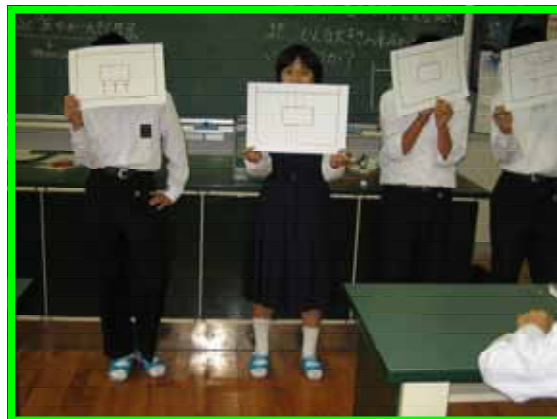


佐賀っ子学力向上プラン

- 学習状況調査の結果を踏まえて -

中学校理科編



まえがき

子どもたちの学びの環境が大きく変化する現在，各学校では確かな学力の定着と，子どもたち一人一人の豊かな人間性をはぐくむ教育の充実が求められています。

そのような中，佐賀県教育委員会では，基礎学力の定着度や学習意欲等を把握し，指導方法の改善・充実を図るための有効な資料を得るため，平成16年度に小学校第6学年から中学校第3学年までの児童生徒を対象として，学習状況調査を行いました。

その調査結果から，小学校は全国の平均通過率とほぼ同程度，中学校は全国平均より高い傾向が見られました。また，前回（平成14年度）調査の同一問題における平均通過率と比較して，各教科とも同等もしくは5ポイント以上，上回るという結果でした。

しかしながら，小中学校ともに，自分の考えを書いたり，資料を読み取ったりする問題の通過率が低いという傾向が見られ，考える力や表現する力がやや不足しているなどの問題点も明らかになりました。変化の激しい今後の社会を生き抜いていくために必要な「自ら学び，自ら考える力」「問題解決能力」などの基礎となる「思考力・判断力」における課題が見えたとも言えます。

そこで，教育センターにおいても，これらの課題を解決し，本県児童生徒の基礎学力向上に資するために，「プロジェクト研究事業」の一つとして，「基礎学力の向上研究委員会」を立ち上げ，指導方法改善の研究に取り組んでまいりました。具体的には，小・中学校の国語科，社会科，算数・数学科，理科，英語科の学習状況調査結果を分析，考察し，課題の見られる内容領域に絞って，その具体的指導方法を探りました。委員として委嘱した小中学校の先生方と教育センター所員で研究委員会を組織し，理論と実践の両面から研究してきたことをまとめたものが，この「佐賀っ子学力向上プラン」です。

これらの研究の成果が，今後，各学校の授業実践の中で活用され，本県児童生徒の学力向上に役立てられることを願ってやみません。

最後になりましたが，本研究を進めるに当たって，多くの学校や関係機関に多大なご協力をいただきましたことに厚くお礼申し上げます。

平成18年3月

佐賀県教育センター所長 宮崎 正則

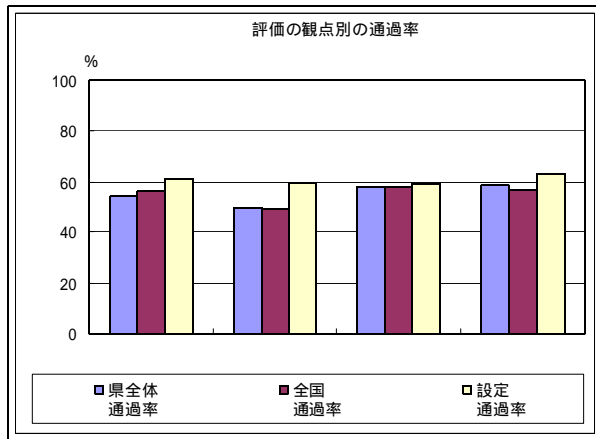
目 次

平成16年度学習状況調査の結果から	1
第1章 「科学的な思考」の力を育成する理科指導	
1 「科学的な思考」の力を育成するのに重要な場面（導入）	2
2 自分なりの根拠をもった仮説を立てさせる授業改善の手立て	
(1) 【概念の強化】生徒がもっている知識や生活経験から仮説を考えられるような課題の提示 （手立て1）	3
(2) 【概念の葛藤】生徒がもっている知識や生活経験を揺さぶるような課題の提示 （手立て2）	4
(3) 【生徒の話合い】課題を提示した後，生徒同士の話合いによる仮説の検討 （手立て3）	4
第2章 「科学的な思考」の力を育成する理科授業の実際	
1 【概念の強化】生徒がもっている知識や生活経験から仮説を考えられるような課題の提示 2年「消化液のはたらきを調べよう」の単元（手立て1）	5
2 【概念の葛藤】生徒がもっている知識や生活経験を揺さぶるような課題の提示 3年「酸化と還元」の単元（手立て2）	11
3 【生徒の話合い】課題を提示した後，生徒同士の話合いによる仮説の検討 1年「空気の重さによる圧力を調べよう」の単元（手立て3）	17
第3章 研究のまとめ	27
おわりに	28

平成16年度学習状況調査の結果から - 高めていきたい「科学的な思考」の力 -

中学校理科における学年別の通過率は、第1学年では全国平均とほぼ同等、第2学年では4観点とも全国平均を上回っていました。しかし、両学年ともに4観点のうち「科学的な思考」の通過率が低くなっています。例えば、第1学年では次のようになっています。

< 考 察 >



第1学年では「観察・実験の技能・表現」「自然の事象についての知識・理解」の県の通過率は良好であるが、特に「科学的な思考」の観点の通過率は他の観点と比べて低かった。

生活経験の中で何となく見たり経験したりしていることを、科学的根拠と関連付ける設問の無解答率が高かった。また、目的をもって予想し、その予想の下で制御すべき条件を考慮し結論を導くような設問の通過率が低かった。

関心・意欲・態度

科学的な思考

観察・実験の技能・表現

自然事象についての知識・理解

図1 第1学年観点別の通過率

第2学年では、4観点とも設定通過率、全国通過率を上回った。しかし、「関心・意欲・態度」「科学的な思考」の観点の通過率が特に低かった。

グラフや表を活用し、現象を推測して未知の数字を導き出したり、対照実験の結果を推定したりするような思考力を必要とする設問の通過率が低かった。

課題：「科学的な思考」の観点の通過率が低い。

研究の内容を
次の点に絞ってみました

自分なりの根拠をもった仮説を立てることができる授業づくり

指導のポイント

学習意欲を高め、今後の学習内容が明確になるような課題を提示しましょう。

次の2つのような課題を提示することで、今後学習する内容が明確になり仮説を立てやすくなります。また、学習意欲も高まります。

- ・ 生徒が持っている知識や生活経験から仮説を考えられるような課題の提示（手立て1）
- ・ 生徒が持っている知識や生活経験を揺さぶるような課題の提示（手立て2）

課題を提示した後、生徒同士の話し合いを行わせましょう。

仮説を立てるときに生徒同士の話し合いを行わせます。その中で、自分の仮説の強化や修正を行わせ、自分の仮説にこだわりをもたせるようにします。（手立て3）

第1章 「科学的な思考」の力を育成する理科指導

1 「科学的な思考」の力を育成するのに重要な場面（導入）

観察・実験の結果から考察・まとめをうまく導かせることができないと思ったことはありませんか？

それは、課題意識や自分なりの仮説をもたせずに観察・実験を行わせていたからではないでしょうか？



授業の導入で課題意識をもたせなかったり、仮説を立てさせずに授業を行ったりすると、生徒は観察・実験の結果を得たとしても考察やまとめをうまくできません。つまり、導入がうまくいかないと生徒は何を明らかにするためにこの活動を行っているのかが分からず、あまり思考しない受け身の学習となってしまうのです。

そこで、「科学的な思考」の力を身に付けさせるためには、導入に当たる場面での指導を丁寧に行う必要があります。

課題探究の過程における「科学的な思考」をさせる場面

- | | |
|-----------------------|---|
| 「課題意識をもつ」 | 自然現象の「不思議なこと」から「なぜだろう」「どうしてだろう」という課題意識をもつ。 |
| 「仮説を立て、観察・実験の結果を予想する」 | 「こんな理由ではないかな？」と見通しをもった仮説を立て、それを基に観察・実験の結果を予想する。 |
| 「観察・実験方法の計画・検討を行う」 | 仮説を検証する方法を考え、この方法でよいか検討・修正を行う。 |
| 「結果の考察・まとめをする」 | 観察・実験で得た情報を整理し、その情報から言えることを考える。 |
| 「活用する・表現する」 | 観察・実験を行って得た知識などを活用したり、表現したりする。 |

理科の授業では、科学的に探究するプロセスを大切にしながら観察・実験を行います。科学的に探究する過程の中で「科学的な思考」を行うのは、主に上の5つの場面です。「科学的な思考」は、課題探究の多くの場面で育成されます。この過程の「課題意識をもつ」「仮説を立て、観察・実験の結果を予想する」でつまずけば、その後の探究活動への意欲が高まらず思考が難しくなります。

本研究における仮説と予想の違いについて

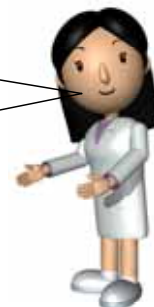
- ・ 仮説は、必ず科学的な考えや生活経験に基づいた自分なりの根拠や理由が必要です。
- ・ 予想は、必ずしも理由が必要ではありません。科学的な考えに基づかない簡単な理由が伴う場合には、単なる予想になります。

課題に対し仮説を立て、課題を解決するための観察・実験の予想を行います。

2 自分なりの根拠をもった仮説を立てさせる授業改善の手立て

(1) 【概念の強化】生徒が持っている知識や生活経験から仮説を考えられるような課題の提示 (手立て1)

