

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：32708

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2014

課題番号：22500869

研究課題名(和文)次世代の化学技術者育成の基盤となる体験型環境教育カリキュラムの構築

研究課題名(英文)Construction of the experience-based environmental education curriculum becoming the base of next-generation chemical engineer upbringing.

研究代表者

大嶋 正人(Oshima, Masato)

東京工芸大学・工学部・教授

研究者番号：20223810

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：大学周辺の12箇所の河川でのフィールドワークを含む水質調査実験を2、3年次のカリキュラムに組み込み、新規開講した。分析項目は公害防止管理者(水質1種)に出題される項目を取り入れた。これにより、学生が資格試験を受ける際に苦手とされる経験を補い、課外講座と併せて公害防止管理者を輩出することができた。研究の後半では本研究で構築した水質調査実験の延長となる卒業研究テーマをいくつか実施したほか、情報発信と社会貢献を兼ねて国立科学博物館等におけるイベント、21_21デザインサイト主催のカラーハンティング展に出展した。

研究成果の概要(英文)：The water quality survey experiments involving field work in the rivers of 12 locations around the University built in two to three years following the curriculum, it was new offered. Analysis items incorporating the items that will appear on the exam to pollution prevention administrator (one water quality). Thus, to compensate experience student is a weak during qualification exam, it was possible to produced a pollution control managers in conjunction with extracurricular courses. In addition to was carried out graduate research theme that becomes the extension of the water quality survey experiment was constructed in this study some in the second half of research, events in the National Science Museum, etc. serve as the transmission of information and social contribution, in color hunting exhibition of 21_21 Design Site sponsored by It was exhibited.

研究分野：分析化学

キーワード：環境教育 水質分析 資格教育 フィールドワーク 分析化学 環境化学

1. 研究開始当初の背景

化学系学科のカリキュラムにおける実験実習、いわゆる学生実験は技術者養成の第一歩である。学生自身が直接手を動かし、テーマに沿って一連の実習を行うことは単に操作を覚えるだけでなく、観察力、注意力、論理的思考力を総合的に身につけることをも狙っている。ただし、こうした学生実験の結果の大部分は指導する教員やTAにはすでにわかっており、学生はその予想の範囲内で結果を出して考察をする。このような実験実習は技術習得と体験という点では相当の成果を挙げており、今後も不可欠であるが、卒業研究に至るまでのほぼすべての学生実験が“練習”あるいは“訓練”という性格の強い内容であることは教育効果や学生のモチベーション維持の視点から工夫が必要と考えた。

2. 研究の目的

工学部化学系学科の卒業生が、次世代においても産業界のさまざまな分野でものづくりの主力を担ってゆくためには従前の教育内容に加えて、高い環境意識を併せ持つことが求められる。多くのカリキュラムで環境分野の資格取得を推奨しているが、座学が主体であり、体験を通じて身につくよう配慮されているカリキュラムは数少ない。本研究では、学生に自身がフィールドで採集した試料を用いて公害防止管理者（国家資格）試験の出題範囲に含まれる分析を体験させることで、高い環境意識を持つ化学技術者育成を目的とする実験実習を構築する。

3. 研究の方法

従前の化学系実験実習は技術的な“練習”あるいは“訓練”という性格が強いので、環境系実験実習には“研究”という性格を持たせる方針を立てた。すでに体系立っている化学系の実験実習を軸に、研究という性格を持つ環境系実験実習を相補的となるように構築することで、「練習を積まずに研究を志しても技術が伴わない」や「研究を見据えていればさまざまな練習の意味が納得できる」ことを示すことができ、化学系実験実習のモチベーション維持の工夫もできると考えた。

応募者の担当する実験実習は3年次の後期である。したがって新しい実験実習の要件は3年次の学生に期待できる技術と学力の範囲できるもの、研究として有意な内容であること、単なるデータ取りに終わらないこと、の3点であり、これらが本カリキュラムの特色となる。

