

材料プロセス工学科における創成型授業科目 への取り組み

臼杵 年・大谷 忠・加藤 定信・黒谷 靖雄・中井 毅尚・吉延 匡弘
吉原 浩・片山 裕之
島根大学総合理工学部材料プロセス工学科

Approach of Natural Resources Process Engineering on Engineering Design Subject

Hiroshi USUKI, Tadashi OHTANI, Sadanobu KATO, Yasuo KUROTANI, Takahisa NAKAI,
Masahiro YOSHINOBU, Hiroshi YOSHIHARA and Hiroyuki KATAYAMA
Dept. of Natural Resources Process Engineering, Faculty of Science and Engineering, Shimane University

Abstract

The executing of the engineering design subject of the education of the technique of the problem finding and the problem solving, the experiencing the active group works, the training of the presentation ability, the training of the problem solving abilities, and the training of creations was attempted. The satisfying educational results were able to be obtained though some problems had been found out. Moreover, giving some themes as the key word adopted as a technique by which student's interest was roused effectively contributed to the improvement of an educational effect. The systems to continue the improvement effort of the content, and for the content treated by this subject to educate continuously are important in the future.

キーワード：エンジニアリング・デザイン，問題解決手法，プレゼンテーション法，チームワーク

1. はじめに

昨今，さまざまな教育改革の中で，創造性・独創性を養成するための教育が社会要請として求められ，初等教育から大学に至るまで，種々の取り組みがなされている．ここで創造性・独創性とは何か．創造・独創とは，新しさとそのことに価値を有していなければならない．そしてそれらが大きいほど創造性・独創性が高いと評価される¹⁾．そのためには，ある事例に対して，その理想形に対する問題点（欠陥または価値の欠如）を見出し，それに対して解決策を講じる必要がある¹⁾．逆に見れば，問題点の抽出は理想形の把握に繋がる．したがって，創造性・独創性の養成は，この理想形（価値判断の尺度）をどのように高く，キャパシティの大きなイメージとして描けるかの能力養成と同時に問題解決能力の養成にほかならないと考えられる．

一方，大学審議会や大学評価機構などから求められている教育改革の中で，課題探求・問題解決能力の養成，情報リテラシーなどは，工科系の技術者教育プログラム（JABEE）で

いう創成科目と同一のものである。創成科目とは、①ものづくり創成（具体的なものを製作する）、②論理創成（論理課題に対して論理展開をする、論理能力・文章能力）、③集団創成（集団でコミュニケーションと力を終結するスキルを学ぶ）、④ソフト創成（コンピュータソフトの作成・発表・展示）、⑤体験型創成（インターンシップ）に分類される²⁾。そして、これからの工学系教育に必要不可欠なものとして各大学ともこれらの内容を導入した科目を積極的に取り入れ、それぞれ工夫を凝らした内容で取り組んでいるのが現状である³⁾。

ところで、材料プロセス工学科においては、平成12年度入学生から対象としたカリキュラム改正を行った。またこれと同時期に教養教育の改正も行われ、基礎教育科目に導入教育的性格を持たせた大学基礎教養セミナー（1単位）が新たに設置された。そこで、当学科では大学基礎教養セミナーをカリキュラムに取り入れ、導入教育と課題探求・問題解決能力、プレゼンテーション能力養成を含む創成型科目として材料プロセス工学セミナーを新設した。以下、本セミナーの実施を通して得られた本学科の創成型科目への取り組みについて報告する。

2. 課題探求・問題解決型授業科目の概要

2.1 授業目的とねらい

本セミナーの授業目的は、シラバスに記載したように、将来就職するであろう企業等での研究開発的仕事、現状分析、問題点の抽出、開発目標の設定、チーム形成、問題解決のための作業、成果のプレゼンテーション、実用化推進という手順で進められることから、大学で勉学したことを実際の場に生かすために必要なこれら一連の基本的能力を、身近なテーマについてグループでの演習を通じて養うこととした。そして、これらの演習を進める経過の中で、大学教育を受けていくに必要な基礎導入教育（手段・方法論の教育）も同時に行うように配慮した。

