

2021年度

スーパーサイエンスハイスクール

科学探究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ 実施資料集

2019～2021年度

武庫川女子大学附属中学校・高等学校

はじめに

科学者・研究者を目指すものとしてこの時期にやっておきたいことはたくさんあります。本校C S コースの高校1～3年では、「科学探究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」を設置し、それぞれの授業において主に物理・化学・生物分野専門の3人の教員が担当し、毎時間それぞれの教員の指導の下で講義・実験を行っています。実験内容は、教科書に記載されているものから各教員独自のテーマでも行っており、多彩な実験のバリエーション、そしてそれに伴う実験スキルの取得も目指しています。これは、今後大学や研究機関において研究活動を行う上での大きな武器になると考えています。教科書や学習指導要領にとらわれない多彩な内容も含んでいるものの、実験器具の取り扱いや科学実験、探究活動に取り組む心構えや、環境保全に関するテーマをはじめとする現代的な課題、科学トピックスに基づくテーマなど、担当教員のオリジナリティを生かした内容になっています。加えて、SSH第1期の頃から継続する実験内容および担当者もあれば、年度ごとに担当者が入れ替わり、実験テーマの見直しも行ってきました。また、これまでではどちらかという、いわゆる「一話完結」の授業が多かったのですが、この第3期では、より「探究」という面を意識し、「課題の発見・実験計画」「実験の実施」「考察とまとめ」等、1つのテーマを複数回に渡って行うことにも取り組みつつあります。これにより1つのテーマをより深く考え、より探究心を養うことにつながると考えています。

なお、高校1年（科学探究Ⅰ）では、年に数回は校外研修を行っています。この校外研修では、企業訪問や工場見学、博物館や研究施設を訪れ、先端技術に触れる機会や科学者との交流を通して、将来に向けて視野を広げるとともに、自らの学ぶ姿勢の形成に寄与すると考えています。また、教科・科目を越えた探究活動を実施する目的で、他教科の内容も交えたテーマ学習も取り入れています。高校2，3年（科学探究Ⅱ・Ⅲ）では、年に7，8回程度、武庫川女子大学の主に理系学部・学科を訪問し、大学での実験授業や講義も行っています。このように、高校3年間で時間的・環境的条件が整備された中で、大学研究者との交流を中心に体系的な学びを段階的に進め、本校が目指す女性研究者・技術者の素養を涵養しています。

本書は、校内で行われた実験授業の一部を掲載し、実験マニュアルとしての利用のみならず、これらの実験から派生したより深く高度な探究活動につながる、新たな実験・探究授業の開発につながることを期待しています。

SSH第3期の3年間（2019～2021年度）に校内で行われた実験授業を、大まかに物理・化学・生物分野に分類し、実施時期の早いものから掲載しています。また、各分野にまたがる総合的なテーマで行われたものを「環境・社会・探究」として掲載し、現代的な課題や科学トピックスについても考える機会としました。

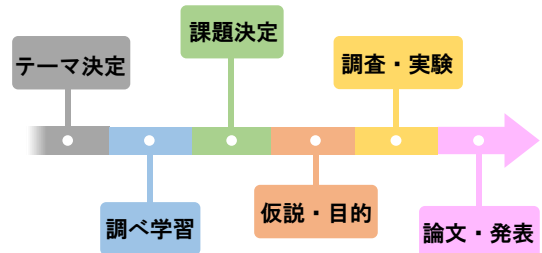
目 次

(科学探究Ⅰ) オリエンテーション「課題探究の実践例」	3
ー物理分野ー	
(科学探究Ⅱ) 試験管とビー玉を利用したスターリングエンジンの作製	6
(科学探究Ⅱ) アトウッドの実験	8
(科学探究Ⅱ) 単極モーターとスピーカーの作製	11
ー化学分野ー	
(科学探究Ⅰ) マグネシウムの原子量を知る	15
(科学探究Ⅱ) 試薬濃度の調整	17
(科学探究Ⅱ) モール(Mohr)法で醤油の塩分濃度を求める ～うすくち醤油とこいくち醤油～	18
(科学探究Ⅲ) 光合成色素を分け取る 薄層クロマトグラフィー(TLC)	19
(科学探究Ⅲ) 薬をつくろう	20
(科学探究Ⅰ) ピーナッツで湯を沸かす	21
(科学探究Ⅲ) エステル化(-COO-)とアセチル化(CH ₃ CO-)	22
(科学探究Ⅲ) アミノ酸の定量 ～フォルモール法～	23
(科学探究Ⅱ) 結晶・再結晶	24
(科学探究Ⅱ) 気体の性質	25
(科学探究Ⅱ) コロイドの性質	26
(科学探究Ⅱ) 化学反応式における物質の関係、および気体の法則	27
(科学探究Ⅲ) 金属の腐食とめっき	29
(科学探究Ⅲ) 光合成色素を分け取る カラムクロマトグラフィー	31
(科学探究Ⅲ) セッケンと合成洗剤を比較する	33
(科学探究Ⅲ) アニリンとアゾ染料	36
ー生物分野ー	
(科学探究Ⅰ) 生物のエネルギー 発酵	38
(科学探究Ⅰ) カエルのからだのつくり	43
(科学探究Ⅱ) 生物 基本操作	44
(科学探究Ⅱ) 花と果実の構造	46
ー環境・社会・探究ー	
(科学探究Ⅲ) マシュマロチャレンジ	54
(科学探究Ⅰ) 空き缶から学ぶ科学	55
(科学探究Ⅰ) 考える力 ～ゴミ問題を考える～	58
(科学探究Ⅱ) バイオ燃料	61
(科学探究Ⅱ) 日本と世界のエネルギー(電力)事情 実験 燃料電池	65

科学探究 I

課題探究の実践例

課題探究の流れ



テーマ決定

意識してほしいこと！！

- 環境 ・ 興味関心のある研究
- ・ 独創性のある研究
- ・ 社会的意義のある研究

経済

食物

産業

実践例



「炭酸飲料についての研究」

研究者：中学3年生 4名

研究期間：5月～12月（8ヶ月間）

実践例

「炭酸は骨を溶かす！」

とよく言われる



一度も骨に触れないのに…

実践例

① テーマ決定

② 調べ学習

③ 課題決定

④ 仮説・目的

⑤ 調査・実験

⑥ 論文・発表

研究テーマ

「炭酸飲料について」

・ 炭酸は本当に骨を溶かすのか？

・ 溶かすとすれば、どのようにして溶かすのか？

実践例

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表

実際、
コーラは
骨を溶かす！
原因は「炭酸」
ではなくて…
「リン酸」

実践例

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表

人間の体
「血液中のカルシウム濃度」
= 一定
↓
濃度が下がると…
骨のカルシウムを溶かし、
カルシウム濃度のバランスを保つ

実践例

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表

リンは必要
摂りすぎると…
カルシウム リン
↓
排泄

実践例

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表

リンを多く含む食品
桜えび、たみいわし、
するめ、プロセスチーズ、
ハム、ソーセージ、
アーモンド、バナナ、
牛もも肉、スナック菓子 など
なぜ、コーラにも??

酸味

実践例

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表

1日の適切な摂取量
リン：1000 mg
コーラ
100g：11 mg 程度
ちなみに…
牛乳
100g：90 mg 程度

引用：『ニュービジュアル家庭科2013』実教出版社

実践例

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表

研究課題
「炭酸飲料のリン酸含有量の比較」
仮説・目的
リン酸が含まれていない炭酸飲料
があるのではないか
↓
骨の心配をすることなく、
爽快感を楽しめる炭酸飲料の推奨

実践例

【実験方法】

- ① テーマ決定
- ② 調べ学習
- ③ 課題決定
- ④ 仮説・目的
- ⑤ 調査・実験
- ⑥ 論文・発表



自分たちで！
ここが面白い！！

実践例

【結果】

- ・ スプライト
- ・ コカコーラ
- ・ ミツ矢サイダー
- ・ CCレモン
- ・ ファンタオレンジ
- ・ ペプシNEX

【SSH成果発表会】

ポスターにまとめ口頭発表
他者との意見交換！！

まとめ

- ・ 研究テーマは自分がたのしめるもの
- ・ 中途半端な理解で終えず、徹底的に追究する
- ・ 他者との意見交換を大切にす
- ・ 自分たちで試行錯誤し、研究するからおもしろい

試験管とビー玉を利用したスターリングエンジンの作製

場所：科学館2階 物理実験室

日程：5月10日（月）6限の50分間

班：4人1班

目的：本時は科学探究Ⅱ物理範囲の初回の授業である。そのため、生徒たちの物理分野に関する興味・関心を向上させることに重点を置く。試験管とビー玉を利用したスターリングエンジンを作製、稼働させることで物理現象およびその応用・利用を主体的に体験させる。その際、班活動による対話的な学習、演示実験の観察・レポートによる考察といった探究的な学習も期待できる。

準備物（1班4人）10班分

器具	サイズ	数量	入手先
ビー玉	12.5cm	50個	物理
試験管	内径14mm 長さ15~20cm	10本	物理
穴あきゴム栓	小（中央径約14mm） コルクボーラー（2mm）	10個 1個	物理 化学
シリンジ	5mL	10個	物理
ガラス管	外径2mm 長さ3cm ガラス切り	10本 1個	物理 化学
シリコンチューブ	内径4mm 外径6mm 長さ4cm	10本	物理
スタンド		10台	物理
輪ゴム		10個	物理
紙コップ		10個	物理
両面テープ		3cm	物理
マッチ 灰皿		10箱	化学

組み立て

下図の通り。

- ①試験管にビー玉を入れ、ガラス管付きゴム栓でふたをする。
- ②ガラス管とシリンジをシリコンチューブでつなぐ。
- ③シリンジのプランジャーを紙コップに両面テープで固定する。
- ④試験管をスタンドに輪ゴムで取り付ける。

- ①試験管の底側をガスバーナーで加熱する。
- ②輪ゴムの取り付け位置を操作し、試験管の高さを調整する。

機構

下図の通り。

・ビー玉が試験管の（写真①中において）右側にある状態を初期状態とする。試験管左側を加熱すると膨張した空気がシリンジに流れ込み、プランジャーが押し出され、シリンジがもち上がる。シリンジに接続された試験管右側がシリンジとともに持ち上がり、ビー玉が左へ移動する（写真②）。ビー玉が左へ移動したため、そこに元々あった空気が試験管右側へ移動し、冷却され収縮し、シリンジから空気が抜ける。シリンジから空気が抜けプランジャーが引き戻されるとシリンジが下がり、試験管右側が下がる。試験管右側が下がるとビー玉が右側へ移動し、初期状態へ戻る。



アトウッドの実験

場所：科学館 2階 物理実験室

授業日：二週にわたる。一週目に組み立・実験・記録。二週目に原理・結果の考察。

班：番号順に 4人 1班

目的：重力加速度を測定するための先人たちの知恵と工夫を迫体験する。このクラスの生徒たちはおよそ 2年前の中学 3年次に 3階の教室から消しゴムを落下させて着地までの時間を測定することで重力加速度を算出した経験がある。手の届く高さから落下させた場合と比べてどのようなメリットがあるのかを考察させ、重力加速度の測定方法にはほかにどのようなものがあるのかを考えさせる。そのひとつとしてアトウッドの機械を紹介し、工夫してものごとを測定する力を養いたい。その際、班活動による対話的な学習、演示実験の観察・レポートによる考察といった探究的な学習も期待できる。

準備物（1班 4人）

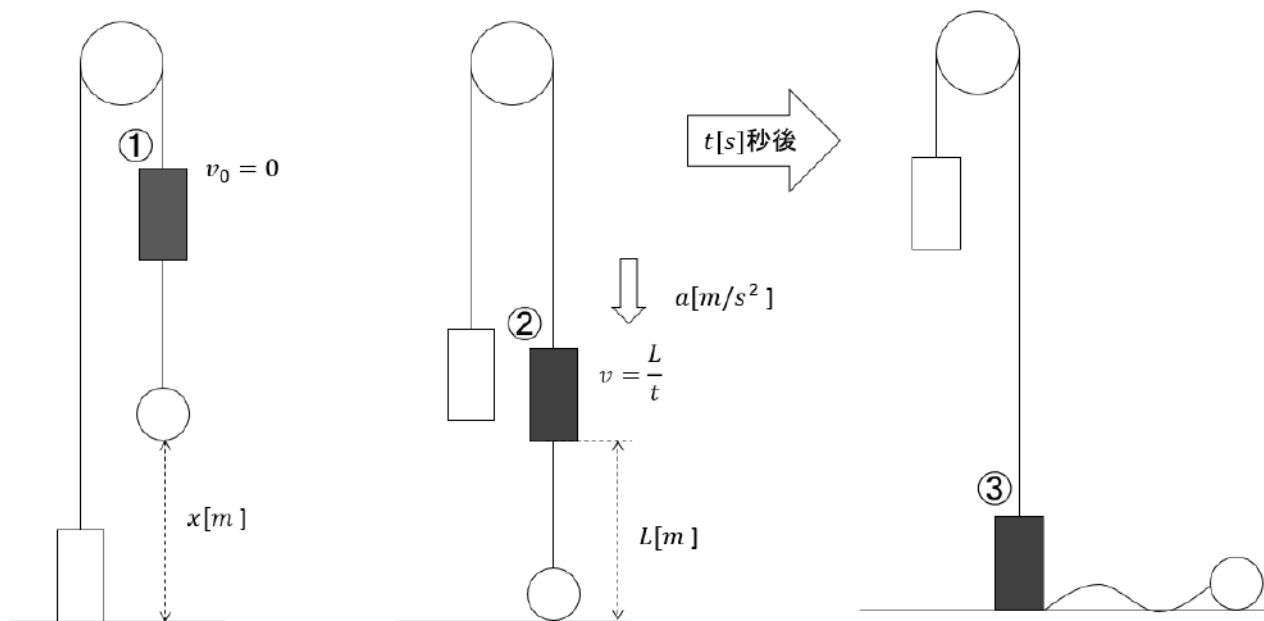
器具	サイズ等	数量
実験台	高さ 0.85m	
スタンド	高さ 1m	10
滑車	径 50mm くらい！	10
おもり大	100g	20
おもり小	20g	10
タイマー	100分の1秒	10
たこ糸	約 2m×1 約 0.8m×1	10 10
はさみ		10

組み立て

右図のように 100g の 2つのおもり大を糸でつなぎ、片方のおもり大にさらに 20gのおもり小をつなぐ。おもり小をつないでいない方のおもり大が地面に接しているとき、おもり小の下端から地面までの距離を 0.8m、おもり小の下端からおもり小につながれたおもり大の下端までを 0.8m とする。



アトウッドの実験 補助資料①加速度の算出



の運動に注目する

①の位置での速度は $0[m/s]$ 、①の位置から②の位置までの変位は $x[m]$ なので、①の位置から②の位置まで移動する間の加速度 a は等加速度直線運動の公式「 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 」より、

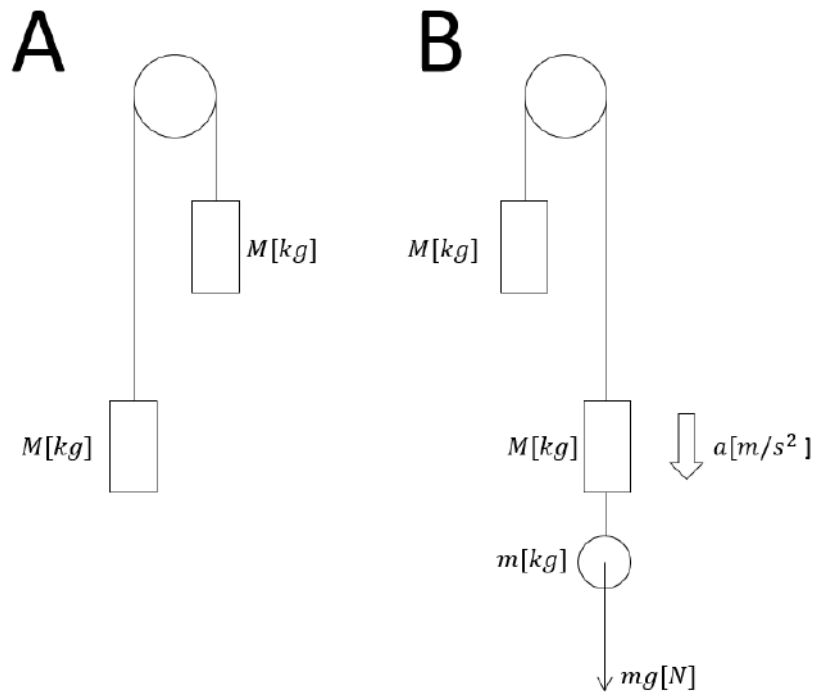
$$a = \frac{v^2}{2x}$$

である。また、②の位置から③の位置までの運動は慣性の法則により等速直線運動であり、その速度 v は

$$v = \frac{L}{t}$$

である。以上より①の位置から②の位置まで移動する間の加速度 a は

$$a = \frac{\left(\frac{L}{t}\right)^2}{2x}$$



A の状態において、質量 M の二つのおもりは力が釣り合っているため静止している。

B の状態において、加速度 a はおもり小のおもさ mg によるものである。

よって、

「質量 M のおもり 2 つと質量 m のおもり 1 つが、力 mg を受けて加速度 a で等加速度直線運動している」と考えることができるので運動方程式は

$$(2M + m)a = mg$$

となり、

$$g = \frac{2M + m}{m} a$$

と変形できる。補助資料①の a を代入すると

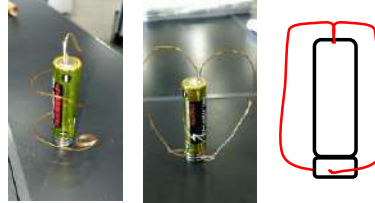
$$g = \frac{2M + m}{m} \times \frac{\left(\frac{L}{t}\right)^2}{2x}$$

科学探究Ⅱ



単極モーターの作製

- 必要なもの
- 電池
 - 銅線
 - 磁石
 - やすり



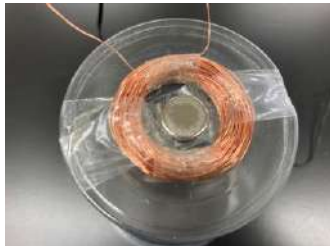
スピーカーの作製

- 電池
- 銅線
- 磁石
- イヤホン端子
- プラスチックカップ
- はさみ
- はんだこて



スピーカーの作製（本体）

1. 銅線を巻き、カップの底（外側）に貼り付ける。
2. カップの底を外側と内側から2つの磁石で挟み込む（銅線を中心）



完成！



スピーカーの作製（配線）

1. 銅線の端を紙やすりで擦る。
2. イヤホンの端子から1m付近を切る。
3. 2. の切った部分のゴムをはがして銅線を露出させる（コツがある！）
4. 1. の銅線と3. の銅線をつなげる。

完成！



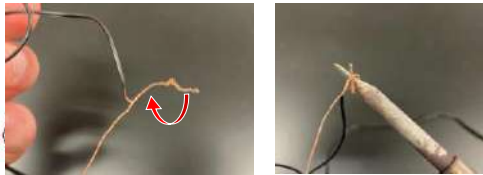
3. 2. の切った部分のゴムをはがして銅線を露出させる

- ① はさみで1周分切れ目を入れる
※中の銅線を切らないように注意！
- ② 爪で切れ目を引っ張る



4. 1. の銅線と 3. の銅線をつなげる。

- ① 銅線同士を同じ方向に重ねてねじる
- ② ねじったところで軽く円を作り、はんだこてを押し熱する。



- 銅線
サンコー電商 有限会社 「2種 ポリウレタン銅線」
直径0.5mm 長さ8m
- 磁石
株式会社セリア 「超強カマグネット4P」
材質：ネオジム磁石 寸法約13mm×2.5mm
磁束密度180ミリテスラ
- プラスチックカップ
株式会社大創産業 「クリアカップ545kL 8個Pcs」
材質：PET 大きさ545mL
底面直径50mm 飲み口直径60mm 高さ135mm
- イヤホン端子 (イヤホン)
丸七株式会社 「いつものテレビイヤホン3m」
コード長：約3.0m プラグ：3.5mm I 型モノラルミニプラグ



