
驚きと感動をつたえ理科離れを未然に
防ぐ理科大好きプロジェクト

(課題番号 21300288)

平成21年度～平成24年度科学研究費補助金(基盤研究(B))報告書

(平成23年度分冊)

平成24年 2 月

研究代表者 芦 田 実
(埼玉大学 教育学部 教授)

驚きと感動をつたえ理科離れを未然に 防ぐ理科大好きプロジェクト

芦田 実(埼玉大学 教育学部 教授)

— 目次 —

I. はじめに	-----	1
1. 研究目的	-----	1
2. 研究計画・方法の要旨	-----	4
3. 研究組織	-----	4
4. 交付決定額(配分額)	-----	4
5. 研究発表	-----	4
6. ホームページのURL(アドレス)	-----	5
7. 過去の報告書(pdf版)の配布URL(アドレス)	-----	5
8. 新聞掲載等報告書	-----	5
II. 種々のイベント	-----	8
1. わくわく観察実験教室	-----	8
2. 観察実験教室(騎西小学校)	-----	15
3. ワークショップ	-----	18
4. ジオパーク	-----	23
III. 学生派遣	-----	24
1. 理科実験観察お助け隊	-----	24
2. さいたま市青少年宇宙科学館イベント	-----	29
3. 三郷市おもしろ遊学館	-----	33
4. 川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業	-----	41
IV. 化学質問箱に寄せられた質問と回答	-----	45
V. ホームページの開発	-----	83
1. 理科カレンダー	-----	83
2. 実験レシピ	-----	95
3. 溶液の濃度計算と調製方法の自動サービス	-----	107
VI. おわりに	-----	119
謝辞	-----	119

驚きと感動をつたえ理科離れを未然に防ぐ理科大好きプロジェクト

芦田 実(埼玉大学教育学部教授)

I. はじめに

1. 研究目的

本研究の目的は小学校～高校における理科離れを未然に防ぐことである。児童・生徒の理科離れは高校生から顕著になるという結果が出た(文献1 平成20年国立教育政策研究所調査,平成18年PISA調査と比較)。一方,中学・高校は専科教員なので,教員の理科離れは小学校で問題になっている。ただし,中学校の理科教員も授業前後の準備・片付の時間不足,備品・消耗品の不足(自費購入の経験ある教員が7割),授業時間の不足等の問題を抱えている(文献2)。そこで,これらの問題を少しでも軽減することを目指す。

① 研究の学術的背景

(1) 背景および国内・国外の研究動向と位置づけなど

日本国内では小学校教員や高校生・大学生に理科離れが進んでいる。理科嫌いの文系大学生が小学校教員の大部分になるので,事態は益々深刻化する。また,欧米等でも理科離れの対策を工夫している(文献3)。なお,もっと広い意味の学習離れであるとも言われているが,本研究では理科離れの防止のみに絞る。化学分野では2001年からホームページ(<http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>等,後述の「6. ホームページのURL」を参照)を公開して理科離れ防止に努力してきた。

驚きと感動をつたえる

理科大好き先生

小学校の先生を応援します



わくわく教師塾	3年生理科の内容	質問箱
見るみる納得科学の世界	4年生理科の内容	
不思議の国ミクロとナノの世界	5年生理科の内容	物理学 光、電気、磁石 あたたまり方、てこ、おもり
みんな友達身近な生き物	6年生理科の内容	化学 水、溶ける 燃える、水溶液
これならできる実験・観察入門	中学校理科の内容	生物学 植物、動物 生命、四季、暮らし
実験・観察レシビ・ヒント集	授業への提案	地学 日向と日陰 月と星、天気、川、大地
おもしろ物理実験		理科教育学 教え方
地震と火山の国日本	実験・観察お助け隊	その他 自然、環境
不思議・驚き理科カレンダー	ビデオライブラリー	プロジェクトの紹介

図1 教員養成GP「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」トップページ(一部)

その成果が、科学研究費基盤研究(C)平成14～15年度，芦田(代表)「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設」，平成18～21年度，芦田(代表)「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」および大学改革推進等補助金専門職大学院等教育推進プログラム，平成19～20年度，埼玉大学長(代表)「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」(以後，教員養成G Pと呼ぶ)の採択にも繋がっている。

(2) 着想に至った経緯

理科の面白さは実験を通して伝えられることが多い。ところが，特に理科専修以外の出身の小学校教員の中には，実験・観察技能を修得していない者が多数おり，子どもたちに実験・観察による驚きと感動を十分に伝えることができない。このような教員自身が理科好きになって驚きと感動を実感し，授業中になるべく多く実験を行ってもらいたい。児童・生徒の中には，理科の授業内容についていけず(特に高校の受験対策授業では実験・観察が少ないので)，理科の現象や考え方(概念)が十分に理解しきれず，つまらなくなり，そのまま理科嫌いになる者がいる。そうなる前に児童・生徒に理科の現象や考え方を理解して欲しい。

(3) これまでの研究成果とそれを発展させる内容

化学分野では，平成23年12月末現在までに728の質問に回答した。その約70%が高校生と大学生の質問である。しかし，中学生以下と教員からの質問は各数%で，今後発展させるべき内容として残っている。水溶液の作り方22種(42薬品)，定量分析シミュレーション6種(60組合せ)，指示薬の色見本15種(RGB値)を公開済みである(ダウンロード可，文献4～16)。他の分野のホームページでは学外に対するサービスがまだ不十分であり，化学と類似の内容を作成・公開することが今後発展させるべき内容である。教員養成G Pでは，小学校への学生派遣(お助け隊)，教員研修会(わくわく教師塾)，ワークショップ(おもしろ物理実験，現在7種)等の事業を成功させた。さらに，教材(ミクロの世界(植物編)，実験レシピ(化学，現在16種))を開発し，ホームページ(<http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/> 閲覧するにはguestでログイン)や理科カレンダーを制作し，平成21年の科学研究費初年度からこれらをできるだけ継続させた。理科離れを未然に防ぐために，これらを今後も長期間に渡って継続する必要がある。さらに今後は，小学校だけでなく中学・高校にまで内容を発展させる必要がある。

② 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか

小学校～高校における理科離れ(特に小学校教員と高校生)を未然に防ぐために，理科の実験や学習を支援するホームページをできるだけ充実する。既設の化学の質問箱以外に，物理，生物，地学，理科教育の質問箱を充実し，児童・生徒と教員等の疑問・質問に回答し公開する。研究期間終了時には化学の回答総数は約790(=現在728+50件×1.25年)になると予想される。さらに，驚きと感動を伝える実験・観察を支援するため，魅力的な教材・教具(実験レシピ・ヒント集，水溶液の作り方，実験シミュレーション，おもしろ物理実験，ミクロとナノの世界，ウニの発生，ミクロの地震破壊組織等)を追加・充実し，ホームページ等で公開・提供する。実験・観察の基礎を習得した学生を小学校へお助け隊として派遣する。必要に応じて，研修会や出前授業等を開催する。

③ 学術的な特色・独創的な点および予想される結果と意義

教員養成G Pは，大学・小学校・地域(さいたま市)の三者の緊密な連携のもと，小学校教員を支援するものであった。教員自身が理科好きになって驚きと感動を

実感し、五感を通して納得と自信を蓄え、確かな指導力を身につけて、子どもたちに驚きと感動を伝えることのできる理科実験・観察技能を修得することを目的とした。これをそのまま中学・高校にまで拡張することは、研究経費と人員・時間的制約等から不可能であるが、小学校にはこれまで通りの支援を出来る限り継続する。中学生・高校生にはホームページを通じた支援を中心として、地元のさいたま市に限らず、埼玉県全域さらには日本全国を支援する。しかし、ホームページが一般に知れ渡らないと利用者数が増加しない。特に、学校教員は忙し過ぎてインターネットを利用する時間が少ない。したがって、教育学部の多数の学生(教員の卵480名)に授業中に本研究を紹介して、卒業後にも活用を勧めたり、研究成果をまとめて印刷・製本し、学校教員等に配布することは非常に重要である。自己満足のホームページにならない様に、化学分野では平成14~15年度の科学研究費報告書の配布から、これらの地道な宣伝活動を毎年続けている。以上の様に、理科離れを一人でも多く防ぎたい。

研究目的に関係する文献

- 1) 国立教育政策研究所プレス発表資料, PISA調査のアンケート項目による中3調査集計結果(速報)について(H20.6.5)
- 2) 科学技術振興機構・国立教育政策研究所, 平成20年度中学校理科教師実態調査集計結果(速報)について(H20.9.12)
- 3) 例: 増田貴司, 理科離れ解消のために何が必要か, TBR産業経済の論点, 東レ経営研究所, No.07-06(2007.7.25)
- 4) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-塩化ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 7巻1号, 採録番号7-5(2003)
- 5) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-酢酸水溶液, 塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 8巻1号, 採録番号8-3(2004)
- 6) Minoru Ashida, et al., Automatic Services of Calculating Data and for the Preparation of Solutions by Using Internet -Nitric Acid Aqueous Solution and Sulfuric Acid Aqueous Solution-, The Chemical Education Journal(CEJ), Vol.9, No.2, Registration No.9-14(2007)
- 7) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-固体無水物の溶解度-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 10巻1号, 採録番号10-2(2007)
- 8) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-二酸化炭素と石灰水-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 10巻1号, 採録番号10-3(2007)
- 9) 芦田実ほか, 定量分析シミュレーションのインターネットによる自動サービス-酸・塩基滴定-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 10巻1号, 採録番号10-4(2007)
- 10) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-シュウ酸水溶液およびシュウ酸ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 11巻1号, 採録番号11-4(2008)
- 11) 芦田実ほか, 定量分析シミュレーションのインターネットによる自動サービス-混合滴定-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 11巻1号, 採録番号11-5(2008)
- 12) 芦田実ほか, 定量分析シミュレーションのインターネットによる自動サービス

- ス -酸化・還元滴定-, 化学教育ジャーナル (CEJ), 11巻1号, 採録番号11-6 (2008)
- 13) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス -塩化カリウム水溶液および塩化アンモニウム水溶液-, 化学教育ジャーナル (CEJ), 12巻2号, 採録番号12-8 (2009)
- 14) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス -炭酸水素ナトリウム水溶液および炭酸ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル (CEJ), 12巻2号, 採録番号12-9 (2009)
- 15) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス -ミョウバンとその関連物質の溶解度-, 化学教育ジャーナル (CEJ), 12巻2号, 採録番号12-10 (2009)
- 16) 芦田実ほか, 過酸化水素水の濃度計算・調製方法と酸素発生に関するWeb自動サービス, 埼玉大学紀要教育学部 (数学・自然科学), 60巻2号, 181-191頁 (2011)

2. 研究計画・方法の要旨

小学校～高校における理科離れを未然に防ぐために, 理科の実験や学習を支援するホームページを充実する. 盛況な化学の質問箱以外に, 物理, 生物, 地学, 理科教育の質問箱をできるだけ活性化し, 児童・生徒と教員等の疑問・質問に回答し公開する. 驚きと感動を伝える実験・観察を支援するため, 魅力的な教材・教具を開発し提供する. 実験・観察の基礎を習得した学生を小学校へお助け隊として派遣する. 必要に応じて, 研修会や出前授業等を開催する.

3. 研究組織

研究代表者: 芦田 実 (埼玉大学教育学部教授)
 研究分担者: 大向 隆三 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究分担者: 日比野 拓 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究分担者: 岡本 和明 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究分担者: 清水 誠 (埼玉大学教育学部教授)
 連携研究者: 片平 克弘 (筑波大学大学院人間総合科学研究科准教授)
 連携研究者: 谷塚 光典 (信州大学教育学部准教授)
 連携研究者: 芦田 正巳 (山口大学大学院理工学研究科准教授)
 研究協力者: 金子 康子 (埼玉大学教育学部教授)
 研究協力者: 大朝由美子 (埼玉大学教育学部准教授)

4. 交付決定額 (配分額, 単位: 千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成21年度	5, 900	1, 770	7, 670
平成22年度	3, 200	960	4, 160
平成23年度	2, 900	870	3, 770
平成24年度	2, 800 (予定)	(未定)	(未定)
総計	14, 800 (予定)	(未定)	(未定)

5. 研究発表

- 1) 芦田実, 高原博志, 山川侑実, 大澤豪人, 過酸化水素水の濃度計算・調製方法と酸素発生に関するWeb自動サービス, 埼玉大学紀要教育学部 (数学・自然科学), 60巻2号, 181-191頁 (2011), 上の文献16と同一, URL=<http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KY-AA12318206-6002-15>

6. ホームページのURL (アドレス)

「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」平成19～20年度大学改革推進等補助金専門職大学院等教育推進プログラムで制作したホームページのURL (アドレス) を次に記す。 <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/index.php>
さらに、化学研究室のホームページのURL (アドレス) を次に記す。

- 1) 本館 <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>
- 2) 新館 <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/~chem1/>
- 3) 別館1 <http://www.geocities.jp/ashidabk1/> (閲覧のみ)
- 4) 別館3 <http://www7.tok2.com/home/ashidabk3/>

7. 過去の報告書(pdf版)の配布URL (アドレス)

埼玉大学図書館の学術情報発信システムSUCRAを通じて、過去の科学研究費補助金や学内研究費による研究成果の報告書(pdf版)を配布している。

- 1) 「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設」H14～15年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書, 143頁, URL <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000018>
- 2) 「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設 第2巻」H16年度埼玉大学教育学部学部長裁量経費報告書, 150頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=A1002102>
- 3) 「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設 第3巻」H17年度埼玉大学総合研究機構研究プロジェクト研究成果報告書, 108頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=A1002103>
- 4) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書(H18年度分冊), 122頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000453>
- 5) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書(H19年度分冊), 108頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000454>
- 6) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))報告書(H20年度分冊), 125頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000468>
- 7) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))報告書(合冊), 361頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000470>
- 8) 「驚きと感動をつたえ理科離れを未然に防ぐ理科大好きプロジェクト」H21～24年度科学研究費補助金(基盤研究(B))報告書(H21年度分冊), 109頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000501>
- 9) 「驚きと感動をつたえ理科離れを未然に防ぐ理科大好きプロジェクト」H21～24年度科学研究費補助金(基盤研究(B))報告書(H22年度分冊), 162頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000502>

8. 新聞掲載等報告書

本研究に関連した新聞記事(平成22年12月17日(金)埼玉新聞(日刊)および平成23年12月31日(土)東京新聞(朝刊))に関する報告書を次頁から載せる。

平成22年12月22日

科学研究費補助金による研究成果の新聞掲載等報告書

- 1. 機関番号： 12401
- 2. 研究種目： 基盤研究（B）
- 3. 研究者番号： 30125166
- 4. 研究課題番号： 21300288
- 5. 研究代表者（フリガナ）： 芦田 実 （アシダ ミノル）
- 6. 所属研究機関・部局・職： 埼玉大学・教育学部・教授
- 7. 掲載新聞名： 埼玉新聞（日刊） 平成22年12月17日（金）掲載
- 8. 掲載ホームページ名、URL：
- 9. 掲載された記事部分（新聞・ホームページ）

埼玉新聞 2010年（平成22年）12月17日（金曜日） 地域 (12)

育児中のママを応援

幸手でマッサージで気分転換

育児の輪を広げる「子育て応援まつり」の遊と盛が、幸手の保健福祉センターで開催された。育児中のママにリフレッシュしてもらう「アロマオイルマッサージ」や子ども用品の交換など多彩な催しを用意され、子ども連れの家族でにぎわった。

市内で活動する子育て支援グループなどで構成する実行委員会が主催した。子育て応援まつりは第5回を数え、同実行委員長の松下教子さんは「今年は市内の中学生や高校生、日本保健

県東

大学生ら現場で実体験 理科の実験授業をサポート



お助け隊メンバーは、理系を好きになる熱心な実験を見守る。さいたま市立大宮北小学校

子どもたちの理科離れを改善、理科室経営の支援を行っている「お助け隊」は、07年度深い試みが行われている。仕掛け人は埼玉大学教育学部理科から難関に行われている。実験授業は、教員の拍撃減も原教授。「理科実験観察お助け隊」単の学習への理解を深めることを編成し、教員を自招して学ぶ。この効果に加え、学生たちと大学生や大学院生を小学校に派遣し、現場での豊富な実体験の道理科実験授業をサポートや、機会をいっ。

さいたま市立大宮北小学校（名倉美枝校長）で、小学4年生を対象にした研究授業が行われた。この日のテーマは「一本を熱したときに生じる気体の正体を調べよう」。

実験中にはお助け隊のメンバーが各実験機を回りながら担当教諭と連携して児童たちをサポート。児童らは興味深く実験を見守り、活発に意見を交わしていた。

さいたま市教育委員会や小

3人協力しながら目標を狙って「飛ぶ武器」

学校法人国際学院（さいたま）

創立47周年記念で 全生徒参加し式典

学校法人国際学院

学校の先生方の献身的な協力があって初めて実現できた。大向隆三准教授が「将来的にはさいたま市以外の小学校や、さらには実験内容を高度化させて中学校の授業にまで発展させていきたい」と話している。

（タワシ記者 大向隆三）

湯気越しのサンタ

幸手の街にサンタクロースがいるらしい。寒い季節になる。施設を訪れ、作られた温かいメニューを振る舞ってくれる。このサンタが切り盛りするラーメン屋の店内には、きりなきで卵が置いてある。1個30円から。お代は社会福祉に役立ちます。お代は社会福祉に役立ちます。お代は社会福祉に役立ちます。

も奇村している。

サンタは言。「外食とか、いっしょと違うイベント事は楽しいものだよ。でも

※ 「理科実験観察お助け隊」は研究分担者の 大向隆三 准教授が主として担当している。

平成24年 1月11日

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）による研究成果の新聞掲載等報告書

- 1. 機関番号： 12401
- 2. 研究種目： 基盤研究（B）
- 3. 研究者番号： 30125166
- 4. 研究課題番号： 21300288
- 5. 研究代表者（フリガナ）： 芦田 実 （アシダ ミノル）
- 6. 所属研究機関・部局・職： 埼玉大学・教育学部・教授
- 7. 掲載新聞名： 東京新聞（朝刊） 平成23年12月31日（土）掲載
- 8. 掲載ホームページ名、URL：
<http://www.tokyo-np.co.jp/article/saitama/20111231/CK2011123102000046.html>
- 9. 掲載された記事部分（新聞・ホームページ）

海の生物に大騒ぎ

埼玉大で
記念講座
小学生が研究を体感

さいたま市は誕生十日、さいたま市桜区の周年を記念し、埼玉大 同大で開かれた。同大と協力して「キッズ・ユニバーシティ・さいたま」を開催。市内の小学五、六年生約二百人が、同大教員による工夫を凝らした講座に参加した。

二十七、二十八両

新しい触感」と好評だった。将来の夢は生物学者という市立春野小学五年の大江元氣君（こ）は「勉強になり、来てよかった」と笑った。

日比野准教授は「先端の研究と、一般の興味がかき離れていることが実感できた。子どもたちを飽きさせず、いかに面白く見せるか工夫した。今後の講義に還元できれば」と話した。（前田朋子）

教授の「ゲームで知ろう！海の危険な生物」の講座に参加した二十四人は、水槽からヒトデやウニなどをすくい上げて大騒ぎ。一番人気は軟体動物のアメフラシで「軟らかくて、



さまざまな海の生物を手にとる子供たち＝さいたま市桜区で

※「キッズ・ユニバーシティ・さいたま」に研究分担者と共に3講座参加したら、研究分担者の日比野拓准教授の講座「ゲームで知ろう！海の危険な生物」が取材を受け、そのときの記事が掲載された。

II. 種々のイベント

1. わくわく観察実験教室

埼玉大学教育学部理科教育講座と埼玉大学教育学部附属小学校が共催して、埼玉大学教育学部附属小学校で平成23年8月10日（水）に「わくわく観察実験教室」を開催した。事前の準備等を含めて、多数の学生の補助を得た（27人、のべ220時間）。以下に、児童・父兄への事前の参加案内、当日の日程と様子等を載せる。

平成23年6月20日

わくわく観察実験教室

埼玉大学教育学部理科教育講座
埼玉大学教育学部附属小学校理科部

夏休みに下記のような観察実験教室をおこないます。ふしぎな水で実験をしたり、
図鑑でしか見たことのない生き物を観察したり……。授業ではやらないような観察
や実験に、みなさんも参加してみませんか？参加を希望される方は、下記の用紙に必
要事項をご記入の上、7月9日までに、担任の先生にご提出下さい。なお応募者多数の
場合は、安全を考慮して参加者を調整させていただくことがありますので、ご承知お
きください。

記

1. 開催日 8月10日（水）
2. 時間 9：30～12：00
3. 場所 附属小学校教室
4. 対象 小学3年生以上、保護者も同伴可
5. 内容
○おもしろ物理実験（光と磁石）
○ふしぎな水？色が変わる！一瞬でにごる！
○絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの世界
○ゲームで知ろう！海の危険な生き物
○見えない自然のエネルギーをさがせ！
○不思議な音の世界



連絡先 埼玉大学教育学部附属小学校 理科部
電話 048-833-6291

き り と り

参加申し込み用紙

◎ わくわく観察実験教室に参加いたします。

保護者名 ()
児童名 ()年 ()組 ()
()年 ()組 ()
電 話 ()

わくわく観察実験教室日程について

日 程 3・5年生

- ① 受付 9:00～9:15 多目的ホール
 ② 全体説明 9:15～9:30 多目的ホール
 ・開会の言葉
 ・大学の先生の紹介と話
 ・活動の説明(日程、ローテーション、流れ解散、トイレ、体調管理)
 ③ 活動 ① 9:30～9:55 各教室
 ④ 活動 ② 10:00～10:25 各教室

4・6年生

- ① 受付 10:30～10:45 多目的ホール
 ② 全体説明 10:45～11:00 多目的ホール
 ・開会の言葉
 ・大学の先生の紹介と話
 ・活動の説明(日程、ローテーション、流れ解散、トイレ、体調管理)
 ③ 活動 ③ 11:00～11:25 各教室
 ④ 活動 ② 11:30～11:55 各教室

3年5年	① 9:30～9:55	② 10:00～10:25
3年2組 20	① おもしろ物理実験(光と磁石) [1年1組教室]	④ 不思議な水?色が変わる!一瞬でにごる! [2年1組教室]
3年1組 19	② 絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの世界 ゲームで知ろう!海の危険な生き物 [2年2組教室]	⑤ 不思議な音の世界 [1年2組教室]
5年男子 18	③ 見えない自然のエネルギーをさがせ! [1年3組教室]	① おもしろ物理実験(光と磁石) [1年1組教室]
3年3組 22	④ 不思議な水?色が変わる!一瞬でにごる! [2年1組教室]	② 絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの世界 ゲームで知ろう!海の危険な生き物 [2年2組教室]
5年女子 24	⑤ 不思議な音の世界 [1年2組教室]	③ 見えない自然のエネルギーをさがせ! [1年3組教室]
6年4年	11:00～11:25	11:30～11:55
4年1組 20	① おもしろ物理実験(光と磁石) [1年1組教室]	④ 不思議な水?色が変わる!一瞬でにごる! [2年1組教室]
4年3組 18	② 絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの世界 ゲームで知ろう!海の危険な生き物 [2年2組教室]	⑤ 不思議な音の世界 [1年2組教室]
4年2組 20	③ 見えない自然のエネルギーをさがせ! [1年3組教室]	① おもしろ物理実験(光と磁石) [1年1組教室]
6年男子 14	④ 不思議な水?色が変わる!一瞬でにごる! [2年1組教室]	② 絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの世界 ゲームで知ろう!海の危険な生き物 [2年2組教室]
6年女子 10	⑤ 不思議な音の世界 [1年2組教室]	③ 見えない自然のエネルギーをさがせ! [1年3組教室]

わくわく観察実験教室の参加申し込み児童数（平成23年8月10日）

班分け（1回目）	人数	班分け（2回目）	人数
3年1組	19	4年1組	20
3年2組	20	4年2組	20
3年3組	22	4年3組	18
5年男子	18	6年男子	14
5年女子	24	6年女子	10
合計	103	合計	82

※ 父兄の参加者十数人を除く。実際の参加児童数は当日に若干増減している。

わくわく観察実験教室の写真や簡単な内容の説明を下に載せます。子供達の元気なことおよび理科に対する興味・関心などの熱気に圧倒された一日でした。



開会式

参加した子供達に大学教員と補助の学生達が挨拶したり、活動内容を紹介しているところです。



おもしろ物理実験（光と磁石）

光の実験では、光の分散素子を貼り付けた筒を自分たちで製作し覗き込むことで、身の回りのいろいろな光源から出ている光の色について調べてもらいました。蛍光灯やプロジェクターの光の色が、見た目からは想像もつかない色から出ていることがわかり、驚いた様子でした。写真はこのときの実験の様子です。

このほかに、磁石の実験では、強力なネオジウム磁石が作る渦電流が磁石の落下を妨げる様子を観察してもらいました。普通の鉄球からは想像もつかないほど、ゆっくりとアルミのアンクル上を回転しながら落下していく様子に、児童は驚きの声をあげていました。



ふしぎな水？色が変わる！

紫キャベツ、BTB、フェノールレッド、ブロモクレゾールパープル、ニュートラルレッド等のpH指示薬は中性のpH7前後で色が変化する。これらの粉末を水道水（イオン交換水や純水ではうまくいかない）に溶かすと、中性～弱アルカリ性の色になる。これに息を吹き込むと、二酸化炭素が溶けるため弱酸性の色に変化する。続いて、新鮮な空気を吹き込むと、二酸化炭素が追い出されて中性～弱アルカリ性の色に戻る。色の変化を何度でも繰り返すことができる。なお、水道水の代わりに、濃度が極小さい（ 5×10^{-4} mol/L前後）ケイ酸ナトリウム水溶液や炭酸水素ナトリウム水溶液を使用することもできる（水道水には、これらの塩類が溶けていると考えられる）。



ふしぎな水？一瞬でにごる！

食塩（塩化ナトリウム NaCl ）は純水には多量に溶ける（溶解度は約26 mass%）が，エタノール（エチルアルコール）には微量しか溶けない（溶解度は約0.15 mass%）．比較的密度が大きい（約1.2 g/mL）飽和食塩水を試験管に先に入れ，比較的密度が小さい（約0.79 g/mL）アルコールを試験管の内壁に伝わらせてゆっくり慎重に入れると，混ざらずに上下二層に分かれる．アルコールを入れる前に食塩水の上にシリコンオイルを数mmの厚さでたらしめておくと，食塩水とアルコールがさらに混ざり難い（しかし，実験終了後の洗浄が大変になる）．最後に堅くゴム栓をして振ると，水とアルコールの混合溶媒に変化する．このとき，溶液の体積が増加する効果よりも，食塩の溶解度が著しく減少する効果の方が大きいので，食塩の大部分が沈殿（微粒子）になって析出し，一瞬で真っ白く濁る．



絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの世界

ムジナモは，埼玉県羽生市の宝蔵寺沼が日本で最後の自生地となった希少な水生食虫植物である．現在ムジナモが野生状態で繁茂できる環境の復元を目指したプロジェクトが進行中である．ムジナモの生育のためには，ムジナモと共存する様々な生物がバランスよく生育できる環境を維持することが重要である．水面下に浮くめずらしいムジナモや，水中でムジナモと関わる様々な生物を顕微鏡で観察した．



ゲームで知ろう！海の危険な生き物

磯遊びをすると、陸上では見られないユニークな生物を採集でき、生物の多様さを学ぶことができる。磯で捕まえられる生物の中には、毒のトゲを持っている危険な生物が存在する。そのような危険な生物を実際に見せることは難しいので、危険な生物の名前と毒のトゲがある部位を学べるゲームを作成した。イライラ棒の原理で、危険な生物を針金でかたどっており、その危険な生物に触らないようにゴールを目指すというものである。もし、触れてしまった場合には、ブザーがなる仕掛けになっている。写真右側はカツオノエボシ、左側はハオコゼ。



見えない自然のエネルギーをさがせ！

私たちは、日常様々な自然の放射線を受けている。身近な放射線を実験的に学ぶことを目的として、放射線測定器「はかるくん」を使って、船底塗料、湯の花、食塩、花崗岩の放射線の強さと、距離による強さの変化を調べた。事前に準備した試料だけでなく、消しゴムや鉛筆、うわばきなど身の周りにある様々なものを積極的に測定していた。



割りばしを使ってオルゴールを聞いてみよう 風船電話

「割りばしを使ってオルゴールを聞いてみよう」は、歯でくわえた割りばしをオルゴールに当てることによって、割りばしが振動し、耳をふさいでも骨伝導によって音が聞こえる仕組みである。「風船電話」は、音が紙コップを振動させ、その振動が風船のなかの空気に伝わり、さらに紙コップを振動させて音が聞こえる。子どもたちは、音が聞こえる不思議さに、目を輝かせていた。



紙コップスピーカー

ダンシングスネーク

「紙コップスピーカー」は、糸をウェットティッシュでこすることによって糸が振動し、その振動が紙コップへ伝わることで音が鳴る仕組みである。「ダンシングスネーク」は、紙コップの上にモールで作ったヘビをのせ、声を出すことによって紙コップが振動し、ヘビが動くものである。声の出し方によって動き方が変わる。子どもたちは、声によっておどるヘビに驚きながらも、楽しそうに取り組んでいた。

2. 観察実験教室（騎西小学校）

東日本大震災「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」のために埼玉県
の加須市立騎西小学校に避難している子供達のために、埼玉大学の学生が平成 23
年 8 月 25 日（木）に「学ぼう！あそぼう！夏休み!!」を開催した。このイベント
に、埼玉大学教育学部理科教育講座の教員有志も参加して観察実験教室を行った。
このとき事前の準備等を含めて、多数の学生の補助を得た（13 人、のべ 60 時間）。
以下に、児童・父兄への事前の参加案内、当日の日程と様子等載せる。

平成 23 年 7 月 25 日

学ぼう！あそぼう！夏休み!!

埼玉大学教育学部理科教育講座
埼玉大学 学部生 2・3・4 年

こんにちは。暑い日が続きますね。私たちは埼玉大学の大学生です。
8 月 23 日～25 日の 3 日間、サマースクールで皆さんと一緒に勉強をしに来ます。その
最終日の 25 日の午後に理科実験やうちわの絵付け、ドッチボールなど、見て、さわって、
走って、作って、おもしろいことをたくさん考えています。私たちと一緒に夏休みのすて
きな思い出を作りませんか。ひとりでも、お友達と一緒にでも OK！どんどん参加してね。

開催日 8 月 25 日（木）
時間 13：30～15：30
場所 騎西小学校 教室他
内容



◎理科実験（予定）

1. 光のおもしろ実験
2. ゲームで知ろう！海の危険な生物
3. 顕微鏡で見る世界
4. 不思議な水の化学実験



◎全力であそぼう!

5. しっぽ取りゲーム
6. ドッチボール

◎自分だけの宝物を作ろう!

7. 貝殻やビーズで写真立てを作ろう
8. 野菜スタンプで自分だけのうちわ

※内容は一部変更になる場合があります。

etc.

きりとり

参加申し込み用紙

学ぼう!あそぼう!夏休み!! に参加します。

() 年 () 組

名前 ()

教材準備の参考のためアンケートにご協力ください。

興味がある番号を 3 つ書いてください。※当日希望通りでなくても参加出来ます。

--	--	--





光のおもしろ実験

光の振動方向を確認するための道具に「偏光板」というフィルムがあります。今回は、その偏光板2枚とセロテープを利用して、自分だけの「ステンドグラス」を製作してもらいました。

セロテープにおける複屈折現象を利用して、2枚の偏光板を回転させながら、参加してくれた児童がみんなとてもきれいな模様を作ることができました。なかには20分以上も一生懸命セロテープを貼り続ける児童がおり、熱心に取り組んでいる様子が印象的でした。写真はその時の一コマです。



ゲームで知ろう！海の危険な生物

磯遊びをすると、陸上では見られないユニークな生物を採集でき、生物の多様さを学ぶことができる。磯で捕まえられる生物の中には、毒のトゲを持っている危険な生物が存在する。そのような危険な生物を実際に見せることは難しいので、危険な生物の名前と毒のトゲがある部位を学べるゲームを作成した。イライラ棒の原理で、危険な生物を針金でかたどっており、その危険な生物に触らないようにゴールを目指すというものである。もし、触れてしまった場合には、ブザーがなる仕掛けになっている。写真右側はゴンズイ、左側はカツオノエボシ。



顕微鏡で見る世界

埼玉県宝蔵寺沼が国内最後の自生地となった稀少な水生食虫植物ムジナモと、水中でムジナモと共存する様々な生き物を顕微鏡で観察した。ミカヅキモやクンショウモなど肉眼では見ることのできない美しい形をした緑色の微細藻類や、ムジナモの捕虫葉がすばやい動きで獲物を挟み込んで捕まえるところ、ミジンコが生まれてくる瞬間など、めずらしい水中のミクロの世界の生き物の様子を楽しんだ。



不思議な水の化学実験

紫キャベツ、BTB、フェノールレッド、ブロモクレゾールパープル、ニュートラルレッド、マローブルー等のpH指示薬は中性のpH7前後で色が変化する。これらの粉末を水道水（イオン交換水や純水ではうまくいかない）に溶かしたり、水に浸けて色素を抽出すると、中性～弱アルカリ性の色になる。これに息を吹き込むと、二酸化炭素が溶けるため弱酸性の色に変化する。続いて、新鮮な空気を吹き込むと、二酸化炭素が追い出されて中性～弱アルカリ性の色に戻る。色の変化を何度でも繰り返すことができる。なお、水道水の代わりに、濃度が極小さい（ 5×10^{-4} mol/L前後）ケイ酸ナトリウム水溶液や炭酸水素ナトリウム水溶液を使用することもできる（水道水には、これらの塩類が溶けていると考えられる）。

3. ワークショップ

平成23年2月20日(日)に埼玉大学教育学部附属小学校において、さいたま市理科教育研究会主催の「埼玉・栃木・群馬小中合同理科教育研修会」と「ソニー科学教育研究会埼玉支部研修会」が開かれた。当日の昼食休憩時間(12:50~13:30)に同校1階の多目的ホールでワークショップに、多数の大学生の補助を得て参加した(26人、のべ165時間)。その時の日程と模様を以下に紹介する。

平成22年度

埼玉・栃木・群馬



小・中合同理科教育研修会

理科好きな児童・生徒の育成をめざして

日時：平成23年2月20日(日) 10:00~16:45

会場：埼玉大学教育学部附属小学校

主催：さいたま市理科教育研究会、埼玉理科の会

ソニー科学教育研究会(埼玉支部、栃木支部、群馬支部)、(財)ソニー教育財団

■日程

9:40~10:00 受付

10:00~10:15 開会行事

10:15~11:15 講演1 淑徳大学教授 加藤 尚裕 先生

11:15~12:15 実践発表(栃木支部・群馬支部・埼玉支部)

12:15~12:50 休憩(昼食)

12:50~13:30 ワークショップ

14:00~14:45 埼玉支部活動紹介

14:45~15:15 ソニー教育財団より

15:15~15:30 休憩

15:30~16:30 講演2 日本理科教育支援センター

理科コンサルタント 小森 栄治 先生

16:30~16:45 閉会行事

17:30~19:30 懇親会(附属小より徒歩15分)



みなさんで、さらに「理科好き」になりましょう!



明日から使える
アイデア満載!

