

理 科

中 川 隆 博
戸 田 真 実
増 田 慎一郎

1 理科における知識創造とは

*1 解析的に見るとは、物事を解き分けて、理論的に研究することである。

*2 『小学校学習指導要領解説 理科編』文部省1999年P11より引用

*3 「子どもの素朴なものの見方や考え方」は全体論のスキームに相当する。

理科における
意味化・活用・応用

私たちを取り巻く自然事象は、一見複雑で、一言で説明することが難しく感じられる。しかし、ある事象について解析的に見てみると*1、実はそれが簡単な規則性の上に成り立っており、いくつかの規則性がさらにある規則性の上に成り立っていることが分かる。

また、ヒトだけでなくあらゆる動物は、それぞれが生きていくために巧みなつくりをもっている。そして、それらは周囲の環境の影響を受け、その循環システムの中で有機的にはたらき、生命を維持している。

しかしながら、この「簡単な規則性」や「巧みなつくり」、言い換えれば「自然の特性」は、人間と無関係に自然の中に存在するのではなく、人間がそれを見通しとして発想し、観察、実験などにより検討し承認したものである。つまり、「自然の特性は人間の創造の産物である」*2ととらえるべきであると考ええる。

このことは、理科の学びが、一人一人の創造性の上に成立するものであることを示している。しかし、それは、独りよがりであってはならない。客観的な事実の積み上げの上に立ち、実証性や再現性を重視しながら、子どもの素朴なものの見方や考え方*3の変容を促し、自然に関する新たな意味の体系を構築していく過程と結果が、理科の学びである。この新たな意味の体系は、一人一人の子どもにとってのものであり、その構築が理科における意味化と考える。新たな意味の体系は、別の自然事象を解釈する際にも、活用、応用されることが期待できる。

このようにして、自然事象の中の簡単な規則性や巧みなつくり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にも触れることができる。そうすることによって、子どもは自分の科学的なものの見方や考え方、自然認識をより深めることができると考え、理科における知識創造を、以下のように定義した。

理科における
知識創造の定義

事実を基にしてかかわり合うことにより 自然に関する新たな意味の体系を構築していく営み

2 理科におけるかかわりの「場」をデザインするための考え方

既存の科学的なものの見方や考え方を基に自然事象をとらえ、グループや学級全体とかかわり合っていく営みを、理科的なかかわり合いと考える。子どもが理科的にかかわり合い、学びを深めるために、以下の三つの視点に基づいて、かかわりの「場」をデザインしていくことにした。

(1) 「こだわり」を生む事象を提示する

「こだわり」とは、子どもが、自分の持っている見方や考え方に基づいて事象を解釈し、課題を解決しようとする意識の状態である。「こだわり」を生む事象とは、子どもの素朴なものの見方や考え方にはたらきかけ、「不思議だな」「なぜだろう」という気もちとそれを解釈する見通しが持てる事象であると考ええる。このような事象は、先に述べた自然の特性、即ち「簡単な規則性」や「巧みなつくり」が表れているものや、自然の壮大さや美しさなどを感じることができるもので、子どもにとって魅力があるものが望ましい。その上で子どもが調べたくなる課題を設定し、子どもが「こだわり」を持って追究できる場をつくりたい。

(2) 理科的なかかわり合いを促す場を設ける

課題を共有する

一人一人が「こだわり」を持って話し合う中で、自然事象に対する見方や考え方の共通点や差異点から課題をつくっていく。これは、集団としての課題の共有を図ることである。この時、一人一人の見方や考え方を集団に広げることによって、問題意識をはっきりさせ、集団全体としての追究意欲を喚起できると考える。

予想を立て
追究方法を考える

予想を立てる場面では、子どもの素朴なものの見方や考え方を大切にし、一人一人が自分の考えを持てるようにしたい。その追究方法を考える場面では、何を調べると課題に迫れるのか、予想に基づいて視点を考えさせる。それによって、一人一人が活動への願いや問題意識を持ち続けられるようにする。単元によっては問題別や予想別、方法別グループで追究できる場を柔軟に取り入れたい。

自分なりに
問題を追究する

実験・観察の場面では、新しい事実が得られる。新しい事実と今まで持っていた知識や経験を比べ、共通点や差異点を見いだすことによって、対峙している自然事象について、自分なりに解釈できるようになると考える。その際、グループ内で教え合ったり、助け合ったりする活動が自然と行えるように、器具や場所、時間を確保し、子どもの思いに即して追究する場を設定したい。

追究過程や事実
獲得した考えを
交流する

実験、観察の結果やその考察を交流する場では、自分が経験しなかった他者の追究過程、その過程から生み出された考えが分かる。それらを自分のものと比べることにより、自分の追究過程や自然事象の解釈が妥当であったかどうか検討できるようにする。その際、自分の考えをよりはっきりさせるために、他者の考えと結びつけたり、受け入れたりすることができるようになりたい。

交流には、学級全体で結果や考察を交流する以外にも、いろいろなケースが考えられる。実験、観察の際に、グループで自然に話し合うこともあれば、教師が意図的にグループで意見を交流したり、まとめたりすることを促すこともある。実験、観察をグループで行うことの多い理科では、このようなグループでの交流も、理科的ななかかわり合いを生む大切な場になると考える。

教師の働きかけ

このように、一人一人の見方や考え方をグループや学級全体に広げ、吟味する中で、子どもはそれぞれの考えを話し合ったり、助け合ったりする活動を繰り返し、理科的ななかかわり合いが活性化すると考える。

授業場面での
即応的な対応

また、それぞれの場において、教師は、子どものよさや可能性が十分に発揮できるように支援する必要がある。そのために、それぞれの考えの共通点や差異点を明確に示したり、類型化してお互いに認め合えるようにしたりすることを心がけたい。子どもの力だけで分かち合い共有することが困難なときこそ、教師が子どもの説明を図や実験結果と結びつけたり、演示したりする必要がある。時には表現・表記を教師から提示する場合もある。これは、子ども相互の理科的な見方・考え方を橋渡しするという点において重要であると考え。また、子どもの状況を考慮し、即応的に「理科的ななかかわり合い」の場を設定できるように、提示するものや補助発問などを用意しておくことも心がけたい。

