

理 科

戸 田 真 実
岩 崎 誠

1 理科における知識創造とは

知識創造の定義

理科における知識創造を次のように定義する。

自然事象を解釈するために 主体的に実験・観察を行い 自然に関する新たな意味の体系を構築していく営み

問題解決の過程

理科では問題解決の過程にそって知識創造が行われる。その過程は、主に、課題をつかむ、予想する、解決方法を考える、実験・観察を行う、実験・観察の結果に基づいて考察する、自然事象に科学的な意味づけをする、である。この科学的な意味づけは、自然事象に内在する簡単な規則性や巧みなつくりを承認することであり、言い換えれば自然の特性を承認するということである。

想起 表出 共有 結合

*1 実証性とは、考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができるとい条件。

再現性とは、仮説を観察、実験などを通して実証するとき、時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件。

客観性とは、実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、公認されるという条件。

想起、表出、共有、結合は、どの問題解決の過程の中にも存在し得るが、主として以下のように営まれる場合が多い。課題をつかむ過程や予想する過程では、主に課題に関するスキーマを想起し予想を表出する。解決方法を考える際には、主にそれまでの経験を想起し、実験・観察の方法を表出する。個人の中では、実験・観察の結果から知識が付加されたり、修正されたり、再構築されたりする。これらが結合にあたる。そして、他の子どもの実験・観察の結果や考察を共有することで、改めて結合が起こり、全体として自然事象に科学的な意味づけがされる。

このように自然事象に科学的な意味づけをしていく理科の学びは、客観性のある事実の積み上げの上に立ち、実証性や再現性*1を重視する。その中で、子どもは自らの素朴なものの見方や考え方を変容させ、自然に関する新たな意味の体系を構築していく。その構築が理科における有意味化である。こうして構築された意味の体系は、別の自然事象を解釈する際にも活用、応用されていくと考える。

2 理科における「プロセスの自覚」を促す・活かすために

(1) 理科における「よさ」

正確に実験・観察する

理科の知識創造のプロセスの「よさ」は、正確な実験・観察から得られた客観的事実に基づいて自然に関する新たな意味の体系を構築していくことである。

客観性のある事実を得る

正確な実験・観察を行うためには、器具を正しく使うことや事実を正確に記録することが必要である。客観性のある事実を得るためには、自然事象の要因を予想、抽出して観察したり、条件を制御した実験を行ったり、実験・観察から得られた事実と事実を比べたりする必要がある。

事実に基づいて自然事象を解釈する

事実に基づいて自然事象を解釈するときには、言語、図、表、数式などを用いて自然の特性を理解し、個々の解釈を共有するときには、それらを用いて説明しなければならぬ。これらの多岐にわたる学習活動は、実際の授業の中で、その「よさ」を評価していくものであり、必要に応じて取捨選択されるものである。

(2) 「よさ」の共有のための手だて

① 可視化

「よさ」を可視化

正確な実験・観察をするために、器具を正しく使ったり、事実を正しく記録したりする必要があることは目に見えて分かりやすい。しかし、客観的事実を得るために行っていることの「よさ」や、事実に基づいて自然事象を解釈するために行っていることの「よさ」は科学的思考を伴う「よさ」であり、その思考の部分は、説明がないと埋没してしまい、その「よさ」が共有できなくなる可能性がある。

そこで、特に、予想の理由、実験・観察方法の意図、実験・観察結果の考察を可視化することによって、思考の部分を明らかにする。

予想の理由

子どもが予想を発言したりノートに書いたりするときは、その理由を説明させることで、子どもが何を基に自然事象を解釈しているのかを明らかにする。子どもが、実験方法や観察の視点を話し合うときは、その意図を説明させることで、どんな要因に注目しているのか、どんな条件を制御しようとしているのか、何と何を比べようとしているのかを明らかにする。実験・観察結果を考察するときは、まず、事実と考えたことを区別して説明させる。その上で、事実と考えたことを結び付けて考察し、自然事象に科学的な意味づけができるようにする。これらの説明は、必要に応じて言葉や図を用いる。