単極モーターとスピーカーの作製 科学探究Ⅱ

場所：科学館2階 物理実験室

日程：1月24日 月曜日 6限（50分）

授業対象生徒：高校2年8組CS 34名

班：教室と同様の席に座らせて、4～5人の班を8班

説明資料としてパワーポイントあり

目的：本時は3学期に行われた授業であり、生徒たちは電磁気学を一通り学習し終えている、あるいは学習している途中である。フレミングの左手の法則を理解するとともに、ローレンツ力の実生活での応用を実感する。

準備物

器具	備考（数量は一班分）
①銅線	サンコー電商 有限会社 「2種 ポリウレタン銅線」 直径 0.5mm 長さ 8m Amazonにて入手 100m で 2000 円程度
②磁石	株式会社セリア 「超強力マグネット4P」 材質：ネオジム磁石 寸法約 13mm×2.5mm 磁束密度 180 ミリテスラ 100 円ショップ「セリア」にて入手
③プラスチックカップ	株式会社大創産業 「クリアカップ 545kL 8個 Pcs」 材質：PET 大きさ 545mL 底面直径 50mm 飲み口直径 60mm 高さ 135mm 100 円ショップ「ダイソー」にて入手
④イヤホン (イヤホン端子)	丸七株式会社 「いつものテレビイヤホン 3m」 コード長：約 3.0m プラグ：3.5mm I型モノラルミニプラグ 100 円ショップ「ダイソー」にて入手
その他	セロハンテープ はさみ 単1電池 はんだごて 紙やすり

授業展開

パワーポイントにて中学校で学習済みのフレミングの左手の法則を復習し、発生する力のことを「ローレンツ力」ということを学習する。ローレンツ力の応用としてモーターやスピーカーがあることを照会し、スピーカーの作製を開始する。今回、単極モーターを作成し、そのあとスピーカーを作成したが、65分かかってしまった。単極モーターの作成は無しにして、スピーカーの作成だけをサクサクやればなんとか50分に間に合うかもしれない。

作製手順

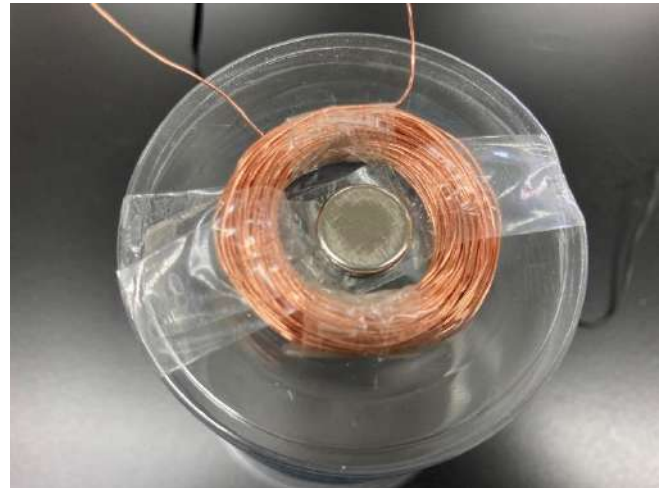
パワーポイントの通り。いくつかのステップにわけながら、説明と作製業を交互に繰り返す。

1. ①銅線 8 m を生徒に配布し、単一電池に巻き付けてコイルを作製する。

銅線の配布方法は、8メートル先に張られた養生テープまで銅線ロールから銅線を引き出して、切断。

2. ①銅線 8 m を単一電池に巻き付けてコイルを作製。セロハンテープで束ねておく。

3. 2. で作製したコイルを③プラスチックカップの(底面外側)にセロハンテープで固定。



4. 3. で固定したコイルの中心に磁石を固定。磁石はセロハンテープで固定するのではなく、内側と外側からプラスチックカップの底面を挟むようにして固定する。内側に 1 個、外側に 3 個にするとコイルと厚さがそろろう。

5. コイルの両端を紙やすりでやすり、被膜を除去する。

6. ④イヤホンの、プラグから 1 m 程度のところをはさみで切断する。

7. 6. で切断した箇所のプラグ側の絶縁被覆を 1 ~ 2 cm 程度はがす。

I. はさみで 1 周分切れ目を入れる

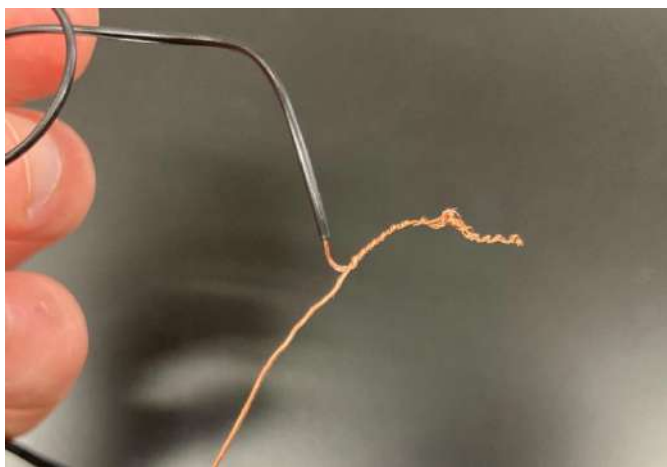
※中の銅線を切らないように注意!

II. 爪で切れ目を引っ張る

8. 5. のコイルと 7. のプラグ銅線をつなげる。

I. 銅線同士を同じ方向に重ねてねじる

II. ねじったところで軽く円を作り、はんだこてを挿して熱する。



9. プラグを iPad に接続し、音楽などを再生させる。

マグネシウムの原子量を知る

【目的】

酸素Oの原子量は16である。反応するマグネシウムMgと酸素Oの質量から、マグネシウムMgの原子量を知る。

【準備】

ステンレス製皿(1)、三脚、三角架、金網(飛散防止ステンレス金網1、バーナー用金網1)、るつぼばさみ(1)、てんびん(最小表示0.01g)(可能な多数台数)、紙ヤスリ、薬さじ(ステンレス製) マグネシウムテープ(長さ2cm(2)、8cm(班で分担した本数))、

【実験】

1. マグネシウムの燃焼を観察する。



マグネシウムテープ(2cm)の端をピンセットで持ち、ガスバーナーの炎で点火し、点火したらすぐ炎から出す。そのまま燃える様子を観察する。(目を痛めるので、じっと見つめてはいけない。)

(1) 反応の様子 : _____



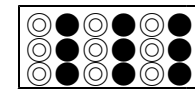
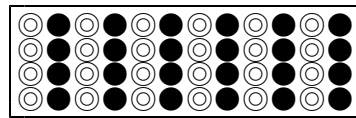
(2) 反応式を記せ : _____

(3) 生じた物質の名前は、なんと呼んだらよいか。 [_____]

(4) 《考察》
 反応する物質の質量比を
 考えてみよう。

H_2O  水素 2 g と 酸素 16 g の 割合で結合	CO_2  炭素 12 g と酸素 32 g の割合で結合
$1 : 16 : 1$	$16 : 12 : 16$

MgO

			
$16 : x$	$(16 \times 4) : (x \times 4) = 16 : x$	$(16 \times 9) : (x \times 9) = 16 : x$	$(16 \times 24) : (x \times 24) = 16 : x$

「酸素O 16g と結合するのはMg 何g」の割合かが分かれば、Mgの原子量分かる。

2. マグネシウムと反応する酸素の質量を測定する

- (1) ステンレス皿と金網を加熱して、乾燥させる。
 三脚に三角架を掛け、ステンレス皿に金網をかぶせて上に乗せ、3分間ほど強く加熱する。火を止めて、放冷する。
- (2) 8cmに切ったマグネシウムテープ(Mgテープ)を、次のどの本数燃焼させるかを分担する。
 (1) 1本 (2) 2本 (3) 3本 (4) 4本
- (3) Mgテープが錆びていたら、紙ヤスリで磨き、表面の黒いサビを落としてから、蚊取り線香状に巻く。
注! 表面がさびていない新しいマグネシウム粉末があれば、次のように分担してもよい。
 (1) 0.20 g (2) 0.30 g (3) 0.40 g (4) 0.50 g

- (4) 燃やすMgテープ全部をまとめて、質量を測り記録する。次に、全てをステンレス皿に乗せ、金網と一緒に、<Mg + 皿 + 網>の質量を測って、表に記録する。
- (5) 三脚に三角架をつけ、Mgの入ったステンレス皿を乗せる。Mgテープが重ならないよう注意する。ガスバーナーを強火にして加熱を続け、Mgテープに着火するのを待つ。金網は、るつぼばさみで持ち、空気が入るよう隙間を空けて皿の上にかざす。着火したら、白煙をできるだけ逃がさないように、金網を煙のすぐ上にかざす。燃え終わっても、マグネシウムの燃えかすが輝かなくなるまで、加熱を続ける。
- (6) マグネシウムの燃えかすが輝かなくなり、白い色になったら、ガスバーナーの火を引く。ステンレス皿を三脚から降ろして、机に置いた金網の上で冷ます。
- (7) 冷たくなったら、天秤で<Mg + 皿 + 網>全体の質量を測り、表に記録する。結果を黒板の表に記入して報告する。他班の結果を次の表に写し取る。

班	①Mgテープ		② 燃焼前	③ 燃焼後	④増加量 g	メモ
	本数	質量 g	<Mg + 皿 + 網> g	<Mg + 皿 + 網> g		
1	1					
2	1					
3	1					
4	2					
5	2					
6	2					
7	3					
8	3					
9	3					
10	4					
11	4					

【考察】

1. マグネシウムが燃える反応は、次のどちらのタイプの反応だろうか。次から選んで丸印をつけよ。 (1) 発熱反応 (2) 吸熱反応
2. 上の表の②と③を比べると、マグネシウムが燃えると質量が増えることが分かる。なぜ、質量は増加したのだろうか。増加した質量④は何の質量だろうか。
3. ①マグネシウムの質量と④増加した質量 の関係を、グラフに表せ(グラフ用紙)。

4. グラフから、次のことを考えよ。

(1) マグネシウムの質量と、それと結合した酸素の質量との間には、どんな関係があると判断されるか。次から選んで丸印をつけ、説明せよ。

(1) 反比例の関係 (2) 比例の関係 (3) 2次関数で表される関係

(2) マグネシウムMgの質量と、結合(化合)した酸素Oの質量の比は、何対何になるか。

Mgの質量 : Oの質量 =

Mgの質量 : Oの質量 = [_____ : _____]

(3) 酸素原子の原子量は16である。マグネシウムの原子量xはいくらになるか、次の比例式をつくって、計算せよ。

(Mgの原子量) (Oの原子量)

x : 16 = [_____ : _____]

これを解いて、Mgの原子量xの値を求めよ。

Mgの原子量 = [_____]

【評価】

次の考察を行え。

(1) 実験から得られたMgの原子量の値は、周期表の値と比べて、何%の誤差になったか。その誤差は、許される範囲だろうか。

(2) 誤差が大きすぎると判断したら、誤差を生じた理由はどこにあるか考察せよ。

参考文献 : 宮内卓也, 化学と教育2009, 57, 5 (p.245)

【感想】

科学探究Ⅱ 試薬濃度の調整

◎ 濃度について

目的 様々な試薬の濃度の調製を学ぶ。

モル濃度とは・・・

メスフラスコ・・・一定の体積の液体を精密にはかるときや、一定濃度の溶液をつくる
ときに用いる。

酸・アルカリ溶液の作り方

酸およびアルカリ溶液の場合、薄めるときは必ず水に濃を加える。

水酸化ナトリウム・水酸化カリウムなどは潮解性があるので、すばやくはかる。

また、これらのアルカリ溶液を入れる試薬びんは、ガラス栓でなくゴム栓です。

問題

Sulfuric Acid $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98.08$ Assay min95.0 % (mass/mass) (硫酸 98 %含有)
Density abt 1.84g/mL

Hydrochloric Acid $\text{HCl} = 36.46$ Assay min35.0 ~ 37.0 % (mass/mass)
Density abt 1.20g/mL

Ammonia Soltion $\text{NH}_3 = 17.03$ Assay min28.0 ~ 30.0 % (mass/mass)
Density abt 0.90g/mL

	原液のモル濃度	3.00mol/L 100mL
Sulfuric Acid		
Hydrochloric Acid		
Ammonia Soltion		

実験 ; 0.050mol/L のシュウ酸水溶液 100mL を調製せよ。(次回の実験の標準溶液とする)

与えられる試薬 シュウ酸二水和物

溶液の作り方・・・

「モール (Mohr) 法で醤油の塩分濃度を求める ～うすくち醤油とこいくち醤油～」

<原理> NaCl のような塩化物イオンを含む溶液を AgNO₃ 硝酸銀標準溶液で滴定する場合、指示薬として、K₂CrO₄ クロム酸カリウム溶液を少量加えておけば、AgCl 塩化銀(白色沈殿)がほぼ沈殿し終わった後に、Ag₂CrO₄ クロム酸銀の赤色沈殿があらわれ、滴定の終点を知ることができる(「沈殿滴定」)。

<目的> 醤油中の塩分濃度を「モール Mohr 法」によって求める。

<準備> 器具: ホールピペット(10mL, 1mL)、ピペッター、メスフラスコ(100mL)、漏斗、褐色ビュレット、ビュレット台、駒込ピペット(2mL)、電子天秤、コニカルビーカー、ビーカー
薬品: 0.1mol/L 硝酸銀 AgNO₃ 水溶液、0.5%クロム酸カリウム K₂CrO₄ 水溶液、醤油、蒸留水

<方法> ① それぞれの醤油 10mL をホールピペットで正確に取り、その質量を量る。
② 醤油 1mL をホールピペットで取り、100mL のメスフラスコに入れ、蒸留水を標線まで加えて、滴定試料とする。(醤油を 100 倍に薄める)

- ③ 滴定試料 10mL をホールピペットで取り、コニカルビーカーに入れる。
④ 指示薬として 0.5%クロム酸カリウム K₂CrO₄ 水溶液 2mL を駒込ピペットで取り、コニカルビーカーに加える。
⑤ ビュレットに漏斗を利用して 0.1mol/L 硝酸銀 AgNO₃ 水溶液を入れる。
⑥ ビュレットの始めの目盛りを記録しておく。目盛りは、最小目盛りの 1/10 まで読む。
⑦ 滴定試料と指示薬の入ったコニカルビーカーに硝酸銀水溶液を滴下する。
 ※ 滴下すると赤くなるが、振り混ぜると赤色は消失する。
⑧ 終点に近づくと、赤褐色の消失が遅くなる。
 ※ 振り混ぜても赤褐色が消えなくなった点を終点として、目盛りを読む。

- ⑨ ③～⑧の滴定操作を 3 回以上繰り返し、滴定に要した硝酸銀水溶液の平均値を求める。
⑩ 濃度計算を行う。

<結果> (1) 醤油 10mL の質量 … うすくち醤油 _____ g、こいくち醤油 _____ g

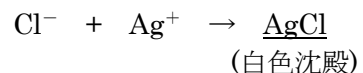
(2) 滴定結果

	ビュレットの読み	滴下量(mL)
見当をつける	→	
1 回目	→	
2 回目	→	
3 回目	→	

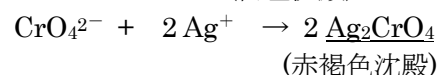
平均値 _____ mL

<考察> (1) 0.1mol/L 硝酸銀 AgNO₃ 水溶液 1mL は、食塩 NaCl (式量 58.5) 何 g に相当するか?

$$0.1 \times 1/1000 \times 58.5 = 5.85 \times 10^{-3} \text{ (g)}$$



(2) 醤油中の塩分濃度を求める。



$$\underline{5.85 \times 10^{-3}} \times \quad \times 100 \quad \times 100 = \quad \%$$

科学探究Ⅲ

光合成色素を分け取る 薄層クロマトグラフィー (TLC)

色素を分け取るにはカラムクロマトグラフィーと薄層クロマトグラフィーで分ける方法がある。混合物の組成をみるだけならTLCが手軽で便利である。

準備物；TLC板、はさみ、定規、ピンセット、試験管（内径15mm、長さ15cm）2本、試験管立て、アルミホイル、パスツールピペット、ドライヤー、新聞紙、

試薬；アセトン(5mL)、石油エーテルとアセトンの混合液 5mL（展開溶媒体積比7：3）

操作；

1. TLC板を1×10cmの短冊に切り分ける。新聞紙の上にティシュペーパーを敷き、その上にシリカ面を下向きにしてTLC板をそっと乗せ、定規を当ててアルミニウム面を丁寧に切る。白いシリカ面に手を触れてはいけない。
2. 端から2cmの位置に、シリカを削らないよう軽く鉛筆で線を引く。
3. 乾いた試験管AにTLC板を入れ、鉛筆の線より1～2cm下のガラス面にペンで印をつける。試験管Bも同様にする。
4. 板を抜き出し、試験管Aにアセトン、試験管Bに展開溶媒をそれぞれ印の位置まで入れ、アルミホイルでふたをする。
5. ナス型フラスコに0.1mL程度のアセトンを入れ、こびりついた色素を溶かす。
6. ここにパスツールピペットを差し込むと、毛管現象で色素溶液が取れる。
7. TLC板の鉛筆線上に色素溶液をスポットする。ピペットを垂直に軽く当ててすぐ離す（図1）。色が薄すぎたら、息を吹きかけて溶媒をとばし、再びスポットする。
8. 予備展開する。ドライヤーの冷風でスポットを乾かし、アセトン入り試験管Aに入れてアルミホイルでふたをする。
9. 色素全部が溶媒の先端とともに上昇し、スポットの形が図2のように変わる。図2のようになったらすぐピンセットで板を取り出し、冷風で乾かす。
10. これで本展開に入る。展開溶媒入りの試験管BにTLC板を入れてふたをする。やがて色素が分離し始める。溶媒の組成を少し変えるだけで分離のようすがずいぶん変わる（図3）。

薬をつくろう

【目的】

アセチルサリチル酸を合成して、それが市販の解熱鎮痛剤に含まれる有効成分と一致することを、薄層クロマトグラフ（TLC）で確認する。

【アセチルサリチル酸の合成】

[準備] 濃硫酸(教卓)、サリチル酸、無水酢酸、アセチルサリチル酸、試験管、試験管立て、ビーカー、三脚、金網、ろ紙、ガラス棒、薬さじ(ステンレス製)、駒込ピペット、漏斗、漏斗台、ガスバーナー、マッチ、氷

[操作]

- (1) サリチル酸を 1 g はかりとり、試験管に入れる。
- (2) 無水酢酸を 2mL 加えて、振り混ぜる。
- (3) 濃硫酸を 5 滴加え振り混ぜる。サリチル酸が溶解して反応液が無色透明になったら、ただちにビーカーに流し出す。
- (4) 結晶が析出し始めたら、精製水 20mL 加えて加熱攪拌して、結晶をいったん溶かしたのち、冷ます。
- (5) 再び結晶が生じたら、さらに氷水でしばらく冷却したのち、析出した結晶をろ過して取り出す。

【TLCによる分離と確認】

[準備] 薄層板(4cm × 7cm)、広口びん(2)とガラス蓋、メスシリンダー、乳鉢乳棒、駒込ピペット、毛管ガラス(外径約 0.5mm)、やすり、ピンセット、ヨウ素(固体)、アセトン、酢酸エチル、バファリン錠、アセチルサリチル酸、方形のろ紙(6cm × 8cm)、薬さじ

[操作]

