

東京農工大学  
大学教育ジャーナル

Journal of Higher Education

第4号

2008年3月

東京農工大学 大学教育センター

## 大学教育センターの新たな役割



東京農工大学副学長 笹尾 彰

大学における教育の質を高め、高等教育機関としての重い責任を果たすために、高等教育の在り方について国内外の情報を収集分析し、その成果を本学の教育に反映させる（創刊号の巻頭言から）ことを目的に設立された大学教育センター（以後、本センターと略記する）も5年目を迎える。平成18年度からは、それまで大学教育委員会委員長でもある教育担当副学長が兼務していた本センター長は、別に選出されるようになった。このことにより、教育全般についての調査、研究、企画、調整、提案という本センターの役割が、より明確になった。教育と研究が大学の使命であり、これらは切り離せないものと、古くからいわれてきた。さらに、近年、これらをベースにした社会貢献への役割も重要性を増しており、社会のこれに対する大学への期待も大きい。本学は、法人化と同時に部局化され、大学院基軸の研究中心大学として名乗りを上げた。ややもすれば、両翼を担うべき教育と研究が、研究の方に傾きかねない。この点について、小畑学長は、第2号の巻頭言で「大学院部局化は、優れた教育システムの確立を前提にしてのことである」と論じられ、「部局化と同時に発足した本センターは、時代の要請に応えるべく、本学における教育の全面的見直しを狙ったものである」と位置づけられている。具体的に、平成18年度の教育改革プログラムWG、平成19年度の教養教育協議会の立ち上げと、それによる教養教育の全面的見直しを諮問された。諮問内容には、本センターの役割の見直しを含めた教養教育に責任を持つ組織の在り方が含まれていた。これに対して、教養教育協議会では本センターを全学共通教育の実施責任部局として位置づけること、および必要な科目ごとに教育内容、実施などに責任を持つ教員を本センターの兼務教員として配置することを昨年末に答申した。

学長からは平成22年度カリキュラム改正に向けて、全学共通科目の具体的改革の最終決定とその実施体制に関してさらに検討し、今年6月末までに答申するよう再諮問を受けた。本センターを全学共通教育の実施責任部局として位置づけることを前提としたものである。この諮問に対する本センターの新たな役割は非常に重い。本センターは、平成18年度の「大学機関別認証評価」で、本学の教育を語る上で欠くべからざる存在として高い評価を受けた。また、本センターの活動については、前号で佐藤勝昭前副学長が詳しく述べられている。さらに、教育プログラム部門を中心として取り組んでいた学内GPが実を結び、19年度の特徴GP「興味と経験から学びを深化する基礎教育（4つの段階を踏む教育モデル—SEED）」として採択された。FD部門では新任の教員に対するFDや職員に対するSDの他、学生の授業アンケートの見直しなど精力的に活動している。にもかかわらず、本学の構成員に本センターが必ずしもよく理解されていないということを耳にする。

再諮問に対する「教養教育協議会」は、委員を一新し、両学部長からも委員の推薦を受けることにした。4月には本センター長が交代され、教育プログラム部門の小笠原教授も退職される。しかし、一方では、空席になっていたアドミッション部門に4月から新任の教授を迎える。本センターには、新たな協議会の答申に向けての議論、今後の全学共通教育への取り組みと実施に向けての新たな役割を担っていただけることを期待する。



# 目 次

## 特集「持続性科学の使命」(抜粋)

吉川 弘之 (産業技術総合研究所理事長)・・・ 1

## ○ 研究論文

- ・「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」  
にみる理工系学生のための基本語彙リスト  
佐藤 容子 (大学院言語文化科学部門)  
ロバート・ジェイ・ヴィーンストラ (本学英語非常勤講師)・・・ 15
- ・「化学プロジェクト」のモデル授業 小笠原正明 (大学教育センター)・・・ 23
- ・ 東京農工大学における e ラーニング教育支援環境の構築  
江木 啓訓・須田 良幸 (総合情報メディアセンター)・・・ 35

## ○ 調査報告

- ・ Moodle の授業科目への導入とその効果  
梅田 倫弘・調 麻佐志・加藤由香里 (大学教育センター)・・・ 41
- ・ 東京農工大学における授業満足度の二時点比較 調 麻佐志 (大学教育センター)・・・ 47
- ・ 本学における TOEIC-IP および放送大学の調査結果 吉永契一郎 (大学教育センター)・・・ 51
- ・ 教員向け e ラーニング支援のあり方と今後の課題 加藤由香里 (大学教育センター)・・・ 57

## ○ 報 告

### 【平成 18 年度採択 学内 GP】

- ・ ヒトゲノム取り扱い実験の基礎教育と高大連携事業への発展  
三浦 豊 (農学部応用生物科学科)・・・ 63
- ・ 大学院における汎用型機器分析技術演習 佐藤 令一 (大学院生物システム応用科学府)・・・ 65

### 【平成 19 年度採択 大学院教育改革 GP】

- ・ ラボ・ボードレス大学院教育の構築と展開 中田 宗隆 (大学院生物システム応用科学府)・・・ 69
- ・ 体系的博士農学教育の構築 国見 裕久 (大学院連合農学研究科)・・・ 71

## ○ 部門活動報告

- ・ 平成 19 年度 教育プログラム部門活動報告・・・ 73
- ・ 平成 19 年度 アドミッション部門活動報告・・・ 73
- ・ 平成 19 年度 教育評価・FD 部門活動報告・・・ 74

## ○ センター専任教員 業績一覧・・・ 75

## ○ 編集方針・投稿規程・・・ 83

# 特 集

# 「持続性科学の使命」(抜粋)

吉川 弘之 (産業技術総合研究所理事長)

「人間の行動が地球環境を破壊する危険性を持つ原因は、人間の知識の構造の中にある」

技術によってその問題を解決しようではないかと言うのです。

## はじめに

ご紹介いただきました吉川でございます。ただいま小畑学長から大変包括的な興味あるお話を伺いましたので、私の話はその続きというふうにお考えいただければ結構かと思えます。いただきました題名は「持続性科学の使命」です。私の専門は機械工学という分野ですので、持続性科学の主として工学の話を後半でしてみたいと思っております。

最初に私のいま考えているパラダイムをお話しておきます。現在、地球環境を破壊する危険性というのが盛んに言われています。温暖化というのはその最大のものです。なぜそういうことが起こるのかというと、今の学長のお話にございましたように、人間の贅沢だとかいっばい、いろいろな問題があるのですけれども、私は基本的に人間の知識の構造の中に存在していると思えます。

## 持続可能な開発

こういうように私は書いていますけれども、よくご存じのように持続可能な開発 (Sustainable Development) というのは、1987年に国連がやった環境と人間に関するコミッション (Brundtland 委員会) という会議で議論され、87年に出版された『我らが共通の未来 (Our Common Future)』という本の中で定義されています。それは、地球環境を持続することと低開発地域に重点を置いた開発というものを同時に実現する。そういうことですね。

国連は、低開発という、いわば開発のおくれた貧困地域とか病苦に悩んでいる地域の生活水準をどうやって上げるかという非常に大きな課題を持っているわけですが、それをやると経済活動によって温暖化が起こるという矛盾にぶつかってしまった。それをどう解決するかということとは前から言われてはいたのですが、非常に明快な形で Brundtland 委員会が表現したということになります。すなわち環境を持続しようとするならば、開発速度を下げなければいけないということです。開発しようとする、どうしても環境が悪くなってしまふ。しかしながら私たちは悲観的になる必要はない、そうではなくて科学



図1

私は製造科学みたいなことをやっていたのですが、開発と環境がどういう関係にあるか、こういう平面でものを考えていかなければいけないでしょう (図1)。先ほどの Brundtland が言っていることは、この線上しか動けないじゃないかということです。すなわち環境を良くしようと思えば開発を下げなきゃならないし、開発を向上しようすれば環境が悪くなってしまふ。

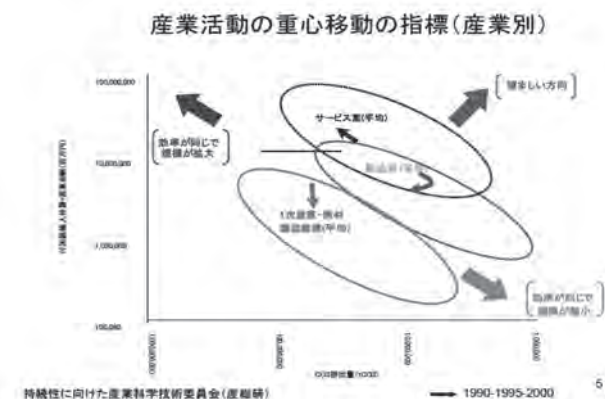


図2

現実の産業はどの辺に居るのだろうかという問題提起をして、私たちの研究所のグループでそれを調べてみると、こんなふうになっているのです (図2)。何をもって開発とし、何をもって環境とするかというのはなかなか難しい問題ですが、最も単純な例で製造業の付加価値というのを y 軸にとる。これは特に製造業 (産業活動)

に限っているわけです。x軸に炭酸ガスの排出量をとると、これは逆数ですね。こちらはよくなるわけですから。

そうしますと確かにBrundtlandが指摘したように、大體においてこの線上に乗っているのですね。もちろんサービス産業は全体として排出量は少なくなりますから、右上に来ます。サービス業があって、製造業があって、一次産業があります。ここでは省略してありますけれども、たくさんの産業がほとんどこういうところに入ってくるのです。

かといって、これを全部サービス産業にするわけにはいきません。サービス産業というのは、製造業が作ったいろいろな道具を使ってやっているわけですから、そんなことはできないと。このバランスというのは崩せないとすれば、全体としてこちらに持っていく方法があるかということを考えなければいけない。

ところが残念なことに、1990年から2000年までの十年間に日本では何が起きているかと考えると、これは小さな矢印ですが、サービス産業はこちらに行っている。ですから、まさにこの線上に乗っている。製造業はこの十年間というのは全体としてアクティビティが落ちているのでこっちに来ているのですが、実は悪い方向へ戻ってきているのですね。一次産業は真っすぐに落ちてしまっている。

## 従前の科学

どうすればいいかということになるのですが、そこで知識の問題になるわけです。私たちが持っている知識というのはどういうものなのか。開発性という名前をあえて今、付けるわけですが、従前の科学というのはどういうふうにして生まれてきたのか、我々が手にしている科学というのはどうして生まれてきたのかということを見ると、生きるためにいろいろ苦労したとか、自然の不思議に感動してものを考えたといったことが多く言われます。人間の科学的知識というのは、そういうものから生まれてきた。

二十一世紀の持続性の科学は、後でもう少し詳しく考えるのですが、動機は自然に対する不思議とか生存ももちろんあるのでしょうけれども、現実問題として環境劣化にどうやって対抗するかということ。真理の探究というよりは地球の持続という直近の大問題に我々は向かわなければならぬということ。方法は、観察・分析ではなくて将来どうなるのかということに関心があるわけですから、主として予測しなければならぬということです。

こういうやや違う目的を持った科学というものは、現

在我々が手にしている科学とは、やや違うのではないかということが問題提起の出発点になっています。しかもその何々学というのは新しい人工化をどんどん進めるために開発するというのではなくて、地球を持続するための持続的行動に役に立たなければいけないという、知識をつくる目的ともそれを使ったときにどういふものに役に立つかという効果とも違う。そういう何とか学というのをつくらなければいけないというわけです。これが実は持続性科学であり、持続性工学である。これは現在の科学とか工学と同じものなのだろうかというのが今日の大きな話題になっていくというわけです。

もう一回、知識はどういうふうにしてできたのでしょうか。先ほど生存のため、あるいは自然の不思議のためと言いました。例えば中世という時代を考えると、知識創出の動機というのは当時の邪悪なるものとの戦いであったというふうには考えられます。人間というのは非常に弱体なのですが、大きな嵐が来るとか、病原菌が来るという邪悪なるものに対していろいろ戦って勝つわけです。人類は勝ってきたから、こんなに地球で威張って存在しているのです。

しかし勝利を収めただけではなくて、同時に人類というのは知識を蓄積してそれを次世代に伝達するという方法を身に付けたのです。これが科学で、科学というのはずっと前の世代に蓄積している知識というのを比較的簡単に学ぶことができますよね。そういう蓄積された領域的な知識が、我々が持っている科学(領域科学)です。あるいは工学というものもみんなそういうものです。そういうものをたくさん持っているのです。それは具体的にはどういうものとの戦いだったか。

過去の邪悪なるものと私は前から呼んでいるのですが、例えば嵐、早魃、洪水、地震、病原菌です。ペストは人類の歴史では4回大流行(パンデミック)を起こして、人間をたくさん殺してしまうわけです。あるいは害虫が襲ってきたり、猛獣がいる。それから人間ですから、邪悪なる人間ということですが、善良な人々にとっては海賊とか強盗とか専制君主とか、邪悪なる欲望というのはみんな邪悪であった。さらに、もちろん貧困というのは非常に大きな邪悪である。

こういったものとどうやって戦うか。先ほど申し上げたように、人類というのは生き物としては決して強くないわけですから、猛獣にやられてしまいますし病原菌が来れば病気になってしまう。こういう非常に弱いものがどうやって生き延びてきたのかということ、そういう戦いを続けてきたからですね。

よく考えてみると、確かにそのとおりになっているわ



けで、嵐というものに対してはそれにただ甘んじているのではなくて一種の防風の技術というものを作り上げて、その結果が気象学になってきたということです。それから地震というものに対しては、耐震構造で壊れないようにしようという知識を作った。これは技術ですね。そういう、いろいろな対抗技術をつくる。

その技術を作るだけではなくて、同時に現在我々が持っている気象学、構造力学、微生物学、法律学、論理学、工学といったような科学の領域。論理学というのは何かというと、専制君主に対しては、ギリシャの時代あるいは大昔に弁論術というのをつくって、どうやって言論で専制君主を倒そうかとする一群の哲学者がいたわけです。そういった人たちが作り出した論理学というものがあった。こういった多くの私たちが手にしている学というものの出発点は、人類に襲いかかってきた過去の邪悪なるものの戦いを通じて生み出したものだというふうに考えて、ほぼよいのではなかろうかと思えます。

そしてその次が問題です。これは非常に難しいことで簡単には言えないのだけれども、物理学などは典型であります。細菌学でも物理学でもいいのですが、一つの学問ができてくると、例えば細菌学というのはペスト菌との戦いでただだけれども、それが抽象化された知識として次世代に伝えられていくということになりますと、一つの領域をつくっていくのですね。その領域の知識を学べば、その領域の知識だけで新しいことができる。そういうふうな知識になっています。

## 領域の自立

これは、我々はあまり気がついてないのですけれども、みんなそうです。何々学を学校で学ぶのです。経済学を学んだ人は、経済学という世界でいろいろなビジネスを経営していくことができる。別に物理学の知識とか鉄の構造なんて知らなくても鉄工業のビジネスはできますよね。そういったように、経済学を知っていればビジネスができるようになるわけですから、全部の知識を知らなくても、ある特定の切り口の知識を知っていれば社会の中で行動ができる。あるいは、その中で新しい知識を生産できる。行動できるということは、実はその学問領域の中で新しい知識を作れるから行動ができるということです。これを領域の自立とここで呼んでおります。

それは堅いことを言えば、抽象度を高めて中立性を獲得すると、かつての戦いの相手とは関係のないところまで拡大していくということなのです。現在の微生物学、これはバイオサイエンスなのですけれども、ペストと戦ったという人類の歴史をみんな忘れてるわけですね。

そんなものを忘れても、我々はバイオサイエンスを学ぶことができるということです。

そうすると、いま言ったように内部知識の操作だけで新しい知識を生産する。これが領域の自立ですね。その結果、さっきと同じですけれども、例えば嵐について気象学をつくと、気象予測という新しいことができるようになる。あるいは一番わかりやすいのは病原菌で、見事にペストをつぶしたのと同時に製薬技術というものを生み出していく。最もおもしろいのが、専制君主に対して論理学をつくってみたら、それが計算機になった。計算機の専門家は、専制君主と戦ったなんていう歴史は学びませんよね。そんなことはもはや学ぶ必要はないので、論理学というものを学べばコンピューターの専門家になれるということになっているわけです。

我々は、知識のオリジン（もと）というのをもう忘れてもいい。このように学問的知識というのは出発点から自立しています。実際の行動から自立しています。これが科学の客観性とか中立性ということです。ですから学びやすいわけです。もう体験しなくてもいいと。もう一回ペストと戦わなきゃだめだなんてことを言われたら、なかなか微生物学は発展しなかったわけですから、そうじゃなくてどんどん発展することができるようになったということです。

さて、次に具体的にどうやって、どういう形で学問を作ったのか、というちょっと別の視点から考えてみます。先ほど来、「自立、自立」と言っていた領域というのはどうしてできたかという問題についてちょっとここで触れておきたいと思えます。

## ニュートン形式

領域というのはどういうものかということ、ニュートンが領域をつくったのではないかと私は思っているわけです。それは、まず視点を定める。あの頃は神の存在をどうやって証明するかなんていうのが非常に大きな議論になっていたのですが、ニュートンは神というものを天体の運動から説明できると思うんですね。

そういうことで天体の運動を精緻に数式化していくという努力をしているうちに、そこにニュートン力学というものを発見し、天体の運動と地上のリンゴの落下というものは同じ原理で説明することができるとした。これは大発見ですよ。あの遠い天体で起こっていることと、地上の物体の運動というのが同じ原理でできる。彼はまさに説明によって全宇宙性を獲得し、神の存在というものを力学的な世界ということの説明しようとしたのです。

ですから彼の場合は邪悪なるものというよりも、むしろ

る自然の不思議さに動かされたのかもしれませんが。あるいは、自分の思想に襲いかかってくる他の派閥の神学者たちだったかも知れません。そういったようなことを通じて、結局彼は一つの理論をつくるのです。ところが、ニュートン力学というのには光というのは入っていませんよね。これは彼の偉大なところなのですけれども、力学だけでは世界は説明できないということに気がつくやと光学という領域を、彼はまたつくるわけです。有名なニュートン・リングなんていうのがありますように、*Optics* という本を著します。

そのほかに、これはついに日の目を見なかったのですけれども、光とか物体の運動だけでは説明できないもの、例えば、錬金術というのが当時非常に盛んだったのですが、錬金術というものを説明するためには、今で言えば物性論、ケミストリー、あるいは金属学が必要になります。そういったものも彼はやって、物質学と称していました。

これはある歴史家から聞いたのですけれども、彼の物質学というのはほとんど錬金術に等しかったんですね。後にイギリス人がロイヤル・ソサエティーという学会をつくるんですけど、この本をそっと隠してしまって世の中に出さなかったなんていう逸話があるくらい、彼は物質学においても成果を上げたわけです。

しかしここで言いたいのは、彼は力学では説明できないということを知って光学の世界をつくり、その次に、物質学をつくらうとしたということです。まさに我々の世界というのは一つしかないのですけれども、それを力学の視点、光の視点、あるいは物質という視点で見るとさまざまな体系が出てくるということを彼は教えたんですね。発見したと言ってもいい。そうすると結果的には、こういう領域という概念がニュートンによって作られたのじゃないでしょうか。

昔の哲学者というのは、領域というのはあまり言わなかったんですね。後でちょっと出て参りますけれども、世界はアトムから出てくるというデモクリトスのような考え方に、領域はないのです。それで全世界を説明したと言っていたわけですから。デモクリトスは、他で別な視点を持てば、別の考えが出るなんてことは言わなかった。

そういった意味で、とにかく視点を定めるなんてことは邪道だったのでしょうか。たった一つの視点で世界を見ることが、正しいと思っていた。ずっと人間はそう思っていたのですが、しかし複数の視点を導入しないとものが見えないというようなことを、ニュートンは言い出したというわけです。

結局、ニュートン形式とあえて呼んでおけば、力学を見るのか材料の性質を見るのか、視点をまず定めることが大事です。そうすると、それに関係する対象が選ばれてきます。非常に飛躍がありますけれども、その対象を操作して、いろいろな法則を発見したり、性質についての記述を定義したりしていくと、その間に定量的な関係というのができてきます。

そういう形で定量的な理論というのをつくる。そうすると我々は、それを矛盾のない定量的理論だと呼んで、これを一つの学問領域と言ったのではなかろうか。大体みんなそういう形で学問領域はできています。特に工学は全部定量化しています。もちろん建築学は、美しさなんて言っていますから定量化していない。美しさも定量化できるのかどうか知りませんが。そういったものが入ってくると途端にわからなくなりますけれども、おおむねみんな定量的ですよ。

そういうように学問を作らうとすることは、定量化しようということです。私たちの生活は決して定量的ではありませんけれども、定量的ではないということは人に言いにくいし、伝えにくいし、教えるのが難しいです。そういった意味では、学問が定量性を獲得したというのは大変強いことだったと思います。これが、どうやって領域が生まれて自立していくかという一つの流れです。

近代的な、科学的な知識を持っている現代の人類が獲得した非常に大きな力というのは、まさに科学という一つの知識の持ち方を発明し、それを決して減衰することなく次世代に伝えることができるということ。教育というのはそういうことですよ。教育というのは、現世代の持っている知識を全部次世代に伝えることができるのです。

これに失敗すると、余談ですけども、人類は滅びるんですね。次世代のほうの知識が少ない、そして、その次の世代はもっと少ないと、だんだん、だんだん弱くなってきて滅びてしまう。それが人類の滅びる方法ですから、これは教育者の責任ということで、私も含めてここにおられる方々の大きな責任です。いろいろありますけれどもそのうちの非常に大きな責任というのが、現世代の知識を全部次世代に受け渡す。これを怠ってはいけませんということですよ。それは歴史から見れば非常に明快に言えることではなかろうかと思えます。

## 持続性社会の実現

さて、問題はそれで現在の知識を次々渡していけばいいのかということですけども、どうもそうではない。現在の人類が抱えている問題は、非常に過去のものとは違

うのではないかということです。ここで指摘しなければならないのは、これも大分前から言っているのですけれども、現代の邪悪なるものということです。それは確かに現在の持続性社会を実現しなければならないという、ある意味では人類の一致した共通の目標だと思います。

例えば、世界の問題ですが、人口爆発と飢餓とか、貧富の格差がどうしてもなくならないとか、巨大都市ができてはそこに新しい貧困層を生んでしまう。現代を特徴づける、特に国連などで指摘しているこういった問題というのは、むしろ拡大しているのですね。もちろん、今、話題にしたいこの地球環境の悪化というのも進行しているわけですし、あるいはあまり気が付きませんが、人工システムが大きくなればなるほど事故が巨大化していくということなんですね。それから新種の感染症が生じてしまう。HIVとか鳥インフルエンザとかBSEはみんなそうですね。それから人間の間の問題でいえば、民族間の紛争とかテロリズムというのも見逃すことができない。

そういったように、現代の邪悪なるものというのが出現しつつあって、それは過去の邪悪なるものと異なる性質を持っているのではないか。その特徴は、可視的な外敵がないということです。これを見ると、ペスト菌や嵐とはちょっと違いますよね。それは深刻な問題として非常に大事なことになってくるのですが、恐らく敵は人の意図とか行動の中にあるのではないか。それが攻撃をかけてくる。

こういった見えない敵と戦うのは非常に難しいわけです。敵があらわれたら、それを倒す。その倒した知識を蓄積すれば一つの有効な知識になり、それを次世代に伝えていく。そうすれば再び病気になるというやり方は、どうやらこういった問題には通用しないのではないかということに思いを致さざるを得ないということです。

実は私たちの工学というのは行動原理を作っています。理学・科学というのは理解原理を作っています。理解のための視点を提供しているのですね。工学というのは、何を作るかということによって分野が違います。機械工学は機械をつくり、建築工学は家を作るわけですから、非常にそれは相似性があるのですけれども、それが故に、我々はほとんどニュートンの方法というのを借用しています。

そして結局、工学だけではなく、医学があったり、経済学があったり、政治学、法律学といったものがありますけれど、これはみんな世界を理解するためというよりは行動を決めるための何とか学です。行動を決めるために必要な体系的な知識を生み出している分野です。です

からこの二つは全く違いますよね。私があえて持続性科学と持続性工学の二つに分けなければいけないと考えているのはそういうことです。ちょっと題名を変えてしまったのは、そこに原因があります。

## 持続性科学と持続性工学

こういう二つの側面は、全く違う知識体系です。そうして結局何が起こったかという、工学があったり、医学があったり、経済学がある。さらに、この工学というのは、いろいろ分かれて機械工学とか電気工学とかになります。実は、学問領域が成熟すると、それは教育領域になるのです。学問領域は教育領域になり、結果として社会的な専門家をつくることになります。機械工学を学んだ人は機械工学者になったり、機械技術者になったりして、機械を作るために働く。機械を作っている人は、電気回路は作らないのですね。そういったように違う。機械工学は、こういう分業体制を取るわけです。

それで結局、社会的分業というものを作ってしまう。これは実は人類がまた再び栄えるための大きな理由なので、一人の人が電気回路も作り、家も作り、機械も作り、そして同時にお医者さんで治療もしているというような社会を考えたら、とても現代のような豊かさというのは創造することができません。それぞれが分業されているからこそ、このように大きな豊かさというものを作った。これは間違いのないことですね。

こういったように、私たちは専門家というものをそれぞれ作ったのですが、その専門家の間にやはり矛盾とか抜け落ちというものをつくりまして、そこを面倒見の人がいなくなってしまうということです。これはいい例ではありませんが、非常にわかりやすい。こういった例を考えれば、本当に領域というのは一体何をやっているのだろうかということになるわけです。

それでは次の問題です。これが今日の本題になるのですけれども、現代の邪悪なるものを克服する知識というのはどういうものなのだろうか。これは、持続性科学と持続性工学をそれぞれ固有の知識体系として確立することが求められます。ここまでは、いま盛んに皆さんが考えているし、大体合意ができてきたと思うのですが、ここから先はなかなか面倒な話になってきて、恐らくさまざまな提案とか議論が出てくる領域ではないでしょうか。

これから先は、私がいま考えていることをお話しします。持続性工学というのを定義しておきます。工学のほうを先に目標として考えますと、地球の持続性を実現しようとする人々にとって有用な行動規範を提供するものである。持続性とは、自然科学、社会科学、人文科学を



含む広範な分野の概念で定義されなければならないのですが、それを定義するために必要な知識が十分得られているとは言いがたい。したがって、持続性工学とは、既存の科学の応用でもなく、また既存の工学の混合体でもない。

ですから私たちの持っている知識を再編しても、そのまま、すぐ持続性科学とか持続性工学はできないという、出発点としてはややペシミスティック（悲観的）な立場に立たなければならないということです。ですから、覚悟しなければいけない。持続性というのは大事なだけでも、いざ本当に役に立つ学問をつくらうとすれば、それは腰を据えてかからなければいけませんよという話です。

開発性科学というのはなぜこういう名前をつけたかということをお話します。現在の科学は開発性科学ではないか、これからの科学は持続性科学なのだと。違うのですね。二十世紀までは開発性科学です。

## 開発性科学

時代の呼称として、私は、これは大航海時代に発した一つの知識ではないかと思っています。大航海時代というのは調査の時代とも言われますけれども、いわゆる地球の果てまで行けばそこに大変すばらしい財宝があるのじゃなかと行ってみる。そうすると、特にヨーロッパ人にとっては本当に広大なアメリカ大陸があったりアジアがあったりしたのです。そうやって新しい財貨を持ち帰る。こうやって大航海時代というのは命をかけて新しい土地とか宝物を探しにいった時代です。

この命を賭けて物を探す、発見をするというのは、どうも現在も科学者を駆り立てているという言葉が悪いのですが駆動している一つのモチベーション（動機）ではないかと思うのです。そういうことで、私たちは一つの大航海時代のいわば落とし子として科学というものを作ってきたのではないか。それは未知の探求でもありました。時代の精神は、未知の探求と呼ばれました。

現在でも私たちは、科学というのは未知の問題に対する知的好奇心だといって定義をしたつもりになっているわけですがけれども、それはちょっと簡単過ぎるのです。研究対象は何だったかという、不変な存在です。存在そのものが関心だったのです。大航海時代に遠くへ行けば何かあるだろうと思ったように、すでにあるものが大事なのです。

その結果、科学というのは進歩するわけです。生まれた知識というのは、今まで説明してきたような領域化さ

れた知ということで、それは世界を理解する科学であったというわけです。その領域の局所的な人工化をどんどん使って開発した。これが今お話ししたことの科学という側面から見た簡単な整理です。

## 持続性科学における観察

それに対して、現代の持続性科学における観察というのは、巨視的に知らなければいけない。広域を観測するために宇宙全体がどうなっているかとか、地球全体がどうなっているか、例えば地球の温度分布というようなものが必要になります。

過去の研究では、そんなものは非常にマイナーでした。地球の温度分布がどうなっているかなんていうことはあんまりなくて、小さな実験室で熱と温度の関係を調べて熱容量を発見するとか、そういった仕事はずっと科学をつくってきたのですけれども、今はそれだけでは足りなくて、地球の表面はどういう温度分布をしているかということをお調べしなければいけない。従来と違ってくるのです。

しかもそれが、明日、十年後、あるいは百年後にどういうふうに変わってくるかということをお知らせしなければいけない。これは顕微鏡と望遠鏡ではできない仕事です。最近、気象関係の方々がやっているスーパーコンピューターを用いて、シミュレーションで気象予測をするという話がありますよね。そういったことが必要になる。いわばそれは時間のファクターが入ってくるのです。

したがって私は、スーパーコンピューターというのはコンピューターの大きいものというふうにご考えていますが、実はこれは私たちに四次元観測ということをお可能にする新しい眼鏡というか、最初は望遠鏡でその次が顕微鏡だったら、その次に来た第三のスコップ、観測手段として位置づけなければならない。すなわちスーパーコンピューターというのは、時間軸を入れ込んだ観測装置なのです。

そういうふうに見ると、これの使い道というのはたくさんあるわけで、もはやスーパーコンピューターの計算速度を争うというだけの話ではないということに気がつきます。

科学者が存在物の不変性に興味を持ったときに物質の局所的性質（局所性）をお調べて不変性を理解するのに有効な学問領域というものを創出した。先ほどもちょっと申し上げましたが、デモクリトスがすべての物質はアトムからできていると言ったのは一つの立場だったのです。現実にはアトムとは一体何なのだろうかという研究はずっと進んで、現在は素粒子の研究までできていますよね。

ですから非常にそれは詳しくなってきた。

ところが、デモクリトスのもっと前にヘラクレイトスという人がいて、非常に有名な「万物は流転する（パンタレイ）」という言葉で、要するにここにあった元素というのはなくならないのだと。今では、もちろん放射性を考慮に入れますけれども、自然現象ではほとんどなくならない。したがって、現在この私の鼻にある元素は6000万年前には恐竜のしっぽにあったとヘラクレイトスが言ったと（これは多分嘘でしょうけれども）。

よく考えてみるとそうなんですよ。私の体にある元素というのは、どこから来たわけですね、食べて身につけたわけですから。あまり考えたことはありませんけれども、一つ一つ私たちにある何十億個という元素をずっと考えてみると、みんな歴史を持っていてどこかにいた元素ですよ。これがまさにヘラクレイトスが言った万物は流転する。それはアトムについて言ったのです。各元素はあるとき山となり川となり、目の前にいる馬となると言ったわけですから、まさにそういう流転という概念は既に作っていたのでしょうね。

ところが先ほど言ったように、現代の科学というのは流転については非常に冷たかったのです。デモクリトスのアトムの方にばかり行ってしまったということで、結果的には確かに流転についての学問というのは地質学とか考古学とか古生物学で、そういったものが生起する学問としては、進化論とか地層生成論とか最近出てきた気候変動論があります。これらの学問は今もって自立した領域をつくることができている。すなわち科学とか化学とか物理学の借用で何とか説明をつけているのです。領域としての完成度は非常に低い。

しかし現代の環境時代の科学というのは、そちらに力点を置かなければいけないはず。この不平衡（アンバランス）というものが問題で、持続性科学というのは両者が対等の完成度を持つことが必要であるということです。

今度は工学の話です。これもなかなか面倒な話ですけれども、要するに持続性工学というのを作りたいということです。これは恐らく持続性科学というものと非常に関係があるのですけれども、私もそこまで整理できてないので、今日は、まだ、お話をする段階ではありません。少なくとも持続性工学というものをつくり出すためには何が必要かを考えようというのが現在の私の関心です。

## 人工物観

今までの話を簡単にまとめればこういうことになるのですが、人工物観という一つの立場というものが必要な

んじゃないかということです。人工物の歴史を概観して、現代の人工物及びこれから求められる人工物の特徴を理解する。その知識を獲得する方法についての手がかりを得る。

人生観とか自然観という言葉は、皆さんもちろんお聞き及びになるわけです。自然観というのがありますよね。中世からの哲学者というのは、大体自然観を持っていると思います。自然とは、人間にとって自然とは、人間と自然の関係とは、自然というのはいかに理解しなければいけないなんていうことを哲学はみんな述べているわけですから、いわば哲学というのはほとんど自然観なのです。万物というか、存在しているものと人間との関係ということです。

ところが人工物観という言葉はないのです。これはお聞きになったことはないかと思うのですが、なぜかというところは私がつくった言葉なので。こんな言葉は誰もまだ認めてくれないんですけども、しかしこれは非常に大事じゃないか。人間として、人工物というのはいかに一体どういうものなのかということを考えていない人ははいません。しかしそれをまともに言葉として取り上げたことがないのです。

人工物観というのはいかに一体何なのか。自然観と異なって価値と関係します。自然観は、自然の統一的理解を示すというわけです。自然というのはいかに一体どういうものなのだと一口に言いたい。デモクリトスもみんなそうですよね。ところが人工物観は、自然と人工物との総体です。自然もちろん含むのですが、それを統一的に理解すると同時に価値の最大化を含意している。

それはなぜかというところ、人工物というのはいかに人間が作れますから、自然観と違う。自然というのはいかに一体与えられたものですよ。しかし自然観と人工物観が違ってくるのは、人工物というのはいかに人間が作るものから、どういうものに価値を置くかということと非常に関係する、いわば自然観なのです。人工物もみんな作ってしまえば環境になってしまうわけですから、昔の哲学者にとっては森林も家も同じものだったのです。全部自然だったわけですね。

そういうのをひっくるめて自然観と言っていたのですが、現在を特徴づけている、特に私たちのように産業という、あるいは工学というような世界にいる人間にとっては何をやるかということに非常に関心がありますから、そういった意味ではどうしても価値の最大化ということを含意してしまう。どのような人工物を自然の中に混在させれば価値が最大になるかということを決断する思想だというふうには私は言っているわけです。

哲学者は、見えるものと見ることができないものを含めて自然というものを定義して自然観を作るのですね。見えるものだけじゃないです。一人の人間が見る自然なんていうのは、ごく僅かしかありません。見えないものも含めて一つの自然というものを作った。それに対していろいろな理屈をつくっていく。これが自然観です。

それに対して、「作られたもの・作れるもの」の他に、「作りたいもの」というのも一緒にして人工物観というのを人間は持っているのではないかと思います。まだできないのだけれども、いずれこういうものがあつたらいいなと思う。そういうものも含めて私たちは人工物というものを定義しているのではないか。これを私たち一人一人が持っている人工物観だと呼ぼうというわけです。

私の専門は機械工学ですから、後は少し機械工学の話に近くなってしまいますが、人工物観というのとは一体どこに表現されているかということが問題です。人工物観を書いた哲学者もいませんし、どこにデータがあるかもわからない。例えば私が考えている人工物観というのは、非常に私的なものに思えるのですが、唯一共通なものは機械工学という学問の中に、その背後に機械に関する人工物観は存在するという事です。

