

埼玉大学・岐阜大学共同実施
理科モデル授業オンライン研修会
令和5年度「合同研修会」

全体テーマ

「知って良かった観察・実験教材や指導の工夫」

発表テーマ

「『試行錯誤をしながら学ぶ』を支え、生徒の主体性を引き出す観察・実験教材の工夫」



期 日：令和5年8月10日（木）

場 所：埼玉大学教育学部コモ棟

発表者：埼玉大学教育学部附属中学校

教諭 山本 孔紀（やまもと こうき）

電話：048-862-6891（準備室直通）

Email：kyamamoto@mail.saitama-u.ac.jp



本日の内容（40分）

- 自己紹介
- 生徒の主体性を引き出す教材の条件
- 教材の紹介
 - ① マイクロスケール化学実験群
 - ② 消化液のはたらきを調べる実験における
個別化の工夫
- まとめ



自己紹介

□所属等

附属中学校勤務 👉 理科主任、研究主任（2年目）

理科教育学会、日本化学会所属

□研究会業務

埼玉県理科教育研究会 👉 事務局長（3年目）

□これまでの主な仕事

- ・ 埼玉県中学校教育課程編成要領作成（理科）協力委員（平成30年3月）
- ・ 埼玉県中学校教育課程指導・評価資料（理科）作成協力委員（令和3年3月）
- ・ 埼玉県中学校教育課程実践事例（総合的な学習の時間）作成協力委員（令和5年3月）
- ・ 2023年度日本リスク学会 グッドプラクティス賞
- ・ 教科書編集協力委員 ・ その他、教育系雑誌原稿投稿 …など

