

自然の“本質をさぐる”理科の学びにおける焦点化について

～自己の変容とそれを支える要因～

馬場 敦義

本研究では、理科の授業における、自然の“本質をさぐる”学びを作り上げていく際の焦点化について考えていく。これまで、子どもたちの思いや考えは、「文章・絵・図・言葉・モデル・身体表現」を通してとらえてきている。また、学びの変容をみとるためには、イメージ図やイメージマップも活用してきた。さらに、今年度は、自己の変容を明らかにしておくために、キーワードによるコンセプトマップで子どもたちの思いや考えをとらえることにする。省察が生まれる場面での理科の実践を通してみていくことで、課題解決の過程の中でどのように子どもたちの考えが変容しているのかをみとり、それらを支える要因にはどのようなものがあるのかを明らかにしていく。

キーワード：理科学習，メタ認知，コンセプトマップの開発，対話，学びの可視化

1. 研究の概要

理科の学習において、子どもたちの疑問・問題からスタートした学習を大切にしている。子どもたちがわかりたい、明らかにしたいという内発的な動機が学びを成立させていくと考えているからである。昨年度は、子どもたちが学習課題を自己の課題としていくためにはどのような教師の手立てや環境作りが必要であるのかを研究し、コンセプトマップの性質上それ単体では十分ではなく、イメージ図や環境整備などの他の要因と関わりながら扱うことが有効であると結論付けた。

今年度は、子どもたちが自己の課題をどのように認識していくのかをコンセプトマップで明らかにし、課題を焦点化していくための授業における手立てを明らかにしていく。

2. 研究の方法

本研究では、下記の場面において子どもたちの省察の場が生まれると考えている。

- | |
|-------------------|
| ① 観察・実験するときの予想の場面 |
| ② 実験方法を考える場面 |
| ③ 実験の最中、結果を記録する場面 |
| ④ 結果から考察をする場面 |

具体的には、どのようなことで子どもたちの省察が見られたのかを、子どもたちの思いや考えが表れる「文章・絵・図・言葉・モデル化・身体表現」をワークシートやノートからみとってきた。これまでイメージ図を用いて子どもたちの考え・思考の共有化を図り、話し合いでの焦点化を行ってきた。しかし、イメージ図は目に見えないものを見えるように考えていくので、

物理・化学分野での活用が主であった。生物・地学分野での活用は難しく、これまでうまくできなかった。そこで今年度、コンセプトマップとイメージ図を併用して活用することにしたい。まずは、子どもたちの考え・思考を可視化する。表出することで、共有化や焦点化につなげていきたい。特に、子どもたちにコンセプトマップをかかせることで、自分の考え方や学びの変容について気付かせ、自己の課題がどのようにつくられ、更新されたのかをみとっていききたい。

2.1 学びの変容をみるためのコンセプトマップの開発

学習課題を自己の課題としていくためには、教師の手立てや環境整備が不可欠である。それらは教師が子どもたちの学びを成立させるために行われている行為であるが、子どもたちが自己の課題につなげていく要因にもなる。昨年度はイメージマップを使ってとらえてきたが、今年度は自己の変容を明らかにするために、より自らの考えの変容がみとれるようにしたい。そのために適したコンセプトマップの開発をしていく。

2.2 焦点化のためのICT活用をさぐる

課題を深めていくためには、子どもたちが同じ土俵に立ち、課題を焦点化していく必要がある。ICT機器を活用することでより課題を焦点化できるのではないかと考えており、それらを明らかにしたい。

2.3 イメージ図から自己の変容をみる

理科部では、イメージ図やコンセプトマップを活用して、焦点化を図りたいと考えている。イメージ図をかくことにより、目に見えない自然事象を表現でき、相手に説明しやすくなったり、その違いに気づけたりする。また、コンセプトマップを活用することで、自

然事象の絡みが見えてくる。昨年度のイメージマップの取り組みでは、子どもたちの考えが収束していく様子が見られた。そのことから課題を焦点化する手段としても有効ではないかと考えている。

