

原子（単体）の標本

原子・周期律を感動的にイメージできる

1992.4-2000.1

仮説実験授業研究会 丸山秀一

研究概要

■ 原子（単体）の標本 とはなにか

台紙に周期表を印刷し、それを単体の性質によって色分けし、そこに実際の単体を張り付けるといったものです。

■ 研究の意義

一番の大きな目標は、「単体や周期表についてのイメージを明確にする。」ということです。教科書等で、原子や周期表の学習をしても、それはいきいきとしたイメージにはつながりません。それどころか、聞いたことも見たこともない単体の名前ばかりを聞いているうちに、それが実在するものかさえあしやく感じられてしまうかもしれません。「すべての物質は原子からできており、その原子を性質によっていくつかに分けられる」ということを感動的に学ぶには、やはりその実物があった方がよいのです。

そこで作ってみたのがこの 原子（単体）の標本 なのですが、生徒さんたちからはもちろん、教師からもとても歓迎されました。多くの教師にとっても、実際の単体を見るのは初めてだったのです。

また、この標本では、周期表上に単体を張り付けているため、各単体の性質を調べることが容易にできます。たとえば、「金属はみな金属光沢を持ち、電気をよく通す」ということも、この標本を使えば、容易に確認してみることができます。

どんなすばらしい研究や実践でも、それが他人にマネのできないようなものであるなら、それはあまり意味のあるものとは言えません。そこでこの研究では、「だれでもできるように」ということを配慮し、単体などの供給についても手配をしています。

ご検討をお願いします。

■ ご注意

- ・本研究には、危険な単体も使うことがあります。その取り扱いには、十分ご注意ください。（資料編「危険な単体の扱いについて」も必ずお読みください。）
- ・研究のための引用や転載を大いに奨励いたしますが、このレポートを転載・引用する場合は連絡をいただけるとうれしいです。

研究物語

■ 研究略歴

- 0.1版 1992.4 板倉聖宣先生・仮説社，榊原郁子先生へ
- 0.2 1992.5 札幌たの教サークルで発表
- 0.3 1992.5 北海道仮説実験授業合宿研究会で発表
1992.6 四ヶ浦弘さんと連絡。小笠原智さんより情報
- 1.0 1992.7 仮説実験授業研究会全国大会（長野）にて発表
- 1.1 1992.9 札幌たのしい授業体験講座で 原子の標本 の講座
- 1.1a 1994.10 日高地区高等学校連盟理科部会にて発表
- 2.0 1994.10 日高地区高等学校連盟報告用に改訂
- 2.1 1995.1 仮説実験授業研究会全国大会（仙台）にて発表
- 3.0 1995.7 板倉聖宣先生のアドバイスで希土類原子も全部入れる。
- 4.0 1996.1 台紙をB4に拡大。未公開バージョン。
- 5.0 1999.12 サイエンスシアター版
2000.1 レポートを大幅に書き換え。

■ 5.0版について

サイエンスシアターの実験セットの中にこの「原子の標本」が含まれることになり，平野孝典さんと打ち合わせをしながら，シングルCDのケースを使い，希土類原子を裏に持っていた台紙を作成しました。また子どもたちも手にすることが予想されるため，毒性のある単体は，すべて張り付けないことにしました。

貴金属単体をすべて入手すべく，金属加工会社に相談しましたが，この方法では金額的に全く無理であることが判明いたしました。

謝辞

■ 原子（単体）の標本 発想に関する謝辞

最初のアイデアをいただいた四ヶ浦弘さん，アイデアを膨らませてくれた，「空気中の分子一億倍モデル」作成に関わった，坂明さん，野村泰裕さん，豊田泰弘さん，特に製作を手伝わせてくれた豊田さん，「いろいろな種 標本シート」でアイデアを決定的なものにしてくれた竹内徹也さん（もともとの発想は『たのしい授業』No.69の肥沼孝治さん「種の標本づくり」だそうです。），夢をかきたててくれた「単体の写真つき周期表」を作ってくれたタイムライフ社，「惑星の模型」の作り方を教えてくれた小笠原智さん，それを素敵に作ってボクに自信を持たせてくれた平取高校の生徒のみなさん，そして，直接のきっかけである 原子とその分類 の授業書を作った仮説実験授業研究会のみなさま，特にいちいち参考にした『原子とつきあう本』の板倉聖宣先生，以上のみなさまに深く感謝いたします。