生徒がどんな知識や生活経験をもっているのかを知り、そこから導入の課題づくりを考える必要があります。



生徒が持っている知識や生活経験で考えることができる課題を設定することで、生徒は容易に仮説を立てられるようになります。また、課題が身近な内容となり、学習を進めていく上で興味・関心が持続します。

ア 生徒が持っている知識や生活経験を確認する。

生徒が持っている知識や生活経験がどのようなものかを確認して課題づくりを行うと、生徒の実態に応じた課題とすることができます。教師が、生徒のもっているものを確認せずに課題づくりを行うと、生徒はその仮説を全く考えることができない状態になることもあります。

また、生徒の中で生活経験や既存の知識に差があることも考えられます。教師が必要と判断したときは、課題を提示する前に共通体験をもたせたり、小学校での既習事項を確認したりすることが必要です。

イ 作った課題に対して生徒がどのような仮説を立てるか予想を行う。

課題に対して、どのような仮説を立てるだろうかと教師が予想してみることで、その課題が生徒にとって適当であるかどうかを判断することができます。また、生徒の立てる仮説のパターンも把握することができ、特に、間違った仮説を立てる生徒や立てられない生徒に対する指導のポイントを考えることができるようになります。

ウ 課題を分かり切ったものではなく、多少疑問を残したものにします。

余りにも簡単な課題であれば、仮説を立てて解決しても生徒は当然のことと受けとめ学習意欲の高まりは見られません。そこで、生徒が「こうなるはずだよなあ」「でも、ひょっとして違うかも……」と思うような、少しだけ疑問を残した課題を設定します。そうすると、学習過程全体で意欲が高まります。

エ 課題を提示するときは、次のような方法で具体的にイメージ化できるように提示する。

課題に関連のある実験を行った後で提示する。

V T R や絵、モデルで提示する。

日常生活の場面とつなげて提示する。

読み物や資料を使って提示する。

イメージ化できるようにすることで、今から学習する課題がより明確になり、学習意欲も高まります。

(2) 【概念の葛藤】生徒がもっている知識や生活経験を揺さぶるような課題の提示（手立て2）

生徒は、既習の知識や生活経験の中で獲得した知識を使って、自然の事象を考えようとします。そこで、生徒がもっている間違っ知識（誤概念）やあいまいな知識と実際の事象とのズレを把握させることで課題が明確になり、探究する意欲も高まります。

さらに、課題に関係があり、生徒の既習の知識で説明できる実験を、課題を提示する前に行うと非常に効果的です。課題提示前の実験で、自分のもっている知識が正しいことを確認させます。その後、確認した知識では解釈できないものを課題として提示すると「なぜ」という疑問をもち、課題が明確になるばかりか、探究する意欲も高まります。したがって、教師が課題を考えるときは、生徒が今から学習することに対してどのような間違っ知識やあいまいな知識をもっているのかを必ず把握しておく必要があります。

そして、課題を提示するときは次のことに、留意する必要があります。

ア 理由を伴った理解（納得）をさせる。

生徒のもっていた間違っ知識やあいまいな知識を揺さぶるような課題を提示する指導を行ったときは、特に、生徒の頭の中で葛藤が起きている状態です（概念葛藤）。その際、教師は、「この現象はこうなる」という知識を与えるだけではなく、「この現象はこのような理由でこうなる」という理由付けを行わせることが必要です。生徒のもっている間違っ知識やあいまいな知識は、教師が理由を伴った理解（納得）を行わせることで再構成され、強固な正しい知識へと変換させることができます。

イ 獲得した知識を学習後に活用する授業を行う。

学習を行った後に獲得した知識を活用する授業を行う必要があります。特に、日常生活などで獲得した強固な概念（素朴概念）を変えるために、学習によって新たに獲得した知識を何度も使うような学習の場を設定することが必要となります。

(3) 【生徒の話合い】課題を提示した後、生徒同士の話合いによる仮説の検討（手立て3）

図2のように、生徒が仮説を立てるために必要な知識をもっていない場合は、課題を提示する前にその必要な知識を獲得させます。その後、今後の学習内容が明確になるような課題を提示します（手立て1、2）。

次に、課題に対して、自分の仮説を立てさせます。その後、生徒同士の話合いで仮説の検討を行わせると生徒は仮説にこだわりをもつようになります。自分の仮説と他の生徒の仮説を比較させ、自分の仮説の修正を行わせませす。そのことで、科学的なものの見方や考え方に基づいた仮説をもたせることができます。

このとき、生徒同士のグループ編成は、話合いのねらいに応じて使い分けると効果的です。例えば、仮説が同じ生徒同士のグループにするとそれぞれの仮説が深まります。また、いろいろな仮説をもつ生徒が集まったグループにすると、多様な考えを検討することができ、多角的な見方ができるようになります。

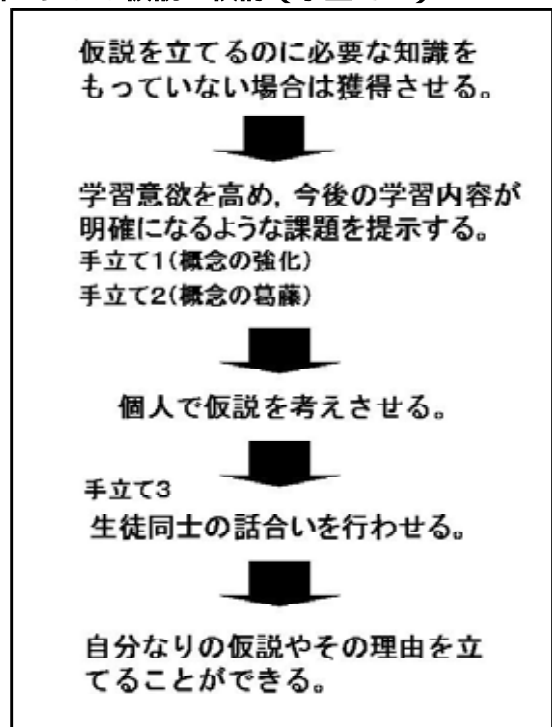


図2 学習過程における手立て

第2章 「科学的な思考」の力を育成する理科授業の実際

1 【概念の強化】生徒がもっている知識や生活経験から仮説を考えられるような課題の提示 (手立て1)

2年「消化液のはたらきを調べよう」の単元

単元の特徴

動物はその生命維持のために酸素と栄養分を必要とする。そのため、私たちは口から食べ物を取り入れ、口から始まる消化管の中で、そしゃくなどの機械的な消化と消化酵素による化学的な消化を行い、栄養分を取り入れている。日常の生活の中でも「消化」という言葉が頻繁に使われるが、消化酵素の性質についての正しい知識を生活に生かそうとする場面は多くない。そこで、消化吸収が生命維持に必要な活動であることを実感させるとともに、生活の中で生きてはたらく知識となるように、獲得した知識を日常生活の中に応用する場面を取り入れた。

学習前の生徒のもっている主な知識や生活経験を確認する

「ごはん(米)はよくかんで食べましょう」と言われます。なぜでしょう。

- ・ 消化をよくするため
- ・ 栄養を取り入れやすくするため
- ・ だ液とよく混ざるから
- ・ 成分を吸収しやすくするため
- ・ 小さくした方が消化しやすい(機械的なイメージ)し、かまないとのどにつまるから

本単元の学習

- ・ デンプンとだ液の実験から、消化酵素には食物を吸収されやすい物質に分解するはたらきがあることを確認する。
- ・ 消化酵素の性質とそのはたらきを理解する。
- ・ デンプンとダイコン汁、デンプンと胃腸薬についての知識を日常生活と結び付け、消化酵素についての知識を、生活の中で生きてはたらく力として身に付ける。

科学的な思考の高まった場面

- ・ 「ご飯をよくかむと甘くなる」という体験から、炭水化物にだ液などの消化液を加えると甘い糖ができそうだという仮説を考えることができた。
- ・ だ液によるデンプンの変化を調べる実験の方法を検討することができた。
- ・ だ液によるデンプンの変化についての実験を行う前に、仮説(炭水化物に、だ液などの消化液を加えると甘いものができそうだ)を基にその実験結果の予想をすることができた。
- ・ だ液以外の消化液と消化酵素について、そのはたらきと特徴を理解することができた。
- ・ 酵素が食品や薬として利用される場合について知り、実際の生活の中で利用されている場面を考えることができた。

単元計画(全5時間)

- 【第1次】 ご飯をよくかむとどうなるだろうか。(1時間)
- 【第2次】 デンプンのりを使い、だ液(消化酵素)のはたらきを調べる。(2時間)
- 【第3次】 ごはんや餅をダイコンと一緒に食べると体によいのはなぜだろうか。(1時間)
- 【第4次】 片栗粉に麦芽を加えるとどうなるだろうか。(1時間)

単元の目標

- ・ そしゃくでごはんの味が変化する共通の体験を行うことで、だ液などの消化液によって甘いものに変わるのでないかと考えることができる。
- ・ デンプンとだ液の実験から、消化液にデンプンを糖に変化させるはたらきがあることを確認できる。
- ・ 消化とは、食べ物を体内に吸収しやすい大きさの分子に分解するはたらきであることを理解できる。
- ・ 消化酵素の性質と、そのはたらきを理解することができる。
- ・ 日常生活の中で、ダイコン汁や胃腸薬に含まれる消化酵素と同じ成分も消化にかかわることを知るとともに、今後の生活に生かそうとすることができる。
- ・ 日常生活にある片栗粉や麦芽を使って、消化酵素と同じ成分のはたらきを確認することができる。

