

今回は県立神戸商業高等学校の石川正樹先生に、理科研究部の生徒とともに起こった「明石海峡漂着物調査」についてお書きいただきました。

「昨年度アンケートより」では教育研修所主催の実習教員講座参加者より出されたご質問にお答えし、実験時の廃液回収方法等を取りあげました。また、「実験室からのレポート」として、当日の講座でも「作成方法を知りたい」との要望が出ていた「分子模型製作用角度定規の作り方」を掲載しています。

「明石海峡漂着物調査」

兵庫県立神戸商業高等学校 石川正樹

はじめに

現任校に赴任した2年前の初夏、休部中だった理科研究部に部員が入りました。顧問を買って出ていた私は生徒と何か研究をしようと思ったのですが、新入部員は理科に特別な興味があるわけではなく、全般にインドア志向で野外で遊ぶ経験の少ない生徒ばかりでした。そこで、まずは海に連れて行くことを目標に始めたのがビーチコーミングでした。

ビーチコーミングとは、浜辺で貝殻などさまざまな漂着物を拾い集めながら散策することをいいます。拾い集めたものの由来をあれこれと思案したり、集めたものからアクセサリなどをつくったりすることもあります。その年の夏から生徒たちとはじめたビーチコーミングを基にした調査を紹介します。

神戸商業高校は明石海峡大橋を校舎の窓から間近に眺めることができます。そこで、調査場所を明石海峡大橋の少し西にある砂と小石の混じった200mほどの自然海岸である西舞子海岸にしました。この海岸は学校から近いだけでなく、大阪湾と播磨灘を潮流が行き来する明石海峡に面しているので、様々なものが漂着すると考えたからです。当初は、季節ごとにいろいろな生物が打ち上げられるのだろうと期待したのですが、浜辺は海藻とゴミばかりで期待した成果は得られそうにありませんでした。しかし、海外製のペットボトルや牛乳パックなどが毎月のように流

初めて理科実験を担当される皆さんへ

○実験準備、薬品取扱い等について

⇒『理科実習助手のための実験準備マニュアル 改定版』、『NETWORK』をみる

実習教員部会が作成した『…マニュアル 改定版』には実習教員の仕事に必要な実験準備、試薬の保管や調製など様々な仕事の注意点や工夫が載っています。各校にCD版が配付・保管されていますのでご確認ください。またHPからも『…マニュアル』、情報誌『NETWORK』バックナンバー、研修講座「実験紹介」のまとめ等がご覧いただけます。実験準備マニュアルで検索ください。

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanua1/toppage.htm>

○スキルアップ、実習教員間の交流のために ⇒ 研修会に参加する

毎年、県立教育研修所で「実習教員のための観察・実験講座」が開催されます(今年度は11月5日(木)です。本誌最終ページをご覧ください)。支部研修会にもご参加ください。



中国 煙海市



韓国 釜山市



台湾 台南市

図 1. 西舞子海岸に漂着した海外製ペットボトル（都市名は産地を示す）

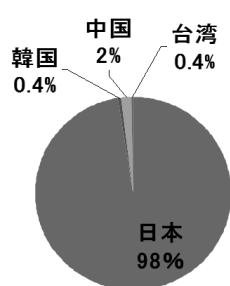
れ着くことがわかりました（図 1）。そこで、海外からの漂着物が「どこから」、「どのようにして」流れ着いたのかを調べることにしました。

調査の方法は、2013 年 9 月から翌年 9 月まで毎月 1 回ビーチコーミングをして、デジタルカメラであらゆるものを撮影すること。珍しいものは持ち帰ること。そして、ペットボトルはすべて拾い集め持ち帰ることとしました。ペットボトルについては、商品名、生産地、賞味期限の日付を記録しました。

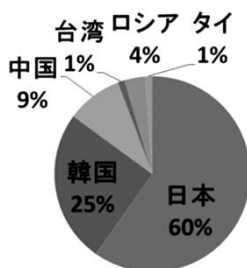
中国や韓国からの海外製品を日本に運ぶ海流は、黒潮と対馬海流の 2 つがあります。この 2 つの海流を離れ明石海峡にたどり着くには、関門海峡、豊予海峡、紀淡海峡を通る 3 つのルートが考えられます。西舞子海岸までの漂流ルートを明らかにするため西舞子海岸以外の場所でも調査を行いました。