機械工学というのは、まだ作っていない機械を想定して知識を体系化したものです。機械工学というのとはある秩序を表現しているのですけど、一見機械をつくるための手段、マニュアルだというふうに見えるけれども、よく調べていけば、それは単なる手続ではなくて人工物を十分に包含している。これは方法論なのですけれど、工学を調べていくと人工物観がわかるという話です。ですからそれは決して単なる抽象的な人工物観があるよという話ではなくて、私たちが目にするたくさんの工学群を調べていくと人工物観がわかるというプログラムが多々あります。

現代における技術の状況というのはこれで、既にお話ししたとおり調和的な人工物ができていないということは、実は調和的な人工物観がないということをお願いです。この辺はやや飛躍したお話をさせていただきますけれども、要するに人工物というもの、例えば家と自動車が矛盾すると申し上げたのは、家と自動車というものを一体化して、組だと考える。そういうふう想定することを現代人は拒絶されているのですね。我々はみんな、自動車は自動車で、家は家で考えますよね。私の理想の自動車はこんなのだと思ひ、現在の自動車はこんなのだと思う。家もそうですね。しかし全体として調和的な人工物観を持つことができない。この状況は一体何なのだと。

そうすると最初に申し上げた、いわゆる領域化し、自立化してきたその境界が抜けたということは、現代の人工物観ということを考えることによって、それを脱却する一つの手がかりが得られるのではなからうかということになります。そのためには人工物観の歴史的な変遷を考えてみなければいけないということです。もちろん長い歴史において常に人工物を作り続けたわけであるし、地球上での人類の置かれた地位によって人工物をつくる動機はさまざまな変遷をもたらしました。

この動機と可能性としての技術が時代に固有の人工物観—それは何ができるかという想像です。つくるかつかないかは別として、こういうことができるようになったのだから、こういう人工物ができるはずだと思う。そういう一つの想像力みたいなものが人工物観というものを作って行ったということです。

ここに妙な図(図3)が書いてありますけれども、当時は「作られたもの・作れるもの」に比べて、「作りたいもの」がいっぱいあつたんですね。「作れるもの」がなかったのです。ペストでも同じですけれども、どうやって病気を絶滅することができるのかということをお願いしていたのです。初めは祈祷してみたり、ある種のマントを着たりしたのだけれども、そういう人工物はみんな失敗して病原菌を排除することはできなかったわけです。そういつたように欲しいものがいっぱいある。すなわち生存型の人工物観というのは、欲しいものがいっぱいあつて、できることがそれほどないという時代です。

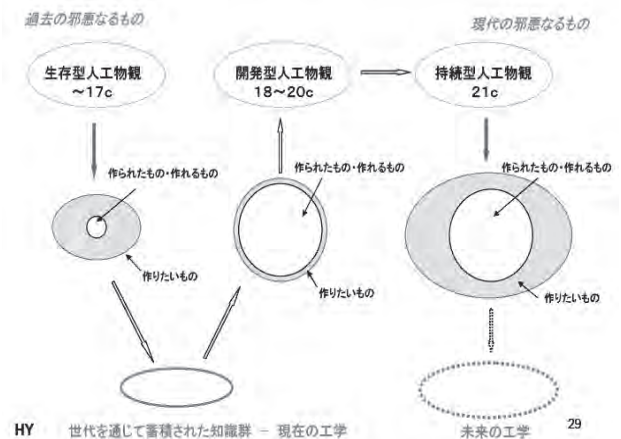


図3

しかし、私たちはいろいろな敵と戦う、邪悪なるものとの戦いを通じて知識を蓄積した結果、まさに近代と言われる科学を生んだときに、その科学は大変体系的になって、自立した領域を作って、どんどん自己増殖的に新しい知識を生み出すようになりました。

その結果、ごく簡単に言えば「作りたいもの」は何で



もできる。これが現代というか20世紀までを特徴づけていた人工物観です。それは「作りたいもの」というよりは「作れるもの」が圧倒的に多くなったという人類の自信ですよね。これが自然を克服した、邪悪なるものを克服したと考えた——実はそうじゃなかったのですけれども、人間のいわば一つの驕りとしての知識体系がこういう人工物観だということは間違いないですね。そして、どんどん新しいものをつくって豊かさを増してきたという事です。

ところが先ほど申し上げたように、現代の邪悪なるものというのが登場してきて、例えば、現在の問題でいえば地球温暖化という新しい敵が来た。これには方法がないですね。方法がないだけではなくて、この敵と戦っていればどんどん知識が生まれてくるかという、そんなもんじゃありません。そうではなくて、いろいろな国際的な取り決めであるとか、それを議論する国連を舞台にした一つのプラットフォームをつくるか、まさに社会科学のいろいろなことをしないとこの邪悪なるものには戦えないという事です。

したがって、過去の方法が適用できない現代の邪悪なるものというものに対抗する私たちの人工物観というのは、ちょうど昔と同じようになってしまった。「作りたいもの」はいっぱいあるのだけれども、「作れたもの」は必ずしも十分ではない。これを先祖返り（アタビズム）と私は呼ぶのですけれども、要するに中世と同じような状態になってしまったという事です。

先ほど私は、中世から現代へという話をしましたけれども、むしろ中世と現代というのは、いわば邪悪なるものと戦わなければいけない、しかしその戦いの手段がわからないという意味では同じような状況にあるのではないかという事です。そういう認識で私たちは持続型人工物観というものを持つに至ったのです。この人工物観に基づく工学というのは一体何なのかというのが、まさに持続性工学をつくる一つの契機という事です。

## 持続性工学

さてそこで具体的な話になるのですが、一体どうしたらいいのか。あれは単なる政治的な議論に留めておいてはいけないので、私は私の立場でそれを解決しようと思った時（製造学みたいな製造業にかかわる仕事を専門にしておりますので）、製造業をどうすればいいかということを考えなければいけないという事です。恐らく経済学も政治学もみんな考えなければいけないのですけれども、私なりに考えているその一つの切り口をお話ししようと思います。

もちろん自然を利用するわけですから、自然に触れないことによって不変性を維持するという事は止めたほうがいいですね。一切自然はそのままにして、私たちは、先ほどの小畑先生のお話もありましたけれども、製品といっても何もしない製品ではしようがないので、もっと新しい生き方をする。それを本当に求めることができるのかという事です。

一つの考え方は循環という事です。それは自然から人工物をつくり出す作業があるならば、人工物から自然をつくり出す作業が必要ではないかという事です。考えてみると、それは非常にわかりやすいというか、そうすれば自然は保存されます。自然をどんどん使いますけれども、使った分をどんどん自然に戻していく。それも経済的なアクティビティだということになればいいのです。それがなるかどうかが大問題なのですけれども、こういうことをできればこれは一つの可能な条件として提案することができるわけです。

いわば新しい人工物観の第一の条件は、自然の大きな循環の中に安定的に組み込まれた人工物。こういう考え方というのは、過去にはなかったのです。人工物というのは、資源を持ってきて人工的な家にする、自動車にする。それが人間の豊かさなのだと言っていたわけですから、大きな人工物というのが自然の循環の中にどうやって取り込まれているかなんていうことは、一切考えることはなかったわけです。過去の人工物観にないものをこれから新しくつけ加えなければいけないということになります。

そうすると、最終的にはこういうことを私としては考えたい。持続性とは進化の可能性を持つものであるという立場に立つ。持続性というのは進化性がなければいけない。地球が凍ってしまえば、それは凍ってしまった月のように持続的です。変化がないのですから。それでは生物は生きていけないので、現在我々が目の前にいる多くの生物がやっている進化性（エボリューションナリー）という性質を、どうやって私たちの活動の中に取り込むことができるかというふうに考えたらどうかというのが提案です。

## 物質循環と情報循環

進化とはどういうことかという、進化論というのは大変難しい話ですが、ごく簡単に言うと生物が発生する。そこには、物質循環と情報循環という二つの循環性があるのです。生物が発生すると、生体物質というのが発生すると世界にそれが出て、そこで自然選択が行われて適応したものが子孫を産みますから生き延びる。そこで

物質がぐるぐる回っているのですね。

それに対して、遺伝情報というものが回っているというのが進化の非常に重要なことで、いわば生き延びた、適応したものが親となって子供を産むという構造があるから、進化するのですね。こういう構造を我々のアクティビティーが持っているかどうかというのが大問題なのですけど、持っていない。

ごく狭い領域でいうと、工場生産したものは市場選択ですから、自動車を作ると悪いものは売れないし、いいものは売れるわけです。ちょうど生物の自然選択と非常に似たようなことを市場選択というところでやっています。この意味では、まさに進化性を持っています。現実的に工業製品というのは、非常に進化論的な形で産業革命以後ずっと進歩してきましたよね。現代でも急速に進歩している。情報機器なんていうのはどんどん進歩していますけれども、それもみんな市場選択ということをもとにして進歩しています。

決して私たち買う人間が押し付けられているわけではないので、いいものを買っていくというのがメーカーに伝わって、次にいいものを出そうということでぐるぐる回っているわけです。したがって製品情報が回っていることは確かなのだけれども、実は物質的なリサイクルはない。物質的なリサイクルがないために、廃棄物として外へ捨ててしまっています。そういった意味で、情報循環はあるが物質循環がないために持続性というものが実現していないのだと考えられる。

物質なんかなくても情報循環で進化するということがあるのかというご疑問を持つと思います。ソシールという言語学者は、言語は進化で生まれてきたということをも明快に言っているんですね。それは言語というものが発話されるというわけです。これをパロールとソシールは言ったのですが、発話されたものが社会的に選択されれば言葉の体系として残る。何か言った、その言った意味が通じるから、それは次にまた使われるわけです。

今、言語はやっぱり進化していますね。流行語なんか、何か大きな意味を伝えるような形で出てくるのだけれども、ほとんどは消えていきます。それは言語が進化性を持っているからです。日本語にしても英語にしても、進化の結果として立派な言語体系というのを持つ。それを社会的な結晶とソシールは言っています。言語というのは、こうやって進化します。

したがって情報循環というのは、少なくとも情報に関する限り、こういった言語において、非常にすばらしい進化というのを人類はつくってきたのですね。ですから、この部分だけは進化性があると言ってもいいでしょう。

すなわち製品の個人的な選択である使用と、新しい選択をして新型を出すという社会的な選択というものがグループを作っていて、やっぱり進化していると言っていいでしょう。

しかし進化性はあるけれども、さっき言ったように持続性がないということですね。それでは持続性をつくるためにはどうすればいいかということですが、先ほどの提案になるのですけれども、自然を人工物に変えるという製造に対して、人工物を自然に帰すという、あるいは自然を作るという逆製造というものを作ればいだろうということです。これをバランスさせれば、まさにそれは生物の進化と同じように行きと戻りが同じになるわけですから、閉じた循環ということになって進化性による持続性というものを獲得するはずですよ。

最近で言えば、汚染した土地をどうやって回復するかとか、人工化によって荒廃した沿岸にバイオマスをつくらせて復活させるというアクティビティーが世界中で行われています。それもみんな逆製造というある種の製造、人間の行為です。そういったものがいっぱいあるわけです。廃棄物の処理もそうです。

そういったような問題を現実に行っていますけれども、問題は、圧倒的に製造のほうが体系化されていて、社会的にいつこちらがまことに小さな活動でしかないということです。このアンバランスですね。ですから、これをどうやってバランスさせるか。一番簡単なバランスの方法というのは、これを一体化してしまうわけで、できてきた人工物は全部自然に戻すという形にする。これを一つの閉回路型の製造と称して、こういう形を一つの理想としよう。そうすれば、私たちは確かに進化性を獲得することによって持続性ができる。それをやろうと私は提案をしております、現実に関わることをやっていることは後でお話しします。

## 逆使用

先ほどは使用がありましたので、社会的選択というのは言葉のごろ合わせで逆使用です。使用の逆は逆使用、製造の逆は逆製造という、うまくわかりやすいですね。一つの詐欺的行為と言ってはいけませんが、言葉の上でわかりやすくしておいて、ものを考えようとしています。

製造というのは、製造業がつくっている製造ですから非常にわかりやすいですね。逆製造も先ほど言ったように、現在は大した仕事をしていませんけれどもイメージとしてはわかりますね。使用というのは、実際に社会的に選択して、それを届けてもらって使う、最後は捨て

ることです。そういう行為が一貫した使用です。

では逆使用とは一体何かというと、これをループで結んでここに逆使用というものを置いたということは（図4）、ここで使われた製品を逆製造というのは自然に戻ってしまうわけけれども、自然に戻すだけではなくて使い終わった廃棄物の中にどのように使われたかという全情報が含まれている。

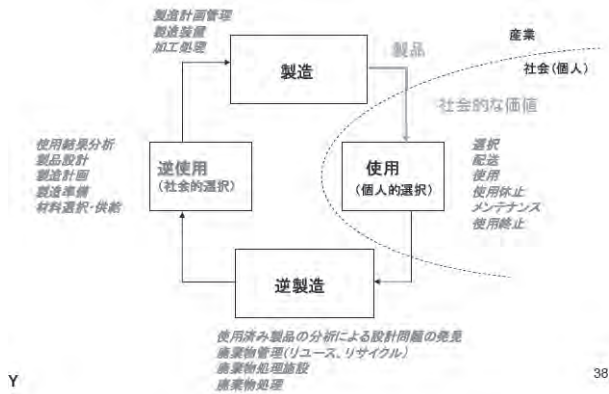


図4

例えば自動車を壊してみたら、このベアリングが摩耗していたとか、車軸が折れそうになっていたということがわかる。そうすれば今度は、車軸を強くしなければいけないとか、このベアリングをもっと性能のいいものにしよう。こういったことを議論する、使用結果の分析というのが逆使用なのです。そう言う、詐欺じゃなくなってきますよね。使用の逆みたいな気がしてきますよね。使用結果をずっと暴いて、それを製品の中から選んでいく調査をする。そして新しい製品設計をするというのが逆使用です。まさにそれは使用の逆であると。使用の逆過程をたどっていくのですね。そうすると、それが新しい情報となって新設計ができますから、その新設計で新しい製品を再び社会に投入していく。

そうやってこのループも、先ほど言った情報的な循環と同時に逆製造によって物質も一緒に回っていくということになれば、これは理想的な進化性という生物のやっている進化と同じです。一本の草が生えてきて葉っぱをいっぱい出す。そして、枯れた物質というのは土になって翌年以降の植物の材料として使われますよね。しかも同時に情報的な進化で遺伝子というものを通じてその草はまた生き延び、気候が変化すれば草は変わっていくわけですから、そういう進化性を持っている。それと同じような形が製造業でできるんじゃないかというわけです。

サービス産業というのは、現在は非常に話題になっておりますけれども、サービス産業と製造業というのは全然別物ではなくて、この同じ進化性を伴う一つのループの中の切り口なのです。見方にすぎないということがわ

かります。そうするとサービス業から見てこのループを実現する方法とか、製造業から見てこのループを実現する方法というのが技術開発としては非常に重要になってくるでしょうね。そういったことがこれから築かれるというわけです。

## 最小製造・最大サービス

私どもは製造においては最小製造、すなわち使う物質とエネルギーは最小にして最大の機能を発揮しようということです。こちらは最大サービスです。同じ物質とエネルギーからだったら最大のサービスを取れるようにいろいろな工夫をしよう。そういう二つのポリシーというものが出てくる。これがいわば進化性を可能にするリサイクルの現実的なやり方です。

具体的にどういうことなのかというと、最小製造というのは、最近のハイテクはみんなそれに向いているような気がしますね。ナノ構造なんていうのは非常に小さな物質でたくさんの機能を持たせようというわけです。ナノバイオ材料とかエネルギーの効率のよいとか、そういったさまざまな研究が現実に行われていて、それはいわば小さなものでたくさんの機能を取り出そうとしている最小製造という原則にのっとっているのではないかと。

最大サービスということを考えると、今度は全然違う話になってきます。使用時に効率的にサービスを発生させる製品の設計とか、人々が容易に近づけるような低価格での製品分布とか、世の中にどういうふうに製品を置いておけば人が容易に使えかとか、建築家がやるように消費者と建築会社との間に入って、一番いい技術を本当に欲しいユーザーに伝えるための役割とか、そういったような新しい努力がいろいろ必要になってくるんです。これを最大サービスを可能にする要素技術といいます。

こういう一つのモデルをつくと、何をすればいいかということが見えてきます。ここで私は一つの結論を申し上げてしまうのですが、こうやって具体的に何をすればいいかということを探ることでしか持続性工学というものを生むことはできない。持続性工学というのは決して書斎の中でじっと考えて、「あっ、これだ」と言って教科書を書くものではなく、もはやないのですね。

これは一つの想像ですが、私たちは自然に対しては自然科学というのを持っている。しかし、いま言ったように、サービスなんかを考えようとする、もちろん自然科学では解けない問題がほとんどです。その場合には、相手が社会だったら社会科学が必要になるでしょう、あるいは人の心だったりすれば人文科学です。

そういうふうにと考えると、結局私たちは自然科学、社



会科学, 人文科学というのを分野として持っていますけれども, 技術というものに非常に偏っていて, 自然科学を使った技術ばかりになっているということに気がつくのですね. 社会技術という学問分野とか, ましてや人文技術なんて言ったら人文科学者に怒られそうですけれど, そういうものはないのです. これがないというのはおかしい. 本当に持続性社会というものを実現しようとするならば, 人類の知識はこの辺が足りないのです.

したがってそういう専門家を育て, 研究者を育て, 現実にそれと戦う人々を職業として設定するという社会的な一つの変革なしには, そういったことは実現できないということが, これを考えただけでも容易にわかります. 技術者というのは 99%が自然科学系の人のことを言っているのですよね. これではおかしいということになります.

### 持続型産業

そして, 多分こういう形になるのでしょう (図5). 進化論的構造を持つ持続型産業というのはこういうものであり, これは省略しますが周りにいろいろなことが書いてあります.

サービス業でいえば, さっきの使用というのはまさにサービスそのものになるのですね. 製造業はサービスという視点で見ると, サービスのためのメディア (媒体) をつくっていることになるのです. サービスというのは何か道具を使います. 例えば講堂というのも一つの媒体です. 講堂だから私のつまらない話も聞いていただけというわけで, これがそうではなくて別の雰囲気だったら全然聞けないですね. こういう場所というものがあって, 一つの行為が成立する. これもサービスの一つの媒体ですよ.

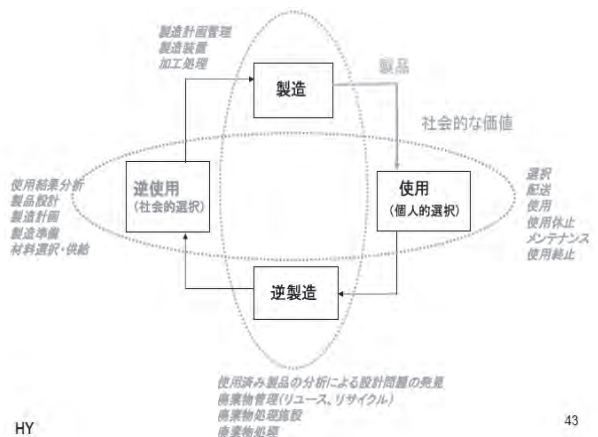


図5

そういった媒体というのは, 言ってみれば製造業がつくっているのです. あるいは建築も, 物をつくることはすべて同じですけども. しかしこちらの視点で考えると, こういったサービスがあり, サービスの効果を判定し, サービスを設計し, それを媒体に込めるという一つのサイクルができます. これがサービス業です. その逆がさっきの, 最初に書きました製造業ではこういうループがある. これは同じものなのですけども, 視点を変えているということです.

果たして, 進化を実現するためには何が重要かということですけども, これは人工物観の中にはここに書いたようなものが入っているということです. 最初に申し上げたように, 人工物観というのは工学という知識体系の中に埋め込まれています. 逆に言えば, 新しい人工物観ができるならば, それを埋め込んだような工学にしなければいけないのですね.

それを教育し, その専門家を育てなければ持続性社会は実現しないわけですから. 一つの手段として学校教育ということになりますけれども, 工学という学問体系をどう変えたらいいのか. これは工学だけではもちろんないのでありますが, 私たちの場合は工学であり機械工学なのですが, その一つの例を考えてみます.

持続性が社会的に合意されているなんていうことは, 一切機械工学には入っていません. 物質の循環も入っていないのですね. 情報の循環もない. 先ほど申し上げたように, 可能なものを創出するという, いわば二十世紀までのものから, そうではなくて本当に欲しいものをつくること. すなわち, 持続性を実現するために邪悪なものをつくるかという動機の変化. こういったものが現在の工学とは全く無関係です.

### 豊かさと機能

ここが一つ大事なことなのですが, 豊かさというのは物ではなく, 機能なのです. これも多くの工学には入っていないのですね. 機能をつくっているわけですが, 欲しいものは機能なのです. 物なんていうのは, いわば媒体 (メディア) にすぎないのだけれども, 多くの工学にはそういうことも入っていないのです. 人工物は, 本当はサービスの増幅装置に過ぎないのです. こういったことを新しい工学に入れ込むことができるかどうかということです. サービス増幅というような変なことを申し上げたのですが, サービスというのはこういうことです.

例えば, 私が妻にハムエッグをつくってあげたらサービスということですね. これをサービス1と仮に呼びます. サービスの増幅というのは一体何かというと, ハム



エッグをつくる機械を3台買ってきて、ものすごい勢いでサービスしたら何万枚もハムエッグを妻に提供することができる。サービスが何万倍もできるということです。

これはサービスの増幅なのですが、この場合は喜ばれませんね。喜ぶかどうかというのは価値論で、喜ぶ妻もいるかもしれないですが一般に喜ばない。ですからこのハムエッグ製造機というのは、ハムエッグをサービスするという人間関係の根幹を増幅しているものに過ぎないのですね。

そういう観点から機械というものを見なければいけない。これが機械工学にはないわけです。機械工学というのは、機械をきれいに作ることばかりやって、これが人間に対して何を与えるのかということは、皆さん考えて下さいとってしまうんですね。これはやっぱりそもそも工学としておかしいのではないか。こういう増幅というのが非常に大事な概念になります。

そして最後は、機械工学が変わらなければいけないのではないかということです。これは教育問題になるのですが、機械工学というのは力学からずっとあって、その背後にある人工物観はどういうものかということ、世界はユークリッド幾何で記述が可能なんだということです。あるいはニュートン力学的自然観、機械論的哲学、デカルト的人間観、そういったものがずっとあるのですね。

これは機械の具体的なことですが、剛体が一番いいのだという剛体信仰があります。剛体は実在しないのですが、構造力学を見るといかにかして剛体を作るかということをやっているわけです。もちろんそれは一部、耐震性ということで変わりましたが、ほとんどの機械は剛体信仰です。そういったさまざまなプリンシプルが出てくる。これが機械工学で、これでは絶対だとは言えないのですね。

## まとめ

今、新しい人工物観というものに矛盾しないような工学のカリキュラムというのを作るならば、物質循環の科学とか、人工物の進化論とか、人文・社会科学との関連をもっと深く突き詰めるとか、エコシステムサービスという自然に存在している製造です。これはあまり言われていないことですが、実は自然というのは大製造業なわけです。

例えば雨が降って、それを飲み水に浄水するのは山の植物や岩石である。もしそれを人間の浄水場でつくろうとすれば大変なコストなのです。現実にはアメリカでそういうことが言われ始めて、浄水場をつくるかわりに一つの山をもっと植林しようじゃないかという話があって、

そのほうが十分の一のコストでできるということを見つけて実行している町があります。日本にはそういう可能性がある場所はないのですが、アメリカは広いですから。そういうこともあるというようなことで、そういうさまざまなことがわかる。こういうエコシステムサービスというのが何で機械工学に入っていないのは大問題です。そういったさまざまなことをして、私たちは機械工学を変えることができる。

これで終わりなのですが、いわば持続性工学というものをつくらうとしただけで大変いろいろなことを考えなければいけないのです。現在の工学を捨てることはもちろんいけません。もちろん、それに依拠するんですけれども、それを変えていく行き方の手がかりとして私たちは人工物観という一つの視点を重要視したらどうなのか。一体私たちはどういう人工物が欲しいのかというところでしか合意できないのです。機械工学で合意しようとしても、それはごく一部の専門家だけの話です。そうではなくて、人工物観に関する社会的合意というのが工学を生み出すというプログラムを私たちは身につけるべきだというのが今日の提案になるわけです。

あらゆる他の分野でも、こういうことが行われる可能性を期待しながら私のお話を終わりたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

(この報告は、2007年6月9日(土)に東京農工大学工学部において行われた大学教育学会第29回大会基調講演の収録原稿から、編者の責任において抜粋したものです。編集責任者：小笠原正明(東京農工大学))

# 研究論文

# 「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」にみる

## 理工系学生のための基本語彙リスト

佐藤容子（東京農工大学大学院言語文化科学部門教授）

ロバート・ジェイ・ヴィーンストラ（東京農工大学英語非常勤講師）

### A survey of key word lists for science and engineering students

Yoko Sato, Professor of English, TUAT

Robert Jay Veenstra, Part-time Instructor of English, TUAT

#### Abstract:

As a part of the Tokyo University of Agriculture and Technology (TUAT) Good Practice project for 2006, the research team conducted a survey, including questions on English vocabulary that the teachers consider to be essential key words for their students in the field of their studies. The lists of the collected key words were compared with West's General Service List (GSL), Coxhead's Academic Word List (AWL) and the JACET 8000.

The results indicates that while language teachers put most of the focus upon words from the AWL, more than 40% of the words that Agriculture and Technology teachers recommended were off-list words. That being said, the Agriculture teachers also targeted vocabulary consistent with the first 1000 high frequency words; on the other hand the second largest group of words for Technology teachers was from the AWL. An analysis of the teachers' preferred words when compared with the JACET 8000 showed a large overlap of words from the JACET 1000-word level to the 5000-word level. However, approximately 20% of the recommended words from the Agriculture and Technology teachers were found at or above the JACET 8000-word level.

These findings imply that in terms of vocabulary the TUAT English courses should be designed to help the TUAT undergraduate students to effectively bridge the gap between their knowledge of general English and the expected knowledge of more specialized terms in their field of study. The findings will also help to construct a more informative vocabulary list for science and technology students.

[**Key Words/ キーワード:** English/英語, Second Language/第二言語, Vocabulary Learning/語彙学習, Word List/語彙リスト, Reading Skills/リーディング・スキル]

#### 1. はじめに

本論文は、東京農工大学の平成 17 年度教育改善支援プログラム（学内 GP）に採択された「コンピュータ適応型英語プレイスメント・テスト試作のためのパイロット・スタディ」の一環として実施した「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」の結果のなかで、特に「語彙」に関する質問項目を分析し、考察するものである。

英語ワーキング・グループ（佐藤容子，クリストファー・ウィーバー，リック・ロマンコ，ロバー

ト・ジェイ・ヴィーンストラ & 宇田川洋子）による同プロジェクトの目的は、リテラシー科目である英語のリーディング授業に習熟度別クラス編成を導入する可能性を探ることであった。プロジェクトは二つの部分から成っており、一つは「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」、もう一つは、「リーディングのプレイスメント・テストの試作」であった。

受講者を習熟度別にレベル分けするためのプレイスメント・テストの試作に先立ち、本学の教

員と学生を対象として「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」を実施した。教員を対象とした調査のねらいは、外国語教員のみならず、学部の専門教育に携わる教員の立場から見た場合に、英語必修科目の履修を終えた段階で学生がどのようなレベルに到達していることを教員は期待しているか、という点を明らかにするための意識調査であった。具体的には、専門教育を視野にいれた場合、どのようなタイプ及びレベルの英文テキストを読めるようになることが重要と思うかという観点から、実際の英語教科書等に用いられている9種類の短い英文サンプルを5つの側面（語彙、文法、内容、専攻分野に役立つ情報、英文ジャンル）から評価してもらった。学生を対象とした調査においては、学生たちが自身の現在の英語力と考えているレベルを念頭において、教員と同じ9種類の英文サンプルについて、やはり上記の5つの側面から回答してもらい、各々の期待度をファセット分析により示した。これに関する詳しい分析結果は、『大学教育ジャーナル』第3号において報告した（佐藤容子，クリストファー・ウィーバー，リック・ロマンコ，ロバート・ジェイ・ヴィーストラ & 宇田川洋子「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査にみる教員と学生の英文サンプル評価」、『大学教育ジャーナル』第3号，13-26，2007）。

さて速く正確に読み取るリーディング・スキルの向上のためには、十分な「語彙」の習得が欠かせないことから、教員を対象とした「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」においては、英文サンプルの評価のあとで、それぞれの教員が自分の学科の学生たちのために重要と考える英語の語彙を列挙してもらった。本論文においては、このような方法で収集された語彙リストがどのような特徴を持っているかを分析し、理工系学生のためのより包括的な基本語彙リストを作成していくための基礎としたい。

## 2. 英語の語彙に関するアンケート質問項目

平成17年12月から平成18年1月にかけて実施された「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」における教員のインフォーマント数は、下記のとおりである。同アンケートは日本語版と英語版の二種類を作成して、東京農工大学の全教員（助手以上）と英語の非常勤講師（日本人非常勤講師，ネイティブ・スピーカー非常勤講師）ならびに管理部門の方々に回答の協力を依頼した。回収率は約30%であり、その内訳は表1のとおりである。

表1 Informants for the Survey/  
アンケート調査のインフォーマント

Agriculture Teachers	45
Technology Teachers	55
Full-time Language Teachers	6
Part-time Language Teachers	10
Other Teachers	14
TOTAL	130

このアンケート調査表のなかで、インフォーマントに英語の語彙を挙げてもらう項目は次のようなものであった。

セクション4 本学の学生のためのアカデミック・ワード・リストを初めて作成するための質問です

◆ あなたの学科（専攻）の学生にとって重要な語彙であるとあなたが考える英語のキーワードを、10語書いてください。品詞は問いません。

この質問項目により、学生の受ける専門教育を念頭に置きながら、重要と思われる英語のキーワードとそれに対応する日本語を列挙してもらった。その結果を集計して得られた語彙リストが、英語教育の分野でこれまで作成されてきた語彙リストと比較した場合に、どのような特徴が見られたかということについて、以下に示していくことにする。それに先立ち、第二言語（外国語）としての英語教育における主要な語彙リストについて簡単に述べておきたい。

## 3. 英語教育における主要な語彙リスト

第一言語（母語）としてではなく、第二言語（外国語）として英語を学習する場合は、母語話者と同じだけの語彙サイズの習得を学習目標とするのは遠大に過ぎるため、まずは短期的にはできるだけの絞った語彙学習が効率的であり実際的でもある。そのため英語教育における語彙研究は、テキスト中に高い頻度で出現する語彙に注目してきた。

冠詞や前置詞などの機能語を含む高頻度語の古典的リストとしては、マイケル・ウェスト（Michael West 1953）の General Service List (GSL) があり、2000語を含んでいる。このうち、最初の1000語はアカデミックなテキストの約77%をカバーし、次の1000語は約5%をカバーするため、

基本語彙 2000 語の習得は極めて重要であることが指摘されている (I.S.P. Nation 2001: 16)

さらに GSL の基本語彙に加えて、英語でアカデミックな分野の勉学をめざす第二言語学習者のために重要な語彙としてアヴィリル・コックスヘッド(Averil Coxhead)が作成した Academic Word List (AWL)がある。これは、人文科学、法学、商学、自然科学の分野にわたるあわせて 350 万語以上のアカデミック・テキストによるコーパス(言語資料)を基に、高頻度語に注目して作成されたリストである。570 語の小さなリストであるにもかかわらず、10%という高いカバー率を示し、自然科学分野のサブコーパスについても、9.1%の高カバー率であったことが報告されている (A. Coxhead 2000: 223)。

ちなみにテキスト中のどれぐらいの語彙が既知であるかということとリーディング・スキルとの関わりに関して、ネイションは、ローファーの先行研究 (B.Laufer1989)を踏まえつつ、テキストの意味の通った理解に焦点をあてた場合には、語彙のカバー率は 95%を有することが必要で、流暢に読む力を発展させていくためには、98-100%のカバー率を有するべきとしている (I. S. P. Nation 2001: 148)。言い換えるならば、テキストを読み進めていくときに未知語は 20 語に 1 語の割合を超えないことが望まれるわけである。

日本人の英語学習者のためにつくられた語彙リストとしては、大学英語教育学会が作成した 8000 語の基本語彙リスト (JACET8000)がある。レベル 1 からレベル 8 までが設定され、1000 語単位で 1 レベルずつ上がって行く構成となっている。これは、1 億語からなる British National Corpus (BNC)を基準としながら、日本の英語教育の実態を反映させて構築されたリストである。サブコーパスには、中学・高校の検定教科書、センター試験の英語問題、TOEIC®や TOEFL®の予想問題などのデータのほか、科学雑誌の論文、百科事典の大項目、さらに映画の SCRIPT 等の話し言葉のデータも含まれている。

#### 4. アンケート調査にみる「TUAT 語彙リスト」

さて、実施した「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」において収集されたキーワードを「TUAT 語彙リスト」と名づけ、先に述べた主要な語彙リストとの比較を試みたい。アンケート回答者に、品詞を問わず 10 項目のキーワードを挙げてもらったところ、回答には、1 項目に対して 2 語以上からなる用語が記してある場合も含まれていた。以下の比較分析においては、2 語以上からなる用語については、今回は便宜的

に、単語のまとまりではなく、そこに含まれる各々の単語を個別に数えることとする。

先に述べた GSL 及び AWL とある英文テキストを照らし合わせるには、当初 A. ヒートリー (A. Heatley) とネイションによって開発され、トム・コブ (Tom Cobb) が作成し管理するウェブ版プログラム *The Compleat Lexical Tutor 4.0* が有用である (<http://www.lextutor.ca/>)。このプログラムを用いて、アンケート調査によって集約された語彙リスト中に、基本語 2000 語 (GSL)、アカデミック語彙 (AWL) そしてリスト外の語彙が含まれていた割合を算出し、あわせて各々のグループに属する語彙を同定した。

この分析に加えて、JACET8000 語彙リストとの参照も行った。ある単語が JACET8000 のリスト中のどのレベルの語彙に含まれているかについては、下記のウェブ版 JACET8000 分析プログラムを用いた。

<http://jacetvoc.kl.dendai.ac.jp/~shimizu/j8web/j8web.cgi>

#### 4.1 「TUAT 語彙リスト」の分析—高頻度語の特徴

「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査」によって得られた単語は、「延べ数」(Tokens)にして 1279 語、「タイプ数(異なる語数)」(Types)にすると、765 であった。延べ数のうち、5 回以上生じた高頻度語を表 2 に示す。

表 2 にみるように、最も頻度が高かったのは“environment”の 19 回であった。5 回以上生じた語は 34 語であり、これらの語だけで全体の 20% 以上を占めている。最高頻度数の語“environment”を筆頭に、この語彙リストのなかには、“resource”、“sustainable”など環境問題に関連する語が多く含まれているのが大きな特徴といえる。また二番目に高頻度の語が“reaction”となっており、物質に関連する語も多く見られ、農学と工学を中心とする本学の教育分野がよく反映されていると思われる。

表 2 High Frequency TUAT Words/  
TUAT 語彙リストの高頻度語

Rank	Freq	Coverage Individual	Coverage Cumulative	Word
1	19	1.49%	1.49%	environment
2	14	1.10%	2.59%	reaction
3	12	0.94%	3.53%	chemistry



