

## 大学院理工学研究科工学系・工学部 第6回 FD 研修会

大学院情報理工学研究科 第4回 FD 研修会

大学院社会理工学研究科 第4回 FD 研修会

大学院生命理工学研究科 第1回 FD 研修会

### 報告

## 創造性を育てる教育とは？

(編集担当：工学部教育委員会 FD 研修会 WG)

### 1. 研修会の概要

平成15年12月19, 20日, 海外職業訓練協会において一泊二日の日程で標記の工学系4研究科(工学部長三木千壽教授, 情報理工学研究科長瀧口克己教授, 社会理工学研究科長圓川隆夫教授, 生命理工学研究科大倉一郎教授)の合同FD(Faculty Development)研修会が開催された。今回は, 今年度2回目の研修会で, 生命理工学研究科からの参加があった。前回と同様, 工学部教育委員会の下にFD研修会WG(主査:阿部正紀)を作成して企画を行った。今回は, 特に「創造性を育てる教育とは?」をテーマとして企画された。53名の参加者(教官45名, 事務官8名)の他, 特別講師1名, 講師1名, Facilitators 1名の規模で実施した。

第一日は, 阿部委員長による研修会概要の説明, FD研修会の意義についての説明があった。次いで, 特別講師, 株式会社ハイコム(矢田光治氏)により, 「創造性を育てる教育—ベンチャービジネス体験を通して—」と題して特別講演があり, 矢田氏の経験からベンチャービジネスの経験, 新規開発技術, 創造方企業における人材教育についての解説がなされた。ベンチャービジネスの経験については, エレクトロニクス, コンピュータ, ネットワーク, 人工知能, マルチメディアなどの技術開発における経験を説明した後, 高高度飛行隊IT基地に対するプロジ

ェクトについて解説され, 興味深い内容であった。

今後の成層圏利用について, 国際的視点, ビジネス的視点, 点社会的視点から解説された。さらに, 企業における独創性について解説された。その後, 「デザインと創造性」と題して, 建築学科の塚本良晴助教授によって話題提供がなされた。東京における建築の特殊例についての調査活動と建築設計例についての報告とともに, 日頃感じられていることが披露された。

休憩の後, 藤井信夫教授により, 授業評価, 教官アンケート等の結果と「教師と学生」(発行所: IDE)にもとづいて, FD研修実施の必要性が訴えられた。また, 西片敦博助教授により, ワークショップAについて説明があった。

その後, 少人数のグループ毎に小会議室に分かれ2種類のワークショップ(ワークショップA:「教授法ワークショップ」, ワークショップB:「工学教育ワークショップ」)を実施した。グループごとに活発な討論が展開され, それぞれのワークショップの討論結果は2日目の全体会議で発表・討議され, 参加者全員が共有するものとなった。最後に参加者にFD修了証書が手渡された。以下にワークショップにおける研修内容を報告する(執筆者:各グループ討議の座長)。

## 2. 教授法ワークショップ

**(A1) Being Well Prepared**  
**Giving Lectures that are Easy to Outline**  
**Having an Interesting Style of Presentation**

徳田 雄洋

与えられたテーマは、十分な講義の準備、理解しやすい構造、興味深い提示法で、まず日頃行っている工夫の事例を報告して頂いた。

- ・ 3面ホワイトボードの教室でスライド画面に手書き加筆で講義を行っている。
- ・ 方式が発明された時代に戻り、イーサネット方式を学生に誘導付きで再発見させている。
- ・ 古今東西の建築の大量の写真を使い建築のとらえ方を語っている。
- ・ 基礎的で地味な科目に興味を持てるよう流体の物理的可視化装置も使っている。
- ・ こみ入った内容なので板書で授業後、講義内容などを進行と同期させてWeb公開している。
- ・ スライドで図表を多用し、詳しい参考文献説明も付けている。
- ・ 動機を高めるビジネスゲームを1チーム7、8名の数チームで行っている。

