

表6. JABEEの各項目の審査方法

1. 学習・教育目標	大きな教育目的, 理念の明示が必要. 明示されている知識・能力をすべて網羅した具体的な学習・教育目標.
2. 学習・教育の量	124単位以上, 総学習保証時間2000時間以上 内訳: 人文科学, 社会科学(語学も含めて) 300時間以上 数学, 自然科学, 技術情報 300時間以上 専門技術 1000時間以上 なお, 1時間とは正味の60分である.
3. 教育手段	入学者選抜方法, 教育方法, 教育組織など
4. 教育環境	施設・設備, 財源, 支援体制
5. 学習・教育目標達成度の評価と証明	目標達成の証明, 教員の評価結果を知らせる, 外部試験, 修了生の就職状況, 就職先からの評価など, 学習・教育目標の総合的な達成度を判定する評価基準
6. 教育改善	教育点検システム, 継続的な改善

部の中でも統一性はないのですけれど、70点以上にしようという学科も出てきております。その70点をクリアしても、その70点に相当するような試験科目かどうか全部審査されますから、その点をふまえて学生を指導していかないといけないということになってくると思います。あとは外部試験を入れるということです。我々の考えているのが、たとえば教養英語の科目とかあるのですけれど、TOIECを何百点以上の人は全部なしにしようという話も出ています。それから修了生の就職状況で、就職先からの評価なのですけれど、卒業生に対してのアンケートをどンドンとっていかないといけないということが重要になってきます。このような事項をやっているといかないといけないのですけれど、すべて文章化して残さなければいけないと学部の方から言われています。常にこういう会議を開いているときに議事録を全部残して、ちゃんとやっていますという証明を残しておかないと、基準認定協会の方は、やっているという証明にはならないということになるそうです。ですからその辺を十分に検討していただきたいと思っております。また私立大学ですから一学年120名ほどの学生がいます。いろいろな学生がいますので、特に特別研究や研究をしたくないという学生もやはりどンドン増えていっています。そうすると入学した時点で、どういふふうな学生の育成が必要なのかということは今考えています。一つ出てきているのが、入学時点で大学院までいきやすそうな6年コースを作ろうかという意見が学部全体で出てきているので、おそらくこれは検討されると思います。120名全員がJA-

BEEに行くわけにはいきませんから、1・2年の基本的な試験をクリアした学生にJABEEコースを選ばせる権利を与えるということを考える必要があるのではないかと考えています。また研究をしない、いわゆるマネジメントを希望するような人たちに対して、特別研究の代わりに弁理士さんとか技術者に来てもらい、そういうマネジメントのプレゼンテーションをするような発表会をするコースを作ってもいいのではないかと考えています。やはりマネジメントをするというのはバイオの知識が非常にいりますから、生物工学という教育の一つとして新しい分野ではないかと私は思っています。学科としてもそういう意見がどンドン出てきていますから、今後我々の大学の方ではこういう形でどンドン変えていきたいと思っています。

関口 続きまして西村先生お願いいたします。

#### 《高専における生物工学教育》

西村 高専における生物工学教育の内容ということで説明させていただきます。高専は全国で国公立立合わせまして62校あります。その内の半数に当たる31校で生物工学教育が行われています。そのうち、八代高専の生物工学科を除いてはすべて工業化学科を母体としていますので定員40名いるのですがその半分を物質コース、もう半分を生物コースという具合にコース制を取っています。したがって、生物工学を受けた学生



西村基弘(宇部高専)

は毎年全国で640人ほどになります。次に高専制度について簡単にご説明します。最近中高一貫だとか高大連携といったことをよく耳にするのですが、就業年数だけで言いますと高専は高校と短大を合わせたような教育機関になります。制度的には結構いい面を持っているのですが、残念ながら量的規模が小さいために高専への進学者はわずか1%程度ということになっています。卒業しますと、うちの高専で言いますと5割は就職します。それとおよそ3割が大学3年次へ編入します。残りの2割は上位過程である専攻科へ進みます。専攻科を修了しますと、就職するか、あるいは大学院に進学するというようになります。次に、生物コースのカリキュラムをご紹介します。履修科目は一般科目と専門科目に分れます。低学年では、一般科目が多く、学年が上がるにつれて専門科目が増えていきます。それで、3年生までに微生物学、生化学といった授業をします。4年、5年と上がるにつれてより専門性の高い分子生物学とか遺伝子工学といったことを教えます。次に、私どもで行っている生物系の実習の内容を紹介します。本格的な実験は3年生から始まります。ここには示しておりませんが、年度の最初から6月いっぱいまでは有機化学実験にあてています。続く実質3ヶ月間を生物化学実験にしています。ここでは、秤量、ピペットの扱い方、タンパクの定量の仕方、あるいは酵素活性の測定までをやってもらいます。続く3ヶ月間は、微生物学実験ということで無菌操作やスクリーニング、単離したバクテリアの同定ということ個人実験としてさせています。4年生にあがりますと、生物コースの学生を対象にしまして、3系統の生物工学実験をやっています。次に講義、実習の工夫ということで2つばかり紹介したいと思います。進め方としまして、最初に実験ノートのチェックを行っています。ここでは、内容をしっかり理解しているのか、溶液の調製方法だとか、実験のフローシートがきちんと書かれているのかということ1人1人チェックします。そこでOKをもらえれば実験を始めることになるのですが、いざ始めても途中、要所、要所で中間報告を求めます。たとえば、タンパクの定量で言いますと、検量線の結果が出るたびに持ってくるように言っています。ここで直線にのらないと、またやり直して下さいということで返しています。次に座学の工夫ということですが、私の授業では学生による20分程度のミニ授業を行っています。ただ聞いている学生、聞いているだけでは効果がありませんので、聞いている学生側にもミニ授業の後に質問なり、進め方のよかった点だとか悪かった点だとかしっかり指摘するように