4	12	0.94%	4.47%	engineering
5	11	0.86%	5.33%	science
6	10	0.78%	6.11%	analysis
7	9	0.70%	6.81%	energy
8	9	0.70%	7.51%	resource
9	8	0.63%	8.14%	sustainable
10	7	0.55%	8.69%	agriculture
11	7	0.55%	9.24%	biology
12	7	0.55%	9.79%	communication
13	7	0.55%	10.34%	development
14	7	0.55%	10.89%	information
15	7	0.55%	11.44%	pollution
16	7	0.55%	11.99%	property
17	7	0.55%	12.54%	system
18	6	0.47%	13.01%	and
19	6	0.47%	13.48%	conservation
20	6	0.47%	13.95%	environmental
21	6	0.47%	14.42%	mass
22	6	0.47%	14.89%	material
23	6	0.47%	15.36%	of
24	6	0.47%	15.83%	research
25	6	0.47%	16.30%	sustainability
26	6	0.47%	16.77%	synthesis
27	6	0.47%	17.24%	technology
28	6	0.47%	17.71%	the
29	5	0.39%	18.10%	chemical
30	5	0.39%	18.49%	education
31	5	0.39%	18.88%	food
32	5	0.39%	19.27%	semiconductor
33	5	0.39%	19.66%	soil
34	5	0.39%	20.05%	stress

6回生起した語のなかには“and”, “of”, “the”が含まれているが、それはひとつには先に述べたようにキーワードとして、なかには2語以上からなる用語を挙げた回答者も多かったことと関係している。この点は、古典的コーパスとして名高いブラウンコーパス（1961年にアメリカで発行された多種の印刷物をもとに、ブラウン大学で構築されたコーパス）において、“the”, “and”, “of”がトップ3の高頻度語であることを考えると興味深い結果の一致といえよう。

試みに、「TUAT 語彙リスト」を1279語からなるテキストとみなし、前述のコブのウェブ版プログラム *The Compleat Lexical Tutor 4.0* を使って、ブラウンコーパス（2000語のテキスト500種類の計約100万語）における語の生起率と比べ、極めて高い頻度を示した語を上位から10語挙げると表3のようになった。

表3 Potential Key TUAT Words/  
TUAT 語彙リスト中の潜在的キーワード

	Proportion compared to Brown Corpus	Word
1	1173.00	physiology
2	1042.33	spectroscopy
3	1042.33	deposition
4	912.17	pollution
5	782.00	evaporation
6	782.00	volcanic
7	782.00	transcription
8	782.00	substitution
9	782.00	metabolism
10	782.00	thermodynamics

表3からは、たとえば、第一番目の語“physiology”（生理学）は、ブラウンコーパス中のこの語の「自然な」生起率と比べた場合、1173.0倍もの高率で1279語のテキスト上に生起したと読みとることができる。また“spectroscopy”（分光器），“deposition”（析出）はともに、1042.33倍の高率で生起している。比較する一方のテキストが小さいため一概にはいえないものの、こうした分析によって抽出された語は、本学の教育研究に対応した言語環境の特徴の一端を表している可能性がある。

#### 4.2 「TUAT 語彙リスト」の分析— GSL 及び AWL との比較

次に、「TUAT 語彙リスト」は、GSL 及び AWL の語彙リストとどれくらい対応しているかについて調べた。アンケート調査で得られたキーワードをインフォーマントの所属別に分け、下記の4つのレベルに従って分類した。結果は、表4-7のとおりである。

- 1) 基本語 1-1000 語 (K1 Words)
- 2) 基本語 1001-2000 語 (K2 Words)
- 3) AWL に含まれているアカデミックな語彙 (AWL Words)
- 4) リスト外の語 (Off-List Words)

コブのウェブ版プログラムにおいては、英文テキストの語は、「延べ語数」(Tokens) 及び「タイプ数」(Types) のほか、「ワード・ファミリー」(Families) , すなわち、派生や屈折などの観点から同一語のグループにまとめられると考えられる語のグループ数についても、その割合が示され

るのである。さらに基本語 1-1000 語については、そのなかで冠詞、代名詞、接続詞、前置詞などの「機能語」(Function)が占める割合、及び名詞、形容詞、動詞などの「内容語」(Content)が占める割合も示される。

表 4 Key Words-from TUAT Technology Teachers/ 農学部教員によるキーワード

	Families	Types	Tokens	Percent
K1 Words (1-1000):	64	68	105	24.82%
Function:	...	...	(12)	(2.84%)
Content:	...	...	(93)	(21.99%)
K2 Words (1001-2000):	50	31	53	12.53%
1k+2k	...	...	...	(37.35%)
AWL Words (academic):	49	57	91	21.51%
Off-List Words:	2	138	174	41.13%
	143+?	294	423	100%

表 5 Key Words-from TUAT Technology Teachers/ 工学部教員によるキーワード

	Families	Types	Tokens	Percent
K1 Words (1-1000):	57	63	91	20.00%
Function:	...	...	(4)	(0.88%)
Content:	...	...	(87)	(19.12%)
K2 Words (1001-2000):	25	27	44	9.67%
1k+2k	...	...	...	(29.67%)
AWL Words (academic):	74	80	125	27.47%
Off-List Words:	2	144	195	42.86%
	156+?	314	455	100%

表 6 Key Words from Other TUAT Teachers/ 外国語教員によるキーワード

	Families	Types	Tokens	Percent
K1 Words (1-1000):	38	38	44	29.73%
Function:	...	...	(15)	(10.14%)
Content:	...	...	(29)	(19.59%)
K2 Words (1001-2000):	10	10	13	8.78%
1k+2k	...	...	...	(38.51%)
AWL Words (academic):	49	57	70	47.30%
Off-List Words:	2	20	21	14.19%
	97+?	125	148	100%

表 7 Key Words from Other TUAT Teachers/ その他の部局の教員によるキーワード

	Families	Types	Tokens	Percent
K1 Words (1-1000):	35	35	46	18.18%
Function:	...	...	(3)	(1.19%)
Content:	...	...	(43)	(17.00%)
K2 Words (1001-2000):	20	20	24	9.49%
1k+2k	...	...	...	(27.67%)
AWL Words (academic):	55	61	80	31.62%
Off-List Words:	2	86	103	40.71%
	110+?	202	253	100%

表 4 及び表 5 をみると、農学部教員が回答したキーワードの集合においても、工学部教員が回答

したキーワードの集合においても、リスト外の語 (GSL にも AWL にも含まれていない) が 40% 以上を占めていることがわかる。一方、表 6 に示されているように、外国語教員が回答したキーワードの集合にはリスト外の語は 14.19% しか含まれておらず、AWL の語に最も焦点があてられていて 47.30% に及んでいるのと対照的である。もっとも農学部教員が回答したキーワードにおいては、リスト外の語に次いで、基本語 1-1000 語の占める割合が比較的多くなっている点が注目される。一方、工学部教員が回答したキーワードにおいては、リスト外の語に次いで多くの割合を占めたのは AWL の語彙であった。このような回答の傾向は、工学部教員が、アンケート調査中の英文サンプル評価においても、科学論文の Abstract の英文を読みこなせるようになることに対する期待度が、他の教員グループと比べてときに、一番高かったこととも対応関係にあると推測される (佐藤, ウィーバー, ロマンコ, ヴィーンストラ & 宇田川 2007: 20)。表 7 におけるその他の部局の教員としては、BASE(生物システム応用科学府) や MOT(技術経営研究科)の大学院の教員が多いため、GSL の語彙の占める割合は、工学部教員の回答の場合よりもさらに低くなっている。表 4-7 が示している各教員グループごとの傾向をまとめると、表 8 のようになる。

表 8 Key Words from Different Groups of Teachers/ 教員グループ別によるキーワード

	K1 Words (1-1000)	K2 Words (1001-2000)	K1+K2	AWL Words	Off-List Words
Agriculture Teachers	24.84%	12.35%	37.35%	21.51%	41.13%
Technology Teachers	20.00	9.67	29.67	27.47	42.86
Language Teachers	29.73	8.78	38.51	47.30	14.19
Other Teachers	18.18	9.49	27.67	31.62	40.71

#### 4.3 「TUAT 語彙リスト」の分析—JACET8000 との比較

JACET8000 分析プログラムでは「タイプ」(Types)ではなく「指標」(Indexes)を用い、何をもって1語と数えるかがコブのプログラムと少し異なるため、解析結果の語数に関して数値が多少ずれているところがある。とはいえ、「TUAT 語彙リスト」を JACET8000 の語彙リストと対照させた場合においても、GSL 及び AWL との比較から浮かび上がってきた特長に呼応する傾向が読み取れる。表 9-13 を参照されたい。

表 9 と表 10 を比べてみると、農学部教員も工学部教員もレベル 8 を超える語を挙げている割合が 20% 以上を占めている一方で、農学部教員につ



いては、レベル1の語の占める割合が、約30%と高くなっているのが目立っている。外国語教員が挙げるレベル1の語の割合はさらに高く約38%、レベル2の語も20%近くを占めている。

表13は、インフォーマント全員による語彙リストが、JACET8000の8レベルにいかに対応していたかを示している。表9-13を俯瞰すると、レベル8を超える語を別とすれば、レベル1からレベル4ないし5に対応する語、すなわち4000-5000語レベルの語彙が多数を占めているのがみとれる。

表9 JACET8000 vs. Key Words from TUAT Agriculture Teachers/ JACET8000と農学部教員によるキーワード

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	over 8	cont. forms	non-words	proper nouns	total
indexes	70	41	24	34	14	9	10	8	74	0	2	5	291
%	24.055	14.089	8.247	11.684	4.811	3.093	3.436	2.749	25.43	0	0.687	1.718	100
tokens	131	67	32	45	17	9	15	11	88	0	2	5	422
%	31.043	15.877	7.383	10.664	4.028	2.133	3.555	2.607	20.853	0	0.474	1.185	100

it = 68.957 %

表10 JACET8000 vs. Key Words from TUAT Technology Teachers/ JACET8000と工学部教員によるキーワード

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	over 8	cont. forms	non-words	proper nouns	total
indexes	54	38	39	36	19	14	17	7	85	0	1	0	310
%	17.419	12.258	12.581	11.613	6.129	4.316	5.484	2.258	27.419	0	0.323	0	100
tokens	91	62	61	53	32	22	22	9	103	0	1	0	456
%	19.956	13.596	13.377	11.623	7.018	4.825	4.825	1.974	22.588	0	0.219	0	100

it = 67.982 %

表11 JACET8000 vs. Key Words from TUAT Language Teachers/ JACET8000と外国語教員によるキーワード

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	over 8	cont. forms	non-words	proper nouns	total
indexes	43	27	9	19	8	2	4	2	10	0	0	1	125
%	34.4	21.6	7.2	15.2	6.4	1.6	3.2	1.6	8	0	0	0.8	100
tokens	56	29	11	22	10	2	4	2	11	0	0	1	148
%	37.838	19.595	7.432	14.865	6.757	1.351	2.703	1.351	7.432	0	0	0.676	100

it = 84.459 %

表12 JACET8000 vs. Key Words from Other TUAT Teachers/ JACET8000とその他の部局の教員によるキーワード

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	over 8	cont. forms	non-words	proper nouns	total
indexes	35	35	21	33	13	13	9	4	36	0	1	1	201
%	17.413	17.413	10.448	16.418	6.468	6.468	4.478	1.99	17.91	0	0.498	0.498	100
tokens	47	49	27	40	18	14	11	4	41	0	1	1	253
%	18.577	19.368	10.672	15.81	7.115	5.534	4.348	1.581	16.206	0	0.395	0.395	100

it = 79.447 %

表13 JACET8000 vs. Key Words by All TUAT teachers/ JACET8000と全学教員によるキーワード

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	over 8	cont. forms	non-words	proper nouns	total
indexes	138	108	74	97	46	33	35	15	193	0	4	7	750
%	18.4	14.4	9.867	12.933	6.133	4.4	4.667	2	25.733	0	0.533	0.933	100
tokens	325	206	131	160	78	47	52	26	243	0	4	7	1279
%	25.41	16.106	10.242	12.51	6.099	3.675	4.066	2.033	18.999	0	0.313	0.547	100

it = 58.64 %

## 5. 考察と展望

「TUAT 語彙リスト」の分析において、インフォーマントの挙げた多くの「リスト外」の語は、専門分野の内容により密接に関わる語であったと考えられる。このようなキーワード群は単なる語彙として記憶するよりは、その専門分野の学習の理解を深めていく課程で習得していくことが望ましいのはいうまでもない。しかしながら、これらのキーワードと共に生起する可能性の高い、より一般的な語彙を抽出して、英語学習において集中的に学ぶことが可能であれば、英語のリーディング・スキルやライティング・スキルの向上に繋がると予想される。

また JACET8000 の作成チームからは、4000-5000 語レベルを超えた語彙を知っていることと、「英語力」とは必ずしも関連が強くなく、逆に語彙学習の効率を上げるには、4000-5000 語レベルの語を集中的に学習することが重要という指摘がなされている(村田ほか 2006: 2-3)。その意味では今回のアンケート調査で得られた語彙リストは、大きなサイズではないものの、本学の学生にとっての4000-5000語レベルのキーワードをよく網羅している面もあったと考えられる。このような語彙リストを基礎資料として組み入れながら、理工系の学生にとってより情報量が多く効果的な英語基本語彙リストの作成を目指したいと考える。GSL, AWLの語彙と「リスト外」の語彙の間隙をより効果的に埋め、繋ぐような語彙リストの構築が可能になれば、理工系の学生の英語語彙学習指導に資するものとなるであろう。

## 謝辞

本論文で取り上げた「英語リーディング・スキルに関するアンケート調査」にご協力くださったすべての方々に謝意を表する。

## 参考文献

佐藤容子, クリストファー・ウィーバー, リック・ロマンコ, ロバート・ジェイ・ヴィーンストラ & 宇田川洋子 (2007) 「英語のリーディング・スキルに関するアンケート調査にみる教員と学生の英文サンプル評価」『大学教育ジャーナル』第3号, 13-26.

大学英語教育学会 (JACET) 基本語改訂委員会 (編) (2003) 『大学英語教育学会基本語リスト JACET List of 8000 Basic Words』大学英語教育学会.

大学英語教育学会 (JACET) 基本語改訂委員会 (編) (2004) 『大学英語教育学会基本語リスト活用事例集: 教育と研究への応用 How to

Make the Best of JACET 8000: for Educational and Research Application』 大学英語教育学会.  
村田年, 望月正道, 相澤一美 (編) (2006) 『「大学英語教育学会基本語リスト」に基づく英単語 Checkmate』, 桐原書店.  
Coxhead, Averil (2000) “A New Academic Word List”, *TESOL Quarterly* 34 (2), 213-238.  
Nation, I.S.P. (2001) *Learning Vocabulary in Another Language*, Cambridge University Press.

# 「化学プロジェクト」のモデル授業

小笠原 正明 (大学教育センター)

## A Report on the Model Course for Project “Chemistry”

Masaaki Ogasawara (Center for Higher Educational Development)

The purpose of this project is to develop a model course of chemistry for freshmen in Tokyo University of Agriculture and Technology. We organized a research group in the Center for Higher Educational Development and carried out the project via the following steps: (1) listed keywords for each class of the course representing the content, (2) selected suitable quizzes and exercises, and (3) introduced teaching assistants and ICT to the class. The plan is practiced in the 1<sup>st</sup> semester and the 2<sup>nd</sup> semester in the 2007 fiscal year for the undergraduate students of the Faculty of Agriculture. This report summarizes the results obtained in the course of the 1<sup>st</sup> semester. It is concluded that by the aid of teaching assistants and ICT, the size of the course could be as large as 150-170 without losing the quality of learning.

[キーワード：基礎化学、基礎教育、アクティブラーニング、ティーチングアシスタント、初年次教育、ICT、演習実験、グループ討論、成績評価法]

### 0 はじめに：「化学プロジェクト」とは

「化学プロジェクト」とは、大学初年次における新しい化学の授業の開発を目的として、東京農工大学大学教育センターの教育プログラム部門が2006年9月から開始した研究プロジェクトの名称である。

教育プログラム部門のミッションは全学的視野に立ったカリキュラムの立案と支援を行うことである。具体的には(1)新しい教養教育のプログラムを開発すること、(2)学士課程前半における物理学、化学、生物学などの基礎的教育を改善することなどが期待されている。この設置目的に基づいて、2006年度に農学部および工学部で化学、物理、生物の各分野を担当する教員からなる研究グループが組織され、大学初年次におけるカリキュラムと授業のあり方について議論が行われた。特に化学分野については重点的な学習項目などをリストアップし、速報の形で昨年度の本ジャーナルに報告した(小笠原 2007a)。

2007年度においては、試行的に農学部で教養科目の「化学」を開設し、新しい学習方略に基づいた授業を実施した。その特徴は、ティーチングアシスタント(TA)による支援を前提とした演習実験、演習、クイズ、討論などの導入、および記述式の試験による達成度評価などである。本報告ではそのモデル授業の概要を紹介した上で、問題点を分析し形式的な自己評価を試みたい。

### 1 問題の背景

学士課程の教育は、基礎から専門へと向かう積

み上げ式のカリキュラムから成っている。専門性の高いレベルでは専門分化の結果としてクラスサイズは小さくなるが、基礎的なレベルでは内容において共通する部分が多いため、結果としてクラスサイズは大きくなる。この関係を図式化して図1に示した。この図におけるレベル1及びレベル2の教育において、次の2つの問題が存在する。

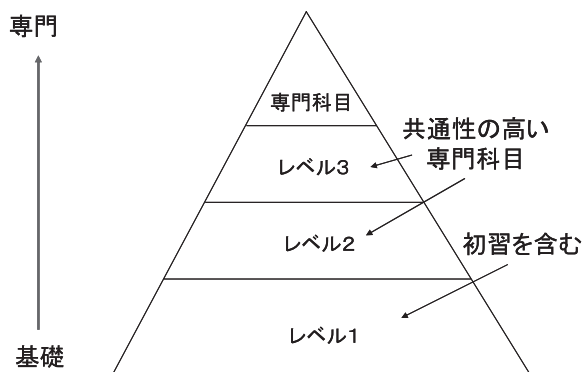


図1 学士課程におけるカリキュラムのレベルとクラスサイズの関係

1つは教員の教育負担の問題である。国立大学法人には少人数教育の伝統があり、レベル1やレベル2の教育においてもクラスサイズの大きい、いわゆるマンモス授業を避ける傾向があるが、大衆化段階を迎えて大学入学者の学力分布が広くなり、履修歴も多様化してこれをさらにレベル別にせざるを得ない状況になっている。しかし近年の競争的環境のもとでアカデミックスタッフは時間的にぎりぎりの生活をしており、これ以上の教育負担には耐えられそうもない。このレベルの教育を組織化して効果と効率を飛躍的に上げることが問題解決の鍵である。

もう1つは国際的なトレンドとして、高等教育においても教育方略の転換を迫られていること

である。教師中心から学生中心へ、知識中心型から問題解決型へ、専門分化型から統合型へ、教え込み型から双方向型への転換は必然的であり、わが国においてもこの転換が進んでいる(細川・小野寺彰 2007, 鈴木久男ら 2006)。しかしこのような教育は、少なくとも過渡的に膨大な時間とエネルギーを必要とするので、組織的な教育支援なしには進めることは難しい。

高等教育における教育支援の日米比較については、小笠原による詳細な調査と分析の結果が報告されている(小笠原 2004, 2007b, c)。例えば北海道大学(以下「北大」と略)とカリフォルニア大学バークレー校(以下「バークレー」と略)のレベル1の化学の授業を比較すると、年間のべ履修者約5000人に対して、北海道大学は常勤・非常勤合わせて40人の教員が投入されているのに対して、バークレーではわずか2名の常勤のアカデミックスタッフが担当しているにすぎない。それとは対照的に、バークレーでは実験指導も含めて90名のTAと、常勤・非常勤合わせて66名の非アカデミックスタッフが教育支援にあっているのに対し、北大では実験指導に30名のTA、実験準備・事務などに非常勤職員4名が配置されているにすぎない(小笠原 2007c)。

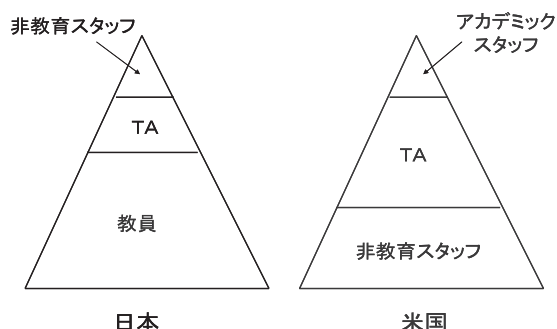


図2 大学における教育支援システムの日米比較

北大は国立大学法人の総合大学であり、バークレーは大規模な州立大学であることから、それぞれ日米の総合大学の典型とみなして良い。この前提で教育支援の仕組みを図式化してみると、日米でピラミッド構造が逆転した形になっていることがわかる。

日本のシステムは同一レベルの同一科目を多数の教員に分割して自己完結的に運営させていることから「私塾モデル」、米国のシステムはアカデミックスタッフを頂点に教育内容を要素化して多数のTAや教育支援スタッフに分担させて組織化することから「エンタープライズモデル」と呼ぶことができる。それぞれ一長一短があるが、上に述べた学習方略の転換を行うためにはエンタープライズモデルかそれに近いものに転換せざるを得ない。「化学プロジェクト」はこのことを意識して、授業の試行を行った。

## 2 モデル授業の企画

このモデル授業の第1の目的は、図1におけるレベル1の化学の授業内容、方法、評価法を明らかにすることである。第2はサイズの比較的大きなクラスにTAおよびICTなどの教育支援を投入することにより、教育の効果を高めることができるかどうかを確かめることである。これによって、個人から組織へという「教育の組織化」の可能性をさぐり、あわせて授業のノウハウの蓄積と共有化を目指した。

本プロジェクトは当面化学分野に限られているが、展望としては広く自然科学系の基礎分野に適用可能なモデルとなることを期待している。ただし農学部や工学部における化学系学科の直接の基礎となる科目に関係することは考えていない。このような「専門基礎科目」の具体的な内容は、各学科の伝統や都合に合わせて設計されるべきで、実際にそのように行われている。本プロジェクトは、化学以外の専門分野、例えば農学部の生物生産系や工学部の機械系など、化学を直接の基礎としない理系分野における化学関係の授業の改善を念頭に置いている。

このプロジェクトでは、農学部の協力により正規の教養科目「化学」の授業の一つをモデル化することにした。生物生産学部および獣医学部の1年生を対象としたもので、クラスのサイズは約100人であった。講義は報告者が担当し、教育プログラム部門の吉永契一郎准教授が支援にまわった。大学院農学研究科の修士課程1年の浅沼正太郎君と柏村翔君を「試験的なTA」に採用し、このプロジェクトに参加してもらった。

農学部の教育課程は教養科目、基礎・専門教養科目及び専門科目の3つの「別表」から成り立っている。教養科目を示す別表(1)では、「化学」は分野別科目として数学、物理学、生物学、地学と並んで開講されており、すべての学科の学生がこの中から2科目4単位を選択するようになっている。つまり「化学」は選択必修科目である。専門・教養科目を示す別表(2)で化学は「基礎科学」の区分の一つであり、「無機化学」「物理化学A」「物理化学B」「有機化学」「化学実験」の5授業科目からなる。「化学実験」を除いていずれも半期2単位の科目である。生物生産学科はこの中で「有機化学」と「化学実験」が必修に、獣医学科は「有機化学」が選択必修に指定されている。学科専門科目を示す別表(3)では、生物生産学科では選択科目として「生化学」「分析化学」が開講されているが、獣医学部では明示的な化学の科目が存在しない。

以上をまとめると、次のようなフローチャートになる。なお括弧書きがないものはすべて選択必修である。



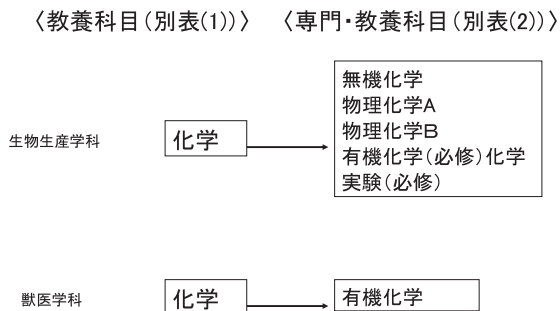


図3 農学部生物生産学科と獣医学科における化学分野のカリキュラムのフローチャート

このフローチャートから判断する限り、生産生物学科では別表(2)で物理化学や有機化学等への専門分化がはかられているので、別表(1)の「化学」は旧教養課程の一般化学あるいは入門化学に相当すると推定される。一方、獣医学科では別表(2)で有機化学のみが開講されているので、別表(1)の「化学」は物理化学に力点を置いた一般化学と見なされる。つまりこの科目は学科により「入門化学」、「一般化学」、あるいは「物理化学に力点を置いた一般化学」の3つの側面を持っていることがわかる。

授業の最初の日に行ったアンケート調査によれば、受講者の高校における理科の履修歴は図4-1-3に示す通りである。化学Iは100%履修しており、化学IIも83%履修している。選択あるいは必修選択の場合、学生は高校で履修経験の無い科目を大学では選択しないという経験則がこの場合にもあてはまる。従ってこの授業は実効的には入門化学ではあり得ず、論理的に高等学校レベルの化学の知識を前提にした物理化学に重点を置いた「大学の一般化学」と位置づけられる。

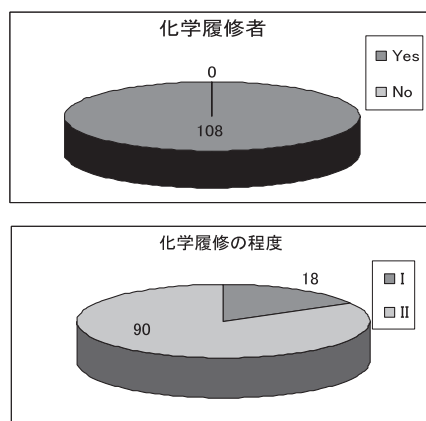


図4-1 受講者の高校における化学の履修歴

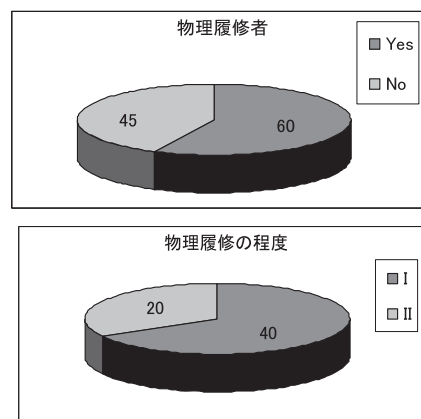


図4-2 受講者の高校における物理学の履修歴

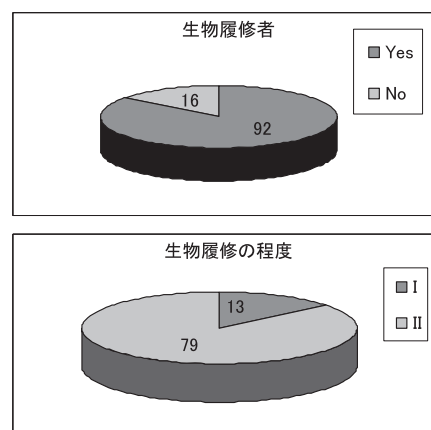


図4-3 受講者の高校における生物学の履修歴

2006年度の「化学プロジェクト」の議論では、高校で化学を履修してきた学生に対しては、物質の状態と変化を学ぶ科目(化学1)と物質の構造を学ぶ科目(化学2)の2つの異なる化学を履修させるべきだという結論が得られている。しかしこの方針を採用しようとするれば上の2つの学科のフローチャート上で矛盾が生じる。生産生物学科ではこのような専門分化は別表(2)の基礎・専門教養科目のレベルでなされることになっているのに対し、獣医学部では教養科目の「化学」だけで化学1および化学2をカバーせざるを得ない。

そこで担当者の判断により、カリキュラム上の欠落を防ぐ意味で、やや無理を承知の上で、以下の4つの概念の理解に力点を置いた授業を計画した。

- 1) 分子の集合体としての水の性質
- 2) 原子の価数と周期性
- 3) 分子の構造はどのようにして決まるか?
- 4) 反応はなぜ進むか?
- 5) 化学物質としての遺伝子

1) はイントロダクションで、身近な存在である水の化学から次第に原子・分子の世界に導くことをねらったものである。2) と3) は原子・分子の構造にかかわるもので、上の化学2に相当する。4) は化学1の主要な部分で、5) は農学部

の授業であることを意識した応用的な部分である。シラバスは途中で受講生の了解を得ながら何度か変更したが、末尾に付した資料1にその最終版を示した。資料2に後期において地域生態システム学科の学生を対象に開講した授業のシラバスを示した。

授業の特徴として、演示実験、クイズ、コメント、グループ討論を積極的に導入するとともに、科学分野における表現力すなわち「科学コミュニケーション」スキルの向上を目指した。この科目が教養の化学であることを意識したものである。

化学はモノにかかわる学問であり、実際に目に見えるモノも多くあるので、授業ではなるべく実物を見せ目に見える変化を観察させるようにした。

毎回の授業で小さな演習問題を「クイズ」と称して与え、終わりの10～15分程度の時間を利用してその解答を記述式で書かせた。後期の授業ではリモコン式学生応答システム「クリッカー」が使えるようになったので、文字通りクイズ形式で問題を解かせた。

グループ討論は教室が階段教室であったため物理的に難しかったが、ブロックごとに学生を集める方法で2回行った。グループ討論のテーマの例を資料4に示した。

「自分自身で考え、その結果を自分の言葉で語ることができるようになって欲しい」とシラバスに明記し、その成果を評価することを強調して伝えた。事前に示した成績評価の方法は以下の通りである。

- 1) 5つの章について区切りごとに記述式の試験を行う。自分の言葉で必要な概念に基づいてきちんと文章が書けるように準備すること。(50%)
- 2) 出欠の点検を兼ねて毎回のクイズの用紙を回収し点検する。(20%)
- 3) 最終試験は最後の授業の残り30分を使って行う。(30%)

この中で1)は文章による表現力を高める工夫である。進捗の関係ですべてのセクションで実施することはできなかったが、最終試験を含めて全部で3回の記述式試験を行った。2)は授業へのフィードバックを行うための工夫で、学生がどの問題で行き詰まっているかを知るのに役だった

### 3 モデル授業の実施と学生の反応

実際の授業は週1回90分の授業を講義と演習の2つに分割した。演示実験を含めた講義は60分から75分で終わり、残りの15分から30分を演習または中間・最終試験にあてた。典型的な授業の様子を写真1～3に、そのシナリオの例を資料3に示した。

このシナリオでは、まず前回の演習問題として

出されたエントロピー計算について補足的な説明を行った後、「なぜ、元素には周期性があるか?」というテーマに沿って、星間物質の話から光とエネルギー、水素のボーア模型、電子の波動説などに移った。板書による普通の授業に合わせて液晶プロジェクターを用いて発光スペクトルやギター共鳴板の振動の図を示した。さらに授業開始から約30分後に各自の手のひらを蛍光灯にかざして指の隙間に生じる干渉縞を観測させ、2人のTAによるロープの定在波のデモンストレーションを行った。なお、毎回A41枚のハンドアウト(配布資料)を配った。

この日は最初の中間試験の日にあっていたので、授業開始50分後には全員退席させ、座席を再指定して試験を行った。座席の指定は主として試験における不正行為の機会を防ぐためと説明したが、実際は受講生の名前と顔をできるだけ一致させる目的もあった。



写真1 モデル実験に使用した定員200名の階段教室における授業風景



写真2 浸透圧の演示実験を行うTA。手前の携帯用のビデオカメラで撮影し、スクリーンに投影する



写真3 分子軌道の野菜モデルをTAがビデオカメラで撮影し、担当者がスクリーンで説明する

このモデル授業で、TAは重要な役割を果たした。その仕事の内容は以下のようにまとめられる。

- 1) 授業の準備：演示実験の準備，機器のセットアップ，室内環境の準備，資料の準備。写真3のスクリーン上にTAが作った教材の傑作である野菜で作った酸素分子の分子軌道モデルの一つが示されている。
- 2) 授業に関する意見交換：準備の過程で毎回時間を決めて授業内容の妥当性，学生の立場から見た印象などを議論してもらった。また演示実験のアイデアを出してもらった。
- 3) 授業のパフォーマンス：デモンストレーション実験等で実際に演じてもらった。
- 4) グループ討論の指導：グループ討論の間にグループ間を巡回して学生の相談相手になってもらった。学生はTAと年齢的に近く，話しやすそうだった。
- 5) 出席票の整理：毎回の出欠調査がわりのコメント用紙（A4判半分）を回収し，学生番号順に並べて出欠簿に記入してもらった。
- 6) 学生の相談相手：授業の前後，特に講義が終わったすぐ後に数人の学生が質問に来るが，後半においては受講生は進んでTAに相談するようになった。

学生が授業にどのように反応しているかを知るため，最後の公式の授業アンケートも含めて2回のアンケート調査を行った。第1回目の調査は授業開始から8回目の6月4日に行った。これまで行った演示実験のうち以下の6項目について，印象に残っているか否かを聞いた。

**風船実験**：糸で一点につないだ4個の風船の中心を結ぶと，正四面体（テトラヘドロン）になる。これを $sp^3$ 混成軌道のモデルとした。風船を一個づつ破壊していくと $sp^2$ および $sp$ 混成軌道のモデルへと変化して行く。

**卵の白身の加熱実験**：卵白を水に溶かすとほぼ透明であるが，加熱するとタンパク質の水素結合が破壊されて糸玉状になって白く沈殿する。

**ハッブルのビデオ**：ハッブルの望遠鏡で撮影した星雲や超新星爆発の映像を見せて，宇宙における原子の進化を説明。

**定常波実験**：ヒモの両端を2人のTAがにぎり上下にうまく振ると定常波ができる。その節と腹の位置を示す。2倍波，3倍波となるとヒモの動かし方も2の自乗，3の自乗と激しくなることがわかる。

**干渉縞の観察**：手の指をまっすぐ揃えて天井の蛍光灯を透かしてみると，指の隙間に干渉縞ができていることがわかる。

**ミカンとトマト**：ヒュッケル法で計算された酸素分子の分子軌道の形をレンコン，トマト，みかん，ナスなどの野菜を組み合わせて作った。結合性と反結合性の節面の違いが良くわかる。

図5に示すように，デモンストレーション実験は，意味の理解は別としてそれなりに記憶されている。特に定常波のように動きが伴うもの，ミカンとトマトなど新奇性のあるものが印象に残っている。一方，ハッブルのように完成度の高いビデオは余り記憶されていないことがうかがわれる。

この時点で講義の内容を流れとして理解できたかどうか質問した。図6に示すように前の章で示した5つのテーマのうち，水に関するものはそれなりに理解されているが，分子と原子については10～20%の受講者しかついてこれなかったことが分かった。第1回目のアンケートの時期は，大学の初年次化学でいつも問題になるシュレディンガー方程式を導入した直後であったので，ある程度は仕方がないと考えていたが，結局，この落差は最後まで埋まらなかったようである。

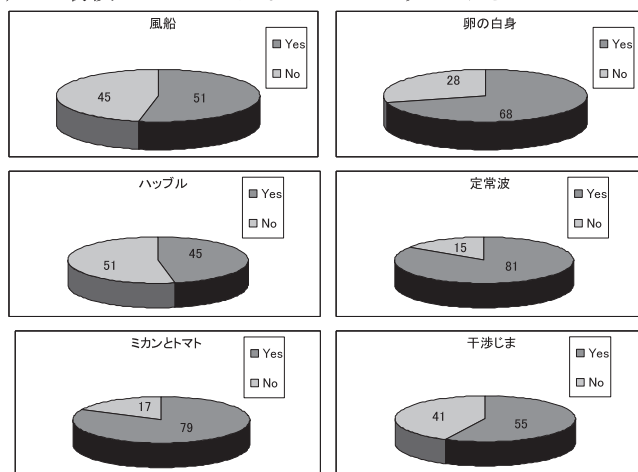


図5 演示実験の記憶：中間調査における次のような質問に対する回答「これまで以下のような演示実験やDVDの上映を行いました，それぞれ印象に残っているかどうかお答え下さい。」