■ 参加費 1,100円 (昼食代600円含む、不要の場合は500円)

■ 参加申込、問い合わせ：さいたま市立下落合小学校(小畑 康彦)

電話 048-852-2280 FAX 048-852-0188

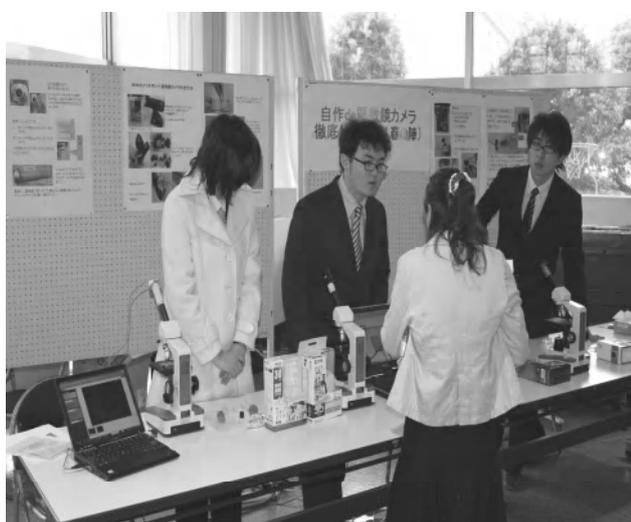
物理分野では「おもしろ物理実験」として、強力なネオジウム磁石球と鉄球を用いたガウスの加速器，時計ガラスを2枚凸型に張り合わせて中に水を入れた水レンズおよび中に何も入れない空気レンズを用いたレンズの実験，紙を使った工作（工作用紙を基板にして半田付けしない電子回路，紙コップロケット），家庭用電源を用いた実験（コンセントのアース，家庭用電源テスター，電気パン焼き器），手回し発電機を使った実験（コンデンサー，発光ダイオード）等を実演・展示した（次の4枚の写真）。



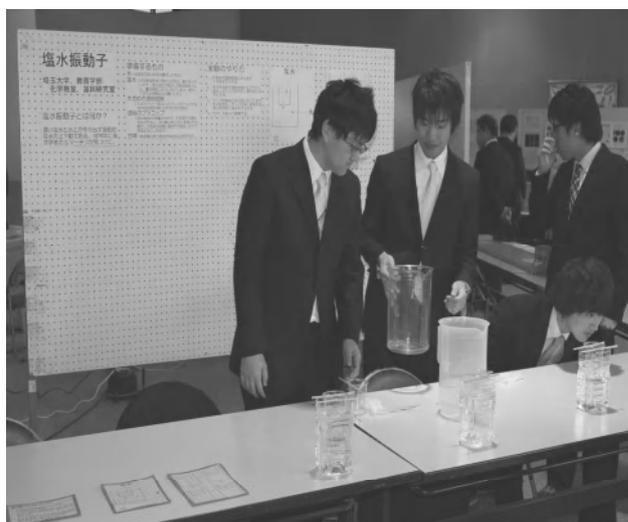
生物分野（植物）では「宝蔵寺沼のムジナモ絶滅危惧水生食虫植物」として，宝蔵寺沼の食物連鎖，ムジナモの捕食活動，ムジナモの消化酵素について展示し，顕微鏡による観察を行った（次の2枚の写真）。



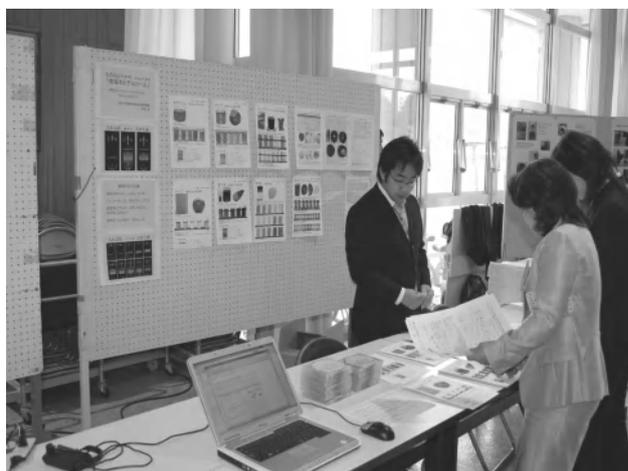
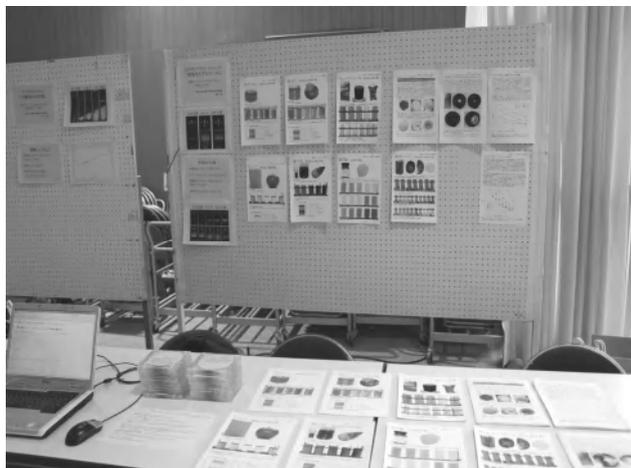
生物分野（動物）では「自作de顕微鏡カメラ 徹底比較(2011春の陣)」として、種々のWebカメラを用いた顕微鏡カメラの作成方法とその利点・欠点について、写真付きで詳しく解説し、展示・実演した（次の4枚の写真）。



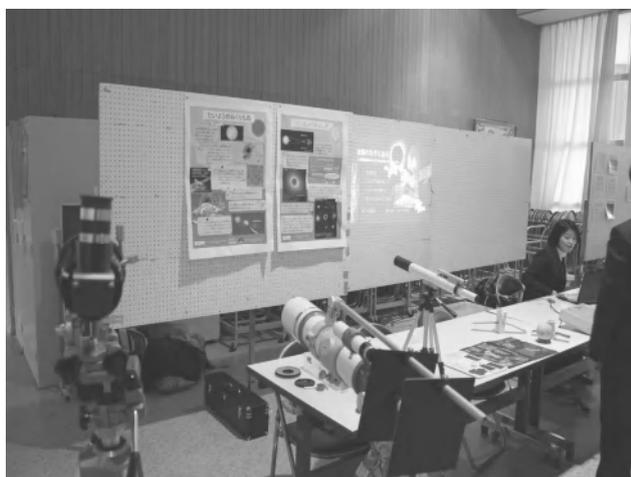
化学分野（有機化学）では「塩水振動子」の原理と製作方法・実験方法について解説し、展示・実演した（次の2枚の写真）。



化学分野（無機化学）では「理科離れの対策」として、塩酸などの19種類の水溶液の作り方（濃度計算と調製方法）をパソコンで実演し、紫キャベツなど7材料の身近なpH指示薬の色見本を展示・配布し、実験を成功させる秘訣（塩酸による鉄やアルミの溶解と蒸発乾固、アルミの溶解時間と温度）を展示・配布し、もののとけかた（食塩水とアルコール、エコカイロ、試験管の中の雪）を実演・展示し、科学研究費報告書（平成22年度分冊）を配布した（次頁の4枚の写真）。

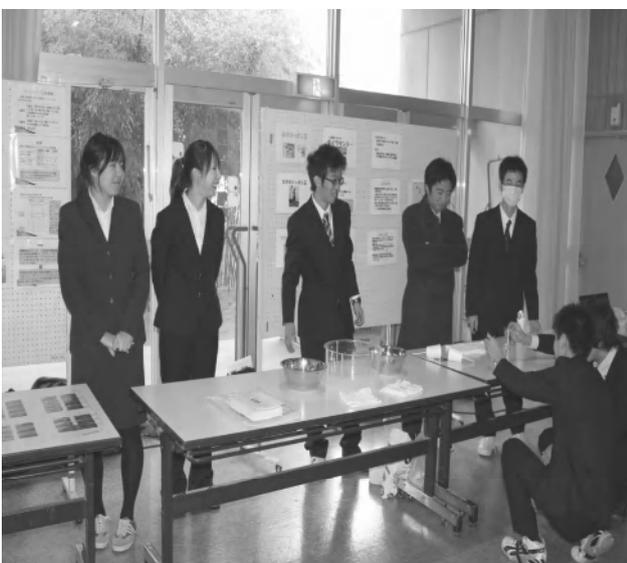


地学分野では、「太陽の謎に迫る」というテーマで、天文分野を取り上げた。2009年に起こった皆既日食の様子や原理、太陽コロナやフレア、黒点などの説明などを、日本の太陽観測衛星「ひので」の最新の観測画像や動画、小学生向けのテキストなどを交えて紹介した。また、学校現場で太陽を教えることを目的として、太陽望遠鏡や投影版を展示して説明を行った（次の4枚の写真）。





理科教育分野では「おもしろ理科実験教室」として、人が入れるほど大きなシャボン玉，シャボン玉と全く逆に水が空気の膜で包まれている水中シャボン玉，異常粘性の一種であるダイラタンシー等を実演・展示した．さらに，外的資源が科学的な概念の形成に与える効果などについて発表した（次の4枚の写真）．



秩父ジオパークと自然観察教育

埼玉大学教育学部理科教育講座
地学研究室 岡本 和明

ジオパークは、日本列島の形成過程を記録している重要な地質露頭とそれを取り巻く自然環境を総合的に学習する自然公園である。世界各地のジオパークの認定とともに日本国内もジオパークが認定されてきた。ジオパーク認定のためには、対象地域の市町村と学術組織（博物館、高校）の共同申請が要求されている。埼玉県では、秩父ジオパークが本年度認定されることとなった。秩父市、横瀬町、皆野町、長瀬町、小鹿野町による1市4町の地方自治団体と埼玉県立自然の博物館が中心となり、関係教育委員会や私鉄などの推進協議会が申請を行った。埼玉大学教育学部理科教育講座地学研究室では、毎年学部生の野外実習で長瀬地域を訪れている。秩父ジオパーク内で長瀬地域は、天然記念物が露出している地質露頭主要地域である。過去の沈み込み帯で変成作用を受けた三波川変成岩の連続露頭が観察でき、プレート境界深部で起こる脱水流体と岩石変形の関係が観察できる。岩石の系統的な学習をさらに行うには、埼玉県立自然の博物館を訪れると効果的である。

秩父ジオパーク計画に関する秩父市顧問も岡本は兼任していたので、今後の秩父ジオパークの発展のために以下のような指摘を述べたいと思う。

1. 秩父ジオパークの地質学的な重要性は、日本の他のジオパークと比較して十分な学術成果にサポートされているのだろうか？

日本の国内での秩父地域の地質学的重要性は、1) 明治以降の大学組織における地質学、鉱物学、岩石学研究の最初の研究対象地域が秩父であったから、という理由に大きく依存している。さらに2) 東京を含む関東地域で自然観察を行うため、秩父に訪れる人は多い、という理由に重要性が後押しされている。今後は、国際的な学問成果に基づく重要性を、秩父ジオパークから提出していかなければならない。単なる観光名所とするのではなく、我々人類の文化遺産として自然科学を学習する場としての秩父ジオパークが望まれる。

2. 秩父ジオパーク参加の市町村の拡充

秩父ジオパークの根幹となる地質体（過去の海洋プレート起源の付加体やプレート境界深部に沈み込んだ高圧変成帯）の分布は、当然であるが市町村区画と無関係に連続する。そして1に関わることであるが、学問的成果も秩父ジオパーク参加の市町村を超えて提出されている。高い学問成果を生産した重要な地質露頭の多くが隣接する市町村に所属しているのに関わらず、それらの学問成果を秩父ジオパークに取り入れられないわけにはいかないであろう。文化遺産、自然科学教育学習として秩父ジオパークであるならば、観光という名目に左右されない公共遺産として取り組まなくてはならない。今後すみやかに隣接市町村までジオパークの枠を広げるべきである。例えば、国立天文台が所有していた天体望遠鏡が設置されている隣接市町村やペルム紀の花崗岩マイロナイトの露頭など高い学問成果と関係している地質露頭や天文台が秩父ジオパークから除外されているのは、残念である。

Ⅲ. 学生派遣

「理科実験観察お助け隊」として、さいたま市立大宮北小学校へ学生を派遣した（平成22年12月～平成23年2月に13人・のべ174時間、平成23年6月、7月および11月に8人・のべ270時間）。さらに「三郷市おもしろ遊学館」の補助に学生を16人・のべ96時間派遣した。その他に「さいたま市青少年宇宙科学館イベント」や「川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業」にも学生を派遣している。これらの取組みに関する資料として、活動に参加した学生の体験談や感想文と当日の様子や活動内容等を次から記載する。

1. 理科実験観察お助け隊

実験観察お助け隊大募集

地域の小学校で理科の実験観察授業をサポート

- ・ 実験・観察授業の補助
- ・ 実験室、実験器具の清掃、整備
- ・ その他実験・観察授業に役立つことなんでも・・・

平成23年6月中旬～7月上旬に活動可能な、**学生数名募集！！**
(謝金あり)

2年生の応募も歓迎！！

派遣予定校 さいたま市立大宮北小学校

締め切り 6月9日(木)

提出先 物理学研究室 大向

#週1回程度、半日だけの参加も可能です。その他活動内容や本募集についての質問及び問合せは、大向まで。

実験観察お助け隊の活動に参加希望します。

学年 名前 所属研究室

連絡先（携帯電話のメールアドレスと番号）

可能な時間帯に○を記入してください。

	月	火	水	木	金
午前					
午後					

参加を希望する月を○でかこんでください。 ・6月・7月
その他希望など

()

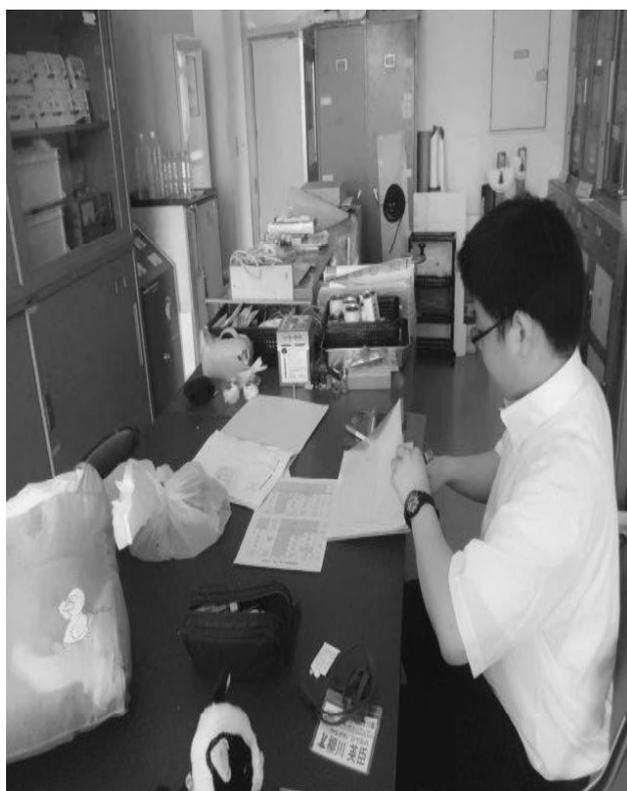
理科実験観察お助け隊報告

大向 隆三

この取組みの目的は、一般的に教員が生徒指導や授業準備に多忙な現状にある小学校に対して、埼玉大学教育学部の大学生で組織する「理科実験観察お助け隊」を派遣することにより、児童にとって魅力的で感動を与えられる理科実験のお手伝いや理科実験設備の整理と充実を図るための一助として活動すると同時に、学生にとって学校現場の仕事や苦労を理科という観点から専門的に勉強する機会を得て教員養成教育の一環として活用することである。今年度は科研費採択3年目の取組みであり、今までの実績と経験を生かして継続的に実施することとした。

具体的には、今年度はさいたま市青少年宇宙科学館へ学生を派遣し、そこで実施される「ペットボトルロケット大会」の準備、作業補助、後片付けなどに参加した。このイベントは「第15回さいたま市科学者の卵コンテスト」の一環として開催され、上記科学館が主催する小・中学生を対象にした科学啓蒙活動の一環である。8月5日（試射会）と10日（本大会）には学生がのべ6名、40時間参加した。派遣した学生は目の前の仕事に精一杯の様子であったが、大学を離れての活動に新鮮な刺激を受け、裏方の仕事の大切さと、科学の内容を伝える重要性を再認識してくれたように思う。

このほかに、理科実験観察お助け隊として学生をさいたま市立大宮北小学校へ派遣する取組みも行った。派遣の実績は1学期だけで、派遣学生数が3名、従事時間はのべ104時間に達する。理科実験室の整備と実験授業の補助、教材開発の補助、小学校内における理科実験イベントの開催など、理科実験観察お助け隊の学生が教育現場で児童と直接接しながら活躍することを期待しているところである。派遣先で行われた研修会や研究授業にも参加する機会を与えていただき、学生にとって極めて有意義な経験となった。この「お助け隊」は取組みを開始してから3年を経過し、受入小学校においてもその活躍が期待されるまでに成長した。今後も地域の小学校の協力を得ながら、活躍の場を広げたいと考えている。



理科実験お助け隊レポート

教育学部理科専修1年
10PB327 坪内 寿朗

この度自分がお助け隊に応募しようと思ったのは、未だアルバイトを始めていない身軽な今こそ仕事を受ける良い機会と考えたからです。現場を知っておくことに早すぎることはありませんし、塾で講師のバイトをするにしても10人以上を同時に相手をするにはそうは無いでしょう。その点こっちなら25人前後の人数に広く接する機会があるうえに、担当の先生に現場のアドバイスを貰うこともできる点でお得と感じました。

授業を見学、もとい授業の補助をしていてまず気付いたのは、自分の記憶の中の小学校のクラスと今回訪れた大宮北小学校の授業のふん囲気が全く違ったことです。子供たちは4年生と5年生のクラスなのですが、先生がしゃべっている時にもほとんどの子がちゃんと話を聞いているし、騒いでいるところを先生に咎められる所をほとんど見かけませんでした。また、自分の目で見て、人づての情報で聞いていた通りの事や聞いていたことと随分異なることもありました。まずは授業内容に対する子供たちの視点です。もちろん実験にはすべからく関心を示しているのですが、黒板に書かれたテーマのまとめ以外に子供たちが気付いたことに関する記述には最終的に学んでほしい内容とズレたことが書いてある事も多々あり、やはり教師の意図は必ずしも通じていないことを確認しました。もう一つは子供たちの行動と実験器具の扱いです。砂糖水を蒸発させた際に度が過ぎた焦がし方をしてしまったり（これは加熱に小型のガスコンロを使ったのも要因かもしれません）、毛玉など管に詰まりやすいものを入れた水溶液を普通に流してしまったり、ビーカーの倍の長さもあるガラス棒を入れたまま水溶液から離れてしまうなどのうっかりミスのはやばさはやはり監督者が目を配らなければいけないと思ひ、1人で管理には荷が重いのではないかと感じました。細かい点を言えば、振り子の実験の際に振れ方よりも重りの粘土の方に興味が逸れていたとか、子供たちの一部に紙をまっすぐに置いて字の書けていない子がいたこともあります。

結果として計6日間のお手伝い(中には計数時間に及ぶ待機時間も含まれます)をこなしたわけですが、将来的に小学校の教員を目指す私にとっては現場の空気や現状を早くから知る、とてもためになる機会となりました。子供たちと至近距離で触れることで、今の子供たちの<性格>も少なからず知ることができました。現場の先生からのアドバイスを含め、より子供たちが興味を持つ、また学んでほしい事柄に誘いこめるような授業の進め方を考えられるようになるのが理想だと思います。使う教材にはLEGOブロックの教材用に作られたキットやプロジェクター等の機械類を使うことで、より具体的に現象や構造を知ることができるようにしてあげられればと考えています。もし来年も余裕が持てたならまた応募しようと思っています。

お助け隊に行って

教育学部理科専修1年
10PB336 松本 実穂

私はお助け隊を通じて、今時の小学校の様子やこれから行う2年生の実験に向けての体験を何か得ようとお助け隊に応募しました。都合が合わず、半日しか体験できませんでしたが、その体験は私の中では貴重なものになりました。

まず、理科準備室で展示用の教材を友達と一緒に工作しました。担当の中村先生は「すぐできるよ」と仰いましたが、最後まで終わりませんでした。難しかったです。申し訳なさでいっぱいでしたが、この作業で粘り強く物事を行うことを学んだ気がします。途中でとても面倒になってしまい、何回も「やめたい」と思いましたが、(最終的に終わりませんでした)最後まで頑張ったと思います。実験にもこのような姿勢で取り組んでいきたいです。次に、上記の作業と並行して、実験で使う電熱器が正しく作動するか予備実験しました。すると、電熱器からニクロム線特有(埃が焦げている?)のにおいが生じていたので、実際の実験では大丈夫かなと思っていましたが、実際はそのようなにおいが生じなかったのも何よりでした。このように、使用する実験器具を予め検証しておくことはとても大事なことなのだなと思いました。最後に、私たちは4年生の実験補助を行いました。「児童の安全に気を付ける」「換気に注意する」といったことが主な仕事でした。小学生はみんな元気があり、私は一人おろおろしていましたが、担任の先生はしっかりみんなをまとめ授業を進めていました。現場の先生は慣れているからかもしれませんが、それでも「すごいな」と思いました。この小学校では、予想(仮説)から実験、実験の結果まで生徒自身の考えを主体にしていたので驚きました。みんな生き生きと手を挙げ、それぞれ独自の論を述べていて、個人的には良い授業風景だなと思いました。理科離れがよく言われていますが、この学校はむしろ理科好きな児童が多いような印象を受けました。実験では、実験方法が班ごとにちがうので明らかに危険だと思うような班もありましたが、先生の注意・指示や実験の補助もあって無事終わりました。思った以上に時間が早く経過してしまいました。集中すると時間はあっという間に過ぎると言いますが、まさにその通りでした。

半日という短い時間でしたが、充実した時間を過ごせたと思います。この経験を2年生の実験、3年生の教育実習に活かしていきたいです。また、私の中で小学生というものが何か変わりました。小学生から逆に実験の在り方のようなものを教えてもらった気がします。機会があればまた参加したいです。

理科実験お助け隊に参加して

教育学部理科専修1年
10PB342 吉田 康貴

私がお助け隊に応募したきっかけは、二つほどあります。一つは、私自身が将来小学校の教員を目指しているので、このお助け隊で、実際の小学校の授業や実験の設備を見てみたいと思ったからです。もう一つは、純粋に小学生との交流の場を得たいと思ったからです。

実際に小学校へ行ってまず目に入ったのは、私が小学生だった10年ほど前よりも実験器具が豊富になっていたり、グレードが高かったりしたことでした。水溶液の蒸発でアルコールランプではなくガスコンロを使用したり、教材としてブロックがあったり、昔からはずいぶんと様変わりしていると感じました。

また、授業の進め方が先生によって異なっている(教科書に沿って教える、教科書を踏まえて内容を広げて教えるなど)ものの、その授業に対する生徒の反応(黙々と静かに実験、意見を積極的に交わして授業など)が、場面によって変化するように教員が語りかけ、発問をしていく形式をとっているという共通点があるということに気がつきました。

教材作製の際には、教員一人一人に必要な教材をその教員自身が考え、作製し

ているということを改めて知りました。その教材作製は短時間で終わるものから、複雑なものだと一時間以上かかってしまうため、理科以外の授業の教材製作も行わなければならない小学校教員は、大変な仕事なのではないかとも考えました。

理科準備室にある実験器具の中には、汚れていたり、割れていたりして使えないものが混ざっていたりして、その都度整頓していかなければならないため、その点でも理科教員は大変なのではないかと感じました。

私は、今回のお助け隊において、きっかけでもあげた二つのことを自分の目標にしていました。小学校で理科を教えることの難しさ、大変さを知ると同時に、大切さ、興味深さも学べたという点で、一つ目の目標は達成できたと思います。第二の目標である小学生との交流は、授業はもちろん給食の時間などでも達成でき、さらには楽しむこともできました。

私はこの経験から、より一層小学校教員という仕事に対するやりがいを感じました。そして、この事業で学んだ大変さ・難しさを少しでも軽減するために、理科やそれ以外のことに関する知識・技能をしっかりと身につけていかなければならないと思いました。さらに、担当の先生に「自分がやりやすい現場をつくるためにはどうすればいいか。空いた時間に、学生である今のうちから考えるとよい」と教えていただいたので、そのことを常に頭において行きたいと考えました。

理科実験観察お助け隊を終えて

教育学部理科専修3年
08PB344 柳川 英臣

私がお助け隊に志願したのは、自分が教員を目指す上で多くの小学校の姿を見ておきたかったからでした。私は初めてお助け隊で小学校に行ったとき、どこからはいいのかわかりませんでした。すると、小学校の教頭先生が笑顔でとても優しく対応してくださいました。そのあと理科準備室に入り待っていると、4年生の担任の先生が来ました。その方から授業の説明を聞いたのですが、授業が始まるまで何してようかなと悩み、理科室や準備室にどんなものがあるのかを見ていました。授業が始まった後は、担任の先生の言うとおりに動きながら、子供たちの間を回って安全に気をつけました。実験後は理科室の片づけを行い、掲示物がはがれていたのを直して、理科室の掃除を行いました。そこでもうやることも思いつかなかったのですが、いつ帰るのかもわからなかったので、職員室に声をかけ帰りました。

2回目に行ったときには、慣れていたので一人で準備室まで行きました。今回は、担当の先生がいらっしゃったので担当の先生の言うとおりに動きつつ、今回も4年生の実験のお手伝いだったので、実験器具の準備などをしていました。ですが、元あった位置に実験器具がないことで、子どもたちが少し混乱してしまいました。そこまでする必要はなかったのかもしれない。実験後は実験器具の洗浄を行い、その後キットの教材を作りました。担当の先生から時間になったら片づけていいよと言われていましたが、作っているうちに時間を過ぎてしまい、また、作ってほしいといわれていたもののうち、2つしか作れませんでした。それが少し悔やまれます。

私がお助け隊に行って感じたのが、小学校の先生方の優しさでした。何もわからなかった私に、先生方は教師として必要なこと、理科教師のことなど優しくいろいろと教えてくださいました。私は、先生方の優しさに感謝し、これからも教師となるために自分を磨いていきたいと思いました。

2. さいたま市青少年宇宙科学館イベント

感想文

教育学部理科専修 1 年
11PB335 福田 裕香

ロケットがよく飛んでいるときや、高得点が出たときの盛り上がり、得点板に得点を書いているときに聞く子どもたちの会話、楽しかったです。私は記録係で、主に得点板を書く仕事をしていて、ロケットが飛んでいる間は仕事がなく、ほぼ観客と同じようにロケットを見て、盛り上がっていました。暑くて大変でしたが、楽しい大会の手伝いをできて嬉しいです。

手伝いをしている、私には自分から行動するということが不足していると感じました。今自分が何をしたら良いのかを、周りの状況から判断することがまだ出来ないようです。上の文に「ロケットが飛んでいる間は仕事がなく」と書きましたが、本当は自分にできることがあったのかもしれませんが。しかし、それでも試射会より本大会のときの方が自分のやるべき仕事を把握できるようになっていたのも、少しずつ成長することはできると思いました。できないことを恐れず、不可能を可能に近づけていきたいです。

あと、賞状の下書きをしたのですが、その字があまり上手ではなくて、申し訳ない、きれいな字が書けるようになりたいと思いました。教師になれば、黒板とかに字を書いて子どもたちに勉強を教えるのだから、字を上手に書くことは大事だと思うのです。このことにペットボトル大会の手伝いをして気がつくとはびっくりです。自分に不足しているものを何が教えてくれるかわからない。色々なことに挑戦すればするほど、自分を磨くことができる。ペットボトル大会の手伝いは、私にとって良い経験になりました。

ペットボトルロケット打ち上げ大会スタッフボランティア感想

教育学部理科専修 1 年
11PB342 光谷 恵実

今回のボランティアで初めてイベントのスタッフという立場で仕事をしてることができて、様々なことを学ぶことができてよかったと感じた。自分は将来、小学校の教師になりたいと考えている。そんな中で、実際の小学生たちはどのように動くものかというのを、少しだけ見ることができてよかったと思っている。アナウンスの注意がすぐに伝わらない様子もいい勉強になったと考えている。

他にも今回のボランティアで感じたことがある。それは、実際にイベントを行うと予行と同じように進むわけではないことだ。今回のボランティアで自分は記録係のお手伝いをさせていただいた。記録係の仕事の一環で、ボードに得点の記録をするための移動をしていた。予行の時は、歩いて記録場所へ向かってもアナウンス係の仕事に影響は出なかった。しかし、本番で歩いて移動したところアナウンスの仕事ですべて行うことができなかつたことがあった。このことから、予行の時よりも本番の方が、物事がスムーズに進むので時間のずれが生じるのだと思った。このボランティアの後に、学部の同じ先輩がこのことについて指摘をしていた。このことについて、自分の中で考えたとき児童の安全を考えた場合、係は歩いて移動した方がいいと考えた。もちろん、結果のアナウンスをすることも大事だとは思っている。自分の中では、この問題については児童をまとめ上げる立場としての結論はできていない。これから先の経験を踏まえながら考えてゆき

たいと思っている。

このようなイベントは、科学の教育の観点でとても素晴らしいと思った。科学は体験することが何よりも大事だと思っている。子供たちが、このような体験ができてとてもよかったと考えている。(今の社会では、ペットボトルロケットを作っても、思い切った打ち上げを行うことはできない。) 自分も、ペットボトルロケットが飛んでいる様子をまともに見ることができてよかった。教師になった時にいつか役立つと思っている。

これからも、他の機会に科学館のお手伝いをして、実際の子供たちに向き合っ
てゆきたいと思う。今回は、まだあまり物事をしっかりと考えることができてい
ない自分をスタッフの一員として加えていただいていたありがとうございます。

ペットボトルロケット大会アシスタント感想文

教育学部理科専修1年
11PB345 渡貫 和泉

今回ペットボトルロケット大会のアシスタントとして試射会と本大会の両日参加
してみて、何よりも参加していた小学生の熱意に圧倒された。各チームの工夫
を凝らしたロケットは、より遠くへとぶように本体の長さや羽の形、素材などが
改良されていたのはもちろんのこと、ロケットにカラーテープやシールを貼った
り、本体に色を塗ったりするなど見た目もこだわって作ってあった。一つとして
同じロケットはなく、飛ばされたロケットを見ているのも楽しかった。事前に行
われた試射会の段階では、発射してすぐに落ちてしまったり、暴発してしまっ
たり、ときには空中分解してしまったりと、あまりうまくいったといえるチームは
少なかった。監査係として試射会でも得点をつけたのだが、試写会の時点ではど
のチームも得点に大差がなく、正直本大会は大丈夫なのかと不安に思った。しか
し、本大会ではどのチームも試射会の反省を生かし、ロケットはさらに改良され
ていた。平均して本大会は試射会より遠くに飛んでいたチームが多く、飛びすぎ
て会場のグラウンドから出てしまったロケットもあった。そのため、試写会の時
よりも高得点を取ったチームが多く、大いに盛り上がっていた。とくに3位決定
戦では、競っているチーム以外の児童も、熱心に競技を観戦し、声援を送って
いたのが印象的だった。本大会でもやはり暴発してしまったり、全然違う方向に飛
んでしまったりしたチームもあったが、そんなチームの児童も実に楽しそうに参
加していた。うまくいったか、いかなかったかという成果よりも、自分達で作っ
て飛ばしたという事実が重要なのだろうとつくづく思った。

私は得点監査を担当したのだが、得点の判断に困ることはほとんどなく、とて
も気楽に楽しんで仕事が出来たと思う。ペットボトルロケット大会は今回の大会
で最後となるらしいが、とても残念である。こうやって楽しんで理科に触れる機
会がもっと増えればいいと思う。

ペットボトルロケット発射大会について

教育学部理科専修2年
10PB327 坪内 寿朗

本大会は午前中でプログラムを終える予定であったため、試射会同様にスタッ
フの集合はかなり早かった。その後の大会の準備はスタッフの人数の多さから順
調に進み開会式にかなりの余裕を持って道具の準備は済んだ。私は人が入り始め

てからは観戦する保護者の方々に席位置について声をかける仕事をし、大会の最中は発射されたロケットの位置を確認して点数を伝える仕事の手伝いをした。この日も試射会と同様に晴れており、フィールドにも日陰はほとんどなく、スタッフ、参加者共に熱中症が懸念されていた。私もこまめに水分を補給していた。私たち大学生のお手伝いの他、浦和工業高校の高校生と引率の先生、夏休みを期に研修に来ていた現役の教職員の方々もいて、人数の多さから個々の仕事量はさほど多くはなく、試写会同様に仕事と仕事の効率のよい連携プレーが求められた。帽子をかぶってはいても直射の炎天下ではジッとしているのも辛く、風が吹かない時には汗が止まらなかった。

実際にロケットを発射する準備や発射は全て子供でやることが目標とされており、それを踏まえたうえで大会の記録は100m近く飛んだものもあり、やはり小学生もやればできるものだと感心した。理科離れをうたわれる小学生あたりの年代を対象としたこの大会も一見すると50チームと大人数に見えるが、去年は100近いチームが参加していたらしく、今年で大会は最後となるらしい。博物館も天文に限らず物理分野で理科に関心をもってもらえるようなイベントを行っているようだが、参加者人数も大きく減っていることは明確であった。

大会である以上、成績に優劣がついてしまうことは致し方ないことだが、子供たちにはこの経験からさらに向上心を持って理科の勉強にも取り組んでほしい。もちろん他の教科も同様である。今回の試射会と本大会は既にペットボトルロケットに関する講座は先に行ったうえでの開催であったので、自分はそれほど子供と接する機会は無かった。しかし、自分は今までにバイトと呼べる仕事、仮に身内以外や見ず知らずの人の監督するもとで働き報酬を貰う仕事をやった経験が全くと言っていいほど無かったため、このような大会にスタッフとして携わり、一つの大会における役割分担やその計画の立て方を学んだ。

大会の後、帰り際に館内を通ると大会に出場したと思われる子供たちが思い思いに展示品に興味を示していた。科学館などは学校では体験できない現象や原理を理解する装置を置いているために、教材としてできる限り子供たちにも利用してほしい。

ペットボトルロケット大会感想

(8月10日 於：さいたま市青少年宇宙科学館)

教育学部理科専修3年

09PB339 矢達 知樹

私は、実際に教育実習に参加させていただく前に子どもと触れ合う経験を積んでおく良い機会だと思い、このペットボトルロケット大会の運営手伝いに応募しました。大会には、100名以上の参加者がおり、子どもはもちろんのこと、その保護者の方とも接する機会がありました。運営側、ボランティアで参加している方達の中には、実際に教員として教育に携わっている方や10年次研修の一環で来られている方もおり、そういった方からお話を伺えたことは大変良い収穫でした。

当日の大会は、炎天下のなか行われました。事前連絡にて、ペットボトル飲料を携帯するというのが注意されていましたが、これには必ず従った方がよいと思います。私は、運営中に日陰に退避することもできましたが、仕事の分担によっては、半日ずっと日差しにさらされた方もいたようです。そういった状況ですから、参加者が熱中症等で体調を崩さないか常に気を配っている状態でした。幸い、熱中症患者は一人も出ませんでした。これは今後の夏の催し物でも続けて

懸念されることかと思えます。

ペットボトル大会は、大変盛り上がり、高得点のチームが出ると自然と拍手が沸き起こるほどでした。50チームが上位3位を争い、各々が工夫を凝らしたペットボトルロケットを作成していました。後部の羽が回転するものや鮮やかな装飾が施されたものなど観客の目を大いに楽しませていたようです。「科学者の卵コンテスト」という大会の名に相応しく、子ども達の創意工夫は、彼らの将来を期待させてくれるものでした。

閉会の際、顧問の埼玉大名誉教授の方からロケットについてのお話がありました。いきいきと語られるペットボトルロケットが飛ぶ仕組みからロケットへと繋がっていく過程に子供たちも集中して聞いていたように思います。子供たちにとっては、ペットボトルロケットを楽しむだけでなく、その経験から科学に目を向けるきっかけとなる大変良い話だったと思います。

このペットボトルロケット大会は本大会をもって一区切りとなるようですが、このような科学へ目を開かせる試みは今後も継続して行っていくとのことでした。私も実際に運営手伝いという立場から経験させていただきましたが、是非末長く続けていってほしいと思います。

科学者の卵ロケット大会に参加して

教育学部理科専修4年
08PB337 比奈地 呂維

8月10日の朝、大会の行われる駒場運動公園サブグラウンドに着くとすぐに、何組もの親子が目にとまりました。それぞれ、自作のペットボトルを手に親も子も少し緊張してる様子が伝わってきました。天気は恵まれ、とてもよく晴れていて、受け付け開始である9時前にもかかわらず気温は高く、子供たちが熱中症にならないように注意を促す必要があるほどでした。

受け付け、開会式と続きいよいよ本番が始まると、ロケットを飛ばすチームはもちろん、これから飛ばすチーム、飛ばし終わったチームも集中して競技を見ていた様子は素晴らしかったです。飛んだロケットが的の近くに落ちた時には歓声と同時に拍手が起き、グラウンド全体が盛り上がり、とても良いふん囲気で大会が行われていました。一回目に比べ、二回目の方が良い記録を出したチームが多く、それぞれが良い結果を出すために一生懸命に考えていました。同一2位となり、二チームにより再度競技を行った時に、片方のチームがメンバー全員（子供三人、親一人）でロケットに空気を送る姿は、微笑ましいものがありました。すべての競技が終わり、表彰式に移りました。そのときに、入賞したチームの笑顔がとても印象的でした。残念ながら入賞できなかったチームは、心の中では悔しがっていたのかもしれませんが、見渡した限り多くの子供たちが、すがすがしい顔をしていました。実際に、多くの子供たちがアンケートに対して「とても楽しかった・とても頑張った」と答えていたように記憶しています。

このように、子供たちそして親が一生懸命にひとつの物事に取り組む姿を見れて、とても良い機会でした。また、宇宙科学館の職員の方を中心として、大会運営のために準備をしていた中で、「子供たちのために」という気持ちが伝わってきたこと、大会後の反省会では「この大会を通して、今後の子供たちの力を伸ばすにはどうしたらいいか」をお話していた中で、大会にかける強い気持ちを感じることができたことも、非常に有意義な時間でした。

3. 三郷市おもしろ遊学館

おもしろ理科実験教室「光の色を調べてみよう」報告

大向 隆三

平成23年11月6日（日）午後1時30分より午後3時までの90分間で標記の理科実験教室を開催した。当日は埼玉大学教育学部理科教育講座物理学教室より、教員1名（大向）、学生3名が児童の実験指導及びその補助にあたった。参加者は地元の児童26名であり、小学1年生から6年生まで幅広い学年からの参加であった。今回取り上げたテーマは、多くの児童が興味を持ち、かつ児童自ら工作を通じて実物を作り上げる過程を大切にしたいと考え、分光器の製作と光の観察実験を選択した。

実験教室当日は、おもしろ遊学館館長によるご紹介のあと、教員が光についての簡単なレクチャー（身近な光の例、身近な機器に使われる光の例、波長と色の関係）を行い、そのあと「太陽は何色だろう？」という問いかけをしたあと、分光器の製作に着手した。教員はひとつひとつ手順を踏みながら、詳しく、十分時間をかけて進行させることを心掛けたが、なかにはスムーズに作業がすすまない児童もあり、そのような児童への対応は補助の学生が個別に指導した。およそ30分の製作時間をかけて全ての児童が分光器を完成させることができた。児童たちは自分の作った分光器を覗きこむのを心待ちにしている、太陽の光の色を観測した後、蛍光灯とプロジェクターからの投影光を対象に分光結果を観測した。白く見える（実際には当日は曇り空で、太陽光を観測できた訳ではないが）太陽がいろいろな光（虹色）からなること、光源の種類が異なると観測されるスペクトルも変化することに子どもたちは驚いた様子であった。その後、「太陽が赤く見える」現象として夕焼けの起こる原理を演習実験で示した。色の変化を目の当たりにして、不思議に感じたようであった。最後に「ベンハムのコマ」を児童に製作してもらい、実際にそのコマを回して色の変化を観察してもらった。コマはほとんどを大学で作っておいた半完成品として持参し、台紙（幾何学模様）の貼付だけを見学には行ってもらった。白黒のパターンが着色する現象は児童にとっても興味深く、大きな関心をひいたようである。この実験教室の様子を記録として写真で撮影したので、いくつかの写真を掲載する。また終了後には児童へアンケートを行ったので、その結果も合わせて報告する。





理科実験教室(光の色を調べてみよう)アンケート結果

H23. 11. 06

参加者(26名)			
男子	14	女子	12

1	今日の実験は楽しかったですか。				
	楽しかった	少し楽しかった	ふつう	あまり楽しくなかった	ぜんぜん楽しくなかった
	26	0	0	0	0
2	今日の実験でおもしろかったところ、また、おもしろくなかったところを書いてください。				
	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光の色がわかっておもしろかった。(3年 男) ・コマみたいなのがおもしろかった。(2年 男) ・楽しく作って、実験できた。(2年 男) ・実験器を自分で作って楽しかった。(1年 男) ・望遠鏡を見ておもしろかった。(1年 男) ・コマをやったのがおもしろかった。(1年 男) ・ワックスが入っている水に光を通したら、いろんな光が見えたところ。(6年 男) ・光は色と関係があるということがわかった。(3年 女) ・光の色がよく見えた。(5年 女) ・分光器に光を入れると虹が見えた。(1年 男) ・色の原理がわかった。(5年 男) ・ペンハムのコマ(2年 男) 				
3	先生の説明はわかりやすかったですか。				
	わかりやすい	まあわかりやすい	ふつう	わかりにくかった	
	24	1	0	1	
4	先生のお手伝いをした大学生は、わかりやすく教えてくれましたか。				
	わかりやすく教えてくれた	少しむずかしかった	あまり話をしなかった		
	22	2	1		
5	今日の実験を進める「はやさ」はどうでしたか。				
	はやすぎる	すこしはやい	ちょうどよい	すこしおそい	おそすぎる
	1	1	22	1	0
6	工作はむずかしかったですか。				
	かんたんだった	少しむずかしかった	ふつう	むずかしすぎた	
	15	6	4	1	
7	色を見るそうちを使って、うまく光の色を観察できましたか。				
	よく見ることができた	見にくかった	ぜんぜん見えなかった		
	25	0	1		
8	もっといろいろな理科の実験に参加したいと思いますか。				
	ぜひ参加したい	できれば参加したい	わからない	あまり参加したくない	
	23	3	0	0	
9	みなさんの学校の理科の授業は楽しいですか。				
	たのしい	そちらかというたのしい	ふつう	あまりたのしくない	ぜんぜん楽しくなかった
	18	2	3	4	0
10	みなさんの学校でどのくらい理科の実験をしていますか。				
	たくさん	ときどき	あまり実験をしない	ほとんど実験をしない	
	9	7	3	4	
11	理科の実験はすぎですか。				
	大すぎ	どちらかというとき	ふつう	どちらかというとき	大きらい
	19	4	2	1	0

おもしろ理科実験教室「ムジナモとなかまたち」報告

2011年10月8日（土）13:30～15:00

講師：金子 康子

TA：井土 大己，大平 悠麻，芝田 直記

絶滅危惧種である稀少な水生食虫植物ムジナモと水中で共存する様々な生物を虫眼鏡や顕微鏡で観察し，生き物相互のつながりを考えた．かつては日本各地に点在していたムジナモは20世紀後半に水環境の急激な変化により次々と絶滅し，埼玉県羽生市宝蔵寺沼が国内最後の自生地として国の天然記念物に指定されている．しかし，自然状態での生育は極めて難しく，現在ムジナモの生育できる環境を復元するための緊急調査プロジェクトが進行中である．ムジナモの生育のためには，ムジナモをとりまく多様な生物がバランスよく生育できる環境を維持することが鍵となる．水中でムジナモと共に生育する生き物の存在を知り，それぞれの生物が複雑に関わりながら生態系を維持していることに気付くことのできる授業を目指した．



めずらしいムジナモ



顕微鏡で微細藻類観察



タヌキモも水生食虫植物



ムジナモの素早い捕獲運動



メダカとモツゴ



生き物のつながりを考える

1年生から5年生，保護者と幅広い年代の参加者が，それぞれの年齢に応じてめずらしいムジナモや，肉眼では見ることのできない微細な藻類など，様々な水生生物の観察を楽しみ，生き物同士の関わりを学んでいた．「目に見えないしよく物が見れてうれしかったです．ムジナモに仲間がたくさんいる事が分かりました．」（3年）「人げんは，植物がないといきていけないとわかった．」（3年）「ムジナモが生きるためには，いろいろな動物がかかわっていることを初めて知りました．これからも，ムジナモが生き続け，もっとはんしょくするといいなあと思いました．」（5年）などの感想が寄せられた．

「三郷遊学館おもしろ実験教室」

指導 清水誠
授業者 学部4年 窪田智幸, 高橋佳奈枝
授業補助者 学部4年 我妻幹康, 鈴木斐洋
学部3年 實川和宏, 高信志穂, 三浦恭太郎, 山崎麻美
場所 三郷遊学館
期日 平成23年5月14日

1. テーマ：理科は感動だVI ～ふしぎな音の世界～

2. 実験教室の概要

(1) スプーンを使って音を聞いてみよう・わりばしを使ってオルゴールを聞いてみよう

(ア) 内容

骨伝導によって音が聞こえる仕組みを説明し、体験させる授業を実施した。

(イ) 方法

- ①スプーンに糸を巻き付ける。その糸を指に巻き付け、その指を耳に入れる。そしてスプーンをペンでたたいてもらう。
- ②歯で割り箸をくわえる。耳をふさいで音が鳴っているオルゴールに割り箸を当てる。

(ウ) 授業の流れ

- ①スプーンを使った実験方法の説明
- ②音が聞こえる仕組みの説明・実験

指を耳に入れ ペンでスプーン をたたいてもらう



聞こえる仕組み

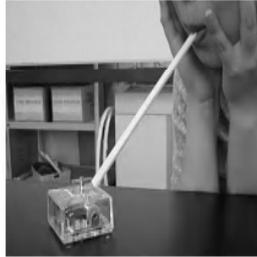


- ③スプーンを使って音を聞く体験

④割りばしを使った実験方法の説明 ⑤わりばしを使ってオルゴールを聞く体験

遊び方

1. わりばしを口に
くわえ両耳をふさぐ



2. オルゴールにわ
りばしをあてる



(2) 糸電話・風船電話

(ア) 内容

糸電話や風船電話作りを行い、音が紙コップや糸を伝わることを体験させる授業を実施した。

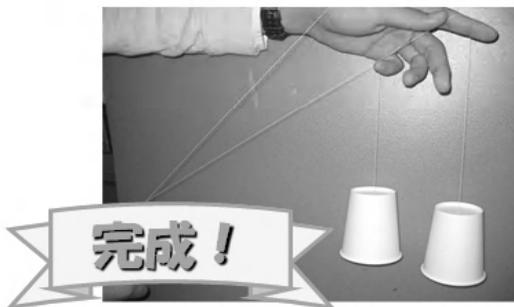
(イ) 方法

紙コップに穴を開け、糸を通す。紙コップの中の糸を爪楊枝に結びつけ、テープで留める。もう1つの紙コップも同様に行う。

(ウ) 授業の流れ

①実験方法の説明

もう1つの紙コップにも同じように
糸を通し、つまようじをつける



②糸電話の実験



③風船電話の実験

風船電話もやってみよう!