■「原子（単体）の標本」製作にあたっての謝辞

周期表の使用を快く承諾していただいた板倉聖宣先生と仮説社，とくに丁寧なご返事を書いてくださいました竹内三郎社長，『原子とつきあう本』での「単体の価格」などいちいち参考にさせていただきました板倉聖宣先生，単体についていろいろ教えてくださり，アルドリッチ社を教えてくださいました榊原郁子先生，金属箔について先駆的な研究をしていて，その成果を大変役に立てることができた四ヶ浦弘さん，箔の供給先でもあり，また大変親切にいろいろと教えてくれたカタニ産業（株）の中島さん，薬品のカatalogを快くくださいました関東化学（株）札幌支店の奥田さんと（株）タナカの大日向さん，試作版を実際に作ってくれたみなさん，特に感想までいただいた札幌たの教サークルのみなさん，『がくゆう』の記事のことを教えてくれた小笠原智さん，『がくゆう』の記事を書かれた吉村七郎さん・板倉聖宣さん，小学校での「立体周期表」の授業で大変勇気を与えてくれた赤間由美さん，商品化に大変気を使ってくれ，ケースのアドバイスをしてくれた豊田泰弘さん，ケースの手配などに活躍してくれた秋元直美さん，そして実際に製作にあたってくれた生徒のみなさん，以上のみなさまに深く感謝申し上げます。

■その他の謝辞

このような「謝辞」を書くにあたりまして，宮地祐司さんの「謝辞とはなにか」『たのしい授業』NO.117（仮説社）がきっかけであることを申し添えておきます。そのすばらしい記事を書いてくれた宮地さん，そしてボクのまったくの趣味のような研究を，ボクが新任のころより常に暖かい目で見守ってくれ励ましてくれた，石郷岡淳一先生，お二人に深く感謝申し上げます。

■そもそもの始まり

本研究のアイディアは，四ヶ浦弘さんの「金属箔の使いみち(*1)」を読んだことに始まります。「周期表に金属箔をはる」というアイディアは，「単体のイメージがしやすくて良い」と思ったのです。その後，豊田泰弘さんらの 原子の弁当箱(*2) などの標本作り，竹内徹也さんの いろいろな種(*3) でのたのしさがなかなか忘れられなくて，他のものでもできないかと思っていました。

また，《原子とその分類》の授業書をたのしむときは，いつも単体を生徒さんたちに配っていました。生徒さんたちは，喜んでくれますが，筆箱などに入れておくだけでしたので，「標本」のようにできないかと考えていたのです。仮説社でも取り扱っている，タイムライフの単体の写真付の周期表がイメージしやすくとても気に入ったのも，このような標本を作るきっかけでした。

ただ，このような単体の標本は，あまりにあたりまえで「誰かがすでに作っているのではないか」「そのうち誰かが作ってくれるだろう」と思っていました。でも，どうもそう

ではないようです。(もし、先駆者がおられましたら、ぜひお知らせください。)また、単体、とくに金属の単体は、「並べたところでみな銀白色で違いがなくておもしろくないだろう」(四ヶ浦さんも「銀色の金属箔は見かけもかなり似かよっており(*1)」と書いています。)とされていて、実際に並べてみる気がしないのでした。ところが今年も、《原子とその分類》を授業することになって、昨年作った《宇宙への道》での「太陽系惑星模型」がとても素晴らしい出来だったこともあり、「単体の標本」を試作してみる気になりました。そして、実際に金属の単体を いろいろな種 のように並べてみると、金属の単体は、互いにそっくりどころか、色とか様子が微妙に違っていておもしろいのです。まわりの人たちに見せると、評価は上々。「これはいける」と思って、単体を集めたり、レイアウトを考えたりしました。

■単体探し

単体は、「あまりたくさんの種類は集めることはできないだろうな」と思っていたのに、予想以上のたくさんの物が手に入ることが分かりました。板倉聖宣先生の『原子とつきあう本』(仮説社)によると、「関東化学(株)のカatalogには、53種類の単体がのっている」そうです。でも、金額の問題や粉末しかなかったりで入手困難なものもあり、比較的簡単に教材屋などで集められるもの(固体のみ)は、20種類といったところでしょう。