このことに関して，授業終了後の公式の授業アンケート調査では「授業内容は良く理解できたか」という質問に対する評価は5段階評価の平均で2.1にすぎず，全学平均の3.51を大きく下回った。「教員との交流」や「教員の意欲」「適切な態度・言葉遣い」に対する評価が全学平均かそれをやや上回っていたにもかかわらず，「総合的評価」が2.63と全学平均の3.69を大きく下回ったのは，授業内容のむずかしさによると思われる。

授業内容の理解に関して特に問題なのは，高校レベルの物理の知識が無い受講生が多いことである。履修歴調査によれば受講生の約40%もが高校で物理を学んで来ていない。アンケート調査の自由記述欄にも「物理化学の内容について行けなかった」「高校のとき物理を勉強していないと理解しにくいと思う」「物理を取っていなかった為なのか難しかった」というコメントが多かった。担当者としてはずいぶん丁寧に説明したつもり



だが、「いきなり難しい言葉を使ったりしないでほしい」「意味がわからない」などのコメントがあった。高校レベルの物理学で学ぶはずの速度、加速度、エネルギー、位置のエネルギー、運動エネルギーなどの概念になじみがなければ、原子や分子のエネルギー準位についてどんなに詳しく説明されても易しいと感じることはないだろう(注1)。

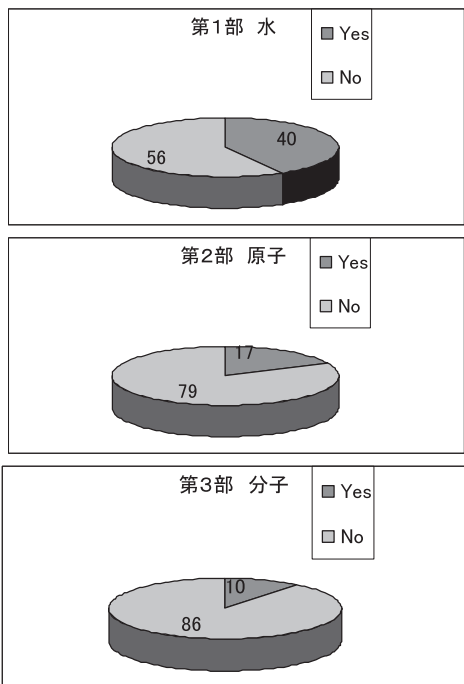


図6 中間調査における授業の流れの理解度：「これまで以下の3つの話題をとりあげました。それぞれの内容を流れとして把握できたかどうかお答え下さい」という質問に対する回答の集計結果：第1部「自然の驚異“水”」、第2部「原子になぜ価数があるか(元素の起源)」、第3部「分子の構造はどのようにして決まるか？」

なお、図7に示すように「演習は考えるきっかけになった」と答えた学生が多く、演習の有効性は中間点でも確認された。

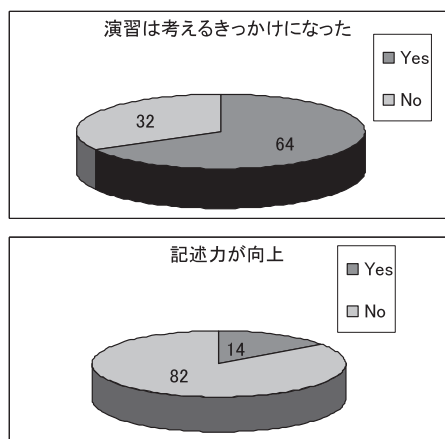


図7 中間アンケート調査における演習と記述式クイズに対する学生の反応

#### 4 達成度評価

成績の評価は記述式で行うことを授業の最初に宣言し、実際に達成度も記述式テストで測定した。しかし大学入学前まで、学生の多くは記述式で化学の問題を扱う方法に慣れていない。化学とえばまず元素記号や化学量論式や化学式、あるいは化学反応式であり、これらの「化学言語」を用いて問題の解答を行うようにしつけられている。

開講直後の履修歴調査や授業の印象から、受講生は記号の学問としての高校の化学に熟達しており、その知識は豊富で正確であると推定された。しかし例えばメチルアルコールのような分子を化学式で表現することはできても、その性質がどのようなものか、マイクロ構造や反応性が何によって決められているか等の基本的な質問に対して、直ちに答えることができる受講生は少ない。このような言語的な方法でコミュニケーションを行うためには、受講生に対する一定の訓練が必要と考え、毎回、小さな質問を出して記述式で答えることを要求した。例えば次のような問題である。

- 水に関する以下の4つの疑問について今考えていることを書きなさい。
  - なぜ室温で液体か？
  - なぜ液体の方が密度が高いか？
  - なぜ気化するのにエネルギーが必要か？
- やかんの口から吹き出す蒸気は、なぜ出口から一定の距離で見えるようになるか、わかりやすい文章で説明しなさい。
- カルボニル基のCとOの周りの電子構造を(文章で)説明し、最終的に図で示しなさい。図だけの解答は解答とみなさない。
- アンモニアは三フッ化ホウ素と反応して配位化合物を作る。実験から反応物および生成物の骨格は以下のように求められている(図8)。各分子の分子軌道の変化を200~300字で説明しなさい。

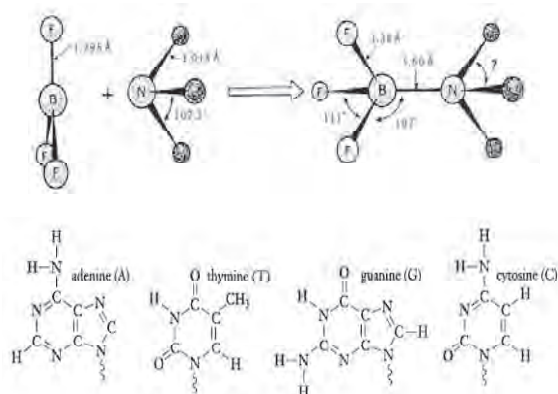


図8 クイズおよび最終試験で使った図。上はアンモニアと三フッ化ホウ素の反応における分子の骨格の変化を示しており、下はDNAを構成する4つの塩基の化学式を示している

受講生の多くはこのような記述式の問題に最初とまどいを見せるが、しだいに文章が書けるようになる。受講生を励ますため毎回全員の解答に目を通して朱を入れ、なるべく早く返すようにした。「分かっているようだが説明が不十分」とコメントするが多かった(注2)。最終試験で課した問題は次のようなものだった。

**問題1**：水素原子同士が出会えば水素分子ができる。この反応を例として、一般に「化学反応はどのような場合に起こるか」を説明しなさい。

**問題2**：現在ではDNAのグアニンとシトシンは強固な3本の水素結合で繋がっていることがわかっている(図8)。それぞれの水素結合にかかわる原子の電子構造を波動関数で説明しなさい。

ノートや資料を持ち込んでも良いことにしているが、試験時間がわずか30分しかないので、ゆっくり参照している時間はない。頭の中で理解していることを試験開始から終了まで書き続けるしかない。このような試験スタイルをとるのは、「口頭試問」で達成度を評価したいが、100人のクラスでは不可能なので紙に回答を書いてもらっているのだと説明した。大部分の受講生は4ヶ月間の訓練を経て30分でA41枚を埋め尽くす程度の文章は書けるようになる。

問題1の解答は、次のような基準によって評価した。

- A：ギブズの自由エネルギーの概念を理解している
- B：エントロピーに言及できる
- C：エンタルピーのみで説明しようとする
- D：書いただけ

問題2については次のような基準を設けた。

- A：混成軌道や孤立電子対について理解している
- B：孤立電子対までは分かる
- C：ルイス式、局所的な静電引力だけで説明しようとする
- D：書いただけ

その評価結果を図9と図10に示した。ただし、途中でリタイアした学生は集計に含めていない。両方の問題ともグレードAの学生は10%程度かそれ以下で、グレードBを含めても25%程度に過ぎない。最終的な評価は出席、中間試験、クイズの回答などを考慮して、S、A、B、C、Dのそれぞれのグレードに対して図11のように割り振った。このモデル授業の到達目標は、大学レベルの化

学として、1) 反応におけるギブズ自由エネルギー及び2) 原子・分子の構造の波動力学的理解に重点がおかれている。上のグレードAはそのレベルに到達した者であり、グレードBはそこまでは行かないが高校レベルを超えているクラスである。グレードCは内容においてはっきりと高校レベルを超えているとは言えないが、ルイス式や局所的な静電引力の考えで問題を言語的に問題を説明できるという点で進歩が認められる。グレードDは評価不能のレベルである。このレベルの受講者が自由エネルギーに関して32%、波動関数に関して51%も存在するのが、本モデル授業の根本的な問題である。

なお入学試験の偏差値において本学でもっとも高いと言われているV科のみを集計するとグレードAが大幅に増えている。特に波動関数の理解に関する到達度においてグレードAの割合が22%にも達していることが目についた。偏差値競争とはこのクラスの学生の奪い合いであることがうかがわれる。ただし、この科目を「棄てた」と思われるグレードDの受講者が、この学科にも少なからずいたことに注意すべきである。

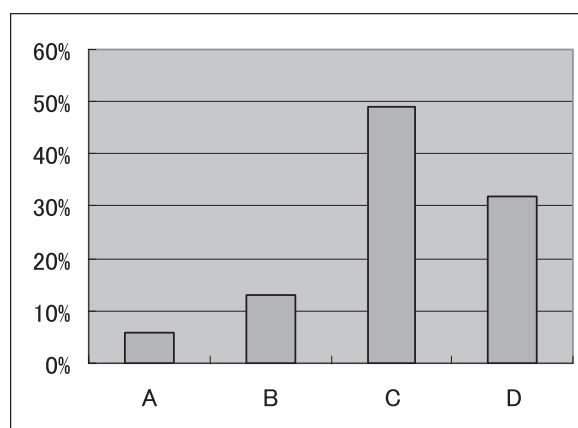


図9 最終試験の問題1で測定した達成度：自由エネルギーの理解の程度

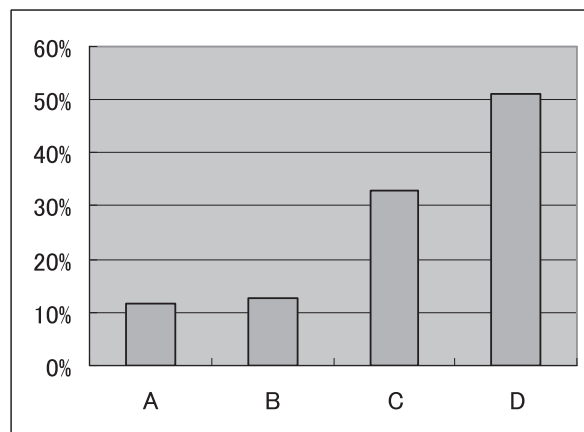


図10 最終試験における問題2で測定した達成度：波動関数の理解の程度

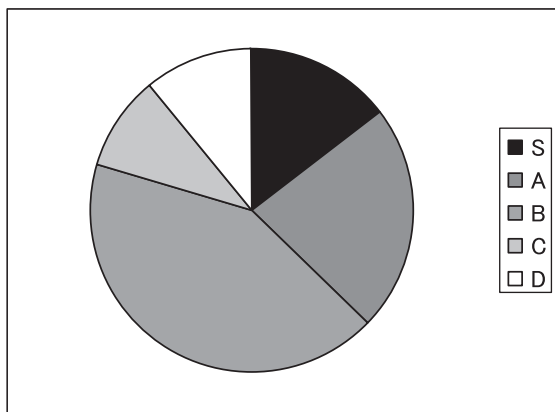


図 11 最終成績の分布 (Sは「スーパーA」のグレードを表す。以下、A, B, Cの順でグレードが高く、Dは不合格)

## 5 まとめと形成的評価

担当者としては 100 名もの受講者の相当数が、化学という記号と数字だけと誤解されている分野でかなり「書ける」ようになったことに満足している。グレードD以外の学生は、その後の教育が適切であれば、1年以内に設定された目標に到達できるだろう。また記述式の試験で精度良く受講生の到達度が把握できるというのも報告者にとって新しい発見である。ただしこれは報告者のオリジナルな方法ではなく、ケンブリッジ大学で伝統的に採用されている方法である。

しかし、担当者の満足と受講生の満足とは当然ながら同じでない。図 7 に示すように中間的な調査において「記述力が向上した」と考えた学生は少数派にすぎず、最終的調査でもこれはあまり変わらないだろう。公式のアンケート調査で「成績評価の方法は知っていた」という項目の平均評価は 3.33 で、全学の平均 3.84 よりかなり低かった。あれほど繰り返し評価の方法を伝えたにもかかわらず、この程度の認識である。恐らく学生にとっては化学の評価と文章を書くということの関係が理解できないのだろう。実際には、丸暗記した記号や式よりも、手書きの文章の方がはるかに精度良く学生の到達度を計測できるのだが。

評価の方法に限らずこの授業に「文化的違和感」を感じた学生は多く、自由記述欄には露骨にそれが反映されている。

「全体に不愉快」

「他の学科の化学と比べて内容がとても違う」

「教科書が難しく厚くて重い」

「はっきり言って高校・予備校教師の方が上」

この授業そのものは準備不足に加えて詰め込み過ぎで、全体にスムーズに進行したとは言えない。我ながら板書がまずい、話し方が下手など欠点も多かったが、以下のコメントに見られるようにこのモデル授業を「文化的に許容」した学生も少数ながらいたようである。

「毎回の質問が楽しかった」

「一年前学期で最高の授業でした」

「後半になるとどんどん分かりやすくなっていった。勉強の仕方、考え方が身についた」

「先生は頑張っていた」

「自分で勉強しないと全く理解できないレベルであること」

このモデル授業は始まったばかりで発展途上のものであるが、形成的な結論として以下の 5 点をあげることができる。

第 1 は、授業を適切に構成するためには、カリキュラムにおける「科目の位置づけ」がもっとも重要であること。この授業では大学の化学で重要な概念を 5 つも取り上げざるを得なかった。これは半期 2 単位で一般化学を終わらせなければならないというカリキュラム上の制約による。高校の繰り返しを避けた上で、バトンタッチされるべき科目が用意されていない V 学科のカリキュラムでは、こうするしか仕方がなかった。学生には気の毒な話である。また高校における物理未履修者への手当なしに、大学レベルの化学を履修させるのは無茶だと思う。大学の化学は、原子・分子の振る舞いを「荷電粒子の力学」で翻訳しなおすという側面があり、高校程度の力学の知識なしにマスターすることは不可能であろう。これはカリキュラムにおける重大な欠陥である。

第 2 は、授業時間数の絶対的な不足。大学の化学をまとまった形で学ぶためには今の 2 倍の時間が必要で、それが無理なら、せめて 90 分を週 2 回に分けて、1 回目で講義をし、2 回目で演習をしたい。

第 3 は、ICT 環境が劣悪で、豊富な教材を適切な形で受講生に示すことができなかったこと。マルチスクリーンは必須の条件で、演示実験の場合は 3 面のスクリーンが必要である。

第 4 は、TA が有効に機能したこと。本モデル授業に参加した 2 名の修士課程の学生は有能で、献身的だった。授業の内容についてよく勉強して、次々に新しいアイディアを出してくれた。授業に役立ったことはもちろんだが、本人の勉強のためにもなったと思う。この種類の授業は教員一人では運営できない。授業をいくつかの要素に分割し、それぞれについて適切な役割分担を行い、全体として一体化して運営しなければならない。今回はたまたま優れた TA に恵まれたが、将来は授業をマニュアル化し、必要な TA 研修を行った上で実施するべきだろう。このような研修は大学院の正規の課程に組み入れた方が良いと思う。

第 5 は、教育支援が適切に行われれば、このレベルの授業のクラスは 150 人から 170 人程度までは大きくすることができること。ただし、授業のプランニングとそれを遅滞なく進行させるマネジメントの能力が必要とされることは言うまでもない。このようにして大型化が実現すれば、アカ

デミックスタッフの負担を軽減しつつ教育の効果と効率を上げることができよう。これが本プロジェクトにおけるもっとも重要な結論である。

この授業で得られた経験を踏まえて、後期においてはリモコン応答システムなど新しいフィードバックの方法を導入し、化学結合論に特化した授業を行った。報告者の場合はそこで時間切れとなったが、冒頭に掲げた問題の解決のために、また本学が世界的に通用する研究大学として発展するために、これを引き継いで完成させてもらいたいと切に望んでいる。

**謝辞：**このプロジェクトを進めるにあたって、2006年9月から2007年3月まで活動した「化学プロジェクト」研究会における討論は有益であった。以下にその名簿を掲げて感謝したい。とりわけメンバーの一人である農学部の高柳正夫教授には、2007年度の授業科目のアレンジからTAの推薦まで、一方ならないお世話になった。本プロジェクトを進めることができたのは、一重に同教授のご協力のおかげである。

鵜飼 正敏 UKAI Masatoshi (工学部)

荻原 勲 OGIWARA Isao (農学部)

高柳 正夫 TAKAYANAGI Masao (農学部)

松岡 正邦 MATSUOKA Masakuni (工学部)

三沢 和彦 MISAWA Kazuhiko (工学部)

吉永契一郎 YOSHINAGA Keiichiro

(大学教育センター)

小笠原正明 OGASAWARA Masaaki

(大学教育センター)

\* 下線は座長 (Underlined person is the chair-person) を示す。

## 注

1. 学生からの声でやや本質的だと思ったのは、「波動方程式が理解できなくても、(波動関数を) 使えるようにとは意味不明。この授業の位置づけが教員自身で理解されていない」というコメントだった。物理を学んで来ていない学生に波動方程式を理解させるのは不可能だが、大学レベルの化学としてはどうしても原子・分子の軌道の概念を身につけてもらわねばならない。化学の教育がかかえる大きな矛盾である。ちなみにアメリカの入門化学では、波動関数は「フレーバー (香り)」だけにして、後はルイス構造で逃げている。初習の化学であればこれで良いが、高校でルイス構造をしっかりと身につけて大学に入ってくる日本の学生に対してはこれでは済まない。

2. 記述式のクイズや試験を採点することは思ったほど苦痛ではなかった。学生にはそれぞれ固有の語り口があり、機械的な採点よりも知的に刺激

された。ただし毎回のコメントを添削するのはクラスサイズが100名を越えると不可能だから、マニュアル化してティーチングアシスタントに分担させるべきだろう。

## 文献

小笠原正明 (2007a), 「速報：化学プロジェクト」『東京農工大学 大学教育ジャーナル』, 3号, 27-33.

小笠原正明 (2007b), 『平成16-18年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(B))研究成果報告書』

小笠原正明 (2007c), 「研究大学における理系の基礎教育とティーチングアシスタントの役割」『名古屋高等教育研究』, 7号, 249-267.

小笠原正明 (2004), 「ユニバーサルアクセス時代の化学教育-カリフォルニア大学バークレー校の入門化学-」, 『現代化学』, 2004年10月, 30-33.

鈴木久男ら (2006), 「初等物理教育における能動的学習システムの構築」, 『高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習-』(北海道大学高等教育機能開発総合センター紀要), 13号, 89-97.

細川敏幸, 小野寺彰 (2007), 「“2006年問題”に対応した大学教育を考える」『化学』, 62, 7月号, 15-18.

## 資料1：前期開講の農学部教養科目「化学」のシラバス

### 【開講時期・時間】

1年前期：月曜日2時限

### 【目的】

持続発展が可能な社会をつくる上で、化学はキーとなる学問である。地球の環境に影響を与える物質の多くを作り出しているのも化学だが、その発生を抑制し、循環可能なものに変えるのも化学である。この授業は「大学の化学」において重要な以下の5つの概念に的を絞って学習し、その概念に基づいて自分自身の力で問題を考え、解決できる力を養うことを目的としている。

- 1) 分子の集合体としての水の性質
- 2) 原子の価数と周期性
- 3) 分子の構造はどのようにして決まるか？
- 4) 反応はなぜ進むか？
- 5) 化学物質としての遺伝子

この授業では、化学にかかわる記号や、構造式や、反応式をたくさん覚えることを目的としてはいない。むしろ上の5つの問題について、自分自身で考え、その結果を自分の言葉で語るができるようになっていただきたい。



## 【内容】

- イントロダクション
- 自然の驚異：「水」
  - 1) 水の三態，分子の集合体としての水
  - 2) 水になぜ溶けるか？
- 原子にはなぜ価数があるか？
  - 3) まずビッグバンから始まった
  - 4) 軽い原子核から重い原子核へ
- 電子の科学としての化学
  - 5) ボーア模型と発光スペクトル．物質と波動
  - 6) なぜ原子の性質には周期性があるか？
  - 7) 分子の形：結合の方向と強さはどのようにして決まるか？
  - 8) 分子構造を予測しよう！
- 化学反応はなぜ起こるか？
  - 9) 分子の運動と圧力の関係—温度はどのようにして決まるか？
  - 10) 増えるか，減るか「エントロピー」
  - 11) 化学平衡とギブズの自由エネルギー
- 遺伝子はDNAである
  - 12) 水素結合による生体の情報伝達：DNAはどのようにして発見されたか？
  - 13) DNAの世紀

## 【授業の特徴】

- 1) ポイントとなる箇所では，デモンストレーション実験を行う．化学は実際にモノを見ないと実感がわかない学問である．カメラで写してスクリーンに投影する方法を採用する．
- 2) 授業内容について，自分自身で考えるために，小テストというより「クイズ」を多用する．クイズの解答はできるだけ早く採点して返すようにしたい．

## 【履修の条件・関連科目】

履修の条件は特にない．

高校で化学を履修してきたことを前提としているが、「概念」や「考え方」を中心にした授業なので，化学の知識はそれほどなくても，その気になりさえすればマスターできるはず．ただし，理解を容易にするためこれまで化学を学んだことが無い人には，事前に教科書の必要な部分を読んでくるように指示する．

## 【教科書】

ブラディー：一般化学（上），東京化学同人

注：教科書に沿って授業をするわけではないが，高校において化学を履修してきた人にも，「教科書のこの部分を読んでくること」と事前に指定することがある．また，事後も参照することで理解を深めることができる．化学の履修には必携．

## 【参考書】

大野惇吉 (2006), 『137 億年の「もの」がたり ビッグバンから生命誕生へ』, 三共出版  
G. C. ピメンテル・R. D. スプラトリー (1977), 『化学結合—その量子論的理解—』, 東京化学同人

G. C. ピメンテル・R. D. スプラトリー (1977), 『化学熱力学—分子の立場からの理解—』, 東京化学同人

## 【担当者から一言】

- 1) 目的の部分で示した 5 つの項目について，区切りごとに記述式の試験を行う．自分の言葉でこの 5 つの項目についてきちんと文章が書けるように準備して来ること (50%)．
- 2) 出欠の点検を兼ねて，毎回のクイズの用紙を回収し採点する．(20%)
- 3) 最終試験は最後の授業の残り 30 分を使って行う．(30%)

## 資料 2：後期開講の農学部の教養科目「化学」のシラバス（授業内容のみ抜粋）

### 【授業内容】

- 自然の驚異：「水」

10月1日	1章：水
10月15日	2章：なぜ液体か？ 水に溶けるといこと
10月22日	3章：反応熱と自由エネルギー
- 原子にはなぜ価数があるか？

10月29日	4章：元素はどのようにして生まれたか？ (グループ討論)
11月5日	5章：核反応と地球の年齢
11月12日	6章：物質は粒子か？ 波動か？
11月19日	7章：シュレディンガー方程式(中間試験)
11月26日	8章：なぜ原子の性質には周期性があるか？
- 分子の形

12月3日	9章：水素分子イオン—なぜ化学結合が生じるか？
12月10日	10章：ルイス構造と分子軌道
12月17日	11章：分子軌道の簡便法 (中間試験)
1月7日	12章：カーボンサイクル
1月21日	13章：酸と塩基の分子論
- 遺伝子はDNAである

1月28日	14章：遺伝の化学 (グループ討論)
2月4日	15章：DNA—水素結合による情報伝達 (最終試験)

## 資料 3：授業のシナリオの例

「化学」授業計画 (第 5 回：2007 年 5 月 21 日)

【今日のテーマ】なぜ元素に周期性があるか？

【キーワード】エネルギー，発光スペクトル，ボーア模型，エネルギー準位，波動関数，存在確率

### 【準備】

〈教員〉	〈TA〉
部屋の鍵	コメント用紙
用紙	液晶プロジェクター
チョーク	分子モデル (TA 分)
パソコン	携帯用ビデオカメラ
教科書	三脚
分子モデル (教員分)	テーブルクロス
ポインター	ロープ
電気スタンド	
「化学」資料	
LAN ケーブル	
パソコン用延長ケーブル	

## 【流れ】

- |      | 〈講義〉                   | 〈プロジェクター〉      | 〈カメラ・演示実験〉 |
|------|------------------------|----------------|------------|
| 1030 | ○エントロピーの計算（続）          |                |            |
|      | ○星間物質                  | ◎プリズム          |            |
|      |                        | ◎発光スペクトル       |            |
|      |                        | ◎電磁波の種類        |            |
|      | ○光とエネルギー               |                |            |
|      | ○発光スペクトル               |                |            |
|      | ○エネルギーとは何か？            |                |            |
|      | ○水素のボーア模型              |                |            |
| 1050 |                        |                | ●光の干渉      |
|      |                        |                | ●ロープの定常波   |
| 1100 |                        | ◎アルミ箔の電子線回折    |            |
|      |                        | ◎ギターの本         |            |
|      |                        | ◎ギターの共鳴板の定常波   |            |
|      |                        | ◎ドラムの定常波       |            |
| 1110 | ○電子の波動説                |                |            |
|      |                        | ◎1s の波動関数と存在確率 |            |
|      |                        | ◎2s と 2p の波動関数 |            |
| 1120 | 一旦外に出てもらおう。入口で座席表と問題用紙 |                |            |
| 1130 | 中間試験開始                 |                |            |
| 1200 | 試験終了                   |                |            |

（注）上の表の○印は講義の内容，◎印はプロジェクターで示すもの，●印は演示実験の内容を示す。

## 資料4：グループ討論のテーマの例

1. 地殻（土壌）の構成比は宇宙の構成比と良く似ているが、人体の構成比がそれからかなりずれているのはなぜだろう？
2. 遺伝におけるセントラルドグマが成り立っていると思われる理由をできるだけ多くあげよ。また、成り立たないとしたら起こるかも知れないことをできるだけ多くあげよ。

# 東京農工大学における e ラーニング教育支援環境の構築

江木啓訓, 須田良幸 (総合情報メディアセンター)

## Designing e-Learning Educational Infrastructure at TUAT

Hironori EGI and Yoshiyuki SUDA (Information Media Center)

**Abstract:** Learning environment in universities has been changing. The reason is that educational activities in universities target a variety of students at any age and any position. The learning environments of the students become more diverse and practical with Information and Communication Technologies. In order to make full use of ICT, we designed the e-learning environment at TUAT. In this paper, the summary of e-learning facilities is described in the beginning. And then we focus on utility of the Learning Management Systems (LMS). LMS come to play an important and large role in many educational institutions. Therefore, LMS is considered as one of the educational infrastructures in these days. On the other hand, Management Systems for Educational Information including course registration, syllabi and grades are also operated. In order to encourage teachers to make full use of LMS, designing cooperative system among those systems are required. We analyze and investigate complicated workflows at educational institutions, and discuss the design of cooperation modules for Moodle. We think it is necessary to design e-learning services that include supporting functions for teachers in order to encourage educational improvement.

[キーワード: e ラーニング教育, 学習管理システム, Moodle, 学務情報システム, 情報システム連携]

### 1 はじめに

ICTを活用した効果的な教育を支援するために、我々は e ラーニングコンテンツを作成するための施設の整備と、学習管理システム(LMS)などの教育用情報システムの運用を行ってきた。本稿では、まず東京農工大学における e ラーニングの取り組みを概説する。その結果をもとに、教員が使いやすい学習基盤サービスの提供に向けたアプローチとその課題について整理する。

特に、LMS が教育機関における情報基盤として幅広い役割を担うことが期待されていることから、LMS や学内の情報システムを取り巻く運用上の多様なワークフローと、学内の他情報システムとの連携を取り上げて議論する。

### 2 e ラーニング教育と LMS の展開

大学教育への e ラーニングの導入には、様々な視点からの取り組みがある。少子化が進む中での学生獲得や学習機会の拡大を目的としたものと

して、インターネットを通じて学生を集める信州大学インターネット大学院(不破ら 2004)や、早稲田大学 e スクール(西村 2007)などが代表的である。また、欧米はもとより韓国などでもサイバー大学が積極的に展開されている(金 2005)。

東京農工大学では、工科系大学教育連携協議会における遠隔教育での単位互換制度を実施するため、2003 年度より参加 12 大学での大学院の科目を開設している。2005 年度には「大学院教育の質的向上と機能の拡大」プロジェクトを掲げ、講義収録用のスタジオと、学生の受講教室、キャンパス間のリアルタイム遠隔講義システムを整備した。

e ラーニング科目の配信を契機として、学内での学習管理システム(LMS)の利用が広がっている。学習形態の多様化や教材の電子化に伴い、Video on Demand(VOD)や自学自習教材などの、e ラーニングでの学習におけるポータルサイトとして用いられている。あるいは、教室での講義の際に用いる教材の掲載を行ったり、教師と学生、または学生間とのコミュニケーションの場として活用されている。

## eラーニング教育システムの構成

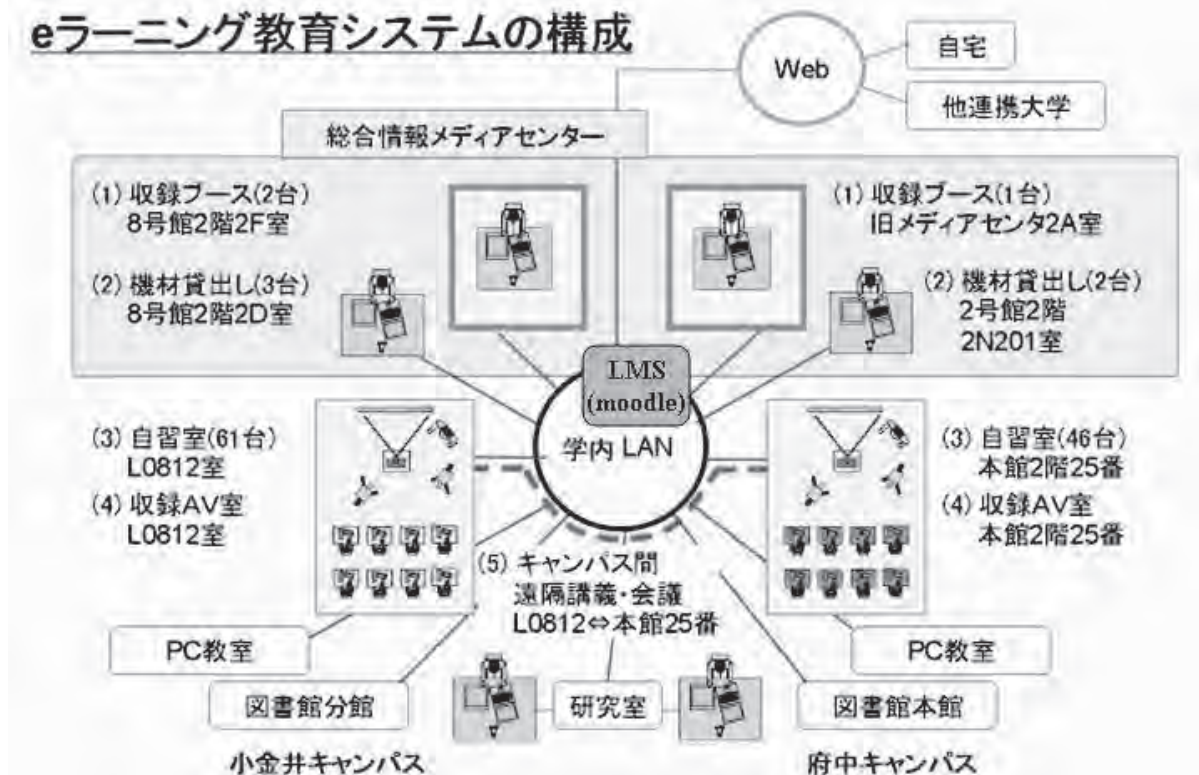


図1：東京農工大学におけるeラーニング関連設備の構成

LMS を用いた教育の裾野の広がりに伴い、単なるオンラインでのコース利用だけでなく、実際に対面で開講されている授業との効率的な連携が課題となっている。学内における情報サービスとして LMS を提供し、教師が様々な機能を手軽に利用できる一方で、LMS を供用する上での煩雑な手続きを減らし、低コストでの運用を行う必要がある。

個々の授業科目は、LMS における一つのコースとして開講されることが多い。LMS において、コンテンツである授業の運用に関する機能は充実している。しかし、単位認定を行う授業においては、科目の構成や履修登録、教室の運用といった学務・教務に関する運用事項との連携が不可欠となる。本学をはじめとする多くの大学では、履修情報、シラバス、成績評価といった学務情報などに関する情報システムを運用している。

以下、まず東京農工大学における eラーニングの取り組みを概説する。次に、学内の他の情報システムとの連携と、授業遂行上の様々なワークフローに焦点を当てる。その上で、LMS を用いた教育を展開する上での課題として、これまで教室で行われていた授業の運用形態について整理する。

### 3 eラーニング教育の設備・施設

図1にeラーニングに関連して整備した設備・

施設の構成を示す。

授業コンテンツの作成は、小金井・府中の両キャンパスに設置した講義収録用のスタジオ(防音ブース)か、eラーニング教室の電子白板を用いて行う。講義コンテンツの作成を行う機材を備えた防音ブース(収録室)として、タブレット型のノート PC を設置し収録を主体とする収録室 A と、デスクトップ型の PC を設置して教材のデジタル化や編集も行える収録室 B の2室を両キャンパスに設置している。双方の施設にはデジタルビデオカメラ、照明、収録用の PC などが設置されている。教員は作成した講義ビデオや配布資料などを学習管理システムに登録する。学生は学習管理システムにログインして、受講とレポートの提出などを行う。図2に講義収録用のスタジオの機材構成を示す。eラーニング講義の作成だけでなく、三脚等も併せて貸し出すことにより学内でのセミナーや講演会のビデオコンテンツ化にも用いられている。

また、両キャンパスの eラーニング教室には、リアルタイムの遠隔講義を行うシステムを整備した。高品質の講師・学生の映像や電子白板の内容を、DV 映像で送受信することにより実現している(櫻田ら 2006)。整備後、手軽に使えるような操作性の向上と、他地点の映像を表示する液晶パネルを追加した。2008 年度より農学部・工学部間



での融合科目の開設が計画されており、定期的なキャンパス間の遠隔講義が本システムを用いて行われる予定である。図3にeラーニング教室の機材構成を、図4にeラーニング教室での講義風景をそれぞれ示す。

学習管理システム(LMS)として、オープンソースソフトウェアの moodle を導入した。教職員・学生ともに、総合情報メディアセンターが提供する統一認証システムと連動したアカウントを用いてログインする。eラーニング開設科目だけでなく、各地区教室での開講科目においても以下の用途に利用されている。

