

「《原子とその分類》用授業セット」を使った

《原子とその分類》 授業ノート

1996.1 北海道たのしい授業入門講座で「授業セット」発表

1996.3 「授業ノート」初版 東日本たのしい授業フェスティバル

1996.6 改訂, 1996.9, 1999.7, 2000.1a, 2000.12 改訂版

仮説実験授業研究会・丸山秀一

授業セット開発物語

原子の魅力にとりつかれていたボクは、あるとき「《原子とその分類》の授業がうまく行かない。」という話を聞きました。ボクが思うには、この授業書をたのしむコツは、実際に多くの単体を準備することなのです。そこで、授業ですぐに使えるような「《原子とその分類》授業セット」の開発を始めました。そのセットの使い方を含めて、授業でのちょっとしたコツをまとめてみたのが、このレポートです。ご検討をお願いします。

この研究をするきっかけとなり、またいろいろとご意見を聞かせてもらうことができました海老澤良弘さん（東京）と、ボクの授業セットで授業を行ってくれて、早速授業記録を送っていただきました豊田泰弘さん（北海道）のおふたりに感謝申し上げます。

注意

セットの単体は、それほど危険なものはありませんが、小さなお子さんが飲み込んだりしないように、十分ご注意ください。特に、鉛は急性中毒の恐れがありますので、小さなお子さんの手の届かないところに置いてください。燐は、火気や直射日光に注意してください。「原子の分類」パネルを作成した際も、同様の注意を生徒さんにしてください。

セットのヨウ素溶液は市販の醤油ケースに入れてあります。たべものと間違わないよう、十分にご注意されるとともに、一度で使い切って、決して保存しないでください。

[質問 1]

「聞いたことのある原子の名をあげる」ということですから、その原子について「知っている」必要はありません。気軽に出してもらおうことです。

原子と元素の関係について授業書で触れていますが、混乱する恐れがある場合は、「原子」という言葉だけで通すと良いと思います。

自分で原子の名前を 2 ペの表に書いてもらいます。生徒さんの様子を見て回りながら、「すごい！　さんは、現在 10 個書けているね。」などと実況中継すると、たのしくできます。全然書けない生徒さんには、「今は、わからなくていいのです。これから勉強するのでから。」と言って安心させてあげてください。

ボクが教師対象の講座でこの授業書をやったときは、ふつうの理科専門でない教師で 30 ヶぐらい、化学が

1 ペ～2 ペ

第 1 部身近な原子の
いろいろ

[質問 1] 聞いたこと
のある原子の名を
あげる。

この欄には、授業書
のページや用意す
るものが入ります。

専門の大学教授で90近く書いていました。教師たちはみんな、「水素，ヘリウム，リチウム…」と周期表の順番で書くのに、びっくりしました。ボクを含め、ふつうの高校生のみなさんは、そんなこと思いもしないからです。

書いたものを生徒さんのひとりに発表してもらいながら、それを板書します。「このほかに書いた人？」と追加をクラス全体に聞いて、それも板書します。板書を見て生徒さんたちは、自分が書いていなかったものは、2ペの「追加欄」に書き加えます。

板書された原子名でおかしいものがないかを聞いて、意見などがあれば発表してもらいます。そのあと正解を言って、生徒さんたちは1ペに戻って、自分が知っていた原子の数と、クラス全体で出た数を記入します。

[科学の言葉 「単体」]

「単原子物体」というのは、わかりにくいので、「単一の種類の原子でできている物体=単体」としてはどうでしょうか。

単体のことを分かってもらうには、分子模型を使うのが一番です。例えば硫黄分子は、硫黄原子が8つついた単体ですが、 SO_2 は酸素と硫黄の化合物で単体ではありません。それを、分子模型で見ると、真っ黄色な硫黄分子と、赤の原子が混じっている二酸化硫黄の色による違いで、単体かどうかの区別が容易に付きまです。同様に、いくつかの分子模型を見てもらうと、単体かそうでないかの違いをすぐに理解してもらえます。