そんなとき、サークルの小笠原智さんが「『がくゆう』に 元素を集めよう という記事がのっていた」と教えてくださいました。それは、吉村七郎さんと板倉聖宣さんの記事で、「身近の単体で単体になっているものを集めよう」(*4)という話です。内容をちょっと紹介しますと、こんな感じです。

Cu コードの中の銅線 Fe はさみ Ag 食器 Al 一円玉 Pb つりのおもり
W フィラメント Ni 昔の硬貨 Au ゆびわ Zn 乾電池の内部の筒
Hg 体温計 C 炭 P マッチの側薬

実は、はじめボクも、これと同じことを考えたのです。「Feは、釘をはる。Alは、一円玉・・・」というようにです。でも、あまりたくさん集めることができそうにないのと、他の試薬の単体とバランスが取れない(貼り付けるスペースの問題もあり)ので、結局諦めました。それでも、こういう「身近な単体」(*9)という標本を別に作ってみようかとも考えています。

岩見沢仮説サークルの赤間由美さんは、以前に立体周期表の授業を小学生とやられて、その中で「家電のカatalogから元素をさがす」(*5)ということをやっています。「Coは、電気剃刀の刃」というような発見があって、なかなかたのしいです。

■板倉聖宣先生の周期表を使う

単体が結構集まると、問題はレイアウトです。最初は、「いろいろな種」のように、ただ単体を並べるだけでしたが、すぐに普通の金属、貴金属、半導体・・・などと分けて並べるようになりました。そうするとやはり「似た者どうし」があることがわかったりして、たのしいのです。そこで周期表の上に単体を置いてみたら、周期表の持つ意味がさらにはっきりしてくるような気がしてきました。そして実際その通りで、周期表の上に並べるのが一番おもしろいのです。

次は、周期表を色分けしたくなりました。「金属、非金属」のように分けてみたり、「固体、液体」などのように分けてみました。このあたりはすべて、板倉聖宣先生の『原子とつきあう本』での周期表を使っています。ほかの周期表でも良いのですが、やはり一番慣れ親しんでいるのが、板倉聖宣先生の周期表なので、これを使いたかったのです。結局、板倉聖宣先生の「立体周期表（仮説社）」(*6)と同じように、「ふつうの金属、活性金属、貴金属、半導体、不導体、不活性ガス」にぬり分けました。

こうしてできたのが 原子（単体）の標本 です。できてみると、多くのひとに紹介したり、生徒さんたちに「ものづくり」としてたのしんで欲しくなるものです。そして、「クラス分セット」などとして販売・供給したくなります。そこで気になるのが、周期表の著作権のことでした。

めんどろなことは嫌いなので、普通の周期表を使おうとも思ったのですが、どうしても板倉先生でないとしっくりきません。ボクは、「失礼なのかな」とびくびくしながら、板倉先生と仮説社にあて周期表の使用許可を申請する手紙を出しました。その結果、「使用を認めます」という丁寧なお返事（著作権料などについても記載あり）をいただくことができたのです(*7)。これで著作権についてもすっきりさせることができました。とってもよかったと思っています。ここで再び、快く承諾していただいた板倉聖宣先生と仮説社のみなさま方に感謝いたしたいと思います。

■単体を安く、種類をたくさん・・・

最初にはりつけた単体は、20種類ほどで、ちょっとさびしいものでした。また、単体を供給するにしても、いちいち教材屋から買っていたのでは、ものすごく割高になります。（メーカーから薬品を直接買ったなら、教材屋を通したときの半額以下だったということがありました。）安く手に入れるためには、直接薬品メーカーから買ったほうがいいのです（売ってくれないところが多いでしょうけど）。でも、なかなかたくさんの単体を扱っているメーカーがありません。

そうしていると、北海道仮説実験授業合宿研究会のときに、教育大学の榊原先生から、アメリカのアルドリッチ社の厚い薬品のカタログを貸していただいたのです。それを見た

ボクは、とても驚きました。関東化学の50種類どころではありません、ほとんどすべての単体がそこで手に入るのです。ボクは、とても興奮して喜びました。「これで、すべての単体が手に入るぞ」と。早速、アルドリッチ日本支社に電話してみると「日本の薬品会社を通して注文してくれ」という冷たい返事。「そうすると割高になるんだけだな」とボクは思いました。ただでさえ、アルドリッチ社の薬品は、値段が高めなのです。