3年次の学生の技術と学力でできる

化学系の実験実習ではこの要件を満たすのはなかなか難しいと思われるが、環境系の実験実習にはこの要件を満たせると考えている。環境分析は測定結果を他の地域での測定結果や違う時期の測定結果と相互に比較

する必要性からさまざまな操作、測定について標準的な手順が定められている。後述するように測定項目は数多くあるが、一つ一つは難しくない。“練習”を主体とした化学系の実験実習をこなしていれば定められた操作を的確にこなすという点では訓練されていると見てよく、3年次の学生であれば信頼性のあるデータが期待できると考えた。

研究として有意な内容

技術的には対応可能という見通しがついたので、研究としての有意性はどのような環境分析をどのような対象について行うかできる。社会的関心の高い人間の生活圏の環境を決定する要素として、大気の循環と水の循環がもたらす変動が2大要素として挙げられる。いずれも重要なものであるが、大気の循環よりも水の循環によって運ばれる物質のほうが種類も量も圧倒的に多いことに注目すると、化学技術者にとっては水環境の分析の方がなじみやすいと考える。

予め準備された試料を分析するのではなく、体験型として学生自身で採水するところから始めることを前提に本学周辺の水環境を検討した。厚木市の東側には相模川、宮ヶ瀬ダムによって造られた宮ヶ瀬湖、宮ヶ瀬湖の北端、南端からそれぞれ流れ出す中津川、小鮎川があり、また、市の西の上古沢や七沢付近の森林を水源とする恩曾川や玉川がある。これらの川は最終的にすべて相模川と合流する。市内には小田急線の本厚木駅を中心とした商業地域、住宅街があり、さらに内陸工業団地をはじめとする工業地域、農耕地、新規に開発された宅地が点在する。また、北部、西部の丹沢山系につながる森林地帯にはあまり開発されていない地域や温泉地もある。つまり、厚木市近郊には自然豊かな環境から人間社会の様々な活動様式が凝縮されていると見てよく、研究、教育の両視点からこの地域は極めて良好な実験場としての条件を備えているといえる。

単なるデータ取りに終わらない

環境教育としての実をさらに上げるためには水質分析の実測を行い、データを取ったことがあるという体験だけではやや物足りなく感じる。いくつかの環境分野の公的資格の試験内容を調べ、公害防止管理者（水質）の試験にはさまざまな測定技術とそれに関連した内容が多く出題されていることに着目した。公害防止管理者は学生の関心の高い公的資格の一つであり、法令からさまざまな処理技術、測定技術にわたり幅広く出題される。法令関係は座学でこなせるが、処理技術や測定技術は実体験に欠ける学生にはハードルが高いとされている。同資格試験を受験する際に役立つ体験を積むということも含めて実習の測定項目を選択することにした。

4. 研究成果

(1) 平成22年度の成果：学部3年次の学生の実験実習としてフィールドワークを含む水質調査実験を準備し、実施した。本補助金の交付を受ける前から準備を進め、カリキュラム変更等の学内手続きを済ませていたので、平成22年度から実施することができた。本学は所在地である神奈川県中央地域からの学生が多くを占めるので、将来的な地元との連携も視野に入れ、キャンパス周辺の相模川、中津川などの5つの河川から地域の環境を測るために意味のある1箇所を採水場所として選んだ。実際に出向いて行う実験として採水を行うまでには安全や交通手段の確保、種々の準備教育などがあったが、それらについても概ね予定通り行い、実習を行った。水質調査の分析項目は環境分野で学生の関心の高い資格試験である公害防止管理者試験(水質)に出題される項目をとり入れた。実習では分析操作だけでなく、試料の取り扱いや保存まで含めて行い、一般に学生が資格試験を受ける際に苦手とされる経験の部分を補えるよう配慮した。他にも資格試験への対策として夏季休暇を利用した講習を実施した。実験実習の内容が多岐に渡るので、一通り分析を済ませた後は一般的な実験レポートだけではなく、成果報告会を行い、PBLとしての要素も取り入れた。