2.4 レディネステストによる課題の把握

教師が単元計画を考える際と同様に子どもたちがコンセプトマップを基にして交流の場を設定すれば、課題の融合、精選、再構成が図られ、同時に個々の課題が有機的なつながりをもつようになる。つまり、より発展性のある課題設定がなされ、解決に向けた具体的な見通しをもつことが可能になる。今年度もレディネステストを大切にしたい。

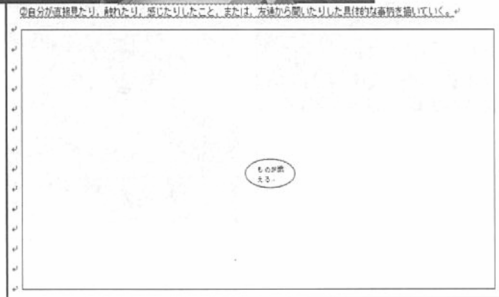
2.5 コンセプトマップの開発

昨年度は、単元導入時と単元終了時の振り返りだけでなく、課題に対してどこまでできたのかを省察するために実験ごとにイメージマップ(“学び地図”)を描かせて、自己の変容を明らかにした。今年度は、課題に対して自分がどこまで近づくことができているのかということ省察するとともに、自分が獲得した概念をハッキリと認識するために、コンセプトマップをかかせることとした。

これまで、イメージマップとして考えを表出していくと、学んだこととは違ったことを考え、描きあらわしてしまうことが多くあった。そこで、今学んでいることに目を向け、そこから考えを導いていけるようなルールを決めることで、学びに応じた考えを残していくと考えた。このことは、子どもたちにとってもわかりやすいと考え、今年度も採用した。



(図1)
コンセプト
マップ



さらに、実験ごとでの考えの変容を残していくためには、次の3点のルールを設定した。

- ①頭で考えたことを極力描かないようにする。
- ②自分が直接見たり、触れたり、感じたりしたこと、または、友達から聞いたりした具体的な事柄を描いていく。
- ③コンセプトマップを更新した日にちごとに色分けをし、いつの考えなのかを明確にする。

表2：コンセプトマップのルール

3. 授業の実際

2011年5月25日「空気や水をとじこめると」、2011年11月5日「ものの温度と体積」、2011年9月27日「ヒトの体のつくりと運動」の授業を分析することで明らかにしていく。

3.1 ものの温度と体積」の単元の主張点

本実践では、粒子についての基本的な見方や概念を養っていくために以下の3点を中心に取り組む。学級全体として子どもの学びが深まるよう、次に掲げる主張をもって単元を進めていきたい。(表1)

①実験の工夫	<ul style="list-style-type: none"> ●視覚的にとらえられるような実験・観察を行う。 ・目で見て確認できにくい対象もよりわかるような実験・観察を考え行うことで、より明確なイメージをもつようになる。
②思考の表出	<ul style="list-style-type: none"> ●イメージ図で思考を表出させることにより、自己内対話を促す。 ・金属、水及び空気がどんなものであるのか、そして、温められた金属、水及び空気がどんなものになるのかについてイメージする。
③科学的な見方・考え方の育成	<ul style="list-style-type: none"> ●日常と科学を関連させることによって、科学的な見方・考え方を育てる。 ・日常生活と自分たちの学習とを関連付けること、見えない事物・現象をイメージ図に表し、コンセプトマップに表出し関連付けていくことにより、科学的な見方・考え方を構築する。

(表1：単元の主張点)

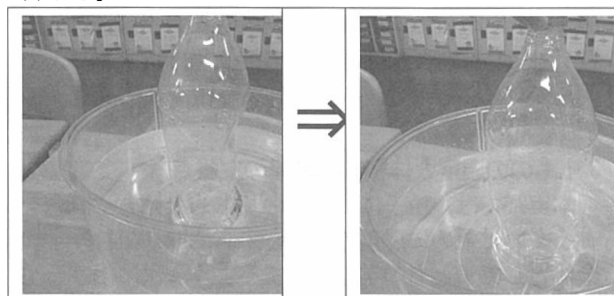
1学期に子どもたちは、「空気と水をとじこめると」の単元を通して、閉じ込められた空気や水に力を加えると、空気は押し縮められたりもともどったりするが、水は変化しないという性質の違いについて学習してきた。本単元では、金属、水及び空気をあたためたり冷やしたりすることで、それぞれの体積が増えたり減ったりすることを、視覚的にとらえる方法を工夫して実験・観察していく。視覚的にとらえる方法とは、①目で見るができる実験を行うこと、②目で見ることはできないが現象をイメージ図で可視化することの二通りの方法が考えられる。