西舞子海岸に流れ着いた海外製ペットボトルの生産地

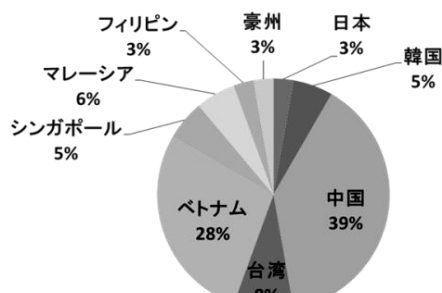
西舞子海岸に韓国製品が漂着したこと（図 1）から「関門海峡ルート」ではないかと予想し、瀬戸内海で漂着ペットボトルの調査を行いました。調査は、西舞子海岸の播磨灘側の岡山県渋川海岸、兵庫県家島、室津、そして、大阪湾側では淡路島東岸の大磯海岸、阿万海岸、和歌山市磯ノ浦海岸で行いました。その結果、播磨灘側ではペットボトル計 319 本のうち、家島でみつかった中国製 1 本を除き、すべて日本製品でした。一方、大阪湾側ではすべての調査地点で海外製品がみつかり、中国製 23 本、韓国製 2 本、台湾製 2 本、タイ製 1 本の合計 28 本ありました



西舞子
N = 494



竹野
N = 87



小浜島
N = 36

図 2. 漂着したペットボトルの生産国の割合

対馬海流が流れる日本海側（兵庫県竹野海岸）では海外製のペットボトルが 40%を占めました（図 2）。この流れが関門海峡を通るならば、瀬戸内海は西に行くほど海外製品、特に 25%を占めた韓国製品の比率が高まるはずですが、播磨灘側では海外製品の漂着物

がほとんどなく、瀬戸内海を西から流れ着いたのではないと考えられました。

では、大阪湾に流れ着いた韓国製品は関門海峡を通らず、どのようにして明石海峡にたどり着いたのでしょうか。修学旅行で訪れた八重山諸島小浜島でも調査をしました。小浜島では海外製品が 97%を占め、韓国、台湾、中国のほか、ベトナム、シンガポール、フィリピン、豪州（オーストラリア）製のものまで含まれていました。ともあれ、八重山諸島でも韓国製品が見つかったことから、韓国製品は一旦南下し、中国・台湾製品とともに黒潮に乗り、紀淡海峡を通ると推定しました（図 3）。



図 3. 西舞子海岸に漂着した海外製品の生産地（●と地名）と漂流ルート

漂流日数

日本製のペットボトルの賞味期限を年ごとにグラフにしたものが図 4 です。調査期間が 2013 年から 2014 年であるのに対し、2014 年にピークを示しました。つまり、ペットボトル飲料の賞味期限を 1 年と仮定すると、最近製造されたものがほとんどだとわかりました。

では実際には、どれぐらいの期間漂流したのでしょうか。製造から賞味期限までの期間をメーカーのホームページで調べてみると、ミネラルウォーターは 1～3 年と長いのに対し、炭酸飲料は 6～7 ヶ月、茶系飲料は 6～12 か月と商品によって様々であることがわかりました。捨てられた日は特定できないので、製造から私たちが海岸で拾い上げるまでの期間を漂流日数としました。賞味期限から製造日を銘柄ごとに逆算して集計した結果、