④音が聞こえる仕組みの説明

糸でんわ



糸がふるえて音を伝えている

(3) 紙コップスピーカー

(ア) 内容

糸をこすることによって振動が伝わり，音が鳴ることを体験させる授業を実施した。

(イ) 方法

紙コップに穴を開け，糸を通す．紙コップの中の糸を爪楊枝に結びつけ，テープで留める．紙コップをもち，糸をウエットティッシュなどでこする．

(ウ) 授業の流れ

①実験方法の説明

糸をこすってふるわせたら
どうなるんだろう・・・？



②紙コップスピーカーの実験



③授業補助者による紙コップスピーカーでの演奏



(4) ダンシングスネーク

(ア) 内容

音の振動を利用したおもちゃ作りを行い，音の違いを体験させる授業を実施した。

(イ) 方法

紙コップに丸めた厚紙を差し込む．モールで作ったヘビを紙コップの上に乗せる．丸めた厚紙に向かって声を出す．高い声や低い声を出すことでヘビの動きが変わることを確認する．

(ウ) 授業の流れ

①実験方法の説明

**コップの上にヘビをのせて、
まるめたつつにおかして声を出す**

つくえの上で
やろう！



いろいろな声を
だしてみよう！

②ダンシングスネークの実験



③ヘビがおどる仕組みの説明

ダンシング・スネーク



紙コップがふるえてヘビがおどります！

(5) バタバタする袋

(ア) 内容

ゴムの元に戻る性質を利用し、大きな音を立てて相手を驚かせるおもちゃ作りの授業を実施した。

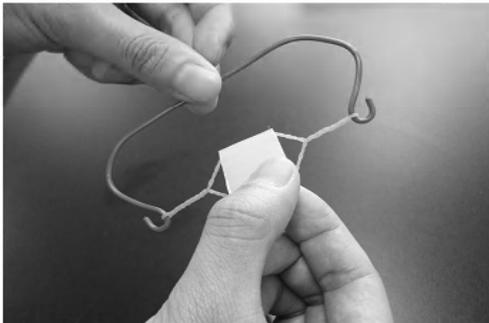
(イ) 方法

針金に輪ゴムをかける。その輪ゴムにプラスチック段ボールを挟み、10回程度ねじる。ねじった物を紙の中央に置き、順番に折りたたんでひっくり返す。折りたたんだ紙をあける。

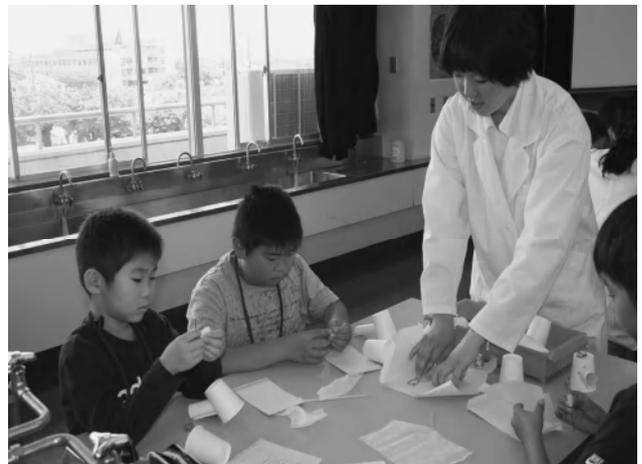
(ウ) 授業の流れ

①実験方法の説明

**プラスチックダンボールを10回
くらい回して輪ゴムをねじる**



②バタバタする袋の実践



3. 実験教室の様子



これはなにかな知っているかな？



さあ、スプーンを使って音を聞いてみよう！



風船電話を2つつなげても聞こえるかな？



もしもし～聞こえますか～！



このように作ろうね☆



あ～！！へびうごけえええ！！

4. 川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業

色が変わる！？ 不思議な水（ふれあい事業を振り返って）

学校	1	川越市立高階西小学校	H23年10月7日
	2	川越市立上戸小学校	H23年10月12日
	3	川越市立高階北小学校	H23年10月21日
	4	川越市立霞ヶ関北小学校	H23年10月26日
授業者		佐藤克憲，江藤大門，古舘東州	

今回の「ふれあい事業」では、6年生の内容である「水溶液の性質」における酸・アルカリの分野であった。私達の身近なものが「指示薬」として機能することは、私達の間でも既知の事実ではあったが、実際に実験を行ってみると、理科に慣れ親しんだ私達でさえ感動を覚えた。今回「指示薬」として用いた溶液は「BTB溶液」、「紫キャベツ溶液」、「ブドウ溶液」、「リンゴ溶液」の4つであった。「ブドウ溶液」は市販の100%ブドウジュースを10倍に希釈し、色の変化をわかりやすくしたものであり、「リンゴ溶液」はエタノールと水を1：3の割合で混ぜた溶液でリンゴの皮の色素を抽出したものを使用した。「BTB溶液」はあまり日常には出てこないものではあるが、その他の溶液は児童にとっても身近なものを使用しており、そのことを説明したとき児童から「家でもやってみたい！」といった声があがり、このふれあい事業の一番の目的でもある『理科に興味を持ってもらう』ということの達成に近づけたのではと感じました。



ただし本来、酸・アルカリの内容というのはちょうどこの時期の小学校6年生の内容であり、今回私達が授業してきたのは4・5・6年生が集まるクラブ活動や5年生の授業がメインであった。クラブであれば少なくとも理科に興味を持っている子どもが集まっているので、酸・アルカリのことにも理解が多少なりあったが、5年生の時はまだそこまで知らないということがあり、授業の進め方に苦心した。また、今回の授業のメインの内容が「指示薬」による色の変化であり、色が変わることはビジュアル的にもわかりやすく興味を引けるのだが、子ども達の間でも「だから何？」といった疑問がでてしまっていたのが、大きな反省点である。「指示薬」によって液性がわかり、味見したり触ったりと未知の液体に対して危険な行動をとらずともよいことや、普段から身の周りにある液体（水道水など）がいったい何性なのか？を調べることができることを、もっと余裕をもって子ども達に教えられるとよかった。また、「リンゴ溶液」の色の変化が少し分かりづらく、また表現もしづらい色であったことが今後の課題として残った。

課題も多く残った授業ではあったが、実験中の子ども達の様子はとても楽しそうであり、また「全部混ぜるとどうなるのか？」や「あっちの液でもやってみたい！」などの声が挙がったことから、『理科に興味をもってもらう』という目標の大部分は達成できたのではないかと感じる。理科を学ぶという中で最も重要なことは、自ら疑問に思ったことを自ら調べようとする事である。その入り口である「興味を持つ」という部分に、少しでも自分達の行った授業が役に立てばと私達は切に願う。

最後に、今回の「ふれあい事業」に関わっていただいた各関係者の皆様、並びに先生方に感謝の意を述べさせていただきます。



講座名「大きなシャボン玉をつくろう」

指 導 清水誠

授業者 学部4年 我妻幹康，窪田智幸，鈴木斐洋，高橋佳奈枝

学部3年 三浦恭太郎

学 校 (1) 川越市立川越小学校
(2) 川越市立新宿小学校
(3) 川越市立仙波北小学校
(4) 川越市立今成小学校

期 日 平成23年9月28日，30日，10月7日，19日

1. テーマ：わくわく理科実験教室

2. 内容

表面張力や界面活性剤についての実験を通して，シャボン玉ができる仕組みや，大きなシャボン玉を作るために必要なものとしてポリビニルアルコールの説明を行い，実際に大きなシャボン玉を作る授業を実施した．

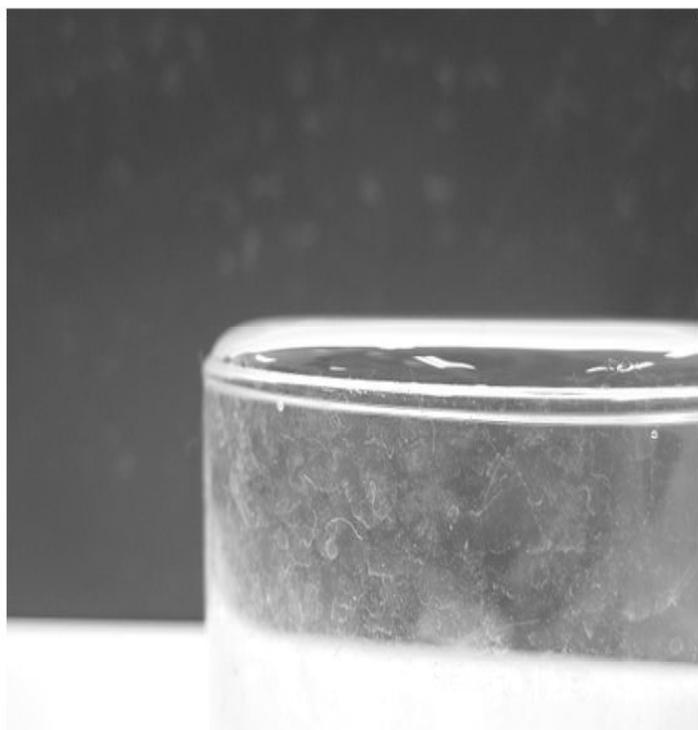
3. 方法

大きなシャボン玉が作れるシャボン液として，洗剤：洗濯ノリ（PVA入り）：水が1：15：20になるよう配合したものをを用いて，シャボン玉を作る．洗剤は，界面活性剤が多く含まれているものを使用する．

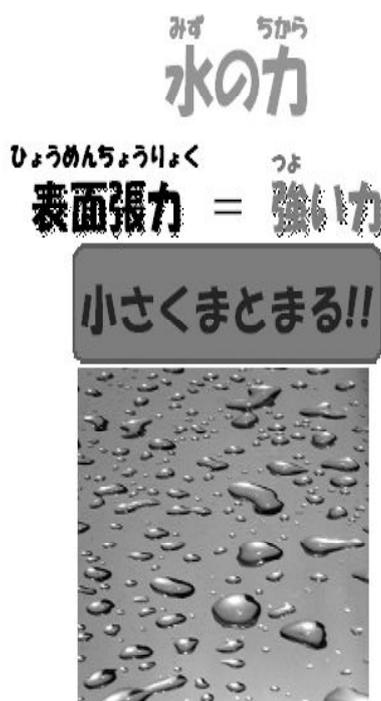
4. 授業の流れ

(1) シャボン玉ができる仕組み

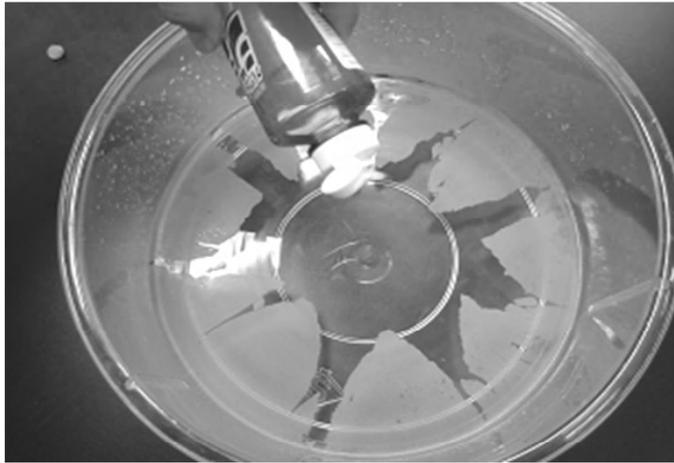
①コップの中の水がこぼれない様子



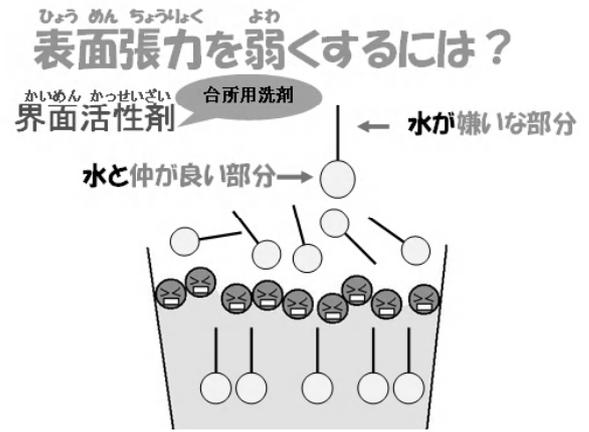
②表面張力のはたらき



③界面活性剤によって表面張力を弱める実験



④界面活性剤の働き



(2) 大きなシャボン玉を作るポイント

①ポリビニルアルコールのはたらき

大きなシャボン玉にするためには？

ひーぷいえー
PVA ポリビニルアルコール

みず
水 となかよし

→ **せっちゃんくざいやせんたくのり など**

②シャボン液の作り方

シャボン液を作ろう！

水 : せんたくのり : 洗剤



10(500ml) : **8**(400ml) : **1**(50ml)

(3) 大きなシャボン玉作りの実践



シャボン玉をつくることができるかな？ シャボン玉の中からみる世界に感動！

IV. 化学質問箱に寄せられた質問と回答

化学質問箱の閲覧数の推移を図1に、年間変動を図2に、回答数の推移を図3に示す。閲覧数は6月と11月頃に多く、これに連動して回答数も変動する傾向がある。ただし、質問があまりに多い時期(H16～H18年度)にはカウンタで質問の受付を少し制限し、厳選して回答したことがある。さらに、質問頻度が減少してきたため、過去に削除した質問をH22年3月から復活させつつあるので、回答数の推移と年間変動については必ずしも利用者の質問頻度の実態を反映したものではない。回答総数が増えれば増えるほど、相乗効果で閲覧数も増えるので、児童・生徒が理科嫌いにならないための支援は、それなりの効果を上げていると思われる。大学生のレポート用の質問、目的や内容が不正確な質問等は一部お断りしたものがあ。これにより利用者にご迷惑をおかけしたことをお詫び致します。

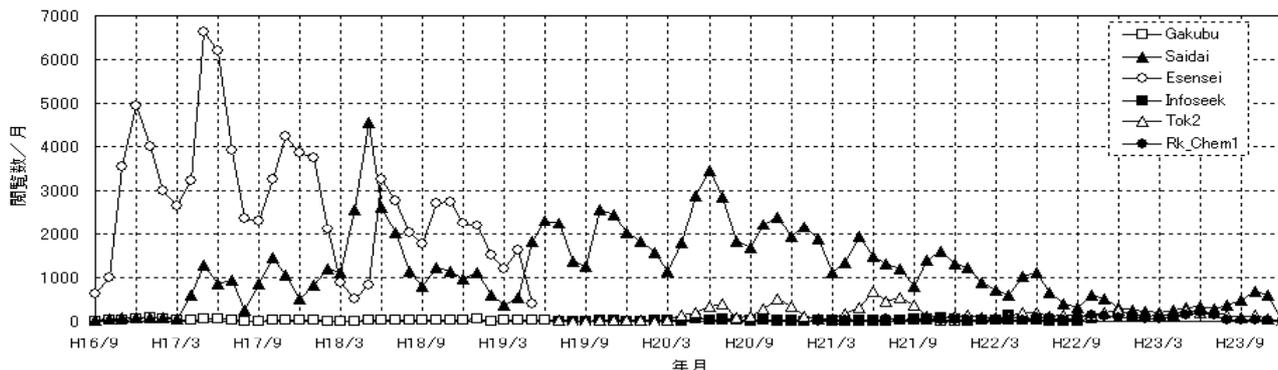


図1 閲覧数の推移（記録開始H16年9月10日）

本館	Saidai	http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/
新館	Rikasuki	http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/~chem1/
縮小版1	Gakubu	http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/ （～H22.10初旬）
別館2	Infoseek	http://ashidabk2.hp.infoseek.co.jp/ （～H22.10.31）
別館3	Tok2	http://www7.tok2.com/home/ashidabk3/

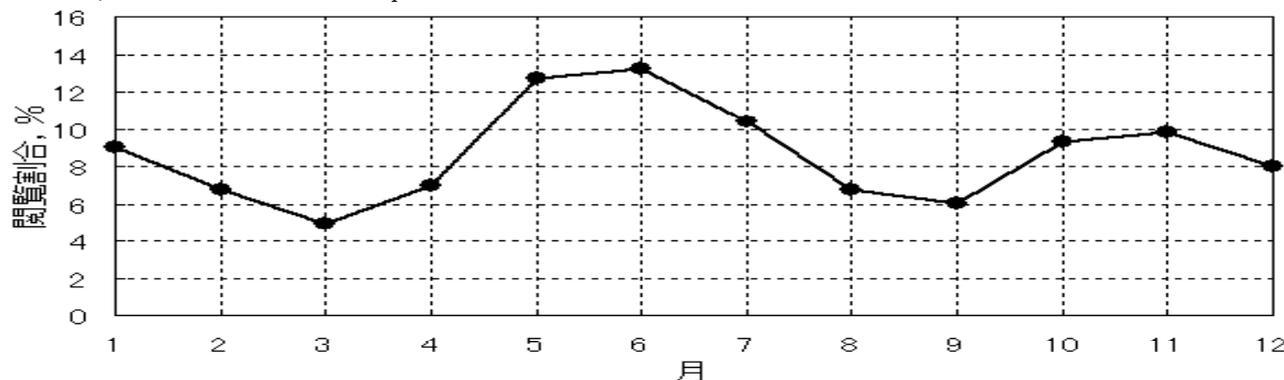


図2 閲覧数の年間変動

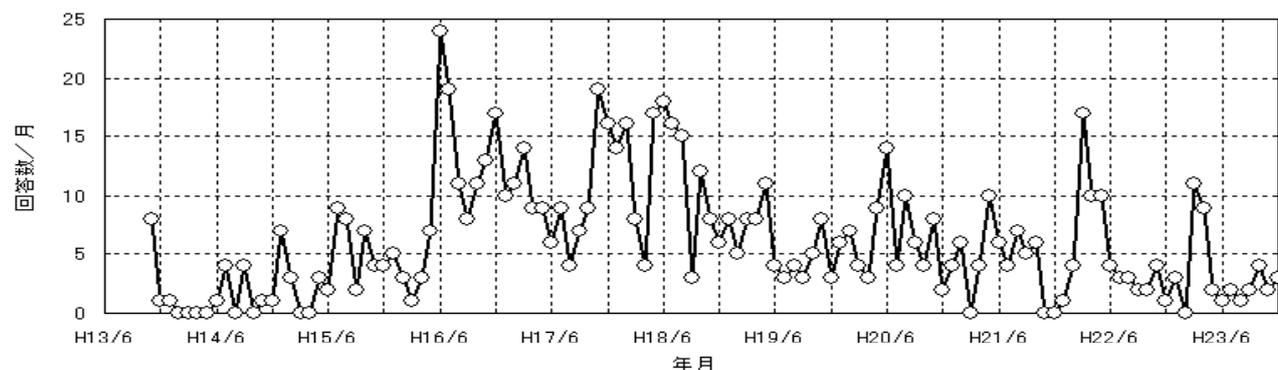


図3 回答数の推移

質問者数の内訳は、質問内容から考えて、多いほうから順に、高校生、大学生 > 企業等 ≧ 教員(小学校～高校教員)、一般、中学生 ≧ 小学生である(表1)。高校生、大学生、企業からの質問数は減少傾向にある。一方、教員はまだまだ忙し過ぎて、インターネットを利用している時間が少ないと思われる。したがって、本研究室のホームページも一般の教員にはあまり知れわたっていないと考えられる。それゆえ、あらゆる機会を通じて、質問箱の回答集等を印刷・製本したものを教員・指導主事や卒業生および大学説明会の参加者等に配布することは大変重要である。製本したもののほうが、いちいちパソコンを起動しなくて済むので、手軽に読むことができる。また、教育学部の多数の学生(教員の卵)にホームページを紹介して活用を勧めることも大変重要である。理科(化学)が苦手な教員(特に小学校教員)を支援するためには、これらを長年にわたって地道に続けなければ、効果が上がらないと思われる。

表1 質問内容による分類(推定、追加質問をカウント)

年度	小学生	中学生	高校生	大学生	教員等	企業等	一般人	計
13	0	0	1	1	2	0	6	10
14	0	1	3	7	4	0	6	21
15	0	2	24	17	4	0	0	47
16	2	7	56	40	6	7	8	126
17	1	4	48	39	6	23	3	124
18	1	3	40	39	8	21	6	118
19	0	3	25	28	4	13	0	73
20	1	6	28	17	4	17	5	78
21	2	7	16	17	2	8	2	54
22	1	4	25	21	1	7	1	60
23	1	2	12	11	9	3	3	41
計	9	39	278	237	50	99	40	752
%	1.2	5.2	37.0	31.5	6.6	13.2	5.3	100

平成23年度には12月末現在で41件の質問に回答した。必要に応じて日常生活に例えて、できる限り速やかに平易な言葉を用いて質問者にe-mailで回答し、ホームページにも公開した。それらの質問と回答を次頁から記載する。なお、質問者のプライバシー等を考慮して、質問者の電子メールアドレスは本報告には記載しないことにする。また、ワープロソフトで再編集したので、実際のホームページとは見た目が若干異なっている。特に、各回答に付けた下記のような前置きを本報告では全て省略している。さらに、本研究室の守備範囲を超えるときは、専門家に質問して下さいとさらに付け足している。

必ずしも専門家ではありませんので、不正確な回答もあります。教育学部や学外の別館から公開しているホームページの質問箱とQ&A集にも回答(一部)を載せたいと思います。

質問頻度が減少してきたため、種々の理由で過去に削除した質問の中から、内容的に良い質問を選んで質問文のみを復活させました。これについては、質問者への直接的な回答を行いません。

名前：中川隆徳 日時：2010年12月14日 22時10分57秒

鉄製品の亀裂促進を4%希塩酸に漬けて行っています。何度も使うと泡がでなくなります。pHはあまり変化しないようですが(リトマス紙)、効果は同じなのでしょうか？効果がなくなった目安が何かでわかりますか？

名前：芦田 実 日時：2010年12月15日 22時15分00秒

中川隆徳 様

質問689 鉄製品の亀裂促進を4%希塩酸に漬けて行っています。何度も使うと泡がでなくなります。pHはあまり変化しないようですが(リトマス紙)、効果は同じなのでしょうか？効果がなくなった目安が何かでわかりますか？

回答 塩酸は強酸ですから、濃度が非常に薄くなっても、pHはかなり小さいままです(酸性)。したがって、リトマス紙でチェックしたのでは、pHの変化は全く分からないと思います。必要なら、pH1~11が調べられる万能試験紙を用いるべきです。塩酸の濃度とpHのおよその関係を下の表に示します。塩酸が水素イオンと塩化物イオンに完全に電離すると仮定して計算しました。泡の出方が弱くなったら、酸(水素イオン)による溶解効果が無くなってきたと思って下さい。ただし、亀裂を促進する効果が塩化物イオンにもあるなら話は別です。この場合には、現象がかなり複雑になります。泡やpHとどの様に関係するかよく分かりません。

塩酸HClの濃度とpHのおよその関係

HCl濃度, mass%	4	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
HCl濃度, mol/L	1.1	0.28	0.027	0.0027	0.00027	0.000027
pH	0.0	0.6	1.6	2.6	3.6	4.6

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：中川隆徳 日時：2010年12月16日 22時10分57秒

芦田殿

お忙しい中、早速の回答ありがとうございました。分かり易い説明で私でも理解できました。また、何かありましたら質問させていただきます。その節はよろしくお願ひします。

名前：川根 眞也 日時：2010年12月16日 05時36分13秒

先日、アルコールランプの炎とガスバーナーの炎の温度を比較した資料に出会いました。木原寛、今福京子「身の回りの化学」にある「燃焼の化学」です。アルコールランプの炎の一番先の温度が630℃、脇の外側の温度が925℃。それに対して、ガスバーナーの外炎の先端が1400~1500℃、内炎の先端が1800℃であると書かれていました。そこには、空気を入れてないオレンジ色のガスバーナーの炎の温度が書かれていませんでした。私はこれまで、「不完全燃焼」のオレンジ色の炎の温度は低く、「完全燃焼」の青い炎の温度の方が高いと教えてきました。しか

し、WEBページの中には、オレンジ色と青色とでは、ほとんど温度が同じという記述も見られました。ガスバーナーのオレンジ色の炎の温度は何℃くらいなのでしょうか。お分かりでしたら、お教え下さい。

名前： 芦田 実 日時： 2011年01月09日 14時55分00秒

川根 眞也 様

質問690 先日、アルコールランプの炎とガスバーナーの炎の温度を比較した資料に出会いました。木原寛、今福京子「身の回りの化学」にある「燃焼の化学」です。アルコールランプの炎の一番先の温度が630℃、脇の外側の温度が925℃。それに対して、ガスバーナーの外炎の先端が1400～1500℃、内炎の先端が1800℃であると書かれていました。そこには、空気を入れてないオレンジ色のガスバーナーの炎の温度が書かれていませんでした。私はこれまで、「不完全燃焼」のオレンジ色の炎の温度は低く、「完全燃焼」の青い炎の温度の方が高いと教えてきました。しかし、WEBページの中には、オレンジ色と青色とでは、ほとんど温度が同じという記述も見られました。ガスバーナーのオレンジ色の炎の温度は何℃くらいなのでしょうか。お分かりでしたら、お教え下さい。

回答 回答が遅くなって大変申し訳ありませんでした。色々と調べましたが、調べた範囲で正確な温度は分かりませんでした。実際に測定する方法も検討しました。しかし、市販の安価な温度計ではうまく測れそうにありませんので、温度を直接測定することを断念しました。例えば、接触方式の熱電対温度計を使用すれば、1200℃程度までは簡単に測定できるようです。しかし、これは炎で加熱された熱電対の温度であり、熱電対の先端から手元の方への熱伝導や手元の方からの冷却効果等がありますので、炎の正確な温度ではありません。熱電対の太さにもよりますが、先端が真っ赤に灼熱しても800℃前後です。さらに、もっと高温が測れなければ役に立ちません。熱伝導や冷却効果等が無関係な非接触方式の赤外線放射温度計も調べましたが、安価なものでは1000℃程度までしか測定できない様です。

ガスバーナーに空気を入れていないときの橙色の炎の温度は、黒色の炭素種(スス)が高温で加熱されて発光(熱放射)したものの(輝炎)とされています。したがって、色温度および黒体輻射の現象に近いと思いますので、これらについてご自分で調べてみて下さい。上記の「燃焼の化学」にも詳しく記載されている様です。なお、空気を充分に入れたときの青色の炎は、ガスが熱分解したときのラジカル(遊離基)が発光しているものであり、色温度とは関係ないと言われています。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： 川根 眞也 日時： 2011年01月09日 22時51分44秒

ていねいなお返事ありがとうございました。結局、大学の理学部の先生でも、ガスバーナーのオレンジ色の炎と青色の炎の温度を正確に測るのは難しいと理解してよいのでしょうか？スペクトルでは測れないのでしょうか？不勉強で申し訳

ありませんが、お教え下さい。

川根 眞也

名前：芦田 実 日時：2011年01月19日 01時20分00秒

川根 眞也 様

質問690(追加) ていねいなお返事ありがとうございました。結局、大学の理学部の先生でも、ガスバーナーのオレンジ色の炎と青色の炎の温度を正確に測るのは難しいと理解してよいのでしょうか？スペクトルでは測れないのでしょうか？不勉強で申し訳ありませんが、お教え下さい。

回答 私は教育学部の教員ですので、同じ理科教育講座内で関係ありそうな物理学(分光学)や地学(地質学・岩石学と天文学)の教員にも問い合わせしてみました。しかし、うまい測定方法はなかなか見つかりませんでした。

タングステン合金の熱電対を使用すれば、接触方式で2400℃まで測定できるようです。しかし、調べた範囲でこの熱電対は市販されていませんでした。自作するとなると、直流アンプの調整や熱電対の校正が面倒で、長い時間(1ヶ月程度)がかかります。予算と時間があまりないのに、そこまでする必要があるかという気にもなります。

既存の溶液測定用の紫外・可視分光光度計は百万円以上するので、分解して壊すわけにもいきません。分解すると光軸が狂いますので、組み立て直すときに製造業者に依頼するしかありません。理学部、工学部や分析センターでも発光スペクトルは、フレーム分析や発光分光分析の装置(精密機械で高額)を持っている専門家でないと測れない様に思います。しかも、測定対象や測定目的・方法が違いますので、これらの分析装置の中にガスバーナーとその炎が入るかどうかの構造上の問題があります。さらに、空気を入れていないときの橙色の炎はガスバーナーの正常な使い方ではありません。理学部、工学部や分析センターでも、この橙色の炎の温度に興味を示したり、測定してくれる教員は非常に少ないと思います。

炎の温度を計算で比較することも考えました。ガスの流量が同じで、最終的にそれが全て燃焼すると仮定できるならば、空気を入れていても入れていなくても発熱量はほぼ同じだと思います。しかし、青色の炎と橙色の炎では大きさ(高さ、すなわち燃焼速度)が違い、橙色の炎の方がはるかに大きく、それゆえ熱が広い範囲に分散して温度が低くなる様に思います。さらに、炎を形成している気体の上昇速度が違い、青色の炎の方が速度が大きく、この効果ではこちらの方が熱が広い範囲に分散するかもしれません。この様に、燃焼による発熱量から青色と橙色の炎ではどちらの温度が高いのか考えようとしたのですが、結局よく分からなくなりました。

結論として、申し訳ありませんが、炎の温度を測ってくれる専門家を、ご自分でどこか他の場所で捜して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：川根 眞也 日時：2011年01月20日 05時14分48秒

回答ありがとうございました。ガスバーナーのオレンジ色の炎と青い炎との温度を簡単に測れるものではないのですね。私はガスバーナーを甘く見ていました。お忙しい中調べて下さり感謝しています。自分でもどんな方法があるか調べてみたいと思います。ありがとうございました。

川根 真也

名前：noah 日時：2011年01月13日 23時41分10秒

pH=12の排水が15 L/minで2000 Lのタンクに入っているとき、98 %硫酸（濃度が50 g/L）でpH=8にしたいときに、硫酸はどのくらいの量（L/min）が必要なのでしょうか？説明がうまくできなくて申し訳ありません。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2011年01月18日 17時40分00秒

noah 様

質問691 pH=12の排水が15 L/minで2000 Lのタンクに入っているとき、98 %硫酸（濃度が50 g/L）でpH=8にしたいときに、硫酸はどのくらいの量（L/min）が必要なのでしょうか？説明がうまくできなくて申し訳ありません。よろしくお願いします。

回答 この質問には回答する意味が全くありません。タンクに最初に入っている排水の量が書かれていません。これを無視したら、実用的には計算する意味がありません。次に、pH=12の排水とありますが、それが強塩基なのか、弱塩基なのか、pH緩衝液なのかによって、計算方法が全く変わります。また、pH=12だけでは桁数が少なすぎて、正確な濃度が分かりません。オーダーが非常に異なる数値を引き算する部分（下記の式(5)）があつて問題になります。さらに、排水の濃度および流量は時間的に変動するのがあたりまえであり、pH=12および15 L/minが信用できません。続いて、98 %の濃硫酸を用いてpH=8に調節する事は不可能です。濃度が濃すぎて（使用する硫酸の量が少なすぎて）、下記（式(6), (7), (8)）の様に正確な量を流入できません。タンク内の水溶液を混合して均一にする事も重要です。また、濃硫酸には吸湿性がありますので、濃度が時間とともに減少していきます。さらに、濃度の50 g/Lが間違っています。もしも、1 L中に硫酸が50 g入っているならば、その濃度は約4.9 mass%=0.51 mol/Lのはずです。以上の理由で、この質問には正解が存在しません。単なる計算のための問題であり、計算で答えはでるかもしれませんが、それを実際には実行できません。

タンクは最初に空で、排水には強塩基（完全電離）のみが含まれていると仮定します。硫酸のモル質量98.08 g/molと98 %濃硫酸の密度1.831 g/mLより、そのモル濃度は

$$(1) 1831 \text{ g/L} \times 0.98 \div 98.08 \text{ g/mol} = 18.30 \text{ mol/L}$$

pH=12の強塩基水溶液15 L中に含まれる水酸化物イオンOH⁻の物質量は

$$(2) 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times 15 \text{ L} = 0.15 \text{ mol}$$

排水と硫酸の混合（水和等）による体積変化を無視します。硫酸の体積をV_s(L)

とすると、混合後の体積は

$$(3) 15 + V_8 \text{ L}$$

pH=8の水溶液中に含まれる水酸化物イオン OH^- の物質量は

$$(4) 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \times (15 + V_8) \text{ L} = 1.5 \times 10^{-5} \text{ mol} + 1.0 \times 10^{-6} V_8 \text{ mol}$$

式(2)と(4)の差が2価の硫酸から生じる水素イオン H^+ の物質量に等しくなりますので、

$$(5) 0.15 \text{ mol} - 1.5 \times 10^{-5} \text{ mol} - 1.0 \times 10^{-6} V_8 \text{ mol} = 2 \times 18.30 \text{ mol/L} \times V_8 \text{ L}$$

$$(6) V_8 = 0.0040980 \text{ L} = 4.0980 \text{ mL}$$

同様に、pH=9に調節する場合の硫酸の体積 V_9 (L)は

$$(7) V_9 = 0.0040943 \text{ L} = 4.0943 \text{ mL}$$

pH=7に調節する場合の硫酸の体積 V_7 (L)は

$$(8) V_7 = 0.0040983 \text{ L} = 4.0983 \text{ mL}$$

式(6), (7), (8)の V_8 , V_9 , V_7 の値を比べたら明らかなように、これらの微量の違いを精度良く計り分ける事は不可能です。したがって、pH=8に調節する事はできず、この質問には正解が存在しません。

どうしてもpH=8に調節したければ、硫酸を極過剰に添加して非常に弱い酸性にした後に、例えば炭酸水素ナトリウムを添加します。炭酸水素ナトリウムは弱塩基で、水酸化物イオン OH^- を生じる電離平衡と水素イオン H^+ を生じる電離平衡がありますので、いくら過剰に添加してもpH≒8.3以上にはなりません。ただし、操作が2段階になりますので、この質問のように排水が連続的に流入している場合には注意が必要です。タンク内の水溶液の性質が、強塩基性→弱酸性→弱塩基性→・・・を繰り返すと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月25日 00時20分00秒

