

中2「まずは質量・体積・密度 の学習から」

糸川祥一（栃木・しもつけ理科サークル）

今日の講座の進め方

- 1 私の提案は、データを画面共有して説明します。スライドではなく、ワープロで打ったものをスクロールしながら話します。時間を短くするため、大切なところ以外は省略します。
- 2 データをチャットに上げますのでダウンロードして皆さんのパソコンの画面に表示してください。「共有画面」と「データ画面」を横に並べてください。説明を省略したところを見たり、後から見直してください。
- 3 質問の時間を確保します。遠慮なく質問してください。

提案内容

- 0 はじめに、提案理由
- 1 生徒の授業後の感想
- 2 到達目標・課題方式の授業について
- 3 4月はじめの授業の準備と進め方～まずは質量・体積・密度の学習から～

0 はじめに、提案理由

- (1) 授業づくりにとても苦勞してきた。科教協で人のまねをしてどうにかやってきた。自分の経験を少しでも伝えたい。
- (2) 理科は自然科学を教える教科。概念形成こそ大切。事実から学び取る授業を。しかしこれらが今危うい。現状を何とかしたい。
- (3) 中2なのに中1または小学校の内容を扱っている理由は後述。

1 生徒の授業後の感想～2年生「物質と原子」単元を終えて～

化学変化の勉強をして原子記号を覚えたり化学式を覚えたりとても難しかったです。でも実験したらだんだん覚えられるようになりました。実験もいっぱいできたので楽しかったです。この実験を忘れずにもっといろいろな事に取り組んでいきたいです。化学変化の授業は楽しかったです。次の授業も楽しみです。(M・E)

僕は、化学変化の学習を通して1つ大きく成長できたところがあります。それは実験についてです。1年生の時より難しく、複雑で、危険な実験がたくさんありました(※)。それをたくさんやったので実験スピードが格段に上がったような気がします。不思議でおもしろいことがよく分かった単元だったのでとても楽しかったです。(U・T)

※「危険な実験」はやってません(筆者注)。

今までに周りにある物質のことに興味はなかったけれど、酸化銀の実験をやって黒色が白色に、また気体が発生した時にびっくりしました。だから、実験を進めるうちに分解や還元などの化学変化に興味が出てきました。だから、実験の予想をすることが楽しかったです。クラスの他の人の私とは違う意見を聞き、「なるほど」と感心したり、「それは違うんじゃないか」と思ったとき、その結果がでることで、そんな考え方もあるんだなと思いました。他の教科よりも他の人の考えがわかる単元だったので、楽しかったです。(K・K)

いつも吸っている空気や、身近にある金属などのを気にせずに使っていました。全て小さな原子からできているのは理科で初めて知りました。その原子が、化学変化でいろいろな物質に変わったりするのは楽しかったです。ただのさびた釘も化学反応式で表せると知ってすごいなあと思いました。(S・A)

初めて出てきた化学式や化学反応式がなかなか覚えられず、とても大変でした。とくに楽しかった実験は、マグネシウムを燃やす実験(※)と、缶でコップを飛ばす実験(※)です。1年生のときよりも難しくなったけど、そのぶん楽しかったです。授業でも、こんなに意見を言ったのは初めてでした。←分かったこと。これからは、今までの実験のことも考えて予想を考えたいです。しっかりと説得力のある予想を書けるようにしたいです。(O・A)

※マグネシウムが激しく燃焼する様子を観察。1人3cmくらいのリボンを燃焼。

※空き缶の中で気化したエタノールに火をつけ、ふたにした紙コップを飛ばす実験。

この単元の勉強で、昔から好きだった原子を、実験でさらに深く知ることができてよかったと思います。みんなで意見を出し合う理科の授業は初めてでしたが、それから新しい発見があることにも気付いたのでとても充実した、有意義な時間だったと思います。これからの授業でも失敗を恐れず意見を言って、理科は実験だけが楽しみじゃない、もっと思える授業にしていきたいです。そしてその知識を将来のために使っていきたいとも思いました。(N・S)

2 到達目標・課題方式の授業について

(1) なぜ到達目標・課題方式の授業が必要か

物質は原子でできていること、そして化学変化は原子どうしの結びつきが変わることであることを教えたい。

しかし、、、以前の私の授業は、いつの間にか説明中心になり、時々質問をしても答えてくれるのは一部の生徒、その発言を拾ってつなぎ、また説明を続ける、、、という授業になっていた。

