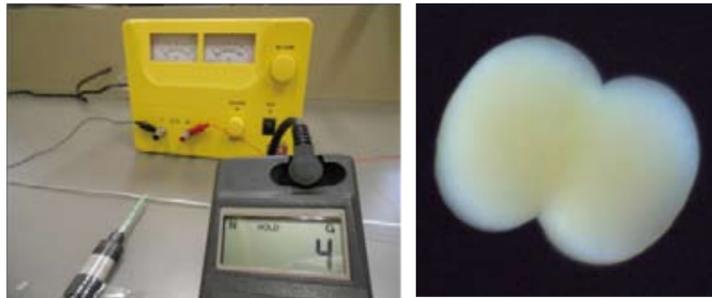


## 新たなる実験テーマの開発：進行状況レポート（物理学・生物学分野）

物理学では、電磁気に関する実験を導入すべく実験開発を行っています。実験の柱は以下の3本です。(1) 電場の実験：細長い導電紙を使いオームの法則の検証を行います。また導電紙上に等電位線を描くことで電場について学びます。(2) 磁場の実験：直流電流を流した長いアルミ棒の周りの磁束密度を磁束計で計測し、直線電流に対するビオ・サバルの法則を検証することで、磁場について学びます。(3) ローレンツ力の実験：ネオジウム磁石がつくる磁場から、直流電流を流したアルミ棒が受ける力を、電流やアルミ棒の長さを変えて測定します。これを通じて磁場中を運動する荷電粒子が受けるローレンツ力について学びます。(阪口真)



生物学では、環境や発生の授業で用いることの出来る「造礁サンゴの生活史」という実験を開発しました。サンゴの胚や成体の様々なステージの標本を学生に与え、顕微鏡下で観察した形態的情報から、教科書に掲載されることのない<サンゴの生活史の順番>を理論的に推察するという実験です。まずは、7月の初めに理工系学生の授業へ導入したところ、授業は予想以上にスムーズに進行し、情報を理解した上での正解率が高かったため、大変驚きました。アンケートには、この授業を受けたことで、サンゴの色々な役割を知って興味を持った、サンゴを実際に見て触れるのはやはり違う、サンゴ礁を保全したい、という意見が書かれていました。その生き物に実際触れることは保全に繋がるのだという実感を得られ、とても嬉しく思っています。サンプルの作成方法など、今回の授業で得られた幾つかの問題点を改善し、文系学生の授業へ導入したいと思えます。また、これらの結果は「生物学教材としてのサンゴの有効性」と題して、8月の理科教育学会で発表を行いました。(大久保奈弥)

## ワークショップ報告

一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ第1回が、2011年6月11日15時より、日吉キャンパス 来往舎 大会議室にて開催された。これは、大学教育・学生支援推進事業大学教育推進プログラム「科学的思考力を育む文系学生の実験の開発—実学の伝統の将来への継承—」が昨年度採択されたことを契機に、一貫教育校とセンターとで自然科学教育について考え、意見や情報を交換し合う趣旨のもとに開かれたものである。

今回のテーマは、「自然科学の実験、実習や科学的論述」に関する内容とした。まず、青木センター所長により「大学教育推進プログラム取組とワークショップの趣旨」が説明された。その後、センター特任助教、一貫教育校の先生方による以下の5件の講演が行われた。「文系学生の論理的思考力を高めるための生物学での取り組み」(大久保奈弥センター生物学担当特任助教)、「教科『情報』における作品制作—表計算ソフトウェアを用いたデータ検索・マクロ

プログラミングと情報の収集・整理・分析・発信についての実習を例として—」(國府方久史女子高教諭)、「新入生に向けた理科系レポート作成技術の教育」(宮橋裕司志木高教諭)、「中等部理科における選択授業について」(久松徳子中等部教諭)、「SFC構内と周辺の自然を活用した授業実践」(小荒井千人湘南藤沢中高教諭)。具体的な授業内容や自然科学教育における工夫などについて発表がなされ、熱のこもった多くの質疑応答が行われた。最後に1時間ほどの活発なディスカッションが行われた。引き続き、生協食堂にて懇親会が行われたが、ここでも、時間の許す限りの情報交換がされた。

各一貫教育校でどのような教育が行われているのかを知ることで、生徒や学生のバックグラウンドがわかり、さらに、独自の工夫を共有することで教育の充実を図ることができるだろう。今後も忌憚のない意見や情報を交換し、交流を深めて、義塾全体の教育が向上することを期待したい。(久保田真理)



大学教育推進プログラム「科学的思考力」ニューズレター No.2

発行元：慶應義塾大学自然科学研究教育センター 取組代表者：青木健一郎 発行日：2011年10月20日

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1 TEL: 045-566-1111 E-mail: office@sci.keio.ac.jp URL: http://www.sci.keio.ac.jp/



