

実感をともなった理解させる授業の創造

宮澤和孝 萩原 修 柳沢 真

1. これまでの研究のあゆみ

昨年度まで、理科は「生徒の素朴概念から立ち上げた授業の工夫」という主題のもと、研究を行ってきた。「素朴概念」とは、生徒がこれまでの生活体験や学習を通して、自分なりに理解をして得た知識や考えのことである。この生徒が持つ「素朴概念」は全く根拠がないものではなく、実体験から得た知識を生徒なりに理解し、認識したものである。「素朴概念」を現時点で多くの科学者によって指示されている概念、「科学概念」獲得の導入となる知識や考え方を、「科学的概念」への変容・再構成を目指すことが、本校の昨年までの研究であった。

実際に研究を行ってみると、素朴概念を科学的概念へと変容・再構成させることは容易ではなかった。例えば、「植物はどこで光合成を行うのか」という問いに対し、「葉で行う」と答える生徒は多い。これは小学校では「植物は太陽の光を葉で受けると光合成を行う」と学習してきたからである。しかし、中学校の学習で「茎でも光合成を行う」ということを実験で確かめたとき、その結果に驚く生徒は多い。葉で光合成を行うということを小学校で学び、生徒なりに納得し、確立した一つの概念だからこそ、自分が信じる概念とは異なる現象を目の当たりにすると、生徒にとっては理解しがたい自然事象になる。

素朴概念を科学的概念へと変容・再構成するためには、次の3点があげられる。

1つ目は、「課題提示→予想→実験→解釈・討論→まとめ」と授業過程を構成することである。課題提示では自分の知識で解決できない認知的不協を生徒に与える。そして、前述した授業過程を通し、思考力・判断力・表現力を育み、自然事象に対して「なぜこうなるのか」という根拠を持って課題解決を行うことを目指してきた。授業過程に合わせて課題解決のための外化を取り入れながら、上記のような授業過程を粘り強く行い続けることが、素朴概念を科学的概念へと変容・再構成させる手立てとなる。

2つ目は、どこでどのような課題を提示して授業を組み立てるのかという指導計画の工夫をすることである。単元学習に入る前に、生徒にどのような素朴概念を持っているのかを把握するために、事前調査問題を行うことが必要になる。

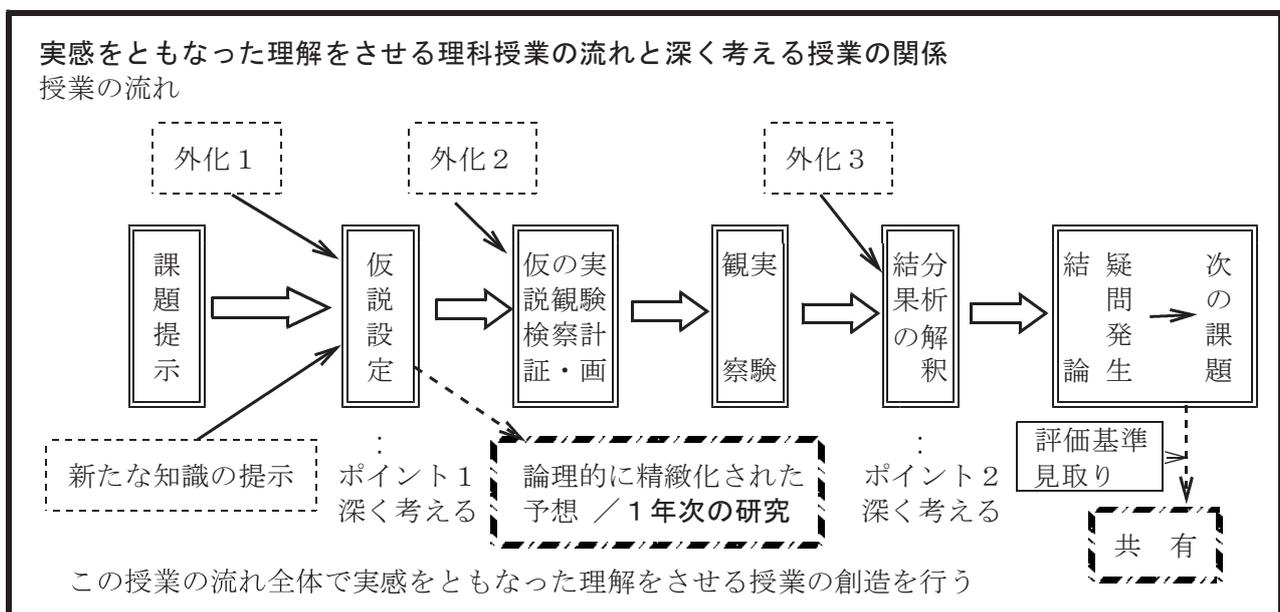
3つ目は、OPP（1枚ポートフォリオ）の活用である。OPPを取り入れることによって、授業評価を計画的に行い、学習記録を自分でまとめ、指導者のコメントを活用し、学習の誤りを自ら修正するメタ認知能力を育むことができる。

このような手立てを取り入れながら素朴概念を科学的概念へと変容・再構成するように研究を行ってきた。しかし、話し合い活動や討論を取り入れると新たな素朴概念が表出したりして、それを科学的概念へ再構成できずに次の課題へ進むことがあり、時間数の壁をなかなか乗り越えられずにいた。