指導しています。成績評価ですが、点数を単に事務的に100点満点で出しています。宇部高専では3年前から学生による授業評価というのをやっています。全科目について12項目に評点がつけられます。先ほど大島先生がいわれていたほどの複雑さはないですけど、たとえば、この授業は総合的に満足であるという場合、当てはまれば2点、全く当てはまらなければ-2点という点数がつけられます。そしてそれぞれの項目がグラフ化されます。これ以外にも教官ごとにポイントの総計を順位付けられます。ちなみに私事ですが、昨年度の場合70名教官はいますが、23位ということ、中の上ということ、多少安心している部分があるのですが、そういう形で順位付けが行われます。

今後の展望ですが、35年前に工業化学科としてスタートして以来、こういった経緯をたどってきました。最近産学連携という言葉が割とキーワードになっておりますので、この5月から山口県の地場企業を対象に連携協力会というのを始めています。ここでは単に共同研究をやるといっただけでなく、企業の社長さんにも実際の授業をやらせようという構想を考えています。今後の取り組みですが、高専も大学と同じように組織構造改革というのが求められています。それと並行してJABEE対応ということが、今現在、最重要課題ということになっています(表7)。その際に問題になりますのは、教官のあるいは事務官の職員の意識改革ができるかどうかということ、もう一つは高専制度との矛盾をどう乗り越えていくかという組織面での問題があります。といいますのはJABEEは大学の学部を対象としておりますので、高校三年間に当たる部分をどう切り離さないといけぬのか、そういう問題があります。もう一つの気になる点は、高専と大学では単位の算定の仕方がちょっと違っているということです。この辺もクレームをつけられるとどうしようかなということになっています。

表7. JABEE 対応に関わる諸問題

- |              |                                                                                                                                                                                               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 人的問題     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 全学的な協力が必要</li> <li>▶ 教養科目担当教官からの協力が必要</li> <li>▶ 役割分担の明確化と均等化</li> <li>▶ 組織改革推進の必要性を認識する必要有り</li> </ul>                                              |
| (2) 高専制度との矛盾 | <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 専攻科を取り込んだ7年制への移行が必要</li> <li>▶ 高専制度の意義低下 JABEE コース設置?</li> <li>(b) 単位算定上の問題</li> <li>高 専: 1 単位—2 時間授業15 週</li> <li>専攻科: 1 単位—1 時間授業15 週</li> </ul> |

今現在、折衷案としては、JABEEに絡む内容では、別途JABEEコースというのを設けてみてはどうかという案があります。ただ、これをやりますと負担がまた非常に増えますので、賛否が分かれております。以上簡単ですが、高専の現状と将来について説明させていただきました。

**関口** 西村先生ありがとうございました。高等専門学校におきましてもJABEE対応というものは重要な問題だと位置づけられているわけでありまして、JABEE対応ということになりますとやはり学会のサイドからこのJABEEに対していわばコアカリキュラムを作るとか、こういう教育をしてほしいということがあります。そこで生物工学会として対応していただいております吉田先生の方からご説明をいただけないでしょうか。

**吉田敏臣** (大阪大学大学院工学研究科) 工学教育について日本では教育体制の評価という形でJABEEというものはできております。話の発端は数年前に、これから日本で育った人材が国際的な場で活躍するような際に、たとえば海外での就職等を考えられるかということになってきますと、将来に向けて国際的な基準というものに対応できるような評価、認定ということができ得るであろうということが始まりであります。私はそういう話を聞いた時にその設立責任者が同じ大学におりましたものですから、そこへ参って、生物工学というものが工学技術者の一つのカテゴリーの中に入っていくことはないのかと、また『我々は非常に興味を持っている』ということをその先生に申しました。その当時においてはいわゆる全国の工学系の大学の卒業者の人数を見て、どのくらいの分野に分けるかということを見ると、機械あるいは電気、土木、そういうふうにおおまかなところがあるわけですが、そういうところでやっていくということでした。ですからたとえば機械の教育を受けたということが認定されれば、その認定されたということを持って就職先などそういうことでいろいろなことができる。それを細かく細分化していくとその目的に外れるようなことが起こってくると予測されます。ですから生物工学というのは何も化学系ではないですけど、たとえば従来のカテゴリーの分け方に従って化学系であるとする、化学の教育を受けたと認定すればいいのであって、その中の一部分に分けていった場合その認定の目的に合わなくなります。そこで工学教育を受けたという広くくりで認定する方が、認定された人にとっては有利になるわけです。したがって非常に細分化されたところの認定を受けた場合、他のものについては資格はないということ