- (1) 試験管 A,B,C を用意して、Aには合成した結晶、Bにはアセチルサリチル酸の結晶、Cには解熱鎮痛剤のバファリン錠 1 錠（乳鉢で錠剤を溶けやすい細かい粉末状にしておく）を耳かき 1 ぱい程度を入れる。試験管それぞれにアセトン 0.5mL (1～2 滴程度)を加えて溶解させる。沈殿が残った場合は、上澄み液を使う。
- (2) 広口びんにアセトン 5mL と酢酸エチル 5mL を入れ、振り混ぜて混合し展開溶媒として方形のろ紙を立てて、蒸気を満たす。
- (3) 薄層板の下から 1 cmの原点に、鉛筆で軽く・印をつけ、きれいな切り口の毛管ガラスで各溶液を少量つけ、5 回程度スポットして乾かす。
- (4) ピンセットで、薄層板を広口びんに立てる。溶媒が薄層板の上端から 1 cm くらいになるまで吸い上げさせる。
- (5) 薄層板を取り出し、溶媒の先端に鉛筆で線を引く。薄層板をよく乾かしてから、ヨウ素入りの広口びんに入れる。
- (6) 黄色のスポットが現れたら、薄層板を取り出し、スポットを鉛筆で縁取りする。R_f 値をそれぞれ計算する。図を記録する。

$$R_f = \frac{b}{a}$$

【結果】 (1)それぞれの最大スポットについて R_f 値を求める。図も記録する。

- A : 合成したもの
B : アセチルサリチル酸
C : バファリン

【考察】

(1)サリチル酸からアセチルサリチル酸ができる変化を化学反応式で示せ。

(2)それぞれの最大スポットの R_f 値からわかったことをまとめよ。

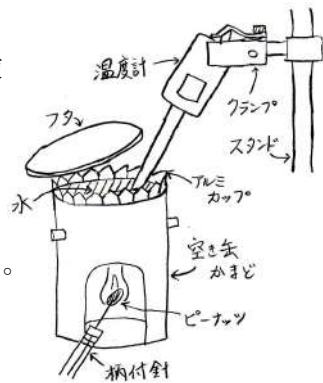
(3)小さなスポットは、何を意味するか。

【感想】

【ピーナッツで湯を沸かす】

(実験手順)

- (1) ピーナッツ 1 / 2 粒の質量を測定する。(小数第 2 位まで)
- (2) 図のように、空き缶かまどにアルミカップを乗せ、水（練習 15mL，1 回目 15mL，2 回目 20mL，3 回目 25mL）を入れてフタをして、水温を測定する。
- (3) ピーナッツを柄付針に刺して点火する。素早くかまどのアルミカップの下に入れて水を加熱し、最高温度を記録する。
- (4) マカダミアナッツでも 1 回だけ同様に実験する。
(水は25mL)



<注>

- ① 火が途中で消えないように、注意深く燃やす。炎が下からピーナッツを包んで、いつも高温に保たれるように柄付針を回す。
- ② 炎がアルミカップの底に近すぎると、不完全燃焼ですが多量に出る。炎の先端がアルミカップの底にやっと届くぐらいが良い。また、燃焼ガスが抜けやすいように、アルミカップと空き缶の間に隙間をつくるようにする。
- ③ 途中で火が消えたら、素早く再点火して加熱を続ける。水は、一気に加熱しきってしまうようにする。
- ④ 次の実験をするときには、水を入れ替えてから行うこと。

(結果)

	ナッツの 質量(g)	水の 質量(g) ※1	はじめの 水温(°C)	最高 水温(°C)	上昇 温度(K)	水の吸収 熱量(cal) ※2
練習						
1 回目						
2 回目						
3 回目						
マカダミ						

※1 水の密度は 1 g/cm³とする。

※2 水 1 gの温度を 1 K上昇させるのに要する熱量が 1 calであり、1 cal=4.18Jである。

(考察)

(1) 食品成分表では、ピーナッツのエネルギーは 562kcal/100g（ピーナッツを100g食べると、体内で562kcal発熱する）とされている。この実験で得られたデータを、ピーナッツ100gあたりに換算し、文献値（562kcal/100g）の何%かを求めよ。また、文献値と違いが生じた場合、その理由も考察せよ。

	ピーナッツの 質量(g)	水の吸収 熱量(cal)	ピーナッツのエネルギー (kcal/100g)
1 回目			
2 回目			
3 回目			
平均			

文献値の
_____ %

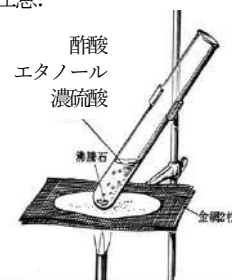
(2) 今回の実験結果から、ピーナッツとマカダミアナッツとでは、どちらがカロリーが高いと思われるか。また、マカダミアナッツ100gあたりのエネルギーも文献で調べよ。

(3) (1)で得られたピーナッツのエネルギーをジュールに換算せよ。また、ジュールとカロリーの使い分けについて説明せよ。(用紙が足りなければ、レポート用紙を追加せよ。)

高3CS 科学探究Ⅲ 『 エステル化 (-COO-) と アセチル化 (CH₃CO-) 』

<実験 1.> 酢酸エチル CH₃COOCH₂CH₃ の合成

- ① 目的： 「におい・目視など、それらの変化から酢酸エチルを確認する」
- ② 準備： 酢酸 CH₃COOH、エタノール CH₃CH₂OH、濃硫酸 H₂SO₄、沸騰石、試験管、試験管ばさみ、金網、三脚、バーナー
- ③ 手順： (1) 試験管に、CH₃CH₂OH 2.0mL、CH₃COOH 2.0mL、濃硫酸 0.50mL、沸騰石 2 粒を入れる。
(2) 試験管ばさみで(1)の試験管をもち、図 1.のように加熱する。<注> エタノールの引火に注意!
(3) 1 分後、試験管内の様子とにおいを確認する。
- ④ 反応： $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

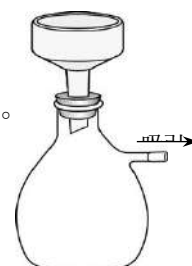


<実験 2.> フェノール類の確認

- ① 目的： 「フェノール構造をもつ物質と塩化鉄(Ⅲ)FeCl₃水溶液との呈色反応と液性の確認」
- ② 準備： フェノール、σ-クレゾール、サリチル酸、ベンジルアルコール、メタノール、万能指示薬、FeCl₃aq、試験管、
- ③ 手順： (1) 各試験管にフェノール、σ-クレゾール、サリチル酸、ベンジルアルコールを少量とりメタノール 2~3mL で溶かす。
(2) (1)の溶液をガラス棒を用いて万能指示薬につけ、pH を確認する。
(3) (1)の各試験管に FeCl₃水溶液を数滴加え、それぞれの呈色反応を確認する。

<実験 3.> アセチルサリチル酸の合成

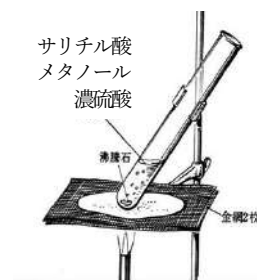
- ① 目的： 「サリチル酸を無水酢酸でアセチル化し、FeCl₃aq の呈色反応で構造確認を行う」
- ② 準備： サリチル酸、無水酢酸、濃硫酸 H₂SO₄、FeCl₃aq、プフナーろうと、吸引びん、アスピレーター、ろ紙、三角フラスコ
- ③ 手順： (1) よく乾いた三角フラスコにサリチル酸 1.0g をとり、無水酢酸 2.0mL を加えてよく振り、泥状にする。
(2) 濃硫酸を 3 滴 (正確に) 加えてよく振り、溶液全体が透明になったらそのまま静置する。
(3) 約 10 分で結晶化するが、しなかった場合、純水 30mL に移し、再結晶させる。
(4) 結晶を図 2.のように吸引ろ過し、純水でよく洗い、FeCl₃aq で呈色しなくなるまで続ける。



- ④ 反応： \longrightarrow

<実験 4.> サリチル酸メチルの合成

- ① 目的： 「サリチル酸をメタノールでエステル化し、におい・目視などから生成物を確認する」
- ② 準備： サリチル酸、メタノール CH₃OH、濃硫酸 H₂SO₄、炭酸水素ナトリウム NaHCO₃水溶液、沸騰石、試験管、試験管ばさみ、金網、三脚、バーナー
- ③ 手順： (1) 試験管にサリチル酸 1.0g をとり、メタノールを 4.0mL 加えて溶かす。
(2) (1)の溶液に、濃硫酸 1.0mL と沸騰石を 2 粒入れ、試験管ばさみを用いて図 3.のようにメタノールの引火に注意しながら、10~15 分加熱する。
(3) 溶液が白濁し、さらに加熱を続け油状のサリチル酸メチルを得る。
(4) (3)の油状のサリチル酸メチルを駒込ピペットで吸い取り、飽和 NaHCO₃aq に移し、におい、FeCl₃aq の呈色反応を確認する。



- ④ 反応： \rightleftharpoons

20201006 実施 <科学探究III> 「アミノ酸の定量 ～フォルモール法～」

1. 目的： アミノ酸の基本構造を理解し、その定量方法を考える。

2. 原理： アミノ酸は、水溶液中で双性イオンとして存在し、アミノ基が陽イオン (-NH₃⁺)、カルボキシ基が陰イオン (-COO⁻) となっているため、このままでは酸や塩基で滴定できない。しかし、アミノ酸の中性水溶液にホルマリン (ホルムアルデヒド水溶液 HCHOaq) を加えると、アミノ基がホルムアルデヒドと反応し、安定になるため、NaOHaq で滴定できるようになる。

3. 準備： 50mL ビュレット(2本)、25mL および 10mL ホールピペット、ピペッター、300mL 三角フラスコ、コニカルビーカー、食酢、ホルマリン(36%)、フェノールフタレイン、0.1M および 1.0M NaOHaq

4. 手順：

- ←① 食酢 25mL をホールピペットで 300mL の三角フラスコに入れ、フェノールフタレイン指示薬を数滴加えておく。
- ←② 1.0 M NaOHaq をビュレットに入れ、①の三角フラスコに微紅色になるまで滴下する。
※ 食酢に含まれる有機酸を中和させる。
- ←③ 別のビュレットに 0.1 M NaOHaq を用意し、コニカルビーカーに市販のホルマリン(36%) 原液を 25mL 取り、フェノールフタレインを指示薬にして滴定する。
※ ホルマリン水溶液中に自然に生じたギ酸を中和させる。→ 「中性ホルマリン」
- ←④ ②の三角フラスコに中性ホルマリン 20mL を加える。
※ 食酢中に含まれるアミノ酸のアミノ基をホルマリンがブロックする。
※ そのため、溶液は酸性となり、指示薬の微紅色は消える。
- ←⑤ ④の水溶液を 0.1 M NaOHaq で再度微紅色になるまで中和滴定する。

中性ホルマリン
の調製 →

アミノ酸
の定量 →

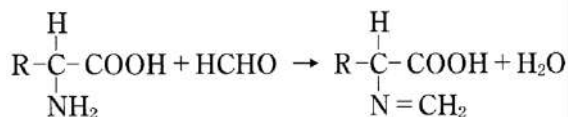
5. 結果：

6. データ処理：

②	1.0M NaOHaq の滴定値 mL	食酢に含まれる有機酸 (すべて酢酸として%を示すと) mol/L → %
③	0.1M NaOHaq の滴定値 mL	ホルマリン水溶液中のギ酸 mol/L → %
⑤	0.1M NaOHaq の滴定値 mL	総アミノ酸量 mol/L → フォルモール窒素% %

(水溶液の密度を 1.0g/mL とする)

7. 考察：



(アミノ酸とホルムアルデヒドとの反応)

1. 食酢中に含まれると考えられるアミノ酸を調べてみよ。

2. フォルモール法 (ホルモール法) を自分の言葉で説明せよ。

3. ① -NH₂ と HCHO との反応、

② PVA と HCHO からアセタール化し、ビニロンができる反応 (教 p.400)、

③メラミンと HCHO からメラミン樹脂が作られる反応 (教 p.406)、

から、「HCHO と -NH₂」や「HCHO と -OH」の反応について、整理せよ。

【結晶・再結晶】

① 試験管(大)の飽和食塩水10mLに、試験管(小)のメタノール2 mLをゆっくり加えて、軽く振り混ぜる。雪雲からチラチラと雪が降るように塩化ナトリウムの結晶が析出する。

【水とメタノールに対する溶解度の違い】

② 試験管(大)の塩化アンモニウム5 gに、水10mLをメスシリンダーで測って加え、ガスバーナーで加熱しながら溶かす。溶けたら放冷もしくは水道水で冷却して、星のような結晶を観察する。

【結晶系】

③ 50mLのビーカーに入った酢酸ナトリウム(無水)15gに、水10mLをメスシリンダーで測ってビーカーに加え、ガスバーナーで加熱して溶かす。溶けたら水浴中で10分程度静置する。そこに酢酸ナトリウムの種結晶を落として結晶の成長を観察する。

【過飽和】

④ 薬包紙に包んだ硝酸カリウム3 gと硫酸銅(Ⅱ)五水和物0.1gを、試験管(大)に入れて混ぜる。そこに水4 mLをメスシリンダーで測って加え、ガスバーナーで加熱して溶かす。水道水で冷却して硝酸カリウムのみを再結晶させる。吸引ろ過で硝酸カリウムの結晶を得る。

【再結晶】

⑤ あらかじめ500mLのペットボトルに水350mLを入れて、冷凍庫に入れておく。シャーレに流し出して水を結晶化させる。

【過冷却】

⑥ 岩塩に千枚通しを当てて木でたたいて割る。他の面を予測してカッターの刃を当てて、刃を木でたたく。

【劈開】

【感想】

【調べる】 このプリントを表紙にして、左上をホッチキスでとじる。4月26日(月)提出

① 過冷却

② CAS(Cells Alive System)

<各実験台>

試験管(大) 3本・・・①飽和食塩水10mL

②塩化アンモニウム5 g

④空

試験管(小) 1本・・・①メタノール2 mL

50mLビーカー 1個・・・酢酸ナトリウム(無水)15g

シャーレ(小)フタとあわせて1組・・・酢酸ナトリウム三水和物の結晶2, 3個

薬包紙2包・・・硝酸カリウム3 g

硫酸銅(Ⅱ)五水和物0.1g

ガスバーナー 1個

三脚 1個

金網 1枚

マッチ 1個

燃えかす入れ 1本

試験管立て 1個

ガラス棒 1本

20mLメスシリンダー 1本

1 Lビーカー 1個

吸引ビン 1個

ブフナー漏斗 1個

アスピレーター 1個

ろ紙 1枚

ハサミ 1個

ピンセット(小) 1本

千枚通し 1本

木 1個

カッター 1本

試験管ばさみ 1本

<教卓>

シャーレ(中)・・・酢酸ナトリウム三水和物の種結晶

シャーレ(特大) 1個

実物投影機

岩塩

いろいろな結晶

500mLペットボトル・・・水350mLを入れて冷凍庫

【気体の性質】(演示)

- ① 二酸化炭素の水溶性……ペットボトル(アルミ缶)に半分ほど水を入れ、残り半分に二酸化炭素を吹き込んで栓をする。激しく振るとペットボトル(アルミ缶)がへこむ。
- ② 酸性・塩基性(アルカリ性)の気体……アルミ缶に半分ほど水酸化ナトリウム水溶液を入れ、残り半分に二酸化炭素を吹き込んで栓をする。激しく振るとアルミ缶がへこむ。
- ③ 気体の拡散……ガラス管の一端に濃い塩酸をしみこませた脱脂綿を、もう一端に濃いアンモニア水をしみこませた脱脂綿を閉じ込めて密栓する。そのまま静置すると自然に拡散し、ガラス管の中央付近で反応する。
- ④ 気体の比重・可燃性……メタンを入れたシャボン玉と、プロパンを入れたシャボン玉で、気体の比重の違いを見る。可燃性の気体なので、点火すると燃える。
- ⑤ 引火性……ガラス管をスタンドで斜めに設置し、上からビーカーに入れたジエチルエーテルを手で温めて気化させ、管に流し込む。管の下に点火すると管の中を火が走る。

(生徒実験) ~気体Xを探る~

- ⑥ 塩化アンモニウム2.5gと亜硝酸ナトリウム3.5gを太い試験管に入れ、水10mLを加える。
- ⑦ 太い試験管にゴム栓付きガラス管をつけて熱湯の入ったビーカーに浸して加熱する。
- ⑧ 発生した気体Xを水上置換で試験管4~5本に捕集する。
- ⑨ におい、線香、石灰水、BTB溶液等を用いて、気体Xの正体をつきとめる。

【問題】6月7日(月)提出

- (1) ②の反応の化学反応式を書き、生成した物質の名称も答えよ。
- (2) ③の反応の化学反応式を書き、生成した物質の名称も答えよ。
- (3) ④のメタンとプロパンの燃焼を表す化学反応式をそれぞれ書け。
- (4) ⑤ジエチルエーテルの燃焼を表す化学反応式を書け。
- (5) 塩化アンモニウムと亜硝酸ナトリウムの反応の化学反応式を書け。気体Xは何か。

演示(教卓)

	器 具	薬 品
①	・500mLペットボトル1本	・CO ₂ ボンベ2本
②	・アルミ缶(口がネジ式)2本	・6 mol/L NaOH aq 200mL (・CO ₂ ボンベ1本 ①のもの)
③	・太いガラスの筒1本 ・脱脂綿付ゴム栓2個 ・50mLビーカー2個 ・pH試験紙 ・セロハンテープ	・濃アンモニア水 ・濃塩酸
④	・50mLビーカー1個	・メタンボンベ2本 ・プロパンボンベ2本 ・シャボン液1本
⑤	・スタンド1個 ・太いガラスの筒1本 ・チャッカマン1本 ・100mLビーカー1個	・ジエチルエーテル1本

生徒実験(各実験台につき)

	器 具	薬 品
⑥ ⑦ ⑧ ⑨	・試験管(太)1本 ・ゴム栓ゴム管付きガラス管1本 (試験管(太)に合うもの) ・試験管立て(太)1個 ・試験管立て(普通)1個 ・メスシリンダー 10mL or 20mL 1本 ・試験管(大)5本 ・ゴム栓(試験管(大)用)5個 ・水槽1個 ・300mLビーカー1個 ・マッチ1個	・塩化アンモニウム2.5g(薬包紙に包む) ・亜硝酸ナトリウム3.5g(薬包紙に包む) ・蒸留水1本 ・BTB液(滴ビン)1本 ・石灰水(試薬ビン(小))1本 ・線香1本

※ 電気ポット(熱湯) 教卓に1個

【コロイドの性質】

【1】 演示実験

(1) コロイド溶液をつくる

① Fe(OH)₃コロイドの生成

[反応式 _____ → _____]

・つくり方

・溶液の色の変化

② 硫黄(S)コロイドの生成

・つくり方

・溶液の色の変化

(2) チンダル現象

① 蒸留水中にレーザー光線を通す

・どのように見えたか

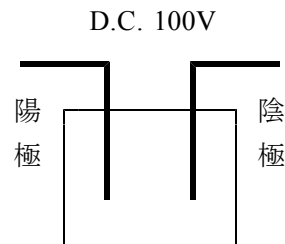
② (1)でつくった Fe(OH)₃コロイド溶液と、硫黄コロイド溶液中にレーザー光線を通す

・どのように見えたか

(3) 電気泳動

図のように、Fe(OH)₃コロイド溶液中に銅線を両極として直流電圧をかけると、どのようになるか。図に描き込め。

Fe(OH)₃コロイドの帯電は +, - のどちらか。 → _____



【2】 生徒実験

(1) 透析

① 300 mL ビーカーに蒸留水をとる。

② ①の水の中にデンプンと NaCl を含む水溶液を入れた太いガラス管(底をセロハンで包む)をつり下げる。

③ 約10分間、静置したのち、

(a) 試験管 2 本に、ビーカーの水を約 5 mL ずつピペットでとる。

(b) 別の試験管 1 本に、ガラス管中の溶液を約 5 mL ピペットでとる。

(ア) (a)の 1 本に、AgNO₃ aq を 2, 3 滴加える。

結果 _____

理由 _____

(イ) (a)のもう 1 本に、I₂ aq を 1 滴加える。

結果 _____

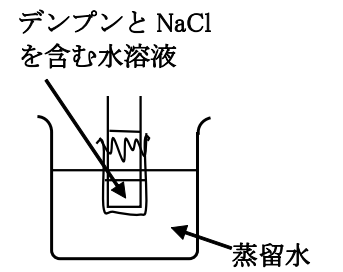
理由 _____

(ウ) (b)の試験管に、I₂ aq を 1 滴加える。

結果 _____

理由 _____

結論 コロイド粒子は半透膜(セロハン)を _____ が、イオンは _____。



(2) 凝析

水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液を約 4 mL ずつ 4 本の試験管(ア)~(エ)にとる。