授業に必要なこと。それは、生徒が「今日の授業で何がわかったか」が自分でわかること。そして教師も「生徒が内容を理解したか」が評価できること、「自分の授業がこれでよかったか、改善するとすれば

どこをどうすればよいか」を確認できること。教師が説明し、それを生徒が聞いているだけでは、(実験をいくらやっても)生徒や授業を評価することができないのである。

そこで、「到達目標・課題方式の授業」を学び、実践している。

おおまかな授業の流れは、課題→自分の考え→発表→人の意見を聞いて→結果とわかったこと→発表(→つけたし)である。

(2) 授業記録

ア 二酸化炭素の還元の授業

課題14 二酸化炭素から炭素を取り出すことはできるか。

教師 生徒に見えるように、ボンベから集気びんに二酸化炭素を吹き込んでからふたをする。

この集気びんを手にとって生徒の前に立つ。「今、ボンベから二酸化炭素をこの集気びんに取りました。ここから、何らかの方法で、炭素を取り出すことはできるだろうか？もう一度言うよ(くり返し)。質問の意味がわかった？では、ノートに書いてください。」

二酸化炭素から炭素を取り出すことはできるか。(教師は、指名する生徒をメモしながら机間指導する。)

二酸化炭素から炭素を取り出すことはできるか。

[自分の考え] $(2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O)$

$[C + O_2 \rightarrow CO_2]$

できると思う。水が分解して水素と酸素にわかれたように、二酸化炭素は炭素と酸素にわかれると思う。炭素だけにするために酸素と結びつきやすい銅や鉄粉などを入れて二酸化炭素を加熱すれば、発生した酸素は銅や鉄と酸化して、炭素だけが残ると思う。ただ炭素の他に酸化物ができると思う。酸素が別の物質と結びつくまで酸化していない物質が元の物質に戻るというのでは、

まじめるよ、
すごいすごい!!
よく考えておいて

クラスメイトの意見

- おさ (さき) ・酸素と炭素が結びついた原子の構造変化はあかぬが炭素はとり出せる。
- おさ ・二酸化炭素は炭素と酸素に分かれているから。
- おさ ・冷やせばいいと思う。
- おさ ・銅を入れて酸化銅になる。
- おさ ・水素を入れて、水にする。

感想

酸化物の
↓ (炭素と酸素が結合した状態)

結果もその通りに
おこなって!!



気体+液体や、
液体+気体の化は危ない?
固体+液体にする

教師 まだ時間が欲しい人はいる? 意見は「できる」「できない」「分からない、迷っている」のどれかだよ。自分の考えがどれか、1回ずつ手を挙げてください。(「できる」32人「できない」0人「わからない、迷っている」0人)では、意見をお願いします。

TA 二酸化炭素は酸素と炭素でできているので取り出せると思う。

TM 酸素と炭素が化合して二酸化炭素ができるから二酸化炭素から炭素を取り出すことができると思う。

KR 前回の実験で、酸素が入ったフラスコに炭素を入れて加熱すると化合して酸素と炭素が結びついた。なので、酸素と炭素が結びついた二酸化炭素を逆に冷やせば酸素と炭素に分かれるのではないかと思った。

YT できると思います。理由は二酸化炭素の中の酸素と銅を混ぜて、酸化銅と炭素に分けるとできる。

ME 二酸化炭素は酸素と炭素でできているから炭素を取り出すことができると思う。酸素と結びつく物質を入れて酸化させて、炭素を取り出すことができる。

KK 二酸化炭素は酸素+炭素、CO₂はC+O₂からできているので酸素を抜くと炭素だけができると思うが、方法は分からない。でも、酸素は火を近づけるとよく燃えなくなってしまうので、集気びんの中に火をつけると、炭素だけが残ると思った。

SA 二酸化炭素は炭素と酸素なので、水素を入れて酸素と結びつかせて水にし、水を取り出せば炭素だけになると思う。

YS 二酸化炭素の入った集気びんの中に酸化できるものを入れ、酸化物にして、それを取り出せばいい。

KK できると思う。水を分解して水素と酸素に分かれたように、二酸化炭素は炭素と酸素に分かれると思う。炭素だけにするために酸素と結びつきやすい銅や鉄などを入れて二酸化炭素を加熱すれば、発生した酸素は銅や鉄と酸化して、炭素だけが残ると思う。ただ、炭素の他に酸化物ができると思う。まとめると、酸素が別の物質と結びつくことで酸化した物質がもとの物質に戻るということである。

