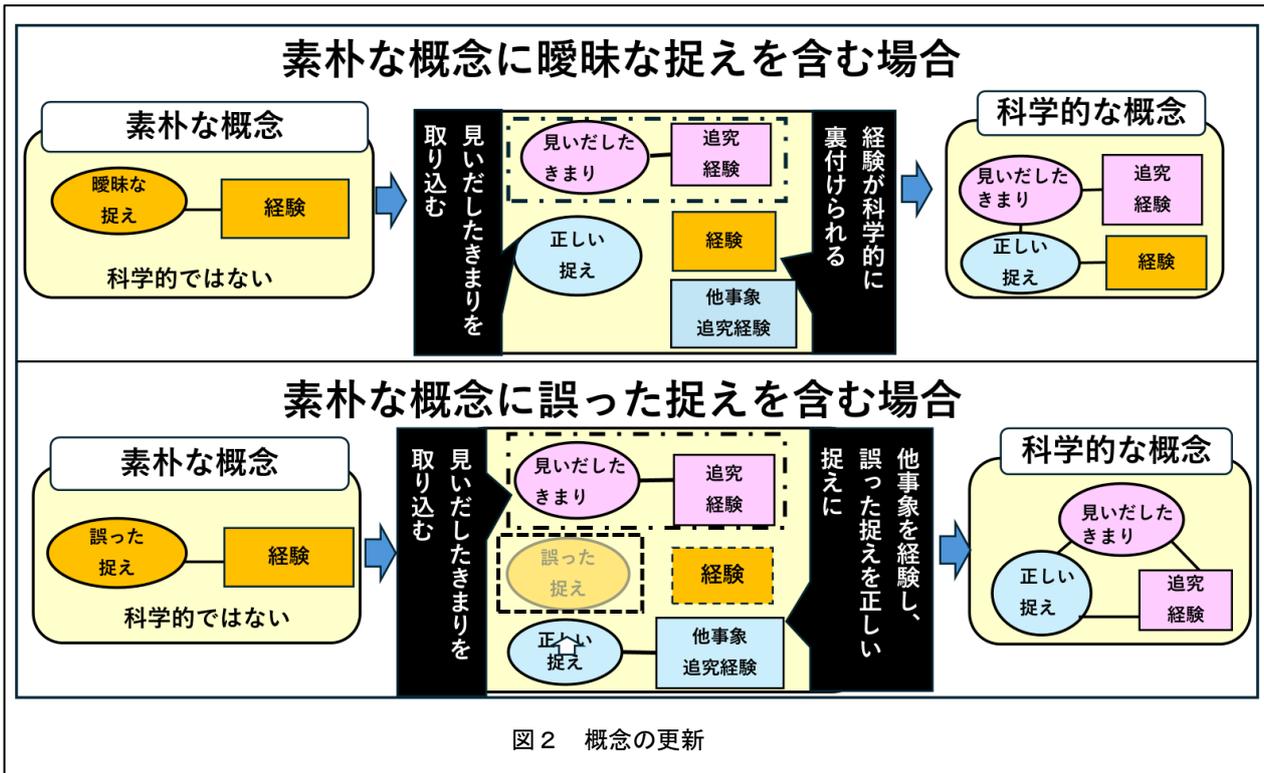
具体的には、素朴な概念の中に曖昧な捉えを含んである場合、子供は問題解決の前の段階では、自然の事物・現象に対して「多分、経験からこのようになると思う」といった、科学的な裏付けのない考えをもっている。問題解決を経て新たに見いだしたきまりと追究経験を獲得すると、子供の素朴な概念の中にある曖昧だった捉えと見いだしたきまりが関連付き、「実験からもこのようなことが言える」と曖昧な捉えが、科学的な裏付けを得て明確化され、正しい捉えに変わる。

例えば、おもちゃに乾電池を入れて動かした経験がある子供に、「豆電球の明かりをつけるために導線を乾電池のどこにつないだらよいか」という問いを投げかけたとする。すると、子供は「やったことはないけれど、おもちゃの時は、乾電池の端の凸凹した部分に金属があたるように取り付けたから、電池の両端に導線を付けたらいいのではないか」という科学的な裏付けはないが、自分なりの捉えと経験から考えをつくる。問題解決を通じて、「乾電池の+極と-極に導線をつなげると豆電球に明かりがつくこと」がわかると、あいまいだった捉えが正しい捉えに変容し、「やはり乾電池を取り付ける場合には、乾電池の両端の凸凹した部分を金属にあたるようにするといい」という捉えになる。