「科学的な思考」を高める手立て

「ごはんのそしゃく」の共通体験で消化酵素のはたらきについての仮説を立てさせる。

「ごはんを口の中でかんでいると甘くなる」という共通体験を基に、「だ液は、デンプンを糖に変化させるはたらきがあるのだろうか」という仮説を立てさせる。

日常生活の中で消化酵素がどのようにはたらいているか、実験で得た知識を活用して考えさせる。

授業の実際 1 / 5 時

- 1 【体験の共有化】全員でごはんを300回そしゃくさせます。
- ・ ごはんを持参させ、デンプンの味の変化を体験させます。

ごはんを300回かむと、少し甘くなったような気がして口の中がどろどろになった。

ごはんはぬちゃぬちゃになり、おかゆ以上のぬちゃぬちゃになってしまった。

コメが細かくなってねちょねちょになって少し甘くなった。だ液が多くなっていた。

- 2 【課題】 「ごはんを口の中でかんでいると甘くなるのはなぜでしょうか。」(手立て1)

- 3 【仮説】 1の生徒の感想や体験を基に班で仮説を立てさせます。

ごはんが細かくなると甘くなるのではないだろうか。

だ液がごはんを別の甘いものに変えたのではないだろうか。

- 4 【実験】 乳鉢でごはんと水を混ぜてすりつぶし、味を確認させます。

- 5 【予想】

ごはんが細かくなると甘くなると思うので、すりつぶすと甘くなる。

だ液がごはんを甘いものに変えているのですりつぶしても甘くならない。

- 6 【実験結果】 「ごはんは、水を混ぜてすりつぶすだけでは、味が変わらない。」

7 【考察・まとめ】

「ごはんは、水と混ぜて細かくしても甘くならない。ごはんは、だ液によって甘いものに変化した可能性がある」ということを確認させます。

2 / 5 時 ~ 3 / 5 時

1 【課題】 「だ液は、デンプンを糖に変化させるはたらきがあるのでしょうか。」(手立て1)

2 【仮説】

ごはんは、だ液によって甘いものに変化したので、デンプンもだ液によって甘いもの(糖)に変化するのではないだろうか。

ごはんにはデンプンが含まれていることは説明しておきます。

3 【実験】 だ液によるデンプンの変化を調べさせます。

4 【実験の意義の確認】

- ・ 「デンプンのり+水」「デンプンのり+だ液」2種類の試験管を準備する意味を考えさせます。

もし、だ液と水の試験管が同じ反応をするとだ液固有のはたらきとは言えないね。



5 【実験方法の説明】

デンプンのりに、だ液と水を入れます。

手のひらで10分間温めます。

ベネジクト反応とヨウ素反応を調べます。

試薬の色の変化から考察します。

- ・ ヨウ素液を用意する意味を考えさせます。

ヨウ素液を使う実験も行うと本当にデンプンが糖に変わったことがよく分かるぞ。

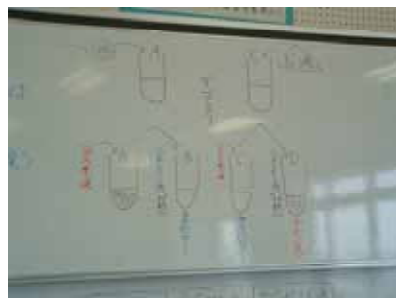
- ・ だ液が体温と同じ程度の温度に保つ意味を考えさせます。

だ液のはたらく場所は、体内なのでその温度と同じぐらいがよくはたらく温度なんだ。

6 【予想】

デンプンがだ液によって糖に変化するとすると、たぶん、デンプンのり+だ液の試験管だけがベネジクト液に反応するのではないかな。

仮説を基に、実験結果の予想を行わせるときは、1人で予想を考えることが難しい生徒もいるので、班での話し合いを行わせましょう。また、薬品(ヨウ素液、ベネジクト液)の性質や使用方法を事前に理解させておくことが必要です。





だ液は口の中ではたらいっているから、体温と同じくらいの温度にするんだね。



ベネジクト液を加えて加熱したら濃い黄色に変色したぞ。糖がある証拠だね。

- 7 【考察】 実験を行う前に実験結果の予想を行っていたため、比較的容易に生徒たちが考察を行うことができました。正しい考察を行ったかどうかを確認するために、下のように生徒へ質問を行いました。

発問と応答例

- (質問1) 教師 : デンプンのりに水を加えた試験管の結果から、どんなことが言えますか。
 生徒A : ヨウ素液を入れた試験管が反応し、ベネジクト液を入れた試験管は反応しませんでした。だから、デンプンがそのまま存在し、糖は存在していません。
 生徒B : デンプンに水を加えただけでは、デンプンは変化しないことが分かります。
 (質問2) 教師 : デンプンのりにだ液を加えた試験管の結果から、どんなことが言えますか。
 生徒C : ヨウ素液を入れた試験管の反応がなく、ベネジクト液を入れた試験管だけが反応しました。だから、デンプンがなくなり、糖が新しくできています。
 生徒D : デンプンにだ液を加えると、デンプンが糖に変化したと考えられます。

8 【補足説明】

食物に含まれている養分(炭水化物・脂肪・タンパク質)は、体内に吸収できない大きさです。

だ液などの消化液には消化酵素が含まれており、養分を吸収しやすい大きさに分解する役割があります。

消化酵素の性質

ある特定の物質を長い粒のつながりから短い粒のつながりにするはたらきがあります。

消化酵素はそれ自体は変化せず、相手の物質に繰り返しはたらい、わずかな量でも多量の物質を変化させることができます。【はさみやナイフのような役目】

消化酵素はタンパク質でできていて、条件によってははたらきが強くなったり弱くなったりします。

- 9 【まとめ】 「だ液は、ブドウ糖が長くつながったデンプンを短い糖に変化させます。」

4 / 5 時 (発展学習)

1 【課題】 「ごはんや餅を食べるとき、ダイコンと一緒に食べると体によいといわれるのはなぜですか。」(手立て1)

2 【仮説】

ごはんや餅はデンプンを含んでいるので、ダイコンには、だ液のようにデンプンを分解して糖にするはたらきがあるのではないだろうか。

3 【実験】

- ・ ダイコンだけでなく、胃腸薬 (ジアスターゼ入り) でも同じ実験を行います。

だ液とダイコン汁と胃腸薬を準備します。

少量ずつ加え、手で保温します。

10分後、両試薬で反応を調べます。

得られた結果から考察します。



ダイコンや胃腸薬で本当に変化するのかな？

4 【実験結果】

	デンプンのり + だ液	デンプンのり + 胃腸薬	デンプンのり + ダイコンおろし	デンプンのり + 水
ヨウ素液 の反応	変化なし	変化なし	変化なし	青紫色
ベネジクト 液の反応	赤かっ色 の沈殿	赤かっ色 の沈殿	赤かっ色 の沈殿	変化なし

5 【考察】

ダイコンおろしは、デンプンを糖に変えることが分かりました。消化にとてもよいと思いました。胃腸薬の効果もダイコンおろしと同じような効果だったので、食べ過ぎのとき、消化を助けるのでよいと思いました。

ダイコンおろしと胃腸薬はだ液と同じ効果があると考えられます。また、デンプンがすべて糖に変化しているので、消化に関係があると思いました。ダイコンと胃腸薬はどちらも消化を助けるはたらきがあると思います。

6 【まとめ】

- ・ アミラーゼについて資料を使い説明します。
- ・ 酵素には、体内で生産されるもの、食物、薬品に含まれるものがあることを伝え、日常生活の中で知恵として生かしてほしいことを伝えます。

5 / 5 時 (発展学習)

1 【課題】 「片栗粉に麦芽 (アミラーゼを含む) を加えるとどうなるでしょうか。」(手立て1)

- ・ 麦芽はだ液に含まれる消化酵素と同じ成分を含んでいることを説明しておきます。
- ・ 片栗粉は、昔はカタクリという植物の地下茎からとった白いデンプンのことを指していましたが、現在市販されているものの多くはジャガイモから精製したデンプンであることを説明しておきます。

2 【仮説】

ごはんやデンプンがだ液によって甘い糖に変化した。だ液に含まれるアミラーゼが麦芽にも含まれていれば、片栗粉も甘い糖に変化するのではないだろうか。

3 【実験】 片栗粉に水と麦芽を混ぜ、しばらく温めてできたものが何であるか確認します。

4 【実験方法の確認】

・ デンプンの有無は、ヨウ素液を入れたときの反応で、糖はベネジクト液を入れて加熱したときの反応で確認します。また、生徒に味見させます。

5 【実験結果】

「ベネジクト液を入れて加熱したもののだけが反応した。甘い味がした。」

片栗粉に水と麦芽を加えて温めると、変化して甘いものができました。



6 【考察・まとめ】

「片栗粉は、麦芽の中に含まれる消化酵素と同じ成分によって、細かく分解されて甘いもの（糖）に変化した。」

科学的な思考を高める授業のポイント

ア 生活経験や今までの学習で得た知識を確認させた後で、本時の仮説を立てさせます。

生活経験や今までの学習で得た知識を確認させた後で、本時の課題を考えさせると仮説を立てることが容易になります。

今回の授業は、最初にごはんをそしゃくすることで甘くなるということを全員に確認させました。その体験の後に、「ごはんを口の中でかんでいると甘くなるのはなぜでしょうか」、「だ液は、デンプンを糖に変化させるはたらきがあるのでしょうか」という2つの課題を与え、仮説を立てさせました。生活経験を共有化させたことで、全員に同じ知識を使って仮説や予想を考えさせることができました。

さらに、発展学習の「ダイコンや胃腸薬のはたらきを調べる実験」や「片栗粉に水と麦芽を混ぜる実験」においても、それまでの体験や学習で得た知識を基に、「物質に含まれている消化酵素によって、糖に変化するのではないかな」と容易に仮説を立てることができました。

