

特 集

パネルディスカッション

世界をリードする生物工学教育とは

日本生物工学会・生物工学教育研究部会 主催
平成13年9月28日 山梨大学にて

司 会：関口 順一（信州大学繊維学部応用生物科学科）
パネラー：青山 紘一（特許庁）
大島 敏久（徳島大学工学部生物工学科）
大島 淳（宝酒造㈱遺伝子・蛋白質解析受託センター）
河原 秀久（関西大学工学部生物工学科）
清水 和幸（九州工業大学情報工学部生物化学システム工学科）
西村 基弘（宇部工業高等専門学校物質工学科）
播磨 武（ファイザー製薬㈱名古屋工場）
室岡 義勝（大阪大学大学院工学研究科応用生物工学専攻）（敬称略）

目 次

1. はじめに
2. 生物工学教育の現状説明
3. 生物工学教育と新分野：特許教育と情報教育
4. 大学の日本技術者教育認定機構（JABEE）への参加と日本生物工学会の対応
5. 企業からみた生物工学教育
6. 大学が直面している種々の問題
7. ま と め

1. はじめに

司会 生物工学会の教育部会が設置されてから早8年が経過したわけですが、その間、1993年には「工学系生物教育への期待：年間卒業生3000人のポテンシャル」ということでパネルディスカッションが行われました。また、1996年には「大学等における工学系生物工学会教育に関する調査報告書」を発表してまいりました。昨年度の部会では、特に「JABEE」、これは日本技術者教育認定機構と申しますが、JABEEに関心を持たれる方が多いことが分かりました。また、これと関連いたしまして、生物工学教育の工学カリキュラムを作成す

る必要が出てまいりました。そのために、これに関するアンケートを実施しました。今回、アンケート結果の公表も含めてみなさんとこの問題について考えてみようということになった次第であります。教育内容に関しましては、文部科学省の意向もありましてかなり変化してきていますが、その第1は今日の講演にありました情報教育の充実であると思います。また、これも講演にありましたが、知的所有権の確保が日本の研究者は非常に苦手であります。そのために国益になるべき成果がみすみす他国に取られてしまうということも起こっています。特に、最近ではゲノム特許の基本概念のほとんどが諸外国により特許として押さえられているということもありま

して、政府としても非常に大きな危惧を感じているところだと思います。それから、日本はバブルの後遺症から立ち上がれず、失業率が5%にのぼっています。そのためベンチャー企業の育成に力を注ぎ、ということで、日本版のシリコンバレー構想が具体化され、来年早々には10ヶ所の候補地が決まる予定であります。このような現状について、企業の方はどのように考えておられるのか、また、企業にとりましてどのような教育が望ましいのかなどについてお話していただければと存じます。では、パネラーの御紹介をさせていただきます。

アンケートの取りまとめをしていただきました九州工業大学情報工学部の清水和幸先生、生物工学教育と新分野としての特許教育につきましてご講演いただきました青山紘一先生、清水先生には情報教育についても後でコメントをいただく予定であります。生物工学教育の改善につきましてはJABEE対応も含めまして



関口順一(信大・織)

国立大学の代表として徳島大学工学部の大島敏久先生、私立大学としてJABEEに積極的に取り組んでおられます関西大学工学部の河原秀久先生、高専のバイオ関連学科を代表しまして宇部工業高等専門学校の西村基弘先生、企業の代表としましてベンチャーを積極的に展開される予定の宝酒造遺伝子・タンパク質解析センターの大島 淳先生、世界を代表する製薬企業であり、外資系から見た生物工学教育やベンチャー企業の育成についてファイザー製薬名古屋工場の播磨 武先生、学会本部を代表しまして大阪大学大学院工学研究科の室岡義勝先生、に加わっていただきまして話をすすめてまいりたいと思います。また、室岡先生には後ほど就職協定やインターンシップについて問題提起をお願い致します。

2. 生物工学教育の現状説明

関口 では早速、生物工学教育の現状説明につきまして、清水先生からお話をしていただきたいと思います。

清水 まず、生物工学教育を考える上で、大学や高専などの高等教育機関を取り巻く環境について見ておく必要があります。皆さんもご経験なさっていると思いますが、ここ数年でかなり変化してきています。とりわけ、大学に入学する学生の質が多様化してきています。勿論、これ



清水和幸(九工大・情報)

は一概に学力の低下とばかりとは言えませんが、18才人口の減少に伴う大学入学率の上昇、初等中等教育におけるゆとりの教育、若者の理系離れなどといった様々な社会的な背景が考えられます。大学ではこれらの変化にどう対処しているかと言いますと、いわゆる導入教育や補習教育を行って、従来の学生の質を維持しようと努力しています。果たして、このようなことを行うことが、大学のすべき本来の姿なのかという疑問です。