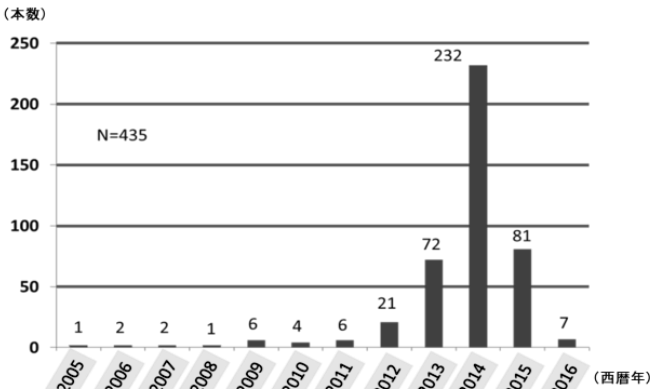


図 4. 西舞子に漂着した日本製ペットボトルの賞味期限

国名	都市	銘柄	種類	漂流日数
韓国	ソウル	fresh Juicebox Grape 100	果汁飲料	52
台湾	台北	波爾 天然水	ミネラルウォーター	80
台湾	台南	青草茶	お茶	137
中国	廈門	花生牛乳 複合蛋白飲料	牛乳	153
中国	煙台	康師傅	ミネラルウォーター	408
中国	天津	雪碧	炭酸飲料	430
中国	杭州	康師傅	ミネラルウォーター	432
中国	杭州	農夫山水	ミネラルウォーター	578
中国	福州	小黑子	ミネラルウォーター	582
中国	上海	可口可樂	炭酸飲	661
中国	杭州	WAHAHA	ミネラルウォーター	805

図 5. 海外製飲料容器の漂流日数

日本製ペットボトルの漂流日数は、最短 26 日、最長 3357 日、中央値 135 日でした（N=431）。一方、賞味期限が判別できた海外製品の漂流日数は、最短 52 日、最長 805 日、中央値 420 日でした（図 5）。中央値で比較すると、日本製のペットボトルに比べ 285 日、およそ 9 ヶ月長く漂流していたことがわかりました。

今後の課題

東日本大震災の津波で発生した瓦礫がアメリカ西海岸に流れ着いた話は記憶に新しいか
と思います。中国大陸で捨てられたペットボトルが日本の、しかも瀬戸内海にまで入り込
んでいることを考えると、日本で発生した瓦礫やペットボトルなどの海ゴミも太平洋沿岸
の予期せぬ場所にたどり着いていてもおかしくありません。また、北太平洋の中央付近に
は、北太平洋還流の内側に閉じ込められた「太平洋ゴミベルト」と呼ばれる莫大な量の海
ゴミが集中した場所があるそうです。海を漂うプラスチックが壊れて細かい破片になるこ
とが発生の一因といわれるマイクロプラスチックも、回収が困難であるだけでなく、生態
系への影響がまだ明らかにされていません。

海ゴミは世界に広く影響を及ぼす問題で、日本でも海岸漂着物に対する法整備を含めた対策も進められています。調査・研究も進められており、海外から日本に流れ着くペットボトルについても環境省によって2009年に発表されています。

しかし、瀬戸内海でのペットボトルの調査は行われていません。ある調査では、瀬戸内海の手ゴミのうち 53%が外海へと流出していると報告しています。生徒たちと海に通い、私たちが捨てたものがどこに流れていくのかをあれこれと思案しながら、今後も継続して調査していきたいと思います。

参考文献

- ・環境省 HP, <http://www.env.go.jp>
- ・漂着物学会 HP, <http://drift-japan.net>
- ・朝日新聞デジタル, <http://www.asahi.com>
- ・藤枝繁(2010), 瀬戸内海における海洋ごみの収支, 沿岸域学会誌, Vol. 22 No. 4, 17-29.
- ・藤枝繁(2011), 瀬戸内海における微小プラスチックごみ, 沿岸域学会誌, Vol. 24 No. 1, 57-65

昨年度アンケートより

昨年秋、教育研修所主催の実習教員のための講座でおこなったアンケートにいくつかの質問や疑問を書かれた方がありました。

？実験準備の基礎、基本的な注意事項、薬品の取扱い方、廃液処理について知りたい？

実験準備の基礎知識については、『理科実習助手のための実験準備マニュアル 改定版』や『NETWORK』バックナンバーをご覧ください(薬品に関しては 23 号に特集記事が載っています)。

？一般薬品はどこまで管理しなければいけないのか？

『NETWORK』28号「毒劇物以外の薬品の管理」に一般薬の台帳管理等について、数校にお伺いした結果が載っています。一般薬品については受払台帳を作成していない方もありますが、皆さん様々な方法で保存状態、在庫を確認しておられました。また、毒劇物の台帳は満たさねばならない条件がありますが、一般試薬台帳には特に決まりがないため、毒劇物とは形式を変えて、在庫管理や所在管理的な意味合いで作成する場合があります。なお、毒劇物でなくても特定化学物質、有機溶剤、鉛化合物は労働安全衛生法の有害業務の調査の際に現有や使用状況の確認が必要になる場合があります。