イ 観察・実験方法の意味を考えさせたり、自分の仮説に基づく結果の予想を行わせたりします。

実験結果からうまく考察させるために、観察・実験を行う前に方法の意味を考えさせたり、自分の仮説に基づく結果の予想を行わせたりします。そうすれば、主体的に観察・実験を行わせることができます。今回は、2種類の試験管を準備した意味を考えさせました。

また、実験を行う前に、仮説に基づき「だ液によってデンプンが糖に変化すると、たぶん、デンプンのり+だ液の試験管だけがベネジクト液に反応するのではないか」というような実験結果の予想を行わせました。結果が予想通りであればそのまま仮説を受け入れさせればよく、また、違ったときには仮説が間違っていたことが分かり、考察が容易になります。

2 【概念の葛藤】生徒がもっている知識や生活経験を揺さぶるような課題の提示（手立て2）

3年「酸化と還元」の単元

単元の特徴

2年生までの学習では、物質と酸素が結びつく変化を酸化としている。また、再び酸化について学習する本単元では、酸化物から酸素を奪い去る実験を通して、今までより深く酸化を理解させることができる。さらに、酸化と還元は酸素をやり取りする反応であることや化学変化の前後で物質（原子）そのものがなくなるということなども、実験を通して実感させることが必要である。

この単元は3年間の化学領域のまとめであり、今まで学習したことを関連付けて、原子論に基づく化学概念を構築させる単元でもある。そのために、多くの生徒が意外に感じる実験も原子論的に考えれば、説明が簡単であると感じさせるように、授業展開の工夫を行った。

学習前の生徒のもっている主な知識や生活経験

- ・ 物質を加熱すると、燃焼することは知っている。
- ・ 燃焼とは熱や光を出しながら激しく酸化することだと知っている。
- ・ 物質を加熱すると、分解する場合があることを知っている。
- ・ 物質が結び付くときは、一定の割合で結び付いていることを知っている。
- ・ 燃焼する物質、分解する物質は決まっていて、一度化学変化を起こすと、それ以上の変化は起こらないという誤概念をもっている。

本単元の学習

- ・ 燃焼、酸化の基礎を総合し、酸化の概念を身に付ける。
- ・ 有機物が燃焼するとき、二酸化炭素や水ができることを見付ける。
- ・ 還元の実験を通して、酸化物から酸素を取り除く方法を見付ける。
- ・ 酸化と還元の仕組みを酸素のやりとりという視点で説明する。

科学的な思考が高まった場面

- ・ 二酸化炭素中でマグネシウムの燃焼を見たことで、生徒の既習概念が揺さぶられた。
- ・ 二酸化炭素中のマグネシウムの燃焼の仕組みを解釈するために、必要な知識を整理することができた。
- ・ 二酸化炭素中のマグネシウムの燃焼の仕組みを解釈するために、必要な整理された知識を使い、化学変化の仕組みを考えることができた。
- ・ モデル化し、原子論に基づいて目の前で起こった化学変化を説明することができた。
- ・ 酸化銅の還元実験を行うことで、原子論に基づいて考えることができることを分かった。

単元計画（全5時間）

- | | |
|------------------------|-------|
| 【第1次】酸化と酸化物の定義 | （2時間） |
| 【第2次】有機物の燃焼 | （1時間） |
| 【第3次】二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼 | （1時間） |
| 【第4次】酸化銅の還元 | （1時間） |

単元の目標

- ・ 燃焼，酸化の基礎的な知識を総合し，酸化の概念を身に付けることができる。
- ・ 有機物を燃焼させると，空気中の酸素と化合し，水や二酸化炭素ができることを説明できる。
- ・ 酸化と還元の様子を酸素原子のやり取りという視点で説明することができる。
- ・ 還元の実験を通して，酸化物から酸素を取り除く方法を見付けることができる。

「科学的な思考」を高める手立て

ろうそくは酸素がなければ燃焼しないという実験から，燃焼には酸素が必要であることを確認させる。（燃焼するときには酸素が必要であるという，小学校で学習した知識を確認させる。）

二酸化炭素中ではろうそくは燃焼しないことを確認し，燃焼には必ず酸素が必要であるという生徒の化学概念を確認させる。（生徒は今までに獲得した概念で，目の前で起こる実験を理解できるので，この段階までは自分のもっている概念を確認しながら学習させる。）

二酸化炭素中でマグネシウムは燃焼できるかという問いに対し，生徒は既習概念から燃焼しないという答えを導き出すと思われる。そこには原子論に基づく化学概念はない。その後で実際に二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼を見せ，生徒の既習概念を揺さぶる。

（空気中でろうそくが燃えること，二酸化炭素中ではろうそくは燃焼しないことを見せて，既習概念を確認しておけば揺さぶりは大きくなる。）

「実験前は，マグネシウムと二酸化炭素の2つの物質があった」「実験後は，酸化マグネシウム（白い物質）と炭素（黒い物質）ができた」というように，現象を解釈するために必要な情報の整理をさせる。

の整理した情報を使って，現象の様子を考えさせる。

現象を人間モデルを使って説明させることで，酸素と結びつく強さの強弱があることをイメージさせる。（p.15写真参照）

その後，酸化銅の還元実験を行うことで，原子論に基づく化学概念を強固にさせる。

授業の実際 1 / 5時 ~ 2 / 5時

- 1 【知識の共有化】 2年生のときに学習したスチールウールを燃焼させる演示実験を再び行います。このとき，反応後は別の物質になること，反応時に熱が発生することを演示実験で確認させます。また，質量変化についても触れておきます。
- 2 【学習の目標】 「物質が酸素と化合するときの性質をまとめる。」
- 3 【概念の確認】 酸素と化合すると熱が発生する。 酸素と化合すると質量は大きくなる。
- 4 【実験】 酸素と化合すると別の物質になる。
水素を試験管の中に入れ，燃焼させる実験
マグネシウムを燃焼させる実験
カイロを使用し，質量変化を調べる実験
ペットボトルの下を切断し，中にカイロをはる。それを水槽の中で立て，空気の変化を調べる実験
閉じたフラスコ内でスチールウールを燃焼させ，質量の変化を調べる実験
試験管の内側を水でぬらして，鉄粉を付けたものを水の中で立て，空気の変化を調べる実験

5 【考察・まとめ】

より： 激しい酸素との化合（燃焼）は，熱が発生する。

より： 物質は，空気中の酸素と結び付いている（酸化）。

より： 燃焼においても質量保存の法則は当てはまる。

より： ゆっくり進む酸化もある。

6 【実験】 「ピカピカの10円玉をさびさせないようにする。」

7 【実験方法】 10円玉のさびを酢を使って落とさせた後，生徒の考えた方法で実験させます。次時の授業まで放置します。また，そのまま空気中に放置した10円玉も準備し比較させると結果がよく分かります。さらに，さびを落とすときに，表面だけがさび，中はさびていないことも確認させておきます。

8 【実験結果】 酸素と結び付かないようにしたものは色が黒ずまなかった（さびなかった）。しかし，放置したものは黒ずんだ（さびた）。

9 【考察・まとめ】

「酸素と触れないようにすると酸化は起こらない。酸化したときの膜が表面にできると中の物質は酸化しない。」

3 / 5 時

1 【知識の共有化】 ガスはCとH，炭はCが主な構成原子であることを説明します。

2 【課題】 「ウナギをガスで焼くと，炭で焼いたときよりも水っぽくなるのはなぜだろうか。」
(手立て1)

各成分に注目させ，空気中の酸素と化合すると何ができそうか考えさせます。

3 【仮説】 空気中の O_2 と結び付き，ガスは CO_2 と H_2O が，炭は， CO_2 ができると思う。

4 【実験】

- ・ 炭の火の上に乾いたコップをもっていき，コップが曇るかどうを確認させます。次にたね火ライターの火でも，同様の実験を行います。
- ・ 火の付いた小さな炭をピンセットで持ち，集気瓶の中で燃焼させます。ガラスの板で口を閉じ，気体を集めさせます。次に，集気瓶の中に石灰水を入れ反応を確認させます。もう1つの集気瓶の中には，たね火ライターの火を集気瓶の中に入れ，気体を集めます。炭の場合と同様に集気瓶の中に石灰水を入れ反応を確認させます。

5 【実験結果】 たね火ライターの火のみコップが曇った。どちらも石灰水が白くにごった。

6 【考察】 燃焼後，ガスは， CO_2 と H_2O が，また，炭は主に CO_2 ができます。

7 【まとめ】 炭素を含んでいる物質が有機物であり，燃焼したときに物質に含まれるCやHが空気中のOと結び付き， CO_2 や H_2O ができます。ガスで焼いた方が水が多くできるので，湿った焼き上がりになります。

4 / 5 時

1 【既習概念の確認1】

- ・ 集気ビン中でろうそくが燃えるのを見せます。しばらくするとろうそくの炎が消えるのを確認させます。



小学生のときもしたよね。

なぜ消えたのかな。

酸素がなくなったから消えたのだと思います。

2 【既習概念の確認 2】

- ろうそくが消えた集気ビン中にもう一度ろうそくを入れ、燃焼しないことを確認させます。燃焼には酸素が必要であり、二酸化炭素中では燃焼しないことを強調します。



もう一度火の付いたろうそくを入ると……。
燃えたのは何があったからかな。
二酸化炭素の中では……。

3 【導入の実験】 「二酸化炭素の中で物質を燃焼させる。」(手立て 2)