になるわけです。JABEEの会員というのは学会が会員になっています。つい最近、ずっと分野を見ていきますと工学技術者としての分野の認定を考えると、生物というのは抜けています。21世紀には生物関係の分野の技術者はかなりの数になるはずですが、現状では、日本の大学の工学教育ではスケールは小さいかもしれません。しかし将来は全体的な姿を見ると生物分野がぽっかり抜けていることが問題であるという考えの方がおられます。そこで是非、生物工学という名前はさておいて、生物系ということについて考えていこうということになり、我々生物工学会の中にJABEE対応の委員会を設けてできるだけ早急に、たとえば一年とかそのくらいのスケールで準備を進めたいと考えております。それで実際に数人の委員でそういう準備を始めるところであります。

**関口** JABEEにつきまして、JABEEだけではありませんけれども、大学および高等専門学校の教育内容、ならびにJABEE対応で学会としてどういった対応を現時点で取っていくかということでお話をさせていただきましたけれども、一つはJABEEというふうになるというのはいわば卒業生の質を一定化するか向上させるという点がある反面、いわば大学の個性がなくなる、言わば画一化されるという問題がでてくるであろうというように思うわけです。一方、たとえば政府が言っておりますのはベスト30の大学を重点的に資金を出して、いわば世界に通じるようなサイエンスをやってもらうとか、50年で30人のノーベル賞をとれるようにするとかいろいろのことを言っています、そういうふうになりますとやはり各大学の中にいろいろな立場があろうかと思えます。今日お話いただきました先生方以外に、たとえば室岡先生、大阪大学で実際JABEEに関しましてどのくらいの関心がおありなんでしょうか。

**室岡** 関心をもっているのは一部の人ではないかと思えますけど、ちょっと質問してよろしいですか。大島(敏)先生、前に言ってらっしゃいましたけれど、この問題を2年間やってこられた経験から、それにまじめに対応していたら研究している時間がなくなると、実際のところ、教育と研究にかける時間的な割合はどうなのでしょう。

**大島(敏)** 私が学科の新教育プログラム委員とかJABEE対応の委員をやっておりますので、たしかに負担は増えました。アメリカの教育方法や評価基準等が日本にも入ってきてアメリカ的なやり方を導入するのは、一面では良いのですが、教育をサポートするスタッフ体制など、さまざまな面において日本はアメリカに比べて劣悪で根本的な違いもあります。そのために、若手の教

官の人にも、いろいろな面で負担増になっていますが、いったんシステムができあがると、当初思ったほどには負担にはならないと思います。教員を含むスタッフの教育改革に対するやる気、熱意が大切で、それがあれば大きな負担増にはならず、かえってきちんとしたことができ、能率的になり、先生がご心配になられるほど、大きな負担増にはならないと思っています。ただし、博士課程の院生などをティーチングアシスタントとして、いろいろな面で教育改革に積極的に活用して、負担を軽減させる必要があると思っています。それも我々は具体的にやっております、以前よりはかなり、学生実験、試験やレポートの採点とかの補助作業など色々なことを学生に手伝わせ、責任は教官がしっかり持つということもやっています。それらの実績を踏まえて、文部科学省にも、ティーチングアシスタントなどの予算面でのサポートをして頂けるように、我々大学からも声を上げることによって、日本の工学教育の質を向上できれば良いのではないかと考えております。

**関口** ただ今の言わばJABEEに対応していくと教官側の負担になるのではないかと、というご質問に対して、まあ負担は存在するがやはり学生の質を確保するという面では非常に努力しがいがあるという話ですけれども、この点に関しましてフロアの方でご意見をお持ちの方。実際こういうことなさって大変であったとか、ご意見ございませんでしょうか？では私の方で指名させていただきますよしいでしょうか？岐阜大学の河合先生いかがでしょうか。

**河合啓一（岐阜大学農学部）** ご指名ですので何かお話をしなければいけないわけですが、私自身農学部に所属してましてこの農学部では確かにJABEEに対する話題は出ますけれども学部のカリキュラムの中に反映させるとかそのような話は今のところございません。むしろ、旧農芸化学系に属するものですから農芸化学会の方もJABEE対応に対しては、かなり動きが遅いのかあるいはJABEE対応は当分様子を見ようという感じが強いのかと思われまします。むしろこの学会を通してJABEEの中に生物系をいれたいという動きを強く感じております。たまたま今回は農学部の中でも生物工学関係あるがゆえに来ているものですから、このJABEE関係の話が多く入ってきます。私の大学の農学部ではこのような感じです。ですから、この話題におきましてはかなり温度差があると感じます。