実験・観察方法の意図

実験・観察結果の考察

子どもが自らの自然事象に対する見方や考え方を表現する方法は、文章の他に概念地図法や描画法などが考えられる。例えば、発芽の条件を調べる単元の場合、授業の前後

学習の前後の
見方や考え方

で「発芽」という言葉を中心にしてマッピングし、それらを比べることで思考の可視化を図る。描画法を用いる場合としては、人間の胎児の成長や自然界における水の姿と行方を説明する場面が考えられる。特に、空気や電気など子どもがそれを直接見て検証することが困難な場合は、それらをモデル図で表す場合もある。

また、学習の前後で、自らの自然事象に対する見方や考え方がどのように変容したかを可視化するために、学習前の見方や考え方と学習後のそれらを比較する。

② 「かかわり」

「自然の特性」を追究しようとする一人一人が集まり、協力して追究することができれば、他の子の自然事象に対する見方や考え方も触れることができ、自らの見方や考え方を更に深めることができる。それが理科における「かかわり」である。「かかわり」は、問題解決の過程のどの場面でも起こりうるが、特に、よさの共有に寄与することが期待できるのは、予想を話し合う場面、実験・観察方法を話し合う場面、実験・観察の結果を共有して考察する場面である。

予想を話し合う場面

予想を話し合う場面では、子どもは前述のように予想の理由を可視化し、何を基に自然事象を考えているのかを明らかにする。板書に自らの考えを位置付けることにより、他の子の見方や考え方との共通点や差異点に気づかせる。その共通点や差異点を観点にすることにより、自然事象の要因や観察の視点をとらえることができる。

実験・観察の方法を
話し合う場面

実験・観察方法を話し合う場面では、予想を基にそれらを考える。どうしてそうしようと考えたのか、その実験・観察で何がどうなったら何が言えるのか、を話し合うことで、実験・観察の意図が可視化される。こうして色々な意見を聞くことで、子どもは他の子どもの実験・観察の仕方の「よさ」に気づくことができる。そして話し合われた実験・観察方法は視点がはっきりし、子どもは客観的事実を得ることができるようになる。

実験観察の結果を
共有して考察する場面

実験・観察の結果を共有して考察する場面では、子どもは既に実験・観察結果から自分なりに自然事象を解釈している。実験・観察方法の視点を基に、実験・観察結果とその解釈を話し合う中で、子どもは他の子の実験・観察結果や解釈の「よさ」を共有することができる。こうして、子どもは自らの自然事象に対する見方や考え方をより客観性のあるものに練り上げることができる。

これらの場面の「かかわり」は学年や学習内容、場に応じて適宜選択する。

子どもの「よさ」を価値付けるのは基本的に教師であるが、その有用性が子どもに定着すれば、子どもが相互に価値付けることもできるようになると考える。

③ 実践的な自覚へのデザイン

教師の役割

教師は子どものプロセスの「よさ」を見取り、共有させることによって、それらを有意義化にいたる思考、学び方として位置づけ、その有用性を実感させながら価値づけていく。そのためには、まず教師自身が自然事象や教材を研究し、知識創造のプロセスの「よさ」を知っておかなければならない。その上で、子どもが自然にたどろうとする知識創造のプロセスを尊重する姿勢が教師に必要である。教師は、子どもの知識創造のプロセスのどこに「よさ」があるのかを見極めて授業を進める。その際、基準にしたいのはその見方や考え方に実証性や再現性があるか、事実を客観視しているか、それぞれの学年において重要視している以下の科学的なものの見方、考え方²をしているかということである。

* 2
3年 比較
4年 関係付け
5年 条件制御
6年 推論
『小学校学習指導要領
解説 理科編』文部科
学省 2008年 P12 参照

ノート・ワークシ
ートの工夫

子どもは、問題解決の過程やその一部をノートやワークシートに記述しながら学習を進めるが、その際、教師は事実と考えたことを区別して記述するように指導する。問題解決の過程では、主に予想や仮説、結果から考察したことや自然事象の解釈が考えたことにあたる。「かかわり」の中で自分の考えが変わった場合や、実験方法を考えたり、実験観察をしたりしている間に思ったことも、考えたこととして記入させる。授業の終末には、それを基に自らの知識創造を振り返らせる。