「それなら、日本のメーカーに徹底的にあたってみよう」と思ったボクは、大きな薬品会社に電話しまくりました。しかしどこも、たくさんの単体を扱っているというメーカーはありません。しかも「教材屋を通してくれ」という返事。ただ関東化学は、とても親切でカタログ『Kanto Chemicals』をいただけたうえに、「アルドリッチ社のも手に入る」と教えていただきました。

結局残念ながら、多くの単体は、試薬としては日本のメーカーでは手に入らないことがわかりました。特に、塊状のものが手に入りません。粉末なら、結構な種類が入手可能なのですが、粉末では、ちょっと単体のイメージが難しいので、あまり使いたくないのです。どうしても塊状の単体を入手したくなったボクは、教材屋を通して、関東化学を経由してアルドリッチに注文を出すという正規のルートで10万円以上の単体の注文をしました。吉村七郎さんが大会などで販売しているCoの単体も、「カナダから輸入した」そうですから、なかなか日本では手に入らないものなのです。

ところが注文した単体が届いてびっくり。40万円近い請求書がきたのです。関東化学に電話して聞いたときは、「アルドリッチ社のカタログの値段を日本円に換算した値段だ」と言われたので、1ドル=130円（当時）ぐらいで計算して、「1ε（十数）万円ぐらいだろう」と思っていたのが、なんと「1ドル=280円で計算する」という関東化学の一方的な返事。教材屋さんもびっくりして「普通なら手数料をたくさん頂くのですが、今回はこういうことですので、5000円だけ頂きます」といってくれました。（とにかく40万円も出費するのですから、大変でした。全国大会も迫っていたので、単体を販売することにして出費を回収しようとしてしました。全国大会では、おかげ様で多くの方が、たくさんの単体を買ってくれ、10万円分ほど売ることができました。）

ただ不思議なことに、ほとんどの単体を大量にならば日本の企業が扱っているのです。『原子とつきあう本』に紹介されていますが、Coなどの金属の相場が、トン単位などで新聞にのっています。ですから、もっと調べるとトン単位で買っている企業から、分けてもらうこともできるのかも知れません。でも、どういう企業が買って、どういう用途に使っているんだろう？

また、金属箔としてなら、日本でも多くの単体が入手可能なのです。詳しいことは、四ヶ浦さんの資料(*8)に書かれています。ですから、箔の材料としての金属単体を入手する方法があるのかも知れません。

そんなとき、四ヶ浦さんが「竹内金属箔工業の会長さんと話してみると、金属単体の入手について相談にのってくれるよ」と教えてくださいました。そこで早速その竹内会長さ

んと連絡をとって、お会いすることになりました（全国大会の途中、長野から東京まで走りました。）。会長さんはとてもたのしい方で、いろいろなお話をしてくださいました。そして、金属単体の供給について協力して頂けることになり、見積りをお願いしたのです。これで金属単体の供給のめどが立ったわけです。（しかし、その後回答をいただけないままです。四ヶ浦さんによると 箔の供給は中村理科を通して ということになったようです。また現在は会社名も変わっているようです。）

現在の単体は、そのほとんどを日本のメーカーから正規のルート（つまり定価）で買っています。というのも、日本の多くのメーカーを知ることができたからです。それは、学校に出入りしていた薬品屋さんが偶然にも分析試薬の卸し屋で、その大日向さん（（株）タナカ）が、ボクの研究の話にとっても関心を示してくれて、薬品メーカーの分厚いカタログを何冊も持ってきてくれたからです。

特に（株）高純度化学研究所のカタログは、元素別に分類されていて、まさにボクの研究にピッタリのものでした。また、ここの試薬は、注意書きなどの説明書が非常にしっかりしていて、とても使いやすいものでした。しかも、アルドリッチよりも値段が安いものが多いのです。もう単体の安定供給には、何の不安もなくなりました。

また石郷岡先生からの情報で、同和鉱業（株）でも、いくつかの単体を供給していることが分かりました。同和鉱業は、こちらの問い合わせにとっても親切に対応してくださいまして、感謝しています。

