

矛盾から思考を促す授業実践

—銅板をガスバーナーで加熱する実験を用いた授業から—

○木山淳一^A, 吉田安規良^B

KIYAMA Junichi, YOSHIDA Akira

琉球大学教育学部附属中学校^A, 琉球大学教育学部^B

【キーワード】 矛盾, 思考, 銅板, 酸化銅, ガスバーナー

1. はじめに

琉球大学教育学部附属中学校では平成 22 年度から 3 年間にわたり「実生活に活かす力をはぐくむ授業の創造」をテーマに思考力・表現力を育成する研究を行ってきた。理科の中学校学習指導要領解説でも、PISA 調査等から日本の中学生は思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・能力を活用する問題に課題があると指摘されている¹⁾。そこで、本稿では中学校第 2 学年の「化学変化と原子・分子」の単元で行った既習事項とは矛盾する現象を目の当たりにすることにより生徒がどのように思考し、解決していくかをみる授業実践を報告する。

2. 教材研究と単元構成について

(1) ガスバーナーと銅板について

本実践で使うガスバーナー(ブンゼンバーナー)は理科室の常備品の一つである。ガスバーナーの炎は外側にいくほど、酸素の供給が十分であるため、酸化反応が迅速に進行して熱を発生し高温になっている。外側の炎ではガスが完全に燃焼することで二酸化炭素と水ができ、その炎は無色透明である。ここに他の物質を投入すると、豊富な酸素と高い温度により酸化反応が進行するため酸化炎とよばれる。一方、内側に行くほど、酸素の供給が不十分となるため、酸化反応はあまり進行せず温度が若干低い。内側の炎はガスが十分に燃焼されず、炎の色は青色である。ここに酸化物を投入すると酸化物から酸素を奪う還元反応が進行するため、還元炎とよばれる。

酸化炎の中に銅板を入れると銅は空気中の酸素と化合し、酸化銅になる。しかし、還元炎はガス

と酸素が十分に混合されておらず、高温のガスが酸素と結びつきやすい状態となり、酸化銅は銅に還元される。そのため、酸化させた銅板をガスバーナーに入れると酸化反応と還元反応が同一物体の異なる所で同時に観察できる(図 1)。

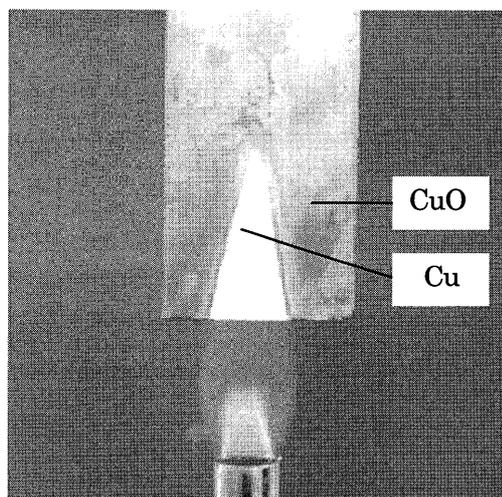


図 1 銅板をガスバーナーで加熱したときのようす

(2) 単元構成について

「酸化銅になった銅板をさらに加熱すると銅になる部分がある」を矛盾現象だと思うには、それまでに「金属は加熱すると酸素と結びつき、酸化物になる」「酸化物は炭素や水素で還元される」「メタンガスは炭素と水素からできている」という既習事項が定着していなければならない。そのため、実験の予想や考察を行う段階でホワイトボードを使い、話し合い活動を積極的にとり入れた。さらに、話し合い活動後に各班の意見を発表し、互いの意見を全体で検討する交流の機会を必ず設定する型で授業を設計した。この単元の構成を以下の表に示す。