(3) 知識創造を自覚できる評価の工夫

自己評価

*4 問題解決の道筋は、課題をもつ、予想する、実験・観察の方法を考える、実験・観察する、結果から考察する、結論をまとめる、自分の変容をふりかえる、という学習の過程である。

自分が何にこだわって追究しているのか、自分は問題解決の道筋*4のなかで、今どの段階にいるのか、最初に考えていたことがどう変わってきたのかを子ども自身がはっきりと意識できるように、自己評価を取り入れていく。

具体的には、単元を通す一つのテーマについて、分かったこと、分からなかったこと、次に調べたいことなどを言葉や絵図で表したりする。単元によってはイメージ図や概念地図などで、自分の考えをはっきりさせることが考えられる。教師は、それらをもとに子どもが創造した知識を把握し、コメントを返して認めたり、次時の冒頭で学級の全員にフィードバックしたりして、子どもの創造した知識の価値や有用性を広めていく。

相互評価

また、他の子どもの自然事象に対するの追究過程や見方、考え方についても、認めていく場や、単元によっては、コメントを書いて渡したりする場などを柔軟に設けたい。それによって、認めた子どもも認められた子どもも、自分の見方や考え方を深めていけるようにする。その中で、追究過程や新たな知識を学習集団全体で認め、共有していこうとする姿勢を育てたい。

これらの評価活動を通して、自然についての新しい知識や技能を獲得している自分、主体的に疑問を解決しようとした自分、集団の中で変容してきた自分などに気づかせ、次への意欲や見通しを持たせるようにしたい。

(1) 単元名 月と星

(2) 本単元における知識創造

月や星の位置の変化を時間と関係づけながら調べる活動を通して 月や星の位置は時間とともに変わり その変化にはきまりがあるという知識を構築する

月や星の観察を通して 星の色や明るさには違いがあるという知識を構築するとともに 天体に興味を持って調べようとする気持ちを養う

子どもは、月には満月や半月や三日月などいろいろな形があるということ、夜空にはたくさんの星があるということを知っている。星座の形やそれにまつわる言い伝えを知っている子、それらに興味のある子もいる。また、太陽のように月や星も動くと考えている子もいるが、それらがどの方向に動くのか、いつどれくらいの時間をかけて動くのかということまではとらえていない。

そこで、昼間に見える月の観察を通して、まず月は絶えず動いていることに気づかせたい。それから月の動き方のきまり（時間とともに東から昇って南の空を通り、西に沈んでいく）を見つけ、子どもが観察できない時間の月の軌道や、星の動きについても推測していく。星の動きについては、2、3の明るい星（夏の大三角）の観察を通して時間とともに位置（見える方角、高さ）が変わることや、位置が変わっても星の集まりの並び方は同じであることに気づかせたい。

また、実際の空で月や星を観察することを通して、月が満ち欠けすることや昇ってくる時刻、沈む時刻が変わっていくこと、色や明るさの異なる星があることにも気づかせていきたい。このように月や星の観察を通して、子どもが今まで何気なく目にしていた月や星に美しさ・不思議さを感じ、天体に興味を持って意欲的に調べようとする気持ちを育んでいきたい。

(3) 知識創造の力を育むために

① 本単元におけるかかわりの「場」のデザイン

まず、朝、西の空に見える下弦の月を観察した後、子どもが今まで見たことのある月について話す場を持つ。その中で、いろいろな時刻に月が見えたり見えなかったりしたことや、月の位置が違っていることに気づかせていく。そのわけを考え話し合う場を設けることで、月の移動に関する子どもの素朴なものの見方、考え方を引き出し、「月は時間がたつとどのように動くのか」ということを追究できるようにしていきたい。

夜空の月や星の観察は各々の家庭で行うため、その記録は、背景の違いや、個々の描画によってばらつきが出ると考えられる。そのため観察の結果をまとめ考察することが困難になることが予想される。そこで教師は、まず子どもに適切な観察の仕方を指導し、十分練習させるとともに、調べる星を見つけやすくするための資料を用意する。次に観察記録をもとにグループで結果と考察をまとめる。このとき、ばらつきのある結果をまとめやすくする工夫をするとともに、グループごとに支援をしていきたい。

学習のふりかえりの中で、予想の根拠、特に根拠となった事象について見直すようにする。そうすることで、月や星に関する既存の見方、考え方がどのように変容したかを自覚できるようになると考える。また、グループで話したことをふり返る場を設け、自分の変容につながった記録や発言を伝え合うことで、伝える側も伝えられた側も、天体に関する見方や考え方、追究の仕方について理解を深められるようにしたい。教師はそのようにして構築されたものを見取り、その場や理科だよりなどを通して子どもに返していきたい。

一通り月と星の観察を終えた後、プラネタリウムを利用して月の動きや星の明るさなど学習したことを整理する場を持つ。また、学習したことをもとにして天体への興味、関心を一層高めるために、課外で夜空の観察会を設定したい。

② かかわりの「場」を支える長期的な取り組み

日常生活の経験に基づいて予想することを促し、断片的な知識を根拠にするのではなく、自分の持つて

いるものの見方をもとに話すことを指導してきた。書く活動の中では、客観的な事実に基づいているか、説明の筋が通っているか、言葉の使い方は適切かを意識するよう指導してきた。また、他の教科でもフリースタイム（子どもが相手を見つけて意見を聞き合う場）を設定し、相手に伝える力の育成をはかってきた。理科では、グループや全体での話し合い、特に結果や考察をグループでまとめる活動を通して、理科学的なかわり合いを促してきた。