① 試験管(ア)には、蒸留水 6 mL を加える。

② 試験管(イ)には、蒸留水 3 mL と Na₂SO₄ aq 3 mL を加える。

③ 試験管(ウ)には、蒸留水 3 mL とゼラチン水溶液 3 mL を加える。

④ 試験管(エ)には、ゼラチン水溶液 3 mL と Na₂SO₄ aq 3 mL を加える。

結果・考察

【化学反応式における物質の関係、および気体の法則】

(1) 気温 _____ °C , 大気圧 _____ mmHg , 水温 _____ °C (実験時)

(2) 亜鉛 (Zn = 65.4) _____ g を二また試験管に入れる。

(3) 6.00 mol/L の塩酸 10.0 mL を二また試験管に入れ、塩酸と亜鉛を混合させる。発生する気体を 100 mL のメスシリンダーに水上置換で捕集する。

※ ただし、試験管やガラス管・ゴム管内に発生した気体が残ることを考えて、はじめにメスシリンダー内にたまる気体も逃がさず発生したものと考えて集める。集まった気体が、化学反応により発生したものでなくてもよい。発生した気体の体積が必要。(定性実験ではなく定量実験である)

(4) 気体が発生しなくなるまで反応させ、発生した気体の体積をメスシリンダーで測る。

(結果・考察)

① この反応の化学反応式を書け。

② 亜鉛の質量から、理論上発生するはずの気体の体積は、標準状態で何 L か。

_____ L

③ (4) でメスシリンダーに捕集された気体の体積は _____ L であった。

④ ③の体積を標準状態に換算せよ。

_____ L

⑤ 理論上の体積 (②) と、④の体積に違いがあった場合、その原因を考察せよ。また、その原因をもとに、この反応で発生した気体の (標準状態での) 体積に補正せよ。

_____ L

【ガスライター中の気体の分子量】

① 気温 _____ °C , 大気圧 _____ mmHg , 水温 _____ °C (実験時)

② ガスライターの質量をはかる。 _____ g

③ ガスライター中のガスを水上置換法で 200 mL (以上) のメスシリンダーに、200mL 捕集する。 _____ L

④ ガスライターについて水を完全に落とし、再び質量を測定する。 _____ g

⑤ ガスライター中のガスの分子量を求めよ。ただし、先の実験の(結果・考察) ⑤ を考慮すること。

分子量 _____

※ 参考

$$1 \text{ 気圧} = 1013 \text{ hPa} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

飽和水蒸気圧

温度 (°C)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
mmHg	11.2	12.0	12.8	13.6	14.5	15.5	16.5	17.5	18.7	19.8	21.1

【問題】レポート用紙に解き、このプリントのあとにホッチキスでとじて2月7日(月)提出。

(1) ガスライター中のガスは何か。名称と化学式を答えよ。

(2) ガスライター中のガスは、常温・常圧では気体である。しかしライターの中では液体であるのはなぜか。

(3) ガスライターを気温が高くなる恐れがあるところ(車の中など)に長時間放置すると危険であるのはなぜか。

(4) メスシリンダーを逆さまに立てたとき、中の水が流れ出てしまわないのはなぜか。

【化学反応式における物質の関係、および気体の法則】

(生徒)

- ・ 亜鉛 (細かい・ミニシャーレに入れたもの) 約0.16g
- ・ 6.00mol/L 塩酸 10.0mL (試薬ビン中)

- ・ 水槽 1個
- ・ ニまた試験管 1本
- ・ ゴム栓・ガラス管・ゴム管・ガラス管 1本
- ・ メスシリンダー 100mL 1個
- ・ 薬包紙 (教卓)
- ・ 電子天秤 (大) 2～3台 (教卓)

【ガスライター中の気体の分子量】

(生徒)

- ・ ガスライター 1個

- ・ 水槽 1個 (上の実験と共通)
- ・ メスシリンダー 200mL以上 1個
- ・ 温度計 1本
- ・ 電子天秤 (大) 2～3台 (教卓) (上の実験と共通)

金属の腐食とめっき

【安全上の注意】

試薬の扱いには十分注意すること。実験時は必ず保護メガネを着用し、万一試薬が皮膚などに付着した場合は、すぐに大量の水で洗い流し、担当教員に連絡すること。

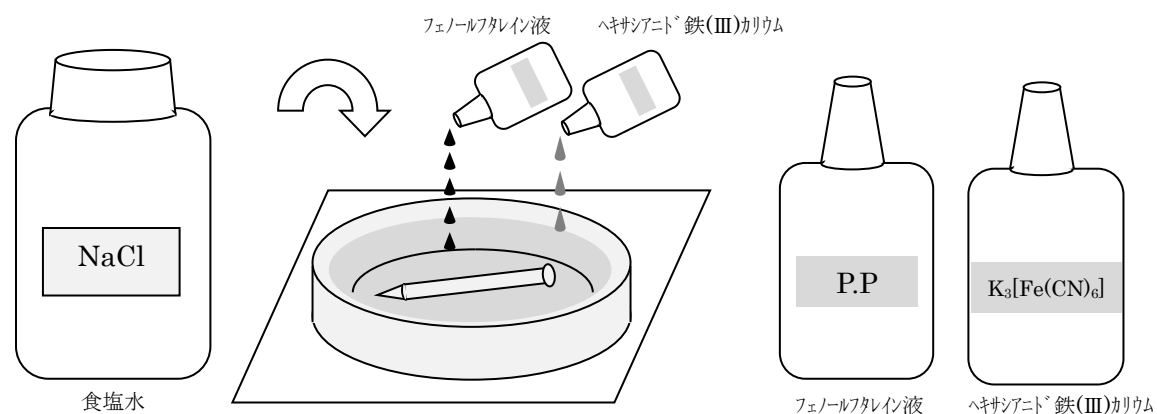
【実験1】鉄くぎの腐食（エバンスの実験）

【準備】試薬：鉄くぎ（あらかじめ紙やすりでよく磨いておく）、フェノールフタレイン液、
ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム $K_3[Fe(CN)_6]$ 水溶液 NaCl水溶液（約3%）

器具：シャーレ、白い紙、保護メガネ

【実験の手順】

- (1) (色の変化を見やすくするため) シャーレの下に白い紙を敷き、シャーレの中に鉄くぎを入れる。
- (2) 鉄くぎが浸る程度の食塩水を入れ、フェノールフタレイン液 5 滴と、ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液 3 滴を鉄くぎの上に均等に滴下する。
- (3) そのまましばらく静置して変化を観察する。



【実験2】銅を銀のように変え、さらに金のように変える錬金術

【準備】試薬：銅板（あらかじめ紙やすりでよく磨いておく）、
20%(または6.0mol/L)水酸化ナトリウム水溶液 亜鉛（粉末、および粒状）
器具：蒸発皿、ガスバーナー、三脚、金網、ピンセット、トイレットペーパー

【実験の手順】

- (1) 蒸発皿に粉末亜鉛 1g をはかりとり、粒状亜鉛を 1 粒加える。
これに約 20%水酸化ナトリウム水溶液を蒸発皿の深さの約 1/2 程度加える。
- (2) 溶液が沸騰するまでガスバーナーで加熱する。沸騰したら弱火にする。
(このときのぞきこまないこと！また、沸騰時のしぶきがかかるおそれがあるので注意する。)
- (3) 銅板をピンセットでつまみ、まず亜鉛に接触しないように溶液に浸して、変化を観察する。
- (4) その後、銅板を亜鉛に接触するように沈めて、再び変化を観察する。
そのまましばらくおだやかに煮沸する。(めやすは3分)。
- (5) 銅が銀色になったら、ピンセットで取り出して水洗し、トイレットペーパーで拭く。
- (6) 銀色になったものをピンセットでつまみ、やや小さめにしたバーナーの炎の中に入れてゆっくり加熱する。
銀色からまず赤銅色になり、さらに過熱を数秒続けると、ずっと金色になる。
- (7) 金色になったらすぐに炎から出すこと。放冷し、水洗いして乾燥する。

【結果と考察】

【実験1】鉄くぎの腐食（エバンスの実験）

手順(2)より、どのような変化が観察されたか

フェノールフタレイン液	
ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液	

- ① ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液の変化からなにが検出されたことが分かるか。
- ② この反応をイオン反応式で書いてみよう。
- ③ フェノールフタレイン液の変化からなにが検出されたことが分かるか。
- ④ この反応が起こったのは水中に溶存する酸素分子 O_2 と水分子 H_2O が②で放出された電子を受け取ったからである。この反応をイオン反応式で書いてみよう。

【実験2】銅を銀のように変え、さらに金のように変える錬金術

- ① 通常金属は酸に溶けるが、手順(1)で亜鉛は強塩基である水酸化ナトリウム水溶液に溶けた。これはなぜか。
- ② 銅はどのような色が特徴の金属か。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液に亜鉛が溶けるときの化学反応式を書いてみよう。
- ④ このとき発生した気体は何か。
- ⑤ $[Zn(OH)_4]^{2-}$ このイオンの名称を答えよ。またこのように配位結合で生じたイオンの総称を何とよいか。

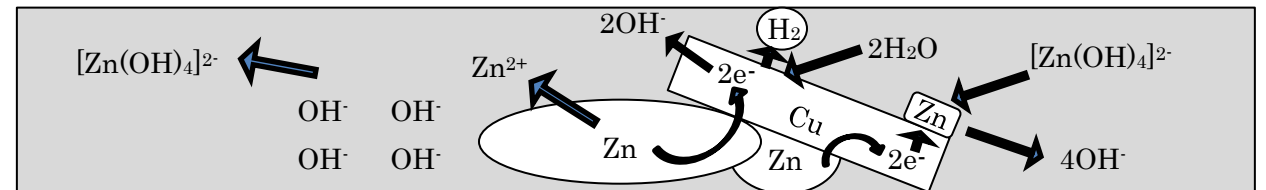
⑥ 手順(4)で銅の表面が銀色になったのはなぜか。

⑦ 手順(6)で銅の表面が金色になったのはなぜか。

⑧ 銅板を亜鉛に接触させたときに銀色になったのは、部分的に電池になって、亜鉛版の表面で酸化が、銅板の表面で還元が起こったからである。亜鉛版の表面では、亜鉛が電子2個を放出し水酸化物イオン4個を配位して $[Zn(OH)_4]^{2-}$ になる反応が起こっている。この反応をイオン反応式で書いてみよう。

⑨ このとき銅板の表面では、⑧で放出された電子2個を水分子2個が受け取り、水酸化物イオンと水素分子になる反応が起こっている。この反応をイオン反応式で書いてみよう。

⑩ また⑨のとき同時に、 $[Zn(OH)_4]^{2-}$ が銅板へ移動してきた電子の一部と反応し、還元され金属亜鉛に戻り銅板が亜鉛めっきされたと考えられる。この反応をイオン反応式で書いてみよう。



感想・考察

科学探究Ⅲ 光合成色素を分け取る

- 【目的】** 植物の葉の中で光合成に係わる複数の色素を分離して取り出す方法を学ぶ。
 ①植物の葉から関係する色素を抽出する。
 ②カラムクロマトグラフィーを用いて光合成色素を分離して取り出す。
 参考文献：日本化学会編「楽しい化学の実験室」p. 96

光合成色素の分子構造



図1 クロロフィルa(1)とクロロフィルb(2)の分子構造

緑葉には、クロロフィルとカロテノイドが含まれる。クロロフィルの大半は、図1のクロロフィルa(1)とクロロフィルb(2)である。

カロテノイドの主体は図2の4種である。β-カロテンはクロロフィルが光で分解されないように守る役割をもち、分子の真ん中で切れるとビタミンAになる。

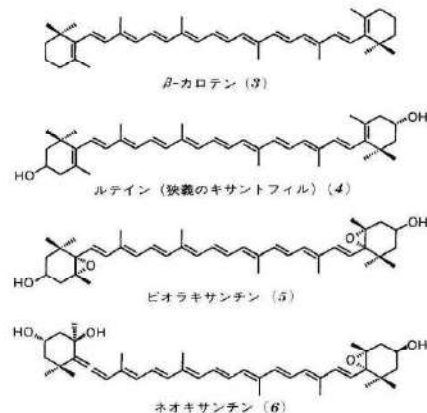


図2 カロテノイド4種の分子構造

【実験Ⅰ】色素の抽出

時間節約のために、あらかじめ準備し、冷蔵庫に保存したものを使用する。溶液のまま保存すると、化学変化が起こってしまう。植物の種類によって抽出されやすさは大きく異なるから、いろいろな植物の葉を試してみると良い。

- パセリ約2gを水洗した後、水分を拭き取ってから、ビーカーに入れた30mLのメタノール中に4~5回出し入れして、水分を抜き取る。
- ホットプレート上でメタノール30mLを60℃に温め、パセリを入れて2~3分間かき混ぜて、色素を抽出する。
- 白くなったパセリを捨て、抽出液に約20cm³の無水硫酸ナトリウムを加えて1~2分かき混ぜ、乾燥する。
- 抽出液をろ過し、ロータリエバポレーターで溶媒を留去する。アセトン50mLを加えて再び留去し、乾燥する。得られた固体を冷蔵庫に保管する。

【実験Ⅱ】カラムクロマトグラフィー

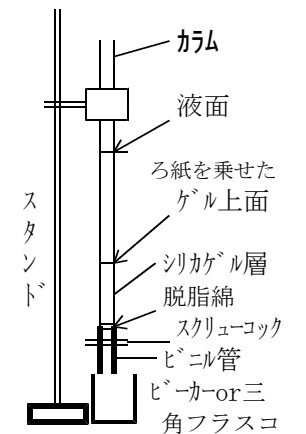
[準備]

ビーカー(50mL、200mL)、カラム(ガラス管・内径8mm、長さ30cm、短いビニル管、スクリュウコック)、脱脂綿、パスツールピペット、駒込ピペット(2mL)、メスシリンダー(10mL、100mL)、ロート、薬さじ(錆のないステンレス製)、ガラス棒、サンプル管または三角フラスコ(50mL、4、100mL)、カラムに入れる丸いろ紙、ピペット置き

石油エーテル、2-プロパノール、シリカゲル(ワコーゲルC-300(100で行う)など、約10mL)

[操作]

- ガラス管、ビニル管、スクリュウコックを図のように接続し、カラムとする。ガラス管の下端に脱脂綿を詰める。
- 2-プロパノール4mL(10mLメスシリンダー)と石油エーテル100mLを混合し、良く混合して展開溶媒とし、三角フラスコ(100mL)に保存する。溶媒の種類と混合比率は、試行錯誤で探り当てた貴重な情報である。
- 50mLビーカーにシリカゲルを7mL取り、展開溶媒を加えてかき混ぜ、約20mLの混合液にする。
- カラムにシリカゲルを入れる前に、先ず、展開溶媒を2mLほど入れて脱脂綿を湿らせる。次に、3.の混合液を、シリカゲルがビーカーの底に残らぬようかき混ぜながら3回ほどに分けてカラムに注ぎ込む(こぼさぬよう、ロートを使う)。液があふれそうになったら、脱脂綿が落ちない程度にスクリュウコックを少しゆるめ、溶媒をそっと流し出してから、混合液を注ぎ込む。**シリカゲル上面を液面から出すな!**
 ビーカーに残ったシリカゲルは、流れ出した溶媒で洗い込む。溶媒を流し出すと、1~2分でシリカゲルが沈み、10~15cm程度の白い柱ができて、上層は透明になる。この頃に、丸く切り抜いたろ紙を沈め、シリカゲルの上面に落ち着かせる。
- カラム内の液が無くなるよう、スクリュウコックを調節して、液をゆっくり落としていく。その間に、【実験Ⅰ】で取り出して保存した色素に、展開溶媒0.5~0.7mLを加えて溶かす(今回は、教卓に用意するので、試験管で持ち帰る)。
- カラム内の液面が、シリカゲル液面と一致した瞬間に、パスツールピペットに吸い取って用意していた色素溶液を、シリカゲル上面にそっと押し出す。
 このとき、強く押し出すと、シリカゲル上面が荒れて、色素がうまく分離しなくなる。そこで、ゲル上面にできるだけ近い高さのガラス壁面にピペットの先端を当て、内壁に沿ってぐるっと回しながら、そっと押し出すと良い。
- 色素溶液が入っていた試験管に展開溶媒約0.5mLを入れて残った色素を溶かし、ピペットに吸い込む。カラム内の色素溶液がろ紙面下に吸い込まれたら、その瞬間に、6.と同じ要領で、低い位置から壁面を伝うように溶媒を回し入れ、壁面の色素も洗い入れる。この、試験管とカラム内壁を洗い入れる操作を、2回繰り返す。
- カラム内の溶液がろ紙面下に吸い込まれ終わったら、ピペットで展開溶媒をカラム壁面を伝わらせて静かに入れる。最終的には、カラムの上端まで溶媒を満たす。
 7.~8.の操作が注意深くなされると、カラム内の溶媒に色は付かない。
- 溶媒を補充しながら展開を行い、色の違いを目安にして、各色素を分取する。溶媒切れを起こさないよう、注意する。順調なら、約40分で分取できる。



- * 時間があれば、分光光度計で各成分の吸収スペクトル(300~700nm)を測定する。
- * 石油エーテル/アセトンを体積比で7:3の比で混合した溶液を展開溶媒として、薄層クロマトグラフィー(TLC)で分離すれば、短時間に分離できる。分離して種類を確認するだけなら、TLCが手軽で便利である。

【考 察】

1. 使用した溶媒で溶出してくる順番は、下表の通りである。記入せよ。

物質名	色	他に気付いたこと
β -カロテン (3)		
クロロフィル a (1)		
クロロフィル b (2)		
ルテイン (4)		
ビオラキサンチン (5)		
ネオキサンチン (6)		

2. 実験中に気付いたことを記録せよ。

3. ここではカラムクロマトグラフィーと呼ばれる方法を使った。

(1) なぜ物質を、みごとに分離することができるのか、理由を調べて記せ。

(2) 溶出しやすい順番と、分子の構造の間には、何か関連があるのだろうか、気付いたことを書け。

(3)

【感 想】

セッケンと合成洗剤を比較する

目標

セッケンと合成洗剤はどちらも洗浄という用途に使われるが、分子の構造や性質が異なる。両者を合成し、その性質を比較することにより、これらの物質に対する理解を深める。

実験 1 セッケンをつくる

準備

【器具】 ビーカー(300mL、100mL、50mL)、ガラス棒、ガーゼ、輪ゴム、三脚、金網、ガスバーナー、葉さじ、ピンセット、手袋

【試薬】 エタノール、やし油、6mol/L 水酸化ナトリウム水溶液、塩化ナトリウム飽和水溶液

操作

(1) 300mL ビーカーに入れた水を 70℃程度にガスバーナーで加熱する。

50mL ビーカーにやし油 5g をとり、用意した湯の中につけて温める。

(2) ガラス棒でかき混ぜながら、エタノール 5mL を加える。

※注意！ エタノールは引火しやすいので、火を使う際には十分注意する。

(3) 6mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 4mL を加え、かき混ぜながら 15 分程度そのまま加熱を続ける。