次に自由討論を行った。

- 1) 新入生の質が年々変化してきている。入学以前になんらかの基本的体験を持たない新入生が増えている。こういった学生たちの動機を高める授業が必要となっている。
- 2) 創作実習の重視からロボットコンテストなどが始まった。長年繰り返している創作重視のみでは不十分で、体系的な基礎知識の教育の重要性を強調したい。

全体として、各参加者の試みを聞いて、新鮮な発見があり、また「学生は単なる自己主張やその場の思いつきを創造と勘違いしている」という指摘も印象的であった。

(情報理工学研究科計算工学専攻 教授)

**(A2) Summarizing Major Points**  
**Identity What You Consider Important**

平井 秀一郎

本ワークショップでは、参加者が各自試みている講義の手法についての報告がなされた後、表記の課題を具体的にはどのようなテーマについて議論すればいいのか、ということを経験に話し合いをした結果、特に「学生のモチベーションをあげるために」というテーマに絞って議論を行うこととした。まず、講義をする立場から、「講義の趣旨を明確に伝える」ことが必要で、そのためには学問の理念と成り立ちを丁寧に解説することが肝要であること、また、学年により最適な授業形態があり、大学に入った当初にならう基礎科目は教授する内容が人によって異なることを極力おさえる内容の標準化が重要であると

ともに、大学の後半の応用科目では自ら問題を発見する力を養う項目を取り入れるなど学生の興味を積極的に喚起することが必要となるであろうとの議論があった。さらに、講義の組み立てるときに、学生にも達成度がわかる機会を与えること、また、学生の名前を覚えるなど学生とのコミュニケーションが重要であり、達成度についても、試験答案やレポート等にコメントをして返却することや、いい答案には誉めることなどをおしてコミュニケーションをはかる必要があるとの議論がなされた。

(理工学研究科機械宇宙学科 教授)

**(A3) Encourage Class Discussion****Invite Students to Share Their Knowledge and Experience****Invite Criticism of Your Own Ideas**

村上 碩哉

本ワークショップでは、初めに、各メンバから現在実施して効果の上がっている方法を紹介していただいた。それらは大変参考になるものであった。それをもとに以下の3項目について討論を行った。

## 1) 学生の注意を惹きつける手法：

- ①実際に目で見て、触れられる何かを示すことが有効であり、そのために、さまざまな小道具を用意する。
- ②クイズのような小テストを講義の前半に実施して学生の参加意欲を高め、また出席率の向上を図る。

## 2) 学生の集中力を持続させる手法：

- ①90分の講義の途中で短い休憩時間を入れる。
- ②90分の講義を週1回行うのではなく、45分の講義を週2回行うように他の科目と協力して

組み換える。

## 3) 学生を議論に参加させる手法：

- 学生にきちんと予習させることが大事であり、
- ①講義中に突然当てるなど緊張感を持たせるとともに、議論のきっかけとする。
  - ②講義の一部を学生に分担させる（全員に準備させて、当日指名する）。
  - ③学生同士のディベートを取り入れる。

なお、講義の人数や内容によっては議論が難しいものもあるが、事前配布のテキストにはクラスを小グループに分けて対応する工夫などが紹介されており、 세미나終了後各自で勉強することで、本ワークショップは終了した。

(理工学研究科機械物理工学専攻 教授)

**(A4) Knowing if the class is understanding****Having students apply concepts****Giving personal help to students**

西 敏夫

## 1. Knowing if the class is understanding you

- ・演習あるいはレポートの実施。
- ・レポート等では必ず各人の意見を書かせる。
- ・試験問題の一部に、自作自答を入れる。
- ・レポートを提出させ、チェックして返却、解説を行う。
- ・学生へ問いかけ、学生に「理解しているか」と聞いて手を挙げさせる。さらに質問できる雰囲気を作る。
- ・グループ発表をさせ質疑を行う。