このようにこれからは、安価で供給して行く道が見つかって行くとうれしいと思います。

■箔の入手

比較的簡単に手に入るといっても、高価な単体は、ちょっと困ります。そこで高価な単体は、箔をはり付けようと考えていました。どんな高価な単体でも、金属なら箔にすることができるのです。そして、箔はそれほど高価なものではありません。高いPtですら、10平方センチのうすい箔にしまえば、一枚300円程度（販売は100枚単位）です。箔については、かなりの部分を四ヶ浦さんにアドバイスしていただきました。そして、メーカーから直接安く入手することができたのです。「研究の先駆者の業績を引き継ぐと、こうもよいのか」と感激すると同時に、四ヶ浦弘さんには、深く感謝する次第です。金属箔の入手先としては、ぜひ「四ヶ浦商会」（四ヶ浦さんの「おみせやごっこ」の「屋号」）をご利用ください。（四ヶ浦さんから、筆者の方でも「箔を供給してよい」とのお許しを頂きました。そこで「原子の標本」用の金属箔に限り、筆者の方でも現在供給することにしていきます。）

ただまれにしか産出しないものや貴金属の大部分は、それでも高価過ぎて、まだ 原子の標本 用に供給するのが難しい状態です。

■フルカラー台紙の製作

こうしてできた 原子の標本 なのですが、その後、あちこちで作ってもらって、色塗りがとにかく大変なのがわかりました。色塗りを手抜きすると、明らかに仕上がりが悪いのです。そこで、カラーコピーも考えましたが、コピーの原版をきれいに作るのも骨が折れる仕事です。まして、ボクは、そういう美術的なものには、全く自信がありません。

そうしているうちに、自分の結婚式のパンフレットを作る仕事があって、パソコンに結構な額を投資したときに、 原子の標本 の台紙をパソコンを使って作ることを考えました。幸いにも、プロが使っているようなパソコンのソフトや機器が素人でも買える値段になってきていました。ソフトに5万円、フルカラープリンターに8万円を投資して、きれいな台紙を作ることができたのです。これで台紙の供給も可能となりました。

使い方

「使い方」といっても、「こういうものをボクが欲しかった」という理由だけで作ったものですから、使い方については、あまり考えていないのが正直なところでは。

授業書《原子とその分類》や『原子とつきあう本』完全準拠です。授業書をやって、この標本づくりをすれば最高。気体の単体は貼るわけにいかないのだから、『もしも原子がみえたなら』で分子模型づくりをしてみようといひでしょう。もちろん装飾品として「家宝」にもなります（なにせ他に類のないものですから）。

はじめにやすりなどで削ってピカピカにした金属をはり付けておき、「どれが一番さびやすいか」などというのを見てもみるのもおもしろいと思います。また、テスターで電気伝導度を調べてみたり、磁石がつくかどうかを調べるのもよいでしょう。

もちろん原子や周期律の授業にもぴったりで。

参考・引用文献

全般的に

「仮説実験授業」とは、1963年に板倉聖宣氏（国立教育研究所）らによって提唱された科学教育改革のための理論と授業運営法。「授業書」とは、仮説実験授業のための一種の指導案・教科書・ノート兼用の印刷物。詳しくは、『仮説実験授業のABC』（仮説社）をぜひお読みください。筆者は仮説実験授業研究会会員。

* 1 四ヶ浦弘「金属箔の使いみち」『たのしい授業』No.49 仮説社

* 2 いろいろなバージョンがあるようですが、ボクが持っているのは、

仮説実験授業研究会，坂明原作，野村泰裕改定，豊田泰弘再改訂・再レイアウト，
「空気中の分子の一億倍モデル」1989.7.15。

- * 3 竹内徹也「いろいろな種 標本シート」「楽市楽座 商品 カタログ」『たの
しい授業』No.91 仮説社
- * 4 吉村七郎・板倉聖宣「科学少年団しんぶん 元素を集めよう」
『がくゆう』第50号 麦の穂出版
- * 5 赤間由美「原子の立体周期表 で楽しむ法」レポート，1990.1
- * 6 板倉聖宣「原子の立体周期表」仮説社 立体周期表の型紙です。
- * 7 詳しいことは，拙作のレポート「著作権を考える」を参照のこと。
- * 8 四ヶ浦さんは，金属箔の研究に多くの資料を書かれています。
「金属箔の世界」「金属箔のサンプルつき周期表」（箔の入手先がのっている）
など。どれもみな大変参考になります。また関連する授業プランとして 分析学
入門 も大変興味深い内容ですので，ご一読をおすすめします。
- * 9 その後このアイディアは，《原子とその分類》で「原子の分類パネル」をつくる
ことで結実した。