質問692 石灰水はどの位の量の二酸化炭素に反応するのか教えてください。

回答 この計算の詳細については、私のホームページの溶液の作り方（濃度計算と調製方法）の二酸化炭素と石灰水をご覧ください。インターネット上で計算することも可能ですし、説明と計算のプログラムをダウンロードすることも可能です。温度25℃で石灰水（水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の飽和水溶液）100mLに純粋な二酸化炭素 CO_2 を通じたとき、始めのうちは二酸化炭素が石灰水と完全に反応し、空気中に出て行かないと仮定して計算します。1気圧における二酸化炭素の体積が約20mLまでは濁りを生じない（透明のまま）と思います。この原因は、生じた炭酸カルシウム CaCO_3 が水に溶ける（溶解度以下）ためです。二酸化炭素の体積が21mLから55mLまでは、炭酸カルシウムの白色沈殿が増加し、濁りが濃くなっていく（溶解度以上）と思います。二酸化炭素の体積が56mLから91mLまでは、炭酸カル

シウムの白色沈殿が溶解度の大きい炭酸水素カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ に変化し、溶けて濁りが薄くなっていくと思います。二酸化炭素の体積が92mLから111mLまでは、炭酸カルシウム（溶解度以下）と炭酸水素カルシウムの両方が溶けた状態になり、濁りが消えると思います。二酸化炭素の体積が112mL以上では、全て炭酸水素カルシウムに変化する（濁り無し）と思います。二酸化炭素はこれ以上は反応できないので、水に溶ける（溶解度まで）か、空気中に出て行くと思います。以上は単なる計算値であり、実際に実験すると二酸化炭素の泡が大きいほど反応や溶解の効率が悪く、未反応や未溶解の二酸化炭素が空気中にかなり出て行って、測定値と計算値に大きな誤差を生じるとと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月26日 11時40分00秒

質問693 硫酸銅をメスシリンダーにいれ、水を注ぐとなぜ上に上昇するのですか。

回答 主語が書かれておらず、上昇の意味があいまいです。上昇の意味が、硫酸銅の小さい粒子が上に移動することならば水流が原因です。水を注いだときの水の複雑な流れに乗って、微粒子が上昇しているだけだと思います。上昇の意味が、水を注いだ後で水溶液の青色部分が非常にゆっくりと上にひろがっていくことならば拡散現象だと思います。硫酸銅の粒子表面付近は、硫酸銅が水に溶けて飽和に近い濃い濃度（青色は水和した銅イオンの色）になっています。粒子表面から離れた部分はほとんど真水（無色）ですから、これらの中に濃度差が生じます。

水分子は水中でランダムな方向に激しく熱運動（ブラウン運動）していますので、水に溶けた銅イオンや硫酸イオンもランダムな方向に激しく運動します。隣り合う2つの場所AとBを考えたとき、それらが粒子表面と平行な方向に位置するならば、濃度差がほとんどありませんので、2つの場所に存在する銅イオン等の数もほとんど同じです。銅イオン1つが、ある方向にランダム移動する確率はどれでも同じです。したがって、場所AからBにランダム移動する銅イオンの数と逆に場所BからAに移動する銅イオンの数が等しくなり、結果として銅イオンの数（濃度や色の濃さ）はほとんど変わりません。隣り合う2つの場所AとBが粒子表面と垂直な方向に位置する場合を考えます。場所Aの方が粒子表面に近い（青色）ならば、最初に存在する銅イオン等の数（濃度）が場所B（水色）よりも多くなります。この場合にも銅イオン1つが、ある方向にランダム移動する確率はどれでも同じです。したがって、場所AからBに移動する銅イオンの数が、逆に場所BからAに移動する銅イオンの数よりも多くなり、結果として場所Aの銅イオンの数（濃度）が減少し、逆に場所Bの銅イオンの数（濃度）が増加して、2つの場所の濃度が近付いていきます。この様に濃度が均一でない場合に、次第に濃度が均一になっていく現象を拡散といいます。

最初に、メスシリンダーの底では硫酸銅の粒子が水に溶解して濃度が大きく（青色）なります。一方、メスシリンダーの上の方には硫酸銅の粒子がありませんので真水（無色）のままです。これらの中に濃度差が生じますので、濃度を同じにする方向に拡散現象が起こって、青色部分が非常にゆっくりと上に拡がっていきます。

名前：芦田 実 日時：2011年03月26日 15時09分00秒

質問694 ベンゼン環に「-COOH」や「-OH」等が3箇所が付いた物質を中和滴定したのですが、2段になった滴定曲線が得られました。また、2個付いたものを同じく中和滴定したところ、付加しているものによって1段のものと2段のものと2種類の曲線が得られました。1段と2段に分かれるものとの違いは何ですか。また、分かれた時に付加しているもののどちらが先に反応しているかをどうすれば判断できますか。よろしくお願いします。

回答 説明不足で化合物を特定できません。ベンゼン環に-OHが1個付くとフェノールになります。フェノールは非常に弱い酸で、酸電離定数が $pK_A=9.82$ です。この様なフェノール性-OH基を持つ化合物を中和滴定すると $pH=pK_A$ のところで滴定曲線が階段状に変化すると思います。ベンゼン環にカルボキシル基-COOHが1個付くと安息香酸 ($pK_A=4.00$) に、2個付くとフタル酸 ($pK_{A1}=2.75$ と $pK_{A2}=4.93$) 等になります。この様な化合物でも、やはり $pH=pK_A$ のところで滴定曲線が階段状に変化します。また、共存する置換基の種類と位置（オルト，メタ，パラ）の影響によって酸電離定数 pK_A が変化します。

カルボキシル基-COOHとフェノール性-OH基では pK_A が極端に離れていますから、カルボキシル基-COOHの方が小さい pH のところで反応します。3個付いたものの滴定曲線が2段になったり、2個付いたものの滴定曲線が1段になった場合には、フェノール性-OH基がまだ反応していない可能性があります。カルボキシル基-COOHが2個だけ付いたフタル酸は、それらの位置（オルト，メタ，パラ）によって3種類あります。どちらのカルボキシル基-COOHが先に反応するかは決まっていますが、1つ目が反応すると電荷の反発等で2つ目は反応し難くなり、そのため1段目と2段目の酸電離定数 pK_A の値が異なります。カルボキシル基-COOHが2個以外に、3個目に別の置換基が付いた場合には、その種類と位置によって共鳴による電荷分布の影響が異なり、どちらのカルボキシル基-COOHが先に反応するかが決まると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月26日 17時08分00秒

質問695 次の問題を教えてください。お願いします。

問題1 酸化銅と活性炭を混ぜて加熱したときの化学変化を調べる実験では、①酸化銅と活性炭の混合物の色はどのように変化するか、②石灰水はどのように変化するか。

問題2 有機物の燃焼のようすを調べる実験では、①有機物が燃焼した結果、どのような物質ができるといえるか。また、それはどのような方法で調べることができるか。②燃焼によってエネルギーはどうなっているか。また、それはどのような方法で調べることができるか。

問題3 化学変化を利用して電気エネルギーを取り出す実験では、①電気エネルギーが取り出せるか。また、金属板のようすはどのように変化するか。

回答 問題1は、黒色の酸化銅と黒色の炭素（活性炭）が反応して、赤褐色（新品の十円玉の色）の金属銅と無色透明の二酸化炭素（気体）ができます。活性炭が過剰だったり、生成物が粉末状で分かりにくいときには、葉サジ等で生成物を強く押しつけると、赤褐色の金属銅が分かり易くなることがあります。反応で生じた気体を無色透明の石灰水に通じると、炭酸カルシウムの白色沈殿を生じて白く濁ります。問題2は、有機物が燃焼すると主に水と二酸化炭素ができます。水は、燃焼後の気体を冷やして、生じた無色透明の液体に塩化コバルト紙を付けると、青色から薄い桃色に変化することで確認できます。二酸化炭素は、燃焼後の気体を石灰水に通じると白濁することで確認できます。有機物が燃焼すると発熱が起こり、熱エネルギーが放出されます。例えば、ガスコンロでは、都市ガスやプロパンガス等の有機物を燃焼させて、放出された熱でお湯を沸かしたりします。問題3は、化学電池により電流が流れるとき、金属がイオンとなって溶解したり、溶液中のイオンが金属となって析出したりします。電流が流れるかどうかは、電気回路に発光ダイオードや豆電球等を入れれば分かります。金属板は溶解したり（質量が減少）、メッキされたり（質量が増加）して、最初に滑らかだった表面が荒れてザラザラになります。中学校や高校の化学の教科書等に全て載っていると思いますので、詳細についてはそれらをご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月26日 23時30分00秒

質問696 お忙しいなかすみません。「ブランクテスト」というのは具体的に何のためにするんですか？

回答 ブランクテストは空試験とも言います。試料中の特定の成分を分析するときに、分析に用いる試薬や溶媒、容器・実験室等からの汚れ・不純物に同じ成分が含まれていたなら、測定誤差を生じて試料中の成分の正確な存在量が分かりません。そこで、試料を用いないで同様な分析操作を行い（ブランクテスト）、試料を用いた場合の測定値から試料を用いない場合の測定値を差し引いて、試料だけに含まれている特定成分の正確な存在量を求めます。詳細については、参考として質問168の回答をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月27日 11時40分00秒

質問697 酢酸（融点 17°C 、沸点 118°C ）のモル凝固点降下を $K = 3.90\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ とするとき、95%の酢酸の凝固点を求めなさいという問題に頭を悩ませています。凝固点降下の値が通常の問題は水の値なのですが、今回は酢酸の値なので、溶質は何？といった感じです。95%酢酸1000g中には950gの酢酸と50gの水が含まれているので、酢酸に水が溶けていると考え、 $1000/950 \times 50/18 \times 3.9 = 1.14$ なので、酢酸

の融点 17°C から差し引いて、 $17-1.14=15.86^{\circ}\text{C}$ で良いのでしょうか？いろいろと調べたのですが、分かりません。宜しくお願いします。

回答 束一的性質である凝固点降下の計算式は希薄溶液でのみ成立します。ゆえに、5%水の酢酸溶液が希薄溶液であると言えるか疑問です。この問題は、むしろ2成分系の状態図(相図)、相律(不均一系の平衡)や共融点(共晶点)等と関連させて考える必要があります。

質問文中の計算にミスがあります。酢酸溶液中の水の物質量が $m=50\text{g}/18\text{g/mol}=2.778\text{mol}$ 、酢酸の質量が $w=950\text{g}/1000\text{g/kg}=0.950\text{kg}$ ですから、酢酸の凝固点降下度は $\Delta T=K m/w=3.90\text{K}\cdot\text{kg/mol}\times 2.778\text{mol}/0.950\text{kg}=11.40\text{K}$ です。したがって、計算上は凝固点が $T=17^{\circ}\text{C}-11.40^{\circ}\text{C}=5.60^{\circ}\text{C}$ になります。

実際には過冷却現象が起こって凝固点をうまく測定できません。冷凍庫に入れないと凍りません。融点ならば、水が2%程度まで計算値と実測値がほぼ一致するようです。しかし、水が5%になると融点の実測値は約 3°C になりました。この原因は、溶液が凍るときに最初に純粋な酢酸が凍って、残りの液体組成が変化するためと思われます。実測値と一致しなかったら、計算値には意味がありません。最初に指摘した様に、この問題はやはり状態図等と関連させて解くべきだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月27日 11時55分00秒

質問698 塩化ビニルモノマーを加熱すると何パーセントが塩化水素になりますか。

回答 塩化ビニル $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$ のモル質量(分子量)が 62.49g/mol 、塩化水素 HCl のモル質量(分子量)が 36.45g/mol ですから、熱分解で生じる塩素化合物が全て塩化水素とアセチレン $\text{HC}\equiv\text{CH}$ になると仮定するならば、最大 $58.3\text{mass}\%$ (質量%) $=50.0\text{vol}\%$ (体積%)になります。しかし、複数の塩素化合物が生じる恐れもありますので、実際の塩化水素の割合(質量%や体積%)は測定しないと分かりません。また、固体の炭素や液体の有機物も生じるかもしれません。そうすると、気体の体積%は別の数字になります。さらに、熱分解する温度によっても組成が変化する恐れがあります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月27日 21時30分00秒

質問699 第1族を塩酸でろ別した第2族以降の陽イオンを含んだろ液があるとします。第2族陽イオンには、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Bi^{3+} 、 As^{3+} 、 As^{5+} の5種類があると仮定します。このろ液に 0.3mol/L HCl 酸性下で H_2S ガスを通じ、沈殿とろ液にろ別しました。その沈殿には PbS 、 CuS 、 Bi_2S_3 、 As_2S_3 (As_2S_5)が含まれています。

質問1 この沈殿は第2族に分類されますが、銅族とスズ族に分離する方法を教えてください。ただし、 Na_2S 以外の試薬を使って分離する方法です。

質問2 銅族とスズ族に分離したと仮定します。スズ族であるろ液中には AsS_4^{3-} が含まれています。この溶液を塩酸でpHを約9にすると、 As_2S_5 の沈殿になります。さらに、その沈殿に塩酸を加えると As_2O_5 になります。なぜですか？

質問3 $\text{MgNH}_4[\text{AsO}_4]$ の沈殿は何色ですか？

回答 質問1で多硫化ナトリウム Na_2S_x ではなく、わざわざ硫化ナトリウム Na_2S を除くとありますが、この意味が理解できません。多硫化物を使っても良いなら、多硫化ナトリウム Na_2S_x や多硫化アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$ を使えば As_2S_3 (As_2S_5)だけを溶かすことができ、銅族とスズ族を分離することができます。その他の方法としては、塩基性の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH または過酸化水素 H_2O_2 とアンモニア水 NH_3 を使えば、やはり As_2S_3 (As_2S_5)だけを溶かすことができ、銅族とスズ族を分離することができると思います。

質問2 塩酸 HCl から生じる水素イオン H^+ の影響で AsS_4^{3-} から硫黄イオン S^{2-} が硫化水素 H_2S (弱酸)の形で外れていき、残った As^{5+} が加水分解して As_2O_5 になるものと考えられます。

質問3 マグネシア混液とアンモニア水を加えて生じる沈殿 $\text{MgNH}_4[\text{AsO}_4]$ は白色です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月27日 22時00分00秒

質問700 NiS と CoS の混在した沈殿を溶かして、 Ni^{2+} と Co^{2+} にするには、どんな試薬を使用すればよいのですか？ただし、 NaClO は使用しないことにします。私の考えとしては、過ヨウ素酸カリウム KIO_4 と塩酸 HCl またはペルオキシ二硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ と塩酸 HCl を加えて溶解するです。

回答 過ヨウ素酸カリウム KIO_4 と塩酸 HCl は正解だと思います。しかし、ペルオキシ二硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ と塩酸 HCl の場合には、ペルオキシ二硫酸アンモニウムの酸化力が強すぎて、塩酸 HCl から生じる塩素イオン Cl^- が酸化され、毒性のある塩素ガス Cl_2 が発生する可能性があります。この場合には、ペルオキシ二硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ と硫酸 H_2SO_4 の方が正解だと思います。その他の薬品としては、過酸化水素 H_2O_2 と硫酸 H_2SO_4 、臭素酸カリウム KBrO_4 と硫酸 H_2SO_4 、過マンガン酸カリウム KMnO_4 と硫酸 H_2SO_4 等が考えられます。ただし、薬品の組み合わせによっては、その後の分析操作に何らかの影響が生じるかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月29日 00時41分00秒

質問701 パーセント濃度とは、どんな定義ですか？

回答 パーセント濃度(百分率濃度)には、大きく分けて2つの定義があります。1つ目は、質量パーセント濃度(質量百分率濃度)であり、これの単位記号として $\text{mass}\%$ 、 $\%$ 、質量%等を使います。昔は重量パーセント濃度(単位 $\text{wt}\%$ 、

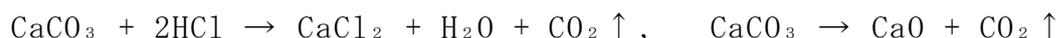
weight%) と言ったことがあります。パーセントは100分の幾つという意味ですから、質量パーセント濃度の定義は、溶媒（溶かす物）の質量と溶質（溶かされている物）の質量を合わせた溶液等の全体の質量が100のとき、その中に含まれる溶質の質量の数字に記号mass%等を付けて表します。例えば、水（溶媒）90gに食塩（溶質）10gを溶かすと、水溶液全体の質量が100gになりますので、その中に含まれる食塩の質量の数字10に%等の記号を付けて、10%の食塩水と呼びます。2つ目は、体積パーセント濃度（体積百分率濃度）であり、これの単位記号としてvol%, v/v%, 体積%等を使います。容量%と言うこともあります。体積パーセント濃度は、液体と液体を混ぜる場合や気体と気体を混ぜる場合に使います。これらを混合すると体積が変化します。さらに、混合した後は全体の体積しかありませんので、混ぜる前の体積（同温・同圧）を用いて定義します。例えば、水（溶媒）80mLとエタノール（溶質）20mLを混ぜると、混ぜた後の体積は100mLよりも小さくなります。しかし、混ぜる前の体積を足し合わせると100mLですから、20 vol%のエタノール水溶液と呼びます。気体と気体を混合した場合でも同様です。なお、液体と液体を混ぜる場合や気体と気体を混ぜる場合に、質量パーセント濃度を使用しても問題ありませんが、単位記号%を付けるとvol%と誤解されますので注意してください。例えば、空気中の酸素濃度を21パーセントと言いますが、これは正確には21vol%のことです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年03月29日 21時50分00秒

質問702 二酸化炭素を作るとき石灰石の代わりに入れるものは、食塩、卵の殻、アルミニウムのうちのどれですか？

回答 石灰石CaCO₃から二酸化炭素CO₂を作るには、石灰石CaCO₃を酸に入れて反応させるか、加熱して分解させる必要があります。



食塩（塩化ナトリウム）NaClとアルミニウムAlは炭素Cと酸素Oを含んでいませんので、二酸化炭素CO₂を作る材料として使用することができません。それゆえ、可能性の高い答えは炭酸カルシウムCaCO₃でできていると考えられる卵の殻です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月02日 11時23分00秒

質問703 私は貧血気味で、友人からのすすめで鉄分が簡単に摂取できるということで、南部鉄器の茶瓶を購入しました。毎日茶瓶を使ってお湯を沸して、鉄分を補給しているのですが、沸すと茶瓶の底に必ず沈殿物がでてきて気になります。これは一体何でしょうか？赤錆みたいなものです。毎日とっているのに体に害があるか心配です。ご回答お願いいたします。

回答 鉄の茶瓶でお湯を沸かして鉄分が補給できるとしたら、鉄がイオンになっ

て溶解する必要があります。さらに、鉄イオンが酸化されたり、加水分解して水酸化鉄や酸化鉄等を生じると思います。多分、赤錆みたいな沈殿物は、水酸化鉄や酸化鉄等が溶けきれなくなって生じた物です。これが溶解度（飽和濃度）までお湯に溶けているからこそ、鉄分を摂取できるのだと思います。その他に、沈殿物に水垢（炭酸塩、ケイ酸塩、ミネラル等）が混じっている可能性もあります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月02日 16時21分00秒

質問704 4-ニトロフェノールはNaOH溶液に溶かすと何色を呈すのか。また、それは何故か説明しなさいという問題が分かりません。教えて下さい。

回答 4-ニトロフェノール (p-ニトロフェノール) は酸・塩基指示薬の1種です。その変色域はpH5からpH7であり、色は無色から黄色へ変化します。NaOH水溶液は強塩基性ですから、これに弱酸性で無色の4-ニトロフェノール粉末を溶かすと、そのヒドロキシル基から水素イオンが奪われ(中和)、黄色の4-ニトロフェノキシドイオン(フェノラートイオン)を生じ、水溶液の色は黄色を呈します。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月02日 23時28分00秒

質問705 論文に1M リン酸緩衝液 (pH=5.5) というものが出てきました。具体的な調製法は書かれていなかったのですが、これは一般的な緩衝液なのでしょうか？また調製法をご存知でしたら、ご教授よろしくお願いします。

回答 そのような濃い緩衝液は一般的には使用しません。普通は、リン酸二水素カリウム KH_2PO_4 と水酸化ナトリウム NaOH (またはリン酸水素二ナトリウム Na_2HPO_4) の水溶液を混合して調製します。これらの薬品の水に対する溶解度には達していませんが、異常なほどの濃厚溶液です。この濃度が正しいとしたら、かなり特殊な用途だと思います。化学便覧基礎編Ⅱ(丸善)等にも、この濃度のpHデータが記載されていませんので、pHメーターで監視しながらご自分で調製して下さい。

0.1M リン酸緩衝液 (pH=5.5) の間違いではないですか。例えば、この濃度の緩衝液を100mL調製するならば、0.10M KH_2PO_4 50.00mL, 0.10M NaOH 1.87mLと純水48.13mLを混合すれば調製できます。ただし、これにpHを調製する試料が加わりますので、その体積と濃度によってはpHが少しずれる可能性があります。それゆえ、pHを正確に調製する必要がある場合には、試料にこの緩衝液を所定量添加かくはん後に、やはりpHメーターで監視しながら KH_2PO_4 や NaOH を微量添加してpHを調節して下さい。この計算方法の詳細については、私のホームページの溶液の作り方(濃度計算と調製方法)のpH緩衝液をご覧下さい。インターネット上で計算することも可能ですし、説明と計算のプログラムをダウンロードすることも可能です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

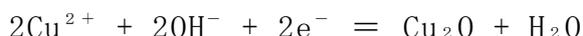
名前：芦田 実 日時：2011年04月03日 15時00分00秒

質問706 酸化・還元滴定のBertrand法（ベルトラン法）について今勉強してま
す。この実験は、還元糖→銅，銅→鉄，鉄→マンガンと三段階で反応が変わって
いくと思うのですが，酸化された物質，還元された物質，動いた電子をそれぞれ
酸化数の数から考えていくのに肝心の酸化数の数え方がよくわかりません。教え
てください。よろしく願いいたします。

回答 考え方が逆の様に思います。化学結合している原子間で電子が一方の原子
に強く引きつけられて偏在している場合を含めて，動いた電子の数が一番の基礎
になっていて，それから酸化数，酸化された物質や還元された物質が決まると思
います。

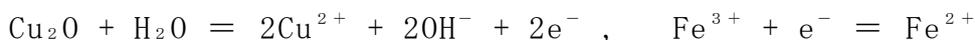
酸化数は，原子状態のときを0として，電子が1つ減ると+1，2つ減ると+2と数
えます。逆に，電子が1つ増えると-1，2つ増えると-2と数えます。電子の増減
と酸化数の正負が逆になっている理由は，電子が負の電荷を持っているためです。
下記のように，酸化・還元の半反応に基づいて考えた方がより分かり易いと思いま
す。

第1段階の反応で，還元糖を含む試料を過剰の硫酸銅(Ⅱ)，ロッシェル塩（酒
石酸カリウムナトリウム），アルカリ溶液と共に加熱すると，銅(Ⅱ)イオンが酸化
銅(Ⅰ)に還元されます。



このとき，銅(Ⅱ)イオン1個当たり電子1個を受け取りましたので，銅の酸化数
が+2から+1に変化し，還元糖により銅(Ⅱ)イオンが銅(Ⅰ)に還元されています。
逆に，還元糖は電子を放出しましたので，銅(Ⅱ)イオンによって酸化されていま
す。還元糖と銅(Ⅱ)イオンの反応が化学量論的に起こらないため，還元糖の半反
応の詳細な化学式と酸化数の変化は分かりません。

酸化銅(Ⅰ)の沈殿をろ過・洗浄し，第2段階の反応で酸化銅(Ⅰ)の沈殿を硫酸
鉄(Ⅲ)の酸性溶液で酸化して溶解すると，還元糖と当量の銅(Ⅱ)イオンに戻りま
す。



このとき，酸化銅(Ⅰ)中の銅(Ⅰ)1個当たり電子1個を放出しましたので，銅の
酸化数が+1から+2に戻り，鉄(Ⅲ)イオンにより銅(Ⅰ)が銅(Ⅱ)イオンに酸化され
ています。逆に，鉄(Ⅲ)イオン1個当たり電子1個を受け取りましたので，鉄の
酸化数が+3から+2に変化し，銅(Ⅰ)により鉄(Ⅲ)イオンが鉄(Ⅱ)イオンに還元さ
れています。

第3段階の反応で，生成した鉄(Ⅱ)イオンを過マンガン酸カリウムで滴定し，
還元糖の量を求めます。



このとき，鉄(Ⅱ)イオン1個当たり電子1個を放出しましたので，鉄の酸化数が
+2から+3に戻り，過マンガン酸イオンにより鉄(Ⅱ)イオンが鉄(Ⅲ)イオンに酸化

されています。逆に、過マンガン酸イオン中のマンガン(VII) 1個当たり電子5個を受け取りましたので、マンガンの酸化数が+7から+2に変化し、鉄(II)イオンによりマンガン(VII)がマンガン(II)イオンに還元されています。以上、ベルトラン法に関係する物質の酸化数を下の表にまとめます。その他、ベルトラン法の詳細については、参考として質問542, 537(追加), 537, 256の回答もご覧下さい。

表 ベルトラン法に関係する物質の酸化数

化学物質	化学式	酸化数の対象物	酸化数
銅(II)イオン	Cu^{2+}	Cu^{2+}	+ 2
酸化銅(I)	Cu_2O	Cu(I) または Cu^+	+ 1
鉄(III)イオン	Fe^{3+}	Fe^{3+}	+ 3
鉄(II)イオン	Fe^{2+}	Fe^{2+}	+ 2
過マンガン酸イオン	MnO_4^-	Mn(VII)	+ 7
マンガン(II)イオン	Mn^{2+}	Mn^{2+}	+ 2

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月03日 18時20分00秒

質問707 フェニルアラニンはアミノ酸の側鎖のベンゼン環が硝酸によりニトロ化されず、キサントプロテイン反応が起こらないと書いてあったのですがなぜですか？ベンゼン環をもっているのに。チロシンとトリプトファンはキサントプロテイン反応が起こると書いてあります。フェニルアラニンだけ反応が違うのですか？教えてください。

回答 キサントプロテイン反応の本質はベンゼン環のニトロ化です。チロシン、トリプトファン、フェニルアラニンは全てベンゼン環を持っていますので、キサントプロテイン反応を起こすと思います。ただし、反応条件や反応速度がかなり異なります。これらのアミノ酸よりもっと基礎的な物質であるベンゼンとフェノール(ヒドロキシベンゼン)のニトロ化を比較すると、ベンゼンよりもフェノールの方が1000倍も反応性が高いそうです。この理由は、-OH基がベンゼン環のオルト位とパラ位をマイナス気味にして、混酸(濃硝酸と濃硫酸)から生じたニトロニウムイオン NO_2^+ の求電子置換反応を活性化するためだそうです。フェニルアラニンと比較して、チロシンとトリプトファンには-OH基等の置換基が余分に付いていますので、これらの基がフェニルアラニンの場合よりもベンゼン環を活性化し、キサントプロテイン反応を高速化しているものと考えられます。すなわち、普通の実験ではフェニルアラニンのキサントプロテイン反応が遅すぎて、色の変化を検出できないだけだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月17日 16時51分00秒

質問708 蒸留曲線の読み方を教えていただけたく存じます。油とメタノールを混合した溶液から、メタノールを取り出したいと思っています。64℃で揮発するの

で、それ以上になるように減圧で蒸留を行いたいのですが、温度を何度に設定したときに、減圧度数をいくつにすればいいのかが解らないでいます。ご教授いただけましたら幸いです。

回答 油の組成および油とメタノールの混合割合が書かれていませんので、正確な値を調べようがありません。さらに、減圧度数の定義が書かれていません。純粋なメタノールならば、蒸気圧と温度（沸点）の関係が下の表の様になります。油の沸点がメタノールよりかなり高いならば、沸点上昇を起こして、純粋なメタノールの沸点よりも高くなる可能性があります。油の沸点がメタノールに近いならば、共沸現象を起こして、純粋なメタノールの沸点よりも低くなる可能性もあります。したがって、正確な値は分かりませんので、ご自分で温度と圧力を試行錯誤に変えて実験し、最適な条件を決定して下さい。

表 純粋なメタノールの蒸気圧と温度(沸点)の関係(計算値)

蒸気圧, Torr(=mmHg)	60	100	150	200	250	300	350	400
蒸気圧, atm(=気圧)	0.079	0.132	0.197	0.263	0.329	0.395	0.461	0.526
温度, °C	11.4	20.5	28.3	34.03	38.7	42.6	46.0	49.1
蒸気圧, Torr(=mmHg)	500	600	760					
蒸気圧, atm(=気圧)	0.658	0.789	1.00					
温度, °C	54.2	58.6	64.51					

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月24日 16時05分00秒

質問709 指示薬の説明は、どうすればいいのですか。

回答 酸・塩基指示薬は酸または塩基の1種であり、それから水素イオン（または塩化物イオン）が電離することにより、電子状態が変化して色が変わります。同様に、酸化・還元指示薬は酸化剤または還元剤の1種であり、それが還元される（電子を得る）または酸化される（電子を失う）ことにより、電子状態が変化して色が変わります。

変色域（色が変わる範囲）を酸型の酸・塩基指示薬HInを例に考えます。ここで、Inは指示薬（Indicator）を表します。指示薬HInの電離定数を K_A とすると、水中における電離平衡は



上の式中のHInと In^- は電子状態が異なりますので、それらの両方に可視領域の吸収があれば異なる色をしています。例えば、酸性色が赤色で塩基性色が黄色のメチルオレンジや酸性色が黄色で塩基性色が青色のBTB等です。一方だけに可視領域の吸収があれば、吸収のある方が有色、吸収のない方が無色になります。例えば、酸性色が無色で塩基性色が赤色のフェノールフタレイン等です。濃度[HIn]と $[\text{In}^-]$ が10倍異なると、人間の目を見た限りでは濃度が小さい方の色をほとんど認識できません。そこで、通常は次の範囲で変色すると考えます。

$0.1 < [\text{In}^-]/[\text{HIn}] < 10$ 変色する濃度範囲

上の条件を電離定数 K_A の式に代入して、常用対数をとって整理すると、変色するpH範囲が求まります。

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}K_A + \log_{10}([\text{In}^-]/[\text{HIn}]) = \text{p}K_A \pm 1 \quad \text{変色するpH範囲}$$

すなわち、 $\text{p}K_A$ に相当するpHが変色域の中央で、そこから ± 1 のpH範囲でほとんど変色しています。酸化・還元指示薬でも変色域の考え方はほぼ同様です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年04月24日 21時15分00秒

質問710 化学の実験で比色分析を行い、グラフ等を作成したのですが、いまいち実験内容が分からず、考察は何を述べればいいのか分かりません。実験目的は、可視光線の吸収の強さから有色溶液の溶質濃度を求めることです。実験内容は、分光分析による鉄(III)イオンの定量です。試薬は、6M塩酸、10%チオシアン酸アンモニウム水溶液、濃度①0.025mg/mL、②0.050mg/mL、③0.075mg/mL、④0.100mg/mLの鉄希釈液です。上の試薬を用いて、鉄希釈液0.4mL、6M塩酸1mL、10%チオシアン酸アンモニウム1mL、蒸留水1mLを混和して実験しました。よろしくお願ひします。

回答 測定したスペクトルのピークの吸光度Absを縦軸に、チオシアン酸鉄(III) $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ のモル濃度C (mol/L)を横軸にして実験値をプロットすると直線関係が得られたと思います。分光器のセル長(光が試料を通過する距離)をL (= 1 cm)とすると、この関係は次式で表されます。

$$\text{Abs} = \varepsilon L C$$

ここで、比例定数 ε ($\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$)のことをモル吸光係数と言ひ、その値は化学物質、波長、溶媒等によって決まっています。セル長が1 cmでない場合には、直線の傾き($\Delta \text{Abs} / \Delta C$)を実際のセル長Lで割ればモル吸光係数 ε が求まります。この実験は濃度Cが正確に分かった試料を用いて、その吸光度Absを測定し、それらからモル吸光係数 ε を決定することだと思ひます。

$$\varepsilon = \Delta \text{Abs} / (L \Delta C)$$

それゆえ、実験値がばらつく理由(実験誤差)、直線が原点を通らない理由(ブランク)、濃度が濃くなるほど実験値が直線から外れる理由(測定可能な濃度範囲)等を考察すればよいと思ひます。

前もってモル吸光係数 ε を決定しておけば、続いて濃度が未知の試料を測定したときに、その吸光度Absから今度は逆に濃度Cを求めることができます。

$$C = \text{Abs} / (\varepsilon L)$$

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：田中 晃二 日時：2011年04月23日 22時15分01秒

以前高校化学教科書の電気陰性度の値の変化を教えてくださいました。有り難うございました。御礼が遅れました。ご回答いただけているとは知らず失礼しました。

さて、実は生徒に水上置換法にて携帯用カセットボンベの気体を集めさせ、気体の状態方程式にてブタンの分子量を求めさせています。そのときボンベからメスシリンダーまでの誘導管内の気体が分子量に与える影響について考えさせています。その影響の有無を正確に教えてくださいませんか。少し、悩んでいます。

名前：芦田 実 日時：2011年04月25日 00時25分00秒

田中 晃二 様

質問711 以前に高校化学教科書の電気陰性度の値の変化を教えてくださいました。有り難うございました。御礼が遅れました。ご回答いただけているとは知らず失礼しました。

さて、実は生徒に水上置換法にて携帯用カセットボンベの気体を集めさせ、気体の状態方程式にてブタンの分子量を求めさせています。そのときボンベからメスシリンダーまでの誘導管内の気体が分子量に与える影響について考えさせています。その影響の有無を正確に教えてくださいませんか。少し、悩んでいます。

回答 メスシリンダー内の気体の体積 V と物質質量 n 、実験時の大気圧 P 、温度 T (水温? 気温?)、ボンベの質量減少量 ΔW 、気体定数 R からブタンの分子量 M を次式の関係を用いて求めているのでしょうか。

$$n = P V / R T = \Delta W / M, \quad \therefore M = R T \Delta W / P V$$

メスシリンダーや誘導管の体積等の数値が分かりませんので、誘導管内の気体が分子量の測定値にどの程度影響するかは計算できません。誤差の原因としては次の様なことが考えられます。

始めに誘導管を水に入れたときに、水深分の水圧が管内の空気にかかり、水が管内に少し逆流して空気の体積が収縮すると思います。ブタンを流した後では誘導管内の圧力はほぼ同じですが、管内は全てブタンで満たされていると思います。したがって、始めに誘導管に入っていた空気と後から誘導管に入っているブタンの体積の差だけ、メスシリンダー内の気体の体積が小さくなる方向に誤差を生じると思います。次に、気体が水の中を通過するときに水に少し溶解します。しかし、溶解度まで溶けるとは限りません。ブタンと空気ではブタンの方が2倍近く溶解度が大きいので、始めに誘導管にブタンが入っていたと仮定した場合と比較すれば、メスシリンダー内の気体の体積が大きくなる方向に誤差を生じると思います。以上のこと等が誘導管の影響として考えられますが、どちらの誤差が大きいかはよく分かりません。

その他にも誤差の原因が考えられます。この実験では、大量のブタンが水中を通過して、メスシリンダーに入る前に少し溶解します。この影響によれば、メスシリンダー内の気体の体積が小さくなる方向に誤差を生じると思います。メスシ

リンダー内の気体には水蒸気も含まれます。しかし、飽和水蒸気圧になっているとは限りません。この影響によれば、メスシリンダー内の気体の体積が大きくなる方向に誤差を生じると思います。メスシリンダー内の気体の体積を読み取るとき、水面の高さを水槽の水面の高さと同一にしなければなりません。これがずれていると気体の体積と圧力の両方に誤差を生じます。また、ボタンが外に（空気中に）もれても気体の体積に誤差を生じます。以上の様に誤差の原因が多数あり、それらの誤差が互いに打ち消し合うことがありえます。したがって、どの程度の影響があるのかは1つ1つの誤差を細かく計算してみないと分かりません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤望 日時：2011年04月20日 18時11分33秒

ご無沙汰しております。さっそくですが教えていただきたいことは、塩化銅水溶液に亜鉛などを入れて銅樹を作り、放置すると銅が溶けて黄緑色の物質に変化します。生徒がそれについて調べていますが、新たにできた物質や反応の仕組みは確認されているのでしょうか。この点についてお願いします。現在、反応の原因を探るべく、各種気体を通じて原因となる気体を調べています。実験方法などもアドバイスいただければ幸いです。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2011年05月03日 16時05分00秒

佐藤望 様

質問712 ご無沙汰しております。さっそくですが教えていただきたいことがあります。塩化銅水溶液に亜鉛などを入れて銅樹を作り、放置すると銅が溶けて黄緑色の物質に変化します。生徒がそれについて調べていますが、新たにできた物質や反応の仕組みは確認されているのでしょうか。この点についてお願いします。現在、反応の原因を探るべく、各種気体を通じて原因となる気体を調べています。実験方法などもアドバイスいただければ幸いです。よろしくお願いします。

回答 銅樹を放置したときに生じる黄緑色の物質そのものについて、過去に研究されているかどうかは調べた範囲で分かりませんでした。後は、外国語を含む原著論文を調べるしかないと思います。しかし、緑青については古くから研究されているようですから、それが新たにできた黄緑色の物質や反応の仕組みに関する良い参考になると思います。緑青の種類には、銅を空気中に放置したとき水分と二酸化炭素の作用で生じる $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 、銅板に酢酸蒸気を作用させると生じる水酸化酢酸銅、二酸化硫黄または硫化水素との反応物が酸化されて生ずる $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、青銅品等の表面に生ずる CuCl 、それが酸素と水蒸気的作用を受けた $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、その他に $\text{Cu}(\text{OH})\text{NO}_3$ 等があるそうです。

こちらでも少し実験して確認しました。質問と同様に黄緑色の物質ができましたが、さらに長時間放置するとそれが青緑色の物質に変化しました。これらの物質は水に溶解しにくい様です。そこで、水に溶解しにくい物質で黄緑色と青緑色の物質に相当しそうな物質を下の表に挙げておきます。反応の仕組み（メカニズム、反応機構）を考えるとときの参考にして下さい。黄緑色の物質としては水酸化銅(I)等、

青緑色の物質としては（ヒドロ）オキシ塩化銅やヒドロオキシ炭酸銅等が想像できますが，証拠がありません．これらの混合物かもしれません．その他，塩化銅（Ⅱ）の代わりに硫酸銅（Ⅱ），硝酸銅（Ⅱ），酢酸銅（Ⅱ）等を使用したら結果が少し変わるかもしれません．

表 水に溶け難い銅の化合物の色と性質等

化 合 物	化 学 式	色	性 質
塩化銅（Ⅰ）	CuCl	白色	空気中で酸化されて緑色の銅（Ⅱ）塩に変化し易い． 緑青の一種
水酸化銅（Ⅰ）	CuOH	黄色	Cu ₂ Oが細かく分散したゲル
水酸化銅（Ⅱ）	Cu(OH) ₂	淡青色	
(ヒドロ)オキシ 塩化銅	CuCl ₂ ·2CuO·4H ₂ O	青緑色	CuCl ₂ ·2Cu(OH) ₂ ·2H ₂ O?
	CuCl ₂ ·Cu(OH) ₂	暗黄緑色	
	CuCl ₂ ·3Cu(OH) ₂	緑色	緑青の一種
	CuCl ₂ ·4Cu(OH) ₂	明緑～暗緑色	
ヒドロオキシ 炭酸銅	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	緑色	孔雀石．緑青の一種
	2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	青色	藍銅鉱，湿った空气中で孔雀石に変化