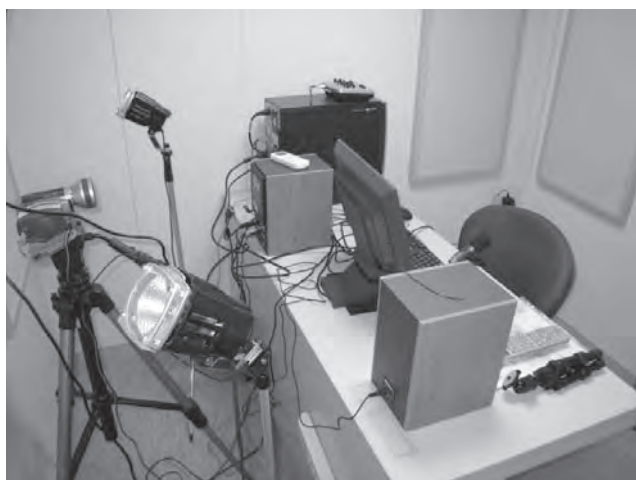


図2：eラーニング収録室(防音ブース)



図3：遠隔講義システムと電子白板

#### 4 手軽に実施できる eラーニング教育へのアプローチ

これまで、eラーニング教育を実施するための施設の整備を行ってきた。担当教員の努力により、これらの設備を用いて高品質のeラーニングコンテンツを提供することができた。遠隔講義による受講生だけでなく本学所属の学生にとっても、繰り返し受講して学習できるというメリットがある。しかしながら、eラーニング教育を実施する

- ・ eラーニング授業コンテンツの掲載

- ・ 講義資料・補足配付資料の掲載
- ・ レポートの回収や学生からの質問・ディスカッション(フォーラム)

また、授業科目以外にも下記の用途での利用がある。

- ・ 2007年度新入生向け情報倫理ビデオ演習
- ・ 電子自習教材の掲載
- ・ eラーニング科目担当教員への資料掲載
- ・ その他学内各組織での情報共有

図5に本学で提供している moodle の画面を示す。



図4：eラーニング受講室における講義(農学部・リモートセンシング)

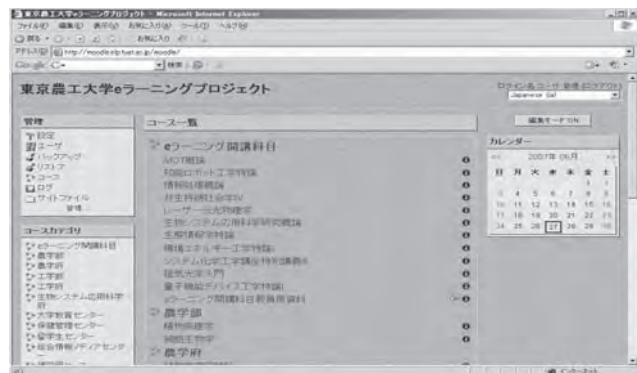


図5：eラーニングプロジェクトの moodle (<http://moodle.elp.tuat.ac.jp/>)

ために必要な操作が多く、コンテンツの作成が煩雑であるという意見が寄せられている。また、学習管理システムを対面の講義において利用したいという要望も増えている。

このような要求を踏まえ、eラーニングセミナーと称した講習会を実施したり、ドキュメントの整備を進めている。併せて、コンピュータが専門でない教員でも活用できるよう、使いやすいeラーニング設備を目指してインターフェースの改良を行っている。

本稿ではそのうち学習管理システムについて取り上げる。LMS を単体の講義として用いるだけでなく、学内における教育基盤システムとして運用するには、手軽に利用できるようにすると同時に、効率的な管理のための機能を追加する必要が生じている。

#### 4.1 情報システムの連携における課題

moodle の運用と改良については、三重大学での取り組みが著名である(奥村ら 2006)。ユーザプロフィールなどの機能のほか、年度の移行機能や出席管理のモジュールなどを独自に組み込んでいる。佐賀大学では、moodle を e ラーニングシステムに導入した際に必要となった機能であるユーザ登録や科目登録などの管理機能を、XOOPS で実現している(米満ら 2007)。帝京大学では、個別の学習支援システムの利用結果を LMS の利用に反映するツールを開発している(渡辺ら 2006)。

このように個々の大学でさまざまな対応がなされているが、高等教育機関における情報システムとして提供する上で、運用上の課題となっている事項はおおむね共通している。これらの課題は、LMS そのものの機能に手を加える必要がある部分と、既に運用されている他の情報システムとの連携部分に大別することができる。

このうち、電子メールや Web などの利用アカウントとの統一は、多くの LMS に LDAP, POP3 や RADIUS などによる外部認証を用いる機能が実装されている。また、CAS を用いて他の情報システムとのシングルサインオンを実現している大学も増えている(梶田ら 2005)。

次に、教室や実験室、授業科目やシラバス、学生と履修科目の管理などを行う情報システムが存在し、既に複数のシステムが運用されている場合について考える。

#### 4.2 学務情報システム

これらの連携が必要となる情報システムのうち、学務に関する情報を保持するシステム全般を本稿においては「学務情報システム」と称する。取り扱う主な情報としては、学籍、履修情報、科目情報、シラバス、成績評価、学納金、奨学金といったものがある。近年はこれらの学務に関する情報が電子化され、事務系のシステムとして運用されていることが多い。教育機関向けのソリューションとして販売されているパッケージもあれば、それらの全部または一部に機関独自のカスタマイズをしたサービスもある(注 1)。このようなシステムを本学においては学務情報システムと呼称している。

授業開講の前後では、LMS と学務情報との連携が必要となる。先述の学務情報システムを用いることにより、科目と履修者のリストの取得や、成績評価の提出などを電子化することが可能である。学務情報システムは、個々の教育機関の事情にカスタマイズされた定型の業務システムであり、規模が大きく数年単位で運用される傾向にある。

一方、LMS は対面の通常講義のきめ細かい支援や、VOD や協調学習などの多様な場面に対応するため、オープンソース・商用ともに様々な展開をしている。短期間でバージョンアップが繰り返され、様々なモジュールが組み込まれているのが現状である。このため、特定の LMS に特化した連携システムを構築した場合、LMS のバージョンアップ等に伴う連携システム更新のコストが負担となる。

### 5 LMS と情報システムの連携

学習管理システムと学務情報システムの連携のためには、情報システムとしての性質の違いを踏まえたデザインを行う必要がある。筆者らは moodle と大学独自の学務情報システム(SPICA)を連携するシステムの構築を行っているが、その過程でワークフローに関連する以下の点が課題として明らかになった。

#### 5.1 授業科目の管理体系

LMS のコースを作成するために、対象の授業を一意に識別する必要がある。しかし、従来の大学の科目管理体系では、授業を科目コードや履修登録番号などの統一的なコードにより識別できないケースがある。担当者が異なる演習で同じ番号が付いていたり、カリキュラムの新旧や課程によって科目名が異なっていたりする。また、寄付講座や単位認定外科目が設定される際に、その管理体系が明確でない場合がある。学務情報システムの導入により今後これらの管理体系が明確化されると考えられるが、LMS 側でも対応できるデザインが必要である。

#### 5.2 履修者の情報

一般的に、科目の規履修者は履修登録と修の期間を て確定する。しかし、 講義などをいて履修者の確定前に講義は められるため、開講当 はコースに登録している学生が 規履修者かどうか できない。また、 者や 学者のほか、単位 度等による 外的な追加登録や が生じることがある。当 はコース登録に を設け , する教 については履修登

録の確定以降に制限をかける，といった方法が考えられる。

一方，これまで教室で開講されていた講義において，単位認定外での聴講者の扱いは明確ではなかった．LMS 上では利用者が特定されるため，コース登録を制限して正規登録者のみの利用とすることができる．このため，特別講義の回のみ開放するといった従来の形態に対応できない。

### 5.3 教員の代理手続き

教員の代理として，授業の TA や研究室所属の学生が手続きや作業を行うことがある．しかし，聴講と同じように委任についての仕組みが不明瞭である．LMS 上では操作者が明確になるため，授業の実情と合致させるためには授業アシスタントへの細かい権限の委譲を行う必要がある。

### 5.4 成績評価の登録

LMS 上でレポートの採点などを行い，作成した成績評価を学務情報システムに渡すことにより，教員の負荷は軽減すると考えられる．しかし，電子化により少ないステップで成績評価を登録できる反面，チェックを行う機会が減ることとなる．成績評価の提出時に，最終確認をする段階を設けるべきである。

## 6 連携システムのデザイン

これらの課題を解決するため，学務情報システム(SPICA)と学習管理システム(moodle)を連携するシステムをデザインし，本学の開講科目に適用する．このために，両システムを仲介するサーバ上で走らせるソフトウェアの設計と開発を行った．サーバは以下のような手順で，SPICA の登録情報を moodle に反映する。

- SPICA から，本学で開講されている全ての科目情報，シラバス，担当教員，履修学生のデータを取り出す。
- 前回との差分をとり，変更部分のみを取り出して連携システムに渡す。
- 開発した uploadCourse モジュールを使い，科目名などの情報，シラバスを moodle にインポートする。
- 開発した uploadRole モジュールを使い，担当教員の割り当て，履修学生の割り当てを行う。

利用者は以下の手順で moodle を利用する。

- メディアセンター共通の ID とパスワードで moodle にログインする
- 教員は，予め教員として割り当てられている自分の科目の中から，授業で利用したいコー

スを有効にする。

- 学生は履修登録の時期までは自由に利用できるが，最終的には履修登録をした moodle のコースに登録される。
- Moodle を利用する科目があれば，ログインして資料の閲覧やレポートの提出を行う。

以上の方法により，これまでより教員の負荷を軽減して教育内容に専念できるようになると考えられる．図 6 に連携システムによる moodle 上での科目リストを示す．2008 年度前期より運用を開始する予定であり，その実施結果については追って報告する。

The image shows two screenshots from a Moodle interface. The top screenshot, titled 'コースカテゴリ' (Course Categories), displays a list of categories with their respective course counts:

コースカテゴリ	数
農学部	399
工学部	563
農学府(修士)	219
工学府(博士前期)	983
BASE(博士前期)	102
連合農学(博士後期)	75
工学府(博士後期)	91
BASE(博士後期)	56
総合情報メディアセンター	

Below the list is a search box labeled 'コースの検索' and a 'Go' button.

The bottom screenshot shows a page navigation bar with 'ページ (前へ) 1 2 3 4 5 6 (次へ)' and a table of courses. The table has a header 'コース' and a list of course titles with small icons to the right:

コース
アルゴリズム序論演習 (宮代 隆平)
プログラミング基礎演習 (宮村 浩子)
論理回路 (中條 拓伯)
電気・電子回路 (橋橋 康博)
アルゴリズム序論 (品野 勇治)
プログラミング基礎 (清水 郁子)
力学A (井原 茂男)

図 6 : 学務情報に基づく moodle 上での科目リスト

## 7 おわりに

本稿では，ICT を活用した効果的な教育を支援するために，ラーニングコンテンツを作成するための施設の整備と，学習管理システム(LMS)などの教育用情報システムの運用について議論した．特に，LMS を教育の基盤システムとして教員が効率的に利用するために必要な，学内の他情報システムとの連携について整理した．連携システムについては，実際に運用した結果をもとに，機能の妥当性の検証と追加項目の検討を行っていく。

また，利用しやすい e ラーニングのサービスを提供するため，引き続き特に教員の負荷を軽減することに主眼を置き，簡易化・自動化による利用



の拡大を図る。

#### 注

(1) 例えば，日立製作所大学向け学務情報システム「UNIPROVE/AS」など。

[http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/app/uniprove\\_as/](http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/app/uniprove_as/)

#### 謝辞

本プロジェクトの立ち上げと推進は，工学府の佐藤勝昭名誉教授，大学教育委員会ならびにeラーニング作業部会のメンバー，加藤由香里准教授を始めとする大学教育センターの教職員，萩原洋一准教授を始めとする総合情報メディアセンターの教職員など，多くの方々のご尽力によるものである。深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

奥村晴彦，下村勉，秋山實，須曾野仁志，杉浦徳宏，中島英博(2006)「三重大学における Moodle 活用の現状と課題」『情報処理学会第2回 CMS 研究会予稿集』 pp.23-28.

梶田将司，内藤久資，小尻智子，平野靖，間瀬健二(2005)「CASによるセキュアな全学認証基盤による名古屋大学ポータルへの運用」『第3回 WebCT ユーザカンファレンス予稿集』 pp.115-120.

金性希(2005)「韓国におけるサイバー大学の現状と展望に関する考察」『日本教育工学会論文誌』 Vol.28, Supplement, pp.165-168.

櫻田武嗣，萩原洋一，古谷雅理，江木啓訓，寺田松昭(2006)「DVTSを用いた遠隔・近接多地点講義教室の構築と運用」『マルチメディア，分散，協調とモバイル(DICOMO2006)シンポジウム予稿集』 pp.593-596.

西村昭治(2007)「e-Learningにおける質保証—早稲田大学人間科学部 e スクールの取組—」『メディア教育研究』 Vol.3, No.2, pp.37-43.

不破泰，國宗永佳，新村正明，和崎克己，師玉康成，中村八束(2004)「信州大学インターネット大学院の現状と将来計画」『メディア教育研究』 Vol.1, No.1, pp.11-18.

米満潔，梅崎卓哉，藤井俊子，江原由裕，穂屋下茂，角和博，高崎光浩，大谷誠，大月美佳，皆本晃弥，岡崎泰久，渡辺健次，近藤弘樹(2007)「MoodleとXOOPSを基盤とし大学の要求を考慮した学習管理システムの開発と運用」『情報処理学会論文誌』 Vol.48, No.4, pp.1710-1720.

渡辺博芳，高井久美子，武井恵雄，古川文人，及川芳恵(2006)「大学の教育基盤としてのCMSと個別の学習支援システムをどう連携するか？」『情報処理学会第2回CMS研究会予稿集』 pp.17-22.



# 調查報告

# Moodle の授業科目への導入とその効果

大学教育センター教育評価・FD部門

梅田倫弘、調麻佐志、加藤由香里

## Introduction of Moodle into Courses and its Evaluation

Norihiro Umeda, Masashi Shirabe, Yukari Kato

This report describes an attempt to introduce the learning management system "Moodle" in the subject and also analyzes the results. Our center, CHED, has begun discussing countermeasures for "respecting the requirements for credits more strictly", and is paying attention to the introduction of Moodle in the subject as a possible solution. We introduced Moodle in the undergraduate subject, and analyzed the students' learning time and the conditions required for completing a course. More than 90% of the students showed an increase in their learning time, and large changes in grades were seen among the students in the lower half of the class.

[キーワード: 単位の実質化、学習管理システム、Moodle、学習時間]

### 1. はじめに

2007年9月、中央教育審議会大学分科会制度・教育部会の審議経過報告「学士課程教育の再構築にむけて」が公表され、その中で単位制度の実質化が、項目として立てられて強調されている。曰く、「単位制度の考え方は一種の国際標準」であるにも関わらず、日本の学生の学習時間の少なさを嘆き、「国際比較の研究でも我が国の大学生の学習時間の短さは顕著」と言い切っている。そして「各大学は、学習時間などの実態把握を行った上で、その結果を教育内容・方法の改善に生かしていく」ことを要求している。そのための取り組み例として幾つかを提示しているが、その一つにICT（情報通信技術）の積極的導入がある。

本部門でも単位の実質化への対応策を本年度の重点活動の一つとして取り上げ、単位制度の歴史的背景、学生の授業時間外の学習の状況調査等を行ってきた。その結果をもとに、中教審報告にも提言されているようなICTの積極的活用が解決策の一つであるという方向に活動の照準を合わせ、FDセミナーとして2007年9月25、27日にe-ラーニング入門、12月10～21日に初の試みとして連続セミナーe-Weekを開催し、多くの教員がICTを活用するためのスキルを修得した。さらに、単位の実質化において主要なテーマである学生の講義外での学習を促進させるためのICT活用と

して、本学のe-ラーニングプロジェクトで導入されているLMS（学習管理システム）「Moodle」を実際の講義科目に導入してその成果と課題等を明らかにするプロジェクトを本部門内に立ち上げた。

ここでは、そのプロジェクトの概要とその成果について報告する。

### 2. 単位の実質化

単位の実質化が叫ばれ、GPAやキャップ制が導入されているにも関わらず、前述の通り状況はほとんど改善されていない。ここで単位の実質化についておさらいをしておこう。1単位を取るのに必要な学習時間が大学設置基準（文部科学省省令）で規定されており、標準的な講義の場合に45時間（大学講義で15時間、講義外で30時間）と決められている。これを週あたりに直せば、15回の講義であるから、1単位で1時間の講義と2時間の講義外での学習と言うことになる。通常の2単位講義科目の場合、1週間に講義2時間、講義外4時間の学習が必要である。

これに対して実態はどうであろうか。本学の授業アンケート調査で公表されている学部学生の講義外の学習時間は、1科目当たり、30分未満あるいは全くしない割合が70%超と、圧倒しているのである。この状況は我が国のほとんどの大学でも変わらない。例えば、東京大学大学経営・政策研究センターが定期的に行っている文系理系を合わせた1万人の大学生を対象とする全国大学

生調査の基礎集計結果(2007年第1次～3次調査基礎集計表)<sup>1)</sup>によれば、毎週自宅での学習時間が5時間以内、つまり1日当たり1時間以下の学生が工学系で59%、農学系で66.4%と、ほとんど6割を超えるという調査結果を見ることが出来る。

### 3. プロジェクトの概要

#### 3.1 対象授業科目

本プロジェクトで対象とした授業科目は、工学部機械システム工学科、学部2年次M2コースの選択科目「機械電子工学」である。受講者数は74名で火曜日4限目の科目である。科目内容は、デジタル論理回路の基礎として、ブール代数、カルノー図、基本論理ゲート、組合せ論理回路、順序回路、A/D、D/A変換回路およびアクチュエータの導入部である。昨年度までの講義では、毎回の宿題(20%)および中間試験(40%)、最終試験(40%)の割合で単位認定を行っていた。本科目の学科カリキュラム上の位置づけは、専門科目であるが、コースに分かれてから最初に受講するため、コース専門科目群での基礎科目ととらえることが出来る。

#### 3.2 利用した Moodle の機能

Moodle は LMS (学習管理システム) あるいは CMS (コース管理システム) と言われるオープンソースウェア<sup>2)</sup>で、オーストラリアのグループによって開発され、本学にも e-ラーニングプロジェクトとしてすでに導入されている。Moodle は、トピックと言われる枠の中に毎回の講義に関連した項目をすべて掲載することを基本としている。このトピックが 15 枠用意されているため、半期 15 回の講義に対応している。

Moodle の機能<sup>2)</sup>は多様であるが、単位の実質化に必要な最小限の機能に限定して、以下の機能を使うことにした。

- 1) 毎回の講義内容の詳細な案内
- 2) 宿題用 PDF ファイルのダウンロード
- 3) 小テストおよび自動採点機能
- 4) 質問フォーラム
- 5) アンケート

上記の内、いくつかの機能の詳細を説明する。

##### (1) 小テスト

小テストの形式には多くの種類があるが、作問

のし易さから、4択方式を採用したため、講義で学習した基本的な事柄や技術用語の復習に重点を置いた。問題の例を図1に示す。Moodle の小テストの特徴は、細かい設定が可能で、たとえば、受験期間の制御、正解の表示、受験回数の設定などである。この講義では、小テストを復習促進の小道具としたため、受験回数は無制限として、正答を得るまで何度でも解答できるようにした。また、受験期間は、講義終了直後から、次週の講義の前日までとした。小テストの作問に手間がかかっているように思われるが、作り溜めていけば、次年度からは大きな負担にはならなくなる。

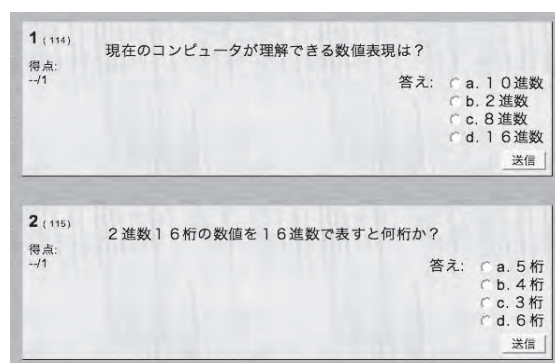


図1 小テストの例

##### (2) 質問フォーラム

質問フォーラムでは学生からの講義に関する質問と教師の回答を全員が共有し、討論できる。学生からの質問もメールを通して教師に通知される。この講義でも質問をするように頻繁に促したが、残念ながら活発な質疑応答のやりとりを実現できなかった。

##### (3) アンケート

今回は、アンケート調査を2回行った。1回は、5回目の講義終了後に、もう1回は8回目終了後である。1回目は、Moodle の利用の感想である。その結果を図2に示す。これから、復習に役立つから続けるのもいいという評価のようである。一方、2回目に講義の改善点を聞いたところ、説明の速さや丁寧さへの要望が強いのが分かり、それ以後の講義に反映させるように努力した。本学で行っている授業アンケート調査は、講義がすべて終わったあとに行うので、学生の講義改善の要望の意志は次年度に反映されることになる。その点が、アンケート調査に対する学生のフラストレ

ションの一つと言われている。これに対して Moodle のアンケートは、講義の改善点をほぼリアルタイムにフィードバックできる点で、非常に有効である。

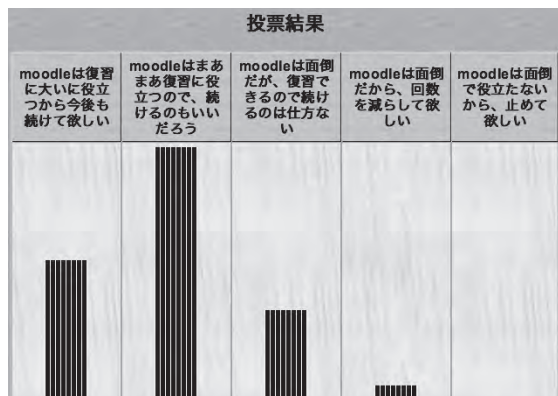


図2 アンケート結果 (Moodle 利用の感想)

#### 4. Moodle の学習への効果

Moodle を利用して講義外の学習時間の増加にどの程度効果があるのか、その結果として学生の講義科目の理解がどの程度進んだのか、学生へのアンケート及び中間試験の成績分布から評価した。

##### 4.1 小テスト受験率の推移

まず、学生が半期の講義でどの程度 Moodle を利用し続けたかを確認した。図3に、学生の Moodle の利用率の推移を表す小テストの受験率の変化を示す。当初は、目新しさもあり90%を超えたが、徐々に減少しはじめ中間試験前までは8割程度の学生が受験していた。しかしながら、その後、中間試験の結果が反映したせいか、7割に向かって漸減していることが分かる。ただ、一般の講義でも出席をとらない場合には、この程度の数値まで出席率が減少することは経験するの

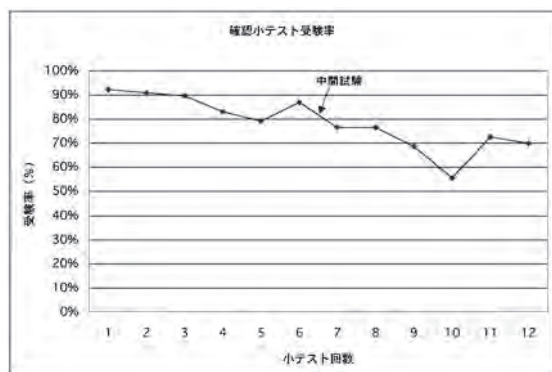


図3 各回の講義に対する Moodle 小テストの受験率の変化

で、学生側のロード (授業に出席して自宅で復習) の多さに比べても、平均で78%の学生が Moodle を利用したと言う事実は、学生の関心の高さによるものと評価できる。なお、10回目の受験率の大幅な落ち込みは、小テストのアップロードをミスしてアクセスできない状態になったもので、教師側の問題である。

##### 4.2 アンケートによる意識調査

最終試験終了後に Moodle についての簡単な紙媒体によるアンケートを実施した。回答者は70名である。

まず、この授業科目に費やした学習時間を週あたり換算で尋ねた。この設問は、本学の授業アンケート調査と同じである。その結果、図4(a)のように1~2時間、30分~1時間を学習している学生の割合はそれぞれ14.3%、52.9%であった。これに対して、本学の授業アンケート(H19年度前期)の集計結果によれば、1~2時間、30分~1時間の学習の割合がそれぞれ6.9%、18.4%であり、本科目では大幅な学習時間の改善が見られている。実際に、Moodle を使っていない科目と比べてより学習したかを尋ねたところ、図4(b)のように強く思う、思うを合わせると9割を超える学生が肯定している。

授業と Moodle との内容的連携について聞いたところ、図4(c)のように9割近い学生が評価している。これは、小テストの内容を授業の進捗度に合わせてきめ細かく変えていった成果と考えられる。そして、Moodle の総合的印象を尋ねた。図4(d)のように科目の理解の上で効果があったとしたのは、85%の学生であり、図3に示した受験率を勘案すると、Moodle を利用したほとんどの学生がその効果を肯定していると言って良い。

この他、自由意見として、

- ・結果がわかりやすく見える点は良かったと思う。
  - ・Moodle の小テストなどは役に立った。
  - ・もっと他の科目にも導入してほしい。
  - ・むしろ Moodle を予習復習に使うのではなく、授業に対するアンケートや情報の共有に用いることがより有効かと思われる。
  - ・Moodle を学外でも使えるのはとてもありがたい。他の教科でも使えれば復習になるし、授業の要点がよりわかると思う。
- など、予想した以上に肯定的な意見が多かった。



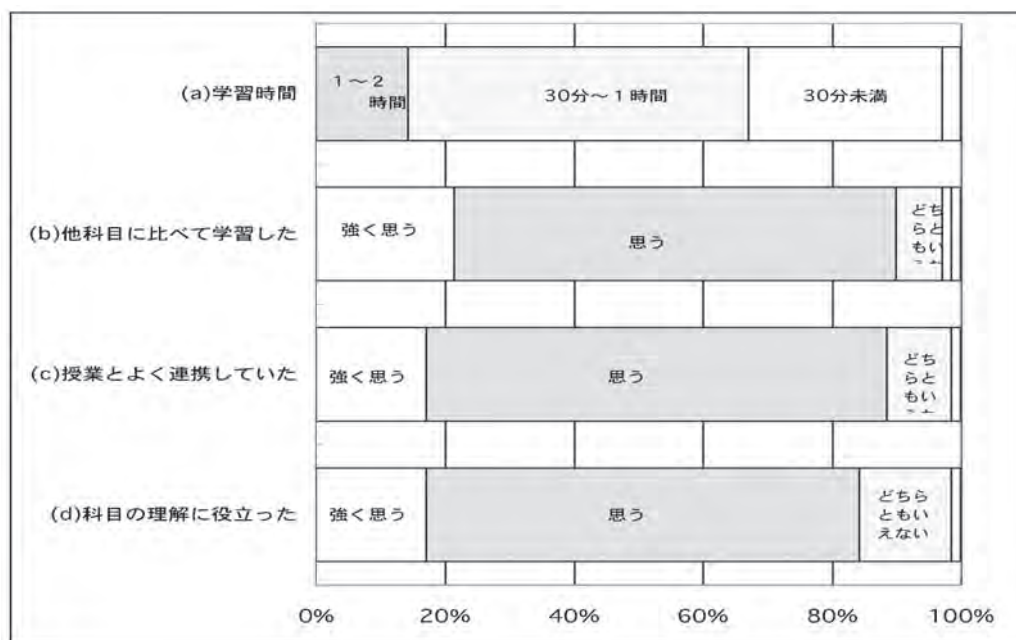


図4 学生に対する Moodle についての学習状況および意識調査結果

### 4.3 中間試験成績分布

Moodle の学習状況への効果について、同じ学年の Moodle を利用していない授業科目（専門科目 A）との中間試験の分布を比較してみた。この際、科目による成績分布の再現性を見るため、昨年度の成績分布も比較した。専門科目 A および機械電子工学の成績分布をそれぞれ図 5 (a)(b) に示す。

まず、H18 年度の成績分布（破線）を比較してみる。両科目で得点数は 10 点ほどずれているが、それを考慮して分布を見ると、その形状が類似していることが分かる。すなわち、成績分布に二つのピークがあり、成績中位層が抜けていることである。これから両科目の特性や試験レベル、学生の興味がほぼ同じ傾向にあると推定される。

これに対して、H19 年度の成績分布（実線）を比較してみた。全体の傾向は、両科目とも H18 年

度に比べて中位層が顕在化していることが分かる。しかし、Moodle を使っていない専門科目 A の場合には、中位層の層の厚さが薄く、その分布形状はどちらかと言えば尖塔型である。また、40 点以上の下位層もやや多く、学習状況が芳しくない層が多く見られる。一方、Moodle を導入した機械電子工学の場合、中位層がかなり厚くなっていることが分かる。また、49 点以下の下位層が大幅に減少し、一ランク上にシフトしている。なお、上位層はほとんど変化していないことも分かる。

以上のように、Moodle という比較的簡単なアクセス手段によって講義外での学習時間をほぼ強制的に確保することで、中位層から下位層にかけて成績の改善が見られた。これは、講義外での学習時間の増加によるものと判断できる。

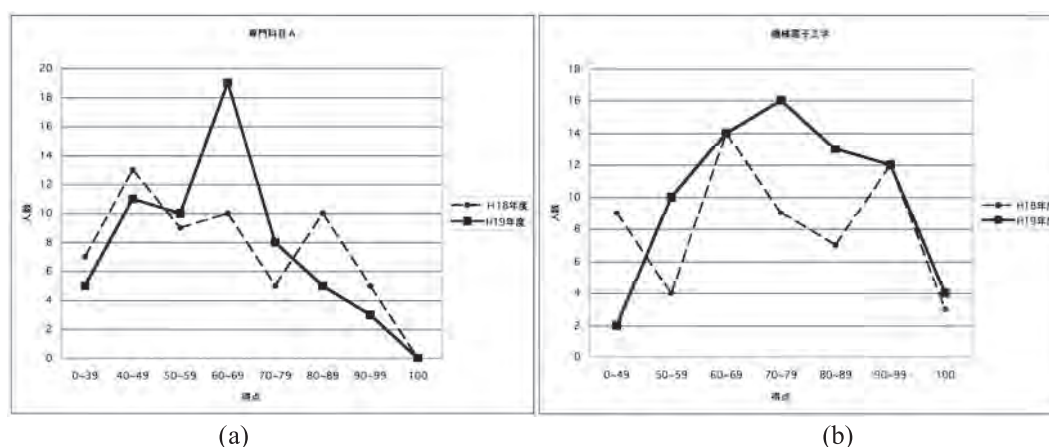


図5 H18 年度（破線）および H19 年度（実線）の 2 年次後期開講科目(a)専門科目 A と(b)機械電子工学の中間試験の成績分布の比較

## 5. Moodle 利用のメリットと課題

以上、プロジェクトを実施した結果、以下のことが明らかとなった。

### 5.1 メリット

- 1) 学生の講義外での学習時間が、従来科目に比べて増加したとする学生が9割を超えたことから、講義外の学習時間の増加に効果がある。その結果、中位から下位層の成績の上昇が期待できる。
- 2) 小テストの自動採点、授業で利用する資料の配付、学生のきめ細かい学習管理等、教員の授業支援が可能であり、一度、コンテンツを作れば、次年度以降、部分的な改訂で対応できるため、授業の効率化、時間の節約が可能である。
- 3) 小テスト機能を使うことで、講義で出た基本知識及び技術用語の再確認が可能になり、知識の定着、科目理解の促進が期待できる。
- 4) 小テストの自動採点機能は、授業の効率化の点から良い。
- 5) 宿題を印刷せずに配布できるので、印刷の手間が省ける。
- 6) 授業アンケートをいつでもとることが可能になり、アンケートによる講義のリアルタイム改善（声の大きさや講義の進み具合等）が可能である。
- 7) 学生のアクセス状況をモニターできるので、小テストの受験が滞りがちな学生に、励ましのメールを送ることが出来る。実際に、数名の学生にメールを送って、一名の学生から「がんばります」という返事があった。
- 8) 本学の Moodle は、大学外からアクセスが可能のため、学生は自宅等からインターネットにアクセスできれば自宅で復習が可能となり、教員も自宅でコンテンツの更新や質問フォーラムを通して学生との対話も可能である。

### 5.2 課題

- 1) 質問フォーラムの機能を十分発揮できていない。これは、教員側の力量の問題もさることながら、学生側にもみんなの前で質問するのに躊躇するという本質的な課題も含まれている。
- 2) 宿題をダウンロードしてプリントアウトするのは、学生に抵抗感がある。
- 3) 今回の授業科目での Moodle の位置づけを復習にはほぼ限定してコンテンツを作成してきた。もちろん、Moodle を予習の道具として使うことも十分考えられるが、その対応策は今後の課題である。

## 6. おわりに

以上、半期にわたり学部講義科目に Moodle を導入し、学生の講義外の学習時間の増加対策について検討した結果を報告した。結論を要約すれば、

- ① Moodle は学生の学習状況を改善できる切り札の一つであること
  - ② 授業の効率化を期待できること
- ということになる。

今後、多くの授業科目で Moodle が導入されて、学生が当たり前のように、講義終了後に Moodle にアクセスして学習するという風景があちこちで見られることを期待したい。そのためには、全教員に「単位の実質化」についての正しい理解と、その対応策の一つとしての Moodle の利用促進を願っている。

謝辞：本稿を執筆するに当たり、総合情報メディアセンターの川島センター長、須田教授、江木助教には Moodle の利用で大変お世話になりました。また、授業科目の成績データをご提供頂いた BASE の笹原准教授、工学部の鎌田准教授に感謝します。

### 参考資料

本学の Moodle についての利用マニュアル（教員向け及び学生向け）は、下記のサイトにあるので、利用頂きたい。

<http://www.tuat.ac.jp/~epc/active/>

### 参考文献

- 1) <http://daikei.p.u-tokyo.ac.jp/index.php?College%20Student%20Survey>
- 2) 井上 博樹、奥村 晴彦、中田 平：Moodle 入門-オープンソースで構築する e ラーニングシステム、海文堂出版(2006)

# 東京農工大学における授業満足度の二時点比較

調麻佐志（大学教育センター教育評価・FD 部門）

## Intertemporal Comparison of Class Satisfaction in Tokyo University of Agriculture and Technology

Masashi SHIRABE (Division of Faculty Development and Evaluation, Center of Higher Education)

**Abstract:** Although course evaluation questionnaire in Tokyo University of Agriculture and Technology (TUAT) has been conducted in the present style since 2004, intertemporal comparison of its results has not been involved sufficiently. This study shows results of intertemporal comparison of class satisfaction, and characteristics and roles of course evaluation questionnaire in TUAT are discussed.