また， 原子（単体）の標本 作成にあたって，以下の本から，「台紙の周期表」「単
体の覚え書き」「単体の値段」など，多くの部分で転載引用参考とさせていただきました。
この研究は，この本なくしては，考えられません。いつも素晴らしい本を書いてくださっ
ている板倉聖宣先生とその出版社である仮説社に，再び感謝申し上げます。

板倉聖宣 『原子とつきあう本 原子（単体元素）のデータブック』仮説社

■ 本資料についての連絡先

ご意見，ご感想などをお寄せいただけたら，嬉しく思います。レポートの最後に宛先を
のせておきます。お気軽にお願いいたします。

原子（単体）の標本 資料編

2000.1版

北海道・丸山秀一

- 0. 「原子の標本」の作り方
- 1. 危険な単体の取り扱いについて
- 2. 「原子の標本」を作られた方の感想
- 3. 単体の値段
- 4. 単体の覚え書き（板倉聖宣『原子とつきあう本』仮説社より）
- 5. 原子（単体）の標本 第2版原版
- 6. ケースの型紙

0. 作り方

これは初期のレポートに載っていたものです。現在ではキットではなく、完成品の供給ですので、参考資料としてここに載せました。（*6と*9のマークの参照先は9ページです。）

作り方

（最初のものはモノクロ版でした）

■周期表の色塗りまで

まず画用紙に印刷（コピーの方がきれいです）された周期表に色をぬります。うちの生徒さんたちはすでに「立体周期表」（*6）を作っていますので、それを見ながらぬればよいのですが、そうでない人は、何か見本を見ながらぬらなければなりません。仮説社の「立体周期表」を参考にしてください。

色をぬるときは、原子記号などの印刷された文字のところは、なるべく避けるようにぬるとよいでしょう。濃くぬったほうがきれいなのですが、疲れますし、文字が読めなくなるので薄くぬったほうがいいのかも知れません。（現在は、この色をぬる作業を省略した「カラー版台紙」を供給中です。）

色をぬったら、厚紙（表紙紙）で裏打ちします。一部の原子名などが空白になっているバージョンもありますが、これは、「あてっこ」するためです。「全部の原子名を表示したほうがよい」ということもありますので、空欄を作っていない台紙と2種類の様式を用意しています。

■単体をはり付ける

単体を木工用ボンドではり付けます。そして、裏に各単体の覚え書き（資料編参照）をはりつけて、製作者のサインをして完成です。

単体のはり付け方

塊になっている単体は、ボンドをつけ過ぎないように注意して、そのままはり付けます。ピンセットなどを使うとよいです。大きな塊は、ペンチなどで碎きます（このとき各単体の密度や硬度を実感します。）。粉末しかないものは、両面テープにまぶしたものをはり付けます（四ヶ浦さんがこの方法で、硫黄などを「金属箔の周期表」(*9)にはっていました。ボクの供給している単体には、原則として、粉末のものはありません。）。金などの高価なものは、箔をはり付けます。箔をはりつけるときは、割り箸の先に針を付けたものを使うと便利です。よく広げてからはらないと、はがれてきます。

困ったのは、ヨウ素と毒物と活性金属です。ヨウ素は、すぐに昇華してあたりを紫色に染めてしまいます。さらにヨウ素は劇物なので、はるのをやめたほうがよいでしょう。毒物（砒素、セレンなど）もやめるべきでしょう（資料の「危険な単体の取り扱いについて」を参照のこと。）。活性金属では、カリウム、ナトリウムなどは危険（劇物）でもあるし、空気中ですぐに酸化してしまうので諦めました。カルシウムも、数日で空気中の水分を吸ってぼろぼろになってしまいます。マグネシウムもそのうちさびてしまいます。ただ、ヤスリで擦って金属面を出してからはってやると、結構長い間ピカピカのままでいます。この方法もお試してください。でも、これらの活性金属は「空気中ですぐに酸化してしまう」というのが、おもしろい気がします。また、そのままはり付けて表面が真っ白になったものでも、カッターで表面を削るとピカピカの金属面が見えてきます。ですから、そのままはることにしました。鉛なども酸化してしまいますが、やはり表面を削ると金属面が現われます。

■ケースを組立る

周期表を厚紙にはったら、次はケースを作ります。ケースは、最初まわりにバルサで高さ1cmぐらいの枠をつけるだけだったのですが、見栄えと保存の関係から、OHPシートでケースを作る方法を開発しました。