表 単元の構成

	学習内容	既習事項・および矛盾現象
① (2時間扱い)	「スチールウールが燃えると何ができるのか」 ・スチールウールが燃えたときにできる物質を予想する。 ・スチールウールを加熱して、できる物質を調べる。 ・ものが燃えたのに二酸化炭素が発生しなかった理由を原子モデルを使って、検討する。 ・金属が燃えたあとにできる物質の特徴を話し合う。〔交流〕	・小学校で物質が燃えると二酸化炭素が発生することを学習したにもかかわらず、スチールウールを燃やしたら二酸化炭素は発生しない。 ・金属が燃えると酸素と結びつき、酸化物になる。
② (2時間扱い)	「サンマの皮をぱりっと焼くには炭とガス どちらで焼いた方がよいか」 ・炭とガスを使ってサンマを焼いたときの違いを話し合いによって予想する。 ・炭(炭素)とガス(メタンガス)を燃やしたときにできる物質を調べる。 ・炭とガスを燃やしたときにできる物質からサンマを焼いたときの違いについて話し合い、結論を出す。〔交流〕	・燃焼する物質に炭素原子が含まれると、燃焼後に二酸化炭素が発生し、水素原子が含まれていたなら水が発生する。 ・メタンガスは炭素原子と水素原子が含まれる。
③ (2時間扱い)	「酸化銅と活性炭を混ぜて加熱したときの化学変化を調べよう」 ・酸化銅と活性炭を反応させてできる物質を話し合いによって予想する。 ・酸化銅と活性炭を混ぜて加熱する実験を行い、できる物質を調べる。 ・実験結果からどのような反応が起こったのか、原子モデルを用いて説明する。〔交流〕 ・活性炭以外の物質(水素)でも同じようなことが起こることを演示実験で確かめる。	・酸化物は炭素や水素で還元される。
④ (本実践 2時間扱い)	「酸化銅にした銅板をガスバーナーで加熱すると銅になる部分がある理由を考える」 ・酸化銅にした銅板を加熱するとどうなるか予想する。 ・酸化銅にした銅板をガスバーナーで加熱し、現象を確認する。 ・ガスバーナーで加熱して銅になる理由を話し合い、推測する。 ・話し合った内容を発表する。 ・発表内容を分類し、既習事項との矛盾を探し出す。〔交流〕 ・酸化銅にした銅板をガスバーナーで加熱すると銅になる理由の結論を出す。〔交流〕	・酸化銅にした銅板をガスバーナーで加熱するともっと酸化銅になるはずだが、銅になる。

3 実践内容と生徒の思考の変容

(1) 前時までの学習内容

① 第1・2時「スチールウールが燃えると何ができるのか」

スチールウールを加熱してできる物質を予測させたところ、多くの生徒が「二酸化炭素が発生する」と答えた。そのため、スチールウールの燃焼前後の物質の違いを調べさせる時に、燃焼しているスチールウールを石灰水の入った集気ビンの中に入れ、石灰水が白く濁らないことを観察させた。その後、各班で話し合いと発表を行い(図2)、酸化と燃焼について学習した。

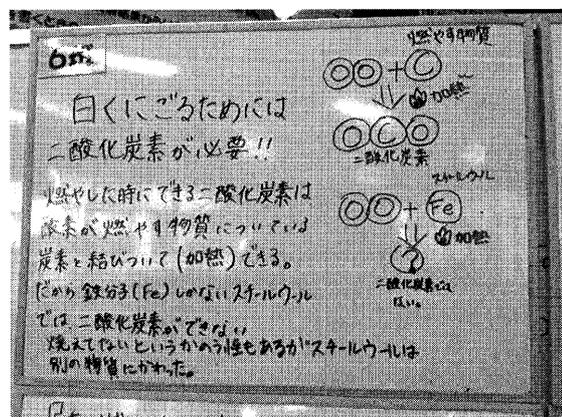


図2 生徒が示したスチールウールを燃焼させたときに石灰水が白く濁らない理由の一例

これらの説について、今まで授業とつじつまが合わない現象がないか討論した。次の会話文はこの時の生徒の討論内容の一部である。

[第1時]

- ・T: これらの現象の中で今までやってきた既習事項とつじつまが合わない現象はどれか。
- ・S1: 説1はおかしいと思う。酸素分子が酸素を取っていきと酸素原子が3つになるのは変ではないか。
- ・S2: 酸素原子が3つくっついた物質があることを聞いたことがある。
- ・S1: だったら、可能性もあるかも知れない。
- ・T: では酸素が3つくっついた物質があるか調べてきなさい。