知識創造の振り返り

単元の節目や終末には、これらの記述を概観させることによって、子どもが自らの思考の流れや知識創造のプロセスを振り返ることができるようにする。それによって、知識創造の中で有用性のあった知識やプロセスを自己評価させる。子どもが、有用性のあった知識やプロセスについて話し合い、振り返ることを通して、その「よさ」を改めて認知し、他の自然事象について探求するときに応用できるようにしたい。

単元構成 配列の工夫

子どもが主体的に知識創造を行い、その知識やプロセスを活用、応用できるように単元構成や単元の配列を工夫する。第4年の水と空気に関する単元や、5年の受け継がれる生命に関する単元のように、内容に関連のある単元では、活用、応用できる知識やプロセスもあるので、それも視野に入れて「プロセスの自覚」をはかりたい。

3 実践例－４年－

(1) 単元名 空気と水の性質を調べよう

(2) 本単元における知識創造

ペットボトルロケットが飛ぶ仕組みを追究することを通して 圧された空気や水の性質についての見方や考え方を構築していく営み

本単元では閉じこめられた空気や水に力を加え、その時の手応えやかさの変化を調べる。その過程において、空気には、押し縮められてかさ小さくなると、押し返す力が大きくなるという性質があることや、水には押し縮められない性質があることをとらえ、この二つの性質についての見方や考え方を構築していくことがねらいである。

子どものもつ空気や水に関する知識は、「見えない」や「透明」などの視覚に基づく知識で、「柔らかい」や「硬い」などの体感に基づくものではないため、漠然としており、性質のほんの一部でしかない。

このような子どもであるため、全員が同じものに触れて体感する必要がある。まず、ビニール袋に空気を閉じ込め、見たり触ったり力を加えたりする活動を通して、子どもは「硬い」「はねかえす」「縮む」などの空気の新たな性質を理解することになるだろう。しかし、この活動では、やわらかい袋を使っているため、空気の収縮性という性質の理解には至らない。

そこで、ペットボトルロケットの飛ぶ仕組みを追究する場を設定する。この追究の場でモデル図を使うことにより、子どもは、空気は縮むことができるが水は縮むことができないという仮説をもつ。この仮説の検証実験を行うことで、空気は縮むことができるが水は縮むことができないという、空気や水の性質についての見方や考え方を構築する。この見方や考え方をもとに、モデル図を使って友達と飛ぶ仕組みを説明し合い、共有することで、空気や水の性質について、より客観的な見方や考え方が再構築できると考える。

そして、身に付いた空気や水の性質についての見方や考え方を日常生活に活かすとともに、空気鉄砲が飛ぶ仕組みやボールがはねるはねる理由を説明することで、より深い理解に至ると思われる。

(3) 本単元における「プロセスの自覚」を促す・活かすために

① 本単元における「よさ」

本単元における知識創造のプロセスの「よさ」は二つある。一つは、子どもが空気や水の性質について、自分の見方や考え方をモデル図に表すことである。もう一つは、そのモデル図を使って、友達と説明し合うことで、空気や水の性質についてより客観的な見方や考え方を構築することである。

② 「よさ」の共有のための手だて

ア 可視化

ペットボトルロケットが飛ぶ仕組みについてモデル図に表すことを、本単元における可視化と考える。子どもが自分の考えをモデル図に表す場面は、仕組みを仮説する場面と空気や水の性質を理解した上で考察する場面の二つを設定する。

空気や水のような見えないものをモデル図で見えるように表すことで、思考が整理され、時間的、空間的な変化の説明が、容易になると考えられる。

本単元ではワークシートを使い、時間的な変化について飛ぶ前・空気を入れた時・

発射した時の三段階に分けてモデル図をかかせたい。そうすることで空間的な変化を主眼において、空気の収縮や押し返す様子、水の収縮しない様子などの自分の見方や考え方を空気モデルや水モデルの変化で、表すことができると思われる。

また、モデル図を使うことで、仮説場面と考察場面で自分の考えを比べることができる。そうすることで、圧せられた空気や水の性質における見方や考え方の変容が明らかになり、より客観的なものとして構築できたことが分かると思う。