**関口** 他大学で対応されていることとか、自分の大学はこういう風に考えているとかいかがでしょうか？

**滝澤 昇（岡山理科大工学部）** 私どもの大学はやはり私立の大学ですのでJABEEを採用するか否かは、ある意味大学として生き残っていくことができるかどうかということに関わってくるという風に全学的に考えています。私の大学は今現在3学部ありまして、理学部、工学部そして総合情報学部です。この総合情報学部は多少、バイオインフォマティクス的なことにも取り組んでいます。そのなかで、この問題に関しましてはどちらかと言いますと工学部の方が積極的に取り組んでいまして、我々の理学部の方は他の学部の様子を見ているという状態です。私は応用化学なのでどちらかといいますと生物工学ではなくて応用化学の方で認定を受けるといことになると思います。まず機械とか電子とかの方面ではJABEEに積極的に取り組んでいくことができると思いますが、その中で化学、応用化学という分野では少し困難な面も存在するのではないかと思います。さらにもう一つ、JABEE認定コースのようなものを作成するのが一つの方法であると考えます。その時にこのコース制をとらなければ、JABEE認定を受けることができるような授業とか評価とかを実行すると、多くの学生が単位をとれない事態になってしまうと考えます。そして認定コースを選んだ学生は、認定コースを努力した結果落ちた場合、同じような一般コースの授業を受講した学生との評価において合格とするのか、それともやはりJABEEコースなので不合格にして留年させるのか。そういうところが最近話題になっています。何人かの先生が集まって話が進んでいるのですが、今のところは他の情報を集めながら様子を見ていこうと考えているところです。

## 5. 企業からみた生物工学教育

**関口** このようにJABEEも含めまして大学の教育が非常に変わろうとしているわけですが、ではそのような教育に対しまして、企業側はどういう教育を希望なさっているのかという所に議題を移していきたいと思えます。初めに播磨先生からご意見を頂きたいと思えます。

**播磨** 今日は、私が考える生物工学教育について、主に大学の教育を中心に考えを述べたいと思えます。まず、採用に関してですが、当社では大卒の採用者を将来の幹部或いはスペシャリストの候補者として考えています。最近は大卒高学歴者が増えて参りましたので、将来においては高度な技術を持ったオペレーターの候補者という



播磨 武（ファイザー）

考えもだんだん増えてくると思います。大学の生物工学教育の目的は当然立派な生物工学者を育てることだと思います。もし大学でこの目的が成功していればその学生は企業においても充分通じるのではないかと考えます。したがって大学の目的と企業の期待というのは一致するものであり、大学で企業のために特別な授業をする必要性はないと思います。

次に教育範囲について述べたいと思います。今までの話にも出てきていましたが、生物工学とは非常に範囲の広い学問です。生物系と工学系の充分な基礎教育が必要だと思います。残念ながら私の見る限りでは今の大学の必須科目はそれを十分に満たしていないのではないかと感じます。従って、各大学が独自性を生かしつつ必須科目を充実させることがまず大切だと思います。

次に講義の内容について述べたいと思います。非常に大切だと思うのは自分で考え工夫するという事です。すでに多くの人によって述べられていることですが、現在、学生の多くはなかなか考えることができないようです。幼稚園や小学校から暗記教育に慣らされた学生が、大学教育だけで考えて工夫することができるようになるということは甚だ容易ではありません。しかし、今までのお話の中で多くの先生方がこういった点に取り組んでおられることを知り、嬉しく思います。古い話になりますが、参考になるとしますので私が UC パークレー校でポスドクをやっていた頃の講義を紹介します。学生がトラブルシュートの推理をする講義です。たとえば、講師が『発酵槽の DO (溶存酸素濃度) が急激に低下した。これはなぜか?』と質問します。学生はこれに対して DO を上昇させる方法をいろいろと考えます。ある学生は、発酵槽の回転数を上げると答えます。講師は「回転数を上げたが全然 DO は上がらなかった。」と言います。学生が行き詰まります。このようにして原因を探っていくわけです。この場合はプロペラがシャフトから落ちてしまったというのが答えでした。このように学生が答える授業が日本の大学においてもっと存在してもいいのではないかと考えています。また、データを適切に処理することも必要になります。生物を扱う場合は一般にデータのバラツキが大きくなります。企業においてはそのようなばらついたデータを基にいろいろな対策を練ります。なかなかモデル式とか直線に乗らないような事態も多く存在します。今の教育を見ているとデータは直線に乗らなければいけないとされることが多いようですが、これは大きな間違いだと私は思います。乗らない結果も真実でありそれを適切にできる人間を育てることが

非常に大切なのです。次に必要になってきますのが不十分なデータから結論を出すということです。往々にして企業ではデータが充分でない場合が存在しますので、これは企業において非常に大切なことです。もう30年前になりますが、私がアメリカに留学し最初に受講したクラスで「樋から流れる雨水が何メートル先に落ちるでしょうか?」という問題がありました。一生懸命考えましたが答えは出ず、データが不足していると考えました。ところが他の学生は別の本から粗面の摩擦係数を使って答えを出したのです。要するに、私はすべての必要なデータを与えられていないと解くことができないような教育を受けてきましたが、アメリカの学生の多くはその不足する情報をどこから探し出してきてごく当たり前のようには解きました。これは私にとってカルチャーショックでした。私は幸いにもこのような教育を受け次第に鍛えられていき、これらの経験が企業において非常に役立っています。次にコストに関する教育も必要になります。企業においてプロセスの評価で一番重要なのはコストです。しかしほとんどの学生がコスト感覚を持っていません。コストによるプロセス評価はアメリカではよく教えられていますが、今のところ日本ではあまり教えられていません。最後にもう一つ必要とされることは自分の意見を言い、わからないことを聞くということです。企業において自分の意見を言うことは非常に大切です。今は「沈黙は金なり」ということわざはグローバルスタンダードでは成り立ちません。このためには多くの先生方が学生が意見を言わざるを得ない双方向の授業を心掛けることが必要だと思います。これは私も大学で非常勤講師をしている時に試みていますが、なかなか難しいものです。また本学会のような学会で学生に質問させることも良いトレーニングになると思います。