導入には、温度による体積変化が最も大きい空気を対象として体積の増減と温度とを関係付けながら追及していきたい。体積変化が小さい水と金属については、これまで空気の体積変化をもとに発想し、考えを深めてきた。しかし、より理解を深めていくためには、水と金属の体積変化についても視覚的にとらえる工夫をしていきたい。

3.2 目で見ることの実験

i) 空気の変化を目で見ることのできる実験

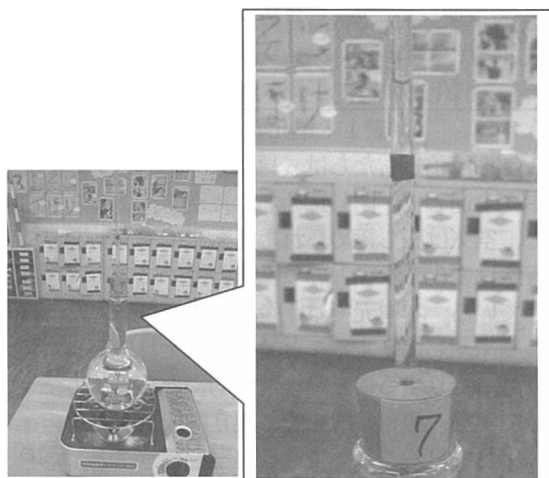
空気の変化は非常に大きいので、特に工夫をしなくても子どもたちはその変化を確認することができる。試験管に石鹼水を付け、シャボン玉を膨らませる実験やフラスコなどの容器に風船を付けて膨らませる実験などでも体積が大きくなっていることを理解することができる。ここでは、ペットボトルの容器をへこませて、60℃のお湯につけてへこみを元に戻す実験を紹介する。



(図2：ペットボトルの体積変化)

ii) 水の変化を目で見ることのできる実験

水の体積変化は、空気ほど大きくないのでフラスコや容器をあたたためてみる場合は、テープやマーカーなどで印を付け、元の位置がどのあたりにあるのかをはっきりとわかるようにしておかなければならない。印を付けずに行うと、変化をしているのだが徐々に変化していくためにその変化に気づくことが難しい。より変化を明確にしたり、子どもたちに意外に体積が増えていることを気づかせていくのには、これも教科書に取り上げられている実験がシンプルでお勧めである。



(図3：水の体積変化)

iii) 金属の変化を目で見ることのできる実験

【SSTA 科学教育若手教員研修会 2011 和歌山より】

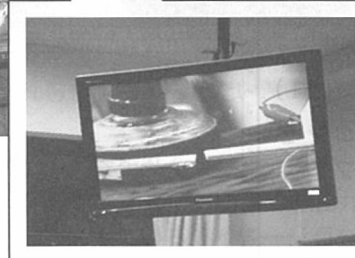
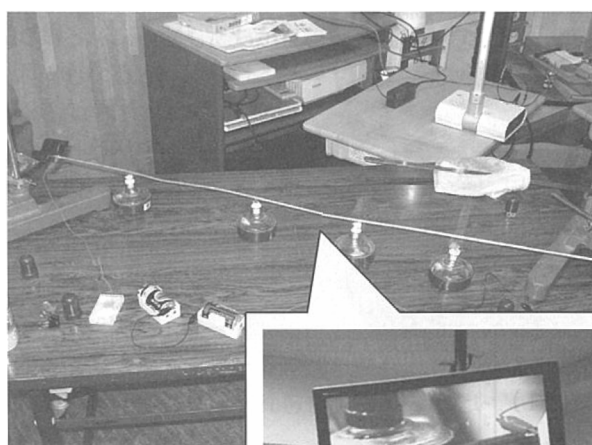
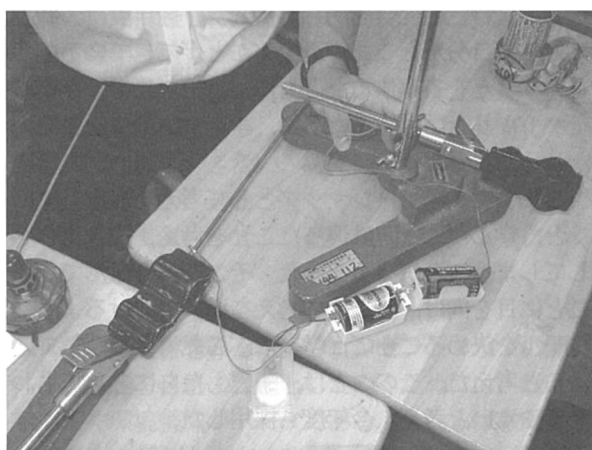
この小单元では、金属球膨張実験器を使って授業を進めることが多い。体積の膨張（金属が膨らむ）を捉えるうえでは有効であると考えられるが、体積の変化している様子を視覚的にとらえることは容易ではない。

