

『初めから、原子・分子で行こう!』

～仮説実験授業の実践をもとに～

テーマを見て、「エッ!? なんで?」って思われた方が多いかもしれませんね。年度スタートの入門講座でテーマにしようなんて、どういうつもりなんだとお叱りを受けそうですね。でも、もしこのテーマに少しでも興味を持たれた方は、どうかお付き合い下さい。

* * *

◆ 「仮説実験授業」ってご存知ですか？

私は、初任の頃から退職するまで、ずっと「仮説実験授業」を授業の軸に据えてやってきました。もしかすると初めて耳にする方もおられるかと思います。板倉聖宣さん(故人)が提唱されて以来、既にたくさんの方々の実践・研究が積み上げられてきて、もうすでに60年を越えました。(因みに、板倉さん、科教協の会員でもありました。)

仮説実験授業は、今もなお、たくさんの子どもたちの支持を得て実践されています。

◆ 仮説実験授業の授業の進め方 (超概略過ぎてm(_ _)m)

仮説実験授業研究会として作成された「授業書」というものを基に授業を進めます。授業書の「問題」を読み、結果を<予想>し、<討論>し、<実験>をする過程を積み上げながら、科学の基本的な概念について理解していくことができることを一番のねらいに構成されています。また、授業をするときの配慮事項や心がけについても、子どもたちの学びの本質に根ざした運営法が提唱され、「子ども中心」の運営法として実践されてきました。

「仮説実験授業」に関する詳しい説明は、ここで詳述するだけの余裕がありませんので、興味を持たれた方は、後述の参考文献・資料などを是非お読み頂ければと思います。

◆ 授業プラン「爆発」で、中学理科との出会いを

私は、新入生との初めの1時間目で「爆発」という授業プランをやってきました。今日は、その授業プランを紹介します。(「授業書」とは違いますが、子どもたちの圧倒的な人気の授業プランの1つだと私は感じています。)

内容的には中学2年の化学変化の領域に関係しているので、違和感を覚える方もおられるかと思いますが、小学校でも、ものの燃え方については学習してきているので、その発展として扱うことができる内容でもあると思っています。

この授業を、中学校に入って初めにやるねらいは、これから始める仮説実験授業の特徴を理解してもらうこと。そして、できればわくわくやドキドキを味わってもらい、中学校の理科ってこんなに楽しい勉強をするんだぁ～と胸を膨らませてもらえたらいいなぁ～と思っています。

また、1～2時間の投げ込み授業が可能ですので、授業参観などで、「こんな授業をこれから1年間していきますよ～」ということを保護者に分かってもらうために行うこともできると思います。これまで実践してきて、保護者からも大好評で、「私もこんな授業を受けたかった」、「子どもたちが理科が楽しいという理由が分かった」といった感想を頂いたこともありました。

このプランの「読み物」の部分には、アルコールの「分子」という言葉も入っていますが、この授業では深入りせずに、小麦粉の粒と比べても比べものにならないくらい小さい粒で「目に見えないくらい小さいアルコールの粒」といった程度の扱いで進めています。

◆ 初めから、原子・分子で行こう！

2時間目からは、早速、授業書「もしも原子が見えたなら」(通称:「もし原」)を使った授業をします。その授業では、さらに空気中の分子について学習します。もしかすると、「エッ? 中学1年なのに分子とか原子とか勉強するの? なぜ?」という疑問を抱かれる方もおられるかと思います。

この点についての議論は、今回のこの講座でやるだけの余裕はありませんが、この授業書に出会ってから退職するまで繰り返し実践してきて、こちら側からの押しつけの知識としてではなく、自然を理解するための道具として、子どもたちが「原子」「分子」というものを使い始めるスタートになることだけは、確信してきました。

また、中学1年の学習では、気体の発生の学習もあり、その理解につながります。物質の溶解の学習にあたっては、固体としての結晶のイメージを原子や分子のイメージとつなげて考えることがとても重要でしょう。さらに、原子・分子によって、状態変化につながるイメージもしっかり持つことができるようになると感じてきました。今後また、このような機会があれば、それらの授業についても、ご紹介できればと思っています。

◆ ではでは、授業プラン「爆発」を紹介します

20分という限られた時間枠の中での発表ですので、最後の研究問題までは紹介できないかもしれませんが。その時は、ご容赦下さい。

それでも、この授業プランの流れをちょっとでも体験して頂いて、興味を持たれた方が、実際に授業にかけて貰えたら嬉しいです。そのための資料も別添します。ご活用下さい。

<参考文献・資料>

○仮説実験授業について

・「仮説実験授業のABC ～楽しい授業への招待」(板倉聖宣著、仮説社)1977 初版
この書籍は是非手にとってお読み頂きたいと思います。

・「科学と方法 ～科学的認識の成立条件」(板倉聖宣著、季節社)1969 初版

○授業プラン「爆発」について

・今回紹介した「爆発」のプランは、「ものづくりハンドブック」(仮説社)1988 の中に 紹介されている「圧電ポンを使った授業プラン『爆発』」の記事を元に、私が実験方法を更に工夫してやったものです。

・授業プラン「爆発」の初出は、雑誌「たのしい授業」1983 年 7 月号(NO.4)に掲載されています。

・質問2の実験方法は、岩手・盛岡仮説サークルの平賀幸光先生から教えて頂きました。

その方法は、雑誌「たのしい授業」1995 年 3 月号(NO.151)にも紹介されています。

・「授業参観も『いきいき、わくわく』でいこう!」「理科教室」2018 年 4 月号 68 ～ 73 ページ

○授業書「もしも原子が見えたなら」について

・「(いたずらはかせの科学の本⑦)もしも原子が見えたなら」(板倉聖宣著、国土社)