※注意！ 加熱した混合物が皮膚に触れないように十分注意する。

(4) 固まってきた反応物を、塩化ナトリウム飽和水溶液 50mL に加え、ガラス棒で塊をほぐすようによく混ぜる。

(5) 反応物を冷ましてから、100mL ビーカーの口にガーゼを輪ゴムでとめたものでこす。さらに水分をしぼる。

※注意！ 未反応の水酸化ナトリウムが含まれることがあるので、この操作は手袋をつけて行うか、葉さじとピンセットを使うなどして手を触れずに行う。

実験 2 合成洗剤をつくる

【器具】 100mL ビーカー、こまごめピペット、ガラス棒

【試薬】 1-ドデカノール、濃硫酸、炭酸ナトリウム

操作

(1) 100mL ビーカーに 1-ドデカノール 2.5g をとり、濃硫酸 1.5mL を加えてガラス棒で 15 分程度よくかき混ぜる。

(2) 反応物が糊状になったら炭酸ナトリウム 2.5g を加え、さらにかき混ぜる。

実験 3 セッケンと合成洗剤の比較

【器具】 試験管、試験管立て、ゴム栓、こまごめピペット、スパチュラ、葉さじ、ピンセット

【試薬】 実験 1、2 で得られたセッケンと合成洗剤、市販のセッケンと合成洗剤、食用油、フェノールフタレイン溶液、希塩酸、塩化カルシウム飽和水溶液、pH 試験紙

操作

(1) 試験管 4 本に実験 1 で得られたセッケン、実験 2 で得られた合成洗剤、市販のセッケン、市販の合成洗剤を少量とる。これらにそれぞれ 10mL の純粋な水を加え、ゴム栓をしてよく振り混ぜる。

(2) (1)の試料それぞれに pH 試験紙を浸して pH を調べる。

(3) (1)の試料をそれぞれ試験管に 4 等分し、以下の(a)~(d)を少量加えてよく振り混ぜ、変化の様子を観察する。

(a) 食用油 (b) フェノールフタレイン溶液

(c) 希塩酸 (d) 塩化カルシウム飽和水溶液

[留意点・工夫点]

☆ 材料として、やし油の代わりにその他の油脂でもできる。

☆ 作成時に使用する水酸化ナトリウムや濃硫酸は強アルカリ・強酸なので、眼より上で取り扱わないこと。防護眼鏡を着用すること。

☆ エタノールを入れる理由は、水と油を溶けやすくするためである。入れなくても加熱しながら根気よく攪拌すればよい。

☆ けん化促進のため、はじめは水分を多くせず、水酸化ナトリウム溶液を分けて入れる。クリーム状になってから足していくとよい。

☆ 塩析して出来たセッケンは多少黄色味がついているが、乾燥すると白色になる。

☆ 加える炭酸水素ナトリウムが少ないと粉末にならない場合があるので過剰に入れたほうがよい。炭酸水素ナトリウムを加えてかき混ぜると二酸化炭素が発生して膨らむが、冷やすとペースト状になり、室温でさらにかき混ぜると白色のさらさらとした粉末になる。

実験3 結果

(2) 各溶液の pH

実験1のセッケン	実験2の合成洗剤	市販のセッケン	市販の合成洗剤

(3) (a)~(d)を少量加えた時の変化の様子

(a) 食用油

実験1のセッケン	実験2の合成洗剤	市販のセッケン	市販の合成洗剤

(b) フェノールフタレイン液

実験1のセッケン	実験2の合成洗剤	市販のセッケン	市販の合成洗剤

(c) 希塩酸

実験1のセッケン	実験2の合成洗剤	市販のセッケン	市販の合成洗剤

(d) 塩化カルシウム水溶液

実験1のセッケン	実験2の合成洗剤	市販のセッケン	市販の合成洗剤

<セッケンと合成洗剤の性質> (時間があれば)

操作

- (1) 実験1、2でつくったセッケンと合成洗剤で油汚れを落とすことができるか調べてみよう。
 小さな布片に油絵具をつけて汚し、セッケンと合成洗剤をつけて洗ってみる。

結果

- (2) ビーカーに水を入れ 1 円玉を浮かべてみる。その後、ビーカーの中にセッケン水を混ぜてみる。

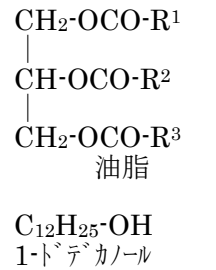
結果

- (3) シャーレに水を入れ、その水に墨を垂らして丸い模様を作る。つまようじの先にセッケンをつけ、墨の模様をさわってみる。

結果

考察

- (1) 実験1,2の反応を、化学反応式でそれぞれまとめよ。ただし、油脂の一般式は下のようにする。



- (2) セッケンや合成洗剤が油汚れを落とすことができるのはなぜか。

- (3) 実験3の結果より、セッケンと合成洗剤のはたらきや違いを考察せよ。

(a) 食用油を加えた時の変化からわかること

(b) pH 試験紙とフェノールフタレイン液の変化からわかること。

(c) 希塩酸を加えた時の変化からわかること。

(d) 塩化カルシウム水溶液を加えた時の変化からわかること。

- (4) セッケンは紀元前より使われてきたが、本実験のような試薬を使わない場合は、どのような天然の物質を使ったのか調べてみよう。

感想

追加課題

① セッケンは高級脂肪酸のナトリウム塩が主成分である。
この場合の「高級」とはどのような意味だろうか。

② セッケンや合成洗剤に油を入れるとなぜ乳化するのか。分子構造の観点から理由を調べてみよう。

③ セッケンは弱塩基性を示し、合成洗剤は中性を示す。その理由を調べてみよう。

④ セッケンに希塩酸を加えたときに析出した物質の成分と、なぜこのようなことが起こったのか調べてみよう。また合成洗剤では同じことが起こらないのはなぜか。

⑤ セッケンは海水や硬水では泡立たないので、合成洗剤が作られた。なぜセッケンは海水では泡立たないのに、合成洗剤は泡立つことができるのか調べてみよう。

アニリンとアゾ染料

目的

代表的なアミンであるアニリンを合成しその性質を調べるとともに、アニリンからアゾ染料を合成する。

準備

試薬：ベンゼン，濃硝酸，濃硫酸，スチールウール，塩化スズ(II)，エーテル，アニリン，万能pH試験紙，さらし粉水溶液，6mol/L濃塩酸，2mol/L・6mol/L水酸化ナトリウム水溶液，木綿布，5%ニクロム酸カリウム水溶液，1mol/L硫酸，無水酢酸，2-ナフトール，食塩，2mol/L亜硝酸ナトリウム水溶液

器具：試験管，ロート，コルク栓，三角フラスコ，ビーカー，ガラス棒，マグネティックスターラー，こまごめピペット，シャーレ

操作

実験1 ニトロベンゼンとアニリンの合成

- ① 試験管にベンゼン 2mL をとり，さらに濃硝酸 2mL を加える。
- ② ①の試験管に，濃硫酸 2mL を注意深く振り混ぜながら少しずつ加える。発熱しながら反応し，褐色の気体が発生し，有機層が黄色に変色する。
- ③ 反応後こまごめピペットで有機層を吸い取り，別の試験管にとった水中に移す。
- ④ 大型試験管に約 1.5 g のスチールウールを丸めて入れる。
- ⑤ 別の試験管に 6mol/L 塩酸 10mL をとり，塩化スズ(II)0.5 g を溶かし，③で得られた黄色の有機層を加える。
- ⑥ ④の試験管に⑤の試験管の内容物を移して，よく振る。反応が進むにつれて有機層の黄色が薄くなり，やがて消える。
- ⑦ ⑥の試験管の内容物をろ過し，ろ液に 6mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20mL を加える。(沈殿を生じる。)
- ⑧ ⑦の試験管にジエチルエーテル 5mL を加えて，コルク栓をして振り混ぜる。静置すると沈殿物を含む水層の上にエーテル層が分離する。
- ⑨ ⑧のエーテル層を少量とり，別の試験管にとったさらし粉水溶液に加えて呈色の様子を観察する。

実験2 アニリンの性質

- ① 試験管に蒸留水を 3mL とり，そこへアニリンを 5 滴加えてよく振り混ぜる。水溶性と臭いを調べる。
- ② ①の溶液のpHを，万能pH試験紙を用いて調べる。
- ③ ①の溶液にさらし粉水溶液を加えて呈色を観察する。
- ④ 三角フラスコに，アニリン 1mL と濃塩酸 1mL をとり，周りを水で冷やしながら変化の様子を観察する。観察後、水 20 mL を加えて溶液とする。
- ⑤ ④の水溶液 2mL を別の試験管に移し，それに 6mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 3mL を加えて振り混ぜ、変化の様子を観察する。
- ⑥ シャーレに④の水溶液 5mL をとり，木綿布を 1 枚入れ，5 分間放置してよく浸み込ませる。シャーレ内の余った水溶液は捨てる。(④の水溶液の残りは実験3で使用する。)
- ⑦ ⑥の木綿布に硫酸酸性ニクロム酸カリウム水溶液(5%ニクロム酸カリウム水溶液 10mL に 1mol/L 硫酸 2mL を加えたもの)を注ぎ，よく浸み込ませる。しばらくしてから(5分ほど)木綿布を取り出し，水洗いして布の色を観察する。
- ⑧ 300mL ビーカーに水道水を一杯に取り，マグネティックスターラーにのせてかき混ぜる。そこへアニリン 3 mL を加えよく攪拌したあと無水酢酸 6mL を少しずつ加え，さらに攪拌を続け，水中で起こる変化の様子を観察する。

実験3 アゾ染料の合成

- ① シャーレに 2-ナフトール 0.2 g を取り 2mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 10mL を加えて溶かす。溶けたらシャーレに木綿布を広げ、2-ナフトールの水酸化ナトリウム溶液をよく浸み込ませる。(ガラス棒で押さえるようにし，15分間放置)
- ② 100mL 三角フラスコに，実験2の⑥の残りの水溶液 10mL と 6mol/L 塩酸 3mL を加え，寒剤として少量の食塩を加えた氷中につけて，ゆすりながら冷却する。
- ③ 氷中につけた②の三角フラスコに，あらかじめ冷却しておいた 2mol/L 亜硝酸ナトリウム水溶液 5mL を，こまごめピペットを用いて少量ずつかき混ぜながら加える。
- ④ ①の木綿布を取り出し，紙の上で余分な溶液を軽く吸い取り，シャーレに広げておく。そこへ冷却した③の反応液を流し込む。しばらくした後，木綿布を取り出して水洗いする。生成した染料の色を観察する。

実験1 ニトロベンゼンとアニリンの合成

⑨ さらし粉による呈色を記せ。

実験2 アニリンの性質

① 水溶性, 臭い	② pH	③ さらし粉による呈色

④ アニリンと塩酸の変化の様子を記せ。

⑤ 水酸化ナトリウムを加えたときの変化の様子を記せ。

⑦ 硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を加えたときの変化の様子を記せ。布の色を記せ。

⑧ アニリンと無水酢酸の変化の様子を記せ。

実験3 アゾ染料の合成

③ アニリンの塩酸酸性溶液と亜硝酸ナトリウム水溶液の反応の様子を記せ。

④ ③に 2-ナフトールの水酸化ナトリウム溶液を加えたときの様子を記せ。また、染料の色を記せ。

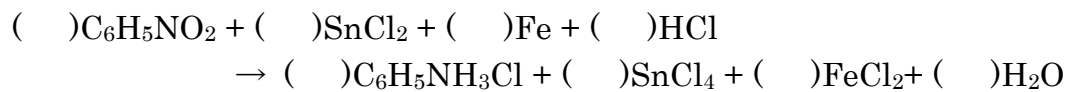
	色
--	---

考察

実験1 ニトロベンゼンとアニリンの合成

② 生成した黄色の有機化合物は何か。またベンゼンと硝酸との反応の化学反応式を記せ。

⑥ 黄色の有機化合物と鉄・塩酸・塩化スズ(II)との反応の化学反応式を完成せよ。



⑦ 水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに起きている反応の化学反応式を記せ。

(ただし、沈殿生成反応以外の反応について)

⑨ さらし粉の呈色をもとにしてエーテル層中の生成物が何であるか判断せよ。

実験2 アニリンの性質

①～③ アニリンの性質を、その構造から説明せよ。

④ アニリンと塩酸の反応の化学反応式を記せ。また反応生成物の名称を記せ。

⑤ ④の反応生成物と水酸化ナトリウムとの反応の化学反応式を記せ。

⑦ 反応生成物の名称を記せ。

⑧ アニリンと無水酢酸との反応の化学反応式を記せ。また生成物の名称を記せ。

	生成物
--	-----

実験3 アゾ染料の合成

③ アニリンの塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加えたときの反応の化学反応式を記せ。また生成物の名称も記せ。

・このような反応を何というか。

④ ③の反応生成物を 2-ナフトールの水酸化ナトリウム溶液と反応させたときの 変化を化学反応式で表せ。また生成物の名称を記せ。

・このような反応を何というか。

生物のエネルギー

～呼吸を中心にした生物進化～

生物界の変遷

《生物の多様化》

生物は約38億年の歴史のなかで、新しい種の誕生と絶滅を繰り返しながら、現在見られるような多様性を獲得してきた。

《生物の出現と地球環境の変化》

地球上で最初に出現した生物は原核生物である。これまでに知られている最も古い生物化石は約35億年前にできたと推定される岩石から発見された細菌類の化石である。

①生命が生まれる前の地球には火山ガスの噴出により大気中や水中に多量の二酸化炭素が存在し、酸素はほとんど含まれていなかった。水中には有機物が多く蓄積。

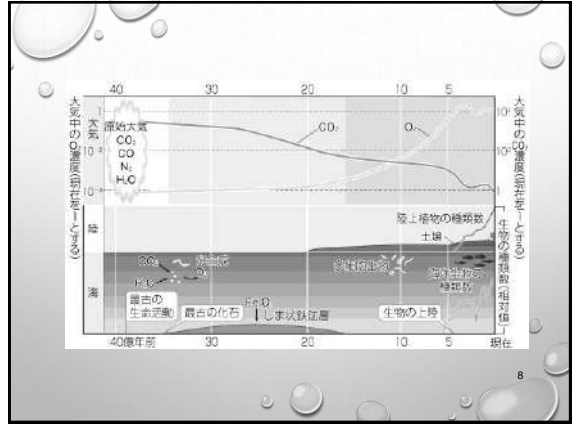
⇒初期の生物は、周囲の有機物を分解し、

[嫌気呼吸]によってエネルギーを得る従属栄養生物や、火山活動によって放出されたメタンや水素などを用いて有機物を合成する独立栄養生物であった。 5

②その後、化学合成細菌が生まれ、次いで多量に存在する[水]と[二酸化炭素]を原料として、光のエネルギーを使って有機物を合成する独立栄養の生物が出現した。

⇒光合成を行う原核生物であるラン藻類(シアノバクテリア)の化石は[ストロマトライト]という層状構造をもった石灰岩として見つかる。

- ③ラン藻類の増殖の結果、酸素が水中に放出され、好気呼吸が可能な環境がつけられた。
- ④[好気]呼吸は[嫌気]呼吸に比べて効率よくエネルギーを得られるので、[好気]呼吸を行う従属栄養生物がしだいに増えていったと考えられる。
- ⑤大気中の酸素濃度の増加に伴って[オゾン層]が形成され、生物が陸上に進出した。



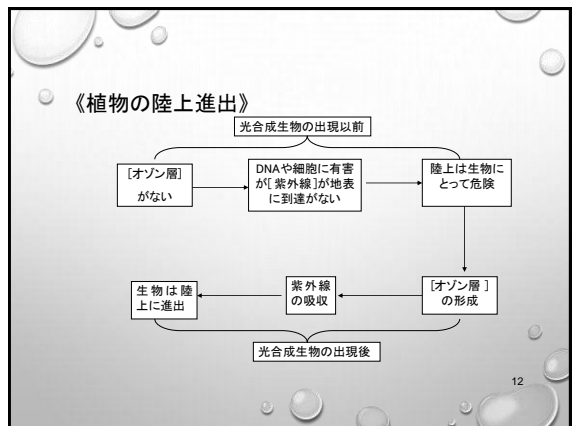
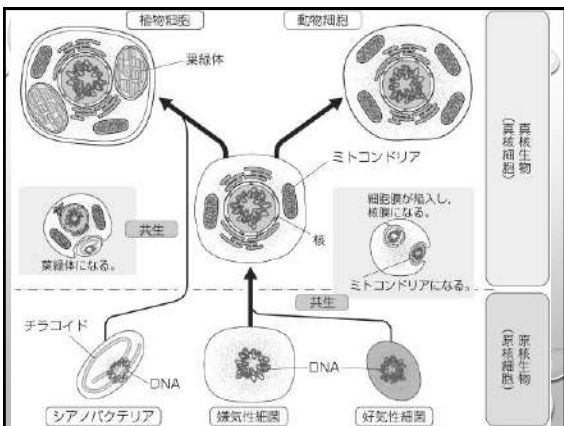
《真核生物の誕生と共生説》

真核生物]は細胞内に核、ミトコンドリア、葉緑体といった細胞小器官をもつ。

真核生物は原核生物よりかなり遅れて約[15億]年前になって初めて出現している。

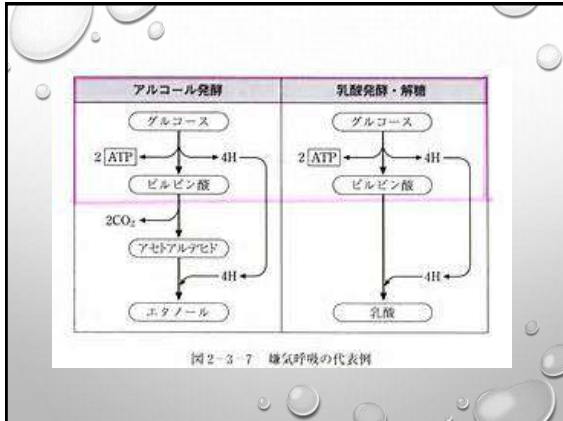
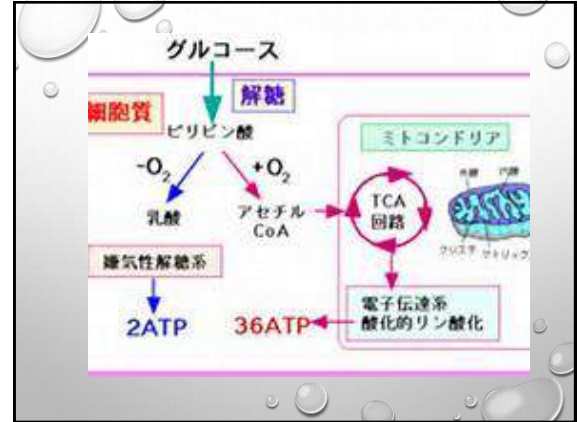
《真核生物の誕生と共生説》

真核生物の細胞構造のうち、ミトコンドリアは[嫌気性細菌]の細胞内に[好気性細菌]が、葉緑体は[ラン藻類]が、それぞれ[細胞内共生]した結果できたという[共生説(細胞内共生説)]が有力である。



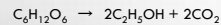
呼吸の過程

- ① 解糖系 細胞質基質
グルコースをピルビン酸に 2ATP
 - ② クエン酸回路 ミトコンドリアのマトリックス
ピルビン酸を水素とCO₂に分解 2ATP
 - ③ 電子伝達系 ミトコンドリアのクリステ
水素を酸化して水ができる 34ATP
- 計 38ATP



アルコール発酵

- ・ 酵母菌は嫌気呼吸を行う。アルコール発酵と呼ばれる反応過程でエネルギーを作り出している。



イースト

- ・ 一般に**パン酵母**のことで糖を醗酵して炭酸ガスとアルコールを生成するとともに、有機酸や香気成分も生成する**微生物**。
- ・ 炭酸ガスはパン生地が膨らむために、有機酸はパン生地の伸びや味わい、香気成分はパンの香りに必要。
- ・ この様な特徴が単に**化学反応で炭酸ガスを発生するベーキングパウダーとは違う**ところ。

生イーストとドライイーストの違いは？

- ・ 一般用の生イーストは0~5℃の冷蔵保存の状態です3週間以上日持つ。
- ・ ドライイーストは乾燥しても死なずに休眠するイースト品種を使って、特別な培養を行った後に乾燥しているため冷蔵所に保存すれば6ヶ月以上持つ。

