

5. JABEE認定校のカリキュラムと教育内容の特色

(4) 鳥取大学工学部生物応用工学科のプログラム

—教育プログラム改善の歩み—

溝端 知宏

鳥取大学工学部生物応用工学科は、入学定員40名の小規模な学科で、他7つの学科と共に鳥取大学工学部を形成している。

本学科は2006年と2008年の2回において、JABEEによる教育プログラムの審査を受けた。本稿では、この2回の受審を通して当学科の教職員(16名)が重点的に行った改善の内容とその効果、そしてJABEE認定を通して感じた教育プログラム認定と将来像について簡単にまとめた。

生物応用工学科の特徴

鳥取大学工学部では、1966年に工業化学科、1975年に資源循環化学科という2学科が設置され、この2学科が1989年に物質工学科と生物応用工学科という学科に改組され現在の組織となっている。この沿革を反映して、現在も両学科の学生は一部共通の専門講義などを受講しており、物質工学科と生物応用工学科の教員は2学科の教育責任を分担している。その中で、JABEE認定の教育プログラム「生物応用工学科」は生物応用工学科の学生が受講するカリキュラムで構成されている。

生物応用工学科に入学した学生は人文社会的科目、語学、基本的な自然科学を取り扱う共通教育科目40単位と、専門単位を84単位、合計124単位以上の取得が卒業の条件として義務づけられている。専門の単位の中には最終年である4年生の春より1年間、学科の研究室に配属され継続的に研究を行う「卒業研究(10単位)」も含まれる。

専門講義の内容は生物と生命現象の応用法を主な研究対象としている生物応用工学科の性格と、化学の各分野を取り扱っている物質工学科の性格を反映し、生化学、微生物学、分子生物学などの生命科学関連の講義と有機化学、物理化学、分析化学などの基礎化学に根ざした講

義が共に用意されている。これらの専門科目と、共通教育科目、卒業研究で我々はJABEEの「生物工学及び生物工学関連分野」で設定されている基準1の(1)、項目(a)～(h)を具体化した教育プログラムを構成した。

生物応用工学科ではJABEEの基準1の(1)の達成を具体化するために学習・教育目標として以下の(A)～(N)を設定した(14項目)。

- (A) 地球環境について技術者の立場から考える能力を養う。
- (B) 国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を養う。
- (C) 社会規範、倫理観を持ち、技術者としての応用力を養う。
- (D) 工学者として、数学、情報処理能力を養う。
- (E) 生体内で進行する反応に関する基礎知識を身につけ、応用する能力を養う。
- (F) 環境調和を目指した微生物応用を可能にする基礎的知識を身につけ、説明できる能力を養う。
- (G) 生物工学者として必要な生物化学工学を学び、工学計算能力を身につける。
- (H) タンパク質、遺伝子の構造と機能などの生物情報学に関する知識を身につけ、応用する能力を養う。
- (I) 生物工学に関連した有機化学の基礎知識を身につける。
- (J) 生物工学に関連した物理化学の基礎知識を身につける。
- (K) 生物工学実験を通じて実験の実行、データ解析およびレポート作成能力を身につける。
- (L) 卒業研究や実験を通じて、論理的に記述する能力や発表能力を養う。
- (M) 卒業研究や実験を通じて、計画的に物事を遂行する能力を養う。

特 集

表1. 学習・教育目標の基準 1-(1)の(a)～(h)とJABEE認定基準との対応 (JABEE自己点検書; 表2)

	(a)	(b)	(c)	(d)					(e)	(f)	(g)	(h)
				1	2a	2b	2c	2d				
(A)	◎	○	○		○							
(B)										◎		
(C)		◎			○							◎
(D)			◎	◎								
(E)					◎							
(F)					◎							
(G)			○		◎							
(H)					◎							
(I)			○		◎							
(J)			◎	○	○							
(K)			○		○	◎				◎		
(L)					○	◎				◎		
(M)					○	◎		◎	◎			◎
(N)					○		◎	◎	○		◎	