一方で、素朴な概念に誤った捉えが含まれている場合、見いだしたきまりを素朴な概念に取り入れたとしても、誤った捉え自体は変容しない。そのため、関連した日常の事象を経験したり、他事象にき

まりを当てはめて考えたりすることで、見いだしたきまりと具体的な事象を関連付けて正しい捉えにしておくことができる。

例えば、「豆電球に明かりがつく回路の中をどのように電流が流れているか」という問いがあり、誤った捉えをもつ子供が、物と物がぶつかり爆発するという経験や捉え方で、「豆電球に明かりがつくのは、電池の+極と-極から電流が流れ、豆電球の所でぶつかっているから」と予想していたとする。その後の実験から、「回路の中で電流は乾電池の+極から-極に流れる」という自然のきまりを獲得するが、それだけでは誤った捉え自体は正しい捉えに変容しない。そこで、他事象として電池の向きを反対にする実験を行うことで、電流には向きがあり、電池を反対向きにすると電流の向きも反対になることを認識することができる。すると、素朴な概念の中に、電流の流れる向きとそれを調べるために検流計を設置した追究経験が取り込まれる。そして、誤って捉えていたものに代わり、素朴な概念が、科学的な概念へと再構成されていく（図2）。



(3) 「素朴な概念を科学的に更新する子供」とは

素朴な概念を科学的に更新する子供は、表1のような資質・能力を身に付けた子供のことである。

表1 目指す子供の資質・能力

知識及び技能	自然のきまりと既習の知識を関連付けた理解ができるとともに、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付け、観察、実験の結果を適切に記録することができる。
思考力、判断力、表現力等	既習の内容や生活経験を基にして見通しをもって考えたり、観察、実験から得られた結果を科学的に判断したり、目的に応じて経験や既習の知識と関連付けて表現したりする。
学びに向かう力、人間性等	意欲的に自然の事物・現象に関わり、見いだした問題を基に、観察、実験を行い、他者との協働で問題解決し、学んだことを既習の内容や生活経験とつなげようとする。

この三つの柱の資質・能力は、一単位時間の中だけで目指すものではなく、単元を通して繰り返し行われる過程の中で育成されるものであると考えられる。

3 副主題の意味

「学びの足跡をつなぐ活動」とは

単元の導入段階において「体験活動」を行い、単元の展開段階において体験活動を基に予想の根拠を「想起」し、学習を通じて見いだしたきまりと体験活動や自分の予想を「結び付ける」ことで、学びを関連付けていく活動のことである。

(1)「体験活動」とは

単元の導入段階において、自然の事物・現象や関連する日常の事物・現象を体験することによって、自分なりの素朴な概念をつくる活動である。

体験活動は、学習対象の自然の事物・現象に触れたり、気付きを保存したりすることで、子供なりの素朴な概念をつくることをねらいとしている。

そのために、まず、対象の自然の事物・現象や関連する日常の事物・現象に触れたり試したりする。次に、この活動の様子を動画や写真で記録するとともに、活動の際に気付いたことや疑問に思ったことを記録用シートに保存する（資料2）。

記録用シートは、子供たちが、体験活動の様子を記録として保存することや、一単位時間の問題解決の過程

の中で予想を考える際に根拠として使用する。また、記録用シートに保存している体験活動の動画は、一単位時間の問題解決の終末で、見いだしたきまりを使って追事象を説明する際に使用する。

このような「体験活動」を設定することで、対象の自然の事物・現象に対して体験したことを基に素朴な概念をつくることができると考える。また、後の活動にも良い効果がある。具体的には、「想起する活動」においては、体験したことを基に予想や根拠を考えやすくなる。さらに、「結び付ける活動」においては、見いだしたきまりを使って、体験活動で全員が経験していることを追事象として説明することから、経験ときまりと経験を関連付けて捉えやすくなる。

(2)「想起する活動」とは

単元展開段階（一単位時間の導入）において、予想する際に体験活動を振り返り、交流を通じて自分の考えに他者の考えを付加したりして予想の根拠を明確にするとともに、素朴な概念と問題解決に必要な考え（予想）を関連付ける活動である。