実習終了後のいわゆる授業評価アンケートの結果はかなり好評であり、特に他の練習主体の実験のように予め準備された試料を分析するのではなく、自分たちで採取した試料を実際に使うところが本番の分析研究をしているというある種の高揚感につながり、積極的に取り組めたようである。

(2) 平成23年度の成果：昨年度は研究実施計画に基づき、手の加わっていない山間部の溪流のデータを加えた。新しい採水地点は、上流に人家が1件しかない地点であり、その人家もやや離れていることから、この地点の採水から得られるデータは人間の生活圏外のデータとして比較検討の際に貴重なデータとなった。

次に、初年度はノルマルヘキサン抽出物など設備の不備により十分なデータが取れなかった項目があったので、設備の拡充を行った。ノルマルヘキサン抽出物の測定には通常の水質検査で用いられているものと同じ振盪機を導入し、良質な測定データが得られるようにした。また、廉価ではあるが、溶存酸素計の台数を増し、採水の際に溶存酸素をその場で測ることにした。これにより現地でpH、EC、DOを測定することができるようになり、内容がより充実した。

公害防止管理者の団体受験は試行期間も含めて3度目となり、毎年20名前後が受験している。課外の資格講習を増し、夏休み前の2回は夏休み中の勉強の方針、次の試験の予想等を行い、10月の本番の試験の前の1回は直前の仕上げを集中的に行った。その結

果、当初の目的の一つである公害防止管理者(水質1種)に学生で初めて合格者を出すことができた。

これらの活動をまとめ、昨年度は「かながわ発・中高生のためのサイエンスフェア」(横浜そごう)、「夏休みサイエンススクエア」(国立科学博物館)、「あつぎ環境フェア」(厚木市)、「みんなの環境展」(厚木市)、「わくわくキッズ エコ体験」(厚木公民館)で展示・実演を行った。

(3) 平成24年度の成果：2年生が参加できるように改め、本実験の異なる部分に2年間に渡って参加できるようにした。これにより、2年次では先輩とともに実験に当り、年次ではフィールドワークで後輩の指導をしつつ、より高度な分析を履修するプログラムとなった。

2年生を中心としてキレート滴定による水の硬度の分析、過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定で化学的酸素要求量(COD)の分析を行うようカリキュラムを改め、実施した。

公害防止管理者(水質1種)の団体受験は試行期間も含めて4度目となり、平均して20名前後が受験するようになった。夏休みに行う課外の資格講習講座を外部講師も含めて8回実施し、それらのうち、最終回は本試験のタイムテーブルに沿った模擬試験を行った。その結果、一昨年度に続いて学生1名が資格を取得し、7名が部分合格した。また、甲種危険物取扱者についても学生2名が合格した。

これまでの成果をまとめ、横浜で開催されたIUMRS-ICEM2012で発表した。

(4) 平成25年度の成果：公害防止管理者(水質1種)の課外講座数を13コマから17コマに増やし、内容を充実させるとともに体系的な学修ができるように改めた。試験を受ける学生は平成24年度の20名から54名と大幅に増加したが、この増加は主に1年次の学生であったため、資格取得者、部分合格者は前年と同程度であった。

化学を学んだ学生としての視点から取り組む環境として、卒業研究に衛生にかかわる「小鮎川における一般細菌群と大腸菌群の変化の観察」、水質と周辺の植物の重金属含有量との関連を調査した「エノコログサ、ヨモギの根、葉、茎、実に含まれている亜鉛、鉄、銅などの定量分析」水質と人間の文化との関係という視点から「各地で採水した試料水を用いた染料 Diamira Turquoise Blue B の発色の傾向と水質との関連」を扱い、相応の成果を得た。

環境に関する情報発信として21_21 デザインサイト主催の企画展であるカラーハンティング展(藤原大ディレクション)の「みずいるハンカチ」を分担し、平成25年6月21日~10月6日まで加わった。