(4) 単元計画（総時数 8 時間＋課外）

主な活動と内容	主なかわり合いの「場」のデザインと教師の意図
<p>1 <朝の月をさがしてみよう></p> <ul style="list-style-type: none"> ・午前 9 時頃 南と西の間にあったよ ・夜の月より白っぽかったよ <朝 南西の空に見えた月は時間がたつとどんな動き方をするか> ・午前 10 時には少し低くなったみたい ・方角も変わってきたよ ・高さや方角がどう変わるか調べよう ・時刻を記録しよう ・観察する位置は同じ場所にしよう ・方角をかこう ・高さは拳骨で調べよう ・周りに見えるものを簡単に書いて高さや方角がどう変わったかわかるようにしよう <p>・時間がたつと、西の方に動いたよ・時間とともに低くなってきたよ</p> <p>朝 南西の空に見えた月は時間がたつと西の空へ沈んでいく</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽の動きと似ているね ・9 時より前は どんな動きをするのかな ・他の形の月も 同じ動きをするのかな ・星は時間がたつと どんな動き方をするのかな 	<p>○朝 南西に見えた月の動きを時間と関係づけて話し合う</p> <p>いろいろな時刻に月が見えたり見えなかったりしたことや、月の位置が違っていることに気づかせ、そのわけを考え話し合う場を設けることで、月の移動に関する子どもの素朴なものの見方、考え方を引き出し、「月は時間がたつとどのように動くのか」という課題意識を持たせる。</p> <p>9 時と 10 時の月を比べ、位置の違いについて全体で話し合う。その中で見える方角と高さが違うことに気づかせ、方角と高さを観察の視点としてとらえるようにする。</p> <p>観察の結果を観察の視点を元にグループで話し合うことを通して、南西の空に見えた月の動きを確かめる。また、その動きから、観察した時間外の月の動きやその他の形の月の動き、星の動きについて推測する。</p> <p>それらの考えを全体で話し合うことによって、「(朝、南西に見えた月は) 9 時より前はどのように動いていたのか」「他の形の月は時間がたつとどのように動くのか」「星は時間がたつとどのように動くのか」という、課題を持たせる。</p>
<p>2 <星も時間がたつと位置が変わるのか></p> <ul style="list-style-type: none"> ・月のように西に動くのかな ・午後 8 時半から 9 時半にかけて夏の大三角の動きを観察しよう ・高さや方角の変化がわかるような場所を探そう ・観察する位置は同じ場所にしよう ・時刻を記録しよう ・方角をかこう ・高さは拳骨で調べよう ・電線やビルと比べて、高さや方角がどう変わったかな <ul style="list-style-type: none"> ・高さや方角の変化が分かる場所で記録できたかな ・方角や高さをきちんと記録していたかな ・夏の大三角は時間がたつと高くなっていったよ ・南の方へ動いていたよ ・でも、三角の形は変わらなかったよ <p>星は時間がたつと見える方角や高さが変わる 見える方角や高さが変わっても 星が集まった形は変わらない</p> <ul style="list-style-type: none"> ・反省した観察の仕方（高さ・方角の変化を調べる）を次の月の観察に生かそう ・他の星はどんな動きをするのかな ・星座のお話を調べたいな 	<p>○夏の大三角の動きを時間と関係付けて話し合う</p> <p>時間がたつと星はどのように動くのか、一人一人に予想させる。その予想をもとに、何をどのように調べたらよいか、全体で話し合う場を持つ。その際月の観察を想起させ、方角と高さが観察の視点であることをとらえさせる。その上で、方角や高さの変化がわかるような電線や建物のある場所を観察場所にすることや、記録用紙に方角や時刻を記すこと、高さの変化は拳骨でも調べることを確認する。</p> <p>異なる場所で観察した結果をグループごとに話し合う。その際、時間の変化に伴う方角や高さの変化を調べるという視点を再確認し、それに基づいて自分やグループの友達の記録をふり返るようにする。方角や時刻が記されているか、電線やビルなど動かないものを基にして星の方角や高さの変化を記録しているか、拳骨で高さの変化をはかっているかを話し合い、自分たちのグループでは、星の動きを裏づける根拠として何がしっかりしているのか、何がしっかりしていないのかをとらえられるようにする。</p> <p>その上でグループごとに星の動きを面用紙にまとめ、その考察を全体で話し合うことによって、星も時間がたつと動くが、ならび方は変わらないという見方や考え方を構築させる。</p>
<p>3 <午後の月を見つけよう></p> <ul style="list-style-type: none"> ・午後 1 時頃、東の空に見えたよ ・6/19 の月とは時間も場所も違うよ ・形も違うね ・同じ動きをするのかな <午後 東の空に見えた月は時間がたつとどんな動き方をするか> ・星の観察の反省を生かして 高さや方角の変化を調べよう <ul style="list-style-type: none"> ・時間がたつと南の方に動いたよ ・時間とともに高くなっていったよ <p>午後 東の空に見えた月は時間がたつと南の空へ上がっていく</p> <ul style="list-style-type: none"> ・月の動きは太陽の動きと似ているね ・他の月の動きも調べたいな 	<p>○午後 東に見えた月の動きを時間と関係づけて話し合う</p> <p>これまで観察してきた月や星の動きから、午後東の空に見えた月が時間とともにどのように動くか、一人一人が予想を持ち、全体で話し合う場を持つ。</p> <p>予想をもとに観察は個人で行うが、観察しながらグループで話し合ったり、観察結果をグループで見合ったりして、時間に伴う方角や高さの変化が明記されているか確認しよう。</p> <p>グループで月の動きをまとめ、全体で話し合い、午後東の空に見えた月は時間がたつと南の空へ上がっていくことをとらえる。朝、西の空に見えた月の軌道と合わせて考えることで、月の動きについての見方や考え方を深めたい。また、最後にグループで観察や記録の仕方についてふり返り、自分や友達のよきやよくなったところを認め合えるようにしたい。</p>
<p>4 <月と星の動きや観察して気づいたことをまとめよう></p> <ul style="list-style-type: none"> ・やっぱり月も太陽と同じように動いていたんだ ・星の動きも月や太陽と似ているね ・星にはいろんな色や明るさがあるんだね 	<p>○月と星についてわかったことを話し合う</p> <p>プラネタリウムを観ながら、月と星の動きを整理する。星の明るさの違いや星にまつわる言い伝えを聞きながら天体への興味を高め、知りくなったことを質問したり、話し合ったりする場を持ちたい。</p>