また、豊田泰弘さんから「プラスチックのケースを使ったらどうか」とアドバイスをいただきました。しかし、なかなかちょうどよいケースが見つからずに、現在に至っています。

26cm角のOHP用のTPシートから、ピッタリサイズのケースを作ることができます。型紙にあわせてTPシートに傷を付け（カッターの刃のない方で線を引く）、折りたたんでセロテープ（スコッチテープの方がきれいだし保存も利く）でとめると完成です。とてもきれいなケースとなります。

ここまでで2時間弱で作れると思います。色塗りが必要ない場合は、1時間で十分できます。

1. 危険な単体の取り扱いについて

単体の中には、劇物や毒物に指定されているものもあります。原子（単体）の標本では、それほど危険なものは使っていませんが、子どもがむやみに口の中に入れたりしないよう、十分ご注意ください。また、燃やすと有毒ガスを発生する単体がありますので、けっして焼却しないでください。また、この標本に単体を追加しようと思われる方などは、各単体の性質に十分ご注意ください。この標本で使っていないものも含めて、特に注意が必要な単体（常温で気体の単体は除く）を以下にあげておきます。

また応急措置などについては、以下の図書をご覧ください。

・参考にした図書は、以下の通りです。

厚生省薬務局安全課編『新版増補 毒物劇物取扱の手引』時事通信社

毒物劇物について詳しい。

西勝英監修 西玲子ほか『薬・毒物中毒救急マニュアル改訂4版』

医薬ジャーナル社

毒性のあるもの全般についての本。医者立場から毒物を見た本。

1) 毒物

毒物とはおおよそ、半数経口致死量（次の量を飲んだ体重50kgの人のうち半数が死ぬ）1.5g以下、半数経皮致死量5g以下のものと考えて良い。飲み込んだり、素手で触れたりしないようにする注意が必要である。原子（単体）の標本には入れないほうがよい。

・黄燐 P

大変危険（自然発火もする）なので、この標本では赤燐を使っている。

・水銀 Hg

蒸気を吸入することを避けること。

・セレン Se

特に粉末を吸入しないようにする。吸入するとのどを刺激し、ひどい場合は肺炎を起こす。強熱すると酸化して大変危険な物質（気管支炎、肺水腫、皮膚の黄変・痛み、角膜への障害）となる。けっして焼却しないこと。

・ヒ素 As

粉塵を吸わないように注意する。単体のままでは、さほど危険ではないが、酸化すると少量でも猛毒（呼吸困難、皮膚カイヨウ、結膜炎）となる。けっして焼却しないこと。

2) 劇物

劇物とは、毒物ほどの毒性はないが、皮膚・粘膜に対する刺激が強いもの。やはり、毒物と同じような注意が必要である。

・カリウム K

空気中で爆発の危険がある。皮膚についた場合は、強アルカリとして腐食する。燃焼してできた酸化物も同様に皮膚などを刺激するので注意。

・ナトリウム Na

空気中の水分と反応して強アルカリの物質となる。カリウムと似た性質を持つ。

・ヨウ素 I

蒸気を吸わないこと急性（めまい，頭痛，気管支炎）・慢性（消化器障害，貧血，コウガンの萎縮）中毒のおそれ。皮膚，衣服など触れたものをすぐに紫色に染めてしまう。金属を腐食する。

3) そのほかの注意すべき単体

・アンチモン Sb

酸化物（劇物）は、粘膜を刺激するので焼却しないこと。

・カルシウム Ca

水をかけたりすると水素を発生して溶ける。特に目に入れないように注意すること。

・カドミウム Cd

化合物は劇物。酸化物を吸入すると、粘膜を刺激し、頭痛などの中毒を起こす。焼却しないこと。

・鉛 Pb

小さな子どもが飲み込んだりしないように注意する。急性中毒の恐れがある。化合物に劇物があり急性・慢性中毒となる。

・クロム Cr

燃やしてはいけない。化合物は劇物で中毒のおそれ。

・バリウム Ba

化合物はほとんどが劇物で神経に作用する毒性がある。

2. 実際に作られた方の感想

1) 高校2年生のみなさんの感想（抜粋）

たのしかった

・いろいろなものが見れておもしろかった。今まで見たことのない物質

- ・ 見ることでよかった。 さちえさん
- ・ いろいろな形や色がみれてたのしかった。 森田君
- ・ いろいろな原子を見れたし触れたので、おもしろかった。 かすみさん
- ・ たのしかった。いろんなものをつけて、おもしろい。 小岸君
- ・ 単体をはり付けるのがたのしかった。 長井君
- ・ 金属をはるのがたのしかった。ケースはめんどくさい。 ゆかさん
- ・ いろんなきれいな単体をつける作業がたのしかった。 めぐみさん
- ・ いろいろなものをはりつけることが、おもしろかった。 かずみさん
- ・ 色塗が、子どもの頃に帰ったみたいでたのしかった。 小林君
- ・ 色をぬるのがとにかくたのしかった。 斉藤君