それから、企業と大学の関係も実のところかなり変わってきました。我々が大学で教育を受けた頃に比べると、大学と企業とがかなり密接な関係を持たざるを得ない状況になってきました。特に大学では最近、インターンシップを促進し、起業家教育をやるようになってきました。このことの背景には、文部科学省から予算がついて、大学側もこういったことをやり易くなったということが言えると思います。それから、大学の先生が企業と密接に関わりを持つとか、あるいは逆に企業の方が客員教授として大学に所属されるといったような人的交流が制度的にでき易くなってきています。これから先は、もっとこのようなことが促進されるような状況になっていくと思われます。

さて、文部科学省の動きについては、臨教審答申に始まった大学審議会答申を見ておく必要があります。特に平成3年度に出された大綱化の方針や、平成10年度に出された大学審議会答申「グローバル化の中で個性が輝く大学」は、今後の大学のあり方を規定するものと考えられます。とりわけ、社会に対するアカウンタビリティ（説明責任）、グローバル化、国際化の中で通用するような大学が強く求められています。グローバル化に関しては、海外での技術者資格認定に関連して、日本が1年前にJABEEを発足させ、大学における教育プログラムの認定を行うことが始まっています。しかし、JABEEの中に実は生物工学という分野は現在ありません。この後、吉田先生にお話をしていただきますが、学会として生物工学分野をJABEEの中で提案する予定にしています。このためには、もちろん化学工学会や農芸化学会といっしょに連携しながらやっていく必要があります。

以前、今回と同様なシンポジウムを開催しまして、その時に議論した内容では、その時点で改組や新設でできた生物工学関連の学科を考えると、2000年には年間3500人が生物工学関連の大学・高専を卒業するようになるだろうというものでした。この点に関して、生物工学会の事務局の方で最近の生物工学関連のすべての学部・学科について調査していただきました。この表に示しますよ

表1. 生物工学関連大学の卒業生数

・国立大学	学部 7,090	大学院 4,055
・公立大学	学部 600	大学院 270
・私立大学	学部 3,779	大学院 444
・計	学部11,469	大学院 4,769
・総計	学部+大学院	16,238

うに、国立大学は大学院生を多く輩出しており、私立大学は学部学生を大量に育てているということが分かります(表1)。トータルで見ても、実は現在、約16,000人という非常に多くの学生が生物工学関連学科等を卒業していることになります。よって、この分野はこの6、7年で非常に大きな広がりを見せたことが分かります。ただし、これは生物工学関連大学とは言っても、メディカル(薬学関係)やアグリカルチャー(農学関係)なども含めていますので、この結果はややオーバーエスティメイト(過剰見積り)になっています。それでも、生物工学教育はこれくらいの卒業生が社会に出ているわけで、生物工学教育は大変重要だと言うことがわかります。生物工学分野というのは比較的新しい分野であるので、その教育内容や方法については、いろいろな大学で工夫をなされたり、試行錯誤されているのが現状です。そこで、本学会の教育部会ではコアカリキュラムについて議論をしました。しかし、一方では、それぞれの大学の理念や歴史、教育方法、カリキュラムの内容が全て異なるので、そのようなものを作成してもあまり意味がないのではないかといった意見も一方にありました。このため現状では、学会としてコアカリキュラムを作成するという事まではやっていません。しかし、大学基準協会ではすでに、生物工学のモデルカリキュラムが提案されています(表2)。少し内容を見ても、まず教養科目が16~20単位、外国語科目、工学基礎科目として数学、物理、化学、生物、情報、工学専門科目としてコアカリキュラムと応用科目、卒業研究を含めてトータルで89単位です。工学関連科目として生命倫理、知的財産権、プレゼンテーション技法といったコアカリキュラムが提案されています。我々の教育部会でも少し本腰を入れて、特に、JABEEやコアカリキュラムについてこれから積極的に議論していかなければならないと思います。

関口 清水先生の方から生物工学教育、特にアンケートにつきまして全般的な説明をしていただいたわけですが、いかにがでしょうか? このアンケートに参加された方で何かご意見ありませんでしょうか? 教育のグ

表2. 生物工学系モデルカリキュラム(大学基準協会)

- ・教養科目(保健・体育科目を含む)(16-20単位)
- ・外国語科目(8-16単位)
- ・工学基礎科目(29単位): 数学, 物理, 化学, 生物, 情報系科目
- ・工学専門科目(89単位): コア科目(41)+応用科目(42), 卒業研究科目(6)
- ・工学関連科目(14単位): 生命倫理, 知的財産権, プレゼンテーション技法など

