

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月10日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21300288

研究課題名（和文） 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

研究課題名（英文） A project which gives surprise and impression and makes science favorite in order to prevent dislike of science.

研究代表者

芦田 実 (ASHIDA MINORU)

埼玉大学・教育学部・教授

研究者番号：30125166

研究成果の概要（和文）：

理科離れを防ぐために種々の事業を実施した。お助け隊として小学校に学生を派遣し、理科室の整理や授業の補助に従事させた。科学館の行事、三郷市の遊学館や川越市のふれあい事業等にも派遣した。観察実験教室では附属小学校や騎西小学校等で種々の驚きと感動を伝えた。また、天体観望会やワークショップを開催した。ホームページで多数の質問に回答し、水溶液の作り方、実験のシミュレーションや理科カレンダーを公開した。

研究成果の概要（英文）：

Various enterprises were undertaken in order to prevent dislike of science. The students were dispatched to elementary schools as a helper. They were engaged in arrangement of a science laboratory and assistance of a lesson. The students were dispatched to the event of a science museum, the studying classroom in Misato, the contact enterprise of Kawagoe, etc. In the observation experiment classroom, we gave children various surprise and impression at elementary schools, etc. Moreover, astronomical observation meetings and workshops were held. We replied to many questions by the homepage and exhibited how to make solutions, simulation of experiments and science calendars.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,900,000	1,770,000	7,670,000
2010年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2011年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2012年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
総計	14,800,000	4,440,000	19,240,000

研究分野：化学教育，無機化学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，科学教育

キーワード：理科離れ，e-learning，理科実験・理科学習の支援，ホームページ，学生派遣（お助け隊），観察実験教室

1. 研究開始当初の背景

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（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))。化学分野では2001年にホームページ(<http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>等)を公開して理科離れ防止に努力してきた。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」等の採択にも繋がっている。

2. 研究の目的

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(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(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)。これらの問題を少しでも軽減することを目指す。

3. 研究の方法

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充実する。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。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,マイクロとナノの世界,ウニの発生等)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等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。

4. 研究成果

「わくわく観察実験教室」を附属小学校で毎年夏休みに開催した(参加児童延べ 757 人)。さらに,平成 23 年夏に東日本大震災で加須市立騎西小学校に避難している子供達のために観察実験教室を,平成 24 年夏には秩父市の小学生のために「理科おもしろ実験教室」を開催した。毎年冬に埼玉・栃木・群馬小中合同理科教育研修会・ソニー科学教育研究会埼玉支部研修会が開かれ,当日の昼休みにワークショップを開いて,本研究等を紹介した。また天体観望会を複数回実施した。

「理科実験観察お助け隊」として,さいたま市内の小学校や附属小学校に多数の学生を毎年派遣し,理科室の整理や授業の補助に従事させた(延べ 1000 時間以上)。さらに,さいたま市青少年宇宙科学館の種々の行事,三郷市おもしろ遊学館や川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業等にも学生を毎年多

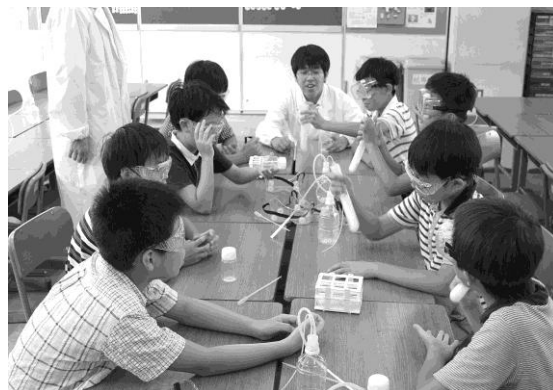


図 1 わくわく観察実験教室の様子(附属小)



図 2 観察実験教室の様子(騎西小学校)