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：岡林誠治 日時：2011年05月23日 17時11分38秒

質問647の説明における，0.05mol/Lのヨウ素溶液 1 L調製方法についてですが，ヨウ素(I₂)は12.69g必要ですが，このヨウ素を完全に溶解させるためKIを加えます．その必要量が16.6gとなっていると思いますが，なぜKIは1 mol/L必要なのでしょう？KIからのヨウ素の量はトータルのヨウ素濃度計算に関係ないのでしょく？KIからのヨウ素量をヨウ素濃度に加えますと，0.05mol濃度より大きな数値になります．以上よろしくお願いたします．

名前：芦田 実 日時：2011年05月25日 18時55分00秒

岡林誠治 様

質問713 質問647の説明における，0.05mol/Lのヨウ素溶液 1 L調製方法についてですが，ヨウ素(I₂)は12.69g必要ですが，このヨウ素を完全に溶解させるためKIを加えます．その必要量が16.6gとなっていると思いますが，なぜKIは1 mol/L必要なのでしょう？KIからのヨウ素の量はトータルのヨウ素濃度計算に関係ないのでしょく？KIからのヨウ素量をヨウ素濃度に加えますと，0.05mol濃度より大きな数値になります．以上よろしくお願いたします．

回答 ご指摘有り難うございました．1年以上前の回答なので，何を根拠に計算したか覚えていません．改めて調べ直してみました．

「化学大辞典」東京化学同人(1989)には，ヨウ素－ヨウ化カリウム溶液の項に「0.1Nのヨウ素溶液を調製するときには，約0.2Nのヨウ化カリウムを共存させる」

と書いてあります。これをモル濃度で表現すると「0.05mol/Lのヨウ素溶液を調製するときには、約0.2mol/Lのヨウ化カリウムを共存させる」に変わります。大昔の「化学実験操作法便覧」誠文堂新光社(1963)には、0.1Nヨウ素液の項に「ヨウ素約14gとヨウ化カリウム36gを溶かし・・・」と書いてあります。ヨウ素が12.69gよりも多いのは、加熱時の蒸発による損失を考慮しているためです。関東化学(株)の「0.05mol/Lヨウ素溶液」のMSDS(http://www3.kanto.co.jp/catalog/msds/J_20243.PDF)には、「よう化カリウムを約4.0%，よう素を約1.3%含有する水溶液」と書いてあります。密度を1.0g/mLと仮定して、これをモル濃度で表現すると「よう化カリウムを約0.24mol/L，よう素を約0.051mol/L含有する水溶液」に変わります。これらの溶液では、ヨウ素に対してヨウ化カリウムがモル濃度で4.0～4.7倍含まれています。したがって、私が規定度(N)とモル濃度(mol/L)の換算をうっかり間違えて、4倍ではなく2倍にしてしまった可能性があります。また、実験テキストによっては、ヨウ素に対してヨウ化カリウムがモル濃度で約3倍で調製するように書かれているものもあります。4倍も入れる理由は、ヨウ化カリウムが小過剰だとヨウ素が溶けるのに時間がかかるため、 I_2 と I_3^- が化学平衡になるので全て I_3^- に変えるため等が考えられます。

チオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ との酸化・還元反応において、反応物はヨウ素分子 I_2 (または I_3^-)です。ヨウ化カリウムKIから生じるヨウ化物イオン I^- は生成物で別の物質です。この反応の場合には、反応方向が逆なので過剰に存在しても問題になりません。



最後に、質問647の回答を次のように修正しておきました。

ヨウ素液の調製ならば、濃度0.10N(=0.10eq/L=0.050mol/L)のヨウ素液を1.0L作るときヨウ素 I_2 (モル質量253.8g/mol)の質量 W_i とヨウ化カリウムKI(モル質量166.0g/mol)の質量 W_k はそれぞれ

$$W_i = 253.8\text{g/mol} \times 0.050\text{mol/L} \times 1.0\text{L} = 12.69\text{g}$$

$$W_k = 166.0\text{g/mol} \times 0.20\text{mol/L} \times 1.0\text{L} = 33.2\text{g}$$

ヨウ素は水に溶けにくいので、溶解するとき温める必要があります。このときに水が少し蒸発し、紫色のヨウ素ガスが発生します。劇薬ですから、吸わないように注意して下さい。また、普通はヨウ化カリウムを過剰(約4倍)に加えると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：上田正夫 日時：2011年06月02日 17時44分54秒

塩化銀は0.001M HClには水よりも溶けにくいですが、1M HClには水よりも溶けやすい。このようになる理由を説明せよ。

名前：芦田 実 日時：2011年06月09日 13時30分00秒

上田正夫 様

質問714 塩化銀は0.001 mol/L HClには水よりも溶けにくいですが、1 mol/L HClには水よりも溶けやすい。このようになる理由を教えてください。

回答 結論から先に言うと、塩化物イオンCl⁻の濃度が大きくなると、AgCl₂⁻等の錯体（錯イオン）を作って溶解するためです。

「化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂4版」丸善によると、25℃における塩化銀AgClの溶解度Sは

$$(1) S = 1.93 \times 10^{-3} \text{ g/L} = 1.35 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

塩化銀AgClの固体（沈殿）は水に溶け難いですが、わずかに溶けて水中で銀イオンAg⁺、塩化物イオンCl⁻およびイオン対（分子？）Ag⁺Cl⁻の状態になり、これらの間に次式の化学平衡が存在すると考えられます。「化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂4版」丸善によると、このときの平衡定数K₁は

$$(2) \text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Ag}^+\text{Cl}^- , \quad K_1 = [\text{Ag}^+\text{Cl}^-] / [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.1 \times 10^3 \text{ L/mol}$$

上の式(1)と式(2)の数値が両方とも正しいならば、塩化銀AgClの固体がイオン対Ag⁺Cl⁻の状態の一部溶解していることを考えないと、うまく説明できません。

塩素イオンが過剰に存在するときは、さらに錯体（錯イオン）AgCl₂⁻、AgCl₃²⁻、AgCl₄³⁻を作ると言われています。

$$(3) \text{Ag}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_2^- , \quad K_2 = [\text{AgCl}_2^-] / [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]^2 = 1.1 \times 10^5 \text{ (L/mol)}^2$$

簡単のため、以降の錯形成反応（AgCl₃²⁻、AgCl₄³⁻）を省略します。文献によって式(1)～(3)の数値が多少変動するかと思いますが、これらが全て正確だと仮定して以下の計算を行います。したがって、以下の計算値は単なる目安であり、値の大小や変化のみに注目して下さい。

最初に、式(1)と式(2)から塩化銀の溶解度積K_{SP}を求めると

$$(4) K_{SP} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.77 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$$

次に、塩化銀AgClの総合的な溶解度Sが次式で表されると仮定すると

$$(5) S = [\text{Ag}^+] + [\text{Ag}^+\text{Cl}^-] + [\text{AgCl}_2^-]$$

純水に対する塩化銀AgClの溶解度Sは

$$(6) S \doteq (K_{SP})^{1/2} + K_1 K_{SP} + K_2 K_{SP} (K_{SP})^{1/2} = 1.35 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

0.001 mol/L 塩酸HClに対する塩化銀AgClの溶解度Sは

$$(7) S \doteq K_{SP} / [\text{Cl}^-] + K_1 K_{SP} + K_2 K_{SP} [\text{Cl}^-] = 3.92 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

同様に、1 mol/L 塩酸HClに対する塩化銀AgClの溶解度Sは

$$(8) S \doteq K_{SP} / [\text{Cl}^-] + K_1 K_{SP} + K_2 K_{SP} [\text{Cl}^-] = 1.97 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

表 純水および塩酸HClに対する塩化銀AgClの溶解度S

溶媒	[Ag ⁺], mol/L	[Ag ⁺ Cl ⁻], mol/L	[AgCl ₂ ⁻], mol/L	溶解度S, mol/L
純水	1.33×10^{-5}	1.95×10^{-7}	2.59×10^{-10}	1.35×10^{-5}
0.001mol/L塩酸	1.77×10^{-7}	1.95×10^{-7}	1.95×10^{-8}	3.92×10^{-7}
1 mol/L塩酸	1.77×10^{-10}	1.95×10^{-7}	1.95×10^{-5}	1.97×10^{-5}

※ この表の計算値は単なる目安です。値の大小や変化のみに注目して下さい。

以上の計算結果より、塩化物イオンの濃度[Cl⁻]が増加すると、銀イオンのみの溶解度[Ag⁺]が減少すること、逆に錯体のみの溶解度[AgCl₂⁻]が増加することが分かります。これらの相反する効果によって、塩化銀AgClの総合的な溶解度Sが塩化物イオンの濃度[Cl⁻]によって複雑に変化します。それゆえ結論として、塩化銀は0.001 mol/L塩酸には水よりも溶け難いが、1 mol/L塩酸には水よりも溶け易くなります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： asdf;lkj 日時： 2011年06月28日 08時03分58秒

気体の分子量の実験で、水に溶けにくい気体を水上置換で捕集するとき、ポンベの上向きと下向きで、分子量の値に大きな違いがありました。その原因として考えられることは何なんでしょうか？

名前： 芦田 実 日時： 2011年07月05日 18時35分00秒

asdf;lkj 様

質問715 気体の分子量の実験で、水に溶けにくい気体を水上置換で捕集するとき、ポンベの上向きと下向きで、分子量の値に大きな違いがありました。その原因として考えられることは何なんでしょうか？

回答 ポンベを上向きにした実験と下向きにした実験をそれぞれ何回行って平均したのでしょうか。各1回ですと、不注意で実験を失敗した可能性の方が高いと思います。実験誤差として、次のようなことが考えられます。

1つ目は気体の溶解量の問題であり、体積に誤差を生じます。ブタンや酸素等は、水500mL当たり気体が10mL程度溶けると思います。それゆえ、最初の実験では気体が水に溶け易くなります。次の実験では、最初の実験で気体が溶けました（飽和？）ので、気体が水に溶け難くなります。2つ目は気体の放出速度の問題であり、体積に誤差を生じます。気体の放出速度が大きいほど、また泡が大きいほど気体が水に溶け難くなると思います。さらに、気体の中に水が蒸発し難くなり、水の実際の蒸気圧が小さくなると思います。3つ目は圧力補正の問題であり、液面を水槽の水面と一致させないと、水柱の高さの差だけ圧力（すなわち体積）に誤差を生じます。4つ目は気体の捕集時の問題であり、気体を導入する管をポンベに接続するとき気体が空気中に漏れたり、気体を導入する管に実験開始前に入っている水の量（すなわち、メスシリンダーに混入する空気の量）が違ったり、メスシリンダーに捕集するとき気体が外に漏れると、体積に誤差を生じます。5つ目はポンベの質量測定時の問題であり、気体を導入する管を外し忘れたり、

電子天秤の数値を読み間違えると質量に誤差を生じます。6つ目は計算ミスの問題です。最後は気体の純度の問題であり、ポンペを上向きにした実験と下向きにした実験で質量に誤差を生じる可能性があります。使用したガスが非常に高純度なら問題ありませんが、カセットコンロ用のブタンガス（純度95%程度）や液化石油ガス（LPG）ですと、プロパンやブタン等の混合物になると思います。成分ごとに沸点や蒸気圧と分子量が異なりますので、ポンペの上部の気相中には低沸点（低分子量）の成分が相対的に多くなり、下部の液相中には高沸点（高分子量）の成分が相対的に多くなります。したがって、ポンペを上向きにした実験と下向きにした実験では、排出される組成（質量）が異なる恐れがあります（液体はノズルから出るときに気体に変化）。質問に分子量の値が書かれておらず、実験を見ていたわけでもありませんので、以上のどれが原因かは分かりません。後はご自分で判断して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小佐々 能彦 日時：2011年07月20日 16時58分55秒

硫酸ナトリウムの常温で使用する冷却材（最近暑さ対策で店頭販売されている冷却枕や冷却シート）の冷却メカニズムと、使用しているとだんだん大きな固まり（硫酸ナトリウムの結晶でしょうか）が生じることについて宜しければご教授いただけますでしょうか？

この夏の暑さ対策として冷却シートを購入し、使用しております（成分欄に硫酸ナトリウムと記載されている商品があります）。冷蔵庫で冷やさなくても、硫酸ナトリウムの結晶が溶ける温度（32℃）付近で熱を奪うために、冷感を感じると説明されております。32℃以下では、硫酸ナトリウムが結晶化しているが、体に当てていると体温を奪って徐々に溶ける状態（相変化と説明されています）の間は32℃付近を保つので冷感を感じるそうです。

使い始めは冷感も感じていたのですが、繰り返し使用していると、（体にあててとかしたり、冷やして固めたり）だんだんごつごつした5mmぐらいの固まりが生じてきました。販売しているメーカーに聞いたところ、40℃ぐらいのお湯で溶かせばとけますよと説明されましたが、なかなかとけないものもあります。インターネットでいろいろ見ても理由がわかりませんでした。困っていると、このホームページを偶然みつけることが出来ました。大変厚かましいお願いですが、専門的な知識がない私に教えていただけますでしょうか。中学二年生の息子の夏休みの自由研究の材料になればと考えております。お願いばかりで大変恐縮ではございますが、ご教授頂けると大変助かります。どうか宜しくお願い申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2011年07月23日 13時45分00秒

小佐々 能彦 様

質問716 硫酸ナトリウムを常温で使用する冷却材（最近暑さ対策で店頭販売されている冷却枕や冷却シート）の冷却メカニズムと、使用しているとだんだん大きな固まり（硫酸ナトリウムの結晶でしょうか）が生じることについて宜しければ

ご教授いただけますでしょうか？

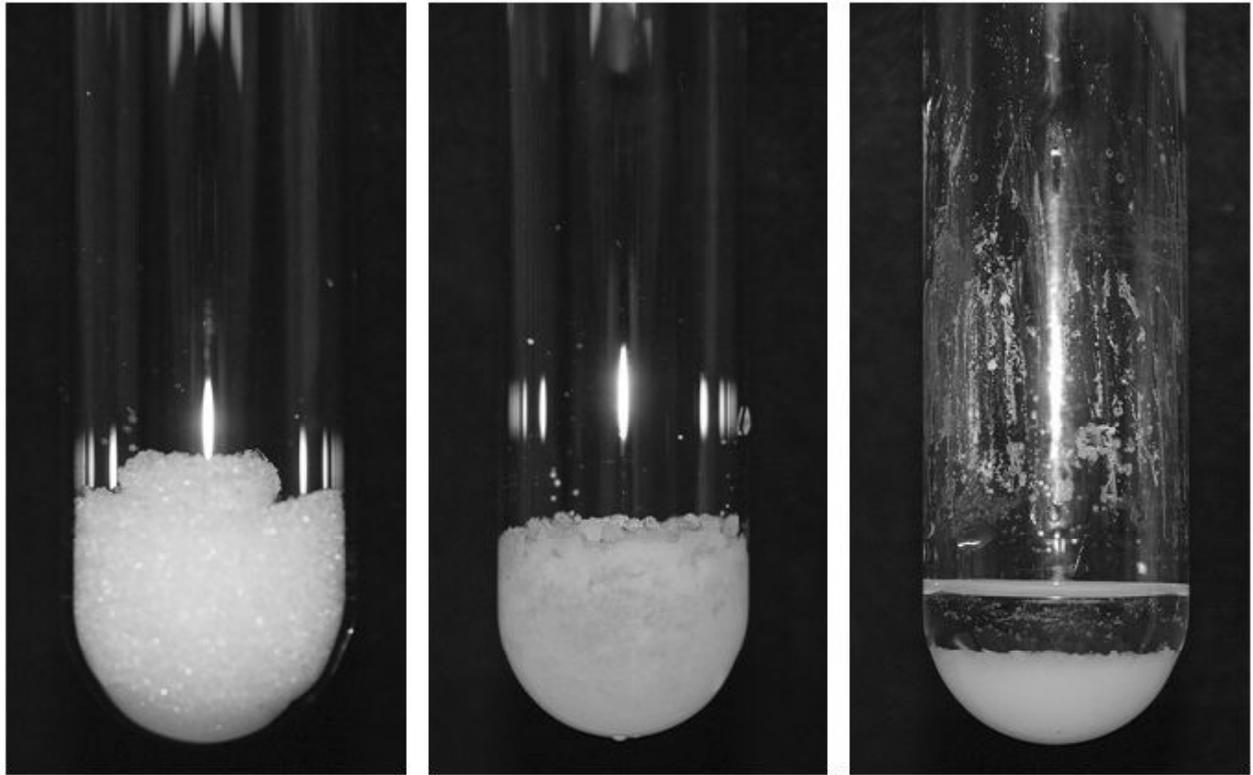
この夏の暑さ対策として冷却シートを購入し、使用しております（成分欄に硫酸ナトリウムと記載されている商品があります）。冷蔵庫で冷やさなくても、硫酸ナトリウムの結晶が溶ける温度（32℃）付近で熱を奪うために、冷感を感じると説明されております。32℃以下では、硫酸ナトリウムが結晶化しているが、体に当てていると体温を奪って徐々に溶ける状態（相変化と説明されています）の間は32℃付近を保つので冷感を感じるそうです。

使い始めは冷感も感じていたのですが、繰り返し使用していると、（体にあてて溶かしたり、冷やして固めたり）だんだんごつごつした5mmぐらいの固まりが生じてきました。販売しているメーカーに聞いたところ、40℃ぐらいのお湯で溶かせば溶けますよと説明されましたが、なかなか溶けないものもあります。インターネットでいろいろ見ても理由がわかりませんでした。困っていると、このホームページを偶然みつけることが出来ました。大変厚かましいお願いですが、専門的な知識がない私に教えていただけますでしょうか。中学二年生の息子の夏休みの自由研究の材料になればと考えております。お願いばかりで大変恐縮ではございますが、ご教授頂けますと大変助かります。どうか宜しくお願い申し上げます。

回答 安定な物質で市販されている硫酸ナトリウムには粒状の十水和物（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）と粉末状の無水物（ Na_2SO_4 ）があります。このうち硫酸ナトリウム十水和物の固体（結晶）を32.4℃以上に加熱すると、結晶水を全て放出して硫酸ナトリウム無水物に変化します（吸熱）。さらに、放出した水に硫酸ナトリウム無水物が溶解度（最大33.2mass%，32.4℃）まで溶けます。しかし、硫酸ナトリウム十水和物中には硫酸ナトリウムが無水物として（44.1mass%）含まれていますので、いくら温度を上げても全部溶けきることはありません。例えば、熱くて汗をいっぱいかいて、その汗に溺れたというイメージです。参考として、下の写真をご覧ください。さらに溶解度の詳細については、私のホームページの溶液の作り方（濃度計算と調製方法）中の「ミョウバンとその関連物質の溶解度」をご覧ください（アドレスを下記リストに載せました）。

一度溶けた硫酸ナトリウム水溶液とその沈殿はかなり安定です。温度を32.4℃より低い室温に冷やしても元の硫酸ナトリウム十水和物の固体には戻りません（過冷却）。冷蔵庫（3℃）に1時間入れてもだめで、冷凍庫に入れないと元に戻り（凍り）ません（再結晶，晶析，発熱）。市販の冷却シート等の内容物には、硫酸ナトリウム以外に塩化ナトリウム，塩化カルシウム，ベントナイト（アルミナ珪酸塩，粘土），水等が入っている様です。このうち塩化ナトリウム，塩化カルシウム，ベントナイト等が硫酸ナトリウム十水和物に戻る手伝い（触媒？）をしているのではないかと想像します（実験して確かめた訳ではありません）。何度も使ってるうちに5mmぐらいの固まりが生じたそうですが、硫酸ナトリウム十水和物の粒が再結晶の効果で大きくなったか、または小さい粒同士が再結晶の最中にくっついたものと思います。使い心地が悪くなりますが、硫酸ナトリウム十水和物の固体に戻り易く、溶解と再結晶を簡単に繰り返す様でなければ、冷却効果が長持ちしない様に思います。そこが特許の要点なのではないかと想像します（下記リスト中のメーカーのホームページや特許の紹介もご覧ください）。40℃ぐらいのお湯で温めれば溶けると説明されたそうですが、完全に溶けるためには硫酸ナトリウム十水和物に水を添加する必要があると思います。したがって、水は溶解度付

熱する前 →→ 熱した後



近で濃度を調節していると想像します。最後に冷却シートとしての使い心地の問題があると思いますが、これにはベントナイト等が関係しているかもしれません。なお、特許が関わっていますので、念のため自由研究の成果の取り扱いに注意して下さい。その他、類似の製品にはアルコールの入っている物がある様です。しかし、塩化ナトリウムや硫酸ナトリウムの水溶液にアルコールを添加すると水とアルコールの混合溶媒になり、溶解度が著しく減少して塩化ナトリウムや硫酸ナトリウムの白色沈殿を多量に析出すると思います。それゆえ、類似の製品におけるアルコールの役目はよく分かりません。この場合には、添加しない方が望ましいと思います。

<http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/calcgrap/apadj013.html>

<http://www.kenseisya.jp/material.html>

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=19990310&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=JP&NR=2869633B2&KC=B2

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小佐々 能彦 日時：2011年07月24日 10時38分27秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 先生

早速のご返答、誠にありがとうございました。このように丁寧で分かりやすい

回答を頂きまして感謝致します。取り急ぎお礼のメールにて失礼いたします。

小佐々 能彦

名前：油野 明子 日時：2011年08月09日 15時06分06秒

ステンレスのモル質量を求めたいのですが、どのようにすればいいですか。なお、化学式は不明です。成分比率のみ分かります。ちなみに、知りたいステンレスはSUS304です。

名前：芦田 実 日時：2011年08月11日 23時25分00秒

油野 明子 様

質問717 ステンレスのモル質量を求めたいのですが、どのようにすればいいですか。なお、化学式は不明です。成分比率のみ分かります。ちなみに、知りたいステンレスはSUS304です。

回答 質問の意図が全く理解できません。液体の水溶液と固体の固溶体の違いがありますが、この質問は海水のモル質量の求め方を質問しているのと同様です。SUS304は γ 鉄FeにニッケルNiやクロムCrが溶けたオーステナイト系ステンレスです。1010~1150°Cから焼き入れ（急冷）した物なら、ほぼ完全に固溶体になっていると思います。川が流れ込んでいたりしますので、海水は場所（海域）によって濃度が微妙に異なります。一方、SUS304のJIS規格ではNiが8.00~10.50 mass%，Crが18.00~20.00 mass%ですから、ロット（生産単位）ごとに組成（濃度）が微妙に異なり、正確な成分比率は分析してみないと分かりません。メーカーに成分表を要求しても、JIS規格のコピーしかもらえないかもしれません。言い換えると、組成に関してはJIS規格内に収まってさえいれば良いわけで、メーカーはその程度の物しか作っていないと思います。海水には塩化ナトリウム以外に、塩化マグネシウム、硫酸マグネシウムや硫酸カルシウム等が溶けています。一方、SUS304にもFe、CrやNi以外に、マンガンMn（2.00 mass%以下）、ケイ素Si（1.00 mass%以下）や炭素C（0.08 mass%以下）等が合わせて3 mass%程度含まれています。最後に、モルは数の単位ですから、その対象となる物質（分子、単体や化合物等）を特定する必要があります。すなわち、何（対象物質）が幾つ（mol）あるという言い方です。多数の成分が含まれ、しかもそれらの濃度がばらつく様な海水やステンレス鋼にモルの対象となる唯一の物質を決められるのですか。以上の理由から、海水の様な無機塩の混合水溶液全体およびSUS304の様な合金全体（化学式？）に対してモル質量を決める意味が全くないし、また決めることが不可能だと思います。もしも、SUS304で決められるとしたら、各成分のモル分率を考慮した平均の原子量だと思います。しかし、この値でさえ正確な組成（成分比率）が分からなければ計算できません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：出澤 正孝 日時：2011年09月06日 14時00分44秒

EDTAと次亜塩素酸ナトリウムを混合したときに発泡する気体は塩素ガスでしょうか？あるいは酸素でしょうか？

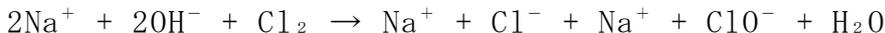
名前：芦田 実 日時：2011年09月14日 15時55分00秒

出澤 正孝 様

質問718 EDTAと次亜塩素酸ナトリウムを混合したときに発泡する気体は塩素ガスでしょうか？あるいは酸素でしょうか？

回答 市販されているEDTAにはエチレンジアミン四酢酸EDTA（またはEDTA・4H）、エチレンジアミン四酢酸三カリウムEDTA・3K、エチレンジアミン四酢酸三ナトリウムEDTA・3Na、エチレンジアミン四酢酸四ナトリウムEDTA・4Na、エチレンジアミン四酢酸二カリウムEDTA・2K、エチレンジアミン四酢酸二ナトリウムEDTA・2Na等の多くの種類があり、水和物の形のものが多いです。カリウム塩やナトリウム塩では酢酸のカルボキシル基の水素の一部がイオンになって電離し、カリウムイオンやナトリウムイオンで置換されています。質問文ではEDTAしか書いてありませんので、全く置換されていない物（EDTA・4H）だと解釈して回答します。エチレンジアミン四酢酸EDTA・4Hを水に溶かすと、酢酸のカルボキシル基の一部が電離して水素イオンH⁺を生じ弱酸性になります。

次亜塩素酸ナトリウム水溶液は、塩化ナトリウム水溶液を隔膜を用いずに電気分解したり、水酸化ナトリウム水溶液に塩素を通じて作るそうです。



したがって、市販の次亜塩素酸ナトリウム水溶液には塩素イオンが含まれている可能性があります。次亜塩素酸ナトリウム水溶液を酸で分解すると塩素ガスを発生するそうです。



したがって、発生した気体の大部分は塩素ガスだと想像します。特有の刺激臭がしませんでしたか。なお、次亜塩素酸ナトリウムが自己分解すれば酸素を発生しますので、少量の酸素ガスが含まれている可能性もあります。



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：田中 晃二 日時：2011年09月21日 20時04分43秒

キサントプロテイン反応のニトロ化について質問します。普通のニトロ化は混酸を使いニトロニウムイオンを効率よく生成し、反応性を高めていると思うのですが、アミノ酸・タンパク質のニトロ化に濃硫酸を使わない理由を教えてください。

名前： 芦田 実 日時： 2011年09月26日 23時05分00秒

田中 晃二 様

質問719 キサントプロテイン反応のニトロ化について質問します。普通のニトロ化は混酸を使いニトロニウムイオンを効率よく生成し、反応性を高めていると思うのですが、アミノ酸やタンパク質のニトロ化に濃硫酸を使わない理由を教えてください。

回答 このホームページは無機化学系（または物理化学系）の研究室で作っています。この質問は守備範囲を超えています。想像を含めて一応回答しますが、不正確で誤りを含んでいる可能性があります。詳細については、有機化学や分析化学の専門家に質問して下さい。

実験した訳ではありませんが、2つの理由が考えられます。1つ目は、濃硫酸を使う必要がないほど反応が速いためです。純粋なベンゼンは安定なので混酸を使わないとほとんどニトロ化できないと思います。フェニルアラニンのベンゼン環には活性な置換基が付いていないので、ニトロ化の速度がかなり遅く、キサントプロテイン反応を起こし難いそうです。フェニルアラニンと比較して、チロシンとトリプトファンには-OH基等の置換基が付いていてベンゼン環を活性化し、キサントプロテイン反応を起こし易いそうです。詳細については、質問707、443の回答をご覧ください。

2つ目は、濃硫酸を加えると別の反応が同時に起こったり、色が変わってキサントプロテイン反応の黄色や橙色が分からなくなるためです。有機物と濃硫酸の反応で思い当たるのは、脱水反応（炭化）と酸化・還元反応です。例えば、濃度の大きい砂糖水に濃硫酸を加えると脱水反応が起こり、発熱して水蒸気を発生し、真っ黒な泡の固まりが勢いよく盛り上がります。アミノ酸やタンパク質の濃度が大きい場合に炭化が起こって黒色になったら、黒色の濃さにもよりますが黄色や橙色が分かり難くなります。アミノ酸やタンパク質等に濃硫酸を加えて加熱する方法ではケルダール法が有名です。この方法でも炭化や酸化・還元反応が起こるそうです。詳細については、参考として下記のホームページをご覧ください。または、ご自分で実際に実験して確かめて下さい。

<http://www.osaka-c.ed.jp/kak/web/kenkyuu17/pdf/02/51.pdf>

http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou_nougyou/jikken/SubShokuhin/10/genri.html

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前： 福山洋一 日時： 2011年10月01日 10時33分36秒

茶渋等で黄色くなってしまった歯を白くしたいと考えていてふと思いつきました。茶渋の付いた湯のみはいくらこすっても落ちないけど、ハイターなどの漂白剤を使えばすぐにきれいになる。だったら歯の汚れも落ちるのではないかと。そこでより強力な塩素系の方からその成分を調べてみたところ、次亜塩素酸ナトリウム（塩素系）、界面活性剤（アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム）、水酸化ナトリウム（アルカリ剤）とありました。いくら薄めてもちょっと危険かなと思ひ、次に酸素系の方の成分を調べたところ、過炭酸ナトリウム（酸素系）、界面

活性剤（ポリオキシエチレンアルキルエーテル）、アルカリ剤（炭酸塩）、安定化剤とありました。これなら飲みさえしなければ危険は少ないように思いますが、どうなのでしょう。口内の粘膜にこれらの薬品が与えるダメージについて教えてください。

名前：芦田 実 日時：2011年10月06日 12時15分00秒

福山洋一 様

質問720 茶渋等で黄色くなってしまった歯を白くしたいと考えていてふと思いつきました。茶渋の付いた湯のみはいくらこすっても落ちないけど、ハイターなどの漂白剤を使えばすぐにきれいになる。だったら歯の汚れも落ちるのではないかと。そこでより強力な塩素系の方からその成分を調べてみたところ、次亜塩素酸ナトリウム（塩素系）、界面活性剤（アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム）、水酸化ナトリウム（アルカリ剤）とありました。いくら薄めてもちょっと危険かなと思い、次に酸素系の方の成分を調べたところ、過炭酸ナトリウム（酸素系）、界面活性剤（ポリオキシエチレンアルキルエーテル）、アルカリ剤（炭酸塩）、安定化剤とありました。これなら飲みさえしなければ危険は少ないように思いますが、どうなのでしょう。口内の粘膜にこれらの薬品が与えるダメージについて教えてください。

回答 使い古しの歯ブラシに歯磨きを付けて、茶渋の付いた茶碗等を磨くとかなり綺麗になります。すなわち、歯磨きには軟らかい研磨剤が元々入っていますので、歯の磨き方の問題ではないのでしょうか。それでもだめなら歯医者に相談してみてください。

化学薬品を口に入れる事は非常に危険ですから、絶対にやらないで下さい。製薬会社の製品安全データシートMSDS等によると、塩素系の漂白剤の成分である次亜塩素酸ナトリウムは皮膚を刺激し、皮膚炎を起こすそうです。さらに、目に入ると激痛を起こし、角膜に潰瘍を起こすそうです。水酸化ナトリウムは劇物であり、皮膚や粘膜に対して腐食性があり、目に入ると失明することがあり、鼻やのどに炎症を起こすそうです。酸素系の漂白剤の成分である過炭酸ナトリウムは、炭酸ナトリウムと過酸化水素の混合物です。炭酸ナトリウムは水に溶けてアルカリ性を示し、皮膚や粘膜を刺激するそうです。過酸化水素は劇物であり、皮膚や粘膜に対して腐食性があり、薬傷を起こすそうです。目に入ると角膜が侵され、失明することがあるそうです。さらに、高濃度のものが皮膚に付くと、白斑を生じて真っ白になり、ヒリヒリと痛みます。詳細については、例えば下記のホームページ等をご覧ください。

http://www.siyaku.com/cgi-bin/gx.cgi/applogic+ufg280smsds_pr.ufg280smsds_inputkey

<http://www3.kanto.co.jp/catalog/Csearch.aspx>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：太田智雄 日時：2011年10月03日 20時49分00秒

果物電池について質問します。果物電池を直列につないで電流を測定したとこ

ろ、果物の数（半分に切ったレモンなど）を増やすほど電流が小さくなりました。4年生で既習の「電池を直列につなぐと電流は大きくなる」という結果になると予想していたのですが、電流が小さくなる理由を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2011年10月19日 18時15分00秒

太田智雄 様

質問721 果物電池について質問します。果物電池を直列につないで電流を測定したところ、果物の数（半分に切ったレモンなど）を増やすほど電流が小さくなりました。4年生で既習の「電池を直列につなぐと電流は大きくなる」という結果になると予想していたのですが、電流が小さくなる理由を教えてください。

回答 電池には内部抵抗がありますので、それを含めて直列回路を考える必要があります。外付け抵抗を R_0 とします。電池1，電池2の起電力をそれぞれ V_1 ， V_2 とし、内部抵抗をそれぞれ R_1 ， R_2 とします。電池1と外付け抵抗を接続した回路の電流 I_1 は

$$(1) I_1 = V_1 / (R_0 + R_1)$$

電池1，電池2と外付け抵抗を直列接続した回路の電流 I_2 は

$$(2) I_2 = (V_1 + V_2) / (R_0 + R_1 + R_2)$$

実験結果より電流 I_1 と電流 I_2 の大小関係は

$$(3) I_1 > I_2$$

式(1)～(3)を連立させて解くと、次の条件式が得られます。

$$(4) V_2 / R_2 < V_1 / (R_0 + R_1)$$

さらに、電池の起電力が等しい場合に、式(4)は次の様に簡単になります。

$$(5) V_1 = V_2 \text{ のとき } R_2 > R_0 + R_1$$

上式は、後から接続する電池2の内部抵抗が最初の電池1の内部抵抗＋外付け抵抗の和より大きい場合に、電池の数を増やすほど電流が小さくなることを表しています。電池3や電池4を追加しても同様な条件式が得られます。したがって、後から接続した電池2の性能がかなり悪かった可能性があります。または、外付け抵抗を接続していなければ($R_0 \doteq 0$)、容易に式(5)の条件が成立する恐れがあります。さらに、外付け抵抗を接続していなければ、電池が短時間で消耗しますので、最初の電池1だけでも電流が小さくなっていた恐れがあります。それゆえ、電流の経時変化を調べてみるべきだと思います。

その他に、電池の内部抵抗が大きくなる原因としては、電極表面に酸化膜（サビ）ができる、電極間の距離が長くなる、電極間に果物の房の膜（抵抗が大きい）が入る、電極を果物に刺した部分の面積が小さくなる、果物の切断面上の果汁がたれて無くなる、消極剤を加えていないため電極表面で気体が発生して分極する、果物を切断する前の揉み方が不十分で果汁のしみ出し方が弱い、温めていた果物の温度が時間が経って下がったこと等が考えられます。果物電池については、参考として下記のホームページもご覧下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：翔 日時：2011年10月27日 23時03分49秒

水溶液で、質量は溶質と溶媒の合計になるが、かさは、合計にならないのは、なぜですか？非常に焦ってます！5分内位は無理がありますが、できるだけ、早くおねがいします。

名前：芦田 実 日時：2011年10月29日 23時55分00秒

翔 様

質問722 水溶液で、質量は溶質と溶媒の合計になるが、体積は合計にならないのは、なぜですか？非常に焦ってます。5分以内は無理がありますが、できるだけ早くおねがいします。

回答 ホームページに書いてあるように、急ぎの質問は原則としてお断りしています。多忙であるためです。また、私が満足するような丁寧な回答を作成するためには、長い時間がかかるためです。

質量については保存則が成立しますので、溶解後の水溶液の質量は溶解前の溶質と溶媒の質量の合計になります。しかし、溶解すると密度が変化しますので、溶解後の水溶液の体積は溶解前の溶質と溶媒の体積の合計とは異なります。下の表の例では、溶解に伴って体積が3%前後減少しています。このような現象が起こる理由としては、液体の水が水素結合による隙間だらけの構造をしていることが考えられます。さらに、溶解に伴って水分子間の水素結合が一部切れて、イオンに対する水和が起こったり、エタノールと水素結合したりして、水の隙間だらけの構造が壊れて少し詰まること等が考えられます。

表 溶解に伴う体積の変化

	物質	温度, °C	密度, g/mL	質量, g	体積, mL	溶解前の体積の合計, mL
溶解前	水	25	0.9970	800	802.4	895.0
	NaCl	20	2.16	200	92.6	
溶解後	食塩水	25	1.1453	1000	873.1	
溶解前	水	25	0.9970	500	501.5	1137.6
	エタノール	25	0.786	500	636.1	
溶解後	エタノール水溶液	25	0.9099	1000	1099.0	

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：木田真貴子 日時：2011年10月26日 07時57分00秒

芦田先生、こんにちは。埼玉県の中学校の教員です。3年前に、清水研究室で

長研でお世話になっていた者です。中学校の理科の授業で質問があります。

化学電池を作成する実験で、2種類の金属を利用しないと電池ができないことを確認するために、生徒が亜鉛板2枚と5%硫酸を用いて実験をしました。私も生徒も電流は流れないものと思っていましたが、実際には電流が流れました。これは電池ができたと考えて良いのでしょうか。原因を教えてください。

また、亜鉛板と銅板を電極にした場合、銅板側から水素が発生し、亜鉛板からは気体は発生しないと教科書には書いてありますが、実際には、亜鉛板の極から気体が発生します。これは、水素ですか。そちらの原因も教えてください。

よろしくおねがいします。

名前：芦田 実 日時：2011年10月31日 00時25分00秒

木田真貴子 様

質問723 芦田先生、こんにちは。埼玉県の中学校の教員です。3年前に、清水研究室で長研でお世話になっていた者です。中学校の理科の授業で質問があります。

化学電池を作成する実験で、2種類の金属を利用しないと電池ができないことを確認するために、生徒が亜鉛板2枚と5%硫酸を用いて実験をしました。私も生徒も電流は流れないものと思っていましたが、実際には電流が流れました。これは電池ができたと考えて良いのでしょうか。原因を教えてください。

また、亜鉛板と銅板を電極にした場合、銅板側から水素が発生し、亜鉛板からは気体は発生しないと教科書には書いてありますが、実際には、亜鉛板の極から気体が発生します。これは、水素ですか。そちらの原因も教えてください。

よろしくおねがいします。

回答 化学電池については、質問721, 624, 581, 458, 433, 421等の回答もご覧下さい。

亜鉛板2枚と5%硫酸を用いた実験では、実際に電流が流れたのですから電池ができたと考えられます。ただし、電圧と電流がかなり小さく、実用にはならなかったと想像します。同じ金属を用いて電池ができない（電圧と電流が全く発生しない）場合は、非常に理想的な状態であると思います。電池は電極の表面反応に基づきますから、同じ金属を用いて電池ができないためには、金属表面が清浄で酸化膜や汚れが無く、溶液に浸ける面積が等しい等の必要があると思います。しかし、実際の金属はどんなに清浄でも必ず表面に極薄い酸化膜があると思います。さらに、多結晶体ですから、酸化の程度が異なる種々の結晶面が表面に露出し、また活性な結晶粒界も多数存在します。したがって、原子レベルで均一な表面は存在せず、同じ金属でも全く同一の起電力になる訳ではありません。金属板が1枚だけでも、溶液に浸けると場所によって溶解速度に差が生じて局部電池ができ、腐食電流が局所的に流れます。電池が一度できて電流が流れると、表面が荒れて状態・形状が複雑に変化し、ますます2枚の金属板の起電力に差ができると想像します。消極剤を加えていなければ、2枚の電極表面の気体発生量が異なり分極の程度にも差ができると思います。さらに、2枚の電極表面付近のイオン濃度にも差ができ、濃淡電池の効果も生じるかもしれません。