* 課外に夜空の観察会を設定し、親子でかわり合いながら月や夏の大三角、木星を望遠鏡で観察し、天体への興味、関心を育てる。

(5) 本単元における授業の実際と考察

ここでは、星の動き方に関する知識の構築をねらった第二次中の2時（以下、本時とする）を中心に考察を行う。

本時におけるめざす知識創造は、「星の動きは、時間に伴う方角と高さの変化で表すことができ、電線やビルなどの動かないものとの比較や拳骨の数（角度）で調べることが分かる。」と「星は時間がたつと見える方角や高さや変わるが、星の集まりの形は変わらないという知識を構築する。」であった。前者は、月の観察で既に分かっていることであるが、後者の知識創造を営んでいく中で、星を観察する際も重要であることに気づいてほしいと考えて設定した。

これらの「めざす知識創造」が促されるように、「かかわりの場をデザインする考え方」に基づいて、かかわりの「場」のデザインを行った。知識の構築が促されたのかどうか、抽出児の記録やグループでの話し合いの記録をもとに考察する。

① かかわりの「場」のデザインと考察

一次の後半、明け方の下弦の月の動きをビデオにとって調べたが、夜の月の動きを見ているうちに、星はどう動いていたのか、という声が上がった。そこで、まず星の動きについて全体で話し合い、自分の予想をノートに書いた。その際、資料1のように、予想の理由は自分の経験をもとに書くように指導した。

A児のノートより：私は月と同じで、南から西へ動くと思います。理由は、前に夜空を見ていたら、星がどんどん右に進んでいたからです。そのとき、月もあって星と一緒に動きました。

資料1 子どもの予想とその理由の例

このような一人一人の予想を調べるための観察方法を前時に確認した。

本時は観察の結果をもとに話し合う予定であったが、天気が悪かったため、実際に星（夏の大三角）を観察できたのは三十三人中六人であった。そこで、まずその六人の観察結果を全員できき、その後グループで星の動きについて話し合うことにした。

時間をおいて高さと方位を観察することを確認した上で、六人の観察結果を聞いた。六人中五人は観察結果をプリントしたものを配って説明した。しかし、話し手はプリントを読み、聞き手はそのプリントばかり見ていたため、言いたいことが伝わったかどうか分からないまま話が進んでしまった。むしろ、写真1のように黒板に図を描いて説明したときの方が聞き手は黒板や話し手を見ながら、集中して聞くことができた。黒板の矢印は星の動き、数字は拳骨の数、すなわち高さを表している。この子どもは、1時間でおよそ拳骨1個分星が上昇していると話していたが、この説明が他の子どものノートにも分かったこととして多く書かれていた。

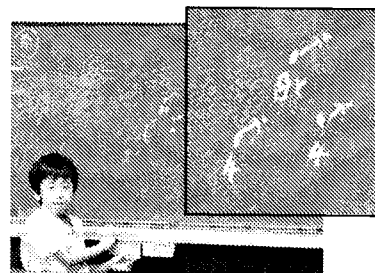


写真1 観察結果を説明する様子

しかし、授業中、全体で観察の結果を聞く場面の子どもの言動や表情、しぐさだけでは、知識を構築しているかどうかをはっきりと見取ることはできなかった。そこで、観察結果の発表を受けてグループで話し合う様子とその結果から、知識の構築を考察することにした。

② 知識創造の実際と見取り

グループのまとめ（資料2）には南または西へ星が動くということと、形が変わらないということが書かれていた。2班と6班は、星の動きを月の動きと比べており、月と星の知識を結びつけようとする姿が見られた。5班は、この部分的な星の動きから、夏の大三角が全天を通して周回するという知識を構築している。1時間に拳骨一つ分移動するという説明が感覚的に分かりやすかったのか、自分たちの知識として取り入れた班も多かった。

子どものふり返りにも星がある方向に動くことや形が変わらないという記述が見られ、自分の知識として取り入れている様子がうかがえた。（資料3）

しかし、資料4のように、ある子が中心になって結果をまとめたり、考察したりする姿があり、一人一人が能動的に理科的なかわりをしたとはいえなかった。また、今回の観察結果は六人中五人が南の空へ上がると発表したのに対し、一人は下がったという結果を発表していた。にもかかわらず、ほとんどのグループが詳しく話し合わずに「上がる」という考えを取り入れている点に問題があった。これは、発表を

全体で聞いているときに、なぜそうなったのかを十分話し合っていなかったことが原因と考える。授業後、観察の仕方についてもふり返ったが、学習前と意識は大きく違ってはいなかった。なぜ結果が異なったのかについてもっと話し合う時間をとれば、その観察方法についてもう一度目を向け、高さや方位をきちんと確かめようとする気持ちが、より高まったのではないと思われる。