[キーワード: 授業アンケート, 満足度, 授業改善, 二時点比較]

### 1 はじめに

2004 年度以来, 東京農工大学では現行のマークシート方式での授業アンケートを実施してきた。しかし, これまで授業改善の状況等の把握に必要な時点間の比較分析は学部・学科等の単位でのみしか実施されておらず, 個々の授業科目ごとの詳細な解析は行われていなかった。そこで, 本報告では, 教員個人(ないしは授業科目)を単位として, 学生の授業に対する総合的な満足度に関する二時点比較を実施し, 東京農工大学における授業改善の特徴および授業アンケートの役割について検討を行う。

### 2 データ

平成 18 年度前期および 19 年度前期に実施された学生に対する授業アンケートの集計結果のうち学部学生および科目担当教員の回答を分析の対象とした。分析で取り上げる項目は, 学生の総合満足度および授業アンケート結果を受けての担当教員による授業改善の有無である。

総合満足度は, 「総合的にみて授業に満足した」という質問項目に対する 5 段階の回答(「そう思う」「まあそう思う」「どちらとも言えない」「あまりそう思わない」「そう思わない」)に対して, 5 から 1 を割り当て, その授業科目毎の平均値として定義している。したがって, 5 に近ければ満足度は高く, 1 に近いほど満足度は低い。また,

アンケートを受けての授業改善の有無については, 教員対象のアンケートにおける「昨年度の授業アンケートの結果を受けて, 新たに工夫・改善等を行った」という質問項目に対する回答(「行った」「行わなかった」)を用いた。後者の項目については, 19 年度前期より取り入れた新しい項目であるため, 今回の分析は二時点の比較のみにとどまっている。

なお, 分析の対象となった学部学生対象のアンケートの回収状況等については表 1 の通りである。

表 1 アンケート回収状況

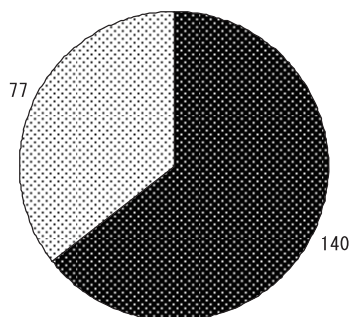
	年度	対象 科目数	受講申 請学生 数	回答数	回収率
農学部	18 年度	126	6,506	4,596	70.6%
	19 年度	119	6,135	5,049	82.3%
工学部	18 年度	145	9,009	6,474	71.9%
	19 年度	200	11,426	8,597	75.2%

### 3. 分析

#### 3.1 授業改善の実施状況

図 1 は, 18 年度の授業アンケート結果を受けて 19 年度に授業改善を行ったと回答した教員の数を示すものである(学部授業を担当した教員が対象)。約 2/3 の教員が改善を行ったと回答しており, 東京農工大学で授業を実施している教員の改善意欲の高さを示している。前年度の授業アンケートの結果によれば, 総合満足度で 4 以上の得点

を得ている改善の余地がそもそも限られている授業科目が15%程度あり、非常に高い比率で教員が改善努力をしていると判断できる。



■ 改善を行った □ 改善を行わなかった

図1 アンケート結果を受けた授業改善実施の有無(人)

### 3.2 予備的分析

アンケートによる授業改善効果を明らかにするために、まずベースラインや指標の妥当性についてについて検討する。平成19年度前期に質問項目の大幅見直しを実施したため、同じ質問項目であっても、回答傾向が大幅に変化した可能性があるからである。

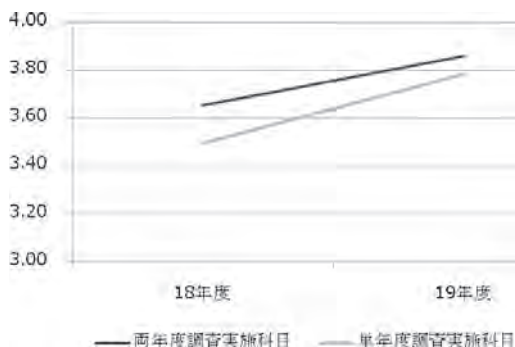


図2 総合満足度(平均)の変化(農学部)

図2および図3は平成18年度前期と19年度後期に両学部で開講された授業科目における授業満足度の平均値の変化を表す。なお、濃い線は同一科目名・同一教員担当で18年度と19年度ともにアンケート調査が実施された科目(農41科目; 工82科目)の平均値を、薄い線は18年度(農50科目; 工47科目)または19年度(農62科目; 工98科目)のいずれか単年度のみでアンケート調査が実施された科目の平均値を各々表している。

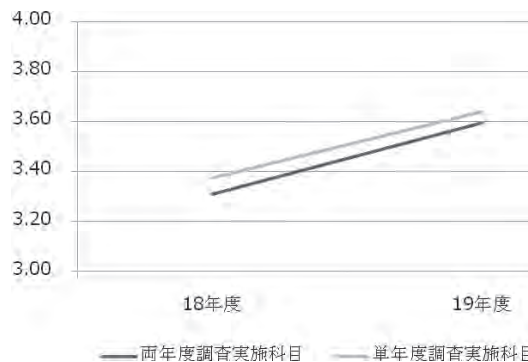


図3 総合満足度(平均)の変化(工学部)

図から明らかなように、18年度から19年度にかけて、両学部で総合満足度は上昇している。さらに、18年度にアンケートを実施した科目の19年度の総合満足度の平均値と18年度には実施しなかった科目の平均との間には有意な差はなく、全体として見れば満足度の上昇は、アンケート結果のフィードバックによる効果というよりは、むしろ質問項目の改定によるベースラインの変化に伴うものであると推測される。

さらに、18年度と19年度の両年度でアンケート調査を実施した科目について科目毎の総合満足度を比較したのが図4(農学部41科目)および図5(工学部82科目)である。

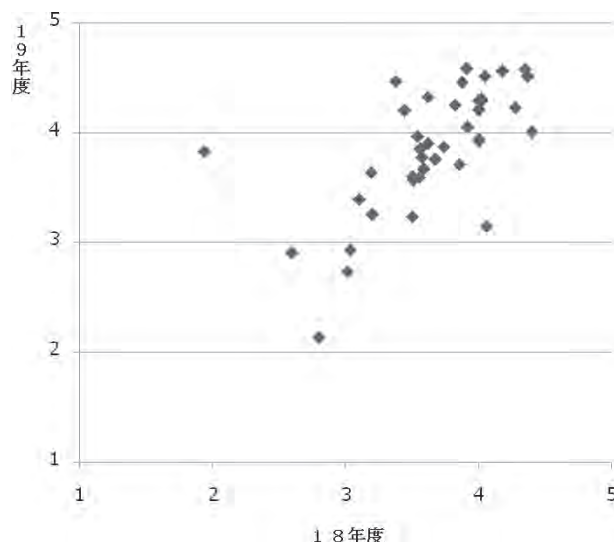


図4 総合満足度の変化(農学部)

図からも明らかなように18年度と19年度の総合満足度の間には強い正の相関がある(農学部  $r=0.64$ ; 工学部  $r=0.81$ )。すなわち、総合満足度は劇的には変化しない授業科目に関する属性を測っていることが示唆される。このことが即座に総合満足度が授業改善の効果を計測する指標と



して全面的に適切であることを意味するわけではないが、総合満足度が指標として一定の妥当性を有することの傍証と解釈できよう。

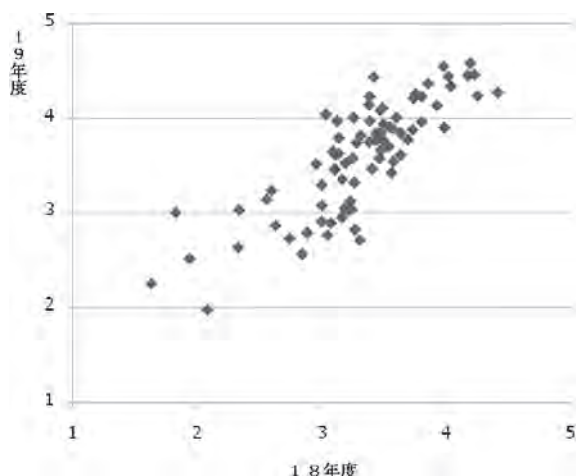


図 5 総合満足度の変化（工学部）

また、散布図の点のほとんどが右斜め上 45 度線 ( $y=x$ ) の上に位置しており、程度の差はあるものの図 2 と図 3 に示されている総合満足度の平均値の上昇に対して各科目が万遍なく貢献していることが読み取れる。すなわち、質問紙の改定によるベースラインの変化による平均値の上昇がかなりの部分を占めているという推測はさらに裏付けられる。

### 3.3 アンケートによる授業改善効果

表 2 総合満足度の変化と授業改善の実施状況

授業改善 実施有無	農学部（平均）		工学部（平均）	
	18年度 満足度	19年度 満足度	18年度 満足度	19年度 満足度
有 (標本 数)	3.65 (30)	3.93	3.26 (48)	3.51
無 (標本 数)	3.84 (9)	3.97	3.46 (19)	3.86

表 2 は総合満足度の変化と授業改善の実施状況の関係を示している。まず、表から明らかのように、改善を実施しなかった科目においては、実施した科目よりも 18 年度の総合満足度が高い傾向がみられる。すなわち、ある程度高い満足度を前年度の学生に与えたと判断した教員は、（当然ながら）授業改善を実施しない傾向がある。この改善実施傾向の違いによって、農学部では改善実施科目と非実施科目との間で 18 年度にみられた総

合満足度の差は翌年度にほぼ解消しているものの、工学部においてはむしろ拡大している。すなわち、工学部では授業改善の試みが必ずしも結果に反映されていない可能性が示唆される。

さらに授業改善の試みの効果を詳しく見るために、科目毎に両年度の総合満足度をプロットしたのが図 6 および図 7 である（標本数は表 2 と同じ）。図中の直線は各科目群（改善実施科目群および非実施群）における回帰直線であり、太線が改善実施科目群、細線が改善非実施科目群を表し、また、グラフ内で○が改善実施科目、×が非実施科目を表している。なお、相関係数は改善実施科目で農学部 0.36、工学部 0.67、未実施科目で農学部 0.49、工学部 0.84 であり、いずれも 5%水準で有意である。

グラフによると、農学部、工学部の双方で、授業改善を実施した科目群の方が回帰直線の傾きが小さくなっている。つまり、1) 改善実施科目群内では、特に前年度低い満足度を示した科目において授業改善の努力により満足度が高められているのに対して<sup>(1)</sup>、2) 改善非実施科目群内では、前年度満足度が低かった科目において相対的な満足度の低下が生じている。すなわち、授業改善の努力は農工両学部において着実な総合満足度の上昇につながっており、教員個人の自発的な授業改善の試みがよく機能しているといえる。また、工学部で特に顕著であった授業改善非実施科目群における平均総合満足度の上昇は、もともと満足度が高かった科目における更なる満足度の上昇によって説明されることも確認された。

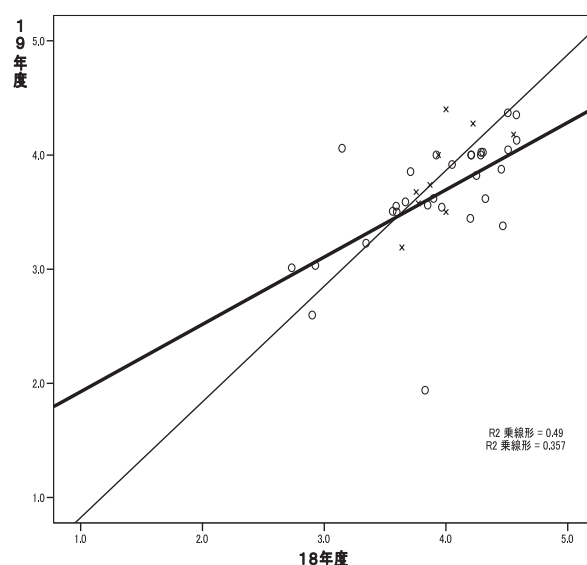


図 6 授業改善と総合満足度の変化（農学部）

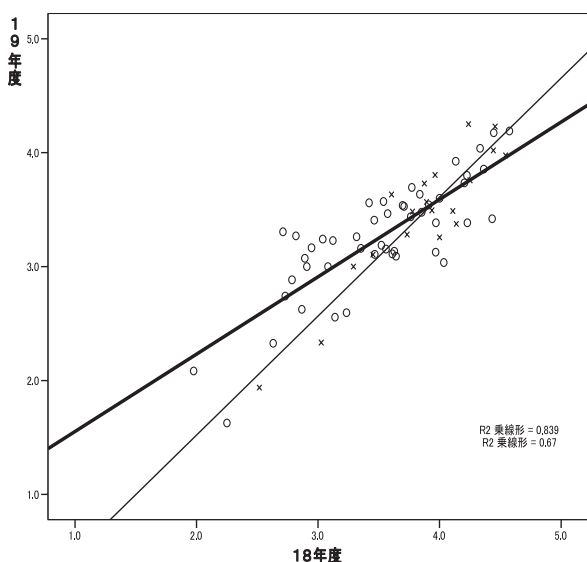


図7 授業改善と総合満足度の変化（工学部）

#### 4 まとめ

以上の結果から、東京農工大学における授業アンケートの特徴とその役割として次の5点が確認された。

- 1) 授業アンケートの結果を受けた授業改善活動は、正味の改善につながっており、東京農工大学教員の授業改善意欲（cf. 図1）と併せると、授業アンケートは総体的には適切な授業改善活動として機能している。
- 2) 授業アンケートに基づく授業改善の効果は、特に満足度が低い科目において顕著である。
- 3) 満足度が高い科目においては、授業アンケートに基づく授業改善に多くの効果を期待することはできない。
- 4) 授業満足度が高い科目では、授業アンケートに依らなくとも授業改善が進められている可能性が示唆される。すなわち、授業満足度が高い科目においては、外部からの介入がなくとも自発的に改善活動が行われていることが推測される。
- 5) 満足度が低い科目においては、アンケート結果を受けた授業改善活動が実施されないのであれば、やはり授業改善は生じにくい。

したがって、今後、東京農工大学において全学的な授業改善をさらに進めていくためには、満足度の低い科目に焦点を当てて授業アンケートを活用した教員の自発的な授業改善努力を促進することが重要である。一方で、授業アンケートによる授業改善活動の限界として、もともと満足度

の高い科目において、さらに満足度を高めるようには必ずしも機能していないことが確認された。そのような科目については、授業アンケートを実施する必要があるかを含めて議論すべきかもしれない。むしろ、授業アンケートが教員の自主的な改善意欲を阻害する可能性もあり、これら科目（すなわち当該科目を提供する教員）に対して介入を慎むべきかもしれない。結局、授業改善活動としての授業アンケートの効果は微妙なバランスの上に成り立っていると考えられる。

最後に今後の課題として、アンケート結果を受けた授業改善の努力が実際の授業改善につながった事例において、具体的な改善活動がどのようなものであったかを明らかにする必要があることを指摘したい。なお、この点に関しては、今春に教育評価・FD部門より講義秘訣集を発刊する予定であることを付記する。

#### 5 注

- (1) 一部は平均への回帰によるものかもしれない。

#### 6 参考文献

- 森和夫他（2005）「授業アンケートによる講義の検討」『大学教育ジャーナル』第1号，27-48。  
 森和夫他（2006）「授業アンケートによる講義の検討(2)」『大学教育ジャーナル』第2号，31-44。  
 Ronald A. Berk（2006），Thirteen Strategies to Measure College Teaching, Stylus Publishing LLC, Sterling VA.

# 本学における TOEIC-IP および放送大学の調査結果

吉永 契一郎 (大学教育センター・教育プログラム部門)

## Results of TOEIC-IP and the Use of the University of the Air at TUAT

Keiichiro Yoshinaga (Educational Program Division, Center for Higher Educational Development)

Abstract: A governmental report in 2007 recommended the introduction of TOEIC and the use of the University of the Air to enhance the quality of general education. Before the publication of the report, TUAT had already experimented them in 2006 and 2007.

According to the result of TOEIC among the TUAT freshmen, their average score is higher than the national average, and the score gap among them was much wider than had been expected. The result indicates the necessity of both remedial education and a special class for the advanced students.

In 2007, volunteer students among the Faculty of Engineering took courses from the University of the Air. They were satisfied with the learning style, the educational quality, and the wide selection of the University. Since the quality of the University was ascertained, the next issue will be of how TUAT will include such a system of education into the regular curriculum, including the acquirement of financial resources for the audit.

[キーワード：英語教育，単位互換，遠隔教育，TOEIC，放送大学]

### 1 はじめに

平成 19 年 9 月，中央教育審議会大学分科会は、『学士課程教育の再構築に向けて（審議経過報告）』を発表した。そこでは、「国際性を特色とする大学においては，外国語コミュニケーション能力の評価を厳格に行い，「卒業や進級の要件として，EAP の観点に留意しつつ客観的な到達目標を独自に設定したり，TOEFL や TOEIC などの検定の結果を活用したりする」ことが提言されている（中央教育審議会 2007, 26 ページ）。

さらに，「大学間連携を強化し，学生に対する教育内容を豊富化する」ためには，「共同プログラムの開発，単位互換などを進める。その際，基礎教育や共通教育の充実の観点から，放送大学との単位互換も検討する」とされている（中央教育審議会 2007, 21 ページ）。

本学においては，すでに平成 16 年度中期目標・計画において，「各種検定試験（TOEFL、TOEIC 等）認定科目群」の設置，および，「遠隔授業による共同教育」が提言されている。その結果，オンライン英語学習プログラム「アルク・ネット・アカデミー」が導入された他，大学の予算で TOEIC・放送大学の利用可能性調査が行われた。本稿は，その結果について，考察するものである。

### 2 TOEIC とは

TOEIC 事務局によれば，TOEIC は，全世界で 450 万人，日本においては，152 万人（2006 年度）の受験者を誇る大規模な英語力診断テストであり，企業の採用活動，社員教育においても幅広く活用されている。

2006 年度，TOEIC を活用した日本の大学の数は 436 校である。入学試験において活用した大学は 242 校，単位認定に活用した大学は 289 校，そして，大学院入試において活用した大学は 128 校となっている（TOEIC 運営委員会 a 2007, 1 ページ）。

TOEIC は，Listening と Reading から構成され，成績は，統計的に処理された 10 点より 990 点までのスコアで表示される。TOEIC・TOEFL 双方を作成している ETS(Educational Testing Service)によれば，

$$\text{TOEIC} \times 0.348 + 296 = \text{TOEFL}$$

という換算式が成り立つとされる<sup>1)</sup>。

この換算式によれば，アメリカの大学への学部留学に必要な TOEFL550 点に相当するのは，TOEIC730 点，大学院留学に必要なとされる TOEFL600 点に相当するのは，TOEIC874 点であることがわかる。

また，新潟大学 2003 年度新入生 526 名を対象に調査したところ，TOEIC とセンター試験英語の間には，0.609 という高い相関関係があることがわかっている（吉永 a 2004, 93 ページ）。

### 3 TOEIC を用いた学力調査結果

本学の新生を対象にした TOEIC の学力調査結果は以下の通りである。

表 1 2006 年度受験状況

受験者	500
受験率	55%
平均	499
標準偏差	121.1

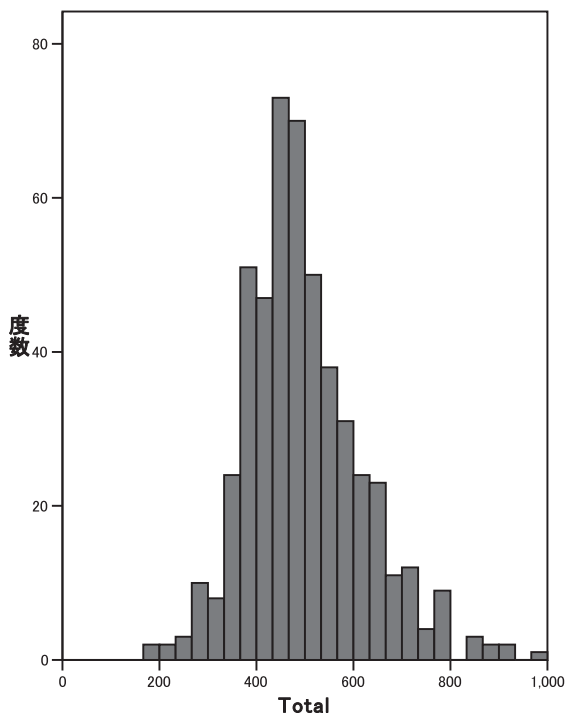


図 1 2006 年度スコア分布

表 2 2006 年度スコア内訳

	平均	標準偏差
Listening	285.7	66.6
Reading	213.3	66.5

表 3 2007 年度受験状況

受験者	658
受験率	73%
平均	488.7
標準偏差	121.2

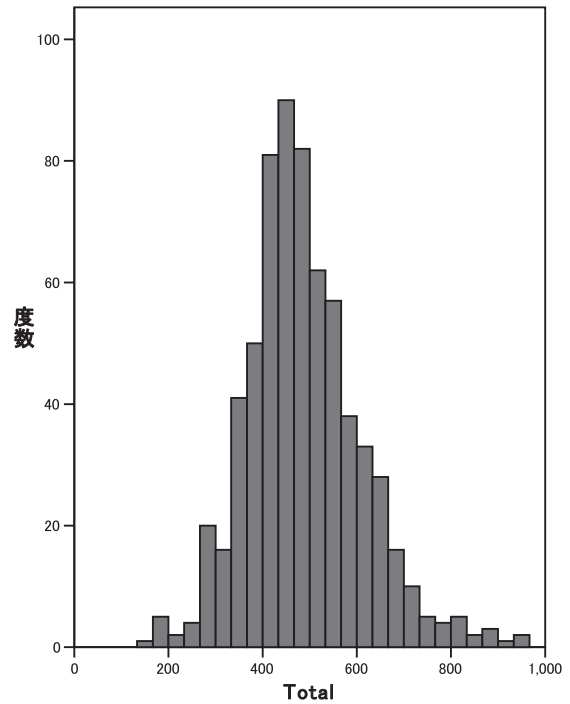


図 2 2007 年度スコア分布

表 4 2007 年度スコア内訳

	平均	標準偏差
Listening	266.7	64.1
Reading	220.9	67.5

### 4 分析

2006 年度と比較して、受験率が 18%上昇した 2007 年度は、平均点が 10 点下がっているが、それでも、本学の新生の TOEIC 平均スコアは、全国平均(表 5)(TOEIC 運営委員会 b 2007, 8 ページ)や他大学の新生(表 6)と比較すると、かなり高い。全国的に見れば、本学の学生は、入学時点で大学 4 年生程度の実力をすでに備えていると言える。

ただし、学生間に実力の差は大きい。2007 年度新生の場合、700 点以上の学生が 33 名(5%)いるのに対し 300 点以下の学生も 32 名(5%)もいる。これは、基礎学力の不足した学生へのリメディアル教育と同時に、能力の高い学生については、入学時から上級クラスが求められていることを示す。



表5 2006年度IPテスト 全国大学生(271,857)

	Total	Listening	Reading
大学1年	401	233	168
大学2年	428	247	181
大学3年	469	269	200
大学4年	498	284	214

表6 TOEIC-IPテスト受験結果

	受験者数	平均	標準偏差	最高	最低
東京農工大学(2006年)	500	499	121.1	980	180
広島大学(2006年)	2485	458.6	111.9	940	60
新潟大学(2003年)	526	422.7	116.1	790	120
山口大学(2002年)	2023	420.5		885	155
名古屋工業大学(2003年)	860	394.6	91.7	130	865

### 5 1年後のスコア

2006年度に受験した学生のうち、1年後に再受験に応じた者は、68名である。その結果は、以下の通りであり、平均点は、23.8点の減少であった。

表7 再受験結果

	1年次	2年次
Total	529.9	506.1
Listening	300.4	281.6
Reading	229.4	224.5

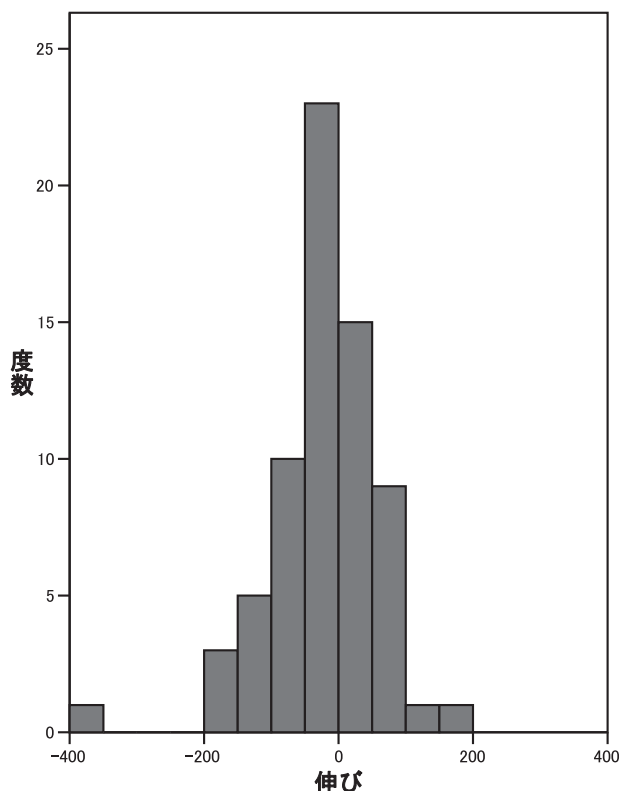


図3 再受験スコア分布

これによると、再受験をした学生は、入学時の英語の学力が平均よりも高い学生であること、1年後のスコアの落ち込みは、主にListening能力の低下によることがわかる。

さらに、この結果を他大学と比較してみる。英語教育をTOEIC対策としていない広島大学において、2006年度入学生(2402名)の入学時、1年後のスコアは、それぞれ、459.3点、464.1点であり、ほとんど変化がなかった<sup>2)</sup>。

それに対して、英語教育をTOEIC対策としていいる埼玉大学においては、2006年度入学生(1630名)の平均スコアが、418点から457点に伸びており<sup>3)</sup>、同様に、TOEIC対策を行っている山口大学においては、毎年、入学後1年間で、スコアが70~80点伸びているとされる<sup>4)</sup>。

現在のところ、本学の英語教育は、TOEIC対策を主眼としてはいない。しかしながら、1年後の英語力が、最低限、低下しないようにすることが課題であろう。

特に、2006年度に行われた大規模な卒業生調査によれば、卒業後、語学力の必要性を感じる卒業生が多く(吉永b 2007, 58-59ページ)、自由記述においては、英語教育におけるTOEIC等の活用が言及されていることを指摘しておきたい。ちなみに全国規模の大学院生のスコアは以下の通りである(TOEIC運営委員会b 2007, 8ページ)。

表8 2006年度IPテスト 全国大学院生(8,270)

	Total	Listening	Reading
大学院1年	476	263	213
大学院2年	500	275	225

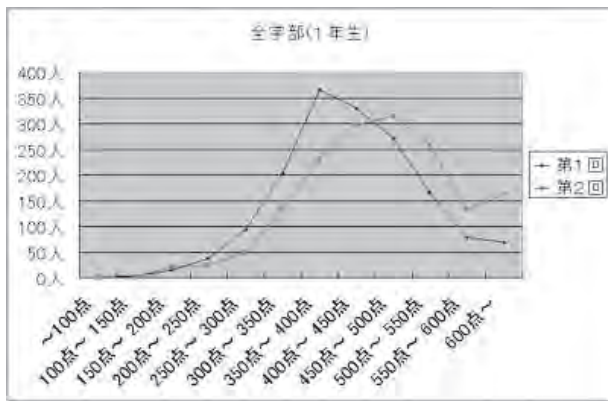


図4 埼玉大学入学後のスコアの伸び

## 6 TOEIC のまとめ

2年間の調査を通じて、本学の学生の英語力を全国的なレベルで把握することができた。その結果、全国平均よりも英語力の高い本学への入学生に対して、学力差へ対応した教育、そして、入学時の学力を維持することが課題であることが明らかとなった。

## 7 放送大学とは

1985年に開校された放送大学は、放送大学学園法に基づく大学であり、「放送等による授業を

行うとともに、全国各地の学習者の身近な場所において面接による授業等を行うことを目的とする学校法人（第三条）」である。年間8万人の学生が学び、2007年3月時点で、4万6千人の卒業生を輩出している。

放送大学における学習は、放送授業の視聴と印刷教材（テキスト）によって進められる。1科目（2単位）について、15回（1回45分）の授業が行われ、通信指導（レポート）と単位認定試験によって、成績の判定が行われる。レポートは郵送により、単位認定試験は、学習センターで行われる。また、視聴する機会を逃した授業については、学習センターで視聴ができる。

2006年度時点で、放送大学は、284大学と単位互換協定を結んでいる。他の国立大学法人における放送大学の活用状況は表7の通りである。これによると、放送大学による単位認定を1~2科目に限定している大学と編入単位と同等の扱いをしている大学の大きく二つに分かれることがわかる。

単位互換協定校に在籍する学生は、「特別聴講学生」として受講し、入学金が免除される他、授業のビデオテープ・カセットテープを所属大学で利用することができる。そのため、大学の教室で、学生が一斉に視聴するという大学もある。

表7 国立大学法人における放送大学活用事例

大学名	対象科目	認定科目	認定単位数	学費	備考
埼玉大学	全科目(外国語・保健を除く)	教養科目	4単位まで	自己負担	
奈良教育大学	ロシア語・スペイン語・韓国語	自由科目	2単位まで	自己負担	CAP制適用外
鹿児島大学	専門科目・教養科目		学部により異なる	大学負担	毎学期、50名まで
佐賀大学	全科目(除く、外国語・保健)	全学教育科目	60単位まで	自己負担	50名まで
和歌山大学			30単位まで	自己負担	
琉球大学			30単位まで	自己負担	CAP制適用外
東京海洋大学	外国語科目				海洋学部のみ
千葉大学	指定科目		4単位まで	自己負担	

## 8 放送大学のモニター聴講

放送大学については、2007年度に、希望学生をモニターとして聴講させるための予算が認められた。そのため、両学部への協力を求めたが、農学部は、単位の認定ができないという理由で、実施を見送った。工学部は、「学科共通専門科目」として認定することとし、聴講を呼びかけたところ、前期20名（1年生2名、2年生13名、3年生5名）、後期25名（1年生3名、2年生4名、3年生15名、4年生2名）の希望者があった。

対象とした放送大学の科目は、共通科目（教養科目）である。本学で開講されていない分野の科

目、本学の授業が開講されていない時間帯の科目という観点から、教育プログラム部門が、前期14科目、後期17科目を選定した。実際に、聴講希望が出たのは、以下の科目である。

表 8 前期聴講希望

科目名	人数
音楽理論の基礎	7
国文学入門	1
東アジアの中の日本文化	1
人文地理学	1
住まい学入門	3
社会福祉入門	1
人体の構造と機能	2
疾病の回復を促進する薬	3
惑星地球の進化	1

表 9 後期聴講希望

科目名	人数
問題解決の発想と表現	7
人類の歴史・地球の現在	2
惑星地球の進化	3
スペイン語入門 I	1
人文地理学	1
表象としての日本	1
世界の名作を読む	2
生活とリスク	1
韓国語入門 I	2
住まい学入門	2
世界の産業再編成	3

この選択状況によると、音楽理論や住居学、薬学、発想法、天文学、産業論などに関心が持たれていることがわかる。また、韓国語は、現在、本学で開講されていない言語であるが、例年、学生からの開講希望が高い言語である。

## 9 前期履修生の単位修得状況

前期履修生の成績は表 10 の通りである。この評価は、本学の形式に則っているが、放送大学においては、SはⒶと表記され、不合格もさらに 4 段階に分かれている。

表 10 前期聴講者の成績

評価	人数
S	4
A	3
B	3
C	5
不合格	5

放送大学によれば、履修生の平均単位修得率は 7 割弱とのことであり、前期履修生の修得率 75% は、若干、平均を上回る。また、教養科目を中心に履修する本学学生の 1 年次における単位修得率が 95% であることからすれば（松岡 2006, 4 ペ

ージ）、放送大学の成績評価は厳格であると言える。

これらの結果から判断すると、放送大学における単位修得が、本学に比較して容易であるとは言えない。出席点が考慮されないことなどを含めると、放送大学においては、適切な学習量を要求されていると言えるであろう。

## 10 前期履修生の放送大学に対する評価

前期履修生に対して、アンケート調査を行ったところ、単位を修得した者 15 名のみから回答があった。質問は、すべて賛意を 4 点満点で尋ねたものであり、結果の平均が、2 点以下および 3 点以上の項目は以下の通りである。

- ・ 自宅では集中できない(1.88)
- ・ 講義時間（45 分間）が短い(1.65)
- ・ 放送大学を教養科目として認定して欲しい(3.41)
- ・ 図書館に放送大学のビデオやテープを置いて欲しい(3.24)
- ・ 通常の教養科目の種類を増やして欲しい(3.41)
- ・ タイトル通りの講義内容であった(3.71)
- ・ 農工大にない科目を履修するにはよい(3.65)
- ・ また、機会があれば、放送大学を聴講したい(3.41)

この結果によれば、放送大学に対して、否定的な評価は、ほとんど見られない。そして、通常の教養科目であれ、放送大学であれ、選択肢を増やすことを望んでいることがわかる。

また、自由記述においては、以下の意見が寄せられた。

- ・ 自宅通学生にとって、よい制度である。
- ・ きちんとした学習が求められる。
- ・ 自宅では克己心が求められる。
- ・ ビデオに録画すると、まとめて視聴することや繰り返し視聴が可能である。
- ・ 対面授業の方がよい。
- ・ 評価方法が不明
- ・ 期末試験にレポートと同じ問題が出た。

## 11 放送大学のまとめ

これらの結果から、放送大学は、学習形態・選択枝の豊富さ・講義の質の高さ・評価基準の適切さから、本学における教養教育を十分に補完する役割を果たすことが期待できる。ただし、今回は、農学部の学生の反応を知ることができなかったこと、また、今後、放送大学を活用する場合、カリキュラム上の位置づけと聴講費用の負担のあり方など、解決すべき課題も残されている。

注

1)ただし、この換算式は、1979年に作成され、TOEFLはペーパー版である。

2) <http://home.hiroshima-u.ac.jp/flare/toeicip/>

3)

<http://www.saitama-u.ac.jp/event/20070301.html>

4)<http://iwabe.hmt.yamaguchi-u.ac.jp/TOEICHP/tokushoku-top.htm>

参考文献

TOEIC 運営委員会 a 2007, 『TOEIC テスト 入学試験・単位認定における活用状況』.

TOEIC 運営委員会 b 2007, 『TOEIC テスト DATA & ANALYSIS 2006』.

中央教育審議会大学分科会 2007, 『学士課程教育の再構築に向けて（審議経過報告）』.

松岡正邦 2004, 「CAP 制度導入による履修状況の変化」『大学教育ジャーナル』 2: 1-10.

吉永契一郎 a 2004, 「学生の意識調査と TOEIC の試行結果からみる新潟大学の英語教育」『大学教育学会誌』 49: 89-94.

吉永契一郎 b 2007, 「東京農工大学卒業生の大学教育への評価」『大学教育ジャーナル』 3: 53-67.



# 教員向け e ラーニング支援のあり方と今後の課題

加藤由香里 (大学教育センター教育評価・FD 部門)

[キーワード : ICT (Information Communication Technology), LMS (Learning Management System), Moodle, FD セミナー, 教育改善 PDCA]

## 1 はじめに

2001 年からの e-Japan 戦略により, 通信技術を利用した教育を容易にする社会的状況の整備が急速に進んできた. 中でも, e ラーニングは, 「受講者の知識と効率を向上させる広範囲の教育手段」として注目を集めている.

e ラーニングの特徴として, (1) ネットワークによる教育の広範化, (2) 学習内容の更新・共有の簡便性, (3) 双方向コミュニケーションの 3 点があげられる. このような「いつでも, どこでも, だれでも」が必要な知識やスキルを自由に学習できるオープンな環境は, サービスを受ける学生だけでなく提供する側にとっても魅力的である. そのため, 世界中の高等教育機関が, e ラーニングを積極的に開発することにより, 時間や場所に束縛されない柔軟なカリキュラムの提供し, よりも多く多くの学生確保を目指すというビジネス性の強い戦略をとりつつある (Tiffin 2004). また, 長期的な視野から教育サービスのコストの削減を目指した環境の整備もすすめられている.

このように e ラーニングは, 大学を中心とする高等教育機関では, 新たな学生の獲得や資源の共有, コミュニケーションの活発化, コラボレーションならびに組織的チームワーク育成を支援するものとして位置づけられている. しかし, 依然として「教育の質」を改善するためのツールとして十分に活用されておらず, また, その成果も現れていない. このような状況を改善するためには, 多様な教育の現場の実情をふまえて, e ラーニングがどのような利便性をもたらすかを十分に吟味した上で, 導入方法を工夫していく必要がある.