また以下の項目（ねらい）を満足するように内容を構築することに心がけた。

- 1) 学生の自主性（グループ形成も含め）を尊重する。
- 2) 学生の興味、勉学意欲を喚起し、教育効果を向上させる。
- 3) 大学でこれから学んでゆくことへの意義、動機づけを行い、目的意識を目覚めさせる。
- 4) テーマの遂行の過程で、トライ&エラー（失敗）を経験させ、そこからグループ内で協力して改善策等を模索し、何らかの結果に到達させる。
- 5) グループ活動を原則とし、各自が役割分担して課題を遂行する。

本セミナーにおいては、大卒のテーマ設定を行った。当初、テーマ設定を自由設定にする案も検討したが、他大学の情報や学生へのアンケートなどから、テーマ設定に要する時間がかなり必要で、1科目の時間内でいくつかの内容を実施するには、時間的に難しいと判断し、キーワードとなり得るテーマを与えることとした。また、このテーマは、単に手法・方法論といった導入教育を通り一遍に受けるよりも、学生自身が興味を持った状況でその一連の内容として受ける方がより高い教育効果を上げられるという判断から便宜的に設けたもの

であり、2)及び3)を狙って採った手法である。そして、具体的なテーマ設定は、学生グループの自由設定とした。

2.2 授業内容

図1にシラバスに掲載した授業内容を示す。また図2に授業の流れを示す。学生は、本セミナーを受講すると2つのテーマをこなすことになる。授業は、まず全体的な説明の後、遂行する大枠テーマの希望調査を学生に対して行った。この際、受講学生の人数の関係から半分に分け、また大枠のテーマもA群とB群に便宜上分けて選択させた。そして1回目と2回目はA, B群を入れ替えて選択させた。なお、テーマ選択に当たっては、学生の自

受講生は、与えられたヒントを基に、具体的なテーマを設定するとともにチーム形成をします。そして各チームごとにチームとしての課題設定、計画策定、役割分担などを決めて、各人が課題解決のための作業を行います。最後に、チームで成果をまとめて発表（口頭）してもらいます。テーマは2つ体験してもらいます。具体的な予定は、次の通りです。

1. セミナー概要説明、研究分野紹介
2. 具体的なテーマ設定, チーム形成 (第1回目)
3. テーマ1
4. "
5. "
6. "
7. "
8. 第1回成果発表会
9. 具体的なテーマ設定, チーム形成 (第2回目)
10. テーマ2
11. "
12. "
13. "
14. "
15. 第2回成果発表会