イ 「かかわり」

仮説と考察の二つの「かかわり」の場面において、三つの手だてを用いる。一つは、モデル図を使って、グループ内で飛ぶ仕組みを説明したり質問したりすることである。このことから、自分の考えとの共通点や相違点を見い出すことができると思われる。しかし、グループ内での「かかわり」では、見方や考え方のよさまでは、なかなか気づかない。そこで、二つ目の手だてとして、モデル図に表れている見方や考え方の違う子どもに、全体の場で説明する時間を設けることである。また、三つ目の手だてとして、その時間に、教師が子どもの考えに対して、共通点や相違点を明確にしたり、見方や考え方のよさを取り上げたりすることで、評価・価値付けを行うことである。その上でもう一度自分の考えを見直すことにより、空気や水の性質についての見方や考え方が、より客観的なものとして構築していくと考える。

ウ 実践的自覚へのデザイン

本単元ではペットボトルロケットの飛ぶ仕組みを考える仮説と考察の二つの場面で、モデル図をかかせるが、それ以外の検証実験の場面でもモデル図を利用していく。その場面では、フォーマットのあるワークシートは使わず、ノートにモデル図をかかせることで、グループでの話し合いや全体での発表に役立てていきたい。モデル図を繰り返しかくことで、子どもは後半の単元である『水の3つのすがた』や『もののかさと温度』においても、モデル図を自然にかけるようになる。そして、ものの性質について、より客観的な見方や考え方が構築できると考える。さらに、第4年生でモデル図の基礎を習得することで第5年生の『もののとけかた』や第6年生の『水溶液の性質』において量的変化や化学変化の理解につながっていくだろう。

また、空気鉄砲やボールなどの日常にあるものにも、モデル図を活用して表すことを行っていきたい。そうすることで、日常生活における空気や水の性質を使った道具に興味をもって、考えをめぐらせる姿が見られると考える。そして、以後の単元においても、得た知識を日常生活と結びつけて活用することを行っていく。

(4) 単元計画（総時数9時間）

主な活動と内容	「よさ」の共有に関する手だてと意図
<p>1 <閉じこめた空気を調べよう></p> <p>○空気って何</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生き物にとって大切なもの ・目に見えない透明なもの <p>○袋にとじこめた空気をおすと どうなる？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・とじこめた空気をおすとかたい ・おすとはね返るよ ・おすとしぼむよ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>閉じこめた空気を押すとしぼんだりはね返したりするようだ</p> </div>	<p>可視化</p> <p>空気について経験したこと知っていることを想起して表出することで、子どもの持っている現状での知識を確認する。これを単元の最後に学習でもう一度行うことで自分たちがこの単元で何を学んだか明確にしたい。</p>

2 ペットボトルロケットを飛ばしてみよう

- ペットボトルロケットを飛ばそう
 - ・高く飛ばしてみたいな
 - ・どういう仕組みで飛んでいるのかな
- <高く飛ばすにはどうしたらいいか考えよう>
 - ・水の量を変えればいい
 - ・空気をいっぱい入れればいい