(5) 平成 26 年度の成果： 公害防止管理者(水質 1 種)の合格率引き上げのため、e-ラーニングによる模擬試験のシステム構築を行った。平成 26 年度の部分合格を含めた合格率にはその成果は十分反映されていないが、3 年次の学生で資格取得者を 1 名輩出することができた。また、ここで構築したシステムは水質分析の実験実習の到達度試験でも活用した。

最終年度なので、本研究による成果をさまざまな形で外部に情報発信することに努めた。神奈川県発・中高生のためのサイエンスフェアへの出展(来訪者約 1000 名)、国立科学博物館におけるサイエンススクエアへの出展(来訪者約 1200 名)を行い、小学生から高校生までに水質分析や環境教育の意義をアピールした。

高大連携として大学側からの提案として学術研究インターンシップを企画した。研究代表者は平成 24 年度より学部教務部長を務めているので、学術研究インターンシップは学部全体で企画し、その一つとして環境教育、フィールドワークを体験する課題を設定した。

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 3 件)

大嶋正人、瀬戸崇宏、関和仁、ヤマビルの化学分析、東京工芸大学紀要、査読なし、34 巻、2012、52-57、<http://www.t-kougei.ac.jp/research/pdf/vol34-1-07.pdf>

大嶋正人、化学の専門教育における Gaussian09 の活用、IT を活用した教育シンポジウム 2011 講演論文集、査読なし、6 巻、2012、44-47

大嶋正人、長友はるか、杉中佑砂、新倉浩一、二反田恵祐、水環境健全性指標に基づく厚木近郊 5 河川の評価、東京工芸大学紀要、査読なし、33 巻、2011、86-93、<http://www.t-kougei.ac.jp/research/pdf/vol33-1-07.pdf>

〔学会発表〕(計 7 件)

Masato Oshima, Yutaka Sawada, Kazuyuki Hiraoka, Rika Matsumoto, Takeshi Oshima, and Atsushi Hosogaya, Construction of water quality experiments in conjunction with qualification education for students in chemistry by using water environment around Atsugi, IUMRS-International Conference on Electronic Materials (IUMRS-ICEM 2012), The Materials Research Society of Japan., 2012 年 9 月, 横浜

海賀信好、大瀧雅寛、大嶋正人、井上ひとみ、蛍光分析による相模川水系河川水の評価、第 46 回日本水環境学会年会、(社)日本水環境学会、2012 年 3 月、東京

大嶋正人、化学の専門教育における Gaussian09 の活用、IT を活用した教育シンポジウム 2011、IT を活用した教育シンポジウム事務局、2012 年 3 月、厚木

大嶋正人、澤田 豊、平岡一幸、松本里香、大島 武、細萱 敦、厚木市近郊の水環境を利用した化学系学生のための資格教育と連動した水質調査実験の構築、第 45 回日本水環境学会年会、(社)日本水環境学会、2011 年 3 月、札幌

新倉浩一、山田直人、大嶋正人、海賀信好、大瀧雅寛、井上ひとみ、各種測定法による厚木市近郊河川中の有機物量の評価、第 45 回日本水環境学会年会、(社)日本水環境学会、2011 年 3 月、札幌

関 和仁、森 かほる、瀬戸崇宏、大嶋正人、原子吸光法による厚木市近郊河川水中の金属イオン類の分析、第 45 回日本水環境学会年会、(社)日本水環境学会、2011 年 3 月、札幌

新倉浩一、杉中佑砂、長友はるか、二反田恵祐、大嶋正人、厚木市周辺 5 河川における水環境の調査研究、第 44 回水環境学会年会、(社)日本水環境学会、2010 年 3 月、福岡

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

企画展 カラーハンティング展(藤原大ディレクション)、「みずいるハンカチ」、21_21デザインサイト主催、2013年6月21日～10月6日

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

大嶋 正人 (OSHIMA, Masato)

東京工芸大学・工学部・教授

研究者番号：20223810

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：