ローバル化というようところで学会がサポートするという話が後であると思いますが。

清水 学会の方から今日、吉田先生がお見えになっていると思いますが、吉田先生後でお願いします。

3. 生物工学教育と新分野: 特許教育と情報教育

関口 後の内容と関係してきますので、先に進めさせていただきそのつど必要なところについては話し合うということにしたいと思います。つづきまして、生物工学教育と新分野ということで青山先生にお話をさせていただきたいと思います。

青山 先ほど質問を2つほどいただいたのですが、その場ではお答えしなかった部分についてお答えします。特許制度というのは、もともと研究開発のインセンティブ(刺激)を与えるというものです。つまり一生懸命いい研究をして、いい成果をあげて、特許を取得するところいいことがあります、ということで



青山紘一(特許庁)

研究開発を誘導しようという制度であります。機能面からいいますと、非常に大きな部分で情報法です。私はかねてより特許法は情報法と言っているのですが、情報流通機能であると言えます。つまり、先ほども申しましたが、学術分野も含めまして特許の対象というのは全技術、自然科学技術分野の研究開発成果であります。特許出願されると全部公開されますので、研究開発の流れにそって統一された記載様式で公表されます。学会でも、学会内では統一されていますがそれぞれの学会で異なるフォーマットになっています。特許の場合には世界的にはほぼ統一された記載様式で公表されている情報であります。使い方によっては非常に使いやすいということでもあります。情報のサーチツールとしまして、先ほどの質問でもございましたが特許電子図書館があります。これは平成2年12月のペーパーレス計画の完成以降に電子出願

したコードデータを全部蓄積したものです。すでに10年分蓄積しています。たとえば、みなさんがなされている研究とだいたい同様の研究をやっている方の名前はすぐに分かると思いますが、その名前を入力すれば関連した出願文献がすべて出てきます。このデータベースは特許庁で作っておりましてアクセスが月間30万件ぐらいあります。これは国内に関してですが、外国の場合は米国の特許庁のホームページやEPO（ヨーロッパ特許庁）、WIPO（PCP 特約）のホームページがあります。特許を出願される場合まず、すでに出願されているものを全部調べないといけません。みなさん方の研究成果と類似したようなものも相当含まれています。私も大勢の先生方をご指導しており、「こういう出願をしたいのですが」とおっしゃった場合には、よく調べて「こういう出願がすでにあります」ということをお教えすることがかなりあります。そうすると、「そのような出願があったのですか」とびっくりされることがあります。中には、自分の研究成果と同様のものが出願されていた場合に「あなたの成果はすばらしい、ノーベル賞級だ、と言われたのですが、同様のものが出願されていたのですね」などと言われた方もおられました。電子図書館では、さらに驚くことがありますのでそれを申し上げます。社団法人の

発明協会に電話をしますと、コンピューターからマニュアルからすべてのものを研究室に持ってきて、無料で丸一日かけて教えてくれます。このことを信用されない方がおられたのですが、このサービスを受けたところ「本当ですね」と言われました。また、検索アドバイザーという方もおられます。国からお金が支給されており、国としては検索アドバイザーを普及しようと思ってやっていますので、検索アドバイザーの方も声がかかった方がいいわけですし、全国に何百といらっしゃる検索アドバイザー自身の実績にもなります。また、検索アドバイザーは独自でマニュアルを開発して仕事をしています。特許庁のホームページから入ることができますので、ぜひ試してみてください。

また外国の特許庁のホームページも簡単にインターネットでアクセスできますので同じようにやってください。それから活用のツールと言うものがありますけれども、特許の世界では「特許マップ」というものがあります。特許マップにするとどのような研究がどういうふうにやられていて、どこが空いている、というのが全部わかります。それからそういうものをうまくマップにする為のマップソフトというものが市販されています。また特許というのは日本だけに与えるような特許というのはた