？薬品庫の中に防爆冷蔵庫を置いてはいけないのか？

実習教員講座のなかで長崎県の先生や実習教員の方々が作成した『長崎県高等学校みんなで使える薬品管理マニュアル』について、同県の近藤唯史先生に発表いただきました。防爆冷蔵庫とは、揮発性液体や熱分解を受けやすい薬品等を保管するために防爆対策を施した薬品専用の冷蔵庫です。同マニュアル中の「…ショートして…引火

する可能性があるので薬品庫の中に設置してはならない。」に対するご質問でしたが、近藤先生にお伺いしたところ「法的規制はないと思うが、販売店からは電気の漏電やショートにより薬品庫内の引火や可燃性物質に火がつくことのリスクを避けるため、薬品庫外に設置して、別途、防爆冷蔵庫を施錠できる状態にした方がよいとのアドバイスがあった」そうです。引火性が低ければ、熱分解し易い薬品を薬品庫外に置いた家庭用冷蔵庫に入れ、鍵をつけて保管することも可能かと思われます。

！アゾ染料の合成のコツ！

講座の中では「化学基礎でよくおこなう実験」の調査もあり、その際に「アゾ染料の合成実験で成功する時と失敗する時がある。温度管理には気をつけているつもりだが…」という質問が出ました。それに対し、次のようなアドバイスをいただきました。

- ・亜硝酸ナトリウム溶液の調製は実験直前におこなう。当日に調製できない場合は作った溶液を冷蔵庫で保存する。
- ・塩化ベンゼンジアゾニウム溶液を作る時、氷水で冷やすとなっているが直接氷(純水でつくったもの)を入れて冷やす。塩酸も冷やしておく。
- ・亜硝酸ナトリウム(8 ml)を入れたビーカーに氷を1片入れて冷やし、アニリン(1ml) + 塩酸(12 ml)を入れたビーカーにも氷2,3片加えて冷やしておいて、少しずつかき混ぜながら加える。「この方法だと失敗がすくないです」とのことでした。

？実験時の廃液回収や貯留はどのようにおこなっていますか？

何人かの方に実際におこなっている回収方法をお伺いしてみました。

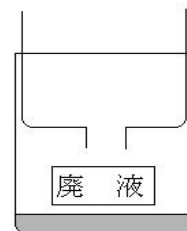
主な方法：教卓や流しに、大型のビーカーなどを数個置き、生徒に入れに来させる。

ビーカー内の廃液は教諭や実習教員が後で貯留タンクに入れる。

実験時の工夫など(以下は各校でおこなっている様々な方法です)

回収場所 気体が発生するものなどはドラフト／シアンを含むなど他と分ける必要がある場合は教卓／教卓脇に回収用大型ポリタンクを置いているなど。

容器 容器は廃液専用にする／有機用と無機用を分ける／大型(3L)ポリビーカー／丸水槽／アゾ染料などポリビーカーが着色するものは牛乳パックに回収／1L三角フラスコ／液跳ねを防ぐことができるので、ペットボトルを切って重ねたもの(右図)に入れさせる／液に固形物が混ざっている場合 → 容器にザルをのせる、三角コーナー用ネットをかぶせる



ペットボトルを切って重ねる

指示 回収容器のところまで生徒が試験管を持って来て入れていく／特別な廃液の場合は容器に回収せず、試験管やビーカーのまま教卓やドラフトに置いていかせることもある／各班に廃液用の200mlビーカーを準備し、実験後の廃液は各ビーカーに回収させた後、大型容器に集める／回収ビーカーに番号を付け「どの廃液は何番に入れる」と指示する／薬品ごとに回収ビーカーを分ける(後で教員が一つにまとめるが、実験時はあえて別々に回収)／廃液を入れるビーカーを【酸・アルカリ・金属・有機】など数種類用意／生徒が直接貯留用ポリタンクに入れる

後処理 教諭や実習教員が貯留容器に移す／ポリタンクの口のところに100円均一で買った大きなロートを置き、入れやすくしている／ドラフト内で蒸発させ液量を減らす／酸、塩基で濃度が低い場合、中和し流すこともある