ゴム栓をきつくすれば空気がいっぱい入って飛ぶことがわかった

《ペットボトルロケットが飛ぶ仕組みを考えよう》

○どうして飛ぶのかモデル図を利用して考えてみよう

- ・空気が水を押し出していたよ
- ・空気がいっぱい入って縮んでいたよ
- ・水はどんな役割があるのかな
- ・空気や水の性質を確かめよう

<空気は本当に縮むことができるのか>

- ・注射器に入れて実験すると確かに縮んだよ
- ・押ししていくと手応えが強くなり押し返されたよ

空気は本当に縮んでかさが小さくなると元に戻ろうとする力が強くなる

<水は空気と同じで縮むことができるのか>

- ・少しは縮むんじゃないかな
- ・全然縮まなかったよ

水は空気と違って力を加えても縮まない

○2つの実験結果からペットボトルロケットが飛ぶ仕組みをモデル図で表してみよう

- ・空気はいっぱいになって押しつぶされてそれをはね返す力で飛んでいるよ
- ・水は縮まないからそのままだよ

ペットボトルの中で空気がいっぱいになって縮められ それをはね返す力で縮まなかった水を出して飛ぶ

- ・絵で表すと仕組みがよくわかったよ

3 <身近にある空気や水の性質を使ったものから仕組みを考えよう>

○空気でっぼうの仕組みを考えてみよう

- ・これも空気が縮まってはね返す力で前玉が飛んでいるよ
- ・絵で表してみよう

後玉を押しすることで前玉と後玉の間の空気のかさが縮まって はね返す力で前玉が飛んでいる

○エアポットや空気入れシャンプーの容器の仕組みも考えてみよう

空気の性質や水の性質を利用して作られているものが身近にいろいろあったよ

可視化

子どもはまず、高く飛ばしたいという気持ちになる。そんな気持ちで仕組みを考えさせても子どもの意欲にはつながらない。そこで高く飛ばしたいという気持ちを満足させるために、何度も条件を変えながら飛ばしてみる。その中で高く飛ばすコツを見つけどのグループもある程度高く飛ばせるようになる。その上で飛ぶ仕組みについて考えさせていきたい。

可視化

「かかわり」

空気は目に見えないため、ペットボトルの中がどのようになっているかは、言語での説明は難しい。そこで子どもが絵で表現している考えをとり上げモデル図につなげていきたい。そして、そのモデル図を使いグループや全体で交流し見方や考え方の「よさ」を価値づけていく。

可視化

実践的自覚へのデザイン

子どもが、注射器やペットボトルを使っているような実験方法を考え実験することで、空気には「押し縮められてかさが小さくなる」と「押し返す力は大きくなる」という性質があり、水には「押し縮められない」という空気とはちがう性質があるという見方や考え方をモデル図で表す。

可視化

「かかわり」

ペットボトルロケットが飛ぶ仕組みについて、実験で得た空気や水の性質をもとに、モデル図をかく。それによって、子ども自身の考えを整理し、そのモデル図を使って説明し合う活動を通して、より客観的なペットボトルロケットの飛ぶ仕組みに近づけていきたい

可視化

「かかわり」

実践的自覚へのデザイン

本単元での構築した見方・考え方を活用する場がなければ、子どもの意識から空気や水の性質に対する見方や考え方が遠退いてしまう。そこで、活用する場を設定することで深い理解につなげていきたい。そのために、空気でっぼうやボールの仕組みについて、既習から得た空気や水の性質をもとにモデル図をかく。そして、モデル図を使って日常生活の現象を説明することで、子どもが得た知識を活用することの「よさ」を身につけさせたい。

(5) 本單元における授業の実際と考察

① 本單元における「よさ」

空気や水の性質についての見方や考え方を構築するために、ペットボトルロケットの飛ぶ仕組みを追究することが、本單元における知識創造のとらえであった。

その過程において、モデル図を用いることで、子どもが空気や水の性質についての、見方や考え方を構築することができる。そして、そのモデル図を使って、友達と説明し合うことで、より客観的な見方や考え方を構築できると考え、これを本單元における「よさ」ととらえた。この「よさ」から子どもが、自分の変容に気づき、実践的自覚につながると考え実践を行った。