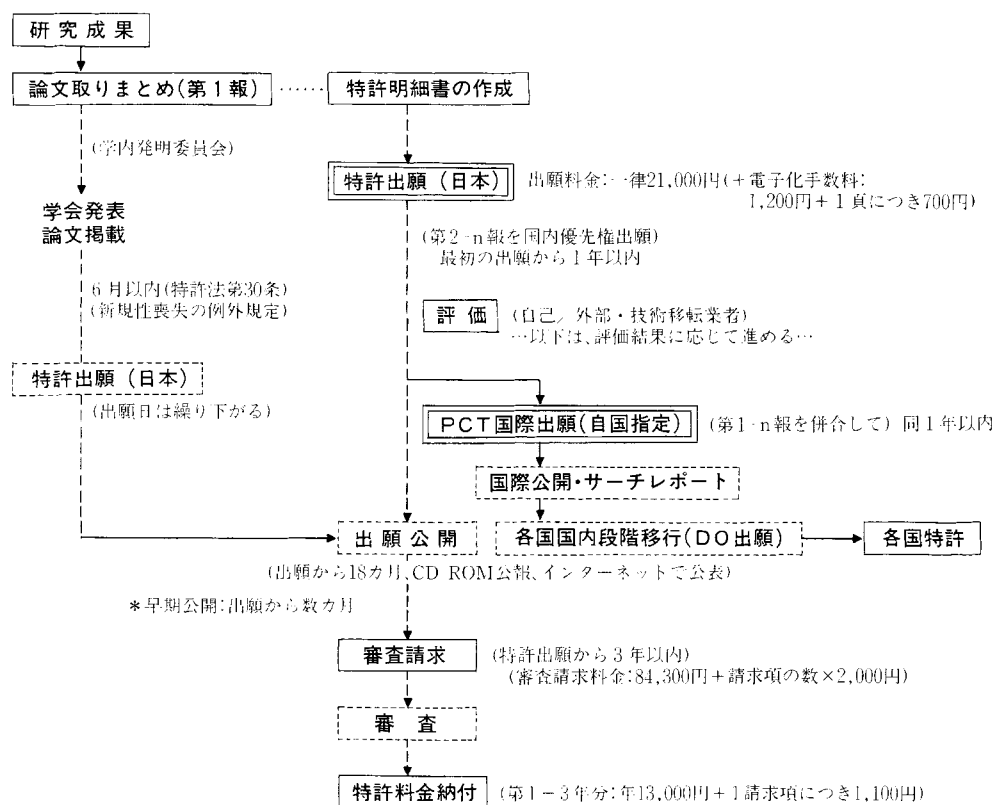


図1. 大学研究成果の技術移転をふまえた特許出願モデル

いたことではないので、大体ヨーロッパとかアメリカとか主要なところは同時に出します。私たちは「一つの特許」がどこでどうなっているかということを「パテントファミリー」として調査します。このような調べ方で、みなさんがやっておられるような研究をこれから始める時や、途中、もしくは終わった時には、常に特許情報のチェックをいられるということは絶対に大切です。やり方の分からない方は、検索アドバイザーを呼べばいいですし、あるいはヘルプデスクでは電話で親切に教えてくれます。画面にヘルプデスクの番号がありますので経験のない方はお試しください。それから先ほども申し上げたのですが、まず論文のとりまとめと同時に特許明細書をつくり、特許を先に出してから発表するというのが重要です。また「PCT 国際出願」というのがあり、これは日本語で世界何十カ国に出すことができます。費用も数万円しかかかりません。でもここで一つ言っておきたいことは、自分でできることはできるのですが、自分でできるのは7割です。あとの非常に重要なクレミングだとかいうものは専門家に任した方がいいです。この後お金がかかってきますが、その場合に私が指導しているのは、いま国内では民間のいろいろな技術移転機関というのがあります。成果をタダで営業してくれるところなのですが、売れたらそこから30%の経費を引いた残金のうちの30%を報酬として受け取るという所があります。たとえば一億円で売れて、売るための経費が二千万かかったとしたら、2400万円をその会社は受け取り、残りは先生や大学に戻す。そういうシステムがあるのです。したがってリスクゼロなのです。そういうようなやり方がありますので、これからお金のかかる部分はそういう所に評価してもらえばいいと思います。そういうことをするためには、まず大学の学務できちんとした特許協力が必要であり、それから特にみなさんのような非常に重要な今から発展性のある分野をやっておられる方々が、こういうことを大学の学生に教えれば学生のためになると思います。

あと弁理士という制度がありますが、今年の弁理士資格試験の合格率は女性が約21%と書いてあって驚いたのですが、女性にとってバイオでの知的財産権というのはものすごくやりやすい分野です。ですから学生の将来のためにも先生がたには協力してあげていただきたいと思います。図1に大学での研究成果の技術移転をふまえた特許の出願モデルを掲載しました。

《情報教育》

(パネルディスカッションでは情報教育についてまっ

たく触れられていませんので、直前に行われた清水和幸先生の講演内容「生物情報工学教育の現状と課題について」をここに掲載しました。)