さて、今までは大学でどう教えるべきかについて述べてきましたが、大学では教えるのが成功する上で大切なことがいくつかあります。その一例として向上心を取り上げたいと思います。今日も女性の方がみえられています。採用面接時は女性の方が優れていることが多いのですが、企業に入って暫くすると逆転することが多いです。女性の大部分は一生の仕事ととらえていなくて向上心を持ってないのかもしれない。もし多くの女性が向上心を持ち続けて企業で働けば、管理職の50%以上を女性が占めることも可能だと思います。今、女性の例で言いましたが、男女に関係なく我々が多く採用しているマスターの学生についても同様のことが言えます。これらの学生は企業に入ると大部分の人が勉強をしなくなってしまう

表8. 企業が期待する生物工学教育 (まとめ)

- 各大学がすぐれた生物工学者を育成するためにどのようなカリキュラムがベストであるかを再考する。
- 特に学生の思考力や応用力を高めるような教育は重要である。
- 必要ならば他大学の教授や企業人を有効に使う。

ます。大学ではテストの点というのが一つの目標となり結果も分かり易いです。社会に出ると目標や結果がはっきり見えなくなります。そのため努力できなくなる人が多くなると考えています。しっかりした向上心を持っている人は企業に入ってから研鑽を積んでいます。企業においては向上心をはじめ責任感、協調性、リーダーシップなどの大切さを一生懸命教えています。難しいとは思いますが、大学においても是非トライして頂きたいと思えます。

まとめになります。やはりカリキュラムの充実と講義内容の充実が大切だと思います(表8)。特に学生の思考力を高めるような教育が重要だと思います。必要ならば他大学の先生、企業人を有効的に利用することによって、より充実した教育を行っていくことも大切だと思います。

関口 播磨先生ありがとうございます。続きまして宝酒造の大島先生をお願い致します。

《企業は二極化に向かっている、では大学ではどのような教育を?》

大島(淳) 企業から見た生物工学教育ってことで、ちょっとJABEEの話がでてしまってJABEEの話がだいぶ長く討論されてきて、私JABEEは今日初めて知りました。すいません。こんなことが行われているのかと。これは大変だなと。私もバイオ大学の設立に少しお手伝いをしていますが、バイオ大学でもJABEEを入れなくてはいけないなど、そういった対応をしているのかとつい不安になりました。JABEEなどは確かに企業から見たら非常にロットむらのない製品の人たちがたくさん作りだされるというメリットがあるかもしれません。ロットむらのないって言ったらかわいいですけど、安心した保証書つきのようなものですね。しかし、私思うのですが、ファイザー製薬の方が最後におっしゃった向上心とかいろいろありますね。学校教育とかそういう黒板を使うような授業では教えてくれないです



大島 淳(宝酒造)

し、そういった力というのは通常の学校教育では身につかないものじゃないですか。例えばアグレッシブな精神とかです。なんにでも目を輝かせて、いろんなものに対してチャレンジ精神があって、好奇心旺盛で、なんでもやってみようという、また人間関係が非常によく、彼が一人いるだけで社内が明るくなるなど、こういうのはたとえばアイドルの素質みたいなものです。そういうのはなかなか大学の講義では身につけません。しかし、よく考えたら会社に入ったらそれが全てです。極論でもなんでもない。会社に入ったら人間関係がすべてかもしれません。しかし、確かに人間関係がすべてなのかもしれません。しかし、ベーシックな意味で、何か技術を持っていた方がそれは良いに決まっています。技術、知識などは試験、資格によってある程度評価ができますが人間性に関わることは定量的に評価できない分野です。人間関係はどうか、積極性はどうか、公共性はどうか、前向きな姿勢なのか、明るいかなどです。私、あまり面接したことはないのですが、会社に入ってくる人たちの面接の際ははっきりいって何が採用のポイントになるのか、私の個人的な意見であります。どのくらい前向きか、どのくらい積極性があるか、協調性があるかといった点を重視していると思います。最低限の語学力などは、確かに必要です。まあ、語学の試験で非常にちゃんぽらんな答えを書いていたなら、「こんなのだめだ」みたいなことになってしまいます。ただ、やっぱり企業に入ったらそういったものさしでは測れないような、そんな世界が必要であることは、私、講演要旨にも書かせていただきましたけども、これが重要です。特に先端企業とかそういったベンチャーなど、どんどん新しいものを取り込んで、どんどん新しいものにチャレンジしていき日々戦っている企業というのは、やはり人間関係やそういったことを無視できるはずはありません。やはり人それぞれ性格というかありますね。しかし、こういったことは本当は変えられないかもしれませんが、性格を変えるのではなくて、そういった方へ向いていく。持っていく行き方は確かに大学では教えませんけれども。卒業した社会人の方がよく受けられるマネジメント関係の講義とか、大学の講義とは全然違いますが、人生をどう生きるかといった、そんないろいろなコースがあります。そういった話に勇気付けられることありますが、まあ大学でそこまで期待したら無理です。ですから、非常に難しいかもしれませんが、JABEEはともかくとして、私最初の20分で詳しく言えなかったことがあるので話します。今企業が合併などしていますが、大正と田