ここでは、上記の「よさ」の共有のためにとった手だて（可視化・「かかわり」・実践的自覚へのデザイン）が有効であったか、二人の抽出見をもとに考察する。

② 本單元における「よさ」の共有の手だて

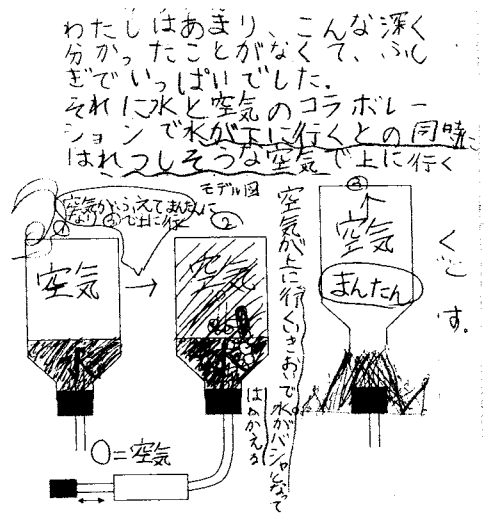
< A児 >

ア 可視化

A児は、仮説場面でモデル図のかき方が分からなかったが、飛ぶ前・空気を入れたとき・発射したときの3段階の場面であることを説明すると分かっかけるようになった。A児がかいたモデル図（資料1）は、空気をモデルとして扱うまでには至っていないが、自分なりの空気や水の性質を考え、言葉や図に表している。資料2は、A児がかいた考察場面でのモデル図である。仮説場面のモデル図に比べ、空気の力を矢印で表し、ペットボトルのどこでも同じ力がかかっていること、空気が入り、いっぱいになっていく様子が分かるようにかいている様子が見られる。これらのことは、検証実験で得られた「空気は縮むことができる」「空気の力はどこでも同じ力がかかっている」という空気の性質を表している。このように、A児の考察場面でのモデル図は、仮説場面でのモデル図に比べ、より客観的な見方や考え方が構築されていることがわかる。

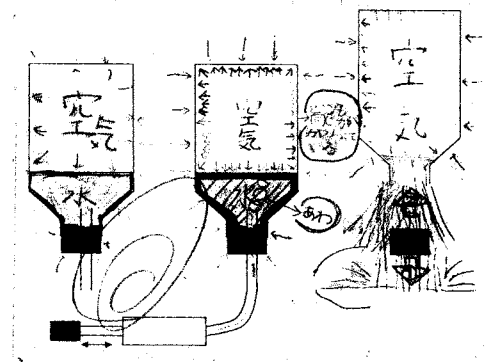
イ 「かかわり」

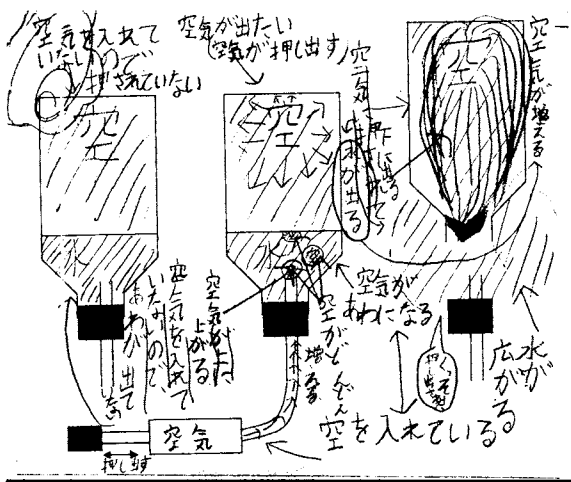
A児は、仮説の場面から積極的に、自分のかいたモデル図を使って、グループ内での話し合いを行っていた。資料1にある「空気がふえてまんたんになり③で上に行く」という記述はグループの友達から聞いたことをモデル図の中に表している。また、「風船は空気がぬけると上に行くだからペットボトルも同じ」というふりかえりからも、隣の友達とモデル図を介して話し合った結果が見える。しかし、全体で発表した友達が「空気が下に行く」と説明したので、自分の考えと違い、納得いかない様子が見てとれたが、資料2の考察場面では、空気がどこでも同じ力がかかるといふ、見方や考え方が構築されている。このように、主観的だったモデル図が友達との「かかわり」を通して、客観的なモデル図に変わってきたことがわかる。



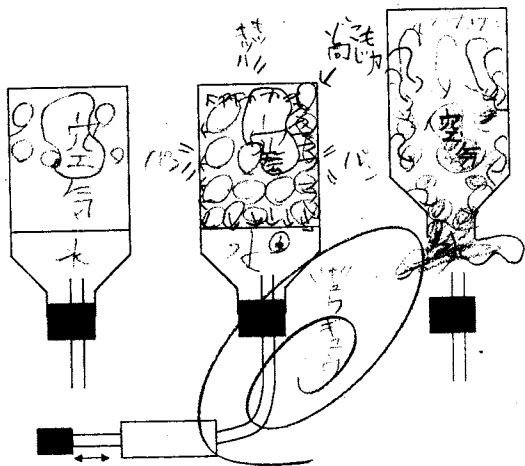
なぜ飛ぶのか?