・授業書「もしも原子が見えたなら」(仮説社)1976 年 5 月初版

・「仮説実験授業研究」第1集(仮説社) 82 ～ 108 ページ、131 ～ 145 ページ参照

○本講座のテーマについて

・「『燃焼』から酸化・還元へ ～トコトン、原子・分子のイメージを広げたい」「理科教室」2014 年 11 月号 57 ～ 63 ページ

『一つの課題について、自分の頭で考えて、 自分なりの予想をもって、実験で確かめる』

＜理科の授業 ここがポイント＞

みんなの勉強の相手は、先生じゃないからね。
みんなの勉強の相手は、みんなだよ。
みんなと勉強を楽しむためのコツはね……、

- ① 答えを教科書の中に探すのはつまらない。自分の脳みそフル回転が最高お～よ！
- ② 「なんとなくそう思う」のも大事。経験が生きてるからだよ。胸を張って応えてね！
- ③ 他の人の話を聞いて「そうだ！」と思ったら、どんどん考えを変えてイイんだからね！
- ④ 「なんでそうなるの？」って思ったら、シメタ！そこが次の勉強のスタートなのよ！

つまり、

**間違ふことは自分の頭で考えた証拠。
思いついたら、とにかく、つぶやいてみよう！しゃべってみよう！**

ってことよ(笑)

間違っても、元気に発表してくれる人は、みんなの宝！

って思えるようになったら、「ステキ」なんだよお～♪

＜授業の進め方＞

【学習プリントを中心に進める授業の場合】

・プリントを1枚ずつ配りながら進めます。次の順に進めます。

＜問題＞ → ＜予想＞ → ＜討論＞ → ＜予想変更＞ → ＜実験＞

- ・＜問題＞を読んで、実際のものを示して、問題の意味が分かるように説明します。
- ・＜予想＞では、それぞれ手をあげてもらいます。
- ・＜予想＞の理由を話してもらってから、＜討論＞をします。
- ・友だちの意見を聞いて初めの予想が変わったら＜予想変更＞してかまいません。
- ・配ったプリント(授業書といいます)は、必ずファイルに閉じます。
- ・ファイルは持ち帰らず、授業では忘れず準備して下さいね。



の授業

【質問1】

デンプン粉（コーンスターチ）を小さい皿にとって、ライターの火を近づけたらどんなふうに燃えるでしょうか。

<予想>

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出しあい、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

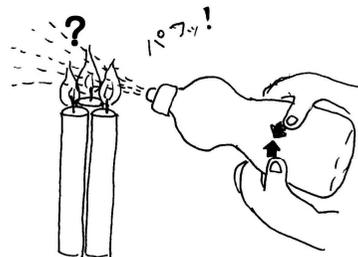
<結果>



【質問2】

デンプン粉をバラバラにして空気と混ぜて火をつけたらどうでしょう。

デンプン粉をバラバラにして空気と混ぜるには、空気にまき散らせばよいのです。



＜予想＞

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。

どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

＜実験のしかた＞

ろうそくを数本まとめてたばね、板の上に立てて火をつけます。デンプン粉を洗剤の空き容器に入れ、炎に向けて吹きつけます。

＜結果＞

「ものが燃える」のお話

ものが燃えるとは、空気の中の酸素の分子とそのものの分子とが結びつくことです。デンプン粉がかたまりになって集まっているときは、空気に触れている部分が少ないので、なかなか燃えません。太い木にはなかなか火がつきにくいのと似ていますね。燃えるものが細かくて空気とよく混じっていると、短時間に全体が反応するので、激しくあるいは爆発的に燃えます。

石炭や炭は、固まっているので表面からゆっくり燃えますが、粉になって空気中にたくさんまい上がっているところに火がつくと、大爆発を起こします。炭坑で大きな事故を引き起こす「炭塵爆発」というのは、このようなものです。

【質問3】

アルコールを小さじ2杯ほど、小さいお皿にに入れて、ライターの火を近づけたら、どんなふうに燃えるでしょうか。

<予想>

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

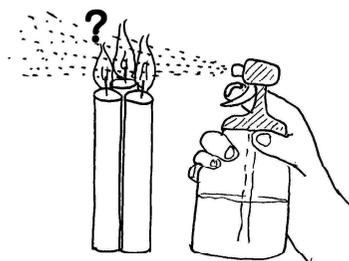
<結果>

【質問4】

アルコールを細かい粒にして空気と混ぜて火をつけたら、どんなふうに燃えるでしょう。細かい粒（霧状）にして空気と混ぜるには、霧吹きで空気中に吹き出せばよいのです。

＜予想＞

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

＜実験のしかた＞

ろうそくの炎に向かって、霧吹きでアルコールを吹き出します。

＜結果＞

【質問5】

アルコールは、ほっておくとどんどん蒸発していきます。蒸発するというのは、アルコール分子が1つ1つバラバラになって飛び出し、空気の分子の中に混じっていくことです。アルコール分子の1つ1つは、霧吹きでできた粒などよりけた違いに小さいのです。（人の目には、見えないくらい小さいのです。）

さて、アルコールが蒸発してできたアルコール分子が、空気と混じっているところに火をつけたらどうなるでしょう。

<予想>

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<実験のしかた>

下のわきに穴を開けておいた透明な筒にアルコールを入れふたをする。少したって、アルコールが蒸発した後、下のわきの穴にライターの火を近づける。

<結果>

「爆発」のお話

アルコールをお皿にとって燃やすときは、表面から少しずつ蒸発しながら燃えていきます。アルコールを木綿の糸で吸い上げて、少しずつ蒸発させながら燃やしていくのがアルコールランプです。