□Facebookで細々と教材を紹介しています。

<https://ja-jp.facebook.com/kouki.yamamoto1>

私の考える



生徒の主体性を引き出す教材の条件

- ・自ら選択し、決定できる。
- ・繰り返し試行できる。
- ・認知的葛藤を引き起こす。
- ・本質に迫ることができる。

あなたならどのような観点で教材を選択しますか？



教材紹介① 化学分野

『パスツールピペットを用いた化学実験群』

□炭酸水素ナトリウムの熱分解

□鉄と硫黄の化合

□酸化銅（Ⅱ）の水素による還元

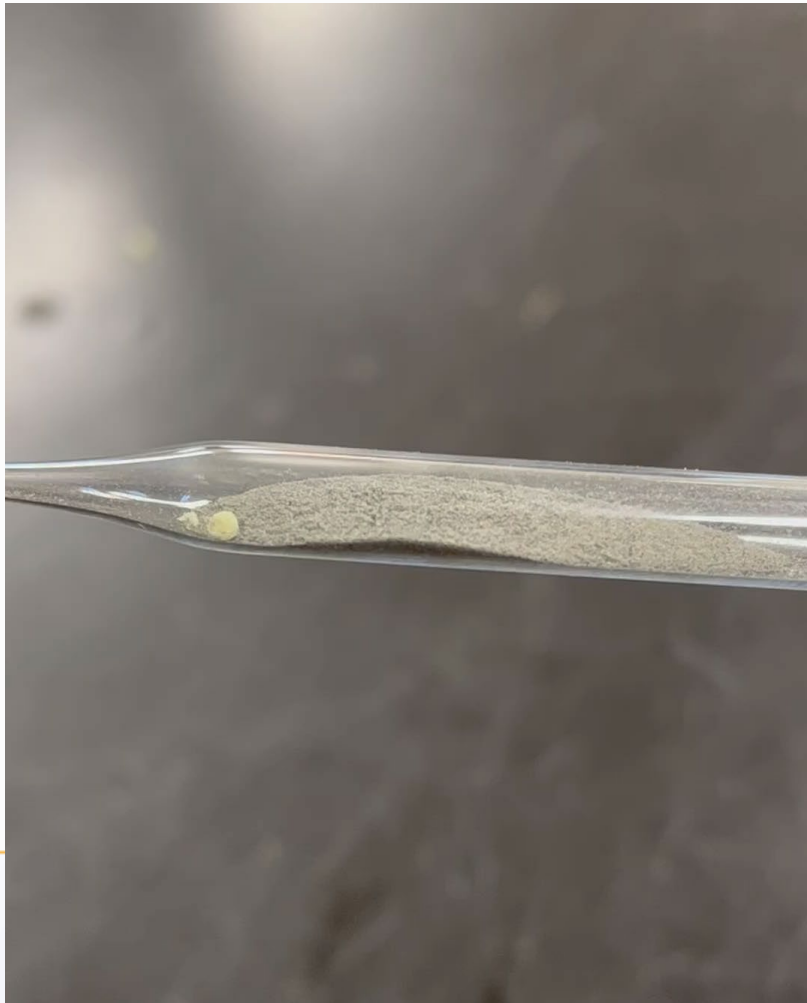
□金属ナトリウムと塩素の化合 など

<参考>小松 寛, 池本 勲, 「加熱をともなう化学反応のマイクロスケール化 (パスツールピペットを用いた簡単なマイクロスケール実験) (新実験・新教材)」, 化学と教育, 63巻, 2号, 96-97, 2015



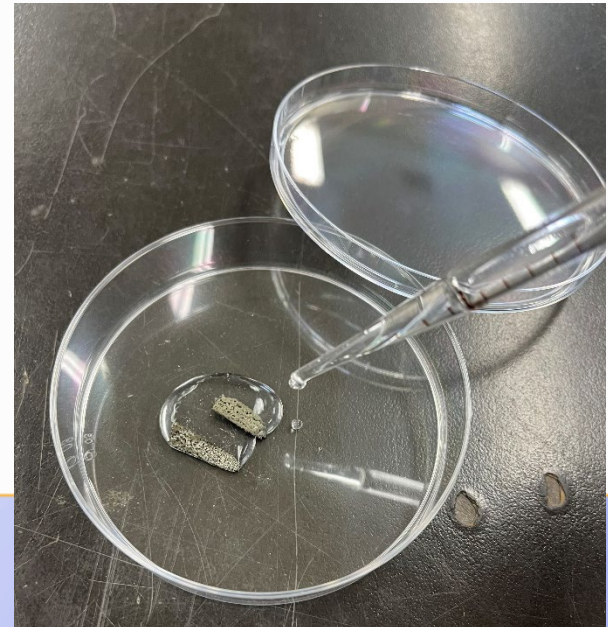
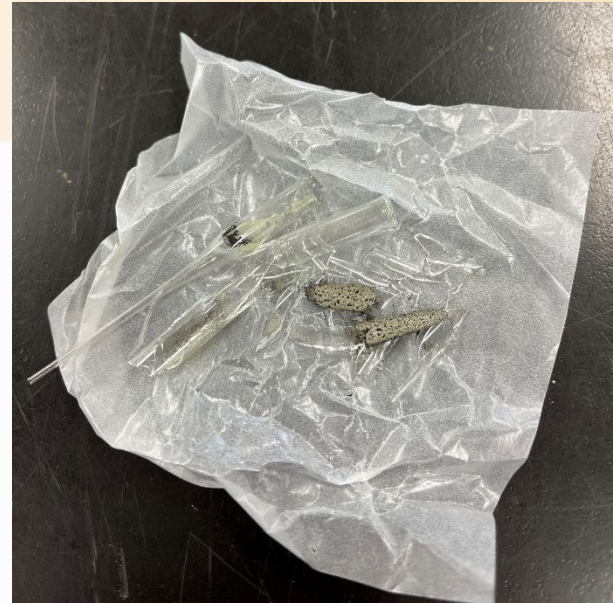
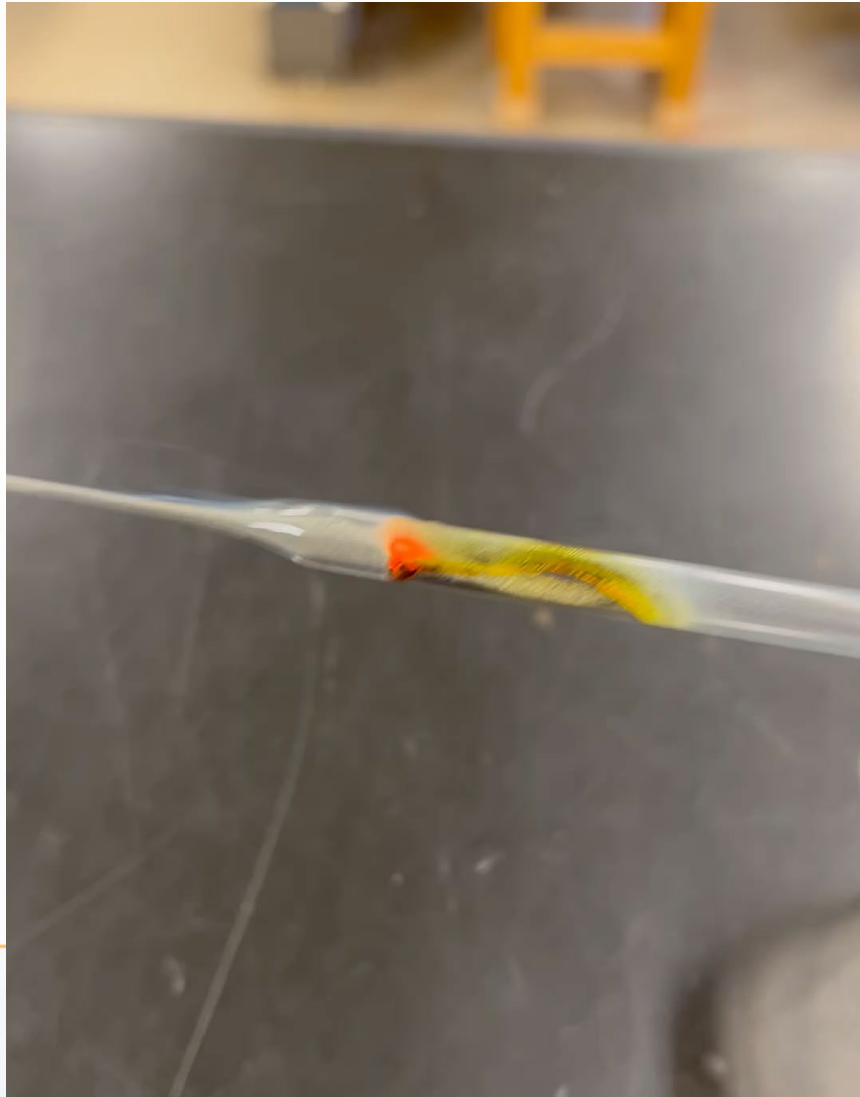
教材紹介①