3ペ

科学の言葉「単体」

- ・用意するもの
分子模型各種

[ダイヤモンドと石墨の話]

「でも、同じ原子でできている単体は、みんな同じものかということ、そうではないのです。たとえば・・・」

実際にダイヤと石墨を見せます。石墨は、乾電池を分解して見せますが、鋳物の石墨があっても良いでしょう。ダイヤは、指輪や工業用ダイヤ（「ガラス切り」など）を用意すると良いです。鋳物標本や「モースの硬度計セット」などにも入っていると思います。

分子模型で見ると、硬度の違いの理由がはっきりと分かります。実際に、石墨（電池の電極）を紙の上でこすると、線がかけるのですが、これは、分子の層がはがれてきているのだということが分子模型から分かるのです。ダイヤは、他のものところすりあわせて硬いことを体験してもらっても良いでしょう。

「ダイヤが燃えたので炭素原子だけからできているのがたしかめられた。」という話が出てきますが、「燃えた」というだけでは、「炭素原子だけからできている」とはいえません。「燃えてできたのが、二酸化炭素だけだった」と分子模型を見せながら、補足してあげても良いでしょう。

北海道室蘭市で「間違ってゴミと一緒に捨てたダイヤが焼却場で発見された。」という事件がありました。ダイヤは、燃えなかったのです。ダイヤは、常圧で900度ぐらいで燃えてしまうわけですが、室蘭市の焼却炉の温度は700度程度だったので、燃えなかったというわけでしょう。硬度もあり、燃えにくいダイヤは、宇宙船の窓にも使われます。

・ダイヤモンドと石墨の話

・用意するもの
石墨（電池の電極でも良い）、ダイヤモンド、ダイヤと黒鉛の分子模型（セットに入っている分子の図でも良い。）、酸素分子と二酸化炭素分子の模型。

セットの石墨の分子模型図は、一枚を切り離して、もう一方に重ねます（はがせる糊で貼ると良い）。層の間の結びつく力が弱いので、層状にはがれるわけです。

DIY の店には、先端にダイヤがついたドリルやカッターの刃が売られています。ダイヤの硬さを利用したものです。ライトスコープで様子を見ると、ダイヤがちりばめられているのが分かります。また、歯科医が歯を削るドリルや、眼科用のメスの先にもダイヤは使われています。

マッチ棒を紙ヤスリなどでこすっても火をつけることはまずできません。（何人かの生徒さんにマッチと紙ヤスリを渡して、火がつくか挑戦してもらったのしいです。）マッチに点火しているのは、箱のすり板に塗られた燐だからです。

昔のマッチは、黄燐マッチで、マッチの頭薬に黄燐が使われていました。これは、どこでこすっても火がつきました。（西部劇などでよく見るマッチがそうです。）しかし、黄燐は有毒で、しかも自然発火することもあるので、世界的に黄燐マッチは禁止されました。それで今のマッチは「安全マッチ」という文句で売られています。

アメリカなどでは、黄燐マッチのような「どこで擦っても火がつくマッチ」を使っているようです。そういうものを黄燐マッチのイメージ例として、見せてあげると良いでしょう。

[質問 2]

生徒さんたちがほぼ × をつけ終わったら、ヒントとして「 は 25 ヶつくはずです。」と上げてあげると良いでしょう。いろいろな物質名が出てきますので、「これはなァに」と聞かれると思いますが、ここで答えてはいけませんが、発表してくれる生徒さんがいたら、話してもらおうのもよいでしょう。