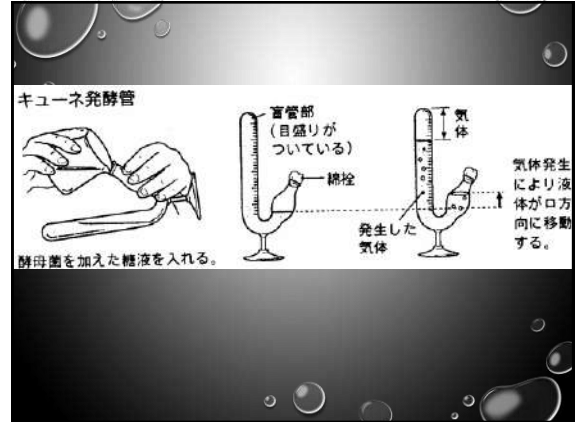
アルコール発酵の実験

[実験器具] キューネの発酵管、ビーカー、温度計、ガラス棒

[薬品・材料] ドライイースト、ブドウ糖

[方法]

- ① 300CCのビーカーに湯を入れ、40°Cになるように調整する。
- ② 100CCのビーカーにドライイースト0.5g、ブドウ糖5gと①で作った40°Cの湯50CCを入れ、ガラス棒でよくかきまぜる。
- ③ キューネの発酵管を傾けて、盲管部に気体が残らないように②で作った液を入れる。
- ④ キューネの発酵管をたて、発酵開始から、20分後に気体の量を測定する。



レポート課題1

- 20分間に、何mgのブドウ糖がアルコール発酵により分解されたか。また、このとき何mgのエタノールができたか。酵母菌はアルコール発酵だけをおこなうものとする。ただし、気体1モルの体積を25.7リットル(40°C、1気圧)、C=12、H=1、O=16とする。

課題2

- 日本酒の製造過程を述べよ。
- 白鹿酒造



生物 発酵

アルコール発酵の実験

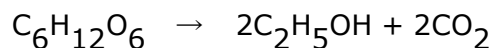
[実験器具] キューネの発酵管、ビーカー、温度計、ガラス棒

[薬品・材料] ドライイースト、ブドウ糖

[方 法]

- ① 300cc のビーカーに湯を入れ、40℃になるように調整する。
- ② 100cc のビーカーにドライイースト 0.50g、ブドウ糖 5.0g と①で作った 40℃の湯 50cc を入れ、ガラス棒でよくかきまぜる。
- ③ キューネの発酵管を傾けて、盲管部に気体が残らないように②で作った液を入れる。
- ④ キューネの発酵管をたて、発酵開始から、20 分後に気体の量を測定する。

アルコール発酵



問題 20 分間に、何 mg のブドウ糖がアルコール発酵により分解されたか。また、このとき何 mg のエタノールができたか。ただし、酵母菌はアルコール発酵だけをおこなうものとし、気体 1 モルの体積を 25.7 リットル (40℃、1 気圧)、C=12,H=1,O=16 とする。

ブドウ糖	mg 分解
エタノール	mg

日本酒の製造過程を述べよ

〔観察〕 カエルのからだのつくり

目的：カエルのからだのつくりを観察し、ヒトのからだのつくりとの共通点や相違点を調べよう。

準備：トノサマガエル、ジエチルエーテル、生理食塩水(0.7%)、解剖用具、カエル解剖図

- 解剖の方法：①広ロビンにカエルを入れ、麻酔する。
②解剖皿の上で、4本のあしを固定する。
③下腹部の皮膚から、はさみを入れる。
④皮膚を筋肉からはがし、ピンでとめる。
⑤筋肉、胸骨の順に切っていく。
⑥切開した筋肉を左右いっばいに広げ、ピンでとめる。

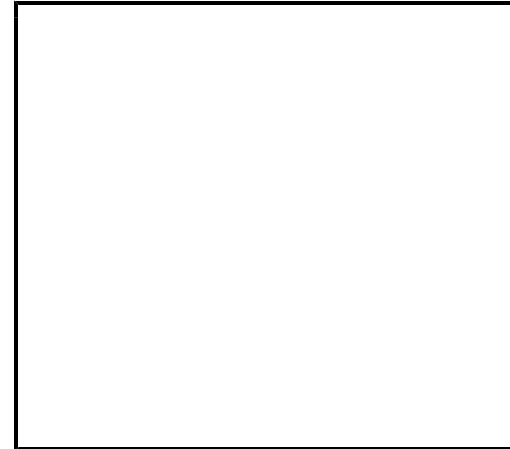
観察すべき器官

1. 肺……心臓の左右に赤い泡の集まりのように見える。ストローで息を吹き込むと風船のようにふくらむ。
2. 心臓……からだから切り離し、生理食塩水を入れたペトリ皿に入れて、心臓の自律性を確認する。
3. 舌……口を開けて、舌が下あごの前に付いていることや、舌を前に長く伸ばして食物を捕らえやすいようになっていることを確認する。
4. 胃……切り開いて、内壁のようすや、食物となった動物や寄生虫などがいるか調べる。
5. 肝臓……腹部を切開したときに、左右に見られる暗赤色の大きな器官。
また、肝臓の下後方にある青緑色の球状の器官が胆のうである。
6. すい臓……胃と十二指腸との間にある淡黄色の不規則な形の器官。
7. 腎臓……背骨の左右に1対見られる細長い暗赤色の楕円形の器官。
8. 卵巣……黒と白の斑状の卵の集まりで、左右に1対ある。
9. 輸卵管……乳白色の細長く複雑に曲がった管で、左右に1対ある。
10. 脂肪体……生殖器官に付着したような位置に見られる、黄色でひらひらした細長いもの。
11. 座骨神経……背骨の両側から下肢にかけてある太い神経を取り出し、ピンセットで強くつまむと、筋肉が収縮するようすが観察できる。

〔観察〕 カエルのからだのつくり

〔観察すべき器官〕 1～11より4つ選び、下の□の中にスケッチせよ。

器官名：

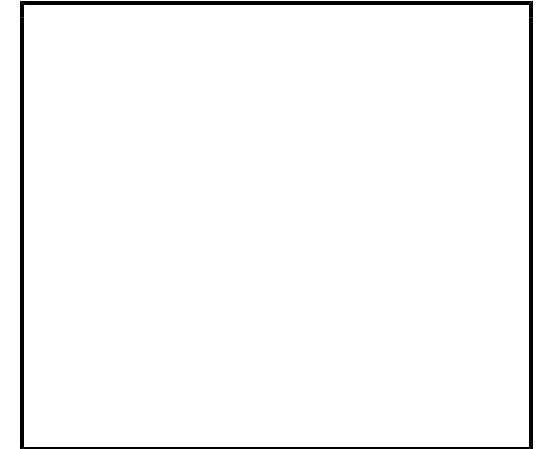


器官名：



感想

器官名：



器官名：



生物実験 基本操作

生物実験の白衣

- 自分が汚染しない
- 実験室を汚染しない
- 動きやすく、安全が確保できる
- 白衣を着たまま研究室外に出たり食事をすることは好ましくない。

- 爪は伸ばさない
 - エッペンを指で開けたりするような細かい作業が多い
- 髪の毛はガスバーナーの火が移らないようにゴムでまとめる

オートクレーブ

キムワイプ

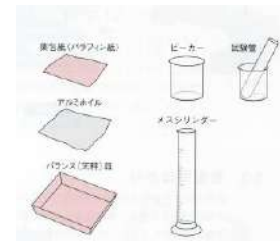
- 試験管などを拭く時などに用いられ、通常のティッシュと違い、繊維が長く、拭き取った後繊維が残りにくいという特徴を持つ。
- ちなみに、多くの人が経験している事だが、これで鼻をかむと、鼻が荒れるので要注意。
- また、プラスチックレンズのメガネを拭くと、表面に細かい傷が付くことが多いので、更に注意。



風袋

物の重さを量るとき、その物のはいつている容器・包み紙など。また、その重量。

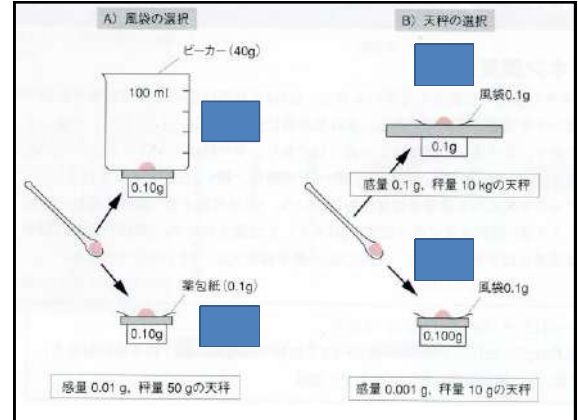
- 「一ぬきの重さ」



tare

[名][U]

1 風袋(ふうたい); 風袋の目方.



タンパク質のポリアクリルアミドゲル電気泳動

- 溶液中のタンパク質やペプチド(複合体も含む)を電場中を移動させながら分離するのが電気泳動です。支持体であるポリアクリルアミドゲルは立体的網目構造を有しており、この中をタンパク質が移動していく時に荷電や分子量、立体構造などの性質によって移動度が異なる為、結果として各タンパク質が分離されます。このように試料の性質やゲルの分子ふるい効果を利用して分離する手法をゲル電気泳動と言います。通常2枚のガラスプレート間に作製したゲルを垂直に泳動槽にセットし、上端に試料(タンパク質)を添加して通電によってゲル内を移動させます。前もってSDS*をタンパク質に結合させておくと、タンパク質は一過性にマイナス荷電を持ち陽極に引かれていきます。この時ゲルの分子ふるい効果が働きタンパク質は分子量に応じて分離することが可能となります。
- * SDS:ドデシル硫酸ナトリウム(陰イオン性界面活性剤)



分光光度計

遠心分離器

サーマルサイクラー

- PCRをおこなうには温度を4～94℃位の範囲で上げ下げします。そしてそれを何十回か繰り返します。これを人の手でやるのは非常に手間がかかるので、そのための機械があります。その機械がサーマルサイクラーです。



花と果実の構造

罎



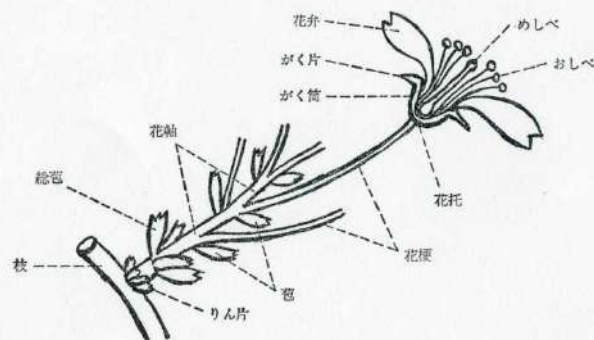
総苞



ハナカンナ おしべ

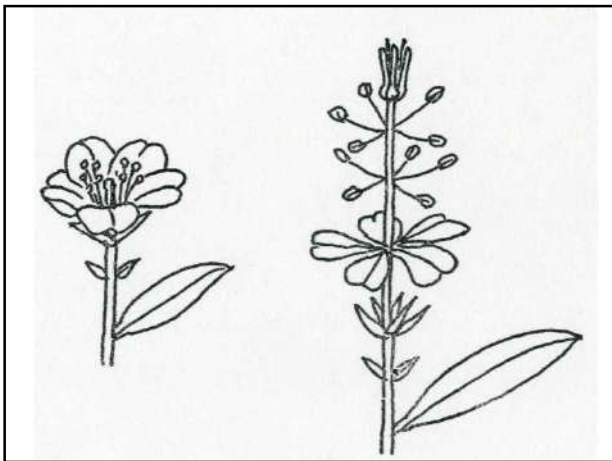


花の各部分の名称

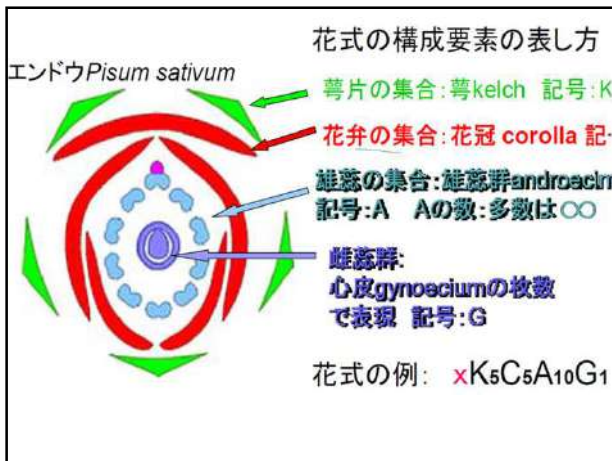
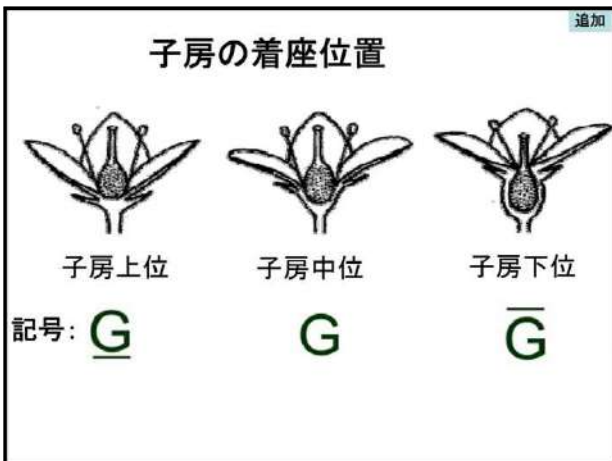


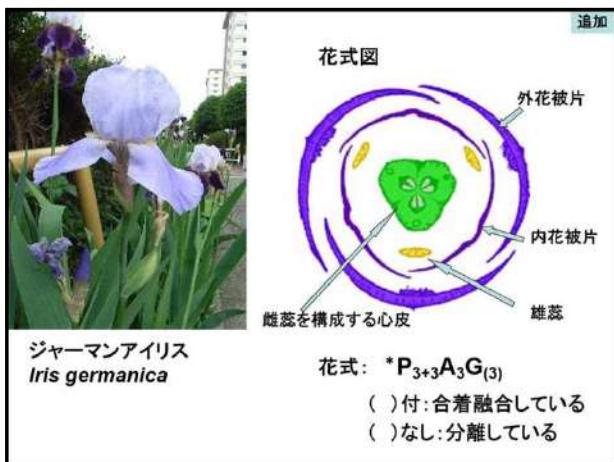
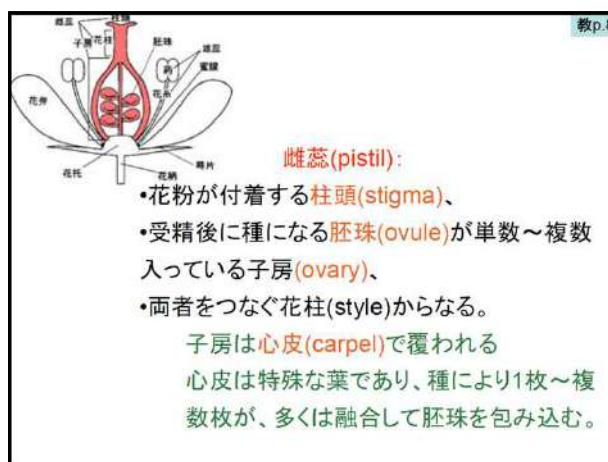
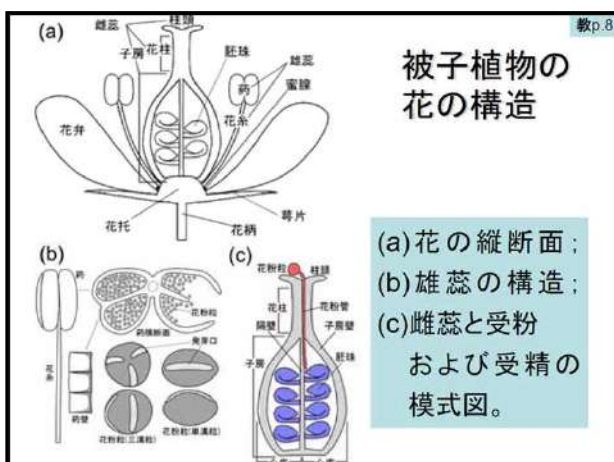
▶雌蕊(めしべpistil):花の中心に存在して雌(♀)の生殖細胞を有し、のちに果実、種子をつくるもの。
 ▶雄蕊(おしべstamen):めしべの外側にあつて雄(♂)の生殖細胞を有し、受精に必要なもの。
 ▶花弁(はなびらpetal):おしべの外側にあつて、めしべ、おしべを保護するもので、その1枚1枚を花弁という。
 ▶花冠(corona):花弁全体をまとめて呼ぶときは花冠という。
 ▶がく(萼)片(sepal):花弁の外側にあつて花弁とともにめしべ、おしべを保護するもので、その1枚1枚をがく片という。
 ▶がく(calyx):がく片全体をまとめて呼ぶときはがく(萼)といい、合着して筒形のときはがく筒(calyx-tube)という。

▶花梗(peduncle):1個の花の柄を花梗(または花柄)という。
 ▶花托(receptacle):花梗の先端の花をつけているところで花床ともいう。花をのせている台または床という意味である。花梗のない花では花軸に直接花がのっていることかあり、そのときは花軸のその部分を花托という。
 ▶花軸(rachis):いくつかの花梗が集まって1つになった軸で花茎ともいう。
 ▶苞(bract):花梗の部分、おもにその基部に生じている小形の葉を苞という。花の発育の途中で花全体を保護している。
 ▶総苞(involute):花軸の部分、おもにその基部に生じている小形の葉を総苞という。多数あるときはその1片を総苞片(involute scale)という。花の発育の途中で多くの花全体を保護するもの。



〔花 式〕
 花葉を次のように符号(文字)であらわし、その状態を示すために一定の記号を約束する。
 花被.....P がく片.....K 花弁.....C
 おしべ.....A めしべ(心皮)...G
 数は文字の右下に数字で示す。K4はがく片4の意、K2.2とあればがく片4だが2片づつ2輪にまたがることを示す。K(4)、のように()があれば4枚が合着していることを示す。ユリなどのようにがく片と花弁の区別がつかないものはPで示し、がく片にあたる3と花弁にあたる3をP3+3と表わす。GのようにGの下に線があれば子房上位(各部分で子房がいちばん上位に位置していること)を示し、 \overline{G} のようにGの上に線があれば子房下位(花の各部分で子房がいちばん下に位置していること)を示す。





1個の花の構造

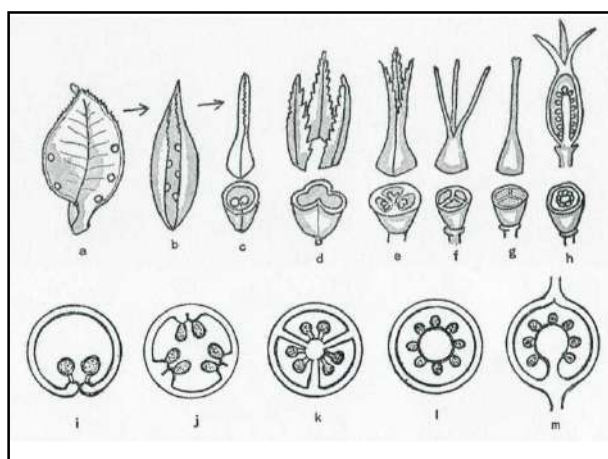
- 被子植物のふつうの花は中央にめしべ、その周囲におしべ、その外側に花弁とがく片がある。これらはすべて葉が変化してできたものと考えられ花葉と呼ばれる。
めしべ: 大孢子嚢(胚珠)をもつ孢子葉
おしべ: 小孢子嚢(葯)をもつ孢子葉
花弁・がく片: 通常葉または孢子葉から変じたもの

めしべの構造

- 心皮(carpel)と呼ばれる花葉が集まってできたもので、子房(ovary)、花柱(style)、柱頭(stigma)の3部分から成っている。子房は胚珠を入れる場所、柱頭は花粉を受けるところ、花柱は柱頭と子房をつなぐ部分である。