2. 今年度の教科研究について

①深く考える理科授業とは

理科授業の流れは次のように考えている。



深く考える理科授業とは、2つのポイントを取り入れた授業としてとらえている。

ポイント1は、上図の仮説設定の場面である。まずは、予想を論理的に精緻化されたレベルまでしっかりと考えさせ、仮説の域まで高めていくことが重要である。予想を単なる予想で終わらせずに、自分なりに根拠を持った仮説を持たせる。このような場面を設定することで、生徒がこれまで学習して獲得してきた既習知識を再構成させる。深く考えないと予想を仮説の域まで達することはできない。

深く考えるポイント1：予想を自分なりに論理的に精緻化された仮説まで作り上げる

ポイント2は、上図の結果の解釈の場面である。実験・観察の結果と、自分の仮説が合っているのか、それとも違っているのか、それを検証するのである。もし、合っていれば自分の仮説はどのように正しいのか考えをさらに深めて行く必要がある。もし違っていれば、自分の仮説と実験観察の結果がなぜ違ったのか、深く考えて自分の仮説の検証を行う必要がある。ここで、自然事象の原因の追究を行うことができる。さらに、場面に応じて、自分たちがつくりあげた仮説と、科学者の間で正しいとされている科学概念との比較をし、その理論の差を考えさせるとより深く考えることができる。

深く考えるポイント2：観察・実験結果の解釈から自分の仮説の検証を行い、自然事象を追究する

本校理科部会としては、前ページの図、ポイント1、2が深く考えさせる場面としてとらえている。

②主題設定の理由

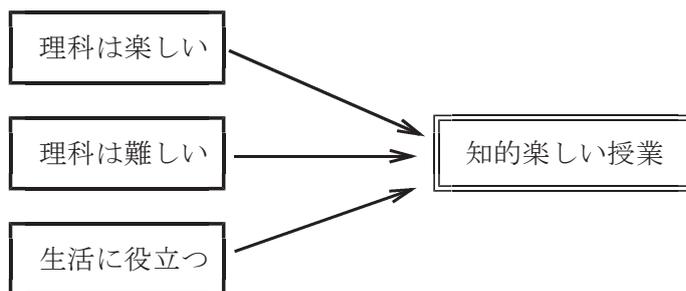
今年度からの全体研究では、生徒が「深く考える」ことのできる授業づくりを行うことになった。そこで、深く考える授業をつくるためには3つのポイントが必要であると考えた。

ポイント1は、生徒にとって理科授業はどのような授業なのかということである。理科では授業の中で生徒が考える場面は比較的多い。昨年「理科の授業は好きか」という質問をしたら、好きと答えた生徒は88%であった。理由としては、「実験が好き」と答える生徒が圧倒的に多い。やはり、理科は実験・観察が授業の柱になっていることを実感した。その他の理由としては、「自然現象の仕組みがわかるから」、「なぜ変化するのか、予想したり深く考えるのが楽しい」、「内容が興味深いから」、「納得できたとき、自分の言葉で説明するのが楽しい」、「日常生活の疑問が解決できる」という理由があった。理科が好きではない、苦手という生徒の理由は、「計算問題が苦手」、「覚えることがたくさんありすぎる」、「得意な分野と苦手な分野の差が大きい」。そして、「理科の勉強はやさしいか」という質問をしたら、やさしいと感じている生徒は8%であった。あとの92%の生徒は難しいと感じていることになる。それは、実験結果の解釈をきちんと行う授業を意識すると「なぜこうなるのか？」をしっかりと考えさせるからである。本校の生徒は知識を使うことは非常に良くできる。しかし、この「なぜ」を考えるのは苦手であるが、思考力を育むためには、それが当たり前になるようにやり続けることが重要である。「理科が楽しい」、この項目の割合をさらに上げていく必要がある。

また、「理科は生活の中で大切」と答える生徒が93%であった。自分が学習している理科が生活にどのように役立っているか、その学習の意味を生徒に理解してもらうことも大切である。したがって、この項目もさらにポイントが上げられるようにしていかなければならない。生活と学習が役立つからこそ、難しい課題にも取り組むことができるはずである。

上記のことから、理科の授業は「知的楽しい」と生徒に思われる理科授業が重要ではないかと考える。楽しいから、生活に役立つからこそ、難しいことも時間をかけて考えて答えを導き出したい。そのように生徒に思わせることが大切であると考えた。

ポイント1



ポイント2は、考える授業を仕組むために、1つ1つの学習内容を丁寧に積み上げる必要がある。つまり生徒の素朴概念を調査し、生徒が科学的にどのような認識でいるのかを把握し、科学的概念へと変容・再構成させていく必要がある。その変容・再構成された科学的概念が、深く考えるための重要な内部情報になるのである。例えば、遺伝の授業を行うとき、対立形質として丸い種子としわの種子があるが、ほんとうに対立形質なのか、しわの種子は実は干からびているだけなのではないか？そう考える生徒もいるはずである。そこで、しわの種子について実験をして確かめてみると、しわの種子は丸い種子の対立形質であることがわかる。深く考えるための情報を1つ1つ丁寧に生徒に与えていくのである。