図 3 ワークショップの様子



図 4 理科実験観察お助け隊の様子

数回派遣した。

ホームページの化学質問箱(統計を取り始めてからの閲覧総数約 263,000)に寄せられ



図5 三郷市おもしろ遊学館の様子



図6 川越市理科ふれあい事業の様子

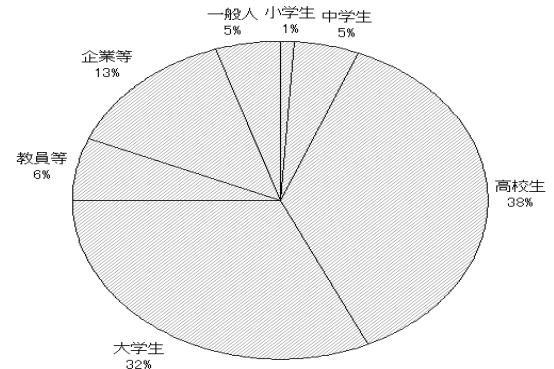


図7 質問内容による質問者数の分類

水の価が異なる。以下の計算式を用いて、(計算結果)欄に記入してください。

水酸化カリウム水溶液の調製 (希釈・濃縮) OH^- 単位 (純水・乾重)

希釈: 濃縮液の濃度 (mol/L) 希釈液の濃度 (mol/L) 希釈液の体積 (mL) 濃縮液の体積 (mL) 濃縮液の質量 (g) 濃縮液の質量 (g) 濃縮液の体積 (mL) 濃縮液の質量 (g) 濃縮液の体積 (mL)

濃縮: 濃縮液の濃度 (mol/L) 濃縮液の体積 (mL) 濃縮液の質量 (g) 濃縮液の体積 (mL) 濃縮液の質量 (g) 濃縮液の体積 (mL)

濃度 (mol/L)	体積 (mL)	質量 (g)	濃度 (mol/L)	体積 (mL)	質量 (g)
0.1000	10.00	1.4900	0.0100	100.0	14.9000
0.0500	20.00	2.9800	0.0050	200.0	29.8000
0.0200	50.00	7.4500	0.0020	500.0	74.5000
0.0100	100.0	14.9000	0.0010	1000.0	149.0000

図8 水酸化カリウム水溶液の作り方の画面 (Swingの改良版)

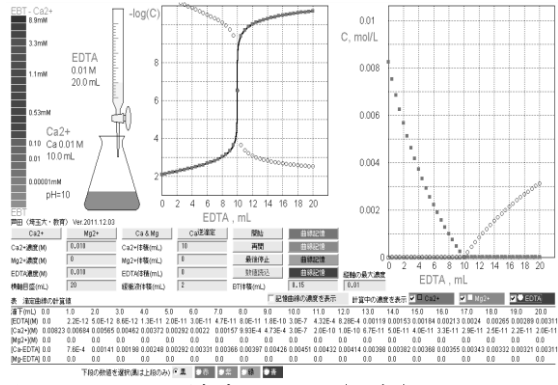


図9 キレート滴定の画面 (一部)

実験レシビ 小学校6年 水溶液の性質
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5×5×0.3mm (0.02g) に切り、希塩酸に溶かすと、主に水蒸気を生じ塩化アルミニウムなどができます。臭気がある場合には、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 Al(OH)_3 などの化合物だと考えられます。また、質を確かめ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ぼれたか、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。

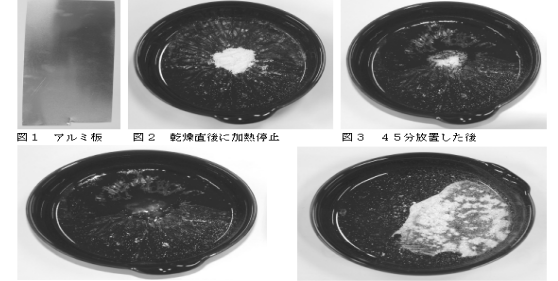


図4 7.0分放置した後 図5 アルミ箔を使用した場合
身近なアルミニウムとしてアルミ箔がありますが、これを使用すると図5のように、白色粉末に含まれる黄色物質の量が多くなりやすいです。アルミニウムが塩酸に溶ける時間を短くするには、塩酸の濃度を濃くすることや温度を高くすることが有効です。
結論 きれいな白色粉末を取り出すためには、アルミニウムの純度が高いものを使用しましょう。後で溶け出さないように、蒸発した後1~2分さらに加熱しましょう！