4 【予想】

酸素がないので二酸化炭素の中では燃焼しないと思います。



ろうそくは燃えなかったけどマグネシウムは燃えるかな。

やっぱり酸素がないから燃えないかな。

- 二酸化炭素中でマグネシウムを燃焼させます。

注 集気瓶の中の気体をすべて二酸化炭素にして実験を行うのは大変危険です。
詳しくは、p.16を参照。



やけどに気を付けるように先生が言ってたよ。

すごい。
二酸化炭素の中で燃えている。

5 【結果】 「二酸化炭素の中でマグネシウムが燃焼した。」

6 【課題】 「マグネシウムが二酸化炭素の中で燃焼したのは、なぜだろうか。」

7 【仮説】

- 実際に起きた現象に関する情報を班の話合いによって整理させた後で、仮説を考えさせます。仮説を考えさせる前に「実験前にあった物質」「実験後にできた物質」の注目すべきポイントを教師が示します。

実験前にあった物質

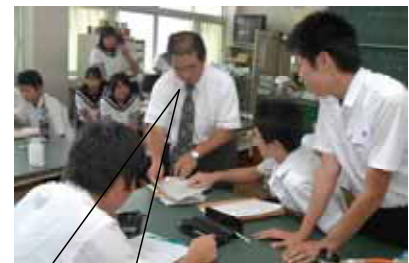
- マグネシウム
- 二酸化炭素

実験後にできた物質

マグネシウムが燃焼した後の白い物質と集気瓶の中に黒い物質が残っている。

これは、

- 酸化マグネシウム(白い物質)
 - 炭素(黒い物質)
- ではないかな？



燃えた後の物質を見てみよう
黒い物質が残っているよ。

班で考えた仮説

二酸化炭素の酸素が外れ、
燃焼後に炭素だけが残っている。
その外れた酸素を使って
マグネシウムが燃焼した。

燃焼後に白い酸化マグネシウム
ができていたので、酸素
がどこからかやってきてマグ
ネシウムが燃焼した。

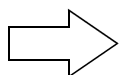
二酸化炭素の中でマグネシウム
が燃焼したので、酸素と同じように
二酸化炭素はマグネシウムの燃焼を
助けるはたらきがある。

8 【考察】

- 現象の仕組みを班で考えさせます。

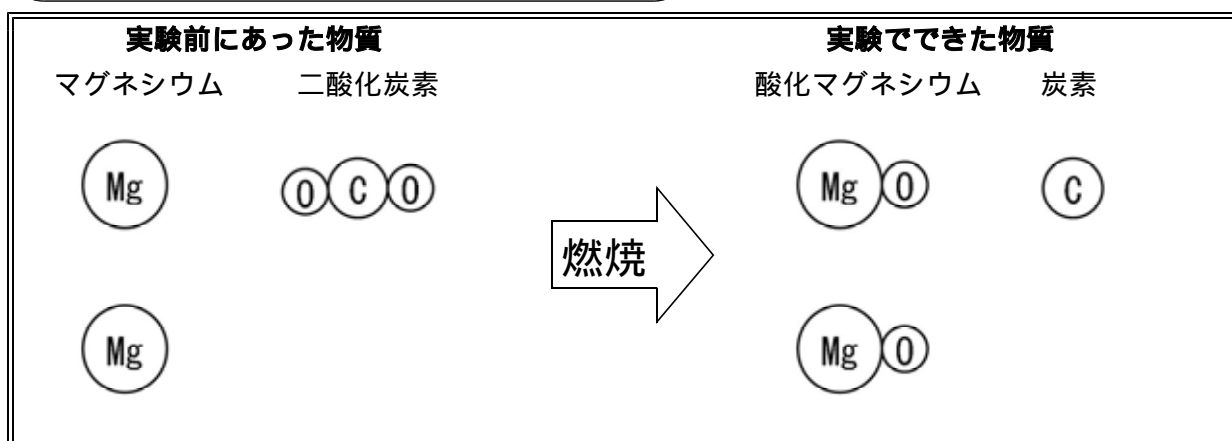
二酸化炭素は、炭素原子と酸素原子の化合物であることに注目させると考えやすくなります。また、分子や原子を使って化学変化を考えさせると現象の理解が深まります。

二酸化炭素は、酸素原子と炭素原子が化合したもの
……。



そうか！！ 燃焼するのに必要な酸素はなかった
のでなく、二酸化炭素に含まれる酸素原子を使って
燃焼したのか。

ということは、酸素原子が二酸化炭素からマグネシウムに移動したということか。



9 【まとめ】

- 目の前で起こった化学変化を人間モデルで考えさせ、自分の班の仮説が正しかったかどうかを確認させます。



モデルで考えよう。
人間をモデルにしよう。

どうして、酸素原子は炭素原子から離れ、マグネシウム原子に移動したのかな？

- このとき、どうして酸素が炭素原子から離れ、マグネシウム原子と結び付いたのかを考えさせることで、原子間には結び付きが強いものと弱いものがあることに気付かせます。

5 / 5 時

- 【学習目標】 「酸化銅から炭素を使って、銅を取り出す。」
- 【実験の意義の確認】 炭素を使う意味を説明させます。
- 【実験・考察・まとめ】 酸化銅と炭素を混ぜ加熱し、銅を取り出させます。その後、反応を考えさせ、再び人間モデルで確認を行わせます。

科学的な思考を高める授業のポイント

ア 学習前にもっている知識の確認を行い、固定概念を揺さぶるような課題を提示します。

固定概念やあいまいな概念を揺さぶって課題を明確にさせるような授業の導入を仕組むことで、課題が明確になります。今回は、集気瓶の中でろうそくが燃えた後に火が消える現象と、火が消えた集気瓶に再び火のついたろうそくを入れても燃えないという現象を見せました。そのことで、小学校で学習した「二酸化炭素中では、酸素がないので燃えない」という概念の確認を行いました。その後、「マグネシウムが二酸化炭素の中で燃焼する」という、最初に確認した概念では理解できない実験を見せることで、本時の課題が非常に明確になりました。このような課題をつくる時は、必ず生徒の課題に対する概念や小学校で学習した内容を確認しておきます。今回は、小学校で、「ものが燃えるのは、酸素という気体のはたらきによるものである」という学習を行い、「二酸化炭素の中では酸素がないのもものは燃えない」という概念をもっているということを知った上で課題づくりや授業の導入を考えました。

授業での生徒の変化を見てみると、二酸化炭素の中でマグネシウムが燃焼したときは、「えー、なんで」などと探究心が高まっている様子を見ることができました。しかし、「マグネシウムが二酸化炭素の中で燃焼したのは、なぜだろうか」という課題を提示したすぐ後は、多くの生徒が考えることができず困ったような表情でした。その後、「実験前にあった物質」「実験後にできた物質」の注目すべきポイントを教師が示した上で、仮説を立てるために班で話し合いを行わせました。仮説をもてた生徒は分かったという表情に変わっていきました。また、仮説を最後に確認する場面では、正しかった生徒は自信に満ちた顔になり、あいまいだった生徒は納得した顔になりました。特に、固定概念を揺さぶるような課題を提示し解決させる過程で、このような表情の変化が顕著に表れます。表情を観察するとその生徒がどんな状態であるのかを推測することが可能です。

イ 概念を揺さぶるような課題を提示したときは、情報を整理させた後に仕組みを考えさせます。

今までもっていた概念で考えると理解できない現象を見せることで課題を提示したとき、「えー、どうして」という学習意欲が非常に高まります。しかし、頭の中は現象をどう考えてよいのだろうと概念の葛藤が起こっています。このようなときは、まず一つ一つ情報を整理させることが必要です。そうすることで、今までもっていた概念のどこが間違っていたのか、または、あいまいだったのかが自分で分かり、新しく正しい概念を形成させることができます。

今回は、「マグネシウムが二酸化炭素の中で燃焼した」という現象を考えさせるために実験前にあった物質と実験後にできた物質に注目させました。このように、情報を整理させる中で、「二酸化炭素分子は酸素原子と炭素原子の化合物であり、実験前に酸素原子が存在しないわけではなかった」と考える糸口を見付けることができるようになりました。

マグネシウムの燃焼は高温になります。やけどに十分気を付けましょう。

市販のボンベから水上置換法により二酸化炭素を大量に集気ビンに集め、その中でマグネシウムを燃焼させる方法は非常に激しい燃焼になりますので、教師による演示実験としてください。今回は、集気瓶の中に空気を入れておき、ろうそくを燃焼させることで、集気瓶中の酸素を二酸化炭素に変化させ、その中でマグネシウムを燃焼させました。結局、空気中での燃焼の場合と同じ数の酸素原子しかないので、燃焼は空気中でマグネシウムを燃焼させたときと同じ程度になります。高温になりますが、安全について十分配慮していれば生徒実験でも行えると思います。酸素原子の数がどれだけあるかを考えて、生徒実験、教師実験のどちらにするかを判断しなければなりません。どちらの場合も、安全に十分配慮し、必ず予備実験をした後、授業を行ってください。

3 【生徒の話合い】課題を提示した後、生徒同士の話し合いによる仮説の検討（手立て3）

1年「空気の重さによる圧力を調べよう」の単元

単元の特徴

「空気に重さがあること」と「その空気の重さによって大気圧が起きること」を理解させる単元である。しかし、生徒はふだん生活をしている中で、直接肌で大気圧を感じるものがほとんどなく、大気圧で起こっている様々な現象を当たり前のこととしてとらえているか、また、誤概念をもっている場合が多い。

そこで、大気圧より、視覚的・触覚的にとらえやすい水圧の学習を最初に導入した。水圧と大気圧が起きる原理は同じであるため、水の重さによる圧力（水圧）を空気の重さによる圧力（大気圧）に転化し、大気圧の理解が容易になるように授業の展開に工夫を行った。