## 2 教育に特化した学習管理システム (LMS) の利用

日本でも, 情報通信技術の向上を背景に, 初等教育から高等教育まで様々な教育現場でコンピュータが利用されている.

玉木ほか (2003) によれば, コンピュータに代表される情報機器の利用目的は, 「従来の授業効率を高める側面」と「新たな学びを創造する側面」に大別される.

「従来の授業効率を高める面」を協力的にサポートする手段として, 学習管理システム (LMS : Learning Management System) が多くの教育機関で利用されている.

LMS では, 従来のインターネット上の学習システム (WBT : Web Based Training) が備えていた「学習支援」に加えて, 授業管理にかかる教員の負荷を軽減し, 成績評価などの情報を一元管理する機能をもつ. そのため, 教員, 教務職員, 学生など多様な利用者が共通の学習基盤にアクセスし, その情報を必要に応じて利用することができる. また, 教員ごとに教育内容や評価方法を独自に工夫する機会が多い高等教育機関においては, 幅広いニーズに対応可能なシステムとしての役割も期待されている. このように教える側にも, また, 学習する側にも利便性の高い学習・教授支援ツールである LMS では, 表 1 のような機能を備えている.

	出欠	テスト	アンケート	課題提出	評価分析	教材	質問	FAQ	ログ	障害対策	利用者情報	伝言	受講者登録	成績
学生	○	○	○	○	○	○	○	○				○		○
教員	○	○	○	○		○	○	○				○		○
管理									○	○				
教務											○		○	○

表 1 LMS の機能

## 3 東京農工大学における e ラーニング推進活動の展開

東京農工大学では, 2003 年度から工科系大学教育連携協議会, および獣医学系教育 IT コンソーシアムを通じて, 遠隔教育による大学院単位互換制度を進めてきた. さらに, 2005 年度からの文部科学省「教育支援事業」により, 講義コンテンツ収録室および防音室の整備, キャンパス間遠隔講義システムの導入などハード面でのサポートを得られている. このような学内

施設の急速な整備に後押しされ、学生だけでなく教員にもeラーニングに対する関心が高まりつつある。

現在、これらの設備・機材を用いたeラーニングコンテンツの作成および配信が学内組織（総合情報メディアセンター）の支援のもとで可能となっており、多くのコンテンツは、図1に示すような学内のLMSを利用して構築されている（Moodle, <http://moodle.elp.tuat.ac.jp/moodle/login/index.php>）。

2007年には、オンデマンド電子教材も含めて16科目が配信されている。



図1 eラーニングプロジェクトTOP画面

#### 4 FD活動におけるLMSの利用

東京農工大学では、2004年に大学教育センターが発足し、教育評価・FD部門を中心に新任研修、教育力向上セミナー、リーフレット発行などの活動を行ってきた。

また、2007年からは、大学教育センターは、総合情報メディアセンターとの連携のもとで、eラーニング作成者を対象とした入門セミナー、および情報通信技術の利用方法を広く紹介する一週間連続セミナー（e Week）などを展開している。

さらに、集合型研修に参加できない教員に対して、FDセミナーのeラーニング化を行っている。このような取り組みは、初任者から経験者まで多様な大学教員に対するFDプログラムを充実させるという意味においても、今後ますます重要となってくると思われる。大学教育センターのFD向けコンテンツは、学生向けLMS

（<http://moodle.elp.tuat.ac.jp/moodle/login/index.php>）と同じプラットフォーム上に構築され、学内からのアクセスが可能である。

#### 5 eラーニング作成支援セミナー

LMSの利用者の拡大を目指して、大学教育センタ

ーと総合情報メディアセンターが連携して、教職員向けFDセミナーを企画し、実施した。5.1および5.2ではその実施内容について述べる。

##### 5.1 eラーニング作成支援セミナーの実施

eラーニング入門と題して、教職員向けFDセミナーを2007年9月25日と27日の2日にわたり、計3回実施した。1回あたり3時間半で、初級編2回、中級編1回の計3回実施し、表2に示すように参加者は延べ25名であった（表2参照）。

表2 eラーニング入門セミナー

日時	場所	参加数
2007.9.25 (13:30-17:00)	初級編：ICTを取り入れて授業を効率アップ！ LMSを使ってみよう	6名
2007.9.27 (10:00-12:00)	初級編フォローアップ	12名
2007.9.27 (13:30-17:00)	中級編：マルチメディア教材を使って楽しいeラーニング作成	7名

セミナー実施により、従来の集合型研修と同じく参加者の確保が難しいこと、また、教員のICTスキルのばらつきが大きいことなどの企画・運営上の問題点が認識された。一方、参加者が研修の効果を実感し、同僚へ参加を呼びかけるなどの波及効果もあった。

##### 5.2 eラーニング作成支援セミナーの内容

セミナーの構成は、前半を教育におけるeラーニング利用に関する講義形式とし、後半は実際にマニュアルを見ながら、PCを操作する実習とした。各回の内容は以下の表3の通りである。

表3に記載した内容の他に、初級編では「国内におけるeラーニングの利用状況」と題して、総合情報メディアセンター辰己丈夫准教授より、早稲田大学や東京大学などの事例紹介を紹介いただいた。また、中級編では本学の「eラーニング教育の経緯、進展状況と今後の展開」を昨年度までeラーニング作業部長としてeラーニングプロジェクトを推進されてきた須田良幸教授に説明いただいた。

表3 eラーニング入門セミナーの内容

研修	形式	内容
初級	講義 (15分)	eラーニング早わかり
	実習1 (60分)	授業でLMS (Moodle) を使う方法
	実習2 (60分)	Moodle の機能：小テストからアンケートまで
中級	講義 (15分)	eラーニング (ICT) が可能とする新しい授業形態, 学習環境
	実習3 (60分)	eラーニング用ビデオ素材の製作
	実習4 (60分)	ビデオをeラーニング用に加工しよう

### 5.1 セミナー評価 (アンケート調査)

セミナー実施後に (1)わかりやすさ, (2)興味・関心, (3)有用性, (4)資料の適切さ, (5) 実施時期, (6)広報などの項目についてアンケート調査 (5 件法) を行い, 9 名から回答を得た。アンケート項目のうち, (1)わかりやすさ, (2)興味・関心, (3)有用性について講義と実習別に評価をまとめた。

#### (1) わかりやすさ：

質問：内容や説明の仕方はわかりやすかったか

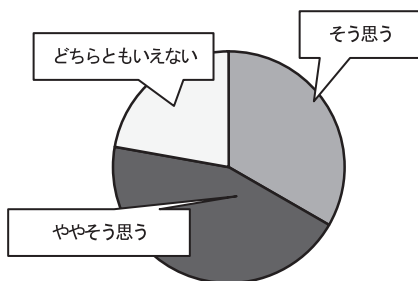


図1 講義のわかりやすさ

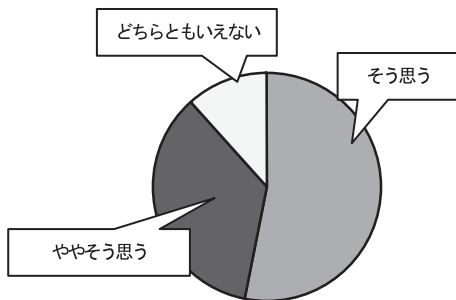


図2 実習のわかりやすさ

「わかりやすさ」について, 講義および実習を比較す

ると, 単に講義を聴くよりも実際に PC を操作しての「実習」をわかりやすいと答える受講者の割合が高かった。図1に示したように, 講義では「わかりやすいか」という質問に「そう思う」が 33%, 「ややそう思う」が 45%であった。一方, 図2に示すように, 実習では, 「そう思う」が 53%, 「ややそう思う」が 35%と「わかりやすさ」を強く肯定する意見が多かった。これは, 総合情報メディアセンター江木啓訓助教が 133 頁にも及ぶ詳細な Moodle マニュアルの整備, および受講者の理解度に合わせた指導によるところが大きいと考えられる。

#### (2) 興味・関心

質問：内容について興味・関心がわいたか

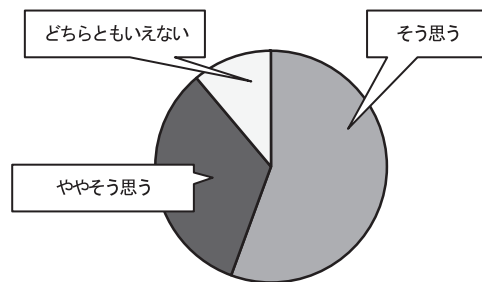


図3 講義の興味・関心

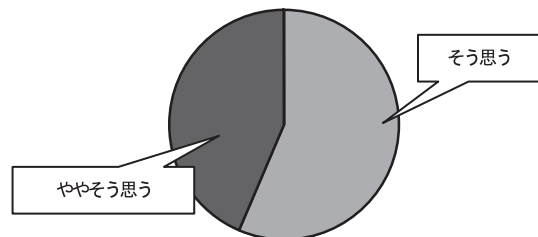


図4 実習の興味・関心

「興味・関心」については, 図4に示すとおり, PC を操作しての「実習」に興味・関心があると答える受講者の割合が高かった。「内容について興味・関心がわいたか」という質問に対して, 「そう思う」が 56%, 「ややそう思う」が 44%であり, 「どちらでもない」と回答する受講者はいなかった。同様に, 講義への興味・関心があるかについても「どちらともいえない」と答えた受講生の割合は低く 11%であった (図3参照)。

#### (3) 有用性

質問：内容はeラーニング製作に役に立つと思う

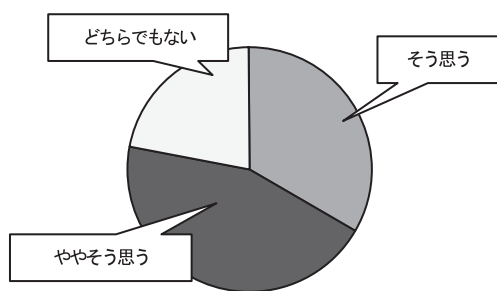


図5 講義の有用性

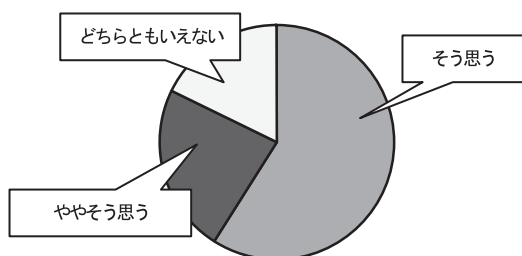


図6 実習の有用性

講義が「eラーニング制作に役に立つか」という質問については、図5示すとおり、「そう思う」が33%、「ややそう思う」が45%、「どちらともいえない」が22%であった。一方、PCを操作しての「実習」では、「そう思う」が58%と高く、「ややそう思う」が24%であり、「どちらでもない」は18%にとどまった(図6参照)。

## 5.2. セミナー評価(記述式コメント)

表4はセミナー参加者から寄せられたアンケート調査結果(記述式コメント)である。初級では複数回での開催を希望する意見があった。また、受講者のレベルへの配慮なども希望として寄せられた。中級では、標準的なeラーニング作成方法を学ぶより、自らの教育目的に合致したICT活用方法を考えるセミナーを希望する意見がみられた(表4参照)。

表4 セミナー評価アンケートの記述式コメント

研修	内容
初級	いろいろなレベルの人が多いので、初、中、上級などに分けた方が良い
	特に初級の人ほやり方の概略を教えたら、数日間自分で苦労、操作などを経験させてから再びトレーニングすると良い
	もっと何回かに分けて行う
	もっと研修会があればいい
	マンツーマンで助けていただいてありがたかった

中級	実際の授業シミュレーションを取り入れたワークショップ型研修会を希望
	Stream Authorの使い方、応用についてもっと知りたいと思いました
	ハンズオンと一緒に作業しながら学べてよかった
	セミナーを時々やって欲しい
	本当に充実した素晴らしいセミナーを企画して下さいましてありがとうございました もっと多くの人に参加するようにPR頑張ってください

セミナー後も、自らの科目の特性や目的に合わせて、様々な情報ツールの利用が可能であること、それらを取り入れた教授法について個別に相談したいなどの感想が個別に寄せられた。

## 6 ICT利用セミナーの展開

これらの要望をもとに、大学教育センターでは、昼休みを利用して、一週間連続でセミナーを行うeWeek(2007年12月10-14日, 11:30-13:30, 府中キャンパス, 2007年12月17-21日, 11:30-13:30, 小金井キャンパス)を両キャンパスで企画して、学内に広く参加を呼びかけた。また、教授会などの場を利用して、教育改善のためのICT利用を紹介するミニセミナーなども行った。

### 6.1 ICT利用のためのeWeek(一週間連続セミナー)

総合情報メディアセンターとの共催で行った「eラーニング入門」(2007年9月25・27日実施)では、「複数回の実施」および「多くの参加者を集める工夫を」などの意見が寄せられた。この意見を取り入れて、実施形態を「eラーニング入門」での半日集中型から、短期集中を複数回行う形式に改めた。また、参加者の利便性を測るために、セミナー実施時間を昼休みを含む2時間(11:30-13:30)とし、1週間連続で繰り返し実施する形態に再構成した。

参加者は、前回の延べ25名から、農学部で10名、工学部で30名、合計40名に倍増した。また、実施後に、実際のLMSを利用して講義支援コースを立ち上げ、授業に利用する例も見られた(梅田ほか2008)。

### 6.2 教授会ミニセミナーの実施

前回のセミナーでは、十分な受講者数を確保できなかったことを受け、多くの教員の情報交換の場である教授会で10分間のミニセミナーを企画した。3学府(農・工・BASE)の教授会に専任教員が出向き、教育改善のツールとして有効なMoodleおよび、SPICA



(学務情報システム)の現状と効果的な利用法について情報提供を行った。

## 7 まとめ

今後も、東京農工大学大学教育センターでは、総合情報メディアセンターと連携し、学内教員のニーズに合わせたFDセミナーの企画・実施を行っていききたいと思う。そのためには、FDセミナー参加者からの意見を取り入れ、内容の検討・再構成を行い、セミナーを改善するというPDCAサイクルを確立させていくことが重要である。このような活動により、個々の教員、学科、部局の合意形成に基づいた自発的FDの実施に向けてのボトムアップ支援をすすめていきたい。

## 8 参考文献

梅田倫弘・調麻佐志・加藤由香里(2008)「Moodleの授業科目への導入とその効果」『大学教育ジャーナル』第4号(印刷中)。

江木啓訓・須田良幸(2008)「東京農工大学におけるeラーニング教育支援環境の構築」『大学教育ジャーナル』第4号(印刷中)。

玉木欽也・小酒井正和・松田岳士(2003)『eラーニング実践法』オーム社

加藤由香里(2007a)大学教員の教育力向上に向けeラーニングコンテンツの試作, JSiSE Research Report, Vol.22, no.1(2007-5), pp50-53

加藤由香里(2007b)大学教員研修(FD)のためのeラーニングコンテンツ試作, 大学教育学会第29回大会発表要旨集録, pp110-111

加藤由香里・調麻佐志・梅田倫弘(2008)教育改善を支援するICTの活用～SoTLに根ざした教員コミュニティの形成～, 大学教育におけるICT活用 総合情報メディアセンターシンポジウム予稿集, pp.53-62

吉田文・田口真奈(2005)『模索されるeラーニング』東信堂

Tiffin, J. (2004) 「高等教育におけるeラーニング: ビジョン実現に向けて」『メディア教育開発センター国際シンポジウム2004報告書』pp13-24

東京農工大学eラーニングプロジェクトHP

<http://www.elp.tuat.ac.jp/>

# 報 告

# ヒトゲノム取り扱い実験の基礎教育と高大連携事業への発展

## (H18 年度採択 学内 GP 採択報告)

三浦 豊 (農学部・応用生物科学科)

[キーワード: ヒトゲノム, 遺伝子多型, 高大連携]

### 1 はじめに

本報告は、平成 18 年度に学内 GP として採択された農学部応用生物科学科における取り組み「ヒトゲノム取り扱い実験の基礎教育と高大連携事業への発展」に関する実施結果等を報告するものである。

### 2 プロジェクトの目的

ヒトゲノムの解読が 2000 年に終了したことに伴い、製薬・食品業界においてゲノム情報に基づいた産業活動に向けた研究開発が進められている。その中でも特に注目されているものが一塩基多型 (SNP) である。SNP とは遺伝子中の一つの塩基の変異のことであり、一塩基が異なるだけで遺伝子産物の機能に変化が見られることがあり、その違いが個人の体質の決定因子となっている例が多く報告されている。疾病に関わる SNP や薬物代謝に関わる SNP を発見し、体質にあった予防法・治療法、薬の投与方法や食生活を含めた生活習慣を提案しようというオーダーメイド医療の実現に向けた研究・開発が進められており、そのうち一部はすでに実現している。本学科の学生の多くは上記業界に就職していくことから、本学科においてもヒトゲノムを取り扱う基礎的実験を実施する必要があると考えられた。そこで、本プロジェクトでは応用生物科学科の学生に対して、ヒトゲノムの取り扱いに関する倫理的教育を行うとともに、ヒトゲノム実験の基礎を実際に自分のゲノムを抽出し、遺伝子型を調べることで学習させることを目的とした。

また、学生実験での実施によりヒトゲノム教育に関するノウハウを蓄積し、将来的に高大連携事業への発展を図ることも目指した。

実際の実験では、お酒が飲める体質かどうかを決定する遺伝子型を自分のゲノム DNA を用いて判定し、一方でアルコールパッチテストによりアルコール感受性の表現型を判定し、両者の一致を自分の手で確認させた。

### 3 プロジェクト実施の概要

#### 3.1 実験の背景

体内に摂取されたアルコールはいくつかの異なる代

謝経路を経て、最終的にアセトアルデヒドにまで代謝される。生成したアセトアルデヒドはアルデヒドデヒドロゲナーゼ (ALDH) により代謝される。飲酒の際に顔が赤くなったり、悪心を引き起こしたりする (フラッシング反応) のは血中に蓄積したアセトアルデヒドが原因である。飲酒によりフラッシング反応が起きるまでの時間が人により異なるのは、アセトアルデヒドを代謝する能力に依存していることが知られている。ALDH は 10 種類知られているが、そのうち最もアセトアルデヒドの代謝能力が高いのは ALDH2 である。日本人に見られる ALDH2 の SNP は 487 番目のグルタミン酸をコードする GAA が AAA に変異し、リジンに突然変異したものであり、変異型は野生型に比べてアルデヒドの代謝能力が非常に低いことが知られている。本プロジェクト内で実施した実験では、自分が変異型の ALDH2 遺伝子を一本のみ持つか (ヘテロ型)、2 本持つか (変異型ホモ)、もしくは野生型しか持っていないか (野生型ホモ) を実験により確認することを目的とする。この遺伝子型の違いが主たる原因となり、「お酒が飲めるかどうか」という体質が決定されると考えられている。遺伝子型の検出には学生実験での実施ということ を考慮し、簡便かつ短時間で実施可能な Real-time PCR 法を用いることとした。

#### 3.2 実施内容

まず、実験に先立ち、ヒトゲノム研究の現状やヒトゲノムを扱うことの倫理的側面について講義を行い、実験実施の同意書への署名を行わせた。回収した同意書を用いて本学倫理審査委員会へ申請を行い、実験実施許可を得た上で実験を実施した。さらに実験方法の説明をする際にも再度倫理的な問題について講義を行い、学生の問題意識を高めるように努めた。

実際の実験では、各自が自分の爪を用い、ゲノム DNA を調製するために開発された市販のキットを用いて、ゲノム DNA を抽出した (写真 1)。翌日、抽出した DNA を用いて real-time PCR により ALDH2 の遺伝子多型を検出した (写真 2)。今回用いた PCR 法は、一本のチューブで異なる遺伝子型を同時に検出可能なキットであり、反応時間も約 40 分間と非常に短時間で結果が出るものである。さらに、PCR 反応の待ち時間を利用して、アルコールパッチテストを行い、

各自のアルコール感受性の表現型を判定した。



写真1 ヒトゲノム抽出実験中の風景



写真2 real-time PCR 装置の講義風景

ゲノム情報は究極の個人情報とも言えるものであるため、実験結果は個人だけしか判らないように配慮した。本実験は、応用生物科学科2年生を対象とした実験であり、79名を対象として実施した。残念ながら4名の学生についてはゲノムDNAの抽出に失敗し、結果を出すことができなかったが、それ以外の学生は実験に成功し、しかも遺伝子型と表現型が一致していた。なお、学生間の遺伝子型の分布は日本人の平均値とよく一致していた。

### 3.3 プロジェクトの成果

上記の実験が終了後、学生にはレポートを提出させ、評価を行った。その際に感想を記入させたが、非常に多くの学生が意義のある実験だったと記入しており、中には「このような実験がやりたくて農工大に進学しました」と記載した学生もいた。さらに本プロジェクトのひとつの目的であるヒトゲノムを使用する上での倫理的側面についても、ゲノムを対象とした研究や開発を行う功罪に深く踏み込んだ議論を行った学生も複数おり、教育効果は高く、当初の目的を果たすこと

ができたと考えている。一方で、実験のミスを減らすためにキットを使用し、さらにあらかじめ試薬を混合した状態で配布したため、実験方法の多くの部分がブラックボックス化してしまい、「言われたとおり試薬を混ぜたら結果が出てしまい、何をやっているかが良く判らなかつた」という意見もあった点は今後の反省点と考えている。

以上、まとめると本プロジェクトの実施により学生にゲノム研究という一見高度な学習内容に対して興味を持たせることに成功し、さらに高学年で実施する卒業論文等での研究活動に向けての動機付けを行うことができたものとする。

### 4 プロジェクトの今後の展開について

本プロジェクトで実施した学生実験は、今後も応用生物科学科の基礎実験として実施していく予定であり、平成19年度についても1年目の実施結果をもとにいくつか改善を加えた上で、すでに実施済みである。さらに本実験は、大学2年生という成人になる時点で「お酒が飲める体質かどうか」という身近なテーマを用いて、ゲノム研究という高度な内容を学習するという点で、有意義なものと考えられるため、希望する学科があれば実験のノウハウを提供する用意があり、ひいては全学的な実施も不可能ではないと考えている。また、当初の目的のひとつである高大連携事業への展開についても、昨年夏の学部説明会にあわせて行われた高大連携事業の一環として、実験内容の一部を抜粋し、体験実験という形で実施した。当日は多くの高校生が参加し、非常に好評のうちに無事実験が終了した。今後も多くの機会を捉え、本プロジェクトの成果を大学の発展のために役立てていきたいと考えている。

### 5 最後に

本プロジェクトの実施にあたり、ご援助いただきました学長はじめ担当理事の先生方、ならびに大学教育センターの先生方に深く感謝いたします。また実験時に協力いただいた学科の先生方および学生諸君に深く感謝いたします。ありがとうございました。



# 大学院における汎用型機器分析技術演習

## (H18 年度採択 学内 GP 採択報告)

佐藤 令一 (大学院生物システム応用科学府)

[キーワード:学内GP, 農工融合, BASEブランド, 大学院版学生実験, 魅力ある大学院教育イニシアティブ]

### 1 はじめに

新時代の大学院教育の構築を目的に, 平成17年度から日本学術振興会は競争的教育資金「魅力ある大学院教育イニシアティブ」の公募を開始した. これに対応して我々大学院生物システム応用科学府 (BASE) は, 平成17年度から早速特色ある教育システムの整備に着手し, 本資金に応募してきた. しかし, 教育システムの整備にはやはり段取りと時間とお金が必要である. そこで, 平成18年度には, 学内GPにも同時に応募させていただき, システムの構築を目指した. ここでは, その結果幸いにもいただいた資金 (学内GP) で実施した「大学院における汎用型機器分析技術演習」の報告をさせていただく.

### 2 BASEの教育システム改革の全体像と「大学院における汎用型機器分析技術演習」の位置づけ

#### 2.1 BASEブランド

我々BASEが構築を目指したトータルの教育システムを一言で象徴的に言うとしたなら「BASEブランドを育成するためのシステム」と言うことができるであろう. ここでは「大学院における汎用型機器分析技術演習」の位置づけを明らかにするために, まずはBASEブランド育成のための教育システム整備の全体像について述べさせていただく.

我々BASEは「BASEブランド」と呼んで学内外から評価いただけるような, 「農工を融合した知識, 技術, 経験, センスを合わせもつBASEならではの修了生」の輩出システムを考えてきた. そのために, 我々BASEは発足当初から全ての教授と准教授が各自の分野の最先端の話を異分野の学生にも分かるように噛み砕いて講義する, 知識融合の基礎作りの役割を果たす「生物システム応用科学研究概論」を博士前記過程の授業として育成してきた. 一方, 平成17年度にはこの授業を更に実質化するために, 教科書「生物に学

び新しいシステムを創る」を作成した.

ところで, 上で述べたような「BASEブランド」を育成できる教育システムにするには, また特に学生の教育において農工の技術基盤の融合を達成するためには, これまでのような研究室における教育だけに依存したシステムから脱却して, 研究室単位では達成できない教育の提供を目指す必要があった. この目的のために, 博士前期課程の必修科目として基礎技術演習 I, 基礎技術演習 II を平成18年度から学生に提供することにした.

さらに, 現在大学院に求められているものの一つに, 「輩出する人材の国際的な通用性・信頼性」がある. すなわち, BASEブランドにはこれらの視点も盛り込む必要があった. そこで, 博士前期課程では基盤的なプレゼンテーション技術の向上を図る「実践発表 I, II」を, また, 博士後期課程では国際的な通用性を意識した「実践英語発表 I, II」を同じく平成18年度から開講した.

これらの教育システム改革を通してBASEは「BASEブランド」育成の基盤を構築してきたと考えている.

#### 2.2 大学院における汎用型機器分析技術演習

実は, 本報告で言う「大学院における汎用型機器分析技術演習」は上で述べた講義名で言うところの「基礎技術演習 II」に当たる. すなわち, 学生に対して農工の技術の融合教育を達成するための授業の一つ「基礎技術演習 II」の確立のために学内GPの資金を活用させていただいたのである. また, さらに具体的に言うなら, この授業はいわば大学院版の学生実験とすることができる. 我々はBASEブランド実現のために学生が異分野の技術にじかに触れる機会を作ることにしたのである.

ここで目指したのは, 学部の学生実験では見るだけで精一杯の機器に触れさせること. 話には良く聞かぬがイメージが湧かない技術を実際に使う機会を提供すること. 将来どこかで使うことになる可能性がある汎用性の高い先端機器に触れさせることである. 例えば, 高速液体クロマトグラフ, 脳波測定装置, 遺伝子組換えという操作などがそれらの例として挙げられる.

### 3. 「大学院における汎用型機器分析技術演習」の内容

表 1. 基礎技術演習Ⅱを構成したH18年度の23課題

#### 物質機能システム学専修

- 1) 液体高速クロマトグラフィーによる分子構造解析
- 2) プローブ顕微鏡による高分子の局所物性測定
- 3) ゼルゲル法によるシリカナノ粒子合成と粒度分布解析
- 4) ガスクロマトグラフを用いたガス状混合物の分離定量分析
- 5) PEGASUS による地域廃棄物エネルギーリサイクル計画
- 6) 分子集合体を鋳型とした結晶形態制御のメカニズム解析
- 7) 分光法による分子の構造変化の解析
- 8) X線回折法による無機・有機ナノ複合物質の構造解析

#### 生体機構情報システム学専修

- 1) 脳波からの眠気の検出
- 2) 視覚情報伝達のためのデジタルカメラ撮影と画像処理
- 3) システムダイナミクス手法によるモデル化および解析
- 4) 状態線図によるヒートポンプサイクルの性能解析
- 5) DLS 法による微粒子粒質キャラクタリゼーション
- 6) CAD/CAM/CAE による形状デザインと強度解析
- 7) 5軸制御マシンニングセンタの運動精度評価

#### 循環生産システム学専修

- 1) CN コーダーを用いた各種澱粉中の全炭素および窒素の定量分析
- 2) TCD-GC を用いた土壌生物活性の測定
- 3) 組換え微生物による環開裂酵素の生産と同酵素の触媒する反応に伴う酵素消費の検出
- 4) 組換え植物からの細胞壁成分の抽出と高速液体クロマトグラフィーによる解析
- 5) 遺伝子組換え食品に利用される B t 菌殺虫性タンパク質の SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動による解析
- 6) GC-MS を用いた生理活性天然物質の構造解析
- 7) 超音波断層法による内蔵機能の検査
- 8) 音波トモグラフィーによる生物・環境計測

### 3.1 開講された演習課題とそれを裏打する精神

「大学院における汎用型機器分析技術演習」すなわち「基礎技術演習Ⅱ」ではBASEの教授、准教授の全てが演習課題を用意することとした。その結果、H18年度には合計23題の演習課題が開講された(表1)。

演習課題の準備において各教員にお願いしたことは、1)「生物に学び新しいシステムを創る(教科書)」に書かれた話題に触れる題材を提供すること。2)異分野の学生が受講しても理解できるように、演習中に使用する用語に心を配ることおよび講義→実習→解説のパターンで理解へと導くこと。3)演習用の教科書(演習に出てくる内容の基本原理解、操作手順、考察点などをまとめた簡単な冊子)を作成することである。そもそも、BASEブランドを目指した融合教育を確立することが目的であるので、H18年度は何はともあれとりあえず立ち上げることを最大目標とし、一方学生は自分が所属する専修外から出された演習課題を2課題選択することとした。したがって、上に掲げた3点の依頼は授業を成り立たせるための最低限の条件であると考えられた。

### 3.2 演習実施要領

H18年度の演習の準備と実施は次の手順で行われた。

まず、H18年7月24日(月)にオリエンテーションを行い、各教員(23名)の実施日程入り演習シラバスを学生に配布した。8月18日(金)までに志望する演習を5課題まで、66名の学生に選択させ、志望表を提出させた。ただし、既に述べたとおり、自分が所属する専修外の演習を選択させた。8月28日(月)に演習課題への学生割り振り結果を発表した。その結果、各演習には1~7名の学生が割り振られた。そして、10月2日(月)~12月7日(木)の間に演習を実施した。

### 3.3 演習風景

実際の演習の風景を1例だけ紹介する。課題名「液体高速クロマトグラフィーによる分子構造解析」ではHPLCを用いたダイエットコーラからのカフェインの定量実験が行われた。そこには7名の学生が配分されたが、彼らの学術的バックボーンを列記すると、電気電子系1名、生物物理系1名、微生物学1名、植物生理学2名、植物工学1名、バイオテクノロジー1名であり、全く異分野からの学生が集合したことが分かる。

午前中に1時間半ほどかけてHPLCの原理と操作法の概要、および実験材料となるダイエットコーラの成分などに関して講義が行われた。続いてTAによって準備された装置と材料を用いて、昼をはさんでTAによる実技指導のもとで実験が行われた。最後にデータの解析法に関する説明が加えられ、レポートのまとめ方が指導された。単位授与は実験に対する姿勢とレポートの評価により行われた。

### 4. 今後の課題

「基礎技術演習Ⅱ」の育成およびFDを目的として図1にまとめたようなアンケートを実施した。その結果、学生の反応は第一回目としてはまずまずのものであった。

オリエンテーションとシラバスに対して学生は悪くない評価を出した。また、この演習が自分の専門分野とは異なる研究領域について知識や技能を知るきっかけになったと評価した。同様に、BASEでは「生物システム応用科学研究概論」により異分野の研究展開を知識として提供しているが、本演習がその理解を深化させる手助けになること、すなわち、実際の技術や装置を見ることで異分野の研究の理解が深まることが示された。また、異分野の研究手法を学ぶことが自分の研究を見つめなおす契機になることが伺えた。ただ、限られた時間でほんの2課題の異分野の実験に触れただけではそれを使いこなせる十分な自信を得るには難しく、例えば就職活動中に訪問した企業において広く

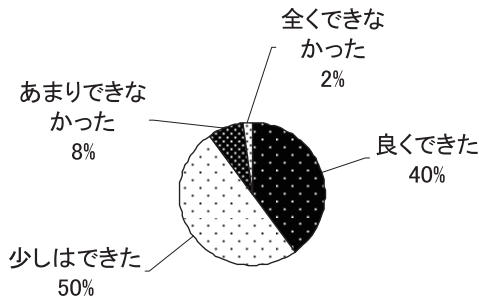
様々な分野の技術を身につけていることを強気でアピールするにはまだ不十分な部分が残るようである。

今後はこのアンケートの結果等をもとにして、学生に課す演習課題の質と量の両方に関して改良を加えてゆく必要がある。

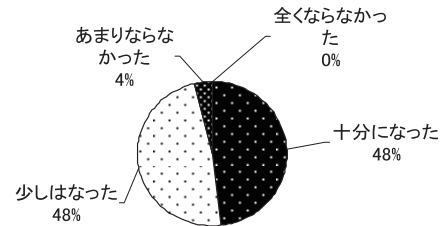
## 5. 謝辞

既に述べたとおり、本プログラムはH18年度学内GPのご支援によって実現した。ここにあらためて関係各位にお礼申し上げたい。

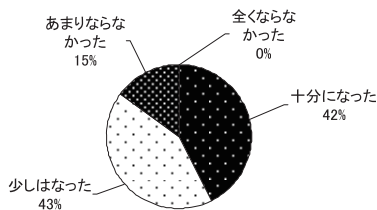
a. 開講前に行われたオリエンテーションやその際に配布された実施要領から、各課題の目的や実施内容の概略が理解できましたか



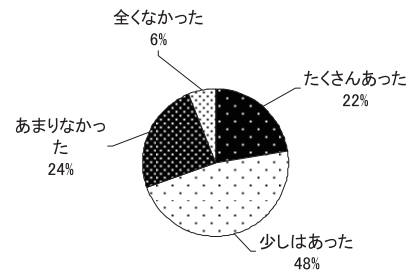
b. この課題を受講して専門分野とは異なる研究領域についてその知識や技能を知るきっかけになりましたか



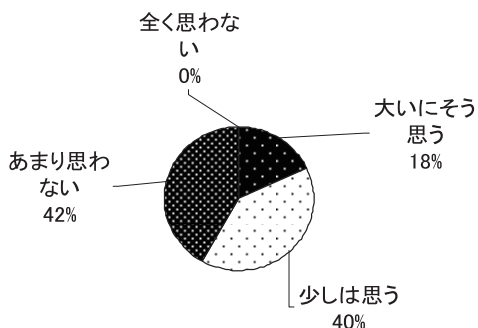
c. この課題は、「生物システム応用科学研究概論」で学んだ内容を更に深く理解する助けになりましたか



d. 今回、指導教員以外の教員から実験指導を受け、自らの研究活動に参考になることが何かありましたか



e. この課題で得たものは、今後の就職活動において知識や技術基盤の広さをアピールする際に役立つと思いますか



f. この課題で得たものは、この分野の実験を仮に将来自分一人て実施しなくては行けない立場に立たされた際に役に立つと思いますか

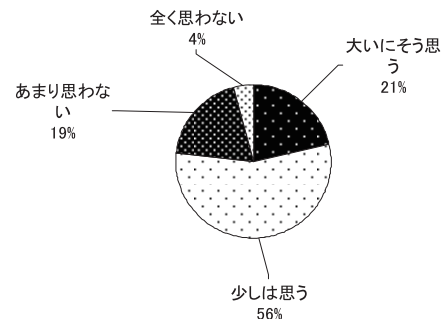


図1. 基礎技術演習IIに関する学生アンケート結果

# ラボ・ボーダレス大学院教育の構築と展開

## (平成 19 年度大学院教育改革 G P)

中田 宗隆 (大学院生物システム応用科学府)