(N) 卒業研究や実験を通じて、自主的、継続的に物事に取り組む能力を養う。

学科で提供している講義はこれらの学習・教育目標の達成にそれぞれ寄与する。講義を学科の学習・教育目標にそれぞれ帰属させ、同時に同じ講義がJABEEの基準1の(1)の達成に寄与する度合いと対応させることにより、学科提供の講義数に応じて関連づけられた当学科の自己点検書「表2 学習・教育目標の基準1の(1)の(a)～(h)との対応」が完成した(表1)。当学科の教育プログラムの点検はこの表を中心に行われた。

受審結果と重点的改善項目

生物応用工学科では2006年と2008年の2度において教育プログラムの審査を受けた結果、主として学習・教育目標の達成に適したカリキュラムのあり方と設計、そしてプログラム学生の学習達成度の把握と評価、中でも特に4年次に行う卒業研究の評価法に関する指摘を受けた。そこで、学科ではこの3項目の改善に重点的に努めた。

1) カリキュラムの設計

JABEEによる教育プログラムの認定にはプログラムに在籍するすべての学生が学習・教育プログラムを達成していることが重要な条件と設定されている(日本技術者教育認定基準2010年度適応版 基準5: 学習・教育目標の達成(3))。学科に在籍するすべての学生が教育プロ

グラムの一員である当学科では、この要件を満たすため、各々の学習・教育目標に重点的に寄与する科目を必修科目とする方針でカリキュラム設計を行った。この方法はすべての学生が学習・教育目標を達成することを制度的に保証できるという長所はあるが、その一方で当プログラムのように学習・教育目標が細分化している状態では必修科目が大変多くなること、そして特定の学習・教育目標に割くことができる講義時間が限定され、カリキュラムが総花的な傾向を示すようになる欠点もある。

この欠点を補うために、当学科は学習・教育目標に割り当てる必修科目数に多少の差をつけ、特に重点を置きたい学習・教育目標の選定を試みている。学科の学習・教育目標の(E), (F), (G)などは相対的に必修科目が多く設定されている一方で、学習・教育目標(I)と(J)は選択科目が比較的多く、学生は自分の志向に合わせて有機化学的知識を充実させるか、物理化学的知識を充実させるかを選択できる。

将来的には、科目の設定と学習・教育目標の再検討を平行して見直すことで、学生により選択の幅を与えながら、確実に学習・教育目標を達成できるカリキュラムへと段階的に修正する作業も必要であると考える。

2) 学生の学習達成度の確認・評価

JABEEの認定基準ではプログラムに在籍する学生の学習到達度を3ステップで確認することを求めている。すなわち、はじめに試験などによる科目別の達成度を確認し、次に学生がプログラムの学習・教育目標をそれぞれ達成していることを確認し、そして最後にプログラムのすべての学生がすべての学習・教育目標を達成していることを確認することが必要である。2006年の初回の教育プログラム審査では、当学科はこの流れの中でいわゆる「総合的な」達成度評価に相当する2番目と3番目の確認方法において重大な指摘事項があった。

2008年の中間審査に向けて、学科では学生の履修状況や成績を教員ができる限りすばやく、かつ正確に把握する仕組みの必要性を感じ、その構築に努めた。その結果、一つの方法として個人別の学習・教育目標達成度一覧表を半期ごとに学生全員に配付する方法を採用した。

一覧表は上下2段に分けられており、上段には学科のカリキュラムを学習・教育目標別に配置し、履修済みの講義を色で強調して記すようにし、下段は当学科で設定している2段階の進級条件(3年生進級時と4年生進級・

卒業研究着手時)を当該学生が満たしていることを確認するために取得単位数の集計欄を設けた。学生はこの資料で自分の学習・教育目標の達成度合いと進級条件の達成度合いを一目で確認することが可能になる。