教師 他に意見のある人はいる？では、どんな実験をすればいいと思う？「二酸化炭素を冷やす」という意見があったね。二酸化炭素を冷やすと何になるか、誰か知ってる？

生徒 「ドライアイス」の声。

教師 温度を下げて、二酸化炭素は固体になってしまい、化学変化は起きません。鉄や銅を入れるという意見が出ましたね。この時間は、火の付いたマグネシウムを二酸化炭素の中に入れてみます。

(以下、実験の説明と生徒実験)

IH 集気びんに二酸化炭素を入れてMgをガスバーナーで燃やして、すぐに集気びんに入れた。すると、パチパチ音が鳴って明るくなり、黒い物質ができた。その黒い物質は炭素。なので、二酸化炭素から

炭素を取り出せた。

MK 二酸化炭素が入った集気びんに燃えたマグネシウムを入れると、中が煙でいっぱいになり、黒い物質ができた。これは炭素だった。マグネシウムは酸素と結びつくと酸化マグネシウムとなるので、二酸化炭素の酸素を取った。これらのことから、マグネシウムが二酸化炭素の酸素と酸化したため、炭素だけを取り出すことができた。

ET 二酸化炭素を入れた集気びんにガスバーナーで加熱したマグネシウムを入れると、入り口付近でバチツとなり黒い物質と酸化マグネシウムがついた。酸化したということは炭素が残るので、黒い物質は炭素だということが分かった。このことから、二酸化炭素から炭素を取り出すことができる。

IM できた。火をつけたマグネシウムは集気びんの中で白く光って音を立てた。短い時間の反応が終わると、集気びんの内側には黒い物質と酸化マグネシウムが付着していた。墨でも跳ねてしまったように付着した物質は実は炭で、見た目からも実験結果がすぐに理解できた。マグネシウムと、二酸化炭素の中の酸素原子が化合したため、炭素が取り残されたのだ。

イ 質量保存の法則の授業

課題 密閉容器中で炭酸水素ナトリウムと塩酸を混ぜ二酸化炭素を発生させる。容器全体の質量はどうなるか。

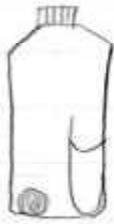
教師 生徒に説明しながら、ペットボトルに炭酸水素ナトリウムの粉末を投入、さらに塩酸の入った試験管を入れふたをする。このペットボトルを手にとって生徒の前に立つ。「このペットボトルを傾けるとどうなるか、よく見てね。気体が出たのが分かる？2つの物資が反応して水と二酸化炭素になります。この実験で、反応する前に質量を調べておいて、反応してからまた質量を調べたら、どうなると思う？もう一度言うよ(くり返し)。質問の意味がわかった？では、ノートに

書いてください。」

6 15 水

13. 質量保存の法則

▽ 密閉容器の中で炭酸水素ナトリウムと塩酸をませ、二酸化炭素を発生させる。容器全体の質量はどうか。



〔自分の考え〕

質量はかわらないと思う。
物質の種類がふえたり、へたりしている訳じゃないし、化学変化をしているだけなので原子は同じだから、かわっているわけではないんじゃないかな、と思った

＜結果と分かったこと＞
二酸化炭素を発生させる前の質量 → 54.2g } かわらない
" させた後の " → 54.2g }
二酸化炭素だけぬいたときの " → 53.7g ← へた

人数を確認。

(大きくなる7人、小さくなる7人、変わらない18人、わからない・迷っている0人)

〔自分の考え〕の発表

KT 質量は大きくなると思う。理由は新しい気体ができるから。

HY 炭酸水素ナトリウムと塩酸を混ぜて二酸化炭素を発生させるから、炭酸水素ナトリウムと塩酸に二酸化炭素が加わって質量が大きくなると思う。

MT 物質が気体になるのだから、質量は小さくなると思う。

ME 小さくなると思う。気体になるから。

IY 質量は変わらないと思う。密閉された容器なら中のものは出て行かないし、原子そのものが変化することはないから。

KK 質量は変わらないと思う。もし、ペットボトルが密閉されていなかったら発生した二酸化炭素が空気中に逃げってしまうため、質量は小さくなると思う。でも、密閉されているから質量は変わらないと思う。状態変化なら固体よりも気体の方が軽いため、質量は小さくなるかも知れないが、化学変化なので、質量は変わらないと思う。