平成22年度文部科学省選定 大学教育・学生支援推進事業 大学教育推進プログラム

## 科学的思考力を育む 文系学生の実験の開発

実学の伝統の将来への継承

October  
2011

Newsletter No. 2

### 実験とレポート作成を重視した総合教育科目としての心理学教育の試み

経済学部教授 中野 泰志



ヒトや動物の行動の科学である心理学は、扱うテーマや方法論が多様で、自然科学、社会科学、人文科学のそれぞれの側面からアプローチできます。慶應義塾大学の総合教育科目としての心理学教育は、文系4学部(文学部、経済学部、商学部、法学部)のための自然科学系総合教育科目と理系2学部(理工学部、医学部)のための人文・社会科学系総合教育科目の2本柱で構成されています。この内、

文系4学部のための自然科学系総合教育科目は、学生の人気が高く、必修ではないにもかかわらず、毎年6,000人強(2009年度6,416人、2010年度6,418人)が履修しています(履修希望者をもっと多いのですが、教室定員があり、6,000人程度を抽選で選んでいます)。自然科学系総合教育科目の心理学(自然科学系心理学)の人気が高いのは、自然科学的方法論を用い、実験やレポートが課せられていても、対象とする現象が人文・社会科学的で身近な問題が多いためだと考えられます。

これまで、自然科学系心理学は、受講者数が多かったため、講義中心の科目でした。様々なデモンストレーションや若干の実験演習は取り入れていましたが、1クラスに120人程度の受講者がいるため、個別対応が困難でした。しかし、このような大人数の講義では、レポートを課しても、迅速なフィードバックが出来ず、個々の学生の科学的思考力を育むことには限界がありました。心理学教室では、長年、少人数クラスでの実験を中心とした科目の立ち上げが懸案になっていましたが、本研究が採択されたことにより、心理学を通して科学的な思考力を育成するためのカリキュラムや教材等を開発することが出来ました。そして、本年度から、実験とレポート作成を重視した少人数クラス、心理学III「実験を通して学ぶ心理学—心を測る—」(<http://web.econ.keio.ac.jp/staff/nakanoy/lecture/keio2011/psych3.html>) 心理学IV「実験を通して学ぶ心理学—心の仕組みを知る—」(<http://web.econ.keio.ac.jp/staff/nakanoy/lecture/keio2011/psych4.html>)を新設することが出来ました。初めて選抜試験を実施したにもかかわらず、希望者が多く、定員の2倍の応募がありました。

新設科目では、半期で4回実施する実験を中核にして、質疑応答や対話を重視し、学生からの疑問に応じて、実験では取り上げきれなかった事象のデモンストレーション等を実施することにしました。また、学生が作成したレポートには、2人以上の教員がコメントを付し、迅速にフィードバックするようにしました。さらに、実習や学生の主体性を重んじた発見学習では、系統的な知識の習得が困難になる可能性があることを考慮し、実験間の関連等を解説したり、議論できるチャンスも設定しました。その他、伝統的な実験を学生にとって魅力的にするために、iPadを用いた実験を実施したり、学生の前で複数の専任教員が議論を行い、多様な見方があることをシナリオなしでデモンストレーションしたりしました。

授業の評価に関しては、受講後のアンケート調査はもちろんのこと、講義中の質疑応答やレポートの記述力の変化、事前事後の意識調査等を実施しました。従来の講義科目との比較を行った結果、理解度には差がありませんでしたが、心理学を学ぶ態度や気づきに関して積極的な記述

が多く見られました。以下、代表的な例を示します。

- ・レポートを書くことが面白い。統計処理が楽しい。
- ・実験や講義を通して人がどのように行動・感知し、それをどのように数値化して、求めていくかを知ることができた。
- ・数値化によって、人それぞれこんなにも差があるのかと、改めて気づいた。
- ・人間の感覚的な世界と、物理的な世界には、大きなズレがあるということ。
- ・データ処理にしても様々な方法と問題点があること。
- ・人間はやはり計り知れないが計ろうすることは重要だということ。
- ・データの定義の大変さ。

現段階では、半期の試行が終わったばかりですが、学生の評価は高く、発言力や記述力も向上が見られました。そして、何より嬉しかったのは、学生達が、積極的に、楽しそうに講義に参加してくれている点です。今後もさらに魅力的な講義になるように、研究を積み重ねていきたいと考えています。



### シンポジウムのお知らせ

自然科学教育シンポジウム(第1回)