ポイント3は、深く考えるためには、生徒のわかりそうでわかりにくい、生徒の知的好奇心を喚起する課題を設定しなければならない。例えば、60W用と100W用の電球がある。この2つの電球を並列に接続すると100W用の方が明るくつくが、直列に接続すると、60W用の電球の方が明るくつく。生徒の予想は見事に裏切られる。そうすると生徒はその原因なぜなのか理由を考えようとする。このように生徒の知的好奇心を喚起する課題を用意することが大切である。

3. 理科研究主題と全体研究との関わり

深く考える理科授業は前述したが、理科研究主題「実感をともなった理解をさせる授業の創造」と全体研究との関わりは次のように考えている。

ポイント1は、授業過程でその都度行われる「外化」である。

1ページに記載したが、外化を行う場面は次の3カ所である。

- ①仮説設定
- ②仮説検証の観察・実験計画
- ③結果の解釈

ポイント2は「深く考える場面設定」である。

これも1ページに記載したが、その設定場面は次の2カ所である。

- ①仮説設定
- ②結果の解釈

ポイント1・2を比較すると、外化と深く考える場面はほぼ一致している。つまり、外化と深く考えることは深く結びついているといえる。予想を仮説の域まで高め、設定した仮説が正しいのかその検証方法を考え、実験・観察の結果の解釈で、自分の仮説と自然事象の差を考えさせて課題解決を行う。その授業過程の中、上記①～③の場面で自分の考えを外化することにより、自分の意見と友人の意見が融合して、向上的変容をする。さらに、自分の仮説の曖昧な部分が具現化され、そこから話し合い活動が活発化し、討論に発展していくことになる。その討論の中で多くの意見が出される中、自分の曖昧な部分が明確になり、自然事象に対する理解がより深まっていくことになる。深く考えると外化は同時に行われることになるので、理科の研究主題と本校の全体研究は非常に密接に関わっているといえる。

さらに実感をともなう理解をさせるポイント3は、「共有」である。共有の場面は、

結論

である。自分が授業過程で変容・再構成した意見がクラスの仲間と共有できているか。これは自分の意見が正しいか、そうでないかの判断基準となる。この結論で、自然事象を論理的に説明することができるが、実感をともなった理解につながっていくことになると判断できる。

塾に通っている生徒は言葉は知っているが、なぜそうなるか、その理由までは理解していないことが多い。だからこそ、自然事象を論理的に説明することができる必要がある。

また、その都度行われる外化によって自分の頭が整理されていることが大切であり、それがメタ認知能力を育成することにもなる。

実感をともなった理解をさせるためには、1ページの図のように、「深く考える」・「外化」・「共有」を含めた授業の流れ全体で行われるものであり、どれか1つでも欠けてしまったら、実感をともなった理解をさせることは不可能なのである。つまり、「深く考える」・「外化」・「共有」を授業過程で取り入れていくことが実感をともなった理解をさせることになるのである。

4, 評価基準

授業の評価基準は、

生徒の意見の変容を見取り、結論で自然事象を論理的に説明することができるか

ということになる。仮説から結論まで自分の意見がどのように変容・再構成されていったのかを見取り、研究の成果を判断できる。

5, 研究の仮説

これまでのことから、研究仮説は次のように考えられる。

論理的に精緻化された仮説設定を行うと、深く考えることや外化によって、実感をともなった理解をすることができるであろう

6, 研究テーマ

「実感をともなった理科授業の創造」では、仮説設定が最も大切な位置づけになるので、1年次は、

予想を仮説までレベルを引き上げる研究

を中心に行っていきたい。

7, 実践例

場 所 山梨大学附属中学校第1理科室
授業者 宮澤 和孝

(1) 単元名 「身近な物理現象・水の圧力」

(2) 単元について

①単元観

本単元では、力学的エネルギーを扱う最初の単元である。この学習が3年次には運動とエネルギーの単元につながっていくことになる。したがって本単元では生徒に力学的エネルギーの概念をきちんと定着させることが大きなねらいになっている。力学的エネルギーは目に見えないのでいかに可視化して、授業を進めていくかがポイントになる。

圧力→水圧→浮力→気圧の順に学習を行う。まずは、圧力と力の違いを明確にさせることが重要である。生徒にとってこの違いはなかなか理解することが難しいところであるが、この概念をきちんと理解させなければ、この後の授業が困難になってしまう。

水圧はあらゆる方向から、そして深さに比例するということを扱う。そのためには、水の重さによって水圧が生じることをきちんと理解させる必要がある。さらに、水圧は目に見えないので、それを気圧同様に可視化して学習を進めていかなければならない。ビニル袋に手を入れて水槽の中に入れることで、圧力はあらゆる方向からはたらいっていることを気付かせる。また、水中の圧力観察器を使って、水圧の大きさは水の深さに比例するというのを気付かせたい。

水圧の学習後に浮力に入る。イカダにどうしたらおもりを乗せて運べるかを考えさせ、浮力という存在に気づかせる。なぜ、おもりを沈めるとイカダは浮いていられるのか考えることで、浮力＝水中に沈んだ物体の体積に気づくことができる。また、なぜ浮力が生じるのかを考えさせ、水圧と結びつけて考えさせることで、浮力の概念を理解させていきたい。