図1 シラバスに掲載した材料プロセス工学セミナーの内容

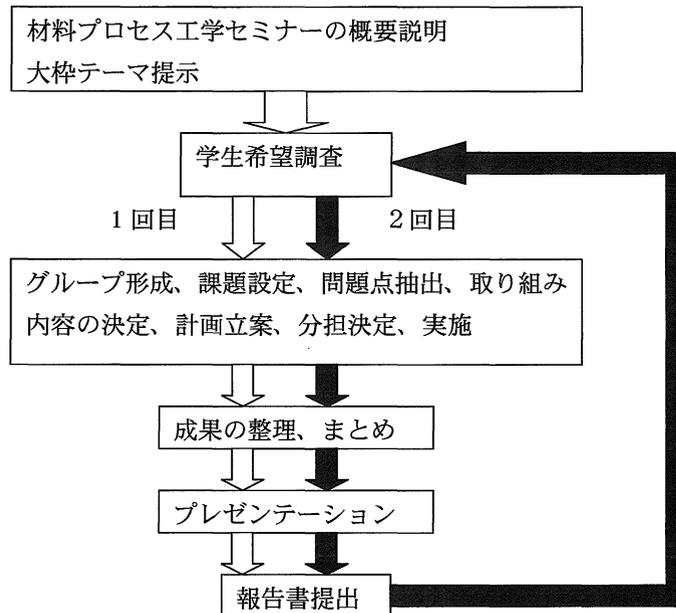


図2 セミナーの流れ

由選択を原則とし、人数的な制約がある場合に限り学生の希望に従った弱い調整を行ったが、基本的姿勢は、学生の意思を尊重する（学生の興味の高い、モチベーションの高い内容をやらせる）ことを旨とした。それぞれのテーマ選択が終わると、それぞれのテーマごとに最低2名以上のグループを形成させ、そのグループ内で議論させて具体的なグループとしてのテーマを設定させた。具体的テーマが決定すると、学生グループ内で課題の抽出、課題にどのような切り口から取り組むか、取り組みの計画立案などを議論し、決定させた。なお、この段階を含めて教官サイドからある方向付けを行うことは避け、原則としてグループの意思決定は、学生に委ねた。ただし、KJ法やブレインストーミング法など問題解決に有用な手法は、必要に応じて享受した。また原則として、グループに1名のTAをつけ、グループの活動をサポートさせた。そして4週の活動の後、5週目にまとめた成果をグループごとにプレゼンテーションさせた。また学生個々には、報告書の提出を義務付けた。1つ目のテーマ終了後、1回目と同様に学生の希望調査を行い、新しくグループ形成をさせて、同様のスケジュールで2つ目のテーマに取り組ませた。

2.3 実施事例

図3に大枠テーマとして学生に提示したものを示す。このテーマは、専門教育との関連付けを意識したものではなく、前述したように学生の興味、モチベーションを高め、高い教育効果を得るための手段として便宜的に与えたものである。テーマの種類としては、ものづ

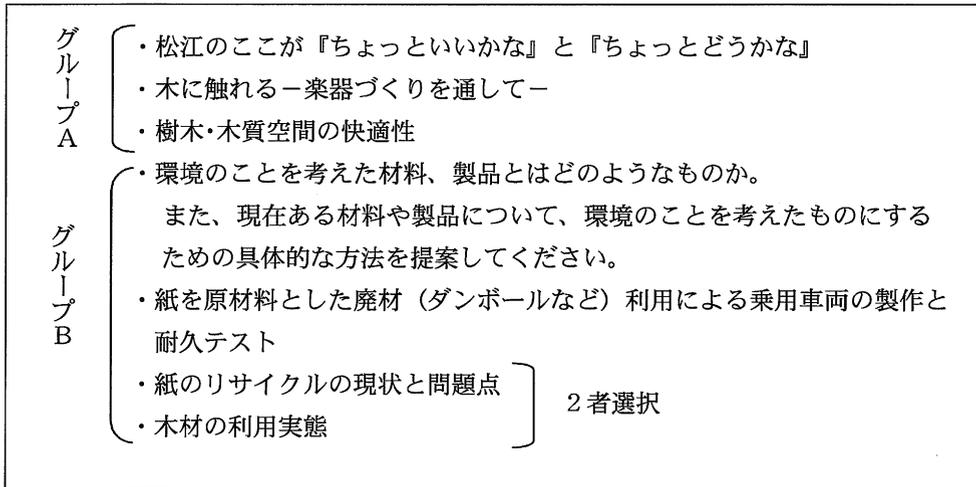


図3 提示した大枠のテーマ群

くりに関するもの、情報等を調査・収集して目的とする答えを導き出すもの、アイデア等を出し合い改善策を導き出すものなどを提示した。テーマの選択にあたっては、学生の興味、関心のあるものをはほぼ自由選択させたので、比較的スムーズに行うことができた。グループ分け後、学生は各テーマをお世話いただく各教官のもとでグループ形成、具体的なテーマ設定を行い、学生の自主的な取り組みを中心にして活動を行った。なお、学生の自主的活動を促すために教官の関与は必要最小限（助言程度）することを申し合わせ、またTAを積極的に活用することとした。以下に、ある実施例の内容を示す。