IH 質量は変わらないと思う。物質の種類が増えたり減ったりしている訳じゃないし、化学変化をしているだけなので原子は同じだから、変わっている訳ではないんじゃないかな、と思った。（「物質の種類」は変わることは、授業後に確認した。）

（再び意見の分布を取る。「大きくなる」7人→2人、「小さくなる」7人→0人、「変わらない」18人→27人、迷っている0人→0人）

（この後、生徒実験。実験後、 NaHCO_3 と HCl から NaCl と H_2O と CO_2 ができることを、原子モデルを使用して班ごとに確認させ、生徒とやり取りしながら化学反応式を説明した。）



(結果とわかったことを書かせる)

IU 化学変化の前後で物質全体の質量は変わらない。 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{HCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 。組み合わせが変わっても原子に変化はないから、全体の質量は変わらない。

3 4月はじめの授業の準備と進め方～まずは質量・体積・密度の学習から～

(1) 授業のねらい

ア 「質量は(目に見えなくても、浮かんでいても、…)物質の出入りがながいかぎり変わらない」ことがわかる。

イ 「物体が占める空間の大きさが体積である」ことがわかる。

ウ 「密度は物質固有の量である。2つの物質の浮き沈みは密度の大小で決まる」ことがわかる。

エ 「気体にも質量がある。」ことがわかる。

イ、ウ、エ、オの内容について。私が初めてこの授業をしたとき、「中学生なら誰でも知っているだろう。当たり前すぎて生徒からひんしゆくを買うかも」と思った。しかし十分授業が成り立った。密度も中学1年の内容であるが、扱っていない実験があったら、ぜひ扱ってみて欲しい。「そんなのやらなくていいよ。」なんて言わず、喜んでくれると思う。

これらは課題が明確で、考えをノートに書きやすく発表もしやすい。実験結果が明瞭で、結果をノートにまとめやすい。授業後ノートを読んで生徒を励ましやすい。

以前スチールウールを空気中で燃焼させたとき、質量が増えた理由を聞いたら、「ふわっとしていたスチールウールがギュッと小さくなったから」と発表してくれた生徒がいた。「何かが結びついたためだ」とすぐ考えて欲しかったが、当時は、そう考えるための内容を学ばせていなかった。小学校からの系統的な学習が必要であるが、今それを言って

も仕方ないので、4時間かけて補う。これらが、中2なのにこの内容を扱う理由である。周囲の目が気になる場合は「復習をしている」と説明する。

(2) 授業の進め方

1 時間目

準備…体重計、スポーツドリンクとコップ、台ばかり(スポーツドリンクを測る)、体重計(体重を測る)、教材提示装置・プロジェクタ・スクリーン(体重計の値を投影する)

課題…200gのスポーツドリンクを飲むと、体重はようになるだろうか。

進め方…

教師 ペンを置いて前を向いて座るよう指示。スポーツドリンクを持つ。「これ何?」「これを200g飲むと、体重はようになる?」「この時間から、私が課題を出すので、まずは課題と自分の考えをノートに書いてください。では、ノートに書きましょう。」内容ごとの番号「1.質量」と課題「200gのスポーツドリンクを飲むと、体重はようになるだろうか。」を板書。課題は線で囲む。



「ノートは私が実際に書いてみるので、必ず同じように作ってください。方眼ノートを忘れた人は印刷した紙を取りに来てください。」(スクリーンに8mm方眼ノートを映し、教師が書いて示す。課題は定規を使って線で囲む。)

書き終わったら、自分の考えを書いてください。

(ノートに「[自分の考え]スポーツドリンク200gを飲むと、体重は」と例示。)

「考えが書けたら、続いてなぜそう考えたかを書いてください。」

(座席表を持って机間指導。課題を書いているか確認し、「200g増える」「少し増える」「変わらない」の意見を座席表にそれぞれ「○」「△」「-」などの記号を記入する。また、文章表現が苦手な生徒と言葉でやり取りして「つまりこういうことだね。」などと言って文書表現を促す。さらにをざっと見て、「あまり書けていないが指名したい生徒、意見」「しっかり書けているので指名したい意見」「討論の後半に指名したい意見」があれば、それぞれ「1」「2」「3」などと分類して座席表に記入していく。)

「考えを読ませてもらったら、みんなの意見が3通りに分かれています。何だと思う?『200g増える』『少し増える』つまり200gは増えないけど増えるということだね。あとは『変わらない』の3つです。」など、途中で子どもたちの考えを整理する。

だいぶ書けていますね。あと2分、時計が〇〇分になるまでにします。それでは書くのはそこまでにしてください。意見を聞きますので、手を挙げてください。(それぞれ人数を数え黒板に記入)

200g増える	人
少し増える	人
変わらない	人
わからない・迷っている	人

教師 人数の少ない意見から発表してください。Aさんどうですか?