辺が合併するとか、両者の足りない部分を補っている。今おもしろいことに二極化するのですよ。どんどん、銀行でもそうです。で、相互に足りない部分を補って大きくなっていく。そうすると何が生き残るかという、非常に大きな大企業と、ゲリラ戦をやっているようなベンチャー関係の小さな企業が生き残ります。二極化が進むのです。ゲリラ戦やっているようなベンチャーとかそういうのは、小回りが利くのです。たとえばですね、どんなに超大国であるアメリカとかソ連がどうしてベトナムやアフガンから撤退したか。やはりゲリラに勝てなかったのです。ゲリラは非常に機動力があっているんやけど、普通の大きな大企業ではできそうもないようなところも進んでいくようなところがあります。私思うのですが、今バイオ大学設立のために一生懸命やっていますけれども、仮にバイオ大学がオープンしたとしても、はっきりいって研究費が十分あるわけではなく、そんな実績のない大学にお金なんか来ないわけです。でもね、この大学が生きる道、この大学は生物工学教育がほとんど主になる大学ですけども、どんなに小さな大学でも、生き残る道をもしやろうと思ったら、大学1つで1つのペーパーを書くくらいプロジェクトを組めということです。私が、講座間の壁を取っ払って下さいって言ったのはそういうことなのです。どんなに小さな大学でも講座間の壁を取っ払ってですね、たとえば5つの講座で一つの立派なペーパーを書くくらいのことしたら私は負けないかなと思っているのです。そういうような、時代に入っているんじゃないかってよく思います。これは、教育と研究、いま研究のことを言っているのですけど、私は教育も研究も一緒だと思います。なぜかという今日本の大学ではほとんどそうですけども、卒論とか修論とかありますが、それは研究であり教育ですよ。ですから、そういった意味では力を結集するということをする。たとえば、なにかこれこれこういったアイデアがあって、今こういった材料があって、こういうことをやればこういうことができる、いい論文ができますよと誰か一人が言います。で、自分はここからここまでのことはできるが、ここからここまではちょっとできないと。または、その人がたとえば細胞工学出身で、ウィルスを取ったり、細胞を取ったりすることはできるが、細胞からのcDNAが欲しいとか、シーケンスはできないと。それだったらその遺伝子工学の教室の先生に頼みましょう、いっしょにやりましょうと。それで、もしバイオインフォマティクスで情報関係だったら、情報工学の先生呼びましょうと。まあ、その3人の先生が集まったら非

常にいい論文書けますよということですね。私は小さな大学でも、私立の大学でもいろいろあると思いますが、あまりにも講座間の交流がなさ過ぎるような感じがします。もしこれがもっとどんどん風通しがよくなるとすごいパワーを発揮するのじゃないのかと思います。特に、山梨大学は山梨医科大学とどうこうなるとかです。たとえばですよ、医学部の先生だったら興味深い材料が見つかります。ただ、患者さん由来のサンプルに関しては、倫理的な面でいろいろな問題があると思いますが、そういった試料は普通の農学部や薬学部の先生ではなかなか手に入りません。でも、そういったお医者さんといっしょにやればまた非常におもしろいとか非常に価値のある研究ができるのじゃないかなと思っています。

## 6. 大学が直面している種々の問題

**関口** 大島先生ありがとうございました。だいぶ時間が迫ってまいりましたので、最後のところで室岡先生の方からいわゆる大学が直面している諸問題につきまして、ご提議をお願いします。

**室岡** 日本学術会議に工学教育研連というのがございます。そこからの報告書を見ますと、すでに播磨さん達が指摘されたことがほとんどすべて書いてあります。自分の頭で論理的に批判的に思考できる能力とか、コミュニケーション能力とかいったことです。それから、期待される技術者教育に関しましても倫理意識をもつように。応用力とか複雑な問題に対して課題を設定し、創造的に解決できるような能力を持った人を育てなさいと書いております。それに対して大学教育の問題点は、指摘するまでもなくほとんど不足しています(表9)。そういった経験的学習理論などを軽視していますし、カリキュラムも悪いし、教え方も悪いし、先生の質も良くない。そういう指摘になっております。それに対しまして、そうしたら想像力をつけるにはどうするか。インターンシップについて話して欲しいということでしたが、これ、昔の工場実習ですね。今時、たとえば私立大学からの100人から200人の生物工学の学生をどこが受け入れてくれますか。1ヶ月も、単なるアルバイトとして、それを無料でやるのではほとんど意味がないと思います。それに対しまして、大阪大学の工学部の機械系でこの表のようなプロジェクト学習というのを2年間ほど試みております(表10)。これは週に1回の授業です



室岡義勝(阪大院・工)