## 2. Having students apply concepts

- ・レポートに各人が興味を持ったテーマについて書かせたり、今後の展開について書かせる。
- ・各人に個別の課題として、最新の異なる文献を与えて考えさせる。

- ・具体性のある問題を示してからモデル化された問題とし、結果によりセンスを養わせる。
- ・身の回りにある機器を例にとって興味を持たせる。

## 3. Giving personal help to students

- ・「ほめる」ことが重要。
- ・少人数の学生を教官1人がサポートとする。

## 4. その他

- ・試験に際し、自筆のカンニングペーパーの持ち込みだけを認める。試験後回収する。
- ・インターンシップを全学でサポートすべき。
- ・講義室の整備（プロジェクター、コンピュータ、LAN、チョーク、黒板消し etc.)
- ・デジタル化テキスト（CD、DVD）の開発、奨励。

(理工学研究科高分子工学科 教授)

**(A5) Motivate Students to Do Their Best Work**

—大塚 潔—

課題として与えられた英語のタイトルは、「学生にやる気を起こさせる動機付け」あるいは「最高の学習成果を上げさせるための誘導法」のどちらとも採ることが出来るが、前者が無ければ学生に最高の学習成績を上げさせられないことは明白である。どちらとも区別せず、意見交換を行った。

\* 学習成果を上げさせるために教員は何をすればよいか：

まず何と言っても、自分が教える学生の授業への準備状況、授業を理解するのに十分な知識と技能が備わっているかどうかを知る必要がある。多くの学生が、復習をしていない事を想定して、前回の講義の纏めと、今日の講義の目的を明快にする。授業の内容と社会とのつながり、社会への貢献度を十分理解させると、学生の授業への意欲が飛躍的に増す。そのためには、教員側の十分な授業の準備と、講義への情熱が不可欠である。

\* 学生への指示や働きかけ：

学問を学ぶには、忍耐と努力が必要なことを常に言い続けなければならない。単に講義を聴くだけでなく、手を動かさせることが必要。ノートを取らせる事により、内容を整理して理解するようになる。さらに、学生の理解度を判定するに、小

テストと演習をさせる。特に、講義後の質問用紙の配布と回収、講義で分かりにくかった部分や感想を書かせることは、シャイな学生の授業への参加も促し、次回の講義でこれを大いに役立てることが出来る。また、失敗は成功の基であることを理解させることも大切（特に学生実験）。他人の失敗から多くを学ぶ。

\* 学生の評価：

どれだけ考えているかを評価。小テスト、演習による評価。口頭発表による評価。互いに議論して、議論への参加の度合い、やる気、発表力を評価。

\* その他（1）：

高校での授業が知識偏重型になりすぎているが、大学の授業の異なるところは、考えることを中心になっていることを理解させる必要がある。あまり多くを教えないで、その学問の歴史、意義、論理展開を十分な時間をかけて理解させることにつとめる。

\* その他（2）：

講義室の設備の改善が必要である。縦長講義室の改造、パワーポイントプロジェクター設備の充実。課外調査等への予算措置

（理工学研究科有機・高分子物質専攻 教授）

**(A6) Give interesting and stimulating assignments****Give exams permitting students to show understanding****Keep students informed of their progress**

—中原 綱光—

概要：各自の教授法の特徴を紹介した後、自由討論し、その内容を課題に沿った以下の5項目に分類してまとめた。

(1) 宿題・課題・試験

- ・他の教科に影響しないように、課題の分量を少なくする。
- ・小テストは、理解型の問題は講義時間内に、発展型の問題は次回の講義に答案を回収する。
- ・具体的事例の演習問題を手計算でやらせる。
- ・結果をプレゼンさせて学生どうし互いに評価させる。

(2) 達成度のフィードバック

- ・学生とのコミュニケーションが重要。
- 例1：満点を与えることも一つのメッセージと

なりうる。

例2：小テストの答案にコメントする。

(3) 教科書

- ・自ら教科書を書くことによって教授内容が整理されるので、時間をつくって教科書を書くべきである。
- ・古典の教科書を使い続けるのは教師の怠慢である。
- ・教科書に新しい要素を入れるときに何を削るかは教員の責任である。
- ・分野によっては他人の書いた教科書で十分の場合もある。