清水 今日では生物工学の中で、とりわけ生物工学と情報との融合という、そういうことに関連して教育に関する問題そして現状を少し紹介させていただきます。まず教育を議論する前に、では我々を取り巻く環境はどうかというものを少し紹介させていただきます。日本政府は、兎も角もヒトゲノム解読競争に日本は圧倒的に遅れをとったという認識で、これからは、日本はポストゲノムに力を入れるという風に明言されていて、それが明確に予算に反映されております。たとえばミレニアム予算を見てみますと、まあこういう風になっておりますが、この中で特に情報とバイオの関連を見てみますと、バイオインフォマティクス分野に124億円という非常に大きな予算が投与されています。ゲノム情報が分かった後のポストゲノムについて考えてみますと、たとえばゲノム情報を利用して、生命の謎を解く新しい時代がスタートするといったようなことがありますし、テーラーメイド医療やゲノム創薬、ゲノム情報に基づいた医療の改革といったことも重要になってきています。とりわけITとバイオとの融合に新しい技術領域が生まれてくることが期待され、それがビジネスと結びつき始めています。しかし、現時点でいわゆる生命情報科学という分野を研究する研究者・技術者が圧倒的に少ない上に、この分野の研究者が育っていないのが現状です。そういう認識を背景に、最近では次々に生命情報科学センターですとか、あるいは関連のバイオインフォマティクスの人材育成ユニットに予算がつけられ、設置計画もされています。たとえば、最近の科学技術振興調整費でも、バイオインフォマティクス分野の戦略的な技術者育成のための募集がありまして、36件ぐらいの応募があって、その中の5件程度が選ばれています。

バイオと情報との融合が及ぼすさまざまな分野への波及についてまず見ておきます。これは遺伝子ネットワークの免疫機構を利用した情報通信、すなわち生命システムを情報通信に応用しようという新しい試みで、すでに共同研究がスタートしています。また皆様ご存知のように、遺伝子解析技術と電子技術の融合という点でDNAマイクロアレイが急速に注目されていますが、この潜在的市場というのは半導体メモリーに匹敵するという話もあります。次に農業との関連で見てみますと、現在世界の人口が60億ですが、これが今世紀半ばには100億になると予想されています。このままでは圧倒的に食料がた

りなくなると言われていますが、こういった背景をもとに、日本が主導権を握ってきたイネゲノム計画が最近大きな注目を浴びています。それからこれは狭い意味での情報産業とバイオとの関わりあいで、データベースの構築や、あるいは遺伝子の機能予測といったソフトウェアに関する研究開発があります。それからゲノムの塩基配列から特定の遺伝子を探し出すデータマイニング技術や、DNAの情報処理をコンピューターの演算に応用したDNAコンピューティングなども注目されています。

また人工生命については数年前にアーティフィシヤルライフという観点から、一時期コンピューターサイエンティストの間で非常に注目されました。ゲノムが解読されて生命のしくみが少しずつ明らかになるにつれて、ウェアットウェアでの人工生命という別の考えも始まっています。それからマイクロマシンというようなメカトロニクスとの融合というのも今後興味ある研究分野になるでしょう。

それから特に微生物ですが、微生物ゲノムとそのさまざまな遺伝子の機能、それから調節制御機能が明らかになりますと、今度は逆に生物を設計しようという考え方が出てきます。これは、いわゆるミニマムゲノムともつながっていますし、生命を設計するための新しい工学原理も構築する必要が出てくると考えられます。

さて、学問分野として、具体的に生命科学と情報工学の融合について見てみます。バイオインフォマティクスという言葉は皆さんよく聞かれていますと思いますが、実はこのバイオインフォマティクスにあてる日本語はいろいろありまして、生命情報科学というのが一番最も多く使われているようです。それ以外にも情報生物学ですとか、計量生物学ですとか情報生命科学ですとか言われたりもしています。それからバイオインフォマティクスの一部と考えられると思いますが、分子軌道の計算などに関するコンピューショナルバイオロジーというものも含まれます。

それからバイオロジーインシリコ、インシリコバイオロジーという実際の生物をコンピューターの中に再現しようという動きもあります。具体的には慶応大学の富田先生らがE-cellというものを作っておられます。今のところは定性的なモデルですがこれを定量的なモデルにして、産業的にも使えるようになればかなり注目されるようになると思います。また、SONYの北野さんが最近出された本では、システムバイオロジーという言葉が使われています。そこでは、バイオインフォマティクスは情報科学がメインだけれど、システム生物学というのは

バイオロジー（生物学）をメインにしていると主張されています。すなわち生物をシステムとして理解し、なおかつ実際の実験も行うというスタンスが重要だと述べておられます。

以上ご説明してきた内容にはエンジニアリングという視点が抜けているように思います。私達は生物情報工学、生命情報工学という言葉はずっと使っていますが、エンジニアリングという視点もこれからは大変重要になってくると思います。

次に、教育という観点で少しバイオインフォマティクス関連の研究内容を見ていきますと、最近ではDNAシーケンスから得られる膨大な量の情報がどんどんコンピューターに蓄積されつつあります。それで、これからはそういった膨大な量の情報を利用して、タンパク質の構造予測や機能予測、またそういうことだけに限らず、コンピューターをうまく利用してデータを再編成するといった技術が必要になってきています。それから、いろんなゲノム情報を利用して生物種間の比較検討をすることも非常に重要だと思います。またゲノムデータだけに限らず遺伝子、タンパク質、代謝、それからシグナル伝達といったネットワークの解析も、これからますます重要になってくる研究分野だと思います。

