

問題発見・解決手法を取り入れた 工学教育の試み

——エコマテリアル工学分野における実施例——

片山 裕之¹⁾・上原 徹¹⁾・北村 寿宏²⁾・谷 和親³⁾

¹⁾島根大学総合理工学部材料プロセス工学科

²⁾島根大学地域共同研究センター

³⁾島根大学地域共同研究センター客員教授

Trial of Education on Engineering with Skills of Problem Finding and Solving

Hiroyuki Katayama, Tohru Uehara, Toshihiro Kitamura and Kazumi Tani

Abstract

In eco-material engineering (environment conscious engineering on material and processing), it is necessary to present the practical solution to the problem which is not distinct and has plural solutions. To increase the educational effect in this field, introduction of skills of problem finding, solution finding and solving, that is, KJ method, brain storming and debate were tried and various effects were observed in catching the essence of collected information, combining them to unique concept and idea, presenting logically and judging democratically. At the same time, they are useful in experiencing active group work.

キーワード：問題解決法，環境配慮，技術倫理，KJ法，BS法，ディベート法

1. エコマテリアル工学分野の教育の狙いとその課題

エコマテリアル工学は、製品の機能向上と製造コスト低下に着眼し発展してきたこれまでの物質文明に、環境配慮という視点を加えて、原料から製品までの「もの」と、そのプロセスを見直すことによって、循環型社会の確立に向けて貢献することを目的としている。

学問の方法論という観点から見ると、これまでの工学の主流は、「周辺条件を特定した中で最適解を見出す」という形であった。それに対し、エコマテリアル工学のように環境配慮が加わるということは、従来から取り上げられていた条件（機能，コストなど）のほかに、資源残存量，排出物の処理，法規制，社会システム，流通などの多数の条件が付加されることになるので必然的に複雑になり、完全に近い解を得ることは従来よりもはるかにむづかしくなる。しかし、現実の要求にこたえるためには、完璧を求めて実用化の時期が遅くなってしまうといけないので、「できることから実行に移すようにする」ということも重要である。すな

わち、解決法は、時と場所の影響を受け、絶対的なものとしてとらえにくいという性格をもつことになる。

これを教育という観点から見ると、目的とする所は、複雑で変動する社会の要求に実際の場で前向きに対応できような意欲と能力を持った人材を育成することである。

このような要望に対して、講義と実験を中心とする従来の教育方法では、次のような問題がある。

1) 学生に地球環境問題をはじめ人類を取り巻く各種の制約条件を示し、その本質的解決のためにはどうあるべきかの方向は示すことはできる。しかし、これから起こりうることが予想される問題（資源潤渇や環境汚染の進行など）に対して、そうならないようにあらかじめ手を打ってゆくということを学生に現実感を持って訴えることは容易ではない。また、理想的な解は、工学の枠の中だけに収まりきれないものを持っており、現実とのギャップが大きい。したがって、工学として現実の問題にどのように取組んでいくべきかを具体的に示すことが簡単ではない。

2) 問題解決に向けて行われている数多くの実施例は示すことはできる。しかし、その多くは不完全な現実解である。それを参考にしながらも、それを乗り越えた解を出していかなければならないということを訴えたいのであるが、模範解答を求めがちな学生の要求との間にギャップがある。

すなわち、習得しようとする工学の専門知識が、どのように現実のエコマテリアル工学に関する問題の解決に結びついてゆくのかを十分に納得できるように示すことが容易なことではない。

高橋¹⁾は、「問題とはなにか」について、

- 問題の「種類」には、「明確問題」と「不明確問題」がある
- 問題の「解答」に、「一答型」と「多答型」がある
- 問題の発生には、「発生型」と「発見型」がある

と述べているが、エコマテリアル工学に関する問題は、「不明確問題」、「多答型」、「発見型」の典型であると言える。それに対して、大学受験を目的として高校以前に学生が受けてきた教育は「一答型」、「発生型」の「明確問題」への対応法である。したがって、学生にはエコマテリアル工学に関して求められているような教育を自然に受け入れる素地は乏しいことをあらかじめ認識した上で、その力をつけられるように意図的な教育がなされる必要がある。

2. 必要とされる能力と、選択した手法

学生が社会に出て、「不明確型」、「多答型」、「発見型」の課題の解決に向けてグループとして取組み、その中で個々の分野の専門知識を十分に生かせるようになることを目標とすれば、次のステップが必要であると考えられる。