この金属の膨張の様子も空気や水と同様に視覚的に捉え、実感を伴った理解につなげるための実験を工夫した。

2本の金属棒を向かい合わせで設置し、それぞれを一定間隔で加熱する。金属が伸びたかどうかを確かめるための実験である。この実験では、まず実物投影機と大型のモニターを使うことで視覚的に金属が膨張したことをとらえることができる。また、両端に電子オルゴールをつないだ回路をつなげておくことで聴覚的にも金属が伸びたことを確認することができる。

- ・2本の金属棒をあたためることで、より子どもたちの目に見えて実験結果がわかる。
- ・「電流の流れ」（3年生）の既習事項が使える。
- ・金属棒がくっついて、音になることで子どもたちに「伸びた！伸びた！つながった！」という実感を与えることができる。

これまでの金属球膨張実験器と併用して、上記の実験を行っていくことにより変化の非常に小さい金属の体積変化も理解しやすくなると考える。

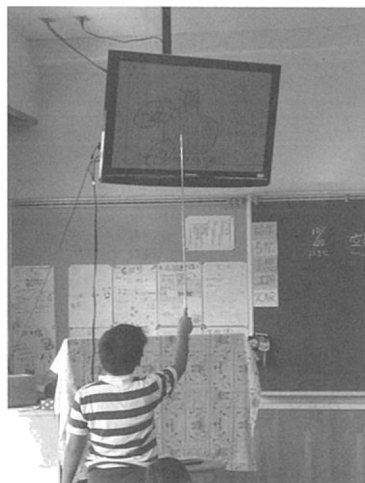


(図4：金属の体積変化)

単元全体の流れに関わることはもちろん、子どもたちそれぞれの学びの過程にも大きく影響する。単元に入る前に子どもたちの既有経験や既習内容がどのようなものであるかをつかみ、どのようなことに興味をもっているのかを把握しておく必要がある。それは、子どもたちは、既有経験や既習内容では説明がつかないような事物・現象と出会うことで、「ふしぎだな?」、「どうして?」という疑問をもつことになる。そして、自分の問題をもって、対象にかかわり始め、課題を解決しようとするからである。これからもレディネステストによる把握とそれに基づく柔軟な単元計画は大切にしていく。

4.3 ICT機器の活用で深まる学び

ICT機器は、子どもたちの思考の流れから必要になった情報を提供する場合、有効な手段である。理科は言うまでもなく、身の回りの自然事象に対する興味・関心を高め、科学的な見方・考え方を培う教科である。そのため、可能な限り本物の自然に触れさせたいと考えている。附属小学校の校庭での動植物観察やヒョウタン、ヘチマの種まき、本単元でも休憩時間や学級会の中でも出来る限り体験をさせること、自然にたつぷりと触れ、親しませることが最重要である。対象をしっかりと見つめ、触れ、その対象に疑問・課題をもち、科学的に見たり考えたりできるようになることが大切だからである。しかし、どうしても本物に触れることができない場合や本物をより効果的に提示したいときには、ICT機器を活用することによって学習効果があがることと考えられる場面もある。また、本物に触れられる場合でも、危険を伴う場合やコストや時間がかかる場合、自分たちの学習を振り返る場合にも活用できる。