ペットボトルの中の空気と
 どんどん入れていくと、
 どんどん空気がまんたんになり、
 圧力が高まる。その空気が
 外に出たい出たいのささやとな
 なる。そして、その力が水にか
 わって水を押し出す。水がブシュー
 と出て、地面に当たる。地面
 が動かないのでおしを
 ーとペットボトルは飛ぶ





資料3 B児の仮説場面でのモデル図



資料4 B児の考察場面でのモデル図

< B児 >

ア 可視化

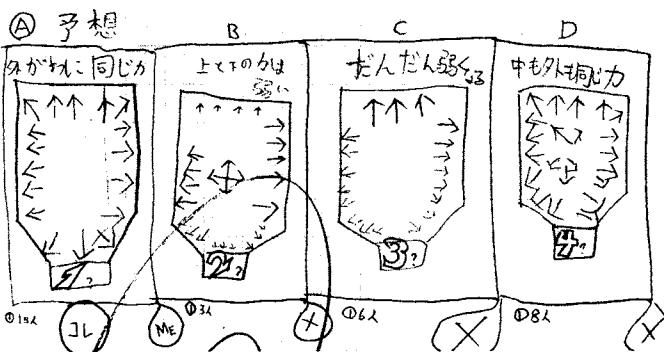
B児は、空気をモデルとしてはかいていないが、空気の力を矢印で表わしている。また、飛ぶ仕組みにおける自分なりに考えた空気や水の性質を、モデル図によく表している。資料4は、B児の考察場面でのモデル図である。仮説場面のモデル図に比べ、空気を○のようなモデルで表し、空気の力も矢印で表している。言葉は少なくなったが、「パンパン」や「どこも同じ力」という記述から、検証実験で得た空気の見方や考え方をもとに表している。

イ 「かかわり」

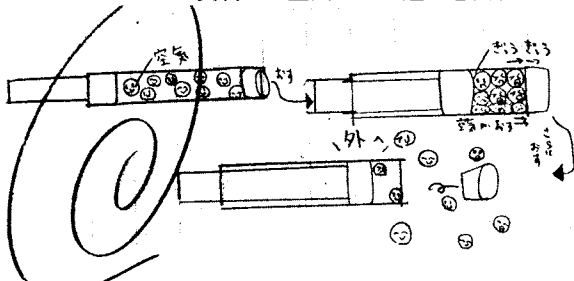
仮説場面で資料3のようなモデル図をかいているが、最初は、絵だけで表していた。途中友達モデル図を参考にする時間をとると、言葉を書いている友達のモデル図を参考にして、空気の様子を表す言葉を書くようになった。また、資料4で空気を○のようにモデルで表しているのは、考察の場面で同じグループの中で説明し合った後に、友達のモデル図を参考に自分のモデル図を見直し、空気のモデルをつけ加えていたからである。このように、「かかわり」がなければ、自分なりのペットボトルが飛ぶ仕組みの意図や空気のモデルがなく、客観的な見方や考え方を構築するにいたらなかったと思われる。

ウ 実践的自覚へのデザイン

長期的な授業のデザインとして、モデル図の利用、日常生活への活用という二つを考えた。ここでは、この二つのデザインが有効であったかどうかを考察していく。



資料5 空気の力の違いを表すモデル図



資料6 空気であぼのたぶ仕組みを表すモデル図

・モデル図の利用

ワークシートを使って、自分の見方や考え方をモデル図で表した場面は、仮説と考察の2つの場面だけであったが、ほとんどの子どもは、単元の途中でもモデル図を利用していた。資料5は、ペットボトルロケットの中に働く空気の力を仮説したものである。子どもはモデル図を利用することで、自分の考えがはっきりし、友達に説明しやすいという思いがあるので、モデル図が子どもの中に定着しつつあることがわかる。

・モデル図の活用

単元の終末場面でモデル図の活用として、空気であぼのたぶの飛ぶ仕組みと空気

を入れたボールが弾む仕組みを考えさせた。資料6はある子どもがかいた空気でつぼの飛ぶ仕組みを考えた子のモデル図である。子どもには、空気で少し触らせた後にモデル図を考えさせたが、時間的な変化や空間的な変化を合わせてよくかけていた。また、「ぎゅうぎゅう」という言葉やモデル図の様子から、空気が縮むということがよく表わされており、空気の性質に対する見方や考え方が構築できていると考えられる。

(6) 単元を終えて

モデル図を用いて空気や水の性質についての見方や考え方を構築することで、どの子どももモデル図がより客観的なものに変容しており、一定の成果があったと考えられる。しかし、課題として次の二点が考えられる。