- ① 現実の複雑な要求を整理して、解決の対象とする課題設定ができること
(問題発見力, 課題明確化力)
- ② それに対する解決手段に結びつくヒントを広く求め、得られた情報を収集、整理する

とともに、それを課題解決に向けての発想に結びつけることができること

(情報収集力、情報整理力、それに基づく発想力)

③ 数多くの発想の評価を行い、順位づけできること。

④ 上記の結論を実行に繋げるために、グループの意志を決定できること

(論理的説明力、グループとしての意志決定力)

上記のことが行われてグループ内で個人が担当する専門分野の目標課題が明確に把握できれば、それぞれの専門的作業が開始できることになる。

グループ活動の中でこの過程をリードできる人材は、専門分野の知識だけでなく上記に関する能力を持っていることが必要なことはいままでもないが、一技術者としても個々の専門能力を發揮して能動的に活躍するには、同様のことが望まれる。さらに、学生が在学中の早い時期に、現実の問題の解決に上記①～④のステップを経て専門知識が有効に生かされるしくみを知ることは、専門知識を目的意識を持って勉強し、学習効果をあげるためにも望ましいことと思われる。

上記①～④のための方法が、一般に、「問題発見法、問題解決法」と呼ばれているものである。大学において、教養教育、専門教育のほかに、もう1本の柱として、この問題発見・解決法の教育を位置づけて、上記の諸課題に取り組んだのが今回の試みである。

問題発見・解決法としては、いくつかの手法が知られているが、以下の方法を取り上げることにした。

- 問題発見・問題整理の方法として : KJ法
- グループとしてのアイデア発想の方法として : BS法 (ブレインストーミング法)
- グループとしての意志決定の方法として : デイベート法

これらの手法について、まず、地域共同研究センター客員教授の谷を講師として、企業、教官、学生を対象とする公開講演会および簡単な演習を行い、次ぎにエコマテリアル工学に関連する諸科目、すなわち、基礎専門科目「材料プロセス工学セミナー」(2年生前期)、専門科目「環境調和工学」(2年生後期)、「機械加工工学実験」(3年)、「機械加工工学専攻演習」(4年)、および「組立・解体工学」(大学院修士課程)などの中で具体的課題に対して応用を行わせ、教育効果を調べた。

3. 手法の概要

谷が講演会で述べたことに基づき、各手法の概要と要点を紹介する。

(1) KJ法

人類学者：川喜多二郎氏によって考案された方法で、いろいろな変遷、変形はあるが、今回採用した方法は以下の通りである。

- ① 事象を1つの内容ごとにカードに書く (これを「生カード」と呼ぶ)。
- ② そのカードを集めて、3,4人のグループで、トランプの要領でカードを配り、順番にカードに書かれてことを読み上げて、それと「心が通じる」カードを出しあってグループピングする。そして、そのカード群に共通する内容を新たなカードに書きグループを代

表させる。この際、グルーピングされなかったカードは「一匹狼」という独立したものとして扱う。このような作業を行って、最終的に3~5のグループにまとめあげる。

- ③ そして、これを平面に展開し、さらにグループを越えて心が通じるものは、「たすきがけ」でつなぎ合わせる。

KJ法が有効なのは、なにか知りたいという目的があり、各人がそれに関連する情報を調べて、それを持ち寄り、グループ作業によって目的とするものに対する解答を得ようとする場合である。

このKJ法を実行する上で重要なのは以下の諸点である。

上記①について（生カードの作成法）

観察によって得られた事象は、その本質はなにかをよく考え、その内容を他の人がまちがいなく把握できるような必要十分な短文で表現する。練習問題として、「あなたが今朝からいままでの間に得た情報で、もっとも印象に残っていることを人に伝えるようにカードに書け」ということを課されたが、我々が日常、いかに観察が浅く、有効な情報としての本質把握ができていないかを痛感させられた。すなわち、まず、観察したことをいかに有効な事象として把握するということが重要である。

つぎに、カードに書かれていることを読んだだけで他の人が内容を正しく把握できるように表現することが重要である。それは情報の共有化のために必要であるが、なかなか容易ではなく、練習時点ではカードを読んだ人が書いた人に、どのようなことを言いたかったのか尋ねて確認しなければならない場合が多かった。