図10 アルミニウムを塩酸に溶かす実験

た質問に4年間で195件回答した。必要に応じて日常生活に例えて、速やかに平易な言葉で質問者に e-mail で回答し、ホームページに公開した。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、一般、中学生>小学生であり、高校生と大学生をあわせて約7割を占めている。教員からの質問はまだ少ない。

「溶液の作り方 (濃度計算と調製方法)」の自動サービスでは、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、水酸化カリウム水溶液、塩化アンモニウム水溶液、pH緩衝液を制作した(AWTの初期版)。これらは小学校~高校における理科実験の準備等に活用できよう。計算方法、調製方法、注意事項、使用方法も説明している。さらに、水酸化カリウム水溶液、食塩水 (塩化ナトリウム水溶液)、水酸化ナトリウム水溶液、炭酸水素ナトリウム水溶液、塩化カリウム水溶液、塩化アンモニウム水溶液、硝酸等を改良し、薬品の純度や溶液の単位等の指定を追加

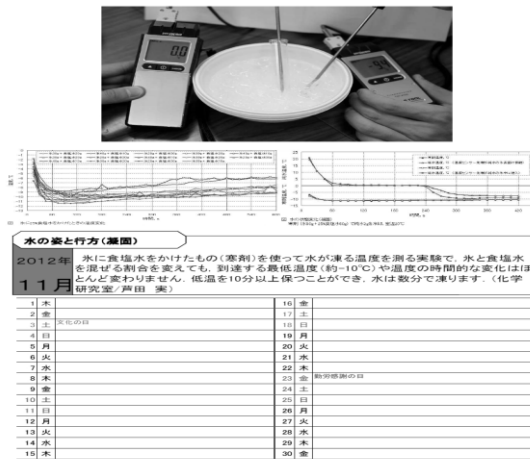


図 11 理科カレンダー (水が凍る温度)

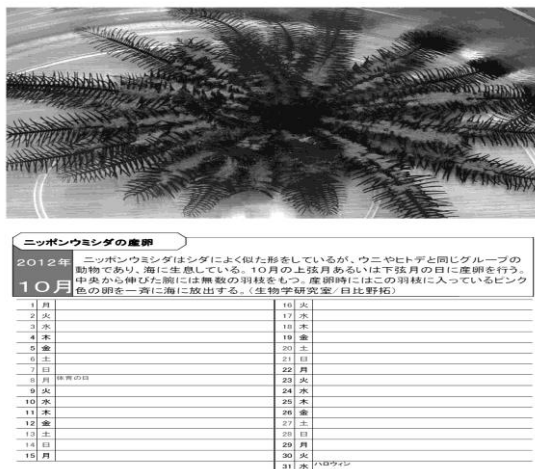


図 12 理科カレンダー (ウニの発生)

して使い易くした (Swing の改良版)。

「化学実験のシミュレーション」の自動サービスでは、ヨウ素滴定の詳細な色見本を追加し、キレート滴定の詳細な色見本とプログラム等を制作した。高校や大学等の授業や実験で活用できよう。

「実験レシピ・ヒント集」として、アルミニウムやスチールウールを塩酸に溶かし、蒸発させて溶けているものを取り出す実験および氷に食塩水を加えたもの(寒剤)を使って、水が凍る温度を測る実験等の秘訣を作成した。その他に、理科カレンダー、おもしろ物理実験、ミクロとナノの世界、ウニの発生等に関する多くのコンテンツや記事を公開した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

① 芦田実, 鈴木崇広, 江藤大門, ヨウ素滴定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, 埼玉大学紀要教育学部(数

学・自然科学), 査読無, 62巻1, 227-239 (2013), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KY-AA12318206-6201-18>

② 芦田実, 長岡淳子, 村田龍一, pH緩衝液の濃度計算と調製方法の自動サービス -Webによる理科教員への遠隔支援-, 埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 査読無, 11号, 79-86 (2012)

③ 芦田実, 水酸化カリウム水溶液の濃度計算・調製方法に関する Web 自動サービス, 埼玉大学紀要教育学部(数学・自然科学), 査読無, 61巻1号, 201-214 (2012), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KY-AA12318206-6101-16>