(4) カリキュラム

- ・Minimal Essentials は学科の共通認識と教員個性のバランスが重要である。

- ・基礎科目を教えるのは若手とベテランのどちらが適切かという議論があり、少なくとも導入部はベテランのほうがよいという意見があった。
- ・基礎科目は2学期連続で開講する制度があってもよい。これにより合格点を厳しくできる。
- ・科目が多すぎる→実験の単位を費やした時間に対応すべき。

#### (5) 教授法

- ・Minimal Essentials の追及が肝要である。
- ・Web により予習情報を配信する。

- ・効率は悪いが、学問の発展段階（成立過程）をたどって教授する。
- ・教授の方向は具体から抽象へおこなう
- ・学生が質問しやすい環境を作る（例：当てる、自分の体験、名前を覚える）
- ・講義後の質問は次回の講義で繰り返し、全員に伝える

#### (6) その他

- ・教員の分業が必要かもしれない。
- （理工学研究科機械物理工学専攻 教授）

### 3. 創造性教育ワークショップ

#### (B1) 日本人の創造性

川島 一彦

小川浩平（化学工学科）、中原綱光（機械知能システム学科）、矢野哲司（無機材料工学科）、十代田朗（社会工学科）、武田行生（機械科学科）、益田研一（付属工業高校）、西方敦博（教育工学開発センター）に著者の8名で議論した。

日本人には創造性はないか？そんなことはない。しかし、これには歴史的な背景があるという点から、議論はスタートした。1543年種子島に鉄砲が伝来してからわずか半世紀の内に、我が国は当時世界最大の鉄砲保有国となった。この一事を見ても、当時の日本には強烈な技術吸収力と展開力があつたことがわかる。

自然科学分野における日本人の創造性が低いと一般に言われる日本人の性行に大きな影響を与えたのは、徳川幕藩体制のなかでゼロ成長社会が維持され、変革は悪と見なされたこと、また、明治の開国後とさらには第二次大戦後に追いつけ追い越せというスタイルの政策が採られたことにある。自主技術よりも手っ取り早く海外からの技術移転という政策では創造性は生まれにくい。クリエイティブな能力をはぐくむ環境はこれから造りあげていく段階であろう。

創造性はどのようにして生まれるかについても議論した。創造とは継続性の延長から生まれるもので

ある。既存の事実の新しい組み合わせからも生まれる点において、独創性とは性格を異にしている。このためには、他分野の人間との交流が重要である。戦前の理化学研究所が戦後の朝永振一郎博士のノーベル賞受賞に代表される数々の創造的研究の推進に大きな役割を果たした背景には、自由な議論をする雰囲気があつたからだという。

創造性を育てるためには何をすべきかが重要である。自分のなかに閉じこもらない環境、評価する力・意識・精神、交流しやすい環境等、いろいろな意見が出された。創造性を高めるためには、“人・モノ・カネ”が重要であるが、東工大ではこれらは十分であろうか？

失われた10年と言われるが、我が国は世界第二位のGDPを誇りながら、財政金融政策の失敗から科学技術振興に十分な政策をとれないままに、いま財政逼迫にあえいでいる。科学技術立国という道が今後の日本の繁栄を支える唯一の方策であることを認識し、自然科学・工学を支える研究教育環境のベースを上げることが日本人の創造性を高める重要な政策であるということで大筋の意見の一致を見た。

（理工学研究科土木工学専攻 教授）

#### (B2) 大学教育と創造性

竹添 秀夫

表記のテーマについて終わりのない議論を行った。創造性の最大の成果であるノーベル賞についてひとしきり議論があつたりした後、我々が最初に到達した合意点は「欧米型、個人主義型独創性を目指