事例1：安全性を高めた鉄と硫黄の化合実験





教材紹介①





【参考】2023年5～6月に起きた「鉄と硫黄の結びつく化学変化」に伴う事故事例

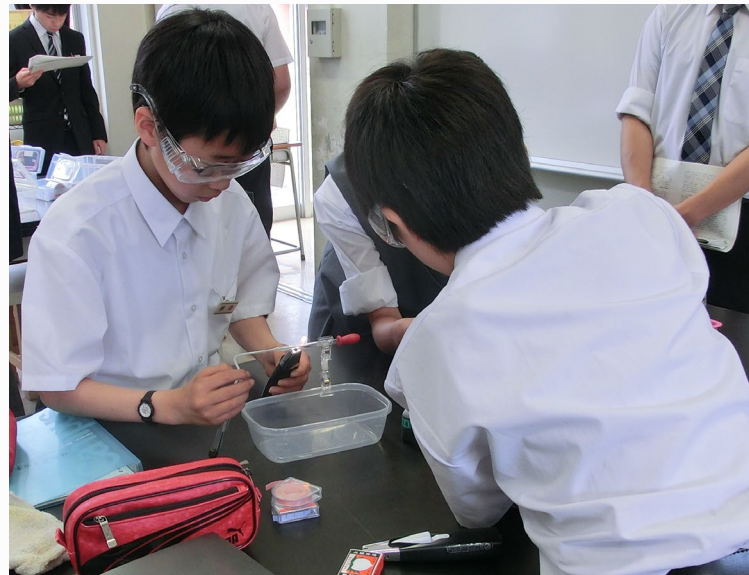
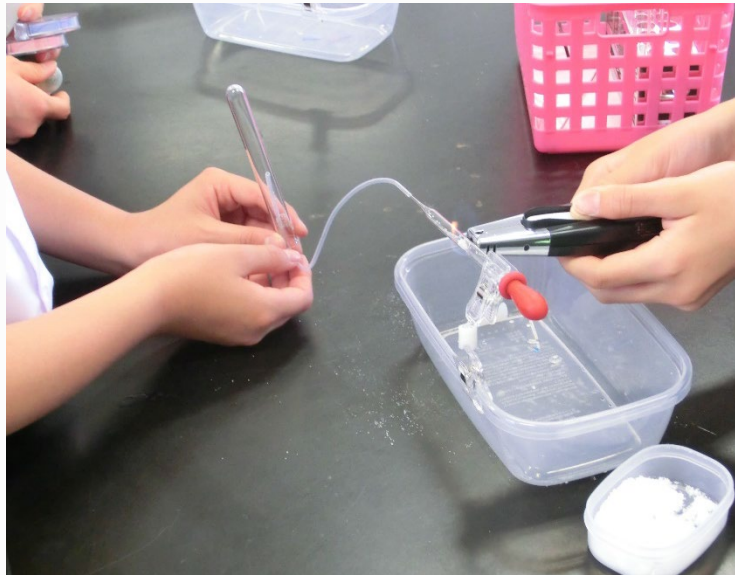
- 2023/5/17 秋田・中学校の理科の実験
体調不良生徒13名、病院に搬送されたが、いずれも軽症
- 2023/5/18 茨城・中学校の理科の実験
体調不良生徒4名、病院に搬送されたが、いずれも軽症
- 2023/5/25 茨城・中学校の理科の実験
体調不良生徒7名、頭痛や吐き気で病院に搬送されたが、いずれも軽症
- 2023/5/26 愛知・中学校の理科の実験
体調不良生徒11名、10名が病院に搬送され、1名が早退した。いずれも軽症であった。
- 2023/6/2 福岡・中学校の理科の実験
体調不良生徒10名、病院に搬送されたが、いずれも軽症

どの事例も実験の際の理科室の換気は行われており、実験手順や使用した物質の量などは適切であったとのこと。



教材紹介① 実践

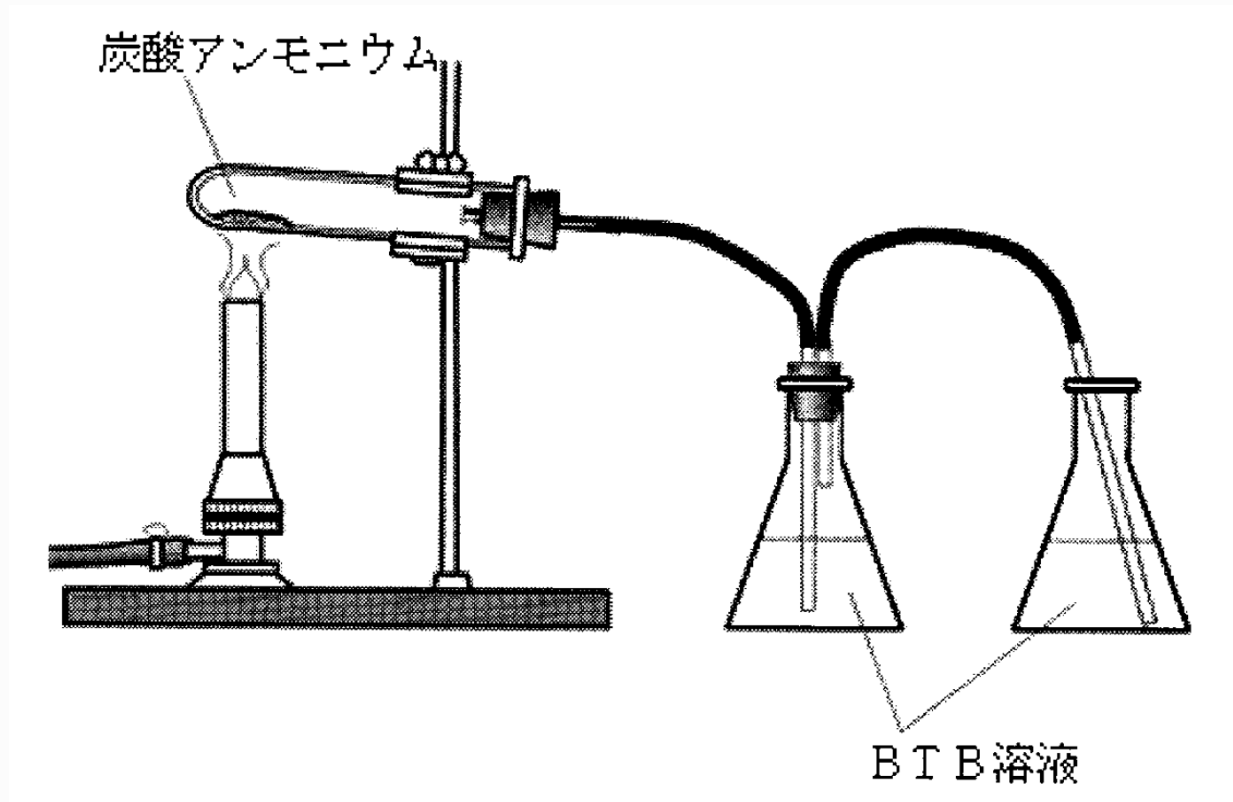
事例1：未知の物体の正体を探究する活動 (炭酸アンモニウムの熱分解のマイクロスケール化)