アルコールもデンプン粉と同じように、細かい粒にして空気と混ぜて火をつけると、激しく爆発的に燃えます。

アルコールは放っておくと、どんどん蒸発していきます。蒸発するというのは、アルコール分子が1つ1つバラバラになって飛び出し、空気の分子の中に混じっていくことです。アルコール分子の1つ1つは、霧吹きでできた粒とは比べものにならないほど小さいのです。ですから、これに火をつけると、瞬間的に全体が反応し、たいへん激しい爆発になります。

プロパンガスは気体ですからこれがガスもれなどで空気と混じっているところへ火がつくと、大爆発になります。ときどき新聞のニュースになる、家庭でのガス爆発はこのようなものです。

自動車のエンジンは、霧状にしたガソリンと空気を一度に吸い込み、ここに火花を飛ばせて爆発させ、この力でピストンを動かすのです。自動車のエンジンの中を直接のぞいてみることはできないので、フィルムケースに火花を散らせるような装置（圧電ボン）を用いて、実験を見せてもらいましょう。

※注意 これらの実験は危険なので、絶対一人でやらないでください。

「圧電ポンの発火のしくみと爆発の実験」

ガスを用いる器具に火をつけるしくみ(点火装置)には、マッチで直接火をつけるほかにいくつかの種類があります。電池を使って電熱線を熱して点火する方法や、火打ち石などと同じしくみで火花を飛ばす方法などがあります。

その他に、ガスライターなどには、レバーを押すとカチカチとなって点火できるタイプのももあります。今日の実験で使っていたライターがそういうしくみを持ったライターでした。そのカチカチとなったときに、「圧電素子」というものを使って火花を飛ばして点火するのです。

つまり、ガスはよく燃えるので、ライターのガスが空気と混じったところに、タイミングよく火花が飛ばすと簡単に点火できるというわけです。

「圧電素子」は、このタイプのライターを分解すると取り出すことができます。もし分解できたら先生に見せてもらいましょう。

このしくみを利用して作ったのが「圧電ポン」です。(誰が名づけたかは分かりません)

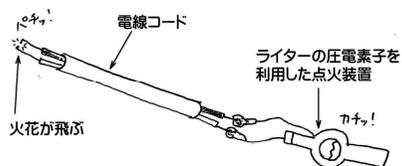
火花が飛ぶところにフィルムケースを取り付けて、その中にアルコールを入れて蒸発させ、火の代わりにライターの発火装置で火花を散らせて、フィルムケースの中のアルコールの気体の分子に火をつけようというわけです。

さあ、心の準備は良いですか？

準備ができたら、先生にやって見せてもらいましょう。

【研究問題 1】

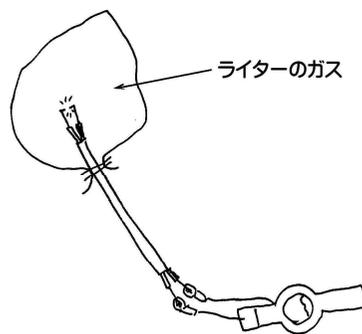
右の図のような点火装置をつくりました。
ガスライターの圧電素子を利用して火花を飛ばす点火装置です。



この点火装置をビニール袋の中に入れ、ガスライターのガスだけを入れて点火装置で火をつけたら、どんなふうに燃えるでしょうか。

< 予想 >

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

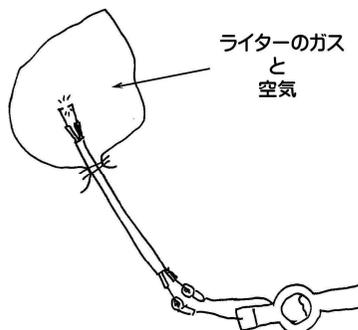
< 結果 >

【研究問題2】

今度は、ビニール袋に点火装置を入れて、ガスライターのガスをいれた後、空気もいれてゴムで止めて、点火装置で火をつけたら、どんなふうに燃えるでしょうか。

<予想>

- ア. うまく燃えない。
- イ. おだやかに燃える。
- ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<結果>

授業プラン「爆発」 mini授業ノート

菅原正志@岩手・遠野

実際の授業の進め方や実験する場合の留意点、及び実験用具の準備の仕方などを授業プランにあわせて、解説してみました。これを参考にして、実践して頂ければ嬉しいです

【質問1】

デンプン粉（コーンスターチ）を小さい皿にとって、ライター（火）を近づけたらどんなふうに燃えるでしょうか。

<予想>

ア. うまく燃えない。
イ. おだやかに燃える。
ウ. はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出しあい、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<結果>