5 ペ

・用意するもの
ダイヤモンドドリル
などとライトスコープ（セットのドリルの拡大図でも良い）

・用意するもの
ふつうのマッチと
「どこでもすれる
マッチ」（セットに入っています。）、
紙ヤスリ、燐の単体

6 ペ

[質問 2] 原子とそうでないものを分ける

・用意するもの
物質名カード（厚紙に張る。裏に磁石を付けると良い。必要に応じて拡大コピーしたり、ルビを振ったりしておくこと）

物質名が書かれたカードを，順番に「多数決をします。をつけた人，手をあげてください。」と聞いていって，黒板に張り分けて行きます。

そのあと「おかしいものがあつたら，指摘してください。」と指摘してもらって，7 ページを読んで，答えをはっきりさせます。

原子については「どういうもの？」と聞かれても，まだ説明してはいけませんが，原子名以外の物質については，説明して良いでしょう。ただ，あとで硬貨の問題が出てきますので，「黄銅は 5 円玉」などといわないように注意が必要です。

[元素の話]

ウランよりも大きな原子番号の原子は，すべて人間が人工的に作り出した放射性原子です。原子の種類は，学会で確認されているもので 109 種類あります。しかし，原子番号 104 番から 109 番までのものは，まだ性質がはっきりしないため，名前がつけられていません。

全種類の魚の名前を覚えることはできませんが，「魚の仲間」というのが分かるだけで，「うろこに被われていて，えらがあつて，卵を生む。」というように想像できるようなものです。

[質問 4]

本当は [質問 3] です (印刷のミス)。ここでも「知っているものは書いてみましょう」ですから，わからないものまで無理に予想することはありません。ここは，特に出し合うことはせず，さらっと進んでよいでしょう。

7 ペ

「原子の名前とそうでないものの名前」

8~9 ペ

「元素の話」
セットに最新の周期表
があります。

10 ペ

[質問 4] 単体の状態
の予想

「原子記号の話」

ドールトンの原子に寄せる思いがたのしいです。
原子記号の覚え方を、ここで簡単に説明しておく
と良いでしょう。

生徒さんの関心によっては、ここから毎時間「原
子記号ビンゴ」をしてあげると良いです。また、セ
ットに入っている「原子記号カルタ」もおすすめで
す。

第2部

[問題1]

まず、金属の定義「金属光沢がある。電気をよく
通す。」を確認します。板書しておくとうまいでし
ょう。

これも、「多数決」で金属か金属でないかを分け
ておいて、おかしいものを出し合います。実際に単
体を配って、CDシングルケースに入れた「単体置き
場」に貼ってもらうと良いです。

ここで「金属かどうか」は、定義に基づいて実験
で決着が付きます。意見が分かれるものがあつたら、
単体を見てもらって、金属光沢の有無や電気を通す
かどうかを実験して決めます。

電気が通るかどうかを示すには、授業書《自由電
子が見えたなら》で使うような、電池と豆電球をつ
ないだもので十分です。

ナトリウムは、実際にナイフで切って、金属光沢
を見てもらうと良いです。ただし、ナトリウムに触
れたりしないように、十分に注意を与えてください。

カルシウムやマグネシウムは、表面がさびて金属
光沢を失っている場合が多いので、紙ヤスリで削っ
て、見せてあげてください。

11~14 ペ

「原子記号の話」

・用意するもの

セットの「ドールトン
の原子」図。

セットの「原子記号の
覚え方」を人数分印
刷しておく。

15~16 ペ

第2部

[問題1] 金属とそうで
ない原子に分ける

・用意するもの

セットの「1億倍の原
子カード」(厚紙に
張り付けます。これ
もゴム磁石を付ける
と良いです。) 「単
体置き場」CD ケース
豆電球と乾電池 (電
気を通すかどうか調
べるのに使います。)

ナイフ

セットの単体各種とナ
トリウム、大きめの
コップと水 (ナトリ
ウムの小片を入れる
のに使います。)

シャーレか灰皿 (ナ
トリウムなどを入れて
見せます。)

「金属と非金属の話」

ナトリウムを、水にいれるときは、ナトリウムの大きさに注意が必要です。おおむね、米粒大ぐらいまででしたら大丈夫ですが、それ以上の大きさのものを水に入れると、破裂して金属ナトリウムが飛び散ったりすることがあり大変危険です。飛び散ったものは、強アルカリですから、目に入れば、失明の恐れもあります。大きめのビーカーに水を少量入れてナトリウムを入れ、生徒をビーカーから遠ざけてから実験してください。