テーマ：松江のここが『ちょっといいかな』と『ちょっとどうかな』

企画の概要

建築を学ぶ者にとって、一つ一つの建築空間をどう設計するかは勿論重要ですが、それだけでなく、「周囲との調和や「まちとの相互関係」というまちづくりの視点から建築空間を考えることが重要です。いずれもその第一歩は、普段何気なく見ているものを、視点を定めて注意深く見ることです。そして、自分自身で「これは良い、これは好き」、逆に「これはダメ、これはイヤ」というような判断を重ねていくことです。さらに、「何故良いのか?」、「何故ダメなのか?」の判断に至った構造が明らかになれば、新たな『良いもの』を考えることにつながっていきます。

まず、松江のまちを実際に歩き、各自が『ちょっといいかな』と『ちょっとどうかな』というシーンを写真に撮りましょう、それを題材に、『雰囲気がある〇〇』『趣きがある〇〇』、『安心できる〇〇』、『活気がある〇〇』、『〇〇らしさ』などについて、皆で考え

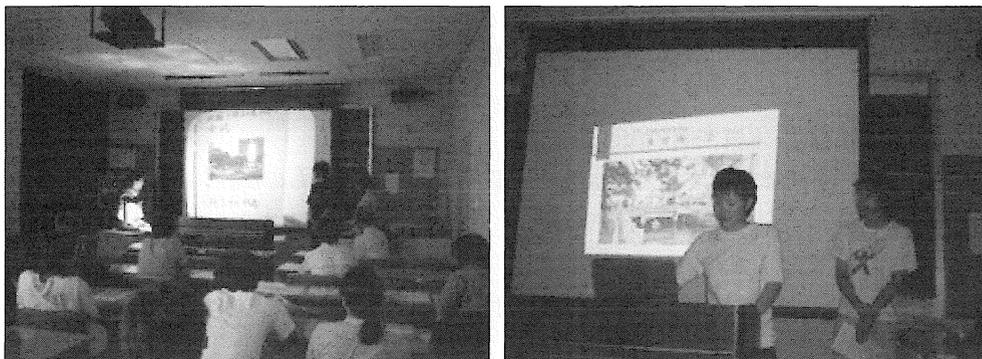


図4 プレゼンテーションの様子

てみましょう。

学生を3グループに分け、グループごとに対象テーマを議論させ、各自にカメラを持たせ、松江市内の写真をテーマに従って撮影させる。その写真を持ち寄り、整理、議論、次の方向性などをグループで議論させ、チームごとに発売させた。そしてKJ法等を用いて最終的データの分類、整理を行わせ、成果の最終プレゼンテーションを行わせた。

図4は、最終プレゼンテーションの様相である。計2回のプレゼンテーションを行わせたが、当然のことながら1回目の反省点や他グループの発表を参考に2回目では修正がなされ、1回目よりも格段の改善がなされていた。複数回の発表を行わせる効果と考えられる。なお、このプレゼンテーションでは、学生による相互評価を取り入れ、1)発表の資料等がわかりやすいか、2)発表内容が理解しやすいようにまとめられ、構成が適切か、などを評価ポイントとして教官の評価と合算して評価した。この相互評価を取り入れたことにより、他グループの発表の良い点、悪い点を注意して把握でき、2回目の発表に活かされたと推察できる。また発表形態について、1回目では模造紙を使用させたが、2回目では他人に発表内容を理解してもらうのに効果的な方法を工夫するように指示したところ、大多数のグループは、OHPで発表用資料を作成し、中には写真にあるようにプレゼンテーション用ソフトを使用するグループもあった。

図5は、ものづくりをテーマとした課題に取り組んだグループの1例である。強度的に弱いダンボール素材を使って、人1人が乗って動かして壊れない、また曲がることのできる車を作るというものである。材料が出来合いのキットではないので、必要とする構造をどのように工夫して作るのか、また十分な強度が素材にないのに、壊れないようにするためにはどのような構造にすればよいかなどアイデアを出し合って協力して自由に作成する課題である。またこのテーマのもう1つの狙いは、トライ&エラー、失敗を経験させ、そこから