ア. 燃えない	人
イ. おだやかに	人
ウ. 激しく	人

板書

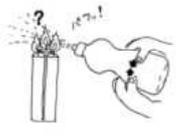
<予想>

【質問1】

- ① 問題を読みます。読みたいという生徒がいたら、読んでもらいます。いなければ、先生が読みます。
- ② 実際に、実験に使うデンプン粉を袋ごと見せて、スプーンで取り出して見せます。
「こんな感じの粉ねえ〜」
触りたいという生徒がいたら、触らせます。
- ③ 小皿にスプーンで2杯ほど、こんもり盛り付ける感じで盛ります。
- ④ ライターに、一旦、火をつけて、消した後「こんな感じで火を近づけま〜す」という風に、実演して見せます。
- ⑤ 次に、く予想をしてもらいます。
ア. うまく燃えないっていうのは、せいぜいちょっとこげる程度で、火がついて燃えたりしないってことね。
イ. おだやかに燃えるっていうのは、火がついて、ユラユラ燃えるって感じ。
ウ. 激しく燃えるっていうのは、勢いよく、バツ！って燃える感じね。
- ⑥ 「じゃあ、自分の予想に手を挙げてね」
数える前に自分の予想に○をつけたかを確認します。
黒板に人数を書きます。(←)
- ⑦ 人数の少ない順に、理由を言ってもらいます。
この段階なら「なんとなく」もOKとしましょう。
- ⑧ それぞれの選択肢の理由を話してもらったら、後は自由発言してもらいましょう。
- ⑨ 話し終わったら、予想変更がないか確認します。あつたら、「どうして変更したの？」って聞いてあげます。
- ⑩ なければ、実験です！ ここまで来れば、「実験に集中して」とか言わなくても、子どもたちは、みんな、集中してくれませう。
- ⑪ この実験は、10秒くらいしつこく火を近づけていても、盛り付けた先っちょが黒くこげるだけです。そこで、その様子をみんなに丁寧に見せて、「と言うことは、……結果は？」と聞いて、「ア」であることを確認します。
- ⑫ 結果が分かったら、結果の欄に、「自分の言葉で、見たとおりに書いてね。」と言って、書いてもらいます。「アとかイとかだけじゃなくてね」と言い添えます。
(こんな感じで進めていきます。)

(この後は、授業の具体的な子どもたちへのはたらきかけは省略して、実験などの留意点などを中心に、コメントしていきます)

【質問2】
 デンプン粉をバラバラにして空気と混ぜて火をつけたらどうでしょう。
 デンプン粉をバラバラにして空気と混ぜるには、空気にまき散らせばよいのです。



<予想>
 ア、うまく燃えない。
 イ、おだやかに燃える。
 ウ、はげしく燃える。

どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<実験のしかた>
 ろうそくを数本まとめてたばね、板の上に立てて火をつけます。デンプン粉を洗剤の空き容器に入れ、炎に向けて吹きつけます。

<結果>

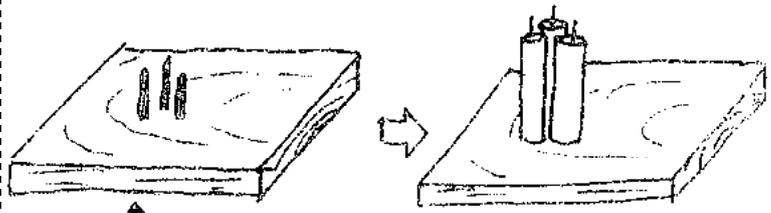
【質問2】

<実験道具>

○ろうソク立てを作ります。

・木の板を準備して、立てるろうソクの数だけ、木の板の裏から釘を打ちます。

・ろうソクは、3本くらい立てると良いでしょう。1本だと、パフッとやった瞬間に、火が消えてしまうこともよくあります。子どもたちによっては、笑いが取れますが(笑)



釘を裏から打ち付ける

○デンプン粉を吹き付ける道具を作ります。

・洗剤の空き容器をきれいに洗って完璧に乾かします。

・デンプン粉は、買って来たばかりの物はそのまま空き容器に入れて使えます。買い置きしていたものとか、以前使って置いておいたものなら、フライパンで油を引かずにそのまま軽く加熱して、湿気を飛ばしておくとも成功率が100%になります。

・デンプン粉は、コーンスターチが良いです。目が細かいからです。

・粉砂糖でもできます。粉砂糖でやると綿菓子の甘い香りが教室中に広がります。でも、この授業では、デンプン粉でやりましょう。粉砂糖でやるのは、2年生の有機物の燃焼の例などで、1年生の爆発の授業の振り返りとして、やるのがイイと思います。1年後でも、この授業を鮮明に思い出してくれるはずですよ。(興味を持たれた方は、是非、やってみてください。やるときのワクワク感が増します。

<実験の留意点>

・デンプン粉を吹き付けるとき、口元をろうソクの火の先あたりに近づけて、一気に吹き付けると上手くいきます。

【質問3】

<実験の留意点>

・アルコールの炎は、青白くユラユラと燃えるので、天気の良い日の日中だと、教室が明るすぎて、よく見えないことがあります。

そのときは、カーテンを引いて、電灯も消して実験しましょう。

・アルコールを入れた皿は、教卓にイスを挙げてその上で見せるなど、見やすくなるように工夫しましょう。皿を手で持ってやると、手が熱くなって慌てます。(←ボクの失敗談)

【質問3】
 アルコールを小さじ2杯ほど、小さいお皿にいれて、ライターの火を近づけたら、どんなふうに見えるでしょうか。



<予想>
 ア、うまく燃えない。
 イ、おだやかに燃える。
 ウ、はげしく燃える。

どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<結果>

【質問4】
 アルコールを細かい箱にして空気と混ぜて火をつけたら、どんなふうに燃えるでしょう。細かい箱（霧状）にして空気と混ぜるには、霧吹きで空気中に吹き出せばよいのです。

<予想>
 ア、うまく燃えない。
 イ、おだやかに燃える。
 ウ、はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<実験のしかた>
 ろうそくの炎に向かって、霧吹きでアルコールを吹き出します。

<結果>

【質問4】

<実験の留意点>

- ・吹き付けたときの火の勢いがスゴいので、テーブルの端側にロウソク立てを置くとか、テーブルに石膏ボードなどを敷いて、その上にロウソク立てを置くなどの配慮をして下さい。
- ・吹き付ける直前に、別方向に向けて、霧吹きの出方をチェックしてからやりましょう。
- ・吹き付けるときは、躊躇せずに、一気に吹き付けるのがコツです。躊躇してやると、手にアルコールの液が垂れたりすると危険だからです。(今まで、そういう事態になったことはありませんが、もし、生徒がやらせてって言うてきたら、その点を注意してあげて、別方向で、何回か吹き付ける練習をさせてからやることです。)
- ・吹き付けるときに、注意して欲しいことは、吹き付ける先に生徒がいないようにして下さい。これは絶対です！ ボクは、生徒の最前列と平行な方向に向けてやります。それでも、最前列の子どもたちは、「あつっ！」って言います。
- ・吹き付けたときの炎の中心の色が青くなります。青白く光る炎の温度は、**1000℃**以上になっていることを教えます。