「科学的思考力を育む文系学生の実験の開発

—いま学生に何が求められているのか—」

取り組みの途中経過を報告しながら、文系学生に求められている科学的思考力とは何かに焦点を当て、実験を通してそれをいかに育むかについて議論する場としたい。

日時：2011年11月19日(土) 13:00~17:20

会場：日吉キャンパス来往舎1階シンポジウムスペース

参加費無料・塾内の方は参加登録の必要はありません。

詳しくは website をご覧ください。 <http://www.sci.keio.ac.jp/gp2010/>

## 新たなる実験テーマの開発 (化学)

大場茂 (文学部教授)・向井知大 (文学部助教)・小畠りか (自然科学研究教育センター特任助教)

私達は文系学生用の化学実験テーマの開発と改良を続けてきた。今回の大学教育推進プログラムでは、これまでになかった要素をさらに導入すべく検討し、色と可視吸収スペクトルの関係、および放射線を取り上げることとした。昨年度、必要な機材をそろえて予備実験を行い、今年度から日吉設置科目「化学Ⅰ(実験を含む)」で実施した。以下にその内容を紹介する。なお、今年3月に起きた東日本大震災にともなう原子力発電所の事故を受けて、放射線は切実な実験テーマとなった。



### (1) 「自然放射線と放射能鉱物」

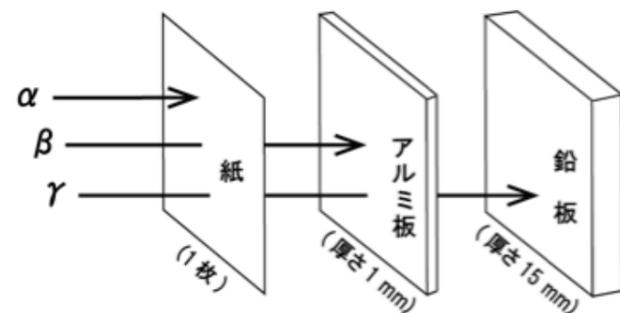
**実験の目的とねらい：**放射能というと、放射線障害を引き起こす恐ろしいものというイメージが強い。しかし、放射線は目に見えないだけで、我々は(弱いながら)自然放射線に取り囲まれている。この事実は、意外と知られていない。放射線に対して、正しい認識を持ち、またそれを安全にうまく利用していくことが重要である。また、放射線には $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 線があるが、物質に対する透過性の違いなどを理解しておく必要がある。なお、放射性物質の管理と運用は、被ばく防止のため法律で規制されている。今回扱う放射能鉱物は、標本として市販されているもので、それほど強い放射線を発しているものはない。ただし、じかに手で触ると、その粉末が指につき、口に入る可能性があるため、ビニール袋などの容器に入れ、直接手で触れないようにしている。

**実験内容：**ガイガーカウンター式の放射線検出器を用いて、自然放射線の強さ(バックグラウンド)を計測する。身の回りのものでバックグラウンドよりも放射線が強いものをさがしてみる。カリウムの同位体 $^{40}\text{K}$ は放射性であり、その存在比は0.01%である。カリウムを多く含む食品として乾燥昆布が知られている。KClや、トリウム( $^{232}\text{Th}$ )を微量に含むマントル(ランタン用の芯)から出ている放射線が主に $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ のどれが計測されているのか、遮蔽材を入れたときの強度変化をもとに判別する。放射能鉱物標本の放射線の強さが、鉱物の種類(ユークセン石、モナズ石、ベタフォ石)や、大きさなどどのように違うか調べる。また、 $\gamma$ 線の強さは、放射線源からの距離の二乗に反比例するはずであるが、実際に放射能鉱物標本を使って実験する。この他に、サイコロ(100個)を使って、放射性元素壊変のモデル実験を行う。

**実験実施記録：**2011年5月12、13日に3クラス計約140名に対して実験を実施した。放射線検出器インスペクターを11台用意し、学生のグループ分けは4人で1組とした。また、1クラスを半分に分けて、放射線の測定を先に行う方と、サイコロを使った崩壊速度のシミュレーションを先に行う方に分けることで時間調整を行った。

当日、予想以上に学生が実験するのに時間がかかった。これは、インスペクターを使った実験操作手順の詳細を実験テキストにわざと記載せず、学生に考えながら実験してもらうことをねらったからであった。しかし、器具の使い方に慣れていないと、実験操作の流れは思い浮かびにくい。そこで、次回からはテキストに実験操作の流れを詳しく示すことにした。

**学生からの感想：**「福島原発の事故で放射線が話題になっている中、放射線のことが学べてよかった。」「今回の実験で、昆布にさえ放射線があること、また $\gamma$ 線は遮ることが難しいが、それ自体の量は少ないことを知ることができた。」「今まで放射線は目に見えず、ただ恐ろしいものという印象が強かったが、紙を通過できない $\alpha$ 線というものも存在すると知り驚いた。」「ウランの半減期のシミュレーション実験から、福島県原発事故は本当に大きなもので、元通りになるまでにはかなりの時間がかかってしまう、ということ改めて考えさせられた。」