ただし、バイオインフォマティクス関連の研究について、最近分子生物学の最前線の研究者から一部異論も出ています。たとえば、遺伝子や生体分子のシミュレーションを行うのに、たくさんのツールが開発されています。ところがバイオインフォマティクスに関わっている方の多くが情報科学者であるために、生物に関する知識のほとんどが教科書の情報にのみ基づいていたり、時間変化のシミュレーションを全く実験的な検証もなしに行っているという現状があります。このためいろいろなダイナミックスシミュレーションのツールが開発されているものの、あまり実験をやる研究者、技術者に役に立っていないのが現状のようです。

《情報教育カリキュラム》

最後に教育カリキュラムの件ですが、バイオインフォマティクスの教育カリキュラムについては、スタンフォード大学のアルトマン教授が提案されていますのでここで紹介させていただきます（表3）。アルトマン教授によりますと、生物学、分子生物学、細胞生物学など9コマ、それからいわゆるコンピューターサイエンス、プログラミング、アルゴリズムなど12コマですが、これはちょっと少ないような気がします。数学とか統計学が9コマで倫理が6コマ、これは知的所有権なども含まれて

表4. 徳島大学工学部生物工学科の教育理念と目的・評価

-
- (1) 教育の目的・目標
- 1) 豊かな人格と教養, および自発的意欲の育成
さきざまな学問の価値観を学ぶことで, 豊かな人格と教養を身につけるとともに, 自らの体験から学ぶことに対する興味と意欲が自発できる人材を育成する。(共通教育, 生物工学基礎導入教育)
 - 2) 自然科学と生物工学の基礎知識による分析力と探究心の育成
自発的な学習意欲により自然科学と生物工学の基礎知識を修得し, 事象や課題を科学的に分析できる分析力と探究力をもつ人材を育成する。(生物工学基礎教育, 生物工学専門教育, 生物工学演習(創成型科目))
 - 3) 生物工学と生命科学の基礎知識によるすぐれた課題解決力と表現力の育成
自発的な探求力により生物工学と生命科学の基礎知識を効果的に身につけ, 創成科目や卒業研究を通して問題を解決し, その方法・過程・結果を表現できる人材を育成する。(生物工学専門教育, 生物工学実験, 実験内容の口頭発表)
 - 4) 生物工学と生命科学の知識や技術の応用力と創造力の育成
グローバルな社会環境を認識した上で新しい課題を発見し, 専門の知識と技術による課題の解決法を創造でき, さらに実践的な行動力をもって地域社会や国際社会に貢献できる人材を育成する。(生物工学専門教育, 倫理教育, 卒業研究)
- (2) カリキュラムの改訂
- 1) 導入教育の整備, 充実: 専門科目の基礎面の充実
 - 2) 創成科目の導入, 充実: 演習と実験・実習の充実, 卒論研究の充実
 - 3) 倫理教育の充実: 「工業倫理」科目の新設
 - 4) プレゼンテーション能力の充実:
 - a) 「プレゼンテーション」科目の新設
 - b) 演習, 実験・実習に結果発表会の実施
 - c) 卒論研究発表会のプレゼンテーションの教員, 学生による評価
 - 5) 選択科目の充実と学年毎の履修単位数の制限
 - 6) クォータ制の導入
 - 7) オフィスアワー, 学内インターンシップ(2年次学生)の導入など
 - 8) 生物工学特別講義(非常勤講師による集中講義: 試験による評価)
- (3) 分野別基準自己点検評価表の作成特徴:
JABEE 対応のために生物工学および生物工学関連分野の自己点検表の作成(日本生物工学会などで作成された基準との整合性を図る)
-

と(表4), 「豊かな人格と教養, および自発的意欲の育成」ということで, これは先ほども清水先生のお話にもありましたように, 共通教育とか導入教育です。第2の「自然科学, 生物工学の基礎知識による分析力と探求心の育成」は創成型科目の充実を図ることです。第3の「生物工学, 生命科学の基礎知識によるすぐれた課題解決力と表現力の育成」も創成型科目の充実を図る目的です。次の「生物工学, 生命科学の知識や技術の応用力と創造力の育成」, これは, 具体的には倫理教育や先ほどの特許教育の充実, プレゼンテーション教育の改善, 充実などを図ることになります。それから「カリキュラムの改訂」ですが, 「導入教育の整備, 充実」および「創成科目の導入, 充実」を図ることを主目的にして, 特に演習と実験・実習と卒論研究の充実を図っています。「倫理教育の充実」は, 特に工業倫理の充実ということで新しく科目を新設しています。「プレゼンテーション能力