[キーワード：大学院教育改革，実質化，農工融合，組織的教育，国際性]

### 1 はじめに

大学院生物システム応用科学府では，平成 18 年度にカリキュラム改革を実施し，大学院教育の実質化をスタートさせた(参考文献1)．そして，その実施内容の一部について，平成 18 年度および平成 19 年度の学内教育 G P に応募し，採択された．さらに，平成 19 年度に文部科学省が募集した「大学院教育改革支援プログラム」に申請し，採択された．ここではそのプログラムの内容について概説する．

### 2 プログラムの内容

大学院生物システム応用科学府は，農学と工学を融合した新しい先端科学である生物システム応用科学の創出を目指して，旧一般教育部，工学部，農学部との全学的な協力のもとに，平成 7 年 4 月に設立された大学院教育を主とする独立研究科である．理学系，工学系，農学系からなる教員組織であることの特色をフルに生かして，本教育プログラムでは，特定の分野における知識・技能だけでなく，関連する分野の基礎的な素養を養うとともに，学際的な分野への対応能力を含めた専門的知識を活用・応用する能力を養うために，研究室の枠を超えた大学院教育を行う．すなわち，専門知識以外の講義についても，これまではほとんど研究室内で行われている閉ざされた大学院教育から，本学府の学務委員会が中心となって，全ての教員が組織的に行うラボ・ボーダレス大学院教育に転換し，社会に求められる高度な人材を養成できる教育プログラムを実施する．

具体的には以下の六つの項目を教育プログラムの柱として展開する(図 1)．本プログラムは大学院教育の実質化のモデルを提供するものである(ホームページ：[http://www.tuat.ac.jp/~basehome/home/07base\\_gp.pdf](http://www.tuat.ac.jp/~basehome/home/07base_gp.pdf))．

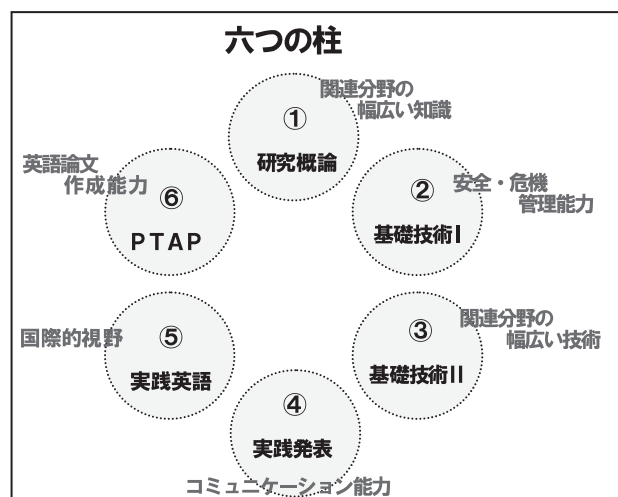


図1: 大学院教育改革支援プログラムの骨子

- ① 研究概論: 関連する分野並びに異分野の基礎的な知識を幅広く身に付けさせるための講義「生物システム応用科学研究概論」(必修科目)を理学系，工学系，農学系の教員が担当し，また，教育内容を充実させるための教科書の作成，講義の e ラーニング化などを行う．
- ② 基礎技術Ⅰ: 自らの研究を安全に推進するためだけでなく，将来の職場における安全・危機管理に関する組織活動にも中心的存在として対応可能な素養を身に付けさせるために，「基礎技術演習Ⅰ」(必修科目)で，専門分野，関連分野，異分野をも含む幅広い安全・危機管理に関する基礎知識を主として実践を通して習得させる．
- ③ 基礎技術Ⅱ: 関連分野並びに異分野の最先端の研究に直結した実験技術をも幅広く身に付けさせるために，「基礎技術演習Ⅱ」(必修科目)をすべての研究室で少人数グループに分かれて博士後期課程学生 (RA, TA) の指導補助のもとに実施する．
- ④ 実践発表: 社会に求められている高度な人材に最も重要なコミュニケーション能力を身に付けさせるために，博士前期課程の学生に対しては「実践発表」(必修科目)で見やすいスライドを使ったプレゼンテーションの技術



を身に付けさせ、さらに論理性に基づいた的確な質疑応答の能力を養う(図2)。

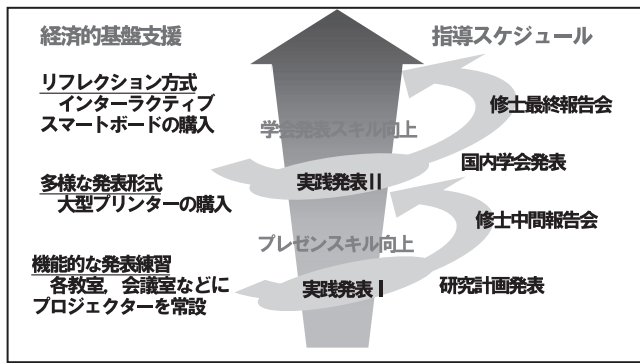


図2:実践発表 I と II (博士前期課程)

⑤ 実践英語: 博士後期課程の学生に対しては「実践英語発表」で、国際的に通用する人材を育てるために、研究成果を第三者に正確に英語でプレゼンテーションできる技術を身に付けさせるために、複数の教員が語学教員(ネイティブスピーカー)、外国人教師の協力のもとに模擬国際会議を開催して指導する(図3)。

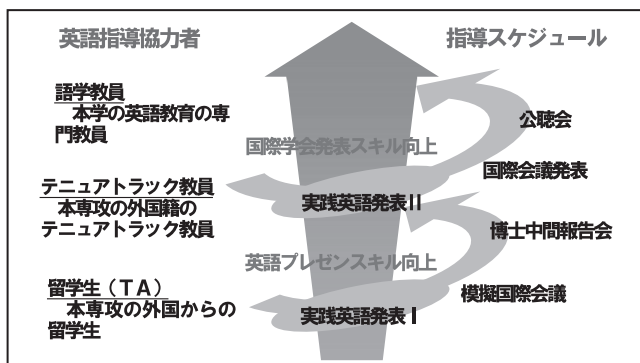


図3:実践英語発表 I と II (博士後期課程)

⑥ PTAP: 優れた英語論文を数多く発表した経験を持ち、既に退官した教員や研究者を Publication Technical Assistant Professor (PTAP: 発表技術支援教授)として雇用(非常勤)して迎え、学生に対するきめ細かな個別指導を行うことによって、国際的に評価される論文作成の能力の向上を図る。

以上の教育プログラムの目的を達成するために、まず、専攻内の全ての教員に対してFDを実施し、自立して研究活動を行うことができ、さらに国際的な視野を持つ人材を育成するための知識・技能を共有する。また、博士後期課程の学生を積極的にRA, TAとして採用して同様のFDを実施するとともに教育経験の場を提供し、教員、学生を含めた専攻全体の教育研究能力のレベルアップを図り、社会に求められる国際的に通用する高度でかつ幅広い知識・技能をもつ人材を養成する。

BASE所属の大学院学生 各位

# PTAP制度導入のお知らせ!

— 本制度を十分にご活用ください。—

- PTAP 制度の概要
  - PTAPとは、英語論文の作成支援教授を表し、専修ごとに1名配置しています。
  - PTAP教授は、大学院学生皆様の英語論文の作成を支援いたします。
  - ・英語による修士論文または博士論文の作成を添削等により指導
  - ・国際学会に投稿する英語論文の作成を添削等により指導 等
- PTAP 制度導入の趣旨
  - 論文記述における英語の文法等について、複数の先生から添削等の指導を受けることによって、多角的な文法等の学習や英語論文記述の精度を高めることを目的とする。
- 指導を受けるための予約手続き方法
  - 全てメールにより指導を受ける日時を、事前にPTAP教授に相談してください。相談の結果、指導を受ける日時が決まりましたら、当該日時にPTAP教授室にきてください。(予約した日時は、必ず忘れずに来てください。)
- PTAP 教授の指導方法
  - 学生等からのメールによる予約に基づいた対面式またはメール等により、添削等の指導をいたします。
- PTAP 教授室
  - BASE本館2階事務室の北側 042-388-7850 (内線7850)
  - PTAP教授室は、PTAP教授が予約に基づいた学生と対面するときに使用する居室であり、その他の場合は不在ですので、連絡等は必ずメールにより行ってください。

※ PTAP 制度の詳細については、指導教員にお問い合わせください。

図4: 学生に対するPTAPの案内

### 3. 平成19年度の計画

平成18年度に実施した各科目について、教育目標が達成されているかどうかの検証を教員並びに学生の立場から行い、改善すべき点を改善し、よりよいラボ・ボーダレス大学院教育の構築と展開を試みる。とくに、基礎技術演習IIでは、できるだけ汎用性の高い、かつ、高度な専門的分析技術をできるだけ多くの学生に経験させるように展開する。具体的には現在の微量材料分析には欠かせない赤外顕微鏡分光光度計(FTIR)と、環境化学分析に欠かせないガスクロマトグラフィー質量分析装置(GC-MS)を購入し、機械系、情報系の学生などにも積極的に経験させる。幅広い知識を身に付けさせるための「生物システム応用科学研究概論」では、平成18年度に作成した教科書「生物に学び新しいシステムを創る(博友社)」の改訂を行い、従来の内容の充実化とともに、新任教員の研究内容を追加する。また、英語論文の作成に関する能力を養うためのPTAP制度(図4)をスタートさせる。

### 4. 参考文献

中田宗隆(2006)「大学院生物システム応用科学府におけるカリキュラム改革」『大学教育センターニュース』第8号, 10-11.

# 体系的博士農学教育の構築

## (平成 19 年度大学院教育改革 G P)

国見 裕久 (大学院連合農学研究科)

[キーワード: 連合農学研究科, 大学院教育改革支援プログラム, 体系的博士農学教育, 教育課程の組織的展開, キャリアパス]

### 1 はじめに

東京農工大学大学院連合農学研究科は、東京農工大学を基幹大学として、宇都宮大学や茨城大学と共に運営している博士課程の大学院であり、昭和 60 年 4 月に設立されて以来、著しい発展を遂げてきた。本研究科は、これまでに留学生 310 名を含む 764 名の課程修了生を輩出してきた。

連合農学研究科では、これまでの専ら研究指導を中心とする教育体系を改め、平成 19 年度より単位制による課程制へ移行した。教育課程の編成にあたっては、博士課程における教育の質の向上、教育の組織的展開の推進を念頭におき、全ての教員が博士課程教育に責任を持つ体制を構築した。平成 19 年度の「大学院教育改革支援プログラム」(独)日本学術振興会)に、本研究科でのこれまでの取り組みを基礎としたプログラム「体系的博士農学教育の構築」を応募したところ、工学府及び生物システム応用科学府から提案された課題とともに採択された。本稿では採択されたプログラムの概要について記述する。

### 2 プログラムの内容

博士課程修了者の多くが高度に専門的な能力を有する一方で、他の専門領域との間のコミュニケーション能力、ゼロから新しいものを生み出す力、課題を完遂する力、実社会で活躍する上で期待されている基礎知識、基礎学問の修得状況などが十分でないとの指摘がある。このことを踏まえ、「体系的博士農学教育の構築」では、本年度より導入した単位制に基づくカリキュラムと連動させ、自立した研究者や高度技術者として必要な高度な専門的知識や実験手法を身につけさせるとともに、生命環境農学分野の幅広い視野を涵養するための体系的な教育プログラムを提案した。本プログラムは、教育課程の組織的展開を通して、博士の学位授与へと導く体制を構

築し、広い視野からの農学に関する高度な専門知識、理解力、洞察力、実践力を保持し、総合的判断力を備え、国際社会で貢献できる高度専門職業人や研究者を養成することを目的にしている。本プログラムは、我が国における博士農学教育のモデルとなるものであり、その波及効果は大きいと判断される。

本プログラムの最も大きな特徴は、3年間を通じた体系的な教育課程が編成され、コースワークと研究指導が有機的なつながりを持って、博士の学位授与へと導く体制が整備され、学生が所属する大講座の教員全てがこの課程に関与する仕組みを構築したことである(図 1)。具体的には、コースワークを重視する立場から、「研究科共通科目」、「研究科交流科目」、「専門分野科目」、「論文研究等科目」の 4 科目区分を設置し、講義科目、演習科目、論文研究科目をバランスよく配置した。共通科目としては、現在、6 連合農学研究科で共同運営している SCS による共通ゼミナールを総合農学 I (日本語による講義)及び総合農学 II (英語による講義)として、生命環境農学分野の幅広い知識を付与することを目的とした。さらに、学生の英語プレゼンテーション能力の向上を目指す科目として、ネイティブの英語教員によるコミュニケーション演習を設置した。

研究交流科目は、2 年次後期に開講する科目で、博士論文研究の中間発表の場として位置づけ、これまでの蝸壺的な指導体制を打破するために、大講座に所属する教員及び学生が一同に介し、研究討議することを目的とした。

専門分野科目としては、それぞれの専攻分野における基盤的科目を配置し、専門分野における最新の研究動向が学べる体制を整えた。

論文研究等科目として、特別研究及び特別演習の 2 科目を配置した。特別研究では、専門分野に関連する実験を行い、得られた成果を既往の成果と対比しながら解析し、論文として取りまとめさせる。本研究科においては、各学生について、主指導教員 1 名と副指導教員 2 名及び指導教員を補助する教員 1 名の合計 4 名の指導教員を配置し、極めて濃密で効率的な研究指導体制をとっている。学生は、主指導

教員の属する大学に配置され、主指導教員、第一副指導教員及び指導教員を補助する教員のもとで研究指導を受けるが、随時他大学に属する第二副指導教員のもとで指導を受ける体制が整えられている。演習科目では、専門分野に関連する最新の研究論文を購読し、その内容に基づいた論議を通して、研究の取りまとめ法や新たな研究手法について修得させる。

国際的素養を涵養するために、研究科共通科目として、海外フィールド実習と海外短期集中コースを設置した。海外フィールド実習では、学生をアジア地域の姉妹校（ベトナム・カントー大学、インドネシア・ボゴール農科大学、タイ・チェラロンコン大学等）に2週間派遣し、現場での実習を通して、国際的視点から博士研究を遂行させる。また、海外短期集中コースでは、選抜された優秀な学生を姉妹校であるカリフォルニア大学デービス校に派遣し、関連分野の研究室に3ヶ月間滞在させるとともに、デービス校で開講している講義を履修させ、国際的な討論ができる素養を涵養する。

本学では、本年度「科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業」に採択され、キャリアパス支援センターが設置されている。キャリアパス支援センターでは、キャリアパスに関する多様なプログラムが準備されており、これらプログラムへの参加を通して、幅広い分野における社会活動を先導できる優れた人材の輩出が可能な体制も構築した。

優秀な学生をTA及びRAとして採用し、自立的な研究遂行や教育指導を行う機会を整備した。また、海外の国際会議で積極的に発表させるために、渡航援助制度を設けて、学生への支援体制を整備した。

### 3 おわりに

本プログラムの実施にあたっては、P(Plan)-D(Do)-C(Check)-A(Action)サイクルを駆使して恒常的に教育研究の改善、改革を図る仕組みを構築し、常に学生にとって魅力ある教育研究が提供できるよう努力したい。

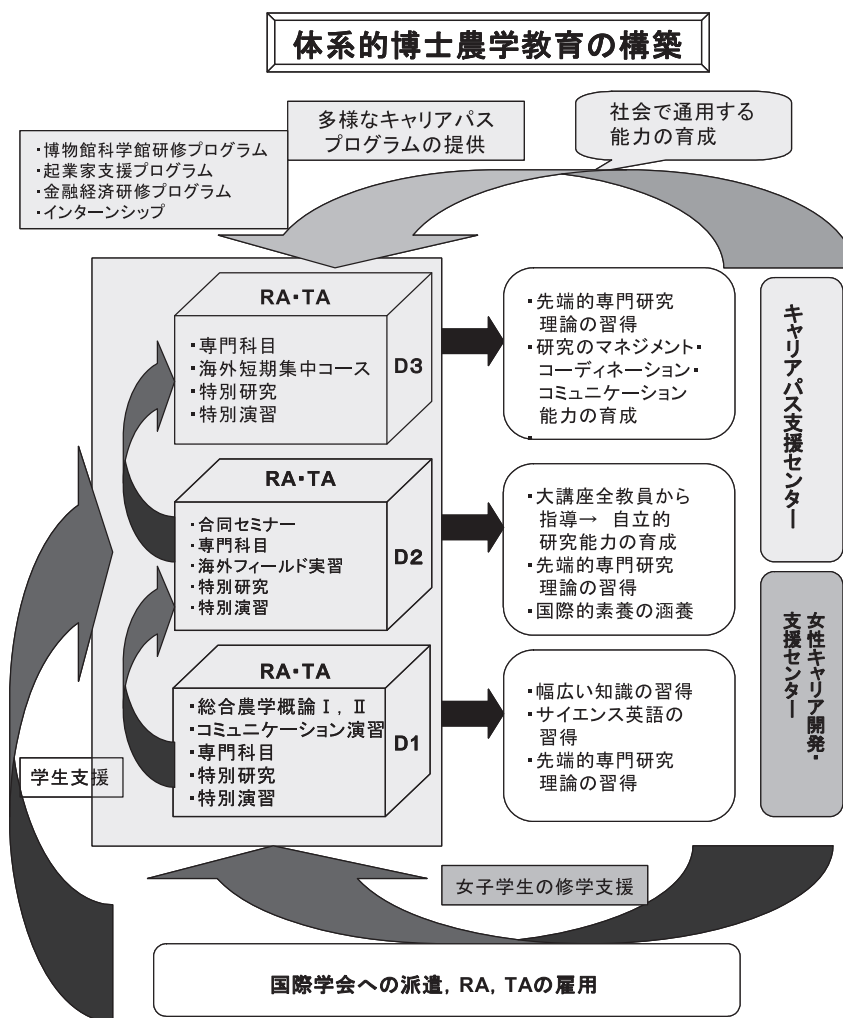


図1 プログラムの概要

# 部門活動報告



### 平成19年度 教育プログラム部門活動報告

月	日	運営委員会 専任教員会議・部門会議	シンポジウム・セミナー・ワークショップ等
4月	1日～7月21日		平成19年度前期放送大学 : 受講20名
	18日	第1回教育プログラム部門会議	
	20日～5月22日		平成19年度学内G P 募集
5月	23日		教育教養評議会: 教養教育改善のための検討
	24日		国立大学教養教育実施組織会議分科会
			国立大学教養教育実施組織事務協議会
	25日		国立大学教養教育実施組織会議全体会議
6月	2日～3日		TOE I C 試験実施
	9日～10日		大学教育学会第29回大会
	11日		平成19年度学内G P 審査
	14日	第2回教育プログラム部門会議	
	25日		平成19年度学内G P 成果報告会及び講演会
8月	23日		全国大学教育センター協議会 (広島大学)
10月	1日～1月20日		平成19年度後期放送大学 : 受講25名
11月	29日		多摩5大学シンポジウム「日米におけるTA制度と研修」
12月	10日	第3回教育プログラム部門会議	
	25日	TOE I C 試験実施検討WG	
1月	21日	第4回教育プログラム部門会議	
2月	8日		FDシンポジウム: 「化学プロジェクト」の報告
	18日	第5回教育プログラム部門会議	

### 平成19年度 アドミッション部門活動報告

月	日	運営委員会 専任教員会議・部門会議	シンポジウム・セミナー・ワークショップ等
4月	7日		進学EXP02007参加
	9日	第1回アドミッション部門会議	
	20日		「アルクネットワークセミナー2」(府中)
	25日		「アルクネットワークセミナー2」(小金井)
5月	17日		大学訪問(出雲高校)
6月	11日		大学訪問(八戸工業大学第二高校)
	13日		大学訪問(盛岡第四高校)
	21日		大学・短期大学進学相談会参加
7月	8日		国公立大学入試相談会参加
	21日		全国国公立・有名私大相談会2007in名古屋参加
	22日		全国国公立・有名私大相談会2007in大阪参加
	24日	第2回アドミッション部門会議	
9月	1日		大学フェア2007静岡会場参加
	25日	アドミッション部門勉強会	
	28日		AO入試調査(京都工芸繊維大学)
10月	1日		AO入試調査(広島大学)
12月	25日	第3回アドミッション部門会議	

平成19年度 教育評価・FD部門活動報告

月	日	運営委員会 専任教員会議・部門会議	シンポジウム・セミナー・ワークショップ等
4月	11日		前期TAセミナー：工326名、農109名
	19日		新任教員研修「大学を知る」（第一回）：本22名
	26日	教育評価・FD部門会議	
	27日		新任教員研修「大学を知る」（第二回）：本17名 出口調査実施（前年度分）：3件
5月	16日	教育評価・FD部門会議	
	24日		新任教員研修「教育力向上のために」（第一回）：本14名
	26日		八王子セミナーハウスFDセミナー参加
	30日		新任教員研修「教育力向上のために」（第二回）：本22名
6月	14日		リーフレット「TAと共に指導する その2」発行
	18～28日		BT受賞者公開授業に参加：7科目
	20日	教育評価・FD部門会議	
	25日		第6号ニュース速報発行
7月	2～24日		前学期授業アンケート：406科目19,816件
	25日	教育評価・FD部門会議	
	31日		連大FDセミナー：農137名
	31日	授業アンケートあり方検討WG	
8月	27日		後学期シラバス入力依頼の配布
	29日	授業アンケートあり方検討WG	
9月	18日		第7号ニュース速報発行
	21日	教育評価・FD部門会議	
	25日		eラーニングセミナー（初級）：農5名
	27日		eラーニングセミナー（初級）：工11名
	27日		eラーニングセミナー（中級）：工7名
10月	28日		後期TAセミナー：工34名
	1日		後期TAセミナー：農14名
	24日	教育評価・FD部門会議	
11月	26日	授業アンケートあり方検討WG	
	10日		八王子セミナーハウスFDセミナー（外部講師）：本部32名
	15日		全国大学教育センター等協議会参加
	21日	教育評価・FD部門会議	
12月	29日		多摩五大学シンポジウムTA活用セミナー（外部講師）：本部30名
	7日		大同工業大実践例の見学
	10～14日		eWeekセミナー：農10名
	17～21日		eWeekセミナー：工30名
	20日	教育評価・FD部門会議	
	25日		工学府技術職員研修会：工25名
1月	28日	授業アンケートあり方検討WG	
	4～7日		TAポートフォリオ参加
	11～2/1日		後学期授業アンケート：236科目13,091件
	11日		卒業時アンケート（1月配布希望分）
	16日		教授会ミニセミナー：工学府
	23日		話し方スキルアップ初級（外部講師）：工16名、農15名
	29日		話し方スキルアップ中級（外部講師）：工18名、農16名
2月	30日	教育評価・FD部門会議	
	6日		教授会ミニセミナー：BASE
	8日		FDシンポジウム：本部17名（外部講師）
	8日	授業アンケートあり方検討WG	
	13日		教授会ミニセミナー：農工学府
	15日		第8号ニュース速報発行
3月	26日	教育評価・FD部門会議	
	4日		前学期シラバス入力依頼の配布
	14日	教育評価・FD部門会議	
			卒業時アンケート（3月配布希望分） リーフレット「moodle（学習管理システム）入門編」発行（予定） 講義秘訣集発行（予定）

センター専任教員  
業 績 一 覧

1. 小笠原正明

2. 高等教育・化学, 教授

3. 研究活動

(1) 著書 (単著, 共著, 編著)

- ・ 小笠原正明, 阿部千春 (2007) 「天然アスファルトの利用と供給」『縄文時代の考古学6 ものづくりー道具製作の技術と組織ー』, 同成社, pp. 256-267

(2) 論文 (学術論文, その他の雑誌論文等)

- ・ 小笠原正明 (2008) 「「化学プロジェクト」のモデル授業」『東京農工大学 大学教育ジャーナル』, 第4号, 印刷中
- ・ K. Kato, A. Miyao, J. Ito, N. Soga and M. Ogasawara (2008) 「Search for origin of bitumen excavated from archaeological sites in the northernmost island in Japan by means of statistical analysis of FI-MS data」『*Archaeometry*』, 印刷中
- ・ 小笠原正明 (2007) 「研究大学における理系の基礎教育とティーチングアシスタントの役割」『名古屋高等教育研究』, 第7号, pp. 249-267
- ・ 小笠原正明, 細川敏幸, 西森敏之 (2007) 「コアカリキュラムに関するアンケート調査」『高等教育ジャーナルー高等教育と生涯学習ー』 (北海道大学高等教育機能開発総合センター紀要), 第15号, pp. 123-129
- ・ 小笠原正明 (2007) 「速報: 化学プロジェクト」, 『東京農工大学 大学教育ジャーナル』, 第3号, pp. 27-33

(3) その他著作物 (報告書・訳書)

- ・ 小笠原正明 (2008) 「書評: Paul C. Yates 著, 林 茂雄・馬場 涼訳『化学計算のための数学入門』」『現代化学』, 2月号, p. 68
- ・ 小笠原正明 (2007) 「巻頭言: 価値をめぐって」『大学教育学会誌』, 第29巻, 第2号, p. 1
- ・ 小笠原正明 (2007) 「シンポジウム1 「持続可能な社会と教養教育」を司会して」『大学教育学会誌』, 第29巻, 第2号, pp. 35-36
- ・ 小笠原正明 (2007) 『大学における初習理科の教育モデルと評価モデルの開発』平成16年～18年度科学研究費補助金 (基盤研究 (B)) 研究成果報告書
- ・ 小笠原正明 (2007) 「日常生活の上に成り立つ科学コミュニケーション」『楽しい理科授業』, 第492号, pp. 18-19
- ・ 小笠原正明 (2007) 「筑波大学が持つ教育資源について」『筑波フォーラム』第75号, pp. 84-87

(4) 学会発表

- ・ 小笠原正明 (2007) 基礎教育の改善と分野別FDの展開, シンポジウムII, 大学教育学会 2007年度課題研究集会要旨集, pp. 24-25

(5) 講演等 (FD講演会, 教授会ミニセミナーなど)

- ・ 「大学の教員になるということ」, 東京農工大学 2007年度新任教員研修会「大学を知る」(2007年4月)
- ・ 「コメント: 基礎教育プロジェクトの現況」, 東京農工大学平成18年度「教育改善支援プログラム (学内GP)」成果報告会及び講演会 (2007年6月)
- ・ 「博士課程のためのFDとは何か」, 連合農学FDセミナー (東京農工大学) (2007年7月)
- ・ 「FDの義務化への対応」, 東京農工大学職員研修 (2007年11月)
- ・ 「教育的見地からの技術職員の職責」, 東京農工大学工学府の技術職員を対象とした研修 (2007年12月)
- ・ 「「化学プロジェクト」の報告」, 東京農工大学FDシンポジウム「名古屋地域のFDコンソーシ



- アム形成に向けた取組—現状と課題」(2008年2月)
- ・ 「カリキュラム構造について」, 千葉大学第1回普遍教育シンポジウム(2007年3月)
  - ・ 「基調講演:これからの地域・臨床型リーダー養成を探る」, 平成18年度秋田大学特色G Pフォーラム(2007年3月)
  - ・ 「教育力向上のための学内体勢」, 2006年秋冬の高等教育セミナー「大学の教育力 第3回」(IDE大学協会)(2007年3月)
  - ・ 「話題提供2 カリキュラムの構造化と教育の組織化」, 第13回大学教育研究フォーラム(京都大学)(2007年3月9日)
  - ・ 「大学の基礎教育カリキュラムの再構築と授業開発—初習理科の教育モデルの開発」, 愛媛大学FD・SDセミナー(2007年6月)
  - ・ 「ファカルティーデベロップメントはなぜ必要か?—成績評価の問題を中心に—」, 東京女学館大学FD(2007年7月)
  - ・ 「学士課程におけるカリキュラム開発と単位制度実質化—北海道大学と東京農工大学における理系教育改革の経験から」, 大阪市立大学第14回教育改革シンポジウム:「大学院重点化時代の学士課程教育システムを考える—質の高い教育のためのカリキュラムマネジメントと単位制度実質化」報告(2007年8月)
  - ・ 「北海道大学の教育研修」, 神奈川工科大学教員研修準備会(2007年9月)
  - ・ 「第二世代のFDとティーチング・アシスタントの役割」, 平成19年度静岡大学夏期FD研修(2007年9月)
  - ・ 「カリキュラム開発とファカルティー・デベロップメント」, 第47回大学教員セミナー(八王子セミナーハウス)(2007年9月)
  - ・ 「連携型FDの課題と今後の展望」, 第4回全国大学コンソーシアム研究交流フォーラム:第5分科会「FDとSDの課題と展望について」(大学コンソーシアム京都)(2007年9月)
  - ・ 「FD義務化への対応」, 大学コンソーシアムひょうご神戸第2回FD・SDセミナー(2007年9月)
  - ・ 「連携型FDの課題と今後の展望」, 平成19年度公立大学学長会議(2007年10月)
  - ・ 「学士課程のカリキュラム開発とFD—戦略的な基礎教育プログラムの改革—理系を中心に」, 高等教育活性化シリーズ120(通算380回)「学士課程のコンセプトと教学運営」(地域科学研究会・高等教育情報センター)(2007年12月)
  - ・ 「アクティブラーニングは工学の基礎教育に使えるか?」, 平成19年度中国・四国工学教育協会大学教育部研究会(2007年12月)
  - ・ 「大学教育におけるTA活動の実態—大学院生のTA導入における課題—」, FD講演会(千葉大学看護学部)(2007年12月)
  - ・ 「FDの課題と展望」, 第4回FD推進委員会(早稲田大学)(2008年1月)
  - ・ 「UCバークレーとケンブリッジ大学の授業はどのように行われているか?」, 第4回ベンチマーキング・評価指標検討委員会(東京大学)(2008年1月)
  - ・ 「次世代のFDとPDCAサイクル」, 信州大学FD研修会(2008年2月)
  - ・ 「次世代のFDとPDCAサイクル」, 広島大学工学研究科特別講演会(2008年2月)
  - ・ 「特色G Pから何を学ぶか?」, 平成19年度大学教育改革プログラム合同フォーラム:パネルディスカッション「G P事業の成果と今後の展開」(文部科学省/(財)文教協会)(2008年2月)
  - ・ 「研究大学におけるティーチングアシスタントの役割」, 横浜国立大学FDシンポジウム(2008年3月)
  - ・ 「今あるFDを探せ!」, 2007年度第13回FDフォーラム「大学教育と社会—FD義務化を控えて—」(2008年3月)
  - ・ 「TAを巻き込んだ組織的FDの展開—大学院重点化を見据えて—」, 島根大学FD(2008年3月)

4. 教育活動
  - ・ 前期「化学」農学部
  - ・ 後期「化学」農学部
5. 学内活動（委員等）
  - ・ 大学教育委員会委員
  - ・ 大学教育センター運営委員会委員
    - ・ 同T A制度改善WG委員
  - ・ 教養協議会委員
    - ・ 同幹事会委員
    - ・ 同実施体制部会委員
    - ・ 同基礎教育部会主査
    - ・ 同教養教育部会委員
    - ・ 同協議会同部会英語教育検討WG委員
    - ・ 同第二外国語検討WG委員
    - ・ 同スポーツ・健康科学検討WG委員
6. 社会活動（学会等）
  - ・ 文部科学省大学設置・学校法人審議会特別委員（大学設置分科会）
  - ・ 特色ある大学教育支援プログラム（特色G P）実施委員会委員および小委員会委員
  - ・ 同総合評価部会及び審査部会委員
  - ・ 大学教育学会常任理事
  - ・ 北海道大学高等教育機能開発総合センター研究員
  - ・ 北海道大学総合博物館研究員
7. 獲得研究費
  - ・ なし
8. その他（他大学非常勤講師など）
  - ・ 筑波大学特任教授

1. 氏名：吉永契一郎
2. 専攻および職名：高等教育研究，准教授
3. 研究活動
  - (1) 著書（単著，共著，編著）  
なし
  - (2) 論文（学術論文，その他の雑誌論文等）  
吉永契一郎（2007）「アメリカ州立大学における入門物理」『大学の物理教育』，第13号，第1号，pp.58-62.  
吉永契一郎（2007）「東京農工大学卒業生の大学教育への評価」『大学教育ジャーナル』，第3号，pp.53-67.
  - (3) その他著作物（報告書・訳書）  
吉永契一郎（2007）「アメリカ州立大学における学科長職」『大学における初習理科の教育モデル開発』，pp.41-49.  
吉永契一郎（2007）『初年次教育ハンドブック』，丸善，pp.33-55.
  - (4) 学会発表  
なし
  - (5) 講演等（FD講演会，教授会ミニセミナーなど）  
「アメリカの大学院教育」文部科学省
4. 教育活動  
前期「共生持続社会学」農学府  
前期「比較文化論」工学部
5. 学内活動（委員等）  
大学教育委員会  
教養教育協議会  
国際センター運営委員
6. 社会活動（学会等）  
大学教育学会関東支部幹事  
大学教育学会年次大会実行委員  
金沢大学・大学教育開発・支援センター客員研究員  
特色ある大学教育支援プログラム・ペーパーレフリー
7. 獲得研究費  
「21世紀型アカデミック・プロフェッション構築の国際比較研究」（研究分担者，研究代表者有本章）
8. その他（他大学非常勤講師など）  
非常勤講師 国際基督教大学 秋学期「西欧高等教育の伝統」

1. 調 麻佐志

2. 科学技術計量学, 准教授

3. 研究活動

(2) 論文 (学術論文, その他の雑誌論文等)

調麻佐志 (2007) 「卒業生・修了生が東京農工大学の教育に求めるもの」, 『大学教育ジャーナル』第3号, pp.79-82

(3) その他著作物 (報告書・訳書)

後藤晃, 調麻佐志他 (2007) 『イノベーションの測定に向けた基礎的調査報告書』, 文部科学省 科学技術政策研究所.

(5) 講演等 (FD 講演会, 教授会ミニセミナーなど)

・「TAの仕事」東京農工大学TAセミナー (2007年5月)

・「ICTを利用した教育改善」, 東京農工大学工学部教授会 (2008年1月)、農学部教授会 (2008年2月)

・「教育改善を支援するICTの活用-SoTLに根ざした教員コミュニティの形成」, 東京農工大学総合情報メディアセンターシンポジウム「大学教育におけるICT活用」, pp.53-62 (2008年2月)

4. 教育活動

後期「科学技術論」「総合政策論」工学部

5. 学内活動 (委員等)

・全学自己点検評価小委員会

・工学府教育委員会オブザーバー

6. 社会活動 (学会等)

・科学技術社会論学会理事

・研究技術計画学会評議員

・計画行政学会理事

7. 獲得研究費

科研費基盤C「技術者のキャリアに基づいた技術倫理事例の体系化」(研究代表者)

8. その他 (他大学非常勤講師など)



## 編集方針・投稿規程

### 編集方針

大学教育についての、調査・研究・実践を全学で共有化し、教育改善を進めるための教育論文・報告・提言を掲載する。特に、東京農工大学における、具体的な課題の解決に向けた取り組みを重視する。また、大学教育センターの年間活動履歴も掲載する。

### 投稿規程

- ・発行は、年1回、3月とする。
- ・投稿資格は、東京農工大学教職員、学外者の場合は、原稿依頼者とする。
- ・編集委員会は、大学教育センター運営委員から選出する。
- ・毎年、10月に、投稿希望者を全学から募集すると同時に、編集会議を開く。
- ・投稿は、編集委員または編集委員会が推薦する者による査読を経た上で、掲載する。
- ・投稿者には、20部の抜き刷りを進呈する。

東京農工大学 大学教育ジャーナル 第4号

2008年3月

発行 東京農工大学 大学教育センター

編集 大学教育ジャーナル編集委員会