- めしべの簡単なものはただ1枚の心皮から成り、心皮の縁辺が縫い合わさったように合一し、その基部はふくらんで子房となり、中央から先端部分は細長くのびて花柱となり、その頂端が柱頭である。しかし、ふつうは2枚以上の心皮が合一されてめしべができています。子房の中には胚珠(ovule)があるが、胚珠は子房の内壁の胚座(placenta)と呼ばれる部分についている。めしべが何枚の心皮でできているかは、子房を輪切りにしてその部屋の数をかぞえればすぐにわかる。1部屋なら1枚の心皮、2部屋なら2枚、3部屋なら3枚というぐあいである。

- また1部屋であっても、部屋にくびれがあって3枚のつぎ目が明らかなものや、花柱が3本でているものなどは3枚の心皮と考えることができる。これらの関係を図に示す。



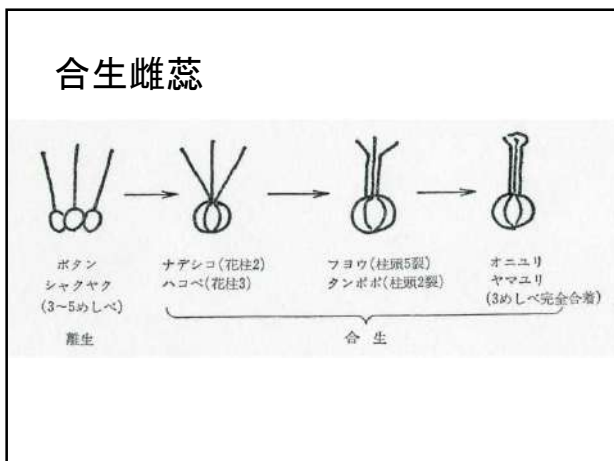
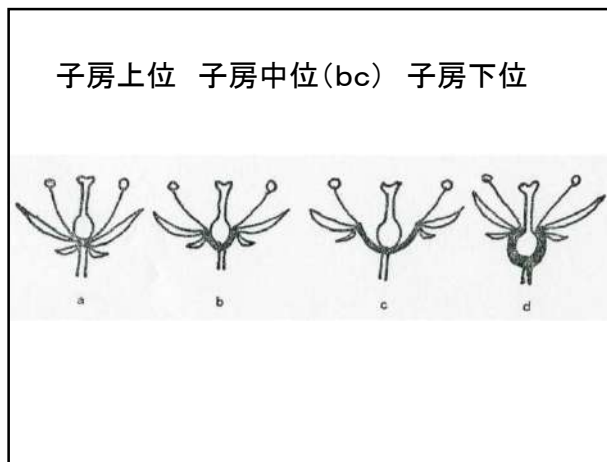
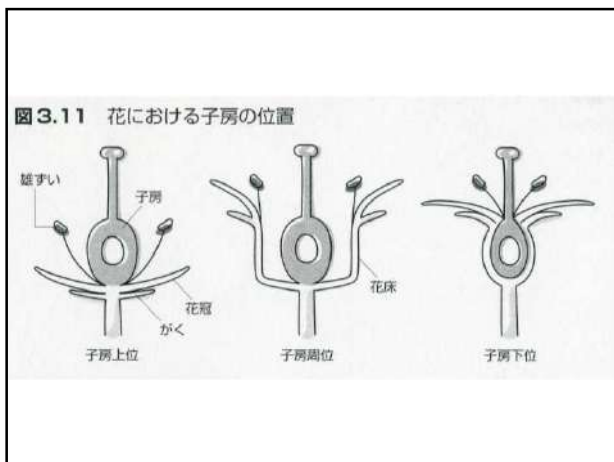
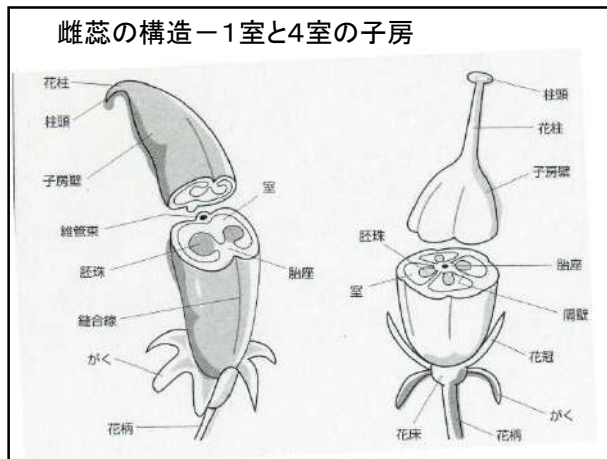
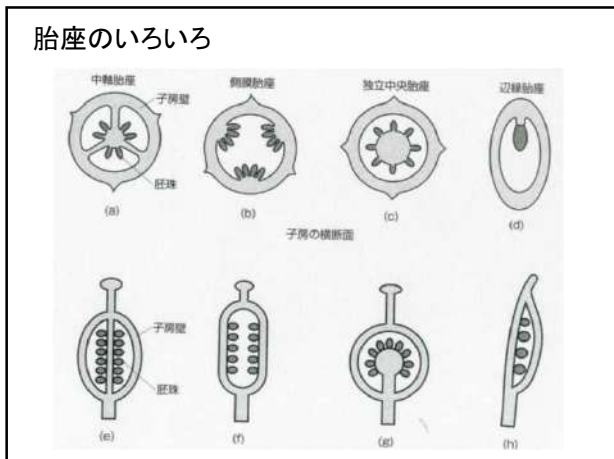
胎座placenta

胎座は胚珠のつくところであるが、子房の構造によっていろいろある。もっともふつうなものは側膜胎座 (parietal placenta)、中軸胎座 (axile placenta)、独立中央胎座 (free central placenta) の3つである。

- 側膜胎座: 胚珠が心皮の側方、つまり縁辺に位置しており、その縁辺が縫い合わされるので胚珠はその合わさった側についているもので、図のa, b, c, dがこの側である。子房の横断面のみを示したのが図のi, jである。iは心皮1枚のもので側はエンドウ, jは心皮3枚のもので例はスミレ、キュウリなどである。

- 中軸胎座: 胚珠をつける心皮の縁辺が子房の中心で合一したもので、子房の部屋は明らかに心皮の数だけ存在する。合一した部分は子房の中軸を形成しているので中軸胎座と呼ぶわけである。子房の横断面は図kのようになり、ユリ、アヤメなどはこの側である。

- 独立中央胎座: 特立中心治療ともいい、花托の部分が子房の部屋の中央に棒状に突出して、そこに胚珠がつく特別なものである。図lは子房の横断面、mは縦断面を示したものである。ハコベ、ナデシコなどはこの例である。



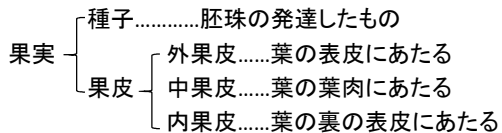
果実

子房の成りしたものを果実 (fruit) といい、中に胚珠の成熟した種子 (seed) を蔵するのがふつうである。しかし、中には子房以外の部分すなわち花被、花托、花軸などが果実の形成に加わっているものがある。リンゴ、ナシ、オランダイチゴなどでは花托、クワ、パイナップルでは花被その他、イチジクでは凹入した花軸と花托が、それぞれ多肉となって果実に加わり、食用となる部分を占めている。このような果実は偽果 (false fruit) といって子房のみから成る真果 (true fruit) と区別する。心皮が子房を形成せず胚珠が裸出している裸子植物では、果実と呼ぶことはあっても種子は裸出したままである。したがって、裸子植物の果実は被子植物の果実とはだいぶ様子がちがっている。

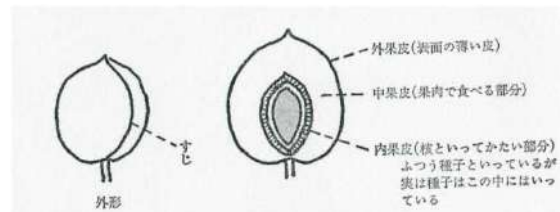
果実の構造

真果 true fruit

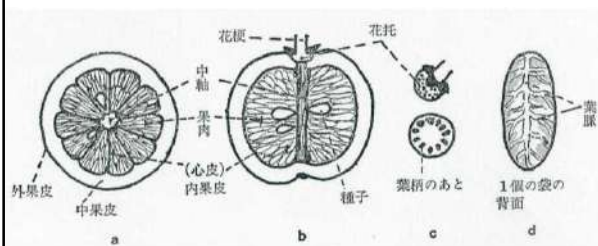
• ふつうの果実は果皮 (pericarp) と種子 (seed) とより成っている。果皮は子房の壁、すなわち葉の変化した心皮の成りしたもので、外果皮 (exocarp)、中果皮 (mesocarp)、内果皮 (endocarp) を区別することができる。



モモの果実



ミカンの果実



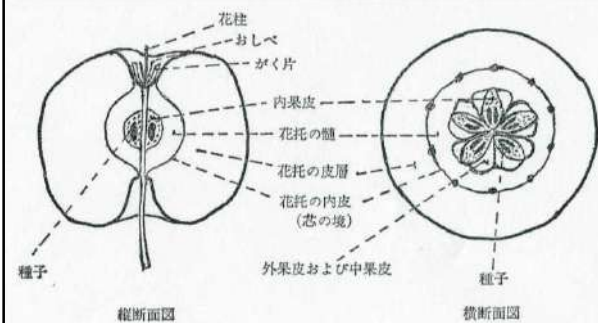
偽果

子房以外の部分すなわち花被、花托、花軸などが果実の形成に加わっているもの。

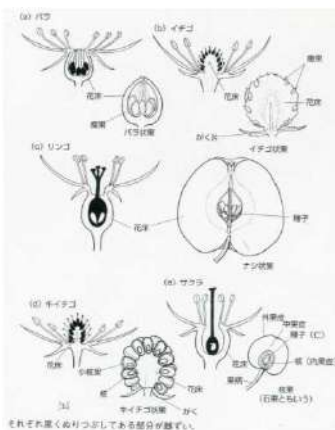
- リンゴ、ナシ、オランダイチゴなどでは花托、
- クワ、パイナップルでは花被その他、
- イチジクでは凹入した花軸と花托が、

それぞれ多肉となって果実に加わり、食用となる部分を占めている。

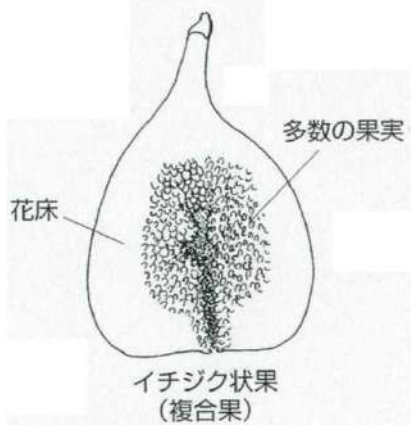
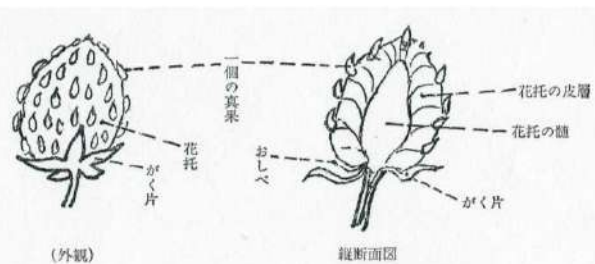
リンゴの果実



バラ科の果実



イチゴの果実



生物実験

テーマ _____

材料 _____

材料 _____

材料 _____

材料 _____

感想

高3-CS 科学探究Ⅲ 「マシュマロチャレンジ」

「マシュマロチャレンジ」とは

パスタ、テープ、ひも、マシュマロを使って 自立可能なタワーを立てるチームビルディングの為のゲームです。最も高いタワーを作ったチームが優勝となります。（「日本マシュマロチャレンジ協会」HP より）

1. 目的： 『「理論と実践、試行錯誤、チームワークなど」を結集して知恵を出し合い共有すること 』

2. 準備： ①乾燥パスタ：20本（1.7mm 推奨）、②マスキングテープ：90cm、③ひも：90cm、
④マシュマロ：1つ、⑤はさみ：1つ、⑥メジャー：1つ（記録測定の為）

3. ルール： ①4人1チームで、作戦タイムも含めて18分間で行います。
②自立可能で出来るだけ高いタワーを立て、タワーの上にマシュマロを置きます。
（パスタに刺してもOKです）
③テープで足場を固定してはいけません。
④パスタやテープ、ひもは切ったり、貼ったりするのはOKです。マシュマロは切ってはいけません。
計測の最中もタワーが立っていなければ、記録とはなりません。

4. 効果： <チームビルディングとしての効果>

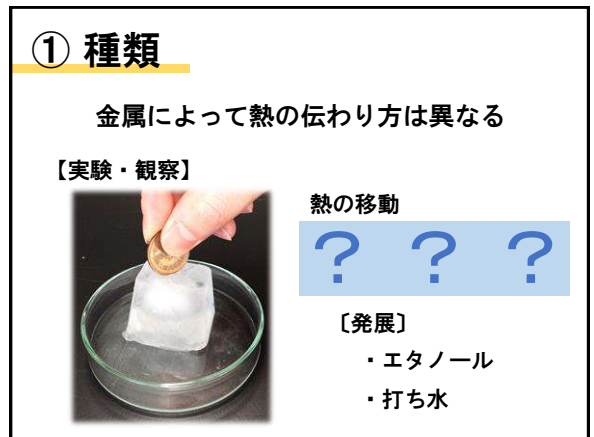
世界記録と言われている「99cm」という共通目標に対して、みんなで協力して挑むことで「役割分担」や「コミュニケーション」の重要性を体験を通して学ぶことができます。また、ゲームを複数回実施することで「戦略」「PDCA」「イノベーション」といった要素についても学ぶことができます。
なによりも「一緒に悩み、かつ、楽しむ」体験がチーム形成にはとても重要です。

5. 実施：

<実験（1回目）> 作戦タイムを含め18分

<実験（2回目）> 10分

6. 改善点： <実験（1回目）>と<実験（2回目）>で、何をどう改善したのか？を分かりやすくまとめよ。



① 種類

熱伝導率

銅 > アルミニウム > 鉄

やすい ← 温冷 → にくい

銅鍋 鉄鍋

熱が均一に伝わる 強い火力を維持

① 種類

熱伝導率

銅 > アルミニウム > 鉄

温めやすい 冷めやすい ↓ 冷

温めにくい 冷めにくい ↓ 温

② 硬質

アルミ缶

柔らかい 硬い

② 硬質

炭酸飲料 ↓ CO₂ (二酸化炭素) ↓ 内圧が大きい

硬い

② 硬質

スチール缶

ミルク入り 低酸素

120°C 数分間 加熱

硬い

圧力の変化に耐えうる強度 → スチール缶

② 硬質

体積 (ml)

質量 (g)

高温 → 低温 体積は変化

近年、殺菌技術・検査技術の向上により、幅広くアルミ缶が使用されている

③ 形状

【実験・観察】

④ 質量

33.31 g 12.41 g 質量

1本 2.7本

輸送コスト

【発展】

- ・エネルギー問題
- ・環境問題

④ 質量

120円

9円 消費税

98円 人件費など ……必要経費

11円 缶

2円 中身 } 原価

必要経費 : 製造、運送、人件費

企業努力

参考にしたサイト : <https://yokaken.jimdofree.com/>
『缶ジュース120円からみる建築の考え方』より

『学び』のひろがり

炭酸ガス
炭酸は本当に骨を溶かすのか

ゴミ問題
ペットボトルの分別

金属の精製
たたら製鉄など

缶のリサイクル
エネルギー問題

科学探究 I

考える力

～ゴミ問題を考える～



ゴミの分別①

1975年 開始

1997年 学校の焼却炉
使用規制



ダイオキシン 発生
プラスチックが原因



焼却炉

ゴミの分別②

神戸市

- ▼ 燃えるゴミ
- ▼ 燃えないゴミ
- ▼ 缶・ビン・ペットボトル
- ▼ 容器包装プラスチック

西宮市

- ▼ もやすごみ
- ▼ もやさないごみ
- ▼ その他プラ
- ▼ ペットボトル

◆ 自治体によって、なぜ異なるのか？

◆ そもそも、そこまでして分別する必要があるのか？

ペットボトル

PET (polyethylene terephthalate)

問) なぜ、ペットボトルを分別するのか？

⇒ ダイオキシンが発生するから

⇒ 再利用するため

= リサイクル (recycle)

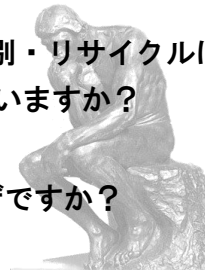


出典 : <http://blog.feebbomexico.com/coca-cola-vs-pepsi/>

質問

ペットボトルの分別・リサイクルは、
必要だと思いますか？

それはなぜですか？



リサイクル①

問) 回収したペットボトルをどのようにして
分別するのか？



http://missmonsterclub.com/how_to_dump_garbage/43.html



<http://www.mitani-bika.co.jp/?target=recycle>

リサイクル②

■廃プラスチックの総排出量・有効利用量・有効利用率の推移 (単位=万t)

年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
廃プラスチック総排出量	1,006	1,005	994	998	912	945	952	929	940	926	915	899	903	891
マテリアルリサイクル量	185	204	213	214	200	217	212	204	203	199	205	206	211	208
ケミカルリサイクル量	29	28	29	25	32	42	36	38	30	34	36	36	40	39
サーマルリサイクル量	388	457	449	494	458	465	496	502	535	534	521	517	524	502
合計	592	688	692	733	689	723	744	744	767	768	763	759	775	750
有効利用率 (%)	58	69	69	73	75	77	78	80	82	83	83	84	86	84

出典：(一社)プラスチック循環利用協会

この表をどのように読み解くか？

リサイクル③

マテリアルリサイクル

… 廃プラスチックなどの廃棄物を、製品の原材料として再利用（リサイクル）すること

ケミカルリサイクル

… 廃棄物を化学的に処理して、製品などの化学原料としてリサイクルすること

サーマルリサイクル

… 廃棄物を焼却して得られる熱エネルギーを回収すること

リサイクル④

■廃プラスチックの総排出量・有効利用量・有効利用率の推移 (単位=万t)

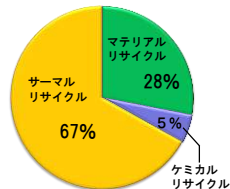
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
廃プラスチック総排出量	1,006	1,005	994	998	912	945	952	929	940	926	915	899	903	891
マテリアルリサイクル量	185	204	213	214	200	217	212	204	203	199	205	206	211	208
ケミカルリサイクル量	29	28	29	25	32	42	36	38	30	34	36	36	40	39
サーマルリサイクル量	388	457	449	494	458	465	496	502	535	534	521	517	524	502
合計	592	688	692	733	689	723	744	744	767	768	763	759	775	750
有効利用率 (%)	58	69	69	73	75	77	78	80	82	83	83	84	86	84

出典：(一社)プラスチック循環利用協会

この表をどのように読み解くか？

リサイクル⑤

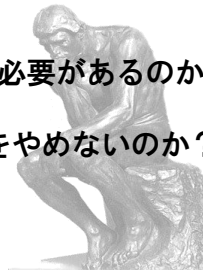
年	2018
廃プラ総排出量	891
マテリアルリサイクル量	208
ケミカルリサイクル量	39
サーマルリサイクル量	502
合計	750
有効利用率 (%)	84