想起する活動は、体験活動においてつくられた素朴な概念と、本時の問題解決に必要な自分の予想を関連付け、予想を明確にすることをねらいとしている。

そのために、まず、自分の予想を考える際に、記録用シートに保存した「体験活動」の様子を確認したり、思い出したりして、自分の予想の根拠を探し、記述する。次に、自他の予想と根拠を交流し、自分が納得する他者の考えを取り入れて、自分の予想の根拠に付加したり、自分の予想や根拠を修正したり、強化したりする。こうすることによって、自分たちが体験した活動を基に予想や根拠を考えたり、共通の体験を基に他者と考えを整理したりすることができ、自分の予想を明確にして問題解決に取り組むことができると考えた。

このような「想起する活動」を設定することで、「体験活動」において子供の中で形成された素朴な概念の中にある経験と本時の問題解決のための予想と関連付けることができる。また、一単位時間の終末に行う「結び付ける活動」においては、予想の根拠として想起している体験活動の中から適したものの追事象として子供が選択し、見いだしたきまりを使って説明する活動を行うことで、見いだしたきまりと自己の経験（体験活動）と認識を関連付けることができると考えた。



(3) 「結び付ける活動」とは

単元の展開段階（一単位時間の終末）において、見いだしたきまりを使って、予想の根拠として用いた他事象（子供たちが経験した事象）を説明する活動である。

結び付ける活動は、素朴な概念の中の経験や捉えと科学的に実証されたきまりを関連付けて捉え、概念を科学的な根拠を有したものにしていくことをねらいとしている。

そのために、まず、単元導入の体験活動を基にした複数の追事象の中から、子供が誤って認識していた事象や自分の予想の根拠として挙げていなかった事象を選択して、本時見いだした新たなきまりを使って説明する。こうすることによって、見いだしたきまりと素朴な概念の中に含まれる子供なりの捉えを結び付けて、科学的な裏付けのある正しい捉えにすることができると考えた。

このような、「体験活動」、「想起する活動」、「結び付ける活動」の三つの活動が単元の中でつながることによって、素朴な概念をつくり、素朴な概念を基に予想と根拠などを明らかにし、見いだしたきまりと子供なりの捉えを結び付けることができる。これによって、曖昧な捉えや誤った捉えが科学的な裏付けのある正しい捉えになり、素朴な概念を科学的に更新することができると考えた。

(4) 各活動の目的、内容、方法、支援

学びの足跡をつなぐ活動では、「体験活動」、「想起する活動」、「結び付ける活動」の三つの活動を行い、素朴な概念から科学的な概念に更新していく。この三つの活動の目的、内容、方法、支援については、以下の表2の通りである。

表2 「体験活動」、「想起する活動」、「結び付ける活動」の目的、内容、方法、支援

	体験活動	想起する活動	結び付ける活動
目的	自分なりの素朴な概念をつくるため。	自分の予想と根拠を明確にするため。	自分なりの素朴な概念を科学的な概念にするため。
内容	単元の導入段階において、自然の事物・現象に関する体験を行う。	単元の展開段階において、経験や既習から予想の根拠を考え、交流する。	単元の展開段階において、きまりと既習や経験を結び付けて説明する。
方法	①自然の事物・現象に関する試しの活動(体験)を行う。 ②活動の様子を写真や動画で撮影し、気づきや疑問とともに記録用のシートに保存する。	①予想する際に、体験活動を基にして、根拠を考える。 ②他者と交流し、必要に応じて、予想の根拠を付加・修正・強化する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px 0;">【付加】…根拠を付け足す 【修正】…書き換える 【強化】…予想を確かにする</div> ③体験活動の内容を根拠としている場合、記録用シートの動画や写真を使って説明する。	①見いだしたきまりを確認し、本時のまとめを行う。 ②予想の根拠として示された追事象の中から、説明する事象を選択する ③見いだしたきまりを使って追事象を説明する。
支援	・体験活動の内容が予想の根拠となるものであったり、追事象として扱ったりすることができるものに設定する。	・予想の根拠となる事象を想起することができるように、体験活動の動画の中で根拠として活用できそうなものを共有する。	・見いだしたきまりを使って追事象を説明することができるように、実験の様子や実験結果を学習端末上で共有し、説明に使う資料とする。

4 研究の目標

理科学習指導において、素朴な概念を科学的に更新する子供を育てる方途として、学びの足跡をつなぐ活動の在り方とその有用性を究明する。

5 研究の仮説

理科学習指導において、学びの足跡をつなぐ活動を以下の三点から工夫して行えば、素朴な概念を科学的に更新する子供が育つであろう。

【視点1】教材化の工夫
 【視点2】単元構成の工夫
 【視点3】手立ての工夫

6 研究の構想

(1) 教材化の工夫

学びの足跡をつなぐ活動を活性化させるためには、目的意識をもって、問題解決活動に取り組み、予想や考察などの考えを明確にすることが不可欠である。そのため、以下の三点を教材化の視点として設定する(表3)。