大気圧の最初は空き缶を使った実験で、気圧の大きさを体験する。そして、なぜ吸盤がはりつく原因を探究する中、空気には重さがあることに気づき、その空気の重さが吸盤をはり付けさせていることに気づかせたい。

(3) 目標

I) 1分野の目標

①物質やエネルギーに関する事物現象に進んでかかわり、その中に問題を見出し、意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。

②物理的な事物・現象について観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分

析して解釈し、表現する能力を育てるとともに、電流とその利用について理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。

③化学的な事象・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察・実験の結果を分析して解釈し、表現する能力を育てるとともに、身の回りの物質、化学変化と原子・分子、化学変化とイオンなどについて理解させ、これらの事象・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。

④物質やエネルギーに関する事物・現象を調べ活動を行い、これらの活動を通して科学技術の発展と人間生活との関わりについて認識を深め、科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようにする。

II) 単元の見聞

身近な事物・現象についての観察、実験を通して光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連づけて科学的にみる見方や考え方を養う。

力と圧力

①力のはたらき

物体に力をはたらかせる実験を行い、物体に力がはたらくとその物体が変形したり、動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだすとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。

②圧力

圧力についての実験を行い、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだすこと。また、水圧や大気圧の実験を行い、その結果を水や空気の重さと関連づけてとらえること。

(4) 圧力の指導計画と評価規準

①指導計画 (17時間)

第1時 事前調査

第1次…圧力(3時間)

第2時 圧力とは何か①

第3時 圧力とは何か②

第4時 圧力の大きさを求めよう

第2次…水圧(9時間)

第9時 水圧とは何か

第10時 水圧の大きさを調べよう

第11時 水圧の大きさを求めよう

第12時 浮力を見つけだす①…本時の授業

第13時 浮力を見つけだす②

第14時 浮力の性質を調べる①

第15時 浮力の性質を調べる②

第16時 浮力の大きさを求めよう

第17時 浮力の正体は何か

第3次…水圧(4時間)

第5時 気圧とは何か

第6時 気圧の性質を調べよう①

第7時 気圧の性質を調べよう②

第8時 気圧の性質は何か

②評価規準

内 容	時 間 数	主な学習活動 ・内容	観点別学習状況の評価規準			
			自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
	1	事前調査				
圧		1, 圧力 ・圧力について の実験を行い、	①圧力に関心を持ち、 日常の事象と関連づけ て調べようとする。	①実験結果から、力の効 果は一定の面積にかかる 力で表せることを見いだ	①スポンジの上に置くレ ンガの面を変えたときの スポンジのへこみ方の違	①圧力についての知識を 身につけ、日常の事象と 関連づけて理解すること

力	3	圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだす。		し、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現することができる。	いを測定することができる。 ②計算によって圧力を求めることができる。	ができる。
水圧	9	2, 水の圧力 水の中ではたらく圧力を調べる実験を行い、圧力の向きや大きさに関する規則性を見いだす。 3, 浮力 水中の物体にはたらく浮力を調べ、規則性を見いだす。	②水の中ではたらく圧力に関心を持ち、実験を通してその性質を調べようとする。 ③水の中ではたらく圧力に関心を持ち、実験を通してその性質を調べようとする。	②ゴム膜のへこみ方の観察から水圧がどの方向にもはたらく、水の深さによって違いがあることに気づき、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現することができる。 ③浮力の大きさが水中に沈む物体の体積に等しいことを、実験を通して説明しようとする。 ④水に浮いている物体にはたらく力を矢印で表すことができる。	③水の中ではたらく圧力について、そのはたらくや大きさについて実験を通して調べることができる。 ④浮力を発見し、そのはたらくや大きさについて、実験を通して調べることができる。	②水圧はあらゆる方向にはたらくことを理解することができる。 ③水圧は水の重さによって生じることを理解することができる。 水圧は水の深さが深いほど大きくなることを理解している。 ⑤浮力は物体に上向きにはたらく力で、大きさは物体の体積に関係し、水に深さに関係しないことを理解することができる。
気圧	4	4, 空気の圧力 空気に重さがあることを調べる実験を行い、その結果を大気圧と関連づけてとらえる。	④大気圧に関心を示し、身の回りの現象と関連するものを調べようとする。	⑤空き缶に空気をつめる前後で重さが変わることから、空気に主さがあることを見だし、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	⑤空き缶に空気をつめた後、空気に重さがあることを調べる実験を行うことができる。	⑥大気圧は、空気の重さによって生じることを理解し、大気圧による現象についての知識を身につけることができる。