表9. 大学教育の問題点

- 経験的学習理論の軽視
- 学習の動機付けや技術の楽しさを誘導する教育不足
- 大衆化した学生への対応の遅れ
- 社会的要請の強いカリキュラムの不足と技術者教育の軽視
- 教育成果の評価不足と帰属的に改善するシステムの欠如
- 教員への教育能力の訓練不足
- 教育基盤・環境整備の遅れ
- 入試方法改善の遅れ

けど、あるプロジェクトを与えます、あるいは先ほど播磨さんが言われた、プロブレムを与えます。それを企業の人と一緒に先生方がテーマを設定して学生のチームでやらせます。ある時期は、たとえば夏休みとかはその企業に行つてその問題をとにかく学生だけで考えさせて問題解決をしたり物作りをします。簡単に言えば、ロボットコンテストと似たようなものです。こういうロボット

を作りなさいと。それを学生のチームで作ります。ロボットの良いところはたくさんありますが、悪いところは、勝つか負けるかのところに重点を置くことなのですね。このプロジェクト学習を試みて、学生の評価は非常に良かったと、会社側も負担はあったが自分たちにも役立つところもあって、まあ良かったという評価になっております。「そんなものは、卒論や修論などであるテーマを与えてやらせているよ」と先生方は言われます。実際にそういった問題点を持ってやらせている先生は10人に1人くらいいらっしゃいました。そういう先生の研究室を出た学生は、これは使える。あそこの学生は大丈夫であると企業の方も分かっている、その研究室を出た学生を欲しいと、先生に依頼されていたのですけれども、最近はそのがなくなりました。就職活動が自由になってしまつて、学生がとにかく勝手に受けにいつて、企業の方もお願いにきません。おそらく人事の方が非常に自信を持っているのではないかと思うのです。それで企業に受か

表10. プロジェクト学習 (project-based learning-PBL) のテーマ

平成10年度	クボタ	流動層ボイラの過熱機の開発	平成12年度	アップリカ葛西	揺動する簡易型ベッドの設計開発
	三洋電機	熱駆動型水素ポンプの高性能化		エム・システム技研	角度センサの開発
	住友金属工業	スチールハウス・躯体パネル接合方法の開発		クボタ	機能的およびエコロジー的観点からみた携帯情報端末機器を構成するマテリアルの調査
	ダイキン工業	空調機用圧縮機低振動化トルク、振動評価装置の開発		シャープ	簡易(卓上)型官能検査システムの開発
	東レエンジニアリング	水なし版直接製版機のオートフォーカス機構およびその要素技術の検討評価		デンソー	ロボカップ用小型ロボットの試作
	日本アイビーエム	ハードディスク高性能化のためのトップ・クランプ設計		東レエンジニアリング	巻き糸体断面形状評価装置の開発
	フジキン	水素センサーの開発		日本アイビーエム	同時均等荷重を実現するSCREW 締結ドライバの開発
	松下電工	リセット機能付電磁スイッチの開発		フジキン	流量コントローラーの開発
	三菱重工業	ロボット用減速機的设计・製作とテスト		松下産業機器	情報入力端末の開発
			松下電工	小型スクロールポンプ用アクチュエータの開発	
			三菱重工業	宇宙機のシステム設計とシミュレーション実験	

表11. 企業の問題点

- 学習成果の軽視
- 一律採用、一律待遇
- 大学への要求が不明確
- 専門性あるいは学習・実務の軽視
- 中小企業への認識の低さ
- ベンチャービジネスへの無理解
- 大学教育を無視した採用試験の無節操さ

った学生を見ると、元気で、大体受け答えの良い学生が受かっています。いってみればクイズゲームで早くボタンを押すような学生ばかり取ってくれています。そういった人が本当にじっくり考えられる研究者になれるかどうかは、実は私たちの方がよく知っているのですけれど、私たちの推薦状は要らないと最近は言われます。企業の問題点を指摘いたしますと、学習成果を軽視していると言われてます（表11）。理系の学生はものすごく勉強させられて、さらに社会に出ても毎日勉強しないと新しい技術についていけません。だけど、文系と同じ扱いを受けています。これは不合理であるという指摘です。あとは、ちょっと略しまして、言っておきたいのは大学教育を無視した採用試験の無節操さです。これを是非考えたいかといけなと思うのですが、修士の学生は11月くらいから、そわそわし出して、それから就職試験に走り回ります。現在では10社から20社くらい回っています。それも、1次2次があって3次面接で落ちてくる学生もいます。だから活動量は2倍になりますね。それで、3月までに決まれば良いのですが、決まらない学生もいます。とにかく4ヶ月間研究室にほとんど出てこられません。私立大学の先生に聞くと、「8月まで決まらないのがあるよ。ほとんど出てきません」と。こうした教育の現状を企業は無視してやっているわけですね。これは大学教育にとって大変な問題です。そこで私の提案は、大学院の修士に関しては、就職協定をきちんとしないといけな。それで、最終年の2年次の2月から開放して欲しい。それまでは大学でちゃんとした教育をさせて欲しい。2月になったらもう自由ということです。それで、何社受けてもいいから、別に4月に就職しなくても、卒業後の8月にすればいいと。そういう就職協定が必要なのではないかと思っております。