達成度表は学期ごとに学年担任を経由して学生に配付され、学生には達成度表を用いて自分の学習状況を確認させた。この試みから発生したメリットは主に2つあった。まず学生が以前よりも自分の単位取得状況に注意を向けるようになった。学生には、特に進級条件の達成状況を確認する作業を通して自分の履修状況を確認する意識が生まれた。また、この資料は学生の単位取得状況を複数の目(学生、担任、事務部)で確認することにも役立ち、集計ミスによる不備を解消する機会が増えた。

2つ目に、学生と担任教員とのコミュニケーションが増えたことが挙げられる。学生は学年担任と自分の進路に対する相談の機会が増え、よりきめの細やかな学習指導が可能になった。より細やかな学習指導が行えるようになった結果、学生の休学率や留年率の減少につながると考えられる。

一方、この方法の欠点として、成績の集計作業に関する教員の負担がやや多いことと、学生が一覧表を受け取り、確認するという作業が受け身である点が挙げられる。前者に関しては、大学内の情報関連設備をより積極的に活用し、集計を自動化する手法が有効である。後者に関しては、学生自身に自分の単位集計をまず行わせ、その確認を担当と行う試みがはじまっており、学生のより主体的な達成度の確認を促す制度へ変貌していくことが期待される。

3) 卒業研究の評価

当学科において4年生時に学生が研究グループに配属され、実施される卒業研究は教育プログラムにおいて、きわめて重要な位置を占める。卒業研究では実践的なテーマを約1年間にわたり継続的に研究することで、技術者として必要な計画力、継続力、コミュニケーション力を磨く。当教育プログラムの学習・教育目標(L)～(N)の達成はその大部分を卒業研究の修了に負う。このため、プログラムの学生が順調に必要な知識と技能を身につけ、学習・教育目標を達成していることを客観的に評価する尺度の必要性が痛感されていた。しかし、卒業研究は長時間にわたり、指導教員と継続して研究を行うことが内容の中心であり、その活動の中で学生が技術者とし

て様々な能力を身につけていく様子を講義のテストのように一律・単純に数値評価することは非常に困難であった。当学科では初回の審査においてこの達成度の評価という点において不十分との指摘を受け、学科内での評価システムの再検討が必要となった。

検討の結果、卒業研究の中で行う研究活動、1年間の活動をまとめる卒業論文、そして年末に研究の成果を発表する卒業研究発表会をそれぞれ別々の手法で評価し、それぞれの評価を年度末に持ち寄り「卒業判定会議」において最終的に判定する方法を試みた。

まず、卒業研究発表会では卒業研究を行った学生一人一人の成果発表を教員全員で評価する。評価項目としては研究の実行・継続能力、成果のまとめ方、発表能力、そして質疑応答などのコミュニケーション能力などに分けて各項目に従って5段階で評価し、優秀な得点を得たものは卒業式において表彰するようにした。

次に、卒業論文の評価は卒業研究を指導し続けた教員が成果のまとめ方と研究の遂行能力を中心に評価した。各教員からの評価は卒業判定会議上で他の教員に紹介され、その評価の妥当性が確かめられた。

最後に、卒業研究中に教員が学生の能力向上を学習・教育目標別に評価し、学生にフィードバックを与える仕組みを導入した。10月と2月の年2回、卒業研究に係わる学生の学習目標達成度を指導教員が評価し、中間評価、期末評価として学生に配付した。指導教官が学生の研究活動を学習・教育目標(L)～(N)に沿って評価し、さらに学生は教員の中間評価を受けて年度末までの卒業研究活動における自分の抱負・目標を教員に伝える。最後に、期末評価では学生が目標通りの成長を遂げることができたか、学習・教育目標を達成することができたかの最終評価を教員が下す。

中間評価と期末評価では学生を違う時点で2回評価することにより技術者としての成長の度合いを測ることを目指した試みであった。継続力や研究上の企画力などは明確なゴールや一律の数値尺度が設けにくい項目であったため、その達成度を学生の成長としてとらえ、客観的に評価することを目指した。

中間評価の仕組みの結果、教員・学生間の双方向コミュニケーションが意識されるようになり、学生が教員からのフィードバックを有効に活用して主体的に自分の能力向上させることに次第に変わっていき、教育手法として