(5) 研究主題とのかかわり

全体研究である「深く考える授業」と理科研究主題「実感をともなった理解をさせる授業の創造」との関わりは次のように考えている。

1つ目は、授業過程でその都度行われる「外化」である。外化を行う場面は次の3カ所である。

- ①仮説設定
- ②仮説検証の観察・実験計画
- ③結果の解釈

2つ目は「深く考える場面設定」である。その設定場面は次の2カ所である。

- ①仮説設定
- ②結果の解釈

上記を比較すると外化と深く考える場面はほぼ一致している。つまり、外化と深く考えることは深く結びついているといえる。予想を仮説の域まで高め、設定した仮説が正しいのかその検証方法を考え、実験・観察の結果の解釈で、自分の仮説と自然事象の差を考えさせて課題解決を行う。その授業過程の中で上記①～③の場面で自分の考えを外化することにより、自分の意見と友人の意見が融合して、向上的変容をする。さらに、自分の仮説の曖昧な部分が具現化され、そこから話し合い活動が活発化し、討論に発展していくことになる。その討論の中で多くの意見が出される中、自分の曖昧な部分が明確になり、自然事象に対する理解がより深まっていくことになる。深く考えると外化は同時に行われることになるので、理科の研究主題と本校の全体研究は非常に密接に関わっているといえる。

3つ目は、「共有」である。共有の場面は、

結論

である。自分が授業過程で変容・再構成した意見がクラスの仲間と共有できているか。これは自分の意見が正しいか、そうでないかの判断基準となる。この結論で、自然事象を論理的に説明することができ

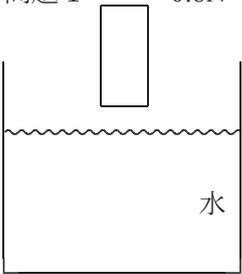
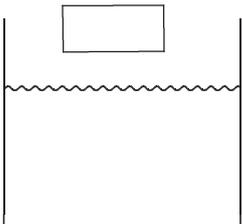
ることが、実感をともなった理解につながっていくことになるかと判断できる。塾に通っている生徒は言葉は知っているが、なぜそうなるか、その理由までは理解していないことが多い。実感をともなった理解というのは、自然事象を論理的に説明することができることととらえている。

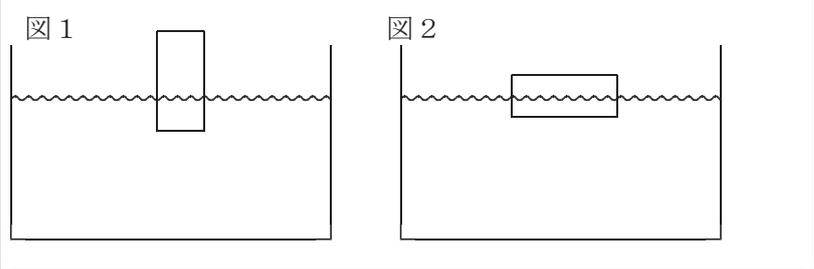
(6) 本時の学習指導 (指導計画 第3次 第12 / 17時)

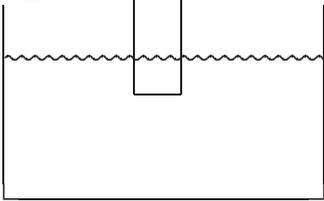
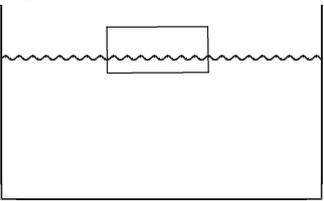
- ①本時の目標 ◎ 本時の重点評価
 物体の沈み方の規則性を発見し、それを検証し、論理的に説明することができる
 〈関心・意欲・態度〉
 自分たちの仮説を検証しようと、積極的に学習に取り組んでいる
 〈科学的な思考・表現〉
 ◎仮説を検証する実験方法を見つけ出し、自分の仮説の正誤について分析、表現することができる
 ◎同じ物体であれば沈み方は違っても、水中に沈む体積は等しくなることに気づくことができる
 〈観察・実験の技能〉
 仮説を検証する実験を正しく行うことができる

②展開 (2時間分の授業：本時は1時間目)

*●全体研究・☆理科部会の研究場面

流れ	学習内容	教師のはたらきかけと予想される生徒の反応	評価及び・研究の留意点
導入 10分	<p>問題1 0.8Nの物体</p>  <p>物体をこのまま、水面に垂直に沈めたとき、物体はどうなりますか。物体の重さは0.8Nである</p> <p>ア 半分だけ沈む イ 半分より浅く沈む ウ 半分より浅く沈む エ 水中で浮く オ 沈む カ その他</p> <p>問題2</p>  <p>物体の向きを図のように変えて、水面に沈めたとき、物体はどうなりますか。</p> <p>ア 半分だけ沈む イ 半分より浅く沈む ウ 半分より浅く沈む エ 水中で浮く オ 沈む カ その他</p>		<p>○仮説をつくるための内部情報の蓄積</p> <p>*問題1で横にならずに図の状態に沈めるものを作成します</p> <p>*物体のモデルには目盛りをつけておく。また、水槽にも水面の位置に目盛りをつける</p> <p>*力の用語が正しく使用することができるか確認をする</p>
展開 1 30分	<p>○問題1と問題2の答えをワークシートを使って予想させ、理由も聞いてみる</p> <p>○実験で確かめて結果を確認すると次図のようになる</p>	<p>○問題1の物体は横にならないことを話しておく</p>	<p>〈関心・意欲・態度〉 ・ 実験に対して興味をもてたか (行動観察)</p>