その他 試験管等のすすぎ水は回収していない／廃液量が増えるので、少量の水ですすぐようにしている／流しで回収すると生徒が回収容器に大量のすすぎ

水を入れてしまうことがあるので注意／廃液を入れた容器については一度水ですすぎ、そのすすぎ水も廃液タンクに入れている

回収後の廃液は…

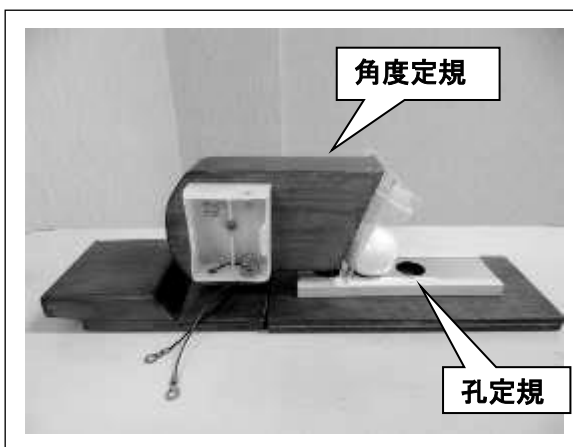
20L ポリタンクに内容を分けて貯留し、業者に処理を委託する学校がほとんどです。分類は無機酸・無機塩基・有機の3種が多いですが、処理費用が高額になる重金属や特定産業廃棄物を含むものを別にしているところもあります(「…マニュアル 改定版」参照)。無機(一般)(有害物質含む)、有機(一般)(ベンゼン含む)の4種に分けている学校もありました。廃液量が多い場合は細かく容器を分ける方が処理費用を安くできますが、「少量なので細かく分けない」とおっしゃる学校もかなりあります。回収頻度は1～2年に1回程度、年間廃液量が多くない種類(ベンゼンを含むなど)は数年間貯留しておく学校もあるようです。年度初めに事務室に予算取りをお願いしておく必要があります。業者からの処理完了書類受領が必要なので、年度末の急な依頼などは避け、余裕を持って処理してください。

実験室からのレポート

□ 分子模型製作用角度定規のつくり方 □

昨年秋、県立教育研修所で開催された実習教員講座の「実験紹介」では各校で作成、活用されているさまざまな結晶格子模型や分子模型についてとりあげ、模型の紹介や模型づくりの実習をおこないました。その中で発泡スチロール球で作る分子模型が紹介されました。当日は実際に、大きさの違う孔のあいた「孔定規」といろいろな角度に球を切断できる「角度定規」を使い、水やメタノールの分子、ベンゼン環を作成しました。発泡スチロール球を切断するための「角度定規」は自作器具とのことで、酸素や炭素など原子に見立てた球がこの器具で簡単に作製でき、さまざまな分子模型が出来上がるたびに「どうやって作るの?」「うちの学校でもできるかな?」と作りかたを知りたいとの声がたくさんあがりました。

自作器具を使っておられる、県立小野高等学校の廣瀬純子さんに器具の作りかたをお伺いしました。



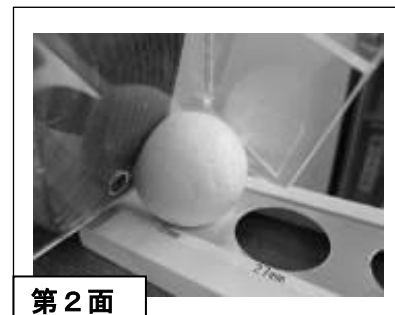
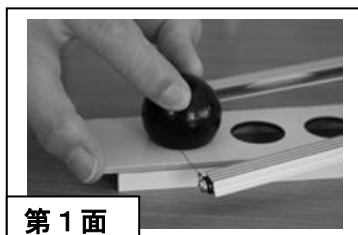
角度定規を使ったスチロール球の切断 (4面を切る場合)