上記②について（「心を読む」ということ）

カードに書かれている事象の背景、原因、周辺状況を極力客観的な立場で考察し問題の本質に迫る行為を、カードの「心を読む」という。カードのグルーピングは、似たような情報をまとめるという側面もあるが、KJ法では字面を越えて心が通じ合うものを集めるということが重要である。この作業を通して、それまで気付かなかった本質の把握ができたり、新しい発想ができる可能性がある。そのために、カードを配った後、まず、本人が作ったカードは他人に渡す。その理由は上記のように「背景、原因、周辺状況を極力客観的な立場で考察し問題の本質に迫る」ためである。つぎに、手元のカードに書かれていることの「心」を読み取る作業をし、それをカードの余白にメモする。そしてトランプを行う。

グルーピングされたものを代表する内容を示すカードを作る時、上位の概念をあらわす表現になるが、その際、一般的な表現、見出し的な表現にならないように、できるだけ生カードの意味することを包含し、インパクトがあるような新鮮な表現をすることを心がける。

上記③について（平面展開と「たすきがけ」）

グルーピングされたカードの平面展開は、それまでのグルーピングの作業の経過を目に見えるようにすることである。これに対して、グルーピングの枠を越えて「たすきがけ」で情報の結びつけることは、それ以外の新しい情報の結合の可能性をチェックするものとして重要なステップである。個々の情報は三次元的につながっているが、まず二次元で把

握した上で、「たすきがけ」は、三次元把握に進む方法と言える。「たすきがけ」された情報のグループについても、それを包括する概念をあらわす言葉を書き込んでおく。

このように KJ 法の作業を通して、集められたすべての情報を、目的とする課題解決に繋げることをグループ作業として行うことができる。また、得られた KJ 法マップによって、その経過を誰の目にもわかるように提示できる。

(2) BS (ブレインストーミング法)

グループ作業によって、常識レベルを超えたアイデアを得るための手法として有効である。

まず、目的とすることはなにかをグループ全員に確認させた後、リーダーが指示してメンバーに順番にアイデアを発言させ、その発言内容を記録していく。これをアイデアが出尽くすまで行う。この際、重要なことは以下の諸点である。

- ① メンバーが発言することを思いつかない場合はパスもできるが、できるだけそれを多用しないで、半ば強制的に発言させる。それが常識的発想の段階から離れるために重要である。
- ② 他人の発言に批判的な発言は許されない。逆に他人の発言からヒントを得た発言は歓迎される。他人の発言を展開したり、ひっくり返して考えたりすることは、まさにグループ発想の極意である。

上記のようなことに注意しながら適度のテンポで発言を廻してゆくと、場の雰囲気とそれまで出されたアイデア群の相乗効果により、アイデアの数が30を越えたあたりから、常識のレベルを越えて新鮮で、内容もあるアイデアが出てくることが多い。

この作業が終了後、出されたアイデア群は、図1のようなマップに整理される。この際、まず、中央の欄 (E) におくアイデアを決めて、それとの相対評価で判断していくと作

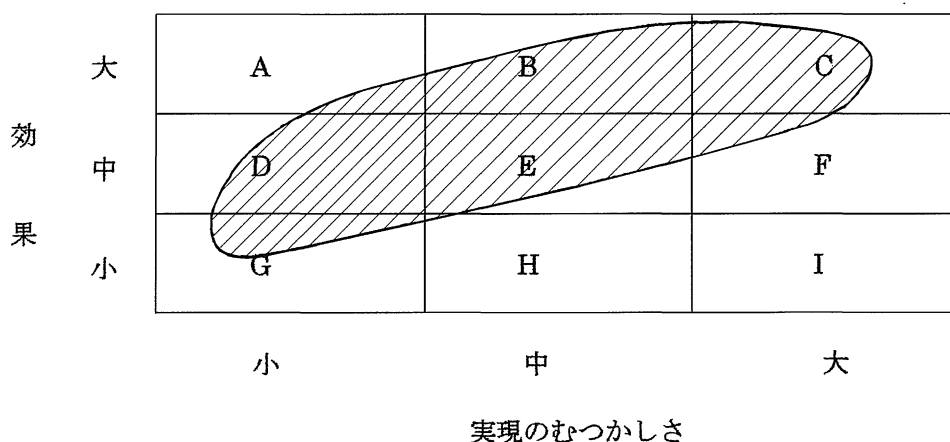


図1 アイデアの整理方法 (斜線部; 実用化の検討の対象になるアイデア)