※アルミ板の代わりに、プラスチック板(厚さ数mm~1cm)でもよい。

図1：遮蔽材と放射線



図2：インスペクターによる昆布の放射線量の測定

### (2) 「中和滴定と可視吸収スペクトル」

**実験の目的とねらい：**指示薬の色がpHにより変化するのは、プロトンの脱着によって分子構造が変化するためである。溶液の色は吸収スペクトルという形で定量化できる。化学実験における典型的な定量分析の例として、以前より「中和滴定」の実験テーマが存在した。今回は内容を大幅に変更して、酸塩基指示薬のpHによる色の変化を可視吸収スペクトルで測定し、また机上試薬の3M NaOHの濃度を滴定によって検査することにした。この滴定の実験において、中和点の見極めが重要である。これは酸塩基指示薬の色の変化にもとづくが、その判断をどのようにして行うのかも、実験者に課せられている。

**実験内容：**酸塩基指示薬5種類の中から一つ選び、変色域のデータをもとに薄い塩酸あるいは水酸化ナトリウム水溶液を1~数滴加えて(試験管に)色見本を作成し、写真を撮り、可視吸収スペクトルの測定を行う。次に約0.06M水酸化ナトリウム水溶液(共通試薬)の一定量を三角フラスコにとり、ビュレットに入れた標準シュウ酸水溶液を滴下して中和させる。この操作を3回行って水酸化ナトリウム溶液の濃度を求める。また水酸化ナトリウムの机上試薬(約3M)を50倍に希釈し、その一定量を先と同様に標準シュウ酸水溶液を用いて滴定し、机上試薬の濃度を求める。

**実験実施記録：**2011年5月26、27日に3クラス計約140名に対して実験を実施した。可視吸収スペクトル測定用分光器7台に対して、学生のグループ分けは4人で1組とした。また、測定ライセンスカードを用意して、どのグループがどの分光器を何番目に使うのかをコントロールした。分光器の前半測定グループには指示薬の色見本の作成をまず行わせ、後半測定グループには中和滴定の準備を先に行わせることにした。

学生にとっては、春学期が始まってまだ二回目の実験のため慣れておらず、また実験の内容も盛りだくさんであったため、課題をこなすだけで精一杯という状況であった。ゆっくりと思考錯誤できるような時間的余裕があまりない中で、学生達は体積の秤量や中和滴定の操作などに真剣に集中して取り組んでいた。

**学生からの感想：**「中和点は計算上では簡単にわかるが、いざ実験するととなかなか色が変わらなかつたり、色が急変したりと、予想以上に難しかった。」「一滴一滴にかかる実験の重さというのが体感できた。」「これまで文章でしか触れたことのないことを実際に経験できた。」「溶液の色が変わっていく様子がおもしろかった。」



図3： $\gamma$ 線強度の距離依存性の測定

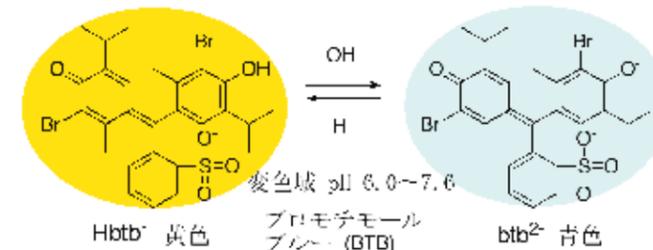


図4：BTB指示薬の分子構造変化



図5：中和滴定前後のBTB指示薬の色変化

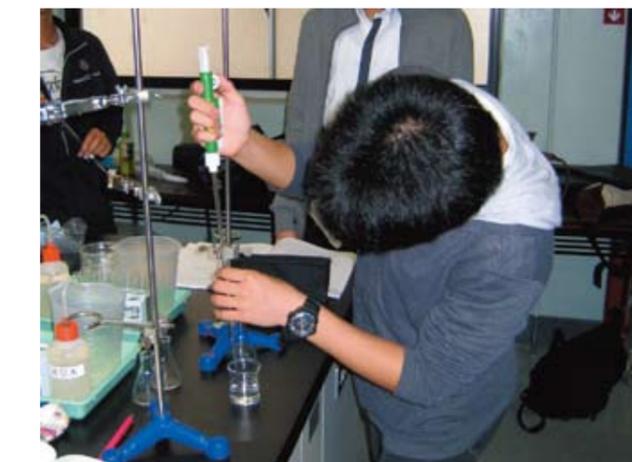


図6：ホールピペットとピペッターを用いた溶液の分取



図7：分光器での可視吸収スペクトルの測定