表3 教材化の視点

目的性	既習の知識や生活経験とのずれを基に疑問を追究したいという目的をもつことができ、他の学習や生活場面に活用できる自然のきまりを導き出すことができる教材
内容性	既習の知識や生活経験を生かして自然の事物・現象に働きかけることができ、性質や働き、規則性を見いだすことができる教材
協働性	子供たちが既習の知識や生活経験に基づいた考えを表出することができ、予想や考察を表現しやすく、科学的な視点から検討することができる教材

(2) 単元構成の工夫

素朴な概念を科学的に更新する子供を育てるために、単元の学習過程に、「体験活動」、「想起する活動」、「結び付ける活動」の連続した活動を設定し、学びの足跡をつないでいく。(図3)

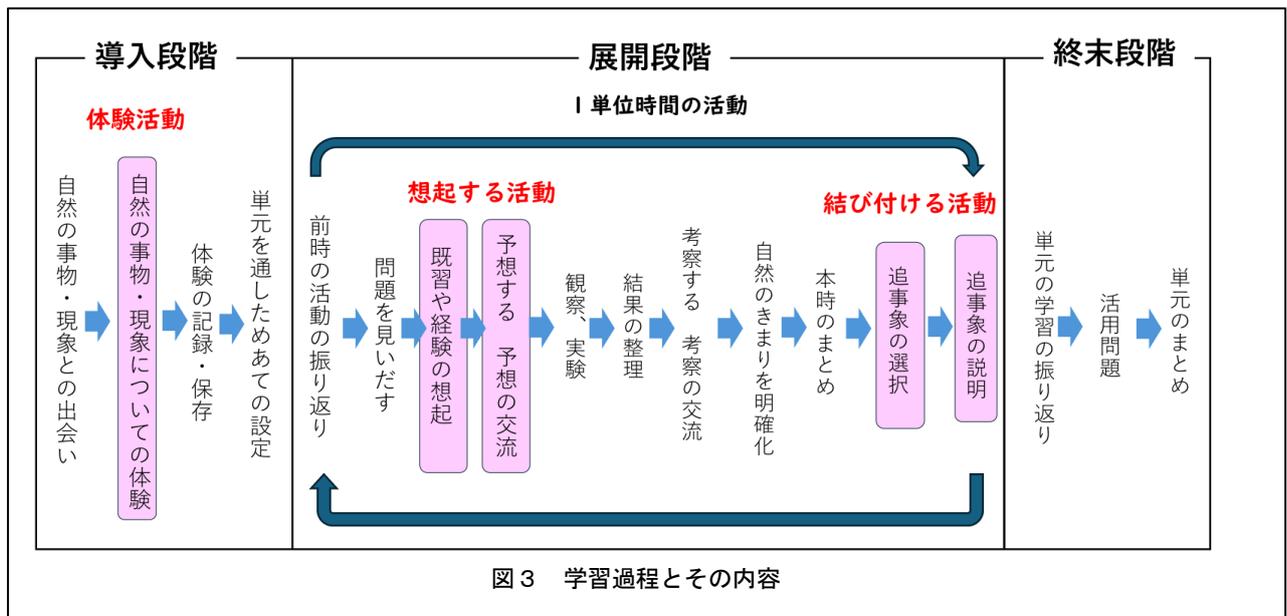


図3 学習過程とその内容

単元導入段階の体験活動では、対象となる自然の事物現象に関する体験を行い、既習の知識やこれまでの経験、体験活動での経験を基に、子供が自分なりの素朴な概念を形成できるようにする。ま

た、この体験活動で行った内容は、想起する活動や結び付ける活動において予想の根拠や追事象の説明活動で使用するなど、単元展開の2つの活動につながる活動である。

単元展開の想起する活動では、一単位時間の学習の中で予想をする際に、体験活動の内容を確認しながら経験したことや自分なりの捉えを根拠として予想を考えたり、他者の考えと比較し、自分の考えを付加・修正・強化したりして、予想とその根拠を明確にしていく。また、単元展開段階の結び付ける活動では、見いだした自然のきまりを追事象に当てはめ、関連付けて捉えることで、考えをより科学的なものにしていく。