業がしやすい。実現がむづかしく、しかも実施効果が少ないと分類されたもの(I)は以後の検討の対象外にできる。一方、実現しやすく、かつ実施効果が大きいと分類されたもの(A)は、往々にして先行例がある。斜線部のあたりに位置するアイデアの中に、実行に結び付けられるものが多い。この中から採用するアイデアを決めて、具体的な検討に移る。もの作りに関する場合は、ここから従来型の工学的検討作業に移る。

(3) デイベート的手法

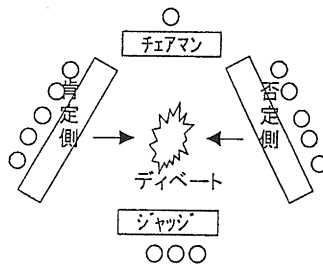
デイベートは、チェアマンの統括のもとで2組にわかれて議論し、ジャッジが議論の経過を判定シートに基づいて採点して、勝者を決定する方法である。議論のテーマの設定にいろいろな流儀があるが、ここでは「——のために、——をすべきである」という形の命題について肯定側と否定側にわかれて議論する方法について述べる。

座席の設定、議論のフォーマットは図2を示す。議論の進め方は、陪審員型裁判の進め方と似ている。これが、通常の議論と異なる主な点は以下の3点である。

- ① 命題が「——のために、——をすべきである」という形に設定される。

「——のために」という目的が共通認識になっていれば、肯定側は、「そのために(A)をすべきである」という問題解決の手段を示すことになり、一方、否定側は「(A)をすべきでない」あるいは「(A)よりは(B)をすべきである」という議論を展開することになる。

- ② 肯定側、否定側は、個人的意見とは関係なしに機械的に分けて役割を与えられる。



デイベートのフォーマット(所要時間合計:29分)

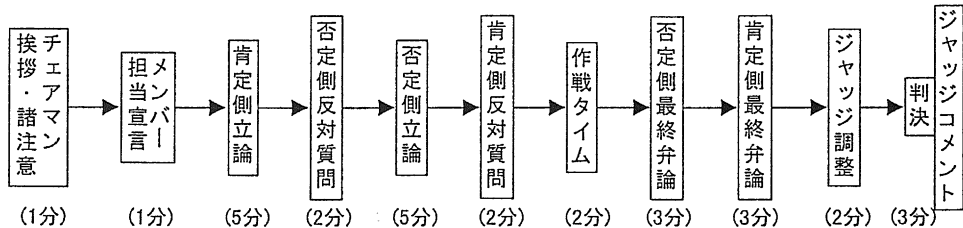


図2 デイベートの配置とフォーマット

表1 デイバートのジャッジシート

		肯定側チーム名	否定側チーム名
立 論	①論理性（理路整然としているか）	(良い) 10・7・5・3・1 (悪い) コメント	(良い) 10・7・5・3・1 (悪い) コメント
	②訴求点の明確性（重要点があはっきりしてるか）		
	③言語明瞭性（言葉があはっきりしているか）		
	④姿勢・態度（姿勢，態度，説得力）		
反対質問	①質問（論理的な質問をしたか）	(良い) 10・7・5・3・1 (悪い) コメント	(良い) 10・7・5・3・1 (悪い) コメント
	②応答（論理的に回答したか）		
	③活発度（活発に議論したか）		
最終弁論	①論理性（論理的に表現したか）	(良い) 10・7・5・3・1 (悪い) コメント	(良い) 10・7・5・3・1 (悪い) コメント
	②訴求点の明確性（重要点につき筋を通したか）		
	③言語明瞭性（言葉は明瞭か）		
	④姿勢・態度（姿勢，態度，説得力）		
合 計 点 数		点	点

デイバートの間は、その与えられた立場を堅持して真剣に考え議論する。それによって、その立場からみた論点を徹底して摘出できる。また、議論が終わった後はわだかまを残さないですむというメリットがある。すなわち、自分を離れて議論ができることになる。

- ③ ジャッジは、もともと自分がその問題についてどのように考えていたかとか、肯定側、否定側のどちらの発言に好感を持ったかという観点でなく、表1のような判定シートに基づいて、肯定側、否定側の発言の仕方とその論理性に着眼して客観的に採点する。そして、第三者にその判断の根拠を示すことが要求される。