の充実」については, 教育学部のプレゼンテーション学専門の先生を非常勤講師として来ていただいて, 講義科目を新設して行っております。また演習や実験・実習科目では, 成績の評価は, 今までではレポート提出だけというところもあったのですが, それを必ず発表会などを行い, それぞれの時間ごとに質疑応答を行って, 創成型科目としての内容の充実を図っている。それから卒論, 研究発表のプレゼンテーションの充実を図るために, 学生および教員による卒論研究発表のプレゼンテーションの点数化を実施し評価して, その改善を行っています。また, 学生がつまみ食的に単位を取っていくということがあります, これでは学習効果が十分上がらないので, これを防いで「履修科目の充実」を図るために, 年間取得単位の上限を設定しています。さらに「クォーター制の導入」ですが, これは一週間に同じ授業を2回行って4分の1期で講義科目(2単位分)を終わるようにす

る履修方式のことで、学生に集中的に勉強させ、学習効果を上げようとするものです。さらに、「オフィスアワー」「学内インターンシップ」を導入しております。これは学生（1-3年生）に卒業後の進路、卒論の配属等について、きちんとした情報を与え、教育していくを目標にして実施しています。さらに、「生物工学特別演習」の科目については、これは他大学の著名な先生方に非常勤講師をお願いして、トピックス的内容を含む講義を集中講義方式で行っております。この場合、いままではレポートと出席だけで成績の評価がなされていたことが多かったのですが、これでは学習効果が上がらないので、専任教員が非常勤講師と相談して、試験を実施しきちんと評価することをしています。それから「分野別自己点検評価表の作成」ですが、これはJABEE対応のために試行的に作成したものです。これまで作成基準が学会から示されておりませんので、我々は勝手に自己点検表を作り

ましたが、来年本学会によって、その基準が作成されましたら、それに合わせて再度修正し作成する予定です。

「教育成果の評価法と実施例について」は、教育成果の現状分析と評価として、いままでは期末テストだけで評価している場合が多かったのですが、もっと出席状況とか口頭試問、小テスト、中間テストも行い、絶えず評価していくことで成績をつけるというようなことやっております（表5）。また「達成度判定」としてはGPA (Great Point Average) を集計して、学生個人の成績評価に活かしています。それからGPC (Great Point Class Average) を算出して、教員の教育活動の指標として利用を図る工夫を検討中です。その目標値としては、75点平均になるような教育の実施を目標とし、各教員のGPCをもとに教員相互で講義方法などの評価を行い、講義の改善を図ることを検討中です。さらに「学生による授業評価」もやっております。受講生に履修科目の

表5. 教育成果の評価法と実施例

教育成果の現状分析と評価

- 1) 成績評価法：出席状況、受講態度、口答試問、小テスト、レポート、中間テスト、期末テスト、プレゼンテーションなどによる総合評価
- 2) 達成度の判定と GPA (Grade Point Average): 学生個人の学習成果指標
 - a) $GP = (\text{得点} - 50) / 10$, 60点 < 0
 - b) 受講生のうち合格者数の達成度の基準：80%
 - c) 学年が上がるにつれ GPA 値の高値へのシフト傾向
- 3) GPC (Grade Point Class Average) 評価：教員の教育活動指標
 - a) GPC の基準を 2.5 に設定
 - b) 授業改善への GPC 評価の結果の活用
 - c) 評価の目標や基準：学習の達成度が十分な学生と不十分な学生を選別 GPC を 2.5 に近づけ、GP の標準偏差を 1 以上にする
- 4) 学生による授業評価の結果報告
 - a) 学生による授業評価：平成11年度前期から開始
評価項目：①自分自身による評価（7項目）②授業に対する評価（6項目）③総合評価（2項目）④授業に対する自由意見（2項目）
 - b) 結果の集計とフィードバック：
 - ①授業毎に集計し、専任教員に結果を表にして配布
 - ②結果を踏まえた各教員の次年度の講義法、評価法などの改善
 - c) 今後の課題
 - ①評価の結果を担当以外の教員や学生にまでフィードバックして公表
 - ②結果に基づく各教員の授業改善法とその評価法の検討
 - ③授業改善のための学科研究会などの開催
 - ④評価項目の妥当性、他学科との結果の比較、学年やクラス毎における比較、年度による比較、授業改善の結果と評価結果との相関などの検討
- 5) 創成科目の評価法と授業方法の改善
創成科目：「生物工学および演習（1～4）」、「生物工学実験（1～4）」、「卒業研究」
 - a) 「生物工学及び演習」：受講生による課題の設定、異なる課題の設定、口頭発表会の実施などを行い、質疑応答による理解と発表力の養成を図る。
 - b) 「生物工学実験」：開始前の説明の徹底、実験中の積極的な質疑応答、レポート提出と口頭発表会の実施（ティーチングアシスタント積極的な活用）
 - c) 卒業研究：発表会のプレゼンテーションの評価（教員と学生）