【参考】山本孔紀：「見方・考え方」を働かせる「物質」の学習—未知の物体の正体を探究する活動を通して—，理科の教育，66，No.784，735-737，2017.



従来型の実験装置

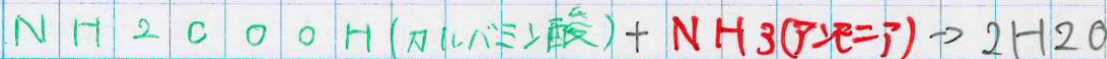


【参考】宮内 卓也, 「炭酸アンモニウムの熱分解(5分間デモ実験, 実験の広場)」, 化学と教育, 61巻, 11号, 538-539, 2013 より



学習と指導の実際 生徒の捉え①「尿素説」

(考察) 以上の結果から、発生した気体は、**尿素**と考えました。理由は、結果から分かるように石灰水が白くにごるといふことは、二酸化炭素しかないので二酸化炭素と考えることができる。しかし、BTB溶液の色が青色に変化したという事は、アルカリ性で、薬品Aから強い刺激性臭もしたことから、アンモニアと考えられる。また尿素とは、アンモニアの分子と二酸化炭素1分子から水2分子が取れたような構造をしているため、高温でアンモニアと二酸化炭素から生成するので尿素と考えられる。





学習と指導の実際 捉え②「混合物説」

考察

上記の結果により発した気体は 二酸化炭素 と アンモニア だと考えた。
なぜならば理由は、つあり、
一つ目は、見た目は無色で、たおいは刺激臭がするところあり。このことから気体は、塩化水素か二酸化硫黄かアンモニアにしよう。

二つ目は、BTB 溶液を入れたと、青色から黄色になった。このことから気体は2種類あり、一つの気体は酸性、もう一つの気体はアルカリ性ということがわかる。

三つ目は、石灰水を入れたら白くにごったということだ。石灰水を入れたら白くにごった。また、マッチを入れたら火がすぐ消えた。このことから、酸性の気体は二酸化炭素、アルカリ性の気体はアンモニアだと考えた。

また、今回使った白い粉は塩化アンモニウムと水酸化カルシウム、炭酸カルシウムだ。



学習と指導の実際 捉え③「中和説」

考察 以上の結果から、発生させた気体はアンモニア水と二酸化炭素の2つであると考えられる。なぜならば、BTB溶液が青色から緑色に変化したのは、まずアルカリ性に反応し、青色になつたから、次に酸性に反応し、黄色になつたと、青と黄の色が混ざつて緑色に変化したのだから、刺激性臭があるのは、アンモニア水、刺激性で、石灰水が白くにごり、線香を近づけると火を消すのは、二酸化炭素だから。