図5 製作した車の試乗風景

問題点の発見、改善策を見出す手法を経験させることにある。そのために強度的に弱い素材を選択した。特に指導したわけではないが、荷重計算を行ったグループもあった。

図6は、セミナー終了時に学科独自に行った学生授業アンケートの集計結果である。集計結果を見ると、本セミナーの授業スタイルは、従来の授業と異なり（教わるのではなく、自ら考え、学ぶ）、学生側、教官側に戸惑いがあったにも拘らず、おおむね良い評価が得られている。本セミナーに盛り込んだグループ活動による協調性の養成、プレゼンテーション能力の養成、問題解決能力の養成、創造性の養成といった項目（設問(8)～(11)）については、7～8割の学生が良い評価を与えている。また大枠テーマを設定した理由の1つである興味を持った状態で教育効果を上げるという点についても72%の学生が興味を持って課題に取り組んだと回答している（設問(9)）。一方、具体的課題設定、取り組み計画の立案が容易にできたかという設問に対しては、できたと回答した者は49.8%と比較的低い。これは、学生がこのようなスタイルに慣れていないこと、学生の持つ情報量が少ないことなど様々な要因が考えられるであろうが、限られた非常に短い時間でこのような授業を行う場合、本セミナーで提示したキーワードとしての大枠テーマの設定は、正しい選択であったと考えられる。授業について総合的に満足しているとする学生が62%（設問(10)）と、初めて実施した授業で、しかも改善の必要もある中で好評価であると判断する。

以下に、アンケートの設問以外に学生から得られた意見、感想を列記しておく。

- 1) ものごとの見方を変え、注意してみるとことによって、多くの発見があった。
- 2) 協力して問題解決を行う方法を学ぶことができた。
- 3) 同じチームの中で意見を出し合って、1つのものを作り上げる楽しさが実感できた。
- 4) 自分で研究材料を探していくことの難しさを学んだ。
- 5) 他の人にわかりやすいプレゼンテーションの必要性を学んだ。
- 6) 広い視野に立ち、他の人の意見を尊重し、話し合うことの必要性を学んだ。
- 7) 数人でテーマを決めて、話し合いを重ね、一つのことを成し遂げるという点で、勉強になった。

- 8) 習うのではなく、自分たちで学ぶという環境が新鮮に思えた。
- 9) プレゼンテーションの内容だけでなく、その態度が大切だと実感した。
- 10) 発表の時間制限や方法など曖昧な部分があり、戸惑うことが多くあった。
- 11) 暇な1年生の時に、このセミナーがあったらよかった。
- 12) 2つのテーマでなく、1つのテーマに取り組めば、いろいろ試してより良いものになってきた。
- 13) 時間外の活動が多く、2年次の授業の多いときには厳しい。
- 14) 楽しくできた。

3. 改善点および今後の課題点

導入教育的創成型科目として導入した材料プロセス工学セミナーを実施して、手法・方法論の教育、グループ活動による協調性の養成、プレゼンテーション能力の養成、問題解決能力の養成、創造性の養成といった内容は、おおむね達成できたと考えられる。また同じ内容でも興味の有無により取り組み方の姿勢が異なってきて、自ずとその教育効果も異なる。興味を持たせる手段として採った本セミナーのやり方は、学生の感想等を見る限り、教育効果の向上に大きく貢献したと考えられる。しかし、課題点もいくつか浮かび上がってきた。

