



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	洗剤(界面活性剤)を題材とした教材を通してのSEICプログラムの評価( fulltext )
Author(s)	小川,治雄; 小金澤,智子; 生尾,光; 吉永,裕介; 藤井,浩樹
Citation	東京学芸大学紀要. 自然科学系, 62: 15-21
Issue Date	2010-09-00
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2309/107951">http://hdl.handle.net/2309/107951</a>
Publisher	東京学芸大学学術情報委員会
Rights	

## 洗剤（界面活性剤）を題材とした教材を通してのSEICプログラムの評価

小川 治雄\*・小金澤 智子\*・生尾 光\*・吉永 裕介\*・藤井 浩樹\*\*

分子化学分野

(2010年5月21日受理)

OGAWA, H., KOGANEZAWA, T., IKUO, A., YOSHINAGA, Y. and FUJII, H.: Evaluation of SEIC program through the teaching material of detergent (surfactant). Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., **62**: 15-21. (2010) ISSN 1880-4330

### Abstract

Trials of a lesson model of detergent (surfactant) through “Special Emphasis on Imagination leading to Creation” (SEIC) were carried out. The lesson model was conducted for undergraduate science-study class of junior (third year) level students in Tokyo Gakugei University (TGU) and the course of the renewal of teacher’s license for in-service teachers of primary schools mainly in Tokyo Metropolis. The operation of making images of surfactant was carried out where a lecture with frequent discussions without memorization was performed. An evaluation of the lesson model through SEIC was conducted. Drawings as works with acquired images had a large variety in representation, vivid and opportune descriptions. Learners used so many chemical terms on subsequent practices of their own explanations by text form in document in which they could explain adequately their own images of drawings. Answers to questionnaire implied that drawings and subsequent self-explanations through SEIC were one of the influential methodologies for enhancing images and terms through chemical concepts.

**Key words:** SEIC, practice and evaluation, lesson model, surfactant, chemical education

*Department of Molecular Chemistry, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan*

**要旨:** 「想像から創造へ」 {Special Emphasis on Imagination leading to Creation (SEIC)} プログラムにおける洗剤（界面活性剤）を題材とする教材の試行を行った。試行は、「理科研究」を受講する東京学芸大学3年次生と、免許状更新講習を受講する主に東京都の小学校現職教員を対象として行われた。講義とディスカッション中はメモを取ることなしに行い、洗剤（界面活性剤）のイメージ化を図った。本教材を通してのSEICの評価を行った。学習者の獲得したイメージの多様で鮮明、適切なイメージ画が描かれた。そのイメージ画の自己説明では、多くの化学用語が使用され、それぞれの抱いたイメージを適切に説明していた。アンケートからは、SEICによる描画やその自己説明は、化学概念に通じるイメージや用語の獲得を増進させる一方法であったことが窺えた。

---

\* 東京学芸大学 (184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1)  
\*\* 岡山大学 (700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1)

## 1. 緒言

これまで、新指導要領<sup>1-3)</sup>に基づく小学校から高等学校までの教科書<sup>4-6)</sup>を分析し、テキスト表記中の知識としての太字<sup>7)</sup>やスキルとしての実験技術<sup>8)</sup>、イメージとしての図式<sup>9)</sup>の分析行ってきた。多数の太字や技術、図式が化学の理解に向けて採用されていた。そして、大括りの化学概念として「原子論」、「化学結合」、「酸化・還元」、「平衡」、「熱・エネルギー」、「有機化学」、「無機化学」の7つの概念を提唱した。<sup>10)</sup>

教科書は、知識や概念の獲得を容易にするために、文章表現によるもの、化学反応式によるもの、グラフや表、コラムによるものなど多様な表現が用いられ構成されており、それを基に教育がなされている。多様な記述にあって文章中の太字は、学習者に強く印象を与え、教育効果への影響力も大きい。太字は、抽象的な概念や重要な用語等を的確に整理し知識として取り入れられるという利点を持つ。反面、ともすると暗記事項と錯覚され、知識偏重の教育へと繋がる可能性も無視できない。知識偏重の教育は、昨今の“理科離れ”、“智離れ”の問題や、基礎知識はあるが応用力に欠けるといった問題の指摘とも繋がる。