特 集

も非常に有効であると感じた。当学科で試験的に採用した仕組みであったが、同様の仕組み（学生自身に目標設定をさせ、それに向かって主体的に活動する仕組み）を3年生以下の下級生にも適応する流れが大学内で現在起こっており、このシステムがさらに発展する可能性も出てきた。

2008年の中間審査を受診した結果、卒業研究を評価する当学科のこのような方法は一定の評価を受けたものの、さらに細かい達成度評価を取り入れる必要性が指摘され、今後のさらなる改善を促される結果となった。

JABEEによるプログラム評価の感想と今後の将来像

鳥取大学生物応用工学科では2004年度よりJABEEによるプログラムの認定を目指す活動を開始し、現在その認定を受けて教育プログラムを運用している。この作業の中で当学科の教育プログラムは着実に改善され続けており、教育活動の透明性、学生に対するケアの充実、そして教育内容の質の維持に教育プログラムの認定が大きく貢献していることを実感できた。

現在、プログラムの認定を受け、卒業生を社会に送り出しているものとしては、我々の卒業生が学外（学生の保護者や学生の就職先企業など）によってどのように評価されているのかが大変気になるところである。

そこで本稿の最後に、大学の技術者教育とJABEEの認定システムが将来的にますます発展し、さらに評価の高いものとなるためにはどのようなことが行えるか、私見をまとめた。

技術者教育の統一基準：大学卒業時の「一人前」とは？

卒業研究の評価法を検討する際に学科内でしばしば議論がなされた事柄として、「大学卒業時に生物工学系技術者に要求される知識、技能の水準」がある。JABEEでは各教育プログラムの自主性を尊重するため、カリキュラムで取り上げる内容に関する指定は必要最低限に押さえられている。このことは、教育プログラムの設計を比較

的自由に行える環境を与えてくれるが、たとえば前述の卒業研究などにおいて「大学卒業時の技術者の能力水準とは、どのようなものを設定すればよいのか」という疑問に対する回答を見だしにくくしている。JABEE認定を受けた教育プログラムを卒業した学生は、具体的にどのような能力を備えておくべきなのか、教科書などでカバーされる「専門知識」とは別の、きわめて定量化しにくい事柄を教員は教え、その修得度を評価する立場にある。

そこで、大学やJABEE、企業はより具体的な「技術者像」；つまり大学卒業時に技術者の卵は専門知識以外のどのような能力、資質を備えているべきか、そのイメージを共有していく必要があるように感じられる。実際のものづくり現場において、どのような能力が役に立ちそれを身につけるためにはどのような経験を大学在籍時に体験しておいたらよいのか、学生の興味を研究やものづくりに引きつけたい大学教員としては是非より詳しく知りたい。学生を教育する場にも、より積極的に実践型教育を取り入れたい。卒業研究から派生する研究プロジェクトを企業と共に運営する、第一線で活躍する技術者の体験談を学生に聞いてもらうなど、大学とものづくり現場が現在よりもさらに密接に協力して技術者の卵を育てる作業に取りかかるようなシステムが構築されれば、技術者像を具体化し、広く共有できるようになる気がする。将来的に、JABEEを中心とした認定システムがこのようなシステムへの発展を遂げるようになれば、大変有意義であるように感じる。

本稿は鳥取大学工学部生物応用工学科がJABEEによる教育プログラムの認定を受けるために作業を担当したものが作業中や認定後に感じた事柄をまとめたものです。当学科が認定を受けることができたのは、保護者や外部識者の方々より力強いサポートを賜りながら学科内の教職員が一丸となって作業できたためであり、学生の教育についていろいろと議論し、意識を共有できたことがこの作業の最大の成果であったと感じます。この場をお借りして、御礼申し上げます。また、原稿執筆の機会を与えてくださった、九州工業大学情報工学研究院の清水和幸先生（本会JABEE委員会委員長）に深く感謝いたします。