原子が分かった

- ・ ものをはり付けるのがたのしかった。これを作って、いろいろなものが分かった。 長井君
- ・ いろいろな原子が分かった。 ゆみえさん
- ・ 原子名と単体が一致したこと、いろいろなことが分かったことがたのしかった。 ともこさん

2) 教師の感想

札幌たの教サークルで、みなさん（教員）に作ってもらって、感想を書いてもらいました。作ってもらったのは、一番初期のもので単体13種です。

- ・ 色をぬるのがめんどくさいと思ったけど、できてみたら大満足。
- ・ 色を薄くぬる指導が必要。印刷されている字が読めなくなった。
- ・ 原子がぐっと身近に感じられた。宝石みたいで、大切にしたい。
- ・ 実物をつけるのはたのしい。単なる暗記ではなく、印象に残る。
- ・ きれい。
- ・ 手軽に作れてよいです。
- ・ 金と銀しか分からないけど、たのしいです。
- ・ かしこくなった気がしました。
- ・ もっといっぱい付けたい。
- ・ 金と銀しか分からないけど、たのしいです。
- ・ バーっと作って、一個ずつ説明を聴いたら、きっとかしこくなるんじゃないかな。

3．単体の選び方（単体の値段）

さて実際には、生徒のみなさんにこの標本を作ってもらいたいわけですから、ひとクラス分の単体を用意しなければなりません。単体は種類によってかなりの値段の開きがありますし、同じ原子の単体でもその形態によっては、これまたかなりの価格の開きがあるのです（石墨とダイヤモンドなど）。また粉末か塊かといったこともあります。単体を選ぶ基準は、

- ・純度がそれなりに高いこと（少数以下の純度にまではこだわらない）
- ・はりやすい形状や大きさであること（結晶か塊状がいい）
- ・手に入りやすいこと（価格が手頃も含む）
- ・授業書に出てくる単体であること

たいした基準ではありませんが、これらの基準で選ぶとよいでしょう。

教材屋さんからは、代表的なメーカーの薬品カタログが入手可能です。

特に、

『Kanto Chemicals』 関東化学（株）

は、板倉聖宣先生が『原子とつきあう本』の中で引用しているもので、教材屋で入手可能な単体は、だいたいこれに載っているものに限られます。

また、分析試薬の専門メーカーや問屋に頼むと、より多くの単体が載っているカタログを入手できます。

『総合カタログ』 （株）高純度化学研究所

は大変便利です。

本格的に単体を集めるには、なんといっても世界的に有名な、

『Aldrich catalog handbook of fine chemicals』

Aldrich chemical company, Inc. USA

が便利です。載っていない単体がないぐらいです。ただし、値段も最高ですが。

単体の価格表

筆者が作成したアルドリッチ社での単体の価格表（一部）です。

（省略）

費用はどれくらいかかるのか

教材屋で入手可能な単体に絞れば、かなり安く済ませることができます。ひとクラス分（50人分）、単体20種類で、1000円ぐらいでしょうか。しかし、それを35種類の単体のセットとすると、ひとクラス分1,0000（一万）円ぐらいにもなります。

以下の単体につきましては、安定供給が可能ですので、お問い合わせください。（在庫切れのときはしばらくお待ち願うこともあります。）

B, C, Mg, Al, Si, P, S, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, (As, Se),
Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, (I), Ta, W, Pt, Au, (Tl), Pb, Bi
() 内の単体については入手可能ですが, 毒劇物などのため扱っていません。

■ 本資料についての連絡先

ご意見, ご感想などをお寄せいただけたら, 嬉しく思います。またお問い合わせも, お気軽にどうぞ。

丸山 秀一

ホームページによるサポートを開始しました。

<http://member.nifty.ne.jp/kasetsu-net/>

お問い合わせはメールでどうぞ。

Kasetsu.maruyama@nifty.ne.jp