国際調査PISA (OECD)<sup>11)</sup>やTIMSS<sup>12)</sup>では、日本の教育は、生徒の学力に関しては未だ高い水準を保っているといえる。しかし、成績上位の生徒が少なく、考えることが不得意であり、創造性に乏しいという課題が浮き彫りとなっている。我々は、イメージを重要視することが創造性を生み出すことに繋がるとする視点で、科学教育や化学教育を捉える「想像から創造へ」[Special Emphasis on Imagination leading to Creation (SEIC)]を提唱している(スキーム)。<sup>13)</sup>溢れ出るイメージが創造へと導くことが期待され、想像しようとする、そして、その意志力が培われ、結果的には十分な知識やスキル(技術)が身に付くことに繋がる(スキーム1)。創造性の獲得は重要な課題である<sup>14-17)</sup>ことは言うまでもなく、化学教育においてもそれを見据えた学習プログラムの開発が必要となる。想像力を養い創意に富む成果(製作)



スキーム1. 想像から創造へ

物)を見出すことは、学習者にとっても重要な経験となる。<sup>18)</sup>本報では、SEICにおける洗剤(界面活性剤)を題材とする教材の施行と評価を行ったので報告する。

## 2. 方法

### 2. 1 洗剤(界面活性剤)を題材とする教材の試行

#### 2. 1. 1 対象

教材試行の対象は表1に示すように、「理科研究」講義を通じての主に非理科生(36名)と、「平成21年度免許状更新講習」を通じての主に小学校・中学校教員(11名)を対象とした。後者では、講習時間中の90分を本教材試行に当てた。

表1. 教材のテーマ・実施日・対象

1. 石ケンと洗剤
2. 陰イオン界面活性剤と逆性石ケン陽イオン界面活性剤
2. 1 構造と性質
2. 2 シャンプー&リンス
2. 3 親水基と親油基
3. 表面張力(演示実験:硬貨を浮かす)
4. 水の分極(演示実験:水を曲げる)
5. エマルション(水中油滴型, 油中水滴型)
6. 蛋白質の性状(等電点IP)
獲得期待知識
親水基, 疎水基(自己説明指定用語:陽イオン, 陰イオン, 正の電荷, 負の電荷, イオン結合, 共有結合, 極性, 無極性分子, 極性分子, クーロン力, 疎水性, 親水性, ミセル, 炭化水素基, 官能基, タンパク質, セッケン, シャンプー, リンス, 合成洗剤, 逆性洗剤, 界面, 表面張力)

#### 2. 1. 2 教材の内容と進め方

洗剤(界面活性剤)教材の内容を表2に示す。洗剤を題材に界面活性剤の概念を基にした関連事項の知識の獲得はもちろんのこと、概念に基づく現象のイメージ化の定着を図った。

表2. 講義内容

テーマ	期日	対象
洗剤(界面活性剤)	2009.6.19	東京学芸大学学生 37名
ものの溶け方	2009.6.20	東京都現職教員 11名

SEICプログラムによる典型的なレッスンの流れは、「復習」・「講義・ディスカッション」・「記憶事項や板書事項のメモ」・「イメージ画や粘土細工」・「自己説明」の順で進行する(図1)。本教材の試行もこれに準じてなされた。本教材では、作業テーマに沿った「イメージ画と粘土細工」の作業に25分を当て、その前後に「自己説明」によるイメージの説明に各10分を当てた。



図1. レッソンの流れ

## 2. 2 評価法

教材の評価は、「イメージ画」, 「粘土細工」, 「自己説明文」, そして、「アンケート」により行った。イメージ画や粘土細工の作業では, 作業テーマに沿ったイメージが作品に表現されているかを分析した。作業テーマは, 「髪の毛に吸着するシャンプーとリンス」とした。自己説明文では, 作業の前と後での説明文を分析することにより, 作業のイメージ化に与える影響を分析した。アンケートでは, 教材内容の理解度や, イメージ画作業や粘土細工の作業が界面活性剤概念のイメージ化に与える影響を分析した。