【質問5】
 アルコールは、ほっておくとどんどん蒸発していきます。蒸発するというのは、アルコール分子が1つ1つバラバラになって飛び出し、空気の分子の中をまわっていくことです。アルコール分子の1つ1つは、霧吹きでできた粒などよりけた違いに小さいのです。(人の目には、見えにくい小さいのです。)

さて、アルコールが蒸発してきたアルコール分子が、空気と混じっているところに火をつけたらどうなるでしょう。

<予想>
 ア、うまく燃えない。
 イ、おだやかに燃える。
 ウ、はげしく燃える。



どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<実験のしかた>
 下のわきに穴を開けておいた透明な筒にアルコールを入れらる。少したつて、アルコールが蒸発した後、下のわきの穴にライターの火を近づける。

<結果>

【質問5】

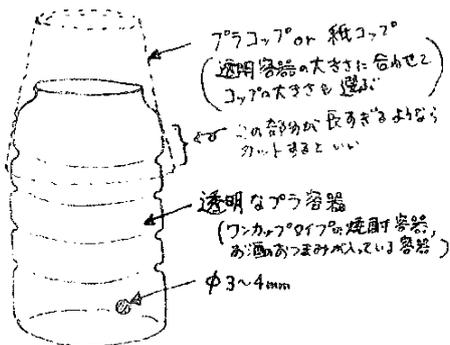
- ・「アルコール分子」という言葉も入っていますが、この授業では深入りせずに、小麦粉のひと粒と比べても、比べものにならないくらい小さい粒で「目に見えないくらい小さいアルコールの粒」といった程度の扱いで進めています。「空気の分子」についても同様な扱いで進めます。
- ・ボクの場合は、この授業を終えた次の授業から、仮説実験授業研究会の授業書「もしも原子が見えたなら」をやるので、「原子」や「分子」については、そこでさらに勉強します。

<実験道具の工夫>

- アルコールを吹き付けて爆発させる透明な筒をつくります。
- ・この透明な筒は、これまで理想科学工業の印刷機「リソグラフ」のインクのタンクの筒を使ってきました。今は、このタイプのものが手に入らないので、今回、この講座をするにあたって、別のものを活用しました。
- ・チョット小さくて迫力に欠けますが、自販機などで売ったりしている物で、お酒のおつまみなどが入った透明なプラスチック容器がとても良いです。もう一つは、ワンカップタイプの焼酎のプラスチック容器も良いです。
- ・その容器の下側の下から**2~3cm**位の高さに、直径**3~4mm**程度の穴を開けます。穴の明け方は、太めの針金をガスバーナーなどで加熱して、先を押しつけて融かして穴を開けます。(ドリルなんかを使うよりずっと簡単です)
- ・ふたは、透明なプラコップか紙コップを上からギュッとかぶせる感じでOKです。

<実験の留意点>

- ・霧吹きで筒にアルコールを吹き付ける前に、事前にアルコールを人肌程度に温めておくと失敗しにくくなります。



圧電ポンの実験

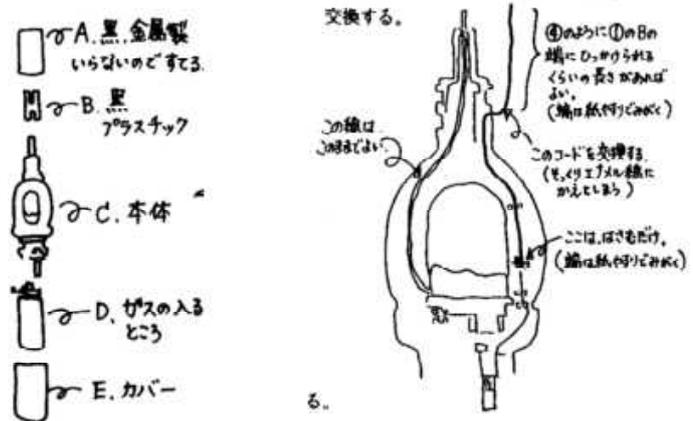
<圧電ポンの作り方>

詳しくは、別添の資料を参考にして下さい。

<チャッカマンミニの「圧電ポン」の作り方>

①まず、チャッカマンミニを分解する。

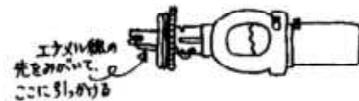
②Cを開いて、コードをエナメル線と交換する。



③フィルムケースのふたの穴を開ける。



④B～Eまでを組み立て直し、フィルムケースのふたをつければ出来上がり。

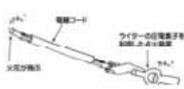


<実験の留意点>

- ・フィルムケースにアルコールを霧吹きで軽くひと吹き入れる。アルコールが多すぎるとフィルムケースがとんでいった先で、ゆらゆらとアルコールが燃えていることもあるので、ボクは、アルコールをふき入れたあと、フィルムケースを軽く振って、余分な分をふるい落としてからふたをしています。これで十分です。
- ・ふたをしっかりとらしたら、手で包むようにして温める。夏であれば、アルコールが温まった状態なので、ほんのちょっと(5秒程度)手のひらで温める程度でほぼ完璧に成功しますが、冬とかクーラーの効いた部屋だとアルコールの温度が低くなっていて、温め方によっては爆発しないことがあります。アルコール自体を人肌程度に温めておく方が失敗が少なくなります。
- ・子どもたちの方には向けないことは当たり前ですね。教室の端っこまで飛んでいきます。ボクは、教室の向こう側の天井あたりをねらって打ちます。