<p>展開 1 30分</p>	<p>課題提示1 下図1・2のように物体をそれぞれ水中に入れると、下図のようになりました。この物体の浮き方にはどのような規則性があるのだろうか。</p> 	<p>☆●仮説の作成 →深く考える 〈思考・判断〉 ○自分の考えを持つことができたか</p> <p>☆外化 ☆●仮説の変容ができたか →深く考える</p> <p>●俯瞰</p>
	<p>○自分の考えを根拠を持った仮説に組み立てる</p> <p>○各自の仮説を交流し、さらに練り上げ、班の仮説を作成する</p> <p>○仮説の交流（ギャラリートーク）を行い、自分の班の説明や質問を受けて、仮説の再構成を行う。</p> <p>○仮説を共有する</p> <p>○自分の考えをきちんと持たせる</p> <p>○実験をしながら仮説を練り上げてよい</p> <p>○班で作成した仮説を説明する人と、他の班に説明を聞きに行く生徒を分ける。他の班に説明を聞きに行く生徒は、必ず質問をすることが約束になっている（説明1分、質問3分、計4分を1セットにして2回交流する）</p> <p>○他の仮説を聞いて、班の仮説を再構成する</p>	
<p>展開 2 10分</p>	<p>課題解決1 自分たちの仮説を証明する実験方法を考えよう</p> <p>○仮説を証明するための実験方法を班で検討する</p> <p>○仮説を検証できる実験方法を考える。さらに、どういう結果になれば自分たちが作りあげた仮説が検証できるのかを明確にする</p>	<p>●関心・意欲を高める工夫 →自分たちの仮説を自分たちで検証していく ☆●仮説の検証方法の検討 →深く考える ☆外化</p>
<p>展開 3 40分</p>	<p>課題解決2 自分たちの仮説を実験で証明しよう</p> <p>○実験を行い自分たちの仮説を証明し、課題解決を行う</p> <p>○結果をまとめ、発表する</p> <p>○課題解決のための交流（討論）を行い、他の班の考えや質問を受けて、課題に対する、自分たちの考えを再構成を行う</p> <p>○仮説があっているのか、自分たちで検証する。</p> <p>○もし違っていたら違う方法で課題を追究する</p> <p>○発表内容 ・仮説 ・仮説の検証方法、結果 ・仮説の検証</p> <p>○他の班の発表を聞いて自分の考えを再構成する</p> <p>○曖昧な内容であれば遠慮なく質問をして、仮説の検証をより明確にして、課題解決に取り組む</p>	<p>〈思考・判断〉 ○仮説の検証方法と実験内容が一致しているか</p> <p>〈思考・表現〉 ☆実験結果から自分なりに筋道を立てて考察することができているか ☆外化 ☆●仮説の検証方法の検討 →深く考える ☆外化●俯瞰☆共有</p>

ま と め 10 分	<p>課題提示1</p> <p>下図1・2のように物体をそれぞれ水中に入れると、下図のようになりました。この物体の浮き方にはどのような規則性があるのだろうか。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>図1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>図2</p>  </div> </div>	
<p>○物体が沈んでいる体積がと物体が軽くなる重さが等しいということに気づく</p> <p>○次時への問題提起</p>	<p>○物体が沈んでいる体積と物体が軽くなる重さは等しいとまとめることができるか</p> <p>○なぜ、物体が沈んでいる体積と物体が軽くなる重さ（浮力）が等しくなるのだろうか？</p>	<p>○水中に沈めたとき軽くなる重さを浮力という</p> <p>○次時への課題にする実感をともなった理解をするためには、水中に沈んでいる体積が何の意味を持つのかを理解する必要がある</p>

8. 成果と課題

本単元の学習内容に関する生徒の実態を、圧力の学習にはいる直前に、次のような事前調査により調べ、単元学習終了後に同じ問題を行い、生徒の変容について確認をした。今回は、学習を終えてすぐではなく、素朴概念の変容と学習の定着を見とるために、学習を終えて1か月後に事後調査を行った。

問題1 力と圧力の違いは何でしょうか

事前調査と事後調査を比較すると次のようになった。

生徒の回答	回答率 (%)	
	授業前	授業後
①力は人が加えるもので、圧力は物体どうしで生じる力である	24	7
②力は物体にはたらくもので、圧力は空気にはたらくもの	10	0
③力はあらゆる方向にはたらき、圧力は下向きにはたらく力である	5	2
④力は物体を動かすときにはたらき、圧力は物体をつぶすときにはたらく力のこと	3	0
⑤力は一方から加えるもので、圧力は物体を両側から力を加えること	3	0
⑥力は一つの方向にだけはたらき、圧力は物体全体にはたらいっている力のこと	3	0
⑦力は物体全体にはたらき、圧力はある一定の場所（面積）にだけはたらいっている力のこと	3	40
⑧常にはたらいっているのが力で、何かにふれることではたらく力が圧力である	3	0
⑨力は物体を変形させるが、圧力を変形させない	3	0
⑩無回答	16	15
⑪意味不明の回答	27	10
⑫力は人工的につくり出されるもので圧力は自然につくり出される	0	19
⑬力は運動を引き起こす、圧力は押す力	0	7

以上の結果から、力と圧力の違いを正しく理解している生徒はいない。ただし、⑦は比較的正解に近い考えをもっている。圧力というと、「空気」や「押す」ということと関連づける生徒は多い。これは、生徒がもつ素朴概念であるといえるのではないか。