ナトリウムが小さいと、発生した水素に火がついても、たいした迫力がないので、ついつい「次は大きなものを」となりがちですが、それが一番危険ですので注意してください。

[問題 2] お金に使える金属

「材料として硬貨に使われたことのある金属」を選ぶものです。「日本だけでなく、世界中で」ということです。生徒さんたちが、とてもよく興味を示してくれるところなので、実際の単体を見ながら、意見を出してもらおうと良いでしょう。

[お金と金属のいろいろ]

ここでは、実際の単体やお金を見せてあげてください。コインについて調べるには、日本貨幣商協同組合『日本貨幣カタログ』1300円が便利です。コインの成分も載っているのです。この本は、書店扱いでは手に入りませんので、コイン屋さんで買ってください。

「貴金属」という言葉は、「不活性金属」にしたほうがよいと思います。ただ一般的には、貴金属です。

17～19 ペ

「金属と非金属の話」

20 ペ

[問題 2] お金に使える金属を選ぶ

21～23 ペ

「おかねと金属のいろいろ」

・用意するもの
金属単体各種（セットに入っています）、
『日本貨幣カタログ』各種コイン（ニッケル貨と錫貨は、セットにあります。）

科学の言葉として「活性」「不活性」の定義をしておく必要があります。

できたら、実際のコインなどをたくさん見せてあげてください。写真でもかまいません。特に、ニッケル貨の旧50円玉、錫貨幣、銀貨の旧百円玉は用意すると良いでしょう。錫貨は、表面がぼろぼろになっていて、硬貨に向いていないのがよく分かります。財政が苦しくなると、こういった質の悪いお金も作られるわけです。鉛を貨幣に使った例としては、907年発行の「延喜通宝」や958年発行の「乾元大宝」などで、50%以上の鉛を含んだものがあるそうです。（授業書『おかねと社会』より）また、江戸時代の地方貨（領内通用を目的）にも鉛の貨幣があり、1863年の「細倉当百」などです。鉄の貨幣では、たとえば1739年の寛永通宝があります。銅の不足を鉄で補ったのです。また、鉄製の一文銭もあり、1860年には、四文銭も鉄で作るようになったそうです。（『おかねと社会』より）

マグネシウムは、セットのリボン状のものを燃やして見せます。とてもまぶしく感じるのは、紫外線が出ているからです。見つめると目に悪いです。

また、マグネシウム末を少量、ティッシュにくるんで火をつけると、電気花火のようになります。煙がすごいので、室内でやる場合は、教師がやってみせるだけにとどめた方がよいです。

また、カルシウムやナトリウムは、火をつけると燃えてしまいます。その様子を見せてあげても良いでしょう。ナトリウムを金属スプーンで加熱するとすぐに解けてしまうのもおもしろいと思います。

カルシウムが水に良く溶けるのも見せてあげてください。

・鉛は、板状のものも見せて柔らかさを実感してもらってください。また、釣りのおもりをペンチなどで叩いてつぶすのもたのしいです。

・用意するもの
マグネシウム粉末、
ナトリウム、スプーン、ライター、カルシウム、コップと水

[問題3] 非金属原子で不活性のもの

授業書《もしも原子がみえたなら》をやっている場合は、簡単に答が出るでしょう。

「不活性気体の話」

「貴ガス」というのは、貴金属の「貴」と同じ意味です。「希ガス」というのは、不活性気体の存在量が少ないのと、ほかの物質と反応しないので発見が遅れたため「まれな気体」という意味でつけられたのでしょう。ここでも「不活性気体」という名称が一番良いと思います。《もしも原子がみえたなら》をすませている場合は、ここは、さらっと済ませて良いでしょう。そうでない場合は、各気体が使われているものを見せてあげるのが一番です。