【研究問題1】

右の図のような点火装置を作りました。ガスライターの圧電素子を利用して火花を飛ばす点火装置です。



この点火装置をビニール袋の中に入れて、ガスライターのガスだけを入れて点火装置で火をつけたら、どんなふうに燃えるでしょうか。

<予想>

ア、うまく燃えない。
イ、おだやかに燃える。
ウ、はげしく燃える。

どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<結果>

【研究問題2】

今度は、ビニール袋に点火装置を入れて、ガスライターのガスをいれた後、空気もいれてゴムで止めて、点火装置で火をつけたら、どんなふうに燃えるでしょうか。



<予想>

ア、うまく燃えない。
イ、おだやかに燃える。
ウ、はげしく燃える。

どうしてそう思ったか理由を出し合い、話し合ってみましょう。その後、実験を見せてもらいましょう。

<結果>

【研究問題1】、【研究問題2】

・この研究問題については、1時間の中で、ここまでやるのは難しいかも知れません。もし、時間が許されるなら、後々の燃焼の学習にもつながる内容なので、やってみることをおすすめします。

<実験の留意点>

・この問題では、「ガスライターのガス」を入れて、と書いてあります。ガスライターのガスは、一般には、ボタンガスの場合が多いと思いますが、炭素と水素の化合物で、分子も大きいので、爆発したときの熱量が大きいく、扱う量に注意が必要です。

・ボクは、この部分の問題を別の扱いで行うことも多いですが、その時は、水素ガスを用いてやってきました。中学校だと実験用の水素のガス缶が常備してある所が多いと思うので実施しやすいかなと思います。それに、水素の場合は、燃焼の混合比の範囲がものすごく広いので、次の【研究問題2】をやるときに失敗がほとんどなくなるのがイと思います。

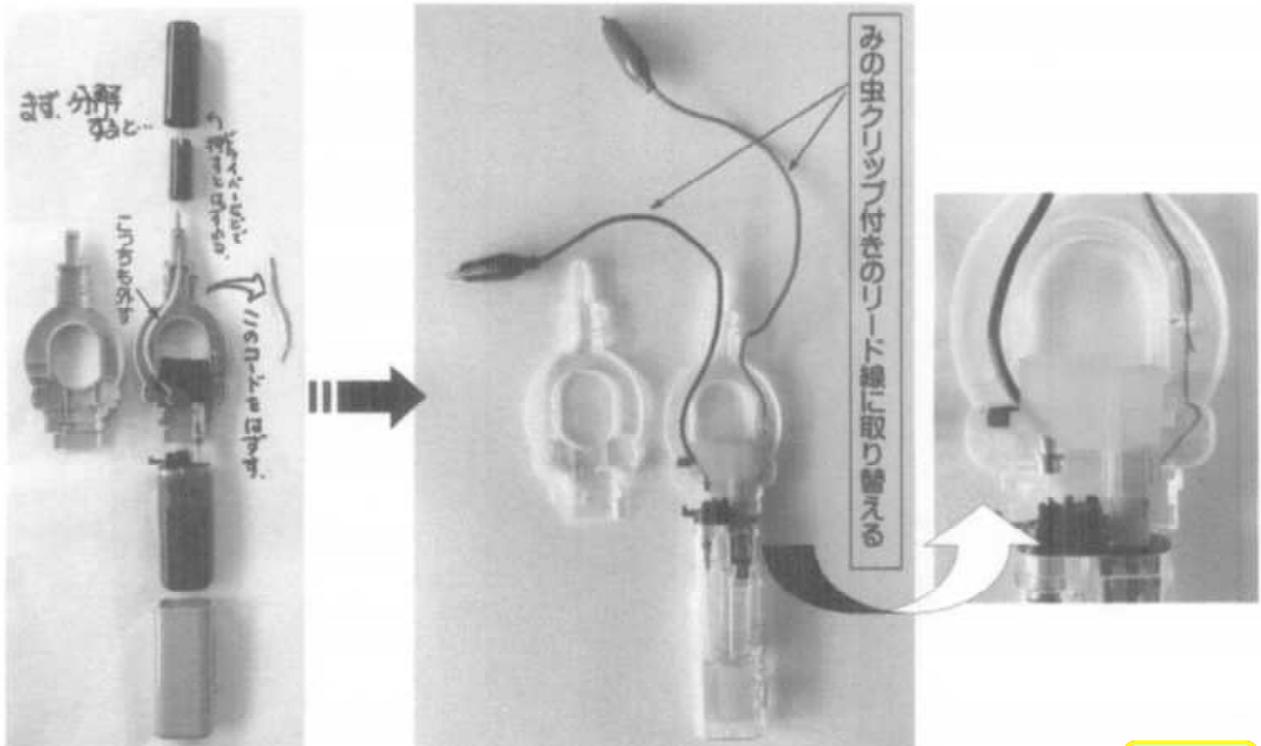
・それにつけても、扱う水素の量はあまり多くしないことですね。ガスを入れるビニール袋はせいぜい手のひらサイズの大きさのものを選びましょう。

・【研究問題1】は、水素だけでは燃焼しませんが、【研究問題2】では爆発します。点火する際は、子どもたちに近づけないようにします。また、実験する先生は、耳の位置(顔の向き)に気を付けてください。耳を爆発の向きに向けていると、爆発後「キーン」となります。要注意です。