いままで実行されていなかったものを実行しようとする時には、賛成派と反対派が存在するのは当然である。賛成派が80%以上の場合には議論をしなくても実行されるし、また、反対派が80%以上の場合には実行しないのはきまっているが、社会の情勢が変化して賛成派の数が増えて行くとき、どの時点でグループとして実行の意志を決定するかは微妙である。その速いか遅いかによってグループが、「進んでいるか、そうでないか」が決まる。デイバートの議論を行うと、問題の本質、問題解決の方向性が論理的に示されるので、賛否両論のある問題についてグループとしての意志決定を民主的に行うために有効な方法である。

4. エコマテリアル工学教育の中での実施例

(1) 「社会から求められている環境配慮製品はなにか、環境配慮の具体的着眼点はなにか」を把握させる (KJ 法の利用)

講義 (環境調和工学: 2 年後期) の場で, 「エコマテリアル (環境配慮した材料・製品) とはなにか, 要求されていることはなにか, それについて現状はどうか, これからどのようなことが期待されているか」を述べているが, その講義の前 (2 年前期) と, 講義の後 (3 年前期) で, 環境配慮製品の具体例についての新聞, 雑誌情報の切り抜きを与えて, KJ 法を用いたグループ作業で「環境配慮製品の着眼点はなにか」をまとめさせた. 講義を聴く前の学生にとっては「環境配慮したという製品」の実施例の情報だけで, 予備知識なしに「環境配慮製品とはなにか」を考えたことになるが, 表 2 のようになかなか正確に全体感を把握できていることがわかる.

KJ 法を使ったことの教育効果については, 受講生は以下の感想を述べていた.

- ① 生の情報を生かす方法がわかり, 情報を集めることが理解できた.
- ② 情報の「心を読み取る作業」を通して, 字面だけではなく本質を考えることを経験できた.
- ③ グループで楽しく作業して成果を得た満足感を経験できた.

(2) 上記の「環境配慮の着眼点はなにか」の結論を生かして, 身近な製品をどのように環境配慮型のものにするかの目標を決め (個人作業), そのための具体的なアイデアを BS 法で求め (グループ作業), それを整理して具体的な方法を提案させ, 実現のための技術課題を検討させた (個人作業). 講義を聴く前のグループで得られた結果の例を表 3 に示す.

受講後の感想は以下のような集約される.

- ① BS 法によるグループ発想, および出されたアイデアの整理法によって, 予想していた以上にいいアイデアが出てきたことに驚いた.
- ② このアイデアを具体化するのに材料などの専門知識が必要なことがわかった. 専門科

表 2 kJ 法で求められた「製品の環境配慮のポイント」
(専門の講義を受ける前の学生グループの作品)

-
- ①省エネルギー型であること
 - ②使用時に人間にやさしいこと
 - ③修理しやすく, 長持ちできること
 - ④リサイクル材料を使っていること
 - ⑤複数の機能を持っていること
 - ⑥解体した時, 分別しやすいこと
 - ⑦廃棄物になった時に有害なものを含まないこと
 - ⑧使用者が自分の好みを加えることができ, 長く大事に使う気持ちになること
-

表3 KJ法, BS法を経て得られた環境配慮製品のアイデア例
 (専門の講義を受ける前の学生グループの作品)

検討対象の製品	環境配慮の着眼点	環境配慮製品のアイデア例	実現までの技術課題
こうもり傘	<ul style="list-style-type: none"> • 人にやさしい. • 修理しやすく長持ちさせる. • 複数機能を持たせる 	<ul style="list-style-type: none"> • 水は通さないが風は通す. • 骨が炭素繊維のように折れないもの • 先端が靴べらを兼ねる形状にする. 	<ul style="list-style-type: none"> • 左の機能を持った布材料 • 折れにくい材料
くし	<ul style="list-style-type: none"> • 人にやさしい. 	<ul style="list-style-type: none"> • くしの歯の先端から頭皮をいたわるものがでる. • 歯が振動して血行を良くする. • 脂肪やふけを吸着する 	<ul style="list-style-type: none"> • その機構 • その機構 • その材質
扇風機	<ul style="list-style-type: none"> • 人にやさしい • 複数機能を待たせる. 	<ul style="list-style-type: none"> • あおぐ形で風を送る • 羽根をゴムのような軟らかい材料で作る. • 風に香りをつける • 自然の音を出すスピーカーを兼ねさせる. 	<ul style="list-style-type: none"> • その機構 • 見かけのやわらかさと必要な剛性の両立
本棚	<ul style="list-style-type: none"> • 人にやさしい • 長く使わせる. 	<ul style="list-style-type: none"> • 内側は木, 外側は絨毯のような素材で丸みを帯びさせる. • 単位となる箱いろいろ組替えて配置できる. 	<ul style="list-style-type: none"> • 絨毯のような材料が汚れたり, 痛んだりしないようにする方法.
金属バット	<ul style="list-style-type: none"> • 長持ちさせる 	<ul style="list-style-type: none"> • グリップとヘッドが取り外せるようにする. • 色のはげないようにする. 	<ul style="list-style-type: none"> • 接合機構 • 長持ちする着色方法