(座席表に記入したメモを見て意図的に指名)

- A 200g増えると思う。スポーツドリンクが200g体の中に入るだけだから、スポーツドリンクそのものの重さは変わらない。だから200g増える。
- B 変わらないと思う。体の中に入ってすぐは体の重さにはならないと思う。時間がたつと少し増えるかもしれないが、飲んですぐは体重は増えない。
- C 少し増えると思う。飲んで体の中に入ると吸収される。吸収された分は重さに入らないから、その分減る。

教師 それぞれの考えがわかりましたか？では、意見を聞いてどう考えましたか？（私の場合、この後ノートは書かせていない。）どの意見が正しいと考えたか、もう一度どれかに手を挙げてください。（予想が当たるか当たらないかではなく、なにがわかったかを実験後に書くことができるようになっていることが大切。）

教師 では、実験してくれる人は前に来てください。

教師 結果とわかったことを書いてください。

（書き終えた生徒に順に読ませる。）

教師 理科では重さのことを「質量」と言いましたね。200gのものは、体に入っても、吸収されても、そう、200gのままだね。では、いくつか実験を見てもらいます。ペンを置いて、体を前に向けてください。

教師 （教卓に実験器具を置いて）ここに置いてあるものは何？そう、レンガです。そしてこのはかりを台ばかりと言います。今、2.5kgを指しています。では、レンガをこう置いたら、何kgになりますか？（実験）

教師 物体の向きを変えても、質量は？

教師 （教卓に実験器具を置いて）20gの砂糖があります。ビーカーを含めて200gある水に溶かしたら、全体は何gになりますか？（小学校で学習している）（実験）

教師 物質を水に溶かしても、質量は？



教師 (教卓に実験器具を置いて) 30gの木片があります。ビーカーを含めて200gある水に浮かべたら、全体は何gになりますか？(実験)

教師 物体を水に浮かべても質量は？今日わかったことをノートにまとめてください。



※こんな実験もあります。



3時間目

教師 (アルミニウムと銅を手で持ってから次の人に回すよう指示。)

今持ってもらったものが何と何かわかる？そう、アルミニウムと銅です。縦、横、高さが同じです。ここに同じ体積の水を入れたビーカーがあります。アルミニウムと銅を水に沈めると、水面が上がるよね。では、このとき水面の高さを比べると、どうなるだろうか？質問がわかりましたか？では、ノートに書いてください。



(机間指導しながら生徒の意見を座席表にメモ。同時に生徒の「重い」という表現があるので、「重さを理科では質量というよね。重い時は『質量が大きい』と書いてください。と指示。)

A 水面は銅の方が上がると思う。銅の方が質量が大きいから。

B 水面は同じになると思う。質量は関係ない。大きさが同じなんだから水面は同じになると思う。

教師 (生徒を教卓に集め、アルミニウムと銅を水に沈める。斜めからは見づらいので、椅子ごと回してすべての生徒に正面から見えるようにする。)

教師 (わかったことを発表させた後、「つけたし」を板書する。『ものが占める空間の大きさを体積という。』)

3時間目後半

準備…容器に入ったサラダ油と水、水銀・鉄球、密度表



教師 ここに水と油があります。油を水に入れます。油は浮きますか、沈みますか？

生徒 浮く。油は軽いから。密度が水より小さいから。

教師 では、ここに40cm³、32gの油と、5cm³、5gの水があります。油を水に入れると、油は浮きますか、沈みますか？

教師 (実験)密度の表を見てください。水の密度はいくら？油は？

教師 前を向ってください。ここに水銀があります。常温で液体です。

そしてこれが鉄球です。水銀に鉄球を入れると鉄球は浮きますか、沈みますか？これを課題にします。



教師 結果とわかったことをノートにまとめてください。

4時間目

準備・・・教材提示装置、プロジェクター、スクリーン、空気入れ、質量測定用ボンベ、上皿てんびん（ボンベと分銅をつり合わせておく）、メスシリンダー（1000ml）、ビーカーと砂糖、フェライト磁石2個とフィルムケース、台ばかり