学習後、正解に近い答えは⑦であるが、回答率はわずか40%である。力と圧力の学習を系統立てて行ってきたが、きちんと理解をさせることができなかつたのは大きな反省点である。素朴概念が強すぎることで、私が理解させていないのに、どんどん進めてしまったことが原因ではないかと考えられる。この部分が理解できていないということは、圧力の概念を獲得していないことになるので、計算問題などはかなり苦手な生徒が多くなってしまい、理科への苦手意識を高めてしまうことになるであろう。

問題2 親指と人差し指では、どちらの指に大きな力がはたらいているのでしょうか？その理由も書きなさい。



事前調査と事後調査を比較すると次のようになった。

生徒の回答		回答率 (%)	
		授業前	授業後
人差し指	①人差し指を離すと鉛筆は落下する。これは鉛筆を持ち上げているのは重力に逆らう人差し指ということになり、親指は支えているだけだから	36	25
	②親指は押すだけで、人差し指は親指の力+支える力がはたらくので、親指よりも大きな力がはたらくから	8	7
	③鉛筆にふれている面積が大きいから	4	0
	④親指の方がとがっているため、圧力が大きいから	3	0
	⑤理由なし	6	0
親指	⑥重力と親指の力が合わさるから	6	0
	⑦上から押しつぶしているから	4	0
	⑧鉛筆の芯の先に力が集中するから	15	0
	⑨意味不明	6	0
	⑩理由なし	6	0
どちらも同じ力	⑪親指の方が接している面積が狭いから	0	60
	⑫圧力は親指の方が大きい、力は物体全体にかかっているものだから	3	8
	⑬親指も人差し指も同じ力で鉛筆を持っているから	3	0

人差し指より親指の方が痛い。痛いと言うことは、それだけ大きな力がかかっていると認識している生徒がどれだけいるのかを確認するために、用意した問題である。圧力ということを理解するにはとても大切な問題であるといえる。そして、生徒がもつ素朴概念を調査する問題である。

図のように鉛筆の位置をしてみると、重力を基準に考えてしまうということを、改めて認識した。

学習前、生徒の回答を見ると、鉛筆を横向きにしなければならなかつたと反省した。しかし、力のつり合いを考えるとどちらも同じ力が加わっていることになり、それを改めて気づかせていく必要があるということを見出した。

学習後、生徒の中では、痛みといった感覚よりもよりも重力を重視するなど、理論的に考える生徒が多い。また、⑪を答えた生徒は問題1で⑦と答えた生徒である。

鉛筆が当たる面積が、親指の方が狭いからという⑪が正解である。しかし、正解は60%であり多くはない。①や②の正解が相変わらず多いのが気になる。それだけ強い素朴概念と、圧力に対する理解が深まっていないとおいうことを如実に表している。この問題は、親指と人差し指の位置を上下にするのではなく、水平にするべきであったと反省している。そうすれば、重力ということにとらわれることがないからである。力と圧力を考えるうえで、重要な問題であり、実験やモノを用意して学習を進めたのであるが、生徒にきちんと定着をさせることができなかつたので、力不足を感じている。

問題3 気圧はなぜ生じるのでしょうか

事前調査と事後調査を比較すると次のようになった。

生徒の回答	回答率 (%)	
	授業前	授業後
①台風などの天候によって生じる	13	0
②気温差によって生じる	12	0
③空気があるから	12	20
④空気の濃度が変化するため	9	0
⑤空気が重力によって引かれることで生じる	12	15
⑥空気に重さがあるから	3	37
⑦無回答	39	16
⑧標高が違えば空気の量が異なるから	0	12

気圧という言葉は台風情報などから、耳にする機会が最近は特に多いはずである。しかし、気圧とは何か、まだ生徒の中ではよくわかっていないはずである。実際に、この問題を書かせているとき、「気圧とは何ですか？」と聞かれることが多かった。気圧や水圧はなぜ生じるのかということを理解しなければ、本当に理解したとはいえないのではないだろうか。

学習前は、無回答が1番多い。全く想像がつかない生徒も多いということである。「気温差によって、空気の体積が変わる」など、生徒は自分の持っている知識を再構成して、自分なりに根拠をつくりながら考える生徒も、また多い傾向にある。

⑥に空気に重さがあると答えた生徒がいるが、なぜ空気に重さがあると気圧が生じるのか聞いてみたところ、答えることはできなかった。学習後は、この部分が答えられるようになる生徒が増えていけばいいと思う。

学習後は、気圧ということを考える根本になるので、きちんと理解をさせたかったのだが、正答率はわずか37%である。風と勘違いしている生徒の回答が⑧である。実際には⑤も間違えではないが、重力があっても質量がなければ重さは生じないので、⑥と答えて欲しい。多くの実験を行いきちんと、科学事象の原因を確認しなかったためであろうか？そう考えると、一つ一つの実験から、結果の解釈をきちんと行い科学事象の原因を考えさせる時間を、確保すべきであったのかもしれない。