(自分の班はBTB溶液が緑色になつたから、他の班で、青に変化した班は黄に変化した班があるから、アルカリ性の気体と、酸性の気体が出ているという事が分かる)



実際にやってみましょう！①

- メリット
- デメリット



教材紹介② 生物分野

『消化液のはたらきを調べる実験における 個別化の工夫』

- ・ だ液に含まれる消化酵素のはたらき
- ・ 基質特異性、最適温度、失活などへの発展

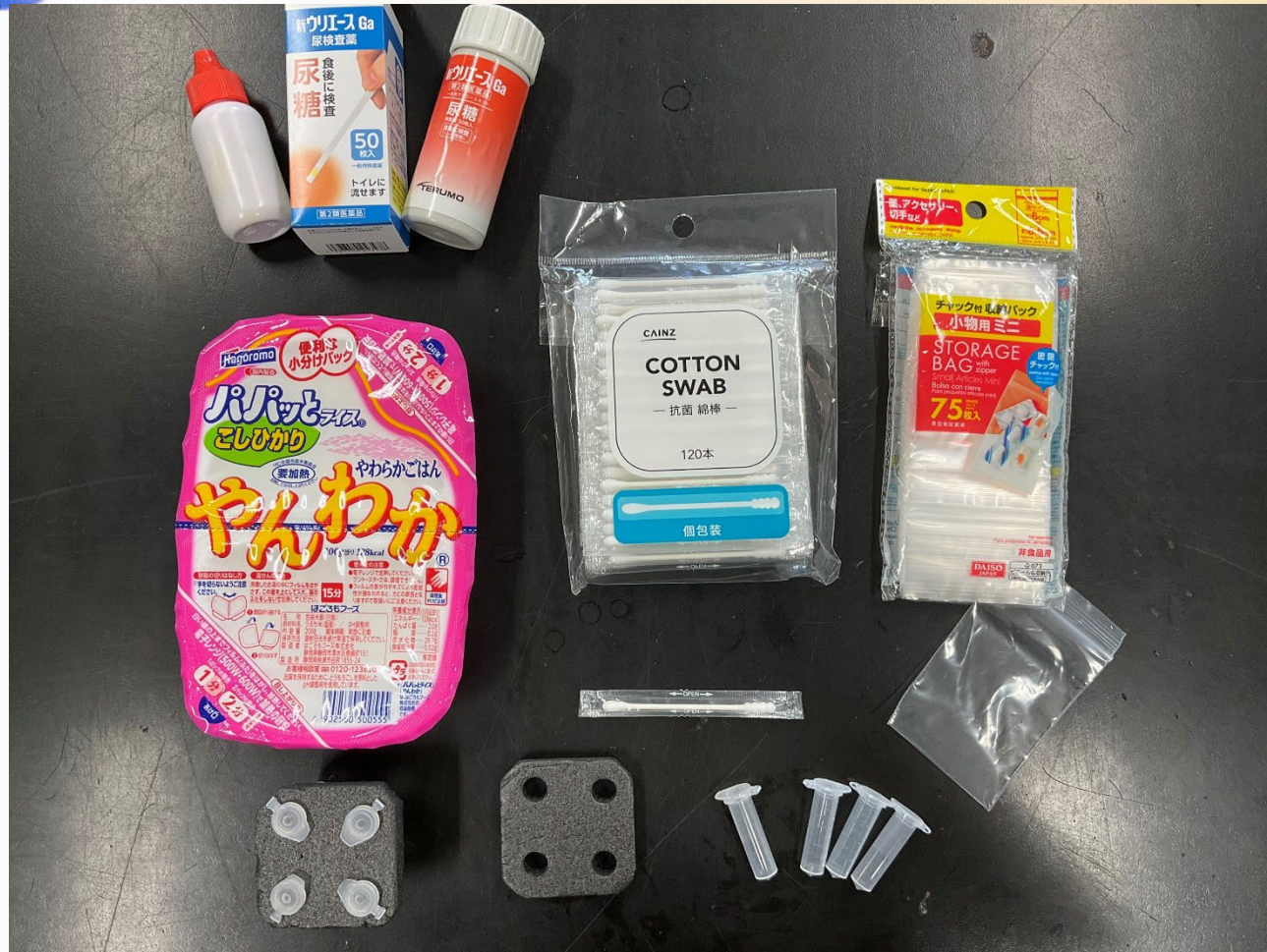
<参考>

正元 和盛, 川元 信人「新規デキストリンを用いた『だ液のはたらきを調べる』実験開発」理科教育学研究, Vol49, No2, 2008)

川島 紀子「自宅でできる食物の消化実験の開発と実践」(公益財団法人東レ科学振興会「第52回東レ理科教育賞」東レ理科教育賞受賞作品)

石浦章一他：わくわく理科6年, 啓林館, 299(2020).

準備物の例(尿糖試験紙を用いる場合)





実験手順 その1

①デンプン溶液の準備

チャック付き袋にご飯粒（3粒）と水（3 mL）を入れ、指の腹を使って細くなるまで（形がなくなるまで）つぶす。

②マイクロチューブの準備

2本用意して、①のデンプン溶液を1mLずつ入れる。区別ができるようにふたにA、B（A：だ液あり、B：だ液なし）と記入する。できるだけ沈殿を吸わないようにして上澄みだけを移す。

③だ液の準備

（対照実験のため）綿棒にだ液または水を含ませて、マイクロチューブの中ですすぐ。だ液は綿棒を約1分間口にくわえてたっぷりと含ませる。