目の講義を聴く前の学生にとっては, これから専門知識を学ぶいい動機付けになった。
 また, 専門科目を学びつつあるグループから, これまでのような受身の勉強法では実際に使える専門知識になっていないことを実感したという反省が聞かれた。

したがって, BS法を使ったことによる教育効果としては, 次のことがあげられる。

- ① グループでの作業でいいアイデアが得られることが体験できた。
- ② 多くのアイデアが出てうまく整理できることがわかり, 種々雑多なアイデアの処理をおそれる必要がないことを体験できた。
- ③ アイデアの具体化を考える段階では, 専門知識が必要であることがわかり, 専門知識を使える状態にまで学ぶことの動機づけになった。

(3) デイベート法

- ① 「ごみ問題を解決するためにプラスチックごみは焼却すべきである」ということにつ

表4 命題「ペットボトルは燃えるゴミとして回収し、焼却すべきである」についての肯定側、否定側の主な論点

肯定側	否定側
①新品ペットボトルは7円で作れるのに対し、再生品は27円かかると言われており経済的に無理がある。	①分別・回収の手間を金に換算するとリサイクルは高くなるが、人々が無料でも協力して行うべきである。
②再生のための運搬や加工に要するエネルギーが新品製造よりも多い。	②今のリサイクルは効率がわるいが、流通法などはもっと改善できる。
③リサイクル用に回収してもうまく使わないで置き場に困っている。	③今は資源が安いから、資源涸渇が進むと高くなって、リサイクルが有利になる。
④リサイクルするということで消費者は良心の呵責なしにペットボトルを消費するので使用量が増える。	④リサイクルを強制すると、それが面倒だからペットボトルを使う量が減ることに結びつく。
⑤したがって、ペットボトルは使用量を抑える方針に重点をおくとともに、発生した廃ペットボトルは焼却してエネルギーを回収する方向に変えるべき。	⑤今は経済的に不利でも、将来のことを考えると、ペットボトルは分別・回収して、有効利用を図る方向で習慣づけしておく必要がある。

いでのデイベート

学生は、異なる見解、逆の見解の話を知ると、多くの場合、打ち消しあう結果になってしまう。例えば、「廃プラスチックはリサイクルすべきである²⁾」と、「廃プラスチックは可燃ゴミとして回収して焼却してエネルギー回収すべきである³⁾」という2の見解の話を知ると、2つの意見を整理して、自分で判断するということがむづかしい。

異なる複数の見解の情報をもとに、自分で判断し自分の見解が形成できるようにすることを目的として、試みた方法は以下の通りである。

一般教養の時間にごみ問題についての種々の考え方を話した後、「ごみ問題を解決する上で廃プラスチックごみは焼却して熱回収すべきである」という命題についてデイベート的な議論形式を実演し、学生にジャッジの役割をさせた。論理構成の要点を表4に示す。判定は、否定側（すなわち、「リサイクルすべきである」）の勝ちであった。

その後、希望者を募って、同一テーマで肯定側、否定側に分かれてデイベートの実習をさせた。このようなステップを踏んでも2日間の実習ではデイベート的議論ができるようになった学生は少数であった。その理由としてあげられたのは

- 講義で学んだことが議論の材料にできる段階にまで理解できていない
- 論理的議論に組み立てるのがむづかしい
- 頭ではわかっていってもうまく口で言えない

などであり、「むずかしかった」、「思う通りのことが言えなかった」という感想が多かった。しかし、ジャッジの方は判定理由もきちんと述べられるようになり、かなりうまくできるようになった。

② 環境・技術倫理に関する教育へのデイベート的方法の適用

大学院修士課程の講義「組立解体工学」の1部として環境・技術倫理教育を行っている。環境・技術倫理の典型的な問題は、「モラルと現実の組織や自己の利益の狭間で、どのよう