亜鉛板と銅板を電極にした場合に、亜鉛板の表面から発生する気体は水素と考えられます。亜鉛板1枚だけを酸に浸けると、亜鉛が酸に溶解して水素が発生します。これと同じ溶解反応が、亜鉛板に余裕があって電池反応以外に、同時に起

こっただけだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：中村 幸夫 日時：2011年11月03日 23時47分12秒

加工等を行った後の治具（材質：SUS，寸法：17×37×20mm，数量：36本）を洗浄カゴに入れて自動洗浄機（4槽：市水＋洗剤＋超音波，市水，純水，純水すすぎ，乾燥炉）で洗浄と乾燥を行っています。治具にはM3のビス穴が4箇所あり，洗浄機を通過してきた治具を確認すると，ビス穴内に水分が残っているものが見受けられます。治具表面はきれいに乾燥されています（乾燥炉設定温度は65℃，乾燥時間は5分間）。そこで，乾燥オーブンをを用いて（設定温度70℃，15分間）乾燥させますが，それでもまだビス穴内に水分が残っているものが確認されます。なぜ，これだけ乾燥させてやっても，ビス穴内に水分が残るのでしょうか？論理的に解れば，手は打てると思うのですが，解りません。オーブンに入れる前に，洗浄カゴ自体に振動を与えてやると多少良い様にも思えますが，関係あるのでしょうか？ご教授頂ければと思います。よろしくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2011年11月08日 00時30分00秒

中村 幸夫 様

質問724 加工等を行った後の治具（材質：SUS，寸法：17×37×20mm，数量：36本）を洗浄カゴに入れて自動洗浄機（4槽：市水＋洗剤＋超音波，市水，純水，純水すすぎ，乾燥炉）で洗浄と乾燥を行っています。治具にはM3のビス穴が4箇所あり，洗浄機を通過してきた治具を確認すると，ビス穴内に水分が残っているものが見受けられます。治具表面はきれいに乾燥されています（乾燥炉設定温度は65℃，乾燥時間は5分間）。そこで，乾燥オーブンをを用いて（設定温度70℃，15分間）乾燥させますが，それでもまだビス穴内に水分が残っているものが確認されます。なぜ，これだけ乾燥させても，ビス穴内に水分が残るのでしょうか？論理的に解れば，手は打てると思うのですが，解りません。オーブンに入れる前に，洗浄カゴ自体に振動を与えてやると多少良い様にも思えますが，関係あるのでしょうか？ご教授頂ければと思います。よろしくお願い致します。

回答 温度が65～70℃の密閉された空間に水が多量に有れば，液体と水蒸気（湿度100%）の両方の状態で共存します。すなわち，蒸発－凝縮（液化）の平衡状態になり，いつまで経っても乾燥しません。乾燥させるためには，開放して風を送り，湿った空気を乾いた外気と入れ替える必要があります。M3雌ネジの場合にも，ビス穴の内径（約φ2.46mm）が小さいので，中の湿った空気と外の乾いた空気が入れ替わり難く，穴の中が密閉された空間と同様になったものと思います。ビス穴が治具を貫通していなければ，さらに乾燥し難くなります。これを解決する方法としては，①治具の置き方を工夫して乾燥中にビス穴に風を送る，②水が蒸発し易い様に乾燥温度をさらに上げる，③乾燥前のすすぎに，水と混ざり易く水よりも蒸発し易いアルコール等の溶媒を使用する，④オーブンに入れる前に洗浄カゴ自体に振動を与えて水を良く切る，⑤オーブンに入れる前にアルコール等の溶

媒ですすぐ等が考えられます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芦田 実 日時：2011年11月13日 23時00分00秒

質問725 初めまして。CODについて実験を行うつもりで、5 mM過マンガン酸カリウム標準溶液を作ろうと思っています。私が参考している図書に「0.8gの過マンガン酸カリウムを水1 Lに溶かし、これを沸騰している水浴上で2時間以上加熱し、一夜放置後ガラスろ過器でろ過し、褐色ビンに保存する」と書いてありました。その通りにしたところ「加熱はしなくてよい。その代わりに、三ヶ月放置しておかなければならない。なぜだか調べてきなさい」と言われました。図書館などに行き、いろいろ図書を閲覧したのですが、そこまで書いてある図書がなかなか見つからなくて、途方にくれています。もしよろしければ、お教え下さい。よろしくお願ひします。

回答 反応速度と浮遊物の分離に関する問題だと思います。水中の還元性物質を過マンガン酸カリウムが酸化する速度が遅いため、普通の方法では加熱して反応速度を速くしているのだと思います。加熱しないならば、還元性物質を完全に酸化するために非常に長い時間が必要になるだろうと思います。さらに、加熱して一夜放置すると、液中に多量の浮遊物が漂っていたと思います。ろ過するとき、この浮遊物がろ過器の目に詰まって、ろ過に時間がかかったり、ろ過器をしばしば取り替える必要があります。三ヶ月放置しておくことにより浮遊物の大部分を沈殿させ、浮遊物の少ない上澄み液をろ過することによって、ろ過の時間を短縮することも期待できます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小島 寛 日時：2011年12月05日 02時11分35秒

高等学校で教師をしております。酸化還元滴定の実験について質問します。

①過マンガン酸カリウム水溶液は光で分解されるため、褐色のビンに保存すると、実験書には書かれています。具体的にはどのような反応が起こるのか教えてください。また、どの程度分解されるのか（照度や反応速度など）教えてください。

②オキシドールを、硫酸を加え酸性で過マンガン酸カリウム水溶液で滴定を行いました。終点に達しうすい赤紫色になった溶液を10分程度置いておいたら色が褐色に変色しました。どのような反応が起こっているのか教えてください。

以上2点よろしくお願ひいたします。

名前：芦田 実 日時：2011年12月09日 00時40分00秒

小島 寛 様

質問726 高等学校で教師をしております。酸化還元滴定の実験について質問しま

す。

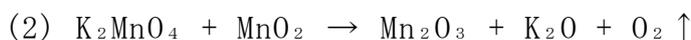
①過マンガン酸カリウム水溶液は光で分解されるため、褐色のビンに保存すると、実験書には書かれています。具体的にはどのような反応が起こるのか教えてください。また、どの程度分解されるのか（照度や反応速度など）教えてください。

②オキシドールを、硫酸を加え酸性で過マンガン酸カリウム水溶液で滴定しました。終点に達して薄い赤紫色になった溶液を10分程度放置したら色が褐色に変化しました。どのような反応が起こったのか教えてください。

以上2点よろしく願いいたします。

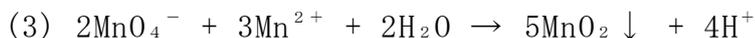
回答 ①過マンガン酸カリウム水溶液が光で分解される反応は、調べた範囲で分かりませんでした。後は原著論文を調べるしかないと思います。

過マンガン酸カリウムは熱でも分解され、酸素 O_2 を発生してマンガン酸カリウム K_2MnO_4 と二酸化マンガン MnO_2 を生じます。さらに、熱分解すると三酸化二マンガン Mn_2O_3 を生じます。



光分解も熱分解も外から加えられたエネルギーによって引き起こされる自己分解ですから、光分解でも上の式(1)と類似の反応が起こり、二酸化マンガン MnO_2 等を生じるだろうと想像できます。どの程度分解されるのか（照度や反応速度など）も分かりませんでした。しかし、褐色ビンに入れて保存すれば、1ヶ月間くらいは濃度変化を無視できる様に思います。

②終点に達した薄い赤紫色の溶液を10分程度放置したら褐色に変化した理由は、過マンガン酸イオン MnO_4^- とマンガンイオン Mn^{2+} が反応して、水に不溶な二酸化マンガン MnO_2 の微粒子を生じたためだと思います。



詳細については、私のホームページの計算と作図・溶液の作り方の「酸化還元滴定($KMnO_4$)」中の「滴定曲線（酸化・還元電位）の計算方法」をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐野 日時：2011年12月21日 22時44分35秒

$2Na^+ + 2Cl^- \rightarrow 1NaCl$ （上付きの+と-はイオン記号を表します）の化学式の件で、なぜこの様になるのか説明をお願いいたしたくメールしました。よろしくおねがいします。

名前：芦田 実 日時：2011年12月31日 16時20分00秒

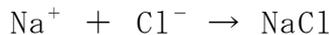
佐野 様

質問727 $2Na^+ + 2Cl^- \rightarrow 1NaCl$ （上付きの+と-はイオン記号を表します）の化学式の件で、なぜこの様になるのか説明をお願い致したくメールしました。

よろしくお願ひします。

回答 説明不足で質問の意味が良く理解できません。この様な質問は本来なら削除対象です。

質問の意味が化学反応の量的関係ならば、上の式は誤りです。ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- は1 : 1で反応しますので、正しくは下の式の様になります。ただし、希薄水溶液ならばナトリウムイオンと塩化物イオンは電離したままです。イオン対($\text{NaCl}?$)や沈殿($\text{NaCl}?$)にはなりませんので、下の式には意味が無くなります。



質問の意味が、同じ濃度(例えば 2 mol/L)のナトリウムイオン Na^+ を含む水溶液と塩化物イオン Cl^- を含む水溶液を同じ体積(例えば 100 mL)ずつ混合した前後の濃度関係ならば、下の表の様に混合により体積が2倍になりますので、濃度は1/2になります。

表 混合前後の濃度と体積の関係

化学種	混合前の濃度	混合前の体積	混合	混合後の濃度	混合後の体積
ナトリウムイオン Na^+	2 mol/L	100 mL	→	1 mol/L	200 mL
塩化物イオン Cl^-	2 mol/L	100 mL		1 mol/L	

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：あゆみ 日時：2011年12月22日 00時36分23秒

分解フラスコに銅カリウムと濃硫酸と試料を加えて加熱すると黒くなるのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2011年12月31日 17時10分00秒

あゆみ 様

質問728 分解フラスコに銅・カリウム触媒と濃硫酸と試料を加えて加熱すると黒くなるのはなぜですか？

回答 有機物中の窒素をケルダール法によって分析しているときの現象だと想像して回答します。濃硫酸によって有機物が脱水・分解され、炭素を生じて黒色になっただけだと思います。詳細については、参考として質問719の回答および下記のホームページをご覧ください。

<http://www.sakamai.jp/bunseki.html>

<http://www.nctd.go.jp/senmon/shiryo/nougyou/h/h-2/h-2-2/h-2-2.html>

<http://www.shinko-keirin.co.jp/kori/science/kagaku/kawai.html>

http://www.j-sl.com/chn/write_08/08_main04.html

<http://iss.jaxa.jp/spacefood/pdf/attachment.pdf>

V. ホームページの開発

1. 理科カレンダー

理科教育講座教員の協力を得て制作した2011年度版理科カレンダーを以下に載せる。「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」のホームページ（アドレス <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/index.php>）からこれらのpdf版をダウンロードすることができる。



「ガウス加速器」の実験 アルミニウム製のレールの上に鋼球を並べて、衝突させます。



「ファラデーモータ」の実験 コイルを巻くことなく、簡単なしくみでモーターが回ります。

「ガウス加速器とファラデーモータ」

近藤研究室

ガウス加速器とファラデーモータは、当研究室で行っている出張講義のテーマの一つです。

ガウス加速器はアルミニウム製のレールの上で鋼球を転がして、衝突させる実験です。衝突した鋼球は、中学校で学習するエネルギー保存則や高等学校で学習する運動量保存則から考えると、予想のつかない運動をするため大変興味深い実験です。

モーターを作るとすると、エナメル線を巻いてコイルを作ることを考えるでしょう。ファラデーモータは、コイルの無い簡単なモーターです。本当に簡単な仕組みなので、これが回ることが不思議に思えてきます。

◀ 2011 ▶
◀ 04 ▶

日	月	火	水	木	金	土
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30



【石垣島の鍾乳洞】

写真は石垣島の新石垣空港建設予定地で工事中に発見された鍾乳洞である。石垣島は珊瑚が石灰岩化し、それが隆起してできた島なので全体的に石灰岩質の地質となっている。そのため鍾乳洞が生まれやすい。また、温暖な気候のため鍾乳石の成長が早く、立派な鍾乳洞が生まれやすい。

岡本研究室では、鍾乳石のうち下から上に成長している「石筍」をサンプルにした過去の気温を復元する研究も行っている。[地学／岡本研究室]

◀ 2011 ▶

☺ 05 ☺

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				



【ムラサキウニ】

磯でよく見つかるウニ。石の下や岩のすき間にすむ。夏に卵を産み、体外受精した卵は、その後ブルテウス幼生へと成長する。約1ヵ月後に変態して稚ウニとなる。[生物/日比野研究室]

◀ 2011 ▶
 ◀ 06 ▶

日	月	火	水	木	金	土
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

やってみよう!

つくえの上で
やろう!



コップの^{うえ}上にヘビを
のせて、まるめた
あつ紙^{かみ}で^{こえ}声^だを出す

ヘビの動きかた
を変えるにはど
うしたらいいか
な??

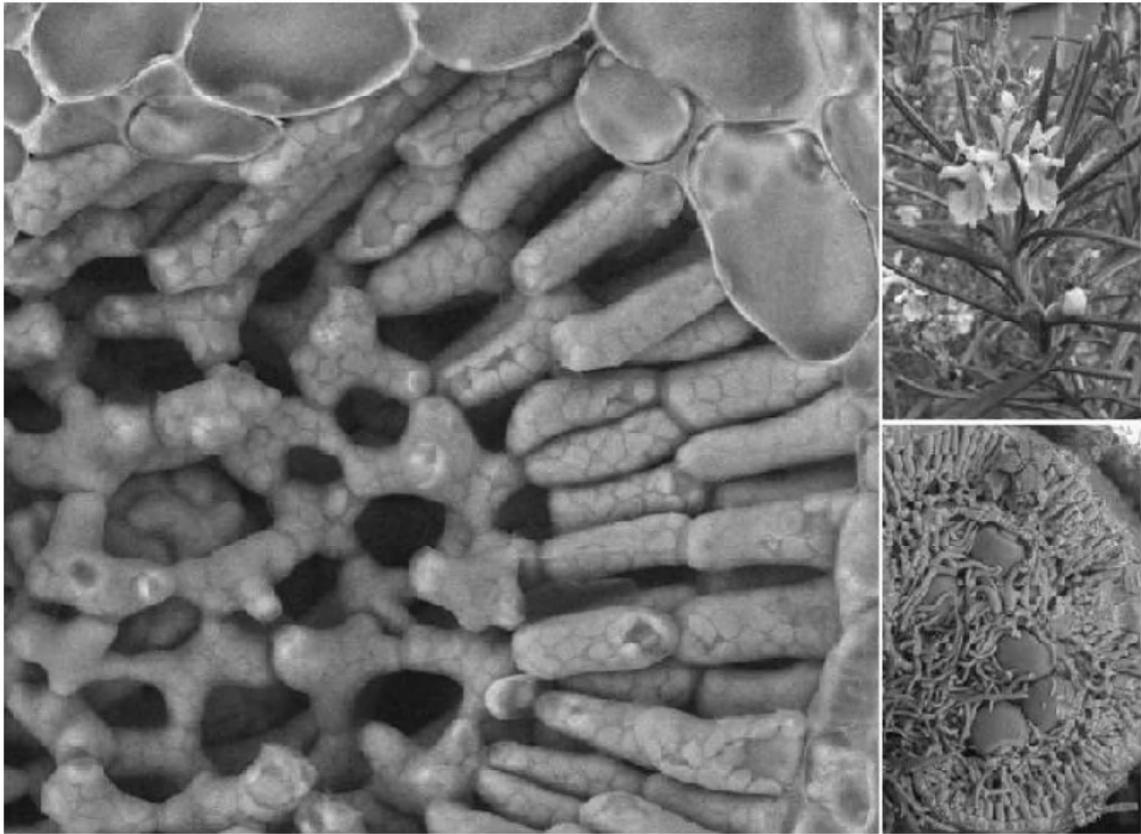


【ダンシング・スネーク】

学生たちと観察実験教室で行っている音についての学習です。筒に向けて、声を出すと紙コップの上のモールでつくったヘビがくるくと回ります。高い声を出すとヘビが早く回転し、低い声をだすとゆっくりと回転します。音が紙コップをふるわせ、その振動で動くことを体験を通して学びます。 清水誠研究室

◀ 2011 ▶
07

日	月	火	水	木	金	土
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18 祭日	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						



マンネンロウ [金子 康子]

マンネンロウはシソ科の低木で、葉は香りが強く料理に用いられます。

右上はマンネンロウの花と葉。右下は葉を凍らせて割った断面を電子顕微鏡で観察したところ。丸まった葉の内側にたくさんのけに囲まれた香りの袋が5個見えます。

左は葉の断面の拡大像。葉の表側(右)に沿って筒状の細胞(柵状組織細胞)が並び、そこから葉の裏側(左)に向かって、複数の突起を持った細胞(海綿状組織細胞)が見えます。細胞の表面内側に葉石のようにぎっしりと並ぶのは葉緑体です。筒状の細胞の幅はおよそ10 μ m。

◀ 2011 ▶
08

日	月	火	水	木	金	土
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

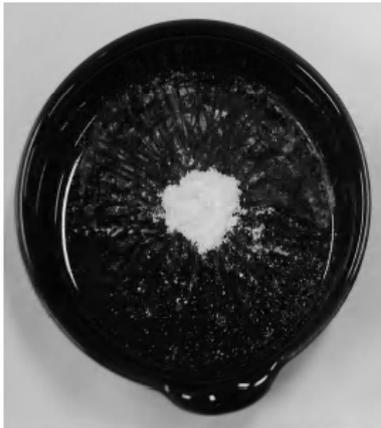


図1 乾燥直後に加熱停止

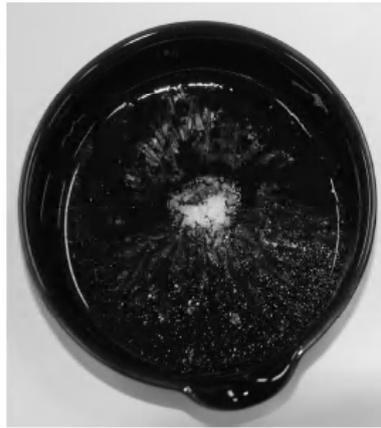


図2 45分放置した後



図3 アルミ箔を使用した場合

アルミニウムの溶解と蒸発乾固

アルミ板(5×5×0.3mm, 0.02g)を希塩酸に溶かし, 加熱して塩酸を蒸発させる(粉末の飛散に注意)と白色粉末を取り出すことができる(図1). 乾燥直後に加熱を止めると, 粉末が後で溶け出すことがある(図2). これは, 塩化アルミニウム六水和物 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ が潮解性をもつためである. これを防ぐには, 水分がなくなった後, さらに1~2分加熱し, 結晶水を完全にとばす必要がある. 潮解しない粉末は, 塩化アルミニウム無水物 AlCl_3 , オキシ塩化アルミニウム AlOCl や水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ などの混合物だと考えられる. また, 黄色を帯びる原因は, アルミの被覆材に使われている有機物がこげたか, アルミにわずかに含まれる鉄などの不純物だと考えられる. アルミ箔を使用すると, 白色粉末に含まれる黄色物質の量が多くなりやすい(図3). アルミが塩酸に溶ける時間を短くするには, 塩酸の濃度を濃くするか, 温度を少し高くする. [芦田 実]

◀ 2011 ▶

09

日	月	火	水	木	金	土
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19 月曜日	20	21	22	23 月曜日	24
25	26	27	28	29	30	



ホロカソードランプによる放電現象

気体中で高電圧を加えると、その気体に電気が流れるようになります。この現象を「放電」と呼びます。放電現象の研究は、今から 100 年ほど前、ミクロな世界を支配する量子力学の発展に大きく貢献しました。この写真はホロカソードランプと言い、放電を利用した原子吸光分析用光源ランプです。[物理学研究室／大向]

◀ 2011 ▶
10

日	月	火	水	木	金	土
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10 祝日	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					



白い光を当てたとき



赤い光を当てたとき



緑の光を当てたとき



青い光を当てたとき

食用色素黄を溶かした水溶液（黄色の色水）に4色の光を当てた時の様子

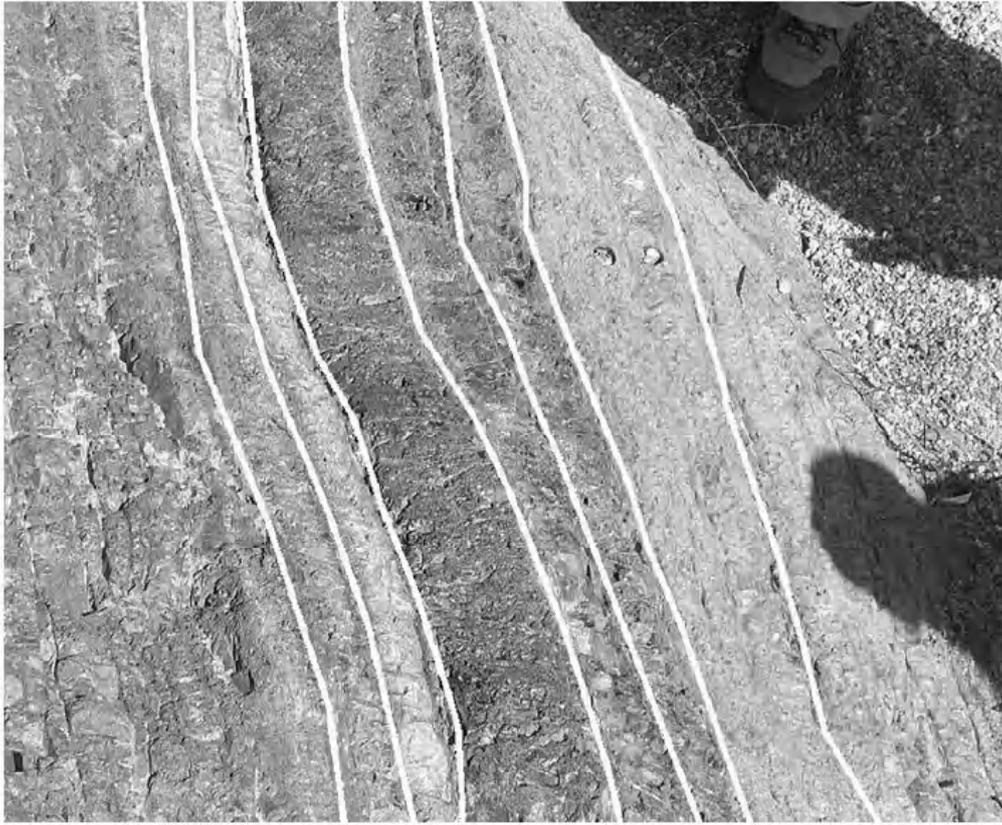
☆白い光を当てたとき溶液は黄色に見える（左上）

☆赤い光、緑の光、青い光を当てたとき、溶液はそれぞれどのようにみえているかな？

[化学研究室／富岡]

◀ 2011 ▶
11

日	月	火	水	木	金	土
		1	2	3 祝日	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23 祝日	24	25	26
27	28	29	30			

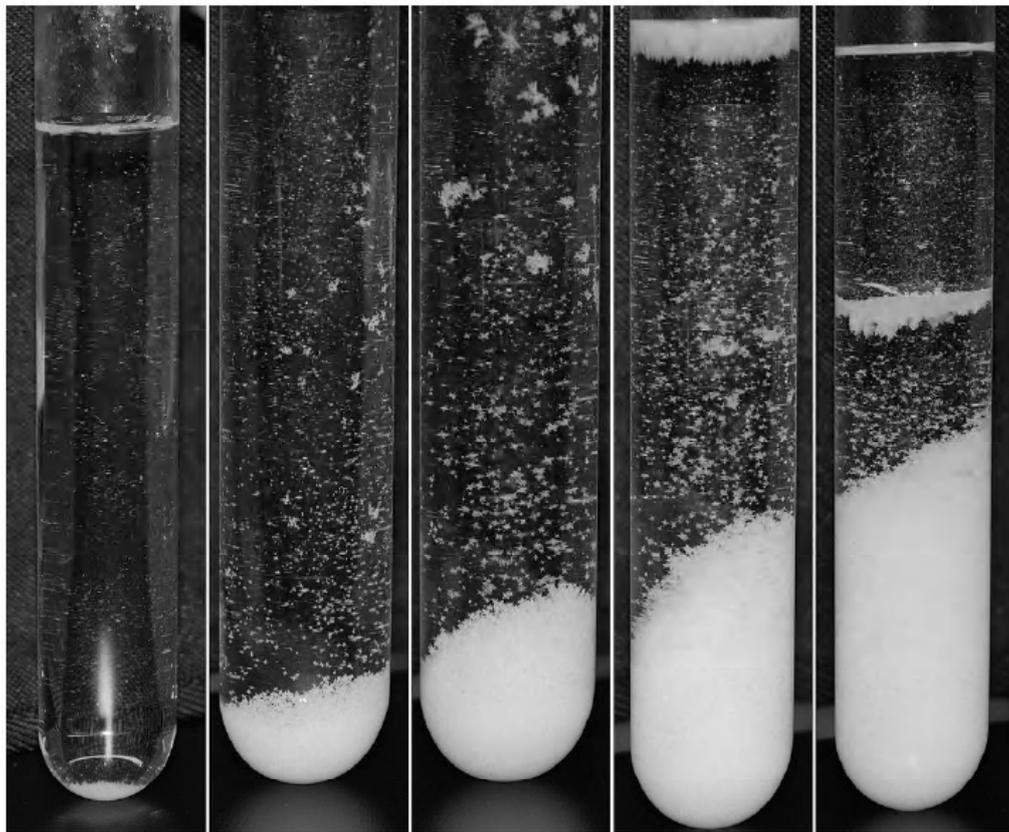


生物大量絶滅を記録した地層 [岡本和明]

愛知県犬山市鶴沼木曾川沿いに分布する赤色チャート層は、ペルム紀からジュラ紀にかけて太平洋プレート上に堆積した深海底堆積物である。プレート沈み込みに伴う大陸プレート縁への付加作用で現在陸上に露出している。ペルム紀—ジュラ紀境界のチャート層(2億5千年前の地層)は、黒色である。この境界層は地球史上最大の生物大量絶滅を記録しており、黒色であるのは海水が貧酸素状態になったためだと考えられている。[岡本和明]

◀ 2011 ▶
 ☺ 12 ☺

日	月	火	水	木	金	土
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31



試験管の中の雪

試験管に塩化アンモニウムと水を入れ、お湯に浸けてガラス棒で混ぜる。完全に溶けきらなくてもよい。80℃における塩化アンモニウムの溶解度は66g/水100gである。お湯から出して空気中でゆっくり冷ますと、きれいな白色の塩化アンモニウムの結晶が析出し、成長しながら雪が降るように沈殿していく。試験管をぬるま湯や水に浸けると、結晶の析出速度を加速することができる。

[芦田 実]

◀ 2012 ▶
01

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

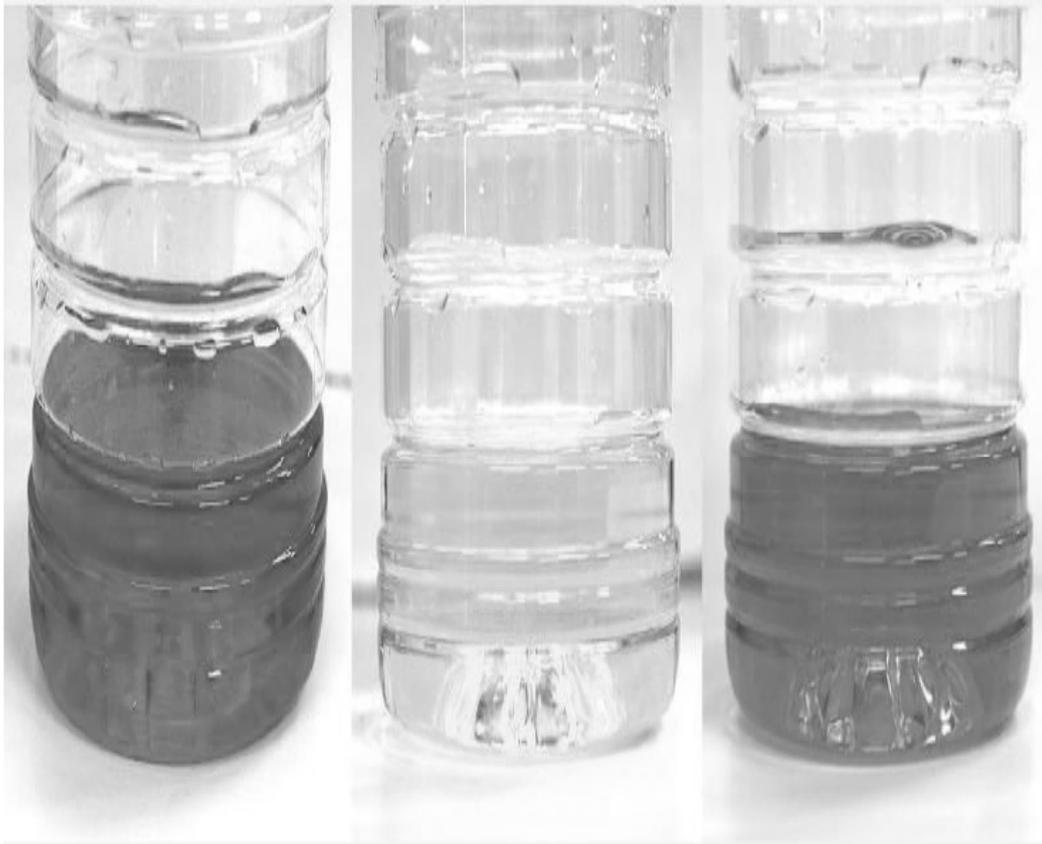


【U字谷】

氷河は谷に溜まり、周囲の岩を削りながら移動する。そのゆっくりとした移動によって作り出されたのがU字谷である。写真はニュージーランド南島の南西部に位置するフィヨルドランド国立公園に見られるU字谷。フィヨルドランドという名はその名の通り、氷河が削ったU字谷に海水が入り込んだ峡湾『フィヨルド』が多く存在することから。ここフィヨルドランドでは他にも氷河によって作られた様々な氷河地形が確認できる。[地学/岡本研究室]

◀ 2012 ▶
02

日	月	火	水	木	金	土
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29			



pH指示薬

紫キャベツ、BTB、フェノールレッド、プロモクレゾールパープル、ニュートラルレッド等のpH指示薬は中性のpH7前後で色が変化する。これらの粉末を水道水（イオン交換水や純水ではうまくいかない）に溶かすと、中性～弱アルカリ性の色になる。これに息を吹き込むと、二酸化炭素が溶けるため弱酸性の色に変化する。続いて、新鮮な空気を吹き込むと、二酸化炭素が追い出されて中性～弱アルカリ性の色に戻る。色の変化を何度でも繰り返すことができる。水道水にはケイ酸塩や炭酸塩が溶けていると考えられるので、純水にメタケイ酸ナトリウム Na_2SiO_3 ($5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$) とフェノールレッド ($1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$) を溶かし（写真左、pH10.8）、それに息を吹き込み（写真中央、pH6.5）、続いて空気を吹き込み（写真右、pH7.8）で調べたら、水道水と同様に変色を繰り返した。[芦田 実]

◀ 2012 ▶
03

日	月	火	水	木	金	土
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20 月曜日	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

2. 実験レシピ

実験・観察レシピ・ヒント集のメニューを下図に示す。今までに制作した実験上のテクニックを次頁から紹介する。



あなたは 人目の訪問者です (H23.06.19 改訂) [戻る](#)

驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成 (化学研究室 芦田 実)

○ 実験・観察レシピ・ヒント集 & これならできる実験・観察入門

身近なpH指示薬

htmファイル(閲覧)	Word2000 (印刷)	一太郎12 (印刷)
BTB	BTB	BTB
BTB(スペクトル)	BTB(スペクトル)	BTB(スペクトル)
BTB(pH詳細変化)	BTB(pH詳細変化)	BTB(pH詳細変化)
紫キャベツ	紫キャベツ	紫キャベツ
紫キャベツ(スペクトル)	紫キャベツ(スペクトル)	紫キャベツ(スペクトル)
紫キャベツ(pH詳細変化)	紫キャベツ(pH詳細変化)	紫キャベツ(pH詳細変化)
赤カブ	赤カブ	赤カブ
赤カブ指示薬の作り方	赤カブ指示薬の作り方	赤カブ指示薬の作り方
赤ダイコン	赤ダイコン	赤ダイコン
紫イモ	紫イモ	紫イモ
グレープジュース	グレープジュース	グレープジュース
グレープジュース(スペクトル)	グレープジュース(スペクトル)	グレープジュース(スペクトル)
グレープジュース(pH詳細変化)	グレープジュース(pH詳細変化)	グレープジュース(pH詳細変化)
りんご(ふじ)	りんご(ふじ)	りんご(ふじ)

※ 印刷用ファイルをダウンロードするには、リンクを右クリックして、対象をファイルに保存して下さい。

実験上のテクニック

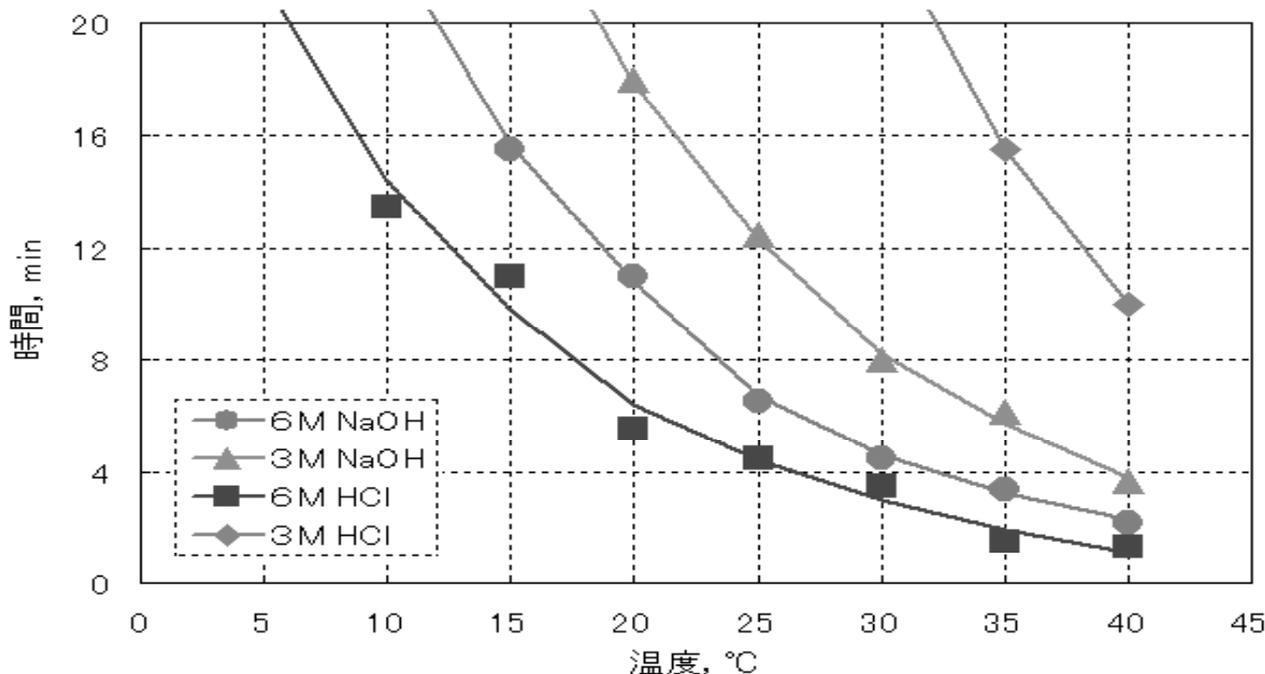
htmファイル(閲覧)	Word2000 (印刷)	一太郎12 (印刷)
きれいな黄色の塩化鉄を取り出す方法	黄色の塩化鉄を取り出す	黄色の塩化鉄を取り出す
アルミニウムを酸・アルカリに溶かす方法	アルミニウムを溶かす	アルミニウムを溶かす
アルミニウムを塩酸に溶かす方法	アルミニウムを溶かす	アルミニウムを溶かす
潮解しない白色の塩化アルミニウムを取り出す	潮解しない白色塩化アルミ	潮解しない白色塩化アルミ
氷と食塩水を使って水の凝固点を測る	水の凝固点	水の凝固点
氷に食塩の粒をまぶして水の凝固点を測る	水の凝固点	水の凝固点

※ 印刷用ファイルをダウンロードするには、リンクを右クリックして、対象をファイルに保存して下さい。

アルミニウムを酸・アルカリに溶かす実験

寒い冬の日に授業で、アルミニウム（アルミ箔）を希塩酸HClや薄い水酸化ナトリウムNaOH水溶液に溶かす実験を行い、所定の時間内に溶けきらずに困ったことはありませんか？化学反応は一般的に温度が上がると反応速度が増加します。下の図はアルミ箔（大きさ7mm×7mm、厚さ12μm）を、体積2mLの希塩酸や薄い水酸化ナトリウム水溶液に入れたとき、アルミ箔が溶けきる時間の温度による変化です。温度が高いほど、また濃度が大きいほど溶解時間が短くなっています。ここで、モル濃度（Mまたはmol/L）を質量百分率（mass%または%）に換算すると、希塩酸 6M=20%、3M=10%、水酸化ナトリウム水溶液 6M=20%、3M=11% 程度です。

市販のアルミ箔を希塩酸や薄い水酸化ナトリウム水溶液に入れると、最初はあまり水素ガスが発生せず、アルミニウムが溶けにくいですが、途中から水素ガスの発生量が増加し、アルミニウムが良く溶けるようになります。この理由は、薄い箔同士が付着しないようにアルミ箔の表面に有機物がコーティングされていて、それを溶かすのに時間がかかるためと考えられます。このコーティング膜は希塩酸よりも水酸化ナトリウム水溶液に溶けやすいようです。しかし、アルミニウム自体は水酸化ナトリウム水溶液よりも希塩酸に溶けやすいようです。そのために、溶けやすさ（溶解時間の短さ、溶解速度）の順序が複雑になっている（6M HCl>6M NaOH>3M NaOH>3M HCl）と考えられます。