1班	星は時間がたつにつれて 形をあまりかえずに上に上がりながら南へ動いていく
2班	時間がたつにつれ夏の大三角は 拳骨1こ分高くなりながら西に動いていく 月と太陽と同じように動いていく 形をかえずに動いていく 星と星のかんかく(間)は変わらない 三角の形も変わらない 三角の向きをかえながら 東から西に動いていく→南の空を通りながら
3班	1時間たつと 拳骨一つ分高くなる 星と星の間のきよりは変わらない 星は時間がたつと上の方へ行く 星は少しずつ東から南へ行く
4班	星は一時間で拳骨一つ分東から南へずれていきます。 夏の大三角は時間がたつにつれて上に動くのか下に動くのか? 夏の大三角の形は(上三角)か(下三角)か?
5班	東から南に上がりながら進んでいる 動いても形は変わらない 一時間ごとに拳骨1こ上がっている。 よかったこと 方角を書いてあってよかった 時間が書いてあったので分かりやすかったです 考察 南へ動き地球を一周して東に出てくる 形はずっと変わらずに動いていく
6班	南の空に形を変えずに上がっていった 考察 星は月と同じように動く 約一時間で拳骨一つ分動く
7班	分かったこと 南の空へ形を変えないで、高さを変えながら動く 分からないこと どの空から上がって下がっていくのか 下がりながら動くのか上がりながら動くのか
8班	分かったこと 南の方へ星は動いていく およそ1時間たつと拳骨1こ分上に進み、南に行く 形は変わらない
9班	時間がたつと星は南より上に上がっていく 三角形の形は変わらない 一時間で三角形は拳骨1こ分上がったり下がったりする

資料2 グループごとに話し合ったまとめ

B児の学習前の予想 ・星は動かないと思います。動くところにあるか分からなくなるからです。 ↓ 学習後のふり返り ・星はあまり形を変えないで斜め上に行くことが分かりました。	D児: はっきりしたことは南の空へ形を変えないで動くこと。 分からないのは南の空へ上がっていくのか下がっていくのかということだね。 E児: 同じ! D児: 上がりながら動くのか、下がりながら動くのかがわからないね。 (F児はグループのまとめを書いていた)
C児の学習前の予想 ・星は太陽や月と同じように南から西に少しずつ動くと思う。月や太陽は地球のまわりをまわっているし、星も地球のそばにあるものなので、関係していると思った。でも、星の場所はそれぞれ違うと思う、わけは夜に上を見たら場所がさまざまばらばらだから。 ↓ 学習後のふりかえり ・わかったこと 1時間たつと星は拳骨1個分上がりながら西に進んでいく。形は変わらない。	資料4 7班の話し合いの様子 G児: 電線や木、家などで星の動きが分かるのはすごいと思った。わたしだったら電線を基準にしようかな。 H児: ・時間や日付、方角を書く ・周りの風景をかく ・説明は分かりやすくしていねいに。 I児: これからは方角などをしっかり調べたいです。
資料3 子どもの予想とふりかえり	資料5 観察方法に関するふりかえり

(6) 成果と課題

今回、夜空の星を実際に観察することを大切にして、そこから知識を構築することを試みた。しかし、6月末からのこの時期は天候が悪く、実際には観察できた子どもの結果を読み取ったり、聞き取ったりして知識を構築せざるを得なかった。

しかし、それらの結果をもとにかかわりあう場を設定することによって、「同じ方向に動くようだ」「ならび方は変わらないらしい」という推測は十分できることが分かってきた。それを確かめようとする意欲が、天体に興味を持つて調べようとする気持ちになっていったようである。本時において、授業者は当初、この状況で星の動きに関する知識を構成するのは非常に困難と考え、観察方法を見直すことに力を傾けてしまった。状況に柔軟に対応、判断し、本時の知識創造を設定することを今後の課題としたい。

また、天体に関する知識創造には、観察だけでなく視聴覚機器や施設を必要に応じて組み合わせ、効果的な活用を図る必要もあると考える。

3 実践例 — 6年 —

(1) 単元名 人や動物の体

(2) 本単元における知識創造

呼吸や吸気 だ液のはたらきなどの調べ活動を通して 生き物は生きていくために酸素を吸って二酸化炭素を出していることや 食べたものを消化し体内に取り込んでいることに気づき 生き物の体の仕組みを知る

これまで子どもは、「植物の発芽と成長」「魚や人のたんじょう」の学習を通して「生物の成長には養分が必要である」という見方を養ってきた。また、普段の生活を通して、生き続けるためには空気を吸い、食べ物を食べる必要があると思っている。ほとんどの子どもは、空気は鼻や口から入って肺に行く、食べ物は口から入って胃や腸を通り肛門から便となって排出される、心臓も生きていくために何か関係がありそうだと考えていると思われる。

子どもは、「人や動物の体は いるものを取り込み いらぬものを出している」というイメージをもっているが、空気中の酸素や食べ物の養分をどのようにして取り入れているのかは、まだよく分かっていない。そこで、実験や調べ活動と話し合いが必要であると考え。

単元の導入で、子どもは、断片的な知識や経験をもとに、生きていくために必要なものと、その行方を予想する。その予想をもとに話し合いをすると、子どもは空気と食べ物が必要であると考えらるだろう。このことから、子どもは「空気について（呼吸）」と「食べ物について（消化）」に着目し、課題を設定できると考える。

まず、呼吸について調べる活動を行う。「吸った空気中の酸素を全て体内に取り入れている」「吐いた空気には酸素がない」「全て二酸化炭素になって吐き出される」など、酸素や二酸化炭素に着目し考える子どもはいるが、イメージは様々であるように思われる。そこで、グループで話し合いをすることで、「気体の成分の割合を調べるとはっきりする」と、子どもは考えるであろう。気体検知管や石灰水を使うことで、吸った空気中の酸素を全て取り入れるのではなく、一部の酸素を体内に取り入れること、吐いた空気には二酸化炭素が多く含まれていることに気づくと考える。

次に、消化のはたらきや仕組みを調べる活動を行う。多くの子どもは「食べ物の消化は胃で行われる」と考えているように思われる。そこで、実際にご飯を噛む活動や、だ液とご飯を混ぜたものにヨウ素液を加える実験を取り入れる。これらの活動から、子どもは「口は食べ物を噛み砕いて飲み込む」というはたらきに加え、「口の中ですでに消化が始まっている」というはたらきに気づくと考える。口以降の食べ物の消化される様子や養分を吸収する様子については、資料を使った調べ活動を行う。資料は体内を実際に撮影したビデオを使い、子どもは口から大腸までの動画を観察する。「胃」「小腸」「大腸」とつながりを持たずに考えていたイメージが、口から延々と続く動画を観察することで、消化管は体内で一続きになっていることが把握できるであろう。