に判断して行動するか」ということである。

例1；廃棄物処理のアルバイトで、それが環境に問題があるとわかっているが、有利なそのアルバイトを引き受けるか。

例2；会社の技術者が、新製品の開発過程で部品に欠陥のあること知っていたが、その新製品が実用されてトラブルを起し裁判に持ち込まれた時、会社が不利益になるような内容を法廷の場で正直に証言すべきか

これらについて、最初「あなたの意見を書け」という設問をした所、結果はモラル重視派と、現実重視派の2つに分かれ、書かれたものにも深まりが認められなかった。そこで、「モラル重視か、現実重視かのどちらかの立場の命題を設定して、ディベート的に論理を展開し、最後にその論理に基づいて自分の結論を書く」ようにさせた所、それぞれ議論が深まって、環境・技術倫理教育の本質に一步近づいたことを感じた。

環境・技術倫理のような相反する要素をもった問題について考える質を高めるには、ディベートの方法が極めて有効であることがわかった。

以上のことをまとめてディベート的手法の教育成果としては以下のようなことがあげられる。

- 専門知識を議論の材料に使えるようになるには、通り一遍の理解では不十分であることを認識させることができる。
- 相反する意見を聞いて自分で評価・判断すること、そしてグループとしての意志決定が決定できる道筋を経験できる。
- 1人でディベート的思考方法を用いることによって、簡単に結論が言えないような問題に対して自分の見解を深めていけることを経験できる。これは、論文の考察の項の内容を深めることにも有効に利用できる。

5. 考 察

エコマテリアル工学の課題に対して、ここで取り上げた手法はそれぞれ効果が大きいことが明らかになった。他の分野においても、「ニーズ・シーズなどに関する情報を集め、それに基づいて発想、検討し、実行解は複数の中から選択される」ような性格をもつ分野においては、これらの手法は有効であると思われる。

その教育形態についてはいろいろな形が考えられるが、1例として以下のようなことを推奨したい。

- 1) 専門教育が始まる前に、3つの手法の概要を把握させる。
- 2) 専門科目の中で、テーマに応じて、ディベート的方法での整理を織り込む。
- 3) 演習やセミナーにおいて、自分で課題を設定し、それに解を出す時に手法として実行させる。
- 4) 卒業研究において、テーマによっては課題の設定からまとめまで、これらの方法を使わせる。

6. ま と め

課題が不明確型、発見型、多答型であるエコマテリアル工学の教育の効果を上げるために、問題発見・問題整理の方法としてKJ法、グループとしてのアイデア発想法としてBS法（ブレーションストーミング法）、グループとしての論点の明確化と意志決定の方法としてダイベート法の3つの方法を種々の場で試みた。その結果、次のような教育効果が認められた。

KJ法；生の情報を生かす方法をわからせることによって、情報を集めることの意味を理解させる。情報の「心を読み取る作業」を通して、本質を考えることを経験させるなど。

BS法；常識を一步出たアイデアの出し方を体験させる。また、多くのアイデアが出てうまく整理できることを体験させ、種々雑多なアイデアの処理をおそれる必要がないことを理解させるなど。

ダイベート法；相反する意見を聞いて自分で評価・判断できるようにする。グループとしての意志が決定できる道筋を経験させる。1人でダイベート的思考方法を用いることによって、簡単に結論が言えないような問題に対して自分の見解を深めていける方法を体験できるなど。

さらに共通的には、グループで楽しく作業して成果を得た満足感を体験させる。また、専門知識を武器として使えるようになるには、通り一遍の理解では不十分であることを認識させ勉強の仕方を考えなおす動機づけにするなど。

この問題発見・解決手法の教育法としては、繰り返して使う機会を設け、また学生が興味もっているテーマに関連して使わせるようにするために、導入教育のほかに、教養科目、専門科目、セミナー、演習などに組み込んで行うことが効果的と思われる。

引 用 文 献

- 1) 高橋 誠；企画力をつける（知のノウハウ）（日本経済新聞社，1997年）
- 2) 安井 至；21世紀の環境予測と対策（丸善，2000）
- 3) 武田邦彦；リサイクルしてはいけない（青春出版，2000年）
- 4) 日本技術士会；科学技術者の倫理（丸善，平成10年）
- 5) 日本技術士会環境部会訳編；環境と科学技術者の倫理（丸善，平成12年）