- ① 孔定規を使って発泡スチロール球を切断する(第1面)。

※水分子などは孔定規だけで作製できる。

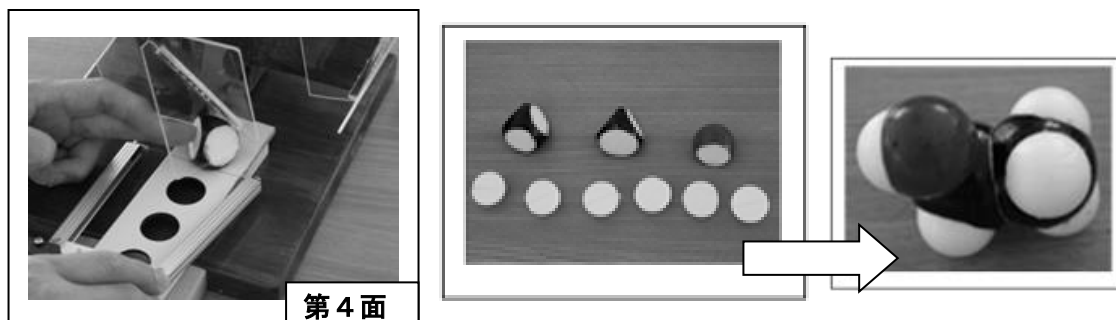
- ② 第1面を角度定規の本体に押し当て、孔定規に球を入れて切断する(第2面)。