このようにして、人の体の仕組みは巧みにできており、動物も人と同じように生きていくために呼吸や消化が行われていることを捉えさせたい。

(3) 知識創造の力を育むために

① 本単元におけるかかわりの「場」のデザイン

「こだわり」を持てるような場を設定するために、実感を伴う実験を取り入れる。呼吸と吸気を集めて違いを調べる実験では、透明なビニール袋に自分の呼吸を吹き込むと、袋の内側に水滴が付着する。早速、吸気との違いがあらわれるため、子どもは冬場の息が白くなることなど、生活経験に結びつけて考えるように思われる。また、四人グループを設定することにより、自分と友達の呼吸を比べることができるため、一人一人が「こだわり」を持って考え、話し合いが活発になると考える。さらに、グループごとに「石灰水」「気体検知管」「ろうそくの火」などを使った様々な実験方法が生み出されるように思われる。

消化の実験では、四人グループで実際にご飯を噛む活動を設定する。子どもが実際にご飯を噛むことで、ご飯の味の変化や、だ液がどんどん出てくることに気づき、口の中で消化が始まっている見通しを持つように思われる。

血液の循環を調べる活動では、四人グループで子どもが自分の体の脈拍探しや心音を聞く。この活動から、「こめかみに脈拍があったよ」「指先で調べると脈拍がわかるよ」と、調べ活動中も情報交換ができる。また、自分と友達の心音を聞き比べることで、心音の速さについて意見交流ができる。さらに、グループ全員の脈拍発見場所を一つにまとめることで、循環器が体中いたるところにつながっていることが感じられるように思われる。

ふりかえりの場を持つことで、自分の考えの変容に気づき、友達の見方や考え方を認め、次の学習への意欲や見通しを持つことにつなげたい。

② かかわりの「場」を支える長期的な取り組み

一斉学習の話し合いでは、意見を述べる子どもが決まっている。また、正当重視の気持ちが強く、間違いを恐れるためか、思ったことをなかなか言えない子どももいる。そのため、国語や算数の話し合いでは、少人数のグループ活動を様々な場に取り入れ、話しやすい雰囲気作りを心がけてきた。間違えた答え方をした子には、考えを述べたことから学習が深まったことをクラス内で認め合ってきた。現在、少しずつではあるが、意見を述べようとする子どもが増えてきている。

(4) 単元計画（総時数 10 時間）

主な活動と内容	主なかかわりの「場」のデザインと教師の意図
1 オリエンテーション <人や動物は命を保つために何をしている？> ・息をしないといけない 息をすることを呼吸というんだね ・食べ物を食べたり水を飲んだりしないと生きていけない ・食べたり飲んだりするとうんちやおしっこが出るよ ・呼吸をすると体にどんな影響があるのだろう ・食べ物からどうやって養分をとっているのかな	○人の体の仕組みについて調べたいことを話し合う 生存のためと健康のためを分けてイメージを整理する。イメージを整理できるようにイメージマップ作りを設定する。四人グループの中でそれぞれのイメージを話し合い、自分のイメージをよりはっきりとさせる。
2 <吸う空気と吐く空気は同じだろうか> ・気体検知管や石灰水を使って調べよう。 ・酸素の割合が減ったよ ・二酸化炭素の割合が増えたよ ・石灰水が 白く濁ったよ ・吸う空気に比べ 吐く息の中ではろうそくの火は少し早く消えたよ <u>吸う空気と吐く空気は違う（吐く空気には酸素が減り 二酸化炭素が増える）</u>	○呼吸と吸気の違いをグループで考えた実験方法で調べる 四人グループで吐く空気と吸う空気の違いを調べる実験方法を考える。グループごとの実験結果をクラス全員が共有し考察することで、より学習に深みが生まれる。
3 <体の中のどこで空気中の酸素を取り入れ、二酸化炭素を出しているのだろうか> ・肺で酸素を取り入れたら 二酸化炭素と水をはき出したりしているのではないかな ・肺の仕組みを 資料を活用して調べよう <u>肺には多くの毛細血管があり 酸素が血液に取り入れられ血液からは二酸化炭素と水が出る</u>	○肺の仕組みとはたらきを予想し グループで調べる 調べ活動の前に、体の中の酸素や二酸化炭素の交換方法をイメージ図を描いて予想する。イメージ図を描くことからこだわりをもって調べ活動が行える。クラス全体で予想をもとに話し合った後、グループで図鑑などの資料を通して話し合う。
4 <酸素は、どのように全身に運ばれるのだろうか> ・酸素は血液に取り込まれていたから 血液が運んでいるんじゃないかな ・指先で脈拍を計ろう ・聴診器で心音を聞いてみよう ・全身に血管が行き渡っているよ <u>血液が体中をまわりながら 酸素を運んでいる</u>	○自分の体の脈拍や拍動をグループで調べる 四人グループで自分の脈拍を調べ、友だちと心音を聞き合うことで、意見交換をする。体中に血管があり、酸素や養分が体全体に行き渡る仕組みを知る。
5 <口の中では食べ物は変化しているのだろうか> ・ご飯を口の中でかみ続けてみよう あれ 味が変わったようだ ・ご飯とだ液を混ぜてみよう ヨウ素液の反応がないぞ <u>だ液のはたらきによりでんぷんは体内に吸収されやすいものになる</u>	○だ液とご飯を混ぜ、デンプンを糖に変化させるはたらきがあることを調べる ご飯を噛み続け、味の変化を調べ、グループごとに話し合い、口の中で消化が始まっていることに気づかせる。
6 <食べ物は体の中でどのように取り入れられているのだろうか> ・食べ物にふくまれている養分（でんぷん）は、どのように体内に取り入れられるか調べよう ・口 胃 腸が関係してそうだ ・ビデオで観察するとはっきり分かったよ <u>食べ物は 口 胃 腸などを通る間に消化・吸収される</u>	○体内に養分が取り込まれる仕組みを体内の動画を観察し調べる 胃の動きや小腸が養分を吸収する様子などの動画を観察し、小腸や大腸の体の中の様子について話し合う。長い小腸が体内にうまく収まっていることに気づかせる。
7 <人と動物の体の仕組みを比べよう> ・人とほかの動物の呼吸のしかたを比べよう ・動物の消化管も人と同じように一続きになっているね ・メダカも人と同じように血液が流れているよ <u>動物も人と同じく 生きていくために呼吸し 養分を取り入れている</u>	○人の体と動物の体の仕組みと比べながら、同じところや違いを話し合う。 魚のえら呼吸や牛の胃のようすなどグループで話し合いながら人や動物の体の仕組みを整理する。