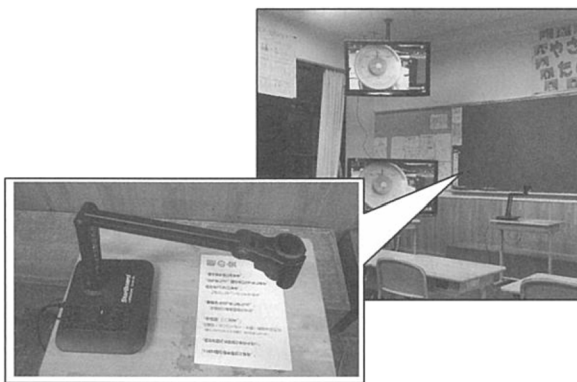


(図11：全体が理解しやすいような提示)

ただし、ICT機器は、その授業の目標を達成するために活用するものであり、場面や内容を精選する必要があることを意識しなければならない。ICT機器

はあくまでも道具である。他の道具と同様にその活用方法・目的を間違えて使用すると、マイナスにはたらいってしまうこともある。子どもたちが対象についてのイメージを膨らませることを遮ったり、対象に対して興味をなくしてしまったりするような活用にならないように、ICT機器を活用する場面やその活用方法、活用形態などについても引き続き研究を続けていきたい。

本時では、実物投影機とテレビ画面を使ったICT機器を活用した。子どもたちのノートやワークシートを大きく写すことや実験を振り返るために写真を見せることなどで活用することができた。近年、地上デジタル放送の完全移行に際し、教室のテレビが薄型大画面のものに変わってきている。綺麗な映像をHDMIなどのケーブルを使うことで、綺麗なまま映し出すことができるようになってきている。子どもたちは家庭でハイビジョンなどの綺麗な映像に触れる機会が多くなってきている。今後もその洗練された目に対応するように、学校でもより良い映像を扱うようにしていきたい。



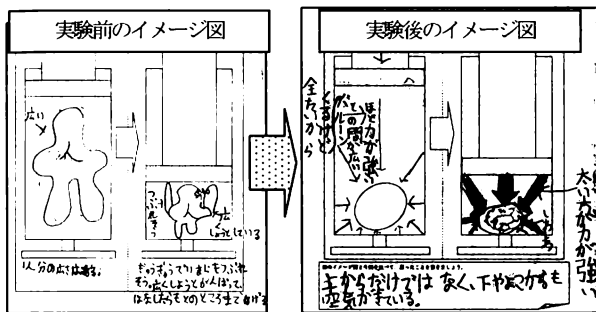
(図12：実物投影機)

4.4 イメージ図の変容から自己の変容を認識する

筒の中に空気をとじこめ、ピストンで空気を押し縮める実験を行った。はじめの「イメージ図」(左下)では、押し縮められる空気を人のように表現し、「ギュウギュウで今にもつぶれそう。」「はなしたらもとのところまであげる」と書かれている。空気の押し縮めたときの体積や手ごたえの変化をとらえていることがわかる。しかし、上から力を加えたこともあり、筒の中の空気が全体的に縮まったことには目を向けることができていないこともわかる。そこで、筒の中に透明のバルーンを入れて押し縮めることで全体的に縮まっていくイメージへつなげたいと考えた。右下が実験をしたあとのイメージ図である。「上からだけでなく、下やよこからも空気がきている」と書かれており、イメージが更新されたことがわかる。

実験を行ったことで、より妥当性の高いイメージへと更新されており、A君自身もイメージを見比べたことで更新した理由も振り返ることができている。理科では、対象に対する自分の見方・考え方をより科学的

な見方・考え方へと変容させていくことを目指している。友だちとの話し合いの中で、自分と他者のイメージの違いを明確にしていくことは、その子自身の課題解決意識を高め、子どもがますます自然事象の“本質をさぐる”ことにつながる事ができた。