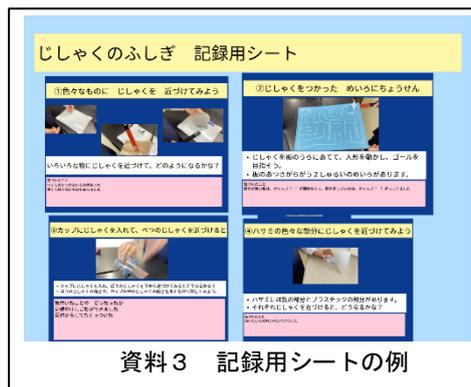
(3) 手立ての工夫

ア 具体的な手立て

①記録用シートの活用

記録用シートは、一単位時間の学習において、既習を振り返ったり、予想の根拠を見つけるための道具として使用したりするものである(資料3)。

単元導入の体験活動では、体験したことを記録・保存する際に使用する。一単位時間の導入に行う「想起する活動」では、予想を考える際に記録している動画を見て予想の根拠としたりするなどの使い方がある。一単位時間の終末に行う「結び付ける活動」では、追事象の内容を確認する際に、記録している動画を使用する使い方がある。



資料3 記録用シートの例

②体験活動・追事象の精選

単元導入時の体験活動では、単元で取り扱う自然の事物・現象に出合う活動を行う。ここで行う活動は、想起する活動において予想の根拠となるほか、結びつける活動で見いだしたきまりを使って説明する追事象となる。

そのため、体験活動の内容については、教材として使用できるように、教師が精選する必要がある。領域ごとに体験する活動の内容の特徴を理科の見方から整理すると、表4の通りとなる。

表4 体験活動における領域ごとの内容の特徴

領域	見方	体験活動における内容の特徴	
		体験活動	追事象
エネルギー	「量的・関係的」	・一方の量が変えると、もう一方の量が変化が分かる 「振り子の運動」において、ブランコに立って乗る乗り方と、座って乗る乗り方で、1往復する時間に違いがあることに気付く。	「振り子の運動」において、ブランコに立って乗る乗り方と、座って乗る乗り方で、振り子の長さ1往復する時間の関係を捉える。
		・一方の量を変えても、他の量は変化していないことが分かる 「振り子の運動」において、2つのブランコに体重が異なる子に乗せてブランコを動かしても1往復する時間に違いが無いことに気付く。	「振り子の運動」において、2つのブランコに体重が異なる2名を乗せて、おもりの重さと1往復する時間に関係がないことを捉える。
粒子	「質的・実体的」	・見えない物でも存在していることが分かる 「空気と水の性質」において、透明の筒を使って空気鉄砲を作り、押し棒をおすと前玉が飛ぶことや手ごたえがあることに気付く。	「空気と水の性質」において、透明の筒を使って空気鉄砲を作り、押し棒をおした時に空気が押し縮められていることを捉える。
		・物によって性質が異なることが分かる 「水溶液の性質」において、ムラサキキャベツ水にレモン水や重曹水を入れると色が変わることに気付く。	「水溶液の性質」において、ムラサキキャベツ水に酸性のレモン水やアルカリ性の重曹水を入れると、リトマス試験紙と同様に反応して色が変わることを捉える
生命	「共通性・多様性」	・働きや成長の仕方などの共通点が見える 「身の周りの生物」において、学校の様々な虫を探し、虫にもさまざまな形や色のものがあることに気付く。	「身の周りの生物」において、学校の様々な虫を探し、共通点や差異点から昆虫とそうでない虫の分類を行い、昆虫の体のつくりや特徴について捉える
		・様々な形態や生態などの違いが見える 「身の周りの生物」において、学校の様々な虫を探し、虫によって、いる場所や住む場所が違うことに気付く。	「身の周りの生物」において、学校の様々な虫がなぜそこにいるのか、体の特徴や食べ物、隠れる場所、活動の仕方など形態や生態の違いから捉える。
地球	「時間的・空間的」	・時間の変化に伴い、事物・現象の変化が見える 「太陽と地面の様子」において、定点からかげの様子を撮影し、時間がたつと影の位置や形が変化している事に気付く。	「太陽と地面の様子」において、定点からかげの様子を撮影し、かげが移動する理由を考え、日陰の位置と太陽の位置の変化を捉える。