ネオンは、ネオンサインやネオンランプを見せてあげてください。ネオンランプの中には、ネオンが入っていて、ネオンの気体放電の色で光るようになっています。セットに入っているネオンランプに、電源装置から交流 100V を流してみてください。電圧を上げると、ピンク色に輝きます。点灯しているときに衝撃を与えたり、直接 100V を流すと破裂する危険がありますので、注意してください。

ヘリウムは、おもちゃ屋で売っている「風船のえさ」というヘリウムボンベを風船などに入れて教室に浮かべてみるのが一番です。また、液体ヘリウムは、 -269 度以下ですので、絶対温度 -273 度プラス4度ということになります。

アルゴンは、電球の中に入れられています。フィラメントと化合せずにフィラメントの蒸発を防ぐ働きをしているのです。蛍光灯のグローランプが紫色に光るのは、アルゴンの気体放電の色です。松田純典さん(福井)の情報によりますと、グローランプと電球を

24 ペ

[問題3] 不活性気体を選ぶ

25 ~ 26 ペ

「不活性気体の話」

・用意するもの
ネオンランプ(セットの中に入っています。)、電球、グローランプ、ヘリウムガスボンベと風船、色鉛筆、塩素ガス、気体の分子模型

電源装置を準備しておく必要有り。

ヘリウムとアルゴンも教材屋を通してボンベで買うことができます。マリスが扱っています。

グローランプに直接 100V をつなげると破裂することがあるので注意。

直列につないで、100Vを通すと、紫色のグローを安定して見ることができます。

塩素や窒素の単体については、次の[質問]で出てくるのですが、この「お話」の中に出てきますので、ここでやってしまった方がよいでしょう。

塩素の気体は、色が付いているので、ぜひ見せてあげてください。ただ、塩素は有毒ですので、実験室で集気瓶の中に少量の濃塩酸と過マンガン酸カリウムを入れて塩素を発生させて（加熱の必要なし）、ガラス板でフタをしてものを、教室に持ってきて見せると安全です。別にチオ硫酸ナトリウム（観賞魚用の脱塩素剤として市販もされている）の水溶液を用意しておき、塩素の必要がなくなったら、それを集気瓶に注げば塩素は中和されます。

市販の「まぜるな危険」とある洗剤（漂白剤）とトイレ用洗剤の「サンポール」をまぜても塩素が発生しますが、あの独特の色はこの方法では見ることができません。

塩素の入った集気瓶に、蛍光マーカーで書いた紙やきれいな花びらなどを入れると、あっという間に、漂白されるのが見えてたのしいです。

窒素は、酸素と比べて他の原子と結びつく力が弱いので、ポテトチップスなどの袋に入れられています。安価で安全だからでしょう。保存をより確かにするためには、不活性気体を封入します。

「窒素肥料」の分子模型を見れば、窒素は単体ではなく、分子を作る原子として入っているのが分かるでしょう。

26ページの「気体分子の図」は、《もしも原子がみえたなら》をやっている場合には、色塗りをすると良いです。

・用意するもの

塩酸、過マンガン酸カリウム、集気瓶、チオ硫酸ナトリウム水溶液

蛍光マーカー

特に黄色のものが見事に消える。

セットの「窒素肥料分子図」を利用

[質問]のこりの非金属原子

各単体の色を知っているものは、出し合ったり、知らないものは、軽く予想してもらおうといいです。そして、実際に単体を見てもらうことによって、決着をつけてゆきます。

「非金属原子の話」

酸素、水素、窒素は、ボンベ入りのものがありますので、それを見せて「無色・無臭」なのを見せてあげても良いのですが、あまりおもしろくないので、省略しても良いです。

でも各気体単体（塩素を除く）をチャック付きのポリ袋に入れて渡してもたのしいです。ポリ袋にはセットの「気体分子シール」を貼ると良いです。ネオンやアルゴンは、ネオン球や豆電球をプレゼントしても良いでしょう。