### 2. 2. 1 描画と粘土細工

イメージ画を色鉛筆による彩色や, 鉛筆の濃淡により簡潔に描いた。用紙は B6 サイズのものを使用した。イメージ画を描く際は, 一定のルールで描くこととした(図2)。これらのルール ① 色や濃淡で表現 ② 線や矢印を避ける ③ 文字や記号は枠外に記す ④ 比喩を避ける ⑤ 用紙のスペースを活用した絵は, 知識を前面に出さずに, イメージを優先して表現できるようにとの配慮から採用された。粘土細工では特にルールを設けず, イメージ画の想像性を活かして5色の粘土(各約64cm<sup>3</sup>)を用いてイメージ模型を作ることとした。

#### ■ <絵を描くときの約束(ルール)>

- もう一度見てみたい絵を描く(小・中・高・大学生が)
- <条件>
- 色や濃淡で表現
- 線(実線・破線を問わず)を使用しない。(矢印も)(主観性⇔客観性)
- 文字や記号の使用は枠外に記す
- 比喩を避ける
- 用紙の半分以上のスペースで描く

図2. 描画のルール

### 2. 2. 2 自己説明

自己説明は「自己説明票」(A5 サイズ)(付録1)中に, 作業テーマとして与えられる課題について自己説明する。その際, 用紙右枠設けられた「指定化学用語」を, 必要であれば使用することができる。指定化学用語は, 説明する上で必要と思われる化学的な用語を載せた。これらの用語は, 教科書<sup>2~5)</sup>中の太字表記から, 界面活性剤に関連するものを選出し, さらに, 作業テーマを説明するに必要と思われるものを精選し, 掲載した。

### 2. 2. 3 アンケート

アンケートは, レッスン終了後に行った(付録2)。アンケート項目は, 教材内容の理解度や, イメージ画作業と粘土細工作業が界面活性剤概念・現象のイメージ化に及ぼす影響をみるべく設定され, これらへの回答を基に分析を行った。

## 3. 結果と考察

### 3. 1 イメージ画・粘土模型

教材試行を通じての, 学習者の作業のうちのイメージ画や粘土細工の例を示す(図3, 図4)。作業テーマは, 「髪の毛に吸着するシャンプーとリンス」であった。陰イオン界面活性剤としてのシャンプーと陽イオン界面活性剤としてのリンスが髪(たんぱく質)に吸着する様子が, 各学習者の作業イメージを基に作品化されている。化学概念を基としたイメージを生き活きと想像・造形している様子が窺える。イメージ画は, 知識としてのたんぱく質の特徴や, 親水基が陰イオンや陽イオンの場合の挙動, 疎水基(親油基)間の挙動が背景とされ, 全体のイメージとして表現されていた。描画技法の苦手な学習者にとっては, 作品のイメージを, テキスト形式で, 絵の領域外に実線を付して補足していた。このテキスト形式での補足は学習者により自由になされた。テキスト形式で

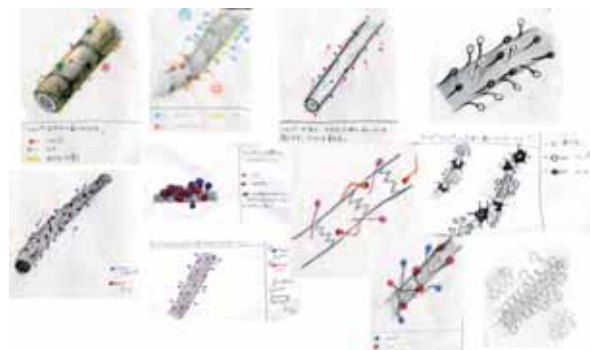


図3. イメージ画



図4. 粘土造形

の文章表現には、イメージ画表現が補足されることはもちろんのこと、抱くイメージのより客観的な表現が可能となり、それが期待される。

### 3. 2 説明文の分析

抱くイメージのより客観的な表現としてのテキスト形式での文章表現の作業を分析した。ここでは、イメージ画と粘土細工の作業の前後での説明内容の変化（行数、用語の数や種類、使用頻度）を分析した。説明文に要した行数、説明に現れた「指定化学用語」や「指定外化学用語」の種類や頻度を分析した。指定化学用語は自己説明票右枠中に記載された用語を指し、指定外化学用語は指定化学用語以外の説明文中に現れた化学に関連する用語のことを指す（表3）。