教師 （ボンベを持ち）これ何かわかる？そう、実験で使った気体ボンベです。使い終わったものだから、ノズルを押しても（ノズルを押す）、出てこない。（バルブを指し）ここに金具がつけてあります。これ何かわかる？自転車のタイヤから取ったものをハンダ付けしました。空気入れで空気を入れることはできるでしょうか？できると思う人？〇〇人。できないと思う人？〇〇人。合計は〇〇人（全員挙手したことを確認）。やってみます（空気を入れ、ノズルを押してシューツという音を聞かせる）。（空のボンベを上皿てんびんに乗せ）このボンベの質量を測っておきます。「ボンベに空気を入れると、上皿てんびんはどうなるだろうか？」質問の意味はわかりましたか？では、ノートに課題を書いてください。（板書。課題は線で囲む。）ノートは私が実際に書いてみるので、必ず同じように作ってください。 ※1年生の授業での記録です。

なぜそう考えたかを発表してください。○○さん。

(以下、人数の少ない意見から発表させる。)

いまの意見を聞いてどう考えましたか？

では、確かめてみましょう。空気を入れてくれる人はいますか？前に来てください。

ノートに「結果とわかったこと」を書いてください。

(早く書き終わった生徒から指名、発表させる。)

教師 付け足しの実験があります。空気に質量があることはわかったね。でも、たとえば1ℓで何gあるか、わかりますか？では、確かめてみましょう。(ここからは上皿てんびんではなく、電子てんびんでポンベの質量を測定。1ℓを水上置換で抜き、再び質量を測定。空気が1ℓ1.2gあることを確認。同様の実験で、二酸化炭素、酸素の質量を測定する。)



教師 付け足しの実験でわかったことをノートにまとめてください。

～資料：到達目標と指導計画、課題(25時間)～

以下に、この単元の「到達目標」と授業で子ども達に考えさせる「課題」、さらに授業中に子ども達がどう考えたのか、ノートに書いたことや発言したことを示す。

到達目標 化学変化は、ある物質がなくなって別の新しい物質ができる変化である。この時、物質をつくっている原子は、その組み合わせが変わる。

指導計画と課題

(1) 酸化銀の分解

課題1 この黒い物質を加熱する。どんな変化が生じるか。

(2) 原子

課題2 酸化銀の粒子から、銀の粒子、酸素の粒子ができる様子を図に書こう。

(3) 原子と物質

課題3 原子はどのように物質を作っているか。

(4) 化学反応式

課題4 化学変化を化学式で表そう。

(5) 分解

課題5 水(H₂O)を分解する。何ができるか。

課題6 塩化銅(CuCl₂)を分解する。何ができるか。

課題7 炭酸水素ナトリウム(NaHCO₃)を分解する。何ができるか。

(6) 化合

課題8 鉄、硫黄の粉末がある。1つの物質にすることはできるか。

(7) 酸化

質問 スチールウールをてんびんの両側に下げ片方を燃やす。てんびんのつり合いはどうなるか。

課題9 酸素の入った集気びんを水面に伏せ、中でスチールウを燃やす。水面はどうなるか。

課題10 フラスコに炭素と酸素を入れて加熱する。どんな変化が生じるか。

課題11 マグネシウムを空気中で燃やす。どんな変化が生じるか。

課題12 袋に水素と酸素を入れて点火する。どんな変化が生じるか。

課題13 エタノールを燃やす。激しく反応させるにはどうすればよいか。

(8) 還元

課題14 二酸化炭素から炭素を取り出すことができるか。

課題15 水から水素を取り出すことができるか。

課題16 酸化銅から銅を取り出すことができるか。

課題17 酸化銅を炭素で還元しよう。

(9) 熱の出入り

(課題はなし。発熱反応、吸熱反応の実験とまとめのみ。)

(10) 質量保存の法則

課題18 密閉容器中で炭酸水素ナトリウムと塩酸を混ぜ二酸化炭素を発生させる。容器全体の質量はどうなるか。

課題19 水酸化バリウムと硫酸を混ぜ硫酸バリウムと水を発生させる。全体の質量はどうなるか。

(11) 定比例の法則

課題20 マグネシウムを酸化させる。マグネシウムの質量を2、3、…倍にすると結びつく酸素の質量はどうなるか。