水素や酸素の液体や固体の話は、生徒さんたちが面白がってくれます。もし、液体窒素が用意できるなら、それを見せたり、液体酸素を作っても良いでしょう。

水素は、ビニール袋に入れて浮かばせてみたり、酸素を混ぜたものを爆発させてもたのしいでしょう。ただし、この水素と酸素の2:1の混合気体は、大音響で爆発しますので、覚悟のほどを（ビニール袋などで爆発させる限り、特に危険ではありません。）。ボクがいつもやる方法は、薄いポリ袋に酸素と水素を入れて密封したものを天井からつり下げます。ポリ袋にさらに糸をつけて垂らして、垂らした糸の先端に火を付けるものです。

27 ペ

[質問]のこりの非金属原子

28～29 ペ

「非金属原子の話」

・用意するもの

気体単体、ポリ袋

セットより「気体分

子シール」硫黄と

炭素の単体、試験

管に入れたヨウ素、

ヨードチンキ

ヨウ素は、実際に単体を見せてあげてください。試験管などに入れて、ゴム栓をしたものを回すと良いです。劇物ですので、直接触らないように注意してください。ヨードチンキやヨウ素でんぶん反応もを見せてあげてください。そのときに、セットにあるような手品をしてあげても良いでしょう。この手品は、簡単で比較的安全ですから、「家族の人の前でやってみたら」という「宿題」を出しても良いでしょう。

硫黄は、鉱物標本などに入っているものを見せてあげても良いです。「硫黄は毒」と思っている人が多いのですが、硫黄自体は無毒です。ただ硫黄が燃えると、二酸化硫黄という毒性があるガスになります。これは、自動車の排気ガスからも出ています。少しの硫黄をスプーンで融かしたり溶かしたり燃やしてみると良いでしょう。

「まとめ」

表をうめておしまいです。

授業が終わった後に、「原子の分類 パネル」（見本の台紙がセットに入っています。）をみんなで作るとたのしいです。台紙の上に、「単体置き場」から単体を貼って行って、ケースに入れて完成です。

気体や液体、毒劇物は、単体を貼ることができません。あとの単体は、台紙に書いてあるものを、木工ボンドで貼ってゆきます。アルミニウムやニッケルのところは、硬貨を貼ってもたのしいものです。鉛のところも、大きな釣りのおもりを貼ると良いでしょう。カルシウムは、空気中の湿気のため数日でぼろぼろになってしまいます。

・セットの手品をぜひ

ヨウ素溶液が多すぎると色が悪くなります。

・「パネル作り」をぜひやってみてください

別売品について

授業で使われる限りは、セットの中のを自由にコピーしてかまいませんが、私のほうで増刷も可能です。

「原子の分類パネル」用カラー台紙

台紙は、B5用とシングルCDケース用のものがあります。ご希望により「名入れ」も承ります。

「原子の分類パネル」用ケース

B5サイズのケースは、HEIKOの「クリスタルボックスC-14」(300円ぐらい)が最適です。パッケージショップでご注文ください。ただ「75個単位での注文」になるかと思いますので、少量をご希望のときは、ご相談ください。

シングルCDサイズのものを作るときは市販のシングルCD用ケースをお使いください。こちらでは一個45円でお分けいたします。

「原子記号カルタ」用品

ケースは、パッケージショップでちょうど良い大きさのものが各種ありますので、それをお使いください。もし、入手が困難な場合は、ご相談ください。

単体各種

各種単体の追加注文は、いつでも可能です。取り扱い単体は、別紙のカタログをご覧ください。

ご注文お問い合わせは、お気軽にどうぞ。また不良品がありましたら、取り替えさせていただきますので、ご連絡ください。お取り替えの際は、不良品を返却なさらないでください。

丸山 秀一

Email : kasetsu.maruyama@nifty.ne.jp
授業セット内容の最新情報はホームページにて。各種データのダウンロードもできます。 <http://www.ne.jp/asahi/kasetsu/net/>
ご意見や授業のご感想をお待ちしています。