表3. 界面活性剤の指定化学用語、指定外化学用語一覧

指定化学用語	指定外化学用語
陽イオン, 陰イオン, 正の電荷, 負の電荷, イオン結合, 共有結合, 極性, 無極性分子, 極性分子, クーロン力, 疎水性, 親水性, ミセル, 炭化水素基, 官能基, タンパク質, セッケン, シャンプー, リンス, 合成洗剤, 逆性洗剤, 界面, 表面張力	油分, 吸着, 界面活性剤, 結合, 性質, 浸透, 親油性, 水, 電荷, 殺菌, 負の性質, 性質, 摩擦, 抵抗, 分子, 反発, 分散, 浮遊, 構造

イメージ画や粘土細工の作業前後での、説明文中の、「行数」や、「指定化学用語」と「指定外化学用語」の種類や数の比較による増減を、その増減した人数の割合で図5に示す。用語数のカウントに当たっては使用の重複を認めた。行数や、指定化学用語数、指定外化学用語数が増加する傾向を示した。イメージ画や粘土細工の作業によるイメージ表現の結果、それを客観的に表現するテキスト形式での表現が強化される傾向にあると解釈される。一方、用語の種類では、特に指定外化学用語で減少する傾向を示した。その内容別使用頻度をみるに、イメージ画や粘土細工の作業前で押し並べく用いられていた用語が、作業後は、限定された特定の用語の使用に限られるようにと変化が現れた（図6）。これらのことから、界面活性剤概念のイメージの説明は、イメージ画や粘土細工の作業を通じて、定義のしっかりした指定化学用語の使用により、明確な表現ができるようになると理解される。このことは、指定外化学用語のうち、界面活性剤と関連の弱い用語の使用した人数が減少していることから窺える（表4）。このように、作業を通じて界面活性

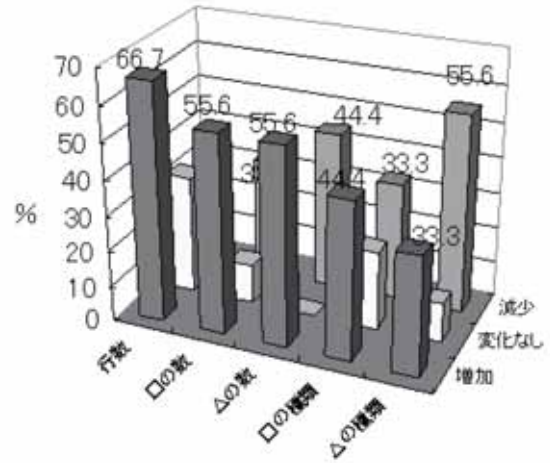


図5. 説明文中の行・化学用語の変化（作業前後で比較）各項目における増減した人数の割合（教師11名）  
□：指定化学用語，△：指定外化学用語

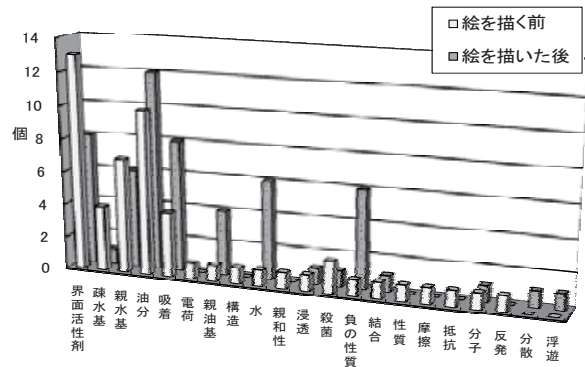


図6. 指定外化学用語使用頻度（全使用数）（教師11名）

表4. 使用人数が変化した用語

	使用人数が増加	使用人数が減少
指定化学用語	陰イオン 負の電荷 表面張力 逆性洗剤	疎水性 タンパク質
指定外化学用語	親水基 親油基 負の性質 分散 浮遊	界面活性剤 疎水基 電荷 構造 親油性 性質 *摩擦 *抵抗 反発

\*関連の弱い、または、あまり適切ではない用語

剤概念と関連の強い用語がより使用される傾向を示したことから、イメージ画や粘土細工の作業によって、説明時に使用される用語が増し、かつ、精選されており、学習者の抱くイメージが作業により整理・統合され、より鮮明化され、作品となって表れるものと考えられる。