すべきか？否」であつた。この研修会の後で読んだ養老孟司「バカの壁」の第三章『「個性を伸ばせ」という欺瞞』では「個性」、「自己」、「独創性」を尊重する風潮をあざやかに否定している。しかし、こ

の本自体、最近のベストセラーであり、波及効果の大きな「独創的な？」仕事であることは間違いない。

禅問答のような議論はさておき、ここでは通常の意味の「創造性」を大学でどのように教育できるだろうかに話を戻す。参考資料にあった当麻文献中に「真の独創性が必ず発揮できるような方法論などは存在し得ない。」との記述がある。結局のところ創造性を育てるためには余り周りからごちゃごちゃ言

わずに自由に考えさせるべきであるというのが一致した意見であった。しかし、そのような個性が育つためには日本社会がこのような人材を受け入れる度量を持たなければならないし、大学ではそのような学生を選び出す能力を教員が持たなければならない。最後は、こんなに雑用が多くては研究、教育に時間を割くことが不可能だと、毎度の嘆き節で幕となった。

(理工学研究科有機・高分子物質専攻 教授)

### (B3) 「創作教育と創造性」

柿本 雅明

まず、「創作教育→東工大における創作教育→ロボコン」という単純な思考過程から、学部レベルの創作教育を拾い出し、その意味を考えてみた。機械系学科や土木・建築学科では創作教育授業を取り入れ、それなりの結果が出ている。しかし、これは創造性を育むというよりは、専門教育へ興味を持たせ、数式が並ぶ難解な授業も最終的なモノ造りのステップであることを理解させるためと考えてよい。これらの創作教育授業が「材料を与えて何か造る」あるいは「何を材料にしてもかまわないからこのようなものを造る」式のものであるとすると、化学系学科や生物系学科ではかなり難しいものとなり、実質的にこれらの学科では機能していない。

一方、創作教育を大学院レベルで考えると、研究室での修士および博士過程の実験が主たるものとなる。ここで創造性が発揮されるような指導の結果、

学生が持つべき望ましい感覚としては、1) 既成概念に捕らわれず非常識が容認できる、2) 失敗を恐れず失敗は良い経験と受け止める、3) 参考文献を読みすぎて自分で新しいものを生み出せないようにならない、等、以上、突き詰めれば何が創造性か理解できているということになる。ただし、これを20才過ぎの学生に教育することは至難の技であり、結局小中学生からの教育、特に数学と哲学をこの時期から勉強させることが重要であるということになった。

最後に、「学生に創造性を生かしたベンチャーにチャレンジせよ」という前に、東工大の教員がどんどんベンチャーに打って出なくては示しがない、この状況で学生にベンチャーを強要するのは無理ではないかという結論にも至った。

(理工学研究科有機・高分子物質専攻 教授)

### (B4) 工学的創造性と美的創造性

宮内 敏雄

本ワークショップでは、工学的創造性と美的創造性についての検討を行った。参加メンバーは徳田雄洋、大塚潔、圓川隆夫、宗片比呂夫、猪原健弘、広川二郎、長谷川修の各先生と座長を勤めさせて頂いた宮内の計8名であった。

はじめに配布資料に基づいて議論を進めたが、本学名誉教授当麻喜弘先生の「非創造に関する12章」(真の独創性を阻害するファクタ)には賛同する意見が多かった。今回頂いたテーマ内、美的創造性については捉え方が難しく、工学的創造性と美的創造性をどう捉えるかが問題となった。便宜的に創造性を「美術的」創造性、「自然科学的」な美的創造性、「工学的」創造性の3つに分類して議論を進めることとした。「美術的」創造性に関しては「工学的」

創造性を育む上で必要なものであることから、本学においても「美術的」創造性を育む教育環境の整備が必要であり、そのためには学生や教員が絵画、彫刻、音楽などに直接親しむ機会を増やす必要があるとの意見が多かった。