実験手順 その2

④酵素の活性条件を考え、検証する。

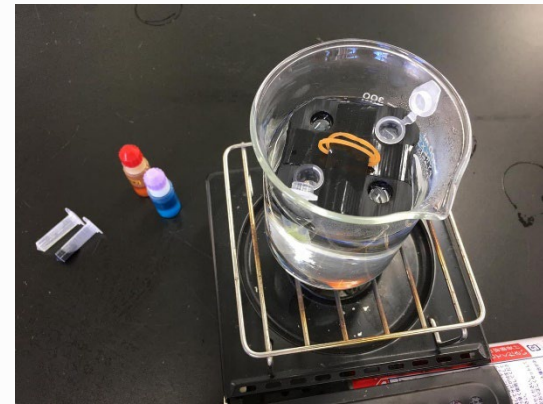
例えば…温度

- ・それぞれ0℃の氷水、40℃のお湯、80℃の湯に10分間つける。

例えば…反応時間

- ・それぞれ2分、4分、6分…と反応時間を変える。

など





結果①

⑤ベネジクト液を用いる場合

☞糖の検出

10分後、それぞれのチューブを固定板（穴を空けた発泡ポリスチレンの板など）にセットし、湯煎する。その時の色の変化を観察する。

☞デンプンの検出

ヨウ素液を、1滴ずつたらして、色の変化を観察する。





結果②

⑤尿糖試験紙を用いる場合

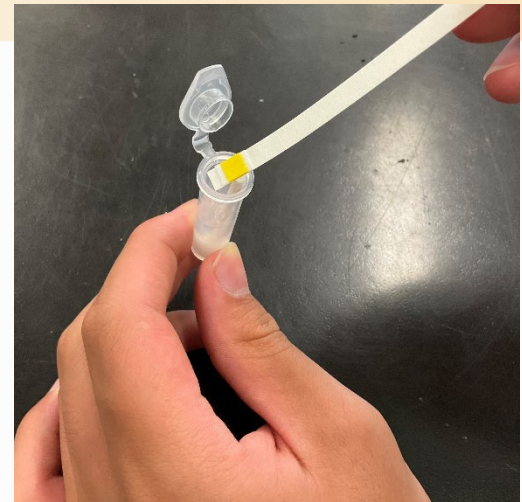
1枚の尿糖試験紙を縦に半分に切り、2枚を区別できるように、A、Bと記入しておく。

👉糖の検出

10分後、お湯から出し、尿糖試験紙をそれぞれに1秒間ひたした後、色の変化を観察する。

👉デンプンの検出

ヨウ素液を、1滴ずつたらして、色の変化を観察する。





学習と指導の実際(デジタルノートの活用)

(10)月(25日)

単元2 生物のからだのつくりとはたらき

第3章 動物のからだのつくりとはたらき

2年(A)組 氏名()

第3章で考える問い

食べること、息をすることは、動物が生きていくことにどのように関係しているだろうか。

出会い

ヒトをふくめた動物がどのようなものを食べているのか見てみよう。

視点① カレーに含まれている食材(生物)は…?