疑問①

なぜ、分別をする必要があるのか？

なぜ、国は分別をやめないのか？

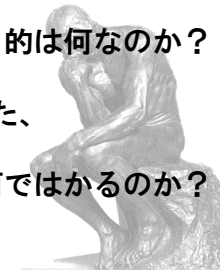


疑問②

リサイクルの目的は何なのか？

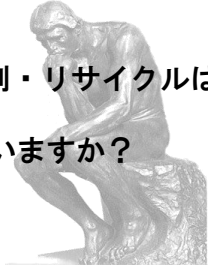
また、

その達成度は何ではかるのか？

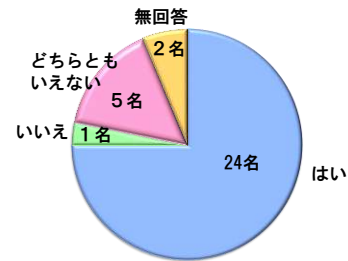


質問

ペットボトルの分別・リサイクルは、
必要だと思いますか？



ペットボトルの分別・リサイクルは必要か？



ペットボトルの分別・リサイクルは必要か？

はい

- ・環境破壊につながる
- ・物心ついた頃には分別が始まっていた
- ・資源のムダ遣い
- ・害が多い
- ・得が多い

いいえ

- ・火力発電で使用される石油の代替として利用

どちらともいえない

- ・地球環境は良くなるが、我々の負担が大きい
- ・リサイクルのことをよく知らない

バイオ燃料

燃料・・・よく燃える → 熱や光や動力

(例) ガソリン, 軽油(ディーゼル),
重油, 灯油, ガス(都市ガス,
プロパンガス), 油, 薪 など

人々が利用

しかし、ほとんどの燃料は燃えると
二酸化炭素(CO₂)も発生する

温室効果による地球温暖化の原因

燃料を使わない生活は不可能である
従って、地球温暖化は避けられない？

燃えるとは？

物質が空気中の酸素(O₂)と結合(化合)する
酸化

燃料が燃えて(燃料が酸素(O₂)と化合して)
二酸化炭素(CO₂)が発生するということは？

燃料 + 酸素(O₂) → 二酸化炭素(CO₂)

燃料の中には炭素(C)が含まれていた

炭素(C)を含む物質が有機化合物(例外あり)
燃料は有機化合物の一種である

有機化合物

燃料炭素 C + 空気中の酸素 O₂ → 燃焼

二酸化炭素 CO₂ + エネルギー
産業や生活
の場で利用

有機化合物？ (例) 有機野菜・有機農法...など

生物に関する... 生物体を構成している物質
つまり、生物の体は炭素(C)がいっぱい

化石燃料・・・石油 や 石炭

もともと、動物 ← 植物 ← 大昔に死んだ生物
炭素(C)がいっぱい

燃やすと二酸化炭素(CO₂)が発生

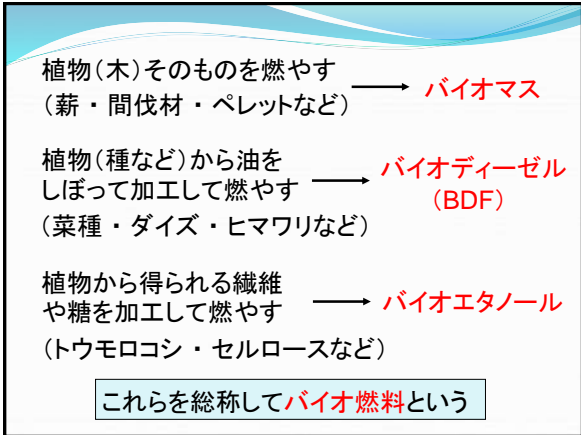
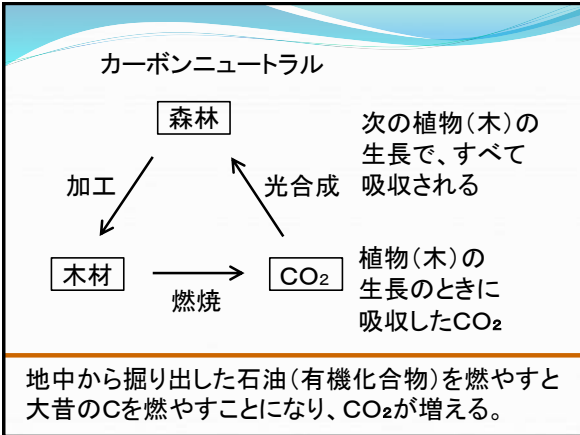
そこで・・・、化石燃料を燃やすのではなく、今現在
生きている植物(木)の一部を燃料にすれば・・・？

植物(木)は、光合成で二酸化炭素(CO₂)を吸収
して生長してきた

植物(木)が燃えて発生した二酸化炭素(CO₂)は、
他の生きている植物(木)の光合成で吸収される

二酸化炭素(CO₂)は、これ以上増えない

カーボンニュートラル ※ カーボン：炭素(C)



バイオマス燃料

薪・間伐材・ペレット
→ 燃やすことで燃料とする

森林は、密集して太陽の光が当たらなければ育たない

間伐材・・・すき間を空けるため一部の木を切る

ペレット・・・間伐材を扱いやすく加工したもの

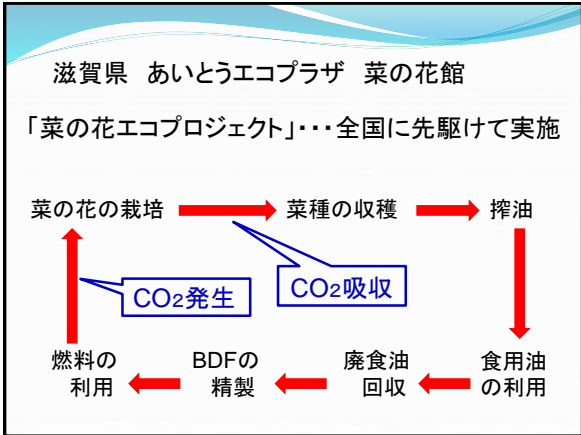
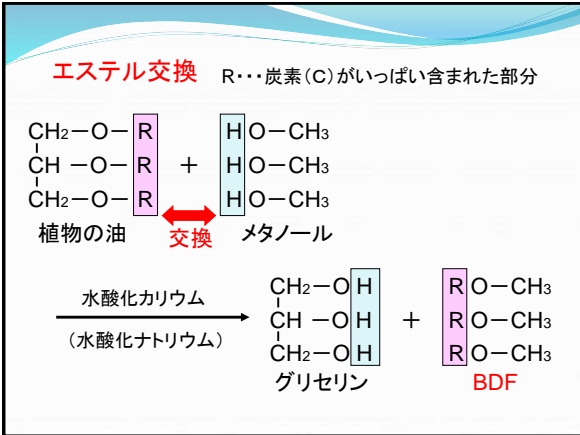
バイオディーゼル燃料(Bio Diesel Fuel)

植物の油から得られた燃料で、ガソリンや軽油などと同じように、自動車などのエンジンを動かすことができる

しかし、植物(菜種・大豆・ヒマワリの種など)からしぼった油は、そのままだと燃えにくいので、**加工**が必要

↑

「**エステル交換**」という方法が有効



バイオエタノール

植物から繊維をとり、分解して糖にする。

植物繊維(主成分セルロース)

加水分解 ↓

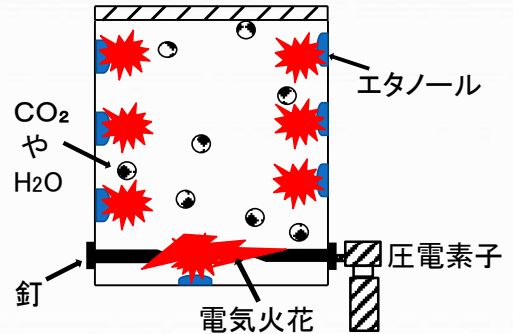
グルコース(ブドウ糖)

アルコール ↓ 発酵

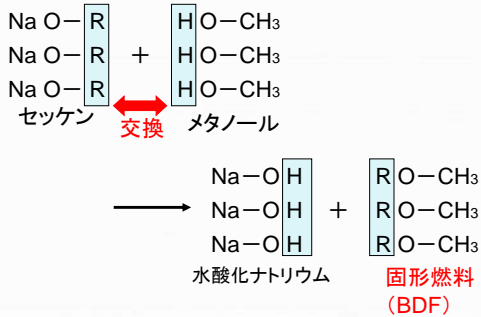
(バイオ)エタノール

アルコールなので爆発的に燃える

フィルムケースと圧電素子で爆発実験



セッケンは油からつくられている



実験 BDFの合成

・大豆油100mLに水酸化カリウム1.5gを溶かしたメタノール20mLを加えて、60°Cで30分間、加熱・攪拌してBDFを合成する。(エステル交換反応)

・生成したBDFをティッシュペーパーにしみ込ませて燃焼するようすを観察する。
(大豆油そのものと、ティッシュペーパーのみの燃え方と比較)

【BDFの合成】(演示)

- ① 50mLのビーカーに0.75gの水酸化カリウムを入れ、メタノール10mLを加えて溶かす。
- ② 100mLのナス型フラスコに、試薬として調整されたナタネ油50mLを入れ、①のメタノール溶液を加える。
- ③ フラスコに冷却器を取りつけ、50℃の湯浴中で約15分間攪拌する。(エステル交換反応)
※ メタノールの沸点64.7℃
- ④ 生成したBDF (反応混合物上層) をティッシュペーパーにしみこませて、反応前のナタネ油と燃え方を比較する。

【固形燃料の合成】(生徒)

- ① セッケンをおろし金で、できるだけ細かく砕く。
- ② 100mLのナス型フラスコに砕いたセッケンを2g入れ、20mLのメタノールを加える。
- ③ フラスコに冷却器を取りつけ、50℃の湯浴中で攪拌しながらセッケンを溶かす。
(エステル交換反応) ※ メタノールの沸点64.7℃
- ④ 反応混合物をシャーレ(小)に移し、冷蔵庫で約10分間冷却して固める。

【感想】

【調べる】このプリントを表紙にして、左上をホッチキスでとじる。10月4日(月)提出

- ① CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)
- ② ガソリンエンジンとディーゼルエンジンの違いやそれぞれの特徴

準備物 教卓 (演示：BDFの合成)	生徒用実験台 (固形燃料の合成)
試薬 水酸化カリウム メタノール 水酸化カリウム0.75g/メタノール10mL ナタネ油	試薬 セッケン メタノール20mL (試薬ビン)
器具 50mLビーカー 電子天秤 100mLナス型フラスコ 冷却器 500mLビーカー ホットスターラー 磁器回転子 温度計 シャーレ (普通サイズ) 3個 ティッシュペーパー チャッカマン 透明ラップ (生徒：固形燃料の合成用) アルミホイル (生徒：固形燃料の合成用)	器具 おろし金 紙 薬さじ (黒) 電子天秤 (2テーブルに1台) 100mLナス型フラスコ 冷却器 500mLビーカー ホットスターラー 磁器回転子 温度計 ミニシャーレ チャッカマン

流れ

1. (演示) の①, ②, ③の攪拌開始までをする。(生徒) 実験の装置の説明を兼ねる
2. (演示) の攪拌中に (生徒) 実験の①, ②, ③の攪拌開始までをさせる。
3. (生徒) の③の攪拌中に (演示) の④の燃え方比較をする。
4. (生徒) の③の攪拌が終わっているはずなので、④をさせる。
5. 冷蔵庫で冷却の間に、プレゼンの残りやエタノールの爆発、手回し発電機をする。

日本と世界のエネルギー(電力)事情

パンタグラフ
架線から電気を供給



トロリーバス

世界の夜の衛星写真

日本とフィンランドの明るさの違い

フィンランドの電力会社の方に言われた

日本は多くのエネルギーを消費

世界の約20%の人は電気を使っていない

世界の夜の衛星写真

戦争で致命的ダメージを受けた日本が
急速な経済発展を遂げたその裏には……、

日本の真面目な気質はもちろんであるが
実は……、

朝鮮戦争による「戦争特需」が大きい
加えて、四大公害をはじめとする公害問題

科学技術(発展)の「光」と「影」

2008年 主要国電源別発電電力量の構成比

日本	カナダ
火力:66.1%	水力:58.7%
原子力:24.0%	ブラジル
<u>水力:7.1%</u>	水力:79.8%
その他:2.8%	

※ 原子力：フランス 77% イタリア 0%

それぞれの問題点(エネルギー変換効率)

火力……化石燃料の枯渇
(40%) CO₂の発生(地球温暖化)

原子力……原料の調達・廃棄・再利用
(33%) 安全性

水力……ダム建設(費用・労力・環境)
(80%) 水資源

日本の水力発電について

高度経済成長に伴う電力供給に対応するため
多くの水力発電所がつくられた
(1970年頃までは水力が主流)

しかし……、

- ・ダム建設に関わる環境問題
- ・水不足の深刻化
- ・これ以上ダムを増やせない

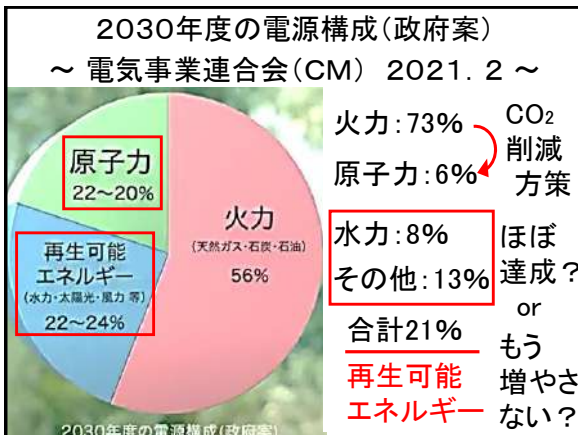
電力需要は増 → 水力だけでは足りない
必然的に、火力・原子力へとシフト……

石炭火力発電所(神戸製鋼所)
 神戸市灘区灘浜東町
 製鉄所で発電
 神戸市の約70%をまかなう電力を発電

2013年 主要国 電源別発電電力量の構成比
 日本
 火力:86% (2008年 66%)
原子力:1% (2008年 24%)
 水力:8% (2008年 7%)
 その他:6% (2008年 3%)
 2011年 東日本大震災

2013年 主要国 電源別発電電力量の構成比
 世界全体
 ・火力:67% } 94%
 ・原子力:11%
 ・水力:16%
 ・その他:6%
 火力:86% (66%)
 原子力:1% (24%)
水力:8% (7%)
 その他:6% (3%)
 原子力は2020~30年をめどに全廃を宣言する国もある
 ・ドイツ(16%)は2022年に全廃
 ・フランスでも「継続機運後退」

2018年 主要国 電源別発電電力量の構成比
 原子力 2013年→2018年
 ドイツ:16→12 韓国26→23
 フランス:75→71 世界11→10 減少
 日本:1→6% 増加



国際エネルギー機関(IEA)は3月4日、日本を対象としたエネルギー政策の評価報告書を初めて発表
 日本は2050年カーボンニュートラルを実現するためには、「今すぐに迅速なエネルギー転換を開始すべき」

発電とは？

何らかの力で発電タービン(発電機)を回す

発電タービン(発電機)

モーター(電流を流せば回転)を逆に利用したもの(回転させれば電流が流れる)
(電磁誘導・レンツの法則)

(例) 自転車のライト

発電所では、~~誰が、自転車をこぐ？~~

何が、発電タービンを回す？

火力・原子力発電の基本

- ・火力……石油・石炭・天然ガスの燃焼
- ・原子力……ウラン・プルトニウムの核分裂

により熱を発生させ、その熱による加熱で水を水蒸気にする。そのときの体積変化(約1700倍に増大)の力で発電タービンを回す。

火力発電

資源の枯渇やCO₂の発生

原子力発電

放射性物質の取り扱い !!

水力発電の基本

ダムにたまった水を流す(落下させる)
勢い(力)で発電タービンを回す

発電段階では(有害なものは)何も出ない

再生可能エネルギー

ハイブリッドカー・電気自動車・燃料電池車

フィンランドではあまり普及していない(高価)
→ 日本の方が普及している

車自体は自国開発していない
→ 「開発は日本の役割」という考え方

☆ 電気自動車の充電場を街中に設置するための研究開発

アメリカ サンディエゴ研修

サンディエゴ市は、市内で消費するエネルギーを2035年までにすべて再生可能エネルギーに変換、温室効果ガスの排出を50%削減すると宣言した。

- ① エネルギー使用量を削減
- ② 小型電気自動車の普及
- ③ 自家用車を50%削減
- ④ 廃棄物を電力源に利用
- ⑤ 植樹する



再生可能エネルギーの本格利用を……

再生可能エネルギー

S D G s

持続可能型社会について

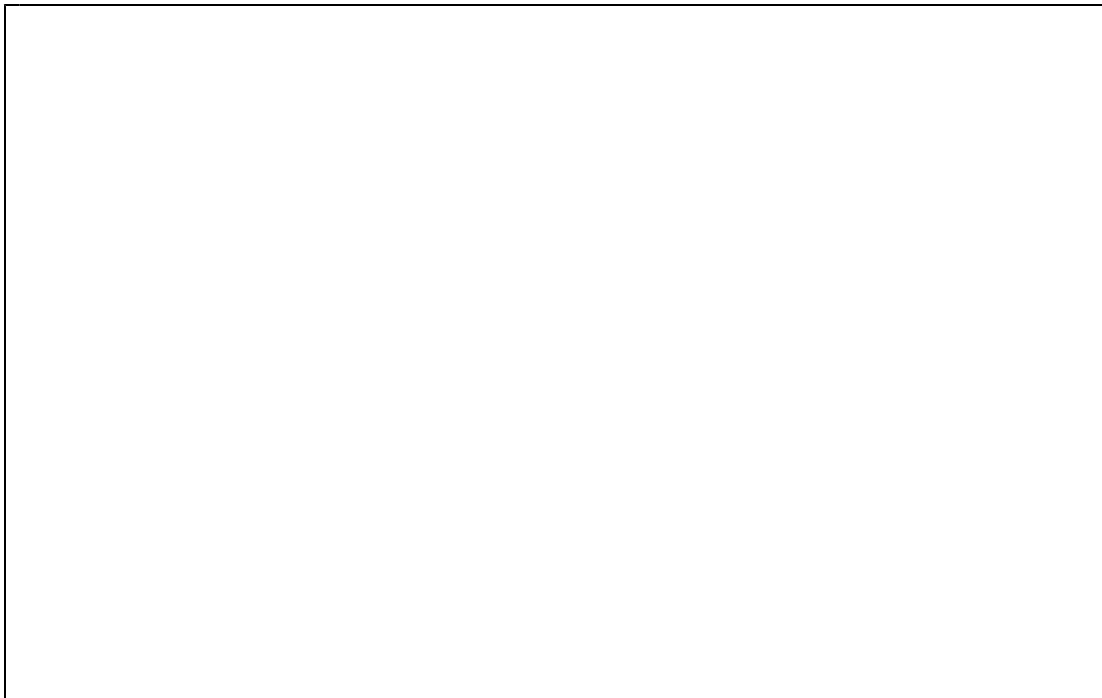
- ・食糧やエネルギーを海外に依存(海外の影響を受けやすい)
- ・これまで想像できなかったような異常な気象現象
- ・「持続可能社会転換方策研究プログラム」を企画・提案

国連が提唱する SDGs (Sustainable Development Goals)

← 発展途上国
← 先進国 経済関連
← 社会的側面
← 達成方法

“Leaving no one Behind”
「誰も取り残さない」

【日本と世界のエネルギー(電力)事情】(講義)



【燃料電池】(生徒)

- ① (電気分解用)水槽に5%のNaOHaq(1.3mol/L, 1.05g/cm³)200mLを入れ、各電極に水で満たした試験管を立てる。
- ② 小型電源装置を水槽の底の電極にそれぞれ接続し、電流を流して電気分解を行う。
- ③ 陰極に発生した水素が試験管いっぱいになったら電気分解をやめ、水素の試験管を水槽から取り出して、試験管の口にマッチの火を近づける。
- ④ 陽極の試験管(酸素)を水槽から取り出し、試験管に火のついた線香を入れる。
- ⑤ 終了後の水槽に、もう一度水を満たした試験管2本を立て、同様に電気分解を行う。
- ⑥ 陰極に水素が試験管の半分程度たまった時点で電気分解をやめ、小型電源装置を取り外した水槽の底の端子に電子オルゴールを接続する。

【調べる】このプリントを表紙にして、左上をホッチキスでとじる。11月15日(月)提出

- ① 講義の感想
- ② 現在研究されている再生可能エネルギーの一例とその原理
- ③ 自分なりの発電方法を考えてみよ(思いつかない人は、海水温度差発電を調べる)