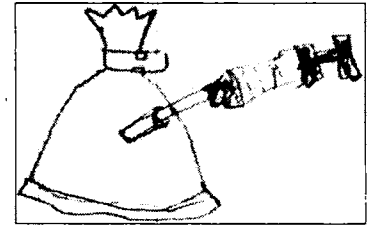
② 知識創造の実際と見取り

「吸う空気と吐く空気は同じか」という課題に対し、ほとんどの子どもは「違う」と考えていた。この空気の違いを調べる活動を中心に抽出児の記録をもとに分析していく。

A児は活動前、呼吸によって体の中に酸素を取り込み、体の外に二酸化炭素を出していると予想していた。そのため、呼気は吸気に比べ、酸素と二酸化炭素の割合が変わっていると考えた。そこで、気体の割合調べから、違いを確認したいと考えているようであった。

調べ活動は四人グループで行った。四人で話し合い実験方法を考える場面で、A児は空気の違いを調べるための実験器具の種類だけではなく、ノートに実験図をかいていた(資料4)。これは、四人で話し合う場を設定した結果、グループの友達に自分の考えを正確に伝えたいという思いが表れたのであろうと考えられる。

気体検知管を使っての調べ活動では、吐く息の中の二酸化炭素の割合は4.1%、酸素の割合は18%という結果であった。グループ内のA児以外の子どもは、酸素が減って二酸化炭素が増えるという結果に予想通りで満足していたが、A児は実験がうまくいっていなかったと考えていた。そのわけは、空気中の酸素は約20%であり、酸素が減った分二酸化炭素が増える、と考えていたからである(資料5)。A児は気体を採取する際、袋の穴から周りの空気が混入したと考えていた。そこで、グループで再考し、袋に呼気を吹き込む穴をストローに変え、検知管をそこから差し込む方法をあみだした。これは、四人で実験に必要な道具を考える場を設定したことで、再度グループ内で話し合い、再実験を行うことになったと考える。再実験しても周りの空気は混入してしまったが、A児の中で、自分の考えが実験を通して、より確かなものになったと思われる。



資料4 A児の実験方法イメージ図

B児: 袋に息を吐く
A児: 袋に酸素用検知管を差し込む。「酸素は18%」
B児: 「二酸化炭素は4.1%」
A児: ふつうだったら16(酸素)のはずだけど…。
C児: 「開けた時に入ったんじゃない?」
A児: 「開けた時少し入れたのかも…」
C児: 「どうやれいよんだろう。」
A児: 「正確なのは分からなかったけど、酸素が減って二酸化炭素が増えたと分かるよ。」
D児: 「みんな(他グループ)の結果と合わせればいよ。」

資料5 抽出児の記録より

(6) 成果と課題

知識創造を起こすデザインの結果は以下の三点である。

一点目は単元導入で、生命維持のために人や動物がしていることのイメージ図を作成することにより、子どもは自分の考えが整理でき、学習計画の見通しを持つことができたということである。教師は子どものイメージを知ること、「呼吸について 空気を吸うことや酸素を取り込むことに意識が強く 吐くことに関して意識が薄い」という実態を知り、「だから 吐く息を袋に集める活動を取り入れ 吐く息に意識を向ける必要がある」など、今後の学習計画の参考にすることができた。

二点目は、話し合いや調べ活動のグループ編成についてである。グループ編成を四人にしたことは有効であった。グループの中で、一人一人の意見が反映され、一人一人の活躍の場が広がった。四人での話し合いは、どのグループも話しやすい雰囲気、自分の思いを素直に話すことができた。

三点目は、体の中の酸素や二酸化炭素の行方に目を向け、子どもがイメージ図を作成し、クラス全体で交流することで、子どもが持つ自分のイメージがよりはっきりしたことである。その後の調べ活動では、「酸素と二酸化炭素の交換がどのように行われているか。」など、自分のイメージ図と照らし合わせ、意欲を持って調べ活動ができた。

課題は以下の三点である。

一点目は、気体の成分調べに意識が強く、人や動物の体を調べるという意識が弱かったことである。呼吸によって酸素や二酸化炭素の割合がどう変化するかを、気体検知管や石灰水など試薬を使って調べた学習後は「体の仕組みを調べた結果や分かったこと」など、子どもの意識を「体の仕組み」から逸脱しないよう支援する必要がある。

二点目は、子どもが断片的な知識をもとに予想していたため、根拠が弱かったことである。学習中、様々な場面で話し合いの際、子どもから多くの予想を引き出すことができた。しかし、教師が予想を引き出す際、自分たちの生活につなげる支援が必要だったように思われる。生活経験や体験からつながる予想をもとに話し合い、多くの子どもと共感を得ながら話し合うことが大切であった。

三点目は、自己評価や教師のフィードバックなどの活動が弱かったことである。子どもが最初に考えていたことがどう変わってきたのかを子ども自身がはっきりと意識できるように支援する必要があった。