**関口** 室岡先生ありがとうございます。企業が就職問題に関して、かなり問題があると申しますか、大学からみて非常に不満をもっている感があるわけですが、どうでしょうか、播磨先生。

**播磨** 就職自体が早くなったのは製薬企業の責任が多

いと思っているのですが、我々のところでは製薬、つまり薬学、農学、こういった生物工学関係は早く来ます。それで機械、電気、これは大体4月から5月ぐらいに来ます。これは大学の先生がもう少ししっかりやればいいことだと思います。それと、紹介状の問題があると思うのですが、たぶん皆さんご存知だと思いますけど、アメリカでは紹介状で良いこと書きません。この学生はここが悪いとちゃんと書きます。日本の先生はみんないいこと書いてきて紹介状の値打ちがだんだんなくなっています。だから、たとえば大学で、紹介状もらえる人は2割くらいとか、それでなければ推薦状を出さない、というようなシステムを引かれたらこれもずいぶん変わってくると思います。早くなるのは私の立場だけから言うと、大学の先生がお願いしますって来るので、これは我々企業自体がやっていることとの責任は五分五分ぐらいあるのではないかと、思っています。

**関口** 企業側から見たご意見でありますけど、そうはい言っても、確かに大学側にも問題はありまして、たとえば卒業するまで必死にならないと卒業できないなど、学生側に負荷をかけるというか、それだけ要求しているということがやっぱりないのじゃないかと思えます。外国では、とにかく卒業することが大事です。本当にくたくたになって卒業するわけです。で、ようやく卒業できたら、何ヶ月かゆっくりしてそれから就職しましょうというような方が結構多いわけですね。ですから、そのあたり、ずいぶん日本と違うのではないかと思うわけですね。

**播磨** 日本の企業では新卒の採用はほとんど4月入社ですが、この風潮は社会の変化に伴って少しずつ変わっていくと思います。近い将来、通年入社になることもありえると思います。

## 7. ま と め

**関口** 企業の方も対応していただいている様子であります。だいぶ遅れていますので、本日はそろそろまとめということにしたいと思えます。大学における教育というものが現実では非常にまずいということは企業側も、また大学の方も十分自覚しておりますし、またそれに対するいろいろな形での対応というのがなされていると思えます。JABEEというのも一つの対応でありますし、また大学の個性化といって、たとえば最先端の学生だけを育てるというのも一つの対応ではなからうかと。で、いろんな対応が出てくると思います。ですから、今日は、このシンポジウムを通して教育に対してまず大学と

してはこの問題に対して真摯に取り組んでいくと、今後は、大きくやはり大学が、変わってくるのだらうということ、それからまた、新しい教育内容というのも、情報、ならびに特許、以外にもたくさん出てきていますので、そのような内容も含まれる新しい教育というのがなされてくるであろうと思われまます。そのようなことを重視していけば、必ずや世界をリードする教育、世界をリードする学生を輩出できるような日本ができると思われまますし、そういう風になってもらいたいものです。そして我々も努力していかなくてはならないと思われまます。なかなか、まとめにはならないわけですけども、パネルディスカッションはこれをもちましてそろそろ終わらせていただきたいと思われまます。

**大島(敏)** お願いと申すか、思っていることがあります。一つだけ最後に、いろいろ教育改革する上でですね、先ほども、室岡先生から、負担の増加ということがありました。教育改革する上で大学の教員や教官がどのようにタッチしていくか、やはり評価ですね、教育に対する評価方法をきちんと考えないと成功しないと思われまます。人事でですね、助手から助教授、助教授から教授と上がっていくときなど、その研究論文だけで評価していく面が多々今まであったと思うのですが、やはり教育に対する貢献度ですね、それをきちっと評価していかないとうまくいかない、まあ特許のお話と通ずるところがあると思われまます。

**関口** 非常に良い点を教えていただきました。採用の

折など、たとえば教授になっていく場合でも、どうしても論文だけの評価という形になってしまわれまます。これからはやはり多様な評価、各大学の持っている個性、そういうことが基本になるのではないかと思われまます。なお、最後にシンポジウムの内容は生物工学会の12月号に発表内容、お話いただいた内容とそれから、若干今日お話できなかつたような内容も含めまして掲載する予定です。ですから、そちらをお読みいただきましてご参考にしていただければという風に思われまます。では、シンポジウムの最後に清水先生の方からご挨拶をお願いしまます。

**清水** 本日は長い間皆さんどうもご苦勞様でした。高等教育機関が現在抱えているさまざまな問題を、さまざまな点から真剣に議論していただきましてありがとうございました。日本生物工学会の教育部会では、これまで年一回の会合をもって、生物工学教育に関する議論を行ってきているわけですが、これからは一研究部会というより、学会の委員会として、もう少しこういった教育に関する議論の場を積極的に設けていく予定になっています。これを機会にまたさまざまな意見交換ができればと思われまます。本日はどうもありがとうございました。

パネルディスカッションを含めた本シンポジウムの収録、活字への変換、編集にご協力いただいた信州大学繊維学部山本博規氏、武田昌昭氏並びに大学院学生の福島達也君、芹沢昌邦君をはじめ細胞工学講座の学生諸君に深謝致します。