(図13：イメージ図の変容)

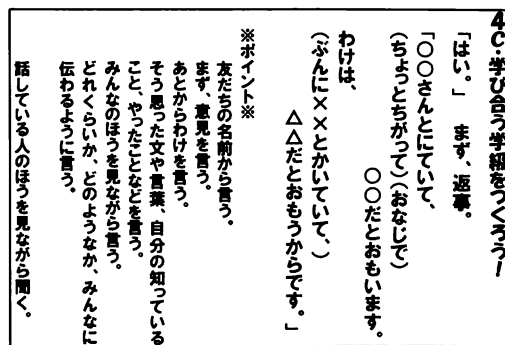
5. 研究の成果

子どもたち一人一人が学習課題を自己の課題にできていなければ課題に向かう対話を深めることはできない、省察する場面も生まれてこない。理科の場合、対象にいつれさせるのか、どのようにふれさせるのかで子どもたちの考えの形成が大きく変わってくる。昨年度からも子どもたちの思いや考えに応じて単元計画を組みかえながら授業を進めてきた。単元計画を見直していくためには、ノートやワークシート、授業中の発言などからみとっていくのであるが、今回開発した学び地図も大きな役割を果たすことが分かった。学び地図の性質上それ単体では十分ではなく、振り返りのワークシートやイメージ図、教師による環境整備などの他の要因と関わりながら扱うことが有効であると結論付けたい。

6. 今後の課題

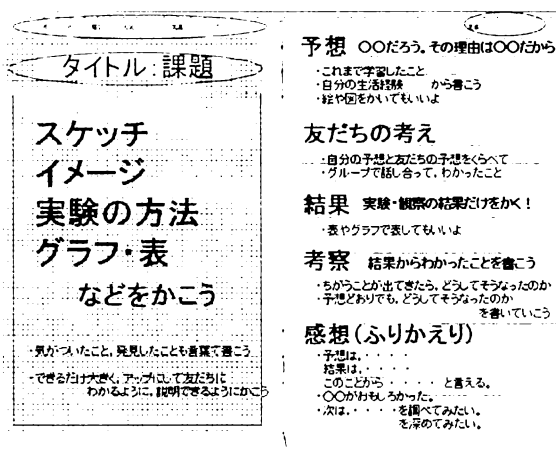
これまでの反省をうけて、相手の考えに寄り添うような授業展開を日々意識してきている。友達の考えに寄り添い、自分の考えを表出したり、発表したりすることはできてきている。さらに、課題を明確にし、焦点化することで、友達の考えの良さに気付いたことからさらに深く知ろうとすることができてきたように思う。しかし、本校の他学級を見てみると、素晴らしい学級は多く、自分はまだまだ学び合う学級風土を作り上げられていないことを痛感する。今後も今年度以上に聴き合い、寄り添いあえる学級を目指していきたい。そのためには、より自分の考えにこだわるような子どもたちにしていくことが大切ではないかと考えてきた。原点に立ち返り、改めて対象との対話、自己との対話も高めつつ、学習課題や自己の課題を解決することにこだわった学級作りを行うことが大切であり、研究を進めていくためにも、学級経営を高めていくことが大

切であると考えてきた。でも、それでは不十分なのではないかと考えている。



(図14：学び合う学級をつくらう)

聞きあう学級づくりや理科におけるノート指導を先輩の先生方から教えてもらって実践してきているが、大切なことが抜けているように思う。来年度は、手探りからはじまるかもしれないが、その大切なことを見つけ出し、実践していけるようにしていきたい。



(図15：理科ノートのとりかた)

参考文献

- 文部科学省「小学校学習指導要領」2008年3月告示
- 日置光久「展望 日本型理科教育」東洋館出版社 2005
- 秋田喜代美「教師の言葉とコミュニケーション」教育開発研究所 2010
- 角屋重樹・石井雅幸「学習指導要領の解説と展開」教育出版 2008
- 和歌山大学教育学部附属小学校紀要 No. 33 2009
- 和歌山大学教育学部附属小学校紀要 No. 34 2010