学習前の生徒のもっている主な知識や生活経験

- ・ 水圧が存在することは知っている。
- ・ 水圧は、深くなるほど大きくなることは知っている。
- ・ 水圧は、上から下方向にのみかかっていると思っている生徒が多い。
- ・ 空気に重さがあるかどうかを考えたことがなく、何となく空気に重さがあると思っている生徒が多い。
- ・ 大気圧の存在を普段実感していない。大気圧で起きている現象を当たり前のものにとらえている生徒が多い。ストローを吸うときは、自分が吸い上げていることで、液面を上げているなどの誤概念をもっている生徒もいる。

本単元の学習

- ・ 水圧を実感し、水圧のかかる方向や大きさを確認する。
- ・ 大気圧が起きる原理と水圧が起きる原理と関係付けながら理解する。
- ・ 空気に重さがあるかどうかを、ペットボトルに空気を入れると重くなることで確認する。
- ・ 大気圧を学習した後、大気圧に関する多くの実験を行い、それぞれ現象の原理を説明する。

科学的な思考の高まった場面

- ・ 水中の物体に水圧がどのようにかかっているのかを理由を含め自分なりの仮説を立てることができた。また、それを基に水中のゴム膜が変化する様子を予想することができた。
- ・ 同じ仮説を立てた生徒同士の班の話し合いで、仮説の理由を深く考えることができた。
- ・ ペットボトルの空気を抜いたとき、つぶれる仕組みを考えることができた。
- ・ 「空気に重さはあるだろうか」という仮説を班の話し合いで立てることができた。
- ・ 大気圧の知識を使って、様々な大気圧の現象を説明することができた。

単元計画（全5時間）

- 【第1次】水圧とはどんなものだろうか（2時間）
- 【第2次】大気圧とはどんなものだろうか（1時間）
- 【第3次】空気に重さがあるだろうか（1時間）
- 【第4次】大気圧に関する様々な現象を説明してみよう（1時間）

単元の目標

- ・ 水圧のかかる方向や深さによる変化を確認することができる。
- ・ 大気圧が起きる原理を水圧と関係付けながら説明することができる。
- ・ 空気に重さがあることを調べることができる。
- ・ 大気圧に関する様々な現象の仕組みを説明することができる。

「科学的な思考」を高める手立て

大気圧が空気の重さによって起こる圧力であることをイメージしやすいように視覚的・触覚的にとらえやすい水圧の授業を学習前に行う。

「水中にある物体には、どの向きに、どのくらいの大きさの水圧を受けているでしょうか」という課題について、最初は個人で仮説を立てさせる。

その後で、同じ仮説をもった生徒同士の班で話し合わせることで仮説を深めさせる。

自分の考えた仮説を基に、実験結果の予想を行わせる。

「空気を抜くと、ペットボトルはなぜつぶれるのだろうか」という課題を水圧の起きる仕組みを使って考えさせる。

大気圧が起きる仕組みを学習した後、大気圧に関する多くの実験を行い、学習した知識を使って現象を説明させる。

授業の展開

1 / 5時～2 / 5時

1 【知識の確認と共有化】

- ・ 「水中の物体には水圧がかかっている」「深いほど水圧は高い」という生徒のもっている知識を再確認し、学習を進めるときに必要な知識の共有化を行います。

2 【課題】 「水中にある物体には、どの向きに、どのくらいの大きさの水圧を受けているでしょうか。」

3 【仮説】

- ・ 水中にある物体にかかる水圧の向きや大きさについて、個人で仮説を立てさせます。
(この時点では、漠然としたものでもかまいません。)
- ・ 教師は、生徒が個人で仮説を考えているときに何種類くらいあるのかを把握しておきます。
(今回は、大きく分けて4種類の仮説がありました。)

4 【班での話し合い】

- ・ **同じ仮説の生徒同士で班を作らせ、生徒同士の話し合いで各班の仮説を深めさせます。(手立て3)**

物体の上の面と下の面に水圧がはたっているのじゃないかな？

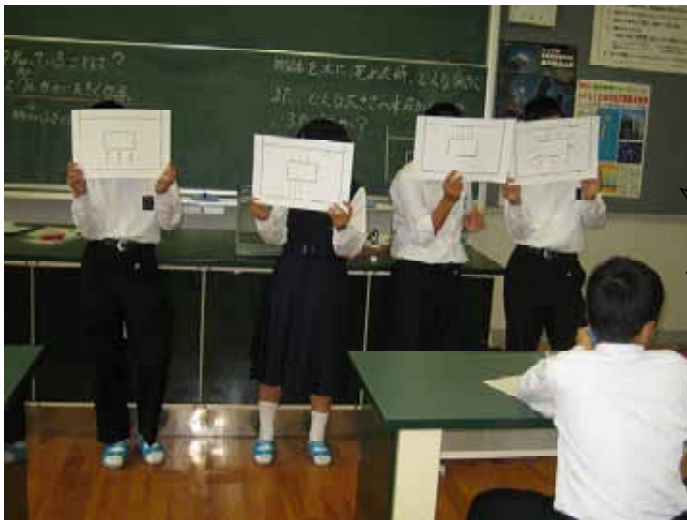
物体の上には、水がのっているから上の面を押しているだろう。また、水の中で、物体が浮こうとするので、きっと下の面も押されているのじゃないかな。



話し合いで仮説を検討している様子

5 【学級での話し合い】

- 各仮説を班の代表に発表させ、他の班の仮説について検討を行わせます。(手立て3)



物は水の中で浮かうとするので上向きに水圧がかかると思います。

物体には、沈む力と浮く力がはたらいっているの、上下の面を押し力がはたらくと思います。

水が物体の上ののっているの上の面に下向きの水圧がかかると思います。

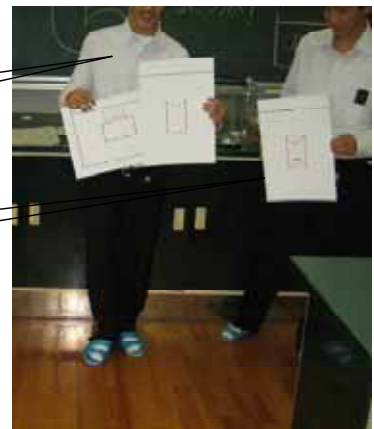
水中では、物体はつぶれるので全部の方向から水圧がかかると思います。

班の仮説を生徒が発表している様子

- 発表させた仮説に基づいた予想を考えさせます。
縦方向の変化と横方向の変化の両方の変化を予想させます。

上面に下向きの水圧しかかからないと思うので、ゴム膜は上の膜だけがへこむと思う。

上下に水圧がかかり、深いほど水圧は大きいのでこのようになると思う。



課題の仮説と実験の予想を発表している様子

- 6 【実験1】 水中にゴム膜を張った容器を沈めたとき、ゴム膜の変化を確認させます。



- 縦方向と横方向のゴム膜の変化の様子を観察させます。

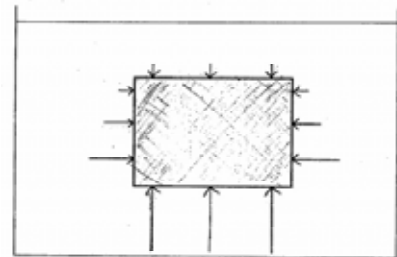
7 【考察・まとめ】

- ・ 班で話し合いを行わせ、なぜ、上下、左右のゴム膜がへこんだのかを考えさせます。その後、各班の意見を出し合い、考えをまとめさせます。

物体の上についている水が回り込んだから、上下、左右の膜がへこんだのではないか。

- ・ 右の図のように水中の物体にかかる水圧の向きや大きさをまとめさせます。

知識の共有化を行った「深いほど水圧は高い」を思い出させます。



水圧は深いほど大きくなり全方向から垂直にかかる。

生徒が書いた水圧のまとめ

8 【実験 2, 3】学習したことを確認する実験を行います。

- ・ 穴を空けたペットボトルを水に沈め、深さによる水圧の変化を確認させます。(実験 2)
この方法で行うと周囲に水が飛び散る心配もなく、各班ごとに実験させることができます。
- ・ ビニールの袋に手を入れ、その手を水中に沈め水圧を実感させます。(実験 3)
深いところほど水圧が大きいことを実感できます。



実験 2



実験 3

3 / 5 時

1 【知識の確認と共有化】

- ・ 前時に学習した水圧は水の重さによって起こる現象であることを再確認させます。その後、VTRを使い、深い水の中でペットボトルがつぶれる様子を見せます。

2 【課題】 「空気を抜くとペットボトルはなぜ、つぶれるのだろうか。」(手立て1)

右の写真のように、空気を抜きながらペットボトルがつぶれる様子を見せ、課題の提示を行います。



3 【仮説】

- 最初は個人で仮説を立てさせます。

空気の色によってつぶれる。

中の空気が抜けたためつぶれる。

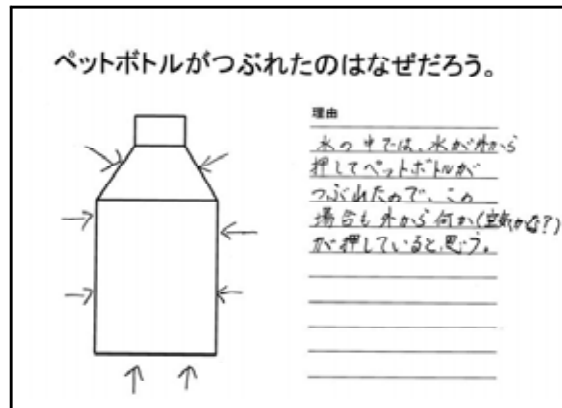
注： 「中の空気が抜けたためつぶれる」という答えには、外の空気の重さによってつぶされたという考えと、中の空気が薄くなりペットボトルの容器が内側に吸い付けられたという(誤概念)の考えの2つがあります。

- 班の話合いによって、各仮説の検討を行わせます。(手立て3)