### 3. 3 アンケートの分析

絵を描く以前に界面活性剤のイメージを持っていたかについては、比較的持っていなかった学生に対し、教師は以前からイメージを持っていたことが分った (図7)。現職教員は、学校教育等で界面活性剤に関連する内容を扱っているものと思われる。イメージの把握に関して、講義・ディスカッション直後と描画直後の比較では、描画直後でイメージ把握ができたとする回答が多かった (図8)。そして、描画によりイメージを鮮明に持てたとの回答が多かった (図9)。描画の前後でのイメージ把握に変化が現れ、イメージをより明確に持つことができたことが分った。そして、絵を描くことによるイメージ把握への効果を実感しているということが明らかとなった。このことは、アンケート中の「自由記述欄」からも窺えた。自由記述欄からは、“より明確なイメージとなる”, “作業によって理解が深まる”, “理解不足の箇所が分かる”等の意見が得られた。学生と教師にあっては、学生でより顕著であった。このことから、比較的イメージを持たない学習者 (学生) (図7) ほど、本教材がイメージ獲得に有効であることが明らかとなった。描画と粘土細工とでは、どちらがイメージ把握への効果を実感できたかについては、学生と教師の両方で、比較的絵のほうが優位である傾向を示し、イメージの実感が湧きやすかったと回答した (図10)。粘土による造形では、その3次元表現から、よりイメージを膨らませ易いと考えられるが、製作の難易度が高く、その取り扱い自体が難しい粘土でのイメージ表現が容易でなかったものと推察される。

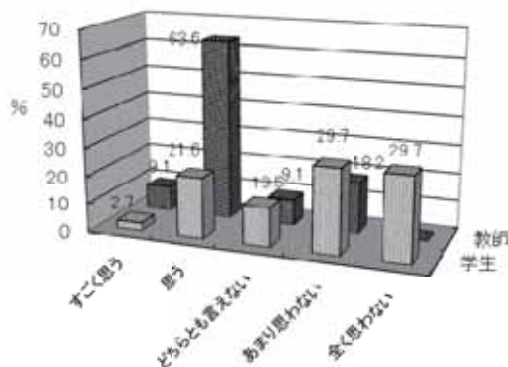


図7. 「絵を描く以前に「界面活性剤」についてのイメージを持っていた」への回答 (学生36名, 教師11名)

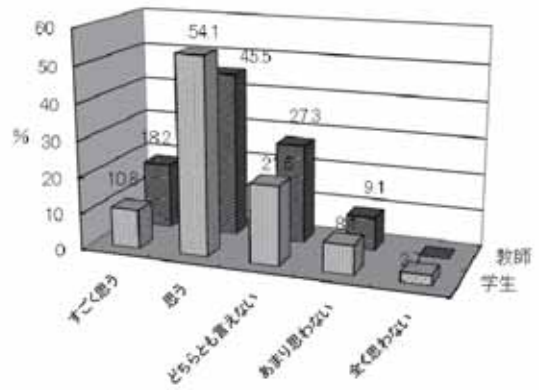


図8. 「講義直後と絵を描いた直後の「界面活性剤」のイメージ把握に差が生じた」への回答 (学生36名, 教師11名)

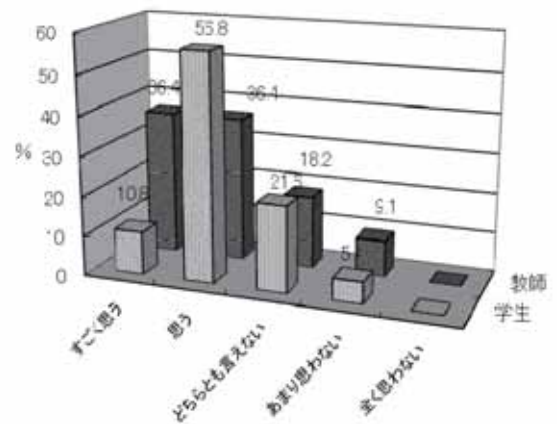


図9. 「絵を描くことによって、「界面活性剤」のイメージをハッキリと持てた」への回答 (学生36名, 教師11名)