<実験道具>

○点火装置をつくります。

・基本的には、「圧電ポン」の作り方が参考になります。



最後にお願ひです

この授業をやってみたなら、是非、子どもたちの感想を書いてもらって下さい。
感想用紙は、あとに添付しますので、それを参考に、増し刷りして配布し、自由に書いてもらって下さい。

できれば、菅原正志 宛にコピーして送ってもらえると嬉しいです。
スキャンしてpdfファイルにすることができるのであれば、メールに添付して送ってもらうのもOKです。

もし可能であれば、よろしくお願ひします。

<送付先>

郵送先

〒028 - 0776 岩手県遠野市上郷町板沢13 - 9 - 4 6
菅原正志

メールアドレス < ka2mo6g7@gmail, com >

(補足)

「圧電ポン」や「点火装置」を作成するための更に詳しい資料が欲しい方は、連絡を下さい。資料をPDFファイルにしてお送りします。連絡先は、上記送付先と同じです。

授業感想用紙（ 月 日 ）

_____年 _____番 名前 _____

※ 5(とても楽しかった)、4(楽しかった)、3(ふつう)、
2(あまり楽しくなかった)、1(ぜんぜん楽しくなかった)で
評価して下さい。

1. 今日の授業は、楽しかったか。………

2. 今日の授業の中で、わかったことや気づいたこと、思っ
たことなどについて書いてください。

3. その他、感想など、なんでもどうぞ…

**「原子・分子」を1年生から学ばせたいのは、
すべての科学の学習の基礎となるからです！
と、ボクは思っているからです。**

菅原正志@遠野・岩手

そう考えている訳を紹介します。

以下は、「『燃焼』から酸化・還元へ ～トコトン、原子・分子のイメージを広げたい」
「理科教室」2014年11月号 57～63 ページ からの一部抜粋し引用したものです。

● **原子・分子のイメージは、はじめからドンドン使いたい**

まず初めに、順序性についてです。

私は、中学1年の授業のスタートは、仮説
実験授業研究会の授業書「もしも原子が見え
たなら」から始めています。この授業書は、
原子・分子の存在を前提として、空気中の分
子を対象に、楽しく原子・分子のイメージを
思い描けるように工夫された授業書です。そ
の中では、窒素、酸素、二酸化炭素の他に、
アルゴン、ネオン、ヘリウムや水分子、さら
に、人間が生活する中で出てくる身体に悪い
分子として一酸化炭素、二酸化硫黄、二酸化
窒素なども出てきます。授業書の読み物を読
みながら、原子・分子の絵を描いたり、図に
色をぬったり、模型を作ったりしながら進め
られる授業です。(写真1)

こういう話を持ち出すと「中学1年から、
そんな学習を始めて良いのか(?)」という意
見をお持ちの方もおられるかとは思いますが、
物質の学習を原子・分子から始めることの意味は大きいと思います。

「そういう意見には賛同するけれども、実際には概念として難しい」という意見や「ど
うやって教えればいいのか見当がつかない」などの悩みも聞こえてきそうです。けれども、
このような授業書を使って、「**原子・分子のイメージ**」を広げることができるのであれば、**初め
からドンドン使っていきたい**というのが私の考えです。

「もしも原子が見えたなら」の授業をした後に、私は、いつも子どもたちに実際の生活
の場面と原子・分子のイメージを結びつけて絵を描いてもらいます。

子どもたちが、授業で学習したことをその絵の中に上手く取り入れて描いていることに
感心させられることが多くあります。例えば、ものが燃えるようすを酸素が炭素とくつつ



いて二酸化炭素になる変化としてとらえたり(図 1), 呼吸もそれに似ていることを取り上げて描いたり(図 2), たばこの煙の中に二酸化炭素を描いたり(図 3), コタツの布団を閉めきっていると一酸化炭素が発生したり(図 4), 車の排気ガスに二酸化硫黄が混じっていたり(図 5 略), 植物が水分を出していること(この時点では蒸散の学習はしていませんでした)をイメージしたり(図 6), 等々です。



図1

化学変化のなんたるかについて十分に知らなくても, 原子・分子が身のまわりの物質の基になっていることをイメージできるだけで, 物質をとらえる目が変わり, その後の学習の大きな足がかりになることは間違いないと確信してきました。

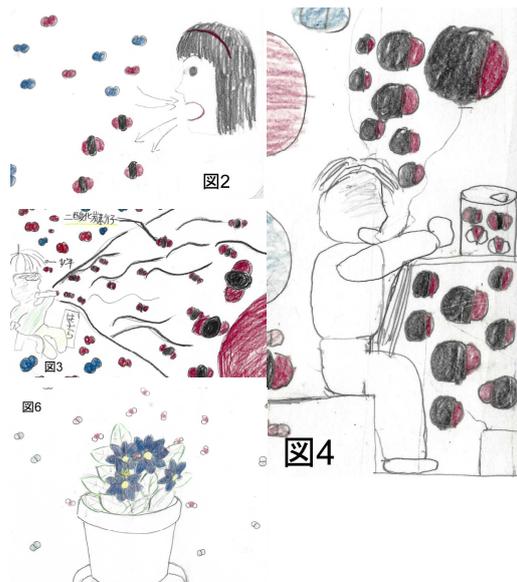


図2

図3

図6

図4

● 原子・分子はイメージを広げる道具

1年生のその後の物質の学習では, 「密度」や「状態変化」の学習へと続きますが, その基礎として「結晶」の学習を先にしています。固体(結晶)における粒子を厳密に論じるには, 一般には「イオン」の学習を待たなければならないということになるのですが, 原子の構造云々などという難しい話はせずに, 「イオンという粒子」として, 原子・分子の大きさのイメージだけを類似させながら, イメージを広げていければいいと考えています。