問題4 吸盤は、なぜはり付くのでしょうか

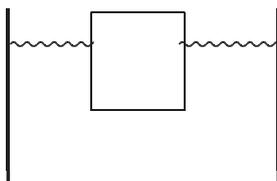
事前調査と事後調査を比較すると次のようになった。

生徒の回答	回答率 (%)	
	授業前	授業後
①吸盤と張り付く物体の間が真空になるから	61	83
②吸盤と張り付く物体の間に空気が入るから	8	5
③無回答	19	2
④重力よりも吸盤がはりつく力が大きいから	0	10

正解は①であるが、他の問題よりも正答率が高いがそれでも83%という数字で、決して満足はできない値である。むしろ、吸盤がはりつく力が重力よりも大きいと答えている生徒は、①のことを理解したうえで答えているのか、そこが疑問であるが、教師のとらえ方は理解していないと考えたほうがよいと思う。

これも、吸盤だけでなく多くの実験をしすぎてしまったためだろうか、結果の解釈を行ったつもりになっていたことを痛感した。おおいに反省である。

問題5 水面に顔を出して浮かんでいるおもりにどのような力がはたらいているのか。矢印で表しなさい。



事前調査と事後調査を比較すると次のようになった。

生徒の回答	回答率 (%)	
	授業前	授業後
①上下の向きに矢印を引いている	56	30
②上向きだけ矢印を引いている	24	10
③下向きだけ矢印を引いている	12	5
④あらゆる方向から矢印を引いている	5	55
⑤無回答	3	0

①では力の作用点が物体の中心にしていたり、水底から引いている生徒もいるが、上下両方の力がはたらいていて浮いていると考え得ている生徒が最も多い。力の大きさをみると、上向きの力と下向きの力が等しいこ答えた生徒は上記回答率の中の55%、上向きの方が大きい35%、下向きの力が大きい10%であった。

上向きの力が大きいから浮くということは想像できるが、下向きの力が大きくて浮くということは生徒はどういう考えをしているのか、浮くということをとらえているのか興味がある。上向き書いている生徒は②の回答が最も多いと予想していただけに意外であった。

学習後は、④でも深さによって矢印の長さを変えるようになり、正答率が55%となった。しかし、半分の人しか理解していないため、かなり衝撃的な数字になった。きちんと結果の解釈をし、丁寧に学習したのにこの数字とは、力不足を改めて痛感した。

上下に同じ長さで一本ずつの矢印が次に多く、②にいたっては浮力のみ記入が10%ととても残念な結果である。したがって、生徒には再度、問題1～5までを確認する作業を行った。果たして理解してくれたのか、大いに不安のまま、力と圧力の単元学習を終了した。これからも、継続してこの単元の学習を行うようにしなければならないであろう。

9、今年度の研究の成果と反省

今年度、研究を行って仮説づくりの重要性を改めて認識した。ギャラリートークを活用し生徒は楽しんで学習に取り組んでくれた。ギャラリートークを行うことで、クラス全員が話し合い活動に参加することができる。このとき、自分たちの考えをきちんともっているために、他者の意見を聞き質問したりするなど、意見を交流することで、自分の考えを俯瞰し、さらに深めていくことができる。その過程で、思考力や表現力、判断力を育むことができる。この流れで授業を仕組むと、生徒の変容が明確に見とることができる。また、仮説をきちんと立てさせると、授業への意識が高まることを感じた。

課題としては、この深く考える（俯瞰）場面を授業過程の中で、仮説をつくるどころ、結果の解釈のところで設定している。実際に授業を行って見ると、自分の考え、班の考え、ギャラリートーク、意見の再構成となると時間がかかってしまうことである。だからこそ、以下に効率よく進めるかが大きなポイントになる。この部分は、実践をしながら研究を進めていかなければならない。

また、授業の大きな柱である1時間での課題設定、単元で考えると、その単元の大きな柱、ストーリー性を持った単元構造を考えていくと、研究がより効果的に進むと考える。また、教材提示方法も工夫することが必要である。

また、今回は生徒の学習の定着を見とるために、学習終了後の1か月で事後調査問題を行った。その結果、定着率がとても低いことがわかった。1時間の授業の中では、確認してきたはずなのにである。実感をとまなう理解をさせることができなかつた。それはなぜか、もう一度、授業を考え直さなければならぬ。まだまだ、素朴概念に打ち勝つ授業を行えていないことになる。しいて言えば、授業後すぐに事後調査問題を行い、そして1か月後に再度事後調査問題を行い、生徒の学習定着率を見とるようにしたほうが、より詳細なデータを獲得できたはずである。

10、本時の授業の反省

本時の授業を行い、分科会参加者からは次のような反省をいただいた。

- ・授業を行っての反省は、教材提示の方法の工夫をすべきであったこと。
- ・課題設定はわかりやすさ、難易度、驚き、発展性、日常生活での「なぜ」を大切にしたい。とくに、本時の課題は難易度が高すぎたように思う。
- ・浮力は大学生でも理解しきれていない。必然性を伴った導入の工夫をしたい。
- ・「規則性がある」をどうとらえるかが問題である。
- ・「規則性がない」と考えてしまわないよう、規則性があることに気付かせたい。何が分かっているのかが大切である。圧力・空気など習ったものが生活にどう関連しているのか
- ・仮説が立てられず、まったくわからない生徒に対しては先生による「何が測定できるだろうか？」などの支援が必要である。