うまく検討ができない班に対しては、「水中のペットボトルはどうしてつぶれたのかな」と問い掛け、水ではない何かが外から押したのではないかとすることに気付かせます。



班の話合いで仮説を検討している様子



検討した後、班でまとめたもの

空気がペットボトルを外から押しているのかな。
水圧は、水の重さによって押していたけど、空気に重さがあるのだろうか。

4 / 5 時

1 【課題】 空気に重さはあるだろうか。

- 自分で仮説を考えさせた後、話し合いを行わせます。(手立て3)

班で考えた仮説の例

空気に重さはあると思う。
ペットボトルの空気を抜いたらつぶれたから。

空気に重さはないと思う。
空気が入っているシャボン玉は飛んでいくから。

空気に重さはないと思う。
空のペットボトルに空気が入っていても空気の重さを感じないから。

2 【実験】 加圧する器具を使って、ペットボトルに空気を入れたときの重さの変化を調べさせます。

- 加圧する器具を使って空気をペットボトルに入れ、重さの変化を調べさせます。その後、入れた空気を抜いたときの重さも調べさせます。また、空気が抜ける時の様子も観察させておきます。



空気を入れたペットボトルの重さを測定している様子

3 【実験結果】

- ・ 空気を入れたペットボトルの重さは重くなった。
- ・ 空気を入れたペットボトルから空気を抜くと空気を入れる前の重さと同じになった。
- ・ プシュという音を出して空気が抜けた。

4 【考察・まとめ】 実験結果から分かることを班で話し合わせてます。

- ・ 実験結果より分かったことを考えさせる

空気には重さがある。

- ・ 前の授業（3 / 5 時）の仮説について再検討を行わせる。

今日の授業で、空気に重さがあることが分かった。ということは、やはり、空気を抜いたペットボトルがつぶれたのは、空気の重さによって起こる圧力（大気圧）でつぶれたのか。

5 / 5 時

1 【知識の共有化】

大気圧の起きる仕組みを確認させます。また、本時の学習で使う大気圧のつり合いの考え方を確認させます。

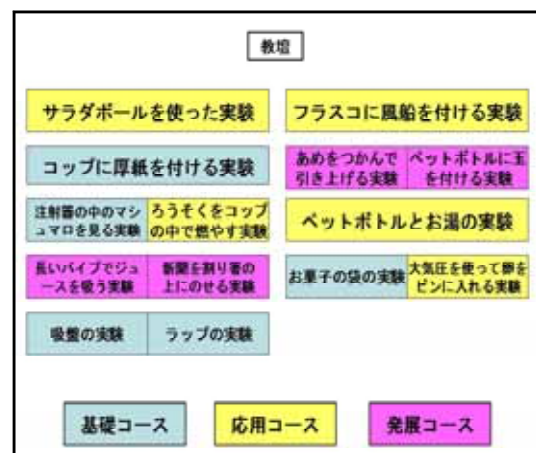
2 【課題】 大気圧に関する様々な実験を行い、学習した知識を使って現象を説明しよう。

3 【実験】

- ・ 大気圧に関する様々な実験を班で行い、現象の起きる仕組みを班の話合いで考えさせます。
14種類の実験より生徒に選択させます。実験は、基礎・応用・発展の実験を準備しました。
「班の話合い ヒントカード 解説カード 教師への質問」とできるだけ生徒自身で解決を行うことができるように、段階的な支援を準備しました。



班の話合い、ヒントカード、解説カードで仕組みを考えている様子



実施した14種類の実験

実験の様子



ラップの実験

缶の上にラップを付け、中の空気を注射器で抜くとラップは.....。



あめをつかんで引き上げる実験

ゴム手袋に手を入れて容器の中のあめを引き上げようとする.....。



サラダボールを使った実験

サラダボールの中で、エタノールを含んだ脱脂綿を燃やします。ぬれた厚紙をはさみフタをすると.....。



注射器の中のマシュマロを見る実験

マシュマロを注射器の中に入れ、空気が漏れないようにして押しとマシュマロは.....。



長いパイプでジュースを吸う実験

長さ1mのパイプと2mのパイプでジュースを飲み比べてみると.....。



ペットボトルに玉を付ける実験

ペットボトルに水を入れ、水中で玉を口に付け空気中に持ち上げると.....。



コップに厚紙を付ける実験

コップの中に水を入れ、はがきをのせた後ひっくり返すと水は……。



お菓子の袋の実験

減圧する器具を使って容器の中の空気を抜きます。すると容器の中のお菓子の袋は……。



フラスコに風船を付ける実験

フラスコに水を入れ、火を付けます。沸騰後、風船を付け、すぐに火を消すと……。

風船を付けるときは、軍手を着用させ、やけどに気を付けるよう指示をします。



吸盤の実験

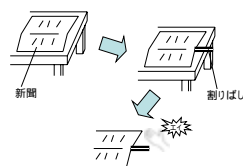
吸盤に重りをつるしていきます。どれぐらいの重さまでつり下げられるかな……。

新聞紙を割り箸の上ののせる実験

新聞を2～3枚空気が机との間にできるだけ入らないように広げておきます。

その下に割り箸を入れて半分ぐらい出しておきます。

まずは、ゆっくり割り箸をたたきます。次に一気に割り箸を上からたたいてみると……。



ペットボトルとお湯の実験

ペットボトルに沸騰したお湯を少し入れます。すぐに湯を捨て、フタを閉めると……。

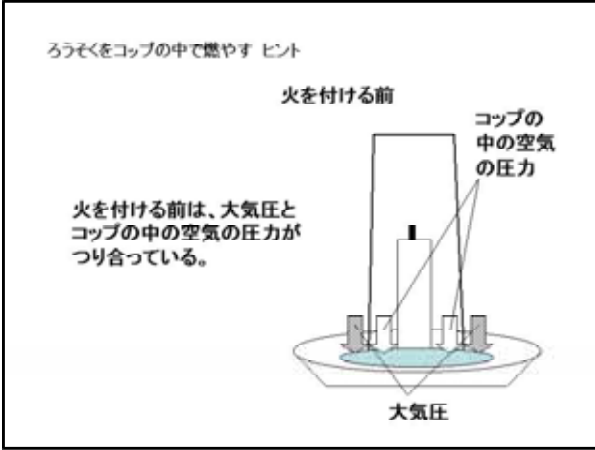
大気圧を使って卵をピンに入れる実験

エタノールを脱脂綿に湿らせ、それを牛乳瓶に入れます。マッチを入れ卵をのせると……。(p.26写真1参照)

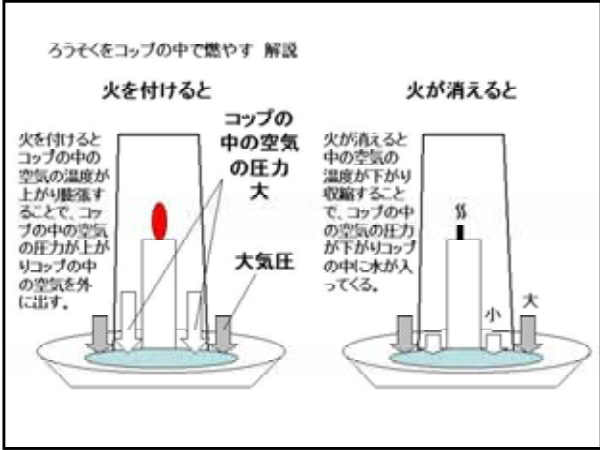


ろうそくをコップの中で燃やす実験

水を入れた皿の上でろうそくを燃やしコップでフタをすると火が消え皿の水は……。



ろうそくをコップの中で燃やす実験の「ヒントカード」



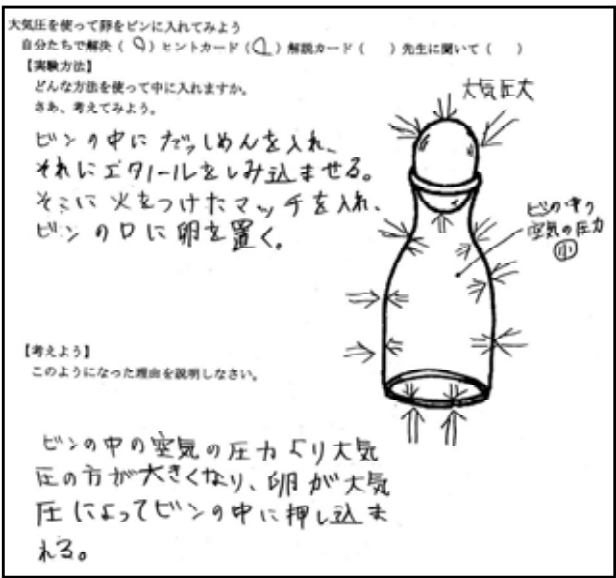
ろうそくをコップの中で燃やす実験の「解説カード」

4 【考察・まとめ】

・ 実験を行った後、どうしてこのような現象が起きたのか右の図のように説明させます。

この生徒は、話し合いとヒントカードを使って現象を説明することができますようになっています。

実験が終わった後に、行った実験のヒントカードと解説カードを取らせ、自分たちの説明が正しいかどうか確認させます。



生徒の書いたワークシート

科学的な思考を高める授業のポイント

ア 仮説を立てる場面で、生徒同士の話し合いを行わせます。

生徒同士の話し合いを行わせ、自分の考えと他の生徒との考えを比較させることで、仮説を深めさせることができます。

今回の授業では、同じ仮説をもった生徒同士の班と様々な仮説をもった生徒同士の班の2種類の班を組み合わせて、話し合わせました。同じ仮説をもった生徒同士で班を組ませれば、自分の仮説をより強化させることができます。また、強化されればされるほど、自分の考えにこだわりをもつようになります。また、様々な考えをもった生徒同士で班を組ませれば、自分と違った考えを聞かせることができ、自分の考えに修正を加えさせられます。つまり、「どんな話し合いを行わせたいのか」というねらいを教師がもち、班編成をすることが必要です。