④ 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), 査読無, 60巻2号, 181-191 (2011), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KY-AA12318206-6002-15>

⑤ 片平克弘, 杉本美穂子, 高間智子, 芦田実, 中学校理科における対話と討論を通した「気体の性質」に関する授業実践, 埼玉大学紀要教育学部(教育科学), 査読無, 59巻2号, 1-12 (2010), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KY-AA12318206-5902-01>

⑥ 金子ひとみ, 津田陽一郎, 片平克弘, 芦田実, 中学校理科「月の満ち欠け」の問題図の改善とその提示に関する研究, 埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 査読無, 9号, 1-10 (2010)

⑦ 日比野拓, ウニ幼生の左右非対称性から後口動物の体軸の進化を考える, 海鞘, 査読無, 21号, 3-6 (2009)

⑧ 芦田実, 吉田茂, 越智晴香, 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, 査読無, 12巻2号, 採録番号 12-10 (2009), web 上で頁無, <http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v12n2/ashida3/>

⑨ 芦田実, 山川侑実, 吉田茂, 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, 査読無, 12巻2号, 採録番号 12-9 (2009), web 上で頁無, <http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v12n2/ashida2/>

⑩ 芦田実, 越智晴香, 大澤豪人, 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, 査読無, 12巻2号, 採録番号 12-8 (2009), web 上で頁無, <http://chem.sci.utsunomiya>

-u. ac. jp/v12n2/ashida/

〔その他〕

本研究室ホームページのトップ頁アドレス

- ①本館 <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>
- ②新館 <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/~chem1/>
- ③新館2 <http://park.saitama-u.ac.jp/~ashida-sci-edu/>
- ④別館1 <http://www.geocities.jp/ashidabk1/>
- ⑤別館3 <http://www7.tok2.com/home/ashidabk3/>

本研究に関連した報告書 (SUCRA-IR)

下記の pdf 版報告書のダウンロード総数は現在約 32,100 回である。

- 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」2002～2003 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C) (2)) 研究成果報告書, 全 143 頁, <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」2004 年度埼玉大学教育学部学部長裁量経費報告書, 全 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」2005 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, 全 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」2006 年度～2008 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)) 研究成果報告書 (平成 18 年度分冊), 全 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」2006 年度～2008 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)) 研究成果報告書 (平成 19 年度分冊), 全 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」2006 年度～2008 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)) 報告書 (平成 20 年度分冊), 全 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」2006 年度～2008 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)) 報告書 (合冊), 全 361 頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/>

[xoonips/detail.php?id=KK000470](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」2009 年度～2012 年度科学研究費補助金 (基盤研究(B)) 報告書 (H21 年度分冊), 全 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」2009 年度～2012 年度科学研究費補助金 (基盤研究(B)) 報告書 (H22 年度分冊), 全 162 頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000502>
- ⑩「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」2009 年度～2012 年度科学研究費補助金 (基盤研究(B)) 報告書 (H23 年度分冊), 全 119 頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK213003>
- ⑪「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」2009 年度～2012 年度科学研究費補助金 (基盤研究(B)) 報告書 (H24 年度分冊), 全 168 頁, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK213004>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芦田 実 (ASHIDA MINORU)
埼玉大学・教育学部・教授
研究者番号: 30125166

(2) 研究分担者

大向 隆三 (OHMUKAI RYUZO)
埼玉大学・教育学部・准教授
研究者番号: 40359089
日比野 拓 (HIBINO TAKU)
埼玉大学・教育学部・准教授
研究者番号: 60513835
岡本 和明 (OKAMOTO KAZUAKI)
埼玉大学・教育学部・准教授
研究者番号: 60456001
清水 誠 (SHIMIZU MAKOTO)
埼玉大学・教育学部・教授
研究者番号: 30292634

(3) 連携研究者

片平 克弘 (KATAHIRA KATSUHIRO)
筑波大学・人間総合科学研究科・教授
研究者番号: 70214327
谷塚 光典 (YATSUKA MITSUNORI)
信州大学・教育学部・准教授
研究者番号: 30323231
芦田 正巳 (ASHIDA MASAMI)
山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 40151055