・食べるときに口を動かすのは…?



○「食べる」とは?

・(家庭的には怒られるけど)

・生命の維持に必要な栄養を体外から取り入れる行為

・食べなきゃいけないから食べる ・おなかはずくから ・命をいただく

・食物連鎖 ・最悪栄養ドリンクで良い

□消化していること □消化器官>消化管を通る □栄養を取り込むため…消化液で…**化学的消化** □噛む…**物理的消化**

課題

(消化のなかでも)化学的消化はどのような仕組みか。

→消化液

胃液

仮説

課題に対する自分の考えは?仮説を立てよう。

唾液

3班:唾液にはデンプンを糖に変える働きがあるのではないだろうか

胆汁

自分が追加:ヨウ素液を入れるまでの時間で最も良いものはいつだろうか。

すい液

構想

調べ方を考えよう。

①

【方法】使用できる物: □だ液(タカジアスターゼ) □マイクロテストチューブ □綿棒
□ヨウ素液 □ベネジクト液 □可溶性でんぷん □ガスコンロ

◇手順 視点② ・試料を用意するときに注意することは何か。
・指示薬を使うときに注意すべきことは何か。

温度40℃

⑤片方ヨウ素液投入

対照実験

⑥もう片方ベネジクト液投入 専用発泡スチロール

唾液とお湯両方で実験

にふたをあけて刺す。

○ベネジクト液(もとは水色)…糖があるかをしらべる。入れてから加熱するのだが、ガス禁止。湯煎。もし糖があれば濃いオレンジ色に変化する 糖が少ない順に青→黄色→黄緑→オレンジ。

結果



唾液と混ぜているものは、唾液が入っていない物に比べてヨウ素液の反応が薄かった。

唾液とデンプン溶液を混ぜたものにベネジクト液を入れて加熱したところ、オレンジ色に変化した。

また、放置時間によるヨウ素液の反応の差では、2分のものが一番反応しておらず、4分の物が一番反応することがわかった(3、4分は唾液が入っていない物と似た色になった。)

考察

結論:唾液にはデンプンを糖に変化させる働きがある。

考察:唾液を混ぜたほうがお湯を入れたものよりヨウ素液が濃い青紫になりにくかったことから、唾液はデンプンを何かに変える働きがあるとわかった。また、ベネジクト液を入れたところオレンジ色に変化したことから、唾液はデンプンを糖に変化させていることが示唆されたが、対称実験ではないため、また機会があれば対照実験にしたい。

省察

探究の過程を振り返ろう。

②

視点③ ・行った活動や進め方が適切だったか。また改善できるところがあったかなど

仮説①に対する実験としては、計画した実験は適切だったと考えるが、慌てていて対照実験にならなかった部分があったので反省したい。また、今回実験した放置時間によって反応の様子が変わるかを調べる実験では、なぜ放置すればするほどデンプンが減らなくなっていくのかが分からなかった(予想:デンプンの溶液に長い時間唾液を入れると、デンプンを糖に変化させる力が弱くなるのではないか?) 発表したかった~ 今度動画編集しておきます!

あと、発表の際は簡潔かつ間違いを伝えない・誤解されないようにすると良いと思った。

☆知識 唾液は消化液の一種で、**消化酵素が入っている**。消化酵素(**アミラーゼ**)はデンプン(**グルコース**)を**麦芽糖**(マルトース)に分解する。

☆知識 消化管…食道・胃・小腸・大腸の4つ



実際にやってみましょう！②

- メリット
- デメリット



最後に...

- ・ 子供の心に残る授業とは . . .