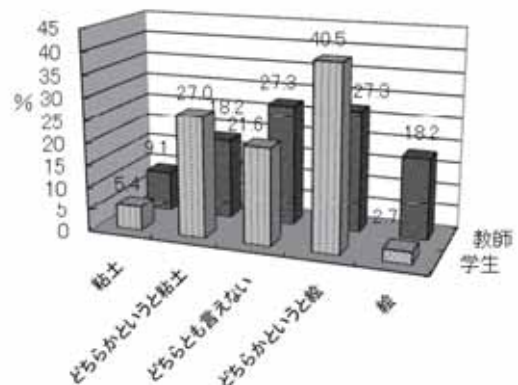


図10. 絵を描くことと粘土で模型を作ることのどちらでイメージが湧いたかへの回答 (学生36名, 教師11名)

以上のアンケート結果より、受講者自身が教材の効果を実感しているということが明らかとなり、SEICプログラムの手法を取り入れた本教材は、界面活性剤概念へのイメージの構築や理解、知識の獲得や精選に効果があったと評価できた。

## 引用文献

- 1) 小学校学習指導要領 1998-12告示, 2003-12一部改正, 大蔵省印刷局.
- 2) 中学校学習指導要領 1998-12告示, 2003-12一部改正, 大蔵省印刷局.
- 3) 高等学校学習指導要領 1999- 3 告示, 大蔵省印刷局, 1999-7-30 発行.
- 4) 理科 3 年～6 年, 啓林館, 2003-02, 05-10 発行; 理科 1 分野 / 2 分野, 啓林館, 2003-02-10 発行; 高等学校理科総合 A / B, 2002-12-10 発行; 高等学校化学 I, 啓林館, 2002-12-10 発行; 高等学校化学 II, 啓林館, 2003-12-10 発行.
- 5) 新しい理科 3 年～6 年, 東京書籍, 2003-02, 07-10 発行; 新しい科学 1 分野 / 2 分野, 東京書籍, 2003-02-10 発行; 理科総合 A / B, 2003-02-10 発行; 化学 I, 東京書籍, 2003-02-10 発行; 化学 II, 東京書籍, 2004-02-10 発行.
- 6) たのしい理科 3 年～6 年, 大日本図書, 2003-02, 06-5, 30 発行; 中学校理科 1 分野 / 2 分野, 大日本図書, 2003-02-05 発行; 理科総合 A / B, 2003-02-05 発行; 化学 I, 大日本図書, 2003-02-05 発行; 化学 II, 大日本図書, 2004-02-05 発行.
- 7) 小川治雄, 岡田修一, 竹原ゆかり, 生尾 光, 東京学芸大学紀要 自然科学系, **58**, 95-106, 2006.
- 8) 小川治雄, 高野 博維, 生尾 光, 吉永裕介, 藤井浩樹, 東京学芸大学紀要, 自然科学系, **61**, 29-46 (2009).
- 9) 小川治雄, 石脇健太, 生尾 光, 吉永裕介, 藤井浩樹, 東京学芸大学紀要, 自然科学系, **60**, 9-18 (2008).
- 10) 小川治雄, 岡田修一, 竹原ゆかり, 生尾 光, 東京学芸大学紀要 自然科学系, **58**, 95-106, 2006.
- 11) Learning for Tomorrow's World-First Result from PISA 2003, OECD, 2004.
- 12) The Third Intern. Mathematics and Science Study (TIMSS).
- 13) OGAWA Haruo, FUJII Hiroki, and SUMIDA Manabu, *The Chemical Education Journal (CEJ)*, **13**, No. 1 (Serial No. 24), 6 pages (2009).
- 14) Tina Jarvis, *School Science Review*, 2009, **90**(332), pp. 39-46.
- 15) Lydia Höhn and Günther Harsh, *ibid.*, 2009, **90**(332), pp. 73-81.
- 16) Sarah Longshaw, *ibid.*, 2009, **90**(332), pp. 91-94.
- 17) 大島鎮治, “理科教授の原理”, 同文館, 東京 (1920), pp. 314-330.
- 18) Geoff Auty, *School Science Review*, 2009, **90**(332), p. 5.