評価アンケートをとります。自分に対する、そして授業に対する総合評価を各受講生に最終講義の時間に書いてもらい、授業に対する意見を聞いて、集計結果をまとめて各教官に配って授業の改善を図っております。ただし、集計結果を教員に返しても、どこまでこれをふまえて授業改善をしたかという評価をどのようにするかということが、アンケート結果を授業改善に活かすための大きな課題であります。

創成科目の評価法と授業方法の改善法としましては、先ほども述べましたように、演習、実験・実習科目において、質疑応答をできるだけ取り入れて、プレゼンテーション能力を上達させる工夫をしています。卒論発表のプレゼンテーション能力の評価を12年度から実施しております。卒論発表会では69名の学生が2会場に分かれ10分間の持ち時間で研究成果を発表しました。それぞれの発表者以外の学生と教員が全員、予め設定したプレゼンテーション評価項目（6項目）ごとに「良い」、「普通」、「劣る」の3段階で評価し、集計値を統計的に処理して、今後のプレゼンテーションの改善のための指導に利用する予定です。これは大学院修士課程の研究発表の場合もやっており、今後卒論発表の場合と比較する予定です。

徳島大学工学部生物工学科のJABEE対応について、我々は独自の基準を作成して進めていますが、今後生物工学会で基準を作っていたいただければ、それに早急に対応して、できれば来年度JABEEの認定を申請したいと思っております。

関口 大島(敏)先生ありがとうございました。JABEE対応ということでは私立大学の方でもJBEE対応を考えておられまして、ですからただいまの内容を深めていくというのは、この後2人の先生方のお話を聞いた後でさせていただきたいと思っております。では関西大学の河原先生からご説明をお願い致します。

《私立大学の特色とJABEE対応》

河原 関西大学の生物工学科ができてまして昨年で10周年になってきたのですけれど、来年度4月に関西学院大学の方が生命工学という新しい学科を設立すると決まっております。そこで私立大学におきましても化学工学系、農学系、理学系、雑多系と非常に多種多様であるということがまず一ついえると思います。そのためカリキュラムも多様になります。我々の大学でカリキュラムを検討するときには、各大学のカリキュラム



河原秀久(関西大・工)

を全て集めて検討を行っているのですけれども、やはり大学間でかなり違うということがいえると思います。その辺を鑑みますと、JABEEにおけるコアカリキュラムであまり縛りすぎると、各大学で特色があまり出てなくなってしまうということで、この辺はかなり幅をもたせたようなコアカリキュラムを作成しないといけないと思います。実は関西大学では、生物工学としてはまだ検討という形で今おいているのですけれども、農学部全体ではすでにJABEEに対応するというですすでに動いています。たとえばシラバスをJABEE対応のシラバスに全学部対応したり、教養の方もそれに対応したものに置き換えていくという形の方に実際に動いております。現在の関西大学工学部のカリキュラムでは、化学系、生物系、物理系、化学工学ということで、すべてを一応網羅したものがありません。このカリキュラムは4・5年前に改正したものなのですけれども、2年生までがわりと必修科目が多く、3年になるとまったく必修科目を設けていません。多種多様な選択性を設けていますが、今後は特に演習系を設けるということを考えています。それから知的所有権の授業もすでに入っています。また生命倫理の授業も大学全体で、工学部全体で統一してやろうという話が出てきていますので、そういうふうな形でJABEE対応を学部全体でやりましょうということを考えております。しかし学部全体で考えるときには重要なことがあります。それは日本技術者教育認定及び審査方法のバージョン2に、コミュニケーションであるとか、デザイン能力であるということも含めて、だいたい6項目にわけて基準をクリアしないといけない、それに対応しないといけないということがあります(表6)。特に124単位はいいのですけれど、総合学習の保証時間が2000時間以上ないといけないという点です。たとえば90分授業だったら1.5時間に換算されますので、1週間1つの科目が15週あったとしても、関西大学は土曜日も授業を6限目まで全部やっていますが、かろうじてそれで足りるということです。それから語学も含めて300時間以上、また数学その他で300時間、専門で1000時間、正味そのような形で必要になってくるということです。それを考えてカリキュラムを作らないといけないということが重要であると思われます。それから特に必要なのが評価をきちんとやるということです。たとえば教育方法に関しましては、評価方法について重要なことが一つあります。それは何かといいますと達成度の基準を作ることです。たとえば60点以上でよいというのは非常に甘すぎるという意見が工学部の中にはありまして、学