以上の成果と課題から、実感の伴った活動や四人グループでの活動は有効であるが、子どもが実験結果を考察する際は、実験結果を人や動物の体に結びつけ考えられるよう支援することが大切であることが分かった。

(5) 授業の実際と考察

ここでは、呼吸の学習における知識創造をねらった活動を中心に考察を行うことにする。呼吸の学習における、めざす知識創造を以下のように定義する。

呼吸や吸気の調べ活動を通して 生き物は生きていくために酸素を吸って二酸化炭素を出していることに気づき 生き物の体の仕組みを知る

① かかわりの「場」のデザインと考察

【「こだわり」をもって追究できる場】

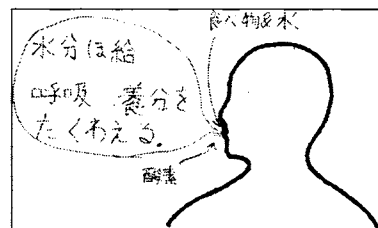
単元の導入で「人や動物は生きていくために何をしているか」について、子どもがワークシートに予想を書く場を設定した。ワークシートは人型だけを記したものを用意した。これは、子どもが体の中や周りに自分のイメージを文や図で思い思いに書き込むことをねらいとしたためである（資料1）。このワークシートに書いた予想をもとに、子どもは自分の考えを整理し、話し合うことができた。教師は子どもの素朴なものの見方を知ることができ、今後の学習計画に役立った（資料2）。

【理科的なかかわり合いを促す場】

吸う空気と吐く空気の違いを調べる活動では、四人グループでの活動を設定した。四人グループのため一人一人が話し合いに参加しやすく、実験方法を考える場ではグループごとに様々な実験方法が生み出された。実験方法には「二酸化炭素が多く含まれていることを調べたいから石灰水を使う」「酸素と二酸化炭素の割合の変化を調べたいから気体検知管を使う」「酸素の割合の変化を調べたいからろうそくの火を使う」という方法があった。各グループが実験方法や実験結果を発表することによって、クラス全体で実験方法や実験結果、考察を共有することができた。四人グループで実験方法を考え実験を行うと、クラス全体での話し合いよりも、子ども一人一人の意見が反映し、様々な実験方法が生み出された。

実感を伴う活動を取り入れるため、呼吸と吸気（身の回りの空気）をビニール袋に集める活動を行った。実際に子どもが呼吸をビニール袋に集めると、ビニール袋の内側に水滴がつくため、呼吸には水蒸気が含まれていることが分かった。この活動から、呼吸と吸気の違いに気づき、試薬を使わなくても、呼吸と吸気の違いを目で確かめることができた。単純な気体の収集方法だが、呼吸に水蒸気が含まれていることに気づく、有効な収集方法であった。

酸素を取り込み、二酸化炭素を出す所は体の中のどこかを調べる活動では、子どもは、酸素は肺で取り込まれることを知っていた。そこで、漠然とした知識に留まらず、肺の中でどのように酸素が取り込まれるかを予想し、イメージ図をかく活動を取り入れた。子どもは体の中に袋を描き、空気の流れを矢印でかき込み自分の呼吸のイメージを説明した。ノートに描いたイメージ図をモニターに写し予想を発表することで、自分と他者の考えを比較し、共通点や差異点を意識した話し合いができた（写真1）。子どもが作成した呼吸の仕組みイメージ予想図は以下のようなものであった（資料3）。空気が枝分かれして肺の中に入り込み肺の内側から酸素が体内に取り込まれるイメージを描く子（資料3ア）、吸われた空気が肺の中で一回りし同じ通り道を通って再び体の外に出るイメージを描く子（資料3イ）、体に取り込まれた酸素は体中に行き渡るイメージを描く子（資料3ウ）、など様々なイメージが予想されていた。友達が予想した様々なイメージから、呼吸の仕組みに興味を持って、酸素が体に取り込まれる様子を調べることができた。



資料1 「生きていくために何をしているか」イメージをかき込むワークシート

- ・呼吸をする。
- ・空気をすう。
- ・空気をすって、出す。
- ・酸素をすう。
- ・酸素を取り入れて、二酸化炭素を出す。

資料2 ワークシート（資料1）に書いた子どもの記録[呼吸について抜粋]

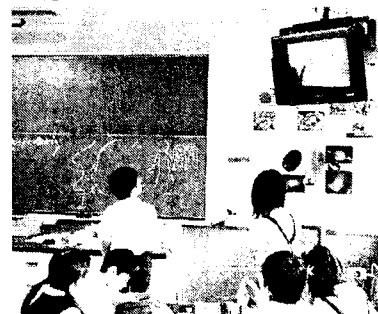
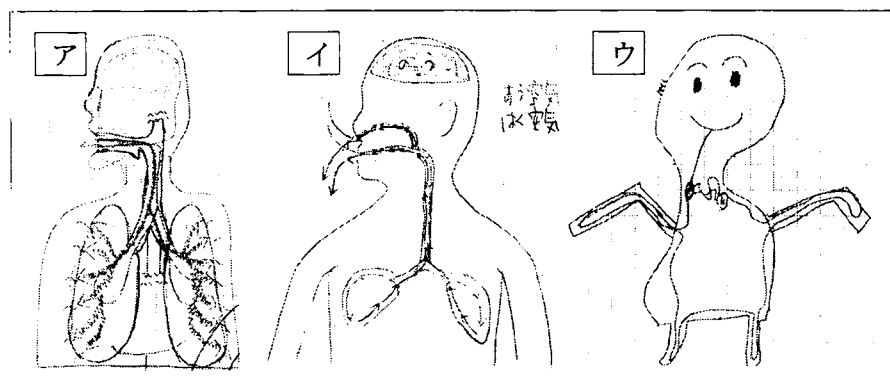


写真1 イメージ図をモニターに写し発表する様子



資料3 呼吸についてのイメージ図