アルミニウムが酸・アルカリへ溶解する時間の温度による変化

結論！ 寒い冬の日にアルミニウムが酸・アルカリに溶けにくいときは、試験管などの容器をぬるま湯に浸けて少し温めてやりましょう！

アルミニウムを塩酸に溶かす実験

寒い冬の日に授業で、アルミニウム（アルミ板やアルミ箔）を希塩酸HClや薄い水酸化ナトリウム NaOH 水溶液に溶かす実験を行い、所定の時間内に溶けきらずに困ったことはありませんか？化学反応は一般的に温度が上がると反応速度が増加します。下の図はアルミ板（大きさ5mm×5mm×0.3mm, 0.02g）を、体積2mLの希塩酸に入れたとき、アルミ板が溶けきる時間の温度による変化です。温度が高いほど、また濃度が大きいほど溶解時間が短くなっています。さらに、塩酸の体積を増やしても溶解時間が少しだけ短くなると思います。ここで、モル濃度（Mまたはmol/L, 規定度Nと同じ値）を質量百分率（mass%または%）に換算すると、希塩酸6M=20.0%, 5M=16.9%, 4M=13.7%, 3M=10.4%程度です。

市販のアルミ板を希塩酸や薄い水酸化ナトリウム水溶液に入れると、最初はあまり水素ガスが発生せず、アルミニウムが溶けにくいですが、途中から水素ガスの発生量が増加し、アルミニウムが良く溶けるようになります。この理由は、アルミ板の表面に有機物がコーティングされていて、それを溶かすのに時間がかかるためと考えられます。このコーティング膜は希塩酸よりも水酸化ナトリウム水溶液に溶けやすいようです。しかし、アルミニウム自体は水酸化ナトリウム水溶液よりも希塩酸に溶けやすいようです。そのために、溶けやすさ（溶解時間の短さ、溶解速度）の順序が複雑に変わることがあります。なお、コーティング膜をヤスリ紙で削り取れば、溶解時間をさらに短くできると思います。

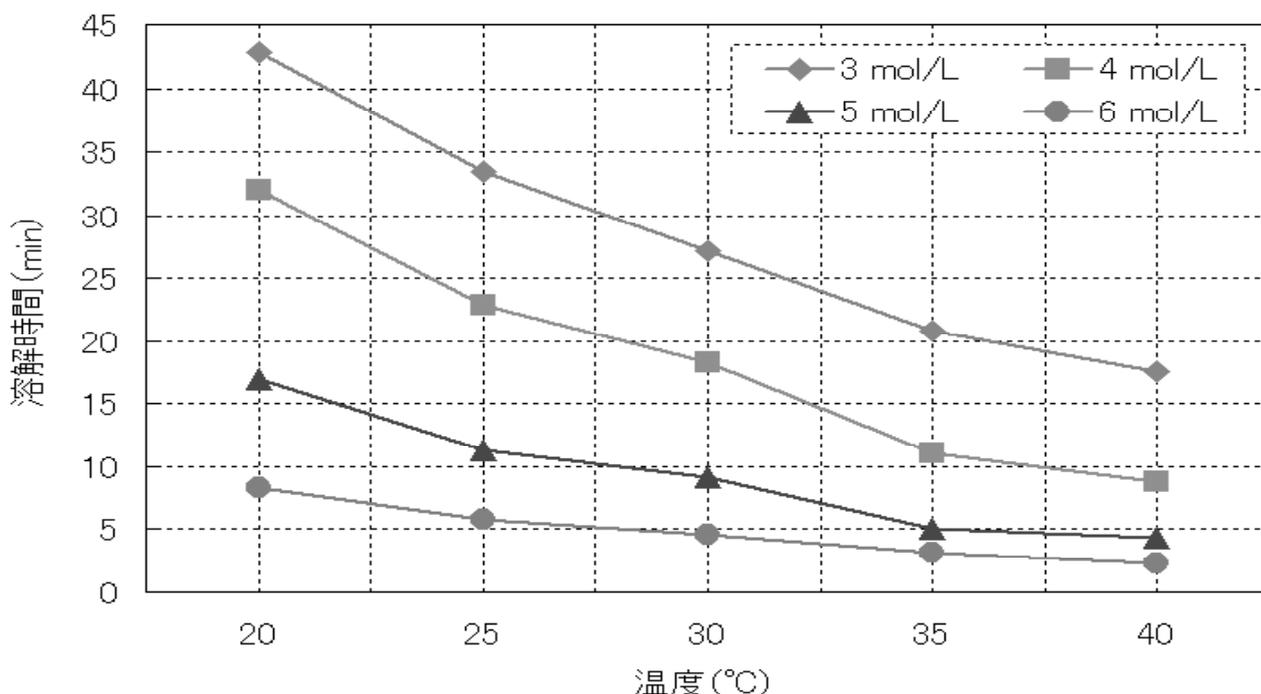


図 アルミ板の希塩酸への溶解時間と温度の関係

結論！ 寒い冬の日にアルミニウムが塩酸に溶けにくいときは、試験管などの容器をぬるま湯に浸けて少し温めてやりましょう！

アルミニウムを溶かした塩酸を蒸発させて、溶けているものを取り出す実験 教科書のようなきれいな白色の粉末をうまく取り出す方法

図1のようなアルミニウム板を $5 \times 5 \times 0.3\text{mm}$ (0.02g)に切り取り、希塩酸に溶かすと、主に水素ガスを発生し塩化アルミニウムなどができます。異臭がする場合には、塩酸から気体の塩化水素 HCl が発生している可能性があります。アルミニウムが溶けた液を蒸発皿に取り、加熱して塩酸(水)を蒸発させると図2のような白色粉末を取り出すことができます。粉末が飛散するので、目に入らないように注意して下さい。乾燥した直後に加熱を止めると、粉末が図3、図4のように後で溶け出すことがあります。これは、塩化アルミニウム六水和物 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ が潮解性をもつためです。これを防ぐには、水分がなくなった後、さらに1~2分加熱し、結晶水を完全にとばす必要があります。潮解しない粉末は、塩化アルミニウム無水物 AlCl_3 、オキシ塩化アルミニウム AlOCl や水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ などの混合物だと考えられます。また、黄色を帯びることがありますが、これはアルミニウムの被覆材に使われている有機物がこげたか、アルミニウムにわずかに含まれる鉄などの不純物だと考えられます。



図1 アルミ板



図2 乾燥直後に加熱停止

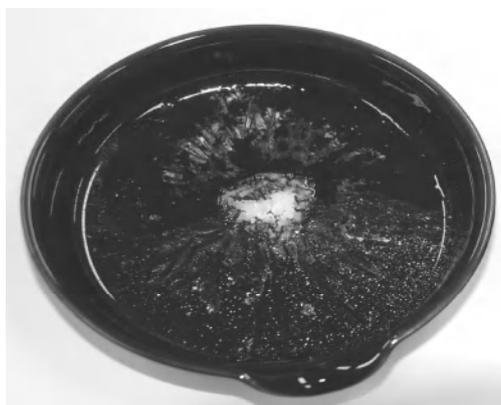


図3 4 5分放置した後



図4 70分放置した後



図5 アルミ箔を使用した場合

身近なアルミニウムとしてアルミ箔がありますが、これを使用すると図5のように、白色粉末に含まれる黄色物質の量が多くなりやすいです。アルミニウムが塩酸に溶ける時間を短くするには、塩酸の濃度を濃くすることや温度を高くすることが有効です。

結論！ きれいな白色粉末を取り出すためには、アルミニウムの純度が高いものを使用しましょう。後で溶け出さないように、蒸発した後1~2分さらに加熱しましょう！

鉄（スチールウール）を溶かした塩酸を蒸発させて、溶けているものを取り出す実験

教科書のようなきれいな黄色の粉末をうまく取り出す方法

図1のようなスチールウールを希塩酸に溶かすと、主に水素ガスを発生し塩化鉄(Ⅱ) FeCl_2 などができます。異臭がする場合には、塩酸から気体の塩化水素 HCl （刺激臭）が出てきたり、スチールウールにイオウが含まれていれば硫化水素 H_2S （卵が腐ったような臭い）が発生している可能性があります。スチールウールが溶けた上澄み液を蒸発皿に取り、加熱して塩酸（水）を蒸発させます。このとき、乾く前に早めに加熱を止めて、冷えたときに水分が少し残っていると、図2のような緑がかった黄色粉末（塩化鉄(Ⅱ)二水和物 $\text{FeCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ や塩化鉄(Ⅱ)一水和物 $\text{FeCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ など）を取り出すことができます。わずかに混ざっている白色粉末は水酸化鉄(Ⅱ) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ （すなわち酸化鉄(Ⅱ)水和物 $\text{FeO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）やスチールウールに含まれていた鉄以外の金属の塩化物や水酸化物と考えられます。一方、ギリギリまで加熱して水分をほぼ完全に取り除くと、余熱でこげ（空気中の酸素によって酸化され）て図3のような褐色粉末に変化します。



図1



図2



図3

鉄粉を希塩酸に溶かし、その上澄み液を加熱した場合も同様の結果になります。乾く前に早めに加熱を止めると、図4のような黄色粉末が得られます。さらに、このような試料を1日放置すると、やはり空気中の酸素によって酸化されて図5のような褐色粉末に変化します。一方、ギリギリまで加熱すると、始めから図6のような褐色粉末になります。

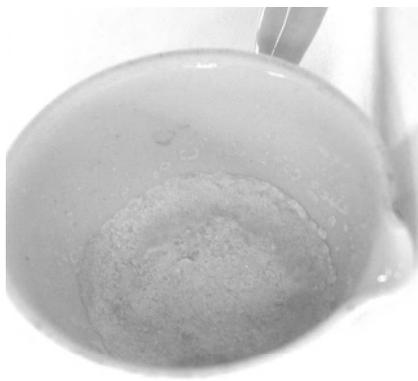


図4



図5



図6

結論！ きれいな黄色粉末を取り出すためには、乾く前に加熱を止めて、冷えたときに水分が少し残っているようにしましょう！



図1 スチールウール



図2 スチールウールを希塩酸に溶かして加熱し、早め加熱を止めて水分を少し残した試料



図3 スチールウールを希塩酸に溶かして加熱し、ギリギリまで加熱して水分をほぼ完全に除去した試料

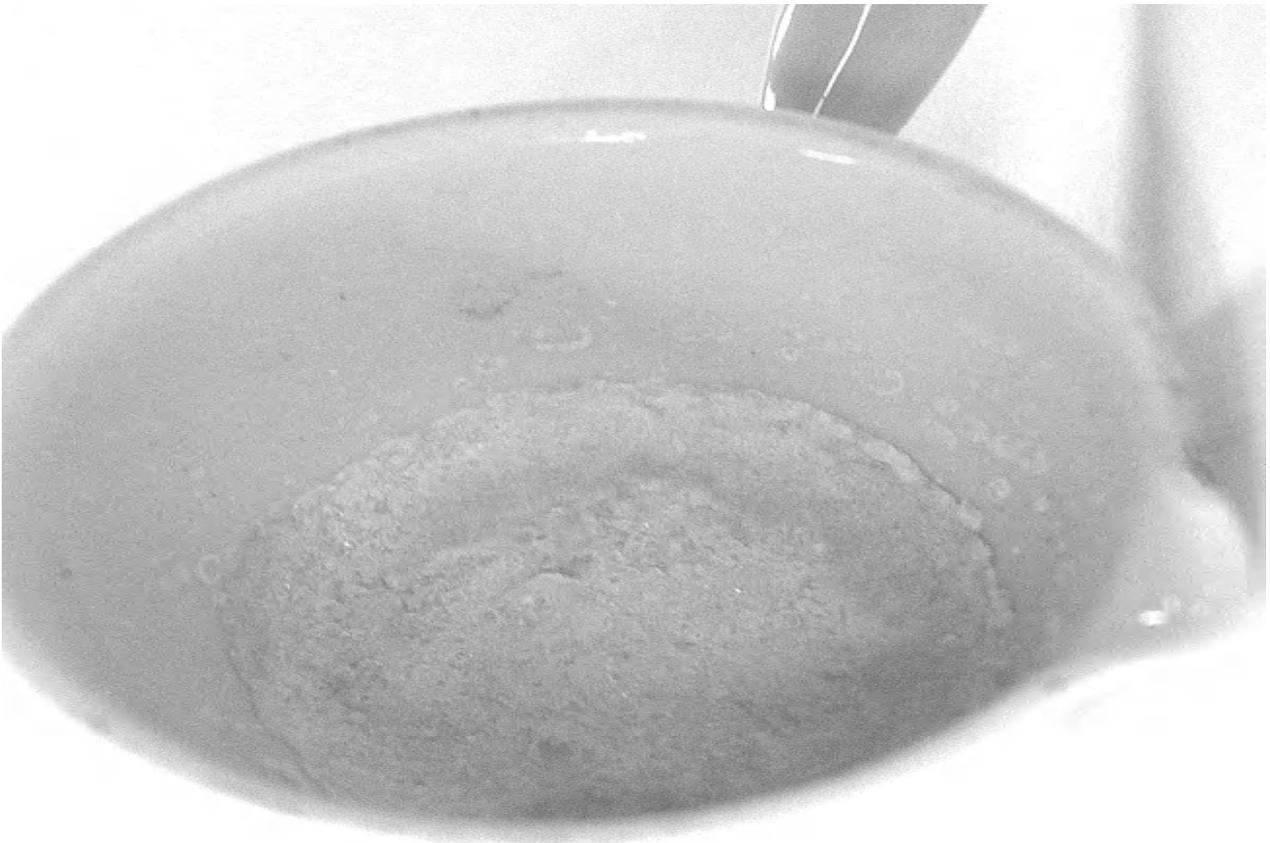


図4 鉄粉を希塩酸に溶かして加熱し、早めに加熱を止めて水分を少し残した試料



図5 鉄粉を希塩酸に溶かして加熱し，早めに加熱を止めて水分を少し残した試料を1日放置した状態



図6 鉄粉を希塩酸に溶かして加熱し，ギリギリまで加熱して水分をほぼ完全に
取り除いた試料

氷に食塩水をかけたものを使って、水が凍る温度を測る実験

氷に食塩水をかけると、氷が融けるときに融解熱を吸収するため、その混合物の温度が0℃よりも低くなります。氷に食塩の粒をまぶしても同様のことが起こります。この性質を利用して水を凍らせることができます。この様に、他の物を冷やすために使用する物質を寒剤と言います。氷に食塩水をかけるとき、食塩水をいっぱいかけるほど温度が低くなると思っている小学生もいるそうです。そこで、氷と食塩水を混ぜる割合を変えて、温度の変化を調べてみました。

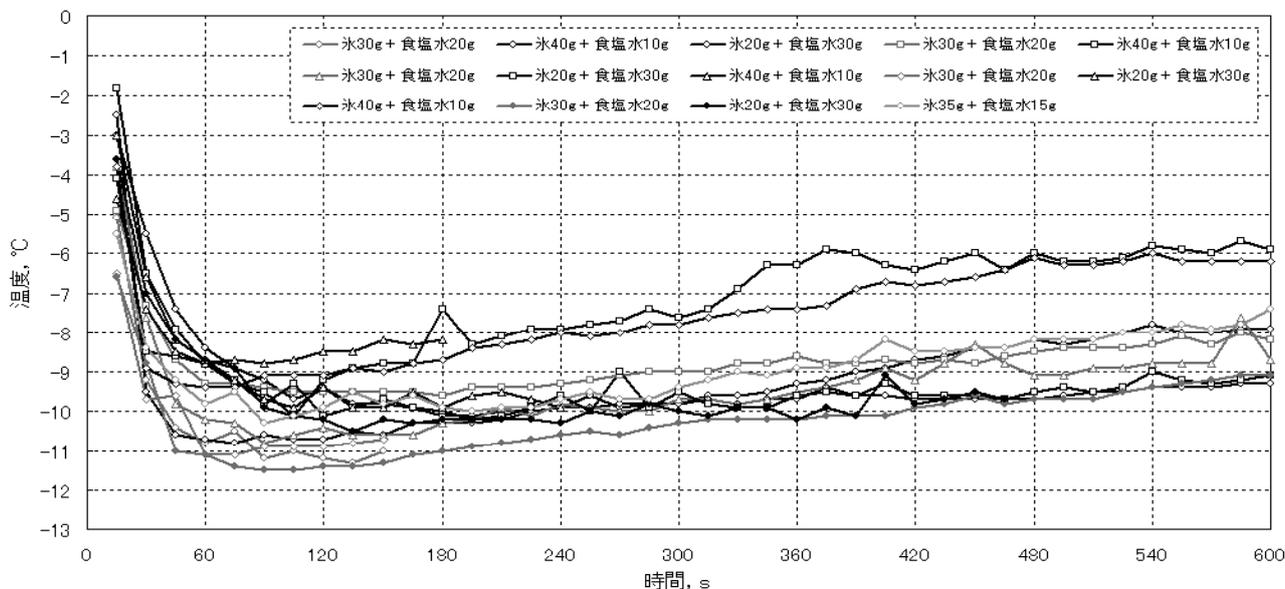


図 氷に25%食塩水をかけたときの温度変化

表 氷に食塩水をかけたとき(寒剤)の温度

	室温, °C	22	24	25	22	22	24	22	22	24
実験前	氷の温度, °C	-17.8	-15.9	-14.4	-14.7	-17.8	-15.9	-14.7	-17.8	-15.9
	氷の質量, g	40.0	40.0	35.1	30.0	30.2	30.2	20.1	20.0	20.1
	食塩水の濃度, %	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
	食塩水の温度, °C	4.4	4.2	3.2	5.5	4.4	4.2	5.5	4.4	4.2
	食塩水の質量, g	10.1	10.0	15.3	20.0	20.3	20.2	30.1	30.7	29.9
	食塩水の質量/氷の質量	0.25	0.25	0.44	0.67	0.67	0.67	1.50	1.53	1.49
実験中	最低温度, °C	-10.1	-9.4	-10.3	-9.5	-10.8	-11.5	-10.1	-10.2	-10.5
	到達時間, s	105	60	90	105	90	90	180	195	135
実験後	氷の残存量, g	31.0	32.5	28.4	20.0	21.0	22.1	8.5	8.2	7.4
	氷の融解量, g	9.0	7.6	6.7	10.1	9.2	8.0	11.6	11.8	12.7
	食塩水の濃度, %	13.3	14.2	17.4	16.6	17.2	17.9	18.1	18.0	17.5
	氷が全部融けた時の食塩水の濃度, %	5.1	5.0	7.6	10.0	10.0	10.0	15.0	15.1	14.9

家庭用冷蔵庫の冷凍室で氷を作り、アイスクラッシャーで約1cm角に砕いて使用しました。実験前の食塩水の濃度は25%で、ほとんど飽和に近い濃度です。真冬の実験を想定して、食塩水を冷蔵庫で冷やしてから使用しました。氷の質量40g+食塩水の質量10gの混合割合は、食塩水の量が少なくて混ぜ難かったです。氷の質量20g+食塩水の質量30gまで混ぜる割合を4種類変えて実験しました。

混合直後から急激に温度が下がり、1分から3分で最低温度に到達しました。食塩水の割合が多いほど、最低温度に到達する時間が長くなる傾向がありました。この理由は、食塩水を冷やすために氷の融解量が多くなり、融けるのに時間がかかるためだと考えられます。最低温度は約-10℃一定であり、氷と食塩水を混ぜる割合にほとんど依存しませんでした。最低温度に到達した後は、周りから温めら

れて温度がゆっくり上がっていきました。小学校の短い授業時間を考えて10分間で実験を打ち切りましたが、この間なら十分に水を凍らせることができます。次に、時間内に水を凍らせることができるかどうか調べてみました。

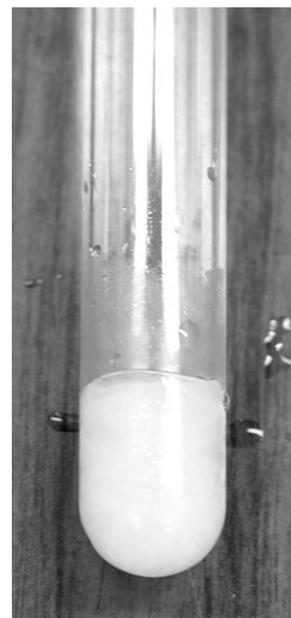
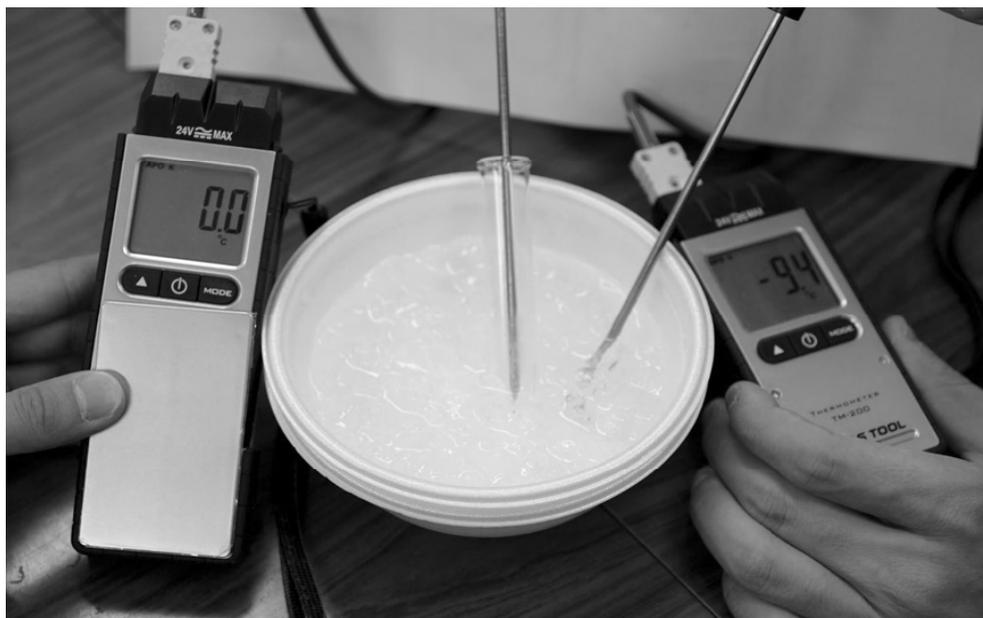


写真 水の凝固点を測定する実験の様子
寒剤の性能を調べる実験では、左側のデジタル温度計と純水の入った試験管は使用していません。

写真 実験終了後の純水が完全に凍った様子

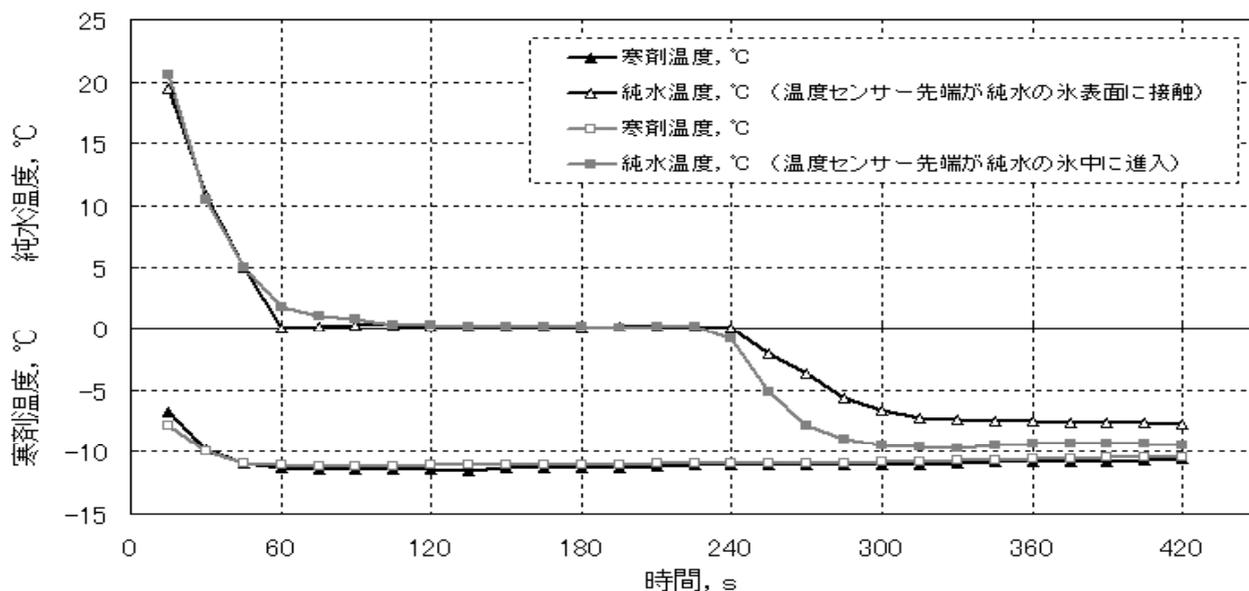


図 水の状態変化(凝固)
寒剤 (氷90g + 25%食塩水60g) で純水2gを冷却, 室温20°C

実験開始1分後に水が凍り始めました。凍っている最中（液体の水と固体の水が共存している間）は温度が0°Cで一定でした。実験開始4分後に水が全部凍ると、温度はさらに下がって寒剤の温度に近付いていきました。温度センサー先端が氷の表面に接触しただけでは、全部凍った後で室温の影響を受けました。

結論！ 氷と食塩水を混ぜる割合を変えても、到達する最低温度（約-10°C）や温度の時間的な変化はほとんど変わりません。低温を10分以上保つことができ、水は数分で凍ります。

氷に食塩の粒や食塩水をかけたものを使って水を凍らせる実験

氷に食塩の粒をまぶしたり，氷に食塩水をかけると，氷や食塩の粒がとけるときに熱を吸収するため，その混合物の温度が0℃よりも低くなります．この性質を利用して水を凍らせることができます．この様に，他の物を冷やすために使用する物質を寒剤と言います．全く別の実験で，冷却装置を使って食塩水を外から冷やしていくと，純水の氷（または食塩の固体）を生じて残った食塩水の濃度が22.4%に近付いていき，最後に濃度22.4%，温度-21.2℃（共融点，含氷晶点）のところで全部が純水の氷と食塩の固体になるそうです．しかし，氷に食塩水をかけただけでは温度が約-10℃までしか下がりません．そこで，氷に食塩の粒をまぶしたり，氷に食塩の粒と食塩水の両方をかけて，温度の変化を調べてみました．

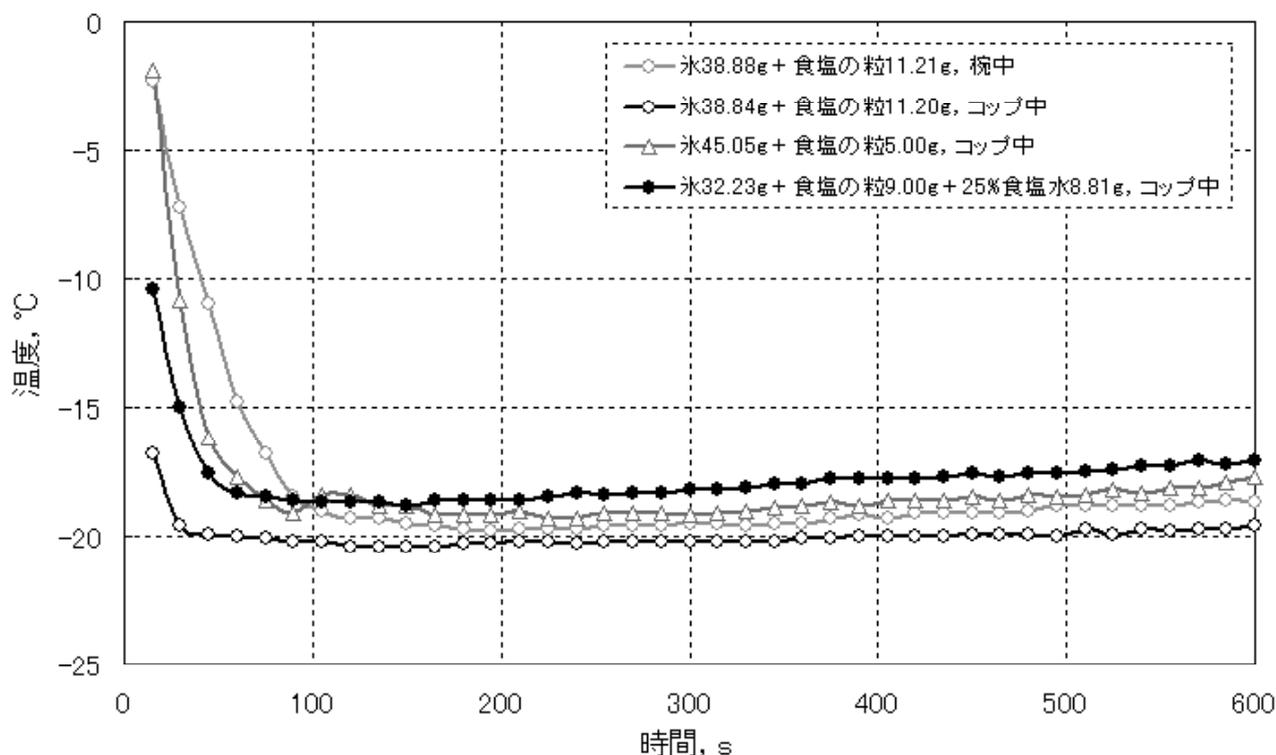


図 寒剤の温度(スチロールのコップ中または発泡スチロールの椀中で測定)

家庭用冷蔵庫の冷凍室で氷（約-16℃）を作り，アイスクラッシャーで約1cm角に砕いて使用しました．実験前の食塩水の濃度は25%で，ほとんど飽和に近い濃度です．真冬の実験を想定して，食塩水を冷蔵庫で冷やして（約4℃）から使用しました．氷に食塩の粒だけをまぶす実験は，始めのうち液体がほとんど無いのでゴロゴロして混ぜ難かったです．さらに，氷の塊の間に空気が入り込んで，室温の影響を受け易いと思います．氷に食塩の粒と食塩水の両方をかけると混ぜ易くなりました．

氷に食塩の粒をまぶすと最低温度が約-19℃に到達しました．氷と食塩の粒を混ぜる割合を変えても，氷に食塩の粒と食塩水の両方をかけても，最低温度はほとんど変わりませんでした．食塩の粒が溶け残って底に沈んでいるため，加えた食塩の量が全て有効になる訳ではないからだと思います．氷に食塩水だけかけたときの温度より約9℃も低いので，こちらの方が冷却効果が大きいと思います．



写真 氷に食塩の粒をまぶして温度を測る実験（終了後の様子）

発泡スチロールの碗を重ねた容器よりも、スチロールのコップを重ねた容器の方が底が狭くて混ぜ易い。

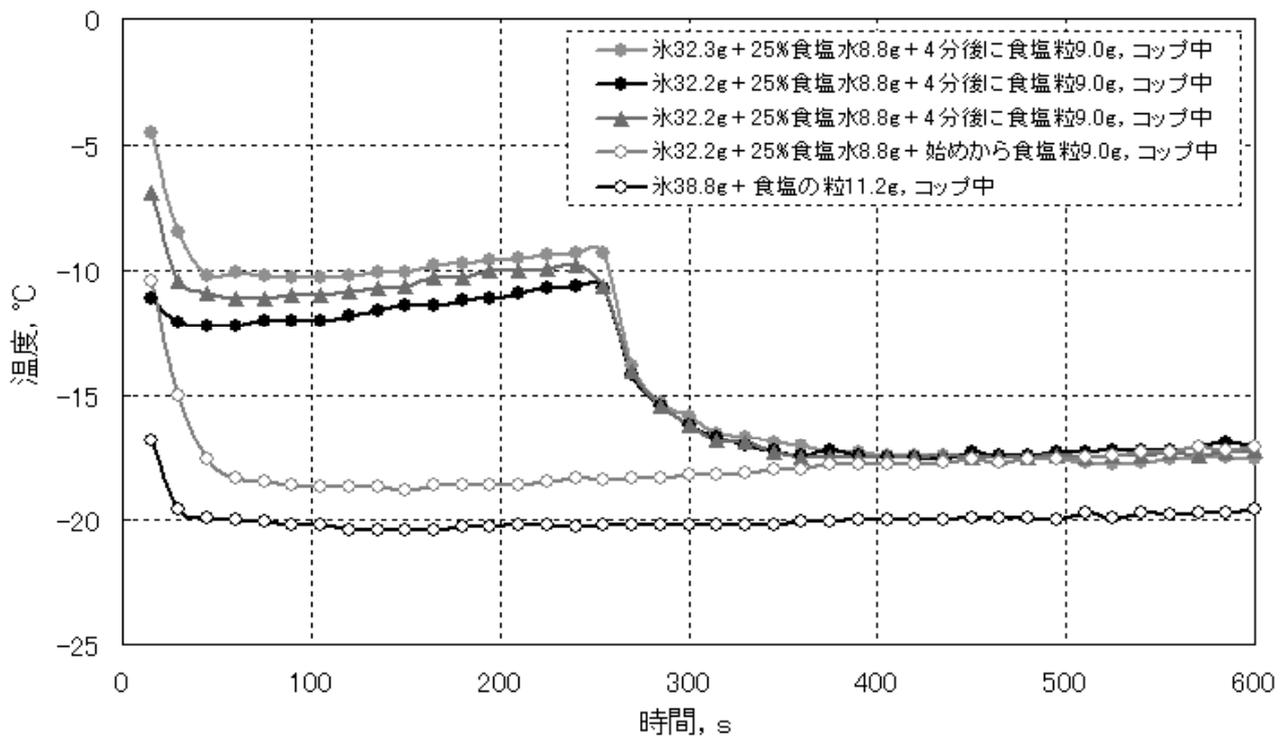


図 寒剤の温度(スチロールのコップ中で測定)

最初に氷に食塩水だけをかけ、4分後に食塩の粒を追加して、温度の変化を調べてみました。最初から氷に食塩の粒と食塩水の両方をかけたときの温度と最終的に同じになりました。

結論！ 氷に食塩水をかかけたもの（約 -10°C ）を使って水が凍り難いときは、食塩の粒を追加しましょう。さらに温度が下がって（約 -17°C ）、水が凍り易くなります。

3. 溶液の濃度計算と調製方法の自動サービス

本研究室ホームページのメニュー（一部）を下図に示す。本年度は、溶液の作り方（濃度計算と調製方法）の「水酸化カリウム水溶液（Swingの改良版）」および溶液の調製，溶解，希釈，濃縮の「食塩水（塩化ナトリウム水溶液）」を試作した。計算方法，調製方法，注意事項，使用方法等も説明している（使い易い様に今後改良する予定なので詳細については省略する）。さらに，今までに制作した「過酸化水素水」の参考資料を次頁から紹介する。



あなたは 23048 人目の訪問者です (H23.08.24 改訂) 戻る

溶液の作り方(濃度計算と調製方法) [一括ダウンロード 最新Ver. 2011.03.25](#)
うまく計算できないときはブラウザを新しいものに変えて下さい [Download of English Version Ver. 18.05.2011](#)

Java Applet(酸)	Java Applet(塩基)
酢酸水溶液	アンモニア水
塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
硝酸	水酸化カリウム水溶液(AWTの初期版)
硫酸	水酸化カリウム水溶液(Swingの改良版)
シュウ酸水溶液	
Java Applet(pH緩衝液)	
グリシン系(pH1.0~3.7, 8.5~12.9), フタル酸系(pH2.2~5.9), 酢酸系(pH3.6~5.6), リン酸系(pH5.3~8.0), トリス系(pH7.0~9.0), アンモニア系(pH8.0~11.0)	
Java Applet(塩)	Java Applet(塩)
食塩水(塩化ナトリウム水溶液, AWTの初期版)	炭酸水素ナトリウム水溶液
食塩水(塩化ナトリウム水溶液, Swingの改良版)	
塩化カリウム水溶液	炭酸ナトリウム水溶液
塩化アンモニウム水溶液	シュウ酸ナトリウム水溶液
Java Applet(溶解度曲線)	Java Applet(溶解度曲線)
固体無水物の溶解度 ショ糖, NaCl, KCl, KBr, NaHCO ₃ , KHCO ₃ , ホウ酸H ₃ BO ₃ , NaNO ₃ , KNO ₃	ミョウバンとその関連物質の溶解度 NaAl(SO ₄) ₂ , KAl(SO ₄) ₂ , NH ₄ Al(SO ₄) ₂ , NH ₄ Cr(SO ₄) ₂ , Na ₂ SO ₄ , K ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄ , Al ₂ (SO ₄) ₃
Java Applet(気体発生)	Java Applet(気体発生)
二酸化炭素と石灰水	過酸化水素水

溶液の調製, 溶解, 希釈, 濃縮

Java Applet(酸)	Java Applet(塩基)
Java Applet(塩)	Java Applet(塩)
食塩水(塩化ナトリウム水溶液) 試行版	

参考資料 外に出ます。戻るコマブラウザ(Internet Explorer や Netscape Navigator 等)のボタンを使って下さい。	
塩化ナトリウム水溶液	酢酸水溶液, 塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液
硝酸, 硫酸(英文)	二酸化炭素と石灰水
固体無水物の溶解度	シュウ酸水溶液, シュウ酸ナトリウム水溶液
ミョウバンとその関連物質の溶解度	炭酸水素ナトリウム水溶液, 炭酸ナトリウム水溶液
塩化カリウム水溶液, 塩化アンモニウム水溶液	

図 溶液の作り方等のメニュー（一部）

過酸化水素水の濃度計算・調製方法と酸素発生に関するWeb自動サービス

芦田 実 埼玉大学教育学部理科教育講座
高原博志 埼玉県立所沢北高等学校 (常勤講師)
山川侑実 東京都杉並区立松ノ木小学校
大澤豪人 埼玉県熊谷市立大麻生中学校

キーワード：過酸化水素、濃度計算、希釈・調製、注意事項、酸素の発生

1. はじめに

本研究室では、インターネットを利用して学外との双方向の交流を目指し、利用者の立場に立ってそのニーズに応えるためのホームページ^{1~4)}を開発している。そのために、化学の質問箱の開設や溶液の濃度計算と調製方法のサービス等^{5~16)}を開始している。質問箱は閲覧数や質問回数が最盛期を過ぎたが、その他のサービスは利用者がまだ少ない。そこで、多くの人に知ってもらい、また利用してもらうために本報告で紹介する。

今、学校では理科離れ¹⁷⁾が進んでいる。その要因として、幼いときの理科的な感動体験が失われつつあること、学校における理科実験の減少により児童・生徒が薬品や器具に触れる体験が減少していること等が挙げられる。さらに、ゆとり教育による授業時間の削減によって理科実験を行う時間の確保が困難になっている現状もある。理科離れを解決するためには、児童・生徒に理科に対する興味・関心をもってもらい必要があり、教員は理科の面白さが子供達に伝わるような授業をつくっていく必要がある。しかし、現在は児童・生徒だけでなく、教員の理科離れも進んでいると言われている。中学校や高校は専科教員がいるので、教員の理科離れは主に小学校で問題になっている。ただし、中学校の理科教員も授業前後の準備・片付けの時間不足、備品や消耗品の不足(自費購入の経験のある教員が7割)、授業時間の不足等の問題を抱え