- ③ 第1面を角度定規の本体に、第2面をアクリル板に押し当てながら孔定規に球を入れて切断する(第3面)。



- ④ 第2面を角度定規の本体に、第1面をアクリル板に押し当てながら孔定規に球を入れて切断する(第4面)。

※エタノール分子の場合などは4面を切り取った球(炭素)と孔定規で2面を切った球(酸素)1面のみ切った球(水素)を組み合わせる。



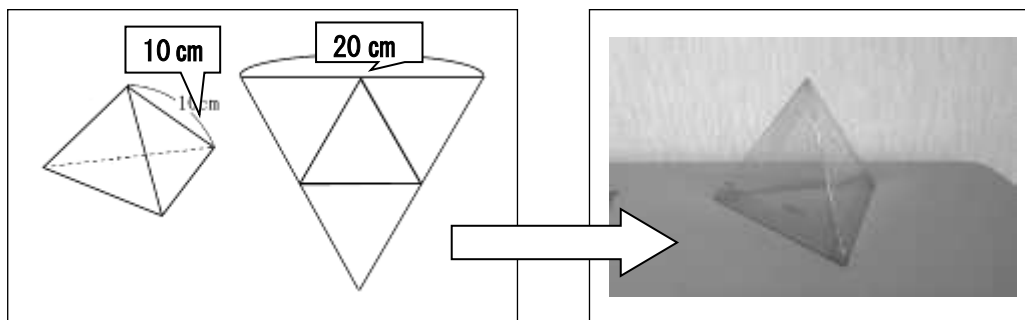
第4面

切り取った球を組み合わせる

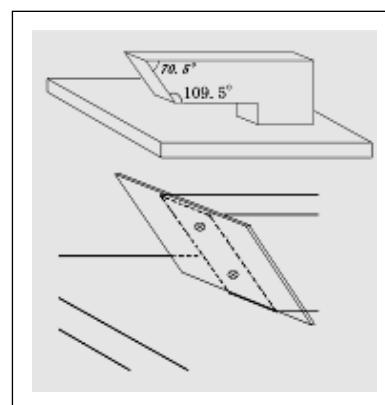
角度定規の製作

メタン分子をはじめとして、氷の分子模型でも利用できる 109.5° に球を切る角度定規は正四面体を利用すれば比較的簡単に作ることができます。

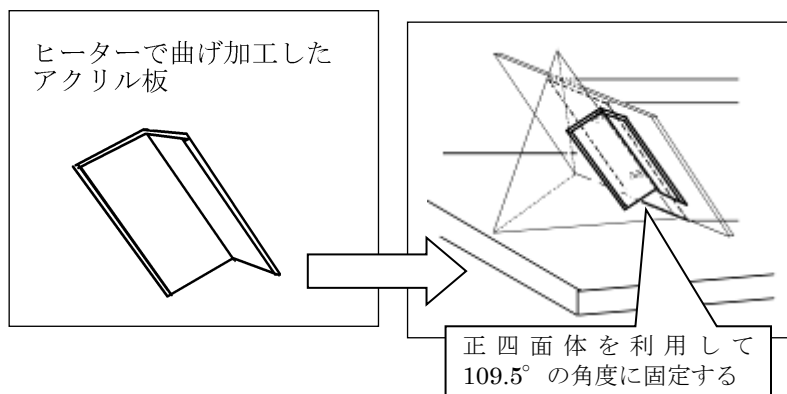
- ① PET樹脂等で図のように、1辺10cm程度の正四面体を作製する。



- ② 台木はツーバイフォー材などで、右図のように加工して適当な板に取り付け、アクリル板を木ネジ(皿ねじ)で台木に固定しておく。このとき木ネジはアクリル板のネジ穴を円錐加工して十分その頭を沈めておく。
- ③ アクリル板を下左図のようにヒーターで加熱し軟らかい内に折り曲げて、下右図のように①で作製した正四面体と台木のアクリル板の両面に沿わせて硬化するのを待ち、アクリル用接着剤で接着する。



※分子模型の作製の様子など「実験紹介 結晶格子模型の作成とその他の分子模型紹介」報告は実習教員部会 Web ページをご覧ください。



ヒーターで曲げ加工したアクリル板

正四面体を利用して 109.5° の角度に固定する

県立教育研修所主催

実習教員講座「実習教員のための観察・実験講座」へのお誘い

 **11月5日(木)開催** 

県立教育研修所では、毎年実習教員のためのスキルアップ講座が開講されます。見学や実験実習・講義などがおこなわれ、実習教員による発表や協議も活発におこなわれています。今年度の講座は11月5日(木)開催です。5月の「一括募集」期間終了後も定員に空きがある限りは参加を申込みことができます。個別に公文書は届きませんが、原則として「出張」で参加できます(管理職とご相談ください)。申し込み方法等は、各校に配布済の冊子「現職教職員研修 受講者募集のしおり」または県立教育研修所のWebページでご確認ください。(講座番号 296151 <http://www.hyogo-c.ed.jp/kenshusho/cn38/pg233.html>)

研修内容は・・・ (講座の内容は「…募集のしおり」から変更になっています)

今年度は午前に理科に関する講演・講座とICT講座をおこなう予定です。ICT講座は昨年の内容をより深めたものになります。

午後は毎年、実習教員による発表や協議を中心とする時間です。

☆「**理科室拝見**」いろいろな学校の理科室における工夫を映像で取上げます。

☆「**実験紹介・協議**」⇒今回は生物の実験の中から「DNA抽出」をテーマに、実習を取り入れつつ、各校でおこなわれている様々な工夫の発表や情報交換をおこないます。新教育課程の「生物基礎」での実験実施状況の調査結果も報告します。

(7月中に「実験紹介」に関するアンケートをご送付の予定です。ご協力お願いします。)

☆その他、実験準備や片付け、薬品の管理など実際の仕事に即した疑問や日々の工夫を情報交換する貴重な機会です。

どうぞご参加ください!!

- 昨年度の講座内容は科学部会会誌に掲載されています。「実験紹介」の内容・化学基礎実験に関するアンケート報告など Web でご覧ください。

実験準備マニュアルで検索

申込み方法

☆Web 申込みです。神戸市立、私学(「自由研修」で参加)は申し込み方法が異なります。

- ① Web ページから「受講願(Excel ファイル)」をダウンロードする。
- ② パスワード(「…しおり」に記載)を入力しデータを開く。
- ③ 指示に従い、「データ入力票」に入力する。
- ④ 「受講願」をいったん印刷し、管理職に参加を申し出て承認を受ける(「受講願(Excel ファイル)」は一旦PCに保存しておく)。
- ⑤ 「データ入力票」の「管理職承認欄」にチェックをいれ、表示されるメールアドレスに「受講願」を送信する。
- ⑥ 研修所からの確認通知、受講決定通知が送信される。

(送信がない場合は研修所に問合せる→企画調査課 TEL 0795-42-3101)

- 兵庫県高等学校教育研究会科学部会にもぜひご入会ください。
- 実習教員向け研修会その他、科学部会各支部の研修会、研究発表大会もあります。

**「NETWORK」に
関する問合せ**

県立須磨友が丘高等学校 笠置りか TEL(078)791-7881 FAX(078)791-7882