イ ICT 機器活用の工夫

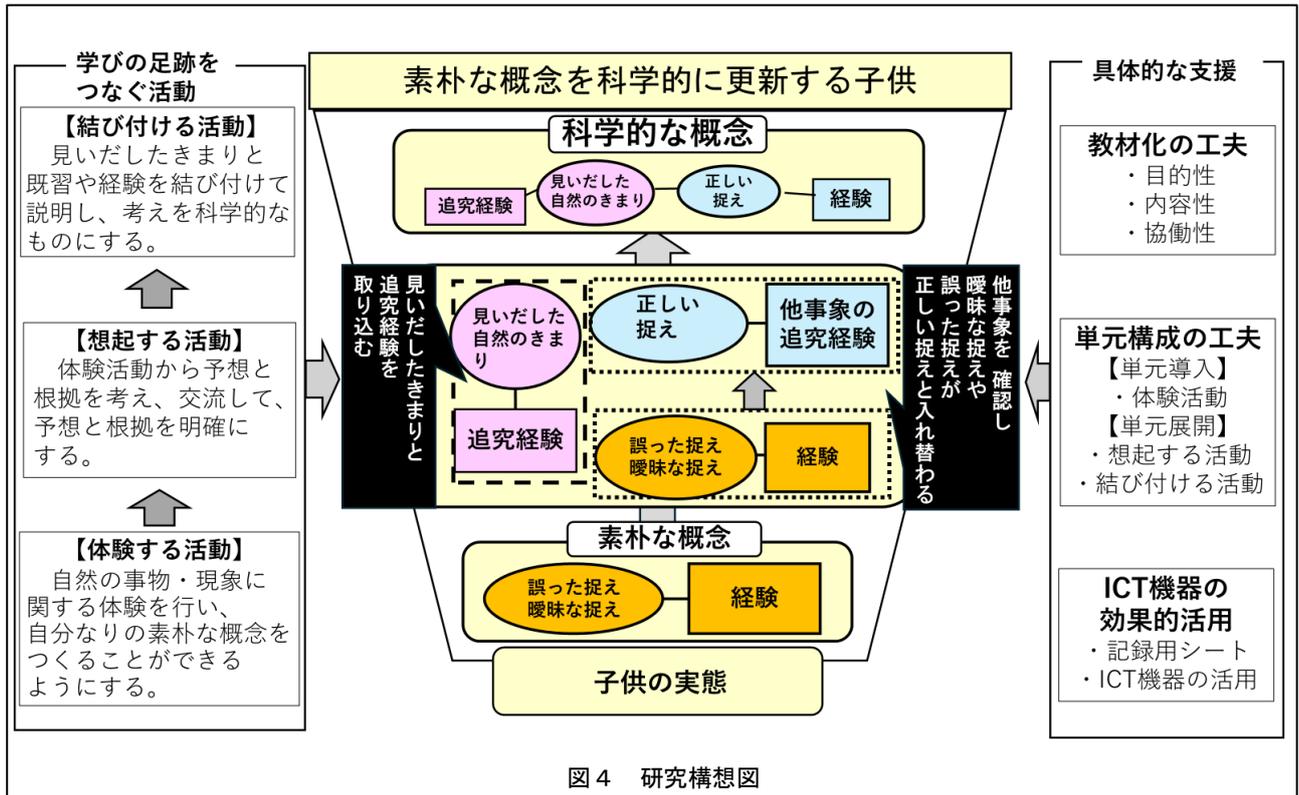
本研究においては、学習者用端末、テレビモニターといった ICT 機器を、機能に応じて次のように活用する。

【保存機能】 体験活動の様子や学習のまとめをロイロノートの記録用シートに保存していく。

【共有機能】 予想や考察など他者の考えや自分の考えを学習端末上で互いに見ることができるようにし、他者の考えと比較しながら自分の考えに生かすことができるようにする。

【提示機能】 予想の根拠となる体験活動の様子や実験の結果、追事象などを提示し、情報を把握できるようにする。

7 研究構想図



8 検証計画

検証の過程		検証の視点	検証方法
導入段階	体験活動	対象の自然の事物・現象に関する体験をする活動を設定したことは、子供が素朴な概念を形成していく上で有効であったか。	○ノートの記述分析 ○記録用シートの記述分析 ○発言や様子の観察
展開段階	想起する活動	自分の予想と根拠を既習や経験から想起し、他者と交流する活動を設定したことは、予想を明確にする上で有効であったか。	○ノートの記述分析 ○記録用シートの記述分析
	結び付ける活動	見いだしたきまりと経験を結び付けて説明する活動を設定したことは、考えを科学的なものにする上で有効であったか。	○ノートの記述分析 ○発言や様子の観察