「結晶」の学習では, 実際にザラメを使って砂糖の結晶をつくったり, 天日塩から食塩の大きな結晶を切り出して「劈開」を体験させたりします(写真 2)。そして, 自然に結晶ができるわけをビー玉を使って結晶モデルを作りながら考えます。ロバート・フックが観察から示した結晶の基本形をもとに, 上手く組み合わせられるとミョウバンのような結晶形ができることも手を動かしながら学習します(写真 3,4)。

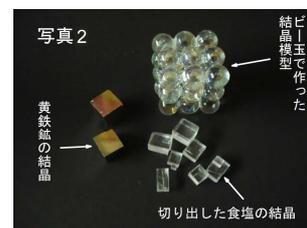


写真2

黄鉄鉱の結晶

ビー玉で作った結晶模型

切り出した食塩の結晶

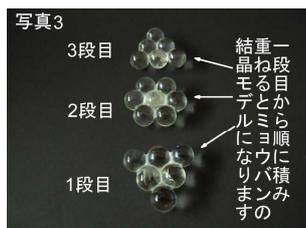


写真3

3段目

2段目

1段目

一段目から順に積み重ねると重なる結晶モデルになります



写真4

3段目

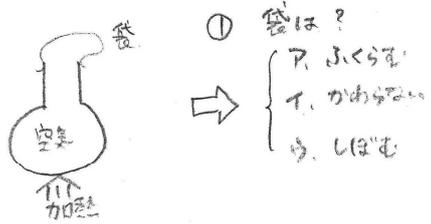
2段目

1段目

ミョウバンの結晶模型

「密度」については、ものつまり具合として、「同じ空間なのに、並べ方を変えるだけでその中に入る粒子の個数が増えられる」ことなどを簡単なモデルを使ってゲーム感覚で考えながら、密度と「粒子(原子・分子)のつまり具合」との関係性などもイメージさせます。また、いろいろなものを手に持って振らせて、そのつまり具合を体感させます。

Q. それぞれ 温度を上げていくと 気体、液体、固体はそれぞれ 体積は どうなるかな？



「状態変化」は、固体・液体・気体のそれぞれの「熱膨張」から学習を始めます。金属棒の熱膨張や水やアルコールの熱膨張を実験で確かめさせながら(図7)、その原因として、粒子(原子・分子)の運動の激しさと温度の関係についても学習します。その上で、「固体が熱膨張をし続けたその先はどうなるのか。」「液体が熱膨張し続けたその先はどうなるのか。」という問いから、温度の変化が横ばいになる意味と体積が激変する意味について考えながら、「融解」や「沸騰」という現象を学習します。

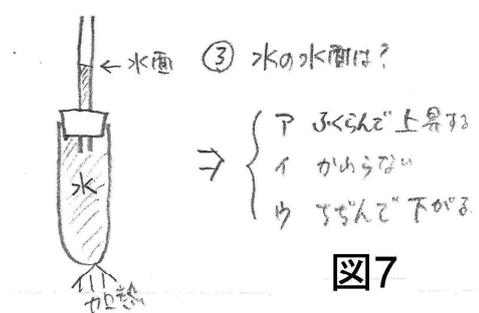
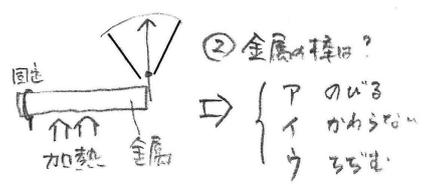


図7

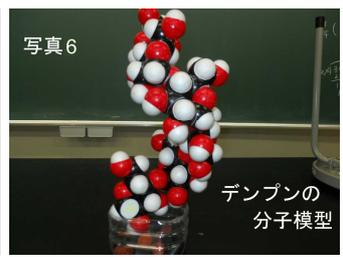
結晶の学習は「溶解」の基礎として、その学習につながっていきます。

「植物の光合成と呼吸」の学習でも、水分子模型や二酸化炭素分子模型を用いて学習します。普通の1年生の授業では、考えられないことかもしれません。小学校までは、「植物は、空気をきれいにしてくれる。」という大ざっぱな認識と、「二酸化炭素を吸って、酸素をはき出す。」という現象面だけをとらえていた子どもたちが、原子・分子をイメージして考えられるようになると、「植物の光合成で酸素をはき出すのは、酸素が余ったからなんだ。」という事実に気づき、まるで新しいことを発見したようなキラキラした目で「へえ～」と言います。

● 分子模型は必須アイテム

こんな風になると、原子記号や化学式を学習してもいいのに、どうしてそんなことが可能なかと言われそうです。ごもっともです。

ここでは、「分子模型」を持ち出して、それを示しながら授業を進めます。この「分子模型」なしでは、私のこれらの授業は成り立たないかもしれません。逆に、この「分子模型」があれば、原子記号を学ばなくても、みんなで共通のイメージを持つことができます。モデルは、すべてのこ



とを説明できるわけではありませんが、物質の見えない領域のイメージを探るための強力なアイテムです。「酸素」や「二酸化炭素」、「水」はもちろん、「ブドウ糖」や「デンプン」の分子模型をドンドン使います(写真 5,6)。もちろん、原子記号はちょっとは教えませんが、子どもたちがちょっとかしこくなった気分を味わえて、喜んで使える程度です。面倒な化学式なんかは、無理して扱いません。これらの分子模型は、発泡スチロール球で作します。

私の2年からの授業は、ここまでの1年生の学習が基礎となっています。