[第2時]

- ・S2: 酸素原子が3つくっいたらオゾンって物質になる。この説の可能性はあるのではないか?
- ・S3: オゾンの性質は毒性があって、生臭いって書いていたよ。だったら、この前実験したときに変なおいしがしたはず。
- ・S4: だったら違う。
- ・T: 可能性として説1はないね。他の意見は?
- ・S5: 説2も違うと思う。だって、酸化銀の分解は加熱したら銀と酸素になったけど、銀を加熱しても酸化銀にはならなかったから、同じように銅を加熱して酸化銅になるなら、酸化銅を加熱して銅と酸素には分かれぬ気がする。
- ・S6: じゃあ、説3はあってるのか。
- ・S4: ガスが燃焼して火が出るのに、ガスが残っているはずがない。
- ・T: ガスが燃えたら二酸化炭素と水ができます。二酸化炭素も水も色はないのではないか。炎の色がある部分は不完全燃焼とって、炎が完全に燃えきっていない部分、色のない部分は完全燃焼して、ガスが二酸化炭素と水になっている部分である。
- ・S6: ガスは炭素原子と水素原子からできていたので、燃えきっていない炭素原子と酸素原子が奪ったのではないか。

* Tは教師を、S1～S6は生徒をそれぞれ表す

授業後に生徒に「酸化銅をガスバーナーで加熱したときにおこる反応」について記述させた。このときの生徒のワークシートの一例を図5に示す。

酸化銅をガスバーナーの甲に入れて加熱時、酸化銅は黒い色の銅にもどる。この時、酸化銅は、ガスバーナーの不完全燃焼のガスと混り、水と二酸化炭素ができていっている。

酸化銅 \rightarrow 銅 + 酸素

ガスバーナーのガス CH_4 の炭素が酸化銅の 2CuO の酸素と化合して、二酸化炭素になり、ガスの CH_4 と酸化銅の 2CuO の水素と酸素が水と二酸化銅は還元される。

図5 授業後のまよりの記述例

この生徒の班は、はじめは説1の考えを持っていた。これが生徒同士の討論後には図5のように変化している。この生徒の本時の生徒の感想と振り返りの一部を図6に示す。

①酸化銅という物質は酸化してしまっているのだから炎の中に入れたとき、銅にもどったのを見て驚きました。

②原子の世界で考えていることは実際目に見えないから本当なのか?と実感が湧かないけれど、目の前でその反応が起きているのでやっぱりみんなで話し合っ考えたことは正しかったんだと思ひ、そこが理科の面白いところかなと思ひました。今回の実験は銅板を加熱するだけの作業だったけど、その中の中にある見えない物質の存在もしっかり頭に置いて、考えていくことが大事なんだと気づきました。(以下省略)

*下線は筆者加筆

図6 生徒の感想と振り返り (一部抜粋)

この振り返りの下線①から、この生徒は既習事項の矛盾から起こる驚きとそこから起こる思考のおもしろさに気づくことができた。さらに、下線②から討論しながら思考していくことの楽しさに気づく事ができたと判断できる。

4. 今後の課題

露木は『矛盾』とは子どもの認識と対象の関係において生まれる「ずれ」である。「矛盾」とは端的に言えば、子どもにとっての真剣な「なぜ?」である。心底「知りたい、わかりたい」と願う問題意識といつてもいい。』と述べている²⁾。学習場面において、子どもが「なぜ?」と思う状況を意図的につくることにより、その追究過程において思考が活性化するのはではないかと考える。今回の授業実践では授業前と授業後の生徒の考え方の違いを検証したが、どの過程で変容したかについて詳細まで検証することができなかつた。今後は詳細に分析することとその他の事例についても検証をする必要がある。

引用文献

- 1) 文部科学省 (2008): 『中学校学習指導要領 理科編』, 大日本図書
- 2) 露木和男 (2007): 『矛盾をうまく取り入れて学力を伸ばす学習指導案』, 学事出版株式会社, p5