また、他の生徒に自分の仮説を説明させることで、説明している生徒の頭の中がより整理され思考が深まります。さらに、自分の根拠を明確にさせることや事実と自分の考えを分けることに注意して説明させると、言いたい内容が分かりやすくなります。

イ 課題の仮説を立てさせた後に、それを基に観察・実験の予想を行わせます。

理科の授業では、仮説を立てさせ、その仮説が正しいかどうかを確かめるために観察・実験を行わせます。しかし、ややもすると課題の解決ということが抜け落ち、観察・実験結果の予想から始まることがあります。観察

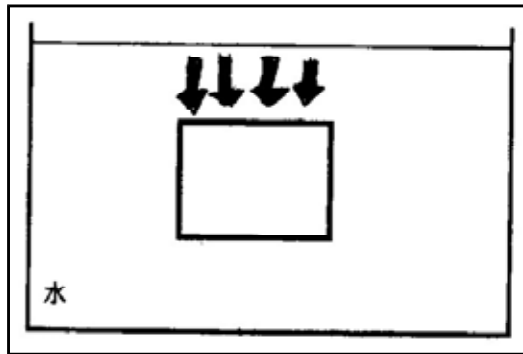


図3 水圧の仮説の図

・実験から授業が始まれば、結果は出たとしても、課題をうまく解決することができなくなります。

そこで、まず、「水中にある物体は、どの向きに、また、どのくらいの大きさの水圧を受けているでしょうか」という課題を提示しました。多くの生徒が、物体の上に水があることから、水圧の向きと大きさを図3のように図式化しました。この仮説が正しいかどうかを確かめるために、ゴム膜を張った容器を水中に沈める実験を行わせます。その実験結果を生徒が予想した

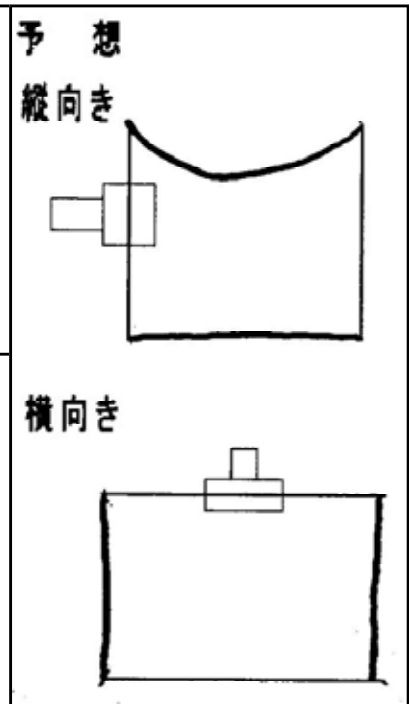


図4 ゴム膜の予想

ものが図4です。もし、水圧の向きと大きさについての仮説を考えずに実験を行えば、図4のゴム膜の変化を確認しても、目に見えない水圧をとらえさせることが難しくなります。

このように、本時に解決させたい課題は何であるのかを実験の前に確認させることが必要です。

ウ 学習によって獲得した知識を活用する場面を設定します。

今までの多くの授業は、課題を解決し、新しい知識を獲得する授業で終わっていました。そこで、生徒の学習意欲を高め、また、獲得した知識を強固で生きたものとするために、学習した知識を活用する場を設定しました。

写真1は、大気圧を学習した後、牛乳瓶の中に卵を大気圧を使って入れる方法を考え、実施しているところです。大気圧に関する多くの実験を行い、現象の仕組みを話し合っ



写真1 大気圧を使って卵をビンに入れる実験

て解明することを行わせました。今回は、獲得した知識や原理、法則などを別のものに当てはめて考えさせることで、「科学的な思考」の力の育成を行いました。他にも、学習によって獲得したものを使って、更に新たな課題を作らせ、観察・実験を行ったり、物づくりを行わせたりするなどの方法があります。

第3章 研究のまとめ

1 概念の強化・概念の葛藤を利用することで課題が明確になった。

課題提示の際に、概念の強化や概念の葛藤を行うことで、生徒は課題をしっかりと把握することができるようになりました。学習する課題を明確にすることで、自分なりの科学的な根拠をもった仮説を立てさせることが容易になりました。そればかりか、導入だけでなく全学習過程において、学習意欲を高め、主体的な学習を行わせることができました。

生徒のもっている生活経験や知識を共有化し、概念を強化するような課題の提示は、ふだんの多くの授業で行うことができます。また、概念を葛藤させるような授業は、自然の現象に対して、生徒が誤概念をもっている場合に非常に効果的です。

どちらの授業を行う場合も、生徒がどんな知識や生活経験をもっているのかを確認することが重要です。さらに、確認した知識や生活経験でどのような仮説を生徒が立てるのかを予測することが重要だということも分かりました。そのことで、教師が立てた課題が生徒にとって適切かどうかを確認することができます。また、仮説を立てることが難しいときの支援の方法を考えることができます。

2 学級や班での話し合いにより、科学的なものの見方や考え方に基づいた個人の仮説を立てさせることができた。

自分の仮説を立てさせ、それを他の生徒の仮説と比較させることで、生徒は仮説の変更や補強などを行い、より質の高い仮説に練り上げることができました。話し合いを行わせることで、自分の仮説を更に明確にし、それに対するこだわりも生まれました。

仮説が明確になることで、その仮説を検証する実験を計画したり、実験結果に基づいて考察したりする場面で、「科学的な思考」の高まりが見られました。

本研究では、仮説を立てる場面での話し合いを中心に研究を行いました。しかし、「科学的な思考」をさせる場面のすべてにおいて、生徒同士の話し合いが有効であることが分かりました。

3 知識に裏付けられた思考力の重要性が明らかになった。

本研究を行う中で、「科学的な思考」と知識には非常に密接な関係があることが分かりました。課題に対して、生徒に全く知識や生活経験がないと、仮説を立てることができません。科学的な思考を行い仮説を容易に立てることができるように、今回は、課題を提示する前に、仮説を立てるのに必要な知識をもたせたり、生活経験の共有化を行ったりしました。学習を進める上で最低限必要な知識を獲得させ、それを使って、新たな知識を作り出すような授業づくりを行う必要があります。

また、獲得した新たな知識を活用したり、表現したりすることを行わせれば、新たな知識を生きた知識にすることができます。「科学的な思考」の力を育成するために、様々な授業の場面で、今もっている知識を使って考えさせることが必要です。

おわりに

平成16年度佐賀県学習状況調査における中学校理科1, 2年生の結果では、「科学的な思考」の観点の通過率が他の3つの観点と比較して低くなっていました。そこで、「科学的思考」の力がどのようにすれば高まるのか授業改善の方法を探ってきました。授業のどの部分にスポットを当てた研究にするかを検討していく中で、改めて「課題意識をもつ」「課題に対して仮説を立てる」という導入の重要性が見えてきました。

さらに、授業を行う前に、生徒のもっている知識や生活経験を教師が確認した後、確認した知識で生徒がどのように思考するかを考え、授業を組み立てていくことの大切さを改めて感じました。

今回取り上げた「消化液のはたらきを調べよう」「空気の重さによる圧力を調べよう」は、平成16年度の学習状況調査で通過率が非常に低かった問題です。

中学校理科を担当される先生方に、指導方法改善の参考として本誌を利用していただけると幸いです。

参考文献

- ・ 文部省 『中学校学習指導要領解説 - 理科編 - 』 1999年 大日本図書
- ・ 佐賀県教育委員会 『平成16年度佐賀県小・中学校学習状況調査報告書』 2005年
- ・ 佐賀県教育センター 「基礎・基本の定着を図る小・中学校理科指導 - 見通しや目的意識をもたせ、科学的な思考を高めていく観察・実験の在り方 - 」 『基礎・基本の定着を図る小・中学校のつながりを踏まえた算数・数学指導 理科指導』 2004年
- ・ 有田 和正 「授業力とは何か」 『指導と評価』 2006年2月号 図書文化社
- ・ 小倉 康 「『科学的な思考』を極める力をつける」 『理科の教育』 2001年8月号 東洋館出版社
- ・ 角屋 重樹 「『思考力』を高める授業のポイント」 『自ら学ぶ『確かな学力形成』カシリーズ 学校力 第3巻』 2005年 ぎょうせい
- ・ 鍋木 良夫 『理科を大好きにするラクラク予備知識の与え方』 2004年 学事出版株式会社
- ・ 鍋木 良夫 「先行学習・説明活動モデル提案のねらい」 『初等理科教育』 2004年4月号 農山漁村文化協会
- ・ 鍋木 良夫 「先行学習の有効性を問う」 『初等理科教育』 2005年6月号 農山漁村文化協会
- ・ 川上 昭吾 『教えの復権をめざす理科授業』 2003年 東洋館出版社
- ・ 堀 哲夫 「科学的な思考とは - 密閉・開放容器中のろうそくの燃焼を事例にして - 」 『理科の教育』 1992年7月号
- ・ 堀 哲夫 「学びの意味を育てる理科の教育評価 - 指導と評価を一体化した具体的方法とその実践 - 」 2003年 東洋館出版社
- ・ 益田 裕充 「確かな学力を育む理科教育の責任 - 『わかる』授業の構想から実践まで」 2003年 東洋館出版社
- ・ 森 一夫 「科学的な思考の指導と評価をめぐる諸問題」 『理科の教育』 1992年7月号 東洋館出版社

佐賀っ子学力向上プラン
中学校理科編

【研究委員】

佐賀県教育センター	塩田	洋己
佐賀市立城西中学校	陣内	弘文
唐津市立鬼塚中学校	前田	真也