まず、一点目としては、可視化におけるワークシートの自由度である。子どもは、モデル図を意識してかくことが、初めてだったので、ワークシート(図1)を使い、時間的な変化を飛ぶ前・空気を入れた時・発射した時の三段階に分けてかかせた。全員の子どもがかくことができたことは良かったが、子どもの考えをしばってしまい、知識創造をするのではなく、教師の指し示すものにしかならなかった。それを示すように、仮説場面での児童のつぶやきに、

「先生、電車のようにぎゅうぎゅうづめやね」(資料7)というものがあつた。子どもは、自分の感覚にある身近なものに置き換えて考えていたが、今回のワークシートでは、この子ども独自の考えを表す自由度はなかった。このことは、モデル図をかくときに、フォーマットのあるワークシートでも、自分で考えてかいても、どちらでもいいというように、子どもに選択させればよかつたと思う。また、ワークシートにおける水の表記で、資料1～4には空気の見方や考え方が多く表しているが、水の見方や考え方は少ない。これは仮説において、水が押し縮めることができるかどうかわからない段階なのに、水のかさは、ワークシートでは変わらなくなつてきていることである(図1)。このことより、水の変化について表すことも自由度がなく、子どもは変化がないため書く必要感を認めなかつたと思われる。今後、子どもの実態に合わせてワークシートの自由度を変化させていく必要があると考える。

2点目は、「かかわり」の場における教師の価値づけが十分でなかつたことである。子どもは、モデル図を使って説明することは、絵を使っているので、言葉に比べて相違点や共通点を見つけられ、自分のモデル図に参考にする姿が見られた。(写真1)しかし、取り入れたものが客観的なものになっているかどうかは、教師の価値づけが十分でなかつたため、子どもの中に十分浸透してないと思われる。例えば、資料2のように、空気の力を矢印でかいているモデル図がある。これは、空気の力を、よく分かるように表せているが、空気がどんな様子だから、力がかかっているかは、表現できていない。資料4のように、空気の様子から空気の力がどのようなになっているかが客観的にわかるモデル図をめざしていきたい。そのためには、教師が客観的に表しているものを全体の場で、もっと価値づけし、それがグループで説明し合う中にいきてくるようにする必要があると考える。

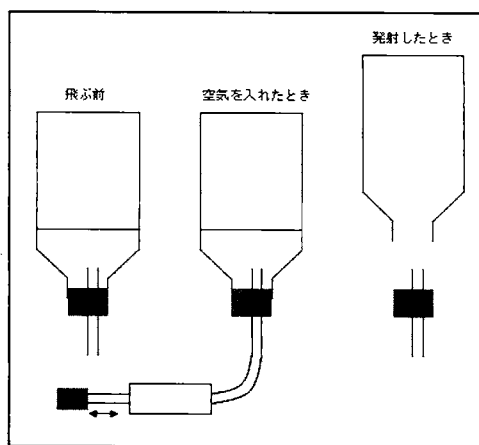
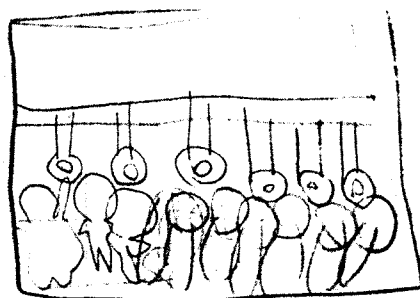


図1 ワークシート



資料7 電車でのモデル図

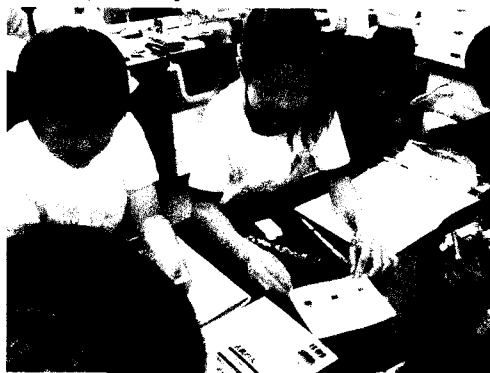


写真1 かかわり