- 1) 1科目の中で、2テーマに取り組ませるのは、時間的制約から非常にタイトである。

時間外活動が多いという感想とも関係するが、決められた授業時間枠だけではこのような課題探求型の演習を行うのは難しい。学外調査やさまざまな作業など授業時間外に行うこともあり、1単位45時間という時間をフルに使用することもないと想定して授業を計画した。しかし、2テーマに取り組ませると短い期間で成果を出す必要性から（実際には、成果よりもその過程に重きを置いた）、当初の狙いであったトライ&エラーを経験させるという時間的余裕がなかったものが多かった。異なる内容に取り組ませることが2テーマとした理由であったが、授業目的、狙いを十分に達成するためには、1テーマにじっくりと取り組ませることも必要かもしれない。このような科目を1年次と2年次に2科目程度設け、内容の再構築も含めて検討する必要があると思われる。（単に時間をかけただけでは意味がない。）その場合には、時間が非常に必要かもしれないが、テーマを学生自身に完全に自由に決めさせることも試みても良いかもしれない。

- 2) 説明が十分にできなかったために、取り組み方（学生の自主的取り組みという方針）の理解に学生と教官側で温度差を生じた。

大半の学生は理解できていたと思われるが、中には自主的取り組みを主体に授業を運営するとした姿勢を十分に理解していない者もいた。賛否両論あるかもしれないが、教官側は学生を見守るというスタンスに立ち、取り組みに対する相談、助言は行いが、大きく逸脱しない限り、強制的な指導は極力行わないようにし、学生とべったり接するのではなく（その役目は、TAに持たせた。）、学生の自主性を尊重するために、ある程度距離をおいて接するようにした。授業運営上のトラブルとも成り得るので、次年度からは、この点に注意を払って説明を的確にする必要がある。

3) TA (大学院学生) への教育, 指導

学生への細かな対応は, TA によるところが大きかった. 初年度は, 各担当教官に TA の指導をお願いした. 学生アンケート結果 (図6 設問(18)) から, 61%の学生は, 何等かの形でTAの指導は適切であったと回答しているが, 適切でなかったとする者も少なからずいることから, TAの指導にレベル差があったことが伺える. (ある程度予想された結果であ