ている¹⁸⁾。

理科(化学)の面白さは実験を通して伝えられることが多いと思われる。そこで、理科離れを少しでも減らすために、学校で少しでも多く理科(化学)実験を行ってもらうことが肝要である。本研究室で開発しているホームページでは、理科を苦手に行っている教員の手助けとなるように、また水溶液の調製時間の軽減や効率的な実験準備を可能とするために、化学系実験の基礎である水溶液の作り方(濃度計算と調製方法)等^{5~13)}の自動サービスを行っている。このサービスは、コンピュータが苦手な人でも何の予備知識もなしに、いつでも必要なときに使用できる。さらに、ダウンロードサービスも開始しているので、圧縮ファイルをダウンロードして解凍すれば、このプログラムはパソコンの中だけ(オフライン)でも実行できる。

前報では、塩化ナトリウム水溶液⁵⁾、酢酸、塩酸、アンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液⁶⁾、硝酸と硫酸⁷⁾、9種類の固体無水物の溶解度⁸⁾、二酸化炭素と石灰水⁹⁾、シュウ酸水溶液とシュウ酸ナトリウム水溶液¹⁰⁾、塩化カリウム水溶液と塩化アンモニウム水溶液¹¹⁾、炭酸水素ナトリウム水溶液と炭酸ナトリウム水溶液¹²⁾、ミョウバンとその関連物質の溶解度¹³⁾について報告し、ホームページですでにサービスを開始している。本報告では、小学校6年生の「ものの燃えかた」で扱う酸素を発生させる実験を支援している。酸素は二酸化マンガンを触媒にして過酸化水素水を分解することで得られる。そこで、

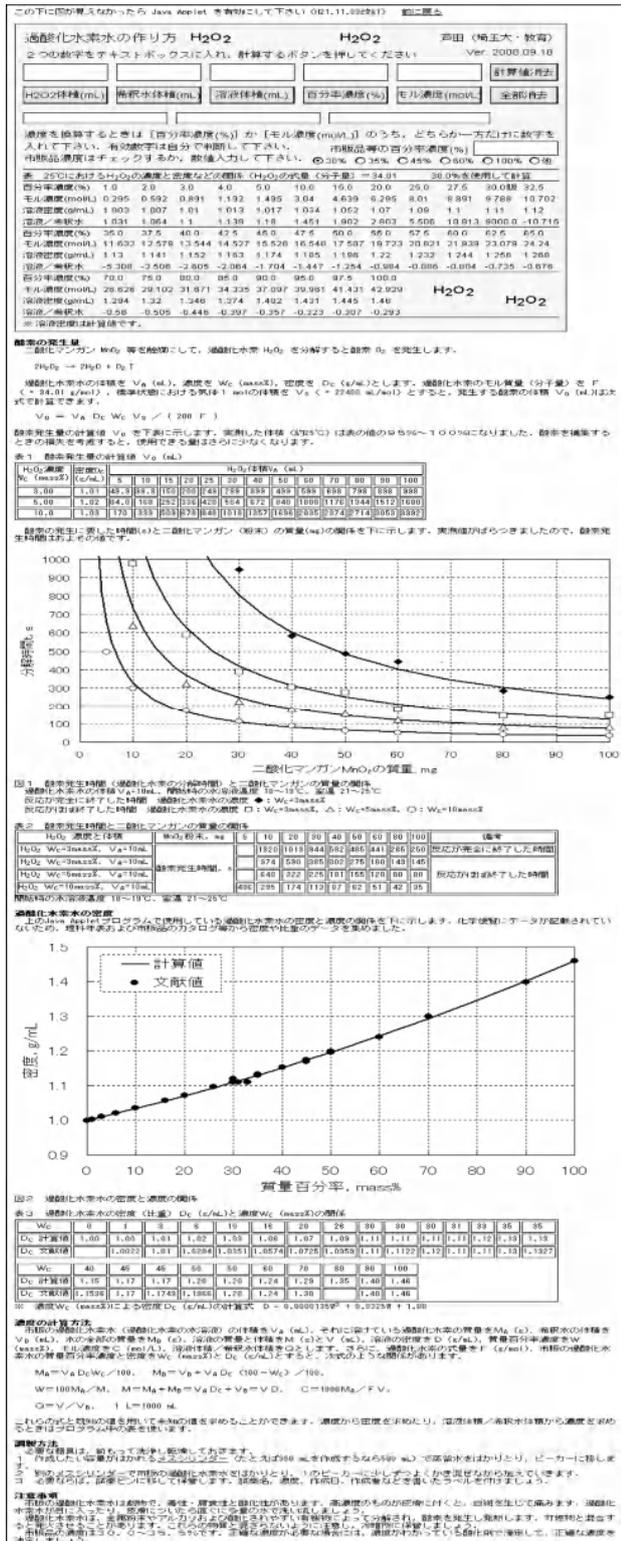


図1 最初の画面
 過酸化水素水のapadj012.htmlファイル(背景が白色の部分)からJava Appletの計算プログラム(最上部で背景が水色(灰色)の部分)を呼び出したところ

市販の濃厚な過酸化水素水を希釈して、実験に使用する希薄な過酸化水素水を準備するための濃度計算プログラムを開発し、その中で調製方法と注意事項を詳細に解説した。さらに、短い授業時間中に効率よく酸素を発生させるための詳細な実験条件を提供した。

2. 利用者の操作方法

トップページ「埼玉大学教育学部化学研究室」^{1~4)}からメインメニュー¹⁹⁾の「溶液の作り方(濃度計算と調製方法)」²⁰⁾へ入り、さらにサブメニュー「気体発生」中の「過酸化水素水」²¹⁾をクリックすると、最初の画面(図1、htmlファイル)が表示される。この中の最上部がhtmlファイルから呼び出したJava Appletによる計算プログラムであり、図2(図1の最上部を2値化して拡大)のように5つのテキストボックスとそれらの真下のボタンが対応している。市販品の過酸化水素水の濃度をチェックボックスで指定(または実際の濃度をテキストボックスに入力)し、5つのテキストボックスのいずれか2つに数値を入力し、それら以外の真下のボタンを押せば、過酸化水素水の調製(希釈)を計算することができる。例えば、調製目的の過酸化水素水の質量百分率濃度(mass%)と水溶液の体積(mL)に数値を入

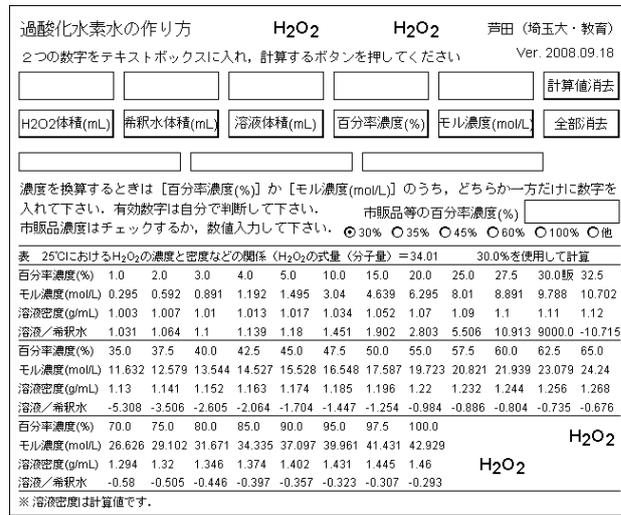


図2 最初の画面(Java Appletプログラムのみ)

過酸化水素水の作り方 H_2O_2 H_2O_2 声田 (埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18
 2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

76.35 423.75 500.0 5.0 1.495 計算値/消去

H_2O_2 体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

溶液の質量=508.5 g 溶液の密度=1.017 g/mL

濃度を換算するときは【百分率濃度(%)】か【モル濃度(mol/L)】のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

表 25℃における H_2O_2 の濃度と密度などの関係 (H_2O_2 の式量(分子量)=34.01 30.0%を使用して計算)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702	
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12	
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715	
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24	
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268	
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676	
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0					
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929					
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46					
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293					

※ 溶液密度は計算値です。

図3 Java Appletによる計算例

質量百分率濃度5%の溶液500 mLを調製

力し、空のテキストボックスの真下のボタン(H_2O_2 体積等)を押すと、プログラムが自動的に空のテキストボックス全ての数値(必要な市販の過酸化水素水の体積と希釈水(純水)の体積等)を計算して、緑色の文字で表示する(図3)。このとき、押したボタンの真上のテキストボックスに数値が入力されていても、入力されていないものとして扱われるので注意が必要である。例えば、5.432E-1や1.234e5のような指数形式での入力も可能である。ただし、半角E(またはe)の後

過酸化水素水の作り方 H_2O_2 H_2O_2 声田 (埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18
 2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

51.07 448.86 500.0 3.364 1.0 計算値/消去

H_2O_2 体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

溶液の質量=505.54 g 溶液の密度=1.011 g/mL

濃度を換算するときは【百分率濃度(%)】か【モル濃度(mol/L)】のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

表 25℃における H_2O_2 の濃度と密度などの関係 (H_2O_2 の式量(分子量)=34.01 30.0%を使用して計算)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702	
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12	
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715	
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24	
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268	
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676	
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0					
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929					
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46					
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293					

※ 溶液密度は計算値です。

図4 Java Appletによる計算例

モル濃度1 mol/Lの溶液500 mLを調製

ろに半角空白を入れるとエラーになる。モル濃度の水溶液を調製したい場合には、質量百分率濃度の代わりにモル濃度(mol/L)に数値を入力してボタン(H_2O_2 体積等)を押す(図4)。また、過酸化水素水の体積(mL)と希釈水の体積(mL)に数値を入力してボタン(質量百分率等)を押すと、図3や図4とは逆に、これらを混合した後の濃度を計算することができる(図5)。

過酸化水素水の作り方 H_2O_2 H_2O_2 声田 (埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18
 2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

50.0 500.0 550.0 2.997 0.8901 計算値/消去

H_2O_2 体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

溶液の質量=555.5 g 溶液の密度=1.01 g/mL

濃度を換算するときは【百分率濃度(%)】か【モル濃度(mol/L)】のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

表 25℃における H_2O_2 の濃度と密度などの関係 (H_2O_2 の式量(分子量)=34.01 30.0%を使用して計算)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702	
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12	
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715	
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24	
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268	
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676	
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0					
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929					
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46					
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293					

※ 溶液密度は計算値です。

図5 Java Appletによる計算例

過酸化水素水50 mLと純水500 mLを混合した後の濃度を計算

このプログラムは、濃度の計算方法を全く知らない人が使用することを想定しているため、でたらめに操作しても可能な限り動くように考慮している。その1つとして、上述のように2つのテキストボックスに数値を入力すれば計算できるわけだが、3つ以上のテキストボックスに数値を入力してもプログラムは動くようにしている。ただし、計算は2つの数値を採用して行う。そのときの優先順位を表1に示す。3つ以上の数値を入力する場合には、採用されなかった数値が計算により変化しない(すなわち、でたらめな数値ではない)ことが望ましい。再び計算する前に、全部の数値または計算値のみを右端のボタンで消去できる。なお、数値を消去せずに、前回の数値の1つを変更してボタンを押

表1 テキストボックスに入力した数値を採用するときの優先順位

優先順位	H ₂ O ₂ 体積(mL)	希釈水体積(mL)	溶液体積(mL)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/L)
1			○	○	
2			○		○
3	○	○			
4	○		○		
5	○			○	
6	○				○
7		○		○	
8		○			○
9		○	○		
10				○	
11					○

○印のテキストボックスに数値を入力し、その他のボタンを押した場合

過酸化水素水の作り方 H₂O₂ H₂O₂ 芦田(埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

691.9 -192.0 500.0 40.0 13.55 計算値/消去

H₂O₂体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部/消去

溶液の質量=576.0 g 溶液の密度=1.152 g/mL 原液濃度(約30%)を超過

濃度を換算するときは【百分率濃度(%)】か【モル濃度(mol/L)】のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0				
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929				
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46				
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293				

※ 溶液密度は計算値です。

図6 Java Appletによる計算例

市販品等の濃度30%を超過した場合

しても、変更した値が採用の優先順位によって元に戻ってしまうことがある。

市販品等の濃度を超過した場合には、赤字で警告を表示するが、計算はできるようにしている(図6)。希釈水体積が負になったのは、市販品等を濃縮しない限り調製できないことを表している。濃度を換算する場合には、質量百分率濃度かモル濃度のうち、どちらか一方のテキストボックスに数値を入力する。そして、数値を入れなかったほうのテキストボックスの真下の

過酸化水素水の作り方 H₂O₂ H₂O₂ 芦田(埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

--- --- --- 5.0 1.495 計算値/消去

H₂O₂体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部/消去

溶液の質量=0.0 g 溶液の密度=1.017 g/mL

濃度を換算するときは【百分率濃度(%)】か【モル濃度(mol/L)】のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0				
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929				
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46				
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293				

※ 溶液密度は計算値です。

図7 Java Appletによる計算例

質量百分率濃度5%をモル濃度1.495 mol/Lに換算

ボタンを押す(図7、図8)。その他、操作を間違えて計算できないときは、エラーが表示される(図9)。例えば、質量百分率濃度とモル濃度の両方のテキストボックスに数値を入力し、その他のテキストボックスの真下のボタンを押してもエラーが表示される(図10)。これらの濃度は密度を介して相互に換算できるため、本質的に同じ物理量(独立変数と従属変数の関係)だからである。計算が終了し5つのテキストボックスに数値が入っている状態で、5つのボタン

過酸化水素水の作り方 H₂O₂ H₂O₂ 声田 (埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

--- 3.364 1.0 計算値/消去

H₂O₂体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

溶液の質量=0.0 g 溶液の密度=1.011 g/mL

濃度を換算するときは「百分率濃度(%)」か「モル濃度(mol/L)」のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702	
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12	
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715	
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24	
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268	
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676	
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0					
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929					
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46					
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293					

※ 溶液密度は計算値です。

図 8 Java Appletによる計算例

モル濃度 1 mol/Lを質量百分率濃度3.364 %に換算

過酸化水素水の作り方 H₂O₂ H₂O₂ 声田 (埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

エラー 5 1 計算値/消去

H₂O₂体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

濃度を換算するときは「百分率濃度(%)」か「モル濃度(mol/L)」のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702	
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12	
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715	
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24	
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268	
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676	
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0					
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929					
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46					
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293					

※ 溶液密度は計算値です。

図 10 Java Appletによる計算例

エラーの表示 2 (濃度を 2 つ入力しても計算不能)

過酸化水素水の作り方 H₂O₂ H₂O₂ 声田 (埼玉大・教育) Ver. 2008.09.18

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

エラー 5 計算値/消去

H₂O₂体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

濃度を換算するときは「百分率濃度(%)」か「モル濃度(mol/L)」のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。市販品等の百分率濃度(%)

市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0	30.0	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702	
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12	
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715	
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24	
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268	
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676	
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0					
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929					
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46					
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293					

※ 溶液密度は計算値です。

図 9 Java Appletによる計算例

エラーの表示 1 (数値が 1 つだけで計算不能)

を適当に押すと、数値がわずかに変化する。これは、表示用に数値を四捨五入したときの誤差と採用の優先順位による計算順序・方法の変化による誤差が原因である。

3. 濃度等の計算方法

ホームページの画面に、以下のような計算方法の解説を載せている。

3-1 酸素の発生量と反応時間

二酸化マンガンMnO₂等を触媒にして、過酸化水素H₂O₂を分解すると酸素O₂を発生する。



過酸化水素水の体積をV(mL)、濃度をW(mass%)、密度をD(g/mL)とする。過酸化水素のモル質量(分子量)をF(=34.01 g/mol)、標準状態における気体1 molの体積をV_s(=22400 mL/mol)とすると、発生する酸素の体積V_o(mL)は次式で計算できる。

$$V_o = VD W V_s / (200F)$$

過酸化水素水の濃度と二酸化マンガンの質量を変数とし、そのときの酸素の発生量と反応時間を測定した。酸素発生量の計算値V_oを表2に示す。実測した体積(約25℃)は表の値の95%~100%になった。酸素を捕集するときの損失を考慮すると、使用できる量はさらに少なくなる。酸素の発生に要した時間(分解時間、s)と二酸化マンガン(粉末)の質量(mg)の関係を図11、図12および表3に示す。実測値がばらついたので、分解時間はおよその値であるが、二酸化マ

表2 酸素発生量の計算値V₀(mL)

H ₂ O ₂ 濃度 W(mass%)	密度 D(g/mL)	H ₂ O ₂ 体積V(mL)												
		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
3.0	1.01	49.9	99.8	150	200	249	299	399	499	599	698	798	898	998
5.0	1.02	84.0	168	252	336	420	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680
10.0	1.03	170	339	509	678	848	1018	1357	1696	2035	2374	2714	3053	3392

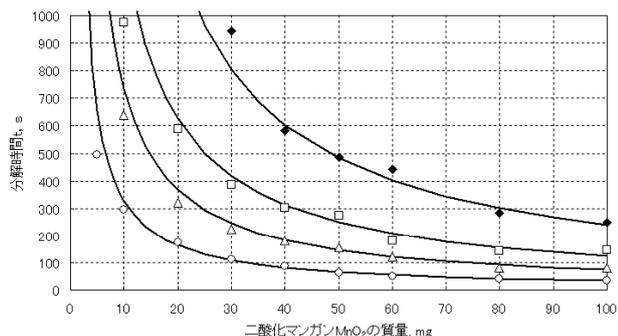


図1 1 酸素発生時間(過酸化水素の分解時間)と二酸化マンガン(MnO₂)の質量の関係

過酸化水素水の体積V=10 mL、開始時の水溶液温度 18~19 °C、室温 21~25 °C

反応が完全に終了した時間 過酸化水素水の濃度◆ : W=3 mass%

反応がほぼ終了した時間 過酸化水素水の濃度□ : W=3 mass%、△ : W=5 mass%、○ : W=10 mass%

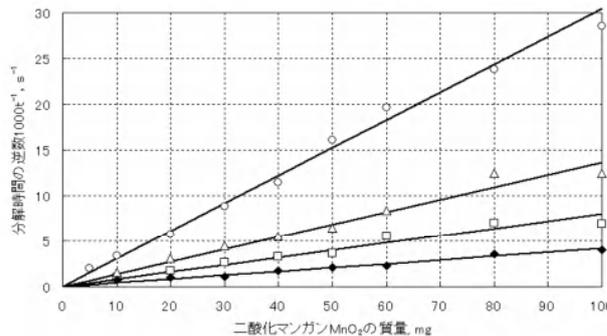


図1 2 酸素発生時間(過酸化水素の分解時間)の逆数と二酸化マンガン(MnO₂)の質量の関係

表3 酸素発生時間(s)と二酸化マンガン(MnO₂)の質量(mg)の関係

H ₂ O ₂ 濃度 W(%)	MnO ₂ 粉末(mg)									備考
	5	10	20	30	40	50	60	80	100	
3.0	-	1320	1013	944	582	485	441	285	250	反応が完全に終了した時間
3.0	-	974	590	385	302	275	180	143	145	反応がほぼ終了した時間
5.0	-	640	322	225	181	155	120	80	80	
10.0	496	295	174	113	87	62	51	42	35	

H₂O₂体積V=10 mL、開始時の水溶液温度 18~19 °C、室温 21~25 °C

表4 過酸化水素水の密度(比重)D(g/mL)と濃度W(mass%)の関係

W(mass%)	0	1	3	6	10	16	20	26	30	30	30	31	
D計算値	1.00	1.00	1.01	1.02	1.03	1.06	1.07	1.09	1.11	1.11	1.11	1.11	
D文献値	-	1.0022	1.01	1.0204	1.0351	1.0574	1.0725	1.0959	1.11	1.1122	1.12	1.11	
W(mass%)	33	35	35	40	45	45	50	50	60	70	80	90	100
D計算値	1.12	1.13	1.13	1.15	1.17	1.17	1.20	1.20	1.24	1.29	1.35	1.40	1.46
D文献値	1.11	1.13	1.1327	1.1536	1.17	1.1749	1.1966	1.20	1.24	1.30	-	1.40	1.46

濃度W(mass%)による密度 D(g/mL)の計算式 $D = 0.000135W^2 + 0.0325W + 1.00$ (図1 3参照)

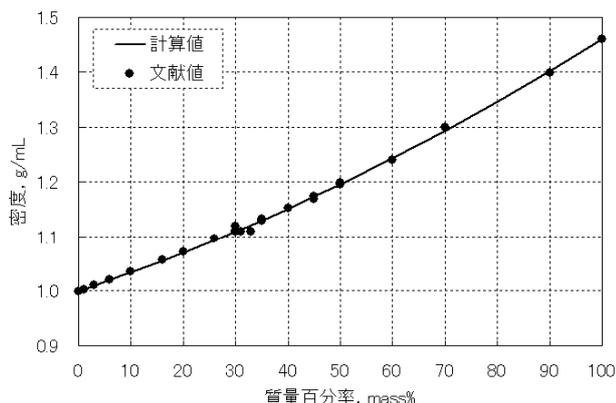


図1 3 過酸化水素水の密度と濃度の関係

ンガンの質量にほぼ反比例している。なお、触媒作用する表面積を大きくするために、粉末状の二酸化マンガンを使用した。

3-2 過酸化水素水の密度

Java Appletプログラムで使用している過酸化水素水の密度と濃度の関係を図1 3と表4に示す。化学便覧にデータが記載されていないため、理科年表²⁾²⁾および市販品のカタログ等^{2)3~2)9)}から密度や比重のデータを集めた。

3-3 濃度の計算方法

市販の過酸化水素水(過酸化水素の濃厚水溶液)の質量百分率濃度と密度を W_c (mass%)と D_c (g/mL)、市販品から分取した体積を V_A (mL)、その中に溶けている過酸化水素の質量を M_A (g)、希釈水の体積を V_B (mL)とする。希釈後の水溶液の質量と体積を M (g)と V (mL)、密度を D (g/mL)、質量百分率濃度を W (mass%)、モル濃度を C (mol/L)、溶液体積/希釈水体積を Q とする。さらに、水の全部の質量を M_B (g)、過酸化水素の式量を F (g/mol)とすると、次式のような関係がある。

$$M_A = V_A D_c W_c / 100, \quad W = 100 M_A / M,$$

$$M_B = V_B + V_A D_c (100 - W_c) / 100,$$

$$M = M_A + M_B = V_A D_c + V_B = V D, \quad Q = V / V_B,$$

$$C = 1000 M_A / F V, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

これらの式と既知の値を用いて未知の値を求めることができる。濃度から密度を求めたり、溶液体積/希釈水体積から濃度を求めるときはプログラム中の表(表5、表6)を使う。

4. 調製方法と注意事項

ホームページの画面に、以下のような具体的な調製方法と安全のための注意事項を載せている。また、主な実験器具の写真と使用方法等も載せている。



図1 4 メスシリンダー

4-1 調製方法

- ・必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておく。
- ・作成したい容量がはかれるメスシリンダー(たとえば350 mLを作成するなら500 mL、図1 4)で蒸留水をはかりとり、ビーカーに移す。
- ・別のメスシリンダーで市販の過酸化水素水をはかりとり、上のビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていく。
- ・必要ならば、試薬ビンに移して保管する。試薬名、濃度、作成日、作成者等を書いたラベル

表5 25℃におけるH₂O₂の濃度と密度等の関係(市販品等の濃度30 mass%の場合)

百分率濃度(%)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5
モル濃度(mol/L)	0.0000	0.2950	0.5919	0.8908	1.192	1.495	3.040	4.639	6.295	8.010	8.891
溶液密度(g/mL)	1.000	1.003	1.007	1.010	1.013	1.017	1.034	1.052	1.070	1.090	1.100
溶液/希釈水	1.000	1.031	1.064	1.100	1.139	1.180	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913
百分率濃度(%)	30.0	30.0	32.5	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	
モル濃度(mol/L)	9.788	9.788	10.702	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	
溶液密度(g/mL)	1.110	1.110	1.120	1.130	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	
溶液/希釈水	9000	-9000	-10.715	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	
百分率濃度(%)	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	70.0	75.0	80.0			
モル濃度(mol/L)	19.723	20.821	21.939	23.079	24.240	26.626	29.102	31.671			
溶液密度(g/mL)	1.220	1.232	1.244	1.256	1.268	1.294	1.320	1.346			
溶液/希釈水	-0.9839	-0.8858	-0.8041	-0.7350	-0.6758	-0.5798	-0.5052	-0.4456			
百分率濃度(%)	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0						
モル濃度(mol/L)	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929						
溶液密度(g/mL)	1.374	1.402	1.431	1.445	1.460						
溶液/希釈水	-0.3970	-0.3567	-0.3226	-0.3075	-0.2935						

表6 溶液/希釈水の値Qの市販品濃度による変化

百分率濃度(%)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5
市販品濃度 35 %	1.000	1.026	1.054	1.083	1.114	1.148	1.354	1.664	2.180	3.212	4.244
市販品濃度 45 %	1.000	1.019	1.040	1.061	1.083	1.107	1.244	1.426	1.682	2.065	2.339
市販品濃度 60 %	1.000	1.014	1.028	1.042	1.057	1.073	1.161	1.268	1.401	1.573	1.679
市販品濃度100 %	1.000	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.075	1.119	1.168	1.224	1.254
百分率濃度(%)	30.0	30.0	32.5	35.0	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	45.0	
市販品濃度 35 %	6.308	6.308	12.501	9000	-9000	-12.271	-6.078	-4.014	-2.982	-2.982	
市販品濃度 45 %	2.704	2.704	3.215	3.981	3.981	5.259	7.815	15.484	9000	-9000	
市販品濃度 60 %	1.802	1.802	1.948	2.123	2.123	2.337	2.605	2.949	3.408	3.408	
市販品濃度100 %	1.287	1.287	1.323	1.361	1.361	1.402	1.447	1.496	1.549	1.549	
百分率濃度(%)	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	60.0	62.5	65.0			
市販品濃度 35 %	-2.363	-1.951	-1.435	-1.263	-1.126	-1.126	-1.013	-0.9199			
市販品濃度 45 %	-15.192	-7.524	-3.690	-2.923	-2.412	-2.412	-2.048	-1.774			
市販品濃度 60 %	4.051	5.016	9.839	19.488	9000	-9000	-19.110	-9.462			
市販品濃度100 %	1.608	1.672	1.822	1.911	2.010	2.010	2.123	2.253			
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0			
市販品濃度 35 %	-0.7730	-0.6630	-0.5777	-0.5095	-0.4539	-0.4078	-0.3875	-0.3688			
市販品濃度 45 %	-1.391	-1.137	-0.9549	-0.8189	-0.7133	-0.6291	-0.5931	-0.5604			
市販品濃度 60 %	-4.638	-3.031	-2.228	-1.747	-1.427	-1.198	-1.107	-1.027			
市販品濃度100 %	2.577	3.031	3.714	4.853	7.133	13.980	27.678	9000			

市販品濃度30 %については表5を参照

を付ける。

4-2 注意事項

- ・市販の過酸化水素水は劇物で、毒性・腐食性と酸化性がある。高濃度のものが皮膚に付くと、白斑を生じて痛む。過酸化水素水が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに多量の水で洗い流す。
- ・過酸化水素水は、金属粉末やアルカリおよび酸化されやすい有機物によって分解され、酸素を発生し発熱する。可燃物と混合すると発火させることがある。これらの物質と混ざらないように注意し、冷暗所に保管する。
- ・市販品の濃度は30.0 %~35.5 %である。正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている酸化剤で滴定して、正確な濃度を決定する。

5. 使用したソフトウェア

開発に使用したOSはMicrosoft社のWindows XP Professionalである。さらに、Microsoft社のWindows 98、2000 Professional、ME、XP home edition、Vista Home Premiumで動作確認を行っている。Java Appletは多くの書籍^{30~35)}を参考にして、Borland社のJBuilder 6 Professional、2005 Developerで作成し、フリーソフトウェアFFFTP 1.88³⁶⁾でサーバーにアップロードした。HTMLファイルはIBM社のホームページビルダー 11^{37、38)}、またはマクロメディア(株)のDreamweaver MX³⁹⁾で編集・作成した。

6. おわりに

埼玉大学および教育学部のサーバーだけでなく、学外のサーバーにも濃度計算と調製方法のプログラムを載せてサービスを開始した^{1~4)}。学校の授業の準備や自由研究等でも利用できると思われる。今後もさらに、計算できる水溶液の種類を増やし、サービスを充実していく。

本研究は科学研究費(基盤研究(B)、課題番号21300288)の助成を受けたものである。

参考文献等(URLは全て2011年4月23日時点)

- 1) <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>
- 2) <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/~chem1/>
- 3) <http://www.geocities.jp/ashidabk1/>
- 4) <http://www7.tok2.com/home/ashidabk3/>
- 5) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 塩化ナトリウム水溶液-』化学教育ジャーナル(CEJ)、第7巻第1号(通巻12号)、採録番号7-5(2003) URL <http://chem.sci.utsumomiya-u.ac.jp/cejrn1.html> (以下同様)
- 6) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 酢酸水溶液、塩酸、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液-』化学教育ジャーナル(CEJ)、第8巻第1号(通巻14号)、採録番号8-3(2004)
- 7) Minoru Ashida, et al., Automatic Services of Calculating Data and for the Preparation of Solutions by Using Internet: - Nitric Acid Aqueous Solution and Sulfuric Acid Aqueous Solution-, The Chemical Education Journal (CEJ), Vol.9, No.2 (Serial No. 17). The date of issue: January 30, 2007. /Registration No. 9-14/ Received March 7, 2006
- 8) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 固体無水物の溶解度-』化学教育ジャーナル(CEJ)、第10巻第1号(通巻18号)、採録番号10-2(2007)
- 9) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 二酸化炭素と石灰水-』化学教育ジャーナル(CEJ)、第10巻第1号(通巻18号)、採録番号10-3(2007)
- 10) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - シュウ

謝辞

- 酸水溶液およびシュウ酸ナトリウム水溶液ー
』化学教育ジャーナル(CEJ)、第11巻第1号(通
巻20号)、採録番号11-4(2008)
- 11) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法の
インターネットによる自動サービスー塩化
カリウム水溶液および塩化アンモニウム水溶
液ー』化学教育ジャーナル(CEJ)、第12巻第2
号(通巻23号)、採録番号12-8(2009)
- 12) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法の
インターネットによる自動サービスー炭酸水
素ナトリウム水溶液および炭酸ナトリウム水
溶液ー』化学教育ジャーナル(CEJ)、第12巻第
2号(通巻23号)、採録番号12-9(2009)
- 13) 芦田実ほか『溶液の濃度計算と調製方法の
インターネットによる自動サービスーミョウ
バンとその関連物質の溶解度ー』化学教育ジ
ャーナル(CEJ)、第12巻第2号(通巻23号)、採
録番号12-10(2009)
- 14) 芦田実ほか『定量分析シミュレーションの
インターネットによる自動サービスー酸・塩
基滴定ー』化学教育ジャーナル(CEJ)、第10巻
第1号(通巻18号)、採録番号10-4(2007)
- 15) 芦田実ほか『定量分析シミュレーションの
インターネットによる自動サービスー混合滴
定ー』化学教育ジャーナル(CEJ)、第11巻第1
号(通巻20号)、採録番号11-5(2008)
- 16) 芦田実ほか『定量分析シミュレーションの
インターネットによる自動サービスー酸化・
還元滴定ー』化学教育ジャーナル(CEJ)、第
11巻第1号(通巻20号)、採録番号11-6(2008)
- 17) 増田貴司『「理科離れ」解消のために何が必
要か』TBR産業経済の論点、東レ経営研究
所(2007)
- 18) 『平成20年度中学校理科教師実態調査集計結
果』科学技術振興機構理科教育支援センター
・国立教育政策研究所教育課程研究センター
(2008)
- 19) 例えば [http://www.saitama-u.ac.jp/
ashida/cgi-bin/ascentlog.cgi](http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/cgi-bin/ascentlog.cgi) (2011年 4月28日提出)
- 20) 例えば [http://www.saitama-u.ac.jp/
ashida/cgi-bin/calgramc.cgi](http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/cgi-bin/calgramc.cgi)
- 21) 例えば [http://www.saitama-u.ac.jp/
ashida/calcgrap/apadj012.html](http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/calcgrap/apadj012.html)
- 22) 国立天文台編『理科年表平成21年(机上版)』
374頁、丸善(株)(2009)
- 23) [http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/
icss0164c.html](http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/icss0164c.html)
- 24) [http://www.osaka-c.ed.jp/kak/rikal/
subj2-db/db-ka.htm#i1](http://www.osaka-c.ed.jp/kak/rikal/subj2-db/db-ka.htm#i1)
- 25) [http://stableisotope.tn-sanso.co.jp/
sihome/msds/img/TNI00157.pdf](http://stableisotope.tn-sanso.co.jp/sihome/msds/img/TNI00157.pdf)
- 26) [http://www.mgc.co.jp/seihin/pdf/
45kasankasuiso.pdf](http://www.mgc.co.jp/seihin/pdf/45kasankasuiso.pdf)
- 27) [http://www.mgc.co.jp/seihin/pdf/
60kasankasuiso.pdf](http://www.mgc.co.jp/seihin/pdf/60kasankasuiso.pdf)
- 28) [http://www.peroxide.co.jp/products/
product1_2.html](http://www.peroxide.co.jp/products/product1_2.html)
- 29) [http://www.kagakukan.sendai-c.ed.jp/
yakuhin/yak/025.htm](http://www.kagakukan.sendai-c.ed.jp/yakuhin/yak/025.htm)
- 30) 高橋和也ほか『Java逆引き大全500の極意』
(株)秀和システム(2002)
- 31) 田中秀治『Jbuilder5で入門! Javaプログラ
ミング』ソーテック社(2001)
- 32) 松浦健一郎、司ゆき『はじめてのJBuilder
6』ソフトバンク(株)(2002)
- 33) 赤間世紀『Java2による数値計算』技報堂出
版(株)(1999)
- 34) 青野雅樹『Javaで学ぶコンピュータグラフ
ィックス』(株)オーム社(2002)
- 35) 中山茂『Java2グラフィックスプログラミング
入門』技報堂出版(株)(2000)
- 36) <http://www2.biglobe.ne.jp/~sota/>
- 37) 『ホームページ・ビルダー2001ユーザーズ・
ガイド』日本アイ・ビー・エム(株)(2006)
- 38) アンク『HTMLタグ辞典』翔泳社(2000)
- 39) 『Dreamweaver MXファーストステップガイ
ド』マクロメディア(株)(2002)
- (2011年 5月20日受理)

Web Automatic Service of Calculating Data and for the Preparation of Hydrogen Peroxide Solution and for the Production of Oxygen

ASHIDA, Minoru

Faculty of Education, Saitama University

TAKAHARA, Hiroshi

Saitama Prefectural Tokorozawakita High School

YAMAKAWA, Yumi

Suginami Municipal Matsunoki Elementary School

OSAWA, Takehito

Kumagaya Municipal Oasou Junior High School

Abstract

Dislike of science is now spreading over students and even teachers in Japanese elementary schools. It seems that interest in science (chemistry) may often be generated through experiments. Therefore, we started an automatic service in the homepage of our chemical laboratory on how to prepare aqueous solutions (calculating concentrations and preparation methods) which are the bases of some chemical experiment, in order to reduce dislike of science and to do various experiments using solutions prepared by teachers in elementary schools. Even a person who has no background in computers can use it anytime when it is necessary. Furthermore, we started a download service, so you can carry out this program even in a PC (offline) if you download a compressed file and extract it. On previous reports, we discussed about sodium chloride aqueous solution, sodium hydroxide aqueous solution, hydrochloric acid, ammonia water, acetic acid aqueous solution, nitric acid aqueous solution, sulfuric acid aqueous solution, solubilities of solid anhydrides, carbon dioxide and lime water, oxalic acid aqueous solution, sodium oxalate aqueous solution, potassium chloride aqueous solution, ammonium chloride aqueous solution, sodium hydrogencarbonate aqueous solution, sodium carbonate aqueous solution, solubilities of alums and related substances, and already started service in the homepage. In this report, we have developed the program for the preparation of hydrogen peroxide aqueous solution and for the production of oxygen.

Key Words : Hydrogen peroxide, Calculating concentration, Dilution and/or preparation, Precaution, Production of oxygen

VI. おわりに

化学研究室では平成13年度より、長年にわたって理科離れの防止に努力してきた。化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱を開設（平成14～15年度科学研究費基盤研究(C)）し、理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページを開発（平成18～21年度科学研究費基盤研究(C)）してきた。平成19～20年度には理科教育講座全体が中心になって教員養成GP「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」の事業を実施した。本研究は、これらの継続を目指したものである。教員養成GPとは予算規模が比較にもならないが、限られた予算と時間の中で出来る限りのことを実施したつもりである。

出前授業に関連したイベントとして、研究分担者や研究協力者と共に、夏休みに附属小学校で「わくわく観察実験教室」を開催した。参加者数が185人と非常に多く、おもしろ物理実験（光と磁石）等の6テーマを盛況のうちに実施できたと思う。東日本大震災のために埼玉県有加須市立騎西小学校に避難している子供達のために、埼玉大学の学生が「学ぼう！あそぼう！夏休み!!」を開催した。このイベントにも参加して観察実験教室を行った。また、昨年度2月に附属小学校で開かれた「埼玉・栃木・群馬小中合同理科教育研修会」兼「ソニー科学教育研究会埼玉支部研修会」の昼食休憩時間のワークショップに参加し（7店）、参加された小・中学校の先生方に本研究の活動等を紹介した。学生派遣関係では昨年度の秋から、さいたま市立大宮北小学校へ「理科実験観察お助け隊」の派遣を実施中である。さらに、「さいたま市青少年宇宙科学館イベント」の運営補助に学生を派遣し、「三郷市おもしろ遊学館」では学生に授業者の補助を依頼し、「川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業」では事前の準備を依頼した。いずれの企画でも、教育現場で子供達とふれあう事が出来て、学生は貴重な経験を積む事が出来た。

化学の質問箱に寄せられた質問数が、平成22年12月からの1年間で41件にとどまり、最盛期の1/3に減少している。質問が最も殺到していたホームページ(縮小版2)のサーバーが平成19年5月初旬より停止している影響が大きい。または、高校生と大学生からの質問がほぼ出そろった様にも感じられる。質問者の大部分は相変わらず高校生と大学生であり、小学校～高等学校の教員や指導主事等からの質問は依然として少ない。理科離れを未然に防ぐために、質問箱を世間一般に知らしめる努力をなおいっそう行う必要がある。

謝辞

平成21年度～平成24年度 科学研究費補助金（基盤研究(B)、平成23年度分）を受けて研究成果が大いにあがったことを、ここに記して謝意を表す。同時に本研究の遂行には、研究分担者、連携研究者、研究協力者、大学院生、学部生、教育委員会や小学校・中学校の先生方、さいたま市青少年宇宙科学館や三郷市おもしろ遊学館の職員の方など多くの人々の協力を得たことも、ここに記して感謝致します。

平成21年度～平成24年度科学研究費補助金(基盤研究(B))報告書
(平成23年度分冊, 課題番号 21300288)

「驚きと感動をつたえ理科離れを未然に
防ぐ理科大好きプロジェクト」

平成24年2月 発行

発行者

研究代表者 埼玉大学 教育学部 教授 芦田 実