数学理論の美しさ、物理理論の美しさ、物理現象の美しさ、化学構造の美しさなど整合性に基づく美しさに関する「自然科学的」な美的創造性は必ずしも工学的・実用的な価値と直接結び付くものではないが、数十年後に工学と結びつき、実用化されて「大発明」となる可能性があるため、大切にしなければならないこと、そのためには独創や創造の邪魔をしないことが肝要であるとの意見が多かった。すなわち教え過ぎたり、多くの文献を読ませることに

より創造性のある学生を潰すことのないように、静かで自由な時間を与えること、学生を持つ新しいものの方を見方を尊重することが必要であるとの指摘がなされた。

「工学的」創造性に関しては実用につながる発明・発見を見逃さない能力が必要であり、基礎的な知識・能力に加えて異分野・異文化・社会に関する知識が必要であるとの意見が大勢を占めた。また、優秀な学生に対しては単位履修や研究の自由度を増した方が良いとの指摘もなされた。また、教員の「工

学的」創造性を育む工夫も必要であり、助手・助教授などの若手教員の学生指導の負担を減らすこと、若手教員に長期的視野に立って研究するよう勧めること、研究資金面でのサポート体制を作る必要があることなどが指摘された。

結論として、本学の学生は十分な能力を有しているため、異分野との交流を図りながら自由にやらせることが肝要との共通認識が得られた。

(理工学研究科機械宇宙システム専攻 教授)

### (B5) 個人の創造性とグループの創造性

三平 満司

本グループでの最初の議論は「創造性とは何か」であった。これについては「独創性：偶然の創造性」と「創造性：必然の創造性」が大枠として示された。前者は新しいアイデアの発想であり、後者は与えられた目標を実現する時の工夫に当たるものである。例えばロボットを漫画で描くことは前者であり、そのようなロボットを実現するのは後者である。

個人の創造性とはこれらの一断面と考えることができるであろうことに異論は無かった。しかし、グループの創造性については、両者の融合とともに「リーダーシップをとる人材（創造性と価値を見出し、周囲を説得できる人材）」の重要性が指摘された。

さらに議論は創造性の育成方法にすすんでいっ

た。人は教育されなくても興味あることに対しては創造性を発揮する。しかし、基礎学力や経験が乏しければその創造性には限界がある。個人の創造性の育成としては東工大で従来評価されてきた創造性教育以上に「基礎教育の充実」や「異文化交流（学内他分野の学生同士や教官との交流を含む）による幅広い経験を実現する場の提供」が必要であろうとの意見が強かった。

グループの創造性育成のひとつのかたちとしてはベンチャーの育成が考えられる。そのためにベンチャーへの出資を積極的に行う方法として、その1%が成功し還元するだけで成り立つような「ベンチャー資金援助計画」なども議論された。

(理工学研究科機械制御システム専攻 教授)

## 4. おわりに

工学部、情報理工学研究科、社会理工学研究科、附属高校に加えて今回から生命理工学研究科を加わり、合同FD研修会は宿泊研修形式で実施した。今回も初日の深夜遅くまで議論が絶えず、また翌日の全体会議でも質疑応答は活発であった。また、学部・研究科合同で開催する本FD研修会は教官相互の交流の場としても非常に意義深いものである。

研修会終了時に参加者から「FD研修会に対する評価」アンケート調査票を提出戴いているが、参加者の多くは、好意的な回答をしており研修目的に叶った運営ができたと判断している。工学部では通算6回FD研修会を実施し、今後の研修会を充実させるためには未参加教官の協力が必要である。本報告書は、ワークショップの座長を勤められた先生方に忙しいスケジュールの中ご執筆戴き編集した。研修会は、準備段階から事後整理段階までの詳細に亘り、

青木宣男事務長を始めとする工学系等事務部の熱意、ご協力のもとに運営された。各位に深く謝意を表す。

(教育委員会FD研修会WG：◎阿部正紀，○藤井修二，山中一郎，蜂谷豊彦，植松友彦，西方敦博，手塚育志，日下部治，◎委員長，○副委員長)