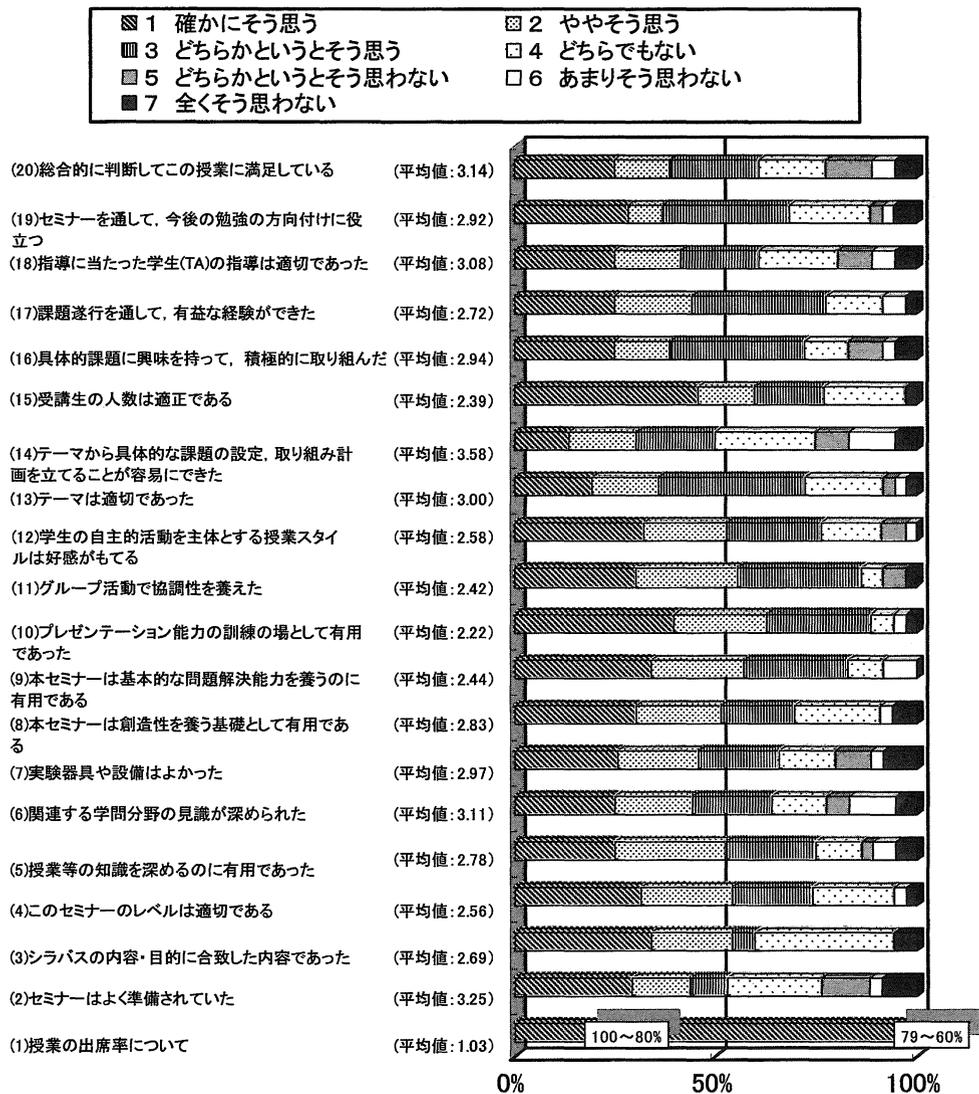


図6 授業評価アンケートの集計結果

る。)指導に当たる大学院の学生の授業に対する意識，理解の統一を図る目的で，事前の説明会等の実施が必要と思われる。

4) 授業の準備状況について

授業評価でもあまり良い評価を受けていない。(図6 設問(2)良いとする者49.8%) 授業を開講するにあたり，資料や情報等を収集して検討を行ったが，教官側もこのようなスタイルの授業の経験がなく，授業内容については試行と改善を進め，ノウハウの蓄積を行っていくスタンスしか当面採りようがなかった。実際，1回目と2回目で修正を行ったところもあった。したがって，反省点を抽出して可能な限り改善を行って，より教育効果の高いものにするよう努力を継続していかねばならない。

5) プレゼンテーションのルールの確立

今回のセミナーのプレゼンテーションは，ルールを曖昧な状態で行ったことは反省すべき点である。特に発表時間については意見が分かれるかもしれないが，限られた時間内に要点を的確に伝え，全体の流れを構成することもプレゼンテーション能力の大きな要素の1つと考えられる。

以上，材料プロセス工学セミナーを実施して得られた意見を基に，改善が必要と考えられる点について記述した。これらの改善を行う努力を行っていき，より教育効果の高い授業となるようにしていきたい。

4. ま と め

問題発見，問題解決の手法・方法論の教育，グループ活動による協調性の養成，プレゼンテーション能力の養成，問題解決能力の養成，創造性の養成といった現在の高等教育に求められている創成型科目の内容を盛り込んだ演習科目(材料プロセス工学セミナー)を実施し，当初の目的を十分とは言えないまでもおおむね満足できる教育効果が得られた。また学生の興味を喚起する手法として採ったキーワードとしてのテーマ設定は，有効に教育効果の向上に寄与した。ただし，開講初年度の授業であるため，試行的要素もあり，改善すべき点も見えてきた。今後，より良い授業内容とするために，改善努力を続けていくとともに，本授業で扱った内容は単に単発の授業として終わったのでは教育的意味を失ってしまう。したがって，学生の学年進行に合わせて継続的に教育していく体制が必要と思われる。

参 考 文 献

- 1) 花田桂一；もの作りは創造性を育むか——一般創造学の立場から，2000年度精密工学会春季大会講演論文集，383, 2000
- 2) ㈱日本工学教育協会；シンポジウム「技術者教育認定制度について」，2000
- 3) たとえば 西 誠，中島 円，久保猛志；金沢工業大学における新しい工学実験の取り組み(第7報)—実験におけるポスターセッションの意義と教育的効果—，2